

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6417050号
(P6417050)

(45) 発行日 平成30年10月31日(2018.10.31)

(24) 登録日 平成30年10月12日(2018.10.12)

(51) Int. Cl.			F I		
HO 1 L	35/32	(2006.01)	HO 1 L	35/32	A
HO 1 L	35/22	(2006.01)	HO 1 L	35/22	
HO 1 L	35/30	(2006.01)	HO 1 L	35/30	
HO 2 N	11/00	(2006.01)	HO 2 N	11/00	A

請求項の数 9 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2017-537663 (P2017-537663)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成28年7月27日 (2016.7.27)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/072078		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(87) 国際公開番号	W02017/038324	(74) 代理人	100080159
(87) 国際公開日	平成29年3月9日 (2017.3.9)		弁理士 渡辺 望稔
審査請求日	平成30年1月11日 (2018.1.11)	(74) 代理人	100090217
(31) 優先権主張番号	特願2015-170568 (P2015-170568)		弁理士 三和 晴子
(32) 優先日	平成27年8月31日 (2015.8.31)	(74) 代理人	100152984
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 伊東 秀明
(31) 優先権主張番号	特願2016-108549 (P2016-108549)	(74) 代理人	100148080
(32) 優先日	平成28年5月31日 (2016.5.31)		弁理士 三橋 史生
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	今井 真二
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
			富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱電変換モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

P型の熱電変換層と前記P型の熱電変換層に電気的に接続された1対の接続電極を有するP型の熱電変換素子、およびN型の熱電変換層と前記N型の熱電変換層に電気的に接続された1対の接続電極を有するN型の熱電変換素子のうち、少なくとも一方が、可撓性を有する絶縁性基板の一方の面に設けられた熱電変換モジュール基板を複数備え、

前記複数の熱電変換モジュール基板が、前記接続電極の向きと前記絶縁性基板の向きを揃えて配置された熱電変換モジュール体と、

前記熱電変換モジュール体の、前記熱電変換モジュール基板の少なくとも一方の前記接続電極側に設けられ、前記熱電変換モジュール基板を配置方向に押圧し、かつ前記熱電変換モジュール体に熱を伝熱または前記熱電変換モジュール体の熱を放熱する伝熱部とを有し、

前記伝熱部は、熱伝導率が10W/mK以上であり、

前記伝熱部による前記熱電変換モジュール基板の配置方向への押圧の際の、前記絶縁性基板の面に対して垂直な方向の垂直応力は0.01MPa以上であることを特徴とする熱電変換モジュール。

【請求項2】

P型の熱電変換層と前記P型の熱電変換層に電気的に接続された1対の接続電極を有するP型の熱電変換素子、およびN型の熱電変換層と前記N型の熱電変換層に電気的に接続された1対の接続電極を有するN型の熱電変換素子が、可撓性を有する1つの絶縁性基板

の一方の面に設けられ、前記接続電極において交互に山折りまたは谷折りされて蛇腹構造に形成された熱電変換モジュール基板を備える熱電変換モジュール体と、

前記熱電変換モジュール体の、前記熱電変換モジュール基板の少なくとも一方の前記接続電極側に設けられ、前記熱電変換モジュール基板を配置方向に押圧し、かつ前記熱電変換モジュール体に熱を伝熱または前記熱電変換モジュール体の熱を放熱する伝熱部とを有し、

前記伝熱部は、熱伝導率が 10 W/mK 以上であり、

前記伝熱部による前記熱電変換モジュール基板の配置方向への押圧の際の、前記絶縁性基板の面に対して垂直な方向の垂直応力は 0.01 MPa 以上であることを特徴とする熱電変換モジュール。

10

【請求項 3】

前記伝熱部は、前記熱電変換モジュール体の前記熱電変換モジュール基板の両方の前記接続電極側に設けられ、一方の伝熱部は、前記熱電変換モジュール体に熱を伝熱するものであり、他方の伝熱部は、前記熱電変換モジュール体の熱を放熱するものである請求項 1 または 2 に記載の熱電変換モジュール。

【請求項 4】

前記伝熱部は、前記熱電変換モジュール体と接するフレーム部を有する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の熱電変換モジュール。

【請求項 5】

前記伝熱部は、前記熱電変換モジュール体の前記熱電変換モジュール基板の前記接続電極を挟み込む蛇腹構造体を有する請求項 1 または 3 に記載の熱電変換モジュール。

20

【請求項 6】

前記伝熱部は、前記熱電変換モジュール体と接するフレーム部と、前記熱電変換モジュール体の前記熱電変換モジュール基板の前記接続電極を挟み込む蛇腹構造体を有する請求項 1 または 3 に記載の熱電変換モジュール。

【請求項 7】

前記熱電変換モジュール体の前記熱電変換モジュール基板は蛇腹状である請求項 1、および 3 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の熱電変換モジュール。

【請求項 8】

前記熱電変換モジュール基板は、前記接続電極で直列に接続された前記 P 型の熱電変換素子および前記 N 型の熱電変換素子が設けられている請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の熱電変換モジュール。

30

【請求項 9】

前記熱電変換モジュール体は、前記 P 型の熱電変換素子だけが設けられた前記熱電変換モジュール基板と、前記 N 型の熱電変換素子だけが設けられた前記熱電変換モジュール基板が前記配置方向に交互に配置されている請求項 1、および 3 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の熱電変換モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可撓性のある絶縁性基板を利用して形成された熱電変換モジュールに関し、特に、発電出力が高い熱電変換モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

温度差から電気を直接発電することができるデバイスとして、熱電変換デバイスが知られている。

従来の熱電変換層が BiTe からなる熱電変換デバイスの欠点は、多数の熱電変換層を直列に接続する製造の手間が大変大きいことである。また、熱膨張係数の違いによる熱歪の影響、または熱歪みの変化が繰返し発生することによって、熱電変換層界面の疲労現象も発生しやすくなる。

40

50

このような問題点を解決する方法として、可撓性のある基材を活用して作製する熱電変換デバイスが提案されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、細長い可撓性のある基材上にP型の熱電変換材料部材とN型熱電変換材料部材とを、ポリイミド等の低熱伝導性の基材の伸びる方向で交互に電氣的に直列になると共に、幅方向には熱的に並列となるように配置し、この基材を折り曲げまたは円柱状に巻くことによって熱電変換デバイスとしている。なお、巻回したのち、上部および下部に伝熱板を設けている。

可撓性のある基材上に熱電変換材料を成膜し、この基材を断熱性板の間に挟みながら折り曲げることで熱電変換デバイスを形成する場合もある。

これらは、可撓性のある基材上に多数の熱電変換材料が直列に接続された構造を成膜して作製しているため、多数の熱電変換材料をつなぐ多数の接続部分を作製する手間は先に述べたこれまでの方法と比べてはるかに容易である。また、基材が可撓性を有する点を活かして、熱電変換材料または配線成膜後であっても基材そのものを変形することにより、比較的自由度の高いデバイス形状にすることが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-86510号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載のような構成では、ポリイミド等の低熱伝導性の基材を重ね合わせるため、重ね合わせた中央の熱電変換要素には温度差がつきにくく、熱電変換デバイス全体の発電量が低下する。

また、重ね合わせた熱電変換要素の間に、補強のための樹脂が必要であり、その樹脂のため断熱性が低下して、熱電変換層には温度差がつきにくく、熱電変換デバイス全体の発電量が低下する。

また、各熱電変換層の電極が基板端部まで形成されているため、重ね合わせた状態の熱電変換デバイスの上面と下面に、絶縁性の保護部材を設け、熱源に固定する必要が生じる。絶縁性の保護部材は熱抵抗が大きく、熱電変換層には温度差がつきにくく、熱電変換デバイス全体の発電量が低下する。

【0006】

本発明の目的は、前述の従来技術に基づく問題点を解消し、発電出力が高い熱電変換モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の目的を達成するために、本発明は、P型の熱電変換層とP型の熱電変換層に電氣的に接続された1対の接続電極を有するP型の熱電変換素子、およびN型の熱電変換層とN型の熱電変換層に電氣的に接続された1対の接続電極を有するN型の熱電変換素子のうち、少なくとも一方が、可撓性を有する絶縁性基板の一方の面に設けられた熱電変換モジュール基板を複数備え、複数の熱電変換モジュール基板が、接続電極の向きと絶縁性基板の向きを揃えて配置された熱電変換モジュール体と、熱電変換モジュール体の、熱電変換モジュール基板の少なくとも一方の接続電極側に設けられ、熱電変換モジュール基板を配置方向に押圧し、かつ熱電変換モジュール体に熱を伝熱または熱電変換モジュール体の熱を放熱する伝熱部とを有し、伝熱部は、熱伝導率が 10 W/mK 以上であり、伝熱部による熱電変換モジュール基板の配置方向への押圧の際の、絶縁性基板の面に対して垂直な方向の垂直応力は 0.01 MPa 以上であることを特徴とする熱電変換モジュールを提供するものである。

【0008】

10

20

30

40

50

また、本発明は、P型の熱電変換層とP型の熱電変換層に電気的に接続された1対の接続電極を有するP型の熱電変換素子、およびN型の熱電変換層とN型の熱電変換層に電気的に接続された1対の接続電極を有するN型の熱電変換素子が、可撓性を有する1つの絶縁性基板の一方の面に設けられ、接続電極において交互に山折りまたは谷折りされて蛇腹構造に形成された熱電変換モジュール基板を備える熱電変換モジュール体と、熱電変換モジュール体の、熱電変換モジュール基板の少なくとも一方の接続電極側に設けられ、熱電変換モジュール基板を配置方向に押圧し、かつ熱電変換モジュール体に熱を伝熱または熱電変換モジュール体の熱を放熱する伝熱部とを有し、伝熱部は、熱伝導率が 10 W/mK 以上であり、伝熱部による熱電変換モジュール基板の配置方向への押圧の際の、絶縁性基板の面に対して垂直な方向の垂直応力は 0.01 MPa 以上であることを特徴とする熱電変換モジュールを提供するものである。

10

【0009】

伝熱部は、熱電変換モジュール体の熱電変換モジュール基板の両方の接続電極側に設けられ、一方の伝熱部は、熱電変換モジュール体に熱を伝熱するものであり、他方の伝熱部は、熱電変換モジュール体の熱を放熱するものであることが好ましい。

例えば、伝熱部は、熱電変換モジュール体と接するフレーム部を有する。

例えば、伝熱部は、熱電変換モジュール体の熱電変換モジュール基板の接続電極を挟み込む蛇腹構造体を有する。

伝熱部は、熱電変換モジュール体と接するフレーム部と、熱電変換モジュール体の熱電変換モジュール基板の接続電極を挟み込む蛇腹構造体を有することが好ましい。

20

【0010】

また、例えば、熱電変換モジュール体の熱電変換モジュール基板は蛇腹状である。

熱電変換モジュール基板は、接続電極で直列に接続されたP型の熱電変換素子およびN型の熱電変換素子が設けられていることが好ましい。

熱電変換モジュール体は、P型の熱電変換素子だけが設けられた熱電変換モジュール基板と、N型の熱電変換素子だけが設けられた熱電変換モジュール基板が配置方向に交互に配置されていることが好ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、発電出力が高い熱電変換モジュールを得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第1の例を示す模式的断面図である。

【図2】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第1の例を示す模式図である。

【図3】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第2の例を示す模式図である。

【図4】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第3の例を示す模式図である。

40

【図5】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール体の第1の例を示す模式的断面図である。

【図6】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール体の第2の例を示す模式的断面図である。

【図7】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第4の例を示す模式的断面図である。

【図8】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの伝熱部を示す模式図である。

【図9】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの他の例を示す模式図である。

【図10】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの伝熱部の他の構成を示す模式図である。

50

【図 1 1】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの伝熱部の他の構成を示す模式的断面図である。

【図 1 2】本発明の実施形態の熱電変換モジュールの他の例を示す模式図である。

【図 1 3】本発明の実施形態の他の例の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置を示す模式的断面図である。

【図 1 4】本発明の実施形態の他の例の熱電変換モジュールを有する他の熱電変換装置を示す模式的断面図である。

【図 1 5】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 2 の例を示す模式的断面図である。

【図 1 6】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 3 の例を示す模式的断面図である。

【図 1 7】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 4 の例を示す模式的断面図である。

【図 1 8】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 5 の例を示す模式的断面図である。

【図 1 9】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 6 の例を示す模式的断面図である。

【図 2 0】本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 7 の例を示す模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、添付の図面に示す好適実施形態に基づいて、本発明の熱電変換モジュールを詳細に説明する。

なお、以下において数値範囲を示す「～」とは両側に記載された数値を含む。例えば、 $a \sim b$ が数値 $a \sim$ 数値 b とは、 $a \sim b$ の範囲は数値 a と数値 b を含む範囲であり、数学記号で示せば $[a, b]$ である。

「垂直」および「直交」等の角度は、特に記載がなければ、厳密な角度との差異が 5° 未満の範囲内であることを意味する。厳密な角度との差異は、 4° 未満であることが好ましく、 3° 未満であることがより好ましい。

