

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-197203

(P2021-197203A)

(43) 公開日 令和3年12月27日(2021.12.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 50/20 (2021.01)	HO 1 M 2/10 S	5 H O 2 9
HO 1 M 10/0562 (2010.01)	HO 1 M 2/10 E	5 H O 4 0
HO 1 M 10/0585 (2010.01)	HO 1 M 10/0562	5 H O 5 0
HO 1 M 4/13 (2010.01)	HO 1 M 10/0585	
	HO 1 M 4/13	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)		

(21) 出願番号 特願2020-99924 (P2020-99924)
 (22) 出願日 令和2年6月9日 (2020.6.9)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 各務 僚
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5H029 AJ01 AK01 AK03 AL04 AL06
 AL12 AM12 AM14 BJ04 BJ06
 DJ09 EJ05 EJ07 EJ08 HJ15
 5H040 AA33 AS07 AT04 AY06
 5H050 AA01 BA17 CA01 CA08 CA09
 CA11 CB12 DA13 EA12 EA14
 EA15 FA02 HA15

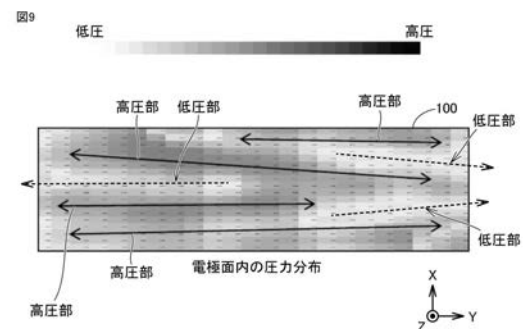
(54) 【発明の名称】 組電池

(57) 【要約】

【課題】組電池を構成する各セルの内部で拘束圧を受ける電極面にガスが滞留すること起因した電池性能の低下を抑制する。

【解決手段】組電池が、拘束された状態の複数のセルを備える。複数のセルの各々は全固体電池である。組電池を構成する各セルの内部の電極面が拘束圧を受けることにより、各セルの電極面に、高圧部によって挟まれる筋状の低圧部が形成されている。各セルの電極面において、低圧部は、高圧部と比べて拘束圧が1 MPa以上低い部分である。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

拘束された状態の複数のセルを備える組電池であって、
前記複数のセルの各々は全固体電池であり、
前記組電池を構成する各セルの内部の電極面が拘束圧を受けることにより、前記各セルの前記電極面に、高圧部によって挟まれる筋状の低圧部が形成されており、
前記各セルの前記電極面において、前記低圧部は、前記高圧部と比べて拘束圧が 1 MPa 以上低い部分である、組電池。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0001】

本開示は、組電池に関し、より詳しくは、拘束された状態の複数のセルを備える組電池に関する。

【背景技術】**【0002】**

特開 2004 - 234899 号公報（特許文献 1）には、外装ケース内に充填材で固定された複数のセル（二次電池）を備える組電池（二次電池モジュール）が開示されている。各セルは、正電極と負電極とがセパレータを介して交互に積層された構造を有する。複数のセルを、互いに電氣的に接続し、ラミネートフィルムで覆い、非水電解液を注入し、真空封止することによって、上記組電池が製造される。さらに、この組電池では、各セルが充放電を繰り返すことによりセル内部でガスが発生するため、発生したガスを取り除くための空気袋が設けられている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】****【特許文献 1】** 特開 2004 - 234899 号公報**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、上記特許文献 1 に記載される組電池は、各セルが拘束された状態で使用されるかもしれない。たとえば、車両においては、各セルが拘束された状態で組電池が使用されている。しかしながら、上記特許文献 1 に記載される組電池では、複数のセルが拘束されると、各セルの内部において、拘束圧を受ける電極面にガスが滞留しやすくなる。こうした組電池では、電極面におけるガスの滞留によって各セルの内圧が上昇しやすい。セルの内圧が過剰に上昇すると、セルの性能が低下することがある。

30

【0005】

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、組電池を構成する各セルの内部で拘束圧を受ける電極面にガスが滞留することに起因した電池性能の低下を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

本開示に係る組電池は、拘束された状態の複数のセルを備える。複数のセルの各々は全固体電池である。組電池を構成する各セルの内部の電極面が拘束圧を受けることにより、各セルの電極面に、高圧部によって挟まれる筋状の低圧部が形成されている。各セルの電極面において、低圧部は、高圧部と比べて拘束圧が 1 MPa 以上低い部分である。

【0007】

上記組電池では、各セルの内部で拘束圧を受ける電極面に筋状の低圧部が存在することで、セル内部の電極でガスが発生したときに、ガスが電極面に滞留しにくくなる。電極で発生したガスは、高圧部に挟まれる低圧部を通り、電極面を移動しやすくなる。これにより、電極で発生したガスが電極面から排出されやすくなる。電極で発生したガスが電極面

50

から排出されやすくなることで、セル内圧の上昇、ひいてはセル内圧の上昇に起因した電池性能の低下が抑制される。このように、上記構成によれば、組電池を構成する各セルの内部で拘束圧を受ける電極面にガスが滞留することに起因した電池性能の低下を抑制することができる。

