

(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
2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/136246 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 11/00 (2006.01) H01L 35/30 (2006.01)
H01L 35/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000962
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 23 日(23.02.2016)
- (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 2015-035540 2015 年 2 月 25 日(25.02.2015) JP
- (71) 出願人: 千代田化工建設株式会社 (CHIYODA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 松田 一夫(MATSUDA, Kazuo); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 松本 忠士(MATSUMOTO, Tadashi); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 平井 寿英(HIRAI, Toshihide); 〒2208765 神奈川県横浜市

西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 田中 智史(TANAKA, Satoshi); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目 6 番 2 号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 大島特許事務所 (OSHIMA & PARTNERS); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町 2-2-0 Tokyo (JP).

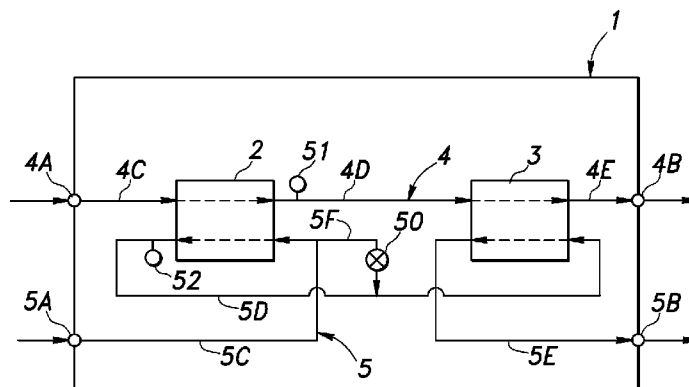
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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

[続葉有]

(54) Title: POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 発電システム



(57) Abstract: [Problem] To provide a power generation system that has good power generation efficiency and can be substituted into conventional heat exchange. [Solution] A power generation system 1 having: a power generation module 2 provided with thermoelectric elements 7A, 7B; a heat exchanger 3; a high-temperature fluid path 4 provided with a high-temperature fluid inlet 4A and a high-temperature fluid outlet 4B, and connected to the power generation module and the heat exchanger between the high-temperature fluid inlet and the high-temperature fluid outlet; and a low-temperature fluid path 5 provided with a low-temperature fluid inlet 5A and a low-temperature fluid outlet 5B, and connected to the power generation module and the heat exchanger between the low-temperature fluid inlet and the low-temperature fluid outlet. The low-temperature fluid path has a low-temperature-side bypass path 5F for providing a detour around the power generation module, and a low-temperature-side flow-rate-adjusting valve 50 for adjusting the flow rate of the low-temperature fluid flowing into the power generation module. The degree of opening of the low-temperature-side flow-rate-adjusting valve is controlled on the basis of the temperature difference between the high-temperature fluid and the low-temperature fluid immediately after passage through the power generation module.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/136246 A1



ロシア (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))

【課題】 発電効率が良く、従来の熱交換に置換可能な発電システムを提供する。【解決手段】 発電システム 1 であって、熱電素子 7 A、7 B を備えた発電モジュール 2 と、熱交換器 3 と、高温流体入口 4 A 及び高温流体出口 4 B を備え、高温流体入口及び高温流体出口の間において発電モジュール及び熱交換器に接続された高温流体通路 4 と、低温流体入口 5 A 及び低温流体出口 5 B を備え、低温流体入口及び低温流体出口の間において発電モジュール及び熱交換器に接続された低温流体通路 5 とを有し、低温流体通路は、発電モジュールを迂回する低温側バイパス通路 5 F と、発電モジュールに流入する低温流体の流量を調節する低温側流量調節弁 5 O とを有し、低温側流量調節弁は、発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御される。

明 細 書

発明の名称： 発電システム

技術分野

[0001] 本発明は、供給される高温流体及び低温流体の温度差を利用して熱電素子により発電すると共に、高温流体及び低温流体の少なくとも一方を所定の温度に調節して排出する発電システムに関する。

背景技術

[0002] 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する熱電素子を利用して発電システムを構成したものがある（例えば、特許文献1）。特許文献1では、熱伝導性を有する一对のプレートによって熱電素子を挟み込んでプレート状熱発電ユニットを形成し、プレート状熱発電ユニットを複数積層して、隣り合うプレート状熱発電ユニットの間に高温流体が流れる高温流体通路及び低温流体が流れる低温流体通路を形成している。このような発電システムは、発電プラントに組み込まれ、蒸気タービンを通じた後の水蒸気を高温流体として利用している。この発電システムは、プラントにおける排熱を利用して発電するため、プラント全体のエネルギー効率を高めることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-81970号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 熱電素子は、1つの素子当りの起電力が小さいため、多数の素子を直列接続して使用される。しかしながら、熱電素子の数を増やすと発電システムを通過する間に高温流体及び低温流体間の熱交換量が大きくなり、熱電素子に生じる温度差が小さくなる。熱電素子は、両端に生じる温度差の大きさに応じて起電力が変化するため、温度差が小さい状態で使用すると、1つの素子

当りの発電効率が低下し、発電量に対する発電システムのコストが増加する。そのため、発電効率の観点からは、発電システムに含まれる熱電素子の数を減らして高温流体及び低温流体間の熱交換を抑制し、個々の熱電素子に生じる温度差を大きく維持することが好ましい。しかしながら、この場合には発電素子での熱交換量が小さくなるため、排出される高温流体の冷却又は低温流体の加熱、すなわち温度調節を十分に行うことができなくなる。

[0005] 本発明は、以上の背景を鑑み、熱電素子を備えた発電システムにおいて、熱電素子当たりの発電効率を向上させると共に、排出される高温流体又は低温流体の温度調節を可能にすることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明は発電システム（１）であって、熱電素子（７Ａ、７Ｂ）を備えた発電モジュール（２）と、熱交換器（３）と、高温流体入口（４Ａ）及び高温流体出口（４Ｂ）を備え、前記高温流体入口及び前記高温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接続された高温流体通路（４）と、低温流体入口（５Ａ）及び低温流体出口（５Ｂ）を備え、前記低温流体入口及び前記低温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接続された低温流体通路（５）とを有し、前記低温流体通路は、前記発電モジュールを迂回する低温側バイパス通路（５Ｆ）と、前記発電モジュールに流入する低温流体の流量を調節する低温側流量調節弁（５０）とを有し、前記低温側流量調節弁は、前記発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御されることを特徴とする。

[0007] この構成によれば、発電モジュールにおける高温流体及び低温流体の温度差を維持するために両者の熱交換量を小さくする場合にも、発電モジュールの下流側に設けられた熱交換器によって高温流体を冷却し、又は低温流体を加熱して、発電システムの外部に排出することができる。すなわち、発電モジュールにおける高温流体及び低温流体の温度差を比較的大きく維持して各熱電素子における発電効率を向上させる場合にも、熱交換器において高温流

体又は低温流体の温度を調節して発電システムの外部に排出することができる。そのため、本発明の発電システムは、各種プラントにおいて流体の冷却又は加熱が必要な部分に適用することができ、従来の熱交換システムに置換して使用することができる。また、本発明の発電システムは、従来の熱交換システムの上流側に発電モジュールを追加することによっても構築することができ、既存設備への適用が容易である。また、発電システムでは、発電モジュール及び熱交換器において共通の高温流体及び低温流体を使用するため、装置の構成を簡素にすることができる。また、高温流体及び低温流体は、熱交換器の前に発電モジュールに供給されるため、発電モジュールにおける高温流体及び低温流体の温度差を大きくすることができる。また、高温流体及び低温流体の流量や温度が変化する場合にも、発電モジュールに供給する低温流体の流量を調節して、発電モジュールの出口における高温流体及び低温流体の温度差を所定値以上に維持することができる。

[0008] 上記の発明において、前記高温流体通路は、前記発電モジュールを迂回する高温側バイパス通路（４Ｆ）と、前記発電モジュールに流入する高温流体の流量を調節する高温側流量調節弁（５５）とを有し、前記高温側流量調節弁は、前記発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御されるとよい。

[0009] この構成によれば、高温流体及び低温流体の流量や温度が変化する場合にも、発電モジュールに供給する高温流体の流量を調節して、発電モジュールの出口における高温流体及び低温流体の温度差を所定値以上に維持することができる。

[0010] また、本発明の他の側面は、発電システム（１）であって、熱電素子（７Ａ、７Ｂ）を備えた発電モジュール（２）と、熱交換器（３）と、高温流体入口（４Ａ）及び高温流体出口（４Ｂ）を備え、前記高温流体入口及び前記高温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接続された高温流体通路（４）と、低温流体入口（５Ａ）及び低温流体出口（５Ｂ）を備え、前記低温流体入口及び前記低温流体出口の間において前記発電モジ

ジュール及び前記熱交換器に接続された低温流体通路（５）とを有し、前記高温流体通路は、前記発電モジュールを迂回する高温側バイパス通路（４Ｆ）と、前記発電モジュールに流入する高温流体の流量を調節する高温側流量調節弁（５５）とを有し、前記高温側流量調節弁は、前記発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御されることを特徴とする。

[0011] 上記の発明において、前記高温側バイパス通路（４Ｇ）は、前記発電モジュール及び前記熱交換器を迂回してもよい。

[0012] この構成によれば、高温流体の温度が低い場合には、高温流体を発電モジュール及び熱交換器に通過させずに外部に排出することができる。

[0013] 上記の発明において、前記高温流体通路における前記高温流体入口と前記発電モジュールとの間の部分に設けられ、高温流体の温度を調節する温度調節器（１４１、１５１）を更に有するとよい。

[0014] この構成によれば、発電モジュールに供給する高温流体の温度を調節することができる。これにより、過度に温度が高い高温流体が発電モジュールに供給されることが防止され、熱に伴う熱電素子の損傷が防止される。

[0015] 上記の発明において、前記温度調節器（１５１）は、前記低温流体通路から分岐した分岐通路に接続され、前記分岐通路を介して供給される低温流体と、高温流体とを混合することによって高温流体の温度を調節するとよい。

[0016] この構成によれば、効率良く高温流体の温度を低下させることができる。例えば、高温流体及び低温流体が混合されても問題がない場合、例えば、高温流体及び低温流体が同種の流体である場合（共に水等の水溶液である場合）に適している。

[0017] 上記の発明において、前記温度調節器（１４１）は、前記低温流体通路から分岐した分岐通路に接続され、前記分岐通路を介して供給される低温流体と、高温流体とを互いに混ざり合わない状態で熱交換させることによって高温流体の温度を調節するとよい。

[0018] この構成によれば、高温流体と低温流体との混合を避けつつ、高温流体の

温度を低下させることができる。例えば、高温流体が炭化水素等の有機溶液であり、低温流体が水等の水溶液である場合に適している。

[0019] 上記の発明において、前記低温流体出口における低温流体の温度が60℃以下であるとよい。

[0020] この構成によれば、低温流体通路内の液温の上昇が抑制され、藻等の発生による低温流体通路の閉塞が抑制される。

[0021] 上記の発明において、前記発電モジュールは、高温流体及び低温流体が前記熱電素子を挟んで対向流となるように形成されているとよい。

[0022] この構成によれば、発電モジュールの各部における高温流体と低温流体との温度差の分布が均質になり、熱電素子による発電の効率が向上する。

発明の効果

[0023] 以上の構成によれば、発電効率が良く、従来の熱交換システムに置換可能な発電システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図2]第1実施形態に係る発電モジュールの分解斜視図

