

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5385401号
(P5385401)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 P
B 2 3 K 10/00 (2006.01)	B 2 3 K 10/00 5 0 2 A
G O 1 B 11/00 (2006.01)	B 2 3 K 10/00 5 0 1 A
	G O 1 B 11/00 A

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-538205 (P2011-538205)	(73) 特許権者	000105394 コータキ精機株式会社 静岡県駿東郡長泉町下長窪1032番地
(86) (22) 出願日	平成21年11月2日(2009.11.2)	(74) 代理人	100071054 弁理士 木村 高久
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/068773	(72) 発明者	本山 知義 静岡県駿東郡長泉町下長窪1032 コー タキ精機株式会社内
(87) 国際公開番号	W02011/052093	(72) 発明者	島田 智 静岡県三島市1番町15-32 芹沢ビル4 階 株式会社テクエイト内
(87) 国際公開日	平成23年5月5日(2011.5.5)	審査官	丹治 和幸
審査請求日	平成24年9月6日(2012.9.6)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 開先の切断装置および切断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

制御プログラム上の切断線を示す X、Y 座標位置データに従い、1 パス目に切断用トーチを X - Y 平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材から少なくとも製品のコーナ部を挟む各辺を切断し、2 パス目に切断用トーチを X - Y 平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材からルートフェイスが設けられた開先を有する製品を切断する開先の切断装置において、

1 パス目の切断終了後、2 パス目の切断終了前に、スリット光が、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれに少なくとも異なる 2 点で交差するように、スリット光を投光する投光手段と、

スリット光の像を含む画像を撮像する撮像手段と、

撮像画像中でスリット光の輝度が急変する点を捕らえることにより、スリット光が各辺に交差する光切断点の X、Y 座標位置を検出する検出手段と、

検出された光切断点の X、Y 座標位置に基づいて、1 パス切断終了時点におけるコーナ部を挟む各辺を示す各直線を演算する直線演算手段と、

1 パス切断終了時点における各辺を示す各直線同士が交差する点を、1 パス切断終了時点におけるコーナ部の X、Y 座標位置として演算して、1 パス切断終了時点におけるコーナ部位置と既知の 1 パス切断前におけるコーナ部位置とのコーナ部位置ずれを演算するとともに、

1 パス切断終了時点における辺を示す直線の傾きと、既知の 1 パス切断前における辺を示

す直線の傾きとの差分を、 $X - Y$ 座標軸の回転角として演算する位置ずれ・回転角演算手段と、

コーナ部位置ずれと $X - Y$ 座標軸の回転角とに基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線を示す X 、 Y 座標位置データを補正する補正手段と
が具えられ、補正した制御プログラムにしたがい2パス目の切断を実施することを特徴とする開先の切断装置。

【請求項2】

制御プログラム上の Z 座標位置データに従い、切断用トーチの高さを制御する開先の切断装置であって、

1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、母材の高さを測定する高さ測定手段と

10

高さ測定手段で測定された母材の高さに基づいて、2パス目の制御プログラム上の Z 座標位置データを補正する補正手段と

が更に具えられたこと

を特徴とする請求項1記載の開先の切断装置。

【請求項3】

1パス目にIカットによりルートフェイスを切り出し、2パス目にVカットにより開先面を切り出して、 Y 開先を有する製品を切断することを特徴とする請求項1記載の開先の切断装置。

【請求項4】

20

投光手段は、十字状の光を照射位置を変えて少なくとも2回投光し、少なくとも2回の投光で、十字を構成するスリット光を、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれの少なくとも異なる2点に交差させることを特徴とする請求項1記載の開先の切断装置。

【請求項5】

制御プログラム上の切断線を示す X 、 Y 座標位置データに従い、1パス目に切断用トーチを $X - Y$ 平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材から少なくとも製品のコーナ部を挟む各辺を切断し、2パス目に切断用トーチを $X - Y$ 平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材からルートフェイスが設けられた開先を有する製品を切断する開先の切断方法において、

1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、スリット光が、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれに少なくとも異なる2点で交差するように、スリット光を投光するステップと、

30

スリット光の像を含む画像を撮像するステップと、

撮像画像中でスリット光の輝度が急変する点を捕らえることにより、スリット光が各辺に交差する光切断点の X 、 Y 座標位置を検出するステップと、

検出された光切断点の X 、 Y 座標位置に基づいて、1パス切断終了時点におけるコーナ部を挟む各辺を示す各直線を演算するステップと、

1パス切断終了時点における各辺を示す各直線同士が交差する点を、1パス切断終了時点におけるコーナ部の X 、 Y 座標位置として演算して、1パス切断終了時点におけるコーナ部位置と既知の1パス切断前におけるコーナ部位置とのコーナ部位置ずれを演算するとともに、

40

1パス切断終了時点における辺を示す直線の傾きと、既知の1パス切断前における辺を示す直線の傾きとの差分を、 $X - Y$ 座標軸の回転角として演算するステップと、

コーナ部位置ずれと $X - Y$ 座標軸の回転角とに基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線を示す X 、 Y 座標位置データを補正するステップと、

補正した制御プログラムにしたがい2パス目の切断を実施するステップと

を含むことを特徴とする開先の切断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、Y開先など2パス切断(2回切り)を要する開先を切断する装置および方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

建設機械などに用いられる溶接構造物の溶接開先には、突き当て面に、ルートフェイスが設けられたY開先を用いるのが一般的である。すなわち、切断された2部品を後工程で溶接結合する場合には、必要な設計強度を確保するために、両部品の切断面を図1(a)に示すようにY字型にする必要がある。これをY開先切断という。

【0003】

特にプラズマ溶接機で、Y開先切断などのルートフェイスが設けられた開先切断を行う場合には、ルートフェイスが無い全開先切断と異なり、図1(b)に示すように、1パス目にIカットによりルートフェイスを切り出すステップと、2パス目にVカットにより開先面を切り出すステップの2パス切断(2回切り)が最低必要となる。

【0004】

2パス切断では、Iカットによる1パス目の切断終了時点で切り幅の中で製品の微小な位置ずれが生じて母材から切り離される。これは、製品が母材から切り離されると、製品の下面の架台(定盤)の凹凸(切断破片の金属ドロスが堆積して出来る)と自重による落下とにより製品がX-Y平面上で移動するからである。

【0005】

こうして製品が微小な位置ずれを生じて母材から切り離されると、Vカットによる2パス目の切断をプログラム通りに正確に実施してもルートフェイスの誤差が大きくなり必要なルートフェイスの精度は得られない。この溶接時に突き当て面となるルートフェイスの誤差は、溶接構造物の溶接結合強度を低下させることから、1パス目の切断終了時点の位置ずれを極力小さくするか、1パス目の切断終了時点の位置ずれを補正して2パス目の切断を行う必要がある。

【0006】

そこで、従来より、「1パス目の終了時点の位置ずれを極力小さくする」技術、あるいは「1パス目の切断終了時点の位置ずれを補正して2パス目の切断を行う」技術が知られている。

【0007】

(従来技術1: 1パス目の終了時点の位置ずれを極力小さくする技術)

図2は、長方形の部品(製品)を切断する場合の切断軌跡を上面よりX-Y平面にて示した図である。図2において、

S1: パス1のピアス点(切断開始点)

E1: パス1の切断終了点

S2: パス2のピアス点(切断開始点)

E2: パス2の切断終了点

S3: 製品切り離しのための切断のピアス点(切断開始点)

E3: 製品切り離しのための切断終了点

である。

【0008】

この切断例では、パス1の切断終了時点の位置ずれを回避するために、1パス目に、「S1 E1」の切断軌跡で切断を行い(パス1)、そのまま製品を母材から切り離さずに、2パス目の切断に移行し、「S2 E2」の切断軌跡で切断を行う(パス2)。そして、最後に製品を母材から切り離すために、「S3 E3」の切断軌跡で切断を行う(パス3)。なお、製品のコーナ部(端点)では、コーナ部の角度を保障するためにループ処理が行われる。

【0009】

(従来技術2: 1パス目の切断終了時点の位置ずれを補正して2パス目の切断を行う技術)

