

(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2017-131931

(P2017-131931A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 K 26/00 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/00	B 4 E 1 6 8
<b>B 2 3 K 26/02 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/02	A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-13977 (P2016-13977)  
 (22) 出願日 平成28年1月28日 (2016.1.28)

(71) 出願人 502296718  
 株式会社ソフトサービス  
 福岡県福岡市博多区博多駅東三丁目3番2号  
 (74) 代理人 100156867  
 弁理士 上村 欣浩  
 (72) 発明者 中原 涼  
 福岡県福岡市博多区博多駅東3-3-22  
 株式会社ソフトサービス内  
 (72) 発明者 楠木 弘典  
 福岡県福岡市博多区博多駅東3-3-22  
 株式会社ソフトサービス内  
 Fターム(参考) 4E168 AA00 CA01 CA06 CB07 CB13  
 CB15 DA03 DA04 DA26 EA11

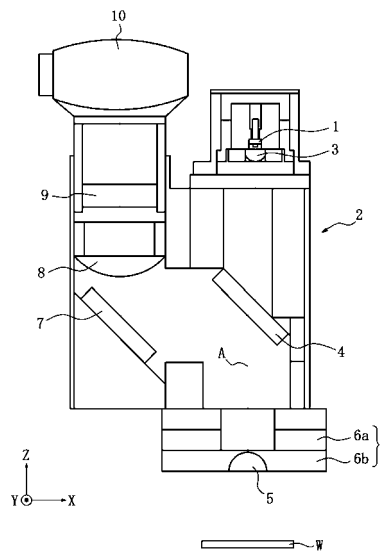
(54) 【発明の名称】 レーザーマーキング装置

(57) 【要約】

【課題】半導体レーザーを用いたレーザーマーキング装置において、レーザー光の焦点位置を対象物の表面に精度良く合わせる事が可能な装置を提案する。

【解決手段】本発明の半導体レーザーを用いたレーザーマーキング装置は、原画像を微分フィルタで空間フィルタリング処理することによって出力画像を作成し、出力画像毎に出力画像最大輝度値を算出し、出力画像最大輝度値をもとにピーク出力画像を定め、ピーク原画像に紐付けされたピーク出力画像の数を算出し、ピーク原画像を撮像した時点での光学ユニットの位置を中心として光学ユニットの位置が±Eの範囲に含まれる原画像につき、これらの原画像に紐付けされたピーク出力画像の数の和を算出し、この数の和が所定数以上であれば、ピーク原画像に紐付けされた光学ユニットの位置情報に基づいて光学ユニットをピーク原画像が撮像された位置へ移動させて対象物Wにマーキングを行う。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体レーザーと、該半導体レーザーからのレーザー光を対象物の表面で集光させる光学ユニットとを備え、集光させたレーザー光で該対象物にマーキングを施すレーザーマーキング装置であって、

前記対象物に対して前記光学ユニットを、前記レーザー光が集光すると予想される位置よりも手前の位置とこれを超えた位置との間で相対的に移動させる駆動部と、該駆動部によって該光学ユニットを相対的に移動させる間に該対象物で反射されたレーザー光を撮像して原画像を取得する撮像部と、該駆動部と該撮像部とに接続されて該駆動部と該撮像部とを所定の工程で動作させる制御部とを備え、

該制御部は、以下の ( a ) 工程 ~ ( g ) 工程を行った後に該対象物にマーキングを行うレーザーマーキング装置。

( a ) 前記撮像部によって取得した複数の原画像のそれぞれと、各原画像を撮像した時点での前記対象物に対する前記光学ユニットの相対的な位置情報とを紐付けする工程、

( b ) 前記原画像毎に最大輝度値である原画像最大輝度値を算出する工程、

( c ) 前記原画像を、該原画像を撮像した時点での前記対象物に対する前記光学ユニットの相対的な位置の順に並べた場合において、前記原画像最大輝度値が前後の原画像よりも大きい原画像をピーク原画像と設定する工程、

( d ) 前記原画像を微分フィルターで空間フィルタリング処理することによって各原画像に紐付けされる出力画像を作成する工程、

( e ) 前記出力画像毎に最大輝度値である出力画像最大輝度値を算出する工程、

( f ) 前記出力画像を、前記原画像を撮像した時点での前記対象物に対する前記光学ユニットの相対的な位置の順に並べた場合において、前記出力画像最大輝度値が前後の出力画像よりも大きい出力画像をピーク出力画像と設定する工程、

( g ) 前記ピーク原画像に紐付けされた前記ピーク出力画像の数を算出するとともに、該ピーク原画像を撮像した時点での前記光学ユニットの位置を中心として該光学ユニットの位置が  $\pm E$  の範囲に含まれる原画像につき、これらの原画像に紐付けされた該ピーク出力画像の数の和を算出し、この数の和が所定数以上であれば、該ピーク原画像は前記レーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断して、該ピーク原画像に紐付けされた該光学ユニットの位置情報に基づいて該駆動部を動作させて該光学ユニットを該ピーク原画像が撮像された位置へ相対的に移動させる工程 (ここで E は前記レーザー光の焦点深度である)。

## 【請求項 2】

前記ピーク原画像が複数存在する場合は、前記 ( g ) 工程に代えて以下の ( h ) 工程を行う請求項 1 に記載のレーザーマーキング装置。

( h ) 前記ピーク原画像が複数存在する場合において、これらのピーク原画像における原画像最大輝度値が最も大きい値を算出し、この最も大きい値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値をもつピーク原画像が 1 つであれば、このピーク原画像が前記レーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断して、該ピーク原画像に紐付けされた該光学ユニットの位置情報に基づいて該駆動部を動作させて該光学ユニットを該ピーク原画像が撮像された位置へ移動させる工程。

