

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7340733号
(P7340733)

(45)発行日 令和5年9月8日(2023.9.8)

(24)登録日 令和5年8月31日(2023.8.31)

(51)国際特許分類	F I		
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00		M
B 2 3 K 26/70 (2014.01)	B 2 3 K 26/70		
	B 2 3 K 26/00		Q

請求項の数 6 (全12頁)

(21)出願番号	特願2019-543689(P2019-543689)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	平成30年9月20日(2018.9.20)	(74)代理人	100106116 弁理士 鎌田 健司
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/034717	(74)代理人	100131495 弁理士 前田 健児
(87)国際公開番号	WO2019/059250	(72)発明者	加藤 直也 大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
(87)国際公開日	平成31年3月28日(2019.3.28)	(72)発明者	山下 隆之 大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
審査請求日	令和3年9月13日(2021.9.13)		
(31)優先権主張番号	特願2017-181747(P2017-181747)		
(32)優先日	平成29年9月21日(2017.9.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザ加工ヘッドおよびこれを用いたレーザ加工システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工レーザ光の光路を含む筐体と、
前記筐体に着脱自在に固定されるとともに、前記加工レーザ光が通過し、前記加工レーザ光の照射により生じた被加工材の粉塵が前記筐体内に侵入することを抑制する透明保護部と、

前記透明保護部の温度を検出する温度センサと、を備えるレーザ加工ヘッドであって、
前記透明保護部は、前記加工レーザ光が通過する部分を含むガラス板を有し、
前記ガラス板は、前記加工レーザ光が通過する露光領域と、前記加工レーザ光が通過しない非露光領域とを含み、

前記温度センサは、前記非露光領域における前記ガラス板の温度を光学的に検出し、
前記筐体は、前記露光領域における前記ガラス板から前記温度センサに入射する光を遮る遮光部を有する、
レーザ加工ヘッド。

【請求項2】

前記加工レーザ光は、近赤外光であり、
前記温度センサは、前記ガラス板に付着した前記被加工材の前記粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光のピーク波長を検出して、前記ガラス板の温度を光学的に検出する赤外放射温度計を含む、

請求項1に記載のレーザ加工ヘッド。

【請求項 3】

加工レーザー光の光路を含む筐体と、

前記筐体に着脱自在に固定されるとともに、前記加工レーザー光が通過し、前記加工レーザー光の照射により生じた被加工材の粉塵が前記筐体内に侵入することを抑制する透明保護部と、

前記透明保護部の温度を検出する温度センサと、

前記加工レーザー光源および前記温度センサに接続された制御部とを備えるレーザー加工ヘッドであって、

前記透明保護部は、前記加工レーザー光が通過する部分を含むガラス板を有し、

前記ガラス板は、前記加工レーザー光が通過する露光領域と、前記加工レーザー光が通過しない非露光領域とを含み、

前記温度センサは、前記非露光領域における前記ガラス板の温度を光学的に検出し、

前記筐体は、前記露光領域における前記ガラス板から前記温度センサに入射する光を遮る遮光部を有する、

レーザー加工システム。

【請求項 4】

前記加工レーザー光は、近赤外光であり、

前記温度センサは、前記ガラス板に付着した前記被加工材の前記粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光のピーク波長を検出して、前記ガラス板の温度を光学的に検出する赤外放射温度計を含む、

請求項 3 に記載のレーザー加工システム。

【請求項 5】

前記制御部に接続された表示部をさらに備え、

前記制御部は、前記温度センサで検出された前記透明保護部の前記温度を前記表示部に表示させ、または前記加工レーザー光を照射して生じた前記被加工材の前記粉塵が前記透明保護部に付着したことによる、前記被加工材に照射される前記加工レーザー光の出力低減率を前記表示部に表示させる、

請求項 3 に記載のレーザー加工システム。

【請求項 6】

前記制御部に接続された入力部をさらに備え、

前記制御部は、前記加工レーザー光を照射して生じた前記被加工材の前記粉塵が前記透明保護部に付着したことによる、前記被加工材に照射される前記加工レーザー光の出力低減率の設定値を、前記入力部を介して受け付ける、

請求項 3 ~ 5 いずれか一項に記載のレーザー加工システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、レーザー加工ヘッドおよびこれを用いたレーザー加工システムに関し、とりわけ高出力のレーザー光を被加工材（ワーク）へ照射したときに生じる粉塵（スパッタまたはヒューム）による保護ガラスの汚れを検出するように構成されたレーザー加工ヘッドおよびこれを用いたレーザー加工システムに関する。

