(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2016-536243
(P2016-536243A)
(43)公表日　平成28年11月24日(2016.11.24)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
C03B	8/00	(2006.01)	C03B	8/00	B	4G014
C03B	3/02	(2006.01)	C03B	3/02		4G062
C03C	8/02	(2006.01)	C03C	6/02		
C03C	3/078	(2006.01)	C03C	3/078		
C03C	3/06	(2006.01)	C03C	3/06		

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 18 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2016-519761 (P2016-519761)
(86)(22)出願日　平成26年9月29日 (2014.9.29)
(85)翻訳文提出日　平成28年5月25日 (2016.5.25)
(86)国際出願番号　PCT/US2014/057977
(87)国際公開番号　WO2015/050803
(87)国際公開日　平成27年4月9日 (2015.4.9)
(31)優先権主張番号　61/886,819
(32)優先日　平成25年10月4日 (2013.10.4)
(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　１４８３１　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　100090468
弁理士　佐久間　剛
(72)発明者　ボウトン，ダニエル　ロバート
アメリカ合衆国　ニューヨーク州　１４５１２　ネイプルズ　ヴァイン　ストリート　１２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＲＦプラズマを使用したガラス材料の溶融

(57)【要約】
本開示は、ガラスバッチ材料を前溶融および／または溶融する方法であって、ガラスバッチ材料を、実質的に均質な球状ガラス中間体粒子を形成するのに十分な滞留時間に亘りプラズマプルームと接触させる工程を有してなる方法に関する。このガラスバッチ材料は、増加した滞留時間に亘りプラズマプルーム内をサイクロンパターンで流れてもよい。そのガラス中間体粒子は、接線方向の気体流により冷却されて、収集容器内にサイクロン流を生じるであろう。また、アルミナおよび／またはシリカを少なくとも約４５質量%、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を約５５質量%未満含むガラス中間体粒子であって、実質的に均質であり、実質的に球状であり、約５から約１，０００マイクロメートルに及ぶ平均粒径を有するガラス中間体粒子も、ここに開示されている。

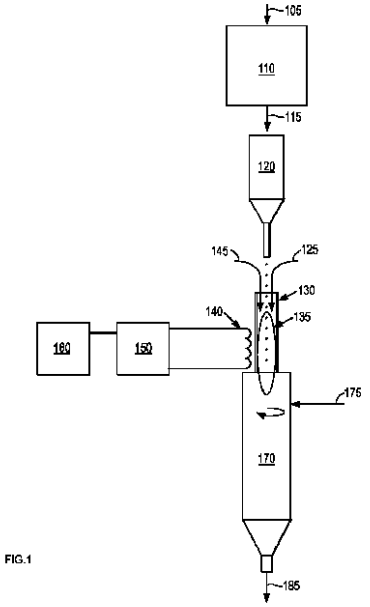


FIG.1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
ガラスバッチ材料を処理する方法であって、
前記ガラスバッチ材料を反応させ、溶融して、実質的に均質な球状ガラス中間体粒子を形成するのに十分な滞留時間に亘り、該ガラスバッチ材料をプラズマと接触させる工程を有してなり、
前記ガラス中間体粒子は、アルミナおよびシリカの少なくとも一方を合計で少なくとも約４５質量％から約９５質量％、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を合計で約５質量％から約５５質量％含む、方法。
【請求項２】
前記ガラスバッチ材料が、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ジルコニア、およびそれらの混合物から選択される追加の化合物を少なくとも１つさらに含む、請求項１記載の方法。
【請求項３】
前記ガラス中間体粒子が、アルミナおよびシリカの少なくとも一方を合計で少なくとも約５０質量％から約８０質量％、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を合計で約２０質量％から約５０質量％含む、請求項１または２記載の方法。
【請求項４】
前記プラズマと接触させる前に、前記ガラスバッチ材料を混合するおよび／または凝集塊破砕する工程をさらに有する、請求項１から３いずれか１項記載の方法。
【請求項５】
前記ガラスバッチ材料の平均粒径が約５から約１，０００マイクロメートルに及ぶ、請求項１から４いずれか１項記載の方法。
【請求項６】
前記プラズマが、高周波（ＲＦ）電流を使用して、アルゴン、空気、ヘリウム、窒素、酸素、およびそれらの組合せから選択される少なくとも１つの気体を加熱することによって発生する、請求項１から５いずれか１項記載の方法。
【請求項７】
前記プラズマの温度が約９，０００Ｋから約１１，０００Ｋに及ぶ、請求項１から６いずれか１項記載の方法。
【請求項８】
前記ガラスバッチ材料が、前記プラズマと接触するときに、アルゴン、空気、ヘリウム、窒素、酸素、およびそれらの組合せから選択される搬送ガス中に同伴される、請求項１から７いずれか１項記載の方法。
【請求項９】
前記ガラスバッチ材料が、前記プラズマ中においてサイクロンパターンで流れる、請求項１から８いずれか１項記載の方法。
【請求項１０】
前記ガラス中間体粒子を冷却および／または収集する工程をさらに有し、
該ガラス中間体粒子が第１の方向に流れ、前記冷却する工程が、前記粒子を、前記第１の方向に対して接線方向の第２の方向を有する冷却気体流と接触させる工程を含む、請求項１から９いずれか１項記載の方法。
【請求項１１】
ガラス中間体粒子において、
合計で約４５質量％から約９５質量％に及ぶ量で存在する、アルミナおよびシリカの少なくとも一方と、合計で約５質量％から約５５質量％の、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物と、
含むガラス中間体粒子であって、

