

(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2018-536276

(P2018-536276A)

(43) 公表日 平成30年12月6日(2018.12.6)

(51) Int.Cl.

**H05K 3/00** (2006.01)  
**B23K 26/382** (2014.01)  
**C03B 33/02** (2006.01)

F 1

H 05 K 3/00  
B 23 K 26/382  
C 03 B 33/02

N

テーマコード(参考)

4 E 1 6 8  
4 G O 1 5

(43) 公表日 平成30年12月6日(2018.12.6)

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2018-508643 (P2018-508643)  
(86) (22) 出願日 平成28年8月19日 (2016.8.19)  
(85) 翻訳文提出日 平成30年4月13日 (2018.4.13)  
(86) 國際出願番号 PCT/US2016/047746  
(87) 國際公開番号 WO2017/034969  
(87) 國際公開日 平成29年3月2日 (2017.3.2)  
(31) 優先権主張番号 62/208,282  
(32) 優先日 平成27年8月21日 (2015.8.21)  
(33) 優先権主張国 米国(US)  
(31) 優先権主張番号 62/232,076  
(32) 優先日 平成27年9月24日 (2015.9.24)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

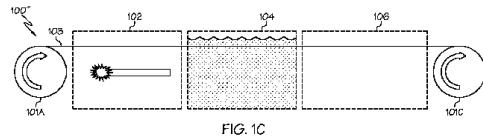
(71) 出願人 397068274  
コーニング インコーポレイテッド  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148  
31 コーニング リヴァーフロント ブ  
ラザ 1  
(74) 代理人 100073184  
弁理士 柳田 征史  
(74) 代理人 100175042  
弁理士 高橋 秀明  
(72) 発明者 ガーナー, ショーン マシュー  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 149  
05 エルマイラ フォスター アヴェニ  
ュー 415

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可撓性基体ウェブに特徴物を連続して作製する方法、および、それに関する生成物

## (57) 【要約】

可撓性基体に特徴物を連続して作製する方法を開示する。一実施形態において、基体ウェブに特徴物を作製する方法は、第1のスプールアセンブリ上の第1のスプールに配置された基体ウェブを、提供する工程と、基体ウェブを、第1のスプールから、レーザを含むレーザ処理アセンブリを通じて前進させる工程と、複数の欠陥部を、レーザを用いて、基体ウェブ内に生成する工程とを含む。更に、方法は、基体ウェブを、エッティングアセンブリを通じて前進させる工程と、基体ウェブを、エッティングアセンブリにおいてエッティングして、複数の欠陥部において材料を除去し、それにより、複数の特徴物を基体ウェブに形成する工程とを含む。更に、方法は、基体ウェブを、最終スプールへと巻く工程を含む方法。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基体ウェブに特徴物を作製する方法において、  
前記基体ウェブを、第1のスプールから、レーザを含むレーザ処理アセンブリを通じて、連続して前進させる工程と、  
複数の欠陥部を、前記レーザ処理アセンブリにおける前記レーザを用いて、前記基体ウェブ内に生成する工程と、  
を含む、方法。

**【請求項 2】**

前記基体ウェブを、最終スプールアセンブリに向かって、連続して前進させる工程と、  
前記基体ウェブを、前記最終スプールアセンブリにおける最終スプールへと巻く工程と  
、  
を更に含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記基体ウェブを前記最終スプールへと巻きながら、該基体ウェブをエッチングして、  
複数の前記欠陥部において材料を除去し、それにより、複数の特徴物を該基体ウェブに形成する工程を、  
更に含む、請求項2に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記基体ウェブを、前記最終スプールへと巻く工程の前に、該基体ウェブを、1つ以上の  
更なる処理アセンブリを通じて前進させる工程を、  
更に含む、請求項2または3に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記基体ウェブを、エッティングアセンブリを通じて前進させる工程と、  
前記基体ウェブを、前記エッティングアセンブリにおいてエッティングして、複数の前記欠陥部において材料を除去し、それにより、複数の特徴物を該基体ウェブに形成する工程と  
、  
を更に含む、請求項1から4のいずれか1項に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記エッティングアセンブリが、複数のエッティングゾーンを含むものである、請求項5に  
記載の方法。

**【請求項 7】**

前記基体ウェブを、前記エッティングアセンブリを通じて前進させる工程の前に、該基体  
ウェブを、中間スプールへと巻く工程と、

前記基体ウェブを、前記中間スプールから前記エッティングアセンブリに向かって前進さ  
せる工程と、

を更に含む、請求項5または6に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記基体ウェブが、ガラス基体ウェブ、ガラスセラミック基体ウェブ、または、セラミ  
ック基体ウェブを含むものである、請求項1から7のいずれか1項に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記基体ウェブを、前記レーザ処理アセンブリを通じて前進させる工程の後に、該基体  
ウェブを、形成された複数の欠陥部を有する1つ以上の更なる基体ウェブ、および、隣接  
した基体ウェブ間に配置された1つ以上の間紙層と共に巻き、それにより、第3の中間ス  
プールを形成する工程を、

更に含む、請求項1から8のいずれか1項に記載の方法。

**【請求項 10】**

ガラス基体ウェブにおいて、  
前記ガラス基体ウェブ内に配置された複数の貫通孔を有し、前記ガラス基体ウェブは、  
300 μm未満の厚さを有し、スプールへと巻いたものである、ガラス基体ウェブ。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【関連出願の相互参照】****【0001】**

本出願は、2015年8月21日出願の米国仮特許出願第62/208,282号、および、2015年9月24日出願の米国仮特許出願第62/232,076号の優先権の利益を主張し、その内容は、全体として参照により本明細書に組み込まれる。

**【技術分野】****【0002】**

本発明は、可撓性基体ウェブに特徴物を連続して作製する方法、および、それに関する生成物に関する。

10

**【背景技術】****【0003】**

様々な利用例のために、貫通孔、ブラインドビア、および、他の表面特徴物などの特徴物を、可撓性基体に作製したいという要求が高まっている。これらの利用例は、ガラスインタポーザ、プリント基板、流体工学、表示装置、光学バックプレーン、および、他の光電子工学または生命科学利用全般を含むが、それらに限定されない。これらの可撓性ガラス基体などの可撓性基体は、少なくとも、寸法の安定性という点で望ましい。現在行われている可撓性基体に特徴物を作製する方法は、シート状の基体を、処理および取扱い用の枠に接合する工程を含む。この工程は、ポリマーの基体および可撓性ガラスの両方で行われている。この方法を、ポリマーのフィルムに用いて、処理中の平坦度および寸法安定性を解決している。この方法を可撓性ガラスに用いて、基体の取扱いを可能にしてもよい。このアプローチは有用であるが、面積が広い素子、および、高スループットの連続製造に必要である、面積が広い基体に対応する寸法とすることは難しい。したがって、このアプローチは、スループットの低下、および、処理工程数の増加により、最終製品のコストを増加させてしまう。

20

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

可撓性基体材料を、連続して処理して、面積が広い素子、および／または、高スループットの製造を可能にしたいという要求がある。

30

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

本明細書において開示する実施形態は、基体をウェハなどの個々の部品に分離する前に、連続したロールツーロール処理において、可撓性基体に特徴物を作製する方法に関する。本明細書に記載の連続したロールツーロール処理は、基体を堅い枠に接合する工程を要さず、特徴物作製前の基体を個々の部品（例えば、ウェハ）に分離するより前に、特徴物を形成するのを可能にする。本明細書に記載の連続したロールツーロール処理を利用して、一括処理によって提供されるのと同様の特徴物および基体の幾何学形状を、基体の取扱いを改良して、作製してもよい。

**【0006】**

可撓性基体材料を連続して処理し、面積が広い素子、および／または、高スループットの製造を可能にしたいという要求がある。ローラを使用したシステムを用いて、自立ウェブ材料を、非常に効率的に取り扱い、搬送できるが、正確な寸法のビアの形成にロールツーロール処理を使用することは示されてこなかった。ポリマーフィルムのロールツーロール処理が知られており、パンチングまたはレーザアブレーション法による貫通孔の生成が可能であるが、ポリマーには、寸法の安定性が不足するという問題がある。後の処理工程で、ポリマーフィルムは、伸張し、歪んで、貫通孔の位置ずれを生じる。このために、典型的には、ポリマーフィルムを処理枠に固着させる。連続処理を用いて、安定した寸法の基体に貫通孔を生成できるようにしたいという、具体的な要求がある。

