



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105050968 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201380036288.1

(22)申请日 2013.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105050968 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(30)优先权数据
13/546,461 2012.07.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.01.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/050033 2013.07.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/011847 EN 2014.01.16

(73)专利权人 康宁股份有限公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 G·德 安格利斯 M·格雷梅
J·C·伊莎查 J·P·墨菲

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 项丹

(51)Int.Cl.
C03B 5/185(2006.01)
C03B 7/02(2006.01)
C03B 7/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 102190418 A, 2011.09.21,
CN 102015554 A, 2011.04.13,
CN 1732132 A, 2006.02.08,
CN 101708946 A, 2010.05.19,

审查员 崔震

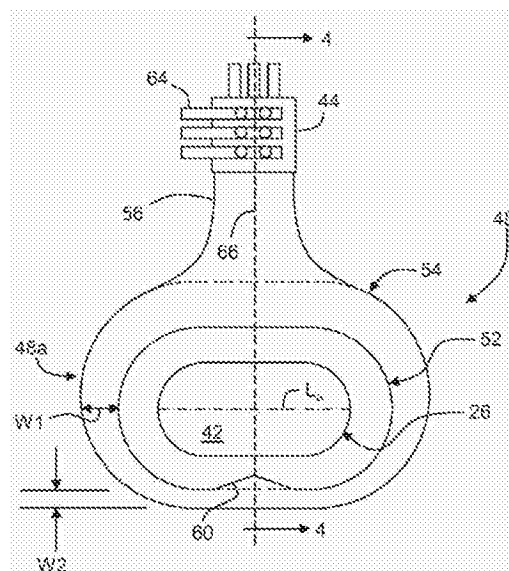
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

用于含铂容器的直接电阻加热的设备

(57)摘要

一种用于通过使得电流流过容器来控制椭圆形熔融玻璃运载容器(例如,用于将熔融玻璃从一个位置运输到另一个位置的管道)中的温度的设备。所述设备包括金属凸缘,所述金属凸缘包含多个导电环,所述多个导电环包括与容器的外壁接合的内环以及绕着所述内环的外环。例如,内环可包括基本椭圆形的外周。在一些实施方式中,内环包含有助于使得电流密度更均匀的槽口。在一些实施方式中,内环的宽度(排除了槽口)随着相对于容器的角度位置不发生明显变化。



1. 一种用于传输熔融材料的设备, 该设备包括:

具有导电外壁部分的容器, 其中所述容器的截面具有长轴La和短轴Sa;

绕着所述容器的周界与容器接合的金属凸缘, 所述凸缘包括多个环, 所述环包含含铂内环以及绕着含铂内环的最外环, 并且其中所述绕着含铂内环的最外环包括主体部分和从其延伸的电极部分; 以及

其中所述最外环的主体部分沿着容器的长轴La的宽度不同于最外环沿着容器的短轴Sa的宽度, 并且其中所述含铂内环包含槽口。

2. 如权利要求1所述的设备, 其特征在于, 所述最外环包含镍。

3. 如权利要求1所述的设备, 其特征在于, 所述金属凸缘包含平行于短轴Sa或者长轴La中的一个的对称单轴。

4. 如权利要求1所述的设备, 其特征在于, 排除槽口的含铂内环的宽度基本不发生变化。

5. 如权利要求1所述的设备, 其特征在于, 所述含铂内环包括多个含铂环, 并且所述多个含铂环的至少一个的厚度不同于其他含铂环的厚度。

6. 如权利要求5所述的设备, 其特征在于, 所述含铂内环包含多个含铂环, 并且所述多个含铂环的最外含铂环包含槽口。

7. 如权利要求1所述的设备, 其特征在于, 所述最外环不包含冷却元件, 所述冷却元件构造成在冷却元件的通道内运载冷却流体。

8. 一种用于形成玻璃片的设备, 该设备包括:

容器, 所述容器具有椭圆截面形状的导电外壁部分;

包含多个环的金属凸缘, 所述多个环至少包括:

第一环, 所述第一环具有包含铂的第一组成并且绕着容器的周界与容器接合, 所述第一环具有椭圆截面形状的外周和槽口, 所述槽口增加了绕着第一环的电流密度的均匀性; 以及

绕着所述第一环的周界布置的第二环, 所述第二环具有不同于第一组成的第二组成并且包含从其延伸的电极部分; 以及

其中所述第二环的宽度随着相对于容器的角度位置变化。

9. 如权利要求8所述的设备, 其特征在于, 所述设备还包括包含会聚成形表面的成形体。

10. 如权利要求8所述的设备, 其特征在于, 排除槽口的第一环的宽度基本不发生变化。

11. 如权利要求8所述的设备, 其特征在于, 所述第一环包括多个含铂环, 并且所述多个含铂环的至少一个的厚度不同于其他多个含铂环的厚度。

12. 如权利要求8所述的设备, 其特征在于, 所述第一环包括多个含铂环, 并且所述多个含铂环的最外含铂环包含所述槽口。

13. 如权利要求8所述的设备, 其特征在于, 第二环不包含冷却元件, 所述冷却元件构造成在冷却元件的通道内运载冷却流体。

用于含铂容器的直接电阻加热的设备

[0001] 本申请要求2012年7月11日提交的美国专利申请第13/546461号的优先权,其全文通过引用结合入本文。

[0002] 领域

[0003] 本发明涉及玻璃制造,具体地,涉及对用于装纳或传输熔融玻璃的含铂容器(例如,诸如熔化器、澄清炉、搅拌室、成形器以及连接管之类的容器)进行直接电阻加热。

[0004] 发明背景

[0005] 用于制造片材玻璃,例如用作电子显示器(例如,液晶显示器(LCD))的基材的片材玻璃的基本步骤包括:(1)使得原材料熔化;(2)对熔体进行澄清(精炼)以去除气态内含物;(3)对经澄清的熔融玻璃进行搅拌以实现化学和热均匀性;(4)对均匀的玻璃进行热调节以降低其温度并从而增加其粘度;(5)将经冷却的熔融玻璃成形为玻璃带;以及(6)从玻璃带分离单独的玻璃片。在下拉熔合法的情况下,采用称作“等压槽”的成形体来形成玻璃带,而在浮法中,为此使用的是熔锡浴。也可使用玻璃制造领域已知的其他方法。

