

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-91221  
(P2010-91221A)

(43) 公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F28F 11/00</b> (2006.01)	F 28 F 11/00	A
<b>F28F 1/00</b> (2006.01)	F 28 F 1/00	D
<b>F01D 25/00</b> (2006.01)	F 01 D 25/00	V
<b>F02C 7/00</b> (2006.01)	F 02 C 7/00	A
<b>F02C 7/224</b> (2006.01)	F 02 C 7/224	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-263316 (P2008-263316)	(71) 出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成20年10月10日 (2008.10.10)	(74) 代理人	110000785 特許業務法人 高橋松本&パートナーズ
		(72) 発明者	山下 秀和 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内
		(72) 発明者	伊藤 昌彦 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号 高菱エンジニアリング株式会社内

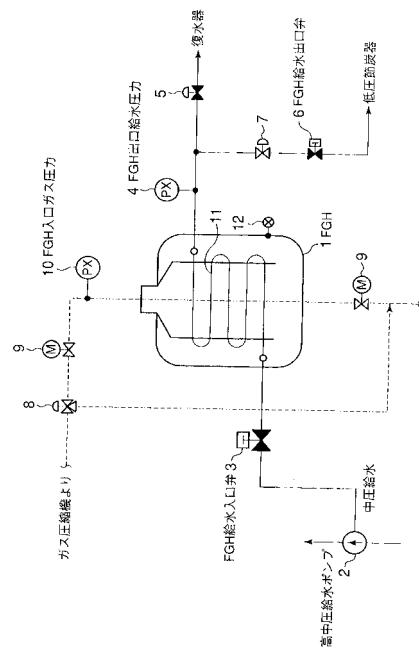
## (54) 【発明の名称】ガス加熱器におけるチューブの破損検出装置及び方法

## (57) 【要約】 (修正有)

【課題】容器内を通過するチューブに破損が生じた場合に早急に検出することができ、さらにチューブ内の圧力がチューブ外の圧力より低くても破損を検出することができるガス加熱器におけるチューブの破損検出装置及び方法を提供する。

【解決手段】加熱を必要とするガスが流通する容器と、容器内を通過するチューブ11とを有するガス加熱器1におけるチューブ11の破損検出装置であって、チューブ11への流体の供給を停止する流体停止手段3により流体を停止後、かつチューブ11内の流体をチューブ11外へ排出する排出手段6によりチューブ11内の流体をチューブ11外に排出後に、容器出口側でのチューブ11内の圧力を検出する第1の圧力検出手段4と容器内を通過するガス圧を検出する第2の圧力検出手段10とで検出される圧力の差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブ11の破損と判断する判定手段とを設けたことを特徴とする。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

加熱を必要とするガスが流通する容器と、該容器内を通過するチューブとを有し、前記チューブ内に前記ガスの必要加熱温度以上の温度である流体を流通させることで前記ガスを加熱するガス加熱器におけるチューブの破損検出装置であって、

前記容器出口側での前記チューブ内の圧力を検出する第1の圧力検出手段と、

前記容器内を通過するガス圧を検出する第2の圧力検出手段と、

前記チューブへの前記流体の供給を停止する流体停止手段と、

前記チューブ内の流体をチューブ外へ排出する排出手段と、を備え、

前記第1の圧力検出手段と前記第2の圧力検出手段とで検出される圧力の差圧を演算する演算手段と、

前記流体停止手段により前記流体停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断する判定手段とを設けたことを特徴とするガス加熱器におけるチューブの破損検出装置。

**【請求項 2】**

前記流体停止手段により前記流体供給の停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、

前記第1の圧力検出手段の検出値が、前記差圧が略0となるまで低下し、該差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断する判定手段を設けたことを特徴とする請求項1記載のガス加熱器におけるチューブの破損検出装置。

**【請求項 3】**

前記流体供給停止手段により前記流体供給の停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に抜き出し後に、

前記第1の圧力検出手段の検出値が前記ガス圧よりも低下してから、前記第1の圧力検出手段で検出される圧力が上昇し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断する判定手段とを設けたことを特徴とする請求項1記載のガス加熱器におけるチューブの破損検出装置。

