

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4741717号
(P4741717)

(45) 発行日 平成23年8月10日 (2011. 8. 10)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011. 5. 13)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 3 K 13/00 (2006. 01)

B 2 3 K 13/00

A

B 2 3 K 13/02 (2006. 01)

B 2 3 K 13/02

B 2 1 C 37/08 (2006. 01)

B 2 1 C 37/08

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-505714 (P2011-505714)
 (86) (22) 出願日 平成22年9月15日 (2010. 9. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/065933
 (87) 国際公開番号 W02011/034087
 (87) 国際公開日 平成23年3月24日 (2011. 3. 24)
 審査請求日 平成23年3月4日 (2011. 3. 4)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-214886 (P2009-214886)
 (32) 優先日 平成21年9月16日 (2009. 9. 16)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100129403
 弁理士 増井 裕士
 (72) 発明者 廣田 芳明
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電縫管溶接装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走行する金属帯板がロールにより円筒状に曲げられて前記金属帯板の幅方向両端部が互いに対向した後、前記円筒状に曲げられた金属帯板の直近に設けられた誘導コイルによって励起された電流により、前記両端部を加熱し、その後、前記両端部間を圧接しながら溶接する電縫管溶接装置であって、

前記金属帯板の走行方向に沿って見た場合に、前記円筒状に曲げられた金属帯板の内部でかつ、前記誘導コイルが存在する位置の上流から下流に亘って配置されるインピーダーと；

前記走行方向に沿って見た場合に、前記インピーダーの上流側端部よりも上流でかつ、前記ロールよりも下流の位置に配置され、前記円筒状に曲げられた金属帯板が通過する孔部を有するとともに、前記誘導コイルで生じた磁束を遮断する金属製のシールド板を備えることを特徴とする電縫管溶接装置。

【請求項 2】

さらに、前記金属帯板の走行方向に沿って見た場合に、前記インピーダーの前記上流側端部の位置で、かつ、前記円筒状に曲げられた金属帯板の外側で、さらには前記両端部間を跨ぐ位置に配置された強磁性体を備えることを特徴とする請求項 1 記載の電縫管溶接装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

【 0 0 0 1 】

本発明は、円筒状に曲げられた金属帯板の両端部を誘導加熱して接合し、電縫管を製造する電縫管溶接装置に関する。さらに言うと、本発明は、電力を供給する誘導コイルの上流に流れる電流を解消し、設置しているロールなどの損傷を防止でき、また、無効電力を少なくして効率的に溶接できる電縫管溶接装置に関する。

本出願は、2009年9月16日に日本に出願された特願2009-214886号に基づき、優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

金属の管を製造する方法としては、金属帯板を曲げながら溶接によって管形状とする電縫管やスパイラル管等の他、金属ビレットに直接穴をあけて製造するシームレス管や、金属の押し出しによる管の製造方法がある。

【 0 0 0 3 】

電縫管は、特に生産性が高く、しかも安価に製造できることから大量に生産されている。このような電縫管は、金属帯板を走行させながら円筒型になるように成型し、最後に、高周波電流を接合する金属帯板の両端部に流して溶融温度まで高めた状態で、ロールで前記両端面間を圧接溶接して管状にする。この際、金属帯板の前記両端部に電流を供給する方法として、一つは、金属帯板の外側を囲むように誘導コイルを巻き、この誘導コイルに一次電流を流すことにより、金属帯板に誘導電流を直接発生させる方法、もう一つは、コンタクトチップと呼ばれる金属製の電極を金属帯板の端部に押し当て、電源から電流を直接通電する方法がある。このとき、誘導コイルあるいは電極に通じる電流は、一般的に100～400kHz程度の周波数を有する高周波電流が使われるとともに、管の内面側にインピーダーと呼ばれる強磁性体を配置することが多い。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 非特許文献 1 】 「高周波の基礎と応用」(東京電機大学出版局、P79, 80)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

