

(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
2019年8月8日(08.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/150474 A1

- (51) 国際特許分類:
F01K 9/00 (2006.01) *F02G 5/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003144
- (22) 国際出願日: 2018年1月31日(31.01.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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: 広地 芳一 (HIROCHI Yoshiichi); 〒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). 宮内 博之(MIYAUCHI Hiroyuki); 〒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). 鶴田 廣夫(TSURUTA Hiroo); 〒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).

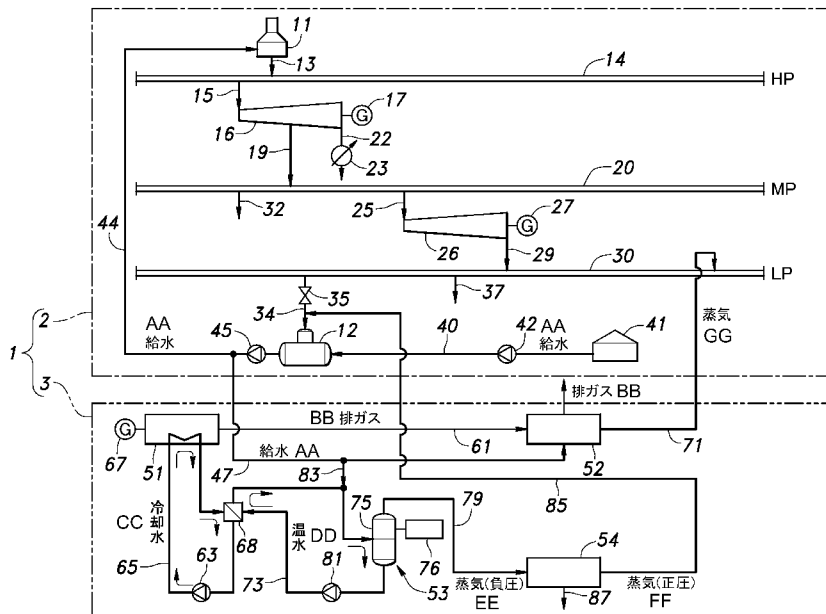
(74) 代理人: 特許業務法人 大島特許事務所(OSHIMA & PARTNERS); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町2-20 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: POWER GENERATION SYSTEM AND PLANT ACCESSORY EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 発電用システム及びプラント付帯設備

[図1]



(57) Abstract: The present invention effectively uses thermal energy recovered from coolant of a gas engine (51) with respect to a power generation system or the like. A power generation system (1) is configured provided with: a steam generating boiler (11); a deaerator (12) that uses steam for deaeration to thereby deaerate water to be supplied to the steam generating boiler (11); a power-generating gas engine (51); a negative pressure steam generator (53) for generating negative pressure steam in which waste heat from coolant that has cooled the gas engine (51) is recovered; a steam

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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))

compressor (54) that compresses the negative pressure steam and generates positive pressure steam; and a first steam transport line (85) for supplying the positive pressure steam as steam for deaeration to the deaerator (12).

(57) 要約: 発電用システム等においてガスエンジン (5 1) の冷却水から回収される熱エネルギーを有効利用する。発電用システム (1) が、蒸気発生用ボイラー (1 1) と、脱気用の蒸気を利用することにより、蒸気発生用ボイラー (1 1) への給水の脱気を行う脱気器 (1 2) と、発電用のガスエンジン (5 1) と、ガスエンジン (5 1) を冷却した冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を発生する負圧蒸気発生器 (5 3) と、その負圧の蒸気を圧縮して正圧の蒸気を発生する蒸気コンプレッサー (5 4) と、その正圧の蒸気を脱気用の蒸気として脱気器 (1 2) に供給するための第 1 の蒸気輸送ライン (8 5) と、を備えた構成とする。

明 細 書

発明の名称：発電用システム及びプラント付帯設備

技術分野

[0001] 本発明は、発電用のガスエンジンを含む発電用システム及びプラント付帯設備に関し、特に、ボイラーへの給水の脱気を蒸気によって行う脱気器を備えたプラントへの適用に好適な発電用システム及びプラント付帯設備に関する。

背景技術

[0002] 従来、ボイラーにおいて生成された蒸気によって駆動される蒸気タービン及びそれに連結された発電機と、その蒸気タービンからの蒸気を冷却して復水を生成する復水器と、その復水器からの復水を昇圧する復水ポンプと、復水ポンプから供給される復水を脱気して給水を生成する脱気器とを備えた発電用システムが開発されている（特許文献1参照）。また、そのような発電用システムは、電気及び熱を併給するコージェネレーションシステムとして普及している。

[0003] 一方、ガスエンジンを用いて発電を行うと共に、そのガスエンジンの排ガスの熱を排熱回収ボイラーによって回収するコージェネレーションシステムが開発されている（特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-270637号公報

特許文献2：特開2014-199009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1に記載されたような蒸気タービンを用いるシステムや、他のガスタービンを用いるコージェネレーションシステムでは、比較的高温の蒸気を回収できるため熱利用に優れることが知られている。一方、上記特許

