



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102712958 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201080056640. 4

代理人 余刚 吴孟秋

(22) 申请日 2010. 12. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

91633 2009. 12. 18 LU

G21B 7/10 (2006. 01)

F27D 1/12 (2006. 01)

F27D 9/00 (2006. 01)

F28D 15/02 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 06. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/069689 2010. 12. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02011/073223 EN 2011. 06. 23

(71) 申请人 保尔伍斯股份有限公司

地址 卢森堡卢森堡

(72) 发明人 居伊·蒂伦 利昂内尔·豪斯埃默尔

尼古拉·马焦利

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

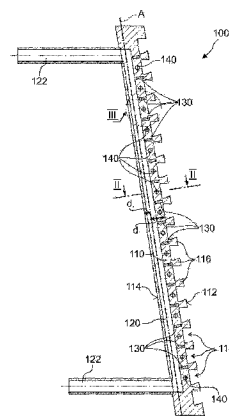
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 7 页

(54) 发明名称

用于冶金炉的立式冷却板

(57) 摘要

一种用于冶金炉的立式冷却板(100), 特别是用于鼓风炉的立式冷却板, 具有金属的板体(110) 以及至少一个内部冷却剂通道(120), 板体具有前表面(112) 和后表面(114)。热管组(130) 与板体(110) 中的冷却剂通道相关联, 以改善从前表面(112) 至相关联的冷却剂通道(120) 的传热。根据本发明, 热管组中的每根热管(130) 均布置在板体内, 并且该热管的冷凝端部分(132) 被包围在板体(110) 的邻近相关联的冷却剂通道(120) 的金属材料中。通过该区域的金属材料进行从冷凝端部分(132) 至相关联的冷却剂通道(120) 的传热。



1. 一种用于冶金炉的立式冷却板,特别是用于鼓风炉的立式冷却板,
所述立式冷却板包括:
板体,所述板体由金属材料制成并具有:
面向所述冶金炉的内部的前表面;
相对的后表面;以及
位于所述板体内的至少一个内部冷却剂通道,所述冷却剂通道具有带有纵向轴线的主体部分;以及
与所述冷却剂通道相关联的热管组,每根热管具有:
蒸发端部分以及
冷凝端部分,
所述热管组布置在所述板体中以改善从所述前表面至相关联的所述冷却剂通道的传热;
其特征在于,所述热管组中的每根热管均布置在所述板体内,并且所述热管的冷凝端部分被包围在所述板体的邻近相关联的所述冷却剂通道的金属材料中,以通过邻近相关联的所述冷却剂通道的所述金属材料进行从所述冷凝端部分至相关联的所述冷却剂通道的传热。
2. 根据权利要求1所述的立式冷却板,其特征在于,所述热管组包括沿着相关联的所述冷却剂通道的所述纵向轴线以规则的间隔分层地布置的多对热管。
3. 根据权利要求2所述的立式冷却板,其特征在于,每对热管中的两根热管的冷凝端部分布置在相关联的所述冷却剂通道的所述主体部分的相对侧上。
4. 根据权利要求2或3所述的立式冷却板,其特征在于,每对热管中的热管关于前后方向倾斜地布置,并且这些热管的蒸发端部分比这些热管的冷凝端部分隔开得更远。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的立式冷却板,其中,所述立式冷却板的所述前表面包括用于保持耐热材料的交替的保持肋和保持槽,其特征在于,所述热管分层地布置在所述保持肋的高度处。
6. 根据权利要求5所述的立式冷却板,其特征在于,所述热管布置为使得这些热管的蒸发端部分被包围在一保持肋内。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述热管组中的每根热管均布置为在所述板体内从所述前表面附近延伸至相关的所述冷却剂通道附近,优选地沿着垂直于所述纵向轴线的一方向延伸。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述热管组中的每根热管均布置为使得该热管的蒸发端部分被包围在邻近所述前表面的金属材料中,以通过邻近所述前表面的所述金属材料将热从所述前表面传递至所述蒸发端部分。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述立式冷却板还包括第一组辅助热管,所述第一组辅助热管布置在所述板体中,从而垂直于所述冷却剂通道的所述纵向轴线并平行于所述前表面延伸以改善沿着所述板体的宽度方向的热分布。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述立式冷却板还包括第二组辅助热管,所述第二组辅助热管布置在所述板体中,从而平行于所述冷却剂通道的所述纵向轴线延伸以改善沿着所述板体的长度方向的热分布。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述板体包括多个平行的内部冷却剂通道,每个冷却剂通道具有各自相关联的热管组,并且所述冷却剂通道的纵向轴线布置为与所述板体的所述前表面相比更靠近所述后表面。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述热管组中的所述热管每根均包括内部工作介质和内部芯布置,特别是烧结金属芯布置或内部槽布置,以用于通过毛细作用使所述工作介质从所述冷凝端部分回到所述蒸发端部分。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,对于所述热管组中的每根热管,金属的所述板体包括从所述后表面开始钻孔且终止在所述前表面附近的相应盲孔,每根热管以导热方式固定在该热管的相应盲孔内,优选地通过紧密配合固定。

14. 根据权利要求1至12中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述板体由铸造金属制成,并且对于所述热管组中的每根热管,所述板体包括相应的已校准钢盲管,所述钢盲管铸造在所述板体中并从所述后表面开始延伸且终止在所述前表面附近,每根热管以导热方式固定在该热管的相应盲管内,优选地通过紧密配合固定。

15. 根据权利要求1至12中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述板体由铸造金属制成,并且所述热管组中的每根热管铸造在金属的所述板体中。

16. 根据权利要求1至15中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述热管组中的每根热管均布置为使得该热管的冷凝端部分位于距离相关联的所述冷却剂通道的外壳在2mm至15mm的范围内的一距离处,优选地位于距离相关联的所述冷却剂通道的外壳在5mm至10mm的范围内的一距离处。

17. 根据权利要求1至16中任一项所述的立式冷却板,其特征在于,所述板体由黑色金属制成,特别地由铸铁或钢制成。

18. 一种鼓风机,所述鼓风机包括多个根据前述权利要求中任一项所述的立式冷却板。

19. 根据权利要求18所述的鼓风机,其特征在于,所述立式冷却板由铸铁或钢制成并安装在所述鼓风机的炉腰和/或炉腹的高度处。

用于冶金炉的立式冷却板

技术领域

[0001] 本发明通常涉及用于熔炉的冷却设备,更具体地涉及在冶金炉中使用的立式冷却板。本发明涉及旨在特别地(但不限于)在竖炉中(尤其在用于生铁生产的鼓风炉中)使用的立式冷却板。

背景技术

[0002] 立式冷却板(也叫做“板式冷却器”、“冷却板”或简单地叫做“立式板”)已在鼓风炉中使用数十年,其用于保护炉护板。立式冷却板布置于炉护板(即,炉壳)的内部上,并典型地具有与炉子的冷却系统连接的内部冷却剂管道。冷却剂管道通常由分开的铸造(cast-in)冷却剂管形成,或由钻入的或铸造的内部通道形成以减小界面处的热阻。“热表面”(即,面向炉子内部的立式板表面)典型地涂有耐热材料,以将立式板与加工环境隔离。立式板冷却的最初目的是,耐热材料会磨损并且理论上立式板可在热表面上没有耐热材料的情况下工作。然而,此情况将使立式板受到由于加工环境而引起的相当大的磨损,并最终导致故障,即使立式板的冷却促进在热表面上形成保护层(“棚料(scaffold)”)。

[0003] 最初最广泛使用的是具有铸铁板体的立式冷却板,现在仍是一样。更近一些,已经提出并成功使用了具有由铜或钢制成的板体的立式冷却板。虽然铜立式冷却板通常具有比铸铁或钢立式冷却板好得多的导热性,但是前者的耐磨性比后者小得多。因此,对立式冷却板在其中受到非常大的机械应力的炉区无法简单地装配铜立式冷却板。此外,铜立式冷却板通常比铸铁立式冷却板贵。

