

Notice

This translation is machine-generated. It cannot be guaranteed that it is intelligible, accurate, complete, reliable or fit for specific purposes. Critical decisions, such as commercially relevant or financial decisions, should not be based on machine-translation output.

DESCRIPTION JP2000253579A

[0001]

¹³ INDUSTRIAL APPLICABILITY The present invention comprises a power converter connected in series to an AC system via a transformer, and performs series compensation for compensating the amount of electricity such as voltage, current, phase, and impedance of the AC system. It is related to the improvement of the device.

¹⁸ 【発明の属する技術分野】本発明は、交流系統に変圧器を介して直列に接続された電力変換器によって構成され、交流系統の電圧、電流、位相、インピーダンス等の電氣量を補償する直列補償装置の改良に関するものである。

[0002]

²⁶ [Conventional Technology] In recent years, the capacity of self-extinguishing switching elements has been increasing, and large-capacity self-excited converters for power systems that are connected to high-voltage power systems to control the power of the power systems have been put into practical use. ing.

³¹ 【従来の技術】近年、自己消弧形スイッチング素子の大容量化が進み、高圧電力系統に接続して、電力系統の電力を制御する電力系統用の大容量自励式変換器が実用化されてきている。

[0003]

38 In particular, it is connected in series to an AC system via a series transformer, and by generating a compensation voltage in the primary winding of the series transformer, the impedance of the transmission line is electrically compensated and the power flow flowing through the transmission line is controlled. , A series compensator for compensating for fluctuations in system voltage has been attracting attention, for example, "Static Synchronous Series Composer: A Solid-State Approach to Series Engineer Compensation of Transmission Lines" (L.Gy)) Etc. are known.

46 特に、直列トランスを介して、交流系統に直列に接続され、直列トランスの一次巻線に補償電圧を発生することで送電線のインピーダンスを電氣的に補償し、送電線に流れる潮流を制御したり、系統電圧の変動を補償する直列補償装置が注目されており、例えば“ Static Synchronous Series Compensator : A Solid - State Approach to Series Compensation of Transmission Lines ” (L . Gyugyi et al , IEEE PES 96 WM 120 - 6 PWRD , 1996) 等で公知となっている。

[0004]

58 FIG. 58 is a block circuit diagram showing a configuration example of a conventional series compensation device of this type.

61 図 5 8 は、この種の従来の直列補償装置の構成例を示すブロック回路図である。

[0005]

67 In FIG. 58, G is an AC power supply, X1 is an AC system inductance, Tr1 is a series transformer, CNV is a power converter, BP is a bypass circuit, and FL is a harmonic filter.

70 図 5 8 において、G は交流電源、X 1 は交流系統の系統インダクタンス、T r 1 は直列トランス、C N V は電力変換器、B P はバイパス回路、F L は高調波フィルタである。

[0006]

77 The power converter CNV has a configuration in which a self-extinguishing element such as a gate turn-off thyristor (hereinafter referred to as GTO) is bridge-connected, and by controlling GTO switching, it is arbitrary according to the voltage and current of the AC system. The

amplitude of, the voltage of any frequency can be generated.

82 電力変換器 C N V は、ゲートターンオフサイリスタ（以下、G T O と称する）等の自己消弧素子をブリッジ接続した構成をとり、G T O のスイッチングを制御することで、交流系統の電圧、電流に応じて、任意の振幅、任意の周波数の電圧を発生することができる。

[0007]

90 The voltage generated by the power converter CNV is applied to the secondary winding of the series transformer Tr1 to generate a voltage in the primary winding connected in series with the system.

94 電力変換器 C N V の発生する電圧は、直列トランス T r 1 の二次巻線に印加され、系統に直列に接続された一次巻線に電圧を発生する。

98 The system inductance X1 of the AC system can be compensated by appropriately controlling the magnitude and phase of the voltage generated in the primary winding of the series transformer Tr1 with respect to the voltage and current of the AC system.

102 交流系統の電圧、電流に対して、直列トランス T r 1 の一次巻線に発生する電圧の大きさ、位相を適切に制御することで、交流系統の系統インダクタンス X 1 を補償することができる。

[0008]

109 FIG. 59 is a vector diagram for explaining the principle of the system inductance compensation method.

112 図 5 9 は、系統インダクタンスの補償方法の原理を説明するためのベクトル図である。

[0009]

118 In FIG. 59, Vs is the voltage vector of the AC system voltage, Is is the current vector of the AC system, Vc is the voltage vector generated by the power converter CNV in the primary winding 31 of the series transformer Tr1, and V1 and V2 are the series transformer Tr1 respectively. It represents the power supply side primary side terminal voltage vector and

the load side primary side terminal voltage vector.

124 図 5 9 において、 V_s は交流系統電圧の電圧ベクトル、 I_s は交流系統の電流ベクトル、 V_c は電力変換器 CNV が直列トランス Tr 1 の一次巻線 3 1 に発生する電圧ベクトル、 V_1 、 V_2 はそれぞれ直列トランス Tr 1 の電源側一次側端子電圧ベクトル、負荷側一次側端子電圧ベクトルを表わしている。

[0010]

133 Assuming that the system reactance is L and the AC power frequency is f , the relationship between the AC power voltage vector V_s and the primary terminal voltage V_1 of the series transformer Tr1 is expressed by the following equation.

137 系統リアクタンスを L 、交流電源周波数を f とすると、交流電源電圧ベクトル V_s と直列トランス Tr 1 の一次側端子電圧 V_1 との関係は、次のような式で表わされる。

[0012]

144 The primary side terminal voltage vector V_1 of the series transformer 3 is a voltage whose phase is delayed by θ and its magnitude is reduced by V_d with respect to the AC power supply voltage V_s due to the voltage drop due to the system inductance L .

148 【 0 0 1 2 】 直列トランス 3 の一次側端子電圧ベクトル V_1 は、系統インダクタンス L による電圧降下によって、交流電源電圧 V_s に対して、位相が θ だけ遅れ、大きさが V_d だけ低下した電圧となっている。

[0013]

156 When the power converter CNV generates a compensation voltage V_c in the primary winding of the series transformer Tr1 which is advanced by 90 degrees with respect to the system current, the load side primary side terminal voltage vector V_2 of the DC transformer Tr1 changes in the direction of V_s . However, the phase delay and voltage drop with respect to the AC power supply V_s are reduced.

162 電力変換器 CNV が、直列トランス Tr 1 の一次巻線に、系統電流に対して 9 0 度進んだ補償電圧 V_c を発生すると、直列トランス Tr 1 の負荷側一次側端子電圧ベクトル V_2 は、

V_s の方向に変化し、交流電源 V_s に対する位相遅れ、電圧降下が低減される。

[0014]

170 This is electrically equivalent to the reduction of the system inductance L , and the system inductance can be changed equivalently by converting the magnitude of the compensation voltage V_c .

174 これは、系統インダクタンス L が小さくなったことと電氣的に等価であり、補償電圧 V_c の大きさを変換させることで、系統インダクタンスを等価的に変化させることができる。

[0015]

181 Generally, in AC power transmission, if the voltage at the power transmission end is V_s , the voltage at the power reception end is V_r , and the voltage phase difference between the power transmission end and the power reception end is θ , the maximum active power P that can be transmitted is expressed by the following equation. ..

186 一般に、交流送電において、送電端の電圧を V_s 、受電端の電圧を V_r 、送電端と受電端の電圧位相差を θ とすると、送電できる最大有効電力 P は、次のような式で表わされる。

[0017]

193 Since the maximum power that can be transmitted is inversely proportional to the system inductance, the maximum power transmission can be increased by electrically compensating for the system inductance of a system with a large system inductance.

197 【0017】送電できる最大電力は、系統インダクタンスに反比例するので、系統インダクタンスの大きい系統の系統インダクタンスを電氣的に補償することで、最大送電電力を増やすことができる。

[0018]

205 In the configuration of FIG. 58, the AC system and the power converter CNV are connected in

series via the series transformer Tr1, and the same current as the system current flows through the primary winding of the series transformer Tr1. Therefore, the series transformer Tr1 The output current of the power transformer CNV connected to the secondary winding of is constrained by the system current.

211 図 5 8 の構成においては、交流系統と電力変換器 C N V が直列トランス T r 1 を介して直列に接続されており、直列トランス T r 1 の一次巻線には系統電流と同一の電流が流れるため、直列トランス T r 1 の二次巻線に接続された電力変換器 C N V の出力電流は、系統電流に拘束される。

[0019]

220 Therefore, when a large current flows through the transmission line due to a ground fault or the like, an excessive current also flows through the power converter.

223 従って、地絡事故等で送電線に大電流が流れた場合、電力変換器にも過大な電流が流れることになる。

[0020]

230 And, configuring the power converter so that it can withstand such a large current means preparing a power converter with a very large capacity for the output required in the steady state, which is an economical power converter. It does not consist of.

234 そして、このような大電流にも耐え得るように電力変換器を構成することは、定常時に必要な出力に対して非常に大きな容量の電力変換器を用意することとなり、経済的な電力変換器の構成とならない。

[0021]

242 Therefore, a bypass circuit BP as shown in FIG. 59 is connected to the output end of the power converter CNV, and in the event of a ground fault, an overcurrent is detected to operate the bypass circuit BP, and the output of the power converter is short-circuited. To do.

246 そこで、図 5 9 に示したようなバイパス回路 B P を、電力変換器 C N V の出力端に接続し、地絡事故時には、過電流を検出してバイパス回路 B P を動作させ、電力変換器の出力を短絡す

る。

251 Then, since the current constrained by the system current is transferred to the bypass circuit, all the self-extinguishing elements of the power converter are turned off (gate block) to prevent an excessive current from flowing into the converter.

255 そして、系統電流に拘束された電流は、バイパス回路に移るため、電力変換器の自己消弧素子を全てオフ（ゲートブロック）して、変換器に過大な電流が流れ込むのを防止する。

[0022]

262 As described above, conventionally, a bypass circuit is indispensable, and in the event of a ground fault, the power converter must be gate-blocked to stop the operation.

265 このように、従来では、バイパス回路が必須であり、地絡事故時には、電力変換器をゲートブロックして、運転を停止せざるを得ない。

[0023]

272 Further, as a power converter, in the case of a voltage type self-excited converter as shown in FIG. 58, it is a normal usage to detect an output current and configure a current control system, but in the case of a series compensator. For the reasons described above, the output current is constrained by the system current, so that current control cannot be performed.

277 また、電力変換器として、図 5 8 に示したような電圧形自励式変換器の場合、出力電流を検出して電流制御系を構成するのが通常の使用法であるが、直列補償装置の場合には、前述のような理由から、出力電流が系統電流に拘束されるため、電流制御を行なうことができない。

[0024]

285 In the series compensator, the voltage applied to the windings of the series transformer is fed back to form a voltage control system.

288 直列補償装置では、直列トランスの巻線に印加される電圧をフィードバックして、電圧制御系を構成することになる。

292 In the case of a voltage control system, since there is no ability to suppress overcurrent, it is easy to induce overcurrent due to disturbance on the system side.

295 電圧制御系の場合、過電流を抑制する能力はないため、系統側の擾乱によって過電流を誘発しやすい。

[0025]

302 The power converter generates a voltage of arbitrary amplitude and phase by switching and controlling the self-extinguishing element, but generates harmonics with the switching operation.

306 電力変換器は、自己消弧素子をスイッチング制御することで、任意の振幅、位相の電圧を発生するが、スイッチング動作に伴って高調波を発生する。

[0026]

313 In the series compensator of FIG. 58, since it is connected in series to the system via a series transformer, the harmonic voltage generated by the power converter is directly applied to the system voltage, as in FL shown in FIG. Installation of harmonic filters is essential.

317 図 5 8 の直列補償装置では、直列トランスを介して系統に直列に接続されているため、電力変換器が発生する高調波電圧が系統電圧に直接加わることになり、図 5 8 に示す F L のような高調波フィルタの設置が不可欠となる。

[0027]

325 Further, in order to reduce the harmonics generated by the power converter, it is necessary to connect the converters in multiple layers.

328 また、電力変換器が発生する高調波を低減するため、変換器を多重接続する必要も生じる。

[0028]

334 The compensation amount of the series compensation device corresponds to the capacity of the power converter as it is, and in order to realize a large compensation amount, a power converter with a very large capacity is required, which increases the cost of the series compensation device. I will invite you.

339 直列補償装置の補償量は、電力変換器の容量にそのまま対応しており、大きな補償量を実現するためには、非常に容量の大きな電力変換器が必要となり、直列補償装置のコストの上昇を招くことになる。

344 As a result, even if the system inductance is large and a large compensation is required, the compensation amount must be limited due to economic restrictions.

347 その結果として、系統インダクタンスが大きく、大きな補償を要する場合でも、経済的な制約から、補償量を制限せざるを得ないのが実状である。

[0029]

354 PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem As described above, in a conventional series compensation device, since a power converter is connected in series with a system, the output current of the power converter is constrained by the system current. There is.

358 【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、従来の直列補償装置では、電力変換器が系統に直列に接続されていることから、電力変換器の出力電流が系統電流に拘束されている。

363 As a result, it is necessary to provide a bypass circuit at the output of the power converter in order to protect the power converter when an excessive current flows through the system due to a ground fault or the like.

367 その結果、地絡事故等で系統に過大な電流が流れた際に、電力変換器を保護するために、電力変換器の出力にバイパス回路を設ける必要がある。

[0030]

374 In addition, since current control cannot be applied to the output current of the power converter, overcurrent is likely to be induced by disturbance of the system.

377 また、電力変換器の出力電流に対して電流制御をかけることができないため、系統の擾乱によって過電流を誘発し易い。

[0031]

384 Furthermore, since the harmonic voltage is applied directly to the system, it is indispensable to install a harmonic filter and multiplex the converter.

397 さらに、高調波電圧が系統に直接印加されるため、高調波フィルタの設置、変換器の多重化が不可欠である。

[0032]

394 Furthermore, an increase in the amount of compensation directly leads to an increase in the capacity of the power converter, and a sufficient amount of compensation cannot be realized.

397 さらにまた、補償量の増大は、そのまま電力変換器容量の増大につながり、十分な量の補償を実現することができない。

[0033]

404 An object of the present invention is series compensation capable of simplifying the main circuit configuration by eliminating the need for a bypass circuit, improving current control performance, reducing generated harmonics, and economically realizing a large compensation amount. To provide the equipment.

409 本発明の目的は、バイパス回路を不要として主回路構成を簡素化すると共に、電流制御性能を高め、かつ発生高調波を少なくし、しかも大きな補償量を経済的に実現することが可能な直列補償装置を提供することにある。

[0034]

417 [Means for Solving the Problems] In order to achieve the above object, the invention of claim 1 is connected in series with an AC system and compensates for an amount of electricity such as voltage, current, phase, and impedance of the AC system. The series compensator includes a first series capacitor and a second series capacitor connected in series to each other in the AC system, and a compensating current generator connected in parallel with the first series capacitor.

424 【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項 1 の発明では、交流系統に直列に接続され、交流系統の電圧、電流、位相、インピーダンス等の電気量を補償する直列補償装置において、交流系統にそれぞれ互いに直列に接続された第 1 の直列コンデンサおよび第 2 の直列コンデンサと、第 1 の直列コンデンサと並列に接続された補償電流発生装置とから構成している。

[0035]

434 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 1, regardless of the current output by the compensation current generator, the current flowing through the AC system can flow independently through the series capacitor, so that a bypass circuit for bypassing the accident current. Is unnecessary.

439 従って、請求項 1 の発明の直列補償装置においては、補償電流発生装置の出力する電流にかかわらず、交流系統を流れる電流は直列コンデンサを通して独立に流れ得るため、事故電流をバイパスするためのバイパス回路が不要となる。

444 Further, since the series capacitor acts as a filter and most of the harmonics included in the compensation current flow into the series capacitor, it is possible to realize a series compensation device having few harmonics flowing out to the AC system.

448 また、直列コンデンサがフィルタとして作用し、補償電流に含まれる高調波分はその大部分が直列コンデンサに流れ込むため、交流系統に流出する高調波の少ない直列補償装置を実現することができる。

453 Further, since the series capacitor constantly supplies the required compensation amount, the capacity of the power converter can be kept low.

456 さらに、直列コンデンサが定常的に必要な補償量を供給するため、電力変換器の容量を低く抑えることができる。

460 In addition, by installing most of the amount of capacitor constantly required for the second series capacitor as the second capacitor, the output end of the compensation current generator even when a particularly large compensation is constantly required. The voltage applied to the can be kept low.

465 加えて、第 2 の直列コンデンサに定常的に必要なコンデンサ量の大部分を第 2 のコンデンサとして設置することにより、定常的に特に大きな補償を必要とする場合でも、補償電流発生装置の出力端に印加される電圧を低く抑えることができる。

[0036]

473 Further, in the invention of claim 2, in the series compensation device of the invention of claim 1, the second series capacitor is composed of a plurality of series capacitors in which switches are connected in parallel.

477 また、請求項 2 の発明では、上記請求項 1 の発明の直列補償装置において、第 2 の直列コンデンサを、それぞれスイッチが並列に接続された複数の直列コンデンサから構成している。

[0037]

484 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 2, in addition to the operation of the invention of claim 1, switching control of the number of inputs of a plurality of capacitors and continuous control of the compensation current of the compensation current generator are performed. By combining them, it is possible to continuously output a wide range of compensation amounts while keeping the capacity of the compensation current generator small.

491 従って、請求項 2 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 1 の発明の作用に加えて、複数のコンデンサの投入数の切替え制御と、補償電流発生装置の補償電流の連続的制御とを組み合わせることにより、補償電流発生装置の容量を小さく抑えつつ、広範な補償量を連続的に出力することができる。

[0038]

500 Further, in the invention of claim 3, in the series compensation device of the invention of claim 2, the switch is composed of a semiconductor switch in which thyristors are connected in antiparallel to each other.

504 さらに、請求項 3 の発明では、上記請求項 2 の発明の直列補償装置において、スイッチを、サイリスタを互いに逆並列に接続した半導体スイッチから構成している。

[0039]

511 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 3, since the switch for controlling the input number of the series capacitors is realized by the semiconductor switch, the input number of the capacitors can be switched at a higher speed than the mechanical switch. It is possible to realize a wide range of compensation amounts continuously and at high speed.

517 従って、請求項 3 の発明の直列補償装置においては、直列コンデンサの投入数を制御するスイッチを半導体スイッチで実現していることにより、機械的なスイッチに比べて高速にコンデンサの投入数を切替えることができ、広範な補償量を連続的かつ高速に実現することができる。

[0040]

526 On the other hand, in the invention of claim 4, in a series compensator that is connected in series to an AC system and compensates for the amount of electricity such as voltage, current, phase, and impedance of the AC system, it is connected to the AC system via a series transformer. It consists of a capacitor and a compensation current generator connected in parallel with the capacitor.

532 一方、請求項 4 の発明では、交流系統に直列に接続され、交流系統の電圧、電流、位相、インピーダンス等の電気量を補償する直列補償装置において、交流系統に直列トランスを介して接続されたコンデンサと、コンデンサと並列に接続された補償電流発生装置とから構成している。

[0041]

541 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 4, since the system current

flows through the series transformer to the capacitor connected via the series transformer, it is directly connected in series to the AC system when viewed from the AC system side. It has the same function as a series capacitor.

546 従って、請求項 4 の発明の直列補償装置においては、直列トランスを介して接続されたコンデンサには、系統電流が直列トランスを通して流れ込むため、交流系統側から見ると、交流系統に直接、直列に接続された直列コンデンサと同じ作用を有する。

551 By controlling the compensation current injected into the capacitor by controlling the current output by the compensation current generator, the same operation as that of the invention of claim 1 can be realized.

555 補償電流発生装置の出力する電流を制御することにより、コンデンサに注入される補償電流を制御することで、上記請求項 1 の発明と同じ作用を実現することができる。

559 In addition, installing the capacitor on the low voltage side of the series transformer is advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor.

562 加えて、コンデンサを直列トランスの低圧側に設置していることにより、コンデンサの耐圧、絶縁の面で有利となる。

[0042]

569 On the other hand, in the invention of claim 5, in a series compensator that is connected in series to an AC system and compensates for the amount of electricity such as voltage, current, phase, and impedance of the AC system, it is connected to the AC system via a series transformer. It is composed of a first capacitor and a second capacitor connected in series with each other, and a compensation current generator connected in parallel with the first capacitor.

576 一方、請求項 5 の発明では、交流系統に直列に接続され、交流系統の電圧、電流、位相、インピーダンス等の電気量を補償する直列補償装置において、交流系統に直列トランスを介して接続され、互いに直列に接続された第 1 のコンデンサおよび第 2 のコンデンサと、第 1 のコンデンサと並列に接続された補償電流発生装置とから構成している。

[0043]

585 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 5, since the system current flows into the first and second capacitors connected via the series transformer through the series transformer, the AC system is viewed from the AC system side. It has the same effect as a series capacitor connected directly to.

590 従って、請求項 5 の発明の直列補償装置においては、直列トランスを介して接続された第 1、第 2 のコンデンサには、系統電流が直列トランスを通して流れ込むため、交流系統側から見ると、交流系統に直接、直列に接続された直列コンデンサと同じ作用を有する。

595 By controlling the current output from the compensating current generator, the compensating current injected into the first capacitor can be controlled, and the same operation as that of the invention of claim 1 can be realized.

599 補償電流発生装置の出力する電流を制御することにより、第 1 のコンデンサに注入される補償電流を制御することで、上記請求項 1 の発明と同じ作用を実現することができる。

603 In addition, by installing the first and second capacitors on the low voltage side of the series transformer, it is advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitors.

606 加えて、第 1、第 2 のコンデンサを直列トランスの低圧側に設置していることにより、コンデンサの耐圧、絶縁の面で有利となる。

[0044]

613 Further, in the invention of claim 6, in the series compensation device of the invention of claim 5, the second capacitor is composed of a plurality of capacitors in which switches are connected in parallel.

617 また、請求項 6 の発明では、上記請求項 5 の発明の直列補償装置において、第 2 のコンデンサを、それぞれスイッチが並列に接続された複数のコンデンサから構成している。

[0045]

624 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 6, switching control for switching the number of inputs of the second capacitor group by a switch and continuous

control of the compensation current injected by the compensation current generator into the first capacitor are performed. By combining them, it is possible to continuously output a wide range of compensation amounts while keeping the capacity of the compensation current generator small.

631 従って、請求項 6 の発明の直列補償装置においては、第 2 のコンデンサ群の投入数をスイッチによって切替える切替え制御と、補償電流発生装置が第 1 のコンデンサに注入する補償電流の連続的制御とを組み合わせることにより、補償電流発生装置の容量を小さく抑えつつ、広範な補償量を連続的に出力することができる。

637 In addition, by installing the first capacitor and the second capacitor group on the low voltage side of the series transformer, it is advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor.

641 加えて、第 1 のコンデンサ、第 2 のコンデンサ群を直列トランスの低圧側に設置していることにより、コンデンサの耐圧、絶縁の面で有利となる。

[0046]

648 Further, in the invention of claim 7, in the series compensation device of the invention of claim 6, the switch is composed of a semiconductor switch in which thyristors are connected in antiparallel to each other.

652 さらに、請求項 7 の発明では、上記請求項 6 の発明の直列補償装置において、スイッチを、サイリスタを互いに逆並列に接続した半導体スイッチから構成している。

[0047]

659 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 7, since the switch for controlling the input number of the series capacitors is realized by the semiconductor switch, the input number of the capacitors can be switched at a higher speed than the mechanical switch. It is possible to realize a wide range of compensation amounts continuously and at high speed.

665 従って、請求項 7 の発明の直列補償装置においては、直列コンデンサの投入数を制御するスイッチを半導体スイッチで実現していることにより、機械的なスイッチに比べて高速にコンデンサの投入数を切替えることができ、広範な補償量を連続的かつ高速に実現することができる。

る。

671 In addition, installing the capacitor and thyristor on the low voltage side of the series transformer is advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor and thyristor.

675 加えて、コンデンサおよびサイリスタを直列トランスの低圧側に設置していることにより、コンデンサ、サイリスタの耐圧、絶縁の面で有利となる。

[0048]

682 On the other hand, in the invention of claim 8, in a series compensation device connected in series with an AC system and compensating for the amount of electricity such as voltage, current, phase, and impedance of the AC system, a series capacitor connected in series with the AC system is used. It consists of a capacitor connected to the AC system via a series transformer and a compensation current generator connected in parallel with the capacitor.

688 一方、請求項 8 の発明では、交流系統に直列に接続され、交流系統の電圧、電流、位相、インピーダンス等の電氣量を補償する直列補償装置において、交流系統に直列に接続された直列コンデンサと、交流系統に直列トランスを介して接続されたコンデンサと、コンデンサと並列に接続された補償電流発生装置とから構成している。

[0049]

697 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 8, the series capacitor connected in series with the AC system constantly generates most of the required compensation amount, so that the output end of the compensation current generator is connected. In addition to being able to keep the applied voltage small, installing a capacitor into which the compensation current is injected on the low voltage side of the series transformer is advantageous in terms of capacitor withstand voltage and insulation, and is also in series. The capacitor part can be installed separately from the compensator part via a series transformer, increasing the degree of freedom of installation.

706 従って、請求項 8 の発明の直列補償装置においては、交流系統に直列に接続された直列コンデンサは、定常的に必要な補償量の大部分を発生することにより、補償電流発生装置の出力端に印加される電圧を小さく抑えることができるのに加えて、補償電流が注入されるコンデンサを直列トランスの低圧側に設置していることにより、コンデンサの耐圧、絶縁の面で有利

となると共に、直列コンデンサ部は直列トランスを介した補償器部分と分離して設置することができ、設置の自由度が高くなる。

[0050]

717 Further, in the invention of claim 9, in the series compensation device of the invention of claim 8, the series capacitor is composed of a plurality of series capacitors in which switches are connected in parallel.

721 また、請求項 9 の発明では、上記請求項 8 の発明の直列補償装置において、直列コンデンサを、それぞれスイッチが並列に接続された複数の直列コンデンサから構成している。

[0051]

728 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 9, switching control of the number of inputs of a plurality of series capacitors that constantly and stepwise switches the required compensation amount, and continuous control of the compensation current of the compensation current generator. By combining the above, it is possible to continuously output a wide range of compensation amounts while keeping the capacity of the compensation current generator small.

735 従って、請求項 9 の発明の直列補償装置においては、定常的に必要な補償量を段階的に切替える複数の直列コンデンサの投入数の切替え制御と、補償電流発生装置の補償電流の連続的制御とを組み合わせることにより、補償電流発生装置の容量を小さく抑えつつ、広範な補償量を連続的に出力することができる。

741 In addition, by installing a capacitor into which the compensation current is injected on the low voltage side of the series transformer, it is advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor, and multiple series capacitor sections are compensators via the series transformer. It can be installed separately from the part, increasing the degree of freedom of installation.

