

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6968294号

(P6968294)

(45) 発行日 令和3年11月17日 (2021. 11. 17)

(24) 登録日 令和3年10月28日 (2021. 10. 28)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 26/38 (2014. 01)	B 2 3 K 26/38 A
B 2 3 K 26/082 (2014. 01)	B 2 3 K 26/082
B 2 3 K 26/10 (2006. 01)	B 2 3 K 26/10

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2020-547156 (P2020-547156)	(73) 特許権者	390014672
(86) (22) 出願日	平成30年10月2日 (2018. 10. 2)		株式会社アマダ
(65) 公表番号	特表2021-516619 (P2021-516619A)		神奈川県伊勢原市石田200番地
(43) 公表日	令和3年7月8日 (2021. 7. 8)	(74) 代理人	100083806
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/036909		弁理士 三好 秀和
(87) 国際公開番号	W02019/176149	(72) 発明者	山梨 貴昭
(87) 国際公開日	令和1年9月19日 (2019. 9. 19)		神奈川県伊勢原市石田200番地
審査請求日	令和2年10月6日 (2020. 10. 6)	(72) 発明者	舟木 厚司
(31) 優先権主張番号	102018203899.6		神奈川県伊勢原市石田200番地
(32) 優先日	平成30年3月14日 (2018. 3. 14)	(72) 発明者	ポール デニス
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		神奈川県伊勢原市石田200番地

審査官 正木 裕也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工機及びレーザ加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザビームを開口より射出するノズルが先端に取り付けられた加工ヘッドと、
 前記加工ヘッド内に設けられ、前記レーザビームを集束させて板金に照射して前記板金の面にビームスポットを形成する集束レンズと、
 前記板金の面に対する前記加工ヘッドの相対的な位置を移動させる移動機構と、
 前記開口より射出される前記レーザビームを前記開口内で振動させて、前記板金の面上の前記ビームスポットを振動させるビーム振動機構と、
 前記移動機構によって前記加工ヘッドの相対的な位置を移動させて、前記板金に前記レーザビームを照射することによって前記板金より製品を切断する際、前記製品を搬出する搬送装置の保持部が保持しない非保持領域であり、前記製品が有する突出部の周囲の少なくとも一部、または、前記製品が有する凹部が形成される凹部形成領域の周囲の少なくとも一部で、前記ビームスポットを前記板金の切断進行方向と直交する方向の振動成分を含む振動パターンで振動させるよう、前記ビーム振動機構を制御する制御装置と、
 を備えるレーザ加工機。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記ビームスポットを前記切断進行方向と平行方向の振動成分を含まず、前記切断進行方向と直交する方向の振動成分のみを含む振動パターンで振動させるよう、前記ビーム振動機構を制御する

請求項 1 に記載のレーザ加工機。

【請求項 3】

前記ビームスポットを前記板金の切断進行方向と直交する方向の振動成分を含む振動パターンで振動させる位置が前記板金より前記製品を切断するための加工プログラムによって指定されており、

前記制御装置は、前記加工プログラムによって指定された位置で前記ビームスポットを振動させるよう前記ビーム振動機構を制御する

請求項 1 または 2 に記載のレーザ加工機。

【請求項 4】

集束したレーザビームをノズルの開口より板金の面に照射し、

前記板金より製品を切断するために、前記板金の面に形成されるビームスポットを前記製品の端部に沿って移動させ、

前記製品を搬出する搬送装置の保持部が保持しない部分である非保持領域であり、前記製品が有する突出部の周囲を切断するとき、または、前記製品が有する凹部が形成される凹部形成領域の周囲を切断するときに、前記突出部または前記凹部形成領域の周囲の少なくとも一部で、前記ビームスポットを前記板金の切断進行方向と直交する方向の振動成分を含む振動パターンで振動させて、前記板金に形成されるカーフ幅を広げる

ことを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項 5】

前記ビームスポットを前記切断進行方向と平行方向の振動成分を含まず、前記切断進行方向と直交する方向の振動成分のみを含む振動パターンで振動させる

請求項 4 に記載のレーザ加工方法。

【請求項 6】

前記ビームスポットを前記板金の切断進行方向と直交する方向の振動成分を含む振動パターンで振動させる位置を前記板金より前記製品を切断するための加工プログラムによって指定し、

前記加工プログラムによって指定された位置で前記ビームスポットを振動させる

請求項 4 または 5 に記載のレーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、レーザビームによって板金を加工するレーザ加工機及びレーザ加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザ発振器より射出されたレーザビームによって板金を切断して、所定の形状を有する製品を製作するレーザ加工機が普及している。レーザ加工機によって切断された製品は、搬送装置によって搬送されることがある。搬送装置は、吸着パッドによって製品を吸着して搬送する（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 特開 2011-136356 号公報

【発明の概要】

【0004】

近年、レーザ加工機で使用するレーザビームを射出するレーザ発振器としては、大型及び高コストの CO₂ レーザ発振器と比較して、小型で低コストであるファイバレーザ発振器またはダイレクトダイオードレーザ発振器（DDL 発振器）が広く用いられている。

【0005】

CO₂ レーザ発振器が射出するレーザビームの波長は 10 μm 程度であるのに対し、ファイバレーザ発振器または DDL 発振器が射出するレーザビームの波長は 1 μm 程度であ

10

20

30

40

50

る。よって、ファイバレーザ発振器またはDDL発振器が射出するレーザビームはビームウエストが小さく、レーザビームの照射によって製品の周囲に形成される溝のカーフ幅は非常に狭い。よって、レーザ加工機によって切断された製品を搬送装置によって搬送しようとするときに、製品が母材に引っかかって、製品の搬送に失敗することがある。

