

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7639898号

(P7639898)

(45)発行日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(24)登録日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M 10/0562(2010.01)

H 0 1 M 10/0562

H 0 1 M 10/0585(2010.01)

H 0 1 M 10/0585

H 0 1 M 10/052(2010.01)

H 0 1 M 10/052

H 0 1 M 50/11 (2021.01)

H 0 1 M 50/11

H 0 1 M 50/117(2021.01)

H 0 1 M 50/117

請求項の数 19 (全29頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-517575(P2023-517575)

(86)(22)出願日 令和4年4月26日(2022.4.26)

(86)国際出願番号 PCT/JP2022/018944

(87)国際公開番号 WO2022/230901

(87)国際公開日 令和4年11月3日(2022.11.3)

審査請求日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(31)優先権主張番号 特願2021-74350(P2021-74350)

(32)優先日 令和3年4月26日(2021.4.26)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73)特許権者 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

(74)代理人 100145403

弁理士 山尾 憲人

(74)代理人 100197583

弁理士 高岡 健

(72)発明者 石川 浩史

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

株式会社村田製作所内

(72)発明者 池田 治彦

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

株式会社村田製作所内

(72)発明者 林 俊孝

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体電池パッケージ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板、該基板上に設けられた固体電池、および前記基板と前記固体電池との間に設けられたレジスト層を備え、

前記固体電池は、正極層、負極層、および該正極層と該負極層との固体電池電極層間に介在する固体電解質を備える電池要素と、該電池要素の端面に設けられ前記固体電池電極層に接続された端面電極とを有して成り、

前記基板は、前記固体電池と対向する側の主面に、前記固体電池との電気接続が可能な、正極側の基板電極層および該正極側の基板電極層と離隔対向配置された負極側の基板電極層の少なくとも一方を有して成り、

断面視で、少なくとも、前記基板電極層の一方の側面と前記端面電極の端面とが略同一線上にある場合を基準として、前記基板電極層の前記一方の側面と他方の側面との間の距離が、同極側の前記端面電極の前記端面と、該端面に離隔対向する対極側の前記固体電池電極層の側面との間の距離が最小となる最小距離以上となっており、

前記基板電極層の上面は、前記レジスト層の表面より下側に凹んだ位置にある、固体電池パッケージ。

【請求項2】

断面視で、前記基板電極層の前記他方の側面と、前記対極側の固体電池電極層の前記側面とが略同一線上にある、請求項1に記載の固体電池パッケージ。

【請求項3】

断面視で、前記基板電極層の前記他方の側面が、同極側の前記固体電池電極層と前記端面電極との界面領域よりも内側に位置する、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 4】

前記基板電極層が金属層である、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 5】

前記基板電極層が応力受容層である、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 6】

前記基板電極層が、前記固体電池電極層と前記端面電極との界面領域に沿った面状の応力受容層である、請求項 5 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 7】

断面視で、前記基板電極層の前記他方の側面が、前記対極側の前記固体電池電極層の前記側面よりも内側に位置する、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 8】

断面視で、前記基板電極層が前記対極側の前記固体電池電極層と対向可能な位置まで延在している、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 9】

断面視で、前記基板電極層の前記一方の側面と前記他方の側面との間の距離が、前記最小距離の 1.5 倍以上である、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 10】

断面視で、前記基板電極層の前記一方の側面と前記他方の側面との間の距離が、前記最小距離の 2.0 倍以上である、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 11】

断面視で、前記基板電極層の前記一方の側面が、前記端面電極の前記端面よりも外側に位置し、かつ前記基板の前記主面の端部よりも内側に位置している、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 12】

前記基板は、該基板の前記主面に、前記基板電極層と離隔対向配置され、かつ前記固体電池との電気接続がされないダミー基板電極層を更に備える、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 13】

前記基板電極層が、同極側の前記固体電池電極層と前記端面電極との界面領域に沿って設けられている、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 14】

前記基板と前記固体電池との間に、前記レジスト層に設けられた水蒸気バリア層を備える、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 15】

前記水蒸気バリア層が、前記基板の前記主面の延在方向に沿って延在するように配置されている、請求項 14 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 16】

前記基板上にて前記固体電池の主面および側面を覆うように設けられた被覆絶縁層を更に備え、

前記水蒸気バリア層が、前記固体電池の側面を覆っている前記被覆絶縁層の外表面に至るまで延在している、請求項 14 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 17】

前記水蒸気バリア層が、電氣的絶縁性を有する絶縁層である、請求項 14 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 18】

前記水蒸気バリア層が Si-O 結合および Si-N 結合の双方を備える、請求項 14 に記載の固体電池パッケージ。

【請求項 19】

10

20

30

40

50

前記基板が樹脂基板である、請求項 1 に記載の固体電池パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体電池パッケージに関する。より具体的には、本発明は、基板実装に資するようにパッケージ化された固体電池に関する。

【背景技術】

【0002】

従前より、繰り返しの充放電が可能な二次電池が様々な用途に用いられている。例えば、二次電池は、スマートフォンおよびノートパソコン等の電子機器の電源として用いられ

10

たりする。

【0003】

二次電池においては、充放電に寄与するイオン移動のための媒体として液体の電解質が一般に使用されている。つまり、いわゆる電解液が二次電池に用いられている。しかしながら、そのような二次電池においては、電解液の漏出防止点で安全性が一般に求められる。また、電解液に用いられる有機溶媒等は可燃性物質ゆえ、その点でも安全性が求められる。

【0004】

そこで、電解液に代えて、固体電解質を用いた固体電池について研究が進められている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2015-220107 号公報

【文献】特開 2007-5279 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

固体電池は、他の電子部品と共にプリント配線板などに実装されて使用されることが考えられ、その場合には実装に適した構造が求められる。例えば、基板上に固体電池が配置されたパッケージは、基板に外部との電気接続を担わせることで、実装に資するものとなる。

30

【0007】

固体電池は、正極層、負極層、および正極層と負極層との電極層間に介在する固体電解質を備える電池要素および電池要素に設けられた端面電極を備える。又、固体電池は、充放電時に電極層（正極層／負極層）が膨張収縮し得る。ここで、本願発明者は、従前提案されている固体電池では克服すべき課題が依然あることに気付き、そのための対策を取る必要性を見出した。

【0008】

具体的には、上記電極層の膨張収縮に起因して電池要素が膨張収縮する。一方、電池要素に設けられた端面電極自体は膨張収縮しにくい。かかる膨張収縮の程度の違いにより、固体電池側から基板側へと応力が作用し得る。特に、この応力は、電池要素の中央領域側から電極層と端面電極との界面領域側へと向かうにつれて大きくなり得る。即ち、固体電池側から基板側へと作用する応力のうち、電極層と端面電極との界面領域に沿った応力が相対的に最も大きくなる。そのため、この最も大きな応力は端面電極の下方に位置する基板の主面の所定箇所に作用し、それによって基板に割れが生じる虞がある。その結果、かかる基板の割れにより、外部環境からの水分の浸入を招く虞があり、電池特性の劣化を引き起こす虞がある。

40

【0009】

本発明はかかる課題に鑑みて為されたものである。即ち、本発明の主たる目的は、基板の割れを好適に抑制可能な固体電池パッケージを提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の一実施形態では、

基板および該基板に設けられた固体電池を備え、

前記固体電池は、正極層、負極層、および該正極層と該負極層との固体電池電極層間に介在する固体電解質を備える電池要素と、該電池要素の端面に設けられ前記固体電池電極層に接続された端面電極とを有して成り、

前記基板は、前記固体電池と対向する側の主面に、前記固体電池との電気接続が可能な、正極側の基板電極層および該正極側の基板電極層と離隔対向配置された負極側の基板電極層の少なくとも一方を有して成り、

断面視で、少なくとも、前記基板電極層の一方の側面と前記端面電極の端面とが略同一線上にある場合を基準として、前記基板電極層の前記一方の側面と他方の側面との間の距離が、同極側の前記端面電極の前記端面と、該端面に離隔対向する対極側の前記固体電池電極層の側面との間の距離が最小となる最小距離以上となっている、固体電池パッケージが提供される。

【発明の効果】

【0011】

本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージによれば、基板の割れを好適に抑制可能である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、固体電池の内部構成を模式的に示した断面図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図3】図3は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図4】図4は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図5】図5は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図6】図6は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図7】図7は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図8】図8は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図9】図9は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図10】図10は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図11】図11は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。

【図12】図12は、固体電池パッケージを模式的に示した断面図であって、ある基板構成例を特に示す模式図である。

【図13A】図13Aは、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージの製造プロセスを模式的に示した工程断面図である。

【図13B】図13Bは、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージの製造プロセスを模式的に示した工程断面図である。

【図13C】図13Cは、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージの製造プロセスを模式的に示した工程断面図である。

10

20

30

40

50

【図１３Ｄ】図１３Ｄは、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージの製造プロセスを模式的に示した工程断面図である。

【図１３Ｅ】図１３Ｅは、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージの製造プロセスを模式的に示した工程断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、本発明の固体電池パッケージを詳細に説明する。必要に応じて図面を参照して説明を行うものの、図示する内容は、本発明の理解のために模式的かつ例示的に示したにすぎず、外観や寸法比などは実物と異なり得る。

【００１４】

本明細書でいう「固体電池パッケージ」は、広義には、外部環境から固体電池が保護されるように構成された固体電池デバイス（又は固体電池品）のことを指しており、狭義には、実装に資する基板を備えると共に外部環境から固体電池が保護された固体電池品のことを指している。

【００１５】

本明細書でいう「断面視」とは、固体電池の積層構造における積層方向に対して略垂直な方向から捉えた形態（端的に言えば、層の厚み方向に平行な面で切り取った場合の形態）に基づいている。また、本明細書で用いる「平面視」または「平面視形状」とは、かかる層の厚み方向（即ち、上記の積層方向）に沿って対象物を上側または下側からみた場合の見取図に基づいている。

【００１６】

本明細書で直接的または間接的に用いる“上下方向”および“左右方向”は、それぞれ図中における上下方向および左右方向に相当する。特記しない限り、同じ符号または記号は、同じ部材・部位または同じ意味内容を示すものとする。ある好適な態様では、鉛直方向下向き（すなわち、重力が働く方向）が「下方向」／「底面側」に相当し、その逆向きが「上方向」／「頂面側」に相当すると捉えることができる。

【００１７】

本発明でいう「固体電池」は、広義にはその構成要素が固体から成る電池を指し、狭義にはその構成要素（特に好ましくは全ての構成要素）が固体から成る全固体電池を指している。ある好適な態様では、本発明における固体電池は、電池構成単位を成す各層が互いに積層するように構成された積層型固体電池であり、好ましくはそのような各層が焼成体から成っている。「固体電池」は、充電および放電の繰り返しが可能で、いわゆる「二次電池」のみならず、放電のみが可能で「一次電池」をも包含する。本発明のある好適な態様に従うと「固体電池」は二次電池である。「二次電池」は、その名称に過度に拘泥されるものではなく、例えば、蓄電デバイスなども包含し得る。なお、本発明において、パッケージに含まれる固体電池は「固体電池素子」と称することもできる。

