

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5145673号
(P5145673)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 3 K 26/02 (2006. 01)

B 2 3 K 26/02

A

B 2 3 K 26/00 (2006. 01)

B 2 3 K 26/00

M

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-234308 (P2006-234308)
 (22) 出願日 平成18年8月30日 (2006. 8. 30)
 (65) 公開番号 特開2008-55455 (P2008-55455A)
 (43) 公開日 平成20年3月13日 (2008. 3. 13)
 審査請求日 平成21年4月9日 (2009. 4. 9)

(73) 特許権者 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100092657
 弁理士 寺崎 史朗
 (74) 代理人 100110582
 弁理士 柴田 昌聰
 (72) 発明者 仲前 一男
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 (72) 発明者 角井 素貴
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工方法およびレーザ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加工対象物に対して加工用レーザ光を集光照射して前記加工対象物を加工するレーザ加工方法であって、

複数の調整用レーザ光それぞれのビーム断面形状を特定形状として前記複数の調整用レーザ光を互いに異なる照射方向から1点で交差するように前記加工対象物に対して照射し、

前記複数の調整用レーザ光の交差する位置と前記加工用レーザ光の集光点の位置の関係を設定し、

前記加工対象物に照射される前記複数の調整用レーザ光それぞれの照射位置の目標位置を設定し、

前記加工対象物における前記複数の調整用レーザ光それぞれの照射位置を測定するとともに、前記加工対象物における前記複数の調整用レーザ光それぞれのビームの照射領域形状を測定し、

その測定した前記複数の調整用レーザ光それぞれの照射位置が、前記目標位置となるように、前記加工対象物の位置を調整するとともに、その測定した前記複数の調整用レーザ光それぞれのビームの照射領域形状が、予め設定された目標形状となるように、前記加工対象物の傾斜の方向及び傾斜の大きさを調整し、

その後、前記加工対象物に対して前記加工用レーザ光を集光照射することを特徴とするレーザ加工方法。

10

20

【請求項 2】

加工対象物に対して加工用レーザ光を集光照射して前記加工対象物を加工するレーザ加工装置であって、

加工用レーザ光を出力する加工用レーザ光源と、

前記加工用レーザ光源から出力された加工用レーザ光を集光する集光光学系と、

複数の調整用レーザ光それぞれのビーム断面形状を特定形状として前記複数の調整用レーザ光を出力するための調整用レーザ光源と、

前記複数の調整用レーザ光を互いに異なる方向から 1 点で交差するように前記加工対象物に対して照射する調整用光学系と、

前記加工対象物の位置を調整するとともに前記加工対象物の方位を調整する機能を有する調整部と、

前記調整用光学系により照射された前記複数の調整用レーザ光それぞれの前記加工対象物における照射位置を測定するとともに、前記調整用光学系により照射された前記複数の調整用レーザ光それぞれの前記加工対象物におけるビームの照射領域形状を測定する測定部と、

前記測定部により測定された前記複数の調整用レーザ光それぞれの照射位置が、前記複数の調整用レーザ光それぞれの予め設定された目標位置となるように、前記調整部による前記加工対象物の位置調整を制御するとともに、前記測定部により測定された前記複数の調整用レーザ光それぞれのビームの照射領域形状が、予め設定された目標形状となるように、前記調整部による前記加工対象物の傾斜の方向及び傾斜の大きさを制御する制御部とを備えることを特徴とするレーザ加工装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工対象物に対して加工用レーザ光を集光照射して該加工対象物を加工する方法および装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

加工対象物に対してレーザ光を集光照射して該加工対象物を加工する技術として、特許文献 1 に開示されたものが知られている。この特許文献 1 に開示された技術では、加工用の赤外レーザ光とは別に可視レーザ光をも加工対象物に向けて集光照射して、加工対象物における可視レーザ光の照射領域径を測定し、この測定した照射領域径に基づいて加工対象物の位置を測定し調整する。そして、位置調整後の加工対象物に対して加工用の赤外レーザ光を集光照射して、該加工対象物を加工する。

30

【特許文献 1】特開平 10 - 133145 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記特許文献 1 に開示された技術では、加工対象物における位置調整用可視レーザ光の照射領域径の測定値に基づいて加工対象物の位置を調整することから、その位置調整の精度がよい。