【0006】

1 またはそれ以上の実施形態は、板金より切断した製品の搬送装置による搬送の失敗を低減することができるレーザ加工機及びレーザ加工方法を提供することを目的とする。

【0007】

1 またはそれ以上の実施形態の第1の態様によれば、レーザビームを開口より射出するノズルが先端に取り付けられた加工ヘッドと、前記加工ヘッド内に設けられ、前記レーザビームを集束させて板金に照射して前記板金の面にビームスポットを形成する集束レンズと、前記板金の面に対する前記加工ヘッドの相対的な位置を移動させる移動機構と、前記開口より射出される前記レーザビームを前記開口内で振動させて、前記板金の面上の前記ビームスポットを振動させるビーム振動機構と、前記移動機構によって前記加工ヘッドの相対的な位置を移動させて、前記板金に前記レーザビームを照射することによって前記板金より製品を切断する際、前記製品を搬出する搬送装置の保持部が保持しない非保持領域であり、前記製品が有する突出部の周囲の少なくとも一部、または、前記製品が有する凹部が形成される凹部形成領域の周囲の少なくとも一部で、前記ビームスポットを前記板金の切断進行方向と直交する方向の振動成分を含む振動パターンで振動させるよう、前記ビーム振動機構を制御する制御装置とを備えることを特徴とするレーザ加工機が提供される。

10

20

【0008】

1 またはそれ以上の実施形態の第2の態様によれば、集束したレーザビームをノズルの開口より板金の面に照射し、前記板金より製品を切断するために、前記板金の面に形成されるビームスポットを前記製品の端部に沿って移動させ、前記製品を搬出する搬送装置の保持部が保持しない部分である非保持領域であり、前記製品が有する突出部の周囲を切断するとき、または、前記製品が有する凹部が形成される凹部形成領域の周囲を切断するときに、前記突出部または前記凹部形成領域の周囲の少なくとも一部で、前記ビームスポットを前記切断進行方向と直交する方向の振動成分を含む振動パターンで振動させて、前記板金に形成されるカーフ幅を広げることを特徴とするレーザ加工方法が提供される。

30

【0009】

1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機及びレーザ加工方法によれば、板金より切断した製品の搬送装置による搬送の失敗を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、1またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機の全体的な構成例を示す図である。

【図2】図2は、1またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機におけるコリメータユニット及び加工ヘッドの詳細な構成例を示す斜視図である。

【図3】図3は、ビーム振動機構によるレーザビームの板金への照射位置の変位を説明するための図である。

40

【図4】図4は、板金より切断された製品を搬出する搬出装置の概略的な構成例を示す図である。

【図5】図5は、搬出装置によって搬出しようとしている製品が母材に引っかかって搬送に失敗している状態を示す図である。

【図6】図6は、母材に引っかかって搬送に失敗しやすい製品の形状の第1の例を示す図である。

【図7】図7は、母材に引っかかって搬送に失敗しやすい製品の形状の第2の例を示す図である。

【図8A】図8Aは、レーザビームの平行振動パターンを示す図である。

50

【図 8 B】図 8 B は、レーザビームの直交振動パターンを示す図である。

【図 8 C】図 8 C は、レーザビームの円振動パターンを示す図である。

【図 8 D】図 8 D は、レーザビームの 8 の字状振動パターンを示す図である。

【図 8 E】図 8 E は、レーザビームの C 字状振動パターンを示す図である。

【図 8 F】図 8 F は、レーザビームの逆 C 字状振動パターンを示す図である。

【図 9】図 9 は、図 8 B に示す直交振動パターンを用いたときの実際の振動パターンを示す図である。

【図 10】図 10 は、1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機及びレーザ加工方法による板金からの製品の切断の仕方を示す全体図である。

【図 11】図 11 は、1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機及びレーザ加工方法による板金からの製品の切断の仕方を詳細に示す部分拡大図である。

【図 12】図 12 は、1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機及びレーザ加工方法による板金からの製品の切断処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機及びレーザ加工方法について、添付図面を参照して説明する。図 1 において、レーザ加工機 100 は、レーザビームを生成して射出するレーザ発振器 10 と、レーザ加工ユニット 20 と、レーザ発振器 10 より射出されたレーザビームをレーザ加工ユニット 20 へと伝送するプロセスファイバ 12 とを備える。また、レーザ加工機 100 は、操作部 1 と、CAM として機能するコンピュータ機器 2 と、操作部 40 と、NC 装置 50 と、加工プログラムデータベース 60 と、加工条件データベース 70 と、アシストガス供給装置 80 とを備える。

【0012】

NC 装置 50 は、レーザ加工機 100 の各部を制御する制御装置の一例である。操作部 1 及びコンピュータ機器 2 は、レーザ加工機 100 に対する上位装置として、レーザ加工機 100 の外部に設けられていてもよい。

【0013】

レーザ発振器 10 としては、レーザダイオードより発せられる励起光を増幅して所定の波長のレーザビームを射出するレーザ発振器、またはレーザダイオードより発せられるレーザビームを直接利用するレーザ発振器が好適である。レーザ発振器 10 は、例えば、固体レーザ発振器、ファイバレーザ発振器、ディスクレーザ発振器、ダイレクトダイオードレーザ発振器 (DDL 発振器) である。

【0014】

レーザ発振器 10 は、波長 900 nm ~ 1100 nm の 1 μm 帯のレーザビームを射出する。ファイバレーザ発振器及び DDL 発振器を例とすると、ファイバレーザ発振器は、波長 1060 nm ~ 1080 nm のレーザビームを射出し、DDL 発振器は、波長 910 nm ~ 950 nm のレーザビームを射出する。