[図3]第1実施形態に係るプレートユニットの分解斜視図

[図4]第1実施形態に係る発電モジュールの断面図

[図5]第1実施形態に係る発電システムにおける温度変化を示す（A）ブロック図、及び（B）グラフ

[図6]比較例に係る発電システムにおける温度変化を示す（A）ブロック図、及び（B）グラフ

[図7]第2実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図8]第3実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図9]第4実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図10]第5実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図11]第6実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図12]第7実施形態に係る発電システムを示すブロック図

[図13]実施形態に係る発電システムを石油精製プラントに適用した例を示すブロック図

[図14]実施形態に係る発電システムを発電プラントに適用した例を示すブロック図

[図15]実施形態に係る発電システムをLNGの再ガス化設備に適用した例を示すブロック図

[図16]実施形態に係る発電システムを反応装置に適用した例を示すブロック図

[図17]実施形態に係る発電システムを水素化芳香族化合物の脱水素反応設備に適用した例を示すブロック図

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照して、本発明に係る発電システムの実施形態について説明する。

[0026] (第1実施形態)

図1に示すように、発電システム1は、発電モジュール2と、熱交換器3と、発電モジュール2及び熱交換器3に接続された高温流体通路4及び低温流体通路5とを有する。高温流体通路4は、発電システム1への高温流体の流入口となる高温流体入口4Aと、発電システム1からの高温流体の排出口となる高温流体出口4Bとを備え、高温流体入口4A及び高温流体出口4Bの間において発電モジュール2及び熱交換器3に接続されている。低温流体通路5は、発電システム1への低温流体の流入口となる低温流体入口5Aと、発電システム1からの低温流体の排出口となる低温流体出口5Bとを備え、低温流体入口5A及び低温流体出口5Bの間において発電モジュール2及び熱交換器3に接続されている。

[0027] 本実施形態では、高温流体通路4は、高温流体入口4Aと発電モジュール2とを接続する通路4Cと、発電モジュール2と熱交換器3とを接続する通路4Dと、熱交換器3と高温流体出口4Bとを接続する通路4Eとを有する。すなわち、高温流体通路4は、発電モジュール2と熱交換器3とを直列に

接続し、高温流体は発電モジュール 2、熱交換器 3 の順に流れる。

[0028] 本実施形態では、低温流体通路 5 は、低温流体入口 5 A と発電モジュール 2 とを接続する通路 5 C と、発電モジュール 2 と熱交換器 3 とを接続する通路 5 D と、熱交換器 3 と低温流体出口 5 B とを接続する通路 5 E とを有する。すなわち、低温流体通路 5 は、発電モジュール 2 と熱交換器 3 とを直列に接続し、低温流体は発電モジュール 2、熱交換器 3 の順に流れる。また、低温流体通路 5 は、発電モジュール 2 を迂回するように通路 5 C と通路 5 D とに接続されたバイパス通路 5 F を有する。

[0029] 図 3 及び図 4 に示すように、発電モジュール 2 は、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する熱電素子 7 A、7 B を有している。本実施形態では、熱電素子 7 A は複数の p 型半導体であり、熱電素子 7 B は複数の n 型半導体である。他の実施形態では、熱電素子 7 A、7 B は金属から形成されてもよい。

[0030] 熱電素子 7 A、7 B は、複数個が組み合わされてサブユニット 8 を形成している。サブユニット 8 は、2 枚のプレート 9 A、9 B を有する。複数の熱電素子 7 A、7 B は、2 枚のプレート 9 A、9 B の間に配置されている。プレート 9 A、9 B は、熱伝導率が高い材料から形成されることが好ましい。複数の熱電素子 7 A、7 B は、2 枚のプレート 9 A、9 B の間において各プレート 9 A、9 B に沿うように平面状に配置される。熱電素子 7 A の一方のプレート 9 A 側に配置される端部は、隣り合う熱電素子 7 B の一方のプレート 9 A 側に配置される端部と電極 1 3 によって接続され、熱電素子 7 A の他方のプレート 9 B 側に配置される端部は、他の隣り合う熱電素子 7 B の他方のプレート 9 B 側に配置される端部と電極 1 3 によって接続されている。これにより、複数の熱電素子 7 A、7 B は、一連の電気回路を形成する。各熱電素子 7 A、7 B の接続方法は、直列や並列等、任意に選択することができる。本実施形態では、1 つのプレートユニット 1 2 に含まれる複数の熱電素子 7 A、7 B は、互いに直列となるように接続され、電気回路の両端を形成する電極 1 3 には、リード線 1 5 が接続されている。

- [0031] 2枚のプレート9 A、9 Bと電極1 3との間、各電極1 3間、各熱電素子7 A、7 B間には絶縁体1 6が設けられている。両プレート9 A、9 Bの縁部は、リード線1 5を引き出す部分を除いて互いに結合されている。両プレート9 A、9 Bの結合方法は、例えば加圧接合法であってよい。
- [0032] 以上のように形成された複数のサブユニット8は、2枚のプレート1 1 A、1 1 Bの間に配置され、両プレート1 1 A、1 1 Bと共にプレートユニット1 2を構成する。各サブユニット8は、各プレート9 A、9 Bがプレート1 1 A、1 1 Bと接触するように配置される。各サブユニット8は、それぞれのリード線1 5が接続され、一連の電気回路を形成する。各サブユニット8の接続方法は、直列や並列等、任意に選択することができる。本実施形態では、各サブユニット8は、互いに直列となるように接続されている。両プレート1 1 A、1 1 Bの縁部は、回路の端部に配置されたサブユニット8からのリード線1 5を引き出す部分を除いて互いに結合されている。両プレート9 A、9 Bの結合方法は、例えば加圧接合法であってよい。
- [0033] 本実施形態では、熱電素子7 A、7 Bを組み合わせてサブユニット8とし、このサブユニット8を2枚のプレート1 1 A、1 1 B間に配置したが、他の実施形態では、プレート9 A、9 Bを省略し、プレート1 1 A、1 1 Bの内側に絶縁体1 6を介して熱電素子7 A、7 Bを配置してもよい。
- [0034] 図2に示すように、両プレート1 1 A、1 1 Bの互いに結合された上縁部には、両プレート1 1 A、1 1 Bを厚み方向に貫通する第1孔2 1及び第2孔2 2が形成されている。同様に、両プレート1 1 A、1 1 Bの互いに結合された下縁部には、両プレート1 1 A、1 1 Bを厚み方向に貫通する第3孔2 3及び第4孔2 4が形成されている。第1～第4孔2 1～2 4は、両プレート1 1 A、1 1 Bが互いに結合された部分に結合されているため、両プレート1 1 A、1 1 B間の熱電素子7 A、7 Bが配置された空間と隔離されている。他の実施形態では、両プレート1 1 A、1 1 B間にガasketを介装し、熱電素子7 A、7 Bが配置された空間と、第1～第4孔2 1～2 4とを液密に区画してもよい。

[0035] 発電モジュール2は、前後に積層された複数個のプレートユニット12と、最も前側に配置されたプレートユニット12の前側に配置された前端プレート26と、最も後側に配置されたプレートユニット12の後側に配置された後端プレート27と、各プレートユニット12の間、最も前側に配置されたプレートユニット12と前端プレート26の間、及び最も後側に配置されたプレートユニット12と後端プレート27の間に配置されたガスケット30A、30B、30Cとを有する。前端プレート26の前側には前アウトプレート31が配置され、後端プレート27の後側には後アウトプレート32が配置されている。前アウトプレート31と後アウトプレート32とは前後に延びる複数のタイロッド（図示省略）によって結合され、前端プレート26、複数枚のプレートユニット12、後端プレート27、及び各ガスケット30A、30B、30Cは、前アウトプレート31及び後アウトプレート32によって前後方向から挟持されている。

[0036] 前端プレート26は、第1～第4孔21～24と対向する部分に、厚み方向に貫通する接続孔35を有する。前アウトプレート31は、第1孔21と対向する部分に高温流体入口孔36、第2孔22と対向する部分に低温流体出口孔37、第3孔23と対向する部分に高温流体出口孔38、第4孔24と対向する部分に低温流体入口孔39を有する。高温流体入口孔36、低温流体出口孔37、高温流体出口孔38、及び低温流体入口孔39は、前アウトプレート31を厚み方向に貫通する。

[0037] ガスケット30A、30B、30Cは、第1～第3ガスケット30A～30Cの3種類を含む。各プレートユニット12を前側から昇順に第1、第2、...第nとする（本実施形態ではnは奇数とする）。第1ガスケット30Aは、奇数番のプレートユニット12の前面と、偶数番のプレートユニット12の後面又は前端プレート26の後面との間のそれぞれに介装されている。第2ガスケット30Bは、奇数番のプレートユニット12の後面と、偶数番のプレートユニット12の前面又は後端プレート27の前面との間のそれぞれに介装されている。第3ガスケット30Cは、前アウトプレート31の後

面と前端プレート26の前面との間に介装されている。

[0038] 第1ガスケット30Aは、偶数番のプレートユニット12の後面及び奇数番のプレートユニット12の前面と共に、両プレートユニット12の第2孔22同士、及び第4孔24同士をそれぞれ接続する低温接続通路41Bと、両プレートユニット12の両第1孔21及び両第3孔23の全てを接続する高温主通路42Aとを形成する。同様に、第1ガスケット30Aは、前端プレート26の後面及び奇数番のプレートユニット12の前面と共に、第2孔22と第2孔22に対向する接続孔35、及び第4孔24と第4孔24に対向する接続孔35をそれぞれ接続する低温接続通路41Bと、第1孔21、第3孔23、第1孔21に対向する接続孔35、第3孔23に対向する接続孔35の全てを接続する高温主通路42Aとを形成する。高温主通路42Aは、プレートユニット12の主面の大部分を覆うように形成される。

[0039] 第2ガスケット30Bは、奇数番のプレートユニット12の後面及び偶数番のプレートユニット12の前面と共に、両プレートユニット12の第1孔21同士、及び第3孔23同士をそれぞれ接続する高温接続通路42Bと、両プレートユニット12の両第2孔22及び両第4孔24の全てを接続する低温主通路41Aとを形成する。また、第2ガスケット30Bは、奇数番のプレートユニット12の後面及び後端プレート27の前面と共に、第2孔22及び第4孔24を接続する低温主通路41Aを形成し、第1孔21及び第3孔23を閉塞する。低温主通路41Aは、プレートユニット12の主面の大部分を覆うように形成される。

[0040] 第3ガスケット30Cは、前アウトプレート31の後面及び前端プレート26と共に、高温流体入口孔36及び高温流体出口孔38とそれぞれ対向する接続孔35と接続する高温接続通路42Bと、低温流体入口孔39及び低温流体出口孔37とそれぞれ対向する接続孔35と接続する低温接続通路41Bとを形成する。

[0041] 以上の構成により、高温流体入口孔36と高温流体出口孔38とは、高温接続通路42B、第1孔21、高温主通路42A、及び第3孔23を介して

互いに接続され、高温流体通路４の一部を構成する。同様に、低温流体入口孔３９と低温流体出口孔３７とは、低温接続通路４１Ｂ、第４孔２４、低温主通路４１Ａ、及び第２孔２２を介して互いに接続され、低温流体通路５の一部を構成する。また、各プレートユニット１２の前面及び後面の一方には高温流体通路４が配置され、他方には低温流体通路５が配置される。高温流体通路４を流れる高温流体はプレートユニット１２の一側面を上から下に流れ（図２中の白抜き矢印参照）、低温流体通路５を流れる低温流体はプレートユニット１２の他側面を下から上に流れ（図２中の黒色矢印参照）、高温流体と低温流体とはプレートユニット１２を介して対向流となる。