文献２に記載されたようなガスエンジンを用いるコージェネレーションシステムでは、発電効率には優れるが、排ガス以外で排熱回収の対象となる冷却水（ガスエンジンのジャケット冷却水）の温度が比較的低温（通常、１００℃前後）であるため、その利用先も限定され、熱エネルギーを有効利用することが難しいという問題があった。

[0006] 本発明は、このような従来技術の課題を鑑みて案出されたものであり、ガスエンジンの冷却水から回収される熱エネルギーを有効利用することを可能とする発電用システム及びプラント付帯設備を提供することを主目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第１の側面では、発電用システムは、蒸気発生用ボイラー（１１）と、脱気用の蒸気を利用することにより、前記蒸気発生用ボイラーへの給水の脱気を行う脱気器（１２）と、発電用のガスエンジン（５１）と、前記ガスエンジンを冷却した冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を発生する負圧蒸気発生器（５３）と、前記負圧の蒸気を圧縮して正圧の蒸気を発生する蒸気コンプレッサー（５４）と、前記正圧の蒸気を前記脱気用の蒸気として前記脱気器に供給するための第１の蒸気輸送ライン（８５）と、を備えたことを特徴とする。

[0008] これによれば、ガスエンジンの冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を脱気器用の蒸気として供給するため、ガスエンジンの冷却水から回収される熱エネルギーを有効利用することが可能となる。

[0009] 本発明の第２の側面では、前記蒸気発生用ボイラーからの蒸気が前記脱気用の蒸気よりも高い圧力で流通する蒸気ヘッダー（３０）と、前記ガスエンジンの排ガスの熱を利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラー（５２）と、前記排熱回収ボイラーで発生した蒸気を前記蒸気ヘッダーに導入するための第２の蒸気輸送ライン（７１）と、を更に備えたことを特徴とする。

[0010] これによれば、ガスエンジンの排ガスの熱を回収した蒸気を、脱気用の蒸気よりも高い圧力で蒸気を流通させる蒸気ヘッダーに導入するため、ガスエ

ンジンの冷却水から回収される比較的低温の熱エネルギーと共に、ガスエンジンの排ガスを熱源とする比較的高温の熱エネルギーを有効利用することが可能となる。

[0011] 本発明の第3の側面では、前記脱気器によって脱気された前記給水の一部を前記排熱回収ボイラーに供給するためのボイラー用給水ライン（47）を更に備えたことを特徴とする。

[0012] これによれば、脱気器によって脱気された蒸気発生用ボイラーへの給水の一部を利用することにより、排熱回収ボイラーへの給水を効率的に行うことが可能となる。

[0013] 本発明の第4の側面では、前記蒸気ヘッダーの蒸気を前記脱気用の蒸気として前記脱気器に供給するための第3の蒸気輸送ライン（34）を更に備えたことを特徴とする。

[0014] これによれば、蒸気発生用ボイラーから排出された蒸気を、蒸気ヘッダーを介して脱気用の蒸気として利用するため、簡易な構成により脱気を行うことができる。

[0015] 本発明の第5の側面では、前記第3の蒸気輸送ラインにおいて、前記蒸気ヘッダーから前記脱気器に供給される前記脱気用の蒸気を減圧する減圧弁（35）を更に備え、前記第1の蒸気輸送ラインは、前記第3の蒸気輸送ラインにおける前記減圧弁の下流側に接続されたことを特徴とする。

[0016] これによれば、蒸気コンプレッサーからの蒸気を、第3の蒸気輸送ラインにおける低圧の部位に供給することが可能となるため、蒸気コンプレッサーからの蒸気を蒸気ヘッダーに供給する場合に比べて、蒸気コンプレッサーに要求される圧縮性能（動力消費）を抑えることができる。

[0017] 本発明の第6の側面では、前記冷却水の排熱を回収するために、前記冷却水と温水との熱交換を行う熱交換器（68）を更に備え、前記負圧蒸気発生器は、前記温水から前記負圧の蒸気を発生することを特徴とする。

[0018] これによれば、ガスエンジンの冷却水中に含まれ得る防錆剤などの成分が、負圧蒸気発生器からの蒸気を介して脱気器に供給されることを防止するこ

とが可能となる。その結果、脱気器の下流側の装置（例えば、蒸気発生用ボイラー、配管など）の腐食を抑制することができる。

[0019] 本発明の第7の側面では、前記温水を循環させる温水循環用ライン（73）と、前記脱気器によって脱気された前記給水の一部を前記温水循環用ラインに導入する温水補給用ライン（47、83）と、を更に備えたことを特徴とする。

[0020] これによれば、脱気器によって脱気された蒸気発生用ボイラーへの給水の一部を負圧の蒸気を発生させるための温水として利用することにより、負圧蒸気発生器への給水を効率的に行うことが可能となる。

[0021] 本発明の第8の側面では、前記負圧蒸気発生器は、気液分離器（75）と、前記気液分離器を減圧するための減圧装置（76）と、を更に備えたことを特徴とする。

