

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5104875号
(P5104875)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月12日(2012.10.12)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L 35/32	(2006.01)	HO 1 L 35/32	A
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

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-541158 (P2009-541158)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成20年11月12日(2008.11.12)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/070598		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02009/063911	(74) 代理人	100064746
(87) 国際公開日	平成21年5月22日(2009.5.22)		弁理士 深見 久郎
審査請求日	平成22年3月19日(2010.3.19)	(74) 代理人	100085132
(31) 優先権主張番号	特願2007-295754 (P2007-295754)		弁理士 森田 俊雄
(32) 優先日	平成19年11月14日(2007.11.14)	(74) 代理人	100083703
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行
		(74) 代理人	100111246
			弁理士 荒川 伸夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱電変換モジュール片、熱電変換モジュールおよびこれらの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁層(12)の表面にp型熱電材料層(13, 13k)とn型熱電材料層(14, 14k)とが交互に接続されて配置されることによってpn接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成した熱電構成体(11, 11p, 11q, 11r)を複数積層して構成された積層体(10)を含み、複数個集めて相互に面同士を当接させて結合することによって全体を環状にしてなおかつ、相互に電氣的に接続することが可能なように、前記積層体から電極を取り出すための面を接合面(2, 2x)として斜めに有する、熱電変換モジュール片(101, 102, 102a, 102b, 102c, 104, 105, 106, 107, 108, 131, 132)。

【請求項2】

前記接合面が、前記熱電構成体の積層方向(83)に平行に延在する面として形成されている、請求項1に記載の熱電変換モジュール片(101, 102, 102a, 102b, 102c, 104, 105, 106, 131, 132)。

【請求項3】

前記単位回路が円弧状に延在している、請求項2に記載の熱電変換モジュール片(104, 105, 106)。

【請求項4】

前記接合面が、前記熱電構成体の積層方向(83)と斜めに交差する法線を有する面として形成されている、請求項1に記載の熱電変換モジュール片(107, 108)。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の熱電変換モジュール片を複数つないで環状としたものを備える、熱電変換モジュール (2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 , 2 0 5 , 2 0 7 , 2 0 8 , 2 3 2)
。

【請求項 6】

請求項 2 に記載の熱電変換モジュール片が複数つながって全体が環となっており、前記単位回路が延在する辺が前記環の周に沿うようにして略多角形状に複数の前記単位回路が連なっている、熱電変換モジュール (2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 , 2 0 5 , 2 3 2)
。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の熱電変換モジュール片が複数つながって全体が環となっており、前記単位回路が前記環の周に沿うようにして略円状に複数連なっている、熱電変換モジュール (2 0 4 , 2 0 5)
。

【請求項 8】

請求項 4 に記載の熱電変換モジュール片が複数つながって全体が環となっており、前記単位回路が延在する辺が前記環の中心軸に平行な方向にそれぞれ延在する、熱電変換モジュール (2 0 7 , 2 0 8)
。

【請求項 9】

絶縁層 (1 2) の表面に p 型熱電材料層 (1 3 , 1 3 k) と n 型熱電材料層 (1 4 , 1 4 k) とが交互に接続されて配置されることによって p n 接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成した熱電構成体 (1 1 , 1 1 p , 1 1 q , 1 1 r) を作製する工程と、

前記熱電構成体を複数積層して積層体 (1 0) を作製する工程と、

前記積層体の角を斜めに切除することによって、前記積層体を複数個集めて相互に面同士を当接させて結合したときに全体が環状になりなおかつ相互に電氣的に接続可能にするための接合面 (2 , 2 x) を斜めに形成する工程と、

前記積層体を焼結する工程とを含む、熱電変換モジュール片の製造方法。

【請求項 10】

前記接合面を斜めに形成する工程では、前記熱電構成体の積層方向 (8 3) に平行に延在する面として斜めに切除する、請求項 9 に記載の熱電変換モジュール片の製造方法。

【請求項 11】

前記接合面を斜めに形成する工程では、前記熱電構成体の積層方向 (8 3) と斜めに交差する法線を有する面として斜めに切除する、請求項 9 に記載の熱電変換モジュール片の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の熱電変換モジュール片を複数用意する工程と、

前記複数の熱電変換モジュール片をつないで環状にする工程とを含む、熱電変換モジュールの製造方法。

【請求項 13】

請求項 9 に記載の熱電変換モジュール片の製造方法を実施して複数の熱電変換モジュール片を作製する工程と、

得られた前記複数の熱電変換モジュール片をつないで環状にする工程とを含む、熱電変換モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱電変換モジュール片、熱電変換モジュールおよびこれらの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来の熱電変換モジュールの一例として、特開平5 - 219765号公報（特許文献1）に記載された「熱電気発電装置」がある。この装置は、複数個の細長いブロック状のp型熱電素子および複数のn型熱電素子をそれぞれ円筒形状の半径方向に沿わせて放射状に交互に配置し、隣接する熱電素子同士が電極を介してジグザグ状に電氣的に接続されることによって結果的にp型とn型とが交互に連なる直列構造を実現しているものである。

【特許文献1】特開平5 - 219765号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記特許文献1に記載されているような熱電変換モジュールは、複数個のブロック状のp型およびn型の熱電変換素子を寄せ集めて組み立てて構成するものである。これらの熱電変換素子同士の間では電氣的に接続すべき箇所以外では絶縁を取るために空隙を設ける必要がある。そのため、この熱電変換モジュールは空隙の多い構造となり、外的な衝撃により破損しやすく、信頼性に欠けるものとなっていた。

10

【0004】

複数個のp型およびn型の熱電変換素子は、電極を介して交互に接続されているが、このような継ぎ目に配置される電極の存在だけでは、全体の構造を保持することはできないので、この熱電変換モジュール自体を保持するための絶縁体の基板などが必要となっており、その結果として構造が複雑となっていた。

【0005】

20

そこで、本発明は、衝撃により破損しにくく、信頼性があり、構造が簡単な熱電変換モジュールおよびこれを組み立てるための部品としての熱電変換モジュール片を提供することを目的とする。さらにこれらの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明に基づく熱電変換モジュール片は、絶縁層の表面にp型熱電材料層とn型熱電材料層とが交互に接続されて配置されることによってpn接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成した熱電構成体を複数積層して構成された積層体を含む。この熱電変換モジュール片は、複数個集めて相互に面同士を当接させて結合することによって全体を環状にしてなおかつ、相互に電氣的に接続することが可能なように、前記積層体から電極を取り出すための面を接合面として斜めに有する。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、接合面を通じて熱電変換モジュール片同士の間での電氣的接続を容易に実現することができ、この接合面を通じて熱電変換モジュール片同士が相互に支え合う構造とすることができるので、環状構造全体として衝撃によって破損しにくく、信頼性があり、構造が簡単な熱電変換モジュールを組み立てることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュール片の第1の例の斜視図である。

40

【図2】本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュール片の製造方法の第1の工程の説明図である。

【図3】本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュール片の製造方法の第2の工程の説明図である。

【図4】本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュール片の製造方法の第3の工程の説明図である。

【図5】本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュールの第1の例の斜視図である。

【図6】本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュール片の形状の説明図であ

50

る。

【図 7】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュール片の第 2 の例の斜視図である。

【図 8】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュールの第 2 の例の斜視図である。

【図 9】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュールの第 3 の例の斜視図である。

【図 10】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュールにおける外部端子の第 1 の例の説明図である。

【図 11】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュールにおける外部端子の第 2 の例の説明図である。

【図 12】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュール片の内部がビアホールで直列接続となっている場合の、この熱電変換モジュール片の分解図である。

【図 13】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュールにおける外部端子の第 3 の例の説明図である。

【図 14】本発明に基づく実施の形態 1 における熱電変換モジュールを配管周りに設置した様子の斜視図である。

【図 15】本発明に基づく実施の形態 2 における熱電変換モジュール片の第 1 の例の斜視図である。

【図 16】本発明に基づく実施の形態 2 における熱電変換モジュールの第 1 の例の斜視図である。

【図 17】本発明に基づく実施の形態 2 における熱電変換モジュール片の第 2 の例の斜視図である。

【図 18】本発明に基づく実施の形態 2 における熱電変換モジュールの第 2 の例の斜視図である。

【図 19】本発明に基づく実施の形態 2 における熱電変換モジュール片の第 3 の例の斜視図である。

【図 20】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の第 1 の例の斜視図である。

【図 21】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の第 1 の例の形状の説明図である。

【図 22】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の製造方法の第 1 の工程の説明図である。

【図 23】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の製造方法の途中段階での内部回路の概要の説明図である。

【図 24】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の製造方法の第 2 の工程の説明図である。

【図 25】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の製造方法の第 2 の工程の変形例の説明図である。

