

(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2010-10274

(P2010-10274A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 S 3/131 (2006.01)	H O 1 S 3/131	4 E 0 6 8
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00	5 F 1 7 2
H O 1 S 3/00 (2006.01)	H O 1 S 3/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-165797 (P2008-165797)	(71) 出願人	000161367
(22) 出願日	平成20年6月25日 (2008. 6. 25)		ミヤチテクノス株式会社
			千葉県野田市ニツ塚95番地の3
		(74) 代理人	100081282
			弁理士 中尾 俊輔
		(74) 代理人	100085084
			弁理士 伊藤 高英
		(74) 代理人	100095326
			弁理士 畑中 芳実
		(74) 代理人	100115314
			弁理士 大倉 奈緒子
		(74) 代理人	100117190
			弁理士 玉利 房枝
		(74) 代理人	100120385
			弁理士 鈴木 健之

最終頁に続く

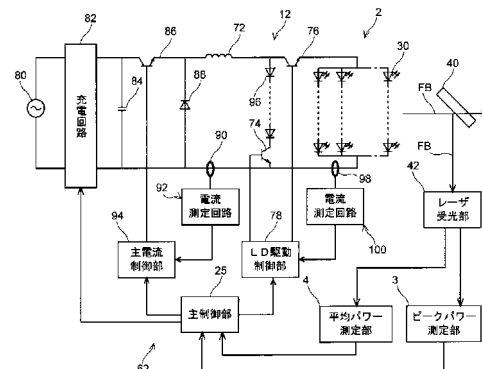
(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 高速なレーザ出力に対応し、かつ、安定した加工特性を得ることができるレーザ加工装置を提供する。

【解決手段】 本発明のレーザ加工装置1は、レーザ受光部42、ピークパワー測定部3、平均パワー測定部4、制御部62を備える。ピークパワー測定部3は、レーザ受光部42から得たレーザ光FBの出力信号に基づいてピークパワー値を測定する。平均パワー測定部4は、レーザ受光部42から得たレーザ光FBの出力信号に基づいて平均パワー値を測定する。制御部62は、ピークパワー値および平均パワー値に基づいてレーザ光FBのピークパワーまたは平均パワーがピークパワー基準値または平均パワー基準値になるように、レーザ光FBの出力を制御する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザ光を出力するレーザ発振器と、

前記レーザ発振器により出力されたレーザ光を受光して出力信号に変換するレーザ受光部と、

前記レーザ受光部から得られた前記出力信号に基づいてピークパワー値を測定するピークパワー測定部と、

前記ピークパワー測定部からフィードバックされた前記ピークパワー値に基づいて、前記レーザ発振器から出力されるレーザ光のピークパワーが予め設定されたピークパワー基準値になるように前記レーザ発振器の出力を制御する制御部と
を備えていることを特徴とするレーザ加工装置。

10

【請求項 2】

前記ピークパワー測定部は、入力電圧と基準電圧とを比較して所定の出力電圧を得るコンパレータ回路を有しており、前記レーザ受光部から得た前記出力信号の電圧変化に応じて変化した前記入力電圧に基づき出力された前記出力電圧を前記ピークパワー値として測定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】

前記基準電圧は、前記ピークパワー測定部から得られた前記出力電圧である
ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

20

【請求項 4】

前記レーザ受光部から得られた前記出力信号に基づいて平均パワー値を測定する平均パワー測定部を備えており、

前記制御部は、前記平均パワー測定部からフィードバックされた前記平均パワー値に基づいて、前記レーザ発振器から出力されるレーザ光の平均パワーが予め設定された平均パワー基準値になるように前記レーザ発振器の出力を制御する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】

前記平均パワー測定部は、2つの異なる入力電圧の差分に基づき出力電圧を得る作動増幅回路を有しており、前記レーザ受光部から得た前記出力信号の電圧変化により変化する前記2つの入力電圧の差分に基づき出力された前記出力電圧を前記平均パワー値として測定する

30

ことを特徴とする請求項 4 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 6】

前記平均パワー測定部は、定電圧源から得られる定電圧を分圧して前記2つの異なる入力電圧を得る抵抗と、前記抵抗に並列に接続されているとともに前記差動増幅回路の2つの入力端子の間に接続されているコンデンサとを有しており、前記レーザ受光部を前記抵抗と直列に接続させることによって前記出力信号の電圧変化を前記2つの入力電圧の差分変化に反映させる

