



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105728673 B

(45)授权公告日 2018.04.03

(21)申请号 201610161810.4

(22)申请日 2013.06.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105728673 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(30)优先权数据

2012-143839 2012.06.27 JP

2013-041673 2013.03.04 JP

(62)分案原申请数据

201380034001.1 2013.06.11

(73)专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 锅岛诚司 岩田直道 荒牧则亲

三木祐司

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李洋 舒艳君

(51)Int.Cl.

B22D 11/04(2006.01)

B22D 11/059(2006.01)

(56)对比文件

JP H01170550 A, 1989.07.05,

CN 1137429 A, 1996.12.11,

JP H1029043 A, 1998.02.03,

CN 1465456 A, 2004.01.07,

JP 2001105102 A, 2001.04.17,

审查员 梁秀兰

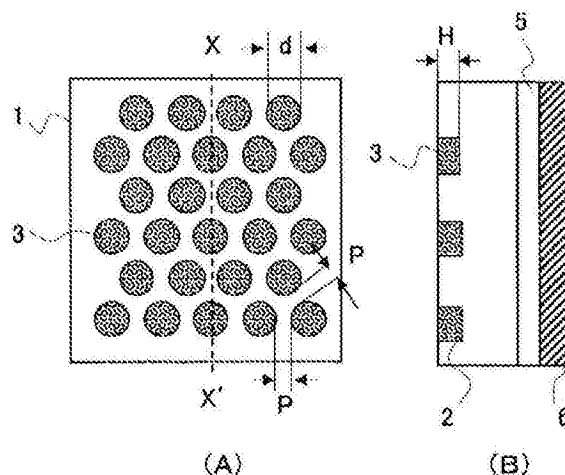
权利要求书2页 说明书17页 附图4页

(54)发明名称

连续铸造用铸型以及钢的连续铸造方法

(57)摘要

本发明提供连续铸造用铸型以及钢的连续铸造方法。提供能够防止因凝固初期的凝固壳的不均匀冷却而导致的表面裂纹以及因伴随着包晶反应的、在中碳钢中从 δ 铁朝 γ 铁的变态所引起的凝固壳厚度的不均匀而导致的表面裂纹的连续铸造用铸型。本发明的连续铸造用铸型(1)在从相比弯液面靠上方的任意位置起到相比弯液面靠下方20mm以上的位置为止的铜铸型内壁面的范围,分别独立地具有热传导率为铜的热传导率的30%以下的金属填充于圆形凹槽(2)的内部而形成的直径为2~20mm的多个低热传导金属填充部(3),并且低热传导金属填充部处的所述金属的填充厚度(H)为所述圆形凹槽的深度以下、且相对于所述低热传导金属填充部的直径(d)满足下述(I)式的关系, $0.5 \leq H \leq d \cdots \cdots (I)$ 。



1. 一种连续铸造用铸型,其特征在于,

在水冷式铜铸型的内壁面、且是从相比弯液面靠上方的任意位置起到相比弯液面靠下方20mm以上的位置为止的内壁面的范围,分别独立地具有直径为2~20mm或者圆当量直径为2~20mm的多个低热传导金属填充部,所述低热传导金属填充部是热传导率为铜的热传导率的30%以下的金属填充于设置在所述内壁面的圆形凹槽或者拟似圆形凹槽的内部而形成的,并且,所述低热传导金属填充部处的所述金属的填充厚度为所述圆形凹槽或者所述拟似圆形凹槽的深度以下、且相对于所述低热传导金属填充部的直径或者圆当量直径满足下述(1)式的关系,

$$0.5 \leq H \leq d \cdots \cdots (1)$$

其中,在(1)式中,H为金属的填充厚度(mm),d为低热传导金属填充部的直径(mm)或者圆当量直径(mm),

在所述水冷式铜铸型的内壁面形成有厚度为2.0mm以下的镍合金的金属镀层,所述低热传导金属填充部由所述金属镀层覆盖。

2. 根据权利要求1所述的连续铸造用铸型,其特征在于,

所述低热传导金属填充部彼此的间隔相对于该低热传导金属填充部的直径或者圆当量直径满足下述(2)式的关系,

$$P \geq 0.25 \times d \cdots \cdots (2)$$

其中,在(2)式中,P为低热传导金属填充部彼此的间隔(mm),d为低热传导金属填充部的直径(mm)或者圆当量直径(mm)。

3. 根据权利要求2所述的连续铸造用铸型,其特征在于,

所述低热传导金属填充部彼此的间隔在满足所述(2)式的关系的范围内在所述铸型的宽度方向或者铸造方向不同。

4. 根据权利要求1或2中任一项所述的连续铸造用铸型,其特征在于,

形成有所述低热传导金属填充部的范围内的、铜铸型内壁面的低热传导金属填充部所占的面积率为10%以上。

5. 根据权利要求1或2中任一项所述的连续铸造用铸型,其特征在于,

铸型下部的未形成所述低热传导金属填充部的范围的铸造方向长度、且是从所述低热传导金属填充部的下端位置起到铸型下端位置为止的距离,相对于正常铸造时的铸片拉拔速度满足下述(3)式的条件,

$$L \geq V_c \times 100 \cdots \cdots (3)$$

其中,在(3)式中,L为从低热传导金属填充部的下端位置起到铸型下端位置为止的距离(mm), V_c 为正常铸造时的铸片拉拔速度(m/min)。

6. 根据权利要求1或2中任一项所述的连续铸造用铸型,其特征在于,

所述低热传导金属填充部的直径或者圆当量直径在2~20mm的范围内在所述铸型的宽度方向或者铸造方向不同。

7. 根据权利要求1或2中任一项所述的连续铸造用铸型,其特征在于,

所述低热传导金属填充部的厚度在满足所述(1)式的关系的范围内在所述铸型的宽度方向或者铸造方向不同。

8. 一种钢的连续铸造方法,其特征在于,

使用权利要求1~7中任一项所述的连续铸造用铸型,将中间包内的钢液注入所述连续铸造用铸型从而对所述钢液进行连续铸造。

9. 根据权利要求8所述的钢的连续铸造方法,其特征在于,

在所述连续铸造用铸型,在直至相比弯液面靠下方与正常铸造时的铸片拉拔速度对应而利用下述(4)式计算出的距离R以上的位置为止的范围形成有所述低热传导金属填充部,使正常铸造时的铸片拉拔速度在0.6m/min以上的范围内,使用结晶化温度为1100℃以下、且碱度亦即质量%CaO/质量%SiO₂为0.5~1.2的保护渣进行连续铸造,

$$R=2 \times V_c \times 1000 / 60 \cdots \cdots (4)$$

其中,在(4)式中,R为距弯液面的距离(mm),V_c为正常铸造时的铸片拉拔速度(m/min)。

10. 根据权利要求8或9所述的钢的连续铸造方法,其特征在于,

所述钢液为含碳量0.08~0.17质量%的中碳钢,将该钢液形成为铸片厚度为200mm以上的扁坯铸片并以1.5m/min以上的铸片拉拔速度连续铸造。

连续铸造用铸型以及钢的连续铸造方法

[0001] 本申请是申请人于2014年12月25日提出的申请号为201380034001.1、发明名称为连续铸造用铸型以及钢的连续铸造方法的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及防止因在铸型内的凝固壳的不均匀冷却而引起的铸片表面裂纹从而能够对钢液进行连续铸造的连续铸造用铸型,以及使用了该铸型的钢的连续铸造方法。

背景技术

[0003] 在钢的连续铸造中,注入铸型内的钢液由水冷式铸型冷却,在与铸型之间的接触面处,钢液凝固而生成凝固层(称为“凝固壳”)。以该凝固壳作为外壳、且内部为未凝固层的铸片一边由设置在铸型下游侧的水喷射器或气水喷射器冷却一边被朝铸型下方连续地拉拔。铸片借助利用水喷射器或气水喷射器进行的冷却而凝固至中心部,然后由气体切断机等切断,从而制造出规定长度的铸片。

[0004] 若在铸型内的冷却变得不均匀,则凝固壳的厚度在铸片的铸造方向以及铸片宽度方向变得不均匀。在凝固壳作用有因凝固壳的收缩或变形而引起的应力。在凝固初期,该应力集中于凝固壳的薄壁部,因该应力而在凝固壳的表面产生裂纹。该裂纹会因此后的热应力或由连续铸造机的辊产生的弯曲应力以及矫正应力等外力扩大而成为大的表面裂纹。

[0005] 存在于铸片的表面裂纹在下一工序的压延工序中成为钢制品的表面缺陷。因而,为了防止钢制品的表面缺陷的产生,需要对铸片表面进行火焰表面清理或者研磨从而在铸片阶段除去其表面裂纹。

[0006] 铸型内的不均匀凝固尤其是在含碳量为0.08~0.17质量%的钢中容易产生。在含碳量为0.08~0.17质量%的钢中,在凝固时产生包晶反应。认为铸型内的不均匀凝固的起因是因体积收缩而产生的变态应力,该体积收缩是因该包晶反应而产生的从 δ 铁(铁素体)朝 γ 铁(奥氏体)变态时的体积收缩。即,由于因该变态应力引起的变形而凝固壳变形,由于该变形,凝固壳从铸型内壁面离开。对于从铸型内壁面离开后的部位,由铸型产生的冷却降低,该从铸型内壁面离开的部位(将该从铸型内壁面离开的部位称为“缩陷(depression)”)的凝固壳厚度变薄。认为通过凝固壳厚度变薄而上述应力集中于该部分,从而产生表面裂纹。