【図 26】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュールの第 1 の例の斜視図である。

【図 27】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の第 2 の例の斜視図である。

【図 28】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュールの第 2 の例の斜視図である。

【図 29】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュール片の第 3 の例の斜視図である。

【図 30】本発明に基づく実施の形態 3 における熱電変換モジュールを配管周りに設置した様子の斜視図である。

【図 31】本発明に基づく実施の形態 4 における熱電変換モジュールの製造方法の第 1 の

10

20

30

40

50

工程の説明図である。

【図 3 2】本発明に基づく実施の形態 4 における熱電変換モジュールの製造方法の第 2 の工程の説明図である。

【図 3 3】本発明に基づく実施の形態 4 における熱電変換モジュールの製造方法の第 3 の工程の説明図である。

【図 3 4】本発明に基づく実施の形態 4 における熱電変換モジュールの製造方法の第 4 の工程の説明図である。

【図 3 5】本発明に基づく実施の形態 4 における熱電変換モジュールの製造方法の変形例の説明図である。

【図 3 6】本発明に基づく実施の形態 5 における熱電変換モジュール片の分解図である。 10

【図 3 7】本発明に基づく実施の形態 5 における熱電変換モジュール片の第 1 の例の斜視図である。

【図 3 8】本発明に基づく実施の形態 5 における熱電変換モジュール片の第 2 の例の斜視図である。

【図 3 9】本発明に基づく実施の形態 5 における熱電変換モジュールの斜視図である。

【図 4 0】pn 接合対の蛇行形状の第 1 の変形例の部分平面図である。

【図 4 1】pn 接合対の蛇行形状の第 2 の変形例の部分平面図である。

【図 4 2】pn 接合対の蛇行形状の第 3 の変形例の部分平面図である。

【図 4 3】pn 接合対の蛇行形状の第 4 の変形例の部分平面図である。

【図 4 4】pn 接合対の蛇行形状の第 5 の変形例の部分平面図である。 20

【図 4 5】pn 接合対の蛇行形状の第 6 の変形例の部分平面図である。

【図 4 6】pn 接合対の蛇行形状の第 7 の変形例の部分平面図である。

【図 4 7】pn 接合対の蛇行形状の第 8 の変形例の部分平面図である。

【符号の説明】

【0009】

2, 2x 接合面、3 (内周となる) 面、10, 10f 積層体、11, 11f, 11p, 11q, 11r 熱電構成体、12, 12f 絶縁層、13, 13k p型熱電材料層、14, 14k n型熱電材料層、17 外部電極、18 第1引出し部、19 第2引出し部、20 中継導電層、21, 22 外周面電極、23, 24 外部取出しパッド、25, 25a, 25b, 26, 27 ピアホール、30 無回路積層体、31 絶縁体ブロック、32a 上部、32b 中部、32c 下部、33, 34 引出し露出部、35 ブロック、36 接合箇所、50 配管、81a, 81b 切断線、83 積層方向、84 延在方向、85a, 85b 切断線、91, 92 矢印、101, 102, 102a, 102b, 102c, 104, 105, 106, 107, 108, 131, 132 熱電変換モジュール片、201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 232, 301 熱電変換モジュール。 30

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本明細書には「熱電変換モジュール片」と「熱電変換モジュール」という用語が登場するが、「熱電変換モジュール片」とは、「熱電変換モジュール」を構成するための1つの部品を指すものとする。 40

【0011】

(実施の形態1)

図1～図11を参照して、本発明に基づく実施の形態1における熱電変換モジュール片および熱電変換モジュールについて説明する。

【0012】

図1に示すように、本実施の形態における熱電変換モジュール片101は、絶縁層の表面にp型熱電材料層とn型熱電材料層とが交互に接続されて配置されることによってpn接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成した熱電構成体を複数積層して構成された積層体を含む。さらに、熱電変換モジュール片101は、複数個集めて相互に面同 50

士を当接させて結合することによって全体を環状にしてなおかつ、相互に電氣的に接続することが可能なように、前記積層体から電極を取り出すための面を接合面 2 として斜めに有する。さらに、本実施の形態における熱電変換モジュール片 101 のように、接合面 2 が、前記熱電構成体の積層方向 83 に平行に延在する面として形成されていることは好ましい一つの形態である。

【0013】

本実施の形態における熱電変換モジュール片の製造方法は、絶縁層の表面に前記 p 型熱電材料層と前記 n 型熱電材料層とが交互に接続されて配置されることによって p n 接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成した熱電構成体を作製する工程と、前記熱電構成体を複数積層して積層体を作製する工程と、前記積層体の角(かど)を斜めに切除することによって、前記積層体を複数個集めて相互に面同士を当接させて結合したときに全体が環状になりなおかつ相互に電氣的に接続可能にするための接合面を斜めに形成する工程と、前記積層体を焼結する工程とを含む。

10

【0014】

本実施の形態における熱電変換モジュール片の製造方法は、好ましくは、前記接合面を斜めに形成する工程では、前記熱電構成体の積層方向に平行に延在する面として斜めに切除するものである。

【0015】

図 1 に示した熱電変換モジュール片 101 を例にとって、本実施の形態における熱電変換モジュール片の製造方法について詳しく説明する。図 2 に示すように絶縁層 12 の表面に p 型熱電材料層 13 と n 型熱電材料層 14 とが交互に接続されて配置されることによって p n 接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成し、これを熱電構成体 11 とする。絶縁層 12 はセラミックグリーンシートであってよい。より具体的には、絶縁層 12 はたとえば Ba - Al - Si - O 系のセラミックグリーンシートであってよい。p 型熱電材料層 13 と n 型熱電材料層 14 とはペースト状の材料を順にスクリーン印刷することによって絶縁層 12 の表面に所望の平面的パターンで配置することができる。p 型熱電材料層 13 を形成するためにはたとえば Cu ペーストを印刷すればよい。n 型熱電材料層 14 を形成するためにはたとえばコンスタンタンペーストを印刷すればよい。

20

【0016】

p n 接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路の両端には第 1 引出し部 18、第 2 引出し部 19 を導電体によって形成する。「単位回路」とは 1 層の 1 枚の絶縁層 12 の表面に形成される分量の回路を意味するものとする。第 1 引出し部 18、第 2 引出し部 19 は絶縁層 12 の端にまで達するように形成する。第 1 引出し部 18、第 2 引出し部 19 は適当な金属ペーストをスクリーン印刷することによって形成すればよい。

30

【0017】

このようにして形成した熱電構成体 11 を図 3 に示すように複数積層してブロック状の積層体とする。こうして、図 4 に示すような積層体 10 が得られる。ただし、直方体として積層体 10 を形成した場合には、積層後に図 4 に示すように切断線 81a, 81b において角(かど)を切り落とす工程を行なう。こうして、接合面 2 が形成される。さらに、接合面 2 に積層方向 83 に平行にすべての層にまたがって横断するように金属ペーストを付着させ、図 1 に示すように積層方向 83 に延在する外部電極 17 を形成する。外部電極 17 は一方の接合面 2 ではすべての層の第 1 引出し部 18 を連ねるように形成され、他方の接合面 2 ではすべての層の第 2 引出し部 19 を連ねるように形成される。1 つの熱電変換モジュール片が m 枚の熱電構成体 11 を積層して構成されたものであるとすると、このように外部電極 17 を形成することによって、1 つの熱電変換モジュール片は、単位回路が m 個並列につながったものに相当することとなる。

40

【0018】

こうして、さらに焼結を行なうことによって、図 1 に示すような熱電変換モジュール片 101 を得ることができる。ここでは、長方形の絶縁層 12 を積層して直方体の積層体とした後に 2 つの角(かど)を切り落とすが、最初から長方形の 2 つの角を切り落とした

50

六角形の絶縁層を積層して積層体を得ることとしてもよい。その場合、積層後に2つの角を切り落とす工程は不要となる。ただし、積層後に2つの角を切り落とした方が接合面2を確実に平坦に精度良く形成することができるという利点がある。

【0019】

図1に示す熱電変換モジュール片101において、接合面2は積層体から電極を取り出すための面であるので、第1引出し部18および第2引出し部19は接合面2に達するように配置されている。熱電変換モジュール片101は、接合面2を、蛇行状に延在する単位回路の延在方向84に対して斜めに有する。接合面2が斜めに形成されているのは、この熱電変換モジュール片101を複数個集めて相互に面同士を当接させて結合することによって図5に示すように全体を環状にしてなおかつ、相互に電氣的に接続することが可能なようにするためである。接合面2同士を当接させたときは外部電極17同士が対向して互いに当接することとなるので、互いに隣接する熱電変換モジュール片101同士の間の電氣的接続が確実になされる。図5に示した構造は、1つの熱電変換モジュール201に相当する。

10

【0020】

この熱電変換モジュール201は、上述の熱電変換モジュール片101が複数つながって全体が環となっており、単位回路が延在する辺が前記環の周に沿うようにして略多角形状に複数の単位回路が連なっている。

【0021】

本実施の形態では、1つの熱電変換モジュールを組み立てるために何個の熱電変換モジュール片を組み合わせて環状にするかは、特に限定されない。図5に示すように6個の熱電変換モジュール片101を結合して環状にする場合は、図6に示すように角度 θ_1 が 120° となるように結合面2の角度が決められている。角度 θ_1 は、環状に結合するときの内周を構成することとなる面3の両端の角の内角である。図6では、熱電変換モジュール片の表面に配置されている回路については図示を省略している。この角度 θ_1 の値は、何個の熱電変換モジュール片で1つの環を構成するかによって適宜設定される。n個の熱電変換モジュール片で1つの環を構成する場合は、 $\theta_1 = (90 + 180/n)^\circ$ で表される。ただし、nは3以上の整数である。

