



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03127762.4

[43] 公开日 2004 年 3 月 17 日

[11] 公开号 CN 1481952A

[22] 申请日 2003.8.12 [21] 申请号 03127762.4

[30] 优先权

[32] 2002. 8. 16 [33] DE [31] 10237472.4

[71] 申请人 KM 欧洲钢铁股份有限公司

地址 联邦德国奥斯纳布吕克

[72] 发明人 格哈德·胡根许特 托马斯·罗尔夫
迪特马尔·科尔贝克
汉斯-京特·沃布克 德克·罗德
罗兰·奥里 汉斯-德克·比沃华尔
汉斯-于尔根·黑姆舍迈尔[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

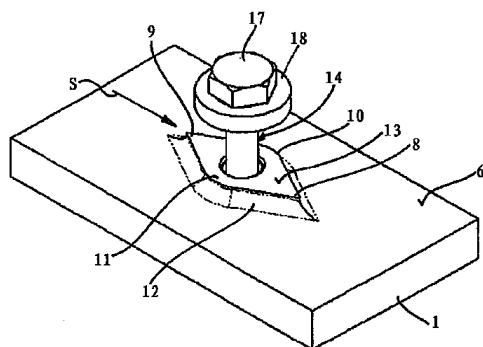
代理人 张兆东

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称 液冷式结晶器

[57] 摘要

本发明涉及一种金属连铸用的液冷结晶器，包括铜或铜合金的结晶器板(1)，它借助固定螺栓(14)与转接板或水箱连接。此结晶器的特征在于，固定螺栓(14)固定在从结晶器板(1)冷却剂侧(6)岛状突起的平台(7)上，平台至少部分伸入在结晶器板(1)与转接板或水箱之间构成的冷却剂间隙内并具有一种与冷却剂流动方向(S)相适应的流线形造型。



1. 金属连铸用的液冷结晶器，包括铜或铜合金的结晶器板（1），它借助固定螺栓（14、14'）与转接板（2、2'）或水箱连接，其特征为：固定螺栓（14、14'）固定在从结晶器板（1）冷却剂侧（6）岛状突起的平台（7、7'）上，平台至少部分伸入在结晶器板（1）与转接板（2、2'）或水箱之间构成的冷却剂间隙（5）内并具有一种与冷却剂流动方向（S）相适应的流线形造型。

2. 按照权利要求1所述的结晶器，其特征为：固定螺栓（14、14'）与固定在平台（7、7'）内的螺纹衬套（15）啮合。

3. 按照权利要求1或2所述的结晶器，其特征为：平台（7、7'）是菱形的构型。

4. 按照权利要求1至3之一所述的结晶器，其特征为：结晶器板（1）通过平台（7、7'）支承在相邻的转接板（2、2'）或相邻的水箱上。

5. 按照权利要求1至4之一所述的结晶器，其特征为：平台（7、7'）有一个朝结晶器板（1）方向修圆的过渡区（12）。

6. 按照权利要求1至5之一所述的结晶器，其特征为：平台（7、7'）与结晶器板（1）设计成一体。

7. 按照权利要求1至5之一所述的结晶器，其特征为：平台（7、7'）与结晶器板（1）材料封闭地连接。

8. 按照权利要求1至7之一所述的结晶器，其特征为：结晶器板（1）的壁厚（D）比固定螺栓的直径小2.5倍。

9. 按照权利要求1至8之一所述的结晶器，其特征为：冷却剂间隙（5）导流地与穿过转接板（2、2'）的冷却剂通孔（4）连通。

10. 按照权利要求1至9之一所述的结晶器，其特征为：小壁厚（D）的结晶器板（1）与转接板（2、2'）构成一个可与水箱连接的预装配的板组件（3），用于替换与此板组件（3）总尺寸和连接尺寸相同的结晶器板。

11. 按照权利要求1至10之一所述的结晶器，其特征为：结晶器板

(1) 用一种经时效硬化的屈服点大于 300MPa 的铜材制成。

12. 按照权利要求 1 至 11 之一所述的结晶器, 其特征为: 结晶器板 (1) 在冷却剂通道 (5) 与浇注侧之间测量的壁厚 (D) 在 5mm 与 25mm 之间。

13. 按照权利要求 1 至 12 之一所述的结晶器, 其特征为: 结晶器板 (1) 沿浇注方向 (X) 测量的长度为 1.0 至 1.5m。

14. 按照权利要求 1 至 13 之一所述的结晶器, 其特征为: 平台 (7、7') 按彼此的间距为约 50mm 至 250mm 排列。

15. 按照权利要求 1 至 14 之一所述的结晶器, 其特征为: 在平台 (7、7') 表面 (13) 与转接板 (2、2') 或水箱之间加入一个便于相对运动的滑动辅助装置 (24)。