[0004] 由于其更高的导热性,现在在炉子的下部区域中,在炉腰和炉腹中主要使用铜板,在这些地方,一定会施加更高的热负载,并且,非常希望形成保护性的“棚料”。另一方面,铸铁(或钢)立式板通常被证明在如今的高负载炉子的下部区域中不能充分导热,在所述下部区域一定会施加非常高的热负载。然而,铸铁(或钢)立式板具有比铜立式板更高的机械耐磨性。事实上,在铜立式板的耐热涂层或保护性棚料不完整的情况中,铜立式板会被磨损性的未减少的负荷严重损坏。此外,铜立式板由于不均匀的热负载而更易于变形,这种变形会增加损坏立式板的危险。

[0005] 如将理解的,不管立式板由铜还是黑色金属制成,立式板的机械损坏都可能导致其内在的内部冷却剂通道破裂。由于由泄漏入高温炉内部的冷却液而产生的爆炸性氢气的形成,这种破裂导致相当大的爆炸危险。在这种泄漏出现至不可接受的程度的情况下,由于在操作过程中不能更换立式冷却板,所以必须执行炉子运转的非常昂贵的中断。

[0006] 在减小冷却剂泄漏入炉子的可能性以及最小化相关危险和成本的尝试中,美国专利申请 2008/0111287 提出了一种改进的立式板设计,其中,立式板没有通常的内部冷却剂通道(与冷却回路连接)。与传统的立式板相反,US 2008/0111287 提出安装从立式板板体的内部延伸至炉壳外部的散热器的热管设备,其中,热管与冷却剂回路安全地连接。因此,在这种立式板中,将热管的冷凝端部分布置在炉壳外部,同时仅将热管的蒸发端部分布置在立式板的板体内。德国早期公开 No. DE 2804282、日本专利申请 No. JP 54050477 和苏联

发明人证书 SU 499300 中提出了相似的设计。如将指出的,与传统的立式板相比,后者设计在立式板内部完全没有冷却回路的冷却水通道。虽然这些设计由此相当程度上降低了由于漏水而引起的“氢气爆炸”的危险,并且,虽然其可能提供相似的或甚至改进的除热能力,但是,其主要缺点在于,需要很大程度地修改已有冷却回路基础结构和炉壳。换句话说,上述设计并不易于适合于改造已有鼓风炉,即不适于在没有额外安装成本的情况下在已有炉子处就地安装。

[0007] 国际专利申请 No. WO 80/01000 和美国专利 No. 4, 561, 639, 以及,类似地,国际专利申请 No. WO 80/01201 中提出了减小冷却水进入炉子内部的危险的类似方法。

[0008] 根据 WO 80/01000 和 US 4, 561, 639 的立式板设计还包括由金属材料制成的板体,其前表面面向炉子的内部。与之前设计相反,并且以与传统的立式冷却板相似的方式,这些立式板在板体内仍包括内部冷却剂(冷却水)通道,所述通道以典型的方式连接至炉子冷却回路。然而,作为传统立式板的改进,将一组热管与冷却剂通道相连,热管布置于板体中以改进从前表面(“热表面”)至内部冷却剂通道的热传递。因此,改进了导热性,从而降低机械故障的危险。此外,如果是一些不安全的冷却介质,热管的承受能力更差,从而热管比冷却剂通道更容易产生机械故障。虽然热管允许简单的改进并与已有冷却剂回路连接,但是,根据 WO 80/01000 或 US 4, 561, 639 的设计仍存在较大的冷却剂泄漏的危险。

[0009] 技术问题

[0010] 本发明的第一目的是提供一种具有上述类型的普通构造的立式冷却板,与传统的立式冷却板相比,其具有更小的冷却剂泄漏的危险,同时更容易适合于安装在已有冶金炉中,而不需要较大的结构修改。如权利要求 1 所要求保护的立式冷却板可实现此目的。

发明内容

[0011] 本发明涉及一种用于保护冶金炉(尤其是鼓风炉)的壳体的立式冷却板(简言之就是“立式板(stave)”)。以已知的方式,立式冷却板包括由金属材料制成的板体。板体具有前表面和相对的后表面,当安装立式板时,所述面分别面向冶金炉的内部和面向壳体。同样以已知的方式,在板体内设置有至少一个内部冷却剂通道,冷却剂通道具有主体部分,该主体部分通常是(但并非必须是)直的并且具有圆柱形的横截面。根据本发明,一组热管与冷却剂通道中的至少一个配合,典型地与每条冷却剂通道配合。每根热管具有蒸发端部分和冷凝端部分。热管组被布置在板体中以改进通常从前表面(即从“热表面”)至相对的“冷表面”(更具体地,至相关的冷却剂通道)的热传递。

[0012] 为了实现上述第一目的并根据本发明,热管组中的每根热管被布置在板体内,即不明显地从板体伸出,并进一步将其冷凝端部分设置为部分封闭或完全封闭在靠近相关冷却剂通道的板材料中。也就是说,每根热管的冷凝端部分在板材料中部分地被包围或完全包含在(嵌在)板材料中,在任一情况中,不会伸入冷却剂通道。因此,在操作过程中,从冷凝端部分至冷却剂通道的热传递通过靠近冷却剂通道的金属材料发生。换句话说,通过经由热管和相关冷却剂通道之间的板体的金属材料的界面的热传导来间接地冷却冷凝端部分。

[0013] 通过集成相对小的热管,可显著提高立式板的整体导热性,尤其是在立式板由黑色金属制成的情况中,但是在立式板由铜制成的情况中也是一样。有限元计算预测,对于铸铁立式板,与传统的铸铁立式板相比,增加 > 30% 的导热性,并且对于铜立式板,与传统的

铜立式板相比,增加 $> 10\%$ 的导热性。此外,增强了热分布,从而减小由于板体中过高且不均匀的温度而产生塑性变形的危险。最终,通过提供根据本发明的热管,可延长立式板的使用寿命。

[0014] 与装配有根据 US 2008/0111287、DE 2804282、JP 54050477 或 SU499300 的热管的立式板相比,根据本发明的立式板具有与已有设计一致的显著优点。事实上,目前提出的立式板使得能够安装在已有炉子中(改造(retrofitting)),即使需要改变也不会对冷却设备产生较大的改变,不需要将热管与改进的冷却回路连接,并且不需要就地产生热管真空(对所提到的现有技术立式板可能本质上需要)。

[0015] 与装配有根据 WO 80/01000 和 US 4,561,639 的热管的立式板相比,根据本发明的立式板具有重要优点,即进一步减小冷却剂泄漏入炉子的危险。事实上,根据 WO 80/01000 和 US 4,561,639,在板体中设置与冷却剂通道连接以容纳热管的腔体,热管的冷凝端部分设置在冷却剂通道内。这些腔体不可避免地产生从相关冷却剂通道至立式板前表面附近的部分的通道,必须可靠地密封所述通道以便避免在腔体中出现机械故障(例如,破裂或开裂)的情况下由此管道产生任何泄漏。因此,随着不断磨损,不能可靠地排除冷却剂从根据 WO 80/01000 和 US 4,561,639 的立式板的泄漏。在根据本发明的立式板中,由保持在热管的冷凝端部分和相关冷却剂通道之间的板体的金属材料隔板(barrier)来除此缺点。

[0016] 在板体由黑色金属制成(尤其是由铸铁或钢制成)的情况中,实现导热性的有益的增大。因此,可获得同时具有铸铁或钢立式板的机械强度和较高热效率的优点的立式板。然而,用铜立式板也可实现导热性的显著增加。

[0017] 优选地,每组热管包括沿着相关冷却剂通道的主体部分的纵向轴线设置的热管对,所述热管对优选地以规则间隔分层设置。然而,每层可交替地包括单根热管和热管对,从而进一步提高整体导热性。在后一种情况中,将每对热管中的两根热管的冷凝端部分有利地设置在相关冷却剂通道的主体部分的相对侧上。此外,为了增加热管长度并由此增加有效的“热短路(thermal short)”,并且为了同时实现对前表面的更均匀冷却,优选地将每对热管中的热管相对于前后方向倾斜地设置,并且将热管蒸发端部分比冷凝端部分间隔的更远。

