

(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2006-294935

(P2006-294935A)

(43) 公開日 平成18年10月26日(2006.10.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 35/32 (2006.01)	H O 1 L 35/32 A	
H O 1 L 35/08 (2006.01)	H O 1 L 35/08	
H O 1 L 35/34 (2006.01)	H O 1 L 35/34	
H O 2 N 11/00 (2006.01)	H O 2 N 11/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-114922 (P2005-114922)	(71) 出願人	501246617 稲泉 潔
(22) 出願日	平成17年4月12日 (2005.4.12)		神奈川県横浜市栄区中野町84-11 廻 町エムエスマンション201
		(71) 出願人	504209792 山田 一清
			愛知県海部郡蟹江町蟹江本町キノ割16- 3 LMNC2-404
		(74) 代理人	100119219 弁理士 稲葉 慶和
		(72) 発明者	山田 一清
			愛知県海部郡蟹江町蟹江本町キノ割16- 3 LMNC2-404

最終頁に続く

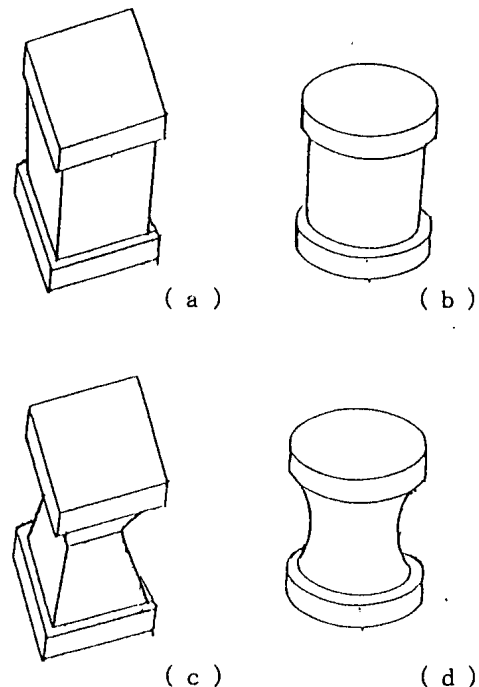
(54) 【発明の名称】 高能率低損失熱電モジュール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ゼーベック効果、ペルチェ効果を有する熱電半導体素子と両端の電極とで構成した熱電半導体モジュールにおいて、ジュール熱損失を小さくして高能率低損失化する。

【解決手段】熱電半導体素子において、電極を、端部から側面にかけて挟み又は囲むようにして、電極と熱電半導体素子ユニットとの接触面積が広くなるようにする。すなわち、素子の中央部を糸巻状にくびれた構造とし、熱貫流を少なく、必用に応じて熱遮断シートを設ける。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱電半導体素子とその両端の低温サイドおよび高温サイドにそれぞれ接合する電極とで形成してなるユニットを 1 個又は複数有する熱電半導体モジュールにおいて、電極は熱電半導体素子の端面から側面にかけて熱電半導体素子を挟み又は囲むようにし、熱電半導体素子と電極とが接触する面積を実質的に大きくしたことを特徴とする、高能率低損失熱電半導体モジュール

【請求項 2】

熱電半導体素子両端の低温サイドおよび高温サイドの断面積をより大きく、かつ熱電半導体素子の前記低温サイドおよび高温サイドの中間の断面積をより小さく、全体として糸巻き状のくびれ構造を形成したことを特徴とする、請求項 1 の高能率低損失熱電半導体モジュール 10

【請求項 3】

熱電半導体素子の低温サイドと高温サイドとの中間部分に、熱絶縁性で電気絶縁性板状部材を配置し、モジュール周辺の熱貫流を遮断したことを特徴とする、請求項 1 又は請求項 2 の高能率低損失熱電モジュール

【発明の詳細な説明】 20

【技術分野】

【0001】

本願発明は、比較的低温（常温域）から約 800 近い高温までの範囲において熱電効果を利用する高能率低損失の熱電モジュールに関する。熱電効果とは、熱電半導体のゼーベック効果、ペルチェ効果、またはトムソン効果の総称であり、したがって、本願発明は、熱電半導体モジュール又は熱電半導体モジュールを用いた発電装置もしくは冷却／加熱装置の技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

図 10 は、既存の熱電装置である。N 型の熱電半導体素子の両端間に温度差が与えられた場合、多数キャリアは低温側に拡散し、高温サイドから低温サイドに向かう電界が生じる。キャリアが移動すると、平衡が保たれ、素子両端に電位差が生じる。ここで熱電半導体素子の両端に負荷を接続すると、電流が負荷に流れ、負荷の両端に電位差ができる。一方、高温側接続点へ入ってきた熱はリード線を伝わって逃げる。P 型熱電半導体素子では、熱起電力は N 型熱電半導体素子の多数キャリアの移動とは逆である。P 型及び N 型熱電半導体は、対にして 構造に構成することによって、電気的には直列に、熱的には並列になるように、接続することができる。 30

【0003】

熱電半導体素子のゼーベック効果モデルが基本的に 構造であることを、図 9 によって説明する。図のように、基本形として、P 型熱電半導体素子と N 型熱電半導体素子とそれらに接合された電極とから “ 構造 ” が形成される。 構造の熱電半導体モジュールは、その両端の電極に挟まれた間に温度差（ T ）を与えると、ゼーベック効果により熱発電を行い、また、熱電半導体素子に電流を流すとペルチェ効果により電子が移動して、吸熱（低温）サイドと放熱（高温）サイドができる。 構造によれば、P 型熱電半導体素子と N 型熱電半導体素子と電極とが、1 対又は交互に複数ペア、電気的には直列に接続され、熱的には低温サイドと高温サイドが上下に別れて並列に形成される。低温サイドと高温サイドに熱エネルギー（温度差 T ）を供給すればゼーベック効果によって図 9（a）のように発電装置となる。又電気的に直列な回路に電源を供給すれば図 9（b）のようにペルチェ効果によって冷却（吸熱）装置又は加熱（放熱）装置になる。 40

