

(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2019-519362

(P2019-519362A)

(43) 公表日 令和1年7月11日(2019.7.11)

(51) Int.Cl.

B01F 7/22 (2006.01)  
C03B 5/187 (2006.01)

F 1

B01F 7/22  
C03B 5/187

テーマコード(参考)

4 G 078

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-557395 (P2018-557395)  
 (86) (22) 出願日 平成29年5月2日 (2017.5.2)  
 (85) 翻訳文提出日 平成30年12月26日 (2018.12.26)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2017/030493  
 (87) 國際公開番号 WO2017/192478  
 (87) 國際公開日 平成29年11月9日 (2017.11.9)  
 (31) 優先権主張番号 62/330,471  
 (32) 優先日 平成28年5月2日 (2016.5.2)  
 (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 100123652  
 弁理士 坂野 博行  
 (74) 代理人 100175042  
 弁理士 高橋 秀明  
 (72) 発明者 ガエータ, ザゴルカ ダチッチ  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148  
 50 イサカ チェリー ロード 63

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶融ガラスを混合する装置および方法

## (57) 【要約】

混合装置は、混合器と、混合器内に回転可能に取り付けられた攪拌棒とを含む。攪拌棒は、攪拌棒のシャフトに沿って配置された複数の組の混合インペラーを含み、各混合インペラーは、混合ブレードの主要な面がシャフトの長手方向の軸に平行になるように配置されたリボン状の混合ブレードを含む。混合ブレードは、混合器の内壁面に隣接する遠位端部部分と、シャフトに取り付けられた側面部分とを含み、遠位端部部分の曲率半径は側面部分の曲率半径とは異なる。

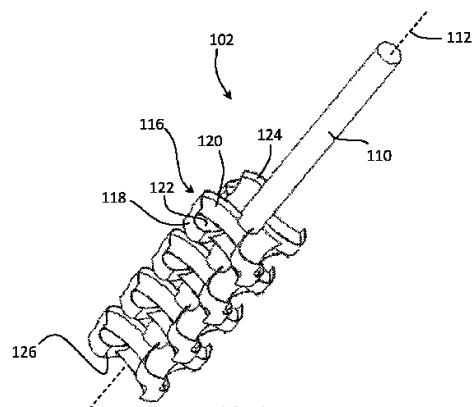


FIG. 4

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

混合器と、

前記混合器内に回転可能に配置された混合部材であって、シャフトと、該シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラ－とを含み、該第1の混合インペラ－が、前記シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードを含み、該混合ブレードが、第1の曲率半径を有する遠位端部部分と、該遠位端部部分に隣接した第1および第2の側面部分とを含み、該第1および第2の側面部分が前記第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有する、混合部材と、

第1のウェブ部分、および該第1のウェブ部分から前記シャフトの長手方向の軸と平行な方向に沿って離間した第2のウェブ部分であって、該第1および第2のウェブ部分の捕捉された縁部に沿って前記混合ブレードの主要な面の内側に取り付けられた、第1および第2のウェブ部分と  
を含むことを特徴とする混合装置。

**【請求項 2】**

前記第1のウェブ部分が、前記第1の混合インペラ－に隣接した第2の混合インペラ－に取り付けられた、請求項1記載の混合装置。

**【請求項 3】**

前記第2のウェブ部分が、前記第1の混合インペラ－に隣接した第3の混合インペラ－に取り付けられた、請求項2記載の混合装置。

**【請求項 4】**

前記第1および第2の側面部分のうちの少なくとも一方の曲率半径が無限である、請求項1～3のいずれか一項に記載の混合装置。

**【請求項 5】**

前記第1のウェブ部分および前記第2のウェブ部分の各々が自由縁部を有する、請求項1～4のいずれか一項に記載の混合装置。

**【請求項 6】**

前記シャフトの長手方向の軸と平行であり且つ前記第1のウェブ部分の前記自由縁部に接する線に沿って、該線が前記第2のウェブ部分と交差する、請求項1～5のいずれか一項に記載の混合装置。

**【請求項 7】**

前記シャフトの長手方向の軸と平行であり且つ前記第1のウェブ部分の前記自由縁部に接する線に沿って、該線が前記第2のウェブ部分と交差しない、請求項1～6のいずれか一項に記載の混合装置。

**【請求項 8】**

前記第1の曲率半径が、前記遠位端部部分に隣接する前記混合器の内壁面の曲率半径と同じである、請求項1～7のいずれか一項に記載の混合装置。

**【請求項 9】**

溶融器内の原材料を加熱して溶融材料を形成する工程と、

前記溶融材料を混合器に流し込む工程と、

前記混合器内に回転可能に配置された混合部材混合部材を用いて前記溶融材料を混合する工程と

を含み、

前記混合部材が、シャフトと、該シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラ－とを含み、該第1の混合インペラ－が、前記シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードを含み、該混合ブレードが、第1の曲率半径を有する遠位端部部分と、該遠位端部部分に隣接した側面部分とを有し、該側面部分が前記第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有し、前記第1の混合インペラ－が、前記混合ブレードに接続された第1および第2のウェブ部分を更に含むことを特徴とするガラス製造方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 10】**

複数の混合インペラーや用いて前記溶融材料を混合する工程を更に含む、請求項 9 記載の方法。

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

本願は、2016年5月2日に出願された米国仮特許出願第62/330,471号による優先権を主張するものであり、その内容に依拠すると共に、その全体を参照して、それが以下に完全に述べられているかのように、本明細書に組み込む。

**【技術分野】**

10

**【0002】**

本発明は、一般的に、溶融ガラスを均質化する装置および方法に関し、より具体的には、内部に混合部材が配置された混合器に関する。

**【背景技術】****【0003】**

商業的な大規模ガラス製造は、原材料を加熱して原材料を溶かし、溶融物を生じることで開始する。この溶融物（以下、溶融ガラスまたはメルトと称する）は、気体状の内包物（例えば、気泡）、並びに熱的および/または化学的不均質性の領域を含む、様々なタイプの不均質性を含み得る。気体状の内包物は、仕上がったガラス物品内の気泡として現れ得る。熱的および/または化学的不均質性は、仕上がったガラス物品の他の物理的特性に影響し得る。例えば、不均質な領域は、溶融ガラスがガラス製造装置の下流の構成要素を通って流れる際に引き伸ばされて、筋と称されるものを生じ得る。例えば、ダウンドローガラス製造法等の延伸処理において、この溶融ガラスを延伸してガラスシートにすると、筋が更に引き伸ばされて、延伸方向に沿って位置合わせされた長いフィラメント状になり得る。ガラス物品（例えば、帯状ガラスまたはガラスシート）の表面または表面付近に位置する筋は、ガラス表面に、容易に認識可能なレンズ効果を生じるナノメートル台の大きさの隆起した領域を生じ得る。一部のガラス物品（例えば、ディスプレイ装置の製造に用いられるガラス基体）については、この目に見える欠陥は望ましくないものである。

20

**【0004】**

欠陥の無い均質なガラス物品を製造するために、溶融ガラスは、典型的には、溶融後に更に処理される。例えば、溶融処理中に生じた気泡を除去する清澄処理が行われ得る。更に、熱的および/または化学的不均質性を低減または解消するために溶融ガラスを混合する（例えば、攪拌する）混合処理が行われ得る。攪拌は、典型的には、攪拌器内において攪拌部材によって行われる。しかし、所望される攪拌の高い有効性は、通常、攪拌器上の攪拌部材によって生じる強い剪断の影響によって抑えられてしまう。強い剪断は、時間と共に攪拌器を摩滅させて、溶融ガラスの汚染を生じ得る。

30

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

溶融ガラスからのガラス物品の製造中、溶融ガラスから製造されたガラス物品に（溶融ガラス内に存在し得る）不均質性が現れるのを抑制するために、溶融ガラスを完全に混合することが望ましい。そのような不均質性の1つは筋と称される。本開示の目的で、筋は、溶融ガラスの本体内における化学的および/または熱的不均質性の領域から生じ得るものであり、その不均質性と周囲の溶融ガラスとの間に小さい粘度差を生じる。その溶融ガラスが延伸されると、不均質性の領域も引き伸ばされる。従って、筋は、延伸されたガラスの延伸方向に延びる糸（フィラメント）状の不均質性として現れ得る。ガラスが冷えると、ガラスの表面付近の不均質性のフィラメントは、ガラス表面の残りの部分より上に延出してガラスシートに僅かな厚さの変化を生じる場合があり、そのガラスシートから製造されるディスプレイ装置の性能および知覚される品質に、視覚的にも機能的にも影響し得る。例えば、ガラスシートの表面の小さい厚さの変化でさえ、ガラスシート上に電子的構

40

50

成要素を付着させるために用いられる付着プロセスに影響し得る。更に、これらの隆起した領域によって生じるレンズ効果は、特に、ガラスが、例えば、テレビおよびコンピュータモニタ等であるがそれらに限定されない視覚的ディスプレイ装置の製造に用いられる薄いガラスシートとして形成される場合には、視覚的にはっきりしたものとなり得る。

