

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-100940
(P2017-100940A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.
C O 3 B 5/235 (2006.01)

F I
C O 3 B 5/235

テーマコード (参考)
4 G O 1 4

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-1057 (P2017-1057)	(71) 出願人	397068274 コーニング インコーポレイテッド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 31 コーニング リヴァーフロント プ ラザ 1
(22) 出願日	平成29年1月6日 (2017.1.6)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(62) 分割の表示	特願2015-521800 (P2015-521800) の分割	(72) 発明者	ジルベール ドゥ アンジェリ アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 58 リンドレイ クレンデニング ロー ド 823
原出願日	平成25年7月11日 (2013.7.11)	(72) 発明者	ムルワーク ゲレメウ アメリカ合衆国 メリーランド州 210 76 ハノーヴァー カリントン ウェイ 7801
(31) 優先権主張番号	13/546,461		
(32) 優先日	平成24年7月11日 (2012.7.11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

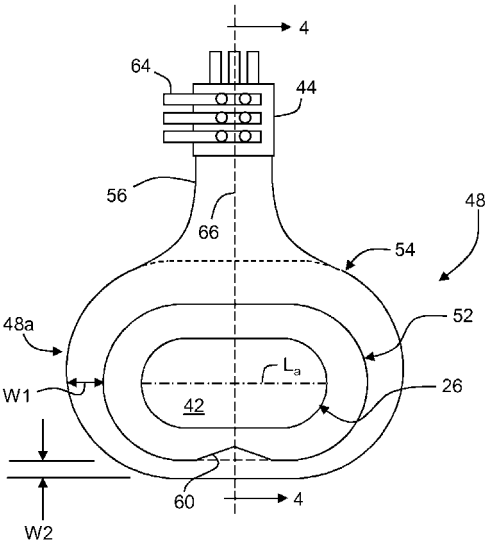
(54) 【発明の名称】 白金含有容器の直接抵抗加熱に使用するための装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 溶融ガラスを流す白金容器に電流を流して直接加熱する際に、電流密度の均一性を改善できる方法および装置の提供。

【解決手段】 容器の外壁に結合された内側環52およびその内側環52を取り囲む外側環54を含む複数の導電性環を有する金属製フランジ48aを備え、内側環52は、例えば、実質的に楕円形の外周を含んでいて良く、内側環52は、電流密度をより均一にするのに役立つノッチ60を含み、また、ノッチを除いた内側環52の幅は、容器に対する角度位置の関数として実質的に変動しない形状とする方法。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラス板を製造する方法において、

パッチ材料を溶融して、溶融ガラスを形成する工程；

白金を含む金属容器であって、楕円断面形状を有する金属容器に前記溶融ガラスを流す工程；並びに

前記容器が該容器の周囲において接触する第 1 の導電性フランジであって、前記容器と接触する白金含有環および該白金含有環の周りに配置されたニッケル含有最外環を有し、該最外環が本体部分およびそこから延在する電極部分を有するものである第 1 の導電性フランジに電力を供給する工程；

を有してなり、

前記容器の長断面軸に沿った前記最外環の本体部分の幅が、前記容器の短断面軸に沿った前記最外環の本体部分の幅と異なる、方法。

【請求項 2】

前記白金含有環の幅が実質的に変動しない、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記白金含有環が複数の白金含有環を含む、請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記複数の白金含有環の内の少なくとも 1 つの白金含有環の厚さが、前記複数の白金含有環の内の別の白金含有環の厚さと異なる、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記複数の白金含有環の内の最も内側の白金含有環の厚さが、前記複数の白金含有環の内の第 2 の白金含有環の厚さよりも大きい、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記最外環の厚さが、前記最も内側の白金含有環の厚さよりも大きい、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記白金含有環が、前記短断面軸上に位置するノッチを含む、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 8】

溶融材料を搬送するための装置において、

導電性外壁を有する容器であって、長軸および短軸を持つ楕円断面形状を有する容器；並びに

前記容器の周囲において該容器に接合された導電性フランジであって、白金含有環および該白金含有環の周りに配置された最外環を含む複数の環を有し、該最外環が本体部分およびそこから延在する電極部分を有するものである導電性フランジ；

を備え、

前記長軸に沿った前記最外環の本体部分の幅が、前記短軸に沿った前記最外環の本体部分の幅とは異なる、装置。

【請求項 9】

前記長軸に沿った前記本体部分の幅が、前記短軸に沿った前記本体部分の幅よりも大きい、請求項 8 記載の装置。

【請求項 10】

前記白金含有環が、前記短軸上に位置するノッチを含む、請求項 8 または 9 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【優先権】

【0001】

本出願は、その内容がここに全て引用される、2012 年 7 月 11 日に提出された米国特許出願第 13/546461 号に優先権を主張するものである。

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0002】

本発明は、ガラス製造に関し、特に、溶融ガラスを保持または移送するために使用される白金含有容器、例えば、溶融器、清澄器、攪拌槽、成形装置、結合管などの容器の直接抵抗加熱に関する。

【背景技術】

【0003】

板ガラス、例えば、液晶ディスプレイ（LCD）などの電子ディスプレイ用の基板として使用するための板ガラスの製造における基本工程には、以下がある：（１）原材料を溶融する工程、（２）溶融物を清澄（精製）して、ガス状包有物を除去する工程、（３）清澄した溶融ガラスを攪拌して、化学的および熱的均一性を達成する工程、（４）均質化されたガラスを熱的に状態調節して、温度を低下させ、それゆえ、粘度を上昇させる工程、（５）冷却された溶融ガラスをガラスリボンに成形する工程、および（６）ガラスリボンから個々のガラス板を分割する工程。ダウンドロー・フュージョン法の場合、このガラスリボンは、「アイソパイプ」として知られている成形体を使用して形成されるのに対し、フロート法においては、この目的に溶融スズ浴が使用される。ガラス製造分野で公知の他の方法も使用されることがある。

【0004】

溶融ガラスを通る気泡の上昇速度はガラスの粘度と反比例するので、溶融ガラスをうまく清澄するためには、高温が必要である。すなわち、粘度が低いほど、上昇速度が速くなる。ガラスの粘度は温度と反比例する、したがって、温度が高いほど、粘度が低くなる。溶融ガラスは、限られた時間しか、清澄に使用される装置内にないので、気泡を溶融物に通して急速に上昇させることは非常に重要である。それゆえ、清澄器は、通常、できるだけ高温で作動され、したがって、溶融ガラスは低粘度である。しかしながら、溶融ガラスをリボンに成形するには、清澄中に使用される粘度よりもずっと高い粘度が必要である。それゆえ、清澄工程と成形工程の間に、溶融ガラスを熱的に状態調節（冷却）する必要がある。

