

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4873578号  
(P4873578)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 N
B 2 3 K 26/04 (2006.01)	B 2 3 K 26/04 Z
B 2 3 K 26/06 (2006.01)	B 2 3 K 26/06 Z
B 2 3 K 26/08 (2006.01)	B 2 3 K 26/08 B

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-206229 (P2009-206229)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成21年9月7日(2009.9.7)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-56521 (P2011-56521A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年3月24日(2011.3.24)	(74) 代理人	100091340
審査請求日	平成22年11月15日(2010.11.15)		弁理士 高橋 敬四郎
		(74) 代理人	100105887
			弁理士 来山 幹雄
		(74) 代理人	100141302
			弁理士 鶴飼 伸一
		(72) 発明者	田中 研太
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
		(72) 発明者	石原 裕
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置及び加工条件の決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トリガ信号の受信によって、パルスレーザビームを出射するレーザ光源と、  
加工対象物を保持するステージと、  
前記レーザ光源から出射されるパルスレーザビームの経路内に配置され、前記ステージに保持された加工対象物の表面において、パルスレーザビームの入射位置を移動させる移動指令信号を受けると、パルスレーザビームの入射位置を、指令された移動先まで移動させ、入射位置の移動が完了すると移動完了信号を送出する偏向器と、  
前記レーザ光源から出射されたパルスレーザビームが、前記偏向器に入射する開状態と、前記偏向器に入射しない閉状態とを切り替えるスイッチング素子と、  
前記レーザ光源、前記偏向器、及び前記スイッチング素子を制御する制御装置とを有し、前記制御装置は、  
レーザビームを入射させるべき複数の加工点の位置情報と入射順、及び前記トリガ信号を送出する周波数情報を記憶する記憶部を含み、  
前記レーザ光源に、前記記憶部に記憶されている周波数情報に基づいて、一定の繰り返し周波数でトリガ信号を送出し、  
前記偏向器に、パルスレーザビームの入射位置を、次の加工点まで移動させる移動指令信号を送出し、  
前記偏向器に移動指令信号を送出した後、前記偏向器から移動完了信号を受信するまでは、前記スイッチング素子を閉状態にせず、前記偏向器から移動完了信号を受信した後、

10

20

前記トリガ信号に同期して前記スイッチング素子を開状態に切り替えるレーザ加工装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記偏向器を駆動して複数の前記加工点を加工する間、前記レーザ光源に、前記記憶部に記憶されている周波数情報に基づいて、一定の繰り返し周波数でトリガ信号を送出する請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】

前記制御装置の記憶部は、前記スイッチング素子を開状態にする時間幅を記憶しており、前記制御装置は、前記スイッチング素子を開状態に切り替えた後、前記記憶部に記憶されている時間幅が経過した時点で、前記スイッチング素子を閉状態に戻し、

前記スイッチング素子を閉状態に戻した後、前記偏向器に、パルスレーザビームの入射位置を次の加工点まで移動させる移動指令信号を送出する請求項 1 または 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】

トリガ信号の受信によって、パルスレーザビームを出射するレーザ光源と、

加工対象物を保持するステージと、

前記レーザ光源から出射されるパルスレーザビームの経路内に配置され、前記ステージに保持された加工対象物の表面において、パルスレーザビームの入射位置を示す位置指令信号を受けると、パルスレーザビームの入射位置を、指令された位置まで移動させ、入射位置の移動が完了すると移動完了信号を送出する偏向器と、

前記レーザ光源から出射されるパルスレーザビームの経路内に配置され、前記ステージに保持された加工対象物の表面において、パルスレーザビームの入射位置を移動させる移動指令信号を受けると、パルスレーザビームの入射位置を、指令された移動先まで移動させ、入射位置の移動が完了すると移動完了信号を送出する偏向器と、

