

(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2016-78043

(P2016-78043A)

(43) 公開日 平成28年5月16日(2016.5.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/066 (2014.01)	B 2 3 K 26/066	4 E 1 6 8
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-209764 (P2014-209764)	(71) 出願人	390014672
(22) 出願日	平成26年10月14日 (2014.10.14)		株式会社アマダホールディングス
			神奈川県伊勢原市石田200番地
		(74) 代理人	100083806
			弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

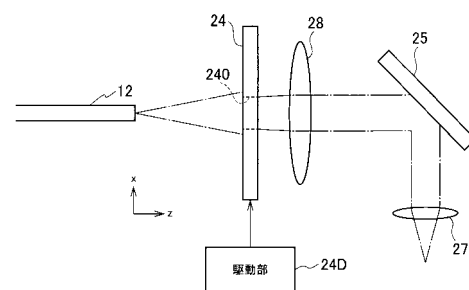
(54) 【発明の名称】 レーザ加工機

(57) 【要約】

【課題】加工される被加工材の条件や加工の種類に応じてビーム品質を異なることができるレーザ加工機を提供する。

【解決手段】レーザ加工機は、レーザを射出するレーザ発振器と、レーザ発振器より射出されたレーザを用いて被加工材を加工するレーザ加工ユニットと、レーザ発振器より射出されたレーザをレーザ加工ユニットへと伝送するプロセスファイバ12とを備える。レーザ加工ユニットは、レーザ発振器より射出されたレーザを略平行光束とするコリメートレンズ28と、プロセスファイバ12の出力端とコリメートレンズ28との間に、ガウシアンビーム状に分布するレーザの裾野の部分遮断する量を可変させるアパーチャ24とを有する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザを射出するレーザ発振器と、
前記レーザ発振器より射出されたレーザを用いて被加工材を加工するレーザ加工ユニットと、
前記レーザ発振器より射出されたレーザを前記レーザ加工ユニットへと伝送するプロセスファイバと、
を備え、
前記レーザ加工ユニットは、前記レーザ発振器より射出されたレーザを略平行光束とするコリメートレンズと、
前記プロセスファイバの出力端と前記コリメートレンズとの間に、ガウシアンビーム状に分布する前記レーザの裾野の部分を遮断する量を可変させるアパーチャと、
を有することを特徴とするレーザ加工機。

10

【請求項 2】

前記アパーチャには光軸を中心とする所定の直径を有する開口が形成され、前記アパーチャはレーザの光軸方向に移動自在に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ加工機。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

20

本発明は、レーザ発振器より射出されたレーザによって被加工材を加工するレーザ加工機に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体レーザ発振器より射出されたレーザを用いて、金属の板材等の被加工材を加工するダイレクトダイオードレーザ（DDL：Direct Diode Laser）加工機が普及している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 4－251688 号公報

30

【特許文献 2】特開 2000－263267 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

レーザ加工機によって被加工材を加工する際に、例えば被加工材の板厚や被加工材に対してどのような加工を施すかに応じて、レーザの最適なビーム品質は異なる。そこで、加工される被加工材の条件や加工の種類に応じてビーム品質を異ならせることが求められる。

【0005】

本発明は、このような要望に対応するため、加工される被加工材の条件や加工の種類に応じてビーム品質を異ならせることができるレーザ加工機を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、上述した従来の技術の課題を解決するため、レーザを射出するレーザ発振器と、前記レーザ発振器より射出されたレーザを用いて被加工材を加工するレーザ加工ユニットと、前記レーザ発振器より射出されたレーザを前記レーザ加工ユニットへと伝送するプロセスファイバとを備え、前記レーザ加工ユニットは、前記レーザ発振器より射出されたレーザを略平行光束とするコリメートレンズと、前記プロセスファイバの出力端と前記コリメートレンズとの間に、ガウシアンビーム状に分布する前記レーザの裾野の部分を遮断する量を可変させるアパーチャとを有することを特徴とするレーザ加工機を提供する。

