



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

配管（３）に接続された、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方（２０）において発生する廃棄窒素を低カロリーガス供給配管（３）に供給するための廃棄窒素供給配管（４）と、低カロリーガス供給配管（３）に配設された、ガス中の発熱量を検出するカロリーメータ（１１）と、制御装置（１００）とを備えており、制御装置（１００）が、カロリーメータ（１１）の検出値が基準値を超えているときに廃棄窒素供給配管（４）から廃棄窒素を供給するように制御している。

明 細 書

ガスタービン設備、燃料ガス供給設備および燃料ガスのカロリー上昇抑制
方法

技術分野

- [0001] 本発明はガスタービン設備、燃料ガス供給設備および燃料ガスのカロリー上昇抑制方法に関する。さらに詳しくは、低カロリーガスのようにその発熱量(カロリーともいう)が変動するガスをガスタービンの燃料として供給する燃料ガス供給設備、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、このガスタービン燃料用ガスの発熱量の上昇を抑制する方法に関する。

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3000N

m^3 程度発生し、その組成は二酸化炭素(CO_2)が10～18容積%(以下、単に%と記す)、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%程度とされている。

- [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。ここで言う低カロリーガスとは、その発熱量が約12MJ/Nm³ 以下のガスと定義している。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)などの多くの他の種類のガスやそれらの混合ガスが含まれる。

- [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(ガス組成やカロリー)は設備や操業内容によって異なる。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ーについて見てみると、各ガスタービンが固有するカロリーの許容変動幅の上限(たと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する可能性がある。この場合、ガスタービン設備の経済的な連続運転が困難になる。

[0006] 副生ガスの変動するカロリーを抑制するためにいわゆる純粋窒素ガス(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、高純度に精製された N_2 等の不活性ガスによって副生ガスを希釈する場合、カロリーの変動値によっては N_2 等の高価な不活性ガスを大量に使用せざるを得ない。また、不活性ガスを連続して大量に確保することは特殊な産業分野を除いて非常に困難である。さらに、大量の不活性ガスの貯蔵設備や、配管を含むガス供給のための各種機器設備等を延設する必要がある。これらの理由により、純粋な不活性ガスを購入して使用することはガスタービン発電の経済性を低下させ、高効率を標榜するガスタービンの技術的優位性を阻害する。

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

[0007] 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、設備コストおよび運転コストが低廉な、ガスタービン用の燃料ガスのカロリー変動を緩和することのできる燃料ガス供給設備、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、ガスタービ

ン燃料用ガスの発熱量の上昇を抑制する方法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

- [0008] 上記目的のために本発明の燃料ガス供給設備は、
ガスを燃料としてガスタービンに供給するための燃料ガス供給通路と、
この燃料ガス供給通路に接続された、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの
少なくとも一方において発生する廃棄窒素を燃料ガス供給通路に供給するための廃
棄窒素供給通路と、
上記燃料ガス供給通路に配設された、ガス中の発熱量を検出するための発熱量検
出装置と、
この発熱量検出装置の検出結果に基づいて廃棄窒素供給通路による廃棄窒素供
給動作を制御する制御装置とを備えている。
- [0009] この発明によれば、酸素製造プラントにおいて廃棄されるべき副産物として発生す
る廃棄窒素、および、窒素製造プラントにおいて製造したが微量酸素を含有するが
故に廃棄処分される廃棄窒素を回収して燃料ガスの希釈ガスとして用いることができ
る。不燃性ガスである窒素を大量に含み、しかも調達がきわめて容易且つ安価な廃
棄窒素を混合して燃料ガスを希釈することにより、燃料ガスのカロリー上昇を抑制するこ
とができる。ここで、発熱量検出装置とは、ガスの発熱量を直接計測する装置(たとえ
ば、所謂カロリメータ)はもとより、ガス中の可燃成分の含有率を計測する装置をも含
む。
- [0010] 上記発熱量検出装置の検出結果に基づいて廃棄窒素供給通路による廃棄窒素供
給動作を制御する制御装置をさらに備えることができる。
- [0011] 上記制御装置は、ガスタービンに燃料として供給されるガスの最大許容カロリー値が
設定され、燃料ガスのカロリー値がこの最大許容カロリー設定値を超えているときに、廃棄
窒素供給通路から廃棄窒素を供給するように構成することができる。
- [0012] 上記燃料ガス供給通路に、不活性ガスを供給するための不活性ガス供給通路が接
続されており、上記制御装置が、廃棄窒素供給通路による燃料ガス供給通路への廃
棄窒素供給をしている状態において、発熱量検出装置の検出結果に基づいて不活
性ガス供給通路による不活性ガス供給動作を制御するように構成されている燃料ガ

ス供給設備が好ましい。仮に廃棄窒素の供給が停止したり減少することにより、燃料ガスのカロリー上昇の抑制が不十分な場合に、高純度の不活性ガスによって燃料ガスの希釈作用を補うことができるからである。

- [0013] 上記廃棄窒素供給通路に、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方から供給される廃棄窒素を一時的に貯留する貯留タンクを配設することができる。廃棄窒素の安定した供給を維持するためである。
- [0014] 上記廃棄窒素供給通路に、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方から供給される廃棄窒素を一時的に貯留する酸素濃度変動抑制タンクを配設し、この酸素濃度変動抑制タンクにガス入口とガス出口とを形成し、ガス入口には廃棄窒素供給通路の上流側を接続し、ガス出口には廃棄窒素供給通路の下流側を接続するのが好ましい。酸素濃度が変動しつつ供給されてきた廃棄窒素が、酸素濃度変動抑制タンク内で混合されることにより、廃棄窒素に含まれる副生成成分である微量な酸素の濃度変動が均一化され、廃棄窒素の希釈ガスとしての安全性が安定するからである。
- [0015] 以上の各設備において、上記燃料ガス供給通路に、燃料ガスを一時的に貯留するタンクが配設されており、このタンクがガス入口とガス出口とを有しており、ガス入口には燃料ガス供給通路の上流側が接続されており、ガス出口には燃料ガス供給通路の下流側が接続されているのが好ましい。燃料ガス供給通路を通して供給されてくる燃料ガスがタンク内に一時的に貯留され、その中で混合されることにより、そのカロリー変動の幅が減少され、且つ、カロリー変動速度が緩和されるため、タンクの下流部での廃棄窒素を用いた希釈によるカロリー平準化制御が一層容易となるからである。前述した発熱量検出装置は燃料ガス供給通路に設置されるが、燃料ガス供給通路にタンクが設置される設備においては、これらのタンクも燃料ガス供給通路を構成するので、発熱量検出装置を燃料ガス供給通路に設置するということは上記タンクに設置することをも含んでいる。
- [0016] 上記タンクに二種類のガス入口を形成し、そのうちの一方のガス入口に上記した燃料ガス供給通路の上流側を接続し、他方のガス入口には燃料ガス供給通路の下流側に接続された戻し通路を接続し、この戻し通路に、燃料ガスをタンクに向けて圧送

するガス圧送装置を設置することができる。

- [0017] 上記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戻し通路を接続し、この戻し通路に、燃料ガスをタンクより上流側の燃料ガス供給通路に向けて圧送するガス圧送装置を設置することができる。
- [0018] 上記燃料ガス供給通路に、燃料ガスを一時的に貯留するタンクが配設されており、燃料ガス供給通路と上記タンクとの間に、燃料ガスをタンクから燃料ガス供給通路へ戻す出口通路と、燃料ガス供給通路における出口通路との接続点より上流側から燃料ガスをタンクに送り込む上流側入口通路とが配設されている燃料ガス供給設備が好ましい。このタンクによっても燃料ガスがその中で混合されることにより、そのカロリー変動の幅が減少され、且つ、カロリー変動速度が緩和されるからである。
- [0019] なお、前述したタンクはいずれも、内容積が変化しない固定形式のタンクであってもよく、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。
- [0020] または、この燃料ガス供給設備に対して、上記上流側入口通路に代えて、または上流側入口通路とともに、燃料ガス供給通路における出口通路との接続点より下流側から燃料ガスをタンクに送り込む下流側入口通路を配設し、この下流側入口通路に燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置を配設することができる。
- [0021] 上記タンクを有する燃料ガス供給設備において、燃料ガス供給通路における出口通路との接続点より下流側と、燃料ガス供給通路における入口通路との接続点より上流側と、の間に戻し通路を接続し、この戻し通路に、燃料ガスを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を設置することができる。
- [0022] 前述したタンクの内部にガスを攪拌するための攪拌装置を設置するのが好ましい。
- [0023] 上記燃料ガス供給通路における上流部部分と下流部分との間に接続された戻し通路をさらに備え、この戻し通路に、燃料ガス供給通路を流れる燃料ガスの一部を燃料ガス供給通路の下流部分から上流部分に向けて圧送するガス圧送装置が配設され

ているのが好ましい。上記タンクによる作用と同様な作用がなされるからである

本発明のガスタービン設備は、
ガスタービンと、このガスタービンに燃料としての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、この燃料ガス供給設備が、前述したうちのいずれか一の燃料ガス供給設備である。

[0024] 本発明のガスタービン燃料用燃料ガスのカロリー上昇抑制方法は、
ガスタービンに燃料として供給するガスの発熱量を計測するカロリー計測ステップと、
この計測結果が設定許容カロリー値を超えているときに、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方において発生する廃棄窒素を上記燃料ガスに混入する廃棄窒素混入ステップとを含んでいる。

[0025] また、廃棄窒素供給によっても上記発熱量計測結果が設定許容カロリー値を下回らないと判断したときに、不活性ガスを燃料ガスに混入するステップをさらに含んでいる
カロリー上昇抑制方法が好ましい。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、プロセス副生ガスのようにカロリー変動しうる燃料ガスをガスタービンに供給する設備が、低廉な設備コストおよび運転コストによって実現する。たとえば、低カロリーガスのように発熱量が変動するガスを燃料として供給する際に、当該ガスのカロリー上昇を抑制するために、そのガス成分のほとんどを N_2 という不燃性ガスが占める廃棄窒素を容易に且つ大量に入手することができるからである。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、本発明の一実施形態である低カロリー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2は、本発明の他の実施形態である低カロリー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3]図3は、低カロリーガスおよび空気の混合率と混合気の可燃限界との関係の一例を、横軸に低カロリーガスの容積比率を取り、縦軸に温度を取って表したグラフである。

[図4]図4は、図1または図2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ーガスのカロリー変動が緩和される状態の一例を示したグラフである。

[図5]図5は、バッファタンクを通過することによって低カロリーガスのカロリー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6]図6は、バッファタンクを通過することによって低カロリーガスのカロリー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7]図7は、図1または図2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8]図8は、図1または図2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9]図9は、図1または図2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10]図10は、図8または図9のバッファタンクを通過することによって低カロリーガスのカロリー変動が緩和される状態の一例を示したグラフである。

[図11]図11は、図1または図2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12]図12は、図1または図2のガスタービン発電設備において設置されうるカロリー変動抑制手段の他の例を示す配管図である。

[図13]図13は、図1または図2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14]図14は、図1または図2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15]図15は、図1または図2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。

符号の説明

- [0028]
- 1.....低カロリーガス供給設備
 - 2.....ガスタービン
 - 3.....低カロリーガス供給配管
 - 4.....廃棄窒素供給配管
 - 5.....混合器

