

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5830670号
(P5830670)

(45) 発行日 平成27年12月9日(2015.12.9)

(24) 登録日 平成27年11月6日(2015.11.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B23K 26/382 (2014.01)

B23K 26/382

B23K 26/082 (2014.01)

B23K 26/082

B23K 26/067 (2006.01)

B23K 26/067

請求項の数 16 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2010-269452 (P2010-269452)

(22) 出願日

平成22年12月2日 (2010.12.2)

(65) 公開番号

特開2011-121119 (P2011-121119A)

(43) 公開日

平成23年6月23日 (2011.6.23)

審査請求日

平成25年7月1日 (2013.7.1)

(31) 優先権主張番号

12/632,143

(32) 優先日

平成21年12月7日 (2009.12.7)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(73) 特許権者 314012076

パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号

(74) 代理人 110000899

特許業務法人新大阪国際特許事務所

(72) 発明者 リュウ シンビン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ O1
720 アクトン ブリージー ポイント
ロード 3

前置審査

審査官 篠原 将之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テーパを有しない、または逆テーパを有する穴を開ける装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザを用いて材料に穴を開ける装置であって、

前記レーザからのビームを導光するために配置された第1の導光素子と、

前記第1の導光素子からの前記ビームを導光するために配置された第2の導光素子と、

前記第2の導光素子からの前記ビームを集束させるレンズと

を備え、

前記第1および第2の導光素子は、前記ビームに対して動くように構成され、

前記第1および第2の導光素子を動かすことによって、前記ビームが前記材料に接触するところの前記ビームの角度を変更し、

前記第1および第2の導光素子の少なくとも1つは、2つの次元のうちの一方である正弦波運動及び前記2つの次元のうちの他方である余弦波運動として動き、

前記第1の導光素子へ結合され、前記第1の導光素子を、前記ビームに対して2つの次元で動かすために構成された少なくとも1つのアクチュエータと、

前記第2の導光素子へ結合され、前記第2の導光素子を、前記ビームに対して2つの次元で動かすために構成された少なくとも1つのアクチュエータと
をさらに備え、

前記アクチュエータは前記第1および第2の導光素子の動きを調整し、

前記第1の導光素子へ結合された前記少なくとも1つのアクチュエータは、第1および第2のアクチュエータを備え、

10

20

前記第1のアクチュエータは、前記第1の導光素子を、前記2つの次元の1つにおける正弦波運動として動かすために構成され、

前記第2のアクチュエータは、前記第1の導光素子を、前記2つの次元の他の1つにおける余弦波運動として動かすために構成され、

前記第2の導光素子へ結合された前記少なくとも1つのアクチュエータは、第3および第4のアクチュエータを備え、

前記第3のアクチュエータは、前記第2の導光素子を、前記2つの次元の1つにおける正弦波運動として動かすために構成され、

前記第4のアクチュエータは、前記第2の導光素子を、前記2つの次元の他の1つにおける余弦波運動として動かすために構成された、装置。 10

【請求項2】

前記第1および第2の導光素子を動かすことによって、前記ビームが前記材料に接触するところの前記ビームの位置をさらに変更する、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記第1および第2の導光素子は走査ミラーである、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

前記第1の導光素子はガラスブロックであり、前記第2の導光素子は走査ミラーである、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

前記アクチュエータが圧電アクチュエータであり、 20

前記第1～第4のアクチュエータが、第1～第4の圧電アクチュエータである、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

前記第1の導光素子へ結合され、前記第1の導光素子を、前記ビームに対して2つの次元で動かすために構成された第1のガルバノメータと、

前記第2の導光素子へ結合され、前記第2の導光素子を、前記ビームに対して2つの次元で動かすために構成された第2のガルバノメータと
をさらに備え、

前記第1および第2のガルバノメータは、前記第1および第2の導光素子の動きを調整する、請求項1に記載の装置。 30

【請求項7】

前記第2の導光素子からの前記ビームを分割するビーム分割素子をさらに備え、前記レンズはテレセントリック走査レンズである、請求項1に記載の装置。

【請求項8】

レーザを用いて材料に穴を開ける方法であって、

第1の導光素子を用いて前記ビームを導光する第1導光ステップと、

第2の導光素子を用いて前記第1の導光素子からの前記ビームを導光する第2導光ステップと、

前記第2の導光素子からの前記ビームを前記材料の上に集束させる集束ステップと、

前記ビームに対して前記第1および第2の導光素子を動かすことによって、前記ビームが前記材料に接触するところの前記ビームの角度を変更する変更ステップとを備え、 40

前記変更ステップは、第1の次元で前記第1および第2の導光素子の各々へ正弦波運動を適用し、前記第1の次元に垂直な第2の次元で前記第1および第2の導光素子の各々へ余弦波運動を適用することによって、前記第1および第2の導光素子を前記ビームに関して回転させることを備える、方法。