50

【0007】

上記のレーザ加工機は、前記アパーチャには光軸を中心とする所定の直径を有する開口が形成され、前記アパーチャはレーザの光軸方向に移動自在に設けられていることが好ましい。

【発明の効果】

【0008】

本発明のレーザ加工機によれば、加工される被加工材の条件や加工の種類に応じてビーム品質を異なることができる。よって、被加工材の条件や加工の種類に応じて最適な加工が可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】一実施形態のレーザ加工機の全体的な構成を示す斜視図である。

【図2】一実施形態のレーザ加工機が備える半導体レーザ発振器の構成例を示すブロック図である。

【図3】図2中のDDLユニットの具体的な構成図である。

【図4】一実施形態のレーザ加工機が備えるアパーチャがコリメートレンズに近い位置にある状態を示す図である。

【図5】一実施形態のレーザ加工機が備えるアパーチャがコリメートレンズから離れた位置にある状態を示す図である。

【図6】レーザのビーム強度分布を示す図である。

20

【図7】ビームの裾野の部分をアパーチャによって遮断している状態を示す図である。

【図8】ビームの裾野の部分をアパーチャによって図7に示す状態よりも多く遮断している状態を示す図である。

【図9】ビームの裾野の部分をアパーチャによって図8に示す状態よりも多く遮断している状態を示す図である。

【図10】ビームパラメータ積を説明するための図である。

【図11】アパーチャの位置と、ビームパラメータ積及びビームパワーとの関係を示す特性図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

30

以下、一実施形態のレーザ加工機について、添付図面を参照して説明する。図1に示す本実施形態のレーザ加工機100は、レーザによって被加工材を切断加工するレーザ切断加工機である場合を例とする。

【0011】

レーザ加工機は、レーザによって被加工材を溶接加工するレーザ溶接加工機、レーザによって被加工材の表面を改質する表面改質装置、レーザによって被加工材にマーキングするマーキング装置であってもよい。

【0012】

レーザ加工機100は、レーザLBを生成して射出するレーザ発振器11と、レーザ加工ユニット15と、レーザLBをレーザ加工ユニット15へと伝送するプロセスファイバ12とを備える。

40

【0013】

レーザ発振器11は、一例としてDDL発振器である。以下、DDL発振器11と称する。DDL発振器11の具体的構成及び動作については後に詳述する。レーザ発振器11は、DDL発振器に限定されない。

【0014】

プロセスファイバ12は、レーザ加工ユニット15に配置されたX軸及びY軸のケーブルダクト（図示せず）に沿って装着されている。

【0015】

レーザ加工ユニット15は、被加工材Wを載せる加工テーブル21と、加工テーブル2

50

1 上で X 軸方向に移動自在である門型の X 軸キャリッジ 2 2 と、X 軸キャリッジ 2 2 上で X 軸に垂直な Y 軸方向に移動自在である Y 軸キャリッジ 2 3 とを有する。また、レーザ加工ユニット 1 5 は、Y 軸キャリッジ 2 3 に固定されたコリメータユニット 2 9 を有する。

【0016】

コリメータユニット 2 9 は、プロセスファイバ 1 2 の出力端から射出されたレーザ L B を略平行光束とするコリメートレンズ 2 8 と、略平行光束に変換されたレーザ L B を X 軸及び Y 軸に垂直な Z 軸方向下方に向けて反射させるベンドミラー 2 5 とを有する。また、コリメータユニット 2 9 は、ベンドミラー 2 5 で反射したレーザ L B を集光させる集光レンズ 2 7 と、加工ヘッド 2 6 とを有する。

【0017】

図 1 では、図示を省略しているが、コリメータユニット 2 9 は、レーザの光軸方向に移動自在のアパーチャ 2 4 (図 4 等参照) と、アパーチャ 2 4 を移動させる駆動部 2 4 D (図 4 等参照) とを有する。

