(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7134182号
(P7134182)

(45)発行日　令和4年9月9日(2022.9.9)

(24)登録日　令和4年9月1日(2022.9.1)

(51)国際特許分類

C03B 33/09 (2006.01)	C03B	33/09		
B23K 26/53 (2014.01)	B23K	26/53		
B28D 5/00 (2006.01)	B28D	5/00	Z	

FI

請求項の数　10　（全44頁）

(21)出願番号　特願2019-552120(P2019-552120)
(86)(22)出願日　平成30年3月15日(2018.3.15)
(65)公表番号　特表2020-514238(P2020-514238A)
(43)公表日　令和2年5月21日(2020.5.21)
(86)国際出願番号　PCT/US2018/022606
(87)国際公開番号　WO2018/175193
(87)国際公開日　平成30年9月27日(2018.9.27)
審査請求日　令和3年3月15日(2021.3.15)
(31)優先権主張番号　62/474,856
(32)優先日　平成29年3月22日(2017.3.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　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 プラザ １
(74)代理人　100073184
弁理士　柳田 征史
(74)代理人　100123652
弁理士　坂野 博行
(74)代理人　100175042
弁理士　高橋 秀明
(72)発明者　アブラモフ，アナトリ アナトリエヴィッチ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４８
７０ ペインテッド ポスト ティンバー
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ガラスウェブを分割する方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ガラスウェブの分割方法であって：
前記ガラスウェブ上の分割経路を少なくとも１つのレーザビームに曝露して、前記ガラスウェブに損傷を与えることなく、前記分割経路に沿って熱応力を生成するステップであって、前記少なくとも１つのレーザビームの一部分が前記ガラスウェブの縁部から延在しているステップ；及び
前記曝露中の前記分割経路における位置と交差するように、前記少なくとも１つのレーザビームの前記一部分を再配向するステップであって、前記分割経路は、前記曝露中に前記分割経路に沿った応力プロファイルをもたらすように加熱される一方、前記少なくとも１つのレーザビームの前記一部分の再配向は、前記曝露中の前記分割経路における前記位置を更に熱し、前記分割経路における前記位置に欠陥を形成し、その後すぐに、前記ガラスウェブは前記欠陥の生成に応答して前記分割経路に沿って分割される、ステップ
を含む、方法。
【請求項２】
前記曝露するステップは、前記分割経路に沿って熱応力を生成するように、前記分割経路に沿って前記少なくとも1つのレーザビームのレーザビームスポットを繰り返し通過させるステップを含み、
前記再配向するステップは、前記欠陥を生成するように、前記レーザビームスポットを有する前記分割経路の前記位置を繰り返し交差するように前記少なくとも１つのレーザビ

ームの前記一部分を再配向するステップを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記欠陥は、前記曝露するステップ中に、所定のレベルの熱応力が前記分割経路に沿って達成された後に形成される、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
前記少なくとも１つのレーザビームは、前記分割経路に沿って、可変パワー密度を印加して、前記熱応力を生成する、請求項１～３のいずれか１項に記載の方法。
【請求項５】
前記ガラスウェブは複数の層を備え、前記複数の層のうちのある層の熱膨張係数は、前記複数の層のうちの別の層の熱膨張係数とは異なる、請求項１～４のいずれか１項に記載の方法。
【請求項６】
前記ガラスウェブは、前記分割経路全体が前記少なくとも１つのレーザビームの集束深さ内に位置するように、位置決めされる、請求項１～５のいずれか１項に記載の方法。
【請求項７】
ガラスウェブを分割するための装置であって：
前記ガラスウェブの第１の縁部から前記ガラスウェブの反対側の第２の縁部まで延在する前記ガラスウェブ上の分割経路全体を加熱する少なくとも1つのレーザビームを生成するよう構成された、少なくとも１つのレーザビーム生成器；及び
前記少なくとも1つのレーザビームが前記分割経路全体を加熱するのに対して、前記ガラスウェブ上の前記分割経路の位置に欠陥を形成するために、前記分割経路における前記位置と交差するように前記少なくとも1つのレーザビームのレーザビーム端部を反射するよう位置決めされた、鏡
を備える、装置。
【請求項８】
前記鏡は放物面鏡を含む、請求項７に記載の装置。
【請求項９】
前記分割経路における前記位置と交差するように、前記レーザビームの前記端部を集光するためのレンズを更に備える、請求項７又は８に記載の装置。
【請求項１０】
第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を含む第１の反射器を更に備え、
前記少なくとも1つのレーザビーム生成器は、第１のレーザビーム生成器を備え、前記第1のレーザビーム生成器は、前記第１のレーザビーム生成器が生成したレーザビームが、前記第１の反射器の回転時に前記分割経路における前記位置と交差するように前記鏡に繰り返し反射され、前記第１の反射器の回転時に前記ガラスウェブ上の前記分割経路に沿って繰り返し通過する第１のレーザビームスポットを生成するように、前記第１の反射器と整列される、請求項７～９のいずれか１項に記載の装置。
【発明の詳細な説明】
【関連出願の相互参照】
【０００１】
本出願は、２０１７年３月２２日出願の米国仮特許出願第６２／４７４，８５６号の優先権の利益を主張するものであり、上記仮特許出願の内容は信頼できるものであり、参照によりその全体が、以下に完全に記載されているかのように、本出願に援用される。
【技術分野】
【０００２】
本開示は一般に、ガラスウェブの分割方法に関し、より詳細には、熱応力下で分割経路上に欠陥を形成することによる、ガラスウェブの分割方法であって、上記欠陥の形成後すぐに、上記ガラスウェブは上記欠陥の生成に応答して上記分割経路に沿って分割される、分割方法に関する。
【背景技術】

【０００３】
所望の寸法を有するガラスシートを得るためにガラスリボンを分割することが知られている。従来の分割技法は、ガラスリボンが静止している間に分割を達成する。更なる従来の分割技法は、ガラスリボンの移動中に分割を達成し、これにより、ガラスシートをガラスリボンから分割している間に、ガラスリボンが進行方向に沿って途切れることなく通過するのを回避する。
【発明の概要】
【０００４】
これより、「発明を実施するための形態」に記載のいくつかの例示的実施形態の基本的な理解を提供するために、本開示の簡潔な概要を提示する。本開示のいくつかの例示的実施形態を以下で説明するが、これらの実施形態のうちのいずれは、単独でも、又は互いに組み合わせても使用してよいことを理解されたい。
【０００５】
実施形態１
ガラスウェブの分割方法は、上記ガラスウェブ上の分割経路を少なくとも１つのレーザビームに曝露して、上記ガラスウェブに損傷を与えることなく、上記分割経路に沿って熱応力を生成するステップを含んでよい。上記方法は、上記ガラスウェブ上の上記分割経路を上記少なくとも１つのレーザビームに曝露する上記ステップ中の、上記分割経路が熱応力下にある間に、上記少なくとも１つのレーザビームの少なくとも一部分を再配向して、上記分割経路上に欠陥を形成し、その後すぐに、上記ガラスウェブは上記欠陥の生成に応答して上記分割経路に沿って分割される、ステップを含んでよい。
【０００６】
実施形態２
上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分は、上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を再配向して上記欠陥を形成する上記ステップ中に、反射表面から反射される、実施形態１に記載の方法。
【０００７】
実施形態３
上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を集束させることによって、上記欠陥を形成する、実施形態１又は２に記載の方法。
【０００８】
実施形態４
上記ガラスウェブ上の分割経路を上記少なくとも１つのレーザビームに曝露する上記ステップ中に形成される、実施形態１～３のいずれか１つに記載の方法。
【０００９】
実施形態５
上記欠陥は、上記ガラスウェブ上の分割経路を上記少なくとも１つのレーザビームに曝露する上記ステップ中に、所定のレベルの熱応力が上記分割経路に沿って達成された後に形成される、実施形態１～４のいずれか１つに記載の方法。
【００１０】
実施形態６
上記ガラスウェブは、第１の縁部と、上記第１の縁部の反対側の第２の縁部とを含み、上記分割経路は上記第１の縁部から上記第２の縁部まで延在する、実施形態１～５のいずれか１つに記載の方法。
【００１１】
実施形態７
上記欠陥は、上記第１の縁部と上記第２の縁部との間に形成される、実施形態６に記載の方法。
【００１２】
実施形態８

上記欠陥は、上記ガラスウェブの上記第１の縁部及び上記第２の縁部のうちの一方からある距離に形成され、上記距離は０ｍｍ～約２５ｍｍである、実施形態６に記載の方法。

【００１３】

実施形態９

上記少なくとも１つのレーザビームは、上記ガラスウェブ上の分割経路を上記少なくとも１つのレーザビームに曝露する上記ステップ中に、上記ガラスウェブの上記第１の縁部及び上記第２の縁部のうちの少なくとも１つから延在するビーム経路を横断する、実施形態６～８のいずれか１つに記載の方法。

【００１４】

実施形態１０

上記ガラスウェブ上の分割経路を上記少なくとも１つのレーザビームに曝露する上記ステップは：上記少なくとも１つのレーザビームを、上記ガラスウェブの主面上の対応するビームスポットにおいて交差させるステップ；及び上記ビームスポットを上記分割経路に沿って繰り返し通過させることにより、上記分割経路に沿って上記熱応力を生成するステップを含む、実施形態６～９のいずれか１つに記載の方法。

【００１５】

実施形態１１

上記ビームスポットを繰り返し通過させる上記ステップは、上記ビームスポットをある単一の方向において繰り返し通過させるステップを含む、実施形態１０に記載の方法。

【００１６】

実施形態１２

上記単一の方向は、上記ガラスウェブの上記第１の縁部から上記第２の縁部に向かって延在する方向を含み、ここで上記欠陥は、上記第２の縁部よりも上記第１の縁部に近接して形成される、実施形態１１に記載の方法。

【００１７】

実施形態１３

上記少なくとも１つのレーザビームは、上記分割経路に沿って、可変パワー密度を印加して、上記熱応力を生成する、実施形態１～１２のいずれか１つに記載の方法。

【００１８】

実施形態１４

複数のレーザビームが上記分割経路に沿って上記熱応力を生成し、各上記レーザビームは、上記分割経路の対応する１つのセグメントに沿って熱応力を生成する、実施形態１～１３のいずれか１つに記載の方法。

【００１９】

実施形態１５

上記分割経路の各上記セグメントは、上記分割経路の少なくとも１つの隣接する上記セグメントと重なる、実施形態１４に記載の方法。

【００２０】

実施形態１６

上記ガラスウェブはガラスシートを含み、上記分割経路は上記ガラスシートの長さに沿って延在し、上記分割経路に沿った上記分割は、上記ガラスシートの縁部部分を上記ガラスシートの中央部分から分割する、実施形態１～５のいずれか１つに記載の方法。

【００２１】

実施形態１７

上記ガラスウェブはガラスリボンを含み、上記分割経路は上記ガラスリボンの幅に沿って延在し、上記分割経路に沿った上記分割は、ガラスシートを上記リボンから分割する、実施形態１～１５のいずれか１つに記載の方法。

【００２２】

実施形態１８

上記ガラスウェブは複数の層を備え、上記複数の層のうちのある層の熱膨張係数は、上

記複数の層のうちの別の層の熱膨張係数とは異なる、実施形態１～１７のいずれか１つに記載の方法。

【００２３】

実施形態１９

上記ガラスウェブは、上記分割経路全体が上記レーザビームの集束深さ内に位置するように、位置決めされる、実施形態１～１８のいずれか１つに記載の方法。

【００２４】

実施形態２０

上記レーザビームの上記集束深さは、約２０ｍｍ～約４００ｍｍである、実施形態１９に記載の方法。

【００２５】

実施形態２１

ガラスウェブを分割するための方法は、上記ガラスウェブを、移動中の上記ガラスウェブの搬送方向のガラスウェブ速度ベクトルを含むガラスウェブ速度で、移動させるステップを含むことができる。上記方法は更に、上記ガラスウェブ上の分割経路を、少なくとも１つのレーザビームによって生成された少なくとも１つのレーザビームスポットに曝露して、上記分割経路に沿って熱応力を生成するステップであって、上記分割経路は、上記搬送方向を横断する方向に延在する、ステップを含むことができる。上記方法は更に、上記レーザビームスポットを、上記ガラスウェブ速度ベクトルに等しい上記搬送方向のレーザビームスポット速度ベクトルを含むレーザビームスポット速度で、移動させるステップであって、ここで、上記ガラスウェブが上記ガラスウェブ速度で移動する間、上記分割経路は、上記レーザビームスポットに曝露され続け、上記分割経路に沿って熱応力を生成し続ける、ステップを含むことができる。上記方法は更に、上記分割経路が、上記分割経路を曝露する上記ステップ、及び上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップ中に生成された熱応力下にある間に、上記少なくとも１つのレーザビームの一部分を再配向して、上記分割経路上に欠陥を形成し、その後すぐに、上記ガラスウェブは上記欠陥の生成に応答して上記分割経路に沿って分割される、ステップを含むことができる。

【００２６】

実施形態２２

上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分は、上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を再配向して上記欠陥を形成する上記ステップ中に、反射表面から反射される、実施形態２１に記載の方法。

【００２７】

実施形態２３

上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を集束させることによって、上記欠陥を形成する、実施形態２１又は２２に記載の方法。

【００２８】

実施形態２４

上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップは、上記少なくとも１つのレーザビームを回転反射表面から反射させて、上記レーザビームスポットを上記レーザビームスポット速度ベクトルで移動させるステップを含む、実施形態２１～２３のいずれか１つに記載の方法。

【００２９】

実施形態２５

上記分割経路を曝露する上記ステップ、及び上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップ中に、上記レーザビームスポットを、上記搬送方向を横断する上記方向において、上記分割経路に沿って繰り返し通過させて、上記分割経路に沿って上記熱応力を生成するステップを更に含む、実施形態２１～２４のいずれか１つに記載の方法。

【００３０】

実施形態２６

上記レーザビームスポット速度は、上記搬送方向を横断する上記方向の、別のレーザビームスポット速度ベクトルを含み、ここで、上記レーザビームスポットは、上記ガラスウェブが上記ガラスウェブ速度で移動する間、及び上記レーザビームスポットが、上記搬送方向を横断する上記方向において、上記分割経路に沿って繰り返し通過し続ける間、上記分割経路が上記レーザビームスポットに曝露され続けて、上記分割経路に沿って熱応力を生成し続けるように、上記搬送方向及び上記搬送方向を横断する上記方向に移動する、実施形態２５に記載の方法。

【００３１】

実施形態２７

上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップは：上記少なくとも１つのレーザビームを、第１の軸の周りで回転する第１の反射表面から反射させて、上記レーザビームスポットを、上記搬送方向を横断する上記方向において、上記分割経路に沿って繰り返し通過させるステップ；及び上記少なくとも１つのレーザビームを、第２の軸の周りで回転する第２の反射表面から反射させて、上記レーザビームスポットを、上記ガラスウェブの上記搬送方向において、上記レーザビーム速度ベクトルで移動させるステップを含む、実施形態２６に記載の方法。

【００３２】

実施形態２８

上記少なくとも１つのレーザビームは、上記第２の反射表面の前に、上記第１の反射表面から反射される、実施形態２７に記載の方法。

【００３３】

実施形態２９

上記少なくとも１つのレーザビームは、上記第１の反射表面の前に、上記第２の反射表面から反射される、実施形態２７に記載の方法。

【００３４】

実施形態３０

上記第１の軸は、上記第２の軸に対して垂直である、実施形態２７～２９のいずれか１つに記載の方法。

【００３５】

実施形態３１

上記ビームスポットを繰り返し通過させる上記ステップは、上記ビームスポットを、上記搬送方向を横断する単一の方向において、繰り返し通過させるステップを含む、実施形態２５～３０のいずれか１つに記載の方法。

【００３６】

実施形態３２

上記単一の方向は、上記ガラスウェブの第１の縁部から第２の縁部に向かって延在する方向を含み、ここで上記欠陥は、上記第２の縁部よりも上記第１の縁部に近接して形成される、実施形態３１に記載の方法。

【００３７】

実施形態３３

上記欠陥は、上記レーザビームスポットが上記レーザビームスポット速度で移動している間に形成される、実施形態２１～３２のいずれか１つに記載の方法。

【００３８】

実施形態３４

上記欠陥は、上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップ中に、所定のレベルの熱応力が上記分割経路に沿って達成された後に形成される、実施形態２１～３３のいずれか１つに記載の方法。

【００３９】

実施形態３５

上記少なくとも１つのレーザビームスポットは、複数のレーザビームスポットを含み、

上記複数のレーザビームスポットはそれぞれ、上記分割経路を曝露する上記ステップ中に、上記分割経路の対応する１つのセグメントに沿って、熱応力を生成する、実施形態２１～３４のいずれか１つに記載の方法。

【００４０】

実施形態３６

上記分割経路の各上記セグメントは、上記分割経路の少なくとも１つの隣接する上記セグメントの一部分と重なる、実施形態３５に記載の方法。

【００４１】

実施形態３７

上記ガラスウェブは、長さ及び幅を含み、上記搬送方向は、上記ガラスウェブの上記長さの方向である、実施形態２１～３６のいずれか１つに記載の方法。

【００４２】

実施形態３８

上記ガラスウェブは、成形体からドロー加工されたガラスリボンを含み、上記搬送方向は、上記ガラスリボンのドロー方向である、実施形態２１～３６のいずれか１つに記載の方法。

【００４３】

実施形態３９

ガラスウェブを分割するための装置は、分割経路に沿って横断するレーザビームを生成する、少なくとも１つのレーザビーム生成器を含むことができ、ここで上記レーザビームは、上記ガラスウェブの第１の縁部から、上記ガラスウェブの反対側の第２の縁部まで延在する、上記分割経路全体を加熱する。上記装置は更に、上記ガラスウェブ上の上記分割経路の位置に欠陥を形成するために、上記レーザビームの端部を反射するよう構成された、鏡を含むことができる。

【００４４】

実施形態４０

上記鏡は放物面鏡を含む、実施形態３９に記載の装置。

【００４５】

実施形態４１

上記レーザビームの上記端部を集光するよう構成されたレンズを更に備える、実施形態３９に記載の装置。

【００４６】

実施形態４２

第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を含む第１の反射器を更に備える、実施形態３９～４１のいずれか１つに記載の装置。この実施形態では、上記レーザビーム生成器は、上記第１の反射器の回転時に、上記少なくとも１つのレーザビーム生成器が生成したレーザビームが、上記ガラスウェブ上の上記分割経路に沿ってレーザ経路内を繰り返し通過するレーザビームスポットを生成するように、上記第１の反射器と整列させることができる。