[0042] 熱交換器３は、高温流体が流れる通路と、低温流体が流れる通路とを有し、高温流体と低温流体との間で熱交換させる。熱交換器３は、例えばプレート式熱交換器やスパイラル式熱交換器等の公知の熱交換器３であってよい。高温流体が流れる通路と低温流体が流れる通路とは、高温流体及び低温流体が対向流となるように配置されている。

[0043] 発電モジュール２の高温流体入口孔３６は通路４Ｃに接続され、高温流体出口孔３８は通路４Ｄに接続され、低温流体入口孔３９は通路５Ｃに接続され、低温流体出口孔３７は通路５Ｄに接続されている。

[0044] バイパス通路５Ｆには、流量調節弁５０が設けられている。流量調節弁５０は、開閉することによって、バイパス通路５Ｆを流れる低温流体の流量を調節する。すなわち、流量調節弁５０は、開閉することによって、発電モジュール２に流入する低温流体の流量を調節する。

[0045] 高温流体通路４の通路４Ｄにおける発電モジュール２の出口部分には、高温側温度センサ５１が設けられ、低温流体通路５の通路５Ｄにおける発電モジュール２の出口部分には、低温側温度センサ５２が設けられている。なお、低温側温度センサ５２は、通路５Ｄにおいて、バイパス通路５Ｆの下流端が接続された部分よりも上流側の部分に設けられている。また、発電システム１は、流量調節弁５０を制御する制御装置（不図示）を有する。制御装置には、高温側温度センサ５１及び低温側温度センサ５２の検出信号が入力さ

れ、これらの検出信号に基づいて、発電モジュール2の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT を算出する。そして、制御装置は、算出した温度差 ΔT に基づいて流量調節弁50の目標開度を設定し、流量調節弁50を開閉制御する。制御装置53は、例えば温度差 ΔT が所定の閾値以上の場合に流量調節弁50を閉じ、温度差 ΔT が閾値より小さい場合に温度差 ΔT が小さくなるほど開度が大きくなるように流量調節弁50を制御する。

[0046] 発電モジュール2において、高温流体がプレートユニット12の一側面側を流れ、低温流体がプレートユニット12の他側面側を流れると、プレートユニット12内の熱電素子7A、7Bの一側面側の端部が他側面側の端部に対して高温になり、熱電素子7A、7Bに温度差が生じる。これにより、ゼーベック効果によって熱電素子7A、7Bに起電力が発生する。熱電素子7A、7Bが発生する起電力は、熱電素子7A、7Bに生じる温度差に比例する。

[0047] 図5に示すように、発電システム1における、発電システム1の入口（高温流体入口孔36）における高温流体の温度を $T_{1\text{in}}$ 、発電モジュール2の出口（高温流体出口孔38、熱交換器3の入口）における高温流体の温度を T_{1x} 、発電システム1の出口（熱交換器3の出口）における高温流体の温度を $T_{1\text{out}}$ 、発電システム1の入口（低温流体入口孔39）における低温流体の温度を $T_{2\text{in}}$ 、発電モジュール2の出口（低温流体出口孔37、熱交換器3の入口）における低温流体の温度を T_{2x} 、発電システム1の出口（熱交換器3の出口）における低温流体の温度を $T_{2\text{out}}$ とする。

[0048] 発電モジュール2の出口における高温流体及び低温流体の温度差 ΔT （ $\Delta T = T_{1x} - T_{2x}$ ）は、所定値以上となるように設定されている。温度差 ΔT は、 30°C 以上、好ましくは 50°C 以上に設定されている。温度差 ΔT は、高温流体及び低温流体の温度及び流量によって変化させることができる。

[0049] 発電システム1では、発電モジュール2において高温流体が失う熱量が Q_g 、熱交換器3において高温流体が失う熱量が Q_c となり、システム全体で高温流体が失う熱量が Q_o （ $= Q_g + Q_c$ ）となる。発電モジュール2において高温

流体が失う熱量 Q_g は、熱伝導によって低温流体が受け取る熱量 Q_1 、熱伝導によって熱電素子7A、7Bに加わり、電気に変換される熱量 Q_2 、熱電素子7A、7Bに電流が流れることによって発生するジュール熱 Q_3 、及び発電モジュール2から放熱される熱量 Q_4 の総和となる。低温流体の昇温に寄与する熱量 Q_5 は、熱伝導によって低温流体が受け取る熱量 Q_1 及びジュール熱 Q_3 の合計値である。低温流体が受け取る熱量 Q_5 ($=Q_1 + Q_3$)は、低温流体の発電モジュール2における入口温度 T_{2in} 及び出口温度 T_{2x} を測定することによって得ることができる。本実施形態では、発電モジュール2における発電効率 η (%)は、低温流体が受け取る熱量 Q_5 を基準として、 $\eta = Q_2 / (Q_5 + Q_2)$ と定義する。

[0050] 図6に、本実施形態に係る発電システム1の比較例として、熱交換器3を省略し、発電モジュール2のみとした発電システム1を示す。比較例に係る発電システム1の入口における高温流体及び低温流体の温度、発電システム1の出口における高温流体及び低温流体の温度を本実施形態に係る発電システム1の温度 T_{1in} 、 T_{2in} 、 T_{1out} 、 T_{2out} と同じ値とする。この場合、比較例に係る発電システム1では、高温流体及び低温流体の発電モジュール2の出口における温度差 ΔT_2 ($T_{1out} - T_{2out}$)となる。本実施形態に係る発電システム1での発電モジュール2の出口における温度差 ΔT は、比較例に係る発電モジュール2の出口における温度差 ΔT_2 よりも大きくなるため、1つの熱電素子7A、7B当りの発電量が増加する。また、本実施形態に係る発電モジュール2の出口における低温流体の温度 T_{2x} は、比較例に係る発電モジュール2の出口における低温流体の温度 T_{2out} よりも低くなり、低温流体が受け取る熱量 Q_5 が小さくなるため、本実施形態に係る発電システム1は比較例よりも発電効率が向上する。

[0051] 第1実施形態に係る発電システム1は、発電モジュール2の下流側に熱交換器3を有するため、発電モジュール2における高温流体と低温流体との温度差を大きく維持しつつ、発電システム1の出口における高温流体の温度を所定値以下まで低下させることができる。そのため、プラント等において、

従来、熱交換器 3 のみが使用されていた場所に、本実施形態に係る発電システム 1 を置換することができる。また、プラント等において、従来、熱交換器 3 のみが使用されていた場所の上流側に熱電モジュールを追加することによって、本実施形態に係る発電システム 1 を形成することができる。

[0052] また、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT に基づいて流量調節弁 5 0 が制御され、発電モジュール 2 を通過する低温流体の流量が制御されるため、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT が所定の閾値以上に維持され、熱電素子 7 A、7 B が効率の良い状態で発電を行う。これにより、発電システム 1 に流入する高温流体及び低温流体の温度及び流量が変動する場合にも、発電モジュール 2 は効率の良い状態で発電を行うことができる。

[0053] 以下の第 2 ～第 7 実施形態に係る発電システムは、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と比較して、高温流体通路及び低温流体通路の構成が異なる。第 2 ～第 7 実施形態に係る発電システムの構成のうち、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と同様のものは、同一の符号を付して説明を省略する。

[0054] (第 2 実施形態)

図 7 に示すように、第 2 実施形態に係る発電システム 1 0 0 は、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と比べて、高温流体通路 4 が発電モジュール 2 を迂回するように通路 4 C と通路 4 D とに接続されたバイパス通路 4 F を有する点異なる。また、発電システム 1 0 0 の低温流体通路 5 において、バイパス通路 5 F 及び流量調節弁 5 0 が省略されている点異なる。

[0055] バイパス通路 4 F には、流量調節弁 5 5 が設けられている。流量調節弁 5 5 は、開閉することによって、バイパス通路 4 F を流れる高温流体の流量を調節する。すなわち、流量調節弁 5 5 は、開閉することによって、発電モジュール 2 に流入する高温流体の流量を調節する。流量調節弁 5 5 は、制御装置によって、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT に基づいて制御される。

[0056] 発電システム 1 0 0 は、発電システム 1 0 0 に流入する高温流体及び低温

流体の温度及び流量が変動する場合にも、流量調節弁 55 によって発電モジュール 2 に供給する高温流体の流量を調節することができる。これにより、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT が所定の値に維持され、発電モジュール 2 は効率の良い状態で発電を行うことができる。

[0057] (第 3 実施形態)

図 8 に示すように、第 3 実施形態に係る発電システム 110 は、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と比べて、高温流体通路 4 が、発電モジュール 2 を迂回するように通路 4 C と通路 4 D とに接続されたバイパス通路 4 F を有する点異なる。バイパス通路 4 F には流量調節弁 55 が設けられている。流量調節弁 50 は、制御装置によって、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT に基づいて制御される。

[0058] 発電システム 110 は、発電システム 110 に流入する高温流体及び低温流体の温度及び流量が変動する場合にも、流量調節弁 50、55 によって発電モジュール 2 に供給する高温流体及び低温流体の流量を調節することができる。

[0059] (第 4 実施形態)

図 9 に示すように、第 4 実施形態に係る発電システム 120 は、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と比べて、高温流体通路 4 が発電モジュール 2 及び熱交換器 3 を迂回するように通路 4 C と通路 4 E とに接続されたバイパス通路 4 G を有する点異なる。バイパス通路 4 G には、流量調節弁 55 が設けられている。流量調節弁 55 は、開閉することによって、バイパス通路 4 F を流れる高温流体の流量を調節する。流量調節弁 55 は、制御装置によって、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT に基づいて制御される。

[0060] (第 5 実施形態)

図 10 に示すように、第 5 実施形態に係る発電システム 130 は、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と比べて、高温流体通路 4 及び低温流体通路 5

のそれぞれが、発電モジュール 2 及び熱交換器 3 を並列に接続している点異なる。高温流体通路 4 は、高温流体入口 4 A と発電モジュール 2 とを接続する通路 4 H と、発電モジュール 2 と高温流体出口 4 B とを接続する通路 4 J と、通路 4 H と熱交換器 3 とを接続する通路 4 K と、熱交換器 3 と通路 4 J とを接続する通路 4 L とを有する。通路 4 K、熱交換器 3、及び通路 4 L は、発電モジュール 2 を迂回する一連のバイパス通路を構成する。通路 4 H の通路 4 K が接続された部分よりも下流側（発電モジュール 2 側）の部分には、流量調節弁 1 3 1 が設けられている。通路 4 J の通路 4 L が接続された部分よりも上流側（発電モジュール 2 側）の部分には、高温側温度センサ 5 1 が設けられている。

[0061] 低温流体通路 5 は、低温流体入口 5 A と発電モジュール 2 とを接続する通路 5 H と、発電モジュール 2 と低温流体出口 5 B とを接続する通路 5 J と、通路 5 H と熱交換器 3 とを接続する通路 5 K と、熱交換器 3 と通路 5 J とを接続する通路 5 L とを有する。通路 5 K、熱交換器 3、及び通路 5 L は、発電モジュール 2 を迂回する一連のバイパス通路を構成する。通路 5 K には、流量調節弁 1 3 2 が設けられている。通路 5 J の通路 5 L が接続された部分よりも上流側（発電モジュール 2 側）の部分には、低温側温度センサ 5 2 が設けられている。流量調節弁 1 3 1、1 3 2 は、制御装置によって、発電モジュール 2 の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT に基づいて制御される。