[0022] これによれば、負圧蒸気発生器を簡易な構成により実現することが可能となる。

[0023] 本発明の第9の側面では、前記ガスエンジンを冷却した前記冷却水の温度は、100℃未満であることを特徴とする。

[0024] これによれば、比較的低温のガスエンジンの排熱を有効利用することが可能となる。

[0025] 本発明の第10の側面では、前記蒸気発生用ボイラーからの蒸気によって駆動される発電用又は機械駆動用の蒸気タービン（26）を更に備え、前記蒸気ヘッダーは、前記蒸気タービンから排出された前記蒸気発生用ボイラーからの前記蒸気が流通することを特徴とする。

[0026] これによれば、ガスエンジンの排ガスの熱を回収した蒸気を、蒸気タービンから排出される蒸気と共に簡易な構成により有効利用することが可能となる。

[0027] 本発明の第11の側面では、蒸気発生用ボイラー（11）と、脱気用の蒸気を利用して前記蒸気発生用ボイラーへの給水の脱気を行う脱気器（12）と、を含む石油プラント、石油化学プラント、または産業設備プラント（2

）に付帯するプラント付帯設備（３）であって、発電用のガスエンジン（５１）と、前記ガスエンジンを冷却した冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を発生する負圧蒸気発生器（５３）と、前記負圧の蒸気を圧縮して正圧の蒸気を発生する蒸気コンプレッサー（５４）と、前記正圧の蒸気を前記脱気用の蒸気として前記脱気器に供給するための第１の蒸気輸送ライン（８５）と、を備えたことを特徴とする。

[0028] これによれば、既設の石油プラント、石油化学プラント、または産業設備プラントの付帯設備によってガスエンジンによる発電と高効率熱回収を実現することができるため、ガスエンジン発電用システムの導入により購入電力を含めた年間のエネルギーコストを低減することが可能となる。

発明の効果

[0029] このように本発明によれば、ガスエンジンの冷却水から回収される熱エネルギーを有効利用することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]実施形態に係る発電用システムの構成図

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

[0032] 図１は本発明の実施形態に係る発電用システム１の構成図である。発電用システム１は、プラント２と、このプラント２に付帯するプラント付帯設備３とを備え、発生した電気及び熱をシステム内の装置や機器、または外部の利用先に対して併給することが可能なコージェネレーションシステムを構成する。

[0033] プラント２は、プラント内で利用される蒸気を発生する蒸気発生用ボイラー１１と、脱気用の蒸気を利用することにより、蒸気発生用ボイラー１１への給水の脱気を行う脱気器１２とを主として備え、例えば、公知の石油化学プラントを構成する。ここでは、プラント２において本発明との関連性が低い構成要素（例えば、石油化学プラントにおいて石油化学製品の製造プロセスに関連する各種設備など）については、図示及び詳細な説明を省略する。

なお、発電用システム 1 は、石油化学プラントに限らず、他の公知のプラント（例えば、石油プラントや、産業設備プラントなど）に適用することができる。

[0034] プラント 2 において、蒸気発生用ボイラー 11 は、燃料（例えば、石炭、重質油、ガスなど）を燃焼させた熱によって給水から蒸気を発生する。蒸気発生用ボイラー 11 で発生した蒸気は、配管や弁等によって構成される蒸気輸送ライン 13 を介して、高圧蒸気ヘッダー 14 に供給される。

[0035] ここでは、蒸気発生用ボイラー 11 の蒸気発生量は、約 198.5 t/hr である。また、高圧蒸気ヘッダー 14 に集められた蒸気は、圧力が約 4.10 MPaG であり、温度が約 390°C であり、熱量が約 3186 kJ/kg である。

[0036] 高圧蒸気ヘッダー 14 を流通する蒸気は、蒸気輸送ライン 15 を介して、公知の構成を有する発電用の蒸気タービン 16 の蒸気入口に供給され、図示しない羽根車の軸を回転させるエネルギーに変換される。これにより、蒸気タービン 16 の軸に連結された発電機 17 により発電が行われる。蒸気タービン 16 で利用された蒸気の一部は、中圧段から抽気（排出）され、蒸気輸送ライン 19 を介して、中圧蒸気ヘッダー 20 に供給される。また、蒸気タービン 16 で利用された蒸気は、蒸気出口（低圧段）から蒸気輸送ライン 22 に設けられた復水器 23 を経て回収される。

[0037] ここでは、蒸気タービン 16 から中圧蒸気ヘッダー 20 への蒸気の供給量は、約 148.5 t/hr であり、また、蒸気タービン 16 から復水器 23 への蒸気の供給量は、約 50 t/hr である。また、中圧蒸気ヘッダー 20 に集められた蒸気は、圧力が約 1.03 MPaG であり、温度が約 230°C であり、熱量が約 2891 kJ/kg である。また、発電機 17 による発電量は、約 20459 kW である。

[0038] 中圧蒸気ヘッダー 20 を流通する蒸気は、蒸気輸送ライン 25 を介して、公知の構成を有する発電用の蒸気タービン 26 の蒸気入口に供給され、これにより、上述の蒸気タービン 16 と同様に、蒸気タービン 26 の軸に連結さ

れた発電機 27 により発電が行われる。蒸気タービン 26 で利用された蒸気は、蒸気出口から排出され、蒸気輸送ライン 29 を介して、低圧蒸気ヘッダー 30 に供給される。なお、蒸気タービン 26 は、機械駆動用として用いることもできる。

