

(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2015-80799

(P2015-80799A)

(43) 公開日 平成27年4月27日(2015.4.27)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

B23K 26/073 (2006.01)

B 2 3 K 26/073

4E068

B23K 26/066 (2014.01)

B 2 3 K 26/06

J

GO2B 27/09 (2006.01)

G O 2 B 27/00

E

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-219920 (P2013-219920)

(22) 出願日 平成25年10月23日 (2013.10.23)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100110423

治道 我曾 士理 弁

(74) 代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74) 代理人 100122437

弁理士 大宅 一宏

(74) 代理人 100147566

弁理士 上田 俊一

(74) 代理人 100161171

弁理士 吉田 潤一郎

(74) 代理人 100161115

弁理士 飯野 智史

[最終頁に続く](#)

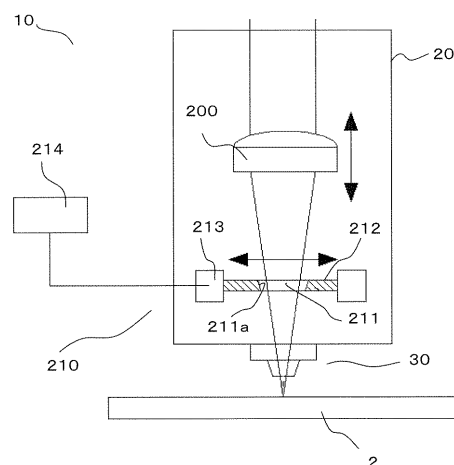
(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置、及びレーザ加工方法

(57) 【要約】

【課題】加工速度の高速化及びコストの低減化を図ることができるレーザ加工装置、及びレーザ加工方法を得る

【解決手段】レーザ加工装置 1 は、集光体 2 0 0 と基板 2 との間に配置され、光軸に沿った方向について基板 2 に近付くにつれて連続的に狭くなるテーパ穴 2 1 1 が形成され、集光されたレーザ光の一部をテーパ穴 2 1 1 の側面で反射させて基板 2 へ照射することで照射形状を整形する整形用マスク 2 1 2 と、集光体 2 0 0 及び整形用マスク 2 1 2 の少なくともいずれか一方に設けられ、集光されたレーザ光の一部をテーパ穴 2 1 1 の側面で反射させて基板 2 へ照射することで照射形状を所望の形状となるように、集光体 2 0 0 と整形用マスク 2 1 2 との相対位置を変化可能にした機構部 2 1 3 とを備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザ光を出射するレーザ光発振器、

上記レーザ光を加工対象である基板に向けて集光させる集光体、

上記集光体と上記基板との間に配置され、上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸に沿った方向について上記基板に近づくにつれて連続的に狭くなるテーパ穴が形成され、上記集光体により集光された上記レーザ光の一部を上記テーパ穴の側面で反射させて上記基板へ照射することで上記基板上の照射形状を整形する整形用マスク、

上記集光体及び上記整形用マスクの少なくともいずれか一方に設けられ、上記集光体により集光された上記レーザ光の一部を上記テーパ穴の側面で反射させて上記基板へ照射することで上記基板状上に照射される上記照射形状が所望の強度分布を有する形状となるように、上記集光体と上記整形用マスクとの相対位置を変化可能にした機構部、及び

上記整形用マスクにより整形された上記レーザ光を上記基板に照射する照射部を備える

レーザ加工装置。

【請求項 2】

上記機構部に接続され、上記基板の加工内容に応じて上記相対位置を変化させ、上記テーパ穴の側面で反射させて上記基板へ照射するレーザ光量を変えることで、上記基板上に照射される上記照射形状が所望の強度分布を有する形状となるように、上記機構部の位置制御を行う移動量制御部

をさらに有する

請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】

上記機構部は、上記整形用マスクに設けられ、上記整形用マスクを上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸に対して直交する平面上で移動可能にしたマスク移動機構部であり、

上記移動量制御部は、上記基板上に照射される上記照射形状が上記所望の強度分布を有する形状となるように、上記マスク移動機構部の位置制御を行うことで、上記整形用マスクを上記平面上で移動させる、

請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】

上記マスク移動機構部は、上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸に沿った方向である軸方向に上記整形用マスクを変位可能にした軸方向移動機構をさらに有し、

上記移動量制御部は、上記基板上に照射される上記照射形状が上記所望の強度分布を有する形状となるように、上記マスク移動機構部の位置制御を行うことで、上記整形用マスクを上記平面上及び上記軸方向で移動させる

請求項 3 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】

上記機構部は、上記集光体に設けられ、上記集光体を上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸に対して直交する平面上で移動可能にしたレンズ移動機構部であり、

上記移動量制御部は、上記基板上に照射される上記照射形状が上記所望の強度分布を有する形状となるように、上記レンズ移動機構部の位置制御を行うことで、上記集光体を上記平面上で移動させ、上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸をずらす

請求項 1 ～ 請求項 4 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 6】

上記レンズ移動機構部は、上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸に沿った方向である軸方向に上記整形用マスクを変位可能にした軸方向移動機構をさらに有し、

上記移動量制御部は、上記基板上に照射される上記照射形状が上記所望の強度分布を有する形状となるように、上記レンズ移動機構部の位置制御を行うことで、上記集光体を上記平面上及び上記軸方向で移動させ、上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸を

10

20

30

40

50

ずらす

請求項 5 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 7】

上記整形用マスクは、上記照射部と一体となっている

請求項 1 ～ 請求項 6 のいずれか一項に記載のレーザ加工装置。

【請求項 8】

上記整形用マスクは、上記テーパ穴が高反射材で形成されている

請求項 1 ～ 請求項 7 のいずれか一項に記載のレーザ加工装置。

【請求項 9】

レーザ光を出射するレーザ光発振器、

上記レーザ光を加工対象である基板に向けて集光させる集光体、

上記集光体と上記基板との間に配置され、上記集光体により集光された上記レーザ光の光軸に沿った方向について上記基板に近付くにつれて連続的に狭くなるテーパ穴が形成され、上記集光体により集光された上記レーザ光の一部を上記テーパ穴の側面で反射させて上記基板へ照射することで上記基板上の照射形状を整形する整形用マスク、

