

(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
2018年1月11日(11.01.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/008507 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 35/30 (2006.01) *H01L 35/32* (2006.01)
F01N 5/02 (2006.01) *H02N 11/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/023900

(22) 国際出願日: 2017年6月29日(29.06.2017)

(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 2016-132840 2016年7月4日(04.07.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

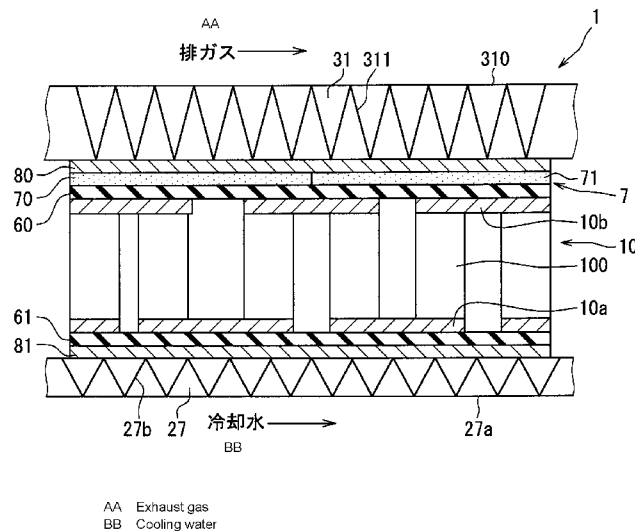
(72) 発明者: 桑山 和利 (KUWAYAMA Kazutoshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 鈴木 聡 (SUZUKI Satoshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 北川 新也 (KITAGAWA Shinya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 金 順 姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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,

(54) Title: THERMOELECTRIC POWER GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 熱電発電装置



(57) Abstract: A thermoelectric power generation device is provided with: a first fluid passageway (27) through which a first fluid flows; a second fluid passageway (31) through which a second fluid having a higher temperature than the first fluid and being discharged from an engine (20) flows; a thermoelectric power generation unit (10) which includes a thermoelectric conversion element (100) and which generates electric power using a temperature difference between one side portion (10a) and another side portion (10b); a lower temperature side member (61, 81) which is interposed between



CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

the first fluid passageway and the one side portion and constitutes at least a part of a thermal transfer path between the first fluid and the one side portion; and a higher temperature side member (7; 107; 160; 207; 307) which is interposed between the second fluid passageway and the other side portion and constitutes at least a part of a thermal transfer path between the second fluid and the other side portion. The higher temperature side member is configured such that the thermal resistance to heat moving in the direction of the flow of the second fluid is greater in one than the other of an upstream side portion (70; 170; 1601; 170; 270) provided upstream and a downstream side portion (71; 171; 1602; 271; 370) provided downstream of the upstream side portion.

(57) 要約: 熱電発電装置は、第1流体が流れる第1流体通路(27)と、第1流体よりも高温でありエンジン(20)から排出される第2流体が流れる第2流体通路(31)と、熱電変換素子(100)を有し一方側部(10a)と他方側部(10b)との温度差によって発電する熱電発電部(10)と、第1流体通路と一方側部の間に介在して第1流体と一方側部の間の熱移動経路の少なくとも一部をなす低温側部材(61, 81)と、第2流体通路と他方側部の間に介在して第2流体と他方側部の間の熱移動経路の少なくとも一部をなす高温側部材(7; 107; 160; 207; 307)を備える。高温側部材は、第2流体の流れ方向に沿って移動する熱に対する熱抵抗が上流に設けられる上流側部(70; 170; 1601; 170; 270)と上流側部よりも下流に設けられる下流側部(71; 171; 1602; 271; 370)とにおいて一方が他方よりも大きくなるよう構成される。

明 細 書

発明の名称：熱電発電装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年7月4日に提出された日本特許出願番号2016-132840号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、ゼーベック効果により熱エネルギーを電力エネルギーに変換する熱電発電装置に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1の熱電発電装置は、熱電変換素子からなるモジュールの高温側面と、高温媒体通路を備えた高温側部材との間に介在する熱応力緩和材を備えている。熱応力緩和材は電導性を有するグラファイトによって形成されている。熱応力緩和材は、一平面において多数並列した短冊状のグラファイト材を一体に形成したシート状の部材である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-124532号公報

[0005] 特許文献1によると、高温媒体と熱電変換素子の高温側面との間に介在する熱応力緩和材について、その表裏面に直交する方向に層間が存在しないため、この直交方向の熱伝導が良好になり、高温媒体と熱電変換素子の高温側面との熱抵抗を小さくできる。

[0006] しかしながら、特許文献1の熱応力緩和材には、高温媒体の流れ方向に関する熱の伝わり方が考慮されていない。特許文献1の熱応力緩和材には、熱電変換素子の高温側面に熱を与える高温媒体の流れ方向全体について効率的な発電を実施するために改良の余地が十分ある。

発明の概要

[0007] このような課題に鑑み、本開示の目的は、効率的な発電を図る熱電発電装

置を提供することである。

[0008] 上記目的を達成するために、本開示のひとつの態様の熱電発電装置は、第1流体が流れる第1流体通路と、第1流体よりも高温であり、エンジンから排出される第2流体が流れる第2流体通路と、熱電変換素子を有し、一方側部と他方側部との温度差によって発電する熱電発電部と、第1流体通路と一方側部との間に介在して、第1流体と一方側部との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす低温側部材と、第2流体通路と他方側部との間に介在して、第2流体と他方側部との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす高温側部材と、を備え、高温側部材は、第2流体の流れ方向に沿って移動する熱に対する熱抵抗が、上流に設けられる上流側部と上流側部よりも下流に設けられる下流側部とにおいて一方が他方よりも大きくなるように構成されている。

[0009] この熱電発電装置によれば、高温側部材の上流側部が下流側部よりも第2流体の流れ方向の熱抵抗が小さくなるように構成した場合には、上流側部に対応する範囲の熱電変換素子では、下流に向けての温度低下度合いが小さいので高温の排熱が回収可能になる。これによって、上流側部に対応する範囲の熱電変換素子において発電量の向上が図れる。さらに下流側部に対応する範囲の熱電変換素子では、下流に向けて温度低下度合いが大きいので低温の排熱が回収可能になり、下流側部に対応する範囲の熱電変換素子において低温排熱に対する発電量の向上が図れる。

[0010] また、高温側部材の上流側部が下流側部よりも第2流体の流れ方向の熱抵抗が大きくなるように構成した場合には、上流側部において熱が下流に向けて流れにくいため、上流側部の上流に対応する熱電変換素子の温度が高くなりやすい。これにより、上流の熱電変換素子において発電量の向上が図れる。さらに下流側部に対応する範囲の熱電変換素子では、下流に向けての温度低下度合いが小さいので、流れ方向にわたって素子の高低温度差を大きくすることが可能になる。これによって、下流側部に対応する範囲の熱電変換素子において発電量の向上が図れる。以上により、この熱電発電装置によれば、効率的な発電を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0011] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
- [図1]第1実施形態の熱電発電装置と冷却水および排ガスとの関係を示した概要図である。
- [図2]第1実施形態の熱電発電装置に関する制御構成図である。
- [図3]第1実施形態の熱電発電装置の構成を示した図である。
- [図4]第1実施形態の熱抵抗調整層を示した斜視図である。
- [図5]第1実施形態の熱電発電装置において、素子高温端、素子低温端、および排ガスのそれぞれについて排ガス流れ方向の温度分布を示したグラフである。
- [図6]第2実施形態の熱抵抗調整層を示した斜視図である。
- [図7]第2実施形態の熱電発電装置において、素子高温端、素子低温端、および排ガスのそれぞれについて排ガス流れ方向の温度分布を示したグラフである。
- [図8]第3実施形態の熱電発電装置の構成を示した図である。
- [図9]第4実施形態の熱電発電装置の構成を示した図である。
- [図10]第4実施形態の熱抵抗調整層を示した斜視図である。
- [図11]第5実施形態の熱抵抗調整層を示した斜視図である。
- [図12]第6実施形態の熱抵抗調整層を示した斜視図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。各実施形態で具体的に組み合わせが可能であることを明示している部分同士の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士を部分

的に組み合わせることも可能である。

[0013] (第1実施形態)

第1実施形態の熱電発電装置1について、図1～図5を参照して説明する。熱電発電装置1は、エンジン20から排出される第2流体としての排ガスと排ガスよりも低温である第1流体との温度差を利用して、ゼーベック効果により熱エネルギーを電力エネルギーに変換する装置である。熱電発電装置1は、熱電変換素子を有する熱電発電部10において一方側部である低温側部10aと他方側部である高温側部10bとに温度差が与えられると、電位差が生じて電子が流れる現象を利用して発電する。第1流体には排ガスと温度差を与えることが可能な任意の流体を採用することができる。この実施形態では、任意に選択可能な低温流体の一例として、自動車のエンジン20の冷却水を用いる場合について説明する。

[0014] 内燃機関であるエンジン20には、燃焼用の空気を吸入する吸気管と、燃焼後の排ガスを排出する排気管3が接続されている。吸気管内には、車両に設けられたアクセルペダルの踏み込み量に応じて開度が可変されるスロットルバルブが設けられている。エンジン20は、エンジン制御装置によって最適な作動に制御される。エンジン制御装置には、エンジン回転数信号、スロットルバルブ開度信号、および車速信号等が入力される。エンジン制御装置は、エンジン回転数信号およびスロットルバルブ開度信号に対する燃料噴射量に対応付けた制御マップを予め記憶している。エンジン制御装置は、制御マップに基づいて吸気管側に所定のタイミングで必要とされる燃料噴射量を制御する。エンジン制御装置は、熱電発電装置1の制御装置5と互いの信号の授受が通信可能となるように接続されている。

[0015] エンジン20には冷却水回路2が接続されている。冷却水回路2は、エンジン20を冷却するためエンジン20内の冷却水が循環する回路である。冷却水は、ウォーターポンプ24によって出口部20bからラジエータ21を通過して入口部20aに流通して循環する。ウォーターポンプ24は、例えば、エンジン20の駆動力を受けて作動するエンジン駆動式のポンプである。冷