【0005】

歴史的に、熱的状态調節は、溶融ガラスを、円形断面を有する導管に通すことによって行われてきた。この導管は、セラミック材料により取り囲まれ、金属枠により支持されており、溶融ガラスからの熱損失速度は、熱と流動の相当な不均一性が冷却プロセスの結果としてガラスに導入されるのを防ぐように、直接または間接加熱の使用により制御されてきた。溶融ガラスの高温および溶融ガラスの汚染を避ける必要があるために、導管の壁は、多くの場合、貴金属、例えば、白金族金属から形成されている。

【0006】

白金含有材料の価値のある特徴の中に、電気を通すときに熱を生じる能力がある。その結果、白金含有容器中を流れる、またはその中に保持される溶融ガラスは、ガラスと接触する容器の壁の長さに亘る２つ以上の位置の間で電流を流すことによって、加熱することができる。そのような加熱は、当該技術分野において、「直接加熱」または「直接抵抗加熱」として知られており、ここでは、その用語を使用している。この用法において、「直接」は、外部から印加される間接抵抗加熱または炎熱ではなく、容器自体からの加熱を意味する。

【0007】

直接抵抗加熱における主な難題は、電流の、容器の壁への導入と、そこからの除去である。このことは、電気的問題であるだけでなく、熱的問題でもある。何故ならば、伝導経路は、その伝導経路にホットスポットを生じる不安定な電流密度を引き起こし得るからである。これらのホットスポットは、含まれる金属の加速された酸化、または金属の融点への到達などにより、材料の早過ぎる破損を引き起こし得る。

【0008】

電流を容器の壁に導入する方法の１つは、導電性金属製フランジの使用によるものであ

る。そのようなフランジの例が、例えば、特許文献 1 および 2 に見つけれられる。本発明は、白金含有容器の壁に電流を導入するために使用されるフランジに関し、特に、そのフランジと溶融ガラスを移送する容器内の電流密度を確実に均一にすることに関する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】 米国特許第 6 0 7 6 3 7 5 号明細書

【特許文献 2】 米国特許第 7 0 1 3 6 7 7 号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

10

【0010】

容器の中を流動する溶融材料を加熱する目的の金属製容器に電流を送達するように設計されたフランジを流れる電流密度の均一性を改善するために、容器の周りに角度的に非対称の質量分布を提供するための方法および装置が開示される。

【0011】

1つの態様において、溶融材料を搬送するための装置において、導電性外壁部分を有する容器であって、その容器の断面が長軸 L_a および短軸 S_a を有する容器；およびその容器の周囲で容器に接合された金属製フランジであって、該フランジは白金含有内側環およびこの白金含有環を取り囲む最外環を含む複数の環を有し、その白金含有環を取り囲む最外環が、本体部分およびそこから延在する電極部分を含むものであるフランジを備え；容器の長軸 L_a に沿った最外環の本体部分の幅が、容器の短軸 S_a に沿った最外環の本体部分の幅とは異なり、白金含有環がノッチを備えている装置が開示される。この最外環は、例えば、ニッケルからなってもよい。金属製フランジは、短軸 S_a または長軸 L_a の一方と平行な 1つの対称軸を含むことがある。

20

【0012】

いくつかの例において、ノッチを除いた白金含有環の幅は実質的に変動しない。この白金含有環は複数の白金含有環を含んでもよく、その複数の白金含有環の内の少なくとも 1つの厚さは、それらの白金含有環の別のものの厚さと異なる。いくつかの実施の形態において、白金含有環は複数の白金含有環を含み、その複数の白金含有環の最外白金含有環はノッチを含む。いくつかの実施の形態において、最外環の本体部分は、冷却部材の通路内で冷却流体を移送するように構成された冷却部材を含まない。

30

【0013】

別の態様において、ガラス板を形成するための装置において、楕円断面形状の導電性外壁部分を有する容器；および白金を含む第 1 の組成を有し、前記容器の周囲で容器に接合された第 1 の環であって、楕円断面形状の外周を有する第 1 の環と、第 1 の組成と異なる第 2 の組成を有する第 2 の環であって、本体部分およびそこから延在する電極部分を含む第 2 の環とを少なくとも含む複数の環を含む金属製フランジを備え、第 2 の環の幅が、容器に対する角度位置の関数として変動するものである装置が記載される。

【0014】

その装置は、収束する成形面を含む成形体をさらに備えてもよい。いくつかの例において、第 1 の環はノッチを含む。いくつかの実施の形態において、第 1 の環の幅は実質的に変動しない。第 1 の環は、例えば、複数の白金を含む環を含んでもよく、その複数の白金を含む環の内の少なくとも 1つの厚さは、それら複数の白金を含む環の内の別のものの厚さと異なる。いくつかの実施の形態において、第 1 の環は、複数の白金を含む環を含み、その複数の白金を含む環の最外の白金を含む環は、ノッチを含む。いくつかの実施の形態における最外環の本体部分は、冷却部材の通路内で冷却流体を移送するように構成された冷却部材を含まない。

40

【0015】

さらに別の態様において、溶融材料を加熱するための電気フランジにおいて、白金を含む第 1 の組成を有し、かつ楕円形状の外周を有する第 1 の環と；第 1 の組成と異なる第 2

50

の組成を有する第2の環であって、本体部分およびそこから延在する電極部分を含む第2の環とを少なくとも含む複数の金属環を含む電気フランジであり、本体部分の幅が容器に対する角度位置の関数として変動するものである電気フランジが開示される。いくつかの例において、第1の環はノッチを含む。第1の環は、複数の白金含有環を含んでよく、その複数の白金含有環の最外白金含有環は、ノッチを含む。第1または第2の環の少なくとも一方の幅は、容器に対する角度位置の関数として変動してよい。

【0016】

さらに別の態様において、ガラス板を製造する方法において、バッチ材料を溶融して、溶融ガラスを形成する工程；白金を含む金属容器であって、楕円周囲形状を有する金属容器にその溶融ガラスを流す工程；および第1の導電性フランジであって、白金含有内側環およびこの白金含有環を取り囲む最外環を含む複数の環を備え、その白金含有環を取り囲む最外環が本体部分およびそこから延在する電極部分を含むものである導電性フランジに電流を供給する工程を有してなり、前記容器は、容器の周囲に沿って第1の導電性フランジに接触し、その中を通して延在しており、容器の長軸Laに沿った最外環の本体部分の幅は、容器の短軸Saに沿った最外環の本体部分の幅と異なり、白金含有環がノッチを含んでいる方法が記載される。

【0017】

本発明の追加の特徴および利点は、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となるか、またはここに記載されたように本発明を実施することによって、認識されるであろう。添付図面は、本発明の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。本明細書および図面に開示された本発明の様々な特徴は、いくつかの組合せおよび全ての組合せで使用しても差し支えないと理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】ガラス板を製造するための例示のフュージョン・ダウンドロー法の概略図

