

(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2015-516352  
(P2015-516352A)

(43) 公表日 平成27年6月11日(2015.6.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C03B 33/023 (2006.01)</b>	C03B 33/023	3C069
<b>C03B 33/04 (2006.01)</b>	C03B 33/04	4E168
<b>B23K 26/00 (2014.01)</b>	B23K 26/00 N	4G015
<b>B23K 26/364 (2014.01)</b>	B23K 26/364	
<b>B28D 5/00 (2006.01)</b>	B28D 5/00 Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2014-559989 (P2014-559989)  
 (86) (22) 出願日 平成25年2月27日 (2013.2.27)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年10月27日 (2014.10.27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/028022  
 (87) 国際公開番号 W02013/130608  
 (87) 国際公開日 平成25年9月6日 (2013.9.6)  
 (31) 優先権主張番号 61/604,544  
 (32) 優先日 平成24年2月29日 (2012.2.29)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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 100109896  
 弁理士 森 友宏  
 (74) 代理人 100192809  
 弁理士 桑原 宏光  
 (72) 発明者 松本 久  
 アメリカ合衆国, 97124 オレゴン州  
 , ヒルズボロ, ノースウェスト・オーバ  
 ルック・ドライブ 2599, アパートメ  
 ント 824

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強化ガラスを加工するための方法及び装置並びにこれにより生成された製品

(57) 【要約】

基板を加工するための方法及び装置が開示され、分離された基板から形成される製品も開示される。第1の面と該第1の面とは反対側の第2の面とを有する基板を加工する方法では、第1の面から第2の面に向かって延びる第1の凹部を基板に形成し、第2の面から第1の面に向かって延びる第2の凹部を基板に形成し、基板の第1の凹部から第2の凹部まで延びる部分を除去して基板に開口を形成する。

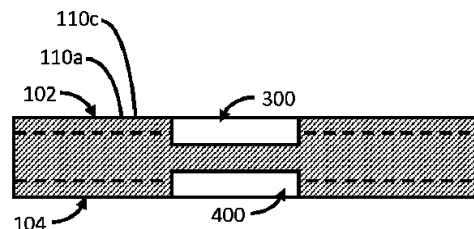


FIG. 10

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 の面と該第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する基板を用意し、  
前記第 1 の面及び前記第 2 の面の少なくとも一方には圧縮応力がかかり、前記基板の内部は引っ張り状態となっており、

前記第 1 の面から前記第 2 の面に向かって延びる第 1 の凹部を前記基板に形成し、  
前記第 2 の面から前記第 1 の面に向かって延びる第 2 の凹部を前記基板に形成し、  
前記基板の前記第 1 の凹部から前記第 2 の凹部まで延びる部分を除去して、前記第 1 の面から前記第 2 の面まで延びる開口を前記基板に形成する、  
方法。

10

**【請求項 2】**

前記基板は、前記第 1 の面及び前記第 2 の面の前記少なくとも一方から前記基板の内部に延びる少なくとも 1 つの圧縮領域を含み、該少なくとも 1 つの圧縮領域内の応力が 60 MPa よりも大きい、請求項 1 の方法。

**【請求項 3】**

前記第 1 の凹部、前記第 2 の凹部、及び前記開口からなる群から選択される少なくとも 1 つを形成する際に、

レーザ光源を用意し、

前記レーザ光源を用いてレーザ光ビームを生成し、

前記レーザ光ビームを光路に沿って前記基板上に照射し、

前記照射されたレーザ光ビームを用いて前記基板の部分を除去する、

請求項 1 の方法。

20

**【請求項 4】**

前記レーザ光ビームを照射する際に、10 フェムト秒 (fs) よりも長いパルス持続時間を有するレーザ光の少なくとも 1 つのパルスを照射する、請求項 3 の方法。

**【請求項 5】**

前記レーザ光ビームを照射する際に、100 ナノ秒 (ns) よりも短いパルス持続時間を有するレーザ光の少なくとも 1 つのパルスを照射する、請求項 3 の方法。

**【請求項 6】**

前記レーザ光ビームを照射する際に、前記レーザ光ビームの焦点を合わせて前記基板の外側に又は前記第 1 の面上に又は前記第 2 の面上に位置するビームウェストを生成する、請求項 3 の方法。

30

**【請求項 7】**

前記照射されるレーザ光ビームを用いて前記基板の部分を除去する際に、前記基板の部分をアブレートする、請求項 3 の方法。

**【請求項 8】**

前記照射されるレーザ光ビームを用いて前記基板の部分を除去する際に、前記基板の部分での光の多光子吸収を誘起する、請求項 3 の方法。

**【請求項 9】**

さらに、

前記基板の加工領域内で複数の除去経路に沿って前記光路を移動させ、

前記光路の移動に基づいて前記加工領域内で前記基板の部分を除去する、

請求項 3 の方法。

40

**【請求項 10】**

前記複数の除去経路のうちの少なくとも 1 つの除去経路が前記複数の除去経路のうちの他の除去経路と同心的である、請求項 9 の方法。

**【請求項 11】**

前記複数の除去経路のうちの少なくとも 1 つの除去経路が前記複数の除去経路のうちの他の除去経路と平行である、請求項 9 の方法。

**【請求項 12】**

50

前記第 1 の凹部を形成する際に、前記レーザ光ビームを前記第 1 の面を通過させ、該第 1 の面の通過後に前記第 2 の面を通過させるように照射する、請求項 3 の方法。

【請求項 1 3】

前記第 2 の凹部を形成する際に、前記レーザ光ビームを前記第 1 の面を通過させ、該第 1 の面の通過後に前記第 2 の面を通過させるように照射する、請求項 3 の方法。

【請求項 1 4】

さらに、前記第 1 の凹部の形成と前記第 2 の凹部の形成との間で、前記基板に対する前記ビームウェストの位置を光軸に沿って変化させる、請求項 3 の方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 の凹部から前記第 2 の凹部まで延びる前記基板の部分を除去する際に、前記レーザ光ビームを前記第 1 の凹部を通過させ、該第 1 の凹部の通過後に前記第 2 の凹部を通過させるように照射する、請求項 3 の方法。

10

【請求項 1 6】

前記第 1 の面及び前記第 2 の面の少なくとも一方は縁部と境界を接しており、前記第 1 の面及び前記第 2 の面の少なくとも一方に形成された前記開口の周縁は前記縁部から離間している、請求項 1 の方法。

【請求項 1 7】

前記周縁により囲まれる面積は  $0.7 \text{ mm}^2$  よりも大きく  $50 \text{ mm}^2$  よりも小さい、請求項 1 6 の方法。

【請求項 1 8】

前記周縁は、 $0.25 \text{ mm}^{-1}$  よりも大きく  $2 \text{ mm}^{-1}$  よりも小さい曲率半径を有する湾曲部を有する、請求項 1 6 の方法。

20

【請求項 1 9】

前記周縁は、第 1 の直線領域と第 2 の直線領域とを有し、前記第 2 の直線領域は、前記第 1 の直線領域から  $0.5 \text{ mm}$  よりも大きく  $8 \text{ mm}$  よりも小さい最小離間距離だけ離れている、請求項 1 6 の方法。

【請求項 2 0】

第 1 の圧縮領域と、第 2 の圧縮領域と、前記第 1 の圧縮領域と前記第 2 の圧縮領域との間に配置された引っ張り領域とを備えた強化ガラス基板に開口を形成する方法であって、