[0007] 尤其是在增加铸片拉拔速度的情况下,不仅从凝固壳朝向铸型冷却水的平均热流通量增加(凝固壳被急速冷却),而且热流通量的分布不规则且变得不均匀,因此铸片表面裂纹的产生存在增加倾向。具体而言,在铸片厚度为200mm以上的扁坯(slab)连续铸造中,若铸片拉拔速度变为1.5m/min以上则变得容易产生表面裂纹。

[0008] 以往,以防止伴随着上述包晶反应的钢种(称为“中碳钢”)的铸片表面裂纹为目的,尝试使用容易结晶化的组分的保护渣(mold powder)(例如参照专利文献1)。这是基于如下情况:在容易结晶化的组分的保护渣中,保护渣层的热阻增大,凝固壳被缓慢冷却。这是因为:通过缓慢冷却,作用于凝固壳的应力降低,表面裂纹变少。但是,仅靠由保护渣产生

的缓慢冷却效果无法得到充分的不均匀凝固的改善,在变态量大的钢种中无法防止裂纹的产生。

[0009] 因此,为了防止铸片的表面裂纹,提出有多种使连续铸造用铸型自身缓慢冷却化的方法。例如,在专利文献2或专利文献3中提出有如下的方法:为了防止表面裂纹,对铸型内表面实施凹陷加工(槽或圆孔),通过形成气隙(air gap)来实现缓慢冷却。但是,在该方法中,存在如下的问题:当槽的宽度大的情况下,保护渣流入槽的内未无法形成气隙,难以得到缓慢冷却的效果。

[0010] 并且,还提出有如下的方法:使保护渣流入设置于铸型内壁面的凹部(纵槽、格子槽、圆孔),赋予规则的热传递分布从而减少不均匀凝固量(例如参照专利文献4以及专利文献5)。但是,在该方法中,存在如下的问题:当保护渣朝凹部的流入不充分的情况下,钢液侵入凹部从而产生约束性导通(breakout),或者,填充于凹部的保护渣在铸造中剥离,钢液侵入该部位而产生约束性导通。

[0011] 并且,还提出有如下的方法:减小使铸型内壁面形成气隙时设置于铸型内壁面的喷砂面或凹陷加工面的槽宽或圆孔(例如参照专利文献6以及专利文献7)。在该方法中,保护渣因界面张力作用而不流入喷砂面或凹陷加工面的槽宽或圆孔,气隙得以保持。但是,存在如下的问题:因铸型的磨损而气隙量自身减少,因此其效果逐渐消失。

[0012] 另一方面,还提出有如下的方法:以赋予规则的热传递分布从而降低不均匀凝固为目的,对铸型内壁面实施槽加工(纵槽、格子槽),并在该槽中填充低热传导材料(例如参照专利文献8以及专利文献9)。在该方法中,存在如下的问题:在纵槽或者格子槽与铜(铸型)的边界面、以及格子部的正交部,作用有因低热传导材料与铜之间的热变形差而产生的应力,从而在铸型铜板表面产生裂纹。

[0013] 专利文献1:日本特开2005—297001号公报

[0014] 专利文献2:日本特开平6—297103号公报

[0015] 专利文献3:日本特开平9—206891号公报

[0016] 专利文献4:日本特开平9—276994号公报

[0017] 专利文献5:日本特开平10—193041号公报

[0018] 专利文献6:日本特开平8—257694号公报

[0019] 专利文献7:日本特开平10—296399号公报

[0020] 专利文献8:日本特开平1—289542号公报

[0021] 专利文献9:日本特开平2—6037号公报

发明内容

[0022] 本发明就是鉴于上述情形而完成的,其目的在于提供一种连续铸造用铸型,在连续铸造用铸型的内壁面分别独立地形成热传导率比铜低的多个部位,由此,不会产生约束性导通且不会引起因铸型表面的裂纹而导致的铸型寿命降低,能够防止因凝固初期的凝固壳的不均匀冷却而导致的表面裂纹以及因伴随着包晶反应的、在中碳钢中从 δ 铁朝 γ 铁的变态所引起的凝固壳厚度的不均匀而导致的表面裂纹。并且,提供一种使用了上述连续铸造用铸型的钢的连续铸造方法。

[0023] 用于解决上述课题的本发明的主旨如下。

[0024] [1]一种连续铸造用铸型,在水冷式铜铸型的内壁面、且是从相比弯液面靠上方的任意位置起到相比弯液面靠下方20mm以上的位置为止的内壁面的范围,分别独立地具有直径为2~20mm或者圆当量直径为2~20mm的多个低热传导金属填充部,上述低热传导金属填充部是热传导率为铜的热传导率的30%以下的金属填充于设置在上述内壁面的圆形凹槽或者拟似圆形凹槽的内部而形成的,并且,上述低热传导金属填充部处的上述金属的填充厚度为上述圆形凹槽或者上述拟似圆形凹槽的深度以下、且相对于上述低热传导金属填充部的直径或者圆当量直径满足下述(1)式的关系,

$$[0025] \quad 0.5 \leq H \leq d \cdots \cdots (1)$$

[0026] 其中,在(1)式中,H为金属的填充厚度(mm),d为低热传导金属填充部的直径(mm)或者圆当量直径(mm)。

[0027] [2]根据上述[1]所记载的连续铸造用铸型,其中,在上述水冷式铜铸型的内壁面形成有厚度为2.0mm以下的镍合金的金属镀层,上述低热传导金属填充部由上述金属镀层覆盖。

[0028] [3]根据上述[1]或者上述[2]所记载的连续铸造用铸型,其中,上述低热传导金属填充部彼此的间隔相对于该低热传导金属填充部的直径或者圆当量直径满足下述(2)式的关系,

$$[0029] \quad P \geq 0.25 \times d \cdots \cdots (2)$$

[0030] 其中,在(2)式中,P为低热传导金属填充部彼此的间隔(mm),d为低热传导金属填充部的直径(mm)或者圆当量直径(mm)。

[0031] [4]根据上述[3]所记载的连续铸造用铸型,其中,上述低热传导金属填充部彼此的间隔在满足上述(2)式的关系的范围内在上述铸型的宽度方向或者铸造方向不同。

[0032] [5]根据上述[1]至上述[4]中任一项所记载的连续铸造用铸型,其中,形成有上述低热传导金属填充部的范围内的、铜铸型内壁面的低热传导金属填充部所占的面积率为10%以上。

[0033] [6]根据上述[1]至上述[5]中任一项所记载的连续铸造用铸型,其中,铸型下部的未形成上述低热传导金属填充部的范围的铸造方向长度、且是从上述低热传导金属填充部的下端位置起到铸型下端位置为止的距离,相对于正常铸造时的铸片拉拔速度满足下述(3)式的条件,

$$[0034] \quad L \geq V_c \times 100 \cdots \cdots (3)$$

[0035] 其中,在(3)式中,L为从低热传导金属填充部的下端位置起到铸型下端位置为止的距离(mm), V_c 为正常铸造时的铸片拉拔速度(m/min)。

[0036] [7]根据上述[1]至上述[6]中任一项所述的连续铸造用铸型,其中,上述低热传导金属填充部的直径或者圆当量直径在2~20mm的范围内在上述铸型的宽度方向或者铸造方向不同。

[0037] [8]根据上述[1]至上述[7]中任一项所述的连续铸造用铸型,其中,上述低热传导金属填充部的厚度在满足上述(1)式的关系的范围内在上述铸型的宽度方向或者铸造方向不同。

[0038] [9]一种钢的连续铸造方法,使用上述[1]至上述[8]中任一项所记载的连续铸造用铸型,将中间包(tundish)内的钢液注入上述连续铸造用铸型从而对上述钢液进行连续

铸造。

[0039] [10]根据上述[9]所记载的钢的连续铸造方法,其中,在上述连续铸造用铸型,在直至相比弯液面靠下方与正常铸造时的铸片拉拔速度对应而利用下述(4)式计算出的距离(R)以上的位置为止的范围形成有上述低热传导金属填充部,使正常铸造时的铸片拉拔速度在0.6m/min以上的范围内,使用结晶化温度为1100℃以下、且碱度((质量%CaO)/(质量%SiO₂))为0.5~1.2的保护渣进行连续铸造,

[0040] $R = 2 \times V_c \times 1000 / 60 \cdots \cdots (4)$

[0041] 其中,在(4)式中,R为距弯液面的距离(mm),V_c为正常铸造时的铸片拉拔速度(m/min)。

[0042] [11]根据上述[9]或上述[10]所记载的钢的连续铸造方法,其中,上述钢液为含碳量0.08~0.17质量%的中碳钢,将该钢液形成为铸片厚度为200mm以上的扁坯铸片并以1.5m/min以上的铸片拉拔速度连续铸造。

[0043] 根据本发明,由于在包含弯液面位置在内的、弯液面附近的连续铸造用铸型的宽度方向以及铸造方向设置多个低热传导金属填充部,因此弯液面附近的铸型宽度方向以及铸造方向的连续铸造用铸型的热阻规则性地且周期性地增减。由此,弯液面附近、即凝固初期的从凝固壳朝连续铸造用铸型的热流通量规则性地且周期性地增减。通过该热流通量的规则性地且周期性地增减,因从δ铁朝γ铁的变态而产生的应力或热应力减少,因上述应力而产生的凝固壳的变形变小。通过凝固壳的变形变小,因凝固壳的变形而引起的不均匀的热流通量分布均匀化,并且所产生的应力被分散从而各个的变形量变小。结果,能够防止凝固壳表面的裂纹的产生。

