

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3619493号
(P3619493)

(45) 発行日 平成17年2月9日(2005.2.9)

(24) 登録日 平成16年11月19日(2004.11.19)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 S 3/13

H O 1 S 3/13

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

N

H O 1 S 3/00

H O 1 S 3/00

B

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-386816 (P2001-386816)
 (22) 出願日 平成13年12月19日(2001.12.19)
 (65) 公開番号 特開2003-188446 (P2003-188446A)
 (43) 公開日 平成15年7月4日(2003.7.4)
 審査請求日 平成13年12月19日(2001.12.19)

(73) 特許権者 000002107
 住友重機械工業株式会社
 東京都品川区北品川五丁目9番11号
 (74) 代理人 100080458
 弁理士 高矢 諭
 (74) 代理人 100089015
 弁理士 牧野 剛博
 (74) 代理人 100076129
 弁理士 松山 圭佑
 (72) 発明者 横田 史郎
 神奈川県平塚市久領堤1番15号 住友重
 機械工業株式会社 平塚事業所内

審査官 古田 敦浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工のパルス安定化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

変化する間隔で発生されるレーザパルスを用いて加工する際に、
 各レーザパルスの直前の休止区間に対するデューティ比が同じになるようにしてパルス高さを揃えた後、所定のパルス幅に切出すことを特徴とするレーザ加工のパルス安定化方法。

【請求項2】

前記レーザパルスが、変化する間隔で発生される先頭パルスと、該先頭パルスに続いて所定の同一間隔で発生される後続パルスを含むバースト状パルスである際に、
 前記先頭パルスの直前の休止区間に対するデューティ比が、前記後続パルスの直前の休止区間に対するデューティ比と同じになるように、前記先頭パルスのパルス幅を変えてパルス高さを揃えた後、所定のパルス幅に切出すことを特徴とする請求項1に記載のレーザ加工のパルス安定化方法。

10

【請求項3】

前記レーザパルスが、絶えず変化する間隔で発生される際に、
 各パルスの直前の休止区間に対するデューティ比が同じになるように、各パルスのパルス幅を絶えず変えてパルス高さを揃えた後、所定のパルス幅に切出すことを特徴とする請求項1に記載のレーザ加工のパルス安定化方法。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれかに記載の方法により安定化されたレーザパルスを用いて加工す

20

ることを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の方法により安定化されたレーザパルスを用いて加工することを特徴とするレーザ加工機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ加工のパルス安定化方法に係り、特に、樹脂ダイレクト加工時のバースト加工に用いるのに好適な、変化する間隔で発生されるレーザパルスを用いて加工する際のレーザ加工のパルス安定化方法、これを利用したレーザ加工方法及びレーザ加工機に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

最近のプリント配線基板の小型化や高機能化に伴って小型化した、直径 0.1 mm 以下のスルーホールやビアホールを精度良く形成するために、パルス発振型のレーザビームを用いて、小径の孔を形成するレーザドリルマシンが実用化されている。

【0003】

このレーザドリルマシンのようにレーザにより加工を行なう際、ガルバノスキャナによって照射位置を移動させる方法を採用すると、高速な加工が可能になる。

【0004】

20

図 1 は、一般的なレーザドリルマシンの構成例である。本構成例は、レーザ発振器 20 から照射される、例えばパルス状のレーザ光線 22 から、例えば音響光学素子 (AOM) 24 により切出され、ミラー 26 で反射されたレーザパルス 28 を、所定の方向 (図 1 では紙面に垂直な方向) に走査するための回転ミラー 32 を含む第 1 ガルバノスキャナ 30 と、該第 1 ガルバノスキャナ 30 によって紙面に垂直な方向に走査されたレーザパルスを、前記第 1 ガルバノスキャナ 30 による走査方向と垂直な方向 (図 1 では紙面と平行な方向) に走査するための回転ミラー 36 を含む第 2 ガルバノスキャナ 34 と、前記第 1 及び第 2 ガルバノスキャナ 30、34 により 2 方向に走査されたレーザパルスを、加工対象物 10 の表面に対して垂直な方向に偏向するための f レンズ 38 とを備えている。