- 6.....集塵装置
- 7.....カロリメータ
- 8.....流量計
- 9.....混合ガス供給配管
- 10.....バッファタンク
- 11.....カロリメータ
- 12.....酸素濃度計
- 13.....低圧圧縮機
- 14.....高圧圧縮機
- 15.....冷却器
- 16.....燃焼器
- 17.....流調弁
- 18.....フィルタ
- 19.....発電機
- 20.....(廃棄窒素の)供給源
- 21.....窒素貯留タンク
- 22.....(廃棄窒素の)酸素変動抑制タンク
- 23.....酸素濃度計
- 24.....ファン
- 25.....逆止弁
- 26.....止め弁
- 27.....流量計
- 28.....流調弁
- 29.....止め弁
- 30.....逆止弁
- 31.....廃棄窒素放出管
- 32.....流調弁
- 33.....低カロリーガス供給設備

- 34.....不活性ガス供給配管
- 35.....止め弁
- 36.....流量計
- 37.....流調弁
- 38.....共通配管
- 39.....ファン
- 40.....ガス量バランス監視装置
- 41.....連通管
- 42.....タンク
- 43.....蓋部材
- 44.....調整用おもり
- 45.....上流側入口配管
- 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
- 50.....下流側入口配管
- 51.....攪拌装置
- 52.....戻し配管
- 100.....制御装置
- S.....直接還元鉄設備

発明を実施するための最良の形態

[0029] 添付の図面を参照しながら本発明の燃料ガス供給設備、それを備えたガスタービン設備、および、燃料ガスの発熱量の上昇を抑制する方法の実施形態を説明する。

[0030] 図1は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ーガス供給設備1を含んだガスタービン設備の概略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。低カロリーガスはそのカロリー等の特性が変動するも

のが多い。

- [0031] この低カロリーガス供給設備1は、直接還元鉄設備Sで発生した副生ガス(以下、低カロリーガスと呼ぶ)をガスタービン2に燃料として供給する低カロリーガス供給配管3と、この低カロリーガスのカロリー上昇を抑制するために廃棄窒素を希釈ガスとして低カロリーガス供給配管3に供給するための廃棄窒素供給配管4と、この低カロリーガス供給設備1の作動を制御するための制御装置100とを備えている。
- [0032] 低カロリーガスを希釈してそのカロリー上昇を抑えるために廃棄窒素を混合する理由は、廃棄窒素は大量の N_2 を含む一方、可燃性ガスは含んでいないからである。廃棄窒素は、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窒素である。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窒素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を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95～98%程度、且つ、酸素が2～5%程度のガス組成を有しており、低カロリー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。これら大量に廃棄される窒素を回収して使用すれば操業コストがきわめて低廉となる。
- [0033] 上記低カロリーガス供給配管3の混合器5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ーガスを除塵するための集塵装置6と、低カロリーガスを一次貯留するためのバッファタンク10とが設置されている。このバッファタンク10には、上流側の低カロリーガス供給配管3が接続される入口10aと、下流側の低カロリーガス供給配管3が接続される出口10bとが形成されている。図1のバッファタンク10では、その入口10aおよび出口10bはタンク周壁の下端近傍に形成されているが、とくにこれらの形成位置に限定されない。たとえば、タンク周壁の中部、上部、タンクの底部等に形成しても

よい。

- [0034] バッファタンク10は比較的大容量であり、時々刻々とカロリー変動しつつ駐留されていく低カロリーガスがこのバッファタンク10の内部で混合される。その効果については後述する。バッファタンク10の下流側には低カロリーガスの発熱量を検出するための発熱量検出装置7と流量を計測するための流量計8とが設置されている。この流量計8の設置位置は混合器5の上流側に限定されない。混合器5の下流側でもよい。たとえば後述する高圧圧縮機14と燃焼器16との間でもよい。
- [0035] 発熱量検出装置7の設置位置は、バッファタンク10の下流側に限定されず、たとえばバッファタンク10の上流側であつてもよい。バッファタンク10の上流側でガスのカロリー変動を事前に検知することにより、混合器5を使用した発熱量制御をより確実に行うことができる。さらに、バッファタンク10の上流側とともに下流側にも発熱量検出装置を設置し、両発熱量検出装置によってバッファタンク10のガスカロリー変動抑制効果を監視することにより、バッファタンク10におけるガス混合作用を併用したカロリー変動の抑制システムの総合的性能を把握することができる。当該発熱量検出装置はバッファタンク10に直接取り付けすることも可能である。低カロリーガス供給配管3における上記発熱量検出装置7に加えてバッファタンク10に別の発熱量検出装置を取り付けてもよい。
- [0036] ここで、発熱量検出装置7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。適用される低カロリーガスが主に含む可燃成分の種類や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COである)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発熱量検出装置全体を代表して「カロリーメータ」と呼ぶ。
- [0037] 低カロリーガス供給配管3の混合器5より下流部分は、そこを低カロリーガスが廃棄窒素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9と呼ぶ。混合ガス供給配管9にはカロリーメータ11と混合ガス中の酸素濃度を計測するための酸素濃度計12とが設置されている。酸素濃度計12の下流

側にはガスタービン2の低圧燃料ガス圧縮機(以下、低圧圧縮機と呼ぶ)13と高圧燃料ガス圧縮機(以下、高圧圧縮機と呼ぶ)14とがその順に設置されている。両圧縮機13、14の間には燃料ガスである混合ガスを冷却するための冷却器15が配設されている。高圧圧縮機14からガスタービン2の燃焼器16に接続された燃料配管9aにはタービン出力を調整するための流量調整弁(以下、流調弁という)17が設置されている。符号18は燃焼器16へ廃棄窒素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19が連結されている。

[0038] 図1は、両圧縮機13、14ともにタービン2によって回転駆動されるタイプのものを示しているが、これに限定されずに、両圧縮機13、14がタービン2と同軸に連結されず、専用のモータによって駆動されるように構成してもよい。

[0039] 廃棄窒素の供給設備について説明する。廃棄窒素供給配管4は、廃棄窒素の供給源である酸素製造プラント(または窒素製造プラント)20から上記混合器5まで延設されている。この廃棄窒素供給配管4には窒素貯留タンク21と酸素濃度変動抑制タンク22とが配設されている。これら両タンク21、22の設置位置については、いずれを上流側(下流側)に設置してもよい。

[0040] 窒素貯留タンク21は、供給源20からの廃棄窒素を一時的に貯留することにより、供給源20からの廃棄窒素の供給が突然停止したり大幅に減少する等の緊急事態においても、所定時間は廃棄窒素を供給し続ける目的で設置されている。また、廃棄窒素供給配管4の内圧の変動を緩和することもできる。この窒素貯留タンク21は一本の連通管のみによって廃棄窒素供給配管4に接続してもよく、入口と出口とを形成してそれぞれを廃棄窒素供給配管4の上流側と下流側に接続してもよい。

[0041] 酸素濃度変動抑制タンク22は、廃棄窒素中の酸素濃度の変動を抑制する目的で設置されている。酸素濃度の変動が無視し得る程度のものであればこの酸素濃度変動抑制タンク22は設置する必要はない。この酸素濃度変動抑制タンク22は入口22aと出口22bとが形成されており、それぞれ22a、22bが入口配管と出口配管とによって廃棄窒素供給配管4に接続されている。かかる構成により、廃棄窒素供給配管4によって供給される廃棄窒素の全てが酸素濃度変動抑制タンク22に流入して混合される。その結果、たとえ供給される廃棄窒素に酸素濃度の変動がある場合でも、酸素濃

度変動抑制タンク22の出口22bから出ていく廃棄窒素の酸素濃度の変動幅は縮小され、変動速度は低下させられる。すなわち、酸素濃度の変動が大きく緩和(抑制)される。このように酸素濃度が緩和されると、廃棄窒素の希釈ガスとしての安全性が安定して発揮される。

[0042] この酸素濃度変動抑制タンク22を窒素貯留タンク21として兼用することも可能である。この場合は図中の窒素貯留タンク21は設置する必要はなく、酸素濃度変動抑制タンク22のみ設置すればよい。

[0043] 酸素濃度変動抑制タンク22の下流側で廃棄窒素供給配管4はメンテナンス時等の便宜のために二本に分岐され、供給源20から廃棄窒素を吸引して燃料ガス供給配管3に向けて廃棄窒素供給配管4内を圧送するためのガス圧送装置としてのファン24が設置されている。供給源20において発生したときの廃棄窒素の圧力が十分に高いときにはこのファン24は必要としない。

[0044] 各ファン24の下流側にはファン24側への逆流防止のために逆止弁25が配設されている。廃棄窒素供給配管4は、両逆止弁25の下流側で再度一本に統合されている。その統合点から下流の廃棄窒素供給配管4の部分には止め弁26、流量計27、流調弁28、酸素濃度計23、止め弁29および逆止弁30が設置され、最終的に廃棄窒素供給配管4は混合器5に接続されている。この酸素濃度計23の設置位置はとくに図示の位置に限定されず、廃棄窒素供給配管4上の任意の位置に設置することができる。低カロリーガスのカロリー変動抑制制御において、この酸素濃度計23を用いる場合には、当該制御に上記混合ガス供給配管9の酸素濃度計12を用いる必要はない。上記逆止弁30は低カロリーガスが廃棄窒素供給配管4に逆流することを防止するためのものである。前述した窒素貯留タンク21および酸素濃度変動抑制タンク22はそれぞれ、逆止弁25と止め弁26との間に設置してもよい。

[0045] 廃棄窒素供給配管4の上記止め弁26と流量計27との間には、廃棄窒素を大気放出するための廃棄窒素放出配管31が配設されている。この廃棄窒素放出配管31には流調弁32が設置されている。

[0046] つぎに、制御装置100によるこの設備の運転制御の一例を説明する。まず、低カロリーガス供給配管3のカロリーメータ7と流量計8とを監視しつつ低カロリーガスをガスタービ

ン2に向けて圧送する。このとき、すでに廃棄窒素供給配管4ではその止め弁26を開いて流調弁28を閉じ、廃棄窒素放出配管31の流調弁32を開いた状態でファン24が作動している。つまり、廃棄窒素が吸引されて廃棄窒素放出配管31から大気に放出されている。他の止め弁29は開いている。

[0047] 制御装置100には、各ガスタービン2の燃料ガスの使用上の許容カロリー範囲が設定されている。すなわち、基準カロリー値(たとえば $1600\text{kcal}/\text{Nm}^3$)と変動幅(たとえば基準カロリー値の $\pm 10\%$)である。そして、上記低カロリーガスのカロリー値がこの許容変動の上限カロリー値(たとえば $+10\%$ であり、 $1760\text{kcal}/\text{Nm}^3$)を超えないように、廃棄窒素供給配管4の流調弁28が開き、廃棄窒素放出配管31の流調弁32を閉弁方向に調整する。これによって低カロリーガスに廃棄窒素を混合してカロリー値が許容範囲内に収まるように制御する。廃棄窒素を供給するときおよび後述の N_2 を供給するときには、上記カロリーメータ7および流量計8の監視とともに、最終的なカロリー値の適正を判断するために混合ガス供給配管9のカロリーメータ11を監視する。廃棄窒素を供給するときには、後述するように廃棄窒素供給配管4の酸素濃度計23によって供給廃棄窒素の酸素濃度を監視するか、または、低カロリーガス供給配管3の酸素濃度計12によって廃棄窒素が混合された後の燃料ガスの酸素濃度を監視する。

