

(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3月16日(16.03.2023)



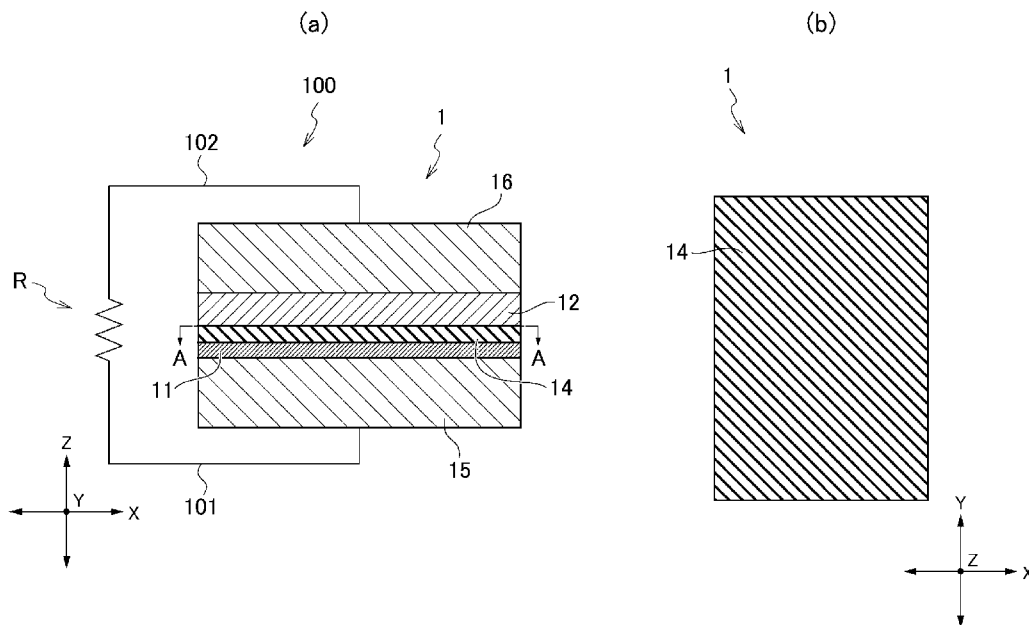
(10) 国際公開番号

WO 2023/038103 A1

- (51) 国際特許分類:
H10N 15/00 (2023.01) *H02N 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/033831
- (22) 国際出願日: 2022年9月9日(09.09.2022)
- (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 2021-147809 2021年9月10日(10.09.2021) JP
特願 2021-211370 2021年12月24日(24.12.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社 G C E インスティテュート
(GCE INSTITUTE INC.) [JP/JP]; 〒1040061 東京都中央区銀座6-6-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 博史(GOTO Hiroshi); 〒1040061 東京都中央区銀座6-6-1 株式会社 G C E インスティテュート内 Tokyo (JP). 坂田 稔(SAKATA Minoru); 〒1040061 東京都中央区銀座6-6-1 株式会社 G C E インスティテュート内 Tokyo (JP). 安田 拓夫(YASUDA Takuo); 〒1040061 東京都中央区銀座6-6-1 株式会社 G C E インスティテュート内 Tokyo (JP). アンダーソン ラーシュ マティアス(ANDERSSON LARS MATTIAS); 〒1040061 東京都中央区銀座6-6-1 株式会社 G C E インスティテュート内 Tokyo (JP). 岡田 誠司(OKADA Seiji); 〒1040061 東京都中央区銀座6-6-1 株式会社 G C E インスティテュート内 Tokyo (JP). 中村 貴宏(NAKAMURA Takahiro); 〒1040061

(54) Title: POWER GENERATION ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING POWER GENERATION ELEMENT, POWER GENERATION DEVICE, AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 発電素子、発電素子の製造方法、発電装置、及び電子機器



(57) Abstract: [Problem] To provide a power generation element, a method for manufacturing a power generation element, a power generation device, and an electronic apparatus with which it is possible to achieve an increase in the amount of power generated. [Solution] A power generation element 1 that does not require a temperature difference between electrodes during conversion of thermal energy into electric energy is characterized by comprising: a first electrode 11;



WO 2023/038103 A1

東京都中央区銀座 6 - 6 - 1 株式会社 G C
E インスティテュート内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 安彦 元 (ABIKO Gen); 〒1020073 東京都千代田区九段北 1 - 5 - 1 0 九段クレストビル 2 階 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, 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))

an intermediate portion 14 provided on the first electrode 11 and including fine particles exhibiting a perovskite structure; and a second electrode 12 provided on the intermediate portion 14 and having a work function different from that of the first electrode 11. The fine particles are characterized by containing titanium and/or zirconium, for example.

(57) 要約: 【課題】発電量の向上を図ることができる発電素子、発電素子の製造方法、発電装置、及び電子機器を提供する。【解決手段】熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子 1 であって、第 1 電極 1 1 と、前記第 1 電極 1 1 の上に設けられ、ペロブスカイト構造を示す微粒子を含む中間部 1 4 と、前記中間部 1 4 の上に設けられ、前記第 1 電極 1 1 とは異なる仕事関数を有する第 2 電極 1 2 と、を備えることを特徴とする。前記微粒子は、例えばチタン及びジルコニウムの少なくとも何れかを含有することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

発電素子、発電素子の製造方法、発電装置、及び電子機器

技術分野

[0001] この発明は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子の製造方法、発電素子、発電装置、及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、熱エネルギーを利用して電気エネルギーを生成する発電素子の開発が盛んに行われている。特に、電極間の温度差を不要とした発電素子に関し、例えば特許文献1に開示された発電素子等が提案されている。このような発電素子は、電極間に与える温度差を利用して電気エネルギーを生成する構成に比べて、様々な用途への利用が期待されている。

[0003] 特許文献1には、フェムト秒パルスレーザーを用いて溶媒又は有機溶媒に分散されたナノ粒子を生成する生成工程と、第1基板に、第1電極部を形成する第1電極部形成工程と、第2基板に、第2電極部を形成する第2電極部形成工程と、前記第1電極部と前記第2電極部との間に前記溶媒又は前記有機溶媒を挟んだ状態で前記第1基板と前記第2基板とを接合する接合工程と、を備える発電素子の製造方法等が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6781437号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、特許文献1に開示されたような発電素子では、発電量に影響するパラメータとして、主に電極間の仕事関数差が挙げられる。このため、各電極に用いられる材料の選択が制限される場合、発電量の向上が難しいという

事情がある。

[0006] そこで本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的とするところは、発電量の向上を図ることができる発電素子、発電素子の製造方法、発電装置、及び電子機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 第1発明に係る発電素子は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子であって、第1電極と、前記第1電極の上に設けられ、ペロブスカイト構造を示す微粒子を含む中間部と、前記中間部の上に設けられ、前記第1電極とは異なる仕事関数を有する第2電極と、を備えることを特徴とする。

[0008] 第2発明に係る発電素子は、第1発明において、前記微粒子は、チタン及びジルコニウムの少なくとも何れかを含有することを特徴とする。

[0009] 第3発明に係る発電素子は、第1発明又は第2発明において、前記微粒子は、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸鉛、チタン酸錫、チタン酸カドミウム、及びジルコニウム酸ストロンチウムの少なくとも何れかを含有することを特徴とする。

[0010] 第4発明に係る発電素子は、第1発明～第3発明の何れかにおいて、前記中間部は、前記微粒子を内包し、前記第1電極及び前記第2電極を支持する不導体層を含むことを特徴とする。

[0011] 第5発明に係る発電素子は、第4発明において、前記不導体層は、親水性を有する材料を含むことを特徴とする。

[0012] 第6発明に係る発電素子は、第5発明において、前記不導体層は、有機高分子化合物を含むことを特徴とする。

[0013] 第7発明に係る発電素子は、第4発明～第6発明の何れかにおいて、前記中間部は、前記第1電極及び前記第2電極を支持する複数の係止部を含むことを特徴とする。

[0014] 第8発明に係る発電素子は、第7発明において、前記係止部は、前記微粒子よりも大きい中央径を有する球状であることを特徴とする。

- [0015] 第9発明に係る発電素子の製造方法は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子の製造方法であって、第1電極、ペロブスカイト構造を示す微粒子を含む中間部、及び前記第1電極とは異なる仕事関数を有する第2電極、をそれぞれ形成する素子形成工程を備えることを特徴とする。
- [0016] 第10発明に係る発電装置は、第1発明における発電素子と、前記第1電極と電氣的に接続された第1配線と、前記第2電極と電氣的に接続された第2配線と、を備えることを特徴とする。
- [0017] 第11発明に係る電子機器は、第1発明における発電素子と、前記発電素子を電源に用いて駆動する電子部品とを備えることを特徴とする。

発明の効果

- [0018] 第1発明～第9発明によれば、中間部は、ペロブスカイト構造を示す微粒子を含む。このため、発電素子周辺の雰囲気等に含まれる水分子から発生したプロトンが、電極間の電界により低電位側の電極へ移動する。そして、プロトンの移動に伴い、電極間における電子の移動が活性化される。これにより、発電量の向上を図ることが可能となる。
- [0019] 特に、第4発明によれば、中間部は、微粒子を内包する不導体層を含む。即ち、不導体層により、電極間における微粒子の移動が抑制される。このため、経時に伴い微粒子が一方の電極側に偏在し、電子の移動量が減少することを抑制することができる。これにより、発電量の安定化を図ることが可能となる。
- [0020] 特に、第4発明によれば、中間部は、第1電極及び第2電極を支持する不導体層を含む。このため、不導体層の代わりに溶媒等を用いた場合に比べて、電極間の距離（ギャップ）を維持するための支持部等を設ける必要がなく、支持部の形成精度に起因するギャップのバラつきを除くことができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。
- [0021] 特に、第5発明によれば、不導体層は、親水性を有する材料を含む。このため、水分子が微粒子に近接する状態を、容易に維持することができる。こ

れにより、発電量のさらなる安定化を図ることが可能となる。

[0022] 特に、第6発明によれば、不導体層は、有機高分子化合物を含む。このため、不導体層をフレキシブルに形成できる。これにより、用途に応じた形状を有する発電素子とすることが可能となる。

[0023] 特に、第7発明によれば、中間部は、第1電極及び第2電極を支持する複数の係止部を含む。このため、不導体層に起因するギャップのバラつきを抑制することができる。これにより、発電量のさらなる増加を図ることが可能となる。

[0024] 特に、第8発明によれば、係止部は、微粒子よりも大きい中央径を有する球状である。このため、係止部と、各電極との接触面積を最小に抑えることができる。これにより、係止部の配置に伴う発電量の低下を抑制することが可能となる。

[0025] 特に、第10発明によれば、発電装置は、第1発明における発電素子を備える。このため、発電量の安定化を図る発電装置の実現が可能となる。

[0026] 特に、第11発明によれば、電子機器は、第1発明における発電素子を備える。このため、発電量の安定化を図る電子機器の実現が可能となる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1(a)は、第1実施形態における発電素子、及び発電装置の一例を示す模式断面図であり、図1(b)は、図1(a)におけるA-Aに沿った模式断面図である。