## 【請求項 3】

前記 ( h ) 工程につき、前記ピーク原画像が複数存在して、これらのピーク原画像における原画像最大輝度値の最も大きい値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値をもつピーク原画像が複数である場合は、該ピーク原画像を撮像した時点での前記光学ユニットの位置を中心として該光学ユニットの位置が  $\pm E$  の範囲に含まれる原画像につき、この原画像に紐付けされた該ピーク出力画像の数の和を算出し、数の和が多い方のピーク原画像が前記レーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断して、該ピーク原画像に紐付けされた該光学ユニットの位置情報に基づいて該駆動部を動作させて該光学ユニットを該ピーク原画像が撮像された位置へ移動させる工程を行う請求項 2 に記載のレ

10

20

30

40

50

ーザーマーキング装置。

【請求項 4】

前記(d)工程において、前記出力画像は、前記ピーク原画像における上下左右方向に対し、下から上に向かって階調差がある部分を抽出する上方向フィルターと、上から下に向かって階調差がある部分を抽出する下方向フィルターと、左から右に向かって階調差がある部分を抽出する右方向フィルターと、右から左に向かって階調差がある部分を抽出する左方向フィルターのうち、少なくとも1つで空間フィルタリング処理されて生成されるものである請求項1～3の何れか一項に記載のレーザーマーキング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、レーザー光によって対象物の表面にマーキングを施すレーザーマーキング装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

昨今、製造日時や場所の他、使用した材料や品質に関わる各種データ等をバーコードや二次元コード等に変換し、これを物品の表面上にマーキングしておくことで、物品が市場に流通された後もその物品に関する履歴が追跡可能になる、トレーサビリティに対する要求が増している。従来、例えばガラスエポキシ基板やフレキシブル基板にこのようなマーキングパターンを印字するにあたっては、YAGレーザーや炭酸ガスレーザー等からレーザー光を出射し、これをガルバノメータスキャナによって基板上に照射してマーキングを行うレーザーマーキング装置が多用されている。しかし、YAGレーザーや炭酸ガスレーザー等は比較的高出力のものが多いためにエネルギー消費量が多い上、ガルバノメータスキャナを用いることから、構造が複雑になってしまうという問題がある。また、高出力のためにマーキングを行う対象物への負荷も大きく、対象物が基板の場合は表面の保護層(レジスト)を貫通してしまうおそれもある。

20

【0003】

このような従来のレーザーマーキング装置に対し、本発明者らは、半導体レーザーと、この半導体レーザーから照射されるレーザー光のビーム径内で対物レンズを移動させるレンズ駆動ユニットとを備えるレーザーマーキング装置を提案している(特許文献1参照)。このレーザーマーキング装置によれば、エネルギー消費量が少ない上、従来の装置に対して構造が簡単になるという利点がある。また、出力がそれ程大きくないことから基板のレジストを貫通してしまうおそれも少なく、またマーキング時の残渣(ヒューム)を抑えることもできる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-100808号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

ところで半導体レーザーを用いたレーザーマーキング装置では、レーザー光を対象物の表面に集光させてエネルギー密度を高めてマーキングを行っている。このため最適な条件でマーキングを行うには、レーザー光の焦点位置を対象物の表面に精度良く合わせる必要がある。しかし、対象物の種類が変われば材質や色、透過度等も変わるうえ、対象物の表面状態は同一種類であっても個体差があるため、その調整は難しいのが現状であった。

【0006】

本発明は、このような点を解決することを課題とするものであり、その目的は、半導体レーザーを用いたレーザーマーキング装置において、レーザー光の焦点位置を対象物の表

50

面に精度良く合わせることが可能なオートフォーカス機能を備えるレーザーマーキング装置を提案するところにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、半導体レーザーと、該半導体レーザーからのレーザー光を対象物の表面で集光させる光学ユニットとを備え、集光させたレーザー光で該対象物にマーキングを施すレーザーマーキング装置であって、前記対象物に対して前記光学ユニットを、前記レーザー光が集光すると予想される位置よりも手前の位置とこれを超えた位置との間で相対的に移動させる駆動部と、該駆動部によって該光学ユニットを相対的に移動させる間に該対象物で反射されたレーザー光を撮像して原画像を取得する撮像部と、該駆動部と該撮像部とに接続されて該駆動部と該撮像部とを所定の工程で動作させる制御部とを備え、該制御部は、以下の(a)工程～(g)工程を行った後に該対象物にマーキングを行うレーザーマーキング装置である。

(a) 前記撮像部によって取得した複数の原画像のそれぞれと、各原画像を撮像した時点での前記対象物に対する前記光学ユニットの相対的な位置情報とを紐付けする工程、

(b) 前記原画像毎に最大輝度値である原画像最大輝度値を算出する工程、

(c) 前記原画像を、該原画像を撮像した時点での前記対象物に対する前記光学ユニットの相対的な位置の順に並べた場合において、前記原画像最大輝度値が前後の原画像よりも大きい原画像をピーク原画像と設定する工程、

(d) 前記原画像を微分フィルターで空間フィルタリング処理することによって各原画像に紐付けされる出力画像を作成する工程、

(e) 前記出力画像毎に最大輝度値である出力画像最大輝度値を算出する工程、

(f) 前記出力画像を、前記原画像を撮像した時点での前記対象物に対する前記光学ユニットの相対的な位置の順に並べた場合において、前記出力画像最大輝度値が前後の出力画像よりも大きい出力画像をピーク出力画像と設定する工程、