10

20

30

40

50

下記非特許文献1には、プラズマ切断加工機のプラズマトーチ上方にCCDカメラを取り付け、1パス切断後に製品端点を2箇所、CCDカメラにて撮像し、撮像画面を2値化し、画像処理の手法により画像から端点を抽出し、位置ずれが起きていないときの端点位置と、位置ずれ後の実際の端点位置を比較することで製品の位置ずれ量を演算により求め、演算終了後、2パス目のプログラムを位置ずれ量に応じて修正して、2パス目の切断を修正したプログラムに従い実施するという発明が記載されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】「コマツ技報」(KOMATSU TECHNICAL REPORT),2006 VOL52 NO.158、2007年2月23日発行(「開先切断用ツイスター加工機の開発」第52号第44頁~第49頁)

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上述した従来技術1によるときは、確かに、1パス目の終了時点の位置ずれを多少小さくすることができ、それによりルートフェイスの精度を多少高めることができる。

【0012】

しかし、熱歪みなどによって多少の位置ずれは生じるという問題は依然として残る。

【0013】

20

更に、1パス目、2パス目の切断では製品を母材から切り離さないという条件を伴うため、製品の形状が大きく制約されてしまう。すなわち、製品切り離しのための切断終了点に至る最後の辺ではY開先を形成することができない。また2パス目の切断を終えても最後に製品切り離しのための切断を行う必要があるため、ピアス回数が多くなり切断用トーチの寿命が短くなる。また一回の切断で製品切り離しを行うことができないため、切断用トーチの移動に時間がかかり生産性が低下するという問題が生ずる。さらに、Iカット後にVカットを行い最後に製品切り離したために再度Iカットを行う必要があることから切断手順が複雑となり、CAD操作も複雑化する。

【0014】

上述した従来技術2によるときは、従来技術1で発生していた上述した問題点は殆ど解決されるものの、製品の形状が制約されるという問題は依然として残る。すなわち、従来技術2では、CCDカメラで2つの端点(コーナ部)を撮像する必要があるため、少なくとも2つの端点を有する製品を切断する場合にしか適用することができない。また、CCDカメラの撮像画面を2値化し、画像処理の手法により画像から端点を抽出するようにしているため、その抽出精度は、切断作業を行う工場の光学環境に大きく依存する。工場の光学環境によっては、撮像画像を2値化処理する際に画像中の端点像を背景像から判別することができず、端点を誤検出したり、検出が不可能になるおそれがある。このため位置ずれの補正が正確に行われなかったり、位置ずれ補正そのものが不可能になるおそれがある。

30

【0015】

40

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、1パス目の切断終了時点の位置ずれを補正して2パス目の切断を行うに際して、製品の形状が制約されることなく、しかも位置ずれの補正を正確かつ確実にに行えるようにすることを解決課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

第1発明は、制御プログラム上の切断線を示すX、Y座標位置データに従い、1パス目に切断用トーチをX-Y平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材から少なくとも製品のコーナ部を挟む各辺を切断し、2パス目に切断用トーチをX-Y平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材からルートフェイスが設けられた開先を有する製品を切断する開先の切断装置において、

50

1 パス目の切断終了後、2 パス目の切断終了前に、スリット光が、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれに少なくとも異なる2点で交差するように、スリット光を投光する投光手段と、

スリット光の像を含む画像を撮像する撮像手段と、

撮像画像中でスリット光の輝度が急変する点を捕らえることにより、スリット光が各辺に交差する光切断点のX、Y座標位置を検出する検出手段と、

検出された光切断点のX、Y座標位置に基づいて、1パス切断終了時点におけるコーナ部を挟む各辺を示す各直線を演算する直線演算手段と、

1パス切断終了時点における各辺を示す各直線同士が交差する点を、1パス切断終了時点におけるコーナ部のX、Y座標位置として演算して、1パス切断終了時点におけるコーナ部位置と既知の1パス切断前におけるコーナ部位置とのコーナ部位置ずれを演算するとともに、

1パス切断終了時点における辺を示す直線の傾きと、既知の1パス切断前における辺を示す直線の傾きとの差分を、X-Y座標軸の回転角として演算する位置ずれ・回転角演算手段と、

コーナ部位置ずれとX-Y座標軸の回転角とに基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線を示すX、Y座標位置データを補正する補正手段と

が具えられ、補正した制御プログラムにしたがい2パス目の切断を実施することを特徴とする。

【0017】

第2発明は、第1発明において、制御プログラム上の切断線を示すZ座標位置データに従い、切断用トーチの高さを制御する開先の切断装置であって、

1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、母材の高さを測定する高さ測定手段と、

高さ測定手段で測定された母材の高さに基づいて、2パス目の制御プログラム上のZ座標位置データを補正する補正手段と

が更に具えられたことを特徴とする。

【0018】

第3発明は、第1発明において、

1パス目にIカットによりルートフェイスを切り出し、2パス目にVカットにより開先面を切り出して、Y開先を有する製品を切断することを特徴とする。

【0019】

第4発明は、第1発明において、

投光手段は、十字状の光を照射位置を変えて少なくとも2回投光し、少なくとも2回の投光で、十字を構成するスリット光を、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれの少なくとも異なる2点に交差させることを特徴とする。

【0020】

第5発明は、

制御プログラム上の切断線を示すX、Y座標位置データに従い、1パス目に切断用トーチをX-Y平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材から少なくとも製品のコーナ部を挟む各辺を切断し、2パス目に切断用トーチをX-Y平面上の母材の切断線に沿って移動させることにより、母材からルートフェイスが設けられた開先を有する製品を切断する開先の切断方法において、

1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、スリット光が、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれに少なくとも異なる2点で交差するように、スリット光を投光するステップと、

スリット光の像を含む画像を撮像するステップと、

撮像画像中でスリット光の輝度が急変する点を捕らえることにより、スリット光が各辺に交差する光切断点のX、Y座標位置を検出するステップと、

検出された光切断点のX、Y座標位置に基づいて、1パス切断終了時点におけるコーナ部

10

20

30

40

50

を挟む各辺を示す各直線を演算するステップと、

1パス切断終了時点における各辺を示す各直線同士が交差する点を、1パス切断終了時点におけるコーナ部のX、Y座標位置として演算して、1パス切断終了時点におけるコーナ部位置と既知の1パス切断前におけるコーナ部位置とのコーナ部位置ずれを演算するとともに、

1パス切断終了時点における辺を示す直線の傾きと、既知の1パス切断前における辺を示す直線の傾きとの差分を、X-Y座標軸の回転角として演算するステップと、コーナ部位置ずれとX-Y座標軸の回転角とに基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線を示すX、Y座標位置データを補正するステップと、補正した制御プログラムにしたがい2パス目の切断を実施するステップとを含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、つぎの効果が得られる。

【0022】

a) 製品の形状の制約が無くなる。

【0023】

従来技術1にあっては、図2に示すように、製品を母材Rから切り離すことなくVカットを行わなければならないという条件を伴うため、製品の形状が大きく制約されてしまうことになっていた。すなわち、切り離しのための最後の辺で、Vカットによる切断を行うことができず、Y開先を形成することができないことになっていた。これに対して本発明によれば、図14(b)に示すように、切り離しのための最後の辺でもVカットによる切断を行うことが可能となり、Y開先を形成することができる。

20

【0024】

また、従来技術2では、CCDカメラで2つの端点(コーナ部)を撮像する必要があり、少なくとも2つの端点を有する製品を切断する場合にしか適用することができない。これに対して本発明によれば、図10(b)、(c)に示すように、コーナ部を挟む各辺で光切断点を取得できればよい。ここで、製品がコーナ部を挟む各辺を有するという属性は、およそ製品の属性として普遍的なものである。よって、2つの端点(コーナ部)を有する製品に限られるという従来技術2の問題点が解決されることになる。

30

【0025】

b) ピアス回数を減らすことができ切断用トーチの寿命を延ばすことができる。

【0026】

従来技術1にあっては、図2に示すように、1パス目、2パス目の切断を終えても最後に製品切り離しのための切断を行う必要があるため、ピアス回数が多くなり切断用トーチの寿命が短くなるという問題があった。これに対して本発明によれば、図14(a)に示すように、製品切り離し(のみ)のための切断は不要となり、同じ形状の製品を切断するときのピアス回数を減らすことができ、切断用トーチの寿命を延ばすことができる。

【0027】

c) 切断用トーチの移動の無駄時間を減らし、生産性が向上する。

40

【0028】

従来技術1にあっては、一回の切断で製品切り離しを行うことができないため、切断用トーチの移動に時間がかかり生産性が低下するという問題が生じていた。これに対して本発明によれば、図14(a)、(b)に示すように、一回の切断で製品切り離しを行うことができ、切断用トーチの移動時間が減り生産性が向上する。