上記集光体及び上記整形用マスクの少なくともいずれか一方に設けられ、上記集光体と上記整形用マスクとの相対位置を変化可能にした機構部、

上記整形用マスクにより整形された上記レーザ光を上記基板に照射する照射部、及び上記機構部の位置制御を行う移動量制御部

を備えたレーザ加工装置に適用されるレーザ加工方法であって、

上記移動量制御部において、上記基板の加工内容に応じて上記相対位置を変化させ、上記テーパ穴の側面で反射させて上記基板へ照射するレーザ光量を変えることで、上記基板上に照射される上記照射形状が所望の強度分布を有する形状となるように、上記機構部の上記位置制御を行うステップを有する

レーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、レーザ光を利用して基板に切断等の加工を行うレーザ加工装置、及びレーザ加工方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、レーザ光を出射するレーザ光発振器と、出射されたレーザ光を加工面上で結像させるための焦点調整レンズと、加工面上で結像されるレーザ光の形状を任意の矩形状に整形するマスクと、整形されたレーザ光を加工面上で走査させるガルバノスキャナと、を有するレーザ加工装置が知られている。このマスクは、4つのスリット板を有しており、これらのスリット板によりレーザ光が任意の矩形状に整形される（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

また、加工面である基板に結像されるレーザスポットを楕円形状とするために、特許文献1に示されているマスクを用いず、基板に集光する集光光学系にシリンドリカルレンズを用いているスクライブ装置も従来から知られている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-45626号公報

【特許文献2】特開2011-104633号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

しかしながら、従来技術には、以下のような課題がある。

特許文献 1 に示された従来のレーザ加工装置では、レーザ光を整形するにあたり、レーザ光の一部がマスクにより遮光される。このため、遮光されたレーザ光のエネルギーは、加工に寄与せず、加工速度の低下に繋がってしまう問題がある。

【 0 0 0 6 】

また、マスクにより遮光されたレーザ光は、反射される成分と、スリット板に熱として吸収される成分がある。従って、スリット板からの反射対策、及びスリット板の熱負荷対策を行う必要があり、コストがかかってしまうという問題もある。

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 に示された従来のスクライブ装置では、シリンドリカルレンズが透過性の光学素子でできている。このことから、ミラー等の反射型の光学素子に比べて熱レンズの影響が大きく、加工の不安定性が増大するおそれがある。この結果、加工速度の低下に繋がってしまうという問題がある。

【 0 0 0 8 】

さらに、加工方向に対してレーザスポットの形状を常に一定にする必要がある。このため、シリンドリカルレンズを加工方向に合わせて回転させる装置が別途必要となり、コストがかかってしまうという問題もある。また、レーザ光の楕円率を調整する場合は、シリンドリカルレンズ自体を交換する必要がある。従って、シリンドリカルレンズが複数必要となり、この点においてもコストがかかってしまうこととなる。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上記の様な課題を解決するためになされたものであり、加工速度の高速化及びコストの低減化を図ることができるレーザ加工装置、及びレーザ加工方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この発明によるレーザ加工装置は、レーザ光を出射するレーザ光発振器、レーザ光を加工対象である基板に向けて集光させる集光体、集光体と基板との間に配置され、集光体により集光されたレーザ光の光軸に沿った方向について基板に近づくにつれて連続的に狭くなるテーパ穴が形成され、集光体により集光されたレーザ光の一部をテーパ穴の側面で反射させて基板へ照射することで基板上の照射形状を整形する整形用マスク、集光体及び整形用マスクの少なくともいずれか一方に設けられ、集光体により集光されたレーザ光の一部をテーパ穴の側面で反射させて基板へ照射することで基板状上に照射される照射形状を所望の形状となるように、集光体と整形用マスクとの相対位置を変化可能にした機構部、及び整形用マスクにより整形されたレーザ光を基板に照射する照射部を備える。

【 0 0 1 1 】

この発明によるレーザ加工方法は、レーザ光を出射するレーザ光発振器、レーザ光を加工対象である基板に向けて集光させる集光体、集光体と基板との間に配置され、集光体により集光されたレーザ光の光軸に沿った方向について基板に近づくにつれて連続的に狭くなるテーパ穴が形成され、集光体により集光されたレーザ光の一部をテーパ穴の側面で反射させて基板へ照射することで基板上の照射形状を整形する整形用マスク、集光体及び整形用マスクの少なくともいずれか一方に設けられ、集光体と整形用マスクとの相対位置を変化可能にした機構部、整形用マスクにより整形されたレーザ光を基板に照射する照射部、及び機構部の位置制御を行う移動量制御部を備えたレーザ加工装置に適用されるレーザ加工方法であって、移動量制御部において、基板の加工内容に応じて相対位置を変化させ、テーパ穴の側面で反射させて基板へ照射するレーザ光量を変えることで、基板上に照射される照射形状が所望の強度分布を有する形状となるように、機構部の位置制御を行うステップを有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

この発明によるレーザ加工装置、及びレーザ加工方法によれば、整形用マスクに形成さ

10

20

30

40

50

れたテーパ穴で反射したレーザ光が全て照射部側へ抜けることで、加工面上でのレーザ光の照射形状を加工方向後方に伸びた楕円形状とするように、テーパ穴のテーパ形状が工夫された整形用マスクを用いるとともに、整形用マスクとレーザ光の相対位置を調整する機能を備えている。これにより、加工面上に照射されたレーザ光エネルギーの強度分布を、加工方向前方側が強くなるようにした上で、レーザ光全てのエネルギーをワークの加工に寄与させることができ、加工速度の高速化を図ることができる。さらに、1つの整形用マスクによりワークへ照射するレーザ光の形状を変更できるので、コストの低減化を図ることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