【請求項9】

前記変更ステップは、

前記第1および第2の導光素子を前記ビームに対して動かすことによって、前記ビームが前記材料に接触するところの前記ビームの角度および位置を変更すること、
を備える、請求項8に記載の方法。 50

【請求項 10】

前記レーザを用いて、前記材料にテーパを実質的に有しない穴を開けるステップをさらに備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記レーザを用いて、前記材料に逆テーパを有する穴を開けるステップをさらに備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 12】

前記変更ステップは、

前記ビームに対して前記第 1 および第 2 の導光素子を同期させて動かすことによって、前記ビームが前記材料に接触するところの前記ビームの角度を変更する、請求項 8 に記載の方法。 10

【請求項 13】

前記集束ステップは、

レンズを用いて前記ビームを前記材料の上に集束させ、前記ビームは前記レンズの軸上の点の上に集束されることを備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 14】

前記集束ステップは、

レンズを用いて前記ビームを前記材料の上に集束させ、前記ビームは前記レンズの前記軸から離れた点の上に集束されることを備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 1 および第 2 導光ステップは、

第 1 の走査ミラーを用いて前記ビームを導光することと、

第 2 の走査ミラーを用いて前記第 1 の走査ミラーからの前記ビームを導光することと、を備える、請求項 8 に記載の方法。 20

【請求項 16】

前記集束ステップは、

ビーム分割素子を用いて前記第 2 の導光素子からの前記ビームを分割することと、

テレセントリック走査レンズを用いて前記ビーム分割素子からの前記ビームを前記材料の上に集束させることと、

を備える、請求項 8 に記載の方法。 30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般的にはレーザで穴を開ける装置および方法に関し、さらに具体的には、テーパを有しない、または逆テーパを有する穴を開ける装置および方法に関する。 40

【背景技術】**【0002】**

レーザ微細加工は、多くの応用、例えば、プラズマ・ディスプレイ・パネル(PDP)の蛍光体印刷用ストリップダイの製造で採用され得る。レーザでの穴開けは、一般的に、パーカッション穴開け、トレパニング、またはミリングによって実行される。パーカッション穴開けの場合、レーザビームは単純に材料の上の 1 つの位置へ集束される。トレパニングの場合、レーザビームは、穴開けされる穴の外側輪郭をたどる。ミリングの場合、レーザビームは渦巻き形経路をたどって材料を融除する。これらのプロセスの各々は、レーザビームを法線入射で材料へと照射する。これらのプロセスを使用し、レーザビームを用いて穴を開けることによって、一般的に、テーパを有する穴、即ち、入口の直径が出口の直径よりも大きい穴が生成される。しかしながら、応用によっては、テーパを有しない穴または逆テーパを有する穴を開けることが望ましい。

【発明の概要】**【0003】**

50

本発明の態様は、レーザを用いて材料に穴を開ける装置および方法へ向けられる。本発明の態様によれば、レーザを用いて材料に穴を開ける装置は、第1の導光素子、第2の導光素子、およびレンズを備える。第1の導光素子は、レーザからのビームを導光するために配置される。第2の導光素子は、第1の導光素子からのビームを導光するために配置される。レンズは、第2の導光素子からのビームを集束させる。第1および第2の導光素子は、ビームに対して動くように構成される。第1および第2の導光素子を動かすことによって、ビームが材料に接触するところのビームの角度を変更する。

【0004】

本発明の他の態様によれば、レーザを用いて材料に穴を開ける方法は、第1の導光素子を用いてビームを導光すること、第2の導光素子を用いて第1の導光素子からのビームを導光すること、第2の導光素子からのビームを材料の上に集束させること、および第1および第2の導光素子をビームに対して動かすことによって、ビームが材料に接触するところのビームの角度を変更することを含む。10

【図面の簡単な説明】

【0005】

本発明は、添付の図面と関連づけて読まれる時、次の詳細な説明から最も良く理解される。一般的な慣例に従って、図面の様々な特徴は一定の比率になっていないことを強調しておく。一方、様々な特徴の寸法は、明瞭にするため任意に拡大または縮小されている。以下の図が、図面に含まれる。

