

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4490608号
(P4490608)

(45) 発行日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)

(24) 登録日 平成22年4月9日 (2010. 4. 9)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 9/04 (2006. 01)	B 2 3 K 9/04 S
B 2 3 K 31/00 (2006. 01)	B 2 3 K 31/00 F
B 2 3 P 6/04 (2006. 01)	B 2 3 P 6/04
B 2 4 C 1/10 (2006. 01)	B 2 4 C 1/10 A
E O 4 G 23/02 (2006. 01)	B 2 4 C 1/10 E
請求項の数 5 (全 9 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2001-241725 (P2001-241725)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成13年8月9日 (2001. 8. 9)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2003-53533 (P2003-53533A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年2月26日 (2003. 2. 26)	(74) 代理人	100145816
審査請求日	平成18年8月24日 (2006. 8. 24)		弁理士 鹿股 俊雄
		(74) 代理人	100087332
			弁理士 猪股 祥晃
		(74) 代理人	100081189
			弁理士 猪股 弘子
		(72) 発明者	田村 雅貴
			神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地
			株式会社東芝 京浜事業所内
		(72) 発明者	牧野 吉延
			神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地
			株式会社東芝 京浜事業所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造物の補修方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

F e 基合金または N i 基合金からなり溶接熱影響部の鋭敏化領域に応力腐食割れなどの開口欠陥が存在する構造物の補修方法であって、前記溶接熱影響部の表面部をクリーニングする前処理工程と、前記溶接熱影響部の表面を非破壊検査を行い開口欠陥の位置を特定する検査工程と、前記開口欠陥の一部を含む領域を除去して凹部を形成する工程と、前記凹部に残留した開口欠陥内部の水を外部に放出させる工程と、前記凹部を充填する肉盛溶接層を形成する工程と、前記肉盛溶接層が形成された表面部における引張りの残留応力を低減する処理を施す工程と、を有することを特徴とする構造物の補修方法。

【請求項 2】

前処理工程における溶接熱影響部のクリーニングは、レーザ光の照射、グラインダ加工、フラップホイール加工の少なくともいずれか一つの方法によることを特徴とする請求項 1 記載の構造物の補修方法。

【請求項 3】

前記肉盛溶接層を形成する工程は、溶接ワイヤを供給しながら、レーザ光の照射またはアーク溶接によって行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の構造物の補修方法。

【請求項 4】

溶接の入熱量は 0.1 kJ/cm から 5 kJ/cm であることを特徴とする請求項 3 記載の構造物の補修方法。

【請求項 5】

10

20

前記引張りの残留応力を低減する処理を施す工程は、レーザピーニング、ショットブラスト、ウォータージェットの少なくともいずれか一つの方法を用いることを特徴とする請求項1乃至4いずれかに記載の構造物の補修方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、構造物のき裂による事故の防止および構造物の長寿命化を目的とした構造物の補修方法および補修溶接装置に係り、とくに、応力腐食割れや疲労き裂を生じた構造物の補修方法に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

従来、原子炉炉内の構造物や機器など（以下、構造物という）にき裂が発生した場合には、その構造物全体を交換するか、あるいは補強金具を取り付けるなどの処置が施されている。また、き裂自体の補修方法としては、主としてTIG溶接方法（Tungsten Inert Gas Welding）が検討されている。しかしながら、既設原子炉の場合には、長期間の運転により中性子の照射を受け、基材そのものが劣化している可能性がある。このように、中性子の照射により劣化している基材にTIG溶接法を適用すると入熱が多く、TIG溶接施工後、再度溶接欠陥が発生する惧れがある。

【0003】

また、TIG溶接法は、基本的に基材とトーチ電極との間にアークを発生させながら基材を溶融する方法であるので、基材に酸化皮膜が付着していたり、開口欠陥の内部に酸化物が付着していたり、水が入りこんでいる場合、アークが不安定となり、安定した溶接が行えない欠点がある。

