

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年9月6日(06.09.2013)

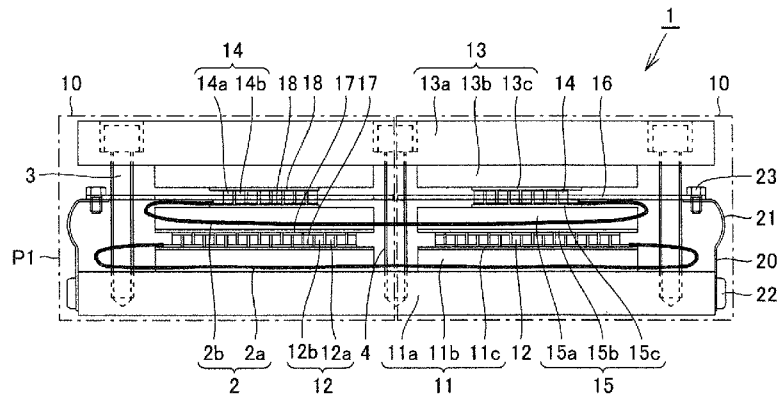


(10) 国際公開番号
WO 2013/129057 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 35/32 (2006.01) H02N 11/00 (2006.01)
H01L 35/16 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/052822
 - (22) 国際出願日: 2013年2月7日(07.02.2013)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2012-040385 2012年2月27日(27.02.2012) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社K E L K (KELK LTD.) [JP/JP]; 〒2548543 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 Kanagawa (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (71) 出願人 (米国についてのみ): 海部 宏昌 (KAIBE, Hiromasa) [JP/JP]; 〒2548543 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社K E L K内 Kanagawa (JP). 牧野 一也 (MAKINO, Kazuya) [JP/JP]; 〒2548543 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社K E L K内 Kanagawa (JP). 永野 康治 (NAGANO, Kouji) [JP/JP]; 〒2548543 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社K E L K内 Kanagawa (JP). 八馬 弘邦 (HACHIUMA, Hirokuni) [JP/JP]; 〒2548543 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社K E L K内 Kanagawa (JP).
 - (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: THERMOELECTRIC MODULE, THERMOELECTRIC POWER GENERATING APPARATUS, AND THERMOELECTRIC POWER GENERATOR

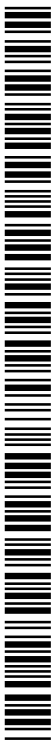
(54) 発明の名称: 熱電モジュール、熱電発電装置および熱電発電器



(57) Abstract: A thermoelectric module (10) is provided with: low temperature-side wiring (2a); high temperature-side wiring (2b); a low temperature-side member (11); a plurality of low temperature-side thermoelectric conversion element (12) composed of a BiTe-based material; a high temperature-side member (13); a plurality of high temperature-side thermoelectric conversion element (14) composed of a material different from the BiTe-based material; an insulating member (15); a radiation heat blocking plate (16); a low temperature-side electrode (17); and a high temperature-side electrode (18). The radiation heat blocking plate (16) is disposed further toward the high temperature-side member (13) side than the low temperature-side wiring (2a) and the high temperature-side wiring (2b). Consequently, the thermoelectric module which can suppress burnout of the wiring, and a thermoelectric power generating apparatus and a thermoelectric power generator, which are provided with the thermoelectric module, can be obtained.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/129057 A1



熱電モジュール(10)は、低温側配線(2a)と、高温側配線(2b)と、低温側部材(11)と、BiTe系材料からなる複数の低温側熱電変換素子(12)と、高温側部材(13)と、BiTe系材料とは異なる材料からなる複数の高温側熱電変換素子(14)と、絶縁部材(15)と、輻射熱遮断板(16)と、低温側電極(17)と、高温側電極(18)とを備えている。輻射熱遮断板(16)は、低温側配線(2a)および高温側配線(2b)よりも高温側部材(13)側に配置されている。これにより、配線の焼損を抑制することができる熱電モジュールならびにそれを備えた熱電発電装置および熱電発電器を得ることができる。

明 細 書

発明の名称：熱電モジュール、熱電発電装置および熱電発電器

技術分野

[0001] 本発明は、熱電モジュール、熱電発電装置および熱電発電器に関するものであり、特に、カスケード型の熱電モジュールならびにそれを備えた熱電発電装置および熱電発電器に関するものである。

背景技術

[0002] 周知のように、熱電変換素子は、ペルチェ効果によって電気エネルギーを熱エネルギーに変換したり、ゼーベック効果によって熱エネルギーを電気エネルギーに変換したりすることができる。そして、そのような熱電変換の効率と容量を増大させるために、整列された複数の熱電変換素子を含む熱電モジュールが作成されて利用されている。

[0003] 複数の熱電変換素子を含む熱電モジュールがたとえば特開2005-79347号公報（特許文献1）に開示されている。この公報に記載された熱電モジュールでは、高温側絶縁基板と低温側絶縁基板とに熱電変換素子が挟まれており、熱電変換素子と電氣的に接続されたリード線が低温側絶縁基板に取付けられている。また高温側絶縁基板と低温側絶縁基板との間に輻射防止板が設けられている。この熱電モジュールは、輻射防止板を設けることによって熱電モジュール内部の輻射および対流により熱電変換素子を通過しない熱量を低減させて熱電モジュールの熱伝達を向上させている。これにより熱電変換効率の向上が図られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-79347号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、熱電変換素子は、材質によって高い熱電変換効率を有する温度

領域が異なっている。そのため、異なる材料からなる熱電変換素子をそれぞれ高い熱電変換効率を有する温度領域で用いることによって熱電モジュール全体として熱電変換効率を向上させることができる。このため、異なる材料からなる熱電変換素子を互いに重ねて、高温域で高い熱電変換効率を有する材料からなる熱電変換素子を高温側に配置し、低温域で高い熱電変換効率を有する材料からなる熱電変換素子を低温側に配置したカスケード型の熱電モジュールが提案されている。

[0006] このカスケード型の熱電モジュールでは、高温側の熱電変換素子の配線が高温側にあるため高温側の熱によって配線が焼損するという問題がある。

[0007] 本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、配線の焼損を抑制することができる熱電モジュールならびにそれを備えた熱電発電装置および熱電発電器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の熱電モジュールは、低温側部材と、複数の低温側熱電変換素子と、低温側電極と、低温側配線と、高温側部材と、複数の高温側熱電変換素子と、高温側電極と、高温側配線と、絶縁部材と、輻射熱遮断板とを備えている。複数の低温側熱電変換素子は低温側部材側に配置されておりBiTe（ビスマステルル）系材料からなる。低温側電極は複数の低温側熱電変換素子を電氣的に直列および並列のいずれかに接続する。低温側配線は低温側電極に電氣的に接続されている。高温側部材は低温側部材と対向する。複数の高温側熱電変換素子は高温側部材側に配置されておりBiTe系材料とは異なる材料からなる。高温側電極は複数の高温側熱電変換素子を電氣的に直列および並列のいずれかに接続する。高温側配線は高温側電極に電氣的に接続されている。絶縁部材は低温側熱電変換素子と高温側熱電変換素子とに挟まれている。輻射熱遮断板は絶縁部材と高温側部材との間に配置されている。輻射熱遮断板は、低温側配線および高温側配線よりも高温側部材側に配置されている。

[0009] 本発明の熱電モジュールによれば、BiTe系材料からなる複数の低温側

熱電変換素子とBiTe系材料とは異なる材料からなる複数の高温側熱電変換素子とに絶縁部材が挟まれている。そして、輻射熱遮断板は、絶縁部材と高温側部材との間に配置されており、低温側配線および高温側配線よりも高温側部材側に配置されている。これにより、複数の低温側熱電変換素子および複数の高温側熱電変換素子を有するカスケード型の熱電モジュールにおいて、輻射熱遮断板によって高温側部材からの輻射熱を遮断することにより、高温側配線の焼損を抑制することができる。

[0010] 上記の熱電モジュールによれば、輻射熱遮断板を低温側部材に接続する熱回路部材をさらに備えている。これにより、熱回路部材を経由して輻射熱遮断板の熱を低温側部材に伝達することによって輻射熱遮断板の温度上昇を抑制することができる。このため、輻射熱遮断板からの輻射熱による高温側配線の焼損を抑制することができる。

[0011] 上記の熱電モジュールによれば、熱回路部材はバネ部材を含んでいる。これにより、バネ部材が弾性変形することによって、輻射熱遮断板の熱変形により熱回路部材に生じる熱応力を抑制することができる。このため、熱回路部材の故障を抑制することができる。

[0012] 上記の熱電モジュールによれば、低温側部材は熱回路部材に接続される低温側プレートを含んでいる。これにより、熱回路部材を経由して輻射熱遮断板の熱を低温側プレートに伝達することによって輻射熱遮断板の温度上昇を抑制することができる。

[0013] 上記の熱電モジュールによれば、低温側部材は、絶縁材料からなり、複数の低温側熱電変換素子と低温側プレートとの間に挟まれた低温側均熱板を含んでいる。これにより、低温側均熱板によって低温側プレートからの熱の分布を均一にすることができる。

[0014] 上記の熱電モジュールによれば、輻射熱遮断板は、絶縁基板と、絶縁基板の少なくとも高温側部材側の表面の一部を被覆する被覆部とを含んでいる。これにより、絶縁基板によって高温側熱電変換素子との絶縁を確保することができ、被覆部によって高温側部材からの輻射熱を反射することができる。

- [0015] 上記の熱電モジュールによれば、高温側熱電変換素子は、MgSi（マグネシウムシリコン）系材料、SiGe（シリコンゲルマニウム）系材料、CoSb（コバルトアンチモン）系材料およびPbTe（鉛テルル）系材料よりなる群から選ばれる1種以上の材料を含んでいる。これにより、それぞれが高い熱電変換効率を有する温度領域で用いられることによって熱電変換効率を向上することができる。
- [0016] 上記の熱電モジュールによれば、低温側熱電変換素子は低温側電極に半田材によって取り付けられており、高温側熱電変換素子は高温側電極にロウ材によって取り付けられている。これにより、低温側熱電変換素子を低温側電極に半田材によって固定することができ、高温側熱電変換素子を高温側電極にロウ材によって確実に固定することができる。
- [0017] 上記の熱電モジュールによれば、高温側配線は、絶縁部材を貫通し、絶縁部材よりも低温側部材側に配設されている。これにより、高温側配線を高温側部材から離れた位置に配置することができる。このため、高温側配線の焼損をさらに抑制することができる。
- [0018] 本発明の熱電発電装置は、上記の熱電モジュールを複数備えている。低温側配線は複数の熱電モジュールの各々の低温側電極同士を電氣的に接続しており、高温側配線は複数の熱電モジュールの各々の高温側電極同士を電氣的に接続している。これにより、熱電モジュールを複数備えることによって熱電発電装置の熱電発電量を大きくすることができる。また複数の熱電モジュールの各々の低温側電極同士および高温側電極同士を電氣的に接続することによって低温側と高温側とでそれぞれに適した電圧を用いることができる。
- [0019] 本発明の熱電発電器は、上記の熱電発電装置と、熱電発電装置の低温側部材に取り付けられ、かつ低温熱媒が内部を循環する低温熱媒部材と、熱電発電装置の高温側部材に取り付けられ、かつ高温熱媒が内部を循環する高温熱媒部材とをさらに備えている。これにより、低温熱媒部材と高温熱媒部材とによって供給される熱によって熱電発電装置で熱電発電することができる。
- [0020] 上記の熱電発電器によれば、熱電発電装置と、低温熱媒部材と、高温熱媒

部材とを取り囲む筐体をさらに備えている。筐体の内部空間は真空密閉されている。これにより、高温側熱電変換素子および低温側熱電変換素子が酸化されて熱電変換効率が低下することを抑制することができる。

発明の効果

[0021] 以上説明したように本発明によれば、熱電モジュールの配線の焼損を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の形態1における熱電発電装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図2]本発明の実施の形態1における熱電発電装置の構成を概略的に示す正面図である。

[図3]本発明の実施の形態1における熱電発電装置の構成を概略的に示す平面図である。

[図4]本発明の実施の形態1における熱電発電装置の構成を概略的に示す右側面図である。

[図5]本発明の実施の形態1における熱電発電装置の構成を概略的に示す左側面図である。

[図6]図2および図3のP1部の低温用モジュールの構成を概略的に示す平面図である。

[図7]図2および図3のP1部の低温用モジュールの構成を概略的に示す側面図である。

[図8]図7のP2部の拡大図である。

[図9]図2および図3のP1部の高温用モジュールの構成を概略的に示す平面図である。

[図10]図2および図3のP1部の高温用モジュールの構成を概略的に示す側面図である。

[図11]図10のP3部の拡大図である。

[図12]図2および図3のP1部の高温用モジュールの構成を概略的に示す分

解斜視図である。

[図13]図12の高温側熱電変換素子の周辺の構成を概略的に示す分解斜視図である。

[図14]図9のP4部の一例を概略的に示す拡大図である。

[図15]本発明の実施の形態1における熱電発電装置の輻射熱遮断板が変形した状態を概略的に示す正面図である。

[図16]本発明の実施の形態2における熱電発電装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図17]本発明の実施の形態2における熱電発電装置の構成を概略的に示す正面図である。

[図18]本発明の実施の形態2における熱電発電装置の構成を概略的に示す平面図である。

[図19]本発明の実施の形態2における熱電発電装置の構成を概略的に示す右側面図である。

[図20]本発明の実施の形態3における熱電発電装置の構成を概略的に示す部分正面図である。

[図21]本発明の実施の形態4における熱電発電装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図22]本発明の実施の形態5における低温用モジュールの構成を概略的に示す平面図である。

