

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4770489号
(P4770489)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int.Cl.

F 1

HO 1 M 10/0585 (2010.01)

HO 1 M 10/00 117

HO 1 M 10/0565 (2010.01)

HO 1 M 10/00 110

HO 1 M 10/04 (2006.01)

HO 1 M 10/04 Z

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-23297 (P2006-23297)
 (22) 出願日 平成18年1月31日 (2006.1.31)
 (65) 公開番号 特開2007-207510 (P2007-207510A)
 (43) 公開日 平成19年8月16日 (2007.8.16)
 審査請求日 平成20年3月14日 (2008.3.14)

(73) 特許権者 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 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 立松 和高
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 水谷 良治
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電極積層体およびバイポーラ2次電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

積層された正極および負極と、
 前記正極と前記負極との間に配置された電解質とを備え、
 前記正極、前記負極および前記電解質には、前記正極および前記負極の積層方向に貫通する孔が形成されており、さらに、
 前記孔に挿通され、前記正極、前記負極および前記電解質を一体に保持する軸部材を備え、
 前記軸部材はボルトであり、前記正極および前記負極の積層方向に直交する平面内において、複数の前記ボルトが平面的かつ等ピッチに配列される、電極積層体。

10

【請求項2】

前記軸部材は、絶縁材料から形成されている、請求項1に記載の電極積層体。

【請求項3】

前記孔の内壁と前記ボルトとの間に絶縁部材が配設されている、請求項1または2に記載の電極積層体。

【請求項4】

前記電解質は、固体電解質である、請求項1から3のいずれか1項に記載の電極積層体。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか1項に記載の電極積層体が用いられた、バイポーラ2次電池

20

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、一般的には、電極積層体およびバイポーラ2次電池に関し、より特定的には、固体電解質もしくはゲル状電解質が用いられる電極積層体およびバイポーラ2次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電極積層体に関して、たとえば、特開2004-47161号公報には、電池要素間の密着性を向上させ、ガス発生時の電池の膨張を低減することを目的とした2次電池が開示されている（特許文献1）。特許文献1では、正極、負極および固体電解質からなる電池要素が、2枚の板材によって挟持されている。電池要素と板材とは、板材に巻回されたテープによって一体に保持されている。テープに替えて、ゴム、バンド、クリップもしくは紐等が用いられても良い。

【0003】

また、特開2004-31281号公報には、部品点数の増加を抑えつつ、電池を両面から押え付け、かつ冷却性を向上させることを目的とした電極積層型電池の冷却構造が開示されている（特許文献2）。特許文献2では、正極板、負極板およびセパレータを含む複数の電極積層型電池が、押え板を介在させて積層されている。押え板は、電極積層型電池の周縁から突出するように設けられている。その突出する位置で押え板に挿通された固定用ボルトによって、複数の電池積層型電池が一体に保持されている。

【特許文献1】特開2004-47161号公報

【特許文献2】特開2004-31281号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の特許文献では、電池要素の両側に配置された板材もしくは押え板を、テープやゴム、固定用ボルト等を用いて互いに結合することにより、電池要素を挟持している。しかしながら、このような結合方法では、電池要素を構成する正極、負極および電解質間の界面がずれるおそれがある。

【0005】

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、正極、負極および電解質間の界面がずれることを効果的に抑制する電極積層体およびバイポーラ2次電池を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に従った電極積層体は、積層された正極および負極と、正極と負極との間に配置された電解質とを備える。正極、負極および電解質には、正極および負極の積層方向に貫通する孔が形成されている。電極積層体は、さらに、孔に挿通され、正極、負極および電解質を一体に保持する軸部材を備える。

【0007】

このように構成された電極積層体によれば、正極、負極および電解質を貫くように軸部材が配置されるため、正極、負極および電解質間の界面がずれることを効果的に抑制することができる。これにより、界面抵抗の上昇を抑えることができる。

【0008】

また好ましくは、軸部材はボルトである。このように構成された電極積層体によれば、正極、負極および電解質間は、ボルトによって締結されるため、上述の効果をより効果的に得ることができる。

