

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12)特 許 公 報 ( B 1 )

(11)特許番号

## 第2873961号

(45)発行日 平成11年(1999) 3月24日

(24)登録日 平成11年(1999) 1月14日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号  
H01L 35/32  
35/06

F I  
H01L 35/32 A  
35/06

請求項の数10 (全10頁)

(21)出願番号 特願平10 - 75116  
(22)出願日 平成10年(1998) 2月 2日  
審査請求日 平成10年(1998) 4月 9日

(73)特許権者 391037397  
科学技術庁航空宇宙技術研究所長  
東京都調布市深大寺東町 7丁目44番地 1  
(72)発明者 丹治 雅典  
宮城県角田市君萱字小金沢 1 科学技術  
庁航空宇宙研究所 角田宇宙推進技術研  
究センター内  
(72)発明者 森谷 信一  
宮城県角田市君萱字小金沢 1 科学技術  
庁航空宇宙研究所 角田宇宙推進技術研  
究センター内  
(74)代理人 弁理士 松隈 秀盛  
審査官 栗野 正明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱電変換装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相対向する金属セグメント間に、熱電変換材料よりなる熱電変換素子が挟み込まれ、これら金属セグメントと熱電変換素子とが、固定ねじによって結合されて成り、一方の金属セグメントに、上記固定ねじの貫通孔が形成され、上記熱電変換素子の中央部に、上記固定ねじの貫通孔が形成され、他方の金属セグメントは、上記固定ねじの先端と螺合するねじ孔が形成され、上記固定ねじを、上記一方の金属セグメントの貫通孔と、上記熱電変換素子の貫通孔を通じて、上記固定ねじの先端部を上記他方のセグメントのねじ孔に螺合させて、上記両金属セグメントと上記熱電変換素子とを結合

2

して成ることを特徴とする熱電変換装置。

【請求項 2】 相対向する金属セグメント間に、熱電変換材料よりなる熱電変換素子体が挟み込まれ、低温側のみ熱伝達板となるモジュール基板が配置されて成り、該モジュール基板と、上記熱電変換素子と、上記金属セグメントが固定ねじによって結合され、上記モジュール基板と、上記熱電変換素子の低温側の金属セグメントとに、上記固定ねじの貫通孔が形成され、上記熱電変換素子の中央部に、上記固定ねじの貫通孔が形成され、上記熱電変換素子の高温側の金属セグメントに、上記固定ねじの先端と螺合するねじ孔が形成され、上記固定ねじを、上記モジュール基板の貫通孔と、上記金属セグメントの貫通孔と、上記熱電変換素子の貫通孔を通じて、その先端部を上記他方のセグメントのねじ孔

10

に螺合させて、上記モジュール基板と、上記両金属セグメントと上記熱電変換素子とを結合して成ることを特徴とする熱電変換装置。

【請求項 3】 第 1 および第 2 の金属セグメントと、これら第 1 および第 2 のセグメントに差し渡って対向する第 3 の金属セグメントとを有し、これら互いに対向する上記第 1 および第 3 の金属セグメント間と、上記第 2 および第 3 の金属セグメント間とに、それぞれ互いに導電型を異にする半導体熱電変換材料よりなる対の第 1 および第 2 の熱電変換素子が挟み込まれ、これら第 1 の熱電変換素子と、これを挟み込む上記第 1 および第 3 の金属セグメントとが第 1 の固定ねじによって結合され、第 2 の熱電変換素子と、これを挟み込む上記第 2 および第 3 の金属セグメントとが第 2 の固定ねじによって結合され、

上記第 1 および第 2 の金属セグメントと、第 3 の金属セグメントとの、いずれか一方に、上記第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔が形成され、他方に上記第 1 および第 2 の固定ねじの先端と螺合するねじ孔が形成され、

上記第 1 および第 2 の熱電変換素子の各中央部に、上記固定ねじの貫通孔が形成され、

上記第 1 および第 2 の固定ねじを、対応する上記貫通孔に挿通し、各先端部を対応する上記ねじ孔に螺合させて、上記対向する第 1 および第 3 の金属セグメントとこれら間の上記第 1 の熱電変換素子とを結合すると共に、上記対向する第 2 および第 3 の金属セグメントとこれら間の上記第 2 の熱電変換素子とを結合して成ることを特徴とする熱電変換装置。

【請求項 4】 第 1 および第 2 の金属セグメントと、これら第 1 および第 2 のセグメントに差し渡って対向する第 3 の金属セグメントとを有し、これら互いに対向する上記第 1 および第 3 の金属セグメント間と、上記第 2 および第 3 の金属セグメント間とに、それぞれ互いに導電型を異にする半導体熱電変換材料よりなる対の第 1 および第 2 の熱電変換素子が挟み込まれて構成される熱電変換装置の、低温側のみ熱伝達板となるモジュール基板が配置されて成り、

該モジュール基板と、上記第 1 の熱電変換素子と、これを挟み込む上記第 1 および第 3 の金属セグメントとが第 1 の固定ねじによって結合されるとともに、上記モジュール基板と、上記第 2 の熱電変換素子と、これを挟み込む上記第 2 および第 3 の金属セグメントとが第 2 の固定ねじによって結合され、

上記モジュール基板および該モジュール基板側に配置された金属セグメントと、これとは反対側に配置された金属セグメントとのいずれか一方に上記第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔が形成され、他方に上記第 1 および第 2 の固定ねじと螺合するねじ溝が形成され、

上記第 1 および第 2 の熱電変換素子の各中央部に、それぞれ上記第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔が形成さ

れ、

上記第 1 および第 2 の固定ねじを、対応する貫通孔に挿通し、各先端部を対応する上記ねじ孔に螺合させて、上記第 1 の固定ねじによって上記対向する第 1 および第 3 の金属セグメントとこれら間の上記第 1 の熱電変換素子とを結合すると共に、上記第 2 の固定ねじによって上記対向する第 2 および第 3 の金属セグメントとこれら間の上記第 2 の熱電変換素子とを結合して成ることを特徴とする熱電変換装置。