【図2A】溶融ガラスを移送するための導管の斜視図

【図2B】導管に電流を送達するための本開示の実施の形態によるフランジアセンブリを含む、図2Aの導管の断面側面図

【図3】図2Bの例示のフランジアセンブリの正面図

【図4】図3のフランジアセンブリの断面側面図

【図5】本開示の実施の形態による別の例示のフランジアセンブリの正面図

【図6】図5のフランジアセンブリの断面側面図

【図7】本開示の実施の形態による別の例示のフランジアセンブリの正面図

【図8】図7のフランジアセンブリの断面側面図

【図9】本開示の実施の形態による別の例示のフランジアセンブリの正面図

【図10】本開示の実施の形態によるフランジアセンブリに電力を供給するための2つの電極を有する別の例示のフランジの正面図

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下の詳細な説明において、制限ではなく説明の目的で、具体的な詳細を開示する例示の実施の形態が、本発明の完全な理解を与えるために述べられている。しかしながら、本開示の恩恵を受けた当業者には、本発明は、ここに開示された具体的な詳細から逸脱する他の実施の形態で実施してもよいことが明白であろう。さらに、本発明の説明を分かりにくくしないように、周知の装置、方法および材料の説明は省かれることがある。最後に、できるときはいつでも、同様の参照番号は同様の構成要素を称している。

【0020】

このこと、特許請求の範囲に使用されるように、「貴金属」という用語は、白金族金属またはその合金を意味する。他の白金族金属に制限せずに、白金、粒子安定化(grain-stabilized)白金、白金合金、または粒子安定化白金合金が含まれることが特に興味深い。非限

10

20

30

40

50

定的例としては、その用語は、80質量%の白金と20質量%のロジウムの合金などの、白金-ロジウム合金を含む。

【0021】

ここと、特許請求の範囲に使用されるように、「楕円断面」という用語は、長円、卵形、またはレーストラック（すなわち、その断面の周囲は、曲線、例えば、半球により、または各端部に曲線、例えば、各端部に4分の1円を有する直線部分により、各端部で接続された平行な直線側部を有する）の形状を有する断面を意味する。「楕円導管」は、導管の長さに対して垂直な楕円断面を有する導管である。楕円導管は、長断面軸および短断面軸を備え、その長断面軸は、導管断面の最大寸法に沿って導管を二等分し、短断面軸は最短断面に沿って導管を二等分する。

10

【0022】

図1の例示の装置10において、矢印12により表されるバッチ材料が、炉または溶融器14に供給され、溶融されて、第1の温度 T_1 で溶融ガラス16を形成する。 T_1 は特定のガラス組成に依存するが、非限定的としてのLCD適応ガラスについて、 T_1 は1500℃を超え得る。その溶融ガラスは、溶融器14から結合導管18を通して清澄導管（または「清澄器」）20に流れる。清澄器20から、ガラスは、結合導管24を通して攪拌容器22に流れて、混合され、均質化され、攪拌容器22から結合導管26を通して送達容器28に、その後、下降管30に流れる。次いで、溶融ガラスは、入口34を通して、成形体32に向けることができる。図1に示されたフュージョン・ダウンドロー法の場合、成形体32に送達された溶融ガラスは、成形体32の収束する成形面上を流れ、別々の流れが互いに接合され、または融合されて、ガラスリボン36を形成する。次いで、このリボンを冷却し、分割して、個々のガラス板を形成することができる。

20

【0023】

清澄器20では、溶融ガラスは、 T_1 より高い第2の温度 T_2 に加熱される。例えば、 T_1 は一例として1500℃であることがあるのに対し、 T_2 は、 T_1 より少なくとも100℃高くして差し支えない。 T_2 の比較的高い温度のために、溶融ガラスの粘度が低下し、それによって、溶融材料中の気泡をより容易に除去することが可能になる。さらに、より高い温度のために、バッチ材料を通じて溶融ガラスに入った清澄剤（例えば、溶融ガラス中に含まれる多価酸化物材料）中に含まれる酸素が放出される。その放出された酸素は溶融ガラス中に気泡を形成し、これが、実質的に核形成サイトとして働く。すなわち、溶融ガラス中の溶存ガスは、酸素の気泡中に移行し、気泡を成長させる。この気泡の成長からもたらされる浮力の増加により、溶融ガラスからのその自由表面を通じての気泡の除去が促進される。

30

【0024】

溶融器14は、典型的に、耐火材料（例えば、セラミックレンガ）から形成されるが、結合導管18、24、26、清澄器20、攪拌容器22、送達容器28、下降管30および入口34などの、溶融ガラスを搬送するための様々な容器を含む、下流システムの大半は全て、典型的に、導電性貴金属、通常は、白金または白金ロジウム合金などの白金合金から形成される。先に記載されたように、溶融ガラスは極めて高温であり、したがって、長期間に亘り少なくとも1600℃を超える温度に耐えることのできる高温金属が必要である。さらに、その金属は、耐酸化性である、または酸素との接触を減少させるために遮蔽されるべきであり、その酸化は、貴金属構成部材が経験する高温により加速され得る。その上、溶融ガラスは極めて腐食性であり、よって、貴金属はガラスからの攻撃に対して比較的耐性であるべきであり、その攻撃は容器の材料によるガラスの汚染をもたらし得る。周期表の白金族（白金、ロジウム、イリジウム、パラジウム、ルテニウムおよびオスミウム）を含む金属が、この目的にとって特に有用であり、白金は、他の白金族金属よりもより容易に加工されるので、多くの高温プロセスでは白金または白金合金容器が利用される。しかしながら、白金は高価であるので、これらの容器のサイズを最小にするためにあらゆる努力が行われている。

40

【0025】

50

図 2 A は、点線 3 8 により表された楕円断面、特に図 2 A の場合には、「レーストラック」の断面形状を有する、結合導管 2 6 などの結合導管の実施の形態の斜視図である。レーストラックにより意味されるのは、2 つの直線部分により接続された、長い寸法の端部に 2 つの円形部分を有する形状である。使用中、溶融ガラス 1 6 は、図 2 B に示されるように、入口端 4 0 を通って導管に入り、内部通路 4 2 に沿って移動し、出口端 4 4 を通って出る。

【0026】

実際には、導管は多種多様な寸法を有して差し支えない。例えば、導管の長さ L は、フィートで表される程度、例えば、3～12 フィート（約 3.7 メートル）であり得、導管は、楕円導管の長軸 L_a に沿った、15～30 インチ（約 76 センチメートル）程度の幅 A および楕円容器の短軸 S_a に沿った、6～9 インチ（約 23 センチメートル）の高さ B を有し得る。幅 A および高さ B は、その導管の公称の外寸を表す。構築を容易にするために、導管は、複数の楕円セグメント、例えば、各々が 1 フィート（約 0.3 メートル）の長さを有するセグメントから組み立てることができる。しかしながら、先の寸法は、例示のみであり、具体的な寸法は、溶融ガラスの堆積および流動要件を含む、その導管が取り付けられるシステムに依存する。

