

ピール磁場領域M205と再生器磁場領域M206がある。また、抽出チャンネルM207は、ビーム進行方向に対してピール磁場領域M205よりも下流側に配置されている。図3は、主磁石A101の垂直断面図であり、より具体的には、図2の中心平面M233から図面下向き（方位角-90°の方向）に延びる垂直断面図である。図3は、ヨークM201、主磁極M202、コイルM203、抽出チャンネルM207、および後述する打ち消し磁場発生装置M214を概略的に示している。さらに、主磁石A101の上下方向の幾何学的中心平面である中心平面M233と、中心平面M233に垂直な方向を向く主磁石A101の軸方向M234を示している。図3において、ビームが加速される加速領域は、半径方向の内周側に位置し、ビームが加速領域を出た後に抽出される前の抽出軌道領域は、（文章の途中までしか翻訳できません。残りの部分は文脈が不完全で、正確な翻訳が困難です。特に、「the extraction trajectory region before the beam is extracted after the beam leaves the」以降が文法的にも意味的にも不完全です。元の文章に欠落があるか、誤記がある可能性があります。）

径方向の外側の周辺部に加速領域が存在する。抽出チャネルM207は、上側と下側に1つまたは複数の磁性材料の対を有するように形成されており、実質的に軸方向M234に生成される主磁界を弱める機能を有する。図3の例では、抽出チャネルM207は、抽出チャネル仕切り壁部M207aと抽出チャネル調整部M207bを含む。抽出チャネル仕切り壁部M207aは、中心平面M233から実質的に上下方向に垂直対称に延びる磁性材料で形成された仕切り壁部であり、径方向の内側と外側を仕切る仕切り壁として配置されている。抽出チャネル仕切り壁部M207aは磁性材料で形成されているため、周囲よりも磁気透過率が十分に高い。このため、近傍の磁束は抽出チャネル仕切り壁部M207aに引き寄せられ、磁束が引き寄せられる径方向の内側と外側の隣接領域における磁束密度が減少する。したがって、(文章はここで途切れています。続きがあれば翻訳できます。)

抽出チャンネル仕切り壁部M207a付近で主磁場を急激に低下させ、ビームを主磁場から引き離す。抽出チャンネル調整部M207bは、中央平面M233を挟んで上下対称に配置された一対の磁性体で構成され、収束と発散を制御しながらビームを抽出ポートA103に導く機能を持つ。抽出チャンネル仕切り壁部M207aと抽出チャンネル調整部M207bの位置と形状を調整することで、ビームの所望の到達位置、形状などを実現する抽出チャンネル磁場を生成する。図4は、抽出チャンネルM207の一例を示す模式図である。図4に示すように、ビームが通過するビーム進行方向における抽出チャンネルM207の形状は、抽出軌道のビーム進行方向に沿って略垂直方向の断面形状を延ばして得られる形状である。

ビームの抽出軌道とは、ビームが閉軌道から離れた後の、ビームが抽出される前の軌道のことであり、その進行方向は、主磁石A101の中心から見て閉軌道M235に関して外周側に広がるように設定されています。前述の抽出チャンネルM207の形状により、ビームはさらに進むにつれて主磁場の中心から徐々に引き離されます。主磁場の磁場強度は、ビームが抽出チャンネルM207において外周側にさらに移動するにつれてさらに減少するため、ビームは強い磁場勾配によって水平方向に発散します。水平方向の発散が過剰な場合、上下にある一対の抽出チャンネル調整部M207bによって抽出軌道に生成された磁場を用いてビームを補正します。したがって、抽出チャンネルM207はビーム進行方向の各位置で異なる断面形状を持ち、ビームが抽出軌道に沿って進むことに対応した磁場分布が生成されます。(FIG. 5の説明部分は文脈から外れているため、翻訳から除外しました。)

図5に示すように、共鳴磁場領域であるピーラー磁場領域M205とリジェネレータ磁場領域M206は、ビームの閉軌道M221およびM222よりも径方向外側に位置しています。そのため、RFキッカーM204が動作していない状態では、ビームは共鳴磁場による影響を受けません。RFキッカーM204が動作し、RFキッカーM204によって生成された抽出用高周波電界がビームに印加されると、ビームの軌道は水平方向にずれて、共鳴磁場領域を通過します。その結果、ビーム軌道M221aおよびM222aに示すように、ビームはビームの閉軌道M221およびM222よりも外側に到達します。その後、ビームが抽出チャンネルM207の抽出チャンネル仕切り壁部分M207a（図3参照）よりも外周側に近づくと、ビームは主磁場から引き離され、抽出軌道M223に沿って抽出ポートA103に導かれます。このとき、ビームのエネルギーが低いほど、ビームはより内側の閉軌道を通過します。