16. 按照权利要求 15 所述的结晶器, 其特征为: 滑动辅助装置 (24) 是一个以聚四氟乙烯为基的涂层。

17. 按照权利要求 16 所述的结晶器, 其特征为: 滑动辅助装置 (25) 是一个滑动圆片。

18. 按照权利要求 1 至 17 之一所述的结晶器, 其特征为: 固定螺栓 (14、14') 允许结晶器板 (1) 相对于相邻的转接板 (2) 或相邻的水箱相对移动。

19. 按照权利要求 1 至 18 之一所述的结晶器, 其特征为: 平台 (7、7') 贴靠在转接板 (2、2') 上或水箱上的表面 (13、13') 处于互相平行的平面内。

20. 按照权利要求 1 至 19 之一所述的结晶器, 其特征为: 结晶器板 (1) 在热负荷最大的与钢水的接触区内, 尤其在模内钢水的水平面高度区内, 设扩散阻挡层。

21. 按照权利要求 1 至 20 之一所述的结晶器, 其特征为: 结晶器板沿浇注方向 (X) 在模内金属液面的下面设防磨层, 以及, 沿浇注方向 (X) 防磨层的层厚逐渐增加。

22. 按照权利要求 21 所述的结晶器, 其特征为: 层厚从约 0.1mm 增加至约 1mm。

液冷式结晶器

技术领域

本发明涉及一种有权利要求 1 前序部分所述特征的液冷结晶器。

背景技术

由 DE19716450A1 已知薄扁钢连铸用的液冷结晶器，其中设两个彼此对置的分别由铜板和钢制支承板组成的宽侧壁。构成型腔边界的铜板借助金属螺栓可拆地固定在支承板上。金属螺栓焊在铜板上。在这里附加采用一个镍环作为焊接辅助材料。由于将金属螺栓与铜板焊接发生点状加热，这在焊接部位造成有害的结构改变。此外，在这种常用的螺栓焊接法中要求检验焊接接头。若一个金属螺栓受损，必须麻烦地将其从铜板拆除并用一新的金属螺栓替换。

也属于先有技术的是将螺纹衬套直接置入一铜制的结晶器板内，所以结晶器板可借助螺栓固定在转接板或水箱上。但对于壁厚较小的结晶器板，在螺纹衬套的孔底与结晶器板浇注面之间的安全距离可能不足。通常安全距离要求约 6 至 25mm，以保证浇注侧补充加工。若旋入螺纹衬套所需要的深度与为了结晶器板可靠工作所需要的孔底与浇注侧之间的距离之和大于结晶器板的壁厚，那么只能选择其他效果较差的连接方式。

EP1138417A1 公开了金属尤其钢材连铸用的液冷式板状结晶器，其中结晶器板借助固定螺栓分别与一水箱或一支承板连接。固定螺栓啮合在设在每块结晶器板水侧的成型件内，成型件通过钎焊或通过电子束焊与结晶器板力封闭连接。

此方案的缺点是，通常必须在水箱或转接板内设一些附加的凹槽，以容纳从结晶器板冷却剂侧突起的固定段。此外，或在结晶器板或在转接板内加上补充的冷却剂通道。

发明内容

由此出发，本发明的目的是，在尤其小壁厚的铜制结晶器板在转接

板或水箱上的安装方面改善金属连铸用的液冷结晶器，使能实现在转接板或水箱上有利于流动技术的安置。

另一个目的是在采用薄壁结晶器板的同时提供一种特别耐磨的结晶器。

为达到第一个目的本发明建议了一种具有权利要求1特征的结晶器。按本发明的结晶器重要的组成部分是从结晶器板突起的岛状平台，它们伸入在结晶器板与转接板或水箱之间构成的冷却剂间隙内。在这里，平台或平台之间的空隙至少在一定的高度范围内构成冷却剂间隙。在冷却剂的流速足够大时，不需要在结晶器板冷却剂侧或在转接板或水箱面朝结晶器板的那一侧内其他的槽。因此，在按本发明的方案中，加工技术方面的费用比具有复杂的冷却剂导引装置的方案低。

岛状平台的形状选择为使冷却剂间隙内的流动阻力尽可能小。因此，平台有一种与冷却剂流动方向相适应的流线形造型。

尤其是，若固定螺栓与固定在平台内的螺纹衬套啮合，则按本发明的结晶器提供了在转接板或水箱与结晶器板之间传统的可拆式连接的优点，而且在这种情况下可以使用壁极薄的结晶器板（权利要求2）。在这里平台的高度可根据螺纹衬套的高度选择。