【0027】

楕円導管の幅対高さ比（ A/B 比）は 2 から 6 の範囲に設定してよい。この範囲は、溶融ガラスが導管を通過するときに、溶融ガラスの低い損失水頭をもたらす。重要なことには、等価伝熱率および等価温度勾配と流量グラジエントについて、円形断面を有する導管は、3.3 の A/B 比を有する楕円導管よりも、2.5 倍長い必要があるであろう。その上、そのような円形導管は、楕円導管より 16 倍大きい損失水頭を有するであろう。当業者の知るところでは、貴金属システムの熱膨張を管理し、建物の床面積を最小にする上で、長さは重要である。また、損失水頭は、均一なガラス流量を管理する上で重要な変数であり、これは、事実上全ての成形方法に関連し、特に、ダウンドロー・フュージョン成形法に関連する。

【0028】

例示の実施の形態によれば、楕円導管は、少なくとも 3 メートル長であり、溶融ガラスの制御冷却のような熱的状态調節を行う場合、（1）少なくとも 800 キログラム／時（約 1800 ポンド／時）の速度で流動し、導管の入口面と出口面との間で少なくとも 30 °C／メートルの平均速度で冷える溶融ガラスで満たされる。導管の短断面軸の長さに沿うよりも、長断面軸の長さに沿う導管の壁により多くの熱を加えることによって、（a）導管の中心と、（b）導管の短軸および導管の壁の交差点との間における出口面での溶融ガラスの計算温度差は、入口面で均一な温度分布を仮定すると、約 15 °C 以下にすることができる。

【0029】

貴金属結合導管を通じた第 1 の容器と第 2 の容器との間の非加熱伝達（すなわち、溶融ガラス材料に熱エネルギーが加えられない場合）において、溶融ガラスは、その結合導管に進入した際に直ちに冷え始める。しかしながら、溶融ガラスが流路に沿った特定の地点で所定の最低温度未満に冷えないように、溶融ガラスが冷える速度を制御することが望ましい。それゆえ、結合導管を、過剰な熱損失を補うように加熱することが好ましい。溶融器と清澄器との間の結合導管の場合におけるようないくつかの場合、導管が伝導と対流により失うよりも多くの熱エネルギーを導管に供給することによって、ガラスが清澄器に入る前に、清澄器に流れる溶融ガラスの温度が上昇させられる。この加熱は、通常、先に要約したような直接加熱方法により行われるが、外部熱源を使用しても差し支えない。溶融ガラスの流量を初期の流量よりも増加させた場合、所定の温度に関する加熱要件が増える。これには、例えば、加熱の時間をより長くし、溶融ガラスが適切な温度であることを確実にするために、結合導管の長さを長くすることが必要かもしれない。より長い導管を形成するために使用される白金の量が増えるので、結果として、加工費が上昇するであろう。さらに、典型的な製造環境において、追加の床面積の利用可能性が大抵限られており、

10

20

30

40

50

材料費にかかわらず、構成要素を長くするという選択肢は問題となる。

【0030】

代わりの手法は、直接加熱された結合導管について、このことは、直接加熱される構成要素を通る電流フローを増加させることを意味する。この電流は、交流（AC）または直流（DC）であって差し支えないが、大抵、AC電流である。しかしながら、増加した電流フローは、容器に電流を供給する電気フランジアセンブリが容器と接触する地点と、フランジアセンブリ自体の内部の両方にホットスポットを生じさせることが分かった。フランジアセンブリと導管とが接触する位置でのホットスポットは、溶融ガラスの不均一な加熱をもたらす得、フランジアセンブリ内のホットスポットは、加速された酸化または溶融を誘発すること、およびフランジアセンブリの早まった破損などにより、フランジアセンブリの完全性を損ない得る。さらに、早まった破損を避けるために、電気フランジアセンブリを積極的に冷却してもよいが、フランジの未冷却温度が使用される材料の特定の閾値を超えた場合、冷却システムの破損が壊滅的になり得る。

10

【0031】

フランジアセンブリにおけるホットスポットの一因は、フランジアセンブリを電流源に結合する電極と繋がったライン上の位置でのフランジアセンブリの高い電流密度に起因する。すなわち、フランジアセンブリは、典型的に、フランジ本体から延在し、フランジアセンブリに電流を供給するケーブルまたは母線に結合するタブすなわち電極を備えている。その結果、電極がフランジ本体と交わる位置の近くの電流密度は、典型的に、フランジアセンブリの他の位置よりもずっと高い。より大きい加熱要求に対処するために、フランジアセンブリに供給される電流を増加させる場合、電極近くの領域（電流が電極からフランジ本体に分配される場所）におけるフランジ本体の高い電流密度により、フランジ本体を構成する材料の急激な酸化によってフランジ本体の早まった破損を生じるのに十分に高い温度がフランジ本体に生じ得る。もしくは、極端な場合、電流フローは、電極および／またはフランジ本体を加熱し、溶融するのに十分なこともある。

20

【0032】

図2Bは、直接抵抗加熱システムの一部を示しており、例示の金属容器（例えば、導管）、ここでは、電流を外壁46に印加する2つのフランジアセンブリ48が取り付けられた外壁46を有する、攪拌容器を送達容器に結合する導管26を描写している。導管26は、直接加熱の例示の使用を表しており、フランジアセンブリ48は、溶融ガラスを保持または搬送するために利用されるどのような他の導電性金属容器または導管に使用しても差し支えないことに留意すべきである。

30

【0033】

フランジアセンブリが2つしか示されていないが、実際には、フランジアセンブリが電氣的に連通している外壁の様々な区域に電流を供給するために、どの特定の容器または導管に、3つ以上のフランジアセンブリを使用しても差し支えない。容器または導管が中を通して延在するフランジ本体の中央開口は、容器または導管の断面形状、すなわち、容器または導管の周囲の形状に相補的な形状を有する。

【0034】

図2Bによれば、第1と第2のフランジアセンブリ48が電源50に結合されており、ここで、フランジアセンブリ間で、容器（例えば、導管）を通して電流が流れる。この電流は、第1のフランジアセンブリを通り、容器の壁に入り、第1のフランジアセンブリから間隔が置かれた第2のフランジアセンブリを通して引き出される。これらのフランジアセンブリ間の距離は、容器への加熱要件により決まり、当業者により容易に決定される。容器の外壁46を通る電流により、容器と、その中を搬送される溶融ガラスが加熱される。図2Bには示されていないが、使用中、容器の壁および少なくともフランジアセンブリの部分は、通常、容器または導管からの熱損失を制御するために断熱耐火材料の厚い層により取り囲まれている。