[0006] 由于气泡上升通过熔融玻璃的速率随着玻璃的粘度相反地变化,所以需要高温来对熔融玻璃进行成功澄清。也就是说,粘度越低,上升速率越快。玻璃粘度随着温度相反地变化,因此,温度越高,粘度越低。由于熔融玻璃在用于澄清的设备中仅仅是有限量的时间,实现气泡的快速上升通过熔体是至关重要的。因此,通常在尽可能高的温度下进行操作,因此熔融玻璃处于低粘度。但是,为了使得熔融玻璃成形为带,需要使得粘度远高于在进行澄清过程中所用的粘度。因此,需要在澄清和成形之间对熔融玻璃进行热调节(冷却)。

[0007] 历史上,通过使得熔融玻璃经过具有圆形截面的管道来进行热调节。管道被陶瓷材料环绕并且被金属框架支撑,通过使用直接或间接加热来控制从熔融玻璃的热损耗速率,从而避免作为冷却过程的结果向玻璃引入明显的热和流动不均匀性。由于熔融玻璃的高温以及避免污染熔融玻璃的需求,管道壁通常是由贵金属(例如,铂族金属)形成的。

[0008] 含铂材料的有价值的特性在于它们在导电时产生热的能力。作为结果,流过或者保持在含铂容器中的熔融玻璃可以被通过的电流加热,所述电流在沿着容器的玻璃接触壁的长度的一个或多个位置之间。此类加热是本领域已知的,在本文中用作术语“直接加热”或者“直接电阻加热”。在该用法中,“直接”指的是加热来自容器本身,而不是通过外部施加的间接电阻或火焰加热。

[0009] 直接电阻加热的一个主要挑战是向容器壁引入和去除电流。这不仅是电学问题,也是热学问题,因为传导路径会导致不平衡的电流密度,这在传导路径中产生了热点。这些热点会导致过早的材料失效,例如通过涉及或达到金属的熔点的加热氧化。

[0010] 向容器壁引入电流的一个方法是通过使用导电金属凸缘。此类凸缘的例子可以参见例如,美国专利第6,076,375号和第7,013,677号。本发明涉及用于向含铂容器壁引入电流的凸缘,具体地,涉及确保凸缘和运载熔融玻璃的容器内的均匀电流密度。

[0011] 发明概述

[0012] 为了改进流过凸缘的电流密度的均匀性,所述凸缘设计成向为了对流过容器的熔融材料进行加热的目的的金属容器传递电流,揭示了提供绕着容器的角度不对称质量分布

的方法和设备。

[0013] 在一个方面,揭示了用于传递熔融材料的设备,该设备包括:具有导电外壁部分的容器,其中所述容器的截面具有长轴La和短轴Sa;绕着所述容器的周界与容器接合的金属凸缘,所述凸缘包括多个环,所述环包含含铂内环以及绕着含铂环的最外环,并且其中所述绕着含铂环的最外环包括主体部分和从其延伸的电极部分;并且其中所述最外环的主体部分沿着容器长轴La的宽度不同于最外环的主体部分沿着容器短轴Sa的宽度,并且其中所述含铂环包含槽口。最外环可以包含例如镍。金属凸缘可以包含平行于短轴Sa或者长轴La中的一个的对称单轴。

[0014] 在一些例子中,含铂环的宽度(排除槽口)基本不发生变化。含铂环可包括多个含铂环,并且多个含铂环的至少一个的厚度不同于其他含铂环的厚度。在一些实施方式中,含铂环包括多个含铂环,并且所述多个含铂环的最外含铂环包含槽口。在一些实施方式中,最外环的主体部分不包含冷却元件,所述冷却元件构造成在冷却元件的通道内运载冷却流体。

[0015] 在另一个方面,描述了用于形成玻璃片的设备,该设备包括:具有导电外壁部分的容器,所述容器具有椭圆截面形状;金属凸缘,所述金属凸缘包括多个环,所述多个环至少包含:第一环,所述第一环具有包含铂的第一组成并且绕着容器的周界与容器接合,所述第一环具有椭圆截面形状的外周,以及第二环,所述第二环具有不同于第一组成的第二组成并且包含主体部分和从其延伸的电极部分;并且其中所述第二环的宽度随着相对于容器的角度位置变化。

[0016] 所述设备还包括具有会聚成形表面的成形体。在一些例子中,所述第一环包含槽口。在一些实施方式中,所述第一环的宽度不发生明显变化。所述第一环可以例如包括多个含铂环,并且所述多个含铂环的至少一个的厚度不同于其他多个含铂环的厚度。在一些实施方式中,第一环包括多个含铂环,并且所述多个含铂环的最外含铂环包含槽口。在一些实施方式中,最外环的主体部分不包含冷却元件,所述冷却元件构造成在冷却元件的通道内运载冷却流体。

[0017] 在另一个方面,揭示了一种用于对熔融材料进行加热的电凸缘,其包括:多个金属环,所述多个金属化包括:第一环,所述第一环具有包含铂的第一组成并具有椭圆形外周;以及第二环,所述第二环具有不同于第一组成的第二组成并且包含主体部分和从其延伸的电极部分;以及所述主体部分的宽度随着相对于容器的角度位置而变化。在一些例子中,所述第一环包含槽口。第一环可包括多个含铂环,并且所述多个含铂环的最外含铂环包含槽口。第一或第二环的至少一个的宽度可随着相对于容器的角度位置而变化。

[0018] 在另一个方面,描述了一种制造玻璃片的方法,该方法包括:使得批料材料熔融以形成熔融玻璃;使得熔融玻璃流动通过包含铂的金属容器,所述金属容器具有椭圆形周界形状;向第一导电凸缘提供电流,其中所述容器延伸通过所述第一导电凸缘并沿着容器的周界与其接触,所述导电凸缘包含:多个环,所述多个环包含含铂内环和围绕着含铂环的最外环,并且绕着含铂环的最外环包含主体部分和从其延伸的电极部分;并且其中所述最外环的主体部分沿着容器长轴La的宽度不同于最外环的主体部分沿着容器短轴Sa的宽度,并且其中所述含铂环包含槽口。

[0019] 在以下的详细描述中提出了本发明另外的特征和优点,对于本领域的技术人员而

言,由所述内容或通过按照本文所述实施本发明而了解,其中的部分特性和优点将是显而易见的。所包含的附图供进一步理解本发明,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一部分。应理解,在本说明书和附图中揭示的本发明的各种特征可以任意和所有的组合方式使用。

[0020] 附图简要说明

[0021] 图1是用于制造玻璃片的示例性熔合下拉法的示意图;

[0022] 图2A是用于运输熔融玻璃的管道的透视图;

[0023] 图2B是图2A的管道的截面侧视图,其包含根据本发明的实施方式的用于向管道传递电流的凸缘组件;

[0024] 图3是图2B的示例性凸缘组件的前视图;

[0025] 图4是图3的凸缘组件的截面侧视图;