[図2]図2は、中間部の一例を示す模式断面図である。

[図3]図3は、第1実施形態における発電素子の製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図4]図4(a)～図4(d)は、第1実施形態における発電素子の製造方法の一例を示す模式断面図である。

[図5]図5(a)は、第1実施形態における発電素子、及び発電装置の第1変形例を示す模式断面図であり、図5(b)は、第1実施形態における発電素子、及び発電装置の第2変形例を示す模式断面図である。

[図6]図6は、中間部の第1変形例を示す模式断面図である。

[図7]図7は、中間部の第2変形例を示す模式断面図である。

[図8]図8は、第2実施形態における発電素子の中間部の一例を示す模式断面図である。

[図9]図9(a)～図9(d)は、発電素子を備えた電子機器の例を示す模式ブロック図であり、図9(e)～図9(h)は、発電素子を含む発電装置を備えた電子機器の例を示す模式ブロック図である。

[図10]図10は、第1実施形態における発電素子の動作例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施形態としての発電素子の製造方法、発電素子、発電装置、及び電子機器の一例について、図面を参照しながら説明する。なお、各図において、各電極が積層される高さ方向を第1方向Zとし、第1方向Zと交差、例えば直交する1つの平面方向を第2方向Xとし、第1方向Z及び第2方向Xのそれぞれと交差、例えば直交する別の平面方向を第3方向Yとする。また、各図における構成は、説明のため模式的に記載されており、例えば各構成の大きさや、構成毎における大きさの対比等については、図とは異なってもよい。

[0029] (第1実施形態：発電素子1、発電装置100)

図1は、本実施形態における発電素子1、及び発電装置100の一例を示す模式図である。図1(a)は、本実施形態における発電素子1、及び発電装置100の一例を示す模式断面図であり、図1(b)は、図1(a)におけるA-Aに沿った模式断面図である。

[0030] (発電装置100)

図1(a)に示すように、発電装置100は、発電素子1と、第1配線101と、第2配線102とを備える。発電素子1は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。このような発電素子1を備えた発電装置100は、例えば、図示せぬ熱源に搭載又は設置され、熱源の熱エネルギーを元として、

発電素子 1 から発生した電気エネルギーを、第 1 配線 101 及び第 2 配線 102 を介して負荷 R へ出力する。負荷 R の一端は第 1 配線 101 と電氣的に接続され、他端は第 2 配線 102 と電氣的に接続される。負荷 R は、例えば電氣的な機器を示す。負荷 R は、例えば発電装置 100 を主電源又は補助電源に用いて駆動される。

[0031] 発電素子 1 の熱源としては、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等の電子デバイス又は電子部品、LED (Light Emitting Diode) 等の発光素子、自動車等のエンジン、工場の生産設備、人体、太陽光、及び環境温度等が挙げられる。例えば、電子デバイス、電子部品、発光素子、エンジン、及び生産設備等は、人工熱源である。人体、太陽光、及び環境温度等は自然熱源である。発電素子 1 を備えた発電装置 100 は、例えば IoT (Internet of Things) デバイス及びウェアラブル機器等のモバイル機器や自立型センサ端末の内部に設けることができ、電池の代替又は補助として用いることができる。さらに、発電装置 100 は、太陽光発電等のような、より大型の発電装置への応用も可能である。

[0032] (発電素子 1)

発電素子 1 は、例えば、上記人工熱源が発した熱エネルギー、又は上記自然熱源が持つ熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、電流を生成する。発電素子 1 は、発電装置 100 内に設けるだけでなく、発電素子 1 自体を、上記モバイル機器や上記自立型センサ端末等の内部に設けることもできる。この場合、発電素子 1 自体が、上記モバイル機器又は上記自立型センサ端末等の、電池の代替部品又は補助部品となり得る。

[0033] 発電素子 1 は、例えば図 1 (a) に示すように、第 1 電極 11 と、第 2 電極 12 と、中間部 14 とを備える。発電素子 1 は、例えば第 1 基板 15、及び第 2 基板 16 の少なくとも何れかを備えてもよい。

[0034] 第 1 電極 11 及び第 2 電極 12 は、互いに対向して設けられる。第 1 電極 11 及び第 2 電極 12 は、それぞれ異なる仕事関数を有する。中間部 14 は、例えば図 2 に示すように、第 1 電極 11 と、第 2 電極 12 との間 (ギャッ

プG)を含む空間140に設けられる。

[0035] 例えば第1電極11の仕事関数は、第2電極12の仕事関数よりも大きい。この場合、ギャップGには電界が発生し、第1電極11が低電位、第2電極12が高電位を示す。

[0036] 中間部14は、ペロブスカイト構造を示す微粒子141を含む。ここで、例えば図10に示すように、発電素子1の周辺の雰囲気に含まれる水分子は、ペロブスカイト構造に含有されるバリウム等の金属イオンと反応し得る。これにより、水分子は、ヒドロニウム (H_3O^+)、及び水酸化物イオン (OH^-) が生成される。ヒドロニウムは、隣接する水分子に対しプロトン (H^+) を伝達させる。この際、プロトンの伝達速度は、イオン伝導等に比べて極めて速い傾向を示すことが想定される。ここで、各電極11、12の仕事関数差に基づき発生したギャップGの電界により、プロトンは低電位側の電極(図10では第1電極11)に向かって移動し、水酸化物イオンは高電位側の電極(図10では第2電極12)に向かって移動する。その後、プロトンは、低電位側の第1電極11から電子を受取り、水酸化物イオンは、高電位側の第2電極12に電子を供給する。このため、各電極11、12の間における電子の移動が活性化される。これにより、発電量の向上を図ることが可能となる。

[0037] 以下、各構成についての詳細を説明する。

[0038] <第1電極11、第2電極12>

第1電極11及び第2電極12は、例えば図1(a)に示すように、第1方向Zに離間する。各電極11、12は、例えば第2方向X及び第3方向Yに延在し、複数設けられてもよい。例えば1つの第2電極12は、複数の第1電極11とそれぞれ異なる位置で対向して設けられてもよい。また、例えば1つの第1電極11は、複数の第2電極12とそれぞれ異なる位置で対向して設けられてもよい。

[0039] 第1電極11及び第2電極12の材料として、導電性を有する材料が用いられる。第1電極11及び第2電極12の材料として、例えばそれぞれ異なる

る仕事関数を有する材料が用いられる。なお、各電極 1 1、1 2 に同一の材料を用いてもよく、この場合、それぞれ異なる仕事関数を有していればよい。

[0040] 各電極 1 1、1 2 の材料として、例えば鉄、アルミニウム、銅等の単一元素からなる材料が用いられるほか、例えば 2 種類以上の元素からなる合金の材料が用いられてもよい。各電極 1 1、1 2 の材料として、例えば非金属導電物が用いられてもよい。非金属導電物の例としては、シリコン (Si : 例えば p 型 Si、あるいは n 型 Si)、及びグラフェン等のカーボン系材料等を挙げることができる。

[0041] 第 1 電極 1 1 及び第 2 電極 1 2 の第 1 方向 Z に沿った厚さは、例えば 4 nm 以上 1 μ m 以下である。第 1 電極 1 1 及び第 2 電極 1 2 の第 1 方向 Z に沿った厚さは、例えば 4 nm 以上 50 nm 以下でもよい。

[0042] 第 1 電極 1 1 と、第 2 電極 1 2 との間の距離を示すギャップ G は、例えば不導体層 1 4 2 の厚さを変更することで任意に設定することができる。例えばギャップ G を狭くすることで、各電極 1 1、1 2 の間に発生する電界を大きくすることができるため、発電素子 1 の発電量を増加させることができる。また、例えばギャップ G を狭くすることで、発電素子 1 の第 1 方向 Z に沿った厚さを薄くすることができる。

[0043] ギャップ G は、例えば 500 μ m 以下の有限値である。ギャップ G は、例えば 10 nm 以上 1 μ m 以下である。例えばギャップ G が 200 nm 以下の場合、第 2 方向 X 及び第 3 方向 Y に沿った面におけるギャップ G のバラつきに起因する発電量の低下につながり得る。また、ギャップ G が 1 μ m よりも大きい場合、各電極 1 1、1 2 の間に発生する電界が弱まる可能性がある。これらのため、ギャップ G は、200 nm よりも大きく、1 μ m 以下であることが好ましい。

[0044] <中間部 1 4 >

中間部 1 4 は、例えば微粒子 1 4 1 と、不導体層 1 4 2 とを含む。不導体層 1 4 2 は、微粒子 1 4 1 を内包し、第 1 電極 1 1 及び第 2 電極 1 2 を支持

する。この場合、不導体層142により、ギャップGにおける微粒子141の移動が抑制される。このため、経時に伴い微粒子141が一方の電極11、12側に偏在し、電子の移動量が減少することを抑制することができる。これにより、発電量の安定化を図ることが可能となる。

[0045] 不導体層142は、例えば不導体材料を硬化させて形成される。不導体層142は、例えば固体を示す。不導体層142は、例えば希釈剤の残渣や、不導体材料の未硬化部を含んでもよい。この場合においても、上記と同様に、発電量の安定化を図ることが可能となる。また、微粒子141は、例えば不導体層142に分散された状態で固定される。この場合においても、上記と同様に、発電量の安定化を図ることが可能となる。

[0046] 中間部14は、第1電極11の上に設けられる。また、第2電極12は、不導体層142の上に設けられる。ここで、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子1では、第2方向X及び第3方向Yに沿った面におけるギャップGのバラつきを抑制することで、発電量の増加を図ることができる。この点、中間部として溶媒等の液体を用いる場合、ギャップGを維持するための支持部等を設ける必要がある。しかしながら、支持部等の形成に伴い、上記ギャップGのバラつきを大きくし得ることが懸念されていた。これに対し、本実施形態における発電素子1では、第2電極12は、不導体層142の上に設けられるため、ギャップGを維持するための支持部等を設ける必要がなく、支持部等の形成精度に起因するギャップのバラつきを除くことができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。

[0047] また、ギャップを維持するための支持部等を設ける場合、支持部に微粒子141が接触し、支持部周辺に凝集する懸念が挙げられる。これに対し、本実施形態における発電素子1では、支持部に起因して微粒子141が凝集する状態を排除することができる。これにより、安定した発電量を維持することが可能となる。

[0048] 中間部14は、例えば図1(b)に示すように、第2方向X及び第3方向

Yに沿った平面に延在する。中間部14は、各電極11、12の間に形成された空間140内に設けられる。中間部14は、各電極11、12の互いに対向する主面に接するほか、例えば各電極11、12の側面に接してもよい。

[0049] 微粒子141は、不導体層142に分散され、例えば一部が不導体層142から露出してもよい。微粒子141は、例えばギャップG内に充填され、微粒子141の隙間に不導体層142が設けられてもよい。微粒子141の粒子径は、例えばギャップGよりも小さい。微粒子141の粒子径は、例えばギャップGの $1/10$ 以下の有限値とされる。微粒子141の粒子径を、ギャップGの $1/10$ 以下とすると、空間140内に微粒子141を含む中間部14を、形成しやすくなる。これにより、発電素子1を生成する際、作業性を向上させることが可能となる。