40

【0035】

図3は、図2の単独のフランジアセンブリ48の実施の形態の構造をより詳しく示して

50

いる。図に示すように、フランジアセンブリ 48 は、2つの環 52、54を含むフランジ本体部分 48aを備え、ここで、最内環 52は、白金族金属を含む高温耐熱金属（すなわち、ここに用いたように、少なくとも 1400℃、好ましくは少なくとも 1500℃、より好ましくは少なくとも 1600℃を超える温度で動作できる金属）から形成される。例えば、最内環 52は、少なくとも 80質量%の白金を含んでよく、残りは、もしあれば、ロジウムまたはイリジウムの 1つ以上である。一例として、最内環 52は、90質量%の白金および 10質量%のロジウムからなっていて差し支えない。

【0036】

フランジ本体部分 48aの温度は、溶融ガラス搬送導管からの増加する距離の関数として低下するので、最外環材料に要求される温度耐性は、最内環材料に要求される温度耐性ほど高くない。それゆえ、費用を節約するために、最外環 54は、高い溶融温度を一般に有するが、内側環 52の白金含有材料ほど全く高価ではない材料から形成してよい。

【0037】

特定の実施の形態によれば、フランジ本体部分 48aの最外環 54はニッケルから形成される。例えば、最外環 54は、白金および白金合金と比べた場合、低コストで容易に入手できる、ニッケル 200またはニッケル 201などの、工業的に純粋なニッケル（例えば、少なくとも 99.0質量%のニッケル）から形成してよい。電力用フランジアセンブリ 48に使用する場合、ニッケルは、電気抵抗、熱伝導性、耐酸化性、白金およびロジウムによる溶解度、機械加工性、価格、および他の高温材料が適合するのに難点を有するであろう多くの形態と形状における利用可能性の優れた組合せを提供する。フランジアセンブリ 48は、頸部分、すなわち、フランジ本体部分 48aを、電源 50に通じるパスに結合する環 54から延在する電極 56をさらに備えている。

【0038】

図 3の実施の形態において、フランジアセンブリ 48は、電源接続が非対称となるように電極 56をただ 1つだけ備えている。結果として、最内環 52の周りの電流密度は不均一であろう。したがって、フランジ本体部分 48aは、最内環 52の周りの電流密度の均一性を増加させる働きをするノッチ 60を最内環 52にさらに備えてもよい。しかしながら、後の実施の形態が示すように、そのような非対称は要求されず、ノッチは存在しなくてもよい。

【0039】

図 3のフランジアセンブリの断面図を図解する図 4に示されるように、環 52および 54は、それぞれ、異なる厚さ、 t_{52} および t_{54} を有する。すなわち、フランジ本体の厚さは、導管 26から外方に離れるにつれて変化する。これらの厚さを選択する上で、数多くの検討事項が関与する。第一に、先に論じたように、直接抵抗加熱の主要目的は、容器または導管内の溶融ガラスに熱エネルギーを供給することであって、容器の壁に電流を供給するフランジを加熱することではない。したがって、フランジ内の電流密度は、エネルギー損失を最小にするために、容器壁内の電流密度よりも小さいべきである。第二に、電流密度は、フランジの部分が過熱され、それによって損傷を受けないように制御されるべきである。これは、使用中により高い周囲温度を経験するフランジアセンブリのそれらの部分にとって特別な問題である。

【0040】

環の厚さを選択する出発点として、一定の厚さを有する単独材料から構成されるフランジアセンブリは、導管からの距離が減少すると共に線形に増加する電流密度を有する、すなわち、電流密度は、フランジ本体の外縁で最小であり、内縁で最大であることを留意することができる。この作用を相殺するために、フランジ本体の厚さは、導管の壁からの距離が小さくなるにつれて増加させるべきである。温度の観点からは、周囲温度は通常、導管 26から外方に移動するにつれて低下し、それゆえ、電流密度は、フランジの外側に向かって高くなり得、そこでは、過熱による損傷の機会が少ない。このことにより、導管の壁からの距離が増加するにつれて、厚さが小さくなるフランジ本体につながる。導管壁から離れたフランジの外側部分の減少した厚さは、特に、高価な白金含有材料の場合、フラ

ンジアセンブリを構成するために使用される材料の量を最小にするのにも望ましい。

【0041】

さらに別の要因に、特に複数のタイプの材料が使用されている場合、フランジアセンブリを構成する材料の抵抗率がある。抵抗率が高いほど、同じ電流密度での直接加熱効果がより大きくなる。また、フランジ本体の最外環が、周方向電流フローに対する抵抗率が低くなるように、その最外環が相当な厚さを有することが望ましいことがある。より詳しくは、特定の実施の形態において、最外環の周囲の計算電流密度における変動（すなわち、モデル化された電流密度変動）は、50%未満である。

【0042】

これらの電気の検討事項に加え、フランジアセンブリのニッケル含有構成要素への作動温度の影響も考慮する必要がある。一般論として、フランジアセンブリのニッケル含有構成要素に適した温度は、（1）フランジアセンブリ自体の水冷での通常動作において約600℃未満、（2）空冷での約800℃未満、および（3）非冷却（受動的冷却のみ）で約1000℃未満である。約600℃以下では、ニッケルは、3年以上のフランジアセンブリの耐用期間を達成できるように十分に低い酸化速度を有する。約1000℃では、可使耐用期間は30日未満である。約800℃での耐用期間は、これらの値の間であり、いくつかの用途にとって、特に、ニッケルをこれらの温度に曝露することで、空冷を使用できる場合に、許容されるであろう。空冷は、大抵、水冷よりも複雑ではなくすることができる。

【0043】

より一般に、導管の壁からの距離が増加するにつれて、耐火断熱において温度が低下する。導管から離れる方向におけるフランジ本体の増加程度により（例えば、より大きい直径のフランジ本体）、温度が同様に低下する。導管壁からのある距離で、フランジ本体の温度は約1000℃の温度未満に低下する。この位置を過ぎると、フランジ本体の材料に、ニッケルを安全に使用できる。ニッケルの温度制限、例えば、長い耐用期間では約600℃、中間の耐用期間では約800℃、または短期間では約1000℃を、任意の条件下で超えた場合、フランジ本体部分48aの内側部分に使用した高温金属とニッケルとの間の接合部は、導管壁からより大きい距離まで移動させなければならない。接合部の外方への移動は、もちろん、高温金属、それゆえ高コスト金属がより大きい半径まで広がらなければならないので、上昇する材料費に対して釣り合わせるべきである。

