

(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  
2023年5月25日(25.05.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/089875 A1

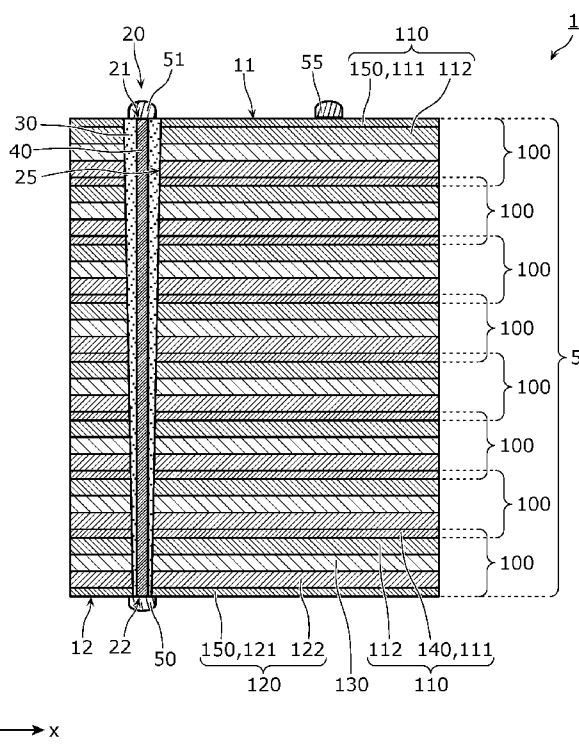
- (51) 国際特許分類:  
*H01M 10/0585* (2010.01) *H01M 50/121* (2021.01)  
*H01M 10/0562* (2010.01) *H01M 50/122* (2021.01)  
*H01M 50/11* (2021.01) *H01M 50/55* (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/030059
- (22) 国際出願日: 2022年8月5日(05.08.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-186417 2021年11月16日(16.11.2021) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207

大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).

- (72) 発明者: 本田 和義(HONDA Kazuyoshi). 河瀬 覚(KAWASE Akira). 森岡 一裕(MORIOKA Kazuhiro). 古賀 英一(KOGA Eiichi). 平野 浩一(HIRANO Koichi).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (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,

(54) Title: BATTERY, METHOD FOR MANUFACTURING BATTERY, AND CIRCUIT BOARD

(54) 発明の名称: 電池、電池の製造方法および回路基板



(57) Abstract: This battery comprises a power generating element that has at least one battery cell that each includes a structure formed by stacking a positive electrode layer, a negative electrode layer, and a solid electrolyte layer located between the positive electrode layer and the negative electrode layer, wherein: a through-hole is provided that penetrates in the stacking direction of each of the at least one battery cell; the cross-sectional area of the through-hole in a direction perpendicular to the stacking direction in the positive electrode layer is greater than the cross-sectional area of the through-hole in a direction perpendicular to the stacking direction in the negative electrode layer; and the inner wall of the through-hole is inclined with respect to the stacking direction.

(57) 要約: 本開示の電池は、正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素を備え、前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、前記貫通孔の内壁は、積層方向に対して傾斜している。



WO 2023/089875 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, 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, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

## 明 細 書

**発明の名称**：電池、電池の製造方法および回路基板

### 技術分野

[0001] 本開示は、電池、電池の製造方法および回路基板に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、電池に貫通孔を形成し、貫通孔を利用して配線パターンを設けることが開示されている。

[0003] 特許文献2には、電池に貫通孔を形成し、貫通孔を利用して電池を締結することが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-235738号公報

特許文献2：特開2007-207510号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 従来技術においては、電池を回路に接続して利用する場合に、利便性を高めつつ、信頼性を向上することが望まれている。例えば、電池を基板に実装する場合、電池および他デバイスの実装の更なるバリエーションを増やすなどによって利便性向上を実現しつつ、信頼性を向上することが望まれる。

[0006] また、回路に接続される電池においては、容量密度の向上が望まれる。例えば、電池を基板に実装する場合、電池の実装面積を小さくすることは、容量密度を高めるための重要なポイントである。電池の実装面積を小さくすることは、例えば、基板を平面視した場合の電池の発電要素および電池の発電要素から電流を取り出すための端子等の投影面積を小さくすることである。

[0007] そこで、本開示は、高容量密度と高信頼性とを両立できる電池、電池の製造方法および回路基板を提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様に係る電池は、正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素を備え、前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、前記貫通孔の内壁は、積層方向に対して傾斜している。

[0009] 本開示の一態様に係る電池の製造方法は、複数の電池セルを積層した積層体を形成するステップと、前記複数の電池セルのそれぞれに、積層方向に貫通する貫通孔を形成するステップと、前記複数の電池セルそれぞれに形成された前記貫通孔内を通り、前記複数の電池セルそれぞれを貫通する導電部材を形成するステップと、前記複数の電池セルのそれぞれに形成された前記貫通孔の内壁と前記導電部材との間に配置される絶縁部材を形成するステップと、を含み、前記貫通孔を形成するステップでは、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積が、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きくなるように、前記貫通孔を形成する。

[0010] 本開示の一態様に係る回路基板は、正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素と、導電部材と、前記発電要素に積層され、回路配線を有する回路パターン層と、を備え、前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、前記発電要素では、前記発電要素の第1主面および前記第1主面の反対側の第2主面のそれぞれにおいて、前記少なくとも1つの電池セルのいずれかの前記貫通孔が開口し、前記導電部材は、前記発電要素の第2主面に電氣的に接続され、前記第2主面における前記貫通孔の開口位置から、前記貫通

孔を通して前記第 1 主面における前記貫通孔の開口位置まで延び、かつ、前記回路配線の一部と電氣的に接続され、前記回路パターン層は、前記発電要素の前記第 1 主面側に位置する。

## 発明の効果

[0011] 本開示に係る電池等よれば、高容量密度と高信頼性とを両立できる。

## 図面の簡単な説明

[0012] [図1]図 1 は、実施の形態 1 に係る電池の断面図である。

[図2]図 2 は、実施の形態 1 に係る電池の上面図である。

[図3A]図 3 A は、実施の形態 1 に係る発電要素に含まれる電池セルの一例の断面図である。

[図3B]図 3 B は、実施の形態 1 に係る発電要素に含まれる電池セルの別の一例の断面図である。

[図3C]図 3 C は、実施の形態 1 に係る発電要素に含まれる電池セルの別の一例の断面図である。

[図4]図 4 は、実施の形態 1 に係る発電要素の断面図である。

[図5]図 5 は、実施の形態 1 に係る電池の使用例を示す断面図である。

[図6]図 6 は、実施の形態 2 に係る電池の断面図である。

[図7]図 7 は、実施の形態 3 に係る電池の断面図である。

[図8]図 8 は、実施の形態 4 に係る電池の断面図である。

[図9]図 9 は、実施の形態 5 に係る電池の断面図である。

[図10]図 1 0 は、実施の形態 6 に係る電池の断面図である。

[図11]図 1 1 は、実施の形態 7 に係る電池の断面図である。

[図12]図 1 2 は、実施の形態 7 に係る電池の上面図である。

[図13]図 1 3 は、実施の形態 7 の別の例に係る電池の断面図である。

[図14]図 1 4 は、実施の形態 8 に係る回路基板の断面図である。

[図15]図 1 5 は、実施の形態に係る電池の製造方法例 1 を示すフローチャートである。

[図16]図 1 6 は、実施の形態に係る電池の製造方法例 2 を示すフローチャー

トである。

[図17]図17は、実施の形態に係る電池の製造方法例3を示すフローチャートである。

[図18]図18は、実施の形態に係る電池の製造方法例4を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための形態

[0013] (本開示の概要)

本開示の一態様に係る電池は、正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素を備え、前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、前記貫通孔の内壁は、積層方向に対して傾斜している。

[0014] これにより、高容量密度と高信頼性とを両立した電池を実現することができる。

[0015] 具体的には、正極層における積層方向に垂直な方向での断面積が、負極層における積層方向に垂直な方向での断面積よりも大きい貫通孔によって、負極層よりも正極層の面積を減らすことができる。そのため、負極層に取り込まれなかった金属イオン由来の金属の析出等を抑制でき、電池の信頼性および安全性を高めることができる。

[0016] また、貫通孔によって、正極層と負極層とに面積差を実現できるため、あらかじめ正極層と負極層とに面積差をつけて電池セルを形成する必要が無い。そのため、例えば、各層の塗工始末端における膜厚の漸増または漸減などがなく、正極層、負極層および固体電解質層の各面積を正確に定めて電池セルを形成できる。これにより、電池セルの容量を最大限に活用できる。また、発電要素から電流の取り出しを行うための導電部材等を貫通孔に通すことができるため、電流の取り出し等のための部材も含めた平面視での面積を小

小さくすることができる。よって、電池の容量密度を高めることができる。

[0017] また、例えば、前記発電要素では、前記発電要素の第1主面および前記第1主面の反対側の第2主面のそれぞれにおいて、前記少なくとも1つの電池セルのいずれかの前記貫通孔が開口し、前記電池は、前記発電要素の第2主面に電氣的に接続され、前記第2主面における前記貫通孔の開口位置から、前記貫通孔を通して前記第1主面における前記貫通孔の開口位置まで延びる導電部材をさらに備えてもよい。

[0018] これにより、導電部材によって、発電要素の第2主面の電位を第1主面側に導くことができる。すなわち、発電要素の正極および負極の両方の電流の取り出しが第1主面側で可能になる。これにより、電池の実装をコンパクトにまとめることができる。例えば、基板に形成される接続端子のパターンを小さくすることができる。よって、実装性に優れた電池を実現することができる。また、導電部材が、発電要素内部を通るため、電流の取り出しに必要な構造を発電要素の側面側に形成する必要が無い。そのため、電池を小型化でき、電池の容量密度を高めることができる。例えば、電池を基板に実装する場合、実装面積を小さくすることが可能である。

[0019] また、例えば、前記電池は、前記導電部材と前記貫通孔の内壁との間に位置する絶縁部材をさらに備えてもよい。

[0020] これにより、貫通孔の内部で導電部材と電池セルとの絶縁が確保され、電池の信頼性を高めることができる。

[0021] また、例えば、前記絶縁部材は、前記貫通孔の内壁を覆っていてもよい。

[0022] これにより、貫通孔の内壁において、電池セルの各層の材料の崩落を抑制でき、また、正極層と負極層との短絡を抑制できる。

[0023] また、例えば、前記貫通孔は、円錐台形状であってもよい。

[0024] これにより、貫通孔の内壁に角が形成されず、貫通孔内部での電界集中を抑制できる。

[0025] また、例えば、前記少なくとも1つの電池セルは、複数の電池セルであり、前記複数の電池セルは積層されていてもよい。また、例えば、前記複数の

電池セルのうちの少なくとも一部は、電氣的に並列接続されて積層されていてもよい。また、例えば、前記複数の電池セルは、電氣的に直列接続されて積層されていてもよい。

[0026] これにより、電池セルが直列接続されて積層された場合には、平面視における面積を変えることなく高電圧の電池を実現できる。また、電池セルが並列接続されて積層された場合には、平面視における面積を変えることなく大容量の電池を実現できる。

[0027] また、例えば、前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔の体積は同じであってもよい。

[0028] これにより、複数の電池セルのそれぞれの体積が揃いやすく、複数の電池セル間の容量バラツキを抑制できる。

[0029] また、例えば、前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔の内壁は、積層方向に対して傾斜した連続する面を形成していてもよい。

[0030] これにより、内壁に破損しやすい部分が形成されにくく、内壁で電池セルの材料の崩落等が生じにくくなる。

[0031] また、例えば、前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔は連なっているともよい。

[0032] これにより、貫通孔内に他の部材等を形成しやすくなる。

[0033] また、例えば、前記発電要素では、前記複数の電池セルのうちの一部が、前記貫通孔が連なるように積層されて第1セル積層体を構成し、前記複数の電池セルのうちの一部が、前記貫通孔が連なるように積層されて第2セル積層体を構成し、前記第1セル積層体における前記貫通孔と、前記第2セル積層体における前記貫通孔とは、積層方向に沿って見た場合に位置が異なっているともよい。

[0034] これにより、積層される電池セルの数が増えて、全ての電池セルに同じ位置に貫通孔を形成することで不都合が生じる場合でも、貫通孔の位置を変えて形成することができる。例えば、電池セルの数が増えて、貫通孔内に絶縁部材等を形成することが難しくなることを避けることができる。

- [0035] また、本開示の一態様に係る電池の製造方法は、複数の電池セルを積層した積層体を形成するステップと、前記複数の電池セルのそれぞれに、積層方向に貫通する貫通孔を形成するステップと、前記複数の電池セルそれぞれに形成された前記貫通孔内を通り、前記複数の電池セルそれぞれを貫通する導電部材を形成するステップと、前記複数の電池セルのそれぞれに形成された前記貫通孔の内壁と前記導電部材との間に配置される絶縁部材を形成するステップと、を含み、前記貫通孔を形成するステップでは、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積が、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きくなるように、前記貫通孔を形成する。
- [0036] これにより、上述のような、高容量密度と高信頼性とを両立した、複数の電池セルが積層された電池を製造できる。
- [0037] また、これにより、上述のような積層体の一方の主面の電位を他方の主面に導く導電部材、および、貫通孔内で導電部材と電池セルとを絶縁する絶縁部材を備えた電池を形成できる。
- [0038] また、例えば、前記積層体を形成するステップの後に、前記貫通孔を形成するステップを行ってもよい。
- [0039] これにより、積層された複数の電池セルのそれぞれに一括で貫通孔を形成できるため、電池の生産性が向上する。
- [0040] また、例えば、前記積層体を形成するステップでは、前記貫通孔を形成するステップの後に、前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔が連なるように前記複数の電池セルを積層し、前記積層体を形成するステップの後に、前記絶縁部材を形成するステップおよび前記導電部材を形成するステップを行ってもよい。
- [0041] これにより、電池セルごとに、貫通孔を形成できるため、形成される貫通孔の形状の自由度が高まる。また、積層された電池セルの貫通孔に一括で導電部材および絶縁部材を形成できるため、電池の生産性が向上する。
- [0042] また、例えば、前記積層体を形成するステップの前に、前記貫通孔を形成

するステップ、前記絶縁部材を形成するステップおよび前記導電部材を形成するステップを行ってもよい。

[0043] これにより、複数の電池セルのそれぞれの貫通孔ごとに絶縁部材および導電部材を形成できるため、絶縁部材および導電部材を容易に、かつ、精度良く形成できる。

[0044] また、例えば、前記積層体を形成するステップの前に、前記貫通孔を形成するステップおよび前記絶縁部材を形成するステップを行い、前記積層体を形成するステップの後に、前記導電部材を形成するステップを行ってもよい。

[0045] これにより、電池の信頼性を高めるために精度良く形成することが求められる絶縁部材を容易にかつ精度良く形成できる。また、積層された電池セルの貫通孔に一括で導電部材を形成できるため、電池の生産性が向上する。

[0046] また、本開示の一態様に係る回路基板は、正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素と、導電部材と、前記発電要素に積層され、回路配線を有する回路パターン層と、を備え、前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、前記発電要素では、前記発電要素の第1主面および前記第1主面の反対側の第2主面のそれぞれにおいて、前記少なくとも1つの電池セルのいずれかの前記貫通孔が開口し、前記導電部材は、前記発電要素の第2主面に電氣的に接続され、前記第2主面における前記貫通孔の開口位置から、前記貫通孔を通して前記第1主面における前記貫通孔の開口位置まで延び、かつ、前記回路配線の一部と電氣的に接続され、前記回路パターン層は、前記発電要素の前記第1主面側に位置する。

[0047] これにより、上述の高容量密度と高信頼性とを両立した電池と、当該電池に接続された回路パターン層を備える回路基板が実現される。また、配線基

板と電池とが一体化されるので、電子機器の小型化および薄層化を実現できる。また、回路配線の必要な場所に、発電要素から直接電力を供給することができるため、配線の引き回しを削減し、配線からの輻射ノイズを抑制することができる。

- [0048] 以下では、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。
- [0049] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置および接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。
- [0050] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、例えば、各図において縮尺などは必ずしも一致しない。また、各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化する。
- [0051] また、本明細書において、平行または直交などの要素間の関係性を示す用語、および、矩形または直方体などの要素の形状を示す用語、ならびに、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。
- [0052] また、本明細書および図面において、 $x$ 軸、 $y$ 軸および $z$ 軸は、三次元直交座標系の三軸を示している。 $x$ 軸および $y$ 軸はそれぞれ、電池の発電要素の平面視形状が矩形である場合に、当該矩形の第一辺、および、当該第一辺に直交する第二辺に平行な方向に一致する。 $z$ 軸は、発電要素に含まれる複数の電池セルおよび電池セルの各層の積層方向に一致する。
- [0053] また、本明細書において、「積層方向」は、集電体および活物質層の主面法線方向に一致する。また、本明細書において、「平面視」とは、単独で使用される場合など、特に断りのない限り、発電要素の主面に対して垂直な方向から見たときのことをいう。なお、「第1側面の平面視」などのように、

「ある面の平面視」と記載されている場合は、当該「ある面」を正面から見たときのことをいう。

[0054] また、本明細書において、「上方」および「下方」という用語は、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）および下方向（鉛直下方）を指すものではなく、積層構成における積層順を基に相対的な位置関係により規定される用語として用いる。また、「上方」および「下方」という用語は、2つの構成要素が互いに間隔を空けて配置されて2つの構成要素の間に別の構成要素が存在する場合のみならず、2つの構成要素が互いに密着して配置されて2つの構成要素が接する場合にも適用される。以下の説明では、z軸の負側を「下方」または「下側」とし、z軸の正側を「上方」または「上側」とする。

[0055] また、本明細書において、「Aを覆う」という表現は、「A」の少なくとも一部を覆うことを意味する。すなわち、「Aを覆う」とは、「Aの全てを覆う」場合だけでなく、「Aの一部のみを覆う」場合も含む表現である。「A」は、例えば、層または端子などの所定の部材の側面および主面などである。

[0056] また、本明細書において、「第1」、「第2」などの序数詞は、特に断りがない限り、構成要素の数または順序を意味するものではなく、同種の構成要素の混同を避け、構成要素を区別する目的で用いられている。

[0057] （実施の形態1）

以下では、実施の形態1に係る電池の構成について説明する。

[0058] 図1は、本実施の形態に係る電池1の断面図である。図1に示されるように、電池1は、発電要素5と、絶縁部材30と、導電部材40と、接続部材50と、集電端子51と、集電端子55と、を備える。電池1は、例えば全固体電池である。

[0059] [1. 発電要素]