【背景技術】

【0002】

レーザー加工システムに用いられるレーザー加工ヘッドは、レーザー発振装置から発振された高出力のレーザー光を集光する集光レンズを有する。集光レンズはレーザー光のエネルギー密度をさらに増大し、被加工材に照射して、被加工材を加工（溶接、溶断、穿孔）する。このとき、被加工材から生じたスパッタまたはヒューム（例えば蒸散した金属亜鉛粒子等）が周囲環境に飛散し、集光レンズの表面を汚染することがある。スパッタまたはヒュームが集光レンズに付着して汚染されると、集光レンズの光学的特性（光透過率等）が低減し、被加工材に照射されるレーザー光の強度が低減する。そこで、レーザー加工ヘッドは、通常、

10

20

30

40

50

スパッタまたはヒュームなどの汚染物質から集光レンズを保護するための保護ガラスを備えている。

【0003】

例えば特許文献1には、スパッタまたはヒュームなどの汚染物質（粉塵）から集光レンズを保護するための保護ガラスを備えるとともに、その保護ガラスに付着した汚れを検出するための汚れ検出手段を備えたレーザ加工ヘッドが記載されている。また特許文献1のレーザ加工ヘッドは、エアー噴出手段から噴出されるエアーで汚れ物質を吹き飛ばすことにより、エアー下流側（周縁部）の保護ガラスへの汚れ物質の付着を抑制することが記載されている。

【0004】

また特許文献1には、複数の点光源から保護ガラスに向けて斜め上方に照射された検出光が汚れ物質の付着した保護ガラスで乱反射した場合に、保護ガラスの周縁に配置された汚れ検出手段（光センサに接続された光ファイバ）を用いて乱反射光を検出する。そして、その検出値が予め設定された基準値より大きくなったとき、保護ガラスを交換することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2013-052440号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の汚れ検出手段は、保護ガラスの周縁（保護ガラスとほぼ同一の高さ位置）に配置されているため、保護ガラスに付着した汚れ物質からの乱反射光の強度は小さく、その検出値も低いため、保護ガラスに付着した汚れ物質を必ずしも精度よく検出することはできなかった。また汚れ検出手段の上記配置に起因して、汚れ検出手段が複数の点光源からの照明光または反射光を直接に検出しやすく、さらに保護ガラスの下方で浮遊するスパッタまたはヒュームなどの汚染物質で散乱した光（外乱光）の影響を受けやすいものである。

【0007】

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであり、従来とは異なる方法で汚染物質の付着の程度を検出するように構成されたレーザ加工ヘッドおよびこれを用いたレーザ加工システムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示に係る第1の態様は、レーザ加工ヘッドに関し、このレーザ加工ヘッドは、加工レーザ光の光路を含む筐体と、筐体に着脱自在に固定されるとともに、加工レーザ光が通過し、加工レーザ光の照射により生じた被加工材の粉塵が筐体内に侵入することを抑制する透明保護部と、透明保護部の温度を検出する温度センサと、を備えるレーザ加工ヘッドであって、透明保護部は、加工レーザ光が通過する部分を含むガラス板を有し、ガラス板は、加工レーザ光が通過する露光領域と、加工レーザ光が通過しない非露光領域とを含み、温度センサは、非露光領域におけるガラス板の温度を光学的に検出し、筐体は、露光領域におけるガラス板から温度センサに入射する光を遮る遮光部を有する。

【0009】

本開示に係る第2の態様は、レーザ加工システムに関し、このレーザ加工システムは、加工レーザ光の光路を含む筐体と、筐体に着脱自在に固定されるとともに、加工レーザ光が通過し、加工レーザ光の照射により生じた被加工材の粉塵が筐体内に侵入することを抑制する透明保護部と、透明保護部の温度を検出する温度センサと、加工レーザ光源および温度センサに接続された制御部と、を備えるレーザ加工システムであって、透明保護部は、加工レーザ光が通過する部分を含むガラス板を有し、ガラス板は、加工レーザ光が通過す

10

20

30

40

50

る露光領域と、加工レーザー光が通過しない非露光領域とを含み、温度センサは、非露光領域におけるガラス板の温度を光学的に検出し、筐体は、露光領域におけるガラス板から温度センサに入射する光を遮る遮光部を有する。

【発明の効果】

【0010】

本開示の一態様に係るレーザー加工ヘッドおよびレーザー加工システムによれば、汚染物質（粉塵）が付着した透明保護部に加工レーザー光が照射されて加熱されたときの温度を用いて、透明保護部に付着した汚染物質の程度を検出することができる。すなわち、本開示の一態様に係るレーザー加工ヘッドおよびレーザー加工システムによれば、従来とは異なる方法で透明保護部に付着した汚染物質の程度を検出することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係るレーザー加工システムの概略的構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1に係るレーザー加工ヘッドの構成を示す概略図である。

