

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7073371号

(P7073371)

(45)発行日 令和4年5月23日(2022.5.23)

(24)登録日 令和4年5月13日(2022.5.13)

(51)国際特許分類

F I

C 0 3 B 7/22 (2006.01)

C 0 3 B 7/22

C 0 3 B 17/04 (2006.01)

C 0 3 B 17/04

A

請求項の数 10 (全24頁)

(21)出願番号	特願2019-529177(P2019-529177)	(73)特許権者	397068274
(86)(22)出願日	平成29年11月30日(2017.11.30)		コーニング インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2020-502021(P2020-502021 A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 1 コーニング リヴァーフロント プ ラザ 1
(43)公表日	令和2年1月23日(2020.1.23)	(74)代理人	100073184
(86)国際出願番号	PCT/US2017/063906		弁理士 柳田 征史
(87)国際公開番号	WO2018/102531	(74)代理人	100123652
(87)国際公開日	平成30年6月7日(2018.6.7)		弁理士 坂野 博行
審査請求日	令和2年11月25日(2020.11.25)	(74)代理人	100175042
(31)優先権主張番号	62/428,005		弁理士 高橋 秀明
(32)優先日	平成28年11月30日(2016.11.30)	(72)発明者	パーキー, アダム チャールズ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア州 1 5 2 1 6 ピッツバーグ コロニアル ド ライヴ 2 6 0

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガラス管のテーパ化の制御方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラス管を非軸対称の流路を用いて製造するガラス管製造装置において、
底部開口部を有し、熔融ガラスを収容したガラス送出槽と、
前記底部開口部に位置する外径を有する上側部分を含むベル部と、
少なくとも部分的に前記ベル部の周りに配置されて、加熱部、および、前記加熱部の下方
に位置するマッフル部を含む加熱装置と、
前記マッフル部から下方に前記ガラス管の外周の周りに延伸して、前記非軸対称の流路を
囲み、中を通る対流空気流を安定させる下方延伸マッフル構造物を含む装置。

【請求項 2】

前記下方延伸マッフル構造物は、前記加熱装置とは別体に形成され、前記マッフル部に接
続されたものである、請求項 1 に記載のガラス管製造装置。

【請求項 3】

前記下方延伸マッフル構造物は、ファブリックを含むものである、請求項 1 または 2 に記
載のガラス管製造装置。

【請求項 4】

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ガラス管を共に囲む複数の側面を含むものである、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のガラス管製造装置。

【請求項 5】

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ベル部からの距離に対するガラス温度変化を、経時

で、最大でも 0.5 とするものである、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のガラス管製造装置。

【請求項 6】

前記マッフル部または前記下方延伸マッフル構造物に接続されて、前記ガラス管が中を通る開口部を有するカバープレートを、

更に含む、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のガラス管製造装置。

【請求項 7】

前記下方延伸マッフル構造物は、長さが、少なくとも約 100 mm である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のガラス管製造装置。

【請求項 8】

前記下方延伸マッフル構造物は、前記マッフル部の内側の幅より狭い内側の幅を有するものである、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のガラス管製造装置。

【請求項 9】

前記下方延伸マッフル構造物は、先細で、内側の幅が狭くなるものである、請求項 8 に記載のガラス管製造装置。

【請求項 10】

前記下方延伸マッフル構造物から熱を除去する冷却装置を、

更に含む、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のガラス管製造装置。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本願は、米国特許法第 120 条の下、「Methods and Apparatuses for Controlling Glass Tube Taper」という名称で、2016 年 11 月 30 日に出願された米国特許出願第 62/428,005 号の優先権の利益を主張し、それは、全体として参照により本明細書に組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

本明細書に記載の実施形態は、概して、ガラス管形成装置に関し、より具体的には、ガラス管形成処理中に、ガラス管のテーパ化を制御する方法および装置に関する。

【背景技術】

【0003】

ガラス管を、バイアル、カートリッジ、および、注射器などのガラス物品を製造するのに使用する際には、ガラス管壁部での高い寸法安定性が要求される。例えば、バイアル、カートリッジ、および、注射器では、厳しい寸法についての要求があり、同心性および壁厚の変化を最小にすることが求められる。業界水準では、壁厚変化は、製品の全壁厚の 5% 未満であることが求められる。しかしながら、そこからガラス物品を形成するガラス管の寸法変化により、許容誤差を超えた壁厚を有するガラス物品が形成されうる。そのような寸法変化は、例えば、ガラス管製造処理での不安定性または変化により生じうる。

【0004】

管の外径に影響する多数の要因がある。そのような要因は、管形成段階で発生して、結果的に、管外径および厚さを大きく変化させうる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、形成されるガラス管の寸法変化を減らす新たなガラス管形成装置が必要である。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本明細書に記載の実施形態は、熱についての寸法安定性を高めたガラス管形成装置に関し、それは、ガラス管製造中の管のテーパ化を減らすものである。装置は、ガラス形成処理

10

20

30

40

50

中にガラス管が垂直向きから非垂直または水平向きに流れる時に、対流空気流を管理する下方延伸マッフル構造物を利用する。ガラス管を望ましい寸法に形成する時に、これらの異なる空気流領域で、対流および周囲の空気流の制御を高めうる。

【 0 0 0 7 】

一実施形態によれば、ガラス管を製造するガラス管製造装置は、熔融ガラスを収容したガラス送出槽を含む。ガラス送出槽は、底部開口部を有する。ベル部は、底部開口部に位置する外径を有する上側部分を含む。加熱装置は、少なくとも部分的にベル部の周りに配置される。加熱装置は、加熱部、および、加熱部の下方に位置するマッフル部を含む。下方延伸マッフル構造物は、マッフル部から下方にガラス管の外周の周りに延伸して、中を通る対流空気流を管理する。

10

【 0 0 0 8 】

他の実施形態によれば、ガラス管製造方法を提供する。その方法は、ガラス送出槽内のガラス組成物を融解して、熔融ガラスを生成する工程を含む。ガラス送出槽は、内径を有する底部開口部を有する。熔融ガラスを、ベル部の周りで引き出して、それによって、ガラス管を形成する。ベル部は、外径を有する上側部分を有する。ガラス管は、底部開口部の内径とベル部の外径の間の空間で形成される。加熱装置は、少なくとも部分的にベル部の周りに配置される。加熱装置は、加熱部、および、加熱部の下方に位置するマッフル部を含む。ガラス管を、マッフル部から下方に延伸する下方延伸マッフル構造物を通して向ける。下方延伸マッフル構造物は、ガラス管の外周の周りに延伸して、中を通る対流空気流を管理する。

20

【 0 0 0 9 】

他の実施形態によれば、ガラス管を製造するガラス管製造装置の加熱装置は、熔融ガラスをベル部の周りで引き出して、それによってガラス管を形成する時に、熔融ガラスを加熱する加熱要素を含む加熱部を含む。マッフル部は、加熱部からガラス管を受け付ける。下方延伸マッフル構造物は、マッフル部から下方にガラス管の外周の周りに延伸して、中を通る対流空気流を管理する。

【 0 0 1 0 】

熱についての寸法安定性を高めた本明細書に記載のガラス管形成装置の更なる特徴および利点を、次の詳細な記載に示し、それは、部分的には、当業者には、その記載から容易に明らかであるか、または、次の詳細な記載、請求項、および、添付の図面を含む本明細書に記載の実施形態を実施することによって分かるだろう。

30

【 0 0 1 1 】

ここまでの概略的記載および次の詳細な記載の両方が、様々な実施形態を記載し、請求した主題の本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すると、理解すべきである。添付の図面は、様々な実施形態の更なる理解のために含められたものであり、本明細書に組み込まれ、その一部を形成する。図面は、本明細書に記載の様々な実施形態を示し、明細書の記載と共に、請求した主題の原理および動作を説明する役割を果たす。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

40

【 図 1 】本明細書で示し記載した 1 つ以上の実施形態による加熱装置を有するガラス管製造装置の概略図である。

【 図 1 A 】図 1 に示したベル部領域の概略図であり、本明細書で示し記載した 1 つ以上の実施形態によるガラス送出槽の底部開口部内のベル部を拡大して示している。

【 図 2 A 】マッフル部を含む、本明細書で示し記載した 1 つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【 図 2 B 】マッフル部、および、そのマッフル部の下方に延伸する下方延伸マッフル部を含む、本明細書で示し記載した 1 つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【 図 2 C 】マッフル部、および、そのマッフル部の下方に延伸する下方延伸マッフル部を

50

含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図3】図2A、図2B、図2Cの各々について、ドロ－高さ位置Xに対する温度変化を、プロットしたものである。

【図4A】マッフル部、および、そのマッフル部と略同じ直径を有する下方延伸マッフル部を含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図4B】マッフル部、および、そのマッフル部の直径より小さい直径を有する下方延伸マッフル部を含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図4C】マッフル部、および、そのマッフル部の直径より小さい直径を有する下方延伸マッフル部を含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図4D】マッフル部、および、そのマッフル部の直径より小さい直径を有する下方延伸マッフル部を含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図5】本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による多面体下方延伸マッフル構造物の実施形態を示している。

【図6】本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置および下方延伸マッフル構造物を有する他のガラス管製造装置の概略図である。