【0015】

レーザ加工ユニット 20 は、加工対象の板金 W を載せる加工テーブル 21 と、門型の X 軸キャリッジ 22 と、Y 軸キャリッジ 23 と、Y 軸キャリッジ 23 に固定されたコリメータユニット 30 と、加工ヘッド 35 とを有する。X 軸キャリッジ 22 は、加工テーブル 21 上で X 軸方向に移動自在に構成されている。Y 軸キャリッジ 23 は、X 軸キャリッジ 22 上で X 軸に垂直な Y 軸方向に移動自在に構成されている。X 軸キャリッジ 22 及び Y 軸キャリッジ 23 は、加工ヘッド 35 を板金 W の面に沿って、X 軸方向、Y 軸方向、または、X 軸と Y 軸との任意の合成方向に移動させる移動機構として機能する。板金 W は、例えばステンレス鋼である。

【0016】

加工ヘッド 35 を板金 W の面に沿って移動させる代わりに、加工ヘッド 35 は位置が固定されていて、板金 W が移動するように構成されていてもよい。レーザ加工機 100 は、板金 W の面に対する加工ヘッド 35 の相対的な位置を移動させる移動機構を備えていれば

10

20

30

40

50

よい。

【0017】

加工ヘッド35には、先端部に円形の開口36aを有し、開口36aよりレーザビームを射出するノズル36が取り付けられている。ノズル36の開口36aより射出されたレーザビームは板金Wに照射される。アシストガス供給装置80は、アシストガスとして例えば窒素を加工ヘッド35に供給する。板金Wの加工時に、アシストガスは開口36aより板金Wへと吹き付けられる。アシストガスは、板金Wが溶融したカーフ幅内の溶融金属を排出する。

【0018】

図2に示すように、コリメータユニット30は、プロセスファイバ12より射出された発散光のレーザビームを平行光（コリメート光）に変換するコリメーションレンズ31を備える。また、コリメータユニット30は、ガルバノスキャナユニット32と、ガルバノスキャナユニット32より射出されたレーザビームをX軸及びY軸に垂直なZ軸方向下方に向けて反射させるベンドミラー33を備える。加工ヘッド35は、ベンドミラー33で反射したレーザビームを集束して、板金Wに照射する集束レンズ34を備える。

10

【0019】

レーザ加工機100は、ノズル36の開口36aより射出されるレーザビームが開口36aの中心に位置するように芯出しされている。基準の状態では、レーザビームは、開口36aの中心より射出する。ガルバノスキャナユニット32は、加工ヘッド35内を進行して開口36aより射出されるレーザビームを、開口36a内で振動させるビーム振動機構として機能する。ガルバノスキャナユニット32がレーザビームをどのように振動させるかについては後述する。

20

【0020】

ガルバノスキャナユニット32は、コリメーションレンズ31より射出されたレーザビームを反射するスキャンミラー321と、スキャンミラー321を所定の角度となるように回転させる駆動部322とを有する。また、ガルバノスキャナユニット32は、スキャンミラー321より射出されたレーザビームを反射するスキャンミラー323と、スキャンミラー323を所定の角度となるように回転させる駆動部324とを有する。

【0021】

駆動部322及び324は、NC装置50による制御に基づき、それぞれ、スキャンミラー321及び323を所定の角度範囲で往復振動させることができる。スキャンミラー321とスキャンミラー323とのいずれか一方または双方を往復振動させることによって、ガルバノスキャナユニット32は、板金Wに照射されるレーザビームを振動させる。

30

【0022】

ガルバノスキャナユニット32はビーム振動機構の一例であり、ビーム振動機構は一对のスキャンミラーを有するガルバノスキャナユニット32に限定されない。

【0023】

図3は、スキャンミラー321とスキャンミラー323とのいずれか一方または双方が傾けられて、板金Wに照射されるレーザビームの位置が変位した状態を示している。図3において、ベンドミラー33で折り曲げられて集束レンズ34を通過する細実線は、レーザ加工機100が基準の状態であるときのレーザビームの光軸を示している。

40

【0024】

なお、詳細には、ベンドミラー33の手前に位置しているガルバノスキャナユニット32の作動により、ベンドミラー33に入射するレーザビームの光軸の角度が変化し、光軸がベンドミラー33の中心から外れる。図3では、簡略化のため、ガルバノスキャナユニット32の作動前後でベンドミラー33へのレーザビームの入射位置を同じ位置としている。

【0025】

ガルバノスキャナユニット32による作用によって、レーザビームの光軸が細実線で示す位置から太実線で示す位置へと変位したとする。ベンドミラー33で反射するレーザビ

50

ームが角度 θ で傾斜したとすると、板金Wへのレーザビームの照射位置は距離 Δs だけ変位する。集束レンズ34の焦点距離をEFL (Effective Focal Length) とすると、距離 Δs は、 $EFL \times \sin \theta$ で計算される。

【0026】

ガルバノスキャナユニット32がレーザビームを図3に示す方向とは逆方向に角度 θ だけ傾ければ、板金Wへのレーザビームの照射位置を図3に示す方向とは逆方向に距離 Δs だけ変位させることができる。距離 Δs は開口36aの半径未満の距離であり、好ましくは、開口36aの半径から所定の余裕量だけ引いた距離を最大距離とした最大距離以下の距離である。

【0027】

NC装置50は、ガルバノスキャナユニット32の駆動部322及び324を制御することによって、レーザビームを板金Wの面内の所定の方向に振動させることができる。レーザビームを振動させることによって、板金Wの面上に形成されるビームスポットを振動させることができる。