747 加えて、補償電流が注入されるコンデンサを直列トランスの低圧側に設置していることにより、コンデンサの耐圧・絶縁の面で有利となると共に、複数の直列コンデンサ部は直列トランスを介した補償器部分と分離して設置することができ、設置の自由度が高くなる。

[0052]

755 Further, in the invention of claim 10, in the series compensation device of the invention of claim 9, the switch is composed of a semiconductor switch in which thyristors are connected in antiparallel to each other.

759 さらに、請求項 10 の発明では、上記請求項 9 の発明の直列補償装置において、スイッチを、サイリスタを互いに逆並列に接続した半導体スイッチから構成している。

[0053]

766 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 10, in addition to the operation of the invention of claim 9, a switch for controlling the number of input series capacitors is realized by a semiconductor switch, so that the switch is mechanical. The number of capacitors input can be switched at a higher speed than in the above, and a wide range of compensation amounts can be realized continuously and at high speed.

772 従って、請求項 10 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 9 の発明の作用に加えて、直列コンデンサの投入数を制御するスイッチを半導体スイッチで実現していることにより、機械的なスイッチに比べて高速にコンデンサの投入数を切替えることができ、広範な補償量を連続的かつ高速に実現することができる。

[0054]

781 On the other hand, in the invention of claim 11, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 10, the compensation current generator is converted into a current type using a series transformer and a self-extinguishing element. It consists of a vessel.

786 一方、請求項 11 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた電流形変換器とから構成している。

[0055]

794 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 11, the current type converter has a DC voltage source on the DC side, and by performing PWM control based on the current command, a compensation current equal to the command value is output. Since it operates as a current source, it operates as a compensation current generator that generates a compensation current that matches a predetermined command value.

800 従って、請求項 11 の発明の直列補償装置においては、電流形変換器は直流側に直流電圧源を有し、電流指令に基づいて PWM 制御を行なうことにより、指令値に等しい補償電流を出力する電流源として動作するため、所定の指令値に一致した補償電流を発生する補償電流発生装置として動作する。

806 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator through a series transformer, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

810 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに、直列トランスを通して所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0056]

817 Further, in the invention of claim 12, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 10, the compensation current generator is converted into a voltage type using a series transformer and a self-extinguishing element. It is composed of a device and is equipped with a current control circuit that controls the output current of the voltage converter.

823 また、請求項 12 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた電圧形変換器とから構成し、電圧形変換器の出力電流を制御する電流制御回路を備えている。

[0057]

831 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 12, the voltage type converter operates as a current source that outputs a compensation current equal to the command value by performing PWM control based on the current command. It operates as a compensation current generator that generates a compensation current that matches the command value.

837 従って、請求項 12 の発明の直列補償装置においては、電圧形変換器は、電流指令に基づいて P W M 制御を行なうことにより、指令値に等しい補償電流を出力する電流源として動作するため、所定の指令値に一致した補償電流を発生する補償電流発生装置として動作する。

842 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator through a series transformer, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

846 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに、直列トランスを通して所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0058]

853 Further, in the invention of claim 13, in the series compensation device of the invention of any one of claims 4 and 8 to 10, the compensation current generator is converted into a current type using a self-extinguishing element. It consists of a vessel.

857 さらに、請求項 13 の発明では、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、自己消弧素子を用いた電流形変換器から構成している。

[0059]

865 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 13, the current type converter has a DC voltage source on the DC side, and by performing PWM control based on the current command, a compensation current equal to the command value is output. Since it operates as a current source, it operates as a compensation current generator that generates a compensation current that matches a predetermined command value.

871 従って、請求項 13 の発明の直列補償装置においては、電流形変換器は直流側に直流電圧源を有し、電流指令に基づいて P W M 制御を行なうことにより、指令値に等しい補償電流を出力する電流源として動作するため、所定の指令値に一致した補償電流を発生する補償電流発生装置として動作する。

877 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to

the output of the compensation current generator, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

881 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0060]

888 On the other hand, in the invention of claim 14, in the series compensation device of the invention of any one of claims 4 and 8 to 10, the compensation current generator is converted into a voltage type using a self-extinguishing element. It is composed of a device and is equipped with a current control circuit that controls the output current of the voltage converter.

894 一方、請求項 14 の発明では、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、自己消弧素子を用いた電圧形変換器から構成し、電圧形変換器の出力電流を制御する電流制御回路を備えている。

[0061]

902 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 14, the current control circuit that controls the output current of the voltage type converter gives a voltage command for the output current of the voltage type converter to match the compensation current command. A voltage equal to the voltage command is output from the voltage type converter by PWM control, and as a result, the output current operates so as to match the compensation current command. Therefore, a compensation current generation that generates a compensation current command that matches a predetermined command value is generated. Operates as a device.

911 従って、請求項 14 の発明の直列補償装置においては、電圧形変換器の出力電流を制御する電流制御回路が、電圧形変換器の出力電流が補償電流指令と一致するための電圧指令を与え、PWM制御によって電圧指令に等しい電圧が電圧形変換器から出力され、結果として出力電流が補償電流指令と一致するように動作するため、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

918 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator, and a predetermined compensation

voltage can be generated in series with the AC system.

922 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0062]

929 Further, in the invention of claim 15, in the series compensation device of the invention of claim 11 or 13, the current type converter is configured by connecting a self-extinguishing element with a three-phase bridge.

933 また、請求項 15 の発明では、上記請求項 11 または請求項 13 の発明の直列補償装置において、電流形変換器を、自己消弧素子を三相ブリッジ接続した構成としている。

[0063]

940 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 15, by controlling the switching of the self-extinguishing element connected by the three-phase bridge, a current corresponding to the command current is output from the current type converter, and a predetermined command is given. It operates as a compensation current generator that generates a compensation current command that matches the value.

946 従って、請求項 15 の発明の直列補償装置においては、三相ブリッジ接続された自己消弧素子のスイッチングを制御することにより、指令電流に一致した電流が電流形変換器より出力され、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

951 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

955 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0064]

962 Further, in the invention of claim 16, in the series compensator of the invention of claim 12 or 14, the voltage type converter is configured by connecting a self-extinguishing element with a three-phase bridge.

966 さらに、請求項 1 6 の発明では、上記請求項 1 2 または請求項 1 4 の発明の直列補償装置において、電圧形変換器を、自己消弧素子を三相ブリッジ接続した構成としている。

[0065]

973 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 16, a voltage command for outputting a current equal to the current command is given to the voltage converter as an output of the current control circuit, and a self-extinguishing arc connected by a three-phase bridge is applied. By controlling the switching of the elements, the voltage converter is controlled to output a voltage equal to the voltage command.

979 従って、請求項 1 6 の発明の直列補償装置においては、電流指令に等しい電流を出力するための電圧指令を、電流制御回路の出力として電圧形変換器に与え、三相ブリッジ接続された自己消弧素子のスイッチングを制御することにより、電圧指令に等しい電圧を電圧形変換器が出力するように制御される。

985 As a result, a predetermined compensation current is output from the compensation current generator and injected into a capacitor connected to the output end, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

989 その結果として、補償電流発生装置からは所定の補償電流が出力されて、その出力端に接続されたコンデンサに注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0066]

996 On the other hand, in the invention of claim 17, in the series compensator of the invention of claim 11 or 13, the current type converter is configured by connecting a self-extinguishing element with a single-phase bridge for each phase.

1000 一方、請求項 1 7 の発明では、上記請求項 1 1 または請求項 1 3 の発明の直列補償装置において、電流形変換器を、自己消弧素子を各相毎に単相ブリッジ接続した構成としている。

[0067]

1007 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 17, by controlling the switching of the self-extinguishing element connected by the single-phase bridge for each phase, the current corresponding to the command current is output from the current type converter. , Operates as a compensation current generator that generates a compensation current command that matches a predetermined command value.

1013 従って、請求項 17 の発明の直列補償装置においては、各相毎に単相ブリッジ接続された自己消弧素子のスイッチングを制御することにより、指令電流に一致した電流が電流形変換器より出力され、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

1019 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

1023 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

1027 In this case, the compensation current of each phase can be controlled independently by connecting the single-phase bridge for each phase.

1030 この場合、各相毎に単相ブリッジ接続していることにより、各相の補償電流を独立に制御することができる。

[0068]

1037 Further, in the invention of claim 18, in the series compensator of the invention of claim 12 or 14, the voltage type converter is configured by connecting a self-extinguishing element with a single-phase bridge for each phase.

1041 また、請求項 18 の発明では、上記請求項 12 または請求項 14 の発明の直列補償装置において、電圧形変換器を、自己消弧素子を各相毎に単相ブリッジ接続した構成としている。

[0069]

1048 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 18, a voltage command for outputting a current corresponding to a predetermined command current is given to the voltage type converter as an output of the current control circuit, and each phase is single-phase. By controlling the switching of the bridge-connected self-extinguishing element, the voltage type converter outputs a current that matches the command voltage, and operates as a compensation current generator that generates a compensation current command that matches a predetermined command value. To do.

1056 従って、請求項 18 の発明の直列補償装置においては、所定の指令電流に一致した電流を出力するための電圧指令を、電流制御回路の出力として電圧形変換器に与え、各相毎に単相ブリッジ接続された自己消弧素子のスイッチングを制御することにより、指令電圧に一致した電流が電圧形変換器より出力され、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

1063 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

1067 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

1071 In this case, the compensation current of each phase can be controlled independently by connecting the single-phase bridge for each phase.

1074 この場合、各相毎に単相ブリッジ接続していることにより、各相の補償電流を独立に制御することができる。

[0070]

1081 Further, in the invention of claim 19, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 18, the current of the AC system is detected, and the compensation current generator is in phase with the current of the AC system or The current of the opposite phase is generated.

1086 さらに、請求項 19 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 18 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、交流系統の電流を検出し、補償電流発生装置が交流系統の電流と同相ま

たは逆相の電流を発生するようにしている。

[0071]

1094 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 19, the current of the AC system is detected, and the compensation current command of the same phase or the opposite phase as the phase of the system current is sent to the compensation current generator based on the phase of the system current. give.

1099 従って、請求項 19 の発明の直列補償装置においては、交流系統の電流を検出し、系統電流の位相に基づいて、系統電流の位相と同位相または逆位相の補償電流指令を補償電流発生装置に与える。

1104 The compensating current generator generates a compensating current that matches the compensating current command, and injects a current in phase or opposite phase to the system current into the capacitor connected to the compensating current generator.

1108 補償電流発生装置は、補償電流指令に一致した補償電流を発生し、補償電流発生装置に接続されたコンデンサに系統電流と同相または逆相の電流を注入する。

1112 The compensation voltage generated in the capacitor by the compensation current becomes a directional component orthogonal to the system current, and the capacitor portion acts as a reactance in which the capacitance changes equivalently.

1116 補償電流がコンデンサに発生する補償電圧は系統電流と直交する方向成分となり、コンデンサ部は、容量が等価的に変化するリアクタンスとして作用する。

1120 Thereby, various series compensation can be realized.

1122 これにより、種々の直列補償を実現することができる。

1125 In this case, since the series compensator basically does not inject active power into the AC system, the DC circuit of the power converter that constitutes the compensating current generator is basically a capacitor in the voltage converter, and the current converter. Then, it can be realized by the inductance.

1130 この場合、直列補償装置は、基本的には、交流系統に有効電力を注入しないため、補償電流発生装置を構成する電力変換器の直流回路を、電圧形変換器ではコンデンサで、電流形変換器ではインダクタンスで、それぞれ実現することができる。

[0072]

1138 On the other hand, in the invention of claim 20, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 19, the detection circuit for detecting the system current and system voltage flowing in the AC system and the detection circuit flowing in the AC system. Based on the calculation circuit that calculates the active current component and the invalid current component, and the rate of change of the system current, the fluctuation of the active current component, and the fluctuation of the invalid current, a compensation current command that suppresses the fluctuation of the AC system is generated. It is equipped with a sway suppression circuit.

1147 一方、請求項 20 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 19 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、交流系統に流れる系統電流および系統電圧を検出する検出回路と、交流系統に流れる有効電流成分および無効電流成分を算出する算出回路と、系統電流の変化率と有効電流成分の変動分と無効電流の変動分とに基づいて、交流系統の動揺を抑えるような補償電流指令を生成する動揺抑制回路とを備えている。

[0073]

1157 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 20, the system current and the system voltage are detected, the active current component and the reactive current component passing through the AC system are calculated, and the fluctuation amount and the rate of change of the system current are calculated. By generating the compensation current command based on the above, it is possible to suppress the power fluctuation of the AC system.

1164 従って、請求項 20 の発明の直列補償装置においては、系統電流および系統電圧を検出し、交流系統を通過する有効電流成分と無効電流成分を算出して、その変動分と系統電流の変化率とに基づいて補償電流指令を生成することにより、交流系統の電力動揺を抑制することができる。

1170 That is, the compensation current based on the fluctuations of the active current component and the reactive current component passing through the AC system is a voltage in the

direction of canceling the voltage fluctuations that are injected into the capacitor and cause the fluctuations of the active current and the reactive current.

1175 すなわち、交流系統を通過する有効電流成分と無効電流成分の変動分に基づく補償電流は、コンデンサに注入されて有効電流と無効電流の変動を引き起こした電圧変動を打ち消す方向の電圧となる。

1180 Further, the compensation current based on the rate of change of the system current has the effect of damping the vibration of the system current.

1183 また、系統電流の変化率に基づく補償電流は、系統電流の振動にダンピングをかける効果を有する。

1187 As a result, power fluctuation can be quickly suppressed.

1189 その結果、電力動揺を速やかに抑制することができる。

[0074]

1195 Further, in the invention of claim 21, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 20, a capacitor voltage detection circuit for detecting the voltage of a capacitor connected in series with the AC system and a capacitor voltage detection circuit. A DC component calculation circuit that calculates the DC component voltage component of the capacitor from the output of the capacitor voltage detection circuit, and a DC component suppression that generates a compensation current command based on the signal that corrects the amplitude and phase of the output of the DC component calculation circuit. It has a circuit.

1204 また、請求項 21 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 20 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、交流系統に直列に接続されたコンデンサの電圧を検出するコンデンサ電圧検出回路と、コンデンサ電圧検出回路の出力から、コンデンサの直流分電圧成分を算出する直流分算出回路と、直流分算出回路の出力の振幅および位相を補正した信号に基づいて、補償電流指令を生成する直流分抑制回路とを備えている。

[0075]

1214 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 21, the capacitor voltage detection circuit detects the capacitor voltage, and the DC component calculation circuit calculates the DC component of the capacitor voltage.

1218 従って、請求項 21 の発明の直列補償装置においては、コンデンサ電圧検出回路はコンデンサ電圧を検出し、直流分算出回路においてコンデンサ電圧の直流分を算出する。

1222 By correcting the amplitude and phase of the DC component of the capacitor voltage, the compensation current generator is generated with a compensation current to generate a voltage that cancels the DC component, so that the DC component generated in the capacitor due to the disturbance of the system current is generated. It can be suppressed quickly, and the DC demagnetization phenomenon of a transformer or the like can be avoided.

1229 コンデンサ電圧の直流分の振幅と位相を補正することにより、直流分を打ち消す電圧を発生するための補償電流を補償電流発生装置に発生させることで、系統電流の擾乱によってコンデンサに発生する直流分を速やかに抑制することができ、変圧器等の直流偏磁現象を回避することができる。

[0076]

1238 Further, in the invention of claim 22, in the series compensation device of the invention of claim 21, the capacitor voltage detection circuit is connected in series with the detection circuit for detecting the system current flowing through the AC system and the system current from the system current to the AC system. It consists of an integrator circuit that calculates the voltage of the capacitor.

1244 さらに、請求項 22 の発明では、上記請求項 21 の発明の直列補償装置において、コンデンサ電圧検出回路を、交流系統を流れる系統電流を検出する検出回路と、系統電流から交流系統に直列に接続されたコンデンサの電圧を算出する積分回路とから構成している。

[0077]

1252 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 22, instead of detecting the direct current component based on the voltage of the capacitor, the direct current component generated in the capacitor section is calculated by integrating the system current. By generating the compensation current from the compensation current generator

based on this, the DC component generated in the capacitor can be quickly suppressed, and the DC bias phenomenon of the transformer or the like can be avoided.

1259 従って、請求項 22 の発明の直列補償装置においては、コンデンサの電圧に基づいて直流分を検出する代わりに、系統電流を積分することにより、系統電流がコンデンサ部に発生する直流分を算出し、それに基づいて補償電流を補償電流発生装置から発生することにより、コンデンサに発生する直流分を速やかに抑制することができ、変圧器等の直流偏磁現象を回避することができる。

1266 In this case, since the calculation of the DC component does not include the transient DC component due to the compensation current, more stable DC component suppression control can be realized.

1270 この場合、直流分の算出に補償電流による過渡的な直流分が含まれないため、より一層安定な直流分抑制制御を実現することができる。

[0078]

1277 On the other hand, in the invention of claim 23, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 10, the compensation current generator is the first using a series transformer and a self-extinguishing element. The current type converter, the second current type converter connected in parallel with the AC system using a self-extinguishing element, the DC part of the first current type converter, and the DC part of the second current type converter. It is composed of a DC reactor that connects to and is equipped with a DC current control circuit that controls the current of the DC reactor.

1285 一方、請求項 23 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた第 1 の電流形変換器と、自己消弧素子を用いて交流系統と並列に接続した第 2 の電流形変換器と、第 1 の電流形変換器の直流部と第 2 の電流形変換器の直流部とを接続する直流リアクトルとから構成し、直流リアクトルの電流を制御する直流電流制御回路を備えている。

[0079]

1295 Therefore, in the series compensating device of the invention of claim 23, the harmonic component is removed from the current output from the first current type converter, and the compensating current is injected into the secondary side of the series transformer. ...

1299 従って、請求項 2 3 の発明の直列補償装置においては、第 1 の電流形変換器から出力される電流は、高調波成分が除去されて、直列トランスの二次側には補償電流が注入される。

1303 This compensation current is injected into a series capacitor through a series transformer to generate a compensation current.

1306 この補償電流は、直列トランスを通して直列コンデンサに注入され、補償電流を発生する。

1309 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

1313 その結果として、補償電流発生装置の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0080]

1320 Further, in the invention of claim 24, in the series compensation device of the invention of any one of claims 4 and 8 to 10, the compensation current generator is the first using a self-extinguishing element. The current type converter, the second current type converter connected in parallel with the AC system using a self-extinguishing element, the DC part of the first current type converter, and the DC part of the second current type converter. It is composed of a DC reactor that connects to and is equipped with a DC current control circuit that controls the current of the DC reactor.

1328 また、請求項 2 4 の発明では、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 1 0 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、自己消弧素子を用いた第 1 の電流形変換器と、自己消弧素子を用いて交流系統と並列に接続した第 2 の電流形変換器と、第 1 の電流形変換器の直流部と第 2 の電流形変換器の直流部とを接続する直流リアクトルとから構成し、直流リアクトルの電流を制御する直流電流制御回路を備えている。

[0081]

1338 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 24, in addition to exhibiting the same operation as that of the invention of any one of claims 4 and 8 to 10,

the transformer in the compensation current generator is used. In addition to being omitted, the harmonic filter can also be omitted because the capacitor connected to the secondary side of the series transformer also functions as a filter.

1344 従って、請求項 2 4 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 1 0 のいずれかの発明と同様の作用を奏するのに加えて、補償電流発生装置内のトランスを省略できると共に、直列トランスの二次側に接続されたコンデンサがフィルタの機能も兼ねるため、高調波フィルタも省略することができる。

1350 In addition, the second current type converter can control the reactive power of the AC system to which the second current type converter is connected.

1353 加えて、第 2 の電流形変換器により、この第 2 の電流形変換器が接続された交流系統の無効電力を制御することができる。

[0082]

1360 Further, in the invention of claim 25, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 10, the compensation current generator is the first using a series transformer and a self-extinguishing element. The voltage type converter, the second voltage type converter connected in parallel with the AC system using a self-extinguishing element, the DC part of the first voltage type converter, and the DC part of the second voltage type converter. A current control circuit that controls the output current of the first voltage type converter, a second current control circuit that controls the output current of the second voltage type converter, and a second current control circuit, which are composed of a DC capacitor connecting the above and the second voltage type converter. It is equipped with a DC voltage control circuit that controls the DC capacitor voltage.

1371 さらに、請求項 2 5 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 1 0 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた第 1 の電圧形変換器と、自己消弧素子を用いて交流系統と並列に接続した第 2 の電圧形変換器と、第 1 の電圧形変換器の直流部と第 2 の電圧形変換器の直流部とを接続する直流コンデンサとから構成し、第 1 の電圧形変換器の出力電流を制御する電流制御回路と、第 2 の電圧形変換器の出力電流を制御する第 2 の電流制御回路と、直流コンデンサ電圧を制御する直流電圧制御回路とを備えている。

[0083]

1383 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 25, a current command is output by the DC voltage control circuit so that the DC voltage becomes equal to the DC voltage command based on the DC capacitor voltage.

1387 従って、請求項 25 の発明の直列補償装置においては、直流コンデンサ電圧に基づいて、直流電圧制御回路により直流電圧指令と等しい直流電圧となるような電流指令が出力される。

1391 Then, by PWM control based on this current command, control is performed so that the DC voltage of the second voltage type converter is set as the target voltage amount.

1394 そして、この電流指令に基づく P W M 制御により、第 2 の電圧形変換器の直流電圧を目的の電圧量とする制御が行なわれる。

1398 At the same time, the PWM control based on the output current of the second voltage type converter outputs a current equal to the invalid power command, and the invalid power output by the second voltage type converter to the AC system is controlled. It is done.

1402 また同時に、第 2 の電圧形変換器の出力電流に基づく P W M 制御により、無効電力指令に等しくなるような電流が出力され、第 2 の電圧形変換器が交流系統に出力する無効電力の制御が行なわれる。

1407 As a result, in addition to exhibiting the same operation as that of the invention according to any one of claims 4 and 8 to 10, various compensation voltages can be injected into the system.

1411 これにより、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれかの発明と同様の作用を奏するのに加えて、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0084]

1418 On the other hand, in the invention of claim 26, in the series compensation device of the invention of any one of claims 4 and 8 to 10, the compensation current generator uses a series transformer and a self-extinguishing element. The first voltage type converter, the second voltage type converter connected in parallel with the AC system using a self-extinguishing element, the DC part of the first voltage type converter, and the second voltage type converter. A first current control circuit that controls the output current of the

first voltage type converter and a second current control circuit that controls the output current of the second voltage type converter, which is composed of a DC capacitor that connects to the DC unit of the above. It is equipped with a current control circuit and a DC voltage control circuit that controls the DC capacitor voltage.

1429 一方、請求項 26 の発明では、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた第 1 の電圧形変換器と、自己消弧素子を用いて交流系統と並列に接続した第 2 の電圧変換器と、第 1 の電圧形変換器の直流部と第 2 の電圧形変換器の直流部とを接続する直流コンデンサとから構成し、第 1 の電圧形変換器の出力電流を制御する第 1 の電流制御回路と、第 2 の電圧形変換器の出力電流を制御する第 2 の電流制御回路と、直流コンデンサ電圧を制御する直流電圧制御回路とを備えている。

[0085]

1441 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 26, the first voltage type converter generates a current equal to the compensation current command by current control and operates as a current source.

1445 従って、請求項 26 の発明の直列補償装置においては、第 1 の電圧形変換器は、電流制御により補償電流指令と等しい電流を発生し、電流源として動作する。

1449 As a result, a compensating current is injected into the capacitor to generate various compensating voltages on the primary side of the series transformer.

1452 その結果として、補償電流がコンデンサに注入され、直列トランスの一次側に種々の補償電圧を発生させる。

1456 The second voltage type converter controls the DC capacitor voltage and adjusts the active power coming in and out of the first voltage type converter.

1459 第 2 の電圧形変換器は、直流コンデンサ電圧を制御し、第 1 の電圧形変換器から出入りする有効電力の調整を行なう。

1463 At the same time, it is possible to control the reactive power of the AC system to which the second voltage type converter is connected.

1466 また同時に、第 2 の電圧形変換器が接続された交流系統の無効電力を制御することができる。
。

[0086]

1473 As a result, in addition to exhibiting the same operation as that of the invention according to any one of claims 4 and 8 to 10, various compensation voltages can be injected into the system.

1477 これにより、上記請求項 4、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれかの発明と同様の作用を奏するのに加えて、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0087]

1484 Further, in the invention of claim 27, in the series compensator of the invention of claim 23 or 24, the first current type converter is used as the AC system in which the second current type converter is connected in parallel. It is the same AC system as the AC system connected in series.

1489 また、請求項 27 の発明では、上記請求項 23 または請求項 24 の発明の直列補償装置において、第 2 の電流形変換器が並列に接続された交流系統は、第 1 の電流形変換器が直列に接続された交流系統と同一な交流系統としている。

[0088]

1497 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 27, various compensation voltages can be injected into the system and at the same time, the reactive power is controlled by performing the same operation as that of the invention of claim 23 or 24. Can be done.

1502 従って、請求項 27 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 23 または請求項 24 の発明と同様の作用を奏して、種々の補償電圧を系統に注入できると同時に、無効電力を制御することができる。

[0089]

1510 Further, in the invention of claim 28, in the series compensator of the invention of claim 23 or 24, the first current type converter is used as the AC system in which the second current type converter is connected in parallel. The AC system is parallel to the AC system connected in series.

1515 さらに、請求項 2 8 の発明では、上記請求項 2 3 または請求項 2 4 の発明の直列補償装置において、第 2 の電流形変換器が並列に接続された交流系統は、第 1 の電流形変換器が直列に接続された交流系統と並列な交流系統としている。

[0090]

1523 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 28, in addition to exhibiting the same operation as that of the invention of claim 23 or 24, the first current type converter and the second current type converter By installing the above in different power systems, even if a large power fluctuation occurs in the AC system to which the first current type converter is connected, the second current type converter is sound and establishes a direct current. be able to.

1530 従って、請求項 2 8 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 2 3 または請求項 2 4 の発明と同様の作用を奏するのに加えて、第 1 の電流形変換器と第 2 の電流形変換器を異なる電力系統に設置することにより、第 1 の電流形変換器が接続された交流系統で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電流形変換器は健全であり、直流電流を確立することができる。

1536 As a result, the first current type converter can inject various compensation voltages into the system, and the effect of suppressing system sway can be further enhanced as compared with the case where the first current type converter is connected to the same system.

1540 これにより、第 1 の電流形変換器は種々の補償電圧を系統に注入することができ、同一系統に接続した場合と比較して、系統動揺抑制効果をより一層高めることができる。

[0091]

1547 On the other hand, in the invention of claim 29, in the series compensator of the invention of claim 25 or 26, the first voltage type converter is used as the AC system in which the second voltage type converter is connected in parallel. It is the same AC system as the AC

system connected in series.

1552 一方、請求項 29 の発明では、上記請求項 25 または請求項 26 の発明の直列補償装置において、第 2 の電圧形変換器が並列に接続された交流系統は、第 1 の電圧形変換器が直列に接続された交流系統と同一な交流系統としている。

[0092]

1560 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 29, various compensation voltages can be injected into the system and at the same time, the reactive power is controlled by performing the same operation as that of the invention of claim 25 or 26. Can be done.

