

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-205296
(P2020-205296A)

(43) 公開日 令和2年12月24日(2020.12.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 35/32 (2006.01)	HO 1 L 35/32	A
HO 1 L 35/14 (2006.01)	HO 1 L 35/14	
HO 1 L 35/34 (2006.01)	HO 1 L 35/34	
HO 2 N 11/00 (2006.01)	HO 2 N 11/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2019-110899 (P2019-110899)	(71) 出願人	301021533 国立研究開発法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(22) 出願日	令和1年6月14日(2019.6.14)	(71) 出願人	304021831 国立大学法人千葉大学 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
		(71) 出願人	501241645 学校法人 工学院大学 東京都新宿区西新宿1丁目24番2号
		(74) 代理人	100105315 弁理士 伊藤 温
		(74) 代理人	100135862 弁理士 金木 章郎

最終頁に続く

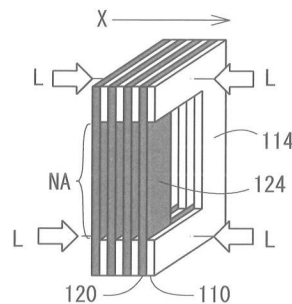
(54) 【発明の名称】 熱電発電デバイス及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 第1の板材と第2の板材とを互い違いに積層して接合する際に、接合したい部分以外での離型材等の追加的な非接合処理を減じることのできる熱電発電デバイス及びその製造方法の提供。

【解決手段】 P型熱電材料からなる第1の板材と、N型熱電材料からなる第2の板材と、を積層し、これら第1の板材と第2の板材との対向面の少なくとも一部を接合することにより、第1の板材及び第2の板材を交互に電気的に直列となるよう導通したPN型の熱電発電デバイスである。この熱電発電デバイスにおいて、第1の板材と第2の板材とは、所定の間隔で離間した一对の接合領域と、その間に位置する中間領域と、を含み、中間領域は、第1の板材及び第2の板材がこれらの積層方向で互いに重なり合わない非重畳領域を含む。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

P型熱電材料からなる第1の板材と、N型熱電材料からなる第2の板材と、を積層し、前記第1の板材と前記第2の板材との対向面の少なくとも一部を接合することにより、前記第1の板材及び前記第2の板材を交互に電氣的に直列となるよう導通したPN型の熱電発電デバイスであって、

前記第1の板材と前記第2の板材とは、所定の間隔で離間した一对の接合領域と、前記一对の接合領域の間に位置する中間領域と、を含み、

前記接合領域は、前記第1の板材と前記第2の板材とが電氣的に接続された接合部を含み、

前記中間領域は、前記第1の板材及び第2の板材がこれらの積層方向で互いに重なり合わない非重畳領域を含む

ことを特徴とする熱電発電デバイス。

【請求項 2】

前記接合領域は、絶縁部をさらに含み、

前記絶縁部には、絶縁皮膜が形成されている

ことを特徴とする請求項1記載の熱電発電デバイス。

【請求項 3】

前記第1の板材と前記第2の板材とは、前記一对の接合領域のそれぞれに位置する一对の対向片と、前記中間領域に位置して前記一对の対向片を接続する接続片と、を含み、

前記第1の板材の前記接続片と前記第2の板材の前記接続片とは、前記非重畳領域に配置されている

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の熱電発電デバイス。

【請求項 4】

前記第1の板材及び前記第2の板材における前記一对の対向片のうち、一方及び他方の対向片はそれぞれ前記積層方向に一行をなし、

前記一方の対向片は前記一行のうちで前記積層方向に1つおきに互いに接合され、前記他方の対向片は前記一方の対向片とは異なる面で前記積層方向に1つおきに互いに接合されることで電氣的に直列となるよう導通されていることを特徴とする請求項3記載の熱電発電デバイス。

【請求項 5】

前記第1の板材及び前記第2の板材は、いずれも前記一对の対向片が前記接続片を挟んで反対側に延びるように接続されており、

前記第1の板材は第1仮想平面の上に一行に複数配置されるとともに、前記第2の板材は前記第1仮想平面と平行な第2仮想平面の上に一行に複数配置され、

前記第1の板材における前記一对の対向片のうちの一方の対向片を前記第2の板材の前記一对の対向片に接合させ、前記第1の板材の前記一对の対向片の他方の対向片を前記第2の板材に隣り合う第2の板材の前記一对の対向片に接合させたことで電氣的に直列となるよう導通されたことを特徴とする請求項3記載の熱電発電デバイス。

【請求項 6】

前記第1の板材及び前記第2の板材のうち、接合されていない対向片同士を前記積層方向に離間させることにより、全体として蛇腹形状とされたことを特徴とする請求項4又は5に記載の熱電発電デバイス。

【請求項 7】

前記P型熱電材料は、Al又はAl合金であり、前記N型熱電材料は、Ni又はNi合金であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1つに記載の熱電発電デバイス。

【請求項 8】

P型熱電材料からなる第1の板材と、N型熱電材料からなる第2の板材と、を積層し、前記第1の板材と前記第2の板材との対向面の少なくとも一部を接合することにより、前記第1の板材及び前記第2の板材を交互に電氣的に直列となるよう導通したPN型の熱電

10

20

30

40

50

発電デバイスの製造方法であって、

前記第 1 の板材と前記第 2 の板材とは、所定の間隔で離間した一对の接合領域と、前記一对の接合領域の間に位置する中間領域と、を含み、

前記接合領域において、前記第 1 の板材と前記第 2 の板材とが電氣的に接続された接合部を形成し、

前記中間領域において、前記第 1 の板材及び第 2 の板材がこれらの積層方向で互いに重なり合わない非重畳領域を形成する

ことを特徴とする熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 9】

前記接合領域は、絶縁部をさらに含み、

前記絶縁部には、絶縁皮膜が形成されている

ことを特徴とする請求項 8 記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 の板材と前記第 2 の板材とは、前記一对の接合領域のそれぞれに位置する一对の対向片と、前記中間領域に位置して前記一对の対向片を接続する接続片と、を含み、

前記第 1 の板材の前記接続片と前記第 2 の板材の前記接続片とを、前記非重畳領域に配置するとともに、前記第 1 の板材と前記第 2 の板材との前記一对の対向片を接合して前記接合部とすることを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 の板材及び前記第 2 の板材における前記一对の対向片を、前記積層方向にそれぞれ一列をなすように積層し、

前記一对の対向片のうち一方の対向片を前記一列のうちで前記積層方向に 1 つおきに互いに接合するとともに、前記一对の対向片のうち他方の対向片を前記一方の対向片とは異なる面で前記積層方向に 1 つおきに互いに接合することを特徴とする請求項 10 記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 12】

前記第 1 の板材及び前記第 2 の板材は、いずれも前記一对の対向片が前記接続片を挟んで反対側に延びるように接続されており、

前記第 1 の板材は第 1 仮想平面の上に一列に複数配置するとともに、前記第 2 の板材は前記第 1 仮想平面と平行な第 2 仮想平面の上に一列に複数配置し、

前記第 1 の板材における前記一对の対向片のうち一方の対向片を前記第 2 の板材の前記一对の対向片に接合するとともに、前記第 1 の板材の前記一对の対向片の他方の対向片を前記第 2 の板材に隣り合う第 2 の板材の前記一对の対向片に接合することを特徴とする請求項 10 記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 13】

前記第 1 の板材及び前記第 2 の板材のうち、接合されていない前記対向片同士を前記積層方向に離間させることにより、全体として蛇腹形状とすることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 14】

