

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5675600号
(P5675600)

(45) 発行日 平成27年2月25日 (2015. 2. 25)

(24) 登録日 平成27年1月9日 (2015. 1. 9)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 26/06 (2014. 01)

B 2 3 K 26/06

B 2 3 K 26/08 (2014. 01)

B 2 3 K 26/08

Z

H 0 1 S 3/00 (2006. 01)

H 0 1 S 3/00

B

請求項の数 17 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-514747 (P2011-514747)
 (86) (22) 出願日 平成21年6月16日 (2009. 6. 16)
 (65) 公表番号 特表2011-524259 (P2011-524259A)
 (43) 公表日 平成23年9月1日 (2011. 9. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/047490
 (87) 国際公開番号 W02009/155280
 (87) 国際公開日 平成21年12月23日 (2009. 12. 23)
 審査請求日 平成24年5月22日 (2012. 5. 22)
 (31) 優先権主張番号 61/073, 254
 (32) 優先日 平成20年6月17日 (2008. 6. 17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 12/209, 959
 (32) 優先日 平成20年9月12日 (2008. 9. 12)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 593141632
 エレクトロ サイエнтиフィック イン
 ダストリーズ インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国 97229 オレゴン州
 ポートランド エヌ ダブリュ サイエ
 ンス パーク ドライブ 13900
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (74) 代理人 100105463
 弁理士 関谷 三男
 (74) 代理人 100102576
 弁理士 渡辺 敏章
 (74) 代理人 100101063
 弁理士 松丸 秀和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工システムにおける後方反射の低減法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

後方反射を低減するか、または実質的に阻止するレーザ加工システムであって、
 入射レーザビームを発生するレーザ源と、
 前記入射レーザビームを加工表面に向けるレーザビーム出力部と、
 前記加工表面とほぼ垂直である第1の伝播軸に沿って前記入射レーザビームを受光する
 レンズと、

前記レーザビーム出力部と前記レンズとの間に配置され、前記入射レーザビームを前記
 レンズに亘って走査し、走査の間、前記集束手段と前記加工表面との間のビーム経路長を
 ほぼ同じに維持するビーム位置決め装置と、を含み、

前記レンズは、前記第1の伝播軸とほぼ平行であって、且つその伝播軸から偏位されて
 いる主軸を含み、

前記レンズが、前記入射レーザビームを前記加工表面とは直角ではない角度を成す第2
 の伝播軸に沿って、前記加工表面に集束させて、前記加工表面からの反射レーザビームの
 少なくとも大部分が前記レーザビーム出力部に戻らないように構成される、システム。

【請求項 2】

前記レーザビーム出力部と前記加工表面との間に配置されるビーム制止手段をさらに含
 み、前記反射レーザビームの別の部分が経路に沿って前記レーザビーム出力部へ戻ること
 ができないようにする、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

10

20

前記ビーム制止手段が、前記レーザビーム出力部と前記レンズとの間に配置され、
前記ビーム制止手段が、前記入射レーザビームの前記第 1 の伝播軸をほぼ中心とする開口を含み、

前記開口は、前記入射レーザビームの直径にほぼ等しいかまたはより大きく、前記入射レーザビームが前記レーザビーム出力部から前記レンズに通過可能である、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記ビーム位置決め装置は、前記レンズに関して第 1 の位置から第 2 の位置に前記入射レーザビームの経路を変更し、

焦点面が前記加工表面とほぼ平行であるように、前記レンズから前記加工表面への前記入射レーザビームの経路の長さが、前記第 1 の位置と前記第 2 の位置との間でほぼ一定のままである、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記ビーム位置決め装置がガルバノメータによって調節可能な一対のミラーを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記レーザ源が、ファイバーレーザを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記レーザビーム出力部が、光ファイバーを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記レーザビーム出力部と前記レンズとの間に配置されるコリメータをさらに含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記レンズの主軸と前記入射ビームの前記第 1 の伝播軸との間の偏位量が前記入射レーザビームの直径のほぼ半分以上である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

