

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3693282号

(P3693282)

(45) 発行日 平成17年9月7日(2005.9.7)

(24) 登録日 平成17年7月1日(2005.7.1)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO 1 N 29/10

GO 1 N 29/10 5 0 5

GO 1 N 29/04

GO 1 N 29/04 5 0 3

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平11-353898	(73) 特許権者	000220262 東京瓦斯株式会社
(22) 出願日	平成11年12月14日(1999.12.14)		東京都港区海岸1丁目5番20号
(65) 公開番号	特開2001-165916(P2001-165916A)	(73) 特許権者	591248577 東京理学検査株式会社
(43) 公開日	平成13年6月22日(2001.6.22)		東京都品川区南大井6丁目24番6号
審査請求日	平成15年3月24日(2003.3.24)	(74) 代理人	100094846 弁理士 細江 利昭
		(72) 発明者	津井 伸彦 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	関口 優 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接部の探傷方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発生する超音波が先端部に集束するようなフォーカス型振動子を有してなることを特徴とするペンシル型局部水浸超音波探触子の先端部を、溶接余盛部に接触させ、当該局部水浸型超音波探触子の接触角度を変えることにより溶接余盛内への超音波の入射角度と方向を変えながら、欠陥から反射して帰ってくるエコーを当該局部水浸型超音波探触子で検出することにより疵を検出することを特徴とする溶接部の探傷方法。

【請求項2】

請求項1に記載の溶接部の探傷方法であって、探触子先端から疵位置までの距離をAスコープより求め、その距離とそのときの探触子の角度、被探傷部の形状及び寸法から疵の位置及び高さを求めることを特徴とする溶接部の探傷方法。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の溶接部の探傷方法であって、ペンシル型局部水浸超音波探触子として、中心周波数が10MHz～20MHzの探触子を使用することを特徴とする溶接部の探傷方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は鋼管等の溶接部の非破壊検査に用いられる超音波探傷方法において、パイプと継ぎ手部間の隅肉溶接部等の溶接部に発生した疵を検出するのに適した超音波探触子、及び

10

20

この超音波探触子を用いた溶接部の探傷方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

鋼管等のパイプ同士を接合する方法としては、パイプの端部同士をつき合わせて溶接する突合せ溶接による接合方法や、パイプの端面を継ぎ手（ソケット）内に挿入し、パイプの外周面と継ぎ手の端面の間を隅肉溶接して接合する方法が用いられている。突合せ溶接による接合方法は主として大口径のパイプの接合に使用されており、ソケットを用いる接合方法は主として口径が2 B以下の小口径のパイプの接合に用いられている。ソケットはボスと呼ばれることがあり、以下、本明細書においてはボスと呼ぶことにする。

【 0 0 0 3 】

溶接をパイプの接合に用いた場合には、溶接の良否を判断するために超音波探傷等により疵の有無を検査する必要がある。また、パイプが敷設されてから時間が経過すると、溶接部に疲労割れと呼ばれる疵が発生して溶接部の破損につながる恐れがあるので、定期的な溶接部の検査が必要であり、この場合も超音波探傷等が使用される。

【 0 0 0 4 】

一般的に超音波探傷において、超音波を入射させる面は平滑な面でなければならない。よって、従来においては、溶接部の検査を行う際には、溶接部以外の場所から超音波を斜めに入射させる、いわゆる斜角探傷法（反射法）が用いられてきた。ボスを用いたパイプの接合部の探傷を行う場合、パイプ側から超音波を入射させる方法と、ボス側から超音波を入射させる方法の2種類が考えられる。

【 0 0 0 5 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

パイプ側から超音波を入射させる場合、一般的に使用される斜角探傷用の探触子を用いるが、これらの探触子は、屈折角が60～70°、中心周波数が5 MHz程度のものである。中心周波数が5 MHz程度の超音波では、疵の分解能及び検出能が悪く、微小な疵の検出ができない。