[0050] ここで、「微粒子」とは、複数の粒子を含んだものを示す。微粒子141は、例えば2nm以上1000nm以下の粒子径を有する粒子を含む。微粒子141は、例えば、メディアン径（中央径：D50）が3nm以上8nm以下の粒子径を有する粒子を含んでもよいほか、例えば平均粒径が3nm以上8nm以下の粒子径を有する粒子を含んでもよい。メディアン径又は平均粒径は、例えば粒度分布計測器を用いることで、測定することができる。粒度分布計測器としては、例えば、動的光散乱法を用いた粒度分布計測器（例えばMalvern Panalytical 製ゼータサイザーUltra等）を用いればよい。

[0051] 微粒子141は、ペロブスカイト構造を示す。微粒子141は、例えばチタン及びジルコニウムの少なくとも何れかを含有する。

[0052] 微粒子141は、例えばチタン酸バリウム（ $BaTiO_3$ ）、チタン酸ストロンチウム（ $SrTiO_3$ ）、チタン酸カルシウム（ $CaTiO_3$ ）、チタン酸鉛（ $PbTiO_3$ ）、チタン酸錫（ $SnTiO_3$ ）、チタン酸カドミウム（ $CdTiO_3$ ）、及びジルコン酸ストロンチウム（ $SrZrO_3$ ）の少なくとも何れかを含有する。

[0053] 微粒子141は、例えば被膜141aを表面に含む。被膜141aの厚さ

は、例えば20nm以下の有限値である。このような被膜141aを微粒子141の表面に設けることで、例えば不導体層142に分散させる際の凝集を抑制することができる。また、例えば電子が、第1電極11と微粒子141との間、複数の微粒子141の間、及び第2電極12と微粒子141との間を、トンネル効果等を利用して移動する可能性を高めることが可能となる。

[0054] 被膜141aとして、例えばチオール基又はジスルフィド基を有する材料が用いられる。チオール基を有する材料として、例えばドデカンチオール等のアルカンチオールが用いられる。ジスルフィド基を有する材料として、例えばアルカンジスルフィド等が用いられる。

[0055] 不導体層142は、各電極11、12の間に設けられ、例えば各電極11、12に接する。不導体層142の厚さは、例えば500 μ m以下の有限値である。不導体層142の厚さは、上述したギャップGの値やバラつきに影響する。このため、例えば不導体層142の厚さが200nm以下の場合、第2方向X及び第3方向Yに沿った面におけるギャップGのバラつきに起因する発電量の低下につながり得る。また、不導体層142の厚さが1 μ mよりも大きい場合、各電極11、12の間に発生する電界が弱まる可能性がある。これらのため、不導体層142の厚さは、200nmよりも大きく、1 μ m以下であることが好ましい。

[0056] 不導体層142は、例えば1種類の材料を含むほか、用途に応じて複数の材料を含んでもよい。不導体層142として、例えばISO1043-1、又はJIS K 6899-1に記載の材料が用いられてもよい。不導体層142は、例えば異なる材料を含む複数の層を含み、各層を積層した構成を含んでもよい。不導体層142が複数の層を含む場合、例えば各層にはそれぞれ異なる材料を含む微粒子141が内包（例えば分散）されてもよい。

[0057] 不導体層142は、例えば絶縁性を有する。不導体層142に用いられる材料は、微粒子141を分散した状態で固定できる不導体の材料であれば任意であるが、有機高分子化合物が好ましい。不導体層142が有機高分子化

合物を含む場合、不導体層142をフレキシブルに形成できるため、湾曲や屈曲等の用途に応じた形状を有する発電素子1を形成することができる。

[0058] 有機高分子化合物としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリ(メタ)アクリレート、ラジカル重合系の光または熱硬化性樹脂、光カチオン重合系の光または熱硬化性樹脂、あるいはエポキシ樹脂、アクリロニトリル成分を含有する共重合体、ポリビニルフェノール、ポリスチレン、ノボラック樹脂、ポリフッ化ビニリデンなどを用いることができる。

[0059] 不導体層142は、例えば親水性を有する材料を含む。この場合、水分子が微粒子141に近接する状態を、容易に維持することができる。不導体層142として、例えばポリビニルアルコール、メチルセルロース、ポリエチレングリコール等の材料が用いられる。なお、親水性を有する材料として、例えば非イオン高分子、アニオン性高分子、カチオン性高分子、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、及びポリウレタン樹脂等の公知の材料が挙げられる。

[0060] なお、例えば不導体層142として、無機物質が用いられてもよい。無機物質として、例えばゼオライトや珪藻土等の多孔無機物質のほか、籠状分子等が挙げられる。

[0061] <第1基板15、第2基板16>

第1基板15及び第2基板16は、例えば図1(a)に示すように、各電極11、12及び中間部14を挟み、第1方向Zに離間して設けられる。第1基板15は、例えば第1電極11と接し、第2電極12と離間する。第1基板15は、第1電極11を固定する。第2基板16は、第2電極12と接し、第1電極11と離間する。第2基板16は、第2電極12を固定する。

[0062] 各基板15、16の第1方向Zに沿った厚さは、例えば10 μ m以上2mm以下である。各基板15、16の厚さは、任意に設定することができる。各基板15、16の形状は、例えば正方形や長方形の四角形のほか、円盤状等でもよく、用途に応じて任意に設定することができる。

- [0063] 各基板15、16として、例えば絶縁性を有する板状の部材を用いることができ、例えばシリコン、石英、パイレックス（登録商標）等の公知の部材を用いることができる。各基板15、16は、例えばフィルム状の部材が用いられてもよく、例えばPET（polyethylene terephthalate）、PC（polycarbonate）、及びポリイミド等の公知のフィルム状部材が用いられてもよい。
- [0064] 各基板15、16として、例えば導電性を有する部材を用いることができ、例えば鉄、アルミニウム、銅、又はアルミニウムと銅との合金等を挙げることができる。また、各基板15、16としては、例えばSi、GaN等の導電性を有する半導体の他、導電性高分子等の部材を用いてもよい。各基板15、16に導電性を有する部材を用いる場合、各電極11、12に接続するための配線が不要となる。
- [0065] 例えば、第1基板15が半導体の場合、第1電極11と接する縮退部を有してもよい。この場合、縮退部を有しない場合に比べて、第1電極11と第1基板15との間における接触抵抗を低減させることができる。また、第1基板15は、第1電極11と接する面とは異なる表面に、縮退部を有してもよい。この場合、第1基板15と電氣的に接続される配線（例えば第1配線101）との接触抵抗を低減させることができる。
- [0066] 例えば図1（a）に示す発電素子1を複数用いて積層する場合、第1基板15及び第2基板16として、半導体を用いてもよい。この場合、各発電素子1の積層に伴い接する各基板15、16の接触面に縮退部を設けることで、接触抵抗を低減させることができる。
- [0067] 上述した縮退部は、例えばn型のドーパントを高濃度に半導体にイオン注入することや、n型のドーパントを含むガラスなどの材料を半導体にコーティングし、コーティング後に熱処理を行うことによって生成される。
- [0068] なお、半導体の第1基板15にドーパされる不純物として、n型であればP、As、Sb等、p型であればB、Ba、Al等の公知の不純物が挙げられる。また、縮退部の不純物の濃度は、例えば、 1×10^{19} イオン/cm³で

あれば、電子を効率よく放出させることができる。

[0069] 例えば、第1基板15が半導体の場合、第1基板15の比抵抗値は、例えば $1 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であればよい。第1基板15の比抵抗値が $1 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ を下回ると、材料の選定が難しい。また、第1基板15の比抵抗値が $1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ よりも大きいと、電流のロスが増大する懸念がある。

[0070] なお、上記では、第1基板15が半導体の場合について説明したが、第2基板16が半導体でもよい。この場合、上記と同様のため、説明を省略する。

[0071] なお、発電素子1は、例えば図5(a)に示すように第1基板15のみを備えるほか、第2基板16のみを備えてもよい。また、発電素子1は、例えば図5(b)に示すように、各基板15、16を備えずに、第1電極11、中間部14、及び第2電極12の順に複数積層された積層構造（例えば1a、1b、1c等）を示すほか、例えば各基板15、16の少なくとも何れかを備えた積層構造を示してもよい。

[0072] なお、中間部14は、例えば図6に示すように、不導体層142の代わりに、溶媒142sを含んでもよい。この場合、微粒子141は、溶媒142sに分散される。また、各電極11、12は、図示しない支持部により支持される。溶媒142sとして、たとえば水やトルエン等のような公知の液体が用いられる。この場合においても、上述したペロブスカイト構造を示す微粒子141を含むことで、発電量の向上を図ることが可能となる。

[0073] なお、中間部14は、例えば図7に示すように、不導体層142を含まなくてもよい。この場合、微粒子141は、ギャップGに充填される。また、各電極11、12は、図示しない支持部により支持される。この場合においても、上述したペロブスカイト構造を示す微粒子141を含むことで、発電量の向上を図ることが可能となる。

[0074] <発電素子1の動作例>

例えば、熱エネルギーが発電素子1に与えられると、第1電極11と第2

電極 1 2 との間に電流が発生し、熱エネルギーが電気エネルギーに変換される。第 1 電極 1 1 と第 2 電極 1 2 との間に発生する電流量は、熱エネルギーに依存する他、第 2 電極 1 2 の仕事関数と、第 1 電極 1 1 の仕事関数との差に依存する。

[0075] 発生する電流量は、例えば第 1 電極 1 1 と第 2 電極 1 2 との仕事関数差を大きくすること、及びギャップ G を小さくすることで、増やすことができる。例えば、発電素子 1 が発生させる電気エネルギーの量は、上記仕事関数差を大きくすること、及び上記ギャップ G を小さくすること、の少なくとも何れか 1 つを考慮することで、増加させることができる。また、各電極 1 1、1 2 の間に、微粒子 1 4 1 を設けることで、各電極 1 1、1 2 の間を移動する電子の量を増大させることができ、電流量の増加に繋げることが可能となる。

[0076] 上記に加え、本実施形態の発電素子 1 では、ペロブスカイト構造を示す微粒子 1 4 1 を含む。このため、このため、上述したプロトンの特徴により、各電極 1 1、1 2 の間における電子の移動が活性化される。これにより、発電量の向上を図ることが可能となる。

[0077] なお、「仕事関数」とは、固体内にある電子を真空中に取出すために必要な最小限のエネルギーを示す。仕事関数は、例えば、紫外光電子分光法 (UPS : Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy)、X線光電子分光法 (XPS : X-ray Photoelectron Spectroscopy) やオージェ電子分光法 (AES : Auger Electron Spectroscopy) を用いて測定することができる。なお、「仕事関数」として、発電素子 1 の各構成を対象とした実測値が用いられるほか、例えば材料に対して計測された公知の値が用いられてもよい。

[0078] (実施形態 : 発電素子 1 の製造方法)

