

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6212560号  
(P6212560)

(45) 発行日 平成29年10月11日(2017.10.11)

(24) 登録日 平成29年9月22日(2017.9.22)

(51) Int.Cl. F I  
**C O 3 B 17/04 (2006.01)** C O 3 B 17/04 A

請求項の数 5 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-530030 (P2015-530030)	(73) 特許権者	397068274 コーニング インコーポレイテッド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 31 コーニング リヴァーフロント プ ラザ 1
(86) (22) 出願日	平成25年8月29日 (2013.8.29)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(65) 公表番号	特表2015-529186 (P2015-529186A)	(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(43) 公表日	平成27年10月5日 (2015.10.5)	(72) 発明者	ビゾン, アントワン ガストン デニ アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 30 コーニング ウォール ストリート 248
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/057248		
(87) 国際公開番号	W02014/036236		
(87) 国際公開日	平成26年3月6日 (2014.3.6)		
審査請求日	平成27年5月26日 (2015.5.26)		
(31) 優先権主張番号	61/694, 913		
(32) 優先日	平成24年8月30日 (2012.8.30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロファイル形状の管およびスリーブを作製する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の形状を有する管を作製する装置であって、当該装置が、  
 管表面近傍に位置するよう構成されたマンドレルであって、前記管の最終断面形状を画  
 定するために、選定した断面形状を備えたノズル部を有するマンドレル、  
 を有してなり、

前記ノズル部が、ガスを受け入れる供給室と多孔性周面とを有し、前記ガスは、前記多  
 孔性周面を通して前記マンドレルの外部へ放出され得るものであり、前記ガスが、前記マ  
 ンドレルの前記外部へ放出されたときに、前記多孔性周面と前記管との間に、加圧ガスの  
 フィルムを形成し、

前記多孔性周面が、前記マンドレルが配列された工具軸に対して傾斜されている、対向  
 配置された一対の端面を含み；

前記ノズル部に形成され、前記供給室と連通した少なくとも一対の端部チャンバであっ  
 て、前記一対の端部チャンバ各々が隣接し、前記一対の端面のうちの1つと実質的に平行  
 であるチャンバ；および/または

前記ノズル部に形成された一対のチャンバ群であって、各チャンバ群が、前記供給室と  
 連通した少なくとも2つの端部チャンバを含み、前記一対の端面のうちの1つと隣接し実  
 質的に平行であるチャンバ群；

を含む、装置。

【請求項 2】

前記ノズル部が、穿孔されているか、または、10～20%の孔隙率と10マイクロメートル以下の平均孔径を有する多孔性物質から作製される、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

所定の形状を有する管を成形する方法において、

ガラス材料で作製された管の表面近傍に、前記管の最終断面形状を画定する、選定した断面形状を備えたノズル部を有し、前記ノズル部が、ガスを受け入れる供給室と多孔性周面とを有する、マンドレルを配置するステップ；

前記ノズル部の前記多孔性周面からガスを放出して、前記ノズル部と前記管の表面との間で加圧ガスのフィルムを生成するステップであって、前記加圧ガスのフィルムが、前記管の前記表面に十分な圧力をかけ、前記ノズル部に合わせて局所的に管を変形させるものであるステップ；

前記管の長さに沿って前記加圧ガスのフィルムを前進させるステップ；および

前記加圧ガスのフィルムが加圧している、前記管のいかなる局部断面においても、前記管の前記局部断面が圧力により変形し得る粘性にあるように、前記管を加熱するステップ；

を含む方法であって、

前記多孔性周面が、前記マンドレルが配列された工具軸に対して傾斜されている、対向配置された一対の端面を含み；

前記ノズル部に形成され、前記供給室と連通した少なくとも一対の端部チャンバであって、前記一対の端部チャンバ各々が隣接し、前記一対の端面のうちの1つと実質的に平行であるチャンバ；および/または

前記ノズル部に形成された一対のチャンバ群であって、各チャンバ群が、前記供給室と連通した少なくとも2つの端部チャンバを含み、前記一対の端面のうちの1つと隣接し実質的に平行であるチャンバ群；

を含む、方法。

【請求項4】

前記管が、前記ノズル部に順応する前の最初の周囲と、前記ノズル部に順応した後の最終周囲とを有し、さらに、前記最初の周囲と前記最終の周囲の比が0.7～0.95の間にあるように管を選択するステップを含む、請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記ノズル部に合わせた前記管の変形が、前記管の壁を5～30%引き伸ばすステップを含む、請求項3または4に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本願は、2012年8月30日に出願された米国仮特許出願第61/694913号明細書の米国特許法第119条に基づく優先権を主張するものであり、本願は上記特許出願の内容に依存したものであり、また上記特許出願の内容は参照によりその全体が本明細書に援用される。

【技術分野】

【0002】

本発明は三次元(3D)ガラス物品の製造に関する。

【背景技術】

【0003】

ガラスは前面カバーとして電子機器に使用されてきた。現在、電子機器メーカーは、電子機器の背面カバーもガラスで作製され、背面カバーが前面カバーと同じ高レベルの寸法精度と表面品質を満たすことを望んでいる。必要とされる寸法精度と表面品質の前面カバーと背面カバーを別々に作製し、次に、それらとともに組み立てることは可能である。しかしながら、これは、製造工程に余分なステップを追加し、寸法管理上の損失をもたらし得る。代替案は単一体のガラススリーブを製造することで、ガラススリーブの前側が前面

10

20

30

40

50

カバーとして機能し、ガラススリーブの裏側が背面カバーとして機能する。多くの電子機器が平坦なディスプレイを組み込んでいる。したがって、単一体のガラススリーブは、平坦なディスプレイを収容することができる断面プロファイルを有する必要がある。一般に、この断面プロファイルは、平坦なディスプレイと平行して配置することができる平坦な面を有する。平坦な面の平面度はまた、電子機器メーカーにより指定された厳格な要件を満たさなければならない。

【0004】

ガラス管を作製し、次に、ガラス管を容器に加工することが知られている。したがって、一体構造のガラススリーブを作製するのに実際的な一つのアプローチは、所望の断面プロファイルを有するガラス管を作製し、次に、ガラス管をガラススリーブに切断することである。溶融ガラスからガラス管を成形する方法が知られている。最も一般的な方法は、ダナー(Danner)法、ベロ(Vello)法およびダウンドロー(down draw)法である。これらの方法は、たとえば、非特許文献1に記述されている。これらの方法は、円形の断面形状を有するガラス管を成形するのに典型的に使用される。押出しは、非円形の断面形状、たとえば平坦な面を有し得る断面形状を含むガラス管を成形するのに使用することができる。しかしながら、押出しは、ガラス面との工具接触を含んでおり、ガラスの表面品質を低減し得る。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

20

【非特許文献1】Heinz G. Pfaender著「Schott Guide to Glass」Chapman & Hall出版、1996年、第2版

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

一態様において、本発明は、プロファイル形状の管を作製するための装置に関する。本装置は、管表面近傍に位置するよう構成されたマンドレルを含む。マンドレルは、管の最終断面プロファイルを画定する、選定した断面プロファイルを備えたノズル部を有する。ノズル部は、ガスを受け入れる供給室と多孔性周面を有し、この多孔性周面を通してガスがマンドレルの外部へ放出され得る。マンドレルの外部へ放出されるときは、多孔性周面と管との間に、加圧ガスのフィルムを形成する。

30

【0007】

一実施形態において、装置は、管を成形するための管成形装置をさらに含み、マンドレルは管成形装置に沿って配置される。

【0008】

一実施形態において、ノズル部は、10~20%の孔隙率と10マイクロメートル以下の平均孔径を有する多孔性物質から作製される。

【0009】

一実施形態において、ノズル部は多孔性である。

【0010】

40

一実施形態において、多孔性周面は、マンドレルが配列された工具軸に対して傾斜されている、対向配置された一对の端面を含む。

【0011】

一実施形態において、多孔性周面は、対向配置された一对の側面であって、一对の端面間でウェブを形成する一对の側面をさらに含む。

【0012】

一実施形態において、一对の側面の各々は凹み領域を有する。

【0013】

一実施形態において、装置は、ノズル部に形成され、供給室と連通した少なくとも一对の端部チャンバをさらに含む。一对の端部チャンバ各々は隣接し、一对の端面のうちの1

50

つと実質的に平行である。

【0014】

一実施形態において、装置は、ノズル部に形成された一对のチャンバ群をさらに含む。チャンバ群は各々、供給室と連通した少なくとも2つの端部チャンバを含む。チャンバ群は各々、一对の端面のうちの1つと隣接し実質的に平行である。