前記レーザ光源から出射されたパルスレーザビームが、前記偏向器に入射する開状態と、前記偏向器に入射しない閉状態とを切り替えるスイッチング素子と、

前記レーザ光源、前記偏向器、及び前記スイッチング素子を制御する制御装置とを有し、前記制御装置は、

レーザビームを入射させるべき複数の加工点の位置情報と入射順、及び前記トリガ信号を送出する周波数情報を記憶する記憶部を含み、

前記レーザ光源に、前記記憶部に記憶されている周波数情報に基づいて、一定の繰り返し周波数でトリガ信号を送出し、

前記偏向器に、パルスレーザビームの入射位置を、次の加工点まで移動させる移動指令信号を送出し、

前記偏向器に移動指令信号を送出した後、前記偏向器から移動完了信号を受信するまでは、前記スイッチング素子を開状態にせず、前記偏向器から移動完了信号を受信した後、前記トリガ信号に同期して前記スイッチング素子を開状態に切り替えるレーザ加工装置を用いてレーザ加工を行う際の加工条件を決定する方法であって、

前記トリガ信号の周波数情報が異なり、加工点の位置情報及び入射順は共通である複数の加工条件の各々で、前記偏向器及びスイッチング素子を制御して、パルスレーザビームの入射位置を移動させるとともに、すべての加工点が走査される走査時間を計測する工程と、

前記走査時間に基づいて、前記トリガ信号の好適な周波数を決定する工程とを有する加工条件の決定方法。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記偏向器を駆動して複数の前記加工点を加工する間、前記レーザ光源に、前記記憶部に記憶されている周波数情報に基づいて、一定の繰り返し周波数でトリガ信号を送出する請求項 4 に記載の加工条件の決定方法。

【請求項 6】

前記走査時間を計測する工程において、前記トリガ信号を前記レーザ光源に送出しても、該レーザ光源からパルスレーザビームが出射されない状態で、前記偏向器及びスイッチ

10

20

30

40

50

ング素子を制御する請求項 4 または 5 に記載の加工条件の決定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工対象物において、パルスレーザビームの入射位置を移動させながら複数の加工点のレーザ加工を行うレーザ加工装置及び加工条件の決定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

パルスレーザ発振器から、伝搬光学系、ガルバノスキャナ、及び f レンズを経由して加工対象物にレーザビームを入射させてレーザ加工を行う加工装置の一般的な動作について説明する。1つの加工点にパルスレーザビームを入射させた後、ガルバノスキャナを動作させて、レーザビームの入射位置を次の加工点まで移動させる。ガルバノスキャナの動作完了を待って、パルスレーザ発振器を発振させ、パルスレーザビームを加工点に入射させる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-66300号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

加工対象物上の1つの加工点から次の加工点までの距離は一定ではない。このため、ガルバノスキャナの動作の開始から完了までの時間がばらつく。これにより、パルスレーザ発振器の発振周期もばらつくことになる。発振周期がばらつく、パルスエネルギー、レーザパルスの時間波形、光強度分布等が変動するため、高品質の加工を行うことが困難である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一観点によると、

トリガ信号の受信によって、パルスレーザビームを出射するレーザ光源と、

30

加工対象物を保持するステージと、

前記レーザ光源から出射されるパルスレーザビームの経路内に配置され、前記ステージに保持された加工対象物の表面において、パルスレーザビームの入射位置を移動させる移動指令信号を受けると、パルスレーザビームの入射位置を、指令された移動先まで移動させ、入射位置の移動が完了すると移動完了信号を送出する偏向器と、

