

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2013年7月4日 (04.07.2013)

W I P O | P C T

(10) 国際公開番号
W O 2013/099321 A 1

- () 国際特許分類 :
H01L 35/30 (2006.01) H02N 11/00 (2006.01)
F24J 2/42 (2006.01)
- () 国際出願番号 : PCT/JP2012/064637
- () 国際出願日 : 2012年6月7日 (07.06.2012)
- () 国際出願の言語 : 日本語
- () 国際公開の言語 : 日本語
- () 優先権データ :
特願 2011-283769 2011年12月26日 (26.12.2011) JP
- () 発明者 ; および
- () 出願人 : 中沼 忠司 (NAKANUMA, Tadashi)
[JP/JP]; 〒5203402 滋賀県甲賀市甲賀町小佐治2
869番地 Shiga (JP).
- () 代理人: 特許業務法人みのり特許事務所 (MINORI
Patent Profession Corporation); 〒6040835 東京都
都中京区御池通高倉西入高宮町200番地
千代田生命京都御池ビル8階 Kyoto (JP).

BB, BG, BH, 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, 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肯巨): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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 :

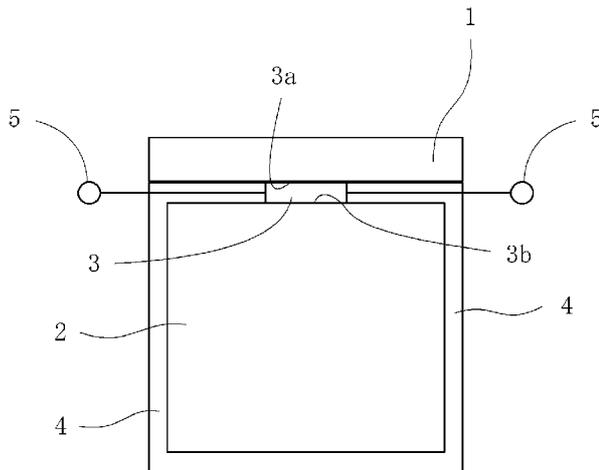
- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可肯巨): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

2013 099321 1

(54) Title: THERMOELECTRIC GENERATOR
(54) 発明の名称 : 熱電発電装置

[図1]



(57) Abstract: This thermoelectric generator is provided with: a heat conducting body (1) which is in contact with an environment having a temperature that repeatedly rises and falls, and which can exchange heat with the environment according to temperature changes in the environment; a heat storing body (2); a thermoelectric conversion unit (3) which is arranged between the heat conducting body and the heat storing body and which comprises one end (3a) in thermal contact with the heat conducting body and another end (3b) in thermal contact with the heat storing body; and a covering layer (4) which has a constant heat resistance and which covers the entire heat storing body except the part thereof in contact with the thermoelectric conversion unit. By keeping the heat storing body at a temperature approximately midway between the maximum temperature and the minimum temperature of the heat conducting body, the temperature difference occurring between the heat conducting body and the heat storing body is utilized to extract electric energy from the thermoelectric conversion unit.

(57) 要約 :

[続葉有]



温度昇降を繰り返す環境に接触し、環境の温度変化に応じて環境と熱交換し得る導熱体 1 と、蓄熱体 2 と、導熱体および蓄熱体間に配置されるとともに、一端 3 a が導熱体に熱的に接触し、他端 3 b が蓄熱体に熱的に接触する熱電変換ユニット 3 と、一定の熱抵抗を有し、熱電変換ユニットとの接触部分を除く蓄熱体の全体を被覆する被覆層 4 とを備える。蓄熱体が導熱体の最高温度と最低温度の中間付近の温度に保たれることにより、導熱体と蓄熱体との間に生じる温度差を利用して、熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出す。

明 細 書

発明の名称 : 熱電発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、外部環境の温度変化を利用し、熱電変換モジュールを用いて熱エネルギーを電気エネルギーに変換することで発電を行う熱電発電装置、特に、小電力用の熱電発電装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、エネルギー・ハーベスティング技術が注目されつつある。エネルギー・ハーベスティング技術は、熱や振動、光、電磁波といった環境エネルギーを電力に変換するものである。

そして、このエネルギー・ハーベスティング技術の1つとして、熱電変換モジュールを用い、熱エネルギーから電力を得るようにした熱電発電装置がこれまでに提案されている(例えば、特許文献1~3参照)。

[0003] 従来の熱電発電装置によれば、発電を行う際には、熱電変換モジュールの一端側に加熱によって熱を供給する一方、他端側から冷却によって熱を排出し、熱電変換モジュールの両側に一定の大きさの温度差を生じさせる必要があった。すなわち、従来の熱電発電装置においては、近接して存在する加熱源と冷却源との間の温度差を利用して発電するので、熱電発電装置の設置場所が制限されていた。

[0004] 一方、ワイヤレスセンサーやリモートモニター等の消費電力が小さい電子機器においては、メンテナンスの関係上、電源として、商用電源や電池ではなく、環境エネルギーを利用することが望ましい。

そのため、熱電発電装置をこれらの電子機器の電源部に組み込むことが考えられるが、上述のように熱電発電装置の設置場所が制限されることから、電子機器を必要な場所に自由に設置することができないという問題があった。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1 :特開2004_47635号公報
特許文献2 :特開2005_347348号公報
特許文献3 :特開2010_45881号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] したがって、本発明の課題は、熱電発電装置が配置される環境中の熱電変換モジュールを挟んだ両側に温度差を生じさせるために、熱電変換モジュールの一端側を加熱し、他端側を冷却しなくても、安定的に発電することができる熱電発電装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するため、本発明によれば、温度昇降を繰り返す環境中に配置され、前記環境の温度変化を利用して発電を行う熱電発電装置であって、前記環境に接触し、前記環境の温度変化に応じて前記環境と熱交換し得る1つの導熱体と、少なくとも1つの蓄熱体と、一定の熱抵抗を有し、前記蓄熱体を被覆する被覆層と、前記導熱体および前記蓄熱体間、または前記蓄熱体間、またはそれらの両方に配置された少なくとも1つの熱電変換ユニットと、を備え、前記熱電変換ユニットの一端側と他端側との間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする熱電発電装置が提供される。
- [0008] 本発明の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、1つの前記蓄熱体と、前記導熱体および前記蓄熱体間に配置された1つの前記熱電変換ユニットと、を備え、前記熱電変換ユニットの一端が前記導熱体に接触する一方、他端が前記蓄熱体に接触し、前記被覆層は前記熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記蓄熱体の全体を被覆しており、前記蓄熱体が前記導熱体の最高温度と最低温度の中間付近の温度に保たれ、それによつて、前記導熱体と前記蓄熱体との間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換ユニットから電

気エネルギーを取り出すようになっている。

[0009] 本発明の別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、前記被覆層内における前記導熱体および前記蓄熱体間に配置され、熱的に膨張および収縮すること、または熱的に変形することで、前記導熱体および前記蓄熱体に接触して前記導熱体と前記蓄熱体の間で熱移動させる第1の位置と、前記導熱体および前記蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して前記熱移動を停止させる第2の位置とをとる補助導熱手段を備え、前記補助導熱手段は、前記導熱体の温度が前記最高温度付近にあるとき、または前記導熱体の温度が前記最低温度付近にあるときに前記第1の位置をとる。

[001 0] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、前記被覆層内における前記導熱体および前記蓄熱体間に配置され、前記導熱体および前記蓄熱体に接触して前記導熱体と前記蓄熱体の間で熱移動させるON状態と、前記導熱体および前記蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して前記熱移動を停止させるOFF状態とをとる熱流スイッチと、前記導熱体の温度を検出する第1の温度センサーと、前記蓄熱体の温度を検出する第2の温度センサーと、前記第1および第2の温度センサーの検出値に基づいて、前記熱流スイッチのON状態とOFF状態を切り替える熱流スイッチ制御部とを備えている。

[001 1] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱流スイッチは、前記導熱体と前記熱電変換ユニットの前記一端との間、または前記蓄熱体と前記熱電変換ユニットの前記他端との間に配置され、前記ON状態をとるとき、前記熱電変換ユニットを介して前記導熱体に接触し、または前記熱電変換ユニットを介して前記蓄熱体に接触する。

[001 2] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、第1および第2の前記蓄熱体と、前記第1および第2の蓄熱体間に配置され、一端が前記第1の蓄熱体に接触し、他端が前記第2の蓄熱体に接触する1つの前記熱電変換ユニットと、前記導熱体および前記第1の蓄熱体間に配置され、前記導熱体および前記第1の蓄熱体に接触して前記導熱体と前記第1の蓄

熱体の間で熱移動させるON状態と、前記導熱体および前記第1の蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させるOFF状態とをとる第1の熱流スイッチと、前記導熱体および前記第2の蓄熱体間に配置され、前記導熱体および前記第2の蓄熱体に接触して前記導熱体と前記第2の蓄熱体の間で熱移動させるON状態と、前記導熱体および前記第2の蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させる第2の熱流スイッチと、を備え、前記被覆層は、前記第1の熱流スイッチとの接触部分および前記熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第1の蓄熱体の全体と、前記第2の熱流スイッチとの接触部分および前記熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第2の蓄熱体の全体を被覆しており、前記熱電発電装置は、さらに、前記導熱体の温度を検出する第1の温度センサーと、前記第1の蓄熱体の温度を検出する第2の温度センサーと、前記第2の蓄熱体の温度を検出する第3の温度センサーと、前記第1〜第3の温度センサーの検出値に基づいて、前記第1および第2の熱流スイッチの前記ON状態と前記OFF状態を切り替える熱流スイッチ制御部と、を備え、前記熱流スイッチ制御部が、前記導熱体の温度が最高温度付近にあるとき、前記第1の熱流スイッチを前記ON状態にすると同時に、前記第2の熱流スイッチを前記OFF状態にし、前記導熱体の温度が最低温度付近にあるとき、前記第1の熱流スイッチを前記OFF状態にすると同時に、前記第2の熱流スイッチを前記ON状態にすることにより、第1の蓄熱体が前記導熱体の最高温度付近の温度に保たれる一方、前記第2の蓄熱体が前記導熱体の最低温度付近の温度に保たれ、それによつて、前記第1および第2の蓄熱体間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すようになっている。

[0013] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、前記第1の熱流スイッチおよび前記第1の蓄熱体間に配置され、一端が前記第1の熱流スイッチに接触する一方、他端が前記第1の蓄熱体に接触する第1のペルチェ素子と、前記第2の熱流スイッチおよび前記第2の蓄熱体間に配置され、一端が前記第2の熱流スイッチに接触する一方、他端が前記第2の蓄

熱体に接触する第2のペルチエ素子と、を備え、前記第1の熱流スイッチが前記ON状態にあるとき、前記第1のペルチエ素子が、前記一端において吸熱して、前記他端において発熱し、前記第2の熱流スイッチが前記ON状態にあるとき、前記第2のペルチエ素子が、前記一端において発熱して、前記他端において吸熱する。

[0014] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記導熱体が前記被覆層の表面の全体を被覆している。

本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記被覆層は断熱材から形成されている。

本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、少なくとも1つの前記蓄熱体が潜熱蓄熱材から形成されている。

[0015] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、第1の追加の蓄熱体と、第2の追加の蓄熱体と、前記第1および第2の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第1の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第2の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、前記第1および第2の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第1の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第2の追加の蓄熱体に接触する追加のペルチエ素子と、一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分および前記追加のペルチエ素子との接触部分を除く前記第1および第2の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層と、を備え、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記追加のペルチエ素子によって熱エネルギーに変換することによって、前記第1および第2の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すようになっている。

この実施例において、前記熱電発電装置から電気の供給を受ける電子機器の動作が間欠的であり、それに対応して、前記熱電発電装置による電気の出力が間欠的でもよい場合には、追加のペルチエ素子を省略するとともに、前記追加の熱電変換ユニットをゼーベック素子から構成し、前記熱電発電装置

から電気を出力するときは、前記追加の熱電変換ユニットをゼーベック素子として機能させる一方、前記熱電発電装置から電気を出力しないときは、前記追加の熱電変換ユニットをペルチエ素子として機能させることもできる。

[001 6] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、第 1 の追加の蓄熱体と、第 2 の追加の蓄熱体と、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層と、前記追加の被覆層の内部において前記第 1 の追加の蓄熱体に接触して配置されたヒーターと、を備え、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記ヒーターによって熱エネルギーに変換することによって、前記第 1 の追加の蓄熱体を加熱し、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すようになっている。

[001 7] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体のうちの少なくとも一方が潜熱蓄熱材から形成されている。

[001 8] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、第 1 の追加の蓄熱体と、第 2 の追加の蓄熱体と、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加のペルチエ素子と、を備え、前記第 2 の追加の蓄熱体は、前記熱電発電装置が設置される構造物からなり、前記熱電発電装置は、さらに、一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分および前記追加のペルチエ素子との接触部分を除く前記第 1 の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層を備え、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前

記追加のペルチエ素子によって熱エネルギーに変換することによって、前記第1および第2の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すようになっている。

この実施例において、前記熱電発電装置から電気の供給を受ける電子機器の動作が間欠的であり、それに対応して、前記熱電発電装置による電気の出力が間欠的でもよい場合には、追加のペルチエ素子を省略するとともに、前記追加の熱電変換ユニットをゼーベック素子から構成し、前記熱電発電装置から電気を出力するときは、前記追加の熱電変換ユニットをゼーベック素子として機能させる一方、前記熱電発電装置から電気を出力しないときは、前記追加の熱電変換ユニットをペルチエ素子として機能させることもできる。

[001 9] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、第1の追加の蓄熱体と、第2の追加の蓄熱体と、前記第1および第2の蓄熱体間に配置され、一端が前記第1の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第2の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第1および第2の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層と、前記追加の被覆層の内部において前記第1の追加の蓄熱体に接触して配置されたヒーターと、を備え、前記第2の追加の蓄熱体は、前記熱電発電装置が設置される構造物からなり、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記ヒーターによって熱エネルギーに変換することによって、前記第1の追加の蓄熱体を加熱し、前記第1および第2の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すようになっている。

[0020] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記第1の追加の蓄熱体が潜熱蓄熱材から形成されている。

[0021] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記熱電発電装置は、ワイヤレス給電システムの送電側機能を備えている。

発明の効果

- [0022] 本発明によれば、温度変化を繰り返す環境に接触する導熱体が該環境と熱交換することによって、導熱体および蓄熱体間あるいは蓄熱体間に自動的に温度差を生じさせ、この温度差に比例した電圧を熱電変換ユニットから取り出すことができる。
- [0023] また、1つの蓄熱体と、該蓄熱体および導熱体間に配置された1つの熱電変換ユニットを備え、熱電変換ユニットの一端が導熱体に接触する一方、他端が蓄熱体に接触し、被覆層が熱電変換ユニットとの接触部分を除く蓄熱体の全体を被覆する構成とした場合には、導熱体の温度を環境の温度変化に従って昇降させる一方、蓄熱体の温度を導熱体の最高温度と最低温度の間付近の温度に保つことによって、導熱体および蓄熱体間に温度差を自動的に生じさせ、この温度差に比例した電圧を熱電変換ユニットから取り出すことができる。
- [0024] また、2つの蓄熱体と、これらの蓄熱体間に配置され、一端が一方の蓄熱体に接触し、他端が他方の蓄熱体に接触する1つの熱電変換ユニットと、導熱体と蓄熱体のそれぞれとの間に配置され、導熱体および蓄熱体に接触してそれらの間で熱移動させるON状態と、導熱体および蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させるOFF状態とをとる熱流スイッチとを備え、被覆層が熱流スイッチとの接触部分および熱電変換ユニットとの接触部分を除く蓄熱体の全体を被覆し、さらに、導熱体および蓄熱体の温度を検出する温度センサーと、温度センサーの検出値に基づいて、各熱流スイッチのON状態とOFF状態を切り替える熱流スイッチ制御部とを備えた構成とした場合には、導熱体の温度が最高温度付近にあるとき、一方の熱流スイッチをON状態にすると同時に、他方の熱流スイッチをOFF状態にし、導熱体の温度が最低温度付近にあるとき、一方の熱流スイッチをOFF状態にすると同時に、他方の熱流スイッチをON状態にすることにより、一方の蓄熱体が導熱体の最高温度付近の温度に保つ一方、他方の蓄熱体を導熱体の最低温度付近の温度に保つことによって、2つの蓄熱体間に生じる温度

