(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月31日(31.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/224527 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 10/052 (2010.01) *H01M 50/534* (2021.01)
H01M 4/66 (2006.01) *H01M 50/536* (2021.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/016516

(22) 国際出願日： 2023年4月26日(26.04.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: ＴｅｒａＷａｔｔ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ株式会社(**TERAWATT TECHNOLOGY K.K.**) [JP/JP]; 〒2260026 神奈川県横浜市緑区長津田町４２５９－３ 東工大横浜ベンチャープラザＷ３０１ Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 大山 剛輔(**OYAMA, Gosuke**); 〒2260026 神奈川県横浜市緑区長津田町４２５９－３ 東工大横浜ベンチャープラザＷ３０１ ＴｅｒａＷａｔｔ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ株式会社内 Kanagawa (JP). 三宅 実(**MIYAKE, Minoru**); 〒2260026 神奈川県横浜市緑区長津田町４２５９－３ 東工大横浜ベンチャープラザＷ３０１ ＴｅｒａＷａｔｔ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ株式会社内 Kanagawa (JP). 藤木 聡(**FUJIKI, Satoshi**); 〒2260026 神奈川県横浜市緑区長津田町４２５９－３ 東工大横浜ベンチャープラザＷ３０１ ＴｅｒａＷａｔｔ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ株式会社内 Kanagawa (JP). 緒方 健(**OGATA, Ken**); 〒2260026 神奈川県横浜市緑区長津田町４２５９－３ 東工大横浜ベンチャープラザＷ３０１ ＴｅｒａＷａｔｔ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ株式会社内 Kanagawa (JP).

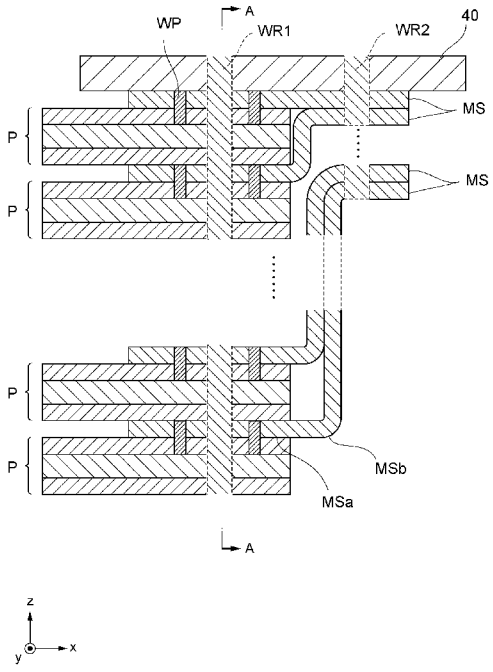
(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(**INABA, Yoshiyuki** et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title:** LITHIUM SECONDARY BATTERY

(54) 発明の名称： リチウム２次電池

[図5]



(57) **Abstract:** Provided is a way to suppress reductions in the output characteristics and producibility of a lithium secondary battery. The present invention provides a lithium secondary battery. A lithium secondary battery according to the present invention includes (a) a first laminate that comprises a first end part, (b) an intermediate laminate, (c) a second laminate that comprises a second end part, (d) a metal sheet that includes a first portion that overlaps the first end part and the second end part as seen from the layering direction and a second portion that does not overlap the first end part and the second end part as seen from the layering direction, and (e) an electrode tab that is electrically connected to the first laminate and the second laminate. The electrode tab has a first junction mark and a second junction mark. The first junction mark is from the joining of the electrode tab and the first end part, the first portion of the metal sheet, and the second end part. The second junction mark is from the joining of the electrode tab and the second portion of the metal sheet.

WO 2024/224527 A1

［続葉有］

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：リチウム２次電池の出力特性及び生産性の低下を抑制する技術を提供する。リチウム２次電池が提供される。リチウム２次電池は、（ａ）第１端部を備える第１積層体と、（ｂ）中間積層体と、（ｃ）第２端部を備える第２積層体と、（ｄ）積層方向からみて第１端部及び第２端部と重なる第１部分と、積層方向からみて第１端部及び第２端部と重ならない第２部分とを含む金属シートと、（ｅ）第１積層体及び第２積層体に電気的に接続される電極タブとを含む。電極タブは、第１接合痕と第２接合痕を有する。第１接合痕は、電極タブと第１端部、金属シートの第１部分及び第２端部との接合による接合痕である。第２接合痕は、電極タブと金属シートの第２部分との接合による接合痕である。

明　細　書

発明の名称 ： リチウム２次電池

技術分野

[0001] 本開示の例示的実施形態は、リチウム２次電池に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、樹脂フィルムの両面に金属層が形成された集電体を用いることで電池セルの安全性を向上させることが開示されている。樹脂フィルムは、フィルムの表／裏が絶縁性の樹脂層により隔てられており、電気的な導通がとれない。そのため配線を引き出す用の電極タブと電極フィルムを接続する際に、電極の表／裏、さらに、複数電極と電極タブ間での導通がとれない。この点、特許文献２では、樹脂層を隔てた各金属層を配線引き出し用の電極タブに接続するために、集電体を複数折り畳んで各金属層に積層させることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平１１－１０２７１１号公報

特許文献2：特開２０１３－０１６３２１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、リチウム２次電池の出力特性及び生産性の低下を抑制する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一つの例示的実施形態において、リチウム２次電池であって、（ａ）第１積層体であって、第１絶縁層を一対の第１導電層で挟んで構成される第１集電体と、第１集電体上に配置される第１電極とを含み、第１集電体は、第１電極が配置されない第１端部を備える、第１積層体と、（ｂ）第１電極と極性の異なる電極及びセパレータを含む中間積層体と、（ｃ）第１積

層体に対し中間積層体を介して積層方向に離間して配置される第２積層体であって、第２絶縁層を一対の第２導電層で挟んで構成される第２集電体と、第２集電体上に配置され、第１電極と同一極性の第２電極とを含み、第２集電体は第２電極が配置されない第２端部を備える、第２積層体と、（ｄ）第１端部及び第２端部に対して積層方向に並んで配置される金属シートであって、積層方向からみて第１端部及び第２端部と重なる第１部分と、積層方向からみて第１端部及び第２端部と重ならない第２部分とを含む、金属シートと、（ｅ）第１積層体及び第２積層体に電気的に接続される電極タブであって、第１接合痕と第２接合痕を有し、第１接合痕は、電極タブと第１端部、金属シートの第１部分及び第２端部との接合による接合痕であり、第２接合痕は、電極タブと金属シートの第２部分との接合による接合痕である、電極タブと、を備えるリチウム２次電池が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示の一つの例示的実施形態によれば、リチウム２次電池の出力特性及び生産性の低下を抑制する技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]２次電池１の構成例を説明するための分解斜視図である。

[図2A]負極１０の一例を示す斜視図である。

[図2B]負極１０の他の例を示す斜視図である。

[図3]正極積層体３０と金属シートＭＳの一例を示す斜視図である。

[図4A]接合痕の一例を説明するための図である。

[図4B]接合痕の他の例を説明するための図である。

[図4C]接合痕の他の例を説明するための図である。

[図4D]接合痕の他の例を説明するための図である。

[図5]正極電極タブ４０、端部Ｐ及び金属シートＭＳの接合状態を説明するための図である。

[図6]第１接合痕を説明するための図である。

[図7]本製法の一例を示すフローチャートである。

[図8A]図７の工程ＳＴ１を説明するための図である。

[図8B]図７の工程ＳＴ１を説明するための図である。

[図9A]図７の工程ＳＴ２を説明するための図である。

[図9B]図７の工程ＳＴ２を説明するための図である。

[図9C]図７の工程ＳＴ２を説明するための図である。

[図9D]図７の工程ＳＴ２を説明するための図である。

[図10]図７の工程ＳＴ３を説明するための図である。

[図11]負極１０の他の例を示す斜視図である。

[図12]負極１０の他の例を示す斜視図である。

[図13]リチウム２次電池の他の構成例を説明するための要部断面図である。

[図14]リチウム２次電池の他の構成例を説明するための要部断面図である。

[図15]正極積層体の他の構成例を説明するための斜視図である。

[図16]正極積層体の他の構成例を説明するための斜視図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示の各実施形態について説明する。

[0009] 一つの例示的実施形態において、リチウム２次電池であって、（ａ）第１積層体であって、第１絶縁層を一対の第１導電層で挟んで構成される第１集電体と、第１集電体上に配置される第１電極とを含み、第１集電体は、第１電極が配置されない第１端部を備える、第１積層体と、（ｂ）第１電極と極性の異なる電極及びセパレータを含む中間積層体と、（ｃ）第１積層体に対し中間積層体を介して積層方向に離間して配置される第２積層体であって、第２絶縁層を一対の第２導電層で挟んで構成される第２集電体と、第２集電体上に配置され、第１電極と同一極性の第２電極とを含み、第２集電体は第２電極が配置されない第２端部を備える、第２積層体と、（ｄ）第１端部及び第２端部に対して積層方向に並んで配置される金属シートであって、積層方向からみて第１端部及び第２端部と重なる第１部分と、積層方向からみて第１端部及び第２端部と重ならない第２部分とを含む、金属シートと、（ｅ）第１積層体及び第２積層体に電気的に接続される電極タブであって、第１

接合痕と第２接合痕を有し、第１接合痕は、電極タブと第１端部、金属シートの第１部分及び第２端部との接合による接合痕であり、第２接合痕は、電極タブと金属シートの第２部分との接合による接合痕である、電極タブと、を備えるリチウム２次電池が提供される。

[0010] 一つの例示的実施形態において、第１接合痕は、溶接痕である。

[0011] 一つの例示的実施形態において、第１接合痕は、１又は複数のライン状である。

[0012] 一つの例示的実施形態において、第１接合痕は、１又は複数のドット状である。

[0013] 一つの例示的実施形態において、第１接合痕は、積層方向の断面において、一対の第１導電層、金属シート及び一対の第２導電層が一体化した領域を含む。

[0014] 一つの例示的実施形態において、第２接合痕は、溶接痕である。

[0015] 一つの例示的実施形態において、第２接合痕は、１又は複数のライン状である。

[0016] 一つの例示的実施形態において、第２接合痕は、１又は複数のドット状である。

[0017] 一つの例示的実施形態において、金属シートの第１部分は、第１端部及び第２端部のいずれか一方との接合による予備接合痕をさらに有する。

[0018] 一つの例示的実施形態において、第１接合痕は、積層方向から見て予備接合痕と異なる位置にある。

[0019] 一つの例示的実施形態において、第１積層体と第２積層体とが中間積層体を挟んで積層方向に交互に複数配置される。

[0020] 一つの例示的実施形態において、第１積層体は平板状のシートで構成され、第２積層体は、第１積層体とは別体の平板状のシートで構成される。

[0021] 一つの例示的実施形態において、第１積層体と第２積層体は、一枚のシートを折りたたんで又は巻回して構成される。

[0022] 一つの例示的実施形態において、金属シートは、複数の第１端部及び複数

の第２端部のうちの少なくとも１つの端部に設けられる。

[0023] 一つの例示的実施形態において、金属シートは、少なくとも一つの端部の片面に設けられる。

[0024] 一つの例示的実施形態において、金属シートは、少なくとも一つの端部の両面に一つずつ設けられる。

[0025] 一つの例示的実施形態において、金属シートの数は、第１端部及び第２端部の合計数の３倍以下である。

[0026] 一つの例示的実施形態において、金属シートは、第１導電層及び第２導電層と同一の材料で構成される。

[0027] 一つの例示的実施形態において、第１電極及び第２電極が正極である。

[0028] 一つの例示的実施形態において、第１電極及び第２電極が負極である。

[0029] 以下、図面を参照して、本開示の各実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一または同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づいて上下左右等の位置関係を説明する。図面の寸法比率は実際の比率を示すものではなく、また、実際の比率は図示の比率に限られるものではない。

[0030] 上述したとおり、特許文献２には、樹脂層を隔てた各金属層を配線引き出し用の電極タブに接続するために、集電体を複数折りたたんで各金属層に積層させることが提案されている。しかし、この方法では、金属層毎に集電体端部を折り返しながら積層する新たな装置機構が必要となる。また積層と連動させながら集電体端部を折り返す必要があり、生産性が著しく悪化する。またこの方法では、電極タブと集電体及び各金属層とを機械的に接合できたとしても、接合部の抵抗が高くなり出力特性が低下する。一実施形態にかかるリチウム２次電池１（以下「２次電池１」ともいう。）では、このような問題を解消し得る。

[0031] ＜２次電池の構成例＞

図１は、２次電池１の構成例を説明するための分解斜視図である。図１に示すように、２次電池１は、負極１０、セパレータ２０、第１正極積層体３

０Ａ、第２正極積層体３０Ｂ、金属シートＭＳ、正極電極タブ４０及び負極電極タブ４２等を含んで構成される。以下、各構成について詳細を説明する。

[0032] （負極１０）

図２Ａは、負極１０の一例を示す斜視図である。一実施形態において、負極１０は、負極集電体１２と負極集電体１２上に配置される負極活物質１４を含んで構成される。

[0033] 一実施形態において、図２Ａに示すように、負極活物質１４は、負極集電体１２の両面にそれぞれ配置される。一実施形態において、負極活物質１４は、負極集電体１２の片面にのみ配置されてよい。

[0034] 一実施形態において、負極集電体１２は、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｔｉ、Ｆｅ及びＬｉと反応しない金属、及び、これらの合金、並びに、ステンレス鋼からなる群より選択される少なくとも１種から形成される。

[0035] 負極活物質１４は、負極において電極反応、すなわち酸化反応及び還元反応を生じる物質である。負極活物質１４は、例えば、リチウム金属及びリチウム金属を含む合金、炭素系物質、金属酸化物、並びにリチウムと合金化する金属及び該金属を含む合金等でよい。上記炭素系物質は、例えば、グラフェン、グラファイト、ハードカーボン、カーボンナノチューブ等でよい。上記金属酸化物は、例えば、酸化チタン系化合物、酸化コバルト系化合物等でよい。上記リチウムと合金化する金属は、例えば、ケイ素、酸化ケイ素、ゲルマニウム、スズ、鉛、アルミニウム、及びガリウム、及びこれらにリチウムがプレドープされたものでよい。

[0036] 図２Ｂは、負極１０の他の例を示す斜視図である。図２Ｂに示すように、負極１０は、負極集電体１６と、負極集電体１６の両面にそれぞれ配置される負極活物質１４とを含んで構成されてよい。負極活物質１４の材質は、図２Ａで説明したものと同様でよい。負極集電体１６は、負極絶縁層１６０と負極絶縁層１６０を挟むように配置される一対の負極導電層１６２とで構成されてよい。

[0037] 一実施形態において、負極絶縁層１６０は、シート状（フィルム状）又は繊維状の樹脂で構成されてよい。負極導電層１６２は、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｔｉ、Ｆｅ及びＬｉと反応しない金属、及び、これらの合金、並びに、ステンレス鋼からなる群より選択される少なくとも１種から形成される。負極導電層１６２は、一例ではＣｕである。負極集電体１６は、負極絶縁層１６０を含むことで、負極集電体１６として必要な厚み（剛性）を担保しつつ、負極集電体１６を導電層のみで構成する場合と比較して軽量化され得る。

[0038] 図２Ａ及び図２Ｂに示すように、負極集電体（１２、１６）は、負極端部Ｑを有する。一実施形態において、負極端部Ｑは、負極集電体の一部として、負極集電体の側面から外側（ｘ方向）に延出して構成される。負極端部Ｑ上には、負極活物質１４は形成されない。負極端部Ｑには、負極電極タブ４２との第１接合痕ＷＬ１が形成されている。

[0039] （負極電極タブ４２）

図１に示すように、負極電極タブ４２は、各負極端部Ｑに対して積層方向（ｚ方向）に並ぶように配置される。一実施形態において、負極電極タブ４２は、各負極端部Ｑよりも上方又は下方に配置されてよい。一実施形態において、負極電極タブ４２は、ある負極端部Ｑとこれに隣接する負極端部Ｑ間に配置されてもよい。

[0040] 負極電極タブ４２は、各負極端部Ｑと接合される。そして負極端部４２は、各負極端部Ｑを介して各負極１０と電気的に接続される。負極電極タブ４２には、各負極端部Ｑとの接合による第１接合痕ＷＬ１が形成されている。第１接合痕ＷＬ１は、１又は複数の点（スポット）であってよく、また連続する線や面であってもよい。一実施形態において、負極電極タブ４２と各負極端部Ｑとは溶接により接合されてよい。この場合、第１接合痕ＷＬ１は溶接痕である。溶接は、例えば、超音波溶接、レーザ溶接、抵抗溶接又はスポット溶接であってよい。

[0041] （セパレータ２０）

セパレータ２０は、負極１０上に配置される。図１に示す例では、セパレ

ータ２０は、負極１０の両面に配置される。セパレータ２０は、負極１０と正極積層体３０とを物理的及び／又は電気的に隔離するとともに、リチウムイオンのイオン伝導性を確保する。一実施形態において、セパレータ２０は、絶縁性の多孔質部材、ポリマー電解質、ゲル電解質、及び、無機固体電解質からなる群より選択される少なくとも１種でよい。セパレータ２０は、１種の部材を単独で用いてよく、２種以上の部材を組み合わせて用いてもよい。

[0042] セパレータ２０が絶縁性の多孔質部材を含む場合、多孔質部材の細孔にイオン伝導性を有する物質（電解液、ポリマー電解質、及び／又はゲル電解質等）が充填される。これによりセパレータ２０はイオン伝導性を発揮する。絶縁性の多孔質部材を構成する材料としては、特に限定されず、例えば絶縁性高分子材料が挙げられ、具体的には、ポリエチレン（ＰＥ）、及びポリプロピレン（ＰＰ）が挙げられる。すなわち、セパレータ２０は、多孔質のポリエチレン（ＰＥ）膜、多孔質のポリプロピレン（ＰＰ）膜、又はこれらの積層構造であってよい。

[0043] 一実施形態において、セパレータ２０は、一面又は両面がセパレータ被覆層によりコーティングされてよい。これにより、２次電池１のサイクル特性が向上し得る。一実施形態において、セパレータ被覆層は、セパレータ２０の表面の５０％以上の面積において均一の厚みで連続する膜でよい。一実施形態において、セパレータ被覆層は、ポリビニリデンフロライド（ＰＶＤＦ）、スチレンブタジエンゴムとカルボキシメチルセルロースの合材（ＳＢＲ－ＣＭＣ）、及びポリアクリル酸（ＰＡＡ）のようなバインダーを含むものでよい。一実施形態において、セパレータ被覆層は、上記バインダーにシリカ、アルミナ、チタニア、ジルコニア又は水酸化マグネシウム等の無機粒子が添加されて構成されてよい。

[0044] 一実施形態において、セパレータ２０の厚さ（セパレータ２０が被覆層を含む場合当該被覆層を含む）は、３．０μｍ以上４０μｍ以下でよい。これにより、負極１０と正極積層体３０とを隔離しつつ、セパレータ２０の占め

る体積を減少させ得る。一実施形態において、セパレータ２０の厚さは、５．０μｍ以上、７．０μｍ以上、１０μｍ以上であってよい。一実施形態において、セパレータ２０の厚さは、３０μｍ以下、２０μｍ以下、１０μｍ以下であってよい。

[0045]（中間積層体ＬＭ）

図１に示すように、一実施形態において、負極１０とセパレータ２０とは中間積層体ＬＭを構成する。中間積層体ＬＭは、セパレータ２０、負極１０、セパレータ２０がこの順で積層方向（ｚ方向）に積層された構造であってよい。２次電池１は、複数の中間積層体ＬＭを含む。一実施形態において、複数の中間積層体ＬＭは、図１に示すように、それぞれ一枚の平板状のシートとして構成されてよい。一実施形態において、複数の中間積層体ＬＭは、一枚のシートから構成されてもよい（当該態様の一例については、図１３及び図１４を用いて後述する）。