レーザによって加工物を加工する方法であって、

入射レーザビーム発生することと、

前記入射レーザビームを第 1 の伝播軸に沿ってレンズに伝播させることと、

前記レンズによって、前記入射レーザビームの経路を前記第 1 の伝播軸から第 2 の伝播軸に変更することと、

走査の間、前記集束手段と前記加工表面との間のビーム経路長をほぼ同じに維持するために、第 2 のビーム位置決め装置を使用して、前記レンズに亘って前記入射ビームを走査すること、を含み、

前記第 2 の伝播軸が、加工表面とは直角ではない角度を成す、方法。

【請求項 11】

前記入射レーザビームの前記経路を変えることは、前記第 1 の伝播軸に対して、前記レーザビームの主軸を偏位させて位置付けることを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記レンズの主軸と前記入射ビームの前記第 1 の伝播軸との間の偏位量が、前記入射レーザビームの直径のほぼ半分以上である、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

少なくとも反射ビームの一部が、前記第 1 の伝播軸に沿って伝播できないようにすることをさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記入射レーザビームを、前記第 1 の伝播軸を中心とする開口を通すことをさらに含み、

、

前記開口が、前記入射レーザビームの直径にほぼ等しいか、またはより大きい、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記入射レーザビームが前記第 1 の伝播軸に沿って前記レンズに向って伝播するとき、前記入射レーザビームを視準する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 16】

レーザ加工システムは、
入射レーザビームを発生する発生手段と、
前記入射レーザビームを加工表面に向ける出力手段と、
前記入射レーザビームを前記加工表面に集束させる集束手段と、
走査の間、前記集束手段と前記加工表面との間のビーム経路長をほぼ同じに維持するために、前記入射ビームを前記集束手段に亘って走査するビーム位置決め手段と、を含み、
前記集束手段は、前記加工表面に対してほぼ垂直である第 1 の伝播軸を含み、
前記入射レーザビームを、前記第 1 の伝播軸から、前記加工表面に対して垂直でない第 2 の伝播軸に向け直すために、前記集束手段の主軸が前記第 1 の伝播軸から偏位されている、レーザ加工システム。

10

【請求項 17】

前記入射ビームが、前記出力手段から前記集束手段に通過できるようにし、且つ少なくとも反射レーザビームの一部が前記集束手段から前記出力手段に通過できないようにする開口手段をさらに含む、請求項 16 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本開示は、レーザによる材料の加工に関する。特に、本開示は、レーザビームの後方反射を低減することに関する。

【背景技術】

【0002】

通常、特定のレーザは、加工表面から反射されてレーザに戻って来るレーザビームのような光フィードバックに繊細である可能性がある。たとえば、ファイバーレーザは、通常、加工表面からの後方反射に非常に繊細である。そのような反射が適切に遮断されない場合、例えば、そのような反射が戻って出力ファイバーに結合入力する帰還経路がある場合、出力ファイバーと利得ファイバーが損傷を受ける恐れがある可能性がある。さらに、シードレーザは、シードレーザへの帰還途上で増幅される反射光によって、高出力マスター発振器ファイバーアンプ装置内で損傷を受ける可能性がある。したがって、多くのレーザ加工システム、例えば、レーザマイクロマシニングシステムなどでは、そのような後方反射の出力ファイバーへの帰還経路がないようにすることが望ましい。

30

【0003】

レーザ加工システムにおいて後方反射を低減するかまたは回避する 1 つの解決策は、ファラデーアイソレータ、例えば、ミシガン州トラバースシティにあるエレクトロ・オプティクステクノロジー社(Electro-Optics Technology Inc.)によって製造されるアイソレータなどを使用することである。ビーム経路の出力ファイバーの後にファラデーアイソレータを配置することによって、後方反射が出力ファイバーに戻る前に、自由空間において、後方反射を遮断する。たとえば、図 1 は出力ファイバー 110、コリメータアセンブリ 112、ファラデーアイソレータ 114、および集束レンズ 116 を含む典型的なファイバーレーザ加工システム 100 のブロック図である。出力ファイバー 110 は、レーザ源 (図示せず) からの発散レーザビーム 118 をコリメータアセンブリ 112 へ向ける。コリメータアセンブリ 112 は、発散レーザビーム 118 を視準(collimate)して、視準されたレーザビーム 120 をファラデーアイソレータ 114 に供給する。