[0039] ここでは、中圧蒸気ヘッダー 20 から蒸気タービン 26 への蒸気の供給量は、約 98.5 t/hr であり、また、中圧蒸気ヘッダー 20 からの約 50 t/hr の蒸気が、蒸気輸送ライン 32 を介して、発電用システム 1 内の他のプロセス（図示せず）に送られる。また、低圧蒸気ヘッダー 30 に集められた蒸気は、圧力が約 0.34 MPaG であり、温度が約 160°C であり、熱量が約 2772 kJ/kg である。また、発電機 27 による発電量は、約 3588 kW である。

[0040] 低圧蒸気ヘッダー 30 を流通する蒸気については、蒸気輸送ライン 34（第 3 の蒸気輸送ライン）を介して、脱気器 12 に供給することが可能である。蒸気輸送ライン 34 には、減圧弁 35 が設けられており、この減圧弁 35 によって、低圧蒸気ヘッダー 30 からの蒸気は脱気器 12 における脱気処理に必要な圧力まで減圧される。ただし、減圧弁 35 を省略し、低圧蒸気ヘッダー 30 の蒸気をそのまま脱気器 12 に供給する構成も可能である。

[0041] ここで、後に詳述するプラント付帯設備 3 の停止時や起動直後において、プラント付帯設備 3（後述する蒸気コンプレッサー 54）からの脱気器 12 への蒸気の供給が不十分（またはゼロ）である場合には、低圧蒸気ヘッダー 30 から脱気器 12 に対して不足分最大約 10 t/hr の蒸気が供給される。また、低圧蒸気ヘッダー 30 から約 100 t/hr 程度の蒸気が、蒸気輸送ライン 37 を介して、発電用システム 1 内の他のプロセス（図示せず）に送られる。

[0042] 脱気器 12 には、給水ライン 40 を介して給水タンク 41 の水（脱気前の給水）が供給される。給水ライン 40 には、給水用ポンプ 42 が設けられており、例えば、脱気器 12 に対して、回収されない蒸気凝縮水相当の給水量（ここでは、温度が約 60°C 、熱量が約 251 kJ/kg ）が供給される。

脱気器 1 2 は、給水タンク 4 1 からの給水を蒸気輸送ライン 3 4 から供給される蒸気によって直接加熱することにより、給水中の溶存ガスを除去する。脱気器 1 2 については、少なくとも蒸気を熱源として給水中の溶存ガス（空気等）を除去可能なものであれば、その構成は特に限定されない。

[0043] 脱気器 1 2 で脱気された給水は、給水ライン 4 4 を介して脱気器 1 2 から蒸気発生用ボイラー 1 1 に供給される。給水ライン 4 4 には、給水用ポンプ 4 5 が設けられており、脱気器 1 2 からの給水（ここでは、温度が約 120℃で、熱量が約 504 kJ/kg、給水量が約 198.5 t/hr）が給水ライン 4 4 に供給される。なお、給水ライン 4 4 では、給水用ポンプ 4 5 の下流側に第 1 分岐ライン 4 7 が設けられており、後に詳述するように、脱気器 1 2 からの給水は、プラント付帯設備 3 側にも供給される。ただし、第 1 分岐ライン 4 7 は、脱気器 1 2 の出口側（給水用ポンプ 4 5 の上流側）に設けられ、給水用ポンプ 4 5 より小型（低圧）のポンプを介して脱気器 1 2 からの給水をプラント付帯設備 3 側に供給してもよい。

[0044] 一方、プラント付帯設備 3 は、発電用のガスエンジン 5 1 と、ガスエンジン 5 1 の排ガスの熱を利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラー 5 2 と、ガスエンジン 5 1 を冷却した冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を発生する負圧蒸気発生器 5 3 と、負圧の蒸気を圧縮して正圧の蒸気を発生する蒸気コンプレッサー 5 4 とを主として備える。プラント付帯設備 3 は、上述のようなプラント 2（既設のプラント）が存在する場合に、新たに追加的に設けるのに好適である。ただし、これに限らず、プラント 2 を含め発電用システム 1 全体が新設されてもよい。

[0045] プラント付帯設備 3 において、ガスエンジン 5 1 は、可燃ガス（ここでは、天然ガス）を燃料として駆動され、これにより、比較的高温の排ガス（ここでは、約 371℃）が、排ガス輸送ライン 6 1 を介して排熱回収ボイラー 5 2 に供給される。また、ガスエンジン 5 1 には、図示しない冷却用のエンジンジャケットが設けられており、このエンジンジャケットからは、ガスエンジン 5 1 を冷却した後の比較的低温（ここでは、約 96℃）の冷却水（ジ

ャケット冷却水）が排出される。この排出された冷却水は、冷却水ポンプ63が設けられた冷却水循環ライン65を循環して再びエンジンジャケットに供給される。ガスエンジン51の出力は発電機67によって電力に変換される。また、ガスエンジン51から排出された冷却水は、冷却水ポンプ63の上流側に設けられた熱交換器68において、後に詳述する負圧蒸気発生器53からの温水と熱交換され、より低い温度（ここでは、約86℃）となる。

