

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-533654
(P2015-533654A)

(43) 公表日 平成27年11月26日(2015.11.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/53 (2014.01)	B 2 3 K 26/53	4 E 1 6 8
B 2 3 K 26/352 (2014.01)	B 2 3 K 26/352	
B 2 3 K 26/57 (2014.01)	B 2 3 K 26/57	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-533250 (P2015-533250)	(71) 出願人	593141632 エレクトロ サイエンティフィック 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
(86) (22) 出願日	平成25年9月23日 (2013. 9. 23)	(74) 代理人	100109896 弁理士 森 友宏
(85) 翻訳文提出日	平成27年5月13日 (2015. 5. 13)	(74) 代理人	100192809 弁理士 桑原 宏光
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/061212	(72) 発明者	チョウ, ハイビン アメリカ合衆国, 97229 オレゴン州 、ポートランド, ノースウエスト・グラフ ・ストリート 15536
(87) 国際公開番号	W02014/058606		
(87) 国際公開日	平成26年4月17日 (2014. 4. 17)		
(31) 優先権主張番号	61/705, 559		
(32) 優先日	平成24年9月25日 (2012. 9. 25)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/705, 038		
(32) 優先日	平成24年9月24日 (2012. 9. 24)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	14/033, 368		
(32) 優先日	平成25年9月20日 (2013. 9. 20)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワークピースを加工するための方法及び装置

(57) 【要約】

本発明は、ワークピースを用意し、外表面の領域で複数の自由電子を生成し、ワークピース上にレーザエネルギーを照射することにより第1の領域に隣接するワークピースの部分を加工する方法、及びこの方法を実施するための装置である。

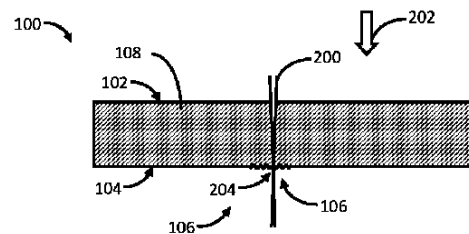


FIG. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外表面を有するワークピースを用意し、
前記外表面の第 1 の領域で複数の自由電子を生成し、
前記ワークピース上にレーザエネルギーを照射することにより、前記第 1 の領域に隣接する前記ワークピースの部分を加工する、
方法。

【請求項 2】

外表面を有するワークピースを用意し、
前記外表面の第 1 の領域で欠損を生成し、
前記ワークピース上にレーザエネルギーを照射することにより、前記第 1 の領域に隣接する前記ワークピースの部分を加工する、
方法。

10

【請求項 3】

前記ワークピースはセラミックである、請求項 1 の方法。

【請求項 4】

前記ワークピースは半導体である、請求項 1 の方法。

【請求項 5】

前記ワークピースは金属又は金属合金である、請求項 1 の方法。

【請求項 6】

前記ワークピースはガラスである、請求項 1 の方法。

20

【請求項 7】

前記ガラスは非強化ガラスである、請求項 6 の方法。

【請求項 8】

前記ガラスは強化ガラスである、請求項 6 の方法。

【請求項 9】

前記外表面前記第 1 の領域には、69 MPa よりも大きな圧縮応力が作用している、請求項 1 の方法。

【請求項 10】

前記圧縮応力は 100 MPa よりも大きい、請求項 9 の方法。

30

【請求項 11】

前記圧縮応力は 500 MPa よりも大きい、請求項 10 の方法。

【請求項 12】

前記圧縮応力は 700 MPa よりも大きい、請求項 11 の方法。

【請求項 13】

前記圧縮応力は 1 GPa よりも大きい、請求項 12 の方法。

【請求項 14】

ワークピースは、前記外表面の前記第 1 の領域から前記ワークピースの内部に延びる圧縮応力領域を含み、前記圧縮応力領域の厚さは 20 μm よりも大きい、請求項 1 の方法。

【請求項 15】

前記圧縮応力領域の厚さは 40 μm よりも大きい、請求項 14 の方法。

40

【請求項 16】

前記圧縮応力領域の厚さは 50 μm よりも大きい、請求項 15 の方法。

【請求項 19】

前記圧縮応力領域の厚さは 100 μm よりも大きい、請求項 16 の方法。

【請求項 20】

前記生成の際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部の組成を変える、請求項 1 の方法。

【請求項 21】

前記生成の際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部の表面形態を変える、

50

請求項 1 の方法。

【請求項 2 2】

前記表面形態を変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部の内部に 1 以上のクラックを形成する、請求項 2 1 の方法。

【請求項 2 3】

前記表面形態を変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部の表面粗さを変える、請求項 2 2 の方法。

【請求項 2 4】

前記表面粗さを変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部の表面粗さを増やす、請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 5】

前記表面形態を変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部を化学的にエッチングする、請求項 2 4 の方法。

【請求項 2 6】

前記表面形態を変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部をスパッタエッチングする、請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 7】

前記表面形態を変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域の少なくとも一部を機械的に研磨する、請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 8】

前記表面形態を変える際に、前記外表面の前記第 1 の領域にエネルギービームを照射する、請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 9】

前記エネルギービームは電子ビームである、請求項 2 8 の方法。

【請求項 3 0】

前記エネルギービームはレーザービームである、請求項 2 9 の方法。

【請求項 3 1】

さらに、前記レーザービームが前記外表面の前記第 1 の領域で前記ワークピースに入射するように前記レーザービームを前記ワークピース上に照射する、請求項 3 2 の方法。

【請求項 3 2】

さらに、前記レーザービームが前記外表面の第 2 の領域で前記ワークピースに入射し、その後前記ワークピース中を伝搬して前記第 1 の領域に入射するように前記レーザービームを前記ワークピース上に照射する、請求項 3 0 の方法。

【請求項 3 3】

前記ワークピースの前記部分を加工する際に、さらに、前記ワークピースの複数の部分から材料を除去して前記ワークピース内に複数の特徴部を形成し、前記特徴部は、前記ワークピースの前記部分の間の材料によって互いに離間されている、請求項 1 の方法。

【請求項 3 4】

前記レーザーエネルギーを照射する際に、前記ワークピースが少なくとも実質的に透明となる波長を有する少なくとも 1 つのレーザーパルスを前記ワークピースに照射する、請求項 1 の方法。

【請求項 3 5】

前記少なくとも 1 つのレーザーパルスは、10 フェムト秒 (fs) から 500 ナノ秒 (ns) の範囲のパルス持続時間を有する、請求項 3 4 の方法。

【請求項 3 6】

前記少なくとも 1 つのレーザーパルスは、1 ピコ秒 (ps) から 100 ナノ秒 (ns) の範囲のパルス持続時間を有する、請求項 3 5 の方法。

【請求項 3 7】

前記少なくとも 1 つのレーザーパルスは、1 ナノ秒 (ns) から 50 ns の範囲のパルス持続時間を有する、請求項 3 6 の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 38】