ことを特徴とする請求項 5 に記載のレーザ加工装置。

40

【請求項 7】

前記制御部は、前記ピークパワー値および前記平均パワー値の両値に基づいて、前記レーザ発振器から出力されるレーザ光のピークパワーおよび平均パワーを同時に制御することを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、レーザ加工装置に係り、特に、レーザ発振器から発振したレーザ光の出力を測定してフィードバック制御するフィードバック制御型レーザ加工装置に好適に利用できるレーザ加工装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来のレーザ加工装置は、その一例として、レーザ発振器、レーザ受光部、出力測定部および制御部を主として備えている。

【0003】

レーザ発振器からレーザ光が出力されると、レーザ受光部がレーザ光を受光して出力信号に変換する。この出力信号が出力測定部に送信されると、出力測定部はその出力信号に基づいて出力値をリアルタイムに測定する。出力測定部から得られた出力値が制御部にフィードバックされると、制御部はその出力値が予め設定された設定出力値になるようにレーザ発振器の出力を制御する。これにより、従来のレーザ加工装置は、レーザ光の出力を制御しながら所望のレーザ加工が行えるようになっていた。

10

【0004】

【特許文献1】特開2007-190566号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来のレーザ加工装置においては、レーザ光の出力値をリアルタイムにフィードバック制御するように形成されていたので、パルス発振時間が1 μ s以下の高速なレーザ出力に対してはレーザ出力の変化が速すぎて対応できず、フィードバック制御速度にずれが生じるという問題があった。

20

【0006】

このような問題点に対しては、受光したレーザ光から得た出力信号に基づいて平均パワー値を測定・フィードバックして制御する方法も考えられる。しかし、平均パワー値はレーザ出力のピークパワーと出力時間とに基づいて得られる値であるため、平均パワー値が同一であってもピークパワーが異なってしまう場合が生じてしまう。その結果、平均パワー値のみのフィードバック制御ではレーザ加工装置の加工特性が不安定になってしまうという不都合があった。

【0007】

そこで、本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、高速なレーザ出力に対応し、かつ、安定した加工特性を得ることができるレーザ加工装置を提供することを本発明の目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述した目的を達成するため、本発明のレーザ加工装置は、その第1の態様として、レーザ光を出力するレーザ発振器と、レーザ発振器により出力されたレーザ光を受光して出力信号に変換するレーザ受光部と、レーザ受光部から得られた出力信号に基づいてピークパワー値を測定するピークパワー測定部と、ピークパワー測定部からフィードバックされたピークパワー値に基づいてレーザ発振器から出力されるレーザ光のピークパワーが予め設定されたピークパワー基準値になるようにレーザ発振器の出力を制御する制御部とを備えていることを特徴としている。

40

【0009】

本発明の第1の態様のレーザ加工装置によれば、制御部がレーザ光から得られたピークパワー値に基づいてレーザ発振器の出力をフィードバック制御しているので、フィードバック制御速度にずれが生じることを防止することができる。

【0010】

本発明の第2の態様のレーザ加工装置は、第1の態様のレーザ加工装置において、ピークパワー測定部は、入力電圧と基準電圧とを比較して所定の出力電圧を得るコンパレータ回路を有しており、レーザ受光部から得た出力信号の電圧変化に応じて変化した入力電圧に基づき出力された出力電圧をピークパワー値として測定することを特徴としている。

【0011】

50

本発明の第2の態様のレーザ加工装置によれば、簡単な回路構成によってフィードバック制御速度を向上させることができる。

【0012】

本発明の第3の態様のレーザ加工装置は、第2の態様のレーザ加工装置において、基準電圧は、ピークパワー測定部から得られた出力電圧であることを特徴としている。

【0013】

本発明の第3の態様のレーザ加工装置によれば、フィードバック制御速度の高速化を図ることができる。

【0014】

本発明の第4の態様のレーザ加工装置は、第1から第3のいずれか1の態様のレーザ加工装置において、レーザ受光部から得られた出力信号に基づいて平均パワー値を測定する平均パワー測定部を備えており、制御部は、平均パワー測定部からフィードバックされた平均パワー値に基づいて、レーザ発振器から出力されるレーザ光の平均パワーが予め設定された平均パワー基準値になるようにレーザ発振器の出力を制御することを特徴としている。

10

【0015】

本発明の第4の態様のレーザ加工装置によれば、ピークパワー値だけでなく、平均パワー値も測定することができるので、レーザ光の平均パワーからもレーザ光の出力を制御することができる。