【0009】

10

20

30

40

50

また好ましくは、軸部材は、絶縁材料から形成されている。また好ましくは、孔の内壁とボルトとの間に絶縁部材が配設されている。このように構成された電極積層体によれば、軸部材を介して電極間が短絡することを防止できる。

【0010】

また好ましくは、電解質は、固体電解質である。このように構成された電極積層体によれば、電極積層体から電解質が漏出することを防止できる。

【0011】

この発明に従ったバイポーラ2次電池は、上述のいずれかに記載の電極積層体が用いられたバイポーラ2次電池である。なお、バイポーラ2次電池とは、1つの電極板に正極および負極の双方が設けられた電池を指す。このように構成されたバイポーラ2次電池によれば、電極積層体の界面抵抗の上昇を抑えることにより、バイポーラ2次電池の信頼性を向上させることができる。

10

【発明の効果】

【0012】

以上説明したように、この発明に従えば、正極、負極および電解質間の界面がずれることを効果的に抑制する電極積層体およびバイポーラ2次電池を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。

20

【0014】

図1は、この発明の実施の形態における電極積層体の構造が適用されたバイポーラ2次電池を示す斜視図である。図1を参照して、バイポーラ2次電池10は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関と、充放電可能な電源とを動力源とするハイブリッド自動車に電源として搭載される。バイポーラ2次電池10は、リチウムイオン電池から形成されている。

【0015】

バイポーラ2次電池10は、複数の電池セル25が矢印101に示す方向に積層されて形成されている。バイポーラ2次電池10は、略直方体形状を有する。バイポーラ2次電池10は、電池セル25の積層方向の長さが他の辺の長さよりも小さい薄板形状を有しても良い。

30

【0016】

図2は、図1中のI I - I I線上に沿ったバイポーラ2次電池の断面図である。図1および図2を参照して、バイポーラ2次電池10は、複数のバイポーラ電極30を含む。

【0017】

各バイポーラ電極30は、シート状の集電箔29と、集電箔29の一方の面29aに形成された正極活物質層26と、集電箔29の他方の面29bに形成された負極活物質層28とから構成されている。すなわち、バイポーラ2次電池10では、1つのバイポーラ電極30に、正極をなす正極活物質層26と負極をなす負極活物質層28との双方が形成されている。

40

【0018】

複数のバイポーラ電極30は、電解質層27を介在させて電池セル25の積層方向と同じ方向に積層されている。電解質層27は、イオン伝導性を示す材料から形成される層である。電解質層27は、固体電解質であっても良いし、ゲル状電解質であっても良い。電解質層27を介在させることによって、正極活物質層26および負極活物質層28間のイオン伝導がスムーズになり、バイポーラ2次電池10の出力を向上させることができる。

【0019】

正極活物質層26と負極活物質層28とは、積層方向に隣り合うバイポーラ電極30間で電解質層27を挟んで向い合っている。互いに隣り合う集電箔29間に配置された、正極活物質層26、電解質層27および負極活物質層28の組が、電池セル25を構成して

50

いる。

【0020】

電池セル25の積層方向の一方端には、正極活物質層26が配置されている。その正極活物質層26に接触して正極集電板21が設けられている。電池セル25の積層方向の他方端には、負極活物質層28が配置されている。その負極活物質層28に接触して負極集電板23が設けられている。すなわち、電池セル25の積層方向におけるバイポーラ2次電池10の両端には、正極集電板21と負極集電板23とが配置されている。積層された複数の電池セル25は、正極集電板21と負極集電板23とによって挟持されている。なお、正極集電板21および負極集電板23は必ずしも設けられる必要はない。

【0021】

10

集電箔29は、たとえばアルミニウムから形成されている。この場合、集電箔29の表面に設けられる活物質層が固体高分子電解質を含んでも、集電箔29の機械的強度を十分に確保することができる。集電箔29は、銅、チタン、ニッケル、ステンレス鋼(SUS)もしくはこれらの合金等、アルミニウム以外の金属の表面にアルミニウムを被膜することによって形成されても良い。