[0048] つぎに、廃棄窒素供給配管4から廃棄窒素放出配管31を通して廃棄窒素を大気放出しうる構成にした点について説明する。廃棄窒素の供給量は通常流調弁28によって制御される。低カロリーガス供給配管3のカロリーメータ7の検出値が急激に減少(低カロリーガスのカロリー値が急低下)した場合、この流調弁28による制御ではその応答性が問題となる可能性もある。このような場合、廃棄窒素放出配管31の流調弁32を開弁することによって廃棄窒素の一部を大気放散することにより、廃棄窒素の供給量を急激に減少させてカロリー値の急減に対応する。

[0049] 図2には低カロリーガス供給設備の異なる形態が示されている。この低カロリーガス供給設備33は図1の低カロリーガス供給設備1に不活性ガスの供給設備を付設したものである。その他の構成は図1の低カロリーガス供給設備1と同じであるため、同一機器には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。図2の不活性ガスの供給設備は、低カロリーガス供給配管3に高純度の不活性ガスを供給するための不活性ガス供給配管

34を備えている。これは、前述した廃棄窒素の供給源である酸素製造プラント(窒素製造プラント) 20が何らかの事情で運転停止したり、廃棄窒素の発生量が大幅に減少したとき、安定して希釈ガスを供給するために設置されたものである。本実施形態では不活性ガスとして窒素ガス(N_2)を使用しているため、この不活性ガス供給配管を N_2 供給配管34と呼ぶ。不活性ガスとしては N_2 に限定されず、 CO_2 やヘリウム(He)等であってもよい。

- [0050] 本実施形態では N_2 供給配管34が廃棄窒素供給配管4に接続して、低カロリーガス供給配管3までは廃棄窒素と N_2 の共通の配管38が接続されている。この共通配管38は混合器5によって低カロリーガス供給配管3に接続されている。この不活性ガスと廃棄窒素とを混合して低カロリーガス供給配管3に供給することが考えられる場合には、 N_2 供給配管34と廃棄窒素供給配管4との接続部に両ガスを混合するための混合器を設置してもよい。

廃棄窒素供給配管4と N_2 供給配管34とを合流させずにそれぞれ4、34を直接に混合器5に接続してもよいが、設備コストの低減のためには図示のごとく両者4、34を予め接続しておくのが好ましい。上記 N_2 供給配管34は、上流側から順に止め弁35、流量計36および流調弁37を有している。上記共通配管38には、図1の低カロリーガス供給設備1の廃棄窒素供給配管4と同様に上流側から順に止め弁29と逆止弁30とが設置されている。

- [0051] 制御装置100は、混合ガス供給配管9のカロリーメータ11の計測結果から、廃棄窒素供給によってもなおカロリー値が許容範囲に維持できないと判断したときには、 N_2 供給配管34の流量計36を監視しつつ、流調弁37を開くように調整することにより N_2 を低カロリーガスに混合してカロリー値を許容範囲内に収まるように制御する。

- [0052] 酸素製造プラントや窒素製造プラントにおいて発生する廃棄窒素には約2〜5%の酸素が含まれているので、廃棄窒素を低カロリーガスに混合すればこの混合ガスの酸素含有量(酸素濃度)がわずかであるが上昇する。可燃ガス中に所定割合の酸素が含まれた場合、理論的には所定温度で当該可燃ガスが可燃範囲内に入る。約2〜5%の酸素を含む廃棄窒素を低カロリーガスに混合する場合について検討するには、酸素を比較的多く含む空気の低カロリーガスへの許容最大混合比率を基にすればよい。

- [0053] すなわち、空気には一定容積比率(約21%で不変)の酸素が含まれているので、空気と低カロリーガスとの混合気の可燃限界を低カロリーガスまたは空気の容積比率について求め、これから空気の許容最大混合比率を設定しておき、このデータおよび酸素含有率の比に基づいて廃棄窒素の最大許容混合比率を算出し、設定するのが便利である。たとえば、空気の許容最大混合比率に、空気の酸素含有率(21%)と採用する廃棄窒素の酸素含有率(約2〜5%)との比を乗じる。以下、説明する。
- [0054] 図3には、参考に低カロリーガスと空気との混合ガスについてその可燃範囲を低カロリーガスの容積比率と温度との関係で示している。図中左側の黒丸印をつないだ曲線は、混合ガスの可燃範囲のうち、低カロリーガスの最少容積比率(空気の最大容積比率)を示す。右側の黒四角印をつないだ曲線は、混合ガスの可燃範囲のうち、低カロリーガスの最大容積比率(空気の最少容積比率)を示す。両曲線で挟まれた範囲が可燃範囲である。低カロリーガスのカロリー値は変動するので上記両曲線も変動する。したがって、このようなデータに基づけば、仮に空気を希釈ガスとして考えた場合には、たとえば、空気の最大許容混合容積率は安全率を考慮して容積比率20%(低カロリーガスの容積比率80%)となる。右側の黒四角印をつないだ曲線で示す空気の最少容積比率よりもさらに小さい比率(20%)となる。ただし、この数値は一例である。
- [0055] ここで、空気と廃棄窒素との酸素含有率の比は、 $21/5$ である。廃棄窒素の酸素含有率は約2〜5%であるが、安全側をとって5%としている。空気の最大許容混合容積率が20%であるので、廃棄窒素の最大許容混合容積率は、 $20\% \times 21/5 \div 84\%$ となる。制御装置100にこれら廃棄窒素の最大許容混合容積率が設定されるが、これらは混合ガスの可燃限界から導かれる最大許容混合容積率である。実際には廃棄窒素を84%になるまで低カロリーガスに混合することはない。
- [0056] 以上の制御は低カロリーガス供給配管3の流量計8および廃棄窒素供給配管4の流量計27の検出結果に基づいて行われる。さらに、上記酸素濃度計23(12でもよい)によって混合ガスの酸素濃度および廃棄窒素の酸素濃度はともに常時監視される。予期せぬ酸素濃度の変動に対処するためである。
- [0057] つぎに、図1または図2のバッファタンク10の作用効果について説明する。前述のとおり、送られてきた低カロリー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2〜3m程度の低カロリーガス供給配管3に対して容積が通常20000〜200000m³程度のものが設置される。時々刻々カロリーが変動しつつ送られてきた低カロリーガスはバッファタンク内で混合される。この明細書でいうタンク内でのガスの混合とは、いわば時間差の混合を意味する。すなわち、同時にバッファタンク10に流入した低カロリーガスは、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。このことを時間差混合と言う。

[0058] この時間差混合の結果、バッファタンク10の出口10bから出ていく低カロリーガスのカロリの変動幅は縮小され、変動速度は低下させられる。すなわち、カロリー変動が大きく緩和(抑制)される。このようにカロリー変動が事前に緩和されると、下流において廃棄窒素等の希釈によるカロリー上昇の抑制制御が非常に容易となる。以上の現象を図4〜図9を参照しつつ説明する。

[0059] 図4は、図1または図2のバッファタンク10の容積を200000m³としたときに、カロリー変動する低カロリーガスが流量500000Nm³/hrで供給された場合のカロリー変動の緩和(抑制)状態のシミュレーション結果を示すグラフである。横軸は時間(分)を示し、縦軸は低カロリーガスの発熱量であるガスカロリー値(kcal/Nm³)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ーガスのカロリー変動(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。実線で表す曲線はバッファタンク10から出ていく低カロリーガスのカロリー変動(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ーガスのカロリーは約1530kcal/Nm³から約2360kcal/Nm³まで変動している。つまり平均値(1945kcal/Nm³)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ーガスのカロリー変動を理論計算した結果によれば、1780kcal/Nm³から1960kcal/Nm³までであり、変動幅は平均値(1870kcal/Nm³)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も短周期成分および中周期成分が大幅に抑制されている。この効果は低カロリーガスの供給流量に対してバッファタンクの容積が大きいほど顕著になる傾向がある。オリジナル変動の変動幅が小さい場合は経済性を見地からバッ

ファタンクの容積を小さくしても効果がある。

- [0060] 図5には、低カロリーガスが流量は $500000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 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ー変動の減衰状態が示されている。この場合のカロリー変動もバッファタンク10によって $1700\text{kcal}/\text{Nm}^3$ から $2040\text{kcal}/\text{Nm}^3$ までの範囲に抑制されており、変動幅は平均値($1970\text{kcal}/\text{Nm}^3$)の約 $\pm 9\%$ である。
- [0061] 図6は、低カロリーガスが流量 $200000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 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、カロリー変動の減衰状態を示している。この場合のカロリー変動もバッファタンク10によって $1740\text{kcal}/\text{Nm}^3$ から $2010\text{kcal}/\text{Nm}^3$ までの範囲に抑制されており、変動幅は平均値($1875\text{kcal}/\text{Nm}^3$)の約 $\pm 7.2\%$ である。
- [0062] 図示しないが、低カロリーガスが上記と同様に流量 $200000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 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($1875\text{kcal}/\text{Nm}^3$)の約 $\pm 12\%$ となる。
- [0063] 図7に示すように、低カロリーガスが流量 $200000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 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。
- [0064] このように、バッファタンクを備えるだけで、積極的な制御をすることなく低カロリーガスのカロリー変動が大きく抑制される。その結果、下流において廃棄窒素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ー変動幅が基準カロリー値(平均値)の $\pm 10\%$ 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ー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、一定比率の廃棄窒素を下流側で供給するだけで良くなる。廃棄窒素の供給動作に関しては低カロリーガスのカロリー変動の様態を考慮する必要が無くなる。
- [0065] 極端な場合、バッファタンク10を通過した後の低カロリー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ー値とほぼ一致しているなら、廃棄窒素供

給設備や不活性ガス供給設備は必要無くなる。両設備が設けられている場合であっても、図1の廃棄窒素供給配管4の止め弁29、および、図2の共通配管38の止め弁29を閉止した状態で設備を運転すれば良い。当然ながら、発生した低カロリーガスのカロリー変動がもともと大きくない場合は、バッファタンクの設置は必要でなく、廃棄窒素供給設備や不活性ガス供給設備のみで十分に対応可能である。

[0066] 図8には他のバッファタンク42が示されている。このバッファタンク42は従来のガスタービン設備に使用されることのあるもので、ガス量バランスを監視する装置40に含まれるものである。このガス量バランス監視装置40は、上流側から送られてくる低カロリー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、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大気に放散するなどし、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。

[0067] このガス量バランス監視装置40は、その出口42bが連通管41によって低カロリーガス供給配管3と接続されたタンク42と、タンク42の上端開口を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43と、たとえば蓋部材43に設置された調整用おもり44とを備えている。蓋部材43は、自重と上記おもり44の重量と大気圧による押し下げ力との総計と、タンク42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、低カロリー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43が上下動する。この蓋部材43の上下動を監視しつつガスの大気放散やタービン負荷の低下等の措置をとる。

[0068] 図8のバッファタンクは、このガス量バランス監視装置40をカロリー変動抑制のために利用したものである。このタンク42には、上記連通管41の他に、新たに、低カロリーガス供給配管3における連通管41と接続位置より上流側とタンクの入口42aとを接続する上流側入口配管45が接続されている。この上流側入口配管45には低カロリーガスをタンク42に送り込むファン39が設置されている。上流側入口配管45は連通管41より低カロリーガス供給配管3の上流側に接続されているので、圧力損失を考慮した配管設計によって上記ファン39を省略することもできる。これは図9および図13に示す上