[0046]（正極積層体３０及び金属シートＭＳ）

図１に示すように、第１正極積層体３０Ａは、集電体３２Ａと正極３４Ａを含む。第１正極積層体３０Ａは、第１積層体の一例である。一実施形態において、第１正極積層体は、正極３４Ａ、集電体３２Ａ、正極３４Ａがこの順で積層方向に積層された構造であってよい。集電体３２Ａは、正極３４Ａから露出する第１端部Ｐ１を有する。すなわち第１端部Ｐ１上には、正極３４Ａが形成されない。第１端部Ｐ１は、集電体３２Ａの一部として、集電体３２Ａの側面から外側（ｘ方向）に延出する。

[0047] 第２正極積層体３０Ｂは、集電体３２Ｂと正極３４Ｂを含む。第２正極積層体３０Ｂは、第２積層体の一例である。一実施形態において、第２正極積層体３０Ｂは、正極３４Ｂ、集電体３２Ｂ、正極３４Ｂがこの順で積層方向に積層された構造であってよい。集電体３２Ｂは、正極３４Ｂから露出する第２端部Ｐ２を有する。すなわち第２端部Ｐ２上には、正極３４Ｂが形成されない。第２端部Ｐ２は、集電体３２Ｂの一部として、集電体３２Ｂの側面から外側（ｘ方向）に延出する。

[0048] 第１正極積層体３０Ａと第２正極積層体３０Ｂとは、中間積層体ＬＭを介して積層方向に交互に複数積層される（以下、第１正極積層体３０Ａと第２正極積層体３０Ｂとを区別する必要がない場合、両者をあわせて「正極積層体３０」ともいう）。一実施形態において、複数の正極積層体３０は、図１に示すように、それぞれ一枚の平板状のシートとして構成されてよい。一実施形態において、複数の正極積層体３０は、一枚のシートから構成されてもよい（当該態様の一例については、図１５及び図１６を用いて後述する）。

[0049] 一実施形態において、２次電池１に含まれる正極積層体３０の総数は、５以上、１０以上、又は、２０以上でよい。一実施形態において、２次電池１に含まれる正極積層体３０の総数は、５０以下、４０以下又は３０以下でよい。一実施形態において、２次電池１のエネルギー密度は、３００Ｗｈ／ｋｇ以上であってよい。一実施形態において、２次電池１の定格容量は、１．５Ａｈ以上であってよく、また５Ａｈ以上であってもよい。

[0050] 図１に示すように、金属シートＭＳは、第１端部Ｐ１及び第２端部Ｐ２（以下、両者を区別する必要がない場合、あわせて「端部Ｐ」ともいう。）上に配置される。一実施形態において、全ての端部Ｐ上に金属シートＭＳが配置されてよい。一実施形態において、一部の端部Ｐ上に金属シートＭＳが配置され、その余の端部Ｐ上には金属シートＭＳが配置されなくてもよい。例えば、複数の端部Ｐおきに金属シートＭＳが配置されてよい。

[0051] 一実施形態において、端部Ｐの積層方向における位置に基づいて、当該端部Ｐ上に配置される金属シートの数や厚さが設定されてよい。例えば、２次電池１の積層方向中央の端部Ｐ上に金属シートＭＳが２以上配置され、積層方向上部及び下部の端部Ｐ上に金属シートＭＳが１つ配置されるようにしてよい。また例えば、２次電池１の積層方向中央の端部Ｐ上に配置する金属シートＭＳの厚さを、積層方向上部及び下部の端部Ｐ上に配置する金属シートの厚さより大きくしてよい。これにより中央の端部Ｐ間における抵抗のばらつきが抑制され得る。

[0052] 一実施形態において、金属シートＭＳの数は、端部Ｐの総数の３倍以下で

よく、また２倍以下でもよい。一実施形態において、金属シートＭＳの数は、端部Ｐの総数と同数でよく、端部Ｐの総数よりも少なくてもよく、例えば、端部Ｐの総数の半分以下でもよい。

[0053] 図３は、正極積層体３０と金属シートＭＳの一例を示す斜視図である。一実施形態において、正極積層体３０は、集電体３２と、集電体３２の両面にそれぞれ配置される正極３４とを有してよい。集電体３２は、絶縁層３２０と、絶縁層３２０を挟むように形成される導電層３２２とを有する。

[0054] 集電体３２の絶縁層３２０は、例えば、シート状（フィルム状）又は繊維状の樹脂で構成されてよい。樹脂は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル又はポリアミド等の熱可塑性樹脂の少なくとも１つであってよい。絶縁層３２０は、当該樹脂の少なくとも１つ以上が複数積層されて構成されてもよい。一実施形態において、絶縁層３２０は、融点が１５０℃以上３００℃以下の材料から形成される。一実施形態において、絶縁層３２０の厚さは、３μｍ以上１０μｍ以下でよく、また４μｍ以上８μｍ以下でもよい。

[0055] 絶縁層３２０は、過充電状態や高温状態で異常発熱が発生した場合等に溶融し、正極積層体３０を破損させ、電池内部の短絡電流を遮断するように機能し得る。これにより、２次電池１内部の急激な温度上昇を抑制し、電池の発火を抑制し得る。すなわち、絶縁層３２０は２次電池１の安全性向上に寄与し得る。

[0056] 集電体３２の導電層３２２は、絶縁層３２０を挟むようにその両面に形成される。導電層３２２は、正極３４に物理的及び／又は電気的に接触し、正極３４に対して電子を授受するように機能する。導電層３２２は、電池においてリチウムイオンと反応しない導電体から構成される。一実施形態において、導電層３２２は、アルミニウム、チタン、ステンレス、ニッケル及びこれらの合金からなる群から選択される少なくとも一種の材料から構成される。一例では、導電層３２２は、アルミニウム又はアルミニウム合金である。

一実施形態において、導電層３２２は、上記材料を絶縁層３２０の両側の表面に、蒸着、スパタリング、電解めっき又は貼り合わせすることで形成される。一実施形態において、各々の導電層３２２の厚さは、０．５μｍ以上５μｍ以下、０．７μｍ以上３μｍ以下、０．８μｍ以上２．０μｍ以下でよい。

[0057] 正極３４は、集電体３２の両面に形成される。正極３４としては、用途に応じて公知の材料が適宜選択されてよい。正極３４の厚さは、所望する電池の容量やレート特性に応じて適宜調整されてよい。一実施形態において、各々の正極３４の厚さは、例えば、２０μｍ以上１５０μｍ以下である。

[0058] 一実施形態において、正極３４は正極活物質を有する。正極活物質は、キャリア金属を正極３４に保持するための物質であり、キャリア金属のホスト物質ということもできる。正極活物質は、リチウムイオンを正極３４に保持するための物質でよく、この場合、電池の充放電により正極活物質にリチウムイオンが充填及び脱離される。これにより、電池の安定性及び出力電圧が向上され得る。

[0059] 一実施形態において、正極活物質は、金属酸化物又は金属リン酸塩である。金属酸化物は、例えば、酸化コバルト系化合物、酸化マンガン系化合物、又は、酸化ニッケル系化合物でよい。金属リン酸塩は、例えば、リン酸鉄系化合物、又はリン酸コバルト系化合物でよい。一実施形態において、正極活物質は、$LiCoO_2$、$LiNi_xCo_yMn_zO$（ｘ＋ｙ＋ｚ＝１）、$LiNi_xCo_yAl_zO$（ｘ＋ｙ＋ｚ＝１）、$LiNi_xMn_yO$（ｘ＋ｙ＝１）、$LiNiO_2$、$LiMn_2O_4$、$LiFePO_4$、$LiCoPO_4$、ＬｉＦｅＯＦ、ＬｉＮｉＯＦ、及び$LiTiS_2$からなる群から選択される少なくとも１つでよい。正極活物質は、１種を単独で又は２種以上を組み合わせて用いられてよい。一実施形態において、正極３４における正極活物質の含有量は、正極３４全体に対して５０質量％以上１００質量％以下でよい。

[0060] 一実施形態において、正極３４は、正極活物質以外の成分を１つ以上含んでよい。

[0061] 一実施形態において、正極３４は犠牲正極材を含んでよい。正極活物質の充放電電位範囲において酸化反応を生じ、かつ、還元反応を実質的に生じないリチウム含有化合物である。

[0062] 一実施形態において、正極３４はゲル電解質を含んでよい。ゲル電解質は、正極３４と集電体３２との接着力を向上させうる。一例では、ゲル電解質は、高分子と、有機溶媒と、リチウム塩とを含む。ゲル電解質における高分子は、例えば、ポリエチレン及び／又はポリエチレンオキシドの共重合体、ポリビニリデンフロライド、並びにポリビニリデンフロライド及びヘキサフロロプロピレンの共重合体等でよい。

[0063] 一実施形態において、正極３４は導電助剤及び／又はバインダーを含んでよい。一例では、導電助剤は、カーボンブラック、シングルウォールカーボンナノチューブ（ＳＷＣＮＴ）、マルチウォールカーボンナノチューブ（ＭＷＣＮＴ）、カーボンナノファイバー（ＣＦ）等である。一例では、バインダーは、ポリビニリデンフロライド、ポリテトラフルオロエチレン、スチレンブタジエンゴム、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂等である。一実施形態において、導電助剤の含有量は、正極３４全体に対して０．５質量％３０質量％以下である。一実施形態において、バインダーの含有量は、正極３４全体に対して０．５質量％３０質量％以下でよい。

[0064] 一実施形態において、正極３４はポリマー電解質を含んでよい。一例では、ポリマー電解質は、高分子及び電解質を主に含む固体ポリマー電解質、並びに高分子、電解質、及び可塑剤を主に含む半固体ポリマー電解質である。一実施形態において、ポリマー電解質の含有量の合計は、正極３４全体に対して、０．５質量％３０質量％以下でよい。

[0065] 一実施形態において、図３に示すように、金属シートＭＳは、集電体３２の端部Ｐの一面（１対の導電層３２２のうちの一方の表面）に接合されてよい。一実施形態において、金属シートＭＳは、集電体３２の端部Ｐの他面（１対の導電層３２２のうちの他方の表面）に接合されてもよい。一実施形態において、金属シートＭＳは、端部Ｐに一つ以上設けられてもよい。例えば

、金属シートＭＳは、集電体３２の端部Ｐの一面及び他面にそれぞれ１つずつ接合されてもよい。

[0066] 図３に示すように、金属シートＭＳは、第１部分ＭＳａと、第２部分ＭＳｂとを含む。第１部分ＭＳａは、積層方向（ｚ方向）からみて端部Ｐと重なる部分である。第２部分ＭＳｂは、積層方向（ｚ方向）からみて端部Ｐと重ならない部分である。一実施形態において、第２部分ＭＳｂは、第１部分ＭＳａから外側（ｘ方向）に延出する部分である。

[0067] 図３に示すように、金属シートＭＳと端部Ｐとの接合により、金属シートＭＳの第１部分ＭＳａと端部Ｐとの間には予備接合痕ＷＰが形成されている。一実施形態において、予備接合痕ＷＰは溶接による接合痕、すなわち溶接痕であってよい。溶接は、例えば、超音波溶接、レーザ溶接、抵抗溶接又はスポット溶接であってよい。溶接は、一例では、超音波溶接である。一実施形態において、金属シートＭＳと端部Ｐの導電層３２２とは、予備接合痕ＷＰにおいて一部又は全部が熱等により融合して一体化されてよい。

[0068] 図３に示すように、金属シートＭＳの第１部分ＭＳａ及び端部Ｐには、第１接合痕ＷＲ１が形成されている。また金属シートＭＳの第２部分ＭＳｂには、第２接合痕ＷＲ２が形成されている。詳細は後述するが、第１接合痕ＷＲ１は、端部Ｐ及び金属シートＭＳと正極電極タブ４０との接合痕であり、第２接合痕ＷＲ２は、金属シートＭＳと正極電極タブ４０との接合痕である。予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２は、それぞれ、積層方向（ｚ方向）からみて互いに異なる位置に形成される。

[0069] 一実施形態において、図３に示すように、金属シートＭＳは、集電体３２の端部Ｐの全部ではなく一部のみを覆うように構成されてよい。例えば、金属シートＭＳは、正極３４から所定の距離だけ離間した位置に配置されてよい。このとき、端部Ｐの導電層３２２上の金属シートＭＳが配置されていない領域に絶縁層を設けてよい。この場合、セパレータ２０が破損等した場合において、負極１０が端部Ｐの導電層３２２及び／又は金属シートＭＳを介して正極３４と短絡することが抑制され、２次電池１の安全性が向上し得る

。絶縁層は、例えば、シート状（フィルム状）又は繊維状の樹脂で構成されてよい。樹脂は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル又はポリアミド等の熱可塑性樹脂の少なくとも１つであってよい。なお、一実施形態において、金属シートＭＳは、集電体の端部Ｐの全面を覆うように構成されてもよい。

[0070] 一実施形態において、金属シートＭＳは、アルミニウム、チタン、ステンレス、ニッケル及びこれらの合金からなる群から選択される少なくとも一種の材料から構成される。金属シートＭＳは、一例では、硬質アルミ箔である。金属シートＭＳは、一例では、軟質アルミ箔である。軟質アルミ箔は、硬質アルミ箔に高温（４００℃前後）の熱処理を施すことで形成されてよい。一実施形態において、金属シートＭＳは、導電層３２２と同一の材料で構成されてよい。

[0071] 一実施形態において、金属シートＭＳの厚さは、絶縁層３２０の厚さ及び導電層３２２の厚さに基づいて設定されてよい。例えば、各金属シートＭＳの合計厚さ（Ａ）と各導電層３２２の合計厚さ（Ｂ）との和をＸ（＝Ａ＋Ｂ）とし、各絶縁層３２０の合計厚さをＹとした場合に、０．８５＜Ｘ／Ｙ＜２．３の関係が成り立つように、金属シートＭＳの厚さが設定されてよい。一実施形態において、１．０＜Ｘ／Ｙ＜２．０であってもよい。一実施形態において、金属シートＭＳの厚さは、絶縁層３２０の厚さよりも厚くてよい。一実施形態において、各金属シートＭＳは全てが同じ厚さであってよく、また一部が異なる厚さあってもよい。一実施形態において、金属シートＭＳの厚さは、３μｍ以上、５μｍ以上又は７μｍ以上でよい。一実施形態において、金属シートＭＳの厚さは、１５μｍ以下、１２μｍ以下又は１０μｍ以下でよい。

[0072] 図４Ａは、接合痕の一例を説明するための図である。図４Ａは、図３に示す正極積層体３０の端部Ｐ近傍の平面図である。図３に示すように、予備接合痕ＷＰは、端部Ｐの幅方向（ｙ方向）に沿って、ライン状に複数列（例え

ば２列）形成されてよい。図４Ａに示すように、予備接合痕ＷＰは、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２と積層方向からみて異なる位置に形成される。予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２は互いに平面視において重ならない。

[0073] 図４Ｂ～図４Ｄは、接合痕の他の例を説明するための図である。一実施形態において、第１の接合痕ＷＲ１は、図４Ｂに示すように、端部Ｐの幅方向（ｙ方向）に沿って、ライン状に１列形成されてよい。一実施形態において、第１接合痕ＷＲ１は、図４Ｃ及び図４Ｄに示すように、複数のドット状であってよく、端部Ｐの幅方向（ｙ方向）に沿って一列（図４Ｃ）又は複数列（図４Ｃ）形成されてよい。図４Ｂ～図４Ｄのいずれにおいても、予備接合痕ＷＰは、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２と積層方向からみて異なる位置に配置される。すなわち、図４Ｂ～図４Ｄのいずれにおいても、予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２は互いに平面視において重ならない。

[0074] （正極電極タブ４０）

図１に示すように、正極電極タブ４０は、集電体３２（３２Ａ、３２Ｂ）の各端部Ｐ（Ｐ１、Ｐ２）及び各金属シートＭＳに対して積層方向（ｚ方向）に並ぶように配置される。一実施形態において、正極電極タブ４０は、各集電体３２の端部Ｐ及び各金属シートＭＳよりも上方又は下方に配置されてよい。一実施形態において、正極電極タブ４０は、ある端部Ｐとこれに隣接する端部Ｐとの間に配置されてもよい。

[0075] 正極電極タブ４０は、導電性材料で構成される。正極電極タブ４０は、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金で構成されてよい。一例では、正極電極タブ４０は、硬質アルミで構成されてよい。一実施形態において、正極電極タブ４０の厚さは、０．０５ｍｍ以上１ｍｍ以下でよく、０．１ｍｍ以上０．５ｍｍ以下であってもよい。

[0076] 正極電極タブ４０は、各集電体３２の各端部Ｐ及び各金属シートＭＳと接合される。これにより、正極電極タブ４０は、各端部Ｐを介して各正極３４

と電気的に接続される。正極電極タブ４０には、第１接合痕ＷＲ１と第２接合痕ＷＲ２が形成される。

[0077] 第１接合痕ＷＲ１は、正極電極タブ４０と各端部Ｐ及び各金属シートＭＳの第１部分ＭＳａとの接合による接合痕である。第１接合痕ＷＲ１は、平面視で１又は複数の点（スポット）であってよく、また連続する線や面であってもよい。一実施形態において、第１接合痕ＷＲ１は、溶接による接合痕、すなわち溶接痕であってよい。溶接は、例えば、超音波溶接、レーザ溶接、抵抗溶接又はスポット溶接であってよい。溶接は、一例では、超音波溶接である。

[0078] 第２接合痕ＷＲ１は、正極電極タブ４０と各金属シートＭＳの第２部分ＭＳｂとの接合による接合痕である。第２接合痕ＷＲ２は、平面視で１又は複数の点（スポット）であってよく、また連続する線や面であってもよい。一実施形態において、第２接合痕ＷＲ２は、溶接による接合痕、すなわち溶接痕であってよい。溶接は、例えば、超音波溶接、レーザ溶接、抵抗溶接又はスポット溶接であってよい。溶接は、一例では、超音波溶接である。

[0079] 図５は、正極電極タブ４０、端部Ｐ及び金属シートＭＳの接合状態を説明するための図である。図５は、端部Ｐのうち予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２を含む箇所をｘｚ面に沿って切った断面を模式的に示す。

[0080] 図５に示すように、予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２は、積層方向からみて互いに異なる位置に設けられる。予備接合痕ＷＰは、端部Ｐごとに形成される。言い換えると、一つの予備接合痕ＷＰは、複数の端部Ｐにまたがって形成はされない。これに対し、第１接合痕ＷＲ１は、正極電極タブ４０、各端部Ｐ及び各金属シートＭＳの第１部分ＭＳａ全体にわたって形成される。すなわち、第１接合痕ＷＲ１は、正極電極タブ４０から最下層の端部Ｐまで積層方向に一気通貫して形成される。また第２接合痕ＷＲ２は、正極電極タブ４０及び各金属シートＭＳの第２部分ＭＳｂ全体にわたって形成される。すなわち、第２接合痕ＷＲ２は、正極電極タブ４０

から最下層の金属シートＭＳの第２部分ＭＳｂまで一気通貫して形成される。

[0081] 図５に示すように、各金属シートＭＳの第２部分ＭＳｂは、端部Ｐに接合される金属シートＭＳの第１部分ＭＳａよりも外側（ｘ方向）に延出する。金属シートＭＳの熱伝導性は、絶縁層３２０（例えば樹脂等）を含む端部Ｐよりも高い傾向がある。そのため、端部Ｐ（集電体３２）の熱は、金属シートＭＳの第１部分ＭＳａからその外方の第２部分ＭＳｂに伝わり、第２部分ＭＳｂから直接又は電極タブ４０を介して、外部に放出され得る。これにより、２次電池１の内部に発生する熱が効率よく外部に放出され得る。すなわち２次電池１の放熱性が向上され得る。

[0082] また各金属シートＭＳの第２部分ＭＳｂは、第２接合痕ＷＲ２において、（第１接合痕ＷＲ１における第１部分ＭＳａとは異なり）端部Ｐを介さずに互いに接合される。すなわち、電極タブ４０と第２部分ＭＳｂとの接合領域（第２接合痕ＷＲ２）は、絶縁層３２０を含まず、金属のみで構成される。そのため、第２接合痕ＷＲ２における抵抗が低く抑えられ得る。これにより、２次電池１の出力特性が向上され得る。