[0046] ここでは、ガスエンジン51の出力は、約18500kWであり、ガスエンジン51で使用される燃料は、約147.6GJ/hである。発電用システム1において、ガスエンジン51の冷却水から回収される熱エネルギーの利用効率とシステム全体の投資経済性を高めるためには、ガスエンジン51の出力は、5000kW以上であることが好ましく、さらに9000kW以上であることがより好ましい。また、ガスエンジン51の数は適宜変更することが可能であり、例えば、より小さい出力（半分程度の出力）のガスエンジンを2台用いてもよい。また、ここでは、冷却水循環ライン65を循環する冷却水の量は、約524.2t/hである。

[0047] 排熱回収ボイラー52では、ガスエンジン51から排ガス輸送ライン61を介して供給される排ガスと、脱気器12から第1分岐ライン（ボイラー用給水ライン、温水補給用ラインの一部）47を介して供給される給水との間で熱交換がなされる。これにより、排熱回収ボイラー52では、給水から蒸気（ここでは、温度が約160℃、圧力が約0.36MPaG）が発生し、この蒸気は、蒸気輸送ライン（第2の蒸気輸送ライン）71を介して低圧蒸気ヘッダー30に供給される。ここでは、排熱回収ボイラー52から低圧蒸気ヘッダー30への蒸気の供給量は、約11.5t/hである。排熱回収ボイラー52からの蒸気は、低圧蒸気ヘッダー30において蒸気タービン26からの蒸気と混合され、必要に応じて脱気器12や、発電用システム1内の他のプロセス（図示せず）に供給される。排熱回収ボイラー52の数は変更可能であり、例えば、より小さい出力（半分程度の蒸気発生量）の排熱回収ボイラー52を2台用いてもよい。

[0048] このように、発電用システム 1 では、ガスエンジン 5 1 の排ガスの熱を回収した蒸気を、脱気用の蒸気よりも高い圧力で蒸気を流通させる低圧蒸気ヘッダー 3 0 に導入するため、後述するガスエンジン 5 1 の冷却水から回収される比較的低温の熱エネルギーと共に、ガスエンジン 5 1 の排ガスを熱源とする比較的高温の熱エネルギーを有効利用することができる。また、排熱回収ボイラー 5 2 の給水として、脱気器 1 2 によって脱気された蒸気発生用ボイラー 1 1 への給水の一部を利用することにより、排熱回収ボイラー 5 2 への給水を効率的に行うことができる。なお、蒸気輸送ライン 7 1 の下流端を低圧蒸気ヘッダー 3 0 に接続する代わりに（或いは、蒸気輸送ライン 7 1 の下流側を分岐することにより）、蒸気輸送ライン 3 4（例えば、減圧弁 3 5 の上流側）に接続することも可能である。

[0049] 負圧蒸気発生器 5 3 は、温水循環ライン 7 3 を循環する温水を減圧した状態で気液分離する気液分離器 7 5 と、気液分離器 7 5 内を減圧するための減圧装置 7 6 とを有する。気液分離器 7 5 は、例えば、フラッシュタンクから構成され、減圧装置 7 6 は、例えば、真空ポンプや、真空エジェクタから構成される。負圧蒸気発生器 5 3 では、気体として分離された負圧の蒸気は、蒸気輸送ライン 7 9 を介して蒸気コンプレッサー 5 4 に供給され、また、液体として分離された残りの温水は、温水用ポンプ 8 1 によって熱交換器 6 8 に送られ、この熱交換器 6 8 において、冷却水循環ライン 6 5 を循環するガスエンジン 5 1 の冷却水と熱交換される。

[0050] ここでは、温水用ポンプ 8 1 によって輸送される熱交換前の温水は、温度が約 83℃であり、熱交換器 6 8 において熱交換後の温水（すなわち、負圧蒸気発生器 5 3 に供給される温水）は、約 93℃である。また、温水用ポンプ 8 1 によって輸送される温水の量は、約 524.7 t/h r である。

[0051] 温水循環ライン 7 3 において、熱交換器 6 8 と負圧蒸気発生器 5 3 との間には、第 1 分岐ライン 4 7 から更に分岐した第 2 分岐ライン 8 3 が接続されている。温水循環ライン 7 3 を流れる温水は、気液分離器 7 5 における負圧蒸気の分離によって減少するため、その減少分を補うために、脱気器 1 2 か

らの給水が第2分岐ライン83を介して温水循環ライン73に補給される。このように、脱気器12によって脱気された蒸気発生用ボイラー11への給水の一部を負圧の蒸気を発生させるための温水として利用することにより、負圧蒸気発生器53への給水を効率的に行うことができる。

[0052] 蒸気コンプレッサー54は、蒸気輸送ライン79を介して供給される負圧蒸気発生器53からの負圧蒸気（ここでは、温度が約83.0℃、圧力が約-0.05MPaG、供給量が約10t/h）を圧縮することにより、より高温かつ高圧の蒸気（ここでは、温度が約197.5℃、圧力が約0.13MPaG、発生量が約9.9t/h）を発生する。蒸気コンプレッサー54で発生した蒸気は、蒸気輸送ライン85を介して脱気器12に供給される。この場合、蒸気輸送ライン85の下流端は、蒸気輸送ライン34における減圧弁35の下流側に接続されている。また、蒸気コンプレッサー54に供給された負圧蒸気の一部（例えば、0.1t/h）は、コンプレッサー軸封からの漏れ蒸気が蒸気排出ライン87から排出される。