30

前記第 1 の圧縮領域内に配置された前記基板の第 1 の部分を除去し、

前記第 2 の圧縮領域内に配置された前記基板の第 2 の部分を除去し、

前記第 1 の部分及び前記第 2 の部分の除去後に、前記引っ張り領域内に配置された前記基板の第 3 の部分を除去する、方法。

【請求項 2 1】

強化ガラス製品であって、

前記製品の表面から前記製品内の  $40 \mu\text{m}$  以上の層深さ (DOL) まで延びる外側領域であって、 $600 \text{ MPa}$  以上の圧縮応力に等しい圧縮応力がかかる外側領域と、

前記製品内でかつ前記外側領域に隣接する内側領域であって、引っ張り応力がかかる内側領域と、

40

前記外側領域及び前記内側領域を貫通する開口と、を備える、強化ガラス製品。

【請求項 2 2】

第 1 の面と該第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する基板に開口を形成するための装置であって、

ビームウェストを有するレーザ光集束ビームを光路に沿って照射するように構成されるレーザシステムと、

強化ガラス基板を支持するように構成されるワークピース支持システムと、

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るコントローラと、

50

を備え、

前記コントローラは、

前記第 1 の面から前記第 2 の面に向かって延びる第 1 の凹部を前記基板に形成し、

前記第 2 の面から前記第 1 の面に向かって延びる第 2 の凹部を前記基板に形成し、

前記基板の前記第 1 の凹部から前記第 2 の凹部まで延びる部分を除去して、前記第 1 の面から前記第 2 の面まで延びる開口を前記基板に形成するように、

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指令を実行するように構成されるプロセッサと、

前記指令を格納するように構成されるメモリと、

を備える、

10

装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0001】

本発明の実施形態は、概して、ガラスの基板を加工するための方法に関するものであり、特に強化ガラス基板に特徴部（例えば、貫通孔、アパーチャ、開口など）を加工するための方法に関するものである。また、本発明の実施形態は、ガラスの基板を加工するための装置及び強化ガラスの製品に関するものである。

【0002】

化学的に強化された基板や熱的に強化された基板のような薄い強化ガラス基板は、強度及びダメージ耐性に優れているため、家庭用電子機器において幅広く応用されている。例えば、そのようなガラス基板を LCD や LED ディスプレイ、携帯電話に組み込まれるタッチアプリケーション、テレビやコンピュータモニタなどのディスプレイ、その他様々な電子機器のためのカバー基板として用いることができる。製造コストを下げるために、単一の大きなガラス基板上に複数の素子のために薄膜パターニングを行い、その大きなガラス基板を種々の切断技術を用いて複数の小さなガラス基板に切断又は分離することにより、家庭用電子機器において用いられるそのようなガラス基板を形成することが望まれることがある。

20

【0003】

しかしながら、中央の引っ張り領域内に蓄積される圧縮応力及び弾性エネルギーが大きくなることにより、化学的強化ガラス基板又は熱的強化ガラス基板の加工が難しくなることがある。圧縮応力の高い表面の層及び深い層により、従来手法を用いて（例えば、鋸引き、ドリリングなどにより）ガラス基板を機械的に加工することが難しくなる。さらに、中央の引っ張り領域の蓄積弾性エネルギーが十分に高い場合には、圧縮応力のかかった表面層を貫通する際にガラスが欠けたり、粉々になったりすることがある。その他の場合においては、弾性エネルギーが放出されることにより基板内にクラックが生じて、最終的に加工製品の強度を低くしてしまうことがある。したがって、強化ガラス基板に特徴部を加工するための別の方法に対する需要が存在する。

30

【発明の概要】

【0004】

本明細書において述べられる一実施形態は、第 1 の面と該第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する基板を用意し、上記第 1 の面及び上記第 2 の面の少なくとも一方には圧縮応力がかかり、上記基板の内部は引っ張り状態となっており、上記第 1 の面から上記第 2 の面に向かって延びる第 1 の凹部を上記基板に形成し、上記第 2 の面から上記第 1 の面に向かって延びる第 2 の凹部を上記基板に形成し、上記基板の上記第 1 の凹部から上記第 2 の凹部まで延びる部分を除去して、上記第 1 の面から上記第 2 の面まで延びる開口を上記基板に形成する方法として例示的に特徴付けることができる。

40

【0005】

本明細書において述べられる他の実施形態は、第 1 の圧縮領域と、第 2 の圧縮領域と、上記第 1 の圧縮領域と上記第 2 の圧縮領域との間に配置された引っ張り領域とを備えた強

50

化ガラス基板に開口を形成する方法として例示的に特徴付けることができる。この方法では、上記第1の圧縮領域内に配置された上記基板の第1の部分除去し、上記第2の圧縮領域内に配置された上記基板の第2の部分除去し、上記第1の部分及び上記第2の部分の除去後に、上記引っ張り領域内に配置された上記基板の第3の部分除去してもよい。

【0006】

本明細書において述べられるさらに他の実施形態は、強化ガラス製品であって、上記製品の表面から上記製品内の40 $\mu$ m以上の層深さ(DOL)まで延びる外側領域であって、600MPa以上の圧縮応力に等しい圧縮応力がかかる外側領域と、上記製品内であって上記外側領域に隣接する内側領域であって、引っ張り応力がかかる内側領域と、上記外側領域及び上記内側領域を貫通する開口とを備える強化ガラス製品として例示的に特徴付けることができる。

10

【0007】

本明細書において述べられるさらに他の実施形態は、第1の面と該第1の面とは反対側の第2の面とを有する基板に開口を形成するための装置として例示的に特徴付けることができる。この装置は、ビームウェストを有するレーザ光集束ビームを光路に沿って照射するように構成されるレーザシステムと、強化ガラス基板を支持するように構成されるワークピース支持システムと、上記レーザシステム及び上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るコントローラとを備えることができる。このコントローラは、上記第1の面から上記第2の面に向かって延びる第1の凹部を上記基板に形成し、上記第2の面から上記第1の面に向かって延びる第2の凹部を上記基板に形成し、上記基板の上記第1の凹部から上記第2の凹部まで延びる部分を除去して、上記第1の面から上記第2の面まで延びる開口を上記基板に形成するように、上記レーザシステム及び上記ワークピース支持システムの上記少なくとも一方を制御するための指令を実行するように構成されるプロセッサを含むことができる。また、上記コントローラは、上記指令を格納するように構成されるメモリを含むことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1A】図1A及び図1Bは、それぞれ、本発明の実施形態により加工可能な強化ガラス基板を示す上面図及び断面図である。

【図1B】図1A及び図1Bは、それぞれ、本発明の実施形態により加工可能な強化ガラス基板を示す上面図及び断面図である。

30

【図2A】図2Aは、図1A及び図1Bに関して例示的に述べられる基板の加工領域の一実施形態を示す平面図である。

【図2B】図2B及び図3～図5は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスの一実施形態を示すものである。

【図3】図2B及び図3～図5は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスの一実施形態を示すものである。

【図4】図2B及び図3～図5は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスの一実施形態を示すものである。

【図5】図2B及び図3～図5は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスの一実施形態を示すものである。