次に、本実施形態における発電素子 1 の製造方法の一例を説明する。図 3 は、本実施形態における発電素子 1 の製造方法の一例を示すフローチャートである。

[0079] 発電素子 1 の製造方法は、素子形成工程 S 1 0 0 を備え、例えば封止材形

成工程S140を備えてもよい。

[0080] <素子形成工程S100>

素子形成工程S100は、第1電極11、中間部14、及び第2電極12をそれぞれ形成する。素子形成工程S100は、例えば第1電極11、中間部14、及び第2電極12をそれぞれ複数積層してもよい。素子形成工程S100では、例えば公知の形成技術を用いて、第1電極11、中間部14、及び第2電極12をそれぞれ形成する。素子形成工程S100は、例えば第1電極形成工程S110と、中間部形成工程S120と、第2電極形成工程S130とを含む。なお、各工程S110、S120、S130を実施する順番は、任意である。

[0081] <第1電極形成工程S110>

第1電極形成工程S110は、第1電極11を形成する。第1電極形成工程S110は、例えば図4(a)に示すように、第1基板15の上に第1電極11を形成する。第1電極11は、例えば減圧環境下におけるスパッタリング法又は真空蒸着法により形成されるほか、公知の電極形成技術を用いて形成される。なお、第1電極形成工程S110では、例えば第1基板15の代わりに、延伸された電極材料を任意の大きさに加工することで、第1電極11を形成してもよい。この場合、第1基板15を用いなくてもよい。

[0082] 第1電極形成工程S110は、例えば第1基板15の上に、第1電極11を形成してもよい。例えば第1基板15としてフィルム状の部材を用いた場合、第1電極11を第1基板15の上に塗布し、第1基板15及び第1電極11をロール状に巻き取ることができる。その後、例えば後述する中間部形成工程S120、第2電極形成工程S130、及び封止材形成工程S140の少なくとも何れかの工程において、用途に応じた面積に切断してもよい。

[0083] <中間部形成工程S120>

中間部形成工程S120は、例えば図4(b)に示すように、第1電極11の上に、不導体層142を含む中間部14を形成する。中間部形成工程S120は、例えば微粒子141を内包した不導体材料を、第1電極11の表

面等に塗布し、不導体材料を硬化させることで不導体層 142 を形成する。これにより、微粒子 141 を内包した不導体層 142 を含む中間部 14 が形成される。

[0084] 中間部形成工程 S 1 2 0 は、例えばスクリーン印刷法やスピコート法等の公知の塗布技術により、第 1 電極 11 の表面に不導体材料を塗布する。不導体材料を塗布する膜厚は、上述したギャップ G の設計に伴い任意に設定することができる。

[0085] 不導体材料として、エポキシ樹脂等のような公知の絶縁性を有する高分子材料が用いられる。不導体材料として、熱硬化性樹脂が用いられるほか、例えば紫外線硬化樹脂が用いられる。中間部形成工程 S 1 2 0 は、不導体材料の特性に応じて、塗布された不導体材料に対して加熱や UV 照射等を行い、不導体層 142 を形成してもよい。

[0086] 中間部形成工程 S 1 2 0 は、例えば任意の無機物質材料の中に微粒子材料を混ぜ、レーザ照射を実施してもよい。これにより、微粒子 141 を内包した不導体層 142 が形成され、中間部 14 が形成される。

[0087] <第 2 電極形成工程 S 1 3 0>

第 2 電極形成工程 S 1 3 0 は、例えば図 4 (c) に示すように、不導体層 142 の上に、第 2 電極 12 を形成する。第 2 電極 12 は、例えば第 1 電極 11 よりも低い仕事関数を有する材料を用いて形成される。第 2 電極 12 は、例えばナノインプリンティング法等の公知の電極形成技術を用いて形成される。

[0088] 第 2 電極形成工程 S 1 3 0 は、例えば不導体層 142 の表面に、減圧環境下でスパッタリング法又は真空蒸着法により形成される。この場合、第 2 電極 12 を形成した時点で、第 2 電極 12 の主面が大気等に曝されずに不導体層 142 に接する。このため、第 2 電極 12 の仕事関数の変動を抑制することができる。これにより、発電量のさらなる安定化を図ることが可能となる。

[0089] 第 2 電極形成工程 S 1 3 0 は、例えば予め第 2 基板 16 の上に設けられた

第2電極12の表面と、不導体層142の表面とを当接させることで、第2電極12を形成してもよい。この場合、不導体層142の表面に直接第2電極12を形成する場合に比べて、不導体層142の表面状態に起因する第2電極12の表面状態のバラつきを抑制することができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。

[0090] 例えば第2基板16としてフィルム状の部材を用いた場合、第2電極12を塗布した第2基板16を準備することで実現でき、例えば第2基板16及び第2電極12をロール状に巻き取った状態で準備してもよい。その後、例えば後述する封止材形成工程S140の前後において、用途に応じた面積に切断してもよい。

[0091] なお、第2電極形成工程S130は、例えば不導体層142の上に、第2電極12を形成したあと、中間部14及び第2電極12を加熱してもよい。中間部14及び第2電極12の加熱は、例えば中間部形成工程S120における加熱の代わりに実施してもよく、中間部形成工程S120における加熱に加えて実施してもよい。この場合、不導体層142における第2電極12と接する表面が平坦化され易くなる。このため、不導体層142と、第2電極12との間における僅かな隙間の発生を抑制することができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。

[0092] <封止材形成工程S140>

例えば第2電極形成工程S130のあと、封止材形成工程S140を実施してもよい。封止材形成工程S140は、例えば図4(d)に示すように、第1電極11、中間部14、及び第2電極12の少なくとも何れかと接する封止材17を形成する。封止材17は、ナノインプリンティング法等の公知の技術を用いて形成される。

[0093] 封止材17として、絶縁性材料が用いられ、例えばフッ素系絶縁性樹脂等の公知の絶縁性樹脂が用いられる。封止材17を形成することで、外部環境に起因する不導体層142及び微粒子141の劣化を抑制することができる。これにより、耐久性の向上を図ることが可能となる。

- [0094] 特に、中間部14を覆うように封止材17を形成する場合、中間部14が外部に晒されないため、耐久性のさらなる向上を図ることが可能となる。
- [0095] 上述した各工程を実施することで、本実施形態における発電素子1が形成される。なお、例えば図1(a)に示す第2基板16を、第2電極12の上に形成してもよい。また、例えば各配線101、102等を形成することで、本実施形態における発電装置100が形成される。
- [0096] 本実施形態によれば、中間部14は、ペロブスカイト構造を示す微粒子141を含む。このため、発電素子1周辺の雰囲気等に含まれる水分子から発生したプロトンが、電極間（第1電極11、第2電極12）の電界により低電位側の電極（第1電極11）へ移動する。そして、プロトンの移動に伴い、電極間における電子の移動が活性化される。これにより、発電量の向上を図ることが可能となる。
- [0097] また、本実施形態によれば、中間部14は、微粒子141を内包する不導体層142を含む。即ち、不導体層142により、電極間における微粒子141の移動が抑制される。このため、経時に伴い微粒子141が一方の電極側に偏在し、電子の移動量が減少することを抑制することができる。これにより、発電量の安定化を図ることが可能となる。
- [0098] また、本実施形態によれば、中間部14は、第1電極11及び第2電極12を支持する不導体層142を含む。このため、不導体層142の代わりに溶媒等を用いた場合に比べて、電極間の距離（ギャップG）を維持するための支持部等を設ける必要がなく、支持部の形成精度に起因するギャップGのバラつきを除くことができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。
- [0099] また、本実施形態によれば、不導体層142は、親水性を有する材料を含む。このため、水分子が微粒子141に近接する状態を、容易に維持することができる。これにより、発電量のさらなる安定化を図ることが可能となる。
- [0100] また、本実施形態によれば、不導体層142は、有機高分子化合物を含む

。このため、不導体層142をフレキシブルに形成できる。これにより、用途に応じた形状を有する発電素子1とすることが可能となる。

[0101] また、本実施形態によれば、例えば封止材形成工程S140は、第2電極形成工程S130のあと、第1電極11、中間部14、及び第2電極12と接する封止材17を形成してもよい。この場合、外部環境に起因する不導体層142及び微粒子141の劣化を抑制することができる。これにより、耐久性の向上を図ることが可能となる。

[0102] また、本実施形態によれば、例えば第2電極形成工程S130は、不導体層142の表面に、減圧環境下で第2電極12を形成してもよい。この場合、第2電極12の仕事関数の変動を抑制することができる。これにより、発電量のさらなる安定化を図ることが可能となる。

[0103] また、本実施形態によれば、例えば第2電極形成工程S130は、予め第2基板16の上に設けられた第2電極12の表面と、不導体層142の表面とを当接させることを含んでもよい。この場合、不導体層142の表面に直接第2電極12を形成する場合に比べて、不導体層142の表面状態に起因する第2電極12の表面状態のバラつきを抑制することができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。

[0104] また、本実施形態によれば、例えば中間部14は、第1電極11の上に設けられ、固体の不導体層142と、不導体層142に分散された状態で固定された微粒子141とを含んでもよい。即ち、不導体層142により、電極間（第1電極11、第2電極12）における微粒子141の移動が抑制される。この場合、経時に伴い微粒子141が一方の電極側に偏在し、電子の移動量が減少することを抑制することができる。これにより、発電量の安定化を図ることが可能となる。

[0105] また、本実施形態によれば、例えば中間部14は、第1電極11の上に設けられ、固体の不導体層142を含んでもよい。また、第2電極12は、不導体層142の上に設けられ、第1電極11とは異なる仕事関数を有してもよい。この場合、不導体層142の代わりに溶媒等を用いた場合に比べて、

電極間の距離（ギャップG）を維持するための支持部等を設ける必要がなく、支持部等の形成精度に起因するギャップGのバラつきを除くことができる。これにより、発電量の増加を図ることが可能となる。

[0106]（第2実施形態：発電素子1）

次に、第2実施形態における発電素子1の一例について説明する。上述した実施形態と、本実施形態との違いは、中間部14が係止部143を含む点である。なお、上述した構成と同様の内容については、説明を省略する。

[0107] 中間部14は、例えば図8に示すように、第1電極11及び第2電極12を支持する複数の係止部143を含む。係止部143は、例えば球状であるほか、円柱状等のような形状でもよく、用途に応じて任意である。

[0108] 係止部143として、絶縁性の材料が用いられ、例えば金属酸化物が用いられる。係止部143として、例えばジルコニア（ ZrO_2 ）、チタニア（ TiO_2 ）、シリカ（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）、酸化鉄（ Fe_2O_3 、 Fe_2O_5 ）等の材料が用いられる。

[0109] 係止部143は、例えば上述したギャップGの値と同等の大きさを示す。係止部143は、例えば上述した不導体層142の厚さと同等の大きさを示す。係止部143は、例えば微粒子141よりも大きい中央径を有する球状である。

[0110]（第2実施形態：発電素子1の製造方法）

次に、第2実施形態における発電素子1の製造方法の一例について説明する。上述した実施形態と、本実施形態との違いは、中間部形成工程S120において、係止部143を形成する点である。なお、上述した構成と同様の内容については、説明を省略する。