【図1】本発明の態様に従って、レーザを用いて穴を開ける装置の図である。20

【図2】本発明の態様に従って、レーザを用いて複数の穴を開ける装置の図である。

【図3】本発明の態様に従って、材料に穴を開ける例示的方法を示すフローチャートである。

【図4】図1の装置の他の図である。

【図5】図1の装置のさらなる他の図である。

【図6】本発明の態様に従って、レーザを用いて穴を開ける他の例示的装置の図である。

【図7】本発明の態様に従って、レーザを用いて複数の穴を開ける装置の図である。

【図8】図6の装置の他の図である。

【図9】図6の装置のさらなる他の図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

本明細書において開示される例示的装置および方法は、材料に丸形または長円形の穴をレーザで開けるのに適している。本明細書において開示される例示的装置および方法は、数十ミクロン、例えば、約 $10\text{ }\mu\text{m}$ から約 $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の直径を有する穴を開けるのに特に適している。本発明の態様は、本発明の範囲から逸脱することなく、任意の適切な材料に任意の形状の穴をレーザで微細加工するのに使用されてもよい。

【0007】

ここで図面を参照すると、図1は、本発明の態様に従って穴を開ける例示的装置100の図である。装置100は、実質的にテープを有しない穴または逆テープを有する穴を、材料にレーザで開けるために使用される。本明細書において使用される場合、実質的にテープを有しない穴とは、出口直径と実質的に同じ入口直径を有する穴である。逆テープを有する穴とは、出口直径が入口直径よりも大きい穴である。40

【0008】

一般的な概観として、装置100は、第1の導光素子110、第2の導光素子120、およびレンズ130を含む。装置100の追加の詳細は、以下に説明する。

【0009】

第1の導光素子110は、レーザからのビームを導光する。装置100は、レーザ(図示されず)と共に使用される。レーザは、材料に穴を開けるビーム140を生成する。第1の導光素子110は、レーザからビーム140を受け取ってビーム140を導光するように配置される。例示的実施形態において、第1の導光素子110は走査ミラーである。50

【0010】

第1の導光素子110は、ビーム140に対して動くように構成される。第1の導光素子110は、第1の導光素子110を動かす第1の運動素子112を含む。本明細書においてさらに説明されるように、第1の運動素子112を用いて第1の導光素子110を動かすことによって、穴開けされるべき材料にビーム140が接触するところのビーム140の角度および／または位置を変更することができる。例示的実施形態において、第1の運動素子112は少なくとも1つの圧電アクチュエータを備える。少なくとも1つの圧電アクチュエータは、望ましくはPZTアクチュエータである。他の適切な圧電アクチュエータは、当業者にとって公知であろう。圧電アクチュエータは、第1の導光素子110を1つの次元で動かすように構成される。故に、第1の運動素子112は、第1の導光素子110を2つの次元で動かす2つの圧電アクチュエータを含んでもよい。代替の例示的実施形態において、第1の運動素子112はガルバノメータを備える。ガルバノメータは、第1の導光素子110を2つの次元で動かすように構成されてもよい。運動素子112の適切なガルバノメータは、当業者にとって公知であろう。

【0011】

第2の導光素子120は、第1の導光素子110からのビーム140を導光する。導光素子120は、第1の導光素子110からビーム140を受け取ってビーム140を導光するように配置される。例示的実施形態において、第2の導光素子120も走査ミラーである。

【0012】

第1の導光素子110と同じように、第2の導光素子120はビーム140に対して動くように構成される。第2の導光素子120は、第2の導光素子120を動かす第2の運動素子122を含んでもよい。本明細書においてさらに説明されるように、第2の運動素子122を用いて第2の導光素子120を動かすことによって、穴開けされるべき材料にビーム140が接触するところのビーム140の角度および／または位置を変更することができる。第1の運動素子112に関して上記で説明したように、第2の運動素子122は少なくとも1つの圧電アクチュエータであるかガルバノメータであってもよい。

【0013】

第1および第2の運動素子112および122は、第1および第2の導光素子110および120の動きを調整するように構成される。例えば、第1および第2の運動素子112および122は導光素子を同時に動かしてもよい。第1および第2の運動素子112および122は、望ましくは、導光素子を同じ方法で、即ち、同期させて動かしてもよい。あるいは、第1および第2の運動素子112および122は、異なる方法で導光素子を動かしてもよい。第1および第2の導光素子110および120の動きは、本明細書においてさらに説明される。

【0014】

レンズ130は、第2の導光素子120からのビーム140を集束させる。レンズ130は、穴開けされるべき材料の上にビーム140を集束させる。例示的実施形態において、レンズ130は集束レンズである。ビーム140を集束させる他の適切なレンズ130は、本明細書の説明から当業者にとって公知であろう。