【0029】

d) 切断手順が簡易なものとなり、CAD操作を容易に行うことができる。

【0030】

従来技術1にあっては、Iカット後にVカットを行い最後に製品切り離すために再度Iカットを行う必要があることから切断手順が複雑となり、CAD操作も複雑化する。これ

50

に対して本発明によれば、図14(a)、(b)に示すように、Iカット後にVカットを行うだけでよく最後に製品切り離したために再度Iカットを行う必要はないため切断手順が簡易なものとなり、CAD操作を容易に行うことができる。

【0031】

e)工場環境の影響を受けずに精度の高い切断を行うことができる。

【0032】

従来技術2にあっては、CCDカメラの撮像画面を2値化し、画像処理の手法により画像から端点を抽出するようにしているため、その抽出精度は、切断作業を行う工場の光学環境に大きく依存する。工場の光学環境によっては、特徴点の抽出精度が低くなり、位置ずれの補正が正確に行われなかったり、位置ずれ補正そのものが不可能になるおそれがある。これに対して本発明によれば、図9(a)、(b)、(c)に示すように、輝度が急変し、スリット光が不連続となる特徴点である、光切断法の原理を利用した光切断点を利用して、背景画像と明確に識別することができる。このため特徴点の抽出精度が低いという従来技術2の問題点が解決されることになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、図面を参照して本発明に係る開先の切断装置および方法の実施の形態について説明する。

【0034】

なお、本実施例では、Y開先切断など、ルートフェイスが設けられた開先切断を想定する。この種のルートフェイスが設けられた開先切断では、図1(b)で前述したように、1パス目にIカットによりルートフェイスを切り出すステップと、2パス目にVカットにより開先面を切り出すステップの2パス切断(2回切り)が最低必要となる。

【0035】

また、本実施例では、コーナ部(端点)を有する製品を切断する場合を想定する。コーナ部を挟む各切断線に沿って形成される切断溝のことを、本明細書では、便宜上「辺」というものとする。

【0036】

図3、図4は、実施例の切断装置の構成を示す。図3は、装置の全体構成の斜視図、図4は、切断用トーチの周囲部分を拡大して示す斜視図である。なお、切断装置は、たとえばプラズマ切断装置を想定して説明する。しかし、本発明は、プラズマ切断以外のガス切断、レーザ切断といった他の熱切断方法を利用した切断装置にも当然適用することができる。

【0037】

図3に示すように、床面と平行な面をX-Y平面、X-Y平面に垂直な鉛直方向の軸をZ軸として、X-Y-Zの3次元座標軸が構成されるものとする。同図3に示すように、切断装置1は、大きくは、その上面がX-Y平面と平行になるように配置され、被切断対象である母材R(たとえば定尺鋼板)が載置される定盤2と、定盤2を挟んで左右にX軸方向が長手方向となるように配置された左右のガイドレール3、3と、ガイドレール3、3に沿って移動自在に、定盤2上に架けわたされたキャリッジ4と、キャリッジ4の上面に長手方向であるY軸方向に沿って配置されたガイドレール5と、ガイドレール5に沿って移動自在に設けられた台車6と、台車6に対してZ軸方向に昇降移動自在に設けられ、旋回U軸に沿って所定角度旋回自在に支持されたトーチ支持台7と、トーチ支持台7によって、旋回V軸に沿って所定角度旋回自在に支持された切断用トーチ8と、制御プログラム上に記述された切断線を示すX、Y、Z座標位置データに従ってX、Y、Z、U、Vの5軸を駆動制御して切断用トーチ8の先端位置および姿勢角(切断位置および切断方向)を調整するとともに、切断用トーチ8の電極に印加される電圧、電流を制御することにより、切断用トーチ8の電極と母材Rとの間のアーク電圧、アーク電流を調整するコントローラ10とからなる。なお、プラズマ切断装置1の切断用トーチ8に設けられたノズル8aからプラズマ生成用のガスが噴出され、切断用トーチ8の電極と母材Rとの間でプラズ

10

20

30

40

50

マ化されたアーキが発生する。本実施例では、制御プログラムは、NC機械座標で記述されているものとする。

【0038】

図4は、トーチ支持台7の構成を更に詳しく示している。同図4に示すように、トーチ支持台7は、台車6のY-Z平面と平行な面に対して昇降移動自在に連結されている昇降板9と、昇降板9に対して垂直な軸芯周りの旋回U軸に沿って所定角度旋回自在に昇降板9に支持された支持アーム21と、切断用トーチ8の長手方向に対して垂直な軸芯周りの旋回V軸に沿って所定角度旋回自在に支持アーム21に支持されたトーチホルダ22とからなる。トーチホルダ22には、切断用トーチ8が支持されている。

【0039】

図5(a)は、台車6を側面から見た図で、母材Rのコーナ部のX-Y座標位置ずれ x 、 y 、X-Y座標軸の回転角 θ を計測するための投光手段23と、撮像手段24を示している。図5(b)は、台車6を側面から見た図で、切断線のZ座標位置ずれ z を計測するための高さ測定手段25を示している。

【0040】

図5(a)に示すように、台車6には、投光手段23と、撮像手段24が固定位置に設けられている。

【0041】

投光手段23は、スリット光を母材R上に向けて投光する。本実施例では、レーザ光源で生成されたレーザ光をシリンドリカルレンズを介して出射させ、所定幅、所定長さのスリット光(ライン光)を形成してスリット光を斜めに母材R上に照射するものとして投光手段23が構成される。たとえば十字レーザ発振器からスリット光同士が互いに垂直に交差した十字形状のレーザ光Lが投光される。たとえば市販のレーザマーカ装置を利用して、十字状の印字マークを出射するように構成することができる。

【0042】

撮像手段24は、母材R上に照射された十字状レーザ光Lの像を含む画像を撮像する。本実施例では、撮像手段24として、たとえばCCDカメラが用いられる。撮像手段24と母材Rとの距離は、Hに設定されている。

【0043】

コントローラ10には、1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、撮像手段24で撮像された画像を示す信号が入力される。

【0044】

コントローラ10は、入力された撮像画像信号に基づいて、後述する演算処理を行い、母材Rのコーナ部のX-Y座標位置ずれ x 、 y 、X-Y座標軸の回転角 θ を求め、これらX-Y座標位置ずれ x 、 y 、X-Y座標軸の回転角 θ に基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線を示すX、Y座標位置データを補正する。

【0045】

図5(b)に示すように、台車6には、高さ測定手段25が固定位置に設けられている。高さ測定手段25は、基準高さZ0から母材Rまでの距離dを計測することにより、母材Rの高さZ(=Z0+d)を測定する。高さ測定手段25には、例えば基準高さZ0に設けられたレーザ測距器が用いられる。

【0046】

コントローラ10には、1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、高さ測定手段25で測定された母材Rの高さZを示す信号が入力される。

【0047】

コントローラ10は、入力された高さZを示す信号に基づいて、切断線のZ座標位置ずれ z を求め、このZ座標位置ずれ z に基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線を示すZ座標位置データを補正する。

【0048】

以下の説明では、母材Rから切断され有用な材料部分を「製品」といい、母材Rから切断

10

20

30

40

50

された他方の不要な材料部分を「スクラップ」と称するものとする。

【0049】

図6は、コントローラ10の機能ブロック図であり、本発明に係る部分を示している。

【0050】

すなわち、コントローラ10は、検出手段11と、直線演算手段12と、位置ずれ・回転角演算手段13と、補正手段14とを含んで構成される。

【0051】

検出手段11では、撮像画像中でスリット光の輝度が急変する点を捕らえることにより、1パス切断終了時点における製品のコーナ部を挟む各辺にスリット光が交差する光切断点のX、Y座標位置が検出される。

10

【0052】

直線演算手段12では、光切断点のX、Y座標位置に基づいて、1パス切断終了時点における製品のコーナ部を挟む各辺を示す各直線が演算される。

【0053】

位置ずれ・回転角演算手段13では、1パス切断終了時点における製品の各辺を示す各直線同士が交差する点、1パス切断終了時点におけるコーナ部の位置として演算されて、1パス切断終了時点におけるコーナ部位置と1パス切断前におけるコーナ部位置とのコーナ部位置ずれが演算される。また、位置ずれ・回転角演算手段13では、1パス切断終了時点における辺を示す直線の傾きと、1パス切断前における辺を示す直線の傾きとの差が、X-Y座標軸の回転角として演算される。

