



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104245185 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201380016152. 4

(22) 申请日 2013. 02. 01

(30) 优先权数据

12154318. 5 2012. 02. 07 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/052035 2013. 02. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/117498 EN 2013. 08. 15

(73) 专利权人 维苏威坭坭公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 杨彬

(74) 专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖

(51) Int. Cl.

B22D 1/00(2006. 01)

G21C 7/072(2006. 01)

G22B 9/05(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4385752 A, 1983. 05. 31, 说明书第 4 栏第 50-64 行, 图 4.

US 5249778 A, 1993. 10. 05, 全文.

EP 0079655 A1, 1983. 05. 25, 全文.

CN 1515372 A, 2004. 07. 28, 全文.

CN 102308191 A, 2012. 01. 04, 全文.

审查员 高港

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

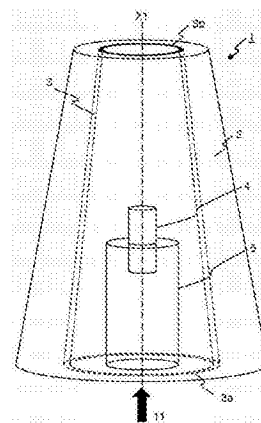
(54) 发明名称

具有磨损指示器的透气塞

(57) 摘要

本发明涉及一种用于将气体吹入冶金容器的透气塞, 包括: 细长主体, 其由第一耐火材料制成并从第一入口端至第二出口端延伸距离 H; 至少一个气流路径, 其流体地连通位于第一入口端的气体入口和位于第二出口端的气体出口; 细长芯材形式的最终视觉磨损指示器, 细长芯材从第一入口端延伸至第一距离 h1 处, h1 小于细长主体的长度 H, 最终视觉指示器由第二耐火材料制成; 中间视觉磨损指示器, 其部分地嵌入最终视觉磨损指示器中并从始于第一入口端的初始距离 h0 延伸至始于第一入口端的最终距离 h2, 其中 $h_0 < h_1 < h_2 < H$, 中间视觉磨损指示器由第三材料制成, 其允许至少在包括在 800°C 和 1500°C 之间的温度下产生不同于第一耐火材料和第二耐火材料的视觉外观。

CN 104245185 B



1. 用于将气体吹入冶金容器的透气塞(1), 包括:

a. 细长主体(2), 所述细长主体由第一耐火材料制成并从第一入口端(2a)至在第一入口端(2a)相对端的第二出口端(2b)延伸距离H, 所述距离H沿着中心纵向轴线X1测量, 所述细长主体包括,

b. 至少一个气流路径(3), 所述气流路径流体地连通位于所述细长主体的所述第一入口端的气体入口(3a)和位于与所述第一入口端相对的所述第二出口端的气体出口(3b);

c. 细长芯材形式的最终视觉磨损指示器(5), 其从所述第一入口端(2a)延伸至沿着所述中心纵向轴线X1所测量的第一距离h1处, 所述第一距离h1小于所述细长主体的长度H, $h1 < H$, 所述最终视觉指示器由具有至少在包括在800°C和1500°C之间的温度下不同于所述第一耐火材料的视觉外观的第二耐火材料制成,

其特征在于: 还包括中间视觉磨损指示器(4), 所述中间视觉磨损指示器部分地嵌入所述最终视觉磨损指示器(5)中并从始于所述第一入口端(2a)的初始距离h0处延伸至始于所述第一入口端(2a)的最终距离h2处, 其中 $h0 < h1 < h2 < H$, 并且其中所述中间视觉磨损指示器(4)由第三材料制成, 其允许至少在包括在800°C和1500°C之间的温度下产生不同于所述第一耐火材料和所述第二耐火材料的视觉外观。

2. 根据权利要求1所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为金属, 所述第三材料在接触待浇铸的熔融金属时至少部分地熔化, 留下容纳一些所述待浇铸金属的腔室。

3. 根据权利要求2所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为钢。

4. 根据权利要求2所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为碳钢。

5. 根据权利要求2所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为不锈钢。

6. 根据权利要求1所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为耐火材料。

7. 根据权利要求6所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为耐火材料, 所述耐火材料选自碳化硅、菱镁矿、矾土、可浇铸 $Al_2O_3-SiO_2$ 、 Al_2O_3 、尖晶石、 $Al-C$ 和 $Mg-Cr$ 所构成的组。

8. 根据权利要求6所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述第三材料为耐火材料, 所述耐火材料为 $Al-C$ 。

9. 根据前述权利要求中的任一项所述的透气塞, 其中所述最终视觉磨损指示器(5)的所述第二耐火材料选自碳化硅、菱镁矿、矾土、可浇铸 $Al_2O_3-SiO_2$ 、 Al_2O_3 、尖晶石、 $Al-C$ 、 $Mg-Cr$ 所构成的组, 并且在所述中间视觉磨损指示器由耐火材料制成的情况下不同于所述中间视觉磨损指示器。

10. 根据权利要求9所述的透气塞, 其中所述最终视觉磨损指示器(5)的所述第二耐火材料为 $Al-C$ 。

11. 根据权利要求1所述的透气塞, 其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述长度 $h2-h0$ 包括在25和150mm之间, 并且所述塞的基部和所述中间视觉磨损指示器的顶部之间的高度

h2不大于400mm。

12. 根据权利要求11中所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述长度h2-h0包括在30和100mm之间,并且所述塞的基部和所述中间视觉磨损指示器的顶部之间的高度h2不大于300mm。