【0016】

20

本発明の第5の態様のレーザ加工装置は、第4の態様のレーザ加工装置において、平均パワー測定部は、2つの異なる入力電圧の差分に基づき出力電圧を得る作動増幅回路を有しており、レーザ受光部から得た出力信号の電圧変化により変化する2つの入力電圧の差分に基づき出力された出力電圧を平均パワー値として測定することを特徴としている。

【0017】

本発明の第5の態様のレーザ加工装置によれば、簡単な回路構成によって平均パワー値を測定することができる。

【0018】

本発明の第6の態様のレーザ加工装置は、第5の態様のレーザ加工装置において、平均パワー測定部は、定電圧源から得られる定電圧を分圧して2つの異なる入力電圧を得る抵抗と、抵抗に並列に接続されているとともに差動増幅回路の2つの入力端子の間に接続されているコンデンサとを有しており、レーザ受光部を抵抗と直列に接続させることによって出力信号の電圧変化を2つの入力電圧の差分変化に反映させることを特徴としている。

30

【0019】

本発明の第6の態様のレーザ加工装置によれば、レーザ光出力のピークパワーが高く、且つレーザ出力の発振速度が高速であっても平均パワー値を確実に測定できる。

【0020】

本発明の第7の態様のレーザ加工装置は、第4から第6のいずれか1の態様のレーザ加工装置において、制御部は、ピークパワー値および平均パワー値の両値に基づいて、レーザ発振器から出力されるレーザ光のピークパワーおよび平均パワーを同時に制御することを特徴としている。

40

【0021】

本発明の第7の態様のレーザ加工装置によれば、ピークパワー値または平均パワー値のいずれか一方の値に基づいてレーザ光の出力を制御するのではなく、ピークパワー値および平均パワー値の両値に基づいてレーザ光の出力を制御するので、フィードバック制御を高速かつ安定的に行うことができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明のレーザ加工装置によれば、レーザ光から得られたピークパワー値に基づいて制御部がレーザ発振器の出力をフィードバック制御することによって、フィードバック制御

50

速度にずれが生じることを防止することができるので、高速なレーザ出力に対応することができるという効果を奏する。

【0023】

また、本発明のレーザ加工装置によれば、ピークパワー値だけでなく、平均パワー値も測定することにより、レーザ光のパルス波形の平均パワーも得ることができるので、安定した加工特性を得ることができるという効果を奏する。

【0024】

さらに、本発明のレーザ加工装置によれば、ピークパワー値および平均パワー値を同時測定してレーザ光のピークパワーおよび平均パワーを同時制御することにより、フィードバック制御を高速かつ安定的に行うことができるので、高速なレーザ出力に対応し、かつ

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明のレーザ加工装置をその一実施形態により説明する。

【0026】

図1は、本実施形態のレーザ加工装置1を示している。本実施形態のレーザ加工装置1は、図1に示すように、レーザ発振部2、レーザ入射部14、ファイバ伝送系16、レーザ出射部18および加工テーブル20を備えている。また、本実施形態のレーザ発振部2は、主として、ファイバレーザ発振器10、レーザ電源部12、レーザ受光部42、ピークパワー測定部3、平均パワー測定部4、制御部62を有している。

20

【0027】

ファイバレーザ発振器10は、発振用の光ファイバ（以下「発振ファイバ」と称する。）22と、この発振ファイバ22の一端面にポンピング用の励起光MBを照射する電気光学励起部24と、発振ファイバ22を介して光学的に相対向する一対の光共振器ミラー26、28とを有している。

【0028】

電気光学励起部24は、レーザダイオード30および集光用の光学レンズ32を有している。レーザダイオード30は、レーザ電源部12からの励起電流によって点灯駆動され、励起用のレーザ光MBを発振出力する。光学レンズ32は、レーザダイオード30からの励起用レーザ光MBを発振ファイバ22の一端面に集光入射させる。レーザダイオード30と光学レンズ32との間に配置される光共振器ミラー26は、レーザダイオード30側から入射した励起用レーザ光MBを透過させ、発振ファイバ22側から入射した発振光線を共振器の光軸上で全反射するように構成されている。