40

**【0007】**

50

一実施形態において、基体ウェブに特徴物を作製する方法は、第1のスプールに配置された基体ウェブを、提供する工程と、基体ウェブを、第1のスプールから、レーザを含むレーザ処理アセンブリを通じて前進させる工程と、複数の欠陥部を、レーザを用いて、基体ウェブ内に生成する工程とを含む。更に、方法は、基体ウェブを、エッチングアセンブリを通じて前進させる工程と、基体ウェブを、エッチングアセンブリにおいてエッチングして、複数の欠陥部において材料を除去し、それにより、複数の特徴物を基体ウェブに形成する工程とを含む。更に、方法は、基体ウェブを、最終スプールへと巻く工程を含む。

【0008】

他の実施形態において、基体ウェブに特徴物を作製する方法は、第1のスプールアセンブリ上の第1のスプールに配置された基体ウェブを、提供する工程と、基体ウェブを、第1のスプールから、レーザを含むレーザ処理アセンブリに向かって前進させる工程と、複数の欠陥部を、レーザ処理アセンブリにおいてレーザを用いて、基体ウェブ内に生成する工程とを含む。更に、方法は、基体ウェブを、最終スプールアセンブリに向かって、前進させる工程と、基体ウェブ、および、基体ウェブに隣接した間紙層を、最終スプールアセンブリにおける最終スプールへと巻く工程とを含む。

10

【0009】

更に他の実施形態において、ガラス基体ウェブは、ガラス基体ウェブ内に配置された複数の貫通孔を有し、スプールへと巻いたものである。

【0010】

異なる図においても、類似した参照符号で同じ部分を参照した添付の図面に示した、例示的な実施形態の以下のより詳細な記載から、上記の内容は明らかになるだろう。図面は、必ずしも縮尺通りではなく、代表的な実施形態を示すことに重点を置いている。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、1つ以上の基体ウェブに特徴物を作製する方法およびシステムを示す概略図である。

【図1B】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、1つ以上の基体ウェブに特徴物を作製する他の方法およびシステムを示す概略図である。

【図1C】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、1つ以上の基体ウェブに特徴物を作製する他の方法およびシステムを示す概略図である。

30

【図2】本明細書に記載した1つ以上の実施形態による、特徴物作製後の基体ウェブを示す部分概略図である。

【図3】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、基体ウェブを示す部分概略図であり、基体ウェブの区分は、そこに形成された特徴物を有する。

【図4A】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、基体ウェブ内に欠陥部を形成する、例示的なレーザ処理アセンブリのレーザ処理部を示す概略図である。

【図4B】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、図4Aに示したレーザ処理部によって生成された焦線に沿った誘起吸収による欠陥線の形成を示す、基体ウェブの側面概略図である。

40

【図5】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、基体ウェブ内に欠陥部を形成する、例示的なレーザ処理アセンブリのレーザ処理部を示す概略図である。

【図6A】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、例示的なエッチングアセンブリを示す概略図である。

【図6B】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、例示的なエッチングアセンブリを示す概略図である。

【図6C】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、例示的なエッチングアセンブリを示す概略図である。

【図7】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、基体ウェブおよび間紙層を含むスプールを示す部分概略図である。

【図8】本明細書に記載および図示した1つ以上の実施形態による、エッチングアセンブ

50

リ内に配置される、基体ウェブおよび間紙層を含むスプールを示す部分概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本明細書に開示した実施形態は、可撓性基体をウェハなどの個々の部品に分離する前に、連続したロールツーロール処理で、可撓性基体に特徴物を作製する方法に関する。本明細書に記載の連続したロールツーロール処理は、基体を硬い支持枠に接合する工程を必要とせず、特徴物作製前の基体を個々の部品（例えば、ウェハ）に分離するよりも前に、特徴物を形成するのを可能にする。本明細書に記載の連続したロールツーロール処理を利用して、一括処理によって提供されるのと同様の特徴物および基体の幾何学形状を、基体の取扱いを改良して、作製してもよい。

10

【0013】

より詳細に以下に記載するように、基体ウェブは、スプールまたは可撓性ウェブとして提供される。基体ウェブを、スプールまたは可撓性ウェブから巻き解いて、レーザ処理アセンブリに向かって前進させ、そこで、レーザビームを使用して、基体ウェブ内に、特徴物、損傷領域、または、線を形成する。一実施形態において、基体ウェブを、次に、エッチングアセンブリに向かって前進させ、そこで、基体ウェブにエッチング処理を行って、レーザビームによって生成された損傷領域の周りの基体材料を除去して損傷領域を開口させて特徴物を作製する。本明細書で用いているように、「特徴物」という用語は、基体ウェブ内の任意の形状または深さを有する空隙を意味し、基体ウェブの深さ全体に亘って延伸する貫通孔、基体ウェブの深さに亘って部分的に延伸するブラインドビア、基体ウェブの深さに亘って延伸するスロット、基体ウェブに亘って部分的に延伸するチャネルなどを含む。次に、特徴物が形成された基体ウェブを、最終スプールへと巻き、それは、ダイシング、被膜、素子製作、または、他の処理のための他の施設への出荷など、更なる処理について、取り扱い易いことがありうる。以下、可撓性基体ウェブに特徴物を作製する様々な方法を、詳細に記載する。

20

【0014】

ここで、図1Aを参照して、可撓性基体ウェブ103に特徴物を作製する方法およびシステム100の概略を示す。概して、基体ウェブ103は、処理前の第1のスプール101Aとして提供される。本明細書で用いているように、「基体ウェブ」という用語は、ガラス基体ウェブ、ガラスセラミック基体ウェブ、または、セラミック基体ウェブを意味する。「基体ウェブ」という用語は、ポリマー、金属、ガラス、ガラスセラミック、または、セラミック材料の1つ以上を含む可撓性基体ウェブも含む。例えば、基体ウェブは、ロールへと巻き上げができる可撓性ガラスウェブを含みうる。更に、例えば、異なる材料を、互いに継ぎ合わせるか、積層するか、または、接合して、ロールを作製してもよい。異なる材料の各々が、ウェブの全幅を覆っても、または、個々の離散領域を覆ってもよい。一例であり、限定するものではないが、基体ウェブは、個々の離散可撓性ガラス領域が、そこに積層または接合された、ポリマーウェブ担体でありうる。これらは、ポリマーウェブ担体を覆って、または、開口した枠の位置で接着されてもよい。ガラス基体ウェブを、本明細書に記載したように、レーザ穴あけ、および、任意でエッチングすることができる、任意のガラス材料から作製してもよい。同様に、ガラスセラミック基体ウェブ、および、セラミック基体ウェブを、本明細書に記載したように、レーザ穴あけ、および、任意でエッチングすることができる、任意のガラスセラミックまたはセラミック材料から作製してもよい。限定するものではない例として、ニューヨーク州コーニングのコーニング社によって製造されたEagleXG（登録商標）、Lotus（登録商標）、および、Gorilla（登録商標）ガラスの基体を、本明細書に記載した方法を用いて処理してもよい。他の限定するものではない例として、可撓性イットリア安定化ジルコニアを、本明細書に記載した方法を用いて処理してもよい。

30

【0015】

上記のように、基体ウェブ103を、レーザ露光処理によって、穴あけできる。したがって、基体ウェブ103を、レーザ処理中に支持枠に固定しなくてもよいように、基体ウ

40

50

エブ103は、最小限の寸法変化で、熱エネルギーを受けることができるべきである。例えば、高温での電子機器利用に典型的に用いられるポリイミドフィルムは、熱サイクルに曝された場合に、 $10\text{ }\mu\text{m}$ から $100\text{ }\mu\text{m}$ の範囲の予期せぬ歪みを経験しうる。これと比較して、本明細書に記載のガラス基体などの基体は、同じ熱サイクルに曝されても、検知可能な歪みを有さない。寸法の安定性の他に、基体ウェブ103、または、基体ウェブが複合材の場合には、複合材の各部分は、約500より高い温度に耐えることができ、約50GPaより大きいヤング率を有し、および／または、約3GPaより高い硬さを有するべきである。

#### 【0016】

基体ウェブ103は、図1Aに示したようにスプールへと巻くことができるような厚さを、有するべきである。ガラス基体の場合には、限定するものではない例として、基体ウェブ103は、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 未満の厚さを有していてもよい。基体ウェブ103は、材料の組成および特性に応じて、他の厚さを有してもよいと理解すべきである。10

#### 【0017】

図1Aに示したように、第1のスプール101Aは、機械的に回転して基体ウェブ103を巻き解く第1のスプールアセンブリ（番号不付与）上に配置される。第1のスプールアセンブリ、および、本明細書に記載の他のスプールアセンブリを、回転、および、その上に基体ウェブ103の巻き取りが可能な任意の装置として、構成してもよい。