前記 P 型熱電材料は、Al 又は Al 合金であり、前記 N 型熱電材料は、Ni 又は Ni 合金であることを特徴とする請求項 8 乃至 13 のいずれか 1 つに記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 15】

前記接合部は、拡散接合で形成されたことを特徴とする請求項 8 乃至 14 のいずれか 1 つに記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 16】

前記接合部は、超音波接合で形成されたことを特徴とする請求項 8 乃至 14 のいずれか 1 つに記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【請求項 17】

前記絶縁部は、前記第 1 の板材と前記第 2 の板材との少なくとも一方の表面に前記絶縁

10

20

30

40

50

皮膜を形成し、

前記接合を行う前に、前記接合部に対応する位置における前記絶縁皮膜の一部を除去することにより形成されることを特徴とする請求項 9 乃至 16 のいずれか 1 つに記載の熱電発電デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、廃熱等から起電力を得る熱電発電デバイス及びその製造方法に関し、特に、第 1 の板材と第 2 の板材とを積層して電氣的に直列となるよう導通した P N 型の熱電発電デバイス及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

熱電発電デバイスは、2 種類の材料の接点と他点とに温度差を与えたときに電位差を生じるゼーベック効果を利用したエネルギー変換デバイスである。温度差を与えたときに生じる自由電子の移動の駆動力は材料の種類によって異なり、これに基づいてゼーベック効果を得ることができる。例えば、ビスマス系材料に添加物を加えて得るなどした半導体からなる P 型熱電材料と N 型熱電材料とを利用して比較的大きな電位差を得ることができる。これらの N 型熱電材料と P 型熱電材料とによる接点を高温側と低温側に配置するとともに、温度差方向に対して垂直方向に並べた上で、高温側及び低温側の接点同士では同じ熱電材料で接続するよう互い違いに直列に接合する。これによって、比較的大きな電位差で実効的な電力を得ることができる。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 には、このような熱電発電デバイスが開示されている。P 型熱電材料からなる第 1 の板材と、N 型熱電材料からなる第 2 の板材と、を互い違いに複数枚積層してこれらの接触面の少なくとも一部を接合する。この際、それぞれの接触面に形成された絶縁皮膜を除去した後に直接接合して、第 1 の板材と第 2 の板材とを電氣的に導通させる。かかる熱電発電デバイスによれば、多数の積層構造における構造体の内部抵抗の増加を抑制し、高い発電効率を確保できるとされている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2018 - 46275 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 に開示された熱電発電デバイスは、第 1 の板材と第 2 の板材とのそれぞれの端部位置のみにおいて交互に直接接合される構造を採用している。そのため、接合される端部位置以外の部分では、積層した際に互いに接触することによる電氣的導通を避ける非接合処理を行う必要がある。例えば、絶縁皮膜を形成し、又、第 1 の板材と第 2 の板材との間の端部位置以外の部分に離型材を介在させておいて積層後に離間させる必要がある。

40

【0006】

本発明は、上記したような状況に鑑みてなされたものであって、第 1 の板材と第 2 の板材とを互い違いに積層して接合する際に、接合したい部分以外での離型材等の追加的な非接合処理を減じることのできる熱電発電デバイス及びその製造方法を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記課題を解決するために、本発明による熱電発電デバイスは、P型熱電材料からなる第1の板材と、N型熱電材料からなる第2の板材と、を積層し、前記第1の板材と前記第2の板材との対向面の少なくとも一部を接合することにより、前記第1の板材及び前記第2の板材を交互に電氣的に直列となるよう導通したPN型の熱電発電デバイスであって、前記第1の板材と前記第2の板材とは、所定の間隔で離間した一对の接合領域と、前記一对の接合領域の間に位置する中間領域と、を含み、前記接合領域は、前記第1の板材と前記第2の板材とが電氣的に接続された接合部を含み、前記中間領域は、前記第1の板材及び第2の板材がこれらの積層方向で互いに重なり合わない非重畳領域を含むことを特徴とする。このとき、前記接合領域は、絶縁部をさらに含み、当該絶縁部には、絶縁皮膜が形成されていると好ましい。

10

【0008】

かかる発明によれば、接続片を積層方向において互いに重なり合わない位置に配置させることにより、第1の板材と第2の板材とを互い違いに積層して接合する際に、離型材等の追加的な非接合処理の手間を削減できる。

【0009】

上記した発明において、前記第1の板材と前記第2の板材とは、前記一对の接合領域のそれぞれに位置する一对の対向片と、前記中間領域に位置して前記一对の対向片を接続する接続片と、を含み、前記第1の板材の前記接続片と前記第2の板材の前記接続片とは、前記非重畳領域に配置されていてもよい。

20

【0010】

かかる発明によれば、接続片を積層方向において互いに重なり合わない位置に配置させることにより、第1の板材と第2の板材とを互い違いに積層して接合する際に、離型材等の追加的な非接合処理の手間を削減できる。

【0011】

上記した発明において、前記第1の板材及び前記第2の板材における前記一对の対向片のうち、一方及び他方の対向片はそれぞれ前記積層方向に一行をなし、前記一方の対向片は前記一行のうちで前記積層方向に1つおきに互いに接合され、前記他方の対向片は前記一方の対向片とは異なる面で前記積層方向に1つおきに互いに接合されることで電氣的に直列となるよう導通されてもよい。

30

【0012】

かかる発明によれば、平板を積層させた比較的小さな構成ながら、接続片の主面上には少なくとも平板の厚さに対応する隙間を生じるから冷却効果を高めて大きな温度差を作ることができる。

【0013】

上記した発明において、前記第1の板材及び前記第2の板材は、いずれも前記一对の対向片が前記接続片を挟んで反対側に延びるように接続されており、前記第1の板材は第1仮想平面の上に一行に複数配置されるとともに、前記第2の板材は前記第1仮想平面と平行な第2仮想平面の上に一行に複数配置され、前記第1の板材における前記一对の対向片のうちの一方の対向片を前記第2の板材の前記一对の対向片に接合させ、前記第1の板材の前記一对の対向片の他方の対向片を前記第2の板材に隣り合う第2の板材の前記一对の対向片に接合させたことで電氣的に直列となるよう導通されてもよい。

40

【0014】

かかる発明によれば、熱伝導する経路の断面積を減じ、さらに主面に垂直な方向に向けて貫通する空間を有して放熱を促進させるように構成できる。その結果、熱電発電デバイスを大きくすることなく高温領域と低温領域とのそれぞれに接する熱接点と冷接点との温度差を大きくでき、大きな起電力を得ることができる。

【0015】

上記した発明において、前記第1の板材及び前記第2の板材のうち、接合されていない

50

対向片同士を前記積層方向に離間させることにより、全体として蛇腹形状としてもよい。かかる発明によれば、蛇腹形状によって様々な熱源の形状にも追従することにより、熱電発電デバイスとしての適用の幅を広げることができる。

【0016】

また、本発明による熱電発電デバイスの製造方法は、P型熱電材料からなる第1の板材と、N型熱電材料からなる第2の板材と、を積層し、前記第1の板材と前記第2の板材との対向面の少なくとも一部を接合することにより、前記第1の板材及び前記第2の板材を交互に電氣的に直列となるよう導通したPN型の熱電発電デバイスの製造方法であって、前記第1の板材と前記第2の板材とは、所定の間隔で離間した一对の接合領域と、前記一对の接合領域の間に位置する中間領域と、を含み、前記接合領域において、前記第1の板材と前記第2の板材とが電氣的に接続された接合部を形成し、前記中間領域において、前記第1の板材及び第2の板材がこれらの積層方向で互いに重なり合わない非重畳領域を形成することを特徴とする。このとき、前記接合領域は、絶縁部をさらに含み、当該絶縁部には、絶縁皮膜が形成されていると好ましい。

