



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102757166 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 03

(21) 申请号 201210122220. 2

(22) 申请日 2012. 04. 24

(30) 优先权数据

13/094, 182 2011. 04. 26 US

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 G·德安杰利斯 D·M·莱恩曼

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

11285

代理人 潘飞 郑建晖

(51) Int. Cl.

C03B 5/033 (2006. 01)

C03B 5/235 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202912819 U, 2013. 05. 01, 1.

US 3634588 A, 1972. 01. 11, 全文.

JP 昭 55-51723 A, 1980. 04. 15, 全文.

US 4468779 A, 1984. 08. 28, 全文.

JP 特開平 4-342425 A, 1992. 11. 27, 全文.

CN 1715222 A, 2006. 01. 04, 全文.

Yeong-Shyung Chou 等. Novel refractory

alkaline earth silicate sealing glasses for planar solid oxide fuel cells. 《Journal of the electrochemical society》. 2007, 第 154 卷 (第 7 期), 第 B644-651 页.

邓再芝. 电极防氧化涂层的研究. 《大型锻铸件》. 2005, (第 2 期), 第 6-8 页.

审查员 陈志君

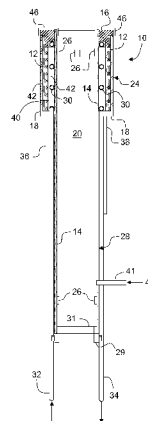
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

用于玻璃电熔化的电极夹具

(57) 摘要

本发明公开了一种在熔化批料以形成玻璃液的炉中使用的电极夹具,该电极夹具包括一个涂覆耐熔物质的鼻部构件,该鼻部构件被呈现至所述炉内含有的玻璃液材料并与所述炉内含有的玻璃液材料接触。耐熔涂层优选的是火焰喷涂或等离子体喷涂的陶瓷,例如氧化铝或氧化锆。这保护所述鼻部构件免受热玻璃液的腐蚀。



1. 一种用于玻璃熔化炉的电极夹具 (10), 包括:
 - 一个外壁 (12);
 - 一个内壁 (14), 限定一个用于接收电极的通道 (20);
 - 一个通路, 用于接收冷却剂流, 该通路定位在所述外壁和所述内壁之间;
 - 一个鼻部构件 (16), 在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁, 所述鼻部构件由耐高温金属制成; 以及
 - 一个耐熔阻挡层 (46), 沉积在所述鼻部构件的外表面上, 沿着所述内壁的一部分。
2. 根据权利要求 1 所述的电极夹具, 其中所述耐熔阻挡层包括氧化锆、氧化铝或氧化铝-二氧化钛。
3. 根据权利要求 1 所述的电极夹具, 其中所述耐熔阻挡层的厚度等于或大于 $100\ \mu\text{m}$ 。
4. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的电极夹具, 其中所述鼻部构件为环形的鼻部构件, 所述耐熔阻挡层的热膨胀系数与所述环形的鼻部构件的热膨胀系数之间的差不大于一个数量级。
5. 一种炉 (52), 包括:
 - 一个耐熔块 (44), 限定穿过该耐熔块的一个通路;
 - 一个电极夹具 (10), 被定位在所述通路内, 所述电极夹具包括:
 - 一个外壁 (12);
 - 一个内壁 (14), 限定一个用于接收电极 (22) 的通道 (20);
 - 一个冷却剂通路 (30、40), 用于接收冷却剂流, 该冷却剂通路定位在所述外壁和所述内壁之间;
 - 一个环形的鼻部构件 (16), 在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁, 所述环形的鼻部构件由耐高温金属制成; 以及
 - 其中所述环形的鼻部构件包括一个沉积在所述环形的鼻部构件 (16) 的外表面上并且沿所述电极夹具 (10) 的所述内壁 (14) 的一部分延伸的耐熔阻挡层 (46)。
6. 根据权利要求 5 所述的炉, 其中所述耐熔阻挡层 (46) 与玻璃液材料 (48) 接触。
7. 根据权利要求 5 所述的炉, 其中所述耐熔阻挡层 (46) 的厚度等于或大于 $100\ \mu\text{m}$ 。
8. 一种形成玻璃液材料的方法, 包括:
 - 在容器内加热玻璃液材料, 所述加热包括使电流流经定位于电极夹具 (10) 内的电极 (22), 所述电极夹具包括:
 - 一个外壁 (12);
 - 一个内壁 (14), 限定一个用于接收所述电极的通道 (20);
 - 一个通路, 用于接收冷却剂流, 该通路定位在所述外壁和所述内壁之间;
 - 一个环形的鼻部构件 (16), 在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁, 所述环形的鼻部构件由耐高温金属制成; 以及
 - 一个耐熔阻挡层 (46), 沉积在所述环形的鼻部构件的外表面上, 沿着所述内壁的一部分; 以及,
 - 在加热期间, 使无氧气体在所述内壁 (14) 和所述电极之间流动。

用于玻璃电熔化的电极夹具

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 根据美国法典第 35 章第 120 节,本申请要求于 2011 年 4 月 26 日提交的序列号为第 13/094,182 号美国申请的优先权权益,该美国申请的内容以参引方式纳入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种用于玻璃熔化操作期间的改进的电极夹具(holder),更具体地,本发明涉及一种沉积在与玻璃液(molten glass)接触的电极夹具的前部上的耐熔阻挡层(refractory barrier layer)。