【 0 0 0 6 】

その上、パイプの肉厚は3～5 mm程度と薄いので、探触子の超音波入射点から被探傷点までのスキップ数が多くなる。一方、管径が2 B以下であり、曲率が大きいため、超音波が管壁で反射されるごとに円周方向に広がるので、スキップ数が多くなると、被探傷点に到達する超音波の量の減衰が大きくなる。よって、比較的大きな疵でも検出できる範囲は僅かであり、探触子の位置を少し動かすとエコーが消失してしまう。従って、探触子の位置を動かし、そのエコーの変化を観測することによって疵の高さを判別するという手法が使用できない。

【 0 0 0 7 】

ボス側から超音波を入射させる場合には、超音波の入射点と被探傷点の距離が短いため、通常の斜角探傷用の探触子を用いることができない。よって、2振動子型斜角探触子を用いて探傷を行う試みがなされている。しかし、ボスの長さが短いため、探触子を走査できる範囲が非常に狭い範囲に限られ、そのため、疵の高さを判別することは不可能である。

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、従来方法では疵の検出能が悪く、かつ疵の高さの評価が困難であったパイプとボスの隅肉溶接部においても、疵を精度よく検出できる超音波探触子を使用して疵の検出と高さの検出を行うことができる超音波探傷方法を提供することを課題とする。

【 0 0 0 9 】

前記課題を解決するための第1の手段は、発生する超音波が、先端部に集束するようなフォーカス型振動子を有してなることを特徴とするペンシル型局部水浸超音波探触子の先端部を、溶接余盛部に接触させ、当該局部水浸型超音波探触子の接触角度を変えることにより溶接余盛内への超音波の入射角度と方向を変えながら、欠陥から反射して帰ってくるエコーを当該局部水浸型超音波探触子で検出することにより疵を検出することを特徴とす

10

20

30

40

50

る溶接部の探傷方法（請求項1）である。

【0010】

ペンシル型探触子とは、先端が尖った、長細い形状をした探触子のことである。また、局部水浸探触子とは、少なくとも先端部分が水で満たされるようになっており、被探傷物との接触面と、水を接触媒質として接触可能なものをいう。本手段においては、このペンシル型探触子の振動子から発生した超音波がその先端部に集束するようになってい

すなわち、振動子の各部分から発生した超音波は、探触子の先端部で位相が揃う。よって、先端部を被検査体に押し付けることにより、強力な超音波を被検査体に伝達することができる。また、先端部が尖っている

ので、被検査体表面に凹凸がある場合でも、効率良く被検査体との間で超音波の送受信ができる。さらに、全体の形状が細長く、先端が尖っている

ので、探触子の角度を傾斜させても超音波を被検査体に伝達することができ、狭い場所でも容易に屈折角を変えることができる。

10

【0011】

よって、例えば、パイプとボスの隅肉溶接部を探傷する場合においても、直接隅肉溶接部の溶接余盛の上から超音波を溶接部内に伝達し、反射される超音波を受信することができるので、斜角探傷によらなくても、疵の探傷が可能となる。加えて、被検査体の中に入射した超音波は広い角度に広がるので、広い範囲の探傷を行うことができる。

【0012】

このようなペンシル型局部水浸超音波探触子としては、探触子の先端部が円錐状とされ、振動子の表面から当該探触子の先端部に至るまでの間が、内部に水を保持できるように中空構造とされ、当該中空構造部に水を注入する注入口と、当該中空構造部からあふれた水と空気を排出する排出口とが設けられているものが好ましい。

20

【0013】

「先端部が円錐状とされ」というのは、局部水浸超音波探触子である関係上、先端部に水が通る穴が必要なので完全な先の尖った円錐を意味するものではなく、先端が切断された円錐状の形状をさすものである。切断面の直径は3mm程度以下であればよい。本手段においては、形成された中空構造部に水が満たされ、振動子で発生した超音波はこの水を媒体として先端部に伝達されて集束する。

【0014】

本手段を使用するときは、注入口より水を入れて排出口から水があふれるまで中空構造部に水を満たし、その後は、注水を続けながら、場合によっては排出口を閉鎖した状態で注水を続けながら探傷を行う。本手段においては、水を媒体としているので、超音波の減衰が少ない状態で先端部に超音波を伝達できると共に、局部水浸構造を簡単に作ることができる。