（ａ）該ガラス中間体粒子が実質的に均質であり、
（ｂ）該ガラス中間体粒子が実質的に球状であり、
（ｃ）該ガラス中間体粒子の平均粒径が約５マイクロメートルから約１，０００マイクロメートルに及ぶ、
ガラス中間体粒子。
【請求項１２】
窒化ケイ素、炭化ケイ素、ジルコニア、およびそれらの混合物から選択される追加の化合物を少なくとも１つさらに含む、請求項１１記載のガラス中間体粒子。
【請求項１３】
アルミナおよびシリカの少なくとも一方を約５０質量％から約８０質量％、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を約２０質量％から約５０質量％含む、請求項１１または１２記載ガラス中間体粒子。
【請求項１４】
約５０から約５００マイクロメートルに及ぶ平均粒径を有する、請求項１１から１３いずれか１項記載ガラス中間体粒子。
【請求項１５】
約４９から約５２質量％のシリカ、約１６から約２１質量％の酸化ナトリウムおよび約２８から約３２質量％の酸化カルシウムを含む、請求項１１から１４いずれか１項記載ガラス中間体粒子。
【発明の詳細な説明】
【関連出願の説明】
【０００１】
本出願は、その内容の全てがこれによって引用される、２０１３年１０月４日に出願された米国仮特許出願第６１／８８６８１９号の米国法典第３５編第１１９条の下での優先権の恩恵を主張するものである。
【技術分野】
【０００２】
本開示は、概して、ガラスバッチ材料を前溶融、溶融、および／または処理する方法に関し、より詳しくは、誘電または高周波（「ＲＦ」）プラズマを使用したガラス前駆体材料の処理に関する。
【背景技術】
【０００３】
窓から高性能表示装置に亘る様々な用途に、ガラス基板が使用されることがある。解像度、透明度、および性能の改善の要望が増すにつれて、ガラス基板の要求品質がより厳しくなってきた。しかしながら、ガラス品質は、ガラス溶融物の形成から、ガラス製品の最終的な包装までの様々な工程段階により悪影響を受けるであろう。
【０００４】
ガラス品質の低下をもたらすことがある工程段階の１つは、溶融装置内でガラス前駆体バッチ材料を混合し、加熱する、溶融過程である。この過程中、その材料は溶融し反応して、反応ガスを発生させ、これにより溶融ガラス中に気泡が生じる。その上、溶融過程により、化学組成の異なる領域がある不均質なガラス溶融物が生じることがある。形成する第１の溶融物は、多くの場合、耐火性材料と極めて反応性であり、これにより、装置の過剰な摩耗および／またはガラス溶融物中の欠陥がもたらされることがある。溶融物のより密度の高い部分が溶融装置の底に沈むであろう。これにより、溶融物の残りとは異なる光学的性質を有し、全体的な溶融物に完全に混合して戻すことが難しい「スラッジ」層がもたらされる。その結果、当該技術分野と本明細書で、「コード(chord)」と称される、溶融物の不均質部分が生じる。最終的に、一般に処理する体積が大きいために、様々なガラスバッチ材料が溶融しないか、または部分的にしか溶融しない可能性がある。未溶融材料または部分溶融材料は、溶融過程を通じて運ばれ、後に、ガラス製品中の欠陥になるであ

ろう。

【０００５】

高品質の光学ガラスを製造するための現行の溶融過程では、高温および撹拌を利用して、ガラス溶融物から気泡を除去している。しかしながら、そのような過程は、処理設備のための高価な金属および特別に設計された高温耐火材料を必要とするので、桁違いの費用がかかるであろう。さらに、これらの費用のかかる溶融システムは、長い加工時間および大きいエネルギー消費量を要する。何故ならば、ガラス溶融物から離脱するために反応ガスが移動する距離が長く、スラッジ層を溶融装置のタンクの底からそのタンク内のガラス溶融物の残りと混合しなければならず、これには、高粘性流体中を長距離に亘る混合運動が必要であるからである。

【０００６】

ガラス溶融物中の気泡および不均質部分を防ぐ代わりの方法は、より小さいバッチで溶融物を処理する工程を有する。このようにして、溶融物から離脱するために気泡が移動する距離がより短くなり、スラッジ層は、溶融物の残りにより容易に含ませることができる。しかしながら、多くの小規模プロセスと同様に、これらの方法には、処理時間および費用の増加などの様々な欠点がある。

【０００７】

様々な「異例の」ガラス前駆体材料を溶融しようと試みる場合、重要な問題も観察された。例えば、酸化バリウムとアルミナの混合物、または酸化カルシウムとアルミナの混合物を含むガラスバッチ材料の溶融温度は、極めて高く、例えば、溶融温度が２，１００℃を超えることがあり、これにより、溶融過程が複雑になり、均質なガラス溶融物を得ることが難しくなる。シリカ、酸化ナトリウムおよび酸化カルシウムの混合物などの他のガラスバッチ材料は、溶融できるが、冷却の際に結晶化する傾向があり、処理欠陥の可能性を減少させるために特別な急冷法を要する。シリカおよび低レベルの二酸化チタンを含む超低膨張（ＵＬＥ（登録商標））ガラスも、従来のプロセスを使用して溶融した場合、難点を示すことがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

したがって、より速くおよび／またはより経済的である一方で、溶融物中の気泡、コード、および／または脈理により生じる欠陥などのガラス品質に関連する問題を最小にし、異例のガラス材料を溶融するのに適しているであろうガラス溶融過程を提供することが都合よいであろう。結果として得られるガラス基板は、高い光学的品質を有することができ、解像度、透明度、および／または性能が高いガラスを必要とする様々な市販製品に使用することができる。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本開示は、様々な実施の形態において、ガラスバッチ材料を前溶融および／または溶融する方法であって、ガラスバッチ材料を、実質的に均質な球状ガラス中間体粒子を形成するのに十分な滞留時間に亘りプラズマと接触させる工程を有してなる方法に関する。ある実施の形態において、そのガラス中間体粒子は、アルミナおよび／またはシリカを少なくとも約４５質量％、例えば、約４５から約９５質量％、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を約５５質量％未満、例えば、５から５５質量％含むことがある。そのガラス中間体粒子の平均粒径は、約５から約１，０００マイクロメートルに及ぶことがある。さらなる実施の形態において、そのガラス中間体粒子は、プラズマと接触した後に接線方向の気体流によって冷却されることがある、および／または従来の溶融装置を使用して、さらに溶融および／または溶解されることがある。

【００１０】

アルミナおよび／またはシリカを少なくとも約４５質量％、例えば、約４５から約９５

質量％、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を約５５質量％未満、例えば、５から５５質量％含むガラス中間体粒子であって、実質的に均質であり、実質的に球状であり、約５から約１，０００マイクロメートルに及ぶ平均粒径を有するガラス中間体粒子も、ここに開示されている。

【００１１】

追加の特徴および利点が、以下の詳細な説明に述べられており、一部は、その説明から当業者に容易に明白になるか、または以下の詳細な説明、特許請求の範囲、並びに添付図面を含む、ここに記載された本発明を実施することによって、認識されるであろう。

【００１２】

先の一般的な説明および以下の詳細な説明の両方とも、様々な実施の形態を提示しており、特許請求の範囲に記載された本発明の性質および特徴を理解するための概要または骨子を提供することが意図されているのが理解されよう。添付図面は、さらなる理解を与えるために含まれ、本明細書に包含され、その一部を構成する。図面は、様々な実施の形態を図解しており、説明と共に、本発明の原理および作動を説明する働きをする。

【００１３】

以下の詳細な説明は、同様の構造が同様の参照番号によって示されている、以下の図面と一緒に読んだときに最もよく理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本開示の１つの実施の形態によるガラスバッチ材料を溶融するためのシステムの概略図

【発明を実施するための形態】

【００１５】

ガラスバッチ材料を前溶融および／または溶融する方法であって、ガラスバッチ材料を、実質的に均質な球状ガラス中間体粒子を形成するのに十分な滞留時間に亘りプラズマと接触させる工程を有してなる方法が、ここに開示されている。