10

【0017】

かかる発明によれば、接続片を積層方向において互いに重なり合わない位置に配置させることにより、第1の板材と第2の板材とを互い違いに積層して接合する際に、離型材等の追加的な非接合処理の手間を削減できる。

【0018】

上記した発明において、前記第1の板材と前記第2の板材とは、前記一对の接合領域のそれぞれに位置する一对の対向片と、前記中間領域に位置して前記一对の対向片を接続する接続片と、を含み、前記第1の板材の前記接続片と前記第2の板材の前記接続片とを、前記非重畳領域に配置するとともに、前記第1の板材と前記第2の板材との前記一对の対向片を接合して接合部としてもよい。

20

【0019】

かかる発明によれば、接続片を積層方向において互いに重なり合わない位置に配置させることにより、第1の板材と第2の板材とを互い違いに積層して接合する際に、離型材等の追加的な非接合処理の手間を削減できる。

【0020】

上記した発明において、前記第1の板材及び前記第2の板材における前記一对の対向片を、前記積層方向にそれぞれ一列をなすように積層し、前記一对の対向片のうち一方の対向片を前記一列のうちで前記積層方向に1つおきに互いに接合するとともに、前記一对の対向片のうち他方の対向片を前記一方の対向片とは異なる面で前記積層方向に1つおきに互いに接合してもよい。

30

【0021】

かかる発明によれば、平板を積層させた比較的小さな構成ながら、接続片の主面上には少なくとも平板の厚さに対応する隙間を生じるから冷却効果を高めて大きな温度差を作ることができる。

【0022】

上記した発明において、前記第1の板材及び前記第2の板材は、いずれも前記一对の対向片が前記接続片を挟んで反対側に延びるように接続されており、前記第1の板材を第1仮想平面の上に一列に複数配置するとともに、前記第2の板材を前記第1仮想平面と平行な第2仮想平面の上に一列に複数配置し、前記第1の板材における前記一对の対向片のうち一方の対向片を前記第2の板材の前記一对の対向片に接合するとともに、前記第1の板材の前記一对の対向片の他方の対向片を前記第2の板材に隣り合う第2の板材の前記一对の対向片に接合してもよい。

40

【0023】

かかる発明によれば、熱伝導する経路の断面積を減じ、さらに主面に垂直な方向に向けて貫通する空間を有して放熱を促進させるように構成できる。その結果、熱電発電デバイスを大きくすることなく高温領域と低温領域とのそれぞれに接する熱接点と冷接点との温

50

度差を大きくでき、大きな起電力を得ることができる。

【0024】

上記した発明において、前記第1の板材及び前記第2の板材のうち、接合されていない前記対向片同士を前記積層方向に離間させることにより、全体として蛇腹形状としてもよい。かかる発明によれば、蛇腹形状によって様々な熱源の形状にも追従することにより、熱電発電デバイスとしての適用の幅を広げることができる。

【0025】

上記した発明において、前記接合部は、拡散接合あるいは超音波接合で形成してもよい。また、前記絶縁部が、前記第1の板材と前記第2の板材との少なくとも一方の表面に絶縁皮膜を形成し、前記接合を行う前に、前記接合部に対応する位置における前記絶縁皮膜の一部を除去することにより形成されてもよい。これらの発明によれば、接合領域の接合部において、良好な導通と接合強度を簡便に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明における1実施例による熱電発電デバイスの正面図である。

【図2】熱電発電デバイスに用いる平板の側面側から見た斜視図である。

【図3】熱電発電デバイスに用いる平板の正面断面図である。

【図4】熱電発電デバイスの製造方法を示すフロー図である。

【図5】熱電発電デバイスの要部を示す斜視図である。

【図6】熱電発電デバイスの等価回路を示す図である。

【図7】熱電発電デバイスの変形例の斜視図である。

【図8】他の熱電発電デバイスの斜視図及び等価回路図である。

【図9】他の熱電発電デバイスに用いる平板の正面図である。

【図10】更に他の熱電発電デバイスの斜視図及び等価回路図である。

【図11】更に他の熱電発電デバイスの斜視図及び等価回路図である。

【図12】更に他の熱電発電デバイスの斜視図及び等価回路図である。

【図13】図12に示した熱電発電デバイスに用いる平板の正面図である。

【図14】図12に示した熱電発電デバイスを更に積層した構造の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の代表的な一例による熱電発電デバイス及びその製造方法について、図1乃至図7を用いて説明する。

【0028】

図1に示すように、熱電発電デバイス100は、高温領域10と低温領域20との間に挟まれる態様で設置される。この熱電発電デバイス100は、P型熱電材料からなる第1の板材110と、N型熱電材料からなる第2の板材120と、を互い違いに積層した構造を有している。これら第1の板材110と第2の板材120との対向面の少なくとも一部を接合することにより、交互に電氣的に直列となるよう導通した構造（型構造）を有するPN型の熱電発電デバイスとすることができる。なお、第1の板材110と第2の板材120との対向面において、上記した対向面の一部である接合部130a、130bを除く部分には、絶縁部140が形成されている。ここで、接合部130aは高温領域10に接する熱接点となる。一方、接合部130bは、低温領域20に接する冷接点となる。

【0029】

図2に示すように、第1の板材110は、所定の間隔で離間した一对の接合領域JAのそれぞれに位置する一对の対向片112a、112bと、これらの接合領域JAの間の中間領域MAに位置する接続片114とを含む。同様に、第2の板材120は、接合領域JAに位置する一对の対向片122a、122bと、中間領域MAに位置する接続片124とを含む。なお、本実施例においては、第1の板材110及び第2の板材120は、その主面を略「コの字型」とする同一形状及び同一寸法のものである。これにより、例えば第1の板材110及び第2の板材120をそれぞれ金属板から打ち抜き加工等で作成する際に

、金型を共通化して製造コストを低減できる。

【0030】

ここで、第1の板材110を構成するP型熱電材料は、例えば、Al又はAl合金を用い得て、第2の板材120を構成するN型熱電材料は、例えば、Ni又はNi合金を用い得る。そして、これら第1の板材110と第2の板材120とは、それぞれの接続片114及び124がその積層方向Xにおいて互いに重なり合わない位置に配置される(図5参照)。そして、一方の対向片112a及び122aが直接接合されて接合部130aを形成し、これとは異なる他方の対向片112b及び122bが直接接合されて接合部130bを形成することにより電氣的に導通され、その導通する経路をらせん状とする電気回路Cを形成する。

10

【0031】

図3を併せて参照すると、絶縁部140として、第1の板材110及び第2の板材120の表面に形成された酸化皮膜を絶縁皮膜116あるいは126として利用することができる。第1の板材110において、絶縁皮膜116は、一方側の面では対向片112aの部分のみ、他方側の面では対向片112bの部分のみに形成されていれば足りる。すなわち、接続片114の部分については第2の板材120と接触しないので絶縁処理を不要とする。第2の板材120についても同様に、絶縁皮膜126は、一方側の面では対向片122aの部分のみ、他方側の面では対向片122bの部分のみに形成されていれば足りる。

【0032】

このとき、第1の板材110のAl又はAl合金を陽極酸化処理して安定的に厚く形成した酸化皮膜を絶縁皮膜116あるいは126として利用することもできる。また、樹脂皮膜などその他公知の皮膜を形成させてこれを絶縁皮膜116あるいは126としてもよい。これにより、第1の板材110と第2の板材120とは、直接接合された接合部130a及び130b以外では絶縁部140を介して電氣的に絶縁される。

