

(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



(10) 国際公開番号

WO 2012/032557 A1

PCT

(43) 国際公開日  
2012年3月15日 (15.03.2012)

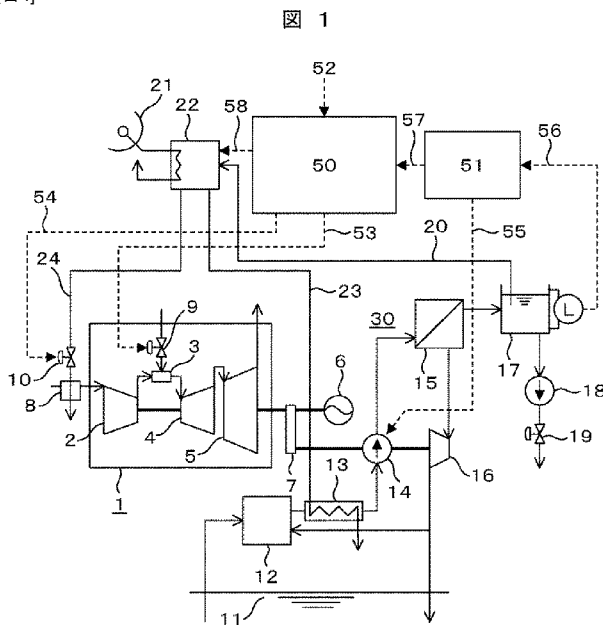
- (51) 国際特許分類 :  
F02C 7/143 (2006.01) F02C 3/30 (2006.01)  
B01D 61/02 (2006.01) F02C 6/00 (2006.01)  
C02F 1/44 (2006.01) F24 J 2/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 10/005450
- (22) 国際出願日 : 2010年9月6日 (06.09.2010)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 ;および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) : 片桐 幸徳 (KATAGIRI, Yukinori) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 永渕 尚之 (NAGAFUCHI, Naoyuki) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人 : 井上 学, 外 (NOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社 日立製作所内 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, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: GAS TURBINE POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称 : ガスタービン発電システム

[図1]



(57) Abstract: A gas turbine power generation system capable of efficiently and continuously supplying both electric power and service water is provided. A gas turbine power generation system is provided with a gas turbine (1) for driving a power generator, a service water production facility (30) for producing service water by desalinating raw water, a solar heat collection device (21), an absorption heat pump (22) for producing warm water and cold water by solar heat obtained by the heat collection device, an intake air cooling device (8) for cooling intake air of the gas turbine by the cold water produced by the absorption heat pump, and a raw water heater (13) for increasing the temperature of the raw water to be desalinated by the service water production facility by the warm water produced by the absorption heat pump.

(57) 要約 : 電力と用水の双方を効率的かつ継続的に供給可能なガスタービン発電システムを提供する。発電機を駆動するガスタービン(1)と、原水を淡水化して用水を製造する用水製造設備(30)と、太陽熱集熱装置(21)と、該集熱装置で得られた太陽熱により温水と冷水を生成する吸収式ヒートポンプ(22)と、該吸収式ヒートポンプで生成された冷水により前記ガスタービンの吸気を冷却する吸気冷却装置(8)と、前記吸収式ヒートポンプで生成された温水により、前記

用水製造設備で淡水化する原水を昇温させる原水加熱器 (13) を備える。

WO 2012/032557 1

添付公開書類：

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称 : ガスタービン発電システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、海水等の原水から用水を製造する用水製造設備を備えたガスタービン発電システムに関する。

### 背景技術

[0002] 都市部から離れて立地する工業地域や地方都市、あるいは気候や地形、付近の治安などの諸要因により外部からの送電が困難とされる地域に電力を供給するための手段として、その地域内に独立した送電網を構築するオフグリッド・システムが提案されている。

[0003] オフグリッド・システムは、発電機を既設の送電網（電力系統）に接続せず、独自の送電網内で電力を発生・消費する自家発電の一形態である。本形態は、その地域内で余剰・不足となった電力を他の電力系統との間で融通しないことを前提として構築する。そのため、本システムの発電設備には、時々刻々変動するシステム内の電力需要に対応可能な運用、たとえば急速起動停止や急速負荷変化等の幅広い運用が求められる。

[0004] このようなシステムに適する発電設備のひとつに、ガスタービン・エンジン（以下ガスタービン）がある。ガスタービンは、天然ガス、石油、炭層ガスなど様々な燃料が利用可能な点、発電出力が大きく、工場や都市へ電力供給が可能な点で大型のオフグリッド・システムに適する。

[0005] 一方、このようなシステムが必要な地域の中には、電力に加えて工業用水や飲料水、生活用水といった用水の確保が必要な場合がある。特に、河川や湖沼からの引水が困難な地域や海に面した地域では、海水からの用水製造が有効である。海水からの用水製造方法としては、主として蒸発法、電気透析法、逆浸透法がある。蒸発法は熱源を用いて海水を蒸発し淡水を得る方法、電気透析法はイオン交換膜に電圧を与え海水から塩分を除去する方法、逆浸透法は水以外の分子を透過しない微細な膜（逆浸透膜）を用い海水から淡水

を分離する方法である。中でも逆浸透法を用いた用水製造は、海水を加圧するため大容量のポンプを必要とする。そこで、用水製造設備に発電設備を併設し、ポンプ等の電力を、発電設備が供給する方式が考案されている。なお、特許文献1には逆浸透法を用いた淡水化発電プラントに関する技術が記載されている。

#### 先行技術文献

#### 特許文献

[0006] 特許文献1 :特開2007\_309295号公報

#### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、用水製造設備を有するオフグリッド・システムでは、発電設備内の電力需要のみならず、システム全体の電力需要を考慮したシステム運用が求められる。システム内での電力需要には、主として工場、家庭、用水製造設備の3系統があり、それぞれに消費の傾向が異なる。例えば、工場は生産性を確保するため電力を昼夜連続で消費する一方、休日には電力消費量を最少とする。また、用水製造設備は、タンク等に貯留した用水量に応じて設備を起動・停止する間欠運転となる。システム内での電力需要が発電量を上回った場合、系統周波数の変動、系統電圧の低下が生じ、最悪の場合には地域全体が停電となる。

[0008] 一方で、システム内での用水需要には、主として工場、家庭、農場が挙げられ、これについてもそれぞれ消費の傾向が異なる。用水はタンクや貯水槽に貯蔵が可能であるが、タンクや貯水槽が満水となった場合には用水製造設備を停止する必要がある。反対に、タンクや貯水槽の水が不足した場合にはシステム内が断水状態となり、工場、家庭へ悪影響を与える。