13. 根据权利要求11中所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)的所述长度h2-h0包括在40和70mm之间,并且所述塞的基部和所述中间视觉磨损指示器的顶部之间的高度h2不大于200mm。

14. 根据权利要求11所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)的嵌入所述最终视觉磨损指示器(5)中的部分的长度h1-h0包括在10和75mm之间。

15. 根据权利要求11所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)的嵌入所述最终视觉磨损指示器(5)中的部分的长度h1-h0包括在15和50mm之间。

16. 根据权利要求11所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)的嵌入所述最终视觉磨损指示器(5)中的部分的长度h1-h0包括在20和30mm之间。

17. 根据权利要求1所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)和所述最终视觉磨损指示器(5)具有不同形状的垂直于所述中心纵向轴线X1的横截面。

18. 根据权利要求1所述的透气塞,其中所述至少一个气流路径(3)的形状为一个或多个从所述塞的入口端(2a)延伸至所述塞的出口端(2b)的狭缝,或替代地通过制成所述塞的主体(2)的所述第一耐火材料的开孔率来限定。

19. 根据权利要求1所述的透气塞,其中所述中间视觉磨损指示器(4)由导电材料制成,并且其中电路(100、101、102)在包括在h0和h2之间的水平高度处被限定在所述中间视觉磨损指示器(4)的两个不同点之间,所述电路还包括连接至其中的灯指示器(L0、L1、L2)。

20. 根据权利要求19所述的透气塞,其中所述导电材料包括金属。

21. 一种冶金容器(31),包括根据权利要求1所述的透气塞,其中所述气体出口(3b)与所述容器的内部流体连通。

22. 根据权利要求21所述的冶金容器,所述冶金容器为钢水包或中间包。

具有磨损指示器的透气塞

技术领域

[0001] 本发明涉及一般用于将气体吹入冶金容器的耐火透气塞(purging plug)。本发明特别地涉及具有通知操作员该透气塞的磨损水平的磨损指示器的此类透气塞。

背景技术

[0002] 在金属成形过程中,金属熔融物被从一个冶金容器转移至另一个冶金容器、转移至铸模或工具。例如,钢水包被填充有从熔炉出来的金属熔融物并被转移至中间包。然后该金属熔融物可从中间包被浇铸至工具以形成板坯或浇铸至铸模以形成钢坯或钢锭。在一些情况下,期望的是将气体吹入容纳在此类冶金容器中的金属熔融物中。这可有益于加速熔体的温度和组成的均匀化,将熔体主体中存在的非金属夹杂物向上携带至上层炉渣中,在熔融金属内创造有利条件,等等。气体一般借助位于冶金容器(诸如钢水包或中间包)的底部或侧部的透气塞被吹入熔融金属中。

[0003] 透气塞为大体上沿着纵向轴线延伸的耐火材料块的形式。在所述块的一端,连接至加压气体源的气体入口与在所述块的相对端的气体出口流体地连通。该气体入口和气体出口可通过连通孔隙网、通过一个或多个通道(例如,狭缝形或具有圆形横截面)或两者的组合彼此流体地连通。连通孔隙网有时据说产生“间接透气性”,而通道有时据说产生“直接透气性”。通常认为,直接透气性塞比间接透气性塞更有效,主要是因为孔隙网包括不受控制的弯曲性,该弯曲性消极地影响塞的透气性,而制造通道的尺寸和几何形状可受控制从而使弯曲性最小化,并因此相比于同样相等直径或尺寸的孔增加了透气性。

[0004] 如图1所示,透气塞1通常被嵌入冶金容器31的壁和衬里中,其中气体入口面向该冶金容器的外侧,并且其中气体出口面向该容器的内部,接触熔融金属。术语“气体入口”和“气体出口”相对于被注入冶金容器中的气体的流动方向11来限定。由于其结构和极端的工作环境,透气塞比该容器的耐火衬里磨损更快,每次使用后有数mm或甚至cm级的严重腐蚀。这意味着在冶金容器(诸如钢水包)的使用期中,气体塞需被更换数次。气体塞的更换耗时、工作强度大,并且每次需要购买新的塞,以使得操作员往往将塞的使用延迟尽可能长的时间以延长塞更换之间的时间间隔。延迟塞的过长使用时间的一个主要危险为,如果塞的腐蚀太深,那么该塞的其余基部可能无法抵抗熔融金属的压力并且可能留下大洞(gaping hole),熔融金属由此可自由地流出。如果这发生在钢水包向中间包转移的过程中,那么它可能将温度约1400°C的熔融金属喷洒在整个车间内,造成灾难性后果。为避免这种情况发生,本领域中已提出磨损指示器,该磨损指示器通知操作员透气塞所经受的腐蚀程度,该操作员可决定该透气塞是否可再使用。

[0005] US5202079提出了一种间接透气型塞(即,其中气流路径由该塞的孔隙度来限定),该间接透气型塞包括限定该塞的外部几何形状的外部主体,所述外部主体由无孔耐火材料制成,和由较高孔隙度的耐火材料制成的内部芯材,该内部芯材允许气体从入口流动至该塞的出口。垂直于该塞的纵向轴线的多孔芯材的横截面沿着所述纵向轴线变化。当冶金容器的熔融金属负载被清空时,在塞仍然热时气体通过该塞被注入,并且流出热的塞进入空