**【請求項 4】**

加熱を必要とするガスを容器を流通させ、該容器内を通過するチューブ内に前記ガスの必要加熱温度以上の温度である流体を流通させることで前記ガスを加熱するガス加熱器におけるチューブの破損検出方法であって、

前記容器出口側での前記チューブ内の圧力を検出するとともに、前記容器内を通過するガス圧を検出し、

前記流体供給の停止後、且つ前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記2つの圧力の差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することを特徴とするガス加熱器におけるチューブの破損検出方法。

**【請求項 5】**

前記流体供給の停止後、且つ前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、

前記チューブ内の圧力が前記差圧が略0となるまで低下し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することを特徴とする請求項4記載のガス加熱器におけるチューブの破損検出方法。

**【請求項 6】**

前記流体供給の停止後、且つ前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、

前記チューブ内の圧力が前記ガス圧よりも低下してから、前記チューブ内の圧力が一定割合以上で上昇し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することを特徴とする請求項4記載のガス加熱器におけるチューブの破損検出方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

10

20

30

40

50

**【0001】**

本発明は、加熱を必要とするガスが流通する容器と、該容器内を通過するチューブとを有し、前記チューブ内に前記ガスの必要加熱温度以上の温度である流体を流通させることで前記ガスを加熱するガス加熱器におけるチューブの破損検出装置及び検出方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

例えばガスタービンに供給される燃料ガスは、性状、圧力、温度などの違いにより加熱条件は異なるが、燃料ガス加熱器でガスタービンなどの後段設備に適した供給温度に加熱される。

10

燃料ガス加熱器には各分野により熱源に蒸気、温水、燃焼ガスなど様々な流体を使用してお

り、その形状も多種多様である。そのうち、広く使われている形状の燃料ガス加熱器として、加熱を必要とする燃料ガスが流通する容器と、該容器内を通過するチューブとを有し、前記チューブ内に前記ガスの必要加熱温度以上の温度である流体を流通させることで前記ガスを加熱するガス加熱器が上げられる。

**【0003】**

このようなガス加熱器においては、前記チューブが破損した場合に該破損部からガスがチューブ内に侵入したり、チューブ内の流体がチューブ外に漏れる可能性がある。そのため、チューブの破損を早期に検出する手段が必要である。

20

そこで、従来は前記ガス圧力よりも高圧である高圧給水を前記チューブ内を流通させる流体として使用し、前記容器（ガスの流通路）内にレベルスイッチを設けていた。これにより、前記チューブに破損が生じた場合には、前記ガスよりも前記高圧給水の方が圧力が高いため高圧給水が前記破損部から漏洩して前記容器内に溜まり、一定レベルになると前記レベルスイッチが動作しチューブの破損を検出するようにしていた。（従来技術1）

**【0004】**

また、その他のガス加熱器におけるチューブの破損を検出する技術として、特許文献1には燃料電池発電システムにおける燃料処理系と電池冷却水系との熱交換部分で、脱硫器の温度、一酸化炭素変成器の温度、燃料極の入口温度、燃料処理系等FSの圧力、電池の電圧、水タンクの水位、気水分離器の水位、給水ポンプの運転状態、給水弁の状態の少なくとも1つを監視し、システムの電池冷却水系から燃料処理系等FSへの水漏れを速やかに検出するシステムが開示されている。

30

**【0005】****【特許文献1】特開2003-272684号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、前述の従来技術1においては、前記チューブが破損し、チューブ内の高圧給水が漏れ始めてから、該漏れた高圧給水が前記レベルスイッチの水位に達するまでの時間は漏れを検出できないため、チューブが破損してから検出するまでに時間がかかるという課題があった。

40

また、漏れを検出するための前記レベルスイッチの動作水位レベルを低く設定すると前記破損から検出までの時間を短縮することは可能であるが、それでも充分ではない。しかも前記レベルスイッチの動作水位レベルを低くしすぎると誤作動の可能性もある。