流側入口配管45についても同様である。供給される低カロリーガスの一部は上流側入口配管45を通してタンク42に流入し、タンク42内で低カロリーガスが混合し、同量のガスが上記連通管41を通してタンク42から低カロリーガス供給配管3に戻る。この場合、上記連通管41は出口配管とも呼べる。このバッファタンク42は低カロリーガス供給配管3のバイパス配管を構成する上流側入口配管45と連通管41とに接続されており、いわば低カロリーガス供給配管3に対して並列に設置されている。

[0069] このバッファタンク42によっても、上流側入口配管45を通して送られてきた低カロリーガスは、前述のバッファタンク10におけると同様に、バッファタンク内で混合される。その結果、バッファタンク42の出口42bから出ていく低カロリーガスのカロリの変動幅は縮小され、変動速度が低下させられる。すなわち、カロリー変動が大きく緩和(抑制)される。

[0070] さらに、このタンク42の内部にはガスを攪拌するために、ファン等の攪拌装置51が設置されている。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カロリー変動抑制を実現するためである。攪拌装置51の設置形態としては、タンクの出口42b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42bの近傍に設置するのが、ガスの効果的な混合という観点から好ましい。この攪拌装置51を、図8のタンク42に限定されず、他の図面に示すタンク10、42、47や、カロリー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、攪拌装置51の回転駆動機としての電動モータ51a等はタンクの外部に設置しておくのが好ましい。

[0071] 図9には、カロリー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、連通管41によって低カロリーガス供給配管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、タンク47の内圧が常時監視される。制御装置100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装置40(図8)と同じであり、タンク47の入口47aには上流側入口配管45が接続され、出口47bには出口配管47bが接続されている。このタンク47もカロリー変動抑制手段として十分に利用可能である。

- [0072] 図10は、カロリー変動する低カロリーガスが流量 $500000\text{Nm}^3/\text{hr}$ で供給される設備において、図8または図9に示すタンク42(47)の容積を 200000m^3 とし、上記ファン39によって $500000\text{Nm}^3/\text{hr}$ の流量のうち $200000\text{Nm}^3/\text{hr}$ のガスをタンク42(47)に送り込む場合のカロリー変動の緩和状態を示す。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ーガスのカロリー変動(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42を出て上記連通管41を通る低カロリーガスのカロリー変動(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、連通管41より下流の低カロリーガス供給配管3部分を通じて混合器5に至るガスのカロリー変動(抑制後変動)を示している。前述と同じく、タンク42(47)に入る前の低カロリーガスのカロリーは平均値($1945\text{kcal}/\text{Nm}^3$)の約 $\pm 21\%$ の変動幅を持っている。ところが、タンク42(47)から連通管41を通して低カロリーガス供給配管3に合流した後のガスのカロリー変動は、 $1690\text{kcal}/\text{Nm}^3$ から $2100\text{kcal}/\text{Nm}^3$ までであり、変動幅は平均値($1895\text{kcal}/\text{Nm}^3$)の約 $\pm 11\%$ まで抑制されている。この数値は一例である。
- [0073] このように、タンク42(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、下流において廃棄窒素による低カロリーガスの希釈を容易に行うことができるようになる。図8および図9では、低カロリーガスをタンク42(47)に送り込む上流側入口配管45が、低カロリーガス供給配管3における出口配管41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41より下流側に接続してもよい(図14参照)。また、両管41、45ともに複数本設けてもよい。
- [0074] 図11に示すバッファタンク42は図8に示すのと同じガス量バランス監視装置40用のバッファタンク42である。相違点は低カロリーガス供給配管3とを接続する配管の態様である。図11の配管態様は、図8の低カロリーガス供給配管3における、上流側入口配管45との接続部から連通管41との接続部までの部分を取り除き、さらに、上流側入口配管45上のファン39を取り除いたものである。すなわち、入口42aに上流側の低カロリーガス供給配管3が接続され、出口42bに下流側の低カロリーガス供給配管3が接続されている。換言すれば、図1および図2に示すバッファタンク10をガス量バランス監視装置40用のタンク42に取り替えたものである。かかる配管は、既存のガス量

バランス監視装置40をガスカロリの変動抑制装置として兼用するに際して容易に改造し得る態様である。

- [0075] 図12には、他のカロリ変動抑制手段が示されている。この手段は、低カロリガス供給配管3に配設された、低カロリガスの一部を低カロリガス供給配管3の上流側へ戻すための戻し配管49である。この戻し配管49には低カロリガスを上流側へ圧送するファン39が設置されている。図示の戻し配管49は一カ所の吸引部から複数本の枝管49aに分岐してもとの低カロリガス供給配管3に戻すように構成されているが、一本の戻し配管から構成してもよい。また、低カロリガス供給配管3の異なる複数部位にそれぞれ一本の戻し配管を配設してもよい。
- [0076] かかる手段によっても、低カロリガスは低カロリガス供給配管3の上流へ戻されたときに新しく供給されてきた低カロリガスと混合し、カロリ変動が緩和される。この作用を増大するには、戻し配管49を長さを長くし、供給ガス量に対する戻しガス量の容積割合を大きくすればよい。
- [0077] 図13にも図8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42が示されている。図示のごとく、タンク42と低カロリガス供給配管3との間には、ファン39を備えた上流側入口配管45と、出口配管としての上記連通管41とが接続されている。すなわち、タンク42の入口42aには上流側入口配管45が接続され、出口42bには出口配管41が接続されている。しかし、このタンク42にはさらなる入口50aが形成され、この入口50aに、低カロリガス供給配管3における出口配管41との接続部より下流側に接続された下流側入口配管50が接続されている。この下流側入口配管50には低カロリガスをタンク42に送り込むファン39が設置されている。図示のごとく、上流側入口配管45および下流側入口配管50のタンク42への接続位置(入口42a、50a)は互いに近接している。
- [0078] この構成によれば、タンク42には低カロリガス供給配管3の上流側から上流側入口配管45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の下流側から下流側入口配管50を通して低カロリガスの一部が圧送され、混合して出口42b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混合が実現される。下流側入口配管50の長

さを長くするほど、混合されるガスの滞留時間が長くなり、一層好ましい混合が実現される。上記下流側入口配管50は低カロリーガス供給配管3の下流側からタンク42の入口50aに接続されているが、下流側から、低カロリーガス供給配管3の上流側入口配管45との接続部より上流側に接続してもよい。

[0079] 図14にも低カロリーガス供給配管3に対して並列に設置されたバッファタンク42が示されている。図示のごとく、タンク42と低カロリーガス供給配管3との間には、出口配管としての上記連通管41と下流側入口配管50とが接続されている。この下流側入口配管50には低カロリーガスをタンク42に送り込むファン39が設置されている。

[0080] かかる構成によれば、下流側入口配管50が低カロリーガス供給配管3における連通管41との接続部より下流側に接続されていても、低カロリーガスはファン39より下流側入口配管50を通してタンク42内へ送り込まれ、混合して出口42bから連通管へと流出する。つまり、カロリー変動が抑制された低カロリーガスの一部が循環するので効果的な混合がなされる。そして、上記下流側入口配管50の長さを長くするほど、タンク内でより長時間に渡る混合が実現される。

[0081] 図15に示すタンク42は二種類の入口42a、52aを有している。一方の入口42aには上流側低カロリーガス供給配管3が接続され、出口42bには下流側低カロリーガス供給配管3が接続され、さらに、他方の入口52aには下流側低カロリーガス供給配管3と接続された戻し配管52が接続されている。二つの入口42a、52aは近接して形成されている。戻し配管52には低カロリーガスをタンクに送り込むためのファン39が設置されている。

[0082] かかる構成によれば、タンク42でカロリー変動が抑制された低カロリーガスの一部は再度タンク42へ戻されて再度混合するので、一層好ましい混合が実現される。戻し配管52の長さを長くするほど混合されるガスの滞留時間が長くなる。上記戻し配管52は低カロリーガス供給配管3の下流側からタンク42の入口52aに接続されているが、下流側から、低カロリーガス供給配管3におけるタンクより上流側に接続してもよい。

[0083] 以上説明した実施形態では、使用する低カロリー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。低カロリーガスとしては、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)、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。もちろん、上記ガスを単独はもとより、BFGとLDGとの混合ガスのように、複数の異種ガスを混合した結果その発熱量が約12MJ/Nm³ 以下となったガスをも含む。

産業上の利用可能性

- [0084] 本発明によれば、そのカロリーが時々刻々変化する低カロリーガスを大量に存在し且つ採取容易である低酸素濃度な廃棄窒素によって希釈することにより、燃焼温度の異常な上昇を抑えて安定燃焼を継続させることができる。すなわち、低廉な設備コストおよび運転コストによって上記効果が得られる。さらに、従来は廃棄処分されていた酸素製造プラント等において発生する窒素ガスを有効活用することができる。

請求の範囲

- [1] ガスを燃料としてガスタービンに供給するための燃料ガス供給通路と、
 該燃料ガス供給通路に接続された、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方において発生する廃棄窒素を燃料ガス供給通路に供給するための廃棄窒素供給通路と、
 上記燃料ガス供給通路に配設された、ガス中の発熱量を検出するための発熱量検出装置とを備えてなる燃料ガス供給設備。
- [2] 上記発熱量検出装置の検出結果に基づいて廃棄窒素供給通路による廃棄窒素供給動作を制御しうる制御装置をさらに備えてなる請求項1記載の燃料ガス供給設備。
- [3] 上記制御装置が、ガスタービンに燃料として供給されるガスの最大許容カロリー値を設定しており、燃料ガスのカロリー値が該最大許容カロリー設定値を超えているときに、廃棄窒素供給通路から廃棄窒素を供給するように構成されてなる請求項2記載の燃料ガス供給設備。
- [4] 上記燃料ガス供給通路に、不活性ガスを供給するための不活性ガス供給通路が接続されており、
 上記制御装置が、廃棄窒素供給通路による燃料ガス供給通路への廃棄窒素供給をしている状態において、発熱量検出装置の検出結果に基づいて不活性ガス供給通路による不活性ガス供給動作を制御するように構成されてなる請求項2記載の燃料ガス供給設備。
- [5] 上記廃棄窒素供給通路に連通した、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方から供給される廃棄窒素を一時的に貯留する貯留タンクが配設されてなる請求項1記載の燃料ガス供給設備。
- [6] 上記廃棄窒素供給通路に、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方から供給される廃棄窒素を一時的に貯留する酸素濃度変動抑制タンクが配設されており、
 該酸素濃度変動抑制タンクが入口と出口とを有しており、入口には廃棄窒素供給通路の上流側が接続されており、出口には廃棄窒素供給通路の下流側が接続されてなる請求項1記載の燃料ガス供給設備。

