(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111906264 A
(43)申请公布日 2020.11.10

(21)申请号 202010898543.5

(22)申请日 2020.08.31

(71)申请人 燕山大学
地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 金昕 于学千 谭雨龙 詹望 苗宁

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事务所(普通合伙) 11474
代理人 贾颜维

(51)Int.Cl.
B22D 11/059(2006.01)
B22D 11/057(2006.01)
B22D 11/055(2006.01)

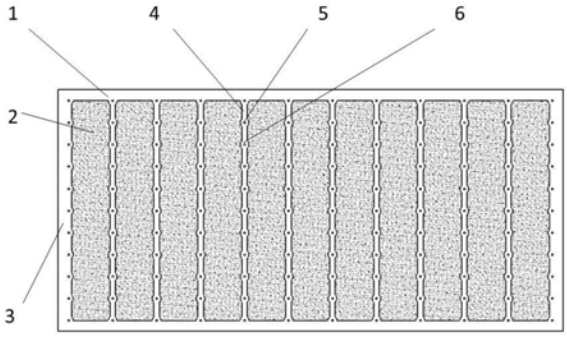
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板及其制备方法

(57)摘要

本发明提供一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板及其制备方法，属于钢铁冶金领域。该结晶器铜板包括：铜板本体，铜板本体的相对面分别为铜板工作面和铜板冷却面，铜板本体在铜板冷却面设置有多个泡沫铜冷却槽、固定筋板、销栓螺孔和销栓台面，固定筋板设置于相邻两个泡沫铜冷却槽之间，销栓台面沿固定筋板的长度方向依次等距设置，销栓螺孔开设于销栓台面；泡沫铜冷却槽内嵌有泡沫铜，泡沫铜与固定筋板和销栓台面在靠近铜板冷却面一侧位于同一平面。这种结晶器铜板的换热性能好且传热均匀，能够有效提高拉坯速度，进而提高连铸机的工作效率和工作寿命。



CN 111906264 A

1.一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板，其特征在于，其包括：铜板本体，所述铜板本体的相对面分别为铜板工作面和铜板冷却面，所述铜板本体在所述铜板冷却面设置有多个泡沫铜冷却槽、固定筋板、销栓螺孔和销栓台面，所述固定筋板设置于相邻两个所述泡沫铜冷却槽之间，所述销栓台面沿所述固定筋板的长度方向依次等距设置，所述销栓螺孔开设于所述销栓台面，用于连接水箱；所述泡沫铜冷却槽内嵌有与所述铜板本体一体成型的泡沫铜，所述泡沫铜的形状与所述泡沫铜冷却槽的形状与尺寸一致，所述泡沫铜与所述固定筋板和所述销栓台面在靠近所述铜板冷却面一侧位于同一平面，所述泡沫铜在靠近所述铜板工作面的一侧为弧形面，所述泡沫铜的厚度由中心向两边逐渐变大，并在与所述固定筋板的接触面处达到最大值。

2.根据权利要求1所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板，其特征在于，所述销栓台面在靠近所述泡沫铜冷却槽的两侧均为圆弧形，且两个所述圆弧形之间的最大距离大于所述固定筋板的宽度。

3.根据权利要求1所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板，其特征在于，所述销栓螺孔位于所述销栓台面的中心处，且位于同一所述固定筋板上的所述销栓螺孔的圆心位于同一条直线上。

4.根据权利要求1所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板，其特征在于，所述泡沫铜的厚度为5mm～20mm，且所述泡沫铜由中间向两边不断变厚。

5.根据权利要求1所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板，其特征在于，所述铜板本体为铬锆铜，所述泡沫铜为纯铜，所述泡沫铜的孔隙率大于50％。

6.一种如权利要求1-5任一项所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备方法，其特征在于，其包括：

S1：制备或选取孔隙填满的开孔泡沫铜复合体坯料后，进行线切割，得到与所述泡沫铜冷却槽的形状完全一致的泡沫铜复合体型芯；

S2：将所述泡沫铜复合体芯布置于模具型腔中，且任意相邻两个所述泡沫铜复合体型芯之间的距离为所述固定筋板的宽度；所述模具用于制备所述铜板本体，再对所述泡沫铜复合体型芯和所述模具预热保温后浇注熔化温度为1100-1200℃的熔融铬锆铜水，冷却，得到结晶器铜板铸造坯料；

