

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-13376
(P2022-13376A)

(43)公開日 令和4年1月18日(2022.1.18)

(51)国際特許分類
H 0 1 L 35/10 (2006.01)

F I
H 0 1 L 35/10

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全11頁)

(21)出願番号	特願2020-115893(P2020-115893)	(71)出願人	590000835
(22)出願日	令和2年7月3日(2020.7.3)		株式会社K E L K
		(74)代理人	神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号
			110002147
			特許業務法人酒井国際特許事務所
		(72)発明者	大場 正和
			神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株
			式会社K E L K内

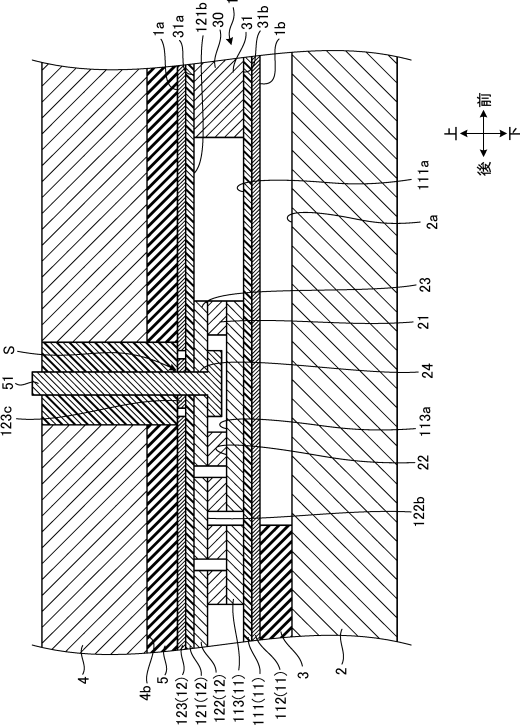
(54)【発明の名称】 熱電発電モジュール

(57)【要約】

【課題】 封止性を向上すること。

【解決手段】 熱電発電モジュール1は、一対の第1基板11及び第2基板12と、第1基板11及び第2基板12の上に配置された複数の第1電極22及び第2電極23と、一対の第1電極22及び第2電極23の間に配置された熱電変換素子21と、第2電極23に接続されたターミナルピン51と、を備え、第2基板12は、電気絶縁性を有する材料で形成された絶縁体層121と、絶縁体層121を貫通して形成されてターミナルピン51を挿通する貫通孔24と、貫通孔24の周縁部に配置された環状の金属層123cとを有し、ターミナルピン51と貫通孔24との間の隙間は、半田によって封止される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の基板と、
前記基板の上に配置された複数の電極と、
一対の前記電極の間に配置された熱電変換素子と、
前記電極に接続された端子と、
を備え、
前記基板は、電気絶縁性を有する材料で形成された絶縁体層と、前記絶縁体層を貫通して形成されて前記端子を挿通する貫通孔と、前記貫通孔の周縁部に配置された環状の金属層とを有し、
前記端子と前記貫通孔との間の隙間は、半田によって封止される、
熱電発電モジュール。

10

【請求項 2】

前記半田は、前記端子の周面と前記金属層とにおいて、フィレット形状を形成した、
請求項 1 に記載の熱電発電モジュール。

【請求項 3】

前記絶縁体層は、ポリイミド、フッ素、及びエポキシ樹脂の少なくとも 1 つを含む材料で形成される、
請求項 1 又は請求項 2 に記載の熱電発電モジュール。

20

【請求項 4】

前記金属層は、銅、ニッケル、ステンレス、アルミニウムの少なくとも 1 つを含む材料で形成される、
請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の熱電発電モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、熱電発電モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

熱電変換素子を利用した熱電発電モジュールが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。熱電発電モジュールは、一対の基板の間に熱電変換素子が配置されている。熱電発電モジュールは、基板間に温度差が与えられることにより、ゼーベック効果により発電する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017-152715 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

熱電発電モジュールで発生した電力を外部に取り出すために端子が配置される。また、熱電発電モジュールでは、基板間に温度差が与えられるので、低温側の基板の表面に水滴を生じるおそれがある。そのため、端子を介して、熱電発電モジュールの内部に水滴が侵入しないように封止性を向上することが望まれる。

40

【0005】

本開示は、封止性を向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示に従えば、一対の基板と、前記基板の上に配置された複数の電極と、一対の前記電極の間に配置された熱電変換素子と、前記電極に接続された端子と、を備え、前記基板は