【0015】

図2に示されるように、装置100はビーム分割素子150をさらに備えてもよい。ビーム分割素子150は、第2の導光素子120からのレーザビーム140を複数のビームへ分割する。これにより、材料の中へ複数の穴を開けることが可能となる。例示的実施形態において、ビーム分割素子150は回折光学素子である。回折光学素子は、複数のビームが異なる方向へ伝搬するように、ビーム140を分割してもよい。このように、本実施形態では、材料へ向けて平行な方向にビームを集束させるため、テレセントリック走査レンズを使用することが望ましい。走査レンズのテレセントリック性は、各ビーム軸が加工対象物へ同じ角度で突き当たるようにする。それ故に、同じ形状を有する複数の穴

10

20

30

40

50

が同時に開けられ得る。ビーム分割素子 150 は、選択肢として、ビームの一部分を通過させる複数の開口を有するマスクを含んでもよい。本実施形態は、マスク上にビームを拡大するため、発散レンズおよびコリメーティングレンズを含むビーム拡大器をさらに含んでもよい。他の適切なビーム分割器は、本明細書の説明から当業者にとって公知であろう。

【0016】

図 3 は、本発明の態様に従って、レーザを用いて材料に穴を開ける例示的方法 200 を示すフローチャートである。方法 200 は、実質的にテーパを有しない穴または逆テーパを有する穴を開けるために使用される。概観として、方法 200 は、第 1 の導光素子を用いてレーザビームを導光すること、第 2 の導光素子を用いて第 1 の導光素子からのビームを導光すること、第 2 の導光素子からのビームを材料の上に集束させること、およびビームが材料に接触するところのビームの角度を変更することを含む。例証を目的として、方法 200 を、装置 100 の構成部品を参照して説明する。方法 200 の追加の詳細は、以下に説明する。

【0017】

ステップ 202において、レーザからのビームは、第 1 の導光素子を用いて導光される。例示的実施形態において、第 1 の導光素子 110 はレーザからのビーム 140 を導光する。上述したように、第 1 の導光素子 110 は、ビーム 140 を反射する走査ミラーであつてもよい。

【0018】

ステップ 204において、第 1 の導光素子からのビームは、第 2 の導光素子を用いて導光される。例示的実施形態において、第 2 の導光素子 120 は、第 1 の導光素子からのビーム 140 を導光する。上述したように、第 2 の導光素子も、ビーム 140 を反射する走査ミラーであつてもよい。

【0019】

ステップ 206 では、第 2 の導光素子からのビームが材料の上に集束される。例示的実施形態において、レンズ 130 は、穴開けされるべき材料の上にビーム 140 を集束させる。上述したように、レンズ 130 は望ましくはテレセントリック走査レンズである。

【0020】

ステップ 208 では、ビームが材料に接触するところのビームの角度が変更される。例示的実施形態において、ビーム 140 が材料に接触するところのビーム 140 の角度は、第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 をビーム 140 に対して動かすことによって変更される。ここで、第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 を動かす例示的な方法を、図 1、図 4、および図 5 を参照して説明する。

【0021】

図 1 は、基準位置にある装置 100 を示す。基準位置では、ビーム 140 が法線入射で（即ち、材料表面に対して垂直な角度で）材料に接触するように、装置 100 がビーム 140 を導光する。この基準位置では、通常のテーパを有する穴が材料に開けられる。

【0022】

図 4 は、第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 を動かす 1 つの方法を示す。上述したように、第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 は、ビーム 140 に対して動くように構成される。図 4 では、第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 が同じ程度に傾けられている。双方の導光素子は同じ角度に動かされているので、導光素子 120 からのビーム 140 は、依然としてレンズ 130 の軸に平行である。

【0023】

第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 は、ビームに関して回転するようにさらに構成されてもよく、その結果第 2 の導光素子 120 からのビーム 140 はレンズ 130 の軸の周りを回転する。導光素子へ 1 つの方向で正弦波運動を適用し、垂直な方向で余弦波運動を適用することによって、第 1 および第 2 の導光素子 110 および 120 が回転される。例えば、運動素子 112 は、x 方向に第 1 の圧電（PZT）アクチュエータ（x -

10

20

30

40

50

P Z T アクチュエータ)を、y 方向に第2の圧電(P Z T)アクチュエータを、含んでもよい。x - P Z T アクチュエータが正弦波運動を受け取ることで、導光素子110がx軸の周りを回転し、一方、y - P Z T アクチュエータが余弦波運動を受け取ることで、110がy 軸方向で回転する。これらの動きによって、導光素子110が回転し得る。第1および第2の導光素子110および120を同期させて回転させる(即ち、同じように動かす)ことが望ましく、その結果、第2の導光素子120からのビームがレンズ130の軸に対して常に平行を維持する。