- [7] 上記燃料ガス供給通路に、燃料ガスを一時的に貯留するタンクが配設されており、
該タンクが入口と出口とを有しており、入口には燃料ガス供給通路の上流側が接続
されており、出口には燃料ガス供給通路の下流側が接続されてなる請求項1記載の
燃料ガス供給設備。
- [8] 上記タンクに二種類のガス入口が形成されており、
そのうちの一方のガス入口に上記した燃料ガス供給通路の上流側が接続されてお
り、
他方のガス入口と燃料ガス供給通路の下流側との間に戻し通路が接続されており
、
該戻し通路に、燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置が設置されてなる
請求項7記載の燃料ガス供給設備。
- [9] 上記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
との間に戻し通路が接続されており、
該戻し通路に、燃料ガスをタンクより上流側の燃料ガス供給通路に向けて圧送する
ガス圧送装置が設置されてなる請求項7記載の燃料ガス供給設備。
- [10] 上記燃料ガス供給通路に、燃料ガスを一時的に貯留するタンクが配設されており、
燃料ガス供給通路と上記タンクとの間に、燃料ガスをタンクから燃料ガス供給通路
へ戻す出口通路と、燃料ガス供給通路における出口通路との接続点より上流側から
燃料ガスをタンクに送り込む上流側入口通路とが配設されてなる請求項1記載の燃
料ガス供給設備。
- [11] 上記燃料ガス供給通路に、燃料ガスを一時的に貯留するタンクが配設されており、
燃料ガス供給通路と上記タンクとの間に、燃料ガスをタンクから燃料ガス供給通路
へ戻す出口通路と、燃料ガス供給通路における出口通路との接続点より下流側から
燃料ガスをタンクに送り込む下流側入口通路とが配設されており、
該下流側入口通路に燃料ガスをタンクに向けて圧送するガス圧送装置が配設され
てなる請求項1または10記載の燃料ガス供給設備。
- [12] 上記燃料ガス供給通路における出口通路との接続点より下流側と、燃料ガス供給
通路における入口通路との接続点より上流側と、の間に戻し通路が接続されており、

該戻し通路に、燃料ガスを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が設置されてなる請求項10記載の燃料ガス供給設備。

[13] 上記タンクの内部にガスを攪拌するための攪拌装置が設置されてなる請求項7または10記載の燃料ガス供給設備。

[14] 上記燃料ガス供給通路における上流部部分と下流部分との間に接続された戻し通路をさらに備えており、

該戻し通路に、燃料ガス供給通路を流れる燃料ガスの一部を燃料ガス供給通路の下流部分から上流部分に向けて圧送するガス圧送装置が配設されてなる請求項1記載の燃料ガス供給設備。

[15] ガスタービンと、

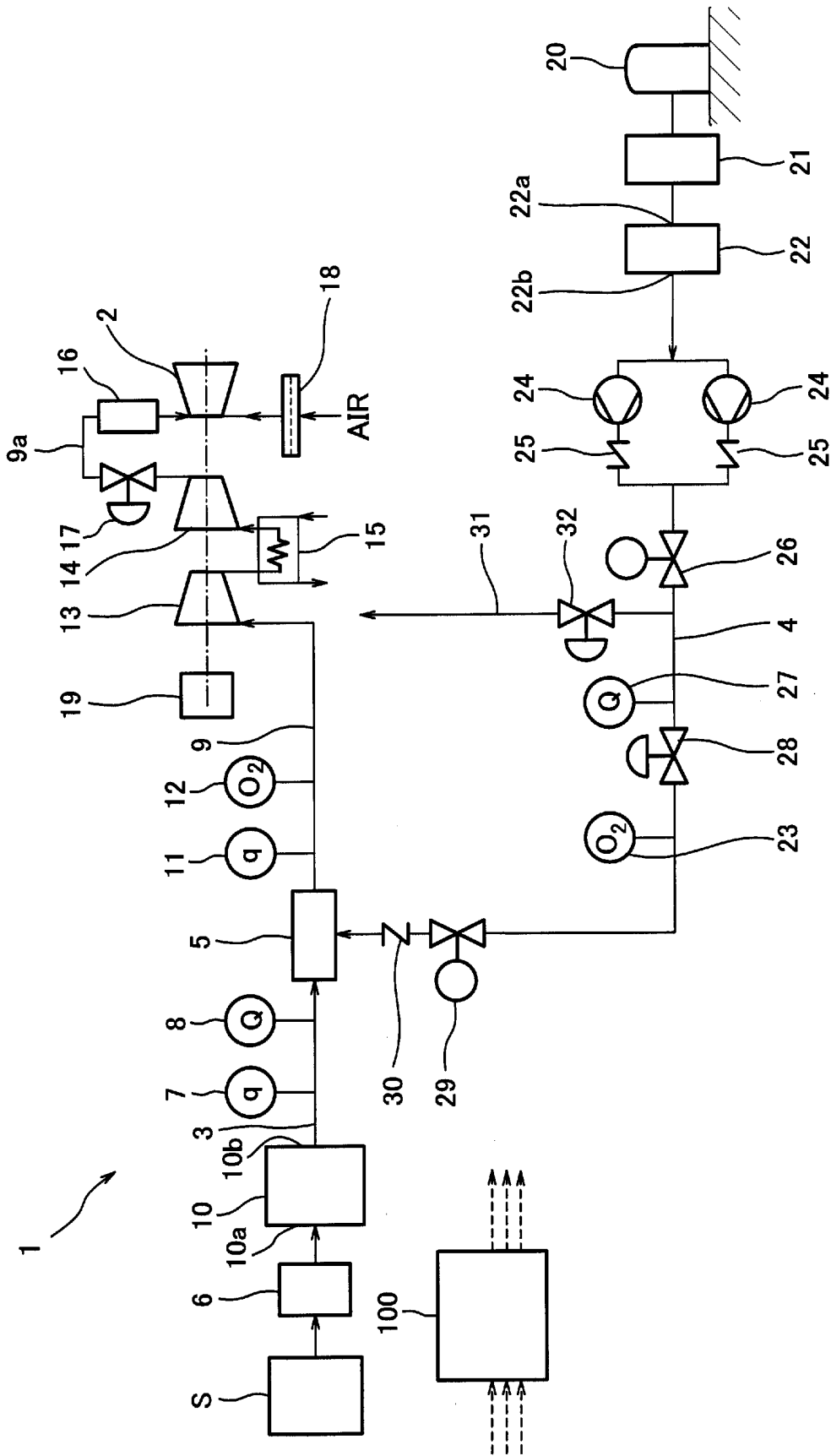
該ガスタービンに燃料としてのガスを供給するための燃料ガス供給設備とを備えており、

該燃料ガス供給設備が、請求項1～14のうちの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。

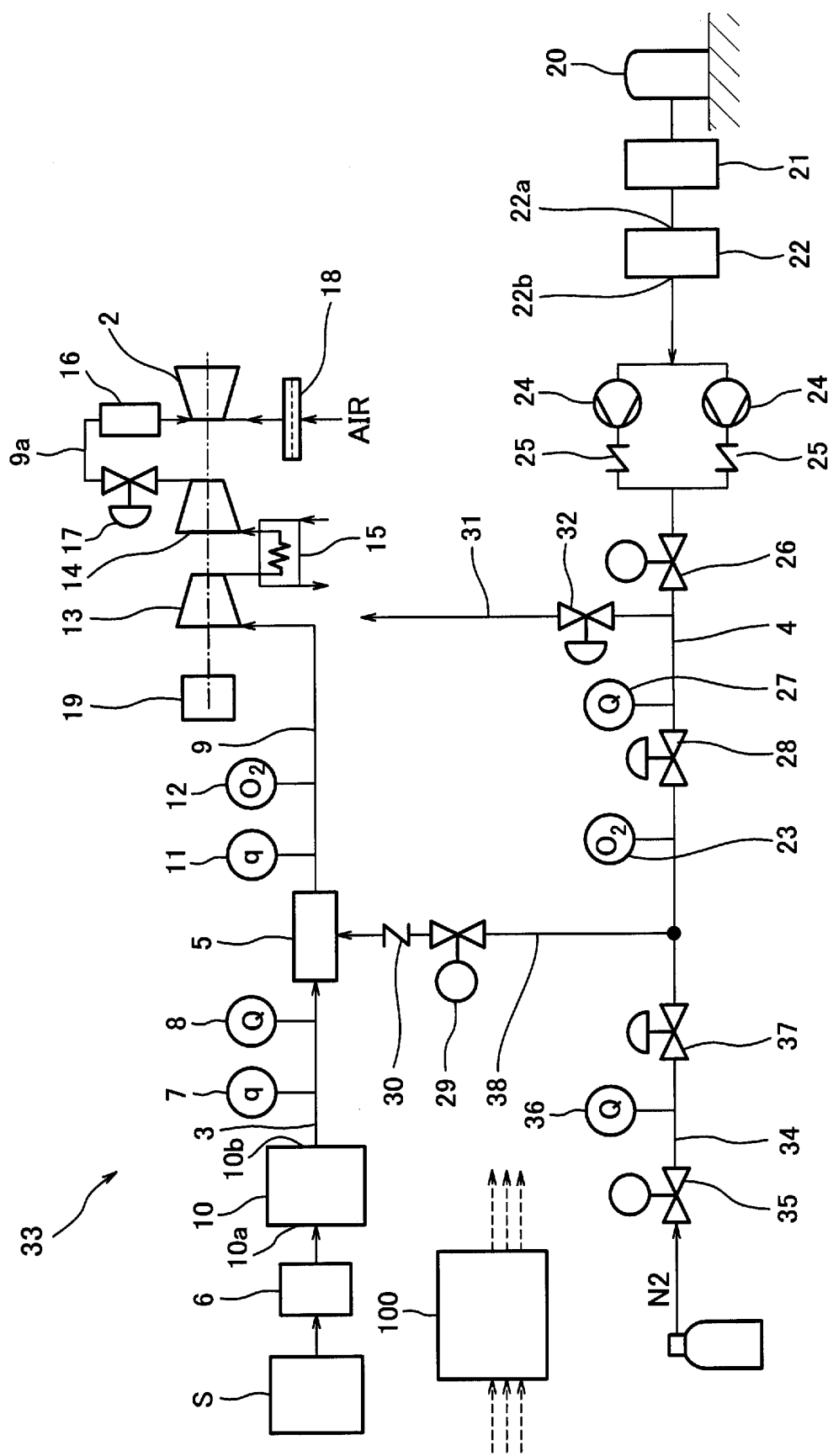
[16] ガスタービンに燃料として供給するガスの発熱量を計測するカロリー計測ステップと、この計測結果が設定許容カロリー値を超えているときに、酸素製造プラントおよび窒素製造プラントの少なくとも一方において発生する廃棄窒素を希釈用のガスとして燃料ガスに混入する廃棄窒素混入ステップとを含んでなるガスタービン燃料用燃料ガスのカロリー上昇抑制方法。

[17] 廃棄窒素供給によっても上記発熱量計測結果が設定許容カロリー値を下回らないと判断したときに、不活性ガスを燃料ガスに混入するステップをさらに含んでなる請求項16記載のカロリー上昇抑制方法。