40

【0004】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、加工対象物の位置を精度よく調整した後に該加工対象物を加工することができるレーザ加工方法およびレーザ加工装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係るレーザ加工方法は、加工対象物に対して加工用レーザ光を集光照射して加工対象物を加工するレーザ加工方法であって、複数の調整用レーザ光それぞれのビーム断

50

面形状を特定形状として複数の調整用レーザー光を互いに異なる照射方向から１点で交差するように加工対象物に対して照射し、複数の調整用レーザー光の交差する位置と加工用レーザー光の集光点の位置の関係を設定し、加工対象物に照射される複数の調整用レーザー光それぞれの照射位置の目標位置を設定し、加工対象物における複数の調整用レーザー光それぞれの照射位置を測定するとともに、加工対象物における複数の調整用レーザー光それぞれのビームの照射領域形状を測定し、その測定した複数の調整用レーザー光それぞれの照射位置が、目標位置となるように、加工対象物の位置を調整するとともに、その測定した複数の調整用レーザー光それぞれのビームの照射領域形状が、予め設定された目標形状となるように、加工対象物の傾斜の方向及び傾斜の大きさを調整し、その後、加工対象物に対して加工用レーザー光を集光照射することを特徴とする。加工用レーザー光の集光点と調整用レーザー光の交差点の位置は、一致しなくても良い。わざとずらして設定しても可である。要は、相対位置関係が分かればよい。

10

【０００７】

本発明に係るレーザー加工装置は、加工対象物に対して加工用レーザー光を集光照射して加工対象物を加工するレーザー加工装置であって、加工用レーザー光を出力する加工用レーザー光源と、加工用レーザー光源から出力された加工用レーザー光を集光する集光光学系と、複数の調整用レーザー光それぞれのビーム断面形状を特定形状として複数の調整用レーザー光を出力するための調整用レーザー光源と、複数の調整用レーザー光を互いに異なる方向から１点で交差するように加工対象物に対して照射する調整用光学系と、加工対象物の位置を調整するとともに加工対象物の方位を調整する機能を有する調整部と、調整用光学系により照射された複数の調整用レーザー光それぞれの加工対象物における照射位置を測定するとともに、調整用光学系により照射された複数の調整用レーザー光それぞれの加工対象物におけるビームの照射領域形状を測定する測定部と、測定部により測定された複数の調整用レーザー光それぞれの照射位置が、複数の調整用レーザー光それぞれの予め設定された目標位置となるように、調整部による加工対象物の位置調整を制御するとともに、測定部により測定された複数の調整用レーザー光それぞれのビームの照射領域形状が、予め設定された目標形状となるように、調整部による加工対象物の傾斜の方向及び傾斜の大きさを制御する制御部とを備えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

30

【０００９】

本発明によれば、加工対象物の位置を精度よく調整した後に該加工対象物を加工することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１０】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【００１１】

（第１実施形態）

まず、本発明の第１実施形態に係るレーザー加工方法およびレーザー加工装置について説明する。図１は、第１実施形態に係るレーザー加工装置１の構成図である。この図に示されるレーザー加工装置１は、加工対象物９に対して加工用レーザー光 L_0 を集光照射して該加工対象物９を加工する装置であって、加工用レーザー光源１０、ビームエキスパンダ２１、ミラー２２、集光レンズ２３、調整用レーザー光源３０、ミラー４１、ミラー４２、調整部５０、ＣＣＤカメラ６１、結像レンズ６２および制御部７０を備える。

40

【００１２】

加工用レーザー光源１０は、加工対象物９を加工する為の加工用レーザー光 L_0 を出力するものであり、例えば波長 1064 nm のレーザー光を出力するＹＡＧレーザー光源である。ビームエキスパンダ２１、ミラー２２および集光レンズ２３は、加工用レーザー光源１０から出力された加工用レーザー光 L_0 を集光する加工用光学系を構成している。

50

【 0 0 1 3 】

ビームエキスパンダ 2 1 は、加工用レーザ光源 1 0 から出力された加工用レーザ光 L_0 のビーム径を拡大する。ミラー 2 2 は、ビームエキスパンダ 2 1 から出力された加工用レーザ光 L_0 を反射させて、その反射後の加工用レーザ光 L_0 を加工対象物 9 の表面に対して垂直に入射させる。集光レンズ 2 3 は、ミラー 2 2 と加工対象物 9 との間に設けられ、ミラー 2 2 により反射された加工用レーザ光 L_0 を集光する。