【００１６】

材料

「ガラスバッチ材料」という用語およびその変形は、溶融した際に、反応および／または化合してガラスを形成する、ガラス前駆体粒子の混合物を表すためにここに使用される。ガラスバッチ材料は、ガラス前駆体粒子を化合させるどの公知の方法によって、調製および／または混合されてもよい。例えば、ある非限定的な実施の形態において、ガラスバッチ材料は、ガラス前駆体粒子の乾燥したまたは実質的に乾燥した混合物、例えば、どの溶媒または液体も含まない混合物を含む。他の実施の形態において、ガラスバッチ材料は、スラリー、例えば、液体または溶媒の存在下でのガラス前駆体粒子の混合物の形態にあることがある。

【００１７】

様々な実施の形態によれば、ガラスバッチ材料は、シリカ、アルミナなどのガラス前駆体材料、およびホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、またはチタンの酸化物などの様々な追加の酸化物を含むことがある。例えば、ガラスバッチ材料は、シリカおよび／またはアルミナと、１種類以上の追加の酸化物との混合物であってよい。様々な実施の形態において、ガラスバッチ材料は、アルミナおよび／またはシリカを合計で約４５から約９５質量％、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を合計で約５から約５５質量％含む。

【００１８】

例えば、「ＵＬＥ」ガラスは、シリカ、例えば、約８５から約９５質量％のシリカ、および約５から約１５質量％の酸化チタン、または約９０質量％超のシリカおよび約１０質量％未満の酸化チタンを含むことがある。これらの「ＵＬＥ」ガラスは、ヒドロキシル基

（－ＯＨ）、並びにＮｂ、Ｔａ、Ｆ、およびＡｌなどの様々な追加の元素を含んでもよい。例えば、「ＵＬＥ」ガラスは、そのような追加の元素を約５質量％未満含んでもよい。ある実施の形態において、「ＵＬＥ」ガラスは、そのような元素を、約０．５から約３質量％、または約１から約２質量％などの、約０．１から約５質量％に及ぶ量で含んでもよい。

【００１９】

他の異例のガラスが、少なくとも約５０質量％のアルミナおよび約５０質量％未満の酸化バリウムを含む混合物、例えば、約５０から約７５質量％のアルミナおよび約２５から約５０質量％の酸化バリウムを含む混合物、または約６７質量％のアルミナおよび約３３質量％の酸化バリウムの混合物などの、アルミナおよび酸化バリウムの混合物を含むバッチ材料から製造されるであろう。アルミナおよび酸化カルシウムを含む類似の混合物、例えば、約７０から約８０質量％のアルミナおよび約２０から約３０質量％の酸化カルシウムを含む混合物も、ガラスバッチ材料として使用してもよい。さらに別の異例のガラスバッチ材料は、シリカ、酸化ナトリウム、および酸化カルシウムの混合物を含むことがある。非限定的な例として、ガラスバッチ材料は、少なくとも約４５質量％のシリカおよび約５５質量％未満のナトリウムとカルシウムの酸化物、例えば、約４９～５２質量％のシリカ、約１６～２１質量％の酸化ナトリウム、および約２８～３２質量％の酸化カルシウムを含む混合物、または約５０質量％のシリカ、約１８～２０質量％の酸化ナトリウム、および約３０～３２質量％の酸化カルシウムを含む混合物を含むことがある。

【００２０】

ある非限定的な実施の形態において、バッチ材料は、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、ストロンチウム、スズ、および／またはチタンの少なくとも１つの酸化物を、ガラスバッチ材料の総質量に対して、約５５質量％未満、例えば、約５０質量％未満、約４５質量％未満、約４０質量％未満、約３５質量％未満、約３０質量％未満、約２５質量％未満、約２０質量％未満、約１５質量％未満、約１０質量％未満、または約５質量％未満含み、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。非限定的な例として、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化ホウ素を含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。あるいは、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化マグネシウムを含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。他の実施の形態において、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化カルシウムを含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。さらなる実施の形態によれば、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化ナトリウムを含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。さらに別の実施の形態において、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化ストロンチウムを含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。またさらなる実施の形態において、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化スズを含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。他の実施の形態によれば、ガラスバッチ材料は、５５、５０、４５、３５、３０、２５、２０、１５、１０、または５質量％未満の酸化チタンを含むことがあり、この含有量は、それらの間の全ての範囲および部分的な範囲を含む。上述した酸化物の様々な混合物を使用してよく、その少なくとも１つの酸化物の総量が約５５質量％未満であると理解されよう。非限定的な例として、ナトリウムおよびカルシウムの酸化物の混合物を使用してよい、またはチタンおよびナトリウムの酸化物の組合せを使用してよい、もしくはマグネシウム、ナトリウム、およびカルシウムの酸化物の組合せを使用してよく、以下同様である。

【００２１】

前記シリカおよび／またはアルミナは、ガラスバッチ材料の少なくとも約４５質量％、例えば、少なくとも約５０質量％、少なくとも約５５質量％、少なくとも約６０質量％、少なくとも約６５質量％、少なくとも約７０質量％、少なくとも約７５質量％、少なくとも約８０質量％、少なくとも約８５質量％、少なくとも約９０質量％、または少なくとも約９５質量％の総量で存在してよい。ある実施の形態によれば、ガラスバッチ材料は、少なくとも約４５、５０、５５、６０、６５、７０、７５、８０、８５、９０、または９５質量％のシリカを含むことがある。他の実施の形態において、ガラスバッチ材料は、少なくとも約４５、５０、５５、６０、６５、７０、７５、８０、８５、９０、または９５質量％のアルミナを含むことがある。先に示された量のシリカおよびアルミナの混合物も使用してよく、シリカおよびアルミナの総量が約４５質量％超であることが理解されよう。

【００２２】

高い溶融温度を必要とすることがある、および／または上述した難点と同様の他の処理上の難点を有することがある、追加のガラスバッチ組成物を、ここに記載した方法において処理されるガラスバッチ材料として使用することができることも考えられる。例えば、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ジルコニア、および溶融温度が高い他の酸化物を含むガラスバッチ組成物も、ここに記載した方法にしたがって処理するのに適しているであろう。コーニング社（Ｃｏｒｎｉｎｇ　Ｉｎｃｏｒｐｏｒａｔｅｄ）からのＥＡＧＬＥ　ＸＧ（登録商標）などの高性能光学ガラスも、ここに記載した方法にしたがって処理してもよい。