【００１８】

以下では、まず、本発明の固体電池の基本的構成について説明する。ここで説明される固体電池の構成は、あくまでも発明の理解のための例示にすぎず、発明を限定するものではない。

【００１９】

〔固体電池の基本的構成〕

固体電池は、正極・負極の電極層と固体電解質とを少なくとも備える。具体的には図１に示すように、固体電池１００は、正極層１１０、負極層１２０、およびそれらの間に少なくとも介在する固体電解質１３０から成る電池構成単位を含んだ固体電池積層体を備える。

【００２０】

固体電池は、それを構成する各層が焼成によって形成されていてもよく、正極層、負極層および固体電解質などが焼成層をなしていてもよい。好ましくは、正極層、負極層および固体電解質は、それぞれが互いに一体焼成されており、それゆえ固体電池積層体が一体

10

20

30

40

50

焼成体を成していることが好ましい。

【0021】

正極層110は、少なくとも正極活物質を含んで成る電極層である。正極層は、更に固体電解質を含んで成っていてよい。ある好適な態様では、正極層は、正極活物質粒子と固体電解質粒子とを少なくとも含む焼成体から構成されている。一方、負極層は、少なくとも負極活物質を含んで成る電極層である。負極層は、更に固体電解質を含んで成っていてよい。ある好適な態様では、負極層は、負極活物質粒子と固体電解質粒子とを少なくとも含む焼結体から構成されている。

【0022】

正極活物質および負極活物質は、固体電池において電子の受け渡しに関与する物質である。固体電解質を介してイオンは正極層と負極層との間で移動（伝導）して電子の受け渡しが行われることで充放電がなされる。正極層および負極層の各電極層は特にリチウムイオンまたはナトリウムイオンを吸蔵放出可能な層であることが好ましい。つまり、固体電池は、固体電解質を介してリチウムイオンまたはナトリウムイオンが正極層と負極層との間で移動して電池の充放電が行われる全固体型二次電池であることが好ましい。

【0023】

（正極活物質）

正極層110に含まれる正極活物質としては、例えば、ナシコン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物、オリビン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物、リチウム含有層状酸化物、および、スピネル型構造を有するリチウム含有酸化物等から成る群から選択される少なくとも一種が挙げられる。ナシコン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物の一例としては、 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 等が挙げられる。オリビン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物の一例としては、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 、 LiFePO_4 、および／または LiMnPO_4 等が挙げられる。リチウム含有層状酸化物の一例としては、 LiCoO_2 、および／または $\text{LiCo}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 等が挙げられる。スピネル型構造を有するリチウム含有酸化物の一例としては、 LiMn_2O_4 、および／または $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 等が挙げられる。リチウム化合物の種類は、特に限定されないが、例えば、リチウム遷移金属複合酸化物およびリチウム遷移金属リン酸化合物としてよい。リチウム遷移金属複合酸化物は、リチウムと1種類または2種類以上の遷移金属元素とを構成元素として含む酸化物の総称であると共に、リチウム遷移金属リン酸化合物は、リチウムと1種類または2種類以上の遷移金属元素とを構成元素として含むリン酸化合物の総称である。遷移金属元素の種類は、特に限定されないが、例えば、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、マンガン（Mn）および鉄（Fe）などである。

【0024】

また、ナトリウムイオンを吸蔵放出可能な正極活物質としては、ナシコン型構造を有するナトリウム含有リン酸化合物、オリビン型構造を有するナトリウム含有リン酸化合物、ナトリウム含有層状酸化物、および、スピネル型構造を有するナトリウム含有酸化物等から成る群から選択される少なくとも1種が挙げられる。例えば、ナトリウム含有リン酸化合物の場合、 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{NaCoFe}_2(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Na}_2\text{Ni}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 、 $\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ 、およびナトリウム含有層状酸化物として NaFeO_2 から成る群から選択される少なくとも一種が挙げられる。

【0025】

この他、正極活物質は、例えば、酸化物、二硫化物、カルコゲン化物または導電性高分子等でもよい。酸化物は、例えば、酸化チタン、酸化バナジウムまたは二酸化マンガン等でもよい。二硫化物は、例えば、二硫化チタンまたは硫化モリブデン等である。カルコゲン化物は、例えば、セレン化ニオブ等でもよい。導電性高分子は、例えば、ジスルフィド、ポリピロール、ポリアニリン、ポリチオフエン、ポリパラスチレン、ポリアセチレンまたはポリアセン等でもよい。

【0026】

10

20

30

40

50

(負極活物質)

負極層120に含まれる負極活物質としては、例えば、チタン(Ti)、ケイ素(Si)、スズ(Sn)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、ニオブ(Nb)およびモリブデン(Mo)から成る群より選ばれる少なくとも一種の元素を含む酸化物、黒鉛などの炭素材料、黒鉛-リチウム化合物、リチウム合金、ナシコン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物、オリビン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物、ならびに、スピネル型構造を有するリチウム含有酸化物等から成る群から選択される少なくとも一種が挙げられる。リチウム合金の一例としては、Li-Al等が挙げられる。ナシコン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物の一例としては、 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 、および／または $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ 等が挙げられる。オリビン型構造を有するリチウム含有リン酸化合物の一例としては、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 、および／または LiCuPO_4 等が挙げられる。スピネル型構造を有するリチウム含有酸化物の一例としては、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 等が挙げられる。

10

【0027】

また、ナトリウムイオンを吸蔵放出可能な負極活物質としては、ナシコン型構造を有するナトリウム含有リン酸化合物、オリビン型構造を有するナトリウム含有リン酸化合物、および、スピネル型構造を有するナトリウム含有酸化物等から成る群から選択される少なくとも1種が挙げられる。

【0028】

なお、固体電池において、正極層と負極層とが同一材料から成っていてもよい。

【0029】

正極層および／または負極層は、導電性材料を含んでいてもよい。正極層および負極層に含まれる導電性材料として、銀、パラジウム、金、プラチナ、アルミニウム、銅およびニッケル等の金属材料、ならびに炭素などから成る少なくとも1種を挙げることができる。

20

【0030】

さらに、正極層および／または負極層は、焼結助剤を含んでいてもよい。焼結助剤としては、リチウム酸化物、ナトリウム酸化物、カリウム酸化物、酸化ホウ素、酸化ケイ素、酸化ビスマスおよび酸化リンから成る群から選択される少なくとも1種を挙げることができる。

【0031】

正極層および負極層の厚みは特に限定されないが、例えば、それぞれ独立して $2\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、特に $5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であってよい。

30

【0032】

(正極集電層／負極集電層)

電極層の必須要素ではないものの、正極層110および負極層120は、それぞれ正極集電層および負極集電層を備えていてもよい。正極集電層および負極集電層はそれぞれ箔の形態を有していてもよい。しかしながら、一体焼成による電子伝導性向上、固体電池の製造コスト低減および／または固体電池の内部抵抗低減などの観点をより重視するならば、正極集電層および負極集電層はそれぞれ焼成体の形態を有していてもよい。正極集電層を構成する正極集電体および負極集電層を構成する負極集電体としては、導電率が大きい材料を用いることが好ましく、例えば、銀、パラジウム、金、プラチナ、アルミニウム、銅、および／またはニッケルなどを用いてよい。正極集電体および負極集電体はそれぞれ、外部と電氣的に接続するための電気接続部を有してよく、端面電極と電氣的に接続可能に構成されてよい。なお、正極集電層および負極集電層が焼成体の形態を有する場合、それらは導電性材料および焼結助剤を含む焼成体により構成されてもよい。正極集電層および負極集電層に含まれる導電性材料は、例えば、正極層および負極層に含まれ得る導電性材料と同様の材料から選択されてよい。正極集電層および負極集電層に含まれる焼結助剤は、例えば、正極層・負極層に含まれ得る焼結助剤と同様の材料から選択されてよい。上述したように、固体電池において、正極集電層および負極集電層が必須というわけではなく、そのような正極集電層および負極集電層が設けられていない固体電池も考えられる。つまり、本発明のパッケージに含まれる固体電池は、集電層レスの固体電池であって

40

50

もよい。

【0033】

(固体電解質)

固体電解質は、リチウムイオンまたはナトリウムイオンが伝導可能な材質である。特に固体電池で電池構成単位を成す固体電解質130は、正極層110と負極層120との間においてリチウムイオンが伝導可能な層を成していてもよい。なお、固体電解質は、正極層と負極層との間に少なくとも設けられていればよい。つまり、固体電解質は、正極層と負極層との間からはみ出すように当該正極層および／または負極層の周囲において存在していてもよい。具体的な固体電解質としては、例えば、結晶性固体電解質、ガラス系固体電解質およびガラスセラミックス系固体電解質等のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいる。

10

【0034】

結晶性固体電解質は、例えば酸化物系結晶材および硫化物系結晶材などである。酸化物系結晶材は、例えば、ナシコン構造を有するリチウム含有リン酸化合物、ペロブスカイト構造を有する酸化物、ガーネット型またはガーネット型類似構造を有する酸化物、酸化物ガラスセラミックス系リチウムイオン伝導体等が挙げられる。ナシコン構造を有するリチウム含有リン酸化合物としては、 $Li_xM_y(PO_4)_3$ ($1 \leq x \leq 2$, $1 \leq y \leq 2$, Mは、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)およびジルコニウム(Zr)から成る群より選ばれた少なくとも一種)が挙げられる。ナシコン構造を有するリチウム含有リン酸化合物の一例としては、例えば、 $Li_{1.2}Al_{0.2}Ti_{1.8}(PO_4)_3$ 等が挙げられる。ペロブスカイト構造を有する酸化物の一例としては、 $La_{0.55}Li_{0.35}TiO_3$ 等が挙げられる。ガーネット型またはガーネット型類似構造を有する酸化物の一例としては、 $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ 等が挙げられる。また、硫化物系結晶材は、thio-LISICONが挙げられ、例えば $Li_{3.25}Ge_{0.25}P_{0.75}S_4$ および $Li_{10}GeP_2S_{12}$ などである。結晶性固体電解質は、高分子材(例えば、ポリエチレンオキシド(PEO)など)を含んでもよい。

20

【0035】

ガラス系固体電解質は、例えば、酸化物系ガラス材および硫化物系ガラス材などがある。酸化物系ガラス材は、例えば、 $50Li_4SiO_4 \cdot 50Li_3BO_3$ などがある。また、硫化物系ガラス材は、例えば、 $30Li_2S \cdot 26B_2S_3 \cdot 44LiI$ 、 $63Li_2S \cdot 36SiS_2 \cdot 1Li_3PO_4$ 、 $57Li_2S \cdot 38SiS_2 \cdot 5Li_4SiO_4$ 、 $70Li_2S \cdot 30P_2S_5$ および $50Li_2S \cdot 50GeS_2$ などがある。