【0028】

以上のように構成されるレーザ加工機100は、レーザ発振器10より射出されたレーザビームによって板金Wを切断して所定の形状を有する製品を製作する。

【0029】

図4に示すように、レーザ加工機100が板金Wより製品WPを切断すると、搬送装置300は製品WPを搬送する。製品WPは、形状を特定しない任意の形状を有する製品である。搬送装置300は複数の吸着パッド301を備え、吸着パッド301で製品WPを吸着して製品WPを搬送する。吸着パッド301は、製品WPを保持する保持部の一例である。製品WPが、吸着パッド以外の例えば製品WPを把持する保持部を備える搬送装置によって搬送されてもよい。

【0030】

前述のように、製品WPの周囲に形成される溝のカーフ幅は非常に狭いため、図5に示すように、搬送装置300によって製品WPを搬送しようとするときに、製品WPが母材に引っかかって、製品WPの搬送に失敗することがある。

【0031】

図6は、母材に引っかかって搬送に失敗しやすい形状を有する製品WPの第1の例である製品200を示している。図6に示す製品200は、製品200のうちの大部分の面積を占める主部200Aと、製品200のうちのわずかな面積を占め、主部200Aから突出する一対の突出部200Bとを含む。この場合、搬送装置300は、複数の吸着パッド301を主部200Aに吸着させて、切断された製品200を搬出する。突出部200Bは、搬送装置300が吸着パッド301によって吸着しない非吸着領域（非保持領域）である。

【0032】

搬送装置300が製品200を搬出しようとするとき、吸着パッド301で吸着されている主部200Aが先に持ち上げられるため製品200が傾く。微細な形状であって、周囲のカーフ幅が狭い突出部200Bが傾くと、図5と同様に、突出部200Bが母材に引っかかることがある。すると、搬送装置300は、製品200の搬送に失敗することがある。

【0033】

図7は、母材に引っかかって搬送に失敗しやすい形状を有する製品WPの第2の例である製品210を示している。製品210は、凹部210rが形成される凹部形成領域210Bを有する。凹部形成領域210Bとは、凹部210rに隣接する製品210の端部の領域である。この場合も、搬送装置300が製品210を搬出しようとするときに、凹部形成領域210Bが母材に引っかかって、搬送装置300が製品210の搬送に失敗することがある。凹部形成領域210Bは、搬送装置300が吸着パッド301によって吸着しない非吸着領域（非保持領域）である。

10

20

30

40

50

【0034】

製品210が、図7に示す凹部210rの代わりに製品210の外周より突出する突出部を有する場合も、母材に引っかかって搬送に失敗しやすい形状の例である。

【0035】

次に、板金Wより製品200を切断する場合を例として、製品200の搬送の失敗を低減させるための具体的な方法を説明する。図8A～図8Fは、NC装置50がガルバノスキャナユニット32によってレーザービームを振動させる振動パターンの例を示している。図8A～図8Fにおいて、板金Wの切断進行方向をx方向、板金Wの面内でx方向と直交する方向をy方向とする。NC装置50は、操作部40によるオペレータの指示に従って、いずれかの振動パターンを選択することができる

10

【0036】

図8A～図8Fは、振動パターンを理解しやすいよう、加工ヘッド35をx方向に移動させない状態での振動パターンを示している。図8Aは、ビームスポットBsをビームスポットBsの進行によって形成された溝203内でx方向に振動させる振動パターンである。図8Aに示す振動パターンを平行振動パターンと称することとする。ビームスポットBsを切断進行方向と平行方向に振動させる周波数をFx、切断進行方向と直交する方向に振動させる周波数をFyとすれば、平行振動パターンはFx：Fyが1：0の振動パターンである。

【0037】

図8Bは、ビームスポットBsをy方向に振動させる振動パターンである。ビームスポットBsをy方向に振動させることによって、溝203はカーフ幅K1よりも広いカーフ幅K2となる。図8Bに示す振動パターンを直交振動パターンと称することとする。直交振動パターンは、Fx：Fyが0：1の振動パターンである。

20

【0038】

図8Cは、ビームスポットBsが円を描くようにビームスポットBsを振動させる振動パターンである。ビームスポットBsを円形に振動させることによって、溝203はカーフ幅K1よりも広いカーフ幅K3となる。図8Cに示す振動パターンを円振動パターンと称することとする。円振動パターンは、Fx：Fyが1：1の振動パターンである。

【0039】

図8Dは、ビームスポットBsが数字の8を描くようにビームスポットBsを振動させる振動パターンである。ビームスポットBsを8の字状に振動させることによって、溝203はカーフ幅K1よりも広いカーフ幅K4となる。図8Dに示す振動パターンを8の字状振動パターンと称することとする。8の字状振動パターンは、Fx：Fyが2：1の振動パターンである。

30

【0040】

図8Eは、ビームスポットBsがアルファベットのCを描くようにビームスポットBsを振動させる振動パターンである。ビームスポットBsをC字状に振動させることによって、溝203はカーフ幅K1よりも広いカーフ幅K5となる。図8Eに示す振動パターンをC字状振動パターンと称することとする。C字状振動パターンは、Fx：Fyが2：1の振動パターンである。

40

【0041】

図8Fは、ビームスポットBsがアルファベットのCを左右反転させた逆Cを描くようにビームスポットBsを振動させる振動パターンである。ビームスポットBsを逆C字状に振動させることによって、溝203はカーフ幅K1よりも広いカーフ幅K6となる。図8Fに示す振動パターンを逆C字状振動パターンと称することとする。逆C字状振動パターンは、Fx：Fyが2：1の振動パターンである。