1565 従って、請求項 29 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 25 または請求項 26 の発明と同様の作用を奏して、種々の補償電圧を系統に注入できると同時に、無効電力を制御することができる。

[0093]

1573 Further, in the invention of claim 30, in the series compensation device of the invention of claim 25 or 26, the first voltage type converter is used as the AC system in which the second voltage type converter is connected in parallel. The AC system is parallel to the AC system connected in series.

1578 また、請求項 30 の発明では、上記請求項 25 または請求項 26 の発明の直列補償装置において、第 2 の電圧形変換器が並列に接続された交流系統は、第 1 の電圧形変換器が直列に接続された交流系統と並列な交流系統としている。

[0094]

1586 Therefore, in the series compensator of the invention of claim 30, in addition to exhibiting the same operation as that of the invention of claim 25 or 26, the first current type converter and the second current type converter By installing the above in different power systems, even if a large power fluctuation occurs in the AC system to which the first current type converter is connected, the second current type converter is sound and establishes a direct current. be able to.

1593 従って、請求項 30 の発明の直列補償装置においては、上記請求項 25 または請求項 26 の発明と同様の作用を奏するのに加えて、第 1 の電流形変換器と第 2 の電流形変換器を異なる電力系統に設置することにより、第 1 の電流形変換器が接続された交流系統で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電流形変換器は健全であり、直流電流を確立することができる。

1599 As a result, the first current type converter can inject various compensation voltages into the system, and the effect of suppressing system sway can be further enhanced as compared with the case where the first current type converter is connected to the same system.

1603 これにより、第 1 の電流形変換器は種々の補償電圧を系統に注入することができ、同一系統に接続した場合と比較して、系統動揺抑制効果をより一層高めることができる。

[0095]

1610 Further, in the invention of claim 31, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 10, the compensation current generator is the first using a series transformer and a self-extinguishing element. A second current converter using a current converter, a series transformer connected in series with another AC system, and a self-extinguishing element, a DC portion of the first current converter, and a second current. It is composed of a DC reactor that connects to the DC section of the shape converter, and is equipped with a DC current control circuit that controls the current of the DC reactor.

1618 さらに、請求項 31 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた第 1 の電流形変換器と、他の交流系統と直列に接続した直列トランスと自己消弧素子とを用いた第 2 の電流形変換器と、第 1 の電流形変換器の直流部と第 2 の電流形変換器の直流部とを接続する直流リアクトルとから構成し、直流リアクトルの電流を制御する直流電流制御回路を備えている。

[0096]

1629 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 31, the AC system to which the first current type converter is connected and the AC system to which the second current type converter is connected simultaneously perform the series compensation operation. Can be done.

1634 従って、請求項 3 1 の発明の直列補償装置においては、第 1 の電流形変換器が接続された交流系統と、第 2 の電流形変換器が接続された交流系統とで、同時に直列補償動作を行なうことができる。

1639 Further, even if a large power fluctuation occurs in the AC system to which the first current type converter is connected, the AC system to which the second current type converter is connected is sound and the second current type converter is connected. Can establish a direct current.

1644 また、第 1 の電流形変換器が接続された交流系統で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電流形変換器が接続された交流系統は健全であり、第 2 の電流形変換器により直流電流を確立することができる。

1649 As a result, the first current type converter can inject various compensation voltages into the system and suppress system sway.

1652 これにより、第 1 の電流形変換器は種々の補償電圧を系統に注入でき、系統動揺を抑制することができる。

[0097]

1659 Furthermore, in the invention of claim 32, in the series compensation device of the invention of any one of claims 1 to 10, the compensation current generator is the first using a series transformer and a self-extinguishing element. The second voltage type converter using the voltage type converter, the series transformer connected in series with another AC system, and the self-extinguishing element, the DC part of the first voltage type converter, and the second The first current control circuit that controls the output current of the first voltage type converter and the output current of the second voltage type converter are composed of a DC capacitor that connects to the DC part of the voltage type converter. It includes a second current control circuit for controlling and a DC voltage control circuit for controlling the DC capacitor voltage.

1670 さらにまた、請求項 3 2 の発明では、上記請求項 1 乃至請求項 1 0 のいずれか 1 項の発明の直列補償装置において、補償電流発生装置を、直列トランスと、自己消弧素子を用いた第 1 の電圧形変換器と、他の交流系統と直列に接続した直列トランスと自己消弧素子とを用いた第 2 の電圧形変換器と、第 1 の電圧形変換器の直流部と第 2 の電圧形変換器の直流部とを接続する直流コンデンサとから構成し、第 1 の電圧形変換器の出力電流を制御する第 1 の電流制御回路と、第 2 の電圧形変換器の出力電流を制御する第 2 の電流制御回路と、直流コン

デンサ電圧を制御する直流電圧制御回路とを備えている。

[0098]

1682 Therefore, in the series compensation device of the invention of claim 32, the AC system to which the first current type converter is connected and the AC system to which the second current type converter is connected simultaneously perform the series compensation operation. Can be done.

1687 従って、請求項 3 2 の発明の直列補償装置においては、第 1 の電流形変換器が接続された交流系統と、第 2 の電流形変換器が接続された交流系統とで、同時に直列補償動作を行なうことができる。

1692 Further, even if a large power fluctuation occurs in the AC system to which the first current type converter is connected, the AC system to which the second current type converter is connected is sound and the second current type converter is connected. Can establish a direct current.

1697 また、第 1 の電流形変換器が接続された交流系統で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電流形変換器が接続された交流系統は健全であり、第 2 の電流形変換器により直流電流を確立することができる。

1702 As a result, the first current type converter can inject various compensation voltages into the system and suppress system sway.

1705 これにより、第 1 の電流形変換器は種々の補償電圧を系統に注入でき、系統動揺を抑制することができる。

[0099]

1712 BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION Hereinafter, embodiments of the present invention will be described in detail with reference to the drawings.

1715 【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0100]

1721 (First Embodiment) FIG. 1 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 58 are designated by the same reference numerals.

1725 (第1の実施の形態) 図1は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図58と同一要素には同一符号を付して示している。

[0101]

1732 In FIG. 1, G is an AC power supply, X1 is an AC system inductance, C1 is a series capacitor, and CMP1 is a compensation current generator.

1735 図1において、Gは交流電源、X1は交流システムのインダクタンス、C1は直列コンデンサ、CMP1は補償電流発生装置をそれぞれ示している。

[0102]

1742 The series capacitor C1 is connected in series with the AC system, and the compensation current generator CMP1 is connected in parallel with the series capacitor C1.

1745 直列コンデンサC1は、交流システムに直列に接続されており、補償電流発生装置CMP1は、直列コンデンサC1に並列に接続されている。

[0103]

1752 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, when the output of the compensation current generator CMP1 is zero, the system current flows into the series capacitor C1 as the system current flows. A voltage whose phase is delayed by 90 degrees is generated.

1757 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、補償電流発生装置CMP1の出力がゼロの場合、系統電流が流れ込むのに伴って、直列コンデンサC1には、系統電流よりも位相が90度遅れた電圧が発生する。

[0104]

1765 On the other hand, since the voltage generated in the inductance X1 of the AC system is a voltage whose phase is advanced by 90 degrees with respect to the system current, the voltage in the series capacitor C1 in the direction of canceling the voltage drop due to the inductance X1 of the AC system is constant. Occurs.

1770 一方、交流系統のインダクタンス X 1 に発生する電圧は、系統電流に対して位相が 9 0 度進んだ電圧であるから、直列コンデンサ C 1 には、交流系統のインダクタンス X 1 による電圧降下を打ち消す方向の電圧が定常的に発生する。

[0105]

1778 The compensating current generator CMP1 is a current source that generates a predetermined compensating current, and its output is connected to both ends of a series capacitor C1 of each phase.

1782 補償電流発生装置 C M P 1 は、所定の補償電流を発生する電流源であり、その出力が各相の直列コンデンサ C 1 の両端に接続されている。

[0106]

1789 When the compensation current generator CMP1 actually generates the compensation current and the compensation current is injected into the series capacitor C1, the phase of the series capacitor C1 is delayed by 90 degrees from the current obtained by adding the system current and the compensation current. Voltage will be generated.

1794 補償電流発生装置 C M P 1 が実際に補償電流を発生して、直列コンデンサ C 1 に補償電流が注入されると、直列コンデンサ C 1 には、系統電流と補償電流とを加算した電流よりも位相が 9 0 度遅れた電圧が発生することになる。

[0107]

1802 By changing the magnitude and phase of the compensation current with respect to the system current, the total current flowing into the series capacitor C1 can be changed to currents of various magnitudes and phases. The magnitude and phase of the voltage generated in C1 can be changed.

1807 補償電流の大きさ・位相を系統電流に対して変化させることで、直列コンデンサC 1 に流れ込む電流の合計を種々の大きさ・位相の電流に変化させることができるため、それに伴って、直列コンデンサC 1 に発生する電圧の大きさと位相を変化させることができる。

[0108]

1815 As a result, the impedance from the AC power supply G to the load-side terminal of the series compensator can be changed equivalently.

1818 これによって、交流電源Gから直列補償装置の負荷側の端子までのインピーダンスを等価的に変化させることができる。

1822 As mentioned above, the characteristics of the AC system such as the transmission limit and stability of the AC system change depending on the equivalent impedance. Therefore, by appropriately controlling the compensation current, the transmission capacity of the AC system can be improved. It is possible to suppress power fluctuations, control power flow, and so on.

1828 前述したように、交流系統の送電限界や、安定度等の交流系統の特性は、その等価的なインピーダンスによって変化するため、補償電流を適切に制御することで、交流系統の送電能力の向上、電力の動揺抑制、潮流制御等を実現することができる。

[0109]

1836 The above operation will be described in more detail with reference to the vector diagram shown in FIG.

1839 以上の動作について、図2に示すベクトル図を用いて、より詳細に説明する。

[0110]

1845 FIG. 2 shows the AC power supply voltage vector V_s , the system current vector I_s , the AC power supply side system voltage of the series capacitor C_1 when the compensation current I_{cmp} is zero, and the current and voltage vectors when the load side system voltage is V_2 . It is a vector diagram which shows the relationship of.

1850 図 2 は、補償電流 I_{cmp} がゼロの時の、交流電源電圧ベクトル V_s 、系統電流ベクトル I_s 、直列コンデンサ C_1 の交流電源側系統電圧を V_1 、負荷側系統電圧を V_2 した時の各電流、電圧ベクトルの関係を示すベクトル図である。

[0111]

1858 Assuming that the system inductance is L , the system voltage V_1 on the AC power supply side is a voltage whose phase is delayed by and its magnitude is reduced by V with respect to the AC power supply voltage V_s due to the voltage drop due to the system inductance L .

1863 系統インダクタンスを L とすると、交流電源側系統電圧 V_1 は、系統インダクタンス L による電圧降下により、交流電源電圧 V_s に対して位相が だけ遅れ、大きさが V だけ低下した電圧となっている。

[0112]

1871 On the other hand, a voltage whose phase is delayed by 90° with respect to the system current I_s is generated in the series capacitor C_1 , and assuming that the capacitance of the series capacitor C_1 is C , the relationship between the AC power supply side system voltage V_1 and the load side system voltage V_2 . Is expressed as the following equation.

1876 一方、直列コンデンサ C_1 には、系統電流 I_s に対して位相が 90° 遅れた電圧が発生し、直列コンデンサ C_1 のキャパシタンスを C とすると、交流電源側系統電圧 V_1 と負荷側系統電圧 V_2 との関係は、次式のように表わされる。

[0114]

1884 That is, the voltage generated across the series capacitor C_1 is generated in the direction of correcting the phase delay and the voltage drop due to the system inductance L .

1887 【0114】すなわち、直列コンデンサC1の両端に発生する電圧は、系統インダクタンスLによる位相遅れ、電圧降下を補正する方向に発生する。

[0115]

1894 FIG. 3 is a vector diagram showing an example of operation when the compensation current generator CMP1 injects a compensation current of ICMP.

1897 図3は、補償電流発生装置CMP1が I_{cmp} の補償電流を注入した場合の動作の一例を示すベクトル図である。

[0116]

1904 In FIG. 3, since the voltage generated by the compensation current ICMP is generated in the series capacitor C1 in addition to the voltage generated by the system current I_s , the load side system voltage V2 is corrected to the state shown in FIG.

1908 図3において、直列コンデンサC1には、系統電流 I_s によって発生する電圧に加えて、補償電流 I_{cmp} による電圧が発生するから、負荷側系統電圧V2は、図3に示す状態に補正される。

[0117]

1916 By changing the amplitude of the compensation current I_{cmp} and the phase with respect to the system current, the current vector $I_s + I_{cmp}$ flowing through the series capacitor C1 changes within the circle CL1 having a radius determined by the maximum value of the compensation current, centered on the end point A of I_s . Correspondingly, the load-side system voltage V2 can be changed to an arbitrary point in the circle CL2 centered on the end point B of the vector V2 when the compensation current I_{cmp} is zero.

1923 補償電流 I_{cmp} の振幅と系統電流に対する位相を変化させることで、直列コンデンサC1に流れる電流ベクトル $I_s + I_{cmp}$ は、 I_s の終点Aを中心として、補償電流の最大値で決まる半径を持つ円CL1内を変化させることができ、それに対応して、負荷側系統電圧V2は、補償電流 I_{cmp} がゼロの時のベクトルV2の終点Bを中心とした円CL2内の任意の点に変化させることができる。

[0118]

¹⁹³³ That is, by injecting an appropriate amplitude and phase of the compensation current ICMP, the load side system voltage V2 can be compensated, and the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side of the series capacitor C1 can be set to various values. Can be changed.

¹⁹³⁸ すなわち、適切な補償電流 I_{cmp} の振幅と位相を注入することで、負荷側系統電圧 V_2 を補償することができ、交流電源 G から直列コンデンサ C1 の負荷側までの等価的なインピーダンスをさまざまな値に変化させることができる。

[0119]

¹⁹⁴⁶ Whereas the conventional series compensation device is connected to the system via a series transformer and the current flowing through the series compensation device is constrained by the system current, in the configuration of the present embodiment shown in FIG. The system current and the compensation current are independent, and the compensation current generator keeps the compensation current appropriately. Therefore, even if an excessive current flows in the system due to a system accident or the like, the system current flows through the series capacitor C1 and is compensated. It does not flow into the current generator CMP1.

¹⁹⁵⁵ 従来の直列補償装置が、系統に直列トランスを介して接続されており、直列補償装置に流れる電流が系統電流に拘束されていたのに対して、図1に示す本実施の形態の構成では、系統電流と補償電流とは独立であり、補償電流発生装置が補償電流を適切に保つことで、系統事故等によって系統に過大な電流が流れた場合でも、系統電流は直列コンデンサ C1 を通して流れ、補償電流発生装置 CMP1 に流れ込むことはない。

[0120]

¹⁹⁶⁵ Therefore, in order to prevent an excessive accident current from flowing into the series compensator and causing the series compensator to fail, the bypass circuit required in the conventional series compensator becomes unnecessary.

¹⁹⁶⁹ 従って、過大な事故電流が直列補償装置に流れ込んで直列補償装置が故障するのを防ぐため

に、従来の直列補償装置において必要であったバイパス回路が不要となる。

[0121]

1976 Further, as the system current increases, the voltage of the series capacitor C1 also increases. However, if an arrester (non-linear resistance element) for preventing overvoltage is connected in parallel to the series capacitor C1, the compensation current generator CMP1 The maximum voltage across is also limited by the arrester's protection level.

1981 また、系統電流の増大に伴ない、直列コンデンサC 1の電圧も増大するが、直列コンデンサC 1には、過電圧を防ぐアレスタ（非線型抵抗素子）を並列に接続しておけば、補償電流発生装置CMP 1にかかる最大電圧も、アレスタの保護レベルで制限される。

1986 By designing the compensation current generator CMP1 so that it can withstand the voltage determined by the protection level of the arrester, it is possible to perform the prescribed compensation operation promptly after the accident is eliminated, even though the bypass circuit is not required and the configuration is simple. It is possible to realize a series compensation device with high reliability.

1992 補償電流発生装置CMP 1をアレスタによる保護レベルで決まる電圧に耐えるように設計しておくことで、バイパス回路が不要な簡素な構成でありながら、事故除去後、速やかに所定の補償動作を行なうことが可能な信頼性の高い直列補償装置を実現することができる。

[0122]

2000 Since a power converter using a semiconductor switching element is usually used as the compensation current generator CMP1, a harmonic current is included in addition to the current of the frequency required as the compensation current. In the case of the configuration of the above form, since the large-capacity series capacitor C1 is connected in parallel with the compensation current generator CMP1, most of the harmonic components flow into the series capacitor C1 and hardly flow out to the system side. ..

2007 補償電流発生装置CMP 1としては、通常、半導体スイッチング素子を用いた電力変換器が用いられるため、補償電流として必要な周波数の電流の他に、高調波電流が含まれるが、図1に示す本実施の形態の構成の場合には、補償電流発生装置CMP 1と並列に大容量の直列コンデンサC 1が接続されているため、高調波成分の大部分は直列コンデンサC 1に流れ込み、系統側にはほとんど流出しない。

[0123]

2017 The above operation will be described with reference to the equivalent circuit diagram shown in FIG.

2020 以上の動作について、図 4 に示す等価回路図を用いて説明する。

[0124]

2026 FIG. 4A is an equivalent circuit for one phase of an AC transmission line.

2028 図 4 (a) は、交流送電線の一相分の等価回路である。

[0125]

2034 In FIG. 4A, the phase voltages on the load side of the AC power supply G and the series capacitor C1 are represented as voltage sources of V_s and V_2 , respectively, and the compensation current generator CMP1 is represented as a current source for injecting the current I_{CMP1} .

2039 図 4 (a) では、交流電源 G、直列コンデンサ C 1 の負荷側の相電圧をそれぞれ V_s 、 V_2 の電圧源とし、補償電流発生装置 C M P 1 を電流 $I_{c m p}$ を注入する電流源として表わしている。

[0126]

2047 The current I_s flowing in the system is expressed as the sum of the currents determined by the voltage sources V_s and V_2 and the current source I_{cmp} , but from the principle of superposition, when considering the current determined by the current source, the voltage source is short-circuited. You can think about it.

2052 系統に流れる電流 I_s は、電圧源 V_s 、 V_2 と電流源 $I_{c m p}$ それぞれによって決まる電流の和として表わされるが、重ね合わせの原理より、電流源によって決まる電流を考える際に

は、電圧源を短絡して考えてよい。

2057 Therefore, the equivalent circuit of FIG. 4A can be modified as shown in FIG. 4B.

2059 よって、図4(a)の等価回路は、図4(b)に示すように変形することができる。

[0127]

2065 Assuming that the current flowing from the current source to the system and the current flowing into the series capacitor are I_1 and I_2 , respectively, the ratio of I_1 and I_2 is expressed by the following equation, where the frequency of the compensation current is f [Hz].

2070 電流源から、系統に流れ出す電流、直列コンデンサに流れ込む電流をそれぞれ I_1 、 I_2 とすると、補償電流の周波数を f [Hz] として、 I_1 と I_2 との比は次式のように表現される。

[0129]

2078 Here, for the sake of simplicity, assuming that the series capacitor compensates 100% for the voltage drop due to the inductance of the system at the fundamental frequency.

2081 【0129】ここで、説明の簡単のため、基本周波数において、直列コンデンサで系統のインダクタンスによる電圧降下を100%補償しているとする、

[0130]

2088 Since the frequency domain generated by the power converter connected by a normal three-phase bridge is usually 5th or 7th or higher, the harmonics flowing out to the system are reduced to 1/26 even if the 5th harmonic is used. It becomes a sufficiently small value.

2092 【0130】通常の三相ブリッジ接続された電力変換器が発生する周波数領域は、通常5次、7次以上であるため、系統に流出する高調波は5次高調波でも、1/26に低減されて、十分小さい値となる。

[0131]

2100 In the above description, the compensation amount of the series capacitor is set to a value that compensates the inductance of the system by 100%, but the compensation amount is usually suppressed to a value smaller than 100%, and the harmonics flowing out to the system are further reduced.

2105 上記の説明では、直列コンデンサの補償量を系統のインダクタンスを100%補償する値としたが、補償量は通常100%よりも小さい値で抑えられ、系統に流出する高調波はさらに小さくなる。

[0132]

2113 Therefore, the power converter used in the compensation current generator CMP1 can realize a series compensation device having a small influence of harmonics on the system without taking measures for harmonics such as installation of a harmonic filter and multiplexing. ..

2118 従って、補償電流発生装置CMP1に用いる電力変換器は、高調波フィルタの設置や多重化等の高調波対策を講じなくとも、系統への高調波の影響の小さい直列補償装置を実現することができる。

[0133]

2126 In FIG. 1, for the sake of simplicity of explanation, the series capacitor C1 is composed of one capacitor for each phase, but in reality, the capacitors are connected in series and parallel according to the required capacitor capacity. You may use the thing.

2130 なお、図1では、説明の簡単のため、直列コンデンサC1は、各相1台のコンデンサにて構成するようにしたが、実際には、必要なコンデンサ容量に応じて、コンデンサを直並列接続したものをを用いるようにしてもよい。

[0134]

2138 (Second Embodiment: Corresponding to Claim 1) FIG. 5 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 1 are designated by the same reference numerals. Shown.

2143 (第2の実施の形態：請求項1に対応) 図5は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図1と同一要素には同一符号を付して示している。

[0135]

2150 In FIG. 5, G is an AC power supply, X1 is an AC system inductance, C1 is a series capacitor (hereinafter referred to as a first series capacitor), C2 is a series capacitor (hereinafter referred to as a second series capacitor), and CMP1 is a CMP1. The compensation current generators are shown respectively.

2155 図5において、Gは交流電源、X1は交流システムのインダクタンス、C1は直列コンデンサ(以下、第1の直列コンデンサと称する)、C2は直列コンデンサ(以下、第2の直列コンデンサと称する)、CMP1は補償電流発生装置をそれぞれ示している。

[0136]

2163 The first series capacitor C1 and the second series capacitor C2 are connected in series with each other in the AC system, and the compensation current generator CMP1 is connected in parallel with the series capacitor C1.

2167 第1の直列コンデンサC1、第2の直列コンデンサC2は、交流システムにそれぞれ互いに直列に接続されており、補償電流発生装置CMP1は、直列コンデンサC1に並列に接続されている。

[0137]

2175 That is, in the present embodiment, in addition to the first series capacitor C1 whose impedance can be changed by changing the compensation current, a second series capacitor C2 that performs fixed compensation is provided.

2179 すなわち、本実施の形態では、補償電流を変化させることでインピーダンスを変化できる第

1の直列コンデンサC1に加えて、固定の補償を行なう第2の直列コンデンサC2を設けている。

[0138]

2187 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, when the compensation current I_{cmp} is zero, each of the series capacitors C1 and C2 has a voltage whose phase is delayed by 90 degrees from the system voltage. Is generated, and the voltage drop due to the system impedance X1 is reduced by the total of the voltages generated in the series capacitors C1 and C2.

2193 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、補償電流 I_{cmp} がゼロの時、各直列コンデンサC1、C2には、いずれも系統電圧よりも位相が90度遅れた電圧が発生しており、各直列コンデンサC1、C2に発生する電圧の合計によって、系統インピーダンスX1による電圧降下が軽減される。

[0139]

2202 When the compensation current I_{CMP} is injected, the voltage vector generated in the first series capacitor C1 is in a circle centered on the load side terminal voltage when the compensation current I_{CMP} is zero, depending on the magnitude and phase of the compensation current. Can be changed to the value of.

2207 補償電流 I_{cmp} が注入されると、第1の直列コンデンサC1に発生する電圧ベクトルは、補償電流の大きさと位相に応じて、補償電流 I_{cmp} がゼロの場合の負荷側端子電圧を中心とした円内の値に変化させることができる。

[0140]

2215 As a result, the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side terminal voltage can be changed, and the same effect as that of the first embodiment described above can be obtained.

2219 これによって、交流電源Gから負荷側端子電圧までの等価的なインピーダンスを変化させることができ、前述した第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

[0141]

2226 In addition, in the first embodiment, most of the capacitors included in the first series capacitor C1 corresponding to the amount of compensation required constantly are installed as the second series capacitor C2. In particular, when a large compensation is constantly required, the voltage applied to the output end of the compensation current generator CMP1 can be suppressed to a small value.

2232 加えて、第 1 の実施の形態で、第 1 の直列コンデンサ C 1 に含んでいた、定常的に必要な補償量に相当するコンデンサの大部分を、第 2 の直列コンデンサ C 2 として設置することで、特に定常的に大きな補償を必要とする際には、補償電流発生装置 C M P 1 の出力端に印加される電圧を小さく抑えることができる。

[0142]

2241 In FIG. 5, for the sake of simplicity of explanation, both the first and second series capacitors C1 and C2 are configured with one capacitor for each phase, but in reality, it depends on the required capacitor capacity. Therefore, a capacitor connected in series and parallel may be used.

2246 なお、図 5 では、説明の簡単のため、第 1、第 2 の直列コンデンサ C 1、C 2 共に、各相 1 台のコンデンサにて構成するようにしたが、実際には、必要なコンデンサ容量に応じて、コンデンサを直並列接続したものをを用いるようにしてもよい。

[0143]

2254 (Third Embodiment: Corresponding to claim 2) FIG. 6 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 5 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted, and only the different parts are described here.

2260 (第 3 の実施の形態：請求項 2 に対応) 図 6 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図 5 と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0144]

2268 That is, in the series compensation device of the present embodiment, as shown in FIG. 6, in the second embodiment, the second series capacitor C2 installed as the series capacitor that compensates for a fixed amount is mechanically switched. It is configured by the capacitor unit group C2SW whose number of series can be changed.

2273 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図 6 に示すように、前記第 2 の実施の形態において、固定分の補償を行なう直列コンデンサとして設置した第 2 の直列コンデンサ C 2 を、機械的スイッチにて直列数を可変可能なコンデンサユニット群 C 2 S W にて構成するようにしている。

[0145]

2282 Specifically, the second series capacitor C2 is composed of a plurality of series capacitors to which switches are connected in parallel.

2285 具体的には、第 2 の直列コンデンサ C 2 を、それぞれスイッチが並列に接続された複数の直列コンデンサから構成している。

[0146]

2292 In FIG. 6, for the sake of simplicity of explanation, each phase is composed of 3 units, but an arbitrary number of units may be used depending on the required compensation amount.

2295 なお、図 6 では、説明の簡単のため、各相 3 ユニットにて構成したが、必要な補償量に応じて、任意の数のユニットにより構成するようにしてもよい。

[0147]

2302 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the number of series capacitors to be input and the compensation amount of the first series capacitor C1 of the variable portion are changed in the capacitor unit group C2SW. A wide range of compensation can be realized while keeping the capacity of the compensation

current generator CMP1 small.