[0111] 本実施形態における中間部形成工程S120は、例えば微粒子141及び複数の係止部143を混合した不導体材料を、第1電極11の表面等に塗布する。中間部形成工程S120では、例えば第1電極11の表面等に複数の係止部143を形成したあと、微粒子141を内包した不導体材料を塗布してもよい。係止部143を形成することで、硬化前後における不導体材料の

上に第2電極12を形成する際、ギャップGの幅を容易に制御することができる。

[0112] 本実施形態によれば、中間部14は、第1電極11及び第2電極12を支持する複数の係止部143を含む。このため、不導体層142に起因するギャップのバラつきを抑制することができる。これにより、発電量のさらなる増加を図ることが可能となる。

[0113] また、本実施形態によれば、係止部143は、微粒子141よりも大きい中央径を有する球状である。このため、係止部143と、各電極11、12との接触面積を最小に抑えることができる。これにより、係止部143の配置に伴う発電量の低下を抑制することが可能となる。

[0114] (実施形態：電子機器500)

<電子機器500>

上述した発電素子1及び発電装置100は、例えば電子機器に搭載することが可能である。以下、電子機器の実施形態のいくつかを説明する。

[0115] 図9(a)～図9(d)は、発電素子1を備えた電子機器500の例を示す模式ブロック図である。図9(e)～図9(h)は、発電素子1を含む発電装置100を備えた電子機器500の例を示す模式ブロック図である。

[0116] 図9(a)に示すように、電子機器500(エレクトリックプロダクト)は、電子部品501(エレクトロニックコンポーネント)と、主電源502と、補助電源503と、を備えている。電子機器500及び電子部品501のそれぞれは、電氣的な機器(エレクトリカルデバイス)である。

[0117] 電子部品501は、主電源502を電源に用いて駆動される。電子部品501の例としては、例えば、CPU、モーター、センサ端末、及び照明等を挙げることができる。電子部品501が、例えばCPUである場合、電子機器500には、内蔵されたマスター(CPU)によって制御可能な電子機器が含まれる。電子部品501が、例えば、モーター、センサ端末、及び照明等の少なくとも1つを含む場合、電子機器500には、外部にあるマスター、あるいは人によって制御可能な電子機器が含まれる。

- [0118] 主電源502は、例えば電池である。電池には、充電可能な電池も含まれる。主電源502のプラス端子(+)は、電子部品501のVcc端子(Vcc)と電氣的に接続される。主電源502のマイナス端子(-)は、電子部品501のGND端子(GND)と電氣的に接続される。
- [0119] 補助電源503は、発電素子1である。発電素子1は、上述した発電素子1の少なくとも1つを含む。電子機器500において、補助電源503は、例えば主電源502と併用され、主電源502をアシストするための電源や、主電源502の容量が切れた場合、主電源502をバックアップするための電源として使うことができる。主電源502が充電可能な電池である場合には、補助電源503は、さらに、電池を充電するための電源としても使うことができる。
- [0120] 図9(b)に示すように、主電源502は、発電素子1とされてもよい。図9(b)に示す電子機器500は、主電源502として使用される発電素子1と、発電素子1を用いて駆動されることが可能な電子部品501と、を備えている。発電素子1は、独立した電源(例えばオフグリッド電源)である。このため、電子機器500は、例えば自立型(スタンドアローン型)にできる。しかも、発電素子1は、環境発電型(エネルギーハーベスト型)である。図9(b)に示す電子機器500は、電池の交換が不要である。
- [0121] 図9(c)に示すように、電子部品501が発電素子1を備えていてもよい。発電素子1のアノードは、例えば、回路基板(図示は省略する)のGND配線と電氣的に接続される。発電素子1のカソードは、例えば、回路基板(図示は省略する)のVcc配線と電氣的に接続される。この場合、発電素子1は、電子部品501の、例えば補助電源503として使うことができる。
- [0122] 図9(d)に示すように、電子部品501が発電素子1を備えている場合、発電素子1は、電子部品501の、例えば主電源502として使うことができる。
- [0123] 図9(e)~図9(h)のそれぞれに示すように、電子機器500は、発

電装置100を備えていてもよい。発電装置100は、電気エネルギーの源として発電素子1を含む。

[0124] 図9(d)に示した実施形態は、電子部品501が主電源502として使用される発電素子1を備えている。同様に、図9(h)に示した実施形態は、電子部品501が主電源として使用される発電装置100を備えている。これらの実施形態では、電子部品501が、独立した電源を持つ。このため、電子部品501を、例えば自立型とすることができる。自立型の電子部品501は、例えば、複数の電子部品を含み、かつ、少なくとも1つの電子部品が別の電子部品と離れているような電子機器に有効に用いることができる。そのような電子機器500の例は、センサである。センサは、センサ端末(スレーブ)と、センサ端末から離れたコントローラ(マスター)と、を備えている。センサ端末及びコントローラのそれぞれは、電子部品501である。センサ端末が、発電素子1又は発電装置100を備えていれば、自立型のセンサ端末となり、有線での電力供給の必要がない。発電素子1又は発電装置100は環境発電型であるので、電池の交換も不要である。センサ端末は、電子機器500の1つと見なすこともできる。電子機器500と見なされるセンサ端末には、センサのセンサ端末に加えて、例えば、IoTワイヤレスタグ等が、さらに含まれる。

[0125] 図9(a)～図9(h)のそれぞれに示した実施形態において共通することは、電子機器500は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する発電素子1と、発電素子1を電源に用いて駆動されることが可能な電子部品501と、を含むことである。

[0126] 電子機器500は、独立した電源を備えた自律型(オートノマス型)であってもよい。自律型の電子機器の例は、例えばロボット等を挙げることができる。さらに、発電素子1又は発電装置100を備えた電子部品501は、独立した電源を備えた自律型であってもよい。自律型の電子部品の例は、例えば可動センサ端末等を挙げるができる。

[0127] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例とし

て提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0128]	1	: 発電素子
	1 1	: 第 1 電極
	1 2	: 第 2 電極
	1 4	: 中間部
	1 5	: 第 1 基板
	1 6	: 第 2 基板
	1 7	: 封止材
	1 0 0	: 発電装置
	1 0 1	: 第 1 配線
	1 0 2	: 第 2 配線
	1 4 0	: 空間
	1 4 1	: 微粒子
	1 4 1 a	: 被膜
	1 4 2	: 不導体層
	1 4 2 s	: 溶媒
	1 4 3	: 係止部
	5 0 0	: 電子機器
	5 0 1	: 電子部品
	5 0 2	: 主電源
	5 0 3	: 補助電源
	G	: ギャップ
	R	: 負荷

- S 1 0 0 : 素子形成工程
- S 1 1 0 : 第 1 電極形成工程
- S 1 2 0 : 中間部形成工程
- S 1 3 0 : 第 2 電極形成工程
- S 1 4 0 : 封止材形成工程
- Z : 第 1 方向
- X : 第 2 方向
- Y : 第 3 方向

請求の範囲

- [請求項1] 熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子であって、
- 第1電極と、
- 前記第1電極の上に設けられ、ペロブスカイト構造を示す微粒子を含む中間部と、
- 前記中間部の上に設けられ、前記第1電極とは異なる仕事関数を有する第2電極と、
- を備えること
- を特徴とする発電素子。
- [請求項2] 前記微粒子は、チタン及びジルコニウムの少なくとも何れかを含有すること
- を特徴とする請求項1記載の発電素子。
- [請求項3] 前記微粒子は、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸鉛、チタン酸錫、チタン酸カドミウム、及びジルコン酸ストロンチウムの少なくとも何れかを含有すること
- を特徴とする請求項1又は2記載の発電素子。
- [請求項4] 前記中間部は、前記微粒子を内包し、前記第1電極及び前記第2電極を支持する不導体層を含むこと
- を特徴とする請求項1～3のうち何れか1項記載の発電素子。
- [請求項5] 前記不導体層は、親水性を有する材料を含むこと
- を特徴とする請求項4記載の発電素子。
- [請求項6] 前記不導体層は、有機高分子化合物を含むこと
- を特徴とする請求項5記載の発電素子。
- [請求項7] 前記中間部は、前記第1電極及び前記第2電極を支持する複数の係止部を含むこと
- を特徴とする請求項4～6の何れか1項記載の発電素子。
- [請求項8] 前記係止部は、前記微粒子よりも大きい中央径を有する球状である

こと

を特徴とする請求項 7 記載の発電素子。

[請求項9] 熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際、電極間の温度差を不要とする発電素子の製造方法であって、