10

【図1】本発明の実施の形態1によるレーザ加工装置を示す模式図である。

【図2】図1の加工ヘッド本体を示す拡大図である。

【図3】図2内の整形用マスクを移動させることで、集光光軸に対してテーパ穴の中心軸を偏心させた一例を示す拡大図である。

【図4】図3のA-A線、B-B線、及びC-C線に沿ったレーザ光の照射形状、及びレーザ光エネルギーの強度分布を示す工程図である。

【図5】本発明の実施の形態2によるレーザ加工装置の加工ヘッド本体を示す拡大図である。

【図6】本発明の実施の形態3によるレーザ加工装置の加工ヘッド本体を示す拡大図である。

20

【図7】図6に示したレンズ移動機構部の上面図である。

【図8】本発明の実施の形態2におけるレンズ移動量制御部により加工レンズを移動させたことにより、光軸が偏心されたときの加工ガスの噴射を示す模式図である。

【図9】本発明の実施の形態4によるレーザ加工装置の加工ヘッド本体を示す拡大図である。

【図10】図9の照射部を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

実施の形態1

図1は、本発明の実施の形態1によるレーザ加工装置を示す模式図である。本実施の形態1におけるレーザ加工装置1は、ワーク（基板）2をレーザ光により溶融して加工する装置である。そして、図1に示すように、レーザ加工装置1は、レーザ光を出射するレーザ光発振器3と、出射されたレーザ光を伝送する伝送光学系4と、伝送されたレーザ光を集光してワーク（基板）2に照射する加工ヘッド本体10と、ワーク2に照射されるレーザ光とともに噴射される加工ガスを供給するガス供給装置5とを有している。ここでは、ワーク2に金属が用いられている。

30

【0015】

レーザ光発振器3は、例えば、加工するワーク2の厚さ及び種類によって、レーザの種類及び出力が使い分けられる。一般的にレーザ光発振器3には、CO₂レーザ等のガスレーザ光源あるいはYAGレーザ等の固体レーザ光源が用いられている。この例では、レーザ光発振器3から出射されるレーザ光の形状が略円形になるレーザ光発振器3が用いられている。

40

【0016】

伝送光学系4は、レーザ光発振器3から出射されたレーザ光を加工ヘッド本体10に伝送する。この例では、レーザ光発振器3から出射されたレーザ光が、反射ミラー4aによって反射されて伝送されている。なお、図1においては、反射ミラー4aを1枚用いている場合を例示しているが、レーザ光発振器3と加工ヘッド本体10との位置関係に応じて反射ミラー4aを複数枚用いてもよい。また、レーザ光発振器3としてYAGレーザ等の固体レーザ光源を用いる場合には、光ファイバーを通してレーザ光を伝送することもある。

50

【 0 0 1 7 】

伝送光学系 4 により伝送されたレーザ光は、加工ヘッド本体 1 0 からワーク 2 に照射される。この際には、レーザ光により溶融されたワーク 2 の溶融金属を、吹き飛ばす必要がある。そこで、ガス供給装置 5 より供給される加工ガスが、加工ヘッド本体 1 0 から、レーザ光とともにワーク 2 に対して噴射される。

【 0 0 1 8 】

ガス供給装置 5 は、ガスポンベ 5 a と、一端がガスポンベ 5 a に接続され、他端が加工ヘッド本体 1 0 に接続されたガスパイプ 5 b とを有している。ガスポンベ 5 a から出力された加工ガスは、ガスパイプ 5 b を通って加工ヘッド本体 1 0 に供給され、レーザ光とともにワーク 2 に向けて加工ヘッド本体 1 0 から噴射される。

10

【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 の加工ヘッド本体 1 0 を示す拡大図である。図 2 に示すように、加工ヘッド本体 1 0 は、伝送光学系 4 により伝送されてきたレーザ光を集光する加工ヘッド部 2 0 と、加工ヘッド部 2 0 で集光されたレーザ光をワーク 2 に照射する照射部 3 0 とを有している。

【 0 0 2 0 】

さらに、加工ヘッド部 2 0 は、伝送光学系 4 により伝送されてきたレーザ光をワーク 2 に向けて集光させる加工レンズ（集光体）2 0 0 と、加工レンズ 2 0 0 で集光されたレーザ光をワーク 2 に照射する形状に整形するレーザ形状整形部 2 1 0（以下、単に「整形部 2 1 0」と称す）とを有している。

20

【 0 0 2 1 】

加工レンズ 2 0 0 には、レーザ光を集光することができる集光レンズが用いられている。レーザ光発振器 3 から略円形のレーザ光が出射されているので、加工レンズ 2 0 0 で集光されたレーザ光の形状も略円形となる。また、加工レンズ 2 0 0 は、レンズ移動制御装置（図示せず）に保持されており、伝送光学系 4 により伝送されてきたレーザ光の光軸方向に沿った方向（図 2 中に示した上下方向の両矢印参照）に変位可能になっている。これにより、加工レンズ 2 0 0 は、ワーク 2 上の加工面 2 a に照射されるレーザ光の焦点距離を変更することができる。加工レンズ 2 0 0 により集光された略円形のレーザ光は、整形部 2 1 0 で照射形状に整形される。

【 0 0 2 2 】

整形部 2 1 0 でレーザ光を整形するのは、加工不良発生を防ぐためである。例えば、ワーク 2 を切断する加工を例にとると、レーザ光照射による溶融と、加工ガスによる溶融物の排出により切断が進行する。このとき、加工方向前方のレーザ光は、ワーク 2 の溶融を行う役割を果たし、加工方向後方のレーザ光は、ワーク 2 に熱を供給する役割を果たしている。

30

【 0 0 2 3 】

ワーク 2 の切断が進むと、ワーク 2 の溶融物の排出痕は、ドラグラインとなって加工切断面に現れる。ワーク 2 の粘性は、温度と負の相関を持っているので、ワーク 2 に十分な熱量を供給できない場合、ワーク 2 の粘性が増加する。これに伴い、ワーク 2 の溶融物排出に要する時間が増加するので、切断面下部に行くほど、加工方向に対してドラグラインが遅れる。この遅れが一定以上になると、加工不良、及び切断不良が発生する。

40

【 0 0 2 4 】

また、加工速度の増加に伴い、ワーク 2 の温度維持に必要な加工方向後方のレーザ光の照射時間が短くなる。この場合には、ワーク 2 の粘性が増加し、ドラグラインの遅れが生じ、加工不良が発生する。これを防ぐためにワーク 2 に照射されるレーザ光の形状を、ワーク 2 の加工に応じて最適な形状に整形する必要がある。

