

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5241129号
(P5241129)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 3 K 26/067 (2006.01)	B 2 3 K 26/067
B 2 3 K 26/06 (2006.01)	B 2 3 K 26/06 J
	B 2 3 K 26/06 Z

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-115108 (P2007-115108)	(73) 特許権者	501192738
(22) 出願日	平成19年4月25日 (2007.4.25)		レーザージョブ株式会社
(65) 公開番号	特開2008-264860 (P2008-264860A)		埼玉県戸田市美女木1224番地の4
(43) 公開日	平成20年11月6日 (2008.11.6)	(74) 代理人	100096002
審査請求日	平成22年4月12日 (2010.4.12)		弁理士 奥田 弘之
		(74) 代理人	100091650
			弁理士 奥田 規之
		(72) 発明者	斎藤 裕一
			埼玉県戸田市美女木1224-4 レーザ
			ージョブ株式会社内
		(72) 発明者	大園 秀樹
			埼玉県戸田市美女木1224-4 レーザ
			ージョブ株式会社内

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の開口部を備え、レーザ発振器から出力されたレーザビームを複数に分岐させるマスクと、

上記マスクの開口部毎に設けられ、各分岐レーザビームを所定の縮小倍率で集光する複数の結像光学系と、

上記の結像光学系によって集光された各分岐レーザビームの縮小倍率を、所定の範囲で一体的に加減することにより、各分岐レーザビーム間のピッチ及びそれぞれの径を調整する共通のズーム光学系と、

各分岐レーザビームを加工対象物の表面に導く手段と、
を備えたレーザ加工装置であって、

上記の各結像光学系が、可動レンズの往復移動によって分岐レーザビームの縮小倍率を所定の範囲で加減するズーム機構を備えており、各結像光学系の可動レンズを独立して移動させることにより、各分岐レーザビームの径を異ならせ得るものであることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】

上記マスクの前段に、レーザ発振器から出力されたレーザビームのエネルギー分布を均一化するビーム成形手段を設けた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】

レーザ発振器から出力されたレーザビームを、複数の開口部を備えたマスクに入射させ

、複数のレーザービームに分岐させる工程と、

各分岐レーザービームをそれぞれ専用の結像光学系に入射させ、所定の縮小倍率で集光させる工程と、

上記の各分岐レーザービームを共通のズーム光学系に導き、それぞれの縮小倍率を所定の範囲で一体的に加減することにより、各分岐レーザービーム間のピッチ及びそれぞれの径を調整する工程と、

各分岐レーザービームを加工対象物の表面に照射し、必要な加工を施す工程と、
からなるレーザー加工方法であって、

上記の各結像光学系が、可動レンズの往復移動によって分岐レーザービームの縮小倍率を所定の範囲で加減するズーム機構を備えており、上記可動レンズを独立して移動させることにより、各分岐レーザービームの径が異なるように調整されることを特徴とするレーザー加工方法。

10

【請求項 4】

レーザー発振器から出力されたレーザービームのエネルギー分布を、ビーム成形手段を介して均一化した後に、上記マスクに入射させることを特徴とする請求項 3 に記載のレーザー加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はレーザー加工装置及びレーザー加工方法に係り、特に、発振器から出力されたレーザービームを複数本に分岐させ、複数箇所の同時加工を実現する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

回路基板等の加工対象物に多数の貫通孔をレーザー照射によって形成する場合、ガルバノミラーを用いて照射スポットを X - Y 方向に移動させ、必要箇所を順次加工してゆくよりも、1本のレーザービームを複数に分岐させ、複数箇所への同時加工を行う方が効率的である。

【0003】

ここで、レーザービームを分岐する方法としては、特許文献 1 に示すように、複数の開口部が形成されたマスクを光路中に介装させ、開口部を通過してきた複数本のレーザービームを加工対象物の表面に導くものがある。

30

あるいは、特許文献 2 に示すように、マスクの代わりにレーザービームの分岐機能を備えたホログラム素子（回折素子）を光路中に介装させることにより、レーザービームを分岐する技術も実用化されている。

【特許文献 1】特開 2004 - 188487

【特許文献 2】特開 2005 - 95949

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のマスクを用いた分岐法は、比較的低コストで分岐レーザービームが得られる利点がある一方で、マスクの開口率が数%台と低く、レーザービームのほとんどの部分が反射や吸収によって無駄に捨てられているため、エネルギー効率が悪いという問題があった。

40

【0005】

これに対し、ホログラム素子を用いた分岐法の場合には、入射したレーザービームをそのまま分岐するため、エネルギー効率の面では問題ないが、必要とする加工パターンに合ったホログラム素子を開発するのに手間とコストを要すると共に、要求される加工ピッチや加工形状、加工寸法に変更が生じた場合には、変更後の加工パターンに最適化されたホログラム素子を再調達しなければならないという問題があった。