(g) 前記ピーク原画像に紐付けされた前記ピーク出力画像の数を算出するとともに、該ピーク原画像を撮像した時点での前記光学ユニットの位置を中心として該光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像につき、これらの原画像に紐付けされた該ピーク出力画像の数の和を算出し、この数の和が所定数以上であれば、該ピーク原画像は前記レーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断して、該ピーク原画像に紐付けされた該光学ユニットの位置情報に基づいて該駆動部を動作させて該光学ユニットを該ピーク原画像が撮像された位置へ相対的に移動させる工程(ここでEは前記レーザー光の焦点深度である)。

【0008】

また、前記ピーク原画像が複数存在する場合は、前記(g)工程に代えて以下の(h)工程を行うことが好ましい。

(h) 前記ピーク原画像が複数存在する場合において、これらのピーク原画像における原画像最大輝度値が最も大きい値を算出し、この最も大きい値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値をもつピーク原画像が1つであれば、このピーク原画像が前記レーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断して、該ピーク原画像に紐付けされた該光学ユニットの位置情報に基づいて該駆動部を動作させて該光学ユニットを該ピーク原画像が撮像された位置へ移動させる工程。

【0009】

また、前記(h)工程につき、前記ピーク原画像が複数存在して、これらのピーク原画像における原画像最大輝度値の最も大きい値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値をもつピーク原画像が複数である場合は、該ピーク原画像を撮像した時点での前記光学ユニットの位置を中心として該光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像につき、この原画像に紐付けされた該ピーク出力画像の数の和を算出し、数の和が多い方のピーク原画像が前記レーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断して、該ピーク原画像に紐付けされた該光学ユニットの位置情報に基づいて該駆動部を動作させて

該光学ユニットを該ピーク原画像が撮像された位置へ移動させる工程を行うことが好ましい。

【0010】

また、前記(d)工程において、前記出力画像は、前記ピーク原画像における上下左右方向に対し、下から上に向かって階調差がある部分を抽出する上方向フィルターと、上から下に向かって階調差がある部分を抽出する下方向フィルターと、左から右に向かって階調差がある部分を抽出する右方向フィルターと、右から左に向かって階調差がある部分を抽出する左方向フィルターのうち、少なくとも1つで空間フィルタリング処理されて生成されるものであることが好ましい。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明者らはまず、対象物の表面にレーザー光を集光させるにあたり、対象物に対してレーザー光源を垂直方向に移動させながら対象物に照射するレーザー光を撮像し、撮像した画像において最大輝度値が最も大きい画像をレーザー光の焦点位置とする手法で検討を行った。しかし、対象物の種類や表面状態によっては最大輝度値がばらつくことも多く、最大輝度値が最も大きい画像であってもこの画像を撮像した位置がレーザー光の焦点位置ではないことが多々見受けられた。そして更に検討を重ね、レーザー光を撮像した画像(原画像)における最大輝度値(原画像最大輝度値)に加え、原画像を微分フィルターで空間フィルタリング処理することによって得られる画像(出力画像)の最大輝度値(出力画像最大輝度値)に着目したところ、原画像最大輝度値が周辺の前画像よりも大きいピーク原画像と、出力画像最大輝度値が周辺の出力画像よりも大きいピーク出力画像との相関性を利用することによって、レーザー光の焦点位置を対象物の表面に精度良く合わせる事が可能であることを見出した。

20

【0012】

すなわち本発明のレーザーマーキング装置では、対象物の表面にレーザー光を集光させるにあたり、光学ユニットを、レーザー光が集光すると予想される位置よりも手前の位置とこれを超えた位置との間で相対的に移動させるとともに、その間に対象物からの反射光を撮像して複数の原画像を取得し、更に各原画像での最大輝度値(原画像最大輝度値)を算出している。そして原画像について、原画像最大輝度値が周辺の前画像よりも大きいピーク原画像を選定し、更に原画像を微分フィルターで空間フィルタリング処理することによって各原画像に紐付けされる出力画像を作成するとともに、この出力画像の最大輝度値である出力画像最大輝度値に着目して、出力画像最大輝度値が周辺の出力画像よりも大きいピーク出力画像を選定している。そして、発明者らによる種々の検討を通して、ピーク原画像を撮像した時点での光学ユニットの位置を中心として光学ユニットの位置が±Eの範囲に含まれる原画像につき、これらの原画像に紐付けされたピーク出力画像の数の和が所定数以上であれば、ピーク原画像が前記レーザー光の焦点位置で撮像された画像であると判断できることが分かったため、このピーク原画像に紐付けされた光学ユニットの位置情報に基づいて、光学ユニットをこのピーク原画像が撮像された位置へ移動させてマーキングを行うことで、ばらつきの少ない高精度のマーキングを行うことができる。なお、前述のEはレーザー光の焦点深度である。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に従うレーザーマーキング装置の一実施形態につき、光学ユニットの構造を説明する図である。