20

【0004】

こうした点に鑑みて近年、レーザ光を用いた補修方法が発明されている。

特開平7-62893号公報には、構造物の構造強度を低下させる、またはその可能性を有する欠陥において、切削と肉盛とを組み合わせた補修方法が開示されている。この補修方法では、補修によりき裂は一旦除去されるものの、補修のための肉盛溶接により補修溶接部表面に引張りの残留応力が生起され、き裂の再発生を抑制できない可能性がある。

【0005】

30

また、特開平7-75893号公報には、構造物の欠陥を含む領域を取り除き凹部を形成した後、前記構造物を構成する材料に含まれる元素を少なくとも一部含む材料による肉盛溶接で前記凹部を充填する第1の工程と、前記領域の表面部にエネルギーを投入し、前記領域の表面部を再溶融した後、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下の大きさの樹枝状結晶が形成される冷却速度で凝固させる第2の工程とからなる構造物の補修方法が開示されている。この補修方法では、補修溶接部の表面部を再溶融することにより、補修溶接部の表面に発生した鋭敏化領域を脱鋭敏化することは可能であると考えられる。しかしながら、補修溶接時および再溶融時における凝固収縮により引張りの残留応力の生起は避けられず、き裂の再発生を抑制できない可能性がある。

【0006】

40

【発明が解決しようとする課題】

以上のように従来知られている補修方法では、補修溶接部に引張りの残留応力の発生が不可避であり、補修溶接施工後の応力腐食割れなどのき裂の再発生を抑制できないおそれがある。

【0007】

そこで、本発明は、構造物に発生したき裂を除去し、またはき裂の表面開口部を封止するとともに、補修溶接部の表面部における引張りの残留応力を低減してき裂の再発生を抑制することのできる構造物の補修方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

50

上記目的を達成するために請求項1の発明は、Fe基合金またはNi基合金からなり溶接熱影響部の鋭敏化領域に応力腐食割れなどの開口欠陥が存在する構造物の補修方法であって、前記溶接熱影響部の表面部をクリーニングする前処理工程と、前記溶接熱影響部の表面を非破壊検査を行い開口欠陥の位置を特定する検査工程と、前記開口欠陥の一部を含む領域を除去して凹部を形成する工程と、前記凹部に残留した開口欠陥内部の水を外部に放出させる工程と、前記凹部を充填する肉盛溶接層を形成する工程と、前記肉盛溶接層が形成された表面部における引張りの残留応力を低減する処理を施す工程と、を有することを特徴とする。

【0009】

本発明によれば、構造物に発生したき裂などの開口欠陥の全部または一部を除去し、除去した後の凹部に肉盛溶接層を形成し、肉盛溶接層を形成した表面における引張りの残留応力を低減する処理を施すことにより、き裂などの再発生を防止して補修溶接部の長期健全性を得ることができる。

10

【0012】

請求項2の発明は、前処理工程における溶接熱影響部のクリーニングは、レーザ光の照射、グラインダ加工、フラップホイール加工の少なくともいずれか一つの方法によることを特徴とする。

本発明によれば、構造物表面のスラグや酸化膜を除去して開口欠陥の検査を容易にすることができる。

【0017】

20

請求項3の発明は、前記肉盛溶接層を形成する工程は、溶接ワイヤを供給しながら、レーザ光の照射またはアーク溶接によって行うことを特徴とする。

本発明によれば、入熱の少ない肉盛溶接を行うことができる。

【0018】

請求項4の発明は、溶接の入熱量は 0.1 kJ/cm から 5 kJ/cm であることを特徴とする。

本発明によれば、中性子照射などを受けた構造物を補修することができる。

【0019】

請求項5の発明は、前記引張りの残留応力を低減する処理を施す工程は、レーザピーニング、ショットブラスト、ウォータージェットの少なくともいずれか一つの方法を用いることを特徴とする。

30

本発明によれば、構造物表面部における肉盛溶接による引張り残留応力を効果的に低減することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