20

【0033】

なお、第1の板材110及び第2の板材120の表面の全体に絶縁皮膜116あるいは126となり得る酸化皮膜が形成されている場合は、接合部130a及び130bに対応する部分においてのみ絶縁皮膜116あるいは126を除去し、接合することとしてもよい。また、第1の板材として、Ti又はTi合金、Mg又はMg合金、Zr又はZr合金等を適用することもできる。そして、これらの材料についても陽極酸化処理した酸化皮膜を絶縁皮膜として用いてもよい。

30

【0034】

ここで、第1の板材110と第2の板材120との接合部130a及び130bを形成する直接接合としては、例えば、金属製の板材同士を加熱及び加圧することによる拡散接合等を例示できる。また、第1の板材110と第2の板材120とを介在物なく直接的に接合できる技術であれば、例えば、活性化した金属表面同士を接触させる常温接合や、短時間に振動エネルギーを入力する超音波接合等の様々な接合技術を適用可能である。これらの接合により、P型熱電材料とN型熱電材料とを多数積層した場合であっても、接合部で生じる内部抵抗を抑制することができる。

40

【0035】

次に、主に図4を参照しつつ、熱電発電デバイス100の製造方法の手順を説明する。

【0036】

まず図2及び図3に示すように、第1の板材110のコの字状の開口を横に向けて、その上下に位置する一対の対向片112a、112bの一方の表側及び他方の裏側において、それぞれ絶縁皮膜116を形成させる(S1:絶縁皮膜の形成工程)。ここで、絶縁皮膜116を形成する手段としては公知のものを使用できる。また、上記したように全面に酸化皮膜を有しておりこれを絶縁皮膜116として使用できる場合は、接合部130a及び130bに対応する部分のみ絶縁皮膜116を除去する手法とし得る。この場合、例えば、ヤスリやサンダー等の機械的除去やあるいは酸性溶液による化学的除去等の任意のも

50

のを適用できる。

【0037】

ここでは、第1の板材110に対する絶縁皮膜116の形成について例示したが、第2の板材120についても同様である。このとき、次の積層工程(S2)において、第1の板材110及び第2の板材120の対向面のそれぞれ絶縁皮膜116及び126の形成された部分を互に対向させる位置とできるようにする。なお、絶縁皮膜116あるいは126のどちらか一方のみでも十分に絶縁できるときは、対向する位置の片面のみに絶縁皮膜116あるいは126を形成させてもよい。

【0038】

続いて、図5を併せて参照すると、第1の板材110と第2の板材120とを、それぞれ互い違いとなるように複数枚積層して積層体を形成する(S2：積層工程)。このとき、「コの字」の開口の向きについては、上記したように第1の板材110の複数及び第2の板材120のそれぞれで揃えるとともに、第1の板材110と第2の板材120とで接続片114及び124が積層方向Xにおいて互いに重なり合わない(非重畳領域NA)ような位置関係とし、第1の板材及び第2の板材の絶縁皮膜116及び126の形成された部分を互に対向する配置とする。つまり、第1の板材の対向片112aと第2の板材120の対向片122aとが互い違いに一行に配置されるように積層させる(図2参照)。これにより、第1の板材の対向片112bと第2の板材120の対向片122bとも互い違いに一行にそれぞれ複数配置される。

【0039】

この状態で、かかる積層体を所定温度Tまで加熱しつつ、積層方向に荷重Lを付加することにより拡散接合する(S3：接合工程)。かかる拡散接合による接合部位は、第1の板材110及び第2の板材120の対向片112a(112b)及び122a(122b)の絶縁皮膜116及び126を形成していない面同士である。

【0040】

再び図1を参照すると、上記した接合工程の後、常温まで冷却すると、複数の第1の板材110と複数の第2の板材120とが互い違いに積層されるとともに、絶縁皮膜116及び126による絶縁部140を介してそれぞれの接触面の端部位置である接合部130a、130bで直接接合された熱電発電デバイス100が作製される。

【0041】

ここで、図6に示すように、熱電発電デバイス100は、第1の板材110と第2の板材120とをそれぞれ起電力を有する電圧源として直列に接続させた回路を構成したことになる。電圧源を直列に接続させるようにすることで、熱電発電デバイス100は大きな起電力を得ることができる。

【0042】

以上のように、熱電発電デバイス100は、第1の板材110及び第2の板材120として、対向する一対の対向片112a、112b及び122a、122bと、これらを接続する接続片114及び124とを含むものとして形成し、接続片114及び124が積層方向において互いに重なり合わない位置に配置する。このとき、第1の板材110と第2の板材120とを互い違いに積層して接合する際に、絶縁皮膜116あるいは126を部分的に取り除く場合においては接合したい部分である接合部130a及び130bに対応する位置のみで皮膜を除去すればよい。また、絶縁を必要とする部分に絶縁皮膜116あるいは126を新たに形成させる場合においては、絶縁部140に対応する部位だけに皮膜の形成処理を行えばよい。いずれの場合においても、少なくとも接続片114及び124において、離型材等の追加的な非接合処理を予め行う必要がないため、接合の手間を削減できる。

【0043】

また、第1の板材110及び第2の板材120を、一対の対向片と接続片とで形成し、熱伝導する経路の断面積を減じたことにより、熱電発電デバイスを大きくすることなく高温領域10と低温領域20とのそれぞれに接する熱接点と冷接点との温度差を大きくでき

10

20

30

40

50

る。これにより、ゼーベック効果により発生する起電力は温度差に比例するため、大きな起電力を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

また、コの字型の平板を交互に並べて直列に接続される導通経路をらせん状にした（図 5 参照）ことで、熱電発電デバイスを比較的小さく維持しつつ、高い起電力を得ることができる。これにより、コの字型の平板を積層して積層方向に貫通する空間を形成させ得て、その空間からの放熱を促進させて、上記した熱接点と冷接点との温度差をより大きくし得る。そして、全体をコンパクトにした上で接合部分にのみ加圧力が負荷される構造としたことにより、接合時に負荷すべき荷重を小さくできるため、小型の加圧機（例えばプレス機）での製造が可能となる。

10

【 0 0 4 5 】

また、図 7 に示すように、熱電発電デバイス 1 0 0 は、第 1 の板材 1 1 0 と第 2 の板材 1 2 0 との対向面のそれぞれにおいて、接合されていない対向片同士を積層方向 X に対して互いに離間させるように開いてもよい。対向片同士の間空隙 G を設けることで、正面視でアコーディオン形状（蛇腹形状）となる。このような蛇腹形状の構造は、例えば、積層方向の両端に位置する第 1 の板材 1 1 0 と第 2 の板材 1 2 0 とを引き離す方向に引っ張ることにより形成させ得る。

【 0 0 4 6 】

かかる構造によれば、空隙 G の間隔を適宜調整することにより、熱電発電デバイス 1 0 0 を変形させ得る。例えば、熱接点と冷接点とのそれぞれに接する高温領域 1 0 と低温領域 2 0 との表面同士の間隔を調整できる。さらに、高温領域 1 0 や低温領域 2 0 の表面を曲面とする場合に、複数の熱接点をつなげる面と複数の冷接点をつなげる面とをかかる曲面に合わせて変形させ得る。つまり、蛇腹形状が様々な熱源の形状にも追従することにより、熱電発電デバイス 1 0 0 の設置についての自由度を高め得る。また、上記熱電発電デバイス 1 0 0 を適用する場所や環境に応じて最適な間隔を選択することにより、放熱効果を高めることも可能となる。