[0026] 图5是根据本发明的实施方式的另一个示例性凸缘组件的前视图;

[0027] 图6是图5的凸缘组件的截面侧视图;

[0028] 图7是根据本发明的实施方式的另一个示例性凸缘组件的前视图;

[0029] 图8是图7的凸缘组件的截面侧视图;

[0030] 图9是根据本发明的实施方式的另一个示例性凸缘组件的前视图;

[0031] 图10是根据本发明的实施方式的另一个示例性凸缘的前视图,其具有两个电极以向凸缘组件提供电能。

[0032] 发明详述

[0033] 在以下的详述中,为了说明而非限制的目的,给出了说明具体细节的示例性实施方式,以提供对本发明的充分理解。但是,对于本领域普通技术人员显而易见的是,在从本说明书获益后,可以按照不同于本文所述具体细节的其他实施方式实施本发明。另外,本文会省去对于众所周知的装置、方法和材料的描述,以免干扰对本发明的描述。最后,在任何适用的情况下,相同的附图标记表示相同的元件。

[0034] 本文以及权利要求书中所用术语“贵金属”表示铂族金属或其合金。特别感兴趣的包括铂、颗粒稳定化的铂、铂合金或者颗粒稳定化的铂合金,但对于其他铂族金属也没有限制。作为非限制性例子,该术语可包括铂铑合金,例如80重量%的铂和20重量%的铑的合金。

[0035] 本文以及权利要求书中所用术语“椭圆形截面”表示具有椭圆、卵形或者跑道形的形状的截面(即截面的周界具有在各端通过曲线(例如半球)或者通过直截面(所述直截面在各端具有曲线,例如各端具有四分之一的圆)相连的平行直侧)。“椭圆形管道”是在垂直于管道的长度上具有椭圆形截面的管道。椭圆形管道包括截面长轴和截面短轴,其中所述截面长轴沿着管道截面的最长尺寸将管道平分,而所述截面短轴沿着最短截面将管道平分。

[0036] 在图1的示例性设备10中,将(箭头12表示的)批料材料进料到炉或者熔化器14中,并在第一温度 T_1 熔化以形成熔融玻璃16。 T_1 取决于具体玻璃组成,但是对于作为非限制性例子的可用于LCD的玻璃, T_1 可以超过1500℃。熔融玻璃从熔化器14通过连接管道18流向澄清器管道(或者“澄清器”)20。玻璃通过连接管道24从澄清器20流向搅拌容器22,以混合和均匀化,并且通过连接管道26从搅拌容器22流向传递容器28,之后流向下导管30。然后可以将

熔融玻璃通过入口34导向成形体32。在图1所示的熔合下拉法的情况下,传递到成形体32的熔融玻璃流过成形体32的会聚成形表面,在该位置分开的流会聚到一起或者熔合,以形成玻璃带36。然后可以对带进行冷却并分离,以形成单个玻璃片。

[0037] 在澄清器20,将熔融玻璃加热至高于 T_1 的第二温度 T_2 。例如,作为例子,当 T_1 可以是 1500°C 时, T_2 可以比 T_1 高至少 100°C 。 T_2 中的较高温度降低了熔融玻璃的粘度,从而能够更容易地消除熔融材料中的气泡。此外,较高的温度释放了通过批料材料进入熔融玻璃的澄清剂中所含的氧(例如,熔融玻璃中所含的多价氧化物材料)。释放的氧在熔融玻璃中形成气泡,其基本上作为成核位点。也就是说,熔融玻璃中溶解的气体迁移进入氧气泡,使得气泡生长。气泡生长所导致的浮力增加,加速了气泡通过熔融玻璃的自由表面离开的速度。

[0038] 虽然熔化器14通常是由难熔材料(例如陶瓷砖块)形成的,但是大多数的下游系统,包括用于传递熔融玻璃的各种容器,例如连接管道18、24、26,澄清器20,搅拌容器22,传递容器28,下导管30和入口34通常都是由导电贵金属(通常是铂或者铂合金,例如铂铑合金)形成的。如上文所述,熔融玻璃是相当热的,因此需要能够在延长的时间段内耐受超过至少 1600°C 的温度的高温金属。此外,金属应该是抗氧化的,或者被屏蔽以减少与氧接触,贵金属组分经受的高温会加速氧化。除此之外,熔融玻璃是相当腐蚀性的,因此贵金属应该较为耐受玻璃的侵袭,所述侵袭会导致玻璃被容器材料污染。包含元素周期表铂族(铂、铑、铱、钯、钌和锇)的金属特别适用于该目的,并且由于铂比其他铂族金属更容易进行加工,因此许多高温工艺采用铂或者铂合金容器。但是,由于铂是昂贵的,尽一切努力来使得这些容器的尺寸最小化。

[0039] 图2A是连接管道(例如连接管道26)的一个实施方式的透视图,其具有虚线38表示的椭圆形截面,并且具体地在图2A的情况下,是“跑道形”截面形状。跑道形指的是这样一种形状,其具有在长尺寸的端部被两个直截面连接的两个圆形截面。在使用期间,熔融玻璃16通过其进口端40进入管道,沿着内部通道42移动,并通过其出口端44离开,如图2B所示。

[0040] 在实践中,管道可具有各种尺寸。例如,管道的长度 L 可以是约数英尺,例如3-12英尺(约3.7米),沿着椭圆形管道长轴 L_a 的管道宽度 A 可以约为15-30英寸(约76厘米),沿着椭圆形容器短轴 S_a 的高度 B 可以是6-9英寸(约23厘米)。宽度 A 和高度 B 表示管道的标称外部尺寸。为了帮助构造,管道可以由多个椭圆形区段(例如,每个区段可分别具有1英尺(约0.3米)的长度)组装。但是,应注意的是,前述尺寸仅仅是示例性的,并且具体尺寸会取决于安装管道的系统,包括对于熔融玻璃的体积和流动要求。

[0041] 椭圆形管道的宽高比(A/B 比)可设定为2-6的范围。该范围还导致当熔融玻璃通过管道时的低头部损失。重要的是,对于相同的热传输速率以及相同的温度和流动梯度,具有圆形截面的管道的时间会需要比具有3.3的 A/B 比的椭圆形管道的时间长2.5倍。此外,这种圆形管道的头部损失会比椭圆形管道大16倍。本领域技术人员已知的是,长度对于管理贵金属系统的热膨胀以及使得建筑面积最小化是重要的。此外,头部损失对于维持均匀玻璃流动是重要的变量,这与实际上所有的成形方法,特别是下拉熔合成形法是相关的。