【0006】

この発明は、従来のレーザー加工技術が抱えていた上記問題点を解決するために案出され

50

たものであり、ホログラム素子に比べて簡易かつ安価なマスクをビーム分岐手段として用いつつ、高いエネルギー効率を確保できるレーザ加工技術を実現することを第1の目的としている。また、加工ピッチや加工形状、加工寸法の変更に対して柔軟に対応可能なレーザ加工技術を実現することを第2の目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するため、請求項1に記載したレーザ加工装置は、複数の開口部を備え、レーザ発振器から出力されたレーザビームを複数に分岐させるマスクと、上記マスクの開口部毎に設けられ、各分岐レーザビームを所定の縮小倍率で集光する複数の結像光学系と、上記の結像光学系によって集光された各分岐レーザビームの縮小倍率を、所定の範囲で一体的に加減することにより、各分岐レーザビーム間のピッチ及びそれぞれの径を調整する共通のズーム光学系と、各分岐レーザビームを加工対象物の表面に導く手段（各種レンズやミラー等の伝送光学系及びノ又はガルバノスキャナ等の走査光学系）を備えたレーザ加工装置であって、上記の各結像光学系が、可動レンズの往復移動によって分岐レーザビームの縮小倍率を所定の範囲で加減するズーム機構を備えており、各結像光学系の可動レンズを独立して移動させることにより、各分岐レーザビームの径を異ならせ得るものであることを特徴としている。

10

【0010】

請求項2に記載したレーザ加工装置は、請求項1の装置であって、さらに上記マスクの前段に、レーザ発振器から出力されたレーザビームのエネルギー分布を均一化するビーム成形手段を設けたことを特徴としている。

20

【0011】

また、請求項3に記載したレーザ加工方法は、レーザ発振器から出力されたレーザビームを、複数の開口部を備えたマスクに入射させ、複数のレーザビームに分岐させる工程と、各分岐レーザビームをそれぞれ専用の結像光学系に入射させ、所定の縮小倍率で集光させる工程と、上記の各分岐レーザビームを共通のズーム光学系に導き、それぞれの縮小倍率を所定の範囲で一体的に加減することにより、各分岐レーザビーム間のピッチ及びそれぞれの径を調整する工程と、各分岐レーザビームを加工対象物の表面に照射し、必要な加工を施す工程とからなるレーザ加工方法であって、上記の各結像光学系が、可動レンズの往復移動によって分岐レーザビームの縮小倍率を所定の範囲で加減するズーム機構を備えており、上記可動レンズを独立して移動させることにより、各分岐レーザビームの径が異なるように調整されることを特徴としている。

30

【0014】

請求項4に記載したレーザ加工方法は、請求項3の方法であって、さらに、レーザ発振器から出力されたレーザビームのエネルギー分布を、ビーム成形手段を介して均一化した後に、上記マスクに入射させることを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

請求項1に記載のレーザ加工装置及び請求項3に記載のレーザ加工方法にあっては、レーザビームの分岐手段としてホログラム素子の代わりに構成が簡素で比較的安価なマスクを採用しつつも、マスクの開口部毎に専用の結像光学系を設けているため、各開口部の面積を比較的大きく設定しても必要な径の分岐レーザビームを得ることができる。この結果、無駄に捨てられるレーザビームの比率を大幅に低減可能であり、レーザ加工に係るエネルギー効率の劇的な向上を達成できる。

40

また、要求される加工仕様に変更が生じた場合でも、変更後の仕様に適合したマスクに差し替えるだけで済み、ホログラム素子を差し替える場合に比べて容易に対応可能となる。

また、各分岐レーザビーム単位で縮小倍率が可変となされており、それぞれのビーム径を任意に調整できるため、様々な加工仕様に柔軟に対応可能となる利点を有している。

さらに、各分岐レーザビーム全体での縮小倍率が可変となされており、分岐レーザビ

50

ム間のピッチ及び径を任意に調整できるため、様々な加工仕様に柔軟に対応可能となる利点を有している。すなわち、分岐レーザビーム単位でビーム径を調整した上で、各分岐レーザビームの縮小倍率を全体として調整する２段階のズーム操作を組み合わせることにより、分岐レーザビーム毎にビーム径を異ならせると共に、各分岐レーザビーム間のピッチを調整可能となり、加工パターンをより柔軟に変更可能となる。

【 0 0 1 8 】

請求項 2 に記載のレーザ加工装置及び請求項 4 に記載のレーザ加工方法のように、レーザ発振器から出力されたレーザビームのエネルギー強度の分布を、ビーム成形手段を介して一旦均一化させた上で分岐用のマスクに導くことにより、各分岐レーザビームの強度を共通化でき、加工品質の安定化を達成可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 9 】