補修の対象である構造物は例えば図1のようになっている。すなわち、構造物部材1は、オーステナイト系ステンレス鋼などのFe基合金あるいはインコネルなどのNi基合金からなる。構造物部材1を溶接部2によって溶接すると、溶接熱影響部3を生じる。溶接熱影響部3においては材料の結晶粒界にCr炭化物が析出し、鋭敏化している。そのため、溶接熱影響部3にはき裂状の開口欠陥4が存在する可能性がある。

40

【0023】

本発明の第1の実施の形態として、肉盛溶接と引張り残留応力の低減処理の2段階の工程を含む補修方法について図2を用いて説明する。

まず前処理工程として、溶接熱影響部3表面に付着したクラッドや酸化皮膜を除去し、溶接熱影響部3の表面部のクリーニングを実施する。これには、レーザ光の照射またはグラインダ加工やフラップホイール加工などによる機械的な研削を用いる。このうち、レーザ光の照射では、パルス幅を $5 \text{ ns} \sim 100 \text{ ns}$ とすることにより、溶接熱影響部3の表面部のみを瞬間的に加熱し、クラッドもしくは酸化皮膜を除去することが可能である。

【0024】

50

溶接熱影響部 3 の表面部をクリーニングした後、外観観察や超音波による非破壊検査を実施し、き裂状の開口欠陥 4 の有無や開口欠陥 4 が存在する場合はその存在位置および開口幅を把握する。これにより、開口欠陥 4 が存在する場合は、第 1 の工程の前半において、開口欠陥 4 の全部または一部を含む溶接熱影響部 3 を除去して凹部 8 を形成する。ここでは、グラインダやフラップホイールなどによる機械的な研削または放電加工を用いる。

【0025】

凹部 8 の形状は、傾斜のついた台形とし、その傾斜角度 θ は 60° から 82° とすることが望ましい。これは、補修溶接に用いる後述する加工ヘッドの先端のノズルと凹部 8 との干渉を避けるためのもので、傾斜角度 θ を 60° から 82° とすることによって外径 7 mm から 30 mm のノズルが使用可能である。なお、開口欠陥 4 は一部残留しても良い。

10

【0026】

次に、第 1 の工程の後半として、補修溶接によりこの凹部 8 を肉盛溶接層 5 で充填する。肉盛溶接層 5 の形成は、後に説明する補修溶接装置によって溶接ワイヤ 6 とシールドガスを供給しながら、レーザ光 7 を照射して行う。ここで、補修溶接の加工条件の一例を図 3 の表に示す。すなわち、YAG レーザ発振器を用い、波長 $1.06 \mu\text{m}$ 、出力 $0.5 \text{ kW} \sim 4.0 \text{ kW}$ 、加工速度 $0.1 \text{ m/min} \sim 5 \text{ m/min}$ 、溶接ワイヤ直径 $0.4 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ 、ワイヤ供給速度 $0.5 \text{ m/min} \sim 8 \text{ m/min}$ の範囲で行うと、安定した補修溶接を施すことができる。

【0027】

なお、原子炉炉内の構造物や機器を対象とした場合、中性子照射により基材が劣化し、溶接時の入熱により溶接欠陥が発生する可能性がある。中性子照射などによる劣化を受けた構造物を対象とした場合では、補修溶接時の入熱量は $0.1 \text{ kJ/cm} \sim 5 \text{ kJ/cm}$ と低入熱化することが望ましい。

20

【0028】

次に第 2 の工程として、肉盛溶接層 5 を含む表面部にレーザ光を照射するレーザピーニングあるいは鋼球をあてるショットブラストにより、肉盛溶接層 5 を含む表面部における残留応力を除去または低減して残留応力低減層 10 を形成させる。レーザピーニングでは、レーザ光の照射により $5 \text{ ns} \sim 100 \text{ ns}$ という短時間の瞬間的に肉盛溶接部の表面部を加熱し、その表面部を塑性変形させることにより、肉盛溶接層 5 の表面部における引張りの残留応力を低減することができる。また、ショットブラストでは、直径 $0.1 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$ の鋼球を肉盛溶接層 5 を含む表面部に当てることにより、表面部の塑性変形を起こし肉盛溶接層 5 の表面部における引張りの残留応力を低減することができる。