差に比例した電圧を熱電変換ユニットから取り出すことができる。

- [0025] こうして、本発明によれば、温度昇降を繰り返す環境中に熱電発電装置を配置するだけで電気エネルギーを取り出すことができ、従来の熱電発電装置のように、熱電発電装置が配置された環境中の熱電変換ユニットを挟んだ両側に温度差を生じさせるべく、熱電変換ユニットの一端側を加熱し、他端側を冷却する必要がない。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1] 本発明の1実施例による熱電発電装置の縦断面図である。
- [図2] 図1に示した熱電発電装置を屋外の大気中に配置した場合の、導熱体と蓄熱体の温度変化の一例を示したグラフである。
- [図3] 本発明の別の実施例による熱電発電装置を示す図1に類似の図である。
- [図4] 図1に示した熱電発電装置を電子機器の電源として使用した場合の該電源の構成例を示す図である。
- [図5] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の主要部を示す拡大縦断面図である。
- [図6] 図5における補助導熱手段の取付部の拡大図である。
- [図7] 図5における補助導熱手段の取付部の拡大図である。
- [図8] 図5に示した熱電発電装置を屋外の大気中に配置した場合の、導熱体と蓄熱体の温度変化の一例を示す図2に類似のグラフである。
- [図9] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置を示す図1に類似の図である。
- [図10] 図9に示した熱電発電装置の熱流スイッチの取付部の拡大図である。
- [図11] 図9に示した熱電発電装置の熱流スイッチの取付部の拡大図である。
- [図12] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。
- [図13] 図12に示した熱電発電装置を屋外の大気中に配置した場合の、導熱体と第1および第2の蓄熱体の温度変化の一例を示す図2に類似のグラフである。
- [図14] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の斜視図である。

[図15] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。

[図16] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。

[図17] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。

[図18] 本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、添付図面を参照して本発明の好ましい実施例を説明する。

本発明による熱電発電装置は、温度昇降を繰り返す環境中に配置されるようになっている。ここに、「温度昇降を繰り返す環境」には、昼夜で周期的に温度変化する屋外の大気中や、屋内に配置され、稼働状態に応じて温度変化する機械設備の近傍および表面上等が含まれる。

[0028] 図1は、本発明の1実施例による熱電発電装置の構成を示す縦断面図である。

図1に示された実施例では、本発明による熱電発電装置は、環境に接触し、環境の温度変化に応じて環境と熱交換し得る1つの導熱体1と、1つの蓄熱体2と、導熱体1および蓄熱体2間に配置されて、一端3aが導熱体1に接触し、他端3bが蓄熱体2に接触する熱電変換ユニット3と、一定の熱抵抗を有し、熱電変換ユニット3との接触部分を除く蓄熱体2の全体を被覆する被覆層4を備えている。

被覆層4によって被覆された蓄熱体2は、好ましくは、角がなく全体に丸味を帯び、表面積が出来るだけ小さくなるような形状とされる。

[0029] 熱電変換ユニット3としては、熱エネルギーを電気エネルギーに変換し得る任意のものが使用可能であるが、この実施例では、ゼーベック効果を利用した熱電変換モジュールが使用される。なお、図1中、5は、熱電変換モジュールの一对の電極である。

[0030] 導熱体1は、環境との熱交換（熱吸収および放熱）がより高い効率で行えるような構成を有していることが好ましい。そのため、例えば、熱電発電装置の設置環境が、温度変化する大気中である場合は、できるだけ大きな導熱体1の表面積を確保すべく、導熱体1の表面が凹凸を有し、または粗面に形

成されていることが好ましく (伝導、対流の促進)、また、導熱体 1 の表面が黒色等の濃い色を有していることが好ましい (放射の促進)。また、例えば、熱電発電装置の設置環境が、稼働状態によって温度変化する機械設備の表面である場合は、導熱体 1 が機械設備の表面に密着すべく、当該表面に適合する形状を有していることが好ましい (伝導の促進)。

[0031] 蓄熱体 2 は、水等の液体によって満たされた、防水性を有する容器からなってもよく、この場合、容器の壁の少なくとも熱電変換ユニットとの接触部分は、熱伝導性を有している。

容器を満たす液体は、腐敗しにくく、凍結しにくいものであれば、どのような液体からなってもよく、例えば、純水、または純水に不凍液を混合したもの、または純水に防腐剤を混合したものを使用することができる。なお、液体にはゲル状のものも含まれる。

[0032] 蓄熱体 2 は、固体状の金属または非金属からなってもよく、この場合、蓄熱体 2 として、アルミニウム塊またはプラスチック塊またはコンクリート塊を用いることが好ましい。

[0033] 被覆層 4 は、一定の熱抵抗を有し、熱電変換ユニット 3 との接触部分を除く蓄熱体 2 の全体を被覆するものであればよく、その形成材料や構造に特に制限はない。この実施例では、被覆層 4 は、熱電変換ユニット 3 との接触部分を除く蓄熱体 2 の全体を被覆する公知の適当な断熱材からなっている。

[0034] ここに、「一定の熱抵抗」とは、蓄熱体 2 の熱容量と、熱電変換ユニット 3 の発電効率 (熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩および熱電変換ユニット 3 による発電に伴う熱移動) を考慮しつつ、蓄熱体 2 の温度を導熱体 1 の最高温度と最低温度の中間の温度付近に保つことができる程度の熱抵抗を意味する。

装置設計上は、蓄熱体 2 の熱容量と被覆層 4 の熱抵抗との積によって定まる熱時定数が、熱電発電装置が配置される環境の温度昇降の繰り返し周期よりも十分に長くなるようにすることによって、この「一定の熱抵抗」が達成される。

また、装置設計上、あるいは構造上、例えば、蓄熱体 2 の全体が被覆層 4 によって完全されず、蓄熱体 2 の一部が外部の環境に接していても、「一定の熱抵抗」が確保されていればよい。

[0035] 次に、本発明による熱電発電装置の発電能力について考察する。

本発明による熱電発電装置を屋外の大気中に配置した場合を考える。日本各地の一日の最高気温と最低気温の温度差は、平均すると約 10℃であることが知られているので、本発明の熱電発電装置を配置した環境においても、一日の気温差が約 10℃であるとする。

[0036] なお、この実施例では、北緯 30～45° に位置し海洋に囲まれた日本での気温を前提とするが、地球上のどの地域においても、昼間は太陽の日射による加熱が生じる一方、夜間は放射冷却による冷却が生じ、昼夜の繰り返しが気温変化を生じさせることに変わりはなく、よって、本発明による熱電発電装置は、地域によらず機能することは言うまでもない。

[0037] 図 2 は、このような環境中における、本発明の熱電発電装置の導熱体 1 と蓄熱体 2 の一日の温度変化の一例を示したグラフである。図 2 のグラフ中、縦軸は温度 (℃) を、横軸は時刻 (時) を表し、曲線 X および曲線 Y はそれぞれ導熱体 1 の温度変化および蓄熱体 2 の温度変化を示している。

図 2 のグラフからわかるように、熱電発電装置の導熱体 1 の温度は、気温変化にほぼ追従して、約 10℃の温度範囲内で昇降する。

[0038] 一方、蓄熱体 2 の温度は、被覆層 4 が無限大の熱抵抗を有し、かつ、熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩および熱電変換ユニット 3 の発電に伴う熱移動がない、理想的な条件下においては、導熱体 1 の最高温度と最低温度の間での温度に安定する。

しかしながら、現実には、被覆層 4 の熱抵抗は有限であるから、被覆層 4 から熱漏洩が生じ、さらには、熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩および熱電変換ユニット 3 の発電に伴う熱移動が生じるので、蓄熱体 2 の温度は、導熱体 1 の最高温度と最低温度の間で温度付近で変化する。そして、導熱体 1 と蓄熱体 2 の温度差は、導熱体 1 の最高温度と最低温度の差 (約 10℃) の半

分の約 5℃ を最大値として、0℃ ～ 約 5℃ の範囲内で変動する。

[0039] そこで、被覆層 4 および熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩、並びに熱電変換ユニット 3 の発電に伴う熱移動を考慮し、蓄熱体 2 の熱容量を、蓄熱体 2 が約 2℃ の範囲内で温度変化する大きさに設定すると、蓄熱体 2 の温度は導熱体 1 の温度変化よりも遅れて変化するので、導熱体 1 の温度変化と蓄熱体 2 の温度変化は互いに位相がずれる。

[0040] この場合、被覆層 4 の熱抵抗を介して熱容量を有する蓄熱体 2 に熱移動が生じる際は、時間遅延が生じるので、温度変化が正弦波形を示す場合は最大 90°、すなわち 1 周期の 1/4 だけ位相がずれる。外部環境が高温の時は、蓄熱体 2 の最高温度は導熱体 1 の最高温度に近づくが、この位相差により、導熱体 1 と蓄熱体 2 の温度差として、導熱体 1 の最高温度とその平均温度との差に近い値が確保される。これは、外部環境が低温の時も同様である。こうして確保された温度差を利用して熱電発電を行う点が、本発明の熱電発電装置の特徴の 1 つである。

[0041] 外部環境が屋外大気中の場合、図 2 に示したように、太陽熱による気温上昇は急激である一方、熱放射による気温下降は緩やかであるから、気温変化のグラフは正弦曲線に一致しないが、約 1/4 周期の位相のずれがあり、温度差が反転して変化する ΔT の温度差が生じる。

[0042] その結果、1 日の気温の変化を通じて、実際に発電に使用可能な、導熱体 1 と蓄熱体 2 の温度差約 5℃ を確保することができ、この温度差に応じて、導熱体 1 の昇温時と降温時の 2 回にわたって発電が行われ、その積分値が 1 周期 (昼夜 1 サイクル) の発電電力量となる。

[0043] そして、例えば、蓄熱体 2 を 1000 mL の水で満たされた容器から構成した場合には、容器の熱容量を小さいとして無視すると、上記考察に基づき、蓄熱体 2 の温度変化を 2℃ とし、蓄熱体 2 の熱容量は、水の比熱が 1 cal/g であり、1 cal = 4.2 J であるから、次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{熱容量} &= 1 \times 1000 \times 2 = 2000 \text{ (cal)} \\ &= 8400 \text{ (J)} = 8400 \text{ (Ws)} = 2.33 \text{ (Wh)} \end{aligned}$$

仮に、熱電変換ユニット3の発電効率が10%であるとする、発電で得られる電力量は233 mWhとなり、昼夜2回の同量の発電が可能であれば、1日当たり466 mWhの電力量を得ることができる。

こうして、一定の熱量の熱エネルギーが、一定の発電効率を有する熱電発電装置の働きによって一定の電力量の電気エネルギーに変換される。

[0044] 1000 mLの水は、一辺が10 cmの立方体の容器内に充填可能であるが、使用する水の量を1/10の100 mLとして、2.5 (cm) × 4 (cm) × 10 (cm)の直方体容器内に充填した蓄熱体2の場合、前と同じ発電効率であれば、1日当たり46.6 mWhの電力量が得られる。

[0045] この電力量は、通常の小電力型の電子機器(消費電力が数μW程度)を動作させるのに十分な大きさである。例えば、50 μWの電子機器を1日(24時間)動作させるのに必要な電力量は、 $50 \times 24 = 1,200 \mu\text{Wh} = 1.2 \text{ mWh}$ であり、仮に熱電発電装置の発電効率が10%の数分の1であっても十分に供給可能な量である。

[0046] また、蓄熱体2を体積100 mLのアルミニウムから構成した場合には、蓄熱体2の温度変化を2℃として、蓄熱体2の熱容量は、アルミニウムの比熱が0.21 cal/gで、比重が2.7であるから、

$$\begin{aligned} \text{熱容量} &= 0.21 \times 2.7 \times 100 \times 2 = 113.4 \text{ (cal)} \\ &= 476 \text{ (J)} = 476 \text{ (Ws)} = 0.132 \text{ (Wh)} \end{aligned}$$

そして、熱電変換ユニット3の発電効率が10%であるとする、発電で得られる電力量は13.2 mWhとなり、昼夜2回の同量の発電が可能であれば、1日当たり26.4 mWhの電力量(氷の場合の約0.62倍の電力量)を得ることができる。

この場合、アルミニウムは、水よりも高価であるが、加工等の取扱いが容易であり、水を使用した場合と比較して蓄熱体2の構造を簡略化することができる。

[0047] こうして、本発明の熱電発電装置においては、温度昇降を繰り返す環境に熱的に接触する導熱体1と、被覆層4の作用によって該環境から熱的影響を

受けにくい蓄熱体 2 と、一端が導熱体 1 に熱的に接触し、他端が蓄熱体 2 に熱的に接触する熱電変換ユニット 3 とを備え、導熱体 1 の温度を環境の温度変化に従って昇降させる一方、蓄熱体 2 の温度を導熱体 1 の最高温度と最低温度の中間付近の温度に保つようにし、導熱体 1 および蓄熱体 2 間に自動的に生じた温度差に比例した電圧を熱電変換ユニット 3 から取り出すことができる。

[0048] すなわち、本発明によれば、熱電発電装置を温度昇降を繰り返す環境中に配置するだけで電気エネルギーを取り出すことができ、従来の熱電発電装置のように、熱電発電装置が配置された環境中の熱電変換ユニットを挟んだ両側に温度差を生じさせるべく、熱電変換ユニットの一端側を加熱し、他端側を冷却する必要がない。

そして、本発明による熱電発電装置をワイヤレスセンサーやリモートモニター等の電子機器の電源として使用した場合には、商用電源から電子機器への電力供給配線や電池の交換作業が不要な独立電源が得られ、これらの電子機器を必要な場所に自由に設置することができる。

[0049] なお、図 2 のグラフにおいて、蓄熱体 2 がより小さい熱容量を有するように設計され、あるいは被覆層 4 がより小さい熱抵抗を有するように設計された場合、曲線 Y は次第に曲線 X に近づき、それによつて、導熱体 1 と蓄熱体 2 の温度差は小さくなる一方、蓄熱体 2 がより大きい熱容量を有するように設計され、あるいは被覆層 4 がより大きい熱抵抗を有するように設計された場合、曲線 X は、曲線 X の最大値と最小値の中間値付近において、次第にフラットになり、それによつて、導熱体 1 と蓄熱体 2 の温度差は大きくなる。

[0050] また、本発明の熱電発電装置を、導熱体 1 が直射日光や散乱光を受け得る場所に設置するとともに、導熱体 1 を、日射を受けやすく、しかも夜間には放射冷却されやすいような構造とすることによつて、導熱体 1 の最高温度および最低温度の差をより大きくすれば、発電電力をさらに増大させることができる。

[0051] この場合には、導熱体 1 の表面に凹凸が形成されないようにして、空気と

の接触面積をできるだけ小さくすることが好ましい。それによつて、導熱体 1 が日射によつて空気温度より高温になったときに、空気によつて冷却されること、および、導熱体 1 が放射冷却によつて低温になったときに、空気によつて暖められることが防止される。

なお、この場合、空気の影響を遮断すべく、ガラス等の透明板を使用し、導熱体 1 と透明板との間を真空にして断熱してもよい。透明板は、太陽光線や赤外線透過、反射および吸収の特性を適切に考慮し、適切な材質のものを採用することが好ましい。

[0052] 図 3 には、本発明の別の実施例による熱電発電装置を示した。なお、図 3 中、図 1 に示したものと同一構成要素には同一番号を付している。

図 3 A を参照して、この実施例では、導熱体 1' が被覆層 4 の表面の全体を被覆している。この構成によれば、熱電発電装置全体の体積はさほど増大させずに、導熱体 1' の表面積をかなり増大させることができ、それによつて、導熱体 1' の環境との熱交換の効率をより高めることができる。さらには、導熱体 1' を金属等の硬質の材料から形成した場合には、蓄熱体 2、熱電変換ユニット 3 および被覆層 4 を導熱体 1' によつて保護することができる。