[図23]本発明の実施の形態5における高温用モジュールの構成を概略的に示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

(実施の形態1)

まず本発明の実施の形態1における熱電発電装置の構成について説明する。

[0024] 図1および図2を参照して、熱電発電装置1は、複数の熱電モジュール1

0を有している。複数の熱電モジュール10は熱エネルギーを電気エネルギーに変換するためのものである。複数の熱電モジュール10は配線2によって互いに電氣的に接続されている。配線2は、低温側配線2aと、高温側配線2bとを有している。複数の熱電モジュール10はネジ3および支柱4によって支持されている。

[0025] 複数の熱電モジュール10の各々は、低温側配線2aと、高温側配線2bと、低温側部材11と、複数の低温側熱電変換素子12と、高温側部材13と、複数の高温側熱電変換素子14と、絶縁部材15と、輻射熱遮断板16と、低温側電極17と、高温側電極18と、熱回路部材20と、ネジ22と、ボルト23とを有している。なお、図1では見やすくするため低温側熱電変換素子12などは簡略化して示されている。

[0026] 低温側部材11は、熱電モジュール10を支持する低温側プレート11aと、絶縁材料からなり低温側プレート11aからの熱を均一化する低温側均熱板11bと、低温側熱電変換素子12を支持する低温側基板11cとを有している。複数の低温側熱電変換素子12は低温側部材11側に配置されている。複数の低温側熱電変換素子12はBiTe系材料からなっている。複数の低温側熱電変換素子12は互いに隣り合うp型熱電半導体素子12aとn型熱電半導体素子12bとを有している。

[0027] 高温側部材13は低温側部材11と対向するように配置されている。高温側部材13は、熱電モジュール10を支持する高温側プレート13aと、絶縁材料からなり高温側プレート13aからの熱を均一化する高温側均熱板13bと、高温側熱電変換素子14を支持する高温側基板13cとを有している。複数の高温側熱電変換素子14は高温側部材13側に配置されたBiTe系材料とは異なる材料からなっている。高温側熱電変換素子14は、MgSi系材料、SiGe系材料、CoSb系材料およびPbTe系材料よりなる群から選ばれる1種以上の材料を含んでいることが好ましい。複数の高温側熱電変換素子14は互いに隣り合うp型熱電半導体素子14aとn型熱電半導体素子14bとを有している。

- [0028] 絶縁部材 15 は低温側熱電変換素子 12 と高温側熱電変換素子 14 とに挟まれている。絶縁部材 15 は、中央均熱板 15a と、低温側絶縁基板 15b と、高温側絶縁基板 15c とを有している。
- [0029] 輻射熱遮断板 16 は絶縁部材 15 と高温側部材 13 との間に配置されている。輻射熱遮断板 16 は、低温側配線 2a および高温側配線 2b よりも高温側部材 13 側に配置されている。輻射熱遮断板 16 は低温側配線 2a および高温側配線 2b と高温側部材 13 との間に配置されている。
- [0030] 低温側電極 17 は複数の低温側熱電変換素子 12 を電氣的に直列に接続している。低温側電極 17 に低温側配線 2a が電氣的に接続されている。高温側電極 18 は複数の高温側熱電変換素子 14 を電氣的に直列に接続している。高温側電極 18 に高温側配線 2b が電氣的に接続されている。
- [0031] 熱回路部材 20 は輻射熱遮断板 16 を低温側部材 11 に接続している。熱回路部材 20 はバネ部材 21 を有している。熱回路部材 20 はバネ部材 21 によってフレキシブルな構造を有している。熱回路部材 20 は低温側部材 11 にネジ 22 で取付けられており、輻射熱遮断板 16 にボルト 23 で取付けられている。
- [0032] 図 2 および図 3 を参照して、低温側配線 2a は複数の熱電モジュール 10 の各々の低温側電極 17 同士を電氣的に接続している。高温側配線 2b は複数の熱電モジュール 10 の各々の高温側電極 18 同士を電氣的に接続している。なお図 3 では説明の便宜のため、低温側熱電変換素子 12 および高温側熱電変換素子 14 は簡略化して図示されており、低温側配線 2a および高温側配線 2b は実線で示されている。
- [0033] 図 3 ~ 図 5 を参照して、複数の熱電モジュール 10 の各熱電モジュール 10 の低温側熱電変換素子 12 および高温側熱電変換素子 14 は互いに電氣的に直列接続されている。なお図 4 および図 5 では見やすくするため低温側熱電変換素子 12 および高温側熱電変換素子 14 などには実線で示されている。
- [0034] 複数の熱電モジュール 10 では各熱電モジュール 10 の低温側電極 17 のプラス側端子と各熱電モジュール 10 の高温側電極 18 のマイナス側端子と

が互いに電氣的に接続されている。これにより、各熱電モジュール10の低温側熱電変換素子12は互いに電氣的に直列接続されている。そして、一の熱電モジュール10の低温側電極17のプラス側端子に電氣的に接続された低温側配線2aと、他の熱電モジュール10の低温側電極17のマイナス側端子に電氣的に接続された低温側配線2aとが熱電発電装置1の外側に引き出されている。

[0035] 同様に各熱電モジュール10の高温側熱電変換素子14は互いに電氣的に直列接続されている。つまり、複数の熱電モジュール10では各熱電モジュール10の高温側電極18のプラス側端子と各熱電モジュール10の高温側電極18のマイナス側端子とが互いに電氣的に接続されている。そして、一の熱電モジュール10の高温側電極18のプラス側端子に電氣的に接続された低温側配線2aと、他の熱電モジュール10の高温側電極18のマイナス側端子に電氣的に接続された低温側配線2aとが熱電発電装置1の外側に引き出されている。

[0036] 続いて、熱電モジュール10の構成についてさらに詳しく説明する。

図6～図8を参照して、熱電モジュール10の低温用モジュールは、低温側基板11cと低温側絶縁基板15bとの間にBiTe系材料からなるp型熱電半導体素子12aとn型熱電半導体素子12bとを交互に電氣的に直列接続するように接合して構成されている。低温側基板11cと低温側絶縁基板15bとは、たとえばアルミナおよび窒化アルミニウムなどで形成されている。

[0037] 低温側基板11cの上面上には、熱伝導グリース30を介して低温側電極17が配置されている。それぞれ独立した低温側電極17の各々上に半田材31を介してp型熱電半導体素子12aとn型熱電半導体素子12bが一對ずつ搭載されている。低温側絶縁基板15bの下面上にも熱伝導グリース30を介して類似の低温側電極17が配置されている。

[0038] 低温側絶縁基板15bの低温側電極17は低温側基板11cの低温側電極17に比べて相対的に位置がずらされている。その結果、低温側絶縁基板1

5 bの複数の低温側電極 17と低温側基板 11 cの複数の低温側電極 17との間に半田材 31を介して接合された複数のp型熱電半導体素子 12 aとn型熱電半導体素子 12 bは、それぞれ交互に電氣的に直列接続されている。

[0039] また、低温側基板 11 c上には、熱電モジュール 10から電力を供給するために、1つのp型熱電半導体素子 12 aのみが搭載された低温側電極 17に1つの低温側配線 2 aが半田材によって取付けられている。

[0040] 低温側基板 11 cおよび低温側絶縁基板 15 bはそれぞれたとえば50 mmの長さD1と幅D2とを有している。p型熱電半導体素子 12 aおよびn型熱電半導体素子 12 bはそれぞれたとえば1.95 mmの長さD3と幅D4とを有している。熱電モジュール 10の低温用モジュールはたとえば4.2 mmの高さを有している。

[0041] 図9～図13を参照して、熱電モジュール 10の高温用モジュールは、高温側基板 13 cと高温側絶縁基板 15 cとの間にBiTe系材料とは異なる材料からなるp型熱電半導体素子 14 aとn型熱電半導体素子 14 bとを交互に電氣的に直列接続するように接合して構成されている。高温側基板 13 cと高温側絶縁基板 15 cとは、たとえばアルミナおよび窒化アルミニウムなどで形成されている。

[0042] 高温側基板 13 cの上面上には、熱伝導グリース 30を介して高温側電極 18が配置されている。それぞれ独立した高温側電極 18の各々上にロウ材 32を介してp型熱電半導体素子 14 aとn型熱電半導体素子 14 bが一对一ずつ搭載されている。高温側絶縁基板 15 cの下面上にも熱伝導グリース 30を介して類似の高温側電極 18が配置されている。

[0043] 高温側絶縁基板 15 cの高温側電極 18は高温側基板 13 cの高温側電極 18に比べて相対的に位置がずらされている。その結果、高温側絶縁基板 15 cの複数の高温側電極 18と高温側基板 13 cの複数の高温側電極 18との間にロウ材 32を介して接合された複数のp型熱電半導体素子 14 aとn型熱電半導体素子 14 bは、それぞれ交互に電氣的に直列接続されている。

[0044] また、高温側基板 13 c上には、熱電モジュール 10から電力を供給する

ために、1つのp型熱電半導体素子14aのみが搭載された高温側電極18に1つの高温側配線2bがロウ材によって取付けられている。

[0045] 高温側基板13cと高温側絶縁基板15cとの間に輻射熱遮断板16が配置されている。輻射熱遮断板16は複数の貫通孔16aを有している。輻射熱遮断板16は複数の貫通孔16aによって形成された格子状の枠を有している。複数の貫通孔16aの各々にp型熱電半導体素子14aとn型熱電半導体素子14bとがそれぞれ挿入されている。

[0046] 高温側基板13cおよび高温側絶縁基板15cはそれぞれたとえば25mmの長さD11と幅D12とを有している。p型熱電半導体素子12aおよびn型熱電半導体素子12bはそれぞれたとえば2.15mmの長さD13と幅D14とを有している。輻射熱遮断板16はたとえば69.5mmの長さD17と70.0mmの幅D18とを有している。輻射熱遮断板16の複数の貫通孔16aはそれぞれたとえば2.35mmの長さD15と幅D16とを有している。熱電モジュール10の高温用モジュールはたとえば4.2mmの高さを有している。

[0047] 図14を参照して、輻射熱遮断板16は、絶縁基板16bと、被覆部16cとを有していてもよい。被覆部16cは絶縁基板16bの少なくとも高温側部材13側の表面の一部を被覆している。被覆部16cは複数の貫通孔16aの間に形成されており、貫通孔16aには形成されていない。被覆部16cはたとえば熱反射率の高い塗装またはメッキによって形成されている。被覆部16cの材料としては、Ag(銀)、Au(金)、Cr(クロム)、Ni(ニッケル)、Pt(白金)、Sn(スズ)、酸化アルミニウムなどが好ましい。

[0048] 本実施の形態の熱電発電装置1では、熱電モジュール10の低温側部材11に低温の熱が加えられ、高温側部材13に高温の熱が加えられることによって、低温側熱電変換素子12および高温側熱電変換素子14のそれぞれにおいて起電力が発生して、低温側配線2aおよび高温側配線2bのそれぞれに電流が流れる。すなわち、熱電モジュール10の高温側と低温側との温度

差によって電力が取り出される。

[0049] 図15を参照して、この際、高温側は低温側より熱によって大きく延びる。つまり高温側は低温側より大きく熱変形する。高温側部材13は低温側部材11より大きく延びる。また、輻射熱遮断板16も低温側部材11より大きく延びる。そのため、輻射熱遮断板16は高温側部材13に向かって凸型に変形する。輻射熱遮断板16に取付けられた熱回路部材20はバネ部材21によって弾性変形する。本実施の形態では、輻射熱遮断板16の熱変形にあわせて熱回路部材20のバネ部材21が低温側部材11側に変形する。これにより、熱回路部材20に生じる熱応力が軽減される。

[0050] 次に本実施の形態の作用効果について説明する。

本実施の形態の熱電モジュール10によれば、BiTe系材料からなる複数の低温側熱電変換素子12とBiTe系材料とは異なる材料からなる複数の高温側熱電変換素子14とに絶縁部材15が挟まれている。そして、輻射熱遮断板16は、絶縁部材15と高温側部材13との間に配置されており、低温側配線2aおよび高温側配線2bよりも高温側部材13側に配置されている。これにより、複数の低温側熱電変換素子12および複数の高温側熱電変換素子14を有するカスケード型の熱電モジュール10において、輻射熱遮断板16によって高温側部材13からの輻射熱を遮断することにより、高温側配線2bの焼損を抑制することができる。

[0051] また、熱電モジュール10は輻射熱遮断板16を低温側部材11に接続する熱回路部材20を有しているため、熱回路部材20を経由して輻射熱遮断板16の熱を低温側部材11に伝達することによって輻射熱遮断板16の温度上昇を抑制することができる。このため、輻射熱遮断板16からの輻射熱による高温側配線2bの焼損を抑制することができる。

[0052] また熱回路部材20はバネ部材21を有しているため、バネ部材21が弾性変形することによって、輻射熱遮断板16の熱変形により熱回路部材20に生じる熱応力を抑制することができる。このため、熱回路部材20の故障を抑制することができる。