【0008】

上記セルは、全固体電池であるため、電解液を有しない。このため、セル内部をガスが流動しやすくなり、低圧部によってガスが誘導されやすくなる。また、全固体電池では、液系電池よりも拘束圧を大きくしやすい。拘束圧を大きくすることで、上記の圧力むら（すなわち、高圧部及び低圧部）によって電池性能が低下することを抑制できる。

【0009】

各セルの電極面において、低圧部の拘束圧は、 0.1 MPa 以上 5 MPa 以下であってもよいし、 0.1 MPa 以上 3 MPa 以下であってもよいし、 0.1 MPa 以上 1 MPa 以下であってもよい。電極面の平均拘束圧は、 1 MPa 以上であってもよいし、 2 MPa 以上であってもよいし、 3 MPa 以上であってもよい。高圧部の拘束圧と低圧部の拘束圧との差は、 1 MPa 以上 4 MPa 以下であってもよいし、 1 MPa 以上 2 MPa 以下であってもよい。拘束圧は、タクトイルセンサによって測定された値であってもよい。

【0010】

各セルの電極面に、筋状の高圧部と筋状の低圧部とが交互に形成されていてもよい。

各セルの電極面に、高圧部及び低圧部に対応する凸部及び凹部が形成されていてもよい。凸部と凹部との高低差は $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。各セルの電極面の粗さ（ R_a ）が $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0011】

各セルは、その内部に、正極合材層と固体電解質層と負極合材層とが積層された積層電極体を有してもよい。

【0012】

上記組電池は、車両に搭載されてもよい。上記組電池は、車両が走行するための電力を供給するように構成されてもよい。上記車両は電動車両であってもよい。電動車両は、蓄電装置（たとえば、上記組電池）に蓄えられた電力を用いて走行するように構成される車両である。電動車両には、EV（電気自動車）、HV（ハイブリッド車両）、及びPHV（プラグインハイブリッド車両）のほか、FC車（燃料電池自動車）、レンジエクステンダーEVなども含まれる。

【発明の効果】

【0013】

本開示によれば、組電池を構成する各セルの内部で拘束圧を受ける電極面にガスが滞留することに起因した電池性能の低下を抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本開示の実施の形態に係る組電池を構成するセルの積層電極体を製造する方法について説明するための図である。

【図2】図1に示した積層電極体の製造に用いられる電極シートを作製する方法の概要について説明するための図である。

【図3】図1に示した積層電極体の製造に用いられる電極シートを作製する第1の方法について説明するための図である。

【図4】図1に示した積層電極体の製造に用いられる電極シートを作製する第2の方法について説明するための図である。

【図5】図1に示した積層電極体を封止する工程について説明するための図である。

【図6】図5に示したセルを用いて組電池を製造する工程について説明するための図である。

【図7】本開示の実施の形態に係る組電池におけるセルの内部の電極面を示す図である。

【図8】図7中のA - A断面における拘束面圧の分布を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 9】本開示の実施の形態に係る組電池を構成するセルの電極面における拘束圧の分布を測定した結果を示す図である。

【図 10】実施例に係る組電池と比較例に係る組電池との各々について、ガス排出に関する試験を行なった結果を示す図である。

【図 11】電極面の圧力と電池抵抗との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図中の X 軸、Y 軸、及び Z 軸は、互いに直交する 3 軸を示している。X 軸、Y 軸、及び Z 軸の各々に関して、矢印が指し示す方向には「+」を、その反対の方向には「-」を付して各方向を表す場合がある。たとえば、Z 軸の矢印が指し示す方向は「+Z」、その反対の方向は「-Z」と表記する場合がある。以下では、図中の同一又は相当部分には同一符号を付して、その説明は原則的に繰返さないものとする。

10

【0016】

この実施の形態に係る組電池は、複数のセルが互いに電氣的に接続されて構成される。複数のセルの各々は全固体電池である。この実施の形態に係る組電池は、電動車両が走行するための電力を供給可能に構成される。ただし、組電池の用途は、車両用には限定されない。この実施の形態では、全固体電池としてリチウム系電池が採用されるが、全固体電池はリチウム系電池に限定されない。

20

【0017】

図 1 は、この実施の形態に係る組電池を構成するセルの積層電極体を製造する方法について説明するための図である。図 1 を参照して、積層電極体 100 を製造する場合には、まず、電極シート 10 を作製する。電極シート 10 は、第 1 合材層 11 と、第 2 合材層 12 と、金属箔 13 とを備える。第 1 合材層 11 は金属箔 13 の第 1 面（-Z 側の主面）に、第 2 合材層 12 は金属箔 13 の第 2 面（+Z 側の主面）に形成されている。図 1 には第 2 合材層 12 の凹部 P1 及び凸部 P2 のみが示されているが、第 1 合材層 11 の表面（-Z 側の主面）と第 2 合材層 12 の表面（+Z 側の主面）との各々に、Y 軸に沿った筋状の凹部 P1（凹条）と、Y 軸に沿った筋状の凸部 P2（凸条）とが形成されている。