背景技术

[0004] 将金属以及导电的氧化物和非金属材料(例如碳)作为电极以抵抗玻璃的熔化是一种已实现的技术。圆柱形或矩形截面的钼(Mo)、碳或锡氧化物被用作电极材料是非常常见的。采用这些材料(尤其是Mo)的问题在于,如果这些材料在超过 500°C 到 600°C 的空气或任何氧化环境中操作,则它们易于迅速氧化。氧化温度范围恰好在玻璃的通常熔化温度内。

[0005] 通常,在玻璃中的电极部分具有可控制的氧化速度,这是因为在玻璃中氧化水平较低。电极中存在氧化问题的部分是电极穿过熔化炉的壁,并对外进入周围气氛的部分。电极穿过熔化炉壁的延伸对于电气连接是必须的,对电极进行所述电气连接用于供电。由于电极材料的良好导热性,电极存在高于 500°C 并与周围气氛接触的一个部分。该区域易于氧化。为防止该氧化,已经研发出防止电极氧化的若干种方法。防止氧化的最常见方法是使用由不锈钢材料或超合金制成的电极夹具或者套筒来保护 Mo 免遭氧化。电极夹具通常是水冷式的,以冷冻电极周围的玻璃,从而防止氧气接触热的材料,或者将电极冷却至氧化停止的点。使用水冷却是一种平衡手段,这是因为太多的来自玻璃熔化单元的热不应被移除,然而电极夹具材料应该被充分冷却,以防止其受来自玻璃的氧化或腐蚀冲击。

[0006] 对于用于熔化商业玻璃(例如碱石灰)的典型电极设施,电极夹具的温度足够低,从而限制对电极夹具材料的腐蚀,由此在罐的整个炉龄期保护电极夹具和电极免遭氧化。对于熔化温度较高的玻璃,例如用于视觉显示应用的玻璃,电极夹具的温度足够高,从而可能出现明显的氧化。一旦电极夹具被腐蚀透,则其不再能够作为阻挡来防止氧气接触热的电极材料,以及阻止其随后的氧化。如果电极氧化足够严重,则电极收缩并失效,不再能够导电。

发明内容

[0007] 对操作在超过 1300°C 的温度下的不锈钢电极夹具的分析显示不锈钢与硼硅酸铝玻璃的接触导致玻璃中的一些氧化物还原至它们的元素状态。在所述元素状态下,这些材料可与不锈钢成为合金,导致对金属的冲击,并形成了低熔化温度的合金。从铁硅相图中可看出,铁基合金(例如 310 不锈钢)中的硅将形成低熔化温度相,其可在高操作温度下明显

地弱化金属。高操作温度意味着温度大于约 1000°C,例如大于约 1100°C,大于约 1200°C,大于约 1300°C。在稍大于 1200°C 的温度下,形成液相 Fe-Si。这些相的形成会完全破坏电极套筒的强度,并使得它不能够阻止氧气接触电极。为了克服该缺陷,耐熔阻挡层被沉积在电极夹具的最暴露至玻璃液材料的那些部分上。

[0008] 在一个实施方案中,公开了一种用于玻璃熔化炉的电极夹具 (10),包括:一个外壁 (12);一个内壁 (14),限定一个用于接收电极的通道 (20);一个通路,用于接收冷却剂流,该通路定位在所述外壁和所述内壁之间;一个鼻部构件 (16),在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁;以及,一个耐熔阻挡层 (46),沉积在所述鼻部构件的外表面上。所述通路可包括在电极夹具内的空隙或腔,或者例如所述通路是包含在所述空隙或腔内的导管。优选地,所述耐熔阻挡层沿着所述内壁的周缘部分延伸。优选地,所述耐熔阻挡层沿着所述内壁的一部分延伸。

[0009] 在一些实施方案中,所述耐熔阻挡层包括氧化锆或氧化铝,尽管可使用其他合适的耐熔材料,例如氧化铝-二氧化钛材料。所述耐熔阻挡层的厚度优选地等于或大于 100 μm 。所述耐熔阻挡层可通过火焰喷涂或等离子体喷涂沉积在环形的鼻部构件上。在一些实施方案中,超音速氧焰 (High Velocity Oxygen Fuel, HVOF) 热喷涂涂覆可被用于沉积阻挡层。优选地,所述阻挡层的热膨胀系数与环形的鼻部构件的热膨胀系数之间的差不大于一个数量级 (an order of magnitude)。所述电极夹具可配合在一个入口中,该入口用于接收无氧气体,并在所述电极和所述内壁之间供应无氧气体。

[0010] 在另一个实施方案中,公开了一种用于形成玻璃液材料的炉 (52),包括:一个耐熔块 (44),限定穿过其中的一个通路;一个电极夹具 (10),被定位在所述通路内,所述电极夹具包括:一个外壁 (12);一个内壁 (14),限定一个用于接收电极 (22) 的通道 (20);一个冷却剂通路 (30、40),用于接收冷却剂流,该冷却剂通路定位在所述外壁和所述内壁之间;一个鼻部构件 (16),在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁。所述环形鼻部构件包括一个沉积在所述环形鼻部构件的外表面上的耐熔阻挡层 (46)。在一些实施方案中,所述冷却剂通路包括一个导管 (30)。然而,冷却剂可循环经过所述电极夹具内的腔。在炉的操作期间,即当使用电极加热玻璃液材料时,所述耐熔阻挡层 (46) 与玻璃液材料 (48) 接触。优选地,所述耐熔阻挡层 (46) 的厚度等于或大于 100 μm 。在一些实施方案中,所述电极夹具 (10) 定位在所述炉的底部壁 (45) 中,而在其他实施方案中,所述电极夹具 (10) 定位在所述炉的侧壁中。在一些情形中,所述耐熔阻挡层 (46) 可沉积在所述电极夹具 (10) 的所述内壁 (14) 的至少一部分上。优选地,所述阻挡层的热膨胀系数与所述环形鼻部构件 (例如,所述阻挡层沉积在其上的衬底) 的热膨胀系数之间的差不大于一个数量级。