50

、電気絶縁性を有する材料で形成された絶縁体層と、前記絶縁体層を貫通して形成されて前記端子を挿通する貫通孔と、前記貫通孔の周縁部に配置された環状の金属層とを有し、前記端子と前記貫通孔との間の隙間は、半田によって封止される、熱電発電モジュールが提供される。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、封止性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施形態に係る熱電発電モジュールを示す断面図である。

10

【図2】図2は、実施形態に係る熱電発電モジュールの第2基板及びターミナルピンを示す拡大断面図である。

【図3】図3は、実施形態に係る熱電発電モジュールの第2基板を示す平面図であり、下面の平面図である。

【図4】図4は、実施形態に係る熱電発電モジュールの第2基板を示す平面図であり、上面の平面図である。

【図5】図5は、実施形態に係る熱電発電モジュールのターミナルピンを示す正面図である。

【図6】図6は、実施形態に係る熱電発電モジュールのターミナルピン及び半田を示す拡大断面図である。

20

【図7】図7は、実施形態に係る熱電発電モジュールのターミナルピン及び半田を示す写真である。

【図8】図8は、従来の熱電発電モジュールの第2基板及びターミナルピンを示す拡大断面図である。

【図9】図9は、図8の部分拡大図である。

【図10】図10は、従来の熱電発電モジュールのターミナルピン及び半田を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本開示に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本開示は実施形態に限定されない。以下で説明する複数の実施形態の構成要素は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

30

【0010】

実施形態においては、「左」、「右」、「前」、「後」、「上」、及び「下」の用語を用いて各部の位置関係について説明する。これらの用語は、熱電発電モジュール1の中心を基準とした相対位置又は方向を示す。左右方向と前後方向と上下方向とは直交する。

【0011】

〔熱電発電モジュール〕

図1は、実施形態に係る熱電発電モジュールを示す断面図である。熱電発電モジュール1は、熱源側の高温側プレート2と、冷却側の低温側プレート4とで挟まれる。熱電発電モジュール1は、高温側プレート2と低温側プレート4とによって両側（図中の上下）に温度差を与えることによって、ゼーベック効果により発電する。

40

【0012】

高温側プレート2は、熱源からの熱を受けて、熱電発電モジュール1に伝達する。高温側プレート2は、アルミニウム又は銅のような金属材料によって板状に形成される。高温側プレート2は、カーボンシート3を介して、熱電発電モジュール1の下面1bと接触して配置されている。

【0013】

カーボンシート3は、熱伝導性及び電気絶縁性を有する材料である。カーボンシート3は、高温側プレート2の上面2aと熱電発電モジュール1の下面1bとの間に介在している

50

。本実施形態では、カーボンシート 3 は、高温側プレート 2 の上面 2 a の一部と接触している。カーボンシート 3 は、高温側プレート 2 の熱を熱電発電モジュール 1 の下面 1 b に伝達する。

【0014】

低温側プレート 4 は、熱電発電モジュール 1 から熱を奪う。低温側プレート 4 は、冷却されている。低温側プレート 4 は、アルミニウムのような金属材料によって板状に形成される。低温側プレート 4 は、カーボンシート 5 を介して、熱電発電モジュール 1 の上面 1 a に接触して配置される。

【0015】

カーボンシート 5 は、熱伝導性及び電気絶縁性を有する材料である。カーボンシート 5 は、低温側プレート 4 の下面 4 b と熱電発電モジュール 1 の上面 1 a との間に介在している。本実施形態では、カーボンシート 5 は、低温側プレート 4 の下面 4 b の全面と接触している。カーボンシート 5 は、低温側プレート 4 の熱を奪い、外部に排熱する。

【0016】

熱電発電モジュール 1 は、一对の第 1 基板（基板）11 及び第 2 基板（基板）12 と、第 1 基板（基板）11 及び第 2 基板（基板）12 の上に配置された第 1 電極（電極）22 及び第 2 電極（電極）23 と、一对の第 1 電極 22 及び第 2 電極 23 の間に配置される熱電変換素子 21 と、封止部 30 と、ターミナルピン 51 とを備える。

【0017】

第 1 基板 11 及び第 2 基板 12 は、矩形状に形成されている。本実施形態では、第 1 基板 11 及び第 2 基板 12 の厚さは $2.5\ \mu\text{m}$ である。