30

【0036】

ガラスセラミックス系固体電解質は、例えば、酸化物系ガラスセラミックス材および硫化物系ガラスセラミックス材などである。酸化物系ガラスセラミックス材としては、例えば、リチウム、アルミニウムおよびチタンを構成元素に含むリン酸化合物(LATP)、リチウム、アルミニウムおよびゲルマニウムを構成元素に含むリン酸化合物(LAGP)を用いることができる。LATPは、例えば $Li_{1.07}Al_{0.69}Ti_{1.46}(PO_4)_3$ などである。また、LAGPは、例えば $Li_{1.5}Al_{0.5}Ge_{1.5}(PO_4)$ などである。また、硫化物系ガラスセラミックス材としては、例えば、 $Li_7P_3S_{11}$ および $Li_{3.25}P_{0.95}S_4$ などがある。

40

【0037】

また、ナトリウムイオンが伝導可能な固体電解質としては、例えば、ナシコン構造を有するナトリウム含有リン酸化合物、ペロブスカイト構造を有する酸化物、ガーネット型またはガーネット型類似構造を有する酸化物等が挙げられる。ナシコン構造を有するナトリウム含有リン酸化合物としては、 $Na_xM_y(PO_4)_3$ ($1 \leq x \leq 2$, $1 \leq y \leq 2$, Mは、Ti、Ge、Al、GaおよびZrから成る群より選ばれた少なくとも一種)が挙げられる。

【0038】

固体電解質は、焼結助剤を含んでもよい。固体電解質に含まれる焼結助剤は、例え

50

ば、正極層・負極層に含まれ得る焼結助剤と同様の材料から選択されてよい。

【0039】

固体電解質の厚みは特に限定されない。正極層と負極層との間に位置する固体電解質層の厚みは、例えば1 μm 以上15 μm 以下、特に1 μm 以上5 μm 以下であってよい。

【0040】

(端面電極)

固体電池には、一般に端面電極140が設けられている。特に、固体電池の側面に端面電極が設けられている。より具体的には、正極層110と接続された正極側の端面電極140Aと、負極層120と接続された負極側の端面電極140Bとが設けられている(図1参照)。そのような端面電極は、導電率が大きい材料を含んで成ることが好ましい。端面電極の具体的な材質としては、特に制限されるわけではないが、銀、金、プラチナ、アルミニウム、銅、スズおよびニッケルから成る群から選択される少なくとも一種を挙げることができる。

10

【0041】

[本発明の固体電池パッケージの特徴]

本発明は、固体電池がパッケージ化されたものである。つまり、実装に資する基板を備え、外部環境から固体電池が保護された構成を有する固体電池パッケージである。

【0042】

図2は、本発明の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。図2に示すように、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージ1000は、固体電池100が支持されるように基板200を備えている。具体的には、固体電池パッケージ1000は、実装に資する基板200と、基板200に設けられかつ外部環境から保護された固体電池100とを備える。

20

【0043】

本願発明者は、上記固体電池パッケージ1000にて、基板200の割れを好適に抑制可能とするための解決策について鋭意検討し、その結果、以下の技術的思想を有する本発明を案出するに至った。

【0044】

具体的には、本発明は、「本願発明者により見出された固体電池100の充放電時に生じ得る、固体電池100側から基板200側への応力が作用し易い部分に、同応力が基板200へと作用しにくくする部材を敢えて設ける」という技術的思想となっている。

30

【0045】

上記技術的思想を実現するため、本発明は下記の技術的特徴を有する(図2参照)。具体的には、基板200は、固体電池100と対向する側の一方の主面230に、固体電池100との電気接続が可能な、正極側の基板電極層210Aおよび当該正極側の基板電極層210Aと離隔対向配置された負極側の基板電極層210Bの少なくとも一方を備える構成を採る。

【0046】

一方、基板200は、他方の主面240上にて固体電池パッケージ1000の外部基板への実装のための基板電極層220、具体的には正極側の基板電極層220Aと当該正極側の基板電極層220Aと離隔対向配置された負極側の基板電極層220Bを備える。固体電池設置側の基板電極層210と実装側の基板電極層220とは、基板220内部に設けられた金属部材を介して電気接続可能に構成されている。金属部材は、例えば、銅、アルミニウム、ステンレス、ニッケル、銀、金およびスズなどから成る群から選択される少なくとも1種の金属材料から成るものであってよい。

40

【0047】

上記の固体電池100と基板200の基板電極層210との電気接続を可能とするために、固体電池100の端面電極140と基板200の基板電極層210とを接合部材600を介して接続することができる。この接合部材600は、固体電池100の端面電極140と基板200との電氣的接続を少なくとも担うものであり、例えば導電性接着剤を含

50

んで成るものであり得る。一例としては、接合部材 600 は、Ag などの金属フィラーを含有したエポキシ系導電性接着剤から構成されていてよい。

【0048】

なお、正極側の基板電極層 210A と負極側の基板電極層 210B との区別を特に行わない場合、基板電極層の符号として 210 を用いる。正極層 110 と負極層 120 との区別を特に行わない場合、固体電極層と表現し、同固体電極層の符号として符号 115 を用いる。正極側の端面電極 140A と負極側の端面電極 140B との区別を特に行わない場合、端面電極の符号として符号 140 を用いる。

【0049】

上記構成を前提として、図 2 に示すように、少なくとも、基板電極層 210 の一方の側面 211 と端面電極 140 の端面 141 とが略同一線上にある場合を基準として、基板電極層 210 の一方の側面 211 と他方の側面 212 との間の距離 L1 が、同極側の端面電極 140 の端面 141 と、当該端面 141 に離隔対向する対極側の固体電池電極層 115 の側面 115a との間の距離が最小となる最小距離 L2 以上となっている。なお、本明細書でいう「固体電池電極層」とは固体電池の構成要素である電極層を指し、固体電池側の電極層とも称し得る。本明細書でいう「基板電極層」とは、基板の構成要素である電極層を指し、基板側の電極層とも称し得る。具体的には、「基板電極層」とは、特に相互に対向する基板の 2 つの主面のうち、外部基板が実装される側の主面とは反対側の固体電池と対向する側の主面（上側主面とも称し得る）に配置された電極層を指す。「基板電極層の一方の側面と端面電極の端面とが略同一線上にある」とは、端面電極の端面と基板電極層の一方の側面とが接合部材を介して又は直接的に実質的に直列状にある位置関係を指し、ここでいう基板電極層の一方の側面については、基板電極層の実際の一方の側面のみならず、端面電極の端面と直列状に配置され得る見掛け上の一方の側面を含むものを指す。なお、端面電極の端面および基板電極層の一方の側面の各々については、直線状又は湾曲状のものであり得る。

【0050】

本願発明者により見出されたように、固体電池 100 側から基板 200 側へと作用する応力のうち、固体電池電極層 115 と端面電極 140 との界面領域 180 に沿った応力が相対的に最も大きくなることから、同応力は端面電極 140 の下方に位置する基板 200 の所定箇所側へと作用し得る。なお、本明細書でいう「界面領域」とは、広義には、固体電池電極層 115 と端面電極 140 とが互いに接触している境界部分および同境界部分の近傍部分を含むものを指す。本明細書でいう「界面領域」とは、狭義には、界面領域を基準として、界面領域と電池要素の中央領域との間の領域の幅の 0% 以上 5% 未満の部分

【0051】

この点につき、上記技術的特徴によれば、断面視で、基板電極層 210 の一方の側面 211 と他方の側面 212 との間の距離 L1（基板電極層 210 の幅寸法に相当）が、同極側の端面電極 140 の端面 141 と、対極側の固体電池電極層 115 の側面 115a との間の最小距離 L2 以上となっている。換言すれば、断面視で、基板電極層 210 の他方の側面 212 と、対極側の固体電池電極層 115 の側面 115a とが略同一線上に位置し得る。本明細書でいう「最小距離」とは、端面電極の端面の所定箇所と、これに離隔対向する対極側の固体電池電極層の側面の所定箇所との間を結ぶ直線水平距離が最小となるものを指す。

【0052】

これにより、断面視で、基板電極層 210 の他方の側面 212 は、同極側の固体電池電極層 115 と端面電極 140 との界面領域 180 よりも内側に位置することとなる。そのため、同極側の固体電池電極層 115 と端面電極 140 との界面領域 180 に沿った基板 200 側に作用し得る最も大きな応力を、基板電極層 210 により“点”ではなく“面”で受容することとなる。即ち、基板電極層 210 は「応力受容層」、具体的には「応力の“面状”受容層」として機能し得る。

【0053】

更に、基板電極層210自体は、固体電池100との電気接続が可能なものであることから、相対的に高い強度の金属層から構成され得る。この金属層は、例えば、銅（Cu）に金（Au）がめっきされたもの（Cu-Au）、又は銅（Cu）にニッケル（Ni）および金（Au）がめっきされたもの（Cu-Ni-Au）等から構成され得る。特に限定されるものではないが、基板電極層210の厚みは、2～50μm、例えば30μmであることができる。

【0054】

以上の事から、同極側の固体電池電極層115と端面電極140との界面領域180に沿って基板200側に作用し得る最も大きな応力を、相対的に強度の高い“面”状の基板電極層210により受容することができる。かかる基板電極層210による応力受容により、固体電池電極層115と端面電極140との界面領域180に沿って基板200の主面230の所定箇所に同応力が作用することを抑制することができる。その結果、本発明の一実施形態によれば、基板200の割れを好適に抑制することが可能となる。かかる基板の割れ抑制により、基板200を介して固体電池100内へと外部環境からの水分が浸入することを抑制することができる。それ故、本発明の一実施形態によれば、電池特性の向上を図ることができる。

【0055】

上記では、本発明の主たる特徴部分に従い、基板電極層210の応力受容による基板200の割れ抑制に関する内容について説明した。これに加え、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージ1000は以下のように水蒸気透過防止の性質も有し得る。そのため、以下、かかる水蒸気透過防止に関する内容について説明する。なお、本明細書でいう「水蒸気」は、特に気体状態の水に限定されず、液体状態の水なども包含している。つまり、物理的な状態を問わず、水に関連する事項を広く包含するものとして「水蒸気」といった用語を用いている。よって、「水蒸気」は、水分などとも称すこともでき、特に液体状態の水には、気体状態の水が凝縮した結露水なども包含され得る。

【0056】

上述のように、基板200は固体電池100を支持する構成を採っている。そのため、基板200は、固体電池100の主面を外部環境から遮るように設けられる。かかる基板200の存在により、固体電池100内への水蒸気の浸入抑制を図ることもできる。

【0057】

又、図2に示すように、基板200は、例えば固体電池よりも大きい主面を有している。基板200は、樹脂基板であってよい。あるいは、基板200はセラミック基板であってもよい。端的に言えば、基板200は、プリント配線基板、フレキシブル基板、LTCC基板、またはHTCC基板などの範疇に入るものであってもよい。基板200が樹脂基板である場合、基板200は母材として樹脂を含んで成るように構成された基板、例えば基板の積層構造に樹脂層が含まれたものであり得る。そのような樹脂層の樹脂材料は、いずれの熱可塑性樹脂、および／または、いずれの熱硬化性樹脂であってもよい。また、樹脂層は、例えば、ガラス繊維布にエポキシ樹脂などの樹脂材料を含浸して構成されたものであってよい。