#### 【0018】

図示した実施形態において、基体ウェブ103を、第1のスプール101Aから巻き解きながら、レーザ処理アセンブリ102に通す。より詳細に以下に記載するように、レーザ処理アセンブリ102は、複数の欠陥部（図1Aに不図示）を、基体ウェブ103上に、または、基体ウェブ103を貫通して、レーザ穴あけするように動作可能な1つ以上のレーザを含む。より詳細に以下に記載するように、欠陥部は、多光子吸収によってガラス基体内に形成された、貫通孔、ブラインドホール、欠陥線、または、損傷領域であってもよい。レーザ誘起欠陥部を基体ウェブ103内に形成することができる任意のレーザ処理を、最終的な利用および特徴物の要求条件に応じて用いてもよい。一例であり、限定するものではないが、1つ以上のレーザを動作させて、紫外線または赤外線領域でレーザビームを生成しうる。一例であり、限定するものではないレーザ処理アセンブリを、図4A、4B、および、5に示し、より詳細に以下に記載する。20

#### 【0019】

尚、多数の基体ウェブを、同時に処理できる。例えば、多数の基体ウェブが、レーザ処理アセンブリ102内に積層させて配置された場合に、多数の基体ウェブを同時にレーザ穴あけするように、第1のスプール101Aは、多数の巻かれた基体ウェブを含んでもよい。

#### 【0020】

図1Aに示した例において、基体ウェブ103を、レーザ処理アセンブリ102から、第1の中間スプールアセンブリ（番号不付与）に向かって前進させ、そこで、基体ウェブ103を、中間スプール101Bへと巻く。基体ウェブ103を、中間スプール101Bとして完全に巻き上げた後に、中間スプール101Bを、第1の中間スプールアセンブリから取り除く。30

#### 【0021】

代わりの実施形態において、次に、基体ウェブ103を、より小さい複数の中間スプールに巻く、より小さい複数の区分に分離する。基体ウェブを、幅に亘ってか、長さに亘ってか、または、幅と長さの組合せで分離することによって、若しくは、層に分離することによって、若しくは、他の方法によって、これらのより小さい区分を形成してもよい。次に、これらのより小さい中間スプールから巻き解いて、エッティングアセンブリ104に通してもよい。基体ウェブ103を、任意の既知の、または、今後開発される基体分離技術によって、より小さい区分に分離してもよい。

#### 【0022】

10

20

30

40

50

矢印 A が示すように、例示的な処理は、中間スプール 101B（または、多数の中間スプール）を、図 1A に示すように機械的に回転して基体ウェブ 103 を中間スプール 101B から巻き解くように動作可能である、第 2 の中間スプールアセンブリ（番号不付与）上に位置決めすることによって、継続する。基体ウェブ 103 を、中間スプール 101B から、エッティングアセンブリ 104 に入るよう前進させて、そこで、エッティング処を行なって、レーザ処理によって生成した欠陥部を開口させて、望ましい特徴部を形成する。尚、図 1A に示したレーザおよびエッティング処理は、連続して行う必要はない。例えば、最初にレーザ処理を行い、次に、多数の素子製作または他の処理工程を行い、その次に、エッティング処を行なう。任意の既知の、または、今後開発されるエッティング処理を用いて、特徴物 110 を、開口させるか、そうでない場合は、望ましい形状にしてもよい。一例であり、限定するものではないエッティング処理の概略を、図 6A～6C に示し、詳細に以下に記載する。図 2 は、エッティング処理後に、基体ウェブ 103 の一部に貫通孔として構成した複数の特徴物 110 を示している。孔の形状は、円筒状、円錐状、または、他の形状など、利用例の要求条件に応じて様々である。その代わりに、エッティングアセンブリ 104 を要しないようにエッティング処理を必要とせずに、レーザ処理部 102 が、十分な特徴物を基体材料 103 に作製してもよい。

10

## 【0023】

エッティングアセンブリ 104 に通した後に、基体ウェブ 103 を、レーザ処理アセンブリ 102 から最終スプールアセンブリ（番号不付与）に向かって前進させて、そこで、基体ウェブ 103 を、最終スプール 101C へと巻く。基体ウェブ 103 を、最終スプール 101C として完全に巻き上げた後、最終スプール 101C を、最終スプールアセンブリから取り除く。最終スプール 101C は、貫通して形成された特徴物を有する、巻かれた基体ウェブ 103 を含む。上記のように、特徴物 110 は、貫通孔、ブラインドビア、スロット、チャネル、または、他の特徴物であってもよい。次に、最終スプール 101C に、更なる処理を行うか、または、更なる処理のための次の施設に出荷してもよい。最終スプール 101C を基体加工業者に出荷することは、例えば、数千個の個々に分離された基体を出荷するより容易で、および／または、費用効果が高いことがありうる。

20

## 【0024】

上記のように、多数の基体ウェブを、同時に処理できる。エッティング処理中、隣接した基体ウェブの間に隙間があるようにして、エッチャントが、基体ウェブの実質的に全ての表面に確実に届くようにすべきである。したがって、1つ以上の耐エッチャント間紙層を、隣接した基体ウェブの間に配置して、隣接した基体ウェブの表面同士の間に隙間を設けてもよい。例示的な間紙層 111 を、図 7 に示し、以下に記載する。1つ以上の間紙層を、格子として構成するか、または、そうでない場合は、開口部を有するようにして、エッチャント液が、1つ以上の基体ウェブの実質的に全ての表面に届くようにしてもよい。

30

## 【0025】

1つ以上の間紙層を、エッティングアセンブリ 104 より前の処理で、任意の時に設けてもよい。例えば、第 1 のスプール 101A は、基体ウェブおよび間紙層をレーザ処理アセンブリ 102 に通すように、基体ウェブと間紙層を交互に含んでもよい。その代わりに、基体ウェブをレーザ処理アセンブリ 102 に通した後で、基体ウェブをエッティングアセンブリに通すより前に、1つ以上の間紙層を、基体ウェブと共に1つ以上のスプール（例えば、第 3 の中間スプール）へと巻いてもよい。

40

## 【0026】

ここで、図 1B を参照して、可撓性基体ウェブ 103 に特徴物を作製する他の方法およびシステム 100' の概略を示す。図 1A について上述したように、基体ウェブ 103 は、最初、第 1 のスプールアセンブリ（番号不付与）上に第 1 のスプール 101A として提供される。上記のように、および、より詳細に以下に記載するように、基体ウェブ 103 は、第 1 のスプール 101A から巻き解かれるにつれて、レーザ処理アセンブリ 102 に向かって前進し、そこで、1つ以上のレーザによって、欠陥部が基体ウェブ 103 に形成される。

50

## 【0027】

図1Aに示したように中間スプールへと巻かれるのではなく、基体ウェブ103は、直接、エッティングアセンブリ104に向かって前進する。このように、基体ウェブ103は、レーザ処理の後、レーザ処理アセンブリ102からエッティングアセンブリ104へ、直接通される。上記のように、エッティングアセンブリ104を、複数の欠陥部を開口させて特徴物にすることができる、エッティング処理を提供する任意のアセンブリとして構成してもよい。この処理は、ウェット処理およびプラズマ処理を含みうる。エッティングアセンブリ104を出た後、基体ウェブ103は、最終スプールアセンブリ（番号不付与）上の最終スプール101Cへと巻かれる。次に、上記のように、最終スプール101Cを、最終スプールアセンブリから取り除いてもよい。

10

## 【0028】

基体ウェブ103を、第1のスプール101Aから巻き解いて、最終スプール101Cへと巻く速度、レーザ処理アセンブリ102内のレーザ処理速度、および、基体ウェブ103がエッティングアセンブリ104内に留まり続ける時間を調整して、欠陥部が適切に形成されて、エッティング処理中に特徴物が適切に開口されるようにすべきである。一実施形態において、基体ウェブ103を、第1のスプール101Aから巻き解いて、レーザ処理アセンブリが、連続して欠陥部を生成する。エッティングアセンブリ104の長さは、欠陥部が開口されて望ましい特徴物形状になるのを可能にする時間、基体ウェブ103がエッティング処理に曝されるようにする。

20

## 【0029】

他の実施形態において、基体ウェブ103がレーザ処理アセンブリ102内で停止するように、基体ウェブ103を第1のスプール101Aから不連続に巻き解き、基体ウェブ103が、ある期間、停止している間に、1つ以上のレーザが、複数の欠陥部を生成する。図3は、基体ウェブ103の一部の概略を示し、特徴物を有する個々の区分108A～108Cを生成し、一方、基体ウェブ103のうち区分108A～108C内でない領域は、特徴物を含まない。更なる処理のために、基体ウェブ103を、必要に応じて、区分108A～108C同士の間で切断してもよい。