【0015】

一実施形態において、各チャンバ群の少なくとも2つの端部チャンバは隣接した端面から等距離である。

【0016】

一実施形態において、各チャンバ群の少なくとも2つの端部チャンバは様々な長さを有する。

10

【0017】

別の態様において、本発明は、ガラス材料で作製された、プロファイル形状の管を成形する方法に関する。この方法は管の表面近傍にマンドレルを配置することを含む。マンドレルは、管の最終断面プロファイル画定する、選定した断面プロファイルを備えたノズル部を有する。この方法は、ノズル部の多孔性周面からガスを放出し、ノズル部と管の表面との間で加圧ガスのフィルムを生成するステップを含む。加圧ガスのフィルムは、管の表面に十分な圧力をかけ、ノズル部に合わせて局所的に管を変形させる。この方法は管の長さに沿って加圧ガスのフィルムを前進させるステップを含む。この方法は管を加熱するステップを含み、加圧ガスのフィルムが加圧している、管のいかなる局部断面においても、管の局部断面は、圧力により変形し得る粘性にある。

20

【0018】

一実施形態において、管は、ノズル部に順応する前の最初の周囲と、ノズル部に順応した後の最終周囲とを有する。この方法は、最初の周囲と最終の周囲の比が0.7~0.95の間にあるように管を選択するステップを含む。

【0019】

一実施形態において、ノズル部に合わせた管の変形が、管の壁を5~30%引き伸ばすステップを含む。

【0020】

一実施形態において、方法は1気圧(約101325Pa)~10気圧(約1013250Pa)の圧力でノズル部内の供給室にガスを提供するステップを含む。

30

【0021】

一実施形態において、加圧ガスのフィルムは60マイクロメートル~70マイクロメートルの範囲の厚さを有する。

【0022】

一実施形態において、方法は管を成形する管成形装置に沿ってマンドレルを配置するステップをさらに含む。

【0023】

一実施形態において、選定した断面の形状は横長である。

【0024】

一実施形態において、方法はノズル部に合わせて変形された管の部分から少なくとも1つのスリーブを切断するステップをさらに含む。

40

【0025】

一実施形態において、ガスの放出は、多孔性周面からガスを放出するステップと、加圧ガスのフィルムが管とノズル部との間に局所的に生成されるように多孔性周面の凹み領域からガスを放出するステップとの組合せを含む。

【0026】

別の態様において、本発明はガラス材料から作製されたスリーブに関する。スリーブはシームレスな壁を有する。壁は、1マイクロメートル未満の表面粗さを有する内面と、1マイクロメートル未満の表面粗さを有する外面を有する。壁はまた対向配置された平坦部

50

も有する。各平坦部は、 $70 \times 120 \text{ mm}^2$  の領域に50マイクロメートルより優れた平坦度を有する。

【0027】

一実施形態において、スリーブは横長の断面形状を有する。

【0028】

前記概要説明及び以下の詳細な説明は本発明の例示に過ぎず、特許請求した発明の本質及び特徴を理解するための概要又は骨格の提供を意図したものである。添付図面は、本発明の理解を深めるためのものであり、本明細書の一部を構成するものである。添付図面は本発明の実施の形態を図示したものであり、本明細書の説明と共に参照することにより本発明の原理及び作用の理解に役立つものである。

10

【0029】

以下は添付図面の説明である。明確性及び簡潔性を旨とし、図面の縮尺は必ずしも正確なものではなく、特定の要素及び特定の表示は誇張又は概略表示してある。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】合致ツールの透視図である。

【図2A】合致ツールで成形されたガラススリーブの表面粗さプロファイルである。

【図2B】従来技術の方法で成形されたガラス面の表面粗さプロファイルである。

【図3A】横長状の断面形状である。

【図3B】横長状の断面形状である。

20

【図3C】横長状の断面形状である。

【図3D】横長状の断面形状である。

【図3E】横長状の断面形状である。

【図3F】横長状の断面形状である。

【図3G】横長状の断面形状である。

【図4A】内部形削り工具として使用される、合致ツールを示す。

【図4B】外部形削り工具として使用される、合致ツールを示す。

【図5】工具軸に沿った図1の断面図である。

【図6】図1の合致ツールの底端面図である。

【図7】図1の合致ツールの側面図である。

30

【図8】図7の線8-8における断面図である。

【図9A】別の合致ツールの透視図である。

【図9B】図9Aの合致ツールのノズルを示す。

【図10】図1の合致ツールを使用して、プロファイル形状の管を成形するための機構である。

【図11A】図1の合致ツールを使用して、管を成形する過程を図示する。

【図11B】図1の合致ツールを使用して、管を成形する過程を図示する。

【図11C】図1の合致ツールを使用して、管を成形する過程を図示する。

【図11D】図1の合致ツールを使用して、管を成形する過程を図示する。

【図11E】図1の合致ツールを使用して、管を成形する過程を図示する。

40

【図12】図1の合致ツールの使用中のガス放出を図示する。

【図13】図1の合致ツールで成形されたガラススリーブの斜視図である。

【図14】図1の合致ツールの使用を組み込んだ、連続的なガラス管製造方法を示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下の発明を実施するための形態において、本発明の実施形態についての完全な理解を提供するために、多くの具体的な詳細を述べる。しかし、当業者には、これらの具体的な詳細の一部または全てを用いずとも本発明が実施され得ることは自明である。他の例では、本発明を不必要に不明瞭にしないために、周知の特徴または処理工程については詳細に説明しない。さらに、共通または類似の要素は、類似または同一の参照番号を用いて識別

50

する。

#### 【0032】

図1は、ガラス材料で作製された最初の管から、プロファイル形状の管を非接触で成形する合致ツール100を示す。ガラス材料は典型的にはガラスである。ガラス材料はまたガラスセラミックでもよいが、成形条件下の核生成または結晶化を回避することができるガラスセラミックのみが、一般に適切である。ガラスセラミックの可能な例は透明なリシア輝石(EurokeraからKERALITEとして入手可能)である。ガラスの選択ははるかに広く、プロファイル形状の管、またはプロファイル形状の管から作製されるスリーブの所望の特性に基づく。合致ツール100は、イオン交換可能なガラスと共に使用することができるが、それは、靱性と破損耐性が重要である用途で一般に望まれる。イオン交換可能なガラスの例はアルカリ-アルミノケイ酸塩ガラスまたはアルカリ-アルミノホウケイ酸塩ガラスである。合致ツール100は、また、高い熱膨張係数を有するガラスと共に使用することもできる。

10

#### 【0033】

一実施形態において、合致ツール100は、管の内側に挿入することができるマンドレル101として構成される。管の成形のために、合致ツール100が、管に対して成形加工圧力をかけて、合致ツール100と管との間のバリアとして作用するガスベアリングを発生させる。ガスバリアは、合致ツール100による成形工程を通じて管の表面品質が維持されることを可能にする。ガスバリアは、成形工程中に管の内面でストリークになるような欠陥が発展するのを予防し得る。図2Aは、合致ツール100で成形されたガラス管から切断されたガラススリーブの内表面粗さプロファイルを示す。このプロファイルは、ガラススリーブが0.18nmの最大内表面粗さを有していることを示す。図2Aで示される表面粗さ測定は、Zygo干渉計で行われた。比較のために、図2Bは、ガラス管の壁と工具が接触する先行技術の方法で成形されたガラス管から切断された長方形のガラススリーブの内表面粗さプロファイルを示す。先行技術のスリーブについては、ガラス面上にストリークが測定された。ストリークが、1マイクロメートル振幅(最大と最少の距離)と0.6mmの周期を有する波として現われた。振幅が表面粗さの基準としてとらえられる場合、そのとき、先行技術のスリーブで観察された最大表面粗さはおよそ1マイクロメートルになり、それは、合致ツール100を使用して作製されたガラススリーブの表面粗さよりはるかに大きい。さらに、ストリークが表面に対して著しく、非常に局所的な勾配変化を招き、最終的に、歪められ、荒れたように見えるガラスカバーを生産することになるので、肉眼で見てストリークが表面で明らかである。

20

30

#### 【0034】

一実施形態において、合致ツール100で成形された、プロファイル形状の管またはスリーブは、40mmの長さで1マイクロメートル未満の内表面粗さと、40mmの長さで1マイクロメートル未満の外表面粗さを有する。別の実施形態において、合致ツール100で成形されたプロファイル形状の管またはスリーブは、40マイクロメートル×40マイクロメートル領域上に0.2nm~10nmの範囲の内表面粗さを有し、40マイクロメートル×40マイクロメートル領域上に0.2nm~10nmの範囲の外表面粗さを有する。管の表面品質が成形工程を通じて維持されているので、合致ツール100で成形した後の管の表面粗さが、合致ツール100で成形する前の管の表面粗さに依存することが注目されるべきである。したがって、合致ツール100で成形された管の表面粗さのスペックはまた、合致ツール100で成形される前の管の表面粗さのスペックである。