30

【0029】

発振ファイバ22は、図示省略するが、発光元素としてたとえば希土類元素のイオンをドーピングしたコアと、このコアを同軸に取り囲むクラッドとを有しており、コアを活性媒体とし、クラッドを励起光の伝播光路としている。上記のようにして発振ファイバ22の一端面に入射した励起レーザ光MBは、クラッド外周界面の全反射によって閉じ込められながら発振ファイバ22の中を軸方向に伝搬し、その伝搬中にコアを何度も横切ることによってコア中の希土類元素イオンを光励起する。こうして、コアの両端面から軸方向に所定波長の発振光線が放出され、この発振光線が光共振器ミラー26、28の間を何度も行き来して共振増幅され、部分反射ミラーからなる片側の光共振器ミラー28より該所定波長を有するファイバレーザ光FBが取り出される。

40

【0030】

光学レンズ32、34は、発振ファイバ22の端面から放出されてきた発振光線を平行光にコリメートして光共振器ミラー26、28へ通し、光共振器ミラー26、28で反射して戻ってきた発振光線を発振ファイバ22の端面に集光させる。また、発振ファイバ22を通り抜けた励起用レーザ光MBは、光学レンズ34および光共振器ミラー28を透過したのち折り返しミラー36にて側方のレーザ吸収体38に向けて折り返される。光共振器ミラー28より出力されたファイバレーザ光FBは、この折り返しミラー36をまっす

50

ぐ透過し、次いでビームスプリッタ40をってからレーザ入射部14に入る。

【0031】

ビームスプリッタ40は、入射したファイバレーザ光FBの一部（たとえば1%）をレーザ受光部42側へ反射する。レーザ受光部42の正面には、ビームスプリッタ40からの反射により得たファイバレーザ光FBを集光させる集光レンズ44が配置されていてもよい。

【0032】

レーザ入射部14に入ったファイバレーザ光FBは、最初にベントミラー46で所定方向に折り返され、次いで入射ユニット48内で集光レンズ50により集光されてファイバ伝送系16の伝送用光ファイバ（以下「伝送ファイバ」と称する。）52の一端面に入射する。伝送用光ファイバ52は、たとえばSI（ステップインデックス）形ファイバからなり、入射ユニット48内で入射したファイバレーザ光FBをレーザ出射部18の出射ユニット54まで伝送する。

【0033】

出射ユニット54は、伝送ファイバ52の終端面より出たファイバレーザ光FBを平行光にコリメートするコリメートレンズ56と、平行光のファイバレーザ光FBを所定の焦点位置に集光させる集光レンズ58とを有しており、加工テーブル20に載置されている被加工物60の加工点Wにファイバレーザ光FBを集光照射する。

【0034】

図2は、本実施形態のファイバレーザ発振器10に設けられているレーザダイオード30の周辺の構成各部の接続状態を示している。本実施形態のレーザ発振部2は、主として、レーザダイオード30を有するファイバレーザ発振器10、レーザ電源部12、レーザ受光部42、ピークパワー測定部3、平均パワー測定部4、制御部62を有している。

【0035】

レーザ電源部12は、レーザダイオード30に対して励起光MBを発光させるとともに最終的にファイバレーザ光FBの出力源となる主電流を供給する回路であり、商用交流電源80、充電回路82、コンデンサ84、フライホイール・ダイオード88、インダクタンスコイル72および電圧降下用ダイオード96を有している。また、レーザ電源部12は、第1のスイッチング素子74、第2のスイッチング素子76および第3のスイッチング素子86を有している。

【0036】

充電回路82は、商用交流電源80から商用交流を直流に変換してコンデンサ84を設定電圧まで充電する回路であり、商用交流電源80に接続されている。コンデンサ84は、レーザダイオード30の駆動電力となる充電電荷（静電エネルギー）を蓄積するものであり、充電回路82に並列に接続されている。フライホイール・ダイオード88は、第3のスイッチング素子86が一時的にオフしている間もレーザダイオード30に主電流を還流して流し続けるためのものであり、第3のスイッチング素子86を介してコンデンサ84に並列に接続されている。インダクタンスコイル72は、主電流の電流値に応じてレーザダイオード30の駆動電力を電磁エネルギーとして蓄積するものであり、第2のスイッチング素子76と第3のスイッチング素子86との間に直列に接続されている。電圧降下用ダイオード96は充電回路82およびレーザダイオード30と並列に接続されている。電圧降下用ダイオード96の接続方法および配設個数は、レーザダイオード30の接続方法および配設個数と同一または近似していることが好ましい。