[0053] また、図 3 B を参照して、この実施例では、蓄熱体 2 が、液体 6 で満たされた容器 7 から構成されている。この場合、容器 7 の内壁面に、複数の熱交換用フィン 8 を互いに間隔をあけて設ける等の、液体 6 の熱伝導や対流を促進する手段を容器 7 内に設けることがより好ましい。

[0054] 図 4 は、本発明による熱電発電装置を低消費電力の電子機器の電源部に組み込んだ場合の構成の 1 例を示した図である。図 4 を参照して、本発明の熱電発電装置においては、設置環境の温度昇降によつて一対の電極 5 に交流が発生するので、電源部 10 は、本発明の熱電変換装置のほかに、熱電発電装置の熱電変換ユニット 3 の一対の電極 5 に接続された極性・電圧変換回路 11 と、極性・電圧変換回路 11 の後段に接続されたリチウムイオン電池等の二次電池 12 とを備えている。

[0055] こうして、本発明の熱電発電装置による発電電力を一旦二次電池 12 に蓄え、二次電池 12 から電子機器 13 に供給することによって、電子機器 13 の動作のために必要とされるときに、安定して電力を供給することができる。

この実施例では、本発明の熱電発電装置は電子機器 13 に内蔵され、あるいは電子機器 13 とは独立に設けられるが、電子機器の一部（例えば筐体）が、熱電発電装置の導熱体の全体あるいは一部を構成するようにしてもよい。

また、電子機器 13 を、本発明の熱電発電装置の蓄熱体内に配置することもできる。この構成によれば、電子機器 13 の温度を、外部環境の最高温度と最低温度の中間温度付近に保つことができ、それによつて、電子機器 13 を温度ストレスから保護し、安定的に動作させることができる。

[0056] 図 5 は、本発明のさらに別の好ましい実施例による熱電発電装置の主要部を示す拡大縦断面図である。図 5 の実施例は、被覆層 4 の内部に補助導熱手段を組み込んだ点が、図 1 の実施例と異なるだけである。よつて、図 5 中、図 1 に示した構成要素と同じ構成要素には同一番号を付して、詳細な説明を省略する。

[0057] 図 5 を参照して、この実施例では、被覆層 4 内における導熱体 1 および蓄熱体 2 間に補助導熱手段 14 が組み込まれている。補助導熱手段 14 は、被覆層 4 を貫通して導熱体 1 および蓄熱体 2 間にのびる開口 9 内に取付けられ、熱的に膨張および収縮すること、または熱的に変形することで、導熱体 1 および蓄熱体 2 に接触して導熱体 1 と蓄熱体 2 の間で熱移動させる第 1 の位置と、導熱体 1 および蓄熱体 2 のうちの少なくとも一方から離間して熱移動を停止させる第 2 の位置をとる。

そして、補助導熱手段 14 は、導熱体 1 の温度が最高温度付近にあるときまたは導熱体 1 の温度が最低温度付近にあるときは第 1 の位置をとる一方、それ以外のときは第 2 の位置をとるように動作する。

[0058] 図 6 および図 7 は、図 5 における補助導熱手段の取付部の拡大図であり、

補助導熱手段 14 を例示したものである。

図 6 に示した実施例では、補助導熱手段 14 は、バイメタル 14 a からなっている。バイメタル 14 a は、アーチ状に形成され、導熱体 1 側が凸になる配置で、下端部が蓄熱体 2 に接触状態で固定されている。そして、バイメタル 9 a は、導熱体 1 が最高温度付近にあるとき（導熱体 1 の高温時）または導熱体 1 が最低温度付近にあるとき（導熱体 1 の低温時）に大きく変形して、アーチの頂点領域を導熱体 1 に接触させ、第 1 の位置をとる（図 6 B 参照）が、それ以外の期間は、導熱体 1 に接触しない範囲内で変形し、第 2 の位置をとる（図 6 A 参照）。

[0059] 図 7 に示した実施例では、補助導熱手段 14 は、熱収縮材料 14 b からなっている。熱収縮材料 14 b としては、例えば、熱収縮ゴムに熱伝導性を高める金属粉を配合したものが使用できる。熱収縮材料 14 b は、上面が蓄熱体 2 に接触状態で固定されている。そして、熱収縮材料 14 b は、導熱体 1 が最高温度付近にあるとき（導熱体 1 の高温時）に大きく膨張して、下面を蓄熱体 2 に接触させ、第 1 の位置をとる（図 7 B 参照）が、それ以外のときは、蓄熱体 2 に接触しない範囲で膨張・収縮し、第 2 の位置をとる（図 7 A 参照）。

[0060] 図 8 は、図 5 に示した熱電発電装置を屋外の大気中に配置した場合の、導熱体 1 と蓄熱体 2 の温度変化の一例を示す図 2 に類似のグラフであり、グラフ中、曲線 X は導熱体 1 の温度変化を示し、曲線 Y は蓄熱体 2 の温度変化を示している。また、図 8 のグラフ中、S h は、補助導熱手段 9 が第 1 の位置をとっている期間を示している。

[0061] 図 8 のグラフからわかるように、図 5 の実施例によれば、導熱体 1 の高温時には、蓄熱体 2 の温度が導熱体 1 の温度付近まで上昇し、それによつて、導熱体 1 および蓄熱体 2 間の、導熱体 1 の最高温度と最低温度の差に近い温度差 ΔT が得られる。その結果、補助導熱手段 9 を備えていない場合と比べて約 2 倍の温度差となり、この温度差に比例して、熱電変換ユニット 3 の出力電圧が約 2 倍になる。

[0062] この場合、負荷抵抗が一定であれば、得られる電力は電圧の2乗に比例するので、電圧が2倍であれば、熱電発電装置によって得られる電力量は4倍となり、蓄熱体の熱容量が同じであっても、より多くの電力量が得られることになる。

[0063] 図5に示した実施例のように導熱体1の温度変化（外部環境の温度変化）に応じて、膨張・収縮または変形することによって受動的に熱移動を制御する補助導熱手段を配置する代わりに、能動的に熱移動を制御する熱流スイッチを配置することもできる。

[0064] 図9には、熱流スイッチを備えた熱電発電装置の構成を示した。図9に示した実施例では、被覆層4内における導熱体1および蓄熱体2間に、導熱体1および蓄熱体2に接触して導熱体1と蓄熱体2の間で熱移動させるON状態と、導熱体1および蓄熱体2のうちの少なくとも一方から離間して前記熱移動を停止させるOFF状態とをとる熱流スイッチ15が配置される。

[0065] また、導熱体1の温度を検出する第1の温度センサー16と、蓄熱体2の温度を検出する第2の温度センサー17が備えられる。第1および第2の温度センサー16、17は、熱流スイッチ15からできるだけ離れた位置であって、それぞれ、導熱体1および蓄熱体2の中心または平均温度を示す位置に配置されることが好ましい。

さらに、熱流スイッチ制御部18が備えられ、第1および第2の温度センサー16、17の検出値に基づいて、熱流スイッチ15のON状態とOFF状態を切り替えるようになっている。

[0066] 熱流スイッチ15の機能は、基本的に補助導熱手段と同様である。

例えば、蓄熱体2の温度を導熱体1の高温側にシフトさせる場合は、熱流スイッチ制御部18が、第1および第2の温度センサー16、17の検出値に基づき、導熱体1の温度が蓄熱体2の温度よりも高く、かつその温度差が予め設定された値以上であると判定したとき、熱流スイッチ15をON状態にする一方、導熱体1の温度が蓄熱体2の温度よりも高いが、その温度差が予め設定された値以下であると判定したとき、または、導熱体1の温度が蓄

熱体 2 の温度よりも低いと判定したときは、熱流スイッチ 15 を OFF 状態とする。

なお、熱流スイッチ 15 の作動は、熱電発電装置が出力する電力の一部を用いてなされる。

[0067] もちろん、熱流スイッチ 15 によって、蓄熱体 2 の温度を導熱体 1 の低温側にシフトさせることもでき、この場合には、熱流スイッチ制御部 18 が、第 1 および第 2 の温度センサー 16、17 の検出値に基づき、導熱体 1 の温度が蓄熱体の温度よりも低く、かつその温度差が予め設定された温度以上であると判定したときにのみ、熱流スイッチ 15 を ON 状態にする。

[0068] 図 10 および図 11 は、図 9 における熱流スイッチの取付部の拡大図であり、熱流スイッチを例示したものである。

図 10 に示した実施例では、熱流スイッチ 15 は、リニアアクチュエータ 29a と、リニアアクチュエータ 29a の操作ロッドの先端に接続された可動導熱ブロック 29b とから構成される。そして、熱流スイッチ 15 が OFF 状態にあるときは、図 10A に示すように、リニアアクチュエータ 29a の操作ロッドは引込んだ位置にあって、可動導熱ブロック 29b は導熱体 1 および蓄熱体 2 から離間しているが、例えば、熱流スイッチ制御部 18 によって、導熱体 1 の温度が蓄熱体 2 の温度よりも高かつその温度差が予め設定された値以上であると判定されたとき、熱流スイッチ 15 は ON 状態になり、図 10B に示すように、リニアアクチュエータ 29a の操作ロッドが突き出し、可動導熱ブロック 29b が導熱体 1 および蓄熱体 2 に接触し、それによって、導熱体 1 から蓄熱体 2 に熱が移動し、蓄熱体 2 が加熱され、蓄熱体 2 の温度が導熱体 1 の高温側にシフトする。

[0069] 図 11 に示した実施例では、熱流スイッチ 15 は、回転型のアクチュエータ 29c と、このアクチュエータ 29c によって回転駆動される可動導熱ブロック 29d とから構成される。そして、熱流スイッチ 15 が OFF 状態にあるときは、図 11A に示すように、可動導熱ブロック 29d は、導熱体 1 および蓄熱体 2 から離間した位置にあるが、例えば、熱流スイッチ制御部 1

8 によって、導熱体 1 の温度が蓄熱体 2 の温度よりも高かつその温度差が予め設定された値以上であると判定されたとき、熱流スイッチ 15 は ON 状態になり、図 11B に示すように、可動導熱ブロック 29d がアクチュエータ 29c によって回転せしめられて導熱体 1 および蓄熱体 2 に接触し、それによって、導熱体 1 から蓄熱体 2 に熱が移動し、蓄熱体 2 が加熱され、蓄熱体 2 の温度が導熱体 1 の高温側にシフトする。

[0070] 図 10 および図 11 に示した実施例において、熱流スイッチ 15 の可動導熱ブロック 29b、29d は、熱伝導性を向上させるべく、導熱体 1 および蓄熱体 2 との接触面が、密着しやすい形状を有しかつ弾力性を有していることが好ましく、また、この接触面を除く熱流スイッチ 15 の表面が、熱漏洩を抑制すべく、断熱材で覆われていることが好ましい。

[0071] 図示はしないが、本発明の別の実施例によれば、熱電変換ユニット 3 が熱流スイッチ 15 としても使用される。すなわち、熱電発電装置から出力される電力の一部が使用され、熱流スイッチ制御部 18 による制御のもと、ゼーベック効果による熱電変換ユニットに適切な電圧が適用される。それによって、熱電変換ユニットに、ペルチエ効果による発熱（加熱）および吸熱（冷却）作用を生じさせ、熱流スイッチと同等の機能を生じさせることができる。

[0072] この場合、熱流スイッチ 15 の ON 状態は、熱電変換ユニット 3 を、ペルチエ効果によって、導熱体 1 および蓄熱体 2 のうちの温度の高い方から低い方に熱移動が生じるように動作させることによって、逆に、OFF 状態は、ペルチエ効果によって、温度の低いほうから高い方に熱移動を生じるように動作させることによって実現される。

[0073] また、図示はしないが、本発明のさらに別の実施例によれば、熱流スイッチ 15 は、導熱体 1 と熱電変換ユニット 3 の一端 3a との間、または蓄熱体 2 と熱電変換ユニット 3 の他端 3b との間に配置され、ON 状態をとるとき、熱電変換ユニット 3 を介して導熱体 1 に接触し、または熱電変換ユニット 3 を介して蓄熱体 2 に接触する。

[0074] また、図示はしないが、本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、一定の大きさの熱時定数を確保できる場合には、蓄熱体における熱電変換ユニットとの接触部分を除く表面の全体が鏡面仕上げされ、蓄熱体の鏡面仕上げされた表面が被覆層を形成する。この場合、蓄熱体表面の鏡面仕上げは、表面を研磨することによって、あるいは表面を金属メッキすることによってなされる。

[0075] 図12は、本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。図12に示した実施例では、熱電発電装置は、1つの導熱体1と、第1および第2の蓄熱体2a、2bと、第1および第2の蓄熱体2a、2b間に配置され、一端3aが第1の蓄熱体2aに接触し、他端3bが第2の蓄熱体2bに熱的に接触する熱電変換ユニット3を備えている。

[0076] 熱電発電装置は、また、導熱体1および第1の蓄熱体2a間に配置され、導熱体1および第1の蓄熱体2aに接触して導熱体1と第1の蓄熱体2aの間で熱移動させるON状態と、導熱体1および第1の蓄熱体2aのうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させるOFF状態とをとる第1の熱流スイッチ15aと、導熱体1および第2の蓄熱体2b間に配置され、導熱体1および第2の蓄熱体2bに接触して導熱体1と第2の蓄熱体2bの間で熱移動させるON状態と、導熱体1および第2の蓄熱体2bのうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させるOFF状態とをとる第2の熱流スイッチ15bを備えている。

[0077] そして、第1の熱流スイッチ15aとの接触部分および熱電変換ユニット3との接触部分を除く第1の蓄熱体2aの全体と、第2の熱流スイッチ15bとの接触部分および熱電変換ユニット3との接触部分を除く第2の蓄熱体2bの全体が、一定の熱抵抗を有する被覆層4によって被覆されている。

[0078] 熱電発電装置は、さらに、導熱体1の温度を検出する第1の温度センサー19と、第1の蓄熱体2aの温度を検出する第2の温度センサー20と、第2の蓄熱体2bの温度を検出する第3の温度センサー21と、第1〜第3の温度センサー19〜21の検出値に基づいて、第1および第2の熱流スイツ

チ 15 a、15 b の ON 状態と OFF 状態を切り替える熱流スイッチ制御部 22 を備えている。

[0079] この実施例においては、導熱体 1 が最高温度付近にあるとき、第 1 の熱流スイッチ 15 a が ON 状態になる一方、第 2 の熱流スイッチ 15 b は OFF 状態となり、それによつて、導熱体 1 および第 1 の蓄熱体 2 a 間で熱移動が生じて、第 1 の蓄熱体 2 a の温度が当該最高温度付近に保たれ、導熱体 1 が最低温度付近にあるときは、第 1 の熱流スイッチ 15 a が OFF 状態になる一方、第 2 の熱流スイッチ 15 b は ON 状態となり、導熱体 1 および第 2 の蓄熱体 2 b 間で熱移動が生じて、第 2 の蓄熱体 2 b の温度が当該最低温度付近に保たれるようになっている。そして、第 1 および第 2 の蓄熱体 2 a、2 b 間に生じた温度差を利用して、熱電変換ユニット 3 によつて電気エネルギーが取り出される。

[0080] こうして、24 時間（温度変化の全周期）にわたり最高温度と最低温度の差に近い温度差を維持しつつ、当該温度差を利用して安定して大きな発電電力を得ることができる。この場合には、2 つの蓄熱体 2 a、2 b に蓄えられた熱エネルギーによつて連続した発電が可能であり、単一の蓄熱体を備えた熱電発電装置においては連続的かつ安定した電力供給を行うのに必要であった二次電池を省略できる。

[0081] 図 13 は、図 12 に示した熱電発電装置を屋外の大気中に配置した場合の、導熱体 1 と第 1 および第 2 の蓄熱体 2 a、2 b の温度変化の一例を示す図 2 に類似のグラフである。図 13 のグラフ中、縦軸は温度（℃）を、横軸は時刻（時）を表し、曲線 X、曲線 Y および曲線 Z は、それぞれ、導熱体 1、第 1 の蓄熱体 2 a および第 2 の蓄熱体 2 b の温度変化を示している。また、図 13 のグラフ中、S_h は、第 1 の熱流スイッチ 15 a が ON 状態にあり、かつ第 2 の熱流スイッチ 15 b が OFF 状態にある期間を示し、S_i は、第 1 の熱流スイッチ 15 a が OFF 状態にあり、かつ第 2 の熱流スイッチ 15 b が ON 状態にある期間を示している。