40

#### 【0035】

合致ツール100は最初の断面プロファイルから最終の断面プロファイルに管を成形するように構成され、ここで最終の断面プロファイルは最初の断面プロファイルとは異なる。この管の断面プロファイルは形状とサイズが特徴的である。したがって、管の成形は形状変化および/または寸法変更を含み得る。一実施形態において、合致ツール100は、管を、最初の円形の断面形状から最終の非円形の断面形状にするために使用される。より具体的な実施形態において、最終の非円形の断面形状は横長形状である。「横長(obl

50

ong)は細長(elongated)を意味する。一実施形態において、横長形状は5:1より大きいアスペクト比を有する。別の実施形態において、横長形状は10:1より大きいアスペクト比を有する。

#### 【0036】

横長断面形状のいくつかの例は、図3A~3Gで模式的に示される。これらの横長形状は、スプライン、放射状、テーパおよび平面の様々な組合せで作製される。図3Aは、平らな側面402、404、および丸い端部406、408を有する横長形状400を示す。図3Bは、平らな側面412、414、および丸い端部416、418を有する横長形状410を示す。図3Bは、端部416と418が端部406と408より小さな半径で丸くされている以外は、図3Aに類似している。図3Cにおいて、横長形状420は平らな側面422、424、および平らな端部426、428を有し、すなわち長方形である。図3Dにおいて、横長形状430は平らな側面432、434、およびテーパ状端部436、438を有する。図3Eは、スプライン側面442、444、およびスプライン端部446、448を有する横長形状440を示す。図3Fは、スプライン側面452、454、および平らな端部456、458を有する横長形状450を示す。図3Gは、スプライン側面462、平らな側面464、および平らな端部466、468を有する横長形状460を示す。横長形状460は非対称である。

#### 【0037】

合致ツール100が内部ツールとして使用されるとき、図3A~3Gで示されたような凸面の断面プロファイルを、管において成形することができる。図4Aは、管470を成形するための内部ツールとして合致ツール100を使用する例を示す。凹面または凸面-凹面の断面プロファイルを成形するために、合致ツール100は、管の外側に位置する外部ツールとして使用されてもよい。図4Bは、管472の成形のために外部ツールとして合致ツール100を使用する例を示す。合致ツール100が外部ツールとして使用されるとき、合致ツール100で発生したガスベアリングは、管の外面と合致ツール100の間にある。合致ツール100に対するいかなる改造をせずとも、合致ツール100は、管の周囲に外接せず、管の周囲の部分にのみ成形力を加える。周囲に沿って全体に成形力を適用したい場合、合致ツール100は管のまわりで回転させ得る。あるいは、合致ツール100は、管の周囲を囲む環状へと構造を変えることができる。また、管を成形するために、内部および外部のガスベアリング、非ガスベアリングならびに合致ツールのいかなる組合せが使用されてもよいと考えられる。

#### 【0038】

図1に戻ると、マンドレル101は工具軸104と並んで配列され、工具軸104に対して対称でも非対称でもよい。典型的には、マンドレル101は工具軸104に対し対称になる。マンドレル101はノーズ102とノズル120で作られている。ノーズ102とノズル120は、一緒に連結される別部品、または一体として形成することができる。ノーズ102は、合致ツール100の先導部を成し、マンドレル101の管の中への挿入を助ける一方、ノズル120は、合致ツール100の後曳部分を成形し、管が追随する形状を決定する。ノーズ102は、管の初期条件下の管に挿入するために形成され、大きさが合わせられている。すなわち、 $D_{TI}$ が管の最初の断面寸法で、 $D_M$ がノーズ102の最大の断面寸法である場合、 $D_M$ は $D_{TI}$ 未満である。ノーズ102は、一般に管状でもよいし、一般に円形状の断面プロファイルを有していてもよい。この実施形態において、ガラス管はまた円形状の最初の断面プロファイルを有していてもよい。この場合、 $D_M$ はノーズ102の最大の断面直径になり得、 $D_{TI}$ は管の最初の断面直径になり得る。しかしながら、ノーズ102の断面形状は円形状に限定されず、管の最初の断面形状もまた円形状に限定されない。

#### 【0039】

図5を参照すると、ノーズ102の上端部は連結口106を含み、ノーズ102の底端部は結合ピン108を含む。連結口106は、ノーズ102上に位置したプラグ112の連結ピン114を収容する。プラグ112は、適切な方法、たとえば、結合ピン114と

10

20

30

40

50

連結口106の壁116との間がねじまたは溶接による連結で、連結口106に対して結合ピン114を取り付けることにより、ノーズ102に連結される。結合ピン108はノズル120内の連結口122へ伸びる。ノーズ102は、適切な方法、たとえば、結合ピン108と連結口122の壁124との間がねじ、溶接または接着による連結で、連結口122に対して結合ピン108を取り付けることにより、ノズル120に連結される。導管110は連結口106から結合ピン108までノーズ102内を通る。導管110は直線で、工具軸104に沿って軸方向に配列されてもよい。あるいは、導管110は直線でもよく、および/または、工具軸104に沿って軸方向に配列されなくてもよい。

#### 【0040】

プラグ112は、連結口106を介してノーズ102内の導管110と連通した導管118を有する。導管118は直線で、工具軸104に沿って軸方向に配列されてもよい。あるいは、導管118は直線でもよく、および/または、工具軸104に沿って軸方向に配列されなくてもよい。導管110、118の構造にかかわらず、導管110と118との間の連通は可能である。プラグ112は導管110、118に対するガス送出的ために、ガス供給源に連結することができるパイプ(図示せず)に連結することができる。導管110に提供されたガスは、最終的にはノズル120に提供される。ガスは空気または窒素などの不活性ガスでもよい。ノーズ102の場合のように、プラグ112は、管の初期条件下の管に挿入するために形成され、大きさが合わせられている。すなわち、 $D_p$ がプラグ112の最大の断面寸法で、 $D_{TI}$ が管の最初の断面寸法である場合、 $D_p$ は $D_{TI}$ 未満である。

#### 【0041】

図1に戻ると、ノズル120は上部120aを有し、前述のノーズ102のように、管の初期条件下の管に挿入するために形成され、大きさが合わせられている。上部ノズル部120aの最大の断面寸法が $D_{NU}$ で、管の最初の断面寸法が $D_{TI}$ であるなら、そのとき、 $D_{NU}$ は $D_{TI}$ 未満であり、マンドレル101が管に挿入されるとき、 $D_{NU}$ が上部ノズル部120aと管との間に形成されるガスベアリングギャップの幅である場合、好ましくは、 $D_{NU}$ は、 $D_{TI}$ から2を引いた値とほぼ等しい。上部ノズル部120aは管状でもよく、工具軸104と交わる平面において円形の断面形状を有していてもよい。一般に、上部ノズル部120aは、管の最初の断面形状に一致するかまたは類似した断面形状を有する。これは、上部ノズル部120aが管に挿入されるとき、上部ノズル部120aと管との間に均一なガスベアリングギャップを形成することができるようにするためである。均一なガスベアリングギャップ内の均一な加圧ガスは、管内部の上部ノズル部120aを中心におく効果を有し得る。

#### 【0042】

ノズル120は下ノズル部120bを有し、合致ツール100の使用中に管が追従するような形状を画定する。このため、下ノズル部120bの断面形状は主として管の最終断面の形状で規定されるが、下ノズル部120bの断面形状は最終の断面形状の正確なコピーでもなくともよい。一実施形態において、下ノズル部120bは非円形の断面プロファイルを有する。より具体的な実施形態において、下ノズル部120bは横長断面のプロファイルを有し、ここで「横長」は細長を意味する。横長形状のアスペクト比は、先に述べたように、最終の管の断面形状のためのものである。図6は、図3Aで示される最終の断面形状の管またはスリーブを成形するのに適切な下ノズル部120bの断面形状の例を示す。下ノズル部120bの場合、横長形状の「平らな」側面402a、402bにおいて凹み138a、138bがある。これらの凹みは流束通気用で、図3Aで示される平らな側面402、404の成形加工を可能にする。

#### 【0043】

一実施形態において、下ノズル部120bは大きいテーパ状と小さいテーパ状からなる双テーパ形状を有する。図5を参照すると、下ノズル部120bの大きい方の幅は、工具軸104に交わる軸125に沿って測定されると、ノーズ102に向かう方向で徐々に細くなっている。下ノズル部120bの大きい方の幅は大きい方のテーパ状を画定