[0009] 本発明の目的は、電力と用水の双方を効率的かつ継続的に供給可能なガスタービン発電システムを提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[001 0] 上記目的を解決するため、本発明のガスタービン発電システムは、発電機を駆動するガスタービンと、原水を淡水化して用水を製造する用水製造設備とを備えたガスタービン発電システムにおいて、太陽熱を集熱する集熱装置と、該集熱装置で得られた太陽熱により温水と冷水を生成する吸収式ヒートポンプと、該吸収式ヒートポンプで生成された冷水により前記ガスタービンの吸気を冷却する吸気冷却装置と、前記吸収式ヒートポンプで生成された温水により、前記用水製造設備で淡水化する原水を昇温させる原水加熱器を備えたことを特徴とする。

#### 発明の効果

[001 1] 本発明によれば、電力と用水の双方を効率的かつ継続的に供給可能なガスタービン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

[001 2] [図1]本発明の第1の実施例によるガスタービン発電システムの概略図。

[図2]図1に示す発電設備制御手段の概略図。

[図3]比較例(平日)における電力系統運転結果。

[図4]比較例(休日)における電力系統運転結果。

[図5]本発明の第1の実施例による電力系統運転結果。

[図6]本発明の第2の実施例によるガスタービン発電システムの概略図。

#### 発明を実施するための形態

[001 3] 第1の実施例)

図1を用いて本発明の第1の実施例を説明する。本図は用水製造設備を有するガスタービン発電システムの概念図である。

[001 4] ガスタービン1は、圧縮機2、燃焼器3、高圧タービン(圧縮機側タービンとも称する)4、低圧タービン(負荷側タービンとも称する)5からなる。圧縮機2では、大気を圧縮・加圧し燃焼用空気を得る。燃焼器3では、前記燃焼用空気及び燃料から高温の燃焼ガスを生成する。なお、燃焼器3に供給する燃料には気体燃料、液体燃料あるいは気体にて搬送される固体燃料などがあり、どの燃料を用いても良い。燃焼器3へと供給する燃料の流量は、

燃料流量調整弁 9 で調整する。高圧タービン 4 は前記高温の燃焼ガスにより圧縮機 2 を駆動する。高圧タービン 4 を通過した燃焼ガスは低圧タービン 5 にて発電機 6 を駆動する。発電機 6 はタービンの駆動力によって電力を発生する。

[001 5] 本実施例のガスタービン発電システムは、ガスタービン 1 の吸気側（すなわち圧縮機 2 の吸気側）に吸気冷却装置 8 を設ける。吸気冷却装置 8 は熱交換器の一種であり、冷却媒体と大気の熱交換により空気を冷却する。本実施例では、冷却の媒体に吸収式ヒートポンプ 22 で発生した冷水を用いる。吸気冷却装置 8 での熱交換量は冷水配管 24 を通過する冷水の流量で制御可能であることから、本実施例では吸気冷却装置 8 の冷却媒体の流量を冷却水流量調整弁 10 で制御する。

[001 6] なお、本実施例には記載しないが、吸気冷却装置 8 にて熱交換したあとの冷水は、後述する用水製造設備 30 に還流し、用水あるいは原水の一部として再利用する。

[001 7] 一方、本実施例の用水製造設備 30 は、ろ過設備 12、原水加熱器 13、高圧ポンプ 14、淡水化設備 15、エネルギー回収タービン 16、用水タンク 17、用水ポンプ 18、用水流量調整弁 19 により構成される。ろ過設備 12 は、原水 11 を海、河川、湖沼等から取水し、砂やごみ、微生物や藻類などの不純物（有機物、無機物）を除去する。ろ過の方式としては、沈殿、フィルタ、薬剤などがあり、そのどれを用いても良い。原水加熱器 13 は、ろ過設備 12 で得られた清浄な原水 11 を、後述する太陽熱エネルギーにより生成された温水を用いて加熱する。この加熱により流体の粘度が低下することから、高圧ポンプ 14 にて原水 11 を所定の圧力まで加圧する際のポンプ動力が低減する。原水供給ポンプである高圧ポンプ 14 は、トルクコンバータ 7 を介して伝達される低圧タービン 5 の駆動力の一部によって駆動される。また、高圧ポンプ 14 は後述のエネルギー回収タービン 16 によっても駆動される。

[001 8] 淡水化設備 15 は、加圧・加熱した原水 11 をより塩分濃度の高い原水（

濃縮水)と、淡水に分離する。分離には先にも述べた逆浸透膜を用いる。なお、塩分濃度の高い原水は高い圧力を有していることから、この原水を用いてエネルギー回収タービン16を駆動し、高圧ポンプ14の動力の一部とする。これにより、高圧ポンプ14の駆動を補助することができる。また、塩分濃度の高い原水をろ過設備12に還流し、フィルタの逆洗などに利用する。淡水化設備15にて得られた淡水は、用水として用水タンク17に貯留される。また、用水需要に応じて用水ポンプ18で加圧した用水を地域に供給する。用水の供給量は用水流量調整弁19を用いて調整する。

[0019] なお、本実施例では、原水供給ポンプである高圧ポンプ14の駆動力の一部をエネルギー回収タービン16から得るとともに、トルクコンバータ7を介して低圧タービンからも得る構成としたが、発電機6で得られた電力を用いて高圧ポンプ14を電気駆動する構成としても良い。

[0020] また、本実施例のガスタービン発電システムは、太陽熱を集熱する太陽熱集熱装置21と、この太陽熱集熱装置21で集熱された太陽熱エネルギーを用いて冷水と温水を生成する吸収式ヒートポンプ22を備えている。吸収式ヒートポンプ22で生成された冷水は、冷水配管24、冷却水流量調節弁10を介して吸気冷却装置8に供給される。また、温水は温水配管23を介して原水加熱器13に原水11の加熱媒体として供給される。なお、吸収式ヒートポンプ22には、用水タンク17に貯留された淡水が補給水配管20を通じて給水される。

[0021] 以上に述べたガスタービン発電システムの制御システムについて説明する。

[0022] ガスタービン発電システムは、ガスタービンを制御する発電設備制御手段50と、用水製造設備を制御する用水製造設備制御手段51からなる。用水製造設備制御手段51は、用水タンク17の水位である用水タンクレベル56を計測し、水位がある一定値を下回った場合に用水製造設備を起動する。図1には、用水製造設備起動時の代表的な制御信号として高圧ポンプ制御指令55を記載する。また、用水製造設備制御手段51は、設備が必要とする