2308 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、コンデンサユニット群 C 2 S W において、投入する直列コンデンサ数と可変部分の第 1 の直列コンデンサ C 1 の補償量を変化させることで、補償電流発生装置 C M P 1 の容量を小さく抑えながら、広範な補償を実現することができる。

[0148]

2317 That is, if the ratio of the magnitude of the reactance of the series capacitor portion to the reactance of the system inductance is referred to as the compensation degree, for example, the compensation degree per unit of the capacitor unit group C2SW is 10%, respectively, and the first series capacitor C1 is used. The compensation degree is 5%, the capacity of the compensation current generator CMP1 is 5% (the capacity of the compensation current generator capable of generating the compensation current required to generate the voltage corresponding to the compensation degree of + 5% is 5%.

2325 すなわち、系統インダクタンスのリアクタンスに対する直列コンデンサ部のリアクタンスの大きさの比を補償度と称することとすると、例えばコンデンサユニット群 C 2 S W の 1 ユニット当たりの補償度をそれぞれ 1 0 %、第 1 の直列コンデンサ C 1 による補償度を 5 %、補償電流発生装置 C M P 1 の容量を 5 % (+ 5 % の補償度に相当する電圧を発生させるのに必要な補償電流を発生できる補償電流発生装置の容量を 5 % とする。

2332 Since the compensation current can be generated in the opposite phase, the compensation degree can be changed in the range of -5% to 5% by the compensation current generator CMP1), and the compensation degree in the first series capacitor C1 is 0. Since it is variable in the range of% to 10%, as shown in Table 1 below, compensation of 0% to 40% can be continuously realized by selecting the number of input series capacitors of the capacitor unit group C2SW. it can.

2339 補償電流を逆位相にも発生できるため、補償電流発生装置 C M P 1 により - 5 % から 5 % の範囲で補償度を変化させることができる) とすると、第 1 の直列コンデンサ C 1 における補償度は、 0 % から 1 0 % の範囲で可変となるため、下記表 1 に示すように、コンデンサユニット群 C 2 S W の投入直列コンデンサ数を選択することで、 0 % から 4 0 % の補償を連続的に実現することができる。

[0150]

2349 Here, for the sake of simplicity, the case where the compensation of the first series capacitor C1 is only in the reactance direction has been described, but the phase of the compensation current may be an arbitrary phase with respect to the system current. Then, for example, as shown in FIG. 7, compensation within a circle having a radius of 5% centered on compensation degrees of 5%, 15%, 25%, and 35% is possible.

2355 【 0 1 5 0 】なお、ここでは、説明の簡単のため、第 1 の直列コンデンサ C 1 の補償がリアクタンス方向のみとなる場合について説明したが、補償電流の位相を系統電流に対して任意の位相とすることで、例えば図 7 に示すような 5 %、1 5 %、2 5 %、3 5 %の補償度を中心とする半径 5 %の補償の円内の補償が可能となる。

[0151]

2364 (Fourth Embodiment: Corresponding to claim 3) FIG. 8 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 6 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted, and only the different parts are described here.

2370 (第 4 の実施の形態：請求項 3 に対応) 図 8 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図 6 と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0152]

2378 That is, as shown in FIG. 8, the series compensator of the present embodiment is a semiconductor switch in which thyristors are connected in antiparallel to each other as a switch for switching the number of input of the capacitor unit group C2SW in the third embodiment. It is configured using.

2383 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図 8 に示すように、前記第 3 の実施の形態において、コンデンサユニット群 C 2 S Wの投入数を切替えるスイッチとして、サイリスタを互いに逆並列に接続した半導体スイッチを用いて構成している。

[0153]

2391 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, since the number of input series capacitors can be switched at high speed by the thyristor, the compensation described in the third embodiment can be further applied. It will be possible to realize even higher speed.

2396 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、サイリスタによって直列コンデンサの投入数を高速に切替えることができるため、前記第 3 の実施の形態において説明した補償を、より一層高速に実現することが可能となる。

[0154]

2404 (Fifth Embodiment: Corresponding to claim 4) FIG. 9 is a block circuit diagram showing a basic configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 1 are designated by the same reference numerals. It is shown with.

2409 (第 5 の実施の形態：請求項 4 に対応) 図 9 は、本実施の形態による直列補償装置の基本的な構成例を示すブロック回路図であり、図 1 と同一要素には同一符号を付して示している。

[0155]

2416 In FIG. 9, the primary winding of the series transformer Tr1 is connected in series with the AC system, and the capacitor C21 is connected to the secondary winding of the series transformer Tr1 to generate a compensating current in parallel with the capacitor C21. The device CMP1 is connected.

2421 図 9 において、直列トランス T r 1 は、その一次巻線が交流系統に直列に接続されており、直列トランス T r 1 の二次巻線には、コンデンサ C 2 1 が接続され、コンデンサ C 2 1 と並列に、補償電流発生装置 C M P 1 が接続されている。

[0156]

2429 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, assuming that the turns ratio of the series transformer Tr1 is n and the reactance of the capacitor C21 is X_{c21} , the compensation current generated by the compensation

current generator CMP1 is zero. At this time, a current $n \times I_s$ is determined by the system current I_s and the turns ratio n of the series transformer Tr1 flows into the capacitor C21, and a voltage $n \times X_{c21} \times I_s$ whose phase is delayed by 90 degrees with respect to the current is generated.

2437 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、直列トランス Tr 1 の巻数比を n 、コンデンサ C 2 1 のリアクタンスを $X_{c 2 1}$ とすると、補償電流発生装置 C M P 1 が発生する補償電流がゼロの時には、コンデンサ C 2 1 には、系統電流 I_s と直列トランス Tr 1 の巻数比 n とで決まる電流 $n \times I_s$ が流れ込み、その電流に対して位相が 9 0 度遅れた電圧 $n \times X_{c 2 1} \times I_s$ が発生する。

[0157]

2447 The voltage generated in the capacitor C21 is injected in series with the AC system as a voltage whose phase is delayed by 90 degrees with respect to the system current via the series transformer Tr1, and the voltage drop due to the system impedance X1 is steadily canceled. work.

2452 コンデンサ C 2 1 に発生する電圧は、直列トランス Tr 1 を介して、系統電流に対して位相が 9 0 度遅れた電圧として、交流系統に直列に注入され、系統インピーダンス X 1 による電圧降下を定常的に打ち消す方向に働く。

[0158]

2460 When the compensation current generator CMP1 generates the compensation current ICMP1, the compensation current ICMP is injected into the capacitor C21 in addition to the current determined by the system current, and the voltage generated in the capacitor C21 depends on the magnitude and phase of the compensation current I_{cmp} . Change.

2465 補償電流発生装置 C M P 1 が補償電流 $I_{c m p}$ を発生すると、コンデンサ C 2 1 には、系統電流で決まる電流に加えて、補償電流 $I_{c m p}$ が注入され、コンデンサ C 2 1 に発生する電圧は、補償電流 $I_{c m p}$ の大きさと位相によって変化する。

[0159]

2473 The voltage vector generated in the capacitor C21 changes within an arbitrary circle

determined by the maximum value of the compensation current, centering on the end point of the voltage vector when the compensation current is zero, corresponding to the magnitude and phase of the compensation current I_{CMP} . be able to.

2478 コンデンサ C_{21} に発生する電圧ベクトルは、補償電流 I_{cmp} の大きさと位相に対応して、補償電流がゼロの時の電圧ベクトルの終点を中心として、補償電流の最大値で決まる任意の円内を変化させることができる。

[0160]

2486 Corresponding to the voltage vector generated in the capacitor C_{21} , the voltage generated on the primary side of the series transformer $Tr1$ and injected in series with the AC system also changes.

2490 コンデンサ C_{21} に発生する電圧ベクトルに対応して、直列トランス $Tr1$ の一次側に発生し、交流系統に直列に注入される電圧も変化する。

[0161]

2497 As a result, the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side of the series compensator can be changed to various values, and the same effect as that of the first embodiment can be obtained.

2501 これによって、交流電源 G から直列補償装置の負荷側までの等価的なインピーダンスをさまざまな値に変化させることができ、前記第 1 の実施の形態と同様の作用効果が得られる。

[0162]

2508 Considering the case where the compensation current is zero, the voltage generated in the capacitor C_{21} is $n \times X_{c21} \times I_s$ with respect to the system current I_s , and the voltage of $n^2 \times X_c \times I_s$ is generated on the primary side of the series transformer $Tr1$

2512 補償電流がゼロの時を考えると、系統電流 I_s に対して、コンデンサ C_{21} に発生する電圧は $n \times X_{c21} \times I_s$ となり、直列トランス $Tr1$ の一次側には、 $n^2 \times X_c \times I_s$ の電圧が発生する。

[0163]

2520 That is, in the case of realizing the same degree of compensation as in the first embodiment, in this embodiment, a capacitor having a reactance of $1 / n^2$ may be installed.

2523 つまり、前記第 1 の実施の形態と同じ補償度を実現する場合に、本実施の形態では、 $1 / n^2$ のリアクタンスを有するコンデンサを設置すればよい。

[0164]

2530 Since the current flowing into the capacitor C21 is n times, the capacitance of the capacitor determined by reactance X (square of current) does not change, but the voltage generated in the capacitor C21 is $1 / n$.

2534 コンデンサ C 2 1 に流れ込む電流は n 倍になるため、リアクタンス X (電流の 2 乗) で決まるコンデンサの容量は変わらないが、コンデンサ C 2 1 に発生する電圧は $1 / n$ となる。

[0165]

2541 That is, in the present embodiment, since the capacitor C21 is connected in series to the system via the series transformer Tr1, the capacitor C21 has the same effect as the series capacitor directly connected to the AC system, but on the low voltage side of the series transformer Tr1. Since it is installed in, it is extremely advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor.

2547 すなわち、本実施の形態では、直列トランス T r 1 を介して系統に直列に接続されているため、コンデンサ C 2 1 は交流系統に直接接続された直列コンデンサと同等の効果を持ちながら、直列トランス T r 1 の低圧側に設置されているため、コンデンサの耐圧・絶縁の点で極めて有利となる。

[0166]

2556 (Sixth Embodiment: Corresponding to Claim 5) FIG. 10 is a block circuit diagram showing a basic configuration example of a series compensation device according to the present

embodiment, and the same elements as those in FIG. 1 are designated by the same reference numerals. It is shown with.

2561 (第6の実施の形態：請求項5に対応) 図10は、本実施の形態による直列補償装置の基本的な構成例を示すブロック回路図であり、図1と同一要素には同一符号を付して示している。

[0167]

2569 In FIG. 10, a first capacitor C21 and a second capacitor C22 are connected to the secondary winding of the series transformer Tr1 in which the primary winding is connected in series with the AC system, and compensation is performed in parallel with the first capacitor C21. The current generator CMP1 is connected.

2574 図10において、一次巻線を交流系統に直列に接続した直列トランスTr1の二次巻線に、第1のコンデンサC21および第2のコンデンサC22が接続され、第1のコンデンサC21と並列に、補償電流発生装置CMP1が接続されている。

[0168]

2582 In the second capacitor C22, most of the capacitors corresponding to the amount of compensation required constantly are installed as the second series capacitors, and the series transformer Tr1 has the same configuration as that of the second embodiment. It is realized on the secondary side of.

2587 第2のコンデンサC22は、定常的に必要な補償量に相当するコンデンサの大部分を、第2の直列コンデンサとして設置したもので、前記第2の実施の形態と同様の構成を、直列トランスTr1の二次側において実現している。

[0169]

2595 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, if the turns ratio of the series transformer Tr1 is n and the reactances of the capacitors C21 and C22 are X_{c21} and X_{c22} , respectively, the compensation current generator CMP1 is generated. When the compensating current to be applied is zero, a current $n \times I_s$ is determined by the system current I_s and the turns ratio n of the series

transformer flows into the capacitors C21 and C22, and the voltage $n \times X_{c21}$ whose phase is delayed by 90 degrees with respect to the current flows. $\times I_s$ and $n \times X_{c22} \times I_s$ are generated.

2604 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、直列トランス $Tr1$ の巻数比を n 、コンデンサ $C21$ 、 $C22$ のリアクタンスをそれぞれ X_{c21} 、 X_{c22} とすると、補償電流発生装置 $CMP1$ が発生する補償電流がゼロの時には、コンデンサ $C21$ 、 $C22$ には、系統電流 I_s と直列トランスの巻数比 n とで決まる電流 $n \times I_s$ が流れ込み、その電流に対して位相が 90 度遅れた電圧 $n \times X_{c21} \times I_s$ 、 $n \times X_{c22} \times I_s$ が発生する。

[0170]

2615 The total voltage generated in the capacitors C21 and C22 is injected in series with the AC system as a voltage whose phase is delayed by 90 degrees with respect to the system current via the series transformer $Tr1$, and the voltage drop due to the system inductance $X1$ is constantly applied. It works in the direction of canceling.

2620 コンデンサ $C21$ 、 $C22$ に発生する合計電圧は、直列トランス $Tr1$ を介して、系統電流に対して位相が 90 度遅れた電圧として、交流系統に直列に注入され、系統インダクタンス $X1$ による電圧降下を定常的に打ち消す方向に働く。

[0171]

2628 When the compensation current generator $CMP1$ generates the compensation current $ICMP1$, the compensation current $ICMP$ is injected into the capacitor C21 in addition to the current determined by the system current, and the voltage generated in the capacitor C21 depends on the magnitude and phase of the compensation current I_{cmp} . Change.

2633 補償電流発生装置 $CMP1$ が補償電流 I_{cmp} を発生すると、コンデンサ $C21$ には、系統電流で決まる電流に加えて、補償電流 I_{cmp} が注入され、コンデンサ $C21$ に発生する電圧は、補償電流 I_{cmp} の大きさと位相によって変化する。

[0172]

2641 The voltage vector generated in the capacitor C21 changes within an arbitrary circle

determined by the maximum value of the compensation current, centering on the end point of the voltage vector when the compensation current is zero, corresponding to the magnitude and phase of the compensation current ICMP. be able to.

2646 コンデンサ C 2 1 に発生する電圧ベクトルは、補償電流 I_{cmp} の大きさと位相に対応して、補償電流がゼロの時の電圧ベクトルの終点を中心として、補償電流の最大値で決まる任意の円内を変化させることができる。

[0173]

2654 Corresponding to the voltage vector generated in the capacitor C21, the voltage generated on the primary side of the series transformer Tr1 and injected in series with the AC system also changes.

2658 コンデンサ C 2 1 に発生する電圧ベクトルに対応して、直列トランス T r 1 の一次側に発生し、交流系統に直列に注入される電圧も変化する。

[0174]

2665 As a result, the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side of the series compensator can be changed to various values, and the same effect as that of the second embodiment can be obtained.

2669 これによって、交流電源 G から直列補償装置の負荷側までの等価的なインピーダンスをさまざまな値に変化させることができ、前記第 2 の実施の形態と同様の作用効果が得られる。

[0175]

2676 In particular, when a large amount of compensation is constantly required, the voltage applied to the output end of the compensation current generator CMP1 can be suppressed to a small value, and the capacitors C21 and C22 have a low voltage of the series transformer Tr1. Since it is installed on the side, it is extremely advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor.

2682 特に、定常的に大きな補償を必要とする際には、補償電流発生装置 C M P 1 の出力端に印加される電圧を小さく抑えることができるのに加えて、コンデンサ C 2 1、C 2 2 が、直列ト

ランス $Tr1$ の低圧側に設置されているため、コンデンサの耐圧・絶縁の点で極めて有利となる。

[0176]

2691 (7th Embodiment: Corresponding to claim 6) FIG. 11 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 10 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted, and only the different parts are described here.

2697 (第7の実施の形態：請求項6に対応) 図11は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図10と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0177]

2705 That is, as shown in FIG. 11, the series compensator of the present embodiment compensates the secondary winding of the series transformer $Tr1$ in which the primary winding is connected in series with the AC system in the sixth embodiment. The first capacitor $C21$ to which the current generator $CMP1$ is connected in parallel is connected to the capacitor unit group $C22SW$ whose number of series can be changed by a mechanical switch.

2711 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図11に示すように、前記第6の実施の形態において、一次巻線を交流系統に直列に接続した直列トランス $Tr1$ の二次巻線に、補償電流発生装置 $CMP1$ を並列に接続した第1のコンデンサ $C21$ と、機械的スイッチにて直列数を可変可能なコンデンサユニット群 $C22SW$ を接続するようにしている。

[0178]

2720 Specifically, the second series capacitor $C2$ is composed of a plurality of series capacitors to which switches are connected in parallel.

2723 具体的には、第2の直列コンデンサ $C2$ を、それぞれスイッチが並列に接続された複数の直列コンデンサから構成している。

[0179]

2730 In FIG. 11, for the sake of simplicity of explanation, each phase is configured with 3 units, but it may be configured with an arbitrary number of units according to the required compensation amount.

2734 なお、図 1 1 では、説明の簡単のため、各相 3 ユニットにて構成したが、必要な補償量に応じて、任意のユニット数により構成するようにしてもよい。

[0180]

2741 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the first compensation current I_{cmp} is injected from the compensation current generator CMP1 into the first capacitor C21 by changing the magnitude and phase of the first compensation device. The magnitude and phase of the voltage generated in the capacitor C21 can be changed to various values.

2747 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、補償電流発生装置 CMP 1 から第 1 のコンデンサ C 2 1 に注入する補償電流 I_{cmp} の大きさと位相を変化させることで、第 1 のコンデンサ C 2 1 に発生する電圧の大きさ、位相を種々の値に変化できる。

[0181]

2756 That is, in the present embodiment, similarly to the third embodiment, in the capacitor unit group C22SW, the number of series capacitors to be input and the compensation amount of the first series capacitor C1 of the variable portion are changed. The voltage generated on the secondary side of the series transformer Tr1 changes continuously in a wide range, and the compensation voltage injected in series with the AC system via the series transformer Tr1 changes.

2763 すなわち、本実施の形態では、前記第 3 の実施の形態と同様にして、コンデンサユニット群 C 2 2 S W において、投入する直列コンデンサ数と可変部分の第 1 の直列コンデンサ C 1 の補償量を変化させることで、直列トランス Tr 1 の二次側に発生する電圧が広い範囲で連続的に変化し、直列トランス Tr 1 を介して、交流系統に直列に注入される補償電圧が変化する。

[0182]

2773 As a result, the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side of the series compensator can be changed to various values, and the same effect as that of the third embodiment can be realized.

2777 これによって、交流電源 G から直列補償装置の負荷側までの等価的なインピーダンスをさまざまな値に変化させることができ、前記第 3 の実施の形態と同様の作用効果を実現することができる。

[0183]

2785 Further, assuming that the number of turns of the series transformer Tr1 is n, the voltage applied to the first capacitor C21 and the capacitor unit group C22SW is $1 / n$ when the same compensation amount as in the third embodiment is realized. ..

2789 また、直列トランス T r 1 の巻数を n とすると、前記第 3 の実施の形態と同じ補償量を実現する場合に、第 1 のコンデンサ C 2 1 とコンデンサユニット群 C 2 2 S W に印加される電圧は $1 / n$ となる。

[0184]

2797 As a result, a wide range of compensation can be realized while keeping the capacity of the compensation current generator CMP1 small, and the capacitor C21 and the capacitor unit group C22SW are installed on the low voltage side of the series transformer Tr1. It is extremely advantageous in terms of withstand voltage and insulation of capacitors.

2802 これにより、補償電流発生装置 C M P 1 の容量を小さく抑えながら、広範な補償を実現することができるのに加えて、コンデンサ C 2 1 およびコンデンサユニット群 C 2 2 S W が直列トランス T r 1 の低圧側に設置されているため、コンデンサの耐圧・絶縁の点で極めて有利となる。

[0185]

2811 (8th Embodiment: Corresponding to claim 7) FIG. 12 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 11 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted, and only the different parts are described here.

2817 (第8の実施の形態：請求項7に対応) 図12は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図11と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0186]

2825 That is, as shown in FIG. 12, the series compensator of the present embodiment is a semiconductor switch in which thyristors are connected in antiparallel to each other as a switch for switching the number of input of the capacitor unit group C22SW in the seventh embodiment. It is configured using.

2830 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図12に示すように、前記第7の実施の形態において、コンデンサユニット群C22SWの投入数を切替えるスイッチとして、サイリスタを互いに逆並列に接続した半導体スイッチを用いて構成している。

[0187]

2838 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, since the number of input series capacitors can be switched at high speed by the thyristor, the compensation described in the seventh embodiment can be further applied. Since it can be realized at a higher speed and the capacitor C21 and the thyristor are installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, it is extremely advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor and the thyristor.

2845 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、サイリスタによって直列コンデンサの投入数を高速に切替えることができるため、前記第7の実施の形態において説明した補償を、より一層高速に実現することができると共に、コンデンサC21およびサイリスタが直列トランスTr1の低圧側に設置されているため、コンデンサ、サイリスタの耐圧、絶縁の点で極めて有利となる。

[0188]

2855 (9th Embodiment: Corresponding to claim 8) FIG. 13 is a block circuit diagram showing a basic configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 9 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted here, and only the different parts are described here.

2861 (第9の実施の形態：請求項8に対応) 図13は、本実施の形態による直列補償装置の基本的な構成例を示すブロック回路図であり、図9と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0189]

2869 That is, as shown in FIG. 13, the series compensator of the present embodiment stably covers most of the capacitors corresponding to the required compensation amount in series with the series compensator in the fifth embodiment. , It is installed as a series capacitor C2.

2873 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図13に示すように、前記第5の実施の形態において、直列補償装置と直列に、定常的に必要な補償量に相当するコンデンサの大部分を、直列コンデンサC2として設置している。

[0190]

2881 Next, in the series compensator of the present embodiment configured as described above, the system current I_s is flowing through the series capacitor C2, and a voltage whose phase is 90 degrees behind the system current is always generated. ing.

2885 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、直列コンデンサC2には、系統電流 I_s が流れており、系統電流に対して位相が90度遅れた電圧が常に発生している。

2890 Since this voltage has a relationship of exactly opposite phase with the voltage generated in the system impedance X1, it works in the direction of steadily canceling the voltage drop due to the system impedance X1.

2894 この電圧は、系統インピーダンス X_1 に発生する電圧と丁度逆相の関係となるため、系統インピーダンス X_1 による電圧降下を定常的に打ち消す方向に働く。

[0191]

2901 The capacitor C21 connected via the series transformer Tr1 and the compensation current generator CMP1 generate various compensation voltages on the primary side of the series transformer Tr1 by the same operation as in the fifth embodiment. Combined with the steady compensation by the series capacitor C2, the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side of the series compensation device can be changed to various values.

2908 直列トランス Tr_1 を介して接続されたコンデンサ C_{21} と補償電流発生装置 CMP_1 は、前記第5の実施の形態と全く同様の動作により、直列トランス Tr_1 の一次側に種々の補償電圧を発生することで、直列コンデンサ C_2 による定常的な補償を合わせて、交流電源 G から直列補償装置の負荷側までの等価的なインピーダンスをさまざまな値に変化させることができる。

[0192]

2918 In particular, when a large amount of compensation is constantly required, the voltage applied to the output end of the compensation current generator CMP1 can be suppressed to a small value by sharing most of the compensation amount with the series capacitor C2. In addition, since the capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, it is extremely advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor.

2925 特に、定常的に大きな補償を必要とする際には、補償量の大部分を直列コンデンサ C_2 に分担させることで、補償電流発生装置 CMP_1 の出力端に印加される電圧を小さく抑えることができるのに加えて、コンデンサ C_{21} が、直列トランス Tr_1 の低圧側に設置されているため、コンデンサの耐圧・絶縁の点で極めて有利となる。

[0193]

2934 Further, the series capacitor C2 can be installed separately from the compensating device portion via the series transformer Tr1, and the degree of freedom of installation is

extremely high.

2938 また、直列コンデンサ C_2 は、直列トランス $T_r 1$ を介した補償装置部分と分離して設置することができ、設置の自由度が極めて高い。

[0194]

2945 (10th Embodiment: Corresponding to claim 9) FIG. 14 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 13 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted, and only the different parts are described here.

2951 (第10の実施の形態：請求項9に対応) 図14は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図13と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0195]

2959 That is, in the series compensation device of the present embodiment, as shown in FIG. 14, in the ninth embodiment, the series capacitor C_2 installed as the series capacitor that compensates for a fixed amount is connected in series by a mechanical switch. It is configured by a capacitor unit group C_2SW whose number can be changed.

2964 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図14に示すように、前記第9の実施の形態において、固定分の補償を行なう直列コンデンサとして設置した直列コンデンサ C_2 を、機械的スイッチにて直列数を可変可能なコンデンサユニット群 C_2SW にて構成するようにしている。

[0196]

2973 Specifically, the series capacitor C_2 is composed of a plurality of series capacitors in which switches are connected in parallel.

2976 具体的には、直列コンデンサ C_2 を、それぞれスイッチが並列に接続された複数の直列コンデンサから構成している。

[0197]

2983 In FIG. 14, for the sake of simplicity of explanation, each phase is composed of 3 units, but an arbitrary number of units may be used depending on the required compensation amount.

2987 なお、図 1 4 では、説明の簡単のため、各相 3 ユニットにて構成したが、必要な補償量に応じて、任意の数のユニットにより構成するようにしてもよい。

[0198]

2994 Next, in the series compensator of the present embodiment configured as described above, in the capacitor unit group C2SW, the system current I_s flows into the capacitor in which the switches connected in parallel are open, and the phase with respect to the system current. A voltage delayed by 90 degrees is generated.

2999 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、コンデンサユニット群 C 2 S W において、並列接続されたスイッチが開いているコンデンサには系統電流 I_s が流れ込み、系統電流に対して位相が 9 0 度遅れた電圧が発生する。

3004 Since this voltage has a relationship of exactly opposite phase with the voltage generated in the system impedance X1, it works in the direction of steadily canceling the voltage drop due to the system impedance X1.

3008 この電圧は、系統インピーダンス X 1 に発生する電圧と丁度逆相の関係となるため、系統インピーダンス X 1 による電圧降下を定常的に打ち消す方向に働く。

[0199]

3015 Then, in the capacitor unit group C2SW, by changing the number of series capacitors to be input, the voltage injected into the system changes stepwise, and the compensation amount changes stepwise.

3019 そして、コンデンサユニット群 C 2 S W において、投入する直列コンデンサ数を変えること

で、系統に注入される電圧が段階的に変化して、補償量が段階的に変化することになる。

[0200]

3026 The capacitor C21 connected via the series transformer Tr1 and the compensation current generator CMP1 can generate various compensation voltages on the primary side of the series transformer Tr1 by the same operation as in the fifth embodiment. ..

3030 直列トランス T r 1 を介して接続されたコンデンサ C 2 1 と補償電流発生装置 C M P 1 は、前記第 5 の実施の形態と全く同様の動作により、直列トランス T r 1 の一次側に種々の補償電圧を発生することができる。

[0201]

3038 That is, in the present embodiment, the stepwise compensation by the capacitor unit group C2SW and the variable compensation voltage generated on the primary side of the series transformer Tr1 are described with reference to Table 1 in the third embodiment. By combining in the same manner as above, a wide range of compensation amounts can be continuously generated, and the equivalent impedance from the AC power supply G to the load side of the series compensation device can be changed to various values.