附图说明

[0044] 图1是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板的概要侧视图。

[0045] 图2是图1所示的铸型长边铜板的形成有低热传导金属填充部的部位的放大图。

[0046] 图3是以低热传导金属填充部的位置为准示意性地示出铸型长边铜板的三处位置的热阻的图。

[0047] 图4是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且是在铸造方向以及铸型宽度方向设置有直径不同的低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图。

[0048] 图5是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且是在铸造方向以及铸型宽度方向设置有厚度不同的低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图、及其A—A'剖视图、B—B'剖视图。

[0049] 图6是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且是改变低热传导金属填充部彼此的间隔而在铸造方向以及铸型宽度方向设置有低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图。

[0050] 图7是示出在铜铸型内壁面设置用于保护铜铸型表面的金属镀层的例子的概要图。

具体实施方式

[0051] 以下,参照附图对本发明具体地进行说明。图1是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且是在内壁面侧形成有低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图。图2是图1所示的铸型长边铜板的形成有低热传导金属填充部的部位的放大图,图2(A)是从内壁面侧观察的概要侧视图,图2(B)是图2(A)的X-X'剖视图。

[0052] 图1所示的连续铸造用铸型是用于铸造扁坯铸片的连续铸造用铸型的例子。扁坯铸片用的连续铸造用铸型通过组合一对铸型长边铜板和一对铸型短边铜板构成。图1示出其中的铸型长边铜板。铸型短边铜板也与铸型长边铜板同样在其内壁面侧形成有低热传导金属填充部,此处省略对铸型短边铜板的说明。但是,在扁坯铸片中,因其形状而导致容易在长边面侧的凝固壳产生应力集中,在长边面侧容易产生表面裂纹。因而,在扁坯铸片用的连续铸造用铸型的铸型短边铜板,并非必须设置低热传导金属填充部。

[0053] 如图1所示,在从铸型长边铜板1的相比正常铸造时的弯液面的位置向上方离开距离(Q)(距离(Q)为任意的值)的位置起到相比弯液面靠下方距离(R)的位置为止的铸型长边铜板1的内壁面设置有多个低热传导金属填充部3。此处,“弯液面”是“铸型内钢液液面”。

[0054] 如图2所示,该低热传导金属填充部3是通过利用镀金属单元或者喷镀单元等在铸型长边铜板1的内壁面侧分别独立地加工出的、直径(d)为2~20mm的圆形凹槽2的内部填充热传导率为铜(Cu)的热传导率的30%以下的金属(以下记为“低热传导金属”)而形成的。此处,图1中的标号L是铸型下部的未形成低热传导金属填充部3的范围的铸造方向长度,且是从低热传导金属填充部3的下端位置起到铸型下端位置为止的距离。并且,图2中的标号5为冷却水流路,标号6为背板。

[0055] 在图1以及图2中,低热传导金属填充部3的在铸型长边铜板1的内壁面的形状为圆形,但并非必须为圆形。只要是例如椭圆形那样的没有所谓的“角”的、近似于圆形的形状,则可以是任何形状。但是,即便是在近似于圆形的形状的情况下,也需要根据该近似于圆形的形状的低热传导金属填充部3的面积求出的圆当量直径在2~20mm的范围内。

[0056] 通过在包含弯液面位置在内的弯液面附近的连续铸造用铸型的宽度方向以及铸造方向设置多个低热传导金属填充部3,如图3所示,弯液面附近的铸型宽度方向以及铸造方向的连续铸造用铸型的热阻规则性地且周期性地增减。由此,弯液面附近、即从凝固初期的凝固壳朝连续铸造用铸型的热流量规则性地且周期性地增减。通过该热流量的规则性地且周期性地增减,因从 δ 铁朝 γ 铁的变态(以下记为“ δ/γ 变态”)而产生的应力或热应力降低,因这些应力而产生的凝固壳的变形变小。通过凝固壳的变形变小,因凝固壳的变形而引起的不均匀的热流量分布均匀化、且所产生的应力分散从而各个的变形量变小。结果,能够防止凝固壳表面的表面裂纹的产生。另外,图3是以低热传导金属填充部3的位置为准示意性地示出铸型长边铜板1的三处位置的热阻的图。如图3所示,在低热传导金属填充部3的设置位置,热阻相对变高。

[0057] 若考虑对初期凝固的影响,则低热传导金属填充部3的设置位置需要设置在相比弯液面位置靠下方20mm以上的位置。通过使低热传导金属填充部3的设置范围为相比弯液面位置靠下方20mm以上的范围,能够充分确保由低热传导金属填充部3产生的热流量的

周期性变动的效果,即便在容易产生表面裂纹的高速铸造时或者中碳钢的铸造时,也能够充分得到铸片表面裂纹的防止效果。当低热传导金属填充部3的设置范围距弯液面位置小于20mm的情况下,铸片表面裂纹的防止效果变得不充分。

[0058] 并且,低热传导金属填充部3的设置位置优选为相比弯液面靠下方与正常铸造时的铸片拉拔速度对应而利用下述(4)式计算出的距离(R)以上的位置。

[0059] $R=2 \times V_c \times 1000 / 60 \cdots \cdots (4)$

[0060] 其中,在(4)式中,R为距弯液面的距离(mm), V_c 为正常铸造时的铸片拉拔速度(m/min)。

[0061] 即,距离(R)与凝固开始后的铸片通过低热传导金属填充部3的设置范围的时间相关,优选在从凝固开始后起至少2秒的期间铸片滞留在低热传导金属填充部3所被设置的范围内。为了使得铸片在从凝固开始后起至少2秒的期间存在于低热传导金属填充部3所被设置的范围,距离(R)需要满足(4)式。

[0062] 通过确保凝固开始后的铸片滞留在低热传导金属填充部3所被设置的范围内的时间为2秒以上,能够充分得到由低热传导金属填充部3产生的热流通量的周期性地变动的效果,即便在容易产生表面裂纹的高速铸造时或中碳钢的铸造时,也能够得到铸片表面裂纹的防止效果。在稳定地得到由低热传导金属填充部3产生的热流通量的周期性地变动的效果的基础上,作为铸片通过低热传导金属填充部3所被设置的范围的时间,优选确保4秒以上。

[0063] 另一方面,低热传导金属填充部3的上端部的位置只要比弯液面位置靠上方则可以是什么位置,因而,距离(Q)可以是超过零的任意值。但是,由于铸造中弯液面在上下方向变动,因此,优选将低热传导金属填充部3设置在相比弯液面靠上方10mm程度的位置、优选为靠上方20mm程度的位置,以使得低热传导金属填充部3的上端部始终位于比弯液面靠上方的位置。另外,弯液面位置一般为从铸型长边铜板1的上端起靠下方60~150mm的位置,只要与此对应地决定低热传导金属填充部3的设置范围即可。

[0064] 低热传导金属填充部3的在铸型长边铜板1的内壁面的形状为圆形或者近似圆形。以下,将近似圆形的形状称为“拟似圆形”。当低热传导金属填充部3的形状为拟似圆形的情况下,将为了形成低热传导金属填充部3而在铸型长边铜板1的内壁面加工的槽称为“拟似圆形槽”。作为拟似圆形,例如是椭圆形或将角部形成为圆或椭圆的长方形等不具有角部的形状,此外,也可以是花瓣图案那样的形状。

[0065] 当像专利文献8以及专利文献9那样施以纵槽或者格子槽,并在该槽填充低热传导金属的情况下,会产生如下的问题:在低热传导金属与铜之间的边界面以及格子部的正交部,因低热传导金属与铜之间的热变形差而导致的应力集中于此,在铸型铜板表面产生裂纹。与此相对,通过像本发明这样将低热传导金属填充部3的形状形成为圆形或者拟似圆形,低热传导金属与铜之间的边界面成为曲面状,因此能够发现如下的优点:在边界面处应力难以集中,在铸型铜板表面难以产生裂纹。

[0066] 低热传导金属填充部3的直径以及圆当量直径需要为2~20mm。通过使其为2mm以上,低热传导金属填充部3处的热流通量的降低变得充分,能够得到上述效果。并且,通过使其为2mm以上,容易利用镀金属单元或喷镀单元将低热传导金属填充至圆形凹槽2或拟似圆形凹槽(未图示)的内部。另一方面,通过使低热传导金属填充部3的直径以及圆当量直径为

20mm以下,低热传导金属填充部3处的热流通量的降低得到抑制、即低热传导金属填充部3处的凝固延迟得到抑制,能够防止朝该位置处的凝固壳的应力集中、能够防止在凝固壳产生表面裂纹。即,若直径以及圆当量直径超过20mm则会产生表面裂纹,因此,需要使低热传导金属填充部3的直径以及圆当量直径为20mm以下。另外,当低热传导金属填充部3的形状为拟似圆形的情况下,该拟似圆形的圆当量直径用下述的(5)式计算出。

