

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5511797号
(P5511797)

(45) 発行日 平成26年6月4日 (2014. 6. 4)

(24) 登録日 平成26年4月4日 (2014. 4. 4)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 26/38 (2014. 01)

B 2 3 K 26/38 3 2 O A

B 2 3 K 26/00 (2014. 01)

B 2 3 K 26/00 N

請求項の数 8 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2011-510830 (P2011-510830)
 (86) (22) 出願日 平成21年5月28日 (2009. 5. 28)
 (65) 公表番号 特表2011-520621 (P2011-520621A)
 (43) 公表日 平成23年7月21日 (2011. 7. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2009/000773
 (87) 国際公開番号 W02009/143836
 (87) 国際公開日 平成21年12月3日 (2009. 12. 3)
 審査請求日 平成24年3月19日 (2012. 3. 19)
 (31) 優先権主張番号 102008027130.6
 (32) 優先日 平成20年5月29日 (2008. 5. 29)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 597159765
 フラウンホーファーゲゼルシャフト ツー
 ル フォルデルング デル アンゲヴァン
 テン フォルシユング エー. フアー.
 ドイツ国, デー-80686 ミュンヘン
 , ハンサンシュトラッセ 27 ツェー
 (74) 代理人 100107364
 弁理士 齊藤 達也
 (72) 発明者 ルトケ マティアス
 ドイツ国 O1309 ドレスデン ヴィ
 ッテンベルク シュトラッセ 57
 (72) 発明者 モルゲンタル ロタール
 ドイツ国 O1187 ドレスデン ギッ
 ターゼーシュトラッセ 7

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ光を用いた被加工物の切断加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザビームを用いた被加工物の切断加工方法であって、

焦点における出力密度が少なくとも $1 \times 10^7 \text{ W} / \text{cm}^2$ であり、除去する材料の吸収力を考慮した供給速度が少なくとも $150 \text{ m} / \text{分}$ 、最大で $1200 \text{ m} / \text{分}$ である、c w モードで動作させたレーザ光の焦点を被加工物の表面に当てて切り口を形成し、切除のみによって材料を除去し、

形成すべき切断輪郭に沿って連続的に材料を除去するために、前記材料表面の同じ位置に複数回にわたって前記レーザ光を当てること、

を特徴とする方法。

10

【請求項 2】

焦点における直径が $100 \mu\text{m}$ 未満となるように前記レーザ光の焦点を絞ること、を特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

少なくとも 2 つの材料を相互に結合させて形成した被加工物を加工し、前記被加工物表面の材料における材料除去のみを行うこと、を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

切断中に複数の小片を形成して、前記加工した被加工物からそれらの小片を取り外すこと、を特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

20

被加工物を形成する少なくとも２つの材料を相互に結合させて材料が連続した状態の被加工物において加工を実施すること、を特徴とする請求項３又は４のいずれか一項に記載の方法。

【請求項６】

それぞれのレーザ光線を吸収する材料と、レーザ光線を吸収しない材料を含む被加工物において加工を実施することにおいて、形成する切り口の領域において前記レーザ光線を吸収する材料のみを除去すること、を特徴とする請求項３から５のうちのいずれか一項に記載の方法。

【請求項７】

少なくとも７００ｍ／分の供給速度を維持すること、を特徴とする請求項１から６のうちのいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項８】

前記レーザ光の断面において外辺縁領域の強度が内辺縁領域の強度よりも高くなるようにプロファイリングを設定すること、を特徴とする請求項１から７のうちのいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、レーザ光を用いた被加工物の切断加工方法に関する。かかる方法は均質材料で形成した被加工物に使用できるだけでなく、複数の材料を含む複合材部品として形成した被加工物にも使用できる。いわゆる「キスカット（kiss cutting）」は、かかる複合材部品に特に好適に使用することができる。

20

【背景技術】

【０００２】

多くの用途において、生産性の高さに加えて品質に関する需要も高い。特に、かかる需要は、対象とするレーザ切断プロセスで形成される切断エッジに関して高い。また、切り口が狭いことが望まれる。切断ガス供給を用いるプロセスは、レーザ光線のエネルギーを用いて材料の溶融を行い、昇圧しながら切り口に切断ガスを誘導して溶融物を取り除くという点で不利であるが、短い加工時間で高い生産性をあげるものである。箔等の可撓性の被加工物の場合には、加工中に切断ガスの影響で変形を生じるおそれがある。この点は、変形を抑制する処理システムを用いることで補うことができるが、それにより加工の速度が遅くなるとともに、特に輪郭の形状が複雑なものについては形成することができないか、形成できても非常に時間がかかる。