【図2】対物レンズの移動に応じてレーザー光の集光点が変位することを説明する図である。

【図3】図1に示す光学ユニットにつき、他の実施形態の構造を説明する図である。

【図4】本発明に従うレーザーマーキング装置の一実施形態を説明する概略図である。

【図5】レーザー光の集光する位置と、光学ユニットに対する対象物の相対位置との関係を説明する図である。

50

【図6】撮像した原画像と各原画像における原画像最大輝度値の一例を示す図である。

【図7】図7(a)は空間フィルタリング処理について説明する図であり、図7(b)は4種類の微分フィルタについて説明する図である。

【図8】原画像に関係づけられた原画像最大輝度値と出力画像最大輝度値とを示す図である。

【図9】撮像した原画像と各原画像における原画像最大輝度値、白点エリアサイズ、及び出力画像最大輝度値の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して、本発明をより具体的に説明する。まず、図1を参照しつつ、本発明に従うレーザーマーキング装置における、レーザー光の照射に関わる部位について説明する。

【0015】

図1において、符号1は、後述する光学ユニットに取り付けられる半導体レーザーを示す。半導体レーザー1は、波長が405nmの青紫色レーザー光を連続波発振によって出射することが可能である。

【0016】

符号2は、光学ユニットを示す。光学ユニット2は、半導体レーザー1からのレーザー光を対象物Wの表面で集光させてマーキングを施すものである。本実施形態では、半導体レーザー1から対象物Wに至る経路に、コリメートレンズ3、ビームサンプラー4、及び対物レンズ5を設けている。

【0017】

半導体レーザー1から出射されるレーザー光は、まず、コリメートレンズ3を通る。半導体レーザー1から出射された直後のレーザー光は拡散光であるが、コリメートレンズ3を通すことによって平行光に変換することができる。コリメートレンズ3を光学ユニット2に取り付けるに当たっては、コリメートレンズ3を通したレーザー光の波面収差を計測し、コリメートレンズ3のZ軸での位置調整(焦点位置の調整)によってデフォーカス収差を調整し、コリメートレンズ3を傾けることで非点収差を調整し、XY面内でのコリメートレンズ3の位置調整によってチルト収差の調整を行っている。なお、各収差は1/4以下に調整することが好ましい。

【0018】

ビームサンプラー4は、コリメートレンズ3を通ったレーザー光を対物レンズ5に向けて透過させる一方、対象物Wで反射したレーザー光を、後述する撮像部に向けて反射させるものである。

【0019】

対物レンズ5は、ビームサンプラー4を透過したレーザー光を対象物Wの表面上に集光させるものである。コリメートレンズ3によって平行光に変換されたレーザー光のビーム径は、本実施形態では約3mmであるが、対物レンズ5によって、対象物Wの表面上では約10 $\mu$ mの集光径になるように調整している。

【0020】

更に光学ユニット2には、レーザー光の光軸Aに対して垂直面内で且つ対物レンズ5の光学中心がレーザー光のビーム径(本実施形態では約3mm)内に収まる範囲で、対物レンズ5をレーザー光に対して移動させるレンズ駆動ユニット6が設けられている。本実施形態では、図1に示すように光軸Aの向きがZ方向に一致しており、レンズ駆動ユニット6は、Z方向に垂直となる面(XY平面)において相互に直交するX方向及びY方向に対し、それぞれの方向に移動可能なX方向駆動部6a、及びY方向駆動部6bを備えている。ここで、X方向駆動部6aは、Y方向駆動部6bを保持してX方向に移動するように構成されており、Y方向駆動部6bは、対物レンズ5を保持してY方向に移動するように構成されている。

【0021】

10

20

30

40

50

対物レンズ5は、図2に示すように、その光学中心がレーザー光のビーム径D内に収まる範囲でX方向に移動(距離X1)させれば、集光点pも同じ方向に且つ同じ距離だけ変位させることができる。すなわち、X方向駆動部6a、及びY方向駆動部6bによって、対物レンズ5をX方向、及びY方向に所定の距離で移動させると、対象物Wの表面上の集光点pを同方向に同距離だけ変位させることができるので、対物レンズ5の移動によって所要のマーキングを施すことができる。

#### 【0022】

更に光学ユニット2には、ミラー7、結像レンズ8、ローカットフィルター9、及びCDカメラ等の撮像部10が設けられている。対物レンズ5で集光されたレーザー光は、その一部が対象物Wによって反射され、再度対物レンズ5を透過してビームサンプラー4に至る。ビームサンプラー4はXY平面に対して45度傾いているので、ビームサンプラー4で反射したレーザー光は-X方向に向かって進み、同じくXY平面に対して45度傾けて設けたミラー7によって進路が+Z方向に変更される。その後は、結像レンズ8、及びローカットフィルター9によって、青紫色成分の光を撮像部10の受光面に結像させることができる。すなわち本実施形態の光学ユニット2によれば、対象物Wで集光するレーザー光を同軸上で観察することが可能である。

10

#### 【0023】

なお上述の光学ユニット2は、図3に示すように構成することも可能である。ここで符号11は、半導体レーザー1のレーザー光に対して異なる波長の光を発光する発光体である。本実施形態では、波長が630nmとなる赤色LEDを使用している。発光体11の前方にはコリメートレンズ12が設けられていて、発光体11からの赤色光を平行光に変換することができる。更にコリメートレンズ12の前方には、XY平面に対して45度傾けて設けたハーフミラー13が設けられている。これにより、コリメートレンズ12からの平行光は-Z方向に進み、上述のミラー7で+X方向に進路が変更されて、ダイクロイックミラー14に至る。本実施形態のダイクロイックミラーは、レーザー光(波長405nm)は透過する一方、赤色光(波長630nm)は反射する特性を持っており、XY平面に対して45度傾けて設けている。これにより、ダイクロイックミラー14で反射した発光体11の光は、対象物Wに照射されるとともにこの対象物Wで反射され、その反射された光が再度、ダイクロイックミラー14で反射される。その後は、ミラー7、結像レンズ8を経由し、ハーフミラー13を透過して撮像部10の受光面に結像される。図1に示したビームサンプラー4の反射率は4%程度であるので、撮像部10で対象物Wのマーキングを観察するには光量が不足するものの、ダイクロイックミラー14の赤色光に対する反射率は90%程度であるので、撮像部10には十分な光量が届くことになり、対象物Wのマーキングを観察することが可能になる。なお、ダイクロイックミラー14に対する波長405nmの光の透過率は90%程度であるので、対象物Wに対するマーキングには殆ど影響が及ばない。