[0083] 図６は、第１接合痕ＷＲ１を説明するための図である。図６は、第１接合痕ＷＲ１をｙｚ面に沿って切った断面（図５のＡ－Ａ断面）を模式的に示す。図６に示すように、第１接合痕ＷＲ１の断面は、第１領域Ｒ１と第２領域Ｒ２とを含む。一実施形態において、第１接合痕ＷＲ１の断面は、積層方向の一方に窪んだ凹部を有してよい。

[0084] 第１領域Ｒ１では、導電層３２２と金属シートＭＳ（第１部分ＭＳａ）とが一体化して積層され、正極電極タブ４０に接合される。ここで、一体化して積層されることは、各導電層３２２及び金属シートＭＳ（第１部分ＭＳａ）の一部又は全部が熱等により融合した状態（各層の区別がつかない状態）を含む。

[0085] 一実施形態において、第１領域Ｒ１は、積層方向に沿って絶縁層３２０を実質的に含まなくてよい。第１領域Ｒ１は、電極タブ４０と各導電層３２２

及び金属シートＭＳとの間を電気的に接続するための物理的なパスを提供する。

[0086] 一実施形態において、第１領域Ｒ１は、２つの第２領域Ｒ２の間に構成されてよい。一実施形態において、第１領域Ｒ１の最大厚さは、第２領域Ｒ２の最大厚さの半分以下であってよい。

[0087] 第２領域Ｒ２では、絶縁層３２０を挟む一対の導電層３２２と金属シートＭＳとが積層される。すなわち、第２領域Ｒ２は、積層方向に沿って絶縁層３２０を含む領域である。

[0088] 一実施形態において、第１接合痕ＷＲ１は、溶接により形成されてよい。この場合、第１接合痕ＷＲ１は、溶接痕である。溶接に際し、正極電極タブ４０、端部Ｐ及び金属シートＭＳの第１部分ＭＳａが積層方向に沿って押圧されてよい。これにより、溶接箇所において絶縁層３２０が軟化して溶接箇所から幅方向（図６の左右方向）外側に向かって押し出される。また溶接箇所において、各導電層３２２と金属シートＭＳとが熱溶融して一体化される。これにより第１領域Ｒ１及び第２領域Ｒ２が形成され得る。

[0089] ところで、上述のとおり、絶縁層３２０は、過充電状態や高温状態で異常発熱が発生した場合等に２次電池１内部の急激な温度上昇を抑制し、電池の発火を抑制し得る。絶縁層を導電層で挟む構成の集電体は、集電体の数が増えるに従い、または絶縁層の厚さが増すに従い、集電体の端部と電極タブとの接合や各層における安定した接合品質の担保(バラつき制御)が困難になる。例えば、電極タブと全ての端部を溶接しようとして強い力で押圧すると、導電層が薄い場合等において、端部の導電層が破損、破断してしまうおそれがある。一方、導電層を破損させない程度の力で電極タブと溶接すると、接合が不十分で集電体の端部と電極タブとの間の抵抗が増大してしまうおそれがある。

[0090] この点、一実施形態にかかる２次電池１は、少なくとも１つの端部Ｐ間に金属シートＭＳが配置される。金属シートＭＳは、第１接合痕ＷＲ１において、導電層３２２の追加の導電層として機能し、絶縁層３２０に対する導電

層の割合を増加させる。そのため第１接合痕ＷＲ１における抵抗増加が抑制されうる。これにより２次電池１の出力特性が向上され得る。また金属シートＭＳは、正極電極タブ４０と端部Ｐとの接合に際し、端部Ｐの導電層３２２の保護層としても機能し得る。これにより、２次電池１の正極積層体３０の総数（積層数）が多い場合等において、正極電極タブ４０と各端部Ｐと強い力で押圧して接合したとしても、導電層３２２の破損、破断が抑制され得る。これにより２次電池１の生産歩留まりが向上され得る。一実施形態において、第２接合痕ＷＲ２の抵抗は、５．０ｍΩ以下であってよく、３．０ｍΩ以下であってよく、１．０ｍΩ以下であってよく、また０．５ｍΩ以下であってもよい。

[0091]（電解液）

一実施形態において、２次電池１は電解液を含んでよい。電解液は、溶媒及び電解質を含む液体であり、イオン伝導性を有する。電解液は、液体電解質と換言してもよく、リチウムイオンの導電経路として作用する。このため、２次電池１が電解液を有する場合、内部抵抗が低下し、エネルギー密度、容量、及びサイクル特性が向上し得る。

[0092] 電解液は、例えば、２次電池１の筐体（パウチ）を充填する溶液であってよい。また例えば、電解液は、セパレータ２０に浸潤されてよく、また高分子に保持されることでポリマー電解質又はゲル電解質を構成していてもよい。

[0093] 電解液に含まれる電解質は、例えば、リチウム塩でよい。リチウム塩は、例えば、ＬｉＩ、ＬｉＣｌ、ＬｉＢｒ、ＬｉＦ、$LiBF_4$、$LiPF_6$、$LiAsF_6$、$LiSO_3CF_3$、$LiN(SO_2F)_2$、$LiN(SO_2CF_3)_2$、$LiN(SO_2CF_3CF_3)_2$、$LiB(O_2C_2H_4)_2$、$LiB(C_2O_4)_2$、$LiB(O_2C_2H_4)F_2$、$LiB(OCOCF_3)_4$、$LiNO_3$、及びLi_2SO_4からなる群から選択される１種又は２種以上の組み合わせであってよい。

[0094] 電解液に含まれる溶媒として、例えばフッ素原子を有する非水溶媒（以下

、「フッ素化溶媒」という。）及びフッ素原子を有しない非水溶媒（以下、「非フッ素溶媒」という。）を添加してもよい。

[0095] フッ素化溶媒は、例えば、１，１，２，２－テトラフルオロエチル－２，２，３，３－テトラフルオロプロピルエーテル、１，１，２，２－テトラフルオロエチル－２，２，２－トリフルオロエチルエーテル、及び１Ｈ，１Ｈ，５Ｈ－オクタフルオロペンチル－１，１，２，２－テトラフルオロエチルエーテル等でよい。

[0096] 非フッ素溶媒は、例えば、トリエチレングリコールジメチルエーテル、テトラエチレングリコールジメチルエーテル、１，２－ジメトキシエタン、ジメトキシエタン、ジメトキシプロパン、ジメトキシブタン、ジエチレングリコールジメチルエーテル、アセトニトリル、炭酸ジメチル、炭酸ジエチル、炭酸エチルメチル、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、クロロエチレンカーボネート、メチルアセテート、エチルアセテート、プロピルアセテート、メチルプロピオネート、エチルプロピオネート、リン酸トリメチル、リン酸トリエチル、及び１２－クラウン－４でよい。

[0097] 上記フッ素化溶媒及び／又は非フッ素溶媒は１種を単独で、又は２種以上を任意の割合で自由に組み合わせて用いてよい。フッ素化溶媒と非フッ素溶媒の含有量は特に限定されず、溶媒全体に対するフッ素化溶媒の割合が０～１００体積％であってよく、溶媒全体に対する非フッ素溶媒の割合が０～１００体積％であってもよい。

[0098] ＜２次電池の製造方法＞

次に図７～図１０を用いて、２次電池１の製造方法の一例（以下「本製法」ともいう。）を説明する。図７は、本製法の一例を示すフローチャートである。図８Ａ及び図８Ｂは、図７の工程ＳＴ１を説明するための図である。図９Ａ～図９Ｄは、図７の工程ＳＴ２を説明するための図である。図１０は、図７の工程ＳＴ３を説明するための図である。

[0099] 図７に示すように、本製法は、正極積層体シートを準備する工程ＳＴ１と、正極積層体シートの金属シートを接合する工程ＳＴ２と、正極積層体シー

トか正極積層体を切り出す工程ＳＴ３と、成形体を組み立てる工程ＳＴ４と、電極タブと集電体とを接合する工程ＳＴ５と、成形体を密閉容器に封入する工程ＳＴ６とを含む。

[0100] まず、工程ＳＴ１において、図８Ａ及び図８Ｂに示すように、正極積層体シートＳ１が準備される。図８Ａは正極積層体シートＳ１の平面図である。図８Ｂは、図８ＡのＢ－Ｂ断面図である。図８Ａに示すように、正極積層体シートＳ１は、長手方向（ｙ方向）と短手方向（ｘ方向）を有する帯状のシートであってよい。一実施形態において、正極積層体シートＳ１は、図８Ａ及び図８Ｂに示すように、集電体３２と、集電体３２の両面に塗布された正極３４とで構成されてよい。集電体３２は、絶縁層３２０と、絶縁層３２０を挟むように形成される導電層３２２とを有してよい。正極積層体シートの短手方向（ｘ方向）の一端は、正極３４が形成されておらず、集電体３２の導電層３２２が露出されている。

[0101] 次に、工程ＳＴ２において、図９Ａ～図９Ｄに示すように、正極積層体シートＳ１の短手方向一端に金属シートＭＳが接合される。図９Ａは、金属シートＭＳが接合された正極積層体シートＳ１の平面図である。図９Ｂ～図９Ｄは、図９ＡのＣ－Ｃ断面の一例である。

[0102] 工程ＳＴ２において、金属シートＭＳは、正極積層体シートＳ１の短手方向一端に重なる部分（第１部分ＭＳａ）と、当該短手方向一端から短手方向に延出する部分（第２部分ＭＳｂ）を有するように、正極積層体シートＳ１に接合される（図９Ｂ～図９Ｄ参照）。そして、工程ＳＴ２における接合により、予備接合痕ＷＰが長手方向に沿って例えばライン状に形成される（図９Ａ参照）。工程ＳＴ２において、金属シートＭＳは、正極積層体シートＳ１に溶接により接合されてよい。溶接は、例えば、超音波溶接、レーザ溶接、抵抗溶接又はスポット溶接であってよい。溶接は、一例では、超音波溶接である。

[0103] 一実施形態において、工程ＳＴ２における接合は、金属シートＭＳを集電体３２に対して押し付けることで実行されてよい。例えば、図９Ｂや図９Ｃ

に示すように、予備接合痕ＷＰは、金属シートＭＳの第１部分ＭＳａが集電体３２側に向かって窪むように形成されてよい。一実施形態において、予備接合痕ＷＰは、図９Ｂに示すように、金属シートＭＳと（当該金属シートＭＳが接する）一方の導電層３２２との間に設けられてよい。この場合、予備接合痕ＷＰにおいては、金属シートＭＳは他方の導電層３２２とは電気的に接続されない。一実施形態において、予備接合痕ＷＰは、図９Ｃに示すように、金属シートＭＳと双方の導電層３２２との間に設けられてよい。この場合、予備接合痕ＷＰにおいて、金属シートＭＳは、双方の導電層３２２と電気的に接続される。

[0104] 一実施形態において、工程ＳＴ２における接合は、集電体３２を金属シートＭＳに対して押し付けることで実行されてよい。例えば、図９Ｄに示すように、予備接合痕ＷＰは、集電体３２が金属シートＭＳの第１部分ＭＳａ側に向かって窪むように形成されてよい。この場合、予備接合痕ＷＰにおいて、金属シートＭＳは、双方の導電層３２２と電気的に接続される。

[0105] 次に工程ＳＴ３において、正極積層体３０が切り出される。具体的には、カット刃やレーザ等を用いて、図１０に示すように、正極積層体シートＳ１に金属シートＭＳが接合された状態から所与の形状の正極積層体３０が複数切り出される。これにより、複数の正極積層体３０が得られる。

[0106] 次に工程ＳＴ４において、正極積層体３０と中間積層体ＬＭとが交互に積層された成形体が組み立てられる。具体的には、工程ＳＴ３で準備した複数の正極積層体３０を、図１に示すように、中間積層体ＬＭを介して、積層方向に互いに離間するように配置する。なお、後述するように負極１０及びセパレータ２０がシート状に構成される場合、当該シートをジグザグ状（つづら状）に折りたたむことで形成されるセパレータ２０間に（図９参照）、又は、当該シートを巻回することで形成されるセパレータ２０間に（図１０参照）、各正極積層体３０を配置させてよい。

[0107] 次に工程ＳＴ５において、電極タブと集電体とが接合される。具体的には、各集電体３２の端部Ｐ及び金属シートＭＳが電極タブ４０に上述した第２

接合痕ＷＲ２を形成するようにして接合される。また負極端部Ｑが負極電極タブ４２に第２接合痕ＷＬ２を形成するようにして接合される。接合は、超音波溶接、レーザ溶接、抵抗溶接又はスポット溶接によりなされてよい。

[0108] 次に工程ＳＴ６において、工程ＳＴ５で準備した成形体が密閉容器へ封入される。一実施形態において、電解液が密閉容器に封入されてよい。密閉容器は、例えばラミネートフィルムであってよい。以上により、２次電池１が製造される。

[0109] 本製法においては、工程ＳＴ２において、正極積層体シートＭＳに金属シートＭＳを事前に接合しておく。そのため、工程ＳＴ３において、金属シートＭＳを、正極積層体シートＳ１の端部Ｐの形状にあわせて同時に切り出すことが可能になる。すなわち金属シートＭＳを端部Ｐの形状にあわせて切り出す別の工程が不要になる。また工程ＳＴ５において、金属シートＭＳと集電体３２の端部Ｐとの位置合わせが不要になるので、正極電極タブ４０と端部Ｐとの接合が容易になる。さらに工程ＳＴ５において、第１接合痕ＷＲ１を、予備接合痕ＷＰと積層方向において重ならないように設けることが原理的に可能になる。第１接合痕ＷＲ１を予備接合痕ＷＰと積層方向において重ならないように設けることで、両者を重ねて設ける場合に比べて、第１接合痕ＷＲ１の接合状態が改善され、第１接合痕ＷＲ１の抵抗の増加が抑制され得る。

[0110] ＜２次電池の使用方法＞

２次電池１は、正極電極タブ４０を外部回路の一端に接続し、負極電極タブ４２を外部回路の他端に接続することで充放電される。外部回路は、例えば抵抗、電源、装置、デバイス、別の電池、又はポテンショスタット等でよい。複数の正極積層体３０の各端部Ｐは、外部回路に互いに同電位で接続されてよい。また複数の負極１０の各負極端部Ｑは、外部回路に互いに同電位で接続されてよい。

[0111] 正極電極タブ４０と負極電極タブ４２との間に、負極電極タブ４２から外部回路を通り正極電極タブ４０への電流が流れるような電圧を印加すると、

２次電池１が充電され、負極１０にリチウム金属が析出する。充電後の２次電池１について、所望の外部回路を介して正極電極タブ４０及び負極電極タブ４２を接続すると、２次電池１が放電され、負極１０のリチウム金属が電解溶出する。

[0112] 一実施形態において、２次電池１は、電池の組み立て後の第１回目の充電（初期充電）により、負極１０の表面又はセパレータ２０の表面（すなわち、負極１０とセパレータ２０との界面）に固体電解質界面層（ＳＥＩ層）が形成されてよい。ＳＥＩ層は、例えば、リチウムを含む無機化合物、又はリチウムを含む有機化合物等を含んでよい。一実施形態において、ＳＥＩ層の厚さは、１．０ｎｍ以上１０μｍ以下である。２次電池１にＳＥＩ層が形成されている場合、充放電により、負極１０及び／又はセパレータ２０とＳＥＩ層との界面においてリチウム金属が析出又は溶解する。

[0113] 以上説明した２次電池１によれば、電池の出力特性及び生産性が向上され得る。

[0114] ＜変形例＞

２次電池１は、本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく種々の変形をなし得る。

[0115] （負極１０）

図１１は、負極１０の他の例を示す斜視図である。一実施形態において、負極１０の負極端部Ｑに、金属シートが設けられてよい。図１１に示す例は、図２Ｂに示す負極１０の負極端部Ｑの一面に負極用の金属シートＭＳ２が設けられた例である。一実施形態において、負極用の金属シートＭＳ２は、負極導電層１６２と同一の材料であってよい。負極用の金属シートＭＳ２は、一例では、Ｃｕである。

[0116] 図１１に示すように、負極用の金属シートＭＳ２と負極端部Ｑとの接合により、負極用の金属シートＭＳ２と負極端部Ｑとの間に予備接合痕ＷＰが形成されてよい。また負極端部Ｑ及び負極用の金属シートＭＳ２と、負極電極タブ４２との接合により第１接合痕ＷＬ１が形成されてよい。負極用の金属

シートＭＳ２と、負極電極タブ４２との接合により第２接合痕ＷＬ２が形成されてよい。負極端部Ｑの予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＬ１及び第２接合痕ＷＬ２の接合形態や位置関係は、上述した端部Ｐにおける予備接合痕ＷＰ、第１接合痕ＷＲ１及び第２接合痕ＷＲ２と同様であってよく、説明は省略する。

[0117] 図１２は、負極１０の他の例を示す斜視図である。一実施形態において、負極１０は、負極活物質を実質的に有しなくてよい。図１２に示す例では、負極１０は、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｔｉ、Ｆｅ、及び、その他Ｌｉと反応しない金属、及び、これらの合金、並びに、ステンレス鋼（ＳＵＳ）からなる群より選択される少なくとも１種から構成される。「Ｌｉと反応しない金属」は、２次電池１の作動状態においてリチウムイオン又はリチウム金属と反応して合金化することがない金属でよい。負極１０は集電体としても機能する。

[0118] なお、負極１０が「負極活物質を実質的に有しない」ことは、例えば、放電終了時（例えば電池の開回路電圧が２．５Ｖ以上３．６Ｖ以下である状態）に負極１０に析出する負極活物質の層厚が、２５μｍ以下であることを含む。一実施形態において、放電終了時の負極活物質の層厚は、２０μｍ以下、１５μｍ以下、１０μｍ以下、又は、５μｍ以下であってよく、また０μｍであってもよい。負極１０が負極活物質を実質的に有しないことにより、重量エネルギー密度に加え、体積当たりのエネルギー密度が向上し得る。なお、この場合、２次電池１は、「アノードフリーリチウム電池」、「ゼロアノードリチウム電池」、又は「アノードレスリチウム電池」ということもできる。

[0119] 一実施形態において、負極１０は、電池の初期充電前（電池が組み立てられてから第１回目の充電をするまでの状態）に負極活物質を有しない。すなわち、２次電池１は、初期充電後に、リチウム金属が負極上に析出し、及び、その析出したリチウム金属が電解溶出することにより充放電が行われてよい。この場合、負極活物質が占める体積及び質量が抑制され、電池全体の体積及び質量が小さくなり、エネルギー密度が原理的に高くなる。なお、「リ

チウム金属が負極上に析出」することは、負極の表面にリチウム金属が析出することだけでなく、後述する固体電解質界面（ＳＥＩ）層の表面や緩衝機能層の表面又は内部にリチウム金属が析出することも包む。

[0120] 一実施形態において、電圧が４．２Ｖの状態において負極上に析出しているリチウム金属の質量を$M_{4.2}$とし、電圧が３．０Ｖの同質量を$M_{3.0}$とした場合、$M_{3.0}/M_{4.2}$は、４０％以下又は３５％以下であってよい。一実施形態において、比$M_{3.0}/M_{4.2}$は、１．０％以上、２．０％以上、３．０％以上、又は、４．０％以上であってよい。

[0121] 一実施形態において、負極１０の厚さは、１．０μｍ以上３０μｍ以下でよい。これにより、２次電池１において負極１０の占める体積を減少させ、エネルギー密度を向上させ得る。負極１０の厚さは、２．０μｍ以上２０μｍ以下、２．０μｍ以上１８μｍ以下、又は、３．０μｍ以上１５μｍ以下でもよい。