- [0053] また低温側部材 11 は熱回路部材 20 に接続される低温側プレート 11a を有しているため、熱回路部材 20 を経由して輻射熱遮断板 16 の熱を低温側プレート 11a に伝達することによって輻射熱遮断板 16 の温度上昇を抑制することができる。
- [0054] また低温側部材 11 は、複数の低温側熱電変換素子 12 と低温側プレート 11a との間に挟まれた低温側均熱板 11b を有しているため、低温側均熱板 11b によって低温側プレート 11a からの熱の分布を均一にすることができる。
- [0055] また輻射熱遮断板 16 は、絶縁基板 16b と、絶縁基板 16b の少なくとも高温側部材 13 側の表面の一部を被覆する被覆部 16c とを有しているため、絶縁基板 16b によって高温側熱電変換素子 14 との絶縁を確保することができ、被覆部 16c によって高温側部材 13 からの輻射熱を反射することができる。
- [0056] また高温側熱電変換素子 14 は、MgSi (マグネシウムシリコン) 系材料、SiGe (シリコンゲルマニウム) 系材料、CoSb (コバルトアンチモン) 系材料およびPbTe (鉛テルル) 系材料よりなる群から選ばれる 1 種以上の材料を含んでいる。これにより、それぞれが高い熱電変換効率を有する温度領域で用いられることによって熱電変換効率を向上することができる。
- [0057] 低温側熱電変換素子は低温側電極に半田材によって取り付けられており、高温側熱電変換素子は高温側電極にロウ材によって取り付けられている。これにより、低温側熱電変換素子 12 を低温側電極 17 に半田材 31 によって固定することができ、高温側熱電変換素子 14 を高温側電極 18 にロウ材 32 によって確実に固定することができる。
- [0058] 本実施の形態の熱電発電装置 1 は熱電モジュール 10 を複数備えている。低温側配線 2a は複数の熱電モジュール 10 の各々の低温側電極 17 同士を電氣的に接続しており、高温側配線 2b は複数の熱電モジュール 10 の各々の高温側電極 18 同士を電氣的に接続している。これにより、熱電モジュー

ル 10 を複数備えることによって熱電発電装置 1 の熱電発電量を大きくすることができる。また複数の熱電モジュール 10 の各々の低温側電極 17 同士および高温側電極 18 同士を電氣的に接続することによって低温側と高温側とでそれぞれに適した電圧を用いることができる。

[0059] (実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 では、実施の形態 1 と対比して熱回路部材 20 の構成が異なっている。図 16 ~ 図 19 を参照して、本実施の形態の熱電発電装置 1 では、熱回路部材 20 はボルト 24 と、コイルバネ 25 とを有している。また熱回路部材 20 はワッシャ 26 を有していてもよい。本実施の形態ではボルト 24 は輻射熱遮断板 16 の貫通孔ならびに輻射熱遮断板 16 の下面上に配置されたワッシャ 26 および低温側プレート 11a の上面上に配置されたワッシャ 26 に挿入されている。

[0060] またボルト 24 はその先端部が低温側プレート 11a にネジ込まれることによって低温側プレート 11a に固定されている。コイルバネ 25 は輻射熱遮断板 16 の下面上に配置されたワッシャ 26 と低温側プレート 11a の上面上に配置されたワッシャ 26 との間に配置されている。

[0061] なお、本実施の形態のこれ以外の構成は、上述した実施の形態 1 の構成と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

[0062] 本実施の形態の熱電モジュール 10 では、低温側部材 11 に低温の熱が加えられ、高温側部材 13 に高温の熱が加えられることによって、輻射熱遮断板 16 は高温側部材 13 に向かって凸型に変形する。この際、輻射熱遮断板 16 の熱変形にあわせてコイルバネ 25 はボルト 24 に沿って縮むように弾性変形する。これにより、熱回路部材 20 に生じる熱応力を抑制することができる。このため、熱回路部材 20 の故障を抑制することができる。

[0063] (実施の形態 3)

図 20 を参照して、本発明の実施の形態 3 の熱電発電器 100 は、熱電発電装置 1 と、低温熱媒部材 40 と、高温熱媒部材 50 とを有している。低温

熱媒部材 40 は熱電発電装置 1 の低温側部材 11 に取付けられている。本実施の形態では、低温熱媒部材 40 は低温側プレート 11a に取付けられている。低温熱媒部材 40 の内部を低温熱媒 41 が循環している。低温熱媒 41 としてはたとえば水蒸気が適用され得る。低温熱媒 41 の温度はたとえば 140℃以上 170℃以下である。

[0064] 高温熱媒部材 50 は熱電発電装置 1 の高温側部材 13 に取付けられている。本実施の形態では、高温熱媒部材 50 は高温側プレート 13a に取付けられている。高温熱媒部材 50 の内部を高温熱媒 51 が循環している。高温熱媒 51 としてはたとえば溶融塩が適用され得る。高温熱媒 51 の温度はたとえば 550℃以上である。また絶縁部材 15 の温度はたとえば約 280℃程度である。

[0065] 熱回路部材 20 は低温熱媒部材 40 に取付けられている。なお、熱回路部材 20 は低温側プレート 11a に取付けられていてもよい。

[0066] 高温側配線 2b は複数の熱電モジュール 10 の各々の絶縁部材 15 を貫通し、絶縁部材 15 よりも低温側部材 11 側を渡って複数の熱電モジュール 10 の各々の高温側電極 18 同士を電氣的に接続している。高温側配線 2b は絶縁部材 15 を貫通し、絶縁部材 15 よりも低温側部材 11 側に配設されている。

[0067] なお、本実施の形態のこれ以外の構成は、上述した実施の形態 1 の構成と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

[0068] 本実施の形態の熱電発電器 100 は、熱電発電装置 1 の低温側部材 11 に取り付けられ、かつ低温熱媒 41 が内部を循環する低温熱媒部材 40 と、熱電発電装置 1 の高温側部材 13 に取り付けられ、かつ高温熱媒 51 が内部を循環する高温熱媒部材 50 とをさらに備えている。これにより、低温熱媒部材 40 と高温熱媒部材 50 とによって供給される熱によって熱電発電装置 1 で熱電発電することができる。

[0069] また、高温側配線 2b は、絶縁部材 15 を貫通し、絶縁部材 15 よりも低

温側部材 1 1 側に配設されている。これにより、高温側配線 2 b を高温側部材 1 3 から離れた位置に配置することができる。このため、高温側配線 2 b の焼損をさらに抑制することができる。

[0070] (実施の形態 4)

図 2 1 を参照して、本発明の実施の形態 4 の熱電発電器 1 0 0 は、熱電発電装置 1 と、低温熱媒部材 4 0 と、高温熱媒部材 5 0 と、筐体 6 0 と、真空ポンプ 6 2 と、バルブ 6 3 とを有している。

[0071] 熱電発電装置 1 と、低温熱媒部材 4 0 と、高温熱媒部材 5 0 とは筐体 6 0 に取り囲まれている。筐体 6 0 の内部空間 6 1 に熱電発電装置 1 と、低温熱媒部材 4 0 と、高温熱媒部材 5 0 とが収容されている。筐体 6 0 の内部空間 6 1 は真空ポンプ 6 2 によってバルブ 6 3 を介して真空引きされている。これにより、筐体 6 0 の内部空間 6 1 は真空密閉されている。つまり、筐体 6 0 の内部空間 6 1 の圧力は大気圧より低くなっている。

[0072] 低温熱媒部材 4 0 に低温熱媒を 4 1 を供給する低温側配管 4 2 は筐体 6 0 の内部空間 6 1 から外部に引き出されている。図示しない低温熱媒 4 1 の供給装置によって低温熱媒 4 1 が低温熱媒部材 4 0 の内部を循環されている。同様に高温熱媒部材 5 0 に高温熱媒を 5 1 を供給する高温側配管 5 2 は筐体 6 0 の内部空間 6 1 から外部に引き出されている。図示しない高温熱媒 5 1 の供給装置によって高温熱媒 5 1 が高温熱媒部材 5 0 の内部を循環されている。また高温側配線 2 b も筐体 6 0 の内部空間 6 1 から外部に引き出されている。低温側配管 4 2、高温側配管 5 2 および配線 2 は筐体 6 0 の内部空間 6 1 から外部に引き出されているが、内部空間 6 1 は真空密閉された状態が保たれている。

[0073] なお、本実施の形態のこれ以外の構成は、上述した実施の形態 1 の構成と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

[0074] 本実施の形態の熱電発電器 1 0 0 によれば、熱電発電装置 1 と、低温熱媒部材 4 0 と、高温熱媒部材 5 0 とを取り囲む筐体 6 0 の内部空間 6 1 は真空

密閉されている。これにより、高温側熱電変換素子 1 4 および低温側熱電変換素子 1 2 が酸化されて熱電変換効率が低下することを抑制することができる。

[0075] (実施の形態 5)

本発明の実施の形態 5 では、実施の形態 1 と対比して複数の熱電半導体素子が電氣的に並列に接続されている点で異なっている。

[0076] 図 2 2 を参照して、本実施の形態の熱電モジュールの低温用モジュールでは、低温側基板 1 1 c と図示しない低温側絶縁基板との間において低温側電極 1 7 によって挟まれて p 型熱電半導体素子 1 2 a と低温側配線 2 a とが配置されている。なお、図 2 2 では、説明の便宜のため、低温側絶縁基板等は図示されておらず、低温側絶縁基板の側の低温側電極 1 7 は破線で図示されている。

[0077] 低温側電極 1 7 の一方端部上に 2 つの p 型熱電半導体素子 1 2 a と低温側配線 2 a とが配置されており、低温側電極 1 7 の他方端部上に 2 つの n 型熱電半導体素子 1 2 b と低温側配線 2 a とが配置されている。低温側電極 1 7 の一方端部および他方端部の間には低温側電極 1 7 の中央部が配置されている。この低温側電極 1 7 の中央部はそれぞれ独立して構成されており、低温側電極 1 7 の各々上に p 型熱電半導体素子 1 2 a と n 型熱電半導体素子 1 2 b とが一對ずつ搭載されている。

[0078] 低温側電極 1 7 の一方端部上に搭載された 2 つの p 型熱電半導体素子 1 2 a はそれぞれ、別の低温側電極 1 7 の中央部に配置された n 型熱電半導体素子 1 2 b と破線で示された低温側電極 1 7 によって接続されている。同様に低温側電極 1 7 の他方端部上に搭載された 2 つの n 型熱電半導体素子 1 2 b はそれぞれ、別の低温側電極 1 7 の中央部に配置された p 型熱電半導体素子 1 2 a と破線で示された低温側電極 1 7 によって接続されている。

[0079] これにより、低温側電極 1 7 の一方端部の外側に配置された p 型熱電半導体素子 1 2 a と、低温側電極 1 7 の他方端部の外側に配置された n 型熱電半導体素子 1 2 b と、低温側電極 1 7 の中央部に配置された p 型熱電半導体素

子 1 2 a および n 型熱電半導体素子 1 2 b とが低温側電極 1 7 によって電氣的に接続されている。このようにして外側回路が形成されている。また、低温側電極 1 7 の一方端部の内側に配置された p 型熱電半導体素子 1 2 a と、低温側電極 1 7 の他方端部の内側に配置された n 型熱電半導体素子 1 2 b と、低温側電極 1 7 の中央部に配置された p 型熱電半導体素子 1 2 a および n 型熱電半導体素子 1 2 b とが電氣的に接続されている。このようにして内側回路が形成されている。そして、低温側電極 1 7 の一方端部および他方端部において、外側回路と内側回路とが電氣的に並列に接続されている。つまり、低温側電極 1 7 は複数の p 型熱電半導体素子 1 2 a および n 型熱電半導体素子 1 2 b を電氣的に並列に接続している。

[0080] 図 2 3 を参照して、本実施の形態の熱電モジュールの高温用モジュールでは、高温側絶縁基板 1 3 c と図示しない高温側基板との間において高温側電極 1 8 によって挟まれて p 型熱電半導体素子 1 4 a と高温側配線 2 b とが配置されている。なお、図 2 3 では、説明の便宜のため、高温側基板等は図示されておらず、高温側基板の側の高温側電極 1 8 は破線で図示されている。

[0081] 高温側電極 1 8 の一方端部上に 2 つの p 型熱電半導体素子 1 4 a と高温側配線 2 b とが配置されており、高温側電極 1 8 の他方端部上に 2 つの n 型熱電半導体素子 1 4 b と高温側配線 2 b とが配置されている。高温側電極 1 8 の一方端部および他方端部の間には高温側電極 1 8 の中央部が配置されている。この高温側電極 1 8 の中央部はそれぞれ独立して構成されており、高温側電極 1 8 の各々上に p 型熱電半導体素子 1 4 a と n 型熱電半導体素子 1 4 b とが一對ずつ搭載されている。p 型熱電半導体素子 1 4 a および n 型熱電半導体素子 1 4 b はそれぞれ、輻射熱遮断板 1 6 は複数の貫通孔 1 6 a に挿入されている。

[0082] 高温側電極 1 8 の一方端部上に搭載された 2 つの p 型熱電半導体素子 1 4 a はそれぞれ、別の高温側電極 1 8 の中央部に配置された n 型熱電半導体素子 1 4 b と破線で示された高温側電極 1 8 によって接続されている。同様に高温側電極 1 8 の他方端部上に搭載された 2 つの n 型熱電半導体素子 1 4 b

はそれぞれ、別の高温側電極 18 の中央部に配置された p 型熱電半導体素子 14 a 破線で示された高温側電極 18 によって接続されている。

[0083] これにより、高温側電極 18 の一方端部の外側に配置された p 型熱電半導体素子 14 a と、高温側電極 18 の他方端部の外側に配置された n 型熱電半導体素子 14 b と、低温側電極 18 の中央部に配置された p 型熱電半導体素子 14 a および n 型熱電半導体素子 14 b とが高温側電極 18 によって電氣的に接続されている。このようにして外側回路が形成されている。また、高温側電極 18 の一方端部の内側に配置された p 型熱電半導体素子 14 a と、高温側電極 18 の他方端部の内側に配置された n 型熱電半導体素子 14 b と、高温側電極 18 の中央部に配置された p 型熱電半導体素子 14 a および n 型熱電半導体素子 14 b とが電氣的に接続されている。このようにして内側回路が形成されている。そして、高温側電極 18 の一方端部および他方端部において、外側回路と内側回路とが電氣的に並列に接続されている。つまり、高温側電極 18 は複数の p 型熱電半導体素子 14 a および n 型熱電半導体素子 14 b を電氣的に並列に接続している。