20

30

#### 【0024】

次に、図4を参照しつつ、上述した半導体レーザー1及び光学ユニット2等を含む本発明に従うレーザーマーキング装置について説明する。符号20は、本実施形態のレーザーマーキング装置を示す。レーザーマーキング装置20は、マーキングを施す対象物Wを載置するXYステージ21を備えている。XYステージ21は、対象物WをX方向、及びY方に移動させることが可能であって、例えば所望するマーキングの大きさがレンズ駆動ユニット6の移動範囲を超える場合には、レンズ駆動ユニット6によるマーキングの後、対象物WをXYステージ21で移動させるようにすることで、大きなサイズのマーキングも施すことができる。なお、XYステージ21は固定ステージとし、光学ユニット2全体をX方向、及びY方に移動させるようにしてもよい。またレーザーマーキング装置20は、光学ユニット2を対象物Wに対して相対的に垂直方向(本実施形態ではZ方向)に移動可能な駆動部22(以下、「Z方向駆動部22」と称する)と、少なくとも撮像部10及びZ方向駆動部22とに接続される制御部23とを備えている。本実施形態の制御部23は、レーザーマーキング装置20の動作全体を制御するものであって、所望するマーキングパ

40

50

ターンに応じて半導体レーザー 1 の発光、非発光を切り替えたり、レンズ駆動ユニット 6 の X 方向駆動部 6 a、及び Y 方向駆動部 6 b を駆動させたりすることが可能である。

【 0 0 2 5 】

次に、本実施形態のレーザーマーキング装置 2 0 によって、半導体レーザー 1 からのレーザー光を対象物 W の表面で集光させる手順について説明する。

【 0 0 2 6 】

本実施形態において、半導体レーザー 1 から出射されるレーザー光は、図 1 に示す対物レンズ 5 の中心を通って図 5 に示す P 5 において集光するとする。そして光学ユニット 2 を、制御部 2 3 で駆動される Z 方向駆動部 2 2 によって、対象物 W に対して垂直方向に相対移動させる。ここで光学ユニット 2 は、対象物 W に対して、レーザー光が集光すると予想される位置よりも手前の位置（光学ユニット 2 と対象物 W との間隔が広く、レーザー光が集光する位置が対象物 W の表側に位する位置）からこれを超えた位置（光学ユニット 2 と対象物 W との間隔が狭く、レーザー光が集光する位置が対象物 W の裏側に位する位置）まで移動可能である。本実施形態では、光学ユニット 2 と対象物 W との間隔が狭い位置（対象物 W が P 1 に位する位置）から光学ユニット 2 と対象物 W との間隔が広い位置（対象物 W が P 7 に位する位置）まで、対象物 W に対して光学ユニット 2 を相対移動させる。

【 0 0 2 7 】

また撮像部 1 0 は、光学ユニット 2 を移動させる間の任意の位置において、対象物 W の表面で反射されたレーザー光の画像（原画像）を取得することが可能である。本実施形態では、光学ユニット 2 を 0 . 0 5 mm 移動する毎に原画像を取得するようにしている。ここで図 6 は、取得した原画像の一部を抜粋して示して、原画像（I 1、I 2、I 3 . . . I 7）は、対象物 W が P 1、P 2、P 3 . . . P 7 に位する位置での原画像の一例を示す。なお、P 1、P 2 . . . P 7 について、各点間の距離は 0 . 2 mm とする。また本実施形態で取得する原画像は白黒画像である。

【 0 0 2 8 】

そして取得した各原画像を、それぞれの原画像を撮像した時点での対象物 W に対する光学ユニット 2 の相対的な位置情報と紐付けする。本実施形態では、原画像 I 1 . . . I 7 のそれぞれに、対象物 W が P 1 . . . P 7 に位置した時点で撮像されたとの情報が紐付けされる。

【 0 0 2 9 】

更に、原画像毎に、画像中で最も高い輝度値である最大輝度値（原画像最大輝度値）を算出する。本実施形態の原画像は、0 ~ 2 5 5 の輝度値で表される多数の画素によって構成されていて、各画像において最も明るい（白に近い）画素の輝度値を原画像最大輝度値としている。図 6 において、前述の原画像に対応する原画像最大輝度値を例示する。

【 0 0 3 0 】

そして、原画像を撮像した時点での対象物に対する光学ユニットの相対的な位置の順にこれらの原画像を並べた場合において、原画像最大輝度値が前後の原画像よりも大きい原画像をピーク原画像と設定する。図 6 に示す例では、原画像 I 5 の原画像最大輝度値が、この前の原画像 I 4 の原画像最大輝度値よりも大きく、且つこの後の原画像 I 6 の原画像最大輝度値よりも大きいため、原画像 I 5 をピーク原画像と設定する。