前記少なくとも 1 つのレーザパルスは、20 ナノ秒 (ns) 未満のパルス持続時間を有する、請求項 36 の方法。

【請求項 39】

前記少なくとも 1 つのレーザパルスは、約 10 ナノ秒 (ns) のパルス持続時間を有する、請求項 36 の方法。

【請求項 40】

さらに、

前記第 1 の領域から離間した前記外部の第 2 の領域で複数の自由電子を生成するか又は欠損を生成し、

前記ワークピース上にレーザエネルギーを照射することにより、前記第 2 の領域に隣接する前記ワークピースの一部を加工する、

請求項 1 の方法。

【請求項 41】

さらに、先行する請求項のいずれかで述べた前記第 1 の領域の生成方法と同じ方法又は異なる方法で前記第 2 の領域を生成する、請求項 40 の方法。

【請求項 42】

前記生成の際に、前記外表面の前記第 1 の領域をドナー体に隣接して配置し、

前記ドナー体からドナー材料を除去し、

前記除去したドナー材料を前記ワークピースに導入する、

請求項 1 の方法。

【請求項 43】

前記ドナー体に前記エネルギービームを照射する際に、前記エネルギービームを前記ワークピースに透過させた後に前記ドナー体に照射する、請求項 42 の方法。

【請求項 44】

前記ドナー体が前記外表面の前記第 1 の領域に当接する、請求項 42 の方法。

【請求項 45】

外表面を有するワークピースを用意し、

前記外表面の第 1 の領域を粗くし、

前記ワークピース上にレーザエネルギーを照射することにより前記第 1 の領域に隣接する前記ワークピースの部分を加工する、

方法。

【請求項 46】

外表面を有するワークピースを用意し、

前記外表面の一部に改善領域を形成し、

前記ワークピース上にレーザエネルギーを照射することにより前記第 1 の領域に隣接する前記ワークピースの部分を加工し、

前記改善領域は、前記ワークピースの前記部分により前記レーザエネルギーの非線形吸収を促進するように構成されている、

方法。

【請求項 47】

請求項 1 に記載された方法により形成されたワークピースを備えた製造物。

【請求項 48】

前記請求項のいずれかに記載されたワークピースを支持するように構成されたワークピース支持システムと、

前記ワークピース支持システムによって支持されるワークピース上にレーザエネルギーのビームを照射するように構成されたレーザシステムと、

前記レーザシステム及び前記ワークピース支持システムの少なくとも一方に連結されたコントローラと、

を備え、前記コントローラは、

10

20

30

40

50

前記請求項のいずれかに記載された方法を行うように前記レーザシステム及び前記ワークピース支持システムの前記少なくとも一方を制御するための命令を実行するように構成されたプロセッサと、

前記命令を格納するように構成されたメモリと、
を備えた、
装置。

【請求項 49】

前記請求項のいずれかに記載されたワークピースを支持するように構成されたワークピース支持システムと、

改善領域を形成するように構成された加工前改善システムと、

前記ワークピース支持システムによって支持されるワークピース上にレーザエネルギーのビームを照射するように構成されたレーザシステムと、

前記レーザシステム及び前記ワークピース支持システムの少なくとも一方に連結されたコントローラと、

を備え、前記コントローラは、

前記請求項のいずれかに記載された方法を行うように前記レーザシステム、前記加工前改善システム、及び前記ワークピース支持システムの前記少なくとも1つを制御するための命令を実行するように構成されたプロセッサと、

前記命令を格納するように構成されたメモリと、
を備えた、
装置。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、2012年9月25日に提出された米国特許仮出願第61/705,559号及び2012年9月24日に提出された米国仮出願第61/705,038号の利益を主張する米国通常出願である。これらの米国仮出願はその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景】

【0002】

本発明の実施形態は、概して、ワークピースを加工するための方法及び装置に関するものであり、特にレーザでワークピースを確実にかつ一貫して加工するための方法に関するものである。

【0003】

レーザを使って非線形吸収プロセスにより透明な材料を加工する際には、材料の初期段階の加工が不揃いになるときがある。この初期段階の加工の不揃いにより、切断プロファイルが粗くなったり、加工された特徴部に向かって材料の中心が突出したり、特徴部がデブリで詰まったり、加工時にワークピースに割れが生じてしまったりすることもある。

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1A】図1Aは、次に続くワークピースの加工を容易にするために加工された部分を含む外表面を有するワークピースの上面図を示すものである。

【図1B】図1Bは、図1Aに示されるワークピースのIB-IB線に沿った断面図を示すものである。

【図2】図2から図4は、加工前改善プロセスの例示的な実施形態を示すものである。

【図3】図2から図4は、加工前改善プロセスの例示的な実施形態を示すものである。

【図4】図2から図4は、加工前改善プロセスの例示的な実施形態を示すものである。

【図5】図5から図8は、図3に示されるような加工前改善プロセスを行った後に図1A及び図1Bに示されるワークピース内に特徴部を加工する方法の一実施形態を示すものである。

10

20

30

40

50

【図6】図5から図8は、図3に示されるような加工前改善プロセスを行った後に図1A及び図1Bに示されるワークピース内に特徴部を加工する方法の一実施形態を示すものである。

【図7】図5から図8は、図3に示されるような加工前改善プロセスを行った後に図1A及び図1Bに示されるワークピース内に特徴部を加工する方法の一実施形態を示すものである。

【図8】図5から図8は、図3に示されるような加工前改善プロセスを行った後に図1A及び図1Bに示されるワークピース内に特徴部を加工する方法の一実施形態を示すものである。

【図9】図9は、ある実施形態において、ワークピースの外表面の加工されている特徴部と加工された領域との間の空間的な関係を例示的に示すものである。

【図10】図10は、一実施形態において、ワークピースを加工する例示的な装置を示すものである。

【図示された実施形態の詳細な説明】

【0005】

以下、本発明の実施形態の例が示されている添付図面を参照しつつ本発明の実施形態をより完全に説明する。しかしながら、これらの実施形態を多くの異なる形態で実施してもよく、これらの実施形態を本明細書で述べた実施形態に限定して解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が完全かつすべてを含むものであって、本発明の範囲を当業者に十分に伝えるように提供されるものである。図面においては、理解しやすいように、層や領域、構成要素などのサイズや相対的なサイズが誇張されている場合がある。特に示している場合を除き、値の範囲が記載されているときは、その範囲は、その範囲の上限と下限の間にあるサブレンジだけではなく、その上限及び下限を含むものである。

【0006】

図1A及び図1Bを参照すると、ワークピース100は、第1の主表面領域102と、第1の主表面領域102とは反対側の第2の主表面領域104と、第1の主表面領域102から第2の主表面領域104に延びる1以上の側面領域とを有する外表面を含んでいる。図示された実施形態においては、第1の主表面領域102と第2の主表面領域104とはともに実質的に平坦であり、互いに平行である。したがって、第1の主表面領域102から第2の主表面領域104までの距離をワークピース100の厚さ t として定義することができる。一実施形態においては、ワークピース100の厚さは、 $200\mu\text{m}$ から 10mm までの範囲にある。しかしながら、他の実施形態においては、ワークピース100の厚さは、 $200\mu\text{m}$ よりも薄くてもよいし、 10mm よりも厚くてもよい。さらに他の実施形態においては、第1の主表面領域102と第2の主表面領域104とが実質的に平坦でなくてもよく、あるいは互いに平行でなくてもよく、あるいは実質的に平坦でも互いに平行でなくてもよい。