[0018] 在立式板的前表面包括用于保持耐热材料的交替的保持肋和保持槽的情况中,优选地将热管分层地布置在保持肋的高度上,以增强板体内的热管的机械保护。在本发明的后一实施方式中,将热管的蒸发端部分布置为包围在保持肋内,以进一步减小整体导热性。可替代地,可将热管布置为不伸入保持肋,以最小程度地承受机械应力。

[0019] 在另一优选实施方式中,热管组中的每根热管在板体内从前表面附近完全延伸至相关冷却剂通道附近,并优选地沿着垂直于相关冷却剂通道的主体部分的纵向轴线的方向延伸。优选地,也将一组热管中的每根热管布置为将其蒸发端部分包围在靠近前表面的金属材料中。因此,从前表面至蒸发端部分的热传递通过靠近前表面的金属材料的界面产生,从而,防止蒸发端部分出现机械磨损。

[0020] 在另一优选实施方式中,第一组辅助热管被布置在板体中,以垂直于冷却剂通道的纵向轴线并平行于前表面延伸。这种辅助热管改进沿着板体的宽度方向的热分布。为了增加沿着板体的长度方向的热分布,可将第二组辅助热管布置在板体中,以平行于冷却剂通道的纵向轴线延伸。

[0021] 典型地,板体包括多个平行的内部冷却剂通道,每个冷却剂通道具有各自相应的本发明的热管组。在后一种情况中,有利地冷却剂通道的纵向轴线被布置为离后表面的距离比离前表面的距离更近,尤其是在板体的底壁厚度的最后 40% 内。在此结构中,立式板中的输水通道(整体形成的通道或插入的管)与炉子内部离得更远。从而进一步减小穿透的危险,并且,在立式板前侧上出现致命故障的某些情况中,此设计可确保没有水进入炉子。因此,可进一步减小氢气爆炸的危险。

[0022] 优选地,为了确保任何方向上的操作,热管优选地包括内部芯布置(internal wick arrangement),例如是烧结金属芯布置或内部槽布置,以通过毛细作用使热管工作介质从冷凝端部分返回至蒸发端部分。

[0023] 根据所选择的制造模式,金属板体可包括:

[0024] - 对于热管组中的每根热管,从后表面开始钻相应的盲孔并且其终止于前表面的附近,将每根热管以导热方式(优选地通过紧密配合)固定在其相应盲孔内;或者

[0025] - 对于热管组中的每根热管,在板体中铸造相应校准用(calibrated)的钢盲管并且其从后表面延伸并终止于前表面的附近,将每根热管以导热方式(优选地通过紧密配合)固定在其相应盲管内。

[0026] 在替代的制造模式中,其中,板体由铸造金属制成,并且,热管组中的每根热管铸造在金属板体中。

[0027] 不管制造模式如何,在优选实施方式中,有利地,热管组中的每根热管被布置为冷凝端部分位于离相关冷却剂通道的外壳至少 2mm 的距离处,优选地在 2 至 15mm 的范围的距离处。

[0028] 如将理解的,本发明的立式板尤其适于鼓风炉冷却系统中的工业应用。在优选应用中,所提供的立式板由铸铁或钢制成并安装在鼓风炉的炉腰和 / 或炉腹的高度处。

附图说明

[0029] 参照附图,通过以下非限制性实施方式的详细描述,本发明的其它细节和优点将变得显而易见,其中:

[0030] 图 1 是根据第一实施方式的立式冷却板的纵向横截面视图;

[0031] 图 2 是沿着图 1 和图 4 中的线 II-II 截取的侧向横截面视图;

[0032] 图 3 是图 1 中的区域 III 的放大视图;

[0033] 图 4 是根据第二实施方式的立式冷却板的纵向横截面视图;

[0034] 图 5 是图 4 中的区域 V 的放大视图;

[0035] 图 6 是沿着图 4 中的线 VI-VI 截取的侧向横截面视图;

[0036] 图 7 是根据第三实施方式的立式冷却板的纵向横截面视图;

[0037] 图 8 是图 7 中的区域 VIII 的放大视图;

[0038] 图 9A 是沿着图 7 中的线 IXA-IXA 截取的侧向横截面视图,其示出了立式冷却板的第三实施方式;

[0039] 图 9B 是示出了立式冷却板的第四实施方式的侧向横截面视图。

[0040] 在这些图中,相同的参考标记或百位数字增加的参考标记用来表示全文中相同的或功能相似的部件。

具体实施方式

[0041] 在图 1 中,在纵向横截面视图中示出了立式冷却板 100 (在下文中称为“立式板”)的第一实施方式。立式板 100 包括由金属材料制成的板体 110,该金属材料例如是诸如铸铁的黑色金属,典型地是球墨铸铁(球墨铸铁,DIN “GGG”型)或者是片状石墨铸铁(灰铸铁,DIN “GGL”型)。如将理解的,板体 110 也可由另一金属制成,例如铜。金属板体 110 具有大体上平行六面体的形状,其中前表面和相对的后表面分别用 112 和 114 表示。板体 110 的前表面 112 (“热表面”)有利地设置有一系列交替的且规则隔开的平行保持肋 116 和保持槽 118。肋 116 和槽 118 在侧向横截面上优选地是楔形(dovetail),如图 3 中最佳地看到的。因此,如图 1 所示,使前表面 112 成波纹状,以增加热交换表面,并改进典型地设置于前表面 112 上的耐热涂层的粘着性。将立式板 110 布置于冶金炉(例如,鼓风机(未示出))的壳体内侧上,其中前表面 112 面向炉子的内部反应空间。典型地,板体 110 具有以下范围的尺寸:长度:500-5000mm,宽度:200-2000mm,板厚:(最小尺寸,即除了肋 116 以外的底壁厚度)40-500mm。

[0042] 参考数字 120 表示通常笔直的、圆柱形的冷却剂通道,该冷却剂通道例如是在铸造板体 110 的过程中整体形成的内部通道的形式(如图 1 所示),或者可替代地,是由连续钻孔来加工的通道的形式。如图 2 中的立式板的侧向横截面所最佳地示出的,板体 110 包括多个这种冷却剂通道 120,其通常彼此平行。冷却剂通道 120 在内部延伸,并在前表面 112 和后表面 114 之间的金属板体 110 内延伸。每条冷却剂通道 120 的横截面通常是圆形的,但是,不排除不同的形状,例如椭圆形的截面。如图 1 进一步看到的,内部冷却剂通道与连接管部分 122 连接。图 1 中的连接管部分 122 横向地焊接至形成冷却剂通道 120 的整体形成的通道,或者替代地,可由冷却剂管的弯曲部分形成,将冷却剂管插入钻孔中或铸造入板体 110,并且该钻孔形成冷却剂通道(未示出的替代方案)。连接管部分 122 分别形成用于将内部冷却剂通道 120 连接至鼓风炉的冷却回路(未示出)的入口和出口。虽然并非必须是完全笔直的和直线的,但是每条冷却剂通道 120 通常具有至少一个直线主体部分,该直线主体部分具有纵向轴线 A,如图 1 和图 2 中最佳地看到的。

[0043] 如图 1 中显而易见的,主要的热管 130 的组与每条冷却剂通道 120 配合。如公知的,热管具有非常高的有效导热性,其通常是铜的导热性的几百倍,并由此可认为是“热短路(thermal short)”。热管 130 的适当构造本身是已知的。例如,进一步的细节可在 Reay、David 和 Peter Kew 的“热管,第五版:理论、设计和应用”Butterworth-Heinemann 出版社;5ed. (2006);ISBN 978-0750667548 中发现。

[0044] 如图 3 所最佳地示出的,每根热管 130 具有蒸发端部分 132 (典型地称作“蒸发器部分”)和冷凝端部分 134 (典型地称作“冷凝器部分”)。如应当注意的,为了在根据本发明的立式板 100 中使用,热管 130 具有内部工作介质(工作流体)以及壳材料,该壳材料适于 >760℃ 的温度。例如,适当的工作介质是水或水银。热管 130 通常具有内部芯布置,例如烧结金属芯布置或内部槽,以便不管热管 130 的定向如何,通过毛细管作用将工作介质从冷凝端部分 134 返回至蒸发端部分 132。替代地或另外地,确保从冷凝端部分 134 至蒸发端部分 132 具有适当倾斜的定向(例如,见以下第二辅助热管组),可通过重力导致或帮助工作介质返回,从而使得能够使用更便宜的热管 130。然而,圆柱形壳几何形状是最实用的,热管