電力需要を用水製造設備負荷指令 5 7 として発電設備制御手段 5 0 へと出力する。

[0023] 発電設備制御手段 5 0 は、系統の電力需要を示す発電出力指令 5 2 及び用水製造設備負荷指令 5 7 を入力し、燃料流量調整弁開度指令 5 3, 冷却水流量調整弁開度指令 5 4 及びヒートポンプ負荷指令 5 8 を出力する。

[0024] 次に、発電設備制御手段 5 0 の処理内容について、図 2 を用いて詳細に説明する。図 2 は発電設備制御手段 5 0 の制御ブロック図である。

[0025] 図 2 において、用水製造設備負荷制御手段 1 0 2 は、用水製造設備負荷指令 5 7 を入力し、前記指令値に応じた冷却水量を算定し、冷却水流量指令 1 5 3 として出力する。また、冷却水流量最大値算出手段 1 0 3 では、大気温度 6 0 を入力し、大気を冷却しうる冷却水の最大流量として、冷却水流量最大値 1 5 4 を算定する。最小値選択 1 0 4 は、前記冷却水流量指令 1 5 3 及び冷却水流量最大値 1 5 4 から低値を選択し、修正冷却水流量指令 1 5 5 として出力する。冷却水流量調整弁制御手段 1 0 5 は、前記修正冷却水流量指令 1 5 5 を入力し、冷却水流量調整弁開度指令 5 4 を算定・出力する。なお、本実施例において冷却水流量調整弁制御手段 1 0 5 は修正冷却水流量指令 1 5 5 から冷却水流量調整弁開度指令 5 4 を直接求めたが、冷却水の実流量を計測し、比例積分制御を用いて実流量と冷却水流量指令とが一致するよう冷却水流量調整弁開度指令 5 4 を決定しても良い。

[0026] 一方、発電出力指令修正値算出手段 1 0 6 では、前記修正冷却水流量指令 1 5 5 を入力し、修正冷却水流量指令 1 5 5 によって見込まれる修正負荷指令 1 5 6 を算定する。すなわち、用水製造設備負荷制御手段 1 0 2 と前記発電出力指令修正値算出手段 1 0 6 は互いに逆関数となる。また、用水製造設備負荷指令 5 7 と修正負荷指令 1 5 6 との差を求め、発電出力指令修正値 1 5 7 とする。従って、発電出力指令修正値 1 5 7 は、用水製造設備の起動にともなう電力需要の増大に対し、吸気冷却によって補償されない需要分とみなすことができる。

[0027] 次に、図 2 における燃料流量制御部について説明する。



- [0028] 燃料流量制御部では、発電出力指令 5 2 と発電出力指令修正値 1 5 7 とから、修正発電出力指令 1 5 1 を求める。発電出力指令修正値 1 5 7 は、用水製造設備の起動・停止にともなう発電出力の増減に対する先行制御指令として機能する。負荷制御手段 1 0 0 は、発電出力指令修正値 1 5 7 を入力し、燃焼器へと投入する燃料流量の計画値すなわち燃料流量指令 1 5 2 を算定する。燃料流量調整弁制御手段 1 0 1 は、燃料流量指令 1 5 2 を入力し、燃料流量調整弁開度指令 5 3 を算定・出力する。なお、本実施例において燃料流量調整弁制御手段 1 0 1 は燃料流量指令 1 5 2 より燃料流量調整弁開度指令 5 3 を決定したが、燃料流量の実流量を計測し、比例積分制御を用いて実流量と燃料流量指令とが一致するよう燃料流量調整弁開度指令 5 3 を決定しても良い。同様に、本実施例における負荷制御手段 1 0 0 は、発電出力指令修正値から燃料流量指令を計算したが、燃料流量指令の計算に際しては高圧タービンあるいは低圧タービンの回転数計測値を用いても良い。
- [0029] 本実施例のガスタービン発電システム及び発電設備制御手段を用いてオフグリッド・システムを運用した際の電力需要及び用水需要の変動特性及び効果について、図 3 から図 5 を用いて説明する。
- [0030] 最初に、比較例における平日の電力需要及び用水需要の変動特性を図 3 及び図 4 に示す。
- [0031] 図 3 に、平日における電力及び用水の需要変動の一例を示す。横軸は時刻（0 時より翌日 0 時までの 24 時間）とし、図の上段に電力需要、中段に用水需要、下段に用水タンク水位レベルを折線グラフで示す。
- [0032] なお、本実施例の用水製造設備は、用水タンクレベルの範囲内で間欠的に運用する。すなわち、用水タンクレベルがあらかじめ指定した水位（用水製造設備運転開始水位）を下回った際に運転を開始し、標準水位へと到達した際に運転を停止する。また、夜間は、逆浸透膜に付着した不純物を洗浄・除去する逆洗運転を実施し、用水の水質を維持する。
- [0033] 最初に、図 3 上段の電力需要変動について説明する。工場、家庭及び用水製造設備を有するオフグリッド・システムでは、それぞれの電力需要に応じ

て、システム内の電力需要が時刻に応じて変動する。例えば、昼夜を通して操業する工場では、一日の電力需要はほぼ一定であるが、家庭では、朝5時から電力需要が増加し、昼にピークを迎えたのち、深夜0時に低下する特性となる。用水製造設備の電力需要は、当該設備の運転状態に依存し、本図では用水製造設備運転開始水位となった5時から用水製造設備が増加し、17時頃に設備を停止する特性となる。

[0034] 次に、図3中段の用水需要変動について説明する。システムの用水需要は、工場及び家庭の用水需要の合計値で表すことができる。昼夜を通してほぼ一定量を消費する工場に対し、家庭では炊事や洗濯・入浴によって朝・昼・夜間にそれぞれ需要のピークが発生する。

[0035] 最後に、図3下段に示す用水タンクのレベルは、用水製造向け設備の運転状態（用水供給量）、及び用水需要によって決定する。図において、6時から9時、11時から15時、17時から0時までの3つの区間で用水タンクレベルが一定となるが、これは用水供給量と用水需要が一致したことを意味する。用水製造設備の用水製造量を、平日における用水需要の最大量を仮定したことに起因する。

[0036] 電力及び用水の休日の需要変動の一例を図4に示す。横軸及び縦軸は図3と同様である。また、用水製造設備の運用方法についても図3と同様である。

[0037] 休日に工場の操業が停止した場合、電力及び用水の需要は平日に比して減少する。用水需要の減少により、用水製造運転は昼間においても間欠運転となることから、昼間の電力需要は用水製造運転の起動停止に伴い不定期に増加・減少する。また、工場設備向け発電量の低下により、ガスタービン発電システムにおいては常に中間負荷で運用する特性となる。