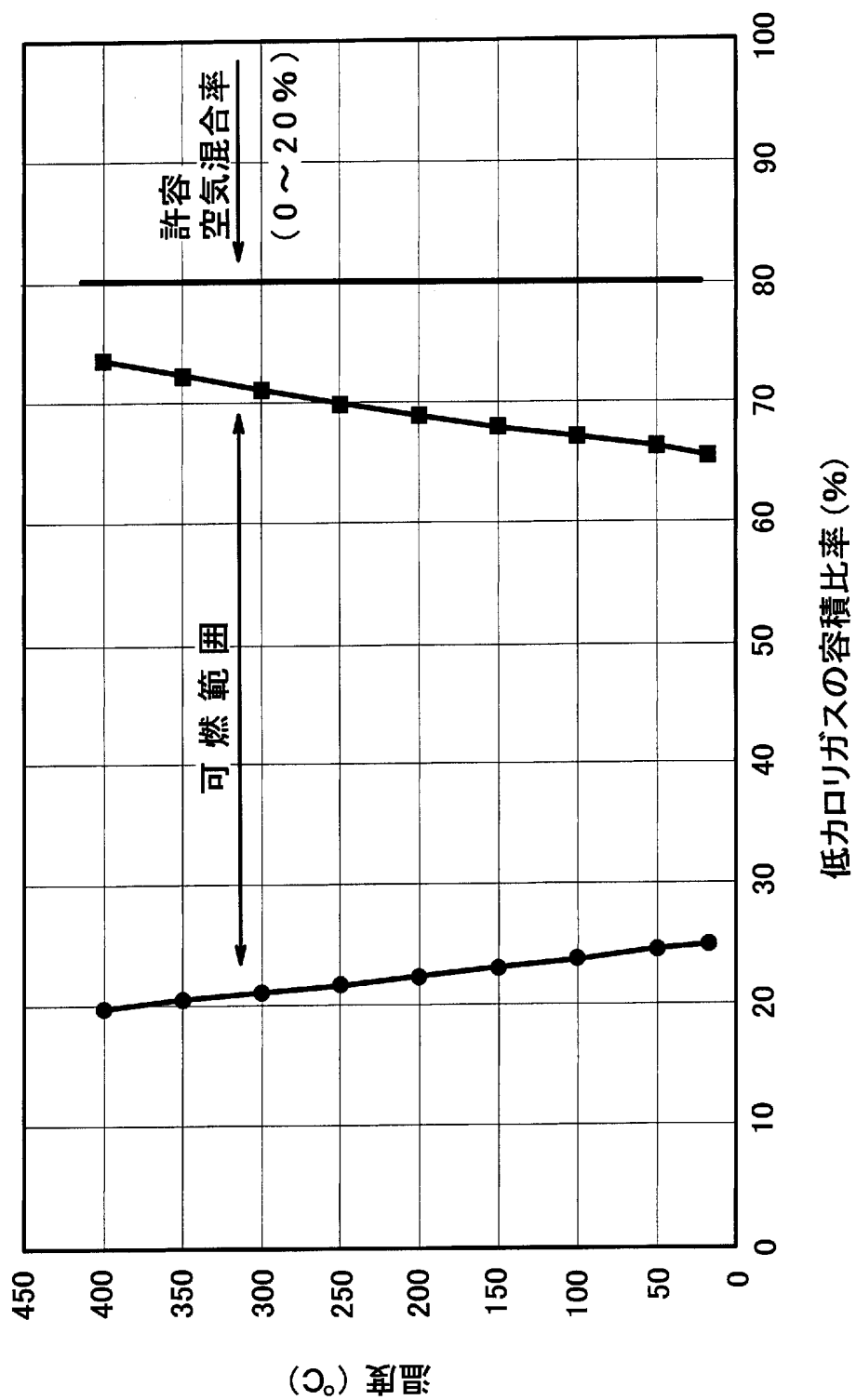
[図1]



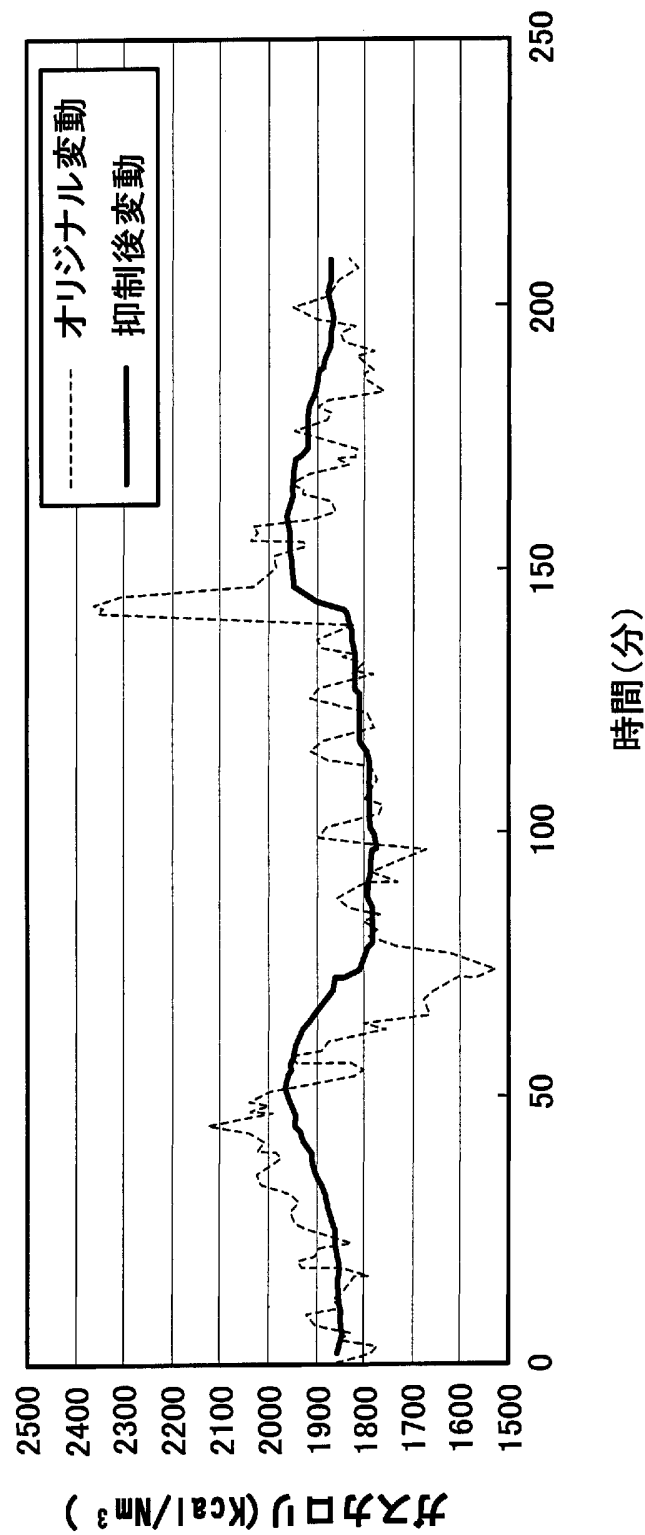
[図2]



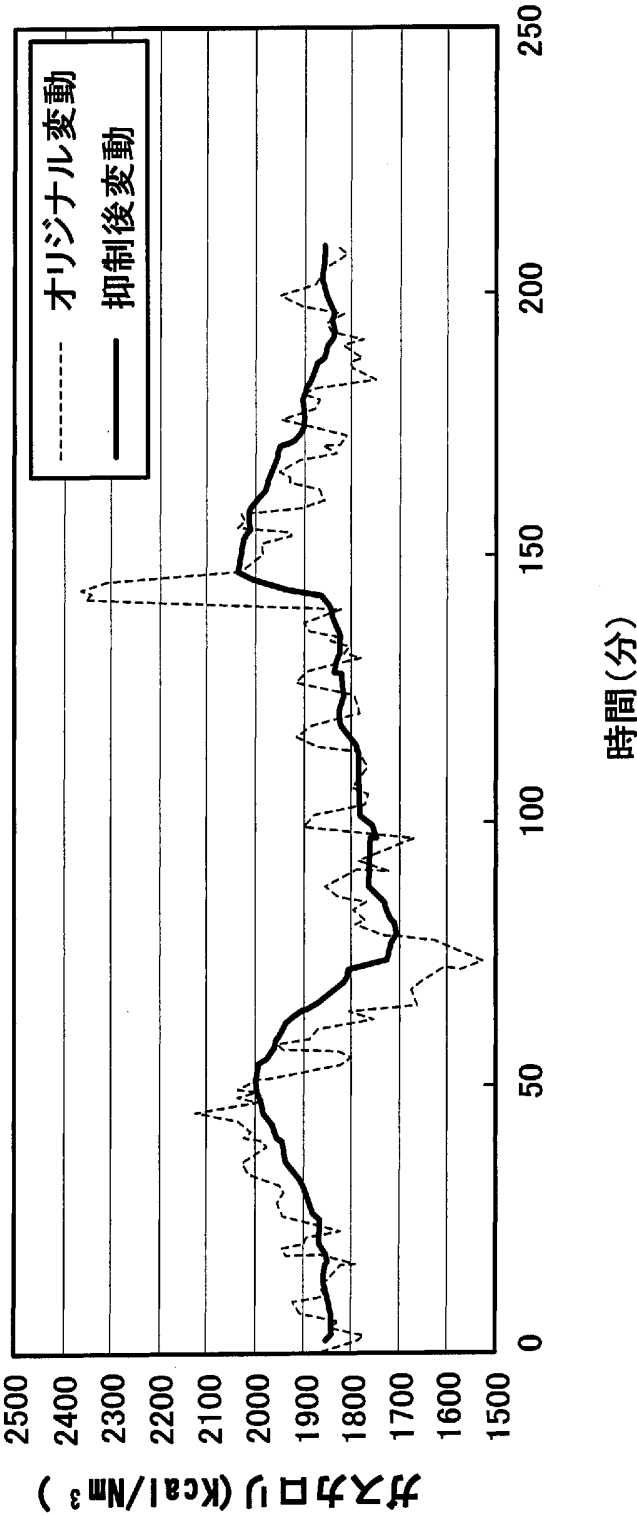
[図3]



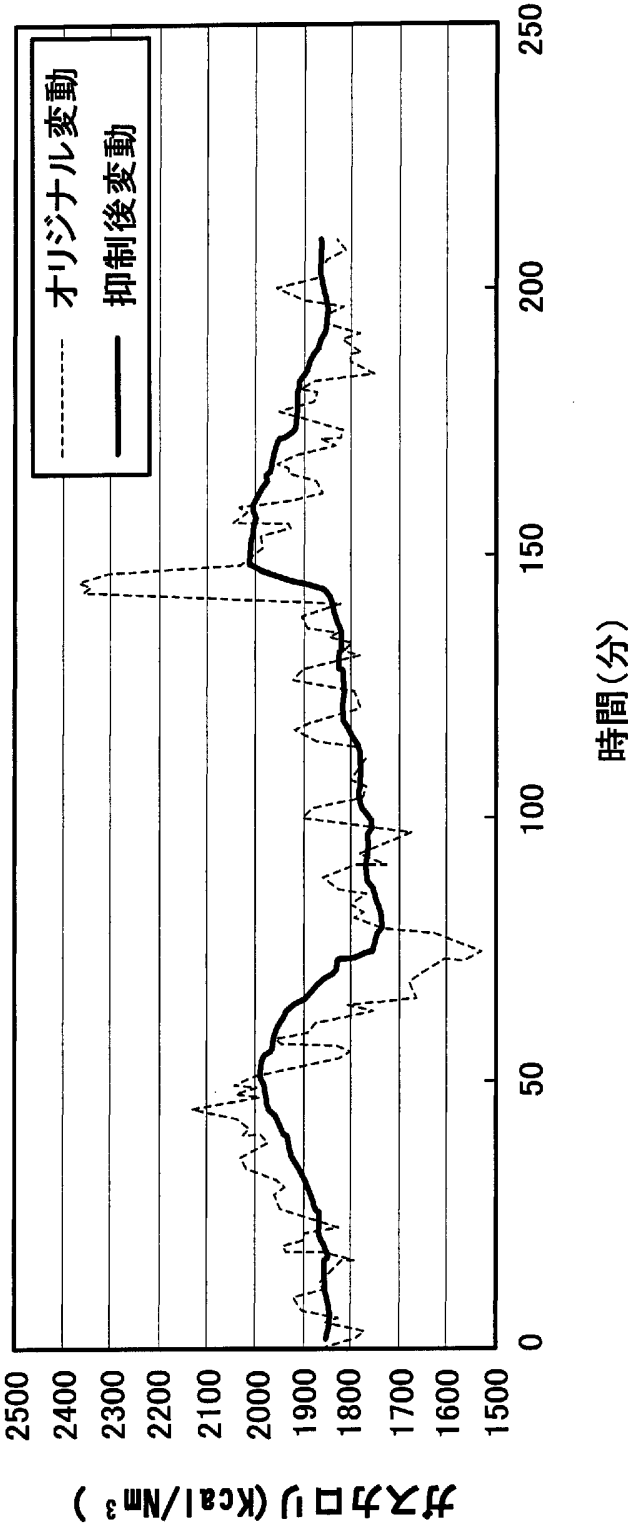
[図4]



