

(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 I

H O 1 M 10/0585 (2010.01)

H O 1 M 10/00 1 1 7

H O 1 M 10/0565 (2010.01)

H O 1 M 10/00 1 1 O

H O 1 M 10/04 (2006.01)

H O 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。

【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を用いられた、バイポーラ2次電池

10

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。

10

【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。

20

【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生じる。

30

【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。

40

【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】

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を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】

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。

【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 $\text{Li} \cdot \text{Co}$ 系複合酸化物、 LiNiO_2 等の $\text{Li} \cdot \text{Ni}$ 系複合酸化物、スピネル LiMn_2O_4 等の $\text{Li} \cdot \text{Mn}$ 系複合酸化物、 LiFeO_2 等の $\text{Li} \cdot \text{Fe}$ 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】

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。

【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

10

20

30

40

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。

【0028】

電解質層27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(PEO)、ポリプロピレンオキシド(PPO)、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。

【0029】

さらに、正極活物質層26、負極活物質層28および電解質層27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27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27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27がゲル状電解質である場合の具体例である。

【0030】

【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	エーテル系ポリマー-P (EO/EM/AGE)	・電解質塩: LiTFSI ・イオン導電材: ポリイタール: 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 ・イオン導電材: ポリイタール: PEO 系固体ポリマー+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 ・イオン導電材: KB+PEG+LiTFSI を正極に混合
-	-	PEG-PMMA+PEG-ポリ酸エステル	・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 + ポリイタール型 La _{0.55} Li _{0.35} TiO ₃	・電解質塩: LiCF ₃ SO ₃
Li 金属	-	スチレン/エチレンオキサイド-ブロック-グラフト重合体 (PSEO)	・電解質塩: LiTFSI ・イオン導電材: KB+PVdF+PEG+LiTFSI を正極に混合
LiCoO ₂	Li 金属	P (DMS/EO) + ポリエーテル架橋体	-
Li _{0.33} MnO ₂	Li 金属	カルタンアクリレートを主成分とする ポリマー組成物 (PUA)	・電解質塩: LiTFSI ・イオン導電材: KB+PVdF+PEG+LiTFSI を正極に混合
-	-	多分岐グラフトポリマー (MMA+CMA+POEM)	・電解質塩: LiClO ₄
LiNi _{0.8} Co _{0.2} O ₂	Li 金属	PEO/高分岐ポリマー/フラー-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 族金属アロキサイド (メス酸として)	・電解質塩: LiCl
-	-	ポリリ(N-メチル-2-ピリジル) (PNMVI) を含むマトリクス	・電解質塩: LiClO ₄
LiCoO ₂	Li 金属	メチルポリエチレングリコール/メチルアクリレート-ブロック-重合体 を用いてポリマー/重合体により重合。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) + エーテル系可塑性剤	・電解質塩: LiTFSI ・正極導電剤 KB+決着剤 PVdF

【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·0.4SiS ₂)·5Li ₄ SiO ₄ (Li ₂ S-SiS 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ス)	・状態：ガラス系 ・作成方法：メカケミカル系
-	-	Li _{0.35} La _{0.55} TiO ₃ (LLT) (ペロブスカイト型構造)	・状態：セラミックス系 ・固体電解質の多孔体を作成し、孔の内部に活物質のゾルを充填
-	-	80Li ₂ S·20P ₂ S ₅ (Li ₂ S-P ₂ S ₅ 系ガラスセラミックス)	・状態：ガラス系 ・作成方法：メカケミカル系
-	-	xSrTiO ₃ ·(1-x)LiTaO ₃ (ペロブスカイト型酸化物)	・状態：セラミックス系
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：セラミックス系
-	-	(Li _{0.1} La _{0.3})Zr _{0.1} Nb _{1-x} O ₃ (ペロブスカイト型酸化物)	・状態：セラミックス系
-	-	Li ₄ B ₇ O ₁₂ Cl	・状態：セラミックス系 ・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-LiSICON Li イオン伝導体)	・状態：セラミックス系
-	Li 金属 In 金属	0.01Li ₃ P _{0.4} -0.63Li ₂ S-0.36SiS ₂ (thio-LiSICON Li イオン伝導体)	・状態：セラミックス系
LiCoO ₂ LiFePO ₄ LiMn _{0.6} Fe _{0.4} P _{0.4}	Li 金属 V ₂ O ₅	Li ₂ P _{0.4} N _x (LIPON) (リン酸リチウムポリイミドガラス)	・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：セラミックス系
-	-	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ス)	・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、LVS ₀ など	・状態：ガラス系
-	-	LiTi ₂ (PO ₃) ₄ (LTP) (NASICON 型構造)	・状態：セラミックス系