20

【0054】

補正手段14では、コーナ部位置ずれとX-Y座標軸の回転角とに基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線のX、Y座標位置データが補正される。また、補正手段14では、高さ測定手段25で測定された母材の高さZに基づいて、2パス目の制御プログラム上の切断線のZ座標位置データが補正される。

【0055】

そして、コントローラ10は、補正した制御プログラム上の切断線の補正されたX、Y、Z座標位置データにしたがい2パス目の切断が行われるように、X、Y、Z、U、Vの5軸を駆動制御するとともに、切断用トーチ8の電極に印加される電圧、電流を制御する。

【0056】

つぎに、本発明に適用される原理について説明する。

30

【0057】

(3次元の位置ずれがルートフェイスの誤差に及ぼす影響について)

図7、図8は、母材Rの3次元の位置ずれがルートフェイスの誤差に及ぼす影響を示している。

【0058】

図7は、2次元平面における位置ずれがルートフェイスの誤差に及ぼす影響を示している。図7(a)は、2次元平面における母材Rの切断線を示す図であり母材Rは切断線に沿って切断される。図7(b)は、1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前における母材Rを2次元平面にて示す図である。1パス目の切断によって母材RがX-Y平面上において位置ずれを生じているのがわかる。図7(c)は、本発明の補正を行うことなく、切断線に沿って2パス目の切断を行ったときのルートフェイスを切断線の各位置ごとに示している。切断線の始点におけるルートフェイス高さはZ1であり、切断線の終点におけるルートフェイス高さはZ2となっている。2次元平面における位置ずれが、ルートフェイスに誤差 $Z (= Z1 - Z2)$ を生じさせているのがわかる。

40

【0059】

図8は、高さ方向の位置ずれがルートフェイスの誤差に及ぼす影響を示している。図8(a)は、2次元平面における母材Rの切断線を示す図であり母材Rは切断線に沿って切断される。図8(b)は、1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前における母材Rの高さを切断線の各位置ごとに示している。図8(c)は、本発明の補正を行うことなく、

50

またAVCを無効にして、2パス目の切断を行ったときのルートフェイスを示している。切断線の始点におけるルートフェイス高さはZ1であり、切断線の終点におけるルートフェイス高さはZ2となっている。高さ方向における位置ずれが、ルートフェイスに誤差 $Z (= Z1 - Z2)$ を生じさせているのがわかる。

【0060】

ここで、AVC（アーク ボルテージ コントロール）とは、アーク電圧を測定して、予め設定されている基準電圧と比較してアーク長を一定に保つように切断用トーチ8と母材Rとの間隔を調整する制御のことである。

【0061】

AVCを有効にして母材Rを切断したとしても、AVCの原理上アーク長の変動を検出してからアーク長を一定にする制御が働く。このため制御の応答遅れにより位置誤差が累積し、やはり図8(c)に示すのと同様のルートフェイス誤差を生じてしまう。よって本発明においては、高さ方向の補正に関しては、AVCに依らない上述した高さ測定手段25を用いた補正を行うようにしている。

【0062】

（2次元平面における位置ずれの検出について）

2パス切断では、Iカットによる1パス目の切断終了時点で、J切り幅の中で製品の微小な位置ずれが生じて母材Rから切り離される。これは、製品が母材Rから切り離されると、製品の下面の定盤（架台）2上における切断破片の金属ドロスが堆積して出来る凹凸と自重による落下とによって、製品がX-Y平面上で移動するからである。X-Y平面上の製品の移動は、X-Y直交座標系では、座標位置X、Yのシフト量 x 、 y とX-Y座標軸の回転角 θ で表すことができる。これらを求めるためには、1パス切断終了時点におけるコーナ部を挟む各辺を示す各直線がわかればよい。これら各直線は、製品のコーナ部を挟む各辺それぞれにおける少なくとも異なる2点が求められれば、得られる。よって本発明では、各辺上の2点を、CCDカメラなどの撮像手段24で捕らえるようにしている。

【0063】

（光切断法による特徴点の抽出）

画像処理を行い画像上の特徴点を抽出する手法自体は、従来技術2として示すように広く知られている。しかし、前述したように、製品形状が制約されたり抽出精度が低いなどの問題点がある。そこで、本発明では、光切断法を用いて、上述した製品のコーナ部を挟む各辺それぞれにおける少なくとも異なる2点を画像上の特徴点として形成するようにしている。

【0064】

本発明における特徴点の形成方法を、図9を用いて説明する。

【0065】

図9(a)に示すように、投光手段23は、1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前に、十字状に形成されたレーザ光Lを母材R上に斜めに投光する。十字状に形成されたレーザ光Lは、図中垂直方向のスリット光Lvと、図中水平方向のスリット光Lhとに分解される。台車6を移動させ、各移動位置で光切断点P2、P3、P5、P6が形成される。1回目の移動では、コーナ部（端点）を挟む各辺（各切断溝）のうち図中水平方向の辺（切断溝）と垂直方向スリット光Lvとが交差する点が光切断点P2として得られるとともに、図中垂直方向の辺（切断溝）と水平方向スリット光Lhとが交差する点が光切断点P3として得られる。2回目の移動では、コーナ部（端点）を挟む各辺（各切断溝）のうち図中水平方向の辺（切断溝）と垂直方向スリット光Lvとが交差する点が光切断点P5として得られるとともに、図中垂直方向の辺（切断溝）と水平方向スリット光Lhとが交差する点が光切断点P6として得られる。

【0066】

図9(b)は、上述するごとくスリット光Lv、Lhが切断溝と交差するように照射されたときの母材Rの断面図を示しており、図9(c)は、図9(b)に対応して、画像上の

10

20

30

40

50

スリット光 L_v 、 L_h の輝度を示している。図 9 (b) に示すように、製品およびスクラップ部分におけるスリット光照射位置と切断溝部分におけるスリット光照射位置とでは、高さ方向に段差がある。よって、これに対応して、図 9 (c) に示すように、画像上の製品およびスクラップ部分と、切断溝部分とでは、輝度に大きな差が生じる。よって、撮像画像中でスリット光 L_v 、 L_h の輝度が急変する点を捕らえることにより、スリット光 L_v 、 L_h が各辺 (コーナ部を挟む各切断溝) に交差する光切断点 P_2 、 P_3 、 P_5 、 P_6 の X 、 Y 座標位置を容易に検出することができる。

【 0 0 6 7 】

光切断点 P_2 、 P_3 、 P_5 、 P_6 は、コーナ部を挟む各辺上の点である。ここで、製品がコーナ部を挟む各辺を有するという属性は、およそ製品の属性として普遍的なものである。よって、製品形状が制約されるという従来技術 2 の問題点が解決されることになる。 P_2 、 P_3 、 P_5 、 P_6 は、光切断法の原理を利用した光切断点であり、輝度が急変し、スリット光が不連続となる特徴点である。よって、背景画像と明確に識別することができ、特徴点の抽出精度が低いという従来技術 2 の問題点が解決されることになる。なお、投光手段 2 3 としては、各移動位置ごとに確実に切断溝にレーザ光を照射させるために、スリット光 L_v 、 L_h の長さを変化させることができる十字レーザ発振器を用いることが望ましい。

【 0 0 6 8 】

(画像処理による特徴点の検出について)

図 1 0 は撮像画像と十字状レーザ光 L の関係を示している。

【 0 0 6 9 】

図 1 0 (a) に示すように、画像処理を簡易に行うために、台車 6 を移動させる毎に、画像の中心位置と十字状レーザ光 L の中心点 P_1 、 P_4 (スリット光 L_v 、 L_h の交点) を合わせる。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 (b) に示すように、1 回目に台車 6 を移動させて、コーナ部 (端点) を挟む各辺 (各切断溝) のうち図中水平方向の辺 (切断溝) と垂直方向スリット光 L_v との交差点としての光切断点 P_2 、および図中垂直方向の辺 (切断溝) と水平方向スリット光 L_h との交差点としての光切断点 P_3 を含む画像を撮像手段 2 4 で撮像する。そして、図 1 0 (c) に示すように 2 回目に台車 6 を移動させて、コーナ部 (端点) を挟む各辺 (各切断溝) のうち図中水平方向の辺 (切断溝) と垂直方向スリット光 L_v との交差点としての光切断点 P_5 、および図中垂直方向の辺 (切断溝) と水平方向スリット光 L_h との交差点としての光切断点 P_6 を撮像手段 2 4 で撮像する。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 (a) に示す画像上の画素位置 (X_g 、 Y_g) と、 NC 機械座標上の位置 (X_i 、 Y_i) とは一対一に対応している。また、画像の画角は、撮像手段 2 4 と母材 R との距離 H (図 5 (a)) と撮像手段 (CCD カメラ) 2 4 の焦点距離と画像の画素数で定まる。また 1 画素当たりの長さは、画角と CCD センサの画素長で定まる。