前記レーザ光源から出射されたパルスレーザビームが、前記偏向器に入射する開状態と、前記偏向器に入射しない閉状態とを切り替えるスイッチング素子と、

前記レーザ光源、前記偏向器、及び前記スイッチング素子を制御する制御装置とを有し、前記制御装置は、

レーザビームを入射させるべき複数の加工点の位置情報と入射順、及び前記トリガ信号を送出する周波数情報を記憶する記憶部を含み、

40

前記レーザ光源に、前記記憶部に記憶されている周波数情報に基づいて、一定の繰り返し周波数でトリガ信号を送出し、

前記偏向器に、パルスレーザビームの入射位置を、次の加工点まで移動させる移動指令信号を送出し、

前記偏向器に移動指令信号を送出した後、前記偏向器から移動完了信号を受信するまでは、前記スイッチング素子を閉状態にせず、前記偏向器から移動完了信号を受信した後、前記トリガ信号に同期して前記スイッチング素子を閉状態に切り替えるレーザ加工装置が提供される。

【0006】

50

本発明の他の観点によると、

上述のレーザ加工装置を用いてレーザ加工を行う際の加工条件を決定する方法であって

、  
前記トリガ信号の周波数情報が異なり、加工点の位置情報及び入射順は共通である複数の加工条件の各々で、前記偏向器及びスイッチング素子を制御して、パルスレーザビームの入射位置を移動させるとともに、すべての加工点が走査される走査時間を計測する工程と、

前記走査時間に基づいて、前記トリガ信号の好適な周波数を決定する工程とを有する加工条件の決定方法が提供される。

【発明の効果】

10

【0007】

パルスレーザビームを一定の周波数で出射するため、パルスエネルギー、パルスの時間波形、光強度分布等のばらつきを抑制し、加工品質を高めることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施例によるレーザ加工装置の概略図である。

【図2】実施例によるレーザ加工装置を用いて加工を行う際の種々の信号のタイミングチャートである。

【図3】トリガ信号の周波数が異なる2つの場合のタイミングチャートである。

【図4】トリガ信号の周波数と、加工の所要時間との関係の測定結果を示すグラフである

20

。【発明を実施するための形態】

【0009】

図1に、実施例によるレーザ加工装置の概略図を示す。レーザ光源10が制御装置20からトリガ信号sig1を受信すると、パルスレーザビームL1を出射する。トリガ信号sig1はパルス信号であり、トリガ信号sig1の1つのパルスに対して、1つのレーザパルスが出射される。レーザ光源10には、例えばNd:YAGレーザ等の固体レーザが用いられる。

【0010】

レーザ光源10から出射されたパルスレーザビームは、スイッチング素子11、折り返しミラー12、偏向器13、f レンズ14を経由して、XYステージ15に保持された加工対象物30に入射する。スイッチング素子11は、制御装置20から制御信号sig2を受信することにより、開状態と閉状態とを切り替える。開状態のときは、入射したパルスレーザビームを折り返しミラー12に入射させる。すなわち、開状態のときには、レーザビームが加工対象物30に入射する。閉状態のときは、入射したパルスレーザビームをビームダンパ16に入射させる。すなわち、閉状態のときには、パルスレーザビームは加工対象物に入射しない。スイッチング素子11には、音響光学素子(AOM)、音響光学偏向素子(AOD)等を用いることができる。

30

【0011】

f レンズ14は、パルスレーザビームを、加工対象物30の表面に集光させる。パルスレーザビームの経路上にマスクを配置し、マスクを加工対象物30の表面に結像させて加工を行うマスクイメージング法を採用してもよいし、ビームウエストの位置で加工を行う方法を採用してもよい。

40

【0012】

偏向器13は、制御装置20から移動指令信号sig3を受信すると、加工対象物30の表面において、パルスレーザビームの入射位置が移動するように、パルスレーザビームの進行方向を変化させる。パルスレーザビームの入射位置情報は、移動指令信号sig3で与えられる。パルスレーザビームの入射位置の移動が完了すると、偏向器13から制御装置20に移動完了信号sig4が送出される。