【 0 0 1 4 】

調整用レーザ光源 3 0 は、調整用レーザ光を出力するものである。調整用レーザ光源 3 0 から出力される調整用レーザ光の波長は、加工用レーザ光源 1 0 から出力された加工用レーザ光の波長と同一であってもよいし相違していてもよく、また、可視域であってもよいし赤外域であってもよい。ただし、調整用レーザ光源 3 0 から出力される調整用レーザ光は、加工用途ではないので、加工用レーザ光の波長と同一である場合には、集光されることはなく、或いは、低パワーとされる。

10

【 0 0 1 5 】

ミラー 4 1 およびミラー 4 2 は、調整用レーザ光源 3 0 から出力された 2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 を互いに異なる方向から 1 点で交差するように加工対象物 9 に対して照射する調整用光学系を構成している。ミラー 4 1 は、調整用レーザ光源 3 0 から出力された調整用レーザ光を 2 分岐して、そのうちの一方の調整用レーザ光 L_1 を加工対象物 9 に対して照射し、他方の調整用レーザ光 L_2 をミラー 4 2 へ入射させる。ミラー 4 2 は、ミラー 4 1 から到達した調整用レーザ光 L_2 を反射させて、その反射後の調整用レーザ光 L_2 を加工対象物 9 に対して照射する。

20

【 0 0 1 6 】

なお、加工対象物 9 に対して照射される調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれのビーム断面形状は、特定形状（例えば、円形、楕円形、正方形、長方形、十字形、等）とされる。

【 0 0 1 7 】

調整部 5 0 は、加工対象物 9 の位置を調整するものであり、また、加工対象物 9 の傾斜の方向及び傾斜の大きさも調整することが可能である。なお、加工対象物 9 の位置は、少なくとも、集光レンズ 2 3 の光軸に沿う方向に調整され得る。

【 0 0 1 8 】

C C D カメラ 6 1 および結像レンズ 6 2 は、調整用光学系により照射された 2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれの加工対象物 9 における照射位置を測定する測定部を構成している。結像レンズ 6 2 は、加工対象物 9 の表面に照射された調整用レーザ光 L_1 , L_2 の反射光を、C C D カメラ 6 1 の撮像面に結像させる。そして、C C D カメラ 6 1 は、加工対象物 9 の表面における調整用レーザ光 L_1 , L_2 の照射の様子を撮像する。また、調整用光学系により照射された 2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれの加工対象物 9 における照射領域形状をも測定することができる。

30

【 0 0 1 9 】

制御部 7 0 は、C C D カメラ 6 1 による測定結果に基づいて、調整部 5 0 による加工対象物 9 の位置調整および傾斜調整を制御する。すなわち、制御部 7 0 は、C C D カメラ 6 1 により測定された 2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれの照射位置が、2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれの照射方向および加工用レーザ光 L_0 の集光位置の間の関係に基づいて予め設定された目標位置となるように、調整部 5 0 による加工対象物 9 の位置調整を制御する。また、制御部 7 0 は、C C D カメラ 6 1 により測定された 2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれの照射領域形状が、2 つの調整用レーザ光 L_1 , L_2 それぞれの照射方向に基づいて予め設定された目標形状となるように、調整部 5 0 による加工対象物 9 の傾斜調整を制御する。さらに、制御部 7 0 は、加工用レーザ光源 1 0 および調整用レーザ光源 3 0 それぞれのレーザ光出力をも制御する。

40

【 0 0 2 0 】

次に、第 1 実施形態に係るレーザ加工装置 1 の動作例について説明するとともに、第 1 実施形態に係るレーザ加工方法について説明する。なお、以下に説明する動作は、制御部

50

70による制御の下に行われる。

【0021】

加工用レーザ光源10から加工用レーザ光が出力される前に、調整用レーザ光源30から調整用レーザ光が出力される。調整用レーザ光源30から出力されたレーザ光は、ミラー41およびミラー42を含む調整用光学系により2分岐されて調整用レーザ光 L_1 、 L_2 とされる。そして、これら調整用レーザ光 L_1 、 L_2 は、調整用光学系により、互いに異なる方向から1点で交差するように加工対象物9に対して照射される。調整用光学系により照射された2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの加工対象物9における照射位置が、結像レンズ62を介してCCDカメラ61による撮像結果に基づいて測定される。