[0082] 図 13 のグラフからわかるように、熱電発電装置の導熱体 1 の温度は、気

温変化にほぼ追従して、約 10°C の温度範囲内で昇降する。

一方、被覆層 4 の熱抵抗が無限大で、かつ、熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩および熱電変換ユニット 3 の発電に伴う熱移動がない、理想的な条件下では、第 1 の蓄熱体 2 a の温度は、導熱体 1 の最高温度付近に保たれ、第 2 の蓄熱体 2 b の温度は、導熱体 1 の最低温度付近に保たれる。

[0083] しかしながら、現実には、被覆層 4 の熱抵抗は有限であるから、被覆層 4 から熱漏洩が生じ、さらには、熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩および熱電変換ユニット 3 の発電に伴う熱移動が生じるので、第 1 の蓄熱体 2 a の温度 Y は、導熱体 1 の最高温度よりも低い温度範囲で変化し、第 2 の蓄熱体 2 b の温度 Z は、導熱体 1 の最低温度よりも高い温度範囲で変化する。その結果、第 1 の蓄熱体 2 a と第 2 の蓄熱体 2 b との温度差 ΔT は、導熱体 1 の最高温度と最低温度の差 (約 10°C) よりも小さい温度範囲で変動する。

[0084] そこで、被覆層 4 および熱電変換ユニット 3 からの熱漏洩、並びに熱電変換ユニット 3 の発電に伴う熱移動を考慮し、第 1 および第 2 の蓄熱体 2 a、2 b の熱容量を、第 1 および第 2 の蓄熱体 2 a、2 b が約 2°C の範囲内で温度変化し得る大きさに設定すると、1 日の気温変化を通じて実際に発電に使用可能な、第 1 および第 2 の蓄熱体 2 a、2 b 間の温度差 ΔT として約 8°C を連続して確保することができ、この温度差 ΔT で発電が行われ、その 24 時間の積分値が一周期 (昼夜 1 サイクル) の発電電力量となる。

[0085] 間欠的に発電が行われ、時間とともに発電電圧が変化する単一の蓄熱体を備えた熱電発電装置と比べて、2 つの蓄熱体を備えた熱電発電装置は、約 2 倍の発電電圧を 24 時間継続的に生じさせることから、約 20 倍を超える発電電力を発生させることができる。

[0086] 図 12 に示した熱電発電装置においては、製造直後や、一定温度下に長期間保管されていた場合には、第 1 および第 2 の蓄熱体 2 a、2 b 間に温度差がなく、熱電発電装置は停止しており、この停止した熱電発電装置の起動法が問題になる。

[0087] かかる場合の起動法の 1 つとして、第 1 の熱流スイッチ 15 a として、初

期状態または制御されない状態では常に0 N状態にある形式のもの（電気回路におけるb接点）を使用し、第2の熱流スイッチ15 bとして、初期状態または制御されない状態では常に0 F F状態にある形式のもの（電気回路におけるa接点）を使用する方法が挙げられる。

この方法によれば、熱電発電装置が温度変化する環境中に設置された時点から、第1の蓄熱体2 aの温度が導熱体1の温度変化に追従する一方、第2の蓄熱体2 bの温度は当初の温度付近にとどまる。そして、環境の温度が最高温度に近づくとつれて、第1および第2の蓄熱体2 a、2 b間に一定の温度差が生じ、それによつて、熱電変換ユニット3が電圧を発生し、この電圧が熱流スイッチ制御部22に供給され、熱流スイッチ制御部22が動作を開始する。

[0088] 熱流スイッチ制御部22は、導熱体1の温度が最高温度付近にあるとき、または第1の蓄熱体2 aの温度よりも高いときは、第1の熱流スイッチ15 aをON状態に制御し、導熱体1の温度が最低温度付近にあるとき、または第2の蓄熱体2 bの温度よりも低いときは、第2の熱流スイッチ15 bをON状態に制御する。その結果、第1の蓄熱体2 aの温度は導熱体1の最高温度に近づくと一方、第2の蓄熱体2 bの温度は導熱体1の最低温度に近づき、熱電発電装置が自動的に動作を開始する（起動する）。

[0089] 別の起動法として、導熱体1と第1または第2の蓄熱体2 a、2 bとの間に第3の熱電変換ユニットを配置し、第1および第2の熱流スイッチ15 a、15 bは、初期状態または制御されない状態で0 F F状態にある形式のもの（電気回路におけるa接点）を使用する方法が挙げられる。

この方法によれば、熱電発電装置が温度変化する環境中に配置された時点から、導熱体1の温度は環境の温度変化に追従する一方、第1および第2の蓄熱体2 a、2 bは、当初の温度付近にとどまる。こうして、時間の経過につれて、導熱体1と第1および第2の蓄熱体2 a、2 bとの間の温度差が次第に大きくなる。そして、一定の温度差になると、第3の熱電変換ユニットが電圧を発生し、この電圧が熱流スイッチ制御部22に供給され、熱流スイ

ツチ制御部 22 が動作を開始する。その後は、上述の第 1 の起動法の場合と同様の動作過程を経て、熱電発電装置が起動する。

[0090] 本発明のさらに別の実施例によれば、図 12 に示した構成において、さらに、第 1 の熱流スイッチ 15 a および第 1 の蓄熱体 2 a 間に配置され、一端が第 1 の熱流スイッチ 15 a に接触する一方、他端が第 1 の蓄熱体 2 a に接触する第 1 のペルチエ素子と、第 2 の熱流スイッチ 15 b および第 2 の蓄熱体 2 b 間に配置され、一端が第 2 の熱流スイッチ 15 b に接触する一方、他端が第 2 の蓄熱体 2 b に接触する第 2 のペルチエ素子が備えられる。

[0091] この実施例によれば、第 1 の熱流スイッチ 15 a が ON 状態にあるとき、第 1 のペルチエ素子が、一端において吸熱して、他端において発熱し、第 2 の熱流スイッチ 15 b が ON 状態にあるとき、第 2 のペルチエ素子が、一端において発熱して、他端において吸熱する。それによつて、導熱体 1 の最高温度付近の温度を有する第 1 の蓄熱体 2 a を加熱してその温度をより上昇させ、導熱体 1 の最低温度付近の温度を有する第 2 の蓄熱体 2 b を冷却してその温度をより下降させて、より大きな温度差 ΔT を生じさせることができる。

[0092] 上述の実施例では、熱電変換ユニットとしてゼーベック効果を用いた熱電変換モジュールが使用されているが、この種の熱電変換モジュールの発電効率は数%~十数%にとどまる。そのため、上述の実施例では、熱電変換モジュールの発電効率を約 10% と仮定した。これに対し、スピンゼーベック効果を用いた熱電変換モジュールでは、大きな熱抵抗をもつ磁性絶縁体が使用されるので、熱漏洩が少なく、発電効率の各段の向上が期待される。

ゼーベック効果を用いた熱電変換モジュールによれば、1 mWh~数十Wh の発電能力をもつ熱電発電装置が実現可能であるが、スピンゼーベック効果を用いた熱電変換モジュールによれば、数十 mWh 未満から数百 Wh 超の発電能力をもつ熱電発電装置が実現可能である。

[0093] 図 14 は、本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置を示した斜視図である。この実施例は、図 1 に示した熱電発電装置を市販の乾電池の形態と

している。なお、明瞭にするため、図 14 中、熱電発電装置の導熱体および蓄熱体以外の構成要素は省略してある。

図 14 において、23 は導熱体であり、24 は蓄熱体である。電池の+電極 25 および-電極 26 は、熱電変換ユニットの一对の電極 (図 1 参照) であってもよいし、熱電発電装置が二次電池を備えている場合には、二次電池の出力端子であってもよい (図 4 参照)。-電極 26 は、導熱体 1 の一部として構成されていてもよい。+電極 25 は、絶縁部分 27 によって導熱体 23 から電氣的に絶縁されている。

[0094] 図 15 は、本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。図 15 を参照して、この実施例では、熱電発電装置は、図 1 に示した実施例の構成に加えて、第 1 の追加の蓄熱体 30 と、第 2 の追加の蓄熱体 31 と、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 30、31 間に配置され、一端 32a が第 1 の追加の蓄熱体 30 に接触し、他端 32b が第 2 の追加の蓄熱体 31 に接触する追加の熱電変換ユニット 32 と、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 30、31 間に配置され、一端 33a が第 1 の追加の蓄熱体 30 に接触し、他端 33b が第 2 の追加の蓄熱体 31 に接触する追加のペルチェ素子 33 と、一定の熱抵抗を有し、追加の熱電変換ユニット 32 との接触部分および追加のペルチェ素子 33 との接触部分を除く第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 30、31 の全体を被覆する追加の被覆層 4' とを備えている。

[0095] この場合、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 30、31、追加の熱電変換ユニット 32、追加のペルチェ素子 33、および追加の被覆層 4' は、図 15 に示すように、熱電発電装置の残りの部分と一体に形成されてもよいし、熱電発電装置の残りの部分とは独立な部分として形成されてもよい。後者の場合には、2つの部分が互いに電線で接続される。

[0096] そして、追加の熱電変換ユニット 32 以外の熱電変換ユニット 3 が出力する電気エネルギーを、例えば極性・電圧変換回路 28 を介して、追加のペルチェ素子 33 に適用し、追加のペルチェ素子 33 によって第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 30、31 の一方を加熱し、他方を冷却する。こうして、第 1

および第2の追加の蓄熱体30、31間に温度差を生じさせ、この温度差を利用して、追加の熱電変換ユニット32から電気エネルギーを取り出す。

[0097] この実施例によれば、蓄熱体2の温度が環境の温度変化の範囲内でしか変化しないのに対し、第1および第2の追加の蓄熱体30、31の温度変化の範囲は無制限となるので、第1および第2の蓄熱体30、31間により大きな温度差を生じさせてより多くの熱エネルギーを蓄え、追加の熱電変換ユニット32から大きな電気エネルギーを取り出すことができる。

[0098] この実施例において、熱電発電装置から電気の供給を受ける電子機器の動作が間欠的であり、それに対応して、熱電発電装置による電気の出力が間欠的でもよい場合には、追加のペルチェ素子33を省略することができる。

この場合、熱電発電装置から電気を出力するときは、ゼーベック素子からなる追加の熱電変換ユニット32がゼーベック素子として機能し、電気エネルギーが取り出される。一方、熱電発電装置から電気を出力しないときは、追加の熱電変換ユニット32以外の熱電変換ユニット3から出力される電気エネルギーが、例えば極性・電圧変換回路28を介して、追加の熱電変換ユニット32に適用され、追加の熱電変換ユニット32がペルチェ素子として機能し、蓄熱が行われる。

[0099] 図17は、本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。図17から容易にわかるように、この実施例は、図15に示した実施例において、ペルチェ素子33を取り除き、その代わりに、ヒーター40を、第1の追加の蓄熱体30に接触して配置したものである。

そして、追加の熱電変換ユニット32以外の熱電変換ユニット3が出力する電気エネルギーを、例えば極性・電圧変換回路28を介してヒーター40に適用し、ヒーター40によって第1の追加の蓄熱体30を加熱する。それによって、第1の追加の蓄熱体30は、追加の被覆層4'を介して、熱電発電装置の残りの部分および環境の温度変化範囲の中間付近の温度よりも高い温度となる一方、第2の追加の蓄熱体31は、追加の被覆層4'を介して、環境および熱電発電装置の残りの部分の温度変化範囲の中間付近の温度に安

定する。こうして、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 30、31 間に温度差を生じさせ、この温度差を利用して、追加の熱電変換ユニット 32 から電気エネルギーを取り出す。

[0100] 図 16 は、本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。図 16 を参照して、この実施例では、熱電発電装置は、図 12 に示した実施例の構成に加えて（明瞭のために、図 16 中、図 12 の第 1～第 3 の温度センサーおよび熱流スイッチ制御部は省略してある。）、第 1 の追加の蓄熱体 36 と、第 2 の追加の蓄熱体 37 と、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 36、37 間に配置され、一端 38a が第 1 の追加の蓄熱体 36 に接触し、他端 38b が第 2 の追加の蓄熱体 37 に接触する追加の熱電変換ユニット 38 と、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 36、37 間に配置され、一端 39a が第 1 の追加の蓄熱体 36 に接触し、他端 39b が第 2 の追加の蓄熱体 37 に接触する追加のペルチエ素子 39 とを備えている。この場合、第 2 の追加の蓄熱体 37 は、熱電発電装置が設置される構造物からなっている。

[0101] 熱電発電装置は、さらに、一定の熱抵抗を有し、追加の熱電変換ユニット 38 との接触部分および追加のペルチエ素子 39 との接触部分を除く第 1 の追加の蓄熱体 36 の全体を被覆する追加の被覆層 4' を備えている。この場合、追加の熱電変換ユニット 38 の他端 38b および追加のペルチエ素子 39 の他端 39b を保護するために、必要に応じて、追加の熱電変換ユニット 38 および追加のペルチエ素子 39 と、第 2 の追加の蓄熱体 37 との間に追加の導熱体が配置される。

[0102] そして、追加の熱電変換ユニット 38 を除く熱電変換ユニット 3 が出力する電気エネルギーを、例えば極性・電圧変換回路 34 を介して、追加のペルチエ素子 39 に適用し、追加のペルチエ素子 39 によって第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 36、37 の一方を加熱し、他方を冷却し、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 36、37 間に温度差を生じさせ、この温度差を利用して、追加の熱電変換ユニット 38 から電気エネルギーを取り出す。

この実施例によっても、図 15 の実施例と同様の効果が得られる。

[01 03] 図 1 6 に示した実施例において、熱電発電装置から電気の供給を受ける電子機器の動作が間欠的であり、それに対応して、熱電発電装置による電気の出力が間欠的でもよい場合には、追加のペルチエ素子 3 9 を省略することができる。

この場合、熱電発電装置から電気を出力するときは、ゼーベック素子からなる追加の熱電変換ユニット 3 8 がゼーベック素子として機能し、電気エネルギーが取り出される。一方、熱電発電装置から電気を出力しないときは、追加の熱電変換ユニット 3 8 以外の熱電変換ユニット 3 から出力される電気エネルギーが、例えば極性・電圧変換回路 3 4 を介して、追加の熱電変換ユニット 3 8 に適用され、追加の熱電変換ユニット 3 8 がペルチエ素子として機能し、蓄熱が行われる。

[01 04] 図 1 8 は、本発明のさらに別の実施例による熱電発電装置の縦断面図である。図 1 8 から容易にわかるように、この実施例は、図 1 6 に示した実施例において、ペルチエ素子 3 9 を取り除き、その代わりに、ヒーター 4 1 を、第 1 の追加の蓄熱体 3 6 に接触して配置したものである。

そして、追加の熱電変換ユニット 3 8 以外の熱電変換ユニット 3 が出力する電気エネルギーを、例えば極性・電圧変換回路 3 4 を介してヒーター 4 1 に適用し、ヒーター 4 1 によって第 1 の追加の蓄熱体 3 6 を加熱する。それによって、第 1 の追加の蓄熱体 3 6 は、追加の被覆層 4' を介して、熱電発電装置の残りの部分および環境の温度変化範囲の中間付近の温度よりも高い温度となる一方、第 2 の追加の蓄熱体 3 7 は、熱電発電装置が設置される構造物であって、大きな熱容量を有するから、環境の温度変化範囲の中間付近の温度に安定する。こうして、第 1 および第 2 の追加の蓄熱体 3 6、3 7 間に温度差を生じさせ、この温度差を利用して、追加の熱電変換ユニット 3 8 から電気エネルギーを取り出す。

[01 05] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、蓄熱体のうちの少なくとも 1 つが潜熱蓄熱材から形成される。潜熱蓄熱材を使用することで、よりコンパクトに大量の熱を吸収しまたは放出することができ、それによつて、より