【0007】

一般的に、ワークピース100は、コランダム、セラミック、半導体、金属又は金属合金、ガラス、ガラスセラミックなどなど、又はこれらの組み合わせのような硬質光学材料から構成されている。ワークピース100を構成し得るセラミック材料の例としては、アルミナ、ベリリア、ジルコニアなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。ワークピース100を構成し得る半導体材料の例としては、IV族元素又は化合物半導体（例えば、シリコン、ゲルマニウム、シリコン-ゲルマニウム、シリコンカーバイドなど、又はこれらの組み合わせ）、III-V族化合物半導体、II-V族化合物半導体、I-VII族化合物半導体、IV-VI族化合物半導体、半導体酸化物など、又はこれらの組み合わせが挙げられる。ワークピース100を構成し得る金属及び金属合金の例としては、アルミニウム、チタン、ステンレス鋼など、又はこれらの合金、又は他のこれらの組み合わせが挙げられる。ワークピース100を構成し得るガラスの例としては、ソーダ石灰ガラス、硼珪酸ガラス、アルミノ珪酸ガラス、アルミノ硼珪酸ガラス、アルミノ珪酸ナトリウムガラス、アルミノ珪酸カルシウムガラス、リン酸ガラス、フッ化物ガラス、カルコゲナイドガラス、バルク

10

20

30

40

50

金属ガラスなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。

【0008】

一実施形態においては、ワークピース100は、強化されていなかったり、熱的に強化されていたり、化学的に強化されていたり、類似のことがなされていたりするガラス（例えば、ソーダ石灰ガラス、硼珪酸ガラス、アルミノ珪酸ガラス、アルミノ硼珪酸ガラス、アルミノ珪酸ナトリウムガラス、アルミノ珪酸カルシウムガラスなど）からなる板、シート、基板などである。ガラスワークピースが強化されている場合には、第1の主表面領域102と第2の主表面領域104のそれぞれには圧縮応力が作用し、ガラスのシートの内部の領域は、第1の主表面領域102及び第2の主表面領域104での表面圧縮応力を補償するために引っ張られているとなる。このように、強化ガラスシートは、第1の主表面領域102から第2の主表面領域104に延びて引っ張り領域108cのような中央の引っ張り領域（すなわち、ガラスが引っ張り状態にある領域）により分離される圧縮領域108a及び108bのような1対の圧縮領域（すなわち、ガラスが圧縮状態にある領域）を含むものとして特徴付けることができる。圧縮領域108a又は108bの厚さは、「層の深さ」（DOL）として知られる。

10

【0009】

一般的に、第1の主表面領域102及び第2の主表面領域104のそれぞれにおける表面圧縮応力は、69MPaから1GPaの範囲となり得る。しかしながら、他の実施形態において、第1の主表面領域102又は第2の主表面領域104のいずれかにおける表面圧縮応力は、69MPaより小さくてもよいし、あるいは1GPaよりも大きくてもよい。一般的に、DOLは20μmから100μmの範囲になり得る。しかしながら、他の実施形態において、DOLは、20μmよりも小さくてもよいし、あるいは100μmよりも大きくてもよい。引っ張り領域内のシートの最大引っ張り応力は、以下の式により決定することができる。

20

【数1】

$$CT = \frac{CS \times DOL}{t - 2 \times DOL}$$

ここで、CSは上述した第1の主表面領域102及び第2の主表面領域104での表面圧縮応力であり、tはガラスシートの厚さ（ミリメートル（mm）で表現される）であり、DOLは圧縮領域の層の深さ（mmで表現される）であり、CTはガラスシート内の最大中央引っ張り応力（MPaで表現される）である。

30

【0010】

本発明の実施形態により加工可能なワークピース100について例示的に述べたが、次に、ワークピース100の加工の実施形態の例を説明する。これらの方法を行う際に、（例えば、レーザエネルギーをワークピース100上に照射することにより）ワークピース100を確実に繰り返しレーザ加工して非貫通孔、開口部、スロット、クラックなど（本明細書において総称して「特徴部」という）のような特徴部を形成することができる。しかしながら、一般的に、ワークピース100が少なくとも実質的に透明となるような波長のレーザ光を用いてワークピース100をレーザ加工することができる。このように、レーザ光とワークピース100の材料とのレーザ加工中の相互作用は、典型的には、ワークピース材料によるレーザエネルギーの非線形吸収を伴うものとして特徴付けられる。

40

【0011】

図1A及び図1Bを参照すると、ワークピース100に対するその後のレーザ加工を容易にするように構成された加工前改善プロセスがまずワークピース100に対して行われる。一実施形態においては、この加工前改善プロセスは、レーザ加工プロセスを初期化する際にワークピース100に照射されるレーザエネルギーの非線形吸収の均一性を向上することによって、ワークピース100に対するその後のレーザ加工を容易にするものである。1回以上の加工前改善プロセスを行う際に、ワークピース100の外表面の一部に改善領域106が形成される。改善領域106が第1の主表面領域102の一部のみを占め

50

ているように示されているが、改善領域106が第1の主表面領域102のすべてを占めてもよく、さらにいずれかの側面領域だけでなく第2の主表面領域104の全部又は一部を占めていてもよいことは理解できよう。図1A及び図1Bは1つの改善領域106のみを示しているが、任意の数の別個の改善領域106を設けてもよいことは理解できよう。

【0012】

加工前改善プロセスでは、ワークピース100の外表面のある領域に（例えば、外面の改善領域106に）自由電子を生成してもよいし、外表面の改善領域106内に欠損を生成してもよいし、改善領域106内の外表面の少なくとも一部の組成を変えてもよいし、改善領域106内の外表面の少なくとも一部の表面形態を変えてもよいし、これと類似のことは行ってもよいし、あるいはこれらを組み合わせて行ってもよい。行うべき特定の加工前改善プロセスの選択とこの選択された加工前改善プロセスの特性は、改善領域106内の材料及びその後ろに所望の特徴部を形成するために使用されるレーザ加工プロセスの特性に依存することは理解できよう。

10

【0013】

一実施形態においては、ワークピース100の外表面又は内部108に陰イオン（原子又は分子）を導入することにより上述した加工前改善プロセスのいずれかの1つ以上を行ってもよい。例えばイオン注入、（例えば、液体や気体からの）拡散など、又はこれらの組み合わせをはじめとする任意の好適な方法によりこれらのイオンを導入することができる。

【0014】

一実施形態においては、ワークピース100の外表面内に1以上のクラックを形成したり、ワークピース100の外表面の少なくとも一部を化学的にエッチングしたり、ワークピース100の外表面の少なくとも一部をスパッタエッチングしたり、ワークピース100の外表面の少なくとも一部を機械的に研磨したり、これと類似のことは行ったり、あるいはこれらを組み合わせて行ったりすることにより、ワークピース100の表面形態を変えてもよい。例えば、改善領域106の内部又はその近傍で（例えば、カッティングブレードやスクライビングブレードを用いて）ワークピース100の外表面に機械的に衝撃を与えたり、改善領域106の内部又はその近傍で熱的に誘起された引っ張り応力及び/又は圧縮応力を生成したり、ワークピース100に曲げモーメントや他の物理的な応力を印加したり、改善領域106内又はその近傍にレーザ誘起による光学的絶縁破壊の領域を生成したり、これと類似のことは行ったり、あるいはこれらを組み合わせて行ったりすることにより、1以上のクラックを形成してもよい。他の例においては、化学エッチングは、使用される特定のエッチャントが改善領域106を形成する材料や表面形態の所望の変化に依存し得るウェットエッチングプロセス、ドライエッチングプロセスなど、又はこれらの組み合わせを伴うものであってもよい。ワークピース100が非強化ガラス又は強化ガラスからなる実施形態においては、エッチャントは、フッ化水素酸、HNA（フッ化水素酸/硝酸/酢酸）など、又はこれらの組み合わせを含み得る。他の例においては、スパッタエッチングは、（不活性又は反応性のいずれか）加速イオンとワークピース100との間で運動量移動を伴う任意のエッチングプロセスであってもよい。他の例においては、機械的研磨は、スカuffing、スクラッチング、摩耗、表面損傷（marring）、擦り落とし（rubbing away）、ブラスト処理（例えば、湿式ブラスト処理、ビードブラスト処理、ドライアイスブラスト処理、ブリストルブラスト処理（bristle blasting）など、又はこれらの組み合わせ）など、又はこれらの組み合わせを伴うものであってもよい。