【0018】

コリメートレンズ 2 8、ベンドミラー 2 5、集光レンズ 2 7、加工ヘッド 2 6 は、予め光軸が調整された状態でコリメータユニット 2 9 内に固定されている。焦点位置を補正するために、コリメートレンズ 2 8 が X 軸方向に移動するように構成されていてもよい。

【0019】

コリメータユニット 2 9 は、Y 軸方向に移動自在の Y 軸キャリッジ 2 3 に固定され、Y 軸キャリッジ 2 3 は、X 軸方向に移動自在の X 軸キャリッジ 2 2 に設けられている。よって、レーザ加工ユニット 1 5 は、加工ヘッド 2 6 から射出されるレーザ L B を被加工材 W に照射する位置を、X 軸方向及び Y 軸方向に移動させることができる。

【0020】

以上の構成によって、レーザ加工機 1 0 0 は、D D L 発振器 1 1 より射出されたレーザ L B をプロセスファイバ 1 2 によってレーザ加工ユニット 1 5 へと伝送させ、高エネルギー密度の状態で被加工材 W に照射して被加工材 W を切断加工することができる。

【0021】

なお、被加工材 W を切断加工するとき、被加工材 W には溶融物を除去するためのアシストガスが噴射される。図 1 では、アシストガスを噴射する構成については図示を省略している。

【0022】

次に、図 2、図 3 を用いて、D D L 発振器 1 1 の具体的な構成及び動作を説明する。図 2 に示すように、D D L 発振器 1 1 は、D D L ユニット 11u1~11un の n 個の D D L ユニットと、D D L ユニット 11u1~11un それぞれより射出されたレーザを空間結合させるコンバイナ 1 1 2 とを有する。

【0023】

また、D D L 発振器 1 1 は、D D L ユニット 11u1~11un に電力を供給する電力供給部 1 1 3 と、D D L 発振器 1 1 を制御する制御部 1 1 4 とを有する。

【0024】

D D L ユニット 11u1~11un のうちのいずれかを特定しない D D L ユニットの D D L ユニット 1 1 u と称することとする。D D L ユニット 1 1 u の個数 n は 2 以上であり、射出するレーザ L B の必要とする出力に応じて適宜設定すればよい。

【0025】

D D L ユニット 1 1 u は、具体的に、図 3 に示すように構成される。D D L ユニット 1 1 u は、レーザダイオードモジュール U m 1 ~ U m n の n 個のレーザダイオードモジュールを有する。

【0026】

レーザダイオードモジュール U m 1 ~ U m n のうちのいずれかを特定しないレーザダイオードモジュールをレーザダイオードモジュール U m と称することとする。レーザダイオードモジュール U m の個数 n も適宜設定すればよい。

10

20

30

40

50

【0027】

それぞれのレーザダイオードモジュールU_mは、複数のレーザダイオードが直列に接続されて構成されている。レーザダイオードの個数は例えば14個である。レーザダイオードモジュールU_mのそれぞれでロックさせるレーザの波長が異なる。

【0028】

レーザダイオードモジュールU_{m1}～U_{mn}には、光ファイバU_{f1}～U_{fn}の一方の端部が接続されている。レーザダイオードモジュールU_{m1}～U_{mn}は、光ファイバU_{f1}～U_{fn}が接続されていない側の端部に、図示していない高反射ミラーを有する。光ファイバU_{f1}～U_{fn}の他方の端部は、光ファイバが横方向（レーザが射出方向を直交する方向）に並んだファイバユニットU₁₁に接続されている。

10

【0029】

レーザダイオードモジュールU_{m1}～U_{mn}より射出されたレーザは、ファイバユニットU₁₁より射出して、コリメートレンズU₁₂によって略平行光束とされる。コリメートレンズU₁₂より射出されたそれぞれのレーザは、グレーティングU₁₃によって方向が曲げられて、パーシャルミラーU₁₄を介して射出する。

