(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
2006 年7 月6 日 (06.07.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/070442 A1

(51) 国際特許分類[7]: F02C 9/40, 7/22, F23K 5/00, 5/14, F17B 1/12

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019547

(22) 国際出願日: 2004 年12 月27 日 (27.12.2004)

(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): 佐香 正明 (SAKO, Masaaki). 藤崎 悠二郎 (FUJISAKI, Yujiro). 大田 秀明 (OTA, Hideaki). 原田 英一 (HARADA, Eiichi). 廣川 雅俊 (HIROKAWA, Masatoshi). 野中 嘉治 (NONAKA, Yoshiharu).

(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１２３番地の１ 貿易ビル３階 有古特許事務所 Hyogo (JP).

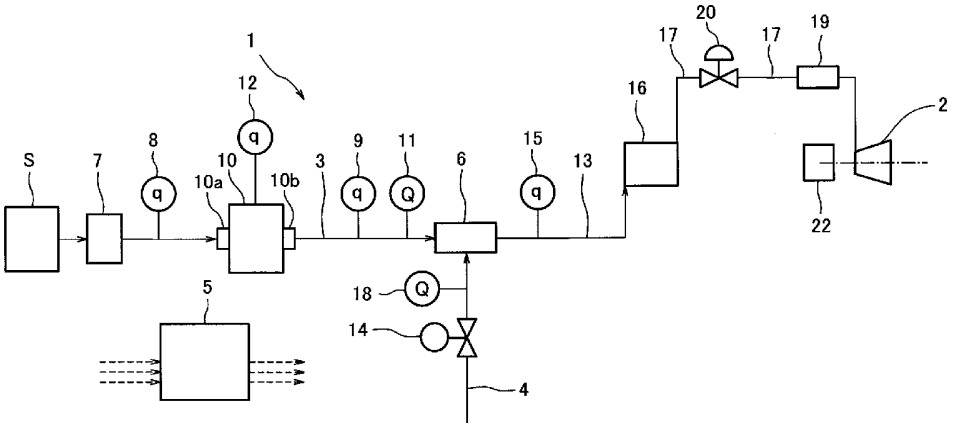
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, 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,

[続葉有]

(54) Title: GAS CALORIE VARIATION SUPPRESSOR, FUEL GAS SUPPLY FACILITY, GAS TURBINE FACILITY AND BOILER FACILITY

(54) 発明の名称: ガスカロリ変動抑制装置、燃料ガス供給設備、ガスタービン設備およびボイラー設備



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a gas calorie variation suppressor capable of supplying a low calorie gas as stabilized fuel by suppressing variation in its calorie. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] The calorie variation suppressor comprises a buffer tank (10) for storing a low calorie gas temporarily arranged in a low calorie gas supply pipe (3) for supplying a low calorie gas as a fuel gas to a gas turbine (2), an inlet (10a) formed in the tank (10) and communicating with the upstream side of the low calorie gas supply pipe (3), an outlet (10b) communicating with the downstream side of the low calorie gas supply pipe (3), and an inclining pipe member formed continuously with the low calorie gas supply pipe (3) communicating with the inlet (10a) and inclining upward.

(57) 要約: 【課題】 低カロリガスを、そのカロリの変動を抑制して安定した燃料として供給することができるガスカロリ変動抑制装置を提供すること。【解決手段】 このカロリ変動抑制装置は、低カロリガスを燃料ガスとしてガスタービン２に供給するための低カロリガス供給配管３に配設された、低カロリガスを一時的に貯留するバッファタンク１０と、このタンク１０に形成された、低カロリガス供給配管３の上流側に連通される入口１０ａと、低カロリガス供給配管３の下流側に連通される出口１０ｂと、入口１０ａに連通される低カロリガス供給配管３に連続して形成された傾斜管部材とを含んでおり、この傾斜管部材が水平から上方に傾斜している。

WO 2006/070442 A1

BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, 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).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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。

明 細 書

ガスカロリ変動抑制装置、燃料ガス供給設備、ガスタービン設備およびボイラー設備

技術分野

[0001] 本発明はガスカロリ変動抑制装置、燃料ガス供給設備、ガスタービン設備およびボイラー設備に関する。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カロリ変動抑制装置、このガスカロリ変動抑制装置を備えた燃料ガス供給設備、並びに、燃料ガス供給設備を備えた燃焼設備としてのガスタービン設備およびボイラー設備に関する。

背景技術

[0002] 製鉄分野において、たと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は投入コークス1トン当たり3000Nm^3 発生し、その組成はCO_2が10ー18%、COが22ー30%、N_2が52ー60%、H_2が0.5ー4%、CH_4が0.5ー3%とされている。

[0003] BFGはこれ以外に煙塵を2ー10g/Nm^3 含んでいるので、これを除塵器で0.01g/Nm^3 程度まで除去した後、発熱量800kcal/Nm^3 程度の燃料ガスとして、熱風炉、コークス炉、加熱炉、ボイラー等に利用されている。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。低カロリガスとは、その発熱量が約12MJ/Nm^3 以下のガスを言うことが知られている。低カロリガスとしては、後述するように、高炉ガス(BFG)には限らず、コークス炉ガス(COG)、転炉ガス(LDG)などの多くの種類のガスが含まれる。

[0004] 一方で、近年、高炉法以外の新しい製鉄プロセス(たとえばFINEXやCOREX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、発生する副生ガスの特性(ガス組成やカロリ)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。

[0005] 副生ガスをガスタービンの燃料として使用する場合の最も重要な特性であるカロリについて見てみると、各ガスタービンが固有するカロリの許容変動幅の上限(たとえば平均カロリ値の約+10%)を超えた場合、つまりカロリが急激に大きくなった場合、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ー部分、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し、ガスタービン設備の経済的な連続運転が困難になる。

[0006] 副生ガスのカロリ上昇を抑制するために窒素ガス(N_2)によって希釈する技術は公知である(たとえば特許文献1および特許文献2を参照)。しかしながら、副生ガスのカロリ値が変動する場合、N_2によって副生ガスを希釈するだけでは、この変動をガスタービン固有の許容カロリ変動幅や許容カロリ変動速度内に抑制することに十分に対応できない場合がある。これは、副生ガスのカロリ変動が急激な場合にカロリ検出器の応答に遅れが生じて適時の希釈ができないことがあり、また、高価な不活性ガスを大量に消費せざるを得ない場合にこれを確保しておくことが困難である等の理由からである。

[0007] したがって、副生ガスの特性変動があまり激しくないBFGに対してはN_2による希釈だけで有効に対処することも可能である。しかし、直接還元鉄法等では小容量の反応炉で起動、停止が繰り返されるのでガスの発生量およびカロリ値の変動が大きく顕著になるため、N_2による希釈だけでは対応は困難である。

特許文献1:特開2002−155762号公報

特許文献2:特開平9−317499号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 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、燃焼設備へ燃料として供給される低カロリガス等の燃料用ガスのカロリ変動を抑制することにより、燃料ガス

の不活性ガスによる希釈を容易且つ有効なものとし、さらには、不活性ガスによる希釈を不要とすることも可能なガスカロリ変動抑制装置、このガスカロリ変動抑制装置を備えた燃料ガス供給設備、並びに、この燃料ガス供給設備を備えたガスタービン設備およびボイラー設備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

[0009] 上記目的のために本発明のガスカロリ変動抑制装置は、

燃料ガスを燃料ガスとして燃焼設備に供給するための燃料ガス供給通路に配設された、燃料ガスを一時的に貯留するタンクと、

このタンクに形成された、上記燃料ガス供給通路からタンク内へ燃料ガスが流入するためのガス入口と、

上記タンクに上記ガス入口とは別に形成された、タンクから燃料ガス供給通路に燃料ガスが流出するためのガス出口とを有している。

[0010] 燃料ガス供給通路を通して時々刻々供給されてくる燃料用のガスがタンク内に一時的に貯留され、その中で時間差混合される。したがって、この燃料ガスが燃料ガスのようにそのカロリ値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、そのカロリ変動の幅が減少され、且つ、カロリ変動速度が緩和される。その結果、燃料ガスのカロリ変動を、希釈ガスによって燃焼設備のガス特性の許容変動範囲内に調整することが容易且つ有効となる。また、その燃料ガスの平均カロリ値によっては希釈を必要としない状態にすることも可能となる。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ガスが既に流入して滞留しているガスと混合することである。

[0011] なお、上記ガス入口に接続されるのは燃料ガス供給通路の上流側に限定されず、ガス出口に接続されるのは燃料ガス供給通路の下流側に限定されない。たとえば図26に示すごとく、燃料ガス供給通路にバイパス通路を設け、このバイパス通路にタンクを設置する場合、バイパス通路の下流側をタンクのガス入口に接続し、上流側をガス出口に接続した上で、下流側バイパス通路に、タンクへ燃料ガスを圧送する手段を設けた構成をも採用することができる。

[0012] 上記タンクの構造には限定されない。たとえば容積が変化しない固定形状のタンク

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(ガスホルダー)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、駆動装置によって蓋部材を積極的に上下動させることによりバランス効果を最大にしうるタンク容積を選定できるタンク等である。これらのタンクを流用して燃料ガスのカロリ変動を抑制する効果を発揮しうる装置とすることができる。

[0013] 上記ガス入口が水平から上方または下方に傾斜した方向に燃料ガスをタンク内へ流入させるように構成されているのが好ましい。時間差混合が効果的になされるからである。

[0014] 上記のごとくガスの流入方向を傾斜させるために、ガス入口に連通される燃料ガス供給通路に連続して形成された傾斜管部材を含み、この傾斜管部材が水平から上方または下方に傾斜している構成とすることができる。

[0015] または、上記ガス入口近傍における燃料ガス供給通路内およびタンク内のうちの一方に配設された固定ルーバを含み、この固定ルーバを、傾斜角度が固定された少なくとも一枚のルーバから構成することによっても、ガスの流入方向を傾斜させることができる。

[0016] ガス入口近傍における燃料ガス供給通路内またはタンク内に上記固定ルーバを設置する方法として、たとえばガス入口に接続される燃料ガス供給通路の一部としてハウジングを配設し、このハウジング内に取り付けてもよい。また、たとえば、タンク内部にガス入口に近接して取り付けてもよい。

[0017] 上記ガス入口に設置されたガス流入装置を含んでおり、このガス流入装置が、タンク内への燃料ガスの流入角度を変更可能に構成されてなるガスカロリ変動抑制装置が好ましい。

[0018] 上記ガス流入装置に、上記ガス入口近傍における燃料ガス供給通路内およびタンク内のうちの一方に配設された可変ルーバを備え、

この可変ルーバを、その傾斜角度を外部から変更しうるように揺動可能に装着された少なくとも一枚のルーバから構成することができる。

[0019] ガス入口近傍における燃料ガス供給通路内またはタンク内に上記可変ルーバを設

置する方法としては、たとえば、前述した固定ルーバの設置法と同じ方法を適用することができる。

[0020] 上記ガス入口が複数個形成されており、このガス入口のうち、燃料ガスをタンク内へ流入させるガス入口を選択して切り換えうるように構成されているガスカロリ変動抑制装置が好ましい。たとえば、ガスを流入させるガス入口を周期的に切り換えることによってタンク内でのガスの時間差混合を促進しうるからである。

[0021] かかるガスカロリ変動抑制装置に対して、ガス出口を複数個形成し、上記ガス入口の切り換えに同期して燃料ガスをタンク外へ流出させるガス出口を選択して切り換えうるように構成することができる。

[0022] かかるガスカロリ変動抑制装置を、複数個のガス入口のタンク内への燃料ガスの流入方向が互いに相違するように構成することができる。

[0023] 上記ガス入口が複数個形成されており、各ガス入口に連通される燃料ガス供給通路に設置された流量調整装置を含んでおり、各燃料ガス供給通路を流通するガスの流量を変更しうるように構成されているガスカロリ変動抑制装置が好ましい。たとえば、各ガス入口を通るガス流量を周期的に切り換えることによってタンク内でのガス混合を促進しうるからである。なお、上記流量調整装置としては流量調整弁が採用されうる。

[0024] 上記タンクに接続された、タンク内へ不活性ガスを流入させるための不活性ガス供給通路を含んでいるガスカロリ変動抑制装置が好ましい。タンク内で燃料ガスと不活性ガスとの時間差混合がなされるからである。

[0025] 上記ガス入口に連通された燃料ガス供給通路の内部に挿入されるようにして接続された不活性ガス供給通路を含んでおり、この不活性ガス供給通路の出口端が上記ガス入口より上流に位置しているガスカロリ変動抑制装置が好ましい。燃料ガスと不活性ガスとの混合が促進されるからである。

[0026] 上記不活性ガスが、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントのうち少なくとも一方のプラントから排出される廃棄窒素を回収したものであるガスカロリ変動抑制装置が好ましい。不活性ガスの調達が容易且つ安価だからである。なお、酸素製造プラントや窒素製造プラントとしては、たとえば高炉法、直接還元鉄法等のプロセスにおいて

設置されるものが適用されうる。

[0027] 上記タンクに互いに離間して設置された複数個の第一ガス発熱量計測装置をさらに備え、この第一ガス発熱量計測装置によってタンク内のガスの発熱量分布を計測しうるように構成することができる。

[0028] かかるガスカロリ変動抑制装置であって、第一ガス発熱量計測装置の計測値に基づいてタンク内のガスカロリ値の分布を検出し、このガスカロリ値の分布に応じて、タンク内へのガス流入方向を変化させるべく制御する制御装置を含んでいるのが好ましい。タンク内での良好なガス混合を実現しうるからである。

[0029] 上記ガス入口に連通される燃料ガス供給通路に設置された、入口側のガスカロリ値を計測するための入口ガス発熱量計測装置と、ガス出口に連通される燃料ガス供給通路に設置された、出口側のガスカロリ値を計測するための出口ガス発熱量計測装置とを含んでいるガスカロリ変動抑制装置が好ましい。

[0030] かかるガスカロリ変動抑制装置であって、入口ガス発熱量計測装置および出口ガス発熱量計測装置の計測値に基づいて、タンクへの流入ガスのカロリ変動とタンクからの排出ガスのカロリ変動とを対比し、この対比結果に基づいて、タンク内へのガス流入方向を変化させるべく制御する制御装置とを含んでいるのが好ましい。

[0031] 上記タンクの天井が上下動するように構成されている場合、この天井の上下動の方向および距離に基づいて、タンク内へのガス流入方向を変化させるべく制御する制御装置を備えているのが好ましい。天井の高さに応じて最適なガス混合を得るべくガスの流入方向を選択しうるからである。なお、天井が上下動するタンクとは、前述したように、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（天井を構成している）を有するタンク、駆動装置によって蓋部材を積極的に上下動させることによりバランス効果を最大にしうるタンク容積を選定できるタンク等をいう。

[0032] 上記ガス出口が、ガス入口の中心軸の延長線から外れた位置に形成されているのが好ましい。タンクに流入した燃料ガスのタンク内の滞留時間を延長させうるからである。なお、ガス入口の中心軸の延長線とは、たとえば、前述した傾斜管部材の中心軸の延長線等をいう。

[0033] 上記タンクの内部にガスを撹拌するための撹拌装置を設置するのが好ましい。

[0034] 本発明の燃料ガス供給設備は、

燃料ガスを燃料ガスとして燃焼設備に供給するための燃料ガス供給通路と、

この低カロリ供給通路を通して供給される燃料ガスの発熱量の変動を抑制するためのガスカロリ抑制装置とを備えており、

このガスカロリ抑制装置が前述したうちいずれか一のガスカロリ変動抑制装置から構成されている。

[0035] 上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口と燃料ガス供給通路との間に接続された出口通路と、

タンクのガス入口と燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より上流側および下流側のうちいずれか一方との間に接続された入口通路と、

上記入口通路に配設された、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでいるのが好ましい。

[0036] または、上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口と燃料ガス供給通路との間に接続された出口通路と、

タンクのガス入口と燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より上流側および下流側の両方との間に接続された入口通路と、

各入口通路に設置された、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでいるのが好ましい。

[0037] または、上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口と燃料ガス供給通路との間に接続された出口通路と、

タンクのガス入口と燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より上流側との間に接続された入口通路と、

燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より下流側と上流側との間に接続された戻し通路と、

上記入口通路および戻し通路それぞれに設置された、燃料ガスをタンクおよび上流側燃料ガス供給通路に向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでいるのが好ましい。

[0038] または、上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口に下流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクの一方のガス入口に上流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクの他方のガス入口と下流側の燃料ガス供給通路との間に接続された戻し通路と、

この戻し通路に設置された、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでいるのが好ましい。

[0039] または、上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口に下流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクの一方のガス入口に上流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクより上流側の燃料ガス供給通路とタンクより下流側の燃料ガス供給通路との間に接続された戻し通路と、

この戻し通路に設置された、燃料ガスを燃料ガス供給通路の下流側から上流側に向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでいるのが好ましい。

[0040] 本発明のガスタービン設備は、

上記燃焼設備と、

この燃焼設備に燃料ガスとして燃料ガスを供給するための燃料ガス供給設備とを備えており、

上記燃焼設備がガスタービンであり、

上記燃料ガス供給設備が、前述したうちいずれか一の燃料ガス供給設備から構成されている。

[0041] 上記燃焼設備と、

この燃焼設備に燃料ガスとして燃料ガスを供給するための燃料ガス供給設備とを備えており、

上記燃焼設備がガスをバーナーで燃焼させるボイラであり、

上記燃料ガス供給設備が、前述したうちいずれか一の燃料ガス供給設備から構成されている。

発明の効果

[0042] 本発明によれば、プロセス副生ガスのようにカロリ変動しうる低カロリガスをガスター

ビン等の燃焼設備に燃料ガスとして供給する場合、時間差混合することによってこの供給される低カロリガスのカロリ変動を抑制(緩和)することができる。すなわち、変動の振幅がを小さくすることはもとより、あたかもローパスフィルタのように、短周期や中周期の変動を消滅させて長周期の変動のみを残存させることができるので、希釈ガスによる希釈が効果的且つ容易になされる。また、希釈ガスによる希釈が不要になる場合がある。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]本発明の燃料ガス供給設備の一実施形態である低カロリガス供給設備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1におけるバッファタンクを通過することによって低カロリガスのカロリ変動が緩和される状態の一例を示したグラフである。

[図3]バッファタンクを通過することによって低カロリガスのカロリ変動が緩和される状態の他の例を示したグラフである。

[図4]バッファタンクを通過することによって低カロリガスのカロリ変動が緩和される状態のさらに他の例を示したグラフである。

[図5]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクの他の例を示す配管図である。

[図6]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図7]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図8]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図9]図8のバッファタンクに使用しているガス流入装置の一例を示す斜視図である。

[図10]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図11]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図12]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図13]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図14]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図15]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図16]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図17]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図18]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図19]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す一部断面正面図である。

[図20]バッファタンク内のガスの時間差混合のシミュレーションの結果の一例を示すグラフである。

[図21]バッファタンク内のガスの時間差混合のシミュレーションの結果の他の例を示すグラフである。

[図22]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す配管図である。

[図23]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す配管図である。

[図24]図22または図23のバッファタンクを通過することによって低カロリガスのカロリ変動が緩和される状態の一例を示したグラフである。

[図25]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す配管図である。

[図26]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す配管図である。

[図27]図1のガスタービン発電設備において設置されうるバッファタンクのさらに他の例を示す配管図である。

[図28]本発明の他の実施形態である低カロリガス供給設備を含んだボイラ設備の概略を示す配管図である。

符号の説明

[0044]

1・・・・低カロリガス供給設備

2・・・・ガスタービン

3・・・・低カロリガス供給配管

4・・・・希釈ガス供給配管

5・・・・制御装置

6・・・・混合器

7・・・・集塵装置

8・・・・入口カロリメータ

9・・・・出口カロリメータ

10・・・・バッファタンク

11・・・・流量計

12・・・・カロリメータ

13・・・・混合ガス供給配管

14・・・・流量計

15・・・・カロリメータ

16・・・・燃料ガス圧縮機

17・・・・燃料配管

18・・・・流量計

19・・・・燃焼器

20・・・・流調弁

21・・・・フィルタ

22・・・・発電機

23・・・・バッファタンク

24・・・・蓋部材

25・・・・駆動装置

26・・・・ケーブル

27・・・・プーリ

28・・・・撹拌装置

29・・・・流量計

31・・・・バッファタンク

32・・・・ガス量バランス監視装置

33a・・・・蓋部材(上部タンク)

33b・・・・下部タンク

34・・・・おもり

35・・・・傾斜管部材

36・・・・ガス流入装置

37・・・・ハウジング

38・・・・可変ルーバ

39・・・・回動軸

40・・・・接続部材

41・・・・止め弁

42・・・・不活性ガス供給配管

43・・・・連通管(出口配管)

44・・・・入口配管

45・・・・ファン

46・・・・ガス量バランス監視装置

47・・・・タンク

48・・・・圧力検出装置

49・・・・戻し配管

51・・・・低カロリガス供給設備

52・・・・ボイラ

53・・・・低カロリガス供給配管

54・・・・流量計

S・・・・直接還元鉄設備

発明を実施するための最良の形態

[0045] 添付の図面を参照しながら本発明のガスカロリ変動抑制装置、燃料ガス供給設備およびガスタービン設備の実施形態を説明する。

[0046] 図1は燃焼設備としてのガスタービンに燃料ガスとして低カロリガスを供給する本発明の燃料ガス供給設備の一実施形態である低カロリガス供給設備1と、この低カロリガス供給設備1を含んだガスタービン設備の概略とを示す配管図である。ガスタービン設備としてはガスタービン発電設備を例示している。前述したように、低カロリガスはその発熱量が約12MJ／Nm^3 以下のガスを言い、そのカロリ等の特性が変動するものが多い。