20

【 0 0 4 7 】

次に、他の構造を有する熱電発電デバイスについて図 8 乃至図 1 3 を用いて説明する。

【 0 0 4 8 】

図 8 及び図 9 に示すように、熱電発電デバイス 2 0 0 は、P 型熱電材料からなる複数個の第 1 の板材 2 1 0 と、N 型熱電材料からなる複数個の第 2 の板材 2 2 0 とを、互い違いに直列に接続した構造を有する。詳細には、第 1 の板材 2 1 0 は第 1 仮想平面となる同一平面上に互いに離間して複数個並んで配置されており、第 1 仮想平面に平行な第 2 仮想平面となる同一平面上に第 2 の板材 2 2 0 も互いに離間して複数個並んで配置されている。さらに、隣り合う第 1 の板材 2 1 0 と隣り合う第 2 の板材 2 2 0 とは、それらの離間した部分を互いに埋めるように配置されて、第 1 の板材 2 1 0 と第 2 の板材 2 2 0 とが互い違いに接合部 2 3 0 a 及び 2 3 0 b において、電氣的に直列に接続される。

30

【 0 0 4 9 】

かかる構成とすることにより、熱電発電デバイス 2 0 0 の上端又は下端（紙面の上下方向端部）のどちらか一方を熱接点、他方を冷接点として高温領域及び低温領域の間に配置することで、ゼーベック効果により起電力を得ることができる。特に、図 8（b）に示すように、熱電発電デバイス 2 0 0 は、第 1 の板材 2 1 0 と第 2 の板材 2 2 0 とをそれぞれ起電力を有する電圧源として直列に接続させた回路を構成しており、上記した実施例における熱電発電デバイス 1 0 0 と同様である。

40

【 0 0 5 0 】

図 9（a）に示すように、第 1 の板材 2 1 0 は、所定の間隔で離間した一对の接合領域 J A のそれぞれに位置する一对の対向片 2 1 2 a、2 1 2 b と、これらの接合領域 J A の間の中間領域 M A に位置する接続片 2 1 4 とを含み、これら一对の対向片 2 1 2 a、2 1 2 b が接続片 2 1 4 を挟んで反対側に延びるように接続されている。同様に、第 2 の板材 2 2 0 は、図 9（b）に示すように、接合領域 J A に位置する一对の対向片 2 2 2 a、2

50

22bと、中間領域MAに位置する接続片224とを含み、これら一对の対向片222a、222bが接続片224を挟んで反対側に延びるように接続されている。そして、これら第1の板材210及び第2の板材220は、それぞれ略Z字型を呈する主面を備える。

【0051】

第1の板材210の一方の対向片212aは、対向して配置される第2の板材220の一方の対向片222aと導通するように接合されて接合部230aを形成する。これに対して、第1の板材210の他方の対向片212bは、接続片214を挟んで反対側に延びているため、上記した第1の板材210の一方の対向片212aが接合された第2の板材220に隣り合う第2の板材220における対向片222bと導通するように接合されて接合部230bを形成する。これにより、接合後の第1の板材210の接続片214と第2の板材220の接続片224とは、左右方向に互いに離間して交互に並ぶこととなる。そして、導通経路としては上下に折り返しつつ左右方向に直列とされ、上記したような回路を形成する。

10

【0052】

なお、図8(a)に示すように、第1の板材210の接続片214と第2の板材220の接続片224とは重なる位置に配置されない。つまり、第1の板材210と第2の板材220とを重ねて接合しても短絡の心配はなく、特に絶縁層を設ける必要はない。他方、接合部230a及び230bにおいては、良好な導通を得るために必要に応じて表面に形成された絶縁被膜(例えば酸化皮膜)を接合前に除去しておくことが好ましい。

【0053】

また、図9(a)に点線で示すように、接合前の複数の第1の板材210は、接合後と同じ位置関係(例えば平面内で等間隔)となるように、連結部材219によって並んだ状態で互いを連結されていることが好ましい。同様に、図9(b)に点線で示すように、接合前の複数の第1の板材210は、接合後と同じ位置関係(例えば平面内で等間隔)となるように、連結部材229によって並んだ状態で互いを連結されていることが好ましい。これにより、接合部230a及び230bを形成する際に、第1の板材210と第2の板材220との重ね合わせ時に1回の位置合わせで済み、接合後に連結部材219及び229を切り離すだけでよいので、接合作業の手間を減じることができる。また、図9に示すような構造であれば、第1の板材210と第2の板材220とを長尺のロールシート材として構成することも可能となるので、当該ロールシート材を重ね合わせた連続接合により、小型の加圧機でより長尺の熱電発電デバイス200を得ることもできる。

20

30

【0054】

以上のように熱電発電デバイス200は、略Z字型の主面を有する第1の板材210及び第2の板材220を用いたことで、熱伝導する経路の断面積を減じ、さらに少なくとも接続片214及び接続片224の主面に垂直な方向に空間が形成されるため、その空間からの放熱が促進される。加えて、接続片214及び接続片224の間にもそれらの主面に垂直な方向に貫通する空間を形成させ得てさらに放熱を促進させることもできる。その結果として、熱電発電デバイスを大きくすることなく高温領域と低温領域とのそれぞれに接する熱接点と冷接点との温度差を大きくでき、大きな起電力を得ることができる。

【0055】

また、図10に示すように、熱電発電デバイス200を複数組積層させることにより直列に接続された回路に並列回路を組み合わせた熱電発電デバイス300とすることもできる。

40

【0056】

すなわち、図10(a)に示すように、熱電発電デバイス200を複数組厚さ方向に積層させるとともに、これら複数組の熱電発電デバイス200のうち、接合部230a及び接合部230b(図8参照)を形成していない側の対向片212a、212b、222a、222bの対向面同士を全て接合させて、複数組の熱電発電デバイス200を電気的に導通する接合部を新たに形成するのである。このとき、複数組の熱電発電デバイス200を積層した場合であっても、第1の板材210の接続片214と第2の板材220の接続

50

片 2 2 4 とが重なる位置に配置されないため、図 8 に示した場合と同様に短絡の心配はなく、特に絶縁層を設ける必要はない。

【 0 0 5 7 】

したがって、図 1 0 に示す熱電発電デバイス 3 0 0 を製造するにあたっては、第 1 の板材 2 1 0 と第 2 の板材 2 2 0 とを複数層に亘って積層させて、全体を加熱して積層方向に荷重を付加して拡散接合させることができる。また、図 8 に示した熱電発電デバイス 2 0 0 と同様に、接合部においては、良好な導通を得るために必要に応じて接合面に形成された絶縁皮膜を接合前に除去しておくことが好ましい。

【 0 0 5 8 】

これによって、図 1 0 (b) に示すように、熱電発電デバイス 3 0 0 は、電氣的に直列に接続されるとともに並列にも接続された電圧源を有することになる。すなわち、電圧源を直列に接続させるようにすることで大きな起電力を得るとともに、これを並列に接続させることで電流を大きくすることができるため、結果として大きな電力を得ることができる。特に、電圧源を直列に接続するとともに並列に接続させた回路とすることで、回路の一部に接続不良などがあっても、大きく能力を損ねることなく熱電発電デバイスとして機能し得る。