【0030】

レーザの一部は、パーシャルミラーU₁₄で反射してレーザダイオードモジュールU_mへと戻り、高反射ミラーで反射して再びパーシャルミラーU₁₄に入射する。このように、レーザは、レーザダイオードモジュールU_mの高反射ミラーとパーシャルミラーU₁₄との間で共振する。DDLユニット11uは外部共振器を構成し、グレーティングU₁₃は、レーザの波長をロックさせる波長ロック機構として動作する。

20

【0031】

以上の構成及び動作によって、DDLユニット11uからは、複数の波長にロックされた図示のような波長スペクトルSP1を有するレーザが出力される。

【0032】

図2に示すDDL発振器11が射出するレーザの波長は、例えば800～990nm、好ましくは、910～950nmである。

【0033】

次に、図4～図10を用いて、コリメータユニット29内に設けられているアパーチャ24の働きを説明する。

30

【0034】

図4に示すように、アパーチャ24は、プロセスファイバ12の出力端側とコリメートレンズ28との間に配置されている。図4は、アパーチャ24がコリメートレンズ28に比較的近い位置に位置している状態を示している。

【0035】

図5に示すように、駆動部24Dは、アパーチャ24をプロセスファイバ12の出力端側へと移動させることができる。

【0036】

図4、図5に示すx軸は、レーザの光軸に対して直交する方向、z軸はレーザの光軸方向である。x軸及びz軸は、コリメータユニット29内での軸を示している。

40

【0037】

アパーチャ24の中央部には、円形の開口240が形成されている。開口240は真円であるのがよい。開口240は、光軸を中心とする所定の直径を有する。アパーチャ24が図4に示すようにコリメートレンズ28に比較的近い位置に位置していると、ガウシアンビーム状のレーザの裾野の部分はアパーチャ24によって遮断される。

【0038】

アパーチャ24が図5に示すようにコリメートレンズ28から離れて、プロセスファイバ12の出力端に比較的近い位置に位置していると、レーザの裾野の部分はアパーチャ24によってわずかに遮断される状態、または、ほとんど遮断されない状態となる。

【0039】

50

図 6 は、ビームの強度分布を示している。ビーム径 $2w$ は、ビーム強度のピークから $1/e^2$ だけ下降した位置の径で定義される。ビーム強度のピークを 100% とすると、ビーム径 $2w$ はビーム強度が 13.5% の位置である。

【0040】

図 7 は、アパーチャ 24 がプロセスファイバ 12 の出力端に近い位置に位置している状態を概念的に示している。この状態では、アパーチャ 24 の開口 240 は、相対的に、ビーム径 $2w$ よりも広い。よって、アパーチャ 24 は、ビーム径 $2w$ の位置のレーザを遮断していない。

【0041】

図 8 は、アパーチャ 24 が図 7 よりもコリメートレンズ 28 側に移動した状態を概念的に示している。この状態でも、アパーチャ 24 は、ビーム径 $2w$ の位置のレーザを遮断していない。図 7 と図 8 とでは、レーザの裾野の部分を遮断している量が異なるので、レーザパワーは変化する。

【0042】

図 9 は、アパーチャ 24 が図 8 よりもコリメートレンズ 28 側に移動した状態を概念的に示している。この状態では、アパーチャ 24 の開口 240 は、相対的に、ビーム径 $2w$ よりも狭い。よって、アパーチャ 24 は、ビーム径 $2w$ の位置のレーザを遮断する。図 9 の状態におけるビーム径は、開口 240 の相対的な直径 D_{ap} となる。

【0043】

開口 240 の相対的な直径 D_{ap} は開口 240 の絶対的な直径ではなく、アパーチャ 24 の位置に応じて変化する、ビームを通過させる直径を意味する。

【0044】

ところで、ビーム品質を表すパラメータの 1 つとして、ビームパラメータ積（以下、BPP: Beam Parameter Product）がある。図 10 に示すように、BPP は、ビームウェストにおけるビーム径 $2w$ とビームの広がり角 θ を用いて、次のように定義することができる。