【0058】

基板は、好ましくは、パッケージ化された固体電池の外部端子のための部材となっている。つまり、基板が固体電池の外部端子のための端子基板となっているともいえる。このような基板を備えた固体電池パッケージは、基板が介在するような形態で固体電池をプリント配線板などの別の外部基板（即ち、2次基板）上に実装できる。例えば、半田リフローなどを通じて、支持基板を介して固体電池を表面実装できる。このようなことから、本発明の固体電池パッケージは、好ましくは、SMD（SMD：Surface Mount Device）タイプの電池パッケージとなっている。

【0059】

更に、本発明の一実施形態では、基板200のみならず固体電池パッケージ1000自

体が、全体として水蒸気透過を防止できるように構成され得る。例えば、本発明の一実施形態に係る固体電池パッケージ１０００は、基板２００上に設けられた固体電池１００が全体的に包囲されるように被覆材１５０で覆うことができる。具体的には、基板２００上の固体電池１００の主面１００Ａおよび側面１００Ｂが被覆材１５０で包囲されるようにパッケージ化され得る。かかる構成によれば、固体電池１００を成す全ての面が外部に露出することがなく、より好適に水蒸気透過防止を図ることができる。

【００６０】

例えば、図２に示すように、被覆材１５０は被覆絶縁層および被覆無機層から構成され得、少なくとも固体電池１００が被覆材１５０として被覆絶縁層１６０および被覆無機層１７０で覆われた形態を有し得る。

【００６１】

被覆絶縁層１６０は、固体電池１００の主面１００Ａおよび側面１００Ｂを覆うように設けられる層である。かかる被覆絶縁層１６０により、基板２００上の固体電池１００が全体として大きく包み込まれる。被覆絶縁層の材質は、絶縁性を呈するものであればいずれの種類であってよい。例えば被覆絶縁層１６０が樹脂を含んでいてよく、その樹脂は熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂のいずれであってもよい。被覆絶縁層１６０には無機フィラーが含まれていてよい。あくまでも１つの例示にすぎないが、被覆絶縁層１６０は、ＳｉＣなどの無機フィラーを含有したエポキシ系の樹脂から構成されていてよい。

【００６２】

被覆無機層１７０は、被覆絶縁層１６０を覆うように設けられている。図２に示されるように、被覆無機層１７０は、被覆絶縁層１６０上に位置付けられるので、被覆絶縁層１６０とともに、基板２００上の固体電池１００を全体として大きく包み込む形態を有している。この被覆無機層は、例えば膜形態を有していてもよい。更に、被覆無機層１７０は、基板２００の側面２５０も覆う形態を採ることができる。被覆絶縁層１６０が被覆無機層１７０と相俟って好適な水蒸気バリアを成すとともに、被覆無機層１７０も被覆絶縁層１６０と相俟って好適な水蒸気バリアを成すようになっている。被覆無機層１７０の材質は特に制限されず、金属、ガラス、酸化物セラミックスまたはそれらの混合物などであってもよい。被覆無機層１７０は、薄膜形態を有する無機層に相当するものであってよく、この場合は例えば金属膜であることが好ましい。あくまでも１つの例示にすぎないが、被覆無機層１７０は、めっき形成された厚み２μm以上５０μm以下のＣｕ系および／またはＮｉ系の材料から構成されていてよい。

【００６３】

以下、本発明の好ましい態様について説明する。

【００６４】

ある好適な態様では、断面視で、基板電極層２１０の他方の側面２１２が、対極側の固体電池電極層１１５の側面１１５ａよりも内側に位置する（図３参照）。

【００６５】

図３は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。上記のように、図２に示す本発明の基本的実施形態では、断面視で、基板電極層２１０の他方の側面２１２と、対極側の固体電池電極層１１５の側面１１５ａとが略同一線上に位置し得る場合を基準としている。これに対して、図３に示す実施形態は、図２に示す実施形態と比べて、基板電極層２１０の他方の側面２１２が、対極側の固体電池電極層１１５の側面１１５ａよりも内側に位置することを特徴とする。

【００６６】

本願発明者により見出されたように、固体電池１００側から基板２００側へと作用する応力は、電極層１１５と端面電極１４０との界面領域１８０側へと向かうにつれて大きくなり得る。このことから、界面領域１８０に沿った応力が最も大きく、界面領域１８０から電池要素１００Ｘの中央領域にむかうにつれて同応力は漸次小さくなり得る。なお、本明細書でいう「電池要素」とは、端面電極を除く、正極層１１０、負極層１２０、および固体電解質１３０を備えるものを指す。

10

20

30

40

50

【0067】

この点を踏まえ、基板電極層210の他方の側面212を、対極側の固体電池電極層115の側面115aよりも内側に位置づける。即ち、断面視で、対極側の固体電池電極層115と対向可能な位置まで基板電極層210を延在させる。これにより、図2に示す基本的実施形態と比べて、基板電極層210の応力の面状受容層として機能し得る領域を拡げることができる。

【0068】

これにより、基板200側に作用し得る応力のうち、界面領域180と電池要素100Xの中央領域100X1との間の領域に沿った応力も、相対的に強度の高い“面”状の基板電極層210により受容することができる。その結果、界面領域180と電池要素100Xの中央領域100X1との間の領域に沿った応力が基板200の主面230の所定箇所に作用することも抑制することができる。

【0069】

一例として、断面視で、基板電極層210の一方の側面211と他方の側面212との間の距離L1（幅寸法に相当）を、既述の最小距離L2の1.5倍以上とすることが好ましい（図4参照）。

【0070】

図4は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。上述のように、基板200側に作用し得る応力は界面領域180から電池要素100Xの中央領域にむかうにつれて漸次小さくなる性質を有する。そのため、界面領域180と電池要素100Xの中央領域100X1との間の領域のうち、界面領域180に近接する領域に沿った応力も、界面領域180に沿った応力よりも相対的に若干程度小さいものにすぎない。そのため、この範囲の領域に沿った応力も基板200側へ影響を与えるものである。本明細書でいう「界面領域に近接する領域」とは、界面領域180を基準として、なお、界面領域180と電池要素100Xの中央領域100X1との間の領域の幅の5%よりも大きく20%以下の部分を指す。

【0071】

この点を踏まえ、基板電極層210の幅寸法を既述の最小距離L2の1.5倍以上とする。これにより、図2に示す本発明の基本的実施形態と比べて、基板電極層210の応力の面状受容層として機能し得る領域を拡げることができる。その結果、界面領域180に近接する領域に沿った応力も相対的に強度の高い“面”状の基板電極層210によって好適に受容することができる。

【0072】

同様の観点で言うと、基板電極層210の一方の側面211と他方の側面212との間の距離L1（幅寸法に相当）を、同極側の端面電極140の端面141と当該端面141に離隔対向する対極側の固体電池電極層115の側面115aとの間の距離が最大となる最大距離L3以上とすることが好ましい（図5参照）。

【0073】

図5は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。本願発明者により見出されたように、基板200側へと作用する応力は、電極層115と端面電極140との界面領域180側へと向かうにつれて漸次大きくなる性質を有する。この点を踏まえ、界面領域180およびこれに近接する領域に沿った相対的に大きな応力を受容可能とするために、好ましくは図2に示す基本的実施形態の場合よりも基板電極層210の幅寸法が確保されていることが好ましい。具体的には、基板電極層210の幅寸法を上記最大距離L3以上とすることが好ましい。これにより、図2に示す基本的実施形態と比べて、基板電極層210の応力の面状受容層として機能し得る領域を拡げることができる。

【0074】

一例として、断面視で、基板電極層210の一方の側面211と他方の側面212との間の距離L1（幅寸法に相当）を、既述の最小距離L2の2.0倍以上とすることがより

好ましい（図 6 参照）。

【0075】

図 6 は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。上述のように、基板 200 側に作用し得る応力は界面領域 180 から電池要素 100X の中央領域に向かうにつれて漸次小さくなる性質を有する。そのため、界面領域 180 を基準として、界面領域 180 と電池要素 100X の中央領域 100X1 との間の領域の幅の 20% よりも大きく 50% 以下の領域に沿った応力も、界面領域 180 に近接する領域に沿った応力よりも相対的に若干程度小さいものにすぎない。そのため、この範囲の領域に沿った応力も基板 200 側へ影響を与えるものである。

【0076】

この点を踏まえ、基板電極層 210 の幅寸法を既述の最小距離 L2 の 2.0 倍以上とする。これにより、図 4 に示す実施形態と比べて、基板電極層 210 の応力の面状受容層として機能し得る領域を更に広げることができる。その結果、界面領域 180 と電池要素 100X の中央領域 100X1 との間の領域の幅の 50% 以下の領域に沿った応力も相対的に強度の高い“面”状の基板電極層 210 によって好適に受容することができる。

【0077】

一例として、基板電極層 210 は、固体電池 100 と対向する側の基板 200 の主面 230 に沿って、対電極側の基板電極層 210 と接しない程度まで延在していることがより好ましい（図 7 参照）。

【0078】

図 7 は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。本願発明者により見出されたように、基板 200 側へと作用する応力は、電池要素 100X の中央領域 100X1 から電極層 115 と端面電極 140 との界面領域 180 側へと向かうにつれて漸次大きくなる性質を有する。この点につき、応力の大きさに違いがあるといえど、界面領域 180 から電池要素 100X の中央領域 100X1 側に至る全て領域に沿って、固体電池 100 側から基板 200 側へと応力が作用し得る。このことから、図 7 に示すように、基板電極層 210 は、基板 200 の主面 230 に沿って、対電極側の基板電極層 210 と接しない程度まで延在していることがより好ましい。これにより、基板電極層 210 は、界面領域 180 から電池要素 100X の中央領域 100X1 側に至る全て領域に沿って基板 200 側に作用し得る応力を受容することができる。

【0079】

特に、正極側の基板電極層 210A と負極側の基板電極層 210B の両方が上記構成を採ると、断面視における固体電池 100 の全幅に両基板電極層 210A、210B の合計幅を近付けることができる。そのため、両基板電極層 210A、210B は、基板 200 へと作用し得る応力のほとんど全てを受容することができる。その結果、基板 200 の割れをより好適に抑制することが可能となる。

【0080】

ある好適な態様では、断面視で、基板電極層 210 の一方の側面 211 が、端面電極 140 の端面 141 よりも外側に位置し、かつ基板 200 の主面 230 の端部 231 よりも内側に位置している（図 8 参照）。

【0081】

図 8 は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。本実施形態の構成によれば、基板電極層 210 が、端面電極 140 の端面 141 を基準として内側のみでなく外側にも位置することができる。具体的には、基板電極層 210 は、その一方の側面 211 と端面電極 140 の端面 141 との間の距離 L4 分だけ、基板 200 の主面 230 上に沿って端面電極 140 の端面 141 よりも外側に延在し得る。