130 在原则上可具有任何通常细长的几何形状。

[0045] 如图 3 的放大图中最佳地看到的,将每根热管的冷凝端部分 134 设置在相关冷却剂通道 120 的附近,而将蒸发端部分 132 设置在板体 110 的前表面 112 的附近。因此,将主组的每根热管 130 设置在板体 110 中,以改进总体上从前表面 112(“热表面”)至后表面 114(“冷表面”)的热传递,具体地是改进从前表面至相关内部冷却剂通道 120 的热传递。如图 1 所示,在与给定冷却剂通道 120 相关的一组热管 130 内,热管 130 沿着纵向轴线以规则的间隔分层地布置,优选地布置成基本上覆盖相关冷却剂通道 120 的整个长度的组。在图 1 至图 3 的立式板 100 中,将每根热管 130 布置为从相关冷却剂通道 120 的附近延伸至前表面 112 的附近,不伸入保持肋 116。因此,图 1 至图 3 的热管 130 被嵌在板体 110 的核心平行六面体形部分内,不进入肋 116,以避免受到肋 116 所典型地受到的更大的机械应力,其中,该机械应力由温度梯度及其耐热支撑功能导致。另外,优选地将热管 130 布置为在除了板体 110 的最上和最下纵向极限位置以外的中心区域内基本覆盖相关冷却剂通道 120 的长度,所述极限位置也受到相当大的应力和磨损。

[0046] 优选地,如图 1 和图 3 所示,将热管 130 分层布置,从而对应于保持肋,热管的纵向轴线 B 与对应的保持肋 116 的对称平面基本重合。也可以不同的方式布置热管 130,例如,不使其纵向轴线 B 精确地位于保持肋 116 的中间平面。如图 3 最佳地看到的,优选地将热管 130 布置为使其纵向轴线 B 定向为基本垂直于纵向轴线 A。在图 1 的立式板 100 中,每层包括单根热管 130,其轴线 B 被布置为与相关冷却剂通道的轴线 A 交叉。每组中与冷却剂通道 120 相关的热管 130 的数量近似等于保持肋 116 的数量,对一个或两个最上和最下保持肋 116 去除 2 至 4 根热管,如图 4 所示。

[0047] 如将理解的以及如图 3 所最佳示出的,每根主热管 130 嵌在金属板体 110 内,其冷凝端部分 134 被包围在板体 110 的金属材料的“冷却”部分中,该冷却部分靠近相关冷却剂通道 120。因此,在操作中,从冷凝端部分 134 至相应的冷却剂通道的热传递通过靠近冷却剂通道 120 的板材料的“冷却”部分产生。换句话说,热管 130 不伸入冷却剂通道 120,也不从板体 110 伸出。因此,热管 130 安全地包围在板体 110 的材料内,并且,由磨损或应力导致的对任何一根热管 130 的损害不会导致由于热管 130(尤其是其冷凝端部分 134)和冷却剂通道 120 之间的金属材料的残留障碍(remaining barrier)所引起的从相关冷却剂通道 120 的泄漏。优选地,布置每根热管 130,使得其冷凝端部分 134 和相关冷却剂通道 120 的外壳(例如,圆柱形的)之间的最短距离大于 2mm,优选地在 2mm 至 5mm 的范围内,更优选地在 5mm 至 10mm 的范围内,以在低热阻下确保实用安全性。

[0048] 为了进一步防止热管 130 受到前表面 112(热表面)所受到的应力和磨损,将每根热管 130 布置为使其蒸发端部分 132 包围在靠近前表面 112 的板体 110 的金属材料的“加热”部分中。因此,从前表面 112 至蒸发端部分 132 的热传递通过靠近前表面 112 的板材料的相应“加热部分”产生。

[0049] 如将进一步理解的,除了实现明显降低泄漏危险以外,所提出的热管 130 的构造大幅度增加前后方向上(从“热”前表面 112 至“冷”后表面 114)的整体导热性。因此,这还允许将每条冷却剂通道 120 定位为比典型建议的传统立式板更靠近后表面 114。优选地,由此冷却剂通道 120 的纵向轴线 A 被布置为离后表面 114 的距离比离前表面 112 的距离更近,即,比例 $dr/df \leq 1$ 。优选地, $dr/df \leq 0.8$,更优选地 $dr/df \leq 0.7$,其中, dr 是轴线 A

至后表面的距离,df 是轴线 A 至前表面 112 的距离(在槽 118 的水平(level)处),如图 1 所示。构造冷却剂通道 120,使得冷却剂通道 120 和后表面 114 之间的板体 110 的材料剩余厚度减到最小,优选地在 5mm 至 50mm 的范围内。结果,进一步减小了导致泄漏的冷却剂通道 120 的由应力引发的故障的危险,因为后表面 114 受到最小的机械应力。

[0050] 图 1 示出了第一组平行的辅助热管 140,其以不同方向嵌在板体 110 中。如图 2 中最佳地看到的,将多根第一辅助热管 140 中的每根都布置为使其纵向轴线 C 垂直于平行冷却剂通道 120 的纵向轴线 A 且总体上平行于前表面 112 延伸。热管 140 的端部 142,144 位于靠近板体 110 的相对侧边缘的板材料内。因此,根据板体 110 内的温度分布,端部 142,144 用作冷凝器或蒸发器部分。由于热管 140 的相当长的长度,热管 140 通常装配有绝热中心部分 146,端部 142,144 通过该部分连接。如图 1 所示,优选地将热管 140 布置在相应保持槽 118 的中间平面,对除了最上和最下槽 118 以外的每个保持槽 118 提供热管 140。如图 3 中最佳地看到的,将热管 140 布置为使其纵向轴线 C 基本位于冷却剂通道 120 的圆柱形外壳和相应槽 118 底部处的前表面 112 的表面之间的最短距离上的中心处。如将理解的,第一组辅助热管 140 沿着板体 110 的宽度方向增加热分布,并由此也在冷却剂通道 120 之间更均匀地分布热负载。优选地,辅助热管 140 规则地间隔,与主热管 130 交替,作为基本上覆盖冷却剂通道 120 的长度的组。另外,虽然未在图中示出,但是可以相似的方式设置第二组辅助热管,以改进沿着所述板体的长度方向的热分布,并由此减小板体的卷曲。可将这种热管嵌在板体 110 中,以平行于冷却剂通道 120 的纵向轴线 C 延伸。

[0051] 图 4 至图 6 示出了立式板 200 的第二实施方式。为简明起见,下面仅详细说明了图 4 至图 6 的立式板 200 与图 1 至图 3 的立式板 100 的不同之处。由百位数字增加的数字表示的其它特征与上述特征相同或相似。

[0052] 如图 5 中最佳地看到的,与立式板 100 相反,立式板 200 中的主热管 230 的蒸发端部分 232 被包围在形成相应保持肋 216 的板材料内。对于部分伸入保持肋 216 的热管 230,进一步增加其导热性,因为蒸发端部分 232 位于更靠近波纹状前表面 212 的最前平面处。因此,根据其所需长度,热管 230 可设置有中间绝热部分。优选地,将冷凝端部分 234 和相关冷却剂通道 220 之间的安全距离选择为与上面相对于图 1 至图 3 设置的安全距离相似。另外,即使故障(例如,热管 230 的破裂)是不重要的,也优选地布置每根热管 230,使得其蒸发端部分 232 和相应肋 216 的端部处的前表面 212 的表面之间的最短距离在 5mm 至 50mm 的范围内,以将受到的机械应力和磨损减到最小,以确保热管 230 的足够的使用寿命。

[0053] 如应当注意的和在图 2 中的侧向横截面视图中示出的,图 4 至图 6 的立式板 200 也装配有辅助热管 240,其与上面图 2 中进一步详细描述的一样进行构造和布置。此外,每根热管 230 的轴线 B 也平行于前后方向,由图 6 中的线 D 表示。