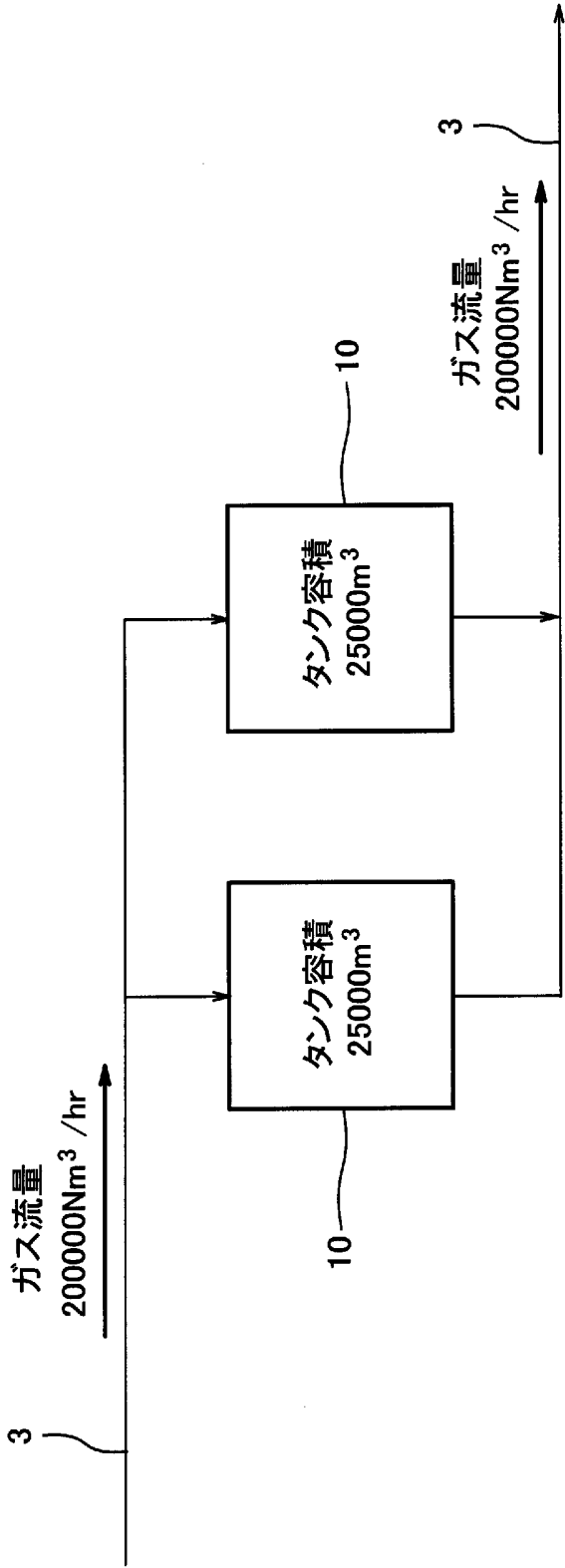
[図5]



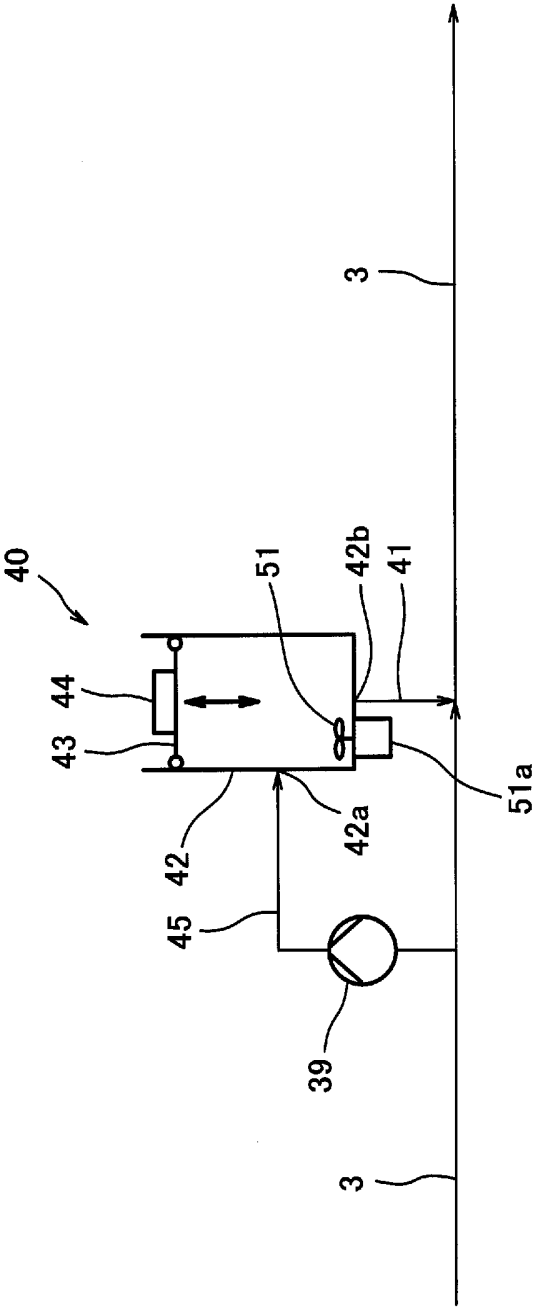
[図6]



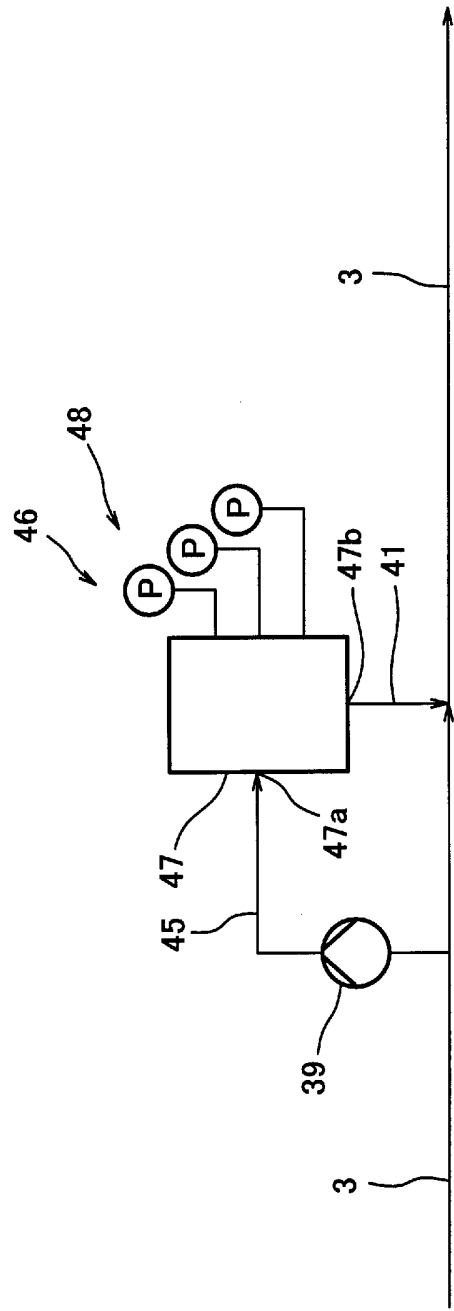
[図7]



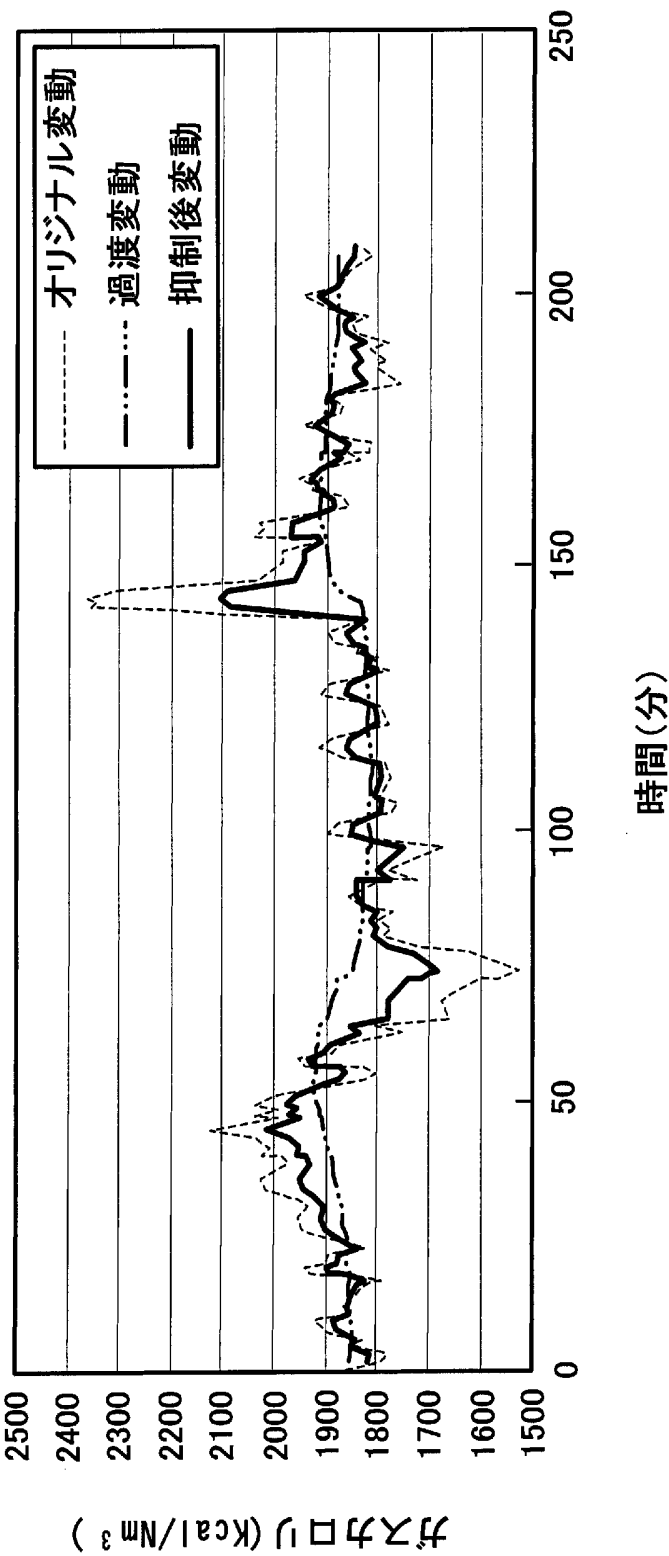
[図8]