【0018】

第 1 基板 11 と第 2 基板 12 とは、間隙を介して向かい合う。実施形態において、第 2 基板 12 は、第 1 基板 11 よりも上方に配置される。

【0019】

第 1 基板 11 は、電気絶縁材料によって形成される。実施形態において、第 1 基板 11 は、絶縁体層 111 と、絶縁体層 111 の下面に形成された金属層 112 と、絶縁体層 111 の上面に形成された金属層 113 との 3 層構造を有する。金属層 112 及び金属層 113 は、金属箔で形成されている。

【0020】

図 2 は、実施形態に係る熱電発電モジュールの第 2 基板及びターミナルピンを示す拡大断面図である。第 2 基板 12 は、電気絶縁材料によって形成される。実施形態において、第 2 基板 12 は、ポリイミドシートで形成された絶縁体層 121 と、絶縁体層 121 の下面に形成された金属層 122、絶縁体層 121 の上面に形成された金属層 123 との 3 層構造を有する。金属層 122 及び金属層 123 は、金属箔で形成されている。金属層 123 の上面 123 a に、電極保護層であるニッケルメッキ層 124 が形成されている。

【0021】

第 2 基板 12 は、電気絶縁性を有する材料で形成された絶縁体層 121 と、絶縁体層 121 を貫通して形成されてターミナルピン 51 を挿通する貫通孔 24 と、貫通孔 24 の周縁部に配置された環状の金属層 123 c とを有する。

【0022】

絶縁体層 111 及び絶縁体層 121 を形成する絶縁材料としては、ポリイミド、フッ素、及びエポキシ樹脂のいずれか 1 つを含む絶縁体シートが例示される。

【0023】

金属層 112、金属層 113、金属層 122 及び金属層 123 を形成する金属材料として、銅（Cu）、銅を含む合金、ニッケル（Ni）、ニッケルを含む合金、ステンレス（SUS）、ステンレスを含む合金、アルミニウム（Al）、及びアルミニウムを含む合金の少なくともいずれか 1 つが例示される。

【0024】

本実施形態では、絶縁体層 111 及び絶縁体層 121 の厚さは $2.5\ \mu\text{m}$ である。本実施形

10

20

30

40

50

態では、金属層 1 1 2 及び金属層 1 2 3 の厚さは 3 0 0 μm である。本実施形態では、金属層 1 1 3 及び金属層 1 2 2 の厚さは 1 8 μm である。

【0 0 2 5】

熱電変換素子 2 1 は、第 1 基板 1 1 の上面と第 2 基板 1 2 の下面との間に 1 つ以上配置される。複数の熱電変換素子 2 1 は、第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 によって接続される。

【0 0 2 6】

熱電変換素子 2 1 に電流が供給されることにより、熱電発電モジュール 1 がペルチェ効果により吸熱又は発熱する。第 1 基板 1 1 と第 2 基板 1 2 との間に温度差が与えられることにより、熱電発電モジュール 1 は、ゼーベック効果により発電する。

【0 0 2 7】

熱電変換素子 2 1 は、熱電材料によって形成される。熱電変換素子 2 1 を形成する熱電材料として、マンガンケイ化物系化合物 (Mn-Si)、マグネシウムケイ化物系化合物 (Mg-Si-Sn)、スクッテルダイト系化合物 (Co-Sb)、ハーフホイスラ系化合物 (Zr-Ni-Sn)、及びビスマステル系化合物 (Bi-Te) が例示される。熱電変換素子 2 1 は、マンガンケイ化物系化合物、マグネシウムケイ化物系化合物、スクッテルダイト系化合物、ハーフホイスラ系化合物、又はビスマステル系化合物から選択される 1 つの化合物により構成されてもよいし、少なくとも 2 つの化合物の組み合わせにより構成されてもよい。

【0 0 2 8】

熱電変換素子 2 1 は、p 型素子 2 1 P と、n 型素子 2 1 N とを含む。p 型素子 2 1 P 及び n 型素子 2 1 N のそれぞれは、所定面内に複数配置される。前後方向において、p 型素子 2 1 P と n 型素子 2 1 N とは交互に配置される。左右方向において、p 型素子 2 1 P と n 型素子 2 1 N とは交互に配置される。

【0 0 2 9】

第 1 電極 2 2 は、第 1 基板 1 1 の上面に設けられる。第 1 電極 2 2 は、第 1 基板 1 1 の上面と平行な所定面内において複数設けられる。第 1 電極 2 2 は、第 1 基板 1 1 の熱電発電モジュール 1 の内側に面した金属層 1 1 3 の上面 1 1 3 a をパターンエッチングして形成される。第 1 基板 1 1 に配置される第 1 電極 2 2 の下面は、熱電発電モジュール 1 の冷却面である。