【図7】図6の7 7線に沿った下方延伸マッフル構造物の断面図を示している。

【図8A】マッフル部を含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図8B】マッフル部、および、そのマッフル部の直径より小さい直径の開口部を有するマッフル底部カバーを含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図8C】マッフル部、および、そのマッフル部の直径より小さい直径の開口部を有するマッフル底部カバーを含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図8D】マッフル部、および、そのマッフル部の直径より小さい直径の開口部を有するマッフル底部カバーを含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置の実施形態を示している。

【図9】本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態によるガラス管とマッフル底部カバーの開口部の周縁部の間の間隙に対する平均ガラス管テーパ値を、プロットしたものである。

【図10】マッフル底部カバーを含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置を下方から見た斜視図である。

【図11】本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による矩形マッフル底部カバーの底面図である。

【図12】マッフル底部カバー、および、下方延伸マッフル構造物を含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置を横から見た斜視図である。

【図13】マッフル底部カバー、および、下方延伸マッフル構造物カバープレートを含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置を横からの斜視図である。

【図14】図13の加熱装置を横から見た断面図である。

【図15】下方延伸マッフル構造物およびカバープレートを含む、本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態による加熱装置を横から見た斜視図である。

【図16】下方延伸マッフル構造物およびカバープレートを含む、図15の加熱装置を横から見た断面図である。

【図17】本明細書で示し記載した1つ以上の実施形態によるガラス管の外径の経時変化

10

20

30

40

50

を、プロットしたものである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

ここで、本明細書に記載のガラス管形成装置および方法を詳細に記載し、その例を、添付の図面に示す。全図を通して、同じ、または、類似した部分を参照するには、可能な限り、同じ参照番号を用いる。

【0014】

本明細書に記載の実施形態は、ガラス形成処理中のガラス管のテーパ化を制御する方法および装置に関する。装置は、熔融ガラスをガラス管へと形成するために、熔融ガラス槽の下方に配置されたベル部を、熔融ガラスをベル部の外面の上を通るように向けて、更に、空気などの加圧気体をベル部の中を通して熔融ガラスの内部へ送出して内径を形成することによって、用いる。更に、ベル部は、少なくとも部分的には、熔融ガラスが垂直に通り抜ける時に熔融ガラスに熱を供給する加熱装置内に配置される。加熱装置は、ガラス管形成中に、ベル部から移動するガラスを、周囲の環境から少なくとも部分的に隔離するマッフル部を含む。ガラス管が加熱装置のマッフル部から移動する時に、ガラス管を少なくとも部分的に囲む下方延伸マッフル構造物を、マッフル部に隣接して備えうる。下方延伸マッフル構造物は、その中のガラス管を周囲の環境から少なくとも部分的に隔離し続けて、その中を通して対流空気流を管理しうる。下方延伸マッフル構造物は、ガラス管が垂直向きから非垂直または水平向きに変わる時に、ガラス管に沿って、その周りに延伸しうる。

【0015】

例えば、上、下、右、左、前、後ろ、最上部、底部、垂直、および、水平など、本明細書で用いた方向を表す用語は、図示した図面についてのみの記載であり、そうでないと明記しない限りは、絶対的な向きを暗示することを意図しない。

【0016】

別段の記載がない限りは、本明細書に示した、いずれの方法も、その工程が特定の順序で行われることも、いずれの装置も、特定の向きに置かれることが必要だと解釈されることも、全く意図しない。したがって、方法の請求項が、その工程の行われる順序を実際に記載しないか、または、いずれの装置の請求項も、個々の構成要素の順序も向きも実際に記載しないか、若しくは、請求項または明細書で、工程は特定の順序に限定されるべきであると記載しないか、または、装置の構成要素の特定の順序も向きも記載しない場合には、順序も向きも推測されることを全く意図しない。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ついての論理事項、構成要素の向き、文法構造または発音に由来する単純な意味、並びに、本明細書で記載した実施形態の数またはタイプを含む、記載がないことに基づく解釈に当てはまる。

【0017】

本明細書において記載したように、原文の英語の単数を表す不定冠詞および定冠詞は、文脈から、そうでないことが明らかでない限りは、複数のものを含む。したがって、例えば、原文の英語で不定冠詞を付けて記載した場合には、文脈から、そうでないことが明らかでない限りは、そのような構成要素を2つ以上有する態様を含む。

【0018】

理論に縛られることを望まないが、形成処理中に、ガラス管の外径に影響しうる多数の要因がある。ガラス管を製造するための1つの処理は、ペロー法による処理である。ペロー法による処理は、熔融ガラスを、既知の直径を有する（「ベル頭部」または「ベル部」とも称される）型の周りに、重力を用いて流すことによって、ガラス管を形成する。ガラス管の外径に影響しうる、いくつかの要因としては、槽内での不均一性、ベル部内の気圧変化、自然対流、および、周囲温度の変動が含まれる。自然対流は、例えば、形成段階中に、管の周りのガラス流を不安定にさせうる。このように流れが不安定になると、結果的に、ガラス温度が変動して、それは、管の長さに沿った管の外径および厚さの変化を大きくしうる。そのような空気流の不安定さは、ガラス形成処理中に、ガラス管が垂直向きから、それより水平向きに、非軸対称に流れる時に、特に高まりうる。

【 0 0 1 9 】

空気の温度が、マッフル部内で、形成状態のガラス管の周りで変化すると、ガラス管から空気への熱伝達に変化し、ガラス温度を変動させうる。概して、ガラス温度は、ベル部の下流側で、より急速に変動し、ガラス管形成処理が盛んに行われているマッフル部の中央で最高に達しうる。温度変動による粘度変化のガラス管寸法（外径）への影響を推定しうる。延伸する管の流れについて、引張力を、以下のように表しうる。

【 0 0 2 0 】

【 数 1 】

$$F = 3\mu(T) \frac{dU}{dz} A,$$

10

【 0 0 2 1 】

但し、F は、ガラス管に沿った引張力であり、 $\mu(T)$ は、粘度であり、 dU/dZ は、減衰率であり、A は、管の断面積である。管形成処理中、引張力F は、一定に保たれる。ガラス粘度が変動する時、その乱れた位置で断面積A が変化しない場合には、管の減衰率 dU/dZ が変化する。結果的に、下流側のガラス管の直径および厚さが変化する。ガラス管の長さに沿った管の外径の差を、テーパ値と称しうる。

【 0 0 2 2 】

業界でのテーパ値計算の定義は、ガラス管の長さ（例えば、1 . 6 m）に沿って、最大断面外径の最大値から最大断面外径の最小値を引いた値であり、したがって、丸ではない管部分を考慮に入れない。換言すれば、丸管について、テーパ値は、所定の長さに亘って、最大外径から最小外径を引いた値である。下方延伸マッフル構造物は、ガラス管と周囲の環境の間の障壁を提供し、その中の対流空気流を管理するような大きさを有して構成され、ガラス管が形成されている時に、ガラス管の長さに沿ったテーパ化を減らしうる。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 を参照すると、ガラス管を連続して形成する例示的なガラス管製造装置 1 0 0 を、概略的に示している。ガラス管製造システム 1 0 0 は、概して、熔融ガラス送出システム 1 0 2、熔融ガラスを受け付ける送出槽 1 0 4、および、ベル部 1 0 6 を含む。熔融ガラス送出システム 1 0 2 は、概して、融解槽 1 0 8、清澄槽 1 1 0、および、ガラス管製造装置 1 0 0 の送出槽 1 0 4 に連結された混合槽 1 1 2 を含む。送出槽 1 0 4 は、ガラスを加熱、および/または、熔融状態で維持する加熱要素（不図示）を含みうる。送出槽 1 0 4 も、送出槽 1 0 4 内の熔融ガラスを更に均一にする混合要素を含みうる。いくつかの実施形態において、送出槽 1 0 4 は、ガラスをベル部 1 0 6 に供給する前にガラスの粘度を高めるために、熔融ガラスを冷却調整しうる。

30

【 0 0 2 4 】

送出槽 1 0 4 は、その底部に開口部 1 1 8 を含みうる。様々な実施形態において、開口部 1 1 8 は円形であるが、楕円、楕円形、または、多角形であってもよく、熔融ガラス 1 2 0 が、送出槽 1 0 4 の開口部 1 1 8 を通って流れることが可能なような大きさを有する。熔融ガラス 1 2 0 は、送出槽 1 0 4 の開口部 1 1 8 から直接、ベル部 1 0 6 の上を通して流れて、ガラス管 1 2 2 を形成しうる。

40

【 0 0 2 5 】

ベル部支持部 1 2 6 は、ガラス管製造装置の一部であるベル部 1 0 6 に接続する。ベル部支持部 1 2 6 は、パイプ、導管、または、同様の流体送出装置など、ベル部 1 0 6 の内室 1 3 0 に流体連結された流体供給路 1 2 8 を含みうる。流体供給路 1 2 8 は、加圧流体を内室 1 3 0 に供給するように動作しうる。いくつかの実施形態において、加圧流体は、加圧気体であってもよく、具体的には、空気、または、限定するものではないが、窒素、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、キセノンなどを含む不活性加圧気体であってもよい。図 1 に概略的に示したように、気体は、ガラス管 1 2 2 がベル部 1 0 6 を過ぎて、ベル部 1 0 6 の側壁 1 3 2 に接触しなくなった後に、ガラス管 1 2 2 の内部を支持する。ガラス管