【 0 0 2 5 】

そこで、本実施の形態 1 における整形部 2 1 0 は、最適な照射形状に整形するために、テーパ穴 2 1 1 を含む整形用マスク 2 1 2 と、整形用マスク 2 1 2 に設けられたマスク移動機構部 2 1 3 と、マスク移動機構部 2 1 3 の位置制御を行うマスク移動量制御部 2 1 4

50

を有している。

【0026】

整形用マスク212は、板状になっており、整形用マスク212の中央部には、加工レンズ200により集光されたレーザ光の光軸（集光光軸）に沿った方向について、加工レンズ200側から照射部30側（ワーク2側）に近づく（ワーク2）につれて連続的に狭くなるテーパ穴211が設けられている。この例では、テーパ穴211の穴形状が、略円形になっているとともに、整形用マスク212の材料としては、レーザ光を反射する高反射材が用いられている。また、整形用マスク212は、マスク移動機構部213により、加工レンズ200との相対位置が変更可能とされている。

【0027】

マスク移動機構部213は、整形用マスク212に取り付けられている。マスク移動機構部213は、整形用マスク212と加工レンズ200との相対位置を変化させることで、加工レンズ200から集光されたレーザ光の一部をテーパ穴側面211aで反射させる。これにより、基板2上に照射されるレーザ光の形状は、所望の形状となるように変更される。

【0028】

マスク移動機構部213には、マスク移動量制御部214が接続されており、マスク移動機構部213の位置が制御されている。マスク移動量制御部214によって位置制御されることで、加工レンズ200と照射部30との間で、加工レンズ200により集光されたレーザ光全てがテーパ穴211を通り照射部30側に抜ける位置に調整可能となっている。

【0029】

具体的には、マスク移動量制御部214は、整形用マスク212に取り付けられたマスク移動機構部213を制御することで、レーザ光の集光光軸方向と直交する方向（図2中に示した左右方向の両矢印参照）に整形用マスク212を移動させることができる。これにより、マスク移動量制御部214は、基板2の加工内容に応じて整形用マスク212と加工レンズ200との相対位置を変化させる。

【0030】

この結果、マスク移動量制御部214は、集光光軸に対して整形用マスク212のテーパ穴211の中心軸の偏心量（整形用マスク212の移動量に相当）を制御することが可能となり、基板2へ照射するレーザ光量を変えることができ、所望の強度分布を有する照射形状を加工面上に形成できることとなる。

【0031】

すなわち、マスク移動量制御部214は、整形用マスク212の位置を、集光光軸と直交した平面上で移動させることで、レーザ光の一部をテーパ穴側面211aにあてた上で、照射部側へ抜けさせることができる。

【0032】

マスク移動量制御部214は、テーパ穴211の中心軸と集光光軸とが一致している状態を基準として、ワーク2の加工内容に応じてテーパ穴211の中心軸と集光光軸との偏心量を決定する。なお、偏心量は、テーパ穴211の中心軸が集光光軸から偏心されることによりレーザ光の一部がテーパ穴側面211aに当たって反射されても、反射されたレーザ光が加工レンズ200側に戻ることなく照射部30側に抜けることが可能な範囲で決定される。

【0033】

従って、整形用マスク212は、テーパ穴側面211aに当たって反射されたレーザ光も含め、加工レンズ200で集光されたレーザ光の全てがテーパ穴211内を通過する位置に配置されることとなる。なお、マスク移動量制御部214は、テーパ穴211の中心軸と集光光軸との偏心量を、ワーク2の加工に最適な状態になるように、加工中でも適宜変更可能になっている。

【0034】

10

20

30

40

50

ここで、レーザ光が、整形部 2 1 0 によりワーク 2 の加工に適した形状に変形される方法について、図面を用いて具体的に説明する。図 3 は、図 2 内の整形用マスク 2 1 2 を移動させることで、集光光軸に対してテーパ穴 2 1 1 の中心軸を偏心させた一例を示す拡大図である。また、図 4 は、図 3 の A - A 線、B - B 線、及び C - C 線に沿ったレーザ光の照射形状、及びレーザ光エネルギーの強度分布を示す説明図である。

【 0 0 3 5 】

図 3 において、整形用マスク 2 1 2 は、マスク移動機構部 2 1 3 により、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸とが一致している基準の状態に対して矢印 D で示されている加工方向とは反対方向（加工方向後方、図 3 の左方向）に移動されている。従って、集光光軸に対してテーパ穴 2 1 1 の中心軸が加工方向後方にずれている。これにより、加工レンズ 2 0 0 により集光されたレーザ光の加工方向前方側の一部がテーパ穴側面 2 1 1 a に当たり反射される。このとき、反射されたレーザ光は、傾斜したテーパ穴側面 2 1 1 a により加工方向後方に反射され、照射部 3 0 側に抜ける。

10

【 0 0 3 6 】

図 3 の A - A 線は、整形用マスク 2 1 2 よりも上方の位置であるので、図 4 の A に示すように、レーザ光の形状が、加工レンズ 2 0 0 により集光された略円形状のままである。このとき、レーザ光エネルギーの強度分布は、円の中心部の強度が強く、円の径方向に行くほど強度が弱くなっている。

【 0 0 3 7 】

また、図 3 の B - B 線、C - C 線のそれぞれに対応する図 4 の B、C では、レーザ光は、整形用マスク 2 1 2 のテーパ穴 2 1 1 を通過した後である。従って、加工方向前方のレーザ光が、テーパ穴側面 2 1 1 a に反射されている。これにより、レーザ光の形状は、加工方向後方に伸びる楕円状になる。また、レーザ光の形状は、整形用マスク 2 1 2 から遠ざかるにつれて加工方向後方に伸びた楕円形状になっている。このとき、レーザ光エネルギーの強度分布は、加工方向前方側の強度分布の勾配が急峻になっており、加工方向前方側の強度が強いことがわかる。

20

【 0 0 3 8 】

以上のように、整形部 2 1 0 により整形されたレーザ光は、照射部 3 0 から加工ガスとともにワーク 2 に向けて照射される。

【 0 0 3 9 】

次に、レーザ光発振器 3 から出射されたレーザ光が照射部 3 0 から照射される方法について説明する。レーザ光発振器 3 から出射されたレーザ光は、伝送光学系 4 を介して加工ヘッド本体 1 0 へ伝送される。伝送光学系 4 を介して伝送されてきたレーザ光は、加工レンズ 2 0 0 により集光される。

