

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5957421号  
(P5957421)

(45) 発行日 平成28年7月27日 (2016. 7. 27)

(24) 登録日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>F 2 2 B 37/02 (2006. 01)</b>	F 2 2 B 37/02 J
<b>G O 1 N 29/07 (2006. 01)</b>	G O 1 N 29/07
<b>G O 1 B 17/02 (2006. 01)</b>	G O 1 B 17/02 B

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-138994 (P2013-138994)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成25年7月2日 (2013. 7. 2)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2015-10813 (P2015-10813A)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(43) 公開日	平成27年1月19日 (2015. 1. 19)	(73) 特許権者	591053856
審査請求日	平成27年2月9日 (2015. 2. 9)		新日本非破壊検査株式会社
			福岡県北九州市小倉北区井堀4丁目10番13号
		(74) 代理人	100090697
			弁理士 中前 富士男
		(74) 代理人	100176142
			弁理士 清井 洋平
		(74) 代理人	100127155
			弁理士 来田 義弘
		(74) 代理人	100159581
			弁理士 藤本 勝誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラ水管の厚さ測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボイラ水管の長手方向の側面に点検孔を形成し、該点検孔にガイドパイプの基側を接続し、常時は前記ガイドパイプに閉止部材を取り付け、前記ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、前記閉止部材を前記ガイドパイプから外し、前記ガイドパイプの先側から超音波プローブを前記ボイラ水管内に挿入し、該超音波プローブを該ボイラ水管内で移動させ、

しかも、前記ボイラ水管は立設状態であって、前記ガイドパイプの基側は、前記ボイラ水管の軸心を基準にして上向きに5～60度の角度範囲で傾斜させて接続し、前記閉止部材は長尺のボルト部材であって、該ボルト部材を前記ガイドパイプにねじ込んだ際に、該ボルト部材の先側に空気溜まりが形成されないことを特徴とするボイラ水管の厚さ測定方法

10

【請求項 2】

ボイラ水管の長手方向の側面に点検孔を形成し、該点検孔にガイドパイプの基側を接続し、常時は前記ガイドパイプに閉止部材を取り付け、前記ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、前記閉止部材を前記ガイドパイプから外し、前記ガイドパイプの先側から超音波プローブを前記ボイラ水管内に挿入し、該超音波プローブを該ボイラ水管内で移動させ、

しかも、前記ボイラ水管は立設状態であって、前記ガイドパイプの基側は、前記ボイラ水管の軸心を基準にして下向きに5～60度の角度範囲で傾斜させて接続し、前記閉止部材

20

は長尺のボルト部材であることを特徴とするボイラ水管の厚さ測定方法。

【請求項 3】

ボイラ水管の長手方向の側面に点検孔を形成し、該点検孔にガイドパイプの基側を接続し、常時は前記ガイドパイプに閉止部材を取り付け、

前記ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、前記閉止部材を前記ガイドパイプから外し、前記ガイドパイプの先側から超音波プローブを前記ボイラ水管内に挿入し、該超音波プローブを該ボイラ水管内で移動させ、

しかも、前記ボイラ水管は水平状態又は傾斜状態であって、前記ガイドパイプの基側は、前記ボイラ水管の軸心を基準にして 5 ～ 60 度の角度範囲で傾斜させて接続し、前記閉止部材は長尺のボルト部材であって、該ボルト部材を前記ガイドパイプにねじ込んだ際に、該ボルト部材の先側に空気溜まりが形成されないことを特徴とするボイラ水管の厚さ測定方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のボイラ水管の厚さ測定方法において、前記ボイラ水管は複数あって、全て又は管理対象となる一部の前記ボイラ水管に前記ガイドパイプを設けることを特徴とするボイラ水管の厚さ測定方法。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のボイラ水管の厚さ測定方法において、前記ガイドパイプは直状であることを特徴とするボイラ水管の厚さ測定方法。