第 1 電極、

ペロブスカイト構造を示す微粒子を含む中間部、及び

前記第 1 電極とは異なる仕事関数を有する第 2 電極、

をそれぞれ形成する素子形成工程を備えること

を特徴とする発電素子の製造方法。

[請求項10] 請求項 1 記載の発電素子と、

前記第 1 電極と電氣的に接続された第 1 配線と、

前記第 2 電極と電氣的に接続された第 2 配線と、

を備えること

を特徴とする発電装置。

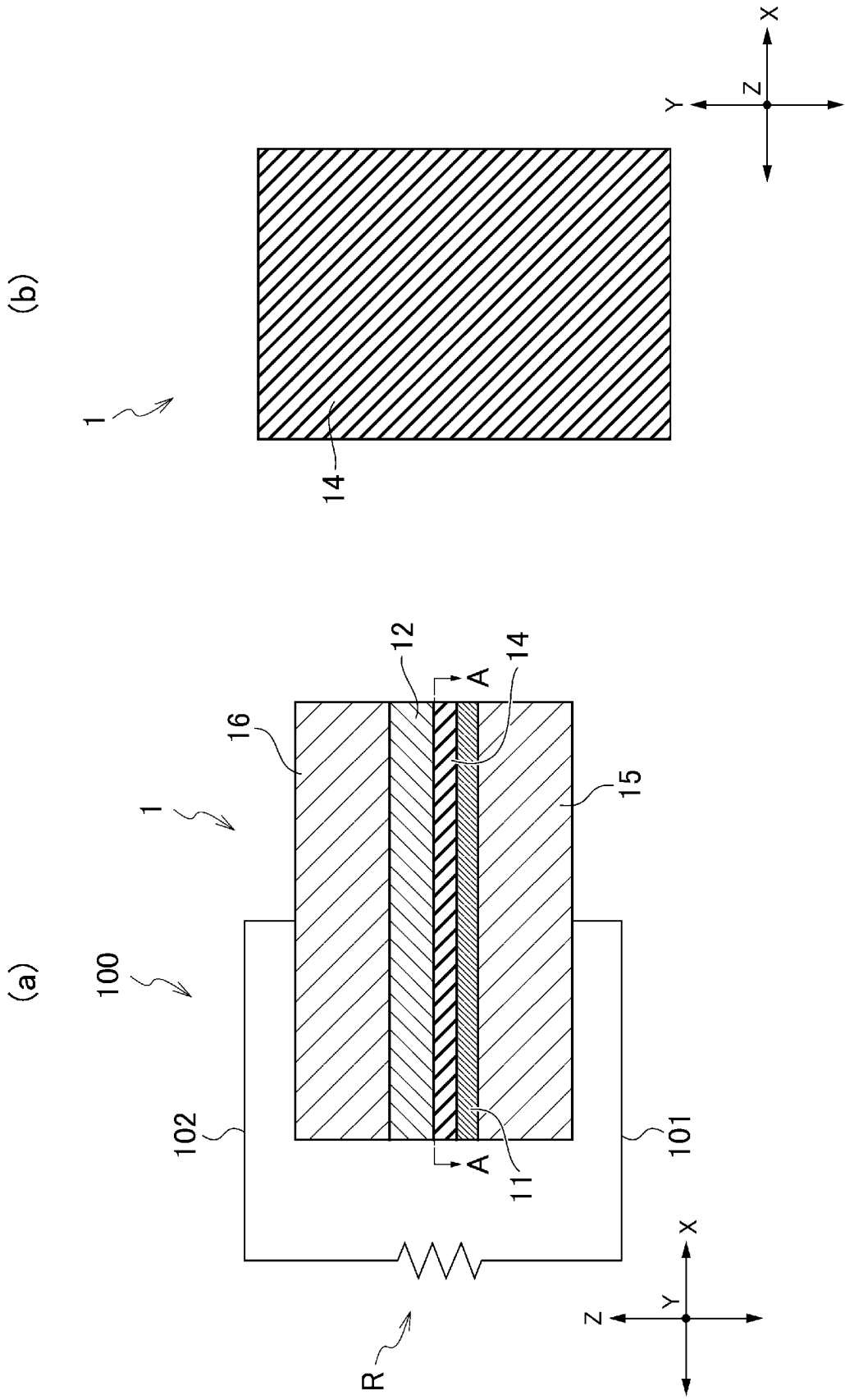
[請求項11] 請求項 1 記載の発電素子と、

前記発電素子を電源に用いて駆動する電子部品と

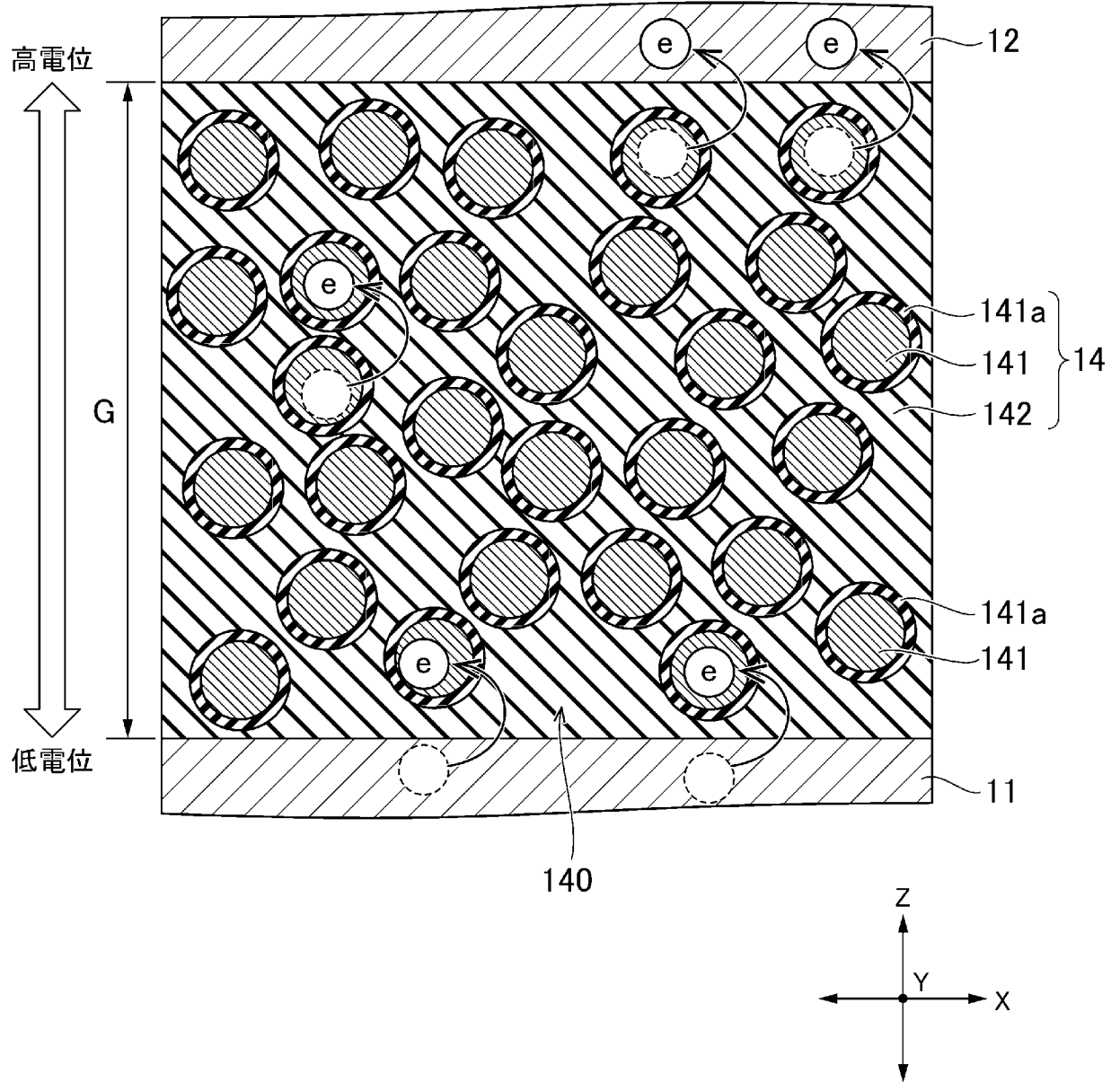
を備えること

を特徴とする電子機器。

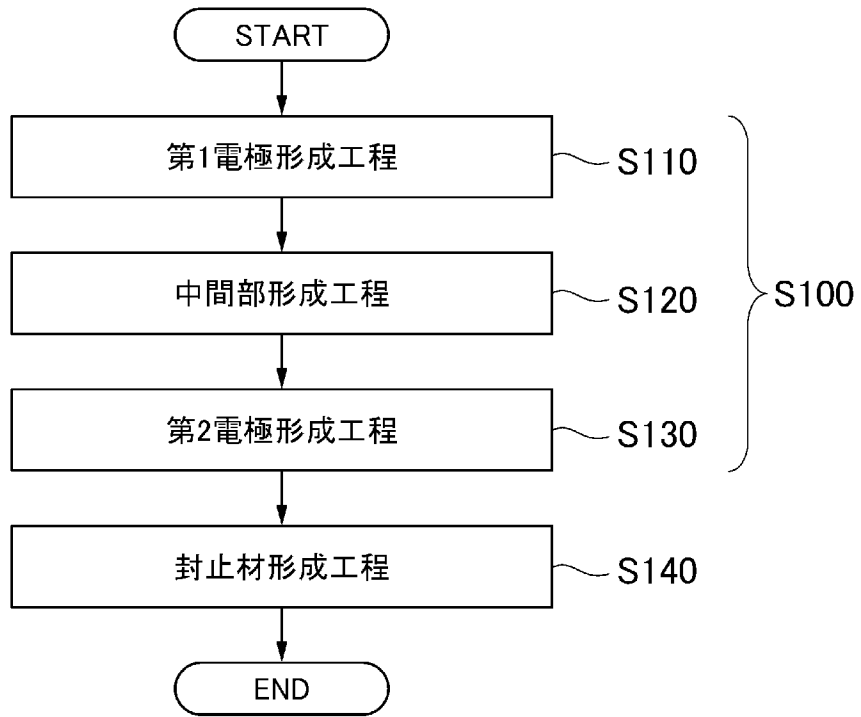
[図1]



[図2]

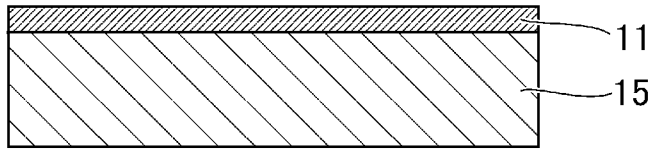


[図3]

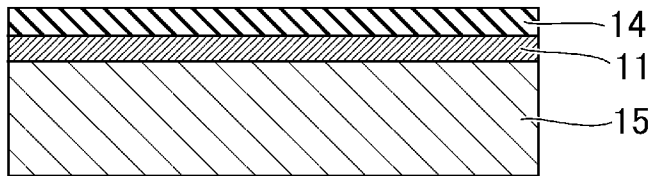


[図4]

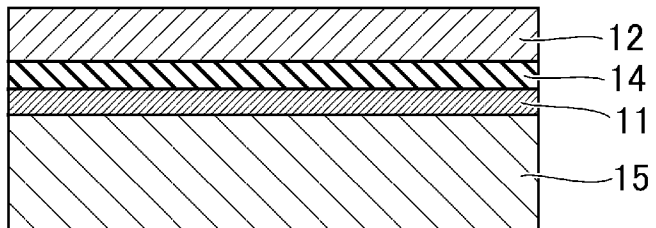
(a)



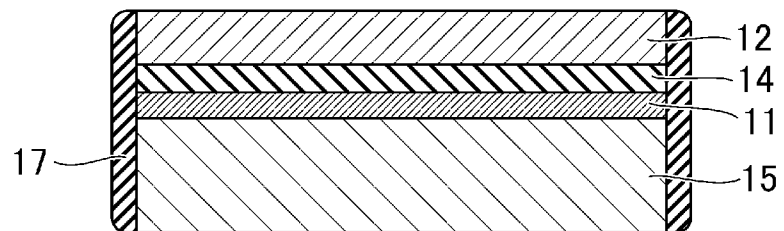
(b)