S3：对所述结晶器铜板铸造坯料进行机加工，使所述铜板本体的铜板冷却面完全露出所述泡沫铜复合体型芯，并根据锻压工作量和所述泡沫铜的厚度对所述泡沫铜复合体型芯进行车削，使得所述泡沫铜低于所述铜板冷却面一定距离；

S4：去除所述泡沫铜复合体芯的空隙中的填充物，，再进行加热、铸造和冷轧，得到结晶器铜板铸造坯料；再对所述结晶器铜板铸造坯料进行酸洗、粗铣、钻攻销栓螺孔、精铣和电镀处理。

7.根据权利要求6所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备方法，其特征在于，所述开孔泡沫铜复合体坯料包括未盐脱溶处理泡沫铜坯料和泡沫铜-铝复合体坯料；

所述未盐脱溶处理泡沫铜坯料的制备方法包括：通过孔隙率和孔隙尺寸选取耐高温、易水溶的盐颗粒，将所述盐颗粒布置到型腔中并压实，浇注熔融金属铜进行渗流铸造，冷却后不进行盐脱溶处理；

所述泡沫铜-铝复合体坯料的制备方法包括：选取所需孔隙率和孔隙尺寸的开孔泡沫

铜坯料，放入型腔中，进行预热，控制预热温度为600℃～700℃，浇注熔融铝水，控制浇注温度为700℃～800℃，加压使得熔融铝水填满泡沫铜孔隙，冷却后得到泡沫铜-铝复合体坯料。

8.根据权利要求7所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备方法，其特征在于，当所述开孔泡沫铜复合体坯料为未盐脱溶处理开孔泡沫铜坯料时，步骤S2中的预热温度为900-1000℃；步骤S4中去除所述泡沫铜复合体芯的孔隙中的填充物的方法为：将加工后的所述结晶器铜板铸造坯料于水溶液中浸泡，使位于所述未盐脱溶处理泡沫铜型芯中的盐颗粒完全溶出。

9.根据权利要求7所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备方法，其特征在于，当所述开孔泡沫铜复合体坯料为泡沫铜-铝复合体坯料时，步骤S2中的预热温度为500-600℃；步骤S4中去除所述泡沫铜复合体芯的孔隙中的填充物的方法为：将加工后的所述结晶器铜板铸造坯料加热到800℃～900℃，使位于所述泡沫铜-铝复合体型芯中的金属铝熔除。

10.根据权利要求6所述的泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备方法，其特征在于，所述泡沫铜复合体型芯的一侧为平面，另一侧为沿宽度方向由中心向两边逐渐变厚的弧形面，所述泡沫铜复合体型芯侧面均匀分布有用于设置所述销栓台面的台面槽。

一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钢铁冶金领域，具体而言，涉及一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板及其制备方法。

背景技术

[0002] 结晶器作为连续铸造生产的核心装置，其性能和质量直接影响到铸坯的质量和连铸机的作业率。通常，用于金属连铸的结晶器铜板由铜或铜合金制成，通过螺栓与水箱连接，其与水箱之间的间隙为冷却剂的流动通道，其中与钢水接触面为工作面，与冷却剂接触的面为冷却面。

[0003] 现有技术中的结晶器铜板用于连铸设备时，由于来自连铸过程的大的供热量，在一定的工艺条件下可能会有非预期的局部过热，导致结晶器铜板变形。现有连铸结晶器铜板通常有密排式冷却槽和一槽式冷却槽两种。其中，密排式冷却槽的冷却介质槽比较窄，而冷却筋却比较宽，使冷却介质量接触到的有效冷却面积比较小，冷却能力比较弱，连铸拉速比较低。而一槽式因为缺少冷却筋，热交换的总面积相应也有点不足，虽然连铸拉速比密排的高，但仍不理想。因此，现有连铸结晶器铜板不再能够满足高效连铸机对结晶器的单次过钢量大，拉速快的这一现状。连铸结晶器铜板除了要求有较高的使用寿命以外，还要求具有较高的导热性，以获得高的拉坯速度以及有较高过钢量。连铸结晶器铜板在高拉速使用过程中，需要在单位时间内导出的热量增加，耐热易疲劳，磨损大，结晶器铜板非计划下线，导致结晶器铜板修复量及次数增加，工作效率低，严重制约生产正常运行，浪费原材料，生产成本增加。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板及其制备方法，这种结晶器铜板的换热性能好且传热均匀，能够有效提高拉坯速度，从而解决现有连铸结晶器铜板受热不均导致变形和有效冷却面积小导致的拉坯速度低、工作效率低等问题。