[0062] （第 6 実施形態）

図 1 1 に示すように、第 6 実施形態に係る発電システム 1 4 0 は、第 1 実施形態に係る発電システム 1 と比べて、高温流体通路 4 の通路 4 C に温度調節器 1 4 1 が設けられている点異なる。温度調節器 1 4 1 は、発電システム 1 4 0 に供給された高温流体を発電モジュール 2 に適した温度に調節する装置である。第 6 実施形態では、温度調節器 1 4 1 は、公知の対向流式の熱交換器であり、高温流体入口 4 A に供給された高温流体と、低温流体入口 5 A に供給された低温流体とが互いに混ざり合わない態様で熱交換させる。

[0063] 温度調節器 141 は、高温流体通路 4 の通路 4C の上流側部分をなす通路 4C1 によって高温流体入口 4A と接続され、通路 4C の下流側部分をなす通路 4C2 によって発電モジュール 2 と接続されている。また、低温流体通路 5 の通路 5D の上流側部分をなす通路 5D1 によって発電モジュール 2 と接続され、通路 5D の下流側部分をなす通路 5D2 によって熱交換器 3 と接続されている。通路 5C と通路 5D1 とは、発電モジュール 2 を迂回するバイパス通路 5D3 によって互いに接続されている。バイパス通路 5D3 には、発電モジュール 2 に流入する低温流体の流量を変化させる流量調節弁 142 が設けられている。

[0064] 通路 4C2 の発電モジュール 2 の入口部分には、発電モジュール 2 に流入する高温流体の温度を検出する入口温度センサ 143 が設けられている。発電システム 140 の制御装置は、入口温度センサ 143 の検出信号に基づいて流量調節弁 142 を制御する。制御装置は、例えば、発電モジュール 2 に流入する高温流体の温度が所定値以上の場合に、流量調節弁 142 を開き、温度が高くなるほど開度を大きくする。

[0065] 発電モジュール 2 の熱電素子 7A、7B は、使用温度域を超えた過度な高温に曝された場合に变形や損傷する虞があるが、発電システム 140 では発電モジュール 2 に流入する高温流体の温度が温度調節器 141 によって制御されるため、熱電素子 7A、7B の損傷が防止される。温度調節器 141 による冷却は、高温流体が例えばサーマルオイルや炭化水素等の蒸気、高温スチーム等である場合に適用される。

[0066] (第 7 実施形態)

図 12 に示すように、第 7 実施形態に係る発電システム 150 は、第 6 実施形態に係る発電システム 140 と比べて、温度調節器 151 の構成、及び通路 5C の構成が異なる。通路 5C は、低温流体入口 5A と発電モジュール 2 とを接続する通路 5C1 と、通路 5C1 と温度調節器 151 とを接続する通路 5C2 とを有する。通路 5C2 には、温度調節器 141 に流入する低温流体の流量を変化させる流量調節弁 152 が設けられている。温度調節器 1

51は、通路5C2によって供給される低温流体を、通路4C1から通路4C2に流れる高温流体に混合して、高温流体を冷却する。発電システム150の制御装置は、入口温度センサ143の検出信号に基づいて流量調節弁152を制御する。なお、本実施形態は、高温流体及び低温流体が混合可能な場合に適用することができ、例えば、高温流体がスチーム、低温流体が水である場合等に用いることができる。

[0067] 次に、以上の第1～第7実施形態の発電システムの各種プラントへの適用例について説明する。以下の例では、第1実施形態に係る発電システム1を適用した例を示すが、第2～第7実施形態に係る発電システム100、110、120、130、140、150も同様に適用することができる。

[0068] (石油精製プラントへの適用例)

図13に示すように、石油精製プラント200は、原油を加熱する加熱炉201と、加熱炉201において加熱された原油を蒸留する蒸留装置202（蒸留塔）とを有する。発電システム1は、蒸留装置202の下流側に設けられ、蒸留装置202において分離された原油中の任意の成分（例えば、重油、軽油、灯油、ガソリン等）を冷却する熱交換器として使用される。発電システム1の高温流体入口4Aは、蒸留装置202において蒸留された任意の成分が流れる通路に接続され、発電システム1の低温流体入口5Aは冷却水通路に接続される。蒸留装置202を通過して分離された任意の成分は、発電システム1を通過することによって冷却され、発電システム1は任意の成分が有する熱量の一部を利用して発電を行う。

[0069] また、発電システム1の低温流体入口5Aは冷却水通路に代えて、加熱炉201に送られる前の原油が流れる通路に接続されてもよい。この場合、発電システム1において、蒸留装置202を通過した任意の成分が有する熱量を利用して原油が加熱されるため、石油精製プラント200におけるエネルギー効率が向上する。

[0070] また、加熱炉201又は原油が流れる通路上に、電力によって加熱を行う加熱装置203を設け、この加熱装置203に発電システム1によって発電

された電力を供給する。加熱装置 203 は、例えば抵抗加熱を利用した加熱装置であってよい。この構成によれば、石油精製プラント 200 におけるエネルギー効率が向上する。なお、他の実施形態では、電力によって加熱を行う加熱装置 203 に代えて、熱交換器や燃料燃焼によって加熱を行う加熱器等を適用してもよい。

[0071] (発電プラントへの適用例)

図 14 に示すように、発電プラント 300 は、水を加熱し、蒸気を生成するボイラー 301 と、ボイラー 301 で生成された蒸気によって駆動される蒸気タービン 302 と、蒸気タービン 302 によって駆動される発電機 303 と、蒸気タービン 302 を通過した蒸気を冷却し、凝縮する復水器 304 とを有する。本実施形態に係る発電システム 1 は、蒸気タービン 302 と復水器 304 との間に設けられ、蒸気を冷却する熱交換器として使用される。発電システム 1 の高温流体入口 4A は、蒸気タービン 302 を通過した蒸気が流れる通路に接続され、発電システム 1 の低温流体入口 5A は復水器 304 と共通の冷却水通路に接続される。すなわち、蒸気タービン 302 を通過した蒸気を高温流体として使用し、復水器 304 に使用する冷却水を低温流体として使用する。冷却水は、例えば海水であってよい。蒸気タービン 302 を通過した蒸気は、発電システム 1 を通過することによって冷却され、発電システム 1 は蒸気が有する熱量の一部を利用して発電を行う。発電システムは、通常であれば復水器 304 において捨てられる蒸気の熱量を利用して発電を行うため、発電プラント 300 のエネルギー効率を向上させることができる。

[0072] (LNG の再ガス化設備への適用例)

図 15 に示すように、LNG の再ガス化設備 400 は、LNG を貯留する LNG タンク 401 と、LNG を気化する海水気化器 402 とを有する。海水気化器 402 は、海水と LNG とを熱交換させ、海水の熱によって LNG を気化させる装置である。本実施形態に係る発電システム 1 は、LNG タンク 401 と海水気化器 402 との間に設けられ、LNG を昇温する熱交換器

3として使用される。発電システム1の高温流体入口4Aは海水気化器402と共通の海水通路に接続され、発電システム1の低温流体入口5AはLNGタンク401からのLNGが流れる通路に接続される。すなわち、海水を高温流体として使用し、LNGを低温流体として使用する。LNGは、発電システム1を通過することによって昇温され、発電システム1は海水とLNGとの温度差を利用して発電を行う。

[0073] (反応設備への適用例)

図16に示すように、反応設備500は、各種原料を反応させて生成物を生成する設備である。反応設備500は、原料タンク501、加熱器502、反応器503を有する。発電システム1は、反応設備500を有する石油化学工業、天然ガス化学工業、石炭化学工業、高分子化学工業等の各種化学工業プラントに適用することができる。

[0074] 原料タンク501は、原料を貯留するタンクである。加熱器502は、原料タンク501から反応器503に供給される原料を加熱する。加熱器502は、例えば、電気ヒータや熱交換器等である。また、反応器503は、発熱反応又は吸熱反応を行う容器である。

[0075] 本実施形態に係る発電システム1は、反応器503の下流側に設けられ、反応器503において生成された生成物を冷却する熱交換器として使用される。発電システム1の高温流体入口4Aは反応器503の出口に接続され、発電システム1の低温流体入口5Aは冷却水通路に接続される。生成物は、発電システム1を通過することによって冷却される。発電システム1は、生成物と冷却水との温度差を利用して発電を行う。一例として加熱器502が電気ヒータである場合、発電システム1が発電した電力は、加熱器502に供給され、原料を加熱するために使用される。

[0076] (脱水素反応設備への適用例)

図17に示すように、脱水素反応設備600は、水素化芳香族化合物から水素と芳香族化合物とを生成する設備である。水素化芳香族化合物には、例えばベンゼンやトルエン、ナフタレン等が含まれ、芳香族化合物にはシクロ

ヘキサンやメチルシクロヘキサン、テトラリン等が含まれる。脱水素反応設備600は、水素化芳香族化合物タンク601、加熱器602、脱水素反応器603、気液分離装置604、水素タンク605、芳香族化合物タンク606を有する。

[0077] 水素化芳香族化合物タンク601は、原料である水素化芳香族化合物を貯留するタンクである。加熱器602は、水素化芳香族化合物タンク601から脱水素反応器603に供給される水素化芳香族化合物を加熱する。加熱器602は、例えば、電気ヒータや熱交換器等である。脱水素反応器603は、水素化芳香族化合物を水素と芳香族化合物とに分離する脱水素触媒が充填された反応容器である。加熱器602で加熱された水素化芳香族化合物は、脱水素反応器603で分解され、水素と芳香族化合物との混合物として気液分離装置604に送られる。気液分離装置604は、気体である水素と、液体である芳香族化合物とを分離する。気液分離装置604によって分離された水素は水素タンク605に貯留され、芳香族化合物は芳香族化合物タンク606に貯留される。

[0078] 本実施形態に係る発電システム1は、脱水素反応器603と気液分離装置604との間に設けられ、脱水素反応器603において生成された水素及び芳香族化合物を冷却する熱交換器として使用される。発電システム1の高温流体入口4Aは脱水素反応器603の出口に接続され、発電システム1の低温流体入口5Aは冷却水通路に接続される。水素及び芳香族化合物は、発電システム1を通過することによって冷却され、気体の芳香族化合物が凝縮される。発電システム1は、水素及び芳香族化合物と冷却水との温度差を利用して発電を行う。一例として加熱器602が電気ヒータである場合、発電システム1が発電した電力は、加熱器602に供給され、水素化芳香族化合物を加熱するために使用される。

[0079] 以上で具体的実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態に限定されることなく幅広く変形実施することができる。例えば、上記の各実施形態では、流量調節弁（50、60等）は、制御装置によって、発電モジュール

2の出口における高温流体と低温流体との温度差 ΔT に基づいて制御される構成としたが、これに加えて発電モジュール2の出口における低温流体の温度が60℃以下となるように制御されてもよい。この場合、低温流体通路5における液体の温度上昇が抑制され、藻の発生が抑制される。

符号の説明

[0080] 1, 100, 110, 120, 130, 140, 150... 発電システム、
2... 発電モジュール、3... 熱交換器、4... 高温流体通路、4A... 高温流体入口、4B... 高温流体出口、4F, 4G... バイパス通路、5... 低温流体通路、5A... 低温流体入口、5B... 低温流体出口、5F... バイパス通路、
7A... 熱電素子、7B... 熱電素子、11... プレート、12... プレートユニット、13... 電極、15... リード線、16... 絶縁体、30... ガスケット、50, 55, 142, 152... 流量調節弁、51... 高温側温度センサ、52... 低温側温度センサ、141, 151... 温度調節器、143... 入口温度センサ、200... 石油精製プラント、201... 加熱炉、202... 蒸留装置、203... 加熱装置、300... 発電プラント、301... ボイラー、302... 蒸気タービン、303... 発電機、304... 復水器、400... 再ガス化設備、401... LNGタンク、402... 海水気化器、600... 脱水素反応設備、601... 水素化芳香族化合物タンク、501... 原料タンク、502... 加熱器、503... 反応器、602... 加熱器、603... 脱水素反応器、604... 気液分離装置、605... 水素タンク、606... 芳香族化合物タンク