为造成特别小的流动阻力，平台是菱形的构型（权利要求3）。若平台的横截面设计成滴状或椭圆形也可以得到低的阻力系数。

可认为特别有利的是，结晶器板通过平台支承在相邻的转接板或相邻的水箱上。在这种情况下不需要附加的用于构成冷却剂间隙的定距元件，因为平台确定了结晶器板与转接板或水箱之间的间距并因而也决定了冷却剂间隙的宽度。这样设计的优点是，原则上不必在转接板或结晶器板内设导引冷却剂用的其他的槽或凹槽。也就是说，转接板和结晶器板除平台外在冷却剂侧可设计成平的，由此从根本上取消了为制造附加的冷却剂通道或槽所需的加工技术方面的费用。当然，可以按选择不仅可在转接板内而且可在结晶器板内至少局部设一些冷却剂通道或槽。

本发明的结晶器板另一个优点可认为是，作用在固定螺栓上的夹紧力通过平台紧邻通孔地支承在转接板上经短的路径传入转接板或水箱。

由此在结晶器板内几乎不产生弯矩（权利要求 4）。

若平台有一个朝结晶器板方向修圆的过渡区（权利要求 5），则可将来自固定螺栓的夹紧力最佳地导入结晶器板内。由此避免在平台的安置区内不希望的应力集中。

按权利要求 6 的特征规定，平台与结晶器板设计成一体。在这里给予结晶器板冷却剂侧铣削技术的加工，在此过程中形成平台。

在本发明的范围内也可以作为单独的构件制造平台，接着与结晶器板连接。优选采用材料封闭的连接方法，例如焊接或钎焊（权利要求 7）。在材料差别很大时也可考虑平台与结晶器板粘结。

按权利要求 8 规定了一种结晶器，其中的结晶器板的壁厚小于固定螺栓直径的 2.5 倍。固定螺栓的直径通常在约 8mm 至约 20mm 的范围内。

按权利要求 9 的特征，冷却剂间隙导流地与穿过转接板的冷却剂通孔连接。由此，冷却剂间隙经转接板内的冷却剂通孔最终与连接在转接板下游的冷却箱连接，无需附加的侧向冷却剂供给装置，例如属于先有技术的通过在结晶器板内部的深孔的那种冷却剂供给装置。尤其是冷却剂供给和排出可完全通过转接板进行，为此目的转接板优选地按规则的间距设冷却剂供给和冷却剂排出装置，从而达到结晶器所期望的冷却效果。

在本发明的范围内可认为特别有利的是，小壁厚的结晶器板与转接板共同构成一个预装配的板组件，它作为整体可与一水箱连接。采用小壁厚的结晶器板、将冷却剂间隙通过平台组合在内以及由于冷却剂通孔直接设在转接板内，这种板组件便可以用于替换总尺寸和连接尺寸相同的结晶器板（权利要求 10）。采用如此设计的板组件可以完全和经济地替换用铜或铜合金制的厚度尺寸大得多的结晶器板。使用由结晶器板和可重复利用的转接板组成的板组件，比使用一种用铜或铜合金制的实心结晶器板要便宜得多，后者在达到其磨损极限后必须用一新的替换。在按本发明的结晶器中只需要用一新的结晶器板替换小壁厚的结晶器板，或在迄今使用的加工机器上作修正加工。有利地，结晶器板沿其全部尺寸有相同的壁厚。

尤其为了达到高的浇注速度和为了延长使用寿命，可以采用一种经时效硬化的屈服点大于 300MPa 的铜材制成（权利要求 11）。

通过采用有高屈服点的铜材，结晶器板在冷却剂间隙与浇注侧之间测量的壁厚可以减小到这样一个程度，即，使此壁厚在数量级为约 5mm 至 25mm，优选地为 10mm 至 18mm 的范围内（权利要求 12）。

当按本发明的结晶器使用于高浇注速度时，尤其在浇注速度大于 5m/min 时，按权利要求 13 的特征规定，结晶器板沿浇注方向测量的长度为约 1.0m 至 1.5m，优选地在 1.1m 至 1.4m 之间。

根据预期的机械和热负荷以及结晶器板的刚度，平台可按彼此的间距为约 50mm 至 250mm 排列（权利要求 14）。

为了补偿热应力，按权利要求 15 的特征规定，在平台表面与转接板或水箱之间加入一个允许相对运动的滑动辅助装置。权利要求 15 所指的相对运动是在平台与转接板或水箱接触面的平面内发生的。滑动辅助装置既可以设在转接板或水箱上，和/或也可以设在平台表面上。滑动辅助装置尤其可以是一个以聚四氟乙烯（PTFE）为基的层（权利要求 16）。也可以使用一个滑动圆片（权利要求 17）。