【0022】

この測定された2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの照射位置が、2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの照射方向および加工用レーザ光 L_0 の集光位置の間の関係に基づいて予め設定された目標位置となるように、調整部50による加工対象物9の位置調整が制御される。例えば、2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 の交差位置が加工用レーザ光 L_0 の集光位置と一致しているように光学系が調整されている場合には、測定された2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの照射位置が一致するように、調整部50による加工対象物9の位置調整が制御される。

【0023】

その後、加工用レーザ光源10から加工用レーザ光が出力される。加工用レーザ光源10から出力された加工用レーザ光 L_0 は、ビームエキスパンダ21、ミラー22および集光レンズ23を含む加工用光学系により、加工対象物9に集光照射される。このようにすることにより、加工対象物9の位置を精度よく調整した後に該加工対象物9を加工することができる。

【0024】

また、加工対象物9の傾斜の方向及び傾斜の大きさは以下のようにして調整され得る。すなわち、調整用光学系により照射された2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの加工対象物9における照射領域形状が、結像レンズ62を介してCCDカメラ61による撮像結果に基づいて測定される。この測定された2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの照射領域形状が、2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの照射方向に基づいて予め設定された目標形状となるように、調整部50による加工対象物9の傾斜調整が制御される。

【0025】

例えば、2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれのビーム断面形状が円形である場合、図2に示されるように、加工対象物9における照射領域形状は一般に楕円形となる。この楕円形の短軸長さを X とし、長軸長さを Y とすると、加工対象物9表面に対する調整用レーザ光の入射角は「 $\theta = \arccos(X/Y)$ 」なる式で表される。加工用レーザ光 L_0 の照射方向と調整用レーザ光の照射方向とがなす角度が45度であるとする、加工対象物9表面に対する調整用レーザ光の入射角（ $\theta = \arccos(X/Y)$ ）が45度となるように加工対象物9の傾斜の方向及び傾斜の大きさが調整されると、加工対象物9に対して加工用レーザ光 L_0 が垂直に照射される。

【0026】

また、加工対象物9における加工用レーザ光 L_0 の集光位置は、加工対象物9の表面であってもよいし、加工対象物9の内部であってもよい。図3に示されるように、加工用レーザ光 L_0 の集光位置が加工対象物9の内部であって深さ H であるとし、加工対象物9表面における2つの調整用レーザ光 L_1 、 L_2 それぞれの照射位置の間隔が W であるとする、 $W = 2H \tan \theta$ なる式が成り立つ。したがって、所望の深さ H が得られる照射位置間隔 W となるように、加工対象物9の位置が調整されればよい。

【0027】

（第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態に係るレーザ加工方法およびレーザ加工装置について説明

10

20

30

40

50

する。図４は、第２実施形態に係るレーザ加工装置２の構成図である。この図に示されるレーザ加工装置２は、加工対象物９に対して加工用レーザ光 L_0 を集光照射して該加工対象物９を加工する装置であって、加工用レーザ光源１０、ビームエキスパンダ２１、ミラー２２、集光レンズ２３、調整用レーザ光源３１、調整用レーザ光源３２、調整部５０、ＣＣＤカメラ６１、結像レンズ６２および制御部７０を備える。

【００２８】

図１に示した第１実施形態に係るレーザ加工装置１の構成と比較すると、この図４に示される第２実施形態に係るレーザ加工装置２は、調整用レーザ光源３０に替えて２つの調整用レーザ光源３１，３２を備える点で相違し、また、調整用レーザ光源３１，３２から出力される調整用レーザ光 L_1 ， L_2 を互いに異なる方向から１点で交差するように加工対象物９に対して照射する調整用光学系がミラーを有する必要が無い点で相違する。このように構成される第２実施形態に係るレーザ加工装置２も、第１実施形態に係るレーザ加工装置１と同様に動作し同様の効果を奏することができる。

【００２９】

また、この第２実施形態では、調整用レーザ光源３１から出力される調整用レーザ光 L_1 と、調整用レーザ光源３２から出力される調整用レーザ光 L_2 とは、互いに同じ波長であってもよいし、互いに異なる波長であってもよい。互いに異なる波長とする場合、例えば、調整用レーザ光源３１から出力される調整用レーザ光 L_1 の波長が６３３ｎｍであり、調整用レーザ光源３２から出力される調整用レーザ光 L_2 の波長が３５５ｎｍである。この場合、加工対象物９における調整用レーザ光 L_1 ， L_2 それぞれの照射領域は色によって識別することができ、また、両者の照射領域が重なる領域についても色によって識別することができる。