40

【図6】図6及び図7は、強化ガラス基板に特徴部を加工するためにレーザ光ビームを移動させ得る除去経路のいくつかの実施形態を模式的に示すものである。

【図7】図6及び図7は、強化ガラス基板に特徴部を加工するためにレーザ光ビームを移動させ得る除去経路のいくつかの実施形態を模式的に示すものである。

【図8】図8～図10は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスの他の実施形態を示すものである。

【図9】図8～図10は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスの他の実施形態を示すものである。

【図10】図8～図10は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部

50

を加工するプロセスの他の実施形態を示すものである。

【図 1 1】図 1 1 及び図 1 2 は、図 2 A の IIB-IIB 線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスのさらに他の実施形態を示すものである。

【図 1 2】図 1 1 及び図 1 2 は、図 2 A の IIB-IIB 線断面図であり、強化ガラス基板の特徴部を加工するプロセスのさらに他の実施形態を示すものである。

【図 1 3】図 1 3 は、図 2 A ~ 図 1 2 に関して例示的に述べられるプロセスを実施する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。

【図示された実施形態の詳細な説明】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態をより完全に説明する。しかしながら、本発明の実施形態は多くの異なる形態で実施することができ、本明細書で述べる実施形態に限定されるものと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、完全なものですべてを含み、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。

10

【0010】

以下の説明では、図面において示される複数の図を通して、同様の参照記号は同様の又は対応する部材を示している。本明細書において使用されているように、内容が明確にそうではないことを示している場合を除き、単数形は複数形を含むことを意図している。さらに特に示す場合を除き、「上面」、「底面」、「外方」、「内方」などは、便宜上の言葉であり、限定する趣旨の用語として解釈されないことも理解できよう。加えて、あるグループが、グループ内の要素の少なくとも 1 つ又はその組み合わせを「備える」というときは、そのグループは、別々に又は互いの組み合わせで記載された要素を任意の数だけ備えていてもよく、その任意の数の要素から実質的に構成されていてもよく、あるいはその任意の数の要素から構成されていてもよい。同様に、あるグループが、グループ内の要素の少なくとも 1 つ又はその組み合わせ「から構成される」というときは、そのグループは、別々に又は互いの組み合わせで記載される任意の数の要素から構成され得る。特に示す場合を除き、記載された数値の範囲は、その間の任意のサブレンジとともに、その範囲の上限及び下限の双方を含むものである。

20

【0011】

概して図面を参照すると、特定の実施形態を述べるために図示がなされており、本開示又は添付した特許請求の範囲を限定することを意図しているものではないことが理解できよう。図面は必ずしも縮尺が正しいとは限らず、ある特徴や図面中の図が、縮尺を誇張して示されているか、明確かつ簡潔にするために模式的に示されていることがある。

30

【0012】

図 1 A 及び図 1 B は、それぞれ、本発明の実施形態における加工可能な強化ガラス基板を示す上面図及び断面図である。

【0013】

図 1 A 及び図 1 B を参照すると、強化ガラス基板 100 (本明細書においては単に「基板」ともいう) は、第 1 の面 102 と、この第 1 の面とは反対側の第 2 の面 104 と、縁部 106 a, 106 b, 108 a, 108 b とを含んでいる。一般的に、縁部 106 a, 106 b, 108 a, 108 b は、第 1 の面 102 から第 2 の面 104 に延びている。このように、第 1 の面 102 及び第 2 の面 104 は、縁部 106 a, 106 b, 108 a, 108 b と境界を接している。平面図で見ると、基板 100 は本質的に正方形であるように図示されているが、平面図で見たときに基板 100 が任意の形状を有していてもよいことは理解できよう。基板 100 は、これに限定されるわけではないが、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、アルミノケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラスなど、又はこれらの組み合わせをはじめとするガラス組成から形成され得る。本明細書において述べられる実施形態により加工された基板 100 は、イオン交換化学強化プロセス、熱焼き戻し (thermal tempering) など、又はこれらの組み合わせといった強化プロセスにより強化さ

40

50

れ得る。本明細書における実施形態は、化学強化ガラス基板について述べられるが、本明細書において例示的に述べられる実施形態によって他の種類の強化ガラス基板を加工してもよいことを理解すべきである。一般的に、基板100は、200 $\mu$ mよりも大きく10mmよりも小さい厚さtを有し得る。一実施形態においては、厚さtは500 $\mu$ mから2mmの範囲にあり得る。他の実施形態においては、厚さtは600 $\mu$ mから1mmの範囲にあり得る。しかしながら、厚さtが10mmよりも大きくてもよく、あるいは200 $\mu$ mよりも小さくてもよいことは理解されよう。

【0014】

図1Bを参照すると、基板100の内部110は、圧縮領域(例えば、第1の圧縮領域110a及び第2の圧縮領域110b)と引っ張り領域110cとを含んでいる。基板100の圧縮領域110a及び110b内の部分は、ガラス基板100に強度を与える圧縮応力状態に維持される。基板100の引っ張り領域110c内の部分には、圧縮領域110a及び110bにおける圧縮応力を補償する引っ張り応力がかかっている。一般的に、内部110の圧縮力及び引っ張り力は互いに相殺して基板100の最終的な応力はゼロになる。

10

【0015】

例示的に示されるように、第1の圧縮領域110aは、第1の主面102から第2の主面104に向かって距離(又は深さ)d1だけ延びており、このため厚さ(又は「層深さ(DOL)」)d1を有している。一般的に、d1を、基板100の物理的な表面から応力がゼロになる内部110の点までの距離として定義することができる。また、第2の圧縮領域110bのDOLもd1となり得る。

20

【0016】

基板100の組成や基板100を強化するために用いた化学的及び/又は熱的プロセスなどのプロセスパラメータ(これらすべては当業者に周知である)によって、d1は一般的に10 $\mu$ mよりも大きくなり得る。一実施形態においては、d1は20 $\mu$ mよりも大きい。一実施形態においては、d1は40 $\mu$ mよりも大きい。他の実施形態においては、d1は50 $\mu$ mよりも大きい。さらなる実施形態においては、d1は100 $\mu$ mよりも大きくなり得る。d1を10 $\mu$ m未満とした圧縮領域を生成するために任意の方法で基板100を用意できることは理解されよう。図示された実施形態においては、引っ張り領域110cは、端面106a及び106b(加えて端面108a及び108b)から延びている。しかしながら、他の実施形態においては、付加的な圧縮領域が端面106a, 106b, 108a, 108bに沿って延びていてもよい。このように、圧縮領域が合わさって、基板100の表面から基板100の内部に延びる圧縮応力外側領域を形成し、引っ張り状態にある引っ張り領域110cはこの圧縮応力外側領域により囲まれることとなる。

30

【0017】

上述したプロセスパラメータに応じて、第1の面102と第2の面104のそれぞれで、あるいはその近傍(すなわち100 $\mu$ m以内)で、圧縮領域110a及び110b内の圧縮応力の大きさが測定され、これは69MPaよりも大きくなり得る。例えば、実施形態によっては、圧縮領域110a及び110b内の圧縮応力の大きさが100MPaよりも大きく、200MPaよりも大きく、300MPaよりも大きく、400MPaよりも大きく、500MPaよりも大きく、600MPaよりも大きく、700MPaよりも大きく、800MPaよりも大きく、900MPaよりも大きく、あるいは1GPaよりも大きくなり得る。引っ張り領域110c内の引っ張り応力の大きさは次式により得ることができる。