50

製造装置 100 は、溶融ガラスをベル部 106 に供給するガラス送出槽 104 を含む。

【0026】

ベル部 106 は、最上面 142 を有する最上部 140、および、側壁 132 を有しうる。側壁 132 および底縁部 146 は、ベル部 106 の内室 130 を画定する。最上部 140 の最上面 142 は、外径 148 を有する（図 1A）。ベル部 106 は、限定するものではないが、略円錐形、または、その代わりに、略放物形を含む様々な形状を有しうる。したがって、ベル部 106 は、ベル部の表面の上を引き出される加熱されたガラス（つまり、溶融ガラス）の管を広げて、次に細くするのに適切な任意の形状および/または構成でありうると、理解すべきである。ベル部 106 を形成する材料は、高温で安定した材料で、ベル部が、ベル部 106 の上を引き出される加熱ガラスを不純にしないようにする。適切なベル部の材料の例は、限定するものではないが、耐火金属、および、その合金、白金族金属、ステンレス鋼、ニッケル、ニッケル系合金、並びに、例えば、ジルコン（ $ZrSiO_4$ ）およびアルミナ（ Al_2O_3 ）などのセラミックを含む。

10

【0027】

図 1A を簡単に参照すると、ガラス送出槽 104 は、底部 150 を有する底部開口部 118 を有し、底部 150 は、内径 153 を有する。底部 150 は、底縁部を有する。最上部 140 の外径 148 は、底部開口部 118 の内径 153 より短くありうる。最上部 140 と底部開口部 118 の間の間隙 CR は、少なくとも部分的には、ベル部 106 の上を通して引き出されるガラス管の壁厚を支配する。更に、ベル部 106 が、ベル形状、または、放物形状であることで、ベル部 106 の外径は、ベル部 106 の長さに沿って下方に向かって増加する。底部開口部 118 に対するベル部 106 の最上部 140 の位置を調節して、ガラス送出槽 104 から、底部開口部 118 を通り、更に、ベル部 106 の上を通して流れる溶融ガラスの均一な流れを提供しうる。

20

【0028】

図 1 を再び参照すると、加熱要素を有する加熱装置 152（例えば、炉）を、ベル部 106 の周りに配置しうる。一実施形態において、加熱装置 152 は、赤外線加熱装置を含みうる。しかしながら、限定するものではないが、集束赤外線、抵抗、誘導、および/または、それらの組合せを含む、他の種類の加熱部を使用しうると、理解すべきである。更に、図 1 は、加熱装置をベル部 106 の周りに配置して示しているが、加熱装置 152 は、加熱装置 152 が抵抗加熱装置の場合など、ベル部 106 に一体化されていてもよいと、

30

【0029】

下方延伸マッフル構造物 154 は、加熱装置 152 から下方に延伸する。図示した実施形態において、下方延伸マッフル構造物 154 は、加熱装置 152 の一部であるマッフル部である。下方延伸マッフル構造物 154 は、ガラス管 122 の周りの全ての側で、つまり、ガラス管 122 の外周の周りに 360 度に亘って、加熱要素を収容した加熱装置 152 の加熱部 156 から下方に延伸しうる。下方延伸マッフル構造物 154 は、加熱部 156 の下方に、所定の距離 D（例えば、約 100 mm 以上、約 200 mm 以上、約 300 mm 以上、約 400 mm 以上、約 500 mm 以上、約 600 mm 以上、約 700 mm 以上、約 800 mm 以上、約 100 mm と約 1.5 m の間、約 500 mm と約 1 m の間など、約 800 mm 以上）延伸しうる。以下に非常に詳細に記載するように、いくつかの実施形態において、下方延伸マッフル構造物はマッフル部に接続されうる。

40

【実施例】

【0030】

ガラス管のテーパ化について、下方延伸マッフル構造物 154 の使用を検査するために、モデルを製作した。モデルは、ANSYS, Inc. から市販されている計算流体力学（CFD）ソフトウェア ANSYS Fluent に基づいた。モデルは、2D の軸対称モデルで、自然対流、輻射熱伝達、および、重力の存在下で、ガラス管の流れを検討するものである。モデルドメインを、図 2A に示している。ドロウ高さは、1.6 m と仮定した。ガラスドメインの幾何学形状および速度フィールドは、固定され、COMSOL In

50

c. の 2 D C O M S O L モデルから取得した。モデルは、ガラス形成を検討するのではなく、熱相互作用の取得、および、その結果生じる下方延伸マッフル構造物内での流れパターンに焦点を当てた。

【 0 0 3 1 】

下方延伸マッフル部 1 5 4 のガラス注入温度を 1 2 2 0 と指定し、下方延伸マッフル部 1 5 4 からの流出は、断熱であると仮定した。ガラス管の内面も断熱であると仮定した。ガラス管の外面熱伝達は熱相互作用に応じて変化するものであり、モデルを用いて計算した。等温（定温）境界条件を、下方延伸マッフル部 1 5 4 の壁部で規定して、実際の温度測定を反映するようにした。

【 0 0 3 2 】

図 2 A ~ C は、下方延伸マッフル構造物 1 5 4 の長さの対流空気流への影響を示している。比較的短いマッフル部 1 5 4 a、1 5 4 b を有する例（A）、（B）について、空気流パターンが、マッフル部 1 5 4 a、1 5 4 b で非常に不安定であることが観察される。これらの不安定な空気流パターンは、ランダムで無秩序なトロイダル渦の形成を特徴とし、それは、結果的に、不要な温度変化を、ガラス管表面で生じて、管の品質に悪影響を与えうる。この対流空気流パターンは、レイリーベナール対流と同様に、対流パターンが無条件で不安定になる臨界層寸法がある。しかしながら、ここでの主な相違点の 1 つは、典型的にはレイリーベナール対流では考慮されない輻射の影響であり、それは、空気流領域の安定性に重要な影響がありうる。比較的長いマッフル部 1 5 4 c を有する例（C）は、例（A）、（B）と比べて、より安定した空気流パターンを有し、冷却されて、マッフル部 1 5 4 c を通って進行する時に、ガラス管の表面での温度変動が小さい。

【 0 0 3 3 】

図 3 を参照すると、図 2 A ~ C の各例（A）、（B）、（C）について、ドロ-高さ位置 X に対する温度変化のプロット 6_0 を示している。位置 X は、ベル部からの距離であり、そこでは、ガラス温度は、一定に保たれ、時間の経過と共に変化しない。位置 X において、そのようなガラス温度変化を、経時測定している。図から分かるように、長い方のマッフル部 1 5 4 c の方が、短い方のマッフル部 1 5 4 a、1 5 4 b より、ベル部からの距離 X に亘って、ガラス温度プロファイルが安定している（0.1 未満）。実際、長い方のマッフル部 1 5 4 c は、0.1 未満など、約 0.5 未満の温度変化を有し、一方、短い方のマッフル部 1 5 4 a は、0.5 より大きい温度変化を有する。

【 0 0 3 4 】

図 4 A ~ D は、下方延伸マッフル構造物の幅または直径の対流空気流への影響を示している。比較的幅広の下方延伸マッフル構造物 3 5 4 a、3 5 4 b（例えば、各々、直径が 1 8 インチ（約 4 5.7 c m）および 1 0 インチ（約 2 5.4 c m））を有する図 4 A、4 B について、何らかのトロイダル流を生じる傾向がある。例えば、図 4 A は、ガラス管の形成開始位置に近いベル部の下方のトロイダル流を示し、一方、図 4 B は、下方延伸マッフル構造物 3 5 4 b 内のトロイダル流を示している。いずれの場合も、乱流の高まりは、ガラス管の長さに沿って、温度変化を生じうる。比較的幅が狭い流れ制御構造物 3 5 4 c、3 5 4 d（例えば、各々、直径が 5 インチ（約 1 2.7 c m）および 2 インチ（約 5.1 c m））を示す図 4 C、4 D を、比較する。下方流れ制御構造物 3 5 4 c、3 5 4 d は、幅が狭く細長い寸法であることにより、下方延伸マッフル構造物 3 5 4 a、3 5 4 b と比べて、トロイダル流の生成が少ない傾向があり、流れ制御構造物 3 5 4 c、3 5 4 d 内の対流空気流を制御して、ガラス管の長さに沿った温度変動を減らしうる。

【 0 0 3 5 】

図 5 を参照すると、加熱装置から流れるガラス管の長さの一部を囲む例示的な下方延伸マッフル構造物 1 6 4 を示している。下方延伸マッフル構造物 1 6 4 は、概して、五面体構造物で、最上壁部 1 6 6、および、ガラス管が加熱装置を出る時に、ガラス管を全ての側で囲む 4 つの側壁 1 6 8、1 7 0、1 7 2、1 7 4 を有する。いくつかの実施形態において、下方延伸マッフル構造物 1 6 4 は、最上壁部 1 6 6 で、加熱装置のマッフル部に接続され、その下方に位置して、マッフル部のみによって提供された囲いを延長しうる。1 つ

10

20

30

40

50

の側壁 168 は傾いて、ガラス管にカテナリーを提供するのに適合して、ガラス管の向きを垂直から水平に変え、更に、ガラス管の上流側部分を、引出し工程、または、ガラス切断工程などの他の下流側処理の間に生じる摂動から隔離しうる。下方延伸マッフル構造物 164 は、任意の適切な高温材料、または、金属、金属合金、セラミック、ガラスなどの材料の組合せから形成しうる。