40

【0004】

ファラデーアイソレータ 114 は、ただ 1 つの方向にだけ光の伝送を可能にする。視準されたレーザビーム 120 は、ファラデーアイソレータ 114 を通って集束レンズ 116 に伝わる。その集束レンズは、ビームを加工表面 122 に集束させる。入射レーザビームの経路が加工表面 122 に垂直であるので、(点線で示される) 反射されたレーザビーム 123 は、入射レー

50

ザビーム120の経路と同じ経路に沿って、反対方向に、集束レンズ116を通してファラデーアイソレータ114に進む。けれども、ファラデーアイソレータ114は、反射レーザビームが、逆の経路に沿って進み続け出力ファイバー110に戻ることができないようにする。

【0005】

出力ファイバー118から出るレーザビーム118が、(しばしばそうであるように)ランダムに偏光している場合、ファラデーアイソレータ114は、偏光に反応しないように構成される。図1で示すように、たとえば、偏光に無反応なファラデーアイソレータ114は、入力複屈折楔124、ファラデー回転子126、および出力複屈折楔128を含んでよい。このようなアイソレータが市販されているが、それらは、通常(特に、高出力ビーム用途のために構成される場合)、非常に嵩張り、且つ高価である。

10

【0006】

後方反射を低減するかまたは回避する別の方法は、加工表面に当るビームの入射角が90度でないように、加工表面122に対して、ビーム照射サブシステム全体を「傾斜させる」ことである。たとえば、図2は、入射レーザビーム120の経路が加工表面122に対して垂直でないように、傾斜されたビーム照射サブシステム(例えば出力ファイバー110、コリメータアセンブリ112、集束レンズ116)を有する別の典型的なファイバーレーザ加工システム200のブロック図である。

【0007】

ビーム照射サブシステムを傾斜させる結果として、加工表面122から反射されるレーザビーム123の経路は、入射レーザビーム120の経路から、角度的に分離される。反射されたレーザビーム123の一部210は、逆向きに、集束レンズ116を通り、出力ファイバー110に伝播する可能性がある。しかし、入射レーザビーム120の経路と反射レーザビーム123の間の角度分離は、ひいては、後方に反射されたビーム123が出力ファイバー110に対してほぼ結合入力できないようにする空間分離に相当する。入射レーザビーム120と反射レーザビーム123との経路間の空間分離距離は、集束レンズ116の焦点距離と、ビーム照射サブシステムの(加工表面122に対する)角度傾斜とに比例する。従って、空間分離距離は、焦点距離が、角度傾斜が、それとも焦点距離および角度傾斜の両方を増加させることによって、増加させることができる。

20

【0008】

以下に述べるように、加工表面122に対してビーム照射サブシステム全体を傾斜させることによって、後方反射が低減するものの、それによって加工表面122に対して焦点面も傾斜する。この結果、加工表面122でのスポットサイズとフルエンスの変動となる。これらの変動は、加工性能を悪化させる。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

開示されたシステム及び方法は、レーザ加工システムにおいて後方反射を低減するかまたは阻止する。一実施形態において、レーザ加工システムは、入射レーザビームを発生するレーザ源と、加工表面に前記入射レーザビームを向けるレーザビーム出力部と、前記加工表面とほぼ垂直である第1の伝播軸に沿って前記入射レーザビームを受光するレンズとを含む。前記レンズは、前記第1の伝播軸とほぼ平行であって、且つその伝播軸から偏位(offset)している主軸を含む。前記レンズは、前記入射レーザビームを、前記加工表面とは直角ではない角度を成す第2の伝播軸に沿って前記加工表面に集束させて、前記加工表面からの反射レーザビームの少なくとも大部分が前記レーザビーム出力部に戻らないように構成される。