**【0007】**

さらに、前記従来技術1においては、前記高圧給水の前記チューブへの供給を停止し、前記チューブ内の圧力が前記容器内を通過するガス圧よりも低くなると、チューブに破損が生じた場合にはガスがチューブ内に侵入しチューブからの漏洩がほとんど生じないためチューブの破損を検出することができない。

つまり、通常運転時は前記のようにガス圧よりも高圧の高温給水をチューブ内に流通さ

50

せるため、前記レベルスイッチによりチューブの破損を検出することができるが、例えば後段機器の停止時や給水系統の故障などにより高圧給水を停止した場合、チューブ内の圧力がガス圧よりも低くなるためチューブの破損を検出することができなくなる。

#### 【0008】

また、特許文献1の技術においては、装置が複雑化し、その設置コスト及びランニングコストが大きくなるため、ガスタービンの燃料ガス加熱器におけるチューブの破損検出装置として使用するには現実的ではない。

#### 【0009】

従って、本発明はかかる従来技術の問題に鑑み、容器内を通過するチューブに破損が生じた場合に早急に検出することができ、さらにチューブ内の圧力がチューブ外の圧力よりも低くても破損を検出することができるガス加熱器におけるチューブの破損検出装置及び方法を提供することを目的とする。10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

上記課題を解決するため本発明においては、

加熱を必要とするガスが流通する容器と、該容器内を通過するチューブとを有し、前記チューブ内に前記ガスの必要加熱温度以上の温度である流体を流通させることで前記ガスを加熱するガス加熱器におけるチューブの破損検出装置であって、前記容器出口側での前記チューブ内の圧力を検出する第1の圧力検出手段と、前記容器内を通過するガス圧を検出する第2の圧力検出手段と、前記チューブへの前記流体の供給を停止する流体停止手段と、前記チューブ内の流体をチューブ外へ排出する排出手段と、を備え、前記第1の圧力検出手段と前記第2の圧力検出手段とで検出される圧力の差圧を演算する演算手段と、前記流体停止手段により前記流体停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断する判定手段とを設けたことを特徴とする。20

ここで、略0とは、前記第1の圧力検出手段と第2の圧力検出手段の検出誤差を含んで、0と判断し得る値のことをいう。

#### 【0011】

また、前記流体停止手段により前記流体供給の停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記第1の圧力検出手段の検出値が、前記差圧が略0となるまで低下し、該差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断する判定手段を設けたことを特徴とする。30

#### 【0012】

前記チューブ内の流体圧力とチューブ外のガス圧力とが異なる場合、前記チューブに破損が無ければ前記チューブ内外の圧力は互いに影響を及ぼさずに変化する。しかし、前記チューブに破損が生じた状態で前記チューブへの流体の供給を停止して前記チューブ内の流体をチューブ外に排出するとチューブ内の圧力が低下し、該圧力が低下するに連れてチューブ外のガスがチューブ内へ漏れこむため、チューブ内の圧力即ち前記第1の圧力検出手段の検出値とガス圧即ち第2の圧力検出手段の検出値は徐々に近づき最後にはその差圧は略0を示すようになる。40

そこで前記第1の圧力検出手段と第2の圧力検出手段の差圧を演算する演算手段を設け、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続した場合にチューブの破損と判定することができる。

#### 【0013】

例えば前記ガスが燃料ガスであり、前記流体が前記燃料ガスよりも高温高圧の水である場合において、前記水を停止し、該水をチューブ外に排出した場合にはチューブに破損が生じていなければチューブ内の圧力は燃料ガス圧力よりも低下するが、前記チューブに破損が生じていると、前記燃料ガスがチューブ内に侵入しチューブ内圧力は燃料ガス圧力とほとんど同じ値までしか低下せず、その差圧は略0となる。

従って前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続した場合にチューブの破損と判断50

することができる。

【0014】

また、前記流体供給停止手段により前記流体供給の停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に抜き出し後に、前記第1の圧力検出手段の検出値が前記ガス圧よりも低下してから、前記第1の圧力検出手段で検出される圧力が上昇し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断する判定手段とを設けたことを特徴とする。