【0044】

実際に、導管壁から離れる（導管に対して垂直な）方向におけるフランジ本体のサイズおよびそのフランジ本体を構成するリングの厚さを選択するのに関与する様々な要因を考慮するために、コンピュータモデリングが典型的に使用される。そのようなモデル化は、特定の導体特性および形状について電流フローを計算する市販のまたは特注ソフトウェアパッケージ、並びに熱流量をモデル化し、特定の材料特性および熱源／ヒートシンクの位置に関する温度分布を計算するパッケージを使用して行うことができる。例えば、そのような分析を使用すると、図4の環の厚さの適切な関係は、 $t_{54} > t_{52}$ であることが分かった。ここで、内側環52は、90質量%の白金および10質量%のロジウムから製造され、外側環54並びに電極56は、ニッケル200／201から製造された。もちろん、他の関係を使用しても差し支えない。

【0045】

フランジアセンブリ48を構成するために使用される環および電極は、典型的に、電極56と外側環54には、平らな金属板、例えば、ニッケル200、ニッケル201、ニッケル600またはニッケル601から、内側環52には、白金ロジウム合金板（例えば、90質量%の白金および10質量%のロジウム）から製造される。環の間の接合部は典型的に溶接される。これらの溶接部は、接合部を過熱し破損させ得る局部的に高い電流密度を生じる得る凹角を避けるために隅肉をつけても差し支えない。最内環52は、通常は溶接により、導管26の外壁46に接合される。重ねて、凹角を避けるために、隅肉をつけても差し支えない。最内環52の厚さは、典型的に、外壁46の厚さより大きい、所望

であれば、最内環に他の厚さを使用しても差し支えない、例えば、最内環の厚さを、外壁 46 の厚さ以下にしても差し支えない。

【0046】

環 52 および 54 に加え、図 3 および 4 のフランジアセンブリは、1 つ以上の冷却ブロック 62 を含んでもよい。冷却ブロック 62 は、外側環 54 と同じ材料から製造されてもよいが、冷却ブロックは、予想される温度制約が許せば、異なる材料から形成されても差し支えない。いくつかの実施の形態において、電極 56 と、この電極に電流を供給する母線 64 との間の接合部は、図 4 に示されるような冷却ブロック 62 を含んでもよい。図 4 は、電極 56、母線 64 および冷却ブロック 62 を描写しており、冷却流体 68 を冷却ブロック 62 の内部の通路に供給するための入口 65 と出口 67 を示している。この冷却流体は、液体、例えば、水、または気体、例えば、空気であり得、急激に酸化および／または溶融する温度より低い温度にブロック（および母線接続）を維持するためにブロック内の冷却通路を通して循環させてもよい。導管 26 内の溶融ガラスの温度は 1400℃ を超えることがあるので、母線構成要素の急激な酸化を防ぐために、相当な冷却が必要かもしれない。代案として、冷却ブロック 62 の外部に冷却管を取り付けても差し支えない。

10

【0047】

電力用フランジアセンブリの上述した構成要素へのニッケルの使用は、高温で作動させた場合、高レベルの耐酸化性を示すことが分かった。ニッケル含有フランジアセンブリは、例えば、より低温のシステムによく使用される銅含有フランジアセンブリよりも、わずかしかな冷却を必要としないであろう。したがって、一般に、ニッケル含有フランジを使用する場合、直接抵抗加熱をそれほど必要としない。同様に、直接抵抗加熱におけるこの減少により、直接加熱システムに電力を供給するのに必要な電源の容量に関する資本コストおよび電気の運転費が減少する。

20

【0048】

これらの機能的利益に加え、ニッケルを含む環を 1 つ以上使用すると、フランジアセンブリの費用が著しく低減する。何故ならば、銅含有フランジアセンブリにおいて、そうでなければ、白金または白金合金が使用されるであろう場所に、ニッケルが使用されるからである。すなわち、銅のより低い温度耐性は、白金－銅フランジが、銅にとって安全な作動環境を提供するために、白金が、加熱される導管からさらに広がる必要があることを意味する。ニッケルと白金の価格はある期間の間で変動するが、大雑把に言って、白金は、ニッケルの少なくとも 400 倍も高価であり、ときには、1800 倍以上も高価なこともある。

30

【0049】

図 3 および 4 の実施の形態に示されるように、内側の白金含有環 52 は、結合導管 26 の周りに配置され、その周囲に接合されている。内側の白金含有環 52 は、その環を貫通する導管 26 の断面形状 38 と実質的に同じ形状を有する外周を有するであろう。それゆえ、導管の断面形状が楕円である場合、最内環 52 の外周も楕円であろう。例えば、最内環 52 は、導管の断面寸法に対して、比例して拡大された寸法を有してよい。

【0050】

図 3 によれば、点線 66 は、電極を通り、フランジアセンブリ 48 を二等分する対称軸を表す。図 3 の実施の形態において、対称軸 66 は、導管 26 の短断面軸 Sa と一致する。フランジの典型的な取付配置において、対称軸 66 は垂直軸を表す。しかしながら、フランジアセンブリは、電極 56 が垂直に向けられるように配置される必要はなく、したがって、対称軸 66 は垂直である必要はない。図示されるように、導管 26 の長断面軸 La 上にある最外環 54 の全幅 W1 は、電極 56 と反対の結合導管 26 の底部側の最外環 54 の全幅 W2 より広く、ここで、W2 は、幅 W1 から 90 度の角度ずれた幅である。すなわち、図 3 および 4 に示された W1 は、W2 より広い。図 4 は、図 3 のフランジアセンブリの断面図を示している。寸法 W2 は、外側環 54 の底部の概略の全幅であり、寸法 W2 を決定する目的のために、ノッチ 60 は無視されている（したがって、W2 は、W1 から 90 度ずらされた最外環 54 の最も狭い幅である）ことに留意すべきである。

40

50

【0051】

いくつかの実施の形態において、最外環54自体が多数の環を備えてもよいことに留意すべきである。例えば、最外環54は、異なる厚さの複数のニッケル含有環を含むニッケル含有環であってもよい。ニッケルは、例えば、白金などの他の金属との合金にしてもよい。

【0052】

図5および6は、ニッケル含有最外環54を備えたフランジアセンブリ48の別の実施の形態を示しているが、ここでは、白金含有環52は、結合導管26の周りに配置された2つの白金含有環52aおよび52bを含み、最も内側の白金含有環52aは、溶接などによって、結合導管26に接合されている。電極56を通る対称軸66に沿った最も内側のまたは第1の白金含有環52aの幅は、いくつかの実施の形態において、実質的に等しい。すなわち、最内環52aの幅W3は、いくつかの実施の形態において、実質的に変動しない。他の実施の形態において、最内環52aの幅W3は変動してもよい。その上、第2の中間の白金含有環52bの幅は、図5の実施の形態に示されるように、電極の配置が非対称である（例えば、電極が1つだけしか使用されない）場合、環52bを通る電流密度をより均一にするのに役立つように、ノッチ60を含んでもよいことを除いて、実質的に変動しなくてもよい。