【0024】

図4に示すように、第2の導光素子120からのビーム140はレンズ軸に平行であるが、それはまた、第1および第2の導光素子110および120の傾きに起因してレンズ軸からシフトされている。故に、ビーム140がレンズによって集束されるとき、ビーム140は、それが基準位置で突き当たる点と同じ点、例えば、レンズの軸に沿った点で、材料に突き当たる。しかしながら、ビームは、ここで、材料に対して非垂直角を形成する。

10

【0025】

ビームの角度は、望ましくは、ビームによって生成される通常のテープを実質的に打ち消す。故に、ビームは実質的にテープを有しない穴(即ち、材料表面に対して垂直な壁を有する穴)を開けられる。或いは、ビームの角度は、望ましくは、ビームによって生成される通常のテープを超過してもよい。故に、ビームは、逆テープを有する穴(即ち、レーザビームの入口側よりも出口側で広い穴)を開けられる。ビームが材料に接触する角度は、第1および第2の導光素子110および120の角度に基づいて調節される。(導光素子の基準位置に対して)導光素子の角度が大きくなればなるほど、ビーム140はレンズ軸から遠くに離され、レーザが材料に接触するところの、レーザによって形成される角度は、(法線入射に対して)大きくなる。

20

【0026】

ビームは材料上で同じ位置に突き当たるので、図4に示すように導光素子を回転することにより、実質的にテープを有しない、または逆テープを有する丸形または円形の穴をパーカッション穴開けすることが可能となる。

【0027】

図5は、第1および第2の導光素子110および120を動かす他の方法を示す。図5では、第1および第2の導光素子110および120が同期されて動かされるが、それらの導光素子は異なる量だけ傾けられている。双方の導光素子は異なる量だけ動かされるので、導光素子120からのビーム140はレンズ130の軸に平行でない。

30

【0028】

第1および第2の導光素子110および120はビームに関して回転するようにさらに構成されてもよく、その結果第2の導光素子120からのビーム140がレンズ130の軸の周りを回転する。第1および第2の導光素子110および120を同期させて回転する(即ち、対応するように動かす)ことが望ましく、その結果、第2の導光素子120からのビームがレンズ130の軸に対して常に同じ角度を維持する。

【0029】

40

図5に示すように、ビーム140はレンズの軸に平行でないから、ビーム140がレンズによって集束されるとき、ビーム140は、それが基準位置で突き当たる点とは異なる点、例えば、レンズの軸から離れた点で、材料に突き当たる。ビームはまた、材料に対して非垂直角を形成する。

【0030】

図4に関して上記で説明したように、ビームの角度は、望ましくは、ビームによって生成される通常のテープを実質的に打ち消すか超過する。図4に関して上記で説明したように、ビームが材料に接触するところの角度は、第1および第2の導光素子110および120の角度に基づいて調節される。

【0031】

50

ビームは材料上の異なる位置に突き当たるので、図4に示すように導光素子を回転することによって、レンズの軸に沿った点の周りをビームが回転する。(上述したように)同じ振幅を有する正弦波および余弦波を使用して導光素子を回転することによって、実質的にテーパを有しない、または逆テーパを有する丸形または円形の穴のミリングが可能となる。また、導光素子110および120の回転は、円形以外の形状が穴開けされ得るように調節される。例えば、正弦波および余弦波の振幅を連続的に増加または減少することによって、導光素子110および120は、レーザビームが渦巻き形経路を生成するように回転する。他の例の場合、異なる振幅を有する正弦波および余弦波を使用して導光素子を回転することによって、長円形の穴が開けられる。

【0032】

10

方法200は、ビーム分割素子を用いて、第2の導光素子からのビームを分割することをさらに含んでもよい。例示的実施形態において、ビーム分割素子150は、第2の導光素子120からのビーム140を複数のビームへ分割する。レンズ130は、材料へ向けてビームを平行な方向へ集束させるために使用される。故に、材料に複数の穴が同時に開けられる。

【0033】

図6は、本発明の態様に従って穴を開ける他の例示的装置300の図である。装置300は、材料に、実質的にテーパを有しない、または逆テーパを有する穴を、レーザで開けるために使用される。一般的な概観として、装置300は、第1の導光素子310、第2の導光素子320、およびレンズ330を含む。装置300は、後述することを除いて、実質的に装置100と同じである。