30

【 0 0 4 0 】

このとき、マスク移動量制御部 2 1 4 は、マスク移動機構部 2 1 3 を制御することで、レーザ光の照射形状をワーク 2 の加工に最適な形状にする。具体的には、マスク移動量制御部 2 1 4 は、整形用マスク 2 1 2 と加工レンズ 2 0 0 との相対位置を変化させて、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸とを偏心させるようにマスク移動機構部 2 1 3 を制御する。

40

【 0 0 4 1 】

加工レンズ 2 0 0 により集光されたレーザ光は、マスク移動機構部 2 1 3 により移動された整形用マスク 2 1 2 を通過する際に、一部がテーパ穴 2 1 1 に反射して基板 2 上へ照射されるレーザ光量が変わる。これと同時に、加工レンズ 2 0 0 により集光されたレーザ光は、所望の強度分布を有する照射形状に変形される。これにより、レーザ光の照射形状は、ワーク 2 の加工に最適な形状に整形される。整形部 2 1 0 によりワーク 2 の加工に適した形状に変形されたレーザ光は、照射部 3 0 から加工ガスとともにワーク 2 の加工面 2 a に照射される。

【 0 0 4 2 】

このように、本実施の形態 1 におけるレーザ加工装置では、レーザ光がテーパ穴側面 2

50

1 1 a に当たって反射されても、反射されたレーザ光全てが照射部 3 0 側に抜けることが可能な構成を備えている。これにより、従来のように、レーザ光整形時にレーザ光のエネルギーの一部を遮断してしまうことを無くすることができる。この結果、レーザ光発振器 3 から出射されたレーザ光全てのエネルギーをワーク 2 の加工に寄与させることができる。さらに、レーザ光全てのエネルギーがワーク 2 の加工に寄与するので、加工速度の高速化を図ることができる。

【 0 0 4 3 】

また、マスク移動機構部 2 1 3 がマスク移動量制御部 2 1 4 によって位置制御されることで、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸との偏心量をワーク 2 の加工に最適な状態になるように、加工中でも適宜変更可能になっている。この結果、加工内容に応じて、レーザ光の照射形状を、ワーク 2 の加工に最適な形状に変更することができる。

10

【 0 0 4 4 】

例えば、ワーク 2 のピアス加工（穴あけ加工）を行う際には、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸とが一致した通常の略円形状のレーザ光を用いて行い、切断加工を行う際には、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸とが偏心され、加工方向に伸張した楕円状のレーザ光を用いて行うことが可能になる。

【 0 0 4 5 】

また、別の事例としては、同一の加工工程において、速度が落ちるコーナ部では、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸との偏心量を小さくすることができる。これにより、加工方向後方に伸張する割合を抑え、エネルギーを狭い範囲に集中させることで、加工速度の低下を抑制することができる。一方、加工速度が速い直線部では、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸との偏心量を大きくすることができる。これにより、加工方向後方に伸張する割合を増加させることで、ワーク 2 にあたる照射時間を長くすることができる。この結果、加工速度を高速化しても、ワーク 2 の加工不良を抑制することができる。

20

【 0 0 4 6 】

また、テーパ穴側面 2 1 1 a で反射されたレーザ光全てが照射部 3 0 側に抜けるように、高反射材により形成された整形用マスク 2 1 2 の加工レンズに対する相対位置を可変制御できる構成を備えている。これにより、従来のような反射対策、及び整形用マスク 2 1 2 の熱負荷対策をとる必要がなくなる。この結果、コストの低減化も図ることができる。

【 0 0 4 7 】

30

さらに、テーパ穴 2 1 1 の中心軸と集光光軸との偏心量をワーク 2 の加工に応じて最適な状態にするような整形用マスクの位置制御は、加工中でも適宜偏心量を変更させて実行可能となっている。このような位置制御を実現することで、従来のようにレンズ自体を交換しなくても、レーザ光の照射形状を容易に変更することができる。この結果、複数のレンズを用いることでかかるコストを低減化し、作業員によるレンズ交換の手間も省くことができる。

【 0 0 4 8 】

また、偏心量を適宜変更可能とする本願の技術的特徴は、上述したように、加工の種類、あるいは同一加工中の速度に応じて、適切な偏心量の設定ができる以外の用途も考えられる。例えば、ワーク 2 の材質、あるいはレーザ光発振器 3 から出射されるレーザ光のモードと強度分布に応じて、偏心量を適切な値に調整することができる。

40

【 0 0 4 9 】

以上のように、実施の形態 1 によれば、加工レンズに対してテーパ穴を有する整形用マスクの相対位置を、集光光軸と直交した平面上で可変制御する構成を備えている。このような構成を備えることで、全てのレーザ光のエネルギーを加工に用いることができるとともに、加工面上におけるレーザ光の照射形状を加工内容に応じて適切に変更することができる。この結果、加工速度の高速化を図り、かつコストの低減化を図ることができる。

【 0 0 5 0 】

実施の形態 2 .

先の実施の形態 1 では、加工レンズ 2 0 0 と整形用マスク 2 1 2 との相対位置を調整す

50

るにあたって、集光光軸と直交した平面上のみを整形用マスク 2 1 2 が移動可能とする場合について説明した。これに対して、本実施の形態 2 では、整形用マスク 2 1 2 が集光光軸に沿った方向にも移動可能とする場合について説明する。

【0051】

図 5 は、本発明の実施の形態 2 によるレーザ加工装置 1 の加工ヘッド本体 1 0 を示す拡大図である。図 5 に示すように、本実施の形態 2 におけるマスク移動機構部 2 1 3 は、先の実施の形態 1 の構成に加えて、集光光軸に沿った方向にも整形用マスク 2 1 2 を移動可能とする軸方向移動機構 2 1 3 a をさらに有している。なお、集光光軸に沿った方向の移動量も、マスク移動量制御部 2 1 4 により制御される。その他の構成は、先の実施の形態 1 と同様である。