【0022】

正極活物質層26は、正極活物質および固体高分子電解質を含む。正極活物質層26は、イオン伝導性を高めるための支持塩(リチウム塩)、電子伝導性を高めるための導電助剤、スラリー粘度の調整溶媒としてのNMP(N-メチル-2-ピロリドン)、重合開始剤としてのAIBN(アゾビスイソブチロニトリル)等を含んでも良い。

20

【0023】

正極活物質としては、リチウムイオン2次電池で一般的に用いられる、リチウムと遷移金属との複合酸化物を使用することができる。正極活物質として、たとえば、 LiCoO_2 等のLi・Co系複合酸化物、 LiNiO_2 等のLi・Ni系複合酸化物、スピネル LiMn_2O_4 等のLi・Mn系複合酸化物、 LiFeO_2 等のLi・Fe系複合酸化物などが挙げられる。その他、 LiFePO_4 等の遷移金属とリチウムとのリン酸化合物や硫酸化合物； V_2O_5 、 MnO_2 、 TiS_2 、 MoS_2 、 MoO_3 等の遷移金属酸化物や硫化物； PbO_2 、 AgO 、 NiOOH 等が挙げられる。

【0024】

30

固体高分子電解質は、イオン伝導性を示す高分子であれば、特に限定されず、たとえば、ポリエチレンオキシド(PEO)、ポリプロピレンオキシド(PPO)、これらの共重合体などが挙げられる。このようなポリアルキレンオキシド系高分子は、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 等のリチウム塩を容易に溶解する。固体高分子電解質は、正極活物質層26および負極活物質層28の少なくとも一方に含まれる。より好ましくは、固体高分子電解質は、正極活物質層26および負極活物質層28の双方に含まれる。

【0025】

支持塩としては、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 、もしくはこれらの混合物等を使用することができる。導電助剤としては、アセチレンブラック、カーボンブラック、グラファイト等を使用することができる。

40

【0026】

負極活物質層28は、負極活物質および固体高分子電解質を含む。負極活物質層は、イオン伝導性を高めるための支持塩(リチウム塩)、電子伝導性を高めるための導電助剤、スラリー粘度の調整溶媒としてのNMP(N-メチル-2-ピロリドン)、重合開始剤としてのAIBN(アゾビスイソブチロニトリル)等を含んでも良い。

【0027】

負極活物質としては、リチウムイオン2次電池で一般的に用いられる材料を使用することができる。但し、固体電解質を使用する場合、負極活物質として、カーボンもしくはリチウムと金属酸化物もしくは金属との複合酸化物を用いることが好ましい。より好ましくは、負極活物質は、カーボンもしくはリチウムと遷移金属との複合酸化物である。さらに

50

好ましくは、遷移金属はチタンである。つまり、負極活物質は、チタン酸化物もしくはチタンとリチウムとの複合酸化物であることがさらに好ましい。

【 0 0 2 8 】

電解質層 2 7 を形成する固体電解質としては、たとえば、ポリエチレンオキシド (P E O) 、ポリプロピレンオキシド (P P O) 、これらの共重合体等、固体高分子電解質を使用することができる。固体電解質は、イオン伝導性を確保するための支持塩 (リチウム塩) を含む。支持塩としては、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 、もしくはこれらの混合物等を使用することができる。

【 0 0 2 9 】

さらに、正極活物質層 2 6 、負極活物質層 2 8 および電解質層 2 7 を形成する材料の具体例を表 1 から表 3 に示す。表 1 は、電解質層 2 7 が有機系固体電解質である場合の具体例であり、表 2 は、電解質層 2 7 が無機系固体電解質である場合の具体例であり、表 3 は、電解質層 2 7 がゲル状電解質である場合の具体例である。