まず、発電要素5の具体的な構成について、図1および図2を用いて説明する。図2は、本実施の形態に係る電池1の上面図である。なお、図1は、

図2の1-1線における断面を表している。

[0060] 発電要素5の平面視形状は、例えば、図2に示されるように矩形である。つまり、発電要素5の形状は、扁平な直方体である。ここで、扁平とは、厚み（すなわち、z軸方向の長さ）が主面の各辺（すなわち、x軸方向およびy軸方向の各々の長さ）または最大幅より短いことを意味する。発電要素5の平面視形状は、正方形、六角形または八角形などの他の多角形であってもよく、円形または楕円形などであってもよい。なお、図1などの断面図では、発電要素5の層構造を分かりやすくするため、各層の厚みを誇張して図示している。

[0061] 発電要素5は、図1および図2に示されるように、2つの主面として、主面11および主面12を含む。本実施の形態では、主面11および主面12はいずれも、平坦面である。

[0062] 主面11は、第1主面の一例である。主面12は、第2主面の一例である。主面11および主面12は、互いに背向しており、かつ、互いに平行である。主面11は、発電要素5の最上面である。主面12は、主面11の反対側の面であり、発電要素5の最下面である。主面11および主面12はそれぞれ、例えば、発電要素5の側面よりも面積が大きい。

[0063] 発電要素5の側面は、互いに背向して平行な2つの側面の組を2つ含む。発電要素5の側面は、例えば、平坦面である。発電要素5の側面は、例えば、複数の電池セル100の積層体を一括して切断することにより形成された切断面である。切断方向を積層方向に一致させることで、互いに同じ大きさの複数の電池セル100を形成することができる。

[0064] 図1に示されるように、発電要素5は、複数の電池セル100を有する。電池セル100は、最小構成の電池であり、単位セルとも称される。複数の電池セル100は、電氣的に直列接続されて積層されている。これにより、平面視での面積を大きくすることなく高電圧の電池1を実現できる。本実施の形態では、発電要素5が有する全ての電池セル100が電氣的に直列接続されている。電池1は、複数の電池セル100が接着または接合などによっ

て一体化された積層電池である。図1に示される例では、発電要素5が有する電池セル100の個数が8個であるが、これに限らない。例えば、発電要素5が有する電池セル100の個数は、2個または4個などの偶数個であってもよく、3個または5個などの奇数個であってもよい。

[0065] 複数の電池セル100のそれぞれには、各電池セル100を積層方向に貫通する貫通孔20が設けられている。複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20は、例えば、発電要素5を積層方向に貫通する孔を開けることで、一括で形成される。

[0066] 複数の電池セル100のそれぞれは、正極層110と、負極層120と、固体電解質層130と、を含む。正極層110は、正極集電体111と、正極活物質層112と、を有する。負極層120は、負極集電体121と、負極活物質層122と、を有する。複数の電池セル100の各々では、正極集電体111、正極活物質層112、固体電解質層130、負極活物質層122および負極集電体121がこの順でz軸に沿って積層されている。電池セル100の各々では、正極集電体111、正極活物質層112、固体電解質層130、負極活物質層122および負極集電体121はそれぞれ、z軸方向と垂直な方向（つまり、x軸方向およびy軸方向）に延在している。

[0067] 複数の電池セル100の構成は、例えば、互いに実質的に同一である。発電要素5では、電池セル100を構成する各層の並び順が同じになるように、複数の電池セル100は、z軸に沿って並んで積層されている。これにより、複数の電池セル100は、電氣的に直列接続されて積層されている。複数の電池セル100は、例えば、互いに同じ大きさである。これにより、複数の電池セル100の動作状態が揃いやすくなり、高容量密度と高信頼性とを両立した電池1を実現できる。

[0068] 本実施の形態においては、主面11は、最上部に位置する電池セル100の正極層110の一部を構成している。具体的には、主面11は、最上部に位置する電池セル100の正極層110の上側の主面である。

[0069] また、主面12は、最下部に位置する電池セル100の負極層120の一

部を構成している。具体的には、主面12は、最下部に位置する電池セル100の負極層120の下側の主面である。

[0070] 本実施の形態では、複数の電池セル100のうち、積層方向において隣り合う2つの電池セル100で集電体が共有されている。すなわち、2つの電池セル100の一方の正極集電体111と、2つの電池セル100の他方の負極集電体121とは、1枚の中間層集電体140である。

[0071] 具体的には、中間層集電体140の下面には、正極活物質層112が積層されている。中間層集電体140の上面には、負極活物質層122が積層されている。中間層集電体140は、バイポーラ集電体とも称される。

[0072] 図1に示される端部層集電体150は、発電要素5の積層方向における両端に位置している。積層方向における一方端である上端に位置する端部層集電体150は、正極集電体111である。正極集電体111の下面には、正極活物質層112が配置されている。積層方向における他方端である下端に位置する端部層集電体150は、負極集電体121である。負極集電体121の上面には、負極活物質層122が配置されている。

[0073] 以下では、図3Aを用いて、電池セル100の各層の説明を行う。図3Aは、本実施の形態に係る発電要素5に含まれる電池セル100の断面図である。

[0074] 図3Aに示される正極集電体111および負極集電体121はそれぞれ、図1に示される中間層集電体140または端部層集電体150である。正極集電体111と負極集電体121とはそれぞれ、導電性を有する箔状、板状または網目状の部材である。正極集電体111と負極集電体121とはそれぞれ、例えば、導電性を有する薄膜であってもよい。正極集電体111と負極集電体121とを構成する材料としては、例えば、ステンレス(SUS)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)などの金属が用いられうる。正極集電体111と負極集電体121とは、異なる材料を用いて形成されていてもよい。

[0075] 正極集電体111および負極集電体121の各々の厚みは、例えば5 $\mu$ m

以上100 $\mu$ m以下であるが、これに限らない。正極集電体111の主面には、正極活物質層112が接触している。なお、正極集電体111は、正極活物質層112に接する部分に設けられた、導電材料を含む層である集電体層を含んでもよい。負極集電体121の主面には、負極活物質層122が接触している。なお、負極集電体121は、負極活物質層122に接する部分に設けられた、導電材料を含む層である集電体層を含んでもよい。

[0076] また、中間層集電体140と端部層集電体150とは、同じ厚みおよび材料の集電体がいられてもよく、強度、接合性および接触する活物質層の性質等に応じて、厚みおよび材料等の異なる集電体がいられてもよい。

[0077] 正極活物質層112は、正極集電体111の、負極層120側の主面に配置されている。正極活物質層112は、例えば活物質などの正極材料を含む層である。正極活物質層112は、例えば、正極活物質を含む。

[0078] 正極活物質層112に含有される正極活物質としては、例えば、コバルト酸リチウム複合酸化物(LCO)、ニッケル酸リチウム複合酸化物(LNO)、マンガン酸リチウム複合酸化物(LMO)、リチウム-マンガン-ニッケル複合酸化物(LMNO)、リチウム-マンガン-コバルト複合酸化物(LMCO)、リチウム-ニッケル-コバルト複合酸化物(LNCO)、リチウム-ニッケル-マンガン-コバルト複合酸化物(LNMCO)などの正極活物質がいられうる。正極活物質の材料としては、LiまたはMgなどのイオンを離脱および挿入することができる各種材料がいられうる。

[0079] また、正極活物質層112の含有材料としては、例えば、無機系固体電解質などの固体電解質がいられてもよい。無機系固体電解質としては、硫化物固体電解質または酸化物固体電解質などがいられうる。硫化物固体電解質としては、例えば、 $Li_2S$ および $P_2S_5$ の混合物がいられうる。正極活物質の表面は、固体電解質でコートされていてもよい。また、正極活物質層112の含有材料としては、例えばアセチレンブラックなどの導電材、または、例えばポリフッ化ビニリデンなどの結着用バインダーなどがいられてもよい。

- [0080] 正極活物質層 1 1 2 の含有材料を溶媒と共に練り込んだペースト状の塗料を、正極集電体 1 1 1 の主面上に塗工し乾燥させることにより、正極活物質層 1 1 2 が作製される。正極活物質層 1 1 2 の密度を高めるために、乾燥後に、正極活物質層 1 1 2 および正極集電体 1 1 1 を含む正極層 1 1 0（正極板とも称される）をプレスしておいてもよい。正極活物質層 1 1 2 の厚みは、例えば  $5 \mu\text{m}$  以上  $300 \mu\text{m}$  以下であるが、これに限らない。
- [0081] 負極活物質層 1 2 2 は、負極集電体 1 2 1 の、正極層 1 1 0 側の主面に配置されている。負極活物質層 1 2 2 は、正極活物質層 1 1 2 に対向して配置されている。負極活物質層 1 2 2 は、例えば活物質などの負極材料を含む層である。負極材料は、正極材料の対極を構成する材料である。負極活物質層 1 2 2 は、例えば、負極活物質を含む。
- [0082] 負極活物質層 1 2 2 に含有される負極活物質としては、例えば、グラファイト、金属リチウムなどの負極活物質が用いられうる。負極活物質の材料としては、リチウム (Li) またはマグネシウム (Mg) などのイオンを離脱および挿入することができる各種材料が用いられうる。
- [0083] また、負極活物質層 1 2 2 の含有材料としては、例えば、無機系固体電解質などの固体電解質が用いられてもよい。無機系固体電解質としては、例えば、硫化物固体電解質または酸化物固体電解質などが用いられうる。硫化物固体電解質としては、例えば、硫化リチウム ( $\text{Li}_2\text{S}$ ) および五硫化ニリン ( $\text{P}_2\text{S}_5$ ) の混合物が用いられうる。また、負極活物質層 1 2 2 の含有材料としては、例えばアセチレンブラックなどの導電材、または、例えばポリフッ化ビニリデンなどの結着用バインダーなどが用いられてもよい。
- [0084] 負極活物質層 1 2 2 の含有材料を溶媒と共に練り込んだペースト状の塗料を、負極集電体 1 2 1 の主面上に塗工し乾燥させることにより、負極活物質層 1 2 2 が作製される。負極活物質層 1 2 2 の密度を高めるために、乾燥後に、負極活物質層 1 2 2 および負極集電体 1 2 1 を含む負極層 1 2 0（負極板とも称される）をプレスしておいてもよい。負極活物質層 1 2 2 の厚みは、例えば  $5 \mu\text{m}$  以上  $300 \mu\text{m}$  以下であるが、これに限らない。

- [0085] 固体電解質層130は、正極活物質層112と負極活物質層122との間に配置される。固体電解質層130は、正極活物質層112と負極活物質層122との各々に接する。固体電解質層130は、電解質材料を含む層である。電解質材料としては、一般に公知の電池用の電解質が用いられうる。固体電解質層130の厚みは、 $5\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよく、または、 $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。
- [0086] 固体電解質層130は、固体電解質を含んでいる。固体電解質は、例えば、リチウムイオン伝導性を有する。固体電解質としては、例えば、無機系固体電解質などの固体電解質が用いられうる。無機系固体電解質としては、硫化物固体電解質または酸化物固体電解質などが用いられうる。硫化物固体電解質としては、例えば、 $\text{Li}_2\text{S}$ および $\text{P}_2\text{S}_5$ の混合物が用いられうる。なお、固体電解質層130は、電解質材料に加えて、例えばポリフッ化ビニリデンなどの結着用バインダーなどを含有してもよい。
- [0087] 本実施の形態では、正極活物質層112、負極活物質層122、固体電解質層130は平行平板状に維持されている。これにより、湾曲による割れまたは崩落の発生を抑制することができる。なお、正極活物質層112、負極活物質層122、固体電解質層130を合わせて滑らかに湾曲させてもよい。
- [0088] また、本実施の形態では、正極集電体111の端面と負極集電体121の端面とは、z軸方向から見た場合に一致している。
- [0089] より具体的には、電池セル100では、正極集電体111、正極活物質層112、固体電解質層130、負極活物質層122および負極集電体121の各々の形状および大きさが同じであり、各々の輪郭が一致している。つまり、電池セル100の形状は、扁平な直方体状の平板形状である。
- [0090] 上述したように、本実施の形態に係る発電要素5では、図1に示されるように、複数の電池セル100において、中間層集電体140が共有されている。このような発電要素5は、図3Aに示される電池セル100だけでなく、図3Bおよび図3Cに示される電池セル100Bおよび100Cを組み合

わせて積層することで形成される。なお、ここでは、図3Aに示される電池セル100を電池セル100Aとして説明する。

[0091] 図3Bに示される電池セル100Bは、図3Aに示される電池セル100Aから正極集電体111を除いた構成を有する。つまり、電池セル100Bの正極層110Bは、正極活物質層112のみからなる。

[0092] 図3Cに示される電池セル100Cは、図3Aに示される電池セル100Aから負極集電体121を除いた構成を有する。つまり、電池セル100Cの負極層120Cは、負極活物質層122のみからなる。

[0093] 図4は、本実施の形態に係る発電要素5を示す断面図である。図4は、図1の発電要素5のみが抜き出され、複数の電池セル100に貫通孔20が形成される前の状態を示す図である。図4に示されるように、最下層に電池セル100Aを配置し、上方に向かって複数の電池セル100Cを同じ向きで順に積層する。これにより、発電要素5が形成される。

[0094] なお、発電要素5を形成する方法は、これに限定されない。例えば、複数の電池セル100Bを同じ向きで順に積層した後、電池セル100Aを最上層に配置してもよい。また、例えば、電池セル100Aを最上層および最下層のいずれとも異なる位置に配置してもよい。また、複数の電池セル100Aを用いてもよい。また、1枚の集電体に対して両面塗工を行うことにより、集電体を共有する2つの電池セル100のユニットを形成し、形成したユニットを積層してもよい。

[0095] 以上のように、本実施の形態に係る発電要素5では、全ての電池セル100が直列接続されており、並列接続された電池セルが含まれていない。このため、高電圧の電池1を実現することができる。

[0096] [2. 貫通孔]

次に、再び、図1および図2を参照して、貫通孔20について説明する。

[0097] 貫通孔20は、複数の電池セル100のそれぞれに設けられている。複数の電池セル100のそれぞれにおいて、貫通孔20は、電池セル100の一方の主面から他方の主面までを貫通する。貫通孔20は、正極層110、固

体電解質層130および負極層120を通して電池セル100の一方の主面から他方の主面に至っている。

[0098] 複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20において、正極層110における積層方向に垂直な方向での貫通孔20の断面積は、負極層120における積層方向に垂直な方向での貫通孔20の断面積よりも大きい。積層方向に垂直な方向は、各層の延在方向である。これにより、正極活物質層112における負極活物質層122側の主面の位置での貫通孔20の断面積が大きくなり、その分、正極活物質層112の当該主面の面積が小さくなる。そのため、負極層120に取り込まれなかった金属イオン由来の金属（いわゆるデンドライト）の析出等を抑制でき、電池1の信頼性および安全性を高めることができる。

[0099] 複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20において、断面視で、正極層110における貫通孔20の幅は、負極層120における貫通孔20の幅よりも大きい。

[0100] 複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20は連なっている。これにより、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20は、発電要素5を積層方向に貫通する1つの貫通孔を形成している。これにより、貫通孔20を通して延びる導電部材40等を形成しやすくなる。

[0101] 発電要素5では、主面11において、最上部に位置する電池セル100の貫通孔20が開口している。つまり、最上部に位置する電池セル100の貫通孔20の開口位置21は、主面11に位置する。また、発電要素5では、主面12において、最下部に位置する電池セル100の貫通孔20が開口している。つまり、最下部に位置する電池セル100の貫通孔20の開口位置22は、主面12に位置する。

[0102] 本実施の形態においては、複数の電池セル100のそれぞれにおいて、正極層110が主面11側に配置され、負極層120が主面12側に配置されている。貫通孔20は、積層方向における主面12側の断面積が狭くなる形状である。そのため、主面11における貫通孔20の開口面積は、主面12

における貫通孔20の開口面積よりも大きい。集電端子51は、後述するように、主面11に対する平面視において貫通孔20の内側に位置する。主面11における貫通孔20の開口面積が大きくなることで、主面11側に設けられる集電端子51を形成しやすくなる。

[0103] 複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25は、積層方向に対して傾斜している。つまり、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20は、テーパ状の内壁25を有する。これにより、容易に正極層110および負極層120における貫通孔20の断面積に差を設けることができる。内壁25は、貫通孔20を構成する電池セル100の内側面である。本実施の形態では、内壁25の全面が積層方向に対して傾斜している。なお、内壁25のうち、積層方向に対して傾斜していない部分があってもよい。内壁25は、例えば、正極層110、固体電解質層130および負極層120の内側面で構成されている。

[0104] また、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20は、例えば、円錐台形状である。これにより、貫通孔20の内壁25に角が形成されず、貫通孔20内部での電界集中を抑制できる。また、テーパ角を有するドリル等によって、容易に貫通孔20を形成できる。なお、貫通孔20の形状は、円錐台形状に限らず、四角錐台形状または六角錐台形状等の角錐台形状等、他の形状であってもよい。

[0105] 複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25は、積層方向に対して傾斜した連続する1つの面を形成している。そのため、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20は、積層方向に沿って発電要素5を貫通するように連なって、1つの長尺状の円錐台形状の貫通孔を形成している。このように、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25が連続することで、内壁25に破損しやすい部分が形成されにくく、内壁25で電池セル100の材料の崩落等が生じにくくなる。また、絶縁部材30および導電部材40の形成において、材料を貫通孔20内に挿入しやすくなる。なお、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20が連なる方向は、積層方

向に対して傾斜していてもよい。

[0106] [3. 絶縁部材]

次に、絶縁部材30について説明する。

[0107] 絶縁部材30は、貫通孔20内に配置される。絶縁部材30は、導電部材40と貫通孔20の内壁25との間に位置する。絶縁部材30によって、導電部材40と貫通孔20の内壁25である複数の電池セル100それぞれの内側面との絶縁を確保することができる。

[0108] 絶縁部材30は、貫通孔20の内壁25に沿って配置される。絶縁部材30は、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25を一括で覆い、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25に接している。これにより、貫通孔20の内壁25において、電池セル100の各層の材料の崩落を抑制でき、また、正極層110と負極層120との短絡を抑制できる。絶縁部材30は、例えば、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25の全面を覆っている。絶縁部材30と内壁25との間の一部には空隙が設けられていてもよい。

[0109] 絶縁部材30は、積層方向から見た場合の導電部材40の外周を囲み、導電部材40に接している。本実施の形態においては、導電部材40は柱状であり、絶縁部材30は、柱状の導電部材40の側面の全面を覆い、導電部材40の側面に接している。絶縁部材30と導電部材40との間の一部には空隙が設けられていてもよい。

[0110] 絶縁部材30は、導電部材40と共に、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20を埋めるように充填されている。絶縁部材30は、例えば、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25と導電部材40との間の空間を完全に埋めている。そのため、絶縁部材30の形状は、積層方向から見た場合の中心に導電部材40が貫通する貫通孔が形成されている以外は、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20が連なった形状と同じである。本実施の形態においては、絶縁部材30の形状は、例えば、外周が円形または多角形の筒状であり、具体的には、積層方向から見た場合の中心に