【0045】

$$BPP = w \times (\theta / 2) \quad \dots (1)$$

【0046】

図 9 のように開口 240 の相対的な直径 D_{ap} がビーム径 $2w$ よりも狭くなると、図 10 のようにビームが破線の状態から実線の状態へとビーム径を絞り込むことと等価となる。よって、式 (1) で計算される BPP の値が変化することになる。

【0047】

BPP の値は、アパーチャ 24 がビーム径 $2w$ の位置のレーザを遮断する程度によって変化する。

【0048】

本実施形態のレーザ加工機 100 は、移動自在のアパーチャ 24 を備えることによって、BPP の値を変化させることができる。本実施形態のレーザ加工機 100 によれば、BPP の値を変化させることによって、加工される被加工材の条件や加工の種類に応じてビーム品質を異なることができる。

【0049】

図 11 を用いて、BPP の値に応じて、加工される被加工材の条件や加工の種類を使い分ける例を説明する。アパーチャ 24 によってビームを遮断していない初期条件を次のとおりとする。

【0050】

アパーチャ 24 の開口 240 の半径を 2.5 mm とする。レーザパワーを 2000 W とする。ビーム半径 w を 0.1 mm 、広がり角 θ を 0.2 rad とする。よって、BPP は $10\text{ mm} \cdot \text{mrad}$ である。

【0051】

図 11 において、横軸はアパーチャ 24 の z 軸方向の位置、左縦軸は BPP の値、右縦

10

20

30

40

50

軸はビームパワーを示している。アパーチャ24のZ軸方向の位置は、アパーチャ24がプロセスファイバ12の出力端に最も近い位置を0とし、位置0からコリメートレンズ28方向への距離を示している。

【0052】

実線はBPPの値の変化を示す特性、破線はビームパワーの変化を示す特性を示している。BPPの値は、アパーチャ24がビーム径2wの位置のレーザを遮断する前では一定値であり、アパーチャ24がビーム径2wの位置のレーザを遮断する位置以降では、曲線状に漸減する。ビームパワーは、アパーチャ24がプロセスファイバ12の出力端に最も近い位置から所定の距離まで一定値であり、その後、曲線状に漸減する。

【0053】

本実施形態においては、BPPの値を、例えば領域Rgn1～Rgn3の3つの領域に分けている。レーザ加工機100によって板厚9mm以上の厚板を切断する場合には、BPPが6mm・mrad以上10mm・mrad以下の領域Rgn1を用いるのが好適である。そこで、BPPが6mm・mrad以上10mm・mrad以下となるように、駆動部24Dはアパーチャ24の位置を調節する。

【0054】

レーザ加工機100によって板厚1mm以上9mm未満の薄板を切断する場合には、BPPが2mm・mrad以上6mm・mrad未満の領域Rgn2を用いるのが好適である。そこで、BPPが2mm・mrad以上6mm・mrad未満となるように、駆動部24Dはアパーチャ24の位置を調節する。

【0055】

レーザ加工機100によって板厚1mm未満の極薄板を切断する場合には、BPPが2mm・mrad未満の領域Rgn3を用いるのが好適である。そこで、BPPが2mm・mrad未満となるように、駆動部24Dはアパーチャ24の位置を調節する。被加工材Wを切断するのではなく、マーキング等の微細加工を施す場合にも、領域Rgn3を用いるのが好適である。

【0056】

開口240が形成され、レーザの光軸方向に移動自在のアパーチャ24の代わりに、光軸方向の位置が固定され、開口の大きさを可変させるアパーチャを用いてもよい。この場合も、開口を真円として、真円の大きさを可変させることが好ましい。なお、真円の大きさを可変させる機構は複雑な構成を必要とするので、光軸方向に移動自在のアパーチャ24を用いる方が好ましい。