【0018】

第 1 合材層 11 の厚さは 10 μm 以上 1 mm 以下であってもよい。第 2 合材層 12 の厚さは 10 μm 以上 1 mm 以下であってもよい。金属箔 13 の厚さは 5 μm 以上 30 μm 以下であってもよい。この実施の形態では、凹部 P1 と凸部 P2 との高低差によって、後述する電極面の拘束圧の分布を調整する。凹部 P1 の幅と、凸部 P2 の幅と、凹部 P1 と凸部 P2 との高低差との各々は、たとえば数 μm 程度であってもよい。

30

【0019】

図 2 は、電極シート 10 を作製する方法の概要について説明するための図である。図 2 を参照して、金属箔 13 の両面に合材を塗布し、第 1 合材層 11 と金属箔 13 と第 2 合材層 12 との積層体を得る。そして、得られた積層体を、プレスロール 501、502 を用いてプレスする。プレスロール 501 によって第 1 合材層 11 の面 F1 がプレスされ、プレスロール 502 によって第 2 合材層 12 の面 F2 がプレスされる。これにより、第 1 合材層 11 及び第 2 合材層 12 の各々が圧延される。

40

【0020】

図 3 は、電極シート 10 を作製する第 1 の方法について説明するための図である。図 3 を参照して、この方法では、筋状の凹部 P1 と筋状の凸部 P2 とが形成されるように金属箔 13 の両面に合材を塗布する。凹部 P1 及び凸部 P2 は、研削機による研磨加工によって形成されてもよい。こうして、面 F1 に凹部 P1 及び凸部 P2 を有する第 1 合材層 11 と、平らな金属箔 13 と、面 F2 に凹部 P1 及び凸部 P2 を有する第 2 合材層 12 との積層体を得られる。そして、得られた積層体を、平らなプレス面 F3A を有するプレスロール 501A と、平らなプレス面 F4A を有するプレスロール 502A とを用いてプレスする。

50

【 0 0 2 1 】

図 4 は、電極シート 1 0 を作製する第 2 の方法について説明するための図である。図 4 を参照して、この方法では、金属箔 1 3 の両面に合材を塗布し、平らな第 1 合材層 1 1 と、平らな金属箔 1 3 と、平らな第 2 合材層 1 2 との積層体を得る。そして、得られた積層体を、プレス面 F 3 B を有するプレスロール 5 0 1 B と、プレス面 F 4 B を有するプレスロール 5 0 2 B とを用いてプレスする。プレス面 F 3 B 及びプレス面 F 4 B の各々は、筋状の凹部 P 1 及び筋状の凸部 P 2 に対応する筋状の凸部 P 3 (凸条) 及び筋状の凹部 P 4 (凹条) を有する。凸部 P 3 及び凹部 P 4 は、研削機による研磨加工によって形成されてもよい。プレスロール 5 0 1 B 及び 5 0 2 B によって上記積層体がプレスされることにより、積層体の両面に凹部 P 1 及び凸部 P 2 が形成される。

10

【 0 0 2 2 】

上述した第 1 又は第 2 の方法によって、電極シート 1 0 を作製することができる。ただし、正極用の電極シート 1 0 と、負極用の電極シート 1 0 とでは、使用される材料が異なる。正極用の電極シート 1 0 では、第 1 合材層 1 1 及び第 2 合材層 1 2 の各々が正極活物質を含み、金属箔 1 3 が正極集電体として機能する。正極集電体として機能する金属箔の例としては、アルミニウム箔又はアルミニウム合金箔が挙げられる。負極用の電極シート 1 0 では、第 1 合材層 1 1 及び第 2 合材層 1 2 の各々が負極活物質を含み、金属箔 1 3 が負極集電体として機能する。負極集電体として機能する金属箔の例としては、銅箔が挙げられる。一般に、全固体電池の電極は液系電池の電極よりも硬い。

20

【 0 0 2 3 】

リチウムイオン電池用の電極シート 1 0 では、負極活物質として炭素系材料が採用され、正極活物質として、コバルト酸リチウム、ニッケル酸リチウム、マンガン酸リチウム、ニッケルコバルトアルミン酸リチウム、ニッケルコバルトマンガン酸リチウム、及びリン酸鉄リチウムからなる群より選択される少なくとも 1 種が採用されてもよい。リチウム硫黄電池用の電極シート 1 0 では、負極活物質として L i 金属又は L i 合金が採用され、正極活物質として硫化物材料が採用されてもよい。第 1 合材層 1 1 及び第 2 合材層 1 2 の少なくとも一方として、凹部 P 1 及び凸部 P 2 を有する金属箔が採用されてもよい。こうした金属箔が金属箔 1 3 に圧着されてもよい。