導電部材40が貫通する貫通孔が形成された長尺状の円錐台形状である。なお、絶縁部材30の形状は、このような形状に限らず、絶縁部材30は、例えば、貫通孔20および導電部材40の形状に合わせて形成される。

[0111] 絶縁部材30の厚みは、主面12側の絶縁部材30の端部から主面11側の絶縁部材30の端部に向かうに従って大きくなる。複数の電池セル100が直列接続されて積層されているため、主面11に近づくほど、貫通孔20を通り、主面12に電氣的に接続された導電部材40と、対応する位置の電池セル100との電位差が大きくなる。そのため、導電部材40と電池セル100との電位差、すなわち、絶縁部材30が絶縁する電圧が大きくなる領域で、絶縁部材30の厚みが大きくなる。その結果、絶縁信頼性が向上し、電池1の信頼性を向上できる。本実施の形態においては、絶縁部材30の厚みは、導電部材40と内壁25との距離に等しい。導電部材40の詳細は後述する。

[0112] 絶縁部材30は、電氣的に絶縁性を有する絶縁材料を用いて形成されている。例えば、絶縁部材30は、樹脂を含む。樹脂は、例えばエポキシ系の樹脂であるが、これに限定されない。なお、絶縁材料として無機材料が用いられてもよい。使用可能な絶縁材料としては、柔軟性、ガスバリア性、耐衝撃性、耐熱性などの様々な特性を基に選定される。

[0113] 絶縁部材30は、例えば、絶縁材料を貫通孔20に充填する、絶縁材料を貫通孔20形状に成型する、または、絶縁材料を内壁25に塗布する等により形成される。

[0114] [4. 導電部材および接続部材]

次に、導電部材40および接続部材50について説明する。

[0115] 導電部材40は、貫通孔20内に配置される。導電部材40は、発電要素5の主面12に接続部材50を介して電氣的に接続されている。そのため、導電部材40は、最下部の電池セル100の負極層120における端部層集電体150、すなわち、負極集電体121に電氣的に接続されている。

[0116] 導電部材40は、主面12における貫通孔20の開口位置22から、複数

の電池セル100のそれぞれの貫通孔20を通して、主面11における貫通孔20の開口位置21まで延びる。導電部材40は、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20を通して、発電要素5の主面11から主面12までを貫通している。これにより、最下部に位置する電池セル100の負極層120の電位が主面11側に導かれ、発電要素5の主面11側で、最下部の電池セル100からの電流の取り出しが可能となる。つまり、導電部材40は、発電要素5を貫通する貫通電極として機能する。そのため、電池1では、主面11側で直列接続された発電要素5全体の正極電位と負極電位との両方を供することができる。

[0117] 導電部材40の主面11側の端部は、集電端子51に接している。導電部材40の主面12側の端部は、接続部材50に接している。

[0118] 導電部材40と内壁25の間には絶縁部材30が配置されている。導電部材40は、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25において、正極活物質層112、固体電解質層130、負極活物質層122、中間層集電体140および上端の端部層集電体150には接触していない。つまり、導電部材40は、貫通孔20内で、複数の電池セル100との絶縁が保持されたまま、開口位置22から開口位置21に延びている。

[0119] 導電部材40は、例えば、円柱状であるが、角柱状等の他の形状であってもよい。導電部材40の太さは、例えば、一定である。

[0120] 導電部材40は、導電性を有する樹脂材料などを用いて形成されている。導電性を有する樹脂材料は、例えば、金属粒子と樹脂とを含む。あるいは、導電部材40は、アルミニウム、銅、ニッケル、ステンレス、半田などの金属材料を用いて形成されていてもよい。使用可能な導電性の材料としては、柔軟性、ガスバリア性、耐衝撃性、耐熱性、半田濡れ性などの様々な特性を基に選定される。導電部材40は、例えば、印刷、メッキ、成型等の方法で形成することができる。

[0121] 接続部材50は、発電要素5の主面12側に配置される。接続部材50は、開口位置22で導電部材40に接続されている。接続部材50は、開口位

置 2 2 の近傍の主面 1 2 を覆い、主面 1 2 にも接続されている。接続部材 5 0 は、導電部材 4 0 と、主面 1 2、つまり、最下部に位置する電池セル 1 0 0 の負極層 1 2 0 とを電氣的に接続する。

[0122] 接続部材 5 0 は、導電性を有する材料を用いて形成されている。例えば、接続部材 5 0 は、アルミニウム、銅、ニッケル、ステンレス、半田などの金属材料を用いて形成されている。あるいは、接続部材 5 0 は、導電性を有する樹脂材料などを用いて形成されていてもよい。接続部材 5 0 は、例えば、印刷、メッキ、半田付け等の方法で形成することができる。また、接続部材 5 0 は、導電部材 4 0 が貫通孔 2 0 から主面 1 2 の外側に出て主面 1 2 に接続されることで形成されていてもよい。つまり、接続部材 5 0 は、導電部材 4 0 の一部であってもよい。

[0123] [ 5. 集電端子 ]

次に、集電端子 5 1 および集電端子 5 5 について説明する。

[0124] 集電端子 5 1 は、発電要素 5 の主面 1 1 側に配置される。集電端子 5 1 は、開口位置 2 1 で導電部材 4 0 に接続されている。これにより、集電端子 5 1 は、導電部材 4 0 および接続部材 5 0 を介して、最下部に位置する電池セル 1 0 0 の負極層 1 2 0 と電氣的に接続される。集電端子 5 1 は、電池 1 の外部接続端子の 1 つであり、本実施の形態では、負極の取出端子である。集電端子 5 1 の一部は、絶縁部材 3 0 に接している。なお、集電端子 5 1 は、絶縁部材 3 0 に接していなくてもよい。また、集電端子 5 1 は、別の導電性の接続層等を介して導電部材 4 0 と接続されていてもよい。

[0125] 図 2 に示されるように、集電端子 5 1 は、主面 1 1 に対する平面視において、貫通孔 2 0 の内側、本実施の形態では、絶縁部材 3 0 の外周よりも内側に位置する。そのため、集電端子 5 1 は、主面 1 1 と接しておらず、主面 1 1、つまり、最上部に位置する電池セル 1 0 0 の正極層 1 1 0 とは絶縁されている。

[0126] 集電端子 5 5 は、発電要素 5 の主面 1 1 側に配置される。そのため、集電端子 5 1 と集電端子 5 5 とは、発電要素 5 の同一の主面 1 1 側に設けられる

。集電端子55は、主面11上に配置され、主面11に接続されている。つまり、集電端子55は、最上部の電池セル100の正極層110における端部層集電体150、すなわち、正極集電体111に電氣的に接続されている。集電端子55は、電池1の外部接続端子の1つであり、本実施の形態では、正極の取出端子である。なお、集電端子55は、別の導電性の接続層等を介して主面11と接続されていてもよい。

[0127] 平面視において、集電端子51と集電端子55とは、例えば、x軸方向に沿って並ぶ。平面視における集電端子51と集電端子55との位置関係は特に制限されず、例えば、電池1が実装される基板の配線パターン等に応じて設計される。

[0128] 集電端子51および集電端子55はそれぞれ、発電要素5の主面11側に設けられた突起状の端子であるが、集電端子51および集電端子55の形状は、特に制限されない。集電端子51および集電端子55は必要な絶縁が行われた上で主面11に沿って板状に広がっていてもよい。

[0129] 集電端子51および集電端子55はそれぞれ、導電性を有する材料を用いて形成されている。例えば、集電端子51および集電端子55はそれぞれ、アルミニウム、銅、ニッケル、ステンレス、半田などの金属材料を用いて形成されている。あるいは、集電端子51および集電端子55はそれぞれ、導電性を有する樹脂材料などを用いて形成されていてもよい。集電端子51および集電端子55はそれぞれ、例えば、印刷、メッキ、半田付け等の方法で形成することができる。また、集電端子51は、導電部材40が貫通孔20から主面11の外側に出て突出することで形成されていてもよい。つまり、集電端子51は、導電部材40の一部であってもよい。

[0130] [6. 使用例]

次に、電池1の使用例について説明する。なお、以下の使用例は一例であり、電池1の使用方法は特に制限されない。

[0131] 本実施の形態に係る電池1は、例えば、回路基板に実装して用いられる。図5は、電池1の使用例を示す断面図である。図5では、図1に示される電

池 1 とは上下が反転した状態で、回路基板 190 に実装された電池 1 が示されている。

[0132] 図 5 に示されるように、電池 1 を実装するための回路基板 190 は、絶縁性の板状の基体 191 と、回路配線 192 とを有する。回路配線 192 は、基体 191 上に形成された回路パターンである。

[0133] 例えば、電池 1 の集電端子 51 は、回路配線 192 の一部に接続される。また、例えば、電池 1 の集電端子 55 は、回路配線 192 の他の一部に接続される。これにより、回路基板 190 に実装されて回路配線 192 に接続された電子デバイス 195 に、電池 1 からの電力が供給される。

[0134] 電池 1 では、正極および負極の取出端子である集電端子 51 および集電端子 55 が同一の主面 11 に設けられている。平面視における発電要素 5 の外周の内側に集電端子 51 および集電端子 55 が配置されるので、最小限の実装面積かつ低背に電池 1 を回路基板 190 に実装できる。

[0135] また、集電端子 51 および集電端子 55 が主面 11 に設けられることで、回路配線 192 の配線長も短くすることが容易になり、配線抵抗、および、配線に電流が流れることによるノイズを低減できる。

[0136] なお、回路基板 190 には、後述する各実施の形態に係る電池が実装されてもよい。

[0137] [7. まとめ]

以上のように、本実施の形態に係る電池 1 では、複数の電池セル 100 が直列接続されて積層されているので、高容量密度および高電圧な電池 1 を実現することができる。

[0138] また、複数の電池セル 100 のそれぞれには、貫通孔 20 が設けられている。正極層 110 における積層方向に垂直な方向での貫通孔 20 の断面積は、負極層 120 における積層方向に垂直な方向での貫通孔 20 の断面積よりも大きい。これにより、貫通孔 20 によって、負極層 120 よりも正極層 110 の面積を減らすことができる。そのため、負極層 120 に取り込まれなかった金属イオン由来の金属の析出等を抑制でき、電池 1 の信頼性および安

全性を高めることができる。特に、上述のように電池1が基板等に実装される場合、電池1を交換する頻度は低いまたは交換しないことが多く、長期間の仕様での信頼性が重要になるため、電池1の信頼性向上の意義は大きい。

[0139] また、電池1では、貫通孔20によって、正極層110と負極層120とに面積差を実現できるため、あらかじめ正極層110と負極層120とに面積差をつけて電池セル100を形成する必要が無い。そのため、電池1では、例えば、積層された複数の電池セル100を一括して切断することによって平坦な側面を有する発電要素5を形成できる。一括切断を用いることにより、例えば、各層の塗工始末端における膜厚の漸増または漸減などがなく、正極層110、負極層120および固体電解質層130の各面積が正確に定まる。これにより、電池セル100の容量を最大限に活用でき、電池1の容量密度を高めることができる。また、複数の電池セル100間の容量ばらつきが小さくなるので、電池容量の精度を高めることができる。

[0140] また、貫通孔20を通る導電部材40によって、発電要素5の主面12、つまり、最下部に位置する電池セル100の負極層120の電位を主面11側に導くことができる。すなわち、発電要素5の正極および負極の両方の電流の取り出しが主面11側で可能になる。これにより、電池1の実装をコンパクトにまとめることができる。例えば、基板に形成される接続端子のパターン（フットプリントとも称される）を小さくすることができる。また、電池1の主面11と基板とを平行に配置した状態での実装が可能になるので、基板に対する低背な実装が実現できる。実装には、リフロー半田接続などが利用できる。このように、実装性に優れた電池1を実現することができる。

[0141] また、主面12からの電流の取り出しのために用いられる導電部材40が、発電要素5内部を通るため、電流の取り出しに必要な構造を発電要素5の側面の外側に形成する必要が無い。そのため、電池1を小型化でき、電池1の容量密度を高めることができる。例えば、電池1を基板に実装する場合、実装面積を小さくすることが可能である。

[0142] （実施の形態2）

続いて、実施の形態2について説明する。以下では、実施の形態1との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0143] 図6は、本実施の形態に係る電池201の断面図である。図6に示されるように、電池201は、実施の形態1に係る電池1と比較して、側面絶縁層60をさらに備える点で相違する。

[0144] 側面絶縁層60は、発電要素5の側面を覆う。側面絶縁層60は、例えば、発電要素5のすべての側面を覆う。これにより、発電要素5の側面での各層の材料の崩落抑制、耐候性の向上および耐衝撃性の向上などが実現でき、電池201の信頼性を向上できる。

[0145] また、側面絶縁層60は、主面11および主面12それぞれの端部を覆っていてもよい。これにより、主面11および主面12に配置されている端部層集電体150の剥離を抑制することができ、電池201の信頼性をさらに向上できる。

[0146] 側面絶縁層60は、電氣的に絶縁性を有する絶縁材料を用いて形成されている。例えば、側面絶縁層60は、樹脂を含む。樹脂は、例えばエポキシ系の樹脂であるが、これに限定されない。なお、絶縁材料として無機材料が用いられてもよい。使用可能な絶縁材料としては、柔軟性、ガスバリア性、耐衝撃性、耐熱性などの様々な特性を基に選定される。

[0147] なお、側面絶縁層60は、後述する各実施の形態に係る電池に設けられていてもよい。

[0148] (実施の形態3)

続いて、実施の形態3について説明する。以下では、実施の形態1および2との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0149] 図7は、本実施の形態に係る電池301の断面図である。図7に示されるように、電池301は、実施の形態1に係る電池1と比較して、電池セル100に貫通孔20が設けられる代わりに、電池セル100に貫通孔320が設けられる点で相違する。

[0150] 複数の電池セル100のそれぞれには、貫通孔320が設けられている。

複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320において、正極層110における積層方向に垂直な方向での貫通孔320の断面積は、負極層120における積層方向に垂直な方向での貫通孔320の断面積よりも大きい。これにより、上述の貫通孔20と同様の効果が得られる。

[0151] また、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320は、実質的に同じ体積および形状である。複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320の内壁325は、同じ角度で積層方向に対して傾斜している。複数の電池セル100のそれぞれの正極層110における積層方向に垂直な方向での貫通孔320の断面積は、実質的に同じである。また、複数の電池セル100のそれぞれの負極層120における積層方向に垂直な方向での貫通孔320の断面積は、実質的に同じである。複数の電池セル100のそれぞれに貫通孔320が形成されても、貫通孔320の体積が同じであるため、複数の電池セル100の体積が揃いやすく、複数の電池セル100間の容量バラツキを抑制できる。そのため、電池301の充放電において、直列接続されて積層された複数の電池セル100の動作電圧を均一にしやすい、特定の電池セル100に過充電または過放電が生じることが抑制される。よって、電池301の信頼性を向上できる。特に、小型で小面積な電池の場合には、貫通孔320の体積の影響が大きくなるため、貫通孔320の体積が同じであることが有効である。

[0152] また、実施の形態1に係る電池1では、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25が、積層方向に対して傾斜した連続する1つの面を形成しているのに対して、電池301では、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320の内壁325は、連続しておらず、ジグザグ状である。

[0153] また、実施の形態1と同様に、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320は、連なって、発電要素5を積層方向に貫通する1つの貫通孔を形成している。また、貫通孔320内には、絶縁部材30および導電部材40が配置されている。これにより、電池1と同様に容量密度、信頼性および実装性の高い電池301を実現できる。

[0154] (実施の形態4)

続いて、実施の形態4について説明する。以下では、実施の形態1から3との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0155] 図8は、本実施の形態に係る電池401の断面図である。図8に示されるように、電池401は、実施の形態3に係る電池301と比較して、発電要素5の代わりに発電要素405を備える点で相違する。また、電池401は、実施の形態3に係る電池301と比較して、正極絶縁層71、負極絶縁層72、負極接続部81および正極接続部82をさらに備える点でも相違する。

[0156] 発電要素405は、複数の電池セル100を含む。複数の電池セル100の一部は電氣的に並列接続されて積層されている。発電要素405は、電池セル100の並列接続および直列接続の両方を含む。

[0157] 具体的には、発電要素405は、複数の並列積層体407を含む。図8に示される例では、複数の並列積層体407はそれぞれ、奇数個、具体的には3個の電池セル100を含む。並列積層体407に含まれる奇数個の電池セル100は、電氣的に並列接続されている。並列接続は、負極接続部81および正極接続部82によって行われている。複数の並列積層体407は、電氣的に直列接続されている。直列接続は、並列積層体407を電池セル100の積層方向（すなわち、z軸方向）に積層することによって行われる。具体的な接続については後で説明する。なお、発電要素405が含む並列積層体407の数、および、並列積層体407が含む電池セル100の数はそれぞれ、特に制限されず、奇数個であってもよく、偶数個であってもよい。また、複数の電池セル100が直列接続された積層体が並列接続されてもよい。

[0158] 発電要素405は、側面13および側面14を含む。側面13および側面14は、互いに背向しており、かつ、互いに平行である。側面13および側面14はそれぞれ、平坦面である。発電要素405の側面13は、複数の並列積層体407の各々の第1側面が面一に繋がることで形成されている。同

様に、発電要素405の側面14は、複数の並列積層体407の各々の第2側面が面一に繋がることで形成されている。

[0159] このように、電池401では、複数の電池セル100が並列接続されて積層された並列積層体407を構成することによって大容量化が実現される。さらに、複数の並列積層体407が直列接続されることによって、高電圧化が実現される。

[0160] 図8に示されるように、並列積層体407内において隣り合う2つの電池セル100では、電池セル100を構成する各層の並び順が逆になっている。つまり、電池セル100を構成する各層の並び順が交互に入れ替わりながら、複数の電池セル100は、z軸に沿って並んで積層されている。本実施の形態では、並列積層体407に含まれる電池セル100の積層数が奇数個であるので、並列積層体407の最下層および最上層がそれぞれ、異極性の集電体になる。図8に示される例では、並列積層体407において、最下層が負極層120の負極集電体121であり、最上層が正極層110の正極集電体111となる。3つの並列積層体407の各々は、同じ構成を有する。

[0161] このため、複数の並列積層体407をz軸方向に積層することによって、直列接続を容易に行うことができる。具体的には、2つの並列積層体407を異極性の集電体が向かい合うように直接積層することができる。つまり、積層方向において隣り合う並列積層体407間には、絶縁層が配置されていない。より具体的には、隣り合う2つの並列積層体407において、下方側の並列積層体407の最上層の正極層110と、上方側の並列積層体407の最下層の負極層120とは、集電体を共有している。