对于在结晶器板与转接板之间连接区域内的相对运动重要的是，固定螺栓允许这样一种相对移动。这种原则上有足够的间隙地穿过在转接板或水箱中的通孔的固定螺栓是权利要求 18 的内容。除此之外还可以在保护固定螺栓的螺栓头下面同样设滑动辅助装置。它可以是滑动圆片或滑动层。在这里，相应的表面对有低的静摩擦系数和/或滑动摩擦系数，尤其小于 0.1。为此目的，与滑动辅助装置对应的表面可例如镀铬、抛光或淬火。还可以设想在螺栓头下面加入允许螺栓相对于互相夹紧的构件相对运动的元件。在这里例如可设想有球形表面的圆片，它在一侧或两侧支承在锥面内。一种双重的锥/球组合允许每个表面对实施倾斜运动，在这种情况下通过叠加这种反向的倾斜运动可以实现螺栓侧向的相对运动。

权利要求 19 的特征同样以有利的方式有助于改善结晶器板相对于转接板或水箱的相对移动，确切地说是使平台贴靠在转接板或水箱上的表

面处于互相平行的平面内。在这里尤其对于具有用于形成漏斗的中央鼓突的结晶器板要考虑这样一种情况，即，设在鼓突区内的平台通过隔开距离切向于鼓突延伸的表面分别确定了另一个滑动面。因此滑动面交叉以及可能阻碍结晶器板顺利地相对运动。采用互相平行延伸的滑动面便解决了这一问题。尤其通过平台表面或由此构成的滑动面彼此对齐，可以预先给定结晶器板一个确定的膨胀方向，不会导致结晶器板相对于转接板或水箱的应变。

权利要求 20 规定，结晶器板在热负荷最大的与钢水的接触区内，尤其在模内钢水的水平面高度区内，设扩散阻挡层。扩散阻挡层可由金属/非金属材料构成，但也可以由漆、树脂或塑料以及陶瓷材料构成。扩散阻挡层优选地安置在结晶器板的上半部内。它的厚度可以有 0.002mm 至 0.3mm，尤其厚 0.005mm 至 0.1mm。扩散阻挡层也可以设计为含多层的层，包括一个陶瓷材料的面层。面层起隔热的作用。优选地，面层由一种氧化物陶瓷材料构成，如氧化铝 (Al_2O_3)、氧化锆 (ZrO_2) 或氧化镁 (MgO)。

此外，按权利要求 21 的特征，结晶器板沿浇注方向在模内金属液面的下面设防磨层，它的层厚沿浇注方向逐渐增加。优选地，结晶器板浇注侧的下一半设计有这种防磨层。因为薄壁的结晶器板有小的磨损容量，所以可认为特别有利的是，防磨层在层厚方面沿浇注方向，亦即朝结晶器板的底端方向略有增加。因此，防磨层横截面优选地设计为楔形。按权利要求 22 的特征，在这里层厚可从约 0.1mm 增加到约 1mm。

作为防磨层的涂层材料可考虑采用镍和镍合金。为了材料的涂敷也可以采用喷射法，例如单个或组合采用高速火焰喷镀 (HVOF)、线材金属喷涂或等离子喷镀法。通过喷射法涂敷的涂层材料可例如是 WCCo 或已提及的氧化物陶瓷材料，如氧化铝 (Al_2O_3)、氧化锆 (ZrO_2) 或以 NiCrB 为基的材料。

附图说明

下面借助附图表示的实施例进一步说明本发明。其中：

图 1 由结晶器板和转接板构成的板组件局部剖切的后视透视图；

图 2 在平台所在区通过转接板和结晶器板的横截面；

图3 视向对准设在冷却剂侧的固定螺栓的结晶器板局部透视图;

图4 在平台所在区通过结晶器板和转接板的剖面; 以及

图5 视向对准其冷却剂侧的结晶器板透视图。

具体实施方式

图1在局部剖视图中表示固定在转接板2'上的结晶器板1。结晶器板1和转接板2'构成金属连铸用的图中未详细表示的液冷式结晶器的一个板组件3。在这里,板组件3只表示了一半,其中在图右半部延伸的剖切面大体在中央剖分板组件3。结晶器板1用铜合金或时效硬化的铜材制造,这些材料优选地屈服点大于300MPa以及沿其整个尺寸有相同的壁厚D(图5)。板组件3用于连接到一个未详细示出的水箱上,其中板组件3通过快速连接器与水箱连接。板组件3的尺寸总体上设计为,使尺寸和连接尺寸相同的传统的结晶器板可以完全由钢材制的转接板2'与比较薄的结晶器板1组成的板组件3替代。