また、「同一」とは、技術分野で一般的に許容される誤差範囲を含むものとする。また、「いずれも」または「全面」等は、 100% である場合のほか、技術分野で一般的に許容される誤差範囲を含み、例えば、 99% 以上、 95% 以上、または 90% 以上である場合を含むものとする。

【0014】

図 1 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 1 の例を示す模式図である。

図 1 に示す熱電変換装置 10 は、温度差を利用して熱電変換モジュール 12 で発電するものである。熱電変換装置 10 は、熱電変換モジュール 12 と、基台 14 と、放熱フィン 18 とを有する。

【0015】

基台 14 は熱電変換モジュール 12 が載置されるものである。基台 14 と熱電変換モジュール 12 との間には、例えば、熱伝導シート 15 が設けられている。

放熱フィン 18 は、熱電変換モジュール 12 上に設けられており、熱電変換モジュール 12 の熱を放熱するためのものである。放熱フィン 18 と熱電変換モジュール 12 との間には熱伝導シート 15 が設けられている。

基台 14 は、例えば、金属または合金等の熱伝導率が高いもので構成される。例えば、基台 14 を相対的に高温にして、熱電変換モジュール 12 に y 方向（図 1 参照）に温度差を生じさせて、熱電変換モジュール 12 で発電させ、発電出力を得る。

【0016】

以下、熱電変換モジュール 12 について説明する。

熱電変換モジュール12は、熱電変換モジュール体13と、伝熱部16とを有する。

熱電変換モジュール体13は、後に詳細に説明するが、複数の熱電変換モジュール基板20がx方向に、熱電変換モジュール基板20の一对の接続電極34(図2参照)をy方向に揃えて配置されている。x方向は、y方向と直交する方向である。x方向のことを配置方向ともいう。

【0017】

伝熱部16は、熱電変換モジュール体13の、熱電変換モジュール基板20(図2参照)の少なくとも一方の接続電極34(図2参照)側に設けられ、熱電変換モジュール基板20を配置方向に、押圧力Fpで押圧し、かつ熱電変換モジュール体13に熱を伝熱または熱電変換モジュール体13の熱を放熱するものである。

10

図1に熱電変換モジュール12では、熱電変換モジュール体13の、熱電変換モジュール基板20(図2参照)の両方の接続電極34(図2参照)側に伝熱部16が設けられている。すなわち、熱電変換モジュール体13のy方向の両端に伝熱部16が設けられている。

熱電変換モジュール12で、基台14側を相対的に高温にした場合、基台14側の伝熱部16が熱電変換モジュール体13に熱を伝熱するものであり、放熱フィン18側の伝熱部16が熱電変換モジュール体13の熱を放熱するものである。

【0018】

次に、熱電変換モジュール体13について説明する。

図2は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第1の例を示す模式図であり、図3は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第2の例を示す模式図であり、図4は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第3の例を示す模式図である。図5は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール体の第1の例を示す模式的断面図であり、図6は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール体の第2の例を示す模式的断面図である。

20

【0019】

熱電変換モジュール体13は、複数の熱電変換モジュール基板20が配置方向に重ねて配置されたものである。

熱電変換モジュール基板20は、例えば、図2に示すように、絶縁性基板22の表面22aに、P型の熱電変換素子24とN型の熱電変換素子26とが接続電極34で直列に接続されて設けられている。接続電極34が絶縁性基板22の長手方向Dと直交する方向Hにおける両端部に離間して設けられている。

30

絶縁性基板22は可撓性を有するものである。絶縁性基板22については後に詳細に説明する。絶縁性基板22の表面22aが一方の面に相当する。

ここで、可撓性とは、割れることなく、曲げたり折ったりすることができることをいう。

【0020】

P型の熱電変換素子24は、P型の熱電変換層30と、一对の接続電極34とを有する。P型の熱電変換層30の両側に接続電極34が電気的に接続されている。

40

N型の熱電変換素子26は、N型の熱電変換層32と、一对の接続電極34とを有する。N型の熱電変換層32の両側に接続電極34が電気的に接続されている。

例えば、図2に示す熱電変換モジュール基板20を複数、接続電極34の向きと、絶縁性基板22の向きとを揃え、絶縁性基板22の裏面22bにP型の熱電変換素子24およびN型の熱電変換素子26を向けて図5に示す構成の熱電変換モジュール体13とされる。

【0021】

熱電変換モジュール基板20としては、図3に示すように、絶縁性基板22の表面22aに、P型の熱電変換素子24だけを設ける構成でもよい。この場合、接続電極34は、方向Hにおける両端部に設けられ、かつ絶縁性基板22の長手方向Dに延在したものであ

50

り、一对の接続電極 3 4 の間に P 型の熱電変換層 3 0 だけが設けられている。

また、熱電変換モジュール基板 2 0 としては、図 4 に示すように、絶縁性基板 2 2 の表面 2 2 a に、N 型の熱電変換素子 2 6 だけを設ける構成でもよい。この場合、接続電極 3 4 は、方向 H における両端部に設けられ、かつ絶縁性基板 2 2 の長手方向 D に延在したものであり、一对の接続電極 3 4 の間に N 型の熱電変換層 3 2 だけが設けられている。

【 0 0 2 2 】

図 3 に示す P 型の熱電変換素子 2 4 だけが形成された熱電変換モジュール基板 2 0 と、図 4 に示す N 型の熱電変換素子 2 6 だけが形成された熱電変換モジュール基板 2 0 とを、交互に複数、接続電極 3 4 の向きと、絶縁性基板 2 2 の向きとを揃えて、絶縁性基板 2 2 の裏面 2 2 b に熱電変換素子を向けて、図 6 に示す構成の熱電変換モジュール体 1 3 としてもよい。

10

図 5 に示す熱電変換モジュール体 1 3 は、図 6 に示す熱電変換モジュール体 1 3 に比して、直列接続された熱電変換素子数が多いため、高い発電電圧を得ることができる。

【 0 0 2 3 】

また、熱電変換モジュール基板 2 0 は、単板構成であることに限定されるものではない。ここで、図 7 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの熱電変換モジュール基板の第 4 の例を示す模式的断面図である。

【 0 0 2 4 】

例えば、図 7 に示すように、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 2 0 a でもよい。図 7 に示す熱電変換モジュール基板 2 0 a では、1 つの絶縁性基板 2 2 の表面 2 2 a に P 型の熱電変換素子 2 4 と N 型の熱電変換素子 2 6 が接続電極 3 4 を挟んで交互に設けられている。熱電変換モジュール基板 2 0 a は、1 つの絶縁性基板 2 2 を接続電極 3 4 において、山折りと谷折り、または谷折りと山折りを繰り返して蛇腹構造に形成されている。また、熱電変換モジュール基板 2 0 a には P 型の熱電変換素子 2 4 と N 型の熱電変換素子 2 6 を覆う絶縁シート 3 6 が設けられている。

20

熱電変換モジュール基板 2 0 a のように蛇腹構造とした場合、絶縁性基板 2 2 を折り曲げ過ぎると、向い合う P 型の熱電変換素子 2 4 と N 型の熱電変換素子 2 6 とが接触して短絡してしまうが、絶縁シート 3 6 を設けることにより短絡を防止することができる。

絶縁シート 3 6 は、P 型の熱電変換素子 2 4 と N 型の熱電変換素子 2 6 の短絡を防止できる程度の絶縁性を有するものが適宜利用可能である。絶縁シート 3 6 には、例えば、ポリイミドが用いられる。

30

蛇腹状の熱電変換モジュール基板 2 0 a では、1 つの絶縁性基板 2 2 を接続電極 3 4 において交互に山折りまたは谷折りして折り畳むことにより、熱電変換モジュール体 1 3 を得ることができる。熱電変換モジュール基板 2 0 a では、上述のように折り畳んでおり、蛇腹の伸縮する方向を折畳み方向といい、この折畳み方向が、上述の配置方向と同じ方向である。

【 0 0 2 5 】

次に、伝熱部 1 6 について説明する。

図 8 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの伝熱部を示す模式図である。

図 8 に示す伝熱部 1 6 は、外形が矩形状の外枠 4 0 と、この外枠 4 0 内に配置された、外形が矩形状のフレーム部 4 2 とを有する。外枠 4 0 は、フレーム部 4 2 を囲み、かつ隙間をあけて配置される。外枠 4 0 は、例えば、予め定められた幅を有する平板状の枠材で構成される。

40

フレーム部 4 2 は、熱電変換モジュール体 1 3 と接するものであり、例えば、熱電変換モジュール体 1 3 の周囲を囲むものである。フレーム部 4 2 は、熱電変換モジュール体 1 3 の形状に合わせた凹部 4 2 d を有する第 1 のフレーム材 4 2 a と第 2 のフレーム材 4 2 b とを有し、第 1 のフレーム材 4 2 a と第 2 のフレーム材 4 2 b は対向して端面 4 2 c が離間して配置されている。第 1 のフレーム材 4 2 a と第 2 のフレーム材 4 2 b は、例えば、平板で構成される。

【 0 0 2 6 】

50

外枠40と第1のフレーム材42aは、対向する外枠40の内面40aと第1のフレーム材42aの外表面42eとがねじ44により接続されている。ねじ44を回転させることで、第1のフレーム材42aを第2のフレーム材42b側に移動させることができる。外枠40と第2のフレーム材42bは、対向する外枠40の内面40bと第2のフレーム材42bの外表面42eとがねじ44により接続されている。ねじ44を回転させることで、第2のフレーム材42bを第1のフレーム材42a側に移動させることができる。これにより、フレーム部42で熱電変換モジュール体13を配置方向、すなわち、x方向に、押圧力 F_p で押圧することができる。

【0027】

外枠40とフレーム部42とは、外形をいずれも矩形としたが、これに限定されるものではなく、外形状は、円形でも楕円形でもよい。また、ねじ44には、例えば、いもねじが用いられる。

10

伝熱部16は、外枠40とフレーム部42を有する構成としたが、これに限定されるものではなく、熱電変換モジュール体13を後述のように垂直応力が 0.01MPa 以上で押圧することができる、フレーム部42だけでもよい。

【0028】

伝熱部16は、熱伝導率が 10W/mK 以上の熱伝導率が高い材料で構成される。なお、伝熱部16では、少なくとも熱電変換モジュール体13と接するフレーム部42の熱伝導率が 10W/mK 以上であればよい。伝熱部16の熱伝導率が 10W/mK 以上であれば、高温側から多くの熱量を熱電変換モジュール体13に供給することができる。また、低温側に多くの熱量を排出することができる。

20

一方、熱伝導率が 10W/mK 未満では、上述の熱量の供給と熱量の排出が十分ではない。

上述の伝熱部16の熱伝導率の値は、物性値のハンドブックに記載の熱伝導率の値、メーカーが発表した熱伝導率の値等の公表された値である。

【0029】

熱電変換モジュール12は、上述のように熱電変換モジュール体13と伝熱部16を有する。

熱電変換モジュール12では、伝熱部16による熱電変換モジュール基板20の配置方向への押圧の際の、絶縁性基板22の表面22aに対して垂直な方向、すなわち、x方向における垂直応力が 0.01MPa 以上である。

30

より詳しくは、垂直応力は、熱電変換モジュール体13が第1のフレーム材42aと第2のフレーム材42bで挟まれた部分 R_p での絶縁性基板22の表面22aに対して垂直な方向の応力の値である。

【0030】

上述の垂直応力が 0.01MPa 以上であることにより、熱電変換モジュール体13に対して十分な押圧力 F_p が得られ、熱電変換モジュール体13のy方向での温度差を大きくすることができる。また、絶縁性基板22に可撓性を用いても熱電変換モジュール体13が自立する。上述の垂直応力の上限值は、例えば、 300MPa である。

なお、上述の垂直応力は、熱電変換モジュール体13の中央の熱電変換モジュール基板の間にプレスケール(富士フイルム社製 品名 ツーシート超低圧用(LLW))を配置して測定した応力の値である。なお、 $0.01\sim 0.5\text{MPa}$ 程度の応力が小さい範囲等では、突起の付いたゴム製のプレスケールマット(富士フイルム社製 微圧マット(5mm))とプレスケールを重ねて、組合せて応力を測定する。

40

外枠40とフレーム部42を用いた、上述の垂直応力の調整については、プレスケール単体またはプレスケールとプレスケールマットを配置した状態で、ねじ44の締め込み、ねじ44の締め込み量と垂直応力との関係を予め求めておき、ねじ44の締め込み量を変えることで、垂直応力を調整することができる。

【0031】

熱電変換モジュール12では、伝熱部16は、例えば、図1に示す熱電変換装置10の

50

構成で、基台 14 を熱源に接触させて基台 14 側を相対的に高温側にし、放熱フィン 18 側を低温側とした場合、図 1 に示す熱電変換装置 10 では、伝熱部 16 のフレーム部 42 が基台 14 側の熱を熱電変換モジュール体 13 に伝熱する。この場合、フレーム部 42 は熱伝導率が高く、基台 14 側の熱を高い効率で熱電変換モジュール体 13 に伝熱することができ、基台 14 側の熱電変換モジュール体 13 の温度を高くすることができる。また、伝熱部 16 は一方の接続電極 34 側に設けられており、絶縁性基板 22 に比して接続電極 34 は熱伝導率が高いことから熱電変換モジュール体 13 の熱流れを増やすことができる。