コンパクトでかつより発電量の大きな熱電発電装置を実現することができる。

[0106] 近年、携帯される電子機器や移動する自動車に対し、電源コードを使用せずに電力を供給し、また非接触で充電するために、無線で電力伝送を行うワイヤレス給電技術が実用化されている。ワイヤレス給電技術としては、電磁誘導方式、磁気共鳴方式、電界結合方式、電波受信方式等が知られており、数mm～数mの距離を無線で電力を供給できる。

そして、このワイヤレス給電システムの送電側機能を本発明の熱電発電装置に付加する一方、熱電発電装置を一体化することに難があり、より小型、軽量化が求められる携帯端末またはセンサーネットワーク端末等に受電側機能を付加することによって、電力供給を行うことができる。この場合、送電側機能を備えた1つの熱電発電装置から、受電側機能を備えた複数の端末に対し、同時または順次に給電することもできる。

[0107] 本発明の熱電発電装置は、電子機器の通常の電源に適用できるだけでなく、他の用途にも適用可能である。例えば、本発明による熱電発電装置を人工衛星に取り付け、熱電発電装置の導熱体を人工衛星の筐体表面に配置し、被覆層によって被覆された蓄熱体を筐体内部に配置すれば、人工衛星の自転運動に伴って、導熱体は周期的に太陽に晒されたり、太陽の陰に入ったりする。そして、蓄熱体の熱時定数を人工衛星の自転周期よりも長く設定することで、蓄熱体の温度は、導熱体の最高温度と最低温度の中間温度付近に保たれ、それによって発電を安定的に行うことができる。

[0108] また、本発明の熱電発電装置を、機械設備の故障時に高温になる部分に設置し、機械設備の常動作時は待機状態としておき、機械設備の故障時にのみ発電を行い、故障検知センサーに電力を供給して、故障検知センサーを動作させることもできる。この構成においては、熱電発電装置の発電電力を蓄えておく必要がなく、そのため、二次電池は不要となる。

また、本発明の熱電発電装置を体温計の電源として使用し、長時間にわたり室温で保管しておき、必要時に、導熱体を身体に接触させることで発電し

、体温計を動作させることもできる。この構成においても、二次電池は不要となる。

符号の説明

- [0109] 1、1' 導熱体
- 2 蓄熱体
- 3 熱電変換ユニット
- 3 a 1' 端
- 3 b 他/面
- 4 被覆層
- 4' 追加の被覆層
- 4 a 開口
- 5 電極
- 6 液体状の蓄熱体
- 7 容器
- 8 熱交換用フィン
- 9 開口
- 10 電源
- 11 極性・電圧変換回路
- 12 二次電池
- 13 電子機器
- 14 補助導熱手段
- 14 a バイメタル
- 14 b 熱収縮性材料
- 15 熱流スイッチ
- 15 a 第1の熱流スイッチ
- 15 b 第2の熱流スイッチ
- 16 第1の温度センサー
- 17 第2の温度センサー

- 18 熱流スイッチ制御部
- 19 第1の温度センサー
- 20 第2の温度センサー
- 21 第3の温度センサー
- 22 熱流スイッチ制御部
- 23 導熱体
- 24 蓄熱体
- 25 + 電極
- 26 - 電極
- 27 絶縁部分
- 28 極性・電圧変換回路
- 29 a リニアアクチュエータ
- 29 b 可動導熱ブロック
- 29 c 回転型アクチュエータ
- 29 d 可動導熱ブロック
- 30 第1の追加の蓄熱体
- 31 第2の追加の蓄熱体
- 32 追加の熱電変換ユニット
 - 32 a 1 端
 - 32 b 他端
- 33 追加のペルチエ素子
 - 33 a 1 端
 - 33 b 他端
- 34 極性・電圧変換回路
- 36 第1の追加の蓄熱体
- 37 第2の追加の蓄熱体
- 38 追加の熱電変換ユニット
 - 38 a - 端

38 b 他端

39 追加のペルチエ素子

39 a 一端

39 b 他端

40、41 ヒーター

請求の範囲

- [請求項 1] 温度昇降を繰り返す環境中に配置され、前記環境の温度変化を利用して発電を行う熱電発電装置であって、
- 前記環境に接触し、前記環境の温度変化に応じて前記環境と熱交換し得る 1 つの導熱体と、
- 少なくとも 1 つの蓄熱体と、
- 一定の熱抵抗を有し、前記蓄熱体を被覆する被覆層と、
- 前記導熱体および前記蓄熱体間、または前記蓄熱体間、またはそれらの両方に配置された少なくとも 1 つの熱電変換ユニットと、を備え、前記熱電変換ユニットの一端側と他端側との間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする熱電発電装置。
- [請求項 2] 1 つの前記蓄熱体と、前記導熱体および前記蓄熱体間に配置された 1 つの前記熱電変換ユニットと、を備え、前記熱電変換ユニットの一端が前記導熱体に接触する一方、他端が前記蓄熱体に接触し、前記被覆層は前記熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記蓄熱体の全体を被覆しており、前記蓄熱体が前記導熱体の最高温度と最低温度の間付近の温度に保たれ、それによつて、前記導熱体と前記蓄熱体との間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする請求項 1 に記載の熱電発電装置。
- [請求項 3] 前記被覆層内における前記導熱体および前記蓄熱体間に配置され、熱的に膨張および収縮すること、または熱的に変形することで、前記導熱体および前記蓄熱体に接触して前記導熱体と前記蓄熱体間で熱移動させる第 1 の位置と、前記導熱体および前記蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して前記熱移動を停止させる第 2 の位置とをとる補助導熱手段を備え、前記補助導熱手段は、前記導熱体の温度が前記最高温度付近にあるとき、または前記導熱体の温度が前記最低温度付

近にあるときに前記第 1 の位置をとることを特徴とする請求項 2 に記載の熱電発電装置。

[請求項 4]

前記被覆層内における前記導熱体および前記蓄熱体間に配置され、前記導熱体および前記蓄熱体に接触して前記導熱体と前記蓄熱体間で熱移動させる ON 状態と、前記導熱体および前記蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して前記熱移動を停止させる OFF 状態をとる熱流スイッチと、

前記導熱体の温度を検出する第 1 の温度センサーと、

前記蓄熱体の温度を検出する第 2 の温度センサーと、

前記第 1 および第 2 の温度センサーの検出値に基づいて、前記熱流スイッチの ON 状態と OFF 状態を切り替える熱流スイッチ制御部と、を備えていることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の熱電発電装置。

[請求項 5]

前記熱流スイッチは、前記導熱体と前記熱電変換ユニットの前記一端との間、または前記蓄熱体と前記熱電変換ユニットの前記他端との間に配置され、前記 ON 状態をとるとき、前記熱電変換ユニットを介して前記導熱体と前記蓄熱体間で熱移動させることを特徴とする請求項 4 に記載の熱電発電装置。

[請求項 6]

第 1 および第 2 の前記蓄熱体と、

前記第 1 および第 2 の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の蓄熱体に接触する 1 つの前記熱電変換ユニットと、

前記導熱体および前記第 1 の蓄熱体間に配置され、前記導熱体および前記第 1 の蓄熱体に接触して前記導熱体と前記第 1 の蓄熱体間で熱移動させる ON 状態と、前記導熱体および前記第 1 の蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させる OFF 状態をとる第 1 の熱流スイッチと、

前記導熱体および前記第 2 の蓄熱体間に配置され、前記導熱体およ

び前記第2の蓄熱体に接触して前記導熱体と前記第2の蓄熱体の間で熱移動させるON状態と、前記導熱体および前記第2の蓄熱体のうちの少なくとも一方から離間して当該熱移動を停止させるOFF状態をとる第2の熱流スイッチと、を備え、前記被覆層は、前記第1の熱流スイッチとの接触部分および前記熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第1の蓄熱体の全体と、前記第2の熱流スイッチとの接触部分および前記熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第2の蓄熱体の全体を被覆しており、さらに、

前記導熱体の温度を検出する第1の温度センサーと、

前記第1の蓄熱体の温度を検出する第2の温度センサーと、

前記第2の蓄熱体の温度を検出する第3の温度センサーと、

前記第1～第3の温度センサーの検出値に基づいて、前記第1および第2の熱流スイッチの前記ON状態と前記OFF状態を切り替える熱流スイッチ制御部と、を備え、前記熱流スイッチ制御部が、前記導熱体の温度が最高温度付近にあるとき、前記第1の熱流スイッチを前記ON状態にすると同時に、前記第2の熱流スイッチを前記OFF状態にし、前記導熱体の温度が最低温度付近にあるとき、前記第1の熱流スイッチを前記OFF状態にすると同時に、前記第2の熱流スイッチを前記ON状態にすることにより、第1の蓄熱体が前記導熱体の最高温度付近の温度に保たれる一方、前記第2の蓄熱体が前記導熱体の最低温度付近の温度に保たれ、それによつて、前記第1および第2の蓄熱体間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする請求項1に記載の熱電発電装置。

[請求項7]

前記第1の熱流スイッチおよび前記第1の蓄熱体間に配置され、一端が前記第1の熱流スイッチに接触する一方、他端が前記第1の蓄熱体に接触する第1のペルチエ素子と、

前記第2の熱流スイッチおよび前記第2の蓄熱体間に配置され、

端が前記第 2 の熱流スイッチに接触する一方、他端が前記第 2 の蓄熱体に接触する第 2 のペルチエ素子と、を備え、前記第 1 の熱流スイッチが前記 0 N 状態にあるとき、前記第 1 のペルチエ素子が、前記一端において吸熱して、前記他端において発熱し、前記第 2 の熱流スイッチが前記 0 N 状態にあるとき、前記第 2 のペルチエ素子が、前記一端において発熱して、前記他端において吸熱することを特徴とする請求項 6 に記載の熱電発電装置。

[請求項 8] 前記導熱体が前記被覆層の表面の全体を被覆していることを特徴とする請求項 1～請求項 7 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[請求項 9] 前記被覆層は断熱材から形成されていることを特徴とする請求項 1～請求項 8 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[請求項 10] 少なくとも 1 つの前記蓄熱体が潜熱蓄熱材から形成されていることを特徴とする請求項 1～請求項 9 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[請求項 11] 第 1 の追加の蓄熱体と、
第 2 の追加の蓄熱体と、
前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、
前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加のペルチエ素子と、

一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分および前記追加のペルチエ素子との接触部分を除く前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層と、を備え、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記追加のペルチエ素子によって熱エネルギーに変換することによって、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気工

エネルギーを取り出すものであることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[請求項 12]

第 1 の追加の蓄熱体と、

第 2 の追加の蓄熱体と、

前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、

一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層と、

前記追加の被覆層の内部において前記第 1 の追加の蓄熱体に接触して配置されたヒーターと、を備え、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記ヒーターによって熱エネルギーに変換することによって、前記第 1 の追加の蓄熱体を加熱し、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[請求項 13]

前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体のうちの少なくとも一方が潜熱蓄熱材から形成されていることを特徴とする請求項 11 または請求項 12 に記載の熱電発電装置。

[請求項 14]

第 1 の追加の蓄熱体と、

第 2 の追加の蓄熱体と、

前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、

前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する

追加のペルチエ素子と、を備え、前記第 2 の追加の蓄熱体は、前記熱電発電装置が設置される構造物からなり、さらに、

一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分および前記追加のペルチエ素子との接触部分を除く前記第 1 の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層を備え、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記追加のペルチエ素子によって熱エネルギーに変換することによって、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[請求項 15]

第 1 の追加の蓄熱体と、

第 2 の追加の蓄熱体と、

前記第 1 および第 2 の蓄熱体間に配置され、一端が前記第 1 の追加の蓄熱体に接触し、他端が前記第 2 の追加の蓄熱体に接触する追加の熱電変換ユニットと、

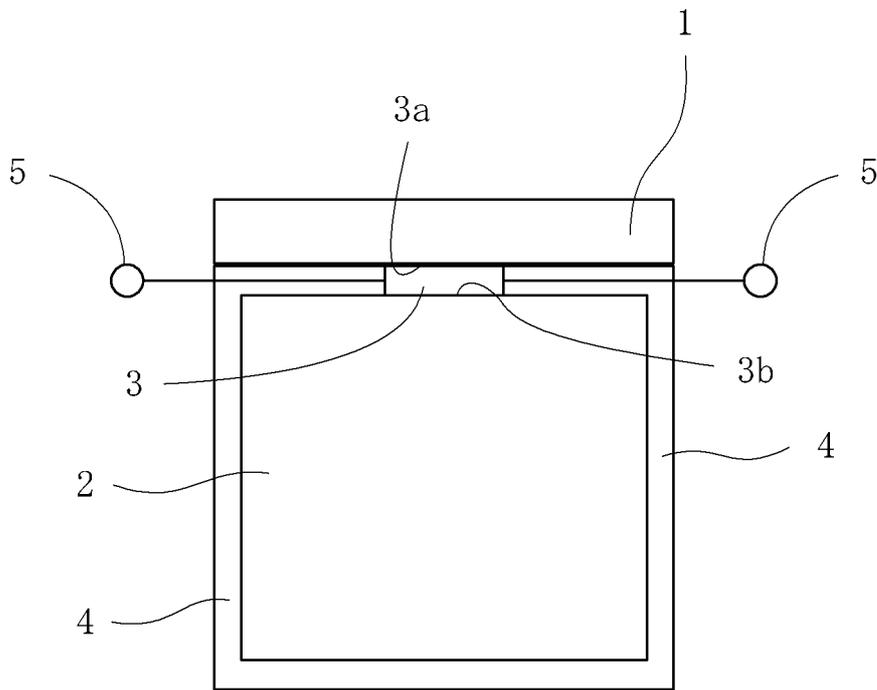
一定の熱抵抗を有し、前記追加の熱電変換ユニットとの接触部分を除く前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体の全体を被覆する追加の被覆層と、

前記追加の被覆層の内部において前記第 1 の追加の蓄熱体に接触して配置されたヒーターと、を備え、前記第 2 の追加の蓄熱体は、前記熱電発電装置が設置される構造物からなり、前記追加の熱電変換ユニットを除く前記熱電変換ユニットが出力する電気エネルギーを前記ヒーターによって熱エネルギーに変換することによって、前記第 1 の追加の蓄熱体を加熱し、前記第 1 および第 2 の追加の蓄熱体間に温度差を生じさせ、前記温度差を利用して、前記追加の熱電変換ユニットから電気エネルギーを取り出すものであることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれかに記載の熱電発電装置。

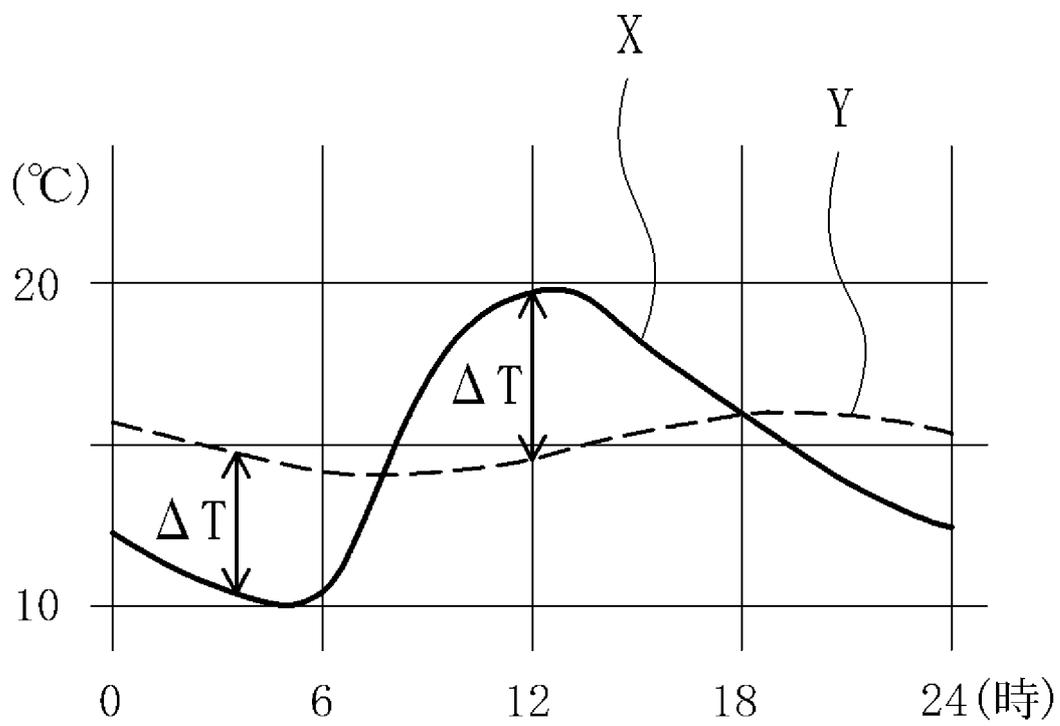
[請求項 16] 前記第 1 の追加の蓄熱体が潜熱蓄熱材から形成されていることを特徴とする請求項 14 または請求項 15 に記載の熱電発電装置。