[0047] この燃料ガス供給設備としての低カロリガス供給設備1は、直接還元鉄設備Sで発生した副生ガス(以下、低カロリガスと呼ぶ)をガスタービン2に燃料として供給する燃料ガス供給通路としての低カロリガス供給配管3と、この低カロリガスを希釈するために低カロリガス供給配管3に希釈用のガスを供給するための希釈ガス供給配管4とを備えている。この希釈ガスを低カロリガスに供給するのは、低カロリガスのカロリ値が変動してガスタービン固有の許容カロリ範囲を超えることを防止するためである。希釈ガス供給配管4には、希釈ガスの流量を調整する流量調整弁(以下、流調弁という)14と流量計18とが設置されており、混合器6によって低カロリガス供給設備1に接続されている。上記希釈用ガスとしては不活性ガス、空気、蒸気、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、CO_2やHe等であってもよい。低カロリガス供給配管3の混合器6より下流部分は、そこを低カロリガスが希釈ガスと混合された状態でガスタービン2まで送られることがあるので、この範囲の配管を混合ガス供給配管13と呼ぶ。この低カロリガス供給設備1には、その作動を制御するため

の制御装置5が配設されている。

[0048] 上記低カロリガス供給配管3の混合器6より上流部分には、直接還元鉄設備Sから送られてくる低カロリガスを除塵するための集塵装置7と、低カロリガスを一次貯留するためのバッファタンク(以下、単にタンクともいう)10とが設置されている。バッファタンク10には、上流側の低カロリガス供給配管3が接続される入口10aと、入口10aとは別に下流側の低カロリガス供給配管3が接続される出口10bとが形成されている。このバッファタンク10や後述するバッファタンク31(図6等参照)は、後述する傾斜管部材35(図6等参照)、ガス流入装置36、不活性ガス供給通路としての不活性ガス供給配管42を選択的に含めてガスカロリ変動抑制装置として機能する。

[0049] バッファタンク10は比較的大容量であり、時々刻々とカロリ変動しつつ流入してくる低カロリガスがこのバッファタンク10の内部で時間差混合される。すなわち、同時にバッファタンク10に流入した低カロリガスは、比較的早く出口10bから流出する部分から遅くまでバッファタンク10内に滞留する部分まで分布している。一方、入口10a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ている。ここではこのことを時間差混合と呼ぶ。

[0050] バッファタンク10の上流側および下流側には低カロリガスの発熱量を検出するための発熱量検出装置8、9が設置されており、バッファタンク10の下流側には流量を計測するための流量計11が設置されている。図1ではこの流量計11は低カロリガス供給配管3のバッファタンク10と混合器6との間の部分に設置されているが、この位置には限定されない。たとえば、混合器6より下流の混合ガス供給配管13に設置してもよく、後述するガスタービン2の燃焼器19に接続された燃料配管17に設置してもよい。低カロリガス供給配管3上の発熱量検出装置8、9に加えて、別の複数個の発熱量検出装置12がバッファタンク10に直接取り付けられている。これらの作用については後述する。

[0051] ここで、発熱量検出装置8、9、12として、ガスの発熱量を直接計測する所謂カロリメータ、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、適用される低カロリガスが主に含む可燃成分の種類に応じて、また、主たる濃度変動が生じ

る可燃成分(たとえば、直接還元鉄法における副生ガスでは一酸化炭素)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。本明細書ではこれらの発熱量検出装置全体を代表して「カロリメータ」と呼ぶ。

[0052] 混合ガス供給配管13にはカロリメータ15が設置されている。これは、タンク10の出口側のカロリメータ9および流量計11を監視するとともに、混合ガス供給配管13のカロリメータ15を監視することによって上記混合ガスの最終的なカロリ値の適正を判断するためである。さらに、希釈ガスとして空気や燃焼設備からの排ガス等、酸素を含有するガスを用いる場合には、混合ガスの酸素濃度を制御するために混合ガス供給配管13に酸素濃度計(図示せず)を設置する。

[0053] カロリメータ15の下流側にはガスタービン2の燃料ガス圧縮機16が設置されている。燃料ガス圧縮機16からガスタービン2の燃焼器19に接続された燃料配管17にはタービン出力を調整するための流量調整弁20が設置されている。符号21は燃焼器19へ空気を供給する配管に設置されたフィルタである。ガスタービン2には発電機22が連結されている。また、図示しないが、ガスタービン2にはその排ガスを利用して発電する排熱回収ボイラ発電設備等を設置してもよい。

[0054] つぎに、図1中のバッファタンク10の作用効果について説明する。前述のごとく、このバッファタンク10は、低カロリガス供給配管3がそれぞれに接続された入口10aと10bとを有している。したがって、送られてきた低カロリガスの全部がこのバッファタンク10に流入する。このバッファタンクの容積は大きく、たとえば直径が2ー3m程度の低カロリガス供給配管3に対して通常容積が約20000ー200000m^3 程度のものが設置される。時々刻々カロリが変動しつつ送られてきた低カロリガスはバッファタンク内で時間差混合される。その結果、バッファタンク10の出口10bから出ていく低カロリガスのカロリの変動幅は一気に縮小され、変動速度は一気に低下させられる。すなわち、カロリ変動が大きく抑制(緩和)される。このようにカロリ変動が事前に緩和されると、下流において空気等の希釈によるカロリ上昇の抑制制御が非常に容易となる。以上の現象を図2ー図6を参照しつつ説明する。

[0055] 図2は、図1中のバッファタンク10の容積を200000m^3 としたときに、カロリ変動する低カロリガスが流量500000Nm^3 ／hrで供給された場合のカロリ変動の抑制(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（分）を示し、縦軸は低カロリガスの発熱量であるガスカロリ値（kcal／Nm^3）を示している。また、図中に破線で表す曲線はバッファタンク10に送られてきた低カロリガスのカロリ変動（オリジナル変動）を示している。これは実測した一サンプルである。実線で表す曲線は、十分に時間差混合された上でバッファタンク10から出ていく低カロリガスのカロリ変動（抑制後変動）を示している。図示のごとく、バッファタンク10に入る前の低カロリガスのカロリは約1530kcal／Nm^3 から約2360kcal／Nm^3 まで変動している。つまり平均値（1945kcal／Nm^3）の約±21％の変動幅を持っている。バッファタンク10から出ていく低カロリガスのカロリ変動を理論計算した結果によれば、1780kcal／Nm^3 から1960kcal／Nm^3 までであり、変動幅は平均値（1870kcal／Nm^3）の約±5％まで抑制されている。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、長周期の変動が残存している。この効果は低カロリガスの供給流量に対してバッファタンク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バッファタンクの容積を小さくしても効果がある。

[0056] 図3には、低カロリガスが流量は500000Nm^3／hrとしたままで、バッファタンク10の容積を上記のものの半分の100000m^3 としたときのカロリ変動の減衰状態が示されている。この場合のカロリ変動もバッファタンク10における十分な時間差混合により、1700kcal／Nm^3 から2040kcal／Nm^3 までの範囲に抑制されており、変動幅は平均値（1970kcal／Nm^3）の約±9％である。

[0057] 図4は、低カロリガスが流量200000Nm^3／hrで供給される設備においてバッファタンク10の容積を50000m^3 としたときの、カロリ変動の減衰状態を示している。この場合のカロリ変動もバッファタンク10における十分な時間差混合により、1740kcal／Nm^3 から2010kcal／Nm^3 までの範囲に抑制されており、変動幅は平均値（1875kcal／Nm^3）の約±7．2％である。

[0058] 図示しないが、低カロリガスが上記と同様に流量200000Nm^3／hrで供給される設備において、バッファタンク10の容積を上記の半分の25000m^3 としたときは、変動幅は平均値（1875kcal／Nm^3）の約±12％となる。

[0059] 図5に示すように、低カロリガスが流量200000Nm^3／hrで供給される設備において、容積が25000m^{3}のバッファタンク10を並列に二台設置しておき、通常運転時には二台とも使用し、定期点検や作動不良時等の非定常事態にのみ片方のタンクのみを使用するという工夫もできる。

[0060] このように、低カロリガスの時間差混合を実現しうるバッファタンクを備えることにより、低カロリガスのカロリ変動が大きく抑制される。その結果、下流において空気や不活性ガスを混合する制御が非常に容易になされる。たとえば、ガスタービン2の燃料ガスのカロリ変動幅が基準カロリ値(平均値)の±10%と設定されている場合であれば、バッファタンクの下流では変動するカロリの平均値をガスタービン2に設定された基準カロリ値と一致させるために、その仕様に適合させうる容積のバッファタンクを備え、一定比率の希釈ガスを供給するだけで良くなる。空気の供給動作に関しては低カロリガスのカロリ変動を考慮する必要が無くなる。

[0061] 極端な場合、バッファタンク10を通過した後の低カロリガスの変動するカロリの平均値が、ガスタービン2に設定された基準カロリ値とほぼ一致しているなら、希釈ガスの混合が不要となるだけでなく、希釈ガスを供給する設備が不要となる。

[0062] 図6には他のバッファタンク(以下、単にタンクともいう)31が示されている。このバッファタンク31は従来のガスタービン設備にガスホルダーとして使用されるものをカロリ変動抑制装置として兼用するために改造したものである。すなわち、タンク31に入口31aと出口31bとを別々に形成して、これらに上流側低カロリガス供給配管3と下流側低カロリガス供給配管3とそれぞれを接続している。ガスホルダーは、ガス量バランスを監視する装置32に含まれるものである。ガス量バランス監視装置32というのは、上流側から送られてくる低カロリガスの量とガスタービンで必要とする消費ガス量とのバランスを取るためのものである。供給ガス量の変動やガスタービンの負荷変動がある場合、ガスの供給量と消費量との間でバランスを取る必要がある。供給量が予想外に過剰となったときには系外に放出するなどし、供給不足となったときにはガスタービンの負荷を低下させたり、一部の運転を停止したりする。

[0063] このガス量バランス監視装置32は、内容積変動式の上記タンク31と、タンク31の上端開口をシール部材33c等によって気密に閉止し且つタンク内を上下動可能に配設

された蓋部材33aと、たとえば蓋部材33aに連結された調整用おもり34とを備えている。蓋部材33aは天井を有し、下部タンク33bと入れ子式に組み合わされた上部タンクと呼べる。シール部材33cは上部タンク33aと下部タンク33bとの間隙に配設されている。上部タンク33aの自重と上記おもり34の重量と大気圧による押し下げ力との総計と、タンク31の内圧による押し上げ力とのバランスによってタンク内を上下動する。したがって、低カロリガスの供給量と消費量とのバランスの変化に応じて蓋部材33aが上下動する。この蓋部材33aの上下動を監視しつつガスの系外放出やタービン負荷の低下等の措置をとる。このガスホルダーを低カロリガスの時間差混合用のバッファタンク31として兼用している。

[0064] 上下可動の蓋部材33aの有無に拘わらず、バッファタンク10、31は所定の容積を有しておれば前述した低カロリガスの時間差混合という作用を奏する。

[0065] 図6ー図19には、バッファタンク内でより一層十分に低カロリガスの時間差混合がなされるように、タンク内へのガスの流入方向に対して工夫が施された構成が示されている。すなわち、タンクに流入した低カロリガスの一部がタンク内にできるだけ長時間滞留し、タンク内で十分に混合されることにより、理想的な時間差混合がなされることを目的とした工夫がなされている。概説すれば、タンク内へのガス流入方向を水平方向から上方または下方へ傾斜させる構成としている。前提として、タンク内へ流入するガスの容積流量に対してタンクの内容積を十分な大きさにする必要があるだろう。たとえば、図2ー図5を参照しつつ説明したタンク10のようにである。図6ー図19において、同一部材には同一符号を付し、図面ごとの説明は省略する。

[0066] 図6のタンク31は前述したとおりガスホルダーを利用したバッファタンク31であるが、これは例示であり、可動式の蓋部材33aを有しないタンク10にもこのガスの流入方向に工夫が施された構成を適用することができる。このことは、後述する図7、図8、図10、図12ー図19、図22、図23のタンクについても同じである。タンク31の周壁の下端近傍に入口31aと出口31bとが形成され、それぞれに上流側および下流側の低カロリガス供給配管3が連通している。低カロリガス供給配管3はほぼ水平に配管されているが、入口31aに接続される上流側の低カロリガス供給配管3には、これに連続して上方に傾斜した傾斜管部材35が接続されている。こうすうることにより、低カロリガ

スはタンク内へ斜め上方に吹き上がり、ガス流の大半は即時に出口31bから流出することなくタンク内を巡る。その結果、低カロリガスがタンク内に長時間滞留し、十分に混合される。出口31bの位置がタンク内へのガスの流入方向の延長線上から外れていることも時間差混合の効果を向上させている。すなわち、傾斜管部材35や後述のガス流入装置36の中心軸の延長線から外れた位置に出口31bを形成するのが好ましい。要するに、入口10a(31a)の中心軸の延長線から外れた位置に出口31bを形成するのが好ましい。このことは、以下に説明する他のタンク10(31)にも該当する。

[0067] また、図示のごとく、タンク31内のガスを撹拌するために、タンク内にファン等の撹拌装置28を設置してもよい。タンク内でのガスの混合を促進し、それによってより効果的な時間差混合を実現するためである。撹拌装置28の設置形態としては、出口31bの近傍からガスをタンクの内方へ向けて流しうる姿勢で出口31bの近傍に設置するのが好ましい。出口31bから流出しようとするガスをタンクの内方へ押し戻してガスのタンク内滞留時間を長くすることができ、それによってガスの効果的な時間差混合が実現されうるからである。また、たとえば出口がタンクの下部に形成されているときはガスを上方に流し、出口がタンクの上部に形成されているときはガスを下方に流しうる配置が好ましい。この撹拌装置28は、図6のタンク31に限定されず、他の図面に示すタンク10、23、31、47や、カロリ抑制効果を発揮しうる他のタンクに対しても設置することが可能である。なお、撹拌装置28の回転駆動機としての電動モータ28a等はタンクの外部に設置しておくのが好ましい。

[0068] また、タンク内のガスを撹拌するための機構として、タンク内のガスを循環させるための配管(図示せず)をタンクに接続してもよい。すなわち、タンク壁にガス循環用の入口と出口とを形成し、この出入口に循環用の一本の配管を接続する。そして、この循環用配管の内部に上記撹拌装置28と同様のファンを設置する。こうすれば、このファンの作動により、タンク内のガスが循環用配管から吸い出されて再度タンク内に流入させられるので、ガスの循環が生じ、ひいてはタンク内でのガスの撹拌効果が生じる。

[0069] 図7に示すタンク23は他の種類のガスホルダーを利用した内容積変動式のバッファタンク23である。このガスホルダーは、タンク内を気密に上下動するように設置され

た蓋部材24を駆動装置25によりチェーンやケーブル26を介して積極的に上下動させ、操業時のガスの需給バランス効果を最大にしうるタンク容積を決定することができるというものである。図示のごとく蓋部材24を小型化して軽量にすることにより大容積のタンクにも適用され、上下動させるための駆動系を簡素化することができる。このようなガスホルダーも、低カロリガスの入口23aと出口23bとを別に形成し、入口23aに上流側低カロリガス供給配管3を接続し、出口23bに下流側低カロリガス供給配管3を接続することにより、カロリ変動抑制効果を奏するバッファタンクとして流用することができる。入口23aに接続される上流側の低カロリガス供給配管3にも、これに連続して上方に傾斜した傾斜管部材35が接続されている。符号27はケーブル26を支持するプーリである。

[0070] しかし、上流側の低カロリガス供給配管3はタンク23の底部より下方に配管されている。タンク23の入口23aはタンク底部における周縁近傍に開口され、傾斜管部材35はタンク底部の下方から上方に傾斜して入口23aに接続されている。この構成によっても図6のタンク31と同様に効果的な時間差混合が実現される。また、入口23aがタンク底部に開口されているので、上記蓋部材24の高さ変動の許容範囲をタンクの底部近傍までとし、タンク23の内容積を最大限に活用することができる。

[0071] 以上説明したタンク31、23(図6および図7)には上方に傾斜した傾斜管部材35が配設されているが、かかる構成に限定されない。たとえば、蓋部材を有していない固定形状のタンク10では、タンク周壁の上端近傍に入口および出口を形成し、これらに低カロリガス供給配管3を接続することもできる。その場合には、上流側低カロリガス供給配管3の先端に連続して下方に傾斜した傾斜管部材を接続することになる。すなわち、上流側低カロリガス供給配管3のタンクへの接続位置の高さに応じて傾斜管部材の傾斜方向を選択すればよい。

[0072] 図8に示すタンク31にはその周壁の下端近傍に入口31aと出口31bとが形成されている。上流側および下流側の低カロリガス供給配管3ともにほぼ水平に配管されている。上記入口31aには、タンク内へのガス流入方向を変更するためのガス流入装置36が配設されており、このガス流入装置36に上流側の低カロリガス供給配管3が接続されている。タンク31はもともとその内部に流入したガスの流れを生じさせて均

一に混合しようとする機能を有するが、ガス流入装置36とこの作動を制御する制御装置5とによってガス流れの態様を変更することを可能とし、均一混合効果をより一層向上させることができる。

[0073] 図9も合わせて参照すれば明らかなように、このガス流入装置36は、タンクの入口31aの外部に上流側低カロリガス供給配管の一部として形成されたハウジング37と、このハウジング37の内部に上下に間隔をおいて収容された複数枚の可変ルーバ38を有している。各可変ルーバ38はほぼ水平に配置され、その回動軸39がハウジング37の外部に突出されている。この回動軸39の突出した部分を、電動モータ、油圧モータ、空圧シリンダ、油圧シリンダ等の公知の手段によって回動させてルーバ38を上下方向に揺動させることができる。ルーバ38を上下方向に揺動させると、それに応じてガスの流入方向を変更することができる。したがって、図6および図7に示す傾斜管部材35と同様にガス流を上方に傾斜させることが可能である。設置するルーバの枚数は限定せず、一枚でも複数枚でもよい。枚数が多いと流入方向を定める効果は向上するが流入抵抗が増加する傾向にある。

[0074] また、図9に示すように、ハウジング37の外部に突出した回動軸39には傾斜方向指示器39aが設置されており、ガス流入装置36の外部からルーバ38の傾斜方向、ひいてはガスの流入方向を表示することができる。また、このルーバ38の傾斜方向については、図示しない検出器によって検出して制御装置5にその検出信号を送信し、これに基づいて図示しない遠隔表示装置に表示させるようにしてもよい。また、ハウジング37に透視窓を形成して、外からルーバ38の傾斜方向を確認し得るようにしてもよい。

[0075] さらに、図示のごとく上下可動の蓋部材33aを備えたタンク31の場合、その天井が上下動するが、制御装置5にその天井の位置信号を入力し、この位置信号に応じて最適なガス流入方向を選定することが可能となる。たとえば、蓋部材33aが上昇すればガス流入方向をさらに上方に傾斜させためために、ルーバ38をその水平からの仰角が大きくなるように上方へ揺動させる。蓋部材33aが下降すればガス流入方向を現在の方向よりも下方に傾斜させるために、ルーバ38をその水平からの仰角が小さくなるように揺動させる。

[0076] また、図8のタンク31（蓋部材33aを含む）には前述した複数個のカロリメータ12が間隔をあけて適宜箇所に取り付けられている。このカロリメータ12の計測値によってタンク31内のガスの時間差混合の程度を知ることができる。タンク31内における各部位のカロリ値の差（いわばカロリ値の分布）が小さいほど時間差混合が効果的になされていると判断できる。上記制御装置5によってルーバ38の傾斜角度を変化させつつこのカロリメータ12によって連続的にカロリ値を計測する。そうすれば、時間差混合にとって最適のルーバ38の傾斜角度を知ることができる。また、タンク31の蓋部材33aの高さ位置等、その他の条件ごとにも最適な傾斜角度を知ることもできる。このデータを制御装置5に記憶させておけば、運転の際にこの制御装置5によってタンク内のカロリ値の分布に基づいてルーバ38を最適な角度にする制御が可能となる。

[0077] 図8のタンク31に接続された上流側および下流側の低カロリガス供給配管3にはそれぞれ入口カロリメータ8と出口カロリメータ9とが設置されている。各カロリメータ8、9は連続してガスカロリ値を計測しているので、上流側および下流側の低カロリガス供給配管3におけるカロリ変動を検出することができる。制御装置5は、そこに上流側および下流側それぞれのガスカロリ変動を示す信号が入力されるので、これらを対比することによってタンク31によるカロリ変動の抑制効果の程度を検出することができる。したがって、この制御装置5により、カロリ変動抑制レベルの設定値と検出値との偏差を算出し、この偏差を埋めるように（均一な時間差混合効果が最大となるように）ルーバ38の傾斜角度を制御する。

[0078] たとえば、上記制御装置5によってルーバ38の傾斜角度を変化させつつこのカロリメータ8、9によって連続的にカロリ値を計測する。そうすれば、時間差混合にとって最適のルーバ38の傾斜角度を知ることができる。また、前述したタンク31の蓋部材33aの高さ位置等、その他の条件ごとにも最適な傾斜角度を知ることもできる。このデータを制御装置5に記憶させておけば、運転の際にこの制御装置5によってカロリ変動抑制レベルの設定値と検出値との偏差を埋めるべくルーバ38を最適な角度にする制御が可能となる。

[0079] 図8のタンク31の上記ガス流入装置36は、タンク外に設置したハウジング37の内部に可変ルーバ38を収容しているが、かかる構成に限定されない。たとえば、ハウジ