【0013】

50

偏向器 13 には、例えば一対の可動ミラーを含むガルバノスキャナを用いることができる。

【0014】

XYステージ 15 は、制御装置 20 から移動指令信号 *sig* 5 を受けて、加工対象物 30 を移動させる。移動が完了すると、XYステージ 15 から制御装置 20 に移動完了信号 *sig* 6 が送出される。レーザ加工時には、加工対象物 30 を静止させた状態で、偏向器 13 を動作させることにより、偏向器 13 で走査可能な範囲内の加工を行う。XYステージ 15 による加工対象物 30 の移動と、偏向器 13 の動作による走査可能な範囲内の加工とを交互に繰り返すことにより、加工対象物 30 の表面の全域を加工することができる。

【0015】

制御装置 20 は、種々の加工条件を記憶する記憶部 20A を含む。記憶部 20A は、加工対象物 30 の表面に画定されている加工点の位置情報（例えば、座標等）、及び加工点の加工順を記憶する。さらに、トリガ信号 *sig* 1 を送出する周波数情報（例えばトリガ信号 *sig* 1 の繰り返し周波数または周期等）を記憶する。また、記憶部 20A は、スイッチング素子 11 を開状態にしておく時間幅を記憶する。

【0016】

図 2 に、レーザ加工のタイミングチャートを示す。上から順番に、レーザ光源 10 から出射されるパルスレーザビーム L1、トリガ信号 *sig* 1、制御信号 *sig* 2、偏向器 13 からの移動完了信号 *sig* 4、偏向器 13 への移動指令信号 *sig* 3、スイッチング素子 11 よりも後方のパルスレーザビーム L2、XYステージ 15 への移動指令信号 *sig* 5、及び XYステージ 15 からの移動完了信号 *sig* 6 を示す。

【0017】

制御信号 *sig* 2 が立ち上がっている状態が、スイッチング素子 11 の開状態に対応する。移動完了信号 *sig* 4 が立ち上がっている状態が、パルスレーザビームの入射位置の移動中に対応し、立ち下がっている状態が、入射位置が整定された状態（ほぼ静止している状態）に対応する。すなわち、移動完了信号 *sig* 4 の立ち下りにより、入射位置の移動完了が通知される。本明細書において、移動完了信号 *sig* 4 を立ち下げる制御を、「移動完了信号 *sig* 4 の送出」という。

【0018】

XYステージ 15 の移動完了信号 *sig* 6 も同様に、立ち上がっている状態が、XYステージ 15 の移動中に対応し、立ち下がっている状態が、整定された状態に対応する。すなわち、移動完了信号 *sig* 6 の立ち下りにより、XYステージ 15 の移動完了が通知される。

【0019】

レーザ加工装置が起動され、オペレータから加工の開始が指示されると、制御装置 20 は、一定周波数でレーザ光源 10 にトリガ信号 *sig* 1 を送出する。オペレータによる加工の開始の指示は、例えば加工開始ボタン等の押下により行われる。レーザ光源 10 は、トリガ信号 *sig* 1 の受信に同期して、パルスレーザビーム L1 を出射する。

【0020】

時刻 *t* 1 において、制御装置 20 から XYステージ 15 に移動指令信号 *sig* 5 が送出される。XYステージ 15 は、移動指令信号 *sig* 5 で指令された位置まで加工対象物 30 を移動させる。

【0021】

時刻 *t* 2 において加工対象物 30 の移動が完了すると、XYステージ 15 は、移動完了信号 *sig* 6 を立ち下げることにより、制御装置 20 に移動完了を通知する。制御装置 20 は、XYステージ 15 から移動完了の通知を受けると、偏向器 13 に、パルスレーザビームの入射位置を最初の加工点まで移動させる移動指令信号 *sig* 3 を送出する。

【0022】

時刻 *t* 3 において、パルスレーザビームの入射位置の移動が完了すると、偏向器 13 は、移動完了信号 *sig* 4 を制御装置 20 に送出する。制御装置 20 は、偏向器 13 からの