【0082】

この場合において、端面電極 140 の端面 141 を基準として内側に位置する基板電極層 210 の内側部分 210α は、既述のように応力の面状受容層として機能する。一方、

10

20

30

40

50

端面電極 140 の端面 141 を基準として外側に位置する基板電極層 210 の外側部分 210β は、基板電極層 210 自体が金属層であることから、水蒸気が相対的に透過しにくい部分となり得る。これにより、外部環境から基板 200 を介して固体電池 100 側へと水蒸気が浸入することを防ぐことができる。

【0083】

なお、上述のように、被覆無機層 170 は、基板 200 の側面 250 も覆い、例えば金属膜であり得る。そのため、基板電極層 210 と被覆無機層 170 とが接することなく両者の間の電気絶縁性を確保する観点から、基板電極層 210 の一方の側面 211 は基板 200 の側面よりも内側に、即ち基板 200 の主面 230 の端部 231 よりも内側に位置していることが好ましい。

【0084】

ある好適な態様では、基板 200 は、基板 200 の固体電池 100 対向側の主面 230 に、基板電極層 210 と離隔対向配置され、かつ固体電池 100 との電気接続がされないダミー基板電極層 210C を更に備える（図 9 参照）。

【0085】

図 9 は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。本実施形態の構成によれば、基板 200 の一方の主面 230 上には、少なくとも応力の面状受容層として機能し得る基板電極層 210 と、これに離隔配置されたダミー基板電極層 210C とが存在することとなる。一方、基板 200 の他方の主面 240 上には、所定の間隔をおいて少なくとも実装側の基板電極層 220 が設けられている。この点につき、ダミー基板電極層 210C が存在することで、非存在の場合と比べて、以下の点で利点がある。具体的には、基板 200 の対向する 2 つの主面 230、240 にそれぞれ配置する電極層の配置パターンが類似化させることができる。そのため、基板 200 の反りを抑制することができ、その結果として基板 200 自体の剛性を高めることができる。これに加え、ダミー基板電極層 210C 自体は金属層であることから、水蒸気が相対的に透過しにくい部分となり得る。これにより、外部環境から基板 200 を介して固体電池 100 側へと水蒸気が浸入することを防ぐことができる。

【0086】

なお、図 10 に示すように、ダミー基板電極層 210C は、正極側の基板電極層 210A と負極側の基板電極層 210B の間に、両者に接しない程度の間隔をおいて更に配置することができる。かかる配置によれば、上記の基板 200 自体の剛性向上と水蒸気バリア性を更に向上させることができる。更に、この場合のダミー基板電極層 210C は、端面電極 140 の端面 141 を基準として内側に位置するため、応力の面状受容層として機能することもできる。

【0087】

ある好適な態様では、基板 200 と固体電池 100 との間に水蒸気バリア層 300 を備えることが好ましい（図 11 参照）。

【0088】

図 11 は、本発明の別の一実施形態に係るパッケージ化された固体電池の構成を模式的に示した断面図である。上述のように、固体電池パッケージ 1000 は、基板 200 と、基板 200 に設けられた固体電池 100 とを備える。基板 200 は、固体電池 100 の主面を外部環境から遮るように設けられている。よって、基板の存在によって固体電池に対する水蒸気浸入を阻止できると通常考えられる。この点につき、基板 200 のみでは水蒸気透過の阻止が十分でない場合があり得る。この事は、基板 200 の材質および／または構成などに起因して基板 200 が外部環境の水蒸気に対して透過性を有し得るためである。

【0089】

このことから、固体電池 100 と基板 200 との間に水蒸気バリア層 300 を設けることが好ましい。この水蒸気バリア層は、例えば膜形態を有していてもよい。かかる水蒸気バリア層 300 の設置により、基板 200 を介して固体電池 100 側への水蒸気透過を効果的に抑制することができる。これにより、例えば基板 200 から浸入してきた水蒸気（水

10

20

30

40

50

分)と固体電解質130との反応に起因して固体電解質130のイオン電導度が低下するといったことを抑制することができる。

【0090】

なお、水蒸気バリア層300は、被覆絶縁層160と接するように設けられていてよい。つまり、被覆絶縁層160は、好ましくは固体電池100の側面だけでなく固体電池の下面も覆うように設けられているところ、そのような被覆絶縁層160と接するように水蒸気バリア層300が設けられていてよい。これは、固体電池の周囲を囲む封止樹脂と基板との間に水蒸気バリア層が設けられていることを意味する。基板200にレジスト層400が設けられている場合には、被覆絶縁層160とレジスト層400との間に水蒸気バリア層300が配置されてよい。

10

【0091】

水蒸気バリア層ならびに固体電池および基板の各層に関する厚みは、電顕画像に基づいてよい。例えば、水蒸気バリア層の厚みならびに基板および固体電池を構成する層の厚みは、イオンミリング装置(日立ハイテック社製 型番IM4000PLUS)によって断面を切り出し、走査電子顕微鏡(SEM)(日立ハイテック社製 型番SU-8040)を用いて取得した画像について基づいてよい。つまり、本明細書における厚み寸法は、このような方法により取得した画像から測定した寸法から算出した値を指すものであってもよい。

【0092】

本明細書でいう「バリア」とは、外部環境の水蒸気が基板を通過して固体電池にとって不都合な特性劣化を引き起す、といったことがない程度の水蒸気透過の阻止特性を有することを意味しており、狭義には、水蒸気透過率が $5 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{Day})$ 未満となっていることを意味している。よって、端的に言えば、水蒸気バリア層は、好ましくは $0 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{Day})$ 以上 $5 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{Day})$ 未満の水蒸気透過率(例えば、 $0.5 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{Day})$ 以上 $5 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{Day})$ 未満など)を有している。なお、本明細書でいう「水蒸気透過率」は、MORESCO社製、型式WG-15Sのガス透過率測定装置を用い、測定条件は 85°C $85\% \text{ RH}$ MA法によって得られた透過率のことを指している。

20

【0093】

ある好適な態様では、水蒸気バリア層300は基板200の主面230の延在方向に沿って延在するように配置されている(図11参照)。

30

【0094】

かかる水蒸気バリア層300の配置によれば、図11に示すように、固体電池パッケージ1000の幅方向に延在してよく、固体電池パッケージ1000を横切るように水蒸気バリア層300が延在し得る。これは、固体電池の積層方向に直交する方向に水蒸気バリア層300が延在していることを意味している。このように基板300の主面230の方向に沿って広く延在する水蒸気バリア層300は、基板200を経由して外部環境から浸入してくる水蒸気をより好適に阻止できる。つまり、パッケージ外部からの水蒸気が固体電池100へと最終的に至らないように水蒸気バリア層300をより好適に作用させることができ、ひいては、長期的にみて固体電池特性の劣化が抑えられた好適な固体電池パッケージ1000がもたらされる。

40

【0095】

このように基板200の主面方向に沿う方向に延在する水蒸気バリア層300は、固体電池100の外側の領域まで広く設けられていることが好ましい。つまり、固体電池100からはみ出すように広範に水蒸気バリア層300が設けられていることが好ましい。例えば、固体電池100を被覆している被覆材に至るまで水蒸気バリア層300が延在してよい。

【0096】

例えば、基板200上の固体電池100を覆っている被覆絶縁層160の外表面に至るまで水蒸気バリア層300が延在してよい。つまり、固体電池パッケージ1000が基板200上において固体電池100の主面100Aおよび側面100Bを少なくとも覆

50

うように設けられた被覆絶縁層 160 を有する場合、その固体電池の側面 100B を覆っている被覆絶縁層 160 の外表面 160A に至るまで水蒸気バリア層 300 が延在していることが好ましい（図 11 参照）。これにより、基板 200 を経由して外部環境から浸入してくる水蒸気を更により好適に阻止できる。つまり、基板 200 を介して浸入する外部水蒸気が固体電池 100 に至ることがないように水蒸気バリア層 300 がより確実に作用させることができる。

【0097】

ある好適な態様では、水蒸気バリア層 300 が、電気絶縁性を有する絶縁層となっている。つまり、水蒸気バリア層 300 は、電氣的絶縁性が高い材質を含んで成る膜であってよい。ショートなどの不都合な事象をより抑制し易くなるからである。つまり、水蒸気透過防止を図りつつも、それによる電氣的に不都合な影響などを抑制できる。このような水蒸気バリア層 300 は、絶縁性を呈する素材であれば特に限定されず、その素材の具体例としては、例えば、ガラス、アルミナ等の無機絶縁体、樹脂等の有機絶縁体等が挙げられ、これらが 1 種単独で使用されてよく、あるいは 2 種以上を併用されてもよい。

10

【0098】

なお、一例としては、図 11 に示すように、水蒸気バリア層 300 は単一層の形態を有してよい。あるいは、水蒸気バリア層 300 は複数層から成る形態（即ち、以下で説明する多層の形態）を有していてもよい。所望の水蒸気透過防止の特性がもたらされるのであれば、それらに特に制限はない。

【0099】

20

ある好適な態様では、水蒸気バリア層 300 が絶縁性多層膜となっている。多層化することにより、水蒸気バリア層 300 の水蒸気バリア性が向上し得る。このような絶縁性多層膜は、同一の膜を複数回形成してよく、あるいは、異なる膜を形成してもよい。異なる膜の場合、無機系の絶縁性バリア層上に有機系の絶縁性バリア層を形成してもよい。

【0100】

ある好適な態様では、水蒸気バリア層 300 は、固体電池パッケージ 1000 の平面視領域を実質的に大きく占めるように設けられている。具体的には、固体電池 100 の端面電極 140 と基板電極層 210 との接続領域を除く全ての領域を占めるように水蒸気バリア層 300 が大きく設けられていてよい。このように平面視で大面積を有する水蒸気バリア層 300 は、外部環境から基板 200 を通って浸入してくる水蒸気をより確実に阻止できる。

30

【0101】

水蒸気バリア層は、好ましくはケイ素を含んだ層である。電気絶縁性の点で好適な層になり易いからである。ケイ素を含んだ水蒸気バリア層としては、ケイ素原子のみならず、窒素原子および酸素原子を含んだ分子構造から構成された層であってよい。電気絶縁性および薄膜化の点で好適な層となり易いからである。例えば、水蒸気バリア層は Si-O 結合および Si-N 結合の双方を備える。つまり、水蒸気バリア層の材質を構成する分子構造中に Si-O 結合および Si-N 結合の双方が存在していてよい。層の分子構造に Si-O 結合および Si-N 結合の双方を有していると、薄い層でありながらも緻密な層となり易く、より水蒸気透過防止特性をも呈し得る水蒸気バリア層となり易い。

40

【0102】

なお、上記のケイ素を含んだ水蒸気バリア層や Si-O 結合および Si-N 結合の双方を有する水蒸気バリア層は、シロキサンに基づくものではない。つまり、本発明に係る水蒸気バリア層は、ケイ素や Si-O 結合を含むものの、シロキサン骨格を含まない分子構造を有している。