[0067] 圆当量直径 = $(4 \times S / \pi)^{1/2} \dots \dots (5)$

[0068] 其中,在(5)式中,S为低热传导金属填充部3的面积(mm^2)。

[0069] 在图1中,在铸造方向或者铸型宽度方向设置相同形状的低热传导金属填充部3,但在本发明中并不需要设置相同形状的低热传导金属填充部3。只要低热传导金属填充部3的直径或者圆当量直径处于2~20mm的范围内,则如图4所示,也可以在铸造方向或者铸型宽度方向设置直径不同的低热传导金属填充部3(在图4中,直径 $d_1 >$ 直径 d_2)。在该情况下也能够防止因铸型内的凝固壳的不均匀冷却而导致的铸片表面裂纹。但是,若低热传导金属填充部3的直径或者圆当量直径根据场所而大幅不同,则在低热传导金属填充部3的面积率局部高的区域凝固延迟,存在在该位置产生表面裂纹的顾虑,因此更优选为单一的直径或者圆当量直径。图4是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且在铸造方向以及铸型宽度方向设置有直径不同的低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图。

[0070] 需要使填充于圆形凹槽以及拟似圆形凹槽而进行使用的低热传导金属的热传导率为铜的热传导率(约 $380\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)的30%以下。通过使用热传导率为铜的热传导率的30%以下的低热传导金属,由低热传导金属填充部3得到的热流通量的周期性变动的效果变得充分,即便在容易产生铸片表面裂纹的高速铸造时或者中碳钢的铸造时,也能够充分地得到铸片表面裂纹的防止效果。作为在本发明中使用的低热传导金属,优选为容易进行镀金属或喷镀的镍(Ni、热传导率:约 $80\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)以及镍合金。

[0071] 并且,需要使低热传导金属填充部的填充厚度(H)为0.5mm以上。通过使填充厚度为0.5mm以上,低热传导金属填充部3处的热流通量的降低变得充分,能够得到上述效果。

[0072] 并且,需要使低热传导金属填充部3的填充厚度为低热传导金属填充部3的直径以及圆当量直径以下。由于使填充厚度与低热传导金属填充部3的直径以及圆当量直径为同等程度或者比其小,因此利用镀金属单元或者喷镀单元进行的、低热传导金属朝圆形凹槽或者拟似圆形凹槽的填充变得容易,并且不会出现在所填充的低热传导金属与铸型铜板之间产生间隙或裂纹的情况。当在低热传导金属与铸型铜板之间产生间隙或裂纹的情况下,会产生所填充的低热传导金属的龟裂或玻璃,成为铸型寿命降低、铸片裂纹、进而约束性导通的原因。即,低热传导金属3的填充厚度需要满足下述的(1)式。

[0073] $0.5 \leq H \leq d \dots \dots (1)$

[0074] 其中,在(1)式中,H为金属的填充厚度(mm),d为圆形凹槽的直径(mm)或者拟似圆形凹槽的圆当量直径(mm)。在该情况下,金属的填充厚度为圆形凹槽或者拟似圆形凹槽的深度以下。

[0075] 另外,低热传导金属填充部3的填充厚度(H)的上限值由圆形凹槽的直径(d)决定。其中,若填充厚度(H)超过10.0mm则上述效果饱和,因此,优选填充厚度(H)为圆形凹槽的直径(d)以下且为10.0mm以下。

[0076] 在本发明中,无需在铸造方向或者铸型宽度方向设置厚度相同的低热传导金属填充部3。只要低热传导金属填充部3的厚度处于上述(1)式的范围内,则如图5所示,也可以在铸造方向或者铸型宽度方向设置厚度不同的低热传导金属填充部3(在图5中,厚度 $H1 >$ 厚度 $H2$)。在该情况下,能够防止因铸型内的凝固壳的不均匀冷却而引起的铸片表面裂纹。但是,若低热传导金属填充部3的厚度根据场所而大幅不同,则低热传导金属填充部3的厚度相对厚的区域局部地凝固延迟,存在在该位置产生表面裂纹的顾虑,因此更优选形成成为单一的厚度。图5是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且是在铸造方向以及铸型宽度方向设置有厚度不同的低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图及其A—A'剖视图、B—B'剖视图。

[0077] 并且,优选低热传导金属填充部彼此的间隔为低热传导金属填充部3的直径以及圆当量直径的0.25倍以上。即,优选低热传导金属填充部彼此的间隔相对于低热传导金属填充部3的直径或者圆当量直径满足下述(2)式的关系。

[0078] $P \geq 0.25 \times d \cdots \cdots (2)$

[0079] 其中,在(2)式中, P 为低热传导金属填充部彼此的间隔(mm), d 为低热传导金属填充部的直径(mm)或者圆当量直径(mm)。

[0080] 此处,如图2所示,低热传导金属填充部彼此的间隔是指相邻的低热传导金属填充部3端部之间的最短距离。通过使低热传导金属填充部彼此的间隔为“ $0.25 \times d$ ”以上,间隔充分大,低热传导金属填充部3处的热流通量与铜部(未形成有低热传导金属填充部3的部位)的热流通量之差变大,能够得到上述效果。虽然低热传导金属填充部彼此的间隔的上限值并无特殊规定,但若该间隔变大,则低热传导金属填充部3的面积率降低,因此优选使其为“ $2.0 \times d$ ”以下。

[0081] 在图1中,在铸造方向或者铸型宽度方向以相同间隔设置低热传导金属填充部3,但在本发明中无需以相同间隔设置低热传导金属填充部3。如图6所示,也可以改变低热传导金属填充部彼此的间隔而在铸造方向或者铸型宽度方向设置低热传导金属填充部3(在图6中,间隔 $P1 >$ 间隔 $P2$)。在该情况下也优选低热传导金属填充部彼此的间隔满足(2)式的关系。即便当低热传导金属填充部彼此的间隔在铸造方向或者铸型宽度方向不同的情况下,也能够防止因铸型内的凝固壳的不均匀冷却而引起的铸片表面裂纹。其中,若低热传导金属填充部彼此的间隔在一个铸型内大幅不同,则在低热传导金属填充部3的面积率局部高的区域凝固延迟,存在在该位置产生表面裂纹的顾虑,因此更优选形成成为单一的间隔。图6是从内壁面侧观察构成本发明所涉及的连续铸造用铸型的一部分的铸型长边铜板、且是改编低热传导金属填充部彼此的间隔而在铸造方向以及铸型宽度方向设置低热传导金属填充部的铸型长边铜板的概要侧视图。

[0082] 优选形成有低热传导金属填充部3的范围内的、铜铸型内壁面的低热传导金属填充部3所占的面积率(ϵ)为10%以上。通过确保该面积率(ϵ)为10%以上,能够确保热流通量小的低热传导金属填充部3所占的面积,能够得到低热传导金属填充部3与铜部之间的热流通量差,能够稳定地得到上述效果。另外,虽然低热传导金属填充部3所占的面积率(ϵ)的上限并无特殊规定,但如前面所述,优选低热传导金属填充部彼此的间隔为“ $0.25 \times d$ ”以上,可以将该条件作为最大面积率(ϵ)。

[0083] 并且,优选铸型下部的未形成低热传导金属填充部3的范围的铸造方向长度、即从

低热传导金属填充部3的下端位置起到铸型下端位置为止的距离,相对于正常铸造时的铸片拉拔速度满足下述(3)式的条件。

[0084] $L \geq V_c \times 100 \cdots \cdots (3)$

[0085] 其中,在(3)式中,L为从低热传导金属填充部的下端位置起到铸型下端位置为止的距离(mm), V_c 为正常铸造时的铸片拉拔速度(m/min)。

[0086] 当从低热传导金属填充部3的下端位置起到铸型下端位置为止的距离(L)满足(3)式的情况下,缓慢冷却的区域被抑制在适度的范围,尤其是能够确保进行高速铸造时从铸型拉拔的时刻的凝固壳的厚度,能够防止铸片的隆起(因钢液静压而凝固壳鼓出现象)或导通的产生。

[0087] 低热传导金属填充部3的排列优选为如图1所示的之字形排列,但在本发明中低热传导金属填充部3的排列并不限于之字形排列,可以是任意排列。其中,优选为上述低热传导金属填充部彼此的间隔(P)以及低热传导金属填充部3所占的面积率(ϵ)满足上述条件的范围内的排列。

[0088] 另外,以低热传导金属填充部3设置在连续铸造用铸型的长边铸型铜板和短边铸型铜板双方的情况作为基本情况,但当像扁坯铸片那样铸片长边长度相对于铸片短边长度之比大的情况下,存在在铸片长边侧产生表面裂纹的倾向,即便仅在长边侧设置低热传导金属填充部3,也能够得到本发明的效果。

[0089] 并且,如图7所示,在形成低热传导金属填充部3的铜铸型内壁面,以防止因凝固壳而导致的磨损或因热过程而导致的铸型表面的裂纹为目的,优选设置金属镀层4。该金属镀层4通过镀敷通常使用的镍系合金、例如镍-钴合金(Ni-Co合金)等即已足够。但是,优选金属镀层4的厚度(h)为2.0mm以下。通过使金属镀层4的厚度(h)为2.0mm以下,能够减少金属镀层4对热流通量带来的影响,能够充分地得到因低热传导金属填充部3所导致的热流通量的周期性变动的效果。另外,图7是示出在铜铸型内壁面设置用于保护铜铸型表面的金属镀层的例子概要图。