一方、放熱フィン 18 側では、熱電変換モジュール体 13 の熱が伝熱部 16 のフレーム部 42 を伝熱する。この場合、フレーム部 42 は熱伝導率が高く、熱電変換モジュール体 13 の熱を高い効率で放熱フィン 18 に伝熱することができ、熱電変換モジュール体 13 からより多くの熱を放熱することができる。これにより、熱電変換モジュール体 13 の放熱フィン 18 側の温度を下げるができる。このため、絶縁性基板 22 を用いても熱電変換モジュール体 13 の y 方向における温度差をより大きくすることができ、熱電変換モジュール 12 による発電出力をより高くすることができる。

【0032】

図 1 に示す熱電変換モジュール 12 では、伝熱部 16 を熱電変換モジュール体 13 の y 方向の両端に設けたが、上述のように、熱電変換モジュール体 13 の y 方向の端部のうち、少なくとも一方に設ければよい。伝熱部 16 を一方に設けることで、高温側の熱電変換モジュール体 13 の温度を高くしたり、低温側の熱電変換モジュール体 13 の温度を下げることができ、これにより、熱電変換モジュール体 13 の y 方向の温度差を大きくでき、熱電変換モジュール 12 の発電出力を高くすることができる。

【0033】

なお、伝熱部 16 の構成は、上述の外枠 40 とフレーム部 42 とを有するものに限定されるものではなく、図 9 ~ 図 12 に示す伝熱部 50 の構成であってもよい。

ここで、図 9 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの他の例を示す模式図であり、図 10 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの伝熱部の他の構成を示す模式図であり、図 11 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの伝熱部の他の構成を示す模式的断面図であり、図 12 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールの他の例を示す模式図である。

【0034】

図 9 に示す熱電変換モジュール 12 a のように、複数の熱電変換モジュール基板 20 が配置方向に配置され、熱電変換モジュール基板 20 の両側に伝熱部 50 が設けられた構成でもよい。図 10 に示すように伝熱部 50 は、山折り部と谷折り部が繰り返されて連なった蛇腹構造体 52 を有する。蛇腹構造体 52 は、山折り部と谷折り部の連なり方向 DL に対して伸縮可能であり、山折り部の内側部分 57 で熱電変換モジュール体 13 の熱電変換モジュール基板 20 の接続電極 34 (図 2 参照) を、配置方向で挟み込むことができる。なお、蛇腹構造体 52 を万力等でかしめることで複数の熱電変換モジュール基板 20 を挟み込むことができる。

図 9 に示す熱電変換モジュール 12 a では、蛇腹構造体 52 で複数の熱電変換モジュール基板 20 を挟み込むことで配置方向に押圧力 F_p で押圧することができる。これにより、絶縁性基板 22 の表面 22 a (図 2 参照) に対して垂直な方向における垂直応力を 0.01 MPa 以上にすることができる。図 9 の熱電変換モジュール 12 a では、蛇腹構造体 52 で複数の熱電変換モジュール基板 20 を押圧するので、絶縁性基板 22 の端部にある蛇腹構造体 52 の部分 R c が、上述の熱電変換モジュール体 13 が第 1 のフレーム材 42 a と第 2 のフレーム材 42 b で挟まれた部分 R p に相当する。

【0035】

蛇腹構造体 52 を用いた上述の垂直応力の調整については、プレスケールを配置した状態で、蛇腹構造体 52 をかしめ、かしめるときの力と垂直応力との関係を予め求めておき、蛇腹構造体 52 をかしめるときの力を変えることで、垂直応力を調整することができる。

。なお、蛇腹構造体 5 2 を用いた場合でも、応力範囲に応じて、プレスケール単体、またはプレスケールマットとプレスケールを組合せて応力を測定する。

【 0 0 3 6 】

蛇腹構造体 5 2 は、図 1 1 に示すように、絶縁層 5 6 と導電層 5 4 の積層構造体である。絶縁層 5 6 は、例えば、ポリイミドで構成され、導電層 5 4 は、例えば、アルミニウムで構成される。絶縁層 5 6 を熱電変換モジュール基板 2 0 側にして蛇腹構造体 5 2 を形成することで熱電変換モジュール基板 2 0 間の短絡が防止され、かつ、熱伝導性が確保される。なお、絶縁層 5 6 および導電層 5 4 の構成は、上述のものに限定されるものではない。蛇腹構造体 5 2 は、上述の伝熱部 1 6 と同じく熱伝導率が 10 W/mK 以上である。

【 0 0 3 7 】

図 9 に示す例では、伝熱部 5 0 を熱電変換モジュール体 1 3 の両側に設けたが、これに限定されるものではなく、図 1 2 に示す熱電変換モジュール 1 2 b のように、熱電変換モジュール体 1 3 の熱電変換モジュール基板 2 0 の一方の接続電極 3 4 側に設けた構成でもよい。図 1 2 に示す例では、絶縁性基板 2 2 の一方の端部にある蛇腹構造体 5 2 の部分 R c が上述の熱電変換モジュール体 1 3 が第 1 のフレーム材 4 2 a と第 2 のフレーム材 4 2 b で挟まれた部分 R p に相当する。

また、伝熱部 5 0 では、蛇腹構造体 5 2 の全ての内側部分 5 7 に熱電変換モジュール基板 2 0 を配置したが、これに限定されるものではない。全ての内側部分 5 7 に熱電変換モジュール基板 2 0 を配置する必要はなく、熱電変換モジュール基板 2 0 が配置されない内側部分 5 7 があってもよい。

なお、図 9 に示す熱電変換モジュール 1 2 a では、上述のように単板の熱電変換モジュール基板 2 0 を複数配置することに代えて、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 2 0 a を用いてもよい。熱電変換モジュール基板 2 0 の絶縁性基板 2 2 に可撓性を用いても、蛇腹構造体 5 2 は熱電変換モジュール基板 2 0 を挟み込むため、熱電変換モジュール体 1 3 は自立する。

【 0 0 3 8 】

伝熱部 5 0 を用いた場合、図 1 3 に示す熱電変換装置 1 0 a の構成となる。熱電変換装置 1 0 a で基台 1 4 側を高温側にした場合、伝熱部 5 0 により高温側の熱が熱電変換モジュール体 1 3 に伝熱され、熱電変換モジュール体 1 3 の熱が放熱フィン 1 8 に放熱される。伝熱部 5 0 は蛇腹構造体 5 2 が熱電変換モジュール基板 2 0 の接続電極 3 4 に接続されており、接続電極 3 4 は絶縁性基板 2 2 に比して熱伝導率が高いため、熱電変換モジュール体 1 3 の y 方向における温度差をより大きくすることができ、発電出力をより高くすることができる。なお、伝熱部 5 0 は、熱電変換モジュール体 1 3 の一方にしか設けない場合でも、伝熱部 1 6 と同じく、発電出力を高くすることができる。

【 0 0 3 9 】

更に、伝熱部 1 6 と伝熱部 5 0 を組み合わせてもよい。この場合、図 1 に示す熱電変換モジュール体 1 3 に代えて図 9 に示す熱電変換モジュール 1 2 a が配置され、図 1 4 に示す熱電変換装置 1 0 b の構成となる。図 1 4 に示す例では、伝熱部 1 6 と伝熱部 5 0 を有するため、上述の第 1 のフレーム材 4 2 a と第 2 のフレーム材 4 2 b で挟まれた部分 R p と蛇腹構造体 5 2 の部分 R c とが重なる。

なお、上述の図 1 3 に示す熱電変換装置 1 0 a および図 1 4 に熱電変換装置 1 0 b おいて、図 1 に示す熱電変換装置 1 0 と同一構成物には、同一符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

図 1 4 に示す熱電変換装置 1 0 b では、上述のように基台 1 4 側の熱を更に高い効率で熱電変換モジュール体 1 3 に伝熱することができ、基台 1 4 側の熱電変換モジュール体 1 3 の温度を更に高くすることができる。一方、放熱フィン 1 8 側では、熱電変換モジュール体 1 3 の熱を更に高い効率で放熱フィン 1 8 に伝熱することができ、熱電変換モジュール体 1 3 から更に多くの熱を放熱することができる。これにより、熱電変換モジュール体 1 3 の放熱フィン 1 8 側の温度を更に下げることができる。このため、熱電変換モジュール

10

20

30

40

50

ル体 13 の y 方向における温度差を更に大きくすることができ、発電出力を更に高くすることができる。

【0041】

以下、熱電変換装置の具体例について更に説明する。

図 15 は本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 2 の例を示す模式図である。図 15 に示す熱電変換装置 10c において、図 1 に示す熱電変換装置 10 および図 7 に示す熱電変換モジュール基板 20a と同一構成物には、同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

図 15 に示す熱電変換装置 10c は、図 1 に示す熱電変換装置 10 に比して、熱電変換モジュール体 13 が図 7 に示す蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a で構成されている点異なる。熱電変換モジュール体 13 は、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a に、伝熱部材 43 が x 方向に沿って、例えば、2 個設けられており、3 つの領域に区画されている。伝熱部材 43 は、伝熱部 16 と同じく、熱伝導率が 10 W/mK 以上の熱伝導性が高い材料で構成される。伝熱部材 43 は伝熱部 16 に含まれる。

10

【0042】

熱電変換装置 10c に示すように、熱電変換モジュール基板 20a に伝熱部材 43 を設けることで、熱電変換モジュール基板 20a が長い場合でも、熱源温度を熱電変換モジュール体 13 に効率良く供給することができる。また、熱電変換モジュール基板 20a に伝熱部材 43 を設けることで、熱電変換モジュール体 13 を容易に自立させることができる。このため、図 16 に示す熱電変換装置 10d のように、放熱フィン 18 を設けない簡便な構成とすることもできる。図 16 に示す熱電変換装置 10d は、図 15 に示す熱電変換装置 10c に比して、放熱フィン 18 がないため設置の自由度が高く、種々の形状の熱源に対応することができる。例えば、図 16 に示す熱電変換装置 10d では、熱電変換モジュール基板 20a を曲面上に配置することができ、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a を円筒状の配管等に設けることができる。

20

【0043】

図 15 に示す熱電変換装置 10d および図 16 に示す熱電変換装置 10d では、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a を設ける構成としたが、これに限定されるものではなく、図 5 および図 6 に示す熱電変換モジュール体 13 を複数配置した構成でもよい。この場合、熱電変換モジュール体 13 同士の間には y 方向の両端に伝熱部材 43 を配置する。これにより、熱電変換モジュール体 13 が多い場合でも、熱源温度を熱電変換モジュール体 13 に効率良く供給することができる。また、熱電変換モジュール体 13 同士の間に対して、y 方向の両端に伝熱部材 43 を配置することにより、熱電変換モジュール体 13 の自立が容易になる。この場合、図 16 に示すように放熱フィン 18 がない簡便な構成とすることができる。

30

【0044】

図 17 は、本発明の実施形態の熱電変換モジュールを有する熱電変換装置の第 4 の例を示す模式的断面図である。図 17 に示す熱電変換装置 10e において、図 1 に示す熱電変換装置 10 および図 7 に示す熱電変換モジュール基板 20a と同一構成物には、同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

40

図 17 に示す熱電変換装置 10e は、図 1 に示す熱電変換装置 10 に比して、熱電変換モジュール体 13 が図 7 に示す蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a で構成されており、放熱フィン 18 が設けられていない点異なる。熱電変換モジュール基板 20a は、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a に、伝熱部材 43 が x 方向に沿って、例えば、2 個設けられており、3 つの領域に区画されている。伝熱部材 43 は伝熱部 16 に含まれる。

【0045】

熱電変換装置 10e では、線状部材 60 と端部固定部材 62 により、伝熱部材 43 を用いて蛇腹状の熱電変換モジュール基板 20a を配置方向、すなわち、x 方向に押圧する。これにより、熱電変換モジュール体 13 を容易に自立させることができ、放熱フィン 18 がない簡素な構成とすることができる。なお、線状部材 60 と端部固定部材 62 で押圧部

50

が構成される。押圧部は構成が簡素であり、かつ小さい。

【0046】

図17に示す熱電変換装置10eでは、熱電変換モジュール基板20aが線状部材60と、熱電変換モジュール基板20aの両端に設けられた端部固定部材62を用いて押圧される。線状部材60には、例えば、金属製または樹脂製のワイヤーが用いられる。

端部固定部材62は、ブロック状の部材であって、その一面に線状部材60が挿通される貫通孔(図示せず)を有する。また、熱電変換モジュール基板20aに基台14側の端部に貫通孔(図示せず)が設けられ、伝熱部材43にも貫通孔(図示せず)が設けられている。端部固定部材62は、使用環境で熱電変換モジュール基板20aを押圧することができれば、その構成は特に限定されるものではなく、金属または樹脂で構成することができる。