【0103】

本明細書でいう「Si-O 結合」および「Si-N 結合」は、例えば、フーリエ変換赤外分光分析（FT-IR）に基づいて確認できるものを指している。つまり、かかる態様に係る水蒸気バリア層は、赤外領域の光の吸収を測定することによって Si-O 結合および Si-N 結合を確認することができる。なお、本明細書において FT-IR は、例えば S

50

potlight 150 パーキンエルマー社製を用い、顕微ATR法で測定されるものを指している。

【0104】

また、S i - O結合およびS i - N結合を有する水蒸気バリア層は、比較的韌性が高い層となり得る。これは、固体電池の充放電時において水蒸気バリア層が好適に作用することを意味している。固体電池の充放電に際しては、固体電解質層を介した正負極層間のイオンの移動によって固体電池が膨張・収縮し得るが、そのような膨張・収縮の応力を受けたとしても韌性の高い水蒸気バリア層は割れやヒビなどが入り難い。通常、水蒸気バリア性が高い層は緻密に固く応力などに起因して割れやヒビなどが入り易くなる傾向を有し得る一方、そのような割れ・ヒビが入らず比較的柔軟な層は水蒸気バリア性が低くなる傾向を有し得る。この点、S i - O結合およびS i - N結合を有する水蒸気バリア層は、固体電池による膨張・収縮の応力を受けたとしても割れやヒビなどが入り難く、そうであっても水蒸気透過性が高い層となるので、固体電池パッケージとして信頼性が高いものとなる。

10

【0105】

好ましくは、S i - O結合およびS i - N結合を有する水蒸気バリア層は、液体原料から形成する。具体的には、基板に対して液体原料を塗布して光照射を行うことを通じてS i - O結合およびS i - N結合の双方を有する水蒸気バリア層を形成することが好ましい。これにより、より高い温度に付すことなく水蒸気バリア層を形成でき、基板に与える不利な熱影響を抑えることができる。また、真空蒸着法などは高価な蒸着装置を必要とするが、このような液体原料を用いた形成は、そのような高価な装置を必要とせず、相対的にコストを抑えることもできる。さらには、真空蒸着法などで作製する層はそれに働く応力に起因して基板に反りが生じてしまう虞があるものの、上述のように液体原料から作製する層は、そのような応力が少なく又は実質的にそのような応力は生じない。よって、液体原料から水蒸気バリア層を製造するに際しては基板に反りが生じる虞などが低減または防止されている。

20

【0106】

又、本発明の一実施形態では、基板200と固体電池100との間にレジスト層400を配置することができる（図2等参照）。特に、基板200上に設けられたレジストに起因して、基板200と固体電池100との間にレジスト層400が設けられていてよい。

【0107】

レジスト層400は、特に、基板200の主面上に設けられている。レジスト層400は、物理的加工あるいは化学的反応が及ばないように基板表面を少なくとも部分的に覆う層である。よって、レジスト層は、基板200の主面上に設けられた樹脂材を含んで成る絶縁層であってよい。このようなレジスト層は、基板200の主面上に設けられた耐熱性のコーティングに相当すると捉えることもできる。例えば、固体電池と基板との接続時に絶縁性を保ち、基板電極層などの導体部分を保護するのに供するレジストであってもよい。このような基板200の主面上に設けられるレジスト層400は、例えばソルダレジストの層であってよい。

30

【0108】

一例としては、レジスト層400は、基板200の主面に設けられていてよい。この場合、水蒸気バリア層300が少なくともレジスト層400上に配置されていてよい。水蒸気バリア層300とレジスト層400とが互いに積層するように、レジスト層400に直接的に接するように水蒸気バリア層300が配置されている。このようにレジスト層上に水蒸気バリア層が設けられていると、基板200およびその上のレジスト層400を経由して外部環境から浸入してくる水蒸気をより効果的に阻止できる。

40

【0109】

[固体電池パッケージの製造方法]

本発明の対象物は、正極層、負極層、およびそれらの電極間に固体電解質を有する電池構成単位を含んだ固体電池を調製し、次いで、その固体電池をパッケージ化するプロセスを経ることによって得ることができる。

【0110】

50

本発明の固体電池の製造は、パッケージ化の前段階に相当する固体電池自体（以下では、「パッケージ前電池」とも称する）の製造と、基板の調製と、パッケージ化とに大きく分けることができる。

【0111】

＜パッケージ前電池の製造方法＞

パッケージ前電池は、スクリーン印刷法等の印刷法、グリーンシートを用いるグリーンシート法、またはそれらの複合法により製造することができる。つまり、パッケージ前電池自体は、常套的な固体電池の製法に準じて作製してよい（よって、下記で説明する固体電解質、有機バインダ、溶剤、任意の添加剤、正極活物質、負極活物質などの原料物質は、既知の固体電池の製造で用いられるものを使用してよい）。

10

【0112】

以下では、本発明のより良い理解のために、ある1つの製法を例示説明するが、本発明は当該方法に限定されない。また、以下の記載順序など経時的な事項は、あくまでも説明のための便宜上のものにすぎず、必ずしもそれに拘束されない。

【0113】

（積層体ブロック形成）

- ・固体電解質、有機バインダ、溶剤および任意の添加剤を混合してスラリーを調製する。次いで、調製されたスラリーから、焼成によって固体電解質を含んで成るシートを形成する。

- ・正極活物質、固体電解質、導電性材料、有機バインダ、溶剤および任意の添加剤を混合して正極用ペーストを作製する。同様に、負極活物質、固体電解質、導電性材料、有機バインダ、溶剤および任意の添加剤を混合して負極用ペーストを作製する。

20

- ・シート上に正極用ペーストを印刷し、また、必要に応じて集電層および／またはネガ層を印刷する。同様に、シート上に負極用ペーストを印刷し、また、必要に応じて集電層および／またはネガ層を印刷する。

- ・正極用ペーストを印刷したシートと、負極用ペーストを印刷したシートとを交互に積層して積層体を得る。なお、積層体の最外層（最上層および／または最下層）についていえば、それが電解質層でも絶縁層でもよく、あるいは、電極層であってもよい。

【0114】

（電池焼成体形成）

積層体を圧着一体化させた後、所定のサイズにカットする。得られたカット済み積層体を脱脂および焼成に付す。これにより、焼成積層体を得る。なお、カット前に積層体を脱脂および焼成に付し、その後にカットを行ってもよい。

30

【0115】

（端面電極形成）

正極側の端面電極は、焼成積層体における正極露出側面に対して導電性ペーストを塗布することを通じて形成できる。同様に、負極側の端面電極は、焼成積層体における負極露出側面に対して導電性ペーストを塗布することを通じて形成できる。正極側および負極側の端面電極は、焼成積層体の主面にまで及ぶように設けてよい。端面電極の成分としては、銀、金、プラチナ、アルミニウム、銅、スズおよびニッケルから選択される少なくとも一種から選択され得る。

40

【0116】

なお、正極側および負極側の端面電極は、積層体の焼成後に形成することに限らず、焼成前に形成し、同時焼成に付してもよい。

【0117】

以上の如くの工程を経ることによって、最終的に所望のパッケージ前電池（図13Aに示す固体電池100に相当）を得ることができる。

【0118】

＜基板の調製＞

本工程では、基板の調製を行う。

50

【0119】

特に限定されるものではないが、基板として樹脂基板を用いる場合、その調製は、複数の層を積層して加熱および加圧処理することによって行ってもよい。例えば、基材となる繊維布に樹脂原料が含まれて構成された樹脂シートを用いて基板前駆体を形成する。基板前駆体の形成後、この基板前駆体をプレス機で加熱および加圧に付す。一方、基板としてセラミック基板を用いる場合、その調製は、例えば、複数のグリーンシートを熱圧着することによってグリーンシート積層体を形成し、グリーンシート積層体を焼成に付すことによって、セラミック基板を得ることができる。セラミック基板の調製は、例えばLTCC基板の作製に準じて行うことができる。セラミック基板はビアおよび／またはランドを有している。このような場合、例えば、グリーンシートに対してパンチプレスまたは炭酸ガスレーザなどによって孔を形成し、その孔に導電性ペースト材料を充填したり、あるいは、印刷法などを実施することを通じてビア、ランドなどの導電性部分の前駆体を形成してもよい。なお、ランドなどは、グリーンシート積層体の焼成後において形成することもできる。

10

【0120】

その後、電氣的に接続するため基板200の主面230に基板電極層210を形成する（図13B参照）。基板電極層については適宜パターニング処理されてよい。具体的には、断面視にて、基板電極層の一方の側面と後刻に載置する固体電池の同極側の端面電極の端面とが略同一線上にある場合を基準として、基板電極層の一方の側面と他方の側面との間の距離が、当該同極側の端面電極の端面と、当該端面に離隔対向する対極側の固体電池電極層の側面と、の間の距離が最小となる最小距離以上となるように、基板主面に基板電極層210を形成する。

20

【0121】

なお、基板電極層210の形成後、基板200の基板電極層を除く主面230上に、例えばソルダレジストから構成されるレジスト層400を形成してもよい（図13C参照）。このレジスト層400の形成工程は省略してもよい。以上の如くの工程を経ることによって、最終的に所望の基板を得ることができる。

【0122】

＜パッケージ化＞

次に、上記で得られた電池および基板を用いてパッケージ化を行う。

30

【0123】

まず、基板200上にパッケージ前電池100を配置する（図13D参照）。つまり、基板上に“パッケージ化されていない固体電池”を配置する（以下、パッケージ化に用いる電池を単に「固体電池」とも称する）。

【0124】

具体的には、基板電極層と固体電池の端面電極とが互いに電氣的に接続されるように固体電池を基板上に配置する。例えば、基板上に載置する固体電池の端面電極の端面と、基板電極層の一方の側面とが略同一線上になるように調整しつつ、固体電池を配置する。なお、かかる固体電池の端面電極の端面と、基板電極層の一方の側面とは必ずしも略同一線である必要はなく、断面視で基板電極層の一方の側面が固体電池の端面電極の端面よりも外側に位置する配置が採られてもよい。この際、固体電池の配置前に、例えば、導電性ペースト（例えばAg導電性ペースト）を基板の基板電極層上に供し、それによって、支持基板の導電性部分と固体電池の端面電極とを互いに電氣的に接続するようにしてよい。つまり、固体電池100と基板200との間の電氣的接続を担う接合部材の前駆体600'を予め設けておいてもよい。このような接合部材の前駆体600'は、Ag導電ペーストの他、ナノペーストや合金系ペースト、ロー材など、形成後にフラックスなどの洗浄を必要としない導電性ペーストを印刷することで設けることができる。固体電池の端面電極と接合部材の前駆体600'とが互いに接するように基板上に固体電池100を配した後、加熱処理に付すことで前駆体600'から固体電池100と基板200との間の電氣的接続に資する接合部材600が形成されることになる。