20

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のボイラ水管の厚さ測定方法において、測定した前記ボイラ水管の厚みを、基準となるデータと比較して前記ボイラ水管の経年変化の調査を行うことを特徴とするボイラ水管の厚さ測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、ボイラ水管の経年変化の調査の一環として行う、内挿式超音波厚さ測定を用いたボイラ水管の厚さ測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、小径のボイラ水管の経年変化の調査の一環として、例えば、特許文献 1 に記載の超音波探傷装置を使用して、ボイラ水管の内挿式超音波厚さ測定が実施されている。ここで、ボイラ水管の内挿式超音波厚さ測定とは、ボイラ水管の一部を切断して点検孔を設け、この点検孔からボイラ水管内に超音波探傷プローブを挿入し、超音波探傷プローブから超音波をボイラ水管の内周面に対して垂直にかつ周方向に沿って照射しながら、超音波探傷プローブをボイラ水管内で移動させることにより、ボイラ水管の周方向に沿った厚さ分布を、ボイラ水管の軸心方向に沿って求めることをさす。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 3352653 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、ボイラ水管を切断して点検孔を形成すると、厚さ測定後にボイラ水管を復旧する必要がある。このため、ボイラ水管の厚さ測定を実施する場合、ボイラ水管の切断作業やボイラ水管の復旧作業等の付帯作業に要する期間を確保する必要がある。その結果、ボイラ水管の厚さ測定に要する工期が長くなり、ボイラの稼働率が低下するという問題が生じる。

【0005】

50

本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、ボイラ水管の厚さ測定に伴う付帯作業を削減することにより、測定に要する工期を大幅に短縮してボイラ稼働率の向上を図ることが可能な内挿式超音波厚さ測定を用いたボイラ水管の厚さ測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的に沿う第1の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法は、ボイラ水管の長手方向の側面に点検孔を形成し、該点検孔にガイドパイプの基側を接続し、常時は前記ガイドパイプに閉止部材を取り付け、

前記ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、前記閉止部材を前記ガイドパイプから外し、前記ガイドパイプの先側から超音波プローブを前記ボイラ水管内に挿入し、該超音波プローブを該ボイラ水管内で移動させ、

10

しかも、前記ボイラ水管は立設状態であって、前記ガイドパイプの基側は、前記ボイラ水管の軸心を基準にして上向きに5～60度の角度範囲で傾斜させて接続し、前記閉止部材は長尺のボルト部材であって、該ボルト部材を前記ガイドパイプにねじ込んだ際に、該ボルト部材の先側に空気溜まりが形成されない（即ち、空気溜まりの発生を防止する）。これにより、超音波プローブをボイラ水管の上側から挿入することができる。

【0007】

【0008】

前記目的に沿う第2の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法は、ボイラ水管の長手方向の側面に点検孔を形成し、該点検孔にガイドパイプの基側を接続し、常時は前記ガイドパイプに閉止部材を取り付け、

20

前記ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、前記閉止部材を前記ガイドパイプから外し、前記ガイドパイプの先側から超音波プローブを前記ボイラ水管内に挿入し、該超音波プローブを該ボイラ水管内で移動させ、

しかも、前記ボイラ水管は立設状態であって、前記ガイドパイプの基側は、前記ボイラ水管の軸心を基準にして下向きに5～60度の角度範囲で傾斜させて接続し、前記閉止部材は長尺のボルト部材である。これにより、超音波プローブをボイラ水管の下側から挿入することができる。

【0009】

30

前記目的に沿う第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法は、ボイラ水管の長手方向の側面に点検孔を形成し、該点検孔にガイドパイプの基側を接続し、常時は前記ガイドパイプに閉止部材を取り付け、

前記ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、前記閉止部材を前記ガイドパイプから外し、前記ガイドパイプの先側から超音波プローブを前記ボイラ水管内に挿入し、該超音波プローブを該ボイラ水管内で移動させ、

しかも、前記ボイラ水管は水平状態又は傾斜状態であって、前記ガイドパイプの基側は、前記ボイラ水管の軸心を基準にして5～60度の角度範囲で傾斜させて接続し、前記閉止部材は長尺のボルト部材であって、該ボルト部材を前記ガイドパイプにねじ込んだ際に、該ボルト部材の先側に空気溜まりが形成されない（即ち、空気溜まりの発生を防止する）。これにより、超音波プローブをボイラ水管に挿入することができる。

40

【0010】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法において、前記ボイラ水管は複数あって、全て又は管理対象となる一部の前記ボイラ水管に前記ガイドパイプを設けることができる。

【0011】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法において、前記ガイドパイプは直状であることが好ましい。