40

【0010】

そのうえ、または別の実施形態において、システムはまた、前記レーザビーム出力部と前記加工表面との間に配置されるビーム制止手段を含み、前記反射レーザビームの別の部分が経路に沿って前記レーザビーム出力部へ戻ることできないようにする。

【0011】

50

そのうえ、または別の実施形態において、システムは、前記レーザビーム出力部と前記レンズとの間に配置される第2のビーム位置決め装置をさらに含み、前記入射レーザビームを前記レンズに亘って走査する。

【0012】

別の実施形態において、方法は、入射レーザビームを発生することと、前記入射レーザビームを第1の伝播軸に沿ってレンズに伝播させることと、前記レンズによって、前記入射レーザビームの経路を前記第1の伝播軸から第2の伝播軸に変更することとを含む。前記第2の伝播軸は、前記加工表面とは直角ではない角度を成す。

【0013】

さらなる態様、及び利点は、添付の図面を参照しながら進める好適な実施形態についての以下の詳細な記述から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】後方反射を低減するためにファラデーアイソレータを含む典型的ファイバーレーザ加工システムのブロック図である。

【図2】後方反射を低減するために傾斜されたビーム照射サブシステムを有する別の典型的ファイバーレーザ加工システムのブロック図である。

【図3】一実施形態による、後方反射を低減するかまたは実質的に阻止するレーザ加工システムのブロック図である。

【図4】一実施形態による、入射レーザビームの伝播を可能にし、且つ反射レーザビームの伝播を阻止する開口部を含むレーザ加工システムのブロック図である。

【図5】一実施形態による、集束レンズに亘って入射レーザビームを走査する第2のビーム位置決め装置を含むレーザ加工システムのブロック図である。

【図6A】特定の実施形態に従い、第2のビーム位置決め装置を使用する場合の焦点面を比較しているレーザ加工システムのブロック図である。

【図6B】特定の実施形態に従い、第2のビーム位置決め装置を使用する場合の焦点面を比較しているレーザ加工システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図面を参照して、本開示の様々な実施形態を含め、本開示を限定するものではないが限定的な実施形態が説明される。

【0016】

本明細書に開示される様々なシステム及び方法は、かさ張る及び/または高価なアイソレータを使用することなく、後方反射を低減するか、または後方反射がレーザ加工システムの出力ファイバーに結合入力しないようにする。一実施形態において、集束レンズは、加工表面に対して垂直でない「迎え角」を入射ビームに与えるように、ビーム伝播軸から偏位させてビーム経路に配置される。これによって、加工表面に対してビーム照射サブシステム全体を傾斜させることなく、入射及び反射ビーム経路間の空間分離が行われる。一実施形態において、さらなる開口部によって、レーザビームが出力ファイバーに達しないように遮断する。そのうえ、または別の実施形態において、第2のビーム位置決め装置は、走査焦点面が加工表面とほぼ平行であるように、入射レーザビームを集束レンズの主軸から心ずれさせて、集束レンズに亘って走査する。

【0017】

ところで、図について、図では、同じ参照数字は、同様の要素を示している。以下の説明では、多数の具体的詳細が、本明細書に開示される実施形態の完全な理解のために示されている。しかし、当業者は、実施形態が、1つ又は複数の具体的詳細なしに、あるいは、他の方法、構成要素、または材料を使用して、実施できることが理解できる。さらに、場合によっては、周知の構造、材料、または動作は、実施形態の態様を不明瞭にするのを回避するために、図示されないか、または詳細に説明していない。さらにまた、記載された機能、構造、または特徴は、1つ又は複数の実施形態において任意の適切な方法で組み