却水回路 2 を循環する冷却水は、ラジエータ 21 の放熱によって冷却されるので、エンジン 20 の作動温度を適切に制御することができる。

[0016] 冷却水回路 2 には、ラジエータ 21 をバイパスするバイパス通路 26 と、ラジエータ 21 側あるいはバイパス通路 26 側への冷却水流量を調節するサーモスタット 22 とが設けられている。冷却水温度が第 1 所定温度以下においては、サーモスタット 22 によってラジエータ 21 側が閉じられ、冷却水がバイパス通路 26 側を流通することで冷却水の過冷却を防止できる。これは、例えばエンジン 20 の始動直後のように冷却水が十分に昇温していない場合に対応し、エンジン 20 の暖機を促進することができる。さらにサーモスタット 22 は、エンジン 20 の暖機が終了して冷却水温度が第 1 所定温度を超えると、ラジエータ 21 側を開き始め、第 2 所定温度以上でバイパス通路 26 側を閉じ、ラジエータ 21 側を全開にする。冷却水回路 2 には、ラジエータ 21 に対して並列となるようにヒータコア 23 と、冷却水回路 2 の一部を成すヒータ温水回路 25 と、が設けられている。ヒータコア 23 は、冷却水を熱源として空調用空気を加熱する暖房装置用の熱交換器である。

[0017] 熱電発電装置 1 は、熱電発電部 10 と、熱電発電部 10 の作動を制御する制御装置 5 と、を備えている。熱電発電部 10 は、ゼーベック効果を利用して発電を行う熱電変換素子 100 に対して、第 2 流体通路である分岐通路 31 と、第 1 流体通路である循環通路 27 と、が配設されて構成されている。分岐通路 31 は、エンジン 20 の排気管 3 から分岐して再び排気管 3 に合流するように形成された通路を構成し、排ガスの一部が分流するように構成されている。分岐通路 31 は、熱電変換素子 100、あるいは熱電発電部 10 の他方側面である高温側部 10b に接触し、排ガスが熱電変換素子 100 の高温側熱源となる。分岐通路 31 の熱電変換素子 100 に対する排ガスの上流側には、分岐通路 31 を開閉する開閉弁 30 が設けられている。

[0018] 循環通路 27 は、バイパス通路 26 よりもエンジン 20 側となる通路であり、ラジエータ 21 の下流側で、サーモスタット 22 と入口部 20a とを繋ぐ通路である。循環通路 27 は、熱電変換素子 100、あるいは熱電発電部

10の一方側面である低温側部10aに接触している。バイパス通路26からサーモスタット22を流れる冷却水、あるいは、ラジエータ21を通過しサーモスタット22を流れる冷却水は、熱電変換素子100側に供給され、この冷却水が熱電変換素子100の低温側熱源となる。

[0019] 制御装置5は、プログラムに従って動作するマイコンのようなデバイスを主なハードウェア要素として備える。制御装置5は、図2に図示するように、各種装置と各種センサとが接続されるインターフェース部50（以下、I/F部50ともいう）と演算処理部51とを備える。演算処理部51は、I/F部50を通して各種センサ、各種測定装置から取得した情報と、記憶部に格納した各種データとを用いて所定のプログラムにしたがった判定処理や演算処理を行う。

[0020] 記憶部は、書き込み可能な記憶媒体を備えており、その記憶媒体に、各検出器から出力された信号に基づく情報を一時的に記憶する。記憶部は、非遷移的実体的記録媒体(non-transitory tangible storage media)である。演算処理部51は、制御装置5における判定部である。I/F部50は、演算処理部51による判定結果、演算結果に基づいて各種装置を操作する。したがって、I/F部50は制御装置5における入力部および制御出力部である。また、制御装置5は、エンジン制御装置4と一体化され、エンジン制御装置の一部を構成するものでもよい。

[0021] I/F部50は、エンジン情報信号としてエンジン回転数、エンジン負荷情報等をエンジン制御装置から取得する。エンジン負荷情報とは、例えばエンジン20のトルク値である。演算処理部51は、予め設定されたプログラムにしたがって、エンジン制御装置からの各種のエンジン情報信号等に対する演算処理を行う。制御装置5は演算処理部51による演算結果に基づいて開閉弁30等の制御を行う。制御装置5は、軸トルクマップ、エンジン20の冷却損失熱量マップ、エンジン20の通水流量マップ、ラジエータ21の基準放熱量マップ、開閉弁30の開度マップや各種演算式を予め記憶している。制御装置5は、これらのマップや演算式に基づいて開閉弁30の開度を

制御する。

[0022] I / F 部 5 0 は、演算処理部 5 1 による演算結果に基づいて開閉弁 3 0 等の機器を操作する。I / F 部 5 0 には、ユーザインターフェイスとなる端末装置、例えば、コントロールパネル、携帯用端末機等が接続される。使用者は、コントロールパネルの表示部、端末装置等の表示画面を通じて、I / F 部 5 0 から出力された現在の運転状態を確認することができる。

[0023] 熱電発電装置 1 の構成について図 3 および図 4 を参照して説明する。熱電発電装置 1 は、第 1 流体通路と、第 2 流体通路と、熱電発電部 1 0 と、第 1 流体通路と低温側部 1 0 a との間に介在する低温側部材と、前記第 2 流体通路と前記他方側部との間に介在する高温側部材と、を備える。低温側部材は、第 1 流体と低温側部 1 0 a との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす構成要素であり、例えば伝熱層 8 1、絶縁層 6 1 である。高温側部材は、第 2 流体と高温側部 1 0 b との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす構成要素であり、例えば伝熱層 8 0、熱抵抗調整層 7、絶縁層 6 0 である。

[0024] 低温側部 1 0 a、高温側部 1 0 b は、導電性を有し、排ガスの流れ方向に隣接する熱電変換素子 1 0 0 を電氣的に接続する電極部を構成する。熱電発電部 1 0 において電極部は、熱電発電部 1 0 に含まれる複数の熱電変換素子 1 0 0 が直列に接続されるように、循環通路 2 7 側と分岐通路 3 1 側とが交互に接続されている。

[0025] 低温側部 1 0 a の第 1 流体通路側には、電極部と電極部とを絶縁する絶縁層 6 1 が設けられている。絶縁層 6 1 は、熱伝導性および電気絶縁性を有する薄板状の部材であり、排ガスの流れ方向に沿って並ぶ複数の電極部のすべてに接触している。絶縁層 6 1 の第 1 流体通路側には、熱伝導性を有する伝熱層 8 1 が設けられている。伝熱層 8 1 は、内部に循環通路 2 7 を形成する低温通路部材 2 7 a と絶縁層 6 1 とに挟持されて両者の表面に接触している薄板状の部材である。絶縁層 6 1 は、低温側部 1 0 a と伝熱層 8 1 とを絶縁している。低温通路部材 2 7 a、伝熱層 8 1、絶縁層 6 1 および熱電変換素子 1 0 0 は、各部間に空気層を形成することなく密着し、一体に固定され

ている。低温通路部材 27a の内部には、伝熱を促進する促進部として、排ガスの流れ方向に延びるフィン 27b が設けられている。フィン 27b は、循環通路 27 を流通する低温流体から伝熱層 81 への伝熱を促進可能な部材である。

[0026] 高温側部 10b の第 2 流体通路側には、電極部と電極部とを絶縁する絶縁層 60 が設けられている。絶縁層 60 は、熱伝導性および電気絶縁性を有する薄板状の部材であり、排ガスの流れ方向に沿って並ぶ複数の電極部のすべてに接触している。絶縁層 60 の第 2 流体通路側には、熱伝導性を有する熱抵抗調整層 7 が設けられている。熱抵抗調整層 7 は、例えば、金属、グラファイト等の材質を含んだ部材である。熱抵抗調整層 7 は、応力緩和率が小さい材質で構成することが好ましく、固定力低下によるシール性の低下を抑制できることで、高温通路部材 310 と高温側部 10b との間の各部間の密着性を維持できる。また、熱抵抗調整層 7 には、例えば、グラファイト等の熱応力緩和部材としても機能できる材質を用いることが好ましい。熱抵抗調整層 7 は、第 2 流体通路と高温側部 10b との間に設けられて、第 2 流体と高温側部 10b との間で移動する熱の経路の一部を構成する部材である。したがって、第 2 流体の熱は、熱抵抗調整層 7 を介して高温側部 10b へ移動する。

[0027] 熱抵抗調整層 7 は、第 2 流体の流れ方向に沿って移動する熱に対する熱抵抗が上流側部と下流側部とで異なるように構成されている。熱抵抗調整層 7 は、上流に設けられる上流側調整層 70 と、上流側調整層 70 よりも下流に設けられる下流側調整層 71 と、を備えている。すなわち、熱抵抗調整層 7 は、排ガスの流れ方向に沿う熱移動率に差のある少なくとも二つの部材を有して構成されている。

[0028] 熱抵抗調整層 7 は、第 2 流体の流れ方向に沿って移動する熱に対する熱抵抗が、上流側調整層 70 と下流側調整層 71 とにおいて一方が他方よりも大きくなるように構成されている。この実施形態では、熱抵抗調整層 7 は、下流側調整層 71 における当該熱抵抗が上流側調整層 70 における当該熱抵抗

よりも大きくなるように構成されている。

[0029] 熱抵抗調整層 7 の第 2 流体通路側には、熱伝導性を有する伝熱層 8 0 が設けられている。伝熱層 8 0 は、内部に分岐通路 3 1 を形成する高温通路部材 3 1 0 と熱抵抗調整層 7 とに挟持されて両者の表面に接触している薄板状の部材である。絶縁層 6 0 は、高温側部 1 0 b と熱抵抗調整層 7 および伝熱層 8 0 とを絶縁している。高温通路部材 3 1 0、伝熱層 8 0、熱抵抗調整層 7、絶縁層 6 0 および熱電変換素子 1 0 0 は、各部間に空気層を形成することなく密着し、一体に固定されている。高温通路部材 3 1 0 の内部には、伝熱を促進する促進部として、排ガスの流れ方向に延びるフィン 3 1 1 が設けられている。フィン 3 1 1 は、分岐通路 3 1 を流通する高温流体から伝熱層 8 0 への伝熱を促進可能な部材である。