ングは設けずに、タンク内における入口に近接した位置に、タンク外部から揺動駆動しうるように可変ルーバ38を設置してもよい。

[0080] 図10には、前述したような可変ルーバ38を内蔵したガス流入装置36を底部の周縁近傍に備えたタンク31が示されている。上流側の低カロリガス供給配管3はタンク31の底部より下方に配管されており、タンク31の入口31aがタンク底部における周縁近傍に開口されている。この開口31aの下部にガス流入装置36が設置されている。この構成によっても図8のタンク31と同様に、カロリメータ8、9、12による検出および制御装置5の制御によって効果的な時間差混合が実現される。

[0081] ガスの流入方向を変更するためのガス流入装置としては可変ルーバ38を備えた上記装置36に限定されない。ガスの流入方向を外部から任意に変更しうるいかなる公知の好適な手段をも採用することができる。また、ガス流入装置36は可動の蓋部材33aを備えたタンク31に限らず、容積を変更し得ない固定形式のタンク10(図1、図11参照)にも設置することが可能である。

[0082] 以上説明したガス流入装置36は、タンクへ流入するガスの流れを横方向に変化させるために用いることもできる。すなわち、ガス流入装置36全体をその中心軸回りに0°ー90°の範囲で回転可能な構成としてタンク10、23、31に取り付ける。こうすれば、前述したようにカロリメータ8、9、11によってタンクにおけるカロリ変動抑制効果を連続的に確認しつつガス流の方向を横方向にも変化させて最適な流入方向を設定することができる。

[0083] 図11に示すタンク31はその周壁の下端近傍に入口10aと出口10bとが形成されており、出口10bには下流側の低カロリガス供給配管3が接続されているが、入口10aからは上流側の低カロリガス供給配管3がタンク内部に挿入されている。タンク内部において、上流側の低カロリガス供給配管3の先端には上方に傾斜した傾斜管部材35がフランジ等の接続部材40によって着脱自在に接続されている。もちろん、上流側の低カロリガス供給配管3を入口10aに接続し、入口10aの内側に傾斜管部材35を着脱自在に接続してもよい。このタンク10は可動の蓋部材を有しておらず、天井高さが固定されているので、ガスの流入方向を頻繁に変える必要がない。したがって、低カロリガスの流量を大幅に変更するときなどに、傾斜角度の異なる傾斜管部材35に

取り替えることができるようにしている。また、この傾斜管部材35を低カロリガス供給配管3の中心軸回りに回転させて(たとえば、相互のフランジ40のボルト孔を1ピッチまたはそれ以上ずらせて)低カロリガス供給配管3に取り付けることにより、流入方向を上下に限らず左右に(横方向に)も変化させることができる。傾斜角度の異なる傾斜管部材35を上記のごとく低カロリガス供給配管3の中心軸回りに回転させて付け替えることにより、流入方向を上下に変化させることなく左右にのみ変化させることができる。

[0084] 図12に示すタンク31には三個の入口31aが形成され、各入口31aに上流側の低カロリガス供給配管3の分岐管(上流側分岐管)3aが傾斜管部材35を介して接続されている。入口31aおよび上流側分岐管3aは三個に限定されず、複数個であればよい。上記複数個の入口31aは間隔をおいてタンクの周壁(底部でもよい)に形成されている。各上流側分岐管3aには止め弁(流調弁であってもよい)41が取り付けられており、これらを適宜選択して開閉することができる。上記制御装置5により、三台の止め弁41を順次開弁閉弁して三本の上流側分岐管3aを周期的にまたは非周期的に切り換えることにより、タンク内へのガス流入位置を変化させることができる。

[0085] または、この止め弁41に替えて流調弁を用いることにより、三本の上流側分岐管3aを通るガスの流量を周期的にまたは非周期的に異ならせることもできる。このようにして制御装置5はタンク内のガス流の態様を最適化するように制御する。この最適の態様は多くの操業データに基づいて作成されたデータセットを基準にして、類似の操業状況(ガスカロリ、ガス流量、ガス成分、タンク内滞留時間等)に最も適したデータセットを適用することができる。なお、上記傾斜管部材35を介装しなくてもよいが、傾斜管部材35を取り付けることによって一層効果的な時間差混合が実現される。

[0086] また、上記複数個の傾斜管部材35の中心軸の向く方向、とくに上下方向の傾斜角度を異ならせておいてもよい。このようにすれば、タンクの天井高さの変化等の条件変化に対応して適切なガスの流入方向を選択することができる。

[0087] 図12に示してはいないが、複数本の上流側分岐管3aとともに複数本の下流側分岐管を配設してもよい。各下流側分岐管に止め弁または流調弁を取り付け、これらを適宜選択して開閉することができるように構成してもよい。かかる構成によれば、上記

制御装置5により、三本の上流側分岐管3aを周期的にまたは非周期的に切り換えたり流量を変化させるとともに、下流側分岐管をも周期的にまたは非周期的に切り換えたり流量を変化させることができる。したがって、前述した上流側分岐管3aのみの制御に比べて、ガスの時間差混合にとって一層好ましいガス流の態様を実現することが可能となる。

[0088] このタンク31の平面図である図12(a)には、上流分岐管3aと下流側低カロリガス供給配管3とが対向する位置(タンクの中心軸について180°の位置)に接続されているが、かかる構成に限定されない。対向しない位置でもよい。たとえば両配管3a、3が90°、120°、135°等の角度をなす位置に接続してもよい。ガスがタンク内により長く滞留する可能性があるからである。このことは他のタンク(図6ー図8、図10、図11、図13ー図19)についても同様に言えることである。

[0089] 図13に示すタンク31は、図12のタンク31の複数個の入口31aそれぞれに前述と同じガス流入装置36(図9参照)が取り付けられたものである。ここではガス流入装置36の説明を省略する。このタンク31にも前述した複数本の下流側分岐管を配設してもよい。この構成によれば、図12を参照しつつ説明した制御による時間差混合の効果に加えて、可変ルーバ38によるガス流方向の制御も可能であるため、ガスの時間差混合にとって一層好ましいガス流の態様を実現することが可能となる。

[0090] 図14ー図19にはそれぞれ、低カロリガスを希釈するための不活性ガスをタンクに投入する機構を備えたタンク31が示されている。図1に示す低カロリガス供給配管3には、そのバッファタンク10の下流側に不活性ガス等の希釈ガスを供給するための希釈ガス供給配管4が配設されている。これは、前述したように、バッファタンク10(31)によってそのカロリ変動が抑制された後の低カロリガスの平均カロリ値がガスタービン固有の許容カロリ値の範囲を超える場合に希釈ガスによってカロリ値を低下させるのが目的である。しかし、上記平均カロリ値を低下させるのに必要な希釈ガスを事前にバッファタンク10(31)に投入するようにすれば、上記希釈ガス供給配管4を用いて行うカロリ制御は簡素化されるか、または不要になるので有利である。たとえば、入口カロリメータ8の検出結果から入口側の低カロリガスの平均カロリ値を算出し、この平均カロリ値がガスタービン固有の許容カロリ値の範囲を超える場合に、カロリ値を許容

範囲内に低下させるに必要な量の希釈ガスをタンクに投入する。または、入口側の低カロリガスの平均カロリ値が急激上昇したときに、そのときの出口側の平均カロリ値とほぼ等しくなるように必要な量の希釈ガスをタンクに投入する。

[0091] しかし、低カロリガスと投入する不活性ガスとの量的な関係だけに着目するのではなく、これに加えて両ガスの混合の促進を図るのが望ましい。かかる理由から、図14ー図19に示すタンク31には上記希釈ガス供給配管4とともにまたはこの配管4に代えて、好適な不活性ガス供給機構がタンク31へ接続されている。このように、タンク10(23、31、47)またはその上流から低カロリガスとは別に不活性ガスを低カロリガス供給配管3に供給する場合、タンク10の下流側に設置された流量計11(図1参照)とは別に、低カロリガスの流量のみを計測する流量計29を不活性ガスの供給点より上流の低カロリガス供給配管3に設置している(図14ー図19参照)。

[0092] 図14および図15に示すタンク31の入口31aには、図6および図7に示したと同様の傾斜管部材35を介して上流側低カロリガス供給配管3が接続されている。この点については詳細な説明を省略する。しかし、この上流側低カロリガス供給配管3内部には不活性ガス供給配管42が挿入されて接続されており、その先端が開放されて不活性ガスを低カロリガスの流れに混入させるように構成されている。したがって、低カロリガス供給配管3における不活性ガス供給配管42が挿入されている範囲は二重管として構成されている。不活性ガスの流速は低カロリガスの流速より低速とするのが混合性向上の観点から好ましい。以上説明した構成により、不活性ガスは低カロリガスと同一の流入方向でタンク内に投入され、低カロリガス中に不活性ガスが不均一に分布することが防止される。

[0093] 図16および図17に示すタンク31は、図14および図15に示すタンク31の傾斜管部材35に代えて図9に示すようなガス流入装置36が配設されたものである。ガス流入装置36の構造、機能については説明を省略する。このタンク31では低カロリガス供給配管3と不活性ガス供給配管42との二重管を備えているので、可変ルーバ38によって流入方向が変えられようとも、タンク内に流入する低カロリガスと不活性ガスとは同一方向に流入する。かかる構成により、タンク内で低カロリガス中に不活性ガスが不均一に分布することが防止される。上記二重管は必要に応じて三重管等の多重管

としてもよい。

[0094] 図18に示すタンク31には近接した二つの入口31a、42aが形成されている。一方の入口31aには上流側低カロリガス供給配管3が傾斜管部材35を介して接続されており、他方の入口42aには不活性ガス供給配管42が傾斜管部材35を介して接続されている。タンク内への低カロリガスと不活性ガスとの流入方向がほぼ平行となるように、両傾斜管部材35の水平からの傾斜角度はほぼ同一にされている。低カロリガス供給配管3と不活性ガス供給配管42とは図示のごとく上下に近接して配管しているが、横方向に近接して配管してもよい。

[0095] 以上説明したタンクのうち傾斜管部材を用いているものについては、とくに傾斜管部材に限定されることはない。ガスの流入方向を固定的に傾斜させうる他の好適な手段を用いてもよい。たとえば、傾斜角度が固定されたルーバを内蔵したハウジングをタンクの入口10a、31aに設置したり、タンク内部における入口近傍に傾斜角度が固定されたルーバを設置してもよい。

[0096] 図19に示すタンク31は、図18に示すタンク31の傾斜管部材35に代えて図9に示すようなガス流入装置36が不活性ガス供給配管用の入口42aに配設されたものである。ガス流入装置36の構造、機能については説明を省略する。このタンク31では上下に近接した低カロリガス供給配管3と不活性ガス供給配管42とはともにガス流入装置36を備えているので、両ガスの流入方向をほぼ同一方向とすることが可能である。しかし、両ガスのタンクへの流入速度が異なるような特別な場合に、両ガスの流入方向を変えることができるので、様々な制御が可能となる。かかる構成により、タンク内で低カロリガス中に不活性ガスが不均一に分布することが防止される。

[0097] 以上説明したタンク10(31)へ投入する不活性ガスとしては、高炉法、および、FINEX法やCOREX法等の直接還元鉄法で使用される酸素製造プラントから放散される廃棄窒素、並びに、酸素製造プラントに併設される窒素製造プラントから排出される酸素を微量に含んだ廃棄窒素を使用するのが好ましい。大量に廃棄される窒素を回収して使用するので操業コストがきわめて低廉となるからである。

[0098] FINEX法やCOREX法等の直接還元鉄法の場合、還元剤として酸素を用いるので、酸素を大量に製造する酸素製造プラントの設置が必須である。高炉法において

も酸素を使用するので規模の差はあっても酸素製造プラントを使用する。酸素製造プラントは空気から窒素を分離して酸素を製造するのであるが、酸素を分離した後の排ガスは廃棄窒素として通常は大気に放散される。一方、酸素製造プラントに窒素製造プラント併設して高純度の窒素を製造することも多々あるが、この場合でも酸素を微量に含んでしまった窒素は廃棄窒素として大気に放散される。このような廃棄窒素は窒素ガスが95ー98質量%程度、且つ、酸素が2ー5%程度のガス組成を有しており、低カロリガスの可燃限界の観点からもきわめて安全な希釈ガスである。もちろん、ボンベ等に充填している純粋窒素を用いてもよい。

[0099] 上記不活性ガス供給配管42と同様に低カロリガスを希釈する目的で、不活性ガスに代えて、空気または燃焼設備で生じる排ガスをタンク内に供給する設備を設けてもよい。この供給の方法としては、不活性ガスと同様にタンクに直接供給したり、タンクより上流の低カロリガス供給配管に供給する。ただし、空気や排ガスは酸素を含んでいるので低カロリガスの可燃限界に基づいて低カロリガスへの混合割合を決定する必要がある。さらに、低カロリガスと十分に混合させて、含有酸素の濃度の高い部分が生じないようにする必要がある。そのために、空気または排ガスの供給配管とタンクまたは低カロリガス供給配管との接続部には混合器を設置するのが望ましい。

[0100] 図12、図13および図19を参照しつつ説明したタンク31では、複数の配管から流入する低カロリガス(および不活性ガス)の流入方向が平面視で平行となるように上流側低カロリガス供給配管3、傾斜管部材35およびガス流入装置36の方向付けをした上でタンクに接続している。しかし、かかる構成に限定されない。たとえば、ガス流入方向が平面視でタンクの中心軸を向く方向に流入するように構成してもよい。

[0101] 図20および図21には、バッファタンク10内のガスの時間差混合のシミュレーションの結果が、滞留時間と累積ガス流量との関係を表す曲線として示されている。両図ともにタンク内でのガスの滞留時間(分)を横軸に取り、滞留するガスの割合を縦軸に取っている。図20のグラフ中の曲線はガスの完全混合がなされている状態を示している。すなわち、ガスが入口からタンク内に流入すると同時に、それまでタンク内に存在していたガスと一気に混合してしまっている状態を示す。これらの図は、タンクの容積を40000m3とし、流入するガスの流量を5Nm^3／hrとした条件下でのシミュレー

ション結果を示している。

[0102] このグラフの意味するところは、横軸に示す所定時間に出口から流出するガスの割合、つまりタンク全体のガス容積に対する割合を示している。縦軸の1．0という数値はタンク全体のガス容積を表している。たとえば、図中の横軸上の数値500秒から600秒（これはタンクに流入してから経過した時間を、すなわち滞留時間を示す）の100秒間（符号H1で示す）に出口から流出するガスのタンク全体のガスに対する割合V1は、約0．689—約0．621＝約0．068（約6．8％）であることを示す。換言すれば、タンク内に流入してから500秒後から600秒後までの間滞留しているガスはタンク内全体のガスの約6．8％であるということである。タンクに流入してから100秒を経過していない（0秒後から100秒後までしか滞留していないことであり、H2で示す）ガスは、約0．176—0＝約0．176であり、全体の約17．6％存在している（V2で示す）が、タンクに流入してから900秒後から1000秒後までの間滞留している（H3で示す）ガスは約0．863—約0．834＝約0．029で、全体の約2．9％しか存在していない（V3で示す）ということがわかる。

[0103] 時間差混合の理想は、流入時からの経過時間に拘わらずガスが同一割合で混合している状態、すなわちグラフに表される線が直線であるのが理想的である。しかし、これは現実には存在しない状態である。図20に示すような完全混合がなされている状態を、最良の時間差混合がなされている状態と考えるのが妥当である。

[0104] 図21には、前述の完全混合状態と対比し得るように、同一条件下でタンク入口から三種類の仰角をなした方向に流入するガスの時間差混合のシミュレーションの結果が示されている。完全混合状態については実線で示し、水平から60°の仰角をなして流入する場合を二点鎖線で示し、水平から65°の仰角をなして流入する場合を一点鎖線で示し、水平から90°の仰角をなして（ほぼ鉛直上方に）流入する場合を破線で示している。仰角をなして流入するいずれの場合も完全混合状態とは一致しないまでも近い曲線を描いている。すなわち、良好な時間差混合がなされていると言える。その結果、図2ー図5を参照しつつ説明したようにガスカロリの変動が効果的に抑制される。

[0105] 図22には、低カロリガス供給配管3に対していわば並列に設置されたバッファタンク

、換言すれば、低カロリガス供給配管3に付設されたバイパス配管に設置されたバッファタンクが示されている。このバッファタンクは、既存の低カロリガス供給設備に設置されているガスホルダーをわずかな構造変更によってガスカロリ変動抑制装置に兼用するものである。従来の低カロリガス供給設備に設置されているガスホルダーは低カロリガス供給配管3に対して一本の連通管によってのみ接続されている。この一本の連通管が出入口を兼ねている。ガスホルダーは低カロリガス供給配管内のガスの需給のバランスを図るだけでよいのであるから、低カロリガス供給配管とは一本の連通管で連通しておけばよい。

[0106] 図示のごとく、タンク31には上記連通管43が接続されており、この連通管43の他に新たに低カロリガス供給配管3と連通する入口配管44が接続されている。入口配管44と連通管43とが上記バイパス配管を構成している。この入口配管44は低カロリガス供給配管3の連通管43との接続部より上流側に接続されている。この入口配管44には低カロリガスをタンク31に送り込むガス圧送装置としてのファン45が設置されている。したがって、供給される低カロリガスの一部は入口配管44を通ってタンク31に流入し、タンク31内で低カロリガスが時間差混合し、同量のガスが上記連通管43を通ってタンク31から低カロリガス供給配管3に戻る。したがって、この場合は上記連通管43は出口配管とも呼べる。

[0107] 図示していないが、上記入口配管44が接続されるタンクの入口31aには前述した傾斜管部材35またはガス流入装置36が接続されている。このタンク31により、低カロリガス供給配管3によってガスタービンへ供給される低カロリガスの一部についてそのカロリ変動が抑制される。

[0108] 図23には、カロリ変動抑制手段として利用しうる他のガス量バランス監視装置46が示されている。このガス量バランス監視装置46は、さらに経済的な構成をとっており、入口47aと出口47bとがそれぞれ連通管43および入口配管44によって低カロリガス供給配管3と連通された気密構造のタンク47を有している。タンク47には圧力検出装置48が設置されており、タンク47の内圧が常時監視される。制御装置5は、検出圧力が上限域に達すると設備内のガス消費量を増加する指令を出し、ガスの需給バランスをとる。その他の構造は前述のバッファタンク10(図1参照)と同じであり、カロリ

変動抑制手段として十分に利用可能である。

[0109] 図示していないが、上記入口配管44が接続されるタンクの入口47aには前述した傾斜管部材35またはガス流入装置36が接続されている。このタンク47により、低カロリガス供給配管3によってガスタービンへ供給される低カロリガスの一部についてそのカロリ変動が抑制される。

[0110] 図24は、カロリ変動する低カロリガスが流量500000Nm^3／hrで供給される設備において、図22または図23中のタンク31(47)の容積を200000m^3とし、上記ファン45によって500000Nm^3／hrのうち200000Nm^3／hrのガスをタンク31(47)に送り込む場合のカロリ変動の抑制状態を示すグラフである。図中に破線で表す曲線は直接還元鉄設備Sから送られてくる低カロリガスのカロリ変動(オリジナル変動)を示している。これは前述の実測サンプルである。二点鎖線で表す曲線はタンクを出て上記連通管43を通る低カロリガスのカロリ変動(過渡変動)のシミュレーション結果を示している。実線で示す曲線は、低カロリガス供給配管3に連通管43が接続された点より下流側の低カロリガス供給配管3部分を流れるガスのカロリ変動(抑制後変動)を示している。前述と同じく、タンク31(47)に入る前の低カロリガスのカロリは平均値(1945kcal／Nm^3)の約±21%の変動幅を持っている。ところが、タンク31(47)から連通管43を通って低カロリガス供給配管3に合流した後のガスのカロリ変動は、1690kcal／Nm^3から2100kcal／Nm^3までであり、変動幅は平均値(1895kcal／Nm^3)の約±11%まで抑制されている。この数値は一例である。

[0111] このように、ガスホルダー用のタンク31(47)を有する既設の設備を利用してガスカロリの変動を抑制することも可能である。そして、下流において空気による低カロリガスの希釈を容易に行うことができるようになる。なお、図22および図23では、低カロリガスをタンク31(47)に送り込む入口配管44が、低カロリガス供給配管3における出口配管(連通管)43より上流側に接続されているが、とくにこの構成に限定されず、出口配管43より下流側に接続してもよい。また、両管43、44ともに複数本設けてもよい。

[0112] 図25にも図22のタンクと同様に低カロリガス供給配管3に対して並列に設置されたバッファタンク31が示されている。図示のごとく、タンク31と低カロリガス供給配管3と

の間には、ファン45を備えた入口配管44と、出口配管としての上記連通管43とが接続されている。すなわち、タンク31の入口31aには入口配管44が接続され、出口31bには出口配管43が接続されている。しかし、このタンク31にはさらなる入口49aが形成され、この入口49aに戻し配管49が接続されている。戻し配管49は低カロリガス供給配管3における出口配管43との接続部より下流側に接続されている。この戻し配管49には低カロリガスをタンク31に送り込むファン45が設置されている。図示のごとく、入口配管44および戻し配管49のタンク31への接続位置(入口31a、49a)は互いに近接している。