[0038] 一般に、ガスタービンは、中間負荷運用において発電効率（燃料に対する発電出力量）が低下することが知られている。また、急激な負荷変化は、ガスタービン内部温度の上昇・降下による機器内部品の熱疲労の原因となり、機器寿命低下の一因となる。そのため、ガスタービンの運用に際しては、な

るべく高い負荷で、かつ負荷変化を最小限として運用するのが望ましい。

[0039] 本実施例のガスタービン発電システム及び発電設備制御手段を適用した場合の、休日における電力需要及び用水需要の変動特性を図5に示す。

[0040] 本実施例のガスタービン発電システム及び発電設備制御手段は、用水製造設備30の起動停止にともなう電力需要を圧縮機入口に設置した吸気冷却装置8への冷水流量で制御する。図において、冷水流量が補償した発電量は斜線部分に相当し、燃料流量が補償した発電量は斜線部以外の部分に相当する。用水製造設備30の電力需要を冷水流量で制御することにより、負荷変化時における燃料流量の変動を最小限に抑えることが可能となるほか、部分負荷における燃料の消費量を最小として、ガスタービンの効率運転が可能となる。

[0041] なお、本実施例のガスタービン発電システムでは、吸気冷却用の冷水及び原水加温用の温水を発生する手段として太陽熱集熱装置21及び吸収式ヒートポンプ22を用いることから、本システムは特に昼間の運用に適する。

[0042] 次に、吸気冷却がガスタービンに及ぼす発電出力向上の効果について述べる。

[0043] 1気圧における $t$ °Cにおける空気の密度 $\rho_a$  [kg/m<sup>3</sup>] は以下の式で表される。

[0044] [数1]

$$\rho_a = \frac{1.293}{1 + 0.00367t} \quad \dots (\text{数1})$$

[0045] 例えば、気温25°Cの空気を15度まで冷却した場合、圧縮機及びタービンを通過する空気の質量流量は、おおよそ3.5%増加すると見積もられる。空気質量流量の増加によりタービン出力も増加する。このときのタービン出力増加量が、用水製造装置の高圧ポンプ駆動動力として充当されることとなる。

[0046] さらに、原水の加温が高圧ポンプの駆動に及ぼす効果について述べる。

[0047] 水の密度 $\rho_w$ 、体積流量 $Q$  [m<sup>3</sup>/s]、揚程 $h$  [m]、重力加速度 $g$  [m/

s 2] とした場合の高圧ポンプの駆動に必要な動力  $P$  [kW] は以下の式で表される。

[0048] [数2]

$$P = \rho_w g Q H / 1000 \quad \dots \text{(数2)}$$

[0049] 水の温度上昇は、水の密度及び粘性の低下、配管圧損の低下に寄与することから、水の温度を高めた場合、 $\rho_w$ 、 $\eta$  の相対的な減少により、一定の体積流量  $Q$  を送出するための高圧ポンプ動力が減少する。特に配管構成が複雑な用水製造装置においては、水温上昇にともなう配管圧損の低減が効果的であり高圧ポンプ 14 の駆動動力低減に効果的である。

[0050] なお、本実施例では、ガスタービンの形式として高圧タービン 4、低圧タービン 5 の二つのタービンを有する 2 軸式ガスタービンを例に説明した。しかしながら、本発明はガスタービンの形式に依存せず、圧縮機、タービン、発電機が一つの駆動軸を共有する 1 軸式ガスタービンにも適用が可能である。

[0051] 第 1 の実施例の効果は次の通りである。本実施例では、太陽光集熱手段及び吸収式ヒートポンプで得られた冷水を用いて圧縮機の吸気空気を冷却する。圧縮機吸気空気の冷却により圧縮機を通過する空気の質量流量が増大し、高圧側タービン及び低圧側タービンの出力増大の効果が得られる。出力の増加量は、吸気冷却装置における吸気冷却能力に比例することから、冷却媒体として冷水を用いることで、タービン出力増大の効果はより顕著となる。

[0052] 一方、本実施例では、太陽光集熱手段及び吸収式ヒートポンプで得られた温水を用いて高圧ポンプ入口の原水温度を加熱する。原水温度の上昇により、原水の粘度が低下し高圧ポンプの駆動に必要な動力が低下する。

[0053] 吸気冷却による発電出力の増加と高圧ポンプの駆動に必要な動力の低下により、燃料流量あたりの発電端出力が増加し、システム全体の発電効率が向上する。

[0054] なお、本実施例では、圧縮機入口空気の冷却及び原水温度加熱に必要な冷水、温水を吸収式ヒートポンプにて供給する。吸収式ヒートポンプが利用す

る熱源は太陽光集熱手段の自然エネルギーであり、より少ないエネルギーを用いてシステム全体の発電効率が向上する。

[0055] さらにまた、本実施例のガスタービン発電システムは、用水消費量の指標として用水タンクレベルを、電力需要の指標として発電出力指令を入力し、これら指標に基づき用水製造設備の高圧ポンプ及び吸気冷却装置に供給する冷却水流量を制御する。このとき、用水製造設備制御手段から、用水製造設備の制御指令（用水製造設備負荷指令）を発電設備制御手段へと送出することにより、用水製造設備の起動停止に必要な電力需要を発電設備制御手段が先行的に取得して、用水製造設備を速やかに起動停止することが可能となる。同時に、用水製造設備の起動・停止に伴うオフグリッド・システム内の電圧変動・周波数変動を最小としてシステム内送電網の安定性を高めることが可能である。

[0056] さらにまた、本実施例のガスタービン発電システムは、前記用水製造設備負荷指令から前記冷却水流量調整弁の開度を決定する。これは、用水製造設備の起動停止にともなう負荷変動を吸気冷却による負荷増減で補償することを意味する。一般に、ガスタービンは定格負荷に比して部分負荷の発電効率が低い特性となるが、用水製造設備の起動停止にともなう電力需要を吸気冷却による負荷増減で制御することにより、部分負荷においてもガスタービンを高い効率で運用することが可能となる。

[0057] また、圧縮機においては、吸気冷却により圧縮機を通過する空気の質量流量が増大することから、圧縮機を構成する静翼及び動翼の流れ特性におけるチョーク状態を緩和し、より安全な状態で圧縮機を運用できる。

[0058] 第2の実施例)

