

(43) 国際公開日
2006 年 8 月 24 日 (24.08.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/087803 A1

(51) 国際特許分類:

F23K 5/00 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01)

F23K 5/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2005/002606

(22) 国際出願日:

2005 年 2 月 18 日 (18.02.2005)

(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): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤崎 悠二郎 (FUJISAKI, Yujiro). 大田 秀明 (OTA, Hideaki). 佐香 正明 (SAKO, Masaaki).

(74) 代理人: 角田 嘉宏, 外 (SUMIDA, Yoshihiro et al.); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町 1 2 3 番地の 1 貿易ビル 3 階 有古特許事務所 Hyogo (JP).

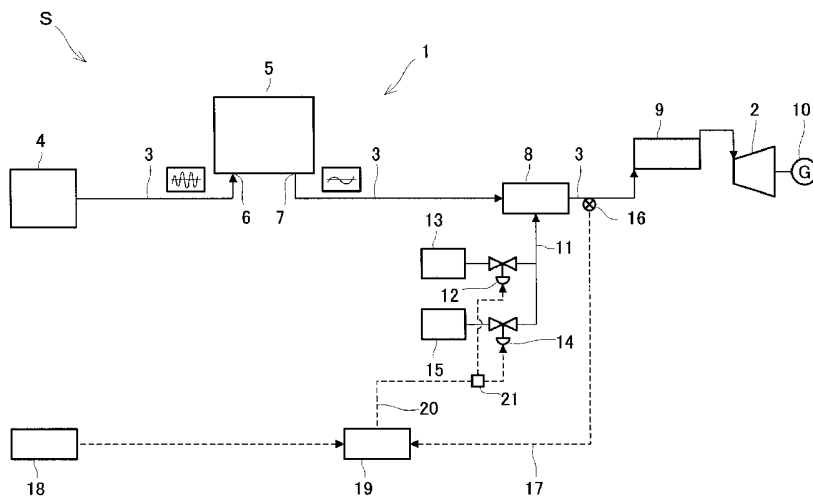
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, 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 (AT, BE,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING CALORIFIC VALUE OF GAS AND APPARATUS FOR CONTROLLING CALORIFIC VALUE OF GAS

(54) 発明の名称: ガス発熱量制御方法とガス発熱量制御装置



(57) Abstract: A method for controlling a calorific value of a gas, which comprises subjecting a fuel gas to be supplied to a combustion apparatus (2) to the time difference mixing (defined in the specification) in a tank having a gas inlet (6) and a gas outlet (7) which are formed separately, to thereby suppress the variation in the calorific value of the above fuel gas, determining the variation in the calorific value of the fuel gas after the above suppression of the variation in the calorific value, and reducing or enhancing the calorific value of the gas downstream from the above tank (5) in such a manner that the variation width of the calorific value determined above is within the range of variation being acceptable as a fuel gas for the combustion apparatus (2). The above method can be suitably employed for supplying a fuel gas exhibiting a wide range of the variation of its calorific value, after the conversion thereof to a fuel gas which is stably suppressed in the variation in the calorific value.

(57) 要約: 発熱量が変動する燃料ガスを、発熱量変動を抑制して安定した燃料ガスとして供給する。 燃焼設備 (2) に供給する燃料ガスを、ガス入口 (6) とガス出口 (7) とが別々に形成されたタンク (5) 内で時間差混合することによりこの燃料ガスの発熱量変動を抑制し、この発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測し、この計測した発熱量の変動幅が燃焼設備

[続葉有]



WO 2006/087803 A1



BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

ガス発熱量制御方法とガス発熱量制御装置

技術分野

- [0001] 本発明はガス発熱量制御方法とガス発熱量制御装置とに関する。さらに詳しくは、燃焼設備の燃料としてのガスが低カロリーガスのようにその発熱量が変動する場合、この発熱量変動を抑制することができるガス発熱量制御方法と、そのガス発熱量制御装置に関する。

背景技術

- [0002] 製鉄分野において、例えば高炉法で銑鉄を生産する場合、高炉から炉頂ガス(「Blast Furnace Gas」であり、以下「BFG」と記す)が副生ガスとして発生する。BFGの総発熱量は使用したコークスの発熱量の約半分にも達するので、製銑原価低減のためにBFGは製鉄所内において多方面に利用されている。BFGの組成は、二酸化炭素(CO_2)が10～18容積%(以下、単に「%」と示す)、一酸化炭素(CO)が22～30%、窒素(N_2)が52～60%、水素(H_2)が0.5～4%、メタン(CH_4)が0.5～3%とされている。
- [0003] BFGはこれ以外に煙塵を2～10g/Nm³ 含んでいるので、これを除塵器で0.01g/Nm³ 程度まで除去した後、発熱量800kcal/Nm³ 程度の燃料ガスとして、熱風炉、コークス炉、加熱炉、ボイラ等に利用されている。
- [0004] 近年、ガスタービンにおいても、その技術の向上により低カロリーガスの燃焼が可能となり、BFGをガスタービン燃料として用いて発電する事例が増加している。ここでは、低カロリーガスを、その発熱量が約12MJ/Nm³ 以下のガスと定義する。低カロリーガスとしては、後述するように、高炉ガス(BFG)には限らず、転炉ガス(LDG)などの多種類のガスおよびそれらの混合ガスが含まれる。
- [0005] 一方で、近年、高炉法以外の新しい製鉄プロセス(例えば、FINEX法やCOREX法等の直接還元鉄法)が開発されつつあり、こうした新プロセスから発生する副生ガスの有効利用に対しても適用できる燃焼方式の開発が待たれている。いずれの製鉄プロセスであれ、発生する副生ガスは低カロリーガスであり、その特性(ガス組成やカロ

り)は設備や操業内容によって異なっており、同一設備であっても各原料の特性や反応過程に応じて時々刻々変化し、一定することがない。

[0006] ここで、この低カロリーガスをガスタービンの燃料ガスとして使用する場合の最も重要な特性であるカロリーについて見てみると、例えば各ガスタービンは、各々が固有するカロリーの許容変動幅の上下限値を有する。もし上限(例えば、平均カロリー値の約+10%)を超えた場合、つまりカロリー値が急激に高くなった場合、ガスタービンの燃焼器内での燃焼温度が急激に異常な高温となることがある。これに起因してバーナ部分、タービンの静翼および動翼が損傷を受けて短命化したりする弊害が発生する可能性があり、このような場合はガスタービン設備の経済的な連続運転が困難になる。また、もし下限(例えば、平均カロリー値の約-10%)を下まった場合、ガスタービンの出力が不安定になったり、失火トリップの原因になる。この明細書および請求の範囲では、この低カロリーガスは燃料ガスに含まれる。

[0007] このようにカロリーが増減するカロリー変動とは、燃料ガスの発熱量に係わる物性の変動を意味し、具体的には、容積当り発熱量(Kcal/Nm^3)、重量あたり発熱量(MJ/kg)、ウォッベインデックス(Wobbe Index) (MJ/m^3)などの種々の物性を意味する。この明細書および請求の範囲では、このカロリーを発熱量、カロリー変動を発熱量変動ともいう。

[0008] 図11は従来のガスタービン発電設備の概略を示す配管図である。図示する従来技術は、発熱量変動する燃料ガスの発熱量を増熱や減熱するように構成された例である。図示するように、燃料ガス発生装置(例えば、高炉)100において発生するBFGを燃料ガスとしてガスタービン101(または火力ボイラ等の燃焼装置)に供給する時、その発熱量を所期の値(設計前提条件としての平均値、変動幅、変化速度)に維持するために減熱ガスや増熱ガスを混合器102で混合している。このガス混合方法として、燃料ガス供給通路103の上流側と下流側とにそれぞれ発熱量計測器104、105を設け、カロリー計測器104の検出信号でフィードフォワード制御を行い、カロリー計測器105の検出信号でフィードバック制御を行っている。これらの信号は予めガスタービン101に応じて設定された所定の設定値107と比較する制御器106に入力される。そして、この制御器106から所定の制御信号が分配器115を介して減熱用流量調整

弁108または増熱用流量調整弁113に出力され、減熱ガス供給器109から供給配管110を介して混合器102に減熱ガスが供給されたり、増熱ガス供給器114から供給配管110を介して混合器102に増熱ガスが供給される。なお、111はガス圧縮機であり、112は発電機である。

[0009] 図12は図11のガスタービン発電設備の各計測点における燃料ガス発熱量変動の一例を示すグラフである。横軸は時間(秒)を示し、縦軸は燃料ガスの発熱量(MJ/kg)を示している。図示する二点鎖線は低カロリーガス供給通路103の燃料ガスのカロリー変動を示しており、実線はこの従来技術で制御した場合のシミュレーション結果としての混合器102の出口におけるカロリー変動を示している。

[0010] 図示するように、燃料ガス発生装置100から供給される燃料ガスの発熱量は、図中二点鎖線で示すように時間によって不規則に大きく変動する。そして、このオリジナル変動にフィードフォワード制御とフィードバック制御とを行っただとしても、この例の場合、過大な短周期成分や中周期成分を含む燃料ガスの変動に制御系が曝され、制御系が不安定になって制御器のパラメータ設定が困難となり、その結果、状況次第では図示する実線のように発振状態に近い応答となっている。この図では、発熱量が変動する低カロリーガスにフィードフォワード制御とフィードバック制御とを行って発振した例を示しており、ガスタービン(燃焼設備)の燃料ガスとして使用できるようなものではない。

[0011] この種の従来技術として、例えば、特許文献1記載の燃料ガスカロリー制御装置がある。この制御装置において、仮に、低カロリーガスのカロリーが平均値、変動幅、変化速度において変動を生じながら供給される場合、この変動を抑制するためにはカロリー変動するガスが混合器に達した瞬間に、カロリー値を平均値とするようなガス種で、かつ適正な混合量を選択して混合しなければならない。つまり、カロリー値が平均値以上であれば平均値にするために必要な量の減熱ガスを混合し、カロリー値が平均値以下であれば平均値にするために必要な量の増熱ガスを混合しなければならない。

[0012] しかし、操作端が混合ガス調整弁だけであるので、ガス混合動作のタイミングがずれると過不足を生じて正確なカロリー変動の抑制が困難となり、燃焼設備に必要なレベルにカロリー値を均一化できない。このため、残余のカロリー値が燃焼設備の許容限界を

上回ると燃焼設備の損傷防止のために緊急に運転を停止して低カロリーガスを大気放散しなければならず、逆に許容限界を下回ると燃焼設備が失火トリップする場合がある。また、カロリー変動速度が速くなるとガス混合タイミング合せがさらに困難になり、混合器と混合ガス調整弁だけで確実な制御を行うことは難しい。

[0013] また、カロリー変動が短周期でかつ変動幅が大きいと、混合ガス調整弁は大きなストローク動作を繰り返すので、弁損傷や短寿命化のおそれがある。

[0014] さらに、カロリー変動幅が過大になり調整弁が大きなストローク動作を行ってガスを混合させると、ガス圧縮機、入口圧力の変動を引き起し、その結果はガスタービンへの燃料供給システムの大きな外乱となり、ガスタービンの運転の不安定性につながる。

[0015] また、大きくカロリー変動する燃料ガスに比重が異なる窒素ガスやコークス炉ガス等の異なるガスを混合させた場合、多量のガスの混合は難しく、さらに混合量の変化幅が大きいので混合直後の短時間内に混合ガスを十分均一化させて燃焼設備に供給することは難しく、これらの窒素ガスやコークス炉ガス等が混合ムラとなって存在することとなり、燃焼設備の燃焼室内で燃焼ムラが発生し、安定運転が困難になる。そのため、大きくカロリー変動(発熱量変動)する低カロリーガス等を燃料ガスとして用いることは難しい。

特許文献1:特開2004-190632号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0016] 一方、上記したように発熱量が絶えず不規則に変化する低カロリーガス等をガスタービン発電設備等の燃焼設備における燃料ガスとして効率良く安定的に連続使用できる技術の開発は、エネルギーの有効利用、環境保全、操業コスト低減等の観点から重要視されている。

[0017] しかしながら、常に不規則に発熱量変動する低カロリーガス等の燃料ガスを燃焼設備において安定して使用するには、発熱量変動の幅を燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内まで抑制しなければならないが、それを実現する効果的な方法がない。

[0018] 本発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、燃焼設備へ燃料ガスとして供給される低カロリーガス等の発熱量変動を抑制することにより、低カロリーガス等を

安定した発熱量の燃料ガスとして供給できるガス発熱量制御方法と、そのガス発熱量制御装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0019] 上記目的のために本発明のガス発熱量制御方法は、
- 燃焼設備に供給する燃料ガスを、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンク内で時間差混合することにより該燃料ガスの発熱量変動を抑制し、
- 該発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測し、
- 該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガスを減熱または増熱するようにしている。
- [0020] この方法によれば、ガス入口からタンク内に供給される燃料ガスは、時々刻々と供給される燃料用のガスがタンク内に一時的に貯留されて、その中で時間差混合され、別に形成されたガス出口から排出される。したがって、燃料ガスの発熱量が変動している場合であっても、時間差混合されることにより、その発熱量変動の幅が抑制され、かつ、発熱量変動速度が緩和される。そして、この発熱量変動が抑制された燃料ガスに対して、減熱または増熱してガス発熱量を燃焼設備の許容変動範囲内に調整するので、発熱量変動の調整が容易に可能となる。なお、上記時間差混合とは、連続的に時間遅れでタンク内へ流入してくる燃料ガスが既に流入して滞留している燃料ガスと混合することである。
- [0021] また、上記発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で計測し、
- 該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の上流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードバック制御するようにしてもよい。
- [0022] この明細書および請求の範囲の書類中における「フィードバック制御」は、発熱量計測点の計測値に基く制御を、該計測点の上流側で行うことをいう。
- [0023] 上記発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で計測し、
- 該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるよう

に前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の下流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御するようにしてもよい。

[0024] この明細書および請求の範囲の書類中における「フィードフォワード制御」は、発熱量計測点の計測値に基く制御を、該計測点の下流側で行うことをいう。このフィードフォワード制御の一方法として、混合前の燃料ガス発熱量と流量とに基づいて、混合後の発熱量が所期の値となるのに必要な増熱ガス、減熱ガスの混合量を算出し、それを指令値として与える方法があるが、他の方法でもよい。

[0025] さらに、上記タンクと燃料ガス供給通路の減熱または増熱位置との間の燃料ガス供給通路で燃料ガスの発熱量変動を計測し、

該計測した発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように減熱または増熱するフィードフォワード制御を、前記フィードバック制御に加えて行って燃料ガスを減熱または増熱するようにしてもよい。

[0026] また、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制をシミュレーションモデルとして作成し、

該シミュレーションモデルに基いて上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動からタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、

該予測した燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンクの下流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御するようにしてもよい。

[0027] さらに、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の燃料ガス発熱量変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱し、

該減熱または増熱した燃料ガスの上記タンクによる時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基いて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンク下流側の燃料ガス供給通路で燃料ガスを減熱または増熱するようにしてもよい。

[0028] また、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクによる燃料ガスの時間差混

合による発熱量変動の抑制をシミュレーションモデルとして作成し、

該シミュレーションモデルに基づいて上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動からタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、

該予測した燃料ガス発熱量変動に基づいて燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御と、

上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測し、

該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の上流側で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御とを並行して行うようにしてもよい。

[0029] さらに、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の燃料ガス発熱量変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱し、

該減熱または増熱した燃料ガスの上記タンクによる時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基づいて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動に基づいて燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御と、

上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測し、

該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の上流側で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御とを並行して行うようにしてもよい。

[0030] 上記シミュレーションモデルとしては、所定流量および容積のタンクにおいて、複数の一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせたものを用い、その時定数に検出器の遅れ相当の補正を行って作成すればよい。

[0031] さらに、上記ガス発熱量制御方法において、

上記燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱する操作を、上記タンク内またはタンク外面部で行うよう

にしてもよい。

[0032] また、上記ガス発熱量制御方法において、

上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値と、上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値とを監視し、

該平均値に一定量の平均差を検出したら、上記タンク上流側の燃料ガスの発熱量変動を上記タンク下流側の燃料ガス供給通路における発熱量に近づけるようにタンク上流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにしてもよい。

[0033] 上記目的のために本発明のガス発熱量制御装置は、

燃焼設備に供給する燃料ガスを時間差混合するガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクと、

該タンク内で混合されて発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測する第一発熱量計測器と、

該第一発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように混合器で燃料ガス中に減熱ガスまたは増熱ガスを混合する第一制御器とを設けている。

[0034] また、上記第一発熱量計測器をタンク下流側の燃料ガス供給通路に設けた混合器の下流側に設け、

該第一発熱量計測器で計測した熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように、上記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードバック制御する第一制御器を設けてもよい。

[0035] さらに、燃焼設備に供給する燃料ガスを時間差混合するガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクと、

該タンク内で混合されて発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測する第二発熱量計測器と、

該第二発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように混合器で燃料ガス中に減熱ガスまたは増熱ガスを混合するフィードフォワード制御を行う第二制御器とを設けてもよい。

[0036] また、上記タンクと混合器との間の燃料ガス供給通路に燃料ガスの発熱量変動を

計測する第二発熱量計測器を設け、

上記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御に加えて、該第二発熱量計測器で計測した発熱量変動に基づいて燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱するフードフォワード制御を行う第二制御器を設けてもよい。

[0037] さらに、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基づいてタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、該予測した燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御する第二制御器とを設けてもよい。

[0038] また、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の変動幅以上の燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

該第三発熱量計測器で所定の変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱する第三制御器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基づいて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンク下流側の燃料ガス供給通路で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御する第二制御器とを設けてもよい。

[0039] さらに、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基づいてタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、該予測した燃料ガス発熱量変動に基づいて燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御を行う第二制御器と、

上記燃料ガス供給通路に混合器を設け、
該混合器の下流側に燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測する第一発熱量計測器を設け、
該第一発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御を前記フィードフォワード制御を行う第一制御器とを設けてもよい。

[0040] また、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の変動幅以上の燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

該第三発熱量計測器で所定の変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱する第三制御器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基いて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンク下流側の燃料ガス供給通路で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御を行う第二制御器と、

上記燃料ガス供給通路に混合器を設け、
該混合器の下流側に燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測する第一発熱量計測器を設け、
該第一発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御を前記フィードフォワード制御を行う第一制御器とを設けてもよい。

[0041] さらに、上記ガス発熱量制御装置において、

上記燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱する混合器を上記タンク内またはタンク外面に設け、
該混合器によってタンク内またはタンク外面で燃料ガスを減熱または増熱するように構成してもよい。

[0042] また、上記ガス発熱量制御装置において、

上記タンクの上流側の燃料ガス供給通路に混合器を設け、
該混合器の上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値と、上記混合器の下流側で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値とを監視する監視制御器を設け、
該監視制御器で両平均値に一定量の平均差を検出したら、上記タンク上流側の燃料ガスの発熱量変動を上記混合器下流側の発熱量に近づけるように上記タンク上流側の混合器で燃料ガスを減熱または増熱する機能を該監視制御器に備えさせてもよい。

発明の効果

- [0043] 本発明によれば、発熱量変動する低カロリーガス等をガスタービン等の燃焼設備に燃料ガスとして供給する場合に、時間差混合によって燃焼設備に応じた発熱量変動に抑制(緩和)することができるので、燃料ガスの減熱または増熱が容易にできる。すなわち、タンクによって発熱量変動の振幅を小さくすることによって、短周期や中周期の変動を抑制し、主に長周期の変動のみを残存させるようにできるので、その燃料ガスを減熱または増熱することにより、発熱量が変動する燃料ガスを燃焼設備で安定して使用できる燃料ガスとすることが容易にできる。このように、発熱量変動するガスを燃焼設備の燃料ガスとしての許容変動範囲内に発熱量変動を抑えて、設備の連続安定運転を実現できる。

図面の簡単な説明

- [0044] [図1]図1は本発明の第1実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の概略を示す配管図である。
- [図2]図2は図1のガス発熱量制御装置により発熱量変動が抑制される状態を示すグラフである。
- [図3]図3は本発明の第2実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図である。
- [図4]図4は図3のガス発熱量制御装置により発熱量変動が緩和される状態を示すグラフである。
- [図5]図5は本発明の第3実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図である。

[図6]図6は図5の第3実施形態に係るガス発熱量制御装置におけるシミュレーションモデルの一例を示すブロック図である。

[図7]図7は本発明の第4実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図である。

[図8]図8は図7のガス発熱量制御装置により発熱量変動が緩和される状態を示すグラフである。

[図9]図9は本発明の第5実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図である。

[図10]図10は図9の第5実施形態に係るガス発熱量制御装置におけるシミュレーションモデルの例を示すブロック図である。

[図11]図11は従来ガスタービン発電設備の概略を示す配管図である。

[図12]図12は図11のガスタービン発電設備における発熱量変動を示すグラフである。

符号の説明

- [0045]
- 1・・・ガス発熱量制御装置
 - 2・・・ガスタービン
 - 3・・・燃料ガス供給通路
 - 4・・・燃料ガス発生装置
 - 5・・・タンク
 - 6・・・ガス入口
 - 7・・・ガス出口
 - 8・・・混合器
 - 9・・・ガス圧縮機
 - 10・・・発電機
 - 11・・・制御ガス供給配管
 - 12・・・減熱用流量調整弁
 - 13・・・減熱ガス供給器
 - 14・・・増熱用流量調整弁

- 15.....増熱ガス供給器
- 16.....発熱量計測器
- 17.....入力経路
- 18.....設定値
- 19.....第一制御器
- 20.....出力経路
- 21.....分配器
- 22.....流量
- 23.....第二発熱量計測器
- 24.....入力経路
- 25.....第二制御器
- 26.....出力経路
- 27.....ガス発熱量制御装置
- 29.....第三発熱量計測器
- 30.....入力経路
- 31.....シミュレータ
- 32.....経路
- 33.....ガス発熱量制御装置
- 35.....ガス発熱量制御装置
- 37.....第二混合器
- 38.....第三制御器(監視制御器)
- 39.....出力経路
- 40.....分配器
- 41.....減熱用流量調整弁
- 42.....減熱ガス供給器
- 43.....増熱用流量調整弁
- 44.....増熱ガス供給器
- 45.....第二制御ガス供給配管

46・・・ガス発熱量制御装置

S・・・ガスタービン発電設備

発明を実施するための最良の形態

- [0046] 添付の図面を参照しながら本発明のガス発熱量制御装置とその制御方法を説明する。以下の説明では、燃焼設備としてガスタービンを例に説明する。また、以下の実施形態では、燃料ガスの発熱量を減熱または増熱できるように構成した例を説明する。
- [0047] 図1は本発明の第1実施形態に係るガス発熱量制御装置1を含んだガスタービン発電設備Sの概略を示しており、ガスタービン2に燃料ガスを供給する燃料ガス供給通路3に本発明のガス発熱量制御装置1が設けられた配管図である。
- [0048] 燃料ガス供給通路3は、燃料ガス発生装置4(例えば、高炉)で発生した低カロリーガス等(以下「燃料ガス」という)をガスタービン2に燃料として供給するように構成されている。この燃料ガス供給通路3には、ガス入口6とガス出口7とが別々に形成されたタンク5が設けられている。
- [0049] このタンク5は、所定の容積で形成され、燃料ガス供給通路3を通過する燃料ガスがガス入口6から入ってガス出口7から出るように構成されている。このタンク5は、バッファタンクとして機能し、ガス入口6から発熱量が変化する燃料ガスが内部に連続的に流入し、既に流入して停留している燃料ガスと時間差混合され、別に形成されたガス出口7から排出されるので、燃料ガスの発熱量が変動している場合であっても、この時間差混合により、その発熱量変動の幅が縮小され、かつ、発熱量変動速度が低下させられる。
- [0050] すなわち、同時にタンク5に流入した燃料ガスは、比較的早くガス出口7から流出する部分から遅くまでタンク5内に滞留する部分まで分布している。一方、ガス入口6からは連続して新たなガスが流入してくるので、過去に流入したガスと新たに流入したガスとが絶えず混合される。つまり、タンク5に時々刻々と流入してくる発熱量変動する燃料ガスは、このようにしてタンク5の内部で時間差混合される。この明細書および請求の範囲では、このことを時間差混合と呼び、この時間差混合という作用によって、タンク5が燃料ガスの発熱量変動を抑制する機能を発揮する。その結果、タンク5の

ガス出口7から出ていく燃料ガスの発熱量変動幅は縮小され、変動速度は低下させられる。すなわち、発熱量変動が大きく抑制(緩和)される。

- [0051] このタンク5によるバッファ効果としては、ガス入口6の変動が角速度 ω のsin曲線であり、タンク5内の混合が完全混合で、その時定数がTであるとすれば、出口変動振幅／入口変動振幅＝Gain＝ $1 / (1 + \omega^2 \cdot T^2)^{1/2}$ となる。このことから、 ω 又はT(即ちタンク容量)が大きいとGainは小さくなり、つまり出口の発熱量変動幅は縮小して変動抑制効果を達成することができる。燃料ガス供給通路3の上部に図示する線図は、燃料ガスの発熱量変動を模式的に示したものである。
- [0052] このタンク5による時間差混合が重要な構成であり、このタンク5によって燃料ガスを時間差混合することにより発熱量変動を事前に緩和して、タンク5の下流側での燃料ガスの発熱量変動を、減熱または増熱して燃焼設備のガス特性の許容変動範囲内に調整する制御が安定して行えるようにしている。
- [0053] このタンク5は所定の容積を有していれば構造には限定されるものではない。例えば容積が変化しない内容積固定形式のタンクでもよく、また、従来のガスタービン設備等においてガスの需給バランスを監視する装置(ガスホルダ)として用いられる内容積変動形式のタンクであってもよい。内容積変動形式のタンクとは、タンク内圧に応じて上下動しうる気密に装着された蓋部材を有するタンク等である。これらのタンクを流用して燃料ガスの発熱量変動を抑制する効果を発揮しうるタンク5とすることができる。さらに、複数のタンク5を直列配置したり並列配置してもよい。
- [0054] さらに、このタンク5の内部での時間差混合をより効果的に行わせるために、タンク5に、ガス入口6から流入した燃料ガスを攪拌して混合する攪拌装置を設けたり、ガス入口6から流入した燃料ガスを多数の孔を通過させて混合する多孔板等を内蔵させてもよい。
- [0055] また、上記燃料ガス供給通路3のタンク下流側には、上記タンク5から出た燃料ガスの発熱量変動を抑制するために、その燃料ガス中に減熱または増熱用のガスを混合させる混合器8が設けられている。この混合器8の下流側には燃料ガスを圧縮するガス圧縮機9と、このガス圧縮機9で圧縮された燃料ガスを燃焼させるガスタービン2が設けられており、このガスタービン2によって発電機10が駆動されるように構成されて

