

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11)特許出願公開番号

特開2004-342965

(P2004-342965A)

(43) 公開日 平成16年12月2日(2004.12.2)

(51) Int.Cl.⁷

HO 1 S 3/131

// B23K 26/08

F I

HO 1 S 3/131

B 2 3 K 26/08

テーマコード (参考)

4E068

5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-140146 (P2003-140146)

(22) 出願日 平成15年5月19日 (2003. 5. 19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄

(74) 代理人 100103355

弁理士 坂口 智康

(74) 代理人 100109667

弁理士 内藤 浩樹

(72) 発明者 山本 敦樹

大阪府豊中市稲津町3丁目1番1号 松下
産業機器株式会社内

(72) 発明者 尾松 英文

大阪府豊中市稲津町3丁目1番1号 松下
産業機器株式会社内

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 レーザ発振装置およびレーザ加工機

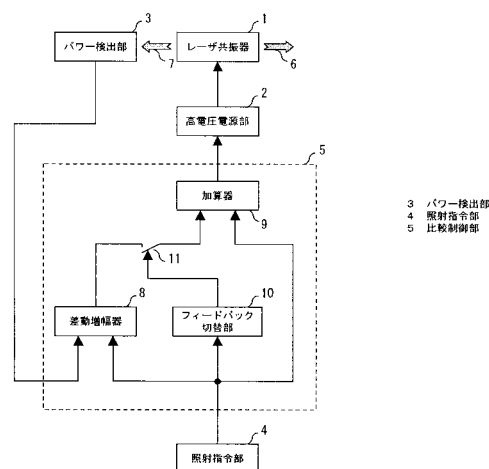
(57) 【要約】

【課題】安定した出力レーザ光を出力するレーザ発振装置および安定した加工が可能なレーザ加工機を比較的安価に、かつ汎用的に提供する。

【解決手段】比較制御部 5 では、照射指令部 4 よりの所定レーザ光の出力指令値とパワー検出部 3 の出力電圧から差動増幅器 8 により偏差信号を得た後に、加算器 9 で偏差信号と出力指令値を加算し、出力される。

ただし、比例制御部 5 のフィードバック切替部 10 は照射指令部 4 よりの出力指令値のパワー成分が予め設定された値より低い場合に、前記差動増幅器 8 と前記加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を開となしフィードバック制御を無効とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザ光の出力指令値を出力する照射指令部と、レーザ光の出力パワーを出力パワー検出値として検出するパワー検出部と、前記出力指令値と前記パワー検出値を比較する比較制御部とを有し、前記比較制御部は比較結果により前記レーザ光の出力のフィードバック制御の有無を制御するレーザ発振装置。

【請求項 2】

照射指令部からの出力指令値がレーザ出力のパワー指令値である請求項 1 記載のレーザ発振装置。

【請求項 3】

照射指令部からの出力指令値がレーザ出力のパルス周波数成分である請求項 1 記載のレーザ発振装置。

【請求項 4】

照射指令部からの出力指令値がレーザ出力のパルスデューティ成分である請求項 1 記載のレーザ発振装置。

【請求項 5】

加工ワークを乗せる加工テーブルと、前記加工テーブルとレーザ加工トーチの少なくとも一方を移動する駆動手段と、前記駆動手段を制御する数値制御装置と、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のレーザ発振装置とを備えたレーザ加工機。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明はレーザ発振装置およびレーザ加工機に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

近年、レーザ発振装置およびレーザ加工機は加工対象物を非接触でかつ熱影響が少なく加工できるという特徴から多様な材質や形状の切断や溶接等に実用され、精密化及び高速化の要望は日々増加の一途にある。

【0003】

以下、図を用いて説明する。

【0004】

図 3 は従来のレーザ発振装置を示しており、101 はレーザ共振器で、レーザ媒質を励起して出力レーザ光 106 を出力すると共に検出レーザ光 107 をパワー検出部 103 に出力する。102 は高電圧電源部で、加算器 109 からの出力を受け高電圧をレーザ共振器 101 に出力する。パワー検出部 103 から出力レーザ光 106 に比例した電圧が差動増幅器 108 に出力される。