10

【0047】

熱電変換モジュール基板20aの貫通孔と伝熱部材43および端部固定部材62の貫通孔に線状部材60が挿通されて、2つの端部固定部材62で熱電変換モジュール基板20aを両面から押圧して、蛇腹状の熱電変換モジュール基板20aを完全に折り畳まれた状態にして線状部材60の端部をそれぞれ端部固定部材62に固定する。

熱電変換装置10eでは、伝熱部材43があれば、熱電変換モジュール基板20aが長い場合でも熱源温度を熱電変換モジュール体13に効率良く伝えることができる。このため、線状部材60および端部固定部材62は、熱伝導率が10W/mK以上の熱伝導性が高い材料で構成されることが好ましいが、熱伝導率が10W/mK以上の熱伝導性が高い材料で構成されなくてもよい。

20

【0048】

なお、端部固定部材62と線状部材60との固定方法は、特に限定されるものではなく、例えば、線状部材60が挿通された端部固定部材62の貫通孔に接着剤を充填して固定する方法、および端部固定部材62の貫通孔に挿通された線状部材60の端部を結んで結び目を設けることで端部固定部材62に係止する方法等の種々の公知の固定方法が適宜利用可能である。

また、端部固定部材62を2つ用いたが、これに限定されるものではなく、端部固定部材62を1つ設ける構成でもよい。この場合、線状部材60を挿通した状態で一方の端部を伝熱部材43に固定し、1つの端部固定部材62で、熱電変換モジュール基板20aを片面から押圧して、蛇腹状の熱電変換モジュール基板20aを完全に折り畳まれた状態にして線状部材60の他方の端部を端部固定部材62に固定する。

30

【0049】

図17に示す熱電変換装置10eにおいては、表面が平坦な基台14上に、蛇腹状の熱電変換モジュール基板20aを配置することを例にして説明したが、これに限定されるものではなく、蛇腹状の熱電変換モジュール基板20aを、例えば、図18に示す熱電変換装置10fのように円筒状の配管70の表面70aに配置することができる。

図18に示す熱電変換装置10fにおいて、図17に示す熱電変換装置10eと同一構成物には、同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0050】

熱電変換装置10fでは、蛇腹状の熱電変換モジュール基板20aを配管70の表面70aに接した状態で、表面70a沿って変形させて、線状部材60の両端部を結んで固定することで、熱電変換モジュール基板20aを配管70の表面70aに沿って設置することができる。これにより、配管70の温度、および配管70内部を流れる流体を熱源として利用することができ、例えば、プラント排水の排熱、プラントの燃焼排気ガス、および廃蒸気等を熱源に用いることができる。

40

この場合、図18に示す熱電変換装置10fでは、熱電変換モジュール基板20aを、配管70の表面70aに垂直抗力を伴って設置することができ、熱源温度を熱電変換モジュール体13に効率良く伝えることができる。

【0051】

50

端部固定部材 6 2 にかえて、図 1 9 に示す熱電変換装置 1 0 g のように磁力固定部材 6 4 を用いる構成でもよい。図 1 9 に示す熱電変換装置 1 0 g において、図 1 7 に示す熱電変換装置 1 0 e と同一構成物には、同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

熱電変換装置 1 0 g では、磁力固定部材 6 4 には、端部固定部材 6 2 と同様に線状部材 6 0 が挿通される貫通孔（図示せず）が設けられる。

2 つの磁力固定部材 6 4 間に働く磁力により、熱電変換モジュール基板 2 0 a が、配置方向、すなわち、x 方向に押圧される。これにより、熱電変換モジュール基板 2 0 a が自立し、放熱フィン 1 8 がない簡素な構成とすることができる。

この場合、熱伝導シート 1 5 が磁石につくものであれば、磁力固定部材 6 4 は磁力により基台 1 4 に固定される。磁力固定部材 6 4 を用いることで、熱電変換モジュール基板 2 0 a の取り付けおよび取り外しを容易に行うことができ、熱電変換モジュール基板 2 0 a の押圧を簡素かつ小さい構成で実現することができる。この際、磁力固定部材 6 4 を熱伝導シート 1 5 に接着剤等を用いて固定することが不要になる。熱伝導シート 1 5 が磁石につかないものである場合、磁力固定部材 6 4 を熱伝導シート 1 5 に接着剤等を用いて固定する。

また、熱電変換モジュール基板 2 0 a を、磁力固定部材 6 4 だけで押圧して、熱電変換モジュール体 1 3 を自立させることができれば、線状部材 6 0 は必ずしも必要ない。

磁力固定部材 6 4 は、使用環境で熱電変換モジュール基板 2 0 a を磁力により押圧することができれば、その構成は特に限定されるものではなく、例えば、酸化鉄磁石で構成される。

【 0 0 5 2 】

なお、熱電変換装置 1 0 g では、伝熱部材 4 3 があれば、熱電変換モジュール基板 2 0 a が長い場合でも熱源温度を熱電変換モジュール体 1 3 に効率良く伝えることができる。このため、磁力固定部材 6 4 は、熱伝導率が 10 W/mK 以上の熱伝導性が高い材料で構成されることが好ましいが、熱伝導率が 10 W/mK 以上の熱伝導性が高い材料で構成されなくてもよい。

また、磁力固定部材 6 4 を 2 つ用いたが、これに限定されるものではなく、磁力固定部材 6 4 を 1 つ設ける構成でもよい。この場合、線状部材 6 0 を挿通した状態で一方の端部を伝熱部材 4 3 に固定し、1 つの磁力固定部材 6 4 で、熱電変換モジュール基板 2 0 a を片面から押圧して、蛇腹状の熱電変換モジュール基板 2 0 a を完全に折り畳まれた状態にして磁力固定部材 6 4 を熱伝導シート 1 5 に磁力で固定し、かつ線状部材 6 0 の他方の端部を磁力固定部材 6 4 に固定する。

【 0 0 5 3 】

磁力固定部材 6 4 を用いた場合、図 2 0 に示す熱電変換装置 1 0 h のように、円筒状の配管 7 0 の表面 7 0 a に配置することもできる。

図 2 0 に示す熱電変換装置 1 0 h において、図 1 9 に示す熱電変換装置 1 0 g と同一構成物には、同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

熱電変換装置 1 0 h では、熱電変換モジュール基板 2 0 a を配管 7 0 の表面 7 0 a に接した状態で、表面 7 0 a 沿って変形させて、磁力固定部材 6 4 同士を磁力によりくっつけて固定することで、熱電変換モジュール基板 2 0 a を配管 7 0 の表面 7 0 a に沿って設置することができる。これにより、上述のように、配管 7 0 の温度および配管 7 0 内部を流れる流体を熱源として利用することができる。この場合、熱電変換装置 1 0 h では、熱電変換モジュール基板 2 0 a を、配管 7 0 の表面 7 0 a に垂直抗力を伴って設置することができ、熱源温度を熱電変換モジュール体 1 3 に効率良く伝えることができる。

なお、配管 7 0 が磁石につくものである場合に、磁力固定部材 6 4 を用いることで、接着剤等を用いることなく配管 7 0 に熱電変換モジュール基板 2 0 a を固定することができ、熱電変換モジュール基板 2 0 a の取り付けおよび取り外しを容易に行うことができる。

【 0 0 5 5 】

図 1 7 に示す熱電変換装置 1 0 e および図 1 9 に示す熱電変換装置 1 0 g では、蛇腹状

10

20

30

40

50

の熱電変換モジュール基板 20 a を設ける構成としたが、これに限定されるものではなく、図 5 および図 6 に示す熱電変換モジュール体 13 を複数配置した構成でもよい。この場合、熱電変換モジュール体 13 同士の間には y 方向の両端に伝熱部材 43 を配置する。これにより、熱電変換モジュール体 13 が多い場合でも、熱源温度を熱電変換モジュール体 13 に効率良く供給することができる。また、熱電変換モジュール体 13 同士の間に対して、y 方向の両端に伝熱部材 43 を配置することにより、熱電変換モジュール体 13 の自立が容易になる。この場合でも図 17 および図 18 に示すように放熱フィン 18 がない簡便な構成とすることができる。

【0056】

以下、上述の熱電変換モジュール 12、12 a の構成部材について、より詳細に説明する。

なお、熱電変換モジュール 12、熱電変換モジュール 12 a は、基本的な構成は同じであるため、熱電変換モジュール 12 を代表にして説明する。

絶縁性基板 22 は、P 型の熱電変換素子 24 および N 型の熱電変換素子 26 等が形成されるものである。P 型の熱電変換素子 24 および N 型の熱電変換素子 26 の支持体として機能する。熱電変換モジュール 12 は電圧が生じるので、絶縁性基板 22 には電氣的絶縁性が要求され、絶縁性基板 22 には電氣的に絶縁性を有する基板が用いられる。絶縁性基板 22 に要求される電氣的絶縁性は、熱電変換モジュール 12 で発生する電圧により短絡等が生じないことである。絶縁性基板 22 については熱電変換モジュール 12 で発生する電圧に応じたものが適宜選択される。

【0057】

絶縁性基板 22 は、可撓性を有するものであり、例えば、プラスチック基板が用いられる。プラスチック基板には、プラスチックフィルムを利用することができる。

利用可能なプラスチックフィルムとしては、具体的には、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンイソフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリ(1,4-シクロヘキシレンジメチレンテレフタレート)、ポリエチレン-2,6-ナフタレンジカルボキシレート等のポリエステル樹脂、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエーテルスルホン、シクロオレフィンポリマー、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、トリアセチルセルロース(TAC)等の樹脂、ガラスエポキシ、液晶性ポリエステル等からなるフィルム、またはシート状物もしくは板状物等が例示される。

中でも、熱伝導率、耐熱性、耐溶剤性、入手の容易性および経済性等の点で、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等からなるフィルムは、絶縁性基板 22 に好適に利用される。

【0058】

以下、P 型の熱電変換層 30 と N 型の熱電変換層 32 について説明する。

P 型の熱電変換層 30 と N 型の熱電変換層 32 を構成する熱電変換材料としては、例えば、ニッケルまたはニッケル合金がある。

ニッケル合金は、温度差を生じることで発電するニッケル合金が、各種、利用可能である。具体的には、バナジウム、クロム、シリコン、アルミニウム、チタン、モリブデン、マンガン、亜鉛、錫、銅、コバルト、鉄、マグネシウム、ジルコニウム等の 1 成分、または 2 成分以上と混合したニッケル合金等が例示される。

P 型の熱電変換層 30 と N 型の熱電変換層 32 にニッケルまたはニッケル合金を用いる場合、P 型の熱電変換層 30 と N 型の熱電変換層 32 は、ニッケルの含有量が 90 原子%以上であるのが好ましく、ニッケルの含有量が 95 原子%以上であるのがより好ましく、ニッケルからなるのが特に好ましい。ニッケルからなる P 型の熱電変換層 30 と N 型の熱電変換層 32 とは、不可避的不純物を有するものも含む。

【0059】

P 型の熱電変換層 30 の熱電変換材料としては、Ni と Cr を主成分とするクロメルが典型的なものであり、N 型の熱電変換層 32 の熱電材料としては Cu と Ni を主成分とす

10

20

30

40

50

るコンスタントが典型的なものである。

また、P型の熱電変換層30とN型の熱電変換層32としてニッケルまたはニッケル合金を用いる場合であって、電極としてもニッケルまたはニッケル合金を用いる場合には、P型の熱電変換層30とN型の熱電変換層32と接続電極34とを一体的に形成してもよい。

【0060】

P型の熱電変換層30とN型の熱電変換層32のその他の熱電材料としては、例えば、以下の材料がある。なお、括弧内が材料組成を示す。BiTe系(BiTe、SbTe、BiSeおよびこれらの化合物)、PbTe系(PbTe、SnTe、AgSbTe、GeTeおよびこれらの化合物)、Si-Ge系(Si、Ge、SiGe)、シリサイド系(FeSi、MnSi、CrSi)、スクッテルダイト系(MX_3 、若しくは RM_4X_2 と記載される化合物、ここでM=Co、Rh、Irを表し、X=As、P、Sbを表し、R=La、Yb、Ceを表す)、遷移金属酸化物系(NaCoO、CaCoO、ZnInO、SrTiO、BiSrCoO、PbSrCoO、CaBiCoO、BaBiCoO)、亜鉛アンチモン系(ZnSb)、ホウ素化合物(CeB、BaB、SrB、CaB、MgB、VB、NiB、CuB、LiB)、クラスター固体(Bクラスター、Siクラスター、Cクラスター、AlRe、AlReSi)、酸化亜鉛系(ZnO)等が挙げられる。また、成膜法は任意であり、スパッタリング法、蒸着法、CVD法、メッキ法またはエアロゾルデポジション法等の成膜方法を用いることができる。

【0061】

また、P型の熱電変換層30とN型の熱電変換層32に用いられる熱電変換材料には、塗布または印刷で膜形成可能なペースト化可能な材料として、有機材料を含む公知の熱電変換材料を用いる各種の構成が利用可能である。

このようなP型の熱電変換層30とN型の熱電変換層32が得られる熱電変換材料としては、具体的には、導電性高分子または導電性ナノ炭素材料等の有機系熱電変換材料が例示される。