10

20

30

40

50

する。下ノズル部 120b の小さい方の幅は、工具軸 104 に交わり、軸 125 に直角の軸 127 に沿って測定されると、ノーズ 102 から離れる方向で徐々に細くなっている。小さい方の幅のテーパは、図 7 で最もよく理解される。下ノズル部 120b の小さい方の幅は小さい方のテーパ状を画定する。

#### 【0044】

図 5 で、下ノズル部 120b の大きい方の最小寸法は、上部ノズル部 120a と下ノズル部 120b との交差位置 119 に存在し、一般に上部ノズル部 120a の最大寸法と同じになる。下ノズル部 120b の大きい方の最大寸法は、ノズル 120 の底端部 117 (またはノーズ 102 から遠いノズル 120 の遠位端部) に存在する。 $D_{TF}$  が管の最終寸法、すなわち、合致ツール 100 により成形した後の管の寸法であり、 $D_{NL}$  が下ノズル部 120b の大きい方の最大寸法であるなら、そのとき、 $D_{NL}$  が合致ツール 100 の使用中に下ノズル部 120b と管との間に形成されるガスベアリングギャップの幅である場合、 $D_{NL}$  は、 $D_{TF}$  から 2 を引いた値とほぼ等しい。典型的には、 $D_{NL}$  は、下ノズル部 120b と管との間に生成される、加圧ガスフィルムの厚さにより決定される。

#### 【0045】

図 1 に戻ると、下ノズル部 120b は、工具軸 104 に対して傾斜された、端部の面 132a、132b をそれぞれ有する、対向配置された端部 128a、128b を有する。下ノズル部 120b は、対向配置された端部 128a、128b 間にわたり、これらをつなぐウェブ 130 を有する。ウェブ 130 は、端部の面 132a、132b に隣接する、対向配置された側面 134a、134b (図 7) を有する。工具軸 104 に対して横方向に傾斜した端部の面 132a、132b 間の距離は、下ノズル部 120b の大きい方の幅を画定する。工具軸 104 に対して横方向の側面のウェブ表面 134a、134b 間の距離は、下ノズル部 120b の小さい方の幅を画定する。傾斜した端部の面 132a、132b および側面のウェブ表面 134a、134b はともに下ノズル周面 136b を画定する。上部ノズル部 120a は上部ノズル周面 136a を有する。周面 136a、136b は一緒に、ノズル 120 の周面 136 を形成する。

#### 【0046】

ウェブ表面 134a、134b は、それぞれ、合致ツール 100 の使用中に通気流束部位として機能する、凹み領域 138a、138b を有する。図 5 を参照すると、一実施形態において、傾斜表面 132a、132b は、工具軸 104 に対して対称的に配置され、工具軸 104 に対する傾斜表面 132a、132b の取付角は同じである。代替の実施形態において、傾斜表面 132a、132b は、工具軸 104 に対して非対称的に配置されてもよく、および/または、工具軸 104 に対して様々な取付角を有していてもよい。傾斜表面 132a、132b の取付角は、一般に交差位置 119 における下ノズル部 120b の幅、底端 117 における下ノズル部 120b の幅および下ノズル部 120b の高さの関数である。典型的には、ガラス管の緩やかな成形が達成されるように、取付角が選択される。

#### 【0047】

供給室 140 はノズル 120 に形成される。供給室 140 は、連結口 122 から、下ノズル部 120b における末端ではない場所まで伸びる。供給室 140 はノーズ 102 の導管 110 と連通している。2つの端部チャンバ 142a、142b は、ノズル 120 内に形成される。端部チャンバ 142a、142b は、ノズル 120 の上端部 123 から下ノズル部 120b の末端ではない場所まで伸びる。端部チャンバ 142a、142b は、供給室 140 とは中心がずれている。一実施形態において、供給室 140 は、工具軸 104 と軸方向に配列され、端部チャンバ 142a、142b は、工具軸 104 に対して対称的に配置される。しかしながら、他の実施形態において、供給室 140 が工具軸 104 と軸方向に配列されなくてもよく、および/または、端部チャンバ 142a、142b が、工具軸 104 に対して非対称的に配置されてもよい。

#### 【0048】

端部チャンバ 142a、142b はノズル 120 の両側に配置され、端部チャンバ 14

10

20

30

40

50

2 aが傾斜表面132 aに隣接し、端部チャンバ142 bが傾斜表面132 bに隣接している。図1と図8において、端部チャンバ142 aは、傾斜表面132 aに隣接しているチャンバ群144 aの複数チャンバのうちの1つであり得る。たとえば、チャンバ群144 aは、端部チャンバ142 aの他に、端部チャンバ146 a、148 aを含んでもよい。同様に、端部チャンバ142 bは、傾斜表面132 bに隣接しているチャンバ群144 bの複数のチャンバのうちの1つであり得る。たとえば、チャンバ群144 bは、端部チャンバ142 bの他に、端部チャンバ146 b、148 bを含んでもよい。

【0049】

チャンバ群144 a、144 bは、工具軸104に対して対称的に配置される。しかしながら、他の実施形態において、チャンバ群144 a、144 bは、工具軸104に対して非対称的に配置されてもよい。端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bは、一般に管状である。端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bの各々の断面形状は円形かまたは横長でもよい。一実施形態において、チャンバ群144 a、144 bの各々の端部チャンバの各々は、様々な長さを有している。しかしながら、他の実施形態において、チャンバ群144 a、144 bの各々の端部チャンバの長さは同じでもよい。端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bの長さは、合致ツール100の使用中に、隣接した傾斜表面132 a、132 bから放出されたガスの分布に影響する。

【0050】

1つまたは複数の実施形態において、端部チャンバ142 a、146 a、148 aは隣接した傾斜表面132 aと同じ方向に向けられ、すなわち、端部チャンバ142 a、146 a、148 aは、隣接した傾斜表面132 aと実質的に平行である。一実施形態において、端部チャンバ142 a、146 a、148 aは、これらが実質的に平行で、隣接した傾斜表面132 aから実質的に等距離であるように、隣接した傾斜表面132 aに沿って配置される。同様に、1つまたは複数の実施形態において、端部チャンバ142 b、146 b、148 bは、隣接した傾斜表面132 bと同じ方向に向けられる。すなわち、端部チャンバ142 b、146 b、148 bは、隣接した傾斜表面132 bと実質的に平行である。また、一実施形態において、端部チャンバ142 b、146 b、148 bは、これらが実質的に平行で、隣接した傾斜表面132 bから実質的に等距離であるように、隣接した傾斜表面132 bに沿って配置される。端部チャンバがそれぞれ隣接した傾斜表面から等距離でないように、これらを配置することが可能である。端部チャンバは、本質的に傾斜表面132 a、132 bへの分配用ガスが充満した空間として機能する。

【0051】

図1を参照すると、端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bは、ノズル120の相互接続した穴150を介して供給室140と連通している。ノズル120は多孔性であり、これは、端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bがまた、ノズル120の多孔質構造を介して供給室140と連通していることを意味する。供給室140および端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bは、傾斜表面132 a、132 bおよびウェブ表面134 a、134 bと、ノズル120の多孔質構造を介して連通している。多孔性であるノズル120の一部である、傾斜表面132 a、132 bおよびウェブ表面134 a、134 bは多孔性であり、流体を供給室140および端部チャンバ142 a、142 b、146 a、146 b、148 a、148 bに供給するのを可能にし、ノズル120またはマンドレル101の外部へ放出するのを可能にする。

【0052】

ノズル120の多孔質構造は、ノズル120を作製するのに使用される材料によるものでも、またはノズル120の穿孔によるものでもよい。一実施形態において、ノズル120は多孔性物質で作製され、例としては多孔性グラファイト、多孔性シリコンカーバイドおよび多孔性ジルコニアが含まれる。多孔性シリコンカーバイドと多孔性ジルコニアはガラスに付着しやすいことが注目されるべきである。したがって、これらの材料が使用され

10

20

30

40

50

るとき、高温非付着性材料でこれらを覆うことが適当であり得、すなわち、万一、管のガラス材料が軟質である間に、ノズル120が偶発的に管と接触した場合に備える。多孔性物質の孔隙率は10%~20%の範囲でもよい。好ましくは、多孔性物質は、ノズル120の精密な機械加工を可能にする、50マイクロメートル未満の平均孔径を有するものとする。より好ましくは、多孔性物質は、10マイクロメートル以下の平均孔径を有するものとする。別の実施形態において、ノズル120は非多孔性かまたは半多孔性物質から作製され、所望の細孔構造となるようノズル120が穿孔される。その穿孔は、機械加工または本体に穴を形成するのに適切な他の方法により行われてもよい。