【００２３】

前記ガラスバッチ材料は、ガラスバッチ材料を混合および／または処理するための当該技術分野で公知のどの方法によって調製してもよい。例えば、バッチ材料を混合、混練、粉砕、および／または他の様式で処理して、所望のサイズおよび／または形状を有する所望の混合物を製造してもよい。例えば、ガラスバッチ材料は、約１，０００マイクロメートル未満、例えば、約９００、８００、７００、６００、５００、４００、３００、２００、または１００マイクロメートル未満、およびそれらの間の全ての範囲と部分的な範囲の平均粒径を有するであろう。様々な実施の形態において、ガラスバッチ材料は、約５０マイクロメートルから約９００マイクロメートル、約１００マイクロメートルから約８００マイクロメートル、約１５０マイクロメートルから約７００マイクロメートル、約２００マイクロメートルから約６００マイクロメートル、または約２５０マイクロメートルから約５００マイクロメートル、およびそれらの間の全ての範囲と部分的な範囲などの、約５マイクロメートルから約１，０００マイクロメートルに及ぶ平均粒径を有し得る。さらなる実施の形態において、そのガラスバッチ材料の平均粒径は、約５０マイクロメートル未満、約２５マイクロメートル未満、または約１０マイクロメートル未満などの、約１００マイクロメートル未満に及ぶことがある。

【００２４】

方法

ここに開示された様々な実施の形態によれば、ガラスバッチ材料はプラズマと接触させられる。ここに用いたように、「接触させる」および「接触した」という用語、並びにその無変形は、ガラスバッチ材料とプラズマとの物理的および／または熱的相互作用を表すことを意図している。例えば、ガラスバッチ材料は、プラズマ中に物理的に導入されてもよい、および／またはガラスバッチ材料は、プラズマと熱的に接触してもよい、例えば、熱プラズマにより生じる熱と接触してもよい。

【００２５】

ガラスバッチ材料は、バッチ供給装置を使用してプラズマプルーム中に導入してもよい。例えば、バッチ供給装置は、バッチ材料を分配するオーガーおよび／またはノズルを備えたスクリュー供給装置を含んでもよい。ある非限定的な例において、バッチ供給装置は、スクリュー１回転当たり少なくとも約１グラムのガラスバッチ材料を分配するであろう。ガラスバッチ材料は、シフター缶または類似の装置に分配されてもよく、その中で、バッチ材料中のどのような凝集塊も砕かれる。例えば、シフター缶は、ステンレス鋼球を収容するチャンバを含んでもよく、その缶は、ある振動数（例えば、１４．５ｋＨｚ）で振

盪および振動されてもよく、よって、鋼球がバッチ材料中のどのような凝集塊も粉々にする。バッチ材料は、ある実施の形態において、その缶内の開口を通って分配流でプラズマトーチに流れてもよい。例えば、バッチ材料は、少なくとも約２ｇ／分などの、毎分少なくとも約１グラムの流量でプラズマトーチ中に流れてもよい。ある実施の形態において、その流量は、約１ｇ／分から約７００ｇ／分、または言い換えれば、一日当たり約１メートルトン超に及んでもよい。ある実施の形態において、シフター缶は、大気気体がプラズマトーチ中に導入されるのを防ぐために、アルゴンなどの不活性ガスで溢れさせてもよい。

【００２６】

ガラスバッチ材料は、必要に応じてガス流の存在下でプラズマプルーム中に導入されてもよい。そのガス流は、様々な実施の形態において、酸素、浄化され除湿された周囲空気、並びに窒素、アルゴン、ヘリウム、およびその混合物などの不活性ガスから選択されてもよい。ガラスバッチ材料は、そのガス流内で粒子が浮遊するように、ガス流中に同伴されてもよい。

【００２７】

前記ガス流は、周囲温度であっても、または必要に応じて、加熱されてもよい。そのガス流の供給量は、例えば、約１ＳＬＰＭから約１５０ＳＬＰＭ、例えば、約１０ＳＬＰＭから約１００ＳＬＰＭ、または約２５から約５０ＳＬＰＭに及んでよく、その流量は、それらの間の全ての範囲と部分的な範囲を含む。所望の作動および結果に適した流量を選択することは、当業者の能力の範囲内である。

【００２８】

様々な実施の形態によれば、ガラスバッチ材料は、プラズマプルームとの接触により、急激に加熱され、溶融される。そのプラズマプルームは、所定の長さおよび円形断面を持つ、実質的に円柱またはわずかに円錐の形状を有するものと想定されるであろう。その円形断面は、中心またはコア、および様々な同心円またはシースにより画成される。それゆえ、プラズマプルームの温度は、断面勾配として記載されることがあり、その場合、プラズマプルームのコアは、少なくとも約１１，０００Ｋの温度を有し得、プラズマプルームの外側シースまたは外縁は、少なくとも約３００Ｋの比較的低い温度を有するであろう。例えば、コアの温度は、約９，０００Ｋから約１１，０００Ｋに及ぶことがあり、外側シースの温度は、約３００Ｋから約５００Ｋなどの、約３００Ｋから約１，０００Ｋに及ぶことがある。プラズマプルームは、様々な加熱方法、例えば、誘電（ＲＦ）場イオン化および直流（ＤＣ）アーク法、並びにそれらの組合せを使用して発生させてもよい。

【００２９】

ガラスバッチ材料は、プラズマプルーム中に導入された際に、実質的に垂直方向、例えば、プラズマプルームの長手に沿って落下する方向などのどの方向に流れてもよく、またはプルームの長手に沿ってサイクロンパターンで流れてもよい。非限定的な例として、第２のガス流を、プラズマプルームの流れに対して接線方向に、プラズマ容器中に導入してもよい。その導入角度は、装置に応じて様々であってよいが、一般に、プラズマの流れに対して、例えば、プラズマプルームの長手に沿った流れに対して、約１５°から約９０°に及ぶであろう。プラズマプルーム内のサイクロン流は、プラズマ中のガラスバッチ材料の滞留時間を長くする働きをするだけでなく、より低い溶融温度が望ましい用途においてプラズマプルームのより低温の外縁にガラスバッチ材料を推進する遠心力を発生させる。ガラスバッチ材料が一旦、所望のレベルの溶融を達成したら、重力および／またはサイクロン作用のいずれかが、プラズマプルームの速度と共に、前記粒子をプラズマプルームから収集槽へと推進するであろう。

【００３０】

ガラスバッチ材料は、そのバッチ材料を溶融および／または反応させるのに十分な滞留時間に亘りプラズマと接触する。ここに用いたように、「反応する」および「反応」という用語、並びにその変形は、以下に限られないが、有機材料と無機材料の燃焼、水の蒸発、結晶化反応および反転、および溶融反応を含む加熱中のガラスバッチ材料の相互作用を