[0084] なお、本実施の形態のこれ以外の構成は、上述した実施の形態 1 の構成と同様であるため同一の要素については同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

[0085] ここで、外部回路と内部回路とを並列化する際の設計指針として、並列にされた外部回路および内部回路のそれぞれの p 型熱電半導体素子 14 a および n 型熱電半導体素子 14 b の対数は同じにされ、外部回路および内部回路の発電電圧は揃えられる。なお、上記では熱電モジュールにおける外部回路と内部回路との並列数は 2 つであるが、熱電モジュールの発電電圧は出力を調整するパワーモジュールに合わせるように規定されればよく、並列数は 2 つでなくてもよい。

[0086] なお、上記の各実施の形態において、熱電発電装置 1 の熱電モジュール 10 には均熱板は設けられていなくてもよい。

[0087] 上記の各実施の形態は適宜組み合わせられ得る。

今回開示された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と考えられるべきである。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が含まれることを意図される。

産業上の利用可能性

[0088] 本発明は、低温側および高温側熱電変換素子を有する熱電モジュールならびにそれを備えた熱電発電装置および熱電発電器に特に有利に適用され得る。

符号の説明

[0089] 1 熱電発電装置、2 配線、2 a 低温側配線、2 b 高温側配線、10 熱電モジュール、11 低温側部材、11 a 低温側プレート、11 b 低温側均熱板、11 c 低温側基板、12 低温側熱電変換素子、13 高温側部材、13 a 高温側プレート、13 b 高温側均熱板、13 c 高温側基板、14 高温側熱電変換素子、15 絶縁部材、15 a 中央均熱板、15 b 低温側絶縁基板、15 c 高温側絶縁基板、16 輻射熱遮断板、16 a 貫通孔、16 b 絶縁基板、16 c 被覆部、17 低温側電極、18 高温側電極、20 熱回路部材、21 バネ部材、24 ボルト、25 コイルバネ、31 半田材、32 ロウ材、40 低温熱媒部材、41 低温熱媒、50 高温熱媒部材、51 高温熱媒、60 筐体、61 内部空間、100 熱電発電器。

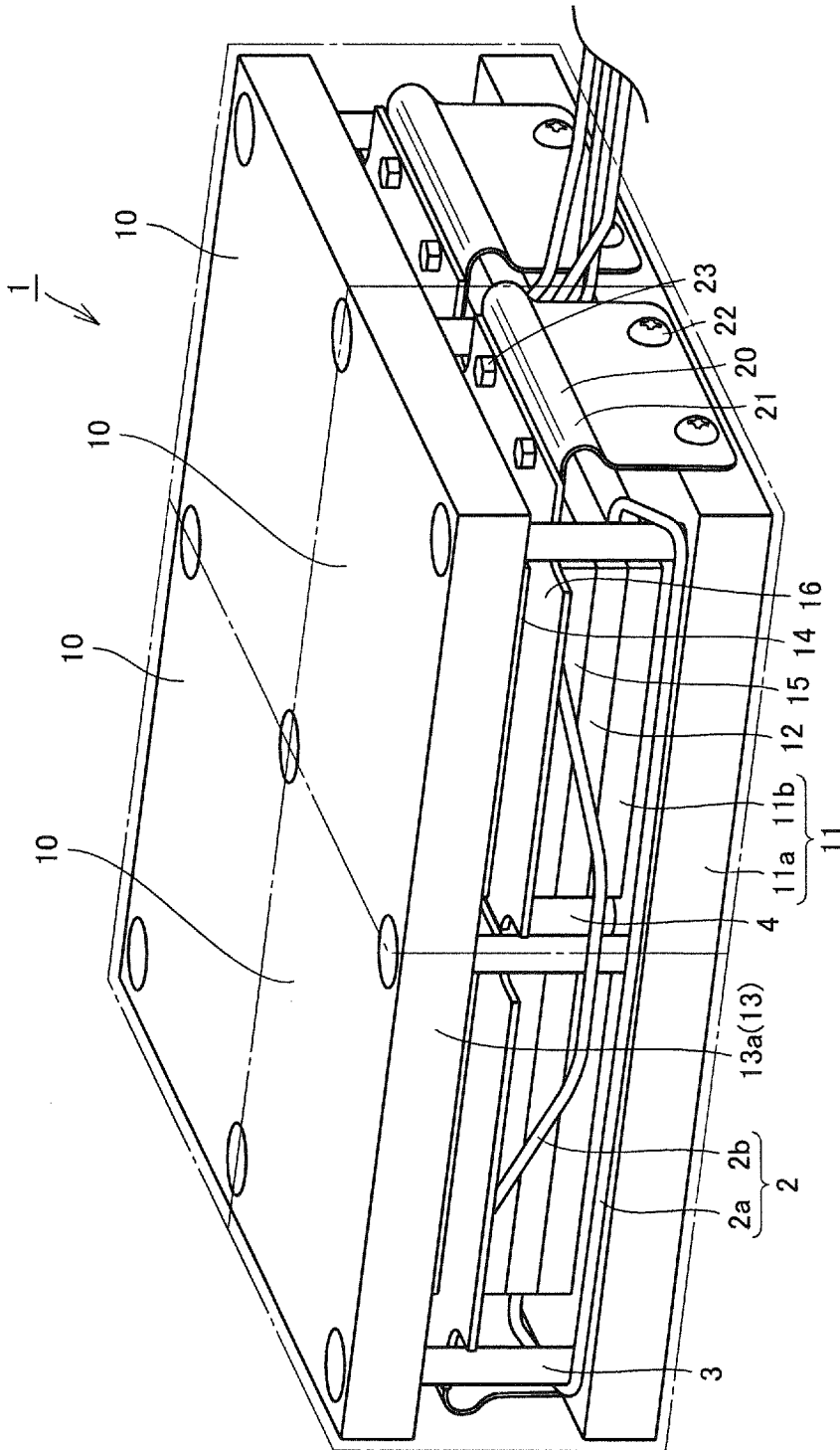
請求の範囲

- [請求項1] 低温側部材と、
前記低温側部材側に配置されたBiTe系材料からなる複数の低温側熱電変換素子と、
前記複数の低温側熱電変換素子を電氣的に直列および並列のいずれかに接続する低温側電極と、
前記低温側電極に電氣的に接続された低温側配線と、
前記低温側部材と対向する高温側部材と、
前記高温側部材側に配置された前記BiTe系材料とは異なる材料からなる複数の高温側熱電変換素子と、
前記複数の高温側熱電変換素子を電氣的に直列および並列のいずれかに接続する高温側電極と、
前記高温側電極に電氣的に接続された高温側配線と、
前記低温側熱電変換素子と前記高温側熱電変換素子とに挟まれた絶縁部材と、
前記絶縁部材と前記高温側部材との間に配置された輻射熱遮断板とを備え、
前記輻射熱遮断板は、前記低温側配線および前記高温側配線よりも前記高温側部材側に配置されている、熱電モジュール。
- [請求項2] 前記輻射熱遮断板を前記低温側部材に接続する熱回路部材をさらに備えた、請求項1に記載の熱電モジュール。
- [請求項3] 前記熱回路部材はバネ部材を含む、請求項2に記載の熱電モジュール。
- [請求項4] 前記低温側部材は前記熱回路部材に接続される低温側プレートを含む、請求項2または3に記載の熱電モジュール。
- [請求項5] 前記低温側部材は、絶縁材料からなり、前記複数の低温側熱電変換素子と前記低温側プレートとの間に挟まれた低温側均熱板を含む、請求項4に記載の熱電モジュール。

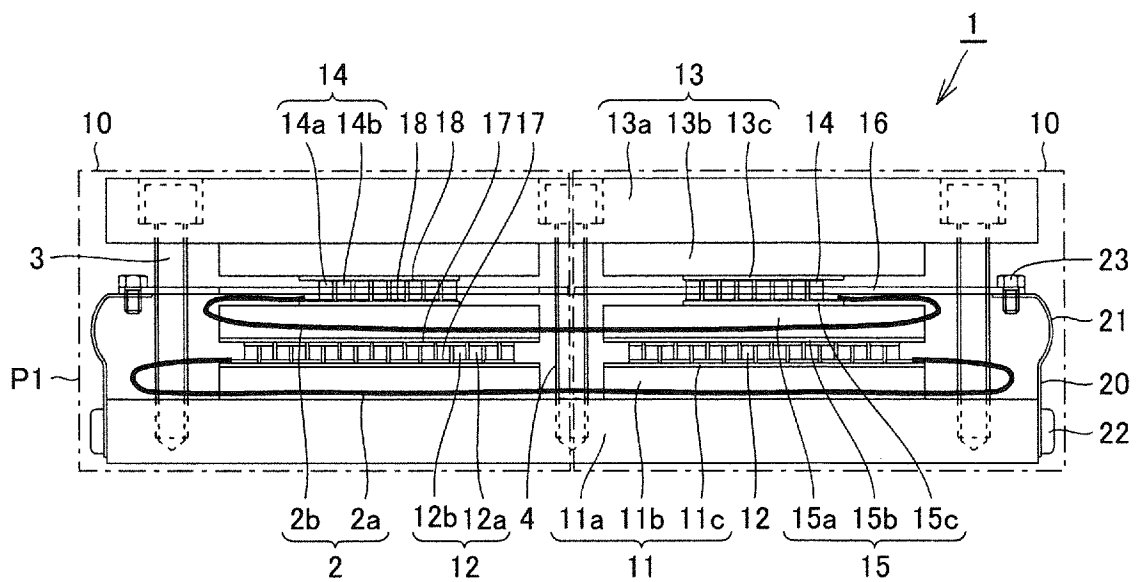
- [請求項6] 前記輻射熱遮断板は、
絶縁基板と、
前記絶縁基板の少なくとも前記高温側部材側の表面の一部を被覆する被覆部とを含む、請求項1～5のいずれかに記載の熱電モジュール。
- [請求項7] 前記高温側熱電変換素子は、MgSi系材料、SiGe系材料、CoSb系材料およびPbTe系材料よりなる群から選ばれる1種以上の材料を含む、請求項1～6のいずれかに記載の熱電モジュール。
- [請求項8] 前記低温側熱電変換素子は前記低温側電極に半田材によって取り付けられており、
前記高温側熱電変換素子は前記高温側電極にロウ材によって取り付けられている、請求項1～7のいずれかに記載の熱電モジュール。
- [請求項9] 前記高温側配線は、前記絶縁部材を貫通し、前記絶縁部材よりも前記低温側部材側に配設されている、請求項1～8のいずれかに記載の熱電モジュール。
- [請求項10] 請求項1～9のいずれかに記載の熱電モジュールを複数備え、
前記低温側配線は前記複数の熱電モジュールの各々の前記低温側電極同士を電氣的に接続しており、
前記高温側配線は前記複数の熱電モジュールの各々の前記高温側電極同士を電氣的に接続している、熱電発電装置。
- [請求項11] 請求項10に記載の熱電発電装置と、
前記熱電発電装置の前記低温側部材に取り付けられ、かつ低温熱媒が内部を循環する低温熱媒部材と、
前記熱電発電装置の前記高温側部材に取り付けられ、かつ高温熱媒が内部を循環する高温熱媒部材とをさらに備えた、熱電発電器。
- [請求項12] 前記熱電発電装置と、前記低温熱媒部材と、前記高温熱媒部材とを取り囲む筐体をさらに備え、
前記筐体の内部空間は真空密閉されている、請求項11に記載の熱