#### 【0053】

多孔層を通るガス流はガス圧力、層厚さおよび材料通気性に依存する。ノズル120の細孔構造はノズル120のガスに対する所望の通気性を達成するように選択される。好ましくは、ノズル120の細孔構造は、ガスに対するノズル120の通気性が均質で、十分に低く、管の表面により生成された引力を打ち消すことができるように、ガスベアリングギャップにおいてガスクッションを生じ得る。ガスクッションを生成するガス圧力は、一般に1気圧(約101325Pa)~10気圧(約1013250Pa)の範囲である。このガスの低い圧力範囲は、ノズル120におけるガス分配チャンバ142a、142b、146a、146b、148a、148bの配置と、ガス分配チャンバとノズル120の表面との間の十分な距離により、可能となる。過度に高いガス圧力は失敗のリスクを抑えるために回避されるべきである。ガスは、多孔性物質により分配することができ、狭い領域および広い領域の両方において、均一な流れを可能にする。非多孔性かまたは半多孔性物質に形成された穿孔などのガスを分配する他の手段もまた、可能である。

#### 【0054】

図9Aは、ノズル162とノズル164を有する別のマンドレル160を示す。マンドレル160と上述のマンドレル101との間の主な差は、ノズル164にあり、それは図9Bで別途示される。ノズル164は、上部ノズル部164a、中間ノズル部164bおよび下ノズル部164cを有する。端部チャンバ170、172は、上部ノズル部164aから出発し、中間ノズル部164bを通過し、下ノズル部の末端ではない場所164cで終了する。供給室168は上部ノズル部164aから中間ノズル部164bへと伸び、中間ノズル部164bと下部ノズル部164cとの間の境界面において終了する。上部ノズル部164aは一般に楕円形の断面形状を有する。中間ノズル部164bは、上部ノズル部164aとの上部界面における、一般に楕円形の断面形状から、下部ノズル部164cとの底部界面における、一般にスプライン長方形へと変化する。下部ノズル部120bについて上述したように、下部ノズル部164bは一般に双テーパ形状になっている。マンドレル160は最初の断面形状が一般に楕円形かまたは円形の管を成形するために使用され得る。図9Aおよび図9Bは、合致ツール100のマンドレルが1つの形状に制限されないことを示し、また、マンドレルのノズル部が、管の所望の断面プロファイルを成形するためにいかなる所望の断面プロファイルを有していてもよいことを示す。

#### 【0055】

図10は、合致ツール100を使用して、ガラス管200を成形するための機構を示す。ガラス管200は、垂直方向、すなわちガラス管200の軸に対して垂直に配向されるように配置される。他の機構において、ガラス管200は水平かまたは傾斜させられた方向に配置されてもよい。合致ツール100は、ガラス管200を通る導管204の端部で懸架される。導管204は、好ましくは、ガラス管が改質される温度に耐えることができ、ガラス管を汚染し得るスプリアス(不良)材料を発生させない材料で作製された硬質管である。たとえば、導管204はステンレス鋼で作製されてもよい。導管204はガラス管200の上方のサポート206に取り付けられている。導管204は流体供給源207と連通している。一実施形態において、流体供給源207は加圧ガスまたは空気の供給源である。実施において、合致ツール100がガラス管200の長さ上向き方向に沿って進むように、ガラス管200は下方へ引かれる。引力203は、たとえばガラス管200に一定の引力または等速を課するベルトトラクターのように、いかなる適切な引張方式で

も提供することができる。あるいは、引力 203 は重力により提供することができる。あるいは、ガラス管 200 は一定位置で支持することができ、合致ツール 100 が上方へ引かれ得る。

#### 【0056】

ガラス管 200 は、螺旋状インダクタ 210 内に配置された金属筒 208 を通って伸びる。サセプタとして作用する金属筒 208 は、螺旋状インダクタ 210 から電磁エネルギーを吸収する。吸収された電磁エネルギーは、ガラス管 200 に対して赤外線として再度放射される。金属筒 208 内のガラス管 200 のあらゆる部分が、金属筒 208 からの赤外線により加熱される。金属筒 208 と螺旋状インダクタ 210 は、したがってガラス管 200 の一種の暖房装置を構成する。一般に、ガラス管 200 を加熱するのに適切でないか  
10  
なる方法も装置も使用され得る。加熱は、放射加熱、誘導加熱、抵抗加熱またはこれらのいかなる組合せでもよい。流体圧力が合致ツール 100 により加えられるとき、ガラス管 200 が変形し得るレベルにまでガラス管 200 の温度を上げることができるのなら、特に言及されない他の加熱法が使用されてもよい。暖房装置はまた、様々な温度領域、たとえば予熱領域、改良領域および冷却領域を提供してもよい。コーニングのコード 7740 ホウケイ酸ガラスなどのガラス材料のために、たとえば、予熱領域および冷却領域は 650 °C であってもよいが、成形領域は 780 °C である。

#### 【0057】

$T_1$  が、ある程度の許容可能な誤差である、たとえば  $T_1$  の 11% 未満の誤差である場合、全ガラス管は成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  に加熱されてもよい。 $T_1 \pm \Delta T_1$  は、ガラスが相対的に低粘性を有している温度、たとえば、 $10^9$  ポアズ ( $10^8$  Pa·s) 以下、または  
20  
 $10^8$  ポアズ ( $10^7$  Pa·s) ~  $10^9$  ポアズ ( $10^8$  Pa·s) の範囲である。成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  はガラスの焼きなまし点と軟化点との間であり得る。一実施形態において、成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  は軟化点より少なくとも 20 °C 低い。成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  において、ガラスの粘性は永続的にガラスが変形できるように十分に低い。ガラス管 200 が成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  にある間、ガラス管 200 を所望の最終断面プロファイルに適合させるために、合致ツール 100 はガラス管 200 に沿って移動され得る。管がガラスセラミックで作製される場合、特に核生成または結晶化が回避されるべきなら、温度要件は、上に述べられたものとは異なってもよい。しかしながら、一般に、管が変形され得る温度にある間に、合致ツール 100 が管に適用される。  
30

#### 【0058】

全ガラス管 200 を  $T_1 \pm \Delta T_1$  に加熱する代わりに、 $T_0$  が、ある程度の許容可能な誤差である、たとえば  $T_0$  の 11% 未満の誤差である場合、全ガラス管 200 は初期温度  $T_0 \pm \Delta T_0$  に加熱されてもよい。初期温度  $T_0 \pm \Delta T_0$  において、ガラスは相対的に高粘性、たとえば、 $6 \times 10^9$  ポアズ ( $6 \times 10^8$  Pa·s) ~  $10^{12}$  ポアズ ( $6 \times 10^{11}$  Pa·s) の間にある。初期温度  $T_0 \pm \Delta T_0$  において、ガラス管の変形またはガラス管の光学的欠点は回避することができる。初期温度  $T_0 \pm \Delta T_0$  はガラスの焼きなまし点近傍であり得る。一実施形態において、初期温度  $T_0 \pm \Delta T_0$  は焼きなまし点の 10 °C 以内である。  
40  
 $T_1 \pm \Delta T_1$  が  $T_0 \pm \Delta T_0$  より大きい場合には、その後、ガラス管 200 は、局所的に上述の成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  に加熱することができる。いかなる場合でも、成形温度  $T_1 \pm \Delta T_1$  において、ガラス管 200 の部分は合致ツール 100 を使用して変形することができる。これは、合致ツール 100 を使用して全ガラス管 200 を成形するという事は、ガラス管 200 の長さに沿って局所発熱および合致ツール 100 が適用されなければならないということを意味する。

#### 【0059】

図 11A ~ 図 11E は、ガラス管 200 を成形するための合致ツール 100 の使用を図示する。暖房装置は、これらの図で特に示されない。しかしながら、成形工程が機能するためには、上述のように、ガラス管はそれが変形することができる温度でなければならない。この方法は、図 11A のガラス管 200 の方向に対して、ガラス管 200 の底端部から開始する。ガラス管 200 が下方へ引かれるように、合致ツール 100 のプラグ 112  
50

とノズル102が、まず第一にガラス管200の底端部を通してガラス管200に入る。その後、上部ノズル部120aがノズル102に続いてガラス管200に入る。この時点で、ガスがノズル120のチャンバに供給され、ノズル120の多孔性周面136経由でノズル120の外側に放出される。上述されたように上部ノズル部120aの寸法により、円周のギャップ314は、上部ノズル部120aと、上部ノズル部120aと対向関係にあるガラス管部分316との間で画定される。上部ノズル部120aから放出された流体は、円周のギャップ314において加圧ガスフィルムを形成する。円周のギャップ134における加圧ガスフィルムは、上部ノズル部120aの表面とガラス管200の表面との間でガスベアリングとして機能する。ガスベアリングは、ガラス管部分316の壁に対して圧力をかける。この圧力が、ガラス管部分316を径方向に拡張し、図11Bで示されるように、このとき、下ノズル部120bのごく一部がガラス管200に入ることを可能にする。