[0042] 根据一个示例性实施方式,椭圆形管道至少长3米,并且当对熔融玻璃进行热调节例如受控冷却时,所述椭圆形管道填充了满足如下要求的熔融玻璃:(1)以至少 800kg/h (约1800磅/小时)的速率流动,以及(2)在管道的入口面和出口面之间,以至少 30°C/m 的平均速率冷却。通过向沿着管道的截面长轴的长度的管道壁施加比沿其截面短轴的长度的管道壁

施加更多的热,可以使得在出口面的熔融玻璃在(a)管道中心和(b)管道短轴与管道壁的相交处的计算的温差小于或等于约15℃,假定在入口面具有均匀的温度分布。

[0043] 在通过贵金属连接管道的第一容器和第二容器之间的未加热的传输中(即没有向熔融玻璃材料添加热能),熔融玻璃在进入连接管道之后立即开始冷却。但是,希望控制熔融玻璃冷却的速率,从而不使得熔融玻璃在沿着流动路径的具体点冷却到低于预定最小温度。因此,优选对连接管道进行加热以弥补过度的热损失。在一些情况下,例如在熔化器和澄清器之间的连接管道的情况下,通过如下方式使得在玻璃进入澄清器之前,增加流到澄清器的熔融玻璃的温度:通过向管道施加比传导和对流的管道损失更多的热能。通常通过上文所述的直接加热法来完成该加热,但是也可以使用外部热源。如果熔融玻璃的流动增加到超过初始流动,则对于预定的温度增加加热要求。这可能需要,例如,增加连接管道的长度,以允许更多的时间来加热,并确保熔融玻璃处于合适的温度。作为结果会增加工艺成本,因为用于形成更长的管道的铂的用量增加。此外,在典型制造环境中,可用的额外建筑面积通常是受限的,使得组件的变长选项是有问题的,无论材料成本如何。

[0044] 一种替代方法是增加施加到连接管道的热能。对于直接加热的连接管道,这意味着增加流过直接加热组件的电流。电流可以是交流(AC)或者直流(DC),但是其通常是AC电流。但是,发现增加电流在如下点位产生热点:向容器提供电流的电凸缘组件与容器壁的相遇处以及凸缘组件自身内部。凸缘组件与管道相遇的位置处的热点会导致熔融玻璃的不均匀加热,而凸缘组件内的热点会危害凸缘组件的完整性,例如引发凸缘组件的加速氧化或熔化以及过早失效。此外,虽然可以对电凸缘组件进行主动冷却来防止过早失效,但是如果凸缘的未冷却温度超过所用材料的某个阈值,冷却系统的失效会是灾难性的。

[0045] 引起凸缘组件中的热点的一个原因是由于凸缘组件在使得凸缘组件与电流源相连的电极的线上的位置的凸缘组件中的高电流密度。也就是说,凸缘组件通常包括从凸缘体延伸出来的突出件或者电极,并且与向凸缘组件提供电流的电线或母线相连。作为结果,靠近电极与凸缘体接合处的位置的电流密度通常远高于凸缘组件的其他位置。如果增加供给到凸缘组件的电流来解决更大的加热需求的问题,在靠近电极的区域中的凸缘体(电流从电极分配到凸缘体的位置)的较高电流密度会在凸缘体内产生足够高的温度,通过使得构成凸缘体的材料的快速氧化导致凸缘体的过早失效。或者,在极端情况下,电流可能足以加热并熔化电极和/或凸缘体。

[0046] 图2B显示一部分的直接电阻加热系统,并且显示了一个示例性金属容器(例如管道),此处是搅拌容器到传递容器的连接管道26,其具有附连了两个凸缘组件48的外壁46,所述凸缘组件48向外壁46施加电流。应注意的是,管道26表示直接加热的示例性用途,凸缘组件48可用于任意其他用来装纳或传递熔融玻璃的导电金属容器或者管道。

[0047] 虽然仅显示两个凸缘组件,但是在实际中,对于任意具体容器或管道,可以使用不止两个凸缘组件,来向与凸缘组件电连接的外壁的不同区段提供电流。容器或管道延伸通过的凸缘体的中心孔会具有与所述容器或管道的截面形状(即所述容器或管道外周的形状)互补的形状。

[0048] 根据图2B,第一和第二凸缘组件48与电源50相连,其中电流在凸缘组件之间流动并且流动通过容器(例如管道)。移动通过第一凸缘组件的电流进入容器壁,并通过与第一凸缘组件间隔开的第二凸缘组件撤回。凸缘组件之间的距离由容器上所需的加热要求所确

定,并且是本领域技术人员能够容易地确定的。移动通过容器的外壁46的电流对容器和在 其内传递的熔融玻璃进行加热。虽然图2B中未示出,但是在使用过程中,容器壁以及至少一 部分的凸缘组件通常会被厚的绝热难熔材料层围绕,以控制容器或管道的热损失。

[0049] 图3更详细地显示图2的单个凸缘组件48的一个实施方式的构造。可以看出,凸缘 组件48包括凸缘主体部分48a,所述凸缘主体部分48a包含两个环52、54,其中最内环52是由 包含铂族金属的耐高温材料(即,如本文所用,能够在高于至少1400℃、优选至少1500℃以 及更优选至少1600℃的温度操作的金属)形成。例如,最内环52可包含至少80重量%的铂, 余量(如果有的话)是铯或铷的一种或多种。例如,最内环52可包含90重量%的铂以及10重 量%的铯。

[0050] 由于凸缘主体部分48a的温度随着离开熔融玻璃传递管道的距离的增加而减小, 对于最外环材料的耐温度的要求没有对于最内环材料的要求那么高。因此,为了节约成本, 最外环54可由通常具有高熔化温度但是明显没有内环52的含铂材料那么昂贵的材料形成。

[0051] 根据某些实施方式,凸缘主体部分48a的最外环54由镍形成。例如,最外环54可由 市售可得的纯镍(例如,至少99.0重量%的镍),例如镍200或者镍201,形成,这相比于铂和 铂合金容易以低成本获得。当用于电能凸缘组件中,镍提供了如下特性的优异组合:电阻、 导热性、抗氧化性、与铂和铯的溶解度、可机械加工性、价格以及以其他高温材料可能难以 匹配的许多形式和形状的可行性。凸缘组件48还包括从环54延伸的颈部分(即电极56),其 连接了凸缘主体部分48a和通向电源50的汇流条。

[0052] 在图3所示的实施方式中,凸缘组件48包括仅一个电极56,从而电能连接是不对称 的。因此,绕着最外环52的电流密度可能是不均匀的。因此,凸缘主体部分48a还可在最内环 52中包含槽口,其起了增加绕着最内环52的电流密度的均匀性的作用。但是,如下文实施方 式所示,这种不对称是不需要的,可以不存在槽口。