【００４７】

実施形態４３

ガラスウェブを分割するための装置は、少なくとも１つのレーザビーム生成器と、第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を備える第１の反射器とを含む。上記レーザビーム生成器は、上記第１の反射器の回転時に、上記少なくとも１つのレーザビーム生成器が生成したレーザビームが、上記ガラスウェブ上の分割経路に沿って繰り返し通過するレーザビームスポットを生成するように、上記第１の反射器と整列される。上記装置は更に、第２の軸の周りで回転可能な第２の反射表面を備える第２の反射器を含む。上記第２の反射器は、上記第２の反射器の回転時に上記レーザビームスポットが上記ガラスウェブの搬送方向に移動するように、上記第１の反射器と整列される。上記第１の反射器は、上記第２の反射器から上流に位置決めされ、従って上記レーザビーム生成器が生成した上記レー

ザビームは、上記第２の反射器の上記第２の反射表面から反射する前に、上記第１の反射器の上記第１の反射表面から反射する。上記装置は更に、上記ガラスウェブ上の上記分割経路の位置に欠陥を形成するために、上記レーザビームの端部を反射するよう構成された、鏡を備える。

【００４８】

実施形態４４

上記鏡は放物面鏡を含む、実施形態４３に記載の装置。

【００４９】

実施形態４５

上記レーザビームの上記端部を集光するよう構成されたレンズを更に備える、実施形態４３に記載の装置。

【００５０】

実施形態４６

少なくとも１つのレーザビーム生成器、第１の反射器、及び第２の反射器を備える、ガラスウェブを分割するための装置。上記第２の反射器は、第２の軸の周りで回転可能な第２の反射表面を含む。上記レーザビーム生成器は、上記少なくとも１つのレーザビーム生成器が生成したレーザビームが、上記第２の反射器の回転時に上記ガラスウェブの搬送方向に移動するレーザビームスポットを有するレーザ経路を生成するように、上記第２の反射器と整列される。上記第１の反射器は、第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を含む。上記第１の反射器は、上記第１の反射器の回転時に、上記少なくとも１つのレーザビームが生成した上記レーザビームスポットが上記ガラスウェブ上の搬送経路に沿って繰り返し通過するように、上記第２の反射器と整列される。上記第２の反射器は、上記第１の反射器から上流に位置決めされ、従って上記レーザビーム生成器が生成した上記レーザビームは、上記第１の反射器の上記第１の反射表面から反射する前に、上記第２の反射器の上記第２の反射表面から反射する。上記装置は更に、上記ガラスウェブ上の上記分割経路の位置に欠陥を形成するために、上記レーザビームの端部を反射するよう構成された、鏡を含む。

【００５１】

実施形態４７

上記鏡は放物面鏡を含む、実施形態４６に記載の装置。

【００５２】

実施形態４８

上記レーザビームの上記端部を集光するよう構成されたレンズを更に備える、実施形態４６に記載の装置。

【００５３】

本開示の上述の及びその他の特徴、態様及び利点は、添付の図面を参照しながら以下の「発明を実施するための形態」を読むと、よりよく理解される。

【図面の簡単な説明】

【００５４】

【図１】ガラスリボンをドロー加工するために構成されたフュージョンダウンドロー装置と、例示的なガラスリボン分割装置との、概略図

【図２】図１の線２‐２に沿った、例示的なガラスリボン分割装置の概略断面図であり、レーザビームがガラスリボンの分割経路の上流端部に照射されている

【図３】図２の視点３から得られる、鏡の概略拡大図

【図４】レーザビームがガラスリボン上の分割経路の中間位置に照射されている状態

【図５】レーザビームがガラスリボン上の分割経路の下流端部に照射されている状態

【図６】ガラスリボン上の経路がレーザビームの集束深さ内に位置決めされている状態

【図７】ガラスリボンの分割経路に沿った可変パワー密度を示す、図６のガラスリボンの側面図

【図８】分割経路上においてガラスリボンに欠陥を形成するステップ

【図９】分割経路が複数のレーザビームに曝露され、各レーザビームが、分割経路上の対応する１つのセグメントに沿って熱応力を生成する、別の実施形態
【図１０】上流位置においてガラスリボン上の分割経路を曝露する装置の概略斜視図
【図１１】中間位置において分割経路を曝露する、図１０の装置の概略斜視図
【図１２】下流位置において分割経路を曝露する、図１０の装置の概略斜視図
【図１３】図１２の装置の概略斜視図であり、分割経路が熱応力下にある間に欠陥が分割経路上に形成されるのに応答して、ガラスシートがガラスリボンから分割経路に沿って分割される
【図１４】上流位置においてガラスリボン上の分割経路を曝露する別の装置の概略斜視図
【図１５】中間位置において分割経路を曝露する、図１４の装置の概略斜視図
【図１６】下流位置において分割経路を曝露する、図１４の装置の概略斜視図
【図１７】図１６の装置の概略斜視図であり、分割経路が熱応力下にある間に欠陥が分割経路上に形成されるのに応答して、ガラスシートがガラスリボンから分割経路に沿って分割される
【発明を実施するための形態】
【００５５】
これより、本開示の例示的実施形態を示す添付の図面を参照して、装置及び方法をより詳細に説明する。可能な場合は常に、図面全体を通して、同一又は同様の部品を指すために同一の参照番号を使用する。しかしながら、本開示は多数の異なる形態で実現してよく、本明細書に記載の実施形態に限定されるものと解釈してはならない。
【００５６】
本明細書中で開示される具体的実施形態は例示を意図したものであり、従って非限定的なものであることを理解されたい。従って本開示は、ガラスウェブを分割するための方法及び装置に関する。いくつかの実施形態では、ガラスウェブは、いずれのガラス成形プロセス又はガラス製造プロセスによって形成された、ガラスリボンを含むことができる。ガラスリボンは：ガラス成形装置又はガラス製造装置から直接提供でき；コア上にロール状又はコイル状に巻きつけることができるガラスリボンのスプールとして提供でき；あるいは自立型のガラスリボンとして提供できる。他の実施形態では、ガラスウェブは、いずれのガラス成形プロセス又はガラス製造プロセスによって形成された、ガラスシートを含むことができる。ガラスシートは：ガラスリボンから分割されたガラスシートとして；別のガラスシートから分割されたガラスシートとして；コア上にロール状又はコイル状に巻きつけられた１つ以上のガラスシートのスプールとして提供される１つ以上のガラスシートとして；ガラスシートの積層体として；あるいは自立型のガラスシートとして、提供できる。
【００５７】
ガラスウェブを、本開示の実施形態に従って分割することにより、１つ以上の追加のガラスウェブを形成できる。いくつかの実施形態では、ガラスウェブから分割された、上記１つ以上の追加のガラスウェブは、ガラスリボンを含むことができる。ガラスリボンは：ガラス成形装置又はガラス製造装置から直接提供されたガラスリボンから分割でき；コア上にロール状又はコイル状に巻きつけることができるガラスリボンのスプールとして提供されたガラスリボンから分割でき；あるいは自立型のガラスリボンとして提供されたガラスリボンから分割できる。他の実施形態では、ガラスウェブから分割された、上記１つ以上の追加のガラスウェブは、ガラスシートを含むことができる。ガラスシートは：ガラス成形装置又はガラス製造装置から直接提供されたガラスリボンから分割でき；コア上にロール状又はコイル状に巻きつけることができるガラスリボンのスプールとして提供されたガラスリボンから分割でき；あるいは自立型のガラスリボンとして提供されたガラスリボンから分割できる。更に他の実施形態では、ガラスシートは：ガラスリボンから分割されたガラスシートとして提供されたガラスシートから分割でき；別のガラスシートから分割されたガラスシートとして提供されたガラスシートから分割でき；コア上にロール状又はコイル状に巻きつけられた１つ以上のガラスシートのスプールとして提供された１つ以上

のガラスシートから分割でき；ガラスシートの積層体として提供されたガラスシートから分割でき；あるいは自立型のガラスシートとして提供されたガラスシートから分割できる。

【００５８】

更なる例では、ガラスウェブを分割することにより、ガラスウェブの残りの部分から縁部部分を除去できる。例えば上記縁部部分は、破棄してよく、又は更なる用途において更に処理してよい。

【００５９】

ガラスウェブから分割されたガラスシートは、所望のディスプレイ用途への更なる加工に好適なものとなり得る。ガラスシートは、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、電気泳動ディスプレイ（ＥＰＤ）、有機発光ダイオードディスプレイ（ＯＬＥＤ）、プラズマディスプレイパネル（ＰＤＰ）等を含む、幅広いディスプレイ用途に使用できる。ガラスシートを、ある場所から別の場所に輸送する必要がある場合がある。ガラスシートは、ガラスシートの積層体を所定の位置に固定するよう設計された従来の支持フレームを用いて、輸送してよい。更に、ガラスの各シート間に介在材料を配置することにより、ガラスシートの美しい表面の接触の防止、従って上記美しい表面の維持を支援できる。

【００６０】

これより、分割対象のガラスウェブがガラスリボンを含むいくつかの実施形態について説明するが、本開示の装置及び方法はそのように限定されない。実際には、本開示の装置及び方法は、上述のガラスウェブ等の多様なガラスウェブのうちのいずれの１つの分割に使用できる。

【００６１】

いくつかの実施形態では、ガラスリボンを含むガラスウェブの分割方法を、上記ガラスリボンの製作のために構成されたガラスリボン製造装置と併用してよいが、更なる実施形態では、他のガラス加工装置が提供される場合がある。いくつかの実施形態では、ガラスリボン製造装置は、スロットドロー装置、フロートバス装置、ダウンドロー装置、アップドロー装置、圧延装置、又は他のガラスリボン製造装置を含むことができる。例えば、図１は、ある量のガラス溶融物を加工するための装置の概略図であり、これは、後続の分割、例えば図示されているガラスシート１０４等の別のガラスウェブへの分割のために、ガラスリボン１０３をフュージョンドロー加工するための、フュージョンダウンドロー装置１０１を含む。フュージョンダウンドロー装置１０１は、貯蔵用蓋付き容器１０９からバッチ材料１０７を受承する溶融用容器１０５を含むことができる。バッチ材料１０７は、モータ１１３によって動力供給されるバッチ送達デバイス１１１によって導入できる。任意のコントローラ１１５を用いてモータ１１３を起動し、矢印１１７で示すように、所望量のバッチ材料１０７を溶融用容器１０５に導入できる。ガラス溶融物プローブ１１９を用いて、スタンドパイプ１２３内のガラス溶融物１２１の液位を測定して、測定した情報を、通信ライン１２５によってコントローラ１１５に通信できる。

【００６２】

フュージョンダウンドロー装置１０１はまた、溶融用容器１０５の下流に配置され、第１の接続導管１２９によって溶融用容器１０５に連結された、清澄用容器１２７等の第１の調質ステーションも含むことができる。いくつかの実施形態では、ガラス溶融物は、第１の接続導管１２９によって、溶融用容器１０５から清澄用容器１２７へと重力によって供給できる。例えば重力は、ガラス溶融物を、第１の接続導管１２９の内部通路を通して溶融用容器１０５から清澄用容器１２７へと通過させることができる。清澄用容器１２７内では、様々な技法によってガラス溶融物から気泡を除去できる。

【００６３】

フュージョンドロー装置は更に、清澄用容器１２７から下流に位置してよい、ガラス溶融物混合用容器１３１等の第２の調質ステーションを含むことができる。ガラス溶融物混合用容器１３１を用いて、均質なガラス溶融物組成物を提供でき、これによって、清澄用容器を出る清澄済みガラス溶融物内に存在し得る不均質性による束縛を低減又は排除できる。図示されているように、清澄用容器１２７は、第２の接続導管１３５によってガラス

溶融物混合用容器１３１に連結してよい。いくつかの実施形態では、ガラス溶融物は、第２の接続導管１３５によって、清澄用容器１２７からガラス溶融物混合用容器１３１へと重力によって供給できる。例えば重力は、ガラス溶融物を、第２の接続導管１３５の内部通路を通して清澄用容器１２７からガラス溶融物混合用容器１３１へと通過させることができる。

【００６４】

フュージョンドロー装置は更に、ガラス溶融物混合用容器１３１から下流に位置してよい、送達用容器１３３等の別の調質ステーションを含むことができる。送達用容器１３３は、ガラス成形デバイスへと供給できるようにガラスを調質してよい。例えば送達用容器１３３は、成形用容器へのガラス溶融物の一定の流れを調整及び提供するために、アキュムレータ及び／又はフローコントローラとして作用できる。図示されているように、ガラス溶融物混合用容器１３１は、第３の接続導管１３７によって送達用容器１３３に連結してよい。いくつかの実施形態では、ガラス溶融物は、第３の接続導管１３７によって、ガラス溶融物混合用容器１３１から送達用容器１３３へと重力によって供給できる。例えば重力は、ガラス溶融物を、第３の接続導管１３７の内部通路を通してガラス溶融物混合用容器１３１から送達用容器１３３へと通過させることができる。

【００６５】

更に図示されているように、下降管１３９を、ガラス溶融物１２１を送達用容器１３３から成形用容器１４３のインレット１４１に送達するよう位置決めできる。続いて、ガラスリボン１０３を、成形用ウェッジ１４７の基部１４５から離れるようにフュージョンドロー加工した後、ガラス分割装置１４９によって、別のガラスリボン又は図示されているガラスシート１０４等のガラスウェブへと分割してよい。図１は、ガラス分割装置１４９の全体的な概略図を示し、図２～５、７、及び８は、ガラス分割装置１４９の例示的な特徴の概略図を示す。実際には、図示されているように、ガラス分割装置１４９は、ドロー方向１００１等の搬送方向を横断する方向２２５（図２参照）に延在する分割経路１５１に沿って、ガラスリボン１０３からガラスシート１０４を分割できる。図１に示すように、本開示の実施形態のいずれにおいて、搬送方向１００１を横断する方向２２５は、搬送方向１００１に対して垂直な、又は搬送方向に対して別の角度の、方向２２５を含んでよい。いくつかの実施形態では、方向２２５は、ガラスリボン１０３の第１の外縁部１５３と第２の外縁部１５５との間の、ガラスリボン１０３の幅「W」に沿って延在する。図１に示すように、いくつかの実施形態では、ガラスリボン１０３の搬送方向１００１は、ガラスリボンのドロー方向を含むことができる。図示されている実施形態では、搬送方向１００１は、成形用容器１４３からフュージョンダウンドロー加工されるガラスリボン１０３のフュージョンドロー方向とすることができる。あるいは、ガラスリボンをガラスリボンのスプールから解いている場合、搬送方向は、それに沿ってガラスリボンがスプールから解かれる方向とみなすことができる。更に、ガラスウェブ（例えばガラスリボン、ガラスシート等）が、移動経路に沿って通過している場合、搬送方向は、上記移動経路に沿ってガラスウェブが移動する方向とみなすことができる。

【００６６】

一実施形態では、図１に示すように、ガラスリボン１０３の長さは、成形用ウェッジ１４７の基部１４５からガラスリボン１０３の外側端部１７１（例えば下端）まで延在する、ガラスリボン１０３の全体の長さ「Ｌ１」とみなすことができる。更なる実施形態では、ガラスリボン１０３の長さは、ガラスリボン１０３の全体の長さ「Ｌ１」の一部分とみなす場合がある。例えば、ガラスリボン１０３の長さは、ガラスリボン１０３の幅「W」に対して垂直な方向に沿った、ガラスリボンの寸法とみなすことができる。更に、又はあるいは、ガラスリボン１０３の長さは、ガラスリボン１０３のドロー方向１００１に沿った、ガラスリボンの寸法とみなすことができる。

【００６７】

別の実施形態では、ガラス分割装置１４９は、ガラスウェブから縁部部分（例えば縁部ウェブ部分）を分離してよい。例えば、図１に示すように、ガラス分割装置１４９は、ガ

ラスシート１０４の搬送方向を横断して延在する分割経路１６３に沿って、ガラスシート１０４の縁部部分１５９をガラスシート１０４の中央部分１６１から分離でき、分割経路１６３は、ガラスシート１０４の第１の縁部１６５と第２の縁部１６７との間に延在する。図示されている実施形態では、分割経路１６３は、ガラスシート１０４の搬送経路に対して垂直なガラスシートの長さ「Ｌ２」に沿って延在する。

【００６８】

図２は、図１に概略図で示されたガラス分割装置１４９を示す。上記ガラス分割装置は、レーザビーム２０３を生成するレーザビーム生成器２０１を含むことができる。一実施形態では、レーザビーム生成器はCO_2レーザビームを生成し、これは選択された経路を、エネルギの連続流に近いものであり得る比較的長いパルスで加熱できる。従ってレーザビーム２０３は、ガラスリボン（又はガラスシート１０４）上の選択された経路を、上記ガラスリボンに損傷を与えることなく加熱するよう設計できる。本出願の目的のために、「ガラスリボン上の選択された経路を、上記ガラスリボンに損傷を与えることなく加熱する」は、欠陥のないガラスリボンの分割が得られるような様式で、ガラスリボンに損傷を与えることなく経路を加熱することを意味することを意図している。「選択された経路を、ガラスリボンに損傷を与えることなく加熱する」こととしては、ガラスリボンを溶融させることなく加熱すること、ガラスリボンをアブレーションすることなく加熱すること、ガラスリボン内にフルボディ（ｆｕｌｌ　ｂｏｄｙ）割れを形成することなく加熱すること、及びガラスリボンを罫書くことなく加熱することが挙げられる。実際には、レーザビーム２０３は、ガラスリボンの損傷を回避することにより、以下に記載の欠陥の適用前にガラスリボンを分割することなく、ガラスリボン（例えばガラスリボン１０３又はガラスシート１０４）の分割経路１５１、１６３に沿った所望のレベルの熱応力の生成を可能にすることができる。

【００６９】

図２に更に示すように、例示的なガラス分割装置１４９は更に、ガラスリボン１０３又はガラスシート１０４の外側縁部部分２１１ａ、２１１ｂ又は第１の主面２１３上にレーザビームスポット２０９を提供するよう構成された、任意の一連の反射器２０５ａ、２０５ｂ、２０５ｃ、２０５ｄ及び１つ以上の光学レンズ２０７を含んでよい。本出願全体を通して、レーザビームは経路に沿って移動させることができ、レーザビームスポット２０９は、ガラスウェブの表面がレーザビーム２０３に曝露される領域とみなされ、この領域において、レーザビーム２０３がガラスウェブの表面と交差する。いくつかの実施形態では、レーザビームスポットは、円形若しくは長方形レーザビームスポット、又は分割経路１５１の全体の長さよりも大幅に小さな最大外側寸法を有する楕円形レーザビームスポットを含んでよい。このような実施形態では、後述のように、レーザビームスポットは、欠陥の適用前に分割経路に沿って繰り返し走査を行うことができる。本開示の更なる実施形態では、レーザビームスポットは、分割経路１５１の長さ全体にわたる、細長レーザビームスポットを含んでよい。例えば、この細長レーザビームスポットは、ガラスリボン１０３に対して走査を行わない、又は他の様式で移動しない、静止型レーザビームスポットを含んでよい。その代わりに、上記細長レーザビームスポットは、分割経路全体を同時に照射できる。いくつかの実施形態では、再配向されていないレーザビームは、分割経路の長さ全体より長く延在でき、及び／又はガラスウェブの縁部から離れた経路に沿って延在できる。実際には、以下に記載のいくつかの実施形態では、（例えばガラスウェブの縁部から離れて延在するように投射されることになる）レーザビームの一部分を再配向することによって、分割経路１５１上に欠陥を形成してよい。