導電性高分子としては、共役系の分子構造を有する高分子化合物(共役系高分子)が例示される。具体的には、ポリアニリン、ポリフェニレンピニレン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフルオレン、アセチレン、ポリフェニレン等の公知の共役高分子等が例示される。特に、ポリジオキシチオフェンは、好適に使用できる。

導電性ナノ炭素材料としては、具体的には、カーボンナノチューブ(以下、CNTともいう)、カーボンナノファイバー、グラファイト、グラフェン、カーボンナノ粒子等が例示される。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。中でも、熱電特性がより良好となる理由から、CNTが好ましく利用される。

【0062】

CNTには、1枚の炭素膜(グラフェン・シート)が円筒状に巻かれた単層CNT、2枚のグラフェン・シートが同心円状に巻かれた2層CNT、および複数のグラフェン・シートが同心円状に巻かれた多層CNTがある。本発明においては、単層CNT、2層CNT、多層CNTを各々単独で用いてもよく、2種以上を併せて用いてもよい。特に、導電性および半導体特性において優れた性質を持つ単層CNTおよび2層CNTを用いることが好ましく、単層CNTを用いることがより好ましい。

単層CNTは、半導体性のものであっても、金属性のものであってもよく、両者を併せて用いてもよい。半導体性CNTと金属性CNTとを両方を用いる場合、組成物中の両者の含有比率は、組成物の用途に応じて適宜調整することができる。また、CNTには金属等が内包されていてもよく、フラーレン等の分子が内包されたものを用いてもよい。

【0063】

CNTの平均長さは特に限定されず、組成物の用途に応じて適宜選択することができる。具体的には、電極間距離にもよるが、製造容易性、成膜性、導電性等の観点から、CNTの平均長さが0.01~2000 μ mが好ましく、0.1~1000 μ mがより好ましく、1~1000 μ mが特に好ましい。

10

20

30

40

50

また、CNTの直径は特に限定されないが、耐久性、透明性、成膜性、導電性等の観点から、0.4 ~ 100 nmが好ましく、50 nm以下がより好ましく、15 nm以下が特に好ましい。

特に、単層CNTを用いる場合には、0.5 ~ 2.2 nmが好ましく、は1.0 ~ 2.2 nmがより好ましく、1.5 ~ 2.0 nmが特に好ましい。

得られた導電性組成物中に含まれるCNTには、欠陥のあるCNTが含まれていることがある。このようなCNTの欠陥は、組成物の導電性を低下させるため、低減化することが好ましい。組成物中のCNTの欠陥の量は、ラマンスペクトルのG - バンドとD - バンドの比率G / Dで見積もることができる。G / D比が高いほど欠陥の量が少ないCNT材料であると推定できる。CNTは、組成物のG / D比が10以上であるのが好ましく、30以上であるのがより好ましい。

10

【0064】

また、CNTを修飾または処理したCNTも利用可能である。修飾または処理方法としては、フェロセン誘導体または窒素置換フラレン（アザフラレン）を内包する方法、イオンドーピング法によりアルカリ金属（カリウム等）または金属元素（インジウム等）をCNTにドーピングする方法、真空中でCNTを加熱する方法等が例示される。

また、CNTを利用する場合には、単層CNTおよび多層CNTの他に、カーボンナノホーン、カーボンナノコイル、カーボンナノビーズ、グラファイト、グラフェン、アモルファスカarbon等のナノカーボンが含まれてもよい。

P型の熱電変換層またはN型の熱電変換層にCNTを利用する場合、P型ドーパントまたはN型ドーパントを含むことが好ましい。

20

【0065】

（P型ドーパント）

P型ドーパントとしては、ハロゲン（ヨウ素、臭素等）、ルイス酸（ PF_5 、 AsF_5 等）、プロトン酸（塩酸、硫酸等）、遷移金属ハロゲン化物（ $FeCl_3$ 、 $SnCl_4$ 等）、金属酸化物（酸化モリブデン、酸化バナジウム等）、有機の電子受容性物質等が例示される。有機の電子受容性物質としては、例えば、2, 3, 5, 6 - テトラフルオロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン、2, 5 - ジメチル - 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン、2 - フルオロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン、2, 5 - ジフルオロ - 7, 7, 8, 8 - テトラシアノキノジメタン等のテトラシアノキノジメタン（TCNQ）誘導体、2, 3 - ジクロロ - 5, 6 - ジシアノ - p - ベンゾキノン、テトラフルオロ - 1, 4 - ベンゾキノン等のベンゾキノン誘導体等、5, 8H - 5, 8 - ビス（ジシアノメチレン）キノキサリン、ジピラジノ[2, 3 - f : 2', 3' - h]キノキサリン - 2, 3, 6, 7, 10, 11 - ヘキサカルボニトリル等が好適に例示される。

30

中でも、材料の安定性、CNTとの相溶性等の点で、TCNQ（テトラシアノキノジメタン）誘導体またはベンゾキノン誘導体等の有機の電子受容性物質は好適に例示される。

P型ドーパントおよびN型ドーパントは、いずれも単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

【0066】

（N型ドーパント）

N型ドーパントとしては、（1）ナトリウム、カリウム等のアルカリ金属、（2）トリフェニルホスフィン、エチレンビス（ジフェニルホスフィン）等のホスフィン類、（3）ポリビニルピロリドン、ポリエチレンイミン等のポリマー類等の公知の材料を用いることができる。また、例えば、ポリエチレングリコール型の高級アルコールエチレンオキサイド付加物、フェノールまたはナフトール等のエチレンオキサイド付加物、脂肪酸エチレンオキサイド付加物、多価アルコール脂肪酸エステルエチレンオキサイド付加物、高級アルキルアミンエチレンオキサイド付加物、脂肪酸アミドエチレンオキサイド付加物、油脂のエチレンオキサイド付加物、ポリプロピレングリコールエチレンオキサイド付加物、ジメチルシロキサン - エチレンオキサイドブロックコポリマー、ジメチルシロキサン - （プロピレンオキサイド - エチレンオキサイド）ブロックコポリマー等、または多価アルコール型

40

50

のグリセロールの脂肪酸エステル、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステル、ソルビトールおよびソルビタンの脂肪酸エステル、ショ糖の脂肪酸エステル、多価アルコールのアルキルエーテル、アルカノールアミン類の脂肪酸アミド等が挙げられる。また、アセチレングリコール系とアセチレンアルコール系のオキシエチレン付加物、フッ素系、シリコン系等の界面活性剤も同様に使用することができる。なお、市販品を使用することもできる。

【0067】

熱電変換素子においては、樹脂材料（バインダ）に、前述のような熱電変換材料を分散してなる熱電変換層も好適に利用される。

中でも、樹脂材料に導電性ナノ炭素材料を分散してなる熱電変換層は、より好適に例示される。その中でも、高い導電性が得られる等の点で、樹脂材料にCNTを分散してなる熱電変換層は、特に好適に例示される。

樹脂材料は、公知の各種の非導電性の樹脂材料（ポリマー）が利用可能である。

具体的には、ビニル化合物、（メタ）アクリレート化合物、カーボネート化合物、エステル化合物、エポキシ化合物、シロキサン化合物、ゼラチン等の公知の各種の樹脂材料が利用可能である。

【0068】

より具体的には、ビニル化合物としては、ポリスチレン、ポリビニルナフタレン、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルフェノール、ポリビニルブチラール等が例示される。（メタ）アクリレート化合物としては、ポリメチル（メタ）アクリレート、ポリエチル（メタ）アクリレート、ポリフェノキシ（ポリ）エチレングリコール（メタ）アクリレート、ポリベンジル（メタ）アクリレート等が例示される。カーボネート化合物としては、ビスフェノールZ型ポリカーボネート、ビスフェノールC型ポリカーボネート等が例示される。エステル化合物としては、非晶性ポリエステルが例示される。

【0069】

好ましくは、ポリスチレン、ポリビニルブチラール、（メタ）アクリレート化合物、カーボネート化合物、エステル化合物が例示され、より好ましくは、ポリビニルブチラール、ポリフェノキシ（ポリ）エチレングリコール（メタ）アクリレート、ポリベンジル（メタ）アクリレート、非晶性ポリエステルが例示される。

樹脂材料に熱電変換材料を分散してなる熱電変換層において、樹脂材料と熱電変換材料との量比は、用いる材料、要求される熱電変換効率、印刷に影響する溶液の粘度または固形分濃度等に応じて、適宜設定すればよい。

また、熱電変換素子における熱電変換層の別の構成として、主にCNTと界面活性剤とからなる熱電変換層も好適に利用される。

熱電変換層をCNTと界面活性剤とで構成することにより、熱電変換層を界面活性剤を添加した塗布組成物で形成できる。そのため、熱電変換層の形成を、CNTを無理なく分散した塗布組成物で行うことができる。その結果、長くて欠陥が少ないCNTを多く含む熱電変換層によって、良好な熱電変換性能が得られる。

【0070】

界面活性剤は、CNTを分散させる機能を有するものであれば、公知の界面活性剤を使用することができる。より具体的には、界面活性剤は、水、極性溶媒、水と極性溶媒との混合物に溶解し、CNTを吸着する基を有するものであれば、各種の界面活性剤が利用可能である。

従って、界面活性剤は、イオン性でも非イオン性でもよい。また、イオン性の界面活性剤は、カチオン性、アニオン性および両性のいずれでもよい。

一例として、アニオン性界面活性剤としては、ドデシルベンゼンスルホン酸等のアルキルベンゼンスルホン酸塩、ドデシルフェニルエーテルスルホン酸塩等の芳香族スルホン酸系界面活性剤、モノソープ系アニオン性界面活性剤、エーテルサルフェート系界面活性剤、フォスフェート系界面活性剤およびデオキシコール酸ナトリウムまたはコール酸ナトリウム等のカルボン酸系界面活性剤、カルボキシメチルセルロースおよびその塩（ナトリ

10

20

30

40

50

ウム塩、アンモニウム塩等)、ポリスチレンスルホン酸アンモニウム塩、ポリスチレンスルホン酸ナトリウム塩等の水溶性ポリマー等が例示される。

【0071】

カチオン性界面活性剤としては、アルキルアミン塩、第四級アンモニウム塩等が例示される。両性界面活性剤としては、アルキルベタイン系界面活性剤、アミノオキサイド系界面活性剤等が例示される。

更に、非イオン性界面活性剤としては、ソルビタン脂肪酸エステル等の糖エステル系界面活性剤、ポリオキシエチレン樹脂酸エステル等の脂肪酸エステル系界面活性剤、ポリオキシエチレンアルキルエーテル等のエーテル系界面活性剤等が例示される。

中でも、イオン性の界面活性剤は好適に利用され、その中でも、コール酸塩またはデオキシコール酸塩は好適に利用される。

10

【0072】

この熱電変換層においては、界面活性剤/CNTの質量比が5以下であるのが好ましく、3以下であるのがより好ましい。

界面活性剤/CNTの質量比を5以下とすることにより、より高い熱電変換性能が得られる等の点で好ましい。

なお、有機材料からなる熱電変換層は、必要に応じて、SiO₂、TiO₂、Al₂O₃、ZrO₂等の無機材料を有してもよい。

なお、熱電変換層が、無機材料を含有する場合には、その含有量は20質量%以下であるのが好ましく、10質量%以下であるのがより好ましい。

20

熱電変換素子において、熱電変換層の厚さ、面方向の大きさ、絶縁性基板に対する面方向の面積率等は、熱電変換層の形成材料、熱電変換素子の大きさ等に応じて、適宜設定すればよい。

【0073】

次に、熱電変換層の形成方法について説明する。

調製した熱電変換層となる塗布組成物を、形成する熱電変換層に応じてパターンニングして塗布する。この塗布組成物の塗布は、マスクを使う方法、印刷法等、公知の方法で行えばよい。

塗布組成物を塗布したら、樹脂材料に応じた方法で塗布組成物を乾燥して、熱電変換層を形成する。なお、必要に応じて、塗布組成物を乾燥した後に、紫外線照射等による塗布組成物(樹脂材料)の硬化を行ってもよい。

30

また、絶縁性基板表面全面に、調製した熱電変換層となる塗布組成物を塗布し、乾燥した後、エッチング等によって、熱電変換層をパターン形成してもよい。

絶縁性基板両面に熱電変換層を成膜するには、上述のいずれかの方法により片面の印刷後、裏面に同じように成膜すれば良い。

【0074】

熱電変換モジュール基板20の場合、図2の構成では、絶縁性基板22の表面22aにP型の熱電変換層30をパターン形成後、N型の熱電変換層32をパターン形成する。なお、P型の熱電変換層30とN型の熱電変換層32のパターン形成順は、逆であってもよい。

40

図3の構成では、熱電変換モジュール基板20の表面22aにP型の熱電変換層30をパターン形成し、図4の構成では、熱電変換モジュール基板20の表面22aにN型の熱電変換層32をパターン形成する。

絶縁性基板22は可撓性を有するものであるため、P型の熱電変換素子24およびN型の熱電変換素子26を、例えば、ロールロール方式で作製することができる。

【0075】

なお、水に、CNTと界面活性剤とを添加して、分散(溶解)してなる塗布組成物によって熱電変換層を形成する場合には、塗布組成物によって熱電変換層を形成した後、熱電変換層を界面活性剤を溶解する溶剤に浸漬するか、または熱電変換層を界面活性剤を溶解する溶剤で洗浄し、その後、乾燥することで、熱電変換層を形成するのが好ましい。これ