[0053] 如显示了图3的凸缘组件的截面图的图4所示,环52和54分别具有不同的厚度 t_{52} 和 t_{54} 。对这些厚度进行选择,以控制作为半径位置的函数的电流密度。也就是说,凸缘体的厚 度随着从管道26以向外方向移动而变化。对于这些厚度的选择,有许多考虑。首先,如上文 所述,直接电阻加热的主要目标是向容器或管道中的熔融玻璃提供热能,而不是对向容器 壁提供电流的凸缘进行加热。因此,凸缘中的电流密度应该小于容器壁中的电流密度,以使 得能量损失最小化。其次,应该对电流密度进行控制从而凸缘的部件不会变得过热并从而 遭到破坏。这对于在使用期间凸缘组件经受较高环境温度的那些部分是一个特别的问题。

[0054] 作为选择环厚度的起始点,可以注意的是,由具有恒定厚度的单一材料构造的凸 缘组件会具有随着距离管道的距离下降而线性增加的电流密度,即电流密度在凸缘体的最 外边缘最小并在最内边缘最大。为了抵消该效应,随着距离管道壁的距离变小,凸缘体的厚 度应该增加。对于温度而言,随着从管道26向外移动,环境温度通常下降,从而朝向凸缘的 外部的电流密度可以更高,因为由于过热导致的损坏的可能性较小。这导致凸缘体的厚度 随着距离管道壁的距离增加而变小。较为远离管道壁的凸缘的外部区域的厚度下降对于使 得用于构建凸缘组件的材料用量最小化也是合乎希望的,特别是在昂贵的含铂材料的情况 下。

[0055] 另一个因素涉及构建凸缘组件的材料电阻率,特别是当使用不止一种类型的材 料时。电阻率越高,对于相同的电流密度,直接加热效果越好。此外,还希望凸缘体的最外环

具有明显的厚度,从而最外环对于圆周电流具有低电阻。更具体地,在某些实施方式中,绕着最外环的周界的计算的电流密度的变化(即,模拟电流密度变化)小于50%。

[0056] 除了这些电考虑,还需要考虑凸缘组件的含镍部件的操作温度的影响。通常来说,凸缘组件的含镍部件的合适温度如下:(1)在凸缘组件自身的水冷却的标准操作中,小于约600℃;(2)空气冷却时小于约800℃;以及(3)未冷却(仅被动冷却)时小于约1000℃。在小于约600℃时,镍具有足够低的氧化速率,从而可以实现大于或等于3年的凸缘组件寿命。在约1000℃,可用寿命小于30天。约800℃时的寿命在这些值之间,并且对于一些应用是可接受的,特别是如果暴露于这些温度的镍允许使用空气冷却,其通常可以没有水冷却那么复杂。

[0057] 更通常地,随着距离管道壁的距离增加,难熔绝缘材料中的温度下降。随着凸缘体的广度在远离管道的方向上增加(例如,较大直径的凸缘体),温度类似地下降。在距离管道壁的一些距离上,凸缘体的温度下降到低于约1000℃的温度。超过该位置,镍可以安全地用作凸缘体材料。如果在任意情况下超过了镍的温度限制,例如约600℃为长寿命,约800℃为中等寿命,或者约1000℃为短时间,必须将镍和用于凸缘主体部分48a的高温金属之间的接合移动到距离管道壁更远的距离。当然,接合的向外移动应该与材料成本的增加向平衡,因为高温,进而高成本金属必须延伸到更大的半径。

[0058] 在实践中,通常会采用计算机建模来考虑各种因素,包括在远离(垂直于)管道壁的方向上的凸缘体的尺寸的选择,以及构成凸缘体的环的厚度。可以采用市售可得的或者计算对于具体导体性质和几何形貌的电流流动的定制化软件包以及对具体材料性质和加热源/下沉位置的热流动和计算温度分布进行建模的软件包来进行此类建模。例如,使用此类分析,发现图4的环的厚度($t's$)的合适关系: $t_{54} > t_{52}$,其中内环52由90重量%的铂和10重量%的铱制造,外环54以及电极56由镍200/201制造。当然也可以使用其他关系。

[0059] 用于构建凸缘组件48的环和电极通常会由平坦金属片制造,例如,对于电极56和外环54是镍200、镍201、镍600或者镍601,对于内环52是铂铱合金片(例如90重量%的铂和10重量%的铱)。环之间的接合通常是焊接。焊接可圆角化以避免凹角,这会产生导致接合过热和失效的局部高电流密度。通常通过焊接使得最内环52与管道26的外壁46接合。同样,可以使用圆角化来避免凹角。最内环52的厚度通常大于外壁46的厚度,虽然如果需要的话最内环也可以使用其他厚度,例如最内环的厚度可以小于或等于外壁46的厚度。

[0060] 除了环52和54,图3和4的凸缘组件可包含一个或多个冷却块62。冷却块62可以由与外环54相同的材料制造,虽然如果预期温度约束允许的话,也可以由不同的材料形成冷却块。在一些实施方式中,电极56和向电极供给电流的汇流条(buss bar)64之间的连接可包含冷却块62,如图4所示。图4显示电极56、汇流条64和冷却块62,并显示用于向冷却块62内部的通道供给冷却流体68的入口65和出口67。冷却流体可以是液体(例如水)或者气体(例如空气),并且可循环通过块内的冷却通道,以将块(以及汇流条连接)保持在低于会快速氧化和/或熔化的温度。可能需要明显冷却来防止汇流部件的快速氧化,因为管道26中的熔融玻璃的温度会超过1400℃。或者,冷却块62的外部可以连有冷却管。

[0061] 发现将镍用于电源凸缘组件的上述部件展现出高温操作时的高水平的抗氧化性。含镍凸缘组件还会比例如通常用于较低温系统的含铜凸缘组件需要更少的冷却。因此,通常来说,当使用含镍凸缘时,需要较少的直接电阻加热。该直接电阻加热的下降,进而降低了电力的操作成本和为直接加热系统提供电力所需的电源容量的基建成本。

[0062] 除了这些功能益处,使用包含镍的一个或多个环显著地降低了凸缘组件的成本,因为镍被用于在含铜凸缘组件中以其他方式可能使用铂或铂合金的位置。也就是说,铜的较低的耐温度性意味着铂铜凸缘要求铂从加热的管道向外延伸更远,来为铜提供安全的操作环境。虽然镍和铂的价格随时间变化,但是根据经验,铂至少比镍贵400倍,有时可能贵1800倍。