[0162] 図8に示される中間層集電体141は、2つの並列積層体407で共有された集電体である。中間層集電体141は、一方の並列積層体407の正極集電体111として機能し、かつ、他方の並列積層体407の負極集電体121として機能する。具体的には、中間層集電体141の下面には正極活物質層112が配置されており、上面には負極活物質層122が配置されている。

- [0163] また、各並列積層体407において、隣り合う2つの電池セル100では、隣り合う2つの正極層110が1枚の正極集電体111を共有している。つまり、1枚の正極集電体111の上面および下面の各々に正極活物質層112が配置されている。同様に、隣り合う2つの負極層120が1枚の負極集電体121を共有している。つまり、1枚の負極集電体121の上面および下面の各々に負極活物質層122が配置されている。
- [0164] このような発電要素405は、例えば、図3Aから図3Cに示される電池セル100A、100Bおよび100Cを用いて形成可能である。
- [0165] 次に、正極絶縁層71および負極絶縁層72について説明する。
- [0166] 正極絶縁層71は、複数の並列積層体407の各々の第1側面において、正極層110を覆っている。具体的には、正極絶縁層71は、発電要素405の側面13において、複数の並列積層体407の各々に含まれる複数の正極層110と、複数の固体電解質層130と、複数の負極活物質層122の各々の一部と、を覆う。正極絶縁層71は、側面13において、複数の並列積層体407の各々に含まれる複数の負極集電体121のいずれも覆っていない。
- [0167] 並列積層体407では、隣り合う2つの電池セル100の正極層110が1枚の正極集電体111を共有しているので、正極絶縁層71は、隣り合う2つの正極層110を一括して覆っている。具体的には、正極絶縁層71は、隣り合う2つの電池セル100の、一方の電池セル100の負極活物質層122から固体電解質層130、正極活物質層112、共有される正極集電体111、他方の電池セル100の正極活物質層112、固体電解質層130、負極活物質層122までを連続して覆っている。このように、正極絶縁層71が正極層110以外に、固体電解質層130および負極活物質層122を覆うことにより、正極絶縁層71の製造ばらつきによって幅（z軸方向の長さ）が変動したとしても、側面13に正極層110を露出させる可能性が低くなる。よって、側面13において正極層110と負極接続部81とが接触して短絡する可能性が低くなり、電池401の信頼性を高めることがで

きる。なお、正極絶縁層 7 1 は、負極活物質層 1 2 2 を覆っていてもよい。また、正極絶縁層 7 1 は、固体電解質層 1 3 0 も覆っていてもよい。

[0168] 負極絶縁層 7 2 は、複数の並列積層体 4 0 7 の各々の第 2 側面において、負極層 1 2 0 を覆っている。具体的には、負極絶縁層 7 2 は、発電要素 4 0 5 の側面 1 4 において、複数の並列積層体 4 0 7 の各々に含まれる複数の負極層 1 2 0 と、複数の固体電解質層 1 3 0 と、複数の正極活物質層 1 1 2 の各々の一部と、を覆う。負極絶縁層 7 2 は、側面 1 4 において、複数の並列積層体 4 0 7 の各々に含まれる複数の正極集電体 1 1 1 のいずれも覆っていない。

[0169] 正極絶縁層 7 1 および負極絶縁層 7 2 はそれぞれ、正極活物質層 1 1 2、負極活物質層 1 2 2 および固体電解質層 1 3 0 の各端面の凹凸に入り込むことで、密着強度が向上し、電池 4 0 1 の信頼性が向上する。なお、正極活物質層 1 1 2、負極活物質層 1 2 2 および固体電解質層 1 3 0 はそれぞれ、粉体状の材料で形成することができ、この場合、各層の端面は非常に微細な凹凸が存在する。

[0170] 正極絶縁層 7 1 および負極絶縁層 7 2 はそれぞれ、例えば、側面 1 3 または側面 1 4 を正面視した場合に、ストライプ形状を有する。

[0171] 正極絶縁層 7 1 および負極絶縁層 7 2 はそれぞれ、電氣的に絶縁性を有する絶縁材料を用いて形成されている。例えば、正極絶縁層 7 1 および負極絶縁層 7 2 はそれぞれ、樹脂を含む。樹脂は、例えばエポキシ系の樹脂であるが、これに限定されない。なお、絶縁材料として無機材料が用いられてもよい。使用可能な絶縁材料としては、柔軟性、ガスバリア性、耐衝撃性、耐熱性などの様々な特性を基に選定される。正極絶縁層 7 1 および負極絶縁層 7 2 は、互いに同じ材料を用いて形成されるが、異なる材料を用いて形成されてもよい。

[0172] 本実施の形態では、発電要素 4 0 5 に含まれる全ての集電体のうち、中間層集電体 1 4 1、発電要素 4 0 5 の最上層の正極集電体 1 1 1、および、発

電要素405の最下層の負極集電体121はいずれも、側面13および14の各々において、絶縁部材には覆われていない。発電要素405に含まれる残りの集電体は、側面13および14のいずれか一方において、絶縁部材に覆われている。中間層集電体141が側面13で負極接続部81に接続され、かつ、側面14で正極接続部82が接続されることにより、並列積層体407の直列接続を行うことができる。

[0173] 次に、負極接続部81および正極接続部82について説明する。

[0174] 負極接続部81は、複数の並列積層体407の各々において、第1側面および正極絶縁層71を覆い、複数の負極層120に接続された導電部である。つまり、負極接続部81は、並列積層体407ごとに設けられている。図8に示されるように、3つの負極接続部81が、側面13を覆うように設けられている。3つの負極接続部81は、互いに接触しないように所定の隙間を空けて配置されている。

[0175] 負極接続部81は、具体的には、側面13において、複数の負極集電体121の各々の端面を接触して覆っている。本実施の形態では、負極接続部81は、複数の負極活物質層122の各々の端面の少なくとも一部も接触して覆っている。負極接続部81が負極活物質層122の端面の凹凸に入り込むことで、密着強度が向上し、電池401の信頼性が向上する。

[0176] 正極接続部82は、複数の並列積層体407の各々において、第2側面および負極絶縁層72を覆い、複数の正極層110に接続された導電部である。つまり、正極接続部82は、並列積層体407ごとに設けられている。図8に示されるように、3つの正極接続部82が、側面14を覆うように設けられている。3つの正極接続部82は、互いに接触しないように所定の隙間を空けて配置されている。

[0177] 正極接続部82は、具体的には、側面14において、複数の正極集電体111の各々の端面を接触して覆っている。本実施の形態では、正極接続部82は、複数の正極活物質層112の各々の端面の少なくとも一部も接触して覆っている。正極接続部82が正極活物質層112の端面の凹凸に入り込む

ことで、密着強度が向上し、電池４０１の信頼性が向上する。

[0178] なお、中間層集電体１４１は、正極集電体１１１でもあり、負極集電体１２１でもある。中間層集電体１４１は、側面１３において負極接続部８１に接触して覆われ、側面１４において正極接続部８２に接触して覆われている。このとき、中間層集電体１４１に接触する負極接続部８１は、中間層集電体１４１を負極集電体１２１として含む並列積層体４０７（すなわち、図８の例では、上方側の並列積層体４０７）の負極接続部８１である。このとき、上方側の並列積層体４０７の負極接続部８１は、下方側の並列積層体４０７の正極活物質層１１２に接触していてもよい。同様に、中間層集電体１４１に接触する正極接続部８２は、中間層集電体１４１を正極集電体１１１として含む並列積層体４０７（すなわち、図８の例では、下方側の並列積層体４０７）の正極接続部８２である。このとき、下方側の並列積層体４０７の正極接続部８２は、上方側の並列積層体４０７の負極活物質層１２２に接触していてもよい。

[0179] 負極接続部８１および正極接続部８２はそれぞれ、例えば、側面１３または側面１４を正面視した場合に、ストライプ形状を有する。

[0180] 負極接続部８１および正極接続部８２は、導電性を有する樹脂材料などを用いて形成されている。あるいは、負極接続部８１および正極接続部８２は、半田などの金属材料を用いて形成されていてもよい。使用可能な導電性の材料としては、柔軟性、ガスバリア性、耐衝撃性、耐熱性、半田濡れ性などの様々な特性を基に選定される。負極接続部８１および正極接続部８２は、互いに同じ材料を用いて形成されるが、異なる材料を用いて形成されてもよい。

[0181] 一の並列積層体４０７に着目すると、当該一の並列積層体４０７の第１側面に設けられた負極接続部８１と、当該一の並列積層体４０７の第２側面に設けられた正極接続部８２とによって、当該一の並列積層体４０７に含まれる全ての電池セル１００の並列接続が行われている。並列積層体４０７ごとに、３つの電池セル１００の並列接続が負極接続部８１および正極接続部８

2によって行われている。負極接続部81および正極接続部82はそれぞれ、並列積層体407の側面13または側面14に沿って小さな体積で実現することができるので、電池401の容量密度を高めることができる。また、発電要素405では、電池セル100の直列接続と並列接続とを含むため、大容量かつ高電圧の電池401を実現できる。

[0182] また、発電要素405においても、実施の形態3と同様の貫通孔320が、複数の電池セル100のそれぞれに形成されている。これにより、実施の形態3と同様に複数の電池セル100間の容量バラツキを抑制できる。

[0183] また、実施の形態1と同様に、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320は、連なって、発電要素405を積層方向に貫通する1つの貫通孔を形成している。また、貫通孔320内には、絶縁部材30および導電部材40が配置されている。これにより、実施の形態1と同様に容量密度、信頼性および実装性の高い電池401を実現できる。

[0184] (実施の形態5)

続いて、実施の形態5について説明する。以下では、実施の形態1から4との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0185] 図9は、本実施の形態に係る電池501の断面図である。図9に示されるように、電池501は、実施の形態1に係る電池1と比較して、絶縁部材30および導電部材40の代わりに絶縁部材530および導電部材540を備える点で相違する。

[0186] 絶縁部材530は、例えば、厚みが絶縁部材30と異なる以外は、絶縁部材30と同様の特徴を有する。絶縁部材530の厚みは、一定である。そのため、絶縁部材530の導電部材540側の面は、貫通孔20の内壁25と同じ角度で、積層方向に対して傾斜している。このように、絶縁部材530の厚みが一定であることにより、絶縁部材530の材料の選択肢を増やすことができる。また、絶縁部材530を内壁25に塗布して硬化させる場合に、均一に硬化させることができ、信頼性の高い絶縁部材530を形成できる。また、絶縁部材530を貫通孔20に挿入して絶縁部材530を形成する

場合に、絶縁部材530を挿入しやすくなる。

[0187] 導電部材540は、例えば、形状が柱形状ではなく錘台形状である以外は、導電部材40と同様の特徴を有する。導電部材540の形状は、例えば、長尺状の円錐台形状であるが、長尺状の角錐台形状等の他の形状であってもよい。絶縁部材530の厚みが一定であるため、導電部材540は、貫通孔20の形状に合わせた形状に形成される。なお、導電部材540は、柱形状であってもよく、そのために導電部材540と絶縁部材530との間に隙間が形成されていてもよい。

[0188] (実施の形態6)

続いて、実施の形態6について説明する。以下では、実施の形態1から5との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0189] 図10は、本実施の形態に係る電池601の断面図である。図10に示されるように、電池601は、実施の形態1に係る電池1と比較して、発電要素5、絶縁部材30および導電部材40の代わりに発電要素605、絶縁部材630および導電部材640を備える点で相違する。また、電池601は、実施の形態1に係る電池1と比較して、貫通孔20の代わりに貫通孔620が設けられている点でも相違する。

[0190] 発電要素605は、複数の電池セル100および接続層160を含む。発電要素605では、複数の電池セル100のうちの一部の電池セル100がセル積層体607を構成し、複数の電池セル100のうちの一部の電池セル100がセル積層体608を構成している。セル積層体607を構成する電池セル100と、セル積層体608を構成する電池セル100とは重複していない。発電要素605は、セル積層体607およびセル積層体608を有しているとも言える。セル積層体607は、第1セル積層体の一例である。セル積層体608は、第2セル積層体の一例である。図10に示される例では、セル積層体607およびセル積層体608はそれぞれ、複数、具体的には3個の電池セル100を含む。なお、発電要素605が含むセル積層体の数、ならびに、セル積層体607およびセル積層体608のそれぞれが

含む電池セル100の数はそれぞれ、特に制限されない。セル積層体607を構成する電池セル100の数は、セル積層体608を構成する電池セル100の数と同じであってもよく、異なってもよい。

[0191] セル積層体607およびセル積層体608のそれぞれに含まれる複数の電池セル100は、電氣的に直列接続されている。また、セル積層体607とセル積層体608とは、接続層160に含まれる導電部材163によって電氣的に直列接続されている。そのため、発電要素605の全ての電池セル100は、電氣的に直列接続されている。

[0192] 発電要素605において、複数の電池セル100のそれぞれには、各電池セル100を積層方向に貫通する貫通孔620が設けられている。複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔620において、正極層110における積層方向に垂直な方向での貫通孔620の断面積は、負極層120における積層方向に垂直な方向での貫通孔620の断面積よりも大きい。これにより、上述の実施の形態1に係る貫通孔20と同様の効果が得られる。

[0193] セル積層体607およびセル積層体608のそれぞれにおいて、貫通孔620が連なるように複数の電池セル100が積層されている。セル積層体607における複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔620は、セル積層体607を貫通する1つの貫通孔を形成している。また、セル積層体608における複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔620は、セル積層体608を貫通する1つの貫通孔を形成している。このように、セル積層体607とセル積層体608とのそれぞれに1つの貫通孔が形成されることで、発電要素605と同じ数の電池セル100に1つの貫通孔が形成される場合よりも、セル積層体607およびセル積層体608における積層方向での位置の違いによる面積差を小さくすることができる。よって、複数の電池セル100間の容量バラツキを抑制できる。

[0194] セル積層体607における貫通孔620と、セル積層体608における貫通孔620とは、積層方向に沿って見た場合に位置が異なる。これにより、積層される電池セル100の数が増えて、全ての電池セル100に同じ位置

に貫通孔を形成することで不都合が生じる場合でも、貫通孔620の位置を変えて形成することができる。例えば、電池セル100の数が増えて、貫通孔内に絶縁部材等を形成することが難しくなることを避けることができる。

[0195] 絶縁部材630は、貫通孔620内に位置する。絶縁部材630は、導電部材640と貫通孔620の内壁625との間に配置される。絶縁部材630は、例えば、セル積層体607における複数の電池セル100それぞれの貫通孔620と、セル積層体608における複数の電池セル100それぞれの貫通孔620とに分割して配置されている以外は、絶縁部材30と同様の特徴を有する。

[0196] 導電部材640は、貫通孔620内に位置する。導電部材640は、例えば、セル積層体607における複数の電池セル100それぞれの貫通孔620と、セル積層体608における複数の電池セル100それぞれの貫通孔620とに分割して配置されている以外は、導電部材40と同様の特徴を有する。

[0197] 接続層160は、セル積層体607とセル積層体608との間に配置される。接続層160は、絶縁層161と、絶縁層161内に配置された導電部材162および導電部材163と、を含む。

[0198] 絶縁層161は、セル積層体607とセル積層体608との間に配置される。絶縁層161は、絶縁材料で形成されており、接続層160内において、導電部材640および導電部材162を、セル積層体607およびセル積層体608から絶縁している。また、絶縁層161は、導電部材162と導電部材163との間に配置される。

[0199] 導電部材162は、絶縁層161に埋設されている。導電部材162は、導電部材163、セル積層体607およびセル積層体608に接していない。導電部材162は、セル積層体607における貫通孔620内に配置された導電部材640と、セル積層体608における貫通孔620内に配置された導電部材640とに接続されている。これにより、2つの導電部材640が電氣的に接続される。よって、電池601においても、発電要素605の

正極および負極の両方の電流の取り出しが主面 1 1 側で可能になる。

[0200] 導電部材 1 6 3 は、セル積層体 6 0 8 の最上部に位置する正極層 1 1 0 の正極集電体 1 1 1 と、セル積層体 6 0 7 の最下部に位置する負極層 1 2 0 の負極集電体 1 2 1 とに接している。これにより、セル積層体 6 0 7 とセル積層体 6 0 8 とが電氣的に接続されて、発電要素 6 0 5 の全ての電池セル 1 0 0 が電氣的に直列接続される。

[0201] なお、複数の電池セル 1 0 0 のそれぞれには、貫通孔 6 2 0 の代わりに、複数の電池セル 1 0 0 のそれぞれで形状が同じである上述の貫通孔 3 2 0 が形成されていてもよい。

[0202] (実施の形態 7)

続いて、実施の形態 7 について説明する。以下では、実施の形態 1 から 6 との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0203] 図 1 1 は、本実施の形態に係る電池 7 0 1 の断面図である。図 1 2 は、本実施の形態に係る電池 7 0 1 の上面図である。なお、図 1 1 は、図 1 2 の X 1 - X 1 線における断面を表している。図 1 1 および図 1 2 に示されるように、電池 7 0 1 は、実施の形態 1 に係る電池 1 と比較して、封止部材 9 0 をさらに備える点で相違する。

[0204] 封止部材 9 0 は、集電端子 5 1 および集電端子 5 5 の各々の少なくとも一部を露出させ、かつ、発電要素 5 を封止する。封止部材 9 0 は、例えば、発電要素 5、絶縁部材 3 0、導電部材 4 0 および接続部材 5 0 が露出しないように設けられている。

[0205] 封止部材 9 0 は、例えば、電氣的に絶縁性を有する絶縁材料を用いて形成されている。絶縁材料としては、例えば封止剤などの一般に公知の電池の封止部材の材料が用いられうる。絶縁材料としては、例えば、樹脂材料が用いられうる。なお、絶縁材料は、絶縁性であり、かつ、イオン伝導性を有さない材料であってもよい。例えば、絶縁材料は、エポキシ樹脂とアクリル樹脂とポリイミド樹脂とシルセスキオキサンとのうちの少なくとも 1 種であってもよい。