50

により、熱電変換層から界面活性剤を除去して、界面活性剤 / CNT の質量比が極めて小さい、より好ましくは界面活性剤が存在しない、熱電変換層を形成できる。熱電変換層は、印刷によってパターン形成することが好ましい。

【0076】

印刷方法は、スクリーン印刷、メタルマスク印刷等の公知の各種の印刷法が利用可能である。なお、CNT を含有する塗布組成物を用いて熱電変換層をパターン形成する場合は、メタルマスク印刷を用いるのがより好ましい。印刷条件は、用いる塗布組成物の物性（固形分濃度、粘度、粘弾性物性）、印刷版の開口サイズ、開口数、開口形状、印刷面積等により、適宜設定すればよい。具体的には、スキージのアタック角度は、50°以下が好ましく、40°以下がより好ましく、30°以下が特に好ましい。スキージは、斜め研磨スキージ、剣スキージ、角スキージ、平スキージ、メタルスキージ等を使用することができる。スキージ方向（印刷方向）は、熱電変換素子の直列接続方向と同方向とするのが好ましい。クリアランスは0.1~3.0mmが好ましく、0.5~2.0mmがより好ましい。印圧は0.1~0.5MPa、スキージ押し込み量は0.1~3mmで行うことができる。このような条件で印刷することにより、膜厚が1μm以上のCNTを含有する熱電変換層パターンを好適に形成することができる。

10

【0077】

接続電極34は、熱電変換材料層のパターンの温度差方向の両端に形成し、複数の熱電変換材料パターン間を電気的に接続する。接続電極34は、導電性材料であれば、特に限定されるものではなく、いずれの材料を用いてもよい。接続電極34を構成する材料としては、Al、Cu、Ag、Au、Pt、Cr、Ni、半田といった金属材料が好ましい。導電性等の観点から接続電極34は、銅で構成することが好ましい。また、接続電極34は、銅合金で構成してもよい。

20

【0078】

熱電変換モジュール12、12aは、図1に示す熱電変換装置10、図13に示す熱電変換装置10a、図14に示す熱電変換装置10b、図15に示す熱電変換装置10c、図16に示す熱電変換装置10d、図17に示す熱電変換装置10e、図18に示す熱電変換装置10f、図19に示す熱電変換装置10gおよび図20に示す熱電変換装置10hに用いることができるが、これらに限定されるものではない。

熱電変換モジュール12、12aは、ステンレス、銅、アルミニウム、アルミニウム合金等の公知の高熱伝導性材料からなる部材に、熱電変換モジュール体13の一方の接続電極34側の端部を接触させ、部材を高温部に接触させることで、高温部に接触した端部から、熱電変換モジュール体13の反対側の端部方向に熱流が形成され、発電される。熱電変換モジュール体13の反対側の端部に、ステンレス、銅、アルミニウム、アルミニウム合金等の公知の高熱伝導性材料からなる部材を接触させ、更に部材に放熱フィンを取り付けることで、絶縁性基板の両端の温度差を大きくすることができ、発電量を向上させることができる。

30

熱電変換モジュールを熱源に接着し、発電する際には、上述のように熱伝導シート、熱伝導接着シートまたは熱伝導性接着剤を用いてもよい。

【0079】

熱電変換モジュールの加熱側または冷却側に貼付して用いられる熱伝導シート、熱伝導接着シートおよび熱伝導性接着剤は特に限定されるものではない。従って、市販されている熱伝導接着シートまたは熱伝導性接着剤を用いることができる。熱伝導接着シートとしては、例えば、信越シリコン社製のTC-50TXS2、住友スリーエム社製のハイパーソフト放熱材5580H、電気化学工業社製のBFG20A、日東電工社製のTR5912F等を用いることができる。なお、耐熱性の観点から、シリコン系粘着剤からなる熱伝導接着シートが好ましい。熱伝導性接着剤としては、例えば、スリーエム社製のスコッチ・ウェルドEW2070、アイネックス社製のTA-01、シーマ電子社製のTCA-4105、TCA-4210、HY-910、薩摩総研社製のSST2-RSMZ、SST2-RSCSZ、R3CSZ、R3MZ等を用いることができる。

40

50

【 0 0 8 0 】

熱伝導接着シートまたは熱伝導性接着剤を用いることで、熱源との密着性が向上して熱電変換モジュールの加熱側の表面温度が高くなる、冷却効率が向上して熱電変換モジュールの冷却側の表面温度を低くできる等の効果により、発電量を高くすることができる。

更に、熱電変換モジュールの冷却側の表面には、ステンレス、銅、アルミニウム、アルミニウム合金等の公知の材料からなる放熱フィン（ヒートシンク）または放熱シートを設けてもよい。放熱フィン等を用いることで、熱電変換モジュールの低温側をより好適に冷却することができ、熱源側と冷却側との温度差が大きくなり、熱電効率がより向上する点で好ましい。

【 0 0 8 1 】

放熱フィンとしては、太陽金網社製の T - W i n g、事業創造研究所製の F L E X C O L、コルゲートフィン、オフセットフィン、ウェーピングフィン、スリットフィン、フォールディングフィン等の各種フィン等の公知のフィンを用いることができる。特に、フィン高さのあるフォールディングフィンを用いるのが好ましい。

放熱フィンのフィン高さとしては 1 0 ~ 5 6 m m、フィンピッチとしては 2 ~ 1 0 m m、板厚としては 0 . 1 ~ 0 . 5 m m が好ましく、放熱特性が高く、熱電変換モジュールの冷却ができ発電量が高くなる点で、フィン高さが 2 5 m m 以上であるのがより好ましい。また、フィンのフレキシブル性が高い、軽量である等の点で、板厚 0 . 1 ~ 0 . 3 m m のアルミニウム製を用いるのが好ましい。

また、放熱シートとしては、パナソニック社製の P S G グラファイトシート、沖電線社製のクールスタッフ、セラミッション社製のセラック 等の公知の放熱シートを用いることができる。

なお、熱電変換モジュールを、温度差を利用した熱電変換装置に用いた例について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、通電によって冷却する冷却装置として利用することもできる。この場合でも、伝熱部を有するため、冷却効率を高めることができる。

【 0 0 8 2 】

本発明は、基本的に以上のように構成されるものである。以上、本発明の熱電変換モジュールについて詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良または変更をしてもよいのはもちろんである。

【 実施例 1 】

【 0 0 8 3 】

以下に実施例を挙げて本発明の特徴を更に具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、試薬、使用量、物質質量、割合、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。従って、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

【 0 0 8 4 】

第 1 実施例では、基本的に、図 1 に示す熱電変換装置 1 0 の構成を用いた。

図 2 に示す熱電変換モジュール基板 2 0 を 5 0 枚、絶縁性基板 2 2 の向きと接続電極 3 4 の向きを揃えて、熱電変換素子同士が直接接触しないように熱電変換素子が絶縁性基板 2 2 の裏面 2 2 b と向き合うように重ね合わせた熱電変換モジュール体 1 3 を用いた。

熱電変換モジュール体 1 3 に対して、図 8 に示す構成の伝熱部 1 6 を設け、外枠 4 0 のねじ 4 4 を回転させることで、フレーム部 4 2 で熱電変換モジュール体 1 3 を押圧し、熱電変換モジュール基板 2 0 に垂直応力を作用させた。熱電変換モジュール体 1 3 の x 方向の中央部の、接続電極と絶縁性基板の裏面の間に、極低圧プレスケール（富士フィルム社製 ツーシート超低圧用（L L W））とプレスケールマットを重ねて挟みこみ、接続電極の表面に加わる垂直応力が、予め設定した応力の値となるようにねじ 4 4 の回転量を調節した。なお、後述する 0 . 0 1 M P a 未満とは、上述の極低圧プレスケール（富士フィルム社製 ツーシート超低圧用（L L W））とプレスケールマットを用いた測定方法で、極低圧プレスケールが反応せず、発色しなかったこととする。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

なお、フレーム部 4 2 は、熱伝導率が 2 3 6 W / m K のアルミニウム合金 A 5 0 5 2 (J I S (日本工業規格) H 4 0 0 0 : 2 0 1 4) で構成した。また、フレーム部 4 2 には幅が 1 0 m m 、厚さが 3 m m の平板を用いた。フレーム部 4 2 に、縦が 1 0 m m 、横が 1 2 0 m m 、厚さが 1 . 2 5 m m (基板厚 2 5 μ m × 5 0 枚) の熱電変換モジュール体 1 3 を囲む大きさの凹部 4 2 d を形成した。外枠 4 0 には、幅が 1 0 m m 、厚さが 3 m m の平板を用い、フレーム部 4 2 の周囲を囲んで配置した。

なお、熱電変換モジュール体 1 3 の縦は y 方向 (図 1 参照) に対応し、厚さは x 方向 (図 1 参照) に対応し、横は y 方向および x 方向と直交する方向に対応する。以下、特に断りがない限り、縦および横は、上述の方向に対応するものとする。

10

【 0 0 8 6 】

熱電変換モジュール基板 2 0 には、以下のものを用いた。

絶縁性基板 2 2 には、縦が 1 0 m m 、横が 1 2 0 m m 、厚みが 2 5 μ m のポリイミドフィルムを用いた。

接続電極 3 4 には、アルミニウムを用い、スパッタ法で作製した、幅が 2 . 5 m m 、厚みが 3 0 0 n m の導電膜を用いた。接続電極 3 4 の幅は、上述の横のことである。

【 0 0 8 7 】

P 型の熱電変換層には、以下のものを用いた。

[P 型の熱電変換層となる塗布組成物の調製]

単層 C N T として E C (名城ナノカーボン社製、C N T の平均長さ 1 μ m 以上) と、デオキシコール酸ナトリウムとを、質量比が C N T / デオキシコール酸ナトリウムの比で 2 5 / 7 5 となるように、2 0 m l の水に加えて調製した。

20

この溶液を、メカニカルホモジナイザーを用いて、7 分間混合して予備混合物を得た。

得られた予備混合物を、薄膜回転型高速ミキサーを用いて、1 0 の恒温槽中、周速 1 0 m / 秒で 2 分間、次いで周速 4 0 m / 秒で 5 分間、高速回転薄膜分散法で分散処理して、熱電変換層となる塗布組成物を調製した。

P 型熱電変換材料のゼーベック係数は、アドバンス理工株式会社製 Z E M - 3 により評価した結果 5 0 μ V / K であった。

【 0 0 8 8 】

N 型の熱電変換層には、以下のものを用いた。

30

[N 型の熱電変換層となる塗布組成物の調製]

単層 C N T として E C (名城ナノカーボン社製、C N T の平均長さ 1 μ m 以上) と、エマルゲン 3 5 0 (花王社製) とを、質量比が C N T / エマルゲン 2 5 0 の比で 2 5 / 7 5 となるように、2 0 m l の水に加えて調製した。

この溶液を、メカニカルホモジナイザーを用いて、7 分間混合して予備混合物を得た。

得られた予備混合物を、薄膜回転型高速ミキサーを用いて、1 0 の恒温槽中、周速 1 0 m / 秒で 2 分間、次いで周速 4 0 m / 秒で 5 分間、高速回転薄膜分散法で分散処理して、熱電変換層となる塗布組成物を調製した。

N 型熱電変換材料のゼーベック係数は、アドバンス理工株式会社製 Z E M - 3 により評価した結果 - 3 0 μ V / K であった。

40

【 0 0 8 9 】

[P 型の熱電変換層および N 型の熱電変換層の形成]

P 型の熱電変換層については、上述の P 型の熱電変換層となる塗布組成物を、メタルマスク印刷によって、アタック角度 2 0 ° 、スキージ方向は熱電変換素子の直列接続方向、クリアランス 1 . 5 m m 、印圧 0 . 3 M P a 、押込み量 0 . 1 m m の条件で、塗布組成物のパターンを形成し、5 0 で 5 分間、1 2 0 で 5 分間乾燥させた。

N 型の熱電変換層については、上述の N 型の熱電変換層となる塗布組成物を、メタルマスク印刷によって、P 型の熱電変換層と同じ印刷条件で形成した。

次いで、エタノールに 1 時間浸漬させることで、P 型の熱電変換層および N 型の熱電変換層からデオキシコール酸ナトリウムを除去し、5 0 で 1 0 分間、1 2 0 で 1 2 0 分

50

間乾燥させた。乾燥後のP型の熱電変換層およびN型の熱電変換層は、それぞれ縦が5mm、横が3mm、膜厚が10μmであった。

【0090】

第1実施例では、実施例1~5、比較例1を作製し、熱電変換モジュール体の温度差を評価した。実施例1~5、比較例1の垂直応力を下記表1に示す。下記表1で、「<0.01MPa」は0.01MPa未満であることを示す。