【 0 0 3 0 】

【表1】

正極材料	負極材料	固体電解質	備考
LiMn ₂ O ₄	Li 金属	P(EO/MEEGE)	・電解質塩 : LiBF ₄
-	Li 金属	P(EO/PEG-22)	・電解質塩 : LiN(CF ₃ SO ₂) ₂ (LiTFSI)
LiCoO ₂	カーボン	PVdF 系	-
LiCoO ₂	Li 金属	Li-アル系ボリマ- P(EO/EM/AGE)	・電解質塩 : LiTFSI ・付導電材バッファ : P(EO/EM)+LiBF ₄ を正極に混合
Li _{0.33} MnO ₂	Li 金属	P(EO/EM/AGE)	・電解質塩 : LiTFSI ・付導電材バッファ : PEO 系固体ボリマ+LiTFSI を正極に混合
Li _{0.33} MnO ₂	Li 金属	PEO 系+無機添加剤	・電解質塩 : LiClO ₄ ・付導電材 : KB+PEG+LiTFSI を正極に混合
-	-	PEG-PMMMA+PEG ボリ酸エストル	・電解質塩 : LiTFSI、BGBLi
-	-	PEO 系+10 質量 % 0.6Li ₂ S+0.4SiS ₂	・電解質塩 : LiCF ₃ SO ₃
-	Li 金属	PEO 系+バロフスカイト型 La _{0.55} Li _{0.35} TiO ₃	・電解質塩 : LiCF ₃ SO ₃
Li 金属	-	スチレン/イソレジオカドイド-ブロウカーラフト重合体 (PSEO)	・電解質塩 : LiTFSI ・付導電材 : KB+PVdF+PEG+LiTFSI を正極に混合
LiCoO ₂	Li 金属	P(DMS/EO)+ボリテル架橋体	-
Li _{0.33} MnO ₂	Li 金属	カラランカリートを主成分とする アクリル系ボリマ-組成物 (PUA)	・電解質塩 : LiTFSI ・付導電材 : KB+PVdF+PEG+LiTFSI を正極に混合
-	-	多分岐グリコラートボリマ- (MMA+CMA+POEM)	・電解質塩 : LiClO ₄
LiNi _{0.8} Co _{0.2} O ₂	Li 金属	PEO/高分岐ボリマ-/ワーフー系複合固体電解質 (PEO+HBP+BaTiO ₃)	・電解質塩 : LiTFSI ・正極に SPE+AB を混合
-	-	PME400+13 族金属アルキド (メス酸として)	・電解質塩 : LiCl
-	-	ボリ(N-メチルピリミダゾリジン) (PNMVi) を含むマトリクス	・電解質塩 : LiClO ₄
LiCoO ₂	Li 金属	メキシジボリエチングリコールモノメチルアクリレートをメニカム錯体 を用いてリビングラジカル重合により重合。さらに スチレンとの重合	・電解質塩 : LiClO ₄ ・正極導電剤 KB+決着剤 PVdF
LiCoO ₂	Li 金属	P(EO/EM)+I-アル系可塑剤	・電解質塩 : LiTFSI ・正極導電剤 KB+決着剤 PVdF