[0054] 图 7 至图 9A 示出了立式冷却板的第三实施方式,由参考数字 300 表示。下面仅详细说明了与图 1 至图 3 的立式板 100 和图 4 至图 6 的立式板 200 的不同之处。其它特征与上述特征相同或相似。

[0055] 在图 7 至图 9A 的立式板 300 中,在所使用的热管 330 的数量方面和其在板体 310 内的方向方面,以不同的方式构造主热管 330 的组。如图 9A 中最佳地看到的(沿着图 7 的线 IXA-IXA 剖开),与给定冷却剂通道 320 相关的每组在每层中包括一对热管 330,层与保持肋 316 相对应(除了一个或两个最上和最下肋以外)。因此,在图 7A 至图 9 的实施方式中,热

管 330 的总量大约等于冷却剂通道 320 的数量乘以肋 316 的数量乘以 2, 因此, 例如, 总计是数十根热管。因此, 当与图 1 至图 6 相比时, 由沿着相关冷却剂通道 320 的纵向轴线 A 以规则间隔布置的热管 330 的对在前后方向上实现额外增加的导热性。因此, 根据图 7 至图 9A 的立式板 300 具有甚至更高的热效率, 并且甚至更不易于过早失效。如图 9A 中进一步看到的, 将每对的两根热管 330 倾斜地且相对于横向前后方向 D 镜像对称地布置。更具体地, 靠近前表面 312 的蒸发端部分 332 间隔的程度比相关冷却剂通道 320 附近的冷凝端部分 334 间隔的程度大。换句话说, 成对的热管 330 的纵向轴线 B 相对于横向前后方向 D 成一角度。此布置允许将从前表面 312 附近至相关冷却剂通道 320 附近的“热短路”的数量翻倍, 同时确保靠近前表面 312 的板材料中的蒸发端部分 332 沿着板体 310 的宽度方向的基本均匀的分布。与图 1 至图 6 类似, 另一方面, 冷凝端部分 334 被包围在板体 310 的材料的相应“冷却区域”中。然而, 在立式板 300 中, “冷却区域”分别与相关冷却剂通道 320 的主要部分的相对侧相邻, 如上所述, 在蒸发端部分 332 和相关冷却剂通道 320 之间的热传递通过此保护性“冷却区域”产生。

[0056] 此外, 主热管 330 比图 1 至图 6 中使用的那些要长。事实上, 图 9A 的构造允许最大的热管长度, 同时保持蒸发端部分 332 沿着前表面 312 的宽度的均匀分布。冷凝端部分 334 更靠近板体 310 的后表面 314。如图 9A 中最佳地看到的, 每组热管中的热管 330 靠近相关冷却剂通道 320 并位于其侧向方向, 相对于前后方向 D 在通道主要部分的相对侧上。因此, 当与图 1 至图 6 相比时, 将更大部分的冷凝端部分 334 布置在冷却剂通道 320 附近, 以改进冷却。为了便于制造, 例如, 通过紧密配合将热管 330 安装在相应的盲孔中。盲孔沿着轴线 B 从后表面 314 朝着前表面 312 倾斜地延伸并终止于前表面 312 的附近, 例如, 在距离前表面 5mm 至 50mm 的范围的距离处。优选地, 冷凝端部分 334 的端面与后表面 314 平齐或基本平齐。虽然冷凝端部分 334 的侧表面由靠近相关冷却剂通道 320 的板材料完全围绕, 但是其前表面不需要这样(如使其在侧表面上受到更大冷却)。换句话说, 与之前的实施方式相反, 虽然立式板 300 的热管 330 也布置在板体 310 内, 不从其中伸出, 但是, 并不完全将其嵌在板体 310 的材料内。

[0057] 图 9B 示出了立式板的第四实施方式, 由参考数字 400 表示。立式板 400 与图 7 至图 9A 的立式板基本相同, 差别仅在于, 为了进一步简化制造, 将盲孔(主热管 430 安装于其中)平行于前后方向 D 设置在板体 410 中。因此, 热管 430 布置在板体 410 内, 其纵向轴线 B 垂直于冷却剂通道 420 的轴线 A 并垂直于前表面 412/ 后表面 414 的平面。

[0058] 最后, 以下总结制造上述立式冷却板 100、200、300、400 的一些优选方式。

[0059] 应当注意, 图 1 至图 6 的主热管 130、230 和辅助热管 140、240 完全嵌在板体 110、210 的金属材料中。在通过铸造制造板体 110、210 的情况中, 适于完成嵌入的方法是:

[0060] (a) 在板体的铸造操作过程中铸造热管 130、230 ; 140 ; 240, 优选地, 使用具有钢壳的热管。

[0061] 在适于制造根据图 7 至图 9B 的立式板 300、400 的替代方法中(其中, 确切地说, 热管 330, 430 ; 340, 440 的一个端面可不被板材料包围), 可通过如下方式安装热管 330, 430 ; 340, 440 :

[0062] (b) 对于铸造板体: 在板体的铸造操作过程中, 在热管 330, 430 ; 340, 440 的最终位置处将圆柱形砂芯作为占位物来提供, 并且, 在铸造之后, 去除砂芯并钻出由此获得的腔

体,然后通过在其中紧密配合热管 330,430 ;340,440 来实现充分的热接触(可选地,在界面处增加热油);

[0063] (c) 对于铸造板体:在板体 310,410 的铸造操作过程中,铸造已校准(calibrated)盲管(优选地由钢制成),该盲管将具有与板体 310,410 的表面平齐的端面并由于渗碳而具有与板材料良好的热接触,在铸造之后,例如,通过紧密配合或螺纹连接,插入热管 330,430 ;340,440,并且,如果需要的话,增加保护性填充材料以避免在盲管的剩余空部中包含空气;或者通过

[0064] (d) 对于任何类型的板体:钻孔,并且,如果需要的话,在板体 310,410 的(铸造或非铸造)制造之后,在适当的位置钻出容纳孔,然后例如通过紧密配合或螺纹连接插入热管 330,430 ;340,440。

[0065] 进一步应当注意的,板体 110,210,310,410 也可由有色金属制造,尤其是铜。在铜立式板中,通常,例如根据 US 6,470,958 铸造板体 110,210,310,410,或者通过加工轧板来生产板体 110,210,310,410。在这种铜立式板中,也可通过以下方式安装热管 130,230 ;140 ;240 :

[0066] (e) 在铸造铜立式板的情况中:在铜板体 110,210 的铸造操作过程中铸造热管 130,230 ;140 ;240,优选地,使用具有钢壳的热管,所述钢壳设置有适当的涂层。

[0067] (f) 在铜板体的情况中:钻孔,并且,如果需要的话,在铸造制造之后在适当的位置钻出容纳孔,然后例如通过紧密配合或螺纹连接以导热方式插入并安装热管 330,430 ;340,440。

[0068] 然而,优选地,例如通过上述方法(a)或(e)来制造图1至图3和图4至图6的立式板100,200,并且,可通过上述方法(b)、(c)、(d)中的任何一种来制造图7至图9A和图9B的立式冷却板300,400。应当理解,方法(a)或(e)也可用来制造根据图7至图9A和图9B的立式冷却板300,400或类似的立式板,其中,冷凝端部分嵌在冷却剂通道侧面。

[0069] 图例 / 参考标号列表:

[0070]

图 1 至图 3	240 辅助热管
100 立式板	242,244 (蒸发 / 冷凝) 端部分
110 板体	246 绝热部分
112 前表面	C 240 的纵向轴线
114 后表面	D 前后方向
116 保持肋	图 7 至图 9A
118 保持槽	300 立式板
120 冷却剂通道	310 板体

A 120 的纵向轴线	312 前表面
122 连接管部分	314 后表面
130 (主) 热管	316 保持肋
132 蒸发端部分	318 保持槽
134 冷凝端部分	320 冷却剂通道
B 130 的纵向轴线	A 320 的纵向轴线
140 辅助热管	322 连接管部分
142, 144 (蒸发 / 冷凝) 端部分	330 (主) 热管
146 绝热部分	332 蒸发端部分
C 140 的纵向轴线	334 冷凝端部分
D 前后方向	B 330 的纵向轴线
df 从 A 至 112 的距离	340 辅助热管
dr 从 A 至 114 的距离	C 340 的纵向轴线
图 4 至图 6 和图 2	D 前后方向
200 立式板	图 9B
210 板体	400 立式板
212 前表面	410 板体