【 0 0 3 1 】

更に、原画像を微分フィルターで空間フィルタリング処理することによって各原画像に紐付けされる出力画像を作成する。本実施形態では、図 7（a）に示すように、原画像の画素毎に、この画素を中心とした 3 x 3 領域における輝度値に対して微分フィルターを重ね合わせて積和演算を行い、その出力値が空間フィルタリング処理された輝度値であるとして、元の画素に対応する部分に出力画像の画素として当てはめる。そしてこの処理を原画像の全ての画素に対して行って、出力画像を作成する。なお、原画像とこれを空間フィルタリング処理した出力画像とは紐付けされるものとする。

【 0 0 3 2 】

ここで本実施形態の微分フィルターは、原画像における上下左右方向に対し、図 7（b）

10

20

30

40

50

）に示す、下から上に向かって階調差がある部分を抽出する上方向フィルターF 1と、上から下に向かって階調差がある部分を抽出する下方向フィルターF 2と、左から右に向かって階調差がある部分を抽出する右方向フィルターF 3と、右から左に向かって階調差がある部分を抽出する左方向フィルターF 4として表されるものである。そしてこれら4つのフィルターを用いて空間フィルタリング処理を行って、1つの原画像に対して4つの出力画像を作成する。

【0033】

更に、出力画像毎に、画像中で最も高い輝度値である最大輝度値（出力画像最大輝度値）を算出する。図8において、上方向フィルターF 1で得られた出力画像の出力画像最大輝度値、下方向フィルターF 2で得られた出力画像の出力画像最大輝度値、右方向フィルターF 3で得られた出力画像の出力画像最大輝度値、左方向フィルターF 4で得られた出力画像の出力画像最大輝度値を、前述の原画像I 1・・・I 7における原画像最大輝度値とともに例示する。

10

【0034】

そして出力画像を、原画像を撮像した時点での対象物に対する光学ユニットの相対的な位置の順に並べた場合において、出力画像最大輝度値が前後の出力画像よりも大きい原画像をピーク出力画像と設定する。図8に示す例において、上方向フィルターF 1で得られた出力画像の出力画像最大輝度値に着目すると、原画像I 5に対応する出力画像最大輝度値は、この前の原画像I 4に対応する出力画像最大輝度値よりも大きく、且つこの後の原画像I 6に対応する出力画像最大輝度値よりも大きいため、上方向フィルターF 1で得られた出力画像のうち、原画像I 5に対応する出力画像をピーク出力画像と設定する。そして下方向フィルターF 2、右方向フィルターF 3、左方向フィルターF 4についても同様にしてピーク出力画像を選定する。なお、図8において星印をつけた原画像最大輝度値はピーク原画像における値であり、同様に星印をつけた出力画像最大輝度値はピーク出力画像における値である。

20

【0035】

そして、ピーク原画像に紐付けされたピーク出力画像の数を算出するとともに、ピーク原画像を撮像した時点での光学ユニットの位置を中心として光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像につき、これらの原画像に紐付けされたピーク出力画像の数の和を算出し、この数の和が所定数以上であれば、このピーク原画像はレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断する処理を行う。ここでEとはレーザー光の焦点深度であって、本実施形態では0.2mmである。また所定数とは、例えば対象物Wの種類等に応じて予め決めておいた数を用いることができ、本実施形態では、所定数を4と定めている。なお、所定数をあらかじめ定めずに、光学ユニットの位置を中心として光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像におけるピーク出力画像の数の和と、光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれない原画像におけるピーク出力画像の数の和（但し、 $\pm E$ の範囲に含まれない原画像の数が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像の数と相違する場合は、それぞれの原画像の数で平均化した数の和）とを比較し、前記範囲に含まれる原画像におけるピーク出力画像の数の和が、前記範囲に含まれない原画像におけるピーク出力画像の数の和よりも大きければ、その範囲の中心であるピーク原画像はレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断するようにしてもよい。

30

40

【0036】

そして、上記の数の和が所定数以上であれば、ピーク原画像に紐付けされた光学ユニット2の位置情報に基づいてZ方向駆動部22を動作させて、光学ユニット2をピーク原画像が撮像された位置へ移動させる。本実施形態では、図8に示すように、ピーク原画像（原画像I 5）を中心として光学ユニットの位置が $\pm E$ （ $\pm 0.2\text{mm}$ ）の範囲に含まれる原画像は、前述のようにP 1、P 2・・・P 7における各点間の距離は0.2mmであるため、原画像I 4～I 6の3つである。そして原画像I 4～I 6に紐付けされたピーク出力画像の数の和は4つである。これは予め定めた所定数（本実施形態は4）以上であって条件を満たすため、Z方向駆動部22を動作させて、対象物Wの表面がP 5に位する位置

50

まで光学ユニット2を移動させ、この位置で対象物Wにマーキングを行う。なお本実施形態のレーザーマーキング装置20には、ピーク原画像に紐付けされたピーク出力画像の数の和が所定数よりも少なければ、XYステージ21を駆動したうえで(XYステージ21を固定ステージとし、光学ユニット2全体をXY方向に移動させる構成の場合には、光学ユニット2全体をXY方向に移動させて)、最初から原画像を取得するリトライ処理の機能を設けている。

#### 【0037】

ところで、ピーク原画像が複数存在する場合は、これらのピーク原画像における原画像最大輝度値が最も大きい値を算出し、この最も大きい値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値をもつピーク原画像が1つであれば、このピーク原画像はレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断する。換言すると、ピーク原画像における原画像最大輝度値のうち、最も大きい値と次の値との差が所定値よりも大きければ、最も大きい原画像最大輝度値を持つピーク原画像はレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断する。この処理を、図9を参照しながら説明する。なお、前述の所定値はここでは10に設定している。図9に示す例では、ピーク原画像が2つ(原画像J2と原画像J5)存在している。ここで、原画像J2と原画像J5の原画像最大輝度値は、どちらも202であって、上記の条件には適合していない。この場合は、以下に示す処理を行う。