【００７０】

レーザビームスポットが分割経路１５１の全体の長さより大幅に小さいいくつかの実施形態では、ガラス分割装置１４９は、図示されている多角形反射器２１５のような第１の反射器を含むことができる。上記第１の反射器は、第１の反射表面を含むことができる。例えば、図２に示すように、図示されている多角形反射器２１５は、八角形反射器を含むことができ、ここで上記第１の反射表面は、互いに一体であってよい、又は互いに近接し

て設置された別個のセグメントとして提供されてよい、８個の反射表面セグメント２１９ａ～ｈを備えることができる。更に、八角形反射器を使用してよいものの、本開示の態様に従って、これより多い又は少ない反射表面セグメントを有する他の反射器を使用してもよい。第１の反射表面、又は第１の反射器のいずれの反射表面、又は本開示のいずれの反射器のいずれの反射表面は、光を反射させる鏡の反射表面、研磨済み金属の反射表面、又は他の反射表面を含むことができる。更なる実施形態では、図示されているように、反射表面は平坦であってよいが、更なる実施形態では湾曲した（例えば凹状、凸状の）表面を設けることもできる。

【００７１】

一実施形態では、本方法は、第１の反射器を時計回り又は反時計回り方向に回転させることによって、ガラスリボン１０３又はガラスシート１０４の分割経路１５１、１６３のうちの一方又は両方を曝露するステップを含むことができる。例えば、図２～６及び８～９に示すように、多角形反射器２１５を、第１の回転軸２１８の周りで反時計回り方向２１７に回転させることによって、８個の反射表面セグメント２１９ａ～ｈそれぞれを、レーザビーム２０３の選択された経路内に位置決めしてよい。図面に示されている回転は、レーザビームスポット２０９の掃引の原理を示す。多角形反射器２１５の実際の構成及び／又は回転は、レーザビームスポット２０９がガラスリボンの第１の外縁部１５３から第２の外縁部１５５までの極限位置間を掃引するかどうか、又は図２～３及び６～１６に示すように、レーザビームスポット２０９がガラスリボンの少なくとも１つの縁部から離れた位置で掃引するかどうか等といった、多様な因子に左右される。

【００７２】

以下に記載されるように、レーザビームは、ガラスリボン上の分割経路１５１を加熱できる。図面全体を通して、分割経路１５１は破線で概略的に示されているが、実際の分割経路は、ガラスリボン、例えばガラスリボンの縁部部分及び／又は主面と一致することを理解されたい。図示されているように、分割経路１５１は、ガラス分割装置１４９に対面するガラスリボン１０３の外側縁部部分２１１ａ、２１１ｂ及び第１の主面２１３に沿って、第１の外縁部１５３から第２の外縁部１５５まで延在できるが、分割経路は、ガラスリボンの反対側の主面に沿って、又はガラスリボンの２つの主面の間の中間位置に、延在することもできる。実際には、図示されているように、分割経路１５１は、外側縁部部分２１１ａ、２１１ｂの外面と一致して延在でき、またガラスリボン１０３の第１の主面２１３と一致して延在できる。更に、図示されているように、第１の外側縁部部分２１１ａは第１の外縁部１５３を含むことができ、第２の外側縁部部分２１１ｂは第２の外縁部１５５を含むことができ、分割経路１５１は、ガラスリボンの幅「Ｗ」のかなりの部分又は全体にわたって延在できる。同様に、図１を参照すると、ガラスシート１０４は、第１の縁部１６５及び第２の縁部１６７を含むことができ、分割経路１６３は、ガラスシート１０４の長さ「Ｌ２」のかなりの部分又は全体にわたって延在できる。

【００７３】

これより、例示的な多角形反射器２１５を用いて分割経路１５１を加熱する例示的な方法を説明する。図２に示すように、例えば、第１の反射表面セグメント２１９ａがレーザビームの経路を横切る際、第１の反射表面セグメント２１９ａの第１の縁部部分２２１ａが初めにレーザビーム２０３の経路を横切って、鏡２２９から離れるレーザビーム経路２２８ａによって示されているようにレーザビームを反射する。続いて、２２８ｂ（図３参照）で示すうに、鏡２２９から反射したレーザビーム２０３は、位置３３１において分割経路１５１と交差するように配向される。一実施形態では、図７に示すように、位置３３１のレーザビームスポット７０３は、分割経路に対して垂直な方向よりも、分割経路１５１の方向において大きな、細長い長さを有することができる。分割経路１５１に沿って延在する細長い長さを有するレーザビームスポット７０３を提供することにより、分割経路１５１に沿った正確な割れの形成及び伝播を促進できる。

【００７４】

一実施形態では、概略図で示されているように、鏡２２９は、放物面鏡又は他の鏡を含

むことができ、上記鏡は、多角形反射器２１５の第１の回転軸２１８の周りにおける反時計回り方向２１７の回転角度を通して、位置３３１をレーザビームスポット７０３に曝露し続けるように、レーザビーム２０３を反射するよう設計される。実際には、図２に示すように、多角形反射器２１５が回転し続けるため、レーザビーム経路２２８ａは、鏡２２９を横断して新しい経路２３２ａへと走査を行う。２３２ｂで示すように、鏡２２９（例えば放物面鏡）から離れるように反射されたレーザビーム２０３は、依然として、位置３３１において分割経路１５１と交差するように配向されている。実際には、図示されている実施形態では、レーザビーム２０３は、多角形反射器２１５が第１の回転軸２１８の周りで反時計回り方向２１７に上記回転角度を通して回転する際に、レーザビームが鏡を横断して経路２２８ａから経路２３２ａまで走査を行う時間全体にわたって、位置３３１において分割経路１５１と交差し続ける。

【００７５】

いくつかの実施形態では、位置３３１のフットプリントは、レーザビームスポット７０３のフットプリントと一致し、従ってレーザビームスポット７０３は、多角形反射器２１５の上記回転角度の間に、位置３３１全体を照射する。更なる実施形態では、位置３３１はレーザビームスポット７０３のフットプリントより大きくてよく、ここで、レーザビームスポットは、多角形反射器２１５の上記回転角度を通してある距離を移動する。レーザビームスポット７０３及び位置３３１の相対的なサイズに関わらず、位置３３１は、レーザビームスポット７０３の位置３３１内への滞在時間の増大により、分割経路１５１の他の部分より高温に加熱される。更に、位置３３１は、以下に記載するように、レーザビームスポット２０９が分割経路にわたって掃引する際に、更に加熱される。

【００７６】

最終的に、多角形反射器２１５は上記回転角度を超えて回転し、レーザ２０３は放物面鏡２２９によって反射されなくなる。いくつかの実施形態では、図示されていないが、多角形反射器２１５が、レーザ２０３が放物面鏡によって反射されなくなるよう、十分に回転するとすぐに、レーザは鏡のそばを通過して、ガラスリボン１０３の外側縁部部分２１１ａ上の分割経路１５１を照射できる。更なる実施形態では、図３の経路３０１によって示されているように、多角形反射器２１５が、レーザ２０３が放物面鏡によって反射されなくなるよう、十分に回転するとすぐに、レーザは鏡２２９とガラスリボン１０３の外縁部１５３との間を通過でき、従ってレーザはガラスリボンに衝突せず、ガラスリボン１０３の第１の外側縁部部分２１１ａの外縁部１５３から離れるように移動する。外縁部１５３から離れるように移動するレーザビームを提供することにより、分割経路１５１の曝露を最大化でき、従って分割経路１５１のかなりの部分又は全体に沿った応力を最大化できる。

【００７７】

図３に更に示すように、レーザビームが外縁部１５３を離れるように移動するかどうかに関わらず、多角形反射器２１５の回転により、最終的には、経路３０３に沿って移動する、反射されたレーザビームが、ガラスリボン１０３をレーザビームスポット２０９まで横断する分割経路１５１の上流端部２２２を照射する。実際には、図示されているように、分割経路１５１の上流端部２２２はレーザビームスポット２０９に曝露され、これにより、分割経路１５１がその位置において加熱される。多角形反射器２１５が第１の回転軸２１８の周りで反時計回り方向２１７に回転し続けると、第１の反射表面セグメント２１９ａの角度が変化し、これにより、レーザビームスポット２０９は、ガラスリボン１０３の第１の外側縁部部分２１１ａから第２の外側縁部部分２１１ｂに向かって延在する方向２２５に沿って移動する。図７に示すように、レーザビームスポット２０９は最終的に、反射されたレーザビームスポット７０３によって既に加熱された位置３３１を通過し、これによって位置３３１を更に加熱する。図示されているように、いくつかの実施形態では、反射されたレーザビームスポット７０３は、レーザビームスポット２０９より小さなフットプリントを有してよく、これにより、位置３３１におけるレーザビームへの曝露が強化された、集束した領域が提供される。

【００７８】
図４は、多角形反射器２１５が回転することにより、これに続いて第１の反射表面セグメント２１９ａの中間部分２２１ｂがレーザビーム２０３の経路を横切り、レーザビームスポット２０９を反射して、分割経路１５１の中間位置４０１をレーザビームスポット２０９に曝露し、これによって上記位置において経路が加熱される様子を示す。
【００７９】
図５に更に示すように、多角形反射器２１５は、第１の回転軸２１８の周りで反時計回り方向２１７に更に回転でき、これにより、これに続いて第１の反射表面セグメント２１９ａの第２の縁部部分２２１ｃはレーザビームの経路５０７を横切り、レーザビームスポット２０９を反射して、分割経路１５１の下流端部５０１をレーザビームスポット２０９に曝露し、これによって上記位置において分割経路が加熱される。第１の回転軸２１８の周りでの反時計回り方向２１７の回転が更に増加することにより、第２の反射表面セグメント２１９ｂの第１の縁部部分５０３が、レーザビーム２０３の経路を横切ることになり、ここでレーザビームスポット２０９は、分割経路１５１の下流端部５０１から消滅し、図３に示すような経路２２８ａ～２２８ｂに沿って移動した後で、位置３３１に再び出現する。当然のことながら、実際のレーザビームは有限の直径を備えるため、レーザビームが隣接する反射表面セグメントの隣接する部分から同時に反射される瞬間がわずかに存在する。このような瞬間において、レーザビームスポット２０９は、掃引経路の極点に関連する複数の位置に部分的に出現し得る。例えば、短い期間の間、レーザビーム２０３は、第１の反射表面セグメント２１９ａの第２の縁部部分２２１ｃ及び第２の反射表面セグメント２１９ｂの第１の縁部部分５０３から同時に反射されることになる。このような瞬間において、レーザビームスポット２０９は、図５に示す位置に部分的に出現してよく、また図２～３の位置３３１に部分的に出現してよい。
【００８０】
従って、この加熱ステップは、レーザビームスポット２０９を分割経路１５１に沿って繰り返し通過させることにより、分割経路１５１に沿って熱応力を生成するステップを含むことができる。更に、図示されている実施形態では、レーザビームスポット２０９を繰り返し通過させる上記ステップは任意に、レーザビームスポット２０９を単一の方向２２５に繰り返し通過させるステップを含むことができる。実際には、多角形反射器２１５が第１の回転軸２１８の周りで、図示されている反時計回り方向２１７に回転する間に、反射表面セグメント２１９ａ～ｈのそれぞれが、レーザの経路を横切るため、レーザビームスポット２０９は常に、分割経路１５１の上流端部２２２から下流端部５０１へと、単一の方向２２５に移動する。レーザビームスポットは、多角形反射器２１５の回転速度に応じて、単一の方向２２５に沿って様々な速度で移動できる。例えばレーザビームスポットは、約０．５ｋｍ／秒～約６ｋｍ／秒、例えば約１ｋｍ／秒～約５ｋｍ／秒、例えば約２ｋｍ／秒～約４ｋｍ／秒、例えば約３ｋｍ／秒で、分割経路１５１に沿って移動できる。
【００８１】
更に、レーザビームスポット２０９を分割経路１５１に沿って繰り返し通過させることにより、分割経路１５１に沿って熱応力を生成することに加えて、位置３３１はまた、分割経路の他の部分より高温に加熱される。というのは、第１の外縁部１５３から離れるように掃引を行うレーザの一部分が再配向されて、レーザビームスポット７０３の位置３３１を照射し、これにより、分割経路１５１のこの領域が更に加熱されるためである。
【００８２】
図示されていないが、更なる実施形態では、分割経路１５１は、多様な方法で加熱してよい。例えば、複数のレーザビーム生成器２０１を設ける、及び／又はレーザビーム生成器によって生成されたレーザビームを２つ以上のレーザビームに分割することによって、多角形反射器の異なる複数の鏡、及び／又は１つの鏡の異なる複数の部分から、複数のレーザビームを同時に反射させてよい。従って、ガラス分割装置１４９の光学的構成に応じて、分割経路１５１に沿って単一の方向２２５に、又は対向する複数の方向に沿って、同時に移動する、複数のレーザビームスポットを提供できる。別の実施形態では、レーザビ

ーム生成器２０１によって生成されたレーザビーム２０３を、分割経路１５１全体を同時に加熱する細長レーザビームスポットへと伸長させてよい。このような実施形態では、レーザビームスポット２０９は、分割経路１５１全体を同時に加熱する間、及び第１の外縁部１５３から離れるように配向されたレーザビームの一部分を再配向して、位置３３１を更に加熱する間、静止したままとなり得る。また更なる例では、複数の静止型レーザビームスポットを提供することによって、分割経路１５１全体を加熱してよい。例えば、複数の静止型レーザビームスポットを、一方の端部から他方の端部までにわたって位置決めしてよく、ここで、全てのレーザビームスポットの全体としての長さは、外縁部１５３から離れるように配向されたレーザビームの一部分を再配向して、位置３３１を更に加熱する間、分割経路１５１の長さ全体に沿って、又は分割経路１５１の長さ全体より長い長さに沿って延在する。更なる実施形態では、複数の静止型レーザビームスポットを、互いに部分的に重なるように位置決めしてよく、ここでもまた、全てのレーザビームスポットの全体としての長さは、分割経路１５１の長さ全体に沿って、又はそれより長い長さに沿って延在する。

【００８３】

更に別の実施形態では、複数のガラス分割装置１４９を設けてよく、これらはそれぞれ、分割経路全体のうちのあるセグメントを、レーザビームスポット２０９に曝露する。例えば図９に示すように、上述のガラス分割装置１４９と任意に同等又は同一であってよい、複数のガラス分割装置１４９を設けてよい。なお、図９には５個のガラス分割装置１４９が示されているが、この図は、本明細書に添付されている請求項の範囲を限定するものではない。というのは、請求対象の主題の実施形態において、いずれの個数のガラス分割装置（例えば１個、２個、３個から、６個以上のガラス分割装置）を使用できるためである。各ガラス分割装置１４９は、レーザビーム９０２、９０４、９０６、９０８、９１０を生成してよく、これらは、各レーザビームが提供する各レーザビームスポット２０９によって、分割経路全体に沿った対応する被加熱セグメント９０１、９０３、９０５、９０７、９０９に沿って、熱応力を生成できる。いくつかの実施形態では、上記被加熱セグメントは、ガラスリボン１０３に沿った分割経路を加熱するために、一方の端部から他方の端部までにわたって位置決めしてよい。しかしながら、図示されているように、各被加熱セグメントは、セグメント間における分割経路の十分な加熱を提供するために、重複領域９１１、９１３、９１５、９１７において少なくとも１つの隣接する被加熱セグメントと重なっていてよい。いくつかの実施形態では、上記重複領域は、被加熱セグメント９０１、９０３、９０５、９０７、９０９のうちの少なくとも１つの長さの約５％～約４０％、例えば被加熱セグメントのうちの少なくとも１つの長さの約１０％～約３０％、例えば約１０％～約２５％の、重複長さを含んでよい。一実施形態では、対応する被加熱セグメント９０１、９０３、９０５、９０７、９０９はそれぞれ、約８００ミリメートル（ｍｍ）の長さを有することができ、ここで各重複領域９１１、９１３、９１５、９１７は、約１００ｍｍの重複長さを有する。複数のセグメント及び任意の重複領域を設けることにより、ガラスリボンに沿って延在する分割経路全体に沿った、十分なレベルの熱応力の達成を支援できる。

【００８４】

図９に更に示すように、レーザビームの一部分を再配向して、上述の放物面鏡２２９等の鏡を用いて、レーザビームの一部分を再配向し、欠陥８０１を形成できる。あるいは、図示されているように、図示されている平坦な鏡９１９等の鏡が、経路２２８ａ、３０３に沿ってこれらの間でレーザを反射する、光学的構成を設けてよく、これにより、位置３３１において（例えばレンズ９２１によって）集束して、図７に関して上述したものと同様又は同一のビームスポットプロファイルを提供する。図示されているように、レンズ９２１は、レーザが鏡９１９によって反射される前の上流に設けてよく、従ってレーザビームは、鏡９１９によって反射される前に集束し始める。代替実施形態では、レンズ９２１は、鏡９１９の下流に位置してよく、これによりレーザビームは、鏡９１９によって反射された後に集束し始める。図９では、平坦な鏡９１９及びレンズ９２１を、レーザビーム

の一部分を再配向するための方法として図示しているが、このような構成は、本開示の実施形態のうちのいずれに設けてもよい。

【００８５】

本開示のいくつかの実施形態は、レーザビームスポットがガラスリボンのかなりの部分、例えばガラスリボンの寸法全体を横断して移動することを実証しており、またいくつかの実施形態では、レーザビームスポットはガラスリボンから離れるように移動することも示されている。従って、分割経路１５１、１６３も同様に、ガラスリボンのかなりの部分、例えばガラスリボンの寸法全体を横断して延在できる。例えば図示されているように、レーザビームスポット２０９は、ガラスリボン１０３の幅「W」全体に沿って、第１の外縁部１５３から第２の外縁部１５５まで通過し、従って分割経路１５１は、ガラスリボン１０３の幅「W」全体に延在する。同様に、図１に更に示されているように、レーザビームスポット２０９は、ガラスシート１０４の長さ「Ｌ２」全体に沿って、第１の縁部１６５から第２の縁部１６７まで通過し、従って分割経路１６３は、ガラスシート１０４の長さ「Ｌ２」全体に延在する。いくつかの実施形態では、分割経路１５１、１６３は、約５０ｍｍ～約５０００ｍｍ、例えば約５０ｍｍ～約１０００ｍｍとすることができるが、更なる実施形態では、レーザビームスポット２０９は、より長い又はより短い経路に沿って移動する場合もある。