20

30

40

【0015】

他の実施形態においては、エネルギービームを外表面の少なくとも一部に照射することによりワークピース100の外表面の少なくとも一部の表面形態を変えてもよい。この実施形態により照射可能なエネルギービームの例としては、電子ビーム、イオンビーム、レーザビームなど、又はこれらの組み合わせが挙げられる。

【0016】

適用される特定のプロセスによっては、ワークピース100の外表面の少なくとも一部

50

の表面形態を変える際に、ワークピース100の外表面の少なくとも一部の表面粗さを所望の程度に上げてよい。その後のレーザ加工を容易にするのために必要とされる粗さもワークピース100を構成する材料、加工される特定の特徴部、レーザ加工プロセスの特性など、又はこれらの組み合わせに依存していることは理解できよう。例えば、ワークピースが非強化ソーダ石灰ガラスからなる実施形態においては、改善領域106の表面粗さ R_a (avg)の値が $2.0\ \mu\text{m}$ から $9.0\ \mu\text{m}$ の範囲にあることが好ましいか、あるいは表面粗さ R_q (rms)の値が $4.0\ \mu\text{m}$ から $11.0\ \mu\text{m}$ の範囲にあることが好ましい。もちろん、改善領域106に対する R_a の値及び R_q の値は、必要に応じてそれぞれ $9.00\ \mu\text{m}$ や $11.00\ \mu\text{m}$ よりも高くてもよい。本発明者等による実験の結果によれば、改善領域106の表面粗さが高くなればなるほどレーザ加工された特徴部の品質が高くなる傾向があることが示された。一般的に、レーザ加工された比較的高品質の特徴部では、そのレーザ加工による特徴部を囲むワークピース100の外表面における表面チップ (surface chip) が、レーザ加工による比較的低品質の特徴部よりも相対的に少なく小さいか、あるいは少ないか小さくなる (例えば、平均のサイズが $40\ \mu\text{m}$ 未満、 $30\ \mu\text{m}$ 未満、又は $20\ \mu\text{m}$ 未満)。

10

20

30

40

50

【0017】

ワークピースが強化ガラス又は非強化ガラスからなる実施形態においては、加工前改善プロセス中に改善領域106を形成するためにレーザビームを使用する場合には、所望の一貫した表面粗さを有するように改善領域106を形成することができる。レーザビームが $10^{12}\text{W}/\text{cm}^2$ を超える強度のレーザエネルギーでワークピース100の外表面上のスポットを照射するようにレーザビームのパラメータを選択及び制御することができる。一般的に、必要に応じて、改善領域106内の表面粗さを均一にするために、波長、パルス持続時間、パルス繰り返し率、パワー、スポットサイズ、スキャン速度などのレーザビームのパラメータを選択及び制御することができる。レーザビームの波長は、 100nm から 3000nm の範囲内 (例えば、 355nm 、 532nm 、 1064nm など、又はこれらの組み合わせ) にあり得る。レーザビームのパルス持続時間は、 1ns (又は約 1ns 未満) であり得る。一実施形態においては、レーザビームのパルス持続時間は、 100ps 未満であり得る。他の実施形態においては、レーザビームのパルス持続時間が 10ps から 15ps の範囲にあり得る。レーザビームのパルス繰り返し率は、 30kHz から 1MHz の範囲にあり得る。一実施形態においては、レーザビームのパルス繰り返し率は、 30kHz から 500kHz の範囲にあり得る。さらに他の実施形態においては、レーザビームのパルス繰り返し率は 200kHz であり得る。レーザビームのスポットサイズは、 $3\ \mu\text{m}$ から $50\ \mu\text{m}$ の範囲にあり得る。一実施形態においては、レーザビームのスポットサイズが $7\ \mu\text{m}$ であり得る。パルス繰り返し率及びスポットサイズに応じて、レーザビームの平均パワーは 0.5W から 75W の範囲にあり得る。一実施形態においては、レーザビームの平均パワーは 2W であり得る。平均パワー及びスポットサイズに応じて、レーザビームのスキャン速度は $100\text{mm}/\text{s}$ から $5000\text{mm}/\text{s}$ の範囲にあり得る。一実施形態においては、レーザビームのスキャン速度は $140\text{mm}/\text{s}$ であり得る。スポットサイズの約50%から約70%の範囲のピッチでレーザビームをワークピースの外表面に照射するように上述したレーザビームパラメータのうちの一つ以上のパラメータを選択及び制御することができる。

【0018】

加工前改善プロセスを行う様々な実施形態について例示的に述べてきたが、次に、例示的な加工前改善プロセスについて図2及び図4を参照して説明する。

【0019】

図2を参照すると、一実施形態によれば、矢印202により示される方向に沿ってレーザシステム (図示せず) からレーザビーム200をワークピース100の外表面上に照射することにより、加工前改善プロセスを行うことができる。図示された実施形態においては、レーザビーム200が改善領域106で第1の主表面領域102に当たるようにワークピース100がレーザシステム (図示せず) に対して方向付けられる。レーザビーム2

00により照射されるワークピース表面の表面粗さを変える（例えば増やす）のに十分なピーク強度を有するレーザエネルギーでレーザビーム200が第1の主表面領域102の一部のスポットに照射されるように、第1の主表面領域102又はその上方に（例えば、ワークピース100の外側に位置するように）位置するビームウェスト204でレーザビーム200を集束させてもよい。これにより、改善領域106内に粗面204が生成される。この粗面が確実に所望の表面粗さを有するように加工前改善プロセスのパラメータを制御することができる。一実施形態においては、スポットを改善領域106内でワークピース100の外表面に沿って移動させるために、レーザビーム200をスキャンしてもよく、これに加えて/あるいはワークピース100を平行移動してもよい。

【0020】

実施形態の一例においては、非強化ソーダ石灰ガラスの一片をワークピースとし、緑色光の10nsパルスのレーザ200を第1の主表面102に照射することにより上述した加工前改善プロセスを行った。得られた粗面の表面粗さの値は、 $8.5\mu\text{m}$ (Ra)と $10.6\mu\text{m}$ (Rq)であった

【0021】

図3を参照すると、図2に関して例示的に述べたように、他の実施形態に係る加工前改善プロセスを行うことができる。しかしながら、図3に示される実施形態においては、レーザビーム200がまず第1の主表面領域102に当たった後に、ワークピース100を透過するように（例えば、矢印202により示される方向に沿って）レーザビーム200をワークピース100上に照射してもよい。図示された実施形態においては、レーザビーム200により照射されるワークピース表面の表面粗さを変える（例えば増やす）のに十分なピーク強度を有するレーザエネルギーでレーザビーム200が第2の主表面領域104の一部のスポットに照射されるように、第2の主表面領域104又はその下方に（例えば、ワークピース100の外側に位置するように）位置するビームウェスト204でレーザビーム200を集束する。これにより、第2の主表面領域104に位置する改善領域106内に粗面204が生成される。