【0 0 3 0】

第 2 電極 2 3 は、第 2 基板 1 2 の下面に設けられる。第 2 電極 2 3 は、第 2 基板 1 2 の下面と平行な所定面内において複数設けられる。第 2 電極 2 3 は、第 2 基板 1 2 の熱電発電モジュール 1 の内側に面した金属層 1 2 2 の下面 1 2 2 b をパターンエッチングして形成される。第 2 基板 1 2 に配置される第 2 電極 2 3 の上面は、熱電発電モジュール 1 の加熱面である。

【0 0 3 1】

第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 に熱電変換素子 2 1 が半田接合されている。より詳しくは、第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 は、隣接する一対の p 型素子 2 1 P 及び n 型素子 2 1 N のそれぞれに接続される。

【0 0 3 2】

第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 は、複数の熱電変換素子 2 1 を直列に接続する。第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 により複数の熱電変換素子 2 1 が直列に接続された直列回路が形成される。p 型素子 2 1 P 及び n 型素子 2 1 N が第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 を介して電氣的に接続されることにより、p n 素子対が構成される。複数の p n 素子対が第 1 電極 2 2 及び第 2 電極 2 3 を介して直列に接続されることにより、複数の熱電変換素子 2 1 を含む直列回路が構成される。

【0 0 3 3】

図 3 は、実施形態に係る熱電発電モジュールの第 2 基板を示す平面図であり、下面の平面図である。図 4 は、実施形態に係る熱電発電モジュールの第 2 基板を示す平面図であり、上面の平面図である。熱電変換素子 2 1 を配列した際の両端の正極、負極にあたる第 2 電

10

20

30

40

50

極 2 3 に、ターミナルピン（端子） 5 1 を挿通する貫通孔 2 4 が配置される。貫通孔 2 4 は、両端の正極、負極にあたる第 2 電極 2 3 が配置された第 2 基板 1 2 を上下方向に貫通して形成されている。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、実施形態に係る熱電発電モジュールのターミナルピンを示す正面図である。ターミナルピン 5 1 は、柱状に形成された本体部 5 2 と、本体部 5 2 の軸方向の一方の端部に配置された頭部 5 3 と、本体部 5 2 の軸方向の他方の端部に配置された雌ねじ部 5 4 とを有する。本体部 5 2 は、円柱状または角柱状に形成されている。本実施形態では、本体部 5 2 は、円柱状に形成されている。頭部 5 3 は、円板状に形成されている。頭部 5 3 の径は、本体部 5 2 の径より大きい。

10

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、ターミナルピン 5 1 の本体部 5 2 の径は、例えば 4 mm である。本実施形態では、ターミナルピン 5 1 の頭部 5 3 の径は、例えば 6 mm である。本実施形態では、ターミナルピン 5 1 の頭部 5 3 の厚さは、例えば 1 mm である。

【 0 0 3 6 】

貫通孔 2 4 は、両端の正極、負極にあたる第 2 電極 2 3 が配置された金属層 1 2 2 と、絶縁体層 1 2 1 と、金属層 1 2 3 とを貫通している。貫通孔 2 4 は、金属層 1 2 2 に形成された貫通孔 2 4 2 と、絶縁体層 1 2 1 に形成された貫通孔 2 4 1 と、金属層 1 2 3 に形成された貫通孔 2 4 3 とを有する。貫通孔 2 4 には環状の金属層 1 2 3 c が残されている。より詳しくは、絶縁体層 1 2 1 の上面であって、貫通孔 2 4 3 の内側に、貫通孔 2 4 の周りを囲んで環状の金属層 1 2 3 c が配置されている。

20

【 0 0 3 7 】

環状の金属層 1 2 3 c は、貫通孔 2 4 の周囲の全周を囲んで配置されている。本実施形態では、環状の金属層 1 2 3 c は、貫通孔 2 4 の周りにおいて、金属層 1 2 3 を環状のパターンで残すことによって形成されている。

【 0 0 3 8 】

貫通孔 2 4 1 及び貫通孔 2 4 2 は、ターミナルピン 5 1 の径と同じ径を有する。貫通孔 2 4 3 は、ターミナルピン 5 1 の外形より大きい径を有する。これにより、貫通孔 2 4 から、貫通孔 2 4 の周囲の絶縁体層 1 2 1 及び環状の金属層 1 2 3 c が露出する。貫通孔 2 4 1 及び貫通孔 2 4 2 の径は、例えば 4 mm である。貫通孔 2 4 3 の径は、例えば 9 mm である。環状の金属層 1 2 3 c の内径は、例えば 4 mm であり、外径は、例えば 6 mm である。