[0011] 在又一个实施方案中,公开了一种形成玻璃液材料的方法,包括:在容器内加热玻璃液材料,所述加热包括使电流流经定位于电极夹具 (10) 内的电极 (22),所述电极夹具包括:一个外壁 (12);一个内壁 (14),限定一个用于接收所述电极的通道 (20);一个通路,用于接收冷却剂流,该通路定位在所述外壁和所述内壁之间;一个鼻部构件 (16),在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁;以及,一个耐熔阻挡层 (46),沉积在环形的鼻部的外表面上。该方法还包括在加热期间使无氧气体在所述内壁 (14) 和所述电极之间流动,所述无氧气体例如为氮气或氩气。

[0012] 在随后的详细描述中将陈述本发明的其他特征和优势,从所述描述或者通过实践

如本文（包括随后的详细说明、权利要求以及附图）中描述的本发明，在某种程度上本领域普通技术人员应容易明了本发明的其他特征和优势。

[0013] 应理解，前述总体描述和随后的详细描述呈现了本发明的实施方案，并且意在提供一个概览或框架，以理解所主张的本发明的性质和特点。附图被包括以提供对本发明的进一步的理解，且附图组成本说明书的一部分。附图示出了本发明的不同实施方案，并连同说明书解释本发明的原理和操作。

附图说明

[0014] 图 1 是根据本发明一个实施方案的电极夹具的纵向横截面图；

[0015] 图 2 是图 1 的电极夹具的纵向横截面图，示出定位于玻璃熔化炉的耐熔壁内；

[0016] 图 3 是图 2 的电极夹具的一部分的特写纵向横截面图，并描绘了沉积在电极夹具鼻部上的耐熔层。

[0017] 图 4 是根据本发明一个实施方案的电极夹具的一部分的立体图，示出了沉积在电极夹具的鼻部和内壁上的耐熔绝缘层的位置；

[0018] 图 5 是向下看熔化炉时熔化炉的视图，并示出安装在炉的侧壁和底部（底面）的电极夹具。

具体实施方式

[0019] 在下面的详细描述中，出于解释而非限制的目的，对公开了具体细节的示例实施方案进行陈述，以提供对本发明的透彻理解。但是，已受益于本公开内容的本领域技术人员将明了，可在背离在此公开的这些具体细节的其他实施方案中实践本发明。此外，可省略对众所周知的设备、方法和材料的描述，从而不模糊本发明。最后，只要适用，相似的参考数字指的是相似的元件。

[0020] 图 1 描绘了根据一个实施方案的电极夹具 10 的纵向横截面图。电极夹具 10 的外部形状通常是圆柱形，并包括一个外壁 12、一个内壁 14、一个环形鼻部构件 16 和一个环形后部构件 18。外壁 12 和内壁 14 是管状的。鼻部构件 16 和后部构件 18 优选地由耐高温金属制成。合适的金属可以是例如不锈钢，例如 310 不锈钢。鼻部构件 16 和后部构件 18 都接合至外壁 12 和内壁 14。内壁 14 限定一个中空的腔或者通道 20，在所述中空的腔或者通道 20 内安装有电极 22（见图 2）。外壁 12、内壁 14、鼻部构件 16 和后部构件 18 共同构成电极夹具 10 的头部 24。内壁 14 可包括间隔构件 26，以将电极支撑在通道 20 内，从而在电极 22 和内壁 14 之间提供电绝缘，并使电极 22 与内壁 14 的表面接触最小化，由此使得更容易在通道 20 内移动电极 22。在一些实施方案中，内壁 14 的一部分可从头部 24 向后延伸，并构成电极夹具 10 的尾部 28。

[0021] 头部 24 还包括位于外壁 12 和内壁 14 之间的导管 30，液体冷却剂（例如水）可流动穿过所述导管 30，以冷却电极夹具 10 和电极 22。导管 30 可包括例如螺旋绕管。然而应注意，导管 30 可包括直线部分，弯曲部分，或者直线部分与弯曲部分的组合。优选地，导管 30 靠近内壁 14，从而使电极的冷却最大化，然而还优选的是导管不是沿着内壁的全部长度刚性地附接至内壁，从而在加热和冷却电极夹具期间适应热膨胀。液体供应管线 32 和液体排放管线 34 与导管 30 连接，并为导管供应来自源（未示出）的冷却液体。

[0022] 除了导管 30, 气态冷却剂也可通过气体供应管线 36 和气体排放管线 38 循环穿过头部 24。例如, 空气可在压力下经过气体供应管线 36 供应至外壁 12 和内壁 14 之间的腔 40, 并经过气体排放管线 38 从腔 40 移除。