【 0 0 7 2 】

そこで、画像の中心点 P_1 、 P_4 から水平方向 (X)、垂直方向 (Y) に沿って順次各画素の輝度を探索し、輝度が急変する画素位置までの累積画素数を計測する。この累積画素数が、画像の中心点 P_1 、 P_4 から特徴点 (光切断点) P_2 、 P_3 、 P_5 、 P_6 までの相対距離に相当する。この画像座標上の相対距離が、 NC 機械座標データに変換され、 NC 機械座標上の特徴点 P_2 、 P_3 、 P_5 、 P_6 の X 、 Y 座標位置が求められる。

【 0 0 7 3 】

(輝度補正について)

レーザ光 L の輝度は、均一でないため、切断点近傍の強度が低い場合または切断点以外で輝度が低い場合は、切断点の検出に誤差が生じる可能性がある。この検出誤差を回避するにはレーザ光のパワーを、安全規制値の上限の範囲内 (クラス 3) で上げればよい。レーザ光のパワーを上げずに検出誤差を回避するには、切断線の NC 機械座標データから切

10

20

30

40

50

断点位置の近傍を予測して切断点位置の真値を絞り込むことが望ましい。また赤色レーザーを使用する場合には、R、G、Bの輝度ではRが高いのでR輝度で切断点を判断することが望ましい。また1画素ではなく数画素の輝度の平均値から切断点を判断することが望ましい。

【0074】

(カーブ補正について)

図11(a)は、切断用トーチ8に設けられたノズル8aから噴出されるプラズマ生成用ガスにより、所定のカーブ幅で母材Rが切断される様子を示す。図11(b)は、画像上で検出される光切断点Pa、Pbとカーブ幅との関係を示す。

【0075】

製品側の光切断点Paとスクラップ側の光切断点Pbとの差Pa - Pbがカーブ幅となる。よって、実際の切断溝中心は、光切断点Pa、Pbからカーブ幅の半値分だけずれていることになる。これを図11(a)で見れば、検出されたNC座標軸上の光切断点Pa(またはPb)の位置に対してノズル半径分をシフトさせた値が、実際の制御プログラム上のNC座標位置データになることを示している。

【0076】

X - Y座標軸の回転角 θ を求めるにあたり、NC機械座標上の既知の1パス切断前におけるコーナ部(端点)位置Pnc(X_{nc} 、 Y_{nc})がX - Y座標軸の回転中心位置となる(図7(a)、(b)参照)。また座標位置X、Yのシフト量 x 、 y は、NC機械座標上の既知の1パス切断前におけるコーナ部(端点)位置Pnc(X_{nc} 、 Y_{nc})と、NC機械座標上の1パス切断終了時点において計測されたコーナ部(端点)位置Pc(X_c 、 Y_c)との差分量 $x (= X_c - X_{nc})$ 、 $y (= Y_c - Y_{nc})$ となる。

【0077】

しかし、この差分量 $x (= X_c - X_{nc})$ 、 $y (= Y_c - Y_{nc})$ には、図11(b)に示すようにカーブ幅半値相当分の誤差が含まれている。またカーブ幅はI切断と開先切断とでプラズマ流の影響によって異なるので補正が必要になる。よって、これらを加味して補正量 k_{fx} 、 k_{fy} を求め、差分量 $x (= X_c - X_{nc})$ 、 $y (= Y_c - Y_{nc})$ から、補正量 k_{fx} 、 k_{fy} を差し引き補正する必要がある。すなわち、補正された差分量は、

$$\begin{aligned} x &= X_c - X_{nc} - k_{fx} \\ y &= Y_c - Y_{nc} - k_{fy} \quad \dots (1) \end{aligned}$$

となる。

【0078】

(コーナ部位置ずれ(シフト量) x 、 y およびX - Y座標軸の回転角 θ の求め方について)

1パス切断終了時点におけるコーナ部(端点)Pcの位置は、このコーナ部を挟む各辺を示す2直線上の交点の位置として求めることができる(図7(b))。

【0079】

1パス切断前におけるコーナ部(端点)位置Pncは既知であり(図7(a))、この既知のコーナ部(端点)位置Pncの情報に基づき、十字状レーザー光Lの中心点P1、P4を定め、スリット光Lv、Lhがコーナ部を挟む各辺(各切断溝)に交差させるようにする(図10(b)、(c))。

【0080】

交差点としての切断点P2(X_2 、 Y_2)、P3(X_3 、 Y_3)、P5(X_5 、 Y_5)、P6(X_6 、 Y_6)が検出されると、これらの切断点位置データから、下記のごとくして、1パス切断終了時点におけるコーナ部を挟む各辺を示す各直線の式が求められる。

【0081】

$y = a_1 \cdot X + b_1$ (図7(b)の図中、1パス切断終了時点の略水平方向の辺を示す直線)

$y = a_2 \cdot X + b_2$ (図7(b)の図中、1パス切断終了時点の略垂直方向の辺を示す直線)

10

20

30

40

50

ただし、

$$a1 = (Y2 - Y5) / (X2 - X5)$$

$$b1 = (Y2 - a1 \cdot X2)$$

$$a2 = (Y3 - Y6) / (X3 - X6)$$

$$b2 = (Y3 - a2 \cdot X3) \quad \dots (2)$$

1パス切断終了時点におけるコーナ部(端点) $Pc(Xc, Yc)$ は、上記式に示される2直線の交点として下記のごとくして、求められる。

【0082】

$$Xc = - (b1 - b2) / (a1 - a2)$$

$$Yc = a1 \cdot Xc + b1 \quad \dots (3)$$

10

よって、上記(1)式に上記(3)式を代入することで、コーナ部位置ずれ(シフト量) x 、 y が求められる。

【0083】

一方、1パス切断前におけるコーナ部(端点)位置 Pnc を挟む各辺を示す2直線の式は、既知であり(図7(a))、下記のごとく表される。

【0084】

$y = a3 \cdot X + b3$ (図7(a)の図中、1パス切断前の水平方向の辺を示す直線)

$y = a4 \cdot X + b4$ (図7(a)の図中、1パス切断前の垂直方向の辺を示す直線)

... (4)

よって、上記(2)、(4)式より、1パス切断前と1パス切断終了時点の対応する直線の傾きの差分を求めることにより、下記のごとくして、 $X - Y$ 座標軸の回転角 θ が得られる。

20

【0085】

$$\theta = a1 - a3 \text{ (または } a2 - a4) \quad \dots (5)$$

なお、 $X - Y$ 座標軸の回転角 θ の測定誤差 $\Delta\theta$ を下記(6)式のごとくして求め、測定誤差 $\Delta\theta$ が規定値以上であれば、レーザ光 L の照射位置を変えて再度同様の計測を行うようにすることが望ましい。

【0086】

$$\Delta\theta = \text{atan}(a1 - a2) / (1 + a1 \cdot a2) - \text{atan}(a3 - a4) / (1 + a3 \cdot a4)$$

... (6)

30

(2パス目のNC座標位置の補正について)

上記(1)、(5)式のごとくコーナ部位置ずれ x 、 y と $X - Y$ 座標軸の回転角 θ が得られると、これらコーナ部位置ずれ x 、 y と $X - Y$ 座標軸の回転角 θ の座標変換を、2パス目の制御プログラム上の切断線を示す全ての X 、 Y 座標位置データに対して行い、2パス目の制御プログラム上の切断線を示す X 、 Y 座標位置データを補正する。

【0087】

一方、1パス目の切断終了後、2パス目の切断終了前には、高さ測定手段25にて母材 R の高さ Z が測定される。ここで1パス目の切断前における母材 R の高さ Z' は既知である。よって、これらの差分から、母材 R 上の切断線の Z 座標位置ずれ $z (= Z - Z')$ が求められる。

40

【0088】

こうした求められた切断線の Z 座標位置ずれ z を、2パス目の制御プログラム上の切断線を示す全ての Z 座標位置データに加算(若しくは減算)することにより、2パス目の制御プログラム上の切断線を示す Z 座標位置データを補正する。なお、この補正は、前述したように AVC による高さ補正と異なり累積誤差は生じない。