【図3】実施の形態1に係る透明保護部を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

まず、本開示の一態様に係るレーザー加工システム1の概略的構成を説明する。本開示の一態様に係るレーザー加工システム1は、加工レーザー光源（単に「レーザー光源」ともいう。）14と、加工レーザー光源14からの加工レーザー光（単に「レーザー光」ともいう。）LBの光路を含む筐体30と、筐体30に着脱自在に固定されるとともに、加工レーザー光LBが通過し、加工レーザー光LBの照射により生じた被加工材Wの粉塵が筐体30内に侵入することを抑制する透明保護部40と、透明保護部40の温度を検出する温度センサ70と、加工レーザー光源14および温度センサ70に接続された制御部12と、を備える。例えば、温度センサ70が検出した透明保護部40の温度が許容可能な温度を超えた場合に、制御部12は、透明保護部40の温度が許容可能な温度（または許容可能なガラス板50の汚れ度合い）を超えたと判定することができる。したがって、透明保護部40の交換をユーザに促すことができる。

20

【0013】

また、加工レーザー光LBは、近赤外光であり、透明保護部40は、加工レーザー光LBが通過する部分を有するガラス板50を有し、温度センサ70は、ガラス板50に付着した被加工材Wの粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光のピーク波長を検出して、ガラス板50の温度を光学的に検出する赤外放射温度計を含むものであってもよい。加工レーザー光LBがガラス板50に付着した被加工材Wで反射したとしても、温度センサ70は、反射光（近赤外光）と検出すべき遠赤外線光（黒体放射光）とは明確に区別することができる。したがって、制御部12は、より確実に、かつより高い信頼性で透明保護部40に付着した汚染物質の程度を検出することができる。すなわち、透明保護部40の温度が許容可能な温度（または許容可能なガラス板50の汚れ度合い、ひいては透明保護部40の交換時期）を超えたことを高い精度で検出することができる。

30

【0014】

また、ガラス板50は、加工レーザー光LBが通過する露光領域52と、加工レーザー光LBが通過しない非露光領域54とを含み、温度センサ70は、非露光領域54におけるガラス板50の温度を光学的に検出してもよい。ガラス板50に付着した被加工材Wの粉塵に加工レーザー光LBが照射されて、ガラス板50の一部が局所的に加熱された場合でも、より均一な温度を有する傾向が高い非露光領域54におけるガラス板50の温度を光学的に検出できる。これにより、ガラス板50に付着する被加工材Wの粉塵のばらつき（不均一性）による温度の検出誤差を極力抑えることができる。

40

【0015】

また、筐体30は、露光領域52におけるガラス板50から温度センサ70に入射する光を遮る遮光部72を有してもよい。これにより、高出力の加工レーザー光LBの反射光が

50

ら、温度センサ 70 の構成部品を保護し、温度センサ 70 の長期信頼性を担保することができる。

【0016】

また、透明保護部 40 は、加工レーザ光 LB が通過する部分を含むガラス板 50 と、ガラス板 50 を保持するフレーム 60 とを有し、温度センサは、フレーム 60 の温度を電気的に検出することにより、ガラス板 50 の温度を検出してもよい。光学的に透明保護部 40 の温度を検出する上記温度センサ 70 と同様、フレーム 60 の温度を電気的に検出することにより間接的に検出された透明保護部 40 の温度に基づいて、制御部 12 は、透明保護部 40 の汚れ度合いおよび / または交換時期を判定することができる。

【0017】

また、レーザ加工システム 1 は、制御部 12 に接続された表示部をさらに備え、制御部 12 は、温度センサ 70 で検出された透明保護部 40 の温度を表示部に表示させ、または加工レーザ光 LB を照射して生じた被加工材 W の粉塵が透明保護部 40 に付着したことによる、被加工材 W に照射される加工レーザ光 LB の出力低減率を表示部に表示させるものであってもよい。これにより、ユーザは、ガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵により吸収された加工レーザ光 LB の強度と加工レーザ光 LB の出力強度との相対値（出力が低下する度合いを示す出力低減率）を知ることができる。

【0018】

また、レーザ加工システム 1 は、制御部 12 に接続された入力部をさらに備え、制御部 12 は、加工レーザ光 LB を照射して生じた被加工材 W の粉塵が透明保護部 40 に付着したことによる、被加工材 W に照射される加工レーザ光 LB の出力低減率の設定値を、入力部を介して受け付けるものであってもよい。これにより、被加工材 W に照射される加工レーザ光 LB の検出された出力低減率と予め設定した出力低減率の設定値とを比較することで、ユーザが求める費用対効果に即して、透明保護部 40 の交換時期をユーザに通知することができる。