【0057】

本実施形態においては、BPPのみに着目したが、レーリー長等の他のパラメータを最適化することが好ましい。

【0058】

本発明は以上説明した本実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。

【符号の説明】

【0059】

- 11 DDL発振器（レーザ発振器）
- 12 プロセスファイバ
- 15 レーザ加工ユニット
- 21 加工テーブル21
- 22 X軸キャリッジ
- 23 Y軸キャリッジ
- 24 アパーチャ
- 24D 駆動部
- 25 ベンドミラー
- 26 加工ヘッド

10

20

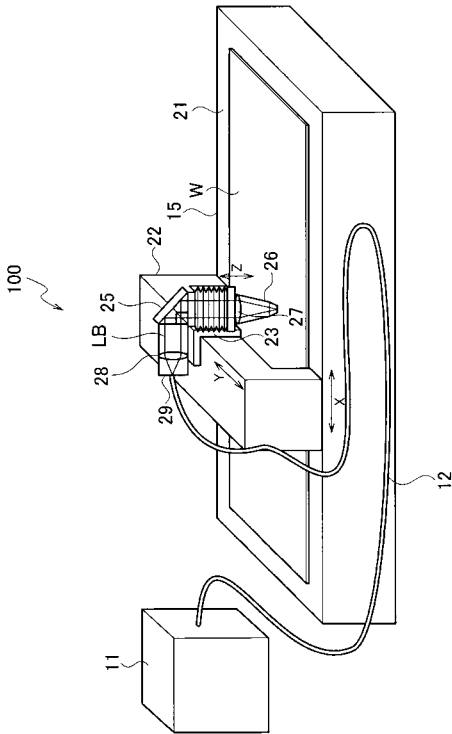
30

40

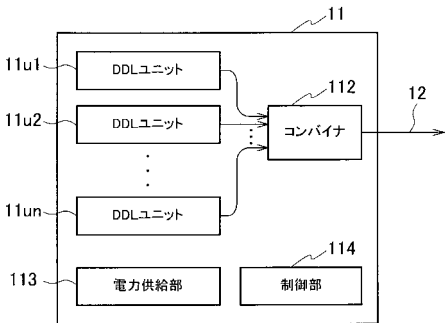
50

- 27 集光レンズ
- 28 コリメートレンズ
- 29 コリメータユニット
- 100 レーザ加工機
- 240 開口
- W 被加工材

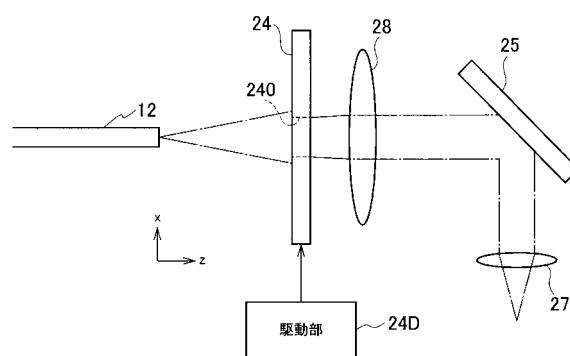
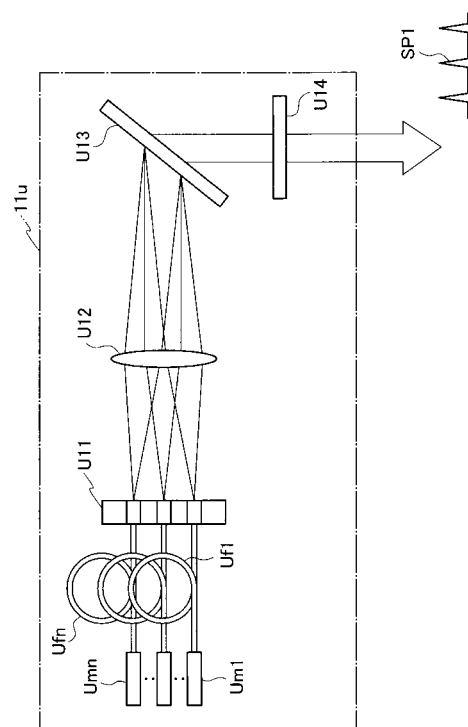
【図 1】