10

20

30

40

50

移動完了信号  $s i g 4$  を受信するまでは、スイッチング素子 11 を閉状態のままにしておく。このため、レーザ光源 10 から出射されたパルスレーザビームは、ビームダンパ 16 に入射する。

【0023】

時刻  $t 4$  において、制御装置 20 がトリガ信号  $s i g 1$  を送出する。この時点では、偏向器 13 から移動完了信号  $s i g 4$  を受信しているため、トリガ信号  $s i g 1$  に同期して、スイッチング素子 11 に制御信号  $s i g 2$  を送出し、スイッチング素子 11 を開状態にする。このため、スイッチング素子 11 よりも後方のレーザビームの経路に、パルスレーザビーム  $L 2$  が現れ、加工対象物 30 の加工点に入射する。

【0024】

制御装置 20 は、スイッチング素子 11 を開状態にした時から、記憶部 20 A に記憶されている開状態の時間幅が経過した時点で、制御信号  $s i g 2$  の送出を停止させる。これにより、スイッチング素子 11 が閉状態になる。

【0025】

スイッチング素子 11 を閉状態にした後、制御装置 20 は、偏向器 13 に、次の加工点まで入射位置を移動させる移動指令信号  $s i g 3$  を送出する。偏向器 13 は、パルスレーザビームの入射位置を、指令された加工点まで移動させる。

【0026】

時刻  $t 5$  においてパルスレーザビームの入射位置の移動が完了すると、移動完了信号  $s i g 4$  を制御装置 20 に送出する。この時点で、時刻  $t 4$  に送出したトリガ信号  $s i g 1$  のトリガパルスの次のトリガパルスは送出されていない。

【0027】

時刻  $t 6$  において、トリガ信号  $s i g 1$  の次のトリガパルスが送出される。このとき、偏向器 13 からの移動完了信号  $s i g 4$  を既に受信しているため、トリガ信号  $s i g 1$  に同期して、スイッチング素子 11 に制御信号  $s i g 2$  を送出する。これにより、加工対象物 30 の加工点にパルスレーザビームが入射する。

【0028】

時刻  $t 7$  において、偏向器 13 に移動指令信号  $s i g 3$  が送出され、時刻  $t 9$  において、偏向器 13 から移動完了信号  $s i g 4$  が送出される。時刻  $t 7$  から  $t 9$  までの間の時刻  $t 8$  において、トリガ信号  $s i g 1$  が送出されるが、この時点では制御装置 20 が移動完了信号  $s i g 4$  を受信していないため、スイッチング素子 11 を開状態にする制御信号  $s i g 2$  は送出されない。

【0029】

時刻  $t 9$  よりも後の時刻  $t 10$  において、トリガ信号  $s i g 1$  が送出されると、制御装置 20 は、トリガ信号  $s i g 1$  に同期して、スイッチング素子 11 を開状態にする制御信号  $s i g 2$  を送出する。

【0030】

パルスレーザビームの入射位置の移動と、スイッチング素子 11 を開状態にする制御とを繰り返すことにより、加工対象物 30 の走査可能範囲内のすべての加工点にパルスレーザビームを入射させることができる。走査可能範囲内のすべての加工点の処理が終了すると、時刻  $t 11$  において、XY ステージ 15 に移動指令信号  $s i g 5$  を送出することにより、未加工の領域を走査可能範囲内に移動させる。

【0031】

上記実施例では、偏向器 13 を駆動してパルスレーザビームの入射位置が次の加工点に移動するまでの時間がばらついていても、レーザ光源 10 は一定の周波数でパルスレーザビームを出射している。このため、パルスエネルギー、レーザパルスの時間波形、光強度分布等のばらつきを抑制することができる。その結果、加工品質を高めることができる。

【0032】

上記実施例において、例えば時刻  $t 4$  において、トリガ信号  $s i g 1$  に同期させて制御信号  $s i g 2$  を送出する際に、トリガ信号  $s i g 1$  から一定の遅延時間を設けて制御信号