いる。

- [0056] そして、上記混合器8には、減熱または増熱用のガスを供給するための制御ガス供給配管11が接続されている。この制御ガス供給配管11には、減熱ガスの流量を調整する減熱用流量調整弁12を介して接続された減熱ガス供給器13と、増熱ガスの流量を調整する増熱用流量調整弁14を介して接続された増熱ガス供給器15とが設けられている。
- [0057] 上記減熱ガスとしては、不活性ガス、空気、蒸気、廃棄窒素、燃焼設備等から排出される排気ガス等が採用されうる。不活性ガスとして窒素ガス(N_2)が好適に採用されうるが、もちろん、不活性ガスとしては N_2 に限定されず、二酸化炭素(CO_2)やヘリウム(He)等であってもよい。上記増熱ガスとしては、中・高カロリーガスである天然ガスやコークス炉ガス(COG)等が採用されうる。
- [0058] 一方、混合器8の下流側の上記燃料ガス供給通路3には、この燃料ガス供給通路中の燃料ガスの発熱量を計測する発熱量計測器16が設けられている。この発熱量計測器16としては、ガスの発熱量を直接計測する所謂カロリーメータ、可燃成分の含有率(濃度)を計測する装置などが用いられる。検出速度を重視する場合は現在では可燃性ガス濃度検出器を用いるのが好ましい。さらに、適用される燃料ガスが主に含む可燃成分の種類に応じて、また、主たる発熱量変動を生じさせる可燃成分に応じて、その成分の濃度を検出する濃度検出器を用いても良い。
- [0059] この発熱量計測器16で混合器8の下流側における燃料ガスの発熱量が監視されている。発熱量計測器16で計測された計測値は、入力経路17を介して予めガスタービン2(燃焼設備)に応じて設定された所定の設定値18と比較する第一制御器19に入力される。この第一制御器19は、PI制御器である。第一制御器19は、フィードバック制御を司っている。この第一制御器19で比較された結果、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱または増熱する制御信号は、出力経路20から分配器21を介して前記減熱用流量調整弁12または増熱用流量調整弁14に出力されるように構成されている。これによりフィードバック制御が行われる。
- [0060] 以下、このように構成された第1実施形態のガス発熱量制御装置1により、燃料ガス供給通路3内の発熱量変動する燃料ガスを、その発熱量変動幅がガスタービン2(燃

焼設備)の燃料ガスとして安定して使用できる許容範囲内となるようにする制御を説明する。

- [0061] 上記燃料ガス発生装置4から燃料ガス供給通路3を介して供給される燃料ガスは、タンク5のガス入口6から入り、このタンク5内で時間差混合される。このタンク5では、上記したように、タンク5に時々刻々と流入してくる燃料ガスが、同時にタンク5内に流入しても、比較的早くガス出口7から流出する部分から遅くまでタンク5内に滞留する部分まで分布するので、連続して流入してくる新たなガスと、過去に流入したガスとが絶えず混合されて、燃料ガス発生装置4から供給される燃料ガスの発熱量変動幅の大きな変動が抑制され、ガス出口から出る燃料ガスは、その大きな発熱量変動が抑制(緩和)された状態となる。
- [0062] このように、燃料ガス供給通路3に設けた燃料ガスの時間差混合を実現しうるタンク5で燃料ガスの大きな発熱量変動を抑制せしめ、その結果、下流において減熱または増熱ガスを混合する制御を容易化して発熱量変動を抑制している。
- [0063] 図2は図1のガス発熱量制御装置により発熱量変動が抑制(緩和)される状態を示すグラフである。この図2は、図1中のタンク5の容積を 40000m^3 としたときに、カロリー変動する燃料ガスが流量 $280000\text{Nm}^3/\text{hr}$ で供給された場合のカロリー変動の抑制(緩和)状態のシミュレーション結果を示したものである。横軸は時間(秒)を示し、縦軸は燃料ガスの発熱量であるガスカロリー値(MJ/kg)を示している。
- [0064] 図示するように、タンク5による発熱量変動幅を抑制した例としては、例えば、燃料ガス発生装置4から供給される燃料ガスの発熱量変動(オリジナル変動)は、タンクの入口部において図中二点鎖線で示すように時間によって非常にばらつきがあるが、タンク5で時間差混合した後のタンク出口での発熱量変動(抑制後変動)は、図中点線で示すように、大きな発熱量変動を抑制せしめた状態となる。具体的には、タンク5に入る前の燃料ガスのガスカロリーは約 $5.3\text{MJ}/\text{kg}$ から約 $8.8\text{MJ}/\text{kg}$ まで変動しているが、タンク5から出ていく燃料ガスのガスカロリーとしては、約 $5.8\text{MJ}/\text{kg}$ から約 $6.8\text{MJ}/\text{kg}$ 程度となり、変動幅は大幅に縮小されている。また、図示のごとく変動周期については短周期および中周期の変動は除去され、主に長周期の変動が残存した状態となる。この効果は燃料ガスの供給流量に対してタンク5の容積を大きくするほど

顕著になる傾向がある。オリジナル変動の周期が短く、変動幅が小さい場合は経済性の見地からタンク5の容積を小さくしても効果がある。

[0065] 一方、混合器8の下流側に設けられた発熱量計測器16では、燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量が計測されている。この発熱量計測器16で計測された計測値は、入力経路17を介して第一制御器19に入力される。この第一制御器19では、発熱量計測器19から送られてきた計測値と予めガスタービン2に応じて設定された所定の設定値18とが比較される。

[0066] この比較された結果、発熱量計測器16で検出された計測値から燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は、出力経路20から分配器21を介して減熱用流量調整弁12に制御信号が送られて、減熱ガス供給器13から所定量の減熱ガスが混合器8に供給される。また、燃料ガスを増熱する必要がある場合は、出力経路20から分配器21を介して増熱用流量調整弁14に制御信号が送られて、増熱ガス供給器15から所定量の増熱ガスが混合器8に供給される。このようにして、ガスタービン2に供給する燃料ガスの発熱量変動幅が、ガスタービン2の燃料ガスとしての許容範囲を超えないように制御される。この混合器8で制御された後の発熱量変動は、図2に実線で示すように、大きな発熱量変動が抑制されて長周期の小幅な発熱量変動となり、ガスタービン2の燃料ガスとしての許容変動範囲内に発熱量変動を抑制した、安定した燃料ガスとすることができる。

[0067] このように第1実施形態のガス発熱量制御装置1によれば、混合器8で燃料ガスを減熱または増熱する場合、上記したようにタンク5によって大きな発熱量変動を抑制せしめた燃料ガスに対し、混合器8の下流側の発熱量変動に基いて減熱または増熱ガスを混合するフィードバック制御を行い、容易に安定した発熱量に制御することが可能である。しかも、大きな発熱量変動が抑制された状態の燃料ガスに対して制御を行うため、燃料ガス中に供給する減熱または増熱ガス量が低減される。

[0068] また、例えば、ガスタービン2の燃料ガスの発熱量変動幅が基準発熱量値(平均値)の $\pm 10\%$ と設定されている場合であれば、タンク5の下流での発熱量の平均値をガスタービン2に設定された基準発熱量値と一致させるために、その仕様に適合させる容積のタンク5を備えることにより、下流側では一定比率の制御ガスを供給するだけ

で良くなる場合もある。

- [0069] この実施形態では、燃料ガスの発熱量を減熱または増熱する例を説明したが、条件によっては減熱ガスと増熱ガスとを同時に供給するような制御を行ってもよい。しかも、燃料ガスと燃焼設備との条件によっては、減熱のみ、または増熱のみを行うような構成にして、一方のみで燃料ガスの発熱量変動を抑制するようにしてもよい。
- [0070] また、上記混合器8をタンク5の内部、またはタンク5の外面に設け、このタンク5の内部または外面で燃料ガスを減熱または増熱するように構成してもよい。このように構成すれば、設備をコンパクトにすることができる。
- [0071] 図3は本発明の第2実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図であり、この第2実施形態は、上記第1実施形態における混合器8の下流側に設けた発熱量計測器16からの信号に基づくフィードバック制御に加え、タンク5と混合器8との間の燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量変動を計測してフィードフォワード制御を行うようにした実施形態である。上記第1実施形態と同一の構成には同一符号を付し、その説明は省略する。
- [0072] 図示するように、タンク5と混合器8との間の燃料ガス供給通路3に第二発熱量計測器23が設けられている。この第二発熱量計測器23で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量は、入力経路24を介して第二制御器25に入力されている。この第2実施形態における第二制御器25からは、タンク5によって発熱量変動を抑制せしめた燃料ガスに残存している発熱量変動の残余分に対する制御信号が出力される。第二制御器25はフィードフォワード制御を司っており、上記第一制御器19と一体的に形成されていてもよい。
- [0073] 一方、上記第1実施形態と同様に、混合器8の下流側に設けられた発熱量計測器16で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量の計測値が入力経路17を介して第一制御器19に入力され、この第一制御器19で予めガスタービン2に応じて設定された所定の設定値18とが比較され、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は出力経路20に減熱の制御信号が、増熱する必要がある場合は出力経路20に増熱の制御信号が出力される。
- [0074] そして、この減熱または増熱の制御信号が、上記第二制御器25から出力経路26を

介して出力された減熱または増熱の制御信号で補正される。第一制御器19からの制御信号が第二制御器25からの制御信号で補正された結果、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は、分配器21を介して減熱用流量調整弁12に制御信号が送られて、減熱ガス供給器13から所定量の減熱ガスが混合器8に供給される。また、燃料ガスを増熱する必要がある場合は、分配器21を介して増熱用流量調整弁14に制御信号が送られて、増熱ガス供給器15から所定量の増熱ガスが混合器8に供給される。

[0075] この第2実施形態のガス発熱量制御装置27によれば、混合器8で燃料ガスを減熱または増熱する場合、上記第1実施形態のように、タンク5によって大きな発熱量変動を抑制せしめた燃料ガスの、混合器下流側における発熱量変動に基いて減熱または増熱ガスを混合するフィードバック制御で発熱量を調整する制御に加え、混合器8の上流側でタンク5から出た燃料ガス中に残存する発熱量変動に基いて減熱または増熱ガスを混合するフィードフォワード制御で発熱量を調整するため、第1実施形態に比べて速い発熱量変動にも追従して安定した所定変動幅に発熱量を調整することが可能となる。この場合も、大きな発熱量変動が抑制された状態の燃料ガスに対して調整するため、燃料ガス中に供給する減熱または増熱ガスの量が低減される。

[0076] なお、この第2実施形態では、フィードバック制御に加えてフィードフォワード制御を行うように構成しているが、タンク下流の燃料ガスは、このタンク5によって発熱量変動幅が縮小されているので、第二制御器25に入力される第二発熱量計測器23で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量と流量とに基づいて、この第二制御器25で予めガスタービン2に応じて設定された所定の設定値18と比較し、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は出力経路20に減熱の制御信号を、増熱する必要がある場合は出力経路20に増熱の制御信号を出力するように構成してもよい。この場合のフィードフォワード制御は、増熱、減熱ガスを混合する前の燃料ガスの発熱量と流量に基いて、混合後の発熱量が所定値となるのに必要な混合量を算出し、該混合量を混合値として与えて混合するような必要量混合制御を行う。この制御は、第二制御器25のみによるフィードフォワード制御で行っている。

[0077] 図4は図3のガス発熱量制御装置27により発熱量変動が緩和される状態を示すグ

ラフである。この図4は、上記図2と同一条件でシミュレーションした状態を示している。この第2実施形態によれば、図に実線で示すように、上記図2と比べて、混合器8で制御された後の発熱量変動は、大きな発熱量変動が抑制されて長周期のより小幅の発熱量変動となり、ガスタービン2の燃料ガスとしての許容範囲内で安定した燃料ガスとすることができる。

[0078] 図5は本発明の第3実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図であり、この第3実施形態は、予めタンク5のガス入口6における発熱量変動からガス出口7における発熱量変動を予測したシミュレーションモデルを作成し、タンク5の上流側に設けた第三発熱量計測器29で計測した燃料ガスの発熱量信号から上記シミュレーションモデルに基づいてタンク5出口における発熱量変動を予測して混合器8で減熱または増熱するフィードフォワード制御を行うようにしている。なお、上記第2実施形態と同一の構成には同一符号を付し、その説明は省略する。