10

#### 【0038】

図9のように、原画像最大輝度値が最も大きい値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値に着目しても、ピーク原画像が複数存在する場合、本実施形態では、ピーク原画像を撮像した時点での光学ユニットの位置を中心として光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像につき、この原画像に紐付けされたピーク出力画像の数の和を算出し、数の和が多い方のピーク原画像がレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断する。

20

#### 【0039】

前述の処理を、図9を参照しながら説明する。なお原画像J1~J7は、光学ユニット2を0.05mmピッチで移動して撮像した原画像の一部を抜粋して示したものであって、ここでは、0.2mm毎に選択して示している。またレーザー光の焦点深度Eは0.2mmとする。まず、原画像J2に関し、この画像を撮像した時点での光学ユニット2の位置を中心として光学ユニット2の位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像は、原画像J1~J3の3つである。そして原画像J1~J3に紐付けされたピーク出力画像の数の和は1つである。次に原画像J5に関し、この画像を撮像した時点での光学ユニット2の位置を中心として光学ユニット2の位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像は、原画像J4~J6の3つである。そして原画像J4~J6に紐付けされたピーク出力画像の数の和は4つである。この場合、数の和が多い方は原画像J5であるため、原画像J5がレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断し、対象物Wの表面がP5に位する位置まで光学ユニット2を移動させ、この位置で対象物Wにマーキングを行う。なお、前述の数の和が同数であれば、先に述べたリトライ処理を行うものとする。

30

#### 【0040】

なお、本実施形態ではピーク原画像が複数存在する場合、まず最も大きい原画像最大輝度値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値を持つピーク原画像に着目し、次に光学ユニットの位置が $\pm E$ の範囲に含まれる原画像につき、この原画像に紐付けされたピーク出力画像の数の和に着目したが、先にピーク出力画像の数の和による判断を行って、次に最も大きい原画像最大輝度値に対して所定値の範囲内に含まれる原画像最大輝度値を持つピーク原画像に着目するようにしてもよい。

40

#### 【0041】

以上、本発明に従うレーザーマーキング装置の一実施形態について説明したが、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に従う範囲で種々の変更を含むものである。例えば、選択したピーク原画像がレーザー光が集光する位置で撮像され

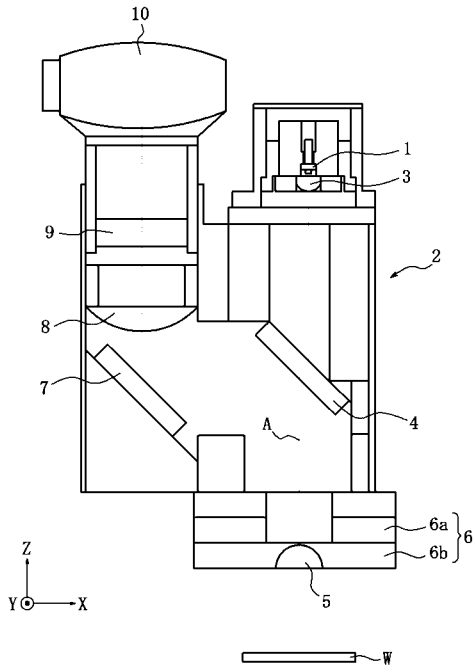
50

た画像であると判断するにあたっては、原画像 J 1 ~ J 7 に含まれる画素につき、所定の輝度値以上の範囲（白点エリアサイズ）を算出し（図 9 参照）、白エリアサイズが小さい原画像（図 9 では原画像 J 5）がレーザー光が集光する位置で撮像された画像であると判断する機能を設けても、或いはこれまでに説明した機能と入れ換えてもよい。また前述の実施形態では、対象物 W に対して光学ユニット 2 を Z 方向に移動させたが、光学ユニット 2 を固定して対象物 W を Z 方向に移動させてもよい。

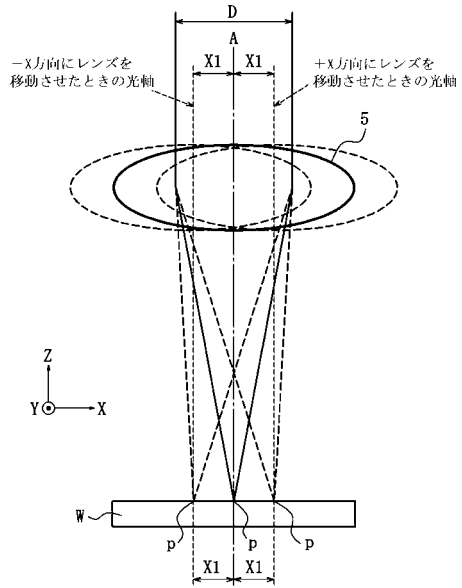
【符号の説明】

【 0 0 4 2 】	
1 : 半導体レーザー	
2 : 光学ユニット	10
3 : コリメートレンズ	
4 : ビームサンプラー	
5 : 対物レンズ	
6 : レンズ駆動ユニット	
6 a : X 方向駆動部	
6 b : Y 方向駆動部	
7 : ミラー	
8 : 結像レンズ	
9 : ローカットフィルター	
1 0 : 撮像部	20
1 1 : 発光体	
1 2 : コリメートレンズ	
1 3 : ハーフミラー	
1 4 : ダイクロイックミラー	
2 0 : レーザーマーキング装置	
2 1 : X Y ステージ	
2 2 : 駆動部（Z 方向駆動部）	
2 3 : 制御部	
F 1 : 上方向フィルター	
F 2 : 下方向フィルター	30
F 3 : 右方向フィルター	
F 4 : 左方向フィルター	
I 1 ~ I 7 : 原画像	
J 1 ~ J 7 : 原画像	
W : 対象物	