【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-ビニルアセテート (PAN-VAc 系) 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	トリエチレン glycol dimethyl methacrylate (ボリメチルメタクリレート (PMMA) 系) 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) 系 電解質	・ 溶媒 : EC+DEC ・ 電解質塩 : LiClO ₄
Li 金属	Li 金属	PEO/PS ボリマーブレンド系 電解質	・ 溶媒 : EC+PC ・ 電解質塩 : LiClO ₄
Li 金属	Li 金属	PMMA 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	PMMA 系 高分子電解質	・ 溶媒 : EC+GBL ・ 電解質塩 : LiBF ₄
Li 金属	Li 金属	ボリオレフィン系ボリマー	・ 溶媒 : EC+PC ・ 電解質塩 : LiBF ₄
Li _{0.36} CoO ₂	Li 金属	ボリビニリデン フッモナライド (PVdF) + 六フッ化リン (HFP) (PVdF-HFP) 系 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 PVdF 系 ボリマー	・ 溶媒 : EC+PC ・ 電解質塩 : LiBF ₄
Li 金属	Li 金属	トリメチロ-メチル-ロハ-ンエチル-アクリレート (エーテル系 高分子)	・ 溶媒 : PC ・ 電解質塩 : LiBETI、LiBF ₄ 、LiPF ₆
-	-	EO-PD 共重合体	・ 電解質塩 : LiTFSI、LiBF ₄ 、LiPF ₆
-	-	ボリリジン 化合物	・ 溶媒 : EC+DEC ・ 電解質塩 : LiPF ₆
-	PAS (ボリアセチン)	PVdF-HFP 系 電解質	・ 溶媒 : PC、EC+DEC ・ 電解質塩 : LiClO ₄ 、Li(C ₂ F ₅ SO ₂) ₂ N
-	-	カルア系リチウムボリマー系 電解質	・ 溶媒 : EC+DMC ・ 電解質塩 : LiPF ₆
-	-	ボリエーテル/ボリウレタン系 (PEO-NCO) 系 電解質	・ 溶媒 : PC ・ 電解質塩 : LiClO ₄
-	-	架橋型ボリウレタン系 ボリマー 電解質	-

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。

【００３４】

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。

10

【００３５】

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。

【００３６】

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。

20

【００３７】

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。

30

【００３８】

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、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。

【００３９】

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。

40

【００４０】

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、長期間に渡ってバイポーラ２次電池１０の電池性能を維持することができる。

50

【 0 0 4 1 】

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。

【 0 0 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

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。

【 0 0 4 4 】

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。

【 0 0 4 5 】

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っても、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。

【 0 0 4 6 】

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に向かうに従って、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。

【 0 0 4 7 】

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って、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。

【 0 0 4 8 】

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】

【 0 0 4 9 】

【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

10

20

30

40

50

池を示す斜視図である。

【図 2】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 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。

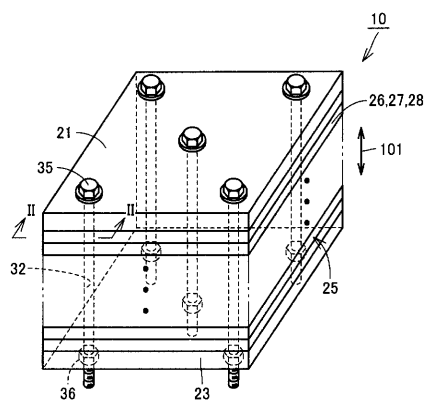
【図 7】図 1 中のバイポーラ 2 次電池の第 5 の変形例を示す断面図である。

【符号の説明】

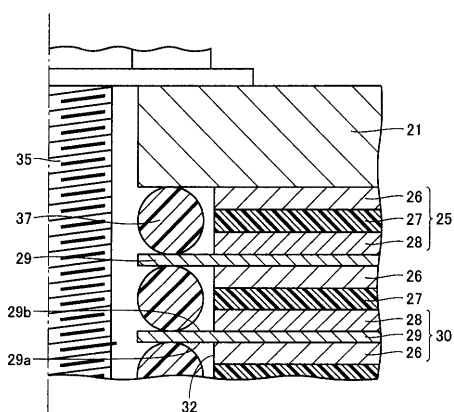
【 0 0 5 0 】

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

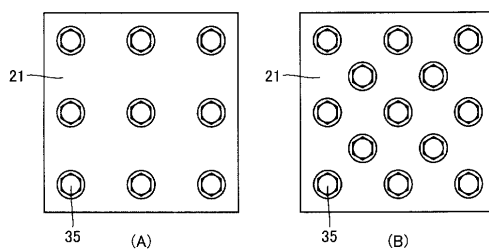
【図 1】



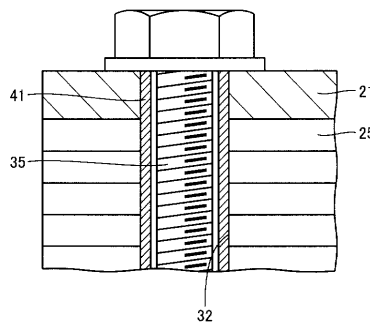
【図 2】



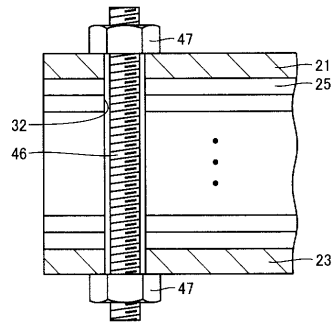
【図 3】



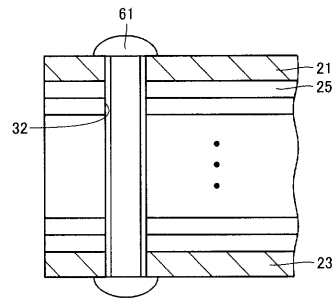
【図 4】



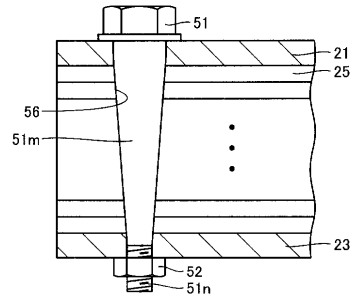
【図 5】



【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)
H01M 10/05