【0005】

105 は比較制御部で、差動増幅器 108 と加算器 109 とから構成される。差動増幅器 108 は照射指令部 104 からの出力指令値とパワー検出部 103 からの電圧を入力し、加算器 109 に出力する。加算器 109 は照射指令部 104 と差動増幅器 108 とからの出力を入力し、高電圧電源部 102 に出力する。

【0006】

以上のように構成されたレーザ発振装置について、その動作を説明する。

【0007】

レーザ共振器 101 に高電圧電源部 102 より高電圧を印加することによりレーザ媒質を励起し、レーザ共振器 101 の出力鏡より、出力レーザ光 106 が照射される。

【0008】

一方、レーザ共振器 101 の終端鏡にはレーザ光の約 1 % 前後を透過する性質を有する部分透過鏡が取り付けられており、出力レーザ光 106 に比例した検出レーザ光 107 が取り出される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

検出レーザ光 1 0 7 はパワー検出部 1 0 3 の入力に取りつけられた積分器に入射し拡散後に、サーモパイルからなるパワー検出器により出力レーザ光 1 0 6 に比例した電圧に変換され、パワー検出部 1 0 3 から比較制御部 1 0 5 に出力される。

【 0 0 1 0 】

比較制御部 1 0 5 では、照射指令部 1 0 4 よりの所定レーザ光の出力指令値とパワー検出部 1 0 3 の出力電圧が差動増幅器 1 0 8 に入力されて偏差信号を得た後に、加算器 1 0 9 で差動増幅器 1 0 8 からの偏差信号と照射指令部 1 0 4 からの出力指令値とが加算され、高電圧電源部 1 0 2 に出力される。

【 0 0 1 1 】

この比較制御部 1 0 5 の出力信号により、高電圧電源 1 0 2 の出力電圧あるいは出力電流を制御することによりレーザ共振器 1 0 1 を制御して、出力レーザ光 1 0 6 の出力パワーをほぼ一定に保つ（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】

特開 2 0 0 2 - 2 3 7 6 3 8 号公報

【 0 0 1 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、従来のレーザ発振装置は、パワー検出部 1 0 3 の応答時間が数 m s と遅いため、比較制御部 1 0 5 のフィードバック制御応答速度が制約され、照射指令部 1 0 4 よりの出力指令値の変化速度がフィードバック制御応答速度を超える場合には、比較制御部 1 0 5 の出力信号にオーバーシュートやハンチングが発生し、出力レーザ光 1 0 6 の出力パワーの安定性を数十 m s から数百 m s の期間、低下させるという課題を有していた。

【 0 0 1 4 】

そして近年の精密加工及び高速加工においては、出力レーザ光 1 0 6 の出力パワーの安定性が数十 m s から数百 m s の期間、低下する現象が無視できなくなっている。

【 0 0 1 5 】

なお、従来においては、応答時間が数 μ s と高速なパワー検出部もあるが、高速応答のパワー検出部は一般的に高価でレーザ発振装置およびレーザ加工機への応用には実用的ではない。

【 0 0 1 6 】

本発明は、安定した出力レーザ光を出力するレーザ発振装置および安定した加工が可能なレーザ加工機を比較的安価に、かつ汎用的に提供することを目的とする。

【 0 0 1 7 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するために、本発明のレーザ発振装置は、レーザ光の出力指令値を出力する照射指令部と、レーザ光の出力パワーを出力パワー検出値として検出するパワー検出部と、前記出力指令値と前記パワー検出値を比較する比較制御部とを有し、前記比較制御部は比較結果により前記レーザ光の出力のフィードバック制御の有無を制御するもので、この構成により安定した出力レーザ光を出力することができる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明のレーザ加工機は、加工ワークを乗せる加工テーブルと、前記加工テーブルとレーザ加工トーチの少なくとも一方を移動する駆動手段と、前記駆動手段を制御する数値制御装置と、上記のレーザ発振装置とを備えたもので、この構成により安定した加工が可能となる。

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

（実施の形態 1）

図 1 において、1 はレーザ共振器で、レーザ媒質を励起して出力レーザ光 6 を出力すると共に検出レーザ光 7 をパワー検出部 3 に出力する。2 は高電圧電源部で、加算器 9 からの