[0030] 図 4 に図示するように、上流側調整層 7 0 は、第 2 流体の流れ方向に沿って延びる細長状のグラファイト片部 7 0 0 が複数個一体に結合されて構成されている。複数個のグラファイト片部 7 0 0 は隣同士が互いに接合された状態で一体になっていることで上流側調整層 7 0 を形成する。グラファイト片部 7 0 0 は、その厚み方向、長手方向および短手方向のそれぞれについて良好な熱伝導性を有する。したがって、グラファイト片部 7 0 0 のそれぞれは、一方側面 7 0 a と他方側面 7 0 b の両方に直交する方向 D 2、排ガスの流れ方向 D 1、方向 D 2 と方向 D 1 の両方に直交する方向 D 3 のいずれにおいても良好な熱伝導性を発揮する。上流側調整層 7 0 を形成する複数個のグラファイト片部 7 0 0 は、方向 D 3 に沿って配列するため、方向 D 3 に沿って並ぶ接合面を形成する。これらの接合面は、隣り合うグラファイト片部 7 0 0 とグラファイト片部 7 0 0 との間を伝わる熱に対して熱抵抗となる。このため、上流側調整層 7 0 において方向 D 3 に関する熱抵抗は、方向 D 2、方向 D 1 のそれぞれに関する熱抵抗よりも大きくなる。

[0031] 図 4 に図示するように、下流側調整層 7 1 は、方向 D 3 に沿って延びる細長状のグラファイト片部 7 1 0 が複数個一体に結合されて構成されている。複数個のグラファイト片部 7 1 0 は隣同士が互いに接合された状態で一体に

なっていることで下流側調整層 71 を形成する。グラファイト片部 710 は、その厚み方向、長手方向および短手方向のそれぞれについて良好な熱伝導性を有する。したがって、グラファイト片部 710 のそれぞれは、一方側面 71a と他方側面 71b の両方に直交する方向 D2、流れ方向 D1、方向 D2 と方向 D1 の両方に直交する方向 D3 のいずれにおいても良好な熱伝導性を発揮する。下流側調整層 71 を形成する複数個のグラファイト片部 710 は、流れ方向 D1 に沿って配列するため、流れ方向 D1 に沿って並ぶ接合面を形成する。これらの接合面は、隣り合うグラファイト片部 710 とグラファイト片部 710 との間を伝わる熱に対して熱抵抗となる。このため、下流側調整層 71 において流れ方向 D1 に関する熱抵抗は、方向 D2、方向 D3 のそれぞれに関する熱抵抗よりも大きくなる。

[0032] このように熱抵抗調整層 7 において、流れ方向 D1 の熱抵抗が上流側調整層 70 よりも大きい下流側調整層 71 は、複数個のグラファイト片部 710 が流れ方向 D1 に沿って配列されて構成されている。熱抵抗調整層 7 において、流れ方向 D1 の熱抵抗が下流側調整層 71 よりも小さい上流側調整層 70 は、それぞれ流れ方向 D1 に細長状である複数個のグラファイト片部 700 が互いに接合された状態で一体に構成されている。

[0033] 次に熱電発電装置 1 における、素子高温端、素子低温端、および排ガスのそれぞれの排ガス流れ方向の温度分布について、図 5 のグラフを参照して説明する。図 5 において横軸は、流れ方向 D1 に関する変位を示している。縦軸は、前述した各部の温度を示している。排ガスは、上流端で最も高温であり、上流端から急激に温度低下し、下流端に向かうにつれて徐々に温度低下する。熱電変換素子 100 における低温側部 10a は、流れ方向に関してほぼ一定の温度を呈する。

[0034] 熱電変換素子 100 の高温側部 10b における排ガス流れ方向の温度変化率は、上流側調整層 70 に対応する範囲と下流側調整層 71 に対応する範囲とで異なる。上流側調整層 70 では、流れ方向 D1 における熱抵抗が小さい。このため、上流側調整層 70 に対応する範囲における、素子高温端に相当

する高温側部 10b では、上流側で吸収した熱が円滑に下流側に熱伝導するので、下流側の温度が上流側の温度に対して大きく低下しない。したがって、図 5 に図示するように高温側部 10b では、上流から下流に向けての温度低下度合いが小さいため、高温流体から高温の排熱を回収することができる。これにより、上流側調整層 70 に対応する範囲の熱電変換素子 100 全体における発電量を高めることができる。

[0035] 下流側調整層 71 では、グラファイト片部 710 とグラファイト片部 710 との接合面が流れ方向 D1 に並ぶため、流れ方向 D1 における熱抵抗が大きい。このため、下流側調整層 71 に対応する範囲の高温側部 10b では、上流側で吸収した熱が下流側に円滑に熱伝導しないので、上流側に熱が滞りやすく下流側の温度が上流側の温度に対して大きく低下する。したがって、図 5 に図示するように高温側部 10b では、上流から下流に向けての温度低下度合いが大きいため、低温の排熱を回収することができる。これにより、下流側調整層 71 に対応する範囲の熱電変換素子 100 全体において、低温排熱に対する発電量を高めることができる。以上のように、熱抵抗調整層 7 は、上流側調整層 70 と下流側調整層 71 のそれぞれに対応する範囲の熱電変換素子 100 において、発電量の点で効果を奏している。

[0036] 次に、第 1 実施形態の熱電発電装置 1 がもたらす作用効果について説明する。熱電発電装置 1 は、第 1 流体が流れる第 1 流体通路と、第 1 流体よりも高温でエンジン 20 から排出される第 2 流体が流れる第 2 流体通路と、熱電変換素子 100 を有し低温側部 10a と高温側部 10b との温度差によって発電する熱電発電部 10 と、を備える。熱電発電装置 1 は、第 1 流体と低温側部 10a との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす低温側部材と、第 2 流体と高温側部 10b との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす高温側部材と、を備える。高温側部材は、第 2 流体の流れ方向 D1 に沿って移動する熱に対する熱抵抗が、上流に設けられる上流側部よりも下流に設けられる下流側部の方が大きくなるように構成されている。

[0037] 高温側部材の上流側部が下流側部よりも第 2 流体の流れ方向 D1 の熱抵抗

が小さい構成によれば、上流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 では熱が下流へ伝わりやすいので下流に向けての温度低下度合いが小さい。このため、上流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 は高温の排熱が回収可能である。したがって、上流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 では発電量を高める効果を奏する。さらに下流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 では、下流側部における下流への熱の伝わりが上流側部に比べて円滑でないため、下流に向けて温度低下度合いが大きい。このため、下流側部は低温の排熱が回収可能になり、下流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 において低温排熱に対する発電量を高める効果を奏する。以上により、熱電発電装置 1 によれば、効率的な発電を実現できる。

[0038] また、高温側部材は、第 2 流体通路と高温側部 10b との間に設けられて、グラファイトを含む材質で形成された熱抵抗調整層 7 である。熱抵抗調整層 7 において、上流側調整層 70 および下流側調整層 71 のうち流れ方向 D1 の熱抵抗が大きい方は、細長状のグラファイト片部 710 の複数個が流れ方向 D1 に沿って配列されることにより構成されている。これによれば、熱抵抗が大きい方の調整層には、隣り合うグラファイト片部 710 とグラファイト片部 710 との間に、接合面または隙間が形成されることになる。このため、隣り合うグラファイト片部 710 の間を熱が移動するときに熱抵抗が発生する。したがって、複数個のグラファイト片部 710 を間隔をあけて配列したり一体に積層したりすることによって、複雑な構造を採用することなく熱抵抗が大きい方の調整層を構成することができる。

[0039] また、複数個のグラファイト片部 710 は隣同士が互いに接合された状態で一体に形成されている。これによれば、熱抵抗が大きい方の調整層には、隣り合うグラファイト片部 710 とグラファイト片部 710 との間に、接合面が形成されるので、隣り合うグラファイト片部 710 の間を熱が移動するときに熱抵抗が発生する。したがって、複数個のグラファイト片部 710 を一体に積層することによって、安定した形状で、熱抵抗が大きい方の調整層を構成することができる。

[0040] さらに熱抵抗調整層 7 において、熱抵抗が小さい方の上流側調整層 7 0 は、流れ方向 D 1 に細長状である複数個のグラファイト片部 7 0 0 が互いに接合された状態で一体に構成されている。これによれば、熱抵抗が大きい方の下流側調整層 7 1 と熱抵抗が小さい方の上流側調整層 7 0 とを同様の形状、構成で製造することができ、向きを変えて設置することによって、別々の機能を発揮する上流側調整層 7 0 と下流側調整層 7 1 を提供することができる。したがって、熱抵抗調整層 7 の製造コストを低減することに貢献できる。

[0041] (第 2 実施形態)

第 2 実施形態では、熱抵抗調整層 1 0 7 について図 6 および図 7 を参照して説明する。第 2 実施形態は、第 1 実施形態に対して熱抵抗調整層 1 0 7 のみが異なる。熱抵抗調整層 1 0 7 は、第 1 実施形態の熱抵抗調整層 7 に対する他の形態である。第 2 実施形態において特に説明しない構成、処理、作用、効果については、第 1 実施形態と同様であり、以下、第 1 実施形態と異なる点について説明する。

[0042] 熱抵抗調整層 1 0 7 は、流れ方向 D 1 に沿って移動する熱に対する熱抵抗が上流側部と下流側部とで異なるように構成されている。熱抵抗調整層 1 0 7 は、上流に設けられる上流側調整層 1 7 0 と、上流側調整層 1 7 0 よりも下流に設けられる下流側調整層 1 7 1 と、を備えている。すなわち、熱抵抗調整層 1 0 7 は、排ガスの流れ方向に沿う熱移動率に差のある少なくとも二つの部材を有して構成されている。熱抵抗調整層 1 0 7 は、上流側調整層 1 7 0 における当該熱抵抗が下流側調整層 1 7 1 における当該熱抵抗よりも大きくなるように構成されている。

[0043] 高温通路部材 3 1 0、伝熱層 8 0、熱抵抗調整層 1 0 7、絶縁層 6 0 および熱電変換素子 1 0 0 は、各部間に空気層を形成することなく密着し、一体に固定されている。図 6 に図示するように、下流側調整層 1 7 1 は、流れ方向 D 1 に沿って延びる細長状のグラファイト片部 7 0 0 が複数個一体に結合されて構成されている。複数個のグラファイト片部 7 0 0 は隣同士が互いに接合された状態で一体になっていることで下流側調整層 1 7 1 を形成する。