10

**【0060】**

2つのギャップ318a、318bが、下部ノズル部120bの対向配置された傾斜表面132a、132bとガラス管200の表面との間に生成される。下部ノズル部120bから放出されたガスは、ギャップ318a、318bの各々において加圧ガスフィルムを形成する。ギャップ318a、318bにおける加圧ガスフィルムは、傾斜表面132a、132bとガラス管200との間でガスベアリングとして機能する。ガスベアリングは、ガラス管部分316の壁に対して圧力をかける。この圧力は、ガラス管部分316を横に拡張し、より多くの下部ノズル部120bがガラス管200に入ることを可能にする。全ノズル120がガラス管200に入り、ガラス管部分316を通過するまで、このプロセスは継続する。図11C~図11Eで示されるように、ノズル120がガラス管部分316を通過するにつれて、ガラス管部分316はノズル120の形状となる。ガラス管の長さに沿って任意の特定の場所を通過するノズル120の最後の断面が、管におけるその特定の場所での断面プロファイルを決定する。

20

**【0061】**

ノズル120が全ガラス管200またはガラス管200の所望長さを完全に通過するまで、合致ツール100は、ガラス管200の内部でそのガラス管に沿って前進させることができる。上述のように、合致ツール100の前進はガラス管200を合致ツール100を超えて下方へ引くステップと、合致ツール100をガラス管200の内側で上方へ引くステップ、あるいはこれらの組合せを含み得る。一致させるすなわち成形する工程の一方に、合致ツール100を前進させなければならない。合致ツール100の前進は一定かまたは可変速度であり得る。しかしながら、ガラス管の一致かまたは成形が正確に効率的に完了し得るように、速度が調整される必要がある。

30

**【0062】**

ガラス管200の成形は、ガラス管200が変形できる温度にある間に、ガラス管200にガス圧力を加えることにより達成される。ガス圧力は、上述のように、ノズル120からのガスの放出を介してガラス管200とノズル120との間に生成された、加圧ガスの薄膜として提供される。加圧ガスの膜はまた、ガラス管200に対して圧力をかけるだけでなく、ガラス管200が一般に軟質である成形温度にある間に、ガラス管200と合致ツール100との間に物理的な接触がないように、ガラス管200から合致ツール100を分離する役割も果たす。加圧ガスの各薄膜の厚さは、典型的には60マイクロメートル~70マイクロメートルの範囲であるが、いくつかの実施形態において120マイクロメートル以下であり得る。合致ツール100がガラス管200の長さに沿って進むに連れて、加圧ガスの薄膜はガラス管200の長さに沿って移動させられる。加圧ガスの薄膜はガスベアリングを構成する。ガスベアリングギャップの幅は膜の厚さを決定するが、これはガラス粘性、一致速度(すなわち合致ツール100がガラス管に沿って進んでいる速度)、およびノズル120の凹み領域における通気流束に依存する。

40

**【0063】**

図12は、成形工程の端面図を示す。ガスは下ノズル部分120bの傾斜表面132a

50

、132bを通して放出され、ここにおいて放出されたガスは、傾斜表面132a、132bとガラス管200との間で2つのガスペアリングを形成する。これらのガスペアリングはガラス管200に反対方向の力を及ぼし、反対方向にガラス管200を横に拡張する。反対方向の力は傾斜表面132a、132bと対向した関係でガラス管200の部分に加えらる。傾斜表面132a、132bに面するガラス管200の部分が横に拡張される一方、ウェブ表面134a、134bに面するガラス管200の部分は平らになる。また、ウェブ表面134a、134bの凹み領域138a、138bにおける通気流束により、ガラス管200に対して圧力をかけることができる加圧ガスフィルムは、ウェブ表面134a、134bおよびガラス管200の表面との間には、実質的に形成されない。ガラス管200の横方向の拡張に利用可能な力は、対向配置されたガスペアリングの圧力に依存するが、それは、さらに、ノズル120の供給室に供給されたガスの圧力、および、傾斜表面132a、132bおよびノズル120の細孔構造にガスを配送する、ノズル120の端部チャンバの構造に依存する。ウェブ表面134a、134bに相対するガラス管200の部分の平滑化は、またウェブ表面134a、134bにおける通気流束に依存する。

10

#### 【0064】

一般に、端部チャンバ142a、142b、146a、146b、148a、148b（図1を参照）の直径および長さ、ウェブ表面134a、134bの凹み、傾斜表面132a、132bに対する端部チャンバの位置決め、および、端部チャンバに供給されるガスの圧力を適切に選択することにより、ノズル120のまわりで所望のガスペアリングの圧力分布を提供し、ガラス管200の所望の横長断面形状を成形することができる。たとえば、6mm×65mmの横長内部断面形状を成形するためには、端部チャンバは直径3mmで、隣接した傾斜表面から1.5mmに位置決めされ得る。ウェブ表面の凹み領域は深さ0.5mm～1.5mmであり得る。窒素または空気などのガスが供給ガスとして使用され得る。凹み領域の通気流束は780°Cにおける測定で毎時0.5～1.5m<sup>3</sup>であり得る。この構造で、平らな面は、ウェブ表面と相対するガラス管の部分で得られる。また、傾斜表面における局所的なガスペアリングが、横方向への拡張を確実にし、平らな面の平面度制御を助ける。しかしながら、合致ツール100と供給ガスの特性が、成形される形状およびこの形状を成形するのに必要な圧力分布に基づいて調節される必要があることは明らかであり、上に挙げられた特定の例に限定されるべきではない。

20

30

#### 【0065】

たとえば、平らな側面ではなくスプライン側面を有する横長断面形状を有することが望まれる場合、ウェブ表面134a、134bとガラス管200との間にガスペアリングが形成され得るように、通気流束部位なしで、ウェブ表面134a、134bを有することも可能である。この場合、ノズル120の形状寸法は、ウェブ表面134a、134bとガラス管200との間に形成されたガスペアリングが、傾斜表面132a、132bとガラス管200との間に形成されたガスペアリングと比較して異なってもよく、二軸で様々な量でガラス管200に横方向拡張力を加えることができる。一般に、より大きな横方向拡張が望まれる場合のガラス管200の部分は、より低い横方向拡張から横方向拡張がないことが望まれる場合のガラス管200の部分より、より高いガスペアリング圧力を有することになる。

40

#### 【0066】

1つまたは複数の実施形態において、ガラス管200の最初の周囲（すなわち、ガラス管200を最終の断面プロファイルに順応させる前の周囲）は、ガラス管200の最終周囲（すなわち、ガラス管200を最終の断面プロファイルに順応させた後の周囲）より小さいように選択される。言い換えれば、改質中のガラス管200の壁には、ある程度、幾何学的に横方向に伸ばす力が存在する。最初の周囲と最終周囲の間の比率は1未満である。好ましくは、最初の周囲と最終周囲の間の比率は0.96未満である。より好ましくは、この比率は0.7～0.95の間で、それは5～30%のガラス管壁の伸長になる。ガラス管200の壁の意図的な薄膜化が形状一致と共に望まれる場合、0.7～0.95の

50

比率を使用することができる。

【0067】

ガラススリーブは、上述の合致ツール100とプロセスを使用して成形されたガラス管から切り出すことができる。一実施形態において、ガラススリーブは5:1より大きいアスペクト比と共に、シームレスの壁と横長断面の形状を有する。好ましくは、アスペクト比は10:1より大きい。一実施形態において、ガラススリーブは12mm未満の絶対的な厚さ(図13における182を参照)を有する。絶対的な厚さはガラス厚さを含む。一実施形態において、ガラススリーブは70mm以下の絶対的な幅(図13における184を参照)を有する。絶対的な幅はガラス厚さを含む。一実施形態において、ガラススリーブは、1マイクロメートル未満、好ましくは0.2nm~10nmの範囲の内表面粗さを有する。一実施形態において、ガラススリーブは、1マイクロメートル未満、好ましくは0.2nm~10nmの範囲の外表面粗さを有する。一実施形態において、ガラススリーブの壁には相対する平らな部分がある。共焦点顕微鏡または機械的測定システムによる測定では、平らな部分の各々の平面度は $50 \times 90 \text{ mm}^2$ 上で50マイクロメートルより優れている。好ましくは、共焦点顕微鏡または機械的測定システムによる測定で、平らな部分の各々の平面度は $70 \times 120 \text{ mm}^2$ 上で30マイクロメートルより優れている。平面度は完全に平らな面からのずれに関して測定される。したがって、ずれが小さければ小さいほど、平面度は優れている。ガラススリーブを化学強化用のイオン交換にさらすことができるように、ガラススリーブが切り出されるガラス管はイオン交換可能な材料で作製されてもよい。