10

20

30

40

50

出力を受け高電圧をレーザ共振器 1 に出力する。パワー検出部 3 から出力レーザ光 6 に比例した電圧が差動増幅器 8 に出力される。

【 0 0 2 0 】

5 は比較制御部で、差動増幅器 8 , 加算器 1 0 9 , フィードバック切替部 1 0 およびスイッチ 1 1 から構成される。差動増幅器 8 は、照射指令部 4 からの出力指令値とパワー検出部 3 からの電圧を入力し、スイッチ 1 1 を経て加算器 9 に出力する。また、フィードバック切替部 1 0 は、照射指令部 4 からの出力指令値を入力し、設定値によりスイッチ 1 1 の開閉を制御する。加算器 9 は照射指令部 4 と差動増幅器 8 とからの出力を入力し、高電圧電源部 2 に出力する。

【 0 0 2 1 】

以上のように構成されたレーザ発振装置について、その動作を説明する。

【 0 0 2 2 】

レーザ共振器 1 は高電圧電源部 2 より高電圧を印加されることによりレーザ媒質を励起し、レーザ共振器 1 の出力鏡より、出力レーザ光 6 が照射される。

【 0 0 2 3 】

一方、レーザ共振器 1 の終端鏡にはレーザ光の約 1 % 前後を透過する性質を有する部分透過鏡が取り付けられており、出力レーザ光 6 に比例した検出レーザ光 7 が取り出される。

【 0 0 2 4 】

パワー検出部 3 は、例えばサーモパイルからなる微少パワー検出器などで構成されていて、図示しない積分球の出力ポートからのレーザ光に比例した電圧を出力する。

【 0 0 2 5 】

検出レーザ光 7 はパワー検出部 3 に入力し、レーザ光に比例した電圧に変換されて出力する。

【 0 0 2 6 】

比較制御部 5 では、照射指令部 4 よりの所定レーザ光の出力指令値とパワー検出部 3 の出力電圧から差動増幅器 8 により偏差信号を得た後に、加算器 9 で偏差信号と出力指令値を加算し、出力される。

【 0 0 2 7 】

ここで、比例制御部 5 の一部を構成するフィードバック切替部 1 0 は、入力した照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値が、予め設定された値以上の場合に、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 1 1 を閉となしフィードバック制御を有効とする。

【 0 0 2 8 】

また、フィードバック切替部 1 0 は、入力した照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値が、予め設定された値未満の場合に、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 1 1 を開となしフィードバック制御を無効とする。

【 0 0 2 9 】

この理由として、出力レーザ光 6 の出力パワーを大きくする場合、レーザ媒質を励起するための注入エネルギーを増加させるが、ガスレーザなどの放電励起では注入エネルギーが増加すると放電が不安定となり、レーザ光 6 の出力パワー安定化のためフィードバック制御を必要とするためである。そして、出力パワーが大きい場合、比較制御部 5 の出力信号に発生するオーバーシュートやハンチングは、出力パワーに比較すると小さく無視できるため、出力レーザ光 6 の出力パワーの安定性を損なうことはない。

【 0 0 3 0 】

また、出力レーザ光 6 の出力パワーが小さい場合、励起のための注入エネルギーが小さいため、ガスレーザなどの放電励起でも放電が安定しており、フィードバック制御を無効としても、ほぼ安定した出力レーザ光 6 の出力パワーが得られる。

【 0 0 3 1 】

この比較制御部 5 の出力信号により、高電圧電源 2 の出力電圧あるいは出力電流を制御して、出力レーザ光 6 の出力パワーをほぼ一定に保持する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

なお、前記はガスレーザを例に説明したが、適切であれば Y A G レーザなどいかなる発振器を用いても良い。

【 0 0 3 3 】

また、上記では、フィードバック切替部 10 は、入力した照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値が、予め設定された値以上の場合にフィードバック制御を有効にして、設定された値未満の場合にフィードバック制御を無効にすることを説明したが、種々の状況で、入力した照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値が、予め設定された値を超えた場合にフィードバック制御を有効にして、設定された値以下の場合にフィードバック制御を無効にしてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