[0113] この構成によれば、タンク31には低カロリガス供給配管3の上流側から入口配管44を通して低カロリガスの一部が圧送され、同時に低カロリガス供給配管3の下流側から戻し配管49を通して低カロリガスの一部が圧送され、時間差混合して出口31bから連通管へと流出する。つまり、カロリ変動が抑制された低カロリガスの一部が循環するので、タンク内で長時間に渡る時間差混合が実現される。戻し配管49の長さを長くするほど、時間差混合されるガスの滞留時間が長くなり、一層好ましい時間差混合が実現される。上記戻し配管49は低カロリガス供給配管3の下流側からタンク31の入口49aに接続されているが、下流側から、低カロリガス供給配管3の入口配管44との接続部より上流側に接続してもよい。

[0114] 図26にも低カロリガス供給配管3に対して並列に設置されたバッファタンク31が示されている。図示のごとく、タンク31と低カロリガス供給配管3との間には、入口配管44および出口配管としての上記連通管43が接続されている。しかし、入口配管44は低カロリガス供給配管3の連通管43との接続部より下流側に接続されている。この入口配管44には低カロリガスをタンク31に送り込むファン45が設置されている。換言すれば、図26のバッファタンク31と低カロリガス供給配管3との間の配管は、図25に示されるバッファタンク31から入口配管44を除去し、図25に示される戻し配管49を入口配管44とみなした構成である。

[0115] かかる構成によれば、入口配管44が低カロリガス供給配管3における連通管43との接続部より下流側に接続されていても、低カロリガスはファン4により入口配管44を通してタンク31内へ送り込まれ、時間差混合して出口31bから連通管へと流出する。

つまり、カロリ変動が抑制された低カロリガスの一部が循環するので効果的な時間差混合がなされる。そして、上記入口配管44の長さを長くするほど、タンク内でより長時間に渡る時間差混合が実現される。

[0116] 図27に示すタンク31は二種類の入口31a、49aを有している。一方の入口31aには上流側低カロリガス供給配管3が接続され、出口31bには下流側低カロリガス供給配管3が接続され、さらに、他方の入口49aには下流側低カロリガス供給配管3との間に戻し配管49が接続されている。二つの入口31a、49aは近接して形成されている。戻し配管49には低カロリガスをタンクに送り込むためのファン45が設置されている。

[0117] かかる構成によれば、タンク31でカロリ変動が抑制された低カロリガスの一部は再度タンク31へ戻されて再度時間差混合するので、一層好ましい時間差混合が実現される。戻し配管49の長さを長くするほど時間差混合されるガスの滞留時間が長くなる。上記戻し配管49は低カロリガス供給配管3の下流側からタンク31の入口49aに接続されているが、下流側から、低カロリガス供給配管3におけるタンクより上流側に接続してもよい。

[0118] 以上のバッファタンク31(図25ー図27)に接続された上流側低カロリガス供給配管3および戻し配管49に対しても、傾斜管部材35およびガス流入装置36を適用することができる。

[0119] 図28にはボイラ設備が示されている。このボイラ設備には、ボイラ52と、このボイラ52に燃料としての低カロリガスを供給するための低カロリガス供給設備51が配設されている。上記ボイラ52はガスをバーナーで燃焼させて蒸気を発生し、これを発電に用いたり、発生した蒸気を他の用途に使用する蒸気供給用として用いるものである。

[0120] この低カロリガス供給設備51は、図1に示す低カロリガス供給設備1から、バッファタンク10の下流側の低カロリガス供給配管3および混合ガス供給配管13に設置された機器類を除去したものである。すなわち、図示の低カロリガス供給設備51は、直接還元鉄設備Sで発生した低カロリガスをボイラ52に燃料として供給する低カロリガス供給配管53を備えている。この低カロリガス供給配管53には、直接還元鉄設備Sから送られてくる低カロリガスを除塵するための集塵装置7、低カロリガスを一次貯留する

ためのバッファタンク10、バッファタンク10の上流側および下流側に低カロリガスの発熱量を検出するための発熱量検出装置8、9、低カロリガスの供給量を計測する流量計54が設置されている。図1に示す低カロリガス供給設備1の機器、配管類と同じものには同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0121] このボイラ用の低カロリガス供給設備51に設置するバッファタンクは図28に示す容積が変化しない固定形状のタンク10に限定されず、既に述べた他のタンク23、31、47を適用することもできる。この低カロリガス供給設備1には希釈ガス供給設備が設置されていない。これは、ボイラにとってバッファタンク10、23、31、47によるカロリ変動自体の抑制は安定した出力を得るために望ましいことであるが、前述した低カロリガスのカロリ変動によって上昇した程度の高さのカロリ値は大きな問題を生じるものではないからである。

[0122] 図28では低カロリガス供給設備51による低カロリガスの供給対象である燃焼設備としてボイラ52のみが設置されている。しかし、かかる構成には限定されない。ボイラ52とともに、ガスタービン2(図1)を設置してもよく、他の燃焼設備を併設してもよい。たとえば図1に示すガスタービン2とボイラ52とを併設する場合、図1の低カロリガス供給配管3におけるカロリメータ9と流量計11との間の部分に、図28中のカロリメータ9の下流側からボイラ52に至る低カロリガス供給配管53を分岐するように接続すればよい。

[0123] 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およびボイラを例示しているが、本発明における燃焼設備はガスタービンやボイラに限定されない。ここで説明したガスカロリ変動抑制装置および低カロリガス供給設備は、他の燃焼設備、たとえば、加熱炉、焼却炉等に適用することも可能である。

[0124] 以上説明した実施形態では、使用する低カロリガスとして直接還元製鉄法によって発生する副生ガスを例示したが、これに限定されない。低カロリガスとしては、高炉ガス(BFG)、コークス炉ガス(COG)、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)、溶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が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ガス等が含まれる。もちろん、BFGとCOGとの混合ガスとして用いるように、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でも本発明を適用することができる。

産業上の利用可能性

[0125] 本発明によれば、プロセス副生ガスのようにカロリ変動しうる低カロリガス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、低カロリガスのカロリ変動を抑制することができるので、希釈ガスによる希釈が効果的且つ容易になされる。また、希釈ガスによる希釈が不要になる場合がある。また、既存のガスホルダーを流用してガスカロリの変動を抑制する装置を構築することも可能である。

請求の範囲

[1] ガスを燃料として燃焼設備に供給するための燃料ガス供給通路に配設された、燃料ガスを一時的に貯留するタンクと、

該タンクに形成された、上記燃料ガス供給通路からタンク内へ燃料ガスが流入するためのガス入口と、

上記ガス入口とは別にタンクに形成された、タンクから燃料ガス供給通路に燃料ガスが流出するためのガス出口とを有してなるガスカロリ変動抑制装置。

[2] 上記ガス入口が、水平から上方または下方に傾斜した方向に燃料ガスをタンク内へ流入させるように構成されてなる請求項1記載のガスカロリ変動抑制装置。

[3] 上記ガス入口に連通される燃料ガス供給通路に連続して形成された傾斜管部材を含んでおり、

該傾斜管部材が水平から上方または下方に傾斜してなる請求項2記載のガスカロリ変動抑制装置。

[4] 上記ガス入口近傍における燃料ガス供給通路内およびタンク内のうちの一方に配設された固定ルーバを含んでおり、

該固定ルーバが、傾斜角度が固定された少なくとも一枚のルーバである請求項2記載のガスカロリ変動抑制装置。

[5] 上記ガス入口に設置されたガス流入装置を含んでおり、

該ガス流入装置が、タンク内への燃料ガスの流入角度を変更可能に構成されてなる請求項2記載のガスカロリ変動抑制装置。

[6] 上記ガス流入装置が、上記ガス入口近傍における燃料ガス供給通路内およびタンク内のうちの一方に配設された可変ルーバを有しており、

該可変ルーバが、その傾斜角度を外部から変更しうるように揺動可能に装着された少なくとも一枚のルーバである請求項5記載のガスカロリ変動抑制装置。

[7] 上記ガス入口が複数個形成されており、該ガス入口のうち、燃料ガスをタンク内へ流入させるガス入口を選択して切り換えうるように構成されてなる請求項1または2記載のガスカロリ変動抑制装置。

[8] 上記ガス出口が複数個形成されており、上記ガス入口の切り換えに同期して燃料

ガスをタンク外へ流出させるガス出口を選択して切り換えうるように構成されてなる請求項7記載のガスカロリ変動抑制装置。

[9] 上記複数個のガス入口のタンク内への燃料ガスの流入方向が互いに相違するように構成されてなる請求項7または8記載のガスカロリ変動抑制装置。

[10] 上記ガス入口が複数個形成されており、

各ガス入口に連通される燃料ガス供給通路に設置された流量調整装置を含んでおり、

各燃料ガス供給通路を流通するガスの流量を変更しうるように構成されてなる請求項1または2記載のガスカロリ変動抑制装置。

[11] 上記タンクに接続された、タンク内へ不活性ガスを流入させるための不活性ガス供給通路を含んでなる請求項1ー10のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置。

[12] 上記ガス入口に連通された燃料ガス供給通路の内部に挿入されるようにして接続された不活性ガス供給通路を含んでおり、

該不活性ガス供給通路の出口端が上記ガス入口より上流に位置してなる請求項1ー10のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置。

[13] 上記不活性ガスが、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントのうち少なくとも一方のプラントから排出される廃棄窒素を回収したものである請求項11または12記載のガスカロリ変動抑制装置。

[14] 上記タンクに互いに離間して設置された複数個の第一ガス発熱量計測装置を含んでおり、

該第一ガス発熱量計測装置によってタンク内のガスの発熱量分布を計測しうるように構成されてなる請求項2ー13のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置。

[15] 上記第一ガス発熱量計測装置の計測値に基づいてタンク内のガスカロリ値の分布を検出し、該ガスカロリ値の分布に応じて、タンク内へのガス流入方向を変化させるべく制御する制御装置を含んでなる請求項14記載のガスカロリ変動抑制装置。

[16] 上記ガス入口に連通される燃料ガス供給通路に設置された、入口側のガスカロリ値

を計測するための入口ガス発熱量計測装置と、

ガス出口に連通される燃料ガス供給通路に設置された、出口側のガスカロリ値を計測するための出口ガス発熱量計測装置とを含んでなる請求項2ー15のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置。

[17] 上記入口ガス発熱量計測装置および出口ガス発熱量計測装置の計測値に基づいて、タンクへの流入ガスのカロリ変動とタンクからの排出ガスのカロリ変動とを対比し、この対比結果に基づいて、タンク内へのガス流入方向を変化させるべく制御する制御装置を含んでなる請求項16記載のガスカロリ変動抑制装置。

[18] 上記タンクの天井が上下動するように構成されており、

該天井の上下動の方向および距離に基づいて、タンク内へのガス流入方向を変化させるべく制御する制御装置を含んでなる請求項2ー17のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置。

[19] 上記ガス出口が、ガス入口の中心軸の延長線から外れた位置に形成されてなる請求項1または2記載のガスカロリ変動抑制装置。

[20] 上記タンクの内部にガスを撹拌するための撹拌装置が設置されてなる請求項1ー19のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置。

[21] 燃料ガスを燃料ガスとして燃焼設備に供給するための燃料ガス供給通路と、

該低カロリ供給通路を通して供給される燃料ガスの発熱量の変動を抑制するためのガスカロリ抑制装置とを備えており、

該ガスカロリ抑制装置が請求項1ー20のうちいずれか一の項に記載のガスカロリ変動抑制装置である燃料ガス供給設備。

[22] 上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口と燃料ガス供給通路との間に接続された出口通路と、

タンクのガス入口と燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より上流側および下流側のうちいずれか一方との間に接続された入口通路と、

上記入口通路に配設された、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでなる請求項21記載の燃料ガス供給設備。

[23] 上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口と燃料ガス供給通路との間に接続された出口通路と、

タンクのガス入口と燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より上流側および下流側の両方との間に接続された入口通路と、

各入口通路に設置された、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでなる請求項21記載の燃料ガス供給設備。

[24] 上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口と燃料ガス供給通路との間に接続された出口通路と、

タンクのガス入口と燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より上流側との間に接続された入口通路と、

燃料ガス供給通路における上記出口通路の接続点より下流側と上流側との間に接続された戻し通路と、

上記入口通路および戻し通路それぞれに設置された、燃料ガスをタンクおよび上流側燃料ガス供給通路に向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでなる請求項21記載の燃料ガス供給設備。

[25] 上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口に下流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクの一方のガス入口に上流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクの他方のガス入口と下流側の燃料ガス供給通路との間に接続された戻し通路と、

該戻し通路に設置された、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでなる請求項21記載の燃料ガス供給設備。

[26] 上記ガスカロリ抑制装置における、

タンクのガス出口に下流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクの一方のガス入口に上流側の燃料ガス供給通路が接続されており、

タンクより上流側の燃料ガス供給通路とタンクより下流側の燃料ガス供給通路との間に接続された戻し通路と、

該戻し通路に設置された、燃料ガスを燃料ガス供給通路の下流側から上流側に向けて圧送するガス圧送装置とをさらに含んでなる請求項21記載の燃料ガス供給設備

。

[27] 上記燃焼設備と、

該燃焼設備に燃料ガスとして燃料ガスを供給するための燃料ガス供給設備とを備えており、

上記燃焼設備がガスタービンであり、

上記燃料ガス供給設備が、請求項21ー26のうちいずれか一の項に記載の燃料ガス供給設備であるガスタービン設備。

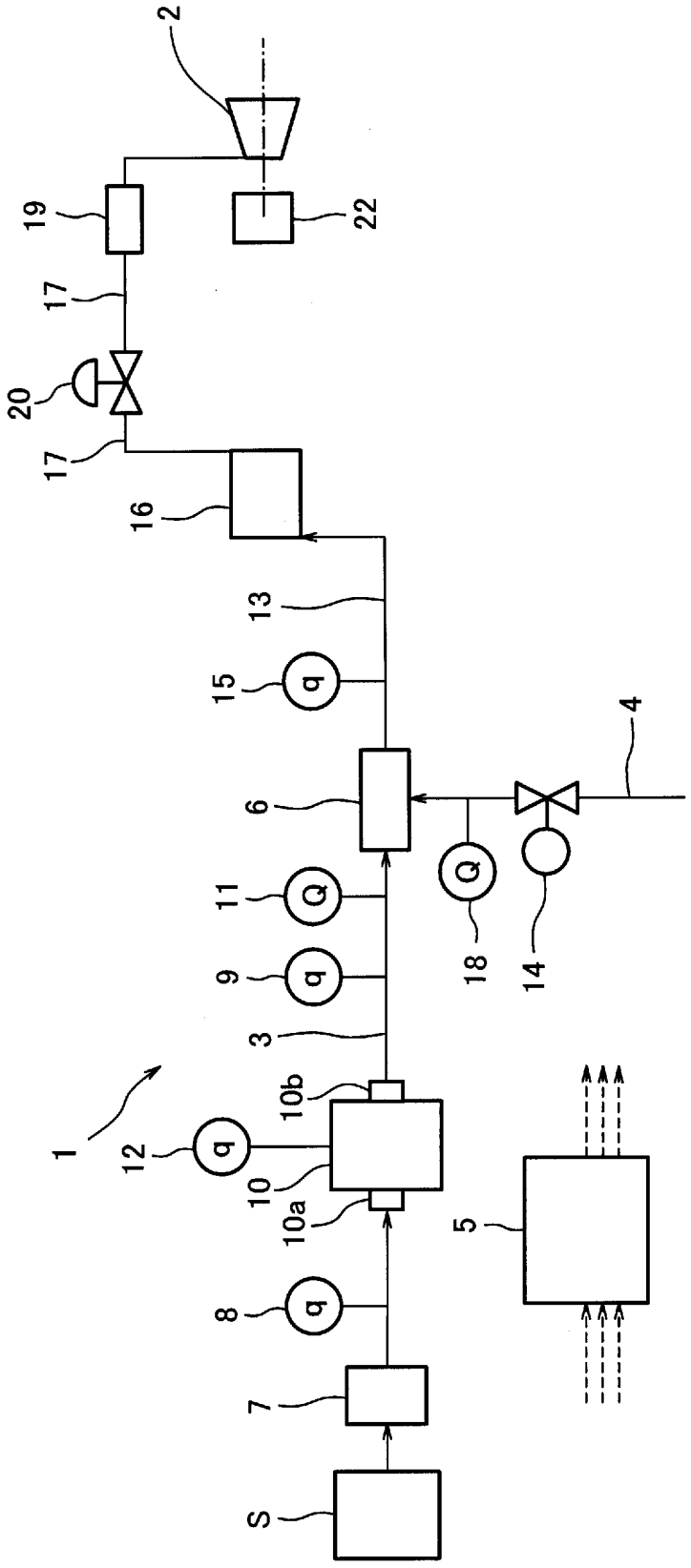
[28] 上記燃焼設備と、

該燃焼設備に燃料ガスとして燃料ガスを供給するための燃料ガス供給設備とを備えており、

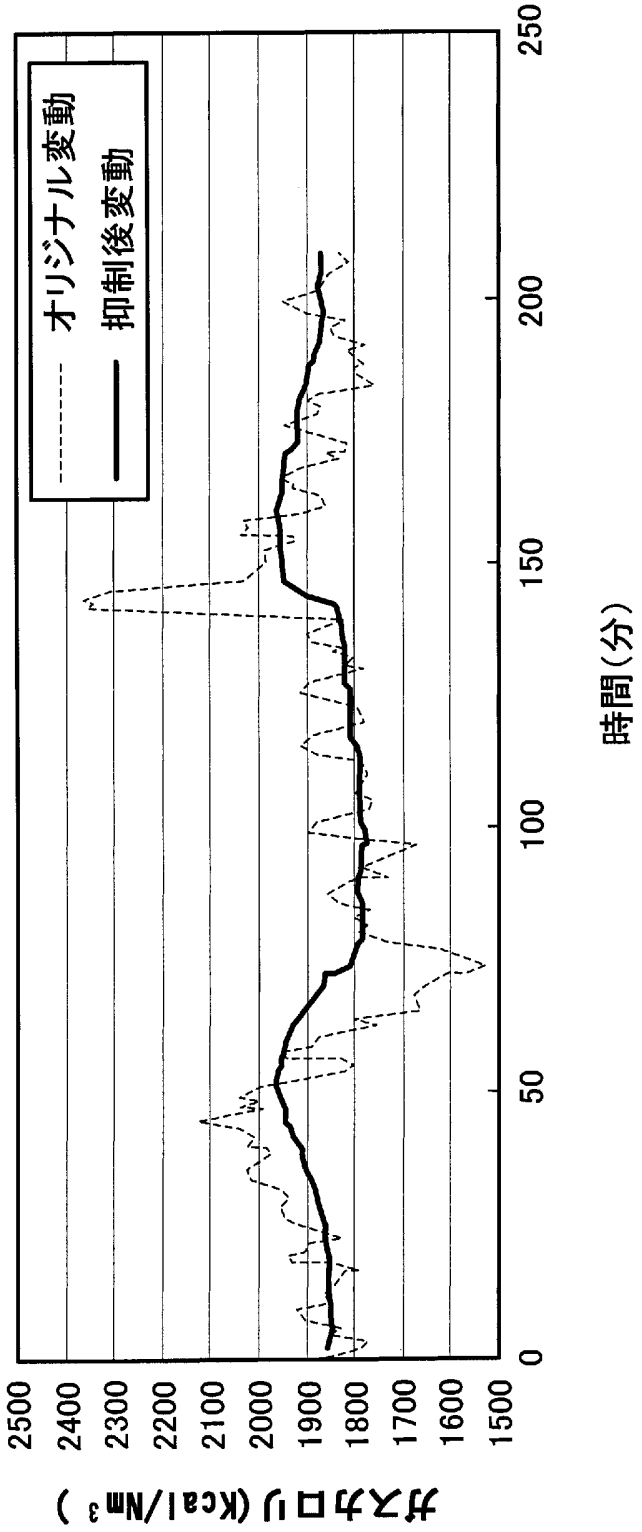
上記燃焼設備がガスをバーナーで燃焼させるボイラであり、

上記燃料ガス供給設備が、請求項21ー26のうちいずれか一の項に記載の燃料ガス供給設備であるボイラ設備。

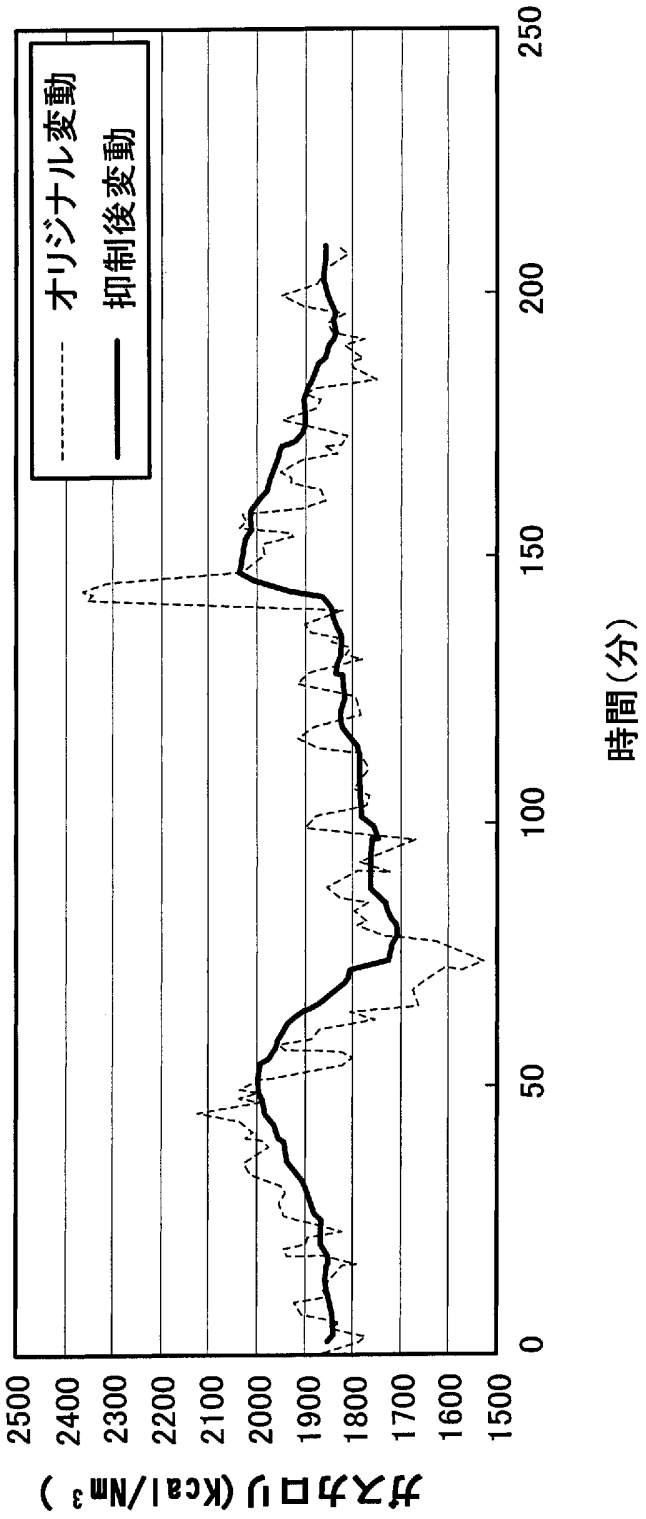
[図1]