[0122] 一実施形態において、負極１０は、正極積層体３０に対向する表面の少なくとも一部に、Ｎ、Ｓ、及びＯからなる群より選択される元素が各々独立に２つ以上結合した芳香環を含む化合物（以下、「負極コーティング剤」ともいう。）がコーティングされてよい。負極コーティング剤は、上記の元素が負極１０を構成する金属原子に配位結合することで負極１０上に保持され得る。この態様によれば、負極１０の表面において、リチウム金属の不均一な析出反応を抑制され、負極１０上に析出するリチウム金属がデンドライト状に成長することが抑制され得る。

[0123] 一実施形態において、負極コーティング剤は、負極１０の表面の少なくとも一部にコーティングされる。一実施形態において、面積比で１０％以上の表面が負極コーティング剤を有していてよく、２０％以上、４０％以上、６０％以上、又は、８０％以上の表面が負極コーティング剤を有してもよい。

[0124] 一実施形態において、負極コーティング剤に含まれる芳香環は、ベンゼン、ナフタレン、アズレン、アントラセン、及びピレン等の芳香族炭化水素、並びに、フラン、チオフェン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、ピリ

ジン、ピリダジン、ピリミジン、及びピラジン等のヘテロ芳香族化合物でよい。一例では芳香環は芳香族炭化水素である。一例では芳香環はベンゼン又はナフタレンである。一例では芳香環はベンゼンである。

[0125] 一実施形態において、負極コーティング剤は、芳香環に１つ以上の窒素原子が結合して構成されてよい。一実施形態において、負極コーティング剤は、芳香環に窒素原子が結合し、かつ、かかる窒素原子以外にＮ、Ｓ、及びＯからなる群より選択される元素が各々独立に１つ以上結合している構造を有する化合物であってよい。窒素原子が芳香環に結合している化合物を負極コーティング剤として用いると、電池のサイクル特性が向上し得る。

[0126] 負極コーティング剤は、例えば、ベンゾトリアゾール、ベンズイミダゾール、ベンズイミダゾールチオール、ベンゾオキサゾール、ベンゾオキサゾールチオール、ベンゾチアゾール、及びメルカプトベンゾチアゾール、並びにこれらの誘導体からなる群より選択される少なくとも１種でよい。一例では、負極コーティング剤は、ベンゾトリアゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾオキサゾール、及びメルカプトベンゾチアゾール、並びにこれらの誘導体からなる群より選択される少なくとも１種である。

[0127]（緩衝機能層）

一実施形態において、負極１０とセパレータ２０との間に、多孔質状又はファイバ状の緩衝機能層が設けられてよい。緩衝機能層は、イオン伝導性及び電気伝導性を有する固体部分（ゲル状の部分を含む）と、この固体部分の隙間により構成される空孔部分とを有する。この場合、リチウム金属は、負極１０の表面（負極１０と緩衝機能層との界面）及び／又は緩衝機能層の内部（緩衝機能層の固体部分の表面）に析出しうる。

[0128]（中間積層体）

図１３及び図１４は、それぞれ、リチウム２次電池の他の構成例を説明するための要部断面図である。一実施形態において、負極１０と負極１０の両面に配置されたセパレータ２０とが一枚のシートＳＨとして構成されてよい。

[0129] 一実施形態において、図１３に示すように、シートＳＨが複数回鋭角で交互に折り曲げられて中間積層体を構成し、各正極積層体３０（３０Ａ、３０Ｂ）が中間積層体の互いに対向するセパレータ２０間にそれぞれ配置されてよい。

[0130] 一実施形態において、図１４に示すように、シートＳＨが複数回巻回されて中間積層体を構成し、各正極積層体３０（３０Ａ、３０Ｂ）が中間積層体の互いに対向するセパレータ２０間にそれぞれ配置されてよい。なお、図１４に示す例においては、各正極積層体３０も、後述するように一枚のシートが巻回されて構成されてもよい（図１５参照）。

[0131] 図１３や図１４に示す例では、負極１０やセパレータ２０が非常に薄い場合でもこれらをシートＳＨとして一体に取り扱うことができるので、電池の生産性が向上され得る。またシートＳＨにおいて、セパレータ２０に挟まれる負極１０には両面から物理的圧力がかかるため、シートＳＨを積層させる際に負極１０にシワが生じにくく、これにより、電池のサイクル特性が向上し得る。

[0132] （正極積層体）

図１５及び図１６は、それぞれ、正極積層体の他の構成例を説明するための斜視図である。一実施形態において、各正極積層体３０は、図１５に示すように、一枚のシートＳＨ２が複数回巻回されて構成されてよい。一実施形態において、各正極積層体３０は、図１６に示すように、一枚のシートＳＨ２が複数回鋭角で交互に折り曲げられて構成されてよい。シートＳＨ２は、例えば、集電体３２と集電体３２の両面に配置された正極３４を含んで構成されてよい。１５や図１６に示す例では、集電体３２や正極３４が非常に薄い場合でもこれらをシートＳＨ２として一体に取り扱うことができるので、電池の生産性が向上され得る。

[0133] ＜実施例＞

次に、実施例及び比較例について説明する。本開示は、以下の実施例及び比較例によって何ら限定されるものではない。

[0134] 図１７は、実施例及び比較例の構成及び結果を示す図である。図１８は、実施例及び比較例における金属シートの積層パターンを示す図である。図１８の「パターン１」ないし「パターン４」は、図１７の「積層パターン」で示される「パターン１」ないし「パターン４」に対応する。

[0135] （実施例１）

実施例１として、図１に示す構造のリチウム２次電池を作成した。まず図２Ｂに示す構造の負極１０を準備した。負極集電体１６の負極絶縁層１６０として６μｍ厚のポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）を用い、負極導電層１６２として、１．０μｍのＣｕを蒸着させた。負極活物質１４としては、溶剤としての水に、グラファイトを９７質量部、導電助剤としてカーボンブラックを０．５質量部、およびバインダーとして、カルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）を１．５質量部、スチレン-ブタジエンゴム（ＳＢＲ）を１．０質量部混合した混合材料を用いた。以上により、負極１０を２１個準備した。そして負極用の金属シートＭＳ２（厚さ４μｍの銅箔）を２１個準備し、各負極１０の負極端部Ｑにそれぞれ超音波溶接して取り付け、図１１に示す構造とした。次にセパレータ２０として、ポリビニリデンフロライド（ＰＶＤＦ）及びAl_2O_3の混合物で表面がコーティングされたシート（厚み：１５μｍ）を準備した。そして負極１０の両面をセパレータ２０で挟み押圧することで、中間積層体ＬＭを得た。

[0136] 正極積層体３０の集電体３２としては、６μｍ厚のフィルム状のポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ、絶縁層３２０）の両面にＡｌ（導電層３２２）を１.０μｍ蒸着したものを用いた。正極３４としては、溶剤としてのＮ－メチル－ピロリドン（ＮＭＰ）に、正極活物質として$LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$を９６質量部、導電助剤としてカーボンブラックを２質量部、及びバインダーとしてポリビニリデンフロライド（ＰＶＤＦ）を２質量部混合したものを用いた。この正極３４を集電体３２の両面にそれぞれ目付が２３ｍｇ／ｃｍ^{2}で塗布することで、正極積層体３０を得た。正極積層体３０は２０個準備した。また金属シートＭＳ（１２μｍの硬質アルミ）を２０個準備

し、各正極積層体３０の集電体３２の端部Ｐにそれぞれ超音波溶接して取り付けた。

[0137] 次に中間積層体ＬＭと正極積層体３０とを交互に積層させた。そして、集電体３２の各端部Ｐと金属シートＭＳとを重ねて、正極電極タブ４０に超音波溶接により接合した。正極電極タブ４０としては、厚さ０．２ｍｍの硬質アルミを用いた。また負極端部Ｑと負極用の金属シートＭＳ２とを重ねて負極電極タブ４２に超音波溶接により接合した。負極電極タブ４２としては、厚さ０．２ｍｍのニッケル鍍金が施された銅を用いた。かかる構造体をラミネート外装体に挿入し、電解液とともに封止してリチウム２次電池を得た。電解液は、炭酸エチレン（ＥＣ）、炭酸ジメチル（ＤＭＣ）、炭酸エチルメチル（ＥＭＣ）を３０：３５：３５質量部で混合した溶媒に１Ｍとなるように、六フッ化リン酸リチウム（$LiPF_6$）を溶解した電解液に炭酸ビニレン（ＶＣ）を２重量部添加したものを用いた。

[0138] （比較例１）

比較例１では、金属シートＭＳ及び負極用の金属シートＭＳ２を用いない点を除き、実施例１と同様にしてリチウム２次電池を作成した。

[0139] 比較例２では、第１部分ＭＳａのみを有する（すなわち第１部分ＭＳａから外側に延出する第２部分ＭＳｂを有しない）金属シートを端部Ｐ及び負極端部Ｑに用いた。また金属シートは、１つの端部おきに（すなわち２つの端部Ｐについて１つ、また２つの負極端部Ｑについて１つ）設けた（すなわち、金属シートの総数は、実施例１の半分である）。その余の点は、実施例１と同様にして、リチウム２次電池を作成した。

[0140] 実施例１、比較例１及び比較例２それぞれについて、正極電極タブ４０と正極積層体３０との間の抵抗（以下「正極抵抗」という。）を測定した。具体的には、実施例及び比較例にかかるリチウム２次電池をそれぞれ解体し、４端子法で測定した。ＨＩＯＫＩ社製の抵抗計ＢＴ３５６１のクリップ型リードのプラス極を正極電極タブ４０とつなぎ、マイナス極を２０個の正極積層体３０の内の一つにおいて、正極積層体の正極活物質が塗工されていない

箇所をクリップではさみ、１ｋＨｚのインピーダンスを４端子リードで測定した。次にマイナス極を別の正極積層体に繋ぎ変えて測定を行い、２０個の平均値を求めた。同様にして、負極電極タブ４２と負極１０との間の抵抗（以下「負極抵抗」という。）を測定した。

[0141] 実施例１の正極抵抗及び負極抵抗は、それぞれ、０．４８ｍΩ、０．６２ｍΩであった。これに対し、比較例１の正極抵抗及び負極抵抗は、それぞれ、２２．３ｍΩ、１９．４ｍΩであった。また比較例２の正極抵抗及び負極抵抗は、それぞれ、０．９２ｍΩ、０．８８ｍΩであった。実施例１の正極抵抗及び負極抵抗は、比較例２に比べてより低く、比較例１に比べて顕著に低かった。

[0142] なお、実施例１、比較例１及び比較例２にかかるリチウム２次電池に対し、釘刺試験を行ったところ、いずれも発火や爆発は生じなかった。ここで、釘刺試験は、各電池に釘を貫通させ内部短絡を擬似的に発生させた場合の電池の発火又は破裂の有無を確認する試験である。

[0143] 本開示の実施形態は、以下の態様をさらに含む。

[0144] （付記１）

リチウム２次電池であって、

（ａ）第１積層体であって、第１絶縁層を一対の第１導電層で挟んで構成される第１集電体と、前記第１集電体上に配置される第１電極とを含み、前記第１集電体は、前記第１電極が配置されない第１端部を備える、第１積層体と、

（ｂ）前記第１電極と極性の異なる電極及びセパレータを含む中間積層体と、

（ｃ）前記第１積層体に対し前記中間積層体を介して積層方向に離間して配置される第２積層体であって、第２絶縁層を一対の第２導電層で挟んで構成される第２集電体と、前記第２集電体上に配置され、前記第１電極と同一極性の第２電極とを含み、前記第２集電体は前記第２電極が配置されない第２端部を備える、第２積層体と、

（ｄ）前記第１端部及び前記第２端部に対して前記積層方向に並んで配置される金属シートであって、前記積層方向からみて前記第１端部及び前記第２端部と重なる第１部分と、前記積層方向からみて前記第１端部及び前記第２端部と重ならない第２部分とを含む、金属シートと、

（ｅ）前記第１積層体及び前記第２積層体に電気的に接続される電極タブであって、第１接合痕と第２接合痕を有し、前記第１接合痕は、前記電極タブと前記第１端部、前記金属シートの前記第１部分及び前記第２端部との接合による接合痕であり、前記第２接合痕は、前記電極タブと前記金属シートの前記第２部分との接合による接合痕である、電極タブと、を備える、

リチウム２次電池。

[0145]（付記２）

前記第１接合痕は、溶接痕である、付記１に記載のリチウム２次電池。

[0146]（付記３）

前記第１接合痕は、１又は複数のライン状である、付記１又は付記２に記載のリチウム２次電池。

[0147]（付記４）

前記第１接合痕は、１又は複数のドット状である、付記１又は付記２に記載のリチウム２次電池。

[0148]（付記５）

前記第１接合痕は、前記積層方向の断面において、前記一対の第１導電層、前記金属シート及び前記一対の第２導電層が一体化した領域を含む、付記１から付記４のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0149]（付記６）

前記第２接合痕は、溶接痕である、付記１から付記５のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0150]（付記７）

前記第２接合痕は、１又は複数のライン状である、付記１から付記６のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0151] （付記８）

前記第２接合痕は、１又は複数のドット状である、付記１から付記６のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0152] （付記９）

前記金属シートの前記第１部分は、前記第１端部及び前記第２端部のいずれか一方との接合による予備接合痕をさらに有する、付記１から付記８のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0153] （付記１０）

前記第１接合痕は、前記積層方向から見て前記予備接合痕と異なる位置にある、付記９に記載のリチウム２次電池。

[0154] （付記１１）

前記第１積層体と前記第２積層体とが前記中間積層体を挟んで前記積層方向に交互に複数配置される、付記１から付記１０のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0155] （付記１２）

前記第１積層体は平板状のシートで構成され、前記第２積層体は、前記第１積層体とは別体の平板状のシートで構成される、付記１１に記載のリチウム２次電池。

[0156] （付記１３）

前記第１積層体と前記第２積層体は、一枚のシートを折りたたんで又は巻回して構成される、付記１１に記載のリチウム２次電池。

[0157] （付記１４）

前記金属シートは、複数の前記第１端部及び複数の前記第２端部のうちの少なくとも１つの端部に設けられる、付記１１から付記１３のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0158] （付記１５）

前記金属シートは、前記少なくとも一つの端部の片面に設けられる、付記１４に記載のリチウム２次電池。

[0159] （付記１６）

前記金属シートは、前記少なくとも一つの端部の両面に一つずつ設けられる、付記１４に記載のリチウム２次電池。

[0160] （付記１７）

前記金属シートの数は、前記第１端部及び前記第２端部の合計数の３倍以下である、付記１１から付記１６のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0161] （付記１８）

前記金属シートは、前記第１導電層及び前記第２導電層と同一の材料で構成される、付記１から付記１７のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0162] （付記１９）

前記第１電極及び前記第２電極が正極である、付記１から付記１８のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

[0163] （付記２０）

前記第１電極及び前記第２電極が負極である、付記１から付記１８のいずれか１つに記載のリチウム２次電池。

符号の説明

[0164] １……リチウム２次電池、１０……負極、２０……セパレータ、３０……正極積層体、３２……集電体、３２０……絶縁層、３２２……導電層、３４……正極、４０……正極電極タブ、４２……負極電極タブ、ＭＳ……金属シート、ＭＳａ……第１部分、ＭＳｂ……第２部分、ＬＭ……中間積層体、ＷＲ１……第１接合痕、ＷＲ２……第２接合痕、ＷＰ……予備接合痕

請求の範囲

[請求項1] リチウム２次電池であって、

（ａ）第１積層体であって、第１絶縁層を一対の第１導電層で挟んで構成される第１集電体と、前記第１集電体上に配置される第１電極とを含み、前記第１集電体は、前記第１電極が配置されない第１端部を備える、第１積層体と、

（ｂ）前記第１電極と極性の異なる電極及びセパレータを含む中間積層体と、

（ｃ）前記第１積層体に対し前記中間積層体を介して積層方向に離間して配置される第２積層体であって、第２絶縁層を一対の第２導電層で挟んで構成される第２集電体と、前記第２集電体上に配置され、前記第１電極と同一極性の第２電極とを含み、前記第２集電体は前記第２電極が配置されない第２端部を備える、第２積層体と、

（ｄ）前記第１端部及び前記第２端部に対して前記積層方向に並んで配置される金属シートであって、前記積層方向からみて前記第１端部及び前記第２端部と重なる第１部分と、前記積層方向からみて前記第１端部及び前記第２端部と重ならない第２部分とを含む、金属シートと、

（ｅ）前記第１積層体及び前記第２積層体に電気的に接続される電極タブであって、第１接合痕と第２接合痕を有し、前記第１接合痕は、前記電極タブと前記第１端部、前記金属シートの前記第１部分及び前記第２端部との接合による接合痕であり、前記第２接合痕は、前記電極タブと前記金属シートの前記第２部分との接合による接合痕である、電極タブと、を備える、

リチウム２次電池。

[請求項2] 前記第１接合痕は、溶接痕である、請求項１に記載のリチウム２次電池。

[請求項3] 前記第１接合痕は、１又は複数のライン状である、請求項２に記載

のリチウム２次電池。

[請求項4] 前記第１接合痕は、１又は複数のドット状である、請求項２に記載のリチウム２次電池。

[請求項5] 前記第１接合痕は、前記積層方向の断面において、前記一対の第１導電層、前記金属シート及び前記一対の第２導電層が一体化した領域を含む、請求項１に記載のリチウム２次電池。

[請求項6] 前記第２接合痕は、溶接痕である、請求項１に記載のリチウム２次電池。

[請求項7] 前記第２接合痕は、１又は複数のライン状である、請求項５に記載のリチウム２次電池。

[請求項8] 前記第２接合痕は、１又は複数のドット状である、請求項５に記載のリチウム２次電池。

[請求項9] 前記金属シートの前記第１部分は、前記第１端部及び前記第２端部のいずれか一方との接合による予備接合痕をさらに有する、請求項１に記載のリチウム２次電池。

[請求項10] 前記第１接合痕は、前記積層方向から見て前記予備接合痕と異なる位置にある、請求項９に記載のリチウム２次電池。

[請求項11] 前記第１積層体と前記第２積層体とが前記中間積層体を挟んで前記積層方向に交互に複数配置される、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載のリチウム２次電池。

[請求項12] 前記第１積層体は平板状のシートで構成され、前記第２積層体は、前記第１積層体とは別体の平板状のシートで構成される、請求項１１に記載のリチウム２次電池。