【0037】

第1のスイッチング素子74は、電圧降下用ダイオード96と直列に接続されており、かつ、レーザダイオード30と並列に接続されている。第2のスイッチング素子76は、電圧降下用ダイオード96と並列に接続されており、かつ、レーザダイオード30と直列に接続されている。第3のスイッチング素子86は、充電回路82とインダクタンスコイル72との間に直列に接続されており、かつ、レーザダイオード30および電圧降下用ダイオード96とも直列に接続されている。第1のスイッチング素子74、第2のスイッチ

ング素子 76 および第 3 のスイッチング素子 86 としては、電界効果トランジスタ (FET) が選択されている。

【0038】

レーザ受光部 42 としては、フォトダイオードが用いられている。このレーザ受光部 42 は、ピークパワー測定部 3 および平均パワー測定部 4 に接続されている。

【0039】

ピークパワー測定部 3 は、レーザ受光部 42 から得られた出力信号に基づいてピークパワー値を測定する回路が用いられている。また、このピークパワー測定部 3 は、主制御部 25 に接続されている。

【0040】

平均パワー測定部 4 は、レーザ受光部 42 から得られた出力信号に基づいて平均パワー値を測定する回路が用いられている。また、この平均パワー測定部 4 は、ピークパワー測定部 3 と同様、主制御部 25 に接続されている。

【0041】

図 3 は、レーザ受光部 42、ピークパワー測定部 3 および平均パワー測定部 4 の接続状態を具体的に示している。

【0042】

レーザ受光部 42 は、定電位源 5 とグランド電極 8 との間に直列に接続された 2 つの分圧用抵抗 6、7 の間に接続されている。レーザ受光部 42 のアノードはピークパワー測定部 3 に直列に接続されており、そのカソードは平均パワー測定部 4 に直列に接続されている。

【0043】

本実施形態のピークパワー測定部 3 としては、コンパレータ回路 3op、ダイオード 3d およびローパスフィルタ 3L が用いられている。コンパレータ回路 3op とは、オペアンプの非反転入力端子に印加された入力電圧と反転入力端子に印加された基準電圧とを比較して所定の出力電圧を得る回路である。ここで、コンパレータ回路 3op の反転入力端子と出力端子にアノードが接続されているダイオード 3d のカソードとの間には負帰還ループ 3f が形成されており、反転入力端子に印加される基準電圧がコンパレータ回路 3op から得られた出力電圧となるように設定されている。また、ダイオード 3d のカソードはローパスフィルタ 3L に直列に接続されている。ローパスフィルタ 3L は、並列に接続されたコンデンサ 3c および抵抗 3r によって形成されており、制御部 62 の主制御部 25 に接続されている。

【0044】

本実施形態の平均パワー測定部 4 としては、分圧用抵抗 6、コンデンサ 4c、差動増幅回路 4op が用いられている。差動増幅回路 4op とは、オペアンプの非反転入力端子および反転入力端子に印加された 2 つの異なる入力電圧の差分に基づき出力電圧を得る回路である。分圧用抵抗 6 は、定電位源 5 とレーザ受光部 42 との間に接続されている。コンデンサ 4c は、分圧用抵抗 6 に並列に接続され、かつ、差動増幅回路 4op の非反転入力端子および反転入力端子の間に接続されている。

【0045】

図 2 に示す制御部 62 は、充電回路 82、レーザダイオード 30 に供給する主電流、主電流供給時間、その他のファイバレーザ発振器 10 における各部の電力供給や供給タイミングを統括的に制御する回路であり、主制御部 25、2 つの電流測定回路 92、100、主電流制御部 94 および LD 駆動制御部 78 を有している。

【0046】

主制御部 25 は、充電回路 82、主電流制御部 94 および LD 駆動制御部 78 にそれぞれ接続されている。この主制御部 25 は、予め設定されたピークパワー基準値に基づき定められたピークパワー制御信号を主電流制御部 94 に出力するとともに、予め設定された基準タイミング (ファイバレーザ光 FB がパルス出力されるのであれば基準波形) に基づき定められたタイミング制御信号を LD 駆動制御部 78 に出力するように、形成されてい