電発電器。

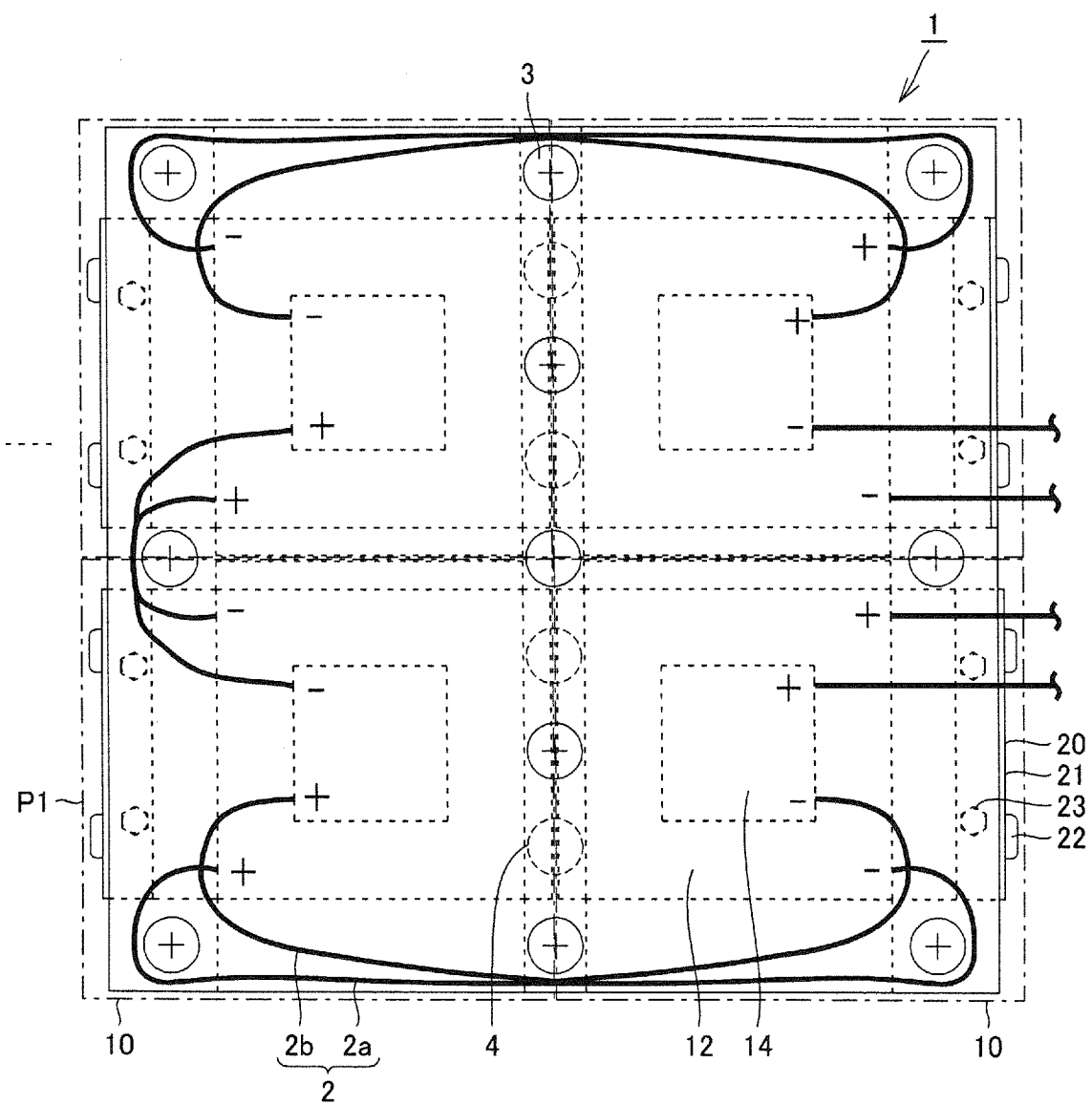
[図1]



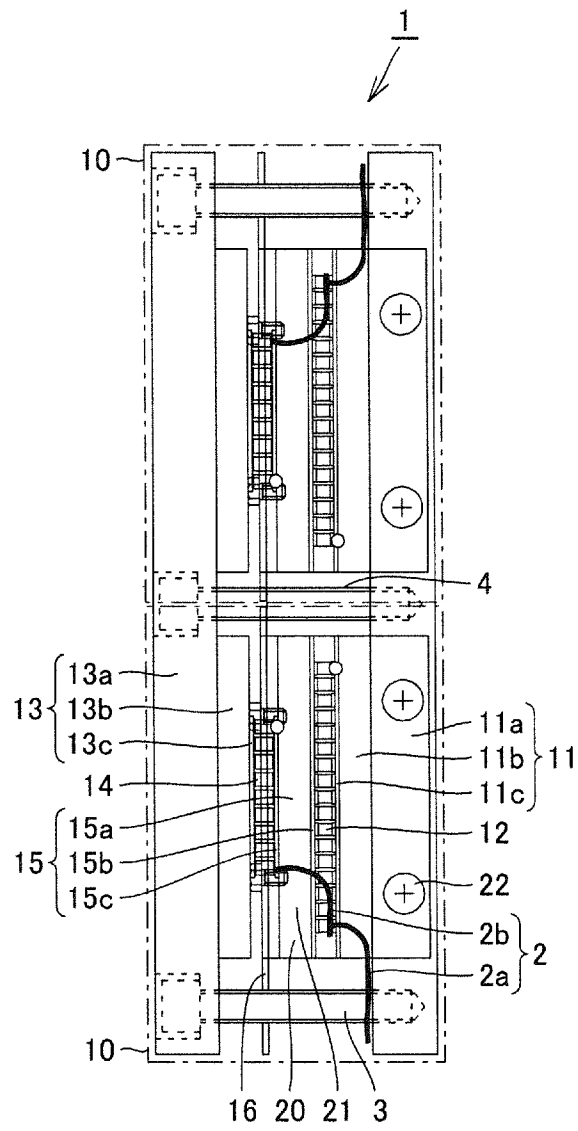
[図2]



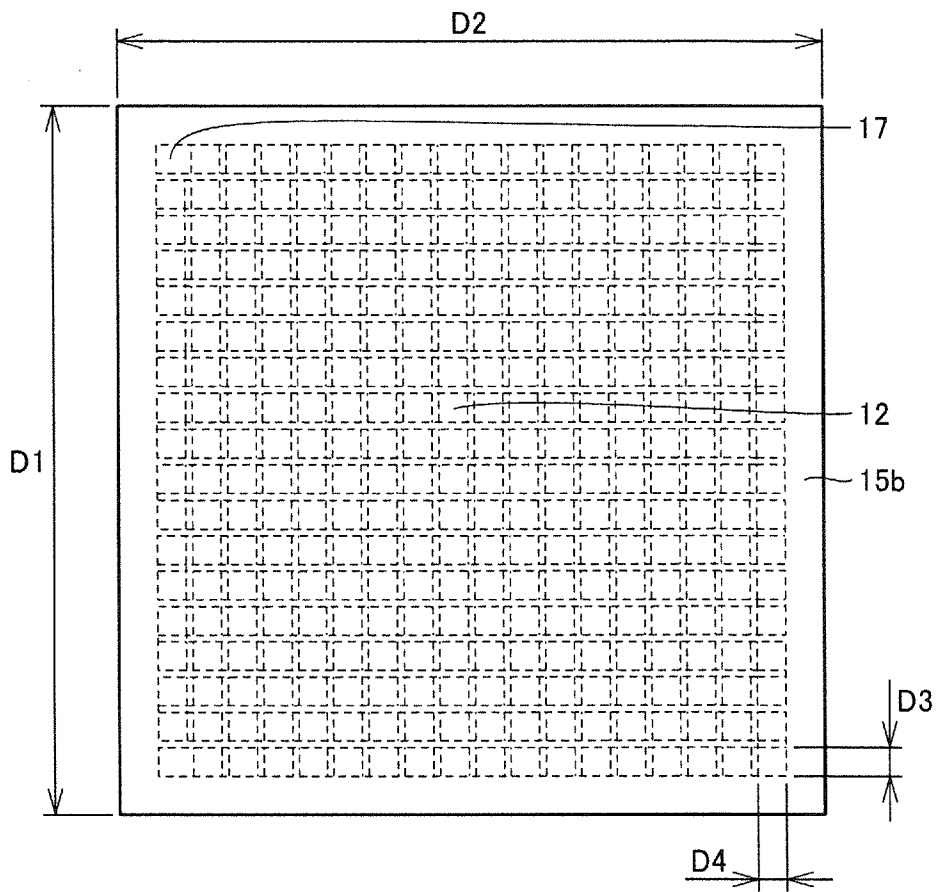
[図3]



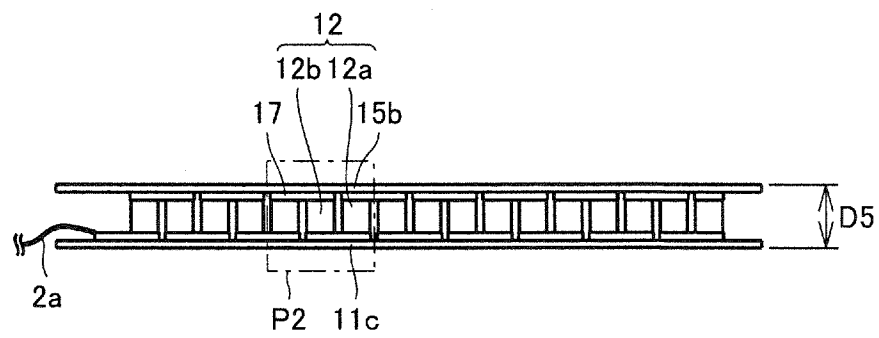
[図4]



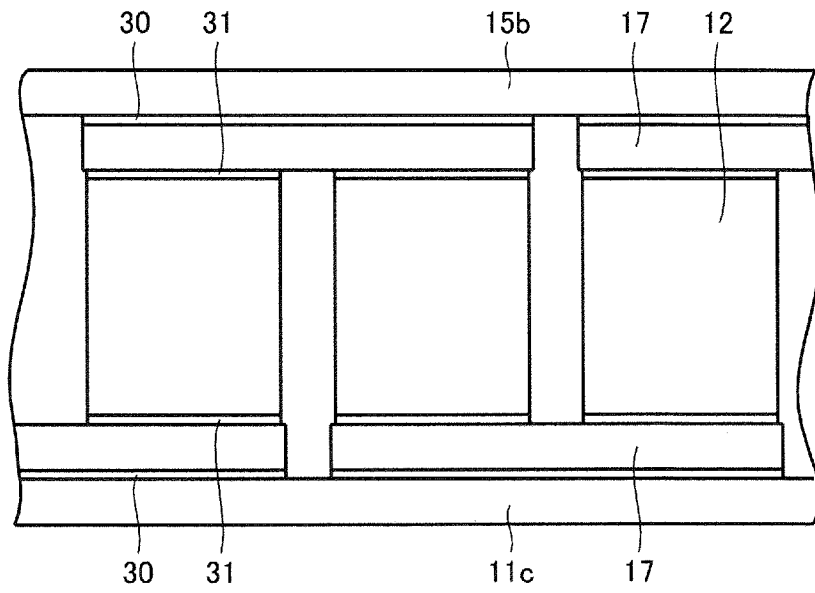
[図6]



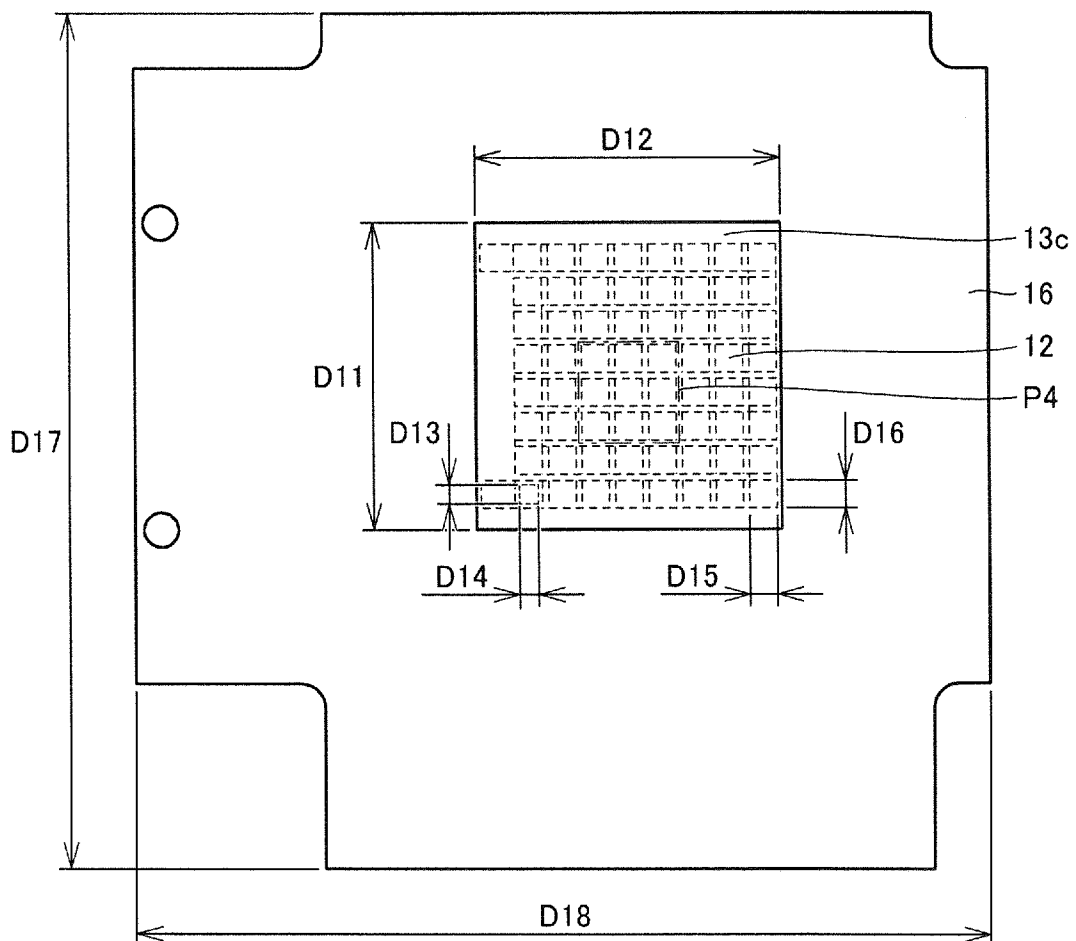
[図7]