30

【0015】

さらに、注入口の向きは、当該注入口から注入された水の流れが、振動子表面に沿って流れるような向きとされていることが好ましい。

【0016】

前記第2の手段の使用開始時には、中空構造部に水を満たすとき、振動子表面に気泡が附着して残留する場合がある。このようなことが発生すると、超音波の減衰が大きくなり、探触子の先端まで超音波が効率よく伝達されなくなる。本手段においては、注入口から注入された水の流れが振動子表面に沿って流れるので、残留する気泡を排出口まで押し流すことができる。よって、中空構造部は水で満たされ、探触子の先端まで超音波が効率よく伝達される。

40

【0018】

前述のように、ペンシル型局部水浸超音波探触子は、先端部を被検査体に押し付けることにより、強力な超音波を被検査体に伝達することができる。また、先端部が尖っている

ので、被検査体表面に凹凸がある場合でも、効率良く被検査体との間で超音波の送受信ができる。よって、溶接部の余盛のように凹凸がある場所に接触させても、溶接部中に効率よく超音波を入射させることができる。さらに、全体の形状が細長く、先端が尖っている

50

ので、探触子の角度を傾斜させても超音波を被検査体に伝達することができ、狭い場所でも容易に屈折角を変えることができる。

【0019】

この性質を利用して、探触子の先端部を溶接部余盛の1点に接触させ、探触子の角度と方向を変えて疵からの反射エコーを探す。疵があるとその端面からエコーが返ってくるので、それを超音波を入射したペンシル型局部水浸超音波探触子で検出することにより、疵を検出することができる。本手段においては、超音波を直接疵に照射しているので、従来技術のようにスキップに伴う超音波の減衰が発生しない。よって、検出能良く疵を検出することができる。超音波を入射させる点を円周に沿って、また、溶接余盛のパイプ長さ方向に沿って変えることにより、溶接部全域の検査が可能である。

10

【0020】

前記課題を解決するための第2の手段は、前記第1の手段であって、探触子先端から疵位置までの距離をAスコープより求め、その距離とそのときの探触子の角度、被探傷部の形状及び寸法から疵の位置及び高さを求めることを特徴とするもの(請求項2)である。

【0021】

例えば、隅肉溶接部の疵は、パイプとボスとの境目から発生し、外部に向かって長く伸びた形状を有する。前記第4の手段で探傷を行う場合、Aスコープで観測されるのは、超音波を入射した点から疵の先端部までの距離である。この距離が分かれば、そのときの探触子の角度、被探傷部の形状及び寸法から疵の先端部の位置が分かり、それと被探傷部の形状及び寸法から疵の高さを算出することができる。本手段においては、疵の高さを判断するのに探触子を走査する必要がないので、確実に疵の高さを測定することができる。

20

【0022】

前記課題を解決するための第3の手段は、前記第1の手段又は第2の手段であって、ペンシル型局部水浸超音波探触子として、中心周波数が10MHz~20MHzの探触子を使用することを特徴とするもの(請求項3)である。

【0023】

本手段においては、被検査体に入る超音波は縦波散乱波であるので、横波超音波に比して同じ周波数での波長が長く、距離分解能が悪い。よって、なるべく高周波の周波数の超音波を使用するのが好ましい。また、超音波の路程が短いので減衰が小さく、従来の測定法に比して高周波の超音波を使用することができる。よって、十分な距離分解能を得るために、本手段においては、使用する中心周波数の最低値を10MHzに限定している。また、使用する中心周波数が20MHzを越えると、減衰が大きくなってS/N比が悪くなるので、使用する中心周波数の最高値を20MHzに限定している。

30

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の例を図を用いて説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態を示す概要図であり、1はペンシル型局部水浸超音波探触子、1aはケーシング、1bはフォーカス型振動子、1cは注入口、1dは排出口、1eは中空構造部、1fは接続ケーブル、2は検査対象である溶接部、2aは溶接部中の疵、3はパイプ、4はボスである。