【0031】

【表2】

正極材料	負極材料	固体電解質	備考
LiCoO ₂	In	95(0.6Li ₂ S·0.4Si ₂)·5Li ₄ SiO ₄ (Li ₂ S-Si ₂ 系融液急冷ガラス)	・状態：ガラス系
-	-	70Li ₂ S·30P ₂ S ₅ Li _{1.4} P _{0.6} S _{2.2} 硫化物ガラス (Li ₂ S-P ₂ S ₅ 系ガラスセラミック)	・状態：ガラス系 ・作成方法：ガラス系
-	-	Li _{0.35} La _{0.55} TiO ₃ (LLT) (ヘロジカイト型構造)	・状態：セラミクス系 ・固体電解質の多孔体を作成し、孔の内部に活性物質のゲルを充填
-	-	80Li ₂ S·20P ₂ S ₅ (Li ₂ S-P ₂ S ₅ 系ガラスセラミック)	・状態：ガラス系 ・作成方法：ガラス系
-	-	xSrTiO ₃ ·(1-x)LiTaO ₃ (ヘロジカイト型酸化物)	・状態：セラミクス系 ・作成方法：ガラス系
LiCoO ₂	Li-In 金属	Li ₃ ⁴ Si _{0.4} P _{0.6} S ₄ (thio-LiSiCON Liイオン伝導体)	・状態：セラミクス系
-	-	(Li _{0.1} La _{0.3}) ² Y ₂ Nb _{1-y} O ₃ (ヘロジカイト型酸化物)	・状態：セラミクス系
-	-	Li ₄ B ₇ O ₁₂ Cl	・状態：セラミクス系 ・PEGを有機複合材として複合化
-	-	Li ₄ GeS ₄ -Li ₃ PS ₄ 系結晶 Li _{3.25} Ge _{0.25} P _{0.75} S ₄ (thio-LiSiICON Liイオン伝導体)	・状態：セラミクス系
-	Li 金属 In 金属	0.01Li ₃ P _{0.4} -0.63Li ₂ S-0.36Si ₂ (thio-LiSiICON Liイオン伝導体)	・状態：セラミクス系
LiCoO ₂ LiFePO ₄ LiMn _{0.6} Fe _{0.4} PO ₄	Li 金属 V ₂ O ₅	Li ₃ PO ₄ -N _x (LiPON) (リン酸リチムキホイトガラス)	・状態：ガラス系
LiNi _{0.8} Co _{0.15} Al _{0.05} O ₂	Li 金属	Li ₃ InBr ₃ Cl ₃ (岩塩型Liイオン伝導体)	・状態：セラミクス系
-	-	70Li ₂ S·(30-x)P ₂ S ₅ ·xP ₂ O ₅ (Li ₂ S-P ₂ S ₅ -P ₂ O ₅ 系ガラスセラミック)	・状態：ガラス系
LiCoO ₂ など	Li 金属 Sn系酸化物	Li ₂ O-B ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ 系、Li ₂ O-V ₂ O ₅ -SiO ₂ 系、 Li ₂ O-TiO ₂ -P ₂ O ₅ 系、LVO ₂ など	・状態：ガラス系
-	-	Li ₂ Ti ₂ (PO ₃) ₄ (LTP) (NASICON型構造)	・状態：セラミクス系

【表3】

正極材料	負極材料	高分子基材	備考
Ni 系集電体	Li 金属	アクリロニトリル-ビニルアセート (PAN-VAc系ケル電解質)	・溶媒：EC+PC ・電解質塩：LiBF ₄ 、LiPF ₆ 、LiN(CF ₃ SO ₂) ₂
リチウム電極	リチウム電極	トリエチルジコ-メチルメタクリレート (ポリメチルメタクリレート(PMMA)系ケル電解質)	・溶媒：EC+PC ・電解質塩：LiBF ₄
V ₂ O ₅ /PPy 複合体	Li 金属	メタクリル酸メチル (PMMA)ケル電解質	・溶媒：EC+DEC ・電解質塩：LiClO ₄
Li 金属	Li 金属	PEO/PSポリマー-ブレンドケル電解質	・溶媒：EC+PC ・電解質塩：LiClO ₄
Li 金属	Li 金属	アルキルオキジド系高分子電解質	・溶媒：PC ・電解質塩：LiClO ₄
Li 金属及び LiCoO ₂	Li 金属	アルキルオキジド系高分子電解質	・溶媒：EC+GBL ・電解質塩：LiBF ₄
Li 金属	Li 金属	ポリオレフィン系ベースポリマー	・溶媒：EC+PC ・電解質塩：LiBF ₄
Li _{0.36} CoO ₂	Li 金属	ポリビニリデンフローライト(PVdF) +六氟化ブロビレン(HFP) (PVdF-HFPケル電解質)	・溶媒：EC+DMC ・電解質塩：LiN(CF ₃ SO ₂) ₂
LiCoO ₂	Li 金属	PEO系及びアクリル系ポリマー	・溶媒：EC+PC ・電解質塩：LiBF ₄
Li 金属	Li 金属	トリメチロ-メチルポバソニトキシル-アクリレート (I-テル系高分子)	・溶媒：PC ・電解質塩：LiBETI、LiBF ₄ 、LiPF ₆
-	-	EO-PO共重合体	・電解質塩：LiTFSI、LiBF ₄ 、LiPF ₆
-	-	ポリジアリジン化合物	・溶媒：EC+DEC ・電解質塩：LiPF ₆
-	(ポリアセチル)	PVdF-HFPケル電解質	・溶媒：PC、EC+DEC ・電解質塩：LiClO ₄ 、Li(C ₂ F ₅ SO ₂) ₂ N
-	-	ケレア系リチムホリマー電解質	・溶媒：EC+DMC ・電解質塩：LiPF ₆
-	-	ポリエーテル/ポリウレタン系 (PEO-NCO)ケル電解質	・溶媒：PC ・電解質塩：LiClO ₄
-	-	架橋型ポリマーキオオキド系ポリマー電解質	-