[0071]

214 后表面	412 前表面
216 保持肋	414 后表面
218 保持槽	420 冷却剂通道
220 冷却剂通道	A 420 的纵向轴线
A 220 的纵向轴线	430 (主) 热管
222 连接管部分	432 蒸发端部分

230 (主) 热管	434 冷凝端部分
232 蒸发端部分	B 430 的纵向轴线
234 冷凝端部分	D 前后方向
B 230 的纵向轴线	

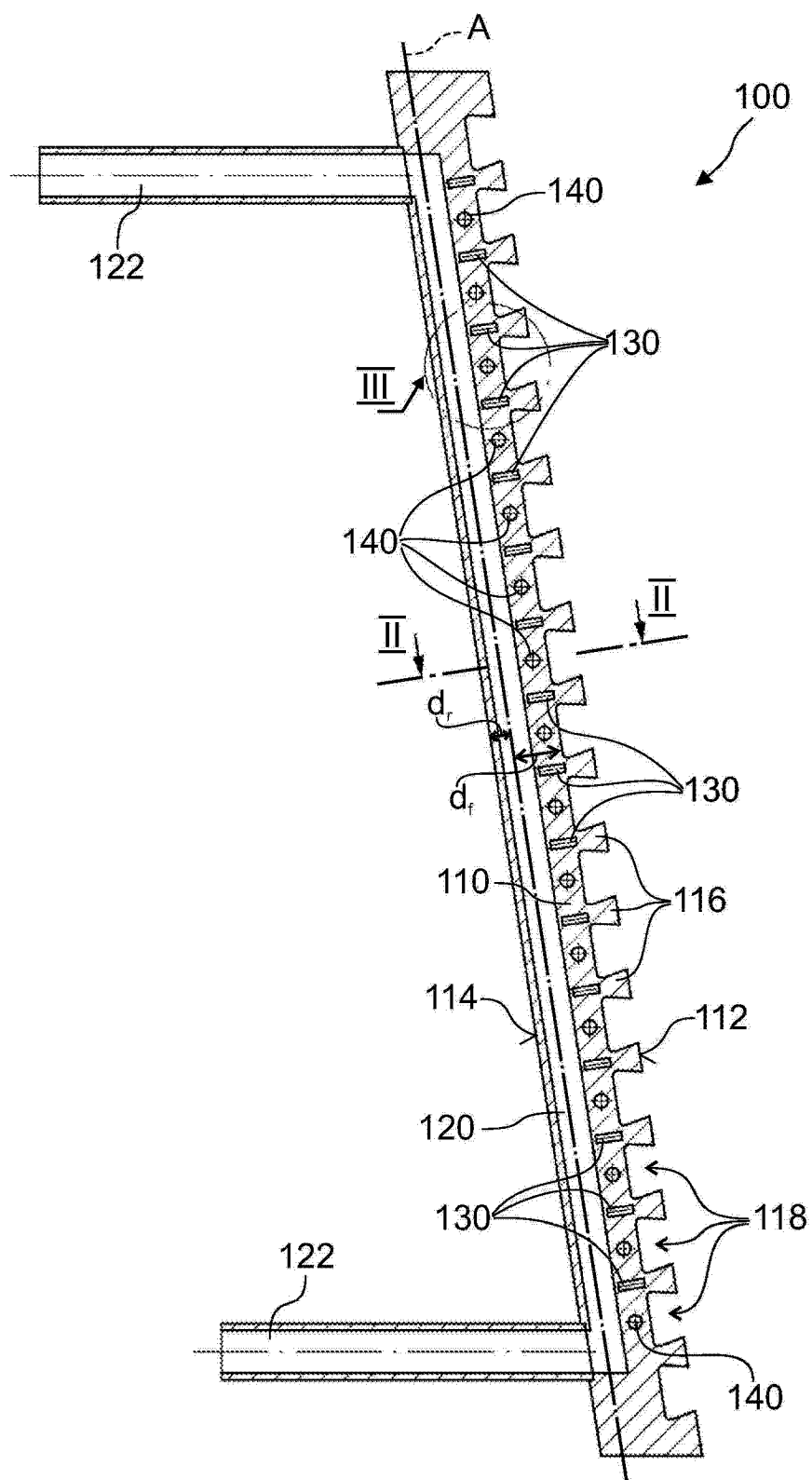