40

【数1】

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

ここで、CTは基板100内の中央張力であり、CSはMPaで表される圧縮領域内の最大圧縮応力であり、tはmmで表される基板100の厚さであり、DOLはmmで表され

50

る圧縮領域の層の深さである。

【0018】

本発明の実施形態により加工可能な基板100について例示的に述べてきたが、次に基板100を加工する例示的な実施形態について述べる。これらの方法を実施する際には、貫通孔、アパーチャ、開口など（本明細書においては、これらを総称して「開口」という）の特徴部を基板100内に形成することができる。

【0019】

図2A～図12は、基板100のような強化ガラス基板を加工するプロセスの一実施形態を示すものである。このプロセスでは、基板100の第1の圧縮領域110a内の第1の部分除去して第1の面102から第2の面104に向かって延びる第1の凹部を基板100に形成し、基板100の第2の圧縮領域110b内の第2の部分除去して第2の面104から第1の面102に向かって延びる第2の凹部を基板100に形成し、その後、基板100の引っ張り領域110c内の（例えば、第1凹部から第2の凹部まで延びる）第3の部分除去して第1の面102から第2の面104まで延びる開口を基板100に形成する。

【0020】

図2Aを参照すると、基板100の加工領域200上にレーザ光ビーム202を照射することができる。ビーム202を基板100に対して移動させて基板100の第1の圧縮領域110a内の部分除去することができる。図2Bは、ビーム202が第1の圧縮領域110aの一部を除去した状態での基板100を示すものである。一般的に、レーザ光ビーム202は、第1の面102を通過し、その後第2の面104を通過するように、光路に沿って基板上に照射される。一実施形態においては、ビーム202内の光は、レーザ光のパルス列として供給され、まずレーザ光ビームを生成し、次にレーザ光ビームを集束させてビームウェスト204を生成することによって、ビーム202を光路に沿って照射することができる。図示された実施形態では、ビームウェスト204が（第1の面102上に位置するように）第1の面102に交差し得るか、あるいは（例えば、第1の面102に隣接して又は第2の面104に隣接して）基板100内に位置し得るか、あるいは（例えば、ビームウェスト204が第2の面104よりも第1の面102に近くなるように、あるいは、ビームウェスト204が第1の面102よりも第2の面104に近くなるように）基板100の外側に位置し得る。ビーム202の焦点を合わせる方法を変更することにより、光路に沿ったビームウェスト204の基板100に対する位置を修正できることは理解できよう。さらに他の実施形態においては、ビームウェスト204は、（第2の面104上に位置するように）第2の面104に交差し得る。

【0021】

ビームウェスト204が基板100の外側に位置している場合、ビームウェスト204を基板から（光路に沿って測定して）0.5mmよりも長い距離だけ離間させてもよい。一実施形態においては、ビームウェスト204を基板100から3mm未満の距離だけ離間させてもよい。一実施形態においては、ビームウェスト204を基板100から1.5mmの距離だけ離間させてもよい。しかしながら、ビームウェスト204を基板100から3mmよりも長い距離だけ又は0.5mm未満の距離だけ離間させてもよいことは理解できよう。

【0022】

一般的に、レーザ光ビーム202内の光は、100nmよりも長い少なくとも1つの波長を有している。一実施形態においては、レーザ光ビーム202内の光は、3000nmよりも短い少なくとも1つの波長を有していてもよい。例えば、レーザ光ビーム202内の光は、523nm、532nm、543nmなど、又はこれらの組み合わせの波長を有していてもよい。上述したように、ビーム202内の光は、レーザ光のパルス列として供給される。一実施形態においては、パルスの少なくとも1つは、10フェムト秒（fs）よりも長いパルス持続時間を有し得る。他の実施形態においては、パルスの少なくとも1つは、500ナノ秒（ns）よりも短いパルス持続時間を有し得る。さらに他の実施形態

10

20

30

40

50



においては、少なくとも1つのパルスが、約10ピコ秒(p s)のパルス持続時間を有し得る。一般的に、比較的短いパルス持続時間を用いた場合は時間と費用がかかるが比較的熱的ダメージが小さくなることに対して、比較的長いパルス持続時間によりスループットが高くなるがこれにより熱的ダメージが誘因される可能性があることのバランスを取ることにより、パルス持続時間を選択することができる。さらに、光路に沿って10Hzよりも高い繰り返し率でビーム202を照射し得る。一実施形態においては、光路に沿って100MHzよりも低い繰り返し率でビーム202を照射し得る。他の実施形態においては、約400kHzから約2MHzの範囲内の繰り返し率でビーム202を照射し得る。パラメータの中でも特にビーム202内の光の波長とパルス持続時間に基づいてビーム202のパワーを選択できることは理解されよう。例えば、ビーム202が緑色波長(例えば、523nm、532nm、543nmなど)と約10psのパルス持続時間を有しているとき、ビーム202は、20W(又は約20W)のパワーを有していてもよい。他の例では、ビーム202がUV波長(例えば355nmなど)と約10nsより短いパルス持続時間(例えば1ns)を有しているとき、ビーム202は、10W~20W(又は約10W~約20W)の範囲にあるパワーを有していてもよい。しかしながら、ビーム202のパワーは、必要に応じて選択され得ることは理解できよう。

10

#### 【0023】

一般的に、スポットサイズやスポット強度、フルエンスなど、あるいはこれらの組み合わせなどの他のパラメータに加えて、上述した波長やパルス持続時間、繰り返し率、パワーなどのビーム202のパラメータ(本明細書においては「ビームパラメータ」ともいう)は、スポット206で照射される基板100の部分のアブレートする又はスポット206で照射される基板100の部分によりビーム202内で光の多光子吸収を誘起するのに十分なほどの強度及びフルエンスをビーム202が第1の面102上のスポット206で有するように選択され得る。しかしながら、例えば、ビーム202の焦点が合わされる方法を変更することにより、スポット206を第2の面104に移動させることができる。したがって、第1の面102上又は第2の面104上の基板100の一部をスポット206により照射したときに、該基板100の一部を除去することができる。一実施形態においては、スポット206は、1 $\mu$ mよりも大きな径の円形状を有し得る。他の実施形態においては、スポット206の径は100 $\mu$ m未満であり得る。さらに他の実施形態では、スポット206の径は約30 $\mu$ mであり得る。しかしながら、この径は100 $\mu$ mよりも大きくてもよく、あるいは1 $\mu$ mより小さくてもよいことは理解できよう。また、スポット206は任意の形状(例えば、楕円状、線状、正方形状、台形状など、又はこれらの組み合わせ)を有し得ることも理解できよう。

20

30

#### 【0024】

一般的に、加工領域200内でビーム202を1以上の除去経路に沿って走査させて基板100の一部を除去し、第1の圧縮領域110a内に(例えば、図3において300で示すような)第1の凹部を形成することができる。加工領域200内でビーム202を走査させる走査速度や回数は、第1の凹部300の所望の深さ、基板の組成、基板100内で加工される開口についての所望のエッジ品質などとともに、上述したビームパラメータに基づいて選択することができることは理解できよう。