【００３０】

（変形例）

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、加工対象物に照射する調整用レーザ光は３つ以上であってもよい。３つ以上の調整用レーザ光を互いに異なる照射方向から１点で交差するように加工対象物に対して照射することにより、加工対象物の位置および傾斜の方向及び傾斜の大きさの調整が更に容易かつ高精度に可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】第１実施形態に係るレーザ加工装置１の構成図である。

【図２】加工対象物９における調整用レーザ光の照射領域形状と入射角との関係を説明する図である。

【図３】加工対象物９における調整用レーザ光の照射位置と加工用レーザ光の集光位置深さ H との関係を説明する図である。

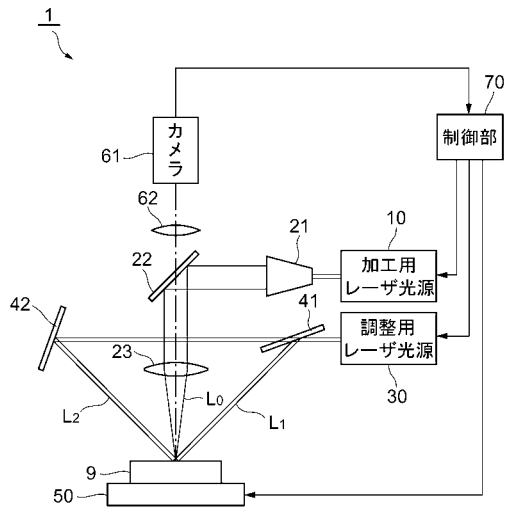
【図４】第２実施形態に係るレーザ加工装置２の構成図である。

【符号の説明】

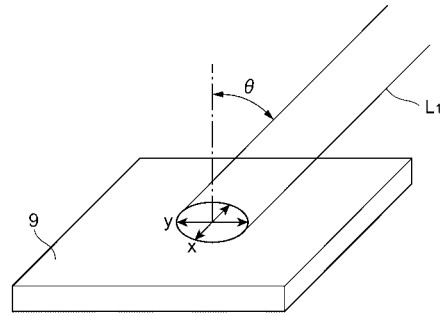
【００３２】

１，２…レーザ加工装置、９…加工対象物、１０…加工用レーザ光源、２１…ビームエキスパンダ、２２…ミラー、２３…集光レンズ、３０～３２…調整用レーザ光源、４１…ミラー、４２…ミラー、５０…調整部、６１…ＣＣＤカメラ、６２…結像レンズ、７０…制御部。

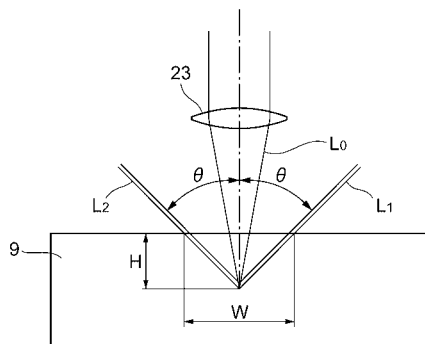
【図 1】



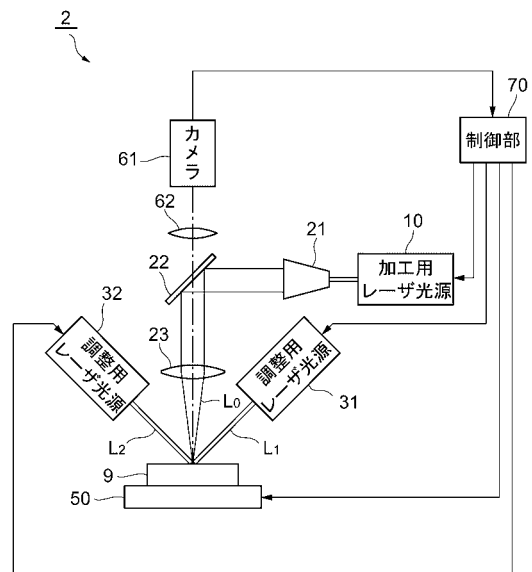
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 玉置 忍

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

審査官 青木 正博

(56)参考文献 特開昭 6 3 - 1 0 8 9 8 1 (J P , A)

特開平 0 6 - 3 2 8 2 8 3 (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 / 4 2