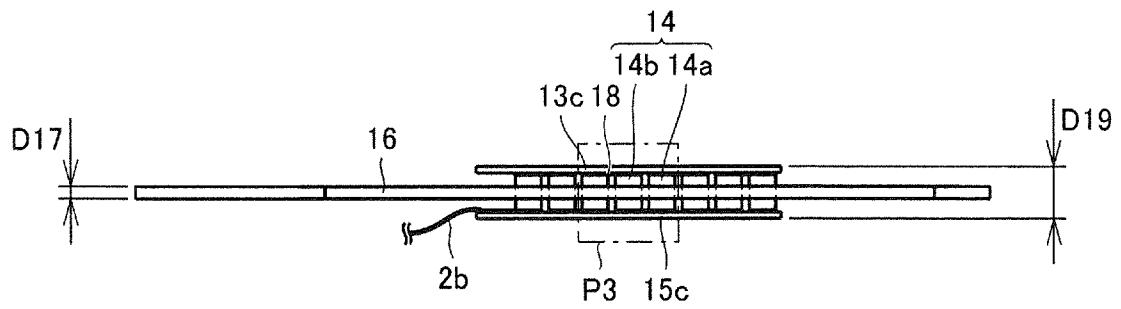
[図8]



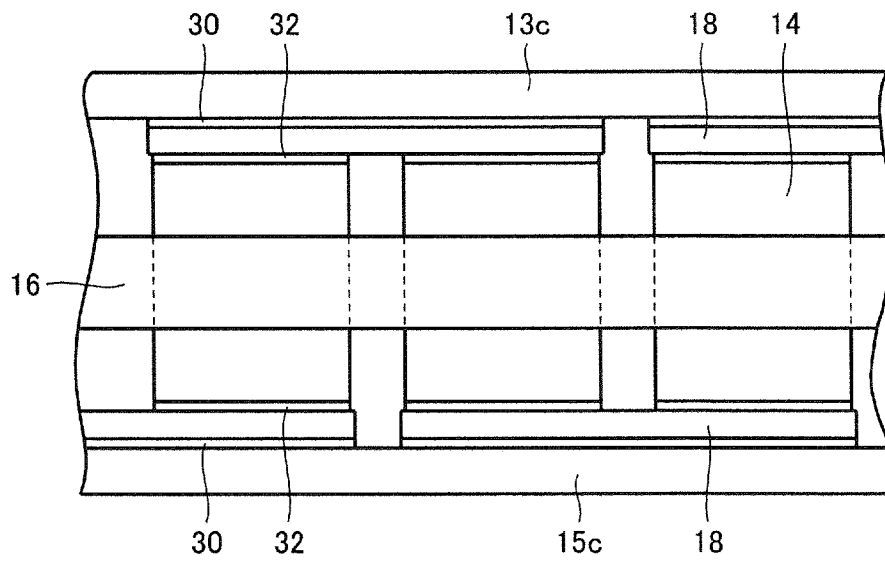
[図9]



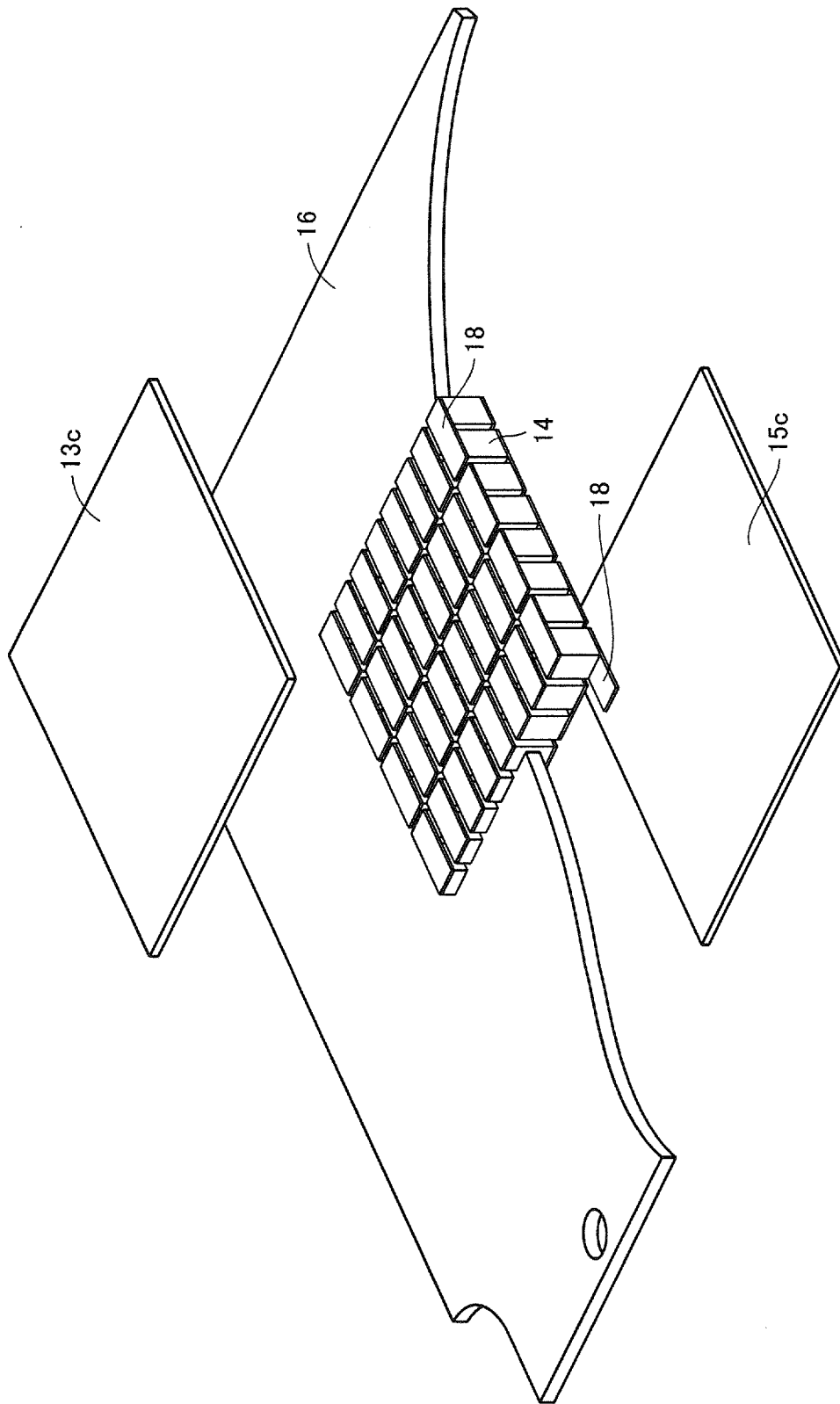
[図10]



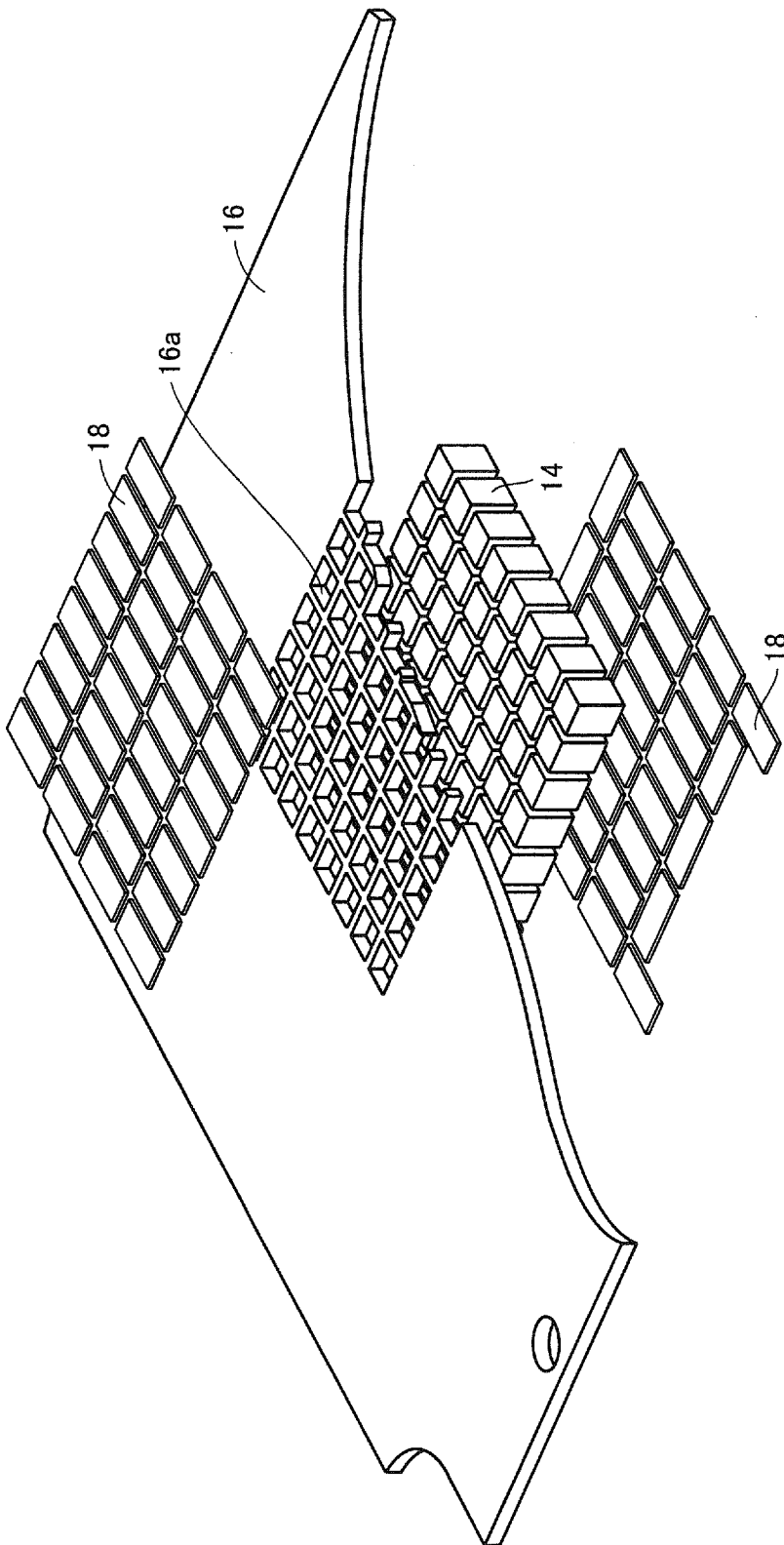
[図11]



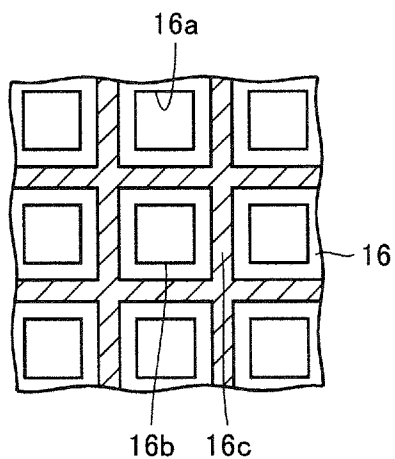
[図12]



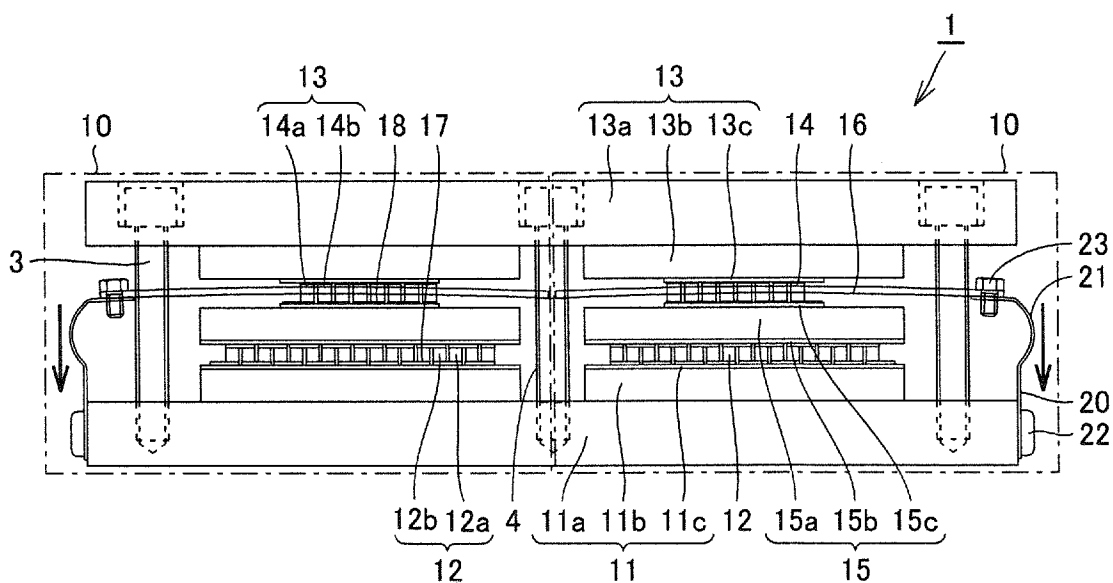
[図13]