为了用冷却剂冷却结晶器板1,转接板2、2'设一些冷却剂通孔4。冷却剂通过冷却剂通孔4进入一个在结晶器板1与转接板2之间构成的冷却剂间隙5(图2)。由图2可以清楚看出,冷却剂间隙5不是安置在转接板2内,而是按其宽度B通过岛状地在结晶器板1冷却剂侧6上突起的平台7确定。由图3可见平台7的一种可能的造型。平台7有一种基本上菱形的构型,包括处于相对位置的尖角8、9和修圆的角10、11。平台7沿尖角8、9的方向的长度尺寸比沿修圆的角10、11的方向的大。在这里,平台7的尖角8、9与用箭头S表示的流动方向相适应。因此,总体上看平台7有一种流线形的造型。在本实施例中,平台7与结晶器板1设计成一体。此外,平台7有一个朝结晶器板1的方向修圆的过渡区12,在本实施例中过渡区12的半径基本上等于平台7的高度H。平台7的高度H是常数,所以平台7的表面13平行于结晶器板1的冷却剂侧6定向。

固定螺栓14啮合在结晶器板1的每个平台7内。为此在平台7中各锚固一个螺纹衬套15,固定螺栓14旋入其中。在图2所示的实施例中,固定螺栓14穿过转接板2中的通孔16。固定螺栓14设计为外六角螺

栓头 17 通过圆片 18 支承在转接板 2 的水箱侧 19 上。固定螺栓 14 在此实施例中垂直旋入结晶器板 1。在本发明的范围内也可以选择其他的旋入角，以达到与负载相适应地将结晶器板 1 固定在转接板 2 上。也就是说旋入角可以不是 90° 。在这种情况下为了螺栓头 17 平面地贴靠，或可将圆片 18 设计成斜的，或水箱侧 19 设相应的斜槽。

固定螺栓 14 有间隙地穿过通孔 16，所以允许结晶器板 1 相对于转接板 2 实施尤其是热引起的相对移动。为此，或平台 7 的表面 13 和/或转接板面朝转接板 2 的那一侧 20 至少局部设有允许相对运动的滑动辅助装置。滑动辅助装置优选地可以是一个低摩擦系数的涂层。此涂层可例如是一种以聚四氟乙烯（PTFE）为基的材料。与此滑动辅助装置接触的对应面为了减小静摩擦和滑动摩擦也有一个相应制备的表面。例如可以将表面区局部抛光、淬火或也镀层，例如镀铬。

按未进一步表示的方式，滑动辅助装置也可以是形式上为加入冷却板与转接板之间的滑动圆片。此相同的措施也可以在转接板 2 水箱侧 19 螺栓头 17 下方的支承面区域内采取。有时候这样做可能已经足够了，即，一个弹性材料的圆片附加地装在螺栓头下面，以便以此方式不仅可以补偿朝冷却剂通道 15 方向的相对移动，而且补偿朝固定螺栓方向因热引起的长度变化。

图 4 的实施例表示了这种设计形式。在这里，与图 2 的实施形式相比设计为较短的固定螺栓 14' 连同其螺栓头 17' 装入潜孔 21 内。尤其由于缩短了固定螺栓 14' 的长度，用于补偿转接板 2' 与结晶器板 1 之间相对运动的装置有重要意义。为此目的，在图 4 的实施例中使用一个螺栓头 17'，它可与固定螺栓 14' 设计成一体，所以固定螺栓成为螺钉的构型。但也可设想，螺栓头 17' 设计为螺母。螺栓头 17' 朝结晶器板 1 的方向优选地有一个整体式加工在它上面的扩展的凸缘 22，以便能最佳地承受轴向力。在凸缘 22 下面必要时设一个与螺栓头 17' 设计成一体的直径更大的圆片 23，它在一侧设有形式上为 PTFE 涂层的滑动辅助装置 24。一个具有与 PTFE 涂层 24 相匹配的表面的滑动圆片 25 与之相连。滑动圆片 25 的直径比有涂层的圆片 23 大以及滑动圆片 25 优选地镀铬、抛光或淬火。

最后,在滑动圆片 25 下面加入一个弹性环件 26,通过它可给螺栓连接施加必要的预紧力。弹性环件 26 例如是一个弹性材料例如橡胶制的环,或由一个或多个弹性元件构成。此弹性环件 26 最终支承在潜孔 21 的凸缘状孔底 27 上。为保证固定螺栓 14' 在转接板 2' 中的通孔 16' 内部规定的相对运动,有滑动辅助装置 24 涂层的圆片 23 的外径比相邻滑动圆片 25 的外径尺寸小。滑动圆片 25 和弹性环件的外径仅略小于潜孔的直径,所以通过固定螺栓 14' 施加的夹紧力传递给整个孔底 27。因此,一方面产生小的当地单位面积压力,以及另一方面保证滑动圆片 25 相对于有 PTFE 涂层的圆片 23 的定位。