【0036】

図 6 を参照すると、ガラス管製造装置 200 の他の実施形態は、熔融ガラス送出システム 102、送出槽 104、ベル部 106、および、マッフル部 154 を含む加熱装置 152 を含む、図 1 を参照して記載したような構成要素のうちの多数を含む。本実施形態において、下方延伸マッフル構造物 202 は、可撓性の囲い形状（例えば、円筒または管）で、加熱装置 152 のマッフル部 154 に接続される。下方延伸マッフル構造物 202 は、金属（例えば、鋼、アルミニウム合金）、Kevlar の耐高温織物などのファブリック、アルミナ、シリカ、および、セラミックファイバなど、任意の適切な材料から形成される熱に強い装置（TED）でありうる。

【0037】

上記のように、下方延伸マッフル構造物 202 は、加熱装置 152 から下方に延伸する。下方延伸マッフル構造物 202 は、加熱装置 152 のマッフル部 154 に、封止接続される。封止部 205 を、下方延伸マッフル構造物 202 と加熱装置 152 の間に形成して、それらに間に空気が入るのを防ぎうる。下方延伸マッフル構造物 202 は、ガラス管 122 の周りの全ての側で、つまり、ガラス管 122 の周りに 360 度に亘って、マッフル部 154 から下方に延伸しうる。下方延伸マッフル構造物 202 は、加熱部 156 の下方に、ガラス管 122 の長さに沿って、所定の長さ L で延伸しうる。下方延伸マッフル構造物 202 が可撓性であることで、下方延伸マッフル構造物 202 の形状を調節して、ガラス管 122 の望ましい流路を辿り、それを囲むようにしうる。図 6 から分かるように、ガラス管 122 が流路に沿って進行するにつれて、略垂直向きから略水平向きに変わる時に、ガラス管 122 は、カテナリー 204 に垂れ下がり、1 つ以上の引張ローラ 206 の上を引き出される。

【0038】

下方延伸マッフル構造物 202 は、円形、または、楕円などの他の適切な丸い形状、若しくは、三角形または矩形などの他の適切な形状など、ガラス管 122 を全ての側から囲む任意の適切な断面形状を有しうる。下方延伸マッフル構造物 202 の長さ（または、距離 D）は、切断する時のガラス管の長さ、または、他の適切な要因などの様々な要因に基づいて、選択しうる。例えば、下方延伸マッフル構造物の長さは、約 0.5 m と約 1 m の間など、約 100 mm と約 1.5 m の間の長さでありうる。

【0039】

図 7 を参照すると、ガラス管 122 を含む下方延伸マッフル構造物 202 の断面図を示している。図面から分かるように、ガラス管 122 は、下方延伸マッフル構造物 202 を通る空洞開口部 210 を通って進行する。下方延伸マッフル構造物 202 は、下方延伸マッフル構造物 202 を支持する任意の数の支持構造物 212 を、望ましい形状および位置で使用しうる。例えば、支持構造物 212 は、弓状、または、他の形状で丸まった支持部 212 を含み、それは、下方延伸マッフル構造物 202 を、ガラス管 122 から空間的に離間して丸まった断面形状で支持しうる。ローラ 206 も、下方延伸マッフル構造物 202 に位置して、ガラス管 122 を、下方延伸マッフル構造物 202 を通って流路に沿って引き出すのに使用しうる。

【0040】

下方延伸マッフル構造物 202 は、幅 W および高さ H を有し、それは、略円形断面の場合には、直径である。いくつかの実施形態において、その幅 W、および / または、高さ H は、マッフル部 154 の幅、および / または、高さに略等しくてもよい。ガラス管 122 から下方延伸マッフル構造物 202 までの最大距離 D_r は、下方延伸マッフル構造物 202 の幅 W、および / または、高さ H より小さい。例えば、下方延伸マッフル構造物 202 の

10

20

30

40

50

幅W、および/または、高さHは、マッフル部154の出口直径 D_m (図6)と、略同じでありうる。例えば、出口直径 D_m 、並びに、幅W、および/または、高さHは、約18インチ(約45.7cm)で、最大距離 D_r は、約15インチ(約38.1cm)でありうる。他の実施形態において、幅W、および/または、高さHは、約10インチ(約25.4cm)で、出口直径 D_m は、約18インチ(約45.7cm)で、距離 D_r は、約7インチ(約17.8cm)でありうる。他の実施形態において、幅W、および/または、高さHは、約5インチ(約12.7cm)と約10インチ(約25.4cm)の間で、 D_r は、約2インチ(約5.1cm)でありうる。

【0041】

下方延伸マッフル構造物202は、必要に応じて、ガラス管の下方延伸マッフル構造物202からの取外し、および、ガラス管形成を容易にする多数の特徴物を含みうる。例えば、図6を再び参照すると、下方延伸マッフル構造物202は、再閉鎖自在開口部など、外壁部220内に形成されて、任意の適切な再閉鎖自在固定具または栓を用いて閉鎖しうる開口自在部分222を含みうる。いくつかの実施形態において、下方延伸マッフル構造物202は、ばねが装填されたものか、および/または、磁気封止部など、マッフル部154に接続された解放自在封止部を含みうる。他の例としては、外壁部220は、ある条件下で、(例えば、化学的に、機械的に、熱的になど)容易に取り外しうる、溶落ち部、または、他の分離自在部を含みうる。下方延伸マッフル構造物202の外部から内部へのアクセスを可能にすることで、ガラス管の取外し、または、下方延伸マッフル構造物202の内側へのアクセスが望まれる断線、若しくは、他の場合に、ガラス管を容易に取り外しうる。

【0042】

下方延伸マッフル構造物内の対流空気流を安定させることで、下方延伸マッフル構造物202を用いるが安定しない対流空気流と比べて、その中の空気の高さを高め、それは、ガラス管の属性に影響を与えうる。図6も、下方延伸マッフル構造物202を冷却するのに使用しうる冷却システム226、および、空洞開口部210を含むガラス管製造装置200の実施形態を示しており、それにより、ガラス管122から熱を所定の態様で除去しうる。例えば、冷却システム226は、気化の潜熱を利用する(液体から蒸気への)相変化を有利に用いる多相冷却システムであってもよい。冷却システム226は、液体が下方延伸マッフル構造物202からの熱を吸収して蒸気になる蒸発器要素228、蒸気を、蒸気を凝縮して液体に戻す凝縮器要素232に向ける蒸気管230、および、このサイクルを繰り返すために、液体を蒸発器要素228に戻す液管234を含みうる。水再循環および強制空冷などの他の冷却システムを用いうる。更に、空洞開口部210を、窒素、ヘリウム、および、アルゴンなど、空気以外の気体で満たしうる。下方延伸マッフル構造物202とマッフル部154の間のインターフェースに、または、下方延伸マッフル構造物202の端部出口236に、または、それらの両方に、ポートを設けうる。下方延伸マッフル構造物202の外壁部220は、一体構成、または、多数の部分からなる(例えば、クラムシェル)ように設計しうる。

【0043】

図8A~Dを参照すると、下方延伸マッフル構造物の長さは、対流空気流の安定性に影響するが、開口部の直径を減らしたマッフル底部カバー240も、自然対流により生じる流れの不安定さを抑制しうる。図8Aは、マッフル部244aを有するが、マッフル底部カバーを有さない加熱装置242aを示している。例えば、マッフル部244aの出口開口部246aは、約18インチ(約45.7cm)でありうる。図面から分かるように、様々な不安定な空気流パターンが存在し、それは、結果的に、不要な温度変化を生じ、ガラス管の品質に悪影響を与えうる。図8B、8Cは、開口部246b、246cを有するマッフル底部カバー240b、240cを使用することで、対流空気流の安定性が、ある程度改良されたことを示している。例えば、開口部246bは、約9インチ(約22.9cm)で、開口部246cは、約6インチ(約15.2cm)で、それによって、ガラス管248と、マッフル底部カバー240b、240cの周縁部250b、250cとの距離

10

20

30

40

50

を減らしうる。図 8 D は、対流空気流が最高に安定したことを示し、開口部 2 4 6 d が最も小さい。例えば、マッフル底部カバー 2 4 0 d の開口部 2 4 6 d は、約 3 インチ（約 7 . 6 c m ）でありうる。

【 0 0 4 4 】

図 9 は、ガラス管とマッフル底部カバーの開口部の周縁部の間の間隙に対する平均ガラス管テーパ値のプロット 2 5 2 を示している。図面から分かるように、プロット 2 5 2 は、マッフル底部カバーの開口部の孔の大きさの、管の直径のテーパ値への影響が非単調であるプロットを示しており、部分 2 5 4 では、管のテーパ値が増加し、部分 2 5 6 では、管のテーパ値が減少し、再び、部分 2 5 8 では、マッフル底部カバーを有さない点 2 6 0 まで増加する。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 を参照すると、加熱装置 2 6 8 のマッフル部 2 6 6 の底部 2 6 4 に接続されたマッフル底部カバー 2 6 2 の実施形態を示している。マッフル底部カバー 2 6 2 には、多数の部分 2 7 0、2 7 2 が設けられ、それらは、対称であっても、対称でなくてもよく、各々、開口部 2 7 8 の一部を含みうる。マッフル底部カバー 2 6 2 に多数の部分 2 7 0、2 7 2 を備えることで、管形成処理中に、必要に応じて、マッフル底部カバー 2 6 2 の開閉を容易にしうる。マッフル底部カバー 2 6 2 は、板状、または、平面状の形状で、マッフル部 2 6 6 の外周 2 7 4 まで延伸して、それによって、マッフル部 2 6 6 の出口開口部 2 7 6 を覆いうる。他の実施形態において、マッフル底部カバーは、単一の板状部分でありうる。マッフル底部カバー 2 6 2 は、丸いか、または、円形で、マッフル部 2 6 6 の形状に対応しうるが、図 1 1 のマッフル底部カバー 2 8 0 が示すように、矩形などの他の形状を、マッフル底部カバーに用いうる。他の丸い形状（例えば、楕円）、矩形の形状、または、不規則な形状などの他の形状も、開口部 2 7 8、2 8 2 に用いうる。マッフル底部カバーは、任意の適切な材料で形成しうるものであり、例えば、周囲の環境への熱損失を削減する不透明石英を用いて、輻射遮蔽体として働きうる。