【0022】

図4を参照すると、図3に関して述べたのと同様の方法で他の実施形態に係る加工前改善プロセスを行うことができる。しかしながら、図4に示される実施形態では、（例えば、ドナー体400のドナー面402が第2の主表面領域104に当接するように）ドナー体400を第2の主表面領域104に隣接して配置してもよい。しかしながら、他の実施形態においては、ドナー面402が第2の主表面領域104から（例えば、1mmの距離だけ）離間するようにドナー体400を第2の主表面領域104に隣接して配置してもよい。一実施形態においては、ドナー体400は金属体であり、アルミニウムなどの金属、アルミニウム合金のような金属合金、ステンレス鋼など、又はこれらの組み合わせを含み得る。

【0023】

レーザビーム200がまず第1の主表面領域102に当たった後に、ワークピース100を透過し、第2の主表面領域104を透過してドナー体400に当たるように（例えば、矢印202により示される方向に沿って）レーザビーム200をワークピース100上に照射してもよい。ドナー体400からドナー材料（例えば、電子、原子、分子、粒子など）をアブレートしたり、気化したり、イオン化したり、沸騰させたり、噴出させたり、解放したり、あるいは除去したりするのに十分なレーザフルエンス及び/又はピーク強度を有するレーザエネルギーでレーザビーム200がドナー体400の一部のスポットに照射されるように、第2の主表面領域104又はその下方に（例えば、ワークピース100の外側に位置するように）位置するビームウェスト204でレーザビーム200を集束してもよい。一実施形態においては、除去されたドナー材料がワークピース100の外表面の第2の主表面領域104で改善領域106に衝突したり、打ち込まれたり、拡散されたり、あるいは導入されたりするように、ドナー材料の除去が実現される。第2の主表面領域104でドナー材料を改善領域106に導入する際に、上述した加工前改善プロセスの

10

20

30

40

50

うちの1つ以上のプロセス又はすべてのプロセス（例えば、改善領域106で自由電子を生成したり、改善領域106内で欠損を生成したり、改善領域106内で外表面の少なくとも一部の組成を変えたり、改善領域106内で外表面の少なくとも一部の表面形態を変えたりするなど）を行ってもよい。

【0024】

上述した実施形態のうち1以上の実施形態に係る加工前改善プロセスを行った後、改善領域106に隣接するワークピース100の内部108の一部を加工する（例えば、クラックを入れる、除去するなど、又はこれらの組み合わせ）ようにレーザエネルギーをワークピース100上に照射することにより（例えば、レーザ加工プロセスで）ワークピース100を加工してもよい。一実施形態においては、ワークピース100の内部108の一部が除去されて、貫通孔や非貫通孔など、又はこれらの組み合わせが形成される。

10

【0025】

一実施形態においては、ワークピース100のレーザ加工において、レーザエネルギーを（例えば、1以上のレーザパルスからなるビームの形態で）ワークピース100上に照射することができる。ビーム内のレーザエネルギーは、ワークピース100が少なくとも実質的に透明となる波長を有し得る。1以上のパルスを照射して、ワークピース100によりレーザエネルギーの非線形吸収を促進するのに十分なレーザフルエンス及び/又はピーク強度を有するレーザエネルギーで、加工前改善プロセス中に形成された改善領域106のスポットを照射することができる。一実施形態においては、非線形吸収には、ワークピース100によるレーザエネルギーのアバランシェ効果による吸収が含まれる。一実施形態においては、レーザ加工中にワークピース100に照射された1以上のレーザパルスのパルス持続時間は10fsから500nsの範囲で、少なくとも1つの波長は100nmから3000nmの範囲にあり得る。一般的に、レーザ加工中にワークピース100に照射される1以上のレーザパルスのパルス持続時間は、加工前改善プロセス中に照射されるレーザビームの少なくとも1つのレーザパルスのパルス持続時間と同一であるか、あるいは異なっている。同様に、レーザ加工中にワークピース100に照射される1以上のレーザパルスの波長は、加工前改善プロセス中に照射されるレーザビームの少なくとも1つのレーザパルスの波長と同一であるか、あるいは異なっている。ある特定の実施形態においては、レーザ加工中にワークピース100に照射される1以上のレーザパルスは、10nsのパルス持続時間と緑色光の波長（例えば、約523nm、532nm、543nmなど、又はこれらの組み合わせ）を有し得る。一実施形態においては、複数のパルスを有するビームとしてレーザ加工プロセス中にワークピース100上にレーザエネルギーが照射され、それらのパルスのうちの少なくとも1つのパルス持続時間は、他のパルスのうちの少なくとも1つのパルス持続時間と同一であるか、あるいは異なってもよい。

20

30

【0026】

ワークピース100をレーザ加工する様々な実施形態について例示的に述べてきたが、次に、ワークピース100の例示的なレーザ加工方法について図5から図8を参照して説明する。

【0027】

図5を参照すると、図3に関して述べた加工前改善プロセスが既になされたワークピース100を用意し、レーザエネルギーを（例えば、少なくとも1つのレーザパルスからなるビーム500の形態で）レーザシステム（図示せず）から矢印502により示される方向に沿ってワークピース100上に照射し得る。図示された実施形態においては、ビーム500がまず第1の主表面領域102に当たった後、ワークピース100を透過するようにワークピース100がレーザシステムに対して方向付けられる。図示された実施形態においては、改善領域106でのワークピース100によるレーザエネルギーの非線形吸収を促進するのに十分なレーザフルエンス及び/又はピーク強度を有するレーザエネルギーでビーム500が改善領域106（図3参照）のスポットに照射されるように、第2の主表面領域104又はその下方に（例えば、ワークピース100の外側に位置するように）位置するビームウェスト504でレーザビーム500が集束される。

40

50

【 0 0 2 8 】

レーザエネルギーの非線形吸収を促進する際に、ワークピース100の外表面で改善領域106に隣接するワークピース100の部分をレーザ加工（例えば、クラックを形成したり、除去したりなど、又はこれらの組み合わせ）してもよい。しかしながら、図示の例では、改善領域106に隣接するワークピース100の部分が除去されて前段階特徴部504が形成される。一実施形態においては、前段階特徴部504が確実に所望の形状を有するようにスポットを改善領域106内でワークピース100の外表面に沿って移動させるために、ビーム500をスキャンしてもよく、これに加えて/あるいはワークピース100を平行移動してもよい。

【 0 0 2 9 】

前段階特徴部504を形成した後、ビームウェスト504を矢印506により示される方向に沿って前段階特徴部504の形成時に生成された新しいワークピース表面又はその下方に位置するまで移動して、新しいワークピース表面をレーザ加工するようにレーザシステムを制御してもよい。ビームウェストを移動して新しいワークピース表面をレーザ加工するプロセスを必要に応じて繰り返して非貫通孔（例えば、図6に示されるようにワークピース100内に任意の深さdだけ延びる非貫通孔600）、貫通孔（例えば、図7に示されるようにワークピース100の厚さを完全に貫通する貫通孔700）など、又はこれらの組み合わせを形成してもよい。

【 0 0 3 0 】

図8に示されるように、ワークピース100内に最終的に形成された特徴部（例えば、非貫通孔600や貫通孔700）は、改善領域106内でワークピース100の外表面（例えば第2の主表面部104）と共通領域を有する開口を有していてもよい。一実施形態においては、この開口の面積は、（図示されたような）改善領域106の面積よりも小さいか、あるいは改善領域106の面積と等しくてもよい（又は実質的に等しくてもよい）。図8は、ワークピース100がレーザ加工されてワークピース100の外表面の改善領域106と共通領域を有する特徴部が1つだけ形成されているように示されているが、（例えば、図9に示されるように）複数の別個の特徴部が改善領域106と共通領域を有していてもよいことは理解できよう。