[0090] 当使用以这种方式构成的连续铸造用铸型连续铸造铸片时,作为朝铸型内添加的保护渣,优选为结晶化温度为1100℃以下、且碱度((质量%CaO)/(质量%SiO₂))为0.5~1.2的范围内的保护渣。此处,结晶化温度是指对熔融状态的保护渣进行急冷而使其玻璃化,且在使玻璃化后的保护渣再度升温的途中生成结晶的温度。与此相对,将在使熔融状态的保护渣降温的途中保护渣的粘度呈现急剧增加的温度称为凝固温度。因而,在保护渣中,结晶化温度与凝固温度不同,结晶化温度比凝固温度低。

[0091] 通过使保护渣的结晶化温度为1100℃以下、且碱度((质量%CaO)/(质量%SiO₂))为1.2以下,能够防止相对于铸型壁的保护渣固着层的形成,能够将由保护渣层对因低热传导金属填充部3而产生的规则性地且周期性地热流通量的变动造成的影响抑制在最小限度。即,能够将因低热传导金属填充部3而产生的规则性地且周期性地热流通量的变动有效地附加于凝固壳。另一方面,通过确保保护渣的碱度((质量%CaO)/(质量%SiO₂))为0.5以上,保护渣的粘度不会变高,能够确保保护渣朝铸型与凝固壳之间的间隙的流入量,能够将约束性导通防范于未然。

[0092] 为了控制熔融特性,可以在本发明所使用的保护渣中添加Al₂O₃、Na₂O、MgO、CaF₂、Li₂O、BaO、MnO、B₂O₃、Fe₂O₃、ZrO₂等。并且,也可以添加用于控制保护渣的熔融速度的碳,也可

以还含有其他的不可避免的杂质。其中,优选具有促进保护渣的结晶化的效果的氟(F)小于10质量%, MgO 小于5质量%, ZrO_2 小于2质量%。

[0093] 如以上说说明的那样,根据本发明,通过在包含弯液面位置在内的弯液面附近的连续铸造用铸型的宽度方向以及铸造方向设置多个低热传导金属填充部3,弯液面附近的铸型宽度方向以及铸造方向上的连续铸造用铸型的热阻规则性地且周期性地增减。由此,弯液面附近、即从凝固初期的凝固壳朝连续铸造用铸型的热流量规则性地且周期性地增减。通过该热流量的规则性地且周期性地增减,因 δ/γ 变态而导致的应力或热应力降低,因这些应力而产生的凝固壳的变形变小。通过凝固壳的变形变小,因凝固壳的变形而引起的热流量分布均匀化,且所产生的应力分散而各个的变形量变小。结果,能够防止凝固壳表面的裂纹的产生。

[0094] 另外,上述说明是针对扁坯铸片用的连续铸造用铸型而进行的,但本发明并不限定于扁坯铸片用的连续铸造用铸型,在钢锭铸片或钢坯铸片用的连续铸造用铸型中也能够遵循上述说明而应用本发明。

[0095] 实施例1

[0096] 进行如下的试验:使用在内壁面以各种条件设置有低热传导金属填充部的水冷铜铸型铸造中碳钢(化学成分,C:0.08~0.17质量%,Si:0.10~0.30质量%,Mn:0.50~1.20质量%,P:0.010~0.030质量%,S:0.005~0.015质量%,Al:0.020~0.040质量%),并调查铸造后的铸片的表面裂纹。所使用的水冷铜铸型为具有长边长度为1.8m、短边长度为0.26m的内表面空间尺寸的铸型。

[0097] 所使用的水冷铜铸型的从上端起到下端为止的长度(=铸型长度)为900mm,将正常铸造时的弯液面(铸型内钢液液面)的位置设定在距铸型上端100mm的下方位置。首先,在从相比铸型上端靠下方80mm的位置起到相比铸型上端靠下方300mm的位置为止的范围(范围长度=220mm),对铸型内壁面实施圆形凹槽的加工。接着,使用镀金属单元朝该圆形凹槽的内部填充镍(热传导率:80W/(m·K)),形成低热传导金属填充部。此时,准备在从相比铸型上端靠下方80mm的位置起到相比铸型上端靠下方190mm的位置为止的范围、和从相比铸型上端靠下方190mm的位置起到相比铸型上端靠下方300mm的位置为止的范围,使低热传导金属填充部的直径(d)、填充厚度(H)、低热传导金属填充部彼此的间隔(P)变化的水冷铜铸型。镍朝圆形凹槽的填充深度与圆形凹槽的深度相同。

[0098] 并且,准备在从相比铸型上端靠下方80mm的位置起到相比铸型上端靠下方750mm的位置为止的范围(范围长度=670mm)以与上述方法同样的方法形成低热传导金属填充部的水冷铜铸型。

[0099] 由于将铸型内的弯液面位置设定在距铸型上端100mm的下方位置,因此,在直至从铸型上端靠下方300mm的位置为止的范围设置低热传导金属填充部的铸型中,图1中的距离(Q)为20mm,距离(R)为200mm,距离(L)为600mm,在直至从铸型上端靠下方750mm的位置为止的范围设置低热传导金属填充部的铸型中,距离(Q)为20mm,距离(R)为650mm,距离(L)为150mm。

[0100] 当圆形凹槽的孔深深的情况下,反复进行多次镀金属、表面磨削,在铸型内壁面形成期望形状的低热传导金属填充部。然后,在铸型内壁面的整面镀敷Ni—Co合金,从而实施在铸型上端处的厚度为0.5mm、在铸型下端处的厚度为1.0mm的金属镀层(低热传导金属填

充部处的Ni—Co金属镀层厚度为大约0.6mm)。

[0101] 并且,为了进行比较,也准备不设置低热传导金属填充部,并在铸型内壁面实施在铸型上端处的厚度为0.5mm、在铸型下端处的厚度为1.0mm的Ni—Co金属镀层的水冷铜铸型。

[0102] 在连续铸造作业中,作为保护渣,使用碱度((质量%CaO)/(质量%SiO₂))为1.1、凝固温度为1210℃、1300℃的粘性率为0.15Pa·s的保护渣。该保护渣为本发明的优选范围的保护渣。如前面所述,凝固温度是指在使熔融状态的保护渣降温的途中保护渣的粘度呈现急剧增加的温度。正常铸造时的铸型内的弯液面位置为距铸型上端100mm的下方位置,且以使得弯液面存在于低热传导金属填充部的设置范围内的方式进行控制。并且,正常铸造时的铸片拉拔速度为1.7~2.2m/min,对于调查铸片的表面裂纹的铸片,在所有的试验中,以正常铸造时的铸片拉拔速度为1.8m/min的铸片作为对象。由于从弯液面到低热传导金属填充部的下端位置为止的距离(R)为200mm以上,因此,在所有的试验中,距离(R)与正常铸造时的铸片拉拔速度(Vc)之间的关系满足(4)式。中间包内的钢液过热度为25~35℃。

[0103] 在连续铸造结束后,对铸片长边的表面进行酸洗而除去氧化皮,测定表面裂纹的产生数量。表1以及表2中示出中碳钢铸片的表面裂纹的产生状况。铸片表面裂纹的产生状况使用以铸片的长度作为分母、以产生了表面裂纹的部位的铸片的长度作为分子计算出的值进行评价。另外,在表1以及表2的备注栏中,将本发明的范围内的试验以本发明例表示,将使用了虽然具有低热传导金属填充部但不满足本发明的范围的水冷铜铸型的试验以比较例表示,将使用了不具有低热传导金属填充部的水冷铸型的试验以现有例表示。

[0104] [表1]

[0105]

试验 No.	填充金属	直径 d (mm)	厚度 H (mm)	间隔 P (mm)	面积率 e (%)	距离 R (mm)	距离 L (mm)	填充范围 (mm)	旋转速度 V _c (m/min)	铸件表面 裂纹	铸型的 状态	铸片的 隆起	备注
1	Ni	2	0.5	1.0	40	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
2	Ni	2	1.0	2.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
3	Ni	2	2.0	4.0	10	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
4	Ni	4	1.0	2.0	40	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
5	Ni	4	2.0	4.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
6	Ni	4	4.0	8.0	10	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
7	Ni	6	0.5	1.5	58	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
8	Ni	6	2.0	3.0	40	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
9	Ni	6	2.0	6.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
10	Ni	6	3.0	6.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
11	Ni	6	6.0	12.0	10	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
12	Ni	10	2.0	5.0	40	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
13	Ni	10	4.0	10.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
14	Ni	10	8.0	15.0	15	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
15	Ni	20	2.0	10.0	40	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
16	Ni	20	5.0	20.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
17	Ni	2	1.0	5.0	7	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例
18	Ni	4	2.0	0.8	63	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例
19	Ni	4	4.0	10.0	7	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例
20	Ni	6	2.0	1.0	67	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例
21	Ni	6	3.0	14.0	8	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例
22	Ni	10	5.0	24.0	8	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例

[0106]

[表2]

[0107]