表すことを意図している。様々な実施の形態によれば、プラズマプルーム中の滞留時間は、約１０秒未満、例えば、約５秒未満、約１秒未満、約０．５秒未満、または約０．１秒未満であってよい。他の実施の形態において、ガラスバッチ材料の急激な加熱は、数ミリ秒以内に生じることがあり、例えば、その期間は、約０．０１から約０．０９秒に及ぶことがある。ある非限定的な実施の形態において、プラズマプルームはガラスバッチ材料を、例えば、約５００℃から約２，５００℃、約８００℃から約２，０００℃、または約１，０００℃から約１，５００℃などの、それらの間の全ての範囲と部分的な範囲を含む、約３００℃から約３，０００℃に及ぶ温度に加熱する。

【００３１】

様々な実施の形態によれば、プラズマプルーム中の十分な滞留時間後、ガラス中間体粒子を収集し、必要に応じてさらに処理してもよい。例えば、ガラス中間体粒子は、プラズマプルームを出た際に、収集および／または冷却してもよい。ある実施の形態において、ガラス中間体粒子は収集槽に入ってもよく、そこで、ガラス中間体粒子の流れに対して接線方向に、随意的な第３のガス流を導入してもよい。その導入角度は、装置に応じて様々であってよいが、一般に、粒子の流れに対して約１５°から約９０°に及ぶであろう。その収集槽内での接線方向のガス流は、ガラスバッチ材料がプラズマプルームを出るときに、それを冷却および／または急冷する働きをする。ガラスバッチ材料が一旦、所望のレベルの冷却を達成したら、それらは、収集される、および／または必要に応じて、冷却および／または急冷されるかのいずれかであろう。

【００３２】

あるいは、ガラス中間体粒子を、随意的な冷却後、溶融タンクに供給して、そこで、粒子を互いに化合させて、実質的に均質なガラス溶融物を形成するように、さらに必要に応じて加熱してもよい。そのような追加の溶融は、以下に限られないが、中間体粒子の溶融装置への導入および撹拌の有無にかかわらない加熱を含む、当該技術分野に公知のどの方法を使用して行ってもよい。

【００３３】

理論により束縛することを意図しないが、少なくとも特定の実施の形態において、プラズマプルームを使用すると、ガラスバッチ材料が、均一に溶融され、反応ガスを実質的に含まないガラス中間体粒子または「前溶融」粒子を形成するように、ガラスバッチ材料を急激に加熱すると考えられる。この急激な加熱は、ガラスバッチ材料の比較的小さい平均粒径と併せて、ガラス中間体粒子内に捕捉されたどのような気体も、表面に素早く到達し、前溶融粒子から出ることができることも考えられる。さらに、急激な加熱により、ガラスバッチ材料が均一に溶融し、それゆえ、構成または組成が異なるスラッジまたはコード層の形成を避けるまたは減少させることができる。最後に、プラズマを出る際にガラス中間体粒子を急激に冷却する能力は、冷却の際に結晶化する傾向がある異例のガラス材料にとって有益であろうし、特別な急冷工程の必要性が低下するまたはなくなるであろう。

【００３４】

装置

図面に、本開示による方法を実施するために使用できる例示のシステムが示されている。この実施の形態において、ガラス前駆体粒子１０５がバッチ供給装置および／またはミキサ１１０に導入され、そこで、混合され、バッチシフター１２０に供給される。その中で、どの凝集塊も粉々にされる。次いで、ガラスバッチ材料１１５（その流れも＊記号によって示されている）がプラズマ格納容器１３０に導入される。ガラスバッチ材料１１５は、プラズマガス１２５内に同伴されてもよく、このプラズマガスもプラズマ格納容器１３０に導入される。ある実施の形態において、プラズマ格納容器１３０は、プラズマプルーム１３５を含む内部領域、およびその内部領域の壁を冷却するためのシールドガス１４５を含むことがある外部領域を含んでもよい。ＲＦコイル１４０が、プラズマ格納容器１３０の周りに配置されており、ＲＦプラズマ整合回路網(matchwork)１５０によりＲＦプラズマ発生器１６０に取り付けられている。ＲＦプラズマ発生器１６０は、プラズマガス１２５をプラズマプルーム１３５に転化させる働きをする。ガラスバッチ材料１１５は、

プラズマプルーム１３５の中心でプラズマ格納容器１３０に導入され、そこで、加熱されて、ガラス中間体粒子１８５を形成する。次いで、この中間体粒子１８５は収集容器１７０内で収集される。接線方向の気体流１７５を使用して、中間体粒子１８５を冷却してもよい、および／または収集容器１７０内にサイクロン流を生じさせてもよい。収集後、ガラス中間体粒子１８５に、追加の随意的な工程段階を施してもよい。

【００３５】

ここに記載した装置は、様々な実施の形態において、ＲＦ誘導結合プラズマ（ＩＣＰ）により生じるプラズマプルームを利用してもよい。他の実施の形態において、プラズマプルームは、ＲＦ　ＩＣＰおよび「ハイブリッドプラズマ」とも称されるＤＣ非移行型(non-transferrable)アークプラズマの組合せにより生成してもよい。ＲＦ誘導は、一般に、大量のプラズマを提供するが、そのプラズマは極めて乱流であろう。他方で、ＤＣアークプラズマは、実質的に円柱／円錐形状を有して、より安定である傾向にあるが、比較的体積が小さい。理論により束縛するものではないが、ＤＣアークプラズマは、ＲＦプラズマを安定化させ、そのＲＦプラズマに実質的に円柱円錐形状のプルームを与えながら、それでも大量のプラズマを維持すると考えられる。

【００３６】

ＲＦ誘導コイルが、プラズマ格納容器の周りに配置され、インピーダンス整合のためのＲＦ整合回路網およびＲＦ発生器に接続されている。ＲＦ発生器は、約４００ｋＨｚから約５．８ＧＨｚに及ぶ周波数で出力を生じるであろう。例えば、ＲＦ周波数は、６．７８ＭＨｚ、１３．５６ＭＨｚ、２７．１２ＭＨｚ、および４０．６８ＭＨｚを含み、マイクロ波周波数は、２．４４１ＧＨｚおよび５．８００ＧＨｚを含む。ｋＨｚ範囲のより低い周波数について、最初に高周波（＞１ＭＨｚ）励起を使用し、続いて、プラズマを維持し操作するために、低周波を使用してもよい。ＲＦ発生器の出力レベルは、運転費および処理量要件に応じて、約１０ｋＷから約１ＭＷに及ぶであろう。例えば、出力レベルは、約５０ｋＷから約５００ｋＷ、または約１００ｋＷから約３００ｋＷに及ぶことがあり、その出力レベルは、それらの間の全ての範囲と部分的な範囲を含む。