【0053】

その上、図6に示されるように、最も内側の白金含有環52aの厚さ t_{52a} が、第2の中間の白金含有環52bの厚さ t_{52b} よりも厚いことが好ましい。最外環54（例えば、ニッケル含有環54）の厚さ t_{54} は、 $t_{54} > t_{52a} > t_{52b}$ となるように、最も内側の白金含有環52aの厚さ t_{52a} より厚く、第2の中間の白金含有環52bの幅 t_{52b} よりも厚い。

【0054】

図7および8は、フランジアセンブリ48のさらに別の実施の形態を示しており、ここでは、白金含有環52は、結合導管26の周りに配置された3つの白金含有環52a、52bおよび52cを備えており、最も内側の第1の白金含有環52aは、溶接などによって、結合導管26に接合されている。第1のすなわち最も内側の白金含有環52aは導管26の壁に直接結合されている。第2の中間の白金含有環52bは、最も内側の白金含有環52aに周りに位置しており、その周囲に接合されており、第3の外側の白金含有環52cは、第2の中間の白金含有環52bの周りに配置されており、その周囲に接合されている。最も内側の白金含有環52aの幅W3aは、変動しないように構成してもよい。同様に、第2の中間の白金含有環52bの幅W3bは、変動しないように構成してもよい。幅W3cも、随意的なノッチ60の影響を除いて、実質的に変動しないように構成してもよい。図示されたフランジアセンブリ48がただ1つの電極56を備えている、図7の実施の形態において、外側の白金含有環52cは、必要に応じて、電流密度の均一性を改善するために、ノッチ60を備えてもよい。したがって、白金含有環52の全幅（ $W3 = W3a + W3b + W3c$ ）は、変動しないように構成してもよい。その上、最外環54の厚さ t_{54} は、第1のまたは最も内側の白金含有環52aの厚さ t_{52a} より厚く、厚さ t_{52a} は、第2の中間の白金含有環52bの厚さ t_{52b} より厚く、第2の中間の白金含有環52bの厚さ t_{52b} は、第3の外側の白金含有環52cの厚さ t_{52c} よりも厚く、したがって、 $t_{54} > t_{52a} > t_{52b} > t_{52c}$ となる。個々の白金含有環（すなわち、52a、52b、52c）の各々は均一な厚さを有するように構成してよい。

【0055】

本開示の教示に基づいて、結合導管26の壁からの減少する距離の関数として、フランジ本体部分48aの白金含有部分の増加する厚さを提供するために、複数の個々の白金含有環を用いてもよいことが明白なはずである。しかしながら、先の実施の形態の共通する特徴は、フランジ本体がその周りに配置される容器（例えば、結合導管）の周りの角度位置に対して、最も外側の（例えば、ニッケル含有）環54の変動する全幅である。フランジ本体の周りに角度的に移動するにつれて1つまたは複数の最外環に変動する幅を使用す

ることにより、結合導管とフランジとの接合部およびフランジアセンブリ自体の内部で電流密度をより均一にする働きをする質量勾配が提供される。

【0056】

図9に示された別の実施の形態において、対称軸66に沿って横たわる電極56を備えたフランジアセンブリ48が示されている。すなわち、電極56は、導管26の長断面軸に沿って横たわっている。導管26が短断面軸Saに対して垂直に向けられていると仮定すると、電極56は、導管26の側部から横方向で外方に突出している。白金含有最内環52は、例えば、図7および8に関して記載されたように、複数の白金含有環を備えてもよいことを理解すべきである。ノッチ60は、もし存在すれば、対称軸66上の、電極56と反対に位置している。図9の実施の形態において、最も内側の白金含有環52の幅W3は、変動しないように構成してもよい（ノッチ60を含む最も内側の白金含有環52の部分を除いて）。他方で、最外環54は、最外環の幅が角度により変動するように構成されている。それゆえ、短断面軸Saに平行な方向で最外環54に亘りとられた幅W1は、短断面軸Saに対して垂直な方向の最外環54の幅とは異なるであろう。

【0057】

図10に示されたさらに別の実施の形態において、フランジアセンブリ48は、第1の電極56aおよび第1の電極56aから180度に位置する第2の電極56bを備えている。電流は、図10のフランジアセンブリ48に対称に入れられて出されるので、白金含有環52はノッチを備えていない。何故ならば、電極56a、56bの対称配置により、白金含有環52の周りにより均一な電流密度が与えられるからである。図5および7の実施の形態について、類似の構成が存在し、多数の電極の対称配置により、白金含有環にノッチが必要なくなることを理解すべきである。図10の2つの電極の対称配置により、2つの電極の中間に白金含有環52を配置することが可能になることも観察されるはずである。すなわち、図10のフランジアセンブリ48は、2つの対称軸66および70を含み、これら2つの対称軸は垂直である。追加の電極を使用してもよいことをさらに理解すべきである。例えば、4つの電極の対称配置を使用してもよく、ここで、各電極は、フランジの対称軸に沿って配置される。例えば、それらの電極は、2つの電極が第1の対称軸66に沿って互いに反対に配置されるのに対し（例えば、0°と180°）、他の2つの電極は、第2の対称軸70に沿って互いに反対に配置される（例えば、90°と270°）。最も内側の白金含有環52の幅W3は、変動しないように構成してもよい。他方で、最外環54は、最外環の幅が角度で変動するように構成されている。

【0058】

先に述べたように、フランジアセンブリ48を結合導管26に関して記載してきたが、ここに記載されたフランジは、容器内を流れる材料を加熱するために直接抵抗加熱が適用される、非円形断面形状（すなわち、楕円形状）を有する他の導電性容器に使用してもよい。

【0059】

先の実施の形態の各々において、フランジ自体の直接の能動的な冷却が行われないことに留意すべきである。例えば、いくつかの従来の電気フランジに使用されているようなフランジの周囲に適用される能動的冷却はない。実際に、いくつかのフランジアセンブリの設計とは異なり、ここに記載されたフランジアセンブリの属性は、能動的冷却を行える、フランジアセンブリ48の周囲に配置された導管を備えないように構成してよく、それによって、高電流の近傍における冷却流体の漏れに関連する危険性がなくなるであろう。

【0060】

本発明の上述した実施の形態、特に、どの「好ましい」実施の形態も、単に、実施の可能な例であり、単に、本発明の原理を明白に理解するために述べられたことを強調しておく。本発明の精神および原理から実質的に逸脱せずに、本発明の上述した実施の形態に多くの変更および改変を行ってよい。そのような改変および変更の全ては、本開示および本発明の範囲内でここに含まれる、以下の特許請求の範囲により保護されることが意図されている。