[請求項 17] ワイヤレス給電システムの送電側機能を備えたものであることを特徴とする請求項 1 ～請求項 16 のいずれかに記載の熱電発電装置。

[図1]

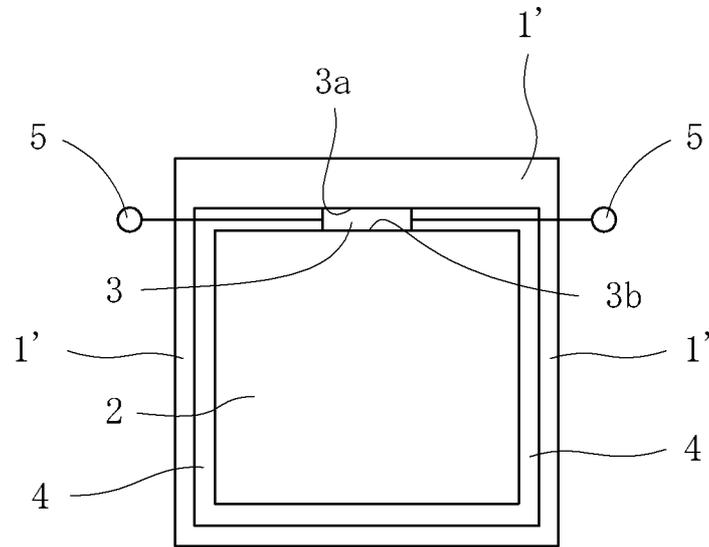


[図2]

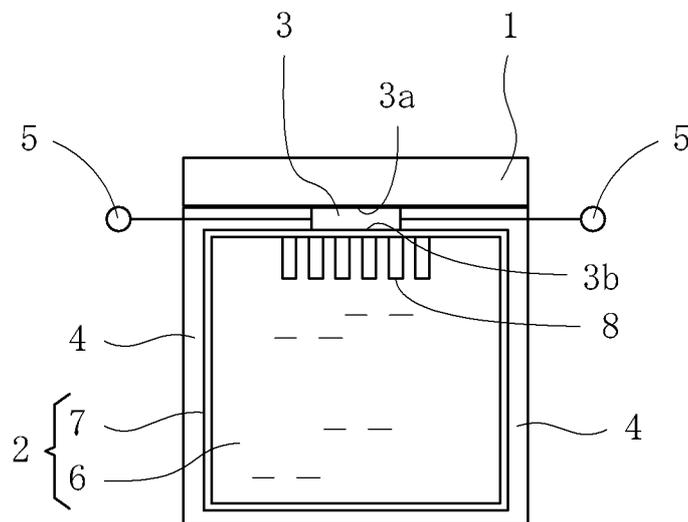


[図3]

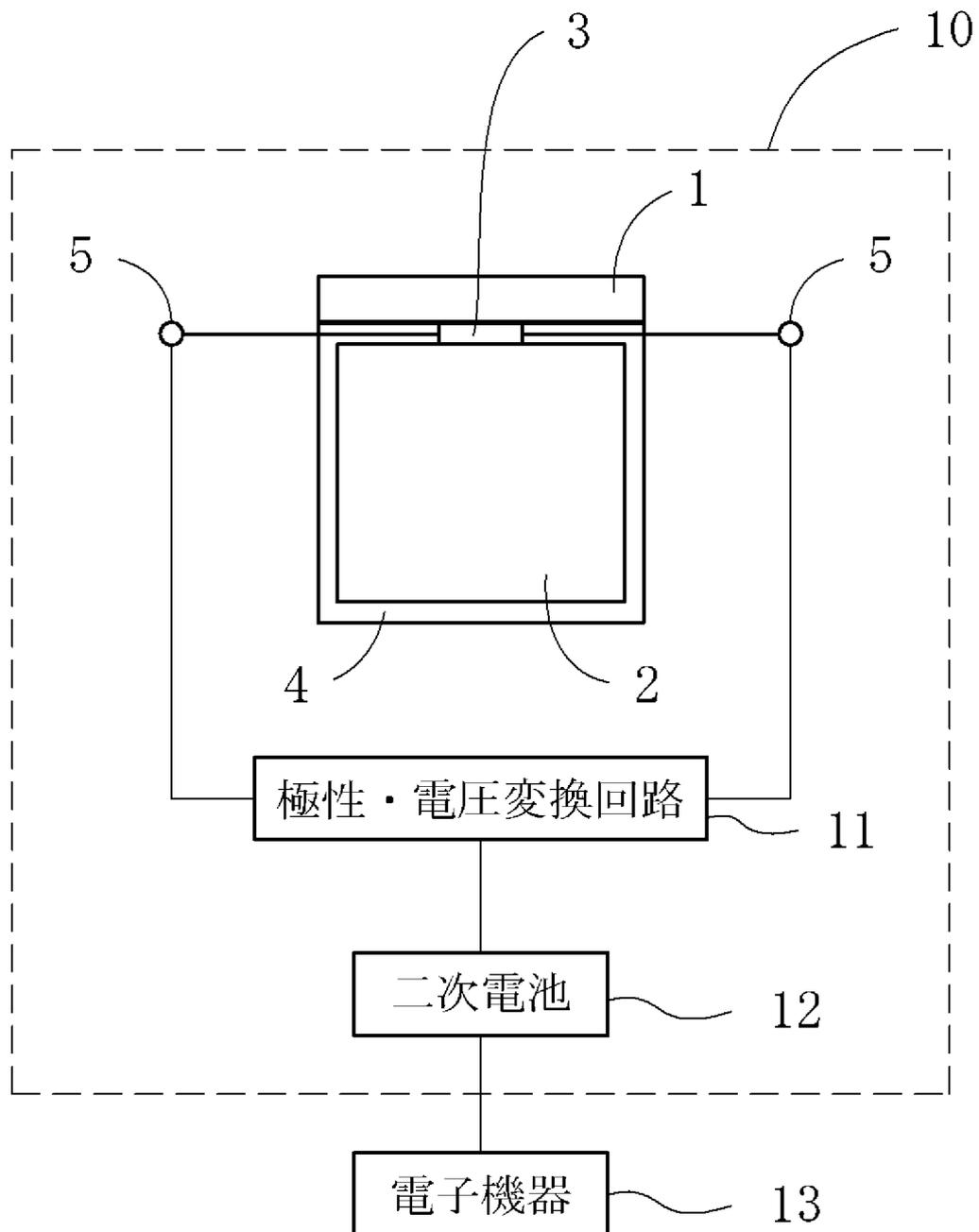
A



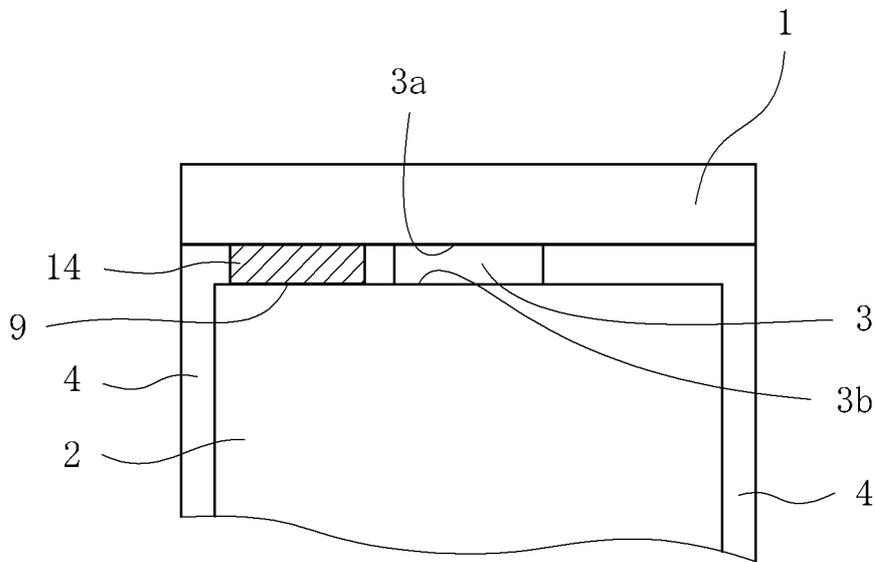
B



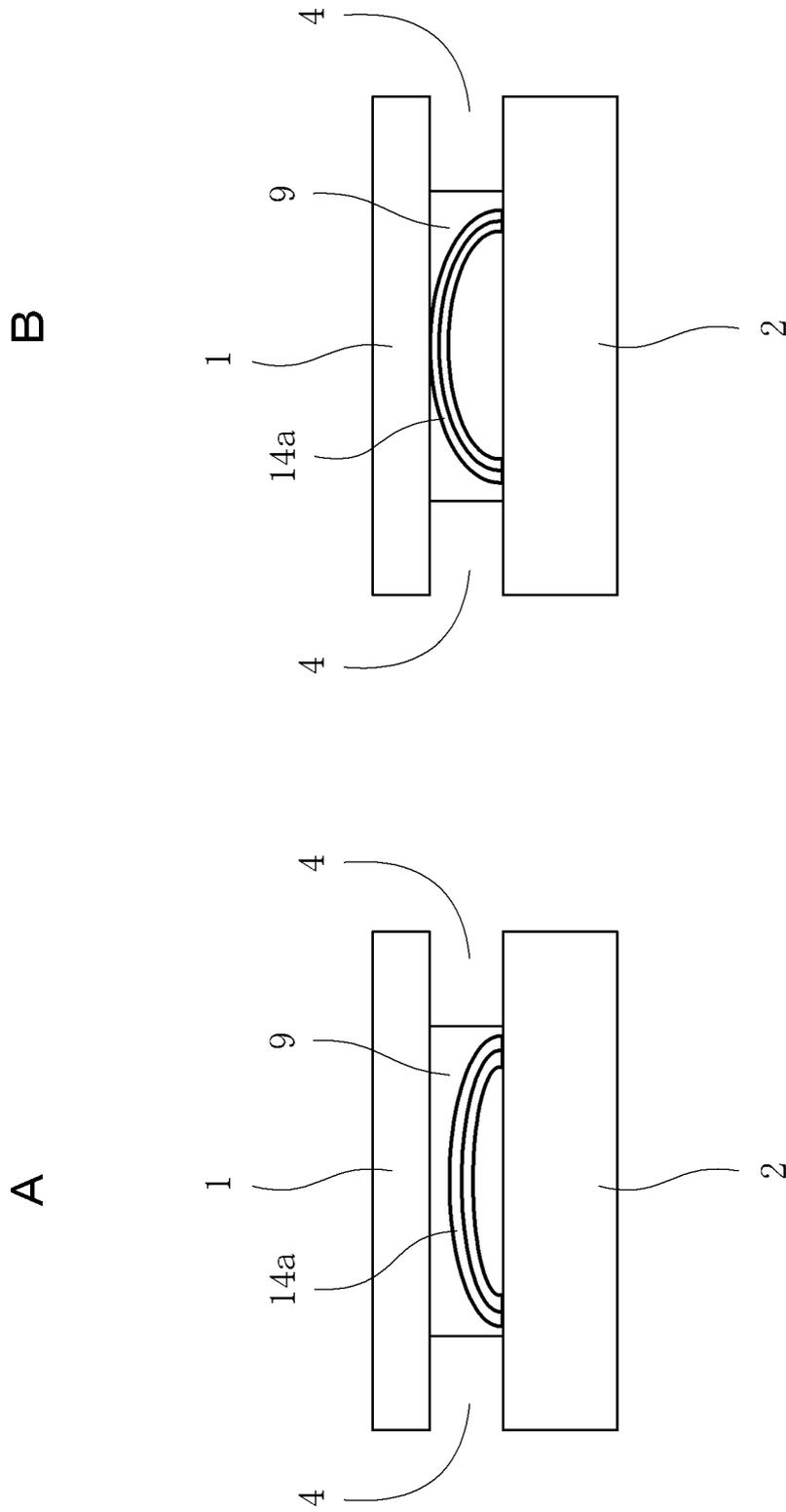
[図4]



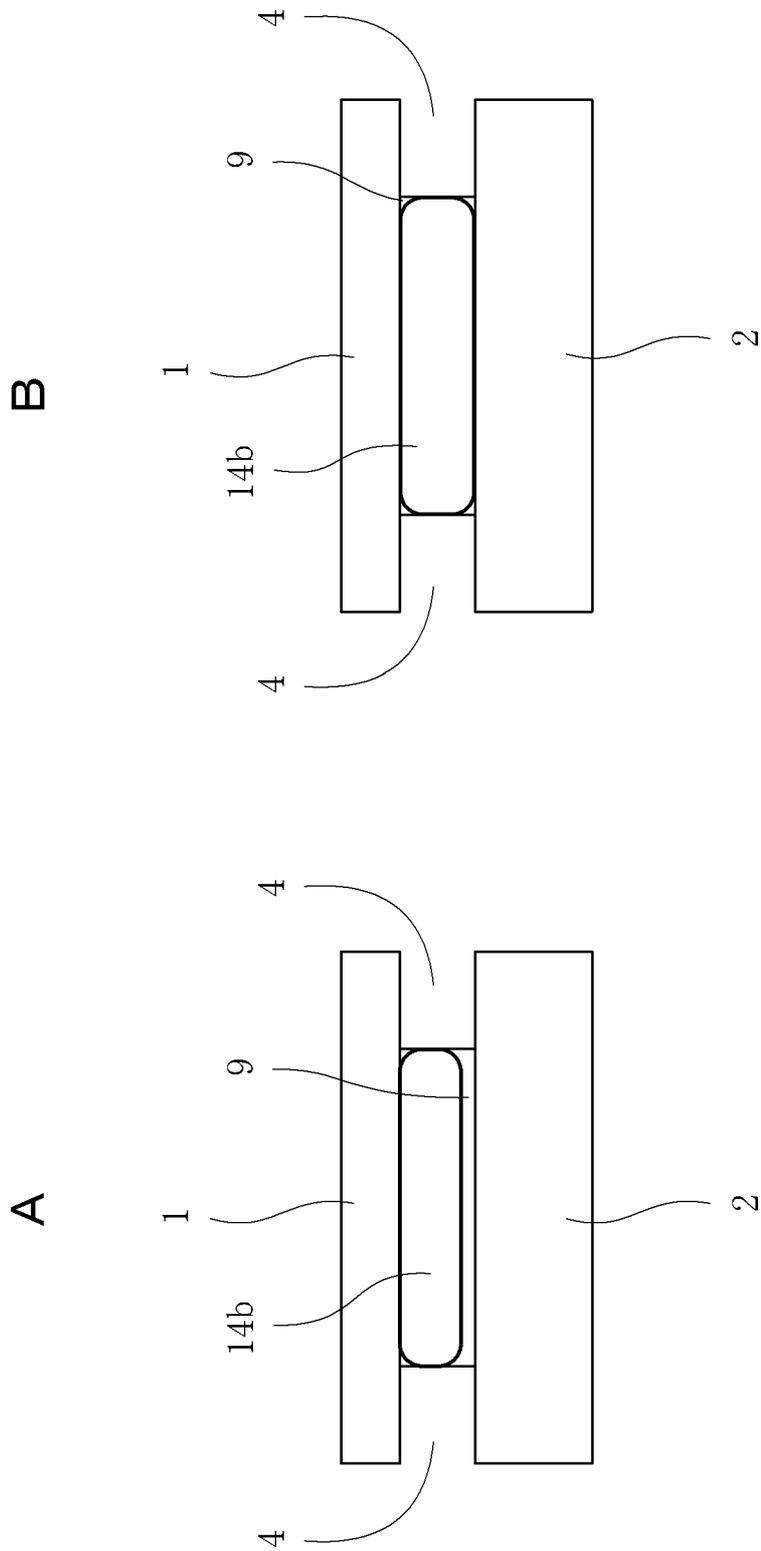
[図5]