【0089】

2パス目の切断は、こうして補正された制御プログラムにしたがい実施されることになる。

【0090】

(高さ計測)

50

高さ測定手段 25 は、上述したようにレーザ測距器が用いられる。これは母材 R の表面の影響、つまりオイル、スパッタ液などによる誤反射の影響が少ないからである。

【0091】

しかし、高さ測定手段 25 としてレーザ測距器を用いると、母材 R 1 点ごとに測定が行われるため測定時間が長くなり製品のタクトタイムが遅くなる。そこで、測定点数を減らしタクトタイムを早くし、それによって生じた測定点数の不足は補間によって補うようにすることが望ましい。

【0092】

図 12 は、高さ測定手段 25 によって測定される測定点を示している。母材 R の製品を含む所定範囲がメッシュ状に分割され、メッシュの各格子点が測定点として予め記憶されておかれる。そして、記憶内容を読み出し、メッシュの各格子点が順次測定されるように台車 6 を開始点から終了点まで順次移動させ、高さ測定手段 25 で順次高さ Z を測定する。切断線上の点の高さ Z は、公知の補間手法により補間演算される。たとえば拡張バイリニア補間手法により、周囲 4 点の格子点の測定データから内部の切断線上の点の高さ Z が補間演算される。こうして補間によって得られた切断線の高さ Z のデータから、母材 R 上の切断線の Z 座標位置ずれ z が求められる。

10

【0093】

つぎに、本実施例の好ましい手順の流れについて図 13 に示すフローチャートを併せ参照して説明する。

【0094】

本実施例では、図 14 (a)、(b) に示す製品を切断する場合を想定する。

20

【0095】

図 14 (a)、(b) は、長方形の部品(製品)を切断する場合の切断軌跡を上面より X-Y 平面にて示した図である。図 14 (a)、(b) において、

S1 : パス 1 のピアス点(切断開始点)

E1 : パス 1 の切断終了点

S2 : パス 2 のピアス点(切断開始点)

E2 : パス 2 の切断終了点

である。

【0096】

図 14 (a) の切断例では、1 パス目に、「S1 E1」の切断軌跡で I カットによる切断を切り離し位置に至るまで行い、製品を母材 R から切り離し、2 パス目の切断に移行し、「S2 E2」の切断軌跡で、図中垂直の辺について V カットによる切断を行う。1 パス目の最後の辺では、V カットによる切断は行われない。

30

【0097】

図 14 (b) の切断例では、1 パス目に、「S1 E1」の切断軌跡で I カットによる切断を切り離し位置に至るまで行い、製品を母材 R から切り離し、2 パス目の切断に移行し、「S2 E2」の切断軌跡で、図中垂直の辺および水平の辺について V カットによる切断を行う。1 パス目の最後の辺でも、V カットによる切断が行われ、Y 開先が形成される。

40

【0098】

なお、製品のコーナ部(端点)では、コーナ部の角度を保障するためにループ処理が行われる。

【0099】

このような切断を行うために、まず、切断線の NC 座標位置データが作成される(ステップ 101)。

【0100】

つぎに V カットを行うための補正データが設定される。すなわち、切断用トーチ 8 の傾き角度(開先角度)やノズル 8a の径などに応じて、X、Y 座標軸方向のシフト量や高さを補正するデータが設定される。また、投光手段 23 の投光位置、撮像手段 24 の撮影位置

50

のデータが設定される（ステップ102）。

【0101】

つぎに1パス目のNC座標位置データにしたがいX、Y、Z、U、Vの5軸が駆動制御され、切断用トーチ8の高さが調整されつつ、1パス目の切断線に沿って移動し、Iカットによる切断が行われる。これにより、母材Rから製品が切り離される（図14（a）、（b））。こうして1パス目の切断が実施される（ステップ103）。

【0102】

つぎに、投光位置データおよび撮影位置のデータにしたがい台車6を順次移動させて1回目の投光、撮影位置、2回目の投光、撮影位置に順次位置決めする。位置決め後、投光手段23から十字状レーザ光Lが母材R上に向けて投光されるとともに、撮像手段24で、母材R上に照射された十字状レーザ光Lの像を含む画像が撮像される（図10（b）、（c）；ステップ104）。

10

【0103】

つぎに、高さ測定手段25によって、母材Rの高さZが測定される。切断線上の点の高さZは、補間によって求められる（図12；ステップ105）。

【0104】

つぎに、撮像手段24で撮像された画像中から光切断点P2、P3、P5、P6が検出され、検出された光切断点P2、P3、P5、P6の位置に基づき、前述の（1）～（5）式による演算が行われ、X-Y座標位置ずれ x 、 y 、X-Y座標軸の回転角 θ が求められる。求められたX-Y座標位置ずれ x 、 y 、X-Y座標軸の回転角 θ に基づいて、2パス目のNC座標位置データ（X、Y）が補正される。また高さ測定手段25によって測定された高さZのデータに基づいて、切断線のZ座標位置ずれ z が求められ、このZ座標位置ずれ z に基づいて、2パス目のNC座標位置データ（Z）が補正される。この際にステップ102で設定された補正データが加味されて2パス目のNC座標位置データが作成される（ステップ106）。

20

【0105】

つぎに、補正された2パス目のNC座標位置データにしたがいX、Y、Z、U、Vの5軸が駆動制御され、切断用トーチ8の高さが調整されつつ、2パス目の切断線に沿って移動し、Vカットによる切断が行われる（図14（a）、（b））。こうして2パス目の切断が実施される（ステップ107）。

30

【0106】

以上のように本実施例によれば、つぎのような作用効果が得られる。

【0107】

a) 製品の形状の制約が無くなる。

【0108】

従来技術1にあっては、図2に示すように、製品を母材Rから切り離すことなくVカットを行わなければならないという条件を伴うため、製品の形状が大きく制約されてしまうことになっていた。すなわち、切り離しのための最後の辺で、Vカットによる切断を行うことができず、Y開先を形成することができないことになっていた。これに対して本実施例によれば、図14（b）に示すように、切り離しのための最後の辺でもVカットによる切断を行うことが可能となり、Y開先を形成することができる。

40

【0109】

また、従来技術2では、CCDカメラで2つの端点（コーナ部）を撮像する必要があり、少なくとも2つの端点を有する製品を切断する場合にしか適用することができない。これに対して本実施例によれば、図10（b）、（c）に示すように、コーナ部を挟む各辺で光切断点を取得できればよい。ここで、製品がコーナ部を挟む各辺を有するという属性は、およそ製品の属性として普遍的なものである。よって、2つの端点（コーナ部）を有する製品に限られるという従来技術2の問題点が解決されることになる。

【0110】

b) ピアス回数を減らすことができ切断用トーチ8の寿命を延ばすことができる。

50

【 0 1 1 1 】

従来技術 1 にあっては、図 2 に示すように、1 パス目、2 パス目の切断を終えても最後の 3 パス目に製品切り離しのための切断を行う必要があるため、ピルス回数が多くなり切断用トーチ 8 の寿命が短くなるという問題があった。これに対して本実施例によれば、図 1 4 (a) に示すように、製品切り離し (のみ) のための切断は不要となり、従来と同じ形状の製品を切断するときのピルス回数を減らすことができ、切断用トーチ 8 の寿命を延ばすことができる。

【 0 1 1 2 】

c) 切断用トーチ 8 の移動の無駄時間を減らし、生産性が向上する。

【 0 1 1 3 】

従来技術 1 にあっては、一回の切断で製品切り離しを行うことができないため、切断用トーチ 8 の移動に時間がかかり生産性が低下するという問題が生じていた。これに対して本実施例によれば、図 1 4 (a)、(b) に示すように、一回の切断で製品切り離しを行うことができ、切断用トーチ 8 の移動時間が減り生産性が向上する。

【 0 1 1 4 】

d) 切断手順が簡易なものとなり、C A D 操作を容易に行うことができる。

【 0 1 1 5 】

従来技術 1 にあっては、図 2 に示すように、I カット後に V カットを行い最後に製品切り離すために再度 I カットを行う必要があることから切断手順が複雑となり、C A D 操作も複雑化する。これに対して本実施例によれば、図 1 4 (a)、(b) に示すように、I カット後に V カットを行うだけでよく最後に製品切り離すために再度 I カットを行う必要はないため切断手順が簡易なものとなり、C A D 操作を容易に行うことができる。