【００８６】

レーザビームスポット２０９は、円形スポットを含むことができるが、更なる実施形態では、楕円形又は他のスポット形状を提供してもよい。円形レーザビームスポットの、集束した最も細い部分における最小直径は、スポットの強度プロファイルの１／ｅ^{2}として決定した場合に、約１ｍｍ～約２ｍｍとすることができるが、更なる実施形態では、他の寸法を提供してもよい。同様に、楕円形又は他のスポット形状の最大長さは、約１ｍｍ～約３ｍｍとすることができるが、更なる実施形態では、他の寸法を提供してもよい。例えば、静止型レーザビームを利用する場合、レーザビームスポットの形状は、大幅に細長くなり得、数十ｃｍの長さ、例えば１メートルを超える長さを有する場合がある。１つ以上の静止型レーザビームスポットを用いて、分割経路１５１を曝露してよい。

【００８７】

上述のように、図３の経路３０１によって示されているように、レーザビームは、分割経路１５１の上流端部２２２及び／又は下流端部５０１等の、分割経路の少なくとも１つの端部を掃引できる。実際には、図３の経路３０１によって示されているように、レーザビームは、分割経路１５１の上流端部２２２を掃引できる。更に、図６の経路６０１によって示されているように、更なる実施形態では、レーザビームは、分割経路１５１の下流端部５０１を掃引できる。レーザビームが上流端部２２２及び下流端部５０１の両方を掃引する構成を提供することにより、レーザビームによる加熱に対する分割経路１５１の曝露の最大化を支援でき、分割経路１５１の全ての部分が十分なレベルの熱応力を得ることを保証できる。更に、レーザビームが、上流端部又は下流端部のうちの少なくとも一方を掃引できるようにすることにより、放物面鏡２２９又は他の鏡が、分割経路の端部から離れるように移動するレーザビームのエネルギを再配向して、分割経路１５１の位置３３１を曝露させ、分割経路のこの部分を更に加熱できる。

【００８８】

図６に更に示すように、分割経路１５１をガラスリボンに沿って曝露する間、ガラスリボンを、分割経路１５１全体がレーザビームの集束深さ「ＤＯＦ」内に位置するように位置決めしてよい。集束深さ「ＤＯＦ」は、以下の式：

【００８９】

【数１】

$$DOF = \left(\frac{8\lambda}{\pi}\right)\left(\frac{F}{D}\right)^2$$

【００９０】
で計算でき、ここで「Ｆ」はレンズ２０７の焦点距離であり、「Ｄ」はレンズの前におけるビーム直径であり、「λ」は波長である。
【００９１】
分割経路１５１全体をレーザビーム２０３の集束深さ内に位置決めすることにより、レーザビームから分割経路１５１へのエネルギ伝達効率の向上を支援できる。レーザビームの集束深さは、分割中のガラスの反り、厚さ変動、及び運動の振幅を超えるため、集束深さにより、可変厚さを有し、かつレーザビーム生成器２０１に対して移動する、又は配向をある程度変化させる場合もある、非平坦ガラスの分割が可能となる。いくつかの実施形態では、集束深さ「ＤＯＦ」は、約２０ｍｍ～約４００ｍｍ、例えば約２０ｍｍ～約２００ｍｍとすることができるが、更なる実施形態では、他の集束深さを提供してもよい。
【００９２】
更に、いくつかの実施形態では、ガラスリボンの経路に加えてガラスリボン全体を、集束深さ内に位置決めしてよい。レーザビームの集束深さは、本開示の方法中の、レーザビーム生成器に対する、ガラスの厚さ、ガラスの反り、又はその他の起こり得るガラスリボンの位置の変化のばらつきを超える程度に十分に大きくすることができる。
【００９３】
更に、いくつかの実施形態では、ガラスリボンの主面上におけるレーザビームスポット２０９の寸法は、分割経路１５１に沿ってレーザビームスポットを繰り返し通過させる間、特に分割経路の端部付近において、変動する。例えば、ガラスリボンの主面上におけるレーザビームスポット２０９の寸法は、レーザビーム２０３を掃引経路６０３又は掃引経路６０５に沿って集束させる際に、分割経路１５１に沿って変動し得るが、ガラスリボンが集束深さ内に引き続き維持されている間に、他の掃引経路を設けてもよい。
【００９４】
図７に示すように、レーザビームスポット２０９は、掃引経路６０５に沿って移動する場合、分割経路１５１に沿ったレーザビームスポット２０９の直径及び形状の変化により、図示されている切欠き部を有する楕円形パワー密度領域７０１によって表される可変パワー密度を分割経路１５１に沿って印加してよい。ガラスリボンの表面上のレーザビームスポット２０９の楕円形パワー密度領域７０１は切欠き部を有するが、これは、図７に示す実施形態において、レーザビームスポットをガラスリボンから離れるように意図的に移動させるためであり、パワー密度の残りの部分は鏡（例えば放物面鏡２２９）によって位置３３１へと再配向され、ここで、もう一方の端部は、任意に切欠き部を有しない楕円形パワー密度領域を含んでよく、この領域では、レーザがガラスリボンの第２の外縁部１５３から離れるように移動する。
【００９５】
外側縁部部分２１１ａ、２１１ｂが厚みのある縁部ビードを備える場合、２つのレーザビーム２０３を用いてガラスリボンを分割すると、更に有益となり得、上記２つのレーザビーム２０３は、上記厚みのある縁部（例えば縁部ビード）に又はその付近に位置する最大パワー密度を生成し、また各レーザビームスポットの一部分はガラスリボンの中央領域で重なる。最大パワー密度が、上記厚みのある縁部又はその付近に位置するため、より高い熱応力を、上記厚みのある縁部ビードに向けることができ、結果として熱応力が増大する。同時に、レーザビームスポットの尾部によって提供される比較的低いパワー密度が部分的に重なることにより、重なったレーザビームスポットからの二重の曝露によって、熱応力の増強をもたらすことができる。このような重複は、図９に示す重複領域９１１、９１３、９１５、９１７においても提供でき、ここでは、二重曝露によって、被加熱セグメントの外側端部における比較的低いパワー密度の問題を解消でき、これにより、ガラスリボンに沿って延在する分割経路全体に沿った、十分なレベルの熱応力の達成を支援できる。
【００９６】
分割経路１５１の局所的加熱は、ガラスリボンの異なる複数の部分間に温度差を形成し、これが分割経路１５１に沿って熱応力を生成する。上述のように、分割経路１５１を加

熱するプロセスは、所定のレベルの応力が得られるまで実施できる。いくつかの実施形態では、応力の好ましい所定のレベルは、ガラスの歪み点の約７０％～約１００％、例えばガラスの歪み点の約８０％～約１００％、約９０％～約１００％、例えば約９５％～約１００％である、分割経路１５１に沿った温度に対応する応力である。このレベルの加熱によりガラスリボン内の残留応力の生成が回避される。更なる実施形態では、所定のレベルの応力は、ガラスの歪み点からアニール点までの、分割経路１５１に沿った温度に対応する応力である。比較的低い温度も可能であるが、場合によっては、分割経路１５１に沿った熱応力を最大化するために、比較的高温に到達することが望まれる場合がある。比較的高い熱応力を提供することにより、以下で更に十分に説明される欠陥の適用後の、分割時間の削減を支援できる。いくつかの実施形態では、分割時間は、欠陥の生成後、約０．１秒～約３秒とすることができるが、更なる実施形態では、他の分割時間も可能である。

【００９７】

分割経路を所望のレベルの熱応力まで加熱するために必要な時間は、レーザ出力、ガラスのタイプ、ガラスの寸法、ガラスの厚さ又は他の因子といった、幅広い因子に左右され得る。いくつかの実施形態では、分割経路１５１、１６３は、約３００Ｗ～約１．５ｋＷのCO_2レーザ出力及び約０．１ｍｍ～約３ｍｍのガラス厚さにおいて、約０．１秒～約５秒の範囲内で十分に加熱できる。

【００９８】

上述のように、ガラスリボン（例えばガラスリボン、ガラスシート等）の分割方法は、ガラスリボン上の分割経路１５１を少なくとも１つのレーザビームスポット２０９に曝露して、ガラスリボンに損傷を与えることなく、分割経路に沿って熱応力を生成するステップを含むことができる。上記方法はまた、分割経路が、ガラスリボン上の分割経路を少なくとも１つのレーザビームスポット２０９に曝露する上記ステップ中に生成された熱応力下にある間に、分割経路上に欠陥を形成するステップも含むことができ、このステップの後すぐに、ガラスリボンは上記欠陥の形成に応答して、分割経路に沿って分割される。

【００９９】

一実施形態では、欠陥は、分割経路を少なくとも１つのレーザビームスポット２０９に曝露する上記ステップ中に、所定のレベルの熱応力が分割経路１５１に沿って得られた後で、形成される。実際には、分割経路全体が所定のレベルの熱応力下にあるため、欠陥の形成開始は直接的に、欠陥の形成に応答した、分割経路に沿ったガラスリボンの分割をもたらす。この分割は、欠陥が形成されているときに、又は欠陥の形成直後に開始できる。従って、ガラスリボンの分割は、欠陥の直接的な結果として発生し得、上記欠陥は、フルボディ割れを分割経路全体に沿って迅速に伝播させて、レーザビームスポット２０９によって得られる上記所定のレベルの熱応力に基づいて、ガラスシートに対する曲げ、冷却又は他の応力印加といった他の分割力の支援なしに、ガラスリボンを分割する。本明細書中で使用される場合、用語「フルボディ割れ（ｆｕｌｌ　ｂｏｄｙ　ｃｒａｃｋ）」は、ガラスリボンの全厚を通って延在する割れを指す。本開示の態様に従ってガラスウェブ（例えばガラスリボン）を分割するための時間は、ガラスウェブを分割するために必要な時間を、従来の技法に比べて大幅に短縮できる。従って、本開示の態様は、従来の技法に比べて迅速なガラスウェブの分割が望ましい用途において、有益となり得る。例えば、ドロー速度が上昇した用途では、ガラスリボンの所与の移動長さ以内に分割を発生させるために、迅速な分割が有益となり得る。更に、本開示の方法は、昇温条件下でもガラスリボンを分割できる。例えば、ガラスリボンが室温である間に分割を行うことができるが、ガラスリボンが、典型的にはガラスの歪み点未満である昇温、例えば４００℃までの温度であるときに、分割を行うこともでき、ただし更なる実施形態では他の最大温度を提供してもよい。従って、本開示の方法は、成形プロセス中又は他の加工手順中にガラスリボンが冷却される前に、分割を提供できる。

【０１００】

一実施形態では、図８に示すように、上述の実施形態のうちのいずれにおいて、欠陥を形成するステップは、選択された分割経路を少なくとも１つのレーザビームスポット２０

９に曝露することによって、上記分割経路に沿って熱応力を生成するステップを実施している間に実施できる。分割経路を曝露する上記ステップ中に欠陥を形成することにより、欠陥の形成に直接応答して発生する迅速な分割を提供するために十分なレベルの熱応力を、分割経路に沿って維持することを支援できる。いくつかの実施形態では、選択された分割経路を曝露する上記ステップは、欠陥を形成する上記ステップの開始後に完了してよく、また、分割経路に沿ったガラスリボンの分割が完了するまで継続されていてもよい。分割経路の曝露中に欠陥を形成することの別の利点は、欠陥を曝露前に生成した場合に曝露（加熱）中に開始され得る、制御不可能な破損の確率の低減である。これにより、強化ガラス、積層ガラス構造体、及び高い内部応力を有する他のいずれのガラス製品の、信頼性の高い分割が可能となる。更に、経路の曝露中に欠陥を形成することの別の利点は、分割に必要な全時間の削減である。

【０１０１】

更なる実施形態では、選択された分割経路１５１を曝露する上記ステップは、欠陥の形成直前、欠陥の形成時、欠陥の形成直後、又は欠陥の形成の少し後に、完了してよい。このような実施形態では、欠陥は、分割経路に沿った分割を提供するために十分な残留熱応力が分割経路に沿って存在するときに、依然として形成できる。しかしながらいくつかの実施形態では、欠陥の形成中及び欠陥の形成後にも（例えばガラスリボンの分割全体の間）、分割経路１５１を少なくとも１つのレーザビームスポット２０９に曝露し続けることによって、分割の速度を上昇させることができる。実際には、欠陥の形成中に分割経路を曝露し続けることにより、所定の熱応力、例えば最大熱応力を、分割経路に沿って維持することによって、分割の速度を上昇させることができる。しかしながら、過熱による分割縁部に沿った残留応力の生成を最小化又は回避するために、分割経路の過剰曝露は回避しなければならない。

【０１０２】

欠陥を形成する上記ステップは、多様な方法で実施してよい。例えば図１に概略図で示すように、一実施形態では、欠陥は、例えば機械的工具１６８（例えば罫書き用ホイール、圧子、回転工具（回転ディスク）、ダイヤモンドチップ等）を用いて、ガラスリボン１０３に機械的に係合することによって、形成してよい。実際には、スクライブの先端が、表面の不完全部分（例えば表面の割れ）といった欠陥８０１を形成できる。更なる実施形態では、欠陥を、点状欠陥又は罫書き線として提供してよい。図示されていないが、空気軸受又は機械的接触型支持部材といった支持デバイスを設けることにより、スクライブによって印加される力に対する反作用を支援して、欠陥８０１の形成を支援できる。

【０１０３】

別の実施形態では、図１に示すように、欠陥は、分割経路１５１の加熱に使用されるレーザビーム生成器２０１とは異なるレーザビーム生成器１６９を用いて形成してよい。図１に示すように、レーザビーム生成器１６９は、ガラス分割装置１４９から分離されていてよい。更なる実施形態では、レーザビーム生成器１６９は、ガラス分割装置１４９と共に移動するように設置されていてよい。例えば、図２、４～６、８及び９に示すように、レーザビーム生成器１６９を、ガラス分割装置１４９のフレーム、シャーシ、又は他の構造的特徴部分に設置してよい。いくつかの実施形態では、ガラス分割装置１４９の移動が、レーザビーム生成器１６９の対応する移動をもたらしてよい。このような実施形態では、レーザビーム生成器１６９を、ガラス分割装置１４９と共に移動するように設置することにより、適切な瞬間に位置３３１を照射するためのレーザの整列を、単純化できる。実際には、分割経路１５１を加熱するために、移動するガラスリボンにガラス分割装置１４９が追従する実施形態では、レーザビーム生成器１６９は同様に移動して、移動するリボンを追跡するため、又はリボンと共に移動する位置３３１がレーザビーム生成器１６９と整列する瞬間にレーザビーム生成器１６９の起動のタイミングを合わせるために、レーザビーム生成器１６９の位置を調節する必要なしに、常に分割経路１５１の位置３３１に集束させることができる。更に、レーザビーム生成器１６９は、ガラスリボン１０３からレーザビーム生成器１６９への熱の放射を低減するために十分な、リボン１０３からの距離

（例えばリボンから１．５メートル以上）に、設置できる。従って、ガラスリボン１０３からの熱による、レーザビーム生成器１６９の高コストの冷却の増強を回避できる。

【０１０４】

一実施形態では、レーザビーム生成器１６９は、表面の不完全部分等の欠陥８０１を形成するために使用できるパルスレーザを生成できるが、表面下の不完全部分を提供してもよい。いくつかの実施形態では、レーザビーム生成器１６９によって生成される欠陥８０１は、割れ、点状欠陥、罫書き線、又は他の欠陥を含むことができ、ここでこれらの欠陥は任意に、アブレーションプロセスによって形成されてもよい。いくつかの実施形態では、レーザビーム生成器１６９は、CO_2レーザパルスバーストによって誘発される熱応力によって欠陥８０１を形成するための、パルスバーストモードの比較的低出力のCO_2レーザを備えることができる。更なる実施形態では、レーザビーム生成器１６９は、誘発されるパルス状のアブレーションによって欠陥８０１の形成を開始させることができる、短パルスダイオード励起固体レーザ（ｓｈｏｒｔ‐ｐｕｌｓｅ ｄｉｏｄｅ ｐｕｍｐｅｄ ｓｏｌｉｄ ｓｔａｔｅ ｌａｓｅｒ：ＤＰＳＳ ｌａｓｅｒ）を備えることができる。本開示の実施形態のうちのいずれにおいて、欠陥８０１は、分割経路１５１の方向に延在する、細長いアブレーションを含んでよく、これにより、分割経路１５１に沿ったガラスリボンの分割の適切な配向を支援できる。

【０１０５】

別の実施形態では、分割経路１５１を加熱して分割経路１５１に沿った応力プロファイルを生成するために使用されるものと同一のレーザビーム生成器２０１によって、欠陥８０１の形成を開始してよい。実際には、上述のようにいくつかの実施形態では、レーザビーム生成器２０１が生成したレーザビームの一部分を再配向することによって、位置３３１を更に加熱し、欠陥８０１を形成できる。同一のレーザビーム生成器２０１を使用することにより、分割経路１５１に沿って十分なレベルの応力が達成されるとすぐに欠陥８０１の形成を開始できるようにしたまま、装置の複雑性を低減できる。実際には、分割経路に沿って所望の応力プロファイルを提供するために分割経路１５１を加熱すると、上記位置はより高温で更に加熱され、ここで欠陥８０１（例えばアブレーション）は、分割経路１５１に沿って所望の応力プロファイルが得られるとすぐに発生するように設計される。よって、レーザビーム生成器２０１によって生成されたレーザビームに対する位置３３１の曝露が、分割経路１５１に沿ってガラスリボン１０３内に欠陥８０１を形成するために十分なものとなると、分割経路１５１は、分割経路１５１に沿って所望の応力プロファイルを形成するために、同一のレーザビーム生成器２０１によって既に加熱されているため、ガラスリボンの分割が発生する。

【０１０６】

いくつかの実施形態では、欠陥は、レーザビームスポットに曝露されるガラスリボンの側部の反対側の、外向きの側部上に位置できる。更なる例では、欠陥は、レーザビームスポットに曝露される内向きの側部上に位置でき、更には、ガラスリボンの両側上の欠陥を含んでもよい。また更に、欠陥は、リボンの外縁部上、一方の隅部上、又は両方の隅部上（例えば２つの欠陥）に位置してもよく、又は欠陥は、内向きの表面から外向きの表面まで延在する連続的な欠陥であってもよい。