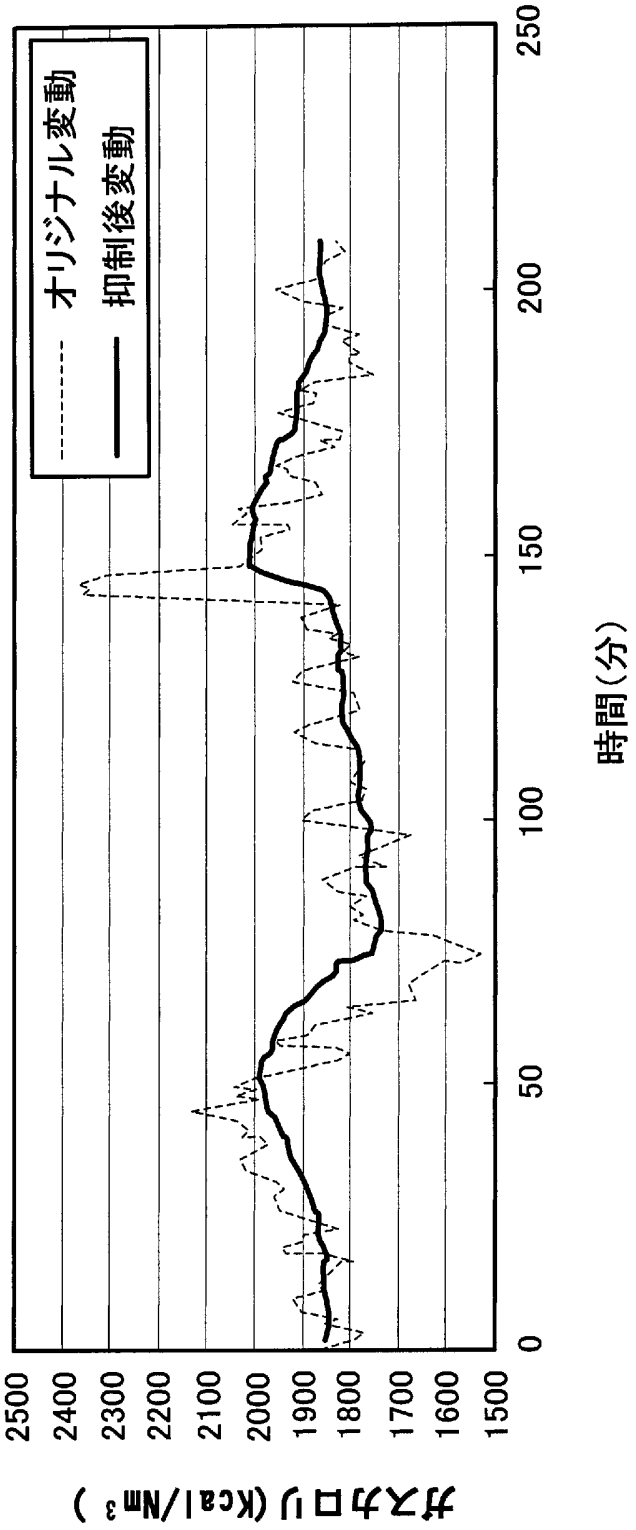
[図2]


オリジナル変動
抑制後変動
ガスカロリ(Kcal/Nm³)
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
0
50
100
150
200
250
時間(分)

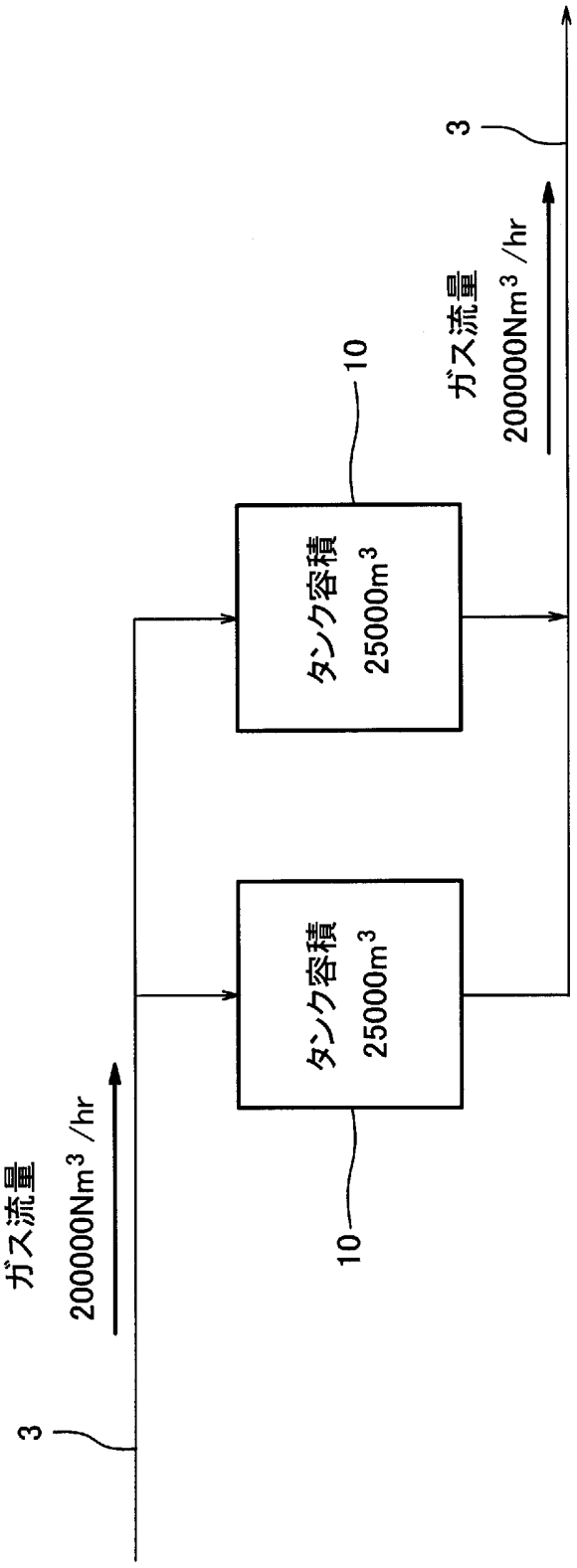
[図3]


オリジナル変動
抑制後変動
ガスカロリ (Kcal/Nm³)
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
0
50
100
150
200
250
時間(分)

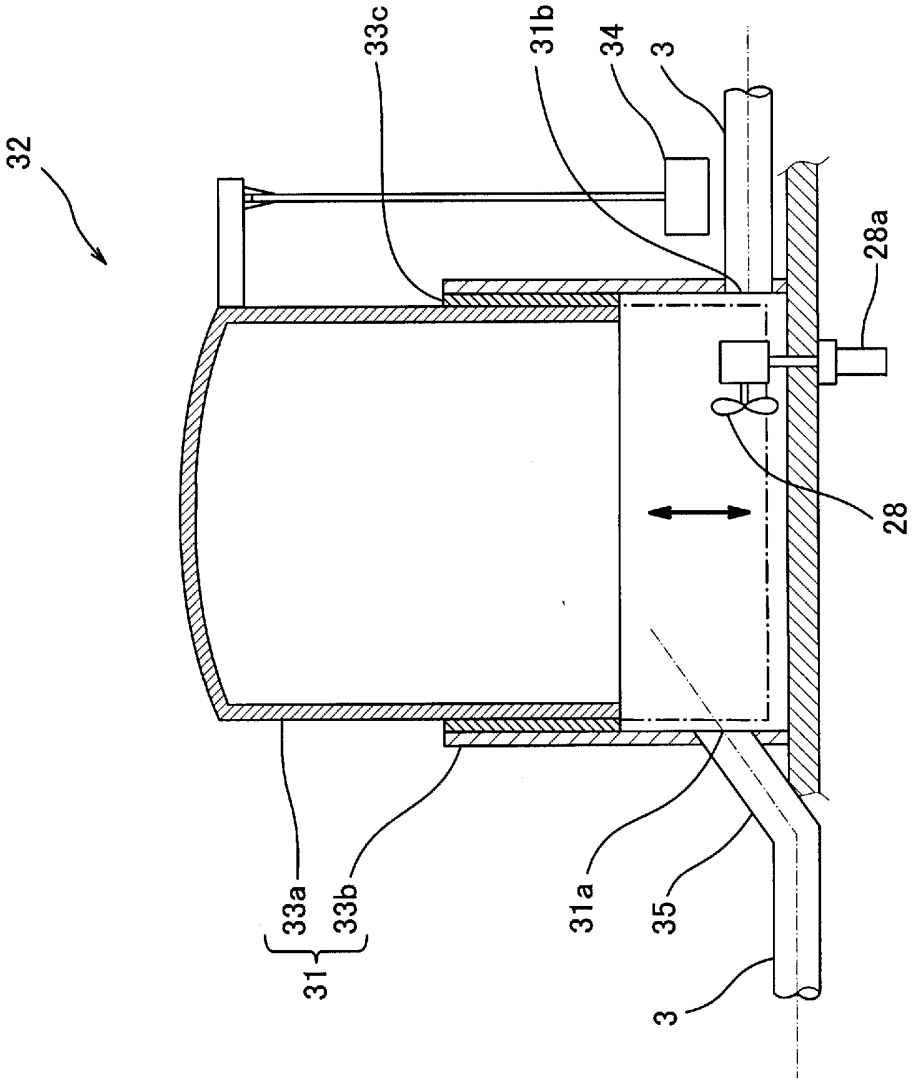
[図4]


オリジナル変動
抑制後変動
ガスカロリ (Kcal/Nm3)
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
0
50
100
150
200
250
時間(分)

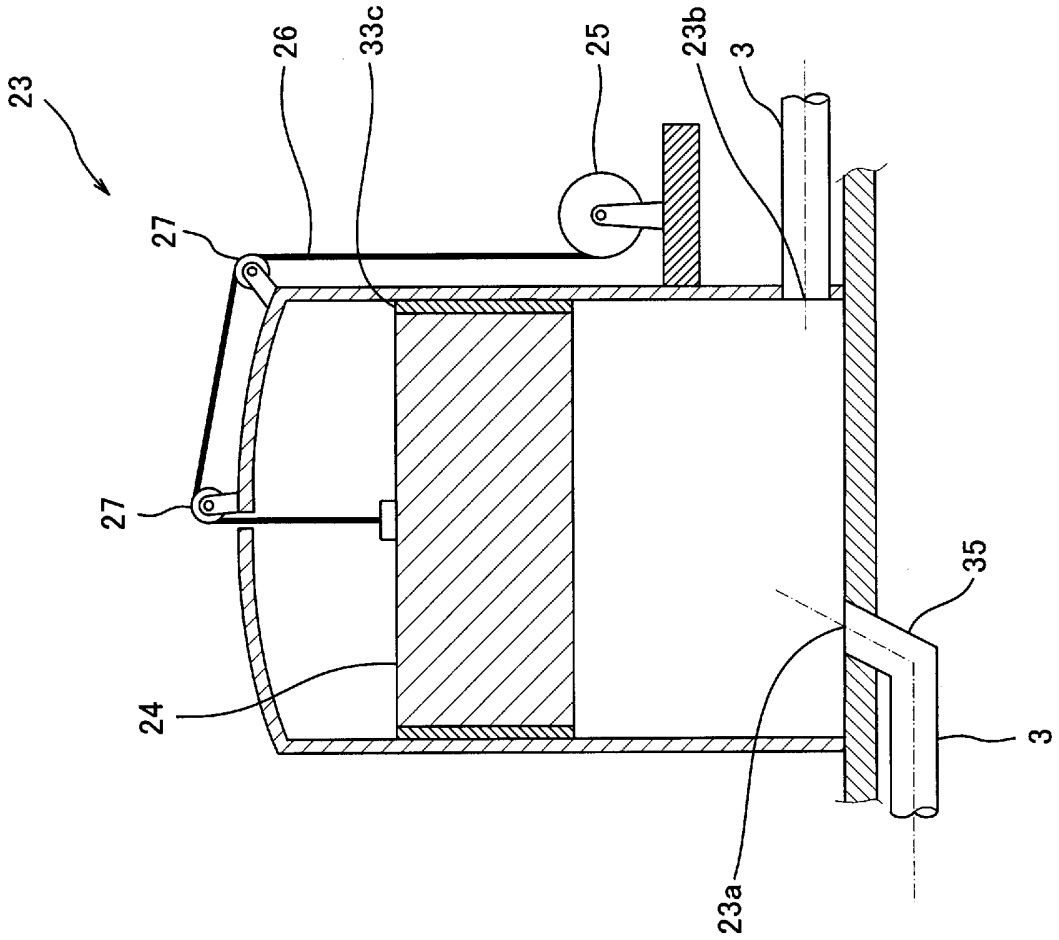
[図5]


3
ガス流量
200000Nm3 /hr
10
タンク容積
25000m3
10
タンク容積
25000m3
ガス流量
200000Nm3 /hr
3

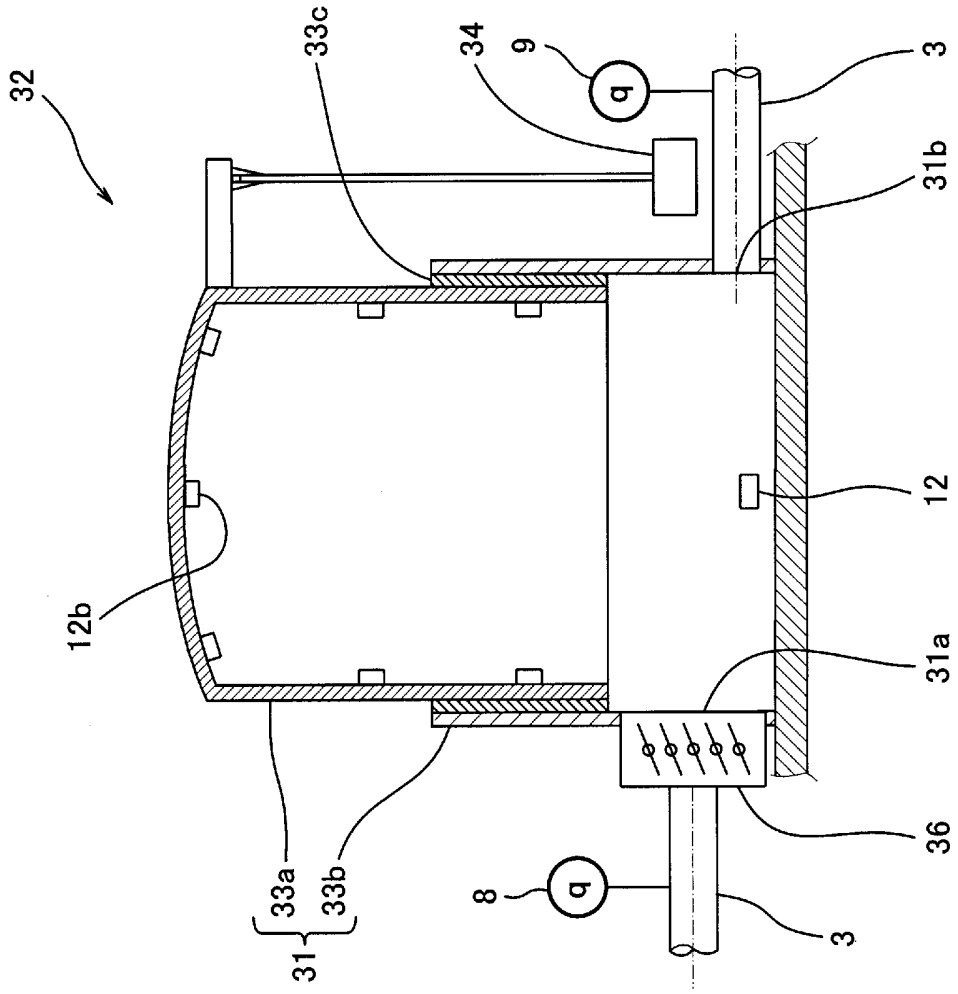
[図6]



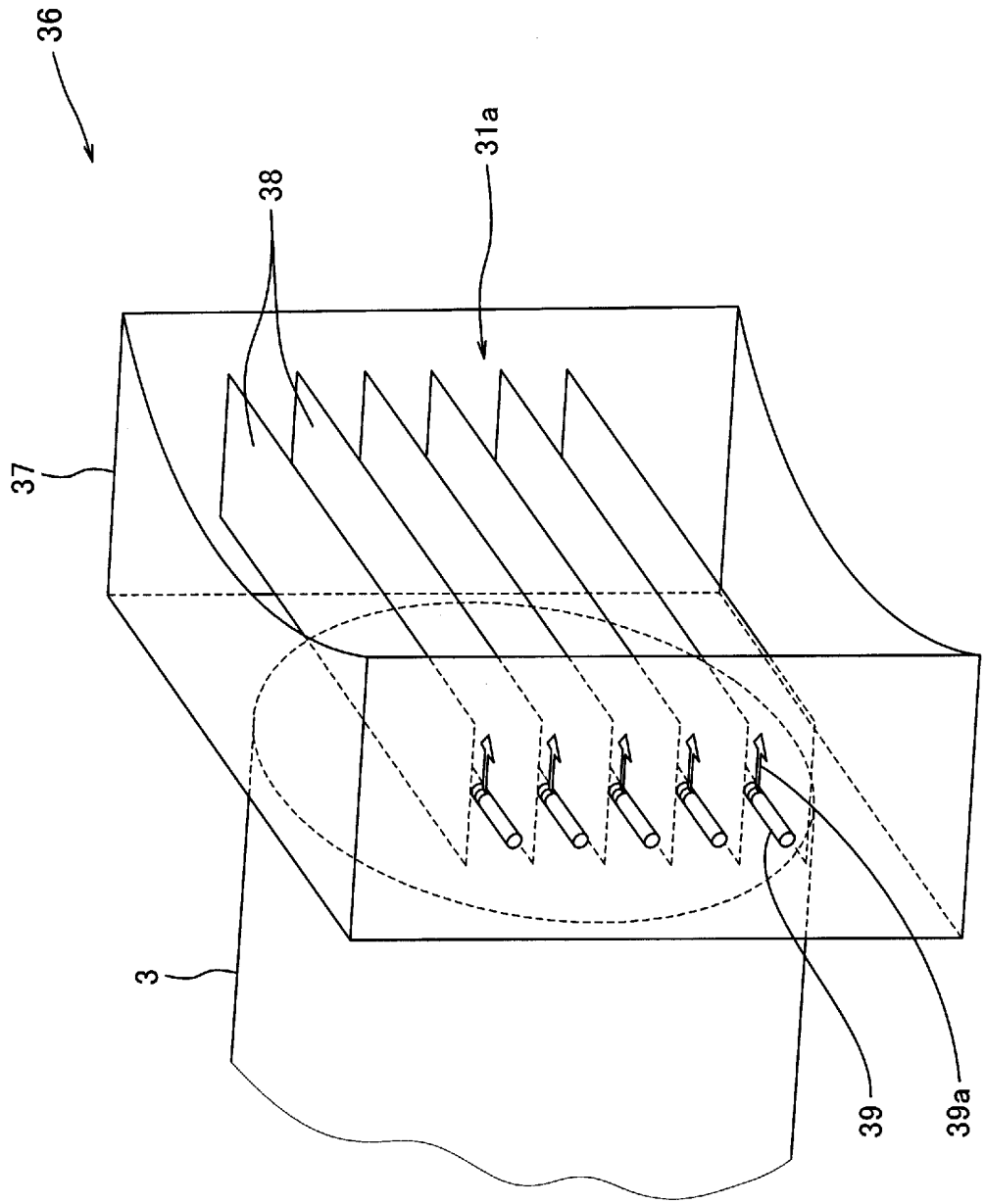
[図7]