[0023] 应注意, 其他冷却配置也是可行的, 并在本公开内容的范围内。例如, 在一些实施方案中, 可以略去导管 30, 并在不使用气态冷却介质的情况下, 使冷却液体循环经过腔 40。在其他实施方案中, 包括夹带有液体的气体的混合冷却介质可被注入导管 30 或腔 40 内。在另一个实施方案中, 气态冷却剂或混合冷却剂可在腔 40 循环。应注意, 根据本发明的实施方案, 头部 24 被冷却介质所冷却, 冷却介质是液体、气体、液体和气体, 或者液体和气体的混合物。冷却介质流经头部 24 内的通路, 例如, 在导管 30 内或腔 40 内。

[0024] 在其他实施方案中, 还原气体或非氧化气体被可选地供应至电极和内壁 14 之间的通道 20。例如, 在熔化过程的开始阶段, 或者在稳定状态阶段, 氮或惰性气体 (例如氩) 可以通过入口 41 供应至通道 20, 如箭头 43 指示的。

[0025] 头部 24 还可包括定位在外壁 12 和内壁 14 之间的一层热绝缘材料 42。热绝缘材料 42 可以是例如陶瓷纤维绝缘材料, 例如纤维氧化铝。在一些实施方案中, 第二层无机纤维绝缘材料可围绕外壁 12 的外表面缠绕。例如, 缠绕的绝缘材料可向上延伸至鼻部构件 16, 但是不会在鼻部构件 16 之上。

[0026] 如果电极夹具 10 包括形成从头部 24 向后部延伸的尾部 28 的延伸的内壁 14, 则尾部 28 可包括具有环形形状的后部块 29。在一些实施方案中, 电极 22 可配有轴环 31, 轴环 31 通过一个或多个螺钉夹至电极 22, 且轴环与后部块 29 的接合防止电极从电极夹具掉落, 尤其是在电极夹具以垂直方向定位在熔化槽的底部时。

[0027] 如图 2 和图 3 示出的, 电极夹具 10 被定位在耐熔块 44 内, 耐熔块 44 包括熔化槽的壁。在图 2 和 3 的实施方案中, 示出电极夹具定位在耐熔块 44 内, 耐熔块 44 包括炉的耐熔底面或底部壁 45。在其他实施方案中, 电极夹具可被定位在构成炉的侧壁的耐熔块内。由于鼻部构件 16 的外表面的一些部分可暴露至温度等于或大于 500°C 的熔化材料, 因此耐熔材料作为耐熔阻挡层 46 沉积在鼻部构件 16 外表面的最可能接触玻璃液的那些部分。沉积可以是火焰沉积或等离子体沉积。例如, 在等离子体喷涂过程中, 待被沉积的材料被供给至等离子体流中, 材料在等离子体流处熔化, 并加速朝向待被涂覆的物体。等离子体流的温度可以高达 10000K。待被沉积的材料冲击物体, 并形成被称作薄片 (lamellae) 的小的扁平的沉积物。薄片聚积并形成预期厚度的涂层。通过调整下列参数, 例如等离子体成分、等离子体流速、产生等离子体流的等离子体焰炬 (plasma torch) 与目标物体的偏置距离, 可改变涂层的特性, 以实现预期的多孔性、导热性、导电性、耐应变性等。用于沉积涂层的另一种方法是超音速氧焰 (HVOF) 热喷涂涂覆, 与等离子体喷涂相比, 该方法提供了更密集的涂层。由于薄片的建立通常导致空隙、裂缝和不完整的粘合, 热喷涂涂层通常具有低的导热性, 由此提高了它们的绝缘能力。沉积在鼻部构件 16 的外表面上的耐熔阻挡层 46 的厚度应等于或大于 100 μm , 等于或大于 200 μm , 等于或大于 300 μm , 等于或大于 400 μm 。可用于形成耐熔阻挡层 46 的合适的材料包括但不限于, 氧化铝 (alumina)、氧化锆 (zirconia) 和氧化铝 - 二氧化钛。优选地, 耐熔阻挡层的热膨胀系数接近或等于下层衬底——即鼻部构件 16——的热膨胀系数, 以避免阻挡层裂开。例如, 在一些实施方案中, 鼻部构件 16 由 310 不锈钢制成, 所述 310 不锈钢在 1000°C 时具有约 $1.9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 的线性热膨胀系数 (CTE), 氧

化铝在 1000℃ 时具有约 $8.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的 CTE。优选地,阻挡层的 CTE 在下层衬底的 CTE 的数量级内。即,优选地,阻挡层的 CTE 不大于约 10 倍的鼻部构件的 CTE,或者不小于约 1/10 的鼻部构件的 CTE。

[0028] 除了鼻部构件 16 的前端外表面,耐熔阻挡层 46 还可沉积在其他表面上。因此,耐熔阻挡层 46 可包括沉积在鼻部构件 16 的前端表面上的一部分 46a、外部周缘部分 46b 和沉积在内壁 14 上方的一部分 46c,如图 4 示出的。

[0029] 图 5 是用于熔化批料以制成玻璃的炉 52 的俯视图,该炉具有安装在炉的底部壁 45 和侧壁 54 二者中的电极夹具。其他实施方案可具有仅安装在熔化炉的侧壁或仅安装在熔化炉的底面的电极夹具。