10 【請求項 5】 請求項 2 または 4 に記載の熱電変換装置において、

高温側に耐熱性薄膜が被着されたことを特徴とする熱電変換装置。

【請求項 6】 低温側と高温側との間に発生する間隙部に耐熱性断熱材を充填したことを特徴とする請求項 2、3、4 または 5 に記載の熱電変換装置。

【請求項 7】 上記耐熱性断熱材が水ガラスであることを特徴とする請求項 6 に記載の熱電変換装置。

20 【請求項 8】 上記熱電変換素子と上記金属セグメントとの間に、金属ペーストを介在させたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 または 7 に記載の熱電変換装置。

【請求項 9】 上記金属ペーストが、室温から熱電変換装置の使用温度までの範囲において、液相金属と固相金属とが常に 2 相共存相を有する金属によって構成されることを特徴とする請求項 8 に記載の熱電変換装置。

【請求項 10】 上記金属ペーストが、 $GaxIn_{1-x}$  と、 $Ma$  および  $Mb$  の少なくとも一方を含む組成を有し、

30 前記  $x$  は原子比で、 $0.1 < x < 0.2$  に選定され、前記  $Ma$  は、 $Au$ 、 $Al$ 、 $Bi$ 、 $Cu$  のうちの少なくとも 1 種以上で、前記金属ペーストの全量に対して 0 ~ 55 重量% 添加され、

前記  $Mb$  は、 $Sn$  および  $Zn$  のうちの少なくとも 1 種以上で、前記金属ペーストの全量に対して 0 ~ 100 重量% 添加されて成ることを特徴とする請求項 8 に記載の熱電変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40 【発明の属する技術分野】本発明は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換装置に関わる。

【0002】

【従来の技術】近年、傾斜機能技術、スクリーン印刷等の周辺技術発展に伴い、熱電変換装置の発展が著しい。図 7 および図 8 は、それぞれ従来のいわゆる  $p$  型の熱電変換装置の概略拡大断面図およびその分解断面図を示すもので、この熱電変換装置は、 $p$  型および  $n$  型の対の半導体熱電変換素子 1 が、平面的に配置された第 1 および第 2 の金属セグメント 11 および 12 と、これらに差し渡って共通に対向して配置された第 3 の金属セグメント

1 3 との間に挟み込まれて一体に結合されて 字型に構成されてなる。

【 0 0 0 3 】これら対の熱電変換素子 1 は、それぞれ p 型および n 型の半導体熱電変換材料よりなり、両端面に低温側電極 3 と高温側電極 4 とが被着形成され、中央に固定ねじ 5 の貫通孔 6 が穿設されて成る。また、各金属セグメント 1 1、1 2 および 1 3 には、対の熱電変換素子 1 を並置して挟み込んだ状態で、各貫通孔 6 と一致する位置にそれぞれ固定ねじの貫通孔 7 が穿設される。そして、対の固定ねじ 5 を、第 1 および第 2 の金属セグメント 1 1 および 1 2 の各貫通孔 7、対の熱電変換素子 1 の各貫通孔 6、第 3 の金属セグメント 1 3 の対応する各貫通孔 7 に挿通し、それぞれその先端に、ナット 8 を螺合させる。ここで各固定ねじ 5 は、ナット 8 の螺合先端側とは反対側にドライバー溝を有する大径の頭部が形成されて、これら頭部とナット 8 との間で各熱電変換素子と金属セグメントとが保持されてこれらが結合一体化されて、型熱電変換装置 9 が構成される。

【 0 0 0 4 】このような構成による 型熱電変換装置 9 は、図 9 にその平面図を示し、図 1 0 にその A - A 線上の断面図を示すように、多数個相互に連結して平面的に配列して、大出力の熱電変換装置を構成する。図 1 1 および図 1 2 はその要部の断面図および分解断面図である。この場合、1 つの 型熱電変換装置 9 の第 1 および第 2 の金属セグメント 1 1 および 1 2 が、それぞれ隣り合う他の 型熱電変換装置の第 3 の金属セグメント 1 3 として機能させるようにする。このようにして、金属セグメント 1 1、1 2 および 1 3 によって電気的には、多数の熱電変換素子 1 が、順次 n 型 - p 型 - n 型 - p 型 . . . をもって直列に接続するようにし、熱的には並列に配置されるようにする。

【 0 0 0 5 】そして、このように多数の熱電変換素子が配列された低温側電極 3 側に位置する金属セグメントに絶縁シート 1 4 を介して低温側の熱伝達基板となるモジュール基板 1 5 を配置し、反対側に耐熱性絶縁シート 1 6 を介して高温側の熱伝達基板 1 7 を配置する。これら低温側のモジュール基板 1 5 および高温側の熱伝達基板 1 7 には、固定ねじ 5 の大径頭部とナット 8 とをそれぞれ挿入する透孔 1 8 および 1 9 が形成され、透孔 1 8 側からそれぞれ固定ねじ 5 を挿通して、その各先端をナット 8 に螺合してモジュール基板 1 5 と高温側熱電変換伝達板 1 7 との間に、複数組の 型熱電変換装置 9、したがって、多数の熱電変換素子 1 が配列されてなる大出力の熱電変換装置を構成する。このようにして、多数の熱電変換素子が直列に接続されて成る熱電変換装置において、その両端の熱電変換素子から、それぞれ出力が取り出される端子板 1 8 および 1 9 が導出される。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このように、部品点数が大で、組み立てが煩雑であることから、

量産性を阻むのみならず、高温側に熱伝達板が配置されることによって、熱電変換素子への熱の伝達効率を低下させてしまう。

【 0 0 0 7 】本発明は、上述した欠点を回避することができるようにした熱電変換装置を提供する。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】本発明による熱電変換装置は、相対向する金属セグメント間に、熱電変換材料よりなる熱電変換素子が挟み込まれ、これら金属セグメントと熱電変換素子とが、固定ねじによって結合された構成とされる。そして、一方の金属セグメントには、固定ねじの貫通孔が形成され、熱電変換素子には、その中央部に、固定ねじの貫通孔が形成され、更に、他方の金属セグメントには、固定ねじの先端と螺合するねじ孔が形成される。そして、その固定ねじを、一方の金属セグメントの貫通孔と、熱電変換素子の貫通孔に挿入し、その先端部をセグメントのねじ孔に螺合させて、上記相対向する金属セグメントとの間において熱電変換素子を配置した状態で結合する構成とする。