【符号の説明】

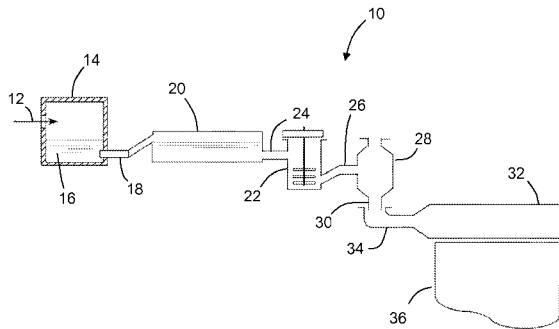
【0061】

- 14 溶融器
 16 溶融ガラス
 18, 24, 26 結合導管
 20 清澄器
 22 攪拌容器
 28 送達容器
 30 下降管
 32 成形体
 46 外壁
 48 フランジアセンブリ
 48a フランジ本体部分
 52 最内環
 54 最外環
 56, 56a, 56b 電極
 60 ノッチ
 62 冷却ブロック
 64 母線
 66, 70 対称軸

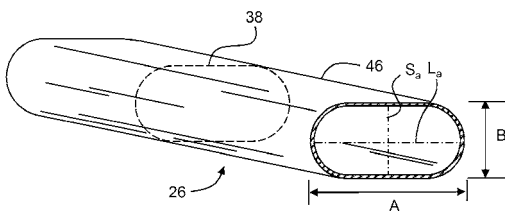
10

20

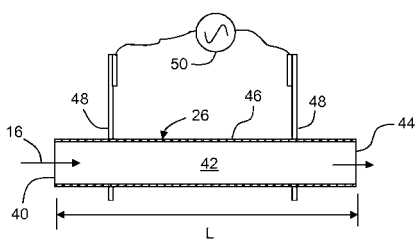
【図1】



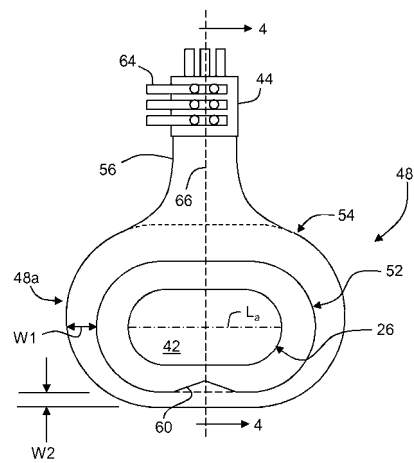
【図2A】



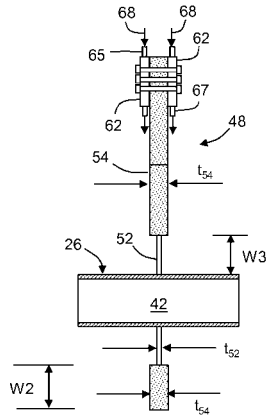
【図2B】



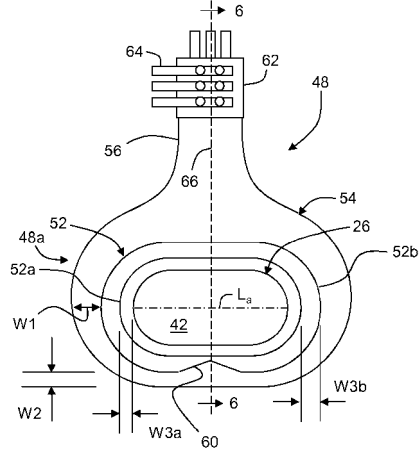
【図3】



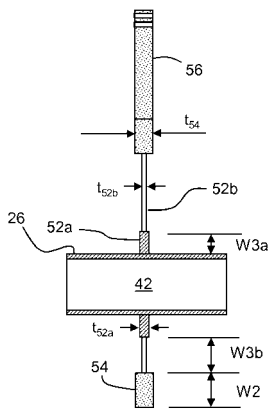
【図 4】



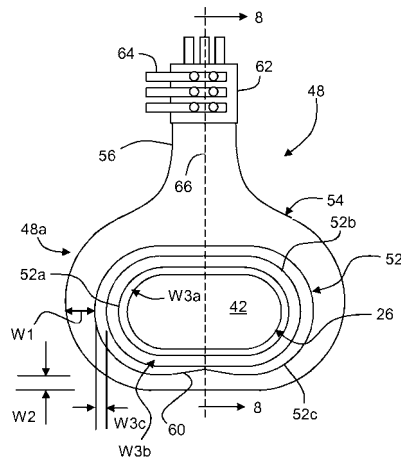
【図 5】



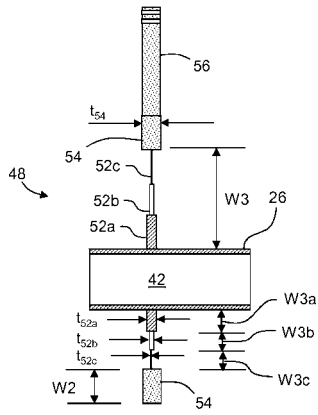
【図 6】



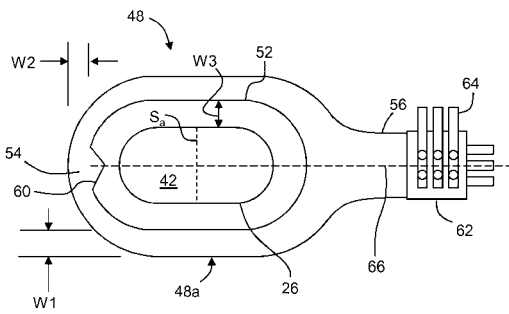
【図 7】



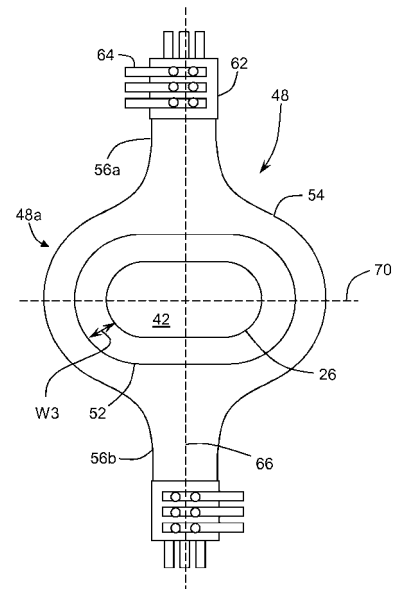
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 ジュアン カミロ イサザ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング オノンドガ ストリート 141

(72)発明者 ジェームズ パトリック マーフィー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング ヒコック ロード 2941

Fターム(参考) 4G014 AF00