30

【 0 0 3 9 】

ターミナルピン 5 1 と貫通孔 2 4 との間の隙間 S は、半田 6 1 によって封止される。貫通孔 2 4 へ下側からターミナルピン 5 1 を通し、第 2 電極 2 3 とターミナルピン 5 1 を半田 6 1 によって半田接合している。より詳しくは、第 2 電極 2 3 に、貫通孔 2 4 に挿通されたターミナルピン 5 1 の頭部 5 3 の上面 5 3 a を半田 6 1 によって半田接合している。

【 0 0 4 0 】

第 2 基板 1 2 において、ターミナルピン 5 1 の貫通孔 2 4 の周りに環状の金属層 1 2 3 c が残っていることにより、ターミナルピン 5 1 の周りに濡れた半田 6 1 の一部が環状の金属層 1 2 3 c の上へ濡れ広がる。半田 6 1 は、ターミナルピン 5 1 の周面と環状の金属層 1 2 3 c とにおいて、フィレット形状を形成する。半田 6 1 がフィレット形状を形成することによって、熱電発電モジュール 1 の外部と内部とを連通する貫通孔 2 4 とターミナルピン 5 1 との隙間 S が塞がれる。

40

【 0 0 4 1 】

第 1 基板 1 1 及び第 2 基板 1 2 の外周には封止用の枠である封止部 3 0 を配置して熱電変換素子 2 1 を密閉空間内に配列する。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示すように、封止部 3 0 は、枠形状に形成されている。封止部 3 0 は、上下方向視において、面方向に整列された複数の p n 素子対の周囲を囲んで配置される。図 1 に示す

50

ように、封止部 30 は、第 1 基板 11 の上面と第 2 基板 12 の下面との間に配置され、第 1 基板 11 の上面の周縁部と、第 2 基板 12 の下面の周縁部とを封止する。封止部 30 は、第 1 基板 11 の上面と第 2 基板 12 の下面とに図示しない半田によって固定される。

【0043】

封止部 30 は、枠部 31 と、枠部 31 の中央部に形成された開口部 32 とを有する。

【0044】

枠部 31 は、矩形の外形を有する。枠部 31 は、上面 31a と下面 31b とを有する。枠部 31 の上面 31a は、第 2 基板 12 の絶縁体層 121 の下面 121b と向かい合う。枠部 31 の下面 31b は、第 1 基板 11 の絶縁体層 111 の上面 111a と向かい合う。

【0045】

本実施形態では、枠部 31 の厚さは 1.2 mm である。

【0046】

開口部 32 は、枠部 31 の中央部に矩形状に形成された開口である。開口部 32 には、熱電変換素子 21 が配置される。

【0047】

第 1 基板 11 及び第 2 基板 12 は、面方向に整列された複数の p n 素子対および封止部 30 を上下方向に挟んで配置される。第 1 基板 11 と第 2 基板 12 は、第 1 電極 22、第 2 電極 23 および封止部 30 を覆う大きさを有している。

【0048】

このように構成された熱電発電モジュール 1 は、第 2 基板 12 の側に熱を加え、第 1 基板 11 の側を冷却水等で冷やすと温度差によって起電力が発生して、図示しない 1 対のリード線の間に負荷（図示略）を接続したときに電流が流れる。すなわち、熱電発電モジュール 1 の両側（図中の上下）に温度差を与えることによって、電力が取り出せる。

【0049】

〔半田による封止方法及び作用〕

次に、半田 61 による、ターミナルピン 51 と貫通孔 24 との封止方法及び作用について説明する。貫通孔 24 へ下側からターミナルピン 51 を通し、第 2 電極 23 とターミナルピン 51 を半田 61 によって半田接合する。より詳しくは、貫通孔 24 に挿通されたターミナルピン 51 の頭部 53 の上面 53a を第 2 電極 23 に接触させる。ターミナルピン 51 の頭部 53 の上面 53a には半田 61 が塗布されている。この状態で焼成処理して、第 2 電極 23 とターミナルピン 51 を半田接合する。熱電変換素子 21 を半田接合している第 2 基板 12 の上面側はターミナルピン 51 の貫通孔 24 のみ円形に開口している。これにより、第 2 基板 12 の上面側において、正極と負極との短絡が規制される。