[0030] 在熔化过程的早期阶段,减少对电极夹具的冷却,或者断开对电极夹具的冷却,以允许相对低粘度的玻璃液材料 48 流进耐熔块 44 和电极夹具 10 之间(以及在耐熔块 44 和电极 22 之间)的空间 50,如图 3 中最佳示出的。玻璃液材料还可流进通道 20,当电极被安装在通道内时,通道 20 为环形形状。当玻璃液材料已经流进所述间隙区域例如空间 50 和通道 20 时,又开始冷却电极夹具,位于电极夹具和耐熔块之间,以及电极夹具内壁和电极之间的间隙空间中的玻璃液材料的粘度增加,冷冻电极夹具周围的玻璃材料,并在电极夹具和耐熔块之间、以及电极夹具和电极之间形成密封。

[0031] 在某些情况中,可能有必要将电极延伸至更远,以进入玻璃液材料,此时减少冷却或切断冷却,从而允许之前在上文描述的通道 20 和空间 50 中冷冻的玻璃材料再次熔化。电极随之被推向前,推向更远进入玻璃液材料。粘性阻力从间隙区域拉动玻璃液材料,所以典型地,电极被推向比所要求的更远,然后被撤回以拉动玻璃液材料回到通道 20 和空间 50 中。一旦电极如期望地被定位,冷却恢复,玻璃又在间隙区域中冷冻,以形成玻璃密封,该玻璃密封防止玻璃液中含有的氧气接触电极和/或电极夹具。在一些实施方案中,通过使无氧气体(例如氮气)或惰性气体(例如氦气、氩气、氙气或氙气)流动穿过入口 41,可在内壁 14 和电极 22 之间的通道 20 内形成非氧化性气氛。进入通道 20 的气体可经通道 20 的前端离开(进入玻璃液)或经通道 20 的后端离开(进入周围气氛)。

[0032] 从前述内容以及图 2 和图 3,可清楚地看到至少在熔化过程的初始阶段,鼻部构件 16 与玻璃液直接接触,并通常周期性地在整个生产活动期间与玻璃液直接接触。玻璃液材料可以等于或大于 1000℃,等于或大于 1100℃,等于或大于 1200℃,等于或大于 1300℃,等于或大于 1400℃,等于或大于 1520℃,等于或大于 1540℃,等于或大于 1550℃或等于或大于 1560℃。耐熔阻挡层 46 通过在电极夹具暴露至玻璃液时防止电极夹具腐蚀,允许电极夹具在熔化操作期间在较高的温度下操作。耐熔阻挡层 46 可延长电极寿命,并允许电极夹具在较高的温度下操作是可行的,而不会明显地减少寿命。电极夹具的操作温度越高,从玻璃中移走的能量越少,操作成本越低。与使用更特殊和昂贵的材料构造电极夹具相比,使用耐熔阻挡层是延长电极寿命的一种有成本效益的手段。

[0033] 相应地,示例性非限制的实施方案包括:

[0034] C1. 一种用于玻璃熔化炉的电极夹具(10),包括:一个外壁(12);一个内壁(14),限定一个用于接收电极的通道(20);一个通路,用于接收冷却剂流,该通路定位在所述外壁和所述内壁之间;一个鼻部构件(16),在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁;以及,一个耐熔阻挡层(46),沉积在所述鼻部的外表面。

- [0035] C2. 根据 C1 所述的电极夹具,其中所述通路包括导管(30)。
- [0036] C 3. 根据 C1 或 C2 所述的电极夹具,其中所述耐熔阻挡层(46)沿着所述内壁的周缘部分延伸。
- [0037] C4. 根据 C1 到 C3 中任一项所述的电极夹具,其中所述耐熔阻挡层沿着所述内壁的一部分延伸。
- [0038] C5. 根据 C1 到 C4 中任一项所述的电极夹具,其中所述耐熔阻挡层包括氧化锆或氧化铝。
- [0039] C6. 根据 C1 到 C5 中任一项所述的电极夹具,其中所述耐熔阻挡层的厚度等于或大于 100 μm 。
- [0040] C7. 根据 C1 到 C6 中任一项所述的电极夹具,其中所述耐熔阻挡层是火焰喷涂层或等离子体喷涂层。
- [0041] C8. 根据 C1 到 C7 中任一项所述的电极夹具,其中所述阻挡层的热膨胀系数与环形的鼻部构件的热膨胀系数之间的差不大于一个数量级。
- [0042] C9. 根据 C1 到 C8 中任一项所述的电极夹具,还包括一个入口,该入口用于接收无氧气体,并在所述电极和所述内壁之间供应所述无氧气体。
- [0043] C10. 一种炉(52),包括:一个耐熔块(44),限定穿过其中的一个通路;一个电极夹具(10),被定位在所述通路内,所述电极夹具包括:一个外壁(12);一个内壁(14),限定一个用于接收电极(22)的通道(20);一个冷却剂通路(30、40),用于接收冷却剂流,该冷却剂通路(30、40)定位在所述外壁和所述内壁之间;一个鼻部构件(16),其在所述电极夹具的第一端部处接合所述内壁和所述外壁;以及,其中环形的鼻部构件包括一个沉积在所述环形鼻部构件的外表面上的耐熔阻挡层(46)。
- [0044] C11. 根据 C10 所述的炉,其中所述冷却剂通路包括一个导管(30)。
- [0045] C12. 根据 C10 或 C11 所述的炉,其中所述耐熔阻挡层(46)与玻璃液材料(48)接触。
- [0046] C13. 根据 C10 到 C12 中任一项所述的炉,其中所述耐熔阻挡层(46)的厚度等于或大于 100 μm 。
- [0047] C14. 根据 C10 到 C13 中任一项所述的炉,其中所述电极夹具(10)定位在所述炉的底部壁(45)中。
- [0048] C15. 根据 C10 到 C14 中任一项所述的炉,其中所述电极夹具(10)定位在所述炉的侧壁(52)中。
- [0049] C16. 根据 C10 到 C15 中任一项所述的炉,其中所述耐熔阻挡层(46)沉积在所述电极夹具(10)的所述内壁(14)的至少一部分上。
- [0050] C17. 根据 C10 到 C16 中任一项所述的炉,其中所述阻挡层的热膨胀系数与所述环形鼻部构件的热膨胀系数之间的差不大于一个数量级。
- [0051] C18. 一种形成玻璃液材料的方法,包括:在容器内加热玻璃液材料,所述加热包括使电流流经位于电极夹具(10)内的电极(22),所述电极夹具包括:一个外壁(12);一个内壁(14),限定一个用于接收所述电极的通道(20);一个通路,用于接收冷却剂流,该通路定位在所述外壁和所述内壁之间;一个鼻部构件(16),在所述电极夹具的第一端部处接合所述外壁和所述内壁;以及,其中一个耐熔阻挡层(46),沉积在所述环形鼻部的外表面上。