由图 1 和 5 可以看出,平台 7 沿结晶器板 1 的整个冷却剂侧 6 网格状均匀分布。在此实施例中,平台 7 按互相垂直的行和列定位,其中,平台的尖角 8、9 朝着冷却剂的流动方向 S,在此实施例中此流动方向 S 对应于浇注方向 X。浇注方向 X 和流动方向 S 可以彼此不同,例如也可彼此相反地定向。

结晶器板 1 有一种在连铸方法中普遍采用的有中央鼓突的形状,它的在冷却剂侧 6 与浇注侧 28 之间测量的壁厚 D 沿其整个尺寸是常数。只有平台 7、7' 如岛屿那样从冷却剂侧 8 突起。

平台 7、7' 有表面 13、13', 在图示的实施形式中它们平行于结晶器板 1 直接围绕着它们的冷却剂侧 6 定向。若冷却剂侧 6 是弯曲的,如在鼓突区内的情况下,则在那里的平台 7' 的表面 13' 与鼓突的曲线相切地定向。也就是说,平台 7、7' 原则上垂直于冷却剂侧 6 各自的表面区布置。

但也可以使所有的平台 7、7' 的表面 13、13' 互相平行地定向。因此鼓突的平台 7' 表面不是与冷却剂侧 6 成切向布置,而是按其在鼓突上的位置与冷却剂侧 6 形成不同的尖角。其优点是,所有的平台 7、7' 有规定的同样定向的移动方向,由此进一步降低结晶器板 1 的应力。

附图标记一览表

1	结晶器板	2	转接板
2'	转接板	3	板组件
4	冷却剂通孔	5	冷却剂间隙
6	冷却剂侧	7	平台
7'	平台	8	7 的角
9	7 的角	10	7 的角
11	7 的角	12	过渡区
13	7 的表面	13'	7 的表面
14	固定螺栓	14'	固定螺栓
15	螺纹衬套	16	通孔
16'	通孔	17	螺栓头
17'	螺栓头	18	圆片
19	水箱侧	20	2 的侧面
21	2' 内的潜孔	22	17 的凸缘
23	圆片	24	滑动辅助装置
25	滑动圆片	26	弹性环件
27	孔底	B	5 的宽度
D	壁厚	H	7 的高度
S	流动方向	X	浇注方向