20

【0034】

第1の導光素子310は、レーザからのビームを導光する。第1の導光素子310は、レーザからビーム340を受け取ってビーム340を導光するように配置される。例示的実施形態において、第1の導光素子310はガラスブロックである。ガラスブロックは、ビーム340の軸と交差する2つの平行な表面を有する。ガラスブロックは、ビームがガラスブロックを通過するときビームを屈折することによって、ビーム140を導光する。第1の導光素子110に関して上記で説明したように、第1の導光素子310はビーム340に対して動くように構成される。したがって、第1の運動素子112に関して上記で説明したように、第1の導光素子310は第1の運動素子312を含む。

30

【0035】

第2の導光素子320は、第1の導光素子320からのビームを導光する。第2の導光素子320は走査ミラーとして示されるが、第2の導光素子320はガラスブロックであつてもよく、または他の適切なビーム導光構成部品であつてもよいことが理解される。第2の導光素子120に関して上記で説明したように、第2の導光素子320はビーム340に対して動くように構成される。

【0036】

図7に示すように、装置300はビーム分割素子350をさらに備えてもよい。ビーム分割素子350に関して上記で説明したように、ビーム分割素子350は第2の導光素子320からのレーザビーム340を複数のビームへ分割する。

40

【0037】

ここで、第1および第2の導光素子310および320を動かす例示的な方法を、図6、図8、および図9を参照して説明する。

【0038】

図6は、基準位置にある装置300を示す。基準位置において、装置300は、ビーム340が法線入射で(即ち、材料表面に対して垂直な角度で)材料に接触するように、ビーム340を導光する。この基準位置では、通常のテーパを有する穴が材料に開けられる。

【0039】

図8は、第1の導光素子310を動かす1つの方法を示す。上述したように、第1およ

50

び第2の導光素子310および320は、ビーム140に対して動くように構成される。図8において、第1の導光素子310は傾けられている。これにより、ビーム140の軸がシフトされるが、その伝搬方向はシフトされない。本実施形態において、第2の導光素子320を動かすことは必要でない。

【0040】

第1の導光素子310は、ビームに関して回転するようにさらに構成されてもよく、したがって第2の導光素子320からのビーム340がレンズ330の軸の周りを回転する。図8に示すように、第2の導光素子320からのビーム340はレンズ軸に平行であるが、それはまた、第1の導光素子310の傾きに起因してレンズ軸からシフトされている。故に、ビーム340がレンズによって集束されるとき、ビーム340は、それが基準位置で突き当たる点と同じ点、例えば、レンズの軸に沿った点で、材料に突き当たる。しかしながら、ビームは、ここで、材料に対して非垂直角を形成する。10

【0041】

図4に関して上記で説明したように、ビームの角度は、望ましくは、ビームによって生成される通常のテープを実質的に打ち消すか超過する。図4に関して上記で説明したように、ビームが材料に接触するところの角度は、第1の導光素子310の角度に基づいて調節される。

【0042】

ビームは材料上で同じ位置に突き当たるので、図8に示すように導光素子を回転することによって、実質的にテープを有しない、または逆テープを有する丸形または円形の穴のパーカッション穴開けが可能となる。20

【0043】

図9は、第1および第2の導光素子310および120を動かす他の方法を示す。図9では、第1および第2の導光素子310および320の双方が傾けられている。第2の導光素子320が傾けられているので、導光素子320からのビーム340はレンズ330の軸に平行でない。

【0044】

第1および第2の導光素子310および320はビームに関して回転するようにさらに構成されてもよく、その結果第2の導光素子320からのビーム340がレンズ330の軸の周りを回転する。第1および第2の導光素子310および320を同期させて回転させることが望ましく、その結果第2の導光素子320からのビームがレンズ330の軸に対して常に同じ角度を維持する。30

【0045】

図9に示すように、ビーム340はレンズの軸に平行でないから、ビーム340がレンズによって集束されるとき、ビーム340は、それが基準位置で突き当たる点とは異なる点、例えば、レンズの軸から離れた点で、材料に突き当たる。ビームは、また、材料に対して非垂直角を形成する。

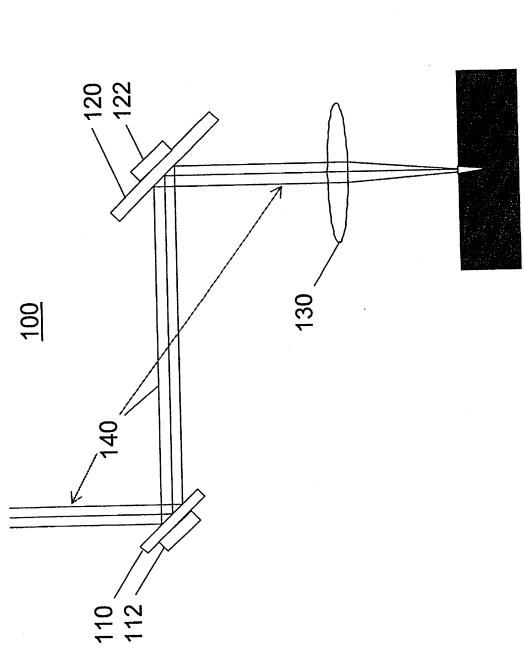
【0046】

図4に関して上記で説明したように、ビームの角度は、望ましくは、ビームによって生成される通常のテープを実質的に打ち消すか超過する。図4に関して上記で説明したように、ビームが材料に接触するところの角度は、第1および第2の導光素子310および320の角度に基づいて調節される。40