10

20

30

40

50

$sig\ 2$ を送出してもよい。制御信号  $sig\ 2$  の送出を遅延させると、パルス波形のうち、立ち上がり直後の過渡期の成分を加工対象物 30 に入射させず、光強度が安定した後の成分のみを加工対象物 30 に入射させることができる。同様に、1つのレーザパルスの出射が終了する前に、スイッチング素子 11 を閉状態に戻してもよい。これにより、パルス波形のうち加工に適した部分のみを、加工対象物 30 に入射させることができる。

#### 【0033】

次に、図3A及び図3Bを参照して、パルスレーザビームの繰り返し周波数の好適値について説明する。 $n - 1$ 番目の加工点から $n$ 番目の加工点までの入射位置の移動時間が $M_1$ 、 $n$ 番目の加工点から $n + 1$ 番目の加工点までの入射位置の移動時間が $M_2$ 、 $n + 1$ 番目の加工点から $n + 2$ 番目の加工点までの入射位置の移動時間が $M_3$ と仮定する。

10

#### 【0034】

図3A及び図3Bは、移動完了信号  $sig\ 4$ 、トリガ信号  $sig\ 1$ 、及び制御信号  $sig\ 2$  のタイミングチャートを示す。図3Bは、図3Aよりもトリガ信号  $sig\ 1$  の発振周波数が低い例を示す。

#### 【0035】

図3A及び図3Bに示したいずれの例においても、 $n - 1$ 番目の加工点を加工した直後に、トリガ信号  $sig\ 1$  のトリガパルス  $P_1$  が送出される。図3Aに示した例では、移動完了信号  $sig\ 4$  の立下り時と、2番目のトリガパルス  $P_2$  とが、ほぼ同時刻に発生する。このため、 $n$ 番目の加工点を加工するための制御信号  $sig\ 2$  のパルス  $Q_n$  の送出は、3番目のトリガパルス  $P_3$  まで待たなければならない。

20

#### 【0036】

これに対し、図3Bに示した例では、移動完了信号  $sig\ 4$  の立下り時の直後に、2番目のトリガパルス  $P_2$  が送出される。このため、2番目のトリガパルス  $P_2$  に同期して、 $n$ 番目の加工点を加工するための制御信号  $sig\ 2$  のパルス  $Q_n$  が送出される。

#### 【0037】

また、図3Aに示した例では、5番目のトリガパルス  $P_5$  が送出された直後に、 $n + 1$ 番目の加工点への入射位置への移動が完了する。このため、 $n + 1$ 番目の加工点を加工するための制御信号  $sig\ 2$  のパルス  $Q_{n+1}$  の送出は、6番目のトリガパルス  $P_6$  まで待たなければならない。このように、 $n + 1$ 番目の加工点の加工は、 $n$ 番目の加工点の加工を行ったトリガパルス  $P_3$  から数えて3番目のトリガパルス  $P_6$  に同期する。

30

#### 【0038】

これに対し、図3Bに示した例では、4番目のトリガパルス  $P_4$  が送出される直前に、移動完了信号  $sig\ 4$  が立ち下がっている。このため、トリガパルス  $P_4$  に同期して、 $n + 1$ 番目の加工点の加工を行うための制御信号  $Q_{n+1}$  が送出される。すなわち、 $n + 1$ 番目の加工点の加工は、 $n$ 番目の加工点の加工を行ったトリガパルス  $P_2$  から数えて2番目のトリガパルス  $P_4$  に同期する。

#### 【0039】

$n + 2$ 番目の加工点の加工は、図3A及び図3Bのいずれの例でも、 $n + 1$ 番目の加工を行ったトリガパルスの次のトリガパルスに同期する。

#### 【0040】

40

図3A及び図3Bに示したように、複数の加工点を加工するための所要時間は、トリガ信号  $sig\ 1$  の周波数が高いほど短くなるとは限らない。パルスレーザビームの入射位置の移動時間の分布によって、トリガ信号  $sig\ 1$  の最適な周波数が存在すると考えられる。