容器的内部的该气体将发光,以限定暴露于该容器的内部的多孔芯材横截面的形状,从而根据该发光部分的形状给予操作员关于该塞的腐蚀水平的提示。然而,该系统被限定于间接透气型塞,并且通过将气流路径限制至该塞的内部芯材而降低了该塞的功效。这种类型的塞的另一个缺点是气体的冷却效果。该塞逐渐变冷。这增加了磨损而且增加了金属凝固和塞堵塞的风险。

[0006] 类似地,US4385752公开了多孔塞,该多孔塞包括多孔外部主体和多孔内部芯材,该多孔内部芯材具有不同于外部主体的耐火材料的辐射率。因此,原理非常类似于先前的文件,不同之处在于该外部主体也为多孔的,从而相对于US5202079所公开的塞增加了该塞的功效。然而,该解决方案也仅限于多孔塞。

[0007] 通过提供具有从气体入口延伸至气体出口的一个或多个通道的塞以及还包括与该气体入口流体连通并沿着该塞的纵向轴线向上延伸至对应于或接近该塞的使用的端部的高度的多孔插件,US5249778将前述两个文件所公开的原理扩展至直接透气型塞。当腐蚀到达多孔插件时,流动穿过该多孔插件的气体将使耐火材料中心比周边更快速地冷却,从而在中心处产生暗斑,表明该塞的使用寿命的终结。每个前述塞要求在容器为空的时将气体通过该塞注入,并且因此不必接近连接至气体源的连接件。该塞的冷却导致上文所提及的缺点。

[0008] US5330160公开了一种包括插件的透气塞,该插件由具有低于容器中所容纳的金属的熔点的材料制成,所述插件被插入从塞顶部(待接触熔融金属)向下延伸至被视为表明其使用寿命的终结的塞的水平高度的腔室中。低熔点插件可向上延伸直到该塞的顶端并与之齐平,或终止于低于所述顶端的水平高度,该腔室的顶部被填充有由高耐磨耐火材料制成的顶部帽。当该顶部帽磨损并且低熔化温度材料的顶部接触待浇铸的熔融金属时,该低熔化温度材料熔化并且在腔室中被待浇铸的熔融金属所替代。当容器被排空时,一些金属留在腔室中并发光,从而形成操作员清晰可视的“电眼”。当塞的腐蚀到达该腔室的底部时,电眼消失并且因而通知操作员应对该塞进行更换。在之前的塞的变型中,US5421561公开了一种塞,其中低熔化温度插件被封装于用作热绝缘体的非金属管中以进一步增强“电眼”的发光。此类塞的制造的工作强度相当大,因为需要将腔室钻入该插头的主体中以及插入其中的插件中,而该腔室壁和插件之间的空间必须减小。人们奇怪究竟是否需要低熔化温度视觉磨损指示器,因为腔室即所需的一切。此外,该系统提供了一种二元信号,表明只要电眼为可视的就可使用该塞,但该二元信号并不通知操作员该塞的腐蚀速率。实际上,为安全起见,操作员在电眼出现时即更换塞。

[0009] 本发明提出了一种允许预估塞的腐蚀速率的解决方案,该塞的制造非常容易并相当经济。

发明内容

[0010] 本发明由下述内容来限定。并且下述内容还限定了优选的实施例。特别地,本发明涉及一种用于将气体吹入冶金容器中的透气塞,包括:

[0011] 1.(a)细长主体,该细长主体由第一耐火材料制成并从第一入口端至第二出口端延伸距离H,该距离H沿着中心纵向轴线测量,该细长主体包括,

[0012] 2.(b)至少一个气流路径,该气流路径流体地连通位于所述细长主体的所述第一

入口端的气体入口和位于相对第二出口端的气体出口；

[0013] 3.(c)细长芯材形式的最终视觉磨损指示器,该细长芯材从第一入口端延伸至沿着中心纵向轴线所测量的第一距离 h_1 处,该第一距离小于细长主体的长度 H , $h_1 < H$,所述最终视觉指示器由具有至少在包括在 800°C 和 1500°C 之间的温度下不同于第一耐火材料的视觉外观的第二耐火材料制成,

[0014] 其特征还在于还包括中间视觉磨损指示器,该中间视觉磨损指示器部分地嵌入最终视觉磨损指示器中并从始于第一入口端的初始距离 h_0 延伸至始于第一入口端的最终距离 h_2 ,其中 $h_0 < h_1 < h_2 < H$,并且其中该中间视觉磨损指示器由第三材料制成,其允许至少在包括 800°C 和 1500°C 之间的温度下产生不同于第一耐火材料和第二耐火材料的视觉外观。

[0015] 显然,如果最终视觉磨损指示器的第二耐火材料和中间磨损指示器的第三材料被选择为允许在超出(特别地低于) 800°C 至 1500°C 的温度下产生不同于主体的第一耐火材料的视觉外观,那么可能为有利的,但因为理想的是在不需要冷却容器的情况下得到该塞的腐蚀水平的指示,所以在大多数情况下,材料之间的视觉差异在上述温度范围内出现就能满足。