30

【0029】

以上のように、補修溶接および残留応力低減処理という 2 段階の工程を含んだ補修を施すことにより、き裂進展による事故を防止し、かつ補修後の経年劣化による応力腐食割れなどのき裂の再発生を抑制し、補修溶接部ひいては構造物全体の長寿命化を図ることが可能になる。

【0030】

上述のような構造物の補修を施工する補修溶接装置は、図 4 に示すような加工ヘッド 11 を備えている。加工ヘッド 11 内部には、光ファイバ 12 と、複数枚のコリメータレンズ 13 と集光レンズ 14、折返しミラー 15 からなる光学系と、溶接ワイヤ 6 を供給するワイヤ供給装置とを一体化して内蔵する。

40

【0031】

光学系は、光ファイバ 12 から出たレーザ光 7 を、複数枚のコリメータレンズ 13 により平行光にして伝送し、補修溶接部 23 近傍で集光レンズ 14 により集光し、最後に折返しミラー 15 で折り返して、構造物 16 の表面にレーザ光 7 を照射する。レーザ光 7 は構造物 16 に対して垂直ではなく、 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 傾けて照射し、反射光が加工ヘッド 11 内部に入ってくるのを回避する。

【0032】

溶接ワイヤ 6 を供給するワイヤ供給装置 17 は、溶接ワイヤ 6 のリール 18、圧着ローラ

50

１９、サーボモータ２０、ワイヤ供給パイプ２１、ワイヤチップ２２からなる。サーボモータ２０で駆動される圧着ローラ１９により、溶接ワイヤ６をワイヤ供給パイプ２１に送り出し、ワイヤチップ２２から補修溶接部２３に供給する。なお、サーボモータ２０の代わりに超音波モータを用いても良い。超音波モータを用いることにより軽量化を図ることができる。

【００３３】

このような構成の加工ヘッド１１によれば、ワイヤ供給装置１７と補修溶接部２３が近い
ため、溶接ワイヤ６を滑らかに供給することができる。また、ワイヤ供給パイプ２１とワイヤチップ２２はろう付により一体化しており、溶接ワイヤ６をぬらすことなく、ドライ
な状態で補修溶接部２３に供給することができる。さらに、ワイヤチップ２２をノズル２
４の内部に入れることにより、溶接ワイヤ６をドライな状態で補修溶接部２３に供給す
ることができる。

10

【００３４】

加工ヘッド１１の後方には倣い用ローラ２５を設け、かつ加工ヘッド１１と加工機２６と
をばね機構２７を介して結合してある。例えば、構造物１６に大きな凹凸があるような場
合、倣い用ローラ２５が構造物１６面に接触することにより、構造物１６表面の凹凸に合
わせてばね機構２７が伸びたり縮んだりして、加工ヘッド１１全体が前後に移動する。こ
の機構により、ノズル２４の端面と構造物１６の距離、すなわちノズルギャップを一定に
保つことができる。ノズルギャップは、シールドガスによる気体環境３０ａ形成と溶接ビ
ード形成に影響を及ぼすため、これを一定に保つことにより、安定した水中レーザ補修溶
接を行うことができる。

20

【００３５】

さらに、ノズル２４の先端に超音波振動素子２８を取り付けてある。この超音波振動素子
２８はノズル２４を超音波振動させる。この作用を、図５を用いて説明する。すなわち、
構造物部材１上に形成した凹部８に開口欠陥４が一部残留した場合は、肉盛溶接層５の初
層により開口欠陥４の開口部のみを封止するが、この際に、加工ヘッド１１のノズル２４
において超音波振動を発生させ、開口欠陥４内部の水を噴霧状にして、開口欠陥４の外部
に放出させることができる。