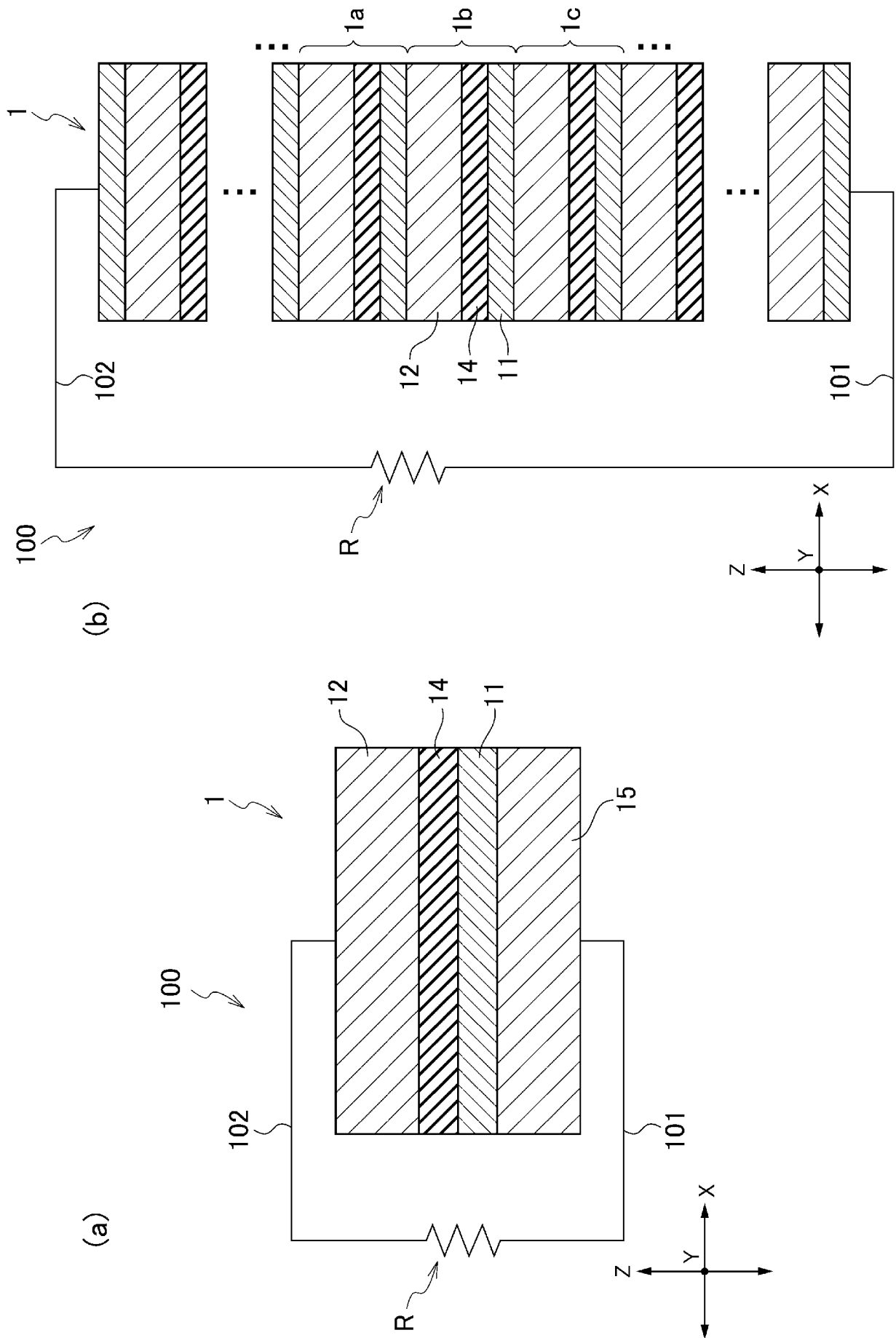
(c)



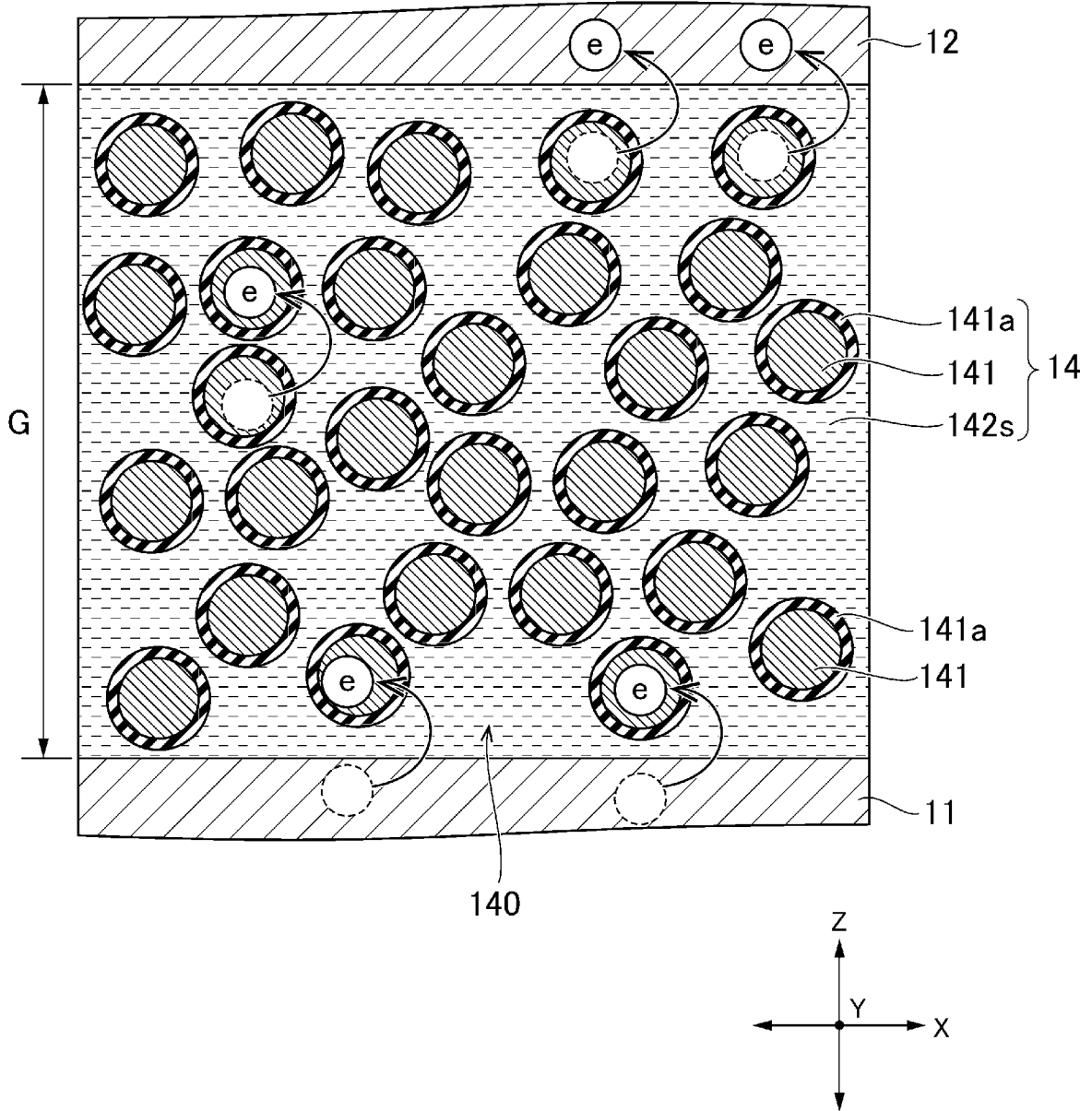
(d)



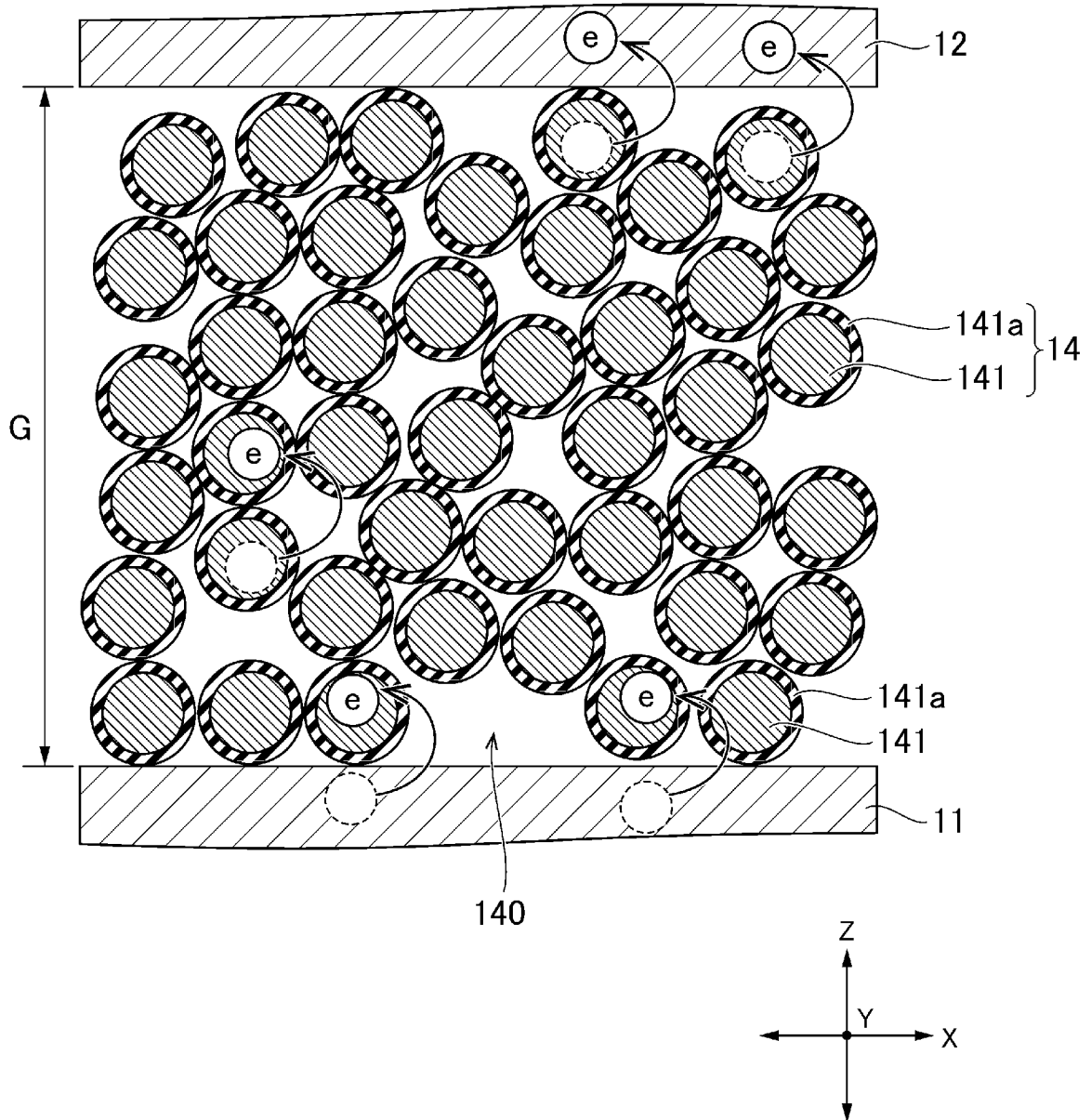
[図5]