40

#### 【0025】

図3を参照すると、第1の凹部300の深さd2は、第1の凹部300が形成されている基板100の物理的な表面(例えば、例示的に図示されているように第1の面102)から第1の凹部300の下面302までの距離として定義できる。上述のビームパラメータや走査パラメータなどに応じて、d2は、d1よりも大きくてもよく、あるいはd1と等しくてもよく、あるいはd1よりも小さくてもよい。d2がd1よりも大きい場合には、d2はd1よりも5%(又は5%未満)から100%(又は100%を超える)だけ大きい範囲にあり得る。d2がd1より小さい場合には、d2はd1よりも1%(又は1%未満)から90%(又は90%を超える)だけ小さい範囲にあり得る。一実施形態においては、d2が10 $\mu$ m以上、20 $\mu$ m以上、30 $\mu$ m以上、40 $\mu$ m以上、50 $\mu$ m以上

50

、あるいは $50\mu\text{m}$ よりも大きく、あるいは $10\mu\text{m}$ よりも小さくなり得るように、上述したビームパラメータや走査パラメータなどを選択することができる。

#### 【0026】

図4を参照すると、第1の凹部300が形成された後、基板100が移動され(例えばひっくり返され)、基板100に対してビーム202が走査されて基板100の第2の圧縮領域110b内の部分を除去し、これにより第2の凹部400を形成する。一般的に、レーザ光ビーム202は、第2の面104を通過し、その後第1の面102を通過するように、光路に沿って基板上に照射される。第2の凹部400を形成する際には、ビーム202のビームウエスト204は、(第2の面104上に位置するように)第2の面104に交差し得るか、あるいは(例えば、第2の面104に隣接して又は第1の面102に隣接して)基板100内に位置し得るか、あるいは(例えば、ビームウエスト204が第1の面102よりも第2の面104に近くなるように、あるいは、ビームウエスト204が第2の面104よりも第2の面104に近くなるように)基板100の外側に位置し得る。さらに他の実施形態においては、ビームウエスト204は、(第1の面102上に位置するように)第1の面102に交差し得る。ビーム202の他のパラメータは、第1の凹部300の形成に関して先に述べたビームパラメータと同じものであってもよいし、異なるものであってもよい。

10

#### 【0027】

さらに図4を参照すると、第2の凹部400の深さ $d_3$ は、第2の凹部400が形成されている基板100の物理的な表面(例えば、例示的に図示されているように第2の面104)から第2の凹部400の下面402までの距離として定義できる。上述のビームパラメータや走査パラメータなどに応じて、 $d_3$ は、 $d_1$ よりも大きくてもよく、あるいは $d_1$ と等しくてもよく、あるいは $d_1$ よりも小さくてもよい。 $d_3$ が $d_1$ よりも大きい場合には、 $d_3$ は $d_1$ よりも5%(又は5%未満)から100%(又は100%を超える)だけ大きい範囲にあり得る。 $d_3$ が $d_1$ よりも小さい場合には、 $d_3$ は $d_1$ よりも1%(又は1%未満)から90%(又は90%を超える)だけ小さい範囲にあり得る。一実施形態においては、 $d_3$ が $10\mu\text{m}$ 以上、 $20\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以上、 $40\mu\text{m}$ 以上、 $50\mu\text{m}$ 以上、あるいは $50\mu\text{m}$ よりも大きく、あるいは $10\mu\text{m}$ よりも小さくなり得るように、上述したビームパラメータや走査パラメータなどを選択することができる。

20

#### 【0028】

図5を参照すると、第2の凹部400が形成された後、基板100に対してビーム202が移動されて、引っ張り領域110c内の基板100の第2の凹部400から第1の凹部300まで延びる第3の部分が除去される。一般的に、レーザ光ビーム202は、第2の面104を通過し、その後第1の面102を通過するように、光路に沿って基板上に照射される。しかしながら、他の実施形態においては、基板100をひっくり返して、ビーム202が第1の面102を通過し、その後第2の面104を通過するようにしてもよい。基板に対するビームウエスト204の配置は、基板100の第3の部分の所望の除去を容易にするために上述したように選択できることは理解できよう。基板100の第3の部分除去すると、第1の面102から第2の面104まで延びる開口500が基板100に形成される。一実施形態においては、第2の凹部400が形成された直後に、基板100の第3の部分除去するプロセスが開始する。このため、第2の凹部400の形成は、開口500を形成するプロセスにおける中間ステップとして考えることができる。上記ではビーム202を用いて基板の第3の部分除去するものとして述べたが、任意の好適な方法(例えば、機械的ドリリング、機械的鋸引き、化学的エッチングなど、又はこれらの組み合わせ)により第3の部分除去できることは理解できよう。

30

40

#### 【0029】

上記で例示的に述べたようにして形成された開口500は、第1の面102において縁部106a, 106b, 108a, 108bから離間した第1の周縁を有している。同様に、開口500は、第2の面104において同じく縁部106a, 106b, 108a, 108bから離間した第2の周縁を有している。開口500の第1の周縁及び第2の周縁

50

のサイズ及び形状を所望の方法により決定できることは理解できよう。一実施形態においては、第1の周縁及び/又は第2の周縁のサイズ及び形状は、(例えば、図2Aに示されるような)加工領域のサイズ及び/又は形状に対応し得る。

#### 【0030】

ある実施形態においては、基板100に形成しようとする開口500のサイズ及び幾何学的配置、基板の組成、加工される圧縮領域のDOL、加工される圧縮領域内の圧縮応力、ビーム202により基板100内に生成される熱量など、又はこれらの組み合わせに基づいてビーム202が走査される1以上の除去経路を構成することができる。一実施形態においては、1以上の除去経路を適切に選択することにより、基板100内で開口500を効率的に形成することが促進され、また、開口500の形成中に基板100内にクラックが形成されることを低減又は防止することができる。例えば、図6を参照すると、除去経路パターン600は、除去経路600a, 600b, 600c, 600dのような同心的な複数の除去経路を有している。他の実施形態においては、図7を参照すると、パターン700のような除去パターンは、直線状ラスタスキャン経路704に重ねられた経路702a, 702b, 702cのような同心的な複数の除去経路を有していてもよい。加工される基板が比較的薄い圧縮領域を有する場合(例えば、DOLが約10 $\mu$ mまで、約15 $\mu$ mまで、又は約20 $\mu$ mまで)及び/又は比較的弱い圧縮領域を有する場合(例えば、CSが約100MPa以下)にはパターン600を用いてもよい。加工される基板が比較的厚い圧縮領域を有する場合(例えば、DOLが約20 $\mu$ mまで、約30 $\mu$ mまで、又は約40 $\mu$ mまで、あるいはそれを超えるもの)及び/又は比較的強い圧縮領域を有する場合(例えば、CSが約600MPa以上)にはパターン700を用いてもよい。

10

20

#### 【0031】

図8~図10は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板に特徴部を加工するプロセスの他の実施形態を示すものである。

#### 【0032】

図8を参照すると、(例えば図2Aで示される)基板100の加工領域200上にレーザ光ビーム202を照射することができ、ビーム202を基板100に対して移動させて基板100の第2の圧縮領域110b内の部分を除去することができる。図8は、ビーム202が第2の圧縮領域110bの一部を除去した状態での基板100を示すものである。一般的に、レーザ光ビーム202は、第1の面102を通過し、その後第2の面104を通過するように、光路に沿って基板上に照射される。ビーム202の走査及び基板100に対するビームウェスト204の配置は、基板100の第2の部分の所望の除去を容易にするために上述したように選択できることは理解できよう。基板100の第2の部分を除去すると、第1の面102から第2の面104まで延びる開口500が基板100に形成される。図9に示されるように上述した第2の凹部400が第2の圧縮領域110bに形成される。