【 0 0 0 9 】また、本発明は、複数の熱電変換素子を配列して熱電変換装置を構成するいわゆるモジュール型構成とする熱電変換装置において、熱電変換素子の低温側にのみ熱伝達板となるモジュール基板を配置した構成とする。このモジュール基板には、固定ねじを挿通する透孔を穿設して、このモジュール基板と、熱電変換素子と、金属セグメントとを固定ねじによって結合する構成とする。

【 0 0 1 0 】また、本発明による熱電変換装置は、対の熱電変換素子によっていわゆる 型熱電変換モジュール構成とすることができる。この場合、第 1 および第 2 の金属セグメントと、これら第 1 および第 2 の金属セグメントに差し渡って対向する第 3 の金属セグメントとを有し、これら互いに対向する第 1 および第 3 の金属セグメント間と、第 2 および第 3 の金属セグメント間とに、それぞれ互いに導電性を異にする半導体熱電変換材料よりなる対の第 1 および第 2 の熱電変換素子が挟み込まれ、これら第 1 の熱電変換素子と、これを挟み込む第 1 および第 3 の金属セグメントとが第 1 の固定ねじによって結合され、第 2 の熱電変換素子と、これを挟み込む第 2 および第 3 の金属セグメントとが第 2 の固定ねじによって結合された構成とする。そして、この構成において、その第 1 および第 2 の金属セグメント、あるいは第 3 の金属セグメントに、それぞれ第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔を形成し、他方の第 3 の金属セグメント、あるいは第 1 および第 2 の金属セグメントに、第 1 および第 2 の固定ねじの先端と螺合するねじ孔を形成する。また、第 1 および第 2 の熱電変換素子の各中央部に、第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔を形成する。そして、第 1 および第 2 の固定ねじを、それぞれ対応する金属セグメントの貫通孔と、熱電変換素子の貫通孔に挿通し、先端部

7

を金属セグメントの対応するねじ孔に螺合させることによって、対向する第 1 および第 3 の金属セグメントとこれら間の第 1 の熱電変換素子とを結合すると共に、対向する第 2 および第 3 の金属セグメントとこれら間の第 2 の熱電変換素子とを結合する。

【 0 0 1 1 】更に、本発明による熱電変換装置は、第 1 および第 2 の金属セグメントと、これら第 1 および第 2 のセグメントに差し渡って対向する第 3 の金属セグメントとを有し、これら互いに対向する第 1 および第 3 の金属セグメント間と、第 2 および第 3 の金属セグメント間とに、それぞれ互いに導電型を異にする半導体熱電変換材料よりなる対の第 1 および第 2 の熱電変換素子が挟み込まれて構成される熱電変換装置の、低温側のみ熱伝達板となるモジュール基板が配置された構成とする。そして、この場合、モジュール基板と、第 1 の熱電変換素子と、これを挟み込む第 1 および第 3 の金属セグメントとが第 1 の固定ねじによって結合されるとともに、モジュール基板と、第 2 の熱電変換素子と、これを挟み込む第 2 および第 3 の金属セグメントとが第 2 の固定ねじによって結合された構成とする。モジュール基板と、このモジュール基板側に配置された金属セグメントと、これとは反対側に配置された金属セグメントとの、いずれか一方に、第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔を、他方に第 1 および第 2 の固定ねじの先端部と螺合するねじ溝を形成する。また、第 1 および第 2 の熱電変換素子の各中央部には、それぞれ第 1 および第 2 の固定ねじの貫通孔を形成する。そして、第 1 および第 2 の固定ねじを、金属セグメントの貫通孔と、熱電変換素子の貫通孔を通じて、各先端部を金属セグメントのねじ孔に螺合させて、第 1 の固定ねじによって対向する第 1 および第 3 の金属セグメントとこれら間の第 1 の熱電変換素子とを結合すると共に、第 2 の固定ねじによって対向する第 2 および第 3 の金属セグメントとこれら間の第 2 の熱電変換素子とを結合する。

【 0 0 1 2 】また、本発明による熱電変換装置は、上述したモジュール基板上に熱電変換素子等が配置された熱電変換装置において、そのモジュール基板の配置側とは反対側、すなわち高温側に耐熱性薄膜を被着した構成とする。

【 0 0 1 3 】更にまた、本発明は、上述した各熱電変換装置において、低温側と高温側との間に発生する空隙部に耐熱性断熱材を充填する構成とすることができる。

【 0 0 1 4 】また、本発明は、上述した各熱電変換装置において、熱電変換素子と金属セグメントとの間に、金属ペーストを介在させた構成とすることができる。

【 0 0 1 5 】その金属ペーストは、室温から熱電変換装置の使用温度までの範囲において、液相金属と固相金属とが常に 2 層共存相を有する金属によって構成する。この金属ペーストとしては、 $G a_x I n_{1-x}$  と、 $M_A$  および  $M_B$  の少なくとも一方とを含む組成を有する。ここ

8

で、 $x$  は原子比で、 $0.1 < x < 0.2$  に選定され、 $M_A$  は、 $A u, A l, B i, C u$  のうちの少なくとも 1 種以上で、金属ペーストの全量に対して  $0 \sim 55$  重量% 添加され、 $M_B$  は、 $S n$  および  $Z n$  のうちの少なくとも 1 種以上で、金属ペーストの全量に対して  $0 \sim 100$  重量% 添加された構成とする。

【 0 0 1 6 】上述した本発明による各熱電変換素子および熱電変換装置においては、相対向する金属セグメントと、これら金属セグメント間に配置する熱電変換素子とを固定ねじによって結合する構成を採るものであるが、本発明構成においては、この固定ねじの結合を、従来におけるように、ナットによる締めつけによらず、金属セグメントあるいはモジュール基板に形成したねじ孔を設け、これに固定ねじを螺合して合体するようにしたことから、部品点数の減少をはかることができる。

【 0 0 1 7 】また、ナットの配置を回避したことによってこのナットの存在による表面の凹凸が回避され、金属セグメントの外表面自体で平坦化をはかることから、図 1 0 ~ 図 1 2 で示したようなナットが挿入される透孔を有する高温側の熱伝達板の配置を回避できる。このため、低温側にのみ各部を一体化するためのモジュール基板を配置するのみであるので、より構造が簡潔化され、また、熱エネルギーを有効に熱電変換素子に伝達することができる。