【0042】

実際には、加工ヘッド35が切断進行方向に移動しながらレーザービームが振動するので、振動パターンは、図8A～図8Fに示す振動パターンに切断進行方向（x方向）の変位を加えた振動パターンとなる。図8Bに示す直交振動パターンを例にすると、ビームスポ

50

ットBsはx方向に移動しながらy方向に振動するので、実際の直交振動パターンは図9に示すような振動パターンとなる。

【0043】

コンピュータ機器2は、板金Wより図6に示す製品200を切断するための加工プログラムを作成する。具体的には、コンピュータ機器2は、図10に示すように、製品200の外側の所定の位置にピアス201を開け、ピアス201を開けたらアプローチ202を切断し、アプローチ202の製品200側の端部から製品200の外周に沿って板金Wを切断する加工プログラムを作成する。

【0044】

コンピュータ機器2は、搬送装置300が有する複数の吸着パッド301のうちのどの吸着パッド301を有効として、製品200のどの位置に吸着させるかを示す情報を含む加工プログラムを作成する。コンピュータ機器2が、製品200の形状に基づいて、どの吸着パッド301を有効として製品200のどの位置に吸着させるかを自動的に決定してもよいし、オペレータが操作部1を操作して決定してもよい。コンピュータ機器2が吸着パッド301に関する設定を自動的に決定して、オペレータが操作部1を操作して決定内容を修正してもよい。

10

【0045】

搬送装置300を制御する図示していないNC装置は、加工プログラムに基づいて、製品200を吸着パッド301によって吸着して搬送するように制御する。レーザ加工機100を制御するNC装置50と、搬送装置300を制御するNC装置とは互いに連携してレーザ加工機100及び搬送装置300をそれぞれ制御する。NC装置50がレーザ加工機100及び搬送装置300を制御する構成であってもよい。

20

【0046】

コンピュータ機器2は、製品200の周囲のうち、図8B～図8Fに示すようなy方向の振動成分を含むいずれかの振動パターンを用いて板金Wを切断する位置を指定する加工プログラムを作成する。オペレータが操作部1を操作して、y方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断する位置を指定してもよい。コンピュータ機器2が、製品200の形状に基づいて、y方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断する位置を自動的に決定してもよい。

【0047】

30

コンピュータ機器2が上記の位置を自動的に決定する場合には、搬送装置300が吸着パッド301によって製品200を吸着しない非吸着領域をy方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断する位置とすればよい。具体的には、図6に示す製品200の場合には、突出部200Bの周囲の少なくとも一部（好ましくは全て）をその位置とすればよい。

【0048】

図7に示す製品210の場合には、凹部形成領域210Bの周囲の少なくとも一部をその位置とすればよい。即ち、図7における凹部210rの左右側面部及び底部の一部（好ましくは全て）においてy方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断すればよい。これに加えて、図7における凹部210rの左右側面部の上端より製品210の上端部に沿って所定の距離だけ、y方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断してもよい。

40

【0049】

y方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断する位置は、製品WPが有する幅が所定の距離以下である幅狭の突出部の周囲の少なくとも一部、または、製品WPが有する幅が所定の距離以下である幅狭の凹部が形成される凹部形成領域の少なくとも一部ということもできる。

【0050】

コンピュータ機器2が以上のように作成した加工プログラムは、加工プログラムデータベース60に記憶されている。NC装置50は、加工プログラムデータベース60より加

50

エプログラムを読み出し、加工条件データベース70に記憶されている複数の加工条件のいずれかを選択する。NC装置50は、読み出した加工プログラム及び選択した加工条件に基づいて板金Wを加工するよう、レーザ加工機100を制御する。

【0051】

NC装置50は、レーザ加工ユニット20が製品200を切断する際、加工プログラムによって指定された位置で、図8B～図8Fに示すようなy方向の振動成分を含むいずれかの振動パターンを用いて板金Wを切断するよう、ガルバノスキャナユニット32を制御する。オペレータは、操作部40を操作して、振動パターンを予め選択することができる。

【0052】

加工プログラムによって突出部200Bの周囲がy方向の振動成分を含む振動パターンを用いて板金Wを切断する位置に指定されていれば、レーザ加工ユニット20は、レーザビームを選択された振動パターンで振動させながら突出部200Bの周囲を切断する。よって、図10に示すように、突出部200Bの周囲のカーフ幅を広げることができ、製品200の搬送の失敗を低減させることができる。

【0053】

図11を用いて、突出部200Bの周囲を具体的にどのように切断するかについて説明する。図8B(図9)に示す直交振動パターンが選択されているとする。カーフ幅を広げることのみを目的とするのであれば、直交振動パターンで十分である。直交振動パターンは切断進行方向と平行方向の振動成分を含まないため、NC装置50によるガルバノスキャナユニット32の制御が他の振動パターンと比較すれば簡単である。

【0054】

図11において、レーザ加工機100は、板金Wに照射するビームスポットBsを製品200のうちの主部200Aの端部200eに沿って矢印で示す切断進行方向に移動させる。主部200Aの周囲には、ほぼビームスポットBsの径のカーフ幅K1を有する溝203が形成される。レーザ加工機100は、主部200Aの周囲を切断するとき、図8Aに示す平行振動パターンでビームスポットBsを振動させてもよい。