[0044] 図6に図示するように、上流側調整層170は、方向D3に沿って延びる細長状のグラファイト片部710が複数個一体に結合されて構成されている。複数個のグラファイト片部710は隣同士が互いに接合された状態で一体になっていることで上流側調整層170を形成する。上流側調整層170を形成する複数個のグラファイト片部710は、流れ方向D1に沿って配列するため、流れ方向D1に沿って並ぶ接合面を形成する。このため、上流側調整層170において流れ方向D1に関する熱抵抗は、方向D2、方向D3のそれぞれに関する熱抵抗よりも大きくなる。

[0045] このように熱抵抗調整層107において、流れ方向D1の熱抵抗が下流側調整層171よりも大きい上流側調整層170は、複数個のグラファイト片部700が流れ方向D1に沿って配列されて構成されている。熱抵抗調整層107において、流れ方向D1の熱抵抗が上流側調整層170よりも小さい下流側調整層171は、それぞれ流れ方向D1に細長状である複数個のグラファイト片部700が互いに接合された状態で一体に構成されている。

[0046] 次に熱電発電装置における、素子高温端、素子低温端、および排ガスのそれぞれの排ガス流れ方向の温度分布について、図7のグラフを参照して説明する。図7において横軸は、流れ方向D1に関する変位を示し、縦軸は前述した各部の温度を示している。

[0047] 熱電変換素子100の高温側部10bにおける排ガス流れ方向の温度変化率は、上流側調整層170に対応する範囲と下流側調整層171に対応する範囲とで異なる。上流側調整層170では、グラファイト片部710とグラファイト片部710との接合面が流れ方向D1に並ぶため、流れ方向D1における熱抵抗が大きい。このため、上流側調整層170に対応する範囲の高温側部10bでは、上流側で吸収した熱が下流側に円滑に熱伝導しないので、上流側に熱が滞りやすく下流側の温度が上流側の温度に対して大きく低下する。したがって、図7に図示するように高温側部10bでは、上流側調整層170の上流に対応する熱電変換素子100の温度が高くなりやすい。これにより、上流に位置する熱電変換素子100において発電量を高める効果

を奏する。

[0048] 下流側調整層 171 では、流れ方向 D1 における熱抵抗が小さい。このため、下流側調整層 171 に対応する範囲における高温側部 10b では、上流側で吸収した熱が円滑に下流側に熱伝導しやすいので、下流側の温度が上流側の温度に対して大きく低下しない。したがって、図 7 に図示するように高温側部 10b では、上流から下流に向けての温度低下度合いが小さいため、下流側において高温流体の排熱を多く回収することができる。これにより、下流側調整層 171 に対応する範囲の熱電変換素子 100 全体における発電量を高めることができる。以上のように、熱抵抗調整層 107 は、上流側調整層 170 と下流側調整層 171 のそれぞれに対応する範囲の熱電変換素子 100 において、発電量の点で効果を奏している。

[0049] 第 2 実施形態の熱電発電装置 1 において、高温側部材は、第 2 流体の流れ方向 D1 に沿って移動する熱に対する熱抵抗が下流側部よりも上流側部の方が大きくなるように構成されている。

[0050] 高温側部材の上流側部が下流側部よりも流れ方向 D1 の熱抵抗が大きい構成によれば、上流側部において熱が下流に向けて流れにくく停滞するため、上流側部の上流に対応する熱電変換素子 100 の温度が上がりやすい。このため、上流の熱電変換素子 100 において発電量を高める効果を奏する。さらに下流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 では、熱が下流へ伝わりやすいので下流に向けての温度低下度合いが小さい。このため、流れ方向 D1 にわたって熱電変換素子 100 の高低温度差を大きくすることが可能になる。すなわち、熱電変換素子 100 において高温側部 10b と低温側部 10ba との温度差が、大きく、この温度差が流れ方向 D1 の下流側で大きく低下しない。これにより、下流側部に対応する範囲の熱電変換素子 100 において発電量を高める効果を奏する。以上により、この熱電発電装置 1 によれば、効率的な発電を実現できる。

[0051] (第 3 実施形態)

第 3 実施形態の熱電発電装置 101 について図 8 を参照して説明する。熱

電発電装置１０１は、前述する熱電発電装置１に対して、熱電発電部１０、絶縁層６０、絶縁層６１、熱電発電部よりの熱抵抗調整層７等が、ケース９の内部に收容されている点が相違する。第３実施形態において特に説明しない構成、処理、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、前述の実施形態と異なる点について説明する。

[0052] ケース９の内部は、真空状態に設定することが好ましい。ケース９は、高温流体通路側から低温流体通路側に向かって熱抵抗調整層７、絶縁層６０、高温側部１０ｂ、熱電変換素子１００、低温側部１０ａ、絶縁層６１の順に並ぶ構造物を一体に内蔵している。したがって、ケース９は、この一体の構造物を各部間に隙間が生じないように密着性を維持した状態に保持している。さらに、絶縁層６１に対応する範囲のケース９の外表面と低温通路部材２７ａとの間には、伝熱層８０が介在し、熱抵抗調整層７に対応する範囲のケース９の外表面と高温通路部材３１０の間には伝熱層８０と熱抵抗調整層７とが介在している。ケース９、熱抵抗調整層７、伝熱層８０および高温通路部材３１０は、各部間に隙間が生じないように密着性を確保した状態に一体になっている。ケース９、伝熱層８１および低温通路部材２７ａは、各部間に隙間が生じないように密着性を確保した状態に一体になっている。

[0053] (第４実施形態)

第４実施形態では、上流側部と下流側部とで流れ方向Ｄ１の熱抵抗が異なる絶縁層１６０を有する熱電発電装置２０１について、図９および図１０を参照して説明する。第４実施形態において特に説明しない構成、処理、作用、効果については、第１実施形態と同様であり、以下、第１実施形態と異なる点について説明する。

[0054] 絶縁層１６０は、流れ方向Ｄ１に沿って移動する熱に対する熱抵抗が上流側部と下流側部とで異なるように構成されている。絶縁層１６０は、上流に設けられる上流側層１６０１と、上流側層１６０１よりも下流に設けられる下流側層１６０２と、を備えている。すなわち、絶縁層１６０は、排ガスの流れ方向に沿う熱移動率に差のある少なくとも二つの部材を有して構成され

ている。絶縁層 160 は、上流側層 1601 における流れ方向 D1 の熱抵抗が下流側層 1602 における流れ方向 D1 の熱抵抗よりも大きくなるように構成されている。絶縁層 160 は、絶縁層 60 と同様の材質で形成されている。

[0055] 高温通路部材 310、伝熱層 80、グラファイト層 407、絶縁層 160 および熱電変換素子 100 は、各部間に空気層を形成することなく密着し、一体に固定されている。グラファイト層 407 は、グラファイトを含む材質によって形成され、伝熱層 80 と絶縁層 160 との間を埋めるように設けられる薄板状の部材である。図 10 に図示するように、上流側層 1601 は、方向 D3 に沿って延びる細長状の片部 1600 が流れ方向 D1 に沿って間隔をあけて複数個配列されて構成されている。片部 1600 のそれぞれは、一方側面 1601a と他方側面 1601b の両方に直交する方向 D2、流れ方向 D1、方向 D2 と方向 D1 の両方に直交する方向 D3 のいずれにおいても熱伝導性を有する。

[0056] 複数個の片部 1600 が流れ方向 D1 に並ぶことにより、複数個の片部 1600 が並ぶ流れ方向 D1 における上流側層 1601 の熱抵抗は、片部 1600 の長手方向である方向 D3 や厚み方向である方向 D2 と比較して大きくなる。このように絶縁層 160 において、流れ方向 D1 の熱抵抗が下流側層 1602 よりも大きい上流側層 1601 は、複数個の片部 1600 が流れ方向 D1 に沿って配列されて構成されている。絶縁層 160 において、流れ方向 D1 の熱抵抗が上流側層 1601 よりも小さい下流側層 1602 は、上流側層 1601 と同等の容積を有する薄板状の部材である。下流側層 1602 は、一方側面 1602a と他方側面 1602b の両方に直交する方向 D2、流れ方向 D1、方向 D2 と方向 D1 の両方に直交する方向 D3 のいずれにおいても熱伝導性を有する。

[0057] 熱電発電装置 201 における、素子高温端、素子低温端、および排ガスのそれぞれの排ガス流れ方向の温度分布は、前述したように図 7 のグラフに示すようになる。

[0058] 熱電変換素子100の高温側部10bにおける排ガス流れ方向の温度変化率は、上流側層1601に対応する範囲と下流側層1602に対応する範囲とで異なる。上流側層1601では、隣り合う片部1600と片部1600との隙間が流れ方向D1に並ぶため、流れ方向D1における熱抵抗が大きい。このため、上流側層1601に対応する範囲の高温側部10bでは、上流側で吸収した熱が下流側に円滑に熱伝導しないので、上流側に熱が滞りやすく下流側の温度が上流側の温度に対して大きく低下する。したがって、高温側部10bでは、上流側層1601の上流に対応する熱電変換素子100の温度が高くなりやすい。上流側層1601は、上流に位置する熱電変換素子100において発電量を高める効果を奏する。

[0059] 下流側層1602では、流れ方向D1における熱抵抗が小さい。このため、下流側層1602に対応する範囲における高温側部10bでは、上流側で吸収した熱が円滑に下流側に熱伝導しやすいので、下流側の温度が上流側の温度に対して大きく低下しない。したがって、高温側部10bでは、上流から下流に向けての温度低下度合いが小さいため、下流側において高温流体の排熱を多く回収することができる。これにより、下流側層1602に対応する範囲の熱電変換素子100全体における発電量を高めることができる。以上のように、絶縁層160は、上流側層1601と下流側層1602のそれぞれに対応する範囲の熱電変換素子100において、発電量の点で効果を奏している。