【0033】

バイポーラ 2 次電池 10 には、正極集電板 21 から負極集電板 23 にまで達する貫通孔 32 が形成されている。貫通孔 32 は、電池セル 25 の積層方向に延び、その積層方向に配置されるバイポーラ 2 次電池 10 の両端面に開口している。貫通孔 32 は複数、形成されている。貫通孔 32 は、略矩形形状を有する正極集電板 21 および負極集電板 23 の端面の四隅と中央部とに開口している。貫通孔 32 は、正極集電板 21 および負極集電板 23 と、バイポーラ電極 30 を構成する正極活物質層 26、集電箔 29 および負極活物質層 28 と、バイポーラ電極 30 間に介在する電解質層 27 とに形成されている。

【 0 0 3 4 】

貫通孔 32 には、ボルト 35 が挿通されている。電極間の短絡を防ぐため、ボルト 35 は、高絶縁性金属やセラミック等の絶縁材料から形成されている。バイポーラ 2 次電池 10 を構成する各層が、ボルト 35 と、ボルト 35 に螺合されたナット 36 とによって一体に保持されている。バイポーラ 2 次電池 10 を構成する各層は、ボルト 35 で発生する軸力により一体に保持されている。

【 0 0 3 5 】

このような構成により、特殊な部品を用いることなく、バイポーラ 2 次電池 10 を構成する各層を一体化する組み立て作業を容易に行なうことができる。また、ボルト 35 を締め付ける際のトルク管理やボルト 35 の本数を通じて、積層された電池セル 25 の拘束力を容易に調整することができる。

【 0 0 3 6 】

また、充放電を行なうと電子・イオンの移動が行なわれ、電極の寸法変化が生じる。このため、充放電を繰り返し行なっていると、電極間に隙間が生じ、内部抵抗が変化することによって、電池性能が劣化するおそれがある。これに対して、本実施の形態では、ボルト 35 を狭いピッチで配設することにより、電池セル 25 の積層方向に直交する平面内で電極を均一に加圧することが可能となる。これにより、電極に生じる寸法変化のばらつきを小さく抑え、電池性能の劣化を抑制できる。

【 0 0 3 7 】

貫通孔 32 には、リング形状を有するシール部材 37 が設けられている。シール部材 37 は、電池セル 25 の積層方向に隣り合う集電箔 29 間に配置されている。シール部材 37 は、電解質層 27 が設けられた空間とボルト 35 が挿通された空間との間を封止している。このような構成により、貫通孔 32 を通じて電解質層 27 が漏出することを防止できる。なお、電解質層 27 が固体電解質から形成されている場合には、シール部材 37 が設けられなくても良い。

【 0 0 3 8 】

以上に説明したような構成を備えるバイポーラ 2 次電池 10 では、電池セル 25 の積層方向に直交する平面内の面積を大きく設定することにより電池容量を増大させることができるために、容易に薄型化することができる。このため、車両の座席下や床下等に配設する等、バイポーラ 2 次電池 10 の搭載性を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

この発明の実施の形態における電極積層体は、積層された正極としての正極活物質層 26 および負極としての負極活物質層 28 と、正極活物質層 26 と負極活物質層 28 との間に配置された電解質としての電解質層 27 とを備える。正極活物質層 26、負極活物質層 28 および電解質層 27 には、正極活物質層 26 および負極活物質層 28 の積層方向に貫通する孔としての貫通孔 32 が形成されている。電極積層体は、さらに、貫通孔 32 に挿通され、正極活物質層 26、負極活物質層 28 および電解質層 27 を一体に保持する軸部材としてのボルト 35 を備える。