【0050】

図 6 は、実施形態に係る熱電発電モジュールのターミナルピン及び半田を示す拡大断面図である。図 7 は、実施形態に係る熱電発電モジュールのターミナルピン及び半田を示す写真である。図 6、図 7 に示すように、第 2 基板 12 において、ターミナルピン 51 の貫通孔 24 の周りに環状の金属層 123c が残されている。第 2 基板 12 において、ターミナルピン 51 の周りに濡れた半田 61 の一部が環状の金属層 123c の上へ濡れ広がる。これにより、半田 61 が、ターミナルピン 51 の周面と環状の金属層 123c とにおいてフィレット形状を形成する。フィレット形状の半田 61 によって、ターミナルピン 51 と貫通孔 24 との隙間 S を覆うように、環状の金属層 123c とターミナルピン 51 とが半田接合される。ターミナルピン 51 の周りに濡れた半田 61 の残部は、ターミナルピン 51 の周りに沿って濡れ広がる。このように、フィレット形状の半田 61 によって、熱電発電モジュール 1 の外部と内部とを連通する貫通孔 24 とターミナルピン 51 との隙間 S を塞がれて封止性が高められる。

【0051】

〔効果〕

以上説明したように、本実施形態では、絶縁体層 121 を貫通して形成されてターミナルピン 51 を挿通する貫通孔 24 と、貫通孔 24 の周縁部に配置された環状の金属層 123

10

20

30

40

50

cとを有する。本実施形態では、ターミナルピン51の貫通孔24の周りに環状の金属層123cのパターンが残されている。本実施形態では、ターミナルピン51と貫通孔24との間の隙間Sは、半田61によって封止される。本実施形態では、絶縁体層121の上に環状の金属層123cが残されている。本実施形態は、環状の金属層123cの上に半田61が濡れ広がるので、絶縁体層121において貫通孔24の周縁部に半田61を濡れ広がらせることができる。これらにより、本実施形態によれば、ターミナルピン51と貫通孔24との隙間Sを覆うように、金属層123とターミナルピン51とを半田61によって半田接合することができる。本実施形態は、熱電発電モジュール1の外部と内部とを連通する貫通孔24とターミナルピン51との隙間Sを塞ぐことができる。このように、本実施形態は、熱電発電モジュール1からのターミナルピン51の引き出し部において、封止性を向上することができる。

10

【0052】

本実施形態は、熱電変換素子21を半田接合している第2基板12の上面側はターミナルピン51の貫通孔24のみ円形に開口している。本実施形態によれば、第2基板12の上面側において、正極と負極との短絡を規制することができる。

【0053】

本実施形態は、半田61がフィレット形状を形成する。本実施形態によれば、半田フラックスの抜け穴が隙間Sを通して熱電発電モジュール1の外部と内部とを連通することを抑制できる。本実施形態によれば、ターミナルピン51の貫通孔24の封止性を向上することができる。

20

【0054】

本実施形態では、絶縁体層121は、ポリイミド、フッ素、及びエポキシ樹脂の少なくとも1つを含む材料で形成される。本実施形態は、半田61が濡れ広がることがない絶縁体層121の上に、環状の金属層123cを介して、半田61を濡れ広げることができる。

【0055】

本実施形態では、環状の金属層123cを含む金属層123は、銅、ニッケル、ステンレス、アルミニウムの少なくとも1つを含む材料で形成される。本実施形態は、環状の金属層123cに、半田61を濡れ広げることができる。

【0056】

これに対して、図8ないし図10を用いて、従来の熱電発電モジュールについて説明する。図8は、従来の熱電発電モジュールの第2基板及びターミナルピンを示す拡大断面図である。図9は、図8の部分拡大図である。図10は、従来の熱電発電モジュールのターミナルピン及び半田を示す拡大断面図である。従来の熱電発電モジュールは、ターミナルピン51の貫通孔24Xの周りに環状の金属層123cが残されていない。貫通孔24Xは、環状の金属層123cが残されていないため、貫通孔241と貫通孔242との2層構造を有する。金属層123Xに開口部125Xが設けられているので、第2基板12Xは、ターミナルピン51の周囲において、絶縁体層121と金属層122との2層になっている。ターミナルピン51を第2電極23に半田接合した場合、金属層122とターミナルピン51は半田接合されるが、絶縁体層121とターミナルピン51は半田接合されない。これにより、ターミナルピン51の周囲に隙間Sが生成される。より詳しくは、第2基板12Xにおいて、ターミナルピン51の貫通孔24Xの周りに環状の金属層123cが残っていないことで、ターミナルピン51の周りに濡れた半田61Xは、絶縁体層121の上に濡れ広がらずに、ターミナルピン51に沿って濡れ広がる。これにより、半田61Xがフィレット形状を形成しない。従来の熱電発電モジュールでは、半田61Xが不均一でアリの巣状になることがある。このように、従来の熱電発電モジュールは、外部と内部とを連通する貫通孔24の周囲の隙間Sが埋まらないおそれがあり、封止性に改善の余地がある。