[0060] また、絶縁層160において熱抵抗が大きい方の上流側層1601は、第2流体の流れ方向に隣り合う片部1600が隙間なく一体に接合されている形態でもよい。この場合も、複数個の片部1600の配列方向における絶縁層160の熱抵抗は、前述の実施形態と同様に、片部1600の長手方向や厚み方向と比較して大きくなる。

[0061] 第4実施形態の熱電発電装置201において、高温側部材の一形態である絶縁層160は、第2流体の流れ方向D1に沿って移動する熱に対する熱抵抗が下流側部よりも上流側部の方が大きくなるように構成されている。

[0062] 上流側層 1601 が下流側層 1602 よりも流れ方向 D1 の熱抵抗が大きい構成によれば、上流側層 1601 において熱が下流に向けて流れにくく停滞するため、上流側層 1601 の上流に対応する熱電変換素子 100 の温度が上がりやすい。これにより、上流の熱電変換素子 100 において発電量を高める効果を奏する。さらに下流側層 1602 に対応する範囲の熱電変換素子 100 では、熱が下流へ伝わりやすいので下流に向けての温度低下度合いが小さい。これにより、流れ方向 D1 にわたって熱電変換素子 100 の高低温度差を大きくすることができる。したがって、下流側層 1602 に対応する範囲の熱電変換素子 100 において発電量を高める効果を奏する。以上により、熱電発電装置 201 によれば、効率的な発電を実現できる。

[0063] 絶縁層 160 において、上流側層 1601 および下流側層 1602 のうち流れ方向 D1 の熱抵抗が大きい方は、細長状の片部 1600 の複数個が流れ方向 D1 に沿って配列されることにより構成されている。これによれば、熱抵抗が大きい方の層には、隣り合う片部 1600 と片部 1600 との間に、接合面または隙間が形成されることになる。このため、隣り合う片部 1600 の間を熱が移動するときに熱抵抗が発生する。したがって、複数個の片部 1600 を間隔をあけて配列したり一体に積層したりすることによって、複雑な構造を採用することなく熱抵抗が大きい方の熱抵抗調整層を構成することができる。

[0064] (第 5 実施形態)

第 5 実施形態では、熱抵抗調整層 207 について図 11 を参照して説明する。第 5 実施形態は、第 1 実施形態に対して熱抵抗調整層 207 のみが異なる。熱抵抗調整層 207 は、第 1 実施形態の熱抵抗調整層 7 に対する他の形態である。第 5 実施形態において特に説明しない構成、処理、作用、効果については、第 1 実施形態と同様であり、以下、第 1 実施形態と異なる点について説明する。

[0065] 熱抵抗調整層 207 は、流れ方向 D1 に沿って移動する熱に対する熱抵抗が上流側部と下流側部とで異なるように構成されている。熱抵抗調整層 20

7は、上流に設けられる上流側調整層270と、上流側調整層270よりも下流に設けられる下流側調整層271と、を備えている。熱抵抗調整層207は、下流側調整層271における当該熱抵抗が上流側調整層270における当該熱抵抗よりも大きくなるように構成されている。

[0066] 下流側調整層271は、第1実施形態の下流側調整層71と同様の構成である。したがって、下流側調整層271において流れ方向D1に関する熱抵抗は、一方側面271aと他方側面271bの両方に直交する方向D2、方向D3のそれぞれに関する熱抵抗よりも大きくなる。上流側調整層270は、薄板状の部材であり、流れ方向D1、一方側面270aと他方側面270bの両方に直交する方向D2、方向D3のいずれにおいても良好な熱伝導性を発揮する。したがって、上流側調整層270は、その方向にも熱抵抗に大きな差がない。

[0067] (第6実施形態)

第6実施形態では、熱抵抗調整層307について図12を参照して説明する。第6実施形態は、第2実施形態に対して熱抵抗調整層307のみが異なる。熱抵抗調整層307は、第2実施形態の熱抵抗調整層107に対する他の形態である。第6実施形態において特に説明しない構成、処理、作用、効果については、第2実施形態と同様であり、以下、第2実施形態と異なる点について説明する。

[0068] 熱抵抗調整層307は、流れ方向D1に沿って移動する熱に対する熱抵抗が上流側部と下流側部とで異なるように構成されている。熱抵抗調整層307は、上流に設けられる上流側調整層170と、上流側調整層170よりも下流に設けられる下流側調整層370と、を備えている。熱抵抗調整層307は、上流側調整層170における当該熱抵抗が下流側調整層370における当該熱抵抗よりも大きくなるように構成されている。

[0069] 第2実施形態で説明したように、上流側調整層170において流れ方向D1に関する熱抵抗は、一方側面170aと他方側面170bの両方に直交する方向D2、方向D3のそれぞれに関する熱抵抗よりも大きくなる。下流側

調整層 370 は、薄板状の部材であり、流れ方向 D1、一方側面 370a と他方側面 370b の両方に直交する方向 D2、方向 D3 のいずれにおいても良好な熱伝導性を発揮する。したがって、下流側調整層 370 は、その方向にも熱抵抗に大きな差がない。

[0070] 本開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形態様を包含する。例えば、開示は、実施形態において示された部品、要素の組み合わせに限定されず、種々変形して実施することが可能である。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品、要素が省略されたものを包含する。開示は、ひとつの実施形態と他の実施形態との間における部品、要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示される技術的範囲は、請求の範囲の記載によって示され、さらに請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものと解されるべきである。前述の実施形態の変形例について述べる。

[0071] 前述の実施形態において、上流側調整層や下流側調整層を構成する複数個のグラファイト片部 700 は、隣り合うグラファイト片部 700 とグラファイト片部 700 との間に隙間が形成されている形態でもよい。この場合も、複数個のグラファイト片部 700 の配列方向における熱抵抗調整層の熱抵抗は、前述の実施形態と同様に、グラファイト片部 700 の長手方向や厚み方向と比較して大きくなる。

[0072] 前述の実施形態において、上流側調整層や下流側調整層を構成する複数個のグラファイト片部 710 は、第 2 流体の流れ方向に隣り合うグラファイト片部 710 とグラファイト片部 710 との間に隙間が形成されている形態でもよい。この場合も、複数個のグラファイト片部 710 の配列方向における熱抵抗調整層の熱抵抗は、前述の実施形態と同様に、グラファイト片部 710 の長手方向や厚み方向と比較して大きくなる。

[0073] 前述の実施形態において熱抵抗調整層は、高温側部 10b と高温通路部材

310との間に複数積層するように設置してもよい。

[0074] 第4実施形態の絶縁層160は、上流側層1601が下流側層1602よりも流れ方向D1の熱抵抗が大きい構成であるが、下流側層1602が上流側層1601よりも流れ方向D1の熱抵抗が大きい構成としてもよい。この場合、第1実施形態の熱抵抗調整層7と同様の作用、効果を奏する。

[0075] 前述の実施形態において、第1流体と第2流体は、互いに逆向きに流れる対向流を形成してもよい。

[0076] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1]

第1流体が流れる第1流体通路（27）と、
前記第1流体よりも高温であり、エンジン（20）から排出される第2流体が流れる第2流体通路（31）と、
熱電変換素子（100）を有し、一方側部（10a）と他方側部（10b）との温度差によって発電する熱電発電部（10）と、
前記第1流体通路と前記一方側部との間に介在して、前記第1流体と前記一方側部との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす低温側部材（61，81）と、
前記第2流体通路と前記他方側部との間に介在して、前記第2流体と前記他方側部との間の熱移動経路の少なくとも一部をなす高温側部材（7；107；160；207；307）と、
を備え、
前記高温側部材は、前記第2流体の流れ方向に沿って移動する熱に対する熱抵抗が、上流に設けられる上流側部（70；170；1601；170；270）と前記上流側部よりも下流に設けられる下流側部（71；171；1602；271；370）とにおいて一方が他方よりも大きくなるように構成されている熱電発電装置。

[請求項2]

前記高温側部材は、前記下流側部（71；271）の方が前記上流側部（70；270）よりも前記第2流体の流れ方向における前記熱抵抗が大きくなるように構成されている請求項1に記載の熱電発電装置。

[請求項3]

前記高温側部材は、前記上流側部（170；1601）の方が前記下流側部（171；370；1602）よりも前記第2流体の流れ方向における前記熱抵抗が大きくなるように構成されている請求項1に記載の熱電発電装置。

[請求項4]

前記高温側部材は、前記第2流体通路と前記他方側部との間に設けられて、グラファイトを含む材質で形成された熱抵抗調整層（7；1

０７；２０７；３０７）であり、

前記熱抵抗調整層において、前記上流側部および前記下流側部のうち前記熱抵抗が大きい方は、細長状のグラファイト片部（７１０）の複数個が前記第２流体の流れ方向に沿って配列されて構成されている請求項１に記載の熱電発電装置。