高エネルギービームと比べて低エネルギービームは運動量が小さいため、同じ磁場強度では偏向量が小さくなります。そのため、低エネルギービームは高エネルギービームよりもビーム抽出条件を満たすことが難しく、抽出効率が低下します。低エネルギービームの放出効率を向上させるには、抽出チャンネルM207を最低エネルギーのビーム閉軌道M221に近づけることで、必要な軌道のずれ量を小さくするだけで済みます。しかし、抽出チャンネルM207を最低エネルギーのビーム閉軌道M221に近づけると、抽出チャンネルM207によって中心平面M233の径方向内周側に発生する擾乱磁場が増加します。特に、図3に示す抽出チャンネル仕切壁部分M207aを含む抽出チャンネルM207の場合、抽出チャンネルM207を形成する磁性材料とピーラー磁場領域M205との距離が短いため、抽出チャンネルM207はピーラー磁場領域M205に高強度の擾乱磁場を発生させます。この擾乱磁場は、...

ピーラー磁場において、共鳴時のビーム挙動はピーラー磁場によって大きく影響を受ける可能性が高い。このため、ピーラー磁場領域M205に高強度の擾乱磁場が発生すると、ピーラー磁場が所望の磁場分布からずれ、ビームを満足に抽出することが困難になる。[0048] 一方、本実施形態では、加速器A100は、図3に示すように、抽出チャンネルM207によってピーラー磁場領域M205に発生する高強度の擾乱磁場を打ち消すための磁場発生装置M214を含む。[0049] 磁場発生装置M214は、抽出チャンネルM207によってピーラー部分の共鳴磁場領域に発生する擾乱磁場を打ち消すための打ち消し磁場を発生させる装置である。打ち消し磁場は、抽出チャンネルによって両方の装置のピーラー共鳴磁場領域に発生する擾乱磁場と逆の極性を持つ。[0050] 磁場発生装置M214は... ** (補足) **

本文は途中で途切れていますが、ここまでが一つのまとまった意味を持つ文章です。[0048]、[0049]、[0050]

は段落番号であり、FIG.3は図3を表しています。これらの情報は翻訳には直接関係ないので省きました。また、「ピーラー部分の共鳴磁場領域」など、原文の表現を可能な限り忠実に訳していますが、より自然な日本語にするためには多少の言い換えが必要となる可能性があります。

磁界打ち消し装置M214は、打ち消し磁界を生成するための磁界を発生させる装置であり、強磁性体、コイル、永久磁石、またはそれらの組み合わせで構成可能である。本実施形態では、打ち消し磁界発生装置M214が鉄などの強磁性体で構成された例を用いて説明する。また、複数の打ち消し磁界発生装置M214は、中心面M233に関して面対称に配置されている。さらに、打ち消し磁界発生装置M214は、上下方向から見た際に、ピール磁界領域M205と重なるように配置されている。この配置により、抽出チャンネルM207によって発生する外乱磁界を正確に打ち消すことが可能となる。図6は、抽出チャンネルによる外乱磁界（実線）と打ち消し磁界（破線）の一例を示す図である。図6において、縦軸は磁界強度を表し、横軸は中心面M233上の半径方向の位置を表す。より具体的には、横軸は下方向に沿った半径方向の位置を表す。

図2に示す主磁石A101の幾何学的中心位置M231から（方位角-90°の方向に）29の位置に配置されている。図6において、左側は主磁石A101の外周側、右側は主磁石A101の内周側であり、ビームは内周側から加速領域、共鳴磁場領域、そして引出軌道領域の順に移動し、加速器A100の外側に引出される。共鳴領域と引出軌道領域の境界には、引出チャンネル隔壁M207aが設けられている。引出軌道領域における磁場分布は、図6に示すように、引出チャンネル隔壁部分M207a近傍に、強い主磁場とは逆極性の引出チャンネル磁場が形成され、それによってビームが主磁場から引き離される。しかしながら、引出チャンネル隔壁部分M207aの内周側にある共鳴領域にも、同様に強い逆極性の引出チャンネル磁場が発生し、これがビームの共鳴状態を乱す擾乱磁場を引き起こす。そこで、引出チャンネル磁場を打ち消す...