10

【 0 0 5 9 】

また、略 Z 字型の主面を有する板材を用いたことで、熱伝導する経路の断面積を減じ、さらに主面に垂直な方向に向けて貫通する空間を有して放熱を促進させることができる。つまり、熱電発電デバイス 3 0 0 も、熱電発電デバイス 2 0 0 と同様に、熱電発電デバイスを大きくすることなく高温領域と低温領域とのそれぞれに接する熱接点と冷接点との温度差を大きくでき、大きな起電力を得ることができる。

20

【 0 0 6 0 】

更に、図 1 1 に示すように、熱電発電デバイス 2 0 0 を複数組積層させて、直列に接続された回路に並列回路を組み合わせた熱電発電デバイス 4 0 0 とすることもできる。

【 0 0 6 1 】

すなわち、図 1 1 (a) に示すように、熱電発電デバイス 2 0 0 を複数組厚さ方向に積層させる。このとき、これら複数組の熱電発電デバイス 2 0 0 のうち、対向片 2 1 2 a、2 1 2 b、2 2 2 a、2 2 2 b の背面同士、すなわち接合部 2 3 0 a 及び接合部 2 3 0 b (図 8 参照) を形成していない側の面同士を上下において互い違いに接合させる。そして、積層方向に隣り合う第 1 の板材 2 1 0 と第 2 の板材 2 2 0 との接合されていない対向片同士を積層方向 X に引き離すように離間させて上下方向に互い違いに空隙 G を形成する。これによって、複数組の熱電発電デバイス 2 0 0 を電氣的に並列に導通する構造を新たに形成するのである。このとき、熱電発電デバイス 3 0 0 (図 1 0 参照) と同様に、複数組の熱電発電デバイス 2 0 0 を積層した場合であっても、第 1 の板材 2 1 0 の接続片 2 1 4 と第 2 の板材 2 2 0 の接続片 2 2 4 とが重なる位置に配置されないため、短絡の心配はなく、特に絶縁層を設ける必要はない。

30

【 0 0 6 2 】

このような構造を形成するには、図 1 1 (b) に示すように、複数の熱電発電デバイス 2 0 0 を積層する際に、デバイス同士の接触する面において、対向片 2 1 2 a、2 1 2 b、2 2 2 a、2 2 2 b における絶縁皮膜 2 2 6 を形成しない部分 (斜線部 2 2 7) を上下で互い違いになるよう配置しておき、絶縁皮膜を形成しない部分 (斜線部 2 2 7) 同士を接合する。そして、接合後のデバイスを積層方向 X に引き離すと、接合されていない向き合った対向片同士の間空隙 G 形成されて蛇腹形状の構造 (図 1 1 (a) 参照) となる。

40

【 0 0 6 3 】

これによって、図 1 1 (c) に示すように、熱電発電デバイス 4 0 0 は、熱電発電デバイス 3 0 0 と同様に、電圧源を直列に接続させるようにすることで大きな起電力を得るとともに、これを並列に接続させることで電流を大きくすることができるため、結果として大きな電力を得ることができる。また、略 Z 字型の主面を有する板材を用いたことで、熱電発電デバイスを大きくすることなく高温領域と低温領域とのそれぞれに接する熱接点と

50

冷接点との温度差を大きくでき、大きな起電力を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

これらに加えて、熱電発電デバイス 4 0 0 は、接続部 2 3 0 a 又は接続部 2 3 0 b (図 8 参照) を形成した対向片 2 1 2 a、2 2 2 a 同士、又は、対向片 2 1 2 b、2 2 2 b 同士を積層方向 X に離間させて蛇腹形状とすることにより、積層方向 X に対して曲率を持たせることができる。そのため、特に複雑な 3 次元形状を有するような様々な熱源の形状にも追従できる。つまり、熱電発電デバイス 4 0 0 の設置についての自由度を更に高め得る。また、直列構造と並列構造とを両立した構造のため、熱電発電デバイス 4 0 0 全体の機械的強度を高めることができる。更に、接合部 2 3 0 a 又は 2 3 0 b などの一部が破断した場合であっても、他の接合部 2 3 0 a 及び 2 3 0 b により導通が確保されるため、回路としての冗長性を高めることもできる。

10

【 0 0 6 5 】

更に、図 1 2 に示すように、直列に接続された回路に並列回路を組み合わせた熱電発電デバイス 5 0 0 及び 5 5 0 を複数組積層した複合熱電発電デバイス 6 0 0 とすることもできる。

【 0 0 6 6 】

すなわち、図 1 2 (a) に示すように、第 1 の板材 5 1 0 及び第 2 の板材 5 2 0 の板組からなる第 1 の熱電発電デバイス 5 0 0 と、第 1 の板材 5 6 0 及び第 2 の板材 5 7 0 の板組からなる第 2 の熱電発電デバイス 5 5 0 と、を厚さ方向に積層して電氣的に接合した複合熱電発電デバイス 6 0 0 を形成する。このとき、第 1 の熱電発電デバイス 5 0 0 は、図 1 に示した高温領域 1 0 側に接合部 5 3 0 a を有し、低温領域 2 0 側に接合部 5 3 0 b を有しており、これらの接合部 5 3 0 a、5 3 0 b において電氣的に接続されている。同様に、第 2 の熱電発電デバイス 5 5 0 は、高温領域 1 0 側に接合部 5 8 0 a を有し、低温領域 2 0 側に接合部 5 8 0 b を有しており、これらの接合部 5 8 0 a、5 8 0 b において電氣的に接続されている。さらに、第 1 の熱電発電デバイス 5 0 0 と第 2 の熱電発電デバイス 5 5 0 とは、接合部 5 3 0 で電氣的に接合される。

20

【 0 0 6 7 】

このような構成により、図 1 2 (b) に示すように、1 つの板組において直列回路と並列回路とを組み合わせた第 1 の熱電発電デバイス 5 0 0 と第 2 の熱電発電デバイス 5 5 0 とを、さらに接合部 5 3 0 により電氣的に並列に接続した複合熱電発電デバイス 6 0 0 が形成される。

30

【 0 0 6 8 】

図 1 3 (a) に示すように、複合熱電発電デバイス 6 0 0 を構成する第 1 の板材 5 1 0 は、対向する一対の対向片 5 1 2 a、5 1 2 b と、これらを部分的に接続する接続片 5 1 4 とを含む。このとき、第 1 の板材 5 1 0 は、略 Z 字型を呈する主面を有する部材と略 T 字型を呈する主面を有する部材とを混在させている。これらの部材を含む接合前の第 1 の部材 5 1 0 は、接合後と同じ位置関係となるように、点線で示した連結部材 5 1 9 によって並んだ状態で互いに連結されていることが好ましい。

【 0 0 6 9 】

また、図 1 3 (b) に示すように、第 2 の板材 5 2 0 は、対向する一対の対向片 5 2 2 a、5 2 2 b と、これらを部分的に接続する接続片 5 2 4 とを含む。このとき、第 1 の板材 5 2 0 は、上下を接続する略波型を呈する主面を有する部材とその間で点在する対向片とを混在させている。また、これらの部材を含む接合前の第 2 の板材 5 2 0 は、第 1 の板材 5 1 0 と同様に、点線で示した連結部材 5 2 9 によって並んだ状態で互いに連結されていることが好ましい。

40

【 0 0 7 0 】

ここで、第 2 の板材 5 2 0 において、接続片 5 2 4 には絶縁皮膜 5 2 6 を残しておき、一対の対向片 5 2 2 a、5 2 2 b の位置には、絶縁皮膜 5 2 6 を形成しない部分 (斜線部 5 2 7) を配置しておき、これらの斜線部 5 2 7 の領域で第 1 の板材 5 1 0 との接合部 5 3 0 a、5 3 0 b を形成する。このとき、図示を省略するが、第 1 の板材 5 1 0 において