[0079] 図示するように、タンク5の上流側の燃料ガス供給通路3に第三発熱量計測器29が設けられている。この第三発熱量計測器29で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量は、入力経路30を介してシミュレーションモデルを組込んだシミュレータ31に入力される。

[0080] このシミュレータ31に予め組込まれているシミュレーションモデルは、有限要素法等によってバッファタンクモデルのシミュレーションを行い、その結果を元に、使用するバッファタンクに応じたシミュレーションモデルとして作成する。このシミュレーションモデルとしては、例えば、所定の流量と容積のタンク5において、複数の一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせたものを用い、その時定数に検出器の遅れ相当の補正を行って作成する。

[0081] 図6は図5の第3実施形態に係るガス発熱量制御装置におけるシミュレーションモデルの一例を示すブロック図である。上記シミュレーションモデルとしては、一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせて作成するが、この図では、説明上、3つの系に基づく例を示している。具体的には、第三発熱量計測器29での計測信号に対して、計測器の一次遅れをシミュレーションモデル上流に図示する遅れ補償(

$1 + T_a * s) / (1 + T_b * s)$ により補償し、その信号に対して、複数の一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせてタンク5のガス出口7における発熱量変動を予測している。なお、図6の各記号は、 s ;ラプラス変換パラメータ、 T_a , T_b ;遅れ補償定数、 T_1 , T_2 , T_3 ;一次遅れ、 L_1 , L_2 , L_3 ;無駄時間、 G_1 , G_2 , G_3 ;定数倍係数、をそれぞれ示している。

- [0082] このようなシミュレーションモデルによって予測されたタンク5のガス出口7における発熱量変動の信号が、経路32を介して上記第二制御器25に出力される。この第二制御器25では、予めガスタービン2に応じて設定された所定の設定値18と流量22とが比較される。
- [0083] この比較された結果、第三発熱量計測器29で計測された計測値から燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は、出力経路20から分配器21を介して減熱用流量調整弁12に制御信号が送られて、減熱ガス供給器13から所定量の減熱ガスが混合器8に供給される。また、燃料ガスを増熱する必要がある場合は、出力経路20から分配器21を介して増熱用流量調整弁14に制御信号が送られて、増熱ガス供給器15から所定量の増熱ガスが混合器8に供給される。
- [0084] このような第3実施形態のガス発熱量制御装置33によれば、燃料ガスに速い発熱量変動を生じたとしても、タンク5の上流側でその速い発熱量変動を計測し、その発熱量変動に応じた制御をシミュレーションモデルに基いて行うので、追従性良く発熱量変動を抑制することができる。しかも、第2実施形態における第二発熱量計測器23に計測時間遅れを生じるような場合でも、この第3実施形態のガス発熱量制御装置33では対応できる。
- [0085] 図7は本発明の第4実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図であるが、この第4実施形態は、上記第3実施形態のフィードフォワード制御に上記第1または第2実施形態のフィードバック制御を加えている。なお、上記第2, 第3実施形態と同一の構成には同一符号を付し、その説明は省略する。
- [0086] 図示するように、図5の構成に加え、混合器の下流側に設けられた発熱量計測器16で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガス発熱量の計測値が第一制御器19

に入力され、この第一制御器19で予めガスタービン2に応じて設定された所定の設定値18とが比較され、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は出力経路20に減熱の制御信号が、増熱する必要がある場合は出力経路20に増熱の制御信号が出力される。

[0087] そして、この減熱または増熱のフィードバック制御の信号が、上記第二制御器25から出力された減熱または増熱のフィードフォワード制御の信号で補正される。第一制御器19からの制御信号が第二制御器25からの制御信号で補正された結果、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は、分配器21を介して減熱用流量調整弁12に制御信号が送られて、減熱ガス供給器13から所定量の減熱ガスが混合器8に供給される。また、燃料ガスを増熱する必要がある場合は、分配器21を介して増熱用流量調整弁14に制御信号が送られて、増熱ガス供給器15から所定量の増熱ガスが混合器8に供給される。

[0088] 図8は図7のガス発熱量制御装置により発熱量変動が抑制(緩和)される状態を示すグラフであり、上記したようにタンク5の上流側における燃料ガスの発熱量変動をシミュレーションモデルに基いて制御するフィードフォワード制御と、混合器8の下流側における燃料ガスの発熱量変動に基いて制御するフィードバック制御とによって制御された後の発熱量変動は、実線で示すように、大きな発熱量変動がより抑制されて長周期の小幅な発熱量変動となり、ガスタービン2の燃料ガスとしての許容変動範囲内で安定した燃料ガスとすることができる。

[0089] つまり、この第4実施形態のガス発熱量制御装置35によれば、燃料ガスに速い発熱量変動を生じたとしても、タンク5の上流側でその速い発熱量変動を計測し、その発熱量変動に応じた制御をシミュレーションモデルに基いて行うので、追従性良く発熱量変動を抑制することができる。しかも、この第4実施形態のガス発熱量制御装置35によれば、上記第2実施形態のガス発熱量制御装置27のように、第二発熱量計測器23に計測時間遅れを生じるような場合でも対応できる。

[0090] さらに、この実施形態では、シミュレータ31内に現実のタンク特性を近似し得るシミュレーションモデルを組込んだフィードフォワード制御を適用し、タンク5上流に設けられた第三発熱量計測器29の計測時間よりも長いタンク内滞留時間を巧妙に利用

することで計測時間遅れを補償してタンク出口の発熱量を高精度に予測するので、フィードフォワード制御による良好な追従性を実現して、ガスタービン2の入側での残余の発熱量変動幅を許容制限範囲内に抑えて設備の連続安定運転を実現することができる。

[0091] 図9は本発明の第5実施形態に係るガス発熱量制御装置を含んだガスタービン発電設備の一部の概略を示す配管図であり、この第5実施形態は、上記第4実施形態に加え、燃料ガス供給通路3の上部に模式的に図示する線図のように、燃料ガスの発熱量変動の平均値が、一定幅で上昇または下降するような場合でも制御できるようにした実施形態である。なお、上記第4実施形態と同一の構成には同一符号を付し、その説明は省略する。

[0092] 図示するように、この第5実施形態では、タンク5の上流側の燃料ガス供給通路3に第二混合器37が設けられ、この第二混合器37の上流側の燃料ガス供給通路3に第三発熱量計測器29が設けられている。この第三発熱量計測器29で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガスの発熱量が、入力経路30から第三制御器38に入力されている。また、この第三制御器38には、タンク5の下流側に設けられた混合器8の下流側に設けられた発熱量計測器16で計測された燃料ガスの発熱量も入力経路17から入力されている。そして、この第三制御器38で、混合器8の下流側における発熱量変動の平均値に対して、タンク5の上流側における発熱量変動の平均値に一定幅の上昇又は下降がないかが監視されている。この第三制御器38が、監視制御器である。

[0093] そして、タンク5の上流側における燃料ガスの発熱量変動の平均値に一定幅の上昇又は下降が計測された場合、この第三制御器38から出力経路39と分配器40とを介して、減熱する場合は減熱用流量調整弁41に、減熱ガス供給器42から所定量の減熱ガスを第二制御ガス供給配管45から第二混合器37に供給する制御信号が出力され、増熱する場合は増熱用流量調整弁43に、増熱ガス供給器44から所定量の増熱ガスを第二制御ガス供給配管45から第二混合器37に供給する制御信号が出力される。

[0094] 一方、上記第三発熱量計測器29で計測された燃料ガス供給通路3内の燃料ガス

の発熱量は、シミュレーションモデル組込んだシミュレータ31にも入力されている。また、上記第三制御器38から出力経路39に出力された制御信号もシミュレータ31に入力されている。

- [0095] 図10は、この第5実施形態に係るガス発熱量制御装置46におけるシミュレータ31に予め組込まれているシミュレーションモデルの例を示すブロック図である。この図では、図9のタンク5の上流側に記載したように、平均値の高い発熱量変動を減熱する場合を説明する。この場合、図9の減熱用流量調整弁41を制御して減熱ガス供給器42から減熱ガスを第二混合器37に供給する場合を説明する。このシミュレーションモデルとしても、複数の一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせて作成しているが、この図でも、説明上、3つの系に基づく例を示している。
- [0096] また、このシミュレーションモデルの場合、タンク5の上流側で燃料ガスの発熱量変動平均値に差を生じた場合の補正をシミュレーションモデルの上流側で行うようにしている。具体的には、第三発熱量計測器29での計測信号に対して、計測器の一次遅れをシミュレーションモデル上流に図示する遅れ補償 $(1 + T_a * s) / (1 + T_b * s)$ により補償し、その信号に対して、発熱量変動の平均値差を補正すべく減熱ガスを供給した後の補正を第三制御器38で行い、その補正後の信号に対して、複数の一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせてタンク5のガス出口7における発熱量変動を予測している。なお、図10の各記号は前記図6と同一であり、 s ;ラプラス変換パラメータ、 T_a , T_b ;遅れ補償定数、 T_1 , T_2 , T_3 ;一次遅れ、 L_1 , L_2 , L_3 ;無駄時間、 G_1 , G_2 , G_3 ;定数倍係数、をそれぞれ示している。第二制御器25内の式は、変動分の微分式を示している。
- [0097] そして、このようなシミュレーションモデルによって予測されたタンク5のガス出口7における発熱量変動の信号が経路32を介して上記第二制御器25に出力される。この第二制御器25からは、タンク5によって発熱量変動の平均差が抑制された燃料ガスに残存すると予測された発熱量変動の残余分に対する制御信号が出力される。
- [0098] 一方、上記第4実施形態と同様に、混合器8の下流側に設けられた発熱量計測器16で計測された燃料ガス供給通路3中の燃料ガス発熱量の計測値が第一制御器19に入力され、この第一制御器19で予めガスタービン2に応じて設定された所定の設

定値18とが比較され、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は出力経路20に減熱の制御信号が出力される。

- [0099] そして、この減熱の制御信号が、上記第二制御器25から出力経路26に出力された制御信号で補正される。第一制御器19からの制御信号が第二制御器25からの制御信号で補正された結果、燃料ガス供給通路3の燃料ガスを減熱する必要がある場合は、分配器21を介して減熱用流量調整弁12に制御信号が送られて、減熱ガス供給器13から所定量の減熱ガスが混合器8に供給される。これにより、燃料ガスの発熱量が許容変動範囲内に調整される。
- [0100] ここでは燃料ガスを減熱する例を説明したが、燃料ガスを増熱する必要がある場合は、分配器21を介して増熱用流量調整弁14に制御信号が送られて、増熱ガス供給器15から所定量の増熱ガスが混合器8に供給される。
- [0101] この第5実施形態のガス発熱量制御装置46によれば、燃料ガスの発熱量変動の平均値に一定量の上昇または下降を生じても、その平均値の上昇または下降をタンク5の上流側で抑制できるので、発熱量変動の平均値が変化するような燃料ガスであっても、ガスタービン2の燃料ガスとしての許容範囲内となるように制御することが安定してできる。
- [0102] この場合も、条件によっては減熱ガスと増熱ガスとを同時に供給するような制御を行ってもよく、また、燃料ガスの条件によっては、減熱のみまたは増熱のみを行うような構成にして、一方のみで燃料ガスの発熱量変動平均値を抑制するようにしてもよい。
- [0103] 以上説明した実施形態のガス発熱量制御装置(方法)を適用すれば、種々の燃料ガスについて発熱量変動を確実に燃焼設備の許容範囲内に抑制して安定化させ、有効かつ高効率に利用することができる。
- [0104] また、以上説明した実施形態では、燃焼設備としてガスタービンを例示しているが、本発明における燃焼設備はガスタービンに限定されない。これらのガス発熱量制御装置は、他の燃焼設備、例えば、ボイラ、加熱炉、焼却炉等に適用することも可能である。
- [0105] さらに、以上説明した実施形態では、燃料ガスの発熱量を減熱または増熱できるように構成した例を説明したが、減熱のみ、または増熱のみが行えるような構成であつ

てもよい。しかも、減熱または増熱の両方を同時に行えるように構成してもよい。

[0106] また、以上説明した実施形態では、個々別々の機能を備えた制御器を設けているが、任意に統合してもよい。

[0107] さらに、使用する燃料ガスには、高炉ガス(BFG)、転炉ガス(LDG)、石炭層に含まれる石炭層ガス(「Coal mine gas」であり、CMGと表す)、直接還元製鉄法や熔融還元製鉄法によって発生する副生ガス、GTL (Gas-to-Liquid) プロセスにおいて発生するテイルガス(Tail gas)、オイルサンドからオイル精製プロセスに伴って発生する副生ガス、プラズマを用いたゴミ焼却によって発生するガス、生ゴミを含む一般廃棄物とその埋め立て地において発酵、分解する過程で生じるメタンガス(Landfill gas)、および、その他の類似の原料を化学反応させることに伴って発生する副生ガス等の低カロリーガス等が含まれる。また、燃料ガスとしては、低カロリーガスのみならず、中カロリーガス、高カロリーガスも含まれる。もちろん、燃料ガスとしては、上記ガスを単独はもとより、二種類以上のガスを適宜混合させて使用する場合、および、これらのガスを混合させたガスにも本発明を適用することができる。