【0015】

前記チューブに破損が無い場合、前記チューブ内の圧力はほとんど変動しない。しかしながら、前記チューブ内の流体圧力とチューブ外のガス圧力とが異なり、前記チューブに破損が生じると、圧力の高い方の流体（チューブ内の流体又はチューブ外のガス）が圧力の低い方の流体側の流路中へ漏れこむため、前記第1の圧力検出手段の値は変動する。例えばチューブ内の圧力がチューブ外の圧力よりも低い場合に、チューブ外のガスがチューブ内に侵入すると第1の圧力検出手段の値は上昇し、チューブ内外の差圧が略0となる。

そこで、前記流体供給停止手段により前記流体供給の停止後、且つ前記排出手段により前記チューブ内の流体をチューブ外に抜き出し後に、前記第1の圧力検出手段の検出値が前記ガス圧よりも低下してから、前記第1の圧力検出手段で検出される圧力が一定割合以上で上昇し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することができる。

【0016】

例えば前記ガスが燃料ガスであり、前記流体が前記燃料ガスよりも高温高圧の水であり、通常運転後に水の供給を停止し、該水をチューブ外に排出した場合、チューブに破損が生じていなければチューブ内の圧力は燃料ガス圧力よりも低下する。

その後、チューブに破損を生じると前記燃料ガスがチューブ内に侵入してチューブ内の圧力が上昇するため、前記第1の圧力検出手段で検出される圧力が上昇し、前記第1の圧力検出手段で検出される圧力と前記第2の圧力検出手段で検出される圧力との差圧が略0となる。この差圧が略0である状態が規定時間継続したときにチューブの破損と判断することができる。

【0017】

また、課題を解決するための方法の発明として、

加熱を必要とするガスを容器を流通させ、該容器内を通過するチューブ内に前記ガスの必要加熱温度以上の温度である流体を流通させることで前記ガスを加熱するガス加熱器におけるチューブの破損検出方法であって、前記容器出口側での前記チューブ内の圧力を検出するとともに、前記容器内を通過するガス圧を検出し、前記流体供給の停止後、且つ前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記2つの圧力の差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することを特徴とする。

【0018】

また、前記流体供給の停止後、且つ前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記チューブ内の圧力が前記差圧が略0となるまで低下し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することを特徴とする。

【0019】

また、前記流体供給の停止後、且つ前記チューブ内の流体をチューブ外に排出後に、前記チューブ内の圧力が前記ガス圧よりも低下してから、前記チューブ内の圧力が一定割合以上で上昇し、前記差圧が略0である状態が規定時間以上継続したときにチューブの破損と判断することを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

以上記載のごとく本発明によれば、容器内を通過するチューブに破損が生じた場合に早急に検出することができ、さらにチューブ内の圧力がチューブ外の圧力より低くても破損を検出することができるガス加熱器におけるチューブの破損検出装置及び方法を提供する

10

20

30

40

50

ことができる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0021】**

以下、図面を参照して本発明の好適な実施例を例示的に詳しく説明する。但しこの実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定的な記載がない限りは、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

**【実施例1】**

**【0022】**

図1は、実施例1における燃料ガス加熱器(Fuel Gas Heater:以下FGHと称する)の周囲の概略図である。実施例1におけるFGH1は、ガス圧縮機(不図示)で圧縮され、後段機器であるガスタービン(不図示)に供給される高圧の燃料ガスを加熱するために用いられるものである。

**【0023】**

まず、図1に従ってFGH1周囲の構成及び流体(燃料ガス、水)の流れの概要について説明する。

前記燃料ガスを加熱する場合、ガス圧縮機(不図示)で圧縮された高圧の燃料ガスは三方弁8を通過してFGH1内に導入される。FGH1に導入された燃料ガスは後述する水と熱交換して加熱され、FGH1を出て後段機器(ガスタービン)に送られる。またFGH1への燃料ガスの入口側且つ三方弁8の下流側と、燃料ガスの出口側の燃料ガス流路中にはそれぞれ仕切り弁9が設けられており、仕切り弁9を閉止し、三方弁8の流れ方向を変えることでFGH1をバイパスして燃料ガスを流通させることができるようになっている。