図6を用いて本発明の第2の実施例を説明する。本図は用水製造設備を有するガスタービン発電システムの第2の実施例におけるシステムフローである。

[0059] 図6に示すガスタービン発電システムは、ガスタービン1の吸気側（すなわち圧縮機2の吸気側）に水を噴霧して吸気を加湿する吸気加湿装置25を

設置するとともに、吸気加湿装置 25 へと供給する用水を、用水タンク 17 より取水したことを特徴とする。用水タンク 17 からの用水は、吸気加湿用水配管 28 を経て吸気加湿ポンプ 27 で加圧し、吸気加湿装置 25 より噴霧される。吸気加湿量の増減には、吸気加湿ポンプ 27 出口に設置した吸気加湿水流量調整弁 26 を用いる。

[0060] 本実施例では、圧縮機吸気に用水を噴霧することで圧縮機吸気を冷却し、さらに圧縮機吸気を加湿する。これにより燃焼用空気の質量流量が増大し、タービン出力が増加する。なお、本システムの発電設備制御手段 50 の構成は、第 1 の実施例と同様である。

#### 産業上の利用可能性

[0061] ガスタービン発電プラント、特に独立した電力網内において電力と水の双方を供給するガスタービン発電プラント及びその制御システムとして利用可能である。

#### 符号の説明

- [0062]
- 1 ガスタービン
  - 2 圧縮機
  - 3 燃焼器
  - 4 高圧タービン
  - 5 低圧タービン
  - 6 発電機
  - 7 トルクコンバータ
  - 8 吸気冷却装置
  - 9 燃料流量調整弁
  - 10 冷却水流量調整弁
  - 11 原水
  - 12 ろ過設備
  - 13 原水加熱器
  - 14 高圧ポンプ

- 15 淡水化設備
- 16 エネルギー回収タービン
- 17 用水タンク
- 18 用水ポンプ
- 19 用水流量調整弁
- 20 補給水配管
- 21 太陽熱集熱装置
- 22 吸収式ヒートポンプ
- 23 温水配管
- 24 冷水配管
- 25 吸気加湿装置
- 26 吸気加湿水流量調整弁
- 27 吸気加湿ポンプ
- 28 吸気加湿用水配管
- 30 用水製造設備
- 50 発電設備制御手段
- 51 用水製造設備制御手段
- 52 発電出力指令
- 53 燃料流量調整弁開度指令
- 54 冷却水流量調整弁開度指令
- 55 高圧ポンプ制御指令
- 56 用水タンクレベル
- 57 用水製造設備負荷指令
- 58 ヒートポンプ負荷指令
- 59 吸気加湿水流量調整弁開度指令
- 60 大気温度
- 100 負荷制御手段
- 101 燃料流量調整弁制御手段

- 1 0 2 用水製造設備負荷制御手段
- 1 0 3 冷却水流量最大値算出手段
- 1 0 4 最小値選択
- 1 0 5 冷却水流量調整弁制御手段
- 1 0 6 発電出力指令修正値算出手段
- 1 0 7 変化率制限
- 1 5 1 修正発電出力指令
- 1 5 2 燃料流量指令
- 1 5 3 冷却水流量指令
- 1 5 4 冷却水流量最大値
- 1 5 5 修正冷却水流量指令
- 1 5 6 修正負荷指令
- 1 5 7 発電出力指令修正値
- 1 5 8 用水製造設備負荷指令修正値
- 1 5 9 変化率制限後修正発電出力指令



## 請求の範囲

[請求項 1] 発電機を駆動するガスタービンと、原水を淡水化して用水を製造する用水製造設備とを備えたガスタービン発電システムにおいて、

太陽熱を集熱する集熱装置と、

該集熱装置で得られた太陽熱により温水と冷水を生成する吸収式ヒートポンプと、

該吸収式ヒートポンプで生成された冷水により前記ガスタービンの吸気を冷却する吸気冷却装置と、

前記吸収式ヒートポンプで生成された温水により、前記用水製造設備で淡水化する原水を昇温させる原水加熱器を備えたことを特徴とするガスタービンシステム。

[請求項 2] 燃焼用空気を圧縮する圧縮機、該圧縮機で圧縮された燃焼用空気と燃料とを燃焼させる燃焼器、該燃焼器で発生した燃焼ガスによって駆動されるタービン、該タービンによって駆動される発電機により構成されるガスタービンと、

原水をろ過するろ過設備、前記ガスタービンの動力の一部を用いて前記ろ過設備でろ過された原水を送水する原水供給ポンプ、該原水供給ポンプにより供給された原水を淡水と濃縮水に分離する淡水化設備、該淡水化設備により生成された淡水を貯留する用水タンクにより構成される用水製造設備と、

太陽熱エネルギーを集熱する集熱装置と、

該集熱装置で得られた太陽熱エネルギーを用いて温水と冷水を生成する吸収式ヒートポンプと、

該吸収式ヒートポンプで生成された冷水により、前記圧縮機の吸気を冷却する吸気冷却装置と、

前記吸収式ヒートポンプで生成された温水により、前記淡水化設備に供給される原水を昇温させる原水加熱器と、を備えたことを特徴とするガスタービン発電システム。

- [請求項3] 請求項2に記載のガスタービン発電システムにおいて、  
前記用水タンクに貯留された淡水を前記ヒートポンプで生成する温水及び冷水の給水として供給する給水配管と備えたことを特徴とするガスタービン発電システム。
- [請求項4] 請求項2に記載のガスタービン発電システムにおいて、  
前記用水タンクの水位レベルに応じて、前記用水製造設備の負荷を制御する用水製造設備負荷指令と、前記原水供給ポンプの起動停止を制御する原水供給ポンプ制御指令を出力する用水製造設備制御手段と、  
、  
電力需要を表す発電出力指令及び前記用水製造設備負荷指令に基づいて、前記燃焼器への燃料流量を制御する燃料流量調整弁開度指令と、前記吸収式ヒートポンプから前記吸気冷却装置への冷却水流量を制御する冷却水流量調整弁開度指令を出力する発電設備制御手段とを備えたことを特徴とするガスタービン発電システム。
- [請求項5] 燃焼用空気を圧縮する圧縮機、該圧縮機で圧縮された燃焼用空気と燃料とを燃焼させる燃焼器、該燃焼器で発生した燃焼ガスによって駆動されるタービン、該タービンによって駆動される発電機により構成されるガスタービンと、  
原水をろ過するろ過設備、前記ガスタービンの動力の一部を用いて前記ろ過設備でろ過された原水を送水する原水供給ポンプ、該原水供給ポンプにより供給された原水を淡水と濃縮水に分離する淡水化設備、該淡水化設備により生成された淡水を貯留する用水タンクにより構成される用水製造設備と、  
前記用水タンクに貯留された淡水を送水する吸気加湿ポンプと、  
該吸気加湿ポンプによって供給される淡水を前記圧縮機の吸気に噴霧する吸気加湿装置と、を備えたことを特徴とするガスタービン発電システム。
- [請求項6] 請求項5に記載のガスタービン発電システムにおいて、