20

【0022】

なお、複数の熱電変換モジュール片を組み合わせて環状の熱電変換モジュールとして組み立てる際に、接合面2同士を貼り合わせるためには、ガラス入り銀ペーストや導電性接着剤などを用いて接着すればよい。これら接着媒体の種類は、その熱電変換モジュールの予定される使用環境がどの程度の高温にまでなり得るかを考慮して選べばよい。600程度の高温にもなり得るのであればガラス入り銀ペーストを使用することが好ましく、1000程度にまでしか上昇しないのであれば、導電性接着剤を用いればよい。この考え方は以下の実施の形態においても同様に適用される。

30

【0023】

図1に示した熱電変換モジュール片101は、長方形の2つの角を切り落として出来る六角形を積層方向83に延ばした六角柱形状をしているが、本実施の形態における熱電変換モジュール片としては、図7に示す熱電変換モジュール片102のように左右対称な台形を積層方向83に延ばした四角柱形状であってもよい。

40

【0024】

熱電変換モジュール片102を6個組み合わせて環状としたところを図8に示す。図8に示されたものは熱電変換モジュール202である。さらに、変形例として、熱電変換モジュール片102の結合面2の角度や寸法を変更することによって、図9に示すように4個組み合わせて環状になるようにすることもできる。図9に示したものは熱電変換モジュール203である。

【0025】

なお、いずれの熱電変換モジュールにおいても、厳密には、全く同じ構造の熱電変換モジュール片のみを複数個集めて環状に結合するのではなく、少なくとも1対は、外部端子

50

を設けることが必要である。「外部端子」とは、環状の熱電変換モジュールに組み立てたときに環状の熱電変換モジュールの外に電流を取り出すための端子である。熱電変換モジュール202の環の途中の1ヶ所に外部端子を設けた例を図10に示す。この例では、外部端子として、外周面において絶縁層の積層方向83と平行に延在する長い外周面電極21, 22を設けている。この部分における熱電変換モジュール片においては、外周面電極21, 22に接続するために、各絶縁層における配線の印刷パターンが若干異なっている。図10においては、互いに隣接する熱電変換モジュール片102a, 102bにそれぞれ配置されているp型熱電材料層13k、n型熱電材料層14kからは、それぞれ隣接する熱電変換モジュール片ではなく外周面に向かってそれぞれ接続するように配線が延在している。最上面に見えている絶縁層だけでなく、内部に隠れているすべての絶縁層において同様の配線となっている。外周面電極21, 22は、これらすべての絶縁層において外周面に向かってそれぞれ延在している配線の端を連ねて電氣的に接続している。

【0026】

1つの熱電変換モジュールを構成する熱電変換モジュール片の個数がnであって、1つの熱電変換モジュール片の内部に含まれる絶縁層の積層数がmであるとすると、この熱電変換モジュールにおいては、単位回路がm個並列につながったものがn-2個直列につながってできる回路に外部端子付きの熱電変換モジュール片を2個接続することによって外観を完全な環とし、外部端子を通じて電流を取り出すこととなる。図10では、外部端子としての外周面電極21, 22は2つの熱電変換モジュール片に分かれて配置された例を示したが、図11に示すように1つの熱電変換モジュール片102cの中に2つの外周面電極21, 22が設けられた構成としてもよい。このようにすれば、1つの熱電変換モジュールの中に熱電変換モジュール片102cを1個混入させておくだけで、他は外部端子のないタイプの熱電変換モジュール片102ばかりの集まりで済ませることができるので好都合である。この場合、単位回路がm個並列につながったものがn-1個直列につながってできる回路に外部端子付きの熱電変換モジュール片を1個接続することによって完全な環とし、外部端子を通じて電流を取り出すこととなる。

【0027】

本実施の形態における熱電変換モジュールでは、1つの熱電変換モジュールの中にほぼ $n \times m$ 個の単位回路が含まれ、熱電変換モジュールとしてはこれらの全体から電流を取り出すことができる。その際に、本実施の形態では、各熱電変換モジュールが外部電極17を有するものとしてm個の単位回路の並列に相当する構成としたが、1つの熱電変換モジュール片の内部においてもm個の単位回路の並列とする以外に、ビアホールを適宜配置することによってm個の単位回路の直列とすることも可能である。その場合、たとえば図12に示すように、積層体の内部でビアホール25を交互に配置して、単位回路の頭と尾の向きも1層ごとに逆にして配置することが考えられる。熱電変換モジュールの全体にわたってビアホールと外部電極とを適宜用いることによって、ほぼ $n \times m$ 個含まれている単位回路を並列とするか直列とするかあるいはその両者の混在とするにしてもどのような組合せとするかを自由に設計することができる。熱電変換モジュールの内部での直列の比率が高まるほど電流は小さくなるが取り出せる電圧が大きくなり、並列の比率が高まるほど電圧は小さくなるが取り出せる電流が大きくなる。熱電変換モジュールの内部での直列と並列との組合せは、目的に応じて適宜選べばよい。

【0028】

外部端子の方式も、図10、図11に示したように外周面電極に限らない。たとえば図13に示すように、外部に取り出すべき箇所の熱電変換モジュール片の内部に厚み方向に貫通するビアホールを設けて最上面または最下面に露出する外部取出しパッド23, 24を外部端子としてもよい。この場合、外部取出しパッド23, 24から電流を取り出すことができる。

【0029】

本実施の形態における熱電変換モジュール片は、複数個組み合わせることで簡単に環状にすることができる。ここでいう「複数個組み合わせる」とは必要な外部端子を備えた熱

10

20

30

40

50

電変換モジュール片を混入させた複数個を組み合わせることを含む。

【0030】

複数個の熱電変換モジュール片を組み合わせて環状にすることで1つの熱電変換モジュールを組み立てることができる。本実施の形態における熱電変換モジュールは、熱電変換モジュール片の接合面同士を当接させることによって結合されているので、この接合面を通じて熱電変換モジュール片同士の間の電氣的接続を容易に実現することができ、この接合面を通じて熱電変換モジュール片同士が相互に支え合う構造とすることができるので、環状構造全体として衝撃によって破損しにくく、信頼性があり、構造が簡単な熱電変換モジュールとすることができる。

【0031】

特に、本実施の形態における熱電変換モジュールによれば、全体が環状であるので、図14に示すように、配管50を取り囲むように設置することができる。図14では一例として熱電変換モジュール202を設置したところを示している。配管50が高温または低温の熱源となる状況の場合、環状の熱電変換モジュール202のうち、配管50に近接している内周側と配管50から離隔している外周側とで温度差が生じるので、熱電変換モジュール202に含まれる個々のpn接合対の作用により電圧が発生する。この熱電変換モジュール202に電流取出し端子(図示せず)を設けておくことにより、電流を外部に取り出すことができる。すなわち、本発明に基づく熱電変換モジュールを用いることによって、従来であれば配管から周囲に対して放出されて無駄になっていた熱エネルギーを電気エネルギーとして取り出し、有効に活用することができる。本発明に基づく熱電変換モジュール片は、そのような熱電変換モジュールを簡単に組み立てるために有用である。

【0032】

(実施の形態2)

図15、図16を参照して、本発明に基づく実施の形態2における熱電変換モジュール片および熱電変換モジュールについて説明する。本実施の形態における熱電変換モジュール片104は、実施の形態1で説明したものと基本的に共通しているが、単位回路の配列の仕方が異なる。熱電変換モジュール片104においては、図15に示すように単位回路が円弧状に延在している。このような熱電変換モジュール片104を複数個組み合わせることによって、図16に示すような熱電変換モジュール204となる。

【0033】

この熱電変換モジュール204は、上述の熱電変換モジュール片104が複数つながって全体が環となったものであり、単位回路が前記環の周に沿うようにして略円状に複数連なっている。

【0034】

本実施の形態でも、実施の形態1と同様の効果を得ることができる。さらに本実施の形態では、単位回路が円弧状となっているので、複数の熱電変換モジュール片を組み合わせて環状の熱電変換モジュールを構成したときに、熱電変換モジュールの外形は多角形であるが、回路自体はつながりあって円形状とすることができる。したがって、中心に配置される配管などの熱源によって生じる温度勾配をより効率良く反映して電気エネルギーを取り出すことができる。

【0035】

さらに、図17に示す熱電変換モジュール片105のように積層体である熱電変換モジュール片の外形自体を円弧状とすればより好ましい。このようにすれば、複数個組み合わせることによって、図18に示すような熱電変換モジュール205となる。このようにすることができれば、配管の周囲にさらに密着させて取り囲ませることができるので、温度勾配をより効率良く利用して電気エネルギーを得ることができる。この場合、熱電変換モジュール片の外形を完全に円弧状としなくても、図19に示す熱電変換モジュール片106のように内周面となる側の辺だけを円弧状としていてもある程度の効果はある。配管に密着するためには、内周面の形状が重要なのであって外周面は必ずしも円筒形でなくてもよいからである。