【0006】

溶融ガラスの流れを混合処理に通すと、溶融ガラスがより良好に均質化されることにより、形成体に供給される溶融ガラスにおける不均質性の影響を顕著に軽減できる。この目的で、混合器と、その中に取り付けられた様々な混合部材（即ち、攪拌棒）とを含む、改良された混合装置が提示される。

【0007】

上述のように、混合装置は、とりわけ、そこを通って流れる溶融ガラスを均質化するよう機能する。この機能を達成するために、混合装置、およびより具体的には混合部材は、パン職人が生地を引き延ばして折り畳むようにして、粘性の溶融ガラスを引き延ばして折り畳むよう設計される。溶融ガラスの引き伸ばしは、典型的には、混合器の内壁と、混合部材のシャフトに取り付けられそこから外側に延びる混合ブレードの遠位端部部分との間ににおいて生じる。混合器の内壁面と混合ブレードの遠位端部部分との間の距離を、結合距離と称する。溶融ガラスの引き伸ばしは、混合部材が混合器内で回転する際に結合距離以内において発達する溶融ガラス内における剪断力の結果として生じる。しかし、小さい結合距離以内で生じる強い剪断力は、混合器の摩滅および溶融ガラスの粒子汚染を生じ得る。一方、結合距離を増加させると、または混合器と「結合」する混合部材の円周領域全体である結合係合（即ち、結合領域）を減少させると、混合効率が低下する。本明細書において用いられる「結合領域」とは、混合器の内壁に近接した混合ブレードの領域を指す。

【課題を解決するための手段】

【0008】

従って、混合器を有する混合装置が開示される。混合装置は、混合器内に回転可能に配置された混合部材を含み、混合部材は、シャフトと、シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラとを含み、第1の混合インペラは、シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードを含み、混合ブレードは、第1の曲率半径を有する遠位端部部分と、遠位端部部分に隣接した第1および第2の側面部分とを含み、第1および第2の側面部分は、第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有する。混合装置は、第1のウェブ部分、および第1のウェブ部分からシャフトの長手方向の軸と平行な方向に沿って離間した第2のウェブ部分を更に含み、第1のウェブ部分および第2のウェブ部分は、第1および第2のウェブ部分の捕捉された縁部に沿って混合ブレードの主要な面の内側に取り付けられている。

【0009】

一部の実施形態では、第1のウェブ部分は、第1の混合インペラに隣接した第2の混合インペラに取り付けられ得る。

【0010】

一部の実施形態では、第2のウェブ部分は、第1の混合インペラに隣接した第3の混合インペラに取り付けられ得る。

【0011】

一部の実施形態では、第1および第2の側面部分のうちの少なくとも一方の曲率半径は無限である。

【0012】

第1のウェブ部分および第2のウェブ部分の各々は自由縁部を有する。一部の実施形態では、自由縁部は直線状の縁部部分を有し、一部の実施形態では、自由縁部は凹状の湾曲を有する。

【0013】

一部の実施形態では、シャフトの長手方向の軸と平行であり且つ第1のウェブ部分の自由縁部に接する線が、第2のウェブ部分と交差する。他の実施形態では、シャフトの長手

10

20

30

40

50

方向の軸と平行であり且つ第1のウェブ部分の自由縁部に接する線が、第2のウェブ部分と交差しない。

【0014】

混合ブレードは、遠位端部部分と第1および第2の側面部分との間にそれぞれ位置する第1および第2の中間部分を更に有し得るものであり、遠位端部部分並びに第1および第2の中間部分の曲率半径は、第1および第2の側面部分の曲率半径とは異なる。

【0015】

一部の実施形態では、第1および第2の中間部分の曲率半径は、第1および第2の側面部分の曲率半径より小さい。

【0016】

一部の実施形態では、第1の曲率半径は、遠位端部部分に隣接した混合器の内壁面の曲率半径と略同じである。

【0017】

混合装置は、シャフトの長さに対して相対的なシャフト上の第1の位置の周囲に配置された1組の混合インペラ-を有し得る。

【0018】

一部の実施形態では、1組の混合インペラ-は少なくとも4つの混合インペラ-を有する。

【0019】

一部の実施形態では、1組の混合インペラ-は少なくとも5つの混合インペラ-を有する。

【0020】

一部の実施形態では、混合装置は、シャフト上の複数の位置に配置された複数の組の混合インペラ-を有する。

【0021】

更に別の実施形態では、曲率半径を有する内壁を有する円筒形の混合器と、混合器内に回転可能に配置された混合部材とを有する混合装置が記載され、混合部材は、シャフトと、シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラ-とを有し、第1の混合インペラ-は、シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードであって、混合器の内壁の曲率半径と略等しい第1の曲率半径を有する遠位端部部分を有する混合ブレードを含み、第1の混合インペラ-は、混合ブレードに接続された第1および第2のウェブ部分を更に含む。

【0022】

混合ブレードは、第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有する第1および第2の隣接する側面部分を更に有し得る。

【0023】

更に別の実施形態では、ガラス製造方法が開示され、本方法は、溶融器内の原材料を加熱して溶融材料を形成する工程と、溶融材料を混合器に流し込む工程と、混合器内に回転可能に配置された混合部材を用いて溶融材料を混合する工程とを含み、混合部材が、シャフトと、シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラ-とを含み、第1の混合インペラ-が、シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードを含み、混合ブレードが、第1の曲率半径を有する遠位端部部分と、遠位端部部分に隣接した側面部分とを有し、側面部分が第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有し、第1の混合インペラ-が、混合ブレードに接続された第1および第2のウェブ部分を更に含む。

【0024】

本方法は、複数の混合インペラ-を用いて溶融材料を混合する工程を更に含み得る。

【0025】

本明細書において開示される実施形態の更なる特徴および長所は、以下の詳細な説明で述べられると共に、部分的にはその説明から当業者に自明であり、または、以下の詳細な

説明、特許請求の範囲、および添付の図面を含む本明細書に記載されるように本発明を実施することによって認識される。

【0026】

上記の概要説明および以下の詳細説明は、実施形態の性質および特徴を理解するための概観または枠組みを提供することを意図した実施形態を呈示するものであることを理解されたい。添付の図面は、更なる理解を提供するために含まれ、本明細書に組み込まれてその一部をなすものである。図面は本開示の様々な実施形態を示しており、明細書と共に、本開示の原理および作用を説明する役割をするものである。

【図面の簡単な説明】

【0027】

10

【図1】例示的なフュージョンダウンドローガラス製造装置の模式図

【図2】図1のガラス製造装置での使用に適した混合装置の側断面図

【図3】本開示の実施形態による、図2の混合装置での使用に適した混合部材の側面図

【図4】図3の混合部材の斜視図

【図5】複数の組のインペラのうちの1組を示す、図3の混合部材の平面図

【図6】図5の混合部材の部分平面図

【図7】インペラーのウェブ部材が直線状の自由縁部を有する、本開示による混合部材の別の実施形態の平面図

【図8】インペラーのウェブ部材が湾曲した自由縁部を有する、本開示による混合部材の更に別の実施形態の平面図

【図9】各組のインペラーがより多くの（4つより多くの）インペラーを有する、本開示による混合部材の別の実施形態の平面図

【図10】各インペラーが、溶融ガラスがまっすぐな線としてインペラーを通って流れ得るような曲率半径を有する湾曲した自由縁部を有する、本開示による混合部材の別の実施形態の平面図

【図11A】混合部材が、直線状の側面部分と、混合器の円筒形の内壁の曲率半径と略同じ曲率半径を有する遠位端部部分とを有する混合ブレードを含む、本開示による混合部材の更に別の実施形態の平面図

【図11B】直線状の側面部分と、混合器の円筒形の内壁の曲率半径より小さい曲率半径を有する遠位端部部分とを有する混合ブレードを有する、本開示による混合部材の更に別の実施形態の平面図

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本開示の様々な実施形態を詳細に参照する。それらの例が添付の図面に示されている。可能な場合には常に、同じまたは類似の部分を参照するために、図面を通して同じの参照番号が用いられる。しかし、本開示は、多くの異なる形態で具現化され得るものであり、本明細書において説明される実施形態に限定されるものとして解釈されるべきではない。

【0029】

本明細書において、範囲は、「約」或る特定の値から、および／または、「約」別の特定の値までと表現され得る。そのような範囲が表現された場合には、別の実施形態は、その或る特定の値から、および／または、別の特定の値までを含む。同様に、値が「約」という語を用いて概算として表現された場合には、その特定の値が、別の態様を構成することを理解されたい。更に、各範囲の終点は、他方の終点との関係において、および他方の終点から独立して、有意であることを理解されたい。

【0030】

本明細書において用いられる方向に関する用語（例えば、上、下、右、左、前、後、頂部、底部）は、単に描かれた図面を参照したものであり、絶対的な向きを意味することは意図しない。