[0108] なお、上述したいずれの実施形態も、基本機能を説明するための概念図であり、実際には関連補助装置や実装品(例えば、弁、起動装置、変圧器、遮断機、タンク類等)については省略して記述していない。

産業上の利用可能性

[0109] 本発明によれば、ガス特性が変動するガスの発熱量変動を抑制し、ガスタービンやボイラ、加熱炉、焼却炉等の燃焼設備に安定した燃料ガスとして供給するガス発熱量制御装置として利用できる。

請求の範囲

- [1] 燃焼設備に供給する燃料ガスを、ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンク内で時間差混合することにより該燃料ガスの発熱量変動を抑制し、
該発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測し、
該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガスを減熱または増熱するガス発熱量制御方法。
- [2] 上記発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で計測し、
該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の上流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードバック制御する請求項1記載のガス発熱量制御方法。
- [3] 上記発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で計測し、
該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の下流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御する請求項1記載のガス発熱量制御方法。
- [4] 上記タンクと燃料ガス供給通路の減熱または増熱位置との間の燃料ガス供給通路で燃料ガスの発熱量変動を計測し、
該計測した発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように減熱または増熱するフィードフォワード制御を、前記フィードバック制御に加えて行って燃料ガスを減熱または増熱する請求項2記載のガス発熱量制御方法。
- [5] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制をシミュレーションモデルとして作成し、
該シミュレーションモデルに基いて上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動からタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、
該予測した燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンクの下流側で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御するガス発熱量制御方法。

- [6] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の燃料ガス発熱量変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱し、
- 該減熱または増熱した燃料ガスの上記タンクによる時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基いて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンク下流側の燃料ガス供給通路で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御するガス発熱量制御方法。
- [7] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制をシミュレーションモデルとして作成し、
- 該シミュレーションモデルに基いて上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動からタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、
- 該予測した燃料ガス発熱量変動に基いて燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御と、
- 上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測し、
- 該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の上流側で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御とを並行して行うガス発熱量制御方法。
- [8] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の燃料ガス発熱量変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱し、
- 該減熱または増熱した燃料ガスの上記タンクによる時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基いて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動に基いて燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御と、
- 上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量

変動を計測し、

該計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記燃料ガス供給通路の発熱量計測点の上流側で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御とを並行して行うガス発熱量制御方法。

- [9] 上記シミュレーションモデルを、所定流量および容積のタンクにおいて、複数の一次遅れと無駄時間の系の信号を定数倍して加え合わせたものを用い、その時定数に検出器の遅れ相当の補正を行って作成した請求項4〜8のうちいずれか一の項に記載のガス発熱量制御方法。

- [10] 請求項2または請求項5記載のガス発熱量制御方法において、
上記燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱する操作を、上記タンク内またはタンク外面部で行うようにしたガス発熱量制御方法。

- [11] 請求項7または請求項8記載のガス発熱量制御方法において、
上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値と、上記タンク下流側の燃料ガス供給通路で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値とを監視し、
該平均値に一定量の平均差を検出したら、上記タンク上流側の燃料ガスの発熱量変動を上記タンク下流側の燃料ガス供給通路における発熱量に近づけるようにタンク上流側で燃料ガスを減熱または増熱するガス発熱量制御方法。

- [12] 燃焼設備に供給する燃料ガスを時間差混合するガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクと、

該タンク内で混合されて発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測する第一発熱量計測器と、

該第一発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように混合器で燃料ガス中に減熱ガスまたは増熱ガスを混合する第一制御器とを設けたガス発熱量制御装置。

- [13] 上記第一発熱量計測器をタンク下流側の燃料ガス供給通路に設けた混合器の下流側に設け、

該第一発熱量計測器で計測した熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許

容範囲内となるように、上記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードバック制御する第一制御器を設けた請求項12記載のガス発熱量制御装置。

- [14] 燃焼設備に供給する燃料ガスを時間差混合するガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクと、

該タンク内で混合されて発熱量変動を抑制した後の燃料ガスの発熱量変動を計測する第二発熱量計測器と、

該第二発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように混合器で燃料ガス中に減熱ガスまたは増熱ガスを混合するフィードフォワード制御を行う第二制御器とを設けたガス発熱量制御装置。

- [15] 上記タンクと混合器との間の燃料ガス供給通路に燃料ガスの発熱量変動を計測する第二発熱量計測器を設け、

上記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御に加えて、該第二発熱量計測器で計測した発熱量変動に基づいて燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御を行う第二制御器を設けた請求項13記載のガス発熱量制御装置。

- [16] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基づいてタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、該予測した燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲となるように燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御する第二制御器とを設けたガス発熱量制御装置。

- [17] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の変動幅以上の燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

該第三発熱量計測器で所定の変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱する第三制御器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成

したシミュレーションモデルに基いて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンク下流側の燃料ガス供給通路で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御する第二制御器とを設けたガス発熱量制御装置。

- [18] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基いてタンク出口の燃料ガス発熱量変動を予測し、該予測した燃料ガス発熱量変動に基いて燃料ガスを減熱または増熱するフィードフォワード制御を行う第二制御器と、

上記燃料ガス供給通路に混合器を設け、

該混合器の下流側に燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測する第一発熱量計測器を設け、

該第一発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御を前記フィードフォワード制御を行う第一制御器とを設けたガス発熱量制御装置。

- [19] ガス入口とガス出口とが別々に形成されたタンクの上流側で所定の変動幅以上の燃料ガスの発熱量変動を計測する第三発熱量計測器と、

該第三発熱量計測器で所定の変動幅以上の発熱量変動を計測したら該変動幅が所定の変動幅以内となるように前記タンクの上流側で燃料ガスを減熱または増熱する第三制御器と、

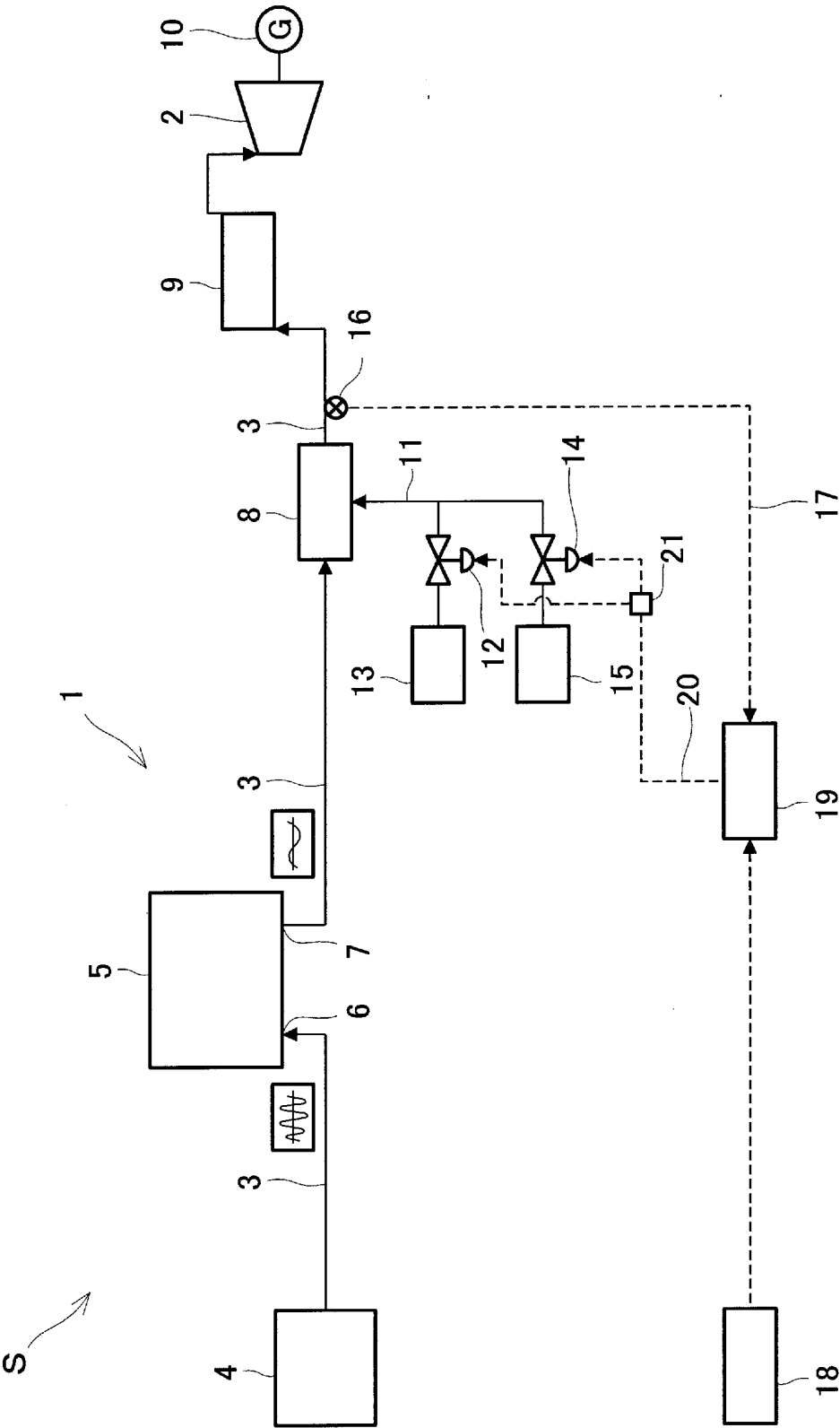
上記タンクによる燃料ガスの時間差混合による発熱量変動の抑制を予測して作成したシミュレーションモデルに基いて、上記タンクの上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動から予測したタンク出口の燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるようにタンク下流側の燃料ガス供給通路で燃料ガスを減熱または増熱するようにフィードフォワード制御を行う第二制御器と、

上記燃料ガス供給通路に混合器を設け、
該混合器の下流側に燃焼設備に供給される燃料ガスの発熱量変動を計測する第一発熱量計測器を設け、
該第一発熱量計測器で計測した発熱量の変動幅が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように前記混合器で燃料ガスを減熱または増熱するフィードバック制御を前記フィードフォワード制御を行う第一制御器とを設けたガス発熱量制御装置。

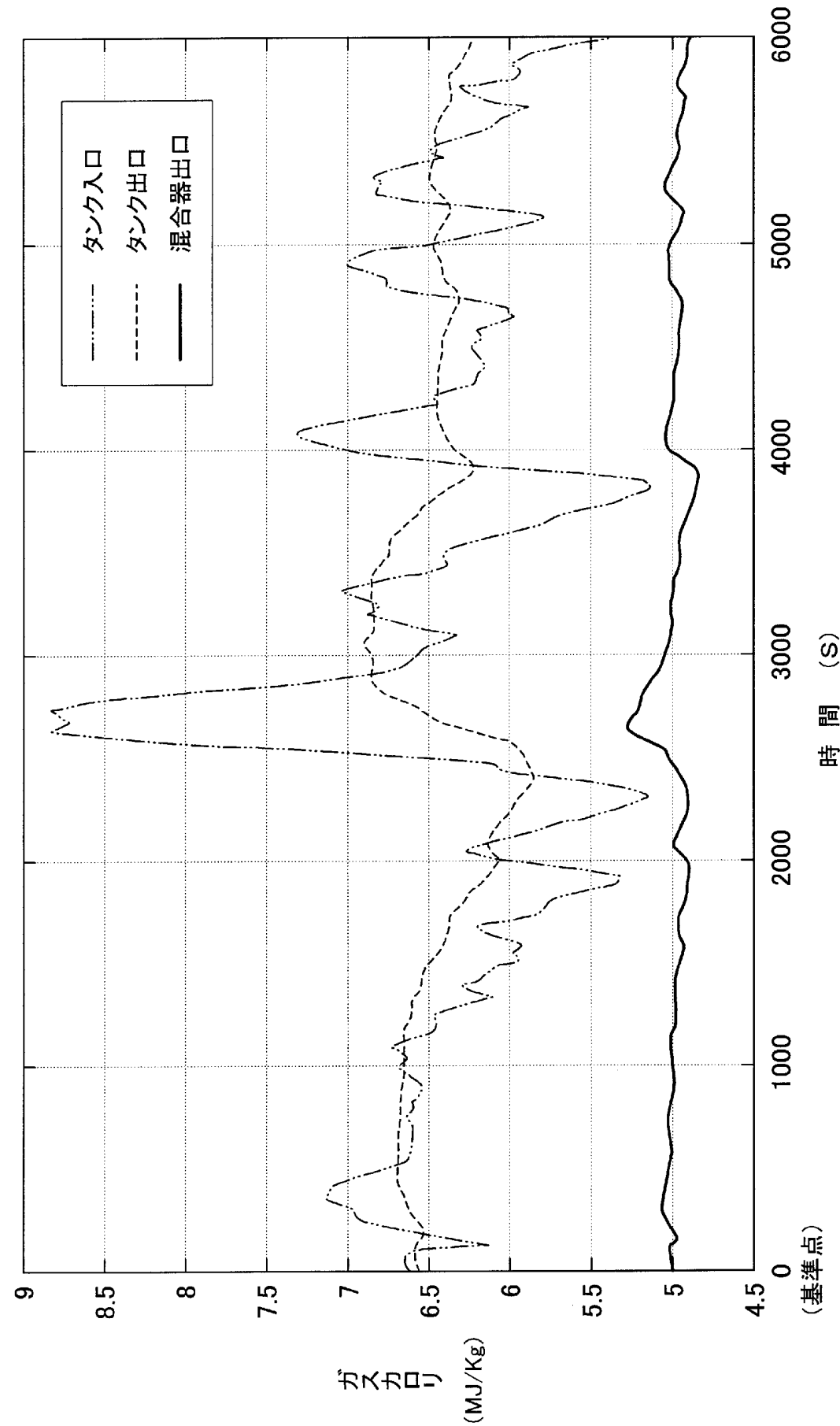
[20] 請求項13または請求項16記載のガス発熱量制御装置において、
上記燃料ガス発熱量変動が燃焼設備の燃料ガスとしての許容範囲内となるように燃料ガスを減熱または増熱する混合器を上記タンク内またはタンク外面に設け、
該混合器によってタンク内またはタンク外面で燃料ガスを減熱または増熱するように構成したガス発熱量制御装置。