【００３６】

図６に本実施形態の補修溶接装置の全体構成を示す。本装置は、レーザ発振器３１、加工
機２６および加工ヘッド１１を主な構成要素とする。

30

レーザ発振器３１は、Ａｒガスボンベ３３とともに構造物１６の外部の大気中に設置され
る。レーザ発振器３１から出射されたレーザ光７を伝えるため、加工ヘッド１１まで光フ
ァイバ１２で結ばれる。ここで、光ファイバ１２の保護カバーを利用して、シールドガス
Ａｒを加工ヘッド１１まで送る。この構成により、シールドガス用に別途チューブを設け
る必要がなくなる。

【００３７】

加工機２６は、円筒状の構造物１６の上部に設けられた梁３４に中心軸を取り付けられた
回転装置３５と、中心軸から半径方向に移動するスライダ３６と、スライダ３６の先端か
ら鉛直方向に移動するスライダ３７で構成され、スライダ３７の先端には加工ヘッド１１
が取り付けられる。この機構により、加工ヘッド１１を補修溶接部２３に大まかに位置決
めする。スライダ３７の先端では、吸着パット３８によりスライダ３７を構造物１６に固
定し、マジックハンド３９により加工ヘッド１１の最終的な位置決めをし、２軸のスライ
ダ４０により加工ヘッド１１を移動しながら補修溶接を行う。

40

【００３８】

次に本発明の第２の実施の形態として、開口欠陥を除去することなく、肉盛溶接と引張り
残留応力の低減処理の２段階の工程からなる補修方法について図７を用いて説明する。

【００３９】

まず前処理工程として、溶接熱影響部３表面に付着したクラッドや酸化皮膜を除去し、溶
接熱影響部３の表面部のクリーニングを実施する。これには、レーザ光の照射またはグラ

50

インダ加工やフラップホイール加工などによる機械的な研削を用いる。このうち、レーザー光の照射では、パルス幅を $5\text{ ns} \sim 100\text{ ns}$ とすることにより、溶接熱影響部3の表面部のみを瞬間的に加熱することにより、クラッドもしくは酸化皮膜を除去することが可能である。溶接熱影響部3の表面部をクリーニングした後、外観観察や超音波による非破壊検査を実施してき裂状の開口欠陥4の有無を調べ、開口欠陥4が存在する場合はその存在位置および開口幅を把握する。

【0040】

次に第1の工程として、開口欠陥4の発生している溶接熱影響部3に、補修溶接により肉盛溶接層5を形成する。肉盛溶接層5の形成時には、溶接ワイヤ6を供給しながら、レーザー光7の照射を行い、開口欠陥4の封止を実施する。本実施の形態で用いる加工ヘッドは、第1の実施の形態で先に説明したものと同一である。

10

【0041】

原子炉炉内の構造物や機器を対象とした場合、中性子照射により基材が劣化し、溶接時の入熱により溶接欠陥が発生する可能性がある。そのため、補修溶接時の入熱量は $0.1\text{ kJ/cm} \sim 5\text{ kJ/cm}$ とすることが望ましい。さらに、開口欠陥4の開口部を肉盛溶接層5により封止する際に、加工ヘッド11のノズル24において超音波振動を発生させ、開口欠陥4内部の水を噴霧状にして、開口欠陥4の外部に放出させることも有効である。

【0042】

次に第2の工程として、肉盛溶接層5を含む表面部にレーザー光を照射するレーザーピーニングあるいは鋼球をあてるショットブラストにより、肉盛溶接層5を含む表面部における残留応力を除去または低減して残留応力低減層10を形成させる。レーザーピーニングでは、レーザー光の照射により $5\text{ ns} \sim 100\text{ ns}$ という短時間で瞬間的に肉盛溶接部の表面部を加熱し、その表面部を塑性変形させることにより、肉盛溶接層5の表面部における引張りの残留応力を低減することができる。また、ショットブラストでは、直径 $0.1\text{ mm} \sim 5\text{ mm}$ の鋼球を肉盛溶接層5を含む表面部に当てることにより、表面部の塑性変形を起こし肉盛溶接層5の表面部における引張りの残留応力を低減することができる。