[0016] 中间视觉磨损指示器的第三材料为金属、优选地为钢、更优选地为碳钢或不锈钢,该第三材料在接触待浇铸的熔融金属时至少部分地熔化,以使得在排空容器后在通过移除金属视觉指示器而形成的腔室中留下一些所述待浇铸金属。或者中间视觉磨损指示器的第三材料可为耐火材料,该耐火材料优选地选自碳化硅、菱镁矿、矾土、可浇铸 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 、 Al_2O_3 、尖晶石、 Al-C 、 Mg-Cr 所构成的组,优选地为 Al-C ,只要该耐火材料至少在包括在 800°C 和 1500°C 之间的温度下产生分别不同于塞主体的第一耐火材料和最终视觉磨损指示器的第二耐火材料的视觉外观。为了更佳的可视性,建议使用由金属制成的指示器。该金属的发光为清晰可见的并且减轻了操作员的工作。

[0017] 最终视觉磨损指示器的第二耐火材料可选自碳化硅、菱镁矿、矾土、可浇铸 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 、 Al_2O_3 、尖晶石、 Al-C 、 Mg-Cr 所构成的组,优选地为 Al-C ,只要该耐火材料至少在包括在 800°C 和 1500°C 之间的温度下产生分别不同于塞主体的第一耐火材料和(如果应用的话)中间视觉磨损指示器的第三耐火材料的视觉外观。

[0018] 中间视觉磨损指示器的长度 h_2-h_0 优选地包括在25和150mm之间,更优选地在30和100mm之间,最优选地在40和70mm之间。塞基部和中间磨损指示器的顶部之间的高度 h_2 优选地不大于400mm,更优选地不大于300mm,最优选地不大于200mm。中间视觉磨损指示器的嵌入最终视觉磨损指示器中的部分的高度 h_1-h_0 优选地包括在10和75mm之间,更优选地在15和50mm之间,最优选地在20和30mm之间。优选地将中间视觉磨损指示器的长度的20%-80%嵌入最终视觉磨损指示器中,优选地将长度的40%-60%嵌入,和更优选地将中间视觉磨损指示器的约一半嵌入最终视觉磨损指示器中。中间视觉磨损指示器所到达的较低水平高度 h_0 可约为100至150mm,优选地105至140mm,更优选地在120和130mm之间。

[0019] 为进一步增强两者之间的视觉差异,中间视觉磨损指示器和最终视觉磨损指示器可具有不同形状的垂直于中心纵向轴线(X_1)的横截面。在中间视觉磨损指示器由电导体(诸如金属)制成的情况下,电路在预定高度可被有利地连接至中间指示器的两个不同点。可将灯泡、LED等连接至所述电路。当塞的腐蚀到达最高电连接点时,该电路被中断并且对应于所述点的灯关闭,从而指示操作员(甚至在容器被排空之前)已到达特定腐蚀水平。本

实施例特别适于不同于例如钢水包的不规律地排空的容器。例如,其可给出安装于中间包上的透气塞的腐蚀水平的指示,而无需排空该中间包。

[0020] 本发明的透气塞可为直接透气型塞,其中气流路径为一个或多个从塞的入口端延伸至塞的出口端的狭缝的形状,或替代地可为间接透气型塞,其中气流路径由制备该塞的主体的第一耐火材料的开孔率限定。

[0021] 本发明还涉及一种包括上文所讨论的透气塞的冶金容器,其中气体出口与所述容器的内部流体连通。该容器可为例如钢水包或中间包。

附图说明

[0022] 本发明的各种实施例在附图中示出:

[0023] 图1示出了安装于冶金容器的底板上的透气塞。

[0024] 图2示出了根据本发明的透气塞的透视图,示出了中间视觉磨损指示器和最终视觉磨损指示器。

[0025] 图3示出了塞在其不同水平高度的各种横向切面图,根据该塞的腐蚀水平示出了该塞的视觉外观。

[0026] 图4示出了本发明的优选实施例,其具有该塞的磨损水平的灯光指示器。

具体实施方式

[0027] 如图2可见,根据本发明的透气塞1包括主体,该主体在主体的第一端处的气体入口3a和主体的相对端处的气体出口3b之间沿着纵向轴线X1延伸,该气体入口3a沿着所述纵向轴线经由至少一个气流路径与该气体出口3b流体连通。该主体由第一耐火材料制成。狭缝形气流路径3在图2中示出,限定了一种直接透气型塞。在该实施例中,塞主体2的第一耐火材料为大致无孔的,或至少不具有能够形成从气体入口3a延伸至该塞的气体出口3b的连续气流路径的开孔率。本发明还可应用于间接型塞,其中气流路径由构成该塞的主体的第一耐火材料的开孔率限定。附图中示出了截头圆锥形主体,但显然,本发明与透气主体1的外部几何形状无关,只要其可限定第一纵向轴线X1即可。

[0028] 根据本发明的塞包括至少两个视觉磨损指示器4、5,该两个视觉磨损指示器被布置成使得它们可通知操作员该塞的至少四个不同腐蚀水平。特别地,该塞包括细长芯材形式的最终视觉磨损指示器5,其从第一入口端2a延伸至沿着中心纵向轴线X1测量的第一距离h1处,该第一距离小于该细长主体的长度H, $h1 < H$ 。最终视觉指示器由具有至少在包括在800°C和1500°C之间的温度下不同于第一耐火材料的视觉外观的第二耐火材料制成。本发明的最终视觉磨损指示器5可由如US4385752所公开的多孔第二耐火材料制成,甚至包括与主体的无孔第一耐火材料相同的材料,但如US5249778所公开的那样孔隙度更高。多孔视觉指示器要求气体注入穿过其间来产生表明腐蚀水平的视觉对比。因为气体的冷却效果不是所期望的并且气体源在容器被排空时并非必然可用,所以优选的是最终视觉指示器和主体的第一耐火材料之间的视觉外观足够不同,而无需将气体吹过该塞。例如,第一耐火材料和第二耐火材料具有不同颜色,用裸眼看很明显,并且最终视觉磨损指示器5无需为多孔的。优选的是,视觉磨损指示器在无需必须冷却该容器的情况下为可视的,以使得第一耐火材料和第二耐火材料之间的视觉外观至少在包括在800°C和1500°C之间的温度下应为不同