【0012】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法において、測定した前記ボイラ水管の

50

厚みを、基準となるデータと比較して前記ボイラ水管の経年変化の調査を行うことができる。

【発明の効果】

【0013】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法においては、ボイラ水管にガイドパイプを設け、常時はガイドパイプに閉止部材を取り付けることによりガイドパイプを塞いでボイラを稼働することができ、ボイラ水管の厚さの測定を行う際は、閉止部材をガイドパイプから外し、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管内に挿入することができるので、超音波プローブをボイラ水管に挿入するために従来必要であったボイラ水管の切断作業及び厚さ測定後のボイラ水管の復旧作業等の付帯作業を削減することができ、ボイラ水管の内挿式超音波厚さ測定に要する工期を大幅に短縮することが可能になる。そして、ボイラ水管の厚さ測定及びボイラ復旧に要する工期短縮が可能となるため、ボイラ水管の緊急点検に対しても容易に対応することが可能になる。

10

【0014】

第1の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法においては、ボイラ水管は立設状態であって、ガイドパイプの基側を、ボイラ水管の軸心を基準にして上向きに5～60度の角度範囲で傾斜させて接続するので、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管の上側からボイラ水管内に容易に挿入することができると共に、超音波プローブをボイラ水管内からガイドパイプを介して外部に容易に取り出すことができる。また、閉止部材が長尺のボルト部材であって、ボルト部材をガイドパイプにねじ込んだ際に、ボルト部材の先側に空気溜まりが形成されないので、ボイラの稼働効率を安定させることができる。

20

【0015】

第2の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法においては、ボイラ水管は立設状態であって、ガイドパイプの基側を、ボイラ水管の軸心を基準にして下向きに5～60度の角度範囲で傾斜させて接続し、閉止部材が長尺のボルト部材であるので、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管の下側からボイラ水管内に容易に挿入することができると共に、超音波プローブをボイラ水管内からガイドパイプを介して外部に容易に取り出すことができる。

【0016】

第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法においては、ボイラ水管は水平状態又は傾斜状態であって、ガイドパイプの基側を、ボイラ水管の軸心を基準にして5～60度の角度範囲で傾斜させて接続するので、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管内に容易に挿入することができると共に、超音波プローブをボイラ水管内からガイドパイプを介して外部に容易に取り出すことができる。また、閉止部材が長尺のボルト部材であって、ボルト部材をガイドパイプにねじ込んだ際に、ボルト部材の先側に空気溜まりが形成されないので、ボイラの稼働効率を安定させることができる。

30

【0017】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法において、ボイラ水管が複数あって、全てのボイラ水管にガイドパイプを設ける場合、各ボイラ水管の厚さ測定を行うことで、ボイラ水管毎の経年変化の調査が可能になる。また、管理対象となる一部のボイラ水管にガイドパイプを設ける場合、低コストかつ効率的にボイラ水管の経年変化の調査が可能になる。これにより、ボイラの効果的な定期点検の時期の決定、ボイラ水管の効果的な保守管理を行うことができる。

40

【0018】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法において、ガイドパイプが直状である場合、ガイドパイプのボイラ水管に対する取り付けが容易にできると共に、超音波プローブのボイラ水管内への挿入及び取り出しが容易にできる。

【0019】

第1～第3の発明に係るボイラ水管の厚さ測定方法において、測定したボイラ水管の厚みを、基準となるデータと比較してボイラ水管の経年変化の調査を行う場合、例えば、ボイ

50

ラの定期点検時を利用して、付帯作業の発生を抑制してボイラ水管の厚さ測定を行うことができるので、経年変化の調査を容易かつ効率的に実施できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施の形態に係るボイラ水管の厚さ測定方法が適用されるボイラ水管の説明図である。

【図2】ボイラ水管の厚さ測定方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

10

先ず、本発明の一実施の形態に係るボイラ水管の厚さ測定方法が適用される立設状態のボイラ水管10a及び立設状態の他のボイラ水管10（図1参照）について説明する。

ボイラ水管10、10aは、ボイラ水管パネル11内に、予め設定された間隔を有して上下方向にそって複数配置されており、内部を水が通過している。各ボイラ水管10、10aの上端部は、建屋の梁に吊られており、これによりボイラ水管パネル11内における各ボイラ水管10、10aの配置が固定されている。更に、各ボイラ水管10、10aの長手方向の中間部は、ヘッダー14と連通している。そして、ボイラ水管10、10aの中で、管理対象に設定された一部の（例えば、ボイラ水管パネル11内の特定の位置に配置された）ボイラ水管10aの長手方向端部、例えば、上端板12より下側の側面には、直状のガイドパイプ16が取り付けられている。なお、ガイドパイプは、ボイラ水管の長手方向端部に限らず、長手方向のいずれの位置の側面にも取付け可能である。以下、詳細に説明する。