【0031】

20

30

40

50

特に明記しない限り、本明細書において述べられるいずれの方法も、その工程が特定の順序で行われることを要すると解釈されることは意図せず、いずれの装置も、特定の向きを要すると解釈されることは意図しない。従って、方法の請求項が、その工程が辿るべき順序を実際に記載していない場合、装置の請求項が、個々の構成要素に対する順序または向きを実際に記載していない場合、或いは、特許請求の範囲または説明において、その工程が特定の順序に限定されること、または装置の構成要素に対する具体的な順序もしくは向きが具体的に述べられていない場合には、どのような順序または向きも推論されることは意図しない。このことは、工程の配列、動作フロー、構成要素の順序、または構成要素の向きに関する論理の問題、文法的な組織または句読点から導出される通常の意味、および、明細書に記載されている実施形態の数またはタイプを含む、どのような可能な明示されていない解釈の基礎についても成り立つ。

10

#### 【0032】

本明細書において用いられる名詞は、特に明記しない限り、複数の対象を含む。従って、例えば、「構成要素」と言った場合には、特に明記しない限り、2以上のそのような構成要素を有する態様を含む。

20

#### 【0033】

図1には、例示的なガラス製造装置10が示されている。一部の実施形態では、ガラス製造装置10は、溶融器14を含むガラス溶融炉12を含み得る。ガラス溶融炉12は、溶融器14に加えて、必要に応じて、例えば、原材料を加熱して原材料を溶融ガラスにする加熱要素（例えば、燃焼バーナーまたは電極）等の1以上の更なる構成要素を含み得る。更なる例では、ガラス溶融炉12は、溶融器付近からの損失を低減する熱管理装置（例えば、断熱構成要素）を含み得る。更なる例では、ガラス溶融炉12は、原材料を溶かして溶融ガラスにするのを容易にする電子的装置および/または電気機械的装置を含み得る。更に、ガラス溶融炉12は、支持構造（例えば、支持シャーシ、支持部材等）または他の構成要素を含み得る。

20

#### 【0034】

ガラス溶融器14は、典型的には、耐火性セラミック材料（例えば、アルミナまたはジルコニアを含む耐火性セラミック材料）等の耐火性材料で構成される。本明細書において用いられる「耐火性材料」は、それらを、538を超える環境に晒される構造体に、またはシステムの構成要素として適用可能にする化学的および物理的特性を有する非金属材料として定義される。幾つかの例では、ガラス溶融器14は耐火性セラミック煉瓦で構築され得る。

30

#### 【0035】

幾つかの例では、ガラス溶融炉は、ガラス基体（例えば、不定の長さの帯状ガラス）を製造するよう構成されたガラス製造装置の構成要素として組み込まれ得る。幾つかの例では、ガラス溶融炉は、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、管引き抜き装置、または本明細書において開示される態様から利益を得る他の任意のガラス製造装置を構成するガラス製造装置の構成要素として組み込まれ得る。例として、図1は、後続の処理によって個々のガラス基体にされる帯状ガラスをフュージョンドロー法で延伸するフュージョンダウンドローガラス製造装置10の構成要素としてのガラス溶融炉12を模式的に示す。

40

#### 【0036】

ガラス製造装置10（例えば、フュージョンダウンドロー装置10）は、必要に応じて、ガラス溶融器14に対して上流に配置された上流のガラス製造装置16を含み得る。本明細書において用いられる「上流」とおよび「下流」という用語は、溶融ガラスが流れる方向について解釈されるものである。幾つかの例では、上流のガラス製造装置16の一部分または全体は、ガラス溶融炉12の一部として組み込まれ得る。

#### 【0037】

図1に示されるように、上流のガラス製造装置16は、貯蔵ビン18、原材料送出装置20、および原材料送出装置に接続されたモータ22を含み得る。貯蔵ビン18は或る量

50

の原材料 2 4 を貯蔵し得るものであり、原材料 2 4 は、矢印 2 6 によって示されているように、ガラス溶融炉 1 2 の溶融器 1 4 に供給され得る。原材料 2 4 は、典型的には、1 以上のガラス形成金属酸化物および 1 以上の変性剤を含む。原材料 2 4 は、1 以上の更なる成分（例えば、1 以上の清澄剤）を更に含み得る。幾つかの例では、原材料送出装置 2 0 は、原材料送出装置が所定の量の原材料 2 4 を貯蔵ビン 1 8 から溶融器 1 4 へと送出するように、モータ 2 2 によって動力を供給され得る。更なる例では、モータ 2 2 は、溶融器 1 4 から下流で感知される溶融ガラスのレベルに基づいて、制御された速度で原材料 2 4 を導入するように原材料送出装置 2 0 に動力を供給し得る。その後、溶融器 1 4 内の原材料 2 4 が加熱されて溶融ガラス 2 8 が形成され得る。

## 【0038】

ガラス製造装置 1 0 は、必要に応じて、ガラス溶融炉 1 2 の下流に配置された下流のガラス製造装置 3 0 を含み得る。幾つかの例では、下流のガラス製造装置 3 0 の一部分は、ガラス溶融炉 1 2 の一部として組み込まれ得る。しかし、一部の実施形態では、後述する第 1 の接続管 3 2 、または下流のガラス製造装置 3 0 の他の部分が、ガラス溶融炉 1 2 の一部として組み込まれ得る。下流のガラス製造装置 3 0 の要素（第 1 の接続管 3 2 を含む）は、貴金属から形成され得る。適切な貴金属としては、白金、イリジウム、ロジウム、オスミウム、ルテニウム、およびパラジウム、またはそれらの合金から成る金属の群から選択される白金族金属が挙げられる。例えば、ガラス製造装置の下流の構成要素は、約 70 ~ 約 90 重量 % の白金および約 10 ~ 約 30 重量 % のロジウムを含む白金 - ロジウム合金から形成され得る。しかし、他の適切な金属としては、モリブデン、レニウム、タンタル、チタン、タンゲステン、およびそれらの合金が挙げられる。

## 【0039】

下流のガラス製造装置 3 0 は、溶融器 1 4 から下流に配置され、上述の第 1 の接続管 3 2 を介して溶融器 1 4 に結合された第 1 のコンディショニング（即ち処理）器（例えば、清澄器 3 4 等）を含み得る。一部の実施形態では、溶融ガラス 2 8 は、溶融器 1 4 から第 1 の接続管 3 2 を介して清澄器 3 4 へと重力によって供給され得る。例えば、重力は、溶融ガラス 2 8 を、溶融器 1 4 から清澄器 3 4 へと第 1 の接続管 3 2 の内部通路を通過するように駆動し得る。しかし、溶融器 1 4 の下流（例えば、溶融器 1 4 と清澄器 3 4 との間）に、他のコンディショニング器が配置されてもよいことを理解されたい。一部の実施形態では、溶融器と清澄器との間に、溶融処理に続けるために最初の上流の溶融器からの溶融ガラスが更に加熱される、または、清澄器に入る前に上流の溶融器内の溶融ガラスの温度より低い温度まで冷却される、コンディショニング器が用いられ得る。

## 【0040】

清澄器 3 4 内で、様々な技術によって、溶融ガラス 2 8 から気泡が除去され得る。例えば、原材料 2 4 は、加熱された際に化学的還元反応を生じて酸素を放出する、例えば酸化スズ等の多価化合物（即ち、清澄剤）を含み得る。他の適切な清澄剤としては、ヒ素、アンチモン、鉄、およびセリウムが挙げられるが、それらに限定されない。清澄器 3 4 は、溶融器の温度より高い温度まで加熱され、それにより、清澄剤が加熱される。温度によって誘発される清澄剤の化学的還元によって生じる酸素の気泡は、清澄器内の溶融ガラスを通って上昇し、溶融炉内で生じたメルト内の気体が、清澄剤によって生じた酸素の気泡と合体し得る。次に、大きくなった気泡は、清澄器内の溶融ガラスの自由表面まで上昇し、その後、清澄器から排気される。酸素の気泡は、更に、清澄器内の溶融ガラスの機械的混合を生じさせ得る。

## 【0041】

下流のガラス製造装置 3 0 は、別のコンディショニング器（例えば、溶融ガラスを混合するための混合装置 3 6 等）を更に含み得る。混合装置 3 6 は、清澄器 3 4 から下流に配置され得る。ガラスマルト混合装置 3 6 は、均質な溶融ガラス組成物を設けることにより、別様では清澄器 3 4 から出る清澄化された溶融ガラスに存在し得る化学的または熱的不均質性を低減するために用いられ得る。図示されるように、清澄器 3 4 は、第 2 の接続管 3 8 を介して溶融ガラス混合装置 3 6 に結合され得る。幾つかの例では、溶融ガラス 2 8