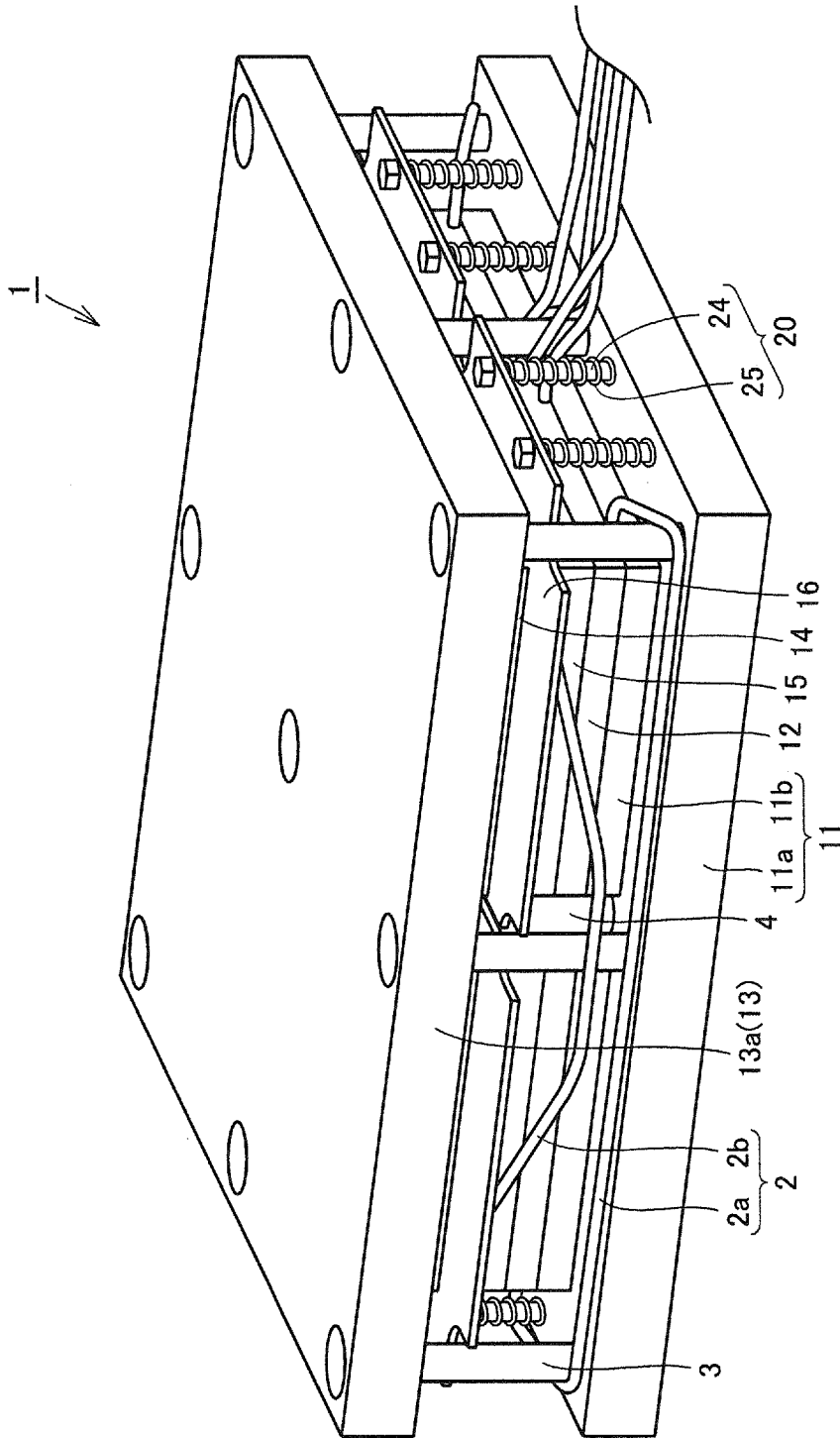
[図14]



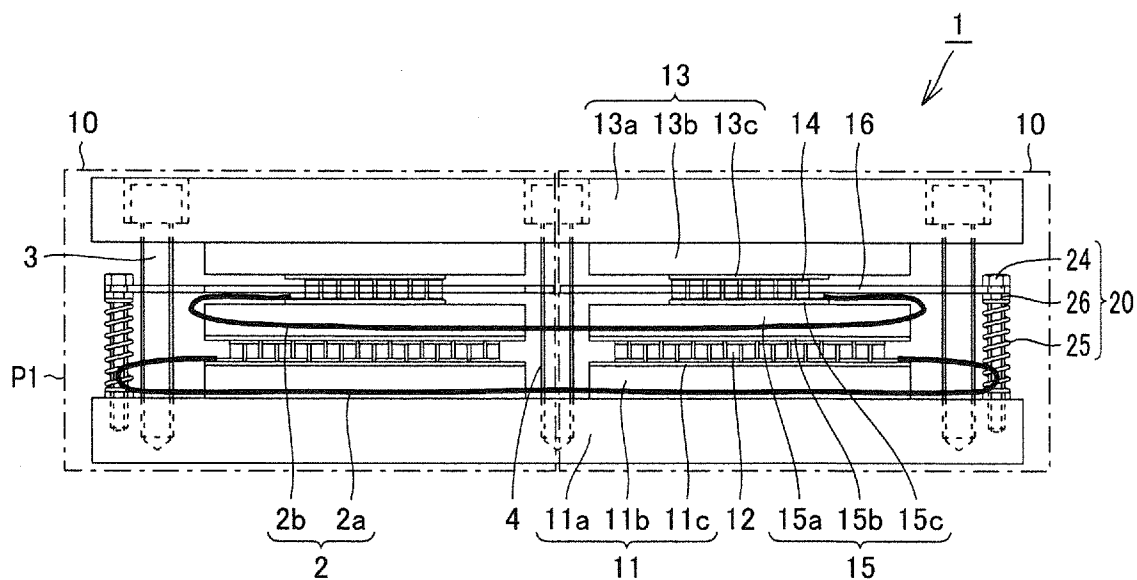
[図15]



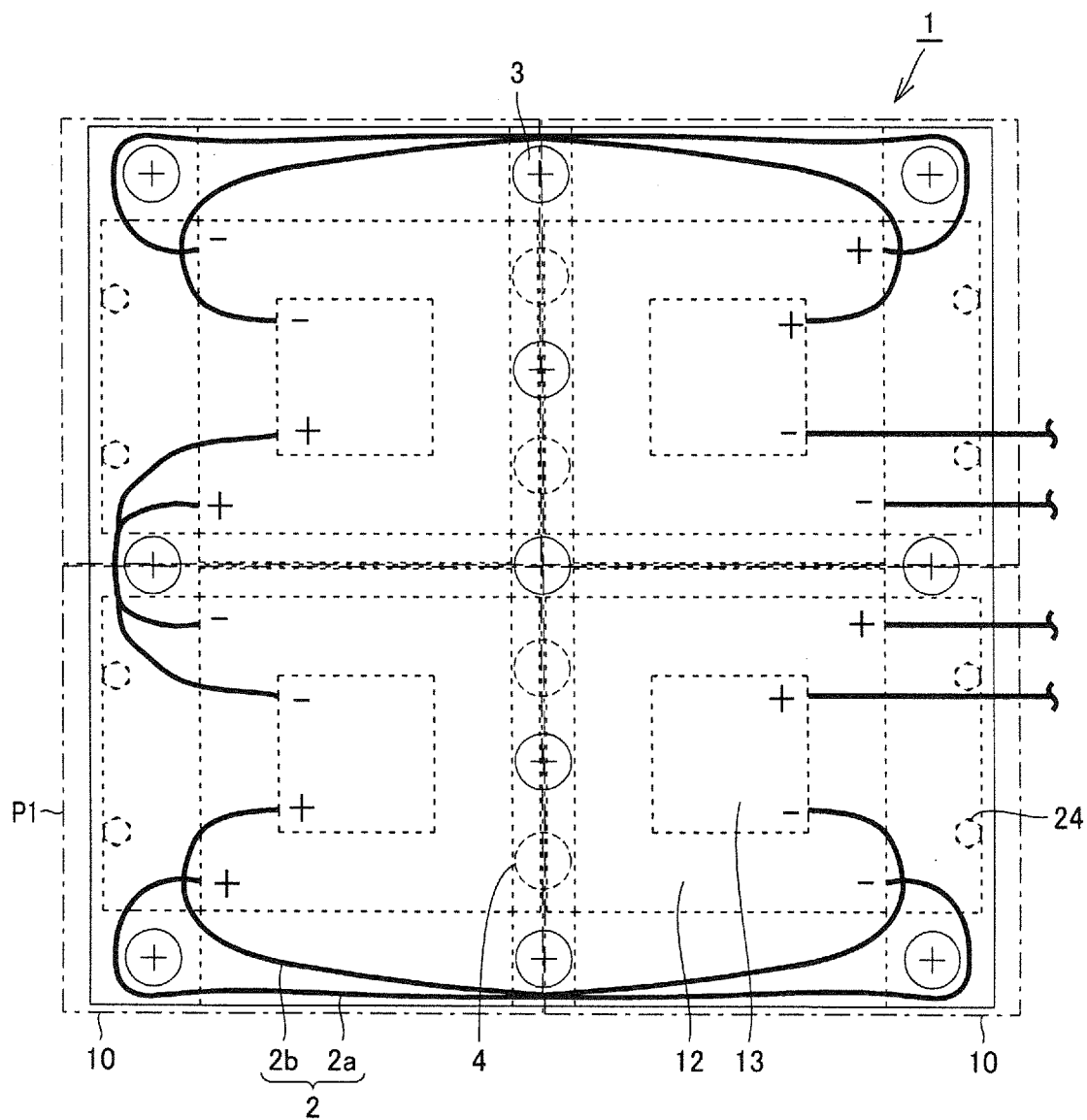
[図16]



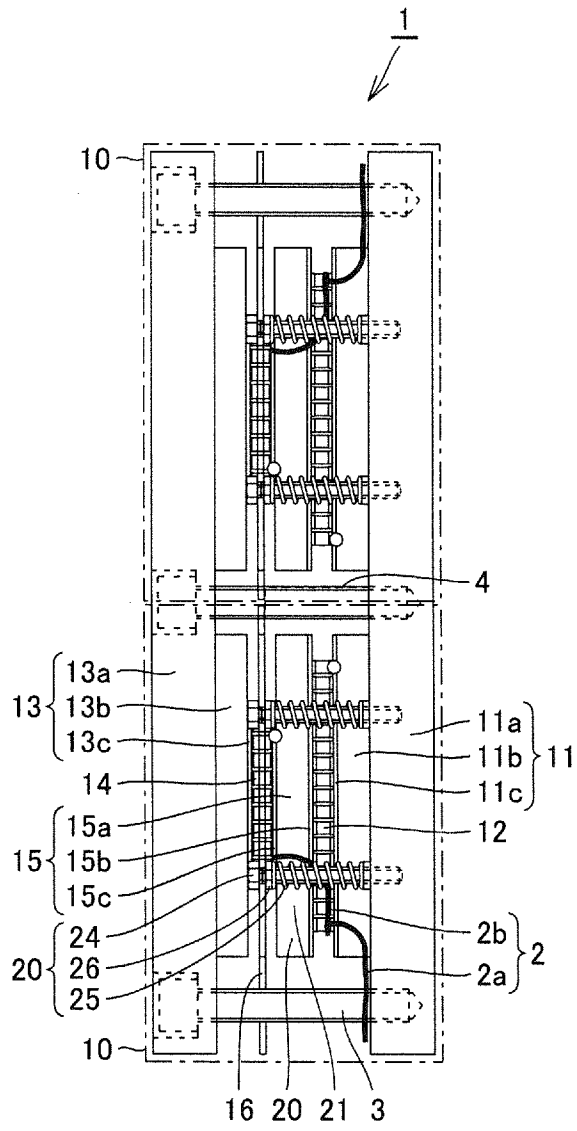
[図17]



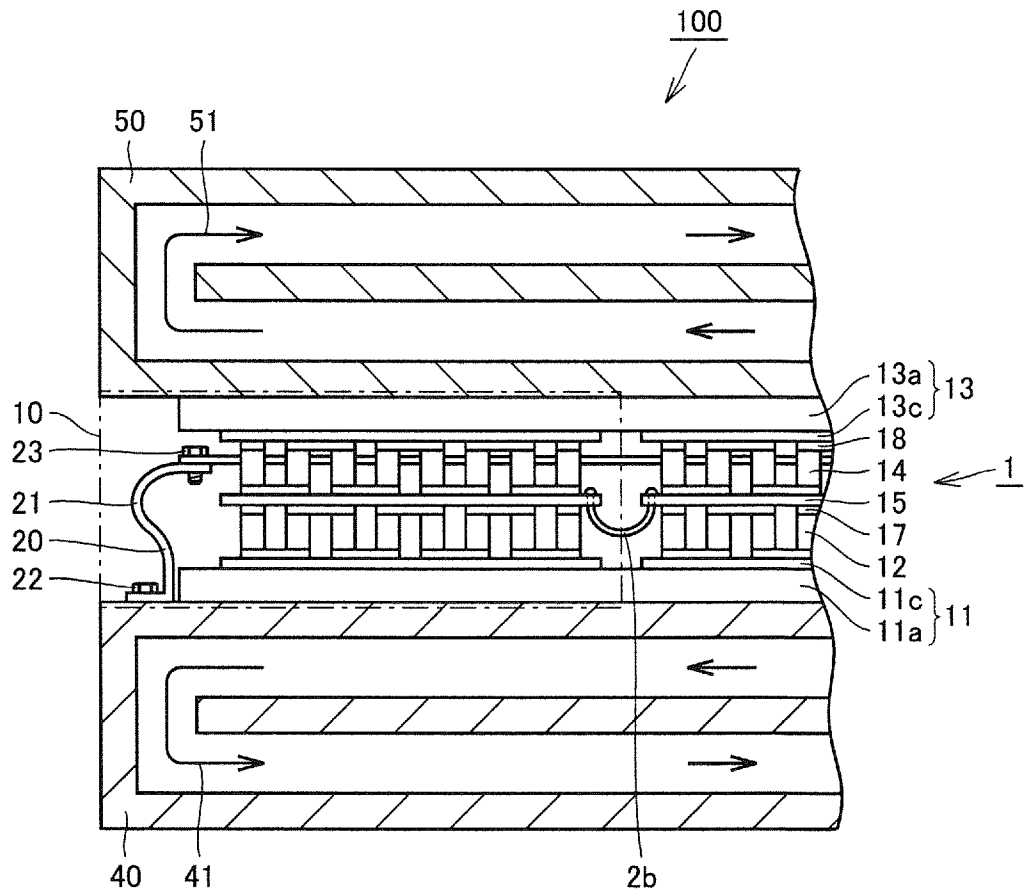
[図18]