的。显然,如果两种材料在较低温度下示出不同的外观,那么在大多数情况下其更好地满足在高温下对比为可视的。

[0029] 最终视觉磨损指示器5向上延伸至沿着纵向轴线X1从塞基部2a测量的该塞的高度 h_1 处,该高度高于该塞的最低腐蚀容许水平 h_0 。最终视觉磨损指示器5可由下述材料的任一种制成:碳化硅、菱镁矿、矾土、可浇铸 $Al_2O_3-SiO_2$ 、 Al_2O_3 、尖晶石、 $Al-C$ 、 $Mg-Cr$ 。最终视觉磨损指示器5优选地由 $Al-C$ 制成。

[0030] 本发明的透气塞包括额外的中间视觉磨损指示器4,中间视觉磨损指示器由不同于塞主体2和最终视觉腐蚀指示器5的第一和第二耐火材料的第三材料制成。中间视觉磨损指示器4的第三材料必须使得当通过腐蚀暴露时,从上方(即,从容器的内部)可见的塞在环绕的主体2、中间视觉磨损指示器4和最终视觉磨损指示器5(当暴露时)处产生不同的视觉外观。如图2和图3e所示,中间视觉磨损指示器4为细长杆的形式,该细长杆部分地嵌入最终视觉指示器5中,其一部分突出最终视觉指示器5。中间视觉磨损指示器4从高度 h_0 延伸至从该塞的基部2a开始的高度 h_2 ,高度 h_0 限定了等于或略大于该塞所容忍的最大腐蚀水平,其中 $h_0 < h_1 < h_2 < H$,其中 H 为该塞的总高度。

[0031] 这种布置充分利用两种视觉磨损指示器,因为该布置允许识别四个腐蚀水平。如图3a-d所示,当腐蚀到达大于 h_2 (=该中间视觉磨损指示器的最高点)的塞的高度 h 时,如图3a(沿A-A切开)所示,操作员从空容器上方观察可见的塞的顶部表面看起来像塞主体2的第一耐火材料的均匀表面。当腐蚀到达 h_2 和 h_1 (=最终视觉磨损指示器所到达的最高点)之间所包括的高度时,操作员可看见包围在塞主体2的第一耐火材料中的中间视觉磨损指示器4的横截面,如图3b(沿B-B切开)所示。当腐蚀进一步进行至 h_1 和 h_0 (=中间视觉磨损指示器的底端)之间时,操作员可看见三个不同部分:包围最终视觉磨损指示器5的横截面的环绕的主体2,最终视觉磨损指示器5自身包围了中间视觉磨损指示器4,如图3c(沿C-C切开)所示。最终,当腐蚀进行至低于 h_0 时,该塞的顶部表面的视觉外观简单地包括嵌入环绕的塞的第一耐火材料2中的最终视觉磨损指示器5的第二耐火材料,如图3d(沿D-D切开)所示。在该点,该塞不能进一步使用,以免其在下一次操作过程中将完全磨损从而在该塞应处于的位置留下大洞。

[0032] 中间视觉磨损指示器4可由第三耐火材料制成,该第三材料选自呈现用于最终视觉磨损指示器5的第二耐火材料的相同材料列表,只要其至少在包括在 $800^{\circ}C$ 和 $1500^{\circ}C$ 之间的温度范围下产生视觉外观,该视觉外观在一方面不同于塞的主体2的第一耐火材料以使得通过视觉观察可容易地发现该塞被腐蚀至包括在 h_2 和 h_1 之间的高度,并且在另一方面不同于所述第二耐火材料以使得可识别该塞在 h_1 和 h_0 之间的腐蚀。第三耐火材料可与塞主体的第一耐火材料相同,但孔隙度更高,从而在中间视觉磨损指示器的顶部表面通过腐蚀而被暴露于周围环境时允许气体流动穿过该第三耐火材料,并且因而比环绕的主体以更快的速率冷却,从而产生比后者更暗的颜色。或者,该第三耐火材料同样地可在视觉上不同于第一耐火材料和第二耐火材料。例如,可对其加载颜料,诸如炭黑或二氧化钛,从而得到不同于第一耐火材料和第二耐火材料的颜色。

[0033] 在一个替代实施例中,中间视觉磨损指示器可由第三材料制成,该第三材料为非耐火的并且实际上具有低于将容纳在容器中的熔融金属的温度的熔化温度。当塞的腐蚀到达 h_2 的高度从而暴露中间视觉磨损指示器4的顶部以接触高于该第三材料的熔化温度的温

度下的该熔融金属时,中间视觉磨损指示器将熔化并且熔融中间视觉磨损指示器所留下的腔室由容器中所包含的熔融金属来填充。在排空该容器后,一些金属保留于该腔室中,从而形成US5330160中所记载的“电眼”。应强调的是,最终视觉磨损指示器5永远不应由低熔化温度材料制成,否则一旦将该塞腐蚀至高度 h_1 ,接触最终视觉磨损指示器5的顶部的熔融金属将使最终视觉磨损指示器5熔化,并填充其所留下的向下延伸至该塞的基部2a的腔室,并且流出容器造成灾难性后果。