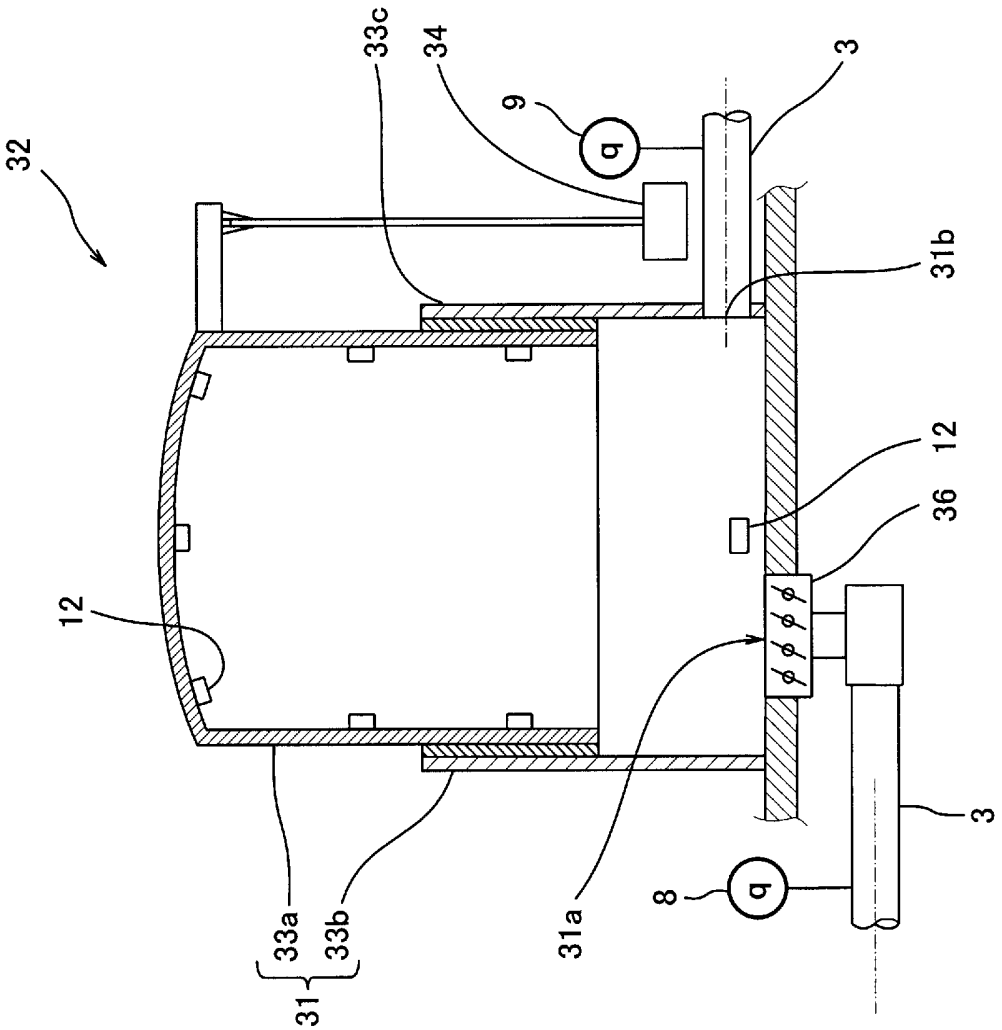
[図8]



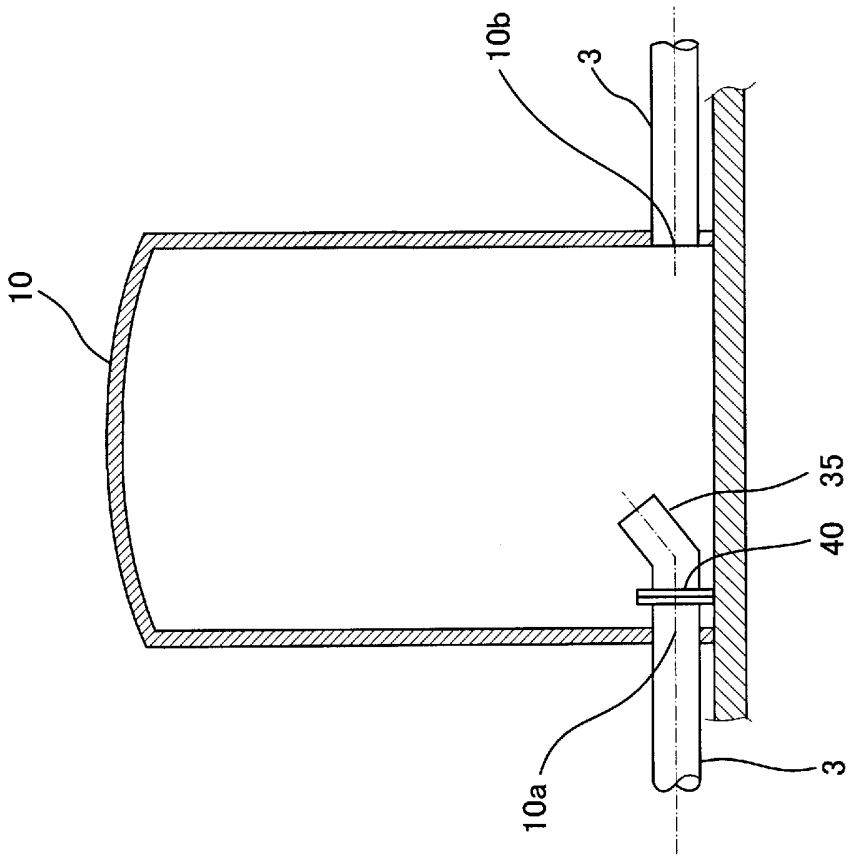
[図9]



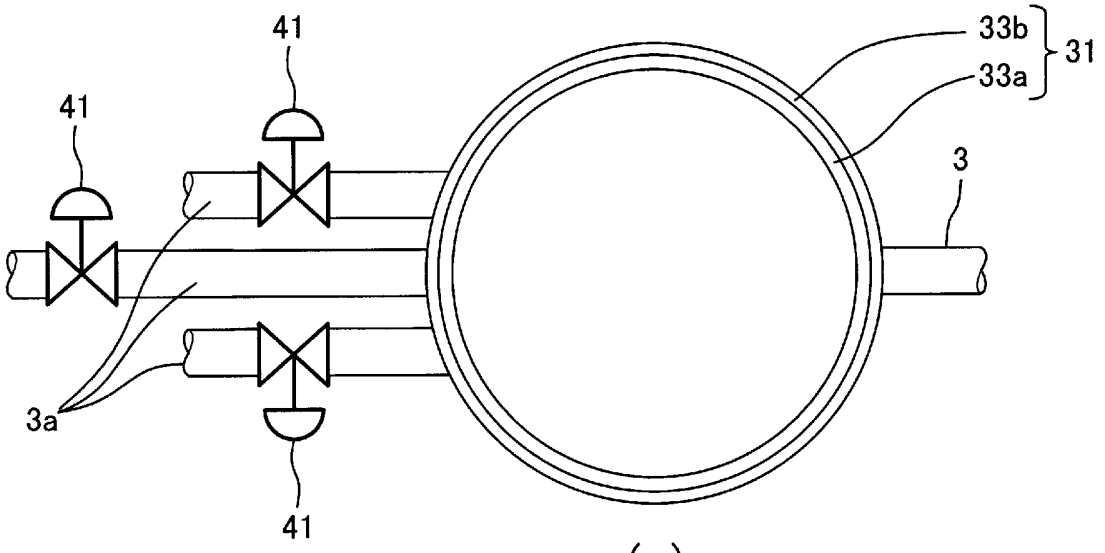
[図10]



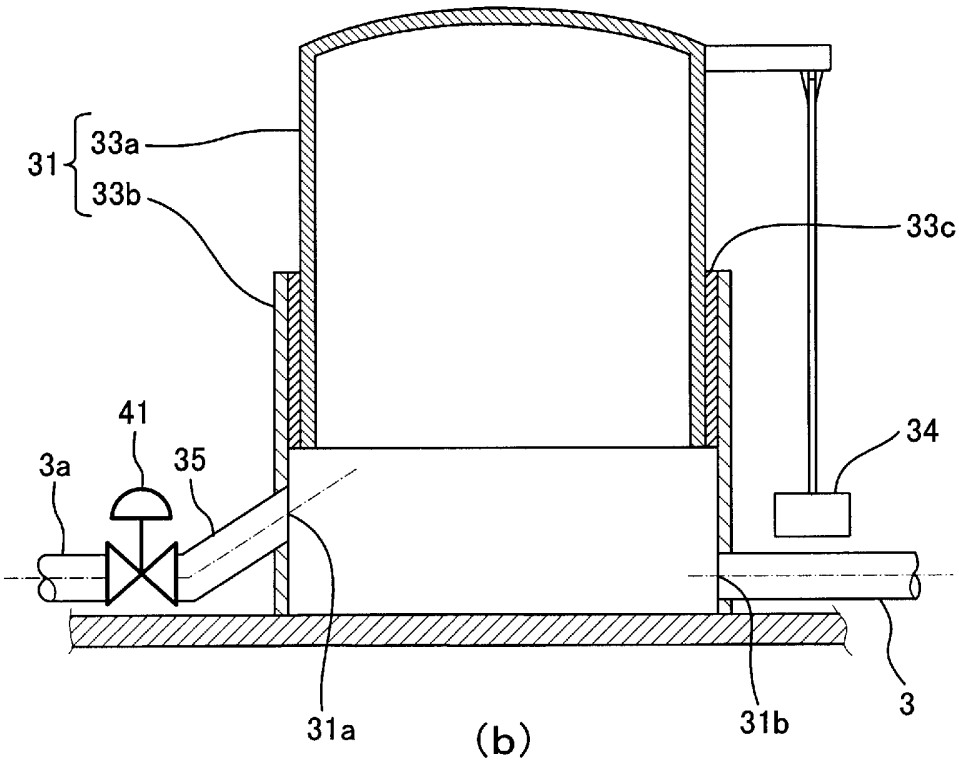
[図11]



[図12]

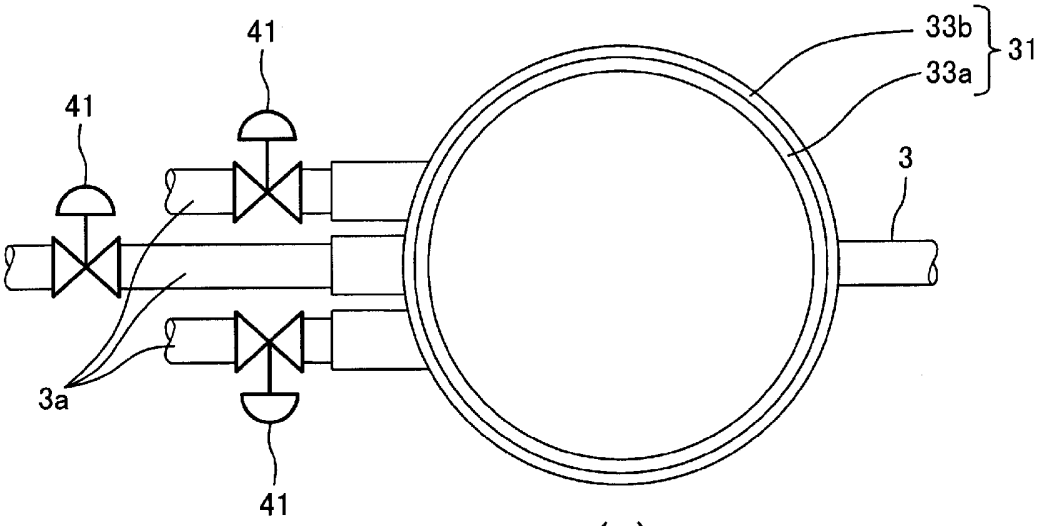


(a)

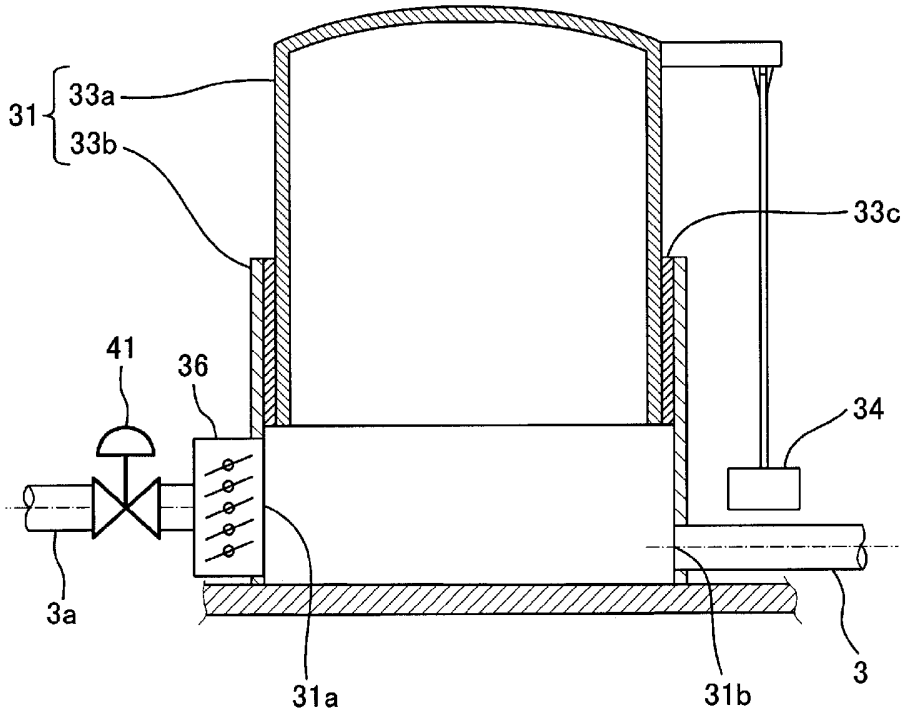


(b)

[図13]

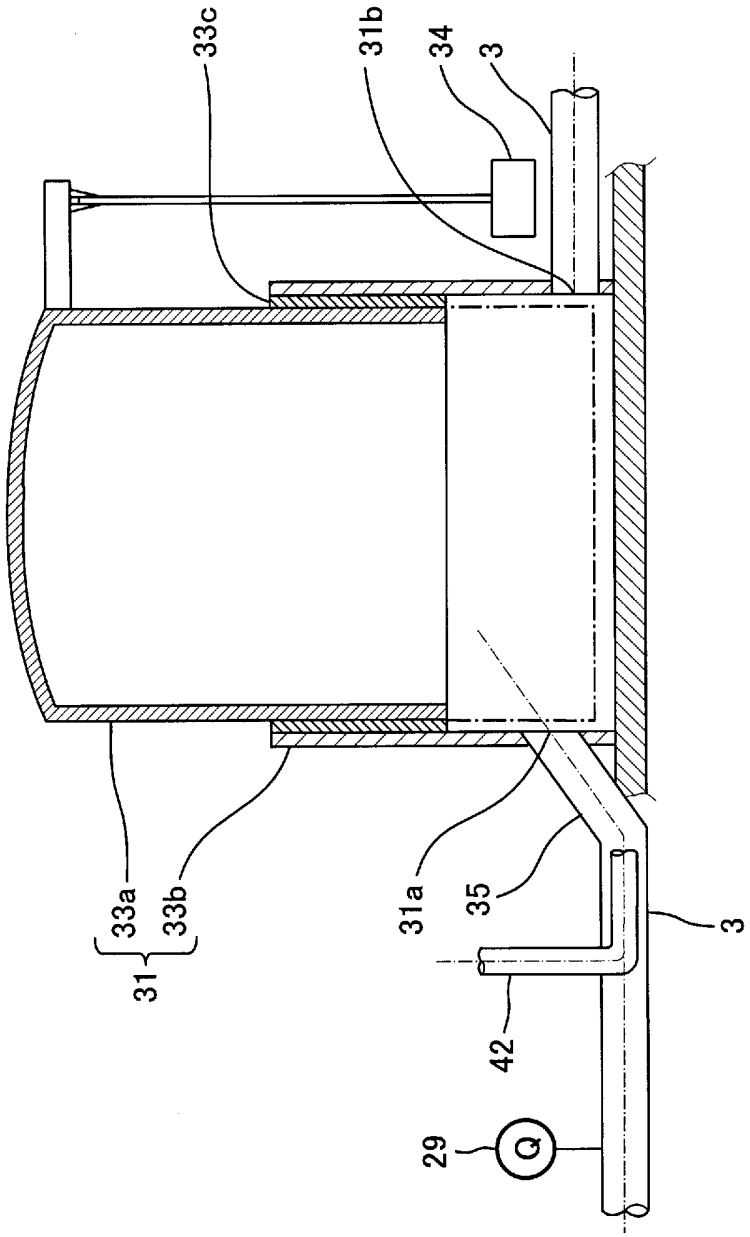


(a)

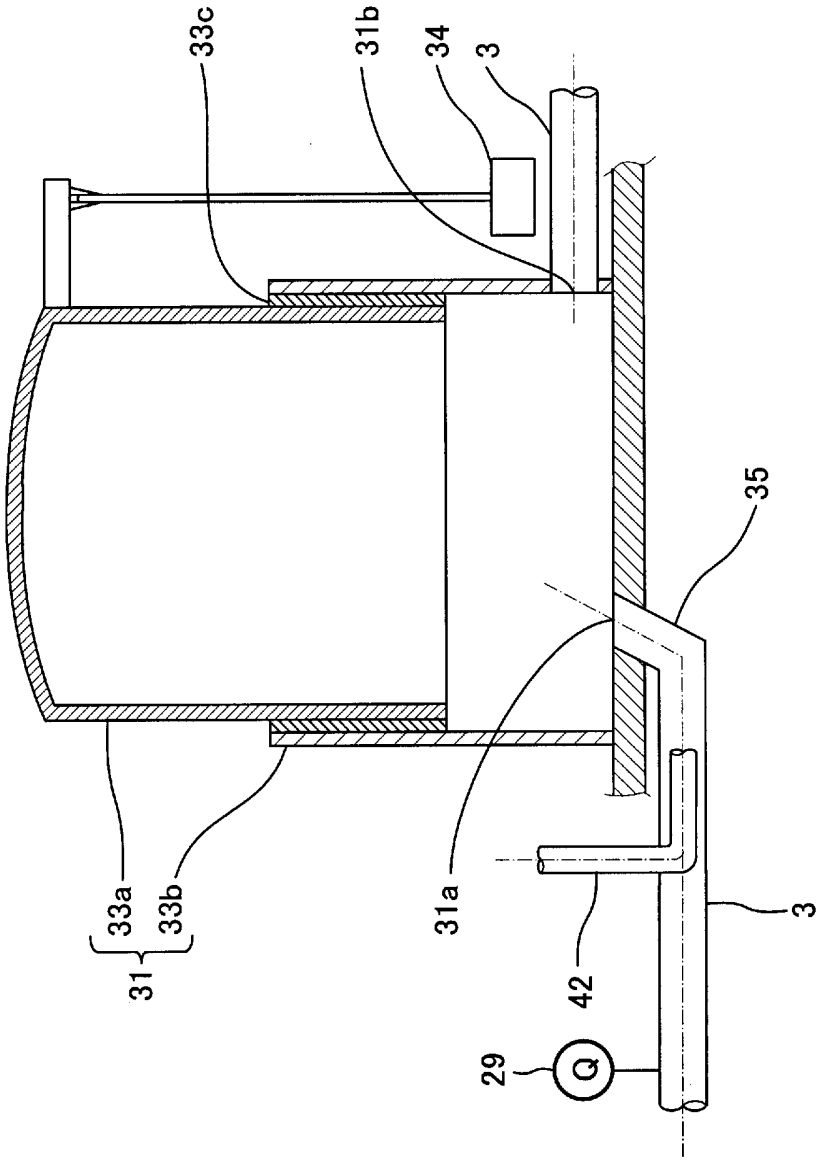


(b)

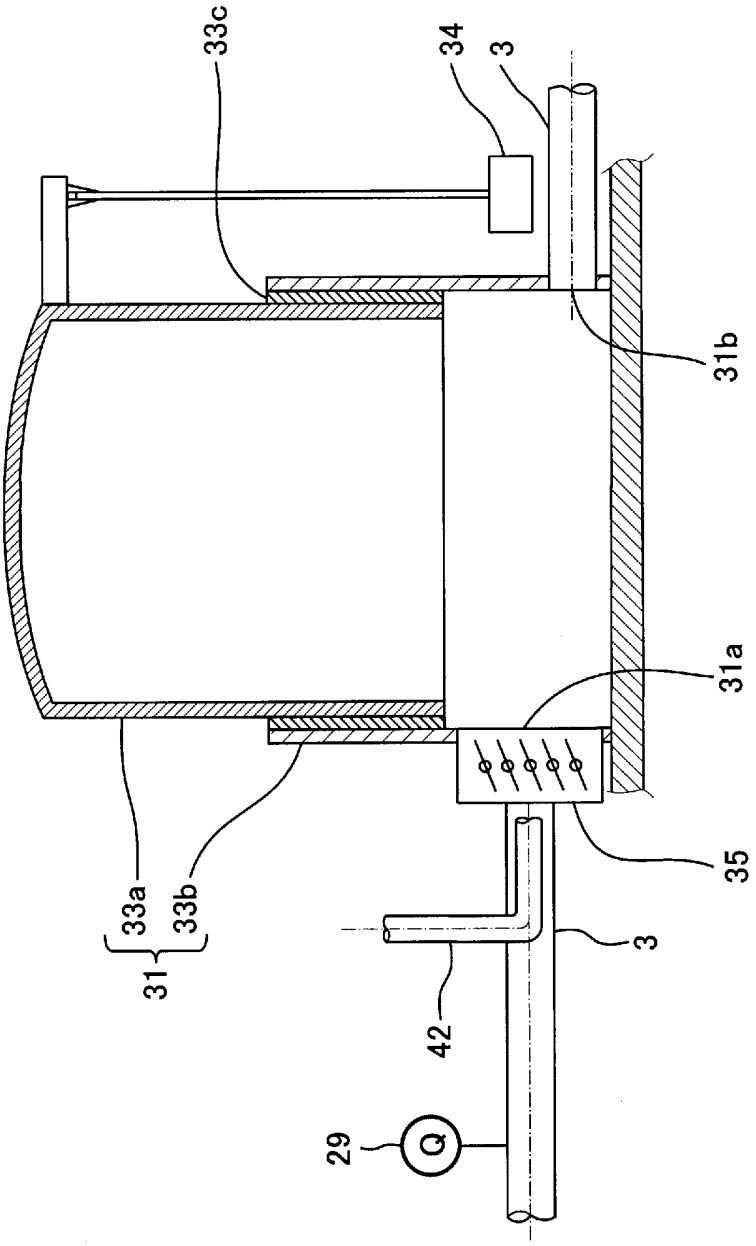
[図14]