【0055】

加工プログラムには、主部200Aと突出部200Bとの境界である位置B1から、位置B1とほぼ対向する位置B2までがレーザビームを振動させる範囲に設定されているとする。NC装置50は、ビームスポットBsが位置B1に到達したら、ガルバノスキャナユニット32によって直交振動パターンでレーザビームの振動を開始させる。NC装置50は、突出部200Bの周囲を直交振動パターンでレーザビームを振動させながら切断し、ビームスポットBsが位置B2に到達したら、レーザビームの振動を停止させる。

【0056】

レーザビームを直交振動パターンで振動させることによって、溝203はカーフ幅K1よりも広いカーフ幅K2となる。ビームスポットBsが位置B2に到達した以降、レーザ加工機100は引き続き主部200Aの外周を切断する。ビームスポットBsが位置B2に到達した以降、溝203はカーフ幅K1に戻る。

【0057】

溝203のカーフ幅K1の部分は、ビームスポットBsの径が工具幅である。カーフ幅K2の部分は、ビームスポットBsを直交振動パターンで振動させたときの幅が工具幅である。NC装置50は、カーフ幅K1の溝203を形成するとき、ノズル36の開口36aの中心が製品200の外周よりビームスポットBsの半径に相当する距離だけ離れた破線で示す線上に位置するように加工ヘッド35を移動させる。

【0058】

NC装置50は、カーフ幅K2の溝203を形成するとき、カーフ幅K1の溝203を形成するときと同様に、開口36aの中心が製品200の外周よりビームスポットBsの半径に相当する距離だけ離れた破線で示す線上に位置するように加工ヘッド35を移動させる。そして、NC装置50は、カーフ幅K2の溝203を形成するために、ガルバノス

10

20

30

40

50

キャナユニット 3 2 によってビームスポット B s を直交振動パターンで振動させる。

【0059】

このように、加工ヘッド 3 5 の製品 2 0 0 の外周切断ラインからの距離を一定に保ちながら、レーザビームによる工具幅を変化させることによって、カーフ幅を変化させることが好ましい。NC 装置 5 0 がこのように加工ヘッド 3 5 及びガルバノスキャナユニット 3 2 を制御すれば、ガルバノスキャナユニット 3 2 によるレーザビームの振動のみによってカーフ幅を変化させることができる。従って、加工ヘッド 3 5 の変位を発生させず、過度の慣性振動を抑制して安定した制御系を実現することができる。

【0060】

レーザ加工機 1 0 0 は、ビームスポット B s が位置 B 1 に到達したら、スキャンミラー 3 2 1 及び（または）3 2 3 を即座に最大振幅で振動させてもよいし、振幅を徐々に増大させて所定の時間後に最大振幅となるように振動させてもよい。NC 装置 5 0 は、ビームスポット B s が位置 B 2 に到達したら、スキャンミラー 3 2 1 及び（または）3 2 3 を即座に基準の角度に戻して振動を停止させてもよいし、振幅を徐々に減少させて所定の時間後に基準の角度に戻して振動を停止させてもよい。

【0061】

NC 装置 5 0 は、図 1 1 では図示していないもう一方の突出部 2 0 0 B においても同様に、ガルバノスキャナユニット 3 2 を動作させて、溝 2 0 3 をカーフ幅 K 2 に広げて突出部 2 0 0 B の外周を切断する。

【0062】

図 1 2 に示すフローチャートを用いて、1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機 1 0 0 及びレーザ加工方法による製品製作のための板金 W の切断処理を説明する。図 1 2 では、ピアシング及びアプローチの加工の処理を省略している。

【0063】

図 1 2 において、レーザ加工機 1 0 0 は、板金 W の切断処理を開始すると、ステップ S 1 にて、NC 装置 5 0 による制御に基づき、製品外周の切断を開始する。NC 装置 5 0 は、ステップ S 2 にて、切断位置が加工プログラムで指定された振動開始位置に到達したか否かを判定する。切断位置が振動開始位置に到達していなければ（NO）、NC 装置 5 0 は処理をステップ S 2 に戻す。

【0064】

切断位置が振動開始位置に到達していれば（YES）、NC 装置 5 0 は、ステップ S 3 にて、ガルバノスキャナユニット 3 2 を動作させて、レーザビームの y 方向への振動を開始させる。ステップ S 3 での振動パターンは、図 8 B ～ 図 8 F に示す振動パターンのうちのいずれかの振動パターンでよい。

【0065】

NC 装置 5 0 は、ステップ S 4 にて、切断位置が振動終了位置に到達したか否かを判定する。振動終了位置に到達していなければ（NO）、NC 装置 5 0 は処理をステップ S 3 に戻す。振動終了位置に到達していれば（YES）、NC 装置 5 0 は、ステップ S 5 にて、ガルバノスキャナユニット 3 2 の動作を停止させて、レーザビームの y 方向への振動を終了させる。

【0066】

NC 装置 5 0 は、ステップ S 6 にて、製品外周の切断が完了したか否かを判定する。製品外周の切断が完了していなければ（NO）、NC 装置 5 0 は処理をステップ S 2 に戻す。製品外周の切断が完了していれば（YES）、NC 装置 5 0 は、製品の切断処理を終了させる。

【0067】

以上説明した 1 またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機 1 0 0 及びレーザ加工方法によれば、板金 W より切断した製品 W P の搬送装置 3 0 0 による搬送の失敗を低減することができる。なお、製品 W P の全周囲でレーザビームを y 方向に振動させて、全周囲でカーフ幅を広げることも考えられる。しかしながら、全周囲でカーフ幅を広げると板金 W より

10

20

30

40

50

製品WPを切断するのに要する加工時間が長くなってしまふ。1またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機100及びレーザ加工方法においては、特定の箇所のみカーフ幅を広げるので、加工時間はわずかに長くなるのみである。