3045 すなわち、本実施の形態では、コンデンサユニット群 C 2 S W による段階的な補償と直列トランス T r 1 の一次側に発生する可変の補償電圧とを、前記第 3 の実施の形態において表 1 を用いて説明した場合と同様の方法で組み合わせることで、広範な補償量を連続的に発生することができ、交流電源 G から直列補償装置の負荷側までの等価的なインピーダンスをさまざまな値に変化させることができる。

[0202]

3055 As a result, a wide range of compensation can be realized while keeping the capacity of the compensation current generator CMP1 small. In addition, since the capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the withstand voltage and insulation of the capacitor are achieved. It is extremely advantageous in that respect.

3060 これにより、補償電流発生装置 C M P 1 の容量を小さく抑えながら、広範な補償を実現することができるのに加えて、コンデンサ C 2 1 が直列トランス T r 1 の低圧側に設置されてい

るため、コンデンサの耐圧・絶縁の点で極めて有利となる。

[0203]

3068 Further, the series capacitor unit group C2SW can be installed separately from the compensator portion via the series transformer Tr1, and the degree of freedom of installation is extremely high.

3072 また、直列コンデンサユニット群C 2 S Wは、直列トランスT r 1 を介した補償装置部分と分離して設置することができ、設置の自由度極めて高い。

[0204]

3079 (11th Embodiment: Corresponding to claim 10) FIG. 15 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those in FIG. 14 are designated by the same reference numerals. The explanation is omitted, and only the different parts are described here.

3085 (第11の実施の形態：請求項10に対応)図15は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、図14と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0205]

3093 That is, as shown in FIG. 15, the series compensator of the present embodiment is a semiconductor switch in which thyristors are connected in antiparallel to each other as a switch for switching the number of input of the capacitor unit group C2SW in the tenth embodiment. It is configured using.

3098 すなわち、本実施の形態の直列補償装置は、図15に示すように、前記第10の実施の形態において、コンデンサユニット群C 2 S Wの投入数を切替えるスイッチとして、サイリスタを互いに逆並列に接続した半導体スイッチを用いて構成している。

[0206]

3106 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, since the number of input series capacitors can be switched at high speed by the thyristor, the compensation described in the tenth embodiment can be further applied. Since it can be realized at a higher speed and the first capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, it is extremely advantageous in terms of withstand voltage and insulation of the capacitor.

3113 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、サイリスタによって直列コンデンサの投入数を高速に切替えることができるため、前記第10の実施の形態において説明した補償を、より一層高速に実現することができると共に、第1のコンデンサC21が直列トランスTr1の低圧側に設置されているため、コンデンサの耐圧、絶縁の点で極めて有利となる。

[0207]

3123 Further, the series capacitor unit group C2SW can be installed separately from the compensator portion via the series transformer Tr1, and the degree of freedom of installation is extremely high.

3127 また、直列コンデンサユニット群C2SWは、直列トランスTr1を介した補償装置部分と分離して設置することができ、設置の自由度が極めて高い。

[0208]

3134 (12th Embodiment: Corresponding to Claim 11 and Claim 15) FIG. 16 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and each of the first to eleventh embodiments. The same elements as those in the above form are indicated by the same reference numerals.

3139 (第12の実施の形態：請求項11、請求項15に対応) 図16は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第1乃至第11の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0209]

3147 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 16, the compensating current generator CMP1 is connected to a self-extinguishing element, a reverse blocking type GTO, in a three-phase bridge, and a DC current source is provided on the DC side. It is composed of a current type converter CSI1 and a series transformer Tr1.

3152 すなわち、本実施の形態では、図 1 6 に示すように、前記補償電流発生装置 C M P 1 を、自己消弧素子である逆阻止形 G T O を三相ブリッジ接続してなり、直流側に直流電流源を備えた電流形変換器 C S I 1 と、直列トランス T r 1 とから構成している。

[0210]

3160 Further, a harmonic filter C0 for removing the harmonic component generated by the current converter CSI1 is installed between the current converter CSI1 and the series transformer Tr1.

3164 また、電流形変換器 C S I 1 と直列トランス T r 1 との間には、電流形変換器 C S I 1 の発生する高調波成分を除去するための高調波フィルタ C 0 を設置している。

[0211]

3171 FIG. 17 is a block circuit diagram showing a configuration example when the compensation current generator CMP1 constituting the series compensation device of the present embodiment is applied to the first embodiment, and has the same elements as those of FIG. Are shown with the same reference numerals.

3176 図 1 7 は、本実施の形態の直列補償装置を構成する補償電流発生装置 C M P 1 を、前記第 1 の実施の形態に適用した場合の構成例を示すブロック回路図であり、図 1 と同一要素には同一符号を付して示している。

[0212]

3184 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the compensation current command I_{cmp}^* is input to the PWM control circuit PWM1, and the PWM modulation generates a current equal to the current command I_{cmp}^* . A switching pattern is generated.

3189 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、補償電流指令 I_{cmp}^* は PWM 制御回路 PWM 1 に入力され、PWM 変調により、電流指令 I_{cmp}^* と等しくなるような電流を発生するようなスイッチングパターンを発生する。

[0213]

3197 The current output from the current converter CSI1 becomes a PWM-modulated square wave-shaped current, but the harmonic component is removed by the harmonic filter C0, and a sinusoidal current is generated on the secondary side of the series transformer Tr1. Infused.

3202 電流形変換器 CSI 1 から出力される電流は、PWM 変調された方形波状の電流となるが、高調波フィルタ C 0 によって高調波成分が除去され、直列トランス Tr 1 の二次側には正弦波状の電流が注入される。

[0214]

3210 Further, the compensation current is converted according to the number of turns via the series transformer Tr1 and injected into the series capacitor C1 to generate a sinusoidal compensation voltage.

3214 さらに、補償電流は、直列トランス Tr 1 を介して巻数に応じて変換され、直列コンデンサ C 1 に注入されて、正弦波状の補償電圧を発生する。

[0215]

3221 That is, in the present embodiment, the current converter CSI1 has a DC current source on the DC side and operates as a current source that outputs a compensation current equal to the command value by performing PWM control based on the current command. Therefore, it operates as a compensation current generator that generates a compensation current that matches a predetermined command value.

3227 すなわち、本実施の形態では、電流形変換器 CSI 1 は、直流側に直流電流源を有し、電流指令に基づいて PWM 制御を行なうことにより、指令値に等しい補償電流を出力する電流源として動作するため、所定の指令値に一致した補償電流を発生する補償電流発生装置として

動作する。

[0216]

3236 As a result, a predetermined compensation current is injected into the series capacitor C1 connected to the output of the compensation current generator CMP1 through the series transformer Tr1, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

3241 その結果、補償電流発生装置 C M P 1 の出力に接続された直列コンデンサ C 1 に、直列トランス T r 1 を通して所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0217]

3249 In the present embodiment, for the sake of simplicity, the configuration in the case of using one current type converter connected by a three-phase bridge has been described, but a plurality of current type converters are multiply connected to increase the capacity. You may do so.

3254 なお、本実施の形態では、説明の簡単のため、三相ブリッジ接続した電流形変換器 1 台を用いる場合の構成について説明したが、複数の電流形変換器を多重接続して大容量化するようにしてもよい。

[0218]

3262 (Thirteenth Embodiment: Corresponding to claims 12 and 16) FIG. 18 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and each of the first to eleventh embodiments. The same elements as those in the above form are indicated by the same reference numerals.

3267 (第 13 の実施の形態：請求項 12、請求項 16 に対応) 図 18 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 1 乃至第 11 の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0219]

3275 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 18, the compensation current generator CMP1 is connected to the GTO, which is a self-extinguishing element, by a three-phase bridge, and a DC voltage source is provided on the DC side. The converter VSI1, the PWM control circuit PWM2 that generates the GTO switching pattern of the voltage type converter VSI1, the current control circuit ACR1 that controls the output current of the voltage type converter VSI1, and the reactor L0 for interconnection. It is composed of a series transformer Tr1.

3283 すなわち、本実施の形態では、図 18 に示すように、前記補償電流発生装置 CMP 1 を、自己消弧素子である GTO を三相ブリッジ接続してなり、直流側に直流電圧源を備えた電圧形変換器 VSI 1 と、電圧形変換器 VSI 1 の GTO のスイッチングパターンを発生する PWM 制御回路 PWM 2 と、電圧形変換器 VSI 1 の出力電流を制御する電流制御回路 ACR 1 と、連系のためのリアクトル L 0 と、直列トランス Tr 1 とから構成している。

[0220]

3293 The interconnected reactor L0 may be installed as an independent reactance as in the present embodiment, or may be substituted by designing a large leakage reactance of the series transformer Tr1.

3297 なお、連系リアクトル L 0 は、本実施の形態のように独立のリアクトルとして設置してもよいし、直列トランス Tr 1 の漏れリアクタンスを大きめに設計することで代用するようにしてもよい。

[0221]

3305 FIG. 19 is a block circuit diagram showing a configuration example when the compensation current generator CMP1 constituting the series compensation device of the present embodiment is applied to the first embodiment, and has the same elements as those of FIG. Are shown with the same reference numerals.

3310 図 19 は、本実施の形態の直列補償装置を構成する補償電流発生装置 CMP 1 を、前記第 1 の実施の形態に適用した場合の構成例を示すブロック回路図であり、図 1 と同一要素には同一符号を付して示している。

[0222]

3318 FIG. 20 is a block diagram showing a detailed configuration example of the current control circuit ACR1.

3321 図 2 0 は、上記電流制御回路 A C R 1 の詳細な構成例を示すブロック図である。

[0223]

3327 As shown in FIG. 20, the current control circuit ACR1 includes a three-phase two-phase conversion circuit 101, 102, a rotation conversion circuit 103, 104, a subtractor 105, 106, an amplifier circuit 107, 108, and an adder 109, It is composed of 110, an interline phase conversion circuit 111, a three-phase two-phase conversion circuit 112, a rotation conversion circuit 113, a rotation conversion circuit 114, and a two-phase three-phase conversion circuit 115.

3334 図 2 0 に示すように、電流制御回路 A C R 1 は、3 相 2 相変換回路 1 0 1 , 1 0 2 と、回転変換回路 1 0 3 , 1 0 4 と、減算器 1 0 5 , 1 0 6 と、増幅回路 1 0 7 , 1 0 8 と、加算器 1 0 9 , 1 1 0 と、線間相変換回路 1 1 1 と、3 相 2 相変換回路 1 1 2 、回転変換回路 1 1 3 と、回転変換回路 1 1 4 と、2 相 3 相変換回路 1 1 5 とから構成されている。

[0224]

3343 Next, the operation of the series compensation device of the present embodiment configured as described above will be described with reference to FIGS. 19 and 20.

3346 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置の動作について、図 1 9 、図 2 0 を用いて説明する。

[0225]

3353 The phase detection circuit PHD detects the phase TH of the system current from the detected value of the system current and inputs it to the current control circuit ACR1.

3356 位相検出回路 P H D は、系統電流の検出値から系統電流の位相 T H を検出し、電流制御回路 A C R 1 に入力する。

[0226]

3363 Compensation current commands $I_{cm pu}^*$, $I_{cm pv}^*$, $I_{cm pw}^*$ given as three-phase current commands, and three-phase output current detection values $I_{cm pu}$, $I_{cm pv}$, and $I_{cm pw}$ of the voltage type converter VSI1 are further input to the current control circuit ACR1. ..

3367 電流制御回路 A C R 1 には、さらに三相電流指令として与えられた補償電流指令 $I_{cm pu}^*$ 、 $I_{cm pv}^*$ 、 $I_{cm pw}^*$ 、および電圧形変換器 V S I 1 の三相出力電流検出値 $I_{cm pu}$ 、 $I_{cm pv}$ 、 $I_{cm pw}$ が入力される。

[0227]

3375 In the current control circuit ACR1, the compensation current commands $I_{cm pu}^*$, $I_{cm pv}^*$, $I_{cm pw}^*$, and the three-phase output current detection values $I_{cm pu}$, $I_{cm pv}$, and $I_{cm pw}$ are input to the three-phase two-phase conversion circuits 101 and 102, respectively, according to the following equation. , Two-phase amounts $I_{cm p A}^*$, $I_{cm p B}^*$, $I_{cm p A}$, $I_{cm p B}$.

3380 電流制御回路 A C R 1 では、補償電流指令 $I_{cm pu}^*$ 、 $I_{cm pv}^*$ 、 $I_{cm pw}^*$ 、および三相出力電流検出値 $I_{cm pu}$ 、 $I_{cm pv}$ 、 $I_{cm pw}$ が、それぞれ 3 相 2 相変換回路 1 0 1 , 1 0 2 に入力されて、次式により、二相量 $I_{cm p A}^*$ 、 $I_{cm p B}^*$ 、 $I_{cm p A}$ 、 $I_{cm p B}$ に変換される。

[0229]

3389 Further, the outputs of the three-phase two-phase conversion circuits 101 and 102 are input to the rotation conversion circuits 103 and 104, and a component parallel to the system current and a component whose phase is 90 degrees ahead of the system current according to the following equation. It is converted into DC amounts $I_{cm p D}^*$, $I_{cm p Q}^*$, $I_{cm p D}$, and $I_{cm p Q}$.

3395 【 0 2 2 9 】 さらに、 3 相 2 相変換回路 1 0 1 , 1 0 2 の出力は回転変換回路 1 0 3 , 1 0 4 に入力されて、次式により、系統電流に平行な成分と系統電流よりも位相が 9 0 度進んだ成分からなる直流量 $I_{cm p D}^*$ 、 $I_{cm p Q}^*$ 、 $I_{cm p D}$ 、 $I_{cm p Q}$ に

変換される。

[0231]

3404 Here, since the components I_{cmpD}^* and I_{cmpD} parallel to the system current are injected into the series capacitor C1 to generate a voltage orthogonal to the system current, they represent the reactive current components corresponding to the reactive power.

3408 【0231】ここで、系統電流に平行な成分 I_{cmpD}^* 、 I_{cmpD} は、直列コンデンサ C1 に注入されて系統電流に直交する電圧を発生するから、無効電力に対応する無効電流成分を表わしている。

[0232]

3416 Further, the components I_{cmpQ}^* and I_{cmpQ} whose phase is 90 degrees ahead of the system current are injected into the series capacitor C1 to generate a voltage having the same phase as the system current, and thus represent the active current component corresponding to the active power.

3421 また、系統電流よりも位相が90度進んだ成分 I_{cmpQ}^* 、 I_{cmpQ} は、直列コンデンサ C1 に注入されて系統電流と同相の電圧を発生するから、有効電力に対応する有効電流成分を表わしている。

[0233]

3429 For the reactive current component and the active current component, the command value and the detected value are input to the subtractors 105 and 106, and the deviation between the respective command value and the detected value is calculated.

3433 この無効電流成分と有効電流成分について、指令値と検出値が減算器105、106に入力され、それぞれの指令値と検出値との偏差が算出される。

[0234]

3440 Then, this deviation is input to the amplifier circuits 107 and 108 and amplified.

3442 そして、この偏差は、増幅回路 107 , 108 に入力されて、増幅される。

[0235]

3448 The detection voltages V_{cu} , V_{cv} , and V_{cw} across the series capacitor C1 are converted into phase voltage equivalents V_{cu2} , V_{cv2} , and V_{cw2} by the following equation in the line-to-line phase conversion circuit 111.

3452 直列コンデンサ C 1 の両端の検出電圧 V_{cu} 、 V_{cv} 、 V_{cw} は、線間相変換回路 111 において、次式により、相電圧相当 V_{cu2} 、 V_{cv2} 、 V_{cw2} に変換される。

[0237]

3459 Further, the output of the line-to-line phase conversion circuit 111 is decomposed into an active power direction component V_{cD} and an ineffective power direction component V_{cQ} by the three-phase two-phase conversion circuit 112 and the rotation conversion circuit 113 according to the following equation. Then, it is added to the outputs of the amplifier circuits 107 and 108 by the adders 109 and 110.

3465 【0237】さらに、線間相変換回路 111 の出力は、3相2相変換回路 112、回転変換回路 113 によって、次式により、有効電力方向成分 V_{cD} と無効電力方向成分 V_{cQ} とに分解された上で、増幅回路 107 , 108 の出力に加算器 109 , 110 において加算される。

[0239]

3474 Here, the voltage based on the detected value of the series capacitor C1 voltage corresponds to the voltage applied to the system side of the interconnection reactor L0, and this voltage is positively added to the outputs of the amplifier circuits 107 and 108. Therefore, the amplifier circuits 107 and 108 do not need to supply a bias voltage component due to the generation of a voltage in the series capacitor C1, and the responsiveness can be improved.

3480 【0239】ここで、直列コンデンサ C 1 電圧の検出値に基づく電圧は、連系リアクトル L 0 の系統側に印加される電圧に相当し、この電圧を増幅回路 107 , 108 の出力に前向

きに加算することで、増幅回路 107, 108 は直列コンデンサ C1 に電圧が発生することによるバイアス電圧分を供給する必要がなくなり、応答性を改善することができる。

[0240]

3489 The outputs V_{cmpD}^* and V_{cmpQ}^* of the adders 109 and 110 are converted into three-phase voltage commands V_u^* , V_v^* and V_w^* through the rotation conversion circuit 114 of TH represented by the following equation and the two-phase three-phase conversion circuit 115. , Is given to the PWM control circuit PWM2.

3494 加算器 109, 110 の出力 V_{cmpD}^* 、 V_{cmpQ}^* は、次式で表わされる TH の回転変換回路 114、2 相 3 相変換回路 115 を通して、三相電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に変換され、PWM 制御回路 PWM2 に与えられる。

[0242]

3502 The PWM control circuit PWM2 switches each GTO of the voltage converter VSI1 so that the voltage converter VSI1 outputs a voltage equal to the three-phase voltage commands V_u^* , V_v^* , and V_w^* by PWM modulation. Generate a pattern.

3506 【0242】 PWM 制御回路 PWM2 は、PWM 変調により、三相電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に等しい電圧を電圧形変換器 VSI1 が出力するように、電圧形変換器 VSI1 の各 GTO のスイッチングパターンを発生する。

[0243]

3514 If the detected value is smaller than the command value, the positive deviation becomes large, and the outputs of the amplifier circuits 107 and 108 that amplify the deviation also become large with a positive value.

3518 指令値に対して検出値が小さいと、正の偏差が大きくなり、偏差を増幅した増幅回路 107, 108 の出力も正の値で大きくなる。

[0244]

3525 In the adders 109 and 110, a voltage corresponding to the voltage on the system side of the interconnection inductance L_0 is added, so that the output of the adders 109 and 110 is positive with respect to the voltage on the system side of the interconnection inductance. A voltage command corresponding to a voltage larger by the voltage amplified based on the deviation is generated.

3531 加算器 109 , 110 において、連系インダクタンス L_0 の系統側の電圧に相当する電圧が加算されることで、加算器 109 , 110 の出力は、連系インダクタンスの系統側の電圧に対して、正の偏差に基づいて増幅された電圧分だけ大きな電圧に対応する電圧指令を発生する。

[0245]

3540 The PWM control circuit PWM2 and the voltage converter VSI1 generate a voltage equal to the three-phase voltage command, and the voltage applied to the interconnection inductance becomes larger by the amount corresponding to the deviation.

3544 P W M制御回路 P W M 2、電圧形変換器 V S I 1 によって、三相電圧指令に等しい電圧が発生され、連系インダクタンスに印加される電圧が、偏差に対応する分だけ大きな電圧となる。

3549 As a result, the output current of the voltage converter VSI1 is increased, and the deviation of the detected value with respect to the command value is reduced.

3552 その結果、電圧形変換器 V S I 1 の出力電流が増大して、指令値に対する検出値の偏差が低減される。

[0246]

3559 In this way, the current control circuit ACR1 generates an output current equal to the current commands $I_{cm pu}^*$, $I_{cm pv}^*$, and $I_{cm pw}^*$.

3562 このようにして、電流制御回路 A C R 1 は、電流指令 $I_{cm pu}^*$ 、 $I_{cm pv}^*$ 、 $I_{cm pw}^*$ に等しい出力電流を発生することになる。

[0247]

3569 That is, the output current of the voltage converter VSI1 is controlled so as to always be equal to the current command, and operates as a current source that always outputs a current equal to the current command to the series capacitor C1.

3573 つまり、電圧形変換器 V S I 1 の出力電流が電流指令に常に等しくなるように制御され、直列コンデンサ C 1 に常に電流指令に等しい電流を出力する電流源として動作する。

[0248]

3580 Then, the current output by the voltage converter VSI1 is converted according to the number of turns via the series transformer Tr1 and injected into the series capacitor C1 to generate a compensation voltage.

3584 そして、電圧形変換器 V S I 1 が出力する電流は、直列トランス T r 1 を介して巻数に応じて変換され、直列コンデンサ C 1 に注入されて、補償電圧を発生する。

[0249]

3591 That is, in the present embodiment, the voltage converter VSI1 operates as a current source that outputs a compensation current equal to the command value by performing PWM control based on the current command, so that the voltage converter VSI1 matches a predetermined command value. It operates as a compensation current generator that generates compensation current.

3597 すなわち、本実施の形態では、電圧形変換器 V S I 1 は、電流指令に基づいて P W M 制御を行なうことにより、指令値に等しい補償電流を出力する電流源として動作するため、所定の指令値に一致した補償電流を発生する補償電流発生装置として動作する。

[0250]

3605 As a result, a predetermined compensation current is injected into the series capacitor C1 connected to the output of the compensation current generator CMP1 through a series transformer, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the

3610 その結果、補償電流発生装置 C M P 1 の出力に接続された直列コンデンサ C 1 に、直列トランスを通して所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0251]

3618 In the present embodiment, for the sake of simplicity, the configuration in the case of using one voltage type converter connected by a three-phase bridge has been described, but a plurality of voltage type converters are multiply connected to increase the capacity. You may do so.

3623 なお、本実施の形態では、説明の簡単のため、三相ブリッジ接続した電圧形変換器 1 台を用いる場合の構成について説明したが、複数の電圧形変換器を多重接続して大容量化するようにしてもよい。

[0252]

3631 (14th Embodiment: Corresponding to claim 13) FIG. 21 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the fifth embodiment are the same. It is shown with a code.

3636 (第 14 の実施の形態：請求項 13 に対応) 図 21 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 5 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0253]

3644 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 21, since the capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the compensation current generator CMP1 is composed of only the current converter CS1. ...

3648 すなわち、本実施の形態では、図 21 に示すように、直列トランス T r 1 の低圧側にコンデンサ C 2 1 を設置しているので、前記補償電流発生装置 C M P 1 を、電流形変換器

C S I 1 のみで構成している。

[0254]

3656 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the current type converter CSI1 generates a current equal to the compensation current command by PWM control and operates as a current source to compensate the current. Can be injected into the capacitor C21 to generate various compensation voltages on the primary side of the series transformer Tr1.

3662 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、電流形変換器 C S I 1 が、P W M 制御により補償電流指令と等しい電流を発生し、電流源として動作することで、補償電流がコンデンサ C 2 1 に注入されて、直列トランス T r 1 の一次側に種々の補償電圧を発生させることができる。

[0255]

3671 Further, the transformer in the compensation current generator CMP1 can be omitted, and the capacitor C21 connected to the secondary side of the series transformer Tr1 that constantly generates the required compensation voltage also functions as a filter. The wave filter can also be omitted.

3676 また、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスを省略することができると共に、直列トランス T r 1 の二次側に接続された、定常的に必要な補償電圧を発生するコンデンサ C 2 1 がフィルタ機能も兼ねるため、高調波フィルタも省略することができる。

[0256]

3684 22 to 24 are block circuit diagrams showing a configuration example of the series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the ninth to eleventh embodiments are designated by the same reference numerals. ...

3688 図 2 2 乃至図 2 4 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 9 乃至第 1 1 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0257]

3695 That is, in the present embodiment, as shown in FIGS. 22 to 24, since the capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the compensation current generator CMP1 is composed of only the current converter CSI1. are doing.

3699 すなわち、本実施の形態では、図 22 乃至図 24 に示すように、直列トランス Tr 1 の低圧側にコンデンサ C 2 1 を設置しているので、前記補償電流発生装置 C M P 1 を、電流形変換器 C S I 1 のみで構成している。

[0258]

3707 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are applied in exactly the same manner as the operations described in the ninth to eleventh embodiments. It can be injected into the strain.

3712 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 9 乃至第 11 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0259]

3720 Further, the transformer in the compensation current generator CMP1 can be omitted, and the capacitor C21 connected to the secondary side of the series transformer Tr1 that constantly generates the required compensation voltage also functions as a filter. The wave filter can also be omitted.

3725 また、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスを省略できると共に、直列トランス Tr 1 の二次側に接続された、定常的に必要な補償電圧を発生するコンデンサ C 2 1 がフィルタ機能も兼ねるため、高調波フィルタも省略することができる。

[0260]

3733 As described above, in the present embodiment, the current converter CSI1 has a DC voltage

source on the DC side, and performs PWM control based on a current command to output a compensation current equal to the command value. Since it operates as a source, it operates as a compensation current generator that generates a compensation current that matches a predetermined command value.

3739 上述したように、本実施の形態では、電流形変換器 C S I 1 は、直流側に直流電圧源を有し、電流指令に基づいて P W M 制御を行なうことにより、指令値に等しい補償電流を出力する電流源として動作するため、所定の指令値に一致した補償電流を発生する補償電流発生装置として動作する。

[0261]

3748 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor C21 connected to the output of the compensation current generator CMP1, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

3752 その結果、補償電流発生装置 C M P 1 の出力に接続されたコンデンサ C 2 1 に所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0262]

3759 (Fifteenth Embodiment: Corresponding to claim 14) FIG. 25 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the fifth embodiment are the same. It is shown with a code.

3764 (第 1 5 の実施の形態：請求項 1 4 に対応) 図 2 5 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 5 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0263]

3772 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 25, since the capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the compensation current generator CMP1 is used as the voltage converter VSI1 provided with the current control circuit. Consists of only.

3777 すなわち、本実施の形態では、図 2 5 に示すように、直列トランス T r 1 の低圧側にコンデンサ C 2 1 を設置しているので、前記補償電流発生装置 C M P 1 を、電流制御回路を備えた電圧形変換器 V S I 1 のみで構成している。

[0264]

3785 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the voltage type converter VSI1 generates a current equal to the compensation current command by current control and operates as a current source to compensate the current. Can be injected into the capacitor C21 to generate various compensation voltages on the primary side of the series transformer Tr1.

3791 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、電圧形変換器 V S I 1 が、電流制御により補償電流指令と等しい電流を発生し、電流源として動作することで、補償電流がコンデンサ C 2 1 に注入されて、直列トランス T r 1 の一次側に種々の補償電圧を発生させることができる。

[0265]

3800 Further, the transformer in the compensation current generator CMP1 can be omitted.

3802 また、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスを省略することができる。

[0266]

3808 26 to 28 are block circuit diagrams showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the ninth to eleventh embodiments are designated by the same reference numerals. ..