【0019】

[実施の形態 1]

添付図面を参照して本開示に係るレーザ加工ヘッドおよびこれを用いたレーザ加工システムの実施の形態を以下説明する。各実施の形態の説明において、理解を容易にするために方向を表す用語（たとえば「前後」および「左右」等）を適宜用いるが、これは説明のためのものであって、これらの用語は本開示を限定するものでない。なお各図面において、レーザ加工ヘッドの各構成部品の形状または特徴を明確にするため、これらの寸法を相対的なものとして図示し、必ずしも同一の縮尺比で表したのではない。

【0020】

図 1 ~ 図 3 を参照しながら、実施の形態 1 に係るレーザ加工システム 1 を説明する。図 1 は、実施の形態 1 に係るレーザ加工システム 1 の概略的構成を示すブロック図である。レーザ加工システム 1 は、概略、レーザ発振装置 10 と、プロセスファイバ（図示せず）を介して接続されたレーザ加工ヘッド 20 とを備える。レーザ発振装置 10 は、制御部 12 と、これに電気的に接続されたレーザ光源 14 と、表示入力部 16（ユーザインターフェイス装置）とを備える。またレーザ加工ヘッド 20 は、詳細後述する温度センサ 70 を有し、同様にレーザ発振装置 10 の制御部 12 に電気的に接続されている。

【0021】

レーザ光源 14 は、被加工材（ワーク）W にレーザ光（加工レーザ光）LB を照射して被加工材 W を溶接、溶断、穿孔するものである。以下では、一例として高出力（1 kW 以上）のレーザ光 LB を出力するダイレクト・ダイオード・レーザ（DDL）光源であるものとする。またレーザ光源 14 からのレーザ光 LB は、一例として、近赤外光であって、そのピーク波長は 975 nm（0.975 μm）であるものとする。

【0022】

なお赤外線は、波長によって 3 つの領域に区分され、典型的には、近赤外光（0.78 μm ~ 2 μm）、中赤外光（2 μm ~ 4 μm）、および遠赤外光（4 μm ~ 1000 μm

10

20

30

40

50

)に区分されている。これらのレーザ光の波長領域をレーザ光L Bの波長として用いても良い。なお、後述する温度センサ70が温度を光学的に検出する赤外放射温度計である場合、レーザ光源14からのレーザ光L Bのレーザ光の波長領域は、温度センサ70が温度を光学的に検出する赤外線の出射波長とは、異なることが望ましい。

【0023】

表示入力部16は、レーザ光源14からのレーザ光L Bの強度をユーザにより調整可能な入力手段(入力部)と、温度センサ70からの温度データをユーザに表示するための表示手段(表示部)とを有し、例えば汎用タッチパネルである。なお、本開示の一態様に係る表示入力部16は、汎用タッチパネルに限らず、レーザ光L Bの強度を調整するため、ユーザが強度を入力し、温度センサ70からの温度データをユーザに表示する任意のユーザインターフェイス装置であってよく、表示部(例えば、ディスプレイ)と入力部(例えば、キーボード)とを別々に備えるものであってもよい。

10

【0024】

図2は、実施の形態1に係るレーザ加工ヘッド20の構成を示す概略図である。レーザ加工ヘッド20は、レーザ光源14からのレーザ光L Bを伝送するプロセスファイバ(図示せず)の入射コネクタ(図示せず)に接続され、レーザ光L Bが入射される入射端32と、被加工材Wにレーザ光L Bを出射(照射)する出射端34とを有する筐体30を備える。すなわち筐体30は、入射端32と出射端34との間で、レーザ光源14からのレーザ光L Bの光路を含む。

【0025】

またレーザ加工ヘッド20は、筐体30の内部において、入射端32から入射したレーザ光L Bを平行光にするコリメータレンズ36と、その平行光を集光する集光レンズ38と、レーザ光L Bの照射により生じた被加工材Wの粉塵(スパッタまたはフューム)が筐体30の内部に侵入することを抑制する透明保護部40とを有する。すなわち透明保護部40は、筐体30内の各構成部品(特に集光レンズ38)を被加工材Wの粉塵から保護するものである。

20

【0026】

さらにレーザ加工ヘッド20の筐体30は、詳細図示しないが、透明保護部40を着脱自在に嵌め込むことができる(着脱自在に固定可能な)スリットを有する。上述のように、透明保護部40は、筐体30内の各構成部品を被加工材Wの粉塵から保護するため、スリット内に嵌め込まれたとき、筐体30との間に隙間が形成されないような形状および寸法を有することが好ましい。