10

20

30

40

50

込んでよい。

【 0 0 1 8 】

図 3 は、一実施形態による、後方反射を低減するか、または実質的に阻止するレーザ加工システム300のブロック図である。システム300は、90度以外の角度308で加工表面122に入射レーザビーム120を供給することによって、入射レーザビーム120と（点線で示される）反射レーザビーム123との経路間に空間分離を作り出す。しかし、入射ビームの「迎え角」308のこの変化は、図 2 に関して先に述べたようにビーム照射アセンブリを傾斜させることによって、達成されない。

【 0 0 1 9 】

システム300は、出力ファイバー110を有するファイバーレーザ源（図示せず）を含む。本明細書に開示される例では、このようなレーザが後方反射に繊細であるので、ファイバーベースのレーザについて述べられる。しかし、技術者は、本明細書の開示から、他のタイプのレーザも後方反射に繊細である可能性があって、任意のタイプのレーザ源を使用してよいと理解できる。したがって、他のタイプのレーザは、本明細書に述べる出力ファイバー110以外のレーザビーム出力部を有してよい。実際、レーザビーム出力部は、ビームが加工表面122上に集束される前までにレーザビームの行路を案内するのに使用される様々な光学素子の組合せを含んでよい。

【 0 0 2 0 】

図 3 に示されるシステム300は、コリメータアセンブリ112と集束レンズ116とをさらに含む。出力ファイバー110は、発散レーザビーム118をコリメータアセンブリ112に向ける。コリメータアセンブリ112は、集束レンズ116への入射レーザビーム120がほぼ視準されているように、発散レーザビーム118を視準する。集束レンズ116は収束レンズであり、その主軸310に関してほぼ対称である。集束レンズ116の主軸310は、加工表面122にほぼ垂直である。

【 0 0 2 1 】

入射レーザビーム120は、第 1 の伝播軸312に沿ってコリメータアセンブリ112から集束レンズ116に伝播する。第 1 の伝播軸312は、集束レンズ116の主軸310とほぼ平行である。しかし、入射レーザビーム120の第 1 の伝播軸312と集束レンズ116の主軸310との間に偏位(offset)314がある。言い換えると、（視準された）入射レーザビーム120は、集束レンズ116に、（図 1 と 2 に示される標準的なレイアウトの場合のように）レンズ116の中心に当たらない。むしろ、入射レーザビーム120は、集束レンズ116に、レンズ116の中心から心ずれ(offset)314して当る。一実施形態では、偏位量(offset)314は、視準された入射レーザビーム120の直径のほぼ半分以上である。以下に述べるように、このような偏位量314によって、反射レーザビーム123と入射レーザビーム120との重なりが低減するか、または抑えられる。

【 0 0 2 2 】

集束レンズ116によって、入射レーザビーム120は加工表面122上の焦点直径に収束する。入射レーザビーム120の第 1 の伝播軸312と集束レンズ116の主軸310との間の偏位314によってもたらされる非対称な配置の結果、集束レンズ116によって、入射レーザビーム120は集束レンズ116の主軸310の方へ「傾斜」する。このように、集束レンズ116は、入射レーザビームの行路を、第 1 の伝播軸312から、垂直でない迎え角度308で加工表面122と交差する第 2 の伝播軸316に変える。

【 0 0 2 3 】

偏位314を使用して入射レーザビーム120を傾斜させる結果として、反射されたレーザビーム123の経路は、入射レーザビーム120の経路から角度的に分離される。こうして、集束レンズ116を通して戻った後、反射されたレーザビーム123は、入射レーザビーム120の第 1 の伝播軸312から空間的に分離されている第 3 の伝播軸318に沿って進む。特定の実施形態においては、入射レーザビーム120に対応する第 1 の伝播軸312と反射レーザビーム123に対応する第 3 の伝播軸318との間の偏位量320は、反射レーザビーム123が入射レーザビーム120と重ならないように、設定される。このように、反射されたレーザビーム123のす