【 0 0 2 4 】

第 1 合材層 1 1 及び第 2 合材層 1 2 の各々は、活物質に加えて、導電材、バインダ、及び固体電解質材料の少なくとも 1 つをさらに含んでもよい。導電材の例としては、アセチレンブラック (A B)、気相成長炭素繊維 (V G C F)、及びカーボンナノチューブ (C N T) からなる群より選択される少なくとも 1 種が挙げられる。バインダの例としては、ポリフッ化ビニリデン (P V d F)、フッ化ビニリデン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体 (P V d F - H F P)、スチレンブタジエンゴム (S B R)、カルボキシメチルセルロース (C M C)、ポリアクリル酸 (P A A)、及びポリテトラフルオロエチレン (P T F E) からなる群より選択される少なくとも 1 種が挙げられる。固体電解質材料は、後述する固体電解質層 2 0 に含まれる固体電解質材料と同じであってもよいし、異なってもよい。

30

【 0 0 2 5 】

再び図 1 を参照して、上記のように作製された電極シート 1 0 の金属箔 1 3 を所望の形状に裁断することによって、正極電極体 1 0 A と負極電極体 1 0 B とが得られる。正極用の電極シート 1 0 の金属箔 1 3 が裁断されることによって、正極電極体 1 0 A の正極端子 1 3 A が形成される。負極用の電極シート 1 0 の金属箔 1 3 が裁断されることによって、負極電極体 1 0 B の負極端子 1 3 B が形成される。

40

【 0 0 2 6 】

正極電極体 1 0 A の上に固体電解質層 2 0 を形成し、正極電極体 1 0 A と負極電極体 1 0 B とで固体電解質層 2 0 が挟まれるように負極電極体 1 0 B を設ける。これにより、正極電極体 1 0 A と固体電解質層 2 0 と負極電極体 1 0 B との積層体である積層電極体 1 0 0 が得られる。固体電解質層 2 0 は、正極電極体 1 0 A 又は負極電極体 1 0 B に塗布され

50

てもよい。積層電極体 100 の - Z 側の電極面 F 1 1 と積層電極体 100 の + Z 側の電極面 F 1 2 との各々には、Y 軸に沿った筋状の凹部 P 1 (凹条)と、Y 軸に沿った筋状の凸部 P 2 (凸条)とが形成されている。

【0027】

固体電解質層 20 は固体電解質材料を含む。固体電解質材料は、酸化物であってもよいし、硫化物であってもよい。酸化物系の固体電解質材料の例としては、 LiNbO_3 、 Li_3PO_4 、 LiPON 、 Li_3BO_3 - Li_2SO_4 、 LISICON 、及び $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ からなる群より選択される少なくとも 1 種が挙げられる。硫化物系の固体電解質材料の例としては、 Li_2S - SiS_2 、 LiI - Li_2S - SiS_2 、 Li_2S - P_2S_5 、 $\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$ 、及び $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ が挙げられる。固体電解質材料は、結晶質であってもよいし、ガラスセラミックスであってもよいし、非晶質であってもよい。固体電解質層 20 はバインダをさらに含んでもよい。固体電解質層 20 の厚さは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

10

【0028】

図 5 は、積層電極体 100 を封止する工程について説明するための図である。図 5 を参照して、積層電極体 100 は、筐体 201 及び 202 に收容され、筐体 201 及び 202 が接合されることによって封止される。これにより、セル 200 が得られる。接合された筐体 201 及び 202 は、セル 200 の外装体に相当する。正極端子 13A 及び負極端子 13B の各々は、外装体に覆われずに露出している。

20

【0029】

この実施の形態では、外装体としてラミネートフィルムが採用される。ラミネートフィルムは、シール樹脂層、金属層 (たとえば、アルミニウム層)、及び外部樹脂層を有する金属樹脂複合ラミネートフィルムであってもよい。正極端子 13A 及び負極端子 13B の各々と外装体との間にタブフィルムが設けられてもよい。

20

【0030】

上記のように、セル 200 の外装体は密閉される。ただし、外装体の内部で発生したガスを排出するためのガス排出弁 (図示せず) が外装体に設けられてもよい。ガス排出弁は、外装体内の圧力 (セル内圧) が所定値を超えると開弁されて、外装体内のガスの一部を外部に排出するように構成されてもよい。また、外装体の内部に、積層電極体 100 から排出された余分なガスを一時的に溜めておくスペースを設けてもよい。

30

【0031】

図 6 は、複数のセル 200 を組み合わせて組電池を製造する工程について説明するための図である。図 6 を参照して、複数のセル 200 (たとえば、セル 200A ~ 200F) の積層体であるセル群 300 が、積層方向の両端に配置される 2 枚のエンドプレート 301, 302 に挟まれることによって拘束される。セル群 300 に拘束荷重が加えられた状態で、エンドプレート 301, 302 は固定される。これにより、拘束された状態の複数のセル 200 を含む組電池 1 が得られる。

【0032】

セル群 300 に含まれるセル 200 の数は任意であるが、5 個以上 100 個以下であってもよい。セル群 300 に含まれる複数のセル 200 は、直列に接続されてもよいし、並列に接続されてもよい。たとえば、隣接するセル 200 がバスバー (図示せず) を介して電氣的に接続されてもよい。エンドプレート 301, 302 は、ボルトで固定されてもよいし、バンドで固定されてもよい。エンドプレート 301, 302 は、たとえばバインドバー (図示せず) を介して連結されてもよい。エンドプレート 301, 302 とバインドバー (図示せず) とがボルト締結によって接続されてもよい。