[請求項５] 複数個の前記グラファイト片部は隣同士が互いに接合された状態で一体に形成されている請求項４に記載の熱電発電装置。

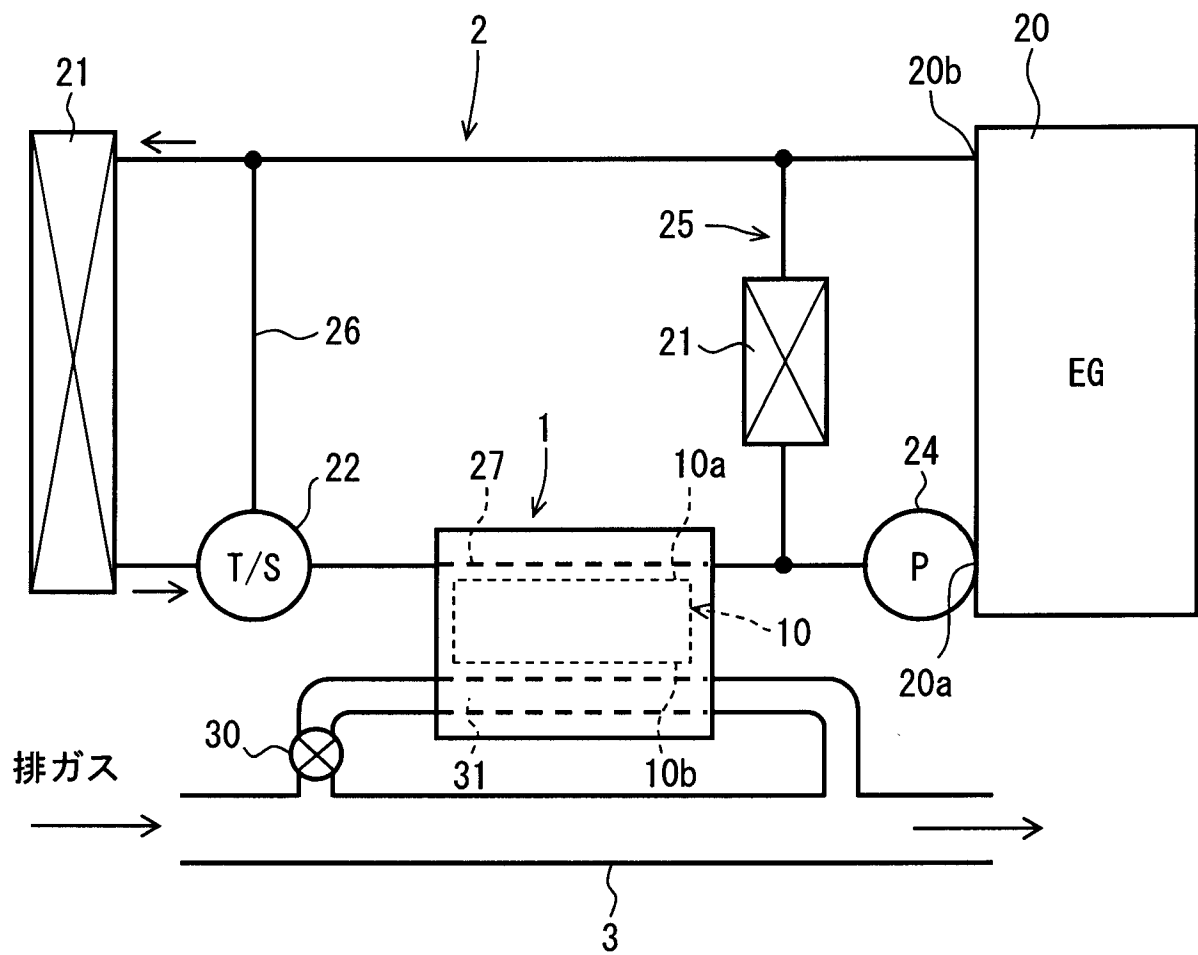
[請求項６] 前記熱抵抗調整層において、前記上流側部および前記下流側部のうち前記熱抵抗が小さい方は、それぞれ前記第２流体の流れ方向に細長状である複数個のグラファイト片部（７００）が互いに接合された状態で一体に構成されている請求項４または請求項５に記載の熱電発電装置。

[請求項７] 前記高温側部材は、熱伝導性および電気絶縁性を有する材質で構成され前記他方側部に接触する絶縁層（１６０）であり、

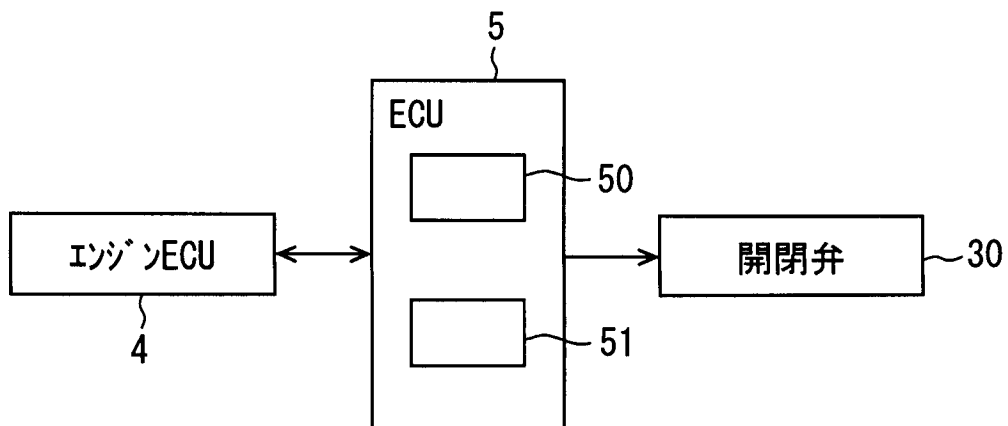
前記絶縁層において、前記上流側部および前記下流側部のうち前記熱抵抗が大きい方は、細長状の片部（１６００）の複数個が前記第２流体の流れ方向に沿って配列されて構成されている請求項１に記載の熱電発電装置。

[請求項８] 複数個の前記片部は隣同士が間隔をあけて設置されている請求項７に記載の熱電発電装置。

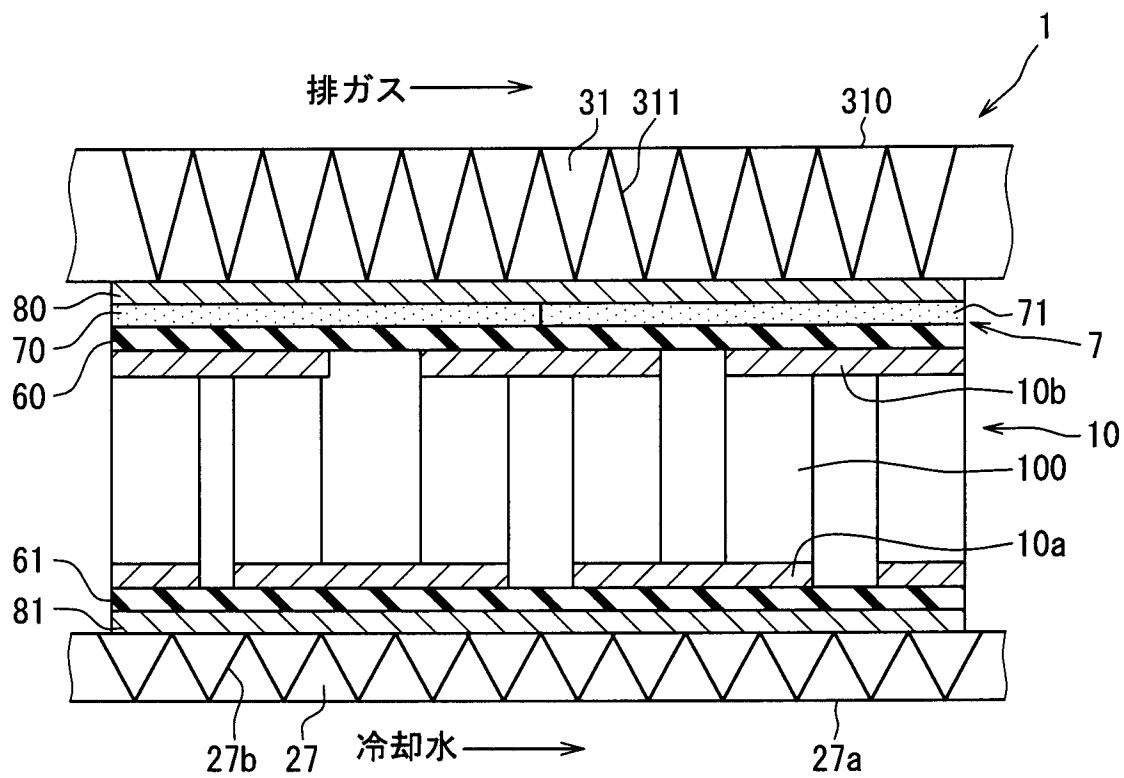
[図1]



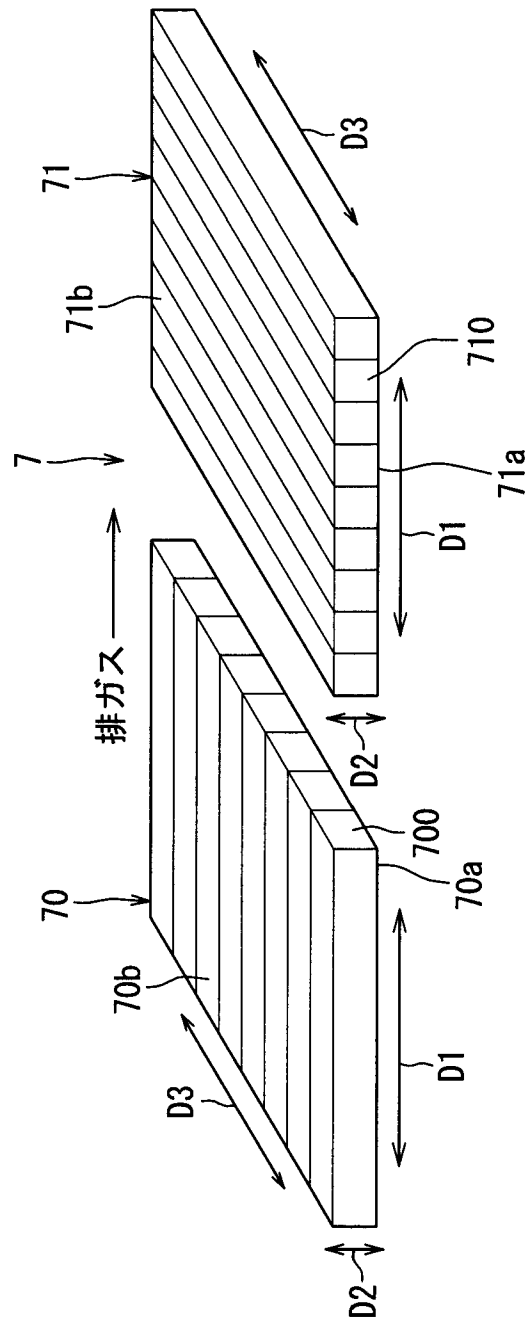
[図2]