40

50

【0125】

次いで、被覆材150を形成する。被覆材としては、被覆絶縁層160および被覆無機層170を設けてよい（図13E参照）。

【0126】

まず、基板200上の固体電池100が覆われるように被覆絶縁層160を形成する。それゆえ、基板上の固体電池が全体的に覆われるように被覆絶縁層の原料を供する。被覆絶縁層が樹脂材から成る場合、樹脂前駆体を基板上に設けて硬化などに付して被覆絶縁層を成型する。ある好適な態様では、金型で加圧に付すことを通じて被覆絶縁層の成型を行ってもよい。例示にすぎないが、コンプレッション・モールドを通じて基板上の固体電池を封止する被覆絶縁層を成型してよい。一般的にモールドで用いられる樹脂材であるならば、被覆絶縁層の原料の形態は、顆粒状でもよく、また、その種類は熱可塑性であってもよい。なお、このような成型は、金型成型に限らず、研磨加工、レーザー加工および／または化学的処理などを通じて行ってもよい。

10

【0127】

被覆絶縁層160の形成後、被覆無機層170を形成する。具体的には、「個々の固体電池100が基板200上にて被覆絶縁層160で覆われた被覆前駆体」に対して被覆無機層170を形成する。例えば、乾式めっきを実施し、被覆無機層として乾式めっき膜を形成してよい。より具体的には、乾式めっきを実施し、被覆前駆体の底面以外（即ち、支持基板の底面以外）の露出面に対して被覆無機層を形成する。

【0128】

以上のような工程を経ることによって、基板上の固体電池が被覆絶縁層および被覆無機層で全体的に覆われたパッケージ品を得ることができる。つまり、本発明に係る「固体電池パッケージ」を最終的に得ることができる。

20

【0129】

なお、上記では、被覆材150が固体電池100を覆う形態について触れたが、本発明は固体電池100が被覆材150によって大きく覆われた形態を有していてもよい。例えば、基板200上の固体電池100を包む被覆絶縁層160上に設けられた被覆無機層170が基板200の下側主面にまで及んでいてよい（図2参照）。つまり、被覆材150として被覆絶縁層160上の被覆無機層170が基板200の側面にまで延在していると共に、基板200の側方を超えて当該基板200の下側主面（特にその周縁部分）にまで延在してよい。このような形態の場合、水分透過（外部から固体電池積層体へと至るような水分透過）がより好適に防止された固体電池パッケージがもたらされ得る。なお、被覆無機層170は、図11に示すように、少なくとも2層から成る複数層構造として設けることもできる。図11では170Aおよび170Bの2層構造の被覆無機層170が示されている。かかる複数層構造は、特に異種材間に限らず、同種材間であってもよい。このような複数層構造の被覆無機層が設けられる場合、固体電池のための水蒸気バリアをより好適に構成し易い。

30

【0130】

なお、好ましくは、水蒸気バリア層を基板に対して形成しておいてよい。つまり、基板と固体電池を組み合わせるパッケージ化に先立って基板に水蒸気バリアを形成しておいてよい。

40

【0131】

水蒸気バリア層は、所望のバリア層を形成できるのであれば、特に制限はない。例えば「Si-O結合およびSi-N結合を有する水蒸気バリア層」の場合、好ましくは、液体原料の塗布および紫外線照射を通じて形成する。つまり、CVDやPVDなどの気相蒸着法を利用せず比較的低温の条件（例えば、100℃程度の温度条件）で水蒸気バリア層を形成する。

【0132】

具体的には、液体原料として例えばシラザンを含んで成る原料を用意し、その液体原料をスピコートまたはスプレーコートなどによって基板に塗布、乾燥してバリア前駆体を

50

形成する。次いで、窒素を含む環境雰囲気において、バリア前駆体をUV照射に付すことによって、「Si-O結合およびSi-N結合を有する水蒸気バリア層」を得ることができる。

【0133】

なお、基板の導電性部分と固体電池の端面電極との接合箇所には水蒸気バリア層が存在しないように、その箇所のバリア層を局所除去することが好ましい。あるいは、接合箇所に水蒸気バリア層が形成されないようにマスクを利用してもよい。つまり、接合箇所となる領域にマスクを施して水蒸気バリア層を全体的に形成し、その後にマスクを除いてもよい。

【0134】

基板の主面にレジスト層を設ける場合、レジスト層400上に水蒸気バリア層を形成してよい。この際、上述したように、固体電池100との接合領域を除くように水蒸気バリア層を形成することが好ましい。つまり、基板の基板電極層210が露出することになるようにレジスト層400および水蒸気バリア層300が形成された基板200を用意することが好ましい。

【0135】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、あくまでも典型例を例示したに過ぎない。本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲において種々の態様が考えられることを当業者は容易に理解されよう。

【0136】

例えば、上記説明では、導電性ペーストを用いて基板の導電性部分と固体電池の端面電極とを互いに電気接続する態様について言及したが、供された接合部材600に対応する導電性ペーストが図12に示すような形態を最終的に有していてもよい。固体電池100と基板200とが導電性ペーストを介して電氣的に接合される際には、固体電池100から導電性ペーストに押圧力が加えられるので、固体電池100の端面電極140が導電性ペーストに僅かに食い込んだ形態となり易い。つまり、導電性ペーストは端面電極140に押圧されてその外側において僅かに隆起する形態（図12の“M”部分）を有し易い。また、固体電池100と基板200とが導電性ペーストを介して電氣的に接合される際には、上記押圧に起因して導電性ペーストの一部600Aがレジスト層400上に跨るように流動し得る。これは、レジスト層400が導電性ペーストに対して“ダム”として作用することに関係する。

【0137】

より具体的には、基板の導電性部分（特に、基板の主面電極層210）を露出させるレジスト層400の開口箇所は、その開口を成す縁部分が、導電性ペーストの移動を部分的に阻止するように作用するので、開口箇所に一旦供された導電性ペーストの一部600Aは押圧に伴ってレジスト層400上に流動しつつも、導電性ペーストの大部分600Bはレジスト層400の開口箇所に留まることができる。つまり、好ましくはレジスト層（例えばソルダレジストの層）がダムとして作用して導電性ペーストののにじみが抑制される。導電性ペーストののにじみが抑制されると、被覆絶縁層160（特に固体電池100と基板200との間に設けられる被覆絶縁層160）とレジスト層400との接合面積がより確保され易くなる。その結果、被覆絶縁層160と基板200との間の固着力がより安定化し得る。なお、導電性ペーストは、製造時を前提とした表現であるが、製造後の固体電池でいえば、導電性ペーストは接合部材600に相当する。よって、本開示の一実施形態に係る固体電池パッケージ1000では、図12に示されるように、接合部材600が基板の上側主面電極層210とレジスト層400とに跨るように配置され得る。つまり、接合部材600の一部600Aは、レジスト層400の内側にまで配置され得る。具体的には、接合部材600の一部600Aは、レジスト層400のうち上側主面電極層210と接する部分よりも内側にまで配置され得る。

【0138】

なお、本発明は、固体電池パッケージに関するが、かかるパッケージがその基板と別個

10

20

30

40

50

の外部基板に実装された電子デバイスとして供されてもよい。つまり、固体電池パッケージの基板は固体電池の外部端子のための端子基板となり得るところ、かかる端子基板を介して、固体電池パッケージが例えばプリント配線板などの外部基板（即ち、２次基板）に表面実装されていてよく、そのような電子デバイスとして固体電池パッケージが供されていてよい。

【産業上の利用可能性】

【０１３９】

本発明の固体電池パッケージは、電池使用または蓄電が想定される様々な分野に利用することができる。あくまでも例示にすぎないが、本発明の固体電池パッケージは、モバイル機器などが使用される電気・情報・通信分野（例えば、携帯電話、スマートフォン、ノートパソコンおよびデジタルカメラ、活動量計、アームコンピューター、電子ペーパーなどや、ＲＦＩＤタグ、カード型電子マネー、スマートウォッチなどの小型電子機などを含む電気・電子機器分野あるいはモバイル機器分野）、家庭・小型産業用途（例えば、電動工具、ゴルフカート、家庭用・介護用・産業用ロボットの分野）、大型産業用途（例えば、フォークリフト、エレベーター、湾港クレーンの分野）、交通システム分野（例えば、ハイブリッド車、電気自動車、バス、電車、電動アシスト自転車、電動二輪車などの分野）、電力系統用途（例えば、各種発電、ロードコンディショナー、スマートグリッド、一般家庭設置型蓄電システムなどの分野）、医療用途（イヤホン補聴器などの医療用機器分野）、医薬用途（服用管理システムなどの分野）、ならびに、ＩｏＴ分野、宇宙・深海用途（例えば、宇宙探査機、潜水調査船などの分野）などに利用することができる。

【符号の説明】

【０１４０】

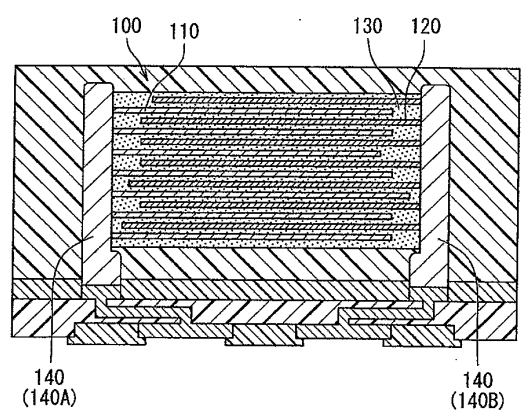
- １００ 固体電池
- １００Ａ 固体電池の主面
- １００Ｂ 固体電池の側面
- １００Ｘ 電池要素
- １００Ｘ１ 界面領域と電池要素の中央領域
- １１０ 正極層
- １１５ 固体電池電極層
- １１５ａ 固体電池電極層の側面
- １２０ 負極層
- １３０ 固体電解質または固体電解質層
- １４０ 端面電極
- １４０Ａ 正極側の端面電極
- １４０Ｂ 負極側の端面電極
- １４１ 端面電極の端面
- １５０ 被覆材
- １６０ 被覆絶縁層
- １７０ 被覆無機層
- １８０ 固体電池電極層と端面電極との界面領域
- ２００ 基板
- ２１０ 基板電極層（基板上側）
- ２１０Ａ 正極側の基板電極層
- ２１０Ｂ 負極側の基板電極層
- ２１１ 基板電極層の一方の側面
- ２１２ 基板電極層の他方の側面
- ２２０ 実装側基板電極層（基板下側）
- ２２０Ａ 正極側の実装側基板電極層
- ２２０Ｂ 負極側の実装側基板電極層
- ２３０ 基板の一方の主面

- 2 4 0 基板の他方の主面
- 2 5 0 基板の側面
- 3 0 0 水蒸気バリア層
- 4 0 0 レジスト層
- 6 0 0 接合部材
- 6 0 0 A 接合部材の一部
- 6 0 0 B 接合部材の大部分
- 6 0 0 ' 接合部材の前駆体
- 1 0 0 0 固体電池パッケージ
- L 1 基板電極層の一方の側面と他方の側面との間の距離
- L 2 同極側の端面電極の端面と対極側の固体電池電極層の側面との間の最小距離
- L 3 同極側の端面電極の端面と対極側の固体電池電極層の側面との間の最大距離
- L 4 基板電極層の一方の側面と端面電極の端面との間の距離