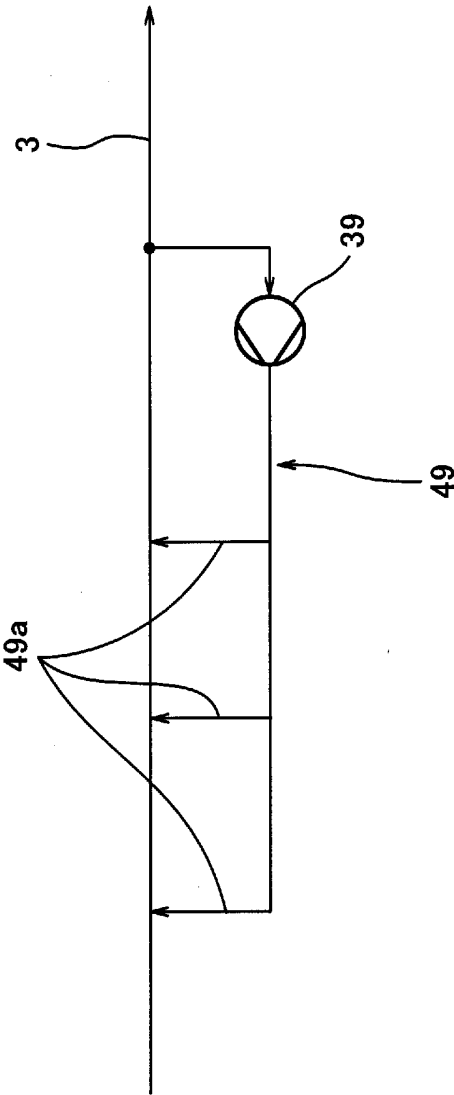
[図9]



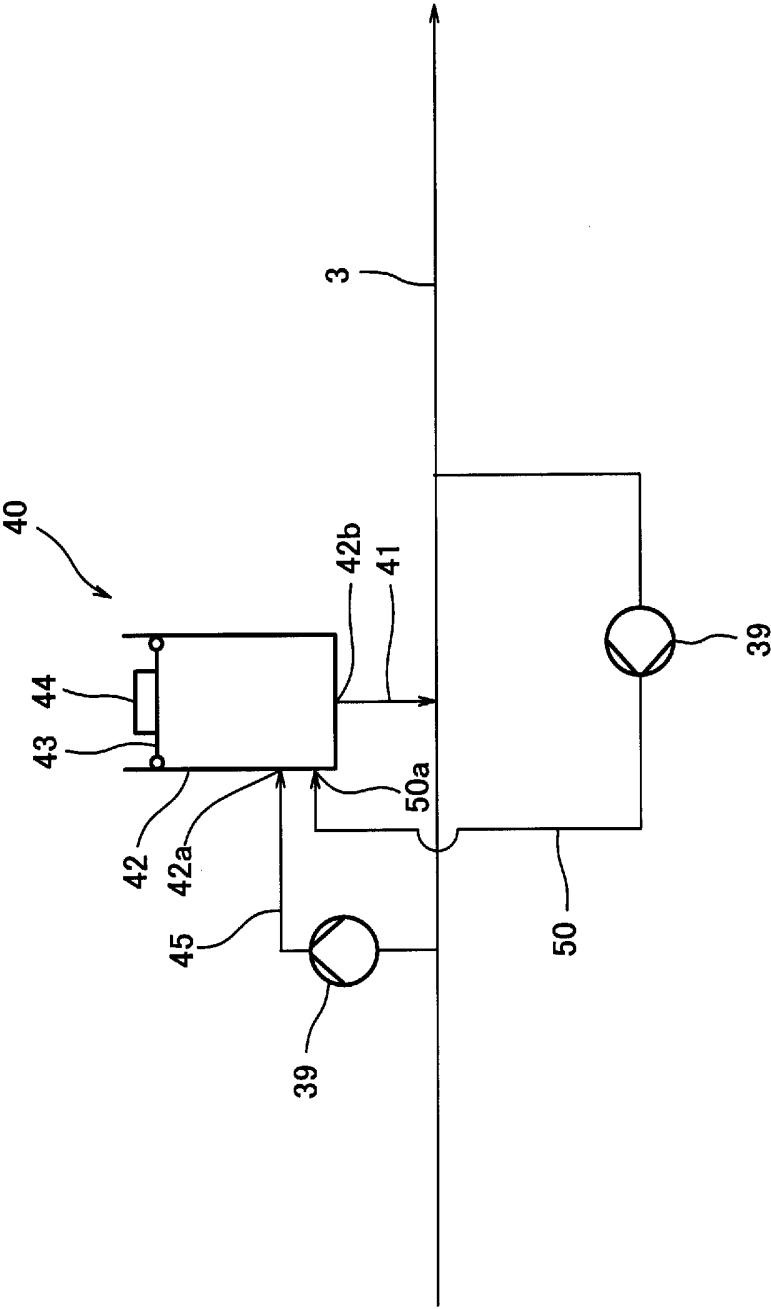
[図10]



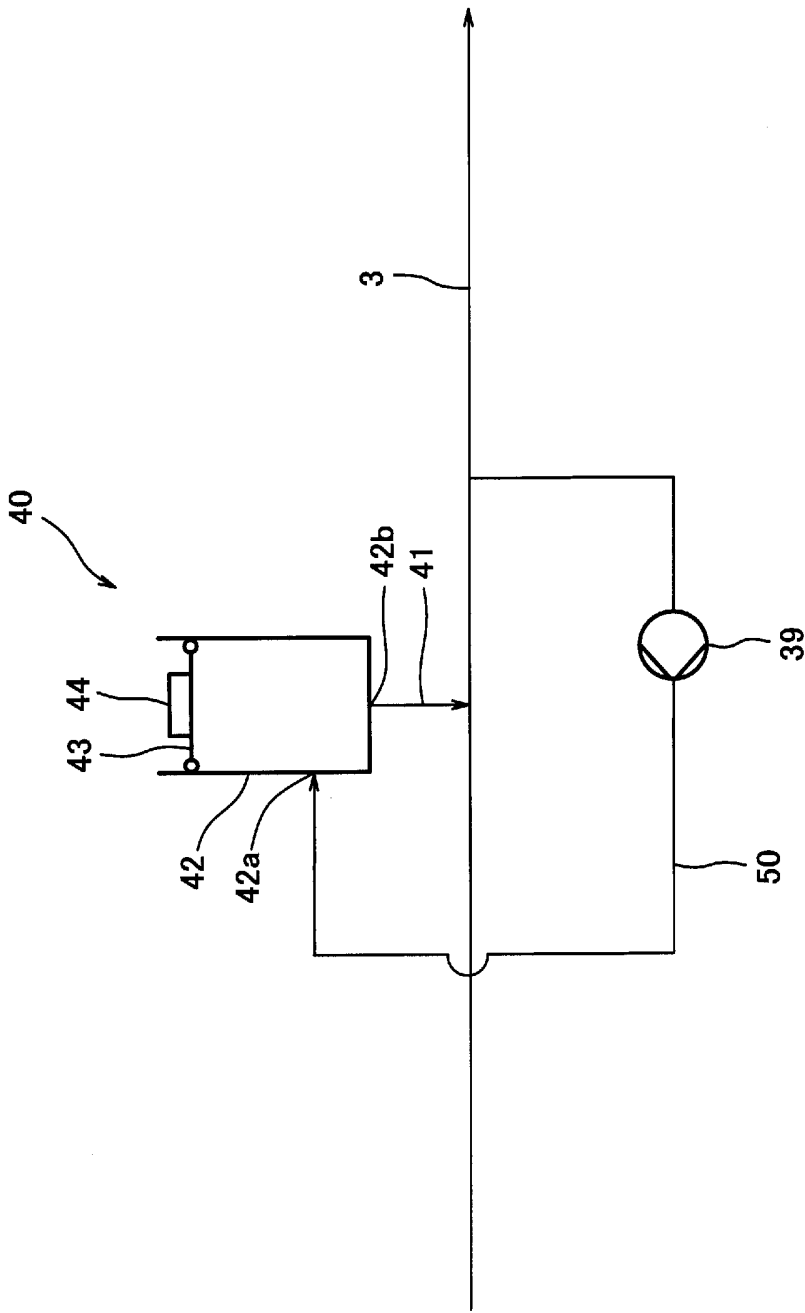
[図12]



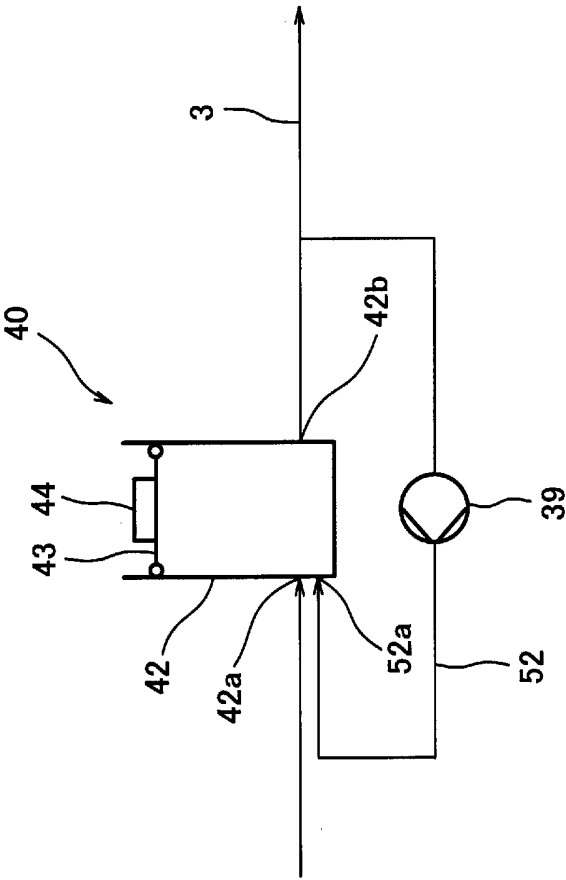
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ F23K5/00, 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, F02C7/22, 9/40				
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 8-291291 A (Hitachi, Ltd.), 05 November, 1996 (05.11.96), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-17		
Y	JP 2004-339425 A (Nippon Steel Corp.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-17		
Y	JP 2004-225117 A (JFE Steel Corp.), 12 August, 2004 (12.08.04), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-17		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.				
<table border="0"> <tr> <td> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 26 April, 2005 (26.04.05)		Date of mailing of the international search report 07 June, 2005 (07.06.05)		
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer		
Facsimile No.		Telephone No.		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000996

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)	1-17
Y	JP 39-3306 Y1 (Yahata Seitetsu Kabushiki Kaisha), 11 February, 1964 (11.02.64), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F23K5/00, 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, F02C7/22, 9/40

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 8-291291 A (株式会社日立製作所) 1996. 11. 05, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-17
Y	J P 2004-339425 A (新日本製鐵株式会社) 2004. 12. 02, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-17
Y	J P 2004-225117 A (JFEスチール株式会社) 2004. 08. 12, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-17

☒ 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

26. 04. 2005

国際調査報告の発送日

07. 6. 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)

東 勝之

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

3 L

9250

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)	1-17
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)	1-17