[0005] 为了实现本发明的上述目的，特采用以下技术方案：

[0006] 一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板，其包括：铜板本体，所述铜板本体的相对面分别为铜板工作面和铜板冷却面，所述铜板本体在所述铜板冷却面设置有多个泡沫铜冷却槽、固定筋板、销栓螺孔和销栓台面，所述固定筋板设置于相邻两个所述泡沫铜冷却槽之间，所述销栓台面沿所述固定筋板的长度方向依次等距设置，所述销栓螺孔开设于所述销栓台面，用于连接水箱；所述泡沫铜冷却槽内嵌有与所述铜板本体一体成型的泡沫铜，所述泡沫铜的形状与所述泡沫铜冷却槽的形状和尺寸一致，所述泡沫铜与所述固定筋板和所述销栓台面在靠近所述铜板冷却面一侧位于同一平面，所述泡沫铜在靠近所述铜板工作面的一侧呈弧形面，所述泡沫铜的厚度由中心向两边逐渐变大，并在与所述固定筋板的接触面处达到最大值。

[0007] 进一步地，在本发明较佳的实施例，所述销栓台面在靠近所述泡沫铜冷却槽的两

侧均为圆弧形，且两个所述圆弧形之间的最大距离大于所述固定筋板的宽度。

[0008] 进一步地，在本发明较佳的实施例，所述销栓螺孔位于所述销栓台面的中心处，且位于同一所述固定筋板上的所述销栓螺孔的圆心位于同一条直线上。

[0009] 进一步地，在本发明较佳的实施例，所述泡沫铜的厚度为5mm～20mm，且所述泡沫铜由中间向两边不断变厚。

[0010] 进一步地，在本发明较佳的实施例，所述铜板本体为铬锆铜，所述泡沫铜为纯铜，所述泡沫铜为开孔泡沫铜且孔隙率大于50％。

[0011] 一种上述泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备方法，其包括：

[0012] S1：制备或选取孔隙填满的开孔泡沫铜复合体坯料后，进行线切割，得到与所述泡沫铜冷却槽的形状完全一致的泡沫铜复合体型芯；

[0013] S2：将所述泡沫铜复合体芯布置于模具型腔中，且任意相邻两个所述泡沫铜复合体型芯之间的距离为所述固定筋板的宽度；所述模具用于制备所述铜板本体，再对所述泡沫铜复合体型芯和所述模具预热保温后，浇注熔化温度为1100℃～1200℃的熔融铬锆铜水，冷却，得到结晶器铜板铸造坯料；

[0014] S3：对所述结晶器铜板铸造坯料进行机加工，使所述铜板本体的铜板冷却面完全露出所述泡沫铜复合体型芯，并根据锻压工作量和所述泡沫铜的厚度对所述泡沫铜复合体型芯进行车削，使得所述泡沫铜低于所述铜板冷却面一定距离；

[0015] S4：去除所述泡沫铜复合体芯的空隙中的填充物，再进行加热、铸造和冷轧，得到结晶器铜板铸造坯料；再对所述结晶器铜板铸造坯料进行酸洗、粗铣、钻攻销栓螺孔、精铣和电镀处理。

[0016] 进一步地，在本发明较佳的实施例，所述开孔泡沫铜复合体坯料包括未盐脱溶处理泡沫铜坯料和泡沫铜-铝复合体坯料；

[0017] 所述未盐脱溶处理泡沫铜坯料的制备方法包括：通过孔隙率和孔隙尺寸选取耐高温、易水溶的盐颗粒，将所述盐颗粒布置到型腔中并压实，浇注熔融金属铜，控制浇注温度为1200℃～1300℃，进行渗流铸造，冷却后不进行盐脱溶处理；