40

【0025】

ペンシル型局部水浸超音波探触子1は、先端が円錐状(先端が切断された円錐状)のペンシル型の外径をしており、その内部にはケーシング1aに囲まれて中空構造部1eを有している。中空構造部1eの後端側にはフォーカス型振動子1bが設けられている。測定状態においては中空構造部1eには水が充填されるようになっており、フォーカス型振動子1bの振動面の形状は、その振動によって発生し水中を伝わった超音波が、ペンシル型局部水浸超音波探触子1の先端部で集束するような形状とされている。振動子としてこのようなものを使用せず、例えば平面型の振動子を使用し、レンズによって超音波をペンシル型局部水浸超音波探触子1の先端に集束させるようにしてもよい。

【0026】

50

使用の開始にあたっては、注入口 1 c より接触媒質である水を中空構造部 1 e 内に注入する。中空構造部 1 e が水で満たされていくにつれ、中の空気は排出口 1 d より排出される。中空構造部 1 e の中が完全に水で満たされ、空気が完全に抜けた状態で、排出口 1 e を樹脂等で閉鎖する。以後、注入された水はペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部から流出することになり、部分水浸が実現される。また、注入口 1 c は、注入口 1 c から流入した水がフォーカス型振動子 1 b の表面に当たり、その表面に沿って流れるような向きとされているので、フォーカス型振動子 1 b の表面に気泡が付着している場合でも、その気泡は水流と共に排出口 1 d より排出される。

【 0 0 2 7 】

その後、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部を溶接部 2 の表面に押し付ける。溶接部の表面には凹凸があるが、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部の径は 3 mm 以下と細く、かつ、先端部からは接触媒質である水が流出しているため、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 と溶接部 2 とのカップリングは良好に保たれる。よって、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部に集中した超音波は、溶接部 2 内に広がりながら伝達される。

10

【 0 0 2 8 】

溶接部 2 に発生する疵 2 a は、図に示すように、パイプ 3 とボス 4 の境目から発生し、溶接部の外周方向に伸びる性質を持っている。疵 2 a があると、超音波はその先端部で反射され、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部に戻って、再び水中を伝わり、フォーカス型振動子 1 b により検出される。

20

【 0 0 2 9 】

ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部位置を固定し、図に示す矢印のようにペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の傾きを変えることで、溶接部 2 への超音波の入射角を簡単に制御することができる。また、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部位置を図に示す矢印のように変えることで、超音波の入射位置を容易に変えることができる。

【 0 0 3 0 】

図 2 は本発明の第 2 の実施の形態を示す概要図であり、ボスを利用したパイプ接続部におけるボスとパイプの隅肉溶接部を探傷している様子を示す図である。以下の図において、前出の図に示された要素と同じ要素には同じ符号を付してその説明を省略する。図 2 において、5 は探傷器である。ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 は探傷器 5 と接続ケーブル 1 f で接合され、探傷器 5 内のパルサー・レシーバーから、振動子 1 b に高圧のパルス電圧が印加されることにより振動子 1 b より超音波パルスが発生する。

30

【 0 0 3 1 】

この超音波パルスは、前述のように、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部に集束し、接触媒体である水を介して、溶接部 2 中に拡散しながら伝達される。疵 2 a からのエコーは、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部を介して、振動子 1 b に達する。そして、振動子 1 b により電圧に変換され、探傷器 5 のパルサー・レシーバーに伝達されてさらに増幅され、その表示画面に A - スコープ画像として表示される。前述のように、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の角度を変えたり、接触位置を変えたりすることにより、疵のエコーが A - スコープに現れるのを観測する。