[0053] このような構成により、蒸気コンプレッサー54からの蒸気を、蒸気輸送ライン34における低圧の部位に供給することが可能となるため、蒸気コンプレッサー54からの蒸気を低圧蒸気ヘッダー30に供給する場合に比べて、蒸気コンプレッサー54に要求される圧縮性能を抑えることができる。

[0054] また、発電用システム1では、ガスエンジン51の冷却水の排熱を回収するために、上述のように冷却水と温水との熱交換を行う熱交換器68が設けられているため、蒸気コンプレッサー54から供給される蒸気には、ガスエンジン51の冷却水が含まれることはなく、ガスエンジン51の冷却水中に含まれ得る防錆剤などの成分が、負圧蒸気発生器53からの蒸気を介して脱気器12に供給されることが防止され、脱気器12による不純物除去をより確実に行うことができる。その結果、脱気器12の下流側の装置（例えば、蒸気発生用ボイラー11や、図示しない配管など）の腐食を抑制することができる。

[0055] また、発電用システム1では、ガスエンジン51を冷却した冷却水の温度

（または、負圧蒸気発生器 53 に供給される温水の温度）を 100℃未満に設定することができる。これにより、ガスエンジン 51 の排熱を効果的に抑制しつつ、その排熱を有効利用することができる。

[0056] なお、蒸気コンプレッサー 54 の起動後には、蒸気コンプレッサー 54 による蒸気輸送ライン 79 を介した蒸気の吸引によって気液分離器 75 が減圧されるため、減圧装置 76 を停止しても負圧蒸気発生器 53 において負圧蒸気を発生させることができ、これにより、発電用システム 1 の運転を継続することができる。

[0057] このような構成の発電用システム 1 によれば、プラント付帯設備 3 におけるガスエンジン 51 の冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を、プラント 2 における脱気器 12 用の蒸気として供給するため、ガスエンジン 51 の冷却水から回収される熱エネルギーを有効利用することが可能となる。この場合、プラント 2 が蒸気タービンを備えることは必須ではないが、上述のようにプラント 2 が蒸気タービン 26 を備える場合には、ガスエンジン 51 の排ガスの熱を回収した蒸気を、蒸気タービン 26 から排出される蒸気と共に簡易な構成により有効利用することができる。

[0058] また、上述のように、発電用システム 1 は、プラント 2（例えば、既設の石油プラント、石油化学プラント、または産業設備プラント）の付帯設備によってガスエンジン 51 による発電を実現することができるため、発電用システムの導入コストを低減することができるという利点がある。既設のプラント 2 に適用した場合には、ガスエンジン 51 の発電機 67 によって発電される電力により、プラント 2 のための購入電力を削減することができる。また、プラント付帯設備 3 側からの脱気器 12 への蒸気の供給により、蒸気発生用ボイラー 11 で発生させる蒸気（すなわち、蒸気発生用ボイラー 11 の燃料）を削減することができる。また、発電用システム 1 は、蒸気タービンやガスタービンを発電に用いる従来の同規模の発電用システムと比較しても、より経済性に優れた発電用システムを実現することが可能となる。

[0059] 以上、本発明を特定の実施形態に基づいて説明したが、これらの実施形態

はあくまでも例示であって、本発明はこれらの実施形態によって限定されるものではない。例えば、本発明に係る発電用システムに用いられるプラントは、既設のプラントである必要はなく、プラント付帯設備とともに新設される構成であってもよい。また、上述の実施形態で示した温度、圧力、熱量等に関する具体的な数値は、あくまで一例であって、実用上は、種々の変更が可能である。なお、上述の実施形態に示した本発明に係る発電用システム及びプラント付帯設備の各構成要素は、必ずしも全てが必須ではなく、少なくとも本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜取捨選択することが可能である。

符号の説明

- [0060]
- 1 : 発電用システム
 - 2 : プラント
 - 3 : プラント付帯設備
 - 1 1 : 蒸気発生用ボイラー
 - 1 2 : 脱気器
 - 1 3 : 蒸気輸送ライン
 - 1 4 : 高圧蒸気ヘッダー
 - 1 5 : 蒸気輸送ライン
 - 1 6 : 蒸気タービン
 - 1 7 : 発電機
 - 1 9 : 蒸気輸送ライン
 - 2 0 : 中圧蒸気ヘッダー
 - 2 2 : 蒸気輸送ライン
 - 2 3 : 復水器
 - 2 5 : 蒸気輸送ライン
 - 2 6 : 蒸気タービン
 - 2 7 : 発電機
 - 2 9 : 蒸気輸送ライン