さらに、前記燃料ガスの流路中には、FGH1の入口側に燃料ガス圧力を検出するFGHガス入口圧力計10が設けられている。

さらにFGH1内且つ後述するチューブ11外にはレベルスイッチ12が設けられている。

**【0024】**

また、FGH1には、内部を通過するチューブ11が設けられている。前記燃料ガスを加熱する場合には、高中圧給水ポンプ2で前記燃料ガスよりも高温高圧状態とされた水はFGH1内を通過するチューブ11内に導入される。該チューブ11内に導入された水はチューブ11内を流通して前記燃料ガスと熱交換して燃料ガスを加熱し、チューブ11を出た後に分岐して復水器、低圧節炭器などの後段機器に送られる。チューブ11を出た水の復水器と低圧節炭器とそれへ送る水の量は弁7の開度によって調節することができる。

またチューブ11への水の入口側にはFGH給水入口弁3が設けられており、出口側には前記分岐後にFGH給水出口弁5、6がそれぞれ設けられている。

さらに、前記水の流路中には、チューブ11の出口側にチューブ内の圧力を検出するFGH出口給水圧力計4が設けられている。

**【0025】**

上記のようなFGHにおいて燃料ガスを加熱する場合における圧力変動について図3、図4、図5を用いて説明する。

**【0026】**

図3はチューブに破損がない場合における燃料ガス及びチューブ11内の圧力変動を概略的に示したグラフである。縦軸は圧力、横軸は時間を表し、グラフ中実線はチューブ11内の圧力、点線は燃料ガスの圧力を示す。チューブ11内の圧力はFGH出口給水圧力計4、ガスの圧力はFGH入口圧力計10で検出される値である。

チューブに破損がない場合、前記の通り燃料ガスよりも水を高圧に調整しているため、ガスの圧力よりもチューブ内の圧力が高い状態で圧力は推移する。

この状態から時間t<sub>1</sub>で、FGH給水入口弁3、FGH給水出口弁5、6を閉止し、高

10

20

30

40

50

圧給水ポンプ 2 からチューブ 1 1 への給水を停止し、チューブ 1 1 内の残水を復水器等の後段機器に排出すると、高圧の水の流れがなくなるためチューブ 1 1 内の圧力は徐々に低下し、燃料ガスの圧力よりも低い値で一定となって推移する。

#### 【0027】

図 4 はチューブに破損がある場合における燃料ガス及びチューブ 1 1 内の圧力変動を概略的に示したグラフである。縦軸は圧力、横軸は時間を表し、グラフ中実線はチューブ 1 1 内の圧力、点線は燃料ガスの圧力を示す。チューブ 1 1 内の圧力は FGH 出口給水圧力計 4 、ガスの圧力は FGH 入口圧力計 1 0 で検出される値である。

チューブに破損がある場合、前記の通り燃料ガスよりも水を高圧に調整しているため、ガスの圧力よりも水の圧力が高い状態で圧力は推移する。また水は破損部からチューブ 1 1 外に漏洩し、FGH 1 底部に溜まるが、液体の水として FGH 1 底部に溜まるため燃料ガス圧力には影響なく、燃料ガスは一定の値で推移する。なお、前記チューブ 1 1 から漏洩し FGH 1 1 底部に溜まった水が一定水位を超えるとレベルスイッチ 1 1 が動作しチューブの破損を検出できるようにしている。

#### 【0028】

この状態から時間  $t_1$  で、FGH 給水入口弁 3 、FGH 給水出口弁 5 、6 を閉止し、高圧給水ポンプ 2 からチューブ 1 1 への給水を停止し、チューブ 1 1 内の残水を復水器等の後段機器に排出すると、高圧の水の流れがなくなるためチューブ 1 1 内の圧力は徐々に低下する。しかし、チューブ 1 1 内の圧力が低下すると、チューブ 1 1 の破損部から燃料ガスがチューブ内に侵入するため、チューブ 1 1 内の圧力は燃料ガスの圧力とほとんど同じ値までしか低下せず、時間  $t_2$  以降はチューブ 1 1 内圧力と燃料ガス圧力がほとんど同じ値、即ち差圧が略 0 となって推移する。チューブ 1 1 が破損していなければ、図 3 で示したようにチューブ 1 1 内外の圧力は互いに影響を及ぼさずに、チューブ 1 1 内の圧力がチューブ 1 1 外の圧力より低い状態まで低下して一定となるため、前記差圧が略 0 となつた状態が継続することはチューブが破損時における特有の現象であるといえる。従ってこのチューブ 1 1 内圧力と燃料ガス圧力がほとんど同じである時間が規定時間 ( $t_3 - t_2$ ) に達するとチューブが破損していると判断することができる。