40

【0033】

この実施の形態に係る組電池 1 では、組電池 1 を構成する各セル 200 の内部の電極面 F 1 1, F 1 2 (図 1 参照) が上述の拘束圧を受けることにより、各セル 200 の電極面 F 1 1 及び F 1 2 の各々に、凹部 P 1 と凸部 P 2 とに対応する筋状の低圧部 (すなわち、拘束圧が低い部分) と筋状の高圧部 (すなわち、拘束圧が高い部分) とが形成されている

50

。この実施の形態に係る組電池 1 において、低圧部は、隣接する高圧部と比べて拘束圧が 1 MPa 以上低い部分である。

【0034】

図 7 は、組電池 1 におけるセル 200 の内部の電極面を示す図である。図 8 は、図 7 中の A - A 断面における拘束面圧の分布を示す図である。

【0035】

図 7 及び図 8 を参照して、図 8 に示される低圧部及び高圧部は、それぞれ図 7 に示される凹部 P 1 及び凸部 P 2 に対応している。図 8 中に線 L 1 で示されるように、セル 200 の電極面 F 11, F 12 には、Y 軸に沿った筋状の低圧部と、Y 軸に沿った筋状の高圧部とが交互に形成されている。筋状の低圧部と筋状の高圧部とが交互に形成されることにより、低圧部（1 本の低圧ライン）は、隣接する 2 つの高圧部（2 本の高圧ライン）に挟まれる。図 8 に示す例では、各低圧部が同じ拘束圧 P_y を有し、各高圧部が同じ拘束圧 P_x を有する。低圧部の拘束圧 P_y は、高圧部の拘束圧 P_x と比べて 1 MPa 以上低い。すなわち、高圧部の拘束圧 P_x と低圧部の拘束圧 P_y との差（以下、「 P 」とも表記する）は、1 MPa 以上である。また、この実施の形態では、低圧部の拘束圧 P_y を 0.1 MPa 以上とする。

【0036】

P は、たとえば電極面（電極面 F 11 又は F 12）における凹部 P 1 と凸部 P 2 との高低差を変えることによって調整できる。凹部 P 1 と凸部 P 2 との高低差が大きくなるほど P が大きくなる傾向がある。詳しくは、凹部 P 1 及び凸部 P 2 が形成された合材層（第 1 合材層 11 又は第 2 合材層 12）のヤング率、厚さをそれぞれ「 E 」、「 t 」と表記し、凹部 P 1 と凸部 P 2 との高低差を「 t 」と表記したとき、「 $t = P / E \times t$ 」のような関係式が成り立つ。たとえば、 E （合材層のヤング率）が 1000 MPa であり、 t （合材層の厚さ）が 1 mm である形態では、 t を約 1 μm にすることによって P が 1 MPa になり、 t を約 5 μm にすることによって P が 5 MPa になる。

【0037】

電極面（電極面 F 11 又は F 12）における低圧部の拘束圧 P_y は、電極面の平均面圧（以下、「 P_{AVE} 」とも表記する）を変えることによって調整できる。 P_{AVE} は、セル群 300 に加えられる拘束荷重に応じて変化する。 P_{AVE} が高くなるほど低圧部の拘束圧 P_y が高くなる傾向がある。高圧部の拘束圧 P_x は P_{AVE} よりも高く、低圧部の拘束圧 P_y は P_{AVE} よりも低い。 P_{AVE} は、電極面の平均拘束圧に相当する。

【0038】

図 9 は、この実施の形態に係る組電池 1 を構成するセル 200 の電極面における拘束圧の分布を測定した結果を示す図である。図 9 においては、白黒の濃淡（白～黒）によって電極面内の圧力分布が示されている。白に近いほど拘束圧が低く、黒に近いほど拘束圧が高い。図 9 に示される電極面内の圧力分布は、組電池 1 において隣接するセル 200 間に挟まれたタクトイルセンサによって測定された拘束圧の 2 次元データである。

【0039】

図 9 を参照して、この電極面内の圧力分布から、Y 軸と概ね平行な筋状の高圧部が電極面に存在することが分かる。また、高圧部に挟まれる筋状の低圧部が電極面に存在することも分かる。このように、前述したセル群 300 を拘束することで、筋状の凹部 P 1 と筋状の凸部 P 2 とに対応する筋状の低圧部と筋状の高圧部とが電極面に形成されることが、実験データによって確認されている。

【0040】

図 9 に示す各低圧部の端は電極面の端に位置する。各低圧部は完全には高圧部に囲まれていない。各低圧部の端は開放されている。セル内部の電極で発生したガスは、各低圧部に誘導され、図 9 中の破線矢印の向きに流れる。これにより、電極面からガスが排出される。