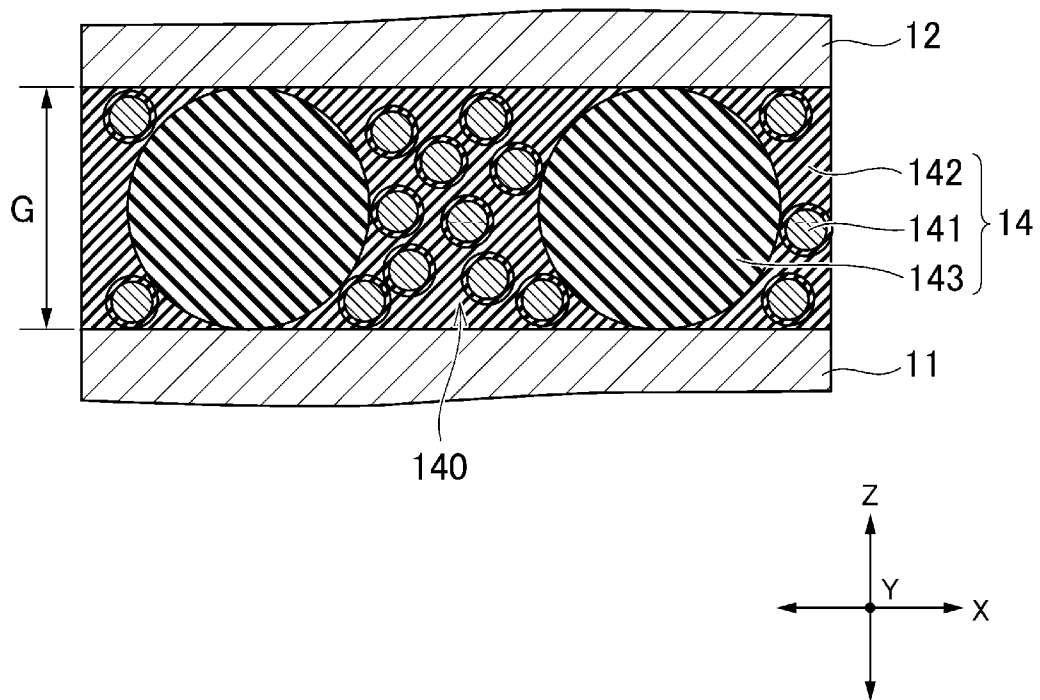
[図6]



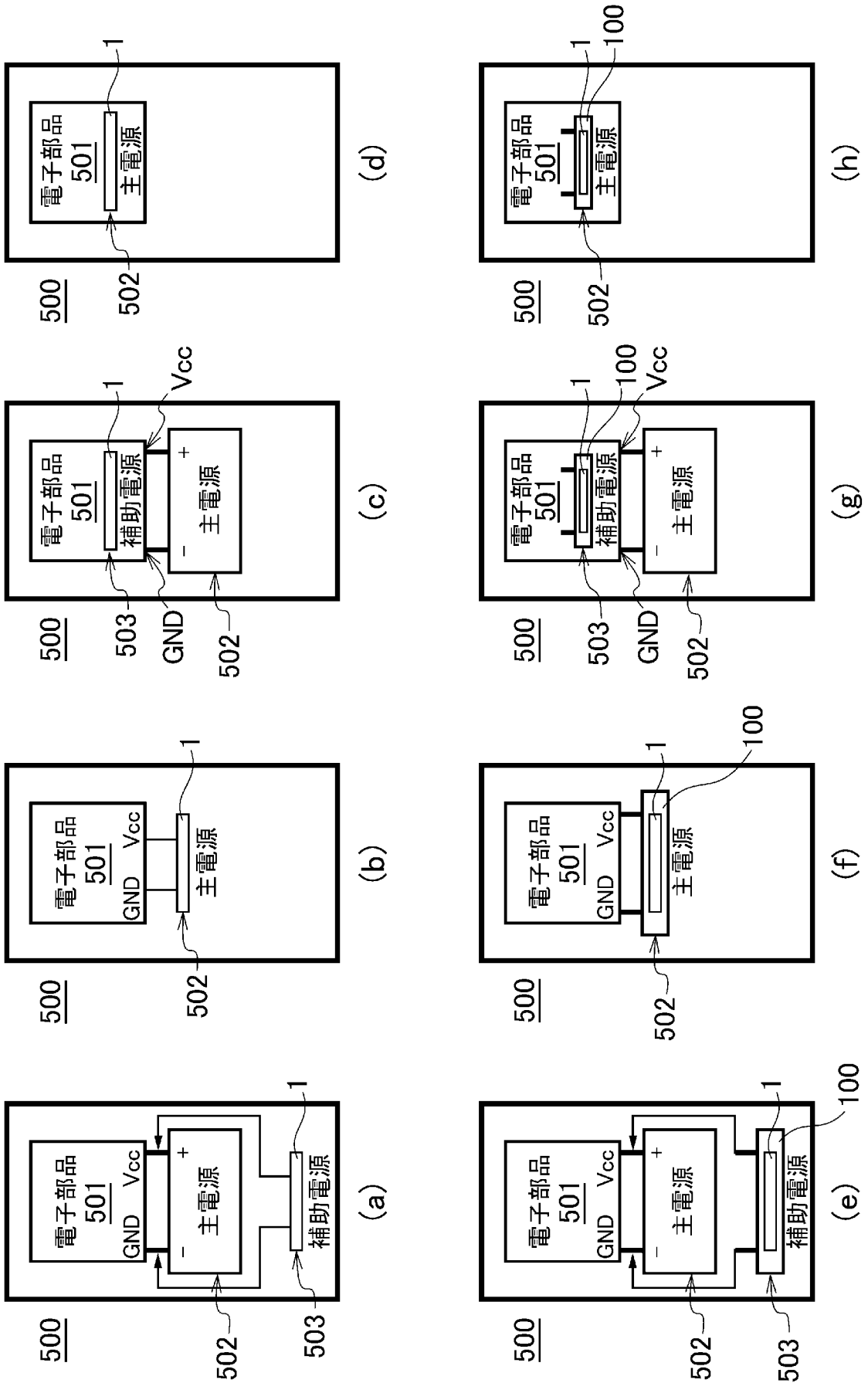
[図7]



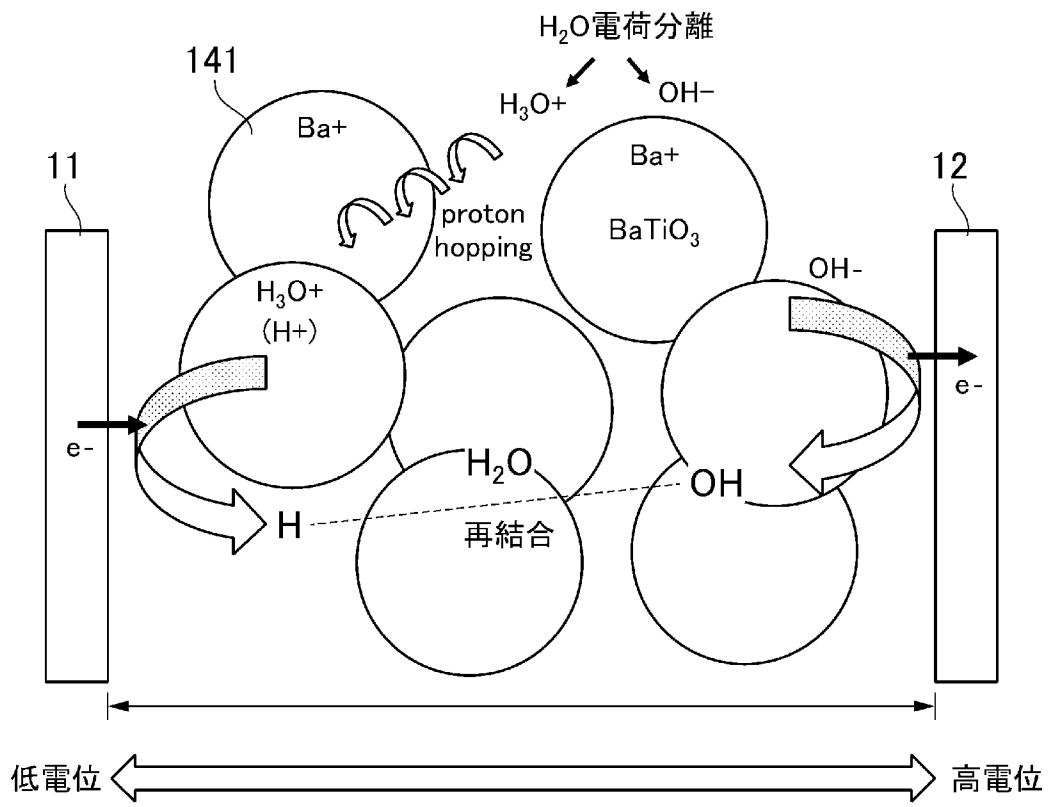
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/033831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H10N 15/00</i> (2023.01); <i>H02N 3/00</i> (2006.01); FI: H01L37/00; H02N3/00 Z		
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) H01L37/00; H02N3/00		
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)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-77803 A (GCE INSTITUTE CO., LTD.) 20 May 2021 (2021-05-20) paragraphs [0053], [0054], [0056], [0062], [0072], fig. 1-19	1-11
A	JP 6828939 B1 (GCE INSTITUTE CO., LTD.) 10 February 2021 (2021-02-10) paragraphs [0002], [0032], [0033], [0040], fig. 1-8	1-11
A	JP 2019-179845 A (NBC MESHTEC INC.) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraphs [0014], [0022], [0026], [0029]-[0031], fig. 1-4	1-11
A	JP 2010-225719 A (ISHIKAWA PREF.) 07 October 2010 (2010-10-07) paragraphs [0018]-[0025], fig. 1-8	1-11
A	WO 2017/142074 A1 (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 24 August 2017 (2017-08-24) paragraphs [0011]-[0043], fig. 1-3	1-11
<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 14 November 2022		Date of mailing of the international search report 22 November 2022
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/JP2022/033831

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-77803 A	20 May 2021	(Family: none)	
JP 6828939 B1	10 February 2021	(Family: none)	
JP 2019-179845 A	17 October 2019	(Family: none)	
JP 2010-225719 A	07 October 2010	(Family: none)	
WO 2017/142074 A1	24 August 2017	US 2019/0013155 A1 paragraphs [0016]-[0087], fig. 1-3 EP 3419068 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H10N 15/00(2023.01)i; H02N 3/00(2006.01)i FI: H01L37/00; H02N3/00 Z		
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）） H01L37/00; H02N3/00 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 2021-77803 A（株式会社GCEインスティテュート）20.05.2021（2021-05-20） 段落0053, 0054, 0056, 0062, 0072, 図1-19	1-11
A	JP 6828939 B1（株式会社GCEインスティテュート）10.02.2021（2021-02-10） 段落0002, 0032, 0033, 0040, 図1-8	1-11
A	JP 2019-179845 A（株式会社NBCメッシュテック）17.10.2019（2019-10-17） 段落0014, 0022, 0026, 0029-0031, 図1-4	1-11
A	JP 2010-225719 A（石川県）07.10.2010（2010-10-07） 段落0018-0025, 図1-8	1-11
A	WO 2017/142074 A1（積水化学工業株式会社）24.08.2017（2017-08-24） 段落0011-0043, 図1-3	1-11
<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、一般的な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	14.11.2022	国際調査報告の発送日 22.11.2022
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） 小山 満 5F 9458 電話番号 03-3581-1101 内線 3516	

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/JP2022/033831

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-77803 A	20.05.2021	(ファミリーなし)	
JP 6828939 B1	10.02.2021	(ファミリーなし)	
JP 2019-179845 A	17.10.2019	(ファミリーなし)	
JP 2010-225719 A	07.10.2010	(ファミリーなし)	
WO 2017/142074 A1	24.08.2017	US 2019/0013155 A1 段落0016-0087, 図1-3 EP 3419068 A1	