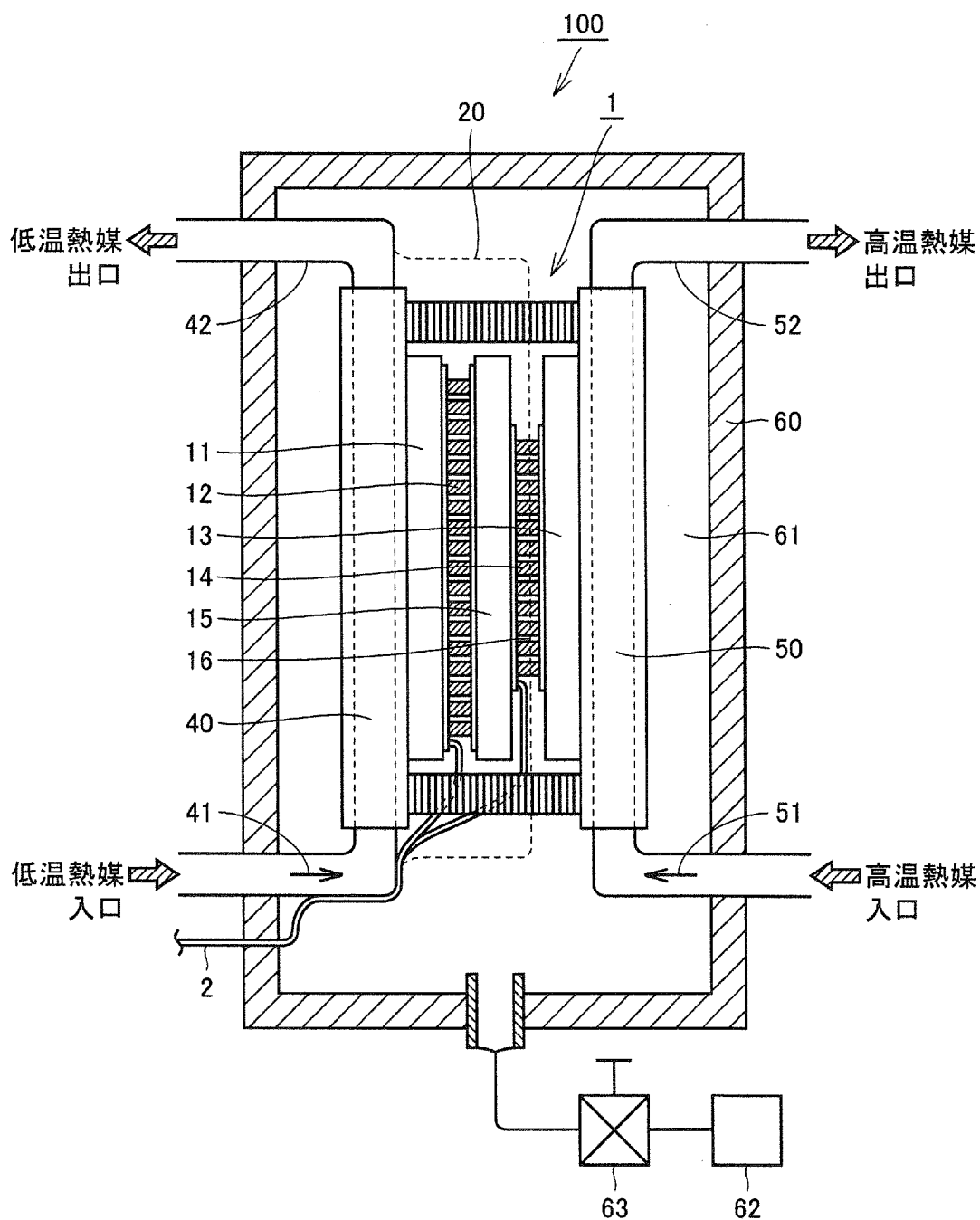
[図19]



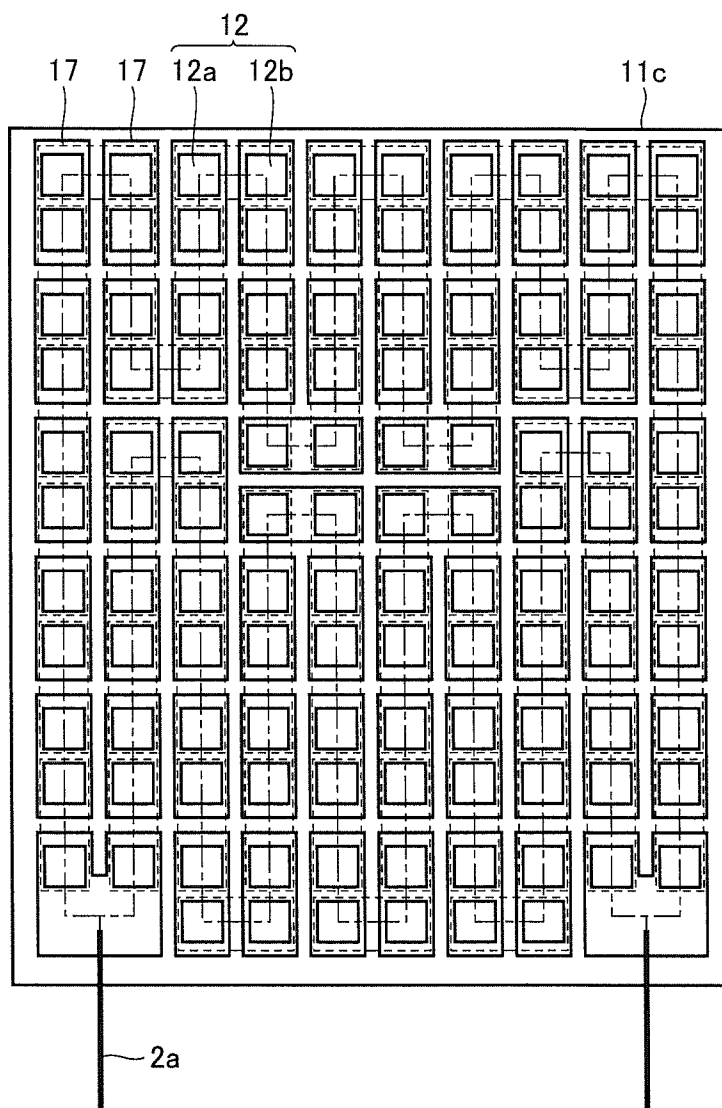
[図20]



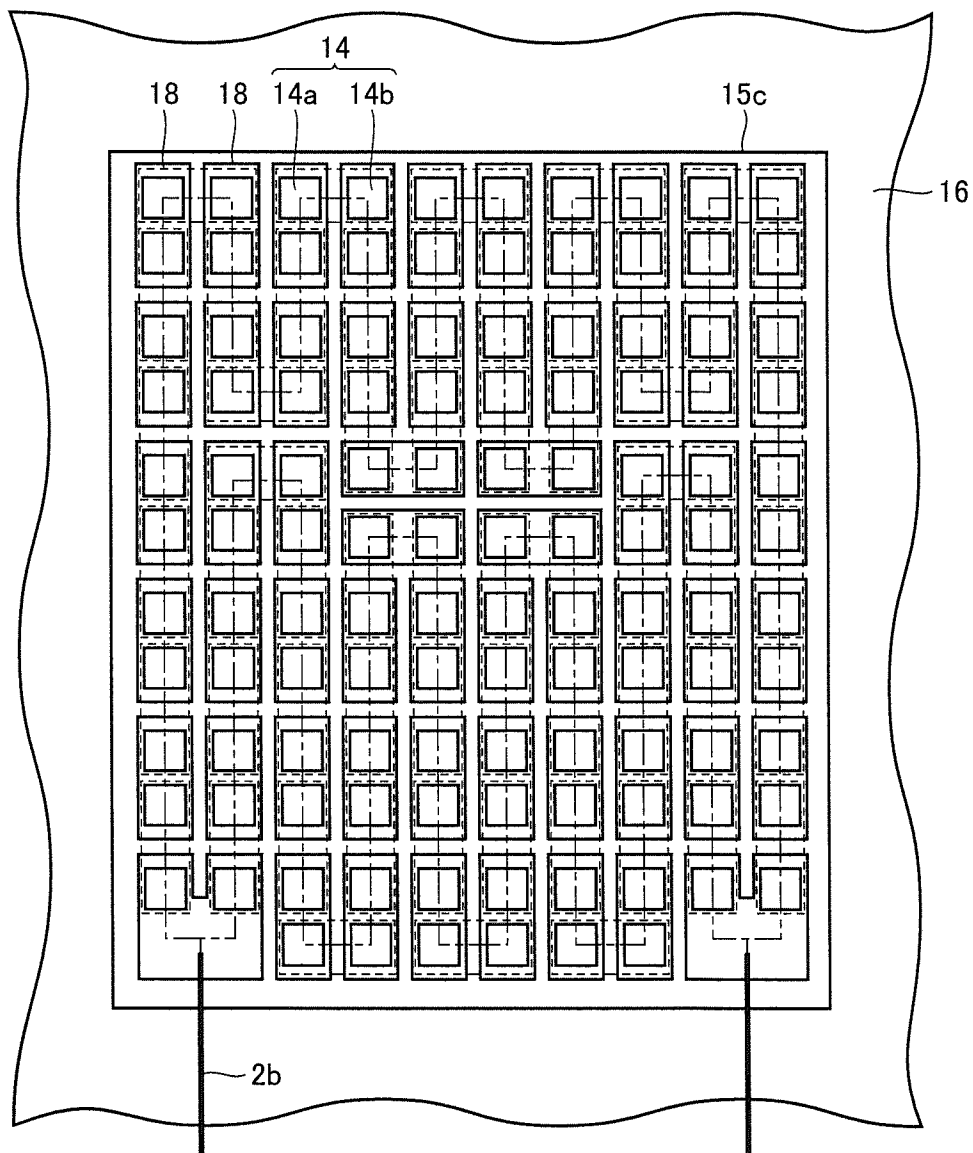
[圖21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L35/32(2006.01)i, H01L35/16(2006.01)i, H02N11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L35/32, H01L35/16, H02N11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-141079 A (JR East Consultants Co.), 25 June 2009 (25.06.2009), paragraphs [0012], [0024], [0028] to [0030], [0036]; fig. 3, 6 (Family: none)	1, 6-12 2-5
Y	JP 2012-38980 A (Fujitsu Ltd.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0015] to [0031], [0035], [0037]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 6-12
Y	JP 2004-64015 A (Eco 21, Inc.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraph [0032] (Family: none)	1, 6-12

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 March, 2013 (27.03.13)Date of mailing of the international search report
09 April, 2013 (09.04.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052822

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-91649 A (NGK Insulators, Ltd.), 31 March 2000 (31.03.2000), paragraphs [0007], [0012] to [0013], [0017] to [0018] (Family: none)	8
Y	JP 2006-165457 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraphs [0007], [0022] to [0028], [0037]; fig. 4, 12 (Family: none)	9
Y	JP 10-79532 A (Kikujiro NANBA), 24 March 1998 (24.03.1998), paragraph [0026]; fig. 7 (Family: none)	10
Y	JP 3-70483 A (The Japan Atomic Power Co.), 26 March 1991 (26.03.1991), page 2, lower right column, line 11 to page 3, upper right column, line 17; page 5, lower right column, line 8 to page 6, upper right column, line 10; fig. 1 to 4, 19 (Family: none)	11-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01L35/32(2006.01)i, H01L35/16(2006.01)i, H02N11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01L35/32, H01L35/16, H02N11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2009-141079 A (ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社) 2009.06.25, 【0012】, 【0024】, 【0028】 - 【0030】, 【0036】, 図3, 6 (ファミリーなし)	1, 6-12 2-5
Y	JP 2012-38980 A (富士通株式会社) 2012.02.23, 【0015】 - 【0031】, 【0035】, 【0037】, 図1-2 (ファミリーなし)	1, 6-12
Y	JP 2004-64015 A (株式会社エコ・トゥエンティワン) 2004.02.26, 【0032】 (ファミリーなし)	1, 6-12

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 27.03.2013	国際調査報告の発送日 09.04.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 佐久 聖子 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-91649 A (日本碍子株式会社) 2000. 03. 31, 【0007】, 【0012】 － 【0013】, 【0017】 － 【0018】 (ファミリーなし)	8
Y	JP 2006-165457 A (石川島播磨重工業株式会社) 2006. 06. 22, 【0007】, 【0022】 － 【0028】, 【0037】, 図 4, 12 (ファミリーなし)	9
Y	JP 10-79532 A (難波 菊次郎) 1998. 03. 24, 【0026】, 図 7 (ファミ リーなし)	10
Y	JP 3-70483 A (日本原子力発電株式会社) 1991. 03. 26, 第 2 頁右下 欄第 11 行～第 3 頁右上欄第 17 行, 第 5 頁右下欄第 8 行～第 6 頁右 上欄第 10 行, 図 1-4, 19 (ファミリーなし)	11-12