20

【0022】

ガイドパイプ16の基側は、ボイラ水管10aの側面に形成した長孔状の点検孔17に、ボイラ水管10aの軸心を基準にして上向きに5～60度の範囲で傾斜させて、例えば、溶接により固着されている。ここで、図2に示すように、ボイラ水管10aの厚さを測定する際にガイドパイプ16を介してボイラ水管10aに挿入する超音波プローブ18の外周側には、超音波プローブ18をボイラ水管10a内に挿入した際、超音波プローブ18の中心位置をボイラ水管10aの中心位置に保持するため、円板状で外周面がボイラ水管10aの内周面に当接する調芯部材20が取り付けられている。このため、ガイドパイプ16の内径は、調芯部材20が通過可能となる寸法であること、ボイラ水管10aに形成した点検孔17を介して容易に接続可能であること等の制約から、例えば、ボイラ水管10aの内径と同一寸法に設定する。

30

【0023】

そして、ガイドパイプ16のボイラ水管10aに対する傾斜角度は、5度以上60度以下であるので、図2に示すように、ガイドパイプ16を介して超音波プローブ18をボイラ水管10a内に容易に挿入することができる。なお、ボイラ水管10aに対するガイドパイプ16の傾斜角度が5度未満では、ボイラ水管10aの側面に形成する点検孔17の長径Dの寸法が大きくなって好ましくない。一方、ボイラ水管10aに対するガイドパイプ16の傾斜角度が60度を超えると、ガイドパイプ16からボイラ水管10a内に超音波プローブ18を挿入する際、超音波プローブ18の進行方向を大きく変えることが必要となり、しかも、超音波プローブ18の探触子収納部19の外周側には複数の（図2では2つ）円板状の調芯部材20（ボイラ水管10aの軸心位置に探触子収納部19の軸心位置を合わせる）が取り付けられているため、超音波プローブ18の移動操作が著しく困難になるので好ましくない。更に、場合によっては、超音波プローブ18のボイラ水管10a内への挿入が不可能になるという問題も生じる。

40

【0024】

ここで、符号21は音響ミラー部であり、回転中心軸を探触子収納部19の軸心位置に合わせて探触子収納部19の先端部に回転可能に取り付けられ、探触子収納部19内を通過

50

する水流により回転し、探触子収納部 19 に収納された探触子からボイラ水管 10 a の中心軸方向に沿って発射された超音波の進行方向をボイラ水管 10 a の半径方向外側に変える作用を有する。符号 22 は可撓性を有するケーブルであり、探触子の信号ケーブルを収納すると共に、探触子収納部 19 内に水を供給するものである。符号 23 は金属フレキシブルホースであり、探触子収納部 19 とケーブル 22 を接続するものである。このような構成とすることで、音響ミラー部 21 を回転させながら探触子から超音波を発射すると、超音波をボイラ水管 10 a の内周面に対して垂直にかつ周方向に沿って照射することができる。そして、超音波の一部は、ボイラ水管 10 a の内周面で反射し、音響ミラー部 21 で再度反射して探触子に入射する。また、超音波の残部は、ボイラ水管 10 a 内に進入しボイラ水管 10 a の外周面で反射し、ボイラ水管 10 a 内を通過し音響ミラー部 21 で再度反射して探触子に入射する。

10

#### 【0025】

従って、探触子から発射された超音波が、ボイラ水管 10 a の内周面で反射して探触子に入射するまでの測定内周面時間及びボイラ水管 10 a の外周面で反射して探触子に入射するまでの測定外周面時間をそれぞれ測定し、測定時間差を求めることで、ボイラ水管 10 a の厚さを求めることができる。ここで、予め、健全状態のボイラ水管 10 a において、探触子から超音波が発射されてからボイラ水管 10 a の内周面で反射して探触子に入射するまでの健全部内周面時間と探触子から超音波が発射されてからボイラ水管 10 a の外周面で反射して探触子に入射するまでの健全部外周面時間をそれぞれ測定して健全部時間差を求めておくと、健全部時間差と測定時間差との差からボイラ水管 10 a の厚さの減少量が求められる。更に、測定内周面時間が健全部内周面時間より長いとボイラ水管 10 a の内周面側で、測定外周面時間が健全部外周面時間より短いとボイラ水管 10 a の外周面側でそれぞれ減肉（腐食）が生じていると判定できる。