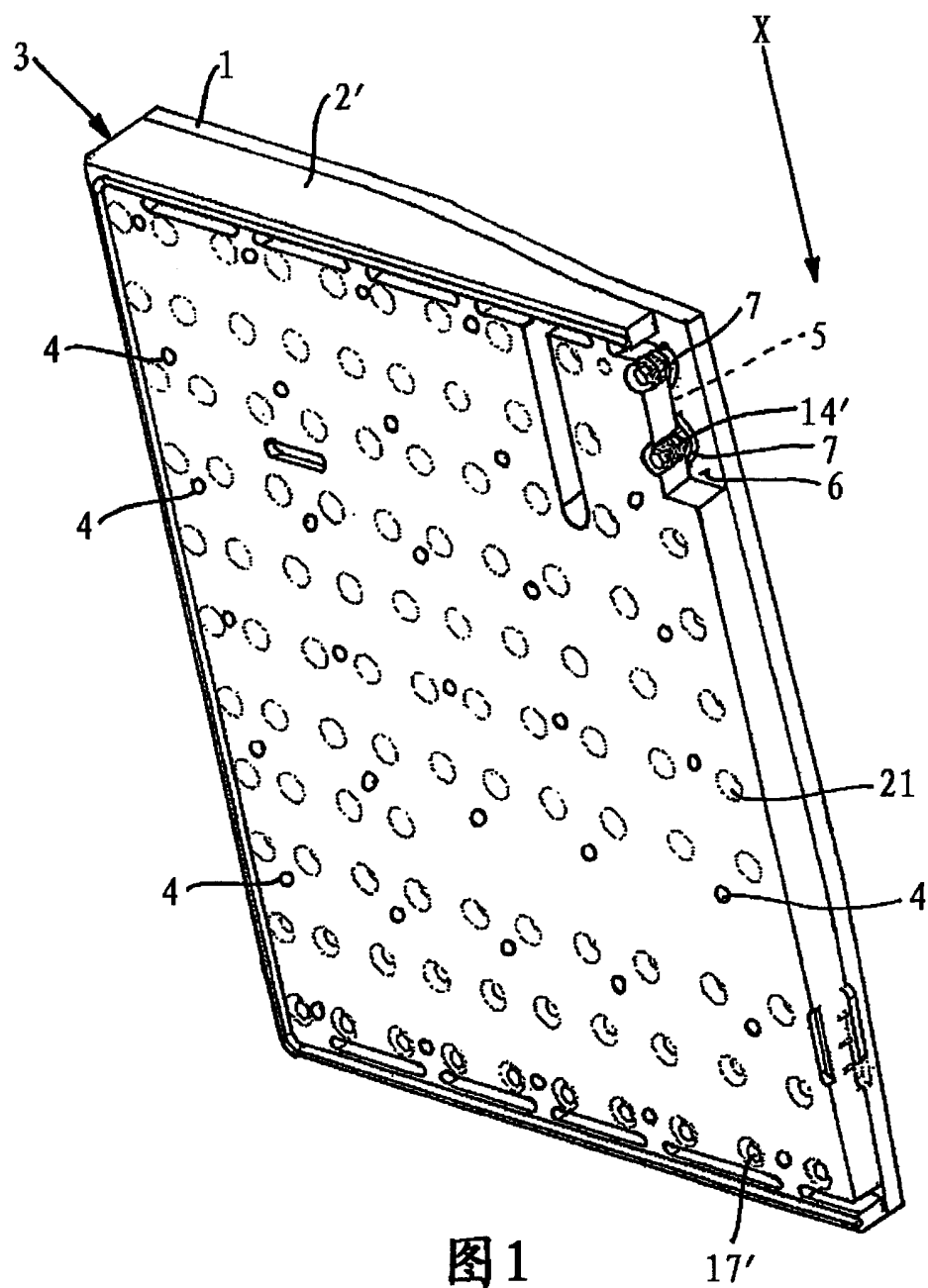


图 1

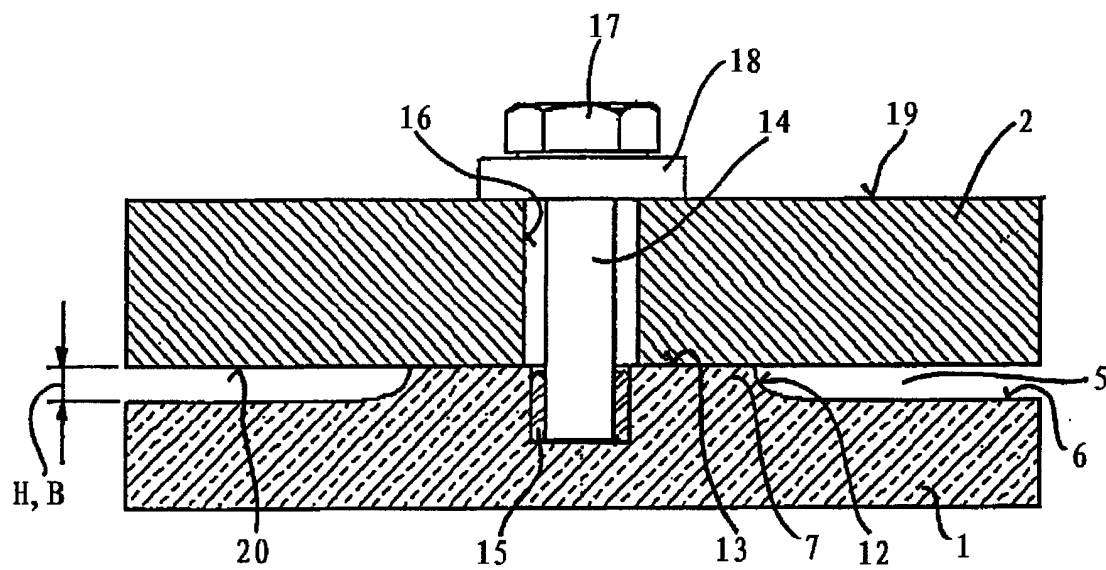


图 2

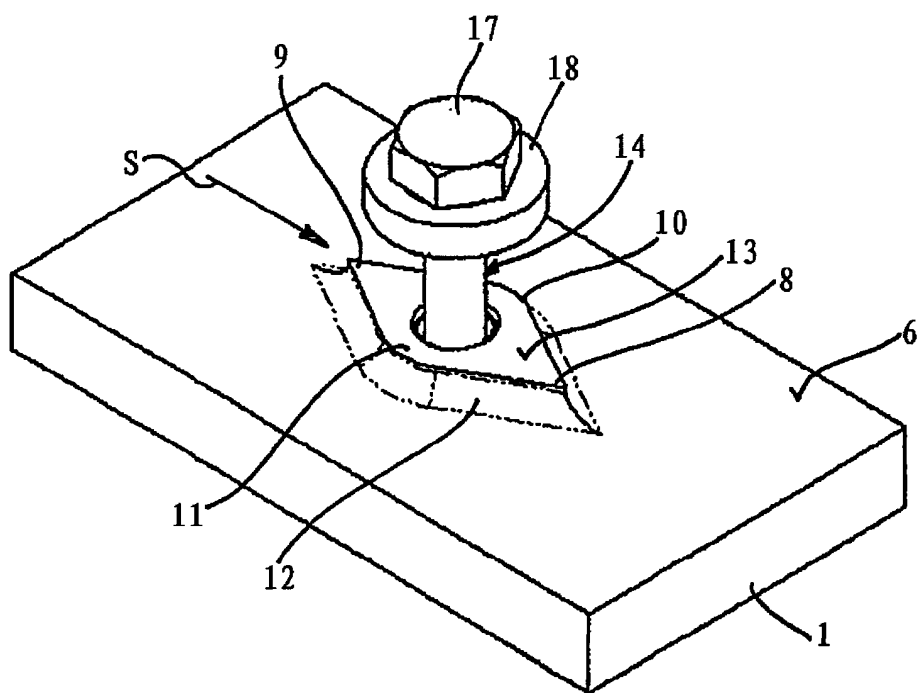