図1は、誘導コイルを用いて誘導電流を発生させる方法を用いた、電縫管の溶接を説明する平面模式図であり、図2はその縦断面図である。被溶接材である金属帯板1は、平面状態から走行中にロールで曲げ加工されて両端面2a, 2bが向かい合わさる筒状にされ、最後にロール4で両端面が互いに押しつけられて接合部6で接触する。このロール4の上流には、向かい合う両端面2a, 2bを溶融させて接合するための誘導コイル3が設けられ、この誘導コイル3に高周波電流を流すことによって金属帯板端部2a, 2bに電流5a, 5bが流れ、ジュール発熱によって表面が加熱・溶融し、接合部6で溶接される。ここで、金属板端部2a, 2bを流れる電流5a, 5bは高周波であることから、表皮効果によって金属帯板1の表面を流れるとともに、近接効果によって金属板端部2a, 2bに沿って流れようとする(非特許文献1参照)。

【 0 0 0 6 】

誘導コイル3と接合部6との長さに比べ、曲げられた金属帯板1の内周面の長さが十分に長ければ、誘導コイル3と接合部6とのインピーダンスに比べ、筒状に曲げられた内周面のインピーダンスのほうが大きいため、電流は上記のように金属帯板端部2a, 2bに沿って接合部側に回ろうとする。しかしながら、筒状体になった金属帯板1の内径が小さく、この筒状体の内周面のインピーダンスが大きくない場合には、接合部側へ向かう電流は減少し、電流は管内周面を回ろうとする。このような電流の内周面回りを阻止するため、従来、図2の断面模式図に示すように、インピーダー7と呼ばれる磁性体コアを筒状になった金属帯板1の内側に挿入し、内周面のインピーダンスを上げることにより、金属帯板1の内周面回りの電流を阻止する方法が採用されている。

【 0 0 0 7 】

そして、内周を回れなくなった電流は、前述のように金属帯板 1 の端面 2 a , 2 b を流れる。しかしながら、本発明者等が温度測定及び電磁場解析を行った結果、図 3 に示すように、電流の流れとしては、溶接部 6 側に向かって戻る電流のみならず、分流して誘導コイル 3 の上流側に流れる電流が存在することが明らかとなった。このような電流は、誘導コイル 3 の上流部にあるロールでスパークなどを発生させ、ロール表面に損傷を与えたり、ベアリングなどを損傷させたりするおそれがある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、誘導コイルを用いて誘導電流を発生させる誘導加熱方式の電縫管溶接装置において、簡単な構成の装置で効果的に誘導コイル上流に流れる電流を抑制することができ、電縫管を安定製造することが可能な電縫管溶接装置の提供を目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の要旨は下記の通りである。

(1) 本発明の一態様に係る電縫管溶接装置は、走行する金属帯板がロールにより円筒状に曲げられて前記金属帯板の幅方向両端部が互いに対向した後、前記円筒状に曲げられた金属帯板の直近に設けられた誘導コイルによって励起された電流により、前記両端部を加熱し、その後、前記両端部間を圧接しながら溶接する。そして、この電縫管溶接装置は、前記金属帯板の走行方向に沿って見た場合に、前記円筒状に曲げられた金属帯板の内部でかつ、前記誘導コイルが存在する位置の上流から下流に亘って配置されたインピーダーと；前記走行方向に沿って見た場合に、前記インピーダーの上流側端部よりも上流でかつ、前記ロールよりも下流の位置に配置され、前記円筒状に曲げられた金属帯板が通過する孔部を有するとともに、前記誘導コイルで生じた磁束を遮断する金属製のシールド板と；を備える。

20

(2) 本発明の一態様に係る電縫管溶接装置は、上記 (1) に加え、さらに、前記金属帯板の走行方向に沿って見た場合に、前記インピーダーの前記上流側端部の位置で、かつ、前記円筒状に曲げられた金属帯板の外側で、さらには前記両端部間を跨ぐ位置に配置された強磁性体を備える。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 0 】

本発明の上記態様に係る電縫管溶接装置によれば、走行する金属帯板を曲げながら筒状にして溶接する電縫管溶接時に、誘導コイルの上流側に流れる電流によってロール等が損傷するのを回避できるので、ロール交換等による設備停止が発生することなく、長時間にわたって安定稼働を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】誘導コイルを用いた従来の考えに基づく電流分布を示す平面模式図である。