【0068】

本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。

【0069】

本願は、2018年3月14日に出願されたドイツ特許出願第10 2018 203 899. 6号に基づく優先権を主張するものであり、その全ての開示内容は引用によりここに援用される。

10

【符号の説明】

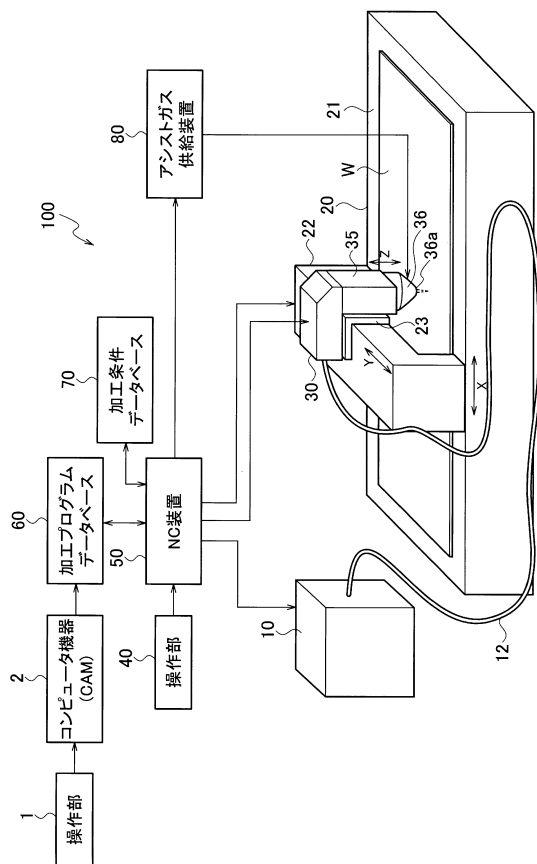
【0070】

- 1, 40 操作部
- 2 コンピュータ機器 (CAM)
- 10 レーザ発振器
- 12 プロセスファイバ
- 20 レーザ加工ユニット
- 30 コリメータユニット
- 31 コリメーションレンズ
- 32 ガルバノスキャナユニット
- 33 ベンドミラー
- 34 集束レンズ
- 35 加工ヘッド
- 36 ノズル
- 36a 開口
- 50 NC装置 (制御装置)
- 60 加工プログラムデータベース
- 70 加工条件データベース
- 80 アシストガス供給装置
- 100 レーザ加工機
- 200, 210, WP 製品
- 300 搬送装置
- 301 吸着パッド (保持部)
- 321, 323 スキャンミラー
- 322, 324 駆動部
- W 板金