【0004】

P型及びN型熱電半導体を対にして接合した回路では、電気抵抗が低く熱伝導率が高い異種金属（銅の電極）を介して構造を形成するとき、電極の温度は、熱電半導体素子接合部と等しく、P型とN型の熱電半導体に発生する多数キャリアの移動方向は同じになる。このことは、電気的には直列に、熱的には並列になるように構造を形成したとき、ジュール熱および熱伝導に関する熱の移動が最小となって、熱の放散による損失がなくなること

【0005】

熱電装置を構成する構造は、スタンダードな製品としては、4cm角の板の間にP/N熱電半導体素子（サイコロ形、円筒など）のペア127個を構造ユニットとして整列させたものがある。

10

【0006】

熱電素子の性能向上のために種々の研究がなされているが、結果ははかばかしくなく、熱電材料の特徴を表す因子であるZ値を向上させるしかないと言われていた。事実、熱電半導体材料に関する提案もなされている。しかし、Z値は電気伝導率に比例しかつ熱伝導率に逆比例する値である。ふつう、電気伝導率の高い材料は熱伝導率も高い性質を持つ。このことが、Z値を所望の値にすることを難しくし、現在に至るも大きな改善が見られない。

【0007】

また、現状では、ゼーベック熱電発電装置として、低温領域向けのものは少ない。製鉄所や発電所の炉熱に向けて、非常な高熱下の利用を目的として研究されているものが多い。

20

【0008】

本出願人は、先に、熱電半導体の特性を生かしつつ熱電効果の効率を向上させるため、薄層熱電素子をスパイラルやジグザグに折り畳み多数立体化し集積化させてトータル発電量を向上させる改良技術を提案した（特許文献1）。前記改良技術は、高密度集積薄層の素子に限定せず、一般化させることができる。一方、個々の熱電素子にも改良すべき点を見出した。第1に、電極または電極と熱電素子との接合構造、そして第2に、熱電半導体自体の構造である。本願発明は、課題として、熱電半導体素子と電極との接合構造に関しては接触面積を広くして電流密度を大きくすること、そして、熱電半導体素子の構造については、ジュール損の少ない構造、具体的に熱貫流のロスを防ぐ構造を提供する。

【特許文献1】特願2004-160886出願

30

【特許文献2】特開平08-228027号公報

【特許文献3】2001-156343号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本願発明の課題は、比較的低温領域から約800°C近い高温域まで使用できる高能率低損失の熱発電モジュールを提供することにある。

【0010】

熱電素子、例えば構造の熱電素子の長さ、幅、形状を、発電効率が最大となるようにするには、モジュールの内部抵抗を低く設定するような方向が考えられる。モジュールの内部抵抗を低く設定すると、見かけ上発電量が向上するように見えるが、同時に、ジュール熱と熱伝導によるロスを考慮しなければならない。ジュール熱は、電気抵抗のある物質に電流を流すとき発生し、熱伝導は、熱電素子内の温度勾配があると素子を伝わって熱の流れを生じるものである。ゼーベック効果、ペルチェ効果およびトムソン効果は可逆現象であるが、ジュール熱と熱伝導は非可逆現象である。熱電モジュールとしての熱の収支関係は、可逆現象と非可逆現象との複合作用であり、非可逆現象の部分がゼーベック効果、ペルチェ効果の能力を低下させる要因になりやすい。

40

【0011】

本願発明の主要な課題は、改良された電極の形態および熱電半導体素子の形態、電極との接触関係を提供することである。

50

【 0 0 1 2 】

更に本願発明の別の課題は、熱貫流によるロスを防止する構造を備えた熱電半導体素子、とりわけ 構造に構成したモジュールを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本願発明は、前記課題を解決する高能率低損失熱電モジュールに関するものである。半導体は角柱（サイコロ形状）や円柱でもよく、又薄層の素子であってもよい。単一の熱電素子でも所定の効果を上げ得るが、とりわけ複数の 構造に構成することで効果が期待できる。

【 0 0 1 4 】

本願発明においては、主要な課題として、熱電半導体素子と電極との接触面積を実質的に広くする。具体的には、電極の形態を、熱電半導体素子端面から素子の側面にまで広げ、オーバーラップさせるように、あるいはカバーで囲むように設けることにより、電極面積を実質的に大きくし、電極面積に応じた自由キャリアがゼーベック効果によって形成され、より大きい熱起電力を生じるようにする。また、電極が接合される熱電半導体の表面を平面でなく、波形や孔あき構造とすることで、熱電半導体素子と電極との実質的な接触面積を広くすることができる。

【 0 0 1 5 】

電極を半導体素子の側面まで囲むようにした場合、熱電半導体素子周辺で、熱高温サイドから低温サイドへ熱が移動し易くなると、発電装置としても、加熱冷却装置としても、効率さが下がるおそれがある。そこで、各熱電半導体素子は低温サイドと高温サイドとを断熱する構造が特に求められる。モジュール周辺を真空構造にすることは効果があるが、真空構造はコストを上昇させる。そこで、本願発明においては、熱電半導体の中央部、高温サイドと低温サイドの中間部分に、熱貫流遮断シートを装着する。真空構造を必要とせず、電極間の熱貫流を防止することができ、熱の移動を制限できる効果がある。仕切り板を設けた先行技術は存在する（特許文献 2、同 3）。これらと本願発明は、構造上一見似ているが、先行技術では仕切り板は半導体素子を機構的に支持するために設けられている。それに対して本願発明では、熱電半導体素子における電極を囲まれた構造としたときの熱の移動を、仕切り板の断熱作用によって一層遮断させた点に特徴がある。もちろん、機構的支持と兼用することもできる。