20

## 【0030】

ここで、図1Cを参照して、基体ウェブに特徴物を作製する他の方法およびシステム100”の概略を示す。図1Bに示した実施形態と同様に、基体ウェブ103は、レーザ処理アセンブリ102を出た後、エッティングアセンブリ104に、直接入る。しかしながら、基体ウェブ103を、最終スプール101Cへと巻く前に、1つ以上の更なる処理アセンブリ106に通す。1つ以上の処理アセンブリは、清浄（例えば、水またはプラズマ等）、ビアめっき、1つ以上の薄膜の基体ウェブ103への被覆、誘電材料の塗布、平面化、金属化、印刷、積層、または、更なるビアエッティング処理を含んでもよいが、それらに限定されない。例えば、複数の欠陥部形成後に、ポリマーの薄膜を、基体ウェブに被覆しうる。いくつかの実施形態において、薄膜（例えば、ポリマーの薄膜）の厚さは、欠陥部の主寸法より薄い。例えば、薄膜の厚さは、欠陥部の主寸法の、約90%以下、約80%以下、約70%以下、約60%以下、約50%以下、約40%以下、約30%以下、約20%以下、約10%以下、または、約5%以下である。欠陥部の主寸法は、基体ウェブ平面内の欠陥部の平均最大寸法として表しうる。例えば、基体ウェブ平面内の円形断面を有する欠陥部については、主寸法を、欠陥部の平均直径として表しうる。いくつかの実施形態において、薄膜は、誘電材料を含む。更に、または、その代わりに、薄膜は、被膜された基体ウェブへの更なる薄膜の接着を促進するように構成された接着層を含む。例えば、更なる薄膜は、（例えば、無電解金属化による）金属材料、誘電材料、または、他の機能性材料を含む。1つ以上の更なる処理アセンブリ106に続けて、上記のように、基体ウェブ103を最終スプール101Cへと巻く。その代わりに、1つ以上の更なる処理工程106を、レーザ処理アセンブリ102とエッティングアセンブリ104の間で行ってもよい。

30

## 【0031】

40

50

レーザ処理アセンブリ 102 を、基体ウェブ 103 がレーザ処理アセンブリ 102 を通り抜ける時に、レーザ欠陥部を基体ウェブ 103 内に急速に形成できる、任意のレーザ処理システムとして構成してもよい。一例であり、限定するものではないレーザ穴あけ処理を、以下に記載し、図 4A、4B および 5 に示す。

#### 【0032】

米国特許出願公開第 2015 / 0166396 号に記載され、その内容は、全体として参照により本明細書に組み込まれるように、概して、レーザビームを、ガラス基体などの基体ウェブのバルク中に位置決めされたレーザビーム焦線へと変形して、基体内に損傷線として構成された欠陥部を生成する。以下に記載の処理により、レーザを用いて、表面下損傷 ( $75 \mu\text{m}$  未満、多くの場合、 $50 \mu\text{m}$  未満) および破片を非常に減らして、高度に制御された完全な線状損傷部を、1 回の通過で生成しうる。これは、材料除去のための点集光レーザの典型的な利用とは対照的であり、そのような典型的な場合には、ガラスの厚さを完全に貫通するには、多数回の通過を必要とすることが多く、アブレーション処理から大量の破片が形成され、更に、より大きい表面下損傷部 ( $100 \mu\text{m}$  より大きい) および端部の欠けを生じる。

10

#### 【0033】

図 4A および 4B を参照すると、材料をレーザ処理する方法は、パルス状レーザビーム 2 を、ビーム伝播方向に沿った向きのレーザビーム焦線 2b に集光する工程を含む。この波長において、材料深さ  $1 \text{ mm}$ 当たりの吸収が、約  $10\%$  未満、好ましくは、約  $1\%$  未満の場合、基体 1 (つまり、基体ウェブ 103) は、実質的にレーザ波長を透過するものである。図 5 に示すように、レーザ 3 (不図示) は、光学アセンブリ 6 に入射する部分 2a を有するレーザビーム 2 を出射する。光学アセンブリ 6 は、入射したレーザビームを、出射側で、ビーム方向に沿って画定された拡張範囲に亘って延伸したレーザビーム焦線 2b (長さ 1 の焦線) へと向ける。平らな基体 1 (つまり、基体ウェブ 103) を、ビーム光路内に位置決めして、少なくとも部分的にレーザビーム 2 のレーザビーム焦線 2b と重なるようにする。レーザビーム焦線を、このように基体に向ける。参照符号 1a は、光学アセンブリ 6 またはレーザに向いた、平らな基体の表面を指し、参照符号 1b は、基体 1 の反対側の表面を指す。(この実施形態では、平面 1a および 1b に、つまり、基体平面に垂直に測定した) 基体または材料の厚さには、符号 d を付与している。

20

#### 【0034】

図 4A に示すように、基体 1 を、縦ビーム軸に垂直に、したがって、光学アセンブリ 6 によって生成された同じ焦線 2b の後方側で位置合わせする(基体は、図面の紙面に垂直である)。焦線を、ビーム方向に沿って向けるか、または、位置合わせし、焦線 2b が、基体の表面 1a より前で始まり、基体の表面 1b より前で終わるように、つまり、焦線 2b が基体内で終端し、表面 1b を超えて延伸しないように、基体を焦線 2b に対して位置決めする。レーザビーム焦線 2b が基体 1 と重なる領域において、つまり、焦線 2b によって覆われた基体材料において、(レーザビーム 2 を、長さ 1 の領域、つまり、長さ 1 の焦線に集光することによって、レーザビーム焦線 2b に沿ったレーザ強度が、確実に適切になったと仮定した場合、) 延伸したレーザビーム焦線 2b は、(縦ビーム方向に沿って位置合わせされた) 延伸領域 2c を生成し、それに沿って、誘起吸収を基体材料に生じる。誘起吸収は、領域 2c に沿って、基体材料に欠陥線を生成する。欠陥線は、1 つの高エネルギーバーストパルスを用いた、基体内の微細な(例えば、直径が、 $100 \text{ nm}$  より大きく、 $0.5 \text{ マイクロメートル}$  未満の) 細長い「穴」(穿孔または欠陥線とも称される) である。個々の欠陥線を、例えば、数百キロヘルツ(毎秒数十万の欠陥線)の速度で生成しうる。光源と基体との相対的動作で、これらの穴を互いに隣接して配置しうる(空間的な離間距離は、必要に応じて、1 マイクロメートル以下からマイクロメートルで表した大きい値まで様々である)。欠陥線の形成は、局所だけではなく、誘起吸収が生じた延伸領域 2c の全長に亘る。(レーザビーム焦線 2b が基体 1 と重なる長さに対応する) 領域 2c の長さには、参照符号 L を付与している。誘起吸収領域 2c (または、基体 1 の材料に欠陥線形成が行われている領域) の平均直径または範囲には、参照符号 D を付与している

30

40

50

。この平均範囲 D は、基本的に、レーザビーム焦線 2 b の平均直径 、つまり、約 0 . 1 マイクロメートルと約 5 マイクロメートルの間の範囲の平均スポット直径に対応する。

#### 【 0 0 3 5 】

図 4 A に示すように、( 波長 のレーザビーム 2 を透過する ) 基体材料が、焦線 2 b 内の高強度レーザビームに関連した非線形効果による、焦線 2 b に沿った誘起吸収によって、加熱される。図 4 B は、対応する誘起張力が、最終的には微小亀裂形成を引き起こすように、加熱された基体材料が膨張し、張力が表面 1 a で最も高いことを示している。

#### 【 0 0 3 6 】

レーザ源の選択は、透明な材料に多光子吸収 ( M P A ) を生成する能力に基づく。 M P A は、分子を、1 つの状態 ( 通常は、基底状態 ) から、より高いエネルギー電子状態 ( イオン化 ) に励起するための、同一または異なる周波数の 2 つ以上の光子の同時吸収である。関わる分子の、より低い状態と、より高い状態のエネルギー差は、2 つの光子のエネルギーの合計に等しいことがありうる。誘起吸収とも称される M P A は、3 次の処理であり、例えば、線状吸収より、数桁も弱い。 M P A は、誘起吸収の強度が、例えば、光強度自体に比例するのではなく、光強度の二乗または三乗に比例しうる点で、線状吸収と異なる。したがって、 M P A は、非線形光学処理である。

10

#### 【 0 0 3 7 】

焦線 2 b を生成するのに利用しうる代表的な光学アセンブリ 6 、および、これらの光学アセンブリを適用しうる代表的な光学セットアップを、以下に記載する。全てのアセンブリ、または、セットアップは、同一の構成要素または特徴物、若しくは、機能が等しい構成要素または特徴物には、同一の参照符号を用いるように、上記の記載を基にしている。したがって、相違点だけを、以下に記載する。