40

【 0 0 3 2 】

疵のエコーが A - スコープに現れた場合には、その位置より、ペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部から疵までの距離が判明する。それゆえ、そのときのペンシル型局部水浸超音波探触子 1 の先端部位置及び傾きが分かれば、疵の先端部の位置を知ることができる。疵の先端部の位置が分かれば、溶接部 2 の形状から、疵の高さを判定することができる。このようにして、縦波散乱法を用いた超音波探傷が実施できる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は本発明の第 3 の実施の形態を示す概要図であり、パイプとその分岐管との間を隅肉溶接で接合した場合の隅肉溶接部を探傷している様子を示す図である。図 3 に示した実施の形態と図 2 に示した実施の形態は、溶接部 2 の形状が異なるだけで、探傷方法について

50

は全く同じであるので、その説明を省略しても、当業者には容易に理解が可能であろう。

【0034】

【実施例】

以下、本発明の実施例について説明する。図4に示すように、試験材として1Bの鋼管(厚さ3mm)を用い、それに厚さ6.5mmのボスを隅肉溶接したのを用いた。図のように、溶接部分に直径2mmのドリル穴を開け、その上から溶接余盛を行なって人工疵を製造した。余盛後の隅肉溶接部の長さは10mmとした。

【0035】

図5は、従来法によりパイプ側から斜角探触子を使用して探傷を行なった結果を示すAスコープ画像である。ビーム路程計算によると矢印の位置に疵エコーが現れるはずであるが、矢印以外の場所にも信号が現れており、疵エコーとの区別がつかず、結局疵の検出はできないことになる。

10

【0036】

図6は、本発明の方法により、溶接部に直接超音波を入れて、縦波散乱法により探傷を行なった結果を示すA-スコープ画像である。矢印の部分が疵エコーであり、他の部分に対して大きなS/N比で疵の検出ができていたことが分かる。

【0040】

【発明の効果】

請求項1に係る発明においては、直接超音波を疵に照射しているのので、従来技術のようにスキップに伴う超音波の減衰が発生しない。よって、検出能良く疵を検出することができる。超音波を入射させる点を円周に沿って、また、溶接余盛のパイプ長さ方向に沿って変えることにより、溶接部全域の検査が可能である。

20

【0041】

請求項2に係る発明においては、これに加え、疵の高さを判断するのに探触子を走査する必要がないので、確実に疵の高さを測定することができる。

【0042】

請求項3に係る発明においては、これらに加え、高分解能で感度良く、小さな疵を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す概要図である。

30

【図2】本発明の第2の実施の形態を示す概要図であり、ボスを利用したパイプ接続部におけるボスとパイプの隅肉溶接部を探傷している様子を示す図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態を示す概要図であり、パイプとその分岐管との間を隅肉溶接で接合した場合の隅肉溶接部を探傷している様子を示す図である。