试验 No.	填充金属	直径 d (mm)	厚度 H (mm)	间隔 P (mm)	面积率 ϵ (%)	距离 R (mm)	距离 L (mm)	填充范围 (mm)	拉拔速度 Vc (m/min)	铸件表面 裂纹	铸型的 状态	铸片的 隆起	备注
23	Ni	20	4.0	4.0	63	200	600	220	1.8	裂纹少	良好	无	本发明例
24	Ni	4	2.0	4.0	23	650	150	670	1.8	无裂纹	良好	产生	本发明例
25	Ni	4	2.0	6.0	15	200	600	110 (上部)	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
		6	2.0	6.0	23			110 (下部)					
26	Ni	10	2.0	5.0	40	200	600	110 (上部)	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
		10	2.0	10.0	23			110 (下部)					
27	Ni	10	4.0	10.0	23	200	600	110 (上部)	1.8	无裂纹	良好	无	本发明例
		10	2.0	10.0	23			110 (下部)					
28	Ni	1.8	1.0	2.0	20	200	600	220	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
29	Ni	2	0.4	1.0	40	200	600	220	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
30	Ni	4	0.4	4.0	23	200	600	220	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
31	Ni	6	8.0	3.0	40	200	600	220	1.8	无裂纹	表面龟裂	无	比较例
32	Ni	10	0.4	2.5	58	200	600	220	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
33	Ni	10	12.0	10.0	23	200	600	220	1.8	无裂纹	表面龟裂	无	比较例
34	Ni	25	5.0	10.0	46	200	600	220	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
35	Ni	1.5	2.0	6.0	33	200	600	110 (上部)	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
		6	2.0	6.0	23			110 (下部)					
36	Ni	6	2.0	1.0	69	200	600	110 (上部)	1.8	产生裂纹	良好	无	比较例
		6	2.0	2.0	23			110 (下部)					
37	Ni	10	15.0	10.0	23	200	600	110 (上部)	1.8	无裂纹	表面龟裂	无	比较例
		10	10.0	10.0	23			110 (下部)					
38	-	-	-	-	-	0	900	0	1.8	产生裂纹	良好	无	现有例

[0108] 试验No.1~16的低热传导金属填充部的直径(d)以及填充厚度(H)处于本发明的范围内,且低热传导金属填充部彼此的间隔(P)、低热传导金属填充部所占的面积率(ϵ)、从低热传导金属填充部的下端位置起到铸型下端位置为止的距离(L)与铸件拉拔速度(Vc)之间的关系、从弯液面到低热传导金属填充部的下端位置为止的距离(R)与铸件拉拔速度(Vc)之间的关系、以及所使用的保护渣处于本发明的优选范围内。在该试验No.1~16中,在

铸型不产生龟裂,并且在铸片不产生表面裂纹。即,在试验No.1~16中,能够确认:在铸型不产生龟裂,即便是对于像中碳钢那样容易产生表面裂纹的钢,与以往相比较也能够大幅降低铸片的表面裂纹。

[0109] 试验No.17、19、21、22的低热传导金属填充部所占的面积率(ϵ)为10%以下,从本发明的优选范围脱离。但是,其他条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内,在试验No.17、19、21、22中,能够确认:在铸片产生微细的表面裂纹,但与以往相比较能够大幅降低表面裂纹。

[0110] 试验No.18、20、23的低热传导金属填充部彼此的间隔(P)相对于低热传导金属填充部的直径(d)的关系从本发明的优选范围的下限值脱离。但是,其他条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内,能够确认:在试验No.18、20、23中,在铸片产生微细的表面裂纹,但与以往相比较能够大幅降低表面裂纹。

[0111] 试验No.24的距离(L)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系从本发明的优选范围脱离,因此,铸型正下的凝固壳厚度变薄,铸型正下的隆起量变大。但是,在铸型正下以下的二次冷却带,凝固壳的表面借助二次冷却水被冷却,凝固壳厚度增加,因此,二次冷却带处的隆起量与通常情况同等,不会出现导通,并不特别成为问题。其他条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内,能够确认:在铸片不产生表面裂纹,与以往相比较能够大幅降低表面裂纹。

[0112] 试验No.25是在低热传导金属填充部的设置范围的上部110mm的范围和下部110mm的范围使低热传导金属填充部的直径(d)在本发明的范围内变化的试验。在试验No.25中,低热传导金属填充部的填充厚度(H)处于本发明的范围内,且低热传导金属填充部彼此的间隔(P)、低热传导金属填充部所占的面积率(ϵ)、距离(L)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、距离(R)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、以及所使用的保护渣处于本发明的优选范围内。在该试验No.25中,在铸型不产生龟裂,并且在铸片不产生表面裂纹。

[0113] 试验No.26是在低热传导金属填充部的设置范围的上部110mm的范围和下部110mm的范围使低热传导金属填充部彼此的间隔(P)在本发明的优选范围内变化的试验。在试验No.26中,低热传导金属填充部的直径(d)以及填充厚度(H)处于本发明的范围内,且低热传导金属填充部所占的面积率(ϵ)、距离(L)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、距离(R)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、以及所使用的保护渣处于本发明的优选范围内。在该试验No.26中,在铸型不产生龟裂,并且在铸片不产生表面裂纹。

[0114] 试验No.27是在低热传导金属填充部的设置范围的上部110mm的范围和下部110mm的范围使低热传导金属填充部的厚度(H)在本发明的优选范围内变化的试验。在试验No.27中,低热传导金属填充部的直径(d)处于本发明的范围内,并且,低热传导金属填充部所占的面积率(ϵ)、距离(L)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、距离(R)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、以及所使用的保护渣处于本发明的优选范围内。在该试验No.27中,在铸型不产生龟裂,并且在铸片不产生表面裂纹。

[0115] 在试验No.28~37中,虽然在铸型内壁面形成有低热传导金属填充部,但设置条件在本发明的范围外,无法同时达成铸片的表面裂纹产生和铸型的龟裂产生。并且,在并未形成低热传导金属填充部的试验No.38中,在铸片表面产生裂纹。

[0116] 实施例2

[0117] 进行如下的试验:使用在内壁面以各种条件设置有低热传导金属填充部的水冷铜铸型、并使用各种铸造条件以及各种保护渣铸造中碳钢(化学成分,C:0.08~0.17质量%, Si:0.10~0.30质量%, Mn:0.50~1.20质量%, P:0.010~0.030质量%, S:0.005~0.015质量%, Al:0.020~0.040质量%),并调查铸造后的铸片的表面裂纹。所使用的水冷铜铸型为具有长边长度为1.8m、短边长度为0.26m的内表面空间尺寸的铸型。

[0118] 所使用的水冷铜铸型的从上端起到下端为止的长度(=铸型长度)为900mm,将正常铸造时的弯液面(铸型内钢液液面)的位置设定在距铸型上端100mm的下方位置。首先,对从相比铸型上端靠下方80mm的位置起到相比铸型上端靠下方140~300mm的位置为止的范围的铸型内壁面实施圆形凹槽的加工。接着,使用镀金属单元朝该圆形凹槽的内部填充镍(热传导率:80W/(m·K)),形成低热传导金属填充部。当圆形凹槽的孔深深的情况下,反复进行多次镀金属、表面磨削,在铸型内壁面形成期望形状的低热传导金属填充部。

[0119] 由于将铸型内的弯液面位置设定在距铸型上端100mm的下方位置,因此,图1中的距离(Q)为20mm,距离(R)为40~200mm,距离(L)为600~760mm。

[0120] 然后,在铸型内壁面的整面镀敷Ni—Co合金,从而实施在铸型上端处的厚度为0.5mm、在铸型下端处的厚度为1.0mm的金属镀层(低热传导金属填充部处的Ni—Co金属镀层厚度为大约0.6mm)。

[0121] 在连续铸造作业中,作为保护渣,使用碱度((质量%CaO)/(质量%SiO₂))为0.4~1.8、结晶化温度为920~1250℃的保护渣。如前面所述,结晶化温度是指在使从熔融状态急冷而玻璃化后的保护渣再度升温的途中生成结晶的温度。并且,正常铸造时的铸片拉拔速度为1.5~2.4m/min,中间包内的钢液过热度为20~35℃。正常铸造时的弯液面位置为距铸型上端100mm的位置,以使得弯液面存在于低热传导金属填充部的设置范围内、且正常铸造时低热传导金属填充部位于从弯液面的上方20mm到弯液面的下方40~200mm的范围的方式进行控制。

[0122] 在连续铸造结束后,对铸片长边的表面进行酸洗而除去氧化皮,测定表面裂纹的产生数量。表3中示出中碳钢铸片的表面裂纹的产生状况。铸片表面裂纹的产生状况与使用未设置低热传导金属填充部的铸型铸造中碳钢铸片时的铸片表面裂纹产生状况相比较而进行评价。此处,表面裂纹的产生以及缩陷(凹陷)的产生状况使用以铸片的长度作为分母、以产生了表面裂纹或缩陷的部位的长度作为分子计算出的值进行评价。

[0123] [表3]

[0124]