10

20

【0068】

図13は、上述された要件を満たす、上述された合致ツール100とプロセスを使用して形成されたガラス管から切り出されたガラススリーブ180を示す。様々な断面プロファイルを有する他のガラススリーブが同様に成形することができる。Zygo干渉計による測定では、ガラススリーブ180は、0.18nmの平均表面粗さを有し、それは、合致ツール100により成形されていない初期状態のガラス管の平均表面粗さに匹敵する。これは、以前に述べたように、ガラス管の表面品質が改質工程を通じて維持されていることを意味する。さらに、ガラススリーブ180の平らな側面は上述の要件を満たす。ガラススリーブ180は電子機器用ケースとしての役割を果たすことができる。電子機器の構成部品は、ガラススリーブ180の平らな側面(または表面)に電子機器の任意の平らなディスプレイが隣接するように、ガラススリーブ180の内部に配置することができる。そのとき、ガラススリーブ180の開放端は、ガラス以外の材料で作製され得る、適切なプラグで密閉することができる。また、ガラススリーブ内の電子機器の構成部品を配置する前にガラススリーブ180の1つの端部を気密封止することが可能である。ガラススリーブ180内の電子機器の構成部品を配置した後で、スリーブ180の残りの開放端は、プラグで密閉することができる。組み立てられた製品は、シームレスで同一品質の上部および底部表面を有する。

30

【0069】

合致ツール100は、プロファイル形状のガラス管の連続生産を可能にするためにガラス管プロセスの中で都合よく使用することができる。図14は、合致ツール100を組み込んだ、ガラス管製造法の例を示す。図14におけるガラス管製造装置は、ペロ法によりガラス管を成形するように構成される。しかしながら、合致ツール100はペロ法に限定されない。ダナー法またはダウンドロー法などの他のガラス管製造法がまた、必要な断面形状と壁厚を有する、プロファイル形状のガラス管を継続的に発生させるために合致ツール100を利用してもよい。図14で示される製造法において、タンク502から熔融ガラス500が、ベル506を囲むオリフィス504から流出する。空気は、ガラス管510を成形するためにベル506の中空の先端508を通して送風される。中空の先端508より下に、合致ツール100がある。合致ツール100(160)がガラス管510を最終の断面プロファイル512に形成している間に、ガラス管510は合致ツール100(160)を通る。合致ツール100の後、ガラス管510は、次第に高粘性状態から軟

40

50

化点未満 ( $\sim 10^8$  ポアズ) の、好都合には、正確な寸法管理のための  $10^{11}$  ポアズ未満の凍結状態まで変化する。

【0070】

一実施形態において、非常に高粘性にある間に、ガラス管 510 は垂直から水平まで変わる。これは、514、516 として示されるように、タンクと合致ツール近傍の工程の上流部分を妨害することなく、ガラス管 510 の水平部分が定期的に切断されることを可能にする。方向転換は、部分的にはガラス管の相対的な薄さ (たとえば 12 mm 未満) と大きな回転半径、たとえば 2 ~ 4 m のために、非常に高粘性状態において可能である。代替の実施形態において、ガラス管は垂直から水平に変えられず、ガラス管の定期的な切断は垂直方向で操作される。ローラーまたはベルトトラクターなどの引っぱり手段は、ガラス管をサポートする合致ツールの後に配置することができ、引っぱり手段の後に垂直の切断を行なうことができる。

10

【0071】

細かいダイヤモンドソー切断はガラス管の水平および垂直の切断において使用されてもよい。細かいダイヤモンドソー切断は直線でほとんど切れ端が生じない切断を可能にし、仕上げの面取りおよび磨き作業だけで、要求された美観および機械的性能を保証する。レーザー切断などの他の切断方法が使用されてもよい。大きなプロファイル形状の管は、連続的なプロファイル形状のガラス管から最初に切断されてもよい。その後、より小さなスリーブ、たとえば、小さな電子機器を包含するのに適切なサイズに、大きなプロファイル形状の管から切断することができる。これらのスリーブに、強度を改善するためのイオン交換プロセスを行っても差し支えない。

20

【0072】

限定された数の実施の形態によって本発明を説明したが、本開示によって恩恵を受ける当業者にとって、本明細書に開示した本発明の範囲から逸脱することなく、別の実施の形態が可能であることが分かる。したがって、本発明の範囲は添付の特許請求の範囲によってのみ限定されるものである

【 図 1 】

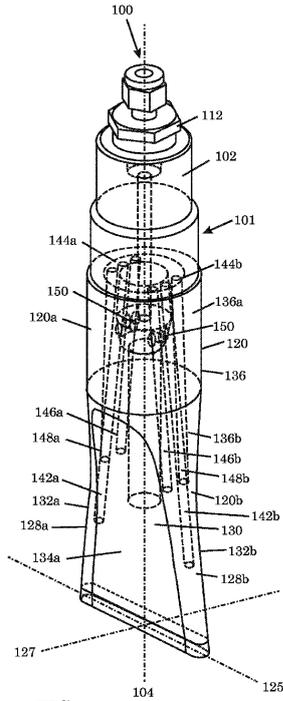
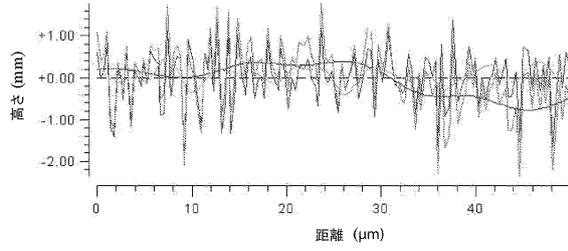
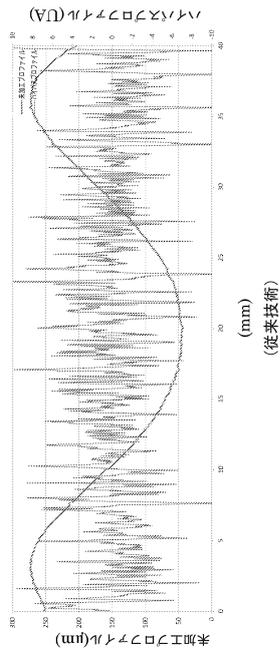