50

も、一对の対向片 5 1 2 a、5 1 2 b の第 2 の板材 5 2 0 に対向する側（図示上背面側）に絶縁皮膜を形成しない部分を配置しておく。これにより、第 1 の部材 5 1 0 及び第 2 の板材 5 2 0 を積層して接合することで、第 1 の熱電発電デバイス 5 0 0 を得ることができる。

【0071】

一方、図 1 3 (c) に示すように、第 1 の板材 5 6 0 は、対向する一对の対向片 5 6 2 a、5 6 2 b と、これらを部分的に接続する接続片 5 6 4 とを含む。このとき、第 1 の板材 5 6 0 は、上下を接続する略波型を呈する主面を有する部材とその間で点在する対向片とを混在させている。また、これらの部材を含む接合前の第 1 の板材 5 6 0 は、第 1 の板材 5 1 0 と同様に、点線で示した連結部材 5 6 9 によって並んだ状態で互いに連結されていることが好ましい。

10

【0072】

また、図 1 3 (d) に示すように、第 2 の板材 5 7 0 は、対向する一对の対向片 5 7 2 a、5 7 2 b と、これらを部分的に接続する接続片 5 7 4 とを含む。このとき、第 1 の板材 5 7 0 は、略 Z 字型を呈する主面を有する部材と略 T 字型を呈する主面を有する部材とを混在させている。また、これらの部材を含む接合前の第 2 の板材 5 7 0 は、第 1 の板材 5 1 0 と同様に、点線で示した連結部材 5 7 9 によって並んだ状態で互いに連結されていることが好ましい。

【0073】

ここで、第 2 の板材 5 7 0 において、接続片 5 7 4 には絶縁皮膜 5 7 6 を残しておき、一对の対向片 5 7 2 a、5 7 2 b の位置には、絶縁皮膜 5 7 6 を形成しない部分（斜線部 5 7 7）を配置しておき、これらの斜線部 5 7 7 の領域で第 1 の板材 5 6 0 との接合部 5 8 0 a、5 8 0 b を形成する。このとき、図示を省略するが、第 1 の板材 5 6 0 においても、一对の対向片 5 6 2 a、5 6 2 b の第 2 の板材 5 7 0 に対向する側（図示上背面側）に絶縁皮膜を形成しない部分を配置しておく。これにより、第 1 の部材 5 6 0 及び第 2 の板材 5 7 0 を積層して接合することで、第 2 の熱電発電デバイス 5 5 0 を得ることができる。

20

【0074】

さらに、図 1 3 (c) に示すように、第 1 の板材 5 6 0 の点在する対向片 5 6 2 b の位置では、絶縁皮膜を形成しない部分（斜線部 5 6 7）を形成しておき、同様に、図示を省略するが、第 2 の板材 5 2 0（図 1 3 (b) 参照）の対向片 5 2 2 b の第 1 の板材 5 6 0 に対向する側（図示上背面側）に絶縁皮膜を形成しない部分を配置しておく。これにより、第 1 の熱電発電デバイス 5 0 0 と第 2 の熱電発電デバイス 5 5 0 とを電氣的に接続する接合部 5 3 0 が構成される。

30

【0075】

そして、図 1 3 (a) 乃至 (d) に示した第 1 の板材 5 1 0、第 2 の板材 5 2 0、第 1 の板材 5 6 0、第 2 の板材 5 7 0 をこの順序で手前から奥へ積層し、全体を加熱して積層方向に荷重を付加して拡散接合した後、連結部材 5 1 9、5 2 9、5 6 9、5 7 9 を切除する。その後、対向片同士を積層方向 X に引き離すように離間させてそれぞれの板材における接合されていない部分に空隙 G を形成して、複数組の熱電発電デバイス 5 0 0、5 5 0 を電氣的に並列に導通する複合熱電発電デバイス 6 0 0 を作成する（図 1 2 参照）。

40

【0076】

このとき、熱電発電デバイス 3 0 0（図 1 0 参照）と同様に、複数組の熱電発電デバイス 5 0 0、5 5 0 を積層した場合であっても、第 1 の板材 5 1 0 の接続片 5 1 4 と第 2 の板材 5 2 0 の接続片 5 2 4、及び第 1 の板材 5 6 0 の接続片 5 6 4 と第 2 の板材 5 7 0 の接続片 5 7 4 は、いずれも積層方向において重なる位置に配置されないため、短絡の心配がない。したがって、これらの接続片には特に絶縁層を設ける必要はない。

【0077】

これによって、図 1 2 に示すように、熱電発電デバイス 6 0 0 は、面内方向及び積層方向に第 1 の板材と第 2 の板材とを電氣的に直列に接続した構造を有するため、得られる起

50

電力を大きくすることが可能となる。また、直列接続と並列接続を任意の組合せとすることができるため、熱電発電デバイス600がどのようなパラメータ（例えば、熱起電力、電流、電力あるいは冗長性）を重視するかに応じて、様々な回路パターンを選択することも可能となる。

【0078】

なお、図14に示すように、複合熱電発電デバイス600は、2組の熱電発電デバイスを組み合わせた独立したユニットと考えることができるため、例えば、複数の複合熱電発電デバイス600を第1の板材及び第2の板材の積層方向に複数並べて、これらを接合部630aで電氣的に接合することにより、並列なユニットの数を任意に増やした複合熱電発電デバイス700とすることも可能となる。これにより、大きなサイズの熱源にも適用が可能となる。

10

【0079】

以上、本発明による熱電発電デバイスの実施例及びこれに基づく変形例を説明したが、本発明は必ずしもこれらに限定されるものではなく、当業者であれば、本発明の主旨又は特許請求の範囲を逸脱することなく、様々な代替実施例又は改変例を見出すことができるであろう。