【 0 0 1 8 】また、熱電変換装置において、その高温側と低温側との間に発生する空隙部に耐熱性断熱材を充填した構成とするものにおいては、この空隙における対流を低下することができることから、熱エネルギーが、直接的に、低温側に抜けることが回避できることから熱電変換効率を高めることができる。

【 0 0 1 9 】また、本発明装置においては、金属セグメントと熱電変換素子との結合を、固定ねじによって結合合体するものであるが、この場合において、熱電変換素子に形成する固定ねじの貫通孔を、固定ねじの直径より幾分大きいいわゆるバカ孔として置くことにより、金属セグメントと熱電変換素子との熱膨張率の差や、温度の相違による熱膨張量の相違が生じた場合においても、両者の結合面にずれ、すなわち移動が生じるようにすることができるので、この結合面が固着された場合において生じる剪断応力の発生、これによる特性の低下、熱電変換素子の破壊等を回避できる。

【 0 0 2 0 】さらに、熱電変換素子と金属セグメントとの間に、金属ペーストを介在させるときは、これら熱電変換素子と金属セグメントとの間の熱的、電気的結合を高めることができ、これによってこれら間の結合（接合）面における熱的抵抗および電気的コンタクト抵抗の低減化をはかることができる。そして、この金属ペーストは、固相 - 液相の 2 相共存の金属によることから、上述した金属セグメントと熱電変換素子との間の移動を阻害することがなく、熱膨張量の相違に基く剪断応力の発

生、これによる特性の低下、熱電変換素子の破壊等を回避できる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】本発明装置の例を図 1 ~ 図 6 を参照して説明するが、本発明は、これらの例に限定されるものではない。図 1 は、本発明装置の一例の拡大断面図を示し、図 2 は、その分解断面図を示す。この例においては、対の熱電変換素子 3 1 によって 型構成による熱電変換装置を構成した場合である。本発明装置の基本構成は、熱電変換材料よりなる熱電変換素子 3 1 が、相対向する対の金属セグメント、例えば図 1 において、金属セグメント 4 1 および 4 3 間に挟み込まれて、固定ねじ 3 4 によって結合された構成とされ、一方の金属セグメント側を高温側として外部から熱エネルギーが与えられる構成とされる。

【 0 0 2 2 】そして、図 1 および図 2 で示す 型の熱電変換装置 3 0 においては、対の熱電変換素子 3 1 ( 第 1 および第 2 の熱電変換素子 3 1 1 および 3 1 2 ) によって構成されるが、この場合、一方の熱電変換素子、例えば第 1 の熱電変換素子 3 1 1 が p 型の半導体熱電変換材料による熱電変換素子、他方の熱電変換素子 3 1 2 が n 型の半導体熱電変換材料による熱電変換素子によって構成される。これら熱電変換素子 3 1 は、それぞれ断面が、円形、正方形等をなす柱状に形成することができる。また、これら、熱電変換素子 3 1 を構成する熱電変換材料は、例えば低温域熱電変換材料としては、BiTe 系、BiSbTe 系等、中温域熱電変換材料としては、PbTe 系、GeTe 系等、高温域熱電変換材料としては、SiGe 系等を用いることができる。各熱電変換素子 3 1 の両端には、例えば Ni メッキによる金属電極 3 2 および 3 3 が被着形成される。

【 0 0 2 3 】そして、この 型熱電変換装置においては、第 3 の金属セグメント 4 3 を共通にして、これに対して第 1 および第 2 の金属セグメント 4 1 および 4 2 が対向するようになされ、これら互いに対向する金属セグメント 4 1 および 4 3 間と、金属セグメント 4 2 および 4 3 間とに、それぞれ第 1 および第 2 の熱電変換素子 3 1 1 および 3 1 2 が挟み込まれるようになされる。これら金属セグメント 4 1 ~ 4 3 は、Fe による金属板によって構成することができる。

【 0 0 2 4 】そして、これら互いに対向する第 1 および第 3 の金属セグメント 4 1 および 4 3 と、第 2 および第 3 の金属セグメント間 4 2 および 4 3 と、これら間にそれぞれ配置された第 1 および第 2 の熱電変換素子 3 1 1 および 3 1 2 を、それぞれドライバ溝を有する大径頭部を有する固定ねじ 3 4 ( 第 1 および第 2 の固定ねじ 3 4 1 および 3 4 2 ) によって固定する。これら固定ねじ 3 4 は、耐熱性にすぐれた絶縁性樹脂、セラミック等によって構成することもできるし、表面に耐熱性絶縁材を被覆させて構成することもできる。

【 0 0 2 5 】各熱電変換素子 3 1 には、それぞれその中心軸上に、固定ねじ 3 4 を緩く貫通することのできるいわゆるパカ孔構成による貫通孔 3 5 が形成される。この貫通孔 3 5 の形成は、素子 3 1 の成形の後に穿孔することもできるし、熱電変換素子 3 1 の成形時に同時に穿設することもできる。

【 0 0 2 6 】そして、第 1 および第 2 の金属セグメント 4 1 および 4 2 と、第 3 の金属セグメント 4 3 とのいずれか、図示の例では第 1 および第 2 の金属セグメント 4 1 および 4 2 に、それぞれ両熱電変換素子 3 1 ( 第 1 および第 2 の熱電変換素子 3 1 1 および 3 1 2 ) の各貫通孔 3 5 と同心軸上に、各固定ねじ 3 4 ( 第 1 および第 2 の固定ねじ 3 4 1 および 3 4 2 ) を貫通する貫通孔 3 5 が形成され、他方すなわち図示の例では第 3 の金属セグメント 4 3 に、各固定ねじ 3 4 ( 第 1 および第 2 の固定ねじ 3 4 1 および 3 4 2 ) の先端と螺合するねじ孔 3 7 が形成される。