【図 2】図 1 に示す電縫管製造装置の縦断面模式図である。

【図 3】電磁場解析に基づく電流分布を示す平面模式図である。

40

【図 4】本発明の一実施形態に係る電縫管製造装置の断面模式図である。

【図 5】図 4 の A - A 断面模式図である。

【図 6】本発明の他の実施形態に係る電縫管製造装置を示す図であって、誘導コイル上流のロールを囲うようにシールド板を設けた例の模式断面図である。

【図 7】本発明のさらに他の実施形態に係る電縫管製造装置を示す図であって、誘導コイル上流にあるインピーダー上に強磁性体を配置した例を示す縦断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

【 0 0 1 3 】

50

図4は、本実施形態の電縫管製造装置を示す縦断面模式図であり、図5はそのA-A断面模式図である。本実施形態の電縫管製造装置は、誘導コイルを使用した誘導加熱方式により、筒状に成形した金属帯板の両端部を電縫溶接することによって製造される。なお、以下の説明で用いる誘導コイルとは、銅等の良導体のパイプや線材、板などで被加熱材を1周以上巻いた誘導コイルの総称である。

【0014】

本実施形態では、電力供給部である誘導コイル3の走行方向上流において、円筒状に曲げられた金属帯板1が通過できる孔部を有し、誘導コイルで生じた磁束を遮断する金属製のシールド板8を、走行方向と略垂直に配置している。このシールド板8により、これより走行方向上流側へ流れようとする誘導電流を抑制することができる。

10

【0015】

より具体的には、本実施形態では、円筒状に曲げられた金属帯板1の内部に対応する位置に、電力供給部である誘導コイル3が存在する位置の走行方向上流から下流に亘ってインピーダース7が設置される。さらに、誘導コイル3の走行方向上流であるとともに、インピーダース7の上流側端部よりも走行方向上流であり、且つ、ロール4よりも走行方向下流において、円筒状に曲げられた金属帯板が通過できる孔部を有し、誘導コイル3で生じた磁束を遮断する金属製のシールド板8が設置される。

【0016】

通常、製造ライン等への迷走電流が流れるのを防止するためには、強磁性体で造られたチョークコアなどを用いることが多い。チョークコアは、一方向に流れる電流をカットするためには有効であるが、図3に示すように、電縫管を製造する場合には、金属帯板端部2a, 2bの各々を、逆向きの高周波電流が同時に流れることからチョークコアを使うことができない。図3に示すように、電縫管を製造する場合には、誘導コイル3で金属帯板1に発生させた電流が、誘導コイル3の直下を回って接合部6を通るループと、誘導コイル3の上流に流れるループの、2つのループに分流する。誘導コイル3の上流を流れる電流は、誘導コイル3で発生した磁束によって発生することから、この磁束を断ち切れれば誘導コイル3の上流を流れる電流は減少する。

20

【0017】

そこで、本実施形態においては、誘導コイル3の上流に金属製のシールド板8を設置する。電導性の良い金属を用いたシールド板は、誘導コイルによって発生した磁束をカットする効果を有するので、誘導コイル3の上流を流れる電流をカットすることができる。シールド板8としては、材質は、銅板や、アルミ板などの低抵抗の金属を用いれば良く、厚みは、数mm～数10mmあれば十分で、形状が維持できる程度であれば厚みは特に規定するものではない。また、シールド板8の形状としても、図5に示す例では四角形状とされているが、不要な磁束をカットできる形状であれば、丸形であっても他の形状でも構わない。シールド板8は、円筒状に曲げられた金属帯板1が通過できる孔部を有する形状なので、本実施形態の電縫管製造装置を用いて電縫管溶接を行うに際し、円筒状に曲げられた金属帯板1がこの孔部を通過するように配置することができる。これにより、誘導コイル3の上流において、シールド板8の上流側の磁束がカットされるので、シールド板8の上流側については、図3に示すような円筒状に曲げられた金属帯板に流れる電流を防止できるとともに、誘導コイル3の上流側に配置されたロール9(図6を参照)に流れる電流をもカットすることができる。

30

40

【0018】

また、シールド板8は、図4等に示す例のように、その平面視における寸法及び形状が誘導コイル3よりも大きく、溶接進行方向で誘導コイル3を覆うような寸法及び形状とすることが、溶接方向上流側への磁束を効果的にカットできる点から、より好ましい。