【 0 0 4 6 】

図 1 2 を参照すると、他の実施形態において、加熱装置 2 6 8 は、マッフル部 2 6 6 を含み、マッフル部 2 6 6 は、そこに接続されたマッフル底部カバー 2 6 2 を含む。本実施形態において、管状の下方延伸マッフル構造物 2 9 0 は、開口部 2 7 8 を通って延伸する大きさの外径を有し、それによって、マッフル部 2 6 6 を延伸させる。下方延伸マッフル構造物 2 9 0 は、外へ向かってマッフル部 2 6 6 へと延伸し、マッフル部 2 6 6 の反対側からも外へ向かって端部 2 9 6 へと延伸する。下方延伸マッフル構造物 2 9 0 は、ガラス管が加熱装置 2 6 8 を出る時に、ガラス管のカテナリー経路に一致するか、または、それを収容しうるように湾曲する。下方延伸マッフル構造物 2 9 0 は、円形、楕円、または、任意の他の適切な断面形状でありうる。

【 0 0 4 7 】

図 1 3、1 4 は、加熱装置 2 6 8、および、加熱装置 2 6 8 のマッフル部 1 6 0 に接続したマッフル底部カバー 2 6 2 を示している。ここでも、図 1 4 を参照すると、マッフル底部カバー 2 6 2 は、開口部 2 7 8 を含み、図示した実施形態において、開口部 2 7 8 は、マッフル部 1 6 0 の内部 3 0 0 と下方延伸マッフル構造物 3 0 4 の内部 3 0 2 を連通させる。下方延伸マッフル構造物 2 9 0 と比べて、開口部 2 7 8 は、下方延伸マッフル構造物 3 0 4 の内部 3 0 2 に位置する。下方延伸マッフル構造物 3 0 4 は、ガラス管が加熱装置 2 6 8 を出る時に、ガラス管のカテナリー経路に一致するか、または、それを収容しうるように湾曲する。下方延伸マッフル構造物のカバープレート 3 0 6 を用いて、下方延伸マッフル構造物 3 0 4 の下端部 3 0 8 を覆いうる。他の実施形態において、下方延伸マッフル構造物カバープレートを使用しなくてもよい。更に、下方延伸マッフル構造物 3 0 4 は、可撓性で、任意の数の湾曲した部分と直線部分を含みうる。更に、温度制御装置（加熱、および/または、冷却）を、下方延伸マッフル構造物 3 0 4 の内部 3 0 2 の備えても、または、備えなくてもよい。これらの温度制御装置は、ガラス管のエネルギーバランスを能動制御して、処理条件が変わる時に、カテナリーの長さを調節しうる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

図 1 5、1 6 は、他の様々な加熱装置 2 6 8、および、加熱装置 2 6 8 のマッフル部 1 6 0 に接続されたマッフル底部カバー 2 6 2 を示し、図 1 3、1 4 に示すように、マッフル部は、そこに接続された下方延伸マッフル構造物 3 0 4 を含む。この例において、先細の下方延伸マッフル構造物 3 1 2 が、下方延伸マッフル構造物 3 0 4 の下端部 3 0 8 に接続される。先細の下方延伸マッフル構造物 3 1 2 は、寸法（例えば、内径）が、下方延伸マッフル構造物 3 0 4 の下端部 3 0 8 に接続された最上端部 3 1 4 から下端部 3 1 6 へと減少し、先端を多少切断した円錐形を形成しうる。他の下方延伸マッフル構造物 3 2 0 を、先細の下方延伸マッフル構造物 3 1 2 の下端部 3 1 6 に接続して示している。ここでも、下方延伸マッフル構造物 3 0 4、3 2 0 は、ガラス管が加熱装置 2 6 8 を出る時に、ガラス管のカテナリー経路に一致するか、または、それを収容しうるように湾曲する。下方延伸マッフル構造物カバープレート 3 2 2 を用いて、下方延伸マッフル構造物 3 2 0 の下端部 3 2 4 を覆いうる。下方延伸マッフル構造物カバープレート 3 2 2 は、中心軸 3 2 8 を有する開口部 3 2 6 も含み、その中心軸は、マッフル底部カバー 2 6 2 の開口部 2 7 8 の中心軸 3 3 0 に対して角度（例えば、約 1 7 5 度と約 9 0 度の間）でありうる。上記のように、下方延伸マッフル構造物カバープレート 3 2 2 は、下端部 3 2 4 を通る下方延伸マッフル構造物 3 2 0 への空気混入流を管理しうる。

10

【 0 0 4 9 】

上記方法および装置は、管形成中の温度変動を減らしうる対流空気流を管理するのに用いる下方延伸マッフル構造物を含む。温度変動を減らすことで、管を形成する時に、ガラス管の長さに沿った外径差を減らしうる。図 1 7 を参照すると、例えば、下方延伸マッフル構造物を用いたガラス形成装置についてのガラス管外径の経時変化のプロットは、1 6 . 7 5 m m の目標外径を有するガラス管について、1 . 6 m の長さに亘って、管のテーパ値を 0 . 1 m m 以下とすることができている。いくつかの実施形態において、ガラス管は、2 0 m m 以下の所定の目標外径、および、少なくとも約 1 m に亘って、最大でも 0 . 5 m m のガラスのテーパ値を有しうる。下方延伸マッフル構造物は、加熱装置のマッフル部の一部として、一体に形成されるか、または、下方延伸マッフル構造物は、加熱装置とは別体に形成されてから、マッフル部に接続されうる。更に、ガラス管を形成する時に、下方延伸マッフル構造物は、ガラス管の流路を、略垂直向きから、非垂直または水平向きに辿りうる。上記のように、下方延伸マッフル構造物の長さ、および、幅は、対流空気流に影響を与える。更に、下方延伸マッフル構造物カバープレートを用いて、下方延伸マッフル構造物、および/または、加熱装置のマッフル部への空気混入流も管理しうる。

20

30

【 0 0 5 0 】

当業者であれば、本明細書に記載の実施形態に、本発明の精神および範囲を逸脱することなく、様々な変更および変形が可能なが明らかなだろう。したがって、本明細書に記載の実施形態は、いずれの変更および変形も、添付の請求項、および、それらの等価物の範囲内である限りは網羅することを意図する。

【 0 0 5 1 】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【 0 0 5 2 】

実施形態 1

ガラス管を非軸対称の流路を用いて製造するガラス管製造装置において、底部開口部を有し、熔融ガラスを収容したガラス送出槽と、前記底部開口部に位置する外径を有する上側部分を含むベル部と、少なくとも部分的に前記ベル部の周りに配置されて、加熱部、および、前記加熱部の下方に位置するマッフル部を含む加熱装置と、前記マッフル部から下方に前記ガラス管の外周の周りに延伸して、中を通る対流空気流を管理する下方延伸マッフル構造物と、を含む装置。

40

【 0 0 5 3 】

50

実施形態 2

前記下方延伸マッフル構造物は、前記加熱装置とは別体に形成され、前記マッフル部に接続されたものである、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 5 4 】

実施形態 3

前記下方延伸マッフル構造物は、ファブリックを含むものである、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 5 5 】

実施形態 4

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ガラス管を共に囲む複数の側面を含むものである、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

10

【 0 0 5 6 】

実施形態 5

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ベル部からの距離に対するガラス温度変化を、経時で、最大でも 0 . 5 とするものである、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 5 7 】

実施形態 6

前記マッフル部または前記下方延伸マッフル構造物に接続されて、前記ガラス管が中を通る開口部を有するカバープレートを、
更に含む、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

20

【 0 0 5 8 】

実施形態 7

前記カバープレートは、前記マッフル部の底部開口部を覆うものである、実施形態 6 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 5 9 】

実施形態 8

前記カバープレートは、前記下方延伸マッフル構造物の底部開口部を覆うものである、実施形態 6 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 6 0 】

実施形態 9

前記下方延伸マッフル構造物は、長さが、少なくとも約 1 0 0 m m である、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

30

【 0 0 6 1 】

実施形態 1 0

前記下方延伸マッフル構造物は、前記マッフル部の内側の幅より狭い内側の幅を有するものである、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 6 2 】

実施形態 1 1

前記下方延伸マッフル構造物は、先細で、内側の幅が狭くなるものである、実施形態 1 0 に記載のガラス管製造装置。

40

【 0 0 6 3 】

実施形態 1 2

前記下方延伸マッフル構造物から熱を除去する冷却装置を、
更に含む、実施形態 1 に記載のガラス管製造装置。

【 0 0 6 4 】

実施形態 1 3

非軸対称の流路を用いたガラス管製造方法において、
内径を有する底部開口部を有するガラス送出槽内のガラス組成物を融解して、熔融ガラスを生成する工程と、
前記熔融ガラスを、外径を有する上側部分を有するベル部の周りで引き出して、それによ