20

【0043】

以上のように、開口欠陥部を除去することなく、補修溶接および残留応力低減処理という2段階の工程を含んだ補修を施すことにより、き裂進展による事故を防止し、かつ補修後の経年劣化による応力腐食割れなどのき裂の再発生を抑制し、補修溶接部ひいては構造物全体の長寿命化を図ることが可能となる。

30

【0044】

以上、第1の実施の形態においては、き裂を除去するため開先（凹部）を加工した後、肉盛補修溶接を行う開先肉盛の方法を説明し、第2の実施の形態では、き裂を除去しないで表面の開口部だけを封止するき裂封止の方法を説明した。

【0045】

いずれの方法においても、溶接前にはスラグと酸化膜の除去が不可欠である。ただ、開先肉盛では開先を形成するときにスラグと酸化膜も除去するので、き裂の有無を問わず全溶接線を肉盛補修する場合は、クリーニングは不要である。一方、肉盛補修前にき裂の有無と位置を検査し確認する場合は、上述した前処理工程によりクリーニングを行うことが好適である。

40

【0046】

【発明の効果】

本発明の構造物の補修方法および補修溶接装置によれば、構造物に発生したき裂を除去し、またはき裂の表面開口部を封止するとともに、補修溶接部の表面部における引張りの残留応力を低減してき裂の再発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の補修方法によって補修される構造物の要部を示す断面図。

【図2】本発明の第1の実施の形態の補修方法によって補修した構造物の要部断面を示す図。

50

【図 3】本発明の実施の形態の補修方法における肉盛溶接の条件を示す表。

【図 4】本発明の実施の形態の補修溶接装置の加工ヘッドを示す断面図。

【図 5】本実施の形態の補修溶接装置の動作を説明する図。

【図 6】本発明の実施の形態の補修溶接装置を示し、(a)は全体の構成図、(b)は(a)のb部詳細図。

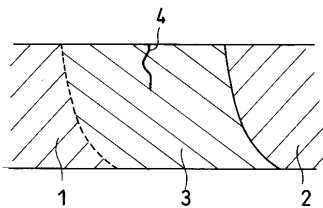
【図 7】本発明の第 2 の実施の形態の補修方法を示す構造物の要部断面図。

【符号の説明】

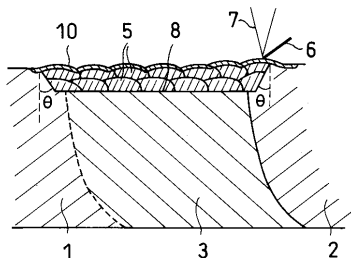
1…構造物部材、2…溶接部、3…溶接熱影響部、4…開口欠陥、5…肉盛溶接層、6…溶接ワイヤ、7…レーザ光、8…凹部、10…残留応力低減層、11…加工ヘッド、12…光ファイバ、13…コリメータレンズ、14…集光レンズ、15…折返しミラー、16…構造物、17…ワイヤ供給装置、18…ワイヤリール、19…圧着ローラ、20…サーボモータ、21…ワイヤ供給パイプ、22…ワイヤチップ、23…補修溶接部、24…ノズル、25…倣いローラ、26…加工機、27…ばね機構、28…超音波振動素子、29…水、30…気泡、30a…気体環境、31…レーザ発振器、33…Arガスボンベ、34…梁、35…回転装置、36、37…スライダ、38…吸着パッド、39…マジックハンド、40…2軸スライダ。