【 0 0 3 1 】

図8及び図9は、円形の改善領域106と共通領域を有する特徴開口部を示しているが、特徴開口部が任意の形状（例えば、楕円形、不規則形状、三角形、矩形など）をしていてもよいことは理解できよう。さらに、特徴部は、比較的小さい寸法を有し、好ましくない加工後デブリや他の未加工材料により詰まることがないようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

図5から図9は、改善領域106がワークピース100の第2の主表面領域104に形成されているレーザ加工プロセスの実施形態を示しているが、第1の主表面領域102に改善領域106が形成されたワークピースに対して上述したレーザ加工プロセスを行うことができることは理解できよう。そのような実施形態においては、（例えば、第1の主表面領域102が第2の主表面領域の下方に位置するように）ワークピース100を単に裏返して、ビーム500が改善領域106に照射される前にワークピース100中を透過するようにすることができる。さらに、米国特許出願第13/779,183号で例示的に述べられるようなレーザ加工プロセスをワークピース100に対して行ってもよいことも理解できよう。

【 0 0 3 3 】

特徴部600又は700のような1以上の特徴部を形成する際に、ワークピースを対象物として特徴付けることができる。ワークピース100が強化ガラス片である場合、その対象物を電話や音楽プレーヤ、ビデオプレーヤなどの携帯型通信娯楽デバイスのようなディスプレイやタッチスクリーン用途のための保護カバープレート及び情報関連端末（IT）デバイス（例えば、携帯型コンピュータ、ラップトップコンピュータなど）のためのディスプレイスクリーン、その他の用途に用いることができるが、これに限られるものでは

10

20

30

40

50

ない。

【0034】

任意の所望の装置を用いて上記で例示的に説明した対象物を形成することができることは理解できよう。図10は、図1A～図9に関して例示的に述べたプロセスを行うように構成された装置の一実施形態を模式的に示すものである。

【0035】

図10を参照すると、装置1000のような装置は、ワークピース100のようなワークピースを加工することができる。装置100は、ワークピース支持システム1002及びレーザシステム1004を含んでいてもよい。

【0036】

一般的に、ワークピース支持システム1002は、第1の主表面領域102がレーザシステム1004に向くようにワークピース100を支持するように構成されている。例示的に図示されているように、ワークピース支持システム1002は、ワークピース100を支持するように構成されたチャック1006のようなチャックと、チャック1006（例えば、X方向、Y方向、Z方向、方向など、又はこれらの組み合わせ）を移動するように構成された1以上の可動ステージ（図示せず）とを含み得る。図示されているように、（例えば、第2の主表面領域104がチャック1006から離れた位置となるように）チャック1006とワークピース100との間にサポートフレーム1008を配置してもよい。第2の主表面領域104がチャック1006からどれくらい近くに位置しているかによっては、チャック1006が上述したドナー体400として機能し得る。他の実施形態においては、ワークピース100の第2の主表面領域104がチャック1006に接触するようにサポートフレーム1008をなくすことができる。そのような実施形態においては、チャック1006は上述したドナー体400として機能し得る。

【0037】

一般的に、レーザシステム1004は、ビーム500のようなビームと必要に応じてレーザビーム200とを光路に沿って照射するように構成されている（ビーム202は、ビームウェスト504と必要に応じて204に関して例示的に述べたようなビームウェストを有している）。例示的に図示されているように、レーザシステム1004は、レーザ光ビーム1010aを生成するように構成されたレーザ1010と、ビーム1010aを集束して（ビームウェスト504を有する）ビーム500を生成するように構成された光学アセンブリ1012と、必要に応じて（ビームウェスト204を有する）レーザビーム200とを含み得る。光学アセンブリ1012は、レンズを含んでいてもよく、矢印1012aにより示される方向に沿って移動してワークピース100に対してビームウェストの位置を（例えば、Z方向に沿って）変更できるようになっていてもよい。レーザシステム1004は、ワークピース100及びワークピース支持システム1002に対して横方向にビームウェストを移動するように構成されるビームステアリングシステム1014をさらに含んでいてもよい。一実施形態においては、ビームステアリングシステム1014は、ガルバノメータ、ファーストステアリングミラー、音響光学偏向器、電気光学偏向器など、又はこれらの組み合わせを含み得る。このように、ビームウェストをワークピース100に対してスキャンするようにビームステアリングシステム1014を動作させることができる。レーザシステム1004は、レーザ1010を1つだけと、ビームステアリングシステム1014を1つだけと、光学アセンブリ1012を1つだけ含んでいるように示されているが、一般的な機器を使ってビーム500及びレーザビーム200の生成、照射、又は集束ができない場合には、レーザシステム1004が所望の数のレーザ、ビームステアリングシステム、及び光学アセンブリを含んでいてもよいことは理解できよう。

【0038】

装置1000は、レーザシステム1004の構成要素のうち1つ以上の構成要素に、あるいはワークピース支持システム1002の構成要素のうち1つ以上の構成要素に、あるいはこれらの組み合わせに通信可能に連結されたコントローラ1016をさらに含んでいてもよい。コントローラ1016は、プロセッサ1018とメモリ1020とを含んでい

10

20

30

40

50

てもよい。プロセッサ1018は、メモリ1020に格納された命令を実行して、図1Aから図9に関して例示的に述べた実施形態が行われるようにレーザシステム1004、ワークピース支持システム1002、又はこれらの組み合わせの少なくとも1つの構成要素の動作を制御するように構成されていてもよい。

【0039】

一実施形態においては、コントローラ1016は、レーザシステム1004とワークピース支持システム1002の一方又は双方の動作を制御して改善領域106を形成してもよい。他の実施形態においては、コントローラ1016は、ワークピース支持システム1002と加工前改善システム1022のうち少なくとも1つの動作を制御して改善領域106を形成してもよい。

【0040】

一実施形態においては、装置1000内に加工前改善システム1022のような加工前改善システムを含めてもよい。加工前改善システム1022は、上述した改善領域106を形成するように動作可能な改善領域形成デバイス1024を含んでいてもよい。改善領域形成デバイス1024は、改善領域形成デバイス1024を（例えば、矢印1024a及び1024bの一方又は双方に示される方向に沿って）移動するように構成されたポジショニングアセンブリ1026（例えば2軸ロボット）に連結されていてもよい。改善領域形成デバイス1024は、上述した改善領域106を形成することができる装置（例えば、砥石車、カッティングブレード、レーザ源、イオン源、エッチャントノズル、冷却液ノズルなど、又はこれらの組み合わせ）を含んでいてもよい。