10

20

30

40

50

【0036】

また、単位回路を実施の形態1で示したように直線状としておいて、熱電変換モジュール片の外形だけを本実施の形態における熱電変換モジュール片105(図17参照)のように円弧状にしたり、本実施の形態における熱電変換モジュール片106(図19参照)のように熱電変換モジュール片の外形のうち内周面となる側の辺だけを円弧状としていてもある程度の効果はある。その場合、配管に密着させて安定させるといった効果を得ることができる。ただし、もし事情が許すのであれば本実施の形態で最初に示したように単位回路を円弧状に配置しておく方が好ましい。

【0037】

(実施の形態3)

図20~図29を参照して、本発明に基づく実施の形態3における熱電変換モジュール片および熱電変換モジュールについて説明する。本実施の形態における熱電変換モジュール片107を図20に示す。この熱電変換モジュール片107も、絶縁層12の表面にp型熱電材料層13とn型熱電材料層14とが交互に接続されて配置されることによってpn接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成した熱電構成体11を複数積層して構成された積層体10を含む。この熱電変換モジュール片107も、複数個集めて相互に面同士を当接させて結合することによって全体を環状にしてなおかつ、相互に電氣的に接続することが可能なように、前記積層体から電極を取り出すための面を接合面2として斜めに有する。

【0038】

熱電変換モジュール片107の最上面には単位回路が見えていないが、内部には、単位回路を有する熱電構成体11が複数積層されて構成された積層体10が含まれている。積層体10は、積層方向83に沿って積層されている。個別の熱電構成体11の蛇行状の単位回路は延在方向84に沿って延在している。

【0039】

この熱電変換モジュール片107においては、図21に示すように、接合面2が、前記熱電構成体の積層方向83と斜めに交差する法線85を有する面として形成されている。法線85は接合面2の向きを確認するために幾何学的に想定できる仮想的な線である。接合面2は、図21において上下それぞれに設けられている。接合面2は2つの角に対称に設けられている。

【0040】

本実施の形態における熱電変換モジュール片の製造方法は、前記接合面を斜めに形成する工程では、前記熱電構成体の積層方向と斜めに交差する法線を有する面として斜めに切除するものである。

【0041】

図20に示した熱電変換モジュール片107を例にとって、本実施の形態における熱電変換モジュール片の製造方法について説明する。この熱電変換モジュール片107は、図22に示すように、熱電構成体11を複数枚と、絶縁層12nを複数枚と組み合わせて積層して作られる。熱電構成体11は、実施の形態1で説明したのと同様に、絶縁層12の表面にp型熱電材料層13とn型熱電材料層14とが交互に接続されて配置されることによってpn接合対が蛇行状に繰り返して延在する単位回路を構成したシート状の構造物である。絶縁層12nは、単位回路がなくピアホール26のみがある絶縁層である。絶縁層12nは回路を形成していないセラミックグリーンシートであってよい。熱電構成体11が連続して積層される部分は積層体10に相当する。熱電変換モジュール片107としては、積層体10となる部分が中間に配置され、その上下に絶縁層12nがそれぞれ複数枚配置される。上下それぞれに配置される絶縁層12nの束の部分を「無回路積層体」30と呼ぶものとする。全体としては、上下に配置された無回路積層体30によって中間に配置された積層体10すなわち熱電構成体11の束を挟み込むように全体を積層する。熱電構成体11の各々はピアホール25を有し、すべての層が1層ごとに交互に電氣的に接続されている。積層体10がm枚の熱電構成体11を含むと仮定すると、図22に示した例

10

20

30

40

50

では、積層体 10 全体としては、m 個の単位回路を直列接続したものに相当する。上下にそれぞれ配置される無回路積層体 30 においては、ビアホール 26 が貫通しており、積層体 10 の上下に露出するパッド部分から電流を取り出せるようになっている。図 22 において全体の積層後の状態を矢印 91 の向きから見たときの内部回路の概要を図 23 に示す。上下の無回路積層体 30 においてはビアホール 26 によって積層方向 83 に沿って直線的に電極が引き出されており、中間の積層体 10 においては、ビアホール 25 を介して、単位回路が蛇行状に直列接続されている。単位回路は、各熱電構成体 11 の表面において平面的に見て既に蛇行形状の回路であるが、図 23 に示した積層構造の場合、さらに厚み方向に関しても蛇行しているといえる。

【0042】

このようにして、複数の熱電構成体 11 と、複数の絶縁層 12n とを組み合わせて積層することによって、図 24 に示すように 2 つの無回路積層体 30 の間に 1 つの積層体 10 が挟まれて全体が積層体として一体になったブロック 35 が得られる。図 24 は、図 22 において全体の積層後の状態を矢印 92 の向きから見た図である。図 24 に示すブロック 35 に対して、接合面 2 を形成するために切削加工を行なう。この切削加工は、無回路積層体 30 を斜めに横切りかつ積層体 10 は横切らないように設定される切断線 85a, 85b に沿って行なわれる。こうすることによって、無回路積層体 30 の内部を貫通するビアホール 26 は斜めに切断されるが、図 20 に示すように新たに生じる接合面 2 にはビアホール 26 の切り口が必ず露出することとなる。なお、無回路積層体 30 を厚み方向に余すところなく完全に斜めに切削加工しようとする場合、切削する位置に誤差が生じると積層体 10 まで削ってしまうこととなるので、安全のために、図 25 に示すように切断線 85a, 85b を積層体 10 から少し離してもよい。

【0043】

いずれにしてもこのようにブロック 35 に切削加工を施すことによって接合面 2 を形成し、さらに焼結を行なった結果、図 20 に示すような熱電変換モジュール片 107 を得ることができる。

【0044】

図 20 に示す熱電変換モジュール片 107 において、接合面 2 は積層体 10 から電極を取り出すための面であるので、上述したようにビアホール 26 が露出している。熱電変換モジュール片 107 は、接合面 2 を、蛇行状に延在する単位回路の延在方向 84 に対して平行に有する。接合面 2 が斜めに形成されているのは、この熱電変換モジュール片 107 を複数個集めて相互に面同士を当接させて結合することによって図 26 に示すように全体を環状にしてなおかつ、相互に電氣的に接続することが可能なようにするためである。接合面 2 同士を当接させたときはビアホール 26 の露出部分同士が対向して互いに当接することとなるので、互いに隣接する熱電変換モジュール片 107 同士の間の電氣的接続が確実になされる。図 26 に示した構造は、1 つの熱電変換モジュール 207 に相当する。

【0045】

この熱電変換モジュール 207 は、上述の熱電変換モジュール片 107 が複数つながって全体が環となっており、単位回路が延在する辺が前記環の中心軸に平行な方向にそれぞれ延在する。

【0046】

図 20 に示した熱電変換モジュール片 107 は、長方形の 2 つの角を切り落として出来る六角形を延在方向 84 に延ばした六角柱形状をしているが、本実施の形態における熱電変換モジュール片としては、図 27 に示す熱電変換モジュール片 108 のように左右対称な台形を延在方向 84 に延ばした四角柱形状であってもよい。

【0047】

図 27 に示した熱電変換モジュール片 108 を 12 個組み合わせて環状としたところを図 28 に示す。図 28 に示されたものは熱電変換モジュール 208 である。本実施の形態においても、1 つの熱電変換モジュールを組み立てるために何個の熱電変換モジュール片を組み合わせて環状にするかは、特に限定されない。1 つの熱電変換モジュールを構成す

10

20

30

40

50

る熱電変換モジュール片の個数が n であるものとする、 n は3以上の整数である。接合面2の傾きは、何個の熱電変換モジュール片で1つの環を構成するかによって適宜設定される。

【0048】

図26、図28においては、詳しく図示していないが、熱電変換モジュールとしては、発生した電流を外部に取り出せるようにするために、この角柱状または略円柱状の構造のどこかには少なくとも1対の外部端子が設けられている。外部端子は、実施の形態1で述べたように、積層体の側面に導電体を貼り付ける外周面電極や、ピアホールの端部を露出させたパッドの構造を利用して適宜設ければよい。

【0049】

なお、本実施の形態では、熱電変換モジュール片の上部、下部を複数の絶縁層12 n の積層によって構成した無回路積層体30としていたが、この部分は無回路積層体30に代えて、十分な厚みを持つ絶縁体ブロックを配置してもよい。たとえば図20に示した熱電変換モジュール片107においては、図29に示すように、2枚の絶縁体ブロック31が積層体10を挟み込む構造となってもよい。ただし、絶縁体ブロック31は厚み方向に貫通するピアホール26を有する。

【0050】

本実施の形態においても、基本的には実施の形態1で説明したのと同様の効果が得られる。本実施の形態における熱電変換モジュールでは、1つの熱電変換モジュール片の内部で m 個の単位回路が直列接続となっており、熱電変換モジュール片同士は接合面2に露出するピアホール26同士が当接することによって接続されているので、熱電変換モジュール片同士も直列接続とすることができ、その結果、熱電変換モジュール全体ではほぼ $m \times n$ 個の単位回路が直列接続となることとなる。熱電変換モジュールとしてはこれらの全体から電流を取り出すことができる。

【0051】

実施の形態1で説明したのと同様に、本実施の形態においても、熱電変換モジュールの全体にわたってピアホールと外部電極とを適宜用いることによって、ほぼ $n \times m$ 個含まれている単位回路を並列とするか、直列とするか、あるいはその両者の混在とするにしてもどのような組合せとするか、を自由に設計することができ、実施の形態1で説明したのと同様の効果を得ることができる。