【 0 0 1 6 】

次に、ポピュラーな 4 0 4 0 サイズ熱電モジュールを例として、電極を、円柱形の熱電半導体素子の高温サイド又は低温サイドである端面から側面にかけて囲むように形成した場合のジュール損を求める。

【 0 0 1 7 】

電極を熱電素子の側面までかぶせるように延長して接合し、電極面積 = (素子断面積 S_1 + サイド電極面積 S_2) としたときの発電量について考察する。

ゼーベック係数 (温度差 1 度あたりの起電電圧) $= 2.25 \times 10^{-4} \text{ V / K}$

電気抵抗率 $= 1.12 \times 10^{-5} \text{ m}$

熱電半導体素子ペア数 : $P / N = 127$

素子断面積 $S_1 = (1.8 \times 10^{-3} / 2)^2 = 2.54 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

サイド電極面積 $S_2 = 0.5 \times 10^{-3} \times 1.8 \times 10^{-3}$
 $= 2.83 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

素子長 $L = 1.8 \text{ mm}$

素子長 $L_2 = 1.8 - (0.5 / 2) \times 2 = 1.3 \text{ mm}$

有効素子長 $L_2 = 1.3 \text{ mm}$ のときモジュールの全抵抗は

$$\begin{aligned} R_{em} (S_1 + S_2) &= \frac{1.12 \times 10^{-5} \times 127 \times 2 \times 1.3}{(S_1 + S_2)} \\ &= \frac{1.12 \times 10^{-5} \times 127 \times 2 \times (1.3 \times 10^{-3})}{(5.37 \times 10^{-6})} \\ &= 0.69 \end{aligned}$$

10

20

30

40

50

であるので、温度差 $T_j = 30 \text{ K}$ のとき、 $L = 1.3 \text{ mm}$ とすると、モジュールの発電量は、

$$P_{em} = (\quad \times 127 \times 2 \times 30)^2 / 0.69 \times (1 / 4) \\ = 1.058 \text{ W} \cdots \cdots (A)$$

が得られる。

【0018】

一方、温度差 $T_j = 30 \text{ K}$ のとき、 $L = 1.8 \text{ mm}$ であれば、モジュールの全抵抗は

$$R_{em} = 2.84 \times 10^{-5} \times (1.8 \times 10^{-3}) / (5.37 \times 10^{-6}) \\ = 0.952$$

10

したがって、モジュールの発電量は

$$P_{em} = 2.92 / (0.952 \times 4) \\ = 0.77 \text{ W} \cdots \cdots (B)$$

【0019】

これに対して、電極面積 = 素子断面積 (電極をかぶせない従来の形態) であると、モジュールの全抵抗は、

$$R_{em} = 1.12 \times 10^{-5} \times 127 \times 2 \times (1.8 \times 10^{-3}) / (2.54 \times 10^{-6}) \\ = 2.10$$

であり、 $T_j = 30 \text{ K}$ のとき、発電量は、

$$P_{em} = 2.92 / (2.10 \times 4) = 0.35 \text{ W} \cdots \cdots (C)$$

20

であるから、電極を側面にまでかぶせる構造にすると、(A)(B)のように発電量を改善できることがわかる。

【0020】

本願発明の高能率低損失熱電モジュールは、また、熱電半導体素子の任意の位置において、さらにドットホールを有する構造とし、熱電半導体素子ユニットの抵抗調整が出来ることが望ましい。

【0021】

本願発明の高能率低損失熱電モジュールのさらに別の大きい特徴は、熱電半導体素子と電極との接合面において、熱電半導体素子の表面を非平面に、すなわち、波形、櫛形、あるいはドットホール構造とすることによって、接触面積を実質的に拡大して、電流密度を大きくできることにある。さらに、製造工程において非平面の形状、たとえば、ドットホールやスリットを変更することによって、熱電半導体素子の抵抗値を任意に調整することができるようにしたことである。

30

【0022】

本願発明の高能率低損失熱電モジュールにおいて、さらに、熱電半導体素子の高温サイドと低温サイドとの中間部にくびれ構造を形成することを提案する。このとき、両サイドの温度差に応じて発生する熱移動の効果を近似的に考察する。

【0023】

本願発明において、熱電モジュール中央部にくびれを形成したものを考察する。くびれによって、縦の長さの方向に温度勾配が形成される。温度勾配に対する熱の通過を求める。熱電半導体素子を伝わって、熱の流れが生じる。このときの温度勾配に直角な単位断面積内を、単位時間内に通過する熱量 k は、次の式 (1) であらわされる。

40

$$= \quad \times dT / dL \cdots \cdots (1)$$

：熱伝導率 ($\text{W} / \text{m K}$)

温度勾配のある方向の長さを L とし、 1 K (ケルビン) あたり、単位時間に貫流する熱量 K は式 (2) で表される。

$$K = \quad \times S / L \cdots \cdots (2)$$

S : 総断面積、 \quad : 熱伝導率 ($\text{W} / \text{m K}$)、 L : 熱移動距離

このとき、熱抵抗 W は、 K の逆数で表される。

50

$$W = 1 / K \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0024】

モデルとして、長さLの円形断面を有する熱電半導体素子の中央部を所定サイズの円錐状のくびれ構造とする。くびれ部分の径nに対する1K(ケルビン)あたりの単位時間に貫流する熱量、平均くびれ径rに対する電気抵抗を求め、4040サイズ(127ペア)の発電量を求める。くびれ径nのときの体積は、円錐台形V(底辺D、上辺、高さh)の2倍であるので、

$$2V = [(\quad / 12) \times h(D^2 + \quad^2 + \quad \times D)] \times 2 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