20

#### 【 0 0 3 8 】

要求される開口数を実現するために、光学系は、一方では、所定の焦点距離について、既知のアッペの公式 ( $N . A . = n \sin \theta$  、但し、  $n$  : 処理すべきガラスまたは他の材料の屈折率、  $\theta$  : 開口角の半分であり、  $\theta = \arctan(D / 2f)$  ) 、ここでは、 D : 口径、 f : 焦点距離 ) による必要な開口部を有さなくてはならない。一方、レーザビームを、光学系を、必要な口径まで照射しなくてはならず、典型的には、ビーム幅を広げる望遠鏡をレーザと集光光学系の間に用いて、ビーム幅を広げることによって達成する。

30

#### 【 0 0 3 9 】

焦線に沿って均一に相互作用させるためには、スポットサイズは、激しく変化すべきではない。これは、例えば、ビーム開口部、したがって、開口数のパーセントが、非常にわずかだけ変わるように、集光光学系を小さい円形領域のみで照射することによって、確実にすることができる ( 以下の実施形態を参照 ) 。

#### 【 0 0 4 0 】

図 4 A ( レーザ光 2 のレーザビーム光束の中心ビームの平面で基体平面に垂直な断面であり、ここでも、焦線 2 b 、または、誘起吸収の延伸領域 2 c が、基体の法線に平行となるように、レーザビーム 2 は、基体平面に垂直に入射し、つまり、入射角  $\theta$  は、  $0^\circ$  である ) によれば、レーザ 3 によって出射されたレーザ光 2 a は、最初に、使用されたレーザ光に対し完全に不透明である円形開口部 8 に向けられる。開口部 8 は、縦ビーム軸に垂直に向き、中心が、図示したビーム光束 2 a の中心ビーム上に位置する。ビーム光束 2 a の中心近くのビーム光束、または、中心ビーム ( ここでは、符号 2 a Z を付与 ) が、開口部に当たり、開口部に完全に取り込まれるように、開口部 8 の直径を選択する。開口部の大きさがビーム直径と比べて小さいので、ビーム光束 2 a の周縁範囲のビーム ( 周辺光線であり、ここでは、符号 2 a R を付与 ) だけは、取り込まれないが、それは、開口部 8 の横を通って、本実施形態では球面状にカットされた両凸レンズ 7 として設計された、光学アセンブリ 6 の集光光学要素の周辺領域に当たる。

40

#### 【 0 0 4 1 】

図 4 A に示したように、レーザビーム焦線 2 b は、レーザビームについての 1 つだけの焦点ではなく、むしろ、レーザビーム中の異なる光線についての一連の焦点である。一連

50

の焦点は、図 4 A に長さ 1 のレーザビーム焦線 2 b として示した、画定された長さの細長い焦線を形成する。レンズ 7 は、中心が中心ビーム上に位置し、一般的な球面カットされた形状の非補正両凸集光レンズとして設計される。そのようなレンズの球面収差は、有利でありうる。その代わりに、理想的に補正されたシステムを逸脱し、理想的な焦点を形成せずに、画定された長さの明瞭な細長い焦線を形成する、非球面またはマルチレンズシステム（つまり、1 つの焦点を有するものではないレンズまたはシステム）も使用しうる。したがって、レンズのゾーンは、レンズ中心からの距離に応じて、焦線 2 b に沿って集光する。ビーム方向を横切る開口部 8 の直径は、（ビーム強度がピーク強度の  $1/e$  に低下するのに要する距離によって画定する）ビーム光束直径の略 90 % であり、光学アセンブリ 6 のレンズ直径の略 75 % である。ビーム光束を中心で遮断することによって生成した、収差補正されていない球面レンズ 7 の焦線 2 b を、このように用いる。図 4 A は、中心ビームを通る 1 つの平面内の領域を示しており、図示したビームを焦線 2 b の周りに回転すると、完全な三次元のビーム光束を見ることができる。

10

## 【0042】

表面 1 a、1 b の少なくとも 1 つが焦線 2 b によって覆われるように焦線 2 b を位置決めして、誘起吸収 2 c の領域が、少なくとも基体の 1 つの表面上で始まるようにするのは、有利でありうる。

## 【0043】

米国特許出願公開第 2015 / 0166396 は、基体に特徴物を穴開けするためのレーザ焦線を生成するのに利用しうる、更なる実施形態を開示している。更に、レーザ焦線を使わない他のレーザ穴あけ方法も利用しうると理解すべきである。

20

## 【0044】

ここで、図 6 A ~ 6 C を参照すると、エッチングアセンブリ 104 によって提供される例示的なエッティング処理の概略を示している。上記のように、基体ウェブ 103 にレーザ穴開けされた特徴物を開口することができる、任意のエッティング処理を用いてもよい。最初に、図 6 A を参照すると、例示的なエッティングアセンブリ 104' は、前進する基体ウェブ 103 を、スプレー-エッティングによってエッティングするように構成されている。複数のノズル（不図示）は、エッティング液の複数のスプレー噴出物 105 を基体ウェブ 103 に向ける。図 6 A は、基体ウェブ 103 の両側のスプレー噴出物 105 を示しているが、実施形態は、基体ウェブ 103 の片側だけのスプレー噴出物 105 を向けるようにしてもよい。スプレー噴出物 105 の流体速度は、エッティングアセンブリ 104' の長さおよび幅に沿って変わってもよい。流体速度、振動、パルス化、エッチャントの組成などのスプレー-エッティング条件は、基体ウェブ 103 の 1 つの表面と他方の表面で異なっていてもよい。

30

## 【0045】

エッティング液は、特に限定されず、基体ウェブ 103 の材料に依存するだろう。実験を行い、厚さ 70 ~ 80  $\mu\text{m}$ 、幅 140 mm および長さ 10 m のニューヨーク州コーニングのコーニング社によって製造された E a g l e X G (登録商標) ガラスを、レーザ穴あけして、次に、直径 150 mm のコア上に巻いた。エッティングアセンブリの両端には、巻上げスプールおよび巻解きスプールを設けた。エッティングアセンブリは、エッティング液を 20 psi (約 138 kPa) の噴出圧力で、振動噴出した。エッティング用化学物質は、温度 42 °C の 3 M HF および 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> だった。ガラスシートが、エッティングアセンブリ内に 3.5 分間留まるように、ガラスシートを 160 mm / 分の速度で前進させた。エッティング後に、厚さ 50  $\mu\text{m}$  のポリエチレンナフレート (「PEN」) フィルムを間紙材料として用いて、ガラスシートを直径 150 mm のスプール上に再度巻いた。

40

## 【0046】

図 6 B は、水溶液エッティングを提供するエッティングアセンブリ 104" の概略を示し、基体ウェブ 103 を、エッティング液に沈めている。上記のように、基体ウェブ 103 の特性に応じて、任意のエッティング液化学物質を使用してもよい。図 6 B には示していないが、耐エッチャントローラをエッティングアセンブリ 104" に備えて、基体ウェブ 103 が

50

完全にエッティング液に沈むように、基体ウェブ103を下方に押してもよい。図6Bに示したように、超音波エネルギー、および／または、(形状107で示した)攪拌を、エッティング液、および／または、基体ウェブ103に加えて、特徴物のエッティングを更に促進してもよい。加えたエネルギーまたは攪拌は、基体ウェブ103の幅、長さ、または表面を横切る異なる方向に向けててもよい。

#### 【0047】

図6Cは、エッティングゾーン109Aおよび109Bの形態で、多数のエッティングゾーンを備えたエッティングアセンブリ104”’の概略を示している。利用例に応じて、任意の数のエッティングゾーンを備えてもよいと理解すべきである。図示した実施形態において、エッティングゾーン109Aは、水溶液エッティングゾーン(超音波エネルギーまたは攪拌を提供しても、しなくてもよい)であり、一方、次のエッティングゾーン109Bは、ドライエッティングゾーンである。図示したエッティングゾーン109Aおよび109Bの代わりに、または、追加で、他のエッティングゾーンを備えてもよいと理解すべきである。例えば、エッティングゾーンは、スプレー処理、または、基体の浸漬処理を提供してもよい。

10

#### 【0048】

異なるエッティングゾーンは、異なる条件で、具体的に最適化してもよい。エッティング条件を急速に変えて、個々の基体シートをエッティングする一括処理は、実現が難しい。しかしながら、本明細書に記載の連続またはロールツーロール処理においては、基体ウェブ103がエッティングアセンブリ104を通って前進するにつれて、一連のスプレーノズルは、エッティング用組成物を変えて、水ですすぐ処理、温度変更、攪拌処理の追加または削除などを提供しうる。