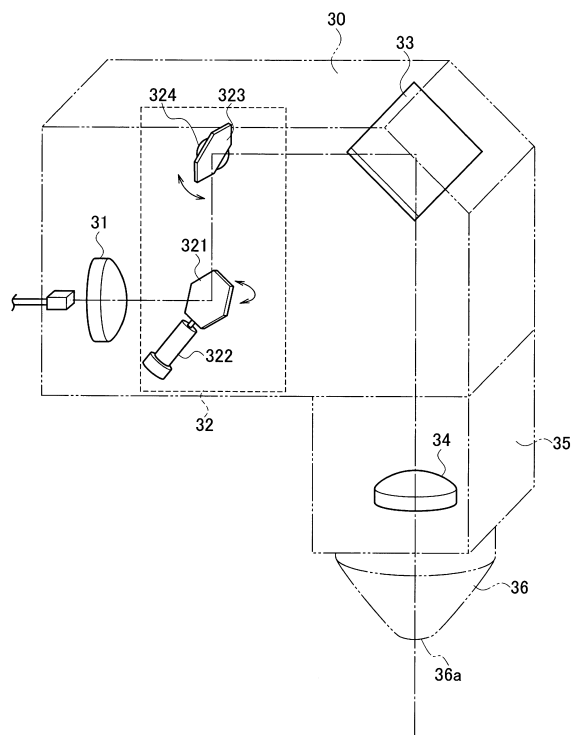
20

30

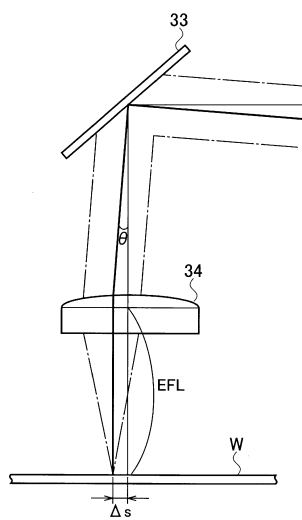
【図 1】



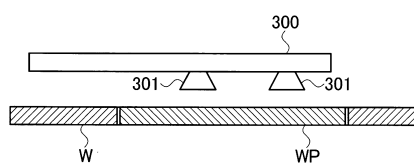
【図 2】



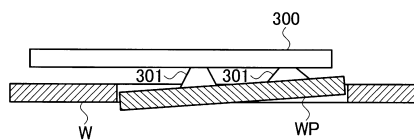
【図 3】



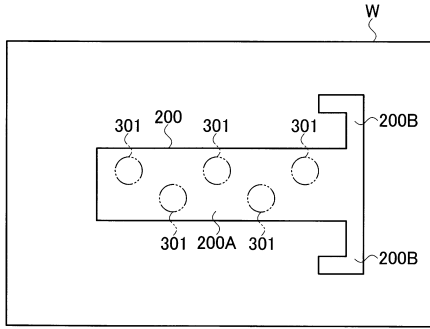
【図 4】



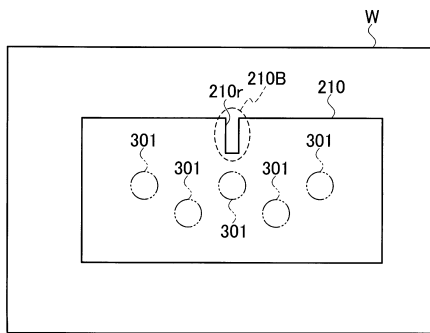
【図 5】



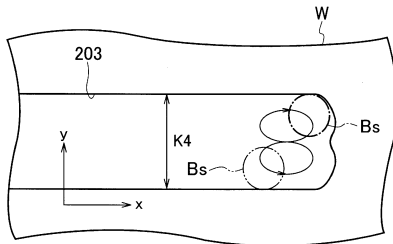
【図 6】



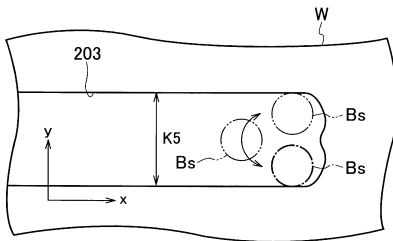
【図 7】



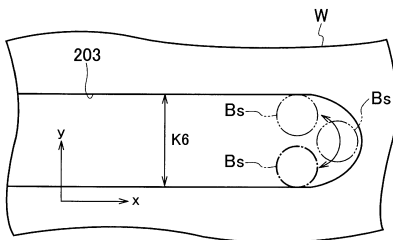
【図 8 D】



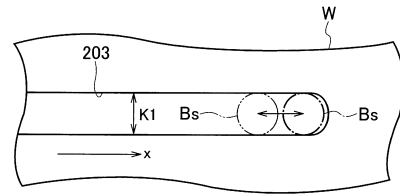
【図 8 E】



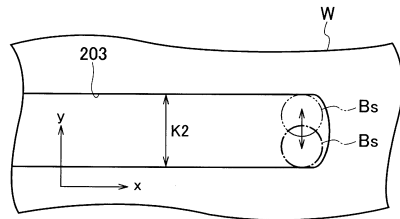
【図 8 F】



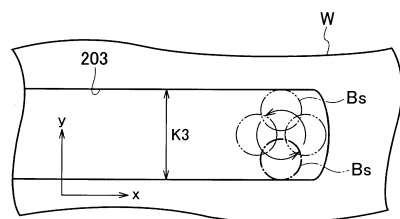
【図 8 A】



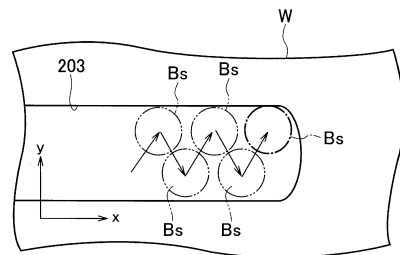
【図 8 B】



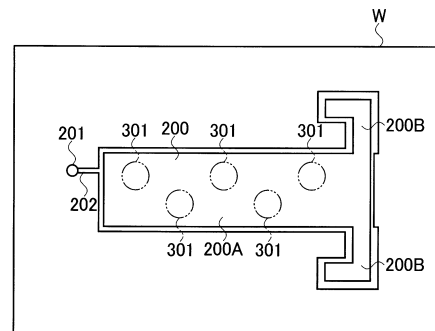
【図 8 C】



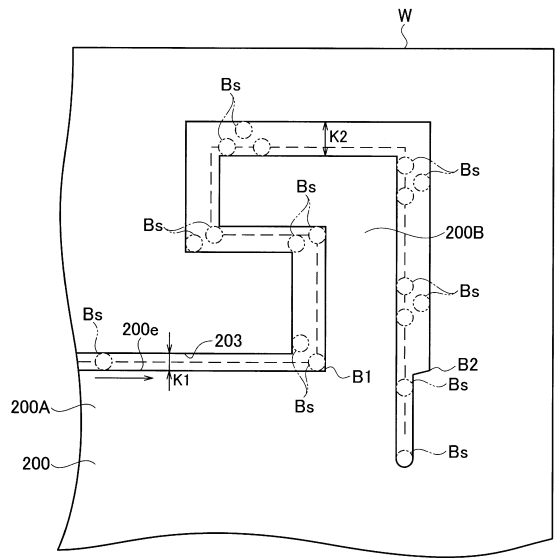
【図 9】



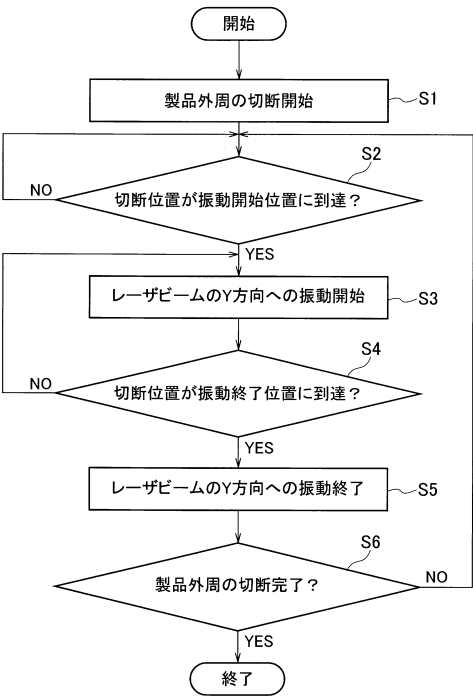
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2015-524355 (JP, A)
特開2013-35056 (JP, A)
特開2005-279730 (JP, A)
特開2017-104891 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/38
B23K 26/082
B23K 26/08