[0063] 如图3和4的实施方式所示,含铂内环52绕着连接管道26布置,并且绕其周界接合。含铂内环52可以具有与通过环的管道26的截面形状38基本相同的形状。因此,如果管道的截面形状是椭圆形的话,则最内环52的外周也可是椭圆形的。例如,最内环52可具有相对于管道的截面尺寸成比例放大的尺寸。

[0064] 根据图3,虚线66表示通过电极56并平分凸缘组件48的对称轴。在图3的实施方式中,对称轴66与管道26的截面短轴Sa重合。在典型安装的凸缘朝向中,对称轴66表示垂直轴。但是,凸缘组件的朝向不必使得电极56是垂直朝向的,因此对称轴66不必是垂直的。如所示,管道26的截面长轴La上的最外环54的总宽度W1宽于相对于电极56的连接管道26的底侧上的最外环54总宽度W2,其中W2是与宽度W1呈90度角度变位的宽度。也就是说,图3和4中所示的W1宽于W2。图4显示图3的凸缘组件的截面图。应注意的是,尺寸W2是外环54的底部部分的一般、整体宽度,并且其中出于确定尺寸W2的目的,忽略了槽口60(因此,W2是W1变位90度的最外环54的最窄宽度)。

[0065] 应注意的是,在一些实施方式中,最外环54自身可包含多环。例如,最外环54可以由多个不同厚度的含镍环构成的含镍环。镍可以与其他金属(例如铂)合金化。

[0066] 图5和6显示凸缘组件48的另一个实施方式,所述凸缘组件48包括含镍最外环54,但是其中含铂环52包括两个绕着连接管道26布置的含铂环52a和52b,其中通过例如焊接,使得最内含铂环52a与连接管道26接合。在一些实施方式中,最内或第一含铂环52a沿着通过电极56的对称轴66的宽度W3是基本相等的。也就是说,在一些实施方式中,最内环52a的宽度W3不发生明显改变。在其他实施方式中,最内环52a的宽度W3可以变化。此外,第二、中间含铂环52b的宽度可以不发生明显改变,例外的是如图5的实施方式所示,在电极放置是不对称的情况下(例如,仅采用单电极),第二、中间含铂环52b可包含槽口60以帮助使得通过环52b的电流密度更均匀。

[0067] 此外,如图6所示,最内含铂环52a的厚度 t_{52a} 优选大于第二、中间含铂环52b的厚度 t_{52b} 。优选地,最外环54(例如,含镍环54)的厚度 t_{54} 大于最内含铂环52a的厚度 t_{52a} ,并且大于第二、中间含铂环52b的厚度 t_{52b} ,从而使得 $t_{54} > t_{52a} > t_{52b}$ 。

[0068] 图7和8显示凸缘组件48的另一个实施方式,其中含铂环52包括绕着连接管道26布置的3个含铂环52a、52b和52c,其中第一最内含铂环52a通过例如焊接与连接管道26接合。第一或最内含铂环52a与管道26的壁直接相连。第二、中间含铂环52b绕着最内含铂环52a布置并与其周界接合,并且第三、含铂外环52c绕着第二、中间含铂环52b布置并与其周界接合。最内含铂环52a的宽度W3a可以构造成不发生变化。类似地,第二、中间含铂环52b的宽度W3b可以构造成不发生变化。宽度W3c也可配置成基本不发生变化,排除任选的槽口60的影响。在图7所示的实施方式中,其中所示的凸缘组件48仅包括单个电极56,第三、含铂外环52c任选地包括槽口60以改善电流密度均匀性。因此,含铂环52的总宽度($W3 = W3a + W3b + W3c$)可配置成不发生变化。此外,最外环54的厚度 t_{54} 大于第一或最内含铂环52a的 t_{52a} ,厚度

t_{52a} 大于第一、中间含铂环52b的厚度 t_{52b} ,并且第二、中间含铂环52b的厚度 t_{52c} 大于第三、含铂外环52c的厚度 t_{52c} ,从而 $t_{54} > t_{52a} > t_{52b} > t_{52c}$ 。各个单独的含铂环(即52a、52b、52c)可配置成具有均匀厚度。

[0069] 基于本发明的指导,显然可采用多个单独的含铂环来提供作为距离连接管道26的壁的距离的下降的函数的凸缘主体部分48a的含铂部分的增加厚度。但是,前述实施方式共同特征是最外(例如含镍)环54相对于绕着布置凸缘体的容器(例如连接管道)的角度位置的可变总厚度。当使用绕着凸缘体的角度移动而变化的一个或多个最外环的变化的厚度,提供了质量梯度,该质量梯度使得连接管道-凸缘接合处以及凸缘组件自身内部的电流密度更均匀。

[0070] 在如图9所示的另一个实施方式中,显示凸缘组件48具有沿对称轴66的电极56。也就是说,电极56沿着管道26的截面长轴。假定管道26的朝向使得截面短轴 S_a 垂直,则电极56从管道26的一侧横向向外投射。应理解的是,含铂最内环52可包含多个含铂环,例如分别如图7和8所示。槽口60(如果存在的话)的位置相对于电极56在对称轴66上。在图9的实施方式中,最内含铂环52a的厚度 W_3 可配置成不发生变化(除了最内含铂环52包含槽口60的那个部分)。另一方面,最外环54配置成使得最外环的宽度随角度变化。因此,以平行于截面短轴 S_a 的方向穿过最外环54的宽度 W_1 可不同于最外环54垂直于截面短轴 S_a 的方向的宽度。

[0071] 在图10所示的另一个实施方式中,凸缘组件48包括第一电极56a以及与第一电极56a呈180度放置的第二电极56b。由于从图9的凸缘组件48对称地注入和去除电流,含铂环52不包含槽口,因为电极56a、56b的对称放置提供了绕着含铂环52更为均匀的电流密度。应理解的是,对于图5和7的实施方式存在类似的构造,其中多个电极的对称放置避免了对于含铂环中槽口的需求。还应观察到的是,图10中两个电极的对称放置实现了将含铂环52放置在两个电极的中间。也就是说,图10的凸缘组件48包括两个对称轴66和70,其中两个对称轴是垂直的。还应理解的是,可使用额外的电极。例如,可以采用4个电极的对称布置,其中每个电极沿着凸缘对称轴放置。例如,电极可以布置成使得两个电极沿着第一对称轴66相对布置(例如, 0° 和 180°),而另两个电极沿着第二对称轴70相对布置(例如, 90° 和 270°)。最内含铂环52的宽度 W_3 可以构造成不发生变化。另一方面,最外环54配置成使得最外环的宽度随角度变化。