20

#### 【0049】

上記のように、基体ウェブ103の各表面を、独立に処理してもよい。例えば、基体ウェブ103の両面を、同じに、または、異ならせてエッティングしてもよい。若しくは、他の構成において、基体ウェブ103の1つの表面だけをエッティングしてもよい。各表面を異ならせてエッティングできることで、第1の表面を深くエッティングし、他方の表面を浅くエッティングして、特徴物を同時に作製できる可能性がある。更に、これを使用して、1つ表面からは深くエッティングして貫通孔を生成するが、他方の表面には、浅いエッティングによる表面特徴物だけを生成しうる。更に、基体の各表面の処理は、時間をずらして行ってもよい。更に、エッティング条件を、基体の水平方向幅に亘って変えてよい。

30

#### 【0050】

連続したエッティングは、特徴物の特性に影響するだけでなく、基体ウェブの縁部、および、全体的な機械的安定性にも影響する。基体ウェブの縁部のエッティングは、基体ウェブの傷を除去または削減でき、それによって、曲げ強度を高めうる。更に、縁部近くでのエッティングは、丸まった、先細の、または、厚さが変化する縁部輪郭を生成できる。エッティング処理は、基体ウェブの厚さを薄くすることも行う。この薄くする処理は、基体ウェブの幅に亘って均一でありうるか、または、機械的、切断、または素子の機能性のために、より薄い領域を基体ウェブ内に、より積極的に作製しうる。これらの変形は、基体表面上に亘ってエッティング条件を変えることによって、または、遮蔽技術によって、可能である。

40

#### 【0051】

いくつかの実施形態において、基体ウェブ103を、(例えば、図1A、1B、1C、6A、6Bおよび6Cに示すように)連続した処理で、レーザ処理アセンブリ、エッティングアセンブリ、または、更なる処理アセンブリの1つ以上に通すか、または、それらを通って前進させる。例えば、基体ウェブを、ロールツーロール処理で、レーザ処理アセンブリ、エッティングアセンブリ、または、更なる処理アセンブリの1つ以上に順次通す時に、基体ウェブ103の各端部は、スプールに取り付けられたままである。更に、例えば、基体ウェブを、ロールツーシート処理で、レーザ処理アセンブリ、エッティングアセンブリ、または、更なる処理アセンブリの1つ以上に順次通して、次に、分離して個々の区分を形成する時に、基体ウェブ103の1つの端部は、スプールに取り付けられたままである。

#### 【0052】

50

代わりの実施形態において、基体ウェブ103を、レーザ処理後に、個々の区分に分離してもよい。ロールツーロール処理ではなく、基体ウェブ103の個々の区分を、連続して、本明細書に記載のエッティングアセンブリに通してもよい。いくつかの実施形態において、基体ウェブ103は、巻き解いたシートとしてエッティングアセンブリ104に入り、次に、エッティングアセンブリに通された後に、スプールへと巻かれててもよい。

#### 【0053】

ここで、図7および8を参照すると、いくつかの実施形態において、基体ウェブ103を連続してエッティングアセンブリ104に通すことによってではなく、スプール101D全体を、レーザ処理の後に、スプールの形態でエッティングする。図7は、巻かれた基体ウェブ103の最終スプール101Dの一部の概略を示している。エッティング液が、基体ウェブ103の実質的に全ての表面に確実に届くように、基体ウェブ103の隣接した表面間には、間隙があるべきである。図7に示すように、耐エッチャント間紙層111を、基体ウェブ103の隣接した表面間に配置する。格子として構成するか、または、そうでない場合は開口部を有してもよい間紙層111は、基体ウェブ103の隣接した表面間に間隙を提供する。これにより、最終スプール101Dをエッチャント液に沈めた時に、エッチャント液が基体ウェブ103の表面間を流れるのを可能にする。間紙層111は、レーザ処理アセンブリ102の前または後で、加えてもよい。更に、最終スプール101Dは、複数の基体ウェブ、および、複数の間紙層も含んでもよい。

10

#### 【0054】

基体ウェブ103を、レーザ処理アセンブリ102に通し、最終スプール101D（または、図1Aに示すように中間スプール101B）へと巻いた後に、矢印Bが示すように、基体ウェブ103をエッティングアセンブリ112内に置く。エッティング液化学物質およびエッティング持続時間は、基体ウェブ103の材料、および、望ましい特性（例えば、穴の直径、基体ウェブの厚さなど）に応じるだろう。結果的に得られる生成物は、スプールに巻かれた、特徴物が形成された基体ウェブである。エッティング後に、最終スプール101Dを清浄して（例えば、水清浄、または、プラズマ清浄）、および／または、更なる処理を行ってもよい。例えば、最終スプール101Dを容易に梱包して、更なる処理のために、他の施設へ出荷してもよい。

20

#### 【0055】

ここで、本明細書に記載の実施形態は、ガラスシート、ガラスセラミックシート、または、セラミックシートなどの可撓性基体ウェブ内に、連続したロールツーロールで、特徴物を作製すると理解すべきである。1つ以上の基体ウェブをスプールから巻き解いて、レーザ処理アセンブリに通し、そこで、レーザによって、1つ以上の基体ウェブに欠陥部を生成する。次に、1つ以上の基体ウェブを、連続してエッティングアセンブリに通して、1つ以上のガラス基体ウェブを化学的にエッティングして、欠陥部を開口して、望ましい寸法を有する特徴物にする。ロールツーロール連続処理は、従来の作製方法と比べて、処理工数を削減し、スプールの形態で、基体ウェブを容易に取り扱うのを可能にする。

30

#### 【0056】

本明細書において、例示的な実施形態を記載したが、当業者は、添付の請求項が包含する範囲を逸脱することなく、形状および詳細において様々な変更が可能であると理解するだろう。

40

#### 【0057】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

#### 【0058】

##### 実施形態1

基体ウェブに特徴物を作製する方法において、

前記基体ウェブを、第1のスプールから前進させる工程と、

前記基体ウェブを、レーザを含むレーザ処理アセンブリを通って前進させる工程と、

複数の欠陥部を、前記レーザを用いて、前記基体ウェブ内に生成する工程と、

前記基体ウェブを、エッティングアセンブリを通って前進させる工程と、

50

前記基体ウェブを、前記エッティングアセンブリにおいてエッティングして、複数の前記欠陥部において材料を除去し、それにより、複数の特徴物を該基体ウェブに形成する工程と、

前記基体ウェブを、最終スプールへと巻く工程と、  
を含む方法。

【0059】

実施形態2

前記基体ウェブが、ガラス基体ウェブ、ガラスセラミック基体ウェブ、または、セラミック基体ウェブを含むものである、実施形態1に記載の方法。

【0060】

実施形態3  
前記基体ウェブを、前記エッティングアセンブリを通って前進させる工程の前に、該基体ウェブを、中間スプールへと巻く工程を、  
更に含む、実施形態1または2に記載の方法。

【0061】

実施形態4  
前記基体ウェブを、前記中間スプールから前記エッティングアセンブリに向かって前進させる工程を、  
更に含む、実施形態3に記載の方法。

【0062】

実施形態5  
前記基体ウェブを、前記レーザ処理アセンブリを通って前進させる工程の後に、該基体ウェブを、形成された複数の欠陥部を有する1つ以上の更なる基体ウェブ、および、隣接した基体ウェブ間に配置された1つ以上の間紙層と共に巻き、それにより、第3の中間スプールを形成する工程を、  
更に含む、実施形態3に記載の方法。

【0063】

実施形態6  
前記基体ウェブ、1つ以上の前記間紙層、および、1つ以上の前記更なる基体ウェブを、前記エッティングアセンブリに向かって前進させる工程を、  
更に含む、実施形態5に記載の方法。

【0064】

実施形態7  
前記基体ウェブを、前記レーザ処理アセンブリから前記エッティングアセンブリに、直接前進させるものである、実施形態1から6のいずれか1つに記載の方法。

【0065】

実施形態8  
前記第1のスプール、および、前記最終スプールを、連続して回転して、前記基体ウェブを前進させる工程を、  
更に含む、実施形態1から7のいずれか1つに記載の方法。

【0066】

実施形態9  
前記第1のスプールが、少なくとも1つの更なる基体ウェブを含むものである、実施形態1から8のいずれか1つに記載の方法。

【0067】

実施形態10  
前記第1のスプールが、前記基体ウェブと前記少なくとも1つの更なる基体ウェブの間に配置された少なくとも1つの間紙層を、更に含むものである、実施形態9に記載の方法。

【0068】

10

20

30

40

50

**実施形態 1 1**

前記基体ウェブを、前記最終スプールへと巻く工程の前に、該基体ウェブを、1つ以上の更なる処理アセンブリを通じて前進させる工程を、  
更に含む、実施形態 1 から 10 のいずれか1つに記載の方法。

**【0069】****実施形態 1 2**

前記基体ウェブを、1つ以上の前記更なる処理アセンブリを通じて前進させる工程は、  
該基体ウェブに、1つ以上の薄膜を被覆する工程を含む工程である、実施形態 1 1 に記載  
の方法。