#### 【0041】

図4に、実際に約120,000個の加工点が画定された加工対象物の加工を行ったときの、トリガ信号  $sig\ 1$  の周波数と、加工の所要時間との関係を示す。横軸は、トリガ信号  $sig\ 1$  の発振周波数を単位「Hz」で表し、縦軸は、加工の所要時間を単位「秒」で表す。トリガ信号  $sig\ 1$  の発振周波数が1000Hzから2000Hzまでの範囲内では、発振周波数が1500Hzのときに、加工時間が最も短くなることがわかる。この

50

加工対象物を加工する際には、トリガ信号  $s i g 1$  の発振周波数を  $2000 H z$  にするよりも、 $1500 H z$  にした方が、所要時間を短くすることができる。

【0042】

加工の所要時間が最も短くなる発振周波数は、加工対象物の加工点の分布によって異なる。以下、好適な発振周波数を決定する方法について説明する。

【0043】

制御装置 20 の記憶部 20 A に記憶されるトリガ信号  $s i g 1$  の周波数情報が異なり、加工点の位置情報及び入射順は共通である複数の加工条件の各々を用いて、偏向器 13 及びスイッチング素子 11 を制御する。これにより、パルスレーザビームの入射位置が、複数の加工点に順番に移動する。このとき、すべての加工点が走査される走査時間を計測する。

10

【0044】

実際に計測された走査時間に基づいて、トリガ信号  $s i g 1$  の好適な発振周波数を決定する。例えば、走査時間が最も短くなった発信周波数を、好適な発信周波数とする。

【0045】

発振周波数の好適値を決定するために、偏向器 13 及びスイッチング素子 11 を制御するときには、レーザ光源 10 から実際にパルスレーザビームを出射させる必要はない。例えば、レーザ光源 10 の電源をオフにしておき、レーザ光源 10 からパルスレーザビームが出射されない状態で、上述の評価を行うことが可能である。

【0046】

20

上記実施例では、1本のレーザビームで加工を行う場合を示したが、レーザ光源から出射されたレーザビームを複数本に分岐させて、複数のレーザビームを用いて加工を行う場合にも、上記実施例を適用することが可能である。例えば、図1に示したスイッチング素子 11 は、ビームダンパ 16 に入射させる経路以外に2本の経路に、選択的にレーザビームを伝搬させることができる。このとき、スイッチング素子 11 は、第1の経路にパルスレーザビームを伝搬させる第1の開状態、第2の経路にパルスレーザビームを伝搬させる第2の開状態、及びビームダンパにパルスレーザビームを入射させる閉状態のいずれかをとる。

【0047】

2本の経路の各々に、図1に示した偏向器 13 及び  $f$  レンズ 14 が配置される。2本のレーザビームの経路、それぞれ加工対象物 30 が配置される。XYステージ 15 は、2本の経路で共用してもよいし、経路ごとにXYステージを配置してもよい。

30

【0048】

2本の経路でそれぞれ加工される加工対象物の加工点の分布及び加工順が同一であれば、2つの偏向器 13 からほぼ同時に移動完了信号  $s i g 4$  が制御装置 20 に送出される。制御装置 20 は、2つの偏向器 13 の両方から移動完了信号  $s i g 4$  を受信した後、スイッチング素子 11 を、トリガパルスに同期させて第1の開状態にし、次のトリガパルスに同期させて第2の開状態にすればよい。

【0049】

2本の経路でそれぞれ加工される加工対象物の加工点の分布が異なる場合には、2つの偏向器 13 から移動完了信号  $s i g 4$  が送出される時期は相互にずれる。この場合には、一方の偏向器 13 のみから移動完了信号  $s i g 4$  を受信した状態で、移動完了信号  $s i g 4$  を受信した方の経路にパルスレーザビームが伝搬するように、スイッチング素子 11 を制御してもよい。