前記用水タンクの水位レベルに応じて、前記用水製造設備の負荷を制御する用水製造設備負荷指令と、前記原水供給ポンプの起動停止を制御する原水供給ポンプ制御指令を出力する用水製造設備制御手段と、

電力需要を表す発電出力指令及び前記用水製造設備負荷指令に基づいて、前記燃焼器への燃料流量を制御する燃料流量調整弁開度指令と、前記吸気加湿装置への加湿水流量を制御する吸気加湿水流量調整弁開度指令を出力する発電設備制御手段とを備えたことを特徴とするガスタービン発電システム。

[請求項7]

請求項2, 5に記載のガスタービン発電システムにおいて、

前記淡水化設備で分離された濃縮水により前記原水供給ポンプを駆動するエネルギー回収タービンを備えたことを特徴とするガスタービン発電システム。

[請求項8]

発電機を駆動するガスタービンと、原水を淡水化して用水を製造する用水製造設備とを備えたガスタービン発電システムの運転方法において、

太陽熱エネルギーを熱源に吸収式ヒートポンプで温水と冷水を生成し、

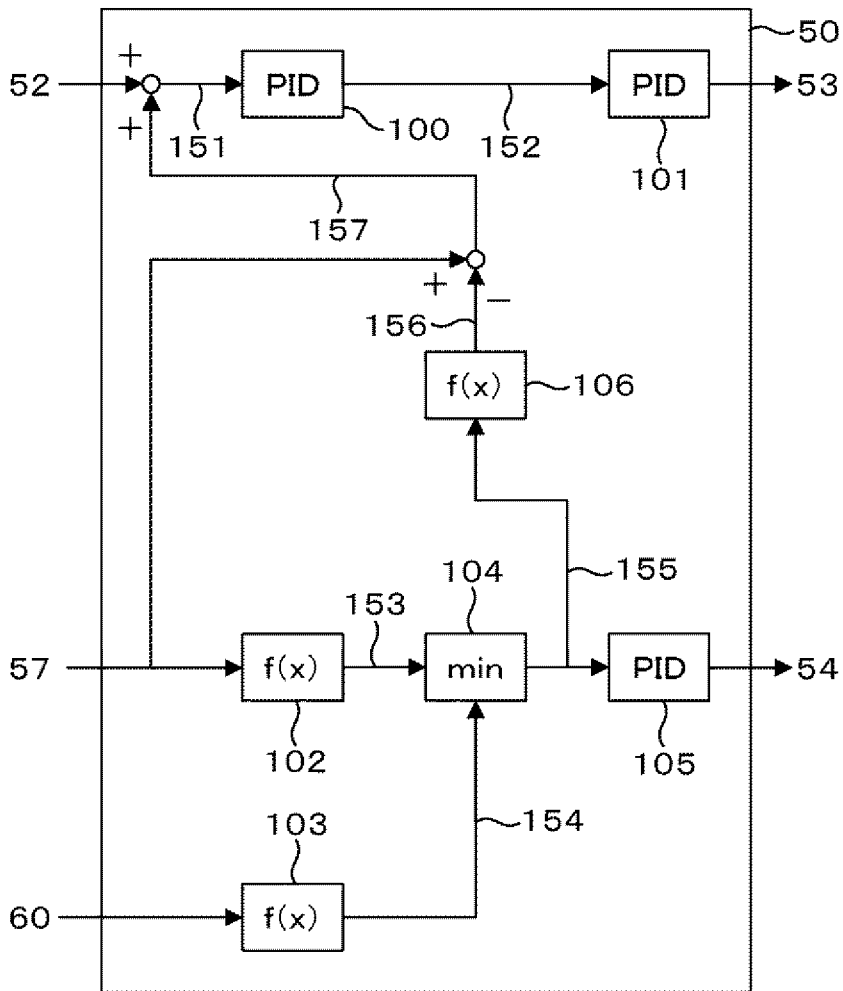
前記吸収式ヒートポンプで生成された温水によって、前記用水製造設備で淡水化する原水を加熱し、

前記吸収式ヒートポンプで生成された冷水により、前記ガスタービンの吸気を冷却することを特徴とするガスタービン発電システムの運転方法。



[図2]