图 3

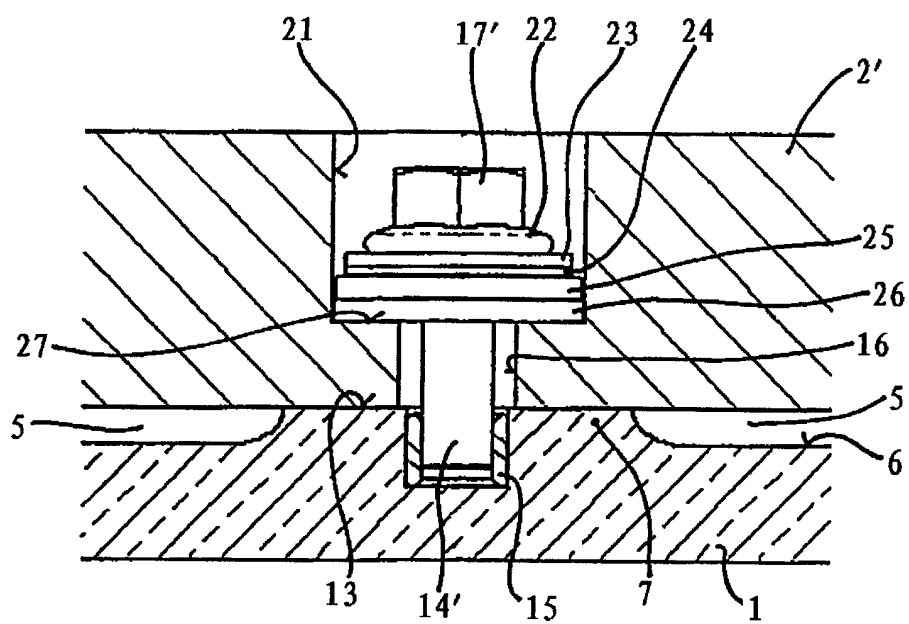


图4

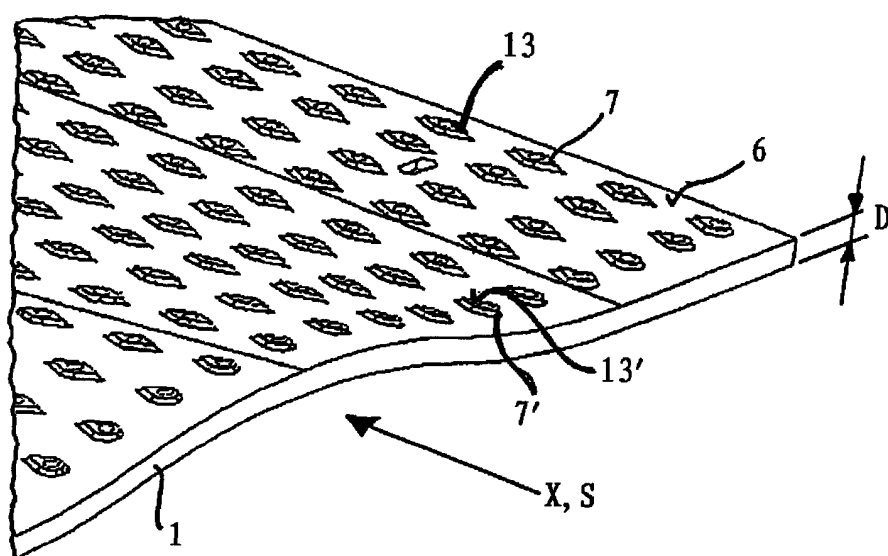


图5