[0018] 所述泡沫铜-铝复合体坯料的制备方法包括：选取所需孔隙率和孔隙尺寸的开孔泡沫铜坯料，放入型腔中，进行预热，控制预热温度为600℃～700℃，浇注熔融铝水，控制浇注温度为700℃～800℃，加压使得熔融铝水填满泡沫铜孔隙，冷却后得到泡沫铜-铝复合体坯料。

[0019] 进一步地，在本发明较佳的实施例，当所述开孔泡沫铜复合体坯料为未盐脱溶处理泡沫铜坯料时，步骤S2中的预热温度为900-1000℃；步骤S4中去除所述泡沫铜复合体芯的孔隙中的填充物的方法为：将加工后的所述结晶器铜板铸造坯料于水溶液中浸泡，使位于所述未盐脱溶处理泡沫铜型芯中的盐颗粒完全溶出。

[0020] 进一步地，在本发明较佳的实施例，当所述开孔泡沫铜复合体坯料为泡沫铜-铝复合体坯料时，步骤S2中的预热温度为500℃-600℃；步骤S4中去除所述泡沫铜复合体芯的孔隙中的填充物的方法为：将加工后的所述结晶器铜板铸造坯料加热到800℃～900℃，使位于所述泡沫铜-铝复合体型芯中的金属铝完全熔除。

[0021] 进一步地，在本发明较佳的实施例，所述泡沫铜复合体型芯的一侧为平面，另一侧为沿宽度方向由中心向两边逐渐变厚的弧形面，所述泡沫铜复合体型芯侧面均匀分布有用

于设置所述销栓台面的台面槽。

[0022] 与现有技术相比，具有如下优点：

[0023] 本发明提供的结晶器铜板中，在铜板冷却面设置有多个泡沫铜冷却槽，并在泡沫铜冷却槽内嵌有泡沫铜，该泡沫铜的形状与所述泡沫铜冷却槽的型腔一致。由于泡沫铜不但具有良好的换热性能，而且制备成本低，当流动的冷却水流过这种具有通孔结构的材料中时，由于泡沫铜结构中高的比表面积和复杂的三维流动状态，热量以强制对流形式通过流过孔穴的液体进行散发，使泡沫铜具有优良的散热、换热能力。因此，这种填充有泡沫铜的冷却槽的换热性能好，从而提高了连铸结晶器的换热性能和温度均匀性，提高了拉坯速度，进而提高连铸机的工作效率和工作寿命。

附图说明

[0024] 图1为本发明结晶器铜板的正视示意图；

[0025] 图2为本发明结晶器铜板的立体示意图；

[0026] 图3为本发明结晶器铜板的局剖示意图；

[0027] 图4为未盐脱溶处理泡沫铜型芯立体示意图；以及

[0028] 图5为泡沫铜-铝复合体型芯立体示意图。

[0029] 图中：

[0030] 1—铜板本体，2—泡沫铜冷却槽，3—铜板冷却面，4—固定筋板，5—销栓螺孔，6—销栓台面，7—铜板工作面，8—未盐脱溶处理泡沫铜型芯，9—未盐脱溶处理泡沫铜坯料正面，10—未盐脱溶处理泡沫铜坯料背面，11—泡沫铜-铝复合体型芯，12—泡沫铜-铝复合体型芯正面，13—泡沫铜-铝复合体型芯背面。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0032] 实施例1

[0033] 本实施例提供一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板：

[0034] 如图1-图3所示，这种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板包括：铜板本体1，铜板本体1的相对面分别为铜板工作面7和铜板冷却面3。其中，铜板冷却面3是用来与固定水箱或转接背板连接，并用于实现背面冷却的；而铜板工作面7用于对金属进行连铸的。