【0052】

すなわち、本実施の形態における熱電変換モジュールも実施の形態1で説明した熱電変換モジュールと同様に、配管を取り囲むように設置することができる。一例として図30に、配管50を取り囲むように熱電変換モジュール207を設置した様子を示す。

【0053】

ここまで説明してきたように、本発明に基づく熱電変換モジュールは、これまでにいずれかの実施の形態で説明したようないずれかの構成の熱電変換モジュール片を複数つないで環状としたものを備える。「環状」といった場合、筒状のものも含むものとする。また、「環状」とは、その横断面の輪郭形状が略円形のものだけでなく、略多角形状のものも含む。

【0054】

本発明に基づく熱電変換モジュールの製造方法は、これまでにいずれかの実施の形態で説明したようないずれかの構成の熱電変換モジュール片を複数用意する工程と、前記複数の熱電変換モジュール片をつないで環状にする工程とを含む。

【0055】

本発明に基づく熱電変換モジュールの製造方法は、これまでにいずれかの実施の形態で説明したようないずれかの熱電変換モジュール片の製造方法を実施して複数の熱電変換モジュール片を作製する工程と、得られた前記複数の熱電変換モジュール片をつないで環状にする工程とを含む。

【0056】

10

20

30

40

50

実施の形態 1, 2 で示した構成の熱電変換モジュールを以下では「第 1 型の熱電変換モジュール」というものとする。実施の形態 3 で示した構成の熱電変換モジュールを以下では「第 2 型の熱電変換モジュール」というものとする。いずれも複数の熱電構成体を積層して得た積層体を含む熱電変換モジュール片を複数個組み合わせる環状の立体構造としていて、配管の周りを取り囲むように設置する上ではそれぞれ異なる利点がある。

【 0 0 5 7 】

第 1 型の熱電変換モジュールの場合、含まれている個々の単位回路の延在方向 8 4 が配管の円周方向に沿うようになるので、少ない個数の熱電変換モジュール片によって 1 周させることができ、径の大きな配管にも対応しやすい。第 1 型の熱電変換モジュールは、短い区間で集中的に温度差から電気エネルギーを取り出すことができるので、配管が曲がりくねっていて直線部分が短い場合にも設置しやすいという長所がある。

10

【 0 0 5 8 】

第 2 型の熱電変換モジュールの場合、含まれている個々の単位回路の延在方向 8 4 が配管の長手方向に沿うようになるので、単位回路の長さを増すことによって、配管の長手方向の長さを容易に増すことができる。したがって、配管の長い区間にわたって覆わせることに適している。第 2 型の熱電変換モジュールは、短い円周においても集中的に多数の単位回路を中心部に近接させて配置することができるので、径の小さな配管の周囲で温度差から電気エネルギーを取り出すには有利である。

20

【 0 0 5 9 】

なお、第 1 型、第 2 型とも、配管に対する設置工事の際には、配管のないところで熱電変換モジュールを予め筒状に組み立てておいて配管の構築時に配管の周りに熱電変換モジュールを嵌め込むようにしてもよい。あるいは、ばらばらの熱電変換モジュール片を必要な個数だけ配管の設置場所まで持参して、その場で配管の周りを覆うように熱電変換モジュール片を組み合わせる熱電変換モジュールを構成してもよい。

【 0 0 6 0 】

(実施の形態 4)

図 3 1 ~ 図 3 4 を参照して、本発明に基づく実施の形態 4 における熱電変換モジュールについて説明する。実施の形態 1 ~ 3 では、複数の熱電変換モジュール片を組み合わせることによって、1 つの熱電変換モジュールを構成することとしていた。これに対して、本実施の形態ではそうではなく、熱電構成体を積層することで直接、熱電変換モジュールを構成する。本実施の形態における熱電変換モジュールは、絶縁層の表面に p 型熱電材料層と n 型熱電材料層とが交互に接続されて配置されることによって p n 接合対が蛇行状に繰り返して略環状に延在する単位環状回路を構成した熱電構成体を複数積層して環状かつブロック状の積層体とした熱電変換モジュールである。

30

【 0 0 6 1 】

まず、本実施の形態における熱電変換モジュールの製造方法から説明する。この熱電変換モジュールの製造方法は、絶縁層の表面に p 型熱電材料層と n 型熱電材料層とが交互に接続されて配置されることによって p n 接合対が蛇行状に繰り返して略環状に延在する単位環状回路を構成した熱電構成体を作製する工程と、前記熱電構成体を複数積層して環状かつブロック状の積層体とする工程と、前記積層体を焼結する工程とを含む。

40

【 0 0 6 2 】

この熱電変換モジュールの製造方法について、以下、具体的に例示して説明する。図 3 1 に示すように、ほぼ正方形の絶縁層 1 2 f の表面に p 型熱電材料層 1 3 と n 型熱電材料層 1 4 とが交互に接続されて配置されることによって p n 接合対が蛇行状に繰り返して略環状に延在する単位環状回路を構成する。これはスクリーン印刷によって p 型熱電材料層 1 3 と n 型熱電材料層 1 4 とを順に印刷することによって実現可能である。単位環状回路は完全な環ではなく、1 ヶ所で途切れていて、途切れた箇所にはピアホール 2 7 a, 2 7 b が設けられる。このように構成されたシート状のものを熱電構成体 1 1 f とする。図 3 2 に示すようにこの熱電構成体 1 1 f の単位環状回路の内側を打ち抜いて円

50

形の孔をあける。次に、図 3 3 に示すように、熱電構成体 1 1 f を複数枚集めて積層し、積層体 1 0 f とする。積層する際には、ビアホール 2 7 a , 2 7 b の位置がすべての層にわたって一致するようにして、ビアホール 2 7 a , 2 7 b は積層方向 8 3 に連続して積層体 1 0 f を貫通するようにする。ここでは中央の円形の孔をあけてから積層したが、工程の順序を逆にして、積層してから中央の円形の孔を打ち抜いてもよい。その方が内周面がきれいに形成されるので好ましい。すなわち、この熱電変換モジュールの製造方法において好ましくは、前記環状かつブロック状の積層体とする工程は、前記熱電構成体を複数積層する工程と、その後中央の孔を打ち抜く工程とを含む。

【 0 0 6 3 】

図 3 3 の状態で焼結して熱電変換モジュールの完成としてもよいが、図 3 4 に示すように切削加工などによって外周部の不要部分を除去した方が好ましい。図 3 4 の例では、外周面も円筒面としている。図 3 4 に示す状態で焼結を終えたものが、本実施の形態における熱電変換モジュール 3 0 1 である。

【 0 0 6 4 】

なお、積層する前の単層の熱電構成体の状態で外周部の不要部分を切除してから積層することとしてもよい。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態では、絶縁層の表面に所定の回路を印刷した熱電構成体を積層するだけで、環状の熱電変換モジュールを構築することができるので、熱電変換モジュール片を組み立てる必要がなく取扱いが簡便である。本実施の形態における熱電変換モジュール 3 0 1 を、配管などの熱源を取り囲むように設置することによって、熱源から生じる温度差を電気エネルギーに変換して取り出すことが可能となる。電気エネルギーの取り出しは、表面に露出しているビアホール 2 7 a , 2 7 b から行なうことができる。ただし、本実施の形態では、外部端子としてビアホール 2 7 a , 2 7 b をあくまで一例として示したのであって、他の形態の外部端子を設けて電気エネルギーを取り出すこととしてもよい。

【 0 0 6 6 】

本実施の形態によれば、衝撃により破損しにくく、信頼性があり、構造が簡単な熱電変換モジュールとすることができる。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態では、製造途中で単位環状回路の内側を打ち抜いて円形の孔をあける工程を含んでいた。このとき打ち抜かれて生じる円板状の部材、すなわちいわゆる抜きカスの部分については、そのまま廃棄してもよいが、この抜きカスとなる部分を有効利用することも可能である。そのためには、図 3 5 に示すように絶縁体 1 2 f の中に同心状に径の異なる複数の単位環状回路を形成すればよい。これはスクリーン印刷によって可能である。そして、図 3 5 の中で一点鎖線で示すように同心状に複数回の打抜き作業を行なうことによって、内側、外側の単位環状回路をそれぞれ有効に得ることができ、抜きカスを少なく抑えることができる。このようにすれば、絶縁体 1 2 f の全体のうち無駄となる部分を少なくすることができ、コスト削減となる。しかも径の異なる複数種類の熱電変換モジュールの作製のための熱電構成体を同時に作製することも可能となる。

【 0 0 6 8 】

この熱電変換モジュールの製造方法において好ましくは、前記熱電構成体を作製する工程は、前記絶縁層の表面に同心状に複数の単位回路を形成し、同心状に切り分けて複数サイズの熱電構成体を得る工程を含み、前記環状かつブロック状の積層体とする工程は、前記複数サイズの熱電構成体をそれぞれサイズごとに積層する工程を含み、前記焼結する工程は、前記複数サイズの熱電構成体からそれぞれ得られた積層体をそれぞれ焼結する。

【 0 0 6 9 】

なお、図 3 5 では 2 つの単位環状回路が同心円状に配置されている例を示したが、3 つ以上の単位環状回路を同心円状に配置してもよい。また、単位環状回路の輪郭形状は円形に限らない。多角形状、楕円形状などであっても単位環状回路を同心状に配列することによって同様のことが行なえる。