上式(4)の体積から、L = 1.8 mmのとき、くびれnの平均半径rは、

$$r^2 = L = 2V \text{ より}$$

$$r = S Q R T (2V / L) (mm) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

(S Q R T :)

式(2)より1Kあたりの単位時間に流れる熱貫流量は

$$W_n = \quad \times \quad / L (W / K) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

【0025】

温度差 T = 30 とすると熱貫流量は

$$W_n \times 30 = 30 \times (\quad \times r^2 / L) (w) \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

平均半径より熱電半導体素子の電気抵抗を求め、127ペアの発電量を求める。

1素子の電気抵抗Rは

$$R = \quad \times L / S \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (8)$$

(電気抵抗率) = 1.15 × 10⁻⁵ (m)

127ペアのモジュールの電気抵抗R_{em}は、

$$R_{em} = R \times 127 \times 2 (\quad) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (9)$$

127ペアのモジュールとしての発電量P_{w_n}は、

$$P_{w_n} = (127 \times 2 \times T)^2 / R_{em} \times (1/4) \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

で表される。ここに、

$$(\text{ゼーベック係数}) = 1.25 \times 10^{-4} (V / K)$$

T(温度差) = 30 とする。

$$R_{em} \text{ (127ペアのモジュールの電気抵抗)}$$

【0026】

以上の計算より、温度差 T = 30、127ペアのモジュールに対する値を[表1]に示す。また、式(7)、式(9)、式(10)より、127ペアのモジュールの温度差(T)に対する熱貫流量と発電量を、くびれ径 n = 1.3 mm、1.5 mm, 1.8 mmについて、[表2]に示す。

【0027】

10

20

30

【表 1】

くびれ中心径 Φ_n (mm)	抵抗値 (Ω) 127ペア	$\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 熱貫流 (W)	$\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 発電量 (W)	$\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 熱貫流量／発電量
0.5	4.57	0.029	0.164	0.177
1.0	3.33	0.039	0.224	0.174
1.3	2.77	0.048	0.270	0.177
1.4	2.60	0.050	0.290	0.172
1.5	2.45	0.054	0.306	0.176
1.6	2.33	0.057	0.321	0.178
1.7	2.18	0.060	0.343	0.175
1.8	2.06	0.064	0.363	0.176
計算式	式(9)	式(7)	式(10)	

10

【表 2】

【表 2】温度差 (ΔT) に対する熱貫流量と発電量

	くびれ径 1.8 mm		くびれ径 1.5 mm		くびれ径 1.3 mm	
ΔT	熱貫流 Kw 1.8	発電量 PW 1.8	熱貫流 Kw 1.5	発電量 PW 1.5	熱貫流 Kw 1.3	発電量 PW 1.3
10	0.0212	0.041	0.018	0.032	0.016	0.052
30	0.064	0.366	0.054	0.306	0.048	0.27
50	0.106	1.07	0.089	0.835	0.079	0.74
70	0.148	1.99	0.125	1.636	0.111	1.45
* 127ペア素子モジュールとしての値 ΔT : 温度差 ($^\circ\text{C}$) Kw: 熱貫流 (W) PW: 熱発電 (W)						

20

30

【発明の効果】

【0028】

1.8 mmから1.5 mmにくびれを形成した場合、約15%の熱貫流減少を期待できるが、同時に発電量の低下もある。そこで、熱電半導体の中央部、高温サイドと低温サイドの中間部分に、熱貫流防止シートを設けると、真空構造を用いなくても、熱の移動が相当量制限できる。前記の特許文献2等でも同様な仕切り板が用いられており、一見構造上似ているところがあるが、特許文献2では仕切り板は半導体素子を機構的に支えるものである。本願発明では、かぶせ構造の電極における熱的な不利を、仕切り板の断熱作用によって改善することができる。すなわち、くびれ構造による熱貫流の減少とシートによる熱貫流減少との相乗効果によって、熱貫流のロスを減少させる一層大きい作用が期待できる。

40

【0029】

電極をかぶせ構造にして熱電半導体素子との接触面積を実質的に拡大したことは、電流密度を大きくする効果を生む。さらに、電極と半導体素子の接合面を非平面の形状、たとえばドットホールやスリットを設けてサイズを変更することによって、熱電半導体素子の抵抗値を任意に調整することができる。

【0030】

本願発明の高能率低損失熱電モジュールにおいて、熱電半導体素子にくびれ構造としたことは、高温側と低温側との間で不所望な熱の流れをおきにくくする。これによって、特に熱貫流を小さくする課題を効果的に解決する。

50

【 0 0 3 1 】

高温サイドと低温サイドの中間に熱貫流防止シートを設けることは、熱の無駄な貫流によるロスを改善する。また、真空構造が不要になり、コストダウンをはかることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 2 】

本発明の高能率低損失熱電半導体モジュールを実施するための最良の形態は、熱電半導体素子とその両端の低温サイドおよび高温サイドにそれぞれ接合する電極とで形成してなるユニット、好ましくは、P型およびN型熱電半導体素子からなる構造ユニットを、1個又は複数有する熱電半導体モジュールにおいて、熱電半導体素子と電極とが接触する面積を実質的に大きくするため、電極は熱電半導体素子の端面から側面にかけて熱電半導体素子を挟み又は囲むようにする。すなわち、熱電半導体素子と電極とが接触する面積を実質的に広くすることにより、電流密度が大きくなるようにした点に特徴がある。熱電半導体素子は、円柱、角柱（サイコロ型）とすることができるが、薄層（薄膜又は厚膜）でもよい。