【符号の説明】

【0080】

100、200、300、400、500、550 熱電発電デバイス

600、700 複合熱電発電デバイス

110、210、510、560 第1の板材

120、220、520、570 第2の板材

112a、112b、212a、212b、512a、522a、562a、572a
(一対の)対向片

122a、122b、222a、222b、512b、522b、562b、572b
(一対の)対向片

114、124、214、224、514、524、564、574 接続片

116、126、226、526、576 絶縁皮膜

130a、130b、230a、230b、530、530a、530b、580a、580b 接合部

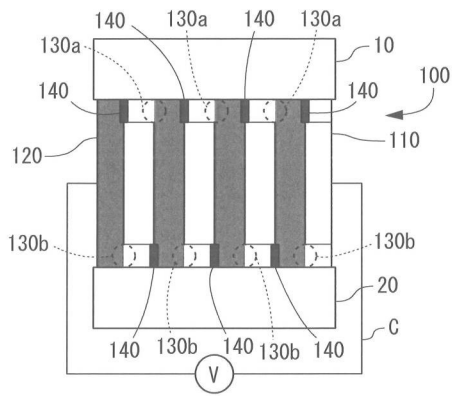
140 絶縁部

219、229、519、529、569、579 連結部材

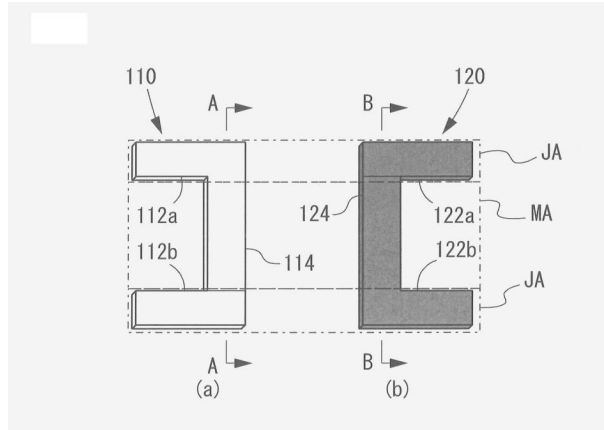
20

30

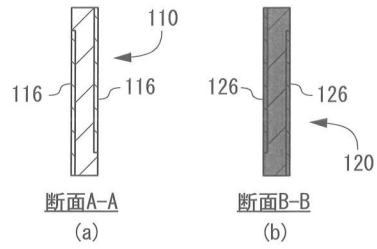
【図1】



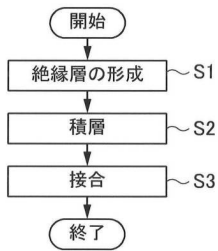
【図2】



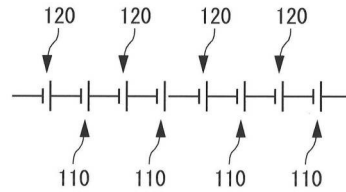
【図3】



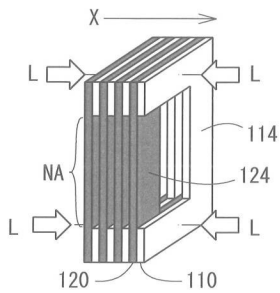
【図4】



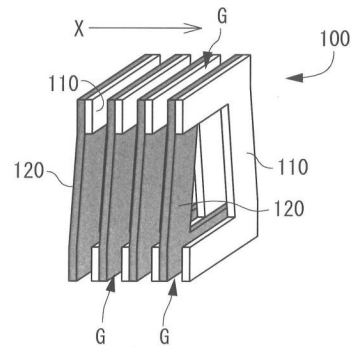
【図6】



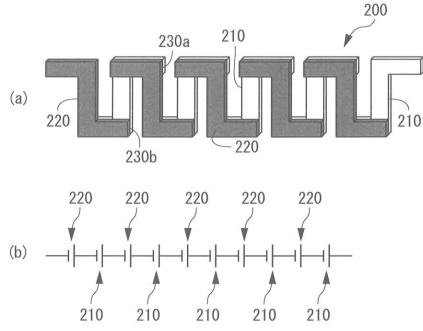
【図5】



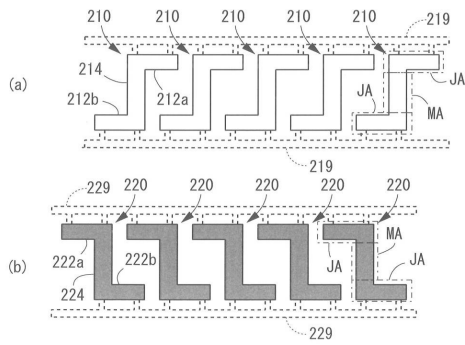
【図7】



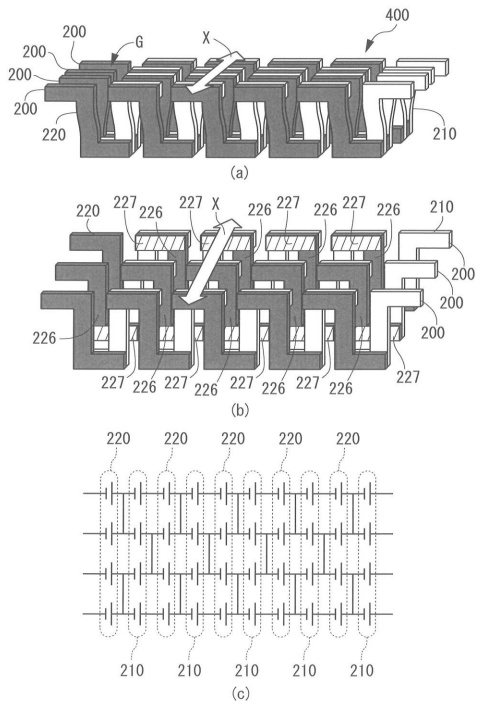
【 図 8 】



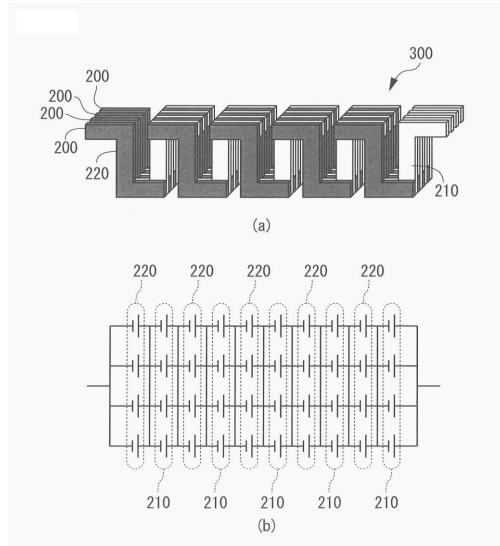
【 図 9 】



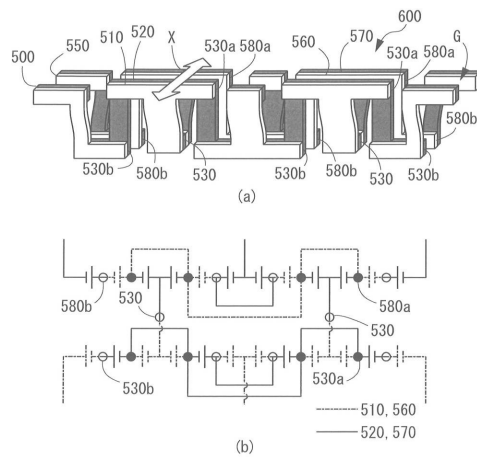
【 図 1 1 】



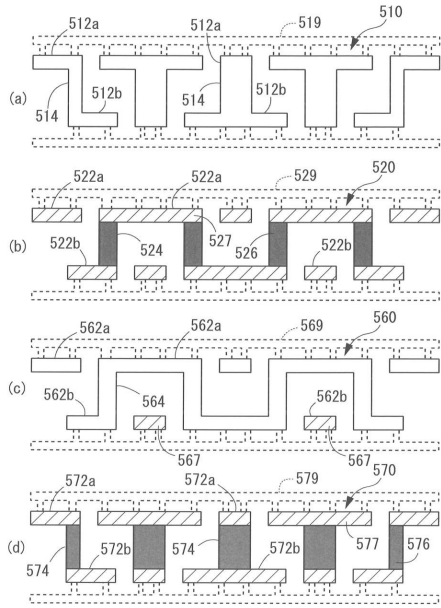
【 図 1 0 】



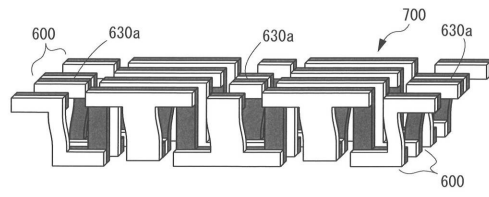
【 図 1 2 】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 宏司
茨城県つくば市梅園 1 - 1 - 1 中央第 1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内
- (72)発明者 馬場 創
茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 中央第 1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内
- (72)発明者 浅沼 博
千葉県千葉市稲毛区弥生町 1 - 3 3 国立大学法人千葉大学内
- (72)発明者 柳迫 徹郎
東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 4 番 2 号 学校法人工学院大学内