20

#### 【0026】

図 1 に示すように、常時は、ガイドパイプ 16 に先側から長尺のボルト部材 24（閉止部材の一例）がねじ込まれており、ガイドパイプ 16 は塞がれている。ここで、ボルト部材 24 は、ガイドパイプ 16 の先側の内面に形成された雌ねじ部 25 に螺合する雄ねじが形成されたボルト本体部 26 と、ボルト本体部 26 の基側に接続して設けられたボルト頭部 27 と、ボルト本体部 26 の先側に接続して設けられ、ガイドパイプ 16 内の雌ねじ部 25 より基側の領域に嵌入される、円柱状の閉塞部 28 とを有している。このため、ボイラ稼動時にボイラ水管 10 a 内の水中に存在する気泡の量は、ボイラの管理に問題のない程度にしかならない。

30

#### 【0027】

そして、ガイドパイプ 16 の先部の内周には、外部に開口した段付き部 29 が形成されており、ボルト部材 24 をガイドパイプ 16 内に挿入し、ボルト本体部 26 をガイドパイプ 16 の雌ねじ部 25 に螺合させることにより、ボルト部材 24 をガイドパイプ 16 内で徐々にボイラ水管 10 a 側に移動させることができ、ボルト頭部 27 の下面が段付き部 29 の底面に環状のシール部材 30 及び座金 30 a を介して当接した時点で、ボルト部材 24 の移動を停止させることができる。従って、ボルト頭部 27 の下面が、環状のシール部材 30 及び座金 30 a を介して段付き部 29 の底面に当接した際、閉塞部 28 の先端の一部が点検孔 17 の内側縁（ボイラ水管 10 a の内周面側の縁）と当接するように閉塞部 28 の長さを予め設定しておく、ガイドパイプ 16 内に閉塞部 28 を嵌入した際に、ガイドパイプ 16 の基側に形成される空間部の最高位置を点検孔 17 の内周面の最高位置と略一致させることができる。これにより、ボイラ稼動時にボイラ水管 10 a 内の水中に存在する気泡が、ガイドパイプ 16 の基側に形成される空間部に捕集されることを防止でき、ボイラ稼動時の空気溜まりの形成を防止できる。

40

#### 【0028】

続いて、本発明の一実施の形態に係るボイラ水管の厚さ測定方法について説明する。長尺で立設状態のボイラ水管 10、10 a の中で、図 1 に示すように、ボイラ水管の厚さの経年変化の調査の対象となる、即ち、管理対象のボイラ水管 10 a を予め選定する。次

50

いで、ボイラ水管 10 a の長手方向端部の側面、図 1 ではボイラ水管 10 a の上端板 12 より下側の側面に点検孔 17 を形成し、点検孔 17 にガイドパイプ 16 の基側をボイラ水管 10 a の軸心を基準にして上向きに 5 ~ 60 度の範囲で傾斜させて接続する。そして、常時は、即ち、ボイラの稼働時は、ガイドパイプ 16 の先側からボルト部材 24 をねじ込んでガイドパイプ 16 を塞いでおく。なお、ガイドパイプ 16 をボルト部材 24 で塞ぐ場合、段付き部 29 の底面に環状のシール部材 30 を配置し、ねじ込む。

#### 【0029】

ボイラの定期点検時を利用してボイラ水管 10 a の厚さの測定を行う際は、ボイラ水管 10 a に取り付けられたガイドパイプ 16 を塞いでいるボルト部材 24 をガイドパイプ 16 から外す。次いで、ボイラ水管 10 a 内に注水し、ガイドパイプ 16 の先側からガイドパイプ 16 内に超音波プローブ 18 を挿入する。そして、ケーブル 22 を徐々にガイドパイプ 16 内に送り込むことにより、超音波プローブ 18 を前進させ、ガイドパイプ 16 内を通過させてボイラ水管 10 a 内に進入させる。