10

【 0 0 3 3 】

熱電半導体素子両端の低温サイドおよび高温サイドの断面のサイズをより大きく、かつ熱電半導体素子の前記低温サイドおよび高温サイドの中間の断面のサイズをより小さく、全体として糸巻き状のくびれ構造を形成した前記の高能率低損失熱電半導体モジュールが望ましい。くびれ構造によって、熱電半導体素子の低温サイドと高温サイドとの間の熱貫流を小さくすることができる。

20

【 0 0 3 4 】

さらに、モジュール周囲の一部又は全部を断熱性、電気絶縁性、防湿性の材料によってシールし、熱貫流ロスをさらに少なくすることができる。熱電半導体素子は低温サイドと高温サイドの中間、特にそのくびれ部分に、熱貫流を遮断する熱絶縁性で電気絶縁性板状部材を配置することによって、真空構造を用いずにモジュール周辺の熱貫流を防止するため、一層高能率低損失とすることができる。

【 実施例 1 】

【 0 0 3 5 】

図 1 に、本願発明の実施例 1 として、最もシンプルな構成を示す。(a) は角柱形の熱電半導体素子に電極を接合した実施例、(b) は円柱の熱電半導体素子に電極を接合した実施例、(c) は角柱形の熱電半導体素子中央部をくびれ形状とした実施例、そして(d) は円柱形の熱電半導体素子中央部をくびれ形状とした実施例である。1 は P 型熱電半導体素子又は N 型熱電半導体素子、2 は電極である。熱電半導体素子 1 に電極 2 を接合する際、電極は単に熱電半導体素子の上下端部のみでそれらを接合させるのではなく、電極によって熱電半導体素子の端面から側面にかけて挟み又は囲むことにより、電流密度が大きくなるようにしたことが特徴である。電極は、熱電半導体素子を接合するための凹部を有する皿状の形態がよい。これによって、熱電半導体素子と電極との接触面積を実質的に広くする。さらに、中央にくびれを入れた構造とすることによって、端面間の熱貫流によるロスを少なくする。

30

【 0 0 3 6 】

熱電半導体素子 1 の材料は、BiTePb（低温～200）や鉄シリサイド（300～700）等である。電極 2 は、例えば銅など導電率の高い材料を接合又は蒸着する。ニッケルメッキを併用するほうが望ましい。

40

【 実施例 2 】

【 0 0 3 7 】

図 2 に、実施例 2 として、熱電半導体素子に電極を囲むように接合する工程略図(イ)～(ニ)及び横断面(ホ)を示す。実施例は、熱電半導体素子に電極を囲むように接合するものである。電極 2 の厚みおよびハンダによる接合部はいくらか誇張して描いてある。以上は、モジュールの熱電半導体素子が単一の場合であるが、図 2 b に、型構造モジュールに適した電極の例を示す。左は角柱用、右は円柱用である。いずれも、接合する構造

50

の熱電モジュールにあわせ、1対の(2つの)凹部を有する、皿形状に作る。

【実施例3】

【0038】

図3は、構造モジュールを構成する組立工程の略図を示す実施例3である。図示しないホットプレート兼ねる治具の上に、電極2を複数個ならべ、図の波線で記載した部分にハンダペースト3を入れ、(イ) (ロ) (ハ) (ニ)の順に電極2と熱電半導体素子1とを接合させる。電極は、図2bと同様のものを用いている。図ではハンダ3を凹部を満たすように波線で記載しているが、ハンダが極端にあふれない程度に適量とする。ハンダの電極は、熱電半導体素子の端部から側面の一部を囲むように覆い、熱電半導体素子と電極との接触面積を広くする。

10

【0039】

多数の構造は、上下を放熱板および受熱板4に挟んで整列させる。放熱板および受熱板は熱良導性電気絶縁性材料とする。例えば、シート状セラミック基板とすることができる。

【0040】

モジュールは、パターンにより、数百～数千の対からなる熱電素子とすることもできる。発電装置として利用するときは、両端から電極に導線を引き出し、図示しないバッテリーに接続して蓄電するか、利用機器へ電氣的に接続する。

【実施例4】

【0041】

図4は、N型熱電半導体素子とP型熱電半導体素子とを構造のモジュールとした実施例4であり、(a)は、柱形の熱電半導体を構造とした実施例、(b)は、熱電半導体中央部にくびれ73を付した構造の実施例である。電極は、例えば前記の図2bのものを用いる。熱電半導体素子にくびれを設ける理由は、図1について述べたように、熱貫流によるロスを低減させるためであるが、図4(c)、(d)の例は、その熱貫流によるロスをさらに低減させるため、モジュールに熱貫流防止シート5をつけたものの縦断面図である。(c)では、一枚タイプの熱貫流遮断シートをモジュール中央部に設けた。また、(d)では、中間にくびれを設けた熱電半導体において、列ごとに分割したタイプの熱貫流遮断シートを装着した。シートの材料としては、有機系のユリアやフェノール系のペーパーが最適である。電気絶縁性、断熱性、防湿性のものであれば、ポリイミド樹脂、アラミド樹脂、ふっ素樹脂、シート状セラミックなども用いることができる。

20

30

【実施例5】

【0042】

図5に、熱貫流遮断シート5の実施例を示す。(a)(b)は、角柱又は円柱型の熱電半導体素子における熱貫流遮断のための一枚タイプ熱貫流遮断シートである。また、(c)(d)は、角柱および円柱型の熱電半導体素子における熱貫流遮断のための分割タイプ熱貫流遮断シートである。