- 3 0 : 低圧蒸気ヘッダー
- 3 4 : 蒸気輸送ライン (第3の蒸気輸送ライン)
- 3 5 : 減圧弁
- 4 0 : 給水ライン
- 4 1 : 給水タンク
- 4 2 : 給水用ポンプ
- 4 4 : 給水ライン
- 4 5 : 給水用ポンプ
- 4 7 : 第1分岐ライン (ボイラー用給水ライン)
- 5 1 : ガスエンジン
- 5 2 : 排熱回収ボイラー
- 5 3 : 負圧蒸気発生器
- 5 4 : 蒸気コンプレッサー
- 6 1 : 排ガス輸送ライン
- 6 3 : 冷却水ポンプ
- 6 5 : 冷却水循環ライン
- 6 7 : 発電機
- 6 8 : 熱交換器
- 7 1 : 蒸気輸送ライン (第2の蒸気輸送ライン)
- 7 3 : 温水循環ライン
- 7 5 : 気液分離器
- 7 6 : 減圧装置
- 7 9 : 蒸気輸送ライン
- 8 1 : 温水用ポンプ
- 8 3 : 第2分岐ライン (温水補給用ライン)
- 8 5 : 蒸気輸送ライン (第1の蒸気輸送ライン)
- 8 7 : 蒸気排出ライン

請求の範囲

- [請求項1] 蒸気発生用ボイラーと、
脱気用の蒸気を利用することにより、前記蒸気発生用ボイラーへの給水の脱気を行う脱気器と、
発電用のガスエンジンと、
前記ガスエンジンを冷却した冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を発生する負圧蒸気発生器と、
前記負圧の蒸気を圧縮して正圧の蒸気を発生する蒸気コンプレッサーと、
前記正圧の蒸気を前記脱気用の蒸気として前記脱気器に供給するための第1の蒸気輸送ラインと、
を備えたことを特徴とする発電用システム。
- [請求項2] 前記蒸気発生用ボイラーからの蒸気が前記脱気用の蒸気よりも高い圧力で流通する蒸気ヘッダーと、
前記ガスエンジンの排ガスの熱を利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、
前記排熱回収ボイラーで発生した蒸気を前記蒸気ヘッダーに導入するための第2の蒸気輸送ラインと、
を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の発電用システム。
- [請求項3] 前記脱気器によって脱気された前記給水の一部を前記排熱回収ボイラーに供給するためのボイラー用給水ラインを更に備えたことを特徴とする請求項2に記載の発電用システム。
- [請求項4] 前記蒸気ヘッダーの蒸気を前記脱気用の蒸気として前記脱気器に供給するための第3の蒸気輸送ラインを更に備えたことを特徴とする請求項2または請求項3に記載の発電用システム。
- [請求項5] 前記第3の蒸気輸送ラインにおいて、前記蒸気ヘッダーから前記脱気器に供給される前記脱気用の蒸気を減圧する減圧弁を更に備え、
前記第1の蒸気輸送ラインは、前記第3の蒸気輸送ラインにおける

前記減圧弁の下流側に接続されたことを特徴とする請求項4に記載の発電用システム。

[請求項6] 前記冷却水の排熱を回収するために、前記冷却水と温水との熱交換を行う熱交換器を更に備え、

前記負圧蒸気発生器は、前記温水から前記負圧の蒸気を発生することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の発電用システム。

[請求項7] 前記温水を循環させる温水循環用ラインと、

前記脱気器によって脱気された前記給水の一部を前記温水循環用ラインに導入する温水補給用ラインと、

を更に備えたことを特徴とする請求項6に記載の発電用システム。

[請求項8] 前記負圧蒸気発生器は、

気液分離器と、

前記気液分離器を減圧するための減圧装置と、

を更に備えたことを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の発電用システム。

[請求項9] 前記ガスエンジンを冷却した前記冷却水の温度は、100℃未満であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の発電用システム。