図 1 は、この発明に係るレーザ加工装置 10 の基本構成図であり、ビームホモジナイザ 12 と、コンデンサレンズアレイ 14 と、マスク 16 と、複数のズーム結像光学系 18 と、コリメータレンズ 20 と、ズームコリメータレンズ（ズーム光学系） 22 と、一对のガルバノミラ 24, 26 を備えたガルバノスキャナ 28 と、スキャンレンズ（ f レンズ） 30 とを備えている。

【 0 0 2 0 】

上記マスク 16 には、図 2 に示すように、複数の円形開口部 32 が形成されており、上記コンデンサレンズアレイ 14 には、複数の凸レンズ 34 が各開口部 32 に対応した位置に形成されている。

20

【 0 0 2 1 】

各開口部 32 の後段には、専用のズーム結像光学系 18 が配置されている。各ズーム結像光学系 18 は、それぞれ複数の凸レンズ及び凹レンズを備えており、その中の可動レンズ 36 の往復移動により、開口部 32 を通過してきた分岐レーザビームのコリメータレンズ 20 上における結像倍率が、所定範囲内において無段階に変更可能となされている。

【 0 0 2 2 】

上記ズームコリメータレンズ 22 も複数の凸レンズ及び凹レンズを備えており、その中の可動レンズ 38 の往復移動により、ガルバノミラ 24, 26 上における各分岐レーザビームの結像倍率が、所定範囲内において無段階に変更可能となされている。

30

【 0 0 2 3 】

以上のような構成を備えたレーザ加工装置 10 に対し、図示しないレーザ発振器より出力されたレーザビーム L は、ビームホモジナイザ 12 によってビーム径が拡張されると共に、エネルギー分布が均一化された上で、コンデンサレンズアレイ 14 に入射する。

【 0 0 2 4 】

コンデンサレンズアレイ 14 の各凸レンズ 34 で集光されたレーザビームは、マスク 16 を通過する過程で各開口部 32 に対応した複数のレーザビーム L1 ~ Ln に分岐される。

【 0 0 2 5 】

これらの分岐レーザビームは、それぞれ対応のズーム結像光学系 18 に入射し、設定された縮小倍率でコリメータレンズ 20 上に一旦結像される。

40

そして、コリメータレンズ 20 を通過した各分岐レーザビームは、ズームコリメータレンズ 22 を通過する結果、所定の縮小倍率でガルバノミラ 24, 26 上に結像される。

【 0 0 2 6 】

ガルバノミラ 24, 26 によって所定の方向に偏向された各分岐レーザビームは、スキャンレンズ 30 を透過して加工ステージ 40 上に載置された加工対象物 42 の表面に入射し、穴開け等の加工に供される。

【 0 0 2 7 】

上記のように、マスク 16 に形成された複数の開口部 32 毎にズーム結像光学系 18 が配置され、各開口部 32 を通過してきた分岐レーザビームを所定の縮小倍率でコリメータレンズ 20 上に結像させることができるため、各開口部 32 の面積を比較的大きく設定することが可能

50

となり、レーザ加工におけるエネルギー効率を飛躍的に高めることができる。

【0028】

また、各ズーム結像光学系18のズーム操作によって縮小倍率を所定の範囲で調整可能であるため、加工条件の変化に応じて分岐レーザビームの径を柔軟に変更することができる。

この際、各ズーム結像光学系18の可動レンズ36の移動を連動させることにより、それぞれのビーム系を同じ倍率で拡大・縮小することが可能となる。また、それぞれの可動レンズ36を独立して移動させることにより、分岐レーザビーム毎に径を異ならせることもできる。

【0029】

さらに、各分岐レーザビームに対して共通に設けられたズームコリメータレンズ22のズーム操作により、各分岐レーザビームのピッチ及び径を調整することができる。

【0030】

すなわち、各ズーム結像光学系18のズーム機能によって各分岐レーザビームの径を個別に調整すると共に、ズームコリメータレンズ22のズーム機能によって各分岐レーザビーム間のピッチ及び径を一体として調整することにより、同一のマスク16を用いながら加工パターンをより柔軟に変更することができる。

【0031】

上記においては、マスク16として円形の開口部32を $3 \times 3 = 9$ 個形成したものを例示したが、マスク16の開口パターンはこれに限定されるものではない。

例えば、図3(a)に示すように、正方形の開口部32を複数形成したマスク16や、同図(b)に示すように、幅の狭い長形状の開口部32を複数形成したマスク16も採用可能である。あるいは、同図(c)に示すように、径の異なる2パターンの開口部32を複数ずつ形成したマスク16や、同図(d)に示すように、複雑な図形や数字形状の開口部32を形成したマスク16を用いることもできる。