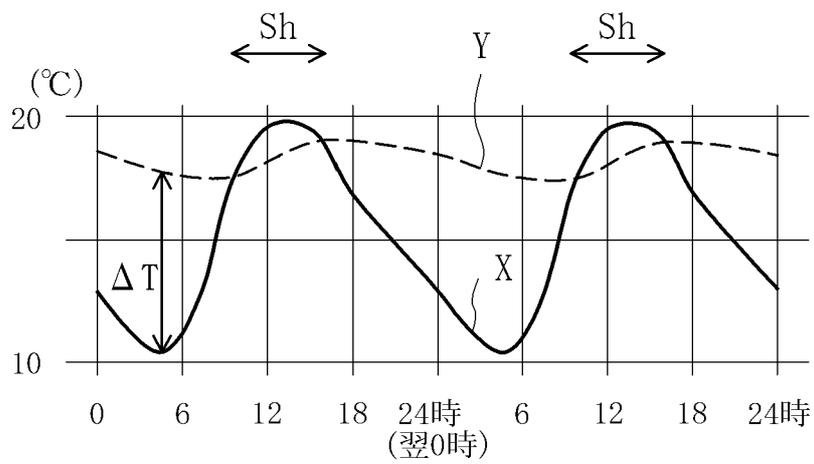
[図6]



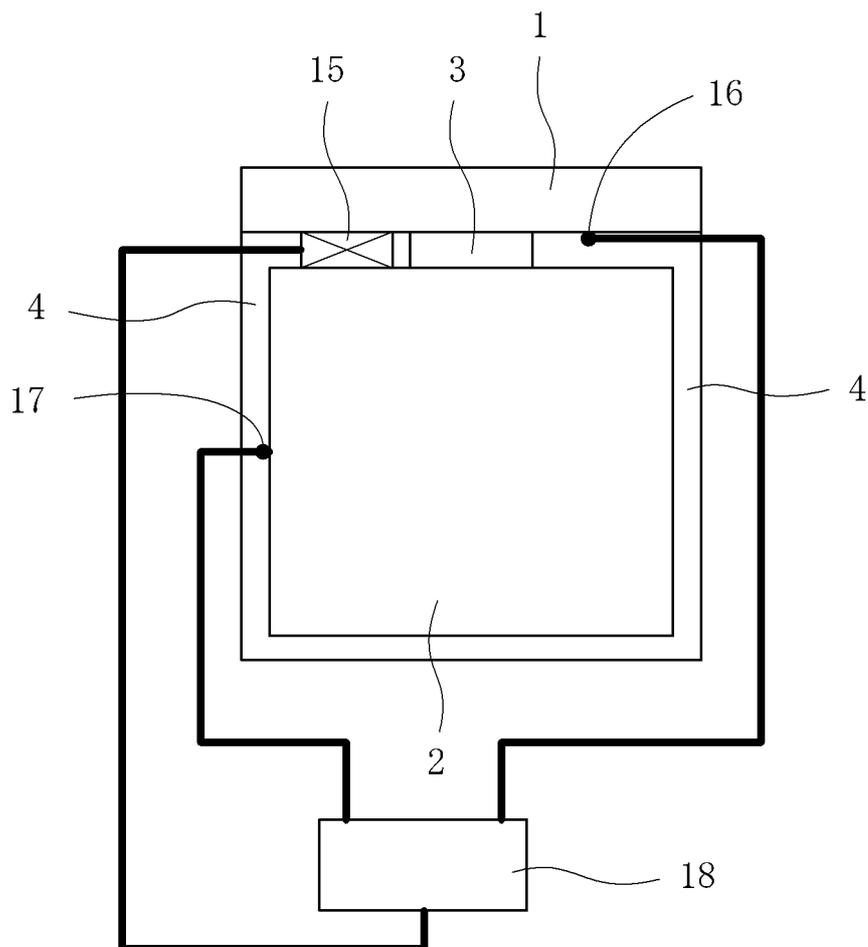
[図7]



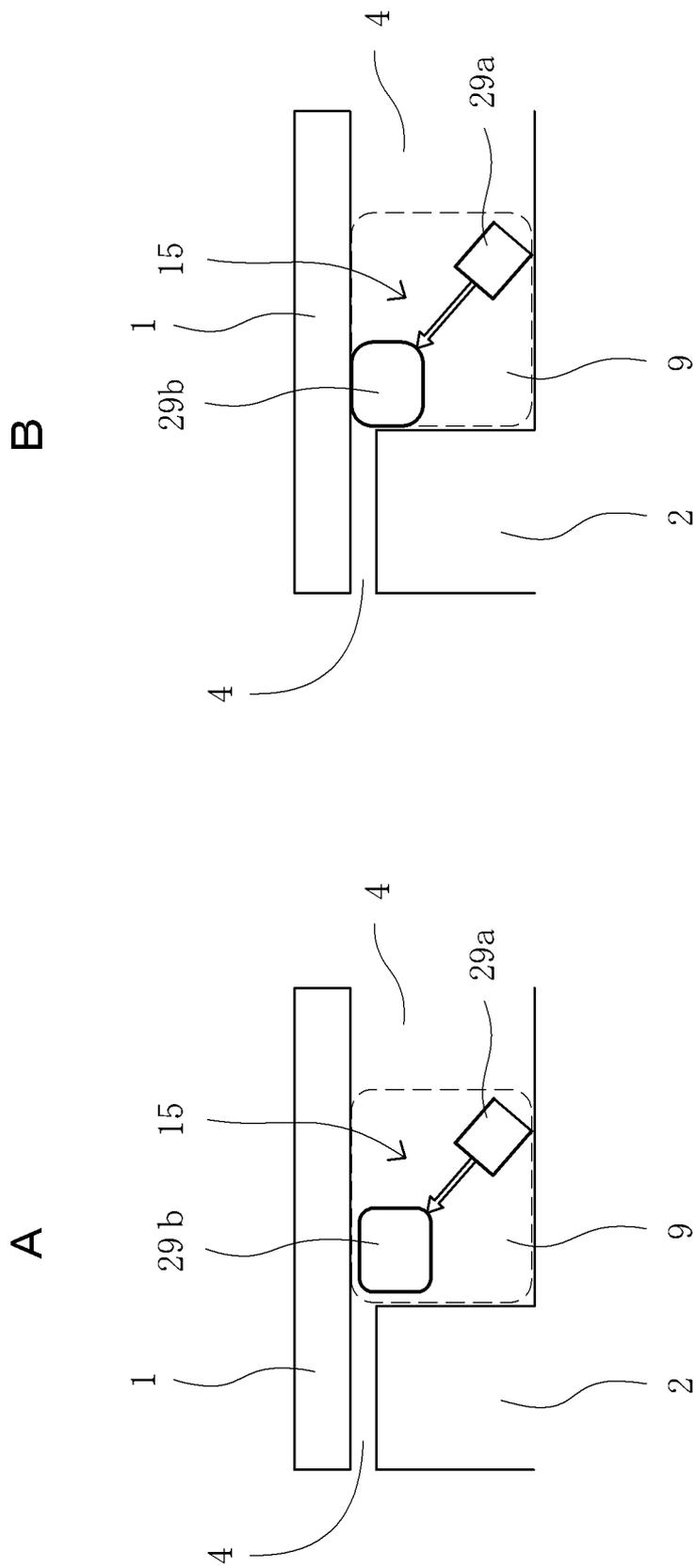
[図8]



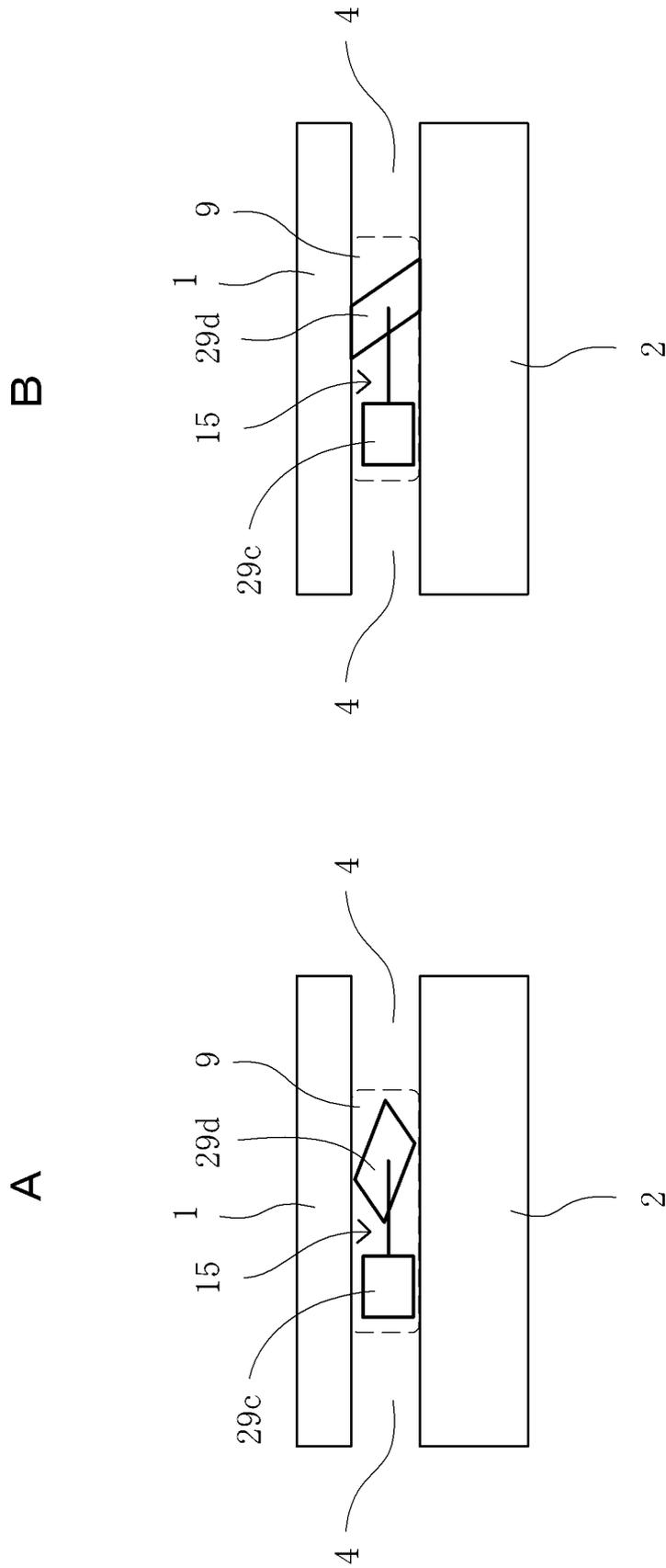
[図9]



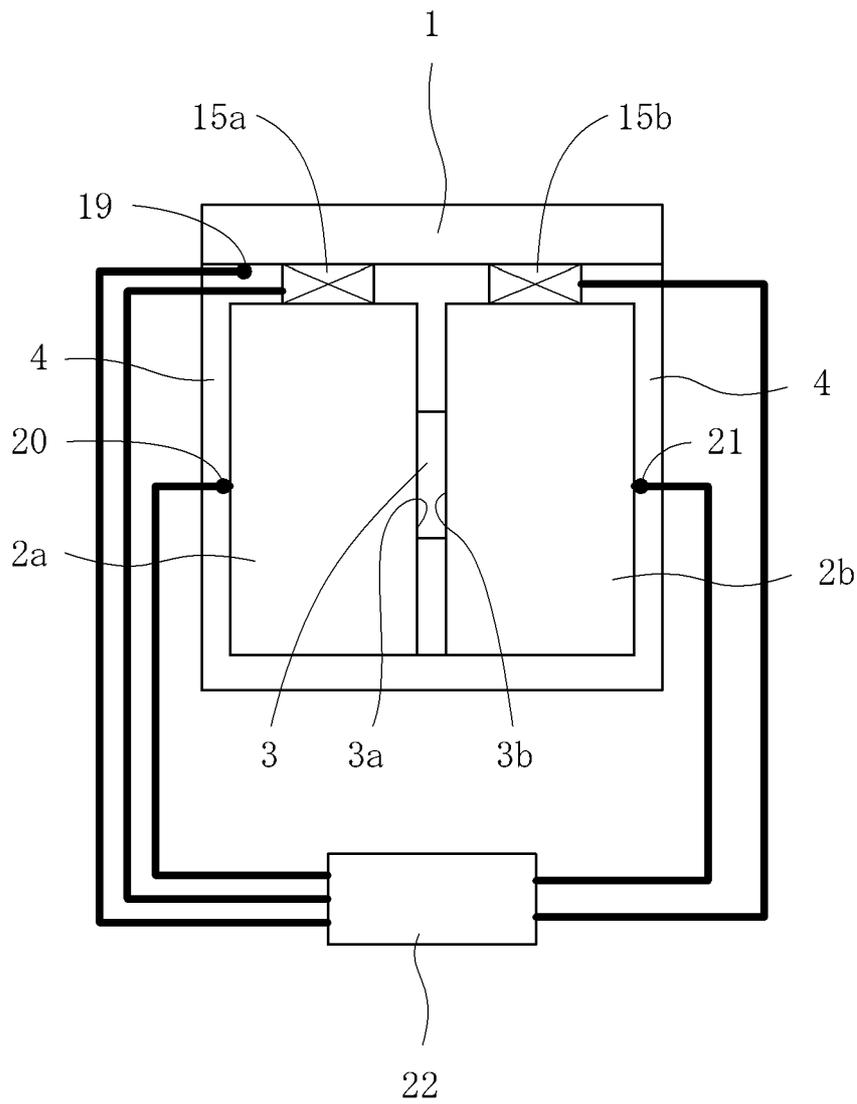
[図10]



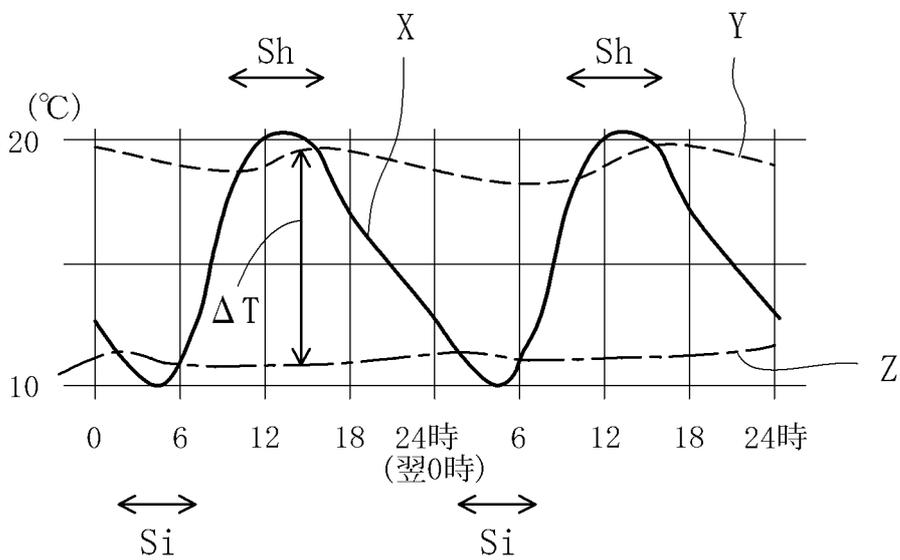
[図11]