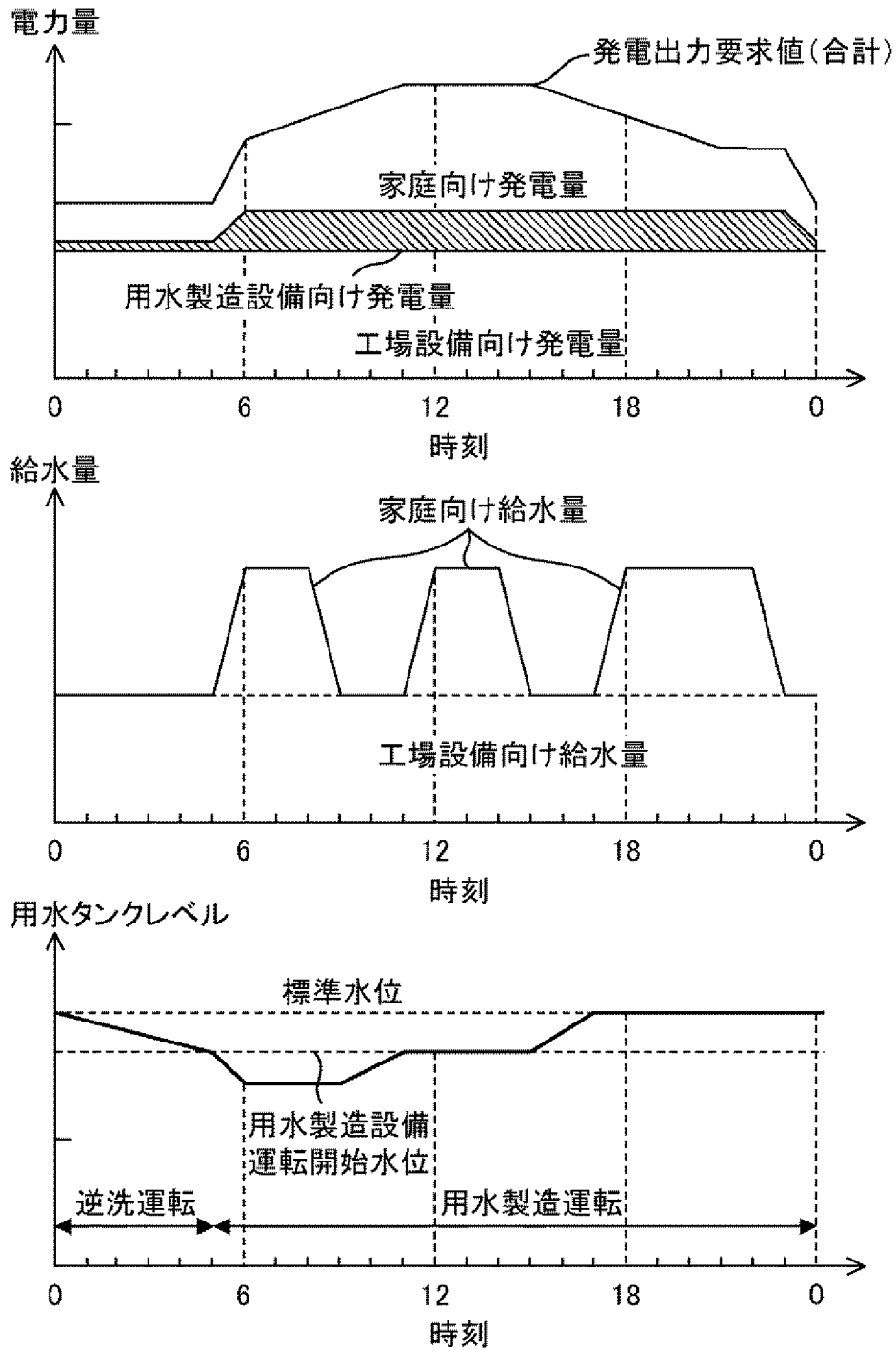
図 2



(大気湿度)

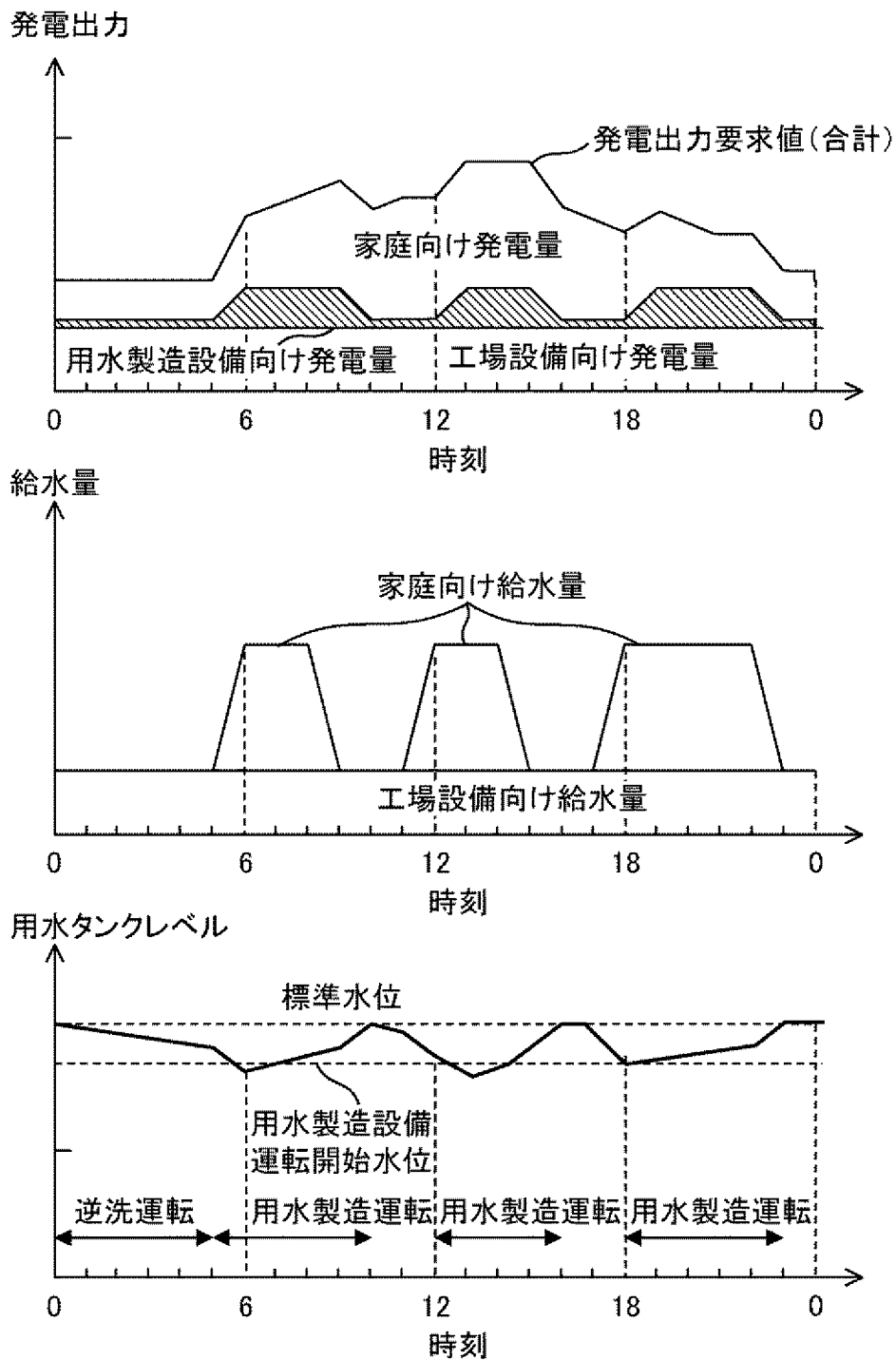
[図3]