【0019】

シールド板8の金属帯板走行方向における設置位置は、少なくとも誘導コイル上流にあるロールなど、電流を流したくない物の下流に置く必要がある。しかしながら、シールド板8が誘導コイル3に近づき過ぎると、誘導コイル3で発生させた磁束の多くをカットし

50

てしまい、溶接効率低下の原因になることがあることから好ましくない。シールド板 8 は、図 4 においては走行方向と略垂直に設置する例を示しているが、これに限定されるものではなく、シールド板 8 の上流側の磁束がカットできる設置形態であれば、適宜採用することができる。例えば、図 6 に示す例のように、誘導コイル 3 の磁場から保護すべき対象物（図 6 に示す例ではロール 9）を囲むように設置すると、より効果的である。

【 0 0 2 0 】

誘導コイル 3 で発生した磁束は、金属帯板 1 の開口部以外では、金属帯板 1 の表面を貫通して誘導コイル 3 の外を回る磁路を形成している。また、金属帯板 1 の開口部では、渦電流が金属帯板端部 2 a, 2 b を通ることから、金属帯板 1 の端部を貫通する磁束と、開口部から直接付与される磁束がインピーダース 7 に入る磁路とが存在する。インピーダース 7 には透磁率が高い強磁性体を使用するため、インピーダース 7 がある部分に磁束が集中しやすい。このため、シールド板 8 を誘導コイル 3 の上流、且つ、インピーダース 7 の上方（インピーダース 7 の上流側端部よりも下流側）に設けると、インピーダース 7 の上流端付近まで回っていた磁束をカットすることになり、インピーダース 7 を通る磁束が減少し、溶接効率低下をもたらす。このため、本実施形態においては、シールド板 8 は、少なくともインピーダース 7 の上流端よりもさらに上流に設置することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

なお、上述のように、シールド板 8 をインピーダース 7 の上流側端部よりも上流に設置したとしても、誘導コイル 3 で発生した磁束を部分的に減少させることがある。このような磁束減少による効率低下を防止するため、本実施形態では、図 7 に示すように、金属帯板 1 の走行方向に沿って見た場合に、インピーダース 7 の上流側端部の位置（金属帯板の対向する両端部に生じている開口部の外側）で、かつ、円筒状に曲げられた金属帯板 1 の外側で、さらには両端部 2 a、2 b 間を跨ぐ位置に配置された強磁性体 10 を備えることがより好ましい。

【 0 0 2 2 】

強磁性体 10 には、フェライトや電磁鋼板アモルファス等、比透磁率が高く、また、磁気抵抗が小さい材質を用いることが好ましい。そして、誘導コイル 3 で発生した磁束を強磁性体 10 内に強制的に通すことにより、インピーダース 7 よりも上流側に磁束が発散するのを防止し、インピーダース 7 に帰る磁路を強制的に確保する働きがある。従って、シールド板 8 には、強磁性体 10 を貫通できなかった分の磁束は到達するものの、その磁束は減少しており、減少した磁束をシールド板 8 によってほぼカットできるため、上流に向かう電流をほぼカットすることが可能となる。また、誘導コイル 3 で発生させた磁束を強制的に強磁性体 10 内に通すことから、シールド板 8 を設置しない場合に比べても、溶接効率をほとんど低下させずに済む。

【 0 0 2 3 】

強磁性体 10 は、誘導コイル 3 で発生させた磁束を強制的にインピーダース 7 に戻すという働きを有するため、その設置位置は、誘導コイル 3 の上流側であってインピーダース 7 の上方（インピーダースの上流側端部よりも下流側を含む部分）が好ましい。また、強磁性体 10 は、誘導コイル 3 に近づきすぎると、強磁場によって発熱しやすいので、発熱し難い設置位置を適宜決定すれば良く、インピーダース 7 の端部近傍に設置する場合には、図 6 に示す例のように、少なくともインピーダース 7 の端部上に強磁性体 10 が配置されることがより好ましい。また、強磁性体 10 の幅としては、金属帯板 1 の開口部よりも広い寸法とし（金属帯板の対向する両端部を跨ぐように）、長さはインピーダース 7 の寸法に合わせて適宜決定すれば良い。また、強磁性体 10 の厚みについても特に規定するものではないが、誘導コイル 3 の外周位置よりも強磁性体の外面位置が高くなるように（金属帯板の円筒軸からの距離が長くなるように）設定することがより好ましい。また、強磁性体 10 と金属帯板 1 との距離は、数 mm 程度とするのが望ましいが、溶接部等を考慮して、例えば、数 cm 程度と、もう少し広くしても構わない。