【 0 0 2 7 】そして、第 1 および第 2 の固定ねじ 3 4 1 および 3 4 2 を、対応する上記貫通孔 3 6 および 3 5 にそれぞれ挿通し、各先端部を対応するねじ孔 3 7 に螺合させて、金属セグメント 4 1 と第 1 の熱電変換素子 3 1 1 と第 3 の金属セグメント 4 3 とを結合し、金属セグメント 4 2 と第 1 の熱電変換素子 3 1 2 と第 3 の金属セグメント 4 3 とを結合する。

【 0 0 2 8 】図示の例では、固定ねじ 3 4 の大径頭部が、外端に向かって漸次その径が大となるテーパを有する形状とし、貫通孔 3 6 においても、このテーパに対応する内形状を有する断面とすることによって、これらテーパ部における衝合と、その先端のねじ孔 3 7 との螺合によって、上述した各金属セグメントと熱電変換素子との結合を行うことができるようになされる。

【 0 0 2 9 】このようにして、本発明構成においては、ナットを使用することなく、熱電変換装置、図 1 および図 2 の例では、対の p 型および n 型半導体熱電変換素子 3 1 による 型の熱電変換装置 3 0 が構成される。そして、この 型熱電変換装置 3 0 の一方の面側、例えば第 1 および第 2 の金属セグメント 4 1 および 4 2、あるいは第 3 の金属セグメント 4 3 側に外部から熱エネルギーを与える。

【 0 0 3 0 】また、本発明装置においては、型の熱電変換装置 3 0 を複数個配列した構成とすることによって大出力の熱電変換装置、すなわち熱電変換モジュールを構成することができる。この場合の一例を、図 3 にその平面図を示し、図 4 に図 3 の A - A 線上の断面図を示し、また図 5 にその要部の断面図を示し、図 6 に要部の分解断面図を示す。これら図 3 ~ 図 6 において、図 1 および図 2 に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【 0 0 3 1 】この場合においては、図 1 および図 2 に示した 型の熱電変換装置 3 0 の、各第 1 および第 2 の金

属セグメント 4 1 および 4 2 を、それぞれ隣り合う型の熱電変換装置 3 0 の一方の熱電変換素子 3 1 における各第 1 および第 2 の金属セグメント 4 1 および 4 2 と共通に用いられる構成とすることによって、隣り合う各型の熱電変換装置 3 0 が相互に連結されて平面的に配列されるようにする。このようにして、金属セグメント 4 1、4 2 および 4 3 によって電気的には、多数の熱電変換素子 3 1 が、順次 n 型 - p 型 - n 型 - p 型・・・をもって直列に接続するようにし、熱的には並列に配置されるようにする。

【0032】そして、このように多数の熱電変換素子が配列された低温側のみに関して、この低温側の金属セグメントの外面に、絶縁シート 3 8 を介して、熱伝導性にすぐれた低温側熱伝達板となり、かつ複数の熱電変換素子、この例では型熱電変換装置 3 0 を、機械的に一体化するモジュール基板 3 9 に結合する。この場合においては、モジュール基板 3 9 に、各固定ねじ 3 4 を貫通する貫通孔 5 0 が形成される。そして、この場合においては、このモジュール基板 3 9 側に位置する金属セグメントに形成される貫通孔 3 6 は、テーパのない筒状貫通孔とし、モジュール基板 3 9 に、固定ねじ 3 4 の頭部のテーパ形状に対応する内形状の貫通孔 5 0 を形成し、このテーパ部における衝合と、その先端のねじ孔 3 7 との螺合によって、上述した各熱電変換装置 3 0 における各金属セグメント 4 1 ~ 4 3 と熱電変換素子 3 1 との結合とともに、これら熱電変換装置 3 0 を絶縁シート 3 8 を介してモジュール基板 3 9 によって並置配列して一体化された熱電変換装置 7 0 が構成される。

【0033】ここで、モジュール基板 3 9 は、熱伝導性にすぐれた Al, Cu 等の金属基板によって形成することが望ましい。このようにモジュール基板 3 9 を導電性を有する基板によって形成する場合は、金属セグメントとの間に絶縁シート 3 8 を介在させるか、モジュール基板 3 9 の表面に絶縁層を被着させる。

【0034】このようにして、多数の熱電変換素子 3 1 が直列に接続されて成る熱電変換装置 7 0 において、その両端の熱電変換素子から、それぞれ出力が取り出される端子板 5 0 および 5 1 が導出される。

【0035】また、この熱電変換装置 7 0 においては、そのモジュール基板 3 9 の配置側とは反対側、すなわち高温側に例えば水ガラス、セラミックス、いわゆる瀬戸引きによる絶縁性の耐熱性薄膜 6 2 を被覆する。この薄膜 6 2 は、その厚さが薄く選定されることによって熱の伝達が阻害されることがない構成とされる。

【0036】この熱電変換装置 7 0 においても、ナットを使用することなく、対の p 型および n 型半導体熱電変換素子による型の熱電変換装置 3 0 が構成されると共に、これらが平面的に配置されて構成される。

【0037】また、本発明による熱電変換装置 7 0 において、その低温側と高温側との間に発生する間隙部、す

なわち各熱電変換素子 3 1 間および周辺部には、図 4 に示すように、耐熱性断熱材 7 1 の水ガラス、あるいは耐熱性樹脂等を充填することができる。

【0038】また、本発明による各熱電変換装置において、その熱電変換素子 3 1 と、各金属セグメント 4 1 ~ 4 3 との結合面（接合面）間に、金属ペースト 7 2 を介在させることができる。

【0039】この金属ペーストは、室温から熱電変換装置の使用温度までの範囲において、液相金属と固相金属とが常に 2 層共存相を有する金属によって構成する。このような金属ペーストとしては、 $Ga_x In_{1-x}$  と、 $M_A$  および  $M_B$  の少なくとも一方とを含む組成（ $x$  は原子比）で、 $0.1 < x < 0.2$  に選定され、 $M_A$  は、Al, Bi, Cu のうちの少なくとも 1 種以上で、この  $M_A$  が金属ペーストの全量に対して 0 ~ 55 重量% 添加され、 $M_B$  は、Sn および Zn のうちの少なくとも 1 種以上で、金属ペーストの全量に対して 0 ~ 100 重量% 添加された構成とする。