10

【0052】

このように、本実施の形態 2 では、整形用マスク 2 1 2 を集光光軸に沿った方向にも移動可能な軸方向移動機構 2 1 3 a を有している。これにより、加工レンズ 2 0 0 に対する整形用マスク 2 1 2 の距離（すなわち、加工レンズ 2 0 0 と整形用マスク 2 1 2 との集光光軸方向における相対位置に相当）を調整することができる。そして、結果的には、整形用マスク 2 1 2 とワーク 2 の加工面 2 a との距離も変更されることとなる。

【0053】

これにより、整形用マスク 2 1 2 とワーク 2 の加工面 2 a との距離を、先の実施の形態 1 の整形用マスク 2 1 2 とワーク 2 の加工面 2 a との距離よりも広げたときには、テーパ穴 2 1 1 で反射して加工面 2 a に到達するレーザ光の位置が、より加工方向後方にシフトすることとなる。この結果、ワーク 2 の加工面 2 a 上に照射するレーザ光をより広範囲に拡大することができる。

20

【0054】

一方、反対に整形用マスク 2 1 2 とワーク 2 の加工面 2 a との距離を、先の実施の形態 1 の整形用マスク 2 1 2 とワーク 2 の加工面 2 a との距離よりも狭めたときには、テーパ穴 2 1 1 で反射して加工面 2 a に到達するレーザ光の位置が、より加工方向前方にシフトすることとなる。この結果、ワーク 2 の加工面 2 a 上に照射するレーザ光をより狭い範囲に集中させることができる。

【0055】

以上のように、実施の形態 2 におけるレーザ加工装置によれば、先の実施の形態 1 の構成に加えて、集光光軸に沿った方向にも整形用マスクを移動可能な構成を備えている。このような構成を備えることで、整形用マスクとワークの加工面との距離を調整することができる。この結果、レーザ光の照射形状の伸張 / 収縮させることができる。さらに、レーザ光の照射形状の伸張 / 収縮範囲を変更することができるので、レーザ光の形状をワークの加工内容に応じて最適な状態に変更できる。この結果、加工速度の高速化をさらに図ることができる。

30

【0056】

実施の形態 3 .

先の実施の形態 1 では、整形用マスク 2 1 2 の位置を、集光光軸と直交した平面上で調整可能とする場合を説明した。また、先の実施の形態 2 では、整形用マスク 2 1 2 の位置を、集光光軸に沿った方向でもさらに調整可能とする場合を説明した。これに対して、本実施の形態 3 では、整形用マスクの位置は固定とし、加工レンズ 2 0 0 の位置を可変制御する場合について説明する。

40

【0057】

図 6 は、本発明の実施の形態 3 によるレーザ加工装置 1 の加工ヘッド本体 1 0 を示す拡大図である。図 6 に示すように、整形用マスク 2 1 2 は図示しない固定材により加工ヘッド部 2 0 内に固定されている。その一方で、加工レンズ 2 0 0 には、レンズ移動機構部 2 0 3 と、レンズ移動機構部 2 0 3 の位置制御を行うレンズ移動量制御部（集光体移動量制御部）2 0 4 が設けられている。

【0058】

50

本実施の形態 3 において、レンズ移動機構部 203 は、レーザ光の集光光軸方向と直交する方向（図 6 中に示した左右方向の両矢印参照）に加工レンズ 200 を移動させることができる。さらに、集光光軸に沿った方向にも加工レンズを移動可能とする軸方向移動機構 203a をさらに有している。

【0059】

図 7 は、図 6 に示したレンズ移動機構部 203 の上面図である。図 7 に示すように、レンズ移動機構部 203 は、複数（この例では、4 つ）の圧電素子 203b を有している。各圧電素子 203b は、加工レンズ 200 を中心に互いに距離をおいて配置されている。この例では、各圧電素子 203b が加工レンズ 200 を中心に 90 度間隔で配置されている。これにより、加工レンズ 200 は、集光光軸と直交した平面上に移動可能になっている。

10

【0060】

また、レンズ移動機構部 203 には、先の実施の形態 2 で説明した整形用マスク 212 に設けられた軸方向移動機構 213a と同様に、軸方向移動機構 203a が設けられている。これにより、加工レンズ 200 は、集光光軸に沿った方向にも移動可能になっている。軸方向移動機構 213a および圧電素子 203b を備えたレンズ移動機構部 203 は、先の実施の形態 2 と同様に、レンズ移動量制御部 204 に接続されている。

【0061】

レンズ移動量制御部 204 は、集光光軸と加工レンズの中心軸とが一致している状態を基準として、ワーク 2 の加工内容に応じて集光光軸と加工レンズ 200 の中心軸との偏心量を決定する。この偏心量は、加工レンズ 200 の中心軸が集光光軸から偏心されることにより光軸がずれたレーザ光の一部がテーパ穴側面 211a に当たって反射されても、反射されたレーザ光が加工レンズ 200 側に戻ることなく照射部 30 側に抜けることが可能な範囲で決定される。

20

【0062】

なお、レンズ移動量制御部 204 は、集光光軸と加工レンズの中心軸との偏心量を、ワーク 2 の加工に最適な状態になるように、加工中でも適宜変更可能になっている。その他の構成は、先の実施の形態 1 と同様である。

【0063】

このように、本実施の形態 3 では、整形用マスク 212 の位置を固定とする代わりに、加工レンズ 200 が、集光光軸と直交した平面上と集光光軸に沿った方向とに加工レンズ 200 を移動可能な構成を備えている。この結果、テーパ穴 211 の中心軸に対して集光光軸が偏心され、整形用マスク 212 を移動させた場合と同様の効果を得ることができる。

30

【0064】

図 8 は、本発明の実施の形態 2 におけるレンズ移動量制御部 204 により加工レンズ 200 を移動させたことにより、光軸が偏心されたときの加工ガスの噴射を示す模式図である。なお、先の実施の形態 1、2 で説明したように、マスク移動量制御部 214 により整形用マスク 212 を移動させた場合も、この図 8 の状態となる。