[請求項13] 前記第１積層体と前記第２積層体は、一枚のシートを折りたたんで又は巻回して構成される、請求項１１に記載のリチウム２次電池。

[請求項14] 前記金属シートは、複数の前記第１端部及び複数の前記第２端部のうちの少なくとも１つの端部に設けられる、請求項１１に記載のリチウム２次電池。

[請求項15] 前記金属シートは、前記少なくとも一つの端部の片面に設けられる、請求項１４に記載のリチウム２次電池。

[請求項16] 前記金属シートは、前記少なくとも一つの端部の両面に一つずつ設けられる、請求項１４に記載のリチウム２次電池。

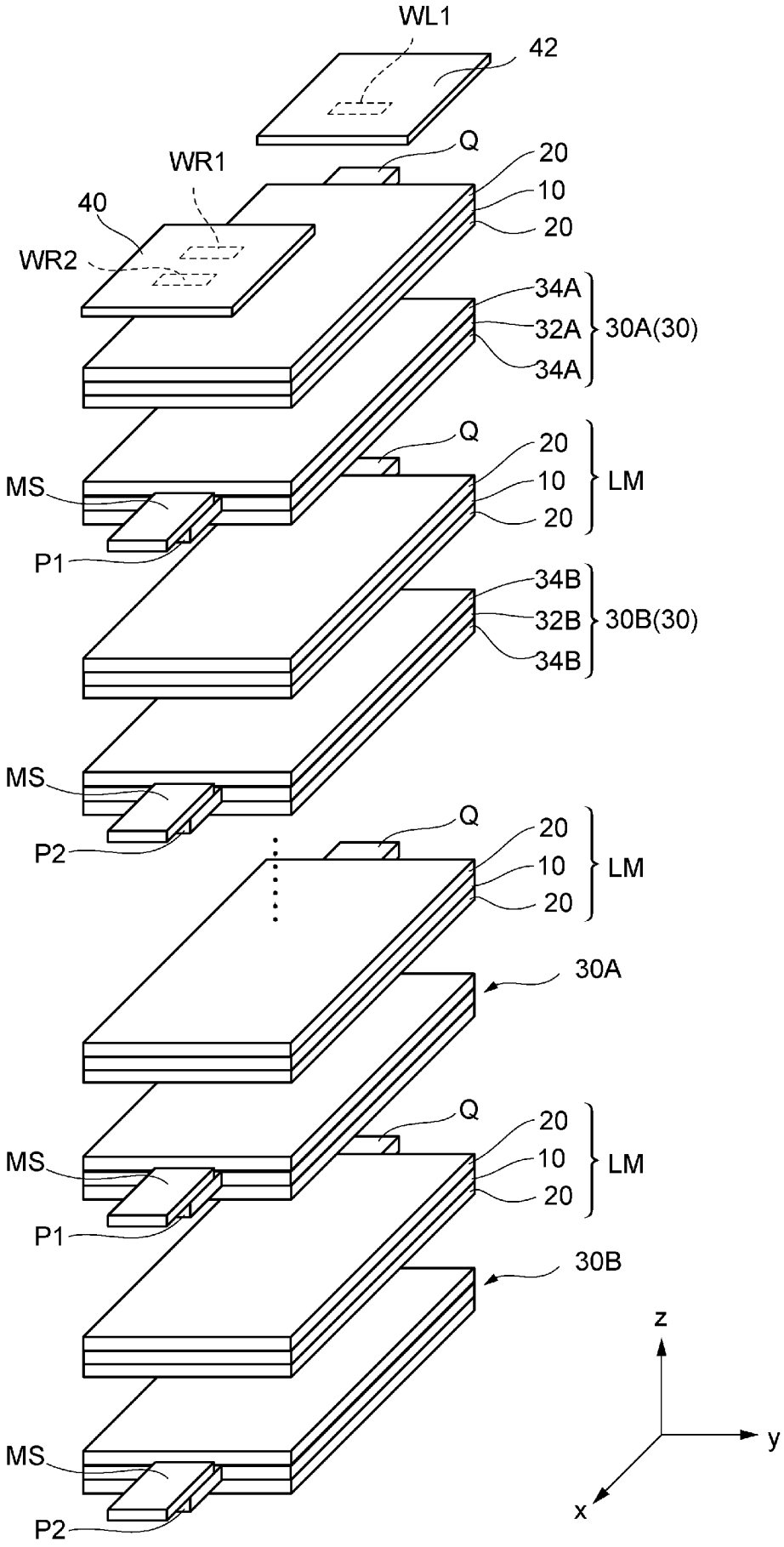
[請求項17] 前記金属シートの数は、前記第１端部及び前記第２端部の合計数の３倍以下である、請求項１１に記載のリチウム２次電池。

[請求項18] 前記金属シートは、前記第１導電層及び前記第２導電層と同一の材料で構成される、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載のリチウム２次電池。

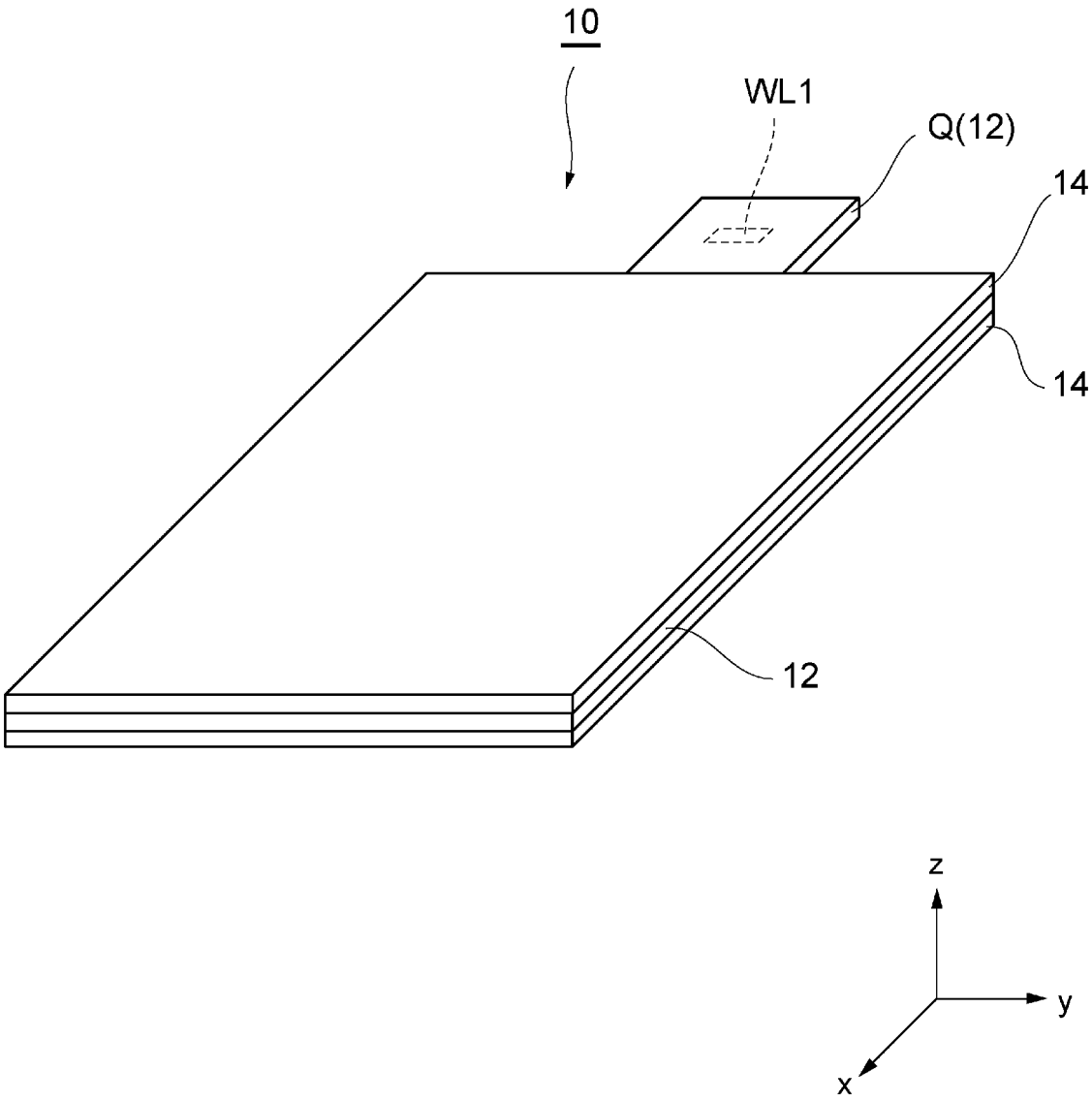
[請求項19] 前記第１電極及び前記第２電極が正極である、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載のリチウム２次電池。

[請求項20] 前記第１電極及び前記第２電極が負極である、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載のリチウム２次電池。

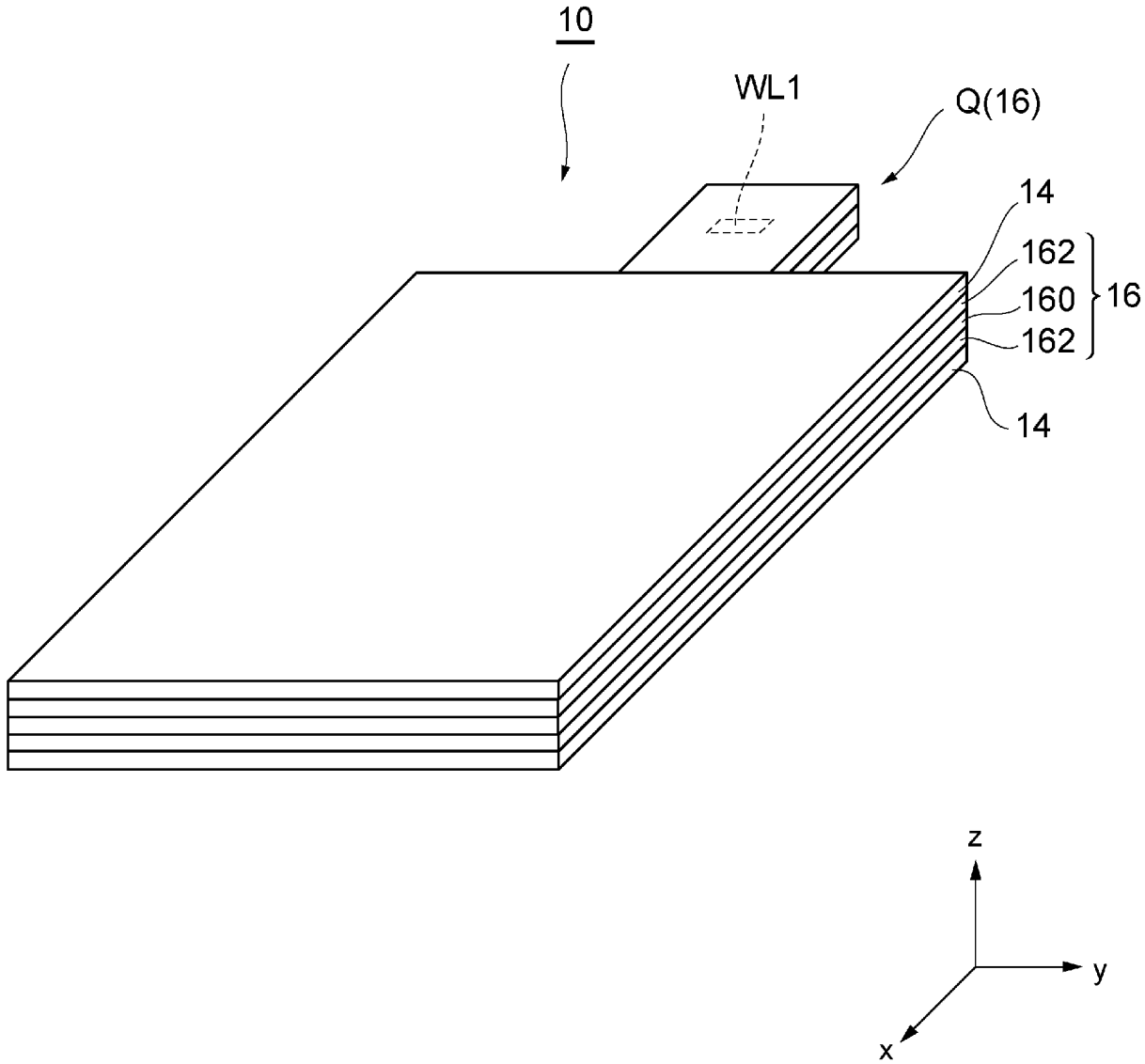
[図1]


WL1
42
Q
WR1
20
40
10
20
WR2
34A
32A
30A(30)
34A
Q
20
MS
10
LM
20
P1
34B
32B
30B(30)
34B
MS
P2
Q
20
10
LM
20
30A
Q
20
MS
10
LM
20
P1
30B
MS
P2
z
y
x

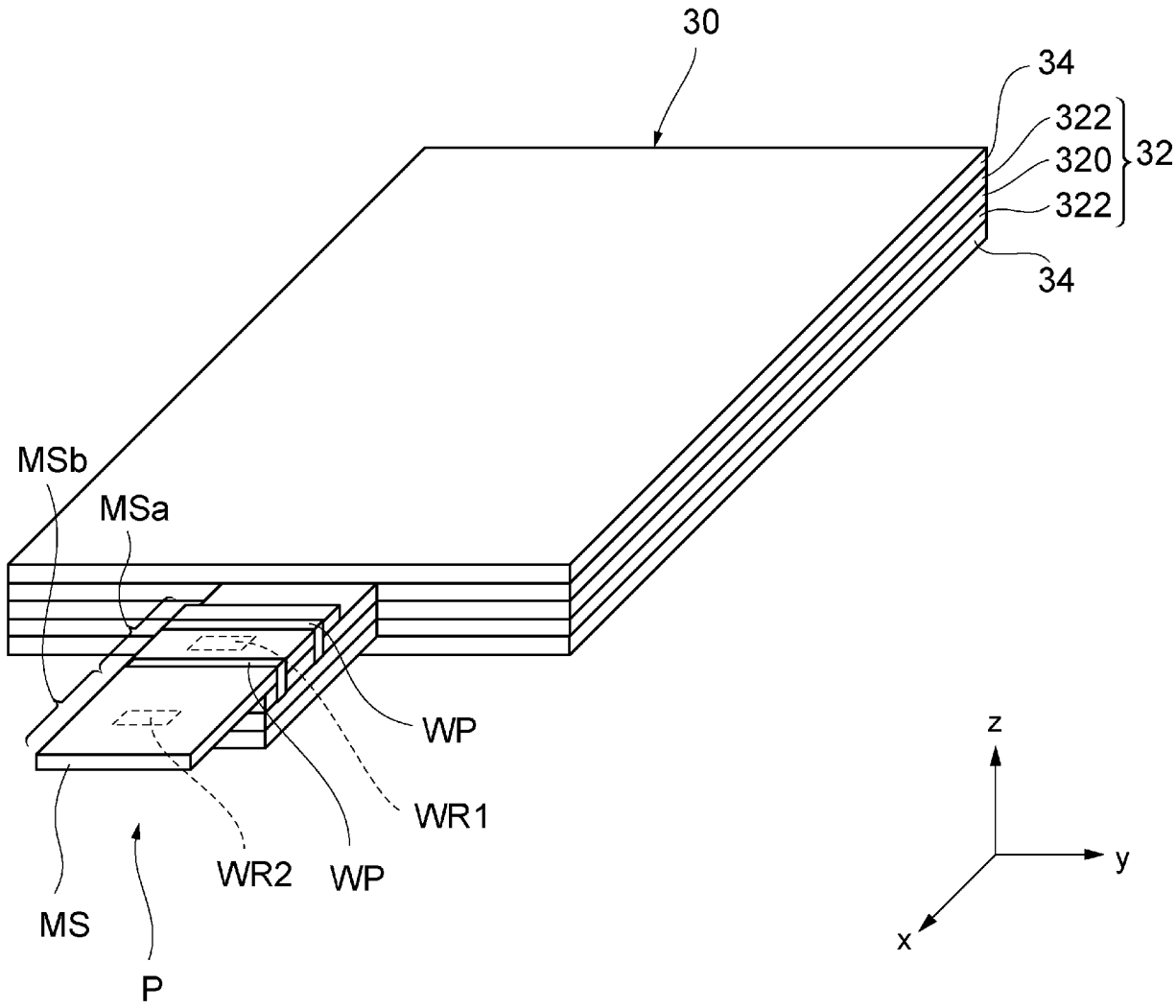
[図2A]



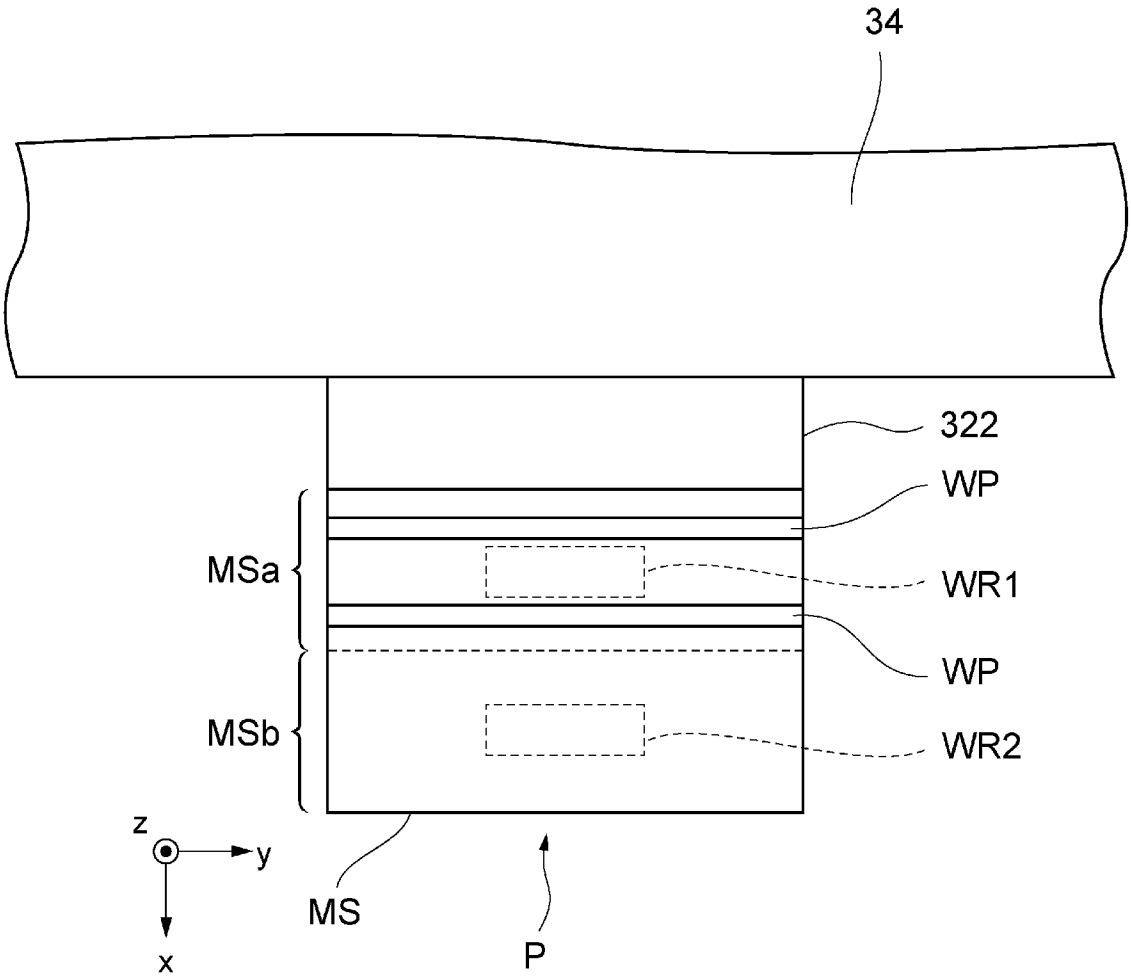
[図2B]



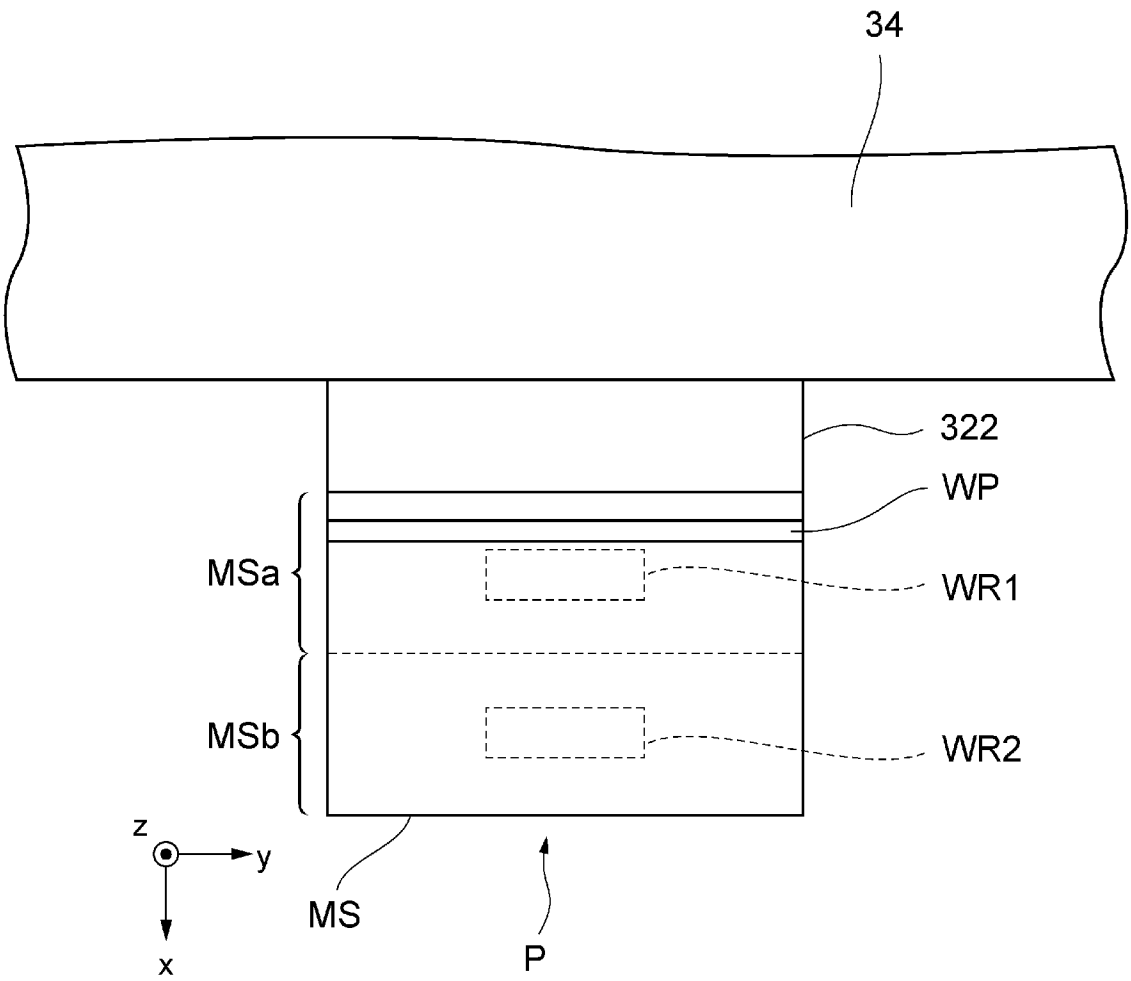
[図3]