【0040】上述したように、本発明装置によれば、固定ねじ 3 4 を、ナットによらず、金属セグメント 4 1 ~ 4 3 あるいはモジュール基板 3 9 に形成したねじ孔に固定ねじを螺合によって結合するようにしたことから、部品点数の減少をはかることができる。

【0041】また、ナットの配置を回避したことによってこのナットの存在による表面の凹凸が回避され、金属セグメントの外面自体で平坦化をはかることができることから、高温側の熱伝達板の配置を回避でき、より構造が簡潔化され、また、熱エネルギーを有効に熱電変換素子に伝達することができる。

【0042】また、熱電変換装置において、その高温側と低温側との間に発生する間隙部に耐熱性断熱材を充填した構成とするものにおいては、この間隙における対流を低下することができることから、対流の発生や、熱エネルギーが直接的に低温側に抜けることが回避することができることから熱電変換効率を高めることができる。

【0043】また、本発明装置においては、金属セグメントと熱電変換素子との結合を、固定ねじによって結合合体するようにするものであるが、この場合において、熱電変換素子に形成する固定ねじの貫通孔を、固定ねじの直径より幾分大きいいわゆるバカ孔として置くことにより、金属セグメントと熱電変換素子との熱膨張率の差や、温度の相違による熱膨張量の相違が生じた場合においても、両者の結合部にずれ、すなわち移動が生じるようにすることができるので、この結合部が固着された場合において生じる剪断応力の発生、これによる特性の低下、熱電変換素子の破壊等を回避できる。

【0044】さらに、熱電変換素子と金属セグメントとの間に、金属ペーストを介在させるときは、これら熱電変換素子と金属セグメントとの間の熱的、電気的結合を高めることができ、これによってこれら間の結合（接

合)面における熱的抵抗および電気的コンタクト抵抗の低減化をはかることができる。

【0045】そして、この金属ペーストは、固相 - 液相の2相共存の金属によることから、上述した金属セグメントと熱電変換素子との間の移動を阻害することがなく、熱膨張量の相違に基く剪断応力の発生、これによる特性の低下、熱電変換素子の破壊等を回避できる。

【0046】尚、本発明装置は、図示の例に限られるものではなく、使用態様、配置状態によって種々の変形変更を行うことができることは言うまでもない。

【0047】

【発明の効果】上述したように、本発明装置によれば、固定ねじを、金属セグメントもしくはモジュール基板に形成したねじ孔に固定ねじを螺合するようにしたことにより、また、低温側だけに、いわば熱伝達板となるモジュール基板を形成して、高温側には熱伝達板を設けない構成とすることができるようにしたので、部品点数の減少をはかることができ、組み立ての簡易化、したがって、量産性、コストの低減化をはかることができる。

【0048】そして、このように高温側の熱伝達板を排除できることから、高温側から与えられる熱エネルギーを効果的に熱電変換素子に伝達することができ、効率の高い熱電変換を行うことができる。

【0049】さらに、高温側と低温側との間に発生する間隙部に耐熱性断熱材を充填した構成とすることにより、この間隙における対流を低下することができることから、熱エネルギーが、直接的に、低温側に抜けることが回避することができ、より熱電変換効率を高めることができる。

【0050】また、本発明装置においては、金属セグメントと熱電変換素子との結合を、固定ねじによって結合合体するものであるが、この場合において、熱電変換素子に形成する固定ねじの貫通孔を、固定ねじの直径より幾分大きいいわゆるバカ孔として置くことにより、金属セグメントと熱電変換素子との熱膨張率の差や、温度の相違による熱膨張量の相違が生じた場合においても、両者の結合部にずれ、すなわち移動が生じるようにすることができるので、この結合部が固着された場合において生じる剪断応力の発生、これによる特性の低下、熱電変換素子の破壊等を回避できる。

【0051】さらに、熱電変換素子と金属セグメントとの間に、金属ペーストを介在させることにより、これら熱電変換素子と金属セグメントとの間の熱的、電気的結合を高めることができ、これによってこれら間の結合(接合)面における熱的抵抗および電気的コンタクト抵抗の低減化をはかることができ、より熱電変換効率を高めることができる。

【0052】そして、この金属ペーストは、固相 - 液相の2相共存の金属によることから、上述した金属セグメントと熱電変換素子との間の移動を阻害することがな

く、熱膨張量の相違に基く剪断応力の発生、これによる特性の低下、熱電変換素子の破壊等を回避できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による熱電変換素子を用いた本発明による熱電変換装置の一例の断面図である。

【図2】図1に示した熱電変換装置の分解断面図である。

【図3】本発明による熱電変換装置の一例の概略平面図である。

10 【図4】図3のA - A線上の断面図である。

【図5】本発明による熱電変換装置の一例の断面図である。

【図6】図5に示した熱電変換装置の分解断面図である。

【図7】従来の熱電変換装置の断面図である。

【図8】図7に示した熱電変換装置の分解断面図である。

【図9】従来の熱電変換装置の一部の平面図である。

20 【図10】図9に示した熱電変換装置のA - A線上の分解断面図である。

【図11】図9および図10で示した熱電変換装置の要部の断面図である。

【図12】図9および図10で示した熱電変換装置の要部の分解断面図である。

【符号の説明】

1, 3 1・・・熱電変換素子、3・・・低温側電極、4・・・高温側電極、5, 3 4・・・固定ねじ、6, 7・・・貫通孔、8・・・ナット、9, 3 0・・・型熱電変換装置、1 1, 4 1・・・第1の金属セグメント、30 1 2, 4 2・・・第2の金属セグメント、1 3, 4 3・・・第3の金属セグメント、1 4・・・絶縁シート、1 5, 3 9・・・モジュール基板、1 6・・・耐熱性絶縁シート、1 7・・・高温側熱伝達板、1 8, 1 9・・・透孔、2 0, 2 1, 5 0, 5 1・・・端子板、3 1 1・・・第1の熱電変換素子、3 1 2・・・第2の熱電変換素子、3 2, 3 3・・・金属電極、3 4 1・・・第1の固定ねじ、3 4 2・・・第2の固定ねじ、3 5, 3 6貫通孔、3 7・・・ねじ孔、3 8・・・絶縁シート、7 0・・・熱電変換装置、7 1・・・断熱材