30

40

【符号の説明】

【0057】

1…熱電発電モジュール、1a…上面、1b…下面、2…高温側プレート、2a…上面、

50

3…カーボンシート、4…低温側プレート、4b…下面、5…カーボンシート、11…第1基板（基板）、111…絶縁体層、111a…上面、112…金属層、113…金属層、113a…上面、12…第2基板（基板）、121…絶縁体層、121b…下面、122…金属層、122b…下面、123…金属層、123a…上面、123c…環状の金属層、124…ニッケルメッキ層、21…熱電変換素子、21P…p型素子、21N…n型素子、22…第1電極（電極）、23…第2電極（電極）、24…貫通孔、241…貫通孔、242…貫通孔、243…貫通孔、30…封止部、31…枠部、31a…上面、31b…下面、32…開口部、51…ターミナルピン（端子）、52…本体部、53…頭部、53a…上面、54…雌ねじ部、61…半田。

【図面】

【図1】

【図2】

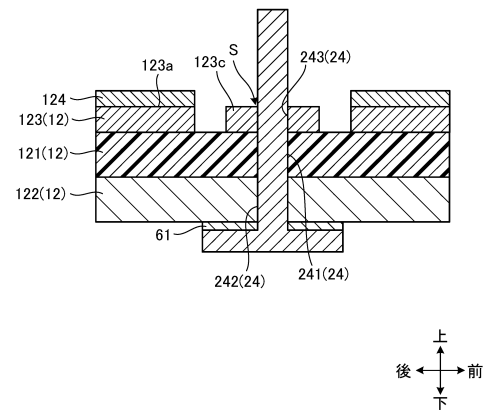
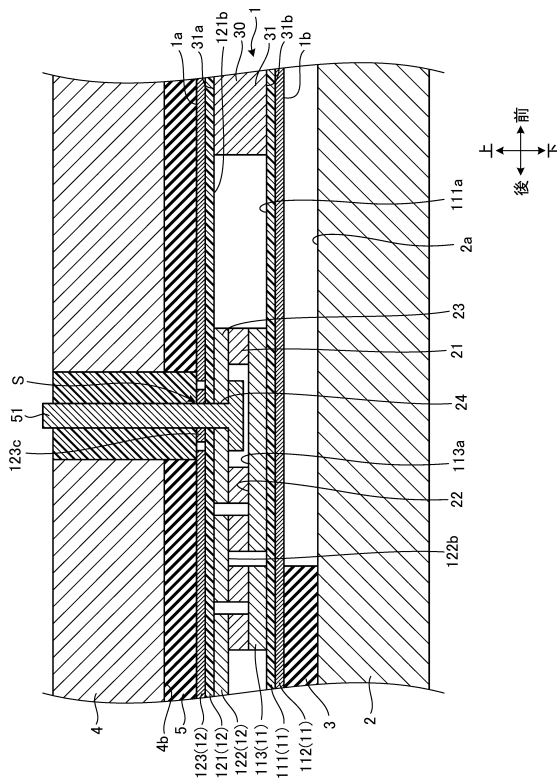
10