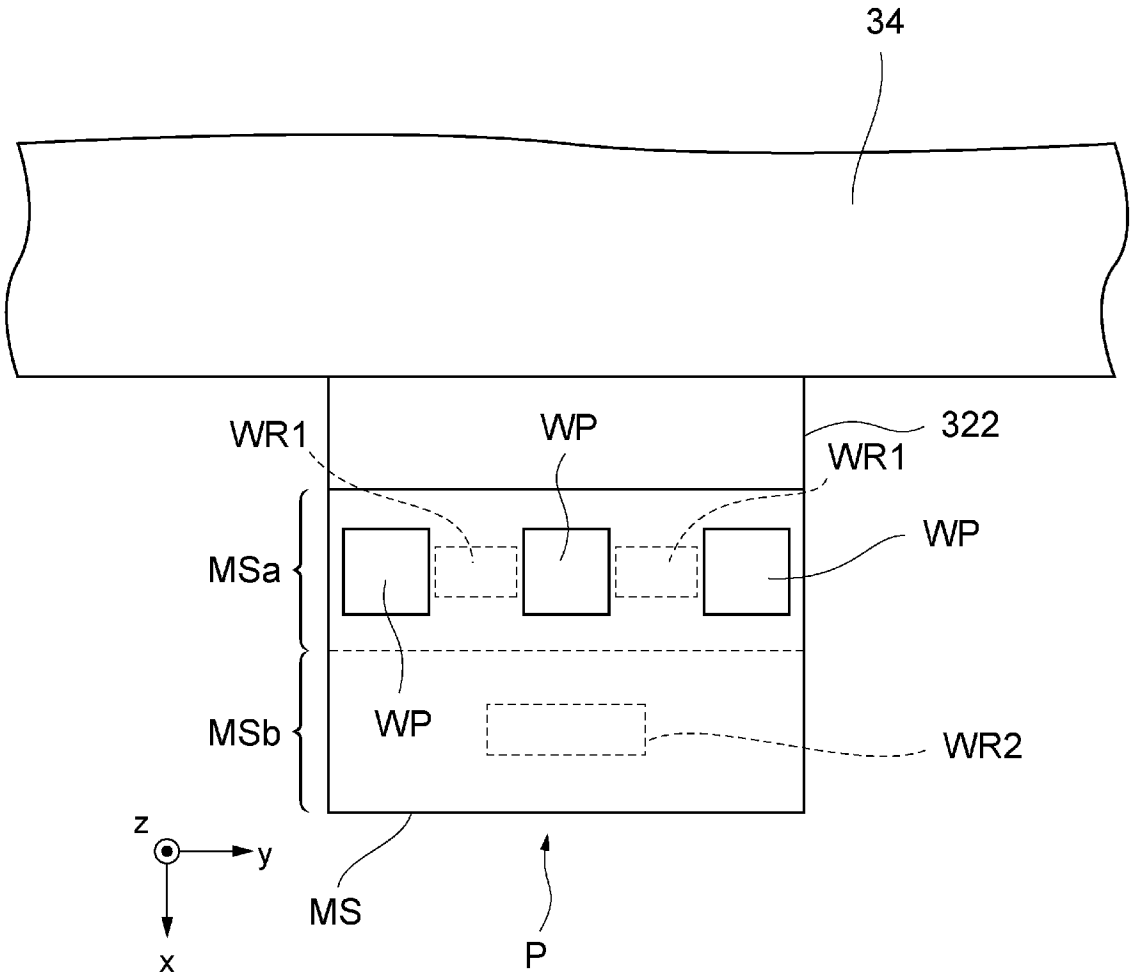
[図4A]



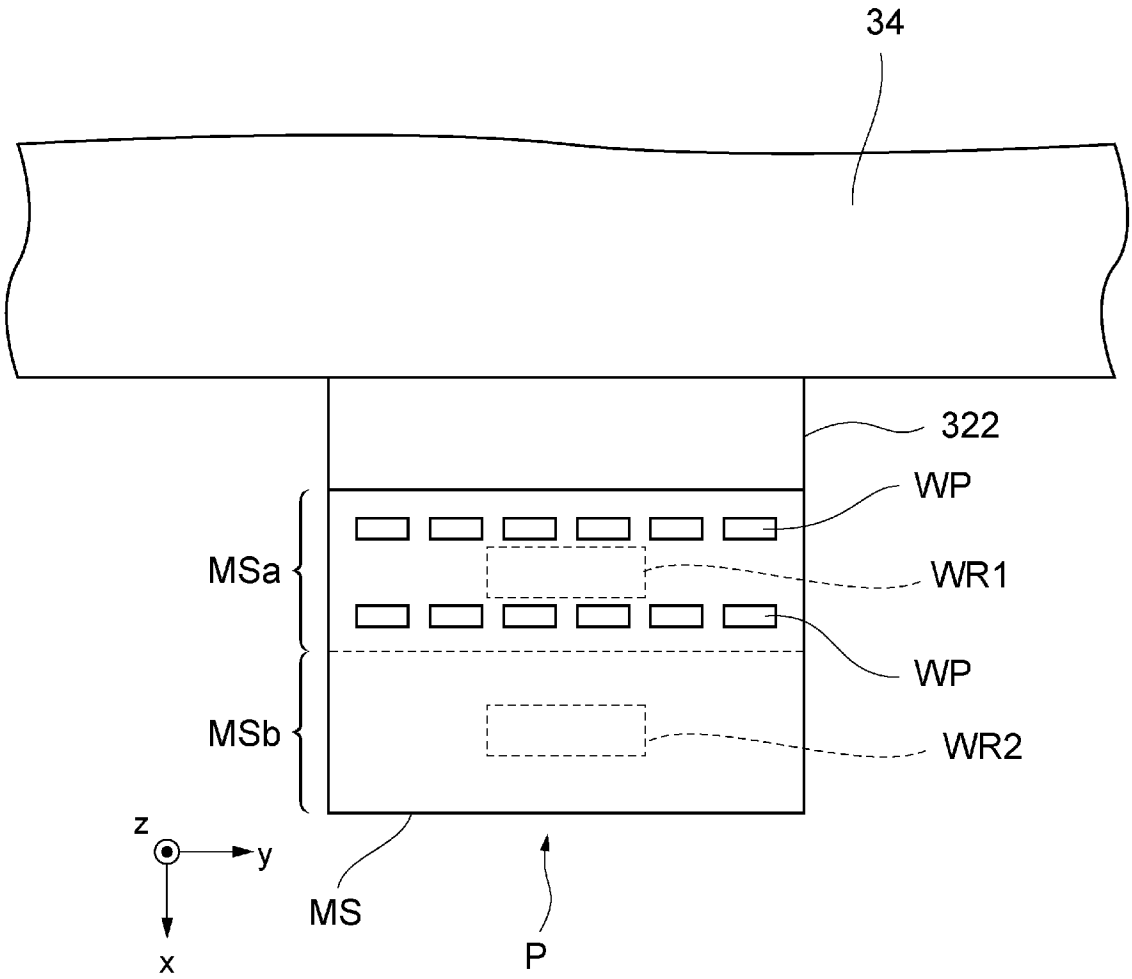
[図4B]



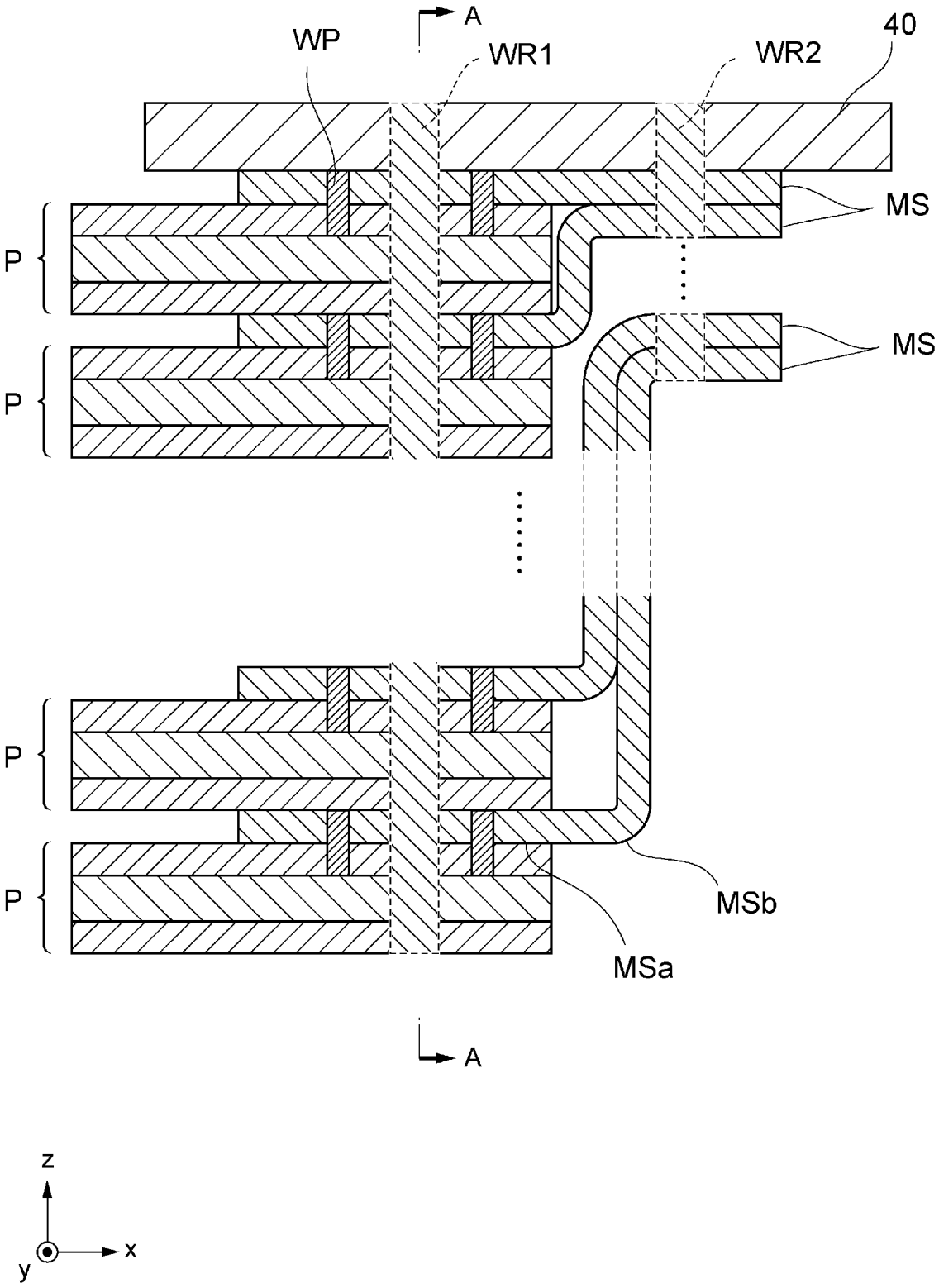
[図4C]



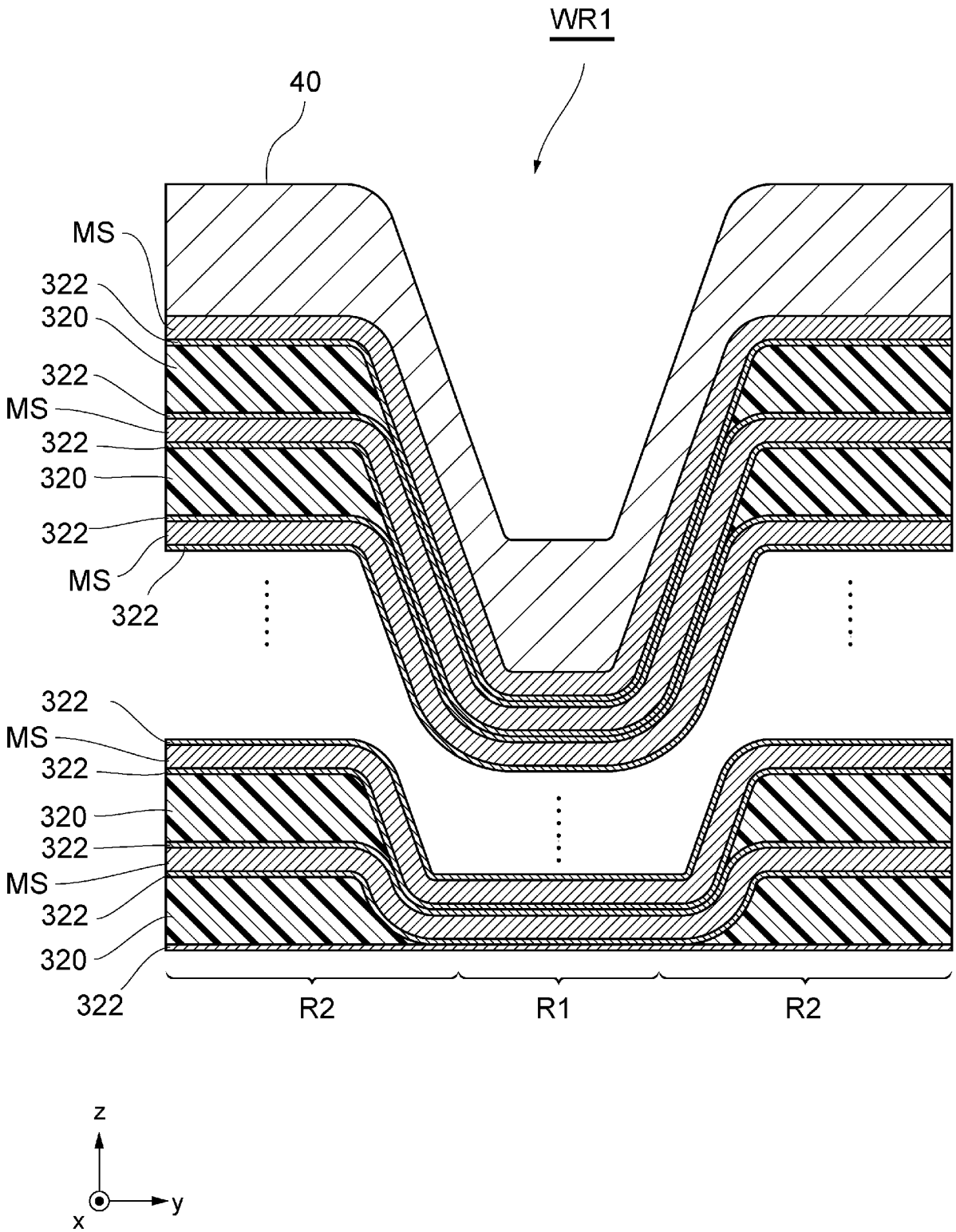
[図4D]



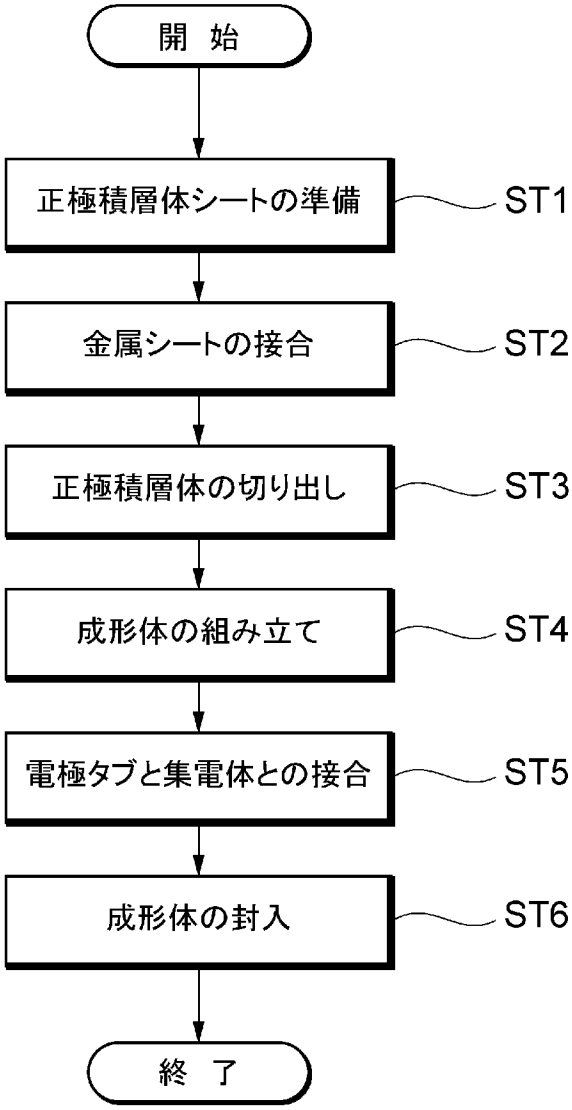
[図5]