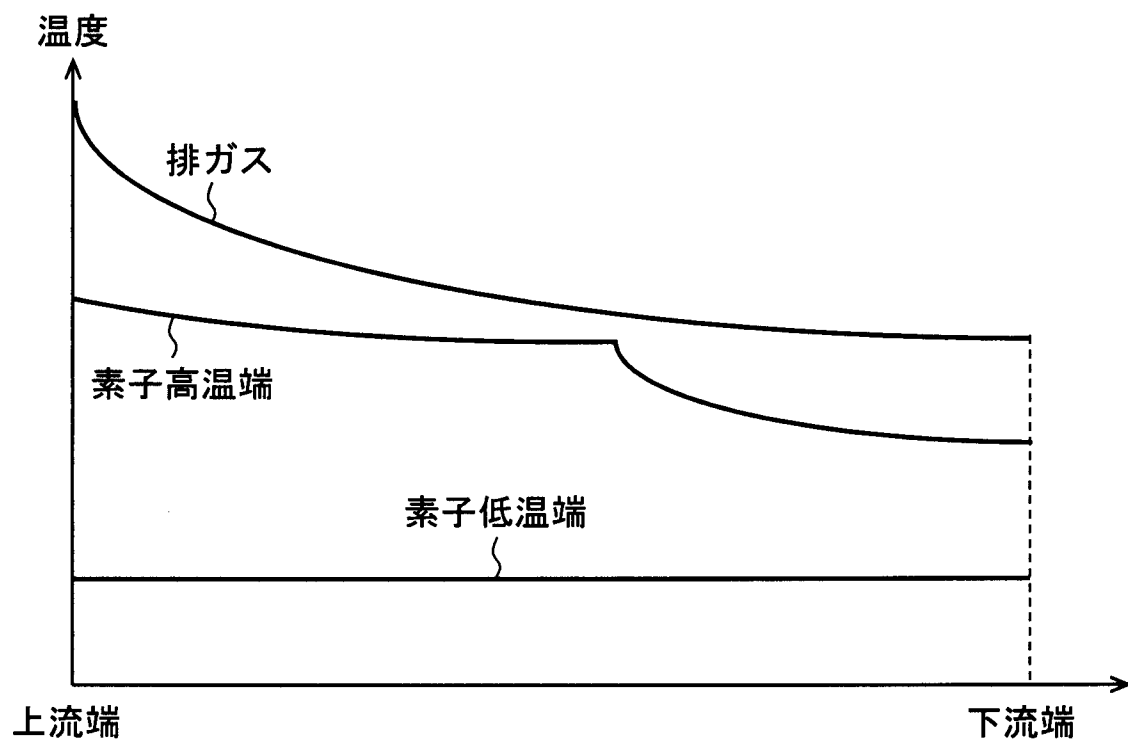
[図3]



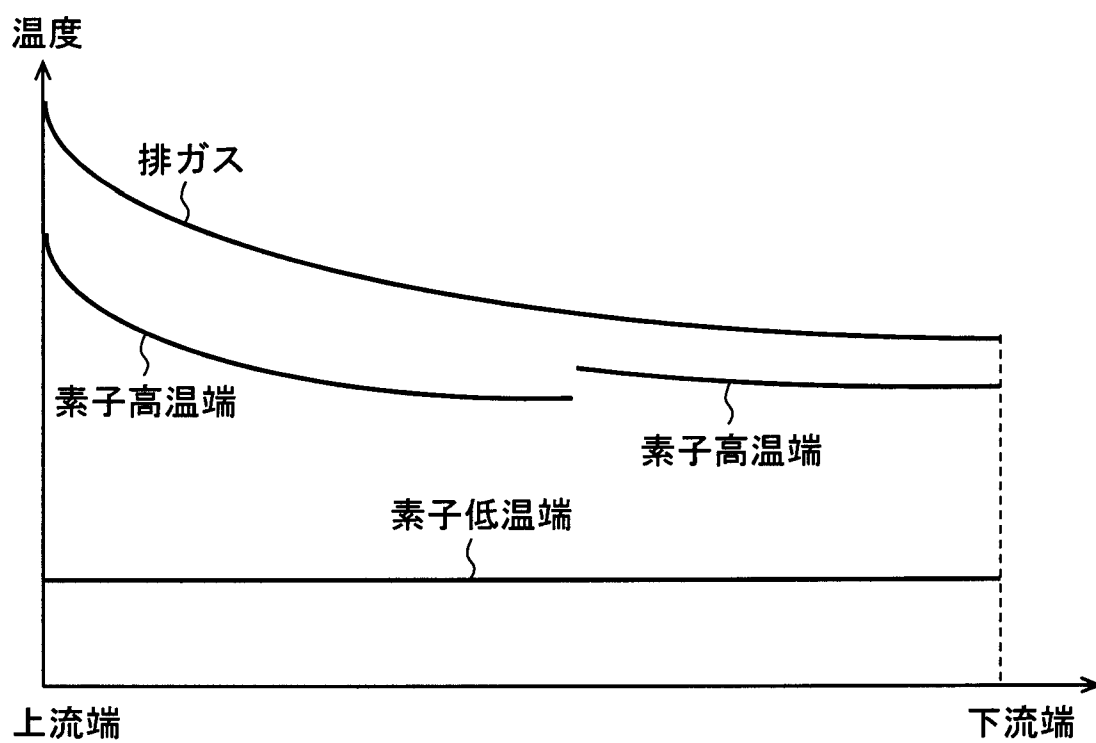
[図4]



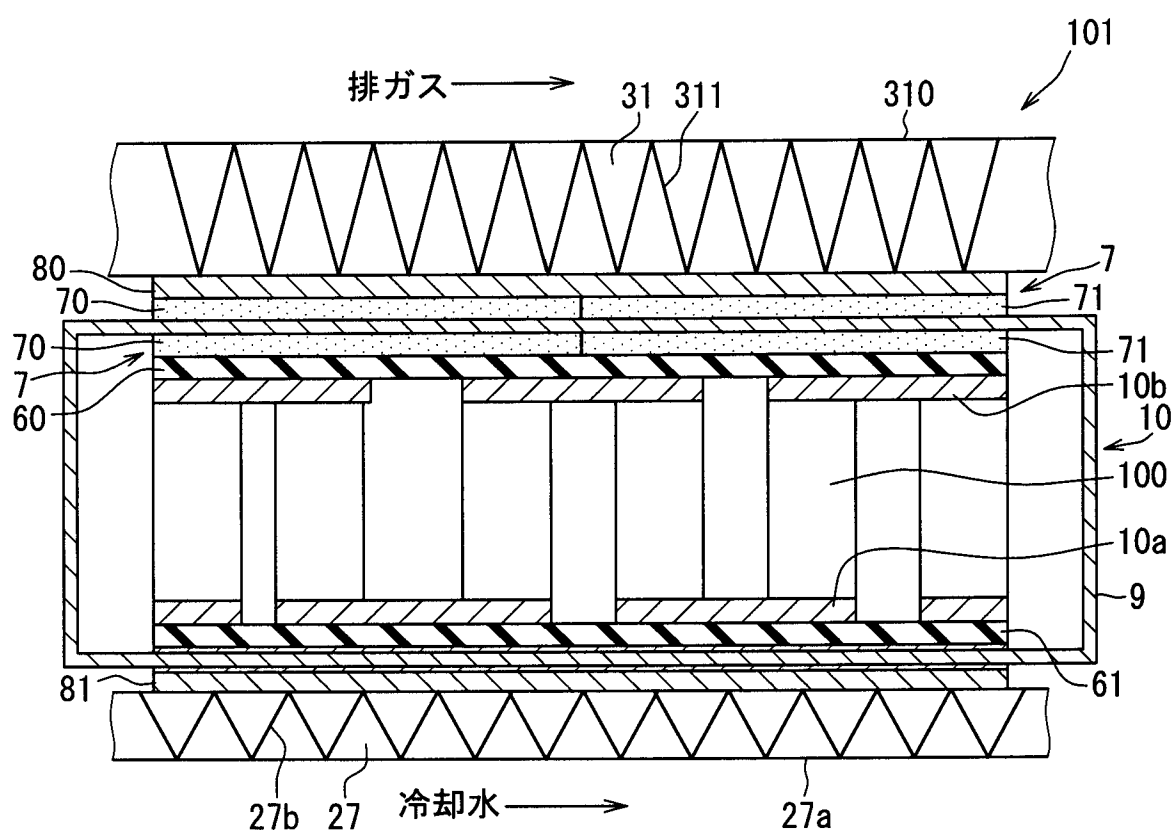
[図5]



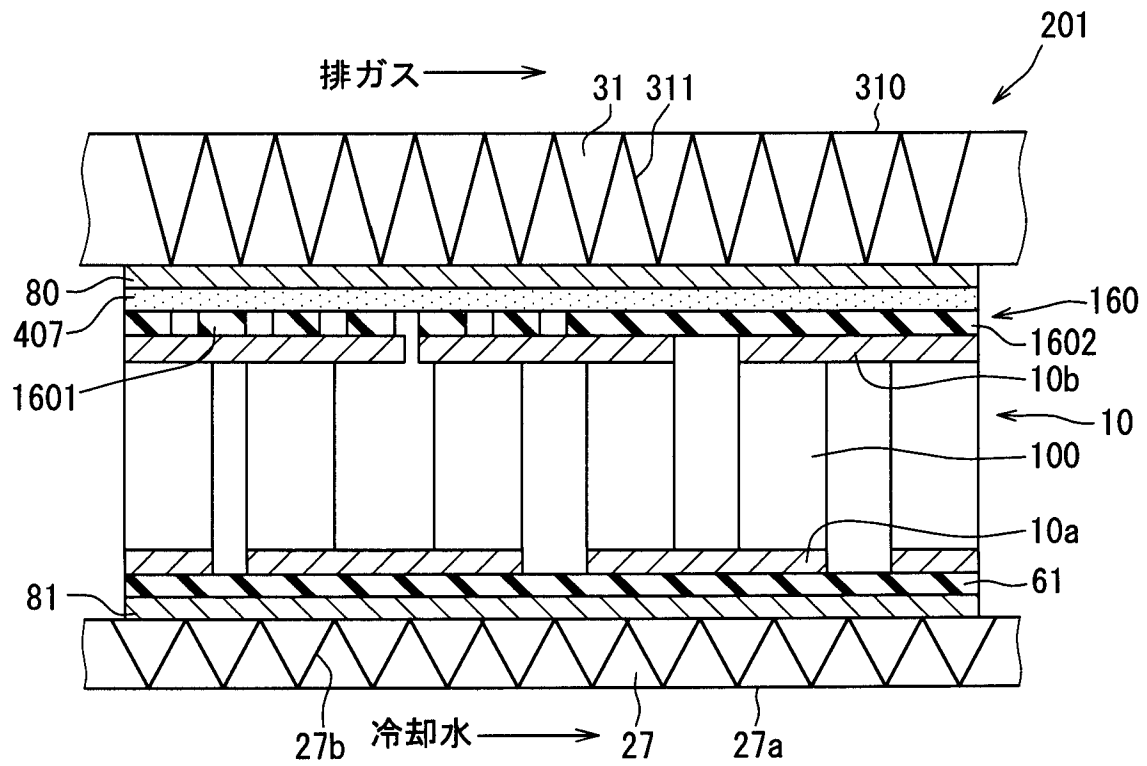
[図7]