【0065】

図 8 の A において、テーパ穴 211 の中心軸と集光光軸とが一致しているとき、照射部 30 の中央部からレーザ光が照射される。このとき、ワーク 2 に照射されるレーザ光の形状は、先の実施の形態 1 の図 4 の A に示すように略円形となる。従って、円の中心部のエネルギーが高くなる。これにより、レーザ光の中央部よりも加工方向前方の領域のワーク 2 は、加工されていない状態である。このとき、加工ガスの一部は、加工されていないワーク 2 に当たり、加工方向前方へ拡散されてしまう。すなわち、このように加工方向前方に拡散された加工ガスは、加工に寄与しないので、加工ガスが無駄に消費されてしまう結果となる。

40

【0066】

これに対して、図 8 の B に示すように、整形部 210 により光軸を加工方向前方に偏心

50

させて加工を行うとき、照射部 30 の加工方向前方からレーザ光が照射される。これにより、照射部 30 の加工方向前方からワーク 2 の加工が開始される。従って、加工ガスが、加工されていないワーク 2 にあたり拡散してしまう量を図 8 の A のときよりも減らすことができ、換言すると、加工方向後方に拡散する加工ガスの割合を増加させることができる。これにより、溶融金属の排出能力が向上し、加工の高速化にも繋げることができる。

【0067】

以上のように、実施の形態 3 におけるレーザ加工装置によれば、加工レンズの位置を調整可能な構造を備えている。この構成を備えることで、テーパ穴の中心軸に対して集光光軸を偏心させることができる。この結果、先の実施の形態 1、2 で説明したような整形用マスクの位置を調整する場合と同様の効果を得ることができる。

10

【0068】

さらに、レーザ光をテーパ穴の加工方向前方に近づけることができるので、加工ガスの消費の無駄を軽減し、コストの低減化を図ることができる。なお、この効果は、先の実施の形態 1、2 で説明したような整形用マスクの位置を調整する場合でも得ることができる。

【0069】

なお、上記実施の形態 3 では、整形用マスク 212 を固定しているが、加工レンズ 200 の位置調整と整形用マスク 212 の位置調整を併用することも可能である。

【0070】

また、上記実施の形態 3 では、加工レンズ 200 が、レンズ移動機構部 203 により集光光軸と直交した平面上を移動可能になっているが、移動方法はこれに限るのではなく、加工レンズ 200 が、集光光軸と直交した平面上と集光光軸に沿った方向とに移動可能な構成があればよい。例えば、実施の形態 1 で用いたレンズ移動制御装置により集光光軸に沿った方向に加工レンズ 200 を移動させてもよい。

20

【0071】

さらに、上記実施の形態 3 では、加工レンズ 200 を移動させて偏心させているが、伝送光学系 4 の反射ミラー 4a のアライメント調整を自動化することによって、加工レンズ 200 へ入射するレーザ光の光軸を偏心させてもよい。

【0072】

実施の形態 4 .

30

先の実施の形態 1 ~ 3 では、加工ヘッド部 20 内に整形用マスク 212 が設けられている場合について説明した。これに対して、本実施の形態 4 では、整形用マスク 212 を加工ヘッド部 20 内に設けるのではなく、整形用マスク 212 を照射部 30 と一体構造とした場合について説明する。

【0073】

図 9 は、本発明の実施の形態 4 によるレーザ加工装置 1 の加工ヘッド本体 10 を示す拡大図である。また、図 10 は、図 9 の照射部 30 を示す拡大断面図である。図 9 に示すように、加工ヘッド部 20 内には、整形用マスク 212 が設けられていない。その代わりに、本実施の形態 4 では、整形用マスク 212 は、図 10 に示すように、照射部 30 と一体となっている。従って、照射部 30 には、レーザ光を反射する高反射材が用いられている。

40

【0074】

また、照射部 30 は、集光光軸に沿った方向について加工レンズ 200 側からワーク 2 側に近付くにつれて連続的に狭くなるテーパ穴を有する筒状になっている。その他の構成は、先の実施の形態 3 と同様である。

【0075】

照射部 30 に対して高強度のレーザ光を照射する場合、照射部 30 自身が加工されてしまうことが懸念される。しかし、照射部 30 内部のテーパ穴側面 211a に照射されるレーザ光は、レーザ光の裾の部分であるため、強度が低くなり、照射部 30 自身が加工されてしまうことは無い。

50

【 0 0 7 6 】

以上のように、実施の形態 4 におけるレーザ加工装置によれば、噴射部と整形用マスクとを一体としている。このような構成を備えることで、整形用マスクを別途製造する手間が省ける。この結果、コストの低減化を図ることができるとともに、加工ヘッド本体を軽量化することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、各上記実施の形態では、ワーク 2 に金属が用いられているが、これに限るものではない。例えば、樹脂、セラミック、及びガラス等を用いてもよい。

【 0 0 7 8 】

また、各上記実施の形態では、整形用マスク 2 1 2 を高反射材で成形しているが、少なくともテーパ穴側面 2 1 1 a が高反射材であればよい。従って、テーパ穴側面 2 1 1 a に高反射材がコーティングされているものでもよい。

10

【 0 0 7 9 】

さらに、各上記実施の形態では、加工レンズ 2 0 0 に集光レンズを用いているが、方物面鏡等の反射型の光学素子を用いても良い。

【 0 0 8 0 】

また、上記実施の形態 1 ~ 3 では、整形部 2 1 0 を加工レンズ 2 0 0 と照射部 3 0 との間に配置しているが、整形部 2 1 0 をレーザ光発振器 3 と加工レンズ 2 0 0 との間に配置してもよい。

【 0 0 8 1 】

20

また、整形用マスク 2 1 2 と加工レンズ 2 0 0 との相対位置を変化させる機構部及び制御部は、整形用マスク 2 1 2 と加工レンズ 2 0 0 との少なくともいずれか一方に設けられていればよく、組み合わせは各上記実施の形態に限定するものではない。

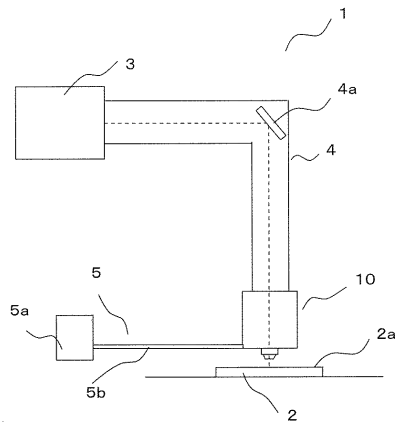
【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