【0005】

30

このガルバノスキャナにおいては、第 1 及び第 2 ガルバノスキャナ 30、34 で、レーザパルスを加工対象物 10 の表面内の任意の位置に移動することができる。回転ミラー 32、36 により偏向したレーザパルスは、f レンズ 38 を通過すると、加工対象物 10 の表面に集光する。このため、2つのガルバノスキャナ 30、34 を制御することにより、加工対象物 10 表面の任意の箇所 (加工点) をレーザ加工することが可能となる。

【0006】

基板の穴開け等では、高いスループットが要求されるため、加工対象物 10 を移動させる方法に比べて、レーザパルスを移動させることにより、高速に処理を行なうことが可能な、ガルバノスキャナを用いることが多い。

【0007】

40

又、前記レーザドリルマシンに使用される CO₂ レーザ発振器には、パルス幅と周波数 (デューティ比)、発振時間、発振ショット数等で決まる最大発振可能周波数が存在する。この最大発振可能周波数は、通常、図 2 (A) に示す如く、連続発振を行なった場合で規定されているが、図 2 (B) に示す如く、連続ショットと休止を繰り返す間欠発振の場合には、連続発振の場合より高い周波数まで、発振可能である。例えば、連続発振の上限が 2 kHz である場合、3 ショット連続発振した後、10 ショット分の 500 μs 休止すれば、4 kHz まで、発振できる。

【0008】

実際の加工は、図 3 に示す如く、加工条件によって決まる数ショット (図 3 では 3 ショット) の発振を連続して行なった後、次の加工点へ移動して再度照射を繰り返していく、パ

50

ーラスト状パルスによる加工（バースト加工）を行うことが多い。このバースト加工によれば、レーザ発振器の最大発振周波数以上の設定が可能であり、発振を高速で行なえば、それだけ加工速度を上げることができる。

【0009】

一般的に、ガルバノ移動間隔 d は 1 ~ 3 ミリ秒、レーザ発振間隔 c は 0.2 ~ 0.5 ミリ秒、レーザパルス幅 b は 0.02 ~ 0.2 ミリ秒、切出しパルス幅 a はレーザパルス幅 b より小とされている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、レーザ発振器は、一般的に発振デューティ比によりパルスエネルギー（パルス高さ h ）が変化するという出力特性を持っている。従って、デューティ比が一定、即ち、発振する周波数が一定であれば、パルスエネルギーも一定であるが、ガルバノスキャナを用いたドリル加工の場合、ガルバノスキャナとレーザバーストの周波数が一定で無いことと、ガルバノ周波数が位置決め点（加工点）迄の移動距離に依存するため一定でない。この周波数の変化が、加工エネルギーを不安定にさせる一つの要因であり、常に一定のパルスエネルギーを確保することは難しかった。

10

【0011】

例えば各バースト内でも、レーザ発振間隔 c がガルバノ移動間隔 d に対して短いため、実際に出力されるパルスエネルギーは、図 4 に示す如く変化し、先頭の第 1 パルスのパルスエネルギー h_1 と、後続の第 2、第 3 パルスのパルスエネルギー h_2 が同じにならない場合があった。

20

【0012】

このような問題点は、図 3 に示したようなバースト加工に限らず、1 パルスによって 1 加工点の加工を終了させるため、レーザパルスを、加工点迄の移動時間に合せて絶えず変化する間隔で発生させるサイクル加工においても同様である。

【0013】

本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたもので、レーザ発振器に、発振デューティ比によりパルスエネルギーが変化するという出力特性がある場合でも、簡単にパルスエネルギーを一定に近づけて、安定した加工を可能とすることを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前記従来の問題点を解決するべくなされたもので、変化する間隔で発生されるレーザパルスを用いて加工する際に、各レーザパルスの直前の休止区間に対するデューティ比が同じになるようにしてパルス高さを揃えた後、所定のパルス幅に切出して、前記課題を解決したものである。

30

【0015】

又、前記レーザパルスが、変化する間隔で発生される先頭パルスと、該先頭パルスに続いて所定の同一間隔で発生される後続パルスを含むバースト状パルスである際に、前記先頭パルスの直前の休止区間に対するデューティ比が、前記後続パルスの直前の休止区間に対するデューティ比と同じになるように、前記先頭パルスのパルス幅を変えてパルス高さを揃えた後、所定のパルス幅に切出すようにして、バースト加工を可能としたものである。