图 1

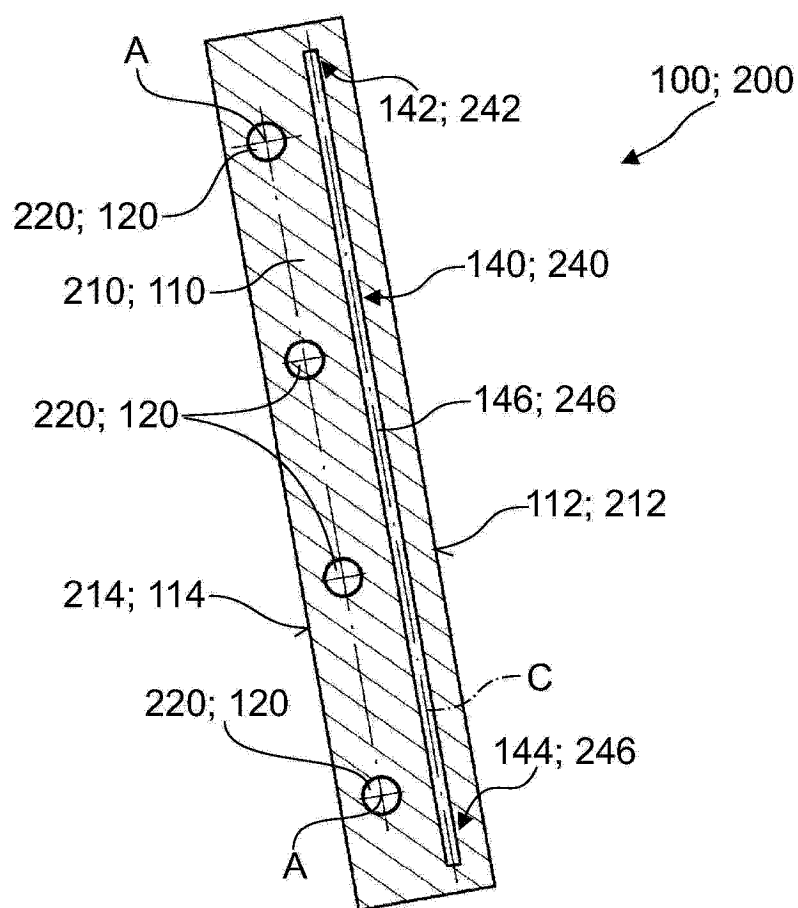


图 2

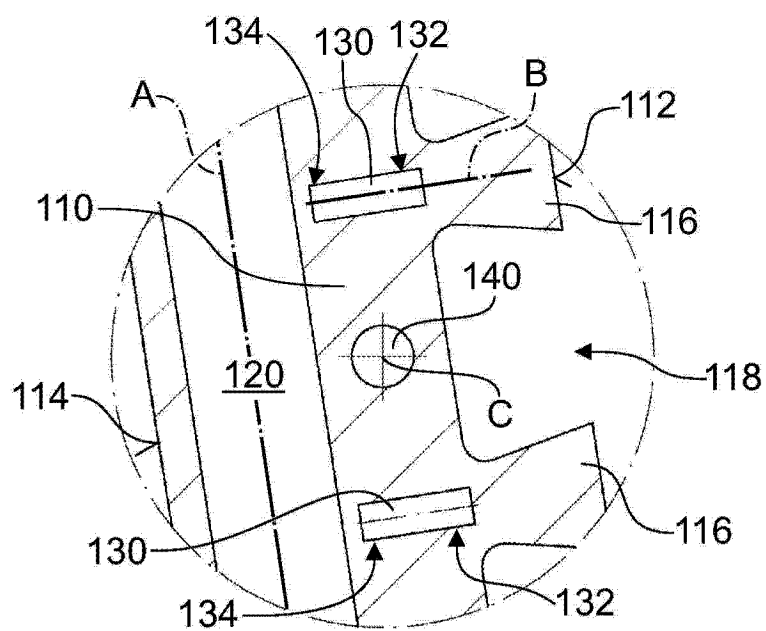


图 3

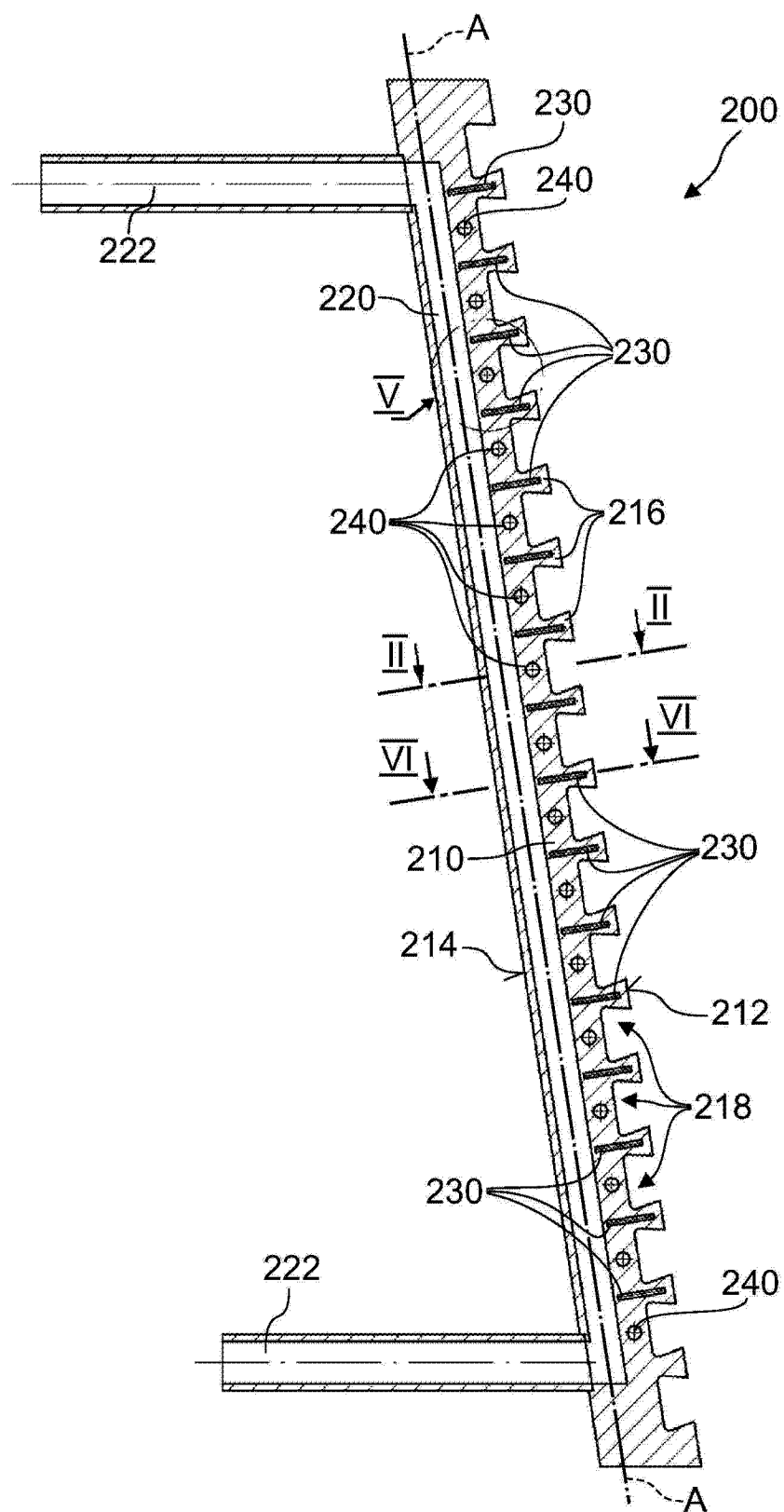


图 4

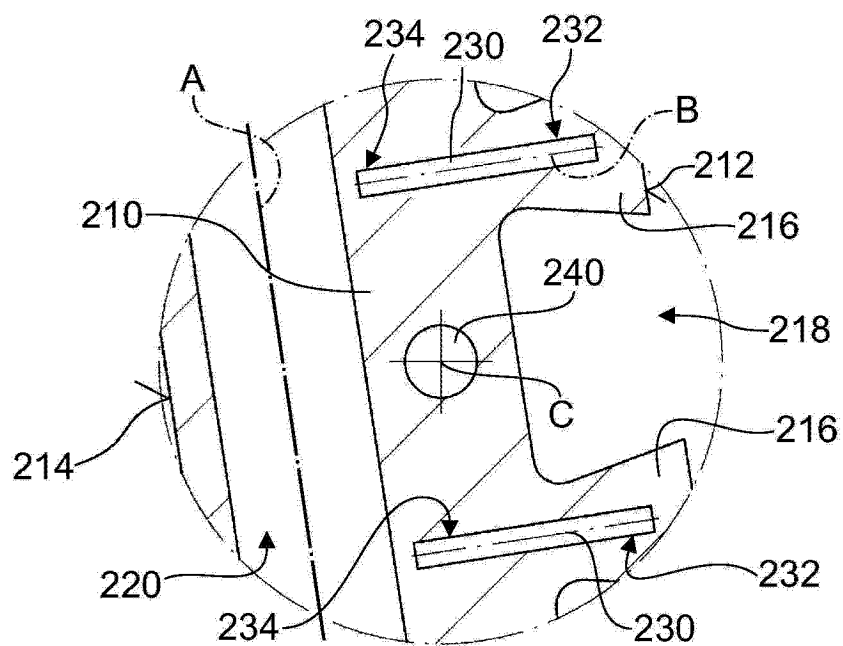


图 5