以上のように、照射指令部 4 からの出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値が、予め設定された値を超えた場合には、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を閉となしフィードバック制御を行い、照射指令部 4 からの出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値が、予め設定された値以下の場合には、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を開となしフィードバック制御を行わないように制御することにより、出力指令値であるレーザ出力のパワー指令値によらず、安定した出力レーザ光を出力することができるのである。

【 0 0 3 5 】

(実施の形態 2)

20

本実施の形態において、実施の形態 1 と同じ構成については同じ符合を付し、その説明を省略する。

【 0 0 3 6 】

次に動作について説明する。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態において、実施の形態 1 と異なる動作は、比例制御部 5 のフィードバック切替部 10 は、照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパルス周波数成分が予め設定された値以下の場合に、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を閉となしフィードバック制御を有効とし、照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパルス周波数成分が予め設定された値より高い場合に、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるス

30

【 0 0 3 8 】

出力レーザ光 6 がパルス出力での加工用途として、出力レーザ光 6 の出力周波数が低い場合は加工ワークの厚みが厚い加工用途に主に使用され加工速度が比較的低く、この場合は出力レーザ光 6 の平均出力パワーの長時間安定性が求められるため、フィードバック制御を有効とする。この理由は、比較制御部 5 の出力信号に発生するオーバーシュートやハンチングの加工結果への影響は加工速度が低い場合無視できるからである。

【 0 0 3 9 】

また、出力レーザ光 6 の出力周波数が高い場合は、加工ワークの厚みが薄い加工用途に主に使用され加工速度は高く、この場合は比較制御部 5 の出力信号に発生するオーバーシュートやハンチングが加工開始の加工面を乱すことがあるため、フィードバック制御を無効として、比較制御部 5 の出力信号に発生するオーバーシュートやハンチングを防止する。

40

【 0 0 4 0 】

以上のように、照射指令部 4 からの出力指令値であるレーザ出力のパルス周波数成分が、予め設定された値以下の場合には、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を閉となしフィードバック制御を行い、照射指令部 4 からの出力指令値であるレーザ出力のパルス周波数成分が、予め設定された値より高い場合には、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を開となしフィードバック制御を行わないように制御することにより、出力指令値であるレーザ出力のパルス周波数成分によらず加工用途に適した、安定した出力レーザ光を出力することができるのである。

50

【 0 0 4 1 】

(実施の形態 3)

本実施の形態において、実施の形態 1 と同じ構成については同じ符合を付し、その説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

次に動作について説明する。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態において、実施の形態 1 と異なる動作は、比例制御部 5 のフィードバック切替部 10 は、照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパルスデューティ成分が予め設定された値以上の場合に、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を閉となしフィードバック制御を有効とし、照射指令部 4 よりの出力指令値であるレーザ出力のパルスデューティ成分が予め設定された値より低い場合に、差動増幅器 8 と加算器 9 の間にあるスイッチ 11 を開となしフィードバック制御を無効とする点である。ここで、パルスデューティ成分が低い状態ということは、出力レーザ光 6 の出力期間が停止期間に比較して短いことを意味する。

10

【 0 0 4 4 】

出力レーザ光 6 がパルス出力での加工用途として、出力レーザ光 6 の出力デューティが高い場合は切断加工や溶接加工に主に使用され加工速度が比較的強く、この場合は出力レーザ光 6 の平均出力パワーの長時間安定性が求められるためフィードバック制御を有効とする。この理由は、比較制御部 5 の出力信号に発生するオーバーシュートやハンチングの加工結果への影響は加工速度が低いため無視できるからである。

20

【 0 0 4 5 】

また、出力レーザ光 6 の出力デューティが低い場合はスクライプ加工などに使用されることがあり、この場合はパルス出力の瞬時のピーク値が一定であることが要求されるため、フィードバック制御を無効として比較制御部 5 の出力信号に発生するオーバーシュートやハンチングを防止するのである。

【 0 0 4 6 】

以上のようにレーザ発振装置を構成することにより、出力指令値であるレーザ出力のパルスデューティ成分によらず加工用途に適した、安定した出力レーザ光を出力することができる。

30

【 0 0 4 7 】

(実施の形態 4)