[0072] 如上文所述,虽然参考连接管道26对凸缘组件48进行了描述,但是本文所述的凸缘可用于其他具有非圆形截面形状(即椭圆形形状)的导电容器,其中施加了直接电阻加热以对容器中流动的材料进行加热。

[0073] 应理解的是,在前述各个实施方式中,没有进行对凸缘自身的直接主动冷却。例如,没有绕着凸缘的周界施加主动冷却(这常用于一些常规电凸缘)。事实上,不同于一些凸缘组件设计,可配置本文所述的凸缘组件的特性而没有绕着凸缘组件48的周界放置的可进行主动冷却的管道,从而消除了与高电流附近的冷却液体泄漏相关的危险。

[0074] 应当强调,本发明上述实施方式、特别是任意“优选的”实施方式,仅仅是可能实现的实施例,仅用来清楚理解本发明的原理。可以在基本上不偏离本发明的精神和原理的前提下,对本发明的上述实施方式进行许多改变和调整。在本文中,所有这些调整和改变都包括在本说明书和本发明的范围之内,并受所附权利要求书的保护。

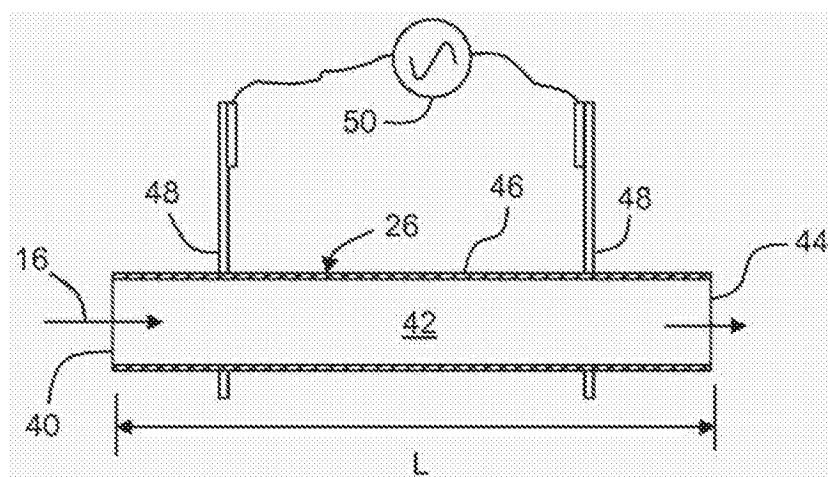
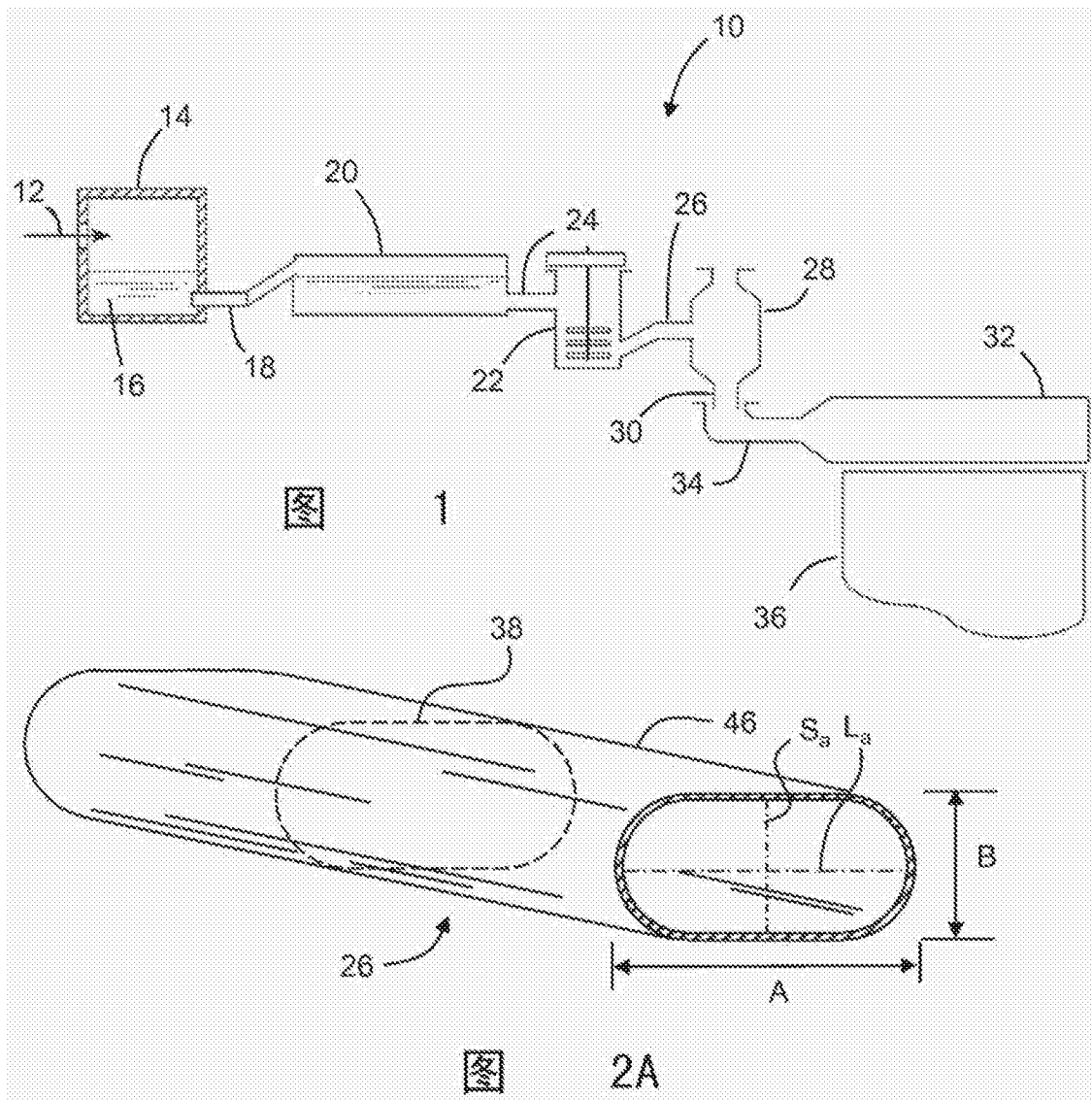
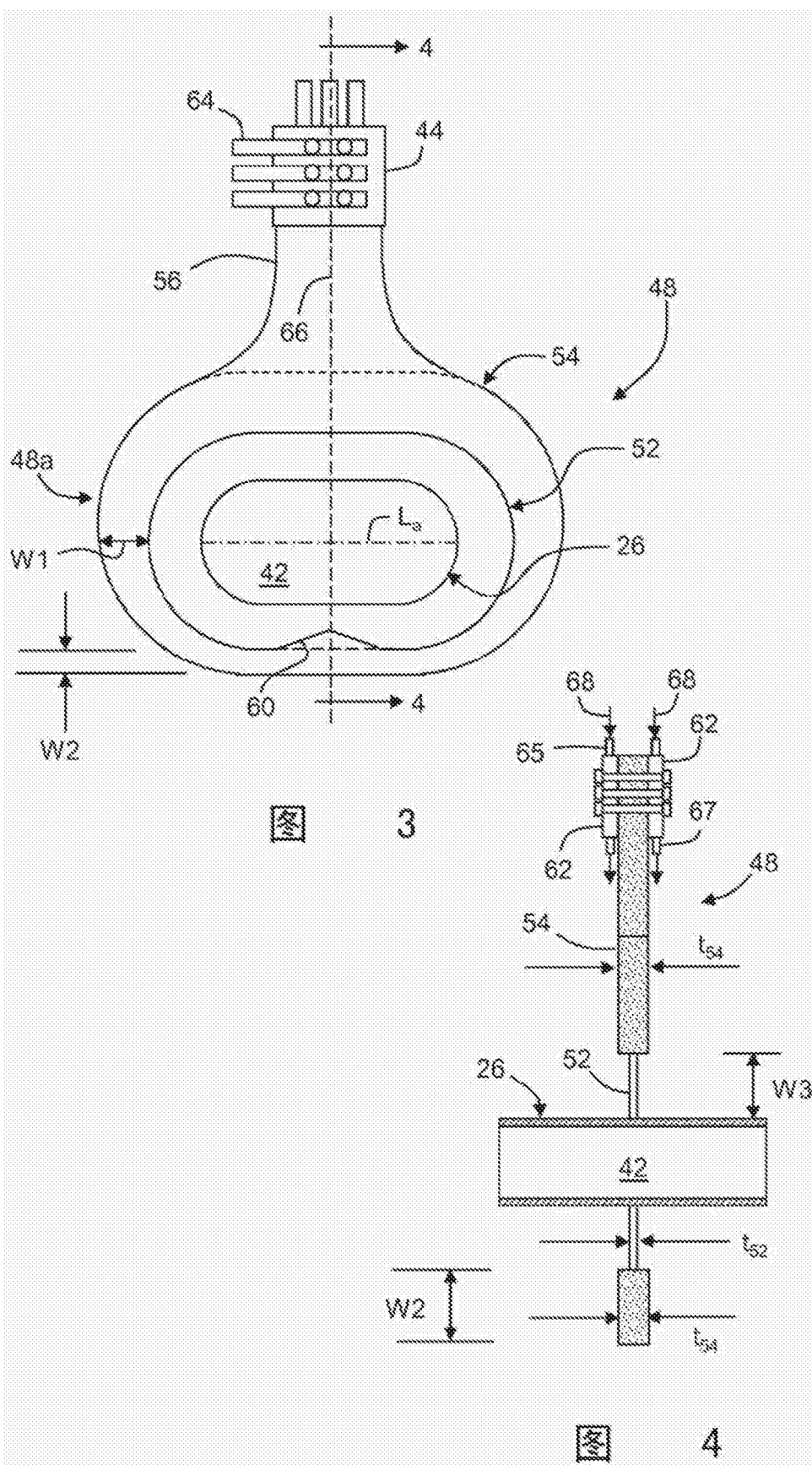