[0035] 铜板本体1在铜板冷却面3设置有多个泡沫铜冷却槽2、固定筋板4、销栓螺孔5和销栓台面6。

[0036] 泡沫铜冷却槽2内嵌有泡沫铜，该泡沫铜为纯铜，具有多孔结构，该泡沫铜为开孔泡沫铜且孔隙率大于50％，以实现较佳的降压和换热性能。当流动的冷却水流过这种具有通孔结构的材料中时，由于泡沫铜结构中高的比表面积和复杂的三维流动状态，热量以强制对流形式通过流过孔穴的液体进行散发，使泡沫铜冷却槽2具有优良的散热、换热能力，从而解决现有结晶器铜板换热能力低的问题。

[0037] 该泡沫铜与泡沫铜冷却槽2的形状和尺寸一致，且与铜板本体1一体成型，即在铜板本体1铸造的同时，根据泡沫铜冷却槽2的形状和尺寸制作泡沫铜复合体型芯，并将该泡沫铜复合体型芯布置于铜板本体1的铸模型腔中，铜板本体1铸造成型并同步完成与该泡沫铜的冶金结合。铜板本体1为铬锆铜。

[0038] 位于泡沫铜冷却槽2中的泡沫铜具有相对设置的两个面，其中一个为靠近铜板冷却面3的水平面，另一个为靠近铜板工作面7的弧形面。泡沫铜的厚度由中心向两边逐渐变大，并在与固定筋板4的接触面处达到最大值，其有利于提高固定筋板4附近的换热能力，从而使使位于同一高度处的温度分布均匀，温差能够控制在10℃以内，从而使得该结晶器铜板传热均匀。

[0039] 固定筋板4有多个，固定筋板4设置于相邻两个泡沫铜冷却槽2之间，每个固定筋板4上设置有多个销栓台面6，销栓台面6沿固定筋板4的长度方向依次等距设置，且每两个销栓台面6之间的距离相等。固定筋板4一方面增加了销栓台面6之间的强度，另一方面增加了热交换能力，使得铜板冷却面3的水道变窄，从而增大冷却水流速，提高冷却效果。

[0040] 铜板本体1还具有多组销栓螺孔5，用于连接水箱，铜板本体1所使用冷却水为软水，硬水在高温的条件下，易产生水垢，由于泡沫铜冷却槽2的结构特殊性，易造成水垢累积造成堵塞，影响连铸结晶器的正常使用。每个销栓螺孔5开设于销栓台面6，销栓螺孔5位于销栓台面6的中心处，且位于同一固定筋板4上的一列销栓螺孔5的圆心位于同一条直线上。销栓台面6在靠近泡沫铜冷却槽2的两侧均为圆弧形，且两个圆弧形之间的最大距离大于固定筋板4的宽度。这种结构的销栓台面6在满足固定筋板4的宽度尽可能小的前提下，提高销栓螺孔附近的连接强度。

[0041] 铜板本体1的长度为600-1200mm，泡沫铜冷却槽2的长度小于铜板本体1的长度。泡沫铜与固定筋板4和销栓台面6在靠近铜板冷却面3的一侧位于同一平面，铜板冷却面3与固定水箱或转接背板连接形成多个独立水道，泡沫铜填满水道提高泡沫铜冷却槽2的散热、换热能力。

[0042] 实施例2

[0043] 本实施例提供一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备工艺：

[0044] S1:通过孔隙率和孔隙尺寸选取耐高温、易水溶的盐颗粒，将盐颗粒布置到型腔中并压实，浇注熔融金属铜，控制浇注温度为1200℃～1300℃，进行渗流铸造，冷却后不进行盐脱溶处理，得到未盐脱溶处理开孔泡沫铜坯料。再对其进行线切割等操作，得到所需尺寸的未盐脱溶处理泡沫铜型芯8，如图4所示。其中，未盐脱溶处理泡沫铜坯料正面9为平面，便于使在铜板冷却面3上制备的泡沫铜为平面，减少加工难度。未盐脱溶处理泡沫铜型芯8沿宽度方向由中心向两边逐渐变厚，未盐脱溶处理泡沫铜坯料背面10为中间低两边高的弧形面，便于使连铸结晶器铜板本体1上制作的靠近销栓台面6的泡沫铜更厚，从而实现同一高度处温度分布均匀，高低温差在10℃以内。未盐脱溶处理泡沫铜型芯8的侧面均匀分布有台面槽，其形状与销栓台面的弧形面相配合。