【0041】

この実施の形態に係る組電池 1 では、各セル 200 の内部で拘束圧を受ける電極面に筋

10

20

30

40

50

状の低圧部が存在することで、セル 200 内の電極（正極電極体 10A 又は負極電極体 10B）でガスが発生したときに、ガスが電極面（電極面 F11 又は F12）に滞留しにくくなる。たとえば、異常が発生して電極が短絡すると、ガスが発生することがある。電極で発生したガスは、高圧部に挟まれる筋状の低圧部を通り、電極面を移動しやすくなる。これにより、セル 200 内の電極で発生したガスが電極面から排出されやすくなる。ガスが電極面から排出されやすくなることで、セル内圧の上昇、ひいてはセル内圧の上昇に起因した電池性能の低下が抑制される。以下、この実施の形態に係る組電池 1 によって奏される効果を、比較例に係る組電池との対比により説明する。

【0042】

図 10 は、実施例に係る組電池と比較例に係る組電池との各々について、ガス排出に関する試験を行なった結果を示す図である。

10

【0043】

実施例に係る組電池は、この実施の形態に係る組電池 1 に相当する。実施例に係る組電池では、 P が 1 MPa 以上であった。実施例に係る組電池としては、 P 及び P_{AVE} を変えて 21 種類の組電池を用意した。

【0044】

比較例に係る組電池では、組電池を構成する各セルの電極面に前述した凹部及び凸部が設けられず、各セルの電極面は平らであり、 P は 0 であった。比較例に係る組電池としては、 P_{AVE} を 0 MPa ~ 5 MPa の範囲で変えて 6 種類の組電池を用意した。

【0045】

実施例及び比較例に係る各組電池においてセル内部の電極でガスを発生させたときに電極面からガスの排出が適切に行なわれるか否かを確認する試験を行なった。表中の「 \square 」及び「 \times 」は、その試験の結果を示している。図 10 において、「 \times 」は、セル内部の電極で発生したガスが電極面に滞留してセルが膨張したことを意味する。「 \square 」は、セル内部の電極で発生したガスが電極面から排出されて滞留ガスに起因したセルの膨張が生じなかったことを意味する。

20

【0046】

図 10 を参照して、比較例に係る 6 種類の組電池は、いずれも試験結果が「 \times 」であった。実施例に係る 21 種類の組電池は、いずれも試験結果が「 \square 」であった。より詳しくは、 P が 1 MPa 又は 2 MPa である組電池では、 P_{AVE} を 1 MPa、2 MPa、3 MPa、4 MPa、5 MPa のいずれにしても、試験結果が「 \square 」であった。また、 P が 3 MPa 又は 4 MPa である組電池では、 P_{AVE} を 2 MPa、3 MPa、4 MPa、5 MPa のいずれにしても、試験結果が「 \square 」であった。また、 P が 5 MPa である組電池では、 P_{AVE} を 3 MPa、4 MPa、5 MPa のいずれにしても、試験結果が「 \square 」であった。

30

【0047】

図 11 は、上記比較例に係る組電池（ $P = 0$ ）について、電極面に加える圧力（均一な圧力）を 0 MPa ~ 5.0 MPa の範囲で変化させたときの電池抵抗の推移を示す図である。グラフの横軸は、電極面の圧力（面圧）を示している。グラフの縦軸は、電極面の圧力が 5 MPa であるときのデータ D5 を基準（抵抗増加率 = 1）とした電池抵抗の倍率（すなわち、抵抗増加率）を示している。電池抵抗は、電池の内部抵抗に相当する。

40

【0048】

図 11 を参照して、データ D1 は、組電池を拘束なしの状態（セルが拘束されない状態）にしたときのデータである。データ D2、D3、D4、D5 は、それぞれ電極面の圧力を 0.1 MPa、1 MPa、3 MPa、5 MPa にしたときのデータである。電極面の圧力が 0.1 MPa 以上であるデータ D2 ~ D5 の各々が示す電池抵抗は、拘束なしのデータ D1 が示す電池抵抗の 5 分の 1 以下である。また、電極面の圧力が 1 MPa 以上であるデータ D3 ~ D5 の各々が示す電池抵抗は、拘束なしのデータ D1 が示す電池抵抗の 10 分の 1 以下である。また、電極面の圧力が 3 MPa 以上であるデータ D4 及び D5 の各々が示す電池抵抗は、拘束なしのデータ D1 が示す電池抵抗の 20 分の 1 以下である。図 1

50

1 中に破線 L 2 で示すように、電極面の圧力を 0 . 1 M P a 以上にすることで、電池抵抗を下げるができる。組電池 1 における電池抵抗を下げるためには、低圧部の拘束圧 P_y を 0 . 1 M P a 以上にすることが好ましい。

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、この実施の形態に係る組電池 1 では、組電池 1 を構成する各セル 2 0 0 の内部の電極面 F 1 1 , F 1 2 (図 1 参照) が拘束圧を受けることにより、各セル 2 0 0 の電極面 F 1 1 及び F 1 2 の各々に、高圧部に挟まれる筋状の低圧部が形成されている (たとえば、図 9 参照) 。低圧部は、高圧部と比べて拘束圧が 1 M P a 以上低い部分である。また、低圧部の拘束圧 P_y は 0 . 1 M P a 以上である。上記構成によれば、優れた電池性能を有する組電池 1 を得やすくなる。