30

#### 【0033】

図9を参照すると、第2の凹部400が形成された後、ビーム202のビームウェスト204の位置が基板100に対して(例えば、矢印900の方向に沿って)調整されて、第1の圧縮領域110a内の基板100の部分が除去され、図10に示されるように上述した第1の凹部300を形成することができる。一般的に、レーザ光ビーム202は、第2の面104を通過し、その後第1の面102を通過するように、光路に沿って基板上に照射される。ビームウェストの配置のようなパラメータやビーム202の他のパラメータは、基板100の第1の部分の所望の除去を容易にするために上述したように選択できる。

40

#### 【0034】

第1の凹部300が形成された後、第2の凹部400から第1の凹部300まで延びる引っ張り領域110c内の基板100の第3の部分を図5に関して例示的に述べたように除去してもよい。一実施形態においては、第1の凹部300が形成された直後に、基板100の第3の部分を除去するプロセスが開始する。このため、第1の凹部300の形成は

50

、開口500を形成するプロセスにおける中間ステップとして考えることができる。

【0035】

図11及び図12は、図2AのIIB-IIB線断面図であり、強化ガラス基板に特徴部を加工するプロセスのさらに他の実施形態を示すものである。

【0036】

図11を参照すると、(例えば図2Aで示される)基板100の加工領域200上にレーザ光ビーム202を照射することができ、ビーム202を基板100に対して移動させて基板100の第1の圧縮領域110a及び第2の圧縮領域110b内の部分を除去することができる。図11は、ビーム202が第2の圧縮領域110bの一部を除去した状態での基板100を示すものである。一般的に、レーザ光ビーム202は、第1の面102を通過し、その後第2の面104を通過するように、光路に沿って基板上に照射される。ビーム202の走査及び基板100に対するビームウェスト204の配置は、基板100の第1及び第2の部分の所望の除去を容易にするために上述したように選択できることは理解できよう。基板100の第1及び第2の部分の除去すると、第1の凹部300が形成されるとともに、第2の凹部400が形成される。一実施形態においては、図12に示されるように、第1の凹部300及び第2の凹部400が同時に形成される。

10

【0037】

第1の凹部300及び第2の凹部400が形成された後、第2の凹部400から第1の凹部300まで延びる基板100の引っ張り領域110c内の第3の部分を図5に関して例示的に述べたように除去して、図5に示される開口500を形成してもよい。

20

【0038】

上述したように、開口500は、第1の面102に規定される第1の周縁と、第2の面104に規定される第2の周縁とを有している。本明細書において例示的に述べられたプロセスは、従来手法では形成し難かった開口を強化ガラス基板の加工により形成可能とするものであることは理解できよう。一実施形態においては、第1の周縁及び/又は第2の周縁により囲まれる面積は $0.7\text{mm}^2$ よりも大きい。他の実施形態では、第1の周縁及び/又は第2の周縁により囲まれる面積は $50\text{mm}^2$ よりも小さい。例えば、第1の周縁及び/又は第2の周縁により囲まれる面積は、 $28\text{mm}^2$ よりも小さくてもよく、あるいは $12\text{mm}^2$ よりも小さくてもよく、あるいは $3\text{mm}^2$ よりも小さくてもよい。本発明の実施形態を実施して、第1の周縁及び/又は第2の周縁により囲まれる面積が $50\text{mm}^2$ よりも大きくなり得る開口を形成してもよいことは理解できよう。一実施形態においては、第1の周縁及び/又は第2の周縁は、 $0.25\text{mm}^{-1}$ よりも大きな曲率半径を有する湾曲部を含み得る。他の実施形態においては、第1の周縁及び/又は第2の周縁は、 $2\text{mm}^{-1}$ よりも小さな曲率半径を有する湾曲部を含み得る。例えば、曲率半径は、 $1\text{mm}^{-1}$ よりも小さくてもよく、あるいは $0.5\text{mm}^{-1}$ よりも小さくてもよく、あるいは $0.3\text{mm}^{-1}$ よりも小さくてもよい。一実施形態においては、第1の周縁及び/又は第2の周縁は、第1の直線領域と該第1の直線領域から $0.5\text{mm}$ よりも大きな最小離間距離だけ離れた第2の直線領域とを含み得る。他の実施形態においては、この最小離間距離が $8\text{mm}$ よりも小さくてもよい。例えば、最小離間距離は、 $6\text{mm}$ よりも小さくてもよく、あるいは $4\text{mm}$ よりも小さくてもよく、あるいは $2\text{mm}$ よりも小さくてもよく、あるいは $1\text{mm}$ よりも

30

40

50

1つの長細い領域を有する形状を規定し得る。一実施形態においては、第1の周縁及び/又は第2の周縁は、1以下、0.7未満、0.5未満、0.2未満、又は0.05よりも大きい真円度(周縁の長さ(L)と周縁により規定される面積(A)の関数として計算される。すなわち、 $4 \sqrt{A/L^2}$ )を有する少なくとも1つの長細い領域を有する形状を規定し得る。

#### 【0039】

開口500のような開口を形成すると、基板を強化ガラス製品(本明細書において「製品」ともいう)として特徴付けることができる。強化ガラス製品は、電話や音楽プレーヤ、ビデオプレーヤなどの携帯通信娯楽装置などの表示タッチスクリーン用途のための保護カバープレート(本明細書において用いられるように、「カバープレート」という用語は窓などを含むものである)として、情報関連端末(IT)装置(例えば、携帯コンピュータ、ラップトップコンピュータなど)用のディスプレイスクリーンとして、そしてその他の用途において用いることができるが、これに限られるものではない。上記で例示的に述べた強化ガラス製品は、所望の装置を用いて形成し得ることは理解できよう。図13は、図2A~図12に関して例示的に述べたプロセスを実施する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。

10

#### 【0040】

図13を参照すると、装置1300のような装置は、基板100のような強化ガラス基板を分離することができる。装置1300は、ワークピース位置決めシステムとレーザシステムとを含み得る。

20

#### 【0041】

一般的に、ワークピース支持システムは、第1の面102がレーザシステムに向き、例えば図2Bに関して先に述べたように、ビームウェスト204が基板100と相対的に位置することが可能なように、基板100を支持するように構成される。例示的に示されるように、ワークピース支持システムは、基板100を支持するように構成されたチャック1302のようなチャックと、チャック1302を移動させるように構成された可動ステージ1304とを含み得る。チャック1302は、(図示されるように)基板100の第2の面104の一部のみと接触するように構成されていてもよく、あるいは、第2の面104の全面に接触していてもよい。一般的に、可動ステージ1304は、レーザシステムに対してチャック1302を横方向に移動させるように構成されている。このように、基板100に対してビームウェストが走査されるように可動ステージ1304を動作させることができる。

30

#### 【0042】

一般的に、レーザシステムは、上述したビーム202のようなビームを光路に沿って照射するように構成される(ビーム202は、ビームウェスト204に関して先に例示的に述べたようにビームウェストを有している)。例示的に示されているように、レーザシステムは、レーザ光ビーム1302aを生成するように構成されたレーザ1306と、ビーム1302aの焦点を合わせてビームウェスト204を生成するように構成された光学アセンブリ1308とを含み得る。光学アセンブリ1308は、レンズを含んでいてもよく、基板100に対するビーム202のビームウェストの(例えばZ軸に沿った)位置を変えるために矢印1308aにより示される方向に沿って移動可能であってもよい。レーザシステムは、ビーム202のビームウェストを基板100及びワークピース支持システムに対して横方向に移動させるように構成されたビームステアリングシステム1310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1310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、基板100に対してビームウェストが走査されるようにビームステアリングシステム1310を動作させることができる。