10

20

30

40

50

は、清澄器 3 4 から第 2 の接続管 3 8 を介して混合装置 3 6 へと重力によって供給され得る。例えば、重力は、溶融ガラス 2 8 を、清澄器 3 4 から混合装置 3 6 へと第 2 の接続管 3 8 の内部通路を通過するように駆動し得る。なお、混合装置 3 6 は清澄器 3 4 の下流に示されているが、更なる実施形態では、混合装置 3 6 は清澄器 3 4 の上流に配置され得る。一部の実施形態では、下流のガラス製造装置 3 0 は、複数の混合装置（例えば、清澄器 3 4 の上流の混合装置および清澄器 3 4 の下流の混合装置）を含み得る。これらの複数の混合装置は、互いに同じ設計であってもよく、または異なる設計であってもよい。例えば、一部の実施形態では、混合装置は、溶融ガラスが流れる方向を変える静的な要素（例えば、羽根または他の固定された物体等）を有し得る。一部の実施形態では、混合装置は、溶融ガラスが流れる方向を能動的に変える能動的な要素（例えば、攪拌要素等）を含み得る。更に別の実施形態では、本開示による混合装置は、溶融ガラスが流れる方向を変えるための静的要素および能動的要素の両方を含み得る。

10

## 【0042】

下流のガラス製造装置 3 0 は、混合装置 3 6 から下流に配置され得る別のコンディショニング器（例えば、送出器 4 0 等）を更に含み得る。送出器 4 0 は、下流の形成装置に供給される溶融ガラス 2 8 をコンディショニングし得る。例えば、送出器 4 0 は、溶融ガラス 2 8 の一貫した流れを調節して、導出管 4 4 を介して形成体 4 2 に供給するアキュムレータおよび／または流れコントローラとして作用し得る。図示されるように、混合装置 3 6 は、第 3 の接続管 4 6 を介して送出器 4 0 に結合され得る。幾つかの例では、溶融ガラス 2 8 は、混合装置 3 6 から第 3 の接続管 4 6 を介して送出器 4 0 へと重力によって供給され得る。例えば、重力は、溶融ガラス 2 8 を、混合装置 3 6 から送出器 4 0 へと第 3 の接続管 4 6 の内部通路を通過するように駆動し得る。

20

## 【0043】

下流のガラス製造装置 3 0 は、上述の形成体 4 2 で構成され、導入管 5 0 を含む形成装置 4 8 を更に含み得る。導出管 4 4 は、送出器 4 0 から形成装置 4 8 の導入管 5 0 へと溶融ガラス 2 8 を送出するよう配置され得る。フュージョンダウンドローガラス製造装置の形成体 4 2 は、形成体の上面内に位置するトラフ 5 2 と、形成体の底縁部 5 6 に沿って延伸方向に集束する一対の集束する形成面 5 4 とを含み得る。送出器 4 0 、導出管 4 4 、および導入管 5 0 を介して形成体トラフへと送出される溶融ガラスは、トラフの壁を越えて流れ、溶融ガラスの別々の流れとして集束する形成面 5 4 に沿って下降する。溶融ガラスの別々の流れは、底縁部 5 6 の下方で底縁部 5 6 に沿って接合して单一の帯状ガラス 5 8 を生じ、帯状ガラス 5 8 は、ガラスが冷えてガラスの粘度が増加する際の帯状ガラスの寸法を制御するために、例えば、重力、縁部ロール、および引張ロール（図示せず）のうちの 1 以上によって帯状ガラスに引張力を加えることによって、底縁部 5 6 から延伸方向 6 0 に延伸される。従って、帯状ガラス 5 8 が冷える際に、ガラスは粘弾性の遷移を経て、帯状ガラス 5 8 に安定した寸法特性を与える機械的特性を得る。一部の実施形態では、帯状ガラス 5 8 は、帯状ガラスの弾性領域内において、ガラス分離装置（図示せず）によって個々のガラスシート 6 2 に分離され得るが、更なる実施形態では、帯状ガラスはスプールに巻き付けられ得る。

30

## 【0044】

図 2 は、混合器 1 0 0 と、混合器 1 0 0 内に回転可能に配置された混合部材 1 0 2 とを含む、例示的な混合装置 3 6 の模式図である。混合器 1 0 0 は、例えば、円筒形の形状であり得る内壁 1 0 4 を有する。混合器 1 0 0 および混合部材 1 0 2 は、白金または白金合金から形成され得る。例えば、混合器 1 0 0 および混合部材 1 0 2 は、白金 - ロジウム合金から形成され得る。しかし、混合器 1 0 0 および／または混合部材 1 0 2 のいずれか一方は、白金および／もしくはロジウムの代わりに、またはそれに加えて、異なる金属を含んでもよい。例えば、混合部材 1 0 2 は、イリジウム、パラジウム、オスミウム、およびルテニウムを含む他の白金族金属、またはモリブデン等の他の高温金属を含み得る。金属は、合金、非合金、またはそれらの両方であり得る。例えば、一部の実施形態では、混合部材 1 0 2 の 1 以上の部分は、白金もしくは白金合金（例えば、白金ロジウム合金もしく

40

50

は白金イリジウム合金)で形成され得るか、または、外側クラッド材料(例えば、イリジウムクラッド)を含み得る。

【0045】

混合部材102は、混合器100内の混合部材102を回転させるモータ(図示せず)に接続され得る。混合部材102は、任意の適切な手段によって(例えば、ベルト、チェーン、または歯車列によって)モータに接続され得る。図2に示されている混合器100は、混合器の上半分に配置された導入管(例えば、第2の導管38)および混合器の下半分に配置された導出管(例えば、第3の接続管46)を含む。そのような構成は、溶融ガラスが重力によって混合器を通って流れるのを容易にする。図2は、混合器の側方からの溶融ガラスの導入(矢印106)および導出(矢印108)を示しているが、一部の実施形態では、溶融ガラスの導出は、混合器の床部を通して行われ得る。一部の実施形態では、溶融ガラスは、図示されるように、混合器の頂部から概ね下向きの流れの方向109に導出管へと流れるが、他の実施形態では、溶融ガラスが混合器を通って概ね上向きの方向に流れるように、導入および導出位置は逆であってもよい。

10

【0046】

図3は、混合部材の回転軸でもある長手方向の軸112を含むシャフト110と複数の組114の混合インペラ-116とを示す、例示的な混合部材102の立面図である。シャフト110は、一部の実施形態では、中空のシャフト(例えば、円筒形の管)であり得る。シャフト110は、隣接する管部分の端部の円周に沿って接合された複数の管部分で構成され得る。シャフト110は、管が入れ子になった構造の複数の同心の層を含み得る。

20

【0047】

図3は、一例として、上から下に114a、114b、114c、および114dの組を含む4組114の混合インペラ-116を示す。更なる実施形態は、必用に応じて、これより多い、またはこれより少ない組の混合インペラを有し得る。これらの組の混合インペラは、シャフト110の長さに沿って、長手方向の軸112と平行な方向に離間した関係で配置される。即ち、各組の混合インペラは、シャフトの長さに沿って(即ち、長手方向の軸112と平行に)シャフト110に沿った別々の位置を表す。図3でわかるように、各組114(例えば114a~114d)の混合インペラ-116は、別の組114の混合インペラ-116から、間隙G(これは、1組の混合インペラの頂部から隣接する1組の混合インペラの底部まで、それらの最も近い点において測定される)だけ分離して離間している。間隙Gは、隣接する組の混合インペラ間で同じであってもよく、または、間隙Gは、隣接する組の混合インペラ間で変化してもよい。例えば、インペラの組114aと組114bとの間の間隙Gは、混合インペラの組114bと組114cとの間、または隣接するもしくは隣接しない他の任意の組の混合インペラとの間の間隙と同じであってもよく、または異なっていてもよい。各組の混合インペラは、1組の混合インペラ内の複数の混合インペラが、隣接する組内の複数の混合インペラと直接且つ一様に向かい合うように、即ち、任意の1組の混合インペラが、シャフト上の他の任意の1組の混合インペラの複数の混合インペラと、長手方向の軸112と平行な方向に位置合わせされるように、位置合わせされ得る。しかし、他の実施形態では、1組のインペラが隣接する1組のインペラと位置合わせされないように、1組のインペラは、シャフト上において、隣接する1組のインペラに対して相対的に回転されてもよい。

30

【0048】

ここで、図3の例示的な混合部材102の斜視図である図4に移ると、1組の混合インペラ内の各混合インペラ-116は、混合ブレード118と、一対のウェブ部材120、122とを有する。各混合ブレード118は、内側の主要な面124および外側の主要な面126の2つの主要な面を有する概ね平坦な形態である。内側の主要な面124と外側の主要な面126とは概ね平行であり得る。従って、混合ブレードは概ね帯形状であり、シャフト110と共に閉じたループを形成し、帯形状の混合ブレードの両端部はシャフ

40

50

ト 1 1 0 に取り付けられており、混合ブレードの主要な面 1 2 4 、 1 2 6 は長手方向の軸 1 1 2 に平行である。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、 1 組（即ち、組 1 1 4 a ）の混合インペラ 1 1 6 内の複数の混合インペラ 1 1 6 （即ち、混合インペラ 1 1 6 a ~ 1 1 6 d ）を示しており、 1 組の混合インペラ 1 1 6 は、混合ブレード 1 1 8 a ~ 1 1 8 d を有する。不必要的混乱を避けるために、同じまたは別の 1 組の混合インペラの混合インペラおよび混合ブレードは類似のパターンに従うという理解で、以下の説明は、混合ブレード 1 1 8 a を有するインペラ 1 1 6 a を中心にして行う。実際には、本明細書において開示される各混合インペラおよび 1 組の混合インペラの全ての混合ブレードは、所与の混合部材について同一のパターンおよび構成であり得る。