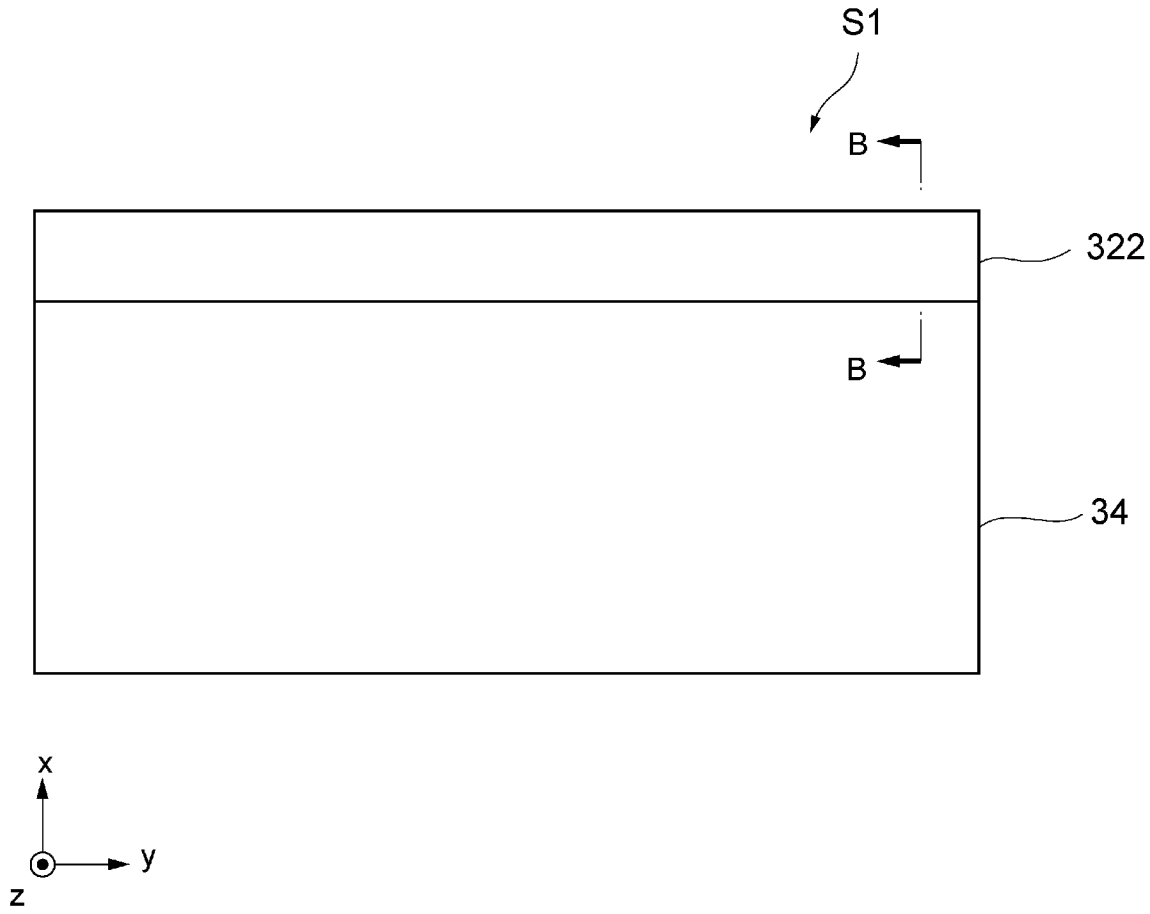
[図6]


WR1
40
MS
322
320
322
MS
322
320
322
MS
322
322
MS
322
320
322
MS
322
320
322
R2
R1
R2
z
y
x

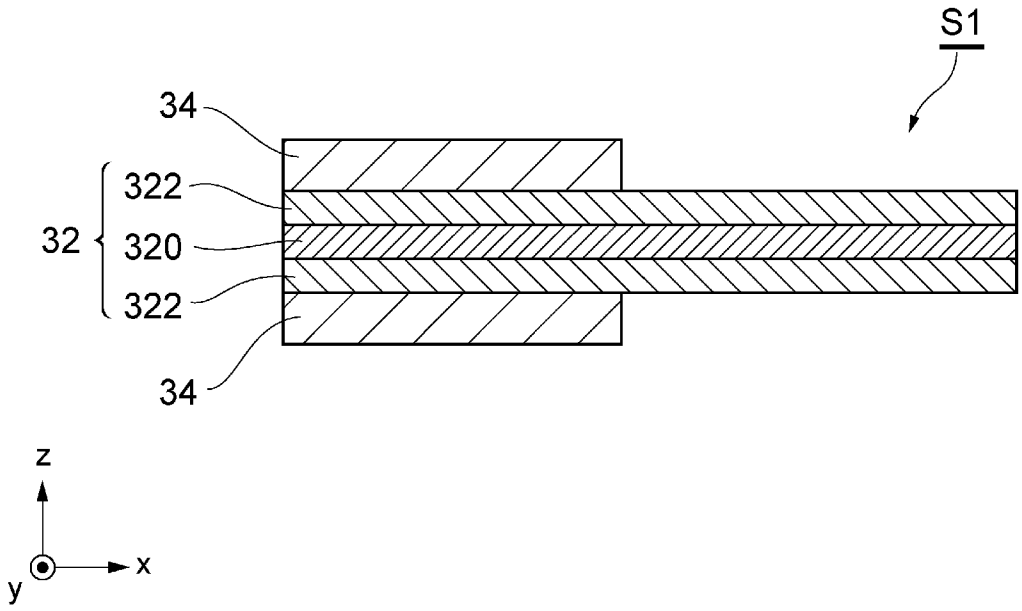
[図7]


開 始
正極積層体シートの準備
ST1
金属シートの接合
ST2
正極積層体の切り出し
ST3
成形体の組み立て
ST4
電極タブと集電体との接合
ST5
成形体の封入
ST6
終 了

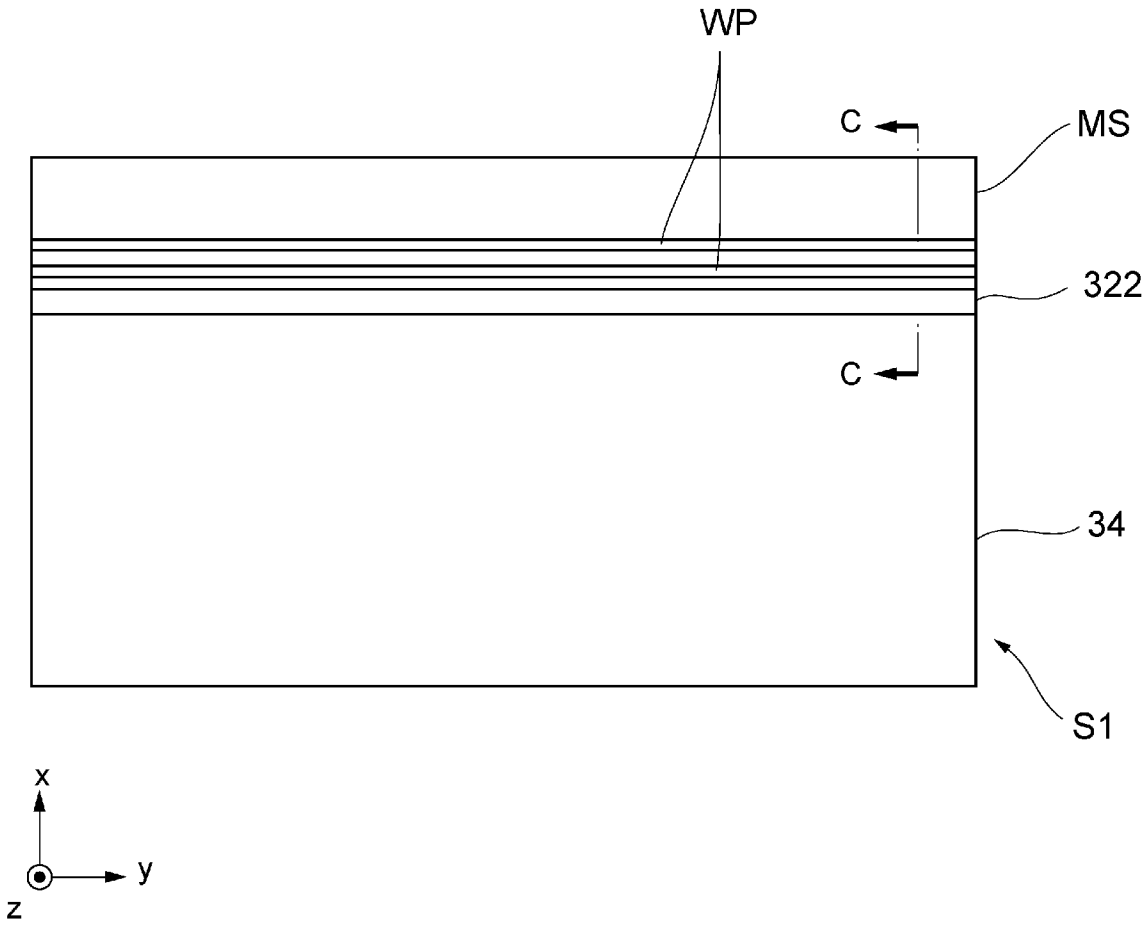
[図8A]



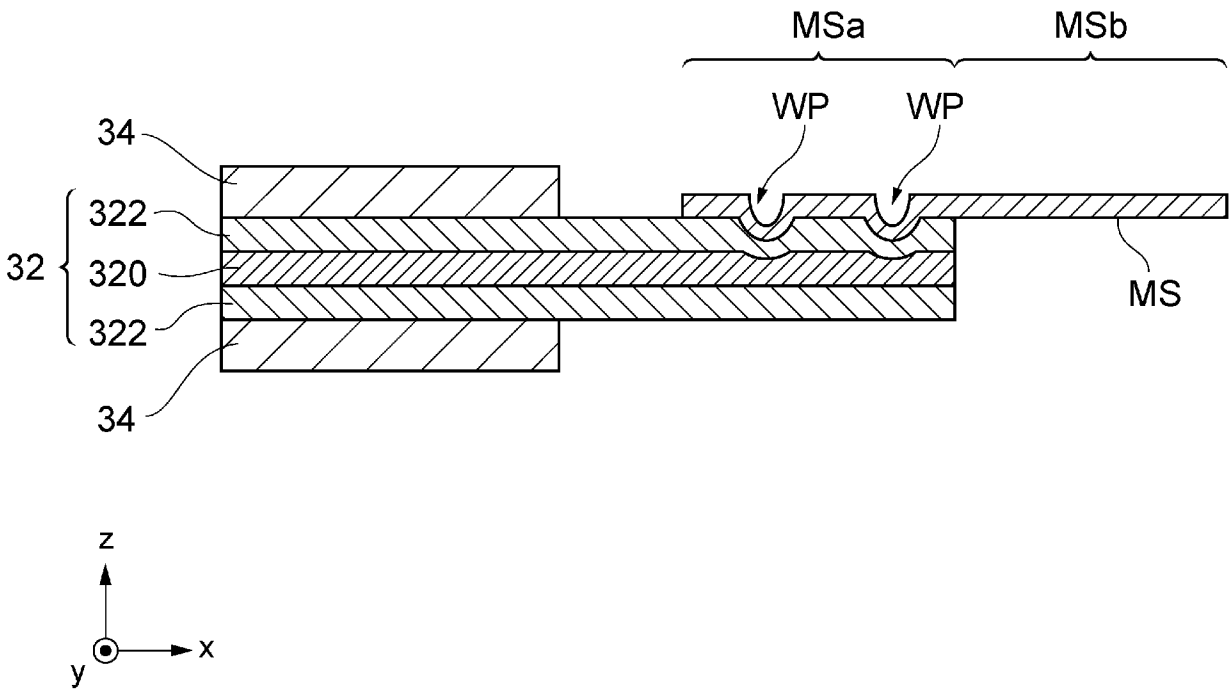
[図8B]



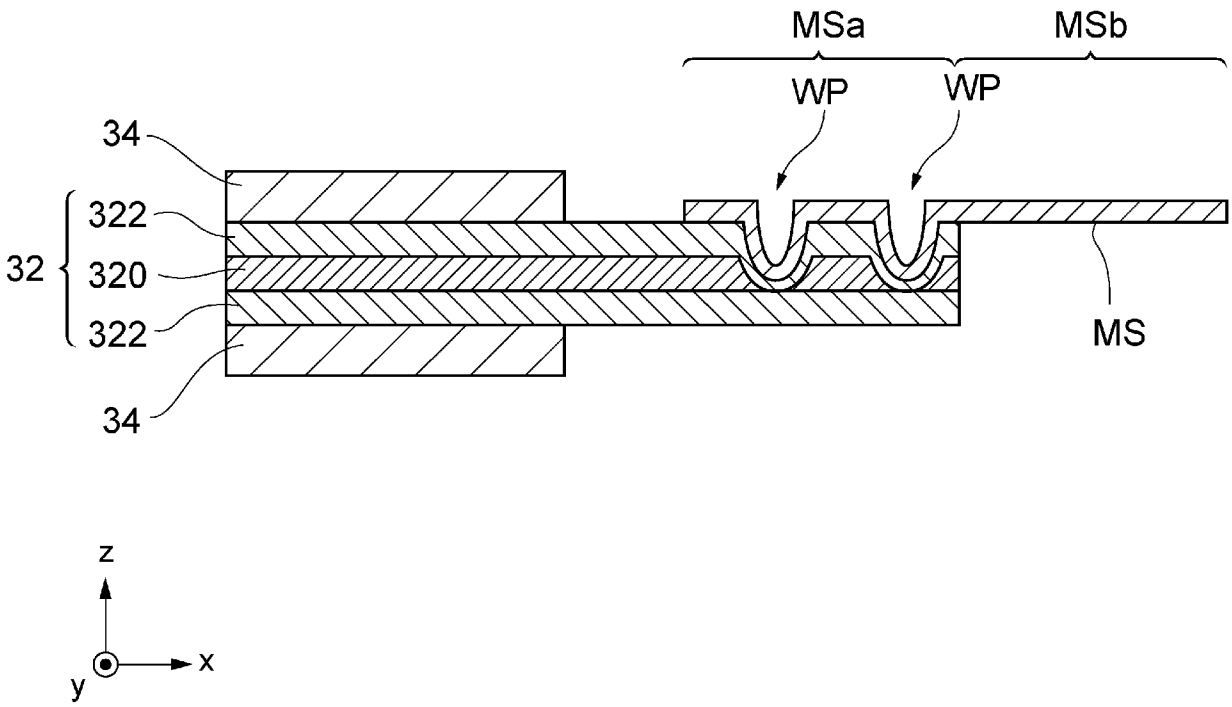
[図9A]



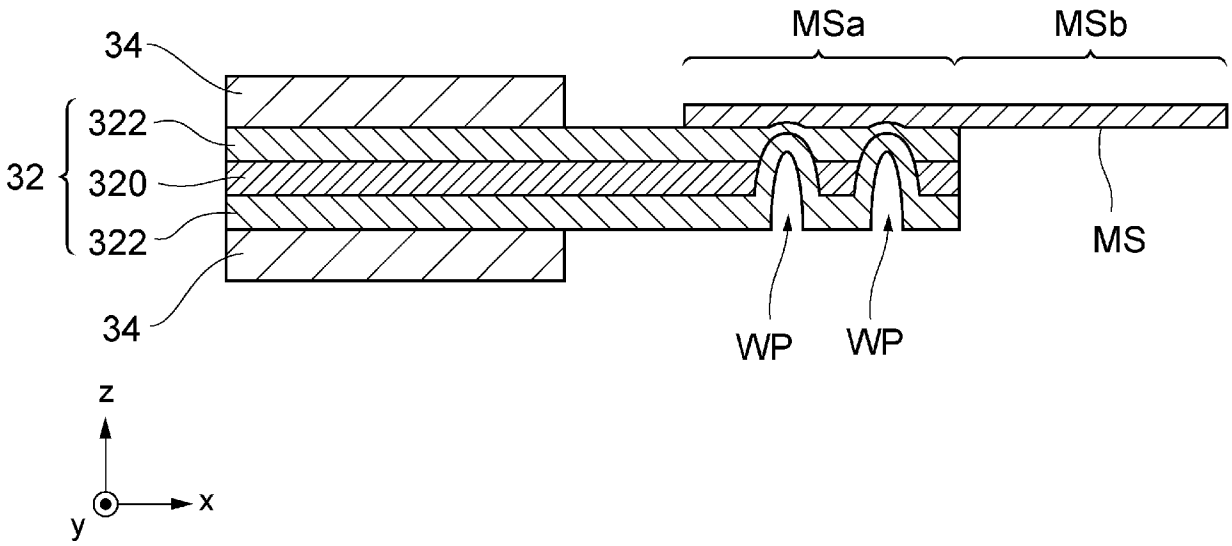
[図9B]



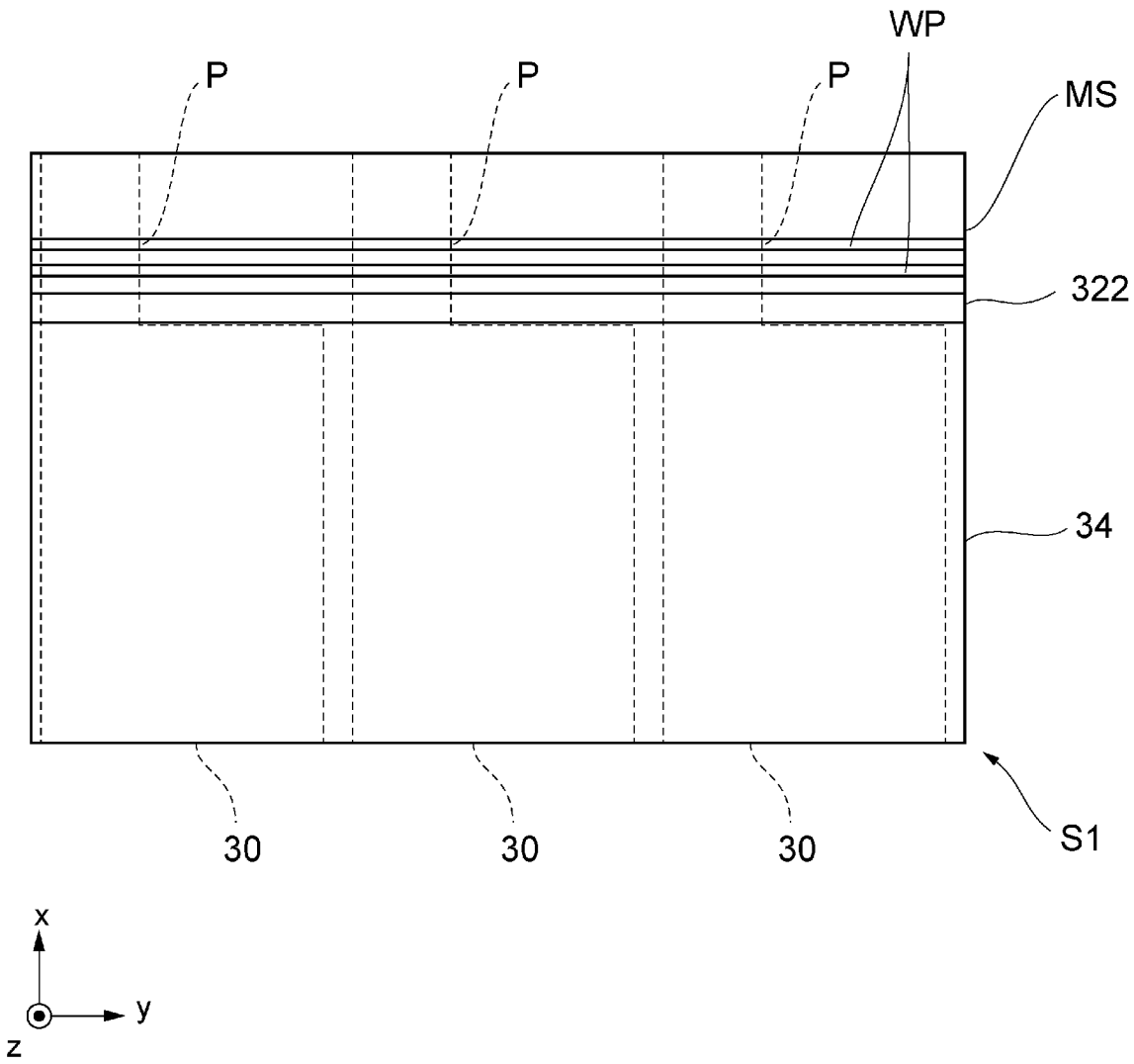
[図9C]