【 0 0 2 4 】

以上説明したように、本実施形態による電縫管製造装置は、加熱効率の低下を抑制した

10

20

30

40

50

状態で、誘導コイルの上流へ流れる電流をカットすることができ、誘導コイル上流にあるコイルの損傷が防止でき、設備の安定稼働も可能であるなどの優れた効果を奏する。

【実施例】

【0025】

(実施例1)

本発明の効果を確認するため、確認実験を行った。本実験では、外径38mm、肉厚3mmのガス管用鋼管（SGP管）に幅15mmの平行開口部を形成し、その後、溶接部と見立てた接合部6までの開口部傾斜部が角度3度となるようにレーザー加工を施した。そして、図4に示すような配置として（シールド板の位置は変更）、向かい合う鋼管端部の昇温速度が、シールド板の有無と位置でどのように変化するかを確認した。

【0026】

また、本実験では、1辺が150mm、10mm厚の正方形の銅板中心に直径50mmの孔部を設け、孔部の縁を鋼管から6mm離れたものをシールド板として使用した。

【0027】

はじめに、シールド板の位置をインピーダー上流端（溶接部から上流へ350mm、誘導コイルから上流へ150mmの位置）から50mm上流の位置（溶接部から上流へ400mm、誘導コイルから上流へ200mmの位置）に設置した発明例1の条件で、接合部6（図1の符号6に示す、開放された金属帯板端部が交わる部分）の昇温速度と、接合部から420mm上流の位置の鋼管端部に50μmのK熱電対を溶着し、温度を計測して比較した。また、発明例1と同じシールド板位置とし、更に、インピーダー上流端から下流側へ強磁性体10として長さ60mm、幅32mm、厚み40mmのフェライトコアを設置した発明例2の条件で、上記同様の実験を行った。また、シールド板を設けない通常の誘導コイルのみの比較例1、シールド板をインピーダー上（インピーダー上流端部から下流へ40mm、誘導コイルから上流100mmの位置）に設置した比較例2の各例の条件でも、上記同様の実験を行った。

【0028】

誘導コイルは、幅50mmで2T（ターン）巻いた10mmの水冷銅管を、鋼管から5mmのギャップで、接合部から150mm離して配置した。そして、静止状態で200kHzの電源で15kWの電力を投入し、常温～800℃までの平均加熱速度を計算した。この際、インピーダーとしては、直径16mm、長さ300mmのフェライトコア製で、中心に6mmの水冷用の穴をあけたものを用いた。

【0029】

結果を下記表1に示す。

【0030】

【表1】

		溶接部から 420mm点の 温度上昇量℃	昇温速度 減少割合 %	シールド板位置 (インピーダー 上流端からの距離)
本発明	発明例1	0	13	上流へ50mm
	発明例2	0	2	上流へ50mm
比較例	比較例1	65	0	上流へ50mm
	比較例2	0	26	下流へ40mm

【0031】

表1より明らかなように、シールド板設置前の比較例1は、接合部から420mmの位置では65℃上昇していたが、シールド板を設置した本発明例1、2では温度上昇が見られず、シールド板よりも上流に電流が流れていないことが確認できた。

【0032】

一方、シールド板の設置位置がインピーダー上とされた条件の比較例2では、昇温速度

の減少割合(=100-比較対象の昇温速度/比較例1の昇温速度×100)が26%と大きかった。これに対し、シールド板の設置位置をインピーダー端部から50mm離れた発明例1では13%程度の低下であり、減少割合は半分に改善され、更に、誘導コイルの上流に磁気コアを設置した発明例2では、2%程度の低下であった。

【0033】

上記のように、本発明による電縫管溶接装置では、誘導コイル上流の金属帯板に流れる電流を確実にカットすることができ、同時に、誘導コイル上流の電流によるロールなどを損傷から保護できるようになる。また、シールド板による溶接効率の低下も最小限に抑制することが可能であり、誘導コイルの上流に電流が流れるのを効果的にカットできることが確認できた。