40 【要約】

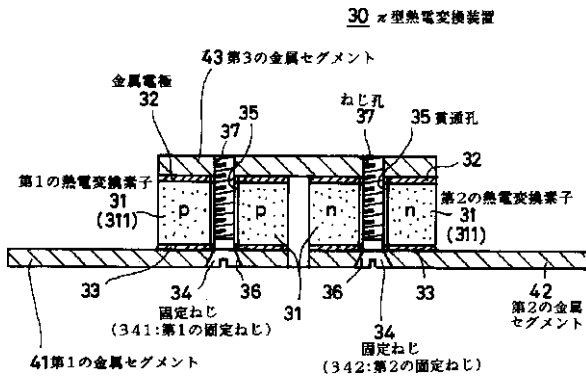
【課題】 構造の簡潔化、部品点数の減少をはかり、かつ熱電変換効率を高める。

【解決手段】 相対向する金属セグメント4 1 ~ 4 3間に、熱電変換材料よりなる熱電変換素子3 1が挟み込まれ、これら金属セグメントと熱電変換素子3 1とが、固定ねじ3 4によって結合された構成とされる。そして、相対向する一方の金属セグメントには、固定ねじの貫通孔が形成され、熱電変換素子には、その中央部に、固定ねじ3 4の貫通孔3 5が形成され、更に、他方の金属セグメントには、固定ねじ3 4の先端と螺合するねじ孔3

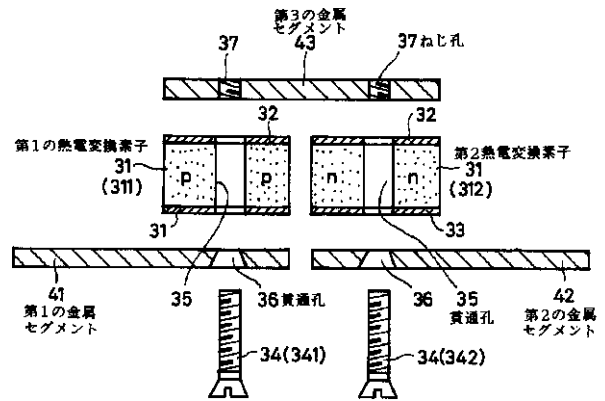
7が形成される。そして、その固定ねじ34を、一方の金属セグメントの貫通孔と、熱電変換素子の貫通孔に挿入し、その先端部をセグメントのねじ孔37に螺合させ