【0091】

熱電変換モジュール体13の温度は、熱電変換モジュール体13のx方向の中央部の、接続電極と絶縁性基板の裏面の間に、薄膜熱電対(アンペエスエムティ製)を挟みこみ、熱電変換素子の接続電極の温度を測定した。これにより、熱電変換モジュール体の中央部の、熱電変換素子の温度差を求めた。実施例1~5、比較例1の温度差を下記表1に示す。

10

なお、温度差は、以下の条件で求めた。基台14に温度80のホットプレートを用い、基台14側を高温側とし、放熱フィン18側を低温側とした。放熱フィン18周囲の温度を25とした。

【0092】

(実施例1)

実施例1は、図1に示す熱電変換装置10の構成で、熱電変換モジュール体の高温側にだけ伝熱部を設けた構成である。

20

(実施例2)

実施例2は、図1に示す熱電変換装置10の構成で、熱電変換モジュール体の低温側にだけ伝熱部を設けた構成である。

(実施例3)

実施例3は、図1に示す熱電変換装置10の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の両方に伝熱部を設けた。

(実施例4)

実施例4は、図1に示す熱電変換装置10の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の両方に伝熱部を設けた。

(実施例5)

実施例5は、図1に示す熱電変換装置10の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の両方に伝熱部を設けた。

30

(比較例1)

比較例1は、図1に示す熱電変換装置10の構成で、伝熱部がない構成である。

【0093】

【表1】

	低温側接続電極の垂直応力	高温側接続電極の垂直応力	温度差
実施例1	0.01MPa	<0.01MPa	Δ15℃
実施例2	<0.01MPa	0.01MPa	Δ15℃
実施例3	0.01MPa	0.01MPa	Δ25℃
実施例4	0.1MPa	0.1MPa	Δ29℃
実施例5	0.3MPa	0.3MPa	Δ30℃
比較例1	<0.01MPa	<0.01MPa	Δ7℃

40

【0094】

表1に示すように、実施例1、2は、高温側または低温側の片側に伝熱部を設けて熱電

50

変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0.01 MPa としたものであるが、比較例 1 に比して温度差が生じた。

実施例 3 は、両側に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0.01 MPa としたものであるが、伝熱部が片側の実施例 1、2 よりも温度差が大きくなった。

実施例 4 は、両側に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0.1 MPa としたものである。実施例 4 では実施例 3 よりも垂直応力を上げると、温度差が実施例 3 よりも大きくなった。

実施例 5 は、両側に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0.3 MPa としたものである。実施例 5 のように実施例 3 より垂直応力を上げて、垂直応力が特定の値以上であれば、実施例 4 との差が小さく、温度差は飽和した。

【実施例 2】

【0095】

第 2 実施例では、実施例 6 ~ 実施例 9 の熱電変換モジュールを作製し、温度差を評価した。

第 2 実施例は、上述の第 1 実施例に比して、図 8 に示す伝熱部に代えて、図 10 に示す伝熱部を用いて温度差を評価した点が異なり、それ以外は、上述の第 1 実施例と同じであるため、詳細な説明は省略する。垂直応力の測定方法、温度の測定方法、および温度差の評価は、上述の第 1 実施例と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【0096】

第 2 実施例では、基本的に図 13 に示す熱電変換装置 10a の構成を用いた。

蛇腹構造体 52 には、導電層 54 として厚みが $100 \mu\text{m}$ のアルミニウム膜を用い、絶縁層 56 として厚みが $12.5 \mu\text{m}$ のポリイミド膜を用いた。

蛇腹構造体 52 の山折りの内側部分 57 に 50 枚の熱電変換モジュール基板 20 を絶縁性基板 22 の向き、接続電極 34 の向きを揃えて配置し、万力を用いてかした。

垂直応力は、万力でかすめる際の力を加減して調整した。

温度差は、上述の第 1 実施例と同じ条件にて、同じ測定方法で測定した。

なお、第 2 実施例において、蛇腹構造体 52 を片方にしか設けない場合、蛇腹構造体 52 を設けていない方の絶縁性基板 22 の端部に、何等かの部材を設けることなく、特に何もせず、複数の絶縁性基板 22 の、蛇腹構造体 52 を設けていない方の端部は、そのままの状態とした。

実施例 6 ~ 9、比較例 1 の垂直応力および温度差を下記表 2 に示す。下記表 2 で、「 $< 0.01 \text{ MPa}$ 」は 0.01 MPa 未満であることを示す。

以下、実施例 6 ~ 実施例 9 について説明する。なお、比較例 1 は、上述の第 1 実施例のものである。

【0097】

(実施例 6)

実施例 6 は、図 13 に示す熱電変換装置 10a の構成で、熱電変換モジュール体の高温側の接続電極にだけ蛇腹構造体 52 を設けた構成(図 12 参照)である。

(実施例 7)

実施例 7 は、図 13 に示す熱電変換装置 10a の構成で、熱電変換モジュール体の低温側の接続電極にだけ蛇腹構造体 52 を設けた構成である。

(実施例 8)

実施例 8 は、図 13 に示す熱電変換装置 10a の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の両方に接続電極に蛇腹構造体 52 を設けた構成である。

(実施例 9)

実施例 9 は、図 13 に示す熱電変換装置 10a の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の両方に接続電極に蛇腹構造体 52 を設けた構成である。

【0098】

【表 2】

	低温側接続電極 の垂直応力	高温側接続電極 の垂直応力	温度差
実施例6	0.01MPa	<0.01MPa	Δ17℃
実施例7	<0.01MPa	0.01MPa	Δ17℃
実施例8	0.01MPa	0.01MPa	Δ27℃
実施例9	0.3MPa	0.3MPa	Δ32℃
比較例1	<0.01MPa	<0.01MPa	Δ7℃

10

【0099】

表 2 に示すように、実施例 6、7 は、片側の接続電極に蛇腹構造体を設けて、垂直応力を 0.01MPa としたものであるが、比較例 1 に比して温度差が生じた。

実施例 8 は、両側の接続電極に蛇腹構造体を設けて、垂直応力を 0.01MPa としたものであるが、蛇腹構造体が片側の実施例 6、7 よりも温度差が大きくなった。

実施例 9 は、両側の接続電極に蛇腹構造体を設けて、垂直応力を 0.3MPa としたものである。実施例 9 のように実施例 8 よりも垂直応力を上げると、温度差が実施例 8 よりも大きくなった。

20

【実施例 3】

【0100】

第 3 実施例では、実施例 10 ~ 実施例 14 の熱電変換モジュールを作製し、温度差を評価した。

第 3 実施例は、上述の第 2 実施例に比して、更に第 1 実施例の図 8 に示す伝熱部を設けて、温度差を評価した点が異なり、それ以外は、上述の第 2 実施例と同じであるため、詳細な説明は省略する。垂直応力の測定方法、温度の測定方法、および温度差の評価は、上述の第 1 実施例と同じであるため、詳細な説明は省略する。

第 3 実施例では、基本的に図 14 に示す熱電変換装置 10a の構成を用いた。第 3 実施例は、第 1 実施例と第 2 実施例の構成を合わせた構成である。

30

【0101】

第 3 実施例において用いた第 1 実施例の伝熱部の外枠 40、フレーム部 42 の大きさは上述の第 1 実施例と同じである。

また、第 3 実施例において、蛇腹構造体 52 を片方にしか設けない場合、第 2 実施例と同様に蛇腹構造体 52 を設けていない方の絶縁性基板 22 の端部に、何等かの部材を設けることなく、特に何もせず、複数の絶縁性基板 22 の、蛇腹構造体 52 を設けていない方の端部は、そのままの状態とした。

【0102】

実施例 10 ~ 14、比較例 1 の垂直応力および温度差を下記表 3 に示す。下記表 3 で、「<0.01MPa」は 0.01MPa 未満であることを示す。

40

以下、実施例 10 ~ 実施例 14 について説明する。なお、比較例 1 は、上述の第 1 実施例のものである。

【0103】

(実施例 10)

実施例 10 は、図 14 に示す熱電変換装置 10b の構成で、伝熱部 16 を高温側にだけ設け、かつ熱電変換モジュール体の高温側の接続電極にだけ蛇腹構造体 52 を設けた構成(図 12 参照)である。

(実施例 11)

実施例 11 は、図 14 に示す熱電変換装置 10b の構成で、伝熱部 16 を低温側にだけ設け、かつ熱電変換モジュール体の低温側の接続電極にだけ蛇腹構造体 52 を設けた構成

50

である。

(実施例 1 2)

実施例 1 2 は、図 1 4 に示す熱電変換装置 1 0 b の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の接続電極に蛇腹構造体 5 2 を設けた構成である。

(実施例 1 3)

実施例 1 3 は、図 1 4 に示す熱電変換装置 1 0 b の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の接続電極に蛇腹構造体 5 2 を設けた構成である。

(実施例 1 4)

実施例 1 4 は、図 1 4 に示す熱電変換装置 1 0 b の構成であり、熱電変換モジュール体の低温側と高温側の接続電極に蛇腹構造体 5 2 を設けた構成である。なお、実施例 1 4 の垂直応力は、上述の極低圧プレスケール単体で測定した。

【 0 1 0 4 】

【表 3】

	低温側接続電極 の垂直応力	高温側接続電極 の垂直応力	温度差
実施例10	0.01MPa	<0.01MPa	Δ17.5℃
実施例11	<0.01MPa	0.01MPa	Δ17.5℃
実施例12	0.01MPa	0.01MPa	Δ33℃
実施例13	0.3MPa	0.3MPa	Δ37℃
実施例14	1.0MPa	1.0MPa	Δ40℃
比較例1	<0.01MPa	<0.01MPa	Δ7℃

【 0 1 0 5 】

表 3 に示すように、実施例 1 0、1 1 は、片側の接続電極に蛇腹構造体を設け、更に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0 . 0 1 M P a としたものであるが、比較例 1 に比して温度差が生じた。

実施例 1 2 は、両側の接続電極に蛇腹構造体を設けて、更に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0 . 0 1 M P a としたものであるが、蛇腹構造体が片側の実施例 1 0、1 1 よりも温度差が大きくなった。

実施例 1 3 は、両側の接続電極に蛇腹構造体を設けて、更に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 0 . 3 M P a としたものである。実施例 1 3 のように実施例 1 2 よりも垂直応力を上げると、温度差が実施例 1 2 よりも大きくなった。

実施例 1 4 は、両側の接続電極に蛇腹構造体を設けて、更に伝熱部を設けて熱電変換モジュール体を挟んで、垂直応力を 1 . 0 M P a としたものである。実施例 1 4 のように実施例 1 3 よりも垂直応力を上げると、温度差が実施例 1 3 よりも大きくなった。

【実施例 4】

【 0 1 0 6 】

第 4 実施例では、実施例 1 5 ~ 1 9、比較例 2 を作製し、熱電変換モジュール体の温度差を評価した。

第 4 実施例は、上述の第 1 実施例に比して、フレーム部に種々の材質のものを用いて温度差を評価した点が異なり、それ以外は、上述の第 1 実施例と同じであるため、詳細な説明は省略する。垂直応力の測定方法、温度の測定方法、および温度差の評価は、上述の第 1 実施例と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【 0 1 0 7 】

温度差は、以下の条件で求めた。高温側熱源については、熱伝導ゲルシートと、厚さ 0 . 5 m m のアルミニウム板を通して、8 0 の温水（流速度 1 0 リットル / 分）を接触さ

10

20

30

40

50

せた。低温側熱源については、熱伝導ゲルシートと、厚さ0.5mmのアルミニウム板を通して、12の冷却水（流速度40リットル/分）を接触させた。

第4実施例において用いた第1実施例の熱電変換モジュール体、および伝熱部の外枠40、フレーム部42の大きさ等は上述の第1実施例と同じである。なお、表4に示す熱伝導率の値は、物性値のハンドブックに出ている値である。

【0108】

以下、実施例15～実施例19、比較例2について説明する。

(実施例15)

実施例15は、図1に示す熱電変換装置10の構成で、垂直応力が0.01MPaであり、フレーム部がS50C（JIS（日本工業規格）G4051：2005 機械構造用炭素鋼鋼材）で構成されている。

10

(実施例16)

実施例16は、図1に示す熱電変換装置10の構成で、垂直応力が0.01MPaであり、フレーム部がステンレス鋼JIS（日本工業規格）SUS304で構成されている。

(実施例17)

実施例17は、図1に示す熱電変換装置10の構成であり、垂直応力が0.01MPaであり、フレーム部がアルミナで構成されている。

(実施例18)

実施例18は、図1に示す熱電変換装置10の構成であり、垂直応力が0.01MPaであり、フレーム部がアルミニウム合金A5052（JIS（日本工業規格）H4000：2014）で構成されている。

20

(実施例19)

実施例19は、図1に示す熱電変換装置10の構成であり、垂直応力が0.01MPaであり、フレーム部が無酸素銅C1020P（JIS（日本工業規格）H3100：2006）で構成されている。

(比較例2)

比較例2は、実施例15に比して、垂直応力が0.01MPaであり、フレーム部がソーダガラスで構成されている点以外は同じ構成である。

【0109】

【表4】

30

	フレーム部		温度差
	材質	熱伝導率(W/mK)	
実施例15	S50C	10	Δ60°C
実施例16	SUS304	17	Δ65°C
実施例17	アルミナ	24	Δ67°C
実施例18	A5052	236	Δ75°C
実施例19	C1020P	398	Δ75°C
比較例2	ソーダガラス	1	Δ37°C