【００３７】

前記プラズマ格納容器は、誘電強度が高い高温セラミック材料などの耐腐食性材料から作られることが都合よい。その格納容器は、ある実施の形態において、同心の内部槽および外部槽を備えることがある。内部槽を取り囲む外部槽は、シールドガス噴射のアニュラスを含むことがあり、そのアニュラスは、内部槽の壁を冷却するのに使用できる。そのシールドガス噴射は、プラズマ温度を上昇させるために、ヘリウム、アルゴン、酸素、または窒素などの追加のプラズマガス成分も提供することがある。

【００３８】

他の実施の形態において、滞留時間を増加させるために、追加の誘導コイルを利用して、プラズマの長さを延長してもよい。そのような場合、誘導加熱発生器に接続された追加のコイルを、プラズマ格納容器の周りに巻き付けてもよい。その発生器は、１ＭＨｚ未満、例えば、４５０ｋＨｚなどのより低い周波数、および約１０ｋＷから約１００ｋＷに及ぶ出力定格で作動するであろう。前記サイクロン流をプラズマプルームの長手方向に下方に維持するために、プラズマ送達容器内に第２の気体のための追加の接線方向入口が含まれるてもよい。

【００３９】

プラズマ格納容器は、どの形状または寸法を有してもよく、ある場合には、管形状であってもよい。プラズマ送達容器は、３１６ステンレス鋼または窒化ケイ素Si_3N_4などの耐久性材料から作られることが都合よいであろう。プラズマ格納容器の外面の周りに、水冷ジャケットを配置してもよく、これは、プラズマプルームの外縁と容器との間の境界領域をより低い温度に維持する働きをすることができる。格納容器に案内管を取り付けてもよく、この管は、ガラスバッチ材料をプラズマプルームに導入するために使用できる。例えば、案内管は、白金とロジウムの８０／２０混合物等の白金およびロジウム、または窒化ケイ素Si_3N_4などの耐久性耐熱性材料から作られることがある。

【００４０】
プラズマ格納容器の周りに配置されたＲＦコイルは、ある実施の形態において、必要に応じて銀メッキされた銅から作られることがある。その誘導コイルは、様々な実施の形態において、少なくとも３回、例えば、少なくとも約４回、容器に巻き付けてもよい。冷却水が、コイルが格納容器から吸収するかもしれない熱量を減少させるために、コイルを流れてもよい。コイル内を流れるＲＦ電流により、コイルの巻きに対して垂直に磁場が生じた。その磁力線は、プラズマ格納容器内に集中する。この磁場が逆転し、崩壊して、連続円形路に流れる電流または短絡を急激に生じる。例えば、磁場は、ほぼ７４ナノ秒毎（１３．５６ＭＨｚに相当する）、約３７ナノ秒毎（２７．１２ＭＨｚに相当する）、約２５ナノ秒毎（４０．６８ＭＨｚに相当する）、または約１７ナノ秒毎（約６０ＭＨｚに相当する）などで崩壊するであろう。その電流フローが、プラズマ格納容器内の気体をプラズマへと過熱する。

【００４１】
プラズマは、当該技術分野に公知のどの手段によって着火してもよい。例えば、電極を、空気圧スライドにより収集容器中に通し、火花コイルからの高電圧（例えば、約１００ｋＶ）で充電してもよい。その高電圧は、プラズマ収集容器へと上方に伝導するコロナを生じるであろう。次いで、火花からの熱を使用して、プラズマを着火することができる。プラズマプルームは、どの方向性を有してもよいが、ある実施の形態において、図示されるように、垂直プラズマプルームであってよい。プラズマのコアは約１１，０００Ｋに到達し得るのに対し、プラズマの外縁は３００Ｋほど低くなり得る。プラズマプルームは大気圧であってもよく、その場合、大気圧熱プラズマジェットとして特徴付けられるであろう。

【００４２】
ガラスバッチ材料は、それらをプラズマガスと組み合わせることによって、流動化させてもよく、例えば、粒子が第１の気体中に同伴される。次いで、この流れがプラズマ格納容器に供給され、そこで、第１の気体がプラズマに転化され、ガラスバッチ材料がプラズマプルームの中心に送達される。

【００４３】
ある非限定的な実施の形態において、プラズマの周りにサイクロン流を生じる第２の気体を、プラズマプルームの接線方向に比較的高速で、プラズマ格納容器中に噴射してもよい。プラズマおよびガラス粒子は、サイクロンパターンへと旋回される。第２の気体の流速に正比例するであろう遠心力のために、粒子は、比較的温度が低いプラズマプルームの外縁に押しやられるであろう。第２の気体の流速は、所望の処理量に応じて様々であってよく、ある実施の形態において、約１０ＳＬＰＭから約２００ＳＬＰＭ、例えば、約３０ＳＬＰＭから約１５０ＳＬＰＭ、または約５０から約１００ＳＬＰＭに及んでよく、その流速は、それらの間の全ての範囲と部分的な範囲を含む。

【００４４】
このサイクロン作用のために、ガラスバッチ材料は、粒子が潜在的に蒸発し得る、温度がより高いコア内またはその付近での長い滞留時間を避けることができる。その上、サイクロンは、ガラス中間体粒子をプルームから、密閉収集槽などの収集容器へと押しやることができる。例えば、粒子を収集するために、微細メッシュを使用してもよい。粒子は、収集期間に亘りそのメッシュ上に蓄積するであろう。その後、メッシュを振盪して、および／または不活性ガスが噴射されて、粒子を収集容器に移動させる。収集槽内のどのガスも、必要に応じて、分離し、濾過し、工程の始めに戻すことができる。

【００４５】
あるいは、ガラス中間体粒子が収集容器に流入してもよく、ある実施の形態において、第３の気体の接線方向流と接触してもよい。収集容器内の接線方向流は、サイクロン流パターンを誘発する働きをするであろう。これにより、ガラス中間体粒子が容器内に移動するときであって、静止する前に、その粒子の冷却が促進されるであろう。第３の気体の流速は、所望の冷却速度に応じて様々であってよく、ある実施の形態において、約１０ＳＬ

ＰＭから約１００ＳＬＰＭ、例えば、約１５ＳＬＰＭから約５０ＳＬＰＭ、または約２０から約３０ＳＬＰＭに及んでよく、その流速は、それらの間の全ての範囲と部分的な範囲を含む。