て、上記相対向する金属セグメントとの間において熱電変換素子31を配置結合する構成とする。

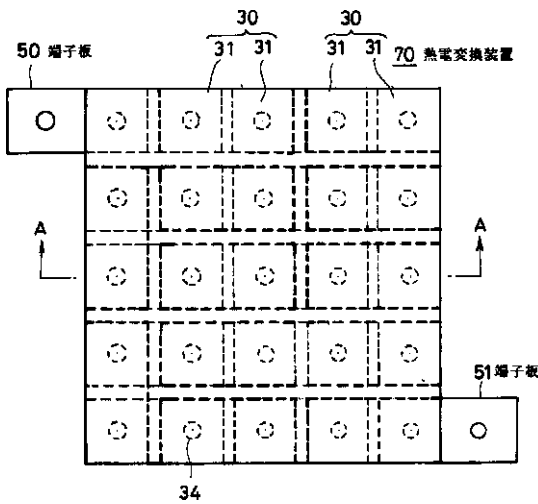
【図1】



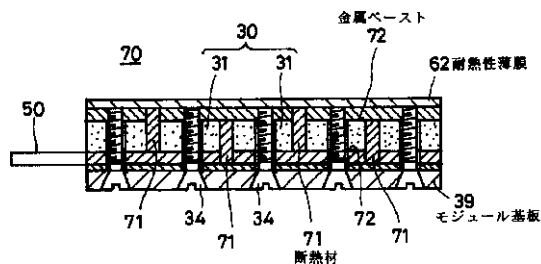
【図2】



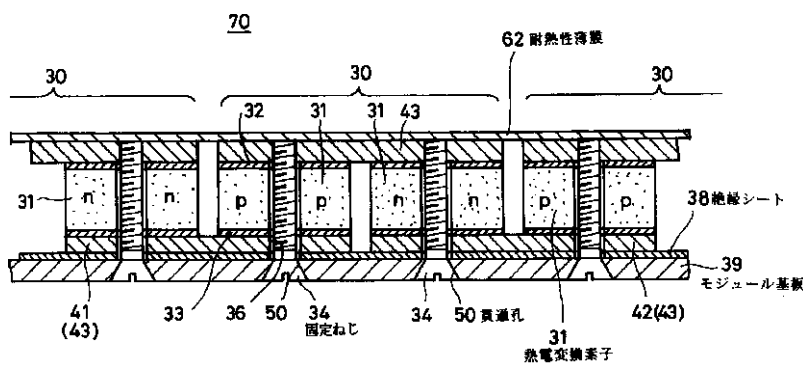
【図3】



【図4】

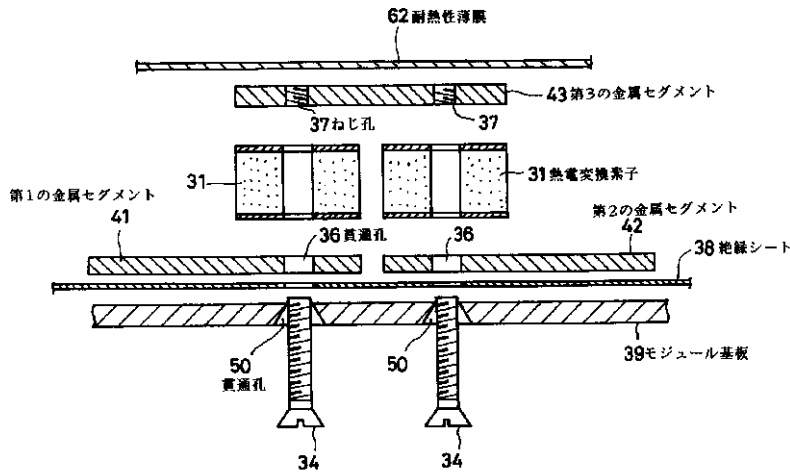


【図5】

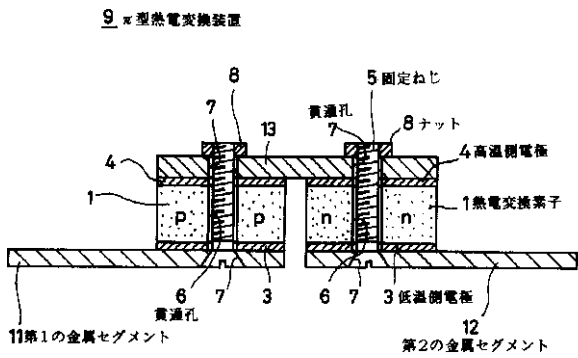




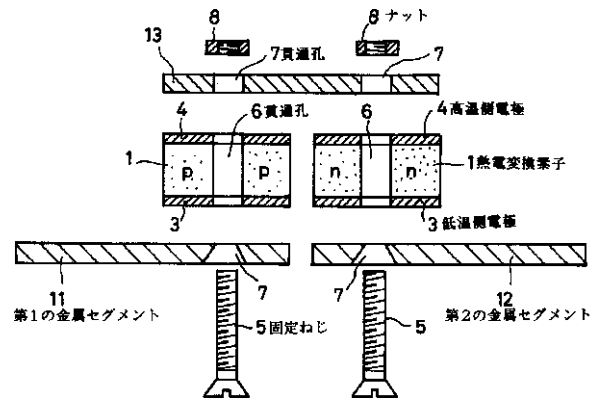
【 図 6 】



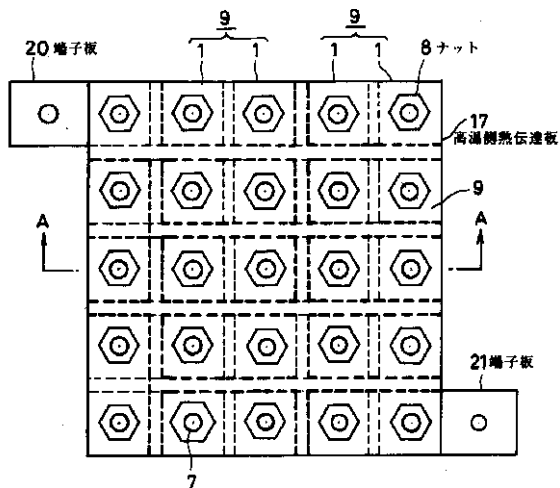
【 図 7 】



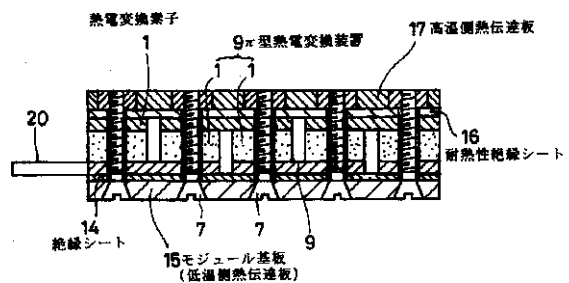
【 図 8 】



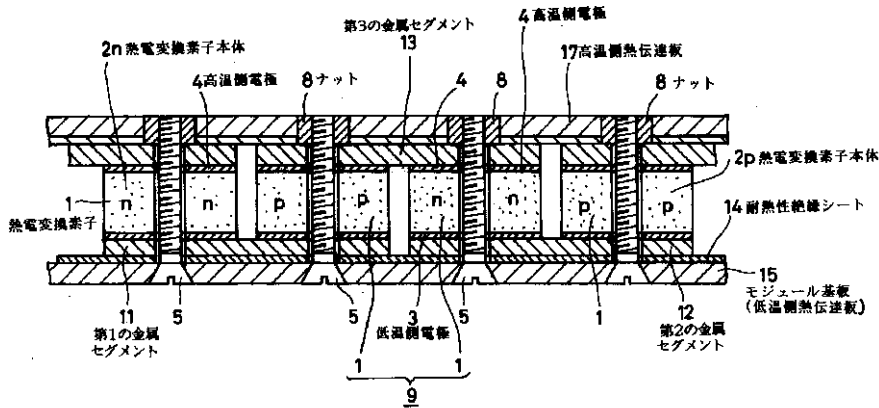
【 図 9 】



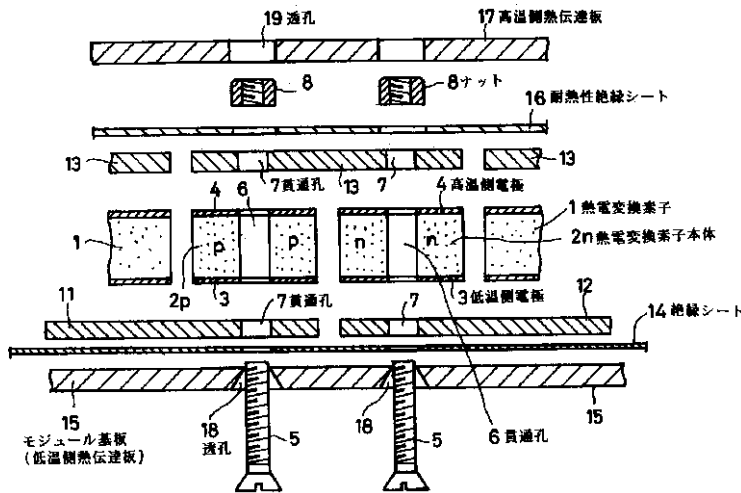
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 新野 正之  
宮城県角田市君萱字小金沢1 科学技術  
庁航空宇宙研究所 角田宇宙推進技術研  
究センター内

(72)発明者 木皿 且人  
宮城県角田市君萱字小金沢1 科学技術  
庁航空宇宙研究所 角田宇宙推進技術研  
究センター内

(72)発明者 熊谷 達夫  
宮城県角田市君萱字小金沢1 科学技術  
庁航空宇宙研究所 角田宇宙推進技術研  
究センター内

(56)参考文献 特開 平8 - 306965 ( J P , A )  
特開 平8 - 306968 ( J P , A )  
特開 平8 - 255935 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup> , D B 名)

H01L 35/32

H01L 35/06