3812 図 2 6 乃至図 2 8 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 9 乃至第 1 1 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0267]

3819 That is, in the present embodiment, as shown in FIGS. 26 to 28, since the capacitor C21 is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the compensating current generator CMP1 is a voltage type provided with a current control circuit. It is composed of only the converter VSI1.

3824 すなわち、本実施の形態では、図26乃至図28に示すように、直列トランスTr1の低圧側にコンデンサC21を設置しているので、前記補償電流発生装置CMP1を、電流制御回路を備えた電圧形変換器VSI1のみで構成している。

[0268]

3832 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are applied in exactly the same manner as the operations described in the ninth to eleventh embodiments. It can be injected into the strain.

3837 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第9乃至第11の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0269]

3845 Further, the transformer in the compensation current generator CMP1 can be omitted.

3847 また、補償電流発生装置CMP1内のトランスを省略することができる。

[0270]

3853 As described above, in the present embodiment, the current control circuit that controls the output current of the voltage type converter VSI1 gives a voltage command for the output current of the voltage type converter VSI1 to match the compensation current command, and PWM. By control, a voltage equal to the voltage command is output from the voltage converter VSI1, and as a result, the output current operates so as to match the compensation current command. Therefore, a compensation current generation that generates a compensation current command that matches a predetermined command value

is generated. Operates as a device.

3862 上述したように、本実施の形態では、電圧形変換器 V S I 1 の出力電流を制御する電流制御回路が、電圧形変換器 V S I 1 の出力電流が補償電流指令と一致するための電圧指令を与え、PWM制御によって電圧指令に等しい電圧が電圧形変換器 V S I 1 から出力され、結果として出力電流が補償電流指令と一致するように動作するため、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

[0271]

3872 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor C21 connected to the output of the compensation current generator CMP1, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

3876 その結果、補償電流発生装置 C M P 1 の出力に接続されたコンデンサ C 2 1 に所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

[0272]

3883 (16th Embodiment: Corresponding to 17th Claim 17) FIG. 29 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and has the same elements as those of the 12th or 14th embodiment. Are indicated by the same reference numerals.

3888 (第16の実施の形態：請求項17に対応) 図29は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第12または第14の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0273]

3896 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 29, the compensation current generator CMP1 is connected to the reverse blocking GTO, which is a self-extinguishing element, in a single-phase bridge for each phase, and direct current is applied to the DC side. It is composed of a current type converter CSI2 provided with a current source and a series transformer Tr2.

3902 すなわち、本実施の形態では、図 29 に示すように、前記補償電流発生装置 C M P 1 を、自己消弧素子である逆阻止形 G T O を各相毎に単相ブリッジ接続してなり、直流側に直流電流源を備えた電流形変換器 C S I 2 と、直列トランス T r 2 とから構成している。

[0274]

3910 Further, a harmonic filter C0 for removing the harmonic component generated by the current converter CSI2 is installed between the current converter CSI2 and the series transformer Tr2.

3914 また、電流形変換器 C S I 2 と直列トランス T r 2 との間には、電流形変換器 C S I 2 の発生する高調波成分を除去するための高調波フィルタ C 0 を設置している。

[0275]

3921 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, the compensation voltage is applied to the system in exactly the same manner as the operation described in the twelfth or fourteenth embodiment. Can be infused.

3926 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 12 または第 14 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、補償電圧を系統に注入することができる。

[0276]

3934 Moreover, the output current of each phase can be controlled independently.

3936 また、各相の出力電流を独立に制御することができる。

[0277]

3942 That is, in the present embodiment, by controlling the switching of the reverse blocking type GTO, which is a self-extinguishing element connected by a single-phase bridge for each

phase, a current corresponding to the command current is output from the current type converter CSI2. It operates as a compensation current generator that generates a compensation current command that matches a predetermined command value.

3948 すなわち、本実施の形態では、各相毎に单相ブリッジ接続された自己消弧素子である逆阻止形 G T O のスイッチングを制御することにより、指令電流に一致した電流が電流形変換器 C S I 2 より出力され、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

[0278]

3957 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator CMP1, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

3961 その結果、補償電流発生装置 C M P 1 の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

3965 In this case, the compensation current of each phase can be controlled independently by connecting the single-phase bridge for each phase.

3968 この場合、各相毎に单相ブリッジ接続していることにより、各相の補償電流を独立に制御することができる。

[0279]

3975 In this embodiment, the configuration when the series transformer Tr2 and the harmonic filter C0 are used has been described. However, the output of the current converter CSI2 is directly connected to both ends of the series capacitor of the AC system to be transformerless. , It may be filterless.

3980 なお、本実施の形態では、直列トランス T r 2、高調波フィルタ C 0 を用いた場合の構成について説明したが、電流形変換器 C S I 2 の出力を直接交流系統の直列コンデンサの両端に接続して、トランスレス、フィルタレスとするようにしてもよい。

[0280]

3988 (17th Embodiment: Corresponding to claim 18) FIG. 30 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and has the same elements as those of the 13th or 15th embodiment. Are indicated by the same reference numerals.

3993 (第17の実施の形態：請求項18に対応)図30は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第13または第15の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0281]

4001 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 30, the compensation current generator CMP1 is connected to the GTO, which is a self-extinguishing element, by a single-phase bridge for each phase, and a DC voltage source is connected to the DC side. It is composed of a voltage type converter VSI2 provided, a current control circuit ACR1 for controlling the output current of the voltage type converter VSI2, and a series transformer Tr2.

4007 すなわち、本実施の形態では、図30に示すように、前記補償電流発生装置CMP1を、自己消弧素子であるGTOを各相毎に単相ブリッジ接続してなり、直流側に直流電圧源を備えた電圧形変換器VSI2と、電圧形変換器VSI2の出力電流を制御する電流制御回路ACR1と、直列トランスTr2とから構成している。

[0282]

4016 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are applied in exactly the same manner as the operation described in the thirteenth or fifteenth embodiment. It can be injected into the strain.

4021 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第13または第15の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0283]

4029 Moreover, the output current of each phase can be controlled independently.

4031 また、各相の出力電流を独立に制御することができる。

[0284]

4037 That is, in the present embodiment, a voltage command for outputting a current corresponding to a predetermined command current is given to the voltage converter VSI2 as an output of the current control circuit ACR1, and a single-phase bridge is connected for each phase. By controlling the switching of the GTO, which is a self-extinguishing element, a current that matches the command current is output from the voltage converter VSI2, and operates as a compensation current generator that generates a compensation current command that matches a predetermined command value. To do.

4045 すなわち、本実施の形態では、所定の指令電流に一致した電流を出力するための電圧指令を、電流制御回路 A C R 1 の出力として電圧形変換器 V S I 2 に与え、各相毎に単相ブリッジ接続された自己消弧素子である G T O のスイッチングを制御することにより、指令電流に一致した電流が電圧形変換器 V S I 2 より出力され、所定の指令値に一致した補償電流指令を発生する補償電流発生装置として動作する。

[0285]

4055 As a result, a predetermined compensation current is injected into the capacitor connected to the output of the compensation current generator CMP1, and a predetermined compensation voltage can be generated in series with the AC system.

4059 その結果、補償電流発生装置 C M P 1 の出力に接続されたコンデンサに所定の補償電流が注入され、所定の補償電圧を交流系統に直列に発生させることができる。

4063 In this case, the compensation current of each phase can be controlled independently by connecting the single-phase bridge for each phase.

4066 この場合、各相毎に単相ブリッジ接続していることにより、各相の補償電流を独立に制御することができる。

[0286]

4073 In this embodiment, the configuration when the series transformer Tr2 is used has been described, but the output of the voltage converter VS12 is directly connected to both ends of the series capacitor of the AC system to make it transformerless. May be good.

4077 なお、本実施の形態では、直列トランスTr2を用いた場合の構成について説明したが、電圧形変換器VS12の出力を直接交流系統の直列コンデンサの両端に接続して、トランスレスとするようにしてもよい。

[0287]

4085 (18th Embodiment: Corresponding to claim 19) FIG. 31 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to 17th embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

4090 (第18の実施の形態：請求項19に対応) 図31は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第1乃至第17の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0288]

4098 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 31, in any of the first to 17th embodiments, the current of the AC system is detected, and the compensation current generator CMP1 is combined with the current of the AC system. The compensation current control device is configured to generate in-phase or anti-phase currents.

4103 すなわち、本実施の形態では、図31に示すように、前記第1乃至第17のいずれかの実施の形態において、交流系統の電流を検出し、前記補償電流発生装置CMP1が交流系統の電流と同相または逆相の電流を発生させるように、補償電流制御装置を構成している。

[0289]

4111 In the present embodiment, as an example, a configuration in a case where the voltage type

converter of the thirteenth embodiment is applied to the first embodiment is shown.

4114 本実施の形態では、例として、前記第 1 の実施の形態に前記第 1 3 の実施の形態の電圧形変換器を適用した場合の構成について示している。

[0290]

4121 FIG. 32 is a block diagram showing a more detailed configuration example of the current control circuit ACR2, and the same elements as those in FIG. 20 are designated by the same reference numerals.

4125 図 3 2 は、上記電流制御回路 A C R 2 のより詳細な構成例を示すブロック図であり、図 2 0 と同一要素には同一符号を付して示している。

[0291]

4132 Next, the operation of the series compensation device of the present embodiment configured as described above will be described with reference to FIGS. 31 and 32.

4135 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置の動作について、図 3 1、図 3 2 を用いて説明する。

[0292]

4142 The current command I_{cmpd}^* in the system current direction is input to the current control circuit ACR2, and the current control calculation is performed assuming that the current command in the direction 90 degrees ahead of the system current is zero.

4146 電流制御回路 A C R 2 には、系統電流方向の電流指令 I_{cmpd}^* が入力され、系統電流よりも位相が 9 0 度進んだ方向の電流指令はゼロとして、電流制御演算が行なわれる。

[0293]

4153 When the compensation current command I_{cmpd}^* has a positive value, the current control

circuit ACR2 is given a current command in the same phase as the system current, and when the compensation current command I_{cmpd}^* has a negative value, the current control circuit ACR2 is given a current command in the direction opposite to the system current.

4158 補償電流指令 I_{cmpd}^* が正の値を持つ時は、電流制御回路 ACR2 には、系統電流と同相方向の電流指令が与えられ、補償電流指令 I_{cmpd}^* が負の値を持つ時は、電流制御回路 ACR2 には、系統電流と逆相方向の電流指令が与えられる。

[0294]

4166 The current control circuit ACR2 outputs voltage commands V_u^* , V_v^* , V_w^* such that the voltage deformer VSI1 outputs a current equal to the compensation current command I_{cmpd}^* , and the PWM control circuit PWM2 outputs a GTO switching pattern. To do.

4170 電流制御回路 ACR2 は、電圧変形器 VSI1 が補償電流指令 I_{cmpd}^* と等しい電流を出力するような電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を出力し、PWM制御回路 PWM2 によって、GTOのスウィッチングパターンを出力する。

[0295]

4178 As a result, the output currents I_{cmpu} , I_{cmpv} , and I_{cmpw} become compensating currents having components in the same phase or opposite phase to the system current.

4181 その結果、出力電流 I_{cmpu} 、 I_{cmpv} 、 I_{cmpw} は、系統電流と同相または逆相方向の成分を有する補償電流となる。

[0296]

4188 Further, a compensation current having only in-phase or anti-phase direction components with the system current is injected into the series capacitor C1 via the series transformer Tr1.

4192 さらに、直列コンデンサ C1 には、直列トランス Tr1 を介して、系統電流と同相または逆相方向成分のみを有する補償電流が注入される。

[0297]

4199 The series capacitor C1 in which the in-phase or anti-phase compensation current is injected with respect to the system current generates a compensation voltage whose phase is delayed or advanced by 90 degrees with respect to the system current, and when the compensation current is zero, the series capacitor C1 It becomes the compensation voltage in the in-phase or anti-phase direction with the voltage generated in.

4205 系統電流に対して同相または逆相の補償電流が注入される直列コンデンサC 1 には、系統電流に対して位相が90度遅れまたは進みの補償電圧が発生し、補償電流がゼロの時に直列コンデンサC 1 に発生する電圧と同相または逆相方向の補償電圧となる。

[0298]

4213 As a result, the series capacitor C1 operates equivalently as a reactance of variable capacitance.

4216 その結果、直列コンデンサC 1 は、等価的に可変容量のリアクタンスとして動作する。

4219 FIG. 33 is a vector diagram showing the operation at this time.

4221 図33は、この時の動作を示すベクトル図である。

[0299]

4227 That is, the AC system voltage V1 on the power supply side of the series capacitor C1 is a voltage whose phase is delayed by and whose amplitude is reduced by V due to the voltage drop due to the system reactance Xs.

4231 すなわち、直列コンデンサC 1 部の電源側の交流系統電圧V 1 は、系統リアクタンスX s による電圧降下で、位相が だけ遅れ、振幅が V だけ低下した電圧となる。

[0300]

4238 When the compensation current I_{CMP} is zero, a voltage $1 / (j \omega C) \times I_s$ is perpendicular to the system current I_s is generated in the series capacitor C_1 , and the voltage V_2 on the load side of the series capacitor C_1 ends at point A in FIG. It is represented by a vector having.

4242 補償電流 I_{cmp} がゼロの時、直列コンデンサ C_1 には、系統電流 I_s に直交する電圧 $1 / (j \omega C) \times I_s$ が発生し、直列コンデンサ C_1 の負荷側の電圧 V_2 は、図 3-3 の A 点に終点を有するベクトルで表わされる。

[0301]

4250 When a compensation current I_{cmp} in phase with the system current I_s is injected, a voltage of $1 / (j \omega C) \times I_{CMP}$ is further generated in the series capacitor C_1 , and the end point of the vector representing the load side voltage V_2 of the series capacitor C_1 is at point B. It moves and the voltage drop due to system impedance is further compensated.

4255 系統電流 I_s と同相の補償電流 I_{cmp} を注入すると、直列コンデンサ C_1 には、さらに $1 / (j \omega C) \times I_{cmp}$ の電圧が発生し、直列コンデンサ C_1 の負荷側電圧 V_2 を表わすベクトルの終点は B 点に移動し、系統インピーダンスによる電圧降下がさらに補償される。

[0302]

4263 By changing the compensation voltage I_{cmp} in the same phase or opposite phase, the end point of the load side voltage V_2 vector of the series capacitor C_1 is the end point of the system power supply voltage vector V_s and the end point of the power supply side voltage V_1 of the series capacitor C_1 centering on the point A. It can be changed on the connecting straight line.

4269 補償電圧 I_{cmp} を同相または逆相で変化させることにより、直列コンデンサ C_1 の負荷側電圧 V_2 ベクトルの終点は、A 点を中心として系統電源電圧ベクトル V_s と直列コンデンサ C_1 の電源側電圧 V_1 の終点とを結ぶ直線上を変化させることができる。

[0303]

4277 That is, the series compensator can be operated as a variable reactance to compensate for the voltage drop due to the system reactance.

4280 つまり、直列補償装置を可変のリアクタンスとして動作させて、系統リアクタンスによる電圧降下を補償することができる。

[0304]

4287 On the other hand, in the case of the 16th embodiment, since the compensation voltage is always orthogonal to the system current, the compensation current generator CMP1 basically does not output active power to the AC system.

4291 一方、前記第 16 の実施の形態の場合、補償電圧は系統電流と常に直交するから、補償電流発生装置 C M P 1 は、交流系統に対して基本的には有効電力を出力しない。

[0305]

4298 Therefore, a capacitor can be used as a DC voltage source.

4300 そこで、直流電圧源としてコンデンサを用いることができる。

4303 In this case, since it is necessary to supplement the active power corresponding to the loss generated by the voltage type converter or the like from the AC system, the compensation current control device having the configuration shown in FIGS. 34 and 35 is used.

4307 この場合、電圧形変換器等で発生する損失分に見合う有効電力を交流系統から補なう必要があるため、図 3 4 および図 3 5 に示すような構成の補償電流制御装置を用いる。

[0306]

4314 That is, in FIGS. 34 and 35, the series capacitor voltage E_{dc} is detected, the deviation from the DC voltage command E_{dc}^* is calculated by the subtractor, and the deviation is amplified by the amplifier circuit OP1.

4318 すなわち、図 3 4 および図 3 5 において、直列コンデンサ電圧 E_{dc} を検出して、直流電圧指令 E_{dc}^* との偏差を減算器にて算出し、それを増幅回路 O P 1 にて増幅する。

[0307]

4325 The output of the amplifier circuit OP1 is inverted and given to the current control circuit ACR3 together with the system current command I_{cmpd}^* in phase with the system current as a compensation current command I_{cmpq}^* orthogonal to the system current.

4329 増幅回路OP1の出力は、反転されて、系統電流に対して直交する補償電流指令 I_{cmpq}^* として、系統電流と同相の系統電流指令 I_{cmpd}^* と共に電流制御回路 ACR3 に与えられる。

[0308]

4337 The current control circuit ACR3 sends voltage commands V_u^* , V_v^* , V_w^* for the voltage converter VSI3 to output a current equal to the compensation current commands I_{cmpd}^* and I_{cmpq}^* to the PWM control circuit PWM2.

4341 電流制御回路ACR3は、補償電流指令 I_{cmpd}^* 、 I_{cmpq}^* に等しい電流を電圧形変換器VSI3が出力するための電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を、PWM制御回路 PWM2 に送る。

[0309]

4349 The PWM control circuit PWM2 calculates the switching pattern of the voltage type converter VSI3 by PWM modulation so as to output a voltage equal to the voltage commands V_u^* , V_v^* , and V_w^* , and uses it as a gate signal to each GTO of the power converter. give.

4354 PWM制御回路PWM2は、電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* と等しい電圧を出力するように、電圧形変換器VSI3のスイッチングパターンをPWM変調により算出し、電力変換器の各GTOにゲート信号として与える。

[0310]

4362 As a result, the voltage converter VSI3 outputs a current equal to the compensation current commands I_{CMPd}^* and I_{CMPq}^* , and injects the compensation current I_{cmp} into the series

capacitor C1 via the series transformer Tr1.

4366 その結果、電圧形変換器 V S I 3 は、補償電流指令 I_{cmpd}^* 、 I_{cmpq}^* に等しい電流を出力し、直列トランス T r 1 を介して、直列コンデンサ C 1 に補償電流 I_{cmp} を注入する。

[0311]

4374 In this case, the compensation current ICMP includes a small active current for compensating for the loss, but most of the compensation current is a reactive current component in phase with the system current, and the series compensation device is operated as a variable reactance.

4379 この場合、補償電流 I_{cmp} は、損失分を補なうための僅かな有効電流を含むが、大部分が、系統電流と同相の無効電流成分となり、直列補償装置を可変のリアクタンスとして動作させる。

[0312]

4387 As described above, in the present embodiment, the current of the AC system is detected, and a compensation current command in phase with or opposite to the phase of the system current is given to the compensation current generator CMP1 based on the phase of the system current. The compensation current generator CMP1 generates a compensation current that matches the compensation current command, and injects a current in phase or opposite phase with the system current into the series capacitor C1 connected to the compensation current generator CMP1.

4395 上述したように、本実施の形態では、交流系統の電流を検出し、系統電流の位相に基づいて、系統電流の位相と同位相または逆位相の補償電流指令を補償電流発生装置 C M P 1 に与え、補償電流発生装置 C M P 1 は、補償電流指令に一致した補償電流を発生し、補償電流発生装置 C M P 1 に接続された直列コンデンサ C 1 に、系統電流と同相または逆相の電流を注入する。

4402 The compensation voltage generated by the compensation current in the series capacitor C1 becomes a directional component orthogonal to the system current, and the capacitor portion acts as a reactance in which the capacitance changes equivalently.

4406 補償電流が直列コンデンサ C 1 に発生する補償電圧は、系統電流と直交する方向成分となり、コンデンサ部は、容量が等価的に変化するリアクタンスとして作用する。

[0313]

4413 Thereby, various series compensation can be realized.

4415 これにより、種々の直列補償を実現することができる。

4418 In this case, since the series compensation device CMP1 basically does not inject active power into the AC system, the DC circuit of the power converter constituting the compensation current generator CMP1 is a capacitor in the voltage type converter, and the current type. In the converter, each can be realized by the inductance.

4423 この場合、直列補償装置 C M P 1 は、基本的には、交流系統に有効電力を注入しないため、補償電流発生装置 C M P 1 を構成する電力変換器の直流回路を、電圧形変換器ではコンデンサで、電流形変換器ではインダクタンスで、それぞれ実現することができる。

[0314]

4431 (19th Embodiment: Corresponding to Claim 20) FIG. 36 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to eighteenth embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

4436 (第 19 の実施の形態：請求項 20 に対応) 図 36 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 1 乃至第 18 の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0315]

4444 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 36, in any one of the first to eighteenth embodiments, the detection circuit for detecting the system current and the system voltage flowing in the AC system and the detection circuit flowing in the AC system. Based on the calculation circuit that calculates the active current component and the invalid current

component, and the rate of change of the system current, the fluctuation of the active current component, and the fluctuation of the invalid current, a compensation current command that suppresses the fluctuation of the AC system is generated. The electric current sway suppression control device is provided with the sway suppression circuit.

4453 すなわち、本実施の形態では、図 3 6 に示すように、前記第 1 乃至第 1 8 のいずれかの実施の形態において、交流系統に流れる系統電流および系統電圧を検出する検出回路と、交流系統に流れる有効電流成分および無効電流成分を算出する算出回路と、系統電流の変化率と有効電流成分の変動分と無効電流の変動分とに基づいて、交流系統の動揺を抑えるような補償電流指令を生成する動揺抑制回路とを備えて、電力動揺抑制制御装置を構成している。

[0316]

4463 Next, in the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the system currents I_{su} , I_{sv} , I_{sw} , and the system voltages V_{su} , V_{sv} , V_{sw} are detected, and the three-phase two-phase conversion circuits 201, 202 is converted into two-phase quantities I_{sa} , I_{sb} , and V_{sa} , V_{sb} , respectively, according to the following equations.

4468 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、系統電流 I_{su} 、 I_{sv} 、 I_{sw} 、および系統電圧 V_{su} 、 V_{sv} 、 V_{sw} が検出されて、3 相 2 相変換回路 201、202 によりそれぞれ次式にしたがって、それぞれ二相量 I_{sa} 、 I_{sb} 、および V_{sa} 、 V_{sb} に変換される。

[0318]

4477 The two-phase quantities V_{sa} and V_{sb} are input to the phase calculation circuit 203, and the phase THS of the system voltage is calculated.

4480 【0318】この二相量 V_{sa} および V_{sb} は位相算出回路 203 に入力されて、系統電圧の位相 THS が算出される。

[0319]

4487 Further, the two-phase quantities I_{sa} and I_{sb} are input to the rotation conversion circuit 204, and the phase is 90 with respect to the current I_P and the system voltage vector of the components parallel to the system voltage vector by the rotation conversion of - THS

expressed by the following equation. It is converted into an advanced current I_Q .

4492 また、二相量 I_{sa} および I_{sb} は回転変換回路 204 に入力されて、次式で表わされる
- THS の回転変換により、系統電圧ベクトルと平行な成分の電流 I_P 、系統電圧ベクトル
に対して位相が 90 度進んだ電流 I_Q に変換される。

[0321]

4500 The currents I_P and I_Q correspond to the active current component and the reactive current component of the system current, respectively.

4503 【0321】この電流 I_P と I_Q は、それぞれ系統電流の有効電流成分と無効電流成分に相当している。

4507 Then, the currents I_P and I_Q are input to the primary lead circuits 205 and 206, and the fluctuations dI_P and dI_Q of the active current component and the reactive current component are calculated.

4511 そして、この電流 I_P と I_Q は、一次進み回路 205 と 206 に入力されて、有効電流成分と無効電流成分の変動分 dI_P と dI_Q が算出される。

[0322]

4518 The fluctuations dI_P and dI_Q of the active current component and the ineffective current component are input to the rotation conversion circuit 207 and the two-phase three-phase conversion circuit 208, and are subjected to the rotation conversion of + THS represented by the following equation and the two-phase three-phase conversion. It is converted into three-phase quantities dI_{su} , dI_{sv} , and dI_{sw} .

4524 この有効電流成分および無効電流成分の変動分 dI_P および dI_Q は、回転変換回路 207、2相3相変換回路 208 に入力されて、次式で表わされる + THS の回転変換、2相3相変換により、三相量 dI_{su} 、 dI_{sv} 、 dI_{sw} に変換される。

[0324]

4532 The system current detection values I_{su} , I_{sv} , and I_{sw} are also input to the change rate calculation circuit 209 that calculates the difference between the previously detected value and the current detection value, the change rate of the system current is calculated, and the gain is multiplied. After that, it is subtracted from dI_{su} , dI_{sv} , and dI_{sw} to obtain three-phase sway suppression signals I_{cmp2u} , I_{cmp2v} , and I_{cmp2w} .

4538 【0324】系統電流検出値 I_{su} 、 I_{sv} 、 I_{sw} は、前回検出値と今回検出値との差分を算出する変化率算出回路 209 にも入力されて、系統電流の変化率が算出され、ゲインを乗算した後に dI_{su} 、 dI_{sv} 、 dI_{sw} から減算されて、三相動揺抑制信号 I_{cmp2u} 、 I_{cmp2v} 、 I_{cmp2w} が得られる。

[0325]

4547 Further, the three-phase sway suppression signals I_{cmp2u} , I_{cmp2v} , and I_{cmp2w} are constantly added to the necessary compensation current commands $I_{cm pu}^*$, $I_{cm pv}^*$, and $I_{cm pw}^*$.

4551 さらに、この三相動揺抑制信号 I_{cmp2u} 、 I_{cmp2v} 、 I_{cmp2w} は、定常的に必要な補償電流指令 $I_{cm pu}^*$ 、 $I_{cm pv}^*$ 、 $I_{cm pw}^*$ と加算される。

[0326]

4558 The compensation current corresponding to the fluctuation of the active current component and the reactive current component is injected into the series capacitor C1 connected in parallel to the compensation current generator CMP1, respectively, with respect to the active current and the reactive current passing through the AC system. Generates a voltage whose phase is delayed by 90 degrees.

4564 有効電流成分と無効電流成分の変動分に対応する補償電流は、それぞれ補償電流発生装置 CMP1 に並列に接続された直列コンデンサ C1 に注入されて、交流系統を通過する有効電流および無効電流に対して位相が 90 度遅れた電圧を発生する。

[0327]

4572 On the other hand, the voltage fluctuation applied to the system reactance X_s , which causes the active current and the reactive current to fluctuate, is injected into the series capacitor

C1 because the phase is 90 degrees ahead of the active current and the reactive current. The compensating voltage acts in the direction of canceling the voltage causing the sway.