10

20

30

40

50

【0070】

(実施の形態5)

図36、図37を参照して、本発明に基づく実施の形態5における熱電変換モジュール片および熱電変換モジュールについて説明する。

【0071】

実施の形態1, 2において、熱電変換モジュール片同士を接合するために設ける接合面2においては外部電極17(図1、図7、図15、図17参照)が露出しているものとしたが、接合面2に露出させる電極はこのように積層方向83にわたって全長にまたがるものには限らない。たとえば、本実施の形態で示すようなものであってもよい。本実施の形態における熱電変換モジュール片の分解図を図36に示す。この熱電変換モジュール片は、一定枚数の熱電構成体11pと、一定枚数の熱電構成体11qと、一定枚数の熱電構成体11rとを合わせて積層して焼結することによって作製される。これらの熱電構成体11p, 11q, 11rには、いずれも同じ単位回路が形成されており、各単位回路の両端をすべての層にわたって貫通して電氣的に接続するようなビアホール25a, 25bが共通して設けられているが、これらのビアホールから電氣的につながる引出し部の有無が異なっている。熱電構成体11pにおいてはビアホール25aと斜めの辺とを結ぶ第1引出し部18が設けられているが、熱電構成体11q, 11rにはこのような引出し部はない。熱電構成体11rにおいてはビアホール25bと斜めの辺とを結ぶ第2引出し部19が設けられているが、熱電構成体11p, 11qにはこのような引出し部はない。図36に示した組合せで全体を積層し、焼結したものを図37に示す。これが、本実施の形態における熱電変換モジュール片131である。熱電変換モジュール片131の上部32aにおいては複数の熱電構成体11pが積層されており、中間部32bにおいては複数の熱電構成体11qが積層されており、下部32cにおいては複数の熱電構成体11rが積層されている。

【0072】

本実施の形態における熱電変換モジュール片131においては、上部32aにおいては一方の接合面2に第1引出し部18が繰返し露出することとなり、第1引出し部18の複数の端部が集まって引出し露出部33となる。下部32cにおいては他方の接合面2に第2引出し部19が繰返し露出することとなり、第2引出し部19の複数の端部が集まって引出し露出部34となる。引出し露出部33, 34はそれぞれ接合面2の中のほんの一部に露出しているだけであるが、このように一部に局部的に露出するだけであってもよい。環状に組み立てるために隣接する熱電モジュール片と結合する際に引出し露出部同士的位置がずれて直接対向しなくても、接合面2の全面に実施の形態1で延べたような導電性の接着媒体を塗布して接着すれば電氣的接続は実現することができる。すなわち、対向する接合面2同士において露出している電極の位置がどこであろうと、接合面のうちのどこかに露出さえしていれば電氣的接続は容易に実現することができる。これは図1、図7などに示した外部電極17の位置がずれている場合にもいえることである。

【0073】

図37に示した熱電変換モジュール片131を積層方向83に沿って複数個重ねて使用してもよい。そのように重ね合わせたものを図38に示す。これは熱電変換モジュール片132となる。このようにすれば、広い接合面2xを得ることができる。このように厚みを増した熱電変換モジュール片132を複数個集めて環状に組み立てて1つの熱電変換モジュールとしてもよい。そのようにすれば、配管の長い区間にわたって覆うような熱電変換モジュールを提供することも容易となる。

【0074】

本実施の形態における熱電変換モジュールは、熱電変換モジュール片131または熱電変換モジュール片132を複数組み合わせる環状または筒状に組み立てたものである。本実施の形態における熱電変換モジュール232の一例を図39に示す。この場合、接合面2x同士を貼り合わせるためにいずれか1つの接合箇所36のみ電氣的に接続されないように接着し、他の各接合箇所では導電性の接着媒体を使用して接着すればよい。この場合

、接合箇所 3 6 の両側に隣接するビアホール 2 5 a k , 2 5 b k は、互いに電氣的に接続されていないので、ビアホール 2 5 a k , 2 5 b k が露出している部分は、このまま外部端子として利用することができる。

【 0 0 7 5 】

なお、上記各実施の形態では、単位回路に含まれる p n 接合対は、L 字形の p 型熱電材料層 1 3 と L 字形の n 型熱電材料層 1 4 とが交互に直接接するように並べられて蛇行状に繰り返すものであったが、これ以外のパターンによる蛇行形状であってもよい。たとえば図 4 0 ~ 図 4 3 にそれぞれ示すようなパターンであってもよい。また、p 型熱電材料層 1 3 と n 型熱電材料層 1 4 とは直接つながるのではなく、両者の間にいずれでもない導電層を介してつながるようなパターンであってもよい。すなわち、図 4 4 ~ 図 4 7 に示すように中継導電層 2 0 を介して p 型熱電材料層 1 3 と n 型熱電材料層 1 4 とが交互につながるような蛇行形状のパターンであってもよい。

10

【 0 0 7 6 】

なお、上記各実施の形態では、説明の便宜のために、回路の蛇行回数や、絶縁層の積層枚数や、1 周の環を組み立てるための熱電変換モジュール片の個数などをわかりやすい小さな数として図示しているが、実際にはこれらの数は、数十、数百、数千といった大きな数であってもよい。

【 0 0 7 7 】

なお、上記各実施の形態においては、熱電変換モジュール片を熱電変換モジュールに組み立てて用いる際には環状とする例を示したが、熱電変換モジュールとしては閉ループをなすようにつながった環状ではなく、周の一部が途切れた「C 形状」や半周分だけつながっている「半環状」などであっても、適切な外部端子を設けて電流を取り出すことができさえすれば一定の効果を奏することができる。配管の周囲のスペースの都合や、発生する温度差の偏りなどによっては、閉ループをなす環状ではなく、部分的な環をなす形状として熱電変換モジュールを組み立てて設置した方が好ましい場合もありうる。ここでいう「閉ループ」とは途切れる箇所がなく 1 周を取り囲んでいる形状をいう。すなわち、円形、楕円形、長円形のみならず、三角形、四角形や、五角形、六角形などの多角形を含む。

20

【 0 0 7 8 】

特段の事情がない場合には、熱電モジュールとしては、配管の周囲を完全に取り囲めるように閉ループをなす環状にした方が、設置する際には安定するので好ましい。また、熱電変換モジュールが閉ループをなす環状であれば配管の周囲の全体にわたって温度差を有効利用できるのが好ましい。

30

【 0 0 7 9 】

なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

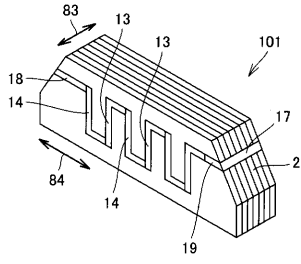
【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 0 】

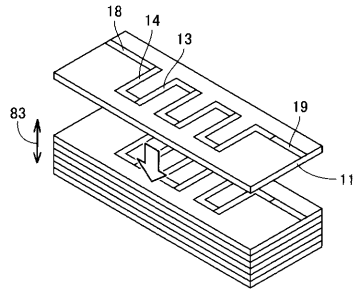
本発明は、熱電変換モジュール片、熱電変換モジュールおよびこれらの製造方法に利用することができる。