【 0 1 1 6 】

e) 工場環境の影響を受けずに精度の高い切断を行うことができる。

【 0 1 1 7 】

従来技術 2 にあっては、C C D カメラの撮像画面を 2 値化し、画像処理の手法により画像から端点を抽出するようにしているため、その抽出精度は、切断作業を行う工場の光学環境に大きく依存する。工場の光学環境によっては、特徴点の抽出精度が低くなり、位置ずれの補正が正確に行われなかったり、位置ずれ補正そのものが不可能になるおそれがある。これに対して本実施例によれば、図 9 (a)、(b)、(c) に示すように、輝度が急変し、スリット光が不連続となる特徴点である、光切断法の原理を利用した光切断点を利用しており、背景画像と明確に識別することができる。このため特徴点の抽出精度が低いという従来技術 2 の問題点が解決されることになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 8 】

【 図 1 】 図 1 (a) は、Y 開先切断を示す図で、図 1 (b) は、Y 開先切断の工程を説明する図である。

【 図 2 】 図 2 は、従来技術 1 を説明する図で、長方形の部品 (製品) を切断する場合の切断軌跡を示した図である。

【 図 3 】 図 3 は、実施例の切断装置の構成を示す図で、装置の全体構成の斜視図である。

【 図 4 】 図 4 は、実施例の切断装置の構成を示す図で、切断用トーチの周囲部分を拡大して示す斜視図である。

【 図 5 】 図 5 (a) は、台車を側面から見た図で、投光手段と、撮像手段を示す図で、図 5 (b) は、台車を側面から見た図で、高さ測定手段を示す図である。

【 図 6 】 図 6 は、コントローラの機能ブロック図であり、本発明に係る部分を示した図である。

【 図 7 】 図 7 (a)、(b)、(c) は、2 次元平面における位置ずれがルートフェイスの誤差に及ぼす影響を説明する図である。

【 図 8 】 図 8 (a)、(b) は、高さ方向の位置ずれがルートフェイスの誤差に及ぼす影響を説明する図である。

10

20

30

40

50

【図9】図9(a)、(b)、(c)は、投光手段によって形成される特徴点を説明する図である。

【図10】図10(a)、(b)、(c)は、撮像画像と十字状レーザ光の関係を説明する図である。

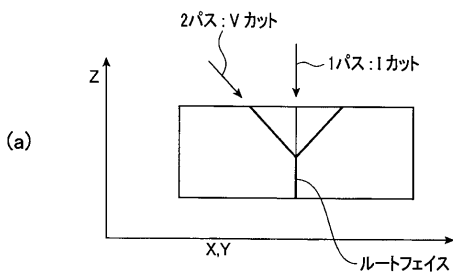
【図11】図11(a)は、切断用トーチに設けられたノズルから噴出されるプラズマ生成用ガスにより、所定のカーブ幅で母材が切断される様子を示す図で、図11(b)は、画像上で検出される光切断点とカーブ幅との関係を示す図である。

【図12】図12は、高さ測定手段によって測定される測定点を示した図である。

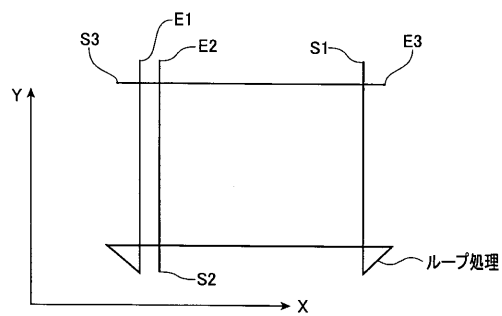
【図13】図13は、実施例の好ましい手順の流れを示すフローチャートである。

【図14】図14(a)、(b)は、実施例の製品を示す図で、長方形の部品(製品)を切断する場合の切断軌跡を上面よりX-Y平面にて示した図である。

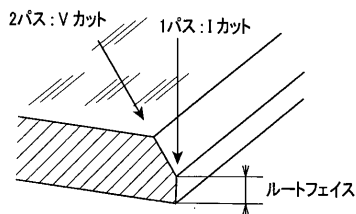
【図1】



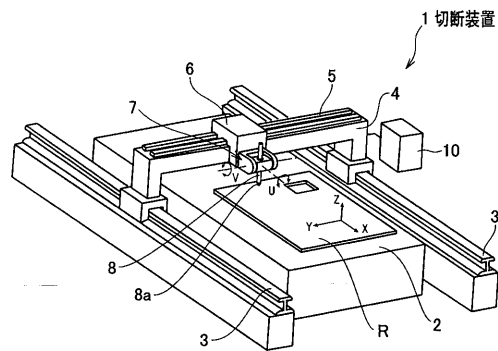
【図2】



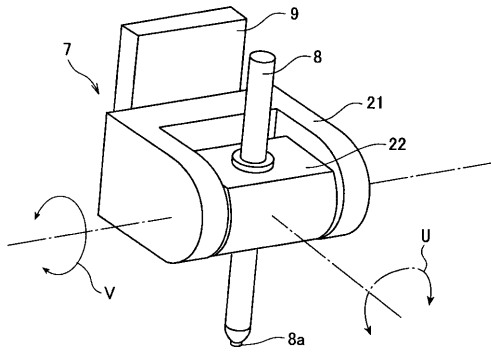
(b)