【０１０７】

いくつかの実施形態では、欠陥を罫書き線として提供すると、適切なフルボディ割れを分割経路１５１、１６３の方向に沿って配向するのを支援するために有益となり得る。例えば、罫書き線は、分割経路１５１、１６３に沿って延在する長さと、分割経路に対して垂直な幅とを有することができる。罫書き線は、いくつかの実施形態において表面溝又は他の不完全部分を形成し得る表面アブレーションの形態の、アブレーションされた線を含むことができる。例示的な罫書き線は、広範な長さ及び幅、例えば約０．５ｍｍ～約５ｍｍの長さ及び約０．１ｍｍ～約０．３ｍｍの幅を有することができる。表面欠陥として提供される場合、欠陥の深さは、ガラスのタイプに応じて、約５マイクロメートル～約５００マイクロメートルとすることができる。例えば化学強化ガラスの場合、ガラスリボンの

化学強化層を通過した位置まで到達するために、比較的深い欠陥を提供してよい。

【０１０８】

欠陥８０１は、分割経路上等、分割経路１５１、１６３に沿ったいずれの位置に設けてよい。一実施形態では、欠陥は、ガラスリボンの第１の外縁部１５３及び第２の外縁部１５５のうちの一方の付近に位置する。一実施形態では、以下に記載するようにレーザビームスポット２０９の走査が開始される第１の外縁部１５３の付近に、欠陥が位置することが有益となり得る。例えば、図８に示すように、欠陥８０１をガラスリボン１０３の第１の外縁部１５３と第２の外縁部１５５との間に適用でき、又は更なる実施形態では、欠陥を第１の縁部及び／若しくは第２の縁部に設けてよい。欠陥を第１の縁部と第２の縁部との間に適用することは、割れが、ガラスリボンの縁部に存在し得る縁部の不完全部分ではなく、欠陥の位置において伝播し始めることを保証するのを支援するために有益となり得る。更に、欠陥をガラスリボン１０３の第１の縁部と第２の縁部との間に適用することにより、ガラスリボンのより迅速な分割を得ることもできる。いくつかの実施形態では、欠陥は、ガラスリボン１０３の外側縁部部分２１１ａ、２１１ｂに一般に形成される、厚みのある縁部ビード上に形成できる。あるいは、図８及び９に示すように、欠陥は任意に、上記厚みのある縁部ビードの内側に設けてよい。図８及び９に示すように、いくつかの実施形態では、欠陥８０１は、第１の縁部（例えば１５３、１６５）から距離「Ｄ」に形成してよく、いくつかの実施形態では「Ｄ」は０mmであり、この場合欠陥８０１は外縁部に形成される。いくつかの実施形態では、欠陥８０１は、０mm～約５０mm、例えば０mm～約３５mm、例えば０mm～２５mm、例えば約０mm～約１０mmである距離「Ｄ」に形成してよい。実際には、欠陥８０１は、分割経路に沿ったいずれの位置に形成してよい。更に、いずれの個数の２つ以上の欠陥を分割経路に沿って形成してよく、分割は、第１の縁部から第２の縁部に向かう方向、第２の縁部から第１の縁部に向かう方向に発生してよく、又は分割は、第１の縁部に向かう方向及び第２の縁部に向かう方向の両方に発生してよい。例えば、１つ以上の欠陥８０１を分割経路の中央部分に設けてよく、ここでは分割は、反対方向（即ち第１の縁部に向かう方向及び第２の縁部に向かう方向）に同時に伝播する１つ以上の割れによって発生してよい。

【０１０９】

いくつかの実施形態では、欠陥は、分割経路の中央部分、又はガラスリボン１０３の第１の縁部若しくは第２の縁部付近に形成してよい。一実施形態では、図８に示すように、欠陥８０１は、第２の外縁部１５５よりも第１の外縁部１５３の付近に形成してよい。欠陥８０１をガラスリボンの第１の外縁部１５３付近（例えば第１の外縁部１５３から距離「Ｄ」）に設けることは、上述のように、レーザビームスポット２０９がガラスリボンの第１の外縁部１５３から第２の外縁部１５５に向かう単一の方向２２５に移動する場合に、特に有益となり得る。このような実施形態では、ガラスリボン１０３の第１の外縁部１５３は、レーザビームスポット２０９の移動経路に沿って、単一の方向２２５において上流にある。フルボディ割れは、レーザビームスポット２０９の単一の方向２２５に伝播する傾向を有するため、欠陥をガラスリボンの第１の外縁部１５３付近に配置することにより、フルボディ割れを、方向２２５においてガラスリボンの幅（又は長さ）を横断するように下流に迅速に伝播させるのを支援できる。更に、フルボディ割れを、第１の外縁部１５３と交差するように上流にも伝播させるために十分に近い距離「Ｄ」に、欠陥８０１を配置できる。

【０１１０】

更に、図９を参照すると、レーザビーム９０２、９０４、９０６、９０８、９１０のタイミングを合わせることによって、各レーザビームのレーザビームスポットを、対応する単一の方向２２５ａ、２２５ｂ、２２５ｃ、２２５ｄ、２２５ｅに沿って、連続したパターンで移動させることができ、これにより、隣接するレーザビームスポットが重複領域９１１、９１３、９１５、９１７に沿って同時に存在できる。従って、レーザビームスポットは、ガラスリボンの全幅又は全長さを横断して単一の方向に沿って略連続して移動してよく、これにより、分割経路全体に沿ったフルボディ割れの迅速な誘発を支援できる。

【０１１１】
上述の方法のいずれは、ガラスシート又はガラスリボン等のガラスウェブの分割に適用してよい。従って、ガラスリボン１０３に関して説明されている実施形態は、ガラスシート１０４又は他のガラスウェブにも適用できる。例えば、図１に関して図示されているように、分割経路１５１は、ガラスリボン１０３の幅「W」を横断して、ガラスリボン１０３の第１の外縁部１５３と第２の外縁部１５５との間に延在できる。このような実施形態では、欠陥の形成により、図１に示すように、ガラスシート１０４がガラスリボン１０３から分割される。これもまた図１に示されている更なる実施形態では、分割経路１６３は、ガラスシート１０４の長さ「Ｌ２」に沿って、ガラスシートの第１の縁部１６５と第２の縁部１６７との間に延在できる。このような実施形態では、欠陥の形成により、ガラスシート１０４の縁部部分１５９をガラスシート１０４の中央部分１６１から分割できる。
【０１１２】
上述の方法のいずれは、（図示されているように）平坦であってよい、又はＣ字型、Ｓ字型若しくは他の構成に曲げられる等した平坦でない（例えば反った）構成を有してよい、多様なガラスリボンの分割を促進できる。更に、上記方法のいずれは、略均一な厚さを有する、又は不均一な可変厚さを有する、ガラスリボンの分割を促進できる。例えば図示されているように、比較的厚い縁部ビードと比較的薄い中央部分とを有するガラスリボンを分割できる。
【０１１３】
別の実施形態では、ガラスリボンは、ガラスリボンが比較的静止しているときに分割しても、又はガラスリボンが移動しているときに分割してもよい。例えばガラスリボンは、ガラスリボンが成形用部材からドロー加工されている際には、又はガラスリボンが成形用部材に対してわずかに揺動している及び／若しくはねじれている場合には、運動中に分割され得る。また更に、本開示の方法のいずれは、ガラスリボンのおおよその歪み点を超えない昇温下にあるガラスリボンの分割に使用できる。
【０１１４】
更に、本開示の方法は、非強化ガラス又は強化ガラスの分割に使用できる。例えば上記方法は、圧縮下の少なくとも１つの外層と張力下の別の層とを含む強化ガラスリボン（例えば化学強化ガラスリボン）の分割に使用できる。ある特定の実施形態では、本開示の方法は、両側が強化された強化ガラスリボンの分割に使用でき、ここで、上記ガラスリボンの２つの主面は圧力下であり、上記ガラスリボンの中央部分は張力下である。
【０１１５】
更なる実施形態では、本開示の方法は、積層ガラスリボン層を備えるガラスリボンの分割に使用してよい。一実施形態では、積層構造体は、圧縮表面層と、張力下の中央層とを備えることができる。別の実施形態では、積層構造体は、２つの圧縮表面層と、これら２つの圧縮層の間に挟まれた張力下の中央層とを備えることができる。また更なる実施形態では、本開示の方法は、複数の層のうちの少なくとも２つが異なる組成及び／又は異なる熱膨張係数を含む、積層ガラスリボン層の分割に使用してよい。他の実施形態では、ガラスリボンは、化学強化又は熱強化ガラスであってよく、ここでは上記ガラスリボンは、イオン交換又は熱処理によって生成された表面圧縮応力層を備える。
【０１１６】
更なる実施形態では、レーザビームの集束深さは、ガラスの厚さの変動の振幅、反りの振幅、ビーム源に対するガラスの運動の振幅、又は処理条件の他のばらつきを超えるものであってよい。
【０１１７】
図１０～１７は、ガラスリボンがガラスリボンの長さの方向に沿って移動する間にガラスリボン１０３を分割できる、例示的な装置及び方法を示す。特段の記載がない限り、図１～９を参照して上述した本開示の態様は、図１０～１７の例示的な装置及び方法に適用できる。
【０１１８】

図１０～１３は、ガラスリボン１０３からガラスシート１０４を分割するための例示的なガラス分割装置１０４９を示す。図１４～１７は、ガラスリボン１０３からガラスシート１０４を分割するための別の例示的なガラス分割装置１４４９を示す。図１０～１３及び図１４～１７の実施形態は、図１～９に示されている実施形態と同様又は同一であり得るが、簡略化によって反射器２０５ａ～ｃのうちの１つ以上が任意に除去されている場合がある。各ガラス分割装置１０４９、１４４９は、既により十分に説明した、レーザビーム２０３を生成するレーザビーム生成器２０１等の、少なくとも１つのレーザを含む。各ガラス分割装置１０４９、１４４９は更に、上述の多角形反射器２１５等の第１の反射器を含む。上述のように、多角形反射器２１５は、上述の第１の反射表面を含むことができる。第１の反射表面は、第１の回転軸２１８の周りで（例えば反時計回り方向２１７に）回転可能である。上述のように、いくつかの実施形態では、多角形反射器２１５の第１の反射表面２１９は、上述の８個の反射表面セグメント２１９ａ～ｈと同様又は同一の、複数の反射表面セグメントを備えてよい。図１０～１３及び図１４～１７の実施形態において更に示されているように、複数の反射表面セグメントは、第１の回転軸２１８の周りで（例えば反時計回り方向２１７に）回転することによって、レーザビーム２０３を反射表面セグメントから反射し、得られるレーザビームスポット２０９を、ガラスリボン１０３上の分割経路１５１に沿って、ガラスリボンの幅「W」の方向等の搬送方向１００１を横断する方向に繰り返し通過させることによって、分割経路１５１に沿って熱応力を生成できる。

【０１１９】

図１０～１３及び図１４～１７の実施形態において示されているように、ガラスリボン１０３からガラスシート１０４を分割するためのガラス分割装置１０４９、１４４９は更に、第２の反射器２０５ｄ、１４０１を含み、これは第２の反射表面２０６、１４０２をそれぞれ含み、上記第２の反射表面２０６、１４０２は、対応する第２の回転軸２２７、１４０３の周りで方向１００３、１４０５に沿って回転可能であってよく、これにより、レーザビーム２０３を反射して、レーザビーム２０９を搬送方向１００１に移動させる。いくつかの実施形態では、上記方法は、搬送方向１００１のガラスウェブ速度ベクトルに等しい搬送方向１００１のレーザビームスポット速度ベクトルを含むレーザビームスポット速度で、レーザビームスポット２０９を移動させるステップを含む。従って、ガラスリボン１０３が搬送方向１００１（例えばドロー方向）に移動している場合であっても、レーザビームスポット２０９は同一の分割経路１５１上にあるままとなり、これにより、分割経路１５１を連続的に加熱し、その結果として分割経路１５１に沿った熱応力を連続的に増大させる。ダウンドロープロセスでは、レーザビームスポット２０９は、ドロー方向１００１におけるガラスリボンの速度に等しいか又は略等しい、ドロー方向１００１における速度ベクトルを含むことができる。従って、ガラスリボンがガラスリボン１０３のドロー方向に移動している場合であっても、レーザビームスポット２０９はガラスリボン１０３の同一の分割経路１５１上にあるままとなり、これにより、分割経路１５１を連続的に加熱し、その結果として分割経路１５１に沿った熱応力を連続的に増大させる。

【０１２０】

図１０～１３及び図１４～１７に示すように、第１の回転軸２１８は第２の回転軸２２７、１４０３に対して垂直であってよいが、上記第１の軸及び上記第２の軸は、光学的構成、及び／又はレーザビームスポット２０９の所望の特性に応じて、互いに対して別の角度に配向されていてもよい。

【０１２１】

いくつかの実施形態では、第１の反射器は、第２の反射器に対して上流又は下流に位置決めしてよい。例えば、図１０～１３のガラス分割装置１０４９は、第２の反射器２０５ｄが第１の反射器２１５の上流に位置決めされ、従ってレーザビーム２０３が、第１の反射器２１５の第１の反射表面２１９から反射されるよりも前に、第２の反射器２０５ｄの第２の反射表面２０６から反射される、実施形態を示している。図２～７に示すように、既により十分に説明したように、第２の回転軸２２７の周りで回転可能な第２の反射器２

０５ｄを、ガラス分割装置１４９内に設けてもよい。このような実施形態では、ガラス分割装置１４９は、第２の反射表面２０６を第２の回転軸２２７の周りで回転させる選択肢を含んでよい。いくつかの実施形態では、分割装置は、第２の反射表面２０６の回転を回避する選択をしてもよい。第２の反射表面２０６の回転を回避することは、ガラスリボンがガラスリボンの長さに沿って移動しない用途において望ましい場合がある。

【０１２２】

あるいは、図１４～１７のガラス分割装置１４４９は、第１の反射器２１５が第２の反射器１４０１の上流に位置決めされ、従ってレーザビーム２０３が、第２の反射器１４０１の第２の反射表面１４０２から反射されるよりも前に、第１の反射器２１５の第１の反射表面２１９から反射される、実施形態を示している。このような実施形態では、図２～７に示されている構成を用いてよく、ここでは全ての反射器２０５ａ～ｄが、回転能力を有しない。従って、ガラス分割装置は、ガラスリボンがガラスリボンの長さに沿って移動しない用途において使用してよい。あるいは、第２の反射器１４０１は更に、ガラスリボンの長さの方向におけるレーザビームスポットの移動を可能にするために、設けることができる。

【０１２３】

いくつかの実施形態では、少なくとも１つのレーザビーム生成器２０１は、複数のレーザビームスポット２０９を生成してよく、これらはそれぞれ、分割経路１５１の対応する１つの被加熱セグメントに沿って熱応力を生成する。例えば、図９に示すように、図示されている第２の反射器２０５ｄはそれぞれ、第２の回転軸２２７の周りで回転可能な反射表面を含むことができ、これにより、各被加熱セグメント９０１、９０３、９０５、９０７、９０９をガラスリボンの搬送方向に沿って移動させて、分割経路１５１を各レーザビームの各レーザビームスポットに連続的に曝露できる。

【０１２４】

いくつかの実施形態では、第２の反射器２０５ｄ、１４０１を、第１の反射器２１５を伴わずに設けてもよい。このような実施形態では、少なくとも１つのレーザビーム生成器は、ガラスリボンの全幅に沿って、又はガラスリボンの全幅を超えて延在する、単一のレーザビームスポットを生成するよう設計されていてよい。あるいは、少なくとも１つのレーザビーム生成器は、その合計がガラスリボンの全幅に沿って、又はガラスリボンの全幅を超えて延在する、（任意に互いに部分的に重なってよい）複数の静止型レーザビームスポットを生成してよい。このような実施形態では、分割経路に沿って移動する単一のレーザビームスポットは必要ない。というのは、静止型の単一の細長いレーザビームスポット、又は複数の静止型レーザビームスポットが、分割経路の全幅にわたって広がっているためである。このような実施形態では、第２の反射器２０５ｄ、１４０１は、上記単一のレーザビームスポット又は複数のレーザビームスポットを、ガラスリボンと共に、ガラスリボンの搬送方向１００１（例えばドロー方向）に沿って移動させるために設けてよく、これにより、ガラスリボンが搬送方向１００１に沿って移動している場合であっても、分割経路１５１を連続的に加熱できる。

【０１２５】

これより、ガラスリボン１０３からガラスシート１０４を分割する方法について説明する。上記方法は、ガラスリボン１０３を、上記ガラスリボンの長さの方向に移動させるステップを含む。いくつかの実施形態では、ガラスリボン１０３は、事前に製造されたガラスリボンのスプールから、解かれる等して移動してよく、ここで上記ガラスリボンの解かれた部分は、ガラスリボンの長さに沿って移動する。このような実施形態では、ガラスリボンのスプールを解いてよく、ここで、ガラスリボンのスプールからガラスリボンを解くプロセスを中断することなく、ガラスリボンからガラスシートを分割してよい。更に、ガラスリボン１０３の図示されている実施形態は、重力方向等の搬送方向１００１（例えばドロー方向）に移動するものとして図示されており、ここでは、ドロー方向は、ガラスリボンの長さの方向及びガラスリボンの搬送方向と同一の方向である。代替実施形態では、ガラスリボンは、ある角度で移動してよく、又は更には重力に対して垂直な方法に沿って

移動してよい。実際には、ガラスリボン１０３は、ガラスリボンの輸送中及び／又は加工中に、例えば空気バー（ａｉｒ　ｂａｒ）上を、ガラスリボンの長さに沿って水平に移動してよい。このような実施形態では、ガラスシート１０４は、ガラスリボンが横向きの（例えば水平な）搬送方向に移動する際に、ガラスリボン１０３から分割してよい。

【０１２６】

上記方法は更に、ガラスリボン１０３上の分割経路１５１を少なくとも１つのレーザビームスポット２０９に曝露して、ガラスリボン１０３に損傷を与えることなく、分割経路１５１に沿って熱応力を生成するステップを含むことができる。分割経路１５１は、例えば、以下で更に十分に説明される欠陥の形成に応答して、分割経路に沿って、かつガラスリボンの第１の主面からガラスリボンの第２の主面までのガラスリボンの厚さ全体を通して形成される、フルボディ割れによって、分割が発生することになる、第１の主面２１３上の経路とみなされる。分割経路１５１は、ガラスリボンの幅「W」の方向に延在できる。例えば分割経路は任意に、長さ「Ｌ１」に対して垂直であってよく、従って、結果として得られる分割経路１５１の方向ベクトルは、結果として得られるガラスリボンの幅「W」の方向ベクトルと同一となる。このような実施形態では、分割により、ガラスリボン１０３の外縁部１５３、１５５（即ち互いに対して平行な外縁部１５３、１５５）に対して垂直な、分割経路に沿って延在する分割済み縁部を含む、ガラスリボンを得ることができる。あるいは、分割経路は、長さ「Ｌ１」に対して垂直以外の角度であってよく、ここでは、結果として得られる分割経路１５１の方向ベクトルは、結果として得られるガラスリボンの幅「W」の方向ベクトルと同一とはならない。このような実施形態では、分割により、外縁部１５３、１５５（即ち平行な外縁部１５３、１５５）のうちの一方に対して鋭角であり、かつ平行な外縁部１５３、１５５のうちのもう一方に対して鈍角である分割経路に沿って延在する分割済み縁部を含む、ガラスリボンを得ることができる。