10

【 0 0 5 0 】

図 5 および図 6 から明らかなように、インペラの組 1 1 4 a のインペラ 1 1 6 a の混合ブレード 1 1 8 a は、遠位端部部分 1 2 8 a と側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a とを有し、側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a は遠位端部部分 1 2 8 a とシャフト 1 1 0 との間に位置する。側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a は、シャフト 1 1 0 に直接的または間接的に接続し得る。更に明らかなように、遠位端部部分 1 2 8 a および側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a は湾曲していてもよい。例えば、遠位端部部分 1 2 8 a は第 1 の曲率半径を有し得るものであり、側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a の各々は、遠位端部部分 1 2 8 a の曲率とは異なる曲率を有し得る。側面部分 1 3 0 a の曲率半径は側面部分 1 3 2 a の曲率と同じ曲率半径であってもよく、または、側面部分 1 3 0 a の曲率は側面部分 1 3 2 a の曲率半径とは異なっていてもよい。一部の実施形態では、遠位端部部分の曲率半径は、混合器 1 0 0 の内壁 1 0 4 の曲率半径と略等しくてもよく、それにより、ブレードの結合領域が最大化される。他の実施形態では、第 1 の曲率半径は、混合器 1 0 0 の内壁 1 0 4 の曲率半径より小さくてもよい。一部の実施形態では、側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a の曲率半径は無限であり得る。即ち、一部の実施形態では、側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a の一方または両方は、直線状（例えば、平面状）の部分であり得る。

20

【 0 0 5 1 】

一部の実施形態では、図 6 で最もよくわかるように、混合ブレード 1 1 8 a は、遠位端部部分 1 2 8 a と側面部分 1 3 0 a 、 1 3 2 a との間に位置する一対の中間部分 1 3 4 a 、 1 3 6 a を含み得るものであり、中間部分 1 3 4 a 、 1 3 6 a は、遠位端部部分および側面部分の曲率半径とは異なる曲率半径（例えば、遠位端部部分または側面部分の曲率半径のいずれよりも小さい曲率半径）を有する。

30

【 0 0 5 2 】

或いは、混合ブレード 1 1 8 a は、シャフト 1 1 0 と共に閉じたループを構成するものとして見なされ得るものであり、この場合、混合ブレード 1 1 8 a は変化する曲率半径を有し（曲率半径がループ全体に沿って一定ではない）、一部の実施形態では、遠位端部部分の曲率半径は混合器の内壁の曲率半径と略等しく、他の実施形態では、遠位端部部分の曲率半径は混合器の内壁の曲率半径より小さい。

40

【 0 0 5 3 】

図 5 に戻ると、混合インペラ 1 1 6 a は、そこに接続された一対のウェブ部材 1 2 0 a 、 1 2 2 a も含む。例えば、図 5 に示されているように、ウェブ部材 1 2 0 a は、ウェブ部材 1 2 0 a の一方の縁部に沿って、混合ブレード 1 1 8 a の内側の主要な面 a 1 2 4 に接続され、それによって捕捉されており、ウェブ部材 1 2 0 a の接続された縁部は、混合ブレード 1 1 8 a の内側の主要な面 1 2 4 a の 1 または複数の曲率に従う。例えば、ウェブ部材 1 2 0 a は、側面部分 1 3 0 a の上縁部と底縁部との間の中線等に沿って、混合ブレード 1 1 8 a の内側の主要な面 1 2 4 a に溶接され得る。ウェブ部材 1 2 0 a は、更に、隣接する混合インペラ（例えば、混合インペラ 1 1 6 b ）の混合ブレード（例えば、混合ブレード 1 1 8 b ）の外側の主要な面 1 2 6 b に接続され得る。例えば、図示されているウェブ部材 1 2 0 a は、混合ブレード 1 1 8 a の内側の主要な面 1 2 4 a に取り

50

付けられると共に、線 117b に沿って、隣接する混合インペラ 116b の混合ブレード 118b の外側の主要な面 126b にも取り付けられており、ウェブ部材 120a が混合ブレード 118a と混合ブレード 118b の間で共有されるようになっている。同様に、ウェブ部材 122a は、ウェブ部材 122a の縁部に沿って、混合ブレード 118a の内側の主要な面 124a に接続され、それによって捕捉されており、接続された縁部は、側面部分 132a の内側の主要な面 124a の 1 または複数の曲率に従う。例えば、ウェブ部材 122a は、混合ブレード 118a ( 例えば、側面部分 132a ) の内側の主要な面 124a に溶接され得る。ウェブ部材 122a は、更に、隣接する混合インペラ ( 例えば、混合インペラ 116d ) の混合ブレード ( 例えば、混合ブレード 118d ) の内側の主要な面 126d に接続され得る。例えば、図示されているウェブ部材 122a は、混合ブレード 118a の内側の主要な面 124a に取り付けられると共に、図 5 および図 6 では見えないが、隣接する混合インペラ 116d の混合ブレード 118d の外側の主要な面 126d にも取り付けられている ( 図 6 に示されるように、ウェブ部材 122a は、図面中において混合ブレード 118d と接続しているウェブ部材 120d の部分の「下方」に延びている )。更に、各ウェブ部材は、例えば溶接によって、シャフト 110 に更に取り付けられ得る。ウェブ部材 120a および 122a は混合ブレード 118a に対して垂直であり得、更に、隣接する混合ブレード 118b および 118d 並びに混合ブレード 118c に対して垂直であり得、これらの混合ブレードの表面は、混合ブレード 118a と平行であり得る。一部の実施形態によれば、ウェブ部材 120a、120b、120c、および 120d は同一平面であり得、ウェブ部材 122a、122b、122c、および 122d は同一平面であり得るが、ウェブ部材 120a ~ 120d は、ウェブ部材 122a ~ 122d から長手方向の軸 112 と平行な方向に離間している。

10

20

30

40

50

## 【 0054 】

混合ブレード 118a に取り付けられた接続された縁部の反対側の縁部であるウェブ部材 120a の自由縁部 144a は、直線状の縁部 ( 無限の曲率半径 ) であってもよく、または、自由縁部 144a は無限より小さい曲率半径を有してもよい ( 即ち、自由縁部 144a は湾曲していてもよい )。同様に、側面部分 132a に取り付けられた接続された縁部の反対側の縁部であるウェブ部材 122a の自由縁部 146a ( 図 5 に破線として示されている ) は、直線状の縁部 ( 無限の曲率半径 ) であってもよく、または、自由縁部 146a は無限より小さい曲率半径を有してもよい。なお、図 5 に示されている自由縁部 146a は、ウェブ部材 120d の自由縁部 144d からは連続していない。また、混合部材 102 が垂直な向きで混合装置 36 内に配置されたときに、上述のウェブ部材 120a がウェブ部材 122a から垂直方向に離間されるように、ウェブ部材 120a、122a はシャフトの長さに沿って ( 即ち、長手方向の軸 112 と平行な方向に ) 互いから位置がずらされ得る。

## 【 0055 】

図 6 から明らかなように、混合ブレード 118a は、2 つの向かい合った曲率を有する。従って、対向するウェブ部材 120a、122a は同じ混合ブレードに取り付けられており、一方のウェブ部材 ( 例えば、ウェブ部材 120a ) は第 1 の隣接する混合インペラ ( 例えば、混合インペラ 116d ) の混合ブレード ( 例えば、混合ブレード 118d ) にも取り付けられ、対向するウェブ部材 ( 例えば、ウェブ部材 122a ) は第 2 の隣接する混合インペラ ( 例えば、混合インペラ 116b ) の混合ブレード ( 例えば、混合ブレード 118b ) にも取り付けられている。混合部材の回転方向にかかわらず、各混合ブレードは、回転方向に対して先端部分および後端部分である 2 つの部分を有する。先端部分と後端部分とは長手方向の軸 112 の方向にオフセットしている。先端部分と後端部分とは遠位端部部分 128 において接続され、図 3 で最もよくわかるように、遠位端部部分が「S」字または「Z」字形状を有するようになっている。混合ブレードの向かい合った曲率とは、ウェブ部材がその自由縁部を覆う筋を折り畳む間に、インペラの一部分 ( 例えば、混合ブレードの一部分の外側の主要な面 ) が、任意の回転方向 ( 即ち、時計回りまたは半時計回り ) について溶融ガラスを「押す」または「引っ張る」ことを意味する。