10

【 0 0 5 0 】

図 2 ~ 図 4 に示した方法では、電極シート 1 0 の両面 (面 F 1 及び F 2) に凹部 P 1 及び凸部 P 2 を形成している。しかしこれに限られず、電極シート 1 0 の片面 (図 1 に示した電極面 F 1 1 又は F 1 2 に対応する面) のみに凹部 P 1 及び凸部 P 2 が形成されてもよい。

【 0 0 5 1 】

上記実施の形態では、積層電極体 1 0 0 の両面に凹凸を形成することによって、セルが拘束されたときにセル内部の電極面に低圧部及び高圧部が形成されるようにしている。しかしこれに限られず、拘束板 (たとえば、図 6 に示したエンドプレート 3 0 1 , 3 0 2) に凹凸を形成することによって、セルが拘束されたときにセル内部の電極面に低圧部及び高圧部が形成されるようにしてもよい。

20

【 0 0 5 2 】

上記実施の形態では、筋状の低圧部と筋状の高圧部とが交互に形成されている。しかし、高圧部によって挟まれる筋状の低圧部が電極面に少なくとも 1 つ存在すればよく、上記の形態には限られない。

【 0 0 5 3 】

上記実施の形態では、筋状の低圧部が延びる方向が Y 軸に概ね平行な方向となっている。しかし、筋状の低圧部が延びる方向は任意である。筋状の低圧部は、X 軸方向に延びてもよいし、X 軸と Y 軸との間の斜めの方向に延びてもよい。

【 0 0 5 4 】

30

組電池が適用される対象は、車両に限られず任意である。適用対象は、たとえば、他の乗り物 (船、飛行機等) であってもよいし、無人の移動体 (無人搬送車 (A G V) 、農業機械、移動型ロボット、ドローン等) であってもよいし、建物 (住宅、工場等) であってもよい。

【 0 0 5 5 】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 符号の説明 】

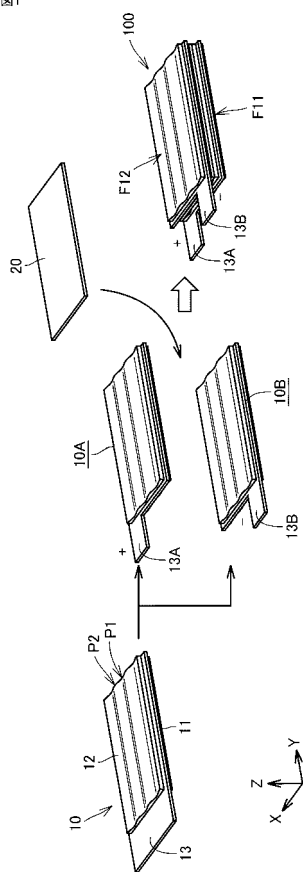
40

【 0 0 5 6 】

1 組電池、1 0 電極シート、1 0 A 正極電極体、1 0 B 負極電極体、1 1 第 1 合材層、1 2 第 2 合材層、1 3 金属箔、1 3 A 正極端子、1 3 B 負極端子、2 0 0 固体電解質層、1 0 0 積層電極体、2 0 0 , 2 0 0 A ~ 2 0 0 F セル、2 0 1 , 2 0 2 筐体、3 0 0 セル群、3 0 1 , 3 0 2 エンドプレート、F 1 1 , F 1 2 電極面、P 1 凹部、P 2 凸部。