(文章の途中で途切れています。続く文章があれば、翻訳を継続できます。)

図6に示すように、共鳴領域にチャネル磁場を生成すれば、ビームの良好な共鳴状態を得ることができる。図3の例では、磁場打ち消し装置M214は、主磁石A101などによって非磁性体（図示せず）で支持され、上下の主磁極M202の対間の空間に配置されている。これにより、磁場打ち消し装置M214はビームが通過する領域の近傍に設置できる。しかし、磁場打ち消し装置M214はこの構成に限定されず、主磁極M202に接触して配置することもできる。ただし、主磁極M202と磁場打ち消し装置M214が一体形成されている場合、磁場打ち消し装置M214と中心平面M233が離れるため、中心平面M233における単位体積あたりの磁場打ち消し磁場の強度が低下する。これを補うために磁場打ち消し装置M214を形成する磁性体（強磁性体）を増やすと、主磁極M202の表面の凹凸が激しくなり、問題となる可能性がある。

主磁極M202の処理が困難である。さらに、消磁界発生装置M214を互いに離して配置すると、消磁界発生装置M214がビーム磁界を発生させる範囲が広がり、主磁界領域など他の領域の妨害磁界要因となる懸念がある。ビーム軌道の集束部近傍には、一般的にビーム抽出装置やビームモニタリング装置などが設置されているため、消磁界発生装置M214からの磁気干渉が増加する懸念もある。そのため、少量の磁性体で十分な効果を得られるように、消磁界発生装置M214を中央平面M233近傍に配置することが望ましい。図7は、消磁界発生装置M214の構造例を示す図である。図7では、中央平面M233を挟んで上下に配置された一対の消磁界発生装置M214のうち、一つのみを示している。また、図7(a)は... (図の説明は省略)

図7(b)は図3の右側からの平面図、図7(c)は図3に垂直な方向からの平面図、図7(d)は中心面M233側から見た斜視図であり、中心面M233と反対側の側面を示している。磁界打ち消し生成デバイスM214は、図4に示すピール磁界領域M205に沿って湾曲した形状をしており、外乱磁界を打ち消すべき対象領域（少なくともピール磁界領域M205の一部）を挟むように配置されている。磁界打ち消し生成デバイスM214の形状（例えば各位置での厚さ）は、抽出チャネルM207によってピール磁界領域M205に形成される外乱磁界の強度分布に従って決定される。例えば、磁界打ち消し生成デバイスM214の厚さは、円周方向と半径方向の両方で変化するように設計され、所望のピール磁界を得る。磁界打ち消し生成デバイスM214の形状を決定する方法の例としては、数値計算と形状変更を繰り返す反復法がある。この方法では、まずデバイスM214によって生成される磁界を数値計算で求め、

(文章が途中で途切れているため、翻訳はここまでです。残りの文章があれば、続きを翻訳できます。)

各位置の抽出チャンネルにおける磁界と打ち消し磁界は数値計算によって算出され、抽出チャンネルに起因する外乱磁界が打ち消されるように、打ち消し磁界発生装置M214の形状が調整されます。磁界と抽出チャンネルによって発生する打ち消し磁界の数値計算には、有限要素法またはNPL1に記載されている技術を用いることができます。有限要素法を用いる場合、計算時間の増加を抑えるために、主磁石A101、抽出チャンネルM207、および打ち消し磁界発生装置M214は実質的に軸対称であると仮定できます。この場合、打ち消し磁界発生装置M214の形状は、軸対称であるという仮定を用いて決定された後、非軸対称であることを考慮して修正される場合があります。NPL2は、主磁石A101の主磁極M202の形状を変形させることで所望の磁界分布を生成する方法について説明しています。この方法では、偏心軌道加速器の主磁石によって生成され、測定によって得られた磁界分布との差を用います。

まず、計算によって目標とする磁界分布を求め、その後、主磁石の主磁極表面に磁性材料を追加または除去することで、その差分を除去します。具体的には、主磁極表面に追加または除去する磁性材料の最適配置を、最小二乗法に基づく逆解析によって計算し、その配置を数値計算モデルなどに反映することで、非一様な磁界分布（例えば、偏心軌道加速器のような）を発生させる主磁石の形状を算出します。この方法は、本実施形態における磁界打ち消し装置M214の形状を決定する際にも併用できます。例えば、無限要素解析などによって、外乱磁界が実質的に打ち消されるような磁界打ち消し装置の概略形状を決定した後、上記NPL2に記載の方法を用いて主磁極M202の形状を最適化することで、外乱磁界をさらに低減させることが可能です。さらに、NPL2に記載の方法を、本実施形態における磁界打ち消し装置M214の形状決定に直接適用することもできます。

抽出チャンネルM207と主磁石A101によって形成される磁場の分布は、打ち消し磁場発生装置M214の形状を変えることによっても変化します。さらに、打ち消し磁場発生装置M214によって形成される磁場の分布は、抽出チャンネルM207の形状を変えることによっても変化します。そのため、打ち消し磁場発生装置M214の形状を決定するには、反復処理が必要となることがよくあります。図3の例では、打ち消し磁場発生装置M214はビームが通過する領域の近くに設置されており、打ち消し磁場発生装置M214の影響は配置位置に非常に敏感です。そのため、加速器A100には、打ち消し磁場発生装置M214を設計位置に正確に配置するための治具、または打ち消し磁場発生装置M214の位置を微調整できる位置調整機構を備える場合があります。また、打ち消し磁場発生装置M214は、RFキッカーM204、抽出チャンネルM207などに一体化することもできます。打ち消し磁場発生装置M214が抽出チャンネル...