10

20

30

40

50

る。

【0047】

また、この主制御部25は、ピークパワー測定部3にも接続されている。この主制御部25は、ピークパワー測定部3からフィードバックされたピークパワー値とピークパワー基準値との大小を比較し、フィードバックされたピークパワー値がピークパワー基準値を上回るときにピークパワー制御信号から得られるピークパワーを下方修正し、フィードバックされたピークパワー値がピークパワー基準値を下回るときにピークパワー制御信号から得られるピークパワーを上方修正するように形成されている。つまり、この主制御部25は、ピークパワー測定部3からフィードバックされたピークパワー値に基づいて、ファイバレーザ発振器10から出力されるファイバレーザ光FBのピークパワーが予め設定されたピークパワー基準値になるように、ピークパワー制御信号を適宜修正する機能を有している。

10

【0048】

さらに、この主制御部25は、平均パワー測定部4にも接続されている。この主制御部25は、平均パワー測定部4からフィードバックされた平均パワー値と基準タイミングの時間総和とピークパワー基準値との積から得られる平均パワー基準値との大小を比較し、フィードバックされた平均パワー値が平均パワー基準値を上回るときにタイミング制御信号によって得られる平均パワーを下方修正し、フィードバックされた平均パワー値が平均パワー基準値を下回るときにタイミング制御信号によって得られる平均パワーを上方修正するように形成されている。つまり、この主制御部25は、平均パワー測定部4からフィードバックされた平均パワー値に基づいて、ファイバレーザ発振器10から出力されるファイバレーザ光FBのピークパワーが予め設定された平均パワー基準値になるように、タイミング制御信号を適宜修正する機能を有している。

20

【0049】

なお、ピークパワー制御信号およびタイミング制御信号は、主制御部25から交互に出力されても良いが、同時に出力されることが好ましい。

【0050】

2つの電流測定回路92、100は、それぞれ電流センサ90、98を有している。電流センサ90、98は、例えばホール素子からなり、非接触方式の検査方法によりレーザダイオード30の下流側の電流または電圧降下用ダイオード96の下流側の電流を検出する。主電流制御部に接続している電流測定回路92は、電流センサ90の出力信号を入力して電流測定値を演算し、その電流測定値を主電流制御部94に出力する。LD駆動制御部100に接続している電流測定回路100は、電流センサ98の出力信号を入力して通電時間を演算し、その通電時間をLD駆動制御部78に送信する。

30

【0051】

主電流制御部94は、第3のスイッチング素子86の開閉制御を行なう回路である。第3のスイッチング素子86の開閉により、レーザダイオード30から出力されるファイバレーザ光FBのピークパワーを決める主電流のオン・オフ制御を行なう。この主電流制御部94は、主制御部25および電流測定回路92に接続されている。そして、主電流制御部94は、主制御部25から供給されたピークパワー制御信号に基づき、電流測定回路92から取り込んだ電圧降下用ダイオード96の下流の電流測定値が予め設定されたピークパワー基準値に一致するように、パルス幅変調(PWM)方式により第3のスイッチング素子86をスイッチングするように形成されている。

40

【0052】

LD駆動制御部78は、第1のスイッチング素子74および第2のスイッチング素子76の制御を行なう回路である。基本開閉動作としては、レーザダイオード30からファイバレーザ光FBを発光させる場合、第1のスイッチング素子74をオフ状態にし、第2のスイッチング素子76をオン(またはスイッチング)する。それに対し、レーザダイオード30からファイバレーザ光FBを発光させない場合、第1のスイッチング素子74をオン状態にし、第2のスイッチング素子76をオフ状態にする。

50

【0053】

また、LD駆動制御部78は、主制御部25および電流測定回路100に接続されている。このLD駆動制御部78は、主制御部25から供給されたタイミング制御信号に基づき、電流測定回路100から取り込んだレーザダイオード30の下流の通電時間が予め設定された基準タイミングに一致するように、第1のスイッチング素子74および第2のスイッチング素子76を開閉するように形成されている。言い換えると、LD駆動制御部78は、主制御部25から得たタイミング制御信号に基づいて、ファイバレーザ発振器10から出力されるファイバレーザ光FBの平均パワーが予め設定された平均パワー基準値になるように、第1のスイッチング素子74および第2のスイッチング素子76を制御している。