50

って、前記底部開口部の前記内径と前記ベル部の前記外径の間の空間でガラス管を形成する工程と、

少なくとも部分的に前記ベル部の周りに配置されて、加熱部、および、前記加熱部の下方に位置するマッフル部を含む加熱装置を提供する工程と、

前記ガラス管を、前記マッフル部から下方に該ガラス管の外周の周りに延伸する下方延伸マッフル構造物を通して、前記下方延伸マッフル構造物の中を通過する対流空気流を管理する工程と、

を含む方法。

【 0 0 6 5 】

実施形態 1 4

前記下方延伸マッフル構造物は、前記加熱装置とは別体に形成され、前記マッフル部に接続されたものである、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 6 6 】

実施形態 1 5

前記下方延伸マッフル構造物は、ファブリックを含むものである、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 6 7 】

実施形態 1 6

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ガラス管を共に囲む複数の側面を含むものである、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 6 8 】

実施形態 1 7

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ベル部からの距離に対するガラス温度変化を、経時で、最大でも 0 . 5 とするものである、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 6 9 】

実施形態 1 8

前記ガラス管が中を通過する開口部を有するカバープレートを、前記マッフル部または前記下方延伸マッフル構造物に接続する工程を、
更に含む、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 7 0 】

実施形態 1 9

前記カバープレートは、前記マッフル部の底部開口部を覆うものである、実施形態 1 8 に記載の方法。

【 0 0 7 1 】

実施形態 2 0

前記カバープレートは、前記下方延伸マッフル構造物の底部開口部を覆うものである、実施形態 1 8 に記載の方法。

【 0 0 7 2 】

実施形態 2 1

前記下方延伸マッフル構造物は、長さが、少なくとも約 1 0 0 m m である、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 7 3 】

実施形態 2 2

下方延伸マッフル構造物は、前記マッフル部の内側の幅より狭い内側の幅を有するものである、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 7 4 】

実施形態 2 3

前記下方延伸マッフル構造物は、先細で、内側の幅が狭くなるものである、実施形態 2 2 に記載の方法。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

実施形態 2 4

冷却装置を用いて、下方延伸マッフル構造物から熱を除去する工程を、更に含む、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 7 6 】

実施形態 2 5

ガラス管を非軸対称の流路を用いて製造するガラス管製造装置の加熱装置において、溶融ガラスをベル部の周りで引き出して、それによってガラス管を形成する時に、前記溶融ガラスを加熱する加熱要素を含む加熱部と、前記加熱部から前記ガラス管を受け付けるマッフル部と、前記マッフル部から下方に前記ガラス管の外周の周りに延伸して、中を通る対流空気流を管理する下方延伸マッフル構造物と、を含む加熱装置。

10

【 0 0 7 7 】

実施形態 2 6

前記下方延伸マッフル構造物は、前記加熱装置とは別体に形成され、前記マッフル部に接続されたものである、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

【 0 0 7 8 】

実施形態 2 7

前記下方延伸マッフル構造物は、ファブリックを含むものである、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

20

【 0 0 7 9 】

実施形態 2 8

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ガラス管を共に囲む複数の側面を含むものである、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

【 0 0 8 0 】

実施形態 2 9

前記下方延伸マッフル構造物は、前記ベル部からの距離に対するガラス温度変化を、経時で、最大でも 0 . 5 とするものである、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

【 0 0 8 1 】

実施形態 3 0

前記マッフル部または前記下方延伸マッフル構造物に接続されて、前記ガラス管が中を通る開口部を有するカバープレートを、更に含む、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

30

【 0 0 8 2 】

実施形態 3 1

前記カバープレートは、前記マッフル部の底部開口部を覆うものである、実施形態 3 0 に記載の加熱装置。

【 0 0 8 3 】

実施形態 3 2

前記カバープレートは、前記下方延伸マッフル構造物の底部開口部を覆うものである、実施形態 3 0 に記載の加熱装置。

40

【 0 0 8 4 】

実施形態 3 3

前記下方延伸マッフル構造物は、長さが、少なくとも約 1 0 0 m m である、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

【 0 0 8 5 】

実施形態 3 4

下方延伸マッフル構造物は、前記マッフル部の内側の幅より狭い内側の幅を有するものである、実施形態 2 5 に記載の加熱装置。

【 0 0 8 6 】

50

実施形態 3 5

前記下方延伸マッフル構造物は、先細で、内側の幅が狭くなるものである、
実施形態 3 4 に記載の加熱装置。

【 0 0 8 7 】

実施形態 3 6

非軸対称の流路を用いたペロー法によるガラス管製造装置を用いて形成されたガラス管において、

2 0 m m 以下の所定の目標外径と、

少なくとも約 1 m の長さに亘って、最大でも約 0 . 5 m m のガラステーパ化量と、
を含むガラス管。

10

【 0 0 8 8 】

実施形態 3 7

1 6 . 7 5 m m 以下の目標外径と、

少なくとも約 1 . 6 m の長さに亘って、最大でも約 0 . 1 m m のガラステーパ化量と、
を含む、実施形態 3 6 に記載のガラス管。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 9 】