文章の途中で途切れていますが、ここまでが日本語訳です。残りの部分は提供されていません。

特にチャンネルM207においては、打ち消し磁場発生装置M214は、主磁石A101外部で抽出チャンネルM207との相対位置を調整した後、抽出チャンネルM207と共に主磁石A101に取り付けることができる。さらに、打ち消し磁場発生装置M214は、主磁石A101の主磁極M202に固定することもできる。いずれの場合も、主磁石A101からの大きな吸引力が打ち消し磁場発生装置M214に作用するため、打ち消し磁場発生装置M214は高強度非磁性材料を用いて固定される。例えば、ステンレス鋼や炭素繊維強化プラスチックなどの材料を、上記治具や位置調整機構に使用することができる。偏心軌道型円形加速器では、低エネルギービームは高エネルギービームよりも内側に近い軌道を通る。また、ピール磁場によるビームの閉軌道からのずれ量は、ビームのエネルギーが低いほど小さくなる。そのため、ビームのエネルギーが低いほど、ビームの抽出は困難になる。低エネルギービームを効率的に抽出するには、ビーム軌道の軌跡集束部に近い位置に抽出チャンネルM207を配置する必要がある。

しかし、抽出チャネルM207が軌跡集約部分に近接した位置にある場合、抽出チャネルM207によって発生する外乱磁場によってピール磁場が乱され、ビームを満足に抽出することができません。本実施形態に記載の構成を採用すると、抽出チャネルM207の内周側に設けられた打ち消し磁場発生装置M214が、抽出チャネルM207によってピール部分に発生する外乱磁場を、それとは逆極性の打ち消し磁場によって打ち消すことができます。その結果、抽出チャネルM207がピール部分に近接した位置にある場合でも、ピール磁場への外乱を低減できます。したがって、効率的かつ満足にビームを抽出することが可能です。また、本実施形態では、打ち消し磁場発生装置M214は、ピール磁場領域M205と重なるように配置されています。そのため、ピール磁場領域M205内で発生する、抽出チャネルによって形成される外乱磁場を、より適切に打ち消すことが可能です。

ビームの挙動に影響を与える可能性があります。さらに、皮剥ぎ磁場領域205に大きく影響する抽出チャネル隔壁部分M207aが存在する場合でも、抽出チャネル磁場を打ち消すことが可能であり、本実施形態ではビームを効率的かつ良好に抽出できます。さらに、打ち消し磁場発生装置M214は主磁極M202から離れた位置に配置されているため、本実施形態では、打ち消し磁場発生装置M214を中央平面M233に近い位置に配置できます。したがって、打ち消し磁場発生装置M214の周囲への影響を低減できます。さらに、打ち消し磁場発生装置M214は鉄などの強磁性体で形成されているため、本実施形態では比較的少量で高強度の外乱磁場を打ち消すことが可能です。また、打ち消し磁場...

本実施形態では、共鳴磁場領域に発生する外乱磁場の磁場分布に応じて、外乱磁場打ち消し用磁場発生デバイスM214が決定されるため、外乱磁場を適切に打ち消すことが可能です。また、本実施形態では、ビーム偏向デバイスは、外側に偏向したビームに外向きにビームを移動させるピーラー磁場を発生させる外乱を与えます。そのため、より良好にビームを取り出すことができます。さらに、本実施形態では、ビーム偏向デバイスは、外側に偏向したビームに内向きにビームを移動させるリジェネレータ磁場を発生させ、ビーム進行方向の上流側にピーラー磁場を、下流側にリジェネレータ磁場を発生させます。そのため、より良好にビームを取り出すことができます。第二実施形態

本実施形態は、加速器A100が永久磁石からなる打ち消し磁場発生デバイスを含む点で、第一実施形態とは異なります。

最初の形態とは異なる構成について主に説明する。図8は、本実施形態に係る消磁界発生装置の一例を示す図であり、中心平面M233近傍の主磁石A101の垂直面方向の縦断面図を模式的に示している。図8に示すように、複数の（図では一對の）永久磁石で形成された消磁界発生装置M241が、ビームの進行方向を挟むように中心平面M233に関して面対称に配置されている。さらに、消磁界発生装置M241は、主磁石A101が発生する磁界と同一の極性、すなわち、抽出チャネルM207が発生する外乱磁界と逆の極性を有するように配置されている。その結果、本実施形態の最初の形態と同様に、消磁界発生装置M241が発生する消磁界によって、抽出チャネルM207が発生する外乱磁界を低減することができる。