10

【図 1】



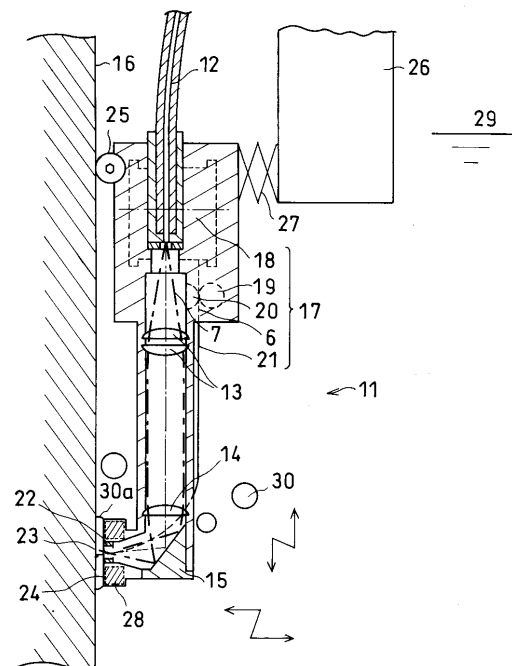
【図 2】



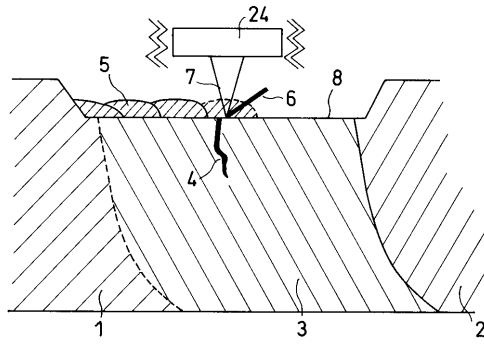
【図 3】

発振器	波長	出力	加工速度	溶接ワイヤ	ワイヤ供給速度
YAGレーザー	1.06 μm	0.5~4.0kW	0.1~5 m/min	$\phi 0.4\sim 1.0\text{mm}$	0.5~8 m/min

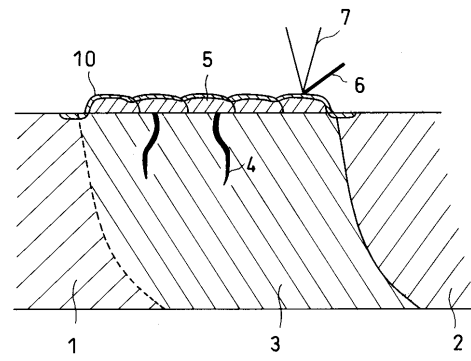
【図 4】



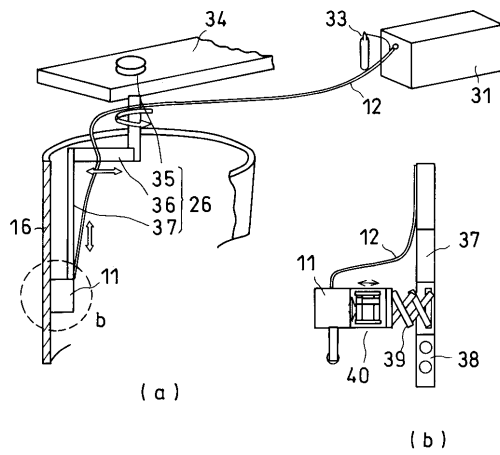
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
G 2 1 C 19/02 (2006.01)	B 2 4 C 1/10 F
	E 0 4 G 23/02 B
	G 2 1 C 19/02 J

(72)発明者 河野 渉
神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

(72)発明者 末園 暢一
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72)発明者 木村 盛一郎
神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

(72)発明者 高橋 英則
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

審査官 丹治 和幸

(56)参考文献 特開平07-075893 (JP, A)
特開昭61-088994 (JP, A)
特開平08-220287 (JP, A)
特開昭54-011045 (JP, A)
特開昭60-033881 (JP, A)
特開2000-280087 (JP, A)
特開平08-118062 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K	9/04,26/12,31/00
B23P	6/04
E04G	23/02
G21C	19/02