40

【0050】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【符号の説明】

【0051】

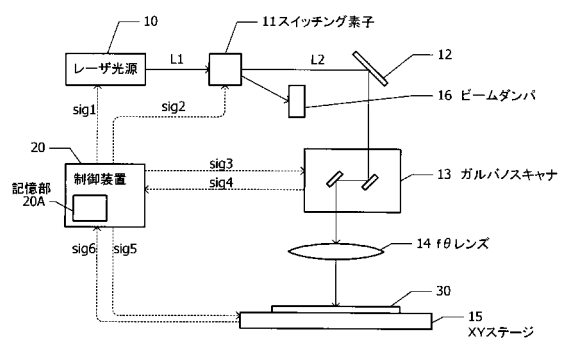
10 レーザ光源

50

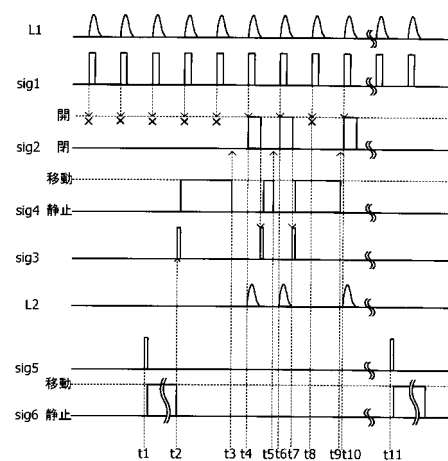
- 1 1 スイッチング素子
- 1 2 折り返しミラー
- 1 3 偏向器
- 1 4 f レンズ
- 1 5 X Y ステージ
- 1 6 ビームダンパ
- 2 0 制御装置
- 2 0 A 記憶部
- s i g 1 トリガ信号
- s i g 2 制御信号
- s i g 3 移動指令信号
- s i g 4 移動完了信号
- s i g 5 移動指令信号
- s i g 6 移動完了信号

10

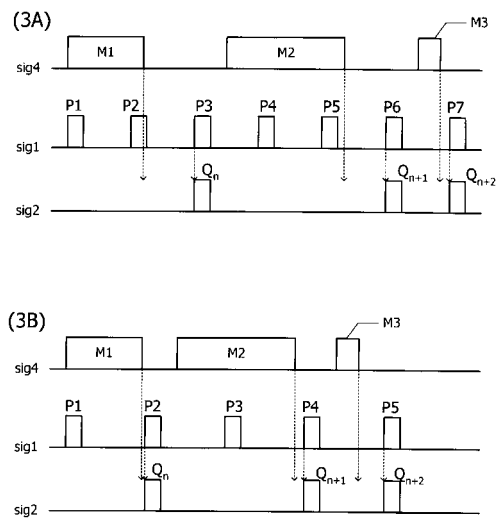
【図 1】



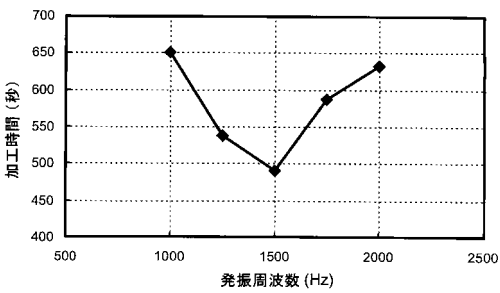
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

審査官 松本 公一

(56)参考文献 特開2009-056474(JP,A)  
特開2007-283345(JP,A)  
特開2005-262219(JP,A)  
特開2002-283074(JP,A)  
特開2004-066300(JP,A)  
特開2004-050296(JP,A)  
特開2007-235117(JP,A)  
特開2008-036697(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B23K 26/00 - 26/42