10

20

30

40

50

べて、または少なくとも大部分は、コリメータアセンブリ118を通して、出力ファイバー110に戻ることはない。

【0024】

図3で示すように、反射レーザービーム123のごく一部322が、戻って、出力ファイバー110に結合入力する状態がある可能性がある。これは、幾つかの実施形態においては、好ましくない場合がある。かくして、このような特定の実施形態では、反射レーザービーム123の残りの部分322が出力ファイバー110に戻ることができないように、ビーム制止手段が、出力ファイバー110と加工表面122との間のどこかに配置される。たとえば、コリメータアセンブリ118と集束レンズ116との間にミラー（図示せず）を配置し、反射レーザービーム123のほぼ全てを、コリメータアセンブリ118から離れるように（例えば、ビームダンプに）向けてよい。そのようなミラーは、視準された入射レーザービーム120に干渉しないように、寸法決めされ配置されてよい。

10

【0025】

他の機器をビーム制止手段として使用してもよい。たとえば、図4は、一実施形態による、入射レーザービーム120の伝播を可能にし、反射されたレーザービーム123の伝播を阻止する開口部410を含むレーザ加工システム400のブロック図である。開口部410は、入射レーザービーム120の第1の伝播軸をほぼ中心とする開口を有する。一実施形態では、開口部410は、入射レーザービーム120がコリメータアセンブリ118から集束レンズ116に通過できるように、（視準された）入射レーザービーム120の直径にほぼ等しいか又はより大きい。

【0026】

20

一実施形態において、システム400は、入射レーザービーム120と反射レーザービーム123との経路の間の空間分離距離320（集束レンズ116の焦点距離と、入射レーザービーム120の第1の伝播軸312とレンズ116の主軸310間の偏位量314とによって決定される）が、視準された入射レーザー120の直径の約1.5倍と2.0倍の間の範囲にあるように、設定される。こうして、入射レーザービーム120の直径に相当する開口直径を有するように、開口部410を選択することによって、なんらかの有意な後方反射が出力ファイバー110に伝播する可能性が大幅に減少する。

【0027】

そのうえ、または別の実施形態においては、偏位させたレンズ116及び/またはビーム制止手段（例えば図4に示される開口部410）が、ビーム制止手段と集束レンズ116との間に挿入される第2のビーム位置決め装置と組み合わせられる。たとえば、図5は、一実施形態による、集束レンズ116に亘って入射レーザービーム120を走査する第2のビーム位置決め装置510を含むレーザ加工システム500のブロック図である。第2のビーム位置決め装置510は、視準された入射レーザービーム120（例えば、開口部410にある開口を通過した後）を受光して、集束レンズ116に沿って、レンズの主軸310から偏位させて、入射レーザービーム120の経路を誘導する。

30

【0028】

一実施形態において、図5で示すように、第2の位置決めシステム510は、入射レーザービーム120を2つの方向に進めるように構成される。第1のガルバノメータ512は、第1のミラー514を調整し、入射レーザービーム120を第1の方向に進める。第2のガルバノメータ516は、第2のミラー518を調整し、入射レーザービーム120を第2の方向に進める。技術者にとっては、本明細書における開示から、他の第2のビーム位置決め装置構成も使用できることが理解される。

40

【0029】

図5、6A、及び6Bは、図2に示される標準的な「傾斜されたビーム照射アセンブリ」方法と比較して、本明細書に開示される実施形態の長所のうちの1つを例示している。すなわち、開示された実施形態において、第2のビーム位置決め装置510が集束レンズ116の表面に亘って入射レーザービーム120を走査するときでも、集束レンズ116から加工表面122の照射点までのビーム経路長は、ほぼ一定のままである。図5を参照するに、第2のビーム位置決め装置510が、入射レーザービーム120の経路を、集束レンズ116に関して第1の位置5

50

20から第2の位置522に変えるとき、第1の位置520から加工表面122までのビーム経路524の長さは、第2の位置522から加工表面122までのビーム経路526の長さとほぼ同じままである。なお、この例では、第1のミラー514から第2のミラー518へ、集束レンズ116の第2の位置522を通り、そして、加工表面122までの入射レーザービーム120の経路は、点線で示されている。