20

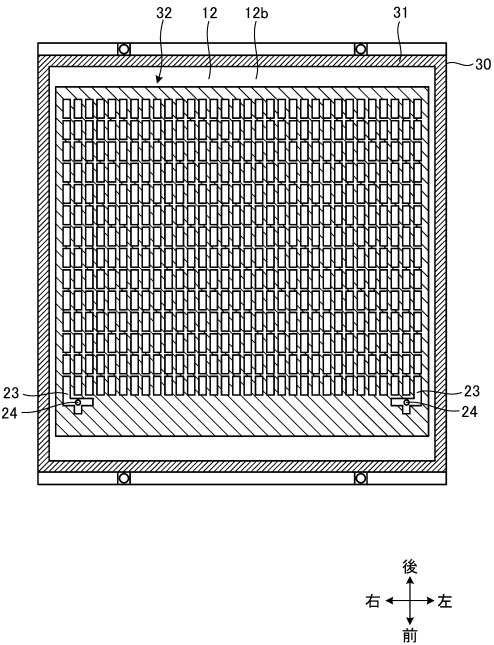
30

40

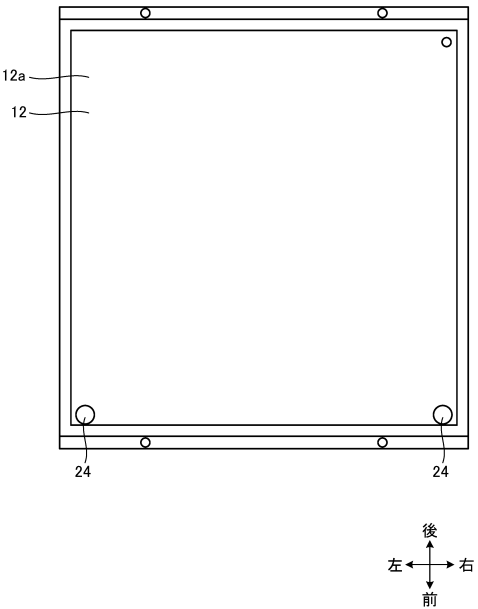
50



【図 3】



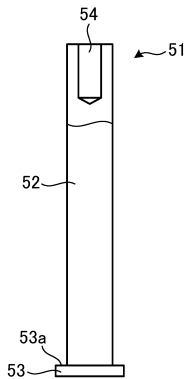
【図 4】



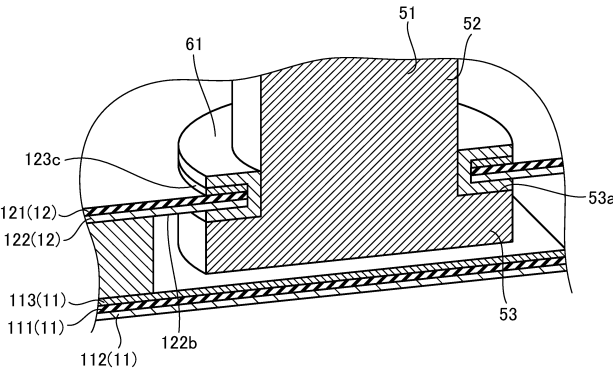
10

20

【図 5】



【図 6】

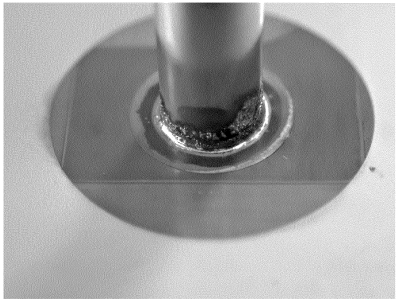


30

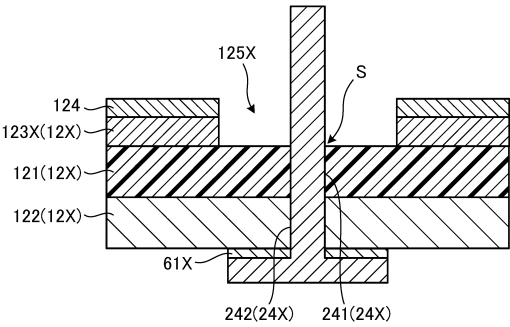
40

50

【図 7】



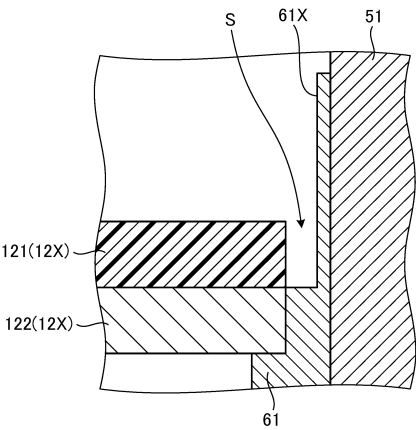
【図 8】



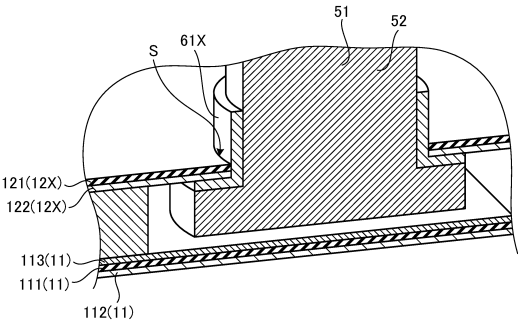
10

20

【図 9】



【図 10】



30

40

50