図 3



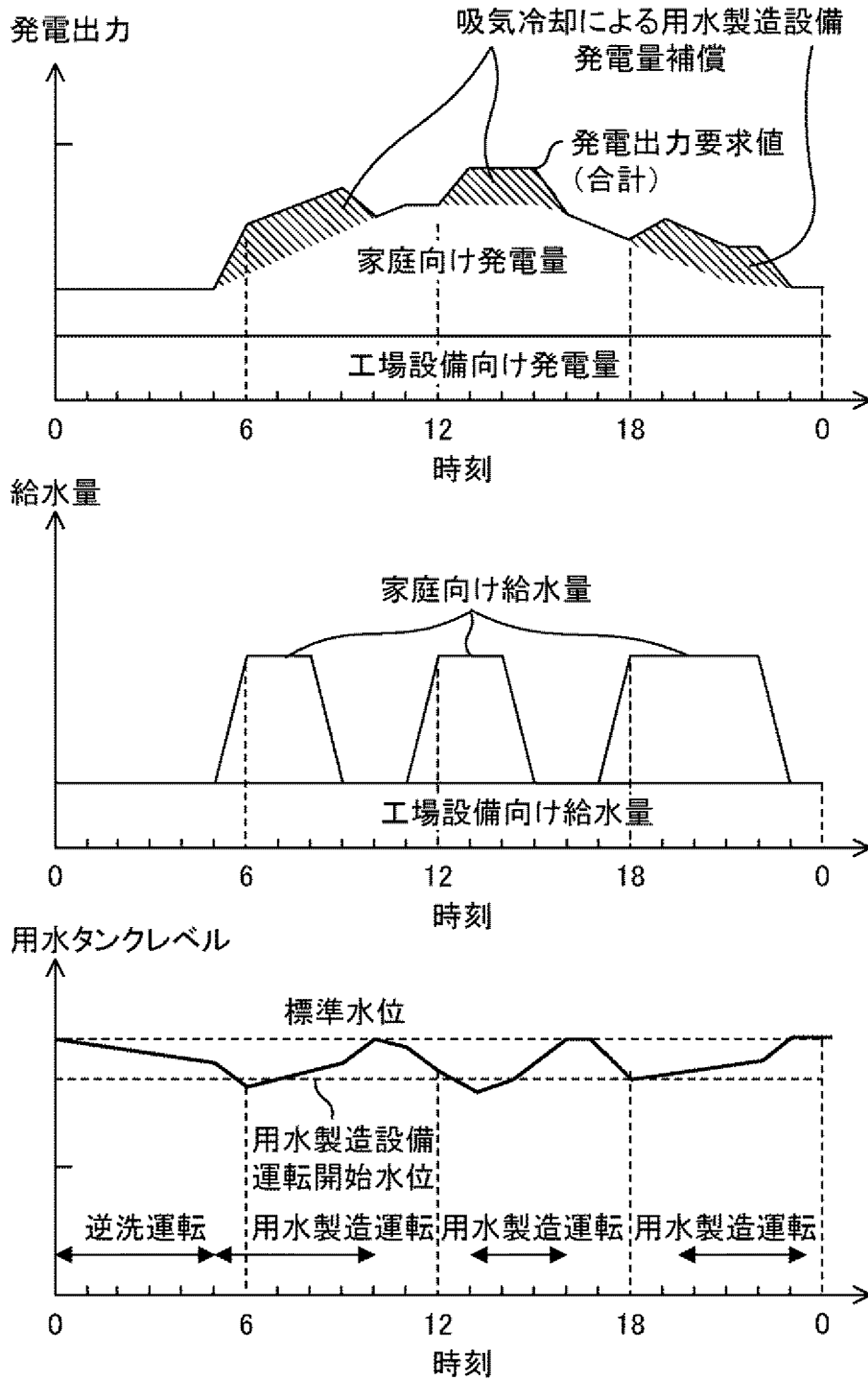
[図4]

図 4



[図5]

図 5







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 0 / 0 0 5 4 5 0

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C7/1 43 (2006.01)i, B01D61/02 (2006.01)i, C02F1/44 (2006.01)i, F02C3/30 (2006.01)i, F02C6/00 (2006.01)i, F24J2/04 (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)

F02C7/143, B01D61/02, C02F1/44, F02C3/30, F02C6/00, F24J2/04

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 A	WO 2009/096028 AI (Hitachi, Ltd.), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0029] to [0039]; fig. 2 (Family: none)	5 6
A	JP 9-144507 A (Yoshihide NAKAMURA, Hidetaka NAKAMURA), 03 June 1997 (03.06.1997), paragraphs [0038] to [0043]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-4, 7, 8
A	JP 2005-98552 A (Minoru MORI TA, Tsuchishima Kikai Co., Ltd.), 14 April 2005 (14.04.2005), paragraphs [0024] to [0034]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4, 7, 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

"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  
11 November, 2010 (11.11.10)

Date of mailing of the international search report  
22 November, 2010 (22.11.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 and the inventions in claims 5 - 6 have such a common technical feature as a gas turbine generation system equipped with a service water production facility which produces service water by changing raw water into pure water. However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since said technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in WO 2009/096028 A1 (Hitachi, Ltd.), 6 August 2009 (06.08.2009) - (continued to extra sheet)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.



ti ti I ti ti rir h t

t b t b thth l p g p h h g  
g p

t th t t i 4 th t th t  
q pp d th t t h t h t p t p  
h t pump t b by h t h t o pt t p

t th t t i th t th t  
q pp d th p i t p p t  
p gas turbine. t t t i

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. F02C7/143 (2006. 01) i, B01D61/02 (2006. 01) i, C02F1/44 (2006. 01) i, F02C3/30 (2006. 01) i,  
 F02C6/00 (2006. 01) i, F24J2/04 (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. F02C7/143, B01D61/02, C02F1/44, F02C3/30, F02C6/00, F24J2/04

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 A	wo 2009/096028 AI (株式会社日立製作所) 2009.08.06, 段落 [0029] - [0039], 図2 (ファミリーなし)	5 6
A	JP 9-144507 A (中野 吉秀, 中野 英子) 1997.06.03, 段落 [0038] - [0043], 図5-6 (ファミリーなし)	1-4, 7, 8
A	JP 2005-98552 A (守田 稔, 月島機械株式会社) 2005.04.14, 段落 [0024] - [0034], 図1-2 (ファミリーなし)	1-4, 7, 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

IA 「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」  
 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」  
 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)」  
 Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」  
 IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

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」  
 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」  
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日  
 11.11.2010

国際調査報告の発送日  
 22.11.2010

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)  
 寺町 健司  
 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明と、請求項5-6に係る発明とは、原水を淡水化して用水を製造する用水製造設備を備えるガスタービン発電システムという共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、wo 2009/096028 A1 (株式会社日立製作所) 2009.08.06の開示内容に照らして先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、上記両発明の間に、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。したがって、請求の範囲には以下に示す2の発明(群)が含まれる。

(発明1) 請求項1-4, 7, 8に係る発明

用水製造設備を備えると共に、太陽熱を熱源とする吸収式ヒートポンプで生成した冷水によりガスタービンの吸気を冷却することを特徴とするガスタービン発電システム

(発明2) 請求項5, 6に係る発明

用水製造設備を備えると共に、該用水製造設備で生成した淡水をガスタービンの吸気に噴霧することを特徴とするガスタービン発電システム

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
  
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。