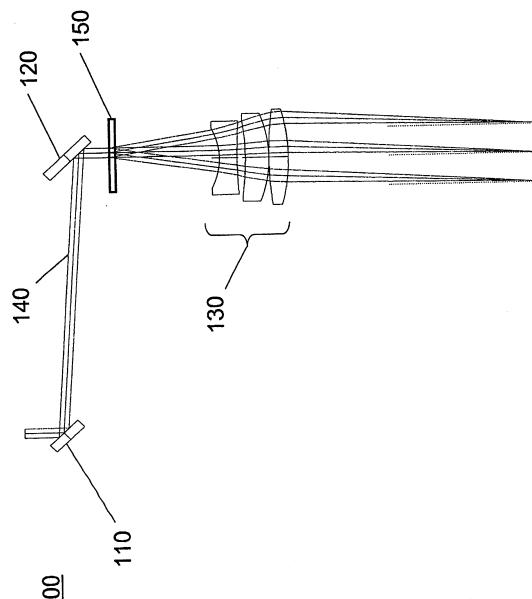
【0047】

本発明は、本明細書において特定の実施形態を参照して図解および説明されたが、本発明は、示された詳細部分へ限定されることを意図されない。むしろ、請求項の等価の範囲および限度の中で、本発明から逸脱することなく、様々な修正が詳細部分で行われてもよい。