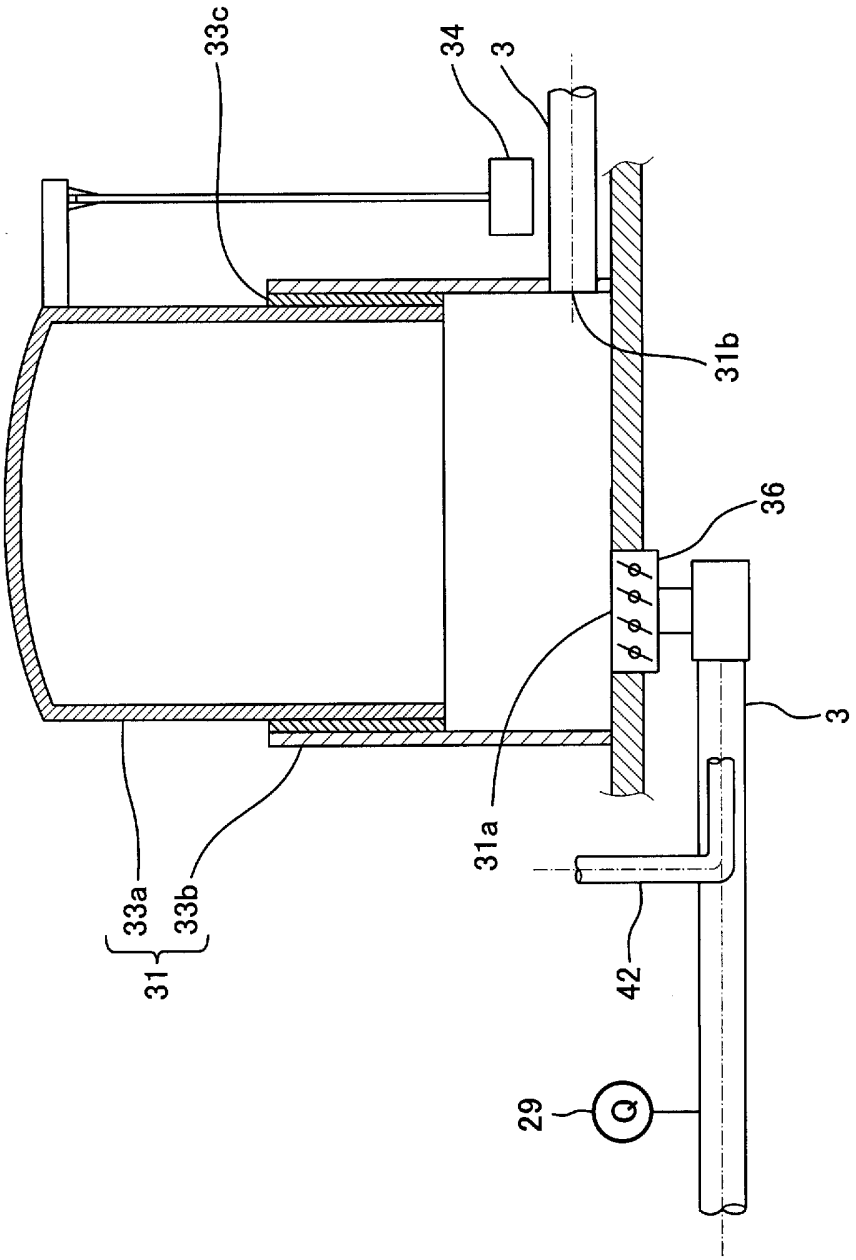
[図15]



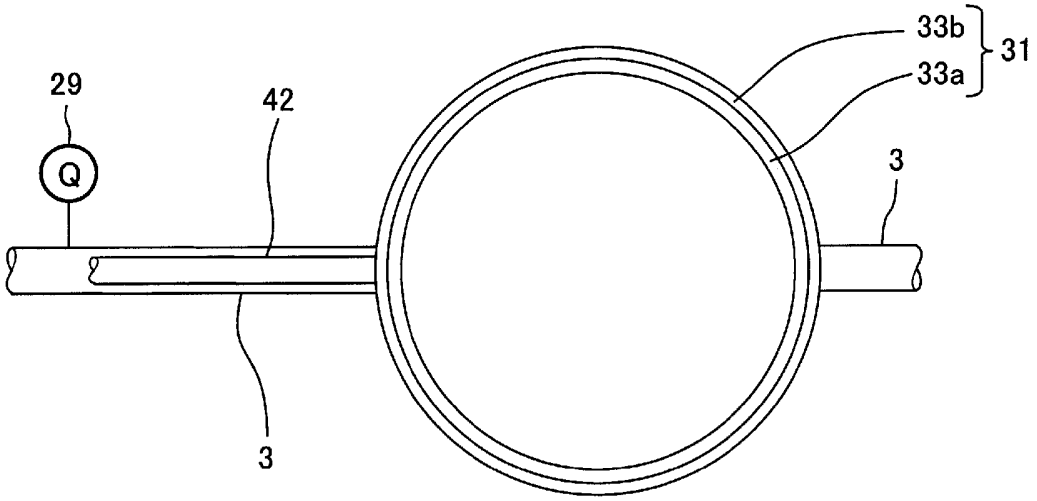
[図16]



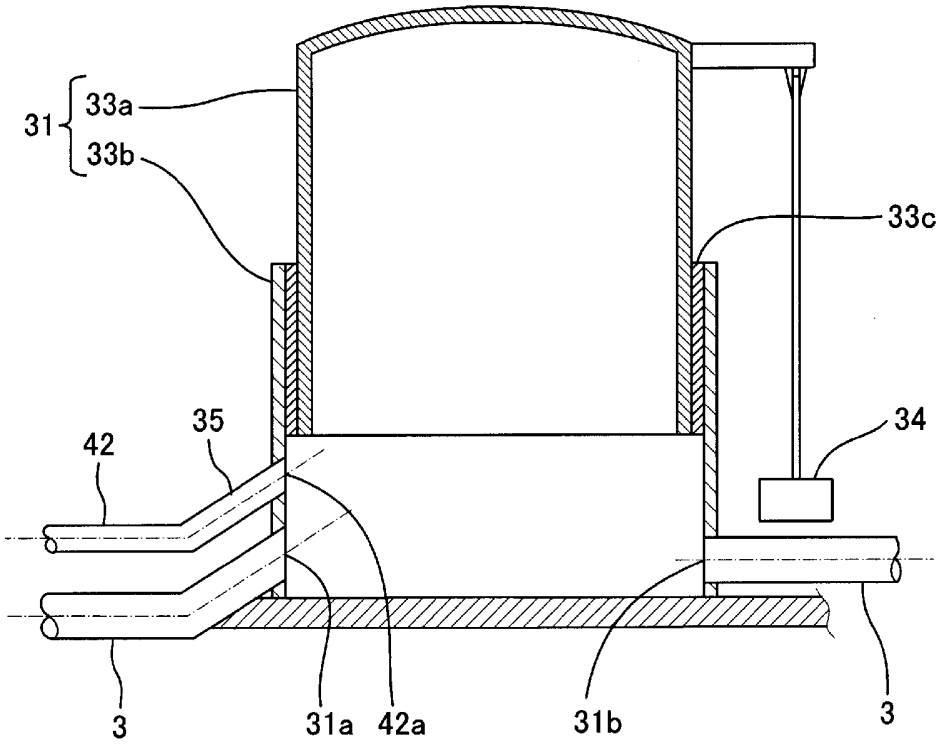
[図17]



[図18]

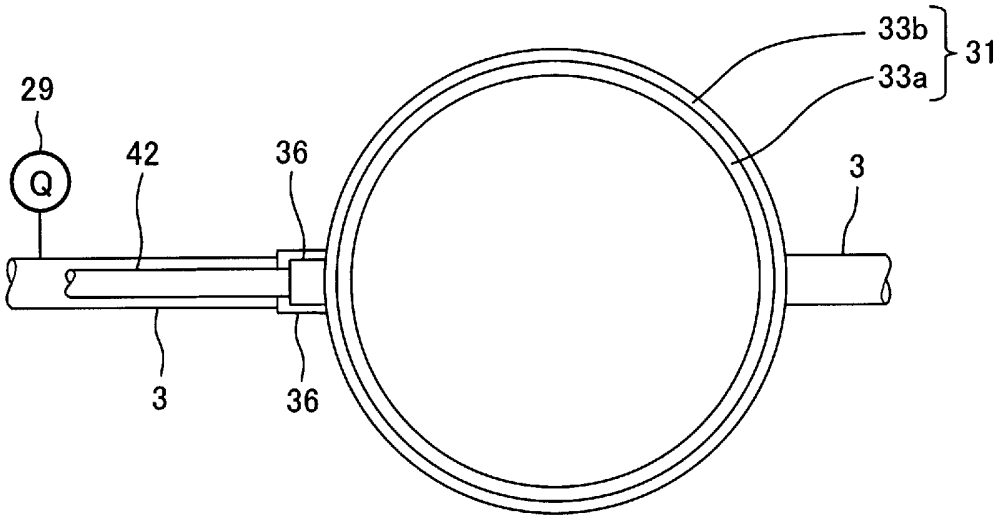


(a)

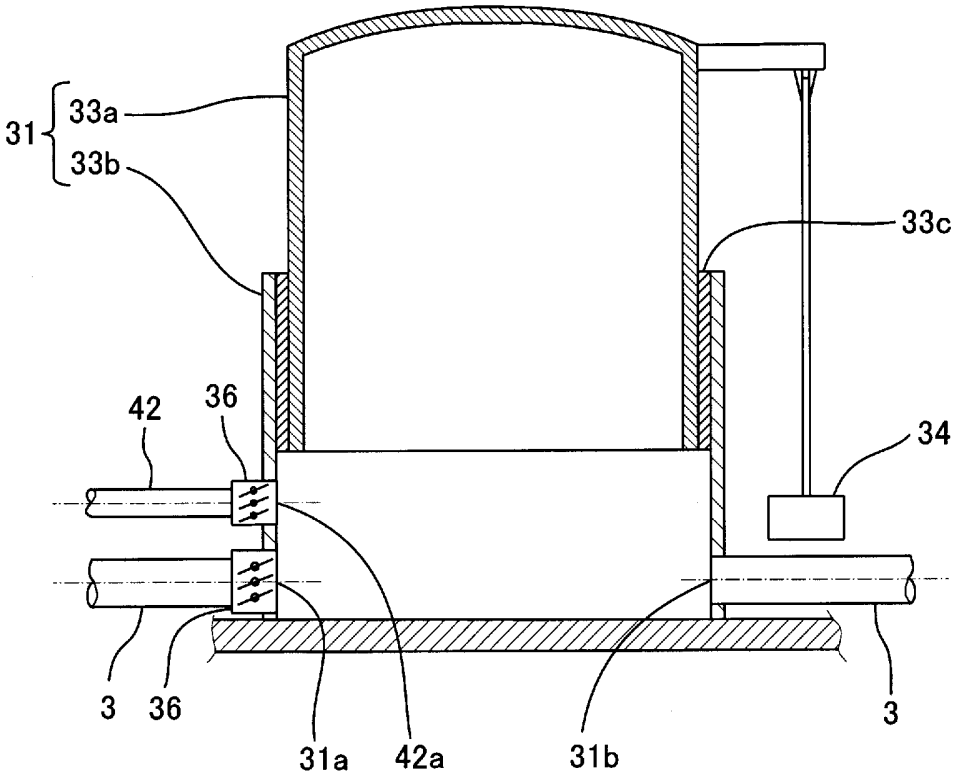


(b)

[図19]

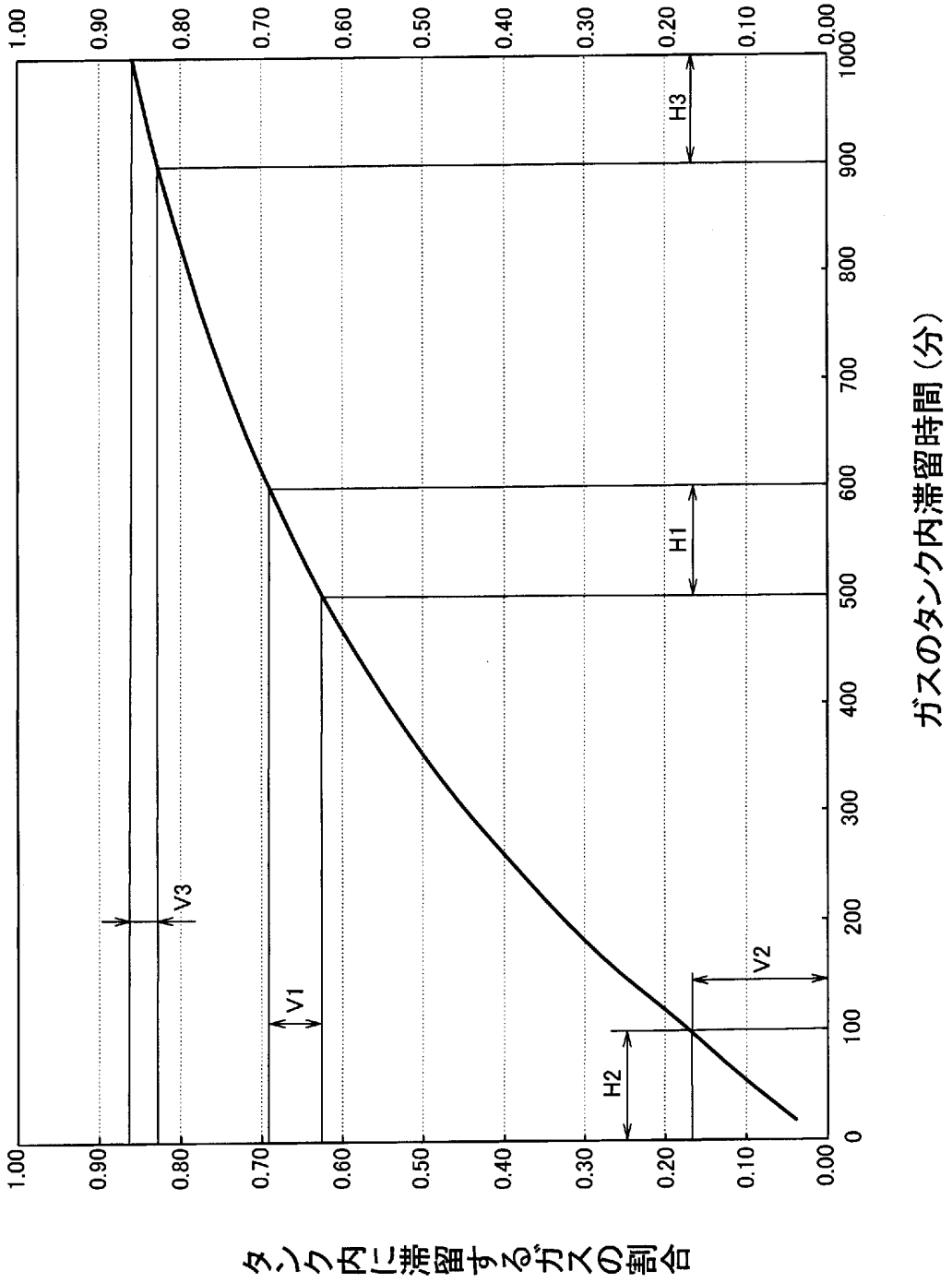


(a)

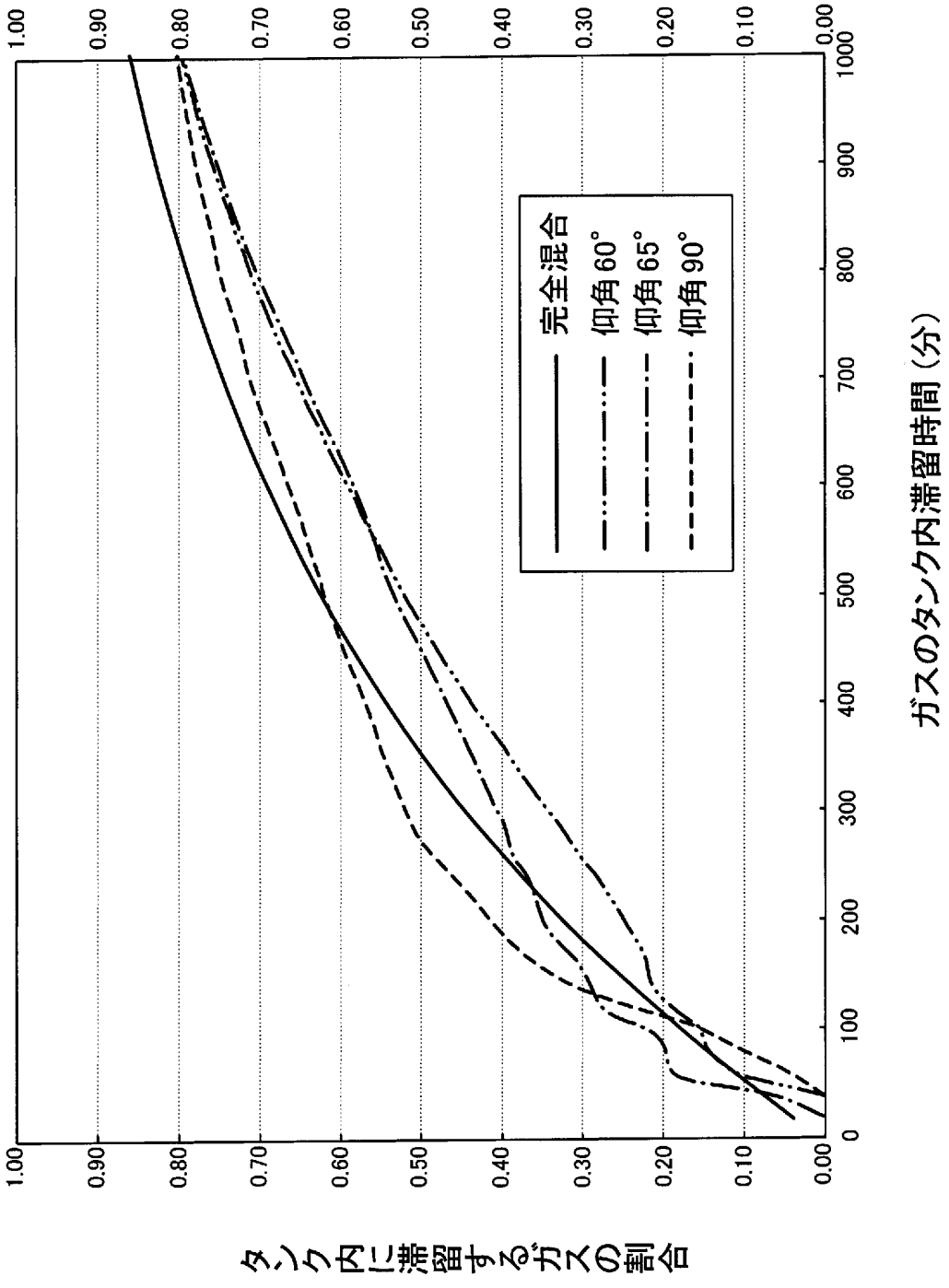


(b)

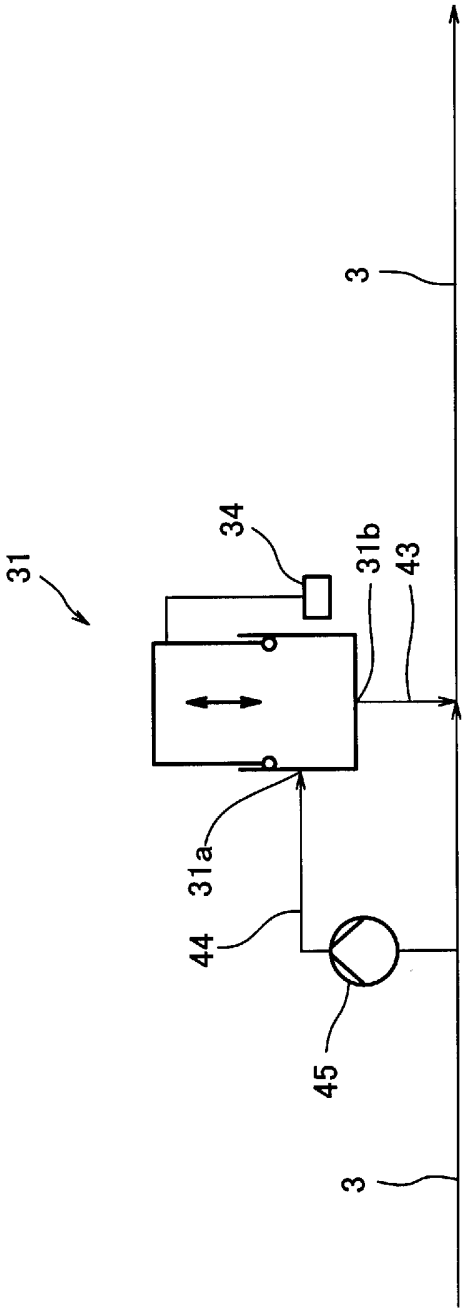
[図20]