【００４６】

ここに記載した装置は、厳しく抑えられた条件下で作動してもよく、これにより、高純度の製品が提供されるであろう。その上、プラズマを使用することによって達成される急激な熱伝達により、溶融のための滞留時間を劇的に減少させ、それによって、処理量を増加させることができる。従来の方法を使用してガラス溶融物を撹拌するのに必要な時間をなくすまたは劇的に減少させる可能性が、さらなる時間と費用の節約を与える。さらに、プラズマ技術は、比較的低コストで運転され、機械が故障する傾向が低く、それゆえ、停止時間および運転費が減少する。その上、プラズマ技術は、従来のより遅いバッチ式工程とは反対に、ガラス材料を溶融するための連続工程を提供する。最後に、従来技術の方法は、欠陥（例えば、気泡、コード、および／または脈理）が生じた後に、それらを直すことを目的としているのに対し、ここに開示した方法は、そのような欠陥の形成を防ぐかまたは実質的に制限し、それによって、欠陥を除去するための溶融後作業の必要をなくすかまたは減少させる。

【００４７】

ガラス中間体粒子

ここに記載した方法および装置は、ガラスバッチ材料を溶融して、プラズマ中に導入される元の粒子と同程度の質量を有する溶融球体を形成するための手段を提供する。その粒子は、化学組成に関して実質的に均質であり、実質的に球状であり、実質的に滑らかな表面を有するであろう。したがって、ガラス中間体粒子は、ギザギザの縁のために元にガラスバッチ粒子に観察されることが多い凝集(clumping)および架橋(bridging)が減少しているであろう。

【００４８】

ここに用いたように、「ガラス中間体粒子」および「ガラス前溶融粒子」という用語並びにその変形は、ガラスバッチ材料成分を反応させて、および／または溶融して、実質的に均質な粒子を形成するのに十分な温度に加熱された実質的に独立したまたは別個の粒子を表すことが意図されている。次に、個々のガラス中間体粒子を結合させ、必要に応じて、さらに加熱および／または混合して、粒子を均質な溶融物に化合させることによって、「ガラス溶融物」を形成することができる。

【００４９】

ここに用いたように、「均質な」および「実質的に均質な」という用語、並びにそれらの変形は、ガラス中間体粒子が、その直径とほぼ等しい長さスケールに亘り化学的一様性を示すことを表すことが意図されている。例えば、約５０マイクロメートルの平均粒径を有する例示のガラス中間体粒子について、その粒子は、５０マイクロメートルにほぼ等しい長さスケールに亘り実質的に均質である。同様に、約５から約１，０００マイクロメートルに及ぶ平均粒径を有するガラス中間体粒子は、約５から約１，０００マイクロメートルに及ぶ長さスケールに亘り均質であろう。例えば、ガラス中間体粒子は、約５０マイクロメートルから約９００マイクロメートル、約１００マイクロメートルから約８００マイクロメートル、約１５０マイクロメートルから約７００マイクロメートル、約２００マイクロメートルから約６００マイクロメートル、または約２５０マイクロメートルから約５００マイクロメートル、およびそれらの間の全ての範囲と部分的な範囲に亘る長さスケールに亘り均質であろう。

【００５０】

ここに用いたように、「球体」および「実質的に球体」という用語、並びにその変形は、実質的に球状、卵形、または球形である形状を意味することが意図されているが、ガラス中間体粒子は、それらが完全に球体形状であることを妨げる小さい不完全性を有することを理解すべきである。各中間体粒子は、次の粒子とは形状またはサイズが異なってもよいことも理解すべきである。

【００５１】
ここに用いたように、「滑らか」および「実質的に滑らか」という用語、並びにその変形は、ぎざぎざの縁、尖った地点、および／またはこぶなどの、突出部または凹部を実質的に持たない実質的に平らなまたは規則的な表面を表すことが意図されている。元のガラスバッチ材料は、凝集および／または架橋を生じるぎざぎざの縁および／または表面のむらを有するかもしれないが、ガラス中間体粒子は実質的に滑らかな表面を有し、これにより、粒子の凝集が防がれるかまたは減少するであろう。
【００５２】
ガラス中間体粒子の化学的構成は、例えば、成分比が同じである、ガラスバッチ材料の化学的構成と同じまたは実質的に類似であることが認識されよう。したがって、ガラス中間体粒子が、バッチ材料の構成に関して先に記載した組成を有することが本開示の範囲内である。
【００５３】
様々な開示の実施の形態は、特定の実施の形態に関連して記載された特定の特徴、要素または工程を含んでもよいことも認識されよう。さらに、１つの特定の実施の形態に関連して記載されているが、ある特定の特徴、要素または工程は、様々な説明されていない組合せまたは置換において代わりの実施の形態と交換されても、組み合わされてもよいことが、さらに認識されよう。
【００５４】
ここに用いたように、名詞は、少なくとも１つの対称を指し、特に明記のない限り、「ただ１つ」に制限されるべきではないことを理解すべきである。それゆえ、例えば、「気体」への言及は、特に明記のない限り、そのような「気体」を２つ以上有する例を含む。
【００５５】
範囲は、「約」１つの特定の値から、および／または「約」別の特定の値まで、として表現できる。そのような範囲が表現された場合、例は、その１つの特定の値から、および／または他方の特定の値まで、を含む。同様に、値が、先行詞「約」を用いて近似として表現されている場合、特定の値は別の態様を構成することが理解されよう。各範囲の端点は、他方の端点に関連してと、他方の端点とは関係なく、の両方において有意である。
【００５６】
様々な範囲が、「約」１つ以上の特定の値「超」または「約」１つ以上の特定の値「未満」および「それらの間の全ての範囲と部分的な範囲」としてここに表現されている。そのような範囲が表現されている場合、例は、いずれか１つの特定の値からいずれか他の特定の値までを含む。例えば、約５０、５５、６０、７０、７５、８０、８５、または９０質量％超などの、約４５質量％超のアルミナを含むガラスバッチ材料は、約４５質量％から約９０質量％、約６５質量％から約８０質量％の範囲、および開示された各値の間の全ての他の可能な範囲のアルミナを含む。同様に、約５０、４５、４０、３５、３０、２５、２０、１５、または１０質量％未満などの、約５５質量％未満の少なくとも１つの酸化物を含むガラスバッチ材料は、約１０質量％から約５５質量％、約１５質量％から約４０質量％の範囲、および開示された各値の間の全ての他の可能な範囲の酸化物を含む。
【００５７】
ここに表現された全ての数値は、特に明記のない限り、そのように述べられていてもいなくても、「約」を含むとして解釈されるべきである。しかしながら、列挙された各数値は、「約」その値として表現されているか否かにかかわらず、同様に、正確に考えられることがさらに理解されよう。それゆえ、「２５℃超の温度」および「約２５℃超の温度」は両方とも、「約２５℃超の温度」並びに「２５℃超の温度」の実施の形態を含む。
【００５８】
特に明記のない限り、ここに述べられたどの方法も、その工程を特定の順序で実施することを必要とすると解釈されることは決して意図されていない。したがって、方法の請求項がその工程が従うべき順序を実際に列挙していない場合、または工程が特定の順序に制限されていることが請求項または説明に別に具体的に述べられていない場合、どの特定の