30

【0027】

図3は、実施の形態1に係る透明保護部40を示す平面図である。透明保護部40は、石英ガラス等で形成されたガラス板50と、ガラス板50の周囲を固定するフレーム60とを有する。フレーム60は、耐熱性を有する任意の材料で構成されていてもよいが、強度が大きく導電性を有する金属(SUS等の鋼)であることが好ましい。透明保護部40は、矢印Aに示す方向に筐体30のスリット内に挿入される。以下の説明の便宜上、図3において、フレーム60は、前端部62、後端部64、右側部66および左側部68を含み、ガラス板50は、レーザ光L Bが通過する露光領域52と、レーザ光L Bが通過しない非露光領域54とを含むものとする。

40

【0028】

レーザ光源14は、例えば1kW以上の高出力のレーザ光L Bを被加工材Wに照射して被加工材Wを加工するものである。高出力のレーザ光L Bを被加工材Wに照射すると、被加工材Wの蒸散した組成物または粉塵(例えば亜鉛蒸気)が、レーザ加工ヘッド20の筐体30に取り付けられた透明保護部40に付着する。透明保護部40に付着した被加工材Wの粉塵は不透明であり、その露光領域52に付着した被加工材Wの粉塵はレーザ光源14からのレーザ光L Bを吸収する。その結果、露光領域52における透明保護部40を加熱するとともに、被加工材Wに照射されるレーザ光L Bの強度を低減させてしまう。

【0029】

50

例えば、レーザ光源 14 から 1000 W に相当する強度のレーザ光 L B を出力した場合において、被加工材 W の粉塵が 100 W に相当する強度のレーザ光 L B を吸収したとき、900 W に相当する強度のレーザ光 L B が被加工材 W に照射されることとなる（出力低減率は 10% になる）。そのため、所望の加工速度および加工精度が得られないばかりか、透明保護部 40 を著しく劣化させ、筐体 30 内の構成部品を許容温度以上の高温に晒すことになる。

【0030】

ところで、ガラス板 50 の質量が約 5 g であり、その比熱が約 0.67 J/gK である場合、ガラス板 50 の温度を 1 K だけ上昇させるのに必要な熱容量は約 3.35 J である。このとき 100 W（当初のレーザ出力強度の 10%）に相当するレーザ光 L B が被加工材 W の粉塵に吸収されて、透明保護部 40 のガラス板 50 のみを加熱すると仮定した場合、ガラス板 50 は約 50（室温が 20）まで加熱される。

10

【0031】

そこで、実施の形態 1 に係るレーザ加工ヘッド 20 は、図 2 に示すように、筐体 30 に取り付けられた温度センサ 70 を備え、レーザ光源 14 からのレーザ光 L B が被加工材 W に照射されることなく、被加工材 W の粉塵により吸収されるレーザ光 L B の強度（またはレーザ光 L B の出力低減率）を検出するように構成されている。

【0032】

次に、実施の形態 1 に係る温度センサ 70 について詳細に説明する。温度センサ 70 は、透明保護部 40 のガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光（ピーク波長）を検出することにより、ガラス板 50 の温度を光学的に検出する赤外放射温度計である。温度センサ 70（赤外放射温度計）は、詳細図示しないが、例えば、光を電気に変換する任意の光検出器（フォトディテクタ、フォトダイオード、フォトマル）と、特定の波長帯域の光を透過させるバンドパスフィルタとを有するものであってもよい。また温度センサ 70 は、ガラス板 50 の温度を光学的に測定して、カラー画像として表示するサーモグラフィであってもよい。

20

【0033】

以下では、一例として、温度センサ 70 は、フォトディテクタ（PD）を有し、例えば $8.83 \mu\text{m} \sim 9.11 \mu\text{m}$ の波長帯域の光を透過させるバンドパスフィルタを介して、粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光を受光するものとして説明する。すなわち、温度センサ 70 は、バンドパスフィルタを透過した $8.83 \mu\text{m} \sim 9.11 \mu\text{m}$ の波長帯域の光の強度に応じた電気信号を出力する。

30

【0034】

透明保護部 40 のガラス板 50 に被加工材 W の粉塵が付着していない場合、ほとんどのレーザ光 L B は、ガラス板 50 を透過（通過）して被加工材 W に照射されるので、ガラス板 50 の温度は室温（例えば 20）と同等である。しかし、レーザ光 L B を被加工材 W に照射し続けて、被加工材 W の粉塵が透明保護部 40 のガラス板 50 のより広い面積に蓄積されるほど（汚れが酷くなるほど）、ガラス板 50 を透過するレーザ光 L B の損失が大きくなりガラス板 50 の温度は上昇する。