[21] 請求項18または請求項19記載のガス発熱量制御装置において、
上記タンクの上流側の燃料ガス供給通路に混合器を設け、
該混合器の上流側で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値と、上記混合器の下流側で計測した燃料ガスの発熱量変動平均値とを監視する監視制御器を設け、
該監視制御器で両平均値に一定量の平均差を検出したら、上記タンク上流側の燃料ガスの発熱量変動を上記混合器下流側の発熱量に近づけるように上記タンク上流側の混合器で燃料ガスを減熱または増熱する機能を該監視制御器に備えさせたガス発熱量制御装置。

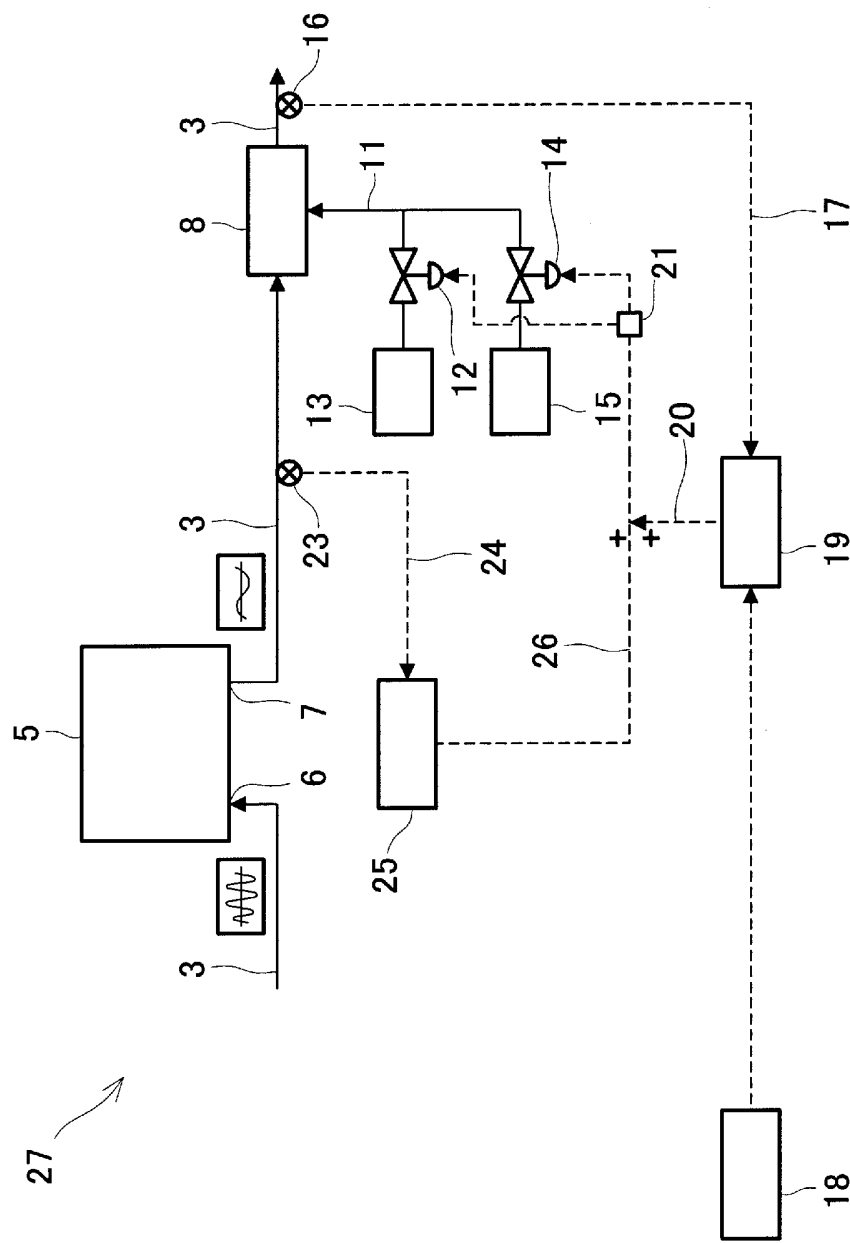
[図1]



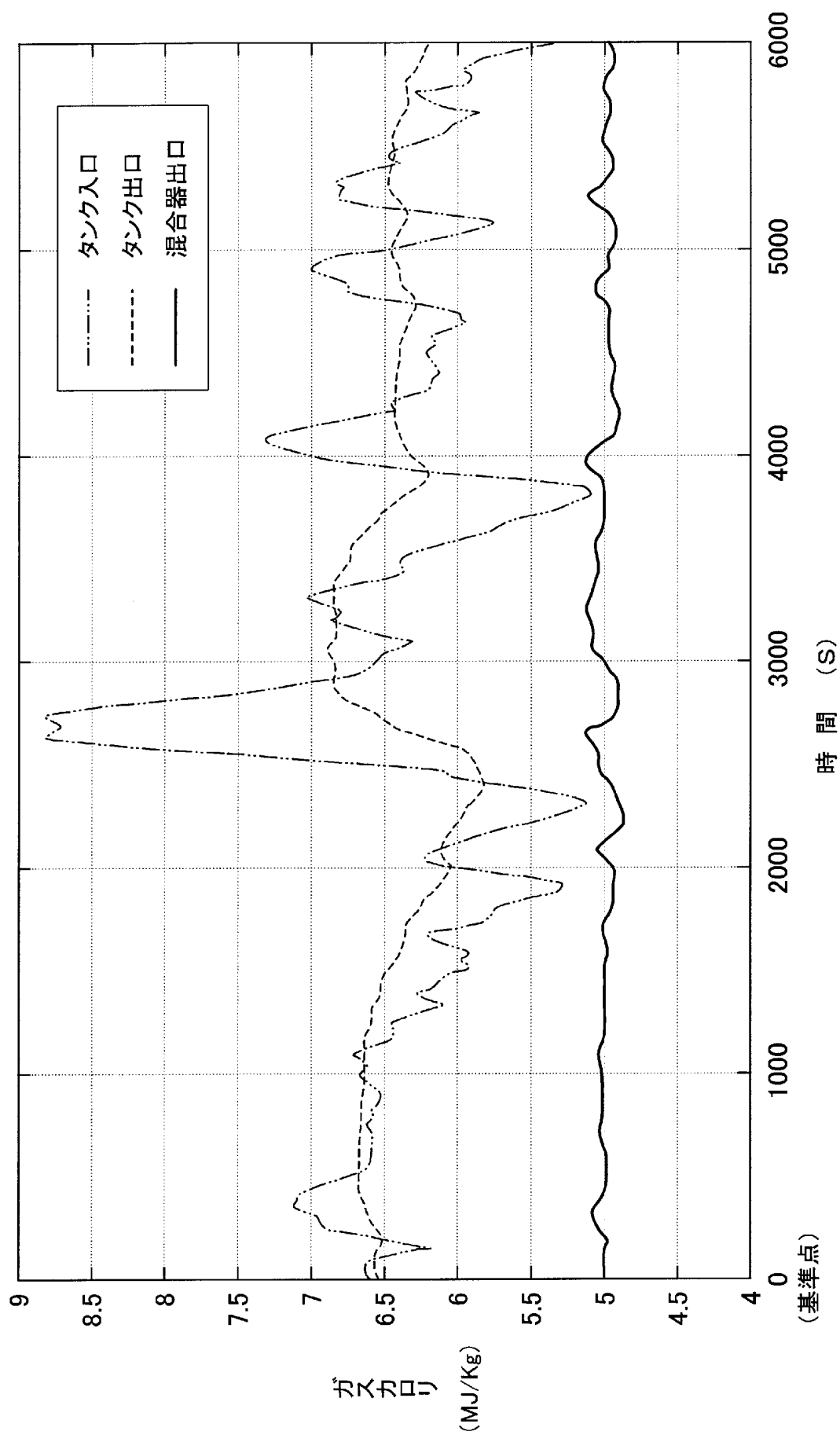
[図2]



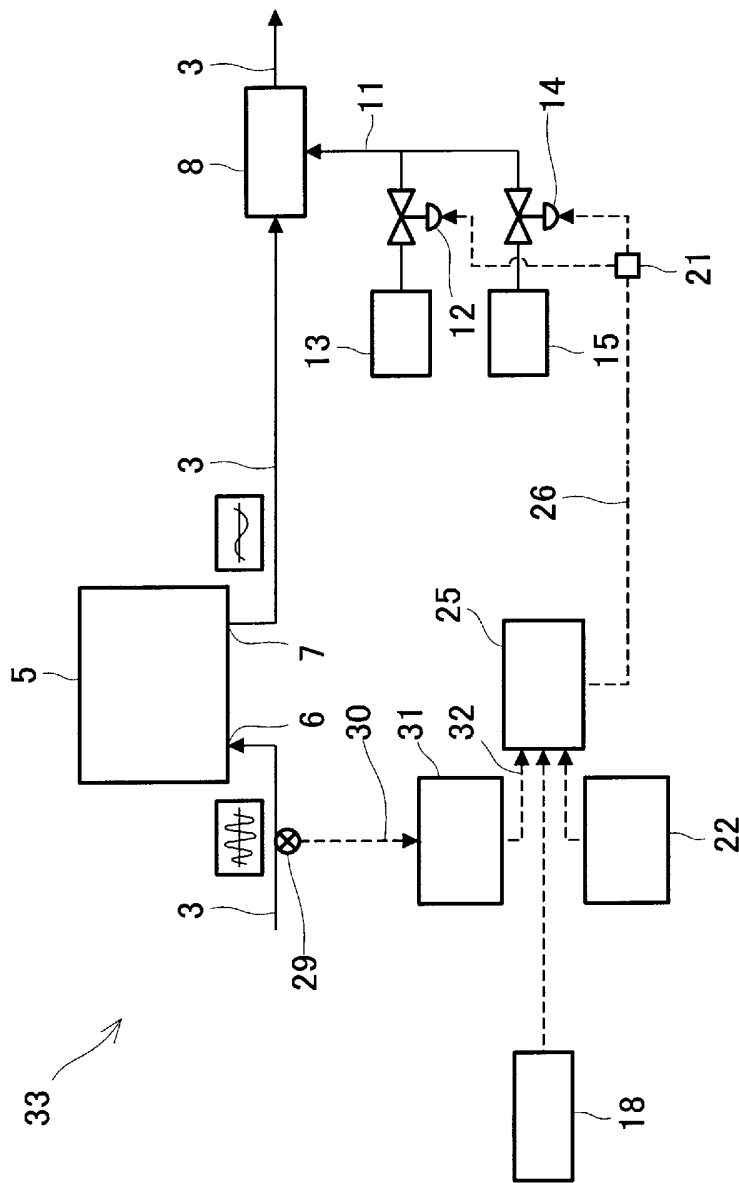
[図3]