MSa
MSb
WP
WP
34
322
32
320
322
34
MS
z
x
y

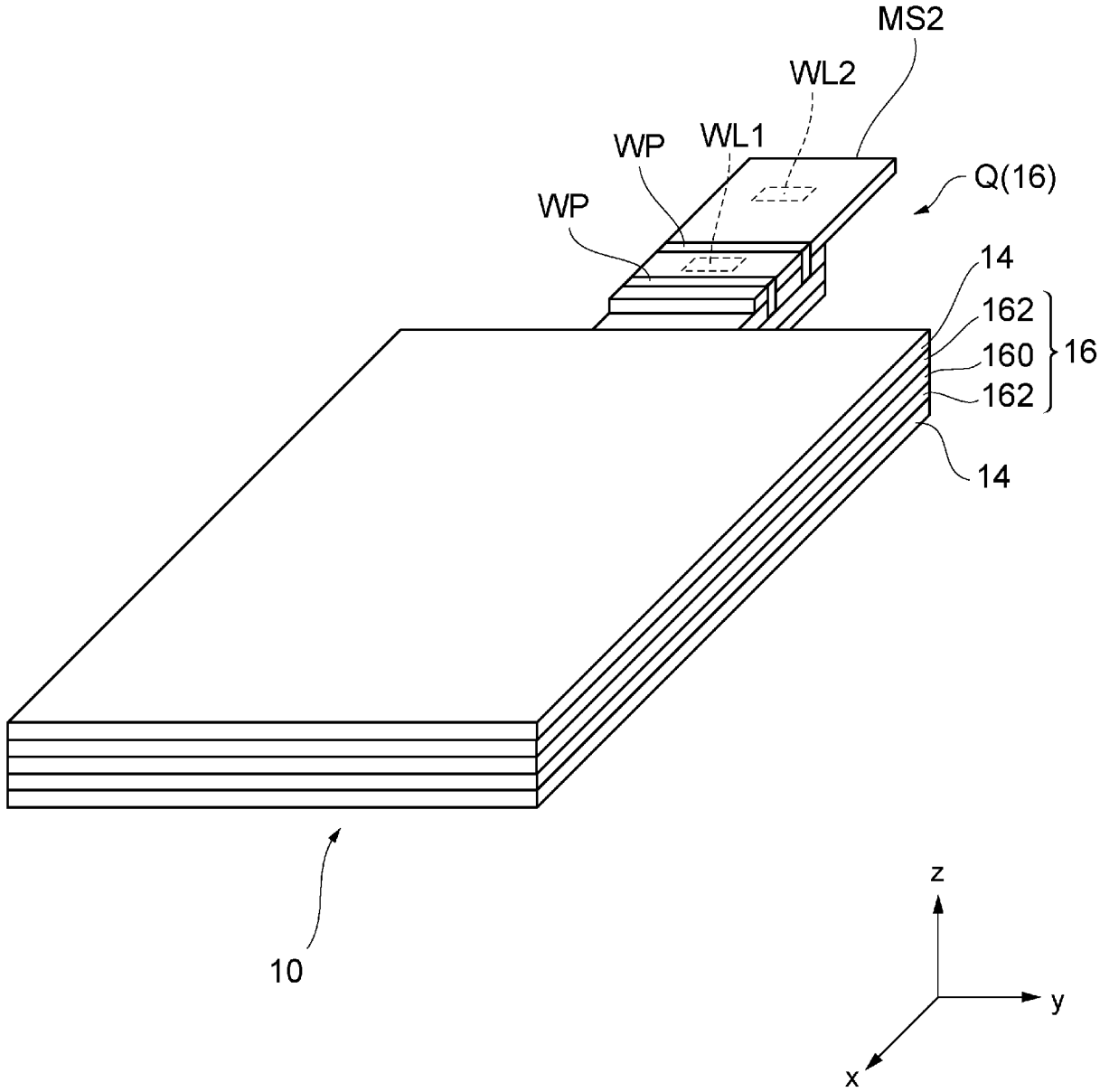
[図9D]


MSa
MSb
34
322
32
320
322
34
MS
WP
WP
z
x
y

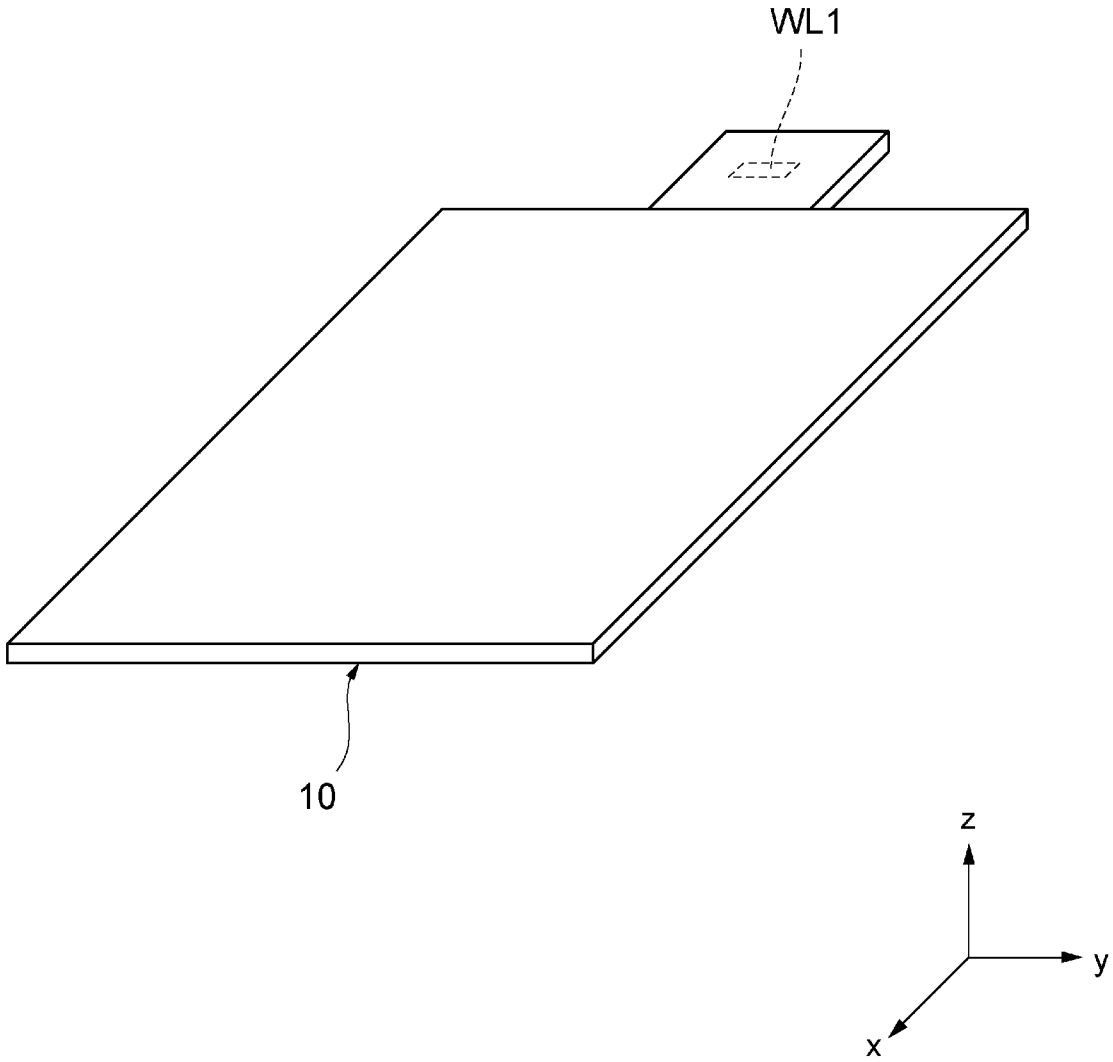
[図10]



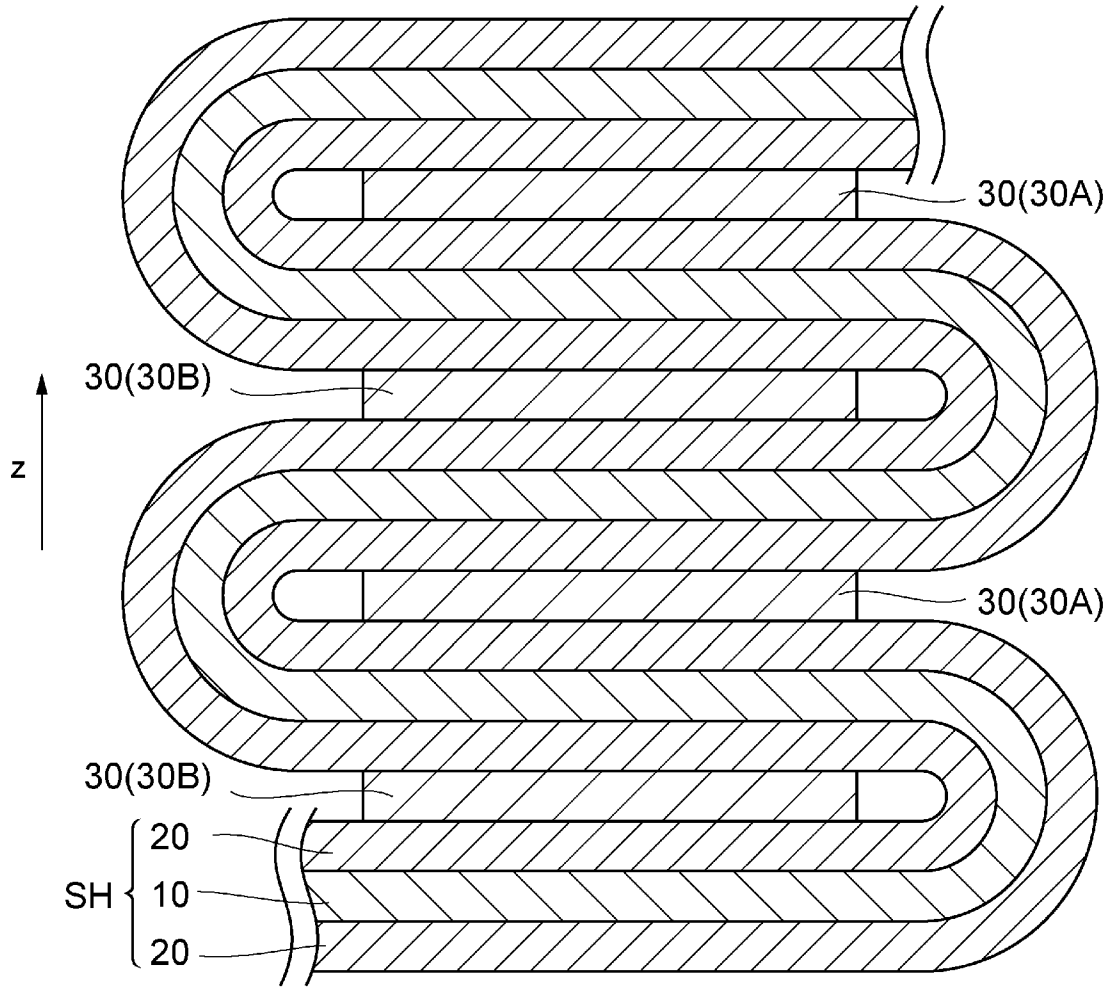
[図11]



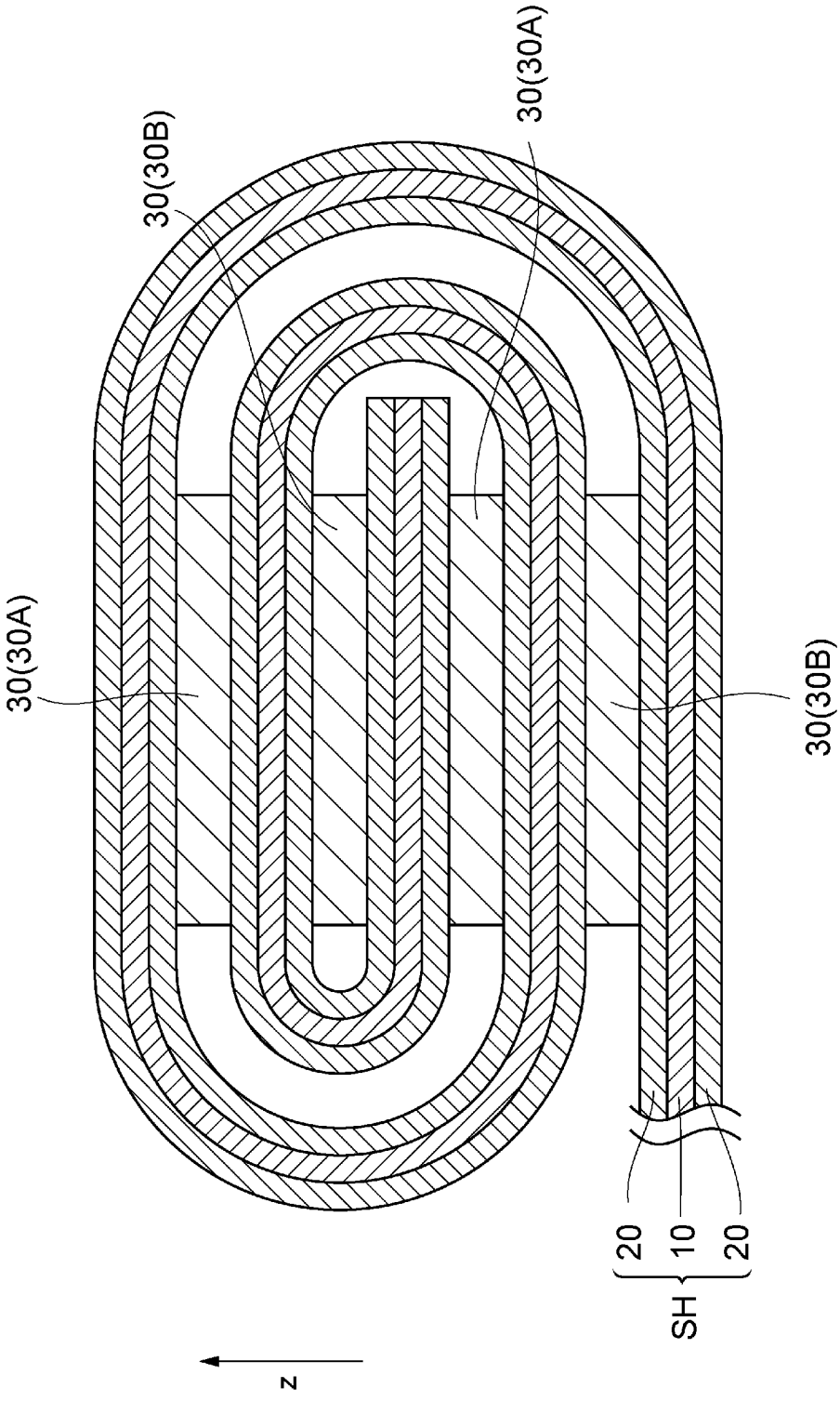
[図12]



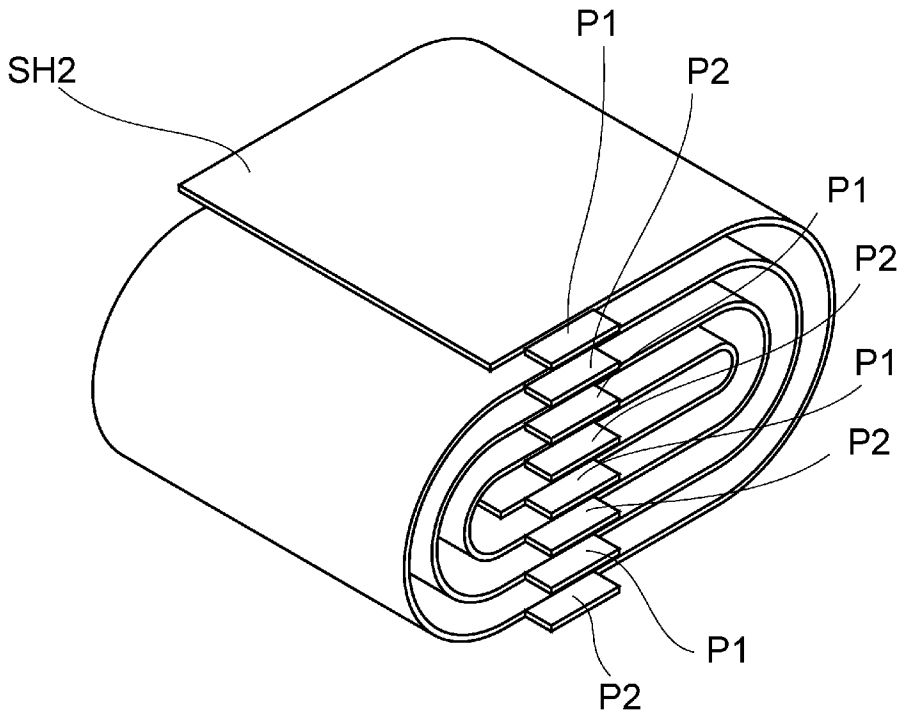
[図13]



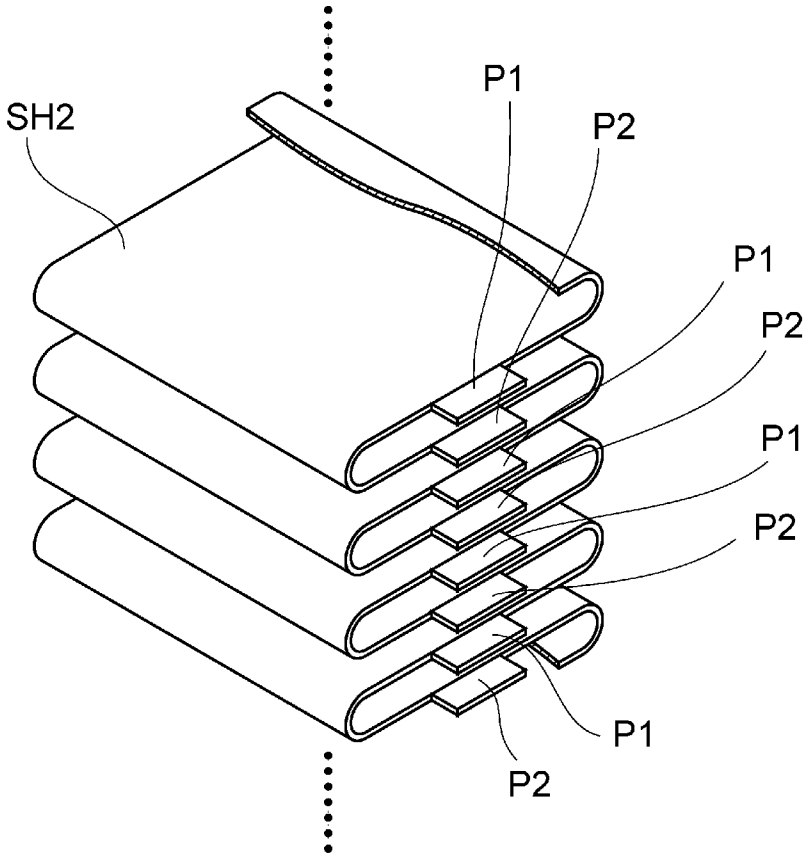
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/016516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/052(2010.01)i; ***H01M 4/66***(2006.01)i; ***H01M 50/534***(2021.01)i; ***H01M 50/536***(2021.01)i
FI: H01M10/052; H01M4/66 A; H01M50/534; H01M50/536

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M10/052; H01M4/66; H01M50/534; H01M50/536

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-129114 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 05 July 2012 (2012-07-05) claims, paragraphs [0150]-[0173], fig. 39-46	1-20
X	JP 2012-185938 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 27 September 2012 (2012-09-27) claims, paragraphs [0122]-[0129], fig. 17-21	1-8, 11-20
A		9-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 June 2023	**11 July 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/016516

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2012-129114 A	05 July 2012	(Family: none)	
JP 2012-185938 A	27 September 2012	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/016516

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01M 10/052(2010.01)i; H01M 4/66(2006.01)i; H01M 50/534(2021.01)i; H01M 50/536(2021.01)i
FI: H01M10/052; H01M4/66 A; H01M50/534; H01M50/536

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01M10/052; H01M4/66; H01M50/534; H01M50/536

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2012-129114 A (シャープ株式会社) 05.07.2012 (2012-07-05) 特許請求の範囲,[0150]-[0173],図39-46	1-20
X	JP 2012-185938 A (シャープ株式会社) 27.09.2012 (2012-09-27) 特許請求の範囲,[0122]-[0129],図17-21	1-8,11-20
A		9-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
22.06.2023	11.07.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
梅野　太朗 4X 1966

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/016516

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-129114 A	05.07.2012	（ファミリーなし）	
JP 2012-185938 A	27.09.2012	（ファミリーなし）	