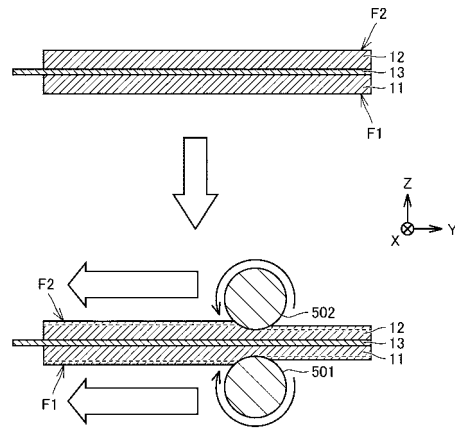
【図 1】

図1



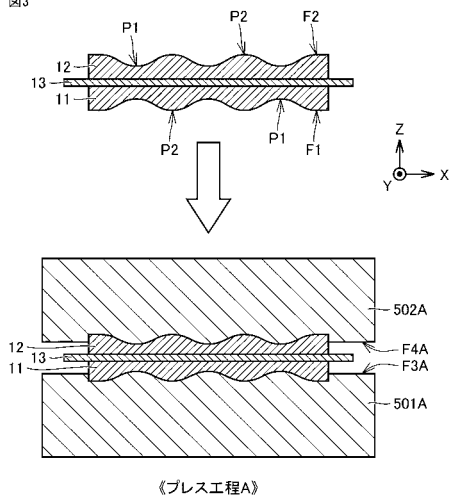
【図 2】

図2



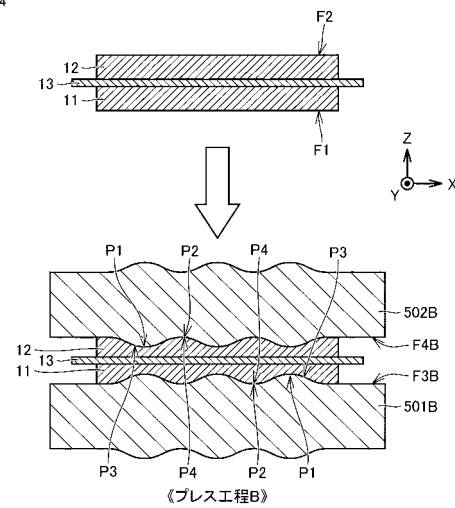
【図 3】

図3



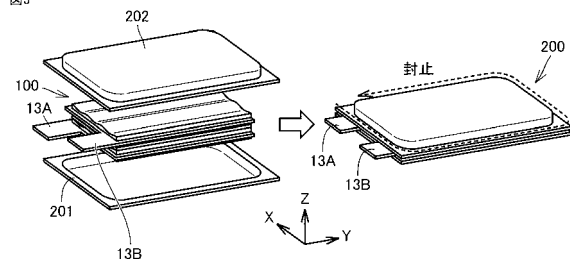
【図 4】

図4



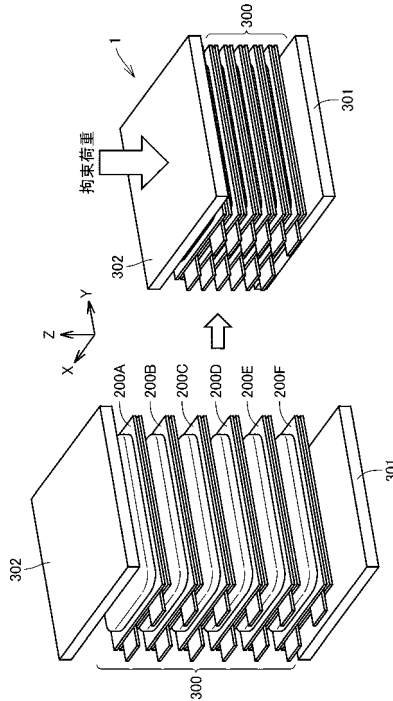
【図 5】

図5



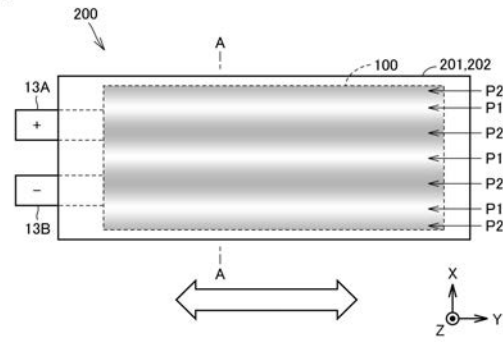
【図 6】

図6



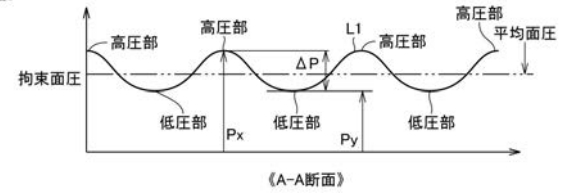
【図 7】

図7



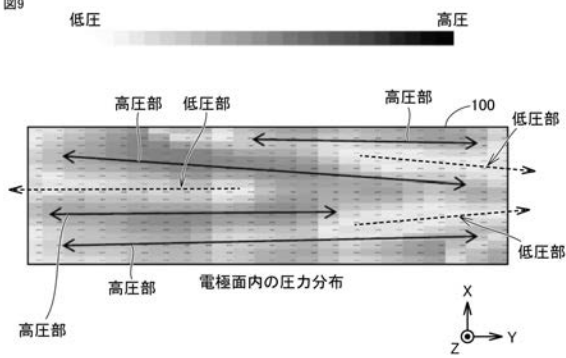
【図 8】

図8



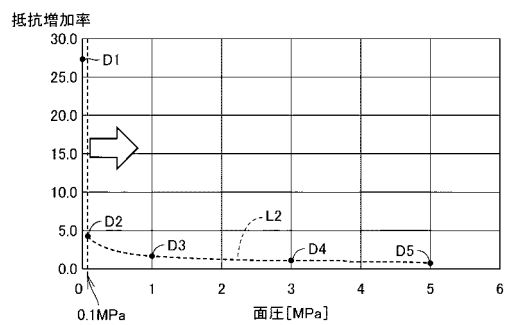
【図 9】

図9



【図 11】

図11



【図 10】

図10

比較例

		ΔP [MPa]					
		0	1	2	3	4	5
P_{AVE} [MPa]	0	×					
	1	×	○	○			
	2	×	○	○	○	○	
	3	×	○	○	○	○	○
	4	×	○	○	○	○	○
	5	×	○	○	○	○	○