**【0070】**

10  
実施形態 1 3  
前記1つ以上の薄膜が、誘電材料を含むものである、実施形態 1 2 に記載の方法。

**【0071】****実施形態 1 4**

前記基体ウェブが、300 μm 未満の厚さを有するものである、実施形態 1 から 13 の  
いずれか1つに記載の方法。

**【0072】****実施形態 1 5**

複数の前記欠陥部を、前記レーザを用いて、前記基体ウェブ内に生成する工程は、  
前記レーザビームを、パルス化し、更に、ビーム伝播方向に沿った向きで前記基体ウェ  
ブ内へと向けられたレーザビーム焦線へ集光し、前記レーザビーム焦線は、該基体ウェブ  
内に誘起吸収を生じて、前記誘起吸収は、欠陥線形状の欠陥部を、該レーザビーム焦線に  
沿って、該基体ウェブ内に生成する工程と、

前記基体ウェブと前記レーザビームを、互いに平行移動させ、それにより、複数の前記  
欠陥部を形成する工程と、  
を含む工程である、実施形態 1 から 14 のいずれか1つに記載の方法。

**【0073】****実施形態 1 6**

前記エッチングアセンブリが、複数のエッチングゾーンを含むものである、実施形態 1  
から 15 のいずれか1つに記載の方法。

**【0074】****実施形態 1 7**

前記基体ウェブを、スプレーエッチング、水溶液エッチング、または、ドライエッチング  
のうち1つ以上のエッチング処理によってエッチングするように、前記エッチングアセ  
ンブリを構成したものである、実施形態 1 から 16 のいずれか1つに記載の方法。

**【0075】****実施形態 1 8**

ガラス基体ウェブに特徴物を作製する方法において、  
前記ガラス基体ウェブを、第1のスプールから、レーザを含むレーザ処理アセンブリを  
通じて、連続して前進させる工程と、

複数の欠陥部を、前記レーザ処理アセンブリにおける前記レーザを用いて、前記ガラス  
基体ウェブ内に生成する工程と、  
を含む、方法。

**【0076】****実施形態 1 9**

前記ガラス基体ウェブを、最終スプールアセンブリに向かって、連続して前進させる工  
程と、

前記ガラス基体ウェブ、および、該ガラス基体ウェブに隣接した間紙層を、前記最終ス  
プールアセンブリにおける最終スプールへと巻く工程と、  
を更に含む、実施形態 1 8 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【0077】****実施形態20**

前記ガラス基体ウェブを前記最終スプールへと巻きながら、該最終スプールをエッティングする工程を、

更に含む、実施形態19に記載の方法。

**【0078】****実施形態21**

前記ガラス基体ウェブを前記最終スプールへと巻いた場合に、該ガラス基体ウェブの第1の表面と第2の表面を分離するように、前記間紙層を構成したものである、実施形態19または20に記載の方法。

10

**【0079】****実施形態22**

ガラス基体ウェブにおいて、

前記ガラス基体ウェブ内に配置された複数の貫通孔を有し、スプールへと巻いたものである、ガラス基体ウェブ。

**【0080】****実施形態23**

前記ガラス基体ウェブは、300μm未満の厚さを有するものである、実施形態22に記載のガラス基体ウェブ。

20

**【0081】****実施形態24**

被覆した薄膜を、

更に含む、実施形態22または23に記載のガラス基体ウェブ。

**【0082】****実施形態25**

前記薄膜は、誘電材料を含むものである、実施形態24に記載のガラス基体ウェブ。

**【符号の説明】****【0083】**

1 基体

30

6 光学アセンブリ

101A 第1のスプール

101B 中間スプール

101C、101D 最終スプール

102 レーザ処理アセンブリ

103 基体ウェブ

104、104'、104''、104'''、112 エッティングアセンブリ

110 特徴物

111 間紙層

【図 1 A】

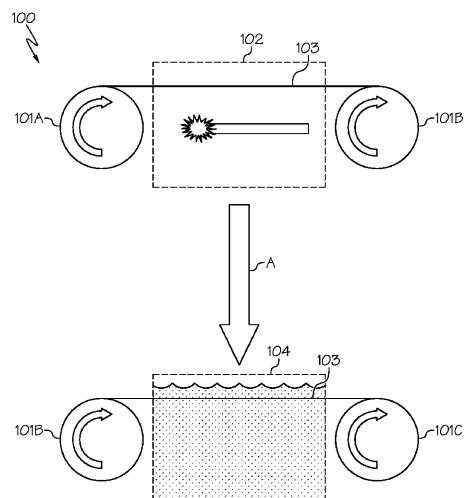


FIG. 1A

【図 1 B】

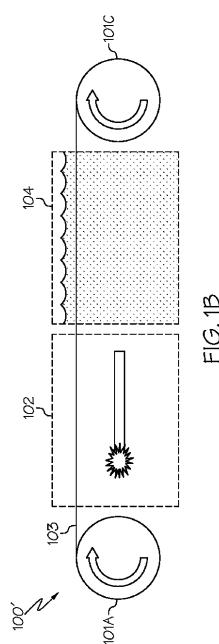


FIG. 1B

【図 1 C】

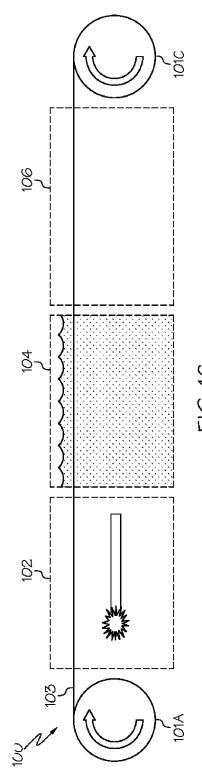


FIG. 1C

【図 2】

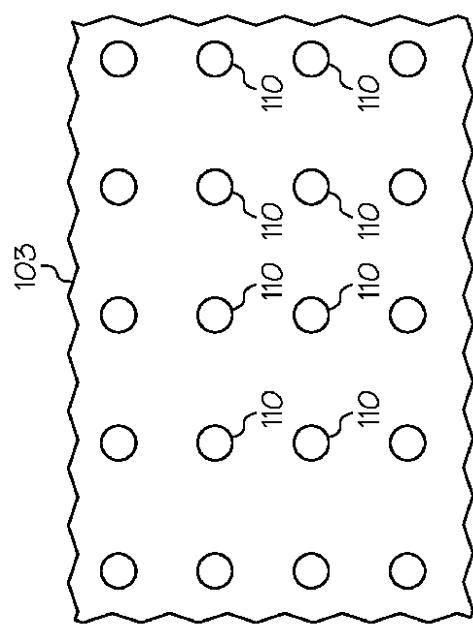
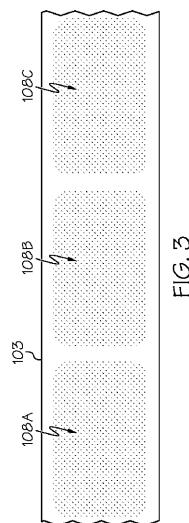
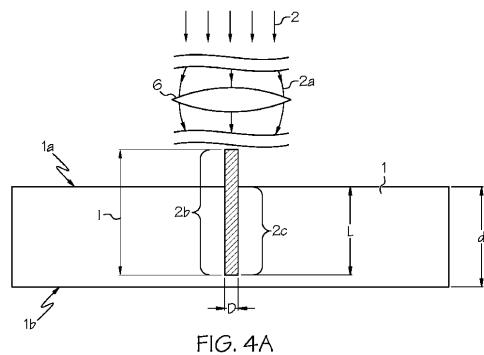