40

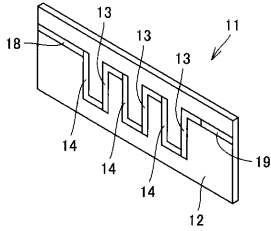
【図 1】



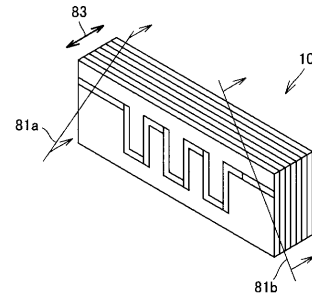
【図 3】



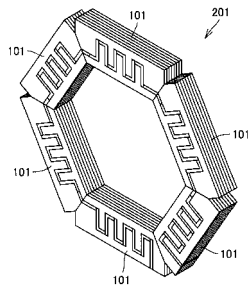
【図 2】



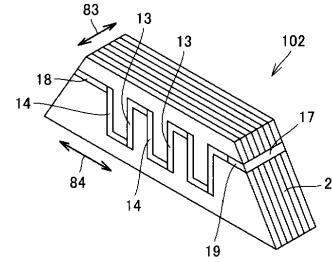
【図 4】



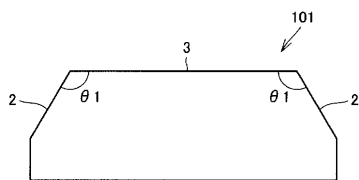
【図 5】



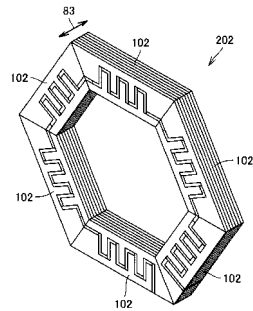
【図 7】



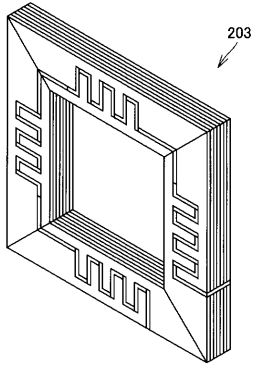
【図 6】



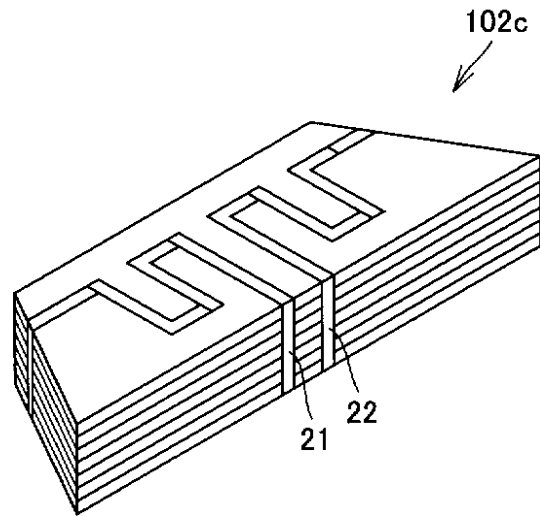
【図 8】



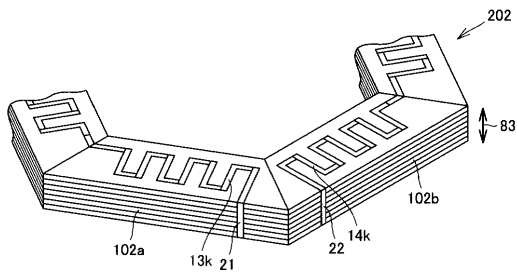
【図 9】



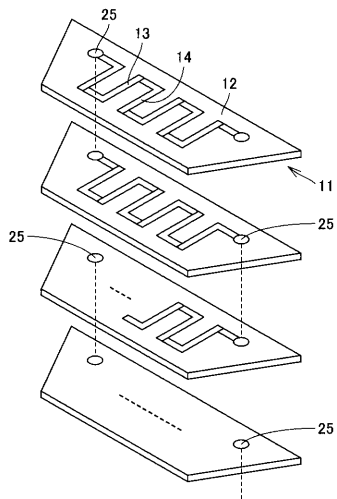
【図 11】



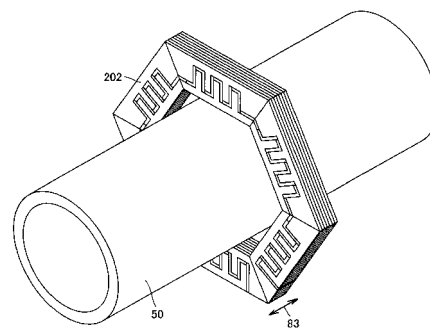
【図 10】



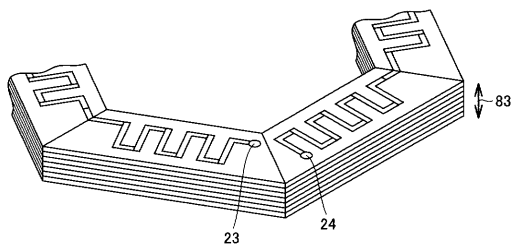
【図 12】



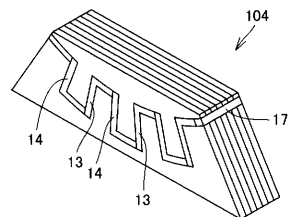
【図 14】



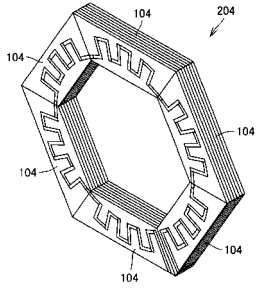
【図 13】



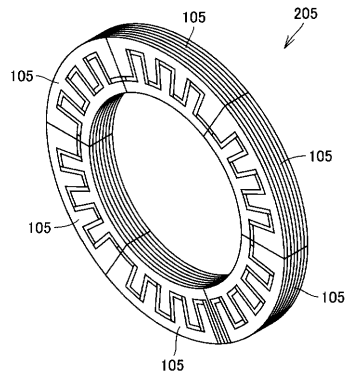
【図 15】



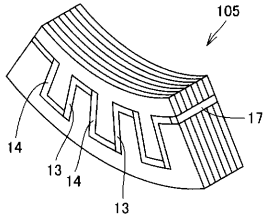
【図16】



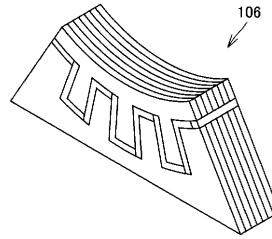
【図18】



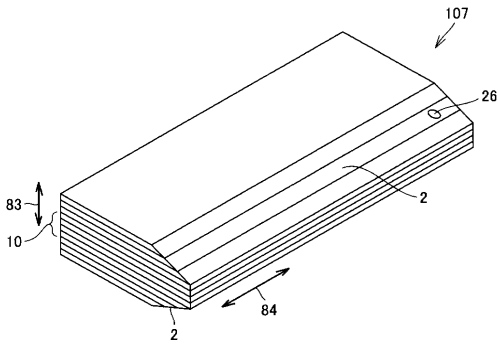
【図17】



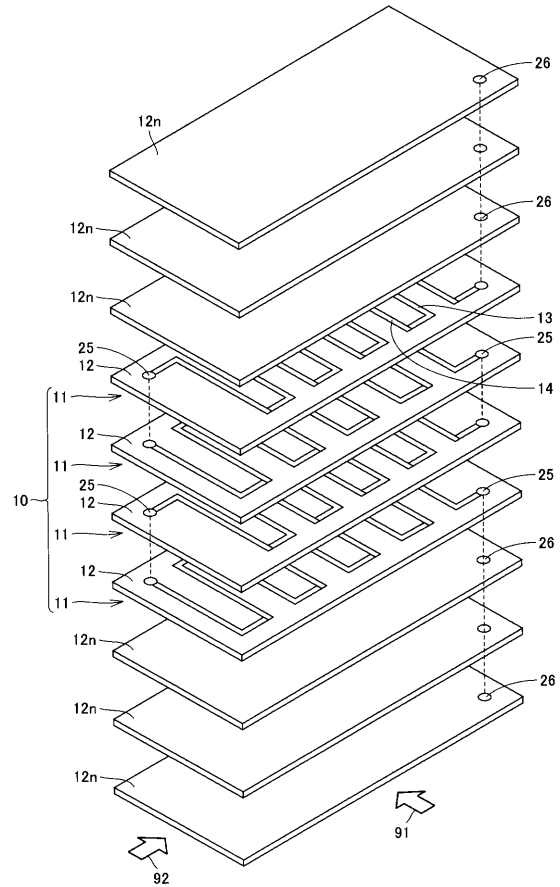
【図19】



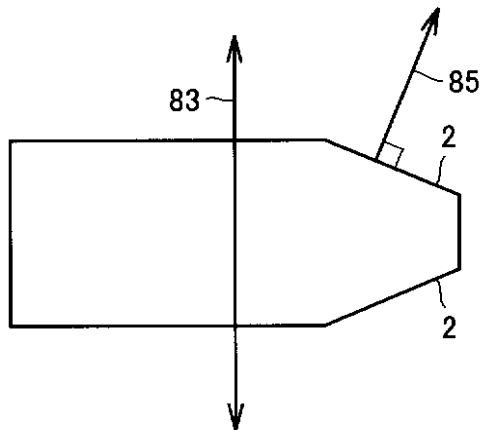
【図20】



【図22】



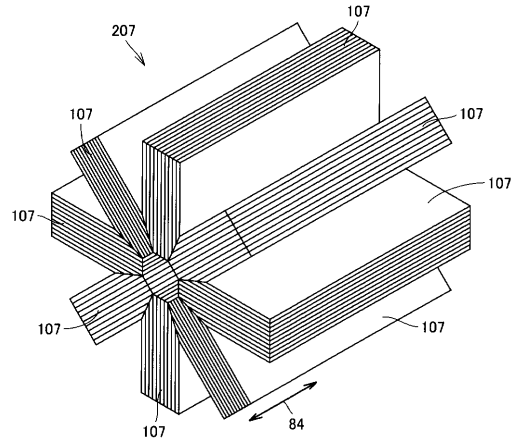
【図21】



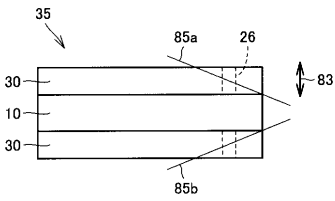
【図 23】



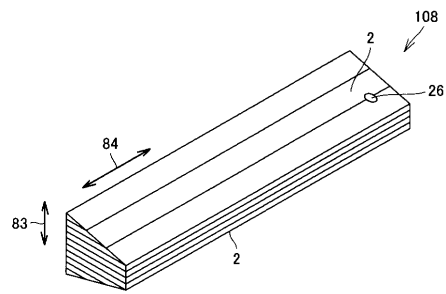
【図 26】



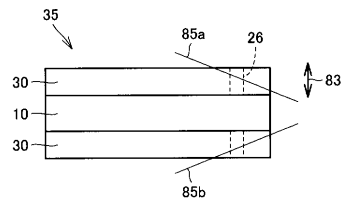
【図 24】



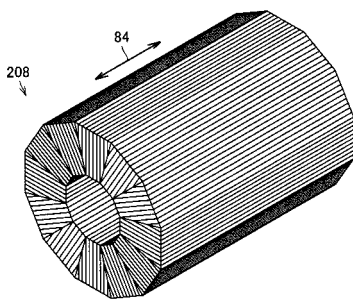
【図 27】



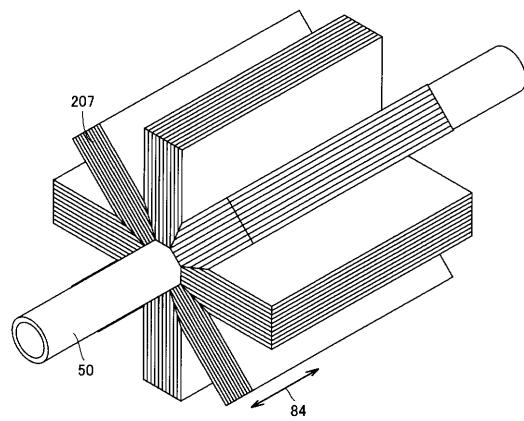
【図 25】