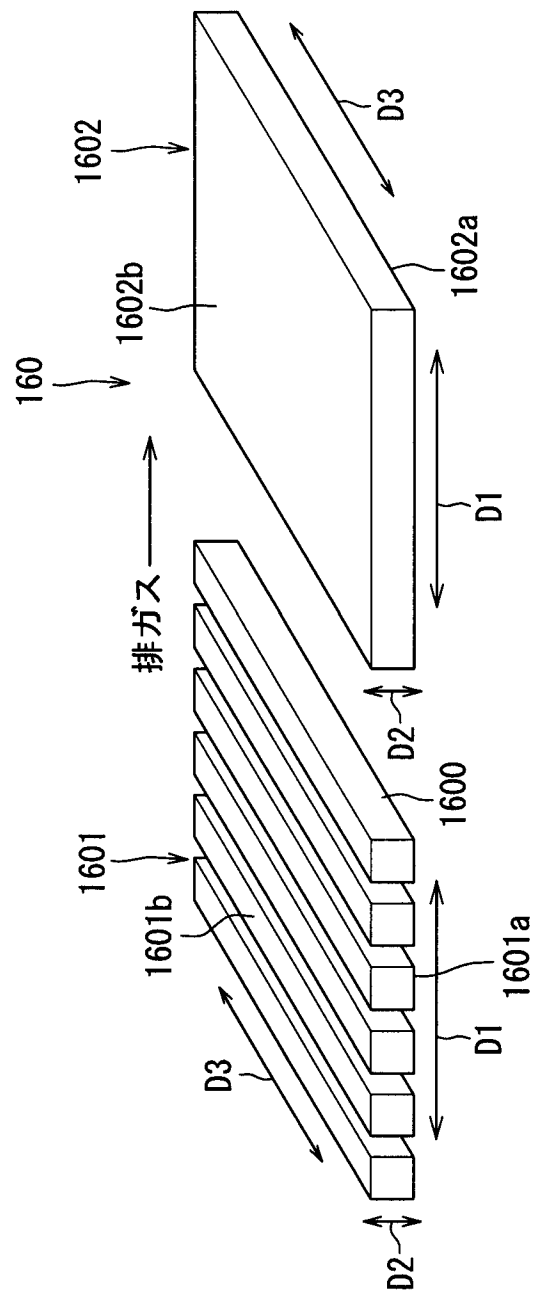
[図8]



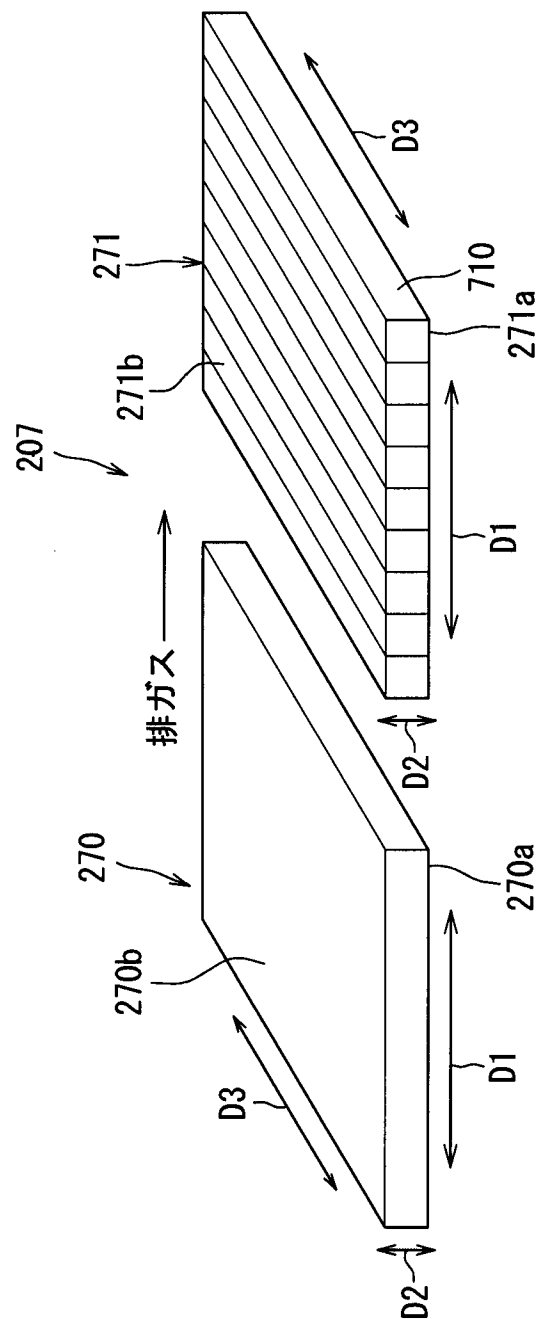
[図9]



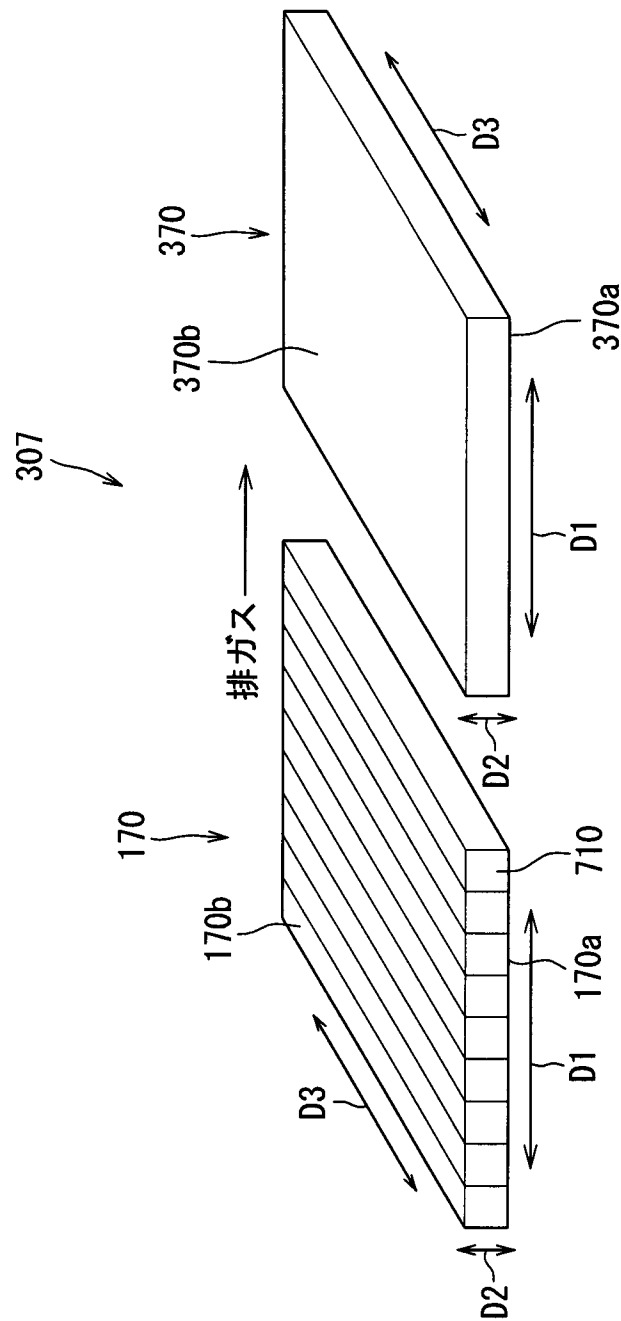
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023900

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L35/30(2006.01)i, F01N5/02(2006.01)i, H01L35/32(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)

H01L35/30, F01N5/02, H01L35/32, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2013-038219 A (Toyota Motor Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraphs [0025] to [0076], [0087] to [0096]; fig. 1 to 3, 6 (Family: none)	1-3 4-8
Y A	JP 2012-114290 A (Fujitsu Ltd.), 14 June 2012 (14.06.2012), paragraphs [0016] to [0030]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-3 4-8

☒ 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
01 September 2017 (01.09.17)

Date of mailing of the international search report
12 September 2017 (12.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023900

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2005/093864 A1 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 06 October 2005 (06.10.2005), paragraphs [0012], [0034], [0096] to [0097]; fig. 7 & US 2007/0144573 A1 paragraphs [0039], [0067], [0130] to [0131]; fig. 7 & EP 1737053 A1	1, 3 4-8
A	JP 2003-124532 A (Sango Co., Ltd.), 25 April 2003 (25.04.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

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, F01N5/02(2006.01)i, H01L35/32(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. H01L35/30, F01N5/02, H01L35/32, 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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2013-038219 A（トヨタ自動車株式会社） 2013.02.21, 段落 [0025] - [0076], [0087] - [0096], [図 1] - [図 3], [図 6] (ファミリーなし)	1-3 4-8
Y A	JP 2012-114290 A（富士通株式会社） 2012.06.14, 段落 [0016] - [0030], [図 1] - [図 6] (ファミリーなし)	1-3 4-8

☒ 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

の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

01.09.2017

国際調査報告の発送日

12.09.2017

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）

田邊 顕人

5 F

5894

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 A	WO 2005/093864 A1 (独立行政法人産業技術総合研究所) 2005.10.06, 段落 [0012], [0034], [0096] - [0097], [図 7] & US 2007/0144573 A1, 段落 [0039], [0067], [0130] - [0131], 図 7 & EP 1737053 A1	1, 3 4-8
A	JP 2003-124532 A (株式会社三五) 2003.04.25, 全文全図 (ファミリーなし)	1-8