【0043】

多数の熱電半導体素子を含むユニットに貫流防止シート5を設ける場合、図5(a)(b)のようにパターンプレスしたペーパー(ペーパー状部材)を、電極を接合する前に、若干折曲げるようにして素子間にわたし、定位置で広げる。ユニットの全周にわたって、ペーパーの耳の部分を含み込むバインダを設けて、ユニット外周に枠6を形成し、纏めるとよい。

40

【実施例6】

【0044】

図6は、熱貫流遮断シート5を角柱形の熱電半導体素子に装着した、実施例6の上面図(電極直下の横断面図)であり、放・吸熱板4は図示していない。(a)は、一枚タイプの熱貫流遮断シートをモジュールに付した実施例、(b)は、分割タイプの熱貫流遮断シートをモジュールに付した実施例である。

【0045】

50

熱貫流遮断シート5は、柔軟で伸縮性のある材料であれば、一枚のシートで形成することが可能である。しかし、熱貫流遮断シートは、柔軟な材料だけでなく、硬質のものを用いることもある。その場合は、各列ごとに個別に分割したシートを適用すると、一層断熱作用を有利に発揮できる。放熱（吸熱）板4を取り付ける前、又は取り付けた後で熱貫流遮断シート5を装着することができる。熱貫流遮断シート5は、外枠6を設けて固定することができる。

【実施例7】

【0046】

図7(a)(b)(c)(d)(e)に示す実施例7では、さらに、熱電半導体素子に電極を接合する際、熱電半導体素子の電極と接する部分の面を凹凸面など非平面にして、熱電半導体素子と電極との接触面積を実質的に広くすることにより、電流密度が大きくなるようにした。すなわち、熱電半導体素子の接合部の形状を、図7(b)(c)(d)(e)のように凹凸のほか、櫛形、波形、あるいは(d)のように孔あき（ドットホール）などの構造とし、電極はそれら非平面に合わせて接合する。図7の(b)～(e)の実施例は、それらの複数を任意に組み合わせることができる。又、図5(図6)の熱貫流遮断シート5とも組合せてもよい。

10

【実施例8】

【0047】

図8に、実施例8として、熱電素子1中央部にくびれ構造73やスリット71等を設けたものを示す。くびれ構造は、図8(a)(b)など種々の形状が可能である。また、熱電モジュールから効率的に電力を取り出すために、熱電ユニットにおける熱電半導体素子の抵抗値を最適の値にするため、図8(c)のように、熱電半導体素子の任意の場所にスリット71又はドットホール72を設け抵抗値を所望の値に調整することができる。

20

【0048】

熱電モジュールにおいて、電極によって側面まで囲む構造を適用するとともに、各熱電半導体素子の低温サイドと高温サイドとを断熱するために、高温低温の両サイドの中間を糸巻きのようにくびれ構造73を形成する。中央部に空間が介在するので、熱貫流を小さくすることができる。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本願発明の高効率低損失熱電モジュールは、効率の良いペルチェ効果冷却装置として応用可能である。熱電半導体素子のZ値は現状の能力のままだでも、単位面積あたりのゼーベック効果による発電能力又はペルチェ効果による冷却能力が向上する。

30

【0050】

本願発明の高効率低損失熱電モジュールは、前記特許文献1(特に同文献の図10～図12)のように応用し、廃熱利用の発電システムへ付加するなど、ゼーベック効果を利用した環境にやさしい熱電発電に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

40

【図1】(実施例1)本願発明のシンプルな実施例 (a)は角柱形の熱電半導体素子に側面までかぶせるように電極を接合した例 (b)は円柱の熱電半導体素子に側面までかぶせるように電極を接合した例 (c)は角柱形の熱電半導体素子中央部をくびれ形状とした実施例 (d)は円柱形の熱電半導体素子中央部をくびれ形状とした実施例

【図2】(実施例2)熱電半導体素子に電極をかぶせるように接合する工程略図(イ)～(ニ)及び横断面図(ホ)

【図2b】 型構造モジュールに本願発明を適用するための電極(角柱用および円柱用)

【図3】(実施例3) 型構造モジュールに構成する組立工程略図(イ)～(ニ)

【図4】(実施例4)N型熱電半導体素子とP型熱電半導体素子とを 構造のモジュールとした実施例 (a)柱形の熱電半導体を 構造に形成した実施例 (b)熱電半導

50

体中央部にくびれを形成した 構造の実施例 (c) 一枚タイプの熱貫流遮断シートを上記 (a) のモジュールに装着した実施例 (d) 分割タイプの熱貫流遮断シートを上記 (b) のモジュールに装着した実施例

【図 5】(実施例 5) 熱貫流遮断シートの実施例 (a) 角柱熱電半導体素子のため一枚タイプ熱貫流遮断シート (b) 円柱熱電半導体素子のため一枚タイプ熱貫流遮断シート (c) 角柱熱電半導体素子のための分割タイプ熱貫流遮断シート (d) 円柱熱電半導体素子のための分割タイプ熱貫流遮断シート

【図 6】(実施例 6) 熱貫流遮断シートを角柱形熱電半導体素子に装着した上面図 (a) 一枚タイプの熱貫流遮断シートをモジュールに装着した実施例 (b) 分割タイプの熱貫流遮断シートをモジュールに装着した実施例

10

【図 7】(実施例 7) 熱電半導体素子と電極との接合面を実質的に拡大した種々の例 (a) 電極で熱電半導体素子の接合面を囲むようにした基本的な実施例の縦断面図 (b) 熱電半導体素子と電極との接合面を細かい波形にした実施例 (c) 同接合面を粗い波形にした実施例 (d) 同接合面付近にドットホールを設けた実施例 (e) 同接合面を櫛形にした実施例