1 0 0 ガラス管製造装置

1 0 2 熔融ガラス送出システム

1 0 4 送出槽

20

1 0 6 ベル部

1 0 8 融解槽

1 1 0 清澄槽

1 1 2 混合槽

1 1 8 開口部

1 2 6 ベル部支持部

1 5 2 加熱装置

1 5 4、1 6 4、2 0 2 下方延伸マッフル構造物

1 5 6 加熱部

1 6 8、1 7 0、1 7 2、1 7 4 側壁

30

2 2 6 冷却システム

2 6 2 マッフル

2 6 8 加熱装置

40

50

【図面】

【図 1】

【図 1 A】

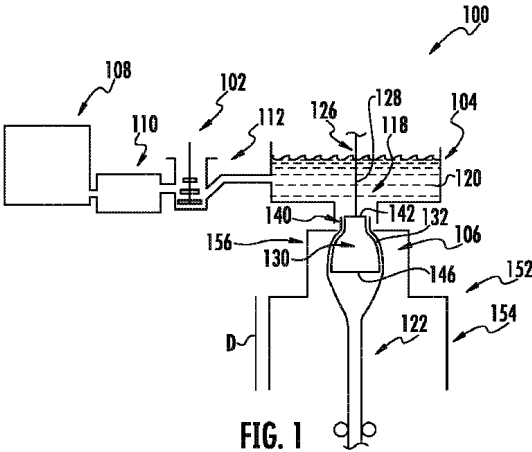


FIG. 1

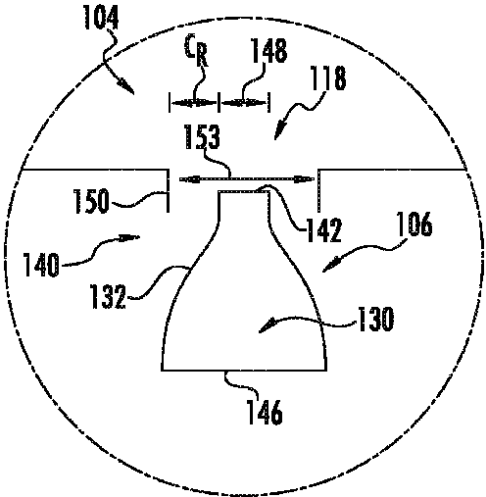


FIG. 1A

【図 2 A】

【図 2 B】

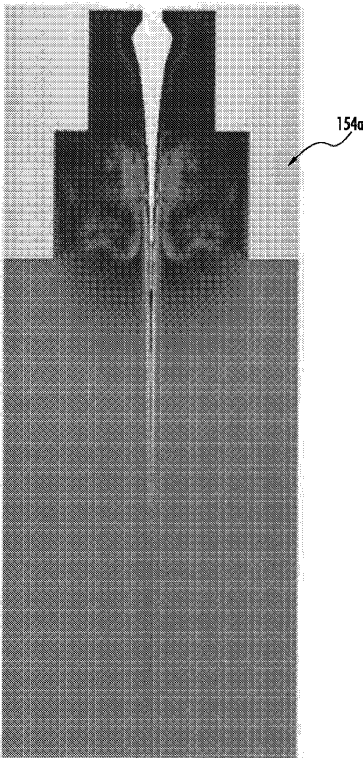


FIG. 2A

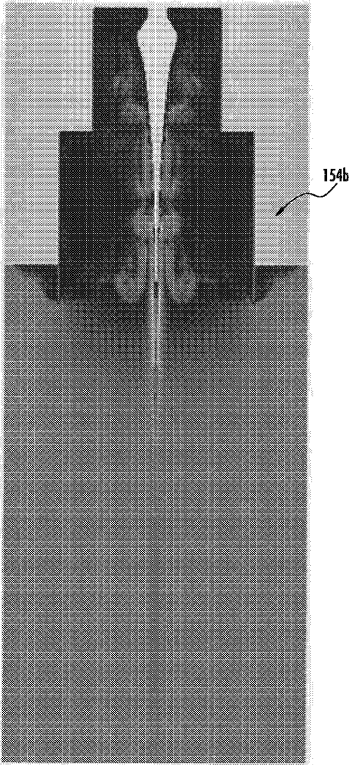


FIG. 2B

10

20

30

40

50

【図 2 C】

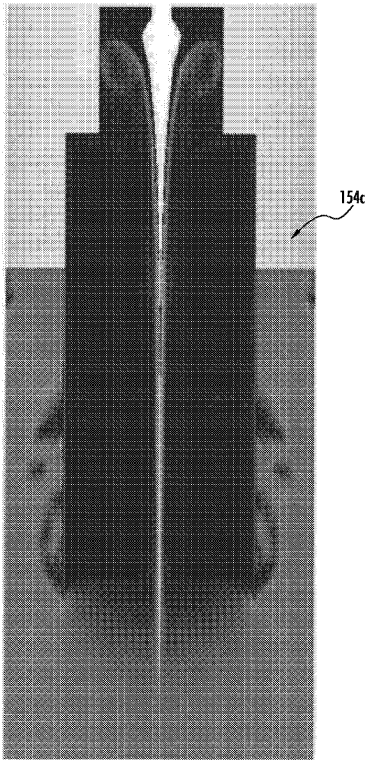
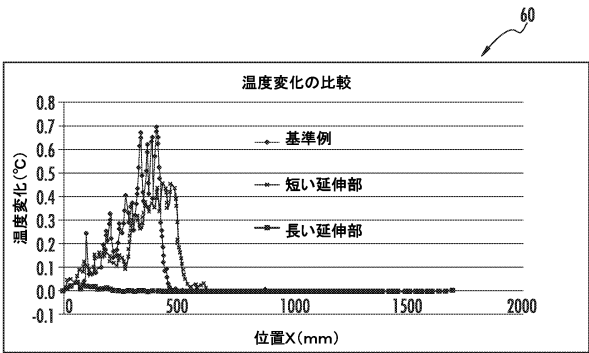