【0041】

一般的に、プロセッサ1018は、様々な制御機能を規定する演算ロジック（図示せず）を含んでいてもよく、ハードワイヤード状態機械（hardwired state machine）のような専用ハードウェアやプログラム命令を実行するプロセッサの形態及び/又は当業者が思いつくであろう異なる形態を有していてもよい。演算ロジックは、デジタル回路、アナログ回路、ソフトウェア、又はこれらの種類のハイブリッド結合を含み得る。一実施形態においては、プロセッサ1018は、演算ロジックに従ってメモリ1020に格納された命令を実行するように構成された1以上の演算処理装置を含み得るプログラマブルマイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、又は他のプロセッサを含んでいる。メモリ1020は、半導体、磁気、及び/又は光学の種類のうち1以上のタイプを含んでいてもよく、加えて/あるいは、揮発性及び/又は不揮発性のものであってもよい。一実施形態においては、メモリ1020は、演算ロジックにより実行可能な命令を格納する。これに代えて、あるいはこれに加えて、メモリ1020は、演算ロジックにより操作されるデータを格納し得る。ある構成においては、演算ロジック及びメモリは、装置1000の構成要素の動作的な側面を管理及び制御するロジックを行うコントローラ/プロセッサの形態に含まれている。他の構成においては、これらは分離され得る。

【0042】

上記は、本発明の実施形態を例示するものであって、本発明を限定するものと解釈すべきではない。本発明のいくつかの実施形態について説明してきたが、本発明の新規な教示及び効果から大きく逸脱することなく実施形態の中で多くの修正が可能であることは、当業者であれば容易に理解できるであろう。これらの点から、上記は、本発明を例示するものであって、開示された本発明の特定の実施形態に限定されるものと解釈すべきではなく、開示された実施形態の修正は、他の実施形態とともに、添付した特許請求の範囲に含まれることを意図されていることは理解できよう。本発明は、以下の特許請求の範囲に含まれる均等物とともに、以下の特許請求の範囲により規定されるものである。

【 図 1 A 】

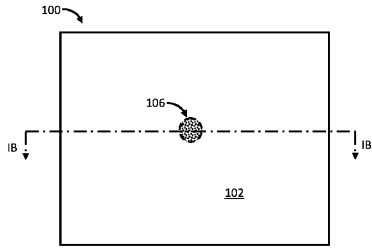


FIG. 1A

【 図 1 B 】

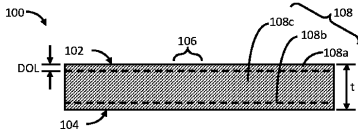


FIG. 1B

【 図 2 】

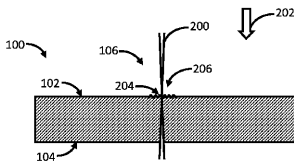


FIG. 2

【 図 6 】

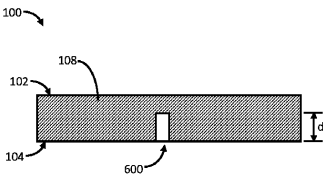


FIG. 6

【 図 7 】

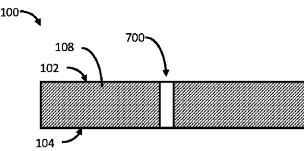
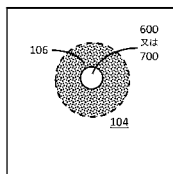


FIG. 7

【 図 8 】



【 図 3 】

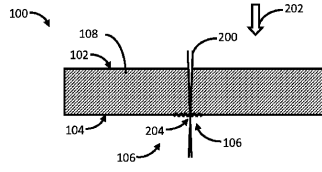


FIG. 3

【 図 4 】

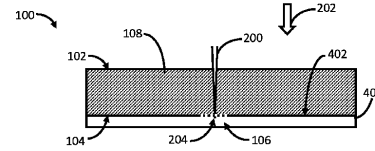


FIG. 4

【 図 5 】

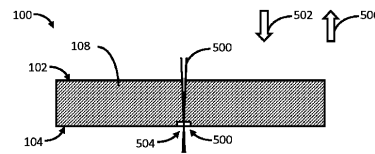
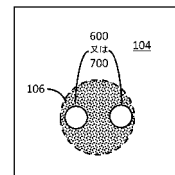
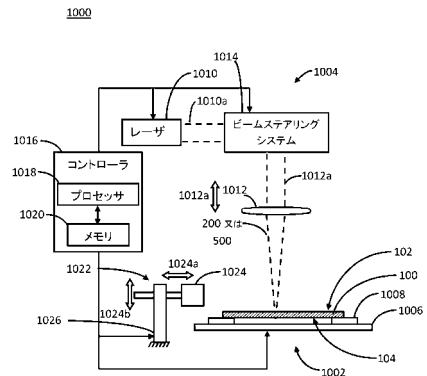


FIG. 5



【 図 9 】



【 図 10 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2013/061212
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B23K 26/38(2006.01)i, B23K 26/08(2006.01)i, B23K 26/04(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K 26/38; B23K 26/40; B23K 26/06; C03B 21/00; B23K 26/00; B29C 35/08; B23K 26/08; B23K 26/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: free electron, defect, workpiece, glass, compressive stress, thickness, surface morphology, surface roughness, laser beam, and duration		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008-0185367 A1 (EL-HANANY et al.) 07 August 2008 See abstract; paragraphs [0050]-[0053]; claims 1,13.	1,3-5,20-21,33-41 ,47
Y		2,6-16,19,22-32 ,45-46
A		42-44
Y	US 2011-0049765 A1 (LI et al.) 03 March 2011 See abstract; paragraphs [0028],[0029]; claim 1.	2,6-16,19,28-32
Y	JP 2002-192369 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 10 July 2002 See abstract; paragraphs [0007]-[0013]; claim 1.	22-32,45-46
A	US 5973290 A (NODDIN, DAVID B.) 26 October 1999 See column 3, lines 1-27; claim 18.	1-16,19-47
A	US 2012-0145331 A1 (GOMBZ et al.) 14 June 2012 See abstract; claim 1.	1-16,19-47
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 December 2013 (24.12.2013)		Date of mailing of the international search report 26 December 2013 (26.12.2013)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer SONG, Ho Keun Telephone No. +82-42-481-5580 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2013/061212