【 0 0 4 0 】

このように構成された、この発明の実施の形態における電極積層体によれば、ボルト 35 は、電池セル 25 の積層方向に貫通する貫通孔 32 に挿通されるため、バイポーラ 2 次電池 10 を構成する各層間で界面がずれることを抑制できる。これにより、長期間に渡つてバイポーラ 2 次電池 10 の電池性能を維持することができる。

10

20

30

40

50

【0041】

なお、本実施の形態では、バイポーラ2次電池10がリチウムイオン電池から形成されている場合について説明したが、これに限定されず、リチウムイオン電池以外の2次電池から形成されても良い。本発明による電極積層体は、代表的には、多数の電極が積層されるバイポーラ2次電池に適用されるが、モノポーラ2次電池にも適用することができる。

【0042】

続いて、図1中のバイポーラ2次電池10の変形例について説明を行なう。図3は、図1中のバイポーラ2次電池の第1の変形例を示す上面図である。

【0043】

図3(A)を参照して、本変形例では、ボルト35が、略矩形形状を有する正極集電板21および負極集電板23の端面に格子状に配設されている。図3(B)を参照して、本変形例では、ボルト35が、略矩形形状を有する正極集電板21および負極集電板23の端面に千鳥状に配設されている。これらの変形例では、ボルト35が等ピッチで配設されている。このような構成により、電池セル25の積層方向に直交する平面内で電極を均一に加圧することを、より容易に行なうことができる。

10

【0044】

図4は、図1中のバイポーラ2次電池の第2の変形例を示す断面図である。図4を参照して、本変形例では、貫通孔32に、筒形状を有する絶縁スリーブ41が配設されている。絶縁スリーブ41は、樹脂等の絶縁材料から形成されている。絶縁スリーブ41は、貫通孔32の内壁とボルト35との間に配置されている。このような構成により、ボルト35が導電性金属から形成されている場合であっても、絶縁スリーブ41によって電極間の短絡を防止できる。

20

【0045】

図5は、図1中のバイポーラ2次電池の第3の変形例を示す断面図である。図5を参照して、本変形例では、図1中のボルト35およびナット36に替えて、スタッドボルト46と、スタッドボルト46に螺合されるナット47とが設けられている。このような構成によつても、バイポーラ2次電池10を構成する各層をスタッドボルト46で発生する軸力により一体に保持することができる。

【0046】

図6は、図1中のバイポーラ2次電池の第4の変形例を示す断面図である。図6を参照して、本変形例では、図1中の貫通孔32に替えて、バイポーラ2次電池10にテーパ孔56が形成されている。テーパ孔56は、正極集電板21から負極集電板23に向かうに従つて、開口面積が徐々に増大するように形成されている。テーパ孔56には、テーパ付きボルト51が挿通されている。テーパ付きボルト51は、テーパ孔56に嵌め合わされるテーパ部51mと、ナット52が螺合されるねじ部51nとを有する。このような構成により、バイポーラ2次電池10を構成する各層間で界面がずれることをさらに効果的に抑制できる。

30

【0047】

図7は、図1中のバイポーラ2次電池の第5の変形例を示す断面図である。図7を参照して、本変形例では、図1中のボルト35に替えて、ピン部材61が設けられている。ピン部材61の両端が正極集電板21および負極集電板23の端面上で潰されることによつて、バイポーラ2次電池10を構成する各層が一体に保持されている。

40

【0048】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であつ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およ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。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】この発明の実施の形態における電極積層体の構造が適用されたバイポーラ2次電