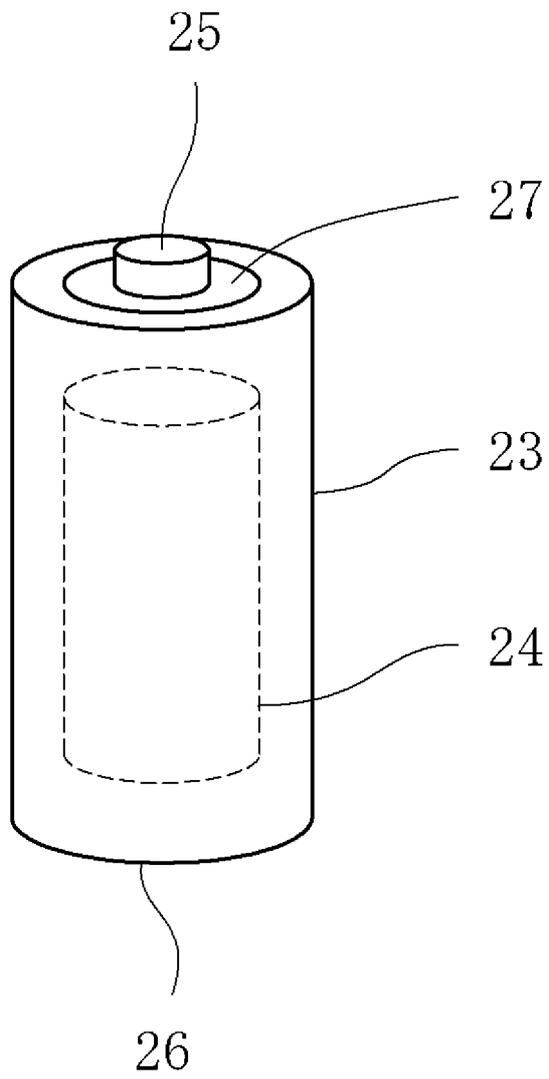
[図12]



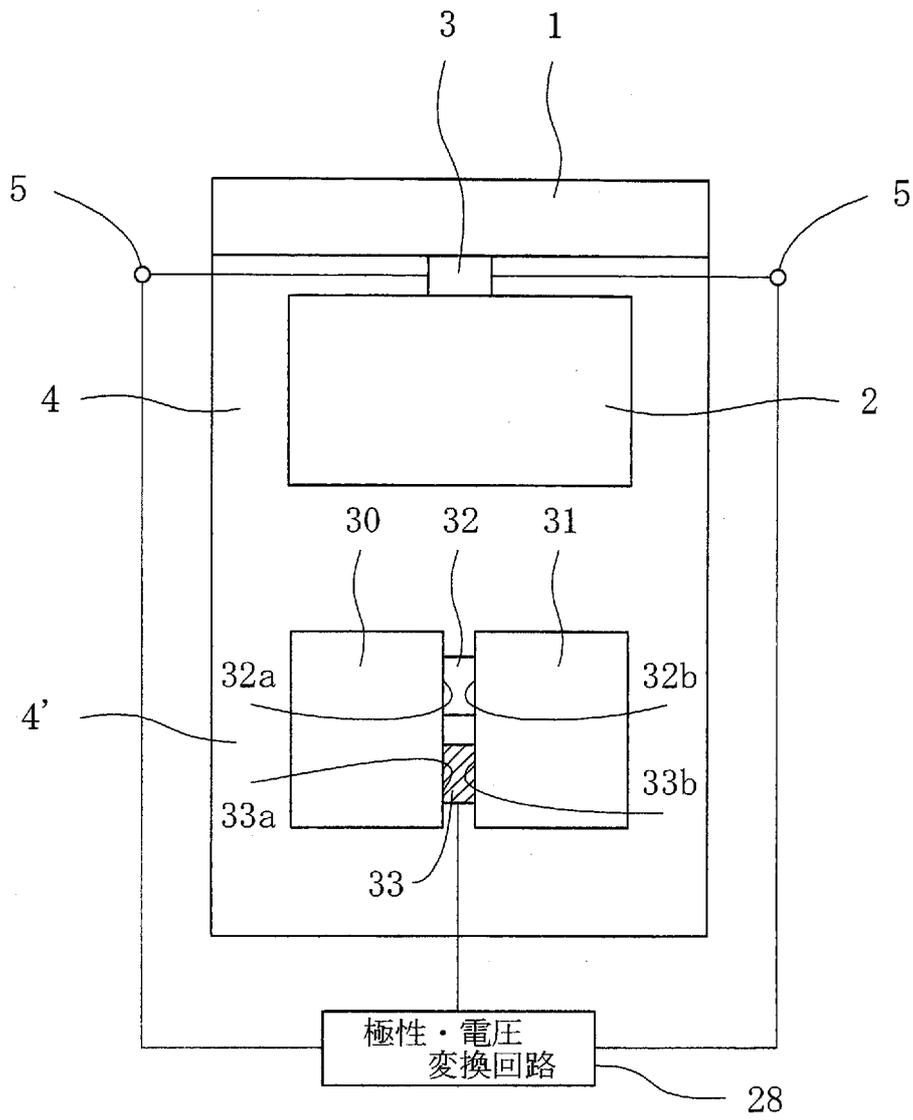
[図13]



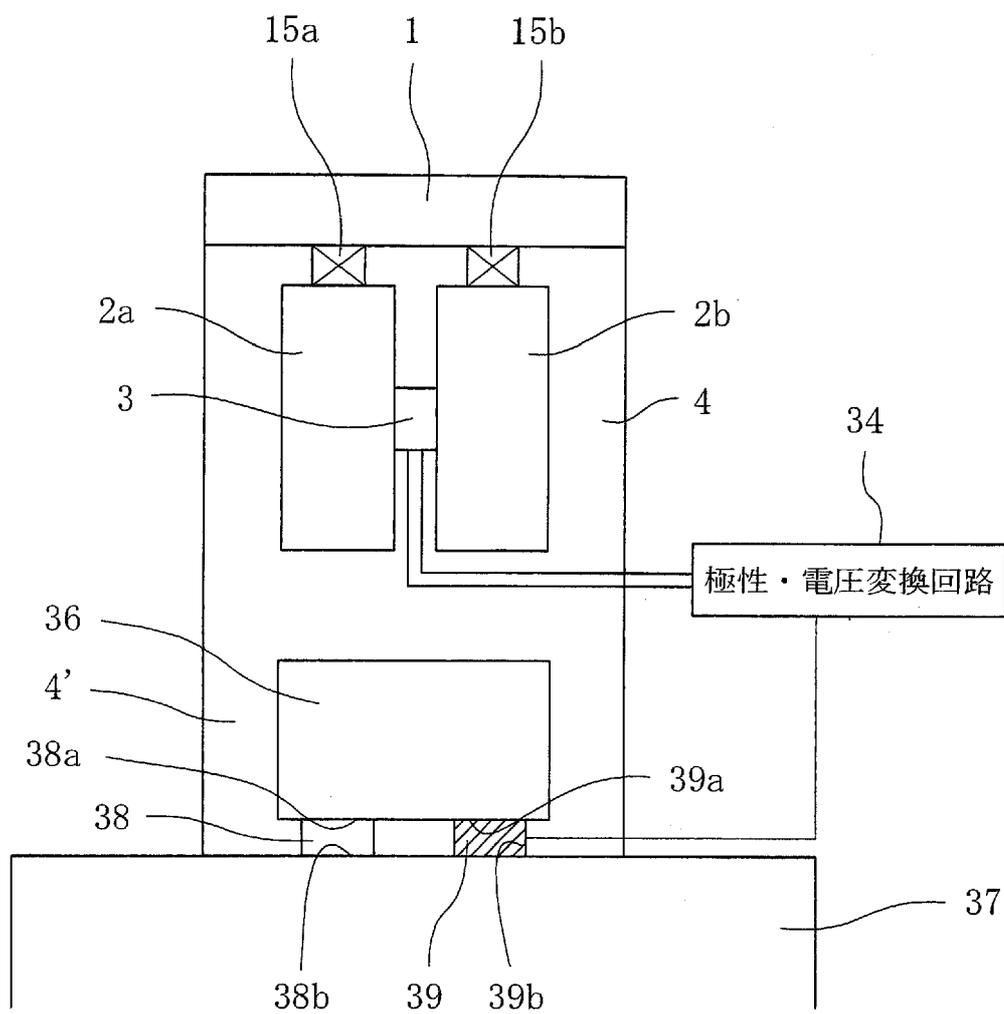
[図14]



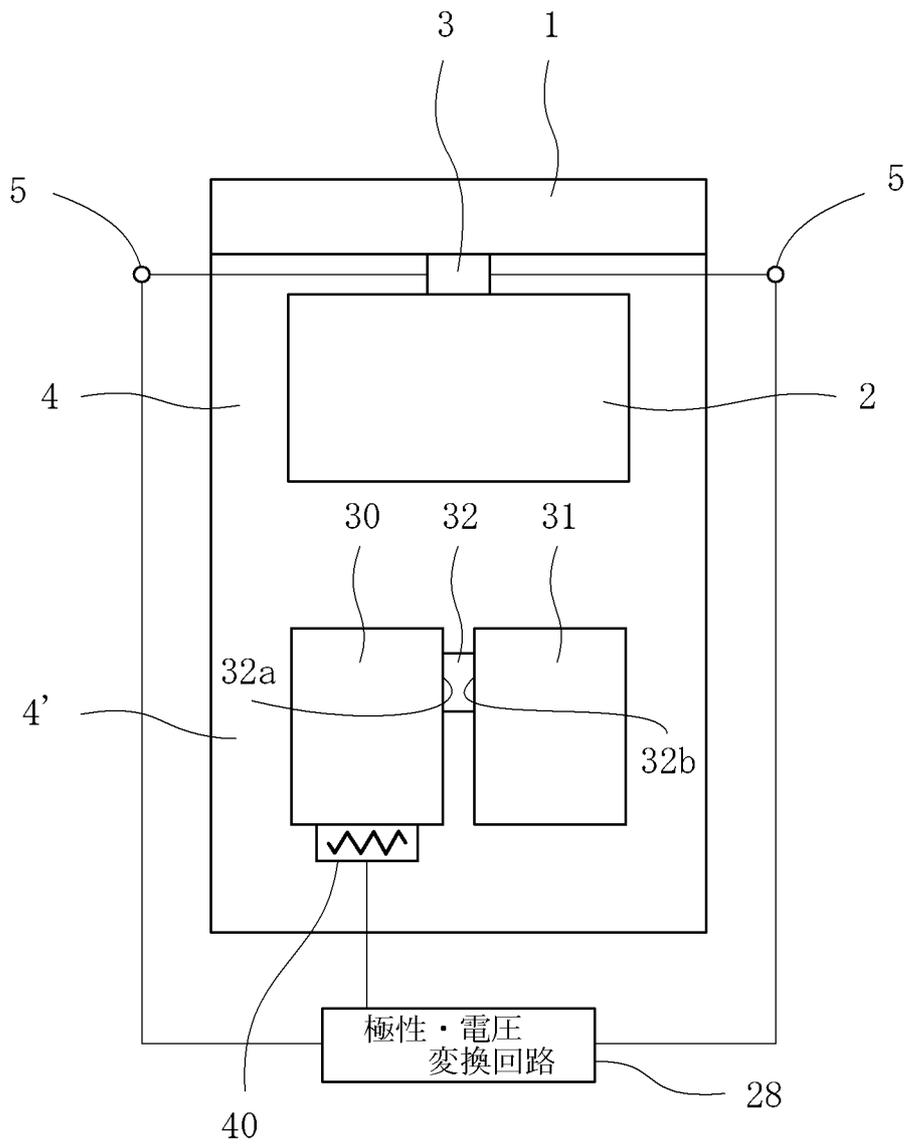
[図15]



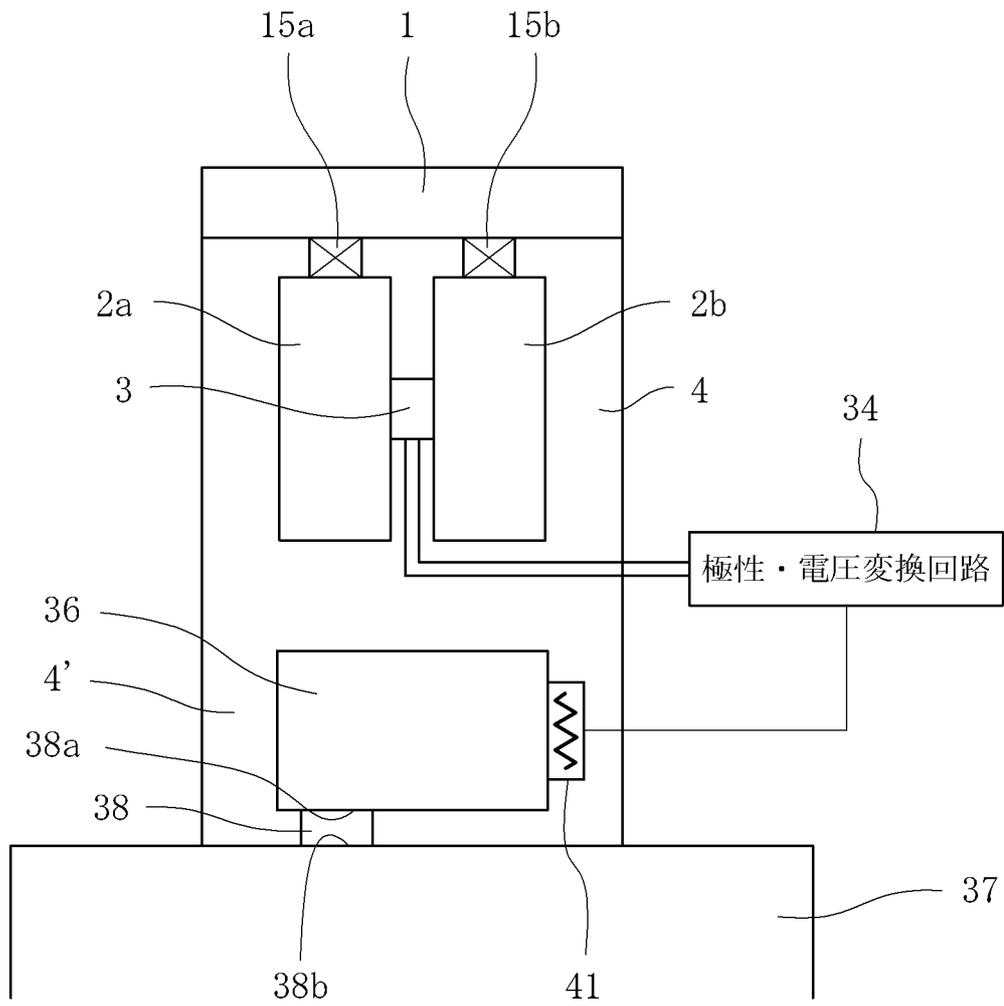
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 L35/30 (2006.01)i, F24J2/42 (2006.01)i, H02N1 1/00 (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)

H01L35/30, F24J2/42, H02N1 1/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1 996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y A	JP 11-284235 A (Union Material Inc.), 15 October 1999 (15.10.1999), paragraphs [0011] to [0021]; fig. 2 (Family: none)	1-2, 8-9 10, 17 3-7, 11-16
Y	JP 2009-247049 A (Tohiba Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0017] to [0020] (Family: none)	10, 17
Y	JP 2011-152018 A (Sony Corp.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0006] to [0009] (Family: none)	17



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

"I" 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
10 August, 2012 (10.08.12)Date of mailing of the international search report
21 August, 2012 (21.08.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L35/30 (2006. 01) i, F24J2/42 (2006. 01) i, H02N1 1/00 (2006. 01) i

B. 一 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. H01L35/30, F24J2/42, H02N1 1/00

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	1922-19
日本国公開実用新案公報	1971-20
日本国実用新案登録公報	1996-20
日本国登録実用新案公報	1994-20

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)
 年

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
X Y A Y	JP 11-284235 A (ユニオンマテリアル株式会社) 1999. 10. 15, D011] - D021], 図 2 (ファミリーなし)	1-2, 8-9 10, 17 3-7, 11-16
Y	JP 2009-247049 A (株式会社東芝) 2009. 10. 22, D017] - D020] (ファミリーなし)	10, 17
Y	JP 2011-152018 A (ソニー株式会社) 2011. 08. 04, D006] - D009] (ファミリーなし)	17

Γ 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	の日の後に公表された文献
IA) 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	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
IE) 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	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
I) 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)	IY) 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
Iθ) 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	I&) 同一パテントファミリー文献
IP) 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10. 08. 2012	国際調査報告の発送日 21. 08. 2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA / JP) 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) 松本 泰典 電話番号 03-3581-1101 内線 3358