#### 【0029】

図 5 はチューブが破損していない状態から破損した状態にかけての燃料ガス及びチューブ 1 1 内の圧力変動を概略的に示したグラフである。縦軸は圧力、横軸は時間を表し、グラフ中実線はチューブ 1 1 内の圧力、点線は燃料ガスの圧力を示す。チューブ 1 1 内の圧力は FGH 出口給水圧力計 4 、ガスの圧力は FGH 入口圧力計 1 0 で検出される値である。

チューブに破損がない場合、前記の通り燃料ガスよりも水を高圧に調整しているため、ガスの圧力よりもチューブ内の圧力が高い状態で圧力は推移する。

この状態から時間  $t_1$  で、FGH 給水入口弁 3 、FGH 給水出口弁 5 、6 を閉止し、高圧給水ポンプ 2 からチューブ 1 1 への給水を停止し、チューブ 1 1 内の残水を復水器等の後段機器に排出すると、高圧の水の流れがなくなるためチューブ 1 1 内の圧力は徐々に低下し、燃料ガスの圧力よりも低い値で一定となって推移する。

#### 【0030】

このとき時間  $t_4$  でチューブ 1 1 が破損したとする。チューブ 1 1 が破損すると、チューブ 1 1 内の圧力よりも高圧である燃料ガスがチューブ 1 1 内に侵入し、それによってチューブ 1 1 内の圧力は上昇する。チューブ 1 1 が破損していなければ、図 3 で示したようにチューブ 1 1 内外の圧力は互いに影響を及ぼさずに、チューブ 1 1 内の圧力がチューブ 1 1 外の圧力より低い状態まで低下して一定となるため、前記チューブ 1 1 内の圧力が、チューブ 1 1 外の圧力よりも低下した後に上昇することはチューブが破損時における特有の現象であるといえる。このチューブ 1 1 内圧力が一定時間 ( $t_5 - t_4$ ) の間に上昇するとチューブが破損している可能性があると考えられる。前記チューブ内の圧力が一定時間に上昇する量は、チューブの破損状態によって異なる。

さらに、チューブが破損していると、チューブ 1 1 内の圧力は上昇を続け、ガス圧とほ

10

20

30

40

50

とんど同じ値、即ちチューブ内の圧力とガス圧との差圧が略0となって推移する。従ってこのチューブ11内圧力と燃料ガス圧力がほとんど同じである時間が規定時間に達するとチューブが破損していると判断することができる。

#### 【0031】

以上のことから、チューブ11への給水を停止し、チューブ内11圧力及び燃料ガスの圧力を継続的に検出し監視することでチューブの破損を検出することができるといえる。

#### 【0032】

次に図2を用いて、チューブ破損を検出する回路について説明する。図2はチューブ破損の検出に関する回路図である。

F GH入口ガス圧力計10で検出された圧力値は計器21に連続的に送られる。またF GH出口給水圧力計4で検出された圧力値は計器31に連続的に送られる。該計器21と31に送られた圧力値は何れも演算手段22に連続的に送られ、該演算手段22では前記計器21と31から送られた圧力値の差圧、即ちF GH入口ガス圧力計10とF GH出口給水圧力計4とで検出された圧力の差圧を連続的に演算する。該差圧の演算値は略0(-0.22 MPa ~ 0.20 MPa)である場合には計器23へ送られる。該計器23では前記演算値が規定時間(10分)以上連續で送られてきた場合、チューブの破損の可能性ありと判断し、計器40に判断結果を送る。