10

【0054】

次に、本実施形態のレーザ加工装置1の作用を説明する。

【0055】

本実施形態のレーザ加工装置1においては、図2に示すように、レーザ受光部42が、ビームスプリッタ40からの反射により得たファイバレーザ光FBを受光し、そのレーザ出力を出力信号に光電変換して、この出力信号をピークパワー測定部3および平均パワー測定部4にそれぞれ出力する。ピークパワー測定部3は、レーザ受光部42から得た出力信号の電圧変化に応じて変化した入力電圧に基づき出力された出力電圧をピークパワー値として測定する。制御部62の主制御部25においては、この測定されたピークパワー値は、ピークパワー基準値に基づいて定められたピークパワー制御信号の修正に用いられる。修正されたピークパワー制御信号に基づき、主電流制御部94が第3のスイッチング素子86の開閉制御を行なう。それによって、コンデンサ84を放電させながら、レーザダイオード30のピークパワーを決める主電流が所望のピークパワー基準値と同様になるようにレーザダイオード30に供給される。

20

【0056】

つまり、本実施形態のレーザ加工装置1においては、ファイバレーザ光FBから得られたピークパワー値に基づいて、制御部62がピークパワー基準値と比較制御しながらファイバレーザ発振器10の出力をフィードバック制御しているので、ファイバレーザ発振器10の出力をリアルタイムで測定しながらフィードバック制御するよりも制御方法が簡易になり、フィードバック制御速度が大幅に速くなる。その結果、フィードバック制御速度にずれが生じることを防止することができる。

30

【0057】

特に、本実施形態のピークパワー測定部3としては、図3に示すように、主としてコンパレータ回路3opが用いられているので、ピークパワー測定部3の回路構成が簡単であっても、基準電圧との比較を高速に行なうことができるので、フィードバック制御速度を向上させることができる。このコンパレータ回路3opに負帰還ループ3fを形成すれば、このコンパレータ回路3opが高速コンパレータ回路となってピークパワー測定部3から得られた出力電圧を基準電圧に設定してピークパワー値の大小変化を高速かつ正確に判断することができる。これにより、フィードバック制御速度の高速化を図ることができる。

40

【0058】

また、平均パワー測定部4は、図2に示すように、レーザ受光部42から得た出力信号の電圧変化により変化する2つの入力電圧の差分に基づき出力された出力電圧を平均パワー値として測定する。そして、制御部62の主制御部25は、平均パワー測定部4からフィードバックされた平均パワー値に基づいて、基準タイミングにより定められたタイミング制御信号を適宜修正し、制御部62のLD駆動制御部78がその修正されたタイミング制御信号に基づいて第1のスイッチング素子74および第2のスイッチング素子76を制御する。これにより、ファイバレーザ発振器10から出力されるファイバレーザ光FBの平均パワーが予め設定された平均パワー基準値になるようにファイバレーザ発振器10の出力を制御することができる。

50

【0059】

特に、本実施形態の平均パワー測定部4としては、図3に示すように、主として差動増幅回路4opが用いられており、レーザ受光部42から得た出力信号の電圧変化により変化する2つの入力電圧の差分に基づき出力された出力電圧を平均パワー値として測定している。そのため、本実施形態の平均パワー測定部4が簡単な回路構成であっても、平均パワー値を確実に測定することができる。

【0060】

また、本実施形態の平均パワー測定部4としては、差動増幅回路4opにコンデンサ4cおよび分圧用抵抗6が接続されている。コンデンサ4cは、非反転入力端子および反転入力端子に印加される入力電圧の安定化を図っている。分圧用抵抗6は、定電位源5から得られる定電圧を分圧して2つの異なる入力電圧を得ている。また、この分圧用抵抗6をレーザ受光部42と直列に接続させることによって、出力信号の電圧変化を2つの入力電圧の差分変化に反映させている。これにより、レーザ光出力のピークパワーが高く、且つレーザ出力の発振速度が高速であっても平均パワー値を確実に測定できる。

【0061】

制御部62は、前述したピークパワー値または平均パワー値のどちらか一方の値に基づいて、ファイバレーザ光FBのピークパワーおよび平均パワーを交互に制御しても良い。その一方、ファイバレーザ光FBの出力制御を常に正確かつ適切に行なうためには、その制御部62が、ピークパワー値および平均パワー値の両値に基づいて、ファイバレーザ発振器10から出力されるファイバレーザ光FBのピークパワーおよび平均パワーを同時に制御することが好ましい。ピークパワー値および平均パワー値の両値に基づいてファイバレーザ光FBの出力を制御すれば、ファイバレーザ光FBの出力を常に正確かつ適切に把握できるので、フィードバック制御を高速かつ安定的に行うことができる。