试验 No.	填充 金属	直径 d (mm)	厚度 H (mm)	间隔 P (mm)	面积率 ϵ (%)	距离 L (mm)	拉拔速度 V_c (m/min)	保护渣		铸片表面裂纹	铸型的 状态	导通警报	备注
								碱度	结晶化 温度 (°C)				
51	Ni	2	0.5	1.5	30	100	1.5	0.80	1050	无裂纹	良好	无	本发明例
52	Ni	2	1.0	2.0	23	150	1.8	0.95	1020	无裂纹	良好	无	本发明例
53	Ni	2	2.0	4.0	10	150	2.0	1.15	1100	无裂纹	良好	无	本发明例
54	Ni	4	1.0	2.5	34	120	1.5	1.00	1080	无裂纹	良好	无	本发明例
55	Ni	4	2.0	4.0	23	100	2.0	1.20	1000	无裂纹	良好	无	本发明例
56	Ni	4	4.0	8.0	10	120	2.4	0.85	980	无裂纹	良好	无	本发明例
57	Ni	6	0.5	1.5	58	80	1.5	0.80	1050	无裂纹	良好	无	本发明例
58	Ni	6	2.0	4.0	33	100	1.8	1.05	950	无裂纹	良好	无	本发明例
59	Ni	6	2.0	7.0	19	150	2.0	1.05	1020	无裂纹	良好	无	本发明例
60	Ni	6	3.0	7.0	19	120	2.0	0.90	1090	无裂纹	良好	无	本发明例
61	Ni	6	6.0	12.0	10	200	2.4	0.90	960	无裂纹	良好	无	本发明例
62	Ni	10	2.0	6.0	35	100	1.8	1.10	1020	无裂纹	良好	无	本发明例
63	Ni	10	4.0	12.0	19	100	2.0	1.00	1060	无裂纹	良好	无	本发明例
64	Ni	10	8.0	15.0	15	150	2.4	1.20	960	无裂纹	良好	无	本发明例
65	Ni	20	2.0	12.0	35	100	2.0	0.80	1010	无裂纹	良好	无	本发明例
66	Ni	20	5.0	20.0	23	100	2.4	1.00	1060	无裂纹	良好	无	本发明例
67	Ni	4	2.0	0.8	63	100	1.5	1.10	1020	微小裂纹	良好	无	本发明例
68	Ni	6	2.0	1.4	60	120	2.0	1.00	980	微小裂纹	良好	无	本发明例
69	Ni	20	4.0	4.0	63	120	2.4	1.10	970	微小裂纹	良好	无	本发明例
70	Ni	2	2.0	4.0	10	100	2.0	1.50	1150	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
71	Ni	4	2.0	5.0	18	100	2.0	1.80	1250	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
72	Ni	6	2.0	6.0	23	150	2.0	0.40	920	无裂纹	良好	产生	本发明例
73	Ni	6	2.0	8.0	17	100	2.4	1.50	1080	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
74	Ni	6	2.0	8.0	17	120	2.0	1.00	1180	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
75	Ni	10	4.0	12.0	19	100	1.5	1.60	1230	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
76	Ni	6	0.5	1.5	58	40	1.5	0.90	980	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
77	Ni	6	2.0	4.0	33	40	1.8	1.00	1030	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例
78	Ni	6	2.0	7.0	19	50	2.0	1.10	1040	轻度缩陷、微小裂纹	良好	无	本发明例

[0125] 如表3所示,在试验No.51~66中,低热传导金属填充部的直径(d)、填充厚度(H)处于本发明的范围内,并且,低热传导金属填充部彼此的间隔(P)、低热传导金属填充部所占的面积率(ϵ)、距离(L)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、距离(R)与铸片拉拔速度(V_c)之间的关系、以及所使用的保护渣处于本发明的优选范围内。在该试验No.51~66中,在铸型不产生龟裂,并且在铸片不产生表面裂纹。即,在试验No.51~66中,能够确认:在铸型不产生龟裂,并且不产生导通,即便是对于像中碳钢那样容易产生表面裂纹的钢,与以往相比也能够大幅降低铸片的表面裂纹。

[0126] 试验No.67、68、69是低热传导金属填充部彼此的间隔(P)从本发明的优选范围脱离的试验。其中,其他的条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内。在这些试验

中,能够确认:虽然在铸片产生微细的表面裂纹,但与以往相比能够大幅降低铸片的表面裂纹。

[0127] 试验No.70、71、75是所使用的保护渣的结晶化温度以及碱度从本发明的优选范围脱离的试验。其中,其他的条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内。在这些试验中,能够确认:虽然在铸片产生轻度的缩陷以及微细的表面裂纹,但与以往相比能够大幅降低表面裂纹。

[0128] 试验No.72是所使用的保护渣的碱度从本发明的优选范围脱离的试验。其中,其他的条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内。在该试验中,虽然产生导通警报,但未产生导通。在该试验中,能够确认:在铸型不产生龟裂、且在铸片不产生表面裂纹,与以往相比能够大幅降低表面裂纹。

[0129] 试验No.73是所使用的保护渣的碱度从本发明的优选范围脱离的试验,试验No.74是所使用的保护渣的结晶化温度从本发明的优选范围脱离的试验。其中,其他的条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内。在试验No.73、74中,能够确认:虽然在铸片产生轻度的缩陷以及微细的表面裂纹,但与以往相比能够大幅降低表面裂纹。

[0130] 试验No.76~78是距离(R)与铸片拉拔速度(Vc)之间的关系从本发明的优选范围脱离的试验。其中,其他的条件处于本发明的范围内以及本发明的优选范围内。在这些试验中,能够确认:在铸片产生轻度的缩陷以及微细的表面裂纹,但与以往相比能够大幅降低表面裂纹。

[0131] 标号说明:

[0132] 1:铸型长边铜板;2:圆形凹槽;3:低热传导金属填充部;4:金属镀层;5:冷却水流路;6:背板。

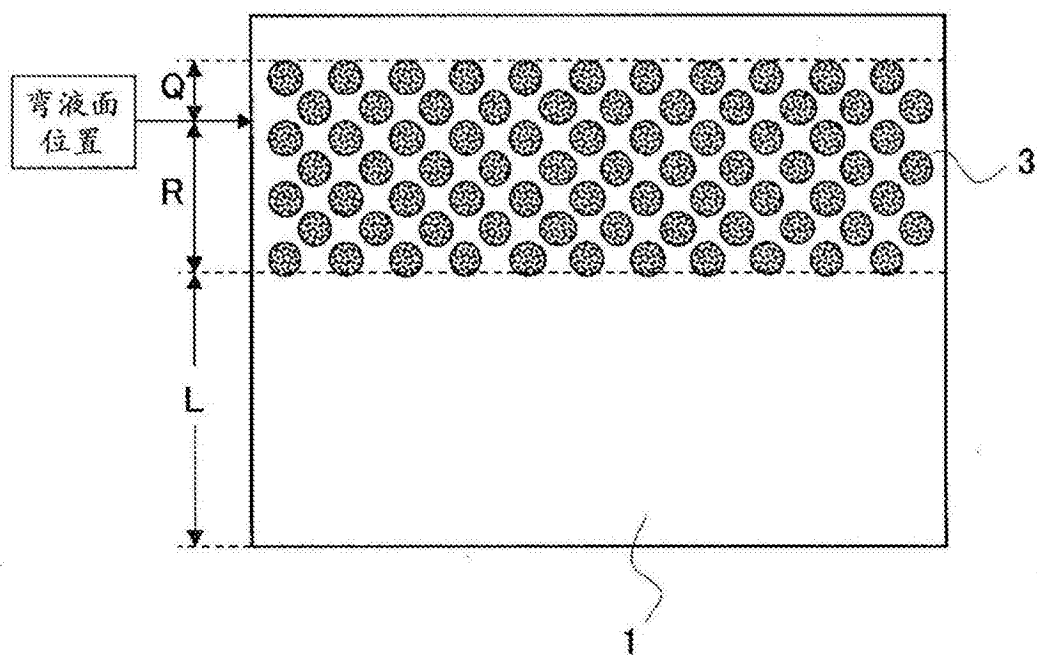


图1

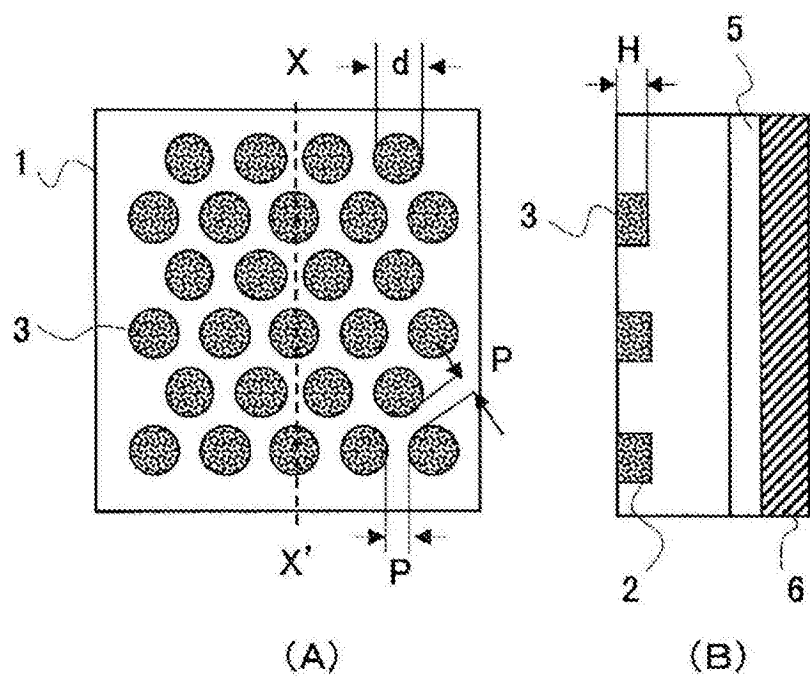


图2

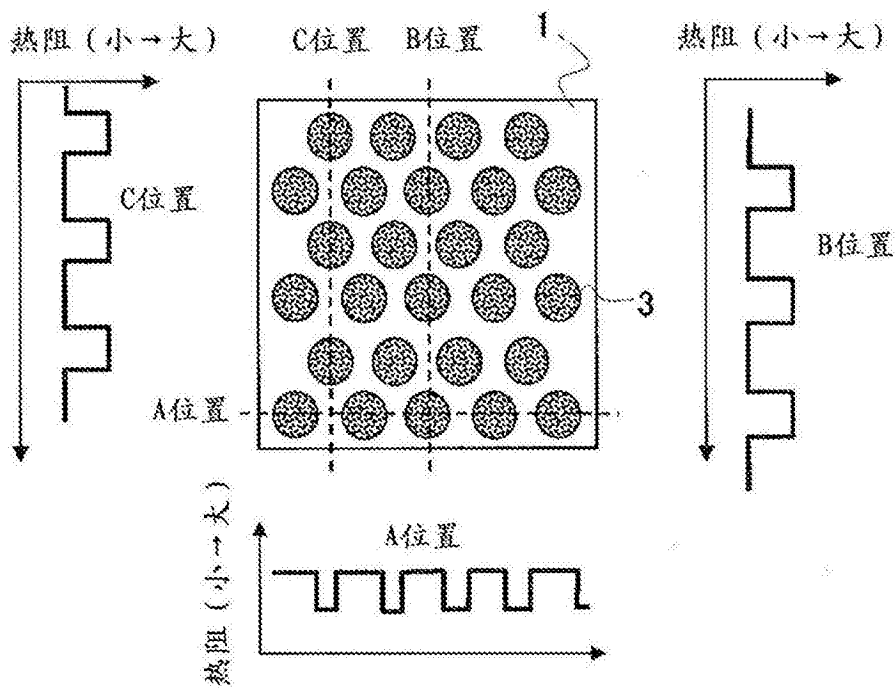


图3

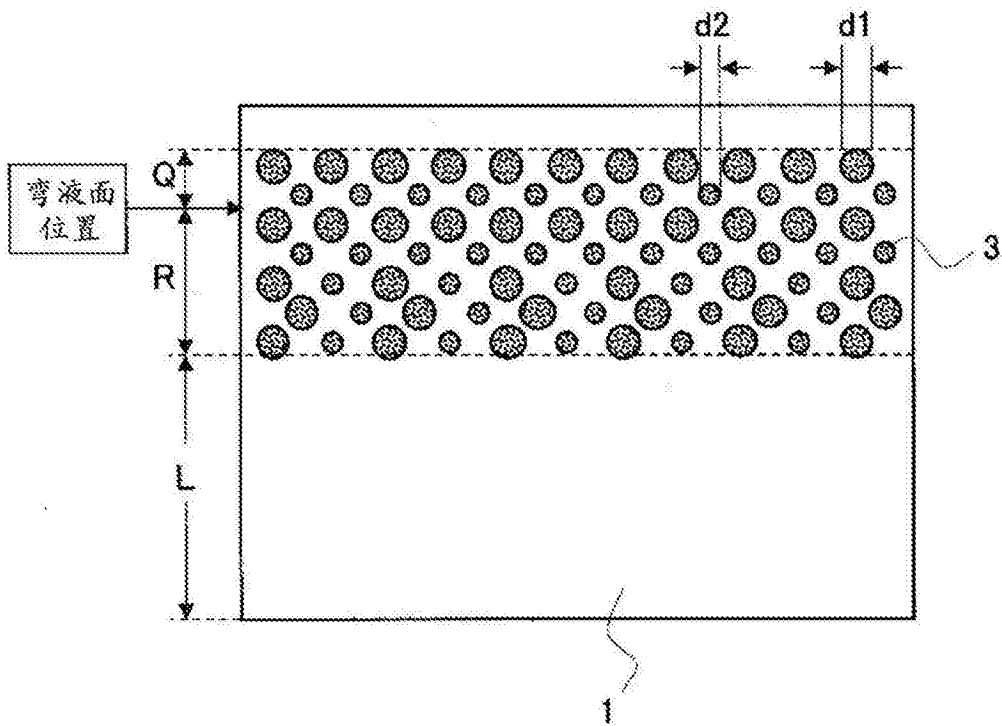


图4

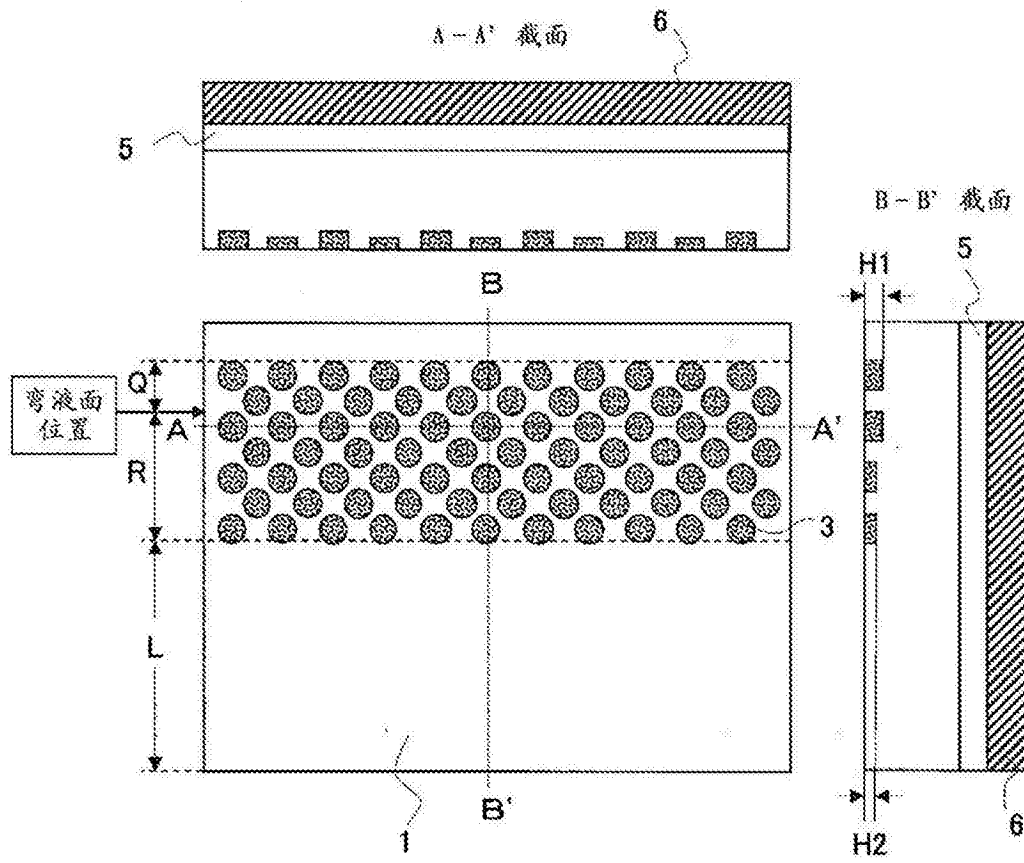


图5

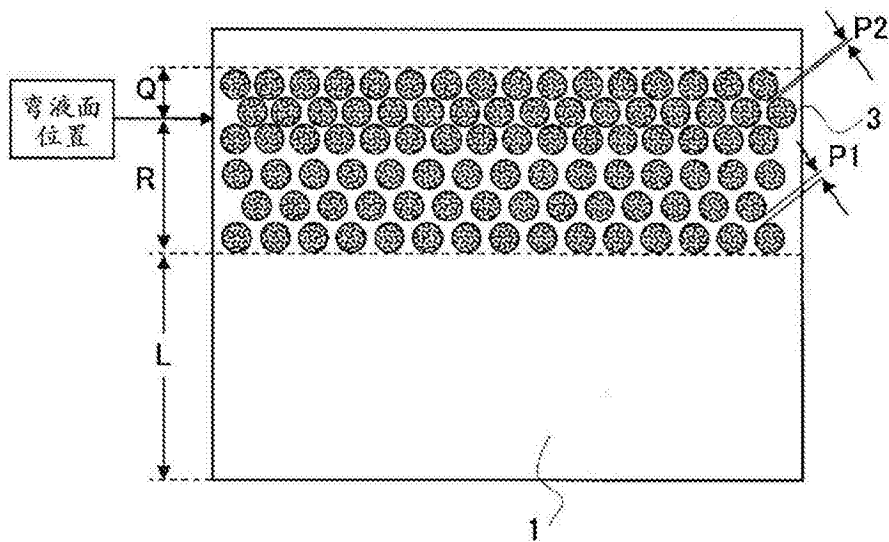


图6

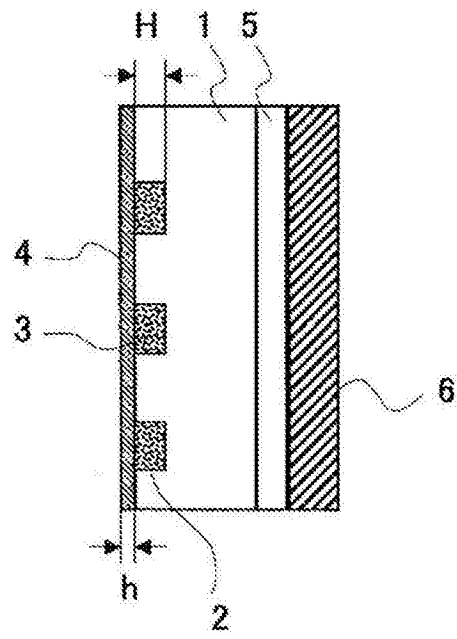


图7