#### 【0033】

また、前記F GH出口給水圧力計4で検出され計器31に送られた圧力値は、ゲート33aに送られる。ゲート33aはゲート制御部32により開閉される計器で、ゲートが開状態である場合はゲートに送られた圧力値は次工程に送られ、ゲートが閉状態である場合にはゲートに送られた圧力値はそのままゲートに留まる。ゲート33aと同様のゲートは33a~33fまで6つ設けられており、該6つのゲート33a~33fはゲート制御部32の命令により同時に開閉する。該ゲート制御部32は、後述する給水が高圧に保てない判定がなされると36秒に1回ゲートを開くように制御する。

ゲート33aに送られた圧力値はゲート33a~33fが開くと計器36に送られるとともに、計器34aを介してゲート33bに送られる。また同時に新たな圧力値が計器31からゲート33aに送られる。さらに36秒後に再度ゲート33a~33fが開くとゲート33bに送られた圧力値は計器34bを介してゲート33cに送られる。

このようにして36秒毎にゲートを開けて圧力値を次のゲートに送ることで、最初のゲート33aを通過した圧力値は $36 \times 5 = 180$ 秒(=3分)後に最後のゲート33fを通過して計器35に送られる。

前記計器36に送られた圧力値と前記計器35に送られた圧力値は演算装置37に送られる。つまり、演算装置37に送られる値は、ゲート33aが開いたときに計器36に送られた値と、ゲート33aが3分前に開きゲート33b~fを通過して3分間かけて計器35に送られた値であり、即ち演算装置37では3分前と現在の圧力値が送られることがある。演算装置37では前記計器35と36から送られた値により3分間での圧力変動を演算し、該圧力変動が $0.03 \text{ MPa} / 3 \text{ 分} (= 0.01 \text{ MPa} / \text{分})$ 以上の上昇である場合には、その演算値は計器38に送られる。計器38では前記演算値が3秒以上連續で送られてきた場合、チューブの破損の可能性ありと判断し、計器40に判断結果を送る。

#### 【0034】

計器40では、計器23及び計器38の何れからもデータが送られてこない場合にはチューブに破損がないと判断し、計器23のみからデータが送られてきた場合には図4に示したような時間 $t_1$ 以前でチューブが破損していると判断し、計器23及び計器38の何れからもデータが送られてきた場合には図5にしめしたように時間 $t_1$ 以降にチューブが破損したと判断する。

#### 【0035】

なお、高中圧給水ポンプ2が停止すると該停止信号は計器51に送られ、前記F GH給水入口弁3が全閉されると該閉止信号は計器52に送られ、前記F GH給水出口弁5及び6が閉止されると該閉止信号は計器53に送られる。前記計器51、52、53全てに信

10

20

30

40

50

号が送られると給水を高圧に保てないと判断し(この判断時が図3～5における時間 $t_1$ に相当する)、その判断結果がゲート制御部32に伝えられて前記ゲート33a～33fの開閉が始まる。

#### 【0036】

また、燃料ガス流路を流通する燃料ガスを停止し、該流路をN2置換すると、N2置換完了信号が計器61に送られる。

#### 【0037】

そして、前記計器40でチューブ破損の可能性ありと判断され、前記計器51、52、53に信号が送られて給水を高圧に保てないと判断され、計器61にN2置換完了信号が送られると、出力計器71、72にチューブ破損との結果が出力される。

10

#### 【0038】

なお、本実施例の回路図においては、前記計器40でチューブ破損の可能性ありと判断され、前記計器51、52、53に信号が送られて給水を高圧に保てないと判断され、計器61にN2置換完了信号が送られた場合にチューブ破損を判断するようにしたが、計器61に送られた信号はチューブ破損の判断に用いなくても一部だけ用いるようにしてもよい。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0039】

容器内を通過するチューブに破損が生じた場合に早急に検出することができ、さらにチューブ内の圧力がチューブ外の圧力より低くても破損を検出することができるガス加熱器におけるチューブの破損検出装置及び方法として用いることができる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0040】