## 【0056】

図7は、本開示の別の実施形態による混合部材202の一部分の平面図である。先の実施形態と同様に、混合部材202は、混合部材の回転軸でもある（図面の紙面の奥行方向に伸びる）長手方向の軸212を有するシャフト210と、シャフトの長手方向の軸に沿って配置された複数の組の混合インペラ-216とを有し、各組の混合インペラ-は、隣接する組の混合インペラ-から離間している。各組の混合インペラ-216は、シャフト210の周囲に配置された複数の混合インペラ-を有する。例えば、図7は、4つの混合インペラ-（例えば、混合インペラ-216a、216b、216c、216d）を有する1組の混合インペラ-を示している。しかし、各組の混合インペラ-は、4つより少ない混合インペラ-、または4つより多い混合インペラ-（例えば5つの混合インペラ-）を有してもよいことを理解されたい。不必要な混乱を避けるために、同じまたは別の1組のインペラ-のインペラ-および混合ブレードは類似のパターンに従うという理解で、以下の説明は、混合ブレード218aを有するインペラ-216aを中心にして行う。実際には、一部の実施形態では、各インペラ-および1組のインペラ-の全ての混合ブレードは、同一のパターンおよび構成であり得る。

10

## 【0057】

図7から明らかなように、インペラ-の組214aのインペラ-216aの混合ブレード218aは、遠位端部部分228aと側面部分230a、232aとを有し、側面部分230a、232aは各側面部分の一端部においてシャフト210と接続しており、各側面部分の反対側の端部において遠位端部部分228aと直接的にまたは間接的に接続している。即ち、側面部分230aおよび232aは、遠位端部部分228aとシャフト210との間に位置して、それらに結合されている。更に明らかなように、遠位端部部分228aおよび側面部分230a、232aは湾曲していてもよい。例えば、遠位端部部分228aは第1の曲率半径を有し得るものであり、側面部分230a、232aの各々は、第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有し得る。特定の実施形態では、第1の曲率半径は、混合器100の内壁104の曲率半径と略等しくてもよく、それにより、混合ブレードの結合領域が最大化され得る。他の実施形態では、第1の曲率半径は、混合器100の内壁104の曲率半径より小さくてもよい。側面部分230aおよび232aの曲率半径は、一部の実施形態では無限であり得る。即ち、一部の実施形態では、側面部分230a、232aは直線状（例えば、平面状）の部分であり得る。一部の実施形態では、側面部分230aの曲率半径が側面部分232aの曲率半径とは異なるように、側面部分230aおよび232aはそれぞれ異なる曲率半径を有し得るが、更なる実施形態では、これらの側面部分の曲率半径は等しい。一部の実施形態では、これらの側面部分の曲率半径は変化するが、数値的には等しく、方向が逆になっている。即ち、一部の実施形態では、これらの側面部分の形状および/またはサイズは鏡像であってもよい。

20

## 【0058】

一部の実施形態では、混合ブレード218aは、遠位端部部分228aと側面部分230a、232aとの間に位置する一対の中間部分を含み得るものであり、中間部分は、遠位端部部分の曲率半径とは異なり、且つ、側面部分の曲率半径の一方または両方とは異なる曲率半径（例えば、遠位端部部分の曲率半径または側面部分の曲率半径のいずれか1つまたは全てより小さい曲率半径）を有する。

30

## 【0059】

或いは、混合ブレード218aは、シャフト210と共に閉じたループを構成するものとして見なされ得るものであり、この場合、混合ブレード218aは変化する曲率半径を有し（曲率半径がループ全体に沿って一定ではない）、一部の実施形態では、遠位端部部分の曲率半径は混合器の内壁の曲率半径と略等しく、他の実施形態では、遠位端部部分の曲率半径は混合器の内壁の曲率半径より小さい。

40

## 【0060】

混合インペラ-216aは、そこに接続された一対のウェブ部材220a、222aも含む。例えば、図7に示されているように、ウェブ部材220a（ハッチングで示されて

50

いる)は、ウェブ部材220aの一方の縁部に沿って、混合ブレード218aの内側の主要な面224aに接続され、それによって捕捉されており、接続された縁部は、混合ブレード218aの内側の主要な面224aの1または複数の曲率に従う。例えば、ウェブ部材220aは、混合ブレードの上縁部と底縁部との間の中線等に沿って、混合ブレード218aの内側の主要な面224aに溶接され得る。ウェブ部材220aは、更に、例えば溶接によってシャフト210に接続され得る。同様に、ウェブ部材222aは、ウェブ部材222aの縁部に沿って、混合ブレード218aの内側の主要な面224aに接続され、それによって捕捉されており、接続された縁部は、混合ブレード218aの内側の主要な面224aの1または複数の曲率に従う。ウェブ部材222aは、更に、例えば溶接によってシャフト210に接続され得る。ウェブ部材220aおよび222aの主要な面は、混合ブレード218aの主要な面に対して垂直であり得、更に、隣接する混合ブレード218bおよび218d並びに混合ブレード218cの主要な面に対して垂直であり得、これらの混合ブレードは、混合ブレード218aの主要な面に対して平行な主要な面を有し得る。本実施形態によれば、各インペラのウェブ部材の主要な面は、図示されるように、図7に示されているインペラ216cのハッチングを有する領域250によって重なっている。先の実施形態と同様に、ウェブ部材220aおよび222aは長手方向の軸212の方向に離間されている。

10

## 【0061】

混合ブレード218aに取り付けられた接続された縁部の反対側の縁部であるウェブ部材220aの自由縁部244aは、直線状の縁部(無限の曲率半径)を有してもよく、または、自由縁部244aは無限より小さい曲率半径を有してもよい(即ち、自由縁部244aは湾曲していてもよい)。同様に、混合ブレード218aに取り付けられた接続された縁部の反対側の縁部であるウェブ部材222aの自由縁部246aは、直線状の縁部(無限の曲率半径)を有してもよく、または、自由縁部246aは無限より小さい曲率半径を有してもよい(図8を参照)。混合部材202が垂直な向きで混合装置36内に配置されたときに、ウェブ部材220aがウェブ部材222aから垂直方向に離間されるように、ウェブ部材220a、222aは、シャフト210の長さに沿って(即ち、長手方向の軸212と平行な方向に)互いから位置がずらされ得る。

20

## 【0062】

図7から明らかなように、混合ブレード218aは2つの向かい合った曲率を有し、混合部材の回転方向にかかわらず、各混合ブレードは、回転方向に対して先端部分および後端部分である2つの部分を有する。先端部分と後端部分とは長手方向の軸212の方向にオフセットしている(軸方向にオフセットしている)。先端部分と後端部分とは遠位端部部分228において接続され、図3で最もよくわかるように、遠位端部部分が「S」字または「Z」字形状を有するようになっている。各混合ブレードの向かい合った曲率とは、インペラの他の部分(ウェブ部材の自由縁部)がウェブ部材の自由縁部を覆う筋を折り畳む間に、インペラの一部分(例えば、部分混合ブレードの一部分の外側の主要な面)が、任意の回転方向(即ち、時計回りまたは半時計回り)について溶融ガラスを「押す」または「引っ張る」ことを意味する。

30

## 【0063】

図7の実施形態では、ウェブ部材220a、222aのいずれも、隣接する混合ブレードと大きく接続しておらず、または、一部の実施形態では全く接続しておらず、これにより、よりコンパクトなインペラの設計が可能になり、インペラの数を増やすことが可能になる。一部の実施形態では、混合ブレードは隣接する混合ブレードに接触しない。図9の混合部材の設計では、複数の組のインペラのうちの1組を示している混合部材302が示されており、図示されるように、各組のインペラは5つのインペラを有する。従って、各組のインペラ内に任意の数のインペラ(例えば2つのインペラ、3つのインペラ、4つのインペラ、5つのインペラ、6つのインペラ、7つのインペラ等)が配置され得るものであり、インペラの数は、シャフトに対するインペラの接続強度と、溶融ガラスが混合器を通って流れるために利用可能なフロースルーラーの量(即ち

40

50

、インペラーより覆われない、特に、インペラーウェブ部材によって覆われない混合器内部の断面積の割合)とによって制限される。自明であるが、インペラーカーの数が増えるにつれ、シャフト(例えば、シャフト310)との接続面積は減少する。更に、混合インペラーカーの数が増えるにつれ、混合インペラーより覆われる混合器の断面積は(ウェブ部材の表面積に応じて)増加し得る。

【0064】

混合部材102、202、または302に従った各組の混合インペラーカーは、それぞれのシャフトに沿って配置された1以上の他の組の混合インペラーカーと位置合わせされ得る。例えば、垂直方向に配置されたシャフトについては、シャフトに接続されたいずれの1組の混合インペラーカーのうちの混合インペラーカーも、そのシャフト上の別の1組のインペラーカーのそれぞれのインペラーカーと垂直方向に位置合わせされ得る。従って、位置合わせされたインペラーカー間に、溶融ガラスのための直線状の流路が存在し得る。しかし、他の例では、混合器を通る流れの方向に沿って、インペラーカー間に曲がりくねった(非直線状の)流路のみが存在するように、インペラーカーは位置合わせされなくてもよい。更に別の例(例えば、図10の混合部材202)では、所与の混合インペラーカーの各ウェブ部材の自由縁部の曲率は、図10のハッチングを有する領域260によって明らかのように、混合インペラーカー内に、ウェブ部材が重ならずに、溶融ガラスが混合インペラーカーを通り抜けて直線状に流れ得る領域が存在するように、十分に大きいものであり得る。