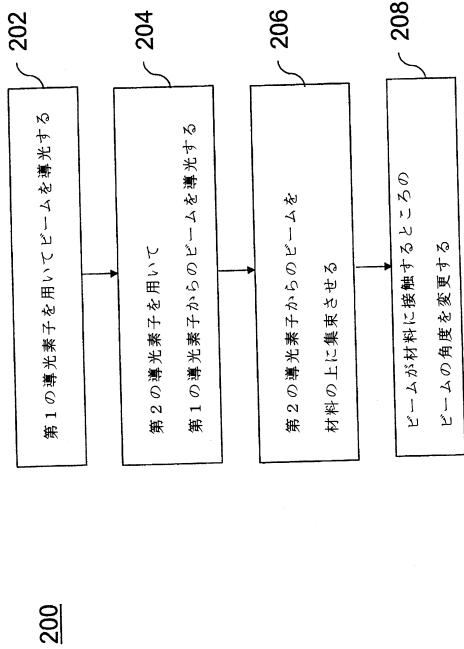
【図1】



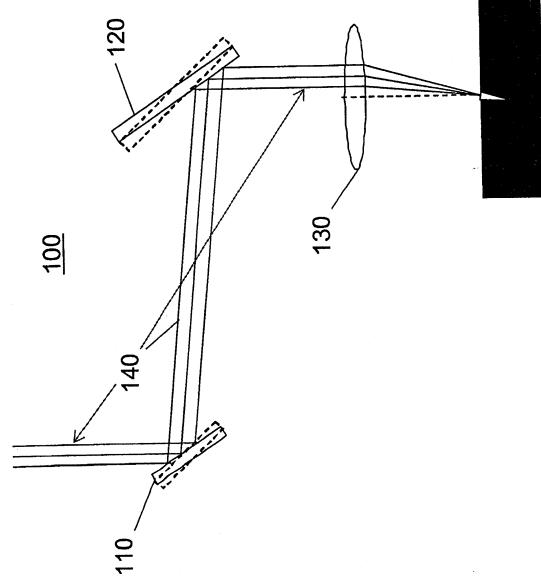
【図2】



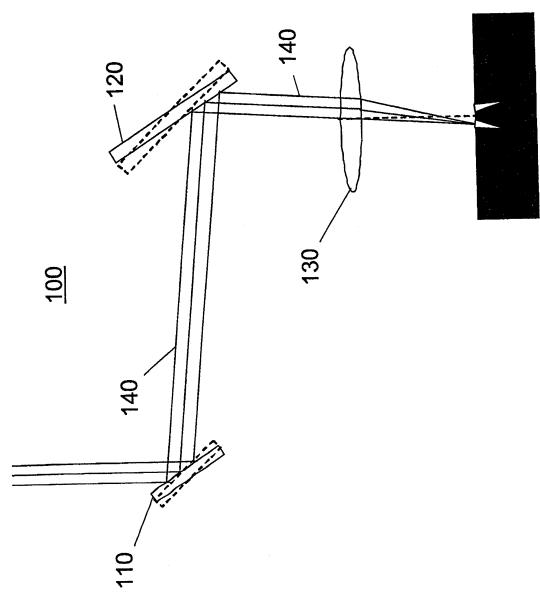
【図3】



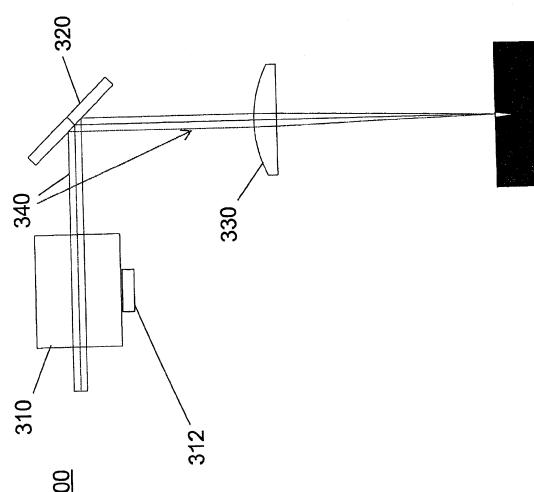
【図4】



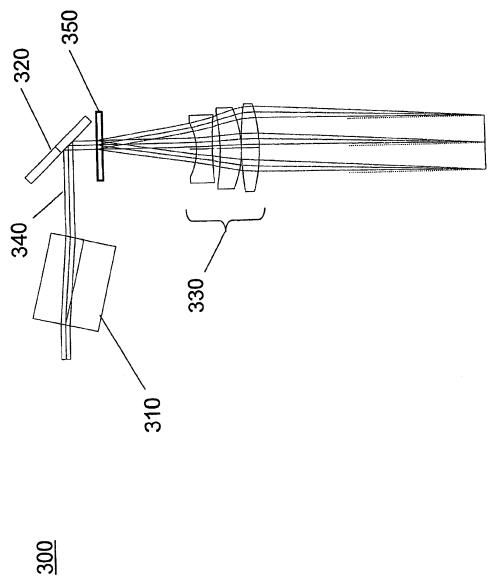
【図5】



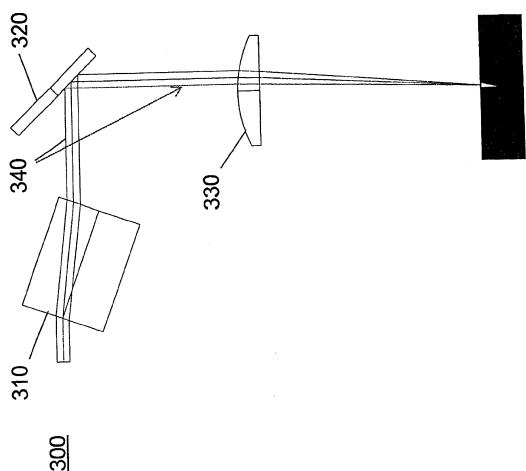
【図6】



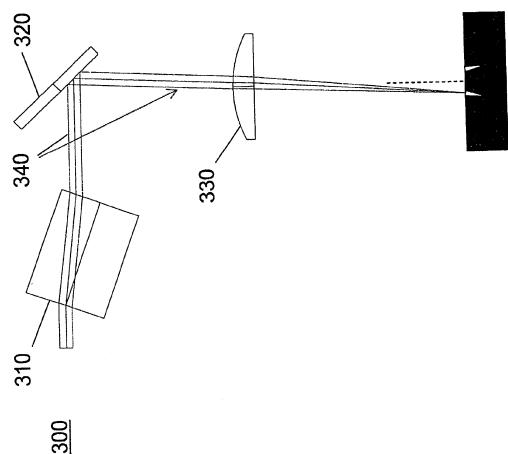
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-110384(JP,A)
特表2005-532908(JP,A)
特開2004-243404(JP,A)
特開2004-160522(JP,A)
特開2002-248591(JP,A)
特開平11-267873(JP,A)
特開平11-170072(JP,A)
特開昭51-134997(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0206733(US,A1)
米国特許出願公開第2004/0164060(US,A1)
米国特許第04135902(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/382
B23K 26/067
B23K 26/082