10

#### 【0030】

超音波プローブ 18 がボイラ水管 10 a 内に進入すると、超音波プローブ 18 の調芯部材 20 の外周面がボイラ水管 10 a の内周面に当接し、ボイラ水管 10 a の軸心位置に探触子収納部 19 の軸心が位置する。このため、ケーブル 22 を更にガイドパイプ 16 内に送り込むことにより、超音波プローブ 18 をボイラ水管 10 a の中心軸に沿って移動させることが可能な状態となる。次いで、ケーブル 22 を介して超音波プローブ 18 に水を供給して音響ミラー部 21 を回転させながら、探触子から超音波を発射すると共に、ケーブル 22 をガイドパイプ 16 内に一定速度で送り込む。ここで、ボイラ水管 10 a 内は水で満たされているので、厚さ測定時はガイドパイプ 16 の先部から水が排出される。

20

#### 【0031】

超音波プローブ 18 は、ボイラ水管 10 a の内周面に対して垂直にかつ周方向に沿って超音波を発射しながら、ボイラ水管 10 a 内を、下端板 13 側に設けた目標位置に向けて移動するので、超音波プローブ 18 の探触子から発射した超音波のボイラ水管 10 a の内周面上における照射点の軌跡は、ボイラ水管 10 a の中心軸に沿った螺旋となる。このため、螺旋上に位置する各照射点に対して、測定内周面時間及び測定外周面時間がそれぞれ求められる。そして、測定外周面時間と測定内周面時間との測定時間差と健全部時間差とを比較することで、各照射点において、ボイラ水管 10 a の厚さの減少量が生じているか否かを判定する。また、減肉が発生している場合、測定内周面時間と健全部内周面時間の大小関係及び測定外周面時間と健全部外周面時間の大小関係から、減肉の発生が内周面側であるか、外周面側であるか、又は内、外周面側同時であるかを判定する。これにより、各照射点における減肉の有無が判明するので、ボイラ水管 10 a の減肉の発生状況がわかる。そして、基準となるデータ（即ち、健全部内周面時間、健全部外周面時間、及び健全部時間差）と、測定内周面時間、測定外周面時間、及び測定時間差とを比較することにより、ボイラ水管 10 a の経年変化の調査ができる。

30

#### 【0032】

超音波プローブ 18 がボイラ水管 10 a 内の目標位置まで移動してボイラ水管 10 a に対する挿入式超音波厚さ測定が終了すると、超音波の発射と音響ミラー部 21 の回転を停止する。次いで、ケーブル 22 をガイドパイプ 16 内から徐々に引き出し、超音波プローブ 18 を点検孔 17 まで引き戻す。そして、超音波プローブ 18 をガイドパイプ 16 内に誘導し、ガイドパイプ 16 の先側から外部に取り出す。そして、ガイドパイプ 16 をボルト部材 24 で塞ぐ。

40

なお、超音波プローブ 18 をボイラ水管 10 a 内の目標位置まで移動させながらボイラ水管 10 a の厚さを測定したが、超音波プローブ 18 を始めに目標位置まで移動させておき、超音波プローブ 18 を点検孔 17 に引き戻しながらボイラ水管 10 a の厚さを測定することもできる。

#### 【0033】

以上のように、ボイラ水管 10 a にガイドパイプ 16 を取り付け、常時はガイドパイプ

50

１６にボルト部材２４を取り付けてガイドパイプ１６を塞ぎ、ボイラ水管１０aの厚さの測定を行う際に、ボルト部材２４をガイドパイプ１６から外し、ガイドパイプ１６を介して超音波プローブ１８をボイラ水管１０a内に挿入するので、超音波プローブ１８をボイラ水管１０aに挿入するために従来必要であったボイラ水管の切断作業、厚さ測定後のボイラ水管の復旧作業等の付帯作業を削減することができ、定期点検に要する工期を大幅に短縮することが可能になる。

#### 【００３４】

以上、本発明を、実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形態に記載した構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。

更に、本実施の形態とその他の実施の形態や変形例にそれぞれ含まれる構成要素を組合わせたものも、本発明に含まれる。

例えば、ガイドパイプを管理対象のボイラ水管に取り付けたが、全てのボイラ水管に取り付けることも可能である。

また、ガイドパイプの形状を実施の形態では直状としたが、点検孔に接続される基部のみをボイラ水管に対して５～６０度の範囲で湾曲させ、残りの部分を直状とすることもできる。