10

【0065】

図11Aおよび図11Bは、混合部材402および502の平面図をそれぞれ示しており、各混合部材は、それぞれのシャフト410および510の長さに沿って配置された複数の組の混合インペラーカー216を有し、各組のインペラーカーは6つのインペラーカー416および516をそれぞれ有し、各インペラーカーは2つのウェブ部材420、422および520、522をそれぞれ有し、所与の1つの混合インペラーカーの2つのウェブ部材は、シャフトの長手方向の軸と平行な方向に離間されている。図11Aの実施形態では、各混合インペラーカー416は、遠位端部部分428と側面部分430および432とを有する混合ブレード418を有する。図示されている実施形態の各遠位端部部分428は同一の第1の曲率半径を有し、各側面部分は直線状の側面部分(無限の曲率半径)であり、第1の曲率半径は円筒形の混合器の壁102の曲率半径と略同じである。ハッチングを有する領域434は、ウェブ部材間の重なった領域を表す。そのような重なりは、各混合インペラーカーについて存在し得る。図11Bの実施形態では、各混合インペラーカー516は、遠位端部部分528と側面部分530、532とを有する混合ブレード518を有する。図示されている実施形態の各遠位端部部分528は同一の第1の曲率半径を有し、各側面部分は直線状の側面部分(無限の曲率半径)であり、遠位端部部分528の第1の曲率半径は円筒形の混合器の壁102の曲率半径とは異なり、図示されているように、混合器の壁の曲率半径より小さい。ハッチングを有する領域534は、ウェブ部材間の重なった領域を表す。そのような重なりは、各混合インペラーカーについて存在し得る。

20

30

【0066】

本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、本開示の実施形態に対して様々な変形および変更が行われ得ることが、当業者には自明であろう。従って、本開示は、添付の特許請求の範囲およびそれらの等価物の範囲内であるそのような変形および変更を網羅することが意図される。

40

【0067】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【0068】

実施形態1

混合器と、

前記混合器内に回転可能に配置された混合部材であって、シャフトと、該シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラーカーとを含み、該第1の混合インペラーカーが、前記シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードを含

50

み、該混合ブレードが、第1の曲率半径を有する遠位端部部分と、該遠位端部部分に隣接した第1および第2の側面部分とを含み、該第1および第2の側面部分が前記第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有する、混合部材と、

第1のウェブ部分、および該第1のウェブ部分から前記シャフトの長手方向の軸と平行な方向に沿って離間した第2のウェブ部分であって、該第1および第2のウェブ部分の捕捉された縁部に沿って前記混合ブレードの主要な面の内側に取り付けられた、第1および第2のウェブ部分と

を含むことを特徴とする混合装置。

【0069】

実施形態2

前記第1のウェブ部分が、前記第1の混合インペラーに隣接した第2の混合インペラーに取り付けられた、実施形態1記載の混合装置。

【0070】

実施形態3

前記第2のウェブ部分が、前記第1の混合インペラーに隣接した第3の混合インペラーに取り付けられた、実施形態2記載の混合装置。

【0071】

実施形態4

前記第1および第2の側面部分のうちの少なくとも一方の曲率半径が無限である、実施形態1記載の混合装置。

【0072】

実施形態5

前記第1のウェブ部分および前記第2のウェブ部分の各々が自由縁部を有する、実施形態1記載の混合装置。

【0073】

実施形態6

前記自由縁部が直線状の縁部部分を有する、実施形態5記載の混合装置。

【0074】

実施形態7

前記シャフトの長手方向の軸と平行であり且つ前記第1のウェブ部分の前記自由縁部に接する線に沿って、該線が前記第2のウェブ部分と交差する、実施形態6記載の混合装置。

【0075】

実施形態8

前記自由縁部が凹状の湾曲を有する、実施形態5記載の混合装置。

【0076】

実施形態9

前記シャフトの長手方向の軸と平行であり且つ前記第1のウェブ部分の前記自由縁部に接する線に沿って、該線が前記第2のウェブ部分と交差しない、実施形態8記載の混合装置。

【0077】

実施形態10

前記混合ブレードが、前記遠位端部部分と前記第1および第2の側面部分との間にそれぞれ位置する第1および第2の中間部分を更に有し、前記遠位端部部分並びに前記第1および第2の中間部分の曲率半径が、前記第1および第2の側面部分の前記曲率半径とは異なる、実施形態1記載の混合装置。

【0078】

実施形態11

前記第1および第2の中間部分の前記曲率半径が、前記第1および第2の側面部分の前記曲率半径より小さい、実施形態10記載の混合装置。

10

20

30

40

50

## 【0079】

## 実施形態12

前記第1の曲率半径が、前記遠位端部部分に隣接した前記混合器の内壁面の曲率半径と略同じである、実施形態1記載の混合装置。

## 【0080】

## 実施形態13

前記シャフトの長さに対して相対的な前記シャフト上の第1の位置の周囲に配置された1組の混合インペラーハを有する、実施形態1記載の混合装置。

## 【0081】

## 実施形態14

前記1組の混合インペラーハ少なくとも4つの混合インペラーハを有する、実施形態13記載の混合装置。

10

## 【0082】

## 実施形態15

前記1組の混合インペラーハ少なくとも5つの混合インペラーハを有する、実施形態14記載の混合装置。

## 【0083】

## 実施形態16

前記シャフト上の複数の位置に配置された複数の組の混合インペラーハ更に有する、実施形態13記載の混合装置。

20

## 【0084】

## 実施形態17

混合装置において、  
曲率半径を有する内壁を有する円筒形の混合器と、  
前記混合器内に回転可能に配置された混合部材と  
を有し、

前記混合部材が、

シャフトと、

前記シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラーハを有し、

30

前記第1の混合インペラーハが、前記シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードであって、前記混合器の前記内壁の前記曲率半径と略等しい第1の曲率半径を有する遠位端部部分を有する混合ブレードを含み、前記第1の混合インペラーハが、前記混合ブレードに接続された第1および第2のウェブ部分を更に含むことを特徴とする混合装置。

## 【0085】

## 実施形態18

前記混合ブレードが、前記第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有する第1および第2の隣接する側面部分を更に有する、実施形態17記載の混合装置。

40

## 【0086】

## 実施形態19

溶融器内の原材料を加熱して溶融材料を形成する工程と、  
前記溶融材料を混合器に流し込む工程と、

前記混合器内に回転可能に配置された混合部材を用いて、前記溶融材料を混合する工程と

を含み、

前記混合部材が、シャフトと、該シャフトに取り付けられそこから半径方向外側に延びる第1の混合インペラーハとを含み、該第1の混合インペラーハが、前記シャフトと共に閉じたループをなすよう形成された混合ブレードを含み、該混合ブレードが、第1の曲率半径を有する遠位端部部分と、該遠位端部部分に隣接した側面部分とを有し、該側面部分が前

50

記第1の曲率半径とは異なる曲率半径を有し、前記第1の混合インペラが、前記混合ブレードに接続された第1および第2のウェブ部分を更に含むことを特徴とするガラス製造方法。