- [0206] なお、封止部材 90 は、複数の異なる絶縁材料を含んでもよい。例えば、封止部材 90 は、多層構造を有してもよい。多層構造の各層は、異なる材料を用いて形成され、異なる性質を有してもよい。
- [0207] 封止部材 90 は、粒子状の金属酸化物材料を含んでもよい。金属酸化物材料としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化セリウム、酸化鉄、酸化タングステン、酸化ジルコニウム、酸化カルシウム、ゼオライト、ガラスなどが用いられうる。例えば、封止部材 90 は、金属酸化物材料からなる複数の粒子が分散された樹脂材料を用いて形成されていてもよい。
- [0208] 金属酸化物材料の粒子サイズは、正極集電体 111 と負極集電体 121 との間隔以下であればよい。金属酸化物材料の粒子形状は、例えば球状、楕円球状または棒状などであるが、これに限定されない。
- [0209] 封止部材 90 が設けられることで、電池 701 の信頼性を、機械的強度、短絡防止、防湿など様々な点で向上することができる。
- [0210] なお、ここでは、実施の形態 1 に係る電池 1 が封止部材 90 をさらに備える例を示したが、他の実施の形態に係る電池も同様に、封止部材 90 をさらに備えてもよい。例えば、図 13 に示される電池 701 a のように、実施の形態 3 に係る電池 301 が封止部材 90 をさらに備えてもよい。図 13 は、本実施の形態の別の例に係る電池 701 a の断面図である。この場合も、封止部材 90 は、集電端子 51 および集電端子 55 の各々の少なくとも一部を露出させ、発電要素 5、絶縁部材 30、導電部材 40 および接続部材 50 が露出しないように覆っている。
- [0211] (実施の形態 8)
- 続いて、実施の形態 8 について説明する。実施の形態 8 では、上述の各実施の形態に係る電池を備える回路基板について説明する。以下では、実施の形態 1 から 7 との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。
- [0212] 図 14 は、本実施の形態に係る回路基板 2000 の断面図である。図 14

に示されるように、回路基板 2000 は、例えば、電子デバイス 195 および電子デバイス 196 を実装するための実装基板である。電子デバイス 195 および電子デバイス 196 はそれぞれ、例えば、抵抗、キャパシタ、インダクタまたは半導体チップなどである。回路基板 2000 に実装される電子デバイスの数は特に制限されない。

[0213] 回路基板 2000 は、電池 2001 と、回路パターン層 170 と、を備える。

[0214] 電池 2001 は、例えば、上述の実施の形態に係る電池 1、201、301、401、501、601、701 または 701a である。図 14 では、見やすさのため、電池 2001 の詳細構造の図示は省略され、電池 2001 の貫通孔 20、絶縁部材 30、導電部材 40、集電端子 51 および集電端子 55 のみが明示されている。また、図 14 では、実施の形態 1 に係る電池 1 の貫通孔 20、絶縁部材 30 および導電部材 40 が代表的に図示されているが、電池 2001 には、実施の形態 1 以外の実施の形態に係る電池の貫通孔、絶縁部材および導電部材が形成されていてもよい。

[0215] 回路パターン層 170 は、電池 2001 に積層されている、回路パターン層 170 は、電池 2001 の発電要素の主面 11 側に配置される。回路パターン層 170 は、配線用絶縁層 171 と、回路配線 172 と、を備える。

[0216] 配線用絶縁層 171 は、主面 11 上に配置される。図 14 に示される例では、配線用絶縁層 171 の幅（面積）は、電池 2001 の幅（面積）と同じであるが、電池 2001 の幅（面積）よりも小さくてもよく、大きくてもよい。配線用絶縁層 171 の主面 11 側とは反対側の面には回路配線 172 が形成されている。

[0217] 配線用絶縁層 171 は、絶縁材料で形成されており、例えば、絶縁フィルムまたは絶縁板等、一般的な基板用の絶縁部材が用いられうる。また、配線用絶縁層 171 は、電池 2001 上に塗布された絶縁材料の塗工層であってもよい。また、配線用絶縁層 171 は、封止部材 90 の一部であってもよい。

- [0218] 回路基板2000では、集電端子51および集電端子55が、配線用絶縁層171を貫通し、配線用絶縁層171の主面11側とは反対側に突出している。
- [0219] 回路配線172は、配線用絶縁層171の主面11側とは反対側に配置される。回路配線172は、配線用絶縁層171上に形成された回路パターンである。回路配線172は、例えば、一般的なプリント基板配線である。回路配線172は、他の方法で形成された導電パターンであってもよい。回路配線172には、電子デバイス195および電子デバイス196が接続される。回路配線172は、第1配線172aと、第2配線172bと、を含む。第1配線172aは、回路配線172の一部の一例である。
- [0220] 回路配線172には、集電端子51および集電端子55が接続されている。具体的には、集電端子51は、第1配線172aに接続されている。また、集電端子55は、第2配線172bに接続されている。これにより、導電部材40は、集電端子51を介して第1配線172aに電氣的に接続される。また、主面11は、集電端子55を介して第2配線172bに電氣的に接続される。第1配線172aと第2配線172bとは、離間しており、接触していない。
- [0221] 回路基板2000では、集電端子51は、回路配線172を貫通せずに、集電端子51の一部が回路配線172に埋まっている。集電端子55は、回路配線172を貫通し、集電端子55の先端が露出している。なお、集電端子51および集電端子55は、回路配線172に接続されていれば、回路配線172との位置関係は特に制限されない。例えば、集電端子51は、回路配線172を貫通していてもよい。また、集電端子55は、回路配線172を貫通していなくてもよい。また、集電端子51および集電端子55の少なくとも一方は、先端が回路配線172の主面11側の面に接していてもよい。
- [0222] 回路基板2000は、例えば、回路パターン層170と電池2001とを別で形成し、形成された回路パターン層170と、電池2001とを接合す

ることで形成される。また、回路基板 2000 は、電池 2001 に、配線用絶縁層 171 を積層し、積層した配線用絶縁層 171 上に回路配線 172 をパターン形成することで形成してもよい。

[0223] このような回路基板 2000 により、電池 2001 上に形成された回路パターン層 170 に電子デバイス 195 および電子デバイス 196 を実装することができる。これにより、配線基板と電池とが一体化されるので、電子機器の小型化および薄層化を実現できる。また、電池 2001 は、上述の各実施の形態に係る電池であるため、高容量密度と高信頼性とを両立できる。

[0224] また、回路配線 172 の必要な場所に、電池 2001 から直接電力を供給することができるため、配線の引き回しを削減し、配線からの輻射ノイズを抑制することができる。また、電池 2001 の集電体が、ノイズ抑制のシールド層として機能できる。このように、回路基板 2000 を電子機器に用いることで、電子機器の動作を安定化できる。例えば、回路基板 2000 は、輻射ノイズの影響を受けやすい高周波機器に用いられる。

[0225] なお、導電部材 40 および主面 11 はそれぞれ、集電端子 51 または集電端子 55 を介して回路配線 172 に電氣的に接続されたが、これに限らない。例えば、配線用絶縁層 171 を貫通する導電コンタクトが形成されることで、導電コンタクトを介して回路配線 172 と導電部材 40 および主面 11 とが電氣的に接続されていてもよい。

[0226] (製造方法)

続いて、上述した各実施の形態に係る電池の製造方法について説明する。なお、以下で説明する製造方法は一例であり、上述した各実施の形態に係る電池の製造方法は、以下の例には限られない。また、以下の説明では、上述のいずれかの実施の形態に係る電池の製造を中心に説明するが、以下の製造方法は、他の実施の形態に係る電池にも適用されうる。

[0227] [製造方法例 1]

まず、各実施の形態に係る電池の製造方法例 1 について説明する。

[0228] 図 15 は、各実施の形態に係る電池の製造方法例 1 を示すフローチャート

である。製造方法例1では、実施の形態1に係る電池1の製造を中心に説明する。

[0229] 図15に示されるように、まず、複数の電池セルを準備する（ステップS10）。準備される電池セルは、例えば、図3Aから図3Cに示した電池セル100A、および、電池セル100Bまたは電池セル100Cである。また、以下の製造方法の説明では、電池セル100A、100Bおよび100Cを総称して電池セル100と表現する場合がある。

[0230] 次に、複数の電池セル100を積層して積層体を形成する（ステップS20）。具体的には、正極層110、負極層120および固体電解質層130の並び順が各電池セルで同一になるように複数の電池セル100を順に積層した積層体を形成する。電池セル100A、100Bおよび100Cを適宜組み合わせて積層することにより、例えば、図4に示される発電要素5が形成される。発電要素5は、積層体の一例である。

[0231] なお、複数の電池セル100を積層した後、発電要素5の側面を平坦化してもよい。例えば、複数の電池セル100の積層体を一括して切断することにより、各側面が平坦な発電要素5を形成することができる。切断処理は、例えば、刃物、レーザーまたはジェットなどによって行われる。

[0232] 次に、複数の電池セル100のそれぞれに、各電池セル100を積層方向に貫通する貫通孔20を形成する（ステップS30）。貫通孔20の形成では、複数の電池セル100のそれぞれにおいて、正極層110における積層方向に垂直な方向での貫通孔20の断面積が負極層120における積層方向に垂直な方向での貫通孔20の断面積よりも大きくなるように、貫通孔20を形成する。これにより、図1に示されるような貫通孔20が形成される。上述のような円錐台形状の貫通孔20を形成する場合、例えば、テーパ角を有するドリル等を用いた切削加工によって、貫通孔20を形成する。また、レーザー等を用いて貫通孔20を形成してもよい。

[0233] また、製造方法例1では、積層体の形成（ステップS20）後に貫通孔20を形成する。そのため、例えば、発電要素5を積層方向に貫通する貫通孔

を形成することで、積層された複数の電池セル100のそれぞれに対して一括して貫通孔20を形成する。また、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20を連ならせるための位置合わせ不要になる。よって、電池1の製造の生産性を向上できる。発電要素5の面積が大きくなるために貫通孔の位置合わせ精度を高める必要がある大判の電池1の製造の場合に、特に効果的である。また、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔20の内壁25を容易に連続させた面にすることができる。

[0234] 次に、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔20の内壁25と、導電部材40との間に配置される絶縁部材30を形成する（ステップS40）。例えば、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔20の内壁25を覆う絶縁部材30を形成する。絶縁部材30は、例えば、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔20内で、導電部材40が形成される空間を空けて形成される。絶縁部材30は、例えば、貫通孔20の内壁25に絶縁材料を塗布することで形成する。また、例えば、貫通孔20を完全に埋めるように貫通孔20に絶縁材料を充填し、充填した絶縁材料に、導電部材40を形成するための貫通孔、つまり形成される導電部材40と同じ形状の貫通孔を形成することで、絶縁部材30が形成されてもよい。

[0235] 次に、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔20内を通り、複数の電池セル100それぞれを貫通する導電部材40を形成する（ステップS50）。導電部材40は、例えば、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔20内の絶縁部材30が形成されていない空間に導電材料を充填することで形成される。また、例えば、あらかじめ成型等により形状を付与した導電部材40を貫通孔20内に挿入することで導電部材40を形成してもよい。また、必要に応じて、導電部材40の主面12側の端部および主面12に接続される位置に接続部材50を形成する。

[0236] なお、絶縁部材30の形成（ステップS40）と導電部材40の形成（ステップS50）とは、この順で行われなくてもよい。例えば、絶縁部材30

の形成（ステップS40）よりも先に導電部材40の形成（ステップS50）が行われてもよい。この場合、例えば、貫通孔20内に導電部材40を配置し、導電部材40と貫通孔20の内壁25との間に絶縁部材を充填することで、絶縁部材30と導電部材40とを貫通孔20内に形成する。また、絶縁部材30の形成（ステップS40）と導電部材40の形成（ステップS50）とは同時に行われてもよい。この場合、例えば、絶縁部材30と導電部材40とが一体化された複合部材を貫通孔20に挿入することで、絶縁部材30と導電部材40とを貫通孔20内に形成する。複合部材は、例えば、柱状の導電部材40の周囲に絶縁部材30が形成された部材である。

[0237] 次に、集電端子51および集電端子55を形成する（ステップS60）。具体的には、導電部材40の主面11側の端部に接続され、主面11には接触しない位置に集電端子51を形成する。また、主面11上に集電端子55を形成する。接続部材50、集電端子51および集電端子55は、所望の領域に印刷、メッキ、半田付け等によって、導電材料を配置することによって形成される。

[0238] 以上の工程を経て、図1に示される電池1を製造することができる。

[0239] また、積層体の形成（ステップS20）後のいずれかのタイミングで、図6に示される側面絶縁層60を形成してもよい。側面絶縁層60は、例えば、絶縁材料を発電要素5の側面等に塗布する等により形成される。側面絶縁層60は、液状の絶縁材料に発電要素5の一部を側面側から浸漬（ディップ）し、発電要素5に付着した絶縁材料を硬化させることで形成してもよい。硬化は、用いる樹脂材料によって、乾燥、加熱、光照射などによって行われる。

[0240] また、集電端子51および集電端子55の形成（ステップS60）の後、図11、図12および図13に示される封止部材90を形成してもよい。封止部材90は、例えば、流動性を有する樹脂材料を塗工して硬化させることによって形成される。塗工は、インクジェット法、スプレー法、スクリーン印刷法またはグラビア印刷法などによって行われる。硬化は、用いる樹脂材

料によって、乾燥、加熱、光照射などによって行われる。

[0241] [製造方法例 2]

続いて、各実施の形態に係る電池の製造方法例 2 について説明する。以下では、製造方法例 1 との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0242] 図 16 は、各実施の形態に係る電池の製造方法例 2 を示すフローチャートである。製造方法例 2 では、実施の形態 3 に係る電池 301 の製造を中心に説明する。製造方法例 2 は、製造方法例 1 とは、各ステップの順序が異なる。

[0243] 図 16 に示されるように、まず、製造方法例 1 と同様の方法で、複数の電池セルを準備する（ステップ S10）。

[0244] 次に、複数の電池セル 100 のそれぞれに、各電池セル 100 を積層方向に貫通する貫通孔 320 を形成する（ステップ S31）。例えば、複数の電池セル 100 に個別に、同じ形状の貫通孔 320 を形成する。このように、電池セル 100 ごとに、貫通孔 320 を形成できるため、貫通孔 320 を容易に形成でき、また、形成される貫通孔 320 の形状の自由度が高まる。複数の電池セル 100 のそれぞれに、異なる形状の貫通孔を形成してもよい。貫通孔 320 の形成方法には、製造方法例 1 と同様の方法を用いることができる。

[0245] 次に、複数の電池セル 100 を積層して積層体を形成する（ステップ S21）。ステップ S21 では、複数の電池セル 100 のそれぞれに形成された貫通孔 320 が連なるように、複数の電池セル 100 を積層する。

[0246] 次に、製造方法例 1 と同様の方法で、絶縁部材 30 の形成（ステップ S40）、導電部材 40 の形成（ステップ S50）ならびに集電端子 51 および集電端子 55 の形成（ステップ S60）を行う。これにより、複数の電池セル 100 のそれぞれの貫通孔 320 に、絶縁部材 30 および導電部材 40 をそれぞれ一括で形成できるため、生産性を高めることができる。

[0247] 以上の工程を経て、図 7 に示される電池 301 を製造することができる。

## [0248] [製造方法例3]

続いて、各実施の形態に係る電池の製造方法例3について説明する。以下では、製造方法例1および2との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0249] 図17は、各実施の形態に係る電池の製造方法例3を示すフローチャートである。製造方法例3では、実施の形態3に係る電池301の製造を中心に説明する。製造方法例3は、製造方法例1および2とは、各ステップの順序が異なる。

[0250] 図17に示されるように、まず、製造方法例1と同様の方法で、複数の電池セルを準備する（ステップS10）。

[0251] 次に、製造方法例2と同様の方法で、複数の電池セル100のそれぞれに、各電池セル100を積層方向に貫通する貫通孔320を形成する（ステップS31）。

[0252] 次に、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔320の内壁325と、導電部材40との間に配置される絶縁部材30を形成する（ステップS42）。複数の電池セル100それぞれに形成された貫通孔320に個別に、絶縁部材30を形成する。

[0253] 次に、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔320内を通り、複数の電池セル100それぞれを貫通する導電部材40を形成する（ステップS52）。複数の電池セル100それぞれに形成された貫通孔320に個別に、導電部材40を形成する。

[0254] 絶縁部材30および導電部材40の形成は、製造方法例1と同様の方法を用いることができる。

[0255] このように、複数の電池セル100を積層する前に、貫通孔320ごとに絶縁部材30および導電部材40を形成できるため、貫通孔320内への材料の挿入等が行いやすく、絶縁部材30および導電部材40を容易にかつ精度良く形成できる。

[0256] 次に、複数の電池セル100を積層して積層体を形成する（ステップS2

2)。ステップS22では、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔320が連なるように、複数の電池セル100を積層する。また、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320内に形成された絶縁部材30同士、および、導電部材40同士が接続されるように、複数の電池セル100を積層する。

[0257] 次に、製造方法例1と同様の方法で、集電端子51および集電端子55を形成する（ステップS60）。

[0258] 以上の工程を経て、図7に示される電池301を製造することができる。

[0259] [製造方法例4]

続いて、各実施の形態に係る電池の製造方法例4について説明する。以下では、製造方法例1から3との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略または簡略化する。

[0260] 図18は、各実施の形態に係る電池の製造方法例4を示すフローチャートである。製造方法例4では、実施の形態3に係る電池301の製造を中心に説明する。製造方法例4は、製造方法例1から3とは、各ステップの順序が異なる。

[0261] 図18に示されるように、まず、製造方法例1と同様の方法で、複数の電池セルを準備する（ステップS10）。

[0262] 次に、製造方法例2と同様の方法で、複数の電池セル100のそれぞれに、各電池セル100を積層方向に貫通する貫通孔320を形成する（ステップS31）。

[0263] 次に、製造方法例3と同様の方法で、複数の電池セル100のそれぞれに形成された貫通孔320の内壁325と、導電部材40との間に配置される絶縁部材30を形成する（ステップS42）。これにより、電池301の信頼性を高めるために精度良く形成することが求められる絶縁部材30を容易にかつ精度良く形成できる。

[0264] 次に、複数の電池セル100を積層して積層体を形成する（ステップS23）。ステップS23では、複数の電池セル100のそれぞれに形成された

貫通孔320が連なるように、複数の電池セル100を積層する。また、複数の電池セル100のそれぞれの貫通孔320内に形成された絶縁部材30同士が接続されるように、複数の電池セル100を積層する。また、絶縁部材30に導電部材40を形成するための貫通孔が形成されている場合には、絶縁部材30の貫通孔が連なるように、複数の電池セル100を積層する。

[0265] なお、絶縁部材30の形成（ステップS42）において、貫通孔320を完全に埋めるように貫通孔320に絶縁材料を充填し、充填した絶縁材料に導電部材40を形成するための貫通孔を形成することで、絶縁部材30を形成してもよい。この場合、導電部材40を形成するための貫通孔の形成は、積層体の形成（ステップS23）の前に行われてもよく、積層体の形成（ステップS23）の後に、複数の電池セル100に対して一括で行われてもよい。

[0266] 次に、製造方法例1と同様の方法で、導電部材40の形成（ステップS50）ならびに集電端子51および集電端子55の形成（ステップS60）を行う。

[0267] 以上の工程を経て、図7に示される電池301を製造することができる。

[0268] （他の実施の形態）

以上、1つまたは複数の態様に係る電池、電池の製造方法および回路基板について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、これらの実施の形態に限定されるものではない。本開示の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したもの、および、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本開示の範囲内に含まれる。