40

【0110】

表4に示すように、熱伝導率が10W/mK以上の材質でフレーム部が構成された実施例15～19では大きな温度差が得られた。一方、比較例2は、熱伝導率が10W/mK未満のソーダガラスでフレーム部が構成されており、温度差が小さかった。

高温熱源と低温熱源が流体であるような十分な熱流が確保される用途の場合は、伝熱部を構成する材質の熱伝導率が低いと、熱電変換モジュール基板の接続電極に熱が伝わり難

50

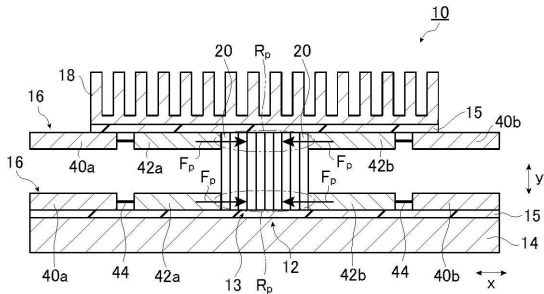
い。

【符号の説明】

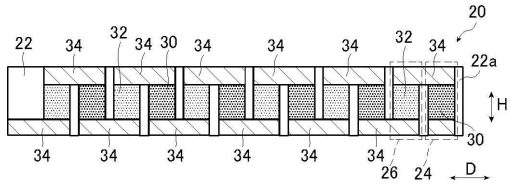
【0111】

10、10a、10b、10c、10d、10e、10f、10g、10h	熱電変換装置	
12、12a、12b	熱電変換モジュール	
13	熱電変換モジュール体	
14	基台	
15	熱伝導シート	
16、50	伝熱部	10
18	放熱フィン	
20、20a	熱電変換モジュール基板	
22	絶縁性基板	
22a	表面	
22b	裏面	
24	P型の熱電変換素子	
26	N型の熱電変換素子	
28	貫通電極	
30	P型の熱電変換層	
32	N型の熱電変換層	20
34	接続電極	
36	絶縁シート	
40	外枠	
40a	内面	
40b	内面	
42	フレーム部	
42a	第1のフレーム材	
42b	第2のフレーム材	
42c	端面	
42d	凹部	30
42e	外面	
43	伝熱部材	
44	ねじ	
52	蛇腹構造体	
54	導電層	
56	絶縁層	
57	内側部分	
60	線状部材	
62	端部固定部材	
64	磁力固定部材	40
70	配管	
70a	表面	
D	長手方向	
DL、H、x、y	方向	
Fp	押圧力	
Rc、Rp	部分	

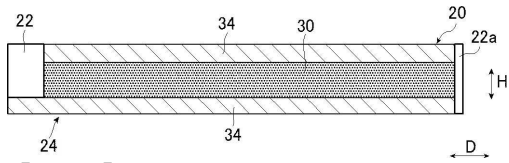
【図1】



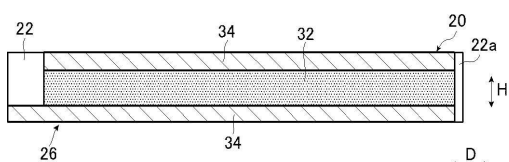
【図2】



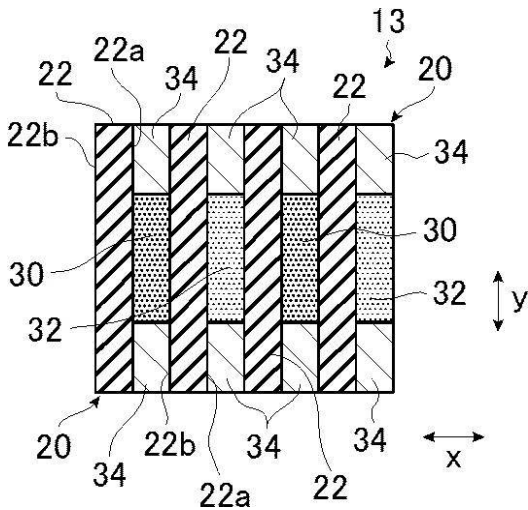
【図3】



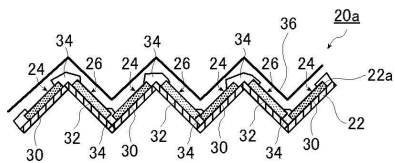
【図4】



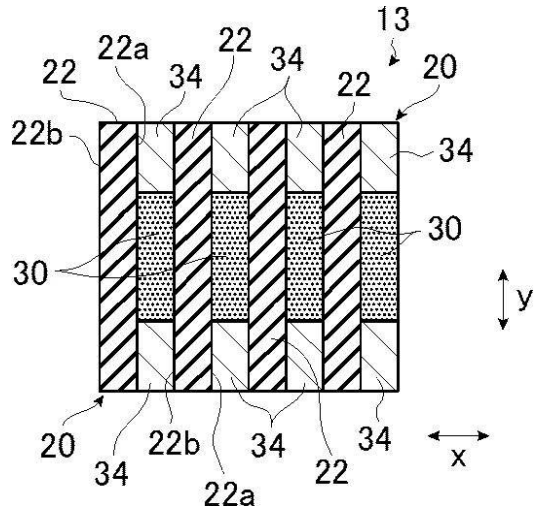
【図6】



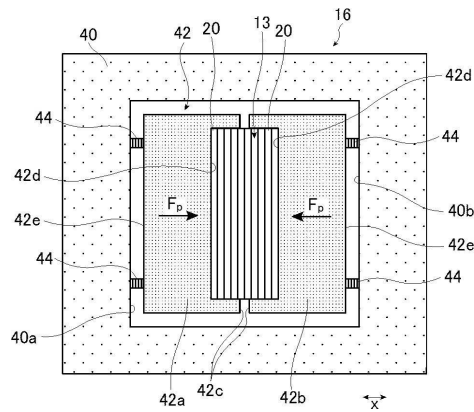
【図7】



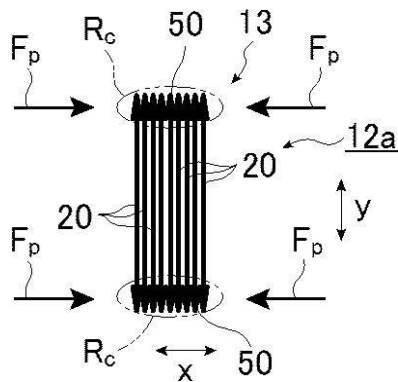
【図5】



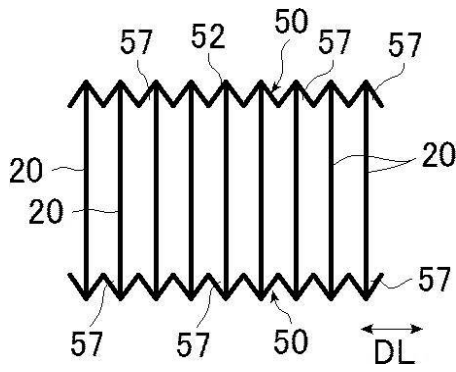
【図8】



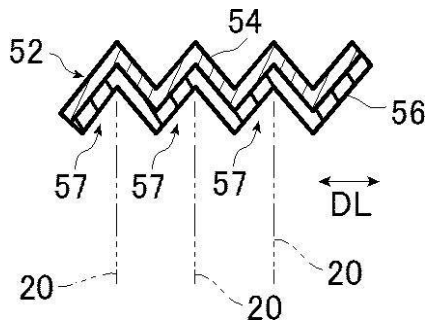
【図9】



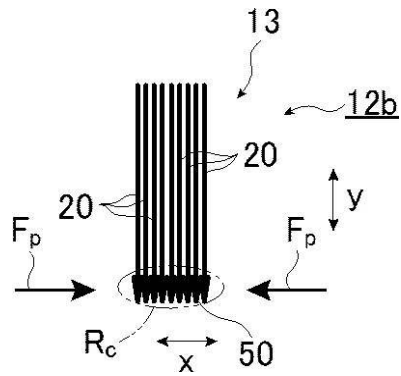
【図10】



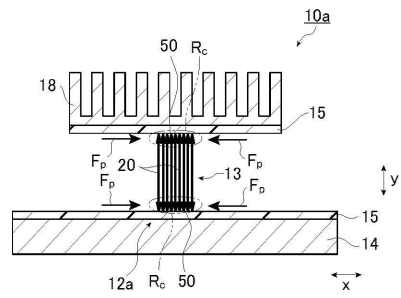
【図11】



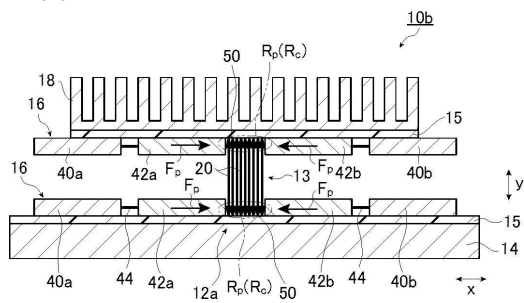
【図12】



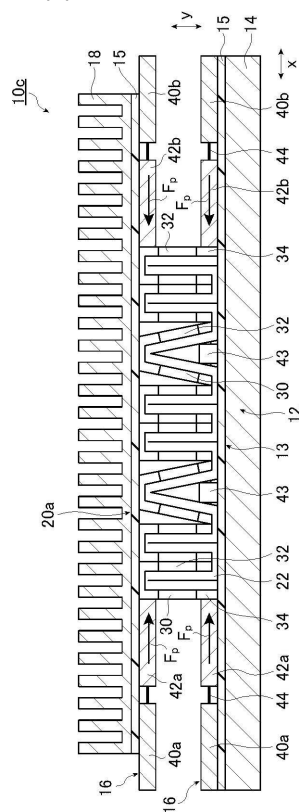
【図13】



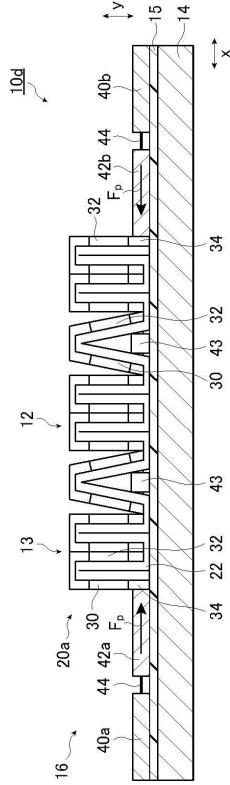
【図14】



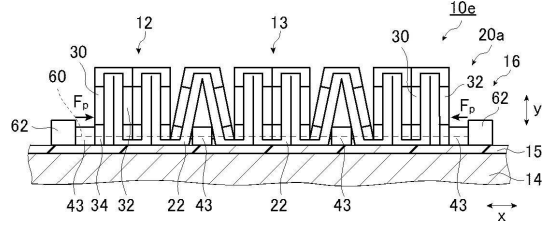
【図15】



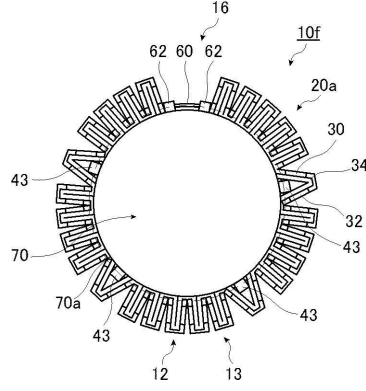
【 図 16 】



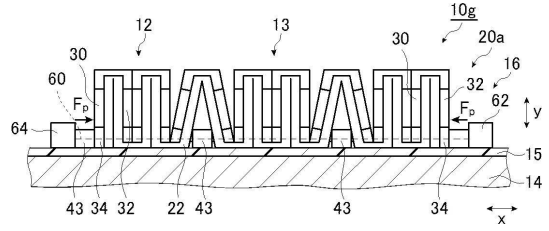
【 図 17 】



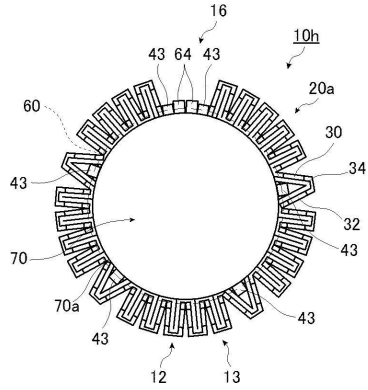
【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】



フロントページの続き

(出願人による申告)平成27年度、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」に係る委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(72)発明者 鈴木 秀幸

神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内

審査官 今井 聖和

(56)参考文献 特開2014-033114(JP,A)

特開2009-016495(JP,A)

米国特許出願公開第2014/0318591(US,A1)

特開平04-030586(JP,A)

米国特許出願公開第2013/0228205(US,A1)

特開2008-205129(JP,A)

特開2009-206332(JP,A)

特開2001-194022(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01L 35/00

H02N 11/00