【0030】

図6Aと6Bは、特定の実施形態に従い、第2のビーム位置決め装置510を使用する場合の焦点面を比較している、それぞれのレーザー加工システムのブロック図である。図6Aは、傾斜されたビーム照射サブシステムを有するシステム600において使用されているビーム位置決め装置510を示す。図6Aに示される実施形態においては、集束レンズ116の主軸310は、加工表面122とは垂直ではない。こうして、第2のビーム位置決め装置510が、集束レンズ116に沿って主軸310及び他の点を通して入射レーザービーム120を走査するとき、焦点面610は変わる。図6Aに示されている焦点面610は、集束レンズ116の「傾斜された」主軸310と、ほぼ垂直である。加工表面のスポットサイズ及びフルエンスにおいて結果として生じる変動のために、加工性能が悪化する可能性がある。

10

【0031】

この問題は、ここに開示される実施形態によって縮小されるかまたは回避される。たとえば、図6Bは、図5に示されるシステム500の簡略版を例示しており、集束レンズ116の主軸310は、加工表面122とほぼ垂直である。こうして、第2のビーム位置決め装置510が、入射レーザービーム120を、集束レンズ116に沿って1つ又は複数の心ずれで走査するとき、焦点面612は、加工表面122とほぼ平行のままである。

20

【0032】

開示された実施形態は、ファラデーアイソレータ114（図1を参照）をビーム経路に挿入するという標準的な方法と比較して、実施するのに非常に単純で且つ安い。開示された実施形態はまた、ビーム照射アセンブリを傾斜させる方法（図2を参照）よりも優れている。なぜなら、集束レンズ116の表面に亘って入射レーザービーム120を走査する第2のビーム位置決め装置510の場合でさえ、これらの実施形態では、集束レンズ116から加工表面122までのビーム経路長が一定となるからである。

【0033】

本明細書に記載されるシステム及び方法は、ファイバーレーザーベースのシステムに関連する後方反射問題を扱っているが、当業者にとっては、本方法は、同様にうまく他のタイプのレーザーを利用するシステムに対しても当てはまることが分かる。

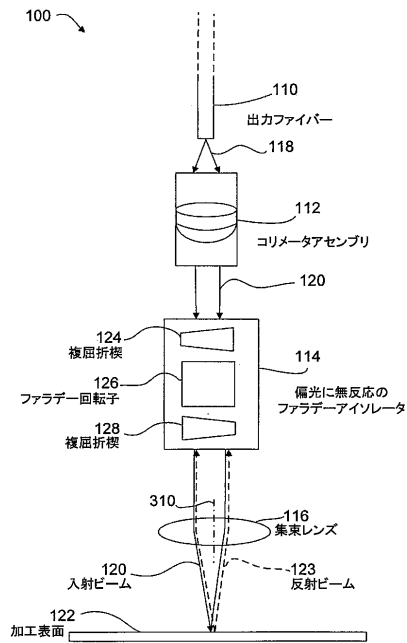
30

【0034】

この技術分野の当業者にとっては、本発明の基本原則から逸脱することなく、上記の実施形態の詳細に対して、多くの変更を加えることができることは、理解できることである。従って、本発明の範囲は、次に続く特許請求の範囲によってのみ決定されるべきである。

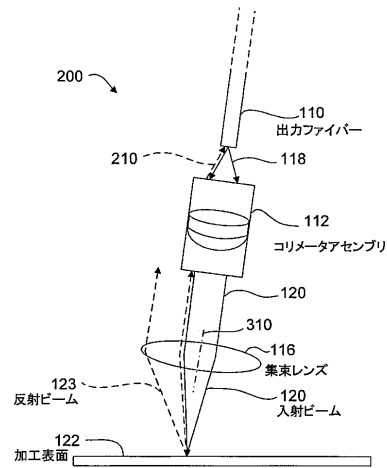
。

【図 1】



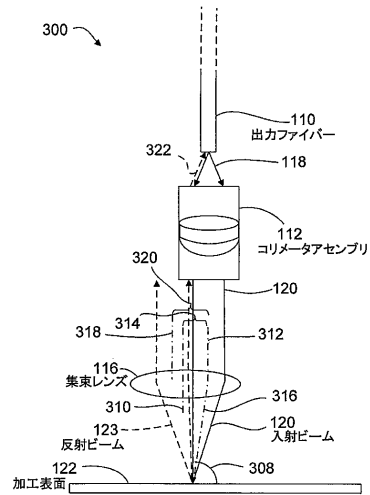
(先行技術)