[0045] S2:在氩气保护下，将未盐脱溶处理泡沫铜型芯8均匀布置于砂箱中，且任意相邻未盐脱溶处理泡沫铜型芯8的距离为固定筋板4的宽度，对未盐脱溶处理泡沫铜型芯8加热到900℃～1000℃下预热，并进行保温；同时，加热铬锆铜合金材料，控制熔化温度为1100℃～1200℃，并进行保温。随后，将熔融铬锆铜水浇注到砂箱中，冷却后拆除砂箱，得到结晶器

铜板铸造坯料。

[0046] S3:对得到的结晶器铜板铸造坯料的未盐脱溶处理泡沫铜型芯8进行车削,使得未盐脱溶处理泡沫铜型芯8低于铜板冷却面3一定高度。所车削高度根据锻压工作量确定,其为了使在后续的S4步骤中,进行锻压和冷轧操作时,避免未盐脱溶处理泡沫铜型芯8被挤压,降低泡沫铜的孔隙率。

[0047] S4:将得到的结晶器铜板铸造坯料浸没到水溶液中,使位于结晶器铜板铸造坯料的未盐脱溶处理泡沫铜型芯中的盐颗粒完全溶出,并置于真空环境或者含有氩气下进行烘干;将加工后的结晶器铜板铸造坯料进行加热、锻造和冷轧,得到结晶器铜板锻造坯料;最后根据结晶器铜板工作要求,对结晶器铜板锻造坯料进行粗铣、钻攻销栓螺孔、精铣和电镀等处理,得到泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板。

[0048] 实施例3

[0049] 本实施例提供一种泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板的制备工艺:

[0050] S1:选取所需孔隙率和孔隙尺寸的开孔泡沫铜坯料,放入模具型腔中,进行预热,控制预热温度为600℃～700℃,浇注熔融铝水,控制熔化温度为700℃～800℃,加压使得熔融铝水填满泡沫铜孔隙,冷却后得到开孔泡沫铜-铝复合体坯料;对得到的泡沫铜-铝复合体坯料,进行线切割等操作,得到所需尺寸的泡沫铜-铝复合体型芯11,如图5所示,其中泡沫铜-铝复合体型芯正面12为平面,便于使在铜板冷却面3上制备的泡沫铜为平面,减少加工难度。泡沫铜-铝复合体型芯11沿宽度方向由中心向两边逐渐变厚,泡沫铜-铝复合体型芯背面13为中间高低两边高的弧形面,便于使连铸结晶器铜板本体1上制作的靠近销栓台面6的泡沫铜2更厚,从而实现同一高度处温度分布均匀,高低温差在10℃以内,泡沫铜-铝复合体型芯11侧面均匀分布销栓台面6,其形状与销栓台面6的弧形面相配合。

[0051] S2:在氩气保护下,将泡沫铜-铝复合体型芯11均匀布置于砂箱中,且任意相邻泡沫铜-铝复合体型芯11的距离为连接筋4的宽度,对泡沫铜-铝复合体型芯11和模具型腔加热到500℃～600℃预热,并进行保温;同时,在氩气保护下,加热铬锆铜合金材料,控制熔化温度为1100℃～1200℃,并进行保温;将熔融铬锆铜水浇注到金属型腔中,冷却得到结晶器铜板铸造坯料。

[0052] S3:对得到的结晶器铜板铸造坯料的泡沫铜-铝复合体型芯11进行车削,使得泡沫铜-铝复合体型芯11低于铜板固定面7一定高度,所车削高度根据锻压工作量确定,为了使在后续的S6步骤中,进行锻压和冷轧操作时,避免泡沫铜6被挤压,从而降低泡沫铜的孔隙率;

[0053] S4:将复合体加热800℃～900℃将铝从结晶器铜板铸造坯料的泡沫铜-铝复合体型芯11中完全熔除,剩下高熔点的泡沫铜和连铸结晶器铜板本体1,并冷却到室温,得到加工后的结晶器铜板铸造坯料将加工后的结晶器铜板铸造坯料进行加热、锻造和冷轧,得到结晶器铜板锻造坯料;最后根据结晶器铜板的工作要求,对结晶器铜板锻造铸造坯料进行粗铣、钻攻销栓螺孔、精铣和电镀等处理,得到泡沫铜冷却水槽连铸结晶器铜板。