【０１２７】

図面に図示され、また上述されているように、上記方法は、少なくとも１つのレーザビーム２０３を、ガラスリボン１０３の第１の主面２１３等の主面上の対応するレーザビームスポット２０９において、交差させるステップを含むことができる。上記方法は、レーザビームスポット２０９を、ガラスリボン１０３の幅「W」の方向２２５において、分割経路１５１に沿って繰り返し通過させることにより、分割経路１５１に沿って熱応力を生成するステップを含むことができる。いくつかの実施形態では、レーザビームスポット２０９は、ガラスリボン１０３の第２の外縁部１５５から第１の外縁部１５３に向かう反対方向に移動することなく、ガラスリボン１０３の第１の外縁部１５３から第２の外縁部１５５に向かう方向において、単一の方向に（例えば方向２２５に）移動してよい。

【０１２８】

例示的な方法は、少なくとも１つのレーザビーム２０３を、第１の回転軸２１８の周りで回転する第１の反射器２１５の第１の反射表面２１９から反射することにより、レーザビームスポット２０９を、ガラスリボン１０３の幅「W」の方向２２５において、分割経路１５１に沿って繰り返し通過させるステップを含むことができる。上述のように、第１の反射器２１５は、回転することによってレーザビームスポット２０９を単一の方向２２５に移動させる、多角形反射器を含んでよい。

【０１２９】

本開示の方法は更に、レーザビームがガラスリボン１０３と共に移動するように、レーザビームを搬送方向１００１（例えばドロー方向、ガラスリボン１０３の長さ「Ｌ１」の方向等）に移動させるステップを含むことができる。従って、分割経路１５１は、ガラスリボン１０３が搬送方向１００１に移動する間、レーザビームに曝露され続け、これによって分割経路１５１に沿って熱応力を生成し続ける。

【０１３０】

搬送方向１００１におけるレーザビームのこのような移動は、ガラスリボン１０３がガラスリボン１０３の幅「W」全体に沿って加熱される上述の実施形態のうちのいずれにおいて実施できる。例えば、レーザビームのこのような移動は、レーザビーム生成器が単一

の静止型レーザビーム、又は静止型でありかつ互いに重なった複数のレーザビーム（及びこれらそれぞれのレーザビームスポット）を提供する実施形態において提供できる。更なる実施形態では、搬送方向１００１におけるレーザビームのこのような移動は、分割経路１５１に沿ってレーザビームスポット２０９又は複数のレーザビームスポット（図９参照）を繰り返し通過するステップも含む実施形態を含むことができる。このような実施形態では、上記方法は、レーザビームスポットを搬送方向１００１に移動させることにより、レーザビームスポット２０９がガラスリボン１０３の幅「W」の方向において分割経路１５１に沿って繰り返し通過し続ける間に、レーザビームスポット２０９をガラスリボン１０３と共に移動させて、分割経路１５１に沿って熱応力を生成し続ける、ステップを含む。

【０１３１】

図１０～１３及び図１４～１７の実施形態において示されているように、上記方法は、少なくとも１つのレーザビーム２０３を回転反射表面２０６、１４０２から反射して、搬送方向１００１（例えばドロー方向）に移動させることにより、レーザビームをガラスリボンと共に移動させるステップを含むことができる。このようにして、図１０～１３及び図１４～１７の各実施形態は、分割経路１５１が方向１００１に移動している間にも、分割経路１５１に沿って熱応力を生成する。

【０１３２】

例として、図１０～１３に示されている装置を用いて、分割経路１５１に沿って熱応力を生成する実施形態について記載する。まず図１０を参照すると、レーザビーム生成器２０１によって生成されたレーザビーム２０３は、１つ以上の光学レンズ２０７を通過して、所望の形状のレーザビームスポットを生成してよい。次にレーザビーム２０３は、第２の回転軸２２７に対する第１の回転位置において、第１の反射表面２１９より前に第２の反射表面２０６から反射される。図１０に示す第１の回転位置にある間、第２の反射表面２０６はレーザビーム２０３を反射して、第１の位置１００５ａにおいて第１の反射表面２１９と交差させる。続いてレーザビームは、上述のように、第１の回転軸２１８に対する第１の反射器２１５の回転位置に応じて、第１の反射表面２１９の第１の位置１００５ａから反射し、分割経路上のある横方向位置において、分割経路１５１と交差する。実際には、第１の反射器２１５として、図示されている多角形反射器を使用する場合、第１の回転軸２１８の周りでの多角形反射器の反時計回り方向２１７の回転は、レーザビームスポットを、ガラスリボン１０３の第１の外側縁部部分２１１ａから第２の外側縁部部分２１１ｂに向かう方向２２５において、分割経路１５１に沿って移動させる。更に上述したように、レーザビームスポットを繰り返し通過させるステップは任意に、レーザビームスポットを単一の方向（例えば方向２２５）に繰り返し通過させるステップを含むことができる。レーザビームスポットを単一の方向に繰り返し通過させるステップにより、以下でより十分に説明するように、分割経路上に欠陥を形成した後すぐにガラスリボン１０３からガラスシート１０４を迅速に分割することを支援できる。

【０１３３】

第２の反射表面２０６は、第２の回転軸２２７の周りで、ある回転速度（例えば一定の回転速度）で回転させることができ、これにより、第１の反射表面２１９からの反射の位置は、第１の回転軸２１８に対して平行な、図示されている方向等の方向１００７に移動する。反射の位置を方向１００７に移動させることにより、レーザビームスポット２０９が搬送方向１００１においてガラスリボンに追従するのを支援でき、これにより、分割経路が搬送方向１００１及び搬送方向１００１を横断する（例えば搬送方向１００１に対して垂直な）方向２２５に移動する間、レーザビームスポットを分割経路１５１と連続的に交差させることができる。

【０１３４】

第２の反射表面２０６は、第１の回転位置（図１０に図示）から、第２の回転軸２２７の周りを方向１００３に、第２の回転位置（図１１に図示）まで、回転させることができる。図１１に示す第２の回転位置にある間、第２の反射表面２０６はレーザビーム２０３を反射して、第１の位置１００５ａの下流の第２の位置１００５ｂにおいて第１の反射表

面２１９と交差させる。続いてレーザビームは、第１の反射表面２１９の第２の位置１００５ｂから反射して、レーザビームスポット２０９を、図１０に示す分割経路１５１の位置と比較して方向１００１の下流に移動した分割経路１５１と交差させる。

【０１３５】

第２の反射表面２０６は更に、第２の回転位置（図１１に図示）から、第２の回転軸２２７の周りを方向１００３に、第３の回転位置（図１２に図示）まで、回転させることができる。図１２に示す第３の回転位置にある間、第２の反射表面２０６はレーザビーム２０３を反射して、第２の位置１００５ｂから下流の第３の位置１００５ｃにおいて第１の反射表面２１９と交差させる。続いてレーザビームは、第１の反射表面２１９の第３の位置１００５ｃから反射して、レーザビームスポット２０９を、図１１に示す分割経路１５１の位置と比較して方向１００１の下流に移動した分割経路１５１と交差させる。

【０１３６】

理解できるように、図１０～１２は、徐々に増大する第２の反射表面２０６の移動と、徐々に進行する分割経路１５１の位置とを示しているが、第２の反射表面２０６の移動は、第２の回転軸２２７の周りで連続的に回転させることができ、これにより、分割経路がガラスリボンの長さの方向に移動するに際に、レーザビームスポット２０９を分割経路１５１と連続的に交差させることができる。

【０１３７】

これより、図１４～１７に示されている装置を用いて、分割経路１５１に沿って熱応力を生成する実施形態について記載する。まず図１４を参照すると、レーザビーム生成器２０１によって生成されたレーザビーム２０３は、１つ以上の光学レンズ２０７を通過して、所望の形状のレーザビームスポットを生成してよい。次にレーザビーム２０３は任意に、１つ以上の静止型反射器１４０６から反射して、第２の反射表面１４０２と交差する前に第１の反射表面２１９と交差してよい。一実施形態では、レーザビーム２０３は、位置１４０９において第１の反射表面２１９と交差する。続いてレーザビームは任意に、第２の回転軸１４０３に対する第１の回転位置において、第２の反射器１４０１の第２の反射表面１４０２から反射する前に１つ以上の追加の反射器１４０７から反射してよい。図１４に示す第１の回転位置にある間、第２の反射表面１４０２は、上述したように第１の回転軸２１８に対する第１の反射器２１５の回転位置に応じて、レーザビーム２０３を反射して、分割経路上のある横方向位置においてレーザビームスポット２０９を分割経路１５１と交差させる。実際には、第１の反射器２１５として、図示されている多角形反射器を使用する場合、第１の回転軸２１８の周りでの多角形反射器の反時計回り方向２１７の回転は、レーザビームスポット２０９を、ガラスリボン１０３の第１の外側縁部部分２１１ａから第２の外側縁部部分２１１ｂに向かう方向２２５において、分割経路１５１に沿って移動させる。更に上述したように、レーザビームスポットを繰り返し通過させるステップは任意に、レーザビームスポットを単一の方向（例えば方向２２５）に繰り返し通過させるステップを含むことができる。

【０１３８】

第２の反射表面１４０２は、第２の回転軸１４０３の周りで、ある回転速度（例えば一定の回転速度又は調整された回転速度）で回転させることができ、これにより、分割経路がガラスリボンの長さの方向１００１及びガラスリボンの幅の方向２２５に移動する間、レーザビームスポットを分割経路１５１と連続的に交差させることができる。

【０１３９】

第２の反射表面１４０２は、第１の回転位置（図１４に図示）から、第２の回転軸１４０３の周りを方向１４０５に、第２の回転位置（図１５に図示）まで、回転させることができる。図１５に示す第２の回転位置にある間、第２の反射表面１４０２はレーザビーム２０３を反射して、図１４に示す分割経路１５１の位置と比較して方向１００１の下流に移動した分割経路１５１と交差させる。

【０１４０】

第２の反射表面１４０２は更に、第２の回転位置（図１５に図示）から、第２の回転軸

１４０３の周りを方向１４０５に、第３の回転位置（図１６に図示）まで、回転させることができる。図１６に示す第３の回転位置にある間、第２の反射表面１４０２はレーザビーム２０３を反射して、レーザビームスポット２０９を、図１５に示す分割経路１５１の位置と比較して方向１００１の下流に移動した分割経路１５１と交差させる。

【０１４１】

理解できるように、図１４～１６は、徐々に増大する第２の反射表面１４０２の移動と、徐々に進行する分割経路１５１の位置とを示しているが、第２の反射表面１４０２の移動は、第２の回転軸１４０３の周りで連続的に回転させることができ、これにより、分割経路がガラスリボンの長さの方向に移動する際に、レーザビームスポットを分割経路１５１と連続的に交差させることができる。

【０１４２】

本開示の実施形態のいずれにおいて、第２の反射表面２０６、１４０２の回転は、搬送方向１００１における（例えばドロー方向における）ガラスリボンの速度と協調させることができ、これにより、レーザビームスポットは、分割経路が搬送方向に沿って移動する際に、分割経路１５１と連続的に交差する。例えば、第２の反射表面２０６、１４０２は、第２の回転軸の周りにおいて、手動で回転させてよい。更なる実施形態では、アクチュエータ（図示せず）を用いて、第２の反射表面２０６、１４０２を、連続した所定の回転速度で回転させることにより、レーザビームスポットが上記長さの方向に移動する際に、及びレーザビームスポットが方向２２５に沿って移動する際に、レーザビームスポットを分割経路１５１と連続的に交差させてよい。また更に、上記アクチュエータは任意に、センサからのフィードバックを得るよう構成されたコントローラによって操作してよく、上記センサは、ガラスリボンの長さの方向（例えばダウンドロー方向１００１）におけるガラスリボンの速度を感知して、第２の回転軸２２７、１４０３の周りでの第２の反射表面２０６、１４０２の目標回転速度を計算するアルゴリズムに上記ガラスリボンの速度を入力する。次に上記コントローラは、アクチュエータを操作して、第２の反射表面２０６、１４０２を目標回転速度で回転させることにより、レーザビームスポットを分割経路１５１に連続的に接触させることができる。また更なる実施形態では、センサ（例えば熱又は光学センサ）を用いて、レーザビームスポットがガラスリボンの対応する主面と交差している位置を決定してよい。上記コントローラは、この位置を分割経路の位置と比較して、第２の回転軸２２７、１４０３の周りでの第２の反射表面２０６、１４０２の現在の回転速度を上昇させる、低下させる、又は維持することができ、これにより、レーザビームスポットは、ガラスリボンの対応する主面と連続的に交差する。

【０１４３】

上述の本開示の方法のいずれは更に、分割経路が上述のプロセス中に生成される熱応力下にある間に、分割経路１５１上に欠陥８０１を形成するステップを含んでよく、上記ステップの後すぐに、欠陥８０１の形成に応答して、ガラスシート１０４が分割経路１５１に沿ってガラスリボン１０３から分割される。

【０１４４】

欠陥８０１は、罫書き用ホイール、ダイヤモンドチップ、又は他の欠陥生成技法といった、機械的スクライブ（例えば図１に関して説明したスクライブ１６８）によって形成してよい。更なる実施形態では、欠陥８０１は、上述の実施形態のうちのいずれにおいて説明されたレーザビーム生成器１６９によって形成してよい。レーザビーム生成器１６９が設けられている場合、これは、ガラスリボン１０３と共にダウンドロー方向１００１に移動でき、従ってレーザビーム生成器１６９は、欠陥８０１を一旦形成しようとすると、分割経路１５１上の正しい位置に衝突するよう調整する必要がない。更なる実施形態では、レーザビーム生成器１６９は、ガラスリボン１０３が静止型のレーザビーム生成器１６９に対してダウンドロー方向１００１に移動する間、静止したままであってよい。このような例では、分割経路１５１上の正しい位置を追跡するために、レーザビーム生成器を移動（例えば回転）させてよく、又は反射表面を回転させてよい。また更に、いくつかの実施形態では、静止型のレーザビーム生成器を、起動時にレーザが単一の点のみに衝突するよう

に配置してよい。このような単一の点は、分割経路１５１上の正しい位置と垂直方向に整列させることができる。従って、分割経路１５１は、欠陥の形成のための正しい位置が、静止型のレーザビーム生成器の上記単一の点と一致するまで、ダウンドロー方向１００１に移動できる。この瞬間において、静止型のレーザビーム生成器を起動することにより、分割経路１５１上の正しい位置に欠陥８０１を形成できる。

【０１４５】

図１０～１７に示すように、上記方法はあるいは、分割経路１５１が、ガラスリボン１０３上の分割経路１５１をレーザビームに曝露するステップ中に生成された熱応力下にある間に、レーザビームの一部分を位置３３１へと再配向して、分割経路１５１上に欠陥８０１を形成するステップを含むことができる。いくつかの実施形態では、図１～９に関して上述した反射器と同様又は同一の反射器を設けてよい。実際には、いくつかの実施形態では、図示されているように、反射器は、図１～８に関して上述した、図示されている放物面鏡２２９を備えてよい。図示されていないが、更なる実施形態では、図９に関して説明した鏡９１９及びレンズ９２１を用いて、レーザビームの一部分を再配向し、欠陥８０１を形成してよい。

【０１４６】

いくつかの実施形態では、図１０～１７に示すように、放物面鏡２２９又は他の反射器は、分割経路がガラスリボン１０３と共にダウンドロー方向１００１に移動する際に、リボンと共にダウンドロー方向１００１に移動することにより、分割経路１５１の位置３３１にレーザビームの一部分を戻すように連続的に再配向してよい。図１３及び１８に示すように、欠陥８０１に応答して、ガラスシート１０４はガラスリボン１０３から分割経路１５１に沿って分割される。

【０１４７】

上述のように、本開示の例示的な方法のうちのいずれは、レーザビームスポット２０９を、第１の外側縁部部分２１１ａから第２の外側縁部部分２１１ｂへと単一の方向２２５に繰り返し通過させるステップを含むことができる。必須ではないが、レーザビームスポットを単一の方向に通過させることは、ガラスリボン１０３からガラスシート１０４を迅速に分割するために有益となり得る。例えば図１２及び１７に示すように、欠陥８０１は、第２の外縁部１５５よりも第１の外縁部１５３の付近に形成でき、ここで、単一の方向２２５に移動するレーザビームスポット２０９が生成する熱応力プロファイルにより、単一の方向２２５におけるフルボディ割れの伝播を支援できる。

【０１４８】

本開示の例示的な方法のうちのいずれにおいて、欠陥８０１は、分割経路１５１に沿って熱応力を生成するために分割経路１５１をレーザビーム２０３に曝露している間に形成されてよい。欠陥８０１は、熱応力の生成のわずかに後で生成され得るが、欠陥８０１の生成中に分割経路１５１に沿ってレーザビームを用いて熱応力を生成又は維持し続けることにより、分割経路１５１が、ガラスシート１０４の分割を促進するための最大応力下にある間にも、欠陥を形成できる。

【０１４９】

更に、欠陥８０１は、分割経路１５１を加熱するステップ中に、分割経路に沿って所定のレベルの熱応力が得られた後で、形成してよい。例えば、いくつかの実施形態では、装置は、分割経路１５１に沿って所定のレベルの熱応力が得られた直後にレーザビームの一部分を再配向することによって、欠陥８０１が生成されるよう、設計してよい。

【０１５０】

図１０～１３及び図１４～１７の実施形態は、単一のレーザビームを図示しているが、更なる実施形態は、分割経路に沿って熱応力を生成するための、複数のレーザビームの使用を含むことができる。例えば、図９を参照して説明した複数のレーザビームを、図１０～１３及び図１４～１７の実施形態で使用して、全体の幅が比較的大きなガラスリボンの分割を可能とすることができる。このような実施形態では、複数のレーザビームスポットがそれぞれ、対応する被加熱セグメント９０１、９０３、９０５、９０７、９０９と交差

でき、各レーザビームは、分割経路がガラスリボンの長さの方向に移動する際に、分割経路１５１に追従する。更に、いくつかの実施形態では、分割経路の各セグメントは、分割経路の少なくとも１つの隣接するセグメントの一部分と重なることができる（例えば重複領域９１１、９１３、９１５、９１７を参照）。このような重複領域により、十分な熱応力を、分割経路１５１全体に沿って生成できる。