請求の範囲

[請求項1]

熱電素子を備えた発電モジュールと、
熱交換器と、

高温流体入口及び高温流体出口を備え、前記高温流体入口及び前記高温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接続された高温流体通路と、

低温流体入口及び低温流体出口を備え、前記低温流体入口及び前記低温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接続された低温流体通路とを有し、

前記低温流体通路は、前記発電モジュールを迂回する低温側バイパス通路と、前記発電モジュールに流入する低温流体の流量を調節する低温側流量調節弁とを有し、

前記低温側流量調節弁は、前記発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御されることを特徴とする発電システム。

[請求項2]

前記高温流体通路は、前記発電モジュールを迂回する高温側バイパス通路と、前記発電モジュールに流入する高温流体の流量を調節する高温側流量調節弁とを有し、

前記高温側流量調節弁は、前記発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御されることを特徴とする請求項1に記載の発電システム。

[請求項3]

熱電素子を備えた発電モジュールと、
熱交換器と、

高温流体入口及び高温流体出口を備え、前記高温流体入口及び前記高温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接続された高温流体通路と、

低温流体入口及び低温流体出口を備え、前記低温流体入口及び前記低温流体出口の間において前記発電モジュール及び前記熱交換器に接

続された低温流体通路とを有し、

前記高温流体通路は、前記発電モジュールを迂回する高温側バイパス通路と、前記発電モジュールに流入する高温流体の流量を調節する高温側流量調節弁とを有し、

前記高温側流量調節弁は、前記発電モジュールを通過した直後の高温流体及び低温流体の温度差に基づいて開度が制御されることを特徴とする発電システム。

[請求項4] 前記高温側バイパス通路は、前記発電モジュール及び前記熱交換器を迂回することを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の発電システム。

[請求項5] 前記高温流体通路における前記高温流体入口と前記発電モジュールとの間の部分に設けられ、高温流体の温度を調節する温度調節器を更に有することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1つの項に記載の発電システム。

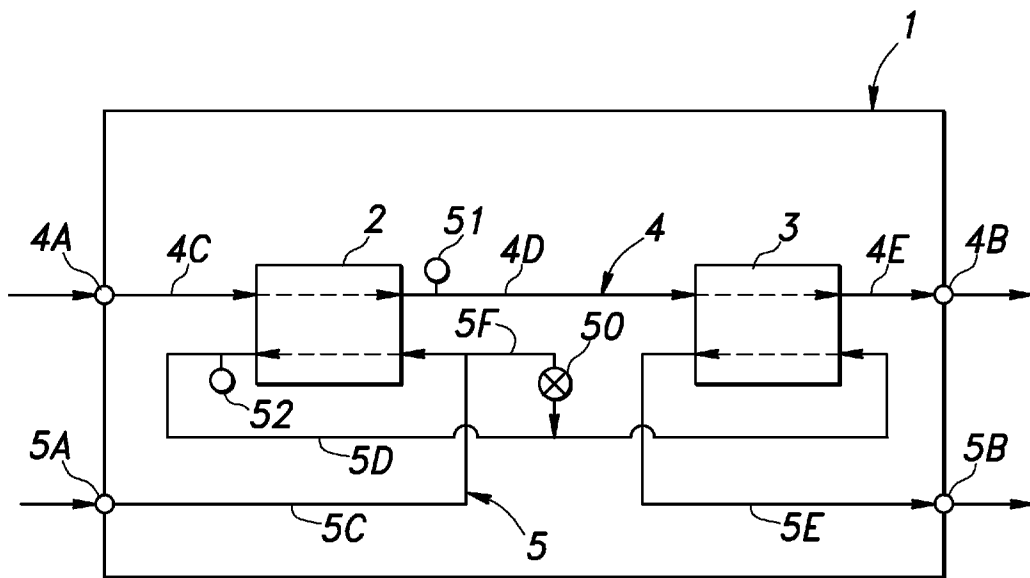
[請求項6] 前記温度調節器は、前記低温流体通路から分岐した分岐通路に接続され、前記分岐通路を介して供給される低温流体と、高温流体とを混合することによって高温流体の温度を調節することを特徴とする請求項5に記載の発電システム。

[請求項7] 前記温度調節器は、前記低温流体通路から分岐した分岐通路に接続され、前記分岐通路を介して供給される低温流体と、高温流体とを互いに混ざり合わない状態で熱交換させることによって高温流体の温度を調節することを特徴とする請求項5に記載の発電システム。

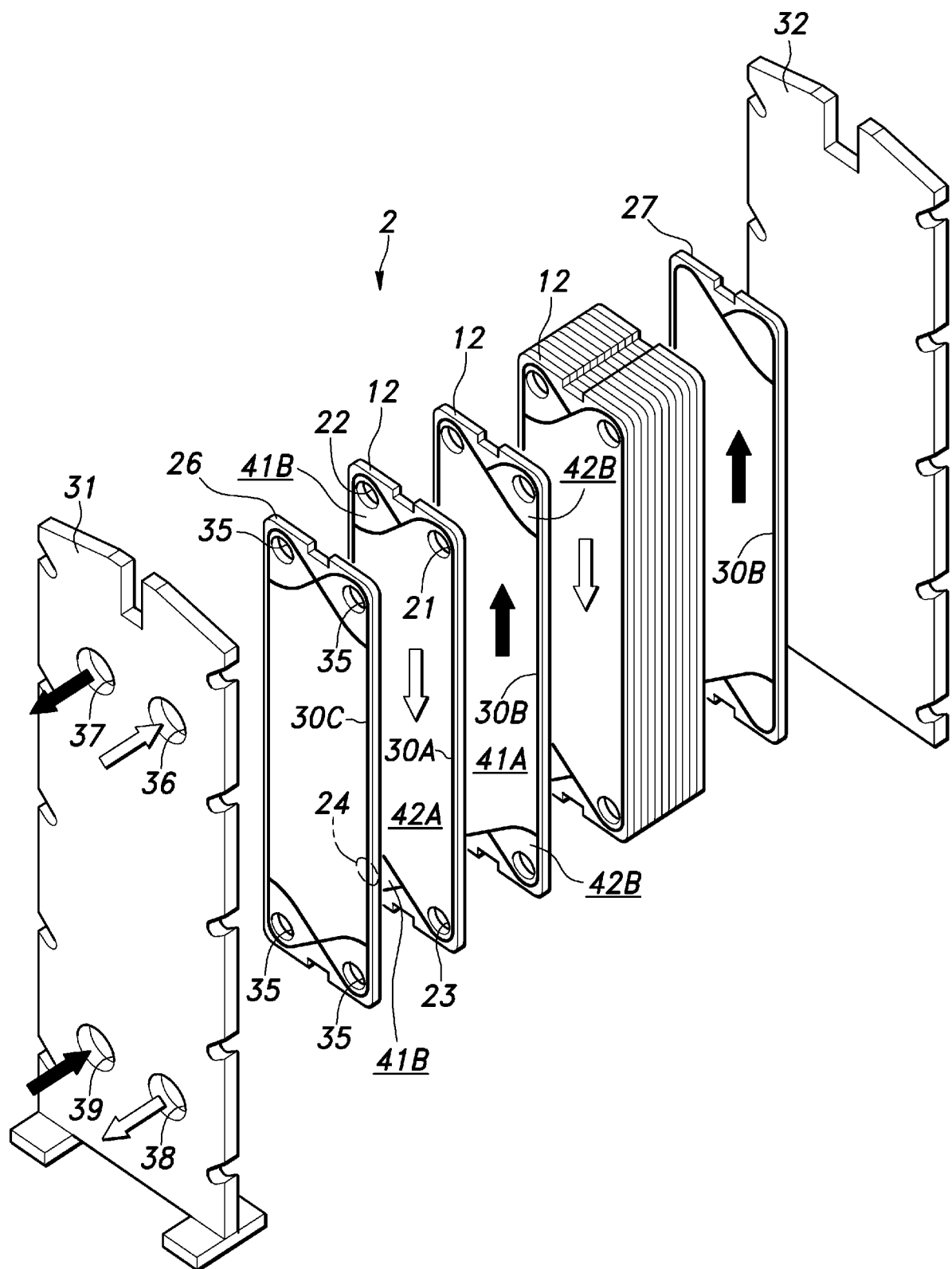
[請求項8] 前記低温流体出口における低温流体の温度が60℃以下であることを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか1つの項に記載の発電システム。

[請求項9] 前記発電モジュールは、高温流体及び低温流体が前記熱電素子を挟んで対向流となるように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1つの項に記載の発電システム。

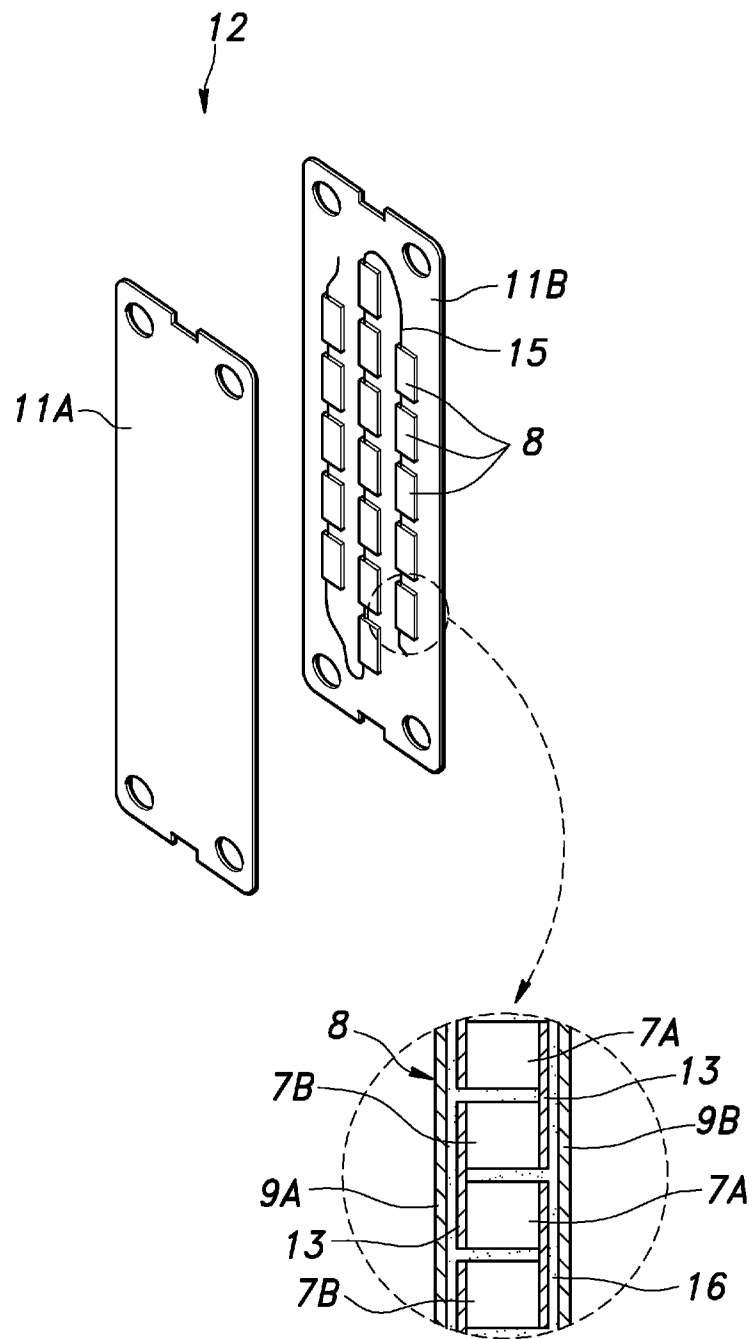
[図1]