【図 2】

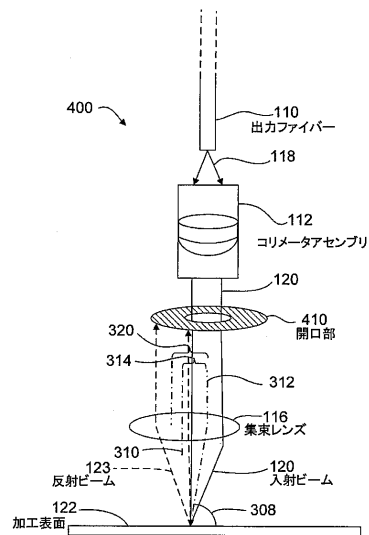


(先行技術)

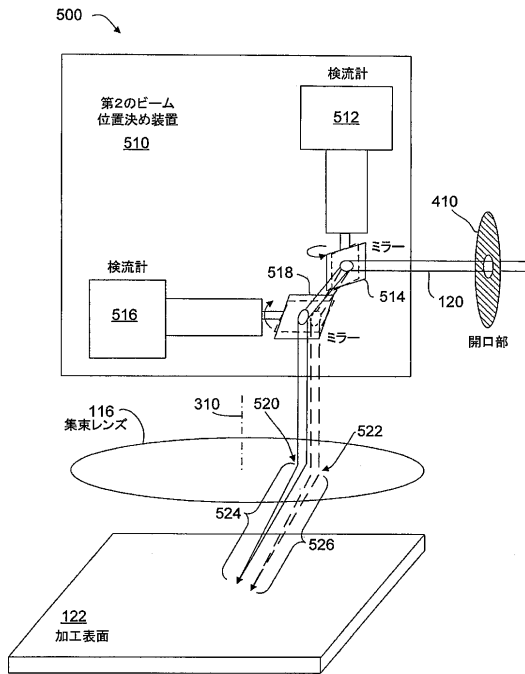
【図 3】



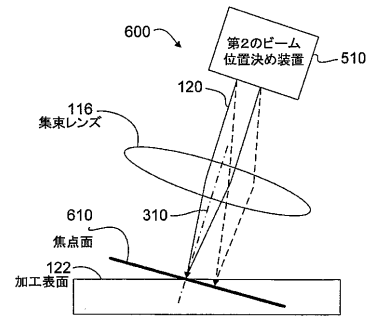
【図 4】



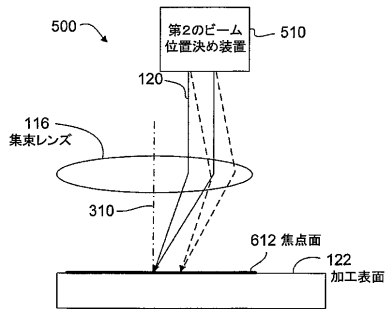
【 図 5 】



【 図 6 A 】



【 図 6 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 アルバイ, メフメット, イー.
アメリカ合衆国 97229 オレゴン州, ポートランド, エヌダブリュ レインディア ドライ
ブ 17517

(72)発明者 ヨハンセン, ブライアン
アメリカ合衆国 97124 オレゴン州, ヒルズボロ, エヌイー オエルリッチ 5911

審査官 大内 俊彦

(56)参考文献 特開昭63-076782(JP, A)
特開昭63-194887(JP, A)
特開2003-249701(JP, A)
特開昭58-162348(JP, A)
特開2001-235701(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/00 - 26/70,
H01S 3/00