40

#### 【0043】

装置1300は、レーザシステムの1以上の構成要素、ワークピース支持システムの1以上の構成要素、又はこれらの組み合わせと通信可能に連結されるコントローラ1312

50

をさらに含み得る。コントローラは、プロセッサ 1314 とメモリ 1316 を含み得る。プロセッサ 1314 は、図 1 から図 12 に関して先に例示的に述べた実施形態を実現できるように、メモリ 1316 に格納された指令を実行してレーザシステム、ワークピース支持システム、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。

【0044】

一般的に、プロセッサ 1314 は、様々な制御機能を規定する動作ロジック（図示せず）を含むことができ、ハードウェアによって組み込まれた装置、プログラミング命令を実行するプロセッサのような専用ハードウェアの形式、及び/又は、当業者が考え得るその他の形式をとってもよい。動作ロジックは、デジタル回路、アナログ回路、ソフトウェア、又はこれらのいずれかのタイプを組み合わせたものを含んでいてもよい。一実施形態では、プロセッサ 1314 は、動作ロジックに従ってメモリ 1316 に格納された指令を実行するように構成された 1 以上の処理ユニットを含み得るプログラム可能な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 1316 は、半導体、磁氣的、及び/又は光学的な種類のうち、1 以上の種類であってもよく、加えて/あるいは、揮発性及び/又は不揮発性ののものであってもよい。一実施形態において、メモリ 1316 は動作ロジックによって実行可能な指令を格納する。これに代えて、あるいはこれに追加して、メモリ 1316 は動作ロジックによって操作されるデータを格納してもよい。ある構成では、動作ロジックとメモリは、装置 1300 のいずれかの構成要素の動作面を管理及び制御する動作ロジックであるコントローラ/プロセッサの形態に含まれるが、別の構成では、上記コントローラとプロセッサが分離されてもよい。

【0045】

上記は本発明の実施形態を説明するものであって、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例示的な実施形態について述べたが、本発明の新規な教示及び効果から実質的に逸脱することなくそれらの例示の実施形態の中で多くの改変が可能であることは、当業者であれば容易に理解できよう。したがって、それらすべての改変は、特許請求の範囲によって画定される本発明の範囲に含まれることを意図されているものである。その結果、上記は、本発明を説明するものであって、開示された本発明の特定の例示の実施形態に限定されるものと解釈すべきではなく、開示された例示の実施形態及び他の実施形態に対する改変は、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ものであることは理解されよう。本発明は、以下の特許請求の範囲とこれに含まれるであろう均等物により画定される。