FIG. 2C

【図 3】



10

20

【図 4 A】

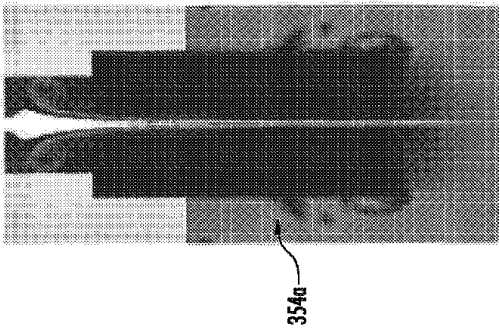


FIG. 4A

【図 4 B】

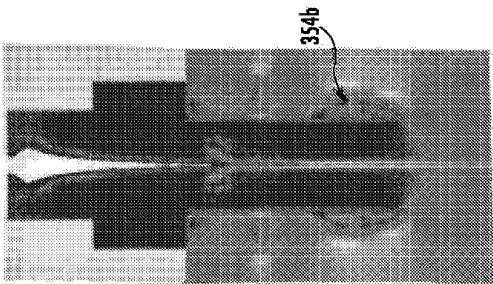


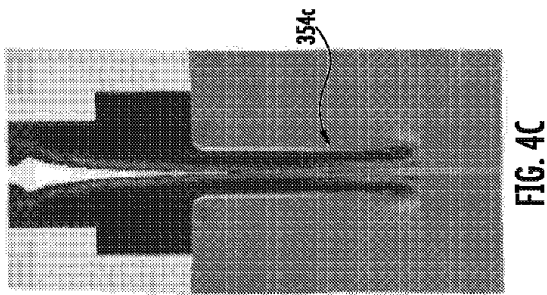
FIG. 4B

30

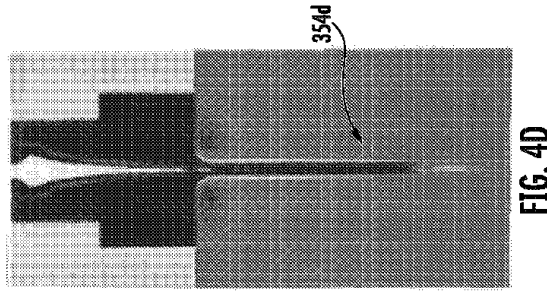
40

50

【 図 4 C 】

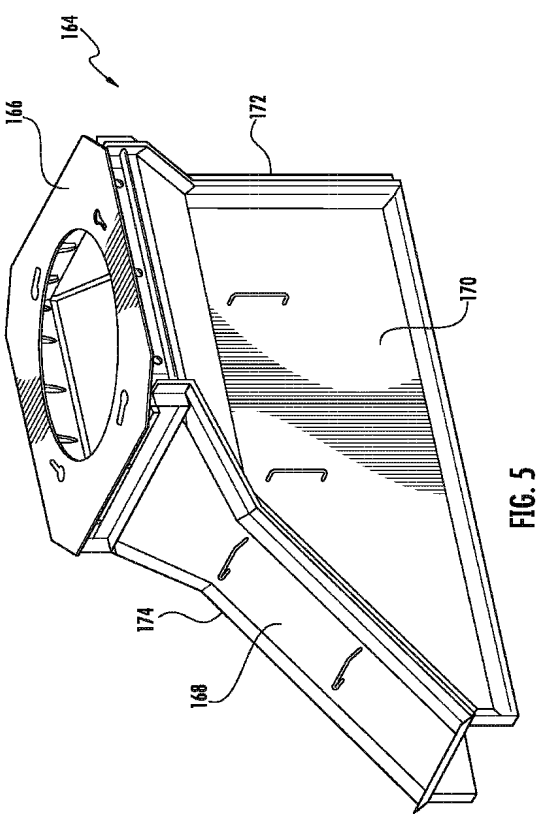


【 図 4 D 】

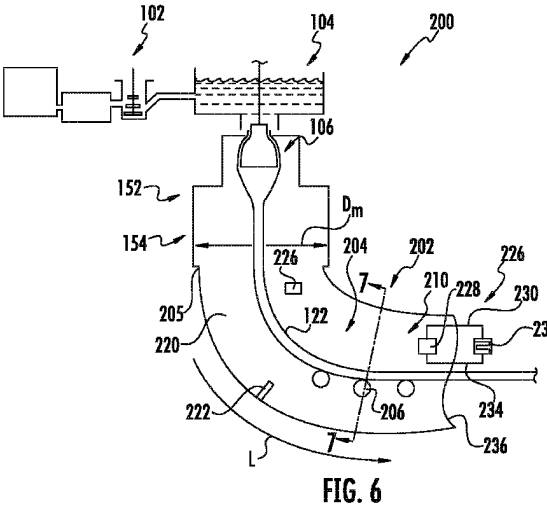


10

【 図 5 】



【 図 6 】



20

30

40

50

【 図 7 】

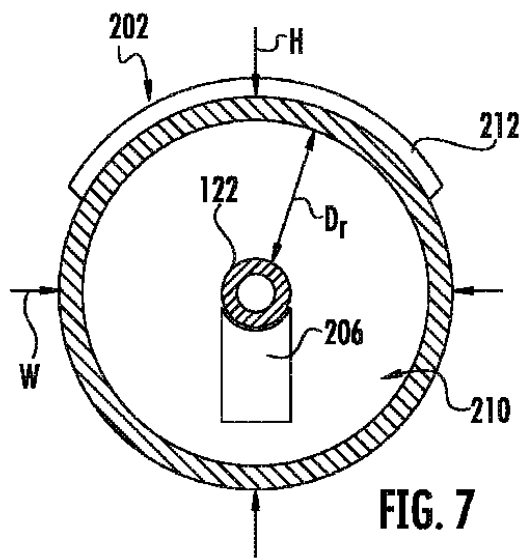


FIG. 7

【 図 8 A 】

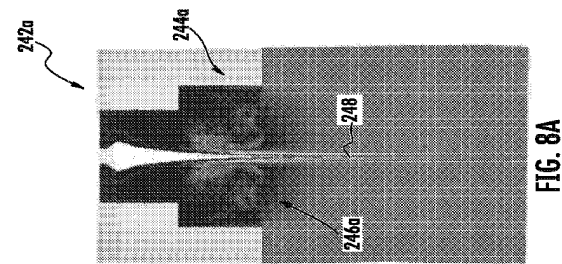


FIG. 8A

10

【 図 8 B 】

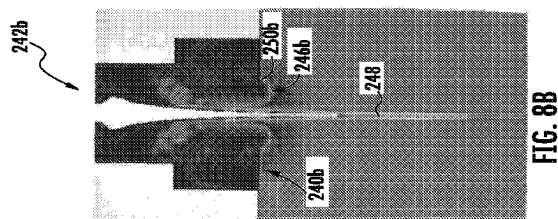


FIG. 8B

【 図 8 C 】

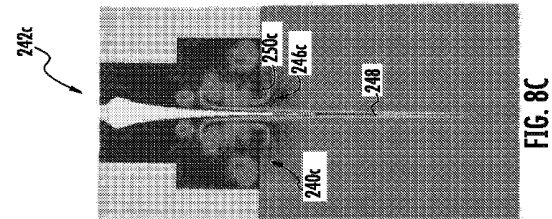


FIG. 8C

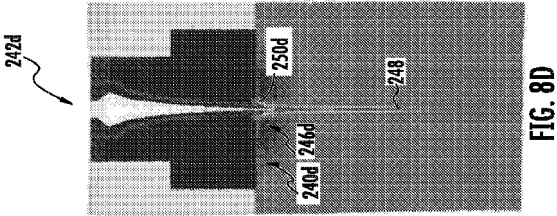
20

30

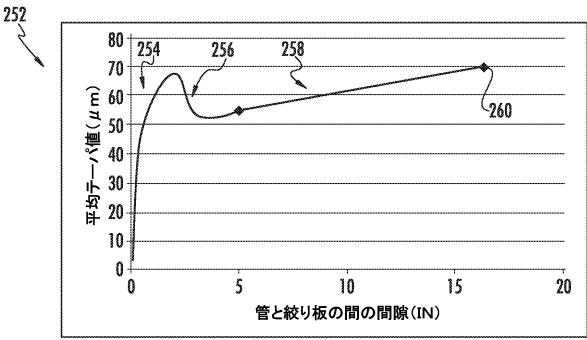
40

50

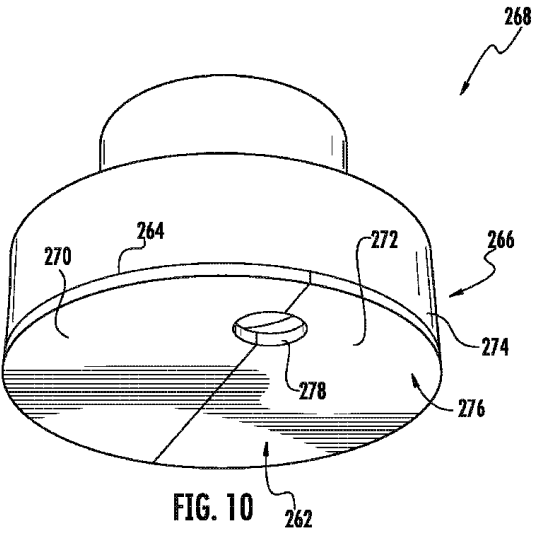
【図 8 D】



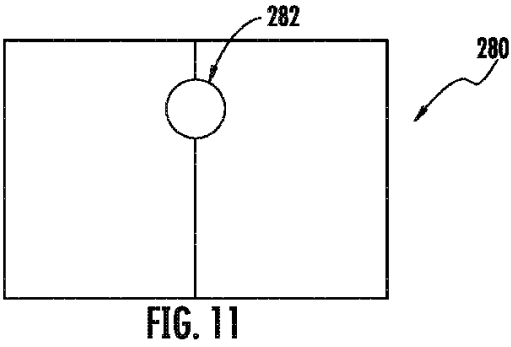
【図 9】



【図 10】



【図 11】



10

20

30

40

50

【 図 1 2 】

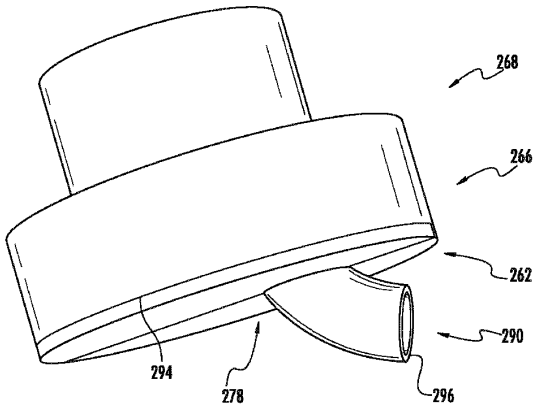
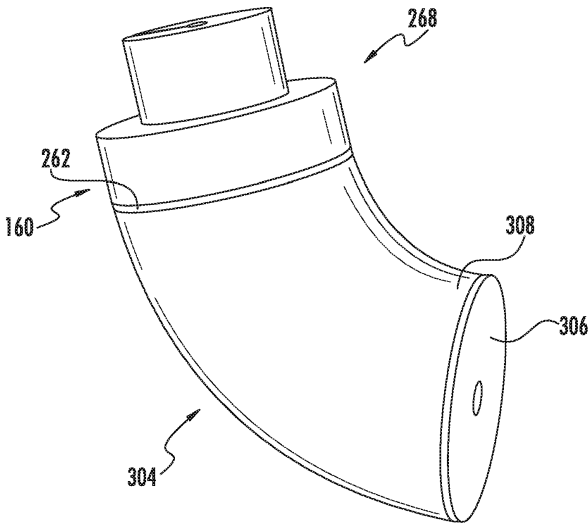


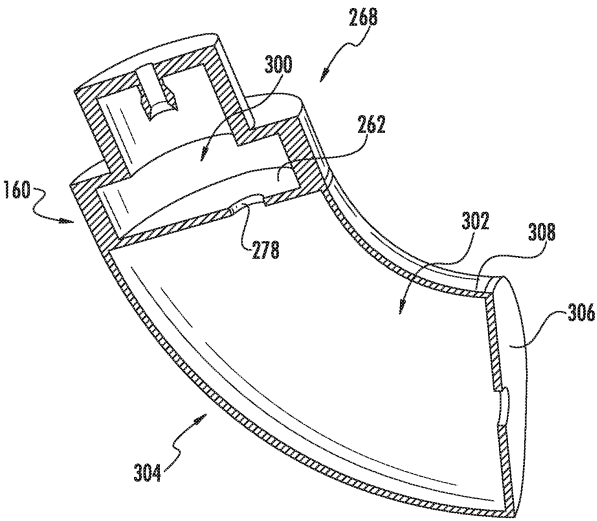
FIG. 12

【 図 1 3 】



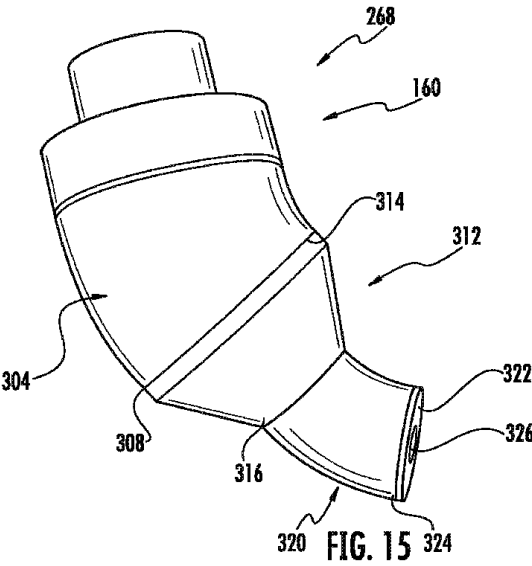
10

【 図 1 4 】



20

【 図 1 5 】

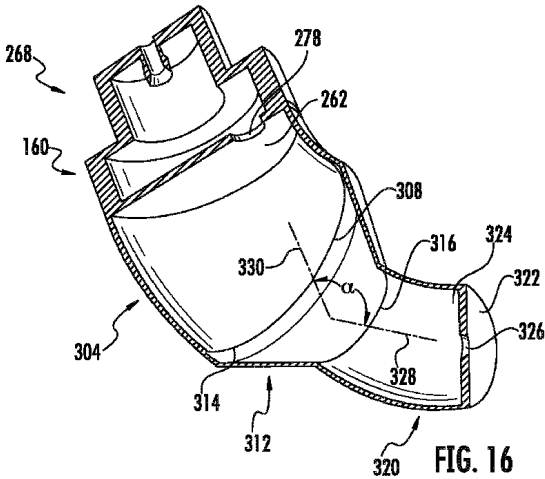


30

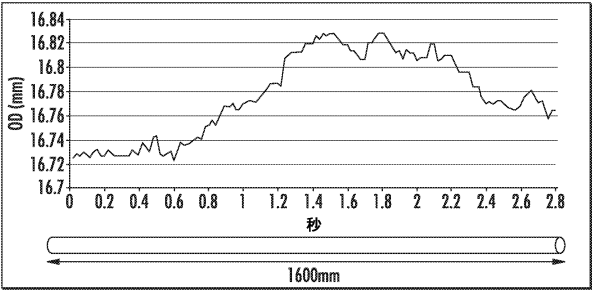
40

50

【図 16】



【図 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 ゲザーズ, エリオット
 アメリカ合衆国 テキサス州 7 8 5 7 2 ミッション サンタ クララ 2 5 0 5
- (72)発明者 ハウトフ, ダニエル ウォーレン
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング ノース ロード 1 0 4 2 7
- (72)発明者 マケルヘニー, ダグラス エドワード
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 1 4 ビッグ フラッツ ヴァレー ロード 2 7
- (72)発明者 モン, ジェンドン
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト フィールドストーン レーン
 3 3 9 9
- (72)発明者 パニデス, イライアス
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 4 5 ホースヘッズ ツイン オークス ノース 3 1 0 3
- (72)発明者 ボン, ガオジュー
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 4 5 ホースヘッズ リンハースト アヴェニュー 6 0 2
- (72)発明者 ローズ, ランディ リー
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 4 5 ホースヘッズ アルゴンキン ドライブ 2 9
- (72)発明者 ユルコフスキー, ユーリ
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング ハイランド ドライブ 5
- (72)発明者 ジョウ, チュンフォン
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト フィールドビュー ドライブ
 1 2 2
- 審査官 永田 史泰
- (56)参考文献 特開2005 - 298326 (J P , A)
 特開2002 - 321934 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
 C 0 3 B 5 / 0 0 - 7 / 2 2
 C 0 3 B 1 7 / 0 4