【0062】

すなわち、本実施形態のレーザ加工装置1によれば、ファイバレーザ光FBから得られたピークパワー値に基づいて制御部62がファイバレーザ発振器10の出力をフィードバック制御することによって、フィードバック制御速度にずれが生じることを防止することができるので、高速なレーザ出力に対応することができるという作用を生じる。

【0063】

また、本実施形態のレーザ加工装置1によれば、ピークパワー値だけでなく、平均パワー値も測定することにより、ファイバレーザ光FBのパルス波形の平均パワーも得ることができるので、安定した加工特性を得ることができるという作用を生じる。

【0064】

さらに、本実施形態のレーザ加工装置1によれば、ピークパワー値および平均パワー値を同時測定してファイバレーザ光FBのピークパワーおよび平均パワーを同時制御することにより、フィードバック制御を高速かつ安定的に行うことができるので、高速なレーザ出力に対応し、かつ、安定した加工特性を得ることができるという作用を生じる。

【0065】

なお、本発明は、前述した実施形態などに限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】本発明の一実施形態であるレーザ加工装置を示す概略図

【図2】本実施形態のレーザダイオード周辺の構成各部の接続状態を示す概略図

【図3】本実施形態のレーザ受光部、ピークパワー測定部および平均パワー測定部の接続状態を示す等価回路図

【符号の説明】

【0067】

- 1 レーザ加工装置
- 2 レーザ発振部

10

20

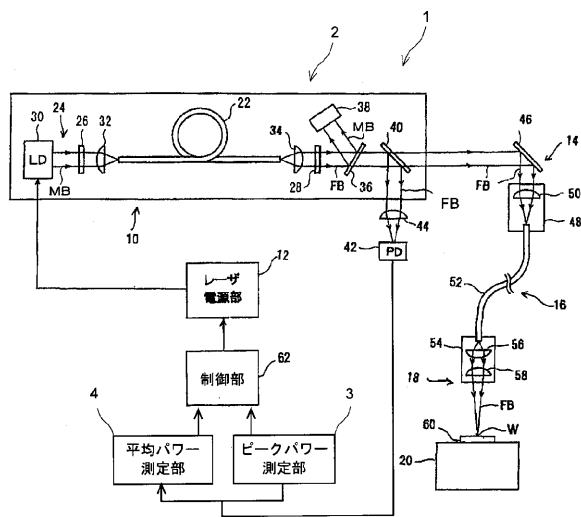
30

40

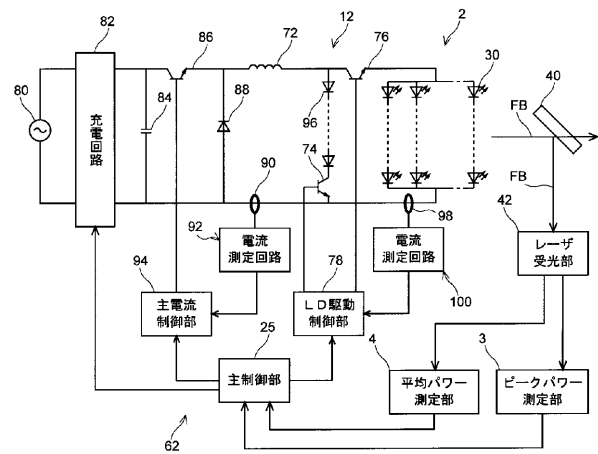
50

- 3 ピークパワー測定部
- 4 平均パワー測定部
- 10 ファイバレーザ発振器
- 12 レーザ電源部
- 42 レーザ受光部 42
- 62 制御部

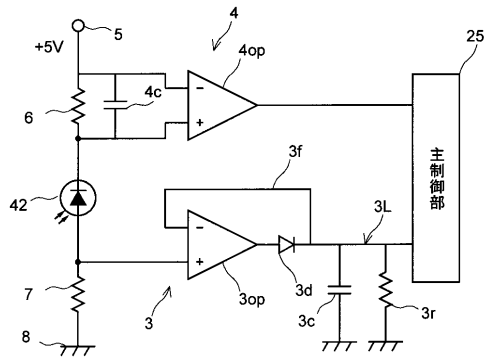
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100123858

弁理士 磯田 志郎

(74)代理人 100148068

弁理士 高橋 洋平

(72)発明者 日下部 和人

千葉県野田市二ツ塚9 5 番地の3 ミヤチテクノス株式会社内

Fターム(参考) 4E068 CA02

5F172 AM08 EE13 NN23 NP03 NP18 NQ06