【0032】

レーザビームLの種類にも特に限定はなく、CO₂レーザやエキシマレーザ等、さまざまな加工用レーザビームを用いることができる。

また、この発明の加工目的についても限定はなく、穴開け加工の他、切断や溶接、マーキング等に広く応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】この発明に係るレーザ加工装置の基本構成を示す図である。

【図2】マスク及びコンデンサレンズアレイの構成を示す図である。

【図3】マスクパターンの変更例を示す図である。

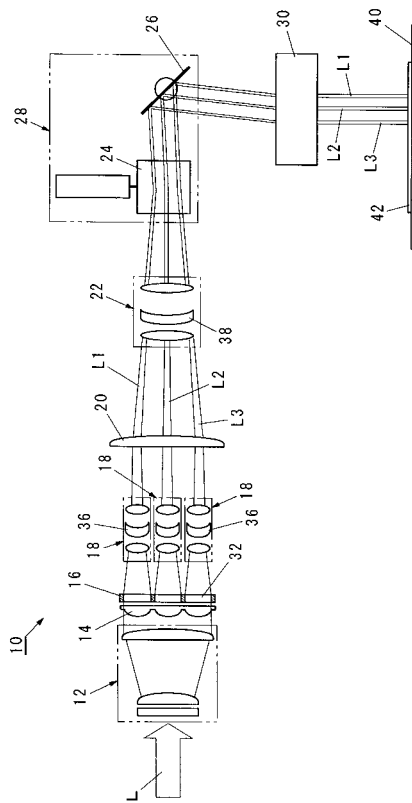
【符号の説明】

【0034】

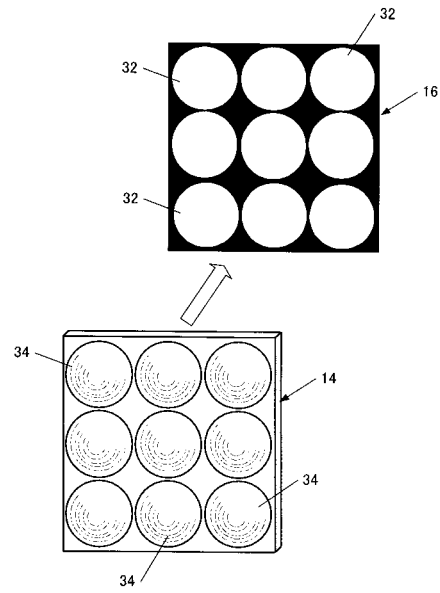
10	レーザ加工装置	
12	ビームホモジナイザ	
14	コンデンサレンズアレイ	40
16	マスク	
18	ズーム結像光学系	
20	コリメータレンズ	
22	ズームコリメータレンズ	
24,26	ガルバノミラー	
28	ガルバノスキャナ	
30	スキャンレンズ	
32	開口部	
34	コンデンサレンズアレイの凸レンズ	
36	ズーム結像光学系の可動レンズ	50

- 38 ズームコリメータレンズの可動レンズ
- 40 加工ステージ
- 42 加工対象物
- L レーザビーム
- L1~n 分岐レーザービーム

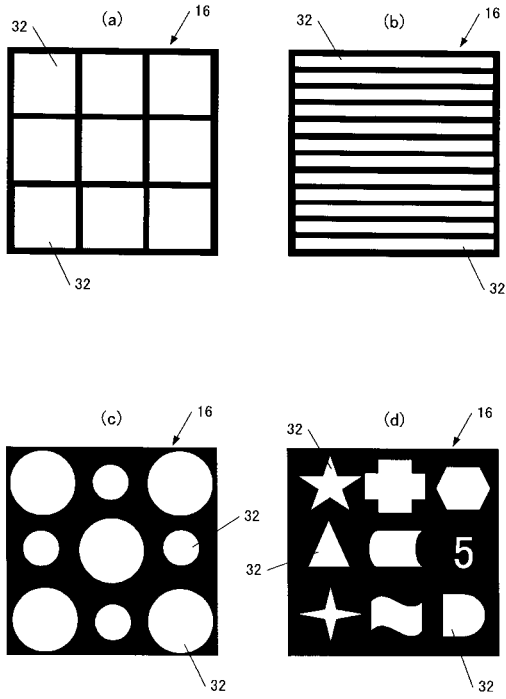
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 国府田 京司
神奈川県横浜市鶴見区尻手2 - 1 - 55 グランドステージ鶴見601
- (72)発明者 山本 次郎
神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎1142

審査官 大屋 静男

- (56)参考文献 特開平07 - 308788 (JP, A)
特開2002 - 263877 (JP, A)
特開2006 - 289442 (JP, A)
特開2005 - 109323 (JP, A)
特開平03 - 226392 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/00 - 26/42