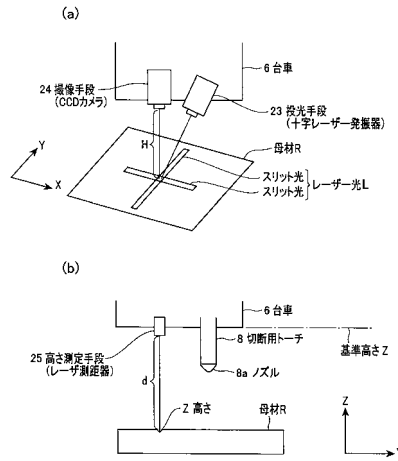
【図3】



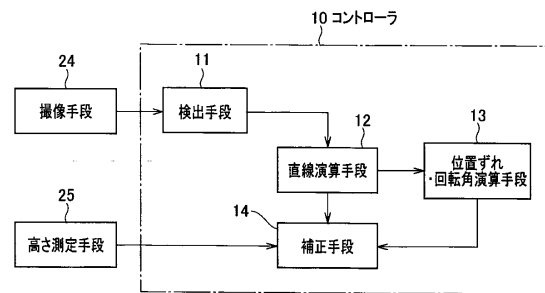
【図4】



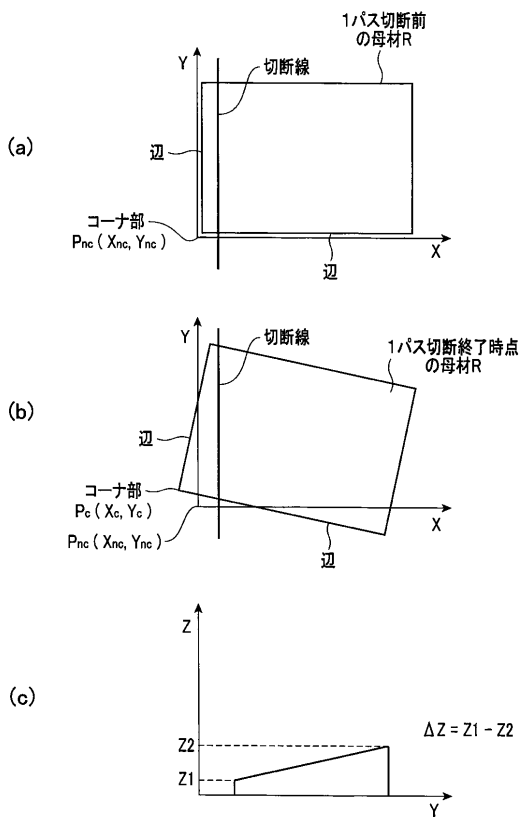
【図5】



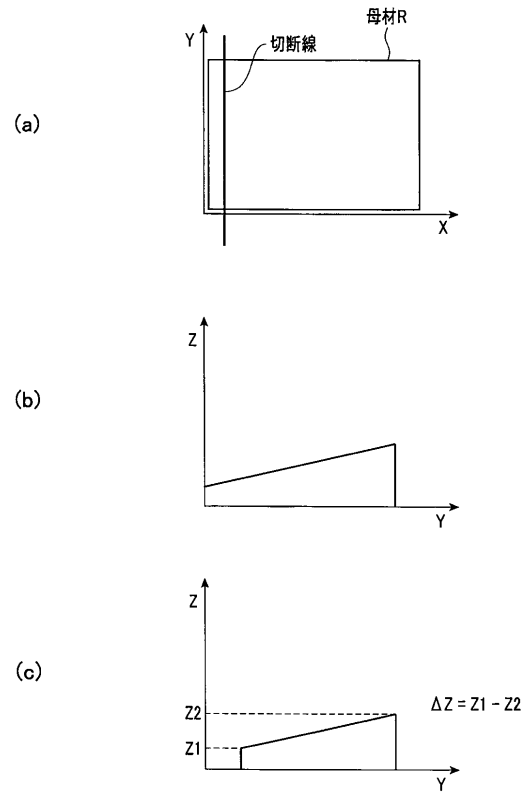
【図6】



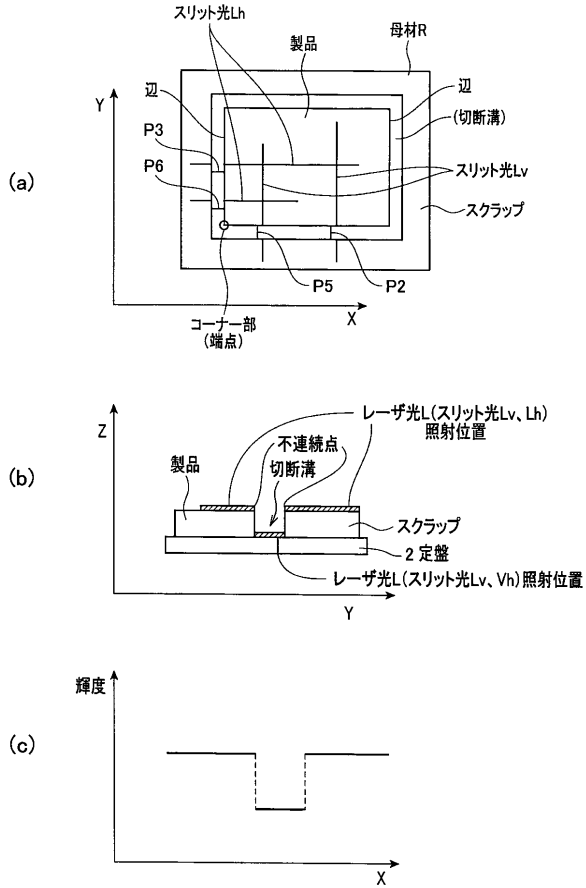
【図7】



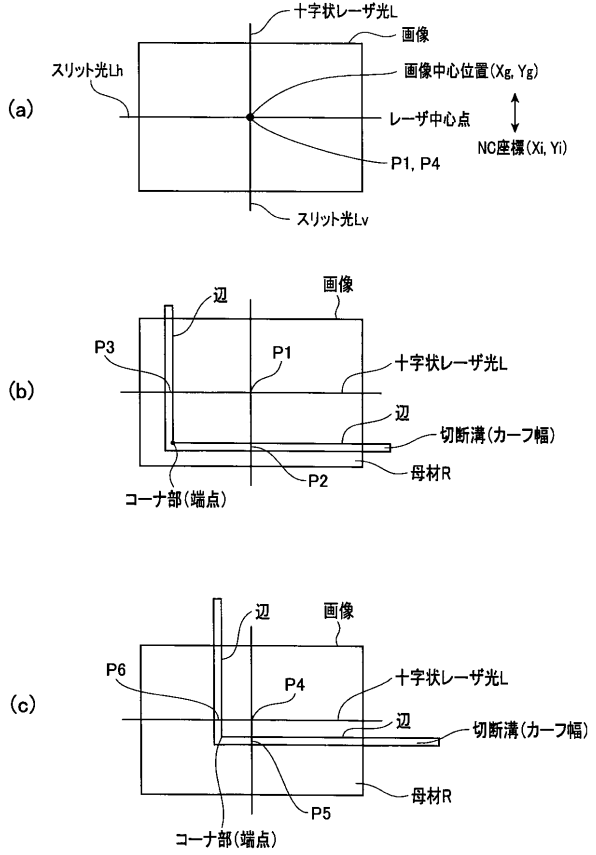
【図8】



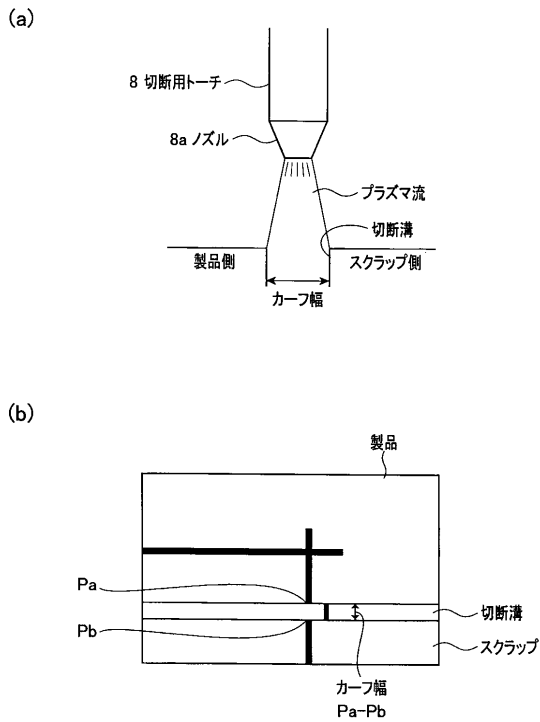
【図9】



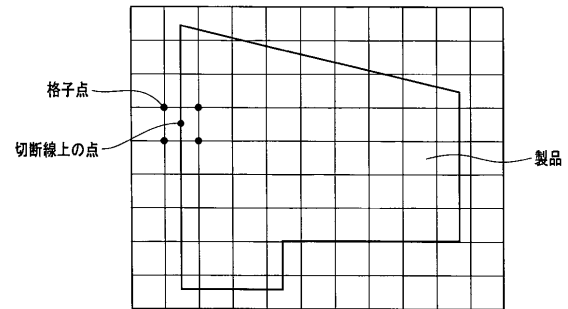
【図10】



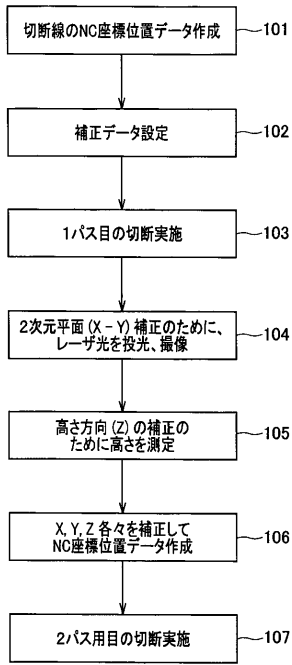
【図11】



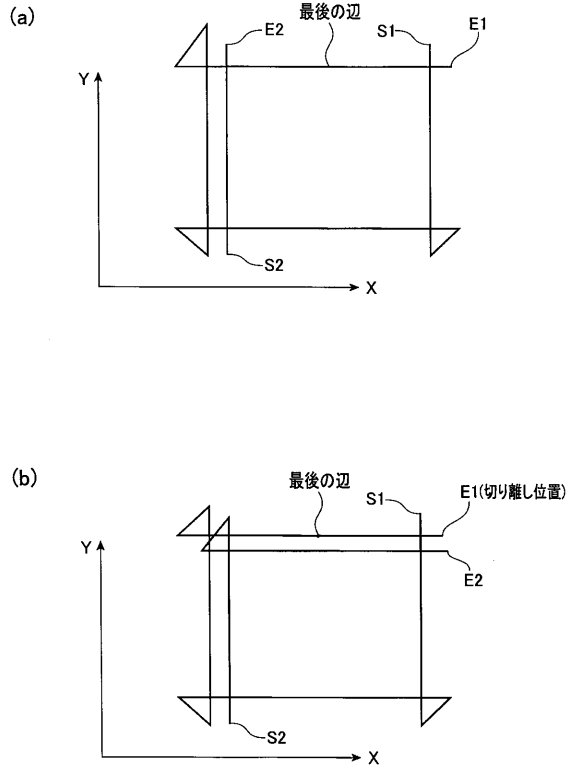
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2007/049751(WO, A1)

特開2003-136247(JP, A)

特開平4-123870(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 7/00, 10/00, 26/38, 31/00

G01B 11/00