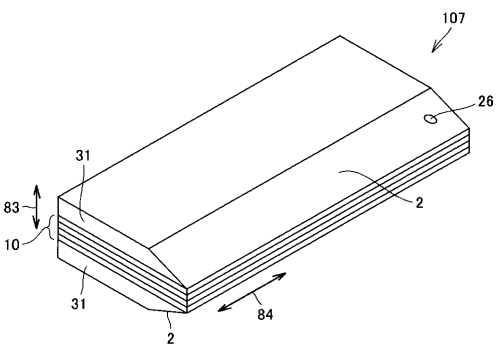
【図 28】



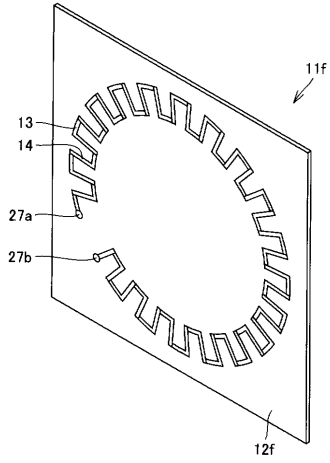
【図 30】



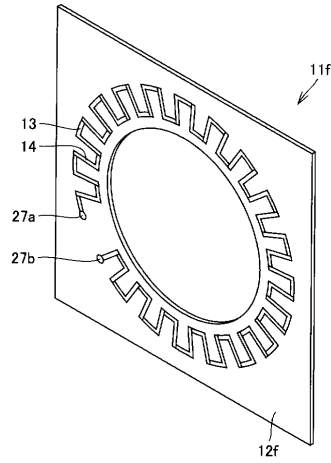
【図 29】



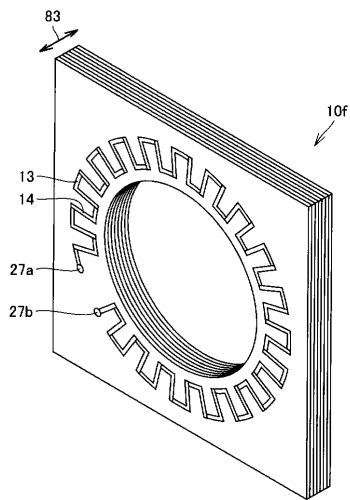
【 3 1 】



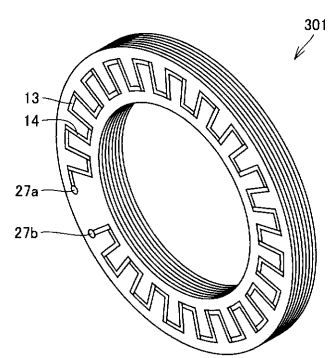
【 3 2 】



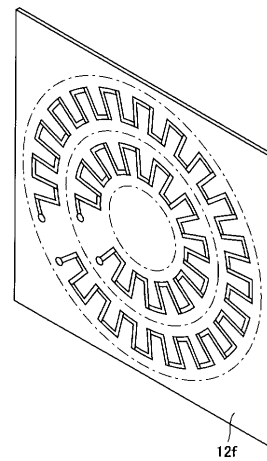
【 3 3 】



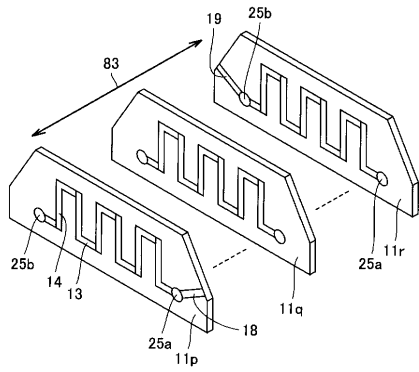
【 3 4 】



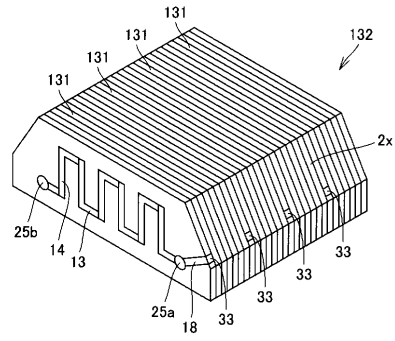
【 3 5 】



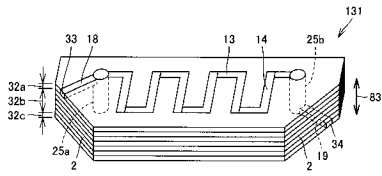
【 図 3 6 】



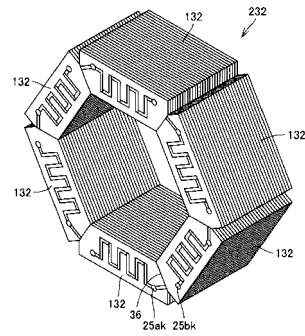
【 図 3 8 】



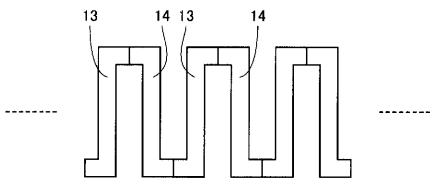
【 図 3 7 】



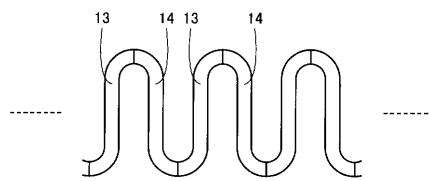
【 図 3 9 】



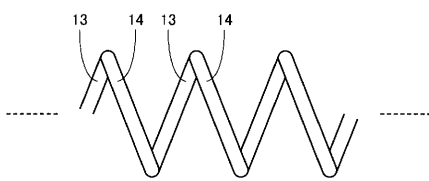
【 図 4 0 】



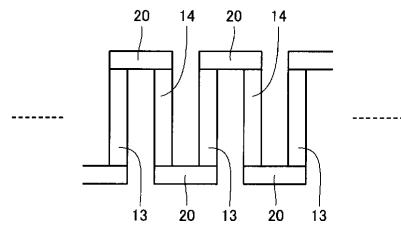
【 図 4 3 】



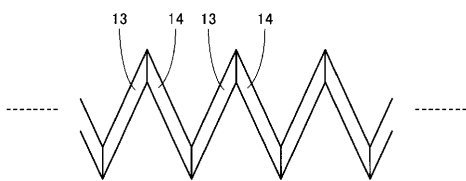
【 図 4 1 】



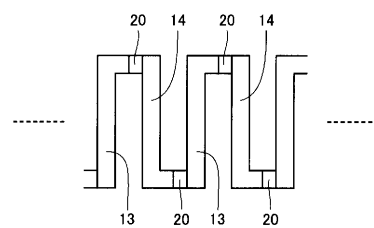
【 図 4 4 】



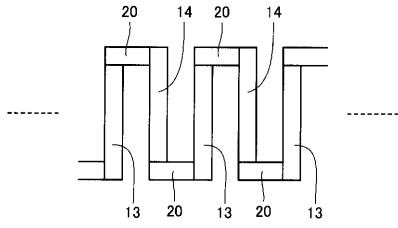
【 図 4 2 】



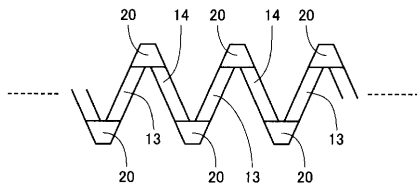
【 図 4 5 】



【 図 4 6 】



【 図 4 7 】



フロントページの続き

(74)代理人 100124523

弁理士 佐々木 真人

(72)発明者 佐々木 雅啓

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

(72)発明者 中村 孝則

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

審査官 酒井 朋広

(56)参考文献 特開2004-208476(JP,A)

特開2005-137188(JP,A)

特開平11-177154(JP,A)

特開2003-179275(JP,A)

特開平11-233837(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 35/32

H01L 35/34

H02N 11/00