【0087】

実施形態20

複数の混合インペラを用いて前記溶融材料を混合する工程を更に含む、実施形態19記載の方法。

【符号の説明】

【0088】

36 混合装置

10

100 混合器

102、202、302、402、502 混合部材

104 内壁

110、210、310、410、510 シャフト

112、212 長手方向の軸

116、216、416、516 混合インペラ

118、218、418 混合ブレード

120、122、220、222、420、422、520、522 一対のウェブ  
部材

124、224 内側の主要な面

20

126 外側の主要な面

128、228、428 遠位端部部分

130、132、230、232、430、432 側面部分

144、244 自由縁部

【図1】

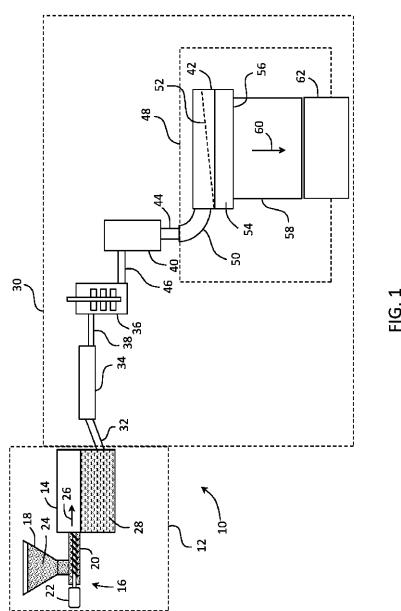


FIG. 1

【図2】

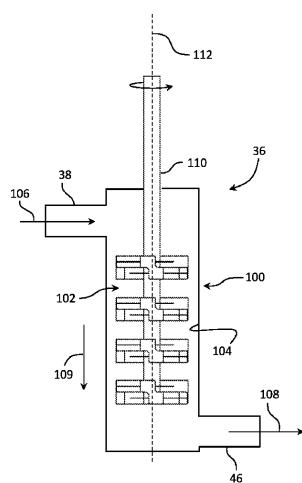


FIG. 2

【図3】

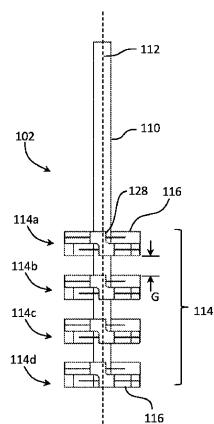


FIG. 3

【図4】

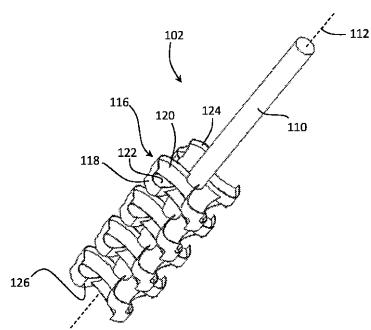


FIG. 4

【図5】

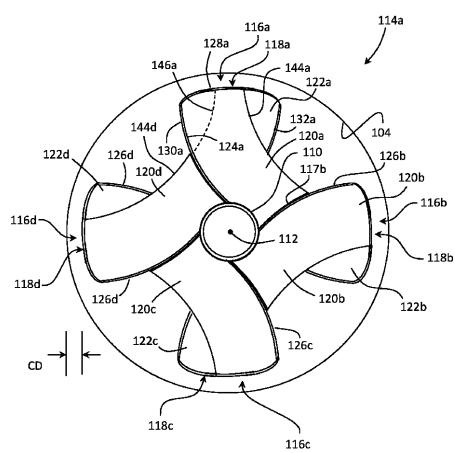


FIG. 5

【図6】

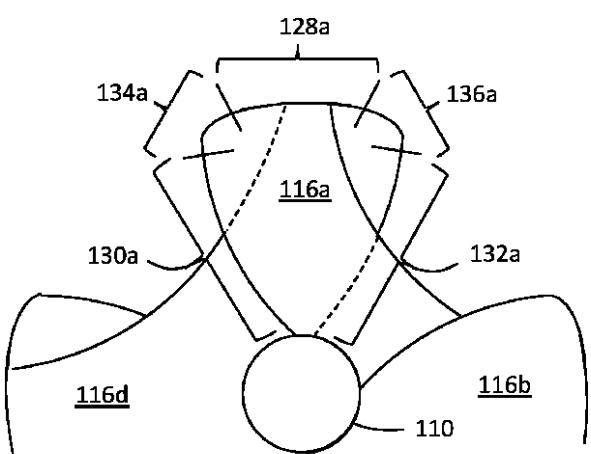


FIG. 6

【図7】

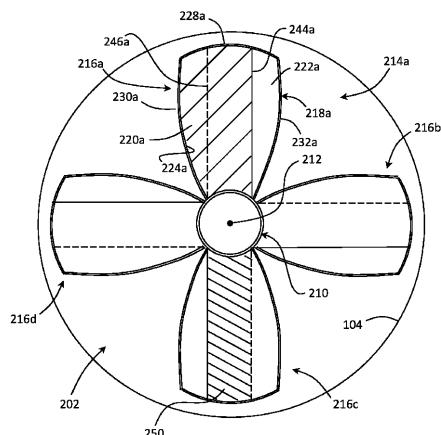


FIG. 7

【図8】

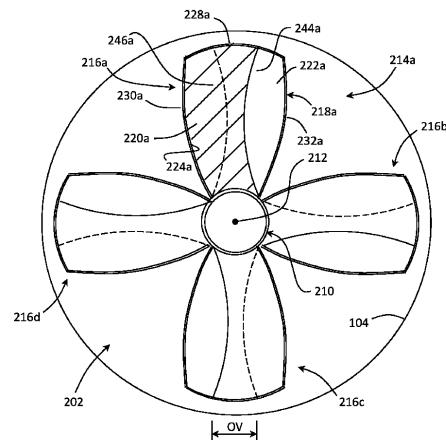


FIG. 8

【図9】

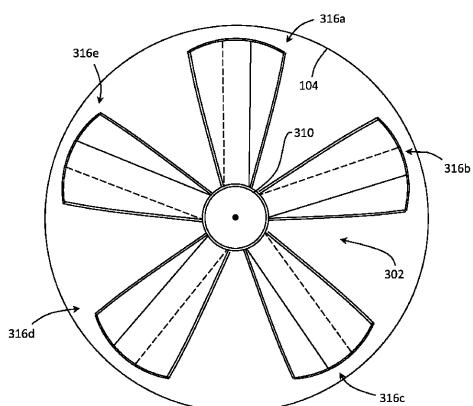


FIG. 9

【図10】

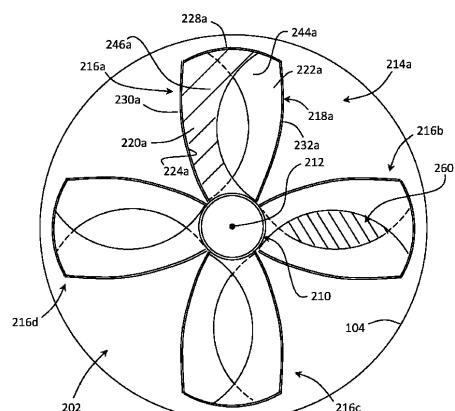


FIG. 10

【図11A】

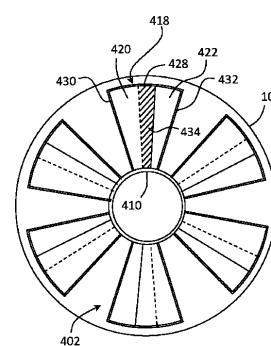
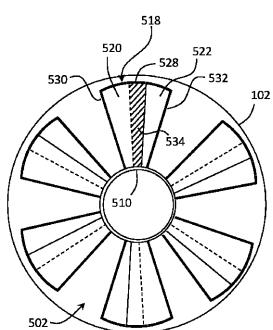


FIG. 11A

【図 1 1 B】

FIG. 11B



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2017/030493
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>B01F 7/22(2006.01)i, B01F 7/00(2006.01)i, B01F 15/00(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B01F 7/22; B01F 7/00; B01F 7/20; A47J 43/07; G01F 11/06; A47J 43/044; B01F 7/18; A47J 43/27; B01F 15/02; B01F 15/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: mixing apparatus, impeller, blade, closed loop, web, radius of curvature		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5090816 A (SOCHA, T.) 25 February 1992 See abstract; and column 2, line 66-column 3, line 36; and figures 1-4.	1-20
A	WO 2010-122092 A2 (RICHARD FRISSE GMBH et al.) 28 October 2010 See the entire document.	1-20
A	US 8061887 B2 (HENNIGES, B. D. et al.) 22 November 2011 See the entire document.	1-20
A	JP 2005-168559 A (KAI R & D CENTER CO., LTD.) 30 June 2005 See the entire document.	1-20
A	CN 201806581 U (GUANGZHOU SANYING ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 April 2011 See the entire document.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "U" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 21 September 2017 (21.09.2017)		Date of mailing of the international search report <b>22 September 2017 (22.09.2017)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer MIN, In Gyou Telephone No. +82-42-481-3326
		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2017/030493**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5090816 A	25/02/1992	None	
WO 2010-122092 A2	28/10/2010	CN 102413912 A CN 105558214 A DE 102009018178 A1 EP 2421635 A2 EP 2421635 B1 US 2012-0113742 A1 US 8622607 B2 WO 2010-122092 A3	11/04/2012 11/05/2016 28/10/2010 29/02/2012 07/05/2014 10/05/2012 07/01/2014 13/01/2011
US 8061887 B2	22/11/2011	CA 2525096 A1 CA 2525096 C EP 1624956 A2 EP 1624956 B1 EP 2644262 A1 EP 2644262 B1 EP 2839872 A1 JP 04691034 B2 JP 2007-504923 A US 2004-0267272 A1 US 2005-0128867 A1 US 2008-0025140 A1 US 2008-0247262 A1 US 2011-0085411 A1 US 2012-0057425 A1 US 2013-0090661 A1 US 7393342 B2 US 7677418 B2 US 8353622 B2 US 8721600 B2 WO 2004-100771 A2 WO 2005-048867 A2	25/11/2004 03/01/2012 15/02/2006 26/06/2013 02/10/2013 10/09/2014 25/02/2015 01/06/2011 08/03/2007 30/12/2004 16/06/2005 31/01/2008 09/10/2008 14/04/2011 08/03/2012 11/04/2013 01/07/2008 16/03/2010 15/01/2013 13/05/2014 25/11/2004 02/06/2005
JP 2005-168559 A	30/06/2005	JP 4183605 B2	19/11/2008
CN 201806581 U	27/04/2011	None	

---

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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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

(72)発明者 ゴラー, マーティン ハーバート

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14821 キャンベル ステート ルート 415 859  
1

(72)発明者 ヘイド, アーロン ジョシュア

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング ウエスト ファースト ストリート  
356

(72)発明者 スミス, クリストファー マイロン

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング レイノルズ アヴェニュー 194  
F ターム(参考) 4G078 AA03 AB01 BA05 BA09 DA19 DC08 EA10