【０１５１】

本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、様々な修正及び変形を本開示に対して実施できることは、当業者には理解されるだろう。よって、本発明は、このような修正及び変形が、添付の特許請求の範囲及びその均等物の範囲内にある限りにおいて、上記修正及び変形を包含することが意図されている。

【０１５２】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【０１５３】

実施形態１

ガラスウェブの分割方法であって：

上記ガラスウェブ上の分割経路を少なくとも１つのレーザビームに曝露して、上記ガラスウェブに損傷を与えることなく、上記分割経路に沿って熱応力を生成するステップ；及び

上記曝露するステップ中の、上記分割経路が熱応力下にある間に、上記少なくとも１つのレーザビームの少なくとも一部分を再配向して、上記分割経路上に欠陥を形成し、その後すぐに、上記ガラスウェブは上記欠陥の生成に応答して上記分割経路に沿って分割される、ステップ

を含む、方法。

【０１５４】

実施形態２

上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分は、上記再配向して上記欠陥を形成するステップ中に、反射表面から反射される、実施形態１に記載の方法。

【０１５５】

実施形態３

上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を集束させることによって、上記欠陥を形成する、実施形態１に記載の方法。

【０１５６】

実施形態４

上記ガラスウェブ上の分割経路を上記少なくとも１つのレーザビームに曝露する上記ステップ中に形成される、実施形態１に記載の方法。

【０１５７】

実施形態５

上記欠陥は、上記曝露するステップ中に、所定のレベルの熱応力が上記分割経路に沿って達成された後に形成される、実施形態１に記載の方法。

【０１５８】

実施形態６

上記ガラスウェブは、第１の縁部と、上記第１の縁部の反対側の第２の縁部とを含み、上記分割経路は上記第１の縁部から上記第２の縁部まで延在する、実施形態１に記載の方法。

【０１５９】

実施形態７

上記欠陥は、上記第１の縁部と上記第２の縁部との間に形成される、実施形態６に記載の方法。

【０１６０】

実施形態８

上記欠陥は、上記ガラスウェブの上記第１の縁部及び上記第２の縁部のうちの一方から

ある距離に形成され、上記距離は０ｍｍ～約２５ｍｍである、実施形態６に記載の方法。
【０１６１】
実施形態９
上記少なくとも１つのレーザビームは、上記曝露するステップ中に、上記ガラスウェブの上記第１の縁部及び上記第２の縁部のうちの少なくとも１つから延在するビーム経路を横断する、実施形態６に記載の方法。
【０１６２】
実施形態１０
上記曝露するステップは：
上記少なくとも１つのレーザビームを、上記ガラスウェブの主面上の対応するビームスポットにおいて交差させるステップ；及び
上記ビームスポットを上記分割経路に沿って繰り返し通過させることにより、上記分割経路に沿って上記熱応力を生成するステップ
を含む、実施形態６に記載の方法。
【０１６３】
実施形態１１
上記ビームスポットを繰り返し通過させる上記ステップは、上記ビームスポットをある単一の方向において繰り返し通過させるステップを含む、実施形態１０に記載の方法。
【０１６４】
実施形態１２
上記単一の方向は、上記ガラスウェブの上記第１の縁部から上記第２の縁部に向かって延在する方向を含み、ここで上記欠陥は、上記第２の縁部よりも上記第１の縁部に近接して形成される、実施形態１１に記載の方法。
【０１６５】
実施形態１３
上記少なくとも１つのレーザビームは、上記分割経路に沿って、可変パワー密度を印加して、上記熱応力を生成する、実施形態１に記載の方法。
【０１６６】
実施形態１４
上記少なくとも１つのレーザビームは、上記分割経路に沿って上記熱応力を生成するための複数のレーザビームを含み、上記複数のレーザビームのうちの各上記レーザビームは、上記分割経路の対応する１つのセグメントに沿って熱応力を生成する、実施形態１に記載の方法。
【０１６７】
実施形態１５
上記分割経路の各上記セグメントは、上記分割経路の少なくとも１つの隣接する上記セグメントと重なる、実施形態１４に記載の方法。
【０１６８】
実施形態１６
上記ガラスウェブはガラスシートを含み、上記分割経路は上記ガラスシートの長さに沿って延在し、上記分割経路に沿った上記分割は、上記ガラスシートの縁部部分を上記ガラスシートの中央部分から分割する、実施形態１に記載の方法。
【０１６９】
実施形態１７
上記ガラスウェブはガラスリボンを含み、上記分割経路は上記ガラスリボンの幅に沿って延在し、上記分割経路に沿った上記分割は、ガラスシートを上記リボンから分割する、実施形態１に記載の方法。
【０１７０】
実施形態１８
上記ガラスウェブは複数の層を備え、上記複数の層のうちのある層の熱膨張係数は、上

記複数の層のうちの別の層の熱膨張係数とは異なる、実施形態１に記載の方法。
【０１７１】
実施形態１９
上記ガラスウェブは、上記分割経路全体が上記少なくとも１つのレーザビームの集束深さ内に位置するように、位置決めされる、実施形態１に記載の方法。
【０１７２】
実施形態２０
上記少なくとも１つのレーザビームの上記集束深さは、約２０ｍｍ～約４００ｍｍである、実施形態１９に記載の方法。
【０１７３】
実施形態２１
ガラスウェブを分割するための方法であって：
上記ガラスウェブを、移動中の上記ガラスウェブの搬送方向のガラスウェブ速度ベクトルを含むガラスウェブ速度で、移動させるステップ；
上記ガラスウェブ上の分割経路を、少なくとも１つのレーザビームによって生成された少なくとも１つのレーザビームスポットに曝露して、上記分割経路に沿って熱応力を生成するステップであって、上記分割経路は、上記搬送方向を横断する方向に延在する、ステップ；
上記レーザビームスポットを、上記ガラスウェブ速度ベクトルに等しい上記搬送方向のレーザビームスポット速度ベクトルを含むレーザビームスポット速度で、移動させるステップであって、上記ガラスウェブが上記ガラスウェブ速度で移動する間、上記分割経路は、上記レーザビームスポットに曝露され続け、上記分割経路に沿って熱応力を生成し続ける、ステップ；並びに
上記分割経路が、上記分割経路を曝露する上記ステップ、及び上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップ中に生成された熱応力下にある間に、上記少なくとも１つのレーザビームの一部分を再配向して、上記分割経路上に欠陥を形成し、その後すぐに、上記ガラスウェブは上記欠陥の生成に応答して上記分割経路に沿って分割される、ステップを含む、方法。
【０１７４】
実施形態２２
上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分は、上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を再配向して上記欠陥を形成する上記ステップ中に、反射表面から反射される、実施形態２１に記載の方法。
【０１７５】
実施形態２３
上記少なくとも１つのレーザビームの上記一部分を集束させることによって、上記欠陥を形成する、実施形態２１に記載の方法。
【０１７６】
実施形態２４
上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップは、上記少なくとも１つのレーザビームを回転反射表面から反射させて、上記レーザビームスポットを上記レーザビームスポット速度ベクトルで移動させるステップを含む、実施形態２１に記載の方法。
【０１７７】
実施形態２５
上記分割経路を曝露する上記ステップ、及び上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップ中に、上記レーザビームスポットを、上記搬送方向を横断する上記方向において、上記分割経路に沿って繰り返し通過させて、上記分割経路に沿って上記熱応力を生成するステップを更に含む、実施形態２１に記載の方法。
【０１７８】
実施形態２６

上記レーザビームスポット速度は、上記搬送方向を横断する上記方向の、別のレーザビームスポット速度ベクトルを含み、ここで、上記レーザビームスポットは、上記ガラスウェブが上記ガラスウェブ速度で移動する間、及び上記レーザビームスポットが、上記搬送方向を横断する上記方向において、上記分割経路に沿って繰り返し通過し続ける間、上記分割経路が上記レーザビームスポットに曝露され続けて、上記分割経路に沿って熱応力を生成し続けるように、上記搬送方向及び上記搬送方向を横断する上記方向に移動する、実施形態２５に記載の方法。

【０１７９】

実施形態２７

上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップは：

上記少なくとも１つのレーザビームを、第１の軸の周りで回転する第１の反射表面から反射させて、上記レーザビームスポットを、上記搬送方向を横断する上記方向において、上記分割経路に沿って繰り返し通過させるステップ；及び

上記少なくとも１つのレーザビームを、第２の軸の周りで回転する第２の反射表面から反射させて、上記レーザビームスポットを、上記ガラスウェブの上記搬送方向において、上記レーザビーム速度ベクトルで移動させるステップ

を含む、実施形態２６に記載の方法。

【０１８０】

実施形態２８

上記少なくとも１つのレーザビームは、上記第２の反射表面の前に、上記第１の反射表面から反射される、実施形態２７に記載の方法。

【０１８１】

実施形態２９

上記少なくとも１つのレーザビームは、上記第１の反射表面の前に、上記第２の反射表面から反射される、実施形態２７に記載の方法。

【０１８２】

実施形態３０

上記第１の軸は、上記第２の軸に対して垂直である、実施形態２７に記載の方法。

【０１８３】

実施形態３１

上記ビームスポットを繰り返し通過させる上記ステップは、上記ビームスポットを、上記搬送方向を横断する単一の方向において、繰り返し通過させるステップを含む、実施形態２５に記載の方法。

【０１８４】

実施形態３２

上記単一の方向は、上記ガラスウェブの第１の縁部から第２の縁部に向かって延在する方向を含み、ここで上記欠陥は、上記第２の縁部よりも上記第１の縁部に近接して形成される、実施形態３１に記載の方法。

【０１８５】

実施形態３３

上記欠陥は、上記レーザビームスポットが上記レーザビームスポット速度で移動している間に形成される、実施形態２１に記載の方法。

【０１８６】

実施形態３４

上記欠陥は、上記レーザビームスポットを移動させる上記ステップ中に、所定のレベルの熱応力が上記分割経路に沿って達成された後に形成される、実施形態２１に記載の方法。

【０１８７】

実施形態３５

上記少なくとも１つのレーザビームスポットは、複数のレーザビームスポットを含み、上記複数のレーザビームスポットはそれぞれ、上記分割経路を曝露する上記ステップ中に

、上記分割経路の対応する１つのセグメントに沿って、熱応力を生成する、実施形態２１に記載の方法。

【０１８８】

実施形態３６

上記分割経路の各上記セグメントは、上記分割経路の少なくとも１つの隣接する上記セグメントの一部分と重なる、実施形態３５に記載の方法。

【０１８９】

実施形態３７

上記ガラスウェブは、長さ及び幅を含み、上記搬送方向は、上記ガラスウェブの上記長さの方向である、実施形態２１に記載の方法。

【０１９０】

実施形態３８

上記ガラスウェブは、成形体からドロー加工されたガラスリボンを含み、上記搬送方向は、上記ガラスリボンのドロー方向である、実施形態２１に記載の方法。

【０１９１】

実施形態３９

ガラスウェブを分割するための装置であって：

上記ガラスウェブの第１の縁部から上記ガラスウェブの反対側の第２の縁部まで延在する分割経路全体を加熱するレーザビームを生成するよう構成された、少なくとも１つのレーザビーム生成器；及び

上記ガラスウェブ上の上記分割経路の位置に欠陥を形成するために、上記レーザビームの端部を反射するよう位置決めされた、鏡

を備える、装置。

【０１９２】

実施形態４０

上記鏡は放物面鏡を含む、実施形態３９に記載の装置。

【０１９３】

実施形態４１

上記レーザビームの上記端部を集光するレンズを更に備える、実施形態３９に記載の装置。

【０１９４】

実施形態４２

第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を含む第１の反射器を更に備え、

上記レーザビーム生成器は、上記第１の反射器の回転時に、上記少なくとも１つのレーザビーム生成器が生成した上記レーザビームが、上記ガラスウェブ上の上記分割経路に沿って繰り返し通過するレーザビームスポットを生成するように、上記第１の反射器と整列させる、実施形態３９に記載の装置。

【０１９５】

実施形態４３

ガラスウェブを分割するための装置であって：

少なくとも１つのレーザビーム生成器；

第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を備える第１の反射器であって、上記レーザビーム生成器は、上記第１の反射器の回転時に、上記少なくとも１つのレーザビーム生成器が生成したレーザビームが、上記ガラスウェブ上の分割経路に沿って繰り返し通過するレーザビームスポットを生成するように、上記第１の反射器と整列される、第１の反射器；

第２の軸の周りで回転可能な第２の反射表面を備える第２の反射器であって、上記第２の反射器は、上記第２の反射器の回転時に上記レーザビームスポットが上記ガラスウェブの搬送方向に移動するように、上記第１の反射器と整列され、ここで上記第１の反射器は、上記レーザビーム生成器が生成した上記レーザビームは、上記第２の反射器の上記第２

の反射表面から反射する前に、上記第１の反射器の上記第１の反射表面から反射するよう位置決めされる、第２の反射器；及び
上記ガラスウェブ上の上記分割経路の位置に欠陥を形成するために、上記レーザビームの端部を反射するよう構成された、鏡
を備える、装置。
【０１９６】
実施形態４４
上記鏡は放物面鏡を含む、実施形態４３に記載の装置。
【０１９７】
実施形態４５
上記レーザビームの上記端部を集光するレンズを更に備える、実施形態４３に記載の装置。
【０１９８】
実施形態４６
ガラスウェブを分割するための装置であって：
少なくとも１つのレーザビーム生成器；
第２の軸の周りで回転可能な第２の反射表面を備える、第２の反射器であって、上記レーザビーム生成器は、上記少なくとも１つのレーザビーム生成器が生成したレーザビームが、上記第２の反射器の回転時に上記ガラスウェブの搬送方向に移動するレーザビームスポットを生成するように、上記第２の反射器と整列される、第２の反射器；
第１の軸の周りで回転可能な第１の反射表面を備える、第１の反射器であって、上記第１の反射器は、上記第１の反射器の回転時に、上記少なくとも１つのレーザビームが生成した上記レーザビームスポットが上記ガラスウェブ上の搬送経路に沿って繰り返し通過するように、上記第２の反射器と整列され、ここで上記第２の反射器は、上記レーザビーム生成器が生成した上記レーザビームが、上記第１の反射器の上記第１の反射表面から反射する前に、上記第２の反射器の上記第２の反射表面から反射するように、位置決めされる、第１の反射器；及び
上記ガラスウェブ上の上記分割経路の位置に欠陥を形成するために、上記レーザビームの端部を反射するよう構成された、鏡
を備える、装置。
【０１９９】
実施形態４７
上記鏡は放物面鏡を含む、実施形態４６に記載の装置。
【０２００】
実施形態４８
上記レーザビームの上記端部を集光するよう構成されたレンズを更に備える、実施形態４６に記載の装置。
【符号の説明】
【０２０１】
１０１　フュージョンダウンドロー装置
１０３　ガラスリボン
１０４　ガラスシート
１０５　溶融用容器
１０７　バッチ材料
１０９　貯蔵用蓋付き容器
１１１　バッチ送達デバイス
１１３　モータ
１１５　コントローラ
１１７　矢印
１１９　ガラス溶融物プローブ

１２１　ガラス溶融物
１２３　スタンドパイプ
１２５　通信ライン
１２７　清澄用容器
１２９　第１の接続導管
１３１　ガラス溶融物混合用容器
１３３　送達用容器
１３５　第２の接続導管
１３７　第３の接続導管
１３９　下降管
１４１　インレット
１４３　成形用容器
１４５　基部
１４７　成形用ウェッジ
１４９　ガラス分割装置
１５１　分割経路
１５３　第１の外縁部
１５５　第２の外縁部
１５９　縁部部分
１６１　中央部分
１６３　分割経路
１６５　第１の縁部
１６７　第２の縁部
１６８　機械的工具、スクライブ
１６９　レーザビーム生成器
１７１　外側端部
２０１　レーザビーム生成器
２０３、９０２、９０４、９０６、９０８、９１０　レーザビーム
２０５ａ、２０５ｂ、２０５ｃ　反射器
２０５ｄ　反射器、第２の反射器
２０６　第２の反射表面
２０７　光学レンズ
２０９　レーザビームスポット
２１１ａ　外側縁部部分、第１の外側縁部部分
２１１ｂ　外側縁部部分、第２の外側縁部部分
２１３　第１の主面
２１５　多角形反射器、第１の反射器
２１７　反時計回り方向
２１８　第１の回転軸
２１９　第１の反射表面
２１９ａ　反射表面セグメント、第１の反射表面セグメント
２１９ｂ　反射表面セグメント、第２の反射表面セグメント
２１９ｃ、２１９ｄ、２１９ｅ、２１９ｆ、２１９ｇ、２１９ｈ　反射表面セグメント
２２１ａ　第１の縁部部分
２２１ｂ　中間部分
２２１ｃ　第２の縁部部分
２２２　上流端部
２２５　方向
２２７　第２の回転軸
２２８ａ　レーザビーム経路

２２８ｂ　経路
２２９　鏡、放物面鏡
２３２ａ、３０１、３０３、５０７、６０１　経路
３３１　位置
４０１　中間位置
５０１　下流端部
５０３　第１の縁部部分
６０３、６０５　掃引経路
７０１　楕円形パワー密度領域
７０３　レーザビームスポット
８０１　欠陥
９０１、９０３、９０５、９０７、９０９　被加熱セグメント
９１１、９１３、９１５、９１７　重複領域
９１９　鏡
９２１　レンズ
１００１　ドロー方向、搬送方向、ダウンドロー方向
１００３　方向
１００５ａ　第１の位置
１００５ｂ　第２の位置
１００５ｃ　第３の位置
１００７　方向
１０４９　ガラス分割装置
１４０１　第２の反射器
１４０２　第２の反射表面
１４０３　第２の回転軸
１４０５　方向
１４０６　静止型反射器
１４０７　追加の反射器
１４０９　位置
１４４９　ガラス分割装置
Ｄ　距離
Ｌ１　ガラスリボン１０３の全体の長さ
Ｌ２　ガラスシートの長さ
Ｗ　ガラスリボン１０３の幅