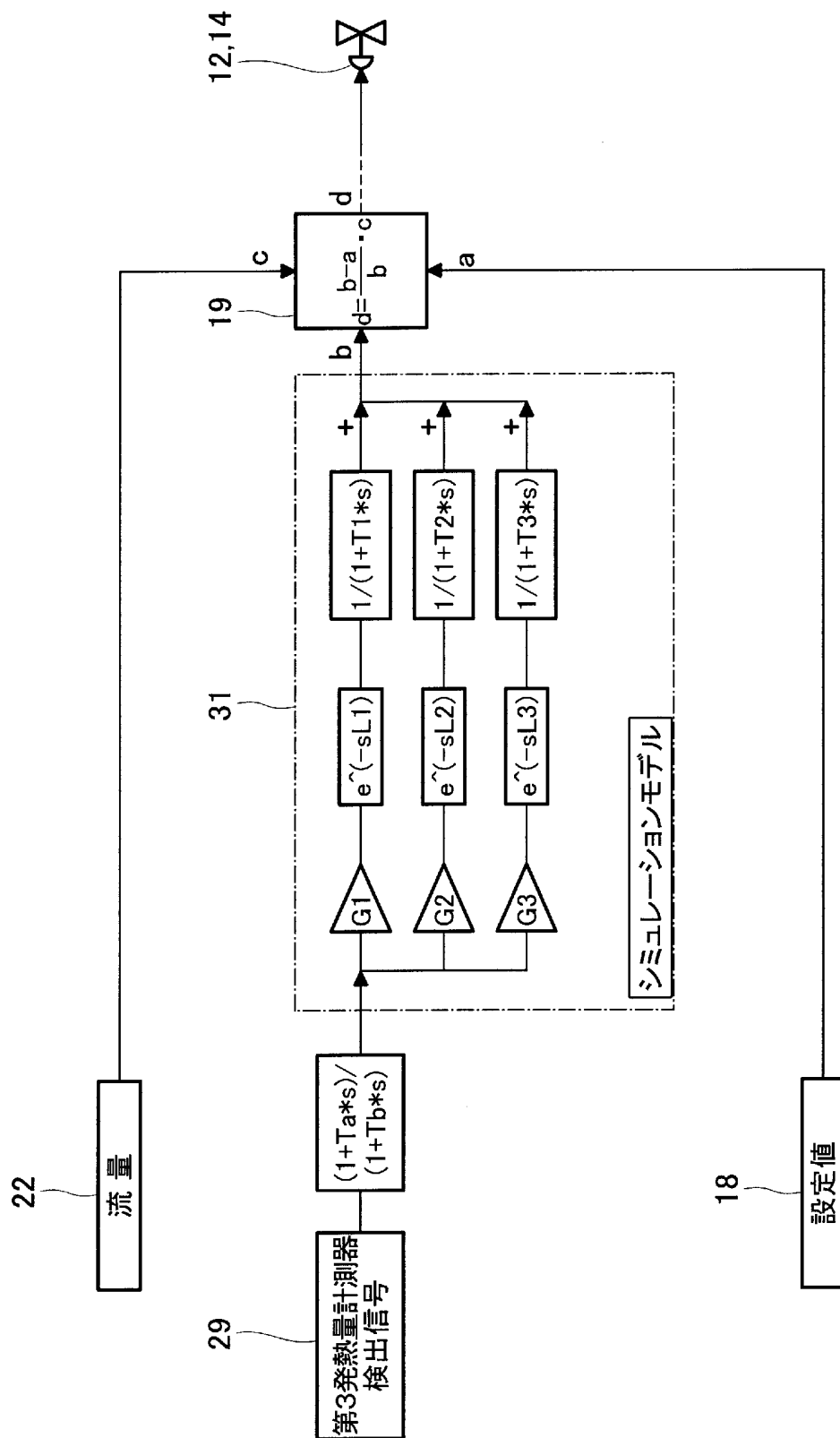
[図4]



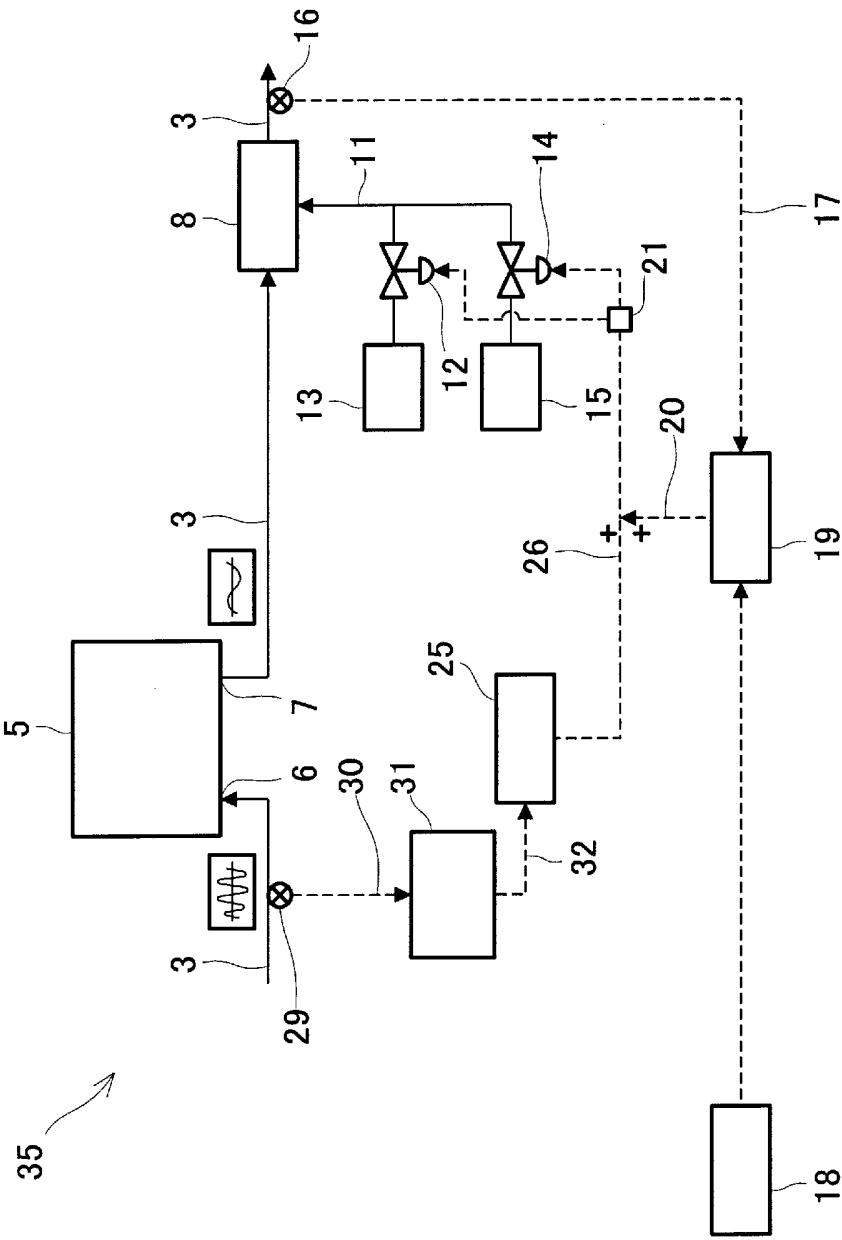
[図5]



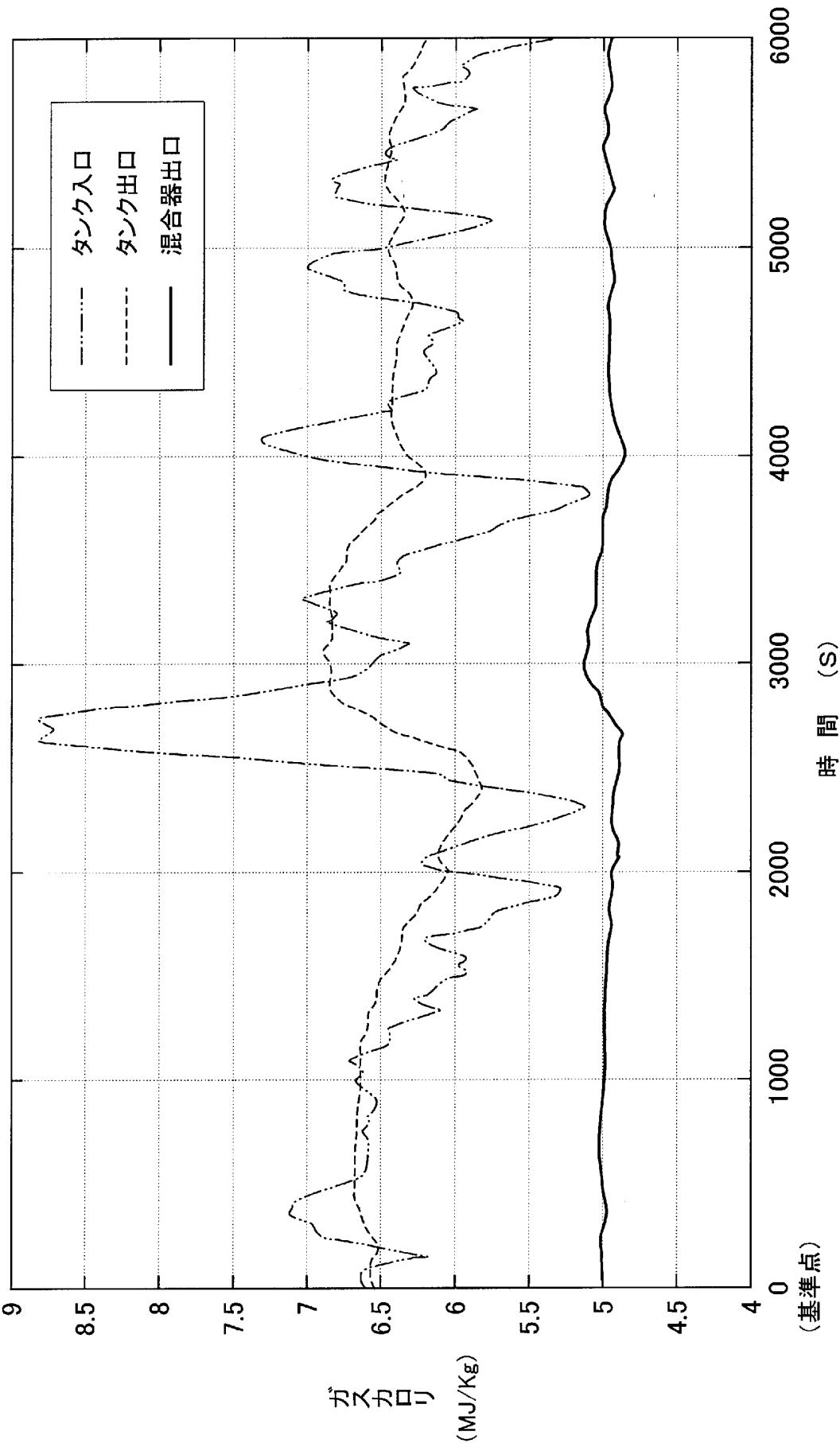
[図6]



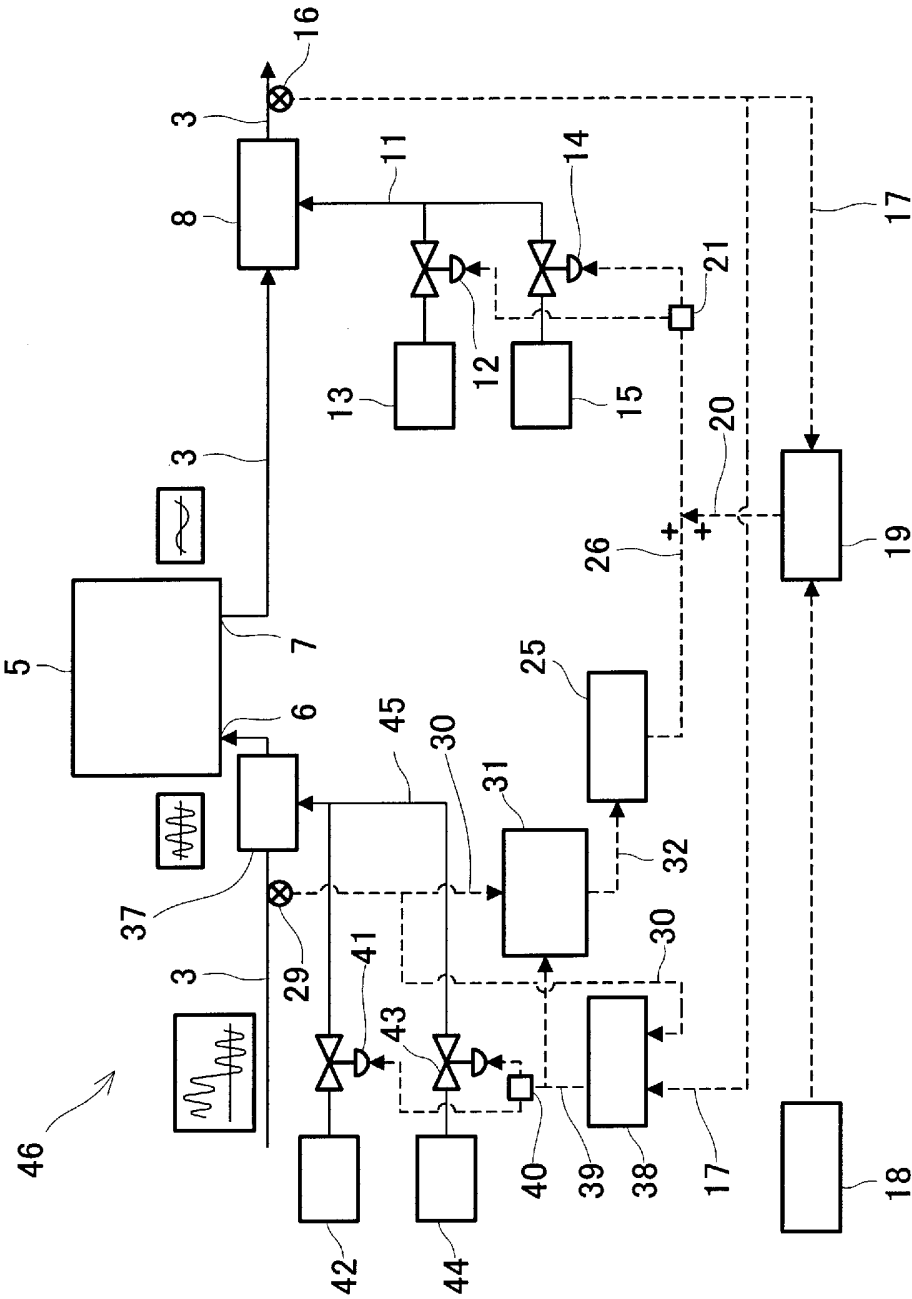
[図7]