40

【0016】

あるいは、前記レーザパルスが、絶えず変化する間隔で発生される際に、各パルスの直前の休止区間に対するデューティ比が同じになるように、各パルスのパルス幅を絶えず変えてパルス高さを揃えた後、所定のパルス幅に切出すようにして、サイクル加工を可能としたものである。

【0017】

本発明は、又、前記の方法により安定化されたレーザパルスを用いて加工することを特徴とするレーザ加工方法を提供するものである。

【0018】

50

又、前記の方法により安定化されたレーザパルスを用いて加工することを特徴とするレーザ加工機を提供するものである。

【0019】

本発明は、レーザ発振器は、一般的に、発振デューティ比によりパルスエネルギー（パルス高さ）が変化するが、デューティ比が一定であれば、パルスエネルギーは同じであるという性質に着目してなされたものである。

【0020】

即ち、図5には、横軸に示すデューティ比（％）（＝パルス幅（ μ 秒）／パルス間隔（ μ 秒）＝パルス幅（ μ 秒） \times 周波数（kHz））と、縦軸に示すピークパワー（kw）（＝パルスエネルギー（mj）／パルス幅（ μ 秒））に相関があり、又、パルス幅を10 μ 秒、20 μ 秒、40 μ 秒、80 μ 秒と変えても、デューティ比が一定であれば、ピークパワーをほぼ同じに保てることが示されている。従って、周波数（パルス間隔）が変わった場合でも、パルス幅を同時に変えてデューティ比を一定に保つことで、ピークパワーを一定に保つことができる。

10

【0021】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0022】

本発明の第1実施形態は、本発明を、レーザパルスが、変化する間隔で発生される先頭の第1パルスと、該先頭パルスに続いて所定の同一間隔で発生される後続の第2、第3パルスを含むバースト状パルスであるバースト加工に適用したもので、図6に示す如く、第1パルスの直前のガルバノ移動間隔dに対するデューティ比（ b_1 / d ）が、後続パルス（例えば第2パルスのデューティ比（ b_2 / c ））と同じになるように、第1パルスのパルス幅 b_1 を変えることで、パルス高さhが第1乃至第3パルスのいずれも同一となるようにしたものである。

20

【0023】

前記レーザパルス幅bの調整は、例えば、図1のAOM24でビームを切出す際のパルス幅bを調整すればよい。

【0024】

なお、図6では後続パルスが第2と第3の2パルスとされていたが、後続パルスの数はこれに限定されず、1パルスあるいは3パルス以上であってもよい。

30

【0025】

次に、バースト加工でなく、1発のパルスによって1加工点の加工が終了し、レーザパルスが、加工点迄の移動時間に合せて絶えず変化する間隔で発生されるサイクル加工に適用した本発明の第2実施形態について説明する。

【0026】

本実施形態では、図7に示す如く、ガルバノスキャナによる位置決め移動時間dが、その移動距離により絶えず d_1 、 d_2 、 $d_3 \dots$ のように変化するので、それぞれのデューティ比が $b_1 / d_1 = b_2 / d_2 = b_3 / d_3 \dots$ となるように、レーザ発振パルス幅を調整することで、パルス高さhを同じにしたものである。

40

【0027】

なお、前記実施形態においては、いずれも、CO₂レーザから発振されるレーザパルスをAOMで切り出す場合に適用していたが、本発明の適用対象はこれに限定されず、他の種類のレーザ発振器から発生されるレーザパルスを他の光学モジュールで切り出す場合にも同様に適用できることは明らかである。又、加工も穴開けに限定されない。

【0028】

【発明の効果】

本発明によれば、発振デューティによりパルスエネルギーが変化するという出力特性を持つレーザ発振機であっても、簡単にパルスエネルギーを一定に近づけて、安定した加工が可能となる。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の適用対象であるレーザドリルマシンの要部構成を示す光路図