FIG. 2

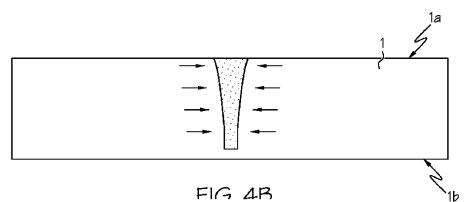
【図3】



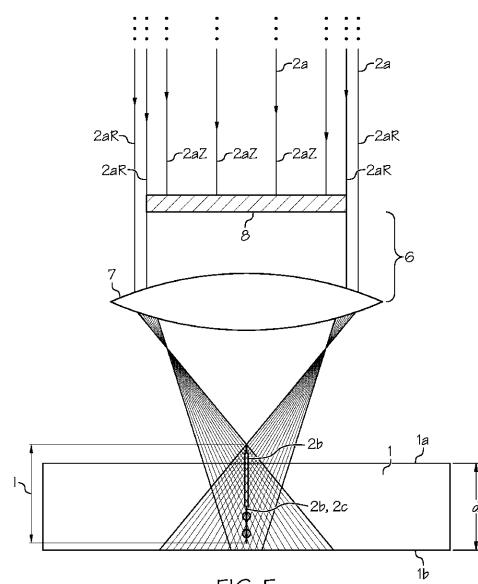
【図4 A】



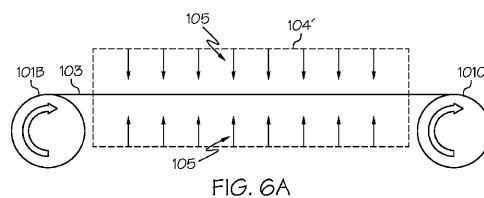
【図4 B】



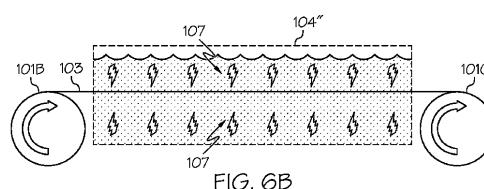
【図5】



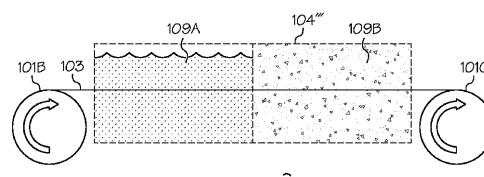
【図6 A】



【図6 B】



【図6 C】



【図7】

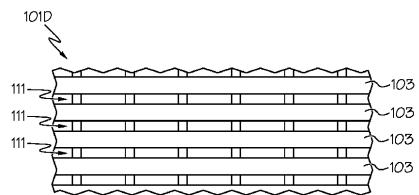
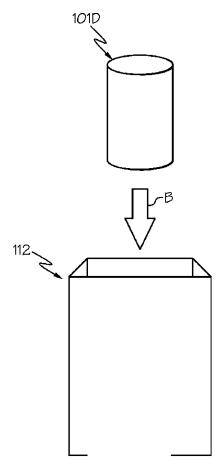


FIG. 7

【図8】



## 【国際調査報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT  |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
|--|--|--|--|---|-----------|--|-----------------------|---|--|------|---|---|----|---|---------|---|---|---|----|---|--|---|--|-------|-----|
|  |  |  |  | International application No<br>PCT/US2016/047746 |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. H05K1/02 H05K1/03 H01L23/15 C03C17/00 B23K26/00<br>C03B33/02 C03C15/00 B23K26/53<br>ADD. H05K3/10 H05K3/46  |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H05K H01L C03C B23K C03B   |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br><br>EPO-Internal, WPI Data   |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2015/166395 A1 (MARJANOVIC SASHA [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) cited in the application paragraphs [0009], [0115]; claims 1, 18</td> <td style="padding: 2px;">1-25</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2013/129987 A1 (MITSUGI KAORU [JP] ET AL) 23 May 2013 (2013-05-23)</td> <td style="padding: 2px;">18</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">claim 6</td> <td style="padding: 2px;">5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 2015/166397 A1 (MARJANOVIC SASHA [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) paragraphs [0038], [0063]</td> <td style="padding: 2px;">15</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2015/165563 A1 (MANLEY ROBERT GEORGE [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) claim 41</td> <td style="padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">-----</td> <td style="padding: 2px;">-/-</td> </tr> </tbody> </table> |  |  |  |   | Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | X | US 2015/166395 A1 (MARJANOVIC SASHA [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) cited in the application paragraphs [0009], [0115]; claims 1, 18 | 1-25 | X | US 2013/129987 A1 (MITSUGI KAORU [JP] ET AL) 23 May 2013 (2013-05-23) | 18 | A | claim 6 | 5 | A | US 2015/166397 A1 (MARJANOVIC SASHA [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) paragraphs [0038], [0063] | 15 | X | US 2015/165563 A1 (MANLEY ROBERT GEORGE [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) claim 41 | 1 |  | ----- | -/- |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| X  | US 2015/166395 A1 (MARJANOVIC SASHA [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) cited in the application paragraphs [0009], [0115]; claims 1, 18 | 1-25   |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| X  | US 2013/129987 A1 (MITSUGI KAORU [JP] ET AL) 23 May 2013 (2013-05-23)  | 18   |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| A  | claim 6  | 5  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| A  | US 2015/166397 A1 (MARJANOVIC SASHA [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) paragraphs [0038], [0063]  | 15   |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| X  | US 2015/165563 A1 (MANLEY ROBERT GEORGE [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) claim 41   | 1  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
|  | -----  | -/-  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| <input checked="" 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 :<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family   |  |  |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| Date of the actual completion of the international search<br><br>24 November 2016  |  | Date of mailing of the international search report<br><br>02/12/2016 |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |  | Authorized officer<br><br>Flügel, Alexander                          |  |   |           |  |                       |   |  |      |   |   |    |   |         |   |   |   |    |   |  |   |  |       |     |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/US2016/047746 |
|---|

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                              | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X         | US 2015/060402 A1 (BURKETT ROBERT CARL [US] ET AL) 5 March 2015 (2015-03-05)<br>claim 1<br>-----                | 1                     |
| X         | US 2014/147624 A1 (STRELTSOV ALEXANDER MIKHAILOVICH [US] ET AL)<br>29 May 2014 (2014-05-29)<br>claim 1<br>----- | 1                     |
| X         | WO 2014/161534 A2 (LPKF LASER & ELECTRONICS AG [DE])<br>9 October 2014 (2014-10-09)<br>claim 5<br>-----         | 1                     |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

|                              |
|------------------------------|
| International application No |
| PCT/US2016/047746            |

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s)                      |  | Publication date   |
|--|------------------|--|--|--|
| US 2015166395 A1                       | 18-06-2015       | CN<br>EP<br>KR<br>TW<br>US<br>US<br>WO       | 106029286 A<br>3083125 A1<br>20160101085 A<br>201536462 A<br>2015166395 A1<br>2015166396 A1<br>2015100056 A1                 | 12-10-2016<br>26-10-2016<br>24-08-2016<br>01-10-2015<br>18-06-2015<br>18-06-2015<br>02-07-2015               |
| US 2013129987 A1                       | 23-05-2013       | NONE   |  |  |
| US 2015166397 A1                       | 18-06-2015       | EP<br>TW<br>US<br>WO                         | 3083126 A1<br>201524651 A<br>2015166397 A1<br>2015095014 A1  | 26-10-2016<br>01-07-2015<br>18-06-2015<br>25-06-2015   |
| US 2015165563 A1                       | 18-06-2015       | EP<br>KR<br>TW<br>US<br>WO                   | 3083512 A2<br>20160101064 A<br>201531365 A<br>2015165563 A1<br>2015094898 A2   | 26-10-2016<br>24-08-2016<br>16-08-2015<br>18-06-2015<br>25-06-2015   |
| US 2015060402 A1                       | 05-03-2015       | CN<br>EP<br>JP<br>KR<br>TW<br>US<br>US<br>WO | 105682850 A<br>3049213 A1<br>2016534017 A<br>20160048868 A<br>201518235 A<br>2015060402 A1<br>2016107925 A1<br>2015031566 A1 | 15-06-2016<br>03-08-2016<br>04-11-2016<br>04-05-2016<br>16-05-2015<br>05-03-2015<br>21-04-2016<br>05-03-2015 |
| US 2014147624 A1                       | 29-05-2014       | CN<br>EP<br>JP<br>KR<br>TW<br>US<br>US<br>WO | 105246850 A<br>2925690 A1<br>2016506351 A<br>20160014571 A<br>201433554 A<br>2014147624 A1<br>2016152516 A1<br>2014085663 A1 | 13-01-2016<br>07-10-2015<br>03-03-2016<br>11-02-2016<br>01-09-2014<br>29-05-2014<br>02-06-2016<br>05-06-2014 |
| WO 2014161534 A2                       | 09-10-2014       | CN<br>EP<br>JP<br>KR<br>US<br>WO             | 105102177 A<br>2964417 A2<br>2016517626 A<br>20150128802 A<br>2016059359 A1<br>2014161534 A2                                 | 25-11-2015<br>13-01-2016<br>16-06-2016<br>18-11-2015<br>03-03-2016<br>09-10-2014                             |

---

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,ST,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,R0,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,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,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

(72)発明者 オウス , サミュエル オデイ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14845 ホースヘッズ ガーデン レイン 2

(72)発明者 ピーチ , ギャレット アンドリュー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング ホーンビー ロード 4226

(72)発明者 ポラード , スコット クリストファー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14814 ビッグ フラツィ ダヴェンポート ロード 3  
7

F ターム(参考) 4E168 AD11 AD12 AD14 AE02 DA02 DA04 JA14 JA23

4G015 FA06 FB02 FC02 FC04 FC10