50

池を示す斜視図である。

【図2】図1中のII-II線上に沿ったバイポーラ2次電池の断面図である。

【図3】図1中のバイポーラ2次電池の第1の変形例を示す上面図である。

【図4】図1中のバイポーラ2次電池の第2の変形例を示す断面図である。

【図5】図1中のバイポーラ2次電池の第3の変形例を示す断面図である。

【図6】図1中のバイポーラ2次電池の第4の変形例を示す断面図である。

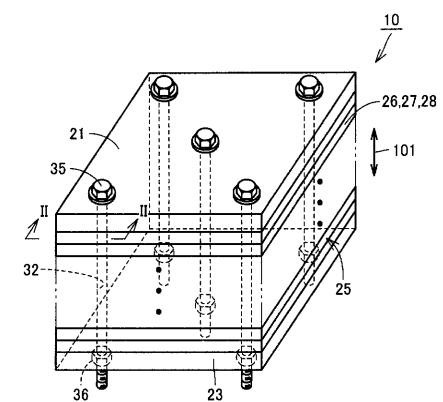
【図7】図1中のバイポーラ2次電池の第5の変形例を示す断面図である。

【符号の説明】

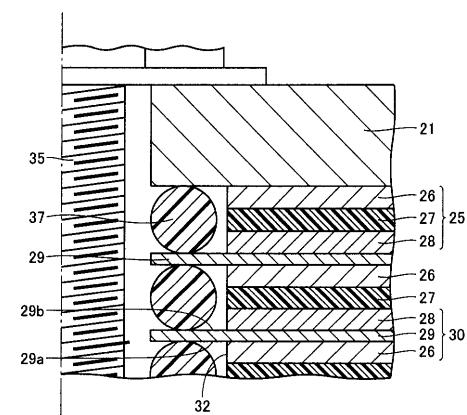
【0050】

10 バイポーラ2次電池、26 正極活物質層、27 電解質層、28 負極活物質層、32 貫通孔、35 ボルト、41 絶縁スリーブ。 10

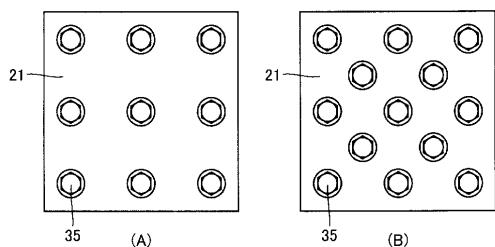
【図1】



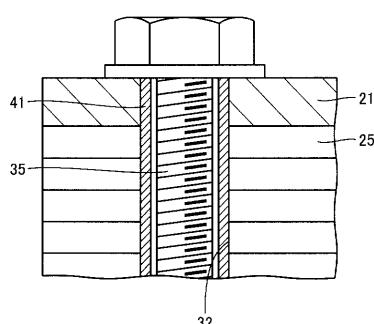
【図2】



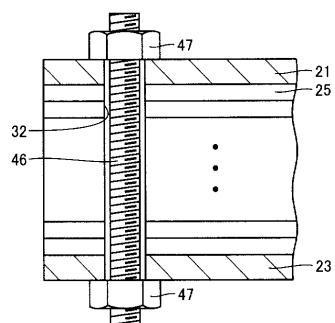
【図3】



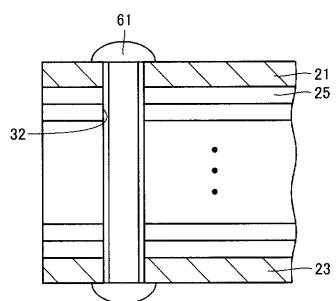
【図4】



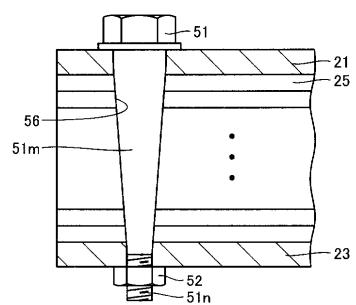
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 英治
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 遠藤 康浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 結城 佐織

(56)参考文献 特開2004-95402 (JP, A)
特開2005-56761 (JP, A)
特開2005-251465 (JP, A)
特開2005-259379 (JP, A)
特開2005-340017 (JP, A)
特開平9-219181 (JP, A)
特開平10-55823 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 M 10 / 05