【図1】実施例1におけるFGHの周囲の概略図である。

【図2】チューブ破損の検出に関する回路図である。

【図3】チューブに破損がない場合における燃料ガス及びチューブ内の圧力変動を概略的に示したグラフである。

【図4】チューブに破損がある場合における燃料ガス及びチューブ内の圧力変動を概略的に示したグラフである。

【図5】チューブが破損していない状態から破損した状態にかけての燃料ガス及びチューブ内の圧力変動を概略的に示したグラフである。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0041】

1 燃料ガス加熱器(FGH)

4 FGH出口給水圧力計(第2の圧力検出手段)

10 FGHガス入口圧力計(第1の圧力検出手段)

11 チューブ

22 演算手段

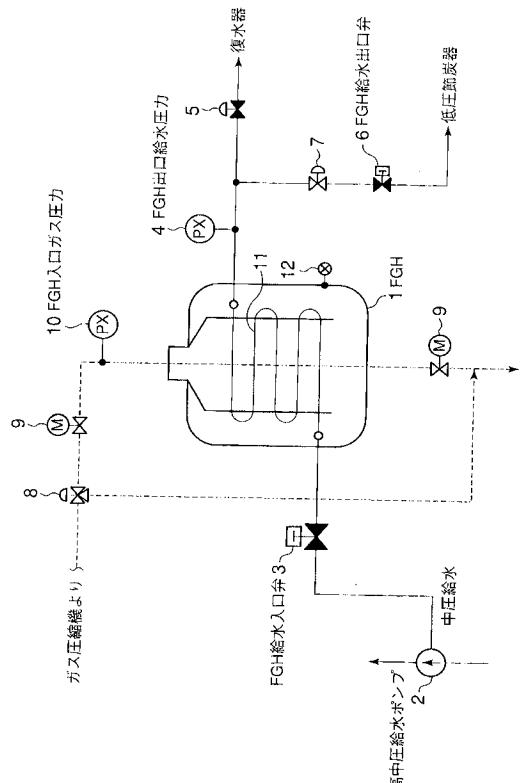
23 計器(判断手段)

37 演算装置(圧力の時間変化を演算する手段)

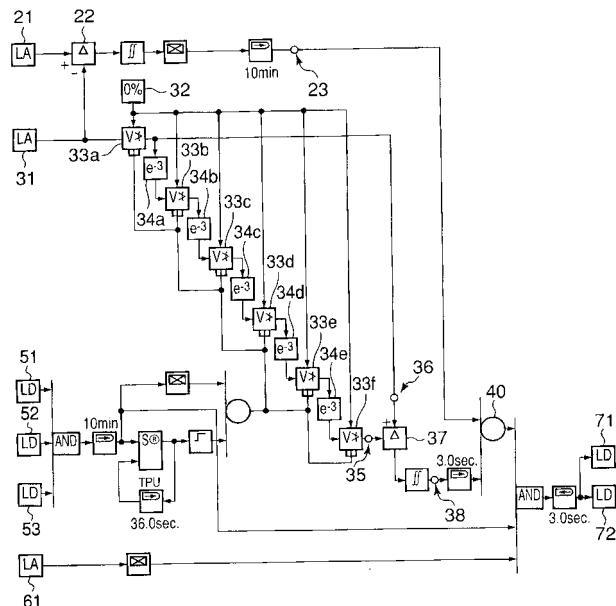
40

38 計器(判定手段)

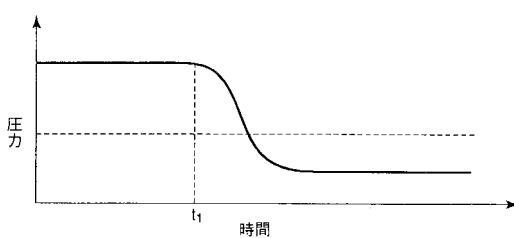
【図1】



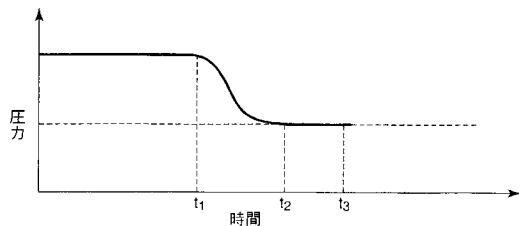
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