30

【０００３】

さらに、切除により材料を取り除くプロセスも知られており、このプロセスでは昇華によって材料を加工対象の被加工物から取り除く。しかし、切除に基づくそれらの周知の技術は除去率が低く、また供給速度が低ければ機能できるというものである。

【０００４】

前述の「キスカット」では、担体材料に取り付けた材料の個々の小片を、切断加工後に担体から取り外せるよう形成しなければならない。このプロセスでは、ペーパー又はポリマー等のセルロースに基づくものを担体として使用することが多い。好ましくは適切な接着剤を用いて異なる材料又は物質同士を結合させ、材料が連続した状態とするが、この結合は再度剥離することもできる。これまでは、その際に穿孔プロセスを使用することが多かった。しかしこの点は、ツールのコスト、最小寸法／最小ウェブ厚の順守、ツールの摩耗の発生、及び薄い箔タイプの被加工物を加工することが困難であること等において、不利である。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

従って本発明の目的は、レーザ光を用いた被加工物の切断加工の加工速度、柔軟性、及

50

び品質を改良することであり、材料の除去は切除のみによって行う。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によれば、かかる目的は請求項1の特徴を備える方法によって達成される。更なる有利な展開と発明の実施の形態は、従属請求項で示す特徴で達成することができる。

【0007】

本発明による方法では、レーザ光の焦点を加工対象の被加工物の表面に合わせ、材料の除去は切除のみによって行う。所望の切断輪郭を形成するものとして知られている技術手段を用いて、レーザ光と被加工物を相対的に移動させる。この点においては、供給速度を増して、より柔軟に所望の輪郭に対応することができるようレーザ光を偏向させることが好ましい。

10

【0008】

加工する際、レーザ光の焦点における最小出力密度は $1 \times 10^7 \text{ W/cm}^2$ 、好適には少なくとも $1 \times 10^8 \text{ W/cm}^2$ 、最小供給速度は 150 m/分 、好適には 200 m/分 、特に好ましくは少なくとも 700 m/分 を、重要な設定値として順守しなければならない。ただし前記最小供給速度は、 1200 m/分 未満、好適には 1000 m/分 未満であるべきである。これにより、除去すべきそれぞれの材料を配慮しながら移動させることができる。そのためには、使用するレーザ光線に対する材料のそれぞれの吸収量を考慮しなければならない。

【0009】

20

切り口における材料の除去を一回のパス (pass) で行って完全な切断/切離を十分に行えないのは、加工における供給速度が高速であるためである。ただし、加工するそれぞれの輪郭を周期的に通過させることにより、この点に対処することができる。例えば、輪郭が円形であれば、被加工物表面の同じ位置が複数回にわたってレーザ光線の影響に連続して晒されるよう、全周囲を複数回移動させることができる。使用するレーザのパルス操作は、供給軸方向をより大きく変更させる必要のある要注意領域 (角部、半径が小さい場合等) を除けば不要であり、1つの切断輪郭又は1つの小片を形成する際にレーザのパルス操作を行うのは多くの場合において不利でさえある。レーザ光を切断する必要があるのは、ある輪郭を切断してからその後に形成する輪郭へと変更する場合のみであり、供給速度の減速は、前掲の要注意範囲においてのみ必要となる。

30

【0010】

実際の供給動作に重ねてレーザ光を追加的に振動動作することが不可欠とは限らない。ただし、それを補助的に使用してもよい。

【0011】

本発明では、レーザ光はcwモードで動作させることが好ましい。

【0012】

その意味で、切断ガスを完全に使用せずに済む。材料の除去において生じる蒸気には、抽出又はガス流の供給によっても対処することができるが、この際のガス流のガス圧及びガス流量は、生じたガスによる吸収を回避する効果を切断ガスが達成する場合よりも、かなり小さいものである。

40

【0013】

レーザ光の焦点は非常に強く集束させなければならず、また光線の質も高質でなければならない。焦点径は $100 \mu\text{m}$ 未満、好ましくは約 $25 \mu\text{m}$ であり、レイリー長は $500 \mu\text{m}$ 未満に維持すべきである。本発明では、ファイバレーザ、ディスクレーザ、あるいは他の固体レーザを好適に使用できる。