[0052] C19. 根据 C18 所述的方法,还包括在加热期间使无氧气体在所述内壁(14)和所述电极之间流动。

[0053] C20. 根据 C18 或 C19 所述的方法,其中所述无氧气体是氮气。

[0054] 本领域技术人员应明了,在不偏离本发明的精神和范围的前提下,可对本发明做出多种改型和变体。因而,意在本发明覆盖如下所述本发明的改型和变体,假设这些本发明的改型和变体落入随附的权利要求和它们的等同物所限定的范围内。

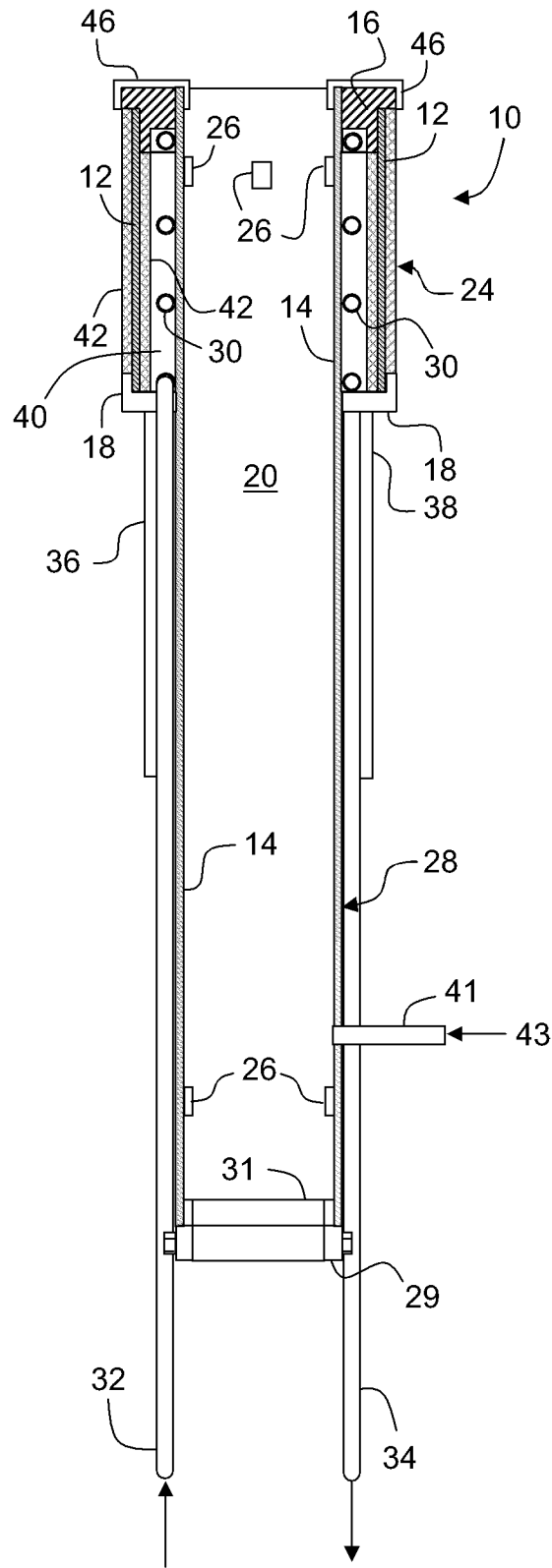


图 1

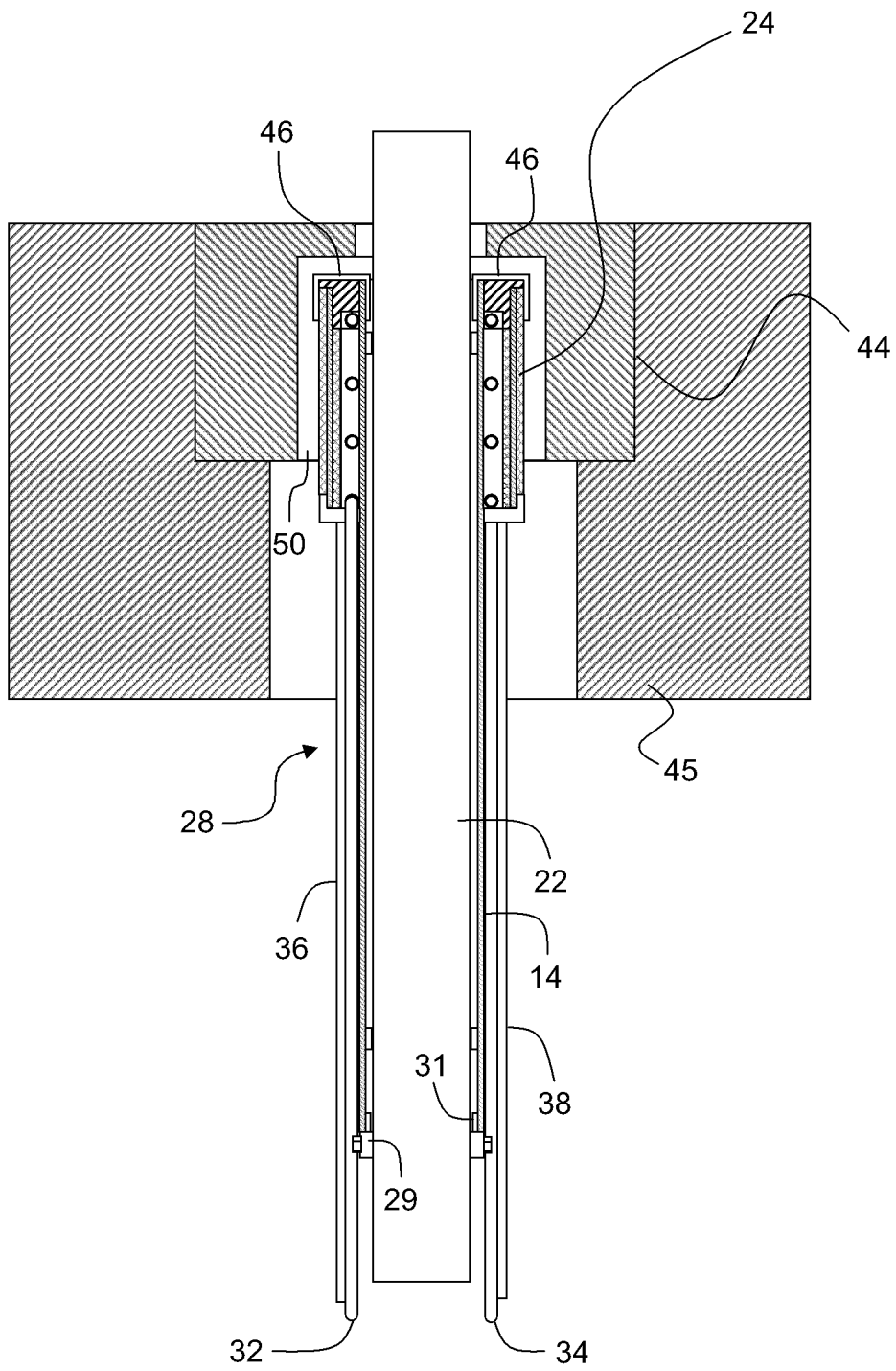