図 2 において、20 は加工ワーク、21 は加工テーブル、22 はレーザ加工トーチ、23 はサーボモータ、24 はボールネジ、25 は数値制御装置、26 はレーザ発振装置を示す。

【 0 0 4 8 】

以上のように構成されたレーザ加工機について、その動作を説明する。

【 0 0 4 9 】

加工ワーク 20 を加工テーブル 21 に固定する。レーザ加工トーチ 22 は加工ワーク 20 に対し相対的に 3 次元の移動を可能にする 3 軸の駆動手段であるサーボモータ 23 とボールネジ 24 によって数値制御装置 25 より位置を制御される。レーザ発振装置 26 より出力されたレーザ光 28 は全反射ミラー 27 などを経由しレーザ加工トーチ 22 に導かれる。レーザ光 28 はレーザ加工トーチ 22 の集光レンズにより加工ワーク 20 上に集光され切断加工や溶接加工、スクライプ加工などを実現する。

40

【 0 0 5 0 】

レーザ発振装置 25 に、実施の形態 1 ～ 3 によるレーザ発振装置を用いる。

【 0 0 5 1 】

以上のようにレーザ加工機を構成することにより、加工ワーク 20 の材質や、加工方法によらず 1 台のレーザ加工機で安定した加工を行うことができる。

【 0 0 5 2 】

50

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、比例制御部は照射指令部よりの出力指令値のパワー成分によって、フィードバック制御の有無を切り替えることにより、出力指令値のパワー成分によらず、安定した出力レーザー光を出力することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 ～ 3 における構成図

【図 2】同実施の形態 4 における構成図

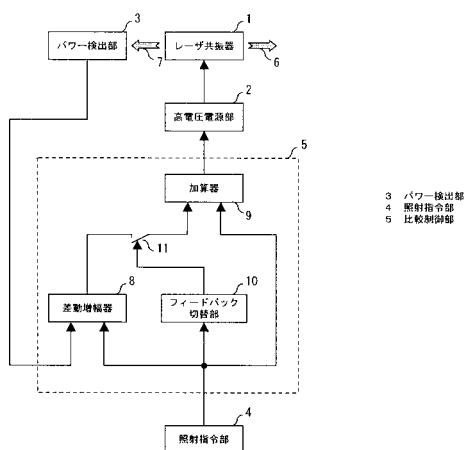
【図 3】従来のレーザ発振装置における構成図

【符号の説明】

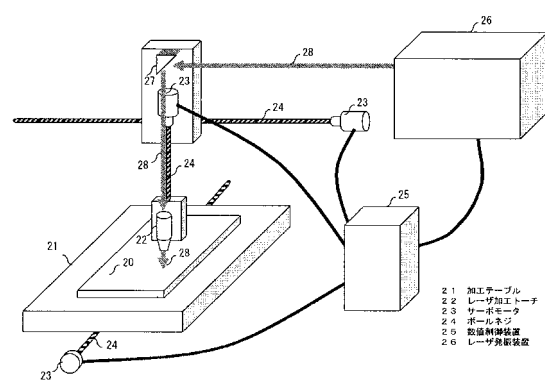
- 3 パワー検出部
- 4 照射指令部
- 5 比例制御部
- 2 1 加工テーブル
- 2 2 レーザ加工トーチ
- 2 3 サーボモータ
- 2 4 ボールネジ
- 2 5 数値制御装置
- 2 6 レーザ発振装置

10

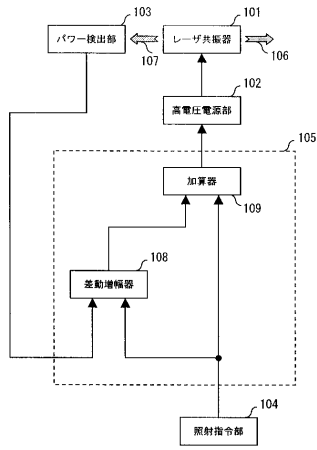
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 江口 聡

大阪府豊中市稲津町3丁目1番1号 松下産業機器株式会社内

Fターム(参考) 4E068 CB03 CE01 CK01

5F072 AA00 AB01 GG09 HH02 HH04 HH06 JJ05 MM09 SS06 YY06