順序も暗示されていることは決して意図されていない。

【００５９】

特定の実施の形態の様々な特徴、要素または工程が、「含む」という移行句を使用して開示されているかもしれないが、「からなる」または「から実質的になる」という移行句を使用して記載されたものを含む代わりの実施の形態が案じされることを理解すべきである。それゆえ、例えば、特定の要素を含むガラスバッチ材料に対して案じされる代わりの実施の形態は、そのガラスバッチ材料がそれらの要素からなる実施の形態、およびそのガラスバッチ材料がそれらの要素から実質的になる実施の形態を含む。

【００６０】

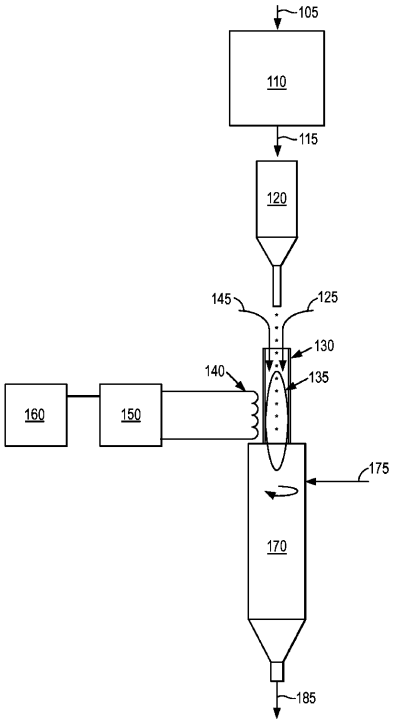
本発明の精神および範囲から逸脱せずに、本発明に様々な改変および変更を行えることが、当業者に明白であろう。本発明の精神および実体を含む、開示された実施の形態の改変、組合せ、下位の組合せおよび変更が、当業者に想起されるであろうから、本発明は、付随の特許請求の範囲およびその同等物の範囲内に全てを含むと解釈されるべきである。

【符号の説明】

【００６１】

１０５　ガラス前駆体粒子
１１０　バッチ供給装置および／またはミキサ
１１５　ガラスバッチ材料
１２０　バッチシフター
１２５　プラズマガス
１３０　プラズマ格納容器
１３５　プラズマプルーム
１４０　ＲＦコイル
１４５　シールドガス
１５０　ＲＦプラズマ整合回路網
１６０　ＲＦプラズマ発生器
１７０　収集容器
１７５　接線方向の気体流
１８５　ガラス中間体粒子

【図１】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2014/057977

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 3/089(2006.01)i, C03C 3/091(2006.01)i, C03B 5/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C03C 3/089; C03B 5/235; C03B 5/16; C03B 19/10; B24D 3/00; C09K 3/14; C03C 10/00; C03C 3/091; C03B 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for ntility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: glass intermediate particle, homogeneous, spheroid-shape, plasma, alumina, silica

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004-0148966 A1 (CELIKKAYA, A. et al.) 05 August 2004 See abstract; paragraphs [0054], [0056], [0057], [0075], [0077]-[0079], [0082], [0084]; claims 1, 10, 15, 24; and figure 4.	1-20
A	US 2005-0132655 A1 (ANDERSON, T. J. et al.) 23 June 2005 See abstract; paragraphs [0055]-[0068]; claims 1, 12; and figures 1-3.	1-20
A	US 2005-0056055 A1 (CELIKKAYA, A. et al.) 17 March 2005 See abstract; paragraphs [0071]-[0084]; claim 1; and figure 4.	1-20
A	UUS 5028248 A (WILLIAMS, J. K. et al.) 02 July 1991 See abstract; column 4, lines 25-65; and claims 1-15.	1-20
A	US 4202682 A (BLACK, P. W.) 13 May 1980 See abstract; column 3, lines 5-19; and claims 1, 13.	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents,such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 January 2015 (16.01.2015)	**16 January 2015 (16.01.2015)**
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. ++82 42 472 3473	Authorized officer HONG, Sung Ran Telephone No. +82-42-481-5405

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2014/057977

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004-0148966 A1	05/08/2004	AT 465132 T	15/05/2010
		AU 2003-299822 A1	06/09/2004
		DE 60332281 D1	02/06/2010
		EP 1590302 A1	02/11/2005
		EP 1590302 B1	21/04/2010
		JP 2006-516523 A	06/07/2006
		KR 10-2005-0089890 A	08/09/2005
		US 7175786 B2	13/02/2007
		WO 2004-071976 A1	26/08/2004
US 2005-0132655 A1	23/06/2005	None	
US 2005-0056055 A1	17/03/2005	EP 1682457 A1	26/07/2006
		JP 2007-504082 A	01/03/2007
		KR 10-2006-0093326 A	24/08/2006
		US 7197896 B2	03/04/2007
		WO 2005-026069 A1	24/03/2005
US 5028248 A	02/07/1991	EP 0369642 A3	09/01/1991
		EP 0369642 B1	12/03/1997
		JP 02-199028 A	07/08/1990
		JP 02635186 B2	30/07/1997
US 4202682 A	13/05/1980	None	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		テーマコード（参考）
C03C	*3/064*	*(2006.01)*	C03C	3/064	
C03C	*3/093*	*(2006.01)*	C03C	3/093	
C03C	*3/089*	*(2006.01)*	C03C	3/089	
C03C	*3/145*	*(2006.01)*	C03C	3/145	
C03C	*3/083*	*(2006.01)*	C03C	3/083	
C03C	*3/085*	*(2006.01)*	C03C	3/085	
C03C	*3/087*	*(2006.01)*	C03C	3/087	
C03C	*3/091*	*(2006.01)*	C03C	3/091	
C03C	*3/155*	*(2006.01)*	C03C	3/155	

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

(72)発明者 ピーターソン，アイリーン モナ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １４９０３ エルマイラ ハイツ ランスロット ドライヴ ２０８

Ｆターム(参考) 4G014 AA01 AB02
4G062 AA01 BB01 DA01 DA02 DA03 DA04 DA05 DA06 DA07 DA08
DA10 DB01 DB02 DB03 DB04 DB05 DB06 DB07 DB08 DC01
DC02 DC03 DC04 DC05 DC06 DD01 DE01 DF01 EA01 EB04
EB05 EB06 EC01 ED01 ED02 ED03 ED04 ED05 ED06 EE04
EE05 EE06 EF01 EF02 EF03 EF04 EF05 EF06 EG01 FA01
FA10 FB01 FB02 FB03 FB04 FB05 FB06 FC01 FD01 FE01
FE02 FE03 FE04 FE05 FE06 FF01 FG01 FH01 FJ01 FK01
FL01 GA01 GA10 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01 HH03 HH05
HH07 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ05
JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07 KK10 MM01