图2B



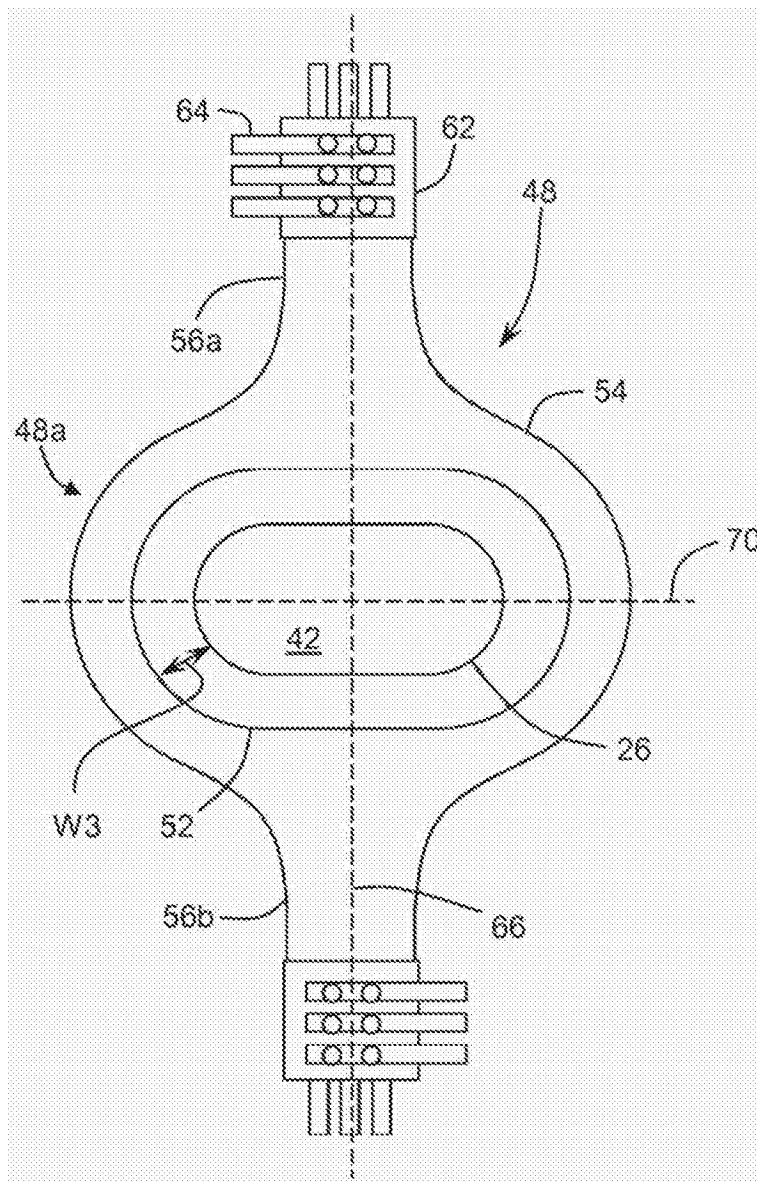


图10