[0269] 例えば、上記の実施の形態では、隣り合う電池セル間で1枚の集電体が中間層集電体、正極集電体または負極集電体として共有される例を示したが、集電体は共有されなくてもよい。2枚の集電体が接合されて隣り合う電池セルが積層されていてもよい。例えば、負極集電体と正極集電体とが重ね合わされて中間層集電体を構成してもよい。

- [0270] また、例えば、上記の実施の形態では、電池は、導電部材および絶縁部材を備えたが、これに限らない。導電部材および絶縁部材の少なくとも一方は電池に形成されていなくてもよい。電池が導電部材を備えない場合、貫通孔は、例えば、導線、通信線等を通すための孔、または、電子機器との締結用の孔に用いられる。
- [0271] また、例えば、上記の実施の形態では、発電要素は、複数の電池セルを有していたが、これに限らない。発電要素は、1つの電池セルで構成されていてもよい。
- [0272] また、例えば、上記の実施の形態では、貫通孔の内壁は積層方向に対して傾斜していたが、これに限らない。貫通孔の内壁に段差を形成することで、正極層における貫通孔の断面積を負極層における貫通孔の断面積よりも大きくしてもよい。
- [0273] また、例えば、上記の実施の形態では、貫通孔における第1主面側の断面積が貫通孔における第2主面側の断面積よりも大きかったが、これに限らない。複数の電池セルのそれぞれにおける各層の積層順を上下で逆転させて正極層を第2主面側に配置し、貫通孔における第2主面側の断面積が貫通孔における第1主面側の断面積よりも大きい構成としてもよい。
- [0274] また、例えば、上記の実施の形態において、集電端子上に、めっき、印刷または半田付け等によって外部電極をさらに形成してもよい。外部電極の形成によって、例えば電池の実装性をさらに高めることができる。
- [0275] また、例えば、上記の実施の形態では、絶縁部材は、導電部材と貫通孔の内壁との間の空間を完全に埋めていたが、これに限らない。絶縁部材は、貫通孔の内壁を覆って導電部材と離間していてもよい。また、絶縁部材は、導電部材の外周面を覆って貫通孔の内壁と離間していてもよい。
- [0276] また、例えば、発電要素における複数の電池セルの接続関係は、上記の実施の形態で説明した例に限らない。例えば、複数の電池セルは、全てが並列接続されていてもよく、任意の組み合わせで、直列接続と並列接続とが組み合わせられていてもよい。

[0277] また、例えば、上記の実施の形態では、電池は集電端子を備えたが、これに限らない。電池は、集電端子を備えていなくてもよい。例えば、電子デバイスの端子、基板のコンタクトおよび基板のパッド等が導電部材および発電要素の主面に接続されて、電池から電流が取り出されてもよい。

[0278] また、上記の各実施の形態は、特許請求の範囲又はその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

### 産業上の利用可能性

[0279] 本開示は、例えば、電子機器、電気器具装置および電気車両などの電池または回路基板として利用することができる。

### 符号の説明

[0280] 1、201、301、401、501、601、701、701a、200

1 電池

5、405、605 発電要素

11、12 主面

13、14 側面

20、320、620 貫通孔

21、22 開口位置

25、325、625 内壁

30、530、630 絶縁部材

40、162、163、540、640 導電部材

50 接続部材

51、55 集電端子

60 側面絶縁層

71 正極絶縁層

72 負極絶縁層

81 負極接続部

82 正極接続部

90 封止部材

- 100、100A、100B、100C 電池セル
- 110、110B 正極層
- 111 正極集電体
- 112 正極活物質層
- 120、120C 負極層
- 121 負極集電体
- 122 負極活物質層
- 130 固体電解質層
- 140、141 中間層集電体
- 150 端部層集電体
- 160 接続層
- 161 絶縁層
- 170 回路パターン層
- 171 配線用絶縁層
- 172、192 回路配線
- 172a 第1配線
- 172b 第2配線
- 190、2000 回路基板
- 191 基体
- 195、196 電子デバイス
- 407 並列積層体
- 607、608 セル積層体

## 請求の範囲

- [請求項1] 正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素を備え、  
前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、  
前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、  
前記貫通孔の内壁は、積層方向に対して傾斜している、  
電池。
- [請求項2] 前記発電要素では、前記発電要素の第1主面および前記第1主面の反対側の第2主面のそれぞれにおいて、前記少なくとも1つの電池セルのいずれかの前記貫通孔が開口し、  
前記電池は、前記発電要素の第2主面に電氣的に接続され、前記第2主面における前記貫通孔の開口位置から、前記貫通孔を通過して前記第1主面における前記貫通孔の開口位置まで延びる導電部材をさらに備える、  
請求項1に記載の電池。
- [請求項3] 前記導電部材と前記貫通孔の内壁との間に位置する絶縁部材をさらに備える、  
請求項2に記載の電池。
- [請求項4] 前記絶縁部材は、前記貫通孔の内壁を覆う、  
請求項3に記載の電池。
- [請求項5] 前記貫通孔は、円錐台形状である、  
請求項1に記載の電池。
- [請求項6] 前記少なくとも1つの電池セルは、複数の電池セルであり、  
前記複数の電池セルは積層されている、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電池。

[請求項7] 前記複数の電池セルのうちの少なくとも一部は、電氣的に並列接続されて積層されている、

請求項 6 に記載の電池。

[請求項8] 前記複数の電池セルは、電氣的に直列接続されて積層されている、  
請求項 6 に記載の電池。

[請求項9] 前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔の体積は同じである、  
請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の電池。

[請求項10] 前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔の内壁は、積層方向に対して傾斜した連続する面を形成している、

請求項 8 に記載の電池。

[請求項11] 前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔は連なっている、  
請求項 6 から 10 のいずれか 1 項に記載の電池。

[請求項12] 前記発電要素では、

前記複数の電池セルのうちの一部が、前記貫通孔が連なるように積層されて第 1 セル積層体を構成し、

前記複数の電池セルのうち他の一部が、前記貫通孔が連なるように積層されて第 2 セル積層体を構成し、

前記第 1 セル積層体における前記貫通孔と、前記第 2 セル積層体における前記貫通孔とは、積層方向に沿って見た場合に位置が異なる、  
請求項 6 から 9 のいずれか 1 項に記載の電池。

[請求項13] 複数の電池セルを積層した積層体を形成するステップと、

前記複数の電池セルのそれぞれに、積層方向に貫通する貫通孔を形成するステップと、

前記複数の電池セルそれぞれに形成された前記貫通孔内を通り、前記複数の電池セルそれぞれを貫通する導電部材を形成するステップと、

、

前記複数の電池セルのそれぞれに形成された前記貫通孔の内壁と前

記導電部材との間に配置される絶縁部材を形成するステップと、  
を含み、

前記貫通孔を形成するステップでは、前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積が、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きくなるように、前記貫通孔を形成する、

電池の製造方法。

[請求項14] 前記積層体を形成するステップの後に、前記貫通孔を形成するステップを行う、

請求項13に記載の電池の製造方法。

[請求項15] 前記積層体を形成するステップでは、前記貫通孔を形成するステップの後に、前記複数の電池セルのそれぞれの前記貫通孔が連なるように前記複数の電池セルを積層し、

前記積層体を形成するステップの後に、前記絶縁部材を形成するステップおよび前記導電部材を形成するステップを行う、

請求項13に記載の電池の製造方法。

[請求項16] 前記積層体を形成するステップの前に、前記貫通孔を形成するステップ、前記絶縁部材を形成するステップおよび前記導電部材を形成するステップを行う、

請求項13に記載の電池の製造方法。

[請求項17] 前記積層体を形成するステップの前に、前記貫通孔を形成するステップおよび前記絶縁部材を形成するステップを行い、

前記積層体を形成するステップの後に、前記導電部材を形成するステップを行う、

請求項13に記載の電池の製造方法。

[請求項18] 正極層、負極層、および、前記正極層と前記負極層との間に位置する固体電解質層が積層された構造をそれぞれが含む少なくとも1つの電池セルを有する発電要素と、

導電部材と、

前記発電要素に積層され、回路配線を有する回路パターン層と、を備え、

前記少なくとも1つの電池セルのそれぞれには、積層方向に貫通する貫通孔が設けられ、

前記正極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積は、前記負極層における積層方向に垂直な方向での前記貫通孔の断面積よりも大きく、

前記発電要素では、前記発電要素の第1主面および前記第1主面の反対側の第2主面のそれぞれにおいて、前記少なくとも1つの電池セルのいずれかの前記貫通孔が開口し、

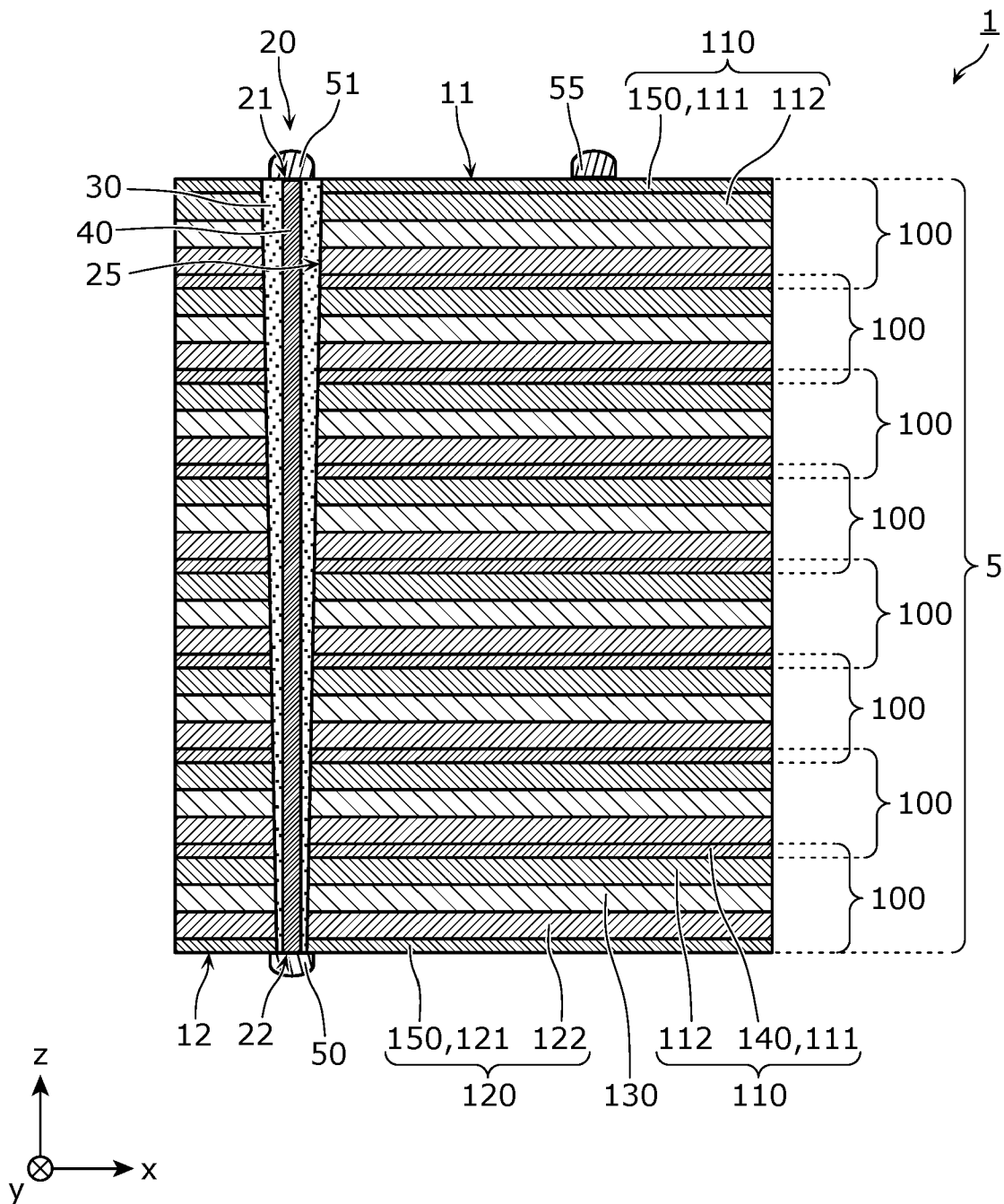
前記導電部材は、前記発電要素の第2主面に電氣的に接続され、前記第2主面における前記貫通孔の開孔位置から、前記貫通孔を通過して前記第1主面における前記貫通孔の開孔位置まで延び、かつ、前記回路配線の一部と電氣的に接続され、

前記回路パターン層は、前記発電要素の前記第1主面側に位置する

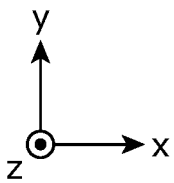
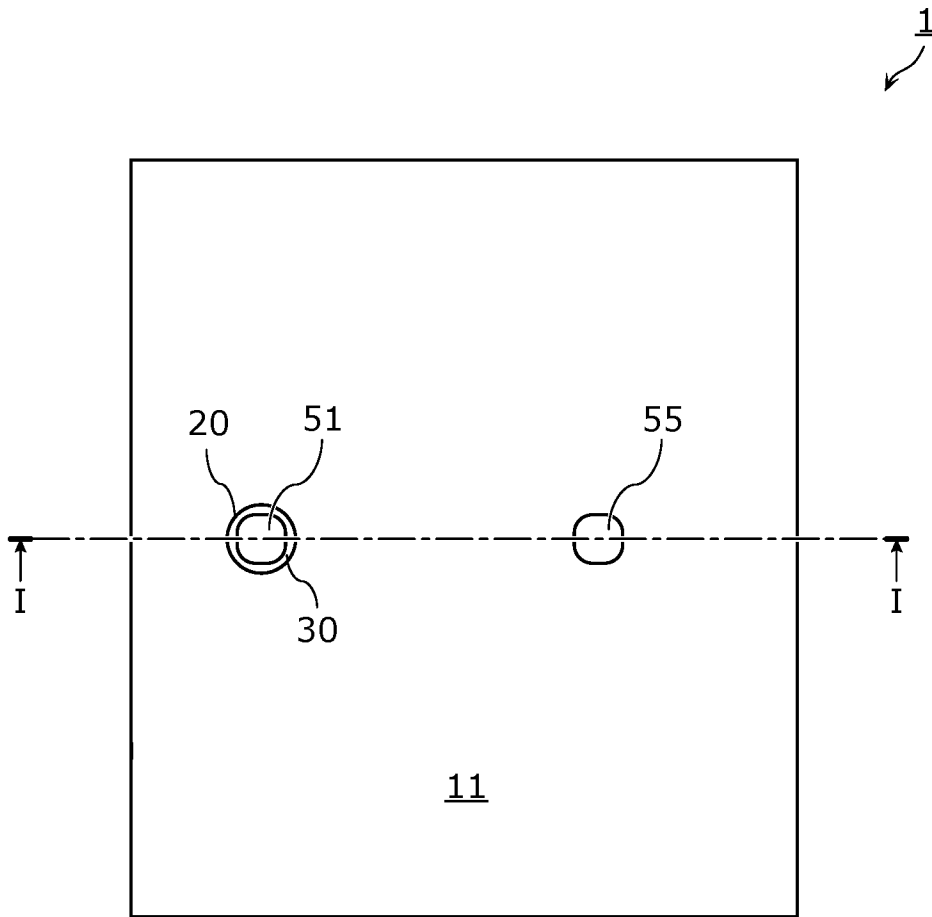
、

回路基板。

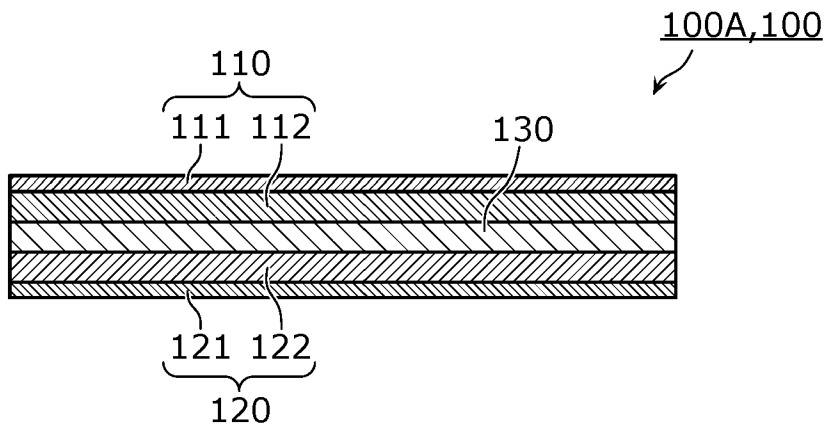
[図1]



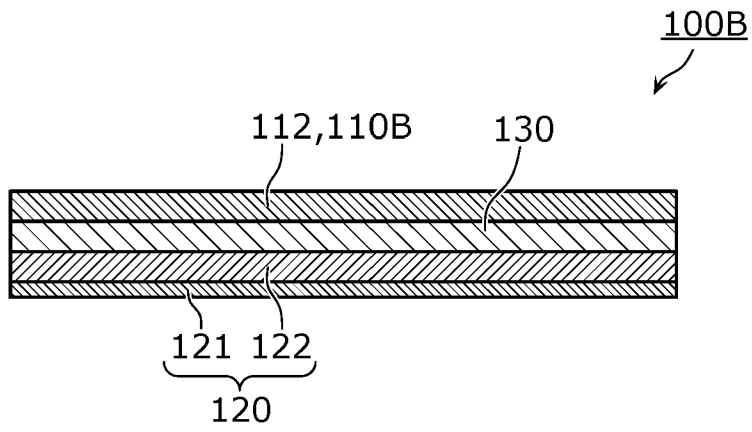
[図2]



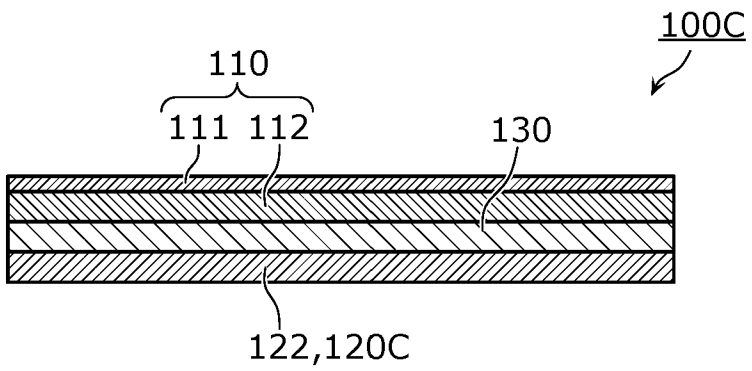
[図3A]



[図3B]