[0054] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

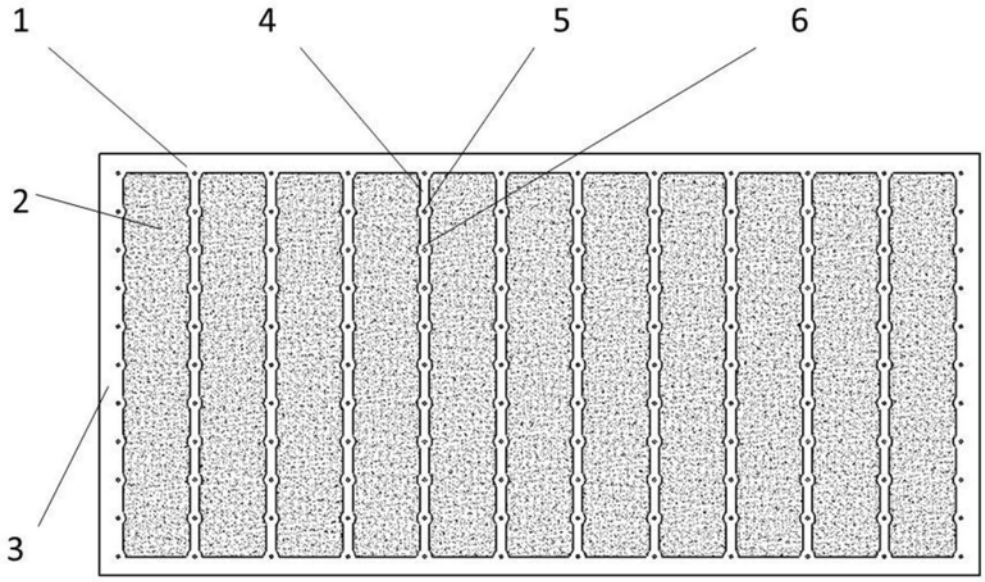


图1

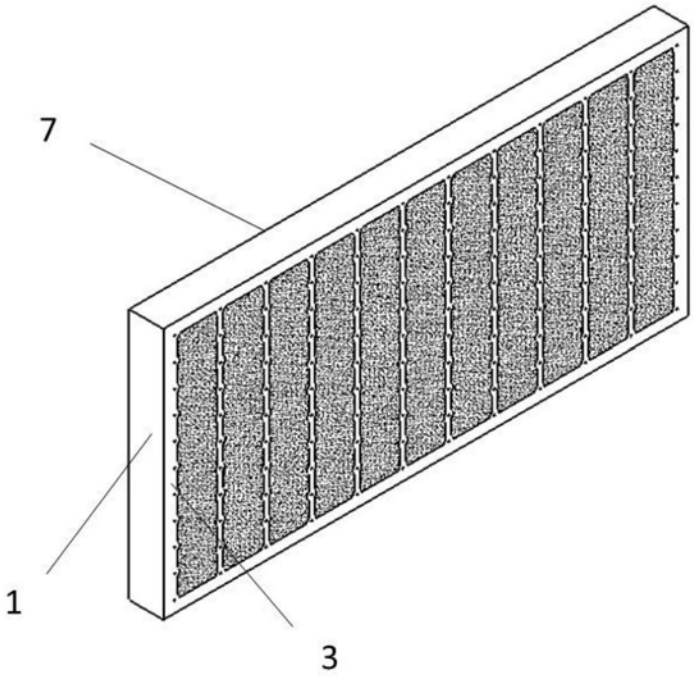