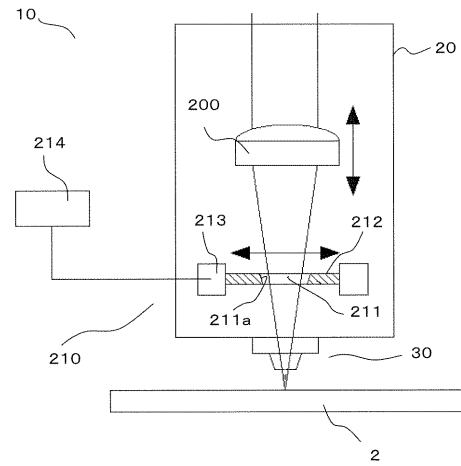
1 レーザ加工装置、2 ワーク（基板）、2 a 加工面、3 レーザ光発振器、4 伝送光学系、4 a 反射ミラー、5 ガス供給装置、5 a ガスボンベ、5 b ガスパイプ、1 0 加工ヘッド本体、2 0 加工ヘッド部、3 0 照射部、2 0 0 加工レンズ（集光体）、2 0 3 レンズ移動機構部、2 0 3 a 軸方向移動機構、2 0 3 b 圧電素子、2 0 4 レンズ移動量制御部、2 1 0 レーザ形状整形部、2 1 1 テーパ穴、2 1 1 a テーパ穴側面、2 1 2 整形用マスク、2 1 3 マスク移動機構部、2 1 3 a 軸方向移動機構、2 1 4 マスク移動量制御部。

30

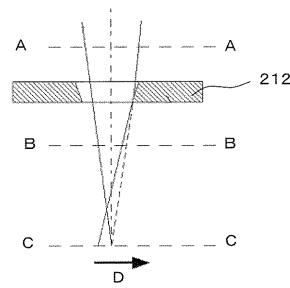
【図 1】



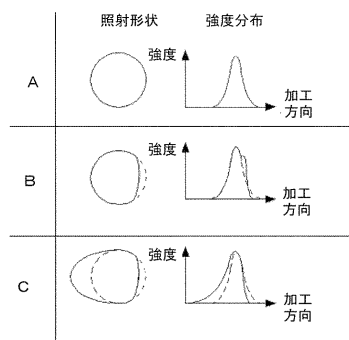
【図 2】



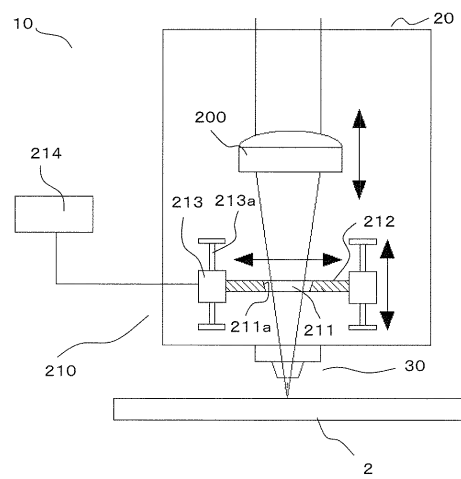
【図 3】



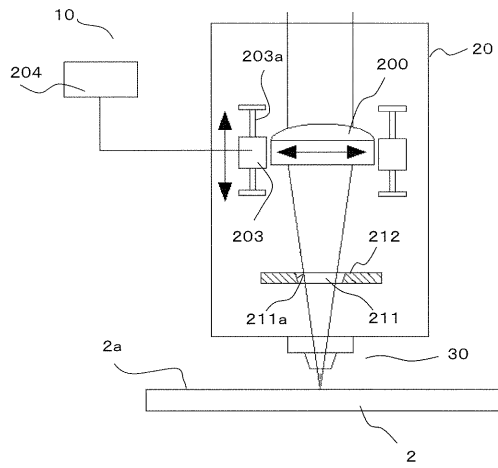
【図 4】



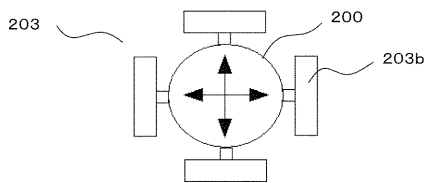
【図 5】



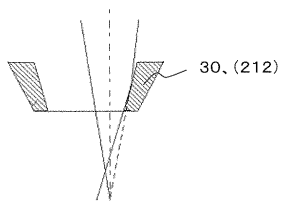
【図 6】



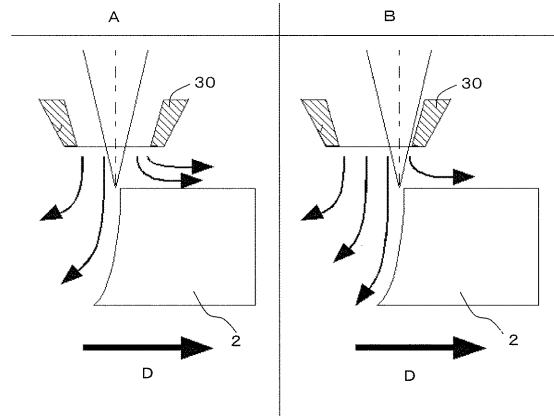
【図 7】



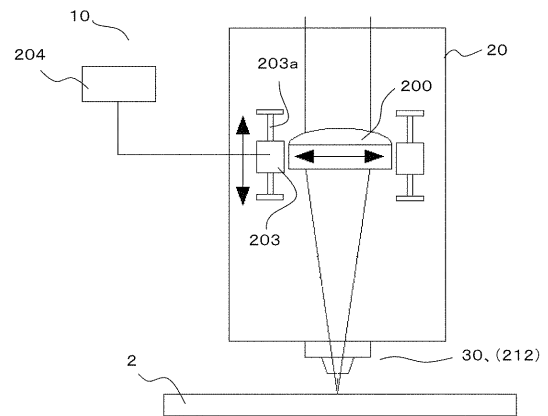
【図 10】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 直幸
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 ▲高▼橋 悌史
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 福岡 輝章
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 中井 孝洋
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 瀬口 正記
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- Fターム(参考) 4E068 AE00 CB05 CB08 CD05 CD10 CE08 CH03 CJ01