【図4】本発明の実施例に用いた試験材の概要を示す図である。

【図5】従来法によりパイプ側から斜角探触子を使用して探傷を行なった結果を示すAスコープ画像である。

【図6】本発明の方法により、溶接部に直接超音波を入れて、縦波散乱法により探傷を行なった結果を示すA-スコープ画像である。

【符号の説明】

40

1 ... ペンシル型局部水浸超音波探触子

1 a ... ケーシング

1 b ... フォーカス型振動子

1 c ... 注入口

1 d ... 排出口

1 e ... 中空構造部

1 f ... 接続ケーブル

2 ... 検査対象である溶接部

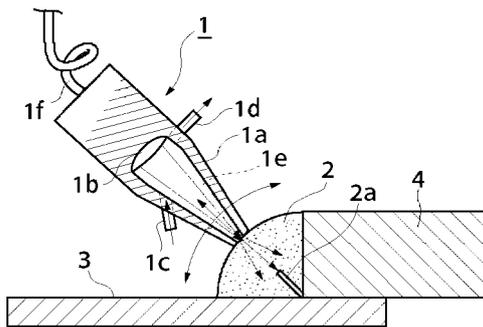
2 a ... 溶接部中の疵

3 ... パイプ

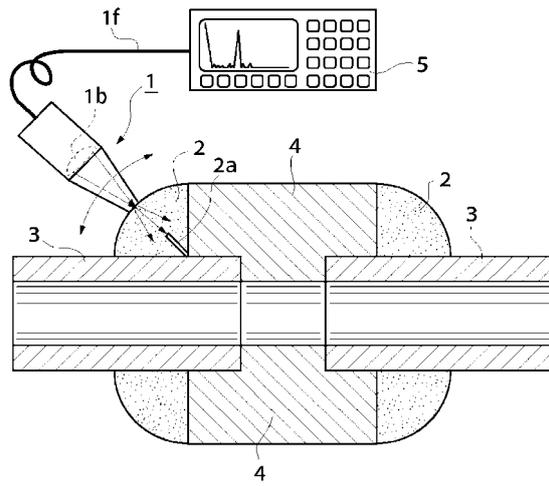
50

- 4 ... ボス
- 5 ... 探傷器

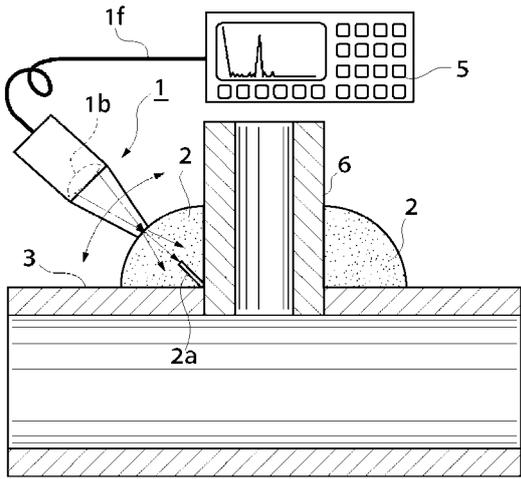
【図1】



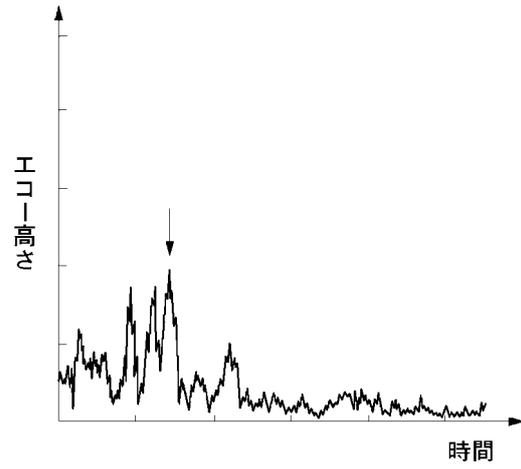
【図2】



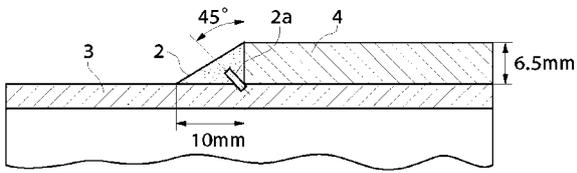
【 図 3 】



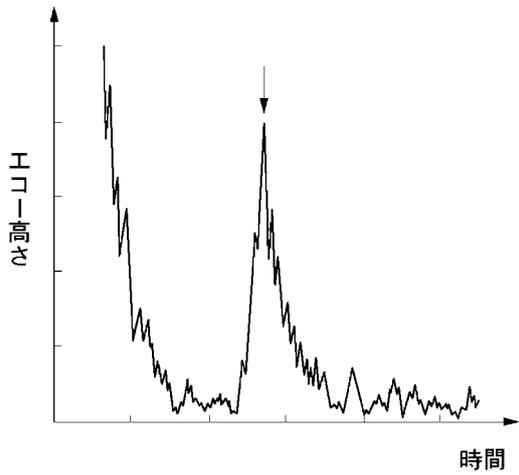
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 進一

東京都港区海岸一丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内

(72)発明者 新井 豊

東京都品川区南大井六丁目24番6号 東京理学検査株式会社内

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 特開平03 - 214053 (JP, A)

特開平06 - 288996 (JP, A)

実開平03 - 095956 (JP, U)

実開平05 - 088777 (JP, U)

特開昭61 - 271448 (JP, A)

実開平05 - 047807 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01N 29/00 - 29/28