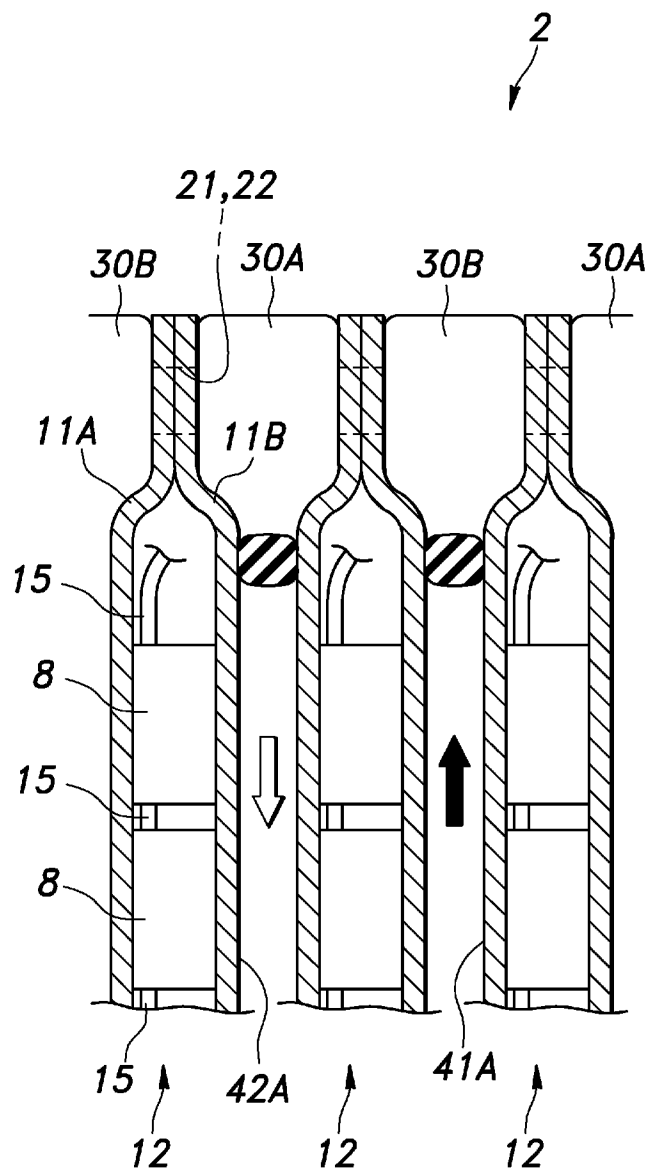
[図2]



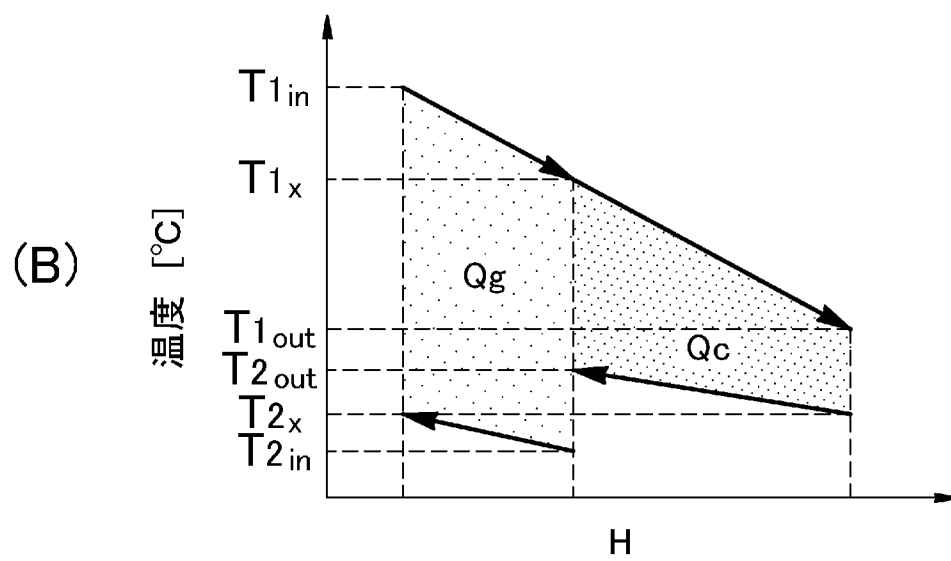
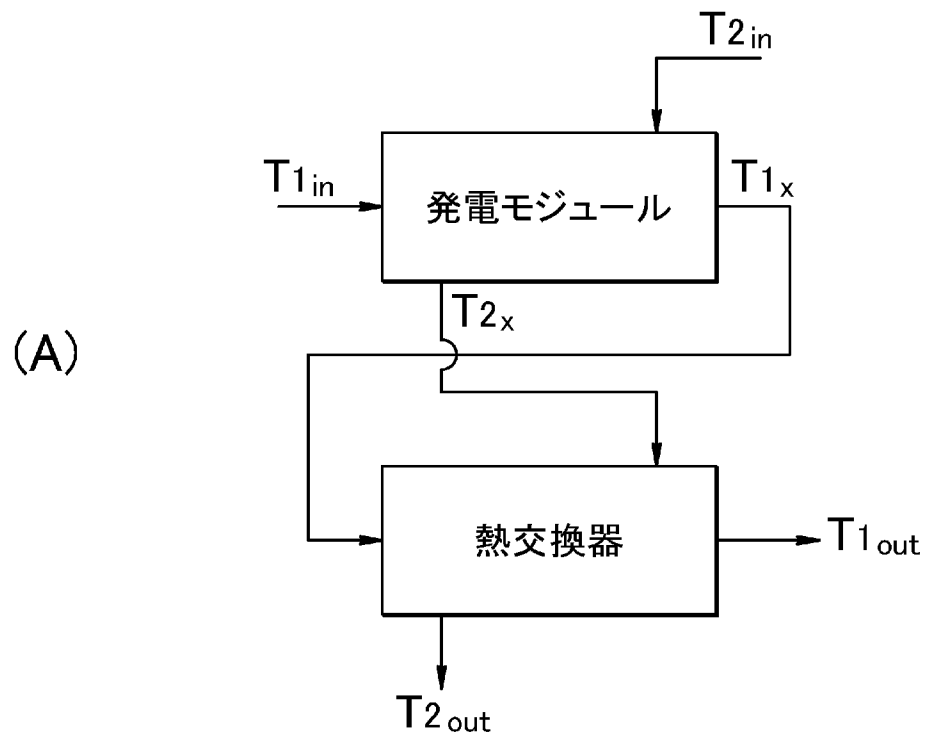
[図3]



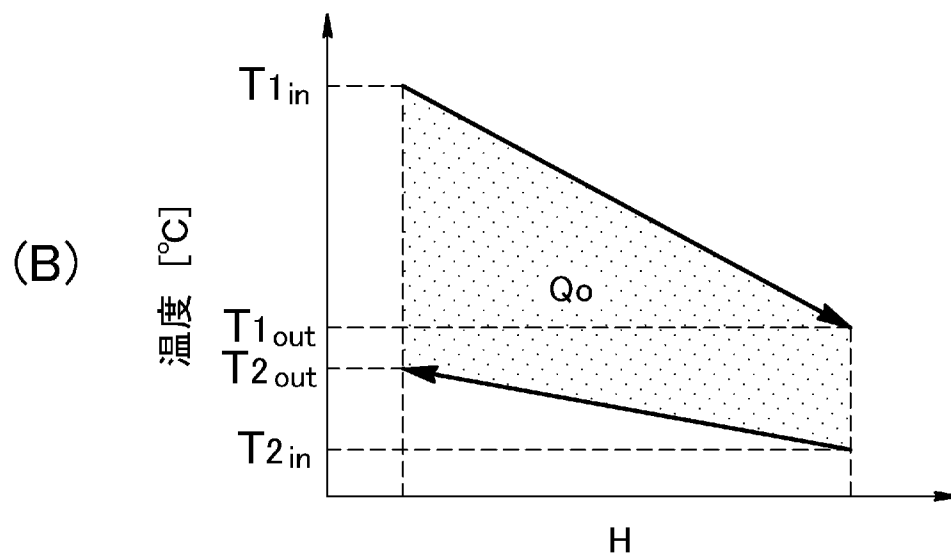
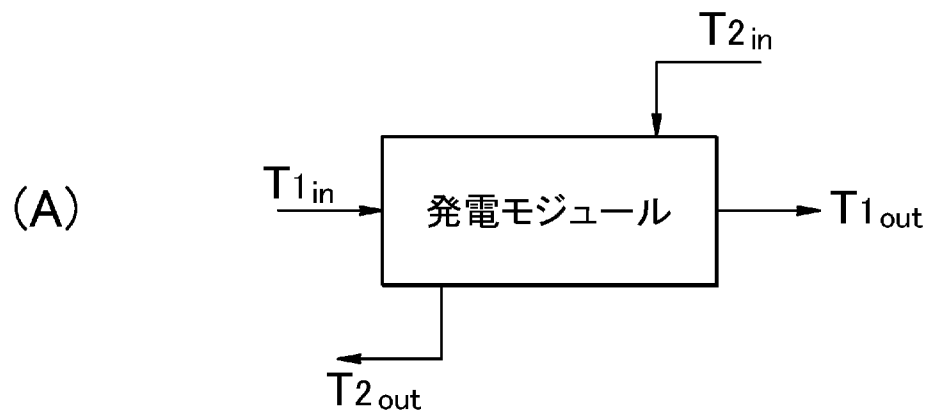
[図4]

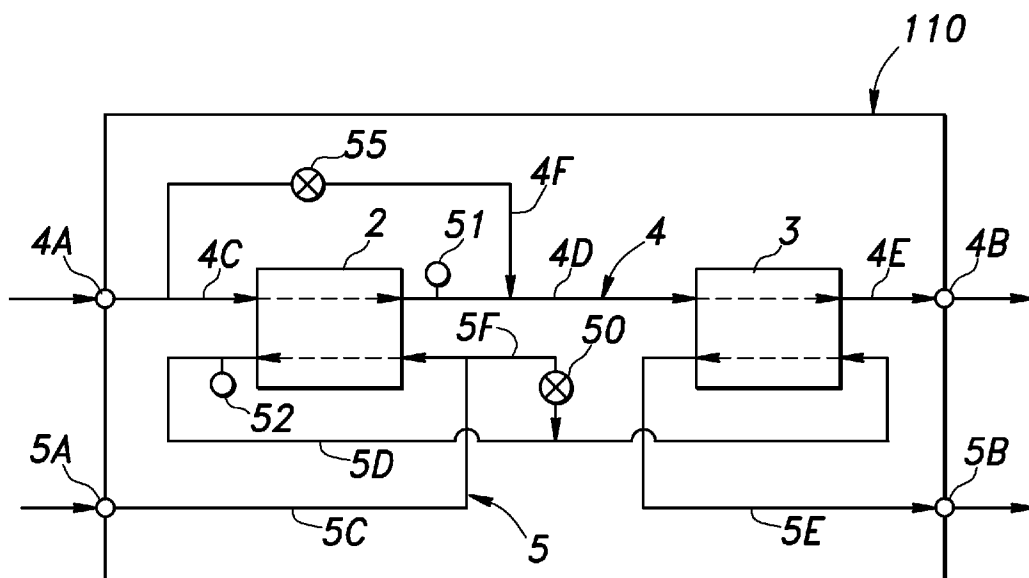


[図5]