【 図 1 A 】

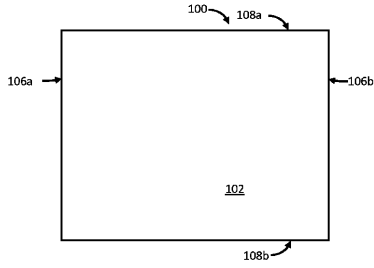


FIG. 1A

【 図 2 A 】

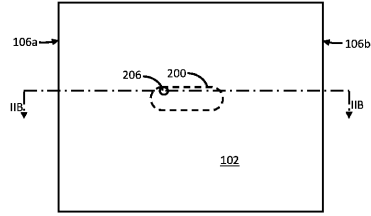


FIG. 2A

【 図 1 B 】

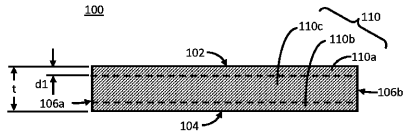


FIG. 1B

【 図 2 B 】

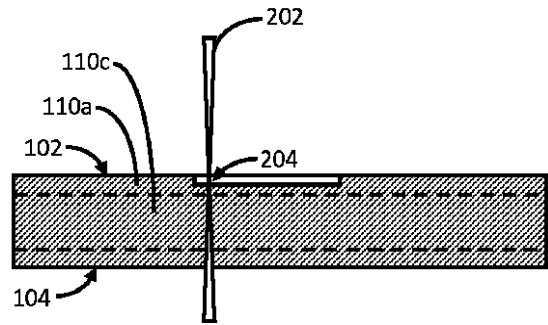


FIG. 2B

【 図 3 】

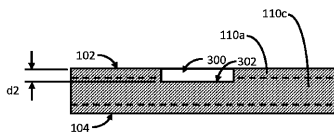


FIG. 3

【 図 6 】

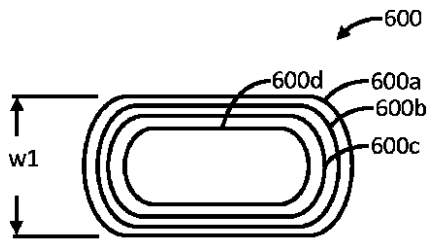


FIG. 6

【 図 4 】

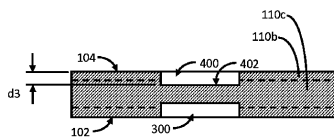


FIG. 4

【 図 7 】

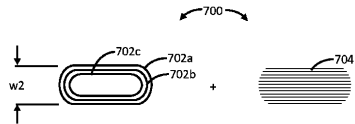


FIG. 7

【 図 5 】

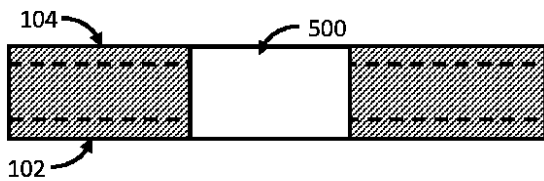


FIG. 5

【 図 8 】

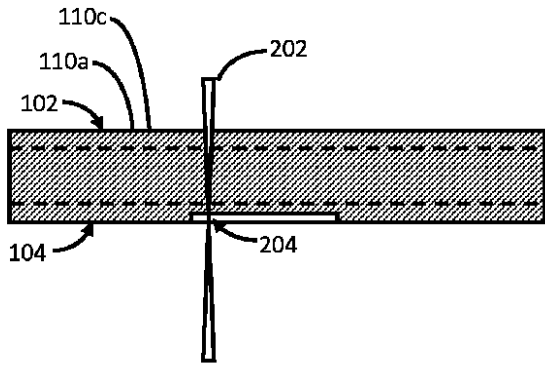


FIG. 8

【 図 9 】

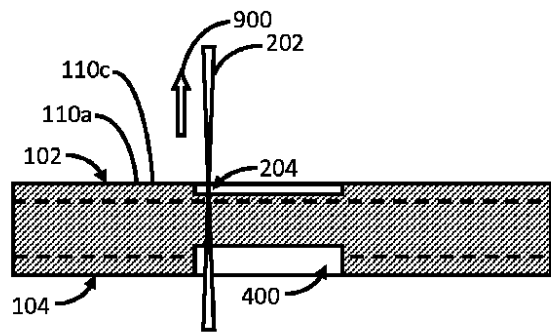


FIG. 9

【 図 1 0 】

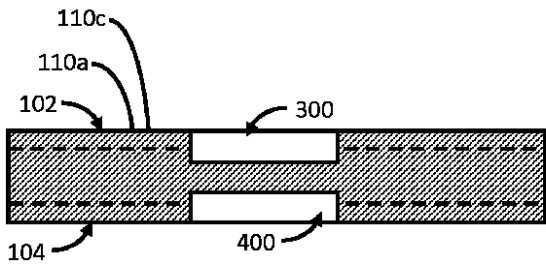


FIG. 10

【 図 1 1 】

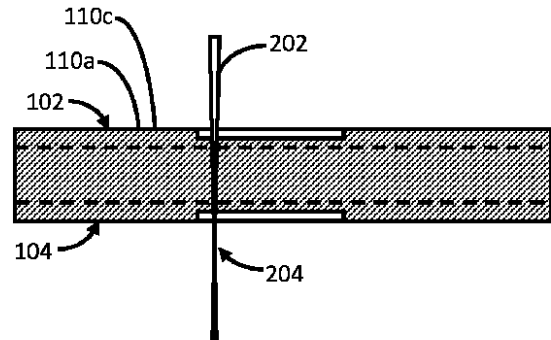


FIG. 11



【 図 1 2 】

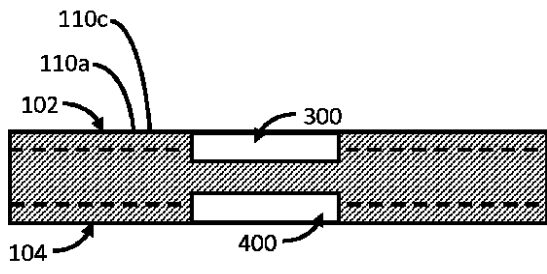
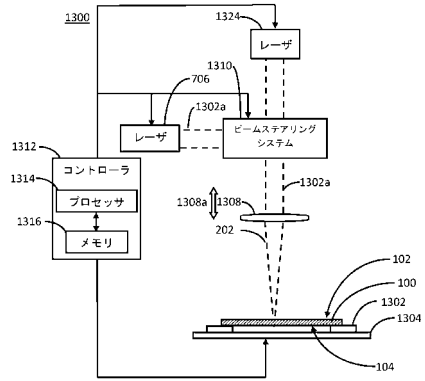




FIG. 12

【 図 1 3 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2013/028022</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
C03B 33/02(2006.01)i, C03B 33/09(2006.01)i, C03B 33/037(2006.01)i, B23K 26/38(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C03B 33/02		
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: glass, machining, recess, pothole, dinge, intaglio, hollow, uneven, laser, , support, control, memory		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010-096359 A1 (CORNING INCORPORATED) 26 August 2010 See abstract; claims 1 and figures 1-2.	1-22
A	US 2011-0318996 A1 (OKAFUJI, D. O. et al.) 29 December 2011 See abstract; claim 1 and figures 1-9.	1-22
A	JP 2011-088179 A (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 May 2011 See abstract and claim 1.	1-22
A	JP 2004-299969 A (TOSHIBA CERAMICS CO., LTD.) 28 October 2004 See abstract; claim 1 and figures 1-2.	1-22
A	JP 2002-192369 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 10 July 2002 See abstract; claim 1 and figures 1-18.	1-22
A	US 6962279 B1 (MAREK, H. S. et al.) 08 November 2005 See abstract and claim 1.	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 12 June 2013 (12.06.2013)		Date of mailing of the international search report <b>13 June 2013 (13.06.2013)</b>
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  CHANG, Bong Ho  Telephone No. 82-42-481-3353  

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2013/028022**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010-096359 A1	26.08.2010	CN 102356049 A	15.02.2012
		EP 2398746 A1	28.12.2011
		EP 2467340 A2	27.06.2012
		JP 2012-517957A	09.08.2012
		KR 10-2011-0121637 A	07.11.2011
		KR 10-2012-0089472 A	10.08.2012
		TW 201040118 A	16.11.2010
		US 2010-0206008 A1	19.08.2010
		US 2010-0291353 A1	18.11.2010
		US 8327666 B2	11.12.2012
		US 8341976 B2	01.01.2013
		WO 2011-022661 A2	24.02.2011
		US 2011-0318996 A1	29.12.2011
CN 102328265 A	25.01.2012		
EP 2399707 A2	28.12.2011		
EP 2399708 A2	28.12.2011		
JP 2012-032785 A	16.02.2012		
JP 2012-032786 A	16.02.2012		
KR 10-2012-0005947 A	17.01.2012		
KR 10-2012-0005948 A	17.01.2012		
TW 201218263 A	01.05.2012		
TW 201220375 A	16.05.2012		
US 2011-0318995 A1	29.12.2011		
JP 2011-088179 A	06.05.2011		
JP 2004-299969 A	28.10.2004	None	
JP 2002-192369 A	10.07.2002	AU 2001-86227 A1	26.03.2002
		CN 101110392 A	23.01.2008
		CN 101110392 B	28.03.2012
		CN 101134265 A	05.03.2008
		CN 101134265 B	19.01.2011
		CN 101136361 A	05.03.2008
		CN 101136361 B	16.06.2010
		CN 101195190 A	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 A	04.02.2004
		CN 1683106 A	19.10.2005
		EP 1338371 A1	27.08.2003
		EP 1338371 B1	04.04.2012

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2013/028022**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		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	14.08.2011
		JP 03408805 B2	14.03.2003
		JP 03626442 B2	09.03.2005
		JP 03722731 B2	30.11.2005
		JP 03751970 B2	08.03.2006
		JP 03761565 B2	29.03.2006
		JP 03761567 B2	29.03.2006
		JP 03867003 B2	10.01.2007
		JP 03867101 B2	10.01.2007
		JP 03867102 B2	10.01.2007
		JP 03867103 B2	10.01.2007
		JP 03867107 B2	10.01.2007
		JP 03867108 B2	10.01.2007
		JP 03867109 B2	10.01.2007
		JP 03867110 B2	10.01.2007
		JP 03935187 B2	20.06.2007
		JP 03935188 B2	20.06.2007
		JP 04095092 B2	04.06.2008
		JP 04128204 B2	30.07.2008
		JP 04142694 B2	03.09.2008
		JP 04659300 B2	07.01.2011
		JP 04663952 B2	14.01.2011
		JP 04664140 B2	14.01.2011
		JP 04762458 B2	17.06.2011
		JP 04837320 B2	07.10.2011
		JP 04880722 B2	09.12.2011
		JP 04890594 B2	22.12.2011
		JP 04964376 B2	06.04.2012
		JP 05025876 B2	29.06.2012
		JP 05138800 B2	22.11.2012
		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
		JP 2003-001443 A	08.01.2003

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2013/028022**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		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
		JP 2009-241154 A	22.10.2009

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2013/028022**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		JP 2011-245557 A	08.12.2011
		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
		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
		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 6962279 B1	08.11.2005	US 2004-0182903 A1	23.09.2004
		US 7204400 B2	17.04.2007

## 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, 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, KM, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 チョウ, ハイビン

アメリカ合衆国, 9 7 2 2 9 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  
1 5 5 3 6

(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・セブンティーエイス  
・アベニュー 3 9 2 5

Fターム(参考) 3C069 AA01 AA03 BA01 BA08 BA09 CA11 EA05  
4E168 AD03 AD12 AD18 CB04 DA02 DA03 DA04 DA32 DA34 DA35  
DA45 DA46 DA47 EA05 EA11 EA15 JA14 KA17  
4G015 FA09 FB01