10

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明の電縫管溶接装置によれば、走行する金属帯板を曲げながら筒状にして溶接する電縫管溶接の効率を、簡単な装置構成で効果的に上げることができる。これによって、電力使用量を抑制して省エネが実現でき、一方、同じ電力を投入した場合にはライン速度を上げることができることから、生産性の向上を図ることができるので、その産業上の効果は多大である。

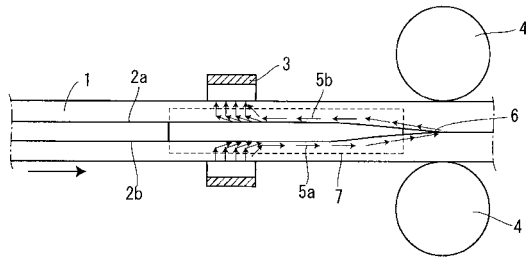
【符号の説明】

【0035】

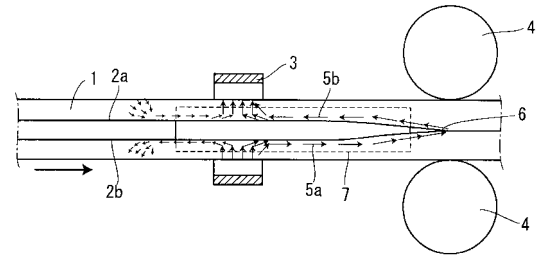
- 1 金属帯板
- 2 a、2 b 金属帯板端部
- 3 誘導コイル
- 4 ロール
- 5 a, 5 b 電流
- 6 接合部
- 7 インピーダー
- 8 シールド板
- 9 ロール
- 10 強磁性体

20

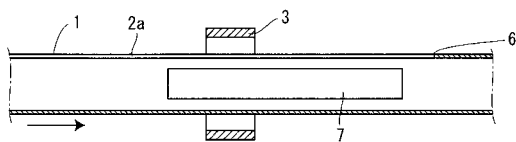
【図 1】



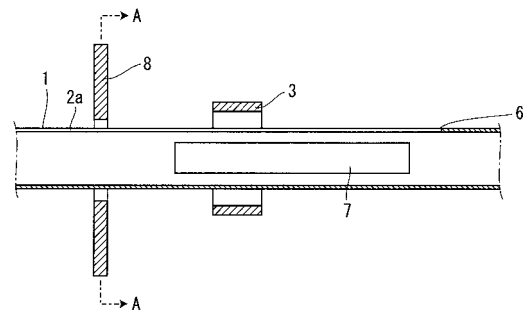
【図 3】



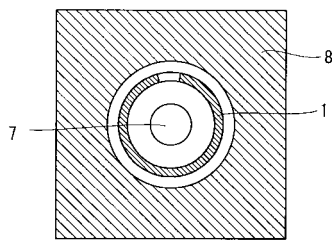
【図 2】



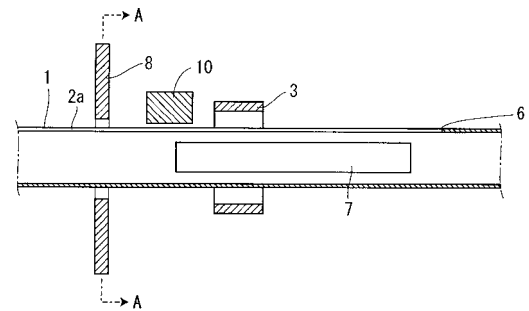
【図 4】



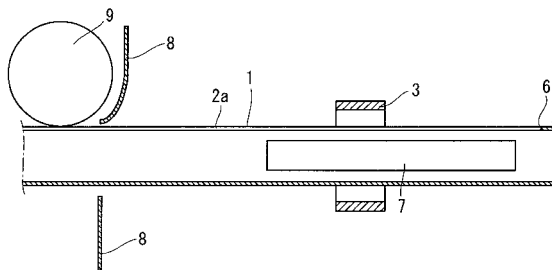
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 青木 正博

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 2 7 3 5 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 4 7 2 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 5 2 0 5 9 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 2 8 6 5 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B23K 13/00

B21C 37/08

B23K 13/02