【図面】

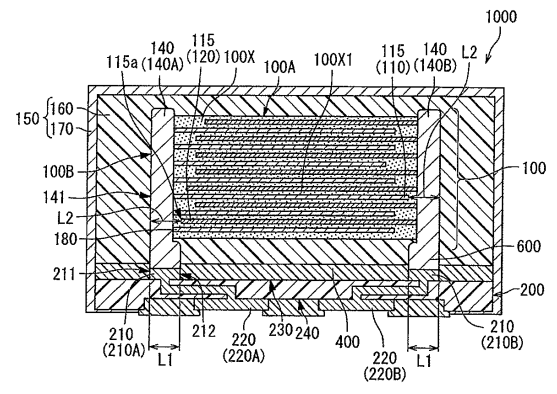
【図 1】

図1



【図 2】

図2



10

20

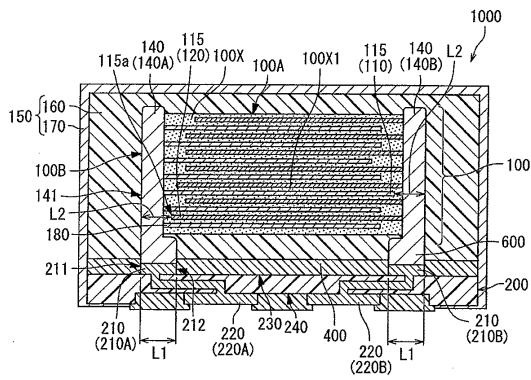
30

40

50

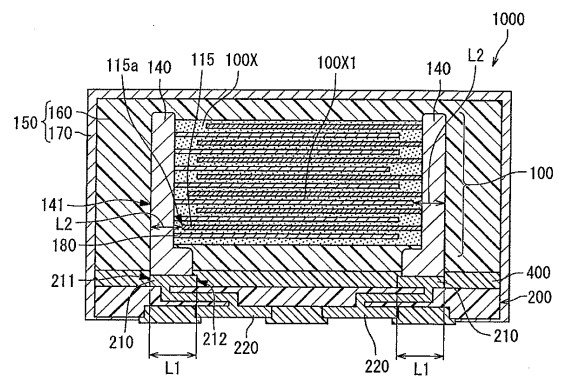
【図 3】

图3



【図 4】

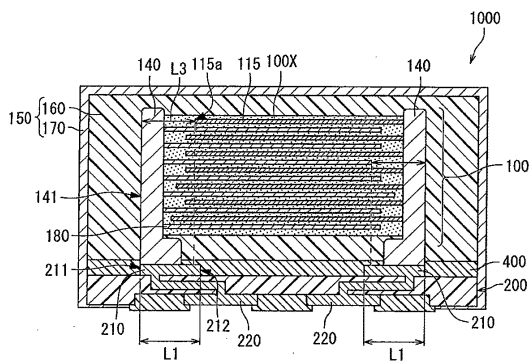
图4



10

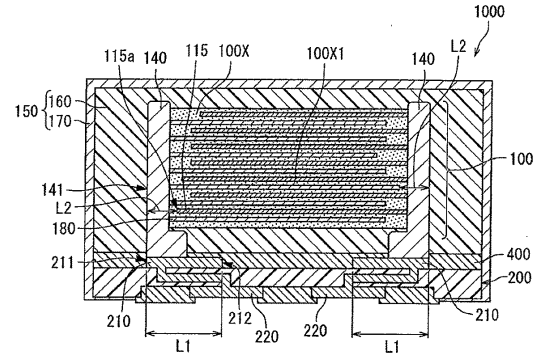
【図 5】

图5



【図 6】

图6



20

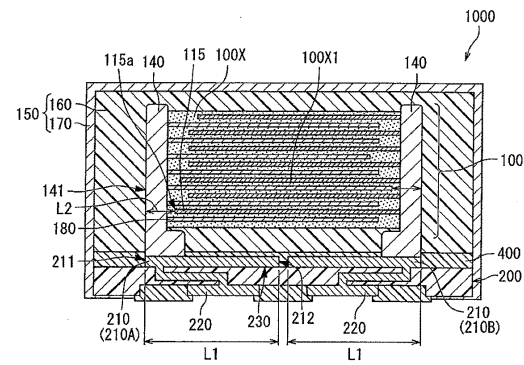
30

40

50

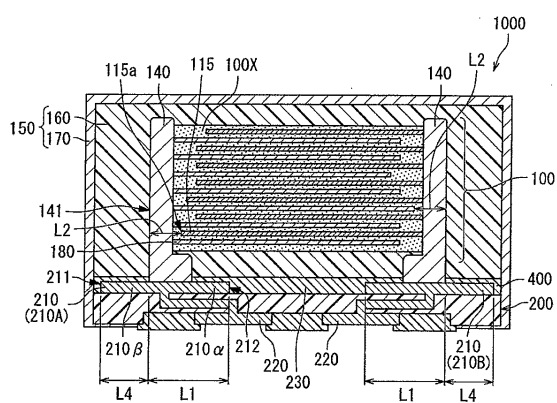
【図 7】

図7



【図 8】

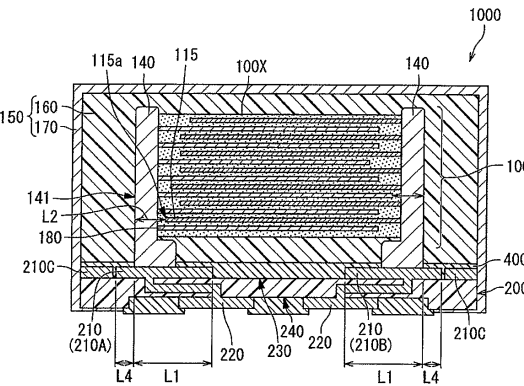
図8



10

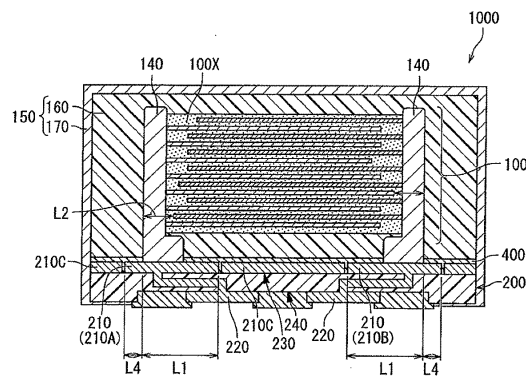
【図 9】

図9



【図 10】

図10



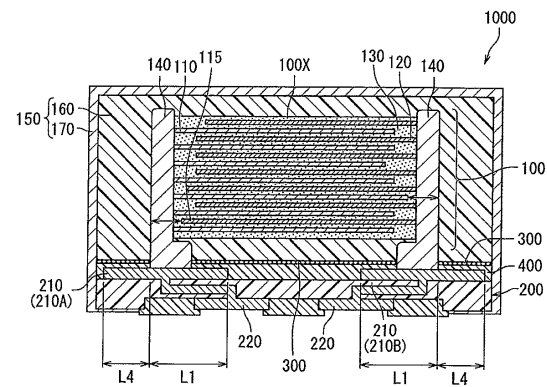
30

40

50

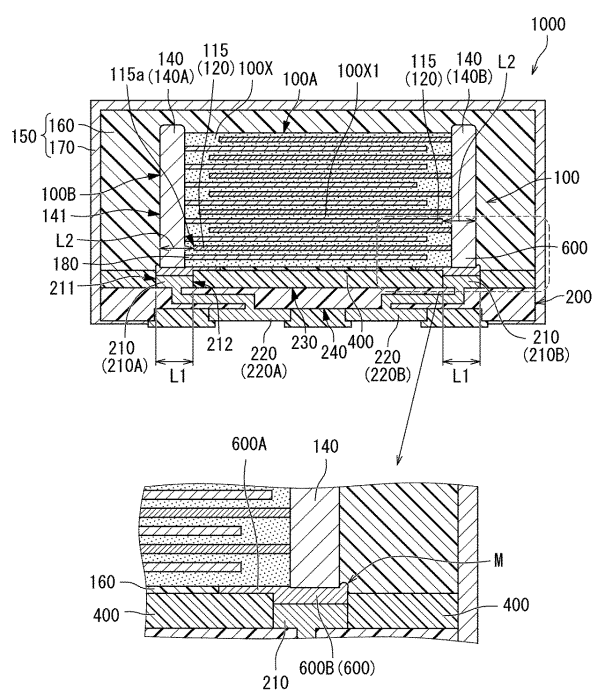
【図 1 1】

図11



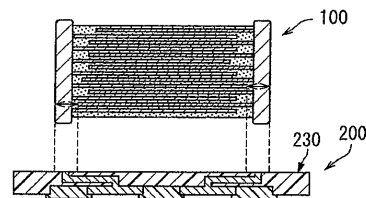
【図 1 2】

図12



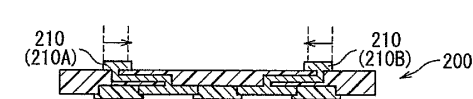
【図 1 3 A】

図13A



【図 1 3 B】

図13B



10

20

30

40

50

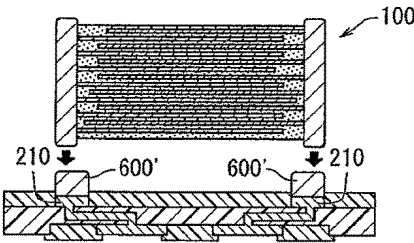
【図 1 3 C】

図13C



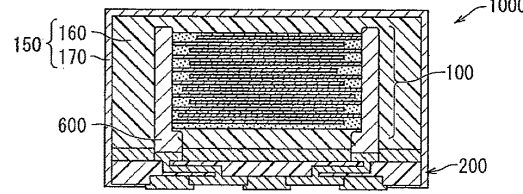
【図 1 3 D】

図13D



【図 1 3 E】

図13E



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類 F I
H O 1 M 50/121 (2021.01) H O 1 M 50/121
H O 1 M 50/124 (2021.01) H O 1 M 50/124
H O 1 M 50/547 (2021.01) H O 1 M 50/547 2 0 1
- 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 川手 俊矢
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 戸波 與之
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- 審査官 井原 純
- (56)参考文献 国際公開第2020/031424 (WO, A1)
特開2015-196783 (JP, A)
国際公開第2019/156117 (WO, A1)
特開2002-334692 (JP, A)
国際公開第2012/002359 (WO, A1)
国際公開第2020/202928 (WO, A1)
国際公開第2022/230900 (WO, A1)
国際公開第2022/004547 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H O 1 M 10/05-10/0587
H O 1 M 10/36-10/39
H O 1 M 50/10-50/198
H O 1 M 50/50-50/598