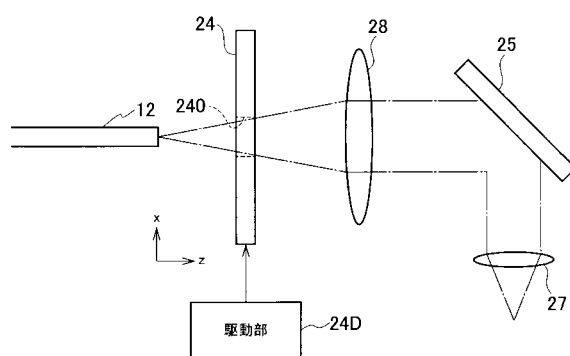
【図 2】



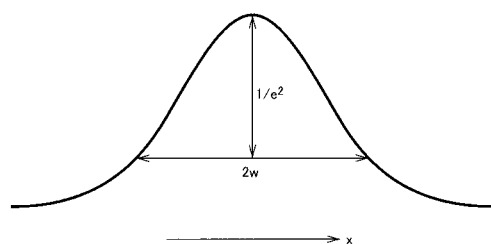
【图 4】



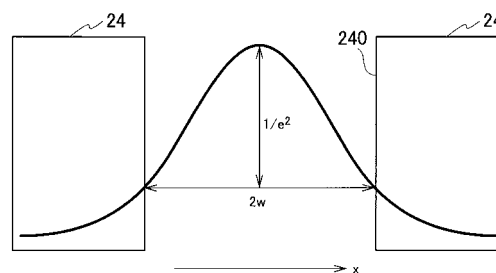
【図 5】



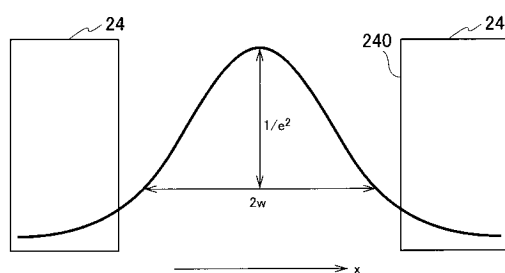
【 図 6 】



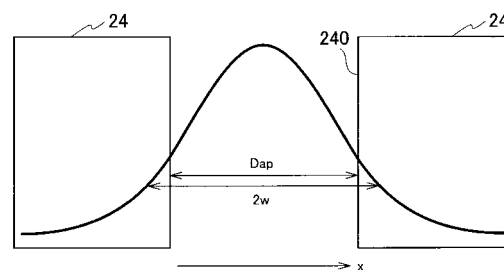
【图 8】



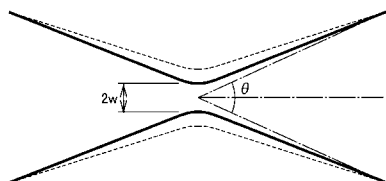
【图 7】



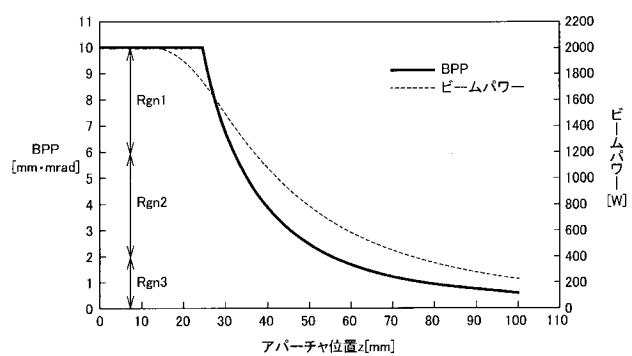
【图 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 森野 浅実

神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地 株式会社アマダ内

(72)発明者 伊藤 亮平

神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地 株式会社アマダ内

F ターム(参考) 4E168 AD07 CB03 CB12 DA02 DA13 DA26 EA17 EA19