【0035】

一方、黒体放射（黒体からの輻射）のピークの波長が温度に反比例するという法則であるウィーンの変位則によれば、黒体放射により生じる遠赤外線光のピーク波長（ λ ）は絶対温度（ T ）を用いて次式で表される。

40

【0036】

[数 1]

$$= 2897 / T$$

ここで、ピーク波長（ λ ）の単位はミクロン（ μm ）であり、絶対温度 T の単位はケルビン（ K ）である。

【0037】

このとき、温度センサ 70 は、被加工材 W の粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光

50

が約 $8.83 \mu\text{m}$ ~ 約 $9.11 \mu\text{m}$ の波長帯域に光の強度が最大となるピーク波長を有する光であるとき、すなわちガラス板 50 の温度が約 45 ~ 約 55 であるとき（室温は 20 （ 293K ）とする）、温度センサ 70 から出力される電気信号は著しく増大する。すなわち、新しい透明保護部 40 をレーザ加工ヘッド 20 に装着した後、レーザ光 LB の被加工材 W への照射に伴い、粉塵のガラス板 50 への付着度（汚染度）は増大し、温度センサ 70 から制御部 12 に出力される電気信号は増大する。したがって、ピーク波長が所定値より減少し、温度センサ 70 が約 $8.83 \mu\text{m}$ ~ 約 $9.11 \mu\text{m}$ の波長帯域のピーク波長を検出したとき、制御部 12 は、ガラス板 50 の温度が約 45 ~ 約 55 に達したと判定することができる。そして、制御部 12 は、表示入力部 16 を介して、このガラス板 50 の温度（約 45 ~ 約 55 ）を表示する。

10

【0038】

なお、バンドパスフィルタの光を透過させる波長帯域は、上記のものに限定されず、例えばガラス板 50 の約 50 ± 0.5 の温度に対応する波長帯域であってもよい。このとき制御部 12 は、ガラス板 50 が昇温した温度範囲をより細かく（より精度よく）検出することができる。また、検出したい複数の温度それぞれに対応する波長帯域のバンドパスフィルタを温度センサ 70 に設けて、制御部 12 は、レーザ光 LB の照射後のガラス板 50 の温度の経時的変化をより精緻にモニタしてもよい。これにより、制御部 12 は、表示入力部 16 を介して、ガラス板 50 の温度をユーザに随時表示するようにしてもよいし、ガラス板 50 の汚れ度合いや透明保護部 40 の交換時期または交換時期の予兆をユーザに通知するように表示してもよい。

20

【0039】

また、温度センサ 70 が、例えば所定値としての約 $8.83 \mu\text{m}$ ~ 約 $9.11 \mu\text{m}$ の波長帯域のピーク波長より減少したピーク波長を検出したとき、制御部 12 は、例えば当初のレーザ光 LB の 10% を超える強度のレーザ光 LB が透明保護部 40 のガラス板 50 で吸収される（出力低減率が 10% を超える）と判定できる。そして、制御部 12 は、表示入力部 16 を介して、この出力低減率（例えば、 10% 、 10% を超える等）を表示する。なお、この際、透明保護部 40 を交換すべきである旨、または交換する時期が近づいている旨を、表示入力部 16 を介してユーザに表示してもよい。

【0040】

またユーザは、表示入力部 16 を介して、ガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵により吸収されたレーザ光 LB の強度とレーザ光 LB の出力強度との相対値（出力低減率、例えば 10% ）を設定値として入力して、制御部 12 は、入力された出力低減率に達したときに、表示入力部 16 を介してユーザにその旨を表示してもよい。これにより、被加工材 W に照射される加工レーザ光 LB の検出された出力低減率と予め設定した出力低減率の設定値とを比較することで、ユーザが求める費用対効果に即して、透明保護部 40 の交換時期をユーザに通知することができる。なお、ユーザが任意の出力低減率を入力できるようにした場合、それぞれの出力低減率に対応する波長帯域のバンドパスフィルタを温度センサ 70 に設ける必要がある。

30

【0041】

なお表示入力部 16 は、上記説明では、交換時期を視覚的にユーザに表示するものを例示したが、これに限定されるものではなく、ブザー等の音響的手段を用いて交換時期をユーザに通知してもよい。