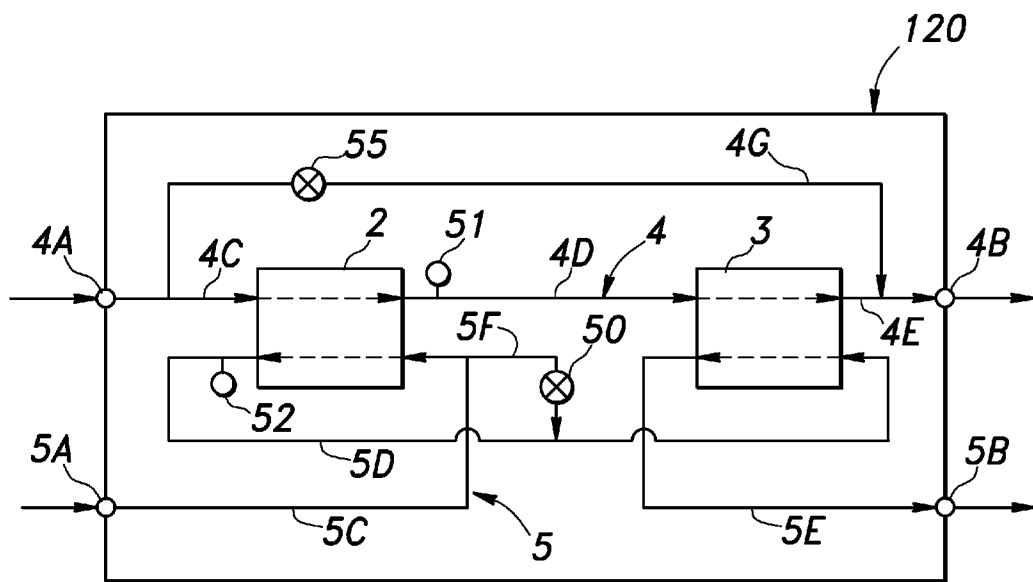


[図6]

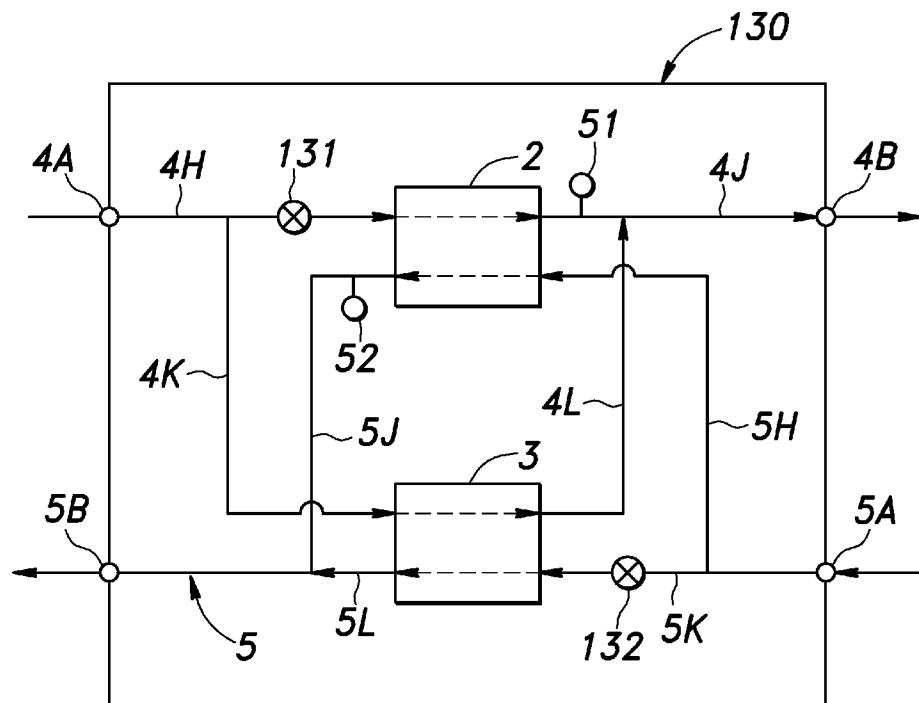




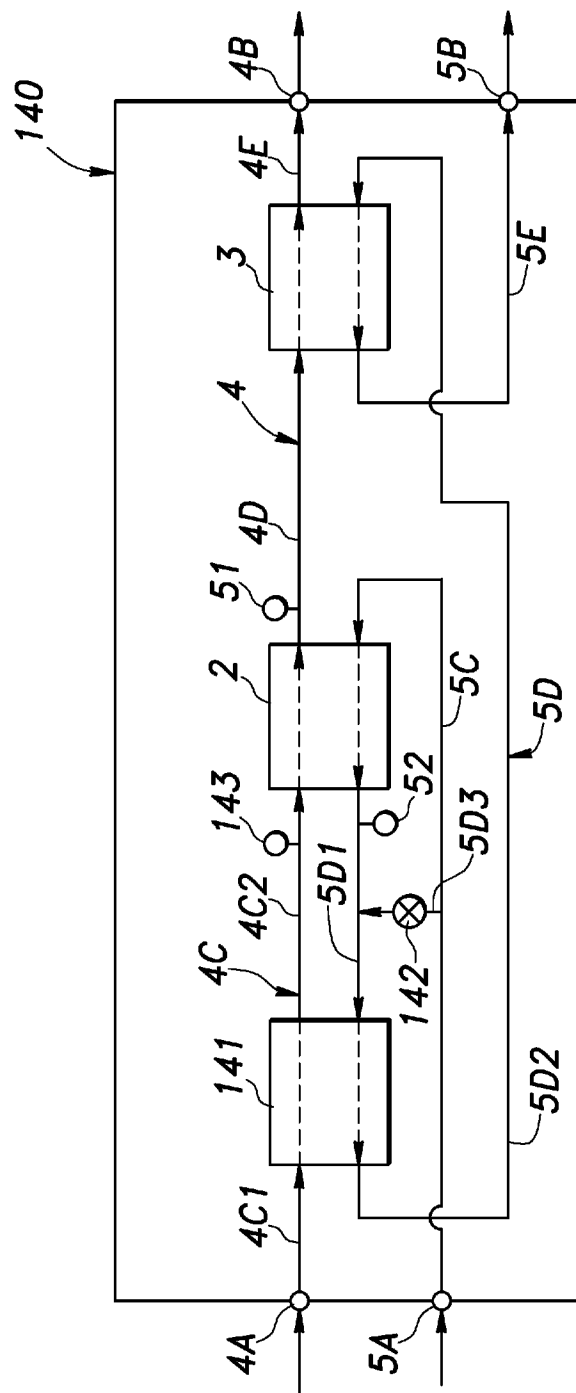
[図9]



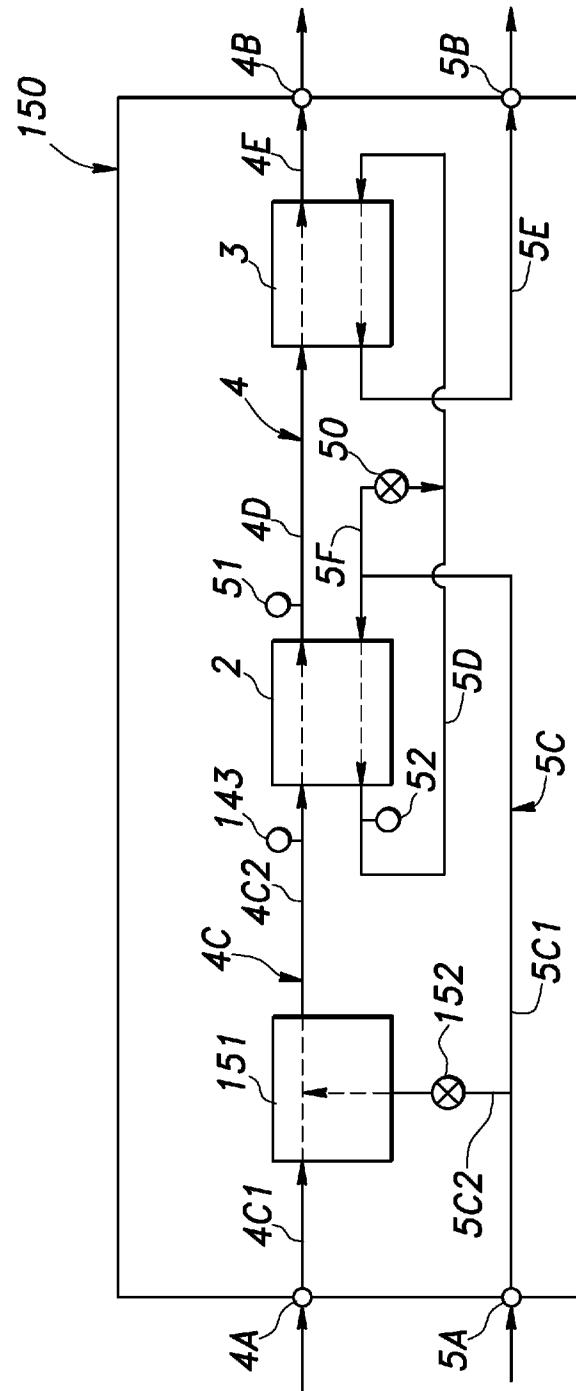
[図10]



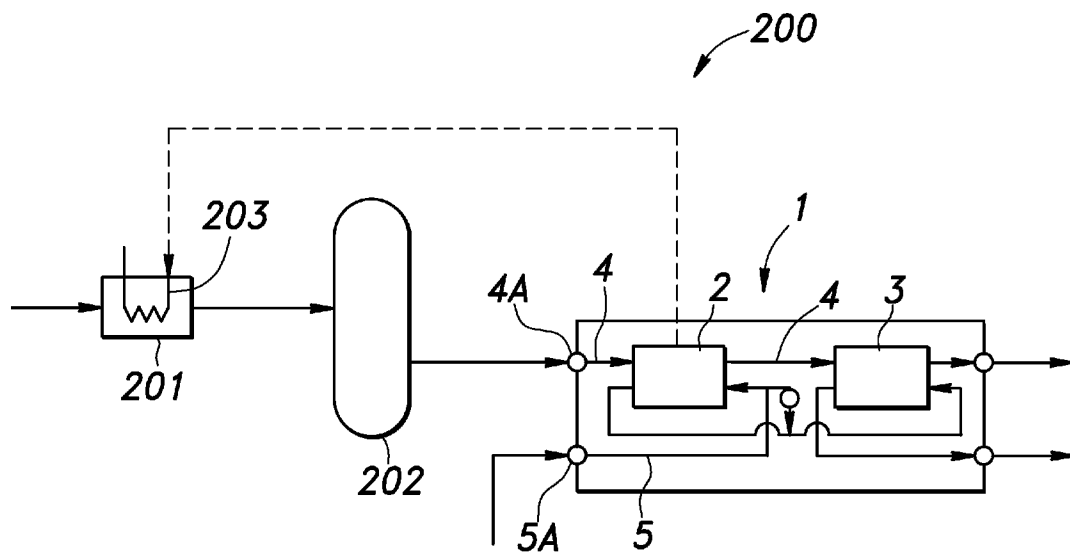
[図11]