[0034] 中间视觉磨损指示器的第三低熔化温度材料可选自皂石、硅酸钙、滑石或金属。在本发明的优选实施例中,中间视觉磨损指示器由金属,优选地由钢(诸如碳钢或不锈钢)制成。“低熔化温度材料”这个表述在这里用于指代具有低于容器中所容纳的熔融金属的温度的熔化温度的材料。

[0035] 或者,中间视觉磨损指示器的材料并非必然地呈现低于该容器中所容纳的熔融金属的温度的熔化温度。在这种情况下,该材料是这样的,其在通过吹氧清洁该塞的过程中熔化。通过吹氧清洁塞并非始终必需的,但该清洁有助于更好地识别不同的磨损指示器和/或使它们中的一些熔化。

[0036] 中间视觉磨损指示器4和最终视觉磨损指示器5为细长棱柱的形状,具有任何横截面几何形状:其横截面可为圆形的以产生圆柱体,或可为多边形的。如果中间视觉磨损指示器和最终视觉磨损指示器的横截面几何形状彼此不同,比如说一个为方形的而另一个为圆形的,那么两者之间的视觉对比可为甚至更醒目的,并且因此可避免向下至包括在 h_2 和 h_1 之间的高度的腐蚀(即,其中仅暴露中间视觉磨损指示器4)和向下至低于 h_0 的腐蚀(即,其中单独暴露最终视觉磨损指示器5)之间的任何混淆。

[0037] 中间视觉磨损指示器4通常具有包括在25和150mm之间的长度,优选地在30至100mm之间,更优选地在40和70mm之间。优选地将长度的20%–80%嵌入最终视觉磨损指示器5中,更优选地为长度的40%–60%之间的,和更优选地将中间视觉磨损指示器4的约一半嵌入最终视觉磨损指示器5中。可安全地使用塞,直至保持该塞的至少100mm未被腐蚀。为此原因,中间视觉磨损指示器4所到达的最低点 h_0 应略微地大于100mm,并且优选地包括在105和150mm之间,优选地在110和130mm之间。

[0038] 如果中间视觉磨损指示器4由导电材料(诸如金属)制成,那么其可有利于限定电路100、101、102,该电路连接至所述中间视觉磨损指示器4的至少两个不同点并且还表明该电路是否仍运行或是否由于该塞的腐蚀而中断的灯L0、L1、L2。图4示出了此类实施例的一个实例,其中三个平行电路均连接至在高度 h_0 处的中间视觉磨损指示器4的最低点,并且连接至该指示器的在不同水平高度的三个点:该指示器的顶部 h_2 处的第一电路102,中间视觉磨损指示器4与最终视觉磨损指示器5汇合处的高度 h_1 处的第二电路101,和在指示器4的底部 h_0 处但与第一连接点分离的第三电路100。将三个灯L0、L1、L2连接至各自平行电路并且只要电路运行就被点亮。当腐蚀到达中间视觉磨损指示器4的顶部处的高度 h_2 时,电路102中断并且灯L2熄灭,从而表明腐蚀已到达高度 h_2 。随着腐蚀到达高度 h_1 ,第二电路101中断并且灯L1熄灭,从而表明腐蚀到达水平 h_1 。最后,当腐蚀在高度 h_0 处到达中间视觉磨损指示器4的底部时,随着电路100中断,第三灯L0熄灭。当然,可将每个平行电路连接至电开关而不是灯,只要电流可在每个电路100、101、102中流动,该开关就保持打开。将每个开关连接至包括灯的第二回路。当连接至中间视觉磨损指示器的电路连接由于腐蚀而中断时,相

应的开关闭合第二回路,从而点亮相应的灯。此类外部灯指示器对用于监测联接至在短间隔不排空的冶金容器(例如在中间包中)的塞的腐蚀水平非常有用。因而,可警告操作人员该塞在中间包已排空之前的危险腐蚀水平。

[0039] 上文所描述的透气塞仅包括中间视觉磨损指示器4和最终视觉磨损指示器5,前者部分地嵌入后者中。显然,额外的第三或甚至第四磨损指示器很可能可部分地嵌入彼此中,从而得到该塞的腐蚀速率的更精细读数。然而相信根据本发明的双指示器塞将满足使用此类塞的大多数应用的需求。

[0040] 根据本发明的透气塞可非常容易地和经济地制造。首先制造双指示器单元。可将细长杆或棱柱形式的中间视觉磨损指示器4放置成站立在工具的底部,进入深度对应于中间视觉磨损指示器4伸出最终视觉磨损指示器5的部分的腔室中。然后将第二耐火材料的粉浆(slip)浇铸于该杆上并至少部分地硬化。或者,将第二耐火材料的粉浆浇铸于棱柱形(优选地圆柱形)工具中而在仍为粘性时将第三材料的细长杆或棱柱部分地浸入所述粉浆中,该粉浆然后至少部分地硬化。如果使用电路,那么将布线在双指示器单元的制造过程中嵌入最终视觉磨损指示器5中。