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: 48,49
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/061212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008-0185367 A1	07/08/2008	US 8530784 B2	10/09/2013
US 2011-0049765 A1	03/03/2011	CN 102574246 A	11/07/2012
		EP 2470326 A1	04/07/2012
		JP 2013-503104 A	31/01/2013
		KR 10-2012-0064091 A	18/06/2012
		WO 2011-025903 A1	03/03/2011
JP 2002-192369 A	10/07/2002	AU 2001-86227 A1	26/03/2002
		CN 100553852 C	28/10/2009
		CN 101110392 A	23/01/2008
		CN 101110392 B	28/03/2012
		CN 101134265 A0	05/03/2008
		CN 101134265 B	19/01/2011
		CN 101136361 A0	05/03/2008
		CN 101136361 B	16/06/2010
		CN 101195190 A0	11/06/2008
		CN 101195190 B	06/10/2010
		CN 101502913 A	12/08/2009
		CN 101502913 B	07/09/2011
		CN 101670484 A	17/03/2010
		CN 101670485 A	17/03/2010
		CN 101670493 A	17/03/2010
		CN 101670494 A	17/03/2010
		CN 101670494 B	31/10/2012
		CN 1473087 A0	04/02/2004
		CN 1683106 A	19/10/2005
		EP 1338371 A1	27/08/2003
		EP 1338371 B1	04/04/2012
		EP 2204254 A2	07/07/2010
		EP 2204254 A3	21/07/2010
		EP 2204255 A2	07/07/2010
		EP 2204255 A3	21/07/2010
		EP 2213403 A1	04/08/2010
		EP 2218539 A1	18/08/2010
		EP 2228163 A1	15/09/2010
		EP 2228164 A1	15/09/2010
		EP 2228165 A1	15/09/2010
		EP 2228166 A1	15/09/2010
		EP 2251134 A1	17/11/2010
		EP 2251135 A1	17/11/2010
		EP 2324948 A1	25/05/2011
		EP 2359976 A1	24/08/2011
		JP 2002-192367 A	10/07/2002
		JP 2002-192368 A	10/07/2002
		JP 2002-192370 A	10/07/2002
		JP 2002-192371 A	10/07/2002
		JP 2002-205180 A	23/07/2002
		JP 2002-205181 A	23/07/2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/061212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		JP 2003-001443 A	08/01/2003
		JP 2003-001446 A	08/01/2003
		JP 2003-001447 A	08/01/2003
		JP 2003-001448 A	08/01/2003
		JP 2003-001449 A	08/01/2003
		JP 2003-001450 A	08/01/2003
		JP 2003-001451 A	08/01/2003
		JP 2003-001457 A	08/01/2003
		JP 2003-001458 A	08/01/2003
		JP 2003-001459 A	08/01/2003
		JP 2003-001460 A	08/01/2003
		JP 2003-001461 A	08/01/2003
		JP 2003-001462 A	08/01/2003
		JP 2003-001468 A	08/01/2003
		JP 2003-001469 A	08/01/2003
		JP 2003-001473 A	08/01/2003
		JP 2003-010986 A	15/01/2003
		JP 2003-010988 A	15/01/2003
		JP 2003-010990 A	15/01/2003
		JP 2003-010991 A	15/01/2003
		JP 2003-010992 A	15/01/2003
		JP 2003-019582 A	21/01/2003
		JP 2003-019583 A	21/01/2003
		JP 2003-025080 A	28/01/2003
		JP 2003-033887 A	04/02/2003
		JP 2003-033889 A	04/02/2003
		JP 2003-039184 A	12/02/2003
		JP 2003-039186 A	12/02/2003
		JP 2003-236688 A	26/08/2003
		JP 2005-047290 A	24/02/2005
		JP 2005-159378 A	16/06/2005
		JP 2005-159379 A	16/06/2005
		JP 2005-313237 A	10/11/2005
		JP 2005-313238 A	10/11/2005
		JP 2006-148175 A	08/06/2006
		JP 2006-150458 A	15/06/2006
		JP 2006-165593 A	22/06/2006
		JP 2006-165594 A	22/06/2006
		JP 2006-167809 A	29/06/2006
		JP 2006-167810 A	29/06/2006
		JP 2006-179941 A	06/07/2006
		JP 2006-191139 A	20/07/2006
		JP 2006-192506 A	27/07/2006
		JP 2006-205259 A	10/08/2006
		JP 2006-205260 A	10/08/2006
		JP 2006-212706 A	17/08/2006
		JP 2006-216943 A	17/08/2006
		JP 2006-231411 A	07/09/2006
		JP 2006-255789 A	28/09/2006
		JP 2009-214182 A	24/09/2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/061212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		JP 2009-241154 A	22/10/2009
		JP 2011-245557 A	08/12/2011
		JP 3408805 B2	19/05/2003
		JP 3626442 B2	09/03/2005
		JP 3722731 B2	30/11/2005
		JP 3751970 B2	08/03/2006
		JP 3761565 B2	29/03/2006
		JP 3761567 B2	29/03/2006
		JP 3867003 B2	10/01/2007
		JP 3867101 B2	10/01/2007
		JP 3867102 B2	10/01/2007
		JP 3867103 B2	10/01/2007
		JP 3867107 B2	10/01/2007
		JP 3867108 B2	10/01/2007
		JP 3867109 B2	10/01/2007
		JP 3867110 B2	10/01/2007
		JP 3935187 B2	20/06/2007
		JP 3935188 B2	20/06/2007
		JP 4095092 B2	04/06/2008
		JP 4128204 B2	30/07/2008
		JP 4142694 B2	03/09/2008
		JP 4659300 B2	30/03/2011
		JP 4663952 B2	06/04/2011
		JP 4664140 B2	06/04/2011
		JP 4762458 B2	31/08/2011
		JP 4837320 B2	14/12/2011
		JP 4880722 B2	22/02/2012
		JP 4890594 B2	07/03/2012
		JP 4964376 B2	27/06/2012
		JP 5025876 B2	12/09/2012
		JP 5138800 B2	06/02/2013
		KR 10-0667460 B1	10/01/2007
		KR 10-0685528 B1	22/02/2007
		KR 10-0781845 B1	03/12/2007
		KR 10-0853055 B1	19/08/2008
		KR 10-0934300 B1	29/12/2009
		KR 10-0945980 B1	10/03/2010
		KR 10-1046840 B1	06/07/2011
		KR 10-1081656 B1	09/11/2011
		KR 10-1158657 B1	26/06/2012
		KR 10-1248280 B1	27/03/2013
		KR 10-2012-0092727 A	21/08/2012
		KR 10-2013-0063553 A	14/06/2013
		TW 271251 A	21/01/2007
		TW 271251 B	21/01/2007
		US 2004-0002199 A1	01/01/2004
		US 2005-0173387 A1	11/08/2005
		US 2005-0181581 A1	18/08/2005
		US 2005-0184037 A1	25/08/2005
		US 2005-0189330 A1	01/09/2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/061212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2005-0194364 A1	08/09/2005
		US 2006-0040473 A1	23/02/2006
		US 2006-0160331 A1	20/07/2006
		US 2010-0055876 A1	04/03/2010
		US 2010-0176100 A1	15/07/2010
		US 2011-0021004 A1	27/01/2011
		US 2011-0027971 A1	03/02/2011
		US 2011-0027972 A1	03/02/2011
		US 2011-0037149 A1	17/02/2011
		US 2012-0190175 A1	26/07/2012
		US 2012-0205357 A1	16/08/2012
		US 2012-0228276 A1	13/09/2012
		US 2012-0279947 A1	08/11/2012
		US 2013-0017670 A1	17/01/2013
		US 6992026 B2	31/01/2006
		US 7396742 B2	08/07/2008
		US 7547613 B2	16/06/2009
		US 7592238 B2	22/09/2009
		US 7615721 B2	10/11/2009
		US 7626137 B2	01/12/2009
		US 7732730 B2	08/06/2010
		US 7825350 B2	02/11/2010
		US 8227724 B2	24/07/2012
		US 8283595 B2	09/10/2012
		WO 02-22301 A1	21/03/2002
US 5973290 A	26/10/1999	JP 2000-512912 A	03/10/2000
		JP 4267706 B2	27/05/2009
		WO 98-38001 A1	03/09/1998
US 2012-0145331 A1	14/06/2012	CN 102596830 A	18/07/2012
		EP 2480507 A1	01/08/2012
		JP 2013-503105 A	31/01/2013
		KR 10-2012-0073249 A	04/07/2012
		US 2013-0180665 A2	18/07/2013
		WO 2011-025908 A1	03/03/2011

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

(72)発明者 サイメンソン, グレン

アメリカ合衆国, 9 7 2 2 5 オレゴン州, ポートランド, サウスウエスト・セブンティーンエイス
・アベニュー 3 9 2 5

Fターム(参考) 4E168 AB01 AD12 AD14 AD18 AE01 AE04 AE05 CB04 CB07 DA02
DA03 DA04 DA32 DA40 DA45 DA46 DA47 EA11 EA15 GA04
JA02 JA03 JA05 JA12 JA13 JA14 JA15 KA04