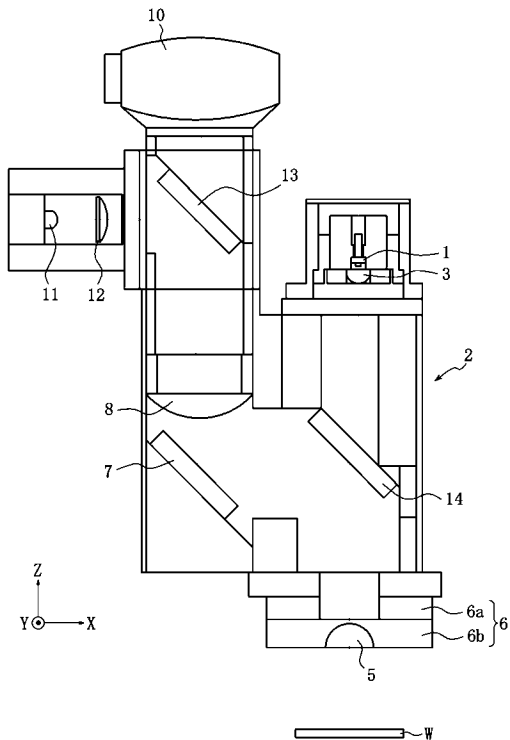
【 図 1 】



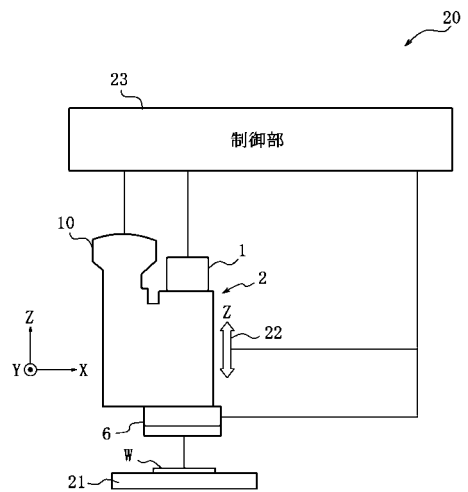
【 図 2 】



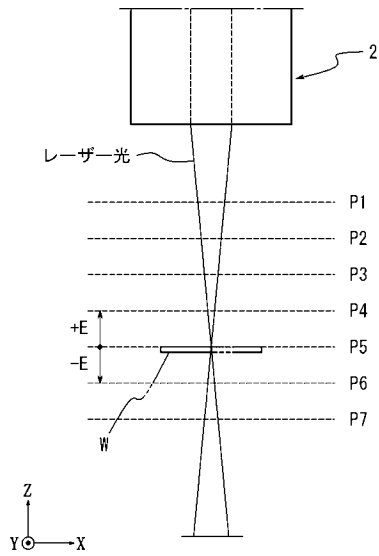
【 図 3 】



【 図 4 】



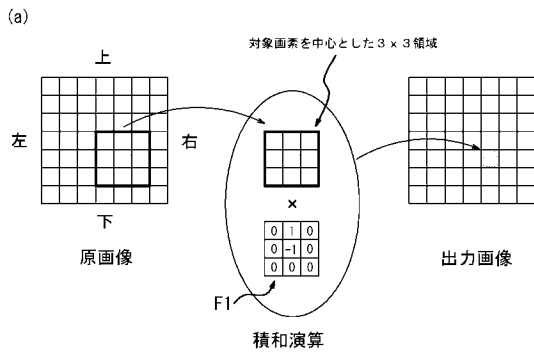
【 図 5 】



【 図 6 】

I7		135
I6		176
I5		202
I4		148
I3		108
I2		101
I1		61
	原画像	原画像 最大 輝度値

【 図 7 】



【 図 8 】

原画像	原画像 最大輝度値	出力画像最大輝度値			
		F1による	F2による	F3による	F4による
I1	61	7	6	5	4
I2	101	9	9	6	6
I3	108	9	13	9	8
I4	148	13	14	13	15
I5	★202	★20	★19	★16	★18
I6	176	17	14	12	13
I7	135	12	15	8	8

(b)

$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
上方方向フィルタF1	下方方向フィルタF2	右方向フィルタF3	左方向フィルタF4

	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
原画像							
原画像 最大 輝度値	160	202	156	148	202	176	135
白点 エリアサイズ	135	109	81	72	60	87	110

原画像	原画像 最大輝度値	出力画像最大輝度値							
		F1による	F2による	F3による	F4による	F5による	F6による	F7による	F8による
J1	160	7	6	5	8	6	10	10	10
J2	★202	★10	9	6	9	9	10	10	10
J3	156	9	13	13	13	13	13	13	13
J4	148	13	13	13	13	13	13	13	13
J5	★202	★20	18	14	14	14	16	16	16
J6	176	17	★19	★16	★16	★16	★18	★18	★18
J7	135	12	15	14	14	14	14	14	14