【図 8】(実施例 8) 熱電半導体素子の側面を種々の構造とした例の縦断面図 (a) 熱電半導体素子の側面中央部にくびれ構造 7 3 とした例 (b) くびれ構造を設けた (a) と別の例 (c) スリット又はドットホールを設けた実施例

【図 9】既存の基本的な 構造の説明図 (a) は 構造のゼーベック効果による発電の原理図 (b) は 構造のペルチェ効果による加熱(放熱)/冷却(吸熱)装置の原理図

20

【図 10】既存の熱電装置(N型熱電半導体素子)における電子移動の説明図

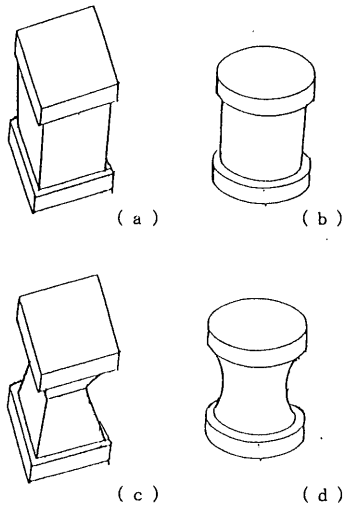
【符号の説明】

【0052】

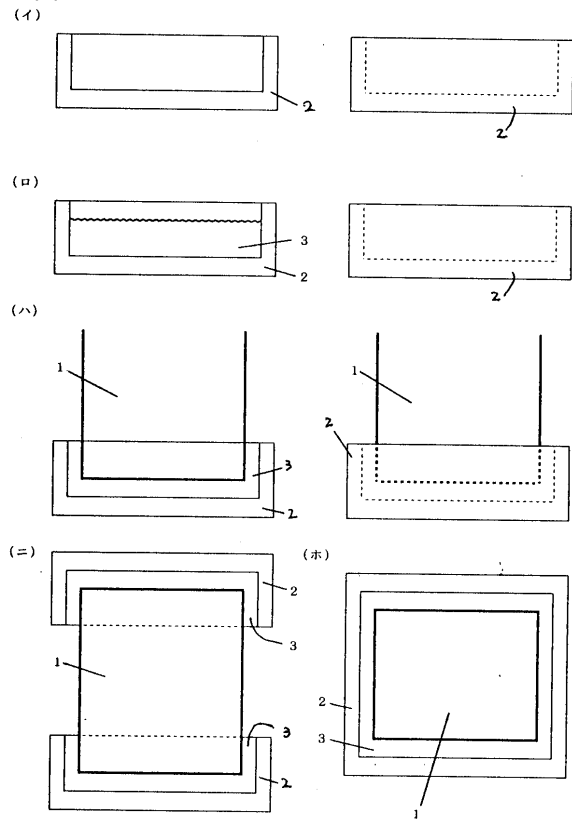
- 1 P型熱電半導体素子又はN型熱電半導体素子
- 2 電極
- 3 ハンダ(ハンダペースト)
- 4 伝熱板(放熱板又は吸熱板)
- 5 熱貫流遮断シート
- 6 外枠
- 7 1 スリット
- 7 2 孔あき(ドットホール)構造
- 7 3 くびれ構造