【図 2】レーザ発振器の連続発振と間欠発振を比較して示すタイムチャート

【図 3】バースト加工の望ましいパルス波形を示すタイムチャート

【図 4】同じく実際のパルス波形の例を示すタイムチャート

【図 5】本発明の原理を示すためのデューティ比とピークパワーの関係の例を示す線図

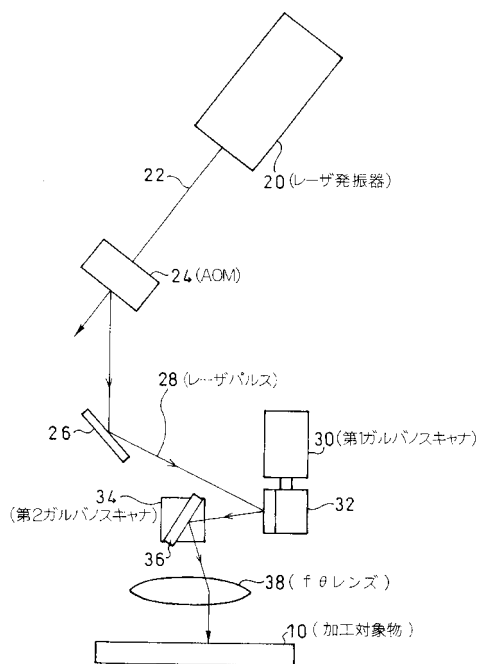
【図 6】バースト加工に適用した本発明の第 1 実施形態におけるパルス波形の例を示すタイムチャート

【図 7】サイクル加工に適用した本発明の第 2 実施形態におけるパルス波形の例を示すタイムチャート

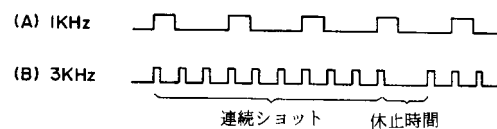
【符号の説明】

- 10 ... 加工対象物
- 24 ... 音響光学素子 (AOM)
- 28 ... レーザパルス
- 30、34 ... ガルバノスキャナ

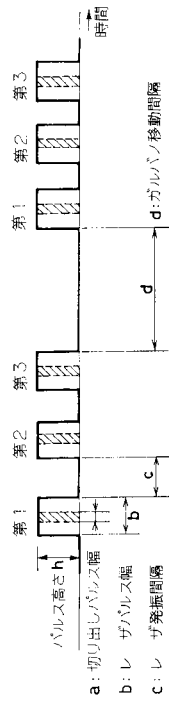
【図 1】



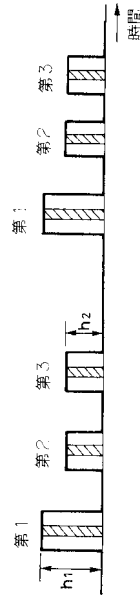
【図 2】



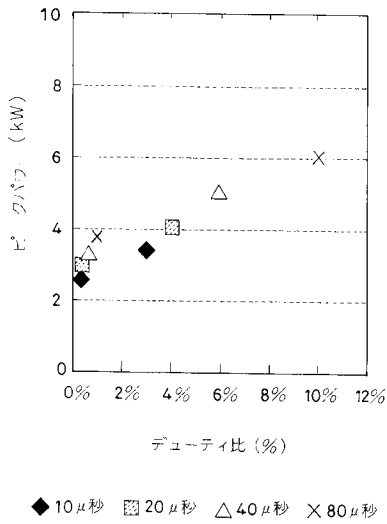
【 図 3 】



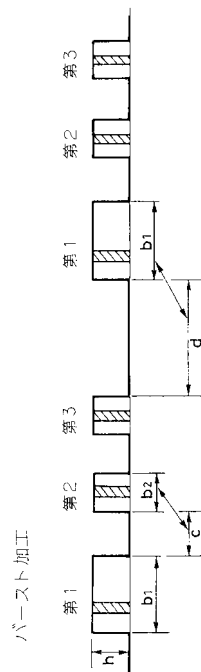
【 図 4 】



【 図 5 】

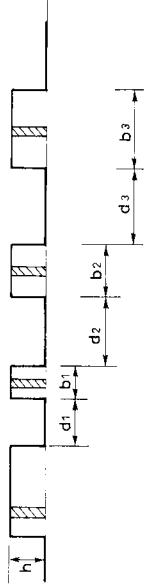


【 図 6 】



【図 7】

サイクル加工



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10 - 190117 (JP, A)
特開平11 - 077343 (JP, A)
特開平10 - 305384 (JP, A)
特開平09 - 214041 (JP, A)
特開平07 - 184981 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01S 3/00-3/30

B23K 26/00