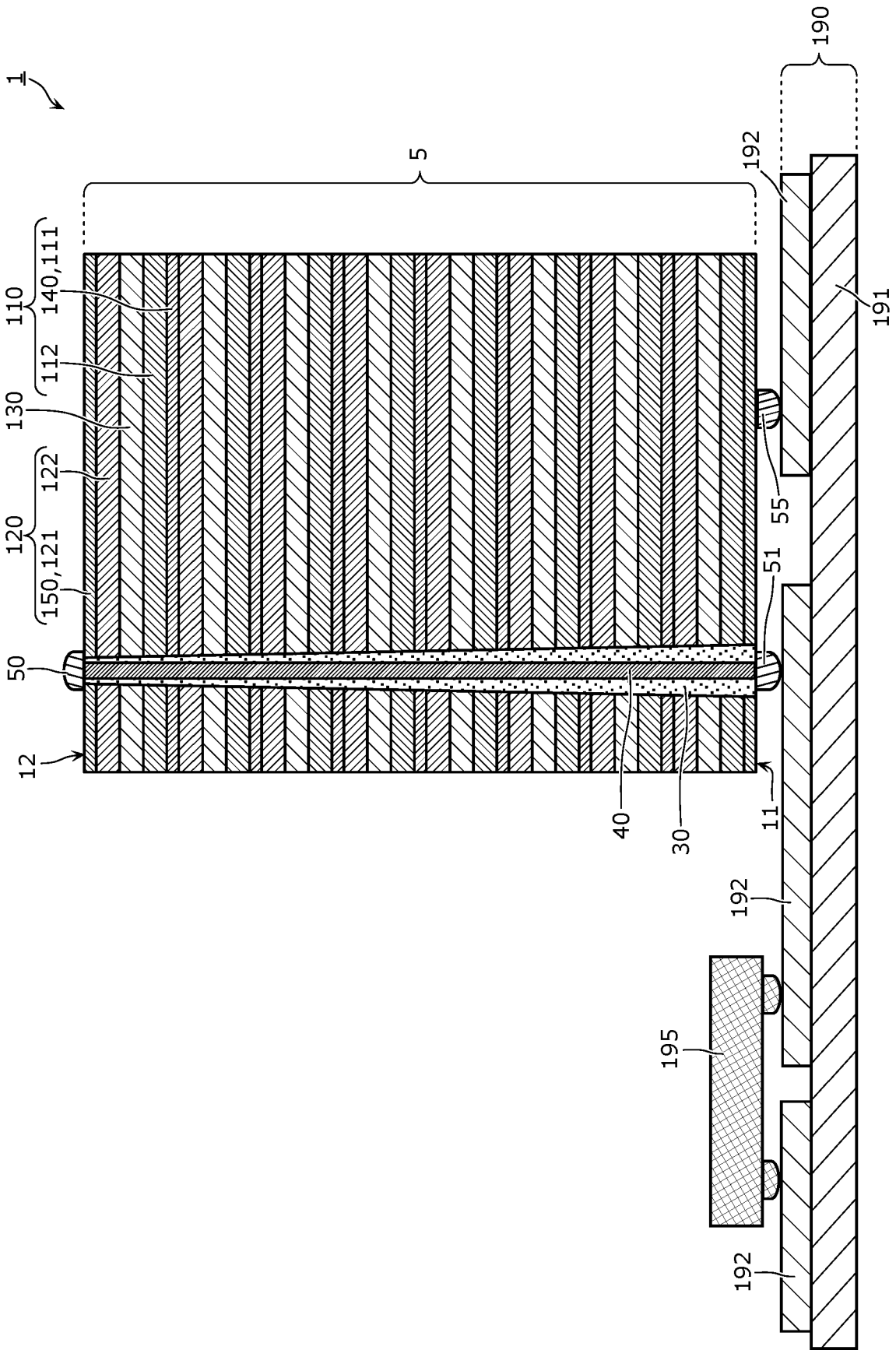


[図3C]



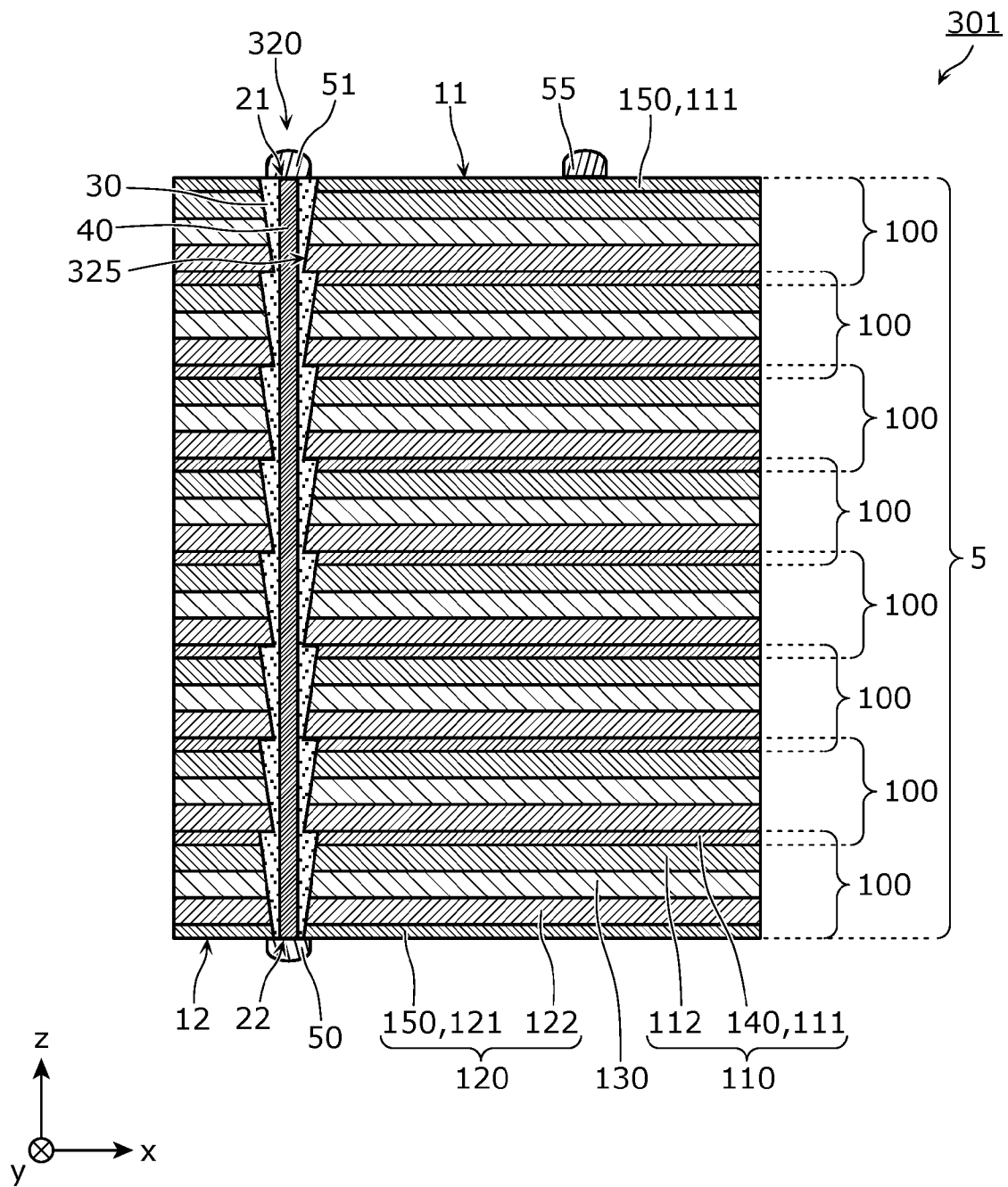


[図5]

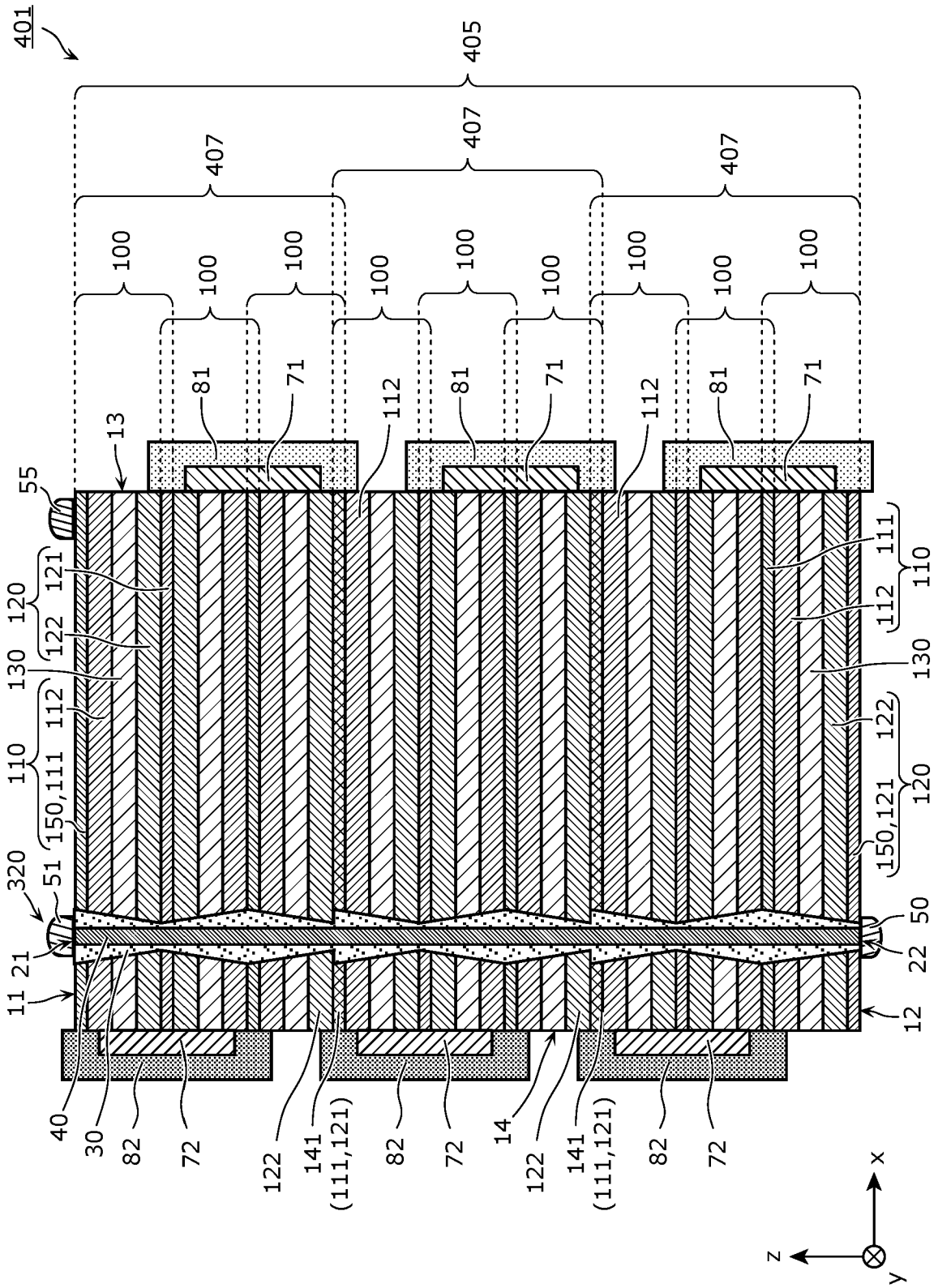




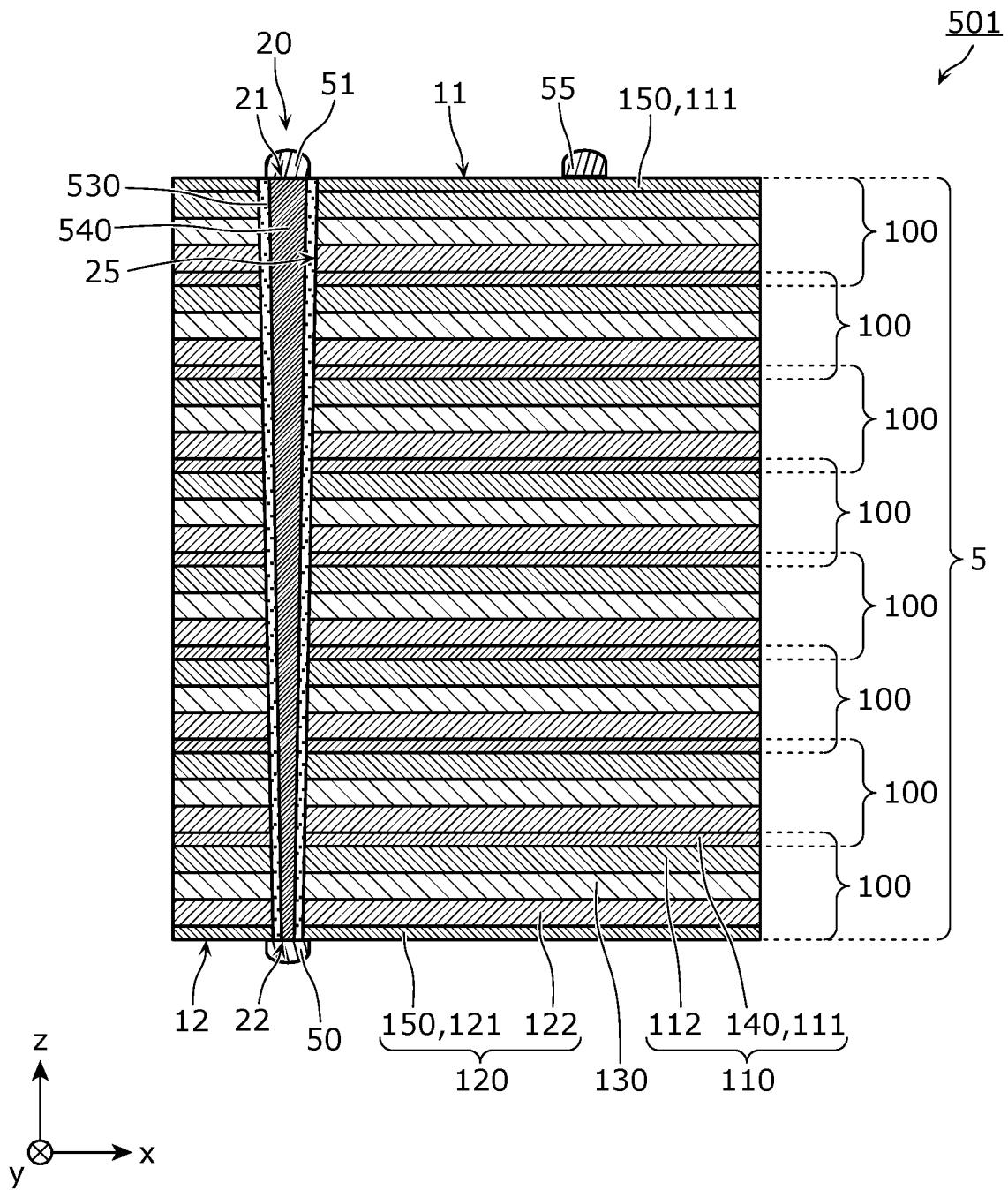
[図7]



[8]

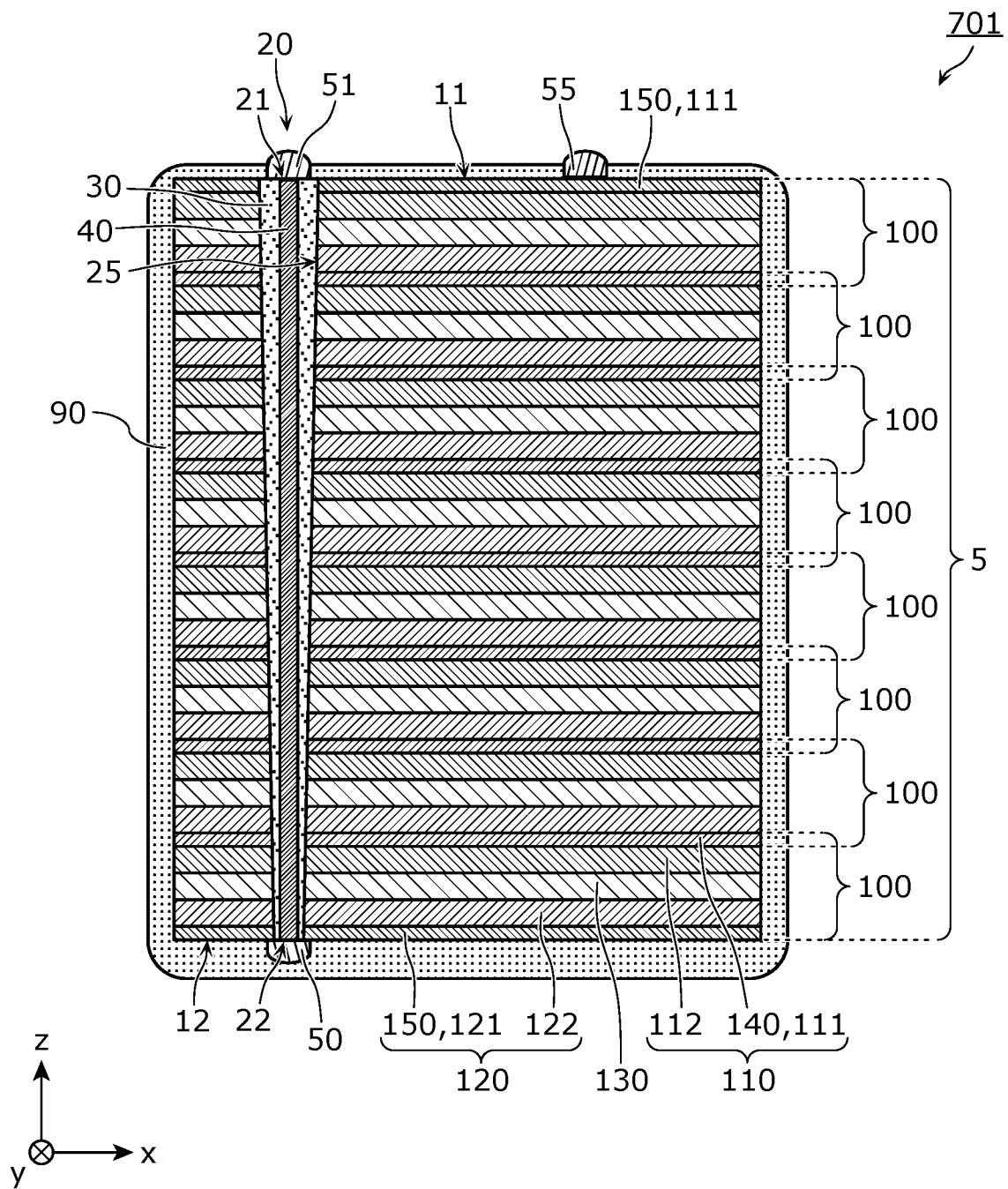


[図9]