图 2

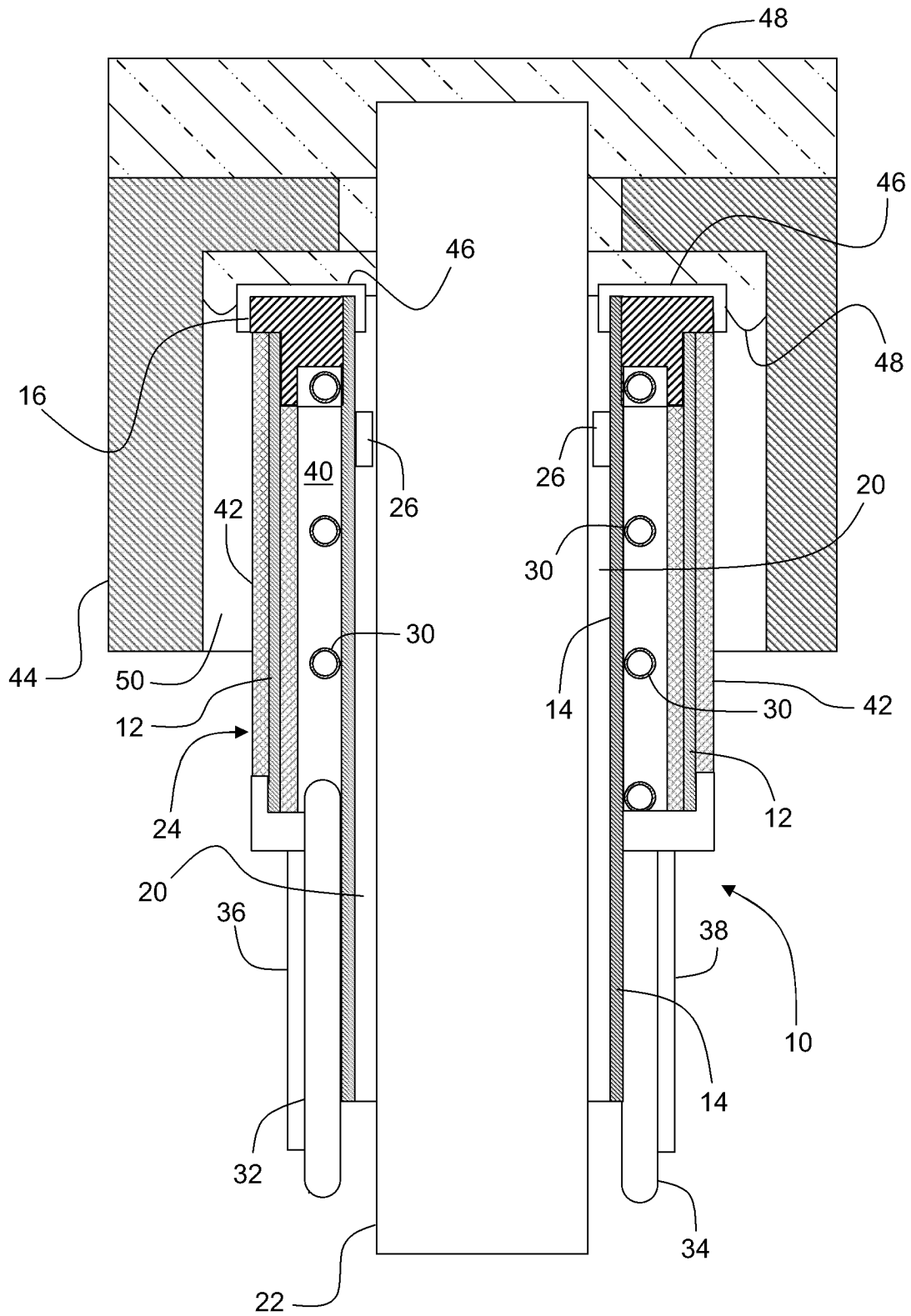


图 3

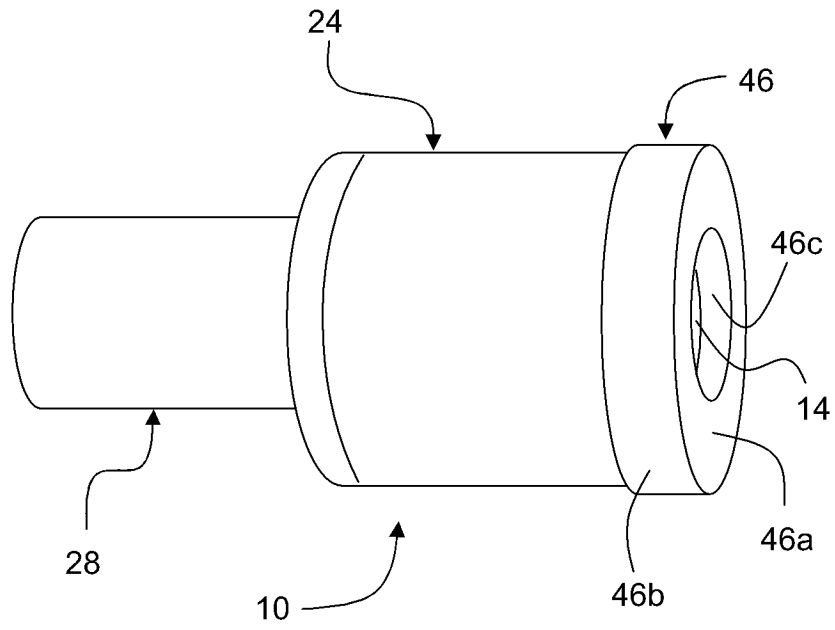


图 4

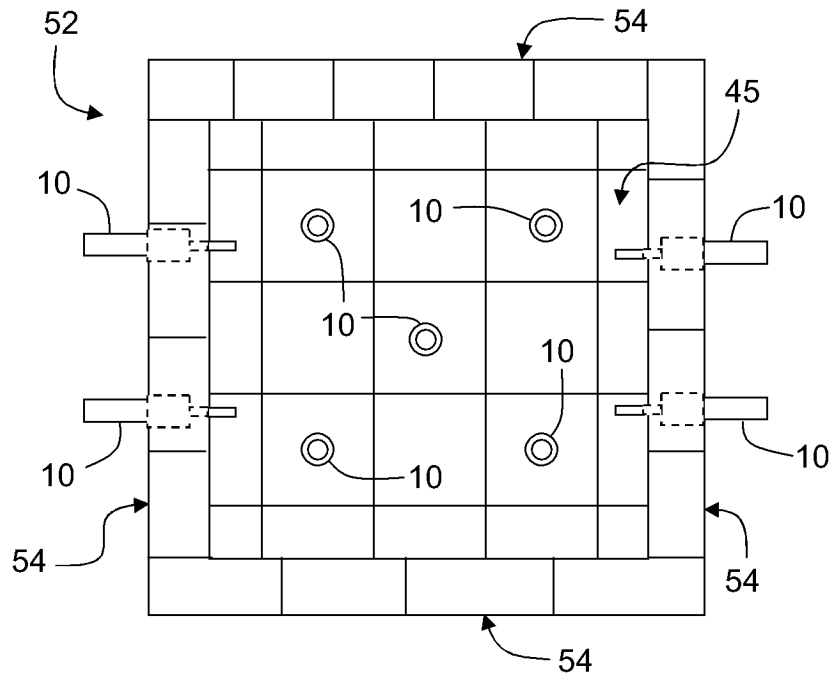


图 5