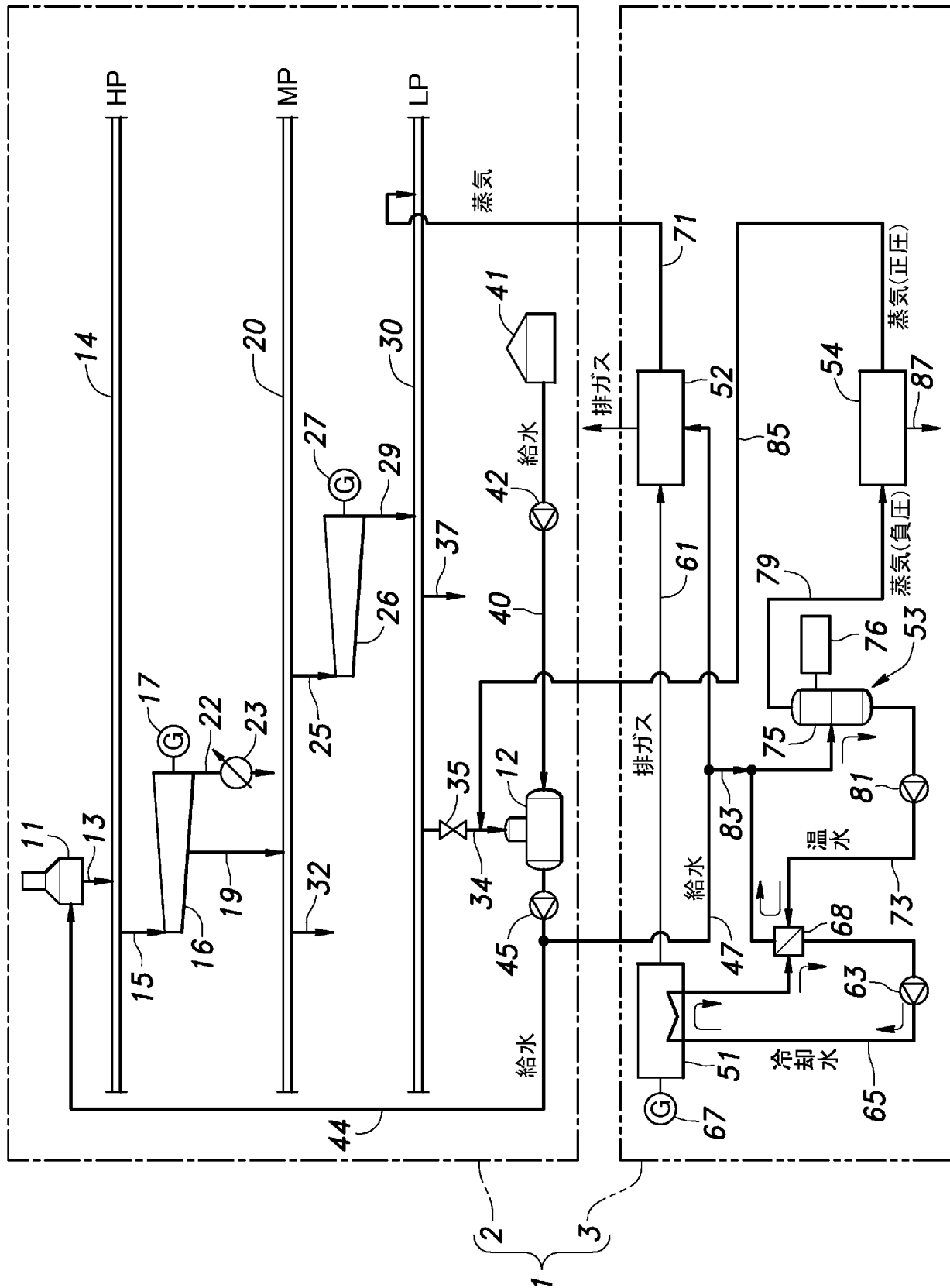
[請求項10] 前記蒸気発生用ボイラーからの蒸気によって駆動される発電用又は機械駆動用の蒸気タービンを更に備え、

前記蒸気ヘッダーは、前記蒸気タービンから排出された前記蒸気発生用ボイラーからの前記蒸気が流通することを特徴とする請求項2から請求項5のいずれかに記載の発電用システム。

[請求項11] 蒸気発生用ボイラーと、脱気用の蒸気を利用して前記蒸気発生用ボイラーへの給水の脱気を行う脱気器と、を含む石油プラント、石油化学プラント、または産業設備プラントに付帯するプラント付帯設備であって、

発電用のガスエンジンと、
前記ガスエンジンを冷却した冷却水の排熱を回収した負圧の蒸気を発生する負圧蒸気発生器と、
前記負圧の蒸気を圧縮して正圧の蒸気を発生する蒸気コンプレッサーと、
前記正圧の蒸気を前記脱気用の蒸気として前記脱気器に供給するための第1の蒸気輸送ラインと、
を備えたことを特徴とするプラント付帯設備。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F01K9/00 (2006.01) i, F02G5/00 (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)

Int.Cl. F01K9/00, F02G5/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	JP 2000-054808 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 22 February 2000, paragraphs [0006], [0007], fig. 3 (Family: none)	1-11
A	JP 7-113567 A (TLV CO., LTD.) 02 May 1995, paragraphs [0007]-[0015], fig. 1 (Family: none)	1-11



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
06.04.2018

Date of mailing of the international search report
24.04.2018

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/JP2018/003144

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/086898 A1 (HITACHI GE NUCLEAR ENERGY LTD.) 05 August 2010, paragraphs [0018]-[0028], fig. 3, 4 & US 2011/0005225 A1, paragraphs [0065]-[0076], fig. 3, 4	1-11
A	JP 1-182564 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 20 July 1989, page 2, upper right column, line 12 to lower right column, line 6, fig. 1 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F01K9/00(2006.01)i, F02G5/00(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. F01K9/00, F02G5/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2000-054808 A（川崎重工業株式会社） 2000.02.22, 段落 [0006] - [0007]、図3 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 7-113567 A（株式会社ティエルブイ） 1995.05.02, 段落 [0007] - [0015]、図1 (ファミリーなし)	1-11

☒ 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

06.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

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）

倉田 和博

3S

9627

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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
A	WO 2010/086898 A1 (日立GEニュークリア・エナジー株式会社) 2010.08.05, 段落 [0018] - [0028]、図3-4 & US 2011/0005225 A1, 段落[0065]-[0076], FIGS. 3-4	1 - 1 1
A	JP 1-182564 A (三菱重工業株式会社) 1989.07.20, 第2頁右上欄第12行-同頁右下欄第6行、第1図 (ファミリーなし)	1 - 1 1