[0041] 然后,将部分硬化的双指示器单元定位于工具的底部以用于生产塞主体2。如果该塞为直接透气型工具,那么应将在烧成温度下降解的材料箔定位于将布置狭缝的位置。然后将第一耐火材料的粉浆浇铸于双指示器单元上以形成塞主体2并且可将该工具加热以焙烧第一耐火材料和第二耐火材料。在烧成之后,可将该塞脱模并且可执行如本领域的技术人员所熟知的最终工艺步骤。或者,可将该塞直接地浇铸于其金属壳体中。本领域的技术人员可容易地将加热处理和工艺步骤适应于不同情况。

[0042] 根据本发明的透气塞通过利用简单的双指示器单元给出该塞的至少四个腐蚀水平的信息(如图3所示),该双指示器单元包括部分地嵌入最终视觉磨损指示器5中的中间视觉磨损指示器4。该简单设计的塞的生产非常容易和经济,很像无指示器的标准塞,不需要如US5330160或US5421561中所述的钻腔室以将杆插入其中的高劳动强度加工步骤。该简单设计允许实施如前述文件中所描述的“电眼”,该“电眼”具有额外功能并以更简单的方式来生产。本发明可以类似于直接和间接透气型两者的透气塞来实施。

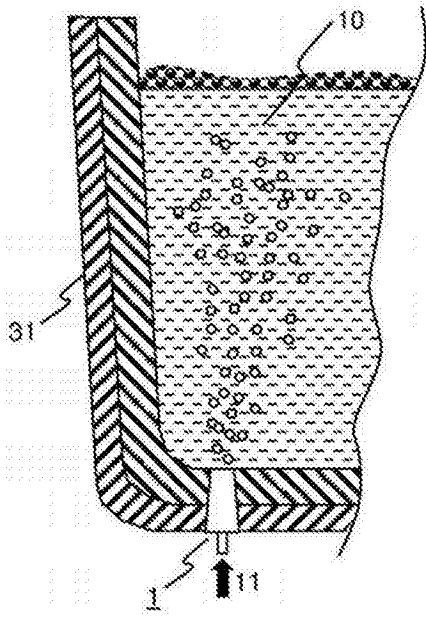


图1

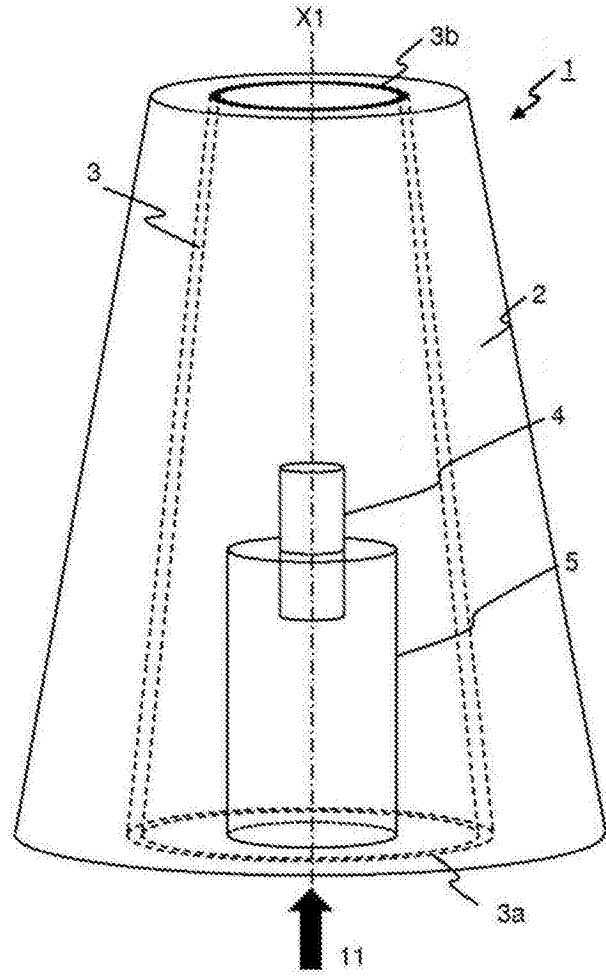


图2

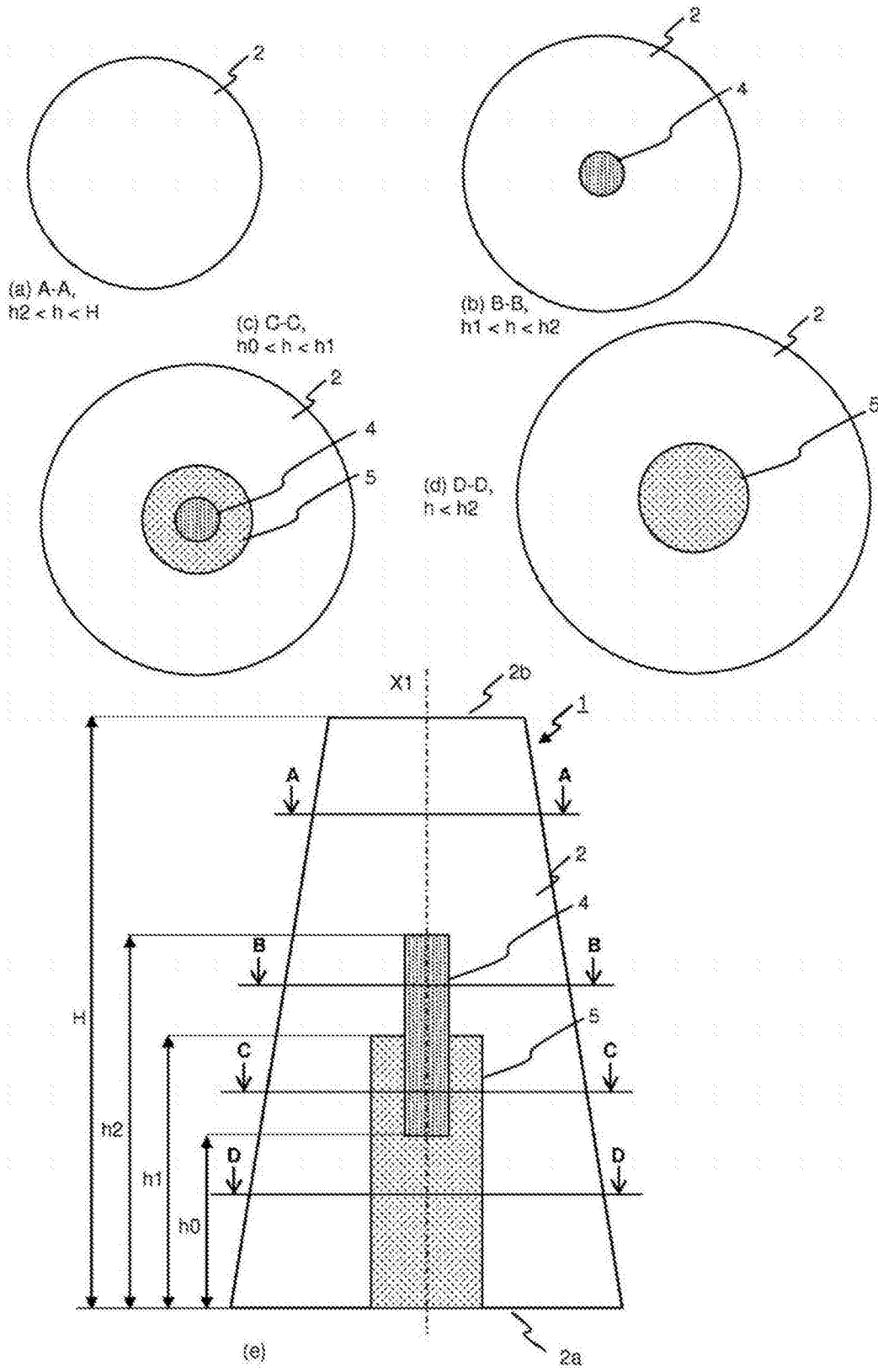


图3

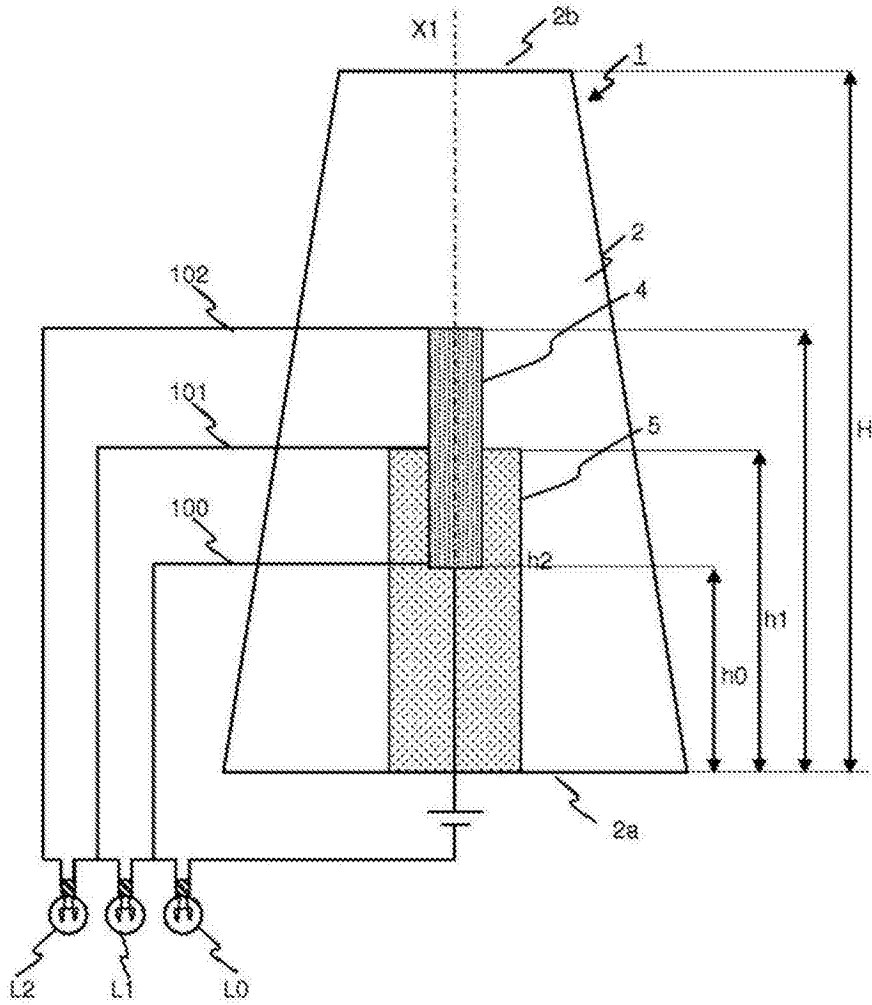


图4