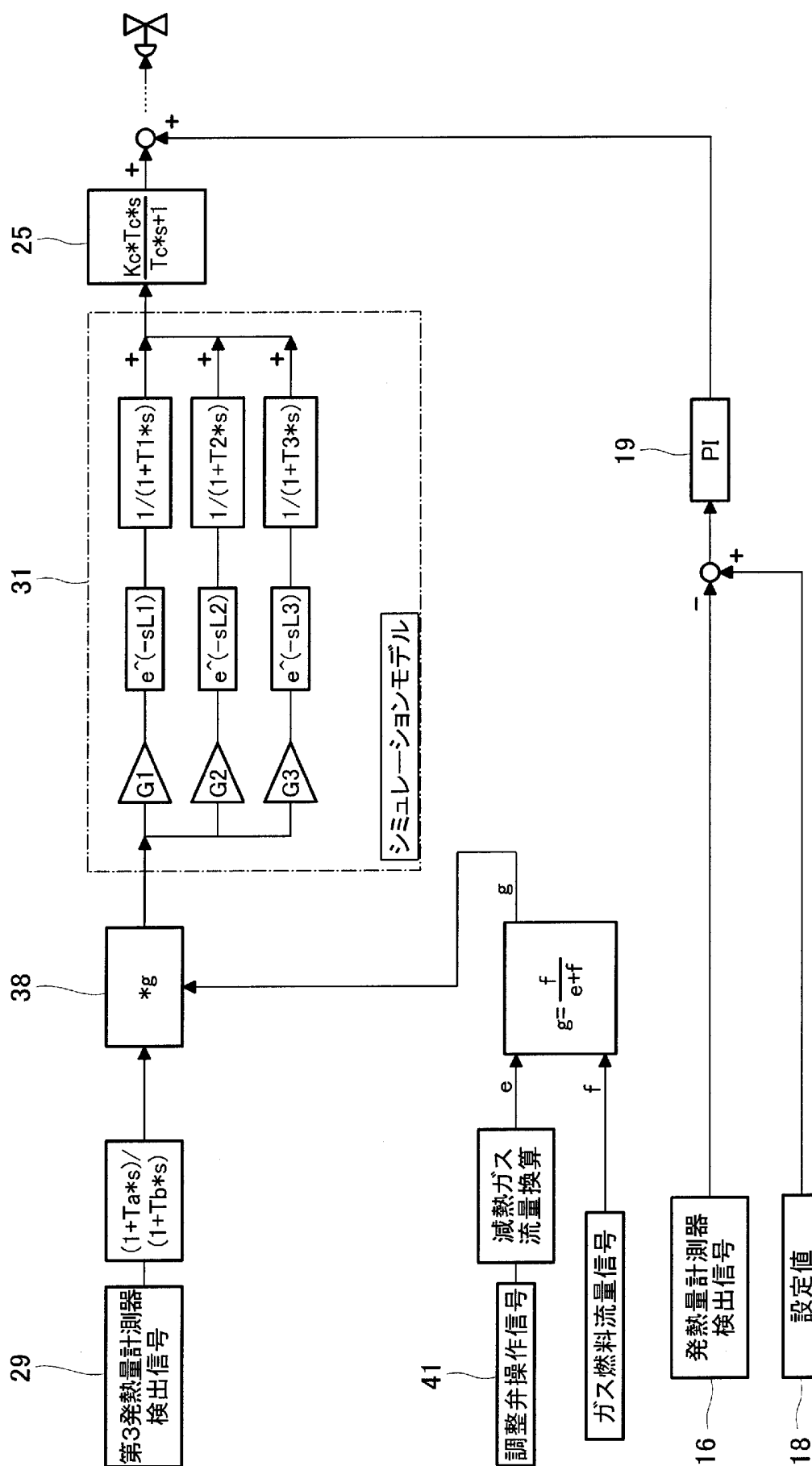
[図8]



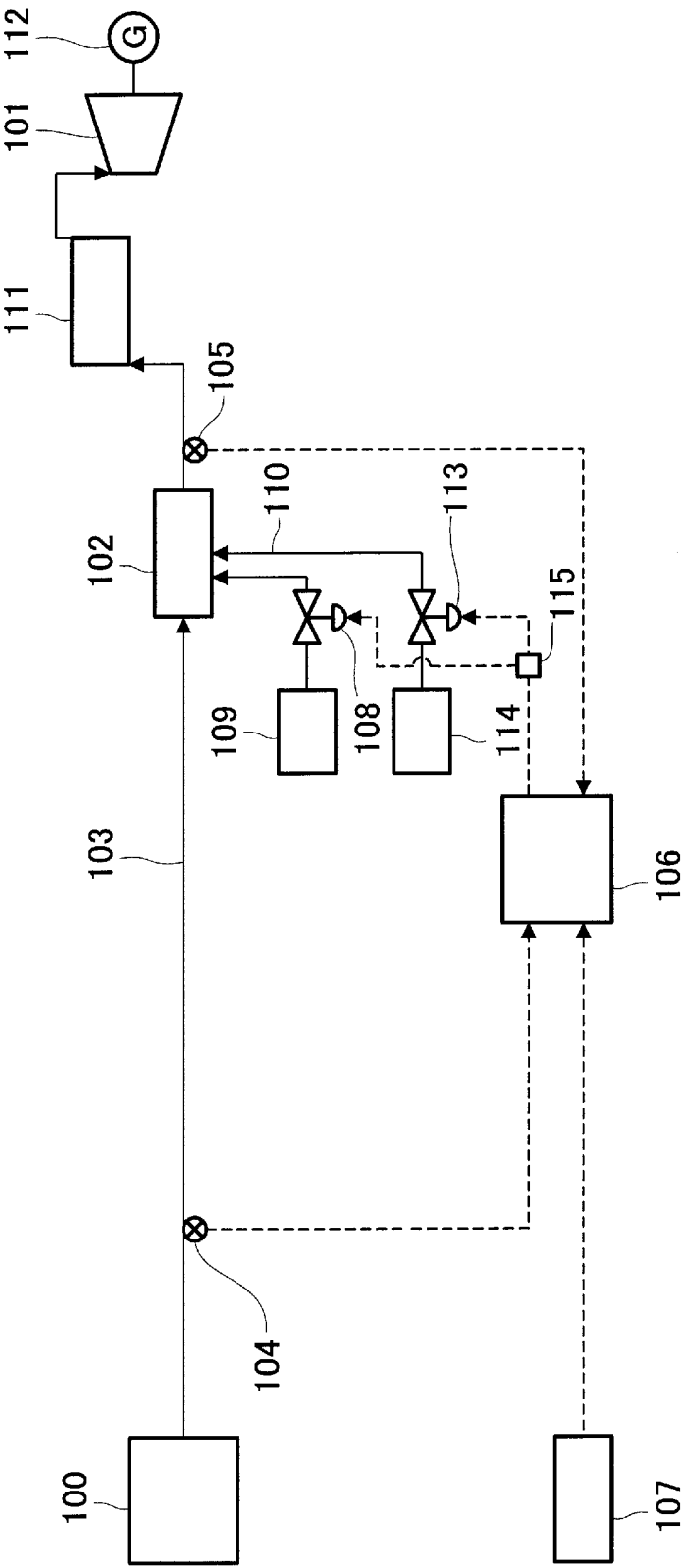
[図9]



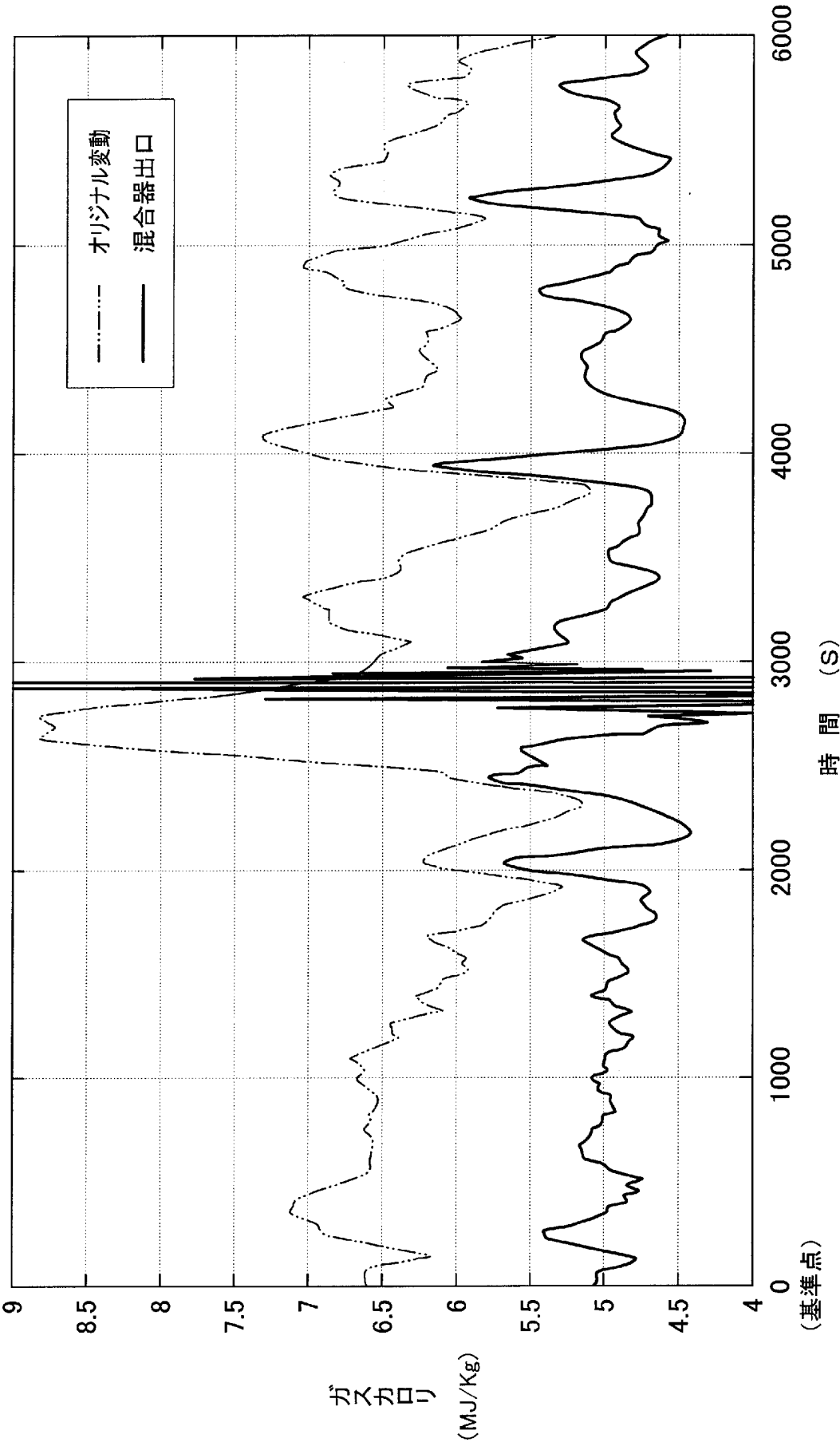
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002606

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F23K5/00, F23K5/14, F02C7/22

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.⁷ F23K5/00, F23K5/14, F02C7/22, F02C9/40, F23N1/00

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 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

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 2002-188460 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-21
Y	JP 2004-225117 A (JFE Steel Corp.), 12 August, 2004 (12.08.04), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-21
Y	JP 2004-190632 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 July, 2004 (08.07.04), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
17 May, 2005 (17.05.05)

Date of mailing of the international search report
14 June, 2005 (14.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002606

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 9-317499 A (Kawasaki Steel Corp.), 09 December, 1997 (09.12.97), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-21
Y	JP 39-3306 Y1 (Yahata Seitetsu Kabushiki Kaisha), 11 February, 1964 (11.02.64), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F23K5/00, F23K5/14, F02C7/22

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.⁷ F23K5/00, F23K5/14, F02C7/22, F02C9/40, F23N1/00

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
Y	J P 2002-188460 A (三菱重工業株式会社) 2002. 07. 05, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-21
Y	J P 2004-225117 A (J F E スチール株式会社) 2004. 08. 12, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-21
Y	J P 2004-190632 A (三菱重工業株式会社) 2004. 07. 08, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-21

☒ 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

17. 05. 2005

国際調査報告の発送日

14. 6. 2005

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)

東 勝之

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

3 L

9 2 5 0

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 請求の範囲の番号
Y	J P 9-317499 A (川崎製鉄株式会社) 1997. 12. 09, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-21
Y	J P 39-3306 Y1 (八幡製鉄株式会社) 1964. 02. 11, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-21