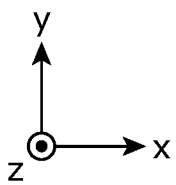
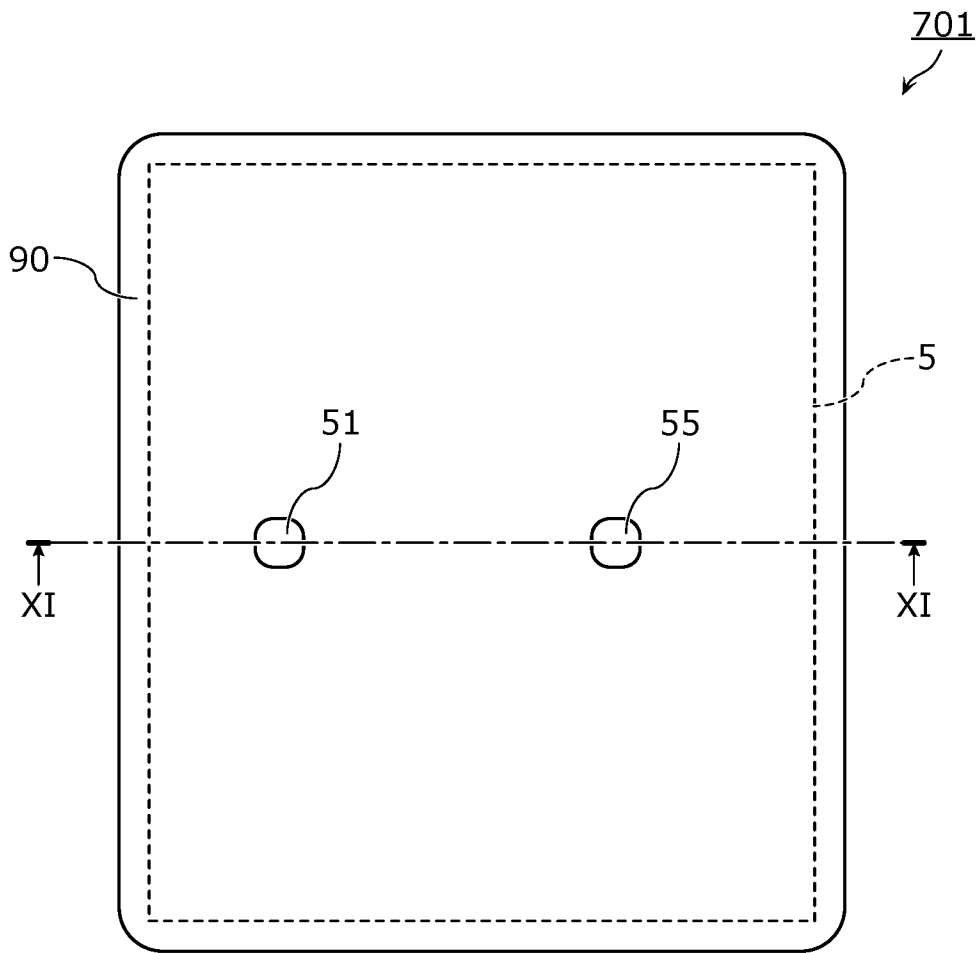




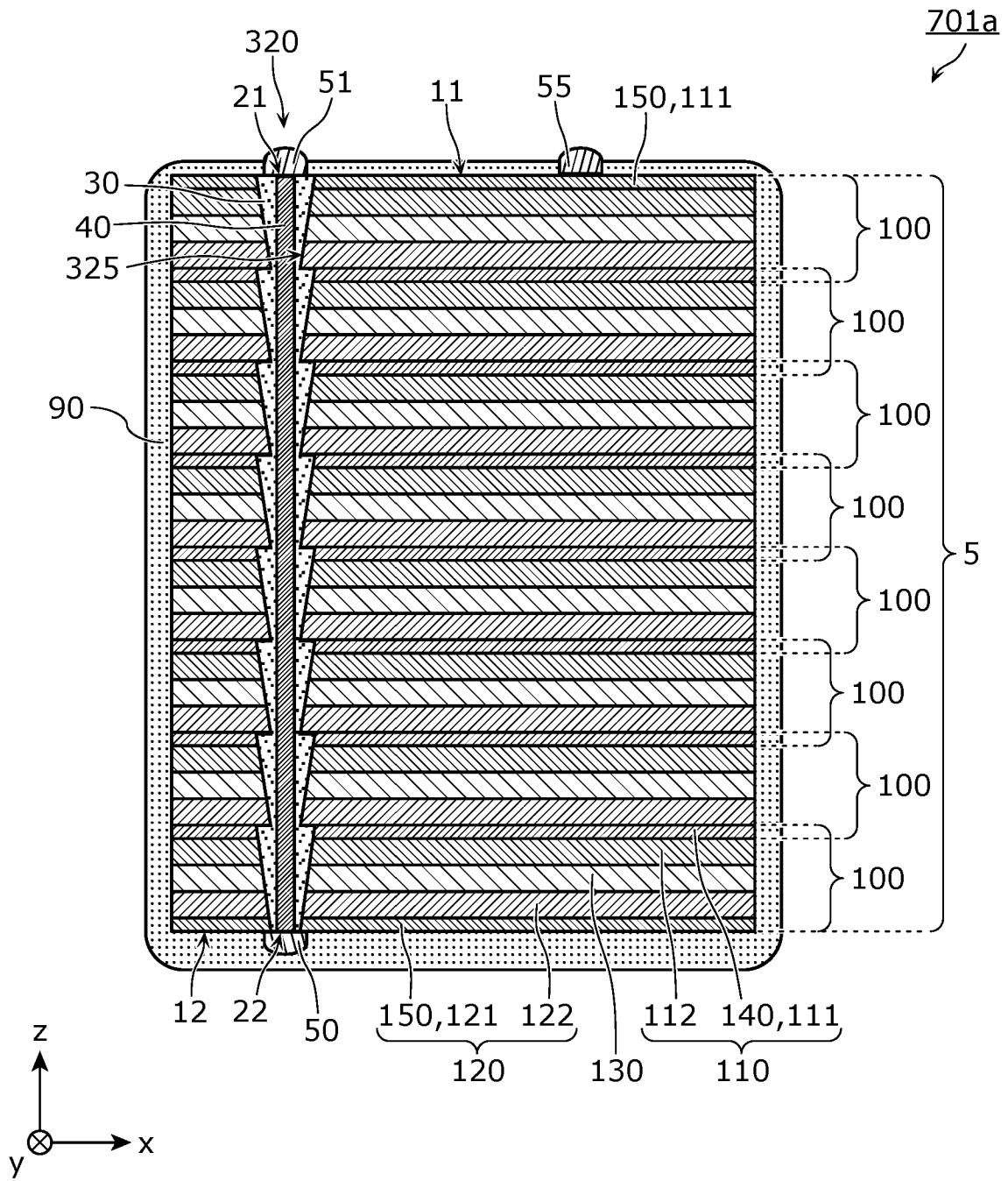
[図11]



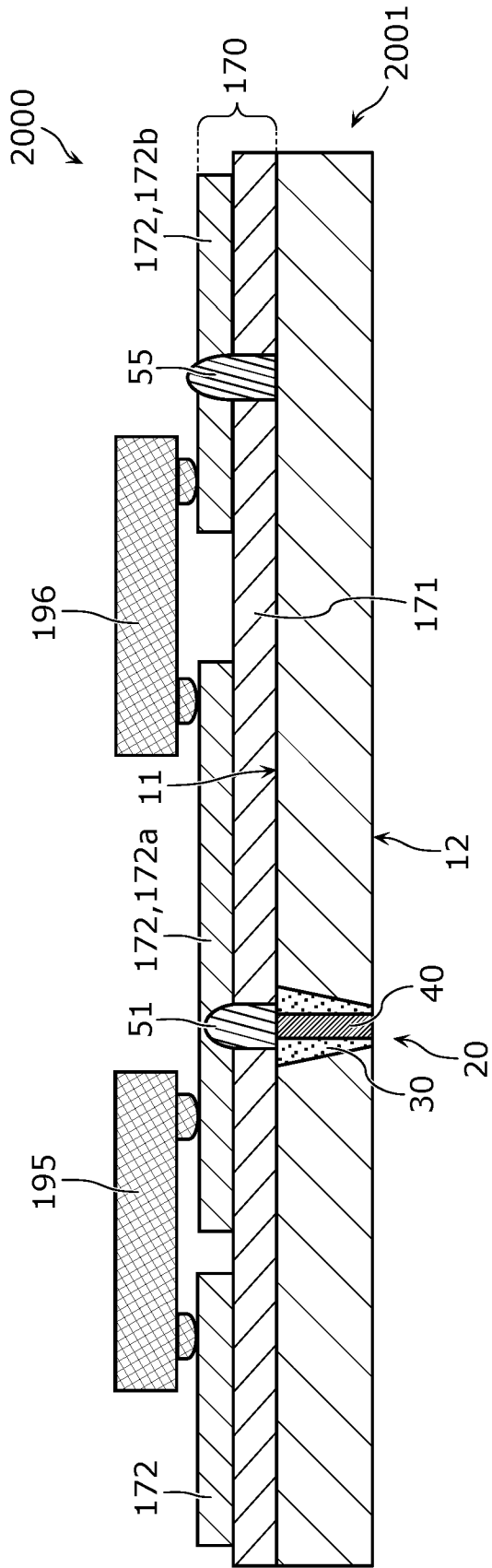
[図12]



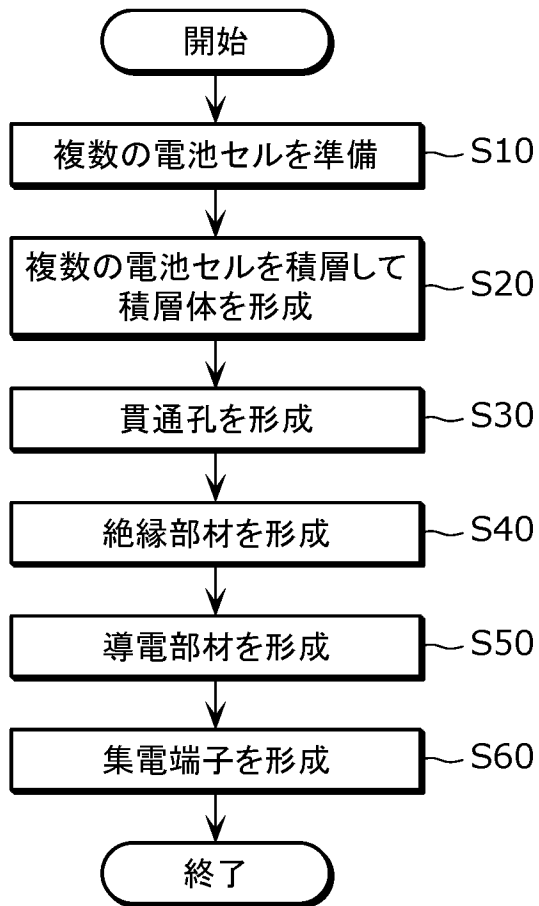
[図13]



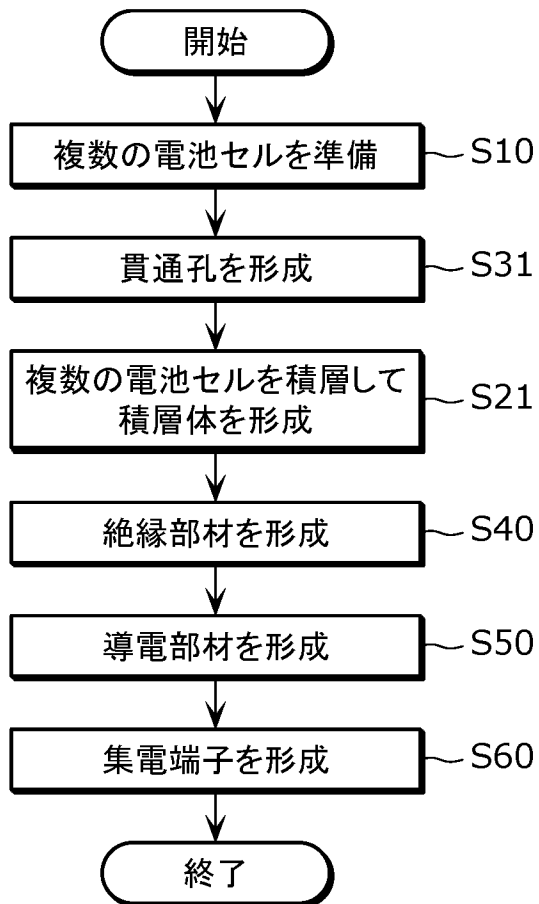
[図14]



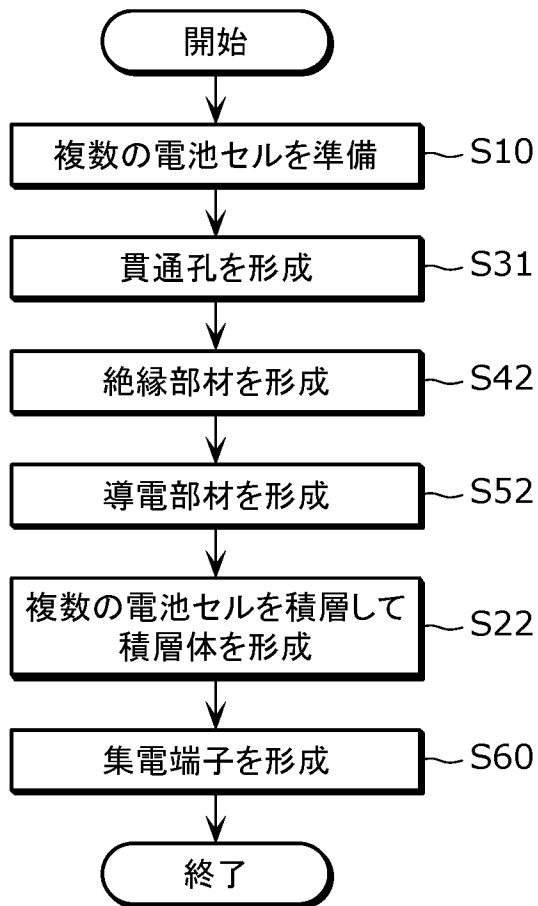
[図15]



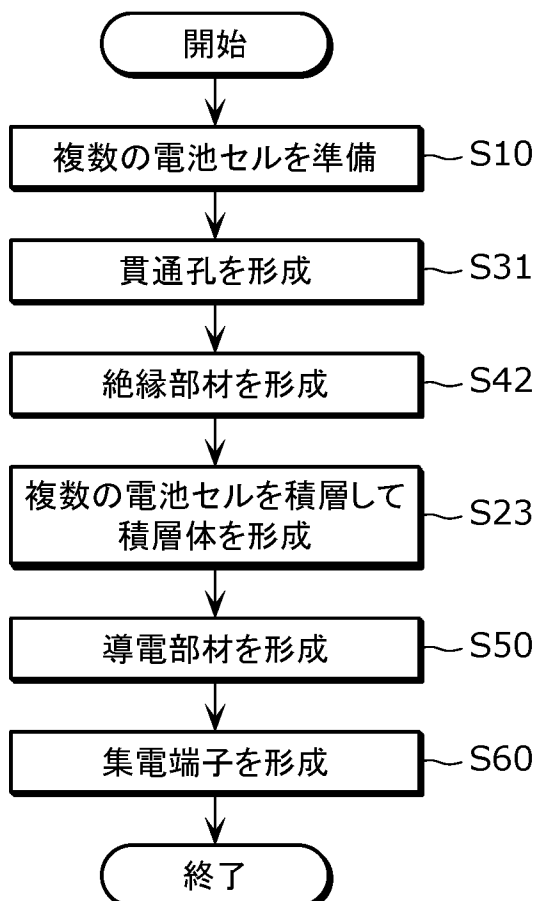
[図16]



[図17]



[図18]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/030059

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01M 10/0585</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0562</i> (2010.01)i; <i>H01M 50/11</i> (2021.01)i; <i>H01M 50/121</i> (2021.01)i; <i>H01M 50/122</i> (2021.01)i; <i>H01M 50/55</i> (2021.01)i FI: H01M10/0585; H01M10/0562; H01M50/11; H01M50/121; H01M50/122; H01M50/55 101		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M10/0585; H01M10/0562; H01M50/11; H01M50/121; H01M50/122; H01M50/55		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-9873 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 15 January 2009 (2009-01-15)	1-18
A	JP 9-259860 A (TOSHIBA BATTERY CO., LTD.) 03 October 1997 (1997-10-03)	1-18
A	JP 2017-216205 A (OHARA INC.) 07 December 2017 (2017-12-07)	1-18
A	JP 2020-529712 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 08 October 2020 (2020-10-08)	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>03 October 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>18 October 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2022/030059</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2009-9873 A	15 January 2009	US 2011/0212354 A1 WO 2009/004928 A1 DE 112008001675 B CN 101689686 A	
JP 9-259860 A	03 October 1997	(Family: none)	
JP 2017-216205 A	07 December 2017	(Family: none)	
JP 2020-529712 A	08 October 2020	US 2019/0051943 A1 US 2019/0051944 A1 GB 2578413 A WO 2019/030597 A1 CN 110870127 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 10/0585(2010.01)i; H01M 10/0562(2010.01)i; H01M 50/11(2021.01)i; H01M 50/121(2021.01)i; H01M 50/122(2021.01)i; H01M 50/55(2021.01)i FI: H01M10/0585; H01M10/0562; H01M50/11; H01M50/121; H01M50/122; H01M50/55 101		
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）） H01M10/0585; H01M10/0562; H01M50/11; H01M50/121; H01M50/122; H01M50/55 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
A	JP 2009-9873 A（トヨタ自動車株式会社）15.01.2009（2009-01-15）	1-18
A	JP 9-259860 A（東芝電池株式会社）03.10.1997（1997-10-03）	1-18
A	JP 2017-216205 A（株式会社オハラ）07.12.2017（2017-12-07）	1-18
A	JP 2020-529712 A（インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション）08.10.2020（2020-10-08）	1-18
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	03.10.2022	国際調査報告の発送日 18.10.2022
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）  小森 重樹 4X 4145  電話番号 03-3581-1101 内線 3477	

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/JP2022/030059

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2009-9873	A	15.01.2009	US	2011/0212354	A1	
				WO	2009/004928	A1	
				DE	112008001675	B	
				CN	101689686	A	
JP	9-259860	A	03.10.1997	(ファミリーなし)			
JP	2017-216205	A	07.12.2017	(ファミリーなし)			
JP	2020-529712	A	08.10.2020	US	2019/0051943	A1	
				US	2019/0051944	A1	
				GB	2578413	A	
				WO	2019/030597	A1	
				CN	110870127	A	