【0014】

本発明はキスカットでの使用が特に有利である。適切な接着剤を用いてペーパーウェブ又はポリマー箔ウェブに接着結合した、レーザ光線を吸収する金属を切断して所定の輪郭を有する複数の小片とし、例えば担体を形成するペーパー又はポリマーから個々の小片を取り外すようにすることができる。このプロセスでは金属のみを切断して、切り口領域で

50

揮発させる。担体材料はレーザ光線の影響を受けないか、又はほとんど受けない。詳細には、それぞれの担体の材料が、使用するレーザ光線に対して透明であるか、あるいは吸収の程度が非常に低い場合には、この点は関係がない。従って、本発明によって加工する複合的な被加工物の表面の切り口領域における材料のみを、形成する輪郭に対して除去することができ、これにより担体に結合している小片の取り扱いが改良され、除去も容易に行うことができる。

【 0 0 1 5 】

本発明を使用することで、焦点径の大きさの間隙を切り口領域に有する非常に狭い切り口を形成できる。しかし、加工の設定値と共にそれぞれの供給速度が切り口の幅に影響するようにしてもよく、あるいは一定に保つようにしてもよい。

10

【 0 0 1 6 】

本発明を使用すれば、切断後の方法を用いて様々な形状デザインの複数の個々の部品、又は小片、又は担体上に保持する切断対象の材料の複数の個々の部品又は小片、又はこのように設計した複数の被加工物を、1つの被加工物から得ることができる。変更にも迅速に対応することができ、それには制御プログラムを対応させるだけでよい。切り口が狭いため、材料の利用率が増す。

【 0 0 1 7 】

出力密度は一定のまま、供給速度を変更するだけで、それぞれの材料の除去（除去量）を達成できる。材料表面のそれぞれの位置をレーザ光の影響に晒す回数によって、それぞれの切断深さにも適応できる。この点において、除去する被加工物材料のそれぞれの吸収挙動にも配慮することができる。1070nmのレーザ波長では、スチールを除去する場合よりもアルミニウムを除去する場合の方が高い材料除去性を達成できる。

20

【 0 0 1 8 】

本発明では、加工終了時の作業工程で切断エッジに形成される可能性のあるバリを除去することができ、その際は加工終了時にそれぞれの輪郭にわたってレーザ光を走らせる。このために、また他の用途の場合にも、レーザ光断面の半径方向外辺縁部の強度が内辺縁部の強度よりも高くなるように、レーザ光の強度プロファイリング（打面プロファイル）を行ってもよい。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下において、例示として本発明をより詳細に説明する。

30

【 0 0 2 0 】

0.1mmの厚さを有するスチールで製造した平坦で滑らかな被加工物から、直径6.5mmの100個の円形片を形成するべく、cwモードで動作可能な1kWの開始力を有する固体レーザを使用した。レーザが発するレーザ光線の波長は1070nmとした。レーザ光の偏向には、SCANLAB社から市販されている二次元で有効な2Dスキャンシステムを使用した。焦点長fは160mmに維持した。この際、半径を30μm、出力密度を $1.56 \times 10^8 \text{ W/cm}^2$ にしたところ、焦点におけるレーザ光の断面は707μm²となった。

【 0 0 2 1 】

供給速度を800m/分に保ったところ、かかる円形片を100個形成するのに1.92秒かった。被加工物の厚さが0.05mmの場合には1.17秒を要し、被加工物の厚さが0.2mmの場合には2.55秒を要した。

40

【 0 0 2 2 】

しかし、この方法では純金属の被加工物ではなく複合材料で形成した被加工物も加工することができる。この点に関して、上述のスチールから製造した被加工物を、ポリマー（例えばPET）の可撓性担体上にアクリレートによる接着剤によって結合させ、材料が連続した状態とした。ここで、ポリマー材料は使用するレーザ光線の波長に対して透明である。

【 0 0 2 3 】

50

加工後、切除のみによって材料を除去して小片を取り外せば、それらの小片は被加工物として、あるいは更なる処理を行うための半製品として使用することができる。ただし、金属と担体から形成してこれに円形の開口部を備え、相互に結合させて材料が連続した状態の複合的な被加工物を得ることも可能である。

フロントページの続き

(72)発明者 ヒンマー トーマス

ドイツ国 01307 ドレスデン ヘルテルシュトラッセ 37

(72)発明者 バイエル エックハルト

ドイツ国 01307 ドレスデン アム アルテン バーンダム 52

審査官 田合 弘幸

(56)参考文献 国際公開第2007/088295(WO, A1)

特表平04-502429(JP, A)

特表平05-506408(JP, A)

特表平11-507608(JP, A)

米国特許第06388231(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/00 - 26/70