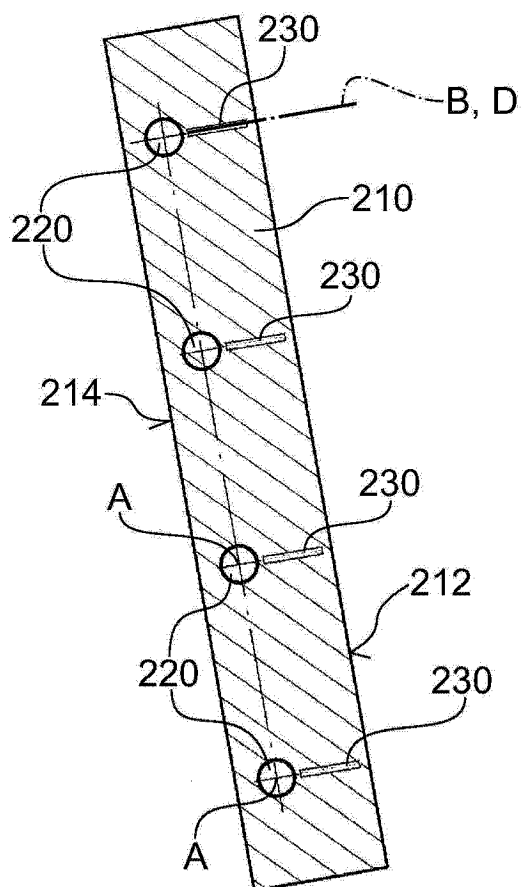


图 6

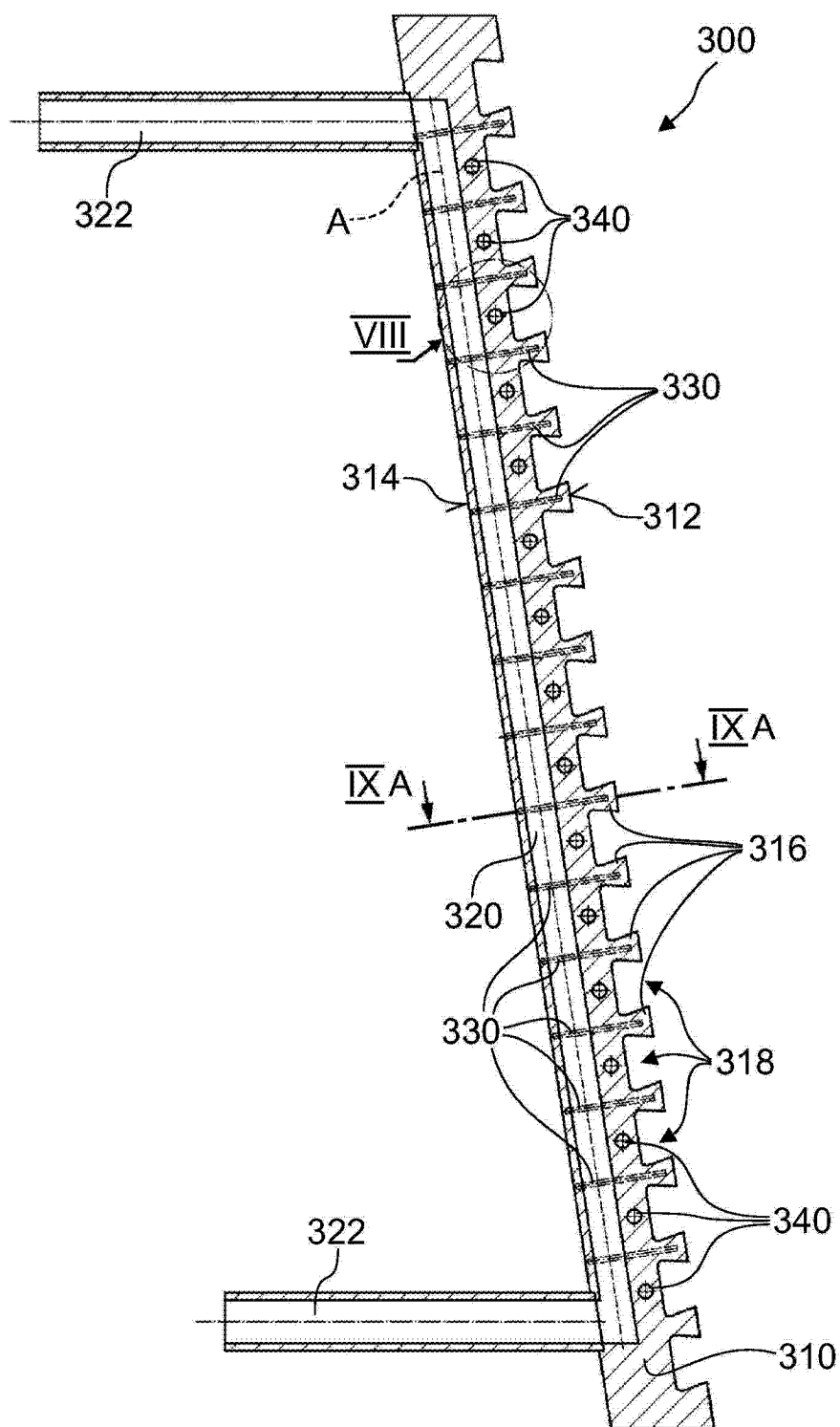


图 7

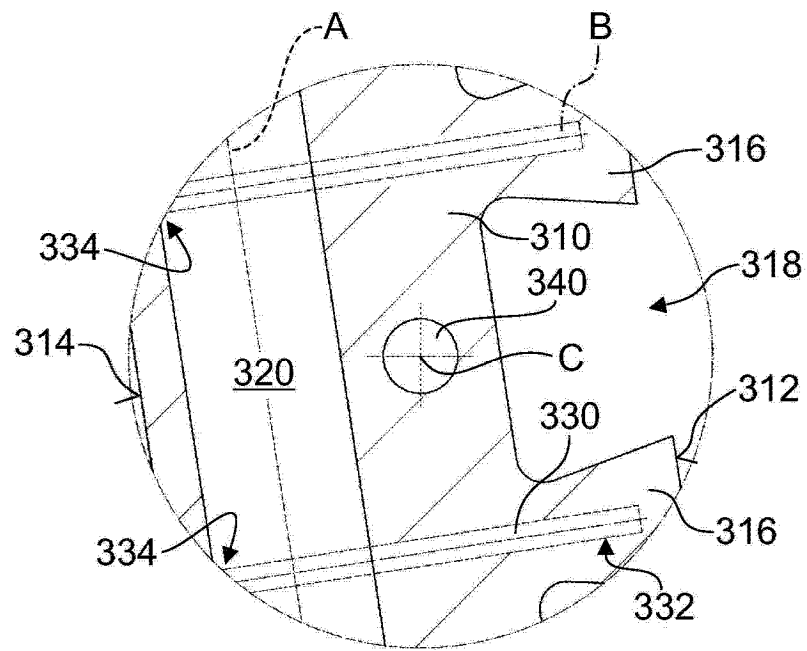


图 8

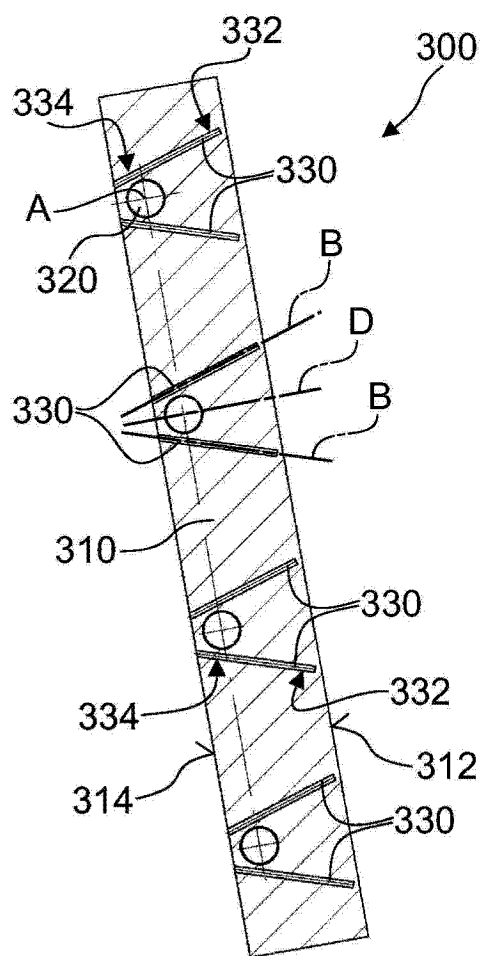


图 9A

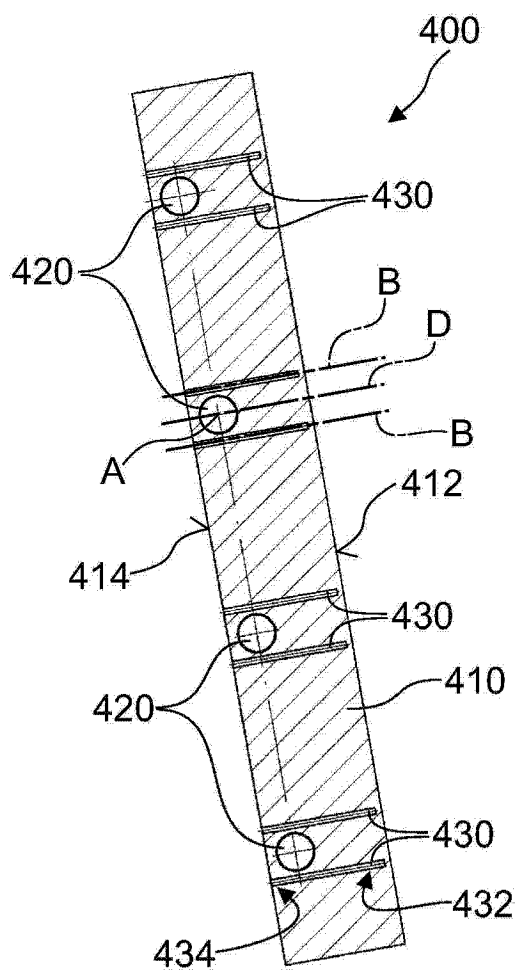


图 9B