【図面】

【図１】

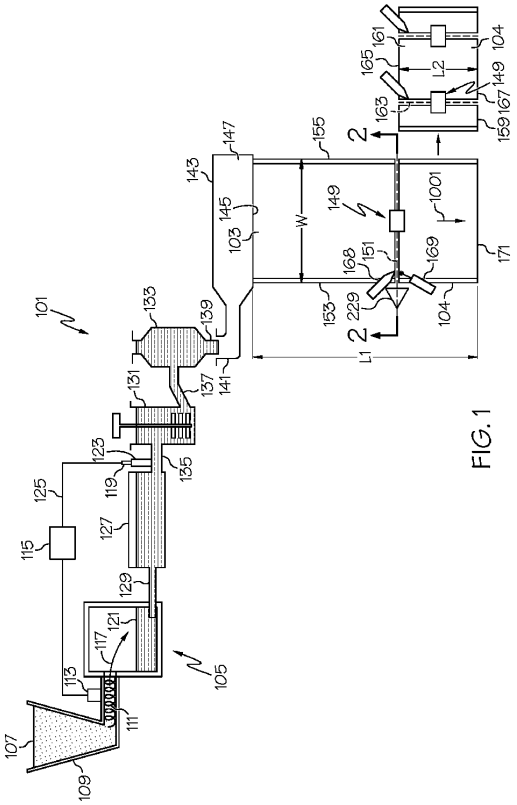

FIG. 1

【図２】

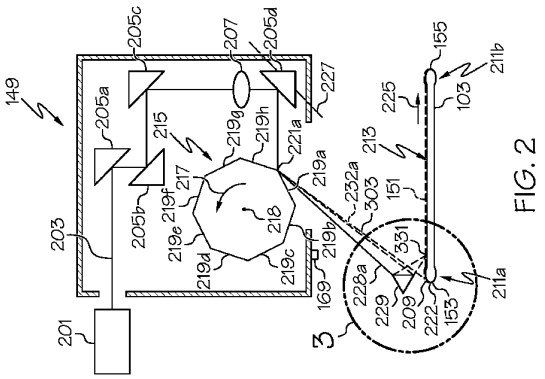

FIG. 2

【図３】

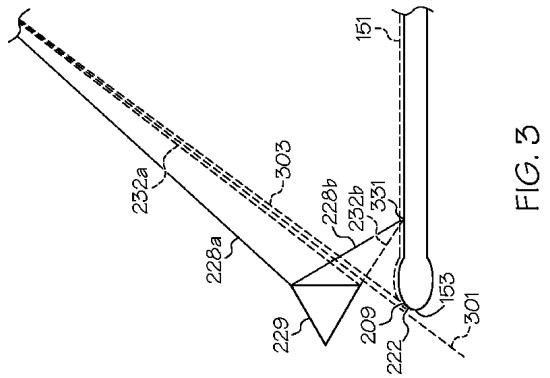

FIG. 3

【図４】

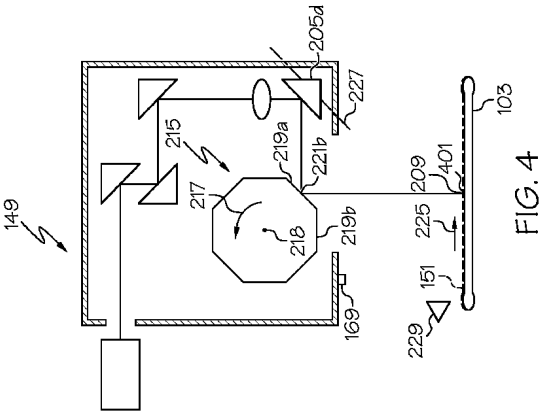

FIG. 4

【図５】

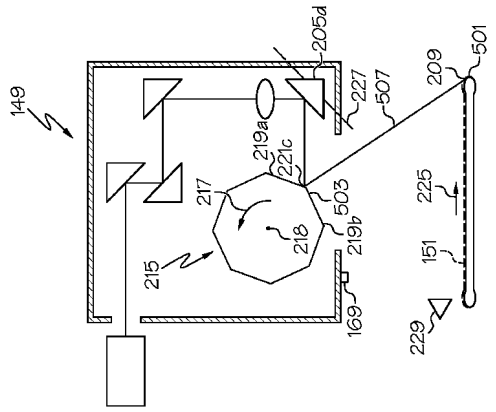

FIG. 5

【図６】

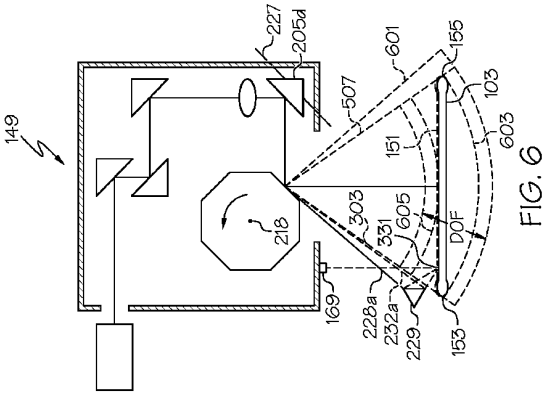

FIG. 6

【図７】

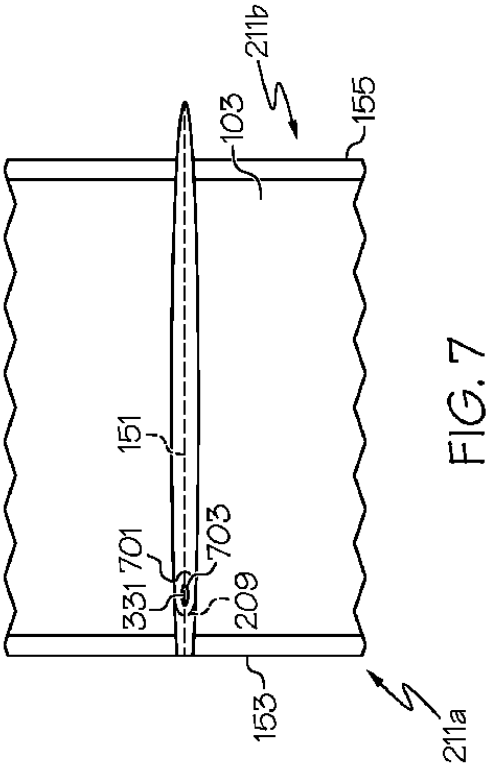

FIG. 7

【図８】

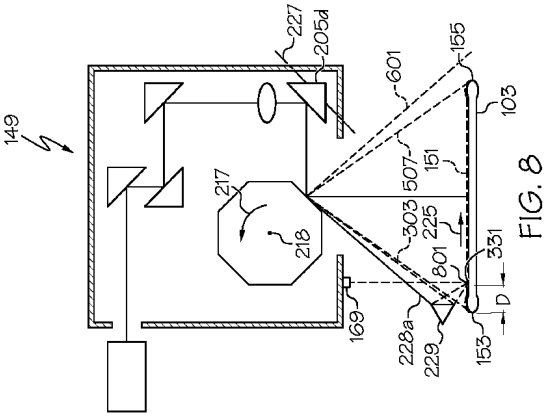

FIG. 8

【図９】

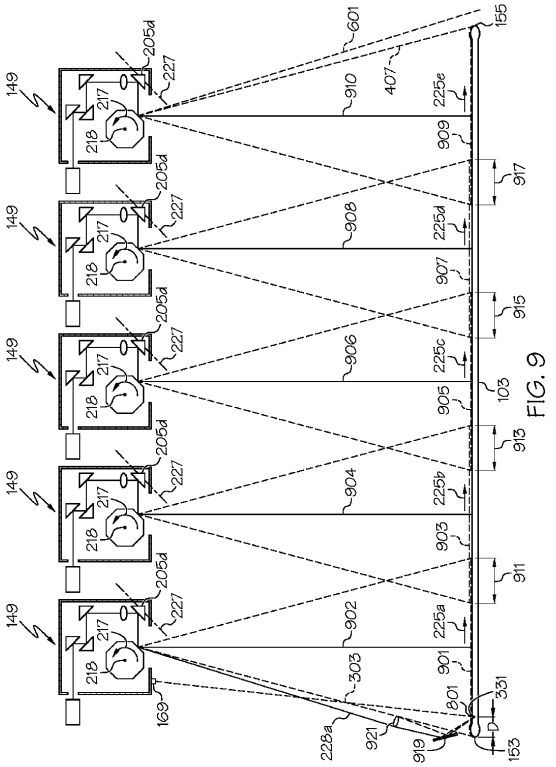

FIG. 9

【図１０】

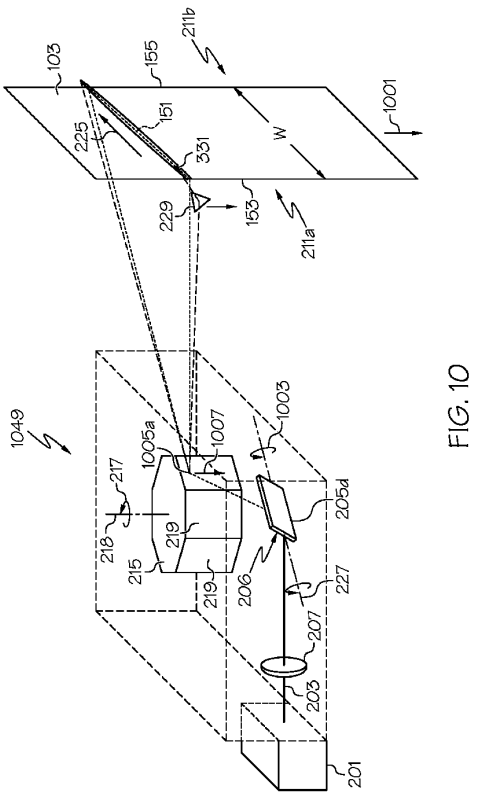

FIG. 10

【図１１】

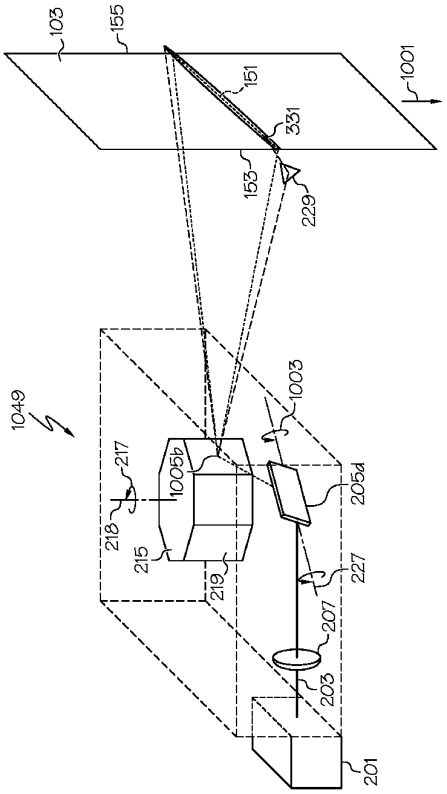

FIG. 11

【図１２】

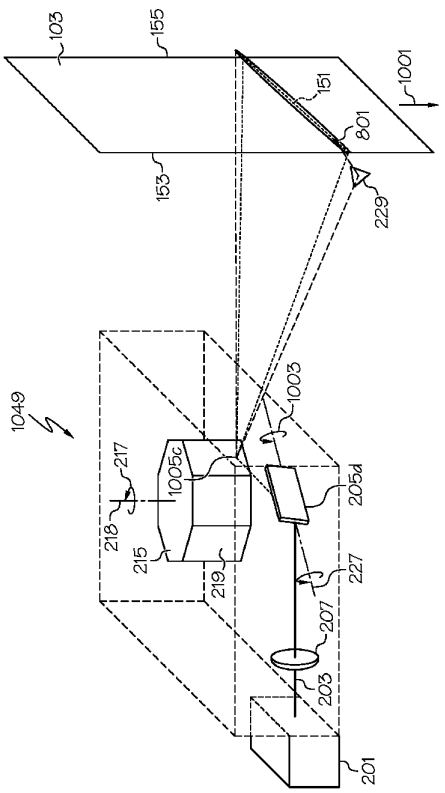

FIG. 12

【図１３】

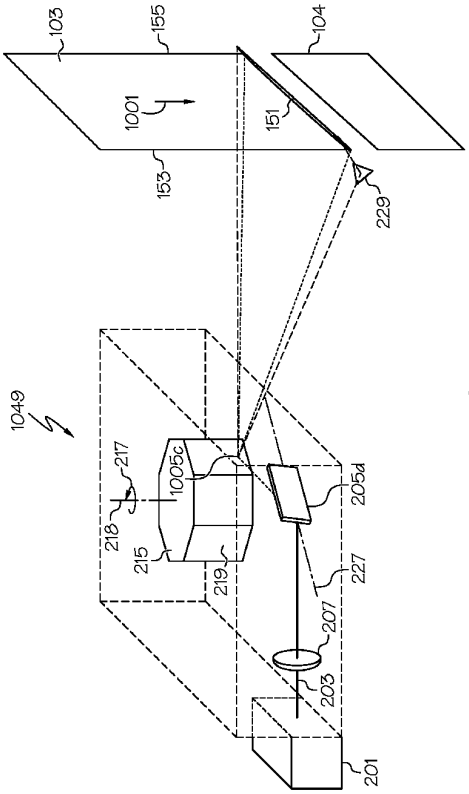

FIG. 13

【図１４】

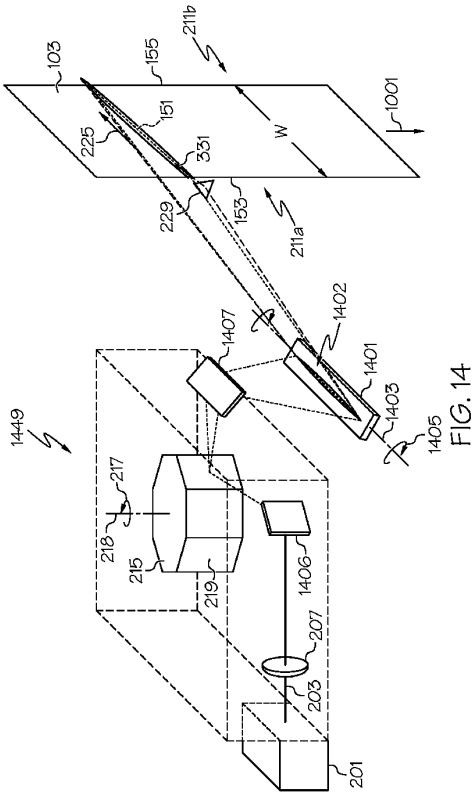

FIG. 14

【図１５】

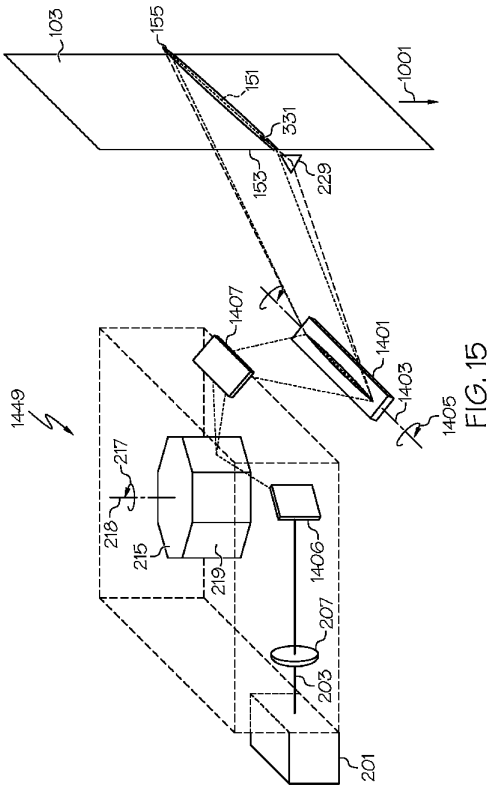

FIG. 15

【図１６】

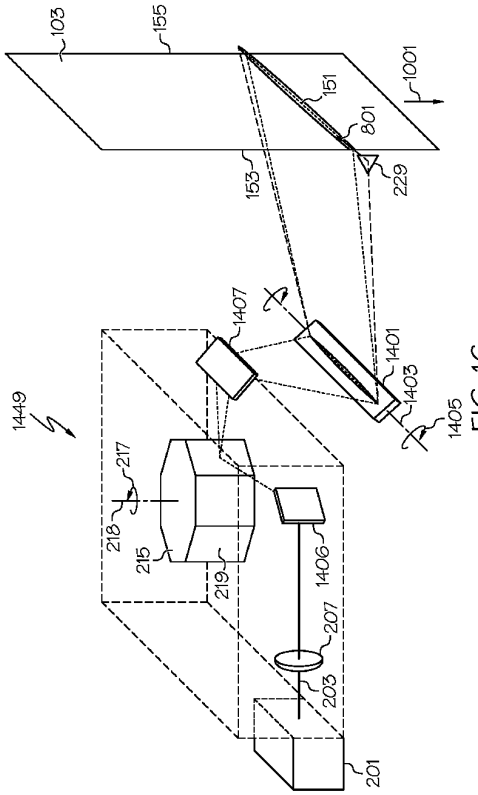

FIG. 16

【図１７】

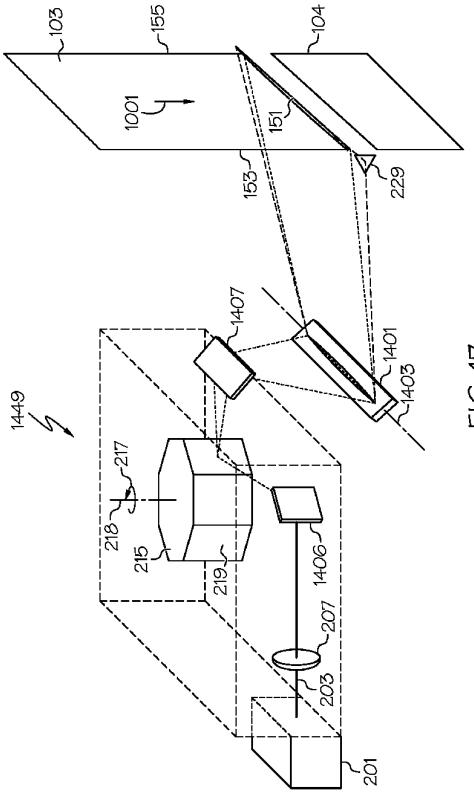
103
155
104
1001
151
153
229
1407
1401
1403
1449
217
218
215
219
1406
207
203
201

FIG. 17

フロントページの続き

レーン ２７
(72)発明者 スチュワート，クレイグ ジーン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４８７０ ペインテッド ポスト ケイティー レーン ６
審査官 須藤 英輝
(56)参考文献 国際公開第２０１６／０８１３３０（WO，Ａ１）
特表２０１２－５０６８３７（ＪＰ，Ａ）
韓国公開特許第１０－２００７－００４５７３２（ＫＲ，Ａ）
特開２０１２－０１８２０７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００９／０８４２７６（WO，Ａ１）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０３Ｂ ２３／００－３５／２６
Ｃ０３Ｂ ４０／００－４０／０４
Ｂ２３Ｋ ２６／００－２６／７０
Ｂ２８Ｄ ５／００－５／０４