40

【0042】

上述のとおり、レーザ光源 14 からのレーザ光 LB は、例えば 975nm （ $0.975 \mu\text{m}$ ）のピーク波長を有する近赤外光であるのに対し、ガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵から黒体放射光は、たとえば約 $8.83 \mu\text{m}$ ~ 約 $9.11 \mu\text{m}$ の波長帯域を有する遠赤外線光である。前掲特許文献 1 では、検出される反射光と外乱光（ともに近赤外光）の波長が同じであるために、誤検出を起こしやすい。しかし、本開示によれば、レーザ光 LB がガラス板 50 に付着した被加工材 W で反射したとしても、反射光（近赤外光）と検出すべき遠赤外線光（黒体放射光）とは明確に区別することができる。したがって、透

50

明保護部 40 の温度、すなわちガラス板 50 の汚れ度合い（ひいては透明保護部 40 の交換時期）を高い精度で検出することができる。

【0043】

また、被加工材 W の粉塵は、ガラス板 50 に必ずしも均一に付着するものではなく、ガラス板 50 の一部に付着するために、ガラス板 50 の露光領域 52 の一部が高出力のレーザー光 LB によって加熱され、局所的に高温になる場合がある。またガラス板 50 は、熱伝導率が低く、ガラス板 50 の露光領域 52 と非露光領域 54 は連続しているため、露光領域 52 で生じた熱が非露光領域 54 に伝わり、非露光領域 54 におけるガラス板 50 は、より均一な温度を有する傾向が高い。そこで、温度センサ 70 は、非露光領域 54 におけるガラス板 50 の温度を光学的に検出するように構成されることが好ましい。具体的には、温度センサ 70 に入射する遠赤外線光の光軸が非露光領域 54 に指向するように温度センサ 70 を配置してもよい。こうして、ガラス板 50 に付着する被加工材 W の粉塵のばらつき（不均一性）による温度の検出誤差を極力抑えることができる。

10

【0044】

ところで、本開示に係る温度センサ 70（赤外放射温度計）は、上述のように、ガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵で反射した反射光を検出することはないが、高出力のレーザー光 LB の反射光の強度（光エネルギー）は、遠赤外線光（黒体放射光）に比して極めて大きい。したがって、例えば温度センサ 70 を構成するバンドパスフィルタが、高い光エネルギーを有する反射光に長時間晒されることにより、加熱されて変質し、所望の光学的特性を損なう場合がある。そこで、本開示に係るレーザー加工ヘッド 20 は、図 2 に示すように、露光領域 52 におけるガラス板 50 から温度センサ 70 に反射するレーザー光 LB の直接的な反射光を遮るために、温度センサ 70 とガラス板 50 の露光領域 52 との間に、筐体 30 の内壁から延びる遮光部 72 を設けてもよい。こうして高出力のレーザー光 LB の反射光から、温度センサ 70 の構成部品を保護し、温度センサ 70 の長期信頼性を担保することができる。

20

【0045】

[実施の形態 1 の変形例]

実施の形態 1 の温度センサ 70 は、透明保護部 40 のガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光（ピーク波長）を検出することにより、ガラス板 50 の温度を光学的に検出する赤外放射温度計であるものとして上記説明した。しかし、本開示に係る温度センサは、ガラス板 50 の温度を電氣的に検出するものであってもよい。

30

【0046】

一般に、ガラス板 50 に付着した被加工材 W の粉塵にレーザー光 LB が照射されると、ガラス板 50 が加熱され、さらにガラス板 50 の周囲を固定するフレーム 60 に熱が伝わり、フレーム 60 が間接的に加熱される。したがって、フレーム 60 の温度を検出することにより、ガラス板 50 の温度を間接的に検出することができる。

【0047】

変形例に係る温度センサは、例えばフレーム 60 の前端部 62 または後端部 64 に配置されたサーミスタまたは熱電対であってもよい。択一的には、変形例に係る温度センサは、導電性を有するフレーム 60 の右側部 66 および左側部 68 に接続された端子間の電気抵抗を検出することによりフレーム 60 の温度を検出してもよい。このように、制御部 12 は、間接的に検出されたガラス板 50 の温度に基づいて、実施の形態 1 と同様、ガラス板 50 の汚れ度合いや透明保護部 40 の交換時期を判定することができる。

40

【0048】

[その他の例]

実施の形態 1 および上記変形例では、レーザー光源 14 は、ダイレクト・ダイオード・レーザー（DDL）光源であり、レーザー光源 14 からのレーザー光 LB は、近赤外光であって、そのピーク波長は 975 nm であるものとして説明したが、これに限られない。すなわち、レーザー光源 14 は、DDL 光源の他の波長の光でもよく、また DDL 光源以外の光源で