タンク内に滞留するガスの割合
ガスのタンク内滞留時間（分）
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
V1
V2
V3
H1
H2
H3

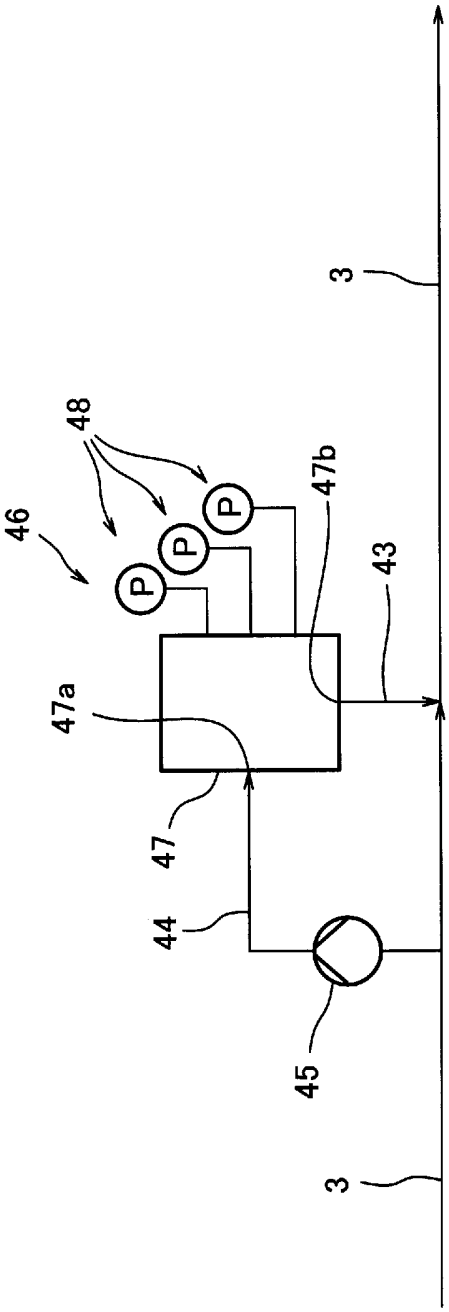
[図21]


タンク内に滞留するガスの割合
ガスのタンク内滞留時間（分）
完全混合
仰角 60°
仰角 65°
仰角 90°
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

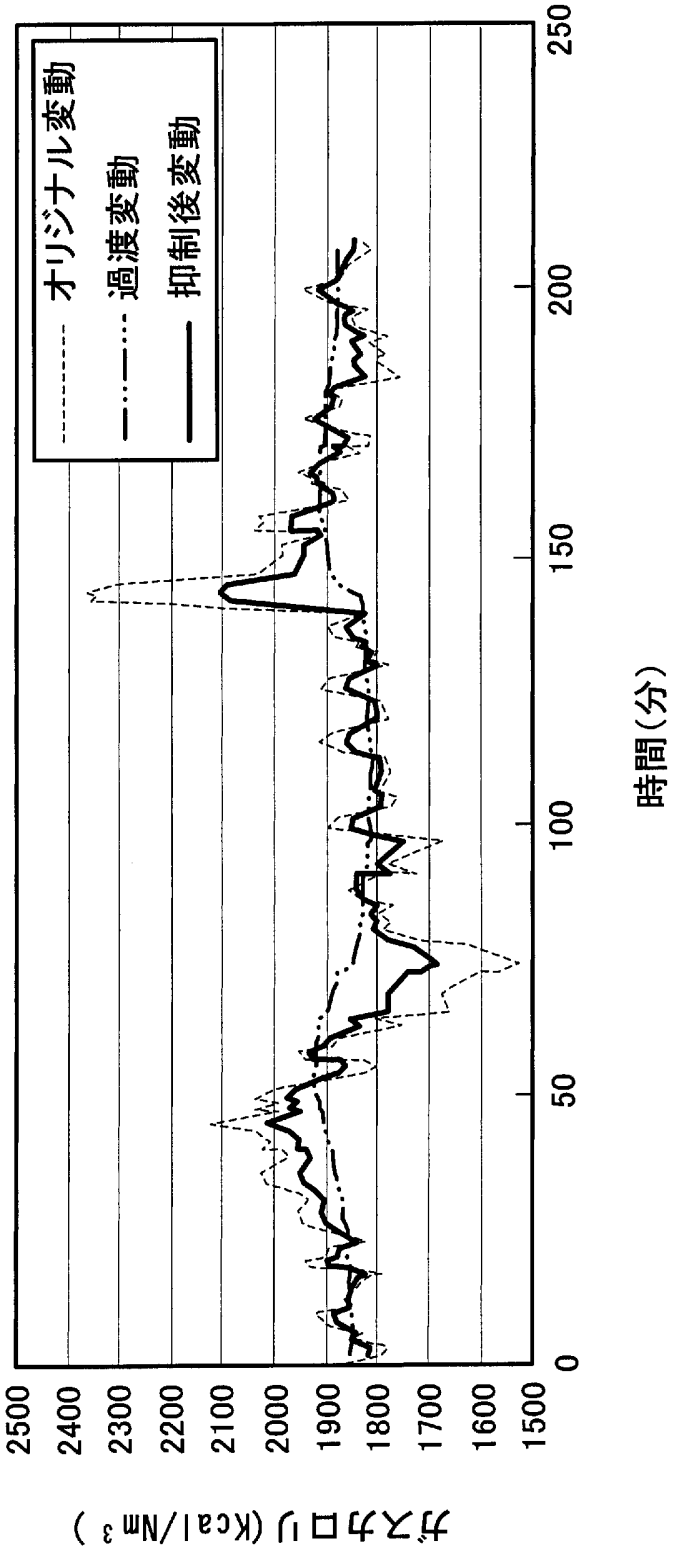
[図22]



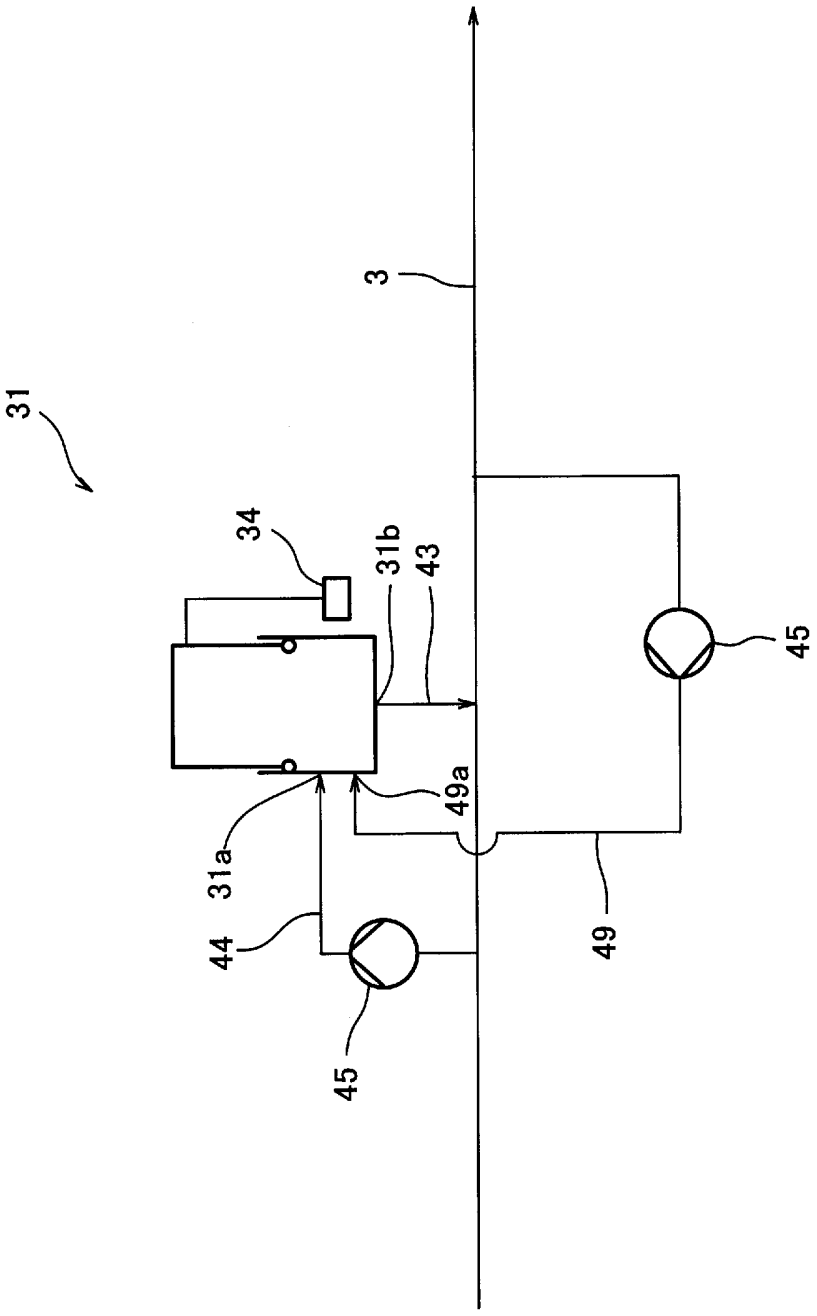
[図23]



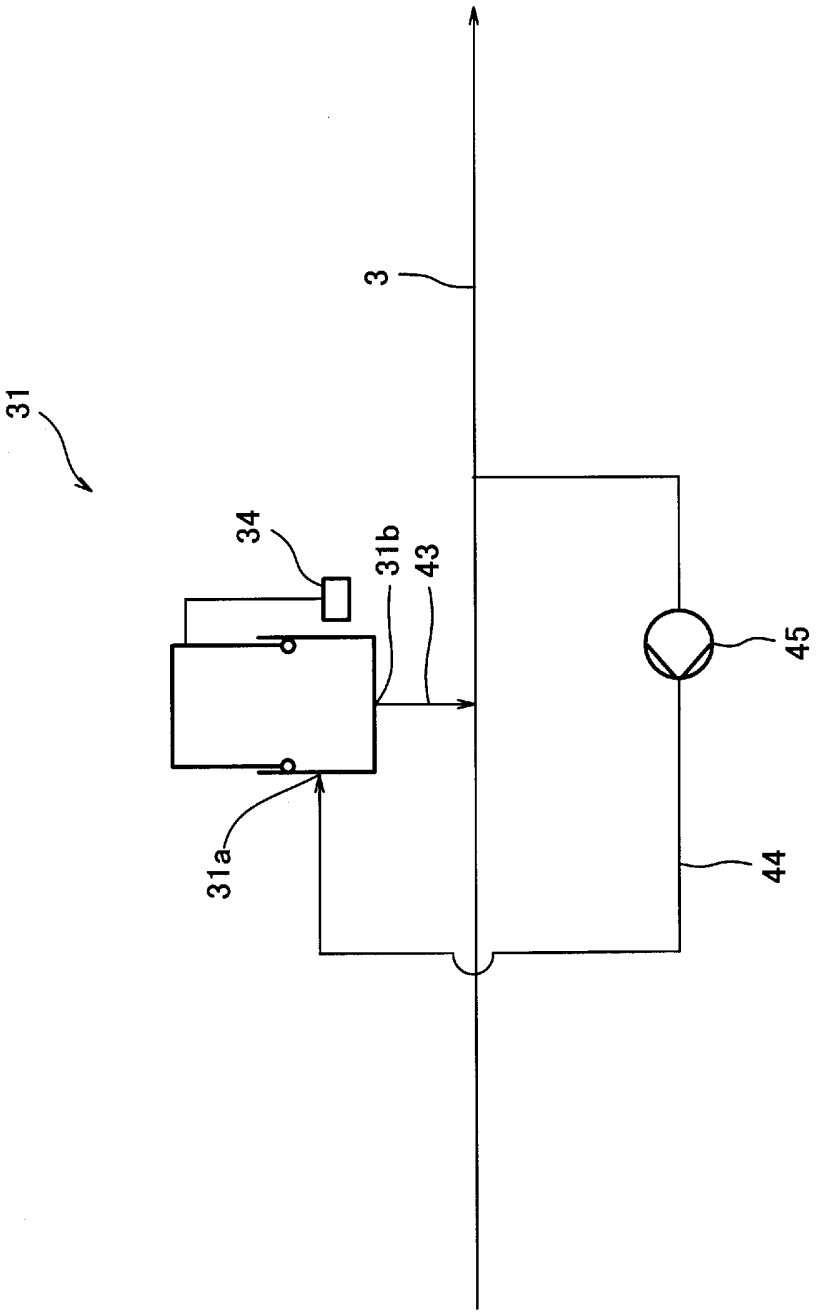
[図24]


オリジナル変動
過渡変動
抑制後変動
ガスカロリ (Kcal/Nm³)
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
0
50
100
150
200
250
時間(分)

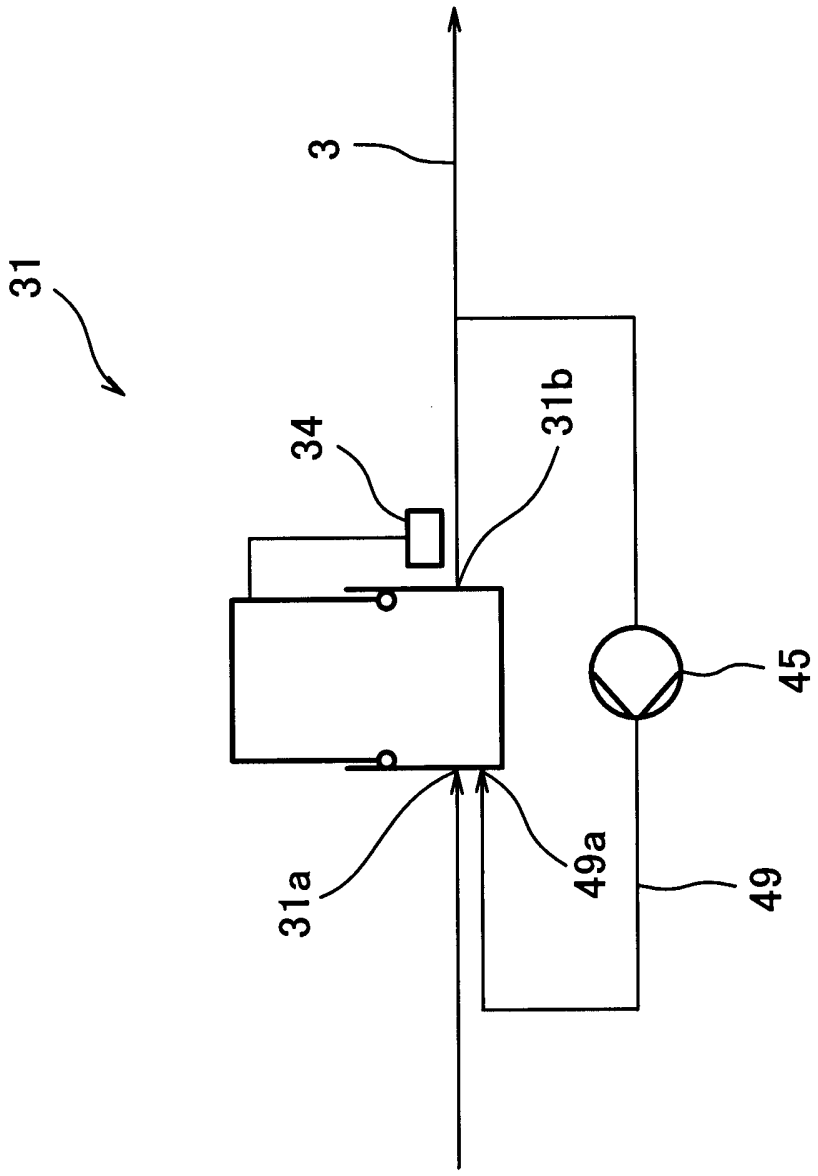
[図25]



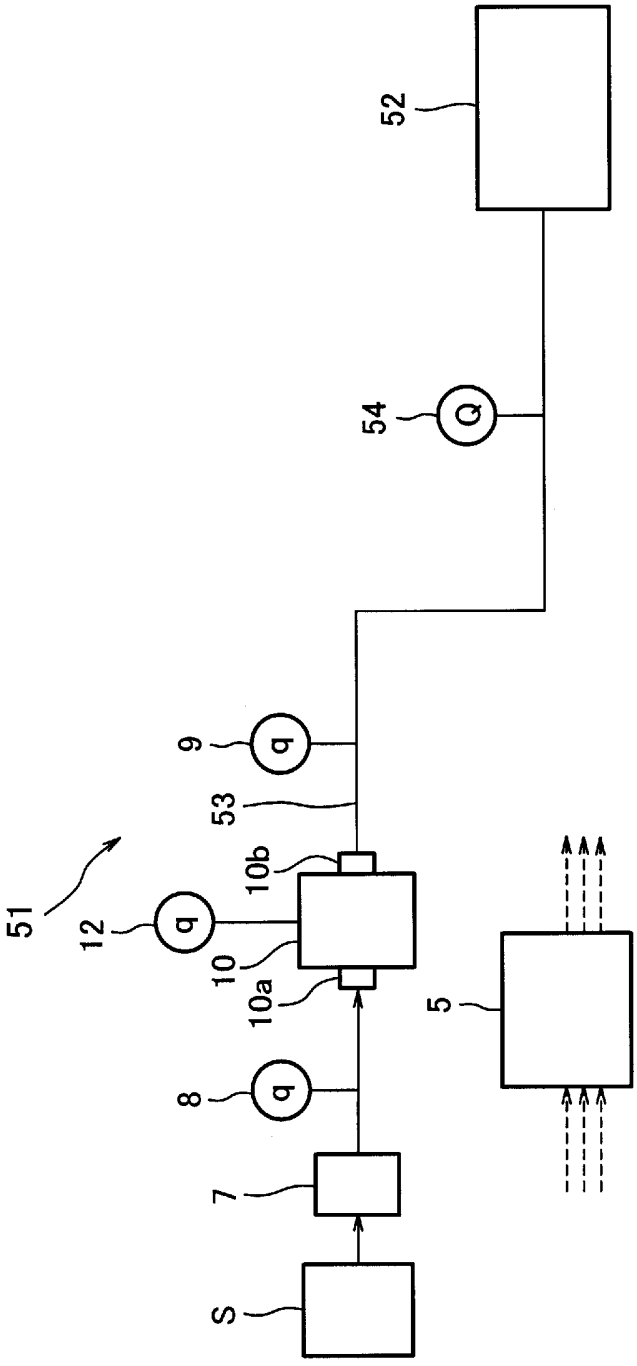
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/019547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] F02C9/40, F02C7/22, F23K5/00, F23K5/14, F17B1/12

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] F02C9/40, F02C7/22, F23K5/00, F23K5/14, F17B1/00-1/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

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.
X Y A	JP 2004-225117 A (JFE Suchiru Kabushiki Kaisha), 12 August, 2004 (12.08.04), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1 2-6,11-13, 16-28 7-10,14,15
X Y A	JP 2003-293860 A (Takuma Co., Ltd.), 15 October, 2003 (15.10.03), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1 2-6,11-13, 16-28 7-10,14,15
Y A	JP 39-3306 Y1 (Yahata Seitetsu Kabushiki Kaisha), 11 February, 1964 (11.02.64), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-6,11-13, 16-28 7-10,14,15

☒ 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 notconsidered 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	Date of mailing of the international search report
29 March, 2005 (29.03.05)	19 April, 2005 (19.04.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/019547

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, 2 (Family: none)	11-13
Y	JP 2003-114000 A (Yoshio SUETSUGU), 18 April, 2003 (18.04.03), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００４／０１９５４７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ⁷　Ｆ０２Ｃ９／４０，Ｆ０２Ｃ７／２２，Ｆ２３Ｋ５／００，Ｆ２３Ｋ５／１４，Ｆ１７Ｂ１／１２

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．Ｃｌ⁷　Ｆ０２Ｃ９／４０，Ｆ０２Ｃ７／２２，Ｆ２３Ｋ５／００，Ｆ２３Ｋ５／１４，
Ｆ１７Ｂ１／００－１／２６

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	１９４０－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５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
Ｘ	ＪＰ　２００４－２２５１１７　Ａ（ＪＦＥスチール株式会社）	1
Ｙ	２００４．０８．１２，全文，第１図（ファミリーなし）	2-6, 11-13, 16-28
Ａ		7-10, 14, 15
Ｘ	ＪＰ　２００３－２９３８６０　Ａ（株式会社タクマ）	1
Ｙ	２００３．１０．１５，全文，第１－３図（ファミリーなし）	2-6, 11-13, 16-28
Ａ		7-10, 14, 15

☒ 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 ２９．０３．２００５	国際調査報告の発送日 19.4.2005
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）　３Ｌ　９２５０ 東　勝之 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３６

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（２００４年１月）

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	ＪＰ　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）	1-6, 11-13, 16-28
Ａ		7-10, 14, 15
Ｙ	ＪＰ　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）	１１－１３
Ｙ	ＪＰ　２００３－１１４０００　Ａ（末次　良男） ２００３．０４．１８，全文，第１－６図（ファミリーなし）	１８