4577 一方、有効電流および無効電流を動揺させた原因となっている系統リアクタンス X_s に印加されている電圧変動は、有効電流および無効電流よりも位相が90度進んでいるから、直列コンデンサC1に注入される補償電圧は、動揺の原因となっている電圧を打ち消す方向に作用する。

[0328]

4586 Further, the compensation current proportional to the rate of change of the system current has a phase that is 90 degrees ahead of the current passing through the series capacitor C1, and negative feedback of this signal is the current of the series capacitor C1. It acts in the direction of damping the vibration of.

4591 また、系統電流の変化率に比例した補償電流は、直列コンデンサC1を通過する電流よりも位相が90度進んだ位相を有しており、この信号を負帰還することは、直列コンデンサC1の電流の振動にダンピングをかける方向に作用することになる。

[0329]

4599 FIG. 37 is an operation waveform diagram showing an example of the sway suppressing effect in the present embodiment.

4602 図37は、本実施の形態における動揺抑制効果の一例を示す運転波形図である。

[0330]

4608 In FIG. 37, VUV1, VVW1, and VWU1 are system line voltages, THEx is AC power supply phase fluctuation, Isu, Isv, and Isw are system currents, and Vcu, Vcv, and Vcw are series capacitor C1 voltages, Icmpu, Icmpv, and so on. Icmpw represents a three-phase compensation current, and IP and IQ represent an active current component and a reactive current component passing through the system, respectively.

4614 図37において、VUV1、VVW1、VWU1は系統線間電圧、THExは交流電源の位相の変動、Isu、Isv、Iswは系統の電流、Vcu、Vcv、Vcwは直列コンデン

サ C 1 の電圧、 $I_{cm pu}$ 、 $I_{cm pv}$ 、 $I_{cm pw}$ は三相補償電流、 I_P 、 I_Q は系統を通過する有効電流成分、無効電流成分をそれぞれ表わしている。

[0331]

4623 In FIG. 37, when a vibration of 12 Hz such that the phase of the AC power supply G is represented by THEX is generated due to a shaft vibration of the generator or the like, the vibration suppression control of the present embodiment is turned off at time t1 and t2. The state when the agitation suppression control is turned on again is shown in.

4628 図 3 7 では、発電機の軸振動等によって、交流電源 G の位相が T H E X で表わされるような 1 2 H z の振動が発生した場合に、時刻 t 1 において、本実施の形態の動揺抑制制御を O F F し、t 2 において再び動揺抑制制御を O N した場合の様子を表わしている。

[0332]

4636 As shown in FIG. 37, before the time t1, the system current, the capacitor current, the effective current passing through the system, and the ineffective current all move stably by the shaking suppression control, but when the shaking suppression signal is turned off at the time t1, when the shaking suppression signal is turned off, The fluctuation of the electric power due to the fluctuation of the phase signal of the AC power supply G causes resonance with the LC resonance circuit by the system impedance X_s and the series capacitor C1, and the fluctuation of the electric power having a frequency of 12 Hz has begun to grow.

4645 図 3 7 に示すように、時刻 t 1 以前は、動揺抑制制御により、系統電流、コンデンサ電流、系統を通過する有効電流、無効電流共に安定に動いているが、時刻 t 1 において動揺抑制信号を O F F すると、交流電源 G の位相信号の変動による電力の動揺が、系統インピーダンス X_s と直列コンデンサ C 1 による L C 共振回路と共振を起こし、周波数 1 2 H z の電力動揺が成長を始めている。

[0333]

4655 Next, when the sway suppression control of the present embodiment is turned on at time t2, the power sway is suppressed in about 100 msec, and the operation returns to stable operation again.

4659 次に、時刻 t_2 において、本実施の形態の動揺抑制制御を ON すると、電力動揺が約 100 msec で抑え込まれ、再び安定な運転に戻っている。

[0334]

4666 In the case of a series capacitor with a fixed degree of compensation, if the natural frequency of the generator and the LC resonance frequency created by the series capacitor C1 and the system reactance overlap, power fluctuation will occur and the shaft of the generator will be damaged. However, FIG. 37 shows that even in such a case, stable operation can be continued without causing power sway by performing the sway suppression control of the present embodiment.

4673 補償度が固定の直列コンデンサの場合、発電機の有する固有周波数と直列コンデンサ C1 と系統リアクタンスで作られる LC 共振周波数とが重なると、電力動揺が発生し、発電機の軸を破損する等の現象が知られているが、図 37 はそのようなケースでも、本実施の形態の動揺抑制制御を行なうことにより、電力動揺を起こすことなく安定に運転を継続できることを示している。

[0335]

4683 As described above, in the present embodiment, the system current and the system voltage are detected, the active current component and the reactive current component passing through the AC system are calculated, and the fluctuation amount and the rate of change of the system current are used. By generating the compensation current command, it is possible to suppress the power fluctuation of the AC system.

4689 上述したように、本実施の形態では、系統電流および系統電圧を検出し、交流系統を通過する有効電流成分と無効電流成分を算出して、その変動分と系統電流の変化率とに基づいて補償電流指令を生成することにより、交流系統の電力動揺を抑制することができる。

[0336]

4697 That is, the compensation current based on the fluctuations of the active current component and the reactive current component passing through the AC system is injected into the series capacitor C1 and becomes a voltage in the direction of canceling the voltage

fluctuation that caused the fluctuation of the active current and the reactive current. ..

4702 すなわち、交流系統を通過する有効電流成分と無効電流成分の変動分に基づく補償電流は、直列コンデンサ C 1 に注入されて、有効電流と無効電流の変動を引き起こした電圧変動を打ち消す方向の電圧となる。

[0337]

4710 Further, since the compensation current based on the rate of change of the system current has an effect of damping the vibration of the system current, the power fluctuation can be quickly suppressed.

4714 また、系統電流の変化率に基づく補償電流は、系統電流の振動にダンピングをかける効果を有するため、電力動揺を速やかに抑制することができる。

[0338]

4721 (20th Embodiment: Corresponding to claim 21) FIG. 38 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to nineteenth embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

4726 (第 20 の実施の形態：請求項 21 に対応) 図 38 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 1 乃至第 19 の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0339]

4734 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 38, in any of the first to nineteenth embodiments, the capacitor voltage detection circuit that detects the voltage of the capacitor C1 connected in series with the AC system is used. , A compensation current command is generated based on the DC component calculation circuit that calculates the DC component voltage component of the series capacitor C1 from the output of the capacitor voltage detection circuit and the signal that corrects the amplitude and phase of the output of the DC component calculation circuit. A DC component suppression circuit is provided to form a DC component suppression control device for the series capacitor C1.

4743 すなわち、本実施の形態では、図 3 8 に示すように、前記第 1 乃至第 1 9 のいずれかの実施の形態において、交流系統に直列に接続されたコンデンサ C 1 の電圧を検出するコンデンサ電圧検出回路と、コンデンサ電圧検出回路の出力から、直列コンデンサ C 1 の直流分電圧成分を算出する直流分算出回路と、直流分算出回路の出力の振幅および位相を補正した信号に基づいて、補償電流指令を生成する直流分抑制回路とを備えて、直列コンデンサ C 1 の直流分抑制制御装置を構成している。

[0340]

4754 Next, in the series compensator of the present embodiment configured as described above, when a DC component is transiently superimposed on the system current, a DC component is generated in the voltage of the series capacitor C1 connected in series with the system. Therefore, DC bias may be generated in the transformer of the system.

4759 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、系統電流に過渡的に直流分が重畳すると、系統に直列に接続された直列コンデンサ C 1 の電圧には直流分が生じて、系統の変圧器等に直流偏磁を発生させることがある。

[0341]

4767 In this respect, in the present embodiment, the DC component generated in the series capacitor C1 can be suppressed by the DC component suppression control device of the series compensation device.

4771 この点、本実施の形態では、直列コンデンサ C 1 に発生する直流分を、直列補償装置の直流分抑制制御装置で抑制することができる。

[0342]

4778 That is, the series capacitor voltages V_{cu} , V_{cv} , and V_{cw} are input to the DC component detection circuit 301, and the moving average processing is performed twice in the frequency cycle of the system for each phase.

4782 すなわち直列コンデンサ電圧 V_{cu} 、 V_{cv} 、 V_{cw} は直流分検出回路 3 0 1 に入力され、各相毎に、系統の周波数の周期で二回の移動平均処理が行なわれる。

[0343]

4789 As a result, the system frequency component included in the C1 voltage of the series capacitor is removed, and the DC component is detected.

4792 これにより、直列コンデンサ C 1 電圧に含まれる系統周波数成分が除去されて、直流分が検出される。

[0344]

4799 Further, the DC component of each phase is input to the three-phase two-phase conversion circuit 302, the gain is multiplied by the amplitude correction circuit 303, the phase is advanced by 90 degrees + in the phase correction circuit 304, and then the two-phase Two-phase and three-phase conversion is performed in the three-phase conversion circuit 305, and negative feedback is performed to the compensating current commands $I_{cm pu}^*$, $I_{cm pv}^*$, and $I_{cm pw}^*$ that are constantly required.

4806 また、各相の直流分は、3相2相変換回路302に入力され、振幅補正回路303でゲインを乗算された後に、位相補正回路304において90度+だけ位相を進ませた後、2相3相変換回路305において2相3相変換され、定常的に必要な補償電流指令 $I_{cm pu}^*$ 、 $I_{cm pv}^*$ 、 $I_{cm pw}^*$ に負帰還される。

[0345]

4815 In the DC component detection circuit 301, the moving average process was performed twice. However, this is because when the transient capacitor voltage amplitude changes, the change cannot be removed by the single moving average. This is to remove the influence of transient amplitude fluctuations by performing the moving average processing of the times.

4820 なお、上記直流分検出回路301において、二回移動平均処理を行なったが、これは一回の移動平均では、過渡的なコンデンサ電圧振幅が変化した場合、その変化分が除去できないことから、二回の移動平均処理することで、過渡的な振幅変動による影響を取り除くためである。

[0346]

4829 Further, in the phase correction circuit 304, the phase is advanced by 90 degrees + , but this takes into consideration that the compensation voltage due to the compensation current is generated with a phase delay of 90 degrees in the series capacitor C1 and that there is a control delay. It was done.

4834 また、位相補正回路 304 において、90 度 + だけ位相を進めたが、これは直列コンデンサ C1 において、補償電流による補償電圧が位相が 90 度遅れて発生すること、および制御遅れが存在することを考慮したものである。

[0347]

4842 When a DC component is generated, a compensation current that is proportional to the DC component and generates a compensation voltage that cancels the DC component is injected into the series capacitor C1, so that the DC component voltage generated in the series capacitor C1 is canceled and the DC component is generated. It is suppressed.

4847 直流分が発生すると、直流分に比例し、直流分を打ち消す補償電圧を発生する補償電流が直列コンデンサ C1 に注入されるため、直列コンデンサ C1 に発生した直流分電圧が打ち消されて、直流分が抑制される。

[0348]

4855 As described above, in the present embodiment, the capacitor voltage detection circuit detects the capacitor voltage, the DC component calculation circuit calculates the DC component of the series capacitor C1 voltage, and the amplitude and phase of the DC component of the series capacitor C1 voltage are calculated. By correcting, the compensation current for generating the voltage that cancels the DC component is generated in the compensation current generator CMP1, so that the DC component generated in the series capacitor C1 due to the disturbance of the system current can be quickly suppressed. , DC deviation phenomenon of transformer etc. can be avoided.

4864 上述したように、本実施の形態では、コンデンサ電圧検出回路はコンデンサ電圧を検出し、直流分算出回路において直列コンデンサ C1 電圧の直流分を算出し、直列コンデンサ C1 電圧の直流分の振幅と位相を補正することにより、直流分を打ち消す電圧を発生するための補償電流を補償電流発生装置 C M P 1 に発生させることで、系統電流の擾乱によって直列コン

デンサ C 1 に発生する直流分を速やかに抑制することができ、変圧器等の直流偏磁現象を回避することができる。

[0349]

4875 (21st Embodiment: Corresponding to claim 22) FIG. 39 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the 20th embodiment are the same. The description is omitted by adding a reference, and only the different parts will be described here.

4881 (第 2 1 の実施の形態：請求項 2 2 に対応) 図 3 9 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 2 0 の実施の形態と同一要素には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

[0350]

4889 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 39, in the twentieth embodiment, instead of directly using the voltage of the series capacitor C1 to detect the DC component of the series capacitor C1, the AC system It is configured to use the value obtained by integrating the detected value of the system current flowing through the capacitor with the integrating circuit 306.

4895 すなわち、本実施の形態では、図 3 9 に示すように、前記第 2 0 の実施の形態において、前記直列コンデンサ C 1 の直流分を検出するのに、直列コンデンサ C 1 の電圧を直接用いる代わりに、交流系統を流れる系統電流の検出値を積分回路 3 0 6 で積分した値を用いるように構成している。

[0351]

4904 Next, in the series compensator of the present embodiment configured as described above, the voltage of the DC component is generated in the voltage of the series capacitor C1 because the DC component is basically superimposed on the system. Yes, it is possible to detect the DC component even if the amount equivalent to the C1 voltage of the series capacitor is used by integrating the system current, and the transient DC component due to the compensation current is not included in the DC component detection signal. , More

stable DC component suppression control can be realized.

4912 次に、以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、直列コンデンサ C 1 の電圧に直流分の電圧が発生するのは、基本的に系統に直流分が重畳することが原因であり、系統電流を積分することで直列コンデンサ C 1 電圧相当の量を用いても、直流分を検出することが可能であり、補償電流による過渡的な直流分が直流分検出信号に含まれないため、より安定な直流分抑制制御を実現することができる。

[0352]

4922 As described above, in the present embodiment, instead of detecting the DC component based on the voltage of the series capacitor C1, the DC component generated by the system current in the series capacitor C1 is calculated by integrating the system current. By generating the compensation current from the compensation current generator CMP1 based on the compensation current, the DC component generated in the series capacitor C1 can be quickly suppressed, and the DC polarization phenomenon of the transformer or the like can be avoided.

4930 上述したように、本実施の形態では、直列コンデンサ C 1 の電圧に基づいて直流分を検出する代わりに、系統電流を積分することによって、系統電流が直列コンデンサ C 1 部に発生する直流分を算出し、それに基づいて補償電流を補償電流発生装置 C M P 1 から発生することにより、直列コンデンサ C 1 に発生する直流分を速やかに抑制することができ、変圧器等の直流偏磁現象を回避することができる。

[0353]

4940 In this case, since the calculation of the DC component does not include the transient DC component due to the compensation current, more stable DC component suppression control can be realized as compared with the case of the twentieth embodiment.

4944 この場合、直流分の算出に補償電流による過渡的な直流分が含まれないため、前記第 20 の実施の形態の場合に比べて、より一層安定な直流分抑制制御を実現することができる。

[0354]

4951 (22nd Embodiment: Corresponding to claim 23) FIG. 40 is a block circuit diagram showing a

configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to eleventh embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

4956 (第22の実施の形態：請求項23に対応) 図40は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第1乃至第11の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0355]

4964 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 40, the compensation current generator CMP1 is connected to the series transformer Tr1 and the reverse blocking GTO which is a self-extinguishing element by a three-phase bridge connection. The second current converter CSI4, which is connected in parallel with the AC power supply G2 and the reverse blocking GTO, which is a self-extinguishing element, is connected by a three-phase bridge, and the DC section and the first current converter CSI3 of the first current converter CSI3. It is composed of a DC reactor Ld that connects the DC portion of the current type converter CSI4 of 2 and a DC current control circuit DC-ACR that controls the current of the DC reactor Ld.

4974 すなわち、本実施の形態では、図40に示すように、前記補償電流発生装置CMP1を、直列トランスTr1と、自己消弧素子である逆阻止形GTOを三相ブリッジ接続した第1の電流形変換器CSI3と、交流電源G2と並列接続し自己消弧素子である逆阻止形GTOを三相ブリッジ接続した第2の電流形変換器CSI4と、第1の電流形変換器CSI3の直流部と第2の電流形変換器CSI4の直流部とを接続する直流リアクトルLdと、直流リアクトルLdの電流を制御する直流電流制御回路DC-ACRとから構成している。

[0356]

4985 Further, a harmonic filter C0 for removing the harmonic component generated by the current converter CSI3 is installed between the current converter CSI3 and the series transformer Tr1.

4989 また、電流形変換器CSI3と直列トランスTr1との間には、電流形変換器CSI3の発生する高調波成分を除去するための高調波フィルタC0を設置している。

[0357]

4996 FIG. 41 is a block circuit diagram showing a configuration example when the compensation current generator CMP1 constituting the series compensation device of the present embodiment is applied to the first embodiment, and has the same elements as those of FIG. Are shown with the same reference numerals.

5001 図41は、本実施の形態の直列補償装置を構成する補償電流発生装置CMP1を、前記第1の実施の形態に適用した場合の構成例を示すブロック回路図であり、図1と同一要素には同一符号を付して示している。

[0358]

5009 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the compensation current command is input to the PWM control circuit PWM1, and the PWM modulation generates a current equal to the current command I_{cmp1}^* . Switching pattern is generated.

5014 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、補償電流指令は I_{cmp1}^* はPWM制御回路PWM1に入力され、PWM変調により、電流指令 I_{cmp1}^* と等しくなるような電流を発生するようなスイッチングパターンを発生する。

[0359]

5022 The current output from the first current type converter CSI3 becomes a PWM-modulated square wave-shaped current, but the harmonic component is removed by the harmonic filter C0, and the secondary side of the series transformer Tr1 has a sinusoidal shape. Current is injected.

5027 第1の電流形変換器CSI3から出力される電流は、PWM変調された方形波状の電流となるが、高調波フィルタC0によって高調波成分を除去され、直列トランスTr1の二次側には正弦波状の電流が注入される。

[0360]

5035 Further, the compensation current is converted according to the number of turns via the

series transformer Tr1 and injected into the series capacitor C1 to generate a sinusoidal compensation current.

5039 さらに、補償電流は、直列トランス $T r 1$ を介して巻数に応じて変換され、直列コンデンサ $C 1$ に注入されて、正弦波状の補償電流を発生する。

[0361]

5046 On the other hand, the DC link current I_d of the DC unit is input to the DC current control circuit DC-ACR, and outputs a current command I_{cmp2q}^* so as to have a DC voltage equal to the DC current command I_d^* .

5050 一方、直流部の直流リンク電流 I_d は直流電流制御回路 $D C - A C R$ に入力され、直流電流指令 I_d^* と等しい直流電圧となるような電流指令 $I_{c m p 2 q}^*$ を出力する。

[0362]

5057 Further, the current command I_{cmp2q}^* is input to the PWM control circuit PWM2, and controls are performed so that the DC current of the second current type converter CSI4 is the target current amount.

5061 また、電流指令 $I_{c m p 2 q}^*$ は $P W M$ 制御回路 $P W M 2$ に入力され、第 2 の電流形変換器 $C S I 4$ の直流電流を目的の電流量とする制御を行なう。

[0363]

5068 At the same time, the output current I_{cmp2} of the second current converter CSI4 is detected, the PWM control circuit PWM2 outputs a current equal to the invalid power command I_{cmp2d}^* , and the second current converter CSI4 is AC. Controls the reactive power output to the power supply.

5073 さらに同時に、第 2 の電流形変換器 $C S I 4$ の出力電流 $I_{c m p 2}$ の検出を行ない、 $P W M$ 制御回路 $P W M 2$ で無効電力指令 $I_{c m p 2 d}^*$ に等しくなるような電流を出力し、第 2 の電流形変換器 $C S I 4$ が交流電源に出力する無効電力の制御を行なう。

[0364]

5081 In the present embodiment, for the sake of simplicity of explanation, the first current type converter CSI3 and the second current type converter CSI4 are configured when one current type converter connected by a three-phase bridge is used. However, a plurality of current converters may be connected in multiples to increase the capacity.

5086 なお、本実施の形態では、説明の簡単のため、それぞれ第 1 の電流形変換器 C S I 3 と第 2 の電流形変換器 C S I 4 について、三相ブリッジ接続した電流形変換器 1 台を用いる場合の構成について説明したが、複数の電流形変換器を多重接続して大容量化するようにしてもよい。

[0365]

5095 (23rd Embodiment: Corresponding to claim 24) FIG. 42 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the fifth embodiment are the same. It is shown with a code.

5100 (第 2 3 の実施の形態：請求項 2 4 に対応) 図 4 2 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 5 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0366]

5108 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 42, since the capacitor is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the compensating current generator CMP1 is used, and the reverse blocking GTO which is a self-extinguishing element is used. The first current converter CSI3 connected by a phase bridge, the second current converter CSI4 connected in parallel with the AC power supply G2 and the reverse blocking GTO which is a self-extinguishing element connected by a three-phase bridge, and the first It is composed of a DC reactor Ld that connects the DC section of the current converter CSI3 and the DC section of the second current converter CSI4, and a DC current control circuit DC-ACR that controls the current of the DC reactor Ld. ..

5118 すなわち、本実施の形態では、図 4 2 に示すように、直列トランス T r 1 の低圧側にコンデンサを設置しているので、前記補償電流発生装置 C M P 1 を、自己消弧素子である逆阻止形

G T Oを三相ブリッジ接続した第 1 の電流形変換器 C S I 3 と、交流電源 G 2 と並列接続し自己消弧素子である逆阻止形 G T Oを三相ブリッジ接続した第 2 の電流形変換器 C S I 4 と、第 1 の電流形変換器 C S I 3 の直流部と第 2 の電流形変換器 C S I 4 の直流部とを接続する直流リアクトル L d と、直流リアクトル L d の電流を制御する直流電流制御回路 D C - A C R とから構成している。

[0367]

5130 In the series compensator of the present embodiment configured as described above, the second current converter CSI4 can control the reactive power of the AC system to which the second current converter CSI4 is connected. ..

5134 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、第 2 の電流形変換器 C S I 4 により、第 2 の電流形変換器 C S I 4 が接続された交流系統の無効電力を制御することができる。

[0368]

5142 Further, the first current type converter CSI3 generates a current equal to the compensation current command by PWM control and operates as a current source, so that the compensation current is injected into the capacitor C21 and becomes the primary side of the series transformer Tr1. Various compensation voltages can be generated.

5147 また、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が、 P W M制御により補償電流指令と等しい電流を発生し、電流源として動作することで、補償電流がコンデンサ C 2 1 に注入されて、直列トランス T r 1 の一次側に種々の補償電圧を発生させることができる。

[0369]

5155 Further, the transformer in the compensation current generator CMP1 can be omitted, and the harmonic filter is also omitted because the capacitor C21 connected to the secondary side of the series transformer Tr1 also functions as a filter. be able to.

5159 さらに、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスを省略できると共に、直列トランス T r 1 の二次側に接続された、定常的な補償電圧を発生するコンデンサ C 2 1 がフィルタ機能も兼ねるため、高調波フィルタも省略することができる。

[0370]

5167 43 to 45 are block circuit diagrams showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the ninth to eleventh embodiments are designated by the same reference numerals. ..

5171 図 4 3 乃至図 4 5 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 9 乃至第 1 1 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0371]

5178 That is, in the present embodiment, as shown in FIGS. 43 to 45, the transformer and the harmonic filter in the compensating current generator CMP1 are omitted in each case as in the case of FIG. 42, and the second current is generated. The shape converter CSI4 is configured to control the reactive power of the AC system to which the second current type converter CSI4 is connected.

5184 すなわち、本実施の形態では、図 4 3 乃至図 4 5 に示すように、前記図 4 2 の場合と同様に、いずれも、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスと高調波フィルタを省略し、第 2 の電流形変換器 C S I 4 により、第 2 の電流形変換器 C S I 4 が接続された交流系統の無効電力を制御するように構成している。

[0372]

5193 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are injected into the system in exactly the same manner as the operations described in the ninth to eleventh embodiments. can do.

5197 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 9 乃至第 1 1 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0373]

5205 (24th Embodiment: Corresponding to claim 25) FIG. 46 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to eleventh embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

5210 (第24の実施の形態：請求項25に対応) 図46は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第1乃至第11の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0374]

5218 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 46, the compensation current generator CMP1 is connected to the series transformer Tr1 and the first voltage type converter VSI4 in which the GTO which is a self-extinguishing element is connected by a three-phase bridge. , PWM control circuit PWM1 that generates the GTO switching pattern of the first voltage type converter VSI4, current control circuit ACR1 that controls the output current of the first voltage type converter VSI4, interconnection reactor L0, and AC. PWM control circuit PWM2 that generates the switching pattern of the GTO of the second voltage type converter VSI5 and the second voltage type converter VSI5, which are connected in parallel with the power supply G2 and connected to the GTO which is a self-extinguishing element by a three-phase bridge. And the current control circuit ACR2 that controls the output current of the second voltage type converter VSI5, the interconnection reactor L1, the DC part of the first voltage type converter VSI4, and the DC of the second voltage type converter VSI5. It is composed of a DC capacitor Cd that connects the units and a DC voltage control circuit DC-AVR that controls the voltage of the DC capacitor Cd.

5233 すなわち、本実施の形態では、図46に示すように、前記補償電流発生装置CMP1を、直列トランスTr1と、自己消弧素子であるGTOを三相ブリッジ接続した第1の電圧形変換器VSI4と、第1の電圧形変換器VSI4のGTOのスイッチングパターンを発生するPWM制御回路PWM1と、第1の電圧形変換器VSI4の出力電流を制御する電流制御回路ACR1と、連系リアクトルL0と、交流電源G2と並列に接続し自己消弧素子であるGTOを三相ブリッジ接続した第2の電圧形変換器VSI5と、第2の電圧形変換器VSI5のGTOのスイッチングパターンを発生するPWM制御回路PWM2と、第2の電圧形変換器VSI5の出力電流を制御する電流制御回路ACR2と、連系リアクトルL1と、第1の電圧形変換器VSI4の直流部と第2の電圧形変換器VSI5の直流部とを接続する直流コンデンサCdと、直流コンデンサCdの電圧を制御する直流電圧制御回路DC-AVRとから構成している。

[0375]

5249 The interconnected reactors L0 and L1 may be installed as independent reactors as in the present embodiment, or may be substituted by designing a large leakage reactance of the transformer.

5253 なお、連系リアクトル L 0 および L 1 は、本実施の形態のように独立のリアクトルとして設置してもよいし、あるいはトランスの漏れリアクタンスを大きめに設計することで代用するようにしてもよい。

[0376]

5261 FIG. 47 is a block circuit diagram showing a configuration example when the compensation current generator CMP1 constituting the series compensation device of the present embodiment is applied to the first embodiment, and has the same elements as those of FIG. Are shown with the same reference numerals.

5266 図 4 7 は、本実施の形態の直列補償装置を構成する補償電流発生装置 C M P 1 を、前記第 1 の実施の形態に適用した場合の構成例を示すブロック回路図であり、図 1 と同一要素には同一符号を付して示している。

[0377]

5274 Since the detailed configuration of the current control circuit ACR1 is described in the thirteenth embodiment, the description thereof will be omitted here.