图2

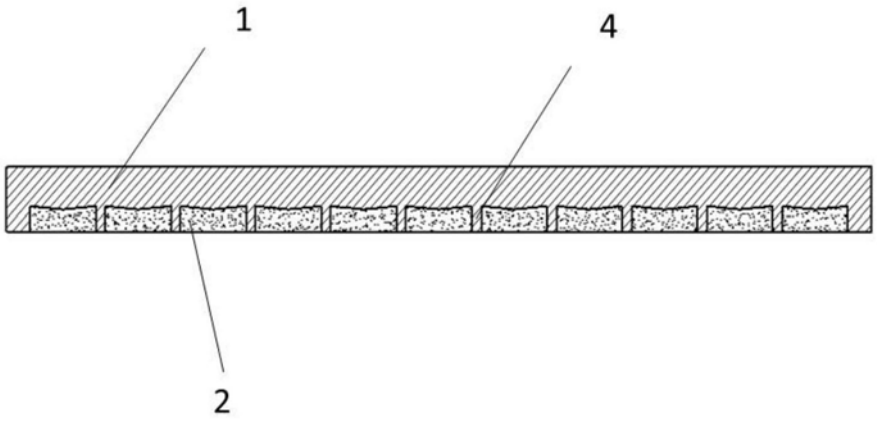


图3

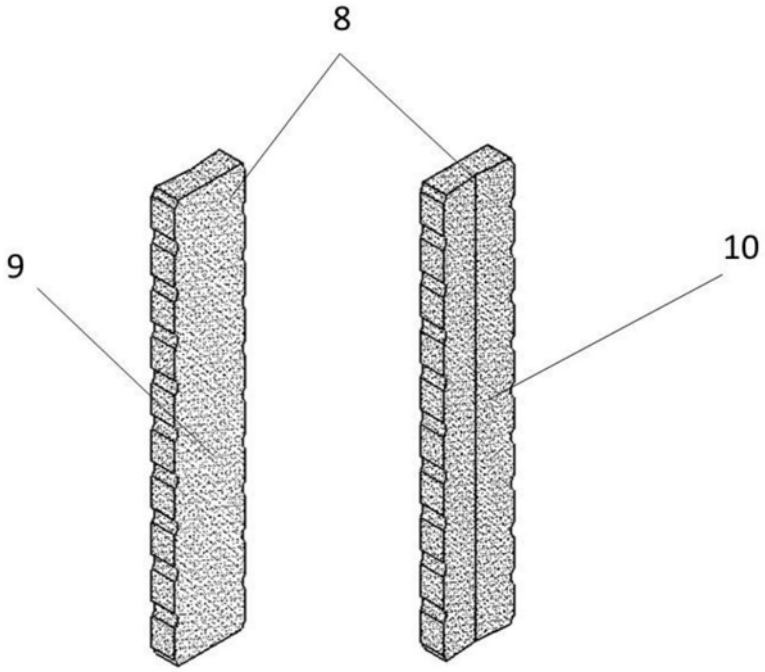


图4

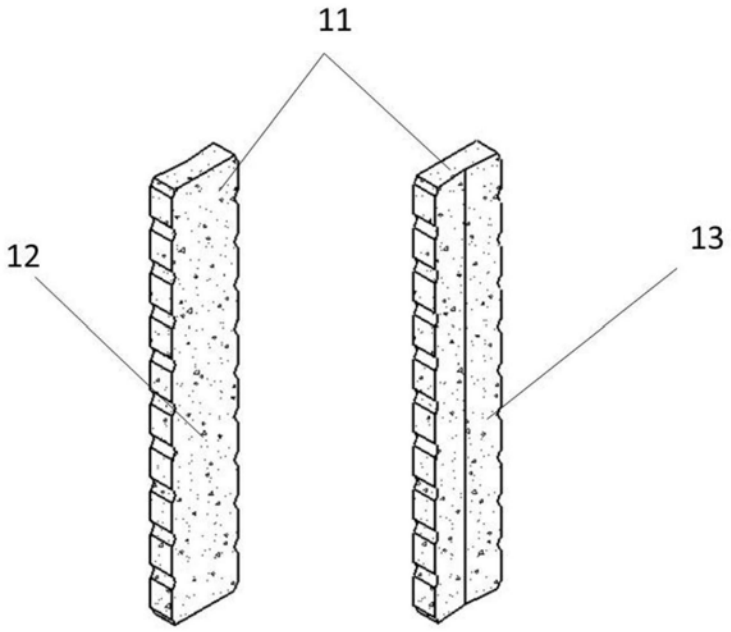


图5