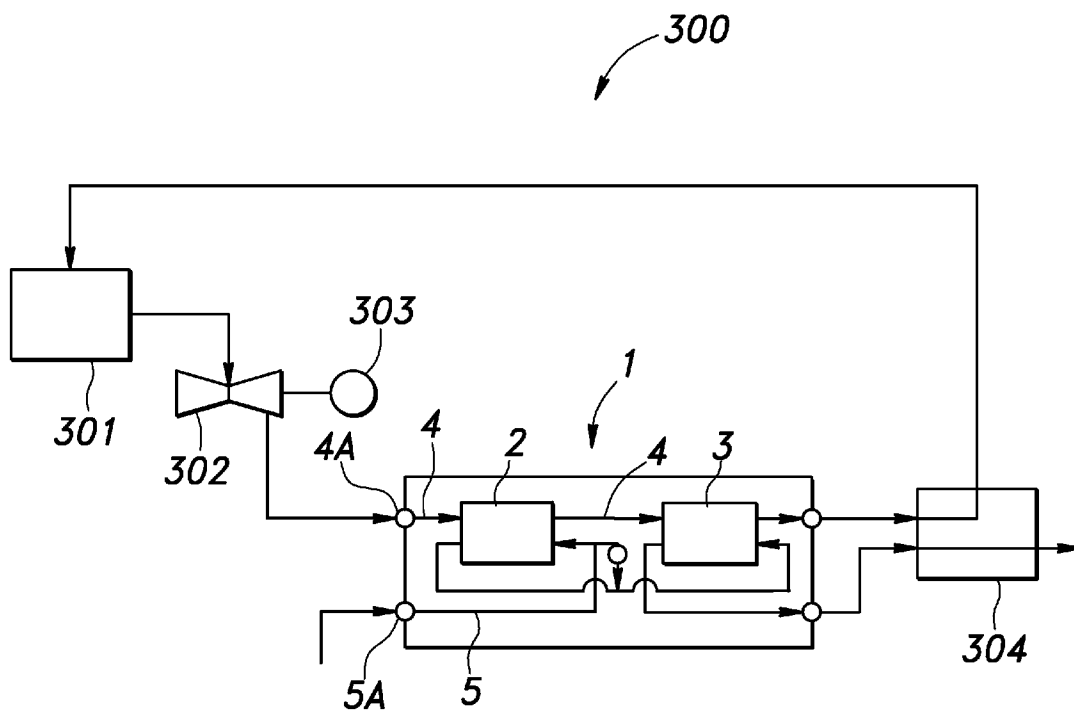
[図12]



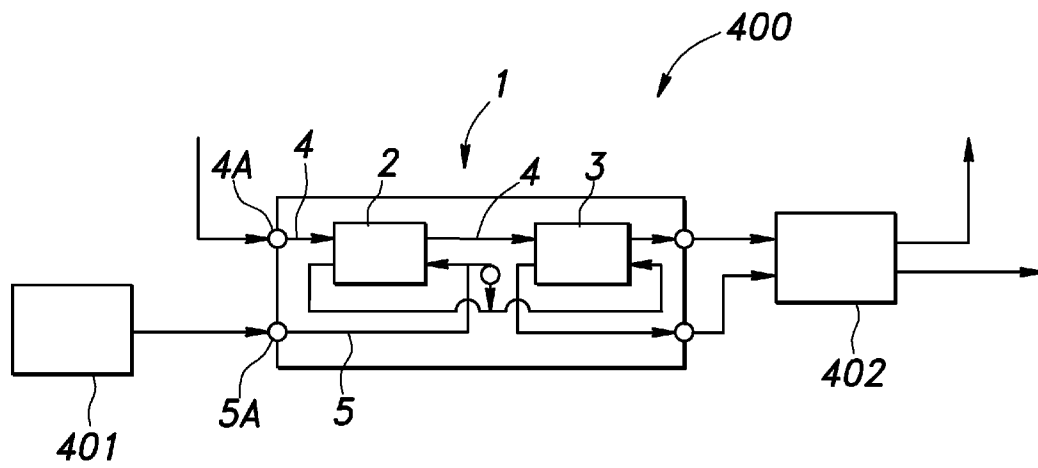
[図13]



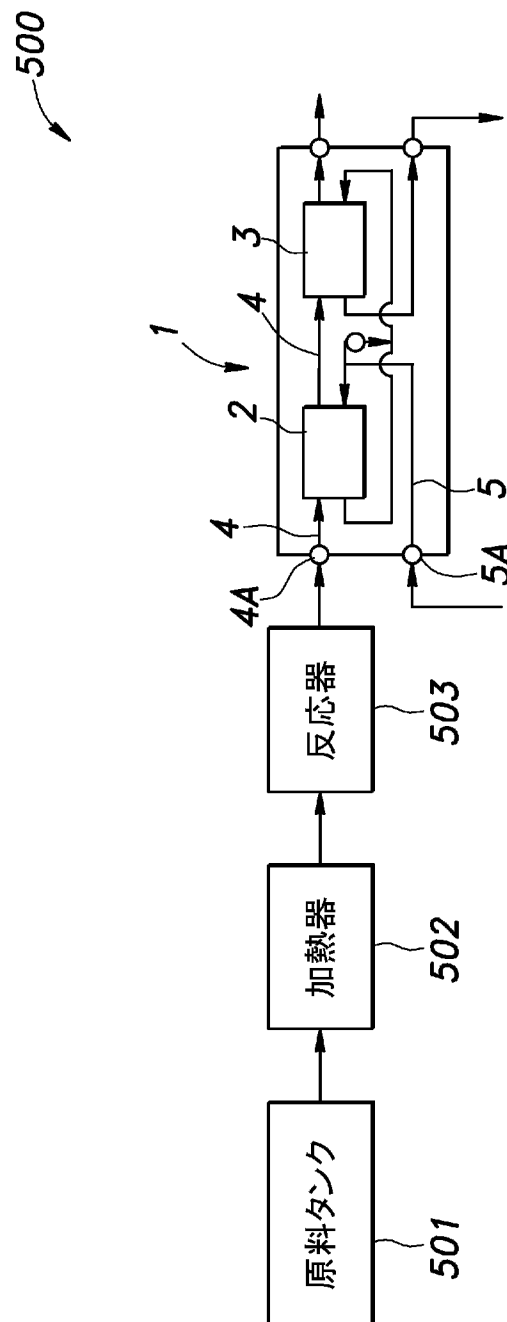
[図14]



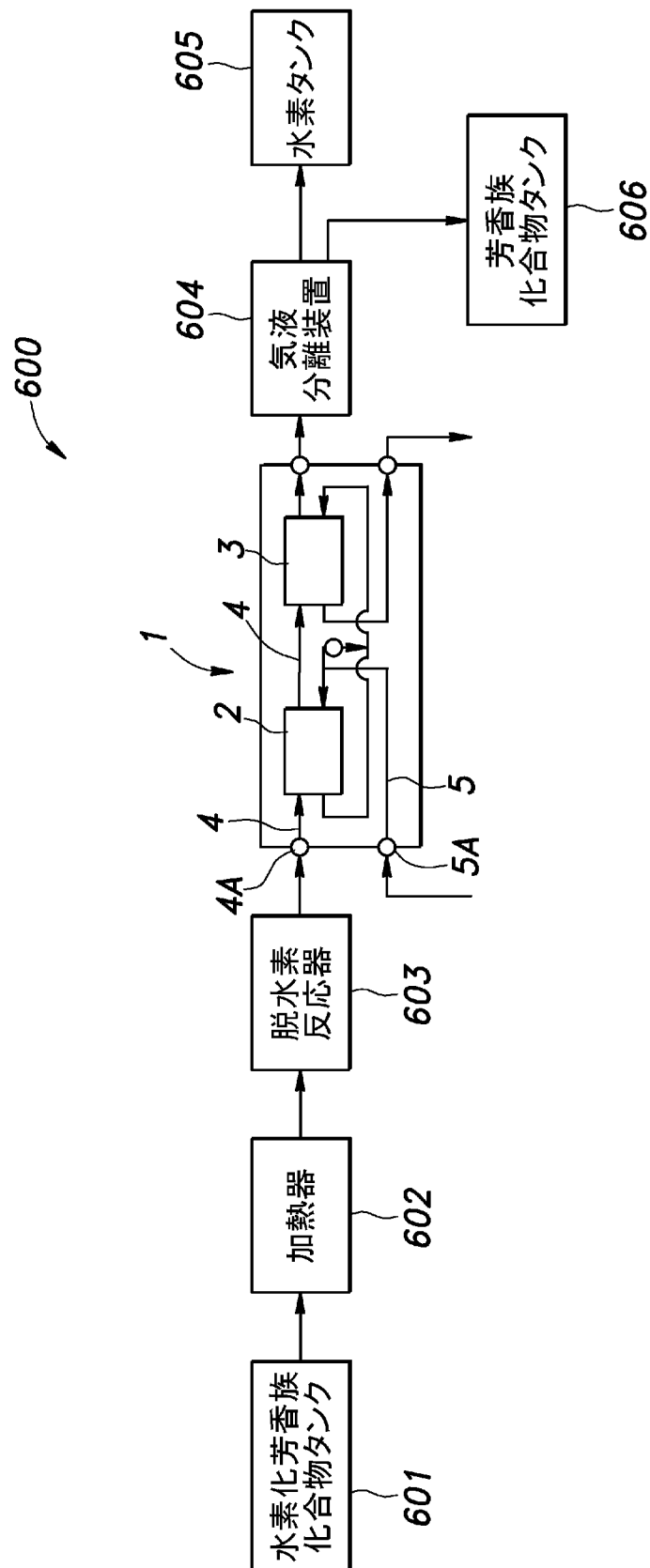
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N11/00(2006.01)i, H01L35/28(2006.01)i, H01L35/30(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)

H02N11/00, H01L35/28, H01L35/30

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 9-163773 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 June 1997 (20.06.1997), paragraphs [0007] to [0014]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
Y	WO 2015/019385 A1 (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 12 February 2015 (12.02.2015), paragraphs [0015], [0094] to [0095], [0122]; fig. 18A, 25 & US 2015/0188018 A1 paragraphs [0080], [0168] to [0169], [0196]; fig. 18A, 25	1-9

☒ 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
06 May 2016 (06.05.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

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/JP2016/000962

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 2003-86223 A (Nippon Steel Corp.), 20 March 2003 (20.03.2003), paragraph [0044]; fig. 5 (Family: none)	5-9
Y	JP 2002-199761 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 12 July 2002 (12.07.2002), paragraph [0013]; fig. 1 to 2 (Family: none)	9
A	JP 2005-295725 A (Toyota Motor Corp.), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraphs [0031] to [0043]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02N11/00(2006.01)i, H01L35/28(2006.01)i, H01L35/30(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. H02N11/00, H01L35/28, H01L35/30

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 9-163773 A(三菱重工業株式会社)1997.06.20, 段落 0007-0014, 図 1-2(ファミリーなし)	1-9
Y	WO 2015/019385 A1(パナソニック IPマネジメント株式会社)2015.02.12, 段落 0015, 0094-0095, 0122, 図 18A, 25 & US 2015/0188018 A1, 段落 0080, 0168-0169, 0196, 図 18A, 25	1-9
Y	JP 2003-86223 A(新日本製鐵株式会社)2003.03.20, 段落 0044, 図 5(ファミリーなし)	5-9

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

06.05.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

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）

服部 俊樹

3 V

3736

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 2002-199761 A(川崎重工業株式会社)2002. 07. 12, 段落 0013, 図 1-2(ファミリーなし)	9
A	JP 2005-295725 A(トヨタ自動車株式会社)2005. 10. 20, 段落 0031-0043, 図 1-8(ファミリーなし)	1-9