5277 なお、電流制御回路 A C R 1 についての詳細な構成は、前記第 1 3 の実施の形態で述べられているので、ここではその説明を省略する。

[0378]

5284 In the series compensator of the present embodiment configured as described above, the DC capacitor voltage E_d of the DC section is input to the DC voltage control circuit DC-AVR, and the current becomes a DC voltage equal to the DC voltage command E_d^* . The command I_{cmp2q}^* is output.

5289 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、直流部の直流コンデンサ電圧 E_d は直流電圧制御回路 DC - AVR に入力され、直流電圧指令 E_d^* と等しい直流電圧となるような電流指令 I_{cmp2q}^* を出力する。

[0379]

5297 This current command I_{cmp2q}^* is input to the PWM control circuit PWM2, and controls the DC voltage of the second voltage type converter VSI5 as a target voltage amount.

5300 この電流指令 I_{cmp2q}^* は PWM 制御回路 PWM 2 に入力され、第 2 の電圧形変換器 VSI5 の直流電圧を目的の電圧量とする制御を行なう。

[0380]

5307 At the same time, the output current I_{cmp2} of the second voltage type converter VSI5 is detected, the PWM control circuit PWM2 outputs a current equal to the invalid power command I_{cmp2d}^* , and the second voltage type converter VSI5 is AC. Controls the reactive power output to the grid.

5312 また同時に、第 2 の電圧形変換器 VSI5 の出力電流 I_{cmp2} の検出を行ない、PWM 制御回路 PWM 2 で無効電力指令 I_{cmp2d}^* に等しくなるような電流を出力し、第 2 の電圧形変換器 VSI5 が交流系統に出力する無効電力の制御を行なう。

[0381]

5320 In the present embodiment, for the sake of simplicity of explanation, the first voltage type converter VSI4 and the second voltage type converter VSI5 are each configured when one voltage type converter connected by a three-phase bridge is used. However, a plurality of voltage type converters may be connected in multiples to increase the capacity.

5325 なお、本実施の形態では、説明の簡単のため、第 1 の電圧形変換器 VSI4 と第 2 の電圧形変換器 VSI5 について、それぞれ三相ブリッジ接続した電圧形変換器 1 台を用いる場合の構成について説明したが、複数の電圧形変換器を多重接続して大容量化するようにしてもよい。

[0382]

5334 (25th Embodiment: Corresponding to Claim 26) FIG. 48 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the fifth embodiment are the same. It is shown with a code.

5339 (第25の実施の形態：請求項26に対応) 図48は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第5の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0383]

5347 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 48, since the capacitor is installed on the low voltage side of the series transformer Tr1, the compensation current generator CMP1 is provided with the first output current control. The voltage type converter VSI4, the second voltage type converter VSI5 which is connected in parallel with the AC power supply G and has the second output current control, and the DC part and the second voltage type of the first voltage type converter VSI4. It is composed of a DC capacitor Cd that connects to the DC part of the converter VSI5.

5355 すなわち、本実施の形態では、図48に示すように、直列トランスTr1の低圧側にコンデンサを設置しているので、前記補償電流発生装置CMP1を、第1の出力電流制御を備えた第1の電圧形変換器VSI4と、交流電源Gと並列接続し第2の出力電流制御を備えた第2の電圧形変換器VSI5と、第1の電圧形変換器VSI4の直流部と第2の電圧形変換器VSI5の直流部とを接続する直流コンデンサCdとから構成している。

[0384]

5365 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the first voltage type converter VSI4 generates a current equal to the compensation current command by current control and operates as a current source to compensate the current. Can be injected into the capacitor C21 to generate various compensation voltages on the primary side of the series transformer Tr1.

5371 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、第1の電圧形変換器

V S I 4 が、電流制御により補償電流指令と等しい電流を発生し、電流源として動作することで、補償電流がコンデンサ C 2 1 に注入されて、直列トランス T r 1 の一次側に種々の補償電圧を発生させることができる。

[0385]

5380 Further, the second voltage type converter VSI5 controls the voltage of the DC capacitor Cd to adjust the active power flowing in and out of the first voltage type converter VSI4.

5383 また、第 2 の電圧形変換器 V S I 5 は、直流コンデンサ C d の電圧を制御して、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 から出入りする有効電力の調整を行なう。

[0386]

5390 Further, at the same time, the reactive power of the AC power supply G to which the second voltage type converter VSI5 is connected can be controlled.

5393 さらに同時に、第 2 の電圧形変換器 V S I 5 が接続された交流電源 G の無効電力の制御を行なうことができる。

[0387]

5400 Further, the transformer in the compensation current generator CMP1 can be omitted.

5402 さらに、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスを省略することができる。

[0388]

5408 49 to 51 are block circuit diagrams showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and the same elements as those of the ninth to eleventh embodiments are designated by the same reference numerals. ..

5412 図 4 9 から図 5 1 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 9 乃至第 1 1 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0389]

5419 That is, in the present embodiment, as shown in FIGS. 49 to 51, the transformer in the compensation current generator CMP1 is omitted in each case as in the case of FIG. 48.

5422 すなわち、本実施の形態では、図 4 9 乃至図 5 1 に示すように、前記図 4 8 の場合と同様に、いずれも、補償電流発生装置 C M P 1 内のトランスを省略した構成としている。

[0390]

5429 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are injected into the system in exactly the same manner as the operations described in the ninth to eleventh embodiments. can do.

5433 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 9 乃至第 1 1 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができる。

[0391]

5441 (26th Embodiment: Corresponding to claim 27) FIG. 52 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and has the same elements as those of the 22nd or 23rd embodiment. Are indicated by the same reference numerals.

5446 (第 2 6 の実施の形態：請求項 2 7 に対応) 図 5 2 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 2 2 または第 2 3 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0392]

5454 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 52, the AC power supply to which the second current type converter CSI4 is connected in parallel is connected to the AC power

supply to which the first current type converter CSI3 is connected in series. That is, the first current converter CSI3 is connected to an AC power source that is the same as the AC power source that outputs a current.

5460 すなわち、本実施の形態では、図 5 2 に示すように、前記第 2 の電流形変換器 C S I 4 が並列に接続された交流電源を、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が直列に接続された交流電源、すなわち第 1 の電流形変換器 C S I 3 が電流を出力する交流電源と同一な交流電源と接続して構成している。

[0393]

5469 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are injected into the system in exactly the same manner as the operation described in the 22nd or 23rd embodiment. At the same time, the reactive power can be controlled.

5474 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 2 2 または第 2 3 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができると同時に、無効電力を制御することができる。

[0394]

5482 (27th Embodiment: Corresponding to claim 28) FIG. 53 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and has the same elements as those of the 22nd or 23rd embodiment. Are indicated by the same reference numerals.

5487 (第 2 7 の実施の形態：請求項 2 8 に対応) 図 5 3 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 2 2 または第 2 3 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0395]

5495 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 53, the AC power supply to which the second current type converter CSI4 is connected in parallel is connected to the AC power supply to which the first current type converter CSI3 is connected in series. That is, the first

current converter CSI3 is configured by connecting an AC power source that outputs a current and an AC power source in parallel.

5501 すなわち、本実施の形態では、図 5 3 に示すように、前記第 2 の電流形変換器 C S I 4 が並列に接続された交流電源を、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が直列に接続された交流電源、すなわち第 1 の電流形変換器 C S I 3 が電流を出力する交流電源と並列な交流電源と接続して構成している。

[0396]

5510 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, the operation described in the 22nd or 23rd embodiment is exactly the same as that of the first current type converter CSI3. Injects various compensation voltages into the AC power supply to which the first current converter CSI3 is connected, and the second current converter CSI4 adjusts the DC current and the second current converter CSI4 adjusts the DC current. It is possible to control the invalid power of the connected AC power supply.

5518 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 2 2 または第 2 3 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、第 1 の電流形変換器 C S I 3 は、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が接続された交流電源へ種々の補償電圧を注入し、第 2 の電流形変換器 C S I 4 は、直流電流の調整と、第 2 の電流形変換器 C S I 4 が接続された交流電源の無効電力を制御することができる。

[0397]

5528 As described above, in the present embodiment, the first current converter CSI3 is connected by installing the first current converter CSI3 and the second current converter CSI4 in different power systems. Even if a large power fluctuation occurs in the AC power supply, the second current type converter CSI4 is sound and it is possible to establish a DC current.

5533 上述したように、本実施の形態では、第 1 の電流形変換器 C S I 3 と第 2 の電流形変換器 C S I 4 を異なる電力系統に設置することで、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が接続された交流電源で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電流形変換器 C S I 4 は健全であり、直流電流を確立することが可能となる。

[0398]

5542 As a result, the first current type converter CSI3 can inject various compensation voltages into the system, and it is possible to enhance the effect of suppressing system sway as compared with the case where the first current type converter CSI3 is connected to the same power supply.

5547 これにより、第 1 の電流形変換器 C S I 3 は種々の補償電圧を系統に注入することができ、同一電源に接続した時と比較して、系統動揺抑制効果を高めることが可能となる。

[0399]

5554 (28th Embodiment: Corresponding to claim 29) FIG. 54 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and has the same elements as those of the 24th or 25th embodiment. Are indicated by the same reference numerals.

5559 (第 2 8 の実施の形態：請求項 2 9 に対応) 図 5 4 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 2 4 または第 2 5 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0400]

5567 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 54, the AC power supply to which the second voltage type converter VSI5 is connected in parallel is connected to the AC power source to which the first voltage type converter VSI4 is connected in series. That is, the first voltage type converter VSI4 is connected to the same AC power source as the AC power source that outputs a current.

5573 すなわち、本実施の形態では、図 5 4 に示すように、前記第 2 の電圧形変換器 V S I 5 が並列に接続された交流電源を、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 が直列に接続された交流電源、すなわち第 1 の電圧形変換器 V S I 4 が電流を出力する交流電源と同一な交流電源と接続して構成している。

[0401]

5582 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, basically, various compensation voltages are injected into the system in exactly the same manner as the operation described in the 24th or 25th embodiment. At the same time, the reactive power can be controlled.

5587 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 2 4 または第 2 5 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、種々の補償電圧を系統に注入することができると同時に、無効電力を制御することができる。

[0402]

5595 (29th Embodiment: Corresponding to claim 30) FIG. 55 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, and has the same elements as those of the 24th or 25th embodiment. Are indicated by the same reference numerals.

5600 (第 2 9 の実施の形態：請求項 3 0 に対応) 図 5 5 は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第 2 4 または第 2 5 の実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0403]

5608 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 55, the AC power supply to which the second voltage type converter VSI5 is connected in parallel is connected to the AC power source to which the first voltage type converter VSI4 is connected in series. That is, the first voltage converter VSI4 is configured by connecting an AC power source that outputs a current and an AC power source in parallel.

5614 すなわち、本実施の形態では、図 5 5 に示すように、前記第 2 の電圧形変換器 V S I 5 が並列に接続された交流電源を、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 が直列に接続された交流電源、すなわち第 1 の電圧形変換器 V S I 4 が電流を出力する交流電源と並列な交流電源と接続して構成している。

[0404]

5623 In the series compensator of the present embodiment configured as described above,

basically, the operation described in the 24th or 25th embodiment is exactly the same as that of the first voltage type converter VSI4. Injects various compensation voltages into the AC power supply to which the first voltage type converter VSI4 is connected, the second voltage type converter VSI5 adjusts the DC voltage, and the second voltage type converter VSI5 adjusts the DC voltage. It is possible to control the invalid power of the connected AC power supply.

5631 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、基本的には、前記第 2 4 または第 2 5 の実施の形態で説明した動作と全く同様にして、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 は、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 が接続された交流電源へ種々の補償電圧を注入し、第 2 の電圧形変換器 V S I 5 は、直流電圧の調整と、第 2 の電圧形変換器 V S I 5 が接続された交流電源の無効電力を制御することができる。

[0405]

5641 As described above, in the present embodiment, the first voltage type converter VSI4 is connected by installing the first voltage type converter VSI4 and the second voltage type converter VSI5 in different power systems. Even if a large power fluctuation occurs in the AC power supply, the second voltage type converter VSI5 is sound and it is possible to establish a DC voltage.

5647 上述したように、本実施の形態では、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 と第 2 の電圧形変換器 V S I 5 を異なる電力系統に設置することで、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 が接続された交流電源で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電圧形変換器 V S I 5 は健全であり、直流電圧を確立することが可能となる。

[0406]

5656 As a result, the first voltage type converter VSI4 can inject various compensation voltages into the system, and it is possible to enhance the effect of suppressing system sway as compared with the case where the first voltage converter VSI4 is connected to the same power supply.

5661 これにより、第 1 の電圧形変換器 V S I 4 は種々の補償電圧を系統に注入することができ、同一電源に接続した時と比較して、系統動揺抑制効果を高めることが可能となる。

[0407]

5668 (30th Embodiment: Corresponding to claim 31) FIG. 56 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to eleventh embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

5673 (第30の実施の形態：請求項31に対応) 図56は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第1乃至第11の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0408]

5681 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 56, the compensation current generator CMP1 is connected to the series transformer Tr1 and the reverse blocking GTO which is a self-extinguishing element by a three-phase bridge. The device CSI3, the series capacitor C1 connected in series to an AC power source different from the AC power source to which the first current type converter CSI3 is connected, the series transformer Tr2 connected in parallel with the series capacitor C1, and the self-extinguishing arc. The second current type converter CSI4 in which the reverse blocking type GTO, which is an element, is connected by a three-phase bridge, and the DC part of the first current type converter CSI3 and the DC part of the second current type converter CSI4 are connected. It is composed of a DC reactor Ld and a DC current control circuit DC-ACR that controls the current of the DC reactor Ld.

5693 すなわち、本実施の形態では、図56に示すように、前記補償電流発生装置CMP1を、直列トランスTr1と、自己消弧素子である逆阻止形GTOを三相ブリッジ接続した第1の電流形変換器CSI3と、第1の電流形変換器CSI3が接続された交流電源と異なる交流電源に直列接続された直列コンデンサC1と、この直列コンデンサC1と並列に接続された直列トランスTr2と、自己消弧素子である逆阻止形GTOを三相ブリッジ接続した第2の電流形変換器CSI4と、第1の電流形変換器CSI3の直流部と第2の電流形変換器CSI4の直流部とを接続する直流リアクトルLdと、直流リアクトルLdの電流を制御する直流電流制御回路DC-ACRとから構成している。

[0409]

5706 Further, a harmonic filter C0 for removing the harmonic component generated by the first current converter CSI3 is installed between the first current converter CSI3 and the series

transformer Tr1, and a second harmonic filter C0 is further installed. A harmonic filter C2 for removing the harmonic component generated by the second current type converter CSI4 is installed between the current type converter CSI4 and the series transformer Tr2.

5712 また、第1の電流形変換器CSI3と直列トランスTr1との間には、第1の電流形変換器CSI3の発生する高調波成分を除去するための高調波フィルタC0を設置し、さらに第2の電流形変換器CSI4と直列トランスTr2との間には、第2の電流形変換器CSI4の発生する高調波成分を除去するための高調波フィルタC2を設置している。

[0410]

5721 In the series compensation device of the present embodiment configured as described above, the compensation current command is input to the PWM control circuit PWM1, and the PWM modulation generates a current equal to the current command I_{cmp1}^* . Switching pattern is generated.

5726 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、補償電流指令は I_{cmp1}^* はPWM制御回路PWM1に入力され、PWM変調により、電流指令 I_{cmp1}^* と等しくなるような電流を発生するようなスイッチングパターンを発生する。

[0411]

5734 The current output from the first current type converter CSI3 becomes a PWM-modulated square wave-shaped current, but the harmonic component is removed by the harmonic filter C0, and the secondary side of the series transformer Tr1 has a sinusoidal shape. Current is injected.

5739 第1の電流形変換器CSI3から出力される電流は、PWM変調された方形波状の電流となるが、高調波フィルタC0によって高調波成分を除去され、直列トランスTr1の二次側には正弦波状の電流が注入される。

[0412]

5747 Further, the compensation current is converted according to the number of turns via the series transformer Tr1 and injected into the series capacitor C1 to generate a sinusoidal compensation current.

5751 さらに、補償電流は、直列トランス $T_r 1$ を介して巻数に応じて変換され、直列コンデンサ $C 1$ に注入されて、正弦波状の補償電流を発生する。

[0413]

5758 On the other hand, the DC link current I_d of the DC unit is input to the DC current control circuit DC-ACR, and outputs a current command I_{cmp2q}^* so as to have a DC voltage equal to the DC current command I_d^* .

5762 一方、直流部の直流リンク電流 I_d は直流電流制御回路 DC - ACR に入力され、直流電流指令 I_d^* と等しい直流電圧となるような電流指令 I_{cmp2q}^* を出力する。

[0414]

5769 Further, the current command I_{cmp2q}^* is input to the PWM control circuit 2 and controls the DC current of the second current type converter CSI4 as the target current amount.

5772 また、電流指令 I_{cmp2q}^* はPWM制御回路 2 に入力され、第 2 の電流形変換器 CSI 4 の直流電流を目的の電流量とする制御を行なう。

[0415]

5779 At the same time, the output current I_{cmp2} of the second current converter CSI4 is detected, and the PWM control circuit PWM2 outputs a current equal to the current command I_{cmp2d}^* in phase or opposite phase with the system current, and the second current is output. The current converter CSI4 controls the current output to the AC power supply.

5784 さらに同時に、第 2 の電流形変換器 CSI 4 の出力電流 I_{cmp2} の検出を行ない、PWM制御回路 PWM 2 で系統電流と同相もしくは逆相の電流指令 I_{cmp2d}^* に等しくなるような電流を出力し、第 2 の電流形変換器 CSI 4 が交流電源に出力する電流の制御を行なう。

[0416]

5793 As a result, the AC power supply to which the first current type converter CSI3 is connected and the AC power supply to which the second current type converter CSI4 is connected can simultaneously perform the series compensation operation.

5797 これにより、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が接続された交流電源と、第 2 の電流形変換器 C S I 4 が接続された交流電源とで、同時に直列補償動作を行なうことができる。

[0417]

5804 Further, even if a large power fluctuation occurs in the AC power supply to which the first current type converter CSI3 is connected, the AC power supply to which the second current type converter CSI4 is connected is sound and the second current type is present. A direct current can be established by the converter CSI4.

5809 また、第 1 の電流形変換器 C S I 3 が接続された交流電源で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電流形変換器 C S I 4 が接続された交流電源は健全であり、第 2 の電流形変換器 C S I 4 により直流電流を確立することができる。

[0418]

5817 As a result, the first current type converter CSI3 can inject various compensation voltages into the system and suppress system sway.

5820 これにより、第 1 の電流形変換器 C S I 3 は、種々の補償電圧を系統に注入することができ、系統動揺を抑制することができる。

[0419]

5827 In the present embodiment, for the sake of simplicity of explanation, the first current type converter CSI3 and the second current type converter CSI4 are configured when one current type converter connected by a three-phase bridge is used. However, a plurality of current converters may be connected in multiples to increase the capacity.

5832 なお、本実施の形態では、説明の簡単のため、それぞれ第 1 の電流形変換器 C S I 3 と第 2 の電流形変換器 C S I 4 について、三相ブリッジ接続した電流形変換器 1 台を用いる場合

の構成について説明したが、複数の電流形変換器を多重接続して大容量化するようにしてもよい。

[0420]

5841 (Thirteenth Embodiment: Corresponding to claim 32) FIG. 57 is a block circuit diagram showing a configuration example of a series compensation device according to the present embodiment, which is the same as each of the first to eleventh embodiments. The elements are indicated by the same reference numerals.

5846 (第31の実施の形態：請求項32に対応) 図57は、本実施の形態による直列補償装置の構成例を示すブロック回路図であり、前記第1乃至第11の各実施の形態と同一要素には同一符号を付して示している。

[0421]

5854 That is, in the present embodiment, as shown in FIG. 57, the compensation current generator CMP1 is connected to the series transformer Tr1 and the first voltage type converter VSI4 in which the GTO which is a self-extinguishing element is connected by a three-phase bridge. , The PWM control circuit PWM1 that generates the GTO switching pattern of the first voltage type converter VSI4, the current control circuit ACR1 that controls the output current of the first voltage type converter VSI4, the interconnection reactor L0, and the first A series capacitor C1 connected in series to an AC power source different from the AC power source to which the voltage type converter VSI4 of 1 is connected, a series transformer Tr2 connected in parallel with the series capacitor C1, and a GTO which is a self-extinguishing element. Controls the output current of the second voltage type converter VSI5 connected by a three-phase bridge, the PWM control circuit PWM2 that generates the GTO switching pattern of the second voltage type converter VSI5, and the second voltage type converter VSI5. Current control circuit ACR2, interconnection reactor L1, DC capacitor Cd connecting the DC section of the first voltage converter VSI4 and the DC section of the second voltage converter VSI5, and the voltage of the DC capacitor Cd. It is composed of a DC voltage control circuit DC-AVR that controls the above.

5871 すなわち、本実施の形態では、図57に示すように、前記補償電流発生装置CMP1を、直列トランスTr1と、自己消弧素子であるGTOを三相ブリッジ接続した第1の電圧形変換器VSI4と、第1の電圧形変換器VSI4のGTOのスイッチングパターンを発生するPWM制御回路PWM1と、第1の電圧形変換器VSI4の出力電流を制御する電流制御回路ACR1と、連系リアクトルL0と、第1の電圧形変換器VSI4が接続された交流電源

と異なる交流電源に直列接続された直列コンデンサ C_1 と、この直列コンデンサ C_1 と並列に接続された直列トランス T_r2 と、自己消弧素子である GTO を三相ブリッジ接続した第2の電圧形変換器 $VSI5$ と、第2の電圧形変換器 $VSI5$ の GTO のスイッチングパターンを発生するPWM制御回路 $PWM2$ と、第2の電圧形変換器 $VSI5$ の出力電流を制御する電流制御回路 $ACR2$ と、連系リアクトル L_1 と、第1の電圧形変換器 $VSI4$ の直流部と第2の電圧形変換器 $VSI5$ の直流部とを接続する直流コンデンサ C_d と、直流コンデンサ C_d の電圧を制御する直流電圧制御回路 $DC-AVR$ とから構成している。

[0422]

5888 The interconnected reactors L_0 and L_1 may be installed as independent reactors as in the present embodiment, or may be substituted by designing a large leakage reactance of the transformer.

5892 なお、連系リアクトル L_0 および L_1 は、本実施の形態のように独立のリアクトルとして設置してもよいし、あるいはトランスの漏れリアクタンスを大きめに設計することで代用するようにしてもよい。

[0423]

5900 Further, since the detailed configuration of the current control circuit $ACR1$ is described in the thirteenth embodiment, the description thereof will be omitted here.

5903 また、電流制御回路 $ACR1$ についての詳細な構成は、前記第13の実施の形態で述べられているので、ここではその説明を省略する。

[0424]

5910 In the series compensator of the present embodiment configured as described above, the DC capacitor voltage E_d of the DC section is input to the DC voltage control circuit $DC-AVR$, and the current becomes a DC voltage equal to the DC voltage command E_d^* . The command I_{cmp2q}^* is output.

5915 以上のように構成した本実施の形態の直列補償装置においては、直流部の直流コンデンサ電圧 E_d は直流電圧制御回路 $DC-AVR$ に入力され、直流電圧指令 E_d^* と等しい直流電圧となるような電流指令 I_{cmp2q}^* を出力する。

[0425]

5923 This current command I_{cmp2q}^* is input to the PWM control circuit PWM2, and controls the DC voltage of the second voltage type converter VSI5 as a target voltage amount.

5926 この電流指令 I_{cmp2q}^* はPWM制御回路PWM2にされ、第2の電圧形変換器VSI5の直流電圧を目的の電圧量とする制御を行なう。

[0426]

5933 At the same time, the output current I_{cmp2} of the second voltage type converter VSI5 is detected, and the PWM control circuit PWM2 outputs a current equal to the current command I_{cmp2d}^* in phase or opposite phase with the system current, and the second The voltage converter VSI5 controls the current output to the AC power supply.

5938 また同時に、第2の電圧形変換器VSI5の出力電流 I_{cmp2} の検出を行ない、PWM制御回路PWM2で系統電流と同相もしくは逆相の電流指令 I_{cmp2d}^* に等しくなるような電流を出力し、第2の電圧形変換器VSI5が交流電源に出力する電流の制御を行なう。

[0427]

5946 As a result, the AC power supply to which the first voltage type converter VSI4 is connected and the AC power source to which the second voltage type converter VSI5 is connected can simultaneously perform the series compensation operation.

5950 これにより、第1の電圧形変換器VSI4が接続された交流電源と、第2の電圧形変換器VSI5が接続された交流電源とで、同時に直列補償動作を行なうことができる。

[0428]

5957 Further, even if a large power fluctuation occurs in the AC power supply to which the first voltage type converter VSI3 is connected, the AC power supply to which the second voltage type converter VSI4 is connected is sound and the second voltage type is used. The DC

voltage can be established by the converter CSI4.

5962 また、第 1 の電圧形変換器 V S I 3 が接続された交流電源で大きな電力動揺が発生しても、第 2 の電圧形変換器 V S I 4 が接続された交流電源は健全であり、第 2 の電圧形変換器 C S I 4 により直流電圧を確立することができる。

[0429]

5970 As a result, the first voltage type converter CSI3 can inject various compensation voltages into the system and suppress system sway.

5973 これにより、第 1 の電圧形変換器 C S I 3 は、種々の補償電圧を系統に注入することができ、系統動揺を抑制することができる。

[0430]

5980 In the present embodiment, for the sake of simplicity of explanation, when one voltage type converter connected to each of the three-phase bridges is used for each of the first voltage type converter VSI4 and the second voltage type converter VSI4. Although the configuration has been described, a plurality of voltage type converters may be connected in multiples to increase the capacity.

5986 なお、本実施の形態では、説明の簡単のため、それぞれ第 1 の電圧形変換器 V S I 4 と第 2 の電圧形変換器 V S I 4 について、それぞれ三相ブリッジ接続した電圧形変換器 1 台を用いる場合の構成について説明したが、複数の電圧形変換器を多重接続して大容量化するようにしてもよい。

[0431]

5995 INDUSTRIAL APPLICABILITY As described above, according to the series compensation device of the present invention, the main circuit can be simplified by eliminating the need for a bypass circuit, and the compensation current control performance is improved to reduce the generated harmonics. It becomes possible.

6000 【発明の効果】以上説明したように、本発明の直列補償装置によれば、バイパス回路を不要として主回路を簡素化できると共に、補償電流制御性能を高めて発生高調波を少

なくすることが可能となる。

[0432]

6008 Further, by using a series capacitor together, it is possible to economically realize a large amount of compensation while keeping the capacity of the power converter portion low.

6011 また、直列コンデンサを併用することで、電力変換器部分の容量を低く抑えながら、大きな補償量を経済的に実現することが可能となる。

[0433]

6018 Further, it is possible to realize the system sway suppression control and the DC component suppression control of the series capacitor.

6021 さらに、系統の動揺抑制制御や直列コンデンサの直流分抑制制御も実現することが可能となる。