また、ガイドパイプの基側を、立設状態のボイラ水管の軸心を基準にして上向きに５～６０度の角度範囲で傾斜させて点検孔に接続し、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管の上側からボイラ水管内に挿入したが、ガイドパイプの基側を、立設状態のボイラ水管の軸心を基準にして下向きに５～６０度の角度範囲で傾斜させて点検孔に接続し、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管の下側からボイラ水管内に挿入することもできる。

更に、ガイドパイプの基側を、立設状態のボイラ水管の軸心を基準にして５～６０度の角度範囲で傾斜させて接続し、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管内に挿入したが、ガイドパイプの基側を、水平状態又は傾斜状態のボイラ水管の軸心を基準にして５～６０度の角度範囲で傾斜させて点検孔に接続し、ガイドパイプを介して超音波プローブをボイラ水管内に挿入することも可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【００３５】

１０、１０a：ボイラ水管、１１：ボイラ水管パネル、１２：上端板、１３：下端板、１４：ヘッダー、１６：ガイドパイプ、１７：点検孔、１８：超音波プローブ、１９：探触子収納部、２０：調芯部材、２１：音響ミラー部、２２：ケーブル、２３：金属フレキシブルホース、２４：ボルト部材、２５：雌ねじ部、２６：ボルト本体部、２７：ボルト頭部、２８：閉塞部、２９：段付き部、３０：シール部材、３０a：座金

10

20

30

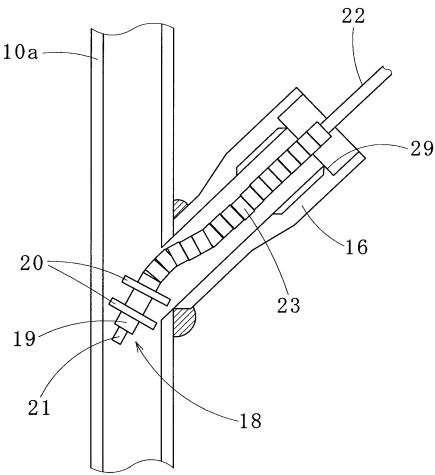
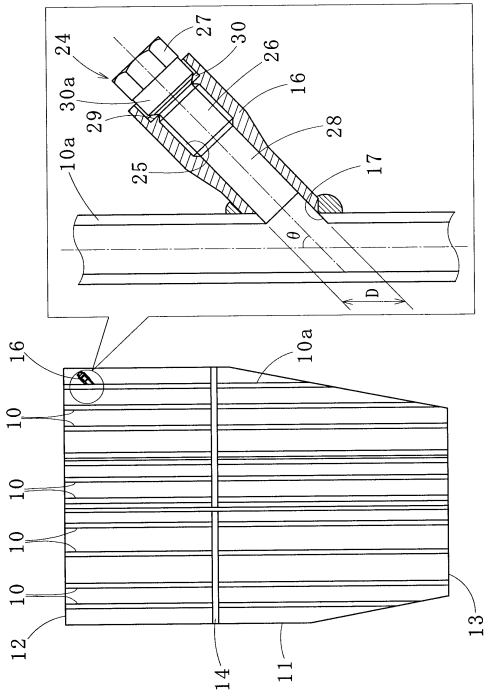


【図 1】

【図 2】

<1>

<2>



---

フロントページの続き

- (72)発明者 小隈 信博  
香川県香川郡直島町4049番地1 三菱マテリアル株式会社 直島製錬所内
- (72)発明者 広瀬 慎平  
香川県香川郡直島町4049番地1 三菱マテリアル株式会社 直島製錬所内
- (72)発明者 庄司 和也  
香川県香川郡直島町4049番地1 三菱マテリアル株式会社 直島製錬所内
- (72)発明者 中村 雅敏  
千葉県市原市白金町4丁目48番 新日本非破壊検査株式会社 関東支社内
- (72)発明者 安田 泰夫  
東京都港区芝浦3丁目20番6号 芝浦MYビル4階 新日本非破壊検査株式会社 東京営業部内

審査官 鈴木 貴雄

- (56)参考文献 実公平04-005841(JP,Y2)  
特開平06-257705(JP,A)  
特開2013-117384(JP,A)  
特開2012-021631(JP,A)  
特開平10-238709(JP,A)  
特開平08-050118(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F22B 37/02  
G01B 17/02  
G01N 29/04 - 29/12