FIG. 1

【 図 2 A 】



【 図 2 B 】



【 図 3 A 】

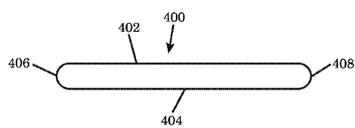


FIG. 3A

【 図 3 B 】

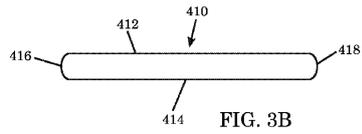


FIG. 3B

【 図 3 C 】

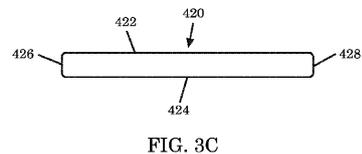


FIG. 3C

【 図 3 D 】

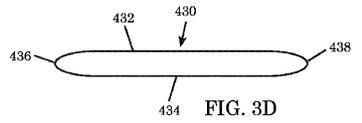


FIG. 3D

【 図 3 E 】

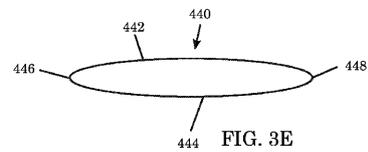


FIG. 3E

【 3 F 】

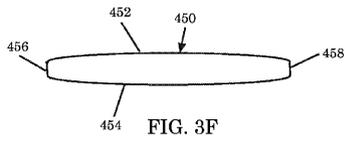


FIG. 3F

【 3 G 】

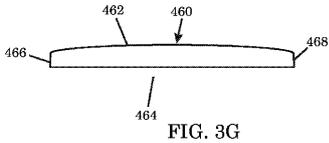


FIG. 3G

【 4 A 】

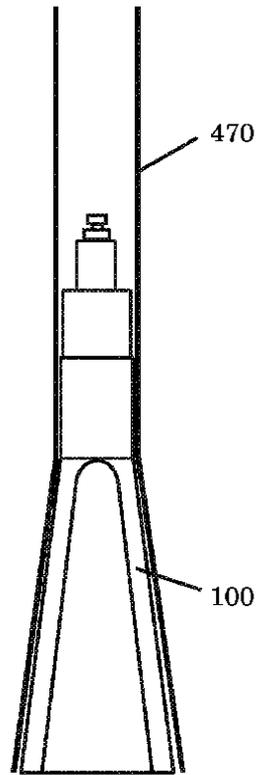


FIG. 4A

【 4 B 】

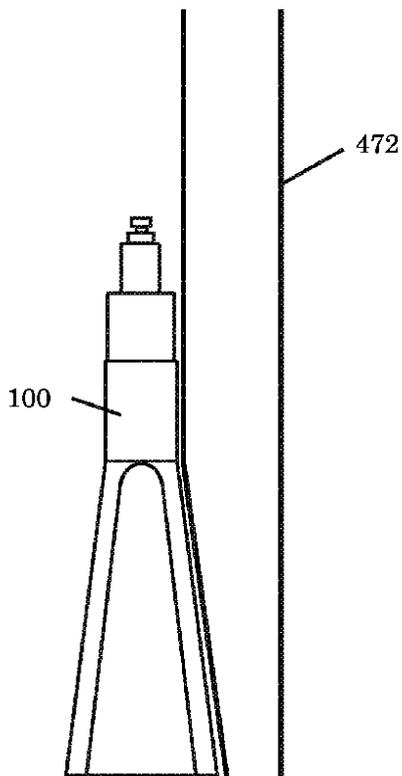


FIG. 4B

【 5 】

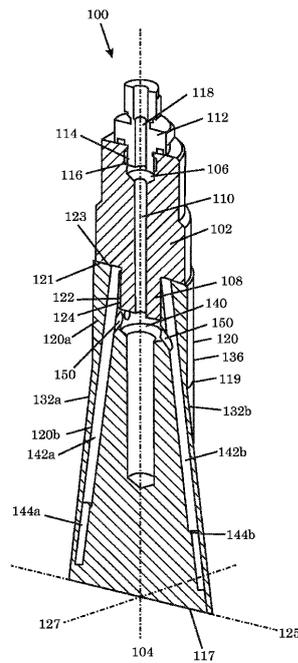


FIG. 5

【 図 6 】

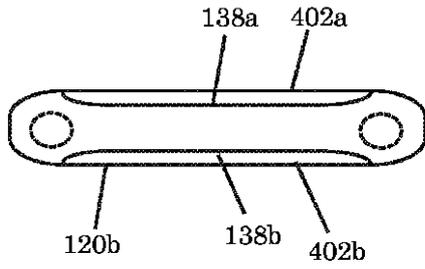


FIG. 6

【 図 7 】

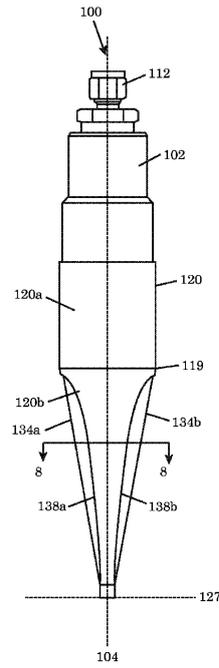
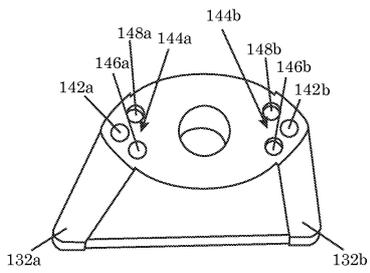


FIG. 7

【 図 8 】



【 図 9 A 】

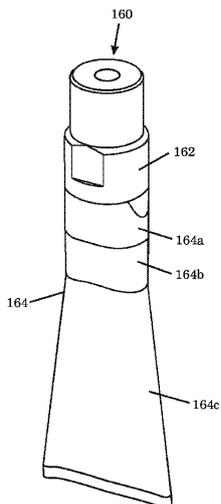


FIG. 9A

【 図 9 B 】

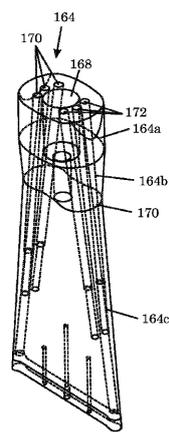


FIG. 9B

【 図 10 】

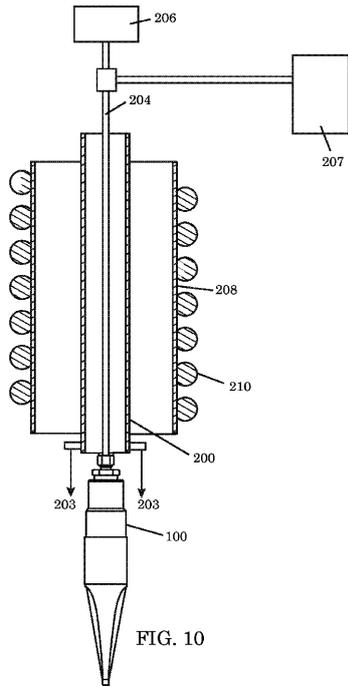


FIG. 10

【 図 11 A 】

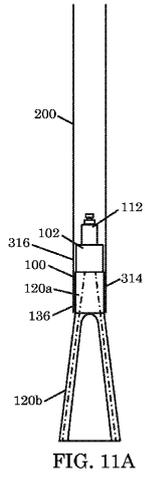


FIG. 11A

【 図 11 B 】

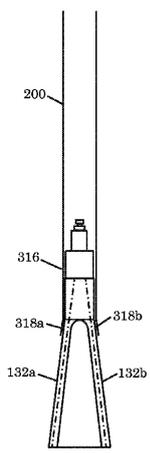


FIG. 11B

【 図 11 C 】

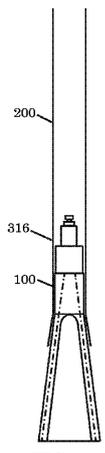


FIG. 11C

【 1 1 D 】

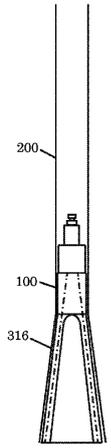


FIG. 11D

【 1 1 E 】

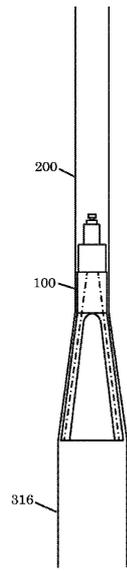


FIG. 11E

【 1 2 】

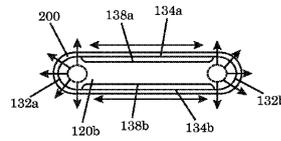


FIG. 12

【 1 3 】

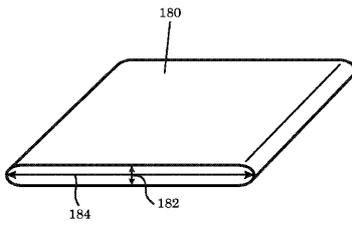


FIG. 13

【 1 4 】

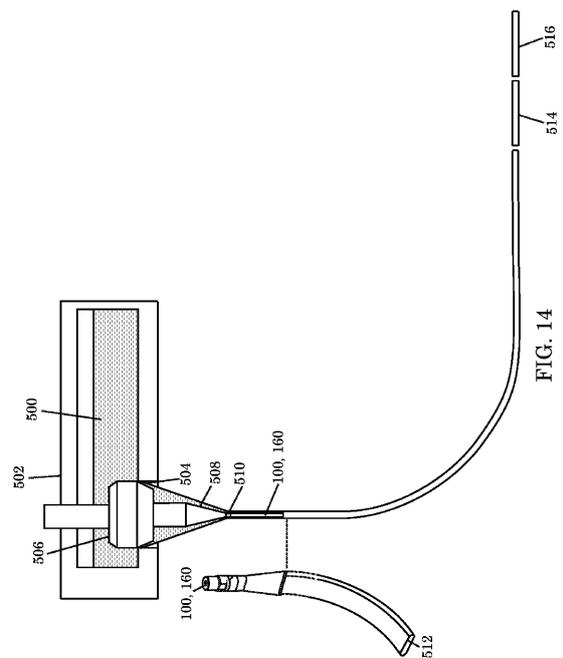


FIG. 14

---

フロントページの続き

- (72)発明者 シモ,パトリック ジョセフ  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング テネリー クリーク ロード 11  
005
- (72)発明者 ダヌー,ティエリイ リュック アラン  
フランス国 F-77210 アヴォン プティ ベル ウバ 18
- (72)発明者 タンギユイ,ロナン  
フランス国 F-77880 グレ シュル ロワン ルウ デ ケルー 5

審査官 田中 則充

- (56)参考文献 特開昭56-026733(JP,A)  
特公昭48-001099(JP,B1)  
国際公開第2010/132419(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
C03B17/00-17/06  
C03B23/04,23/07  
C03B40/04