30

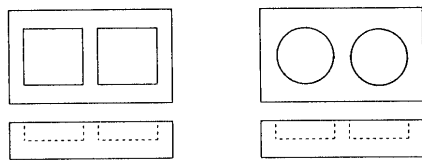
【図 1】



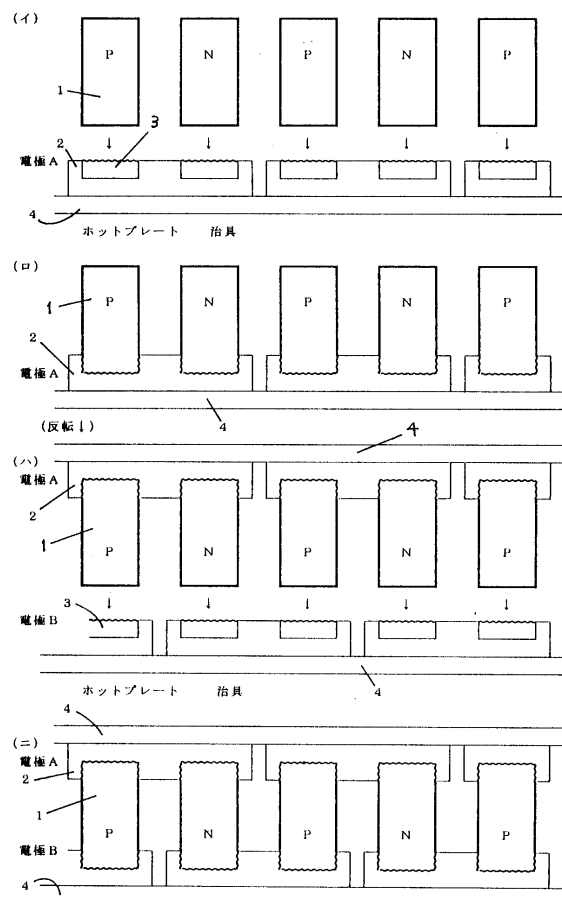
【図 2】



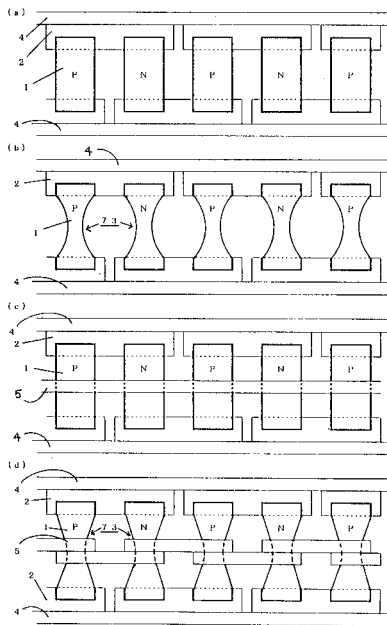
【図 2 b】



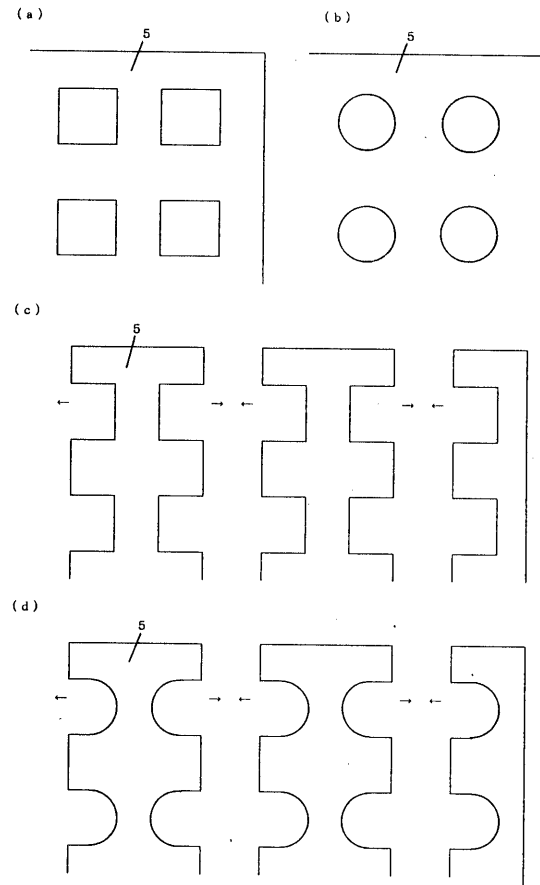
【図 3】



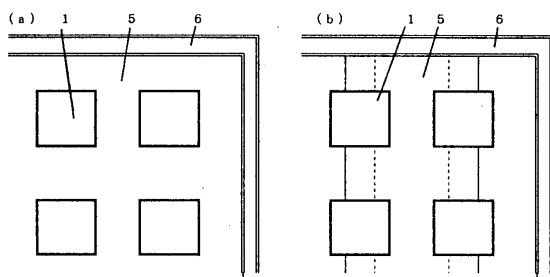
【図 4】



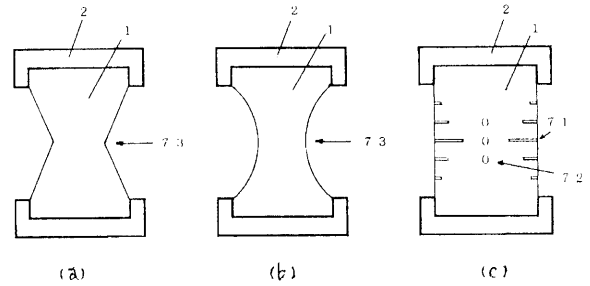
【図 5】



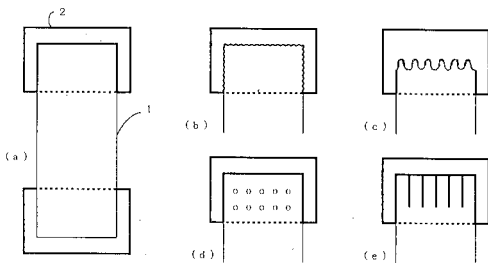
【図 6】



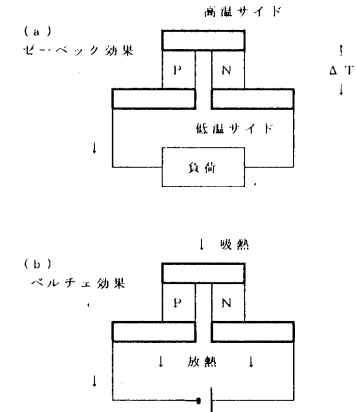
【図 8】



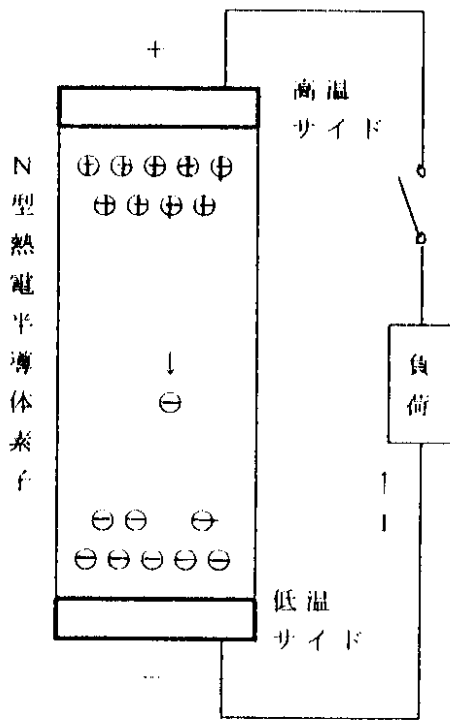
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 稲泉 潔
神奈川県横浜市栄区中野町 8 4 - 1 1 - 2 0 1
- (72)発明者 田口 尚只
名古屋市西区大金町 3 丁目 5 8 番地