50

もよく、レーザ光源 1 4 からのレーザ光 L B は、透明保護部 4 0 のガラス板 5 0 に付着した被加工材 W の粉塵から黒体放射により生じる遠赤外線光と明確に区別できる波長の光であればよい。言い換えるとレーザ光源 1 4 からのレーザ光 L B のレーザ光の波長領域は、温度センサ 7 0 が温度を光学的に検出する赤外線の検出波長との誤検出を防ぐため、異なることが望ましい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 9 】

本開示は、透明保護部（ガラス板）に付着した汚染物質の程度を、より高い信頼性で検出するレーザ加工ヘッドに適用することができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

- 1 レーザ加工システム
- 1 0 レーザ発振装置
- 1 2 制御部
- 1 4 レーザ光源（加工レーザ光源）
- 1 6 表示入力部（ユーザインターフェイス装置）
- 2 0 レーザ加工ヘッド
- 3 0 筐体
- 3 2 入射端
- 3 4 出射端
- 3 6 コリメータレンズ
- 3 8 集光レンズ
- 4 0 透明保護部
- 5 0 ガラス板
- 5 2 露光領域
- 5 4 非露光領域
- 6 0 フレーム
- 6 2 前端部
- 6 4 後端部
- 6 6 右側部
- 6 8 左側部
- 7 0 温度センサ
- 7 2 遮光部
- W 被加工材（ワーク）
- L B レーザ光（加工レーザ光）

10

20

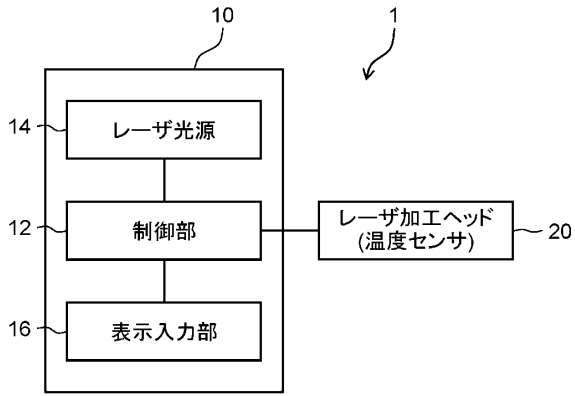
30

40

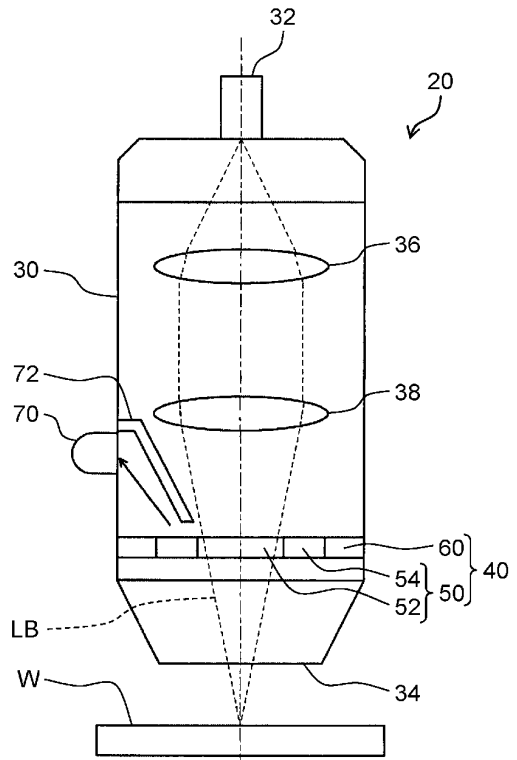
50

【図面】

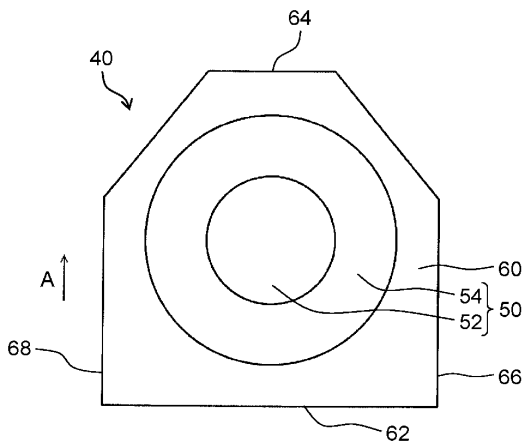
【図 1】



【図 2】



【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 長安 同慶
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 星野 賢二
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 山口 秀明
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 石川 諒
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 堂本 真也
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 江泉 清隆
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- 審査官 黒石 孝志
- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 8 7 5 9 1 (J P , A)
特表 2 0 0 2 - 5 1 5 3 4 1 (J P , A)
特開平 0 1 - 1 2 2 6 8 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 7 0