



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111212694 A

(43)申请公布日 2020.05.29

(21)申请号 201780095783.8

(22)申请日 2017.12.19

(30)优先权数据

10-2017-0132553 2017.10.12 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.04.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2017/015039 2017.12.19

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/074161 KO 2019.04.18

(71)申请人 株式会社POSCO

地址 韩国庆尚北道

(72)发明人 元泳穆 崔圣民

(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 蔡胜有 孙雅雯

(51)Int.Cl.

B22D 11/22(2006.01)

B22D 11/124(2006.01)

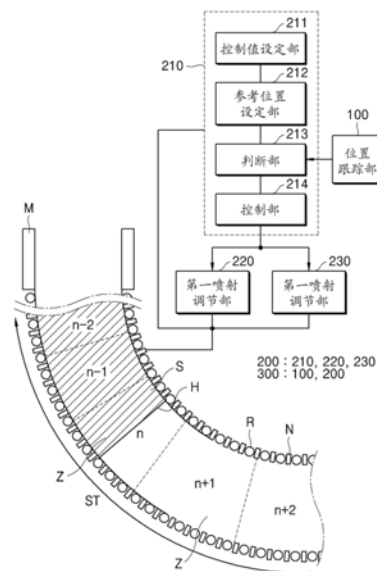
权利要求书4页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

铸坯铸造方法及铸造设备

(57)摘要

根据本发明的铸造方法包括:将铸坯从所述结晶器拉出后,使其沿着具有朝一个方向排布的多个区域的铸流移动,并实时跟踪铸坯的头部位置的过程;以及对多个区域的每个区域喷射冷却水,以对所述铸坯进行二次冷却的过程,对铸坯进行二次冷却的过程包括对多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水的过程。因此,根据本发明的实施方式,当铸坯通过铸流的多个区域的每个区域时,冷却成各区域中要求的目标温度,从而可以防止或抑制铸坯的过冷或者凝固延迟。



1. 一种铸造方法,所述方法包括:
将钢水注入结晶器,对所述钢水进行一次冷却的过程;
将所述一次冷却后的铸坯从所述结晶器拉出后,使其沿着具有朝一个方向排布的多个区域的铸流移动,并实时跟踪所述铸坯的头部位置的过程;以及
对多个区域的每个区域喷射冷却水,以对所述铸坯进行二次冷却的过程,
所述对铸坯进行二次冷却的过程包括对所述多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水的过程。
2. 根据权利要求1所述的铸造方法,其中,
所述对铸坯进行二次冷却的过程包括:
对所述多个区域的每个区域以第一喷射量喷射冷却水的第一喷射过程;
对所述多个区域的每个区域以多于所述第一喷射量的第二喷射量喷射冷却水的第二喷射过程,
所述第二喷射量是为达到多个区域的每个区域中的目标温度而设计的主喷射量,
在对所述铸坯进行二次冷却时,对当前时刻所述铸坯的头部所处的当前区域和布置在所述当前区域之前的区域实施所述第二喷射,对布置在当前区域之后的区域保持第一喷射。
3. 根据权利要求2所述的铸造方法,其中,
根据所述多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域上的所述铸坯头部的位置,对所述当前区域实施所述第一喷射或者实施所述第二喷射。
4. 根据权利要求2所述的铸造方法,其中,
所述二次喷射过程中,在开始所述第二喷射时,
当所述铸坯头部到达区域的起点时,对含所述起点的当前区域开始第二喷射,或者当所述铸坯头部到达区域的终点时,对含所述终点的当前区域开始第二喷射,或者当所述铸坯头部到达区域的起点和终点之间的任何一个地点时,对含所述任何一个地点的当前区域开始第二喷射。
5. 根据权利要求2所述的铸造方法,所述方法进一步包括:
设定表示开始所述第二喷射的多个区域的每个区域中的位置的喷射控制值的过程;以及
将对应于所设定的所述喷射控制值的一个地点设定为参考位置的过程,
所述对铸坯进行二次冷却的过程包括:
判断所述铸坯头部是否到达参考位置的过程;
当所述铸坯头部到达所述参考位置时,对所述当前区域开始所述第二喷射的过程。
6. 根据权利要求5所述的铸造方法,其中,
所述喷射控制值是相对于所述区域的整体长度的比例即长度比,
所述参考位置是从所述区域的起点相隔所述长度比的地点。
7. 根据权利要求6所述的铸造方法,其中,
将所述多个区域的每个区域的整体长度设定为1.0,
所述喷射控制值是0.0以上且1.0以下的任何一个值。
8. 根据权利要求7所述的铸造方法,其中,

当所述喷射控制值为0.0时，
所述多个区域的每个区域中的参考位置是所述多个区域的每个区域的起点，
当所述铸坯头部到达区域的起点时，结束对含所述起点的当前区域的第一喷射，并开始第二喷射，

当所述喷射控制值为1.0时，
所述多个区域的每个区域中的参考位置是所述多个区域的每个区域的终点，
当所述铸坯头部到达区域的终点时，结束对含所述终点的当前区域的第一喷射，并开始第二喷射，

当所述喷射控制值为大于0.0且小于1.0的任何一个值时，
所述多个区域的每个区域中的参考位置是从各区域的起点相隔所述大于0.0且小于1.0的任何一个长度比的一个地点，
当所述铸坯头部到达区域的起点和终点之间的任何一个地点时，结束对含所述任何一个地点的当前区域的第一喷射，并开始第二喷射。

9. 根据权利要求5所述的铸造方法，其中，
在设定所述喷射控制值的过程中，
根据要铸造的所述铸坯的传热特性、沿着所述铸流排布的喷嘴的形状、所述喷嘴和铸坯之间的相隔距离等条件设定为不会产生铸坯的过冷或者未充分凝固的值。

10. 一种铸造设备，所述设备包括：
结晶器，用于使供应到内部的钢水冷却；
铸流，其从所述结晶器的下侧朝一个方向排布，具有将冷却水喷射到从所述结晶器拉出的铸坯使其凝固的多个喷嘴，所述铸流是从所述结晶器拉出的铸坯移动的空间且具有多个区域；
冷却控制单元，用于控制成对所述多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水。

11. 根据权利要求10所述的铸造设备，其中，
所述冷却控制单元包括：
位置跟踪部，用于实时检测所述铸坯的头部位置；
第一喷射调节部，其与所述多个喷嘴信号连接，用于控制成从所述多个喷嘴的每个喷嘴以第一喷射量喷射冷却水；
第二喷射调节部，其与所述多个喷嘴信号连接，用于控制成从所述多个喷嘴的每个喷嘴以大于所述第一喷射量的所述主喷射量即第二喷射量喷射冷却水；
喷射控制部，其从所述位置跟踪部实时接收所述铸坯头部的位置，用于控制成对当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以第二喷射量喷射冷却水。

12. 根据权利要求11所述的铸造设备，其中，
所述第一喷射调节部和第二喷射调节部按照多个区域控制喷嘴的动作，
所述喷射控制部控制所述第一和第二喷射调节部，以实施对多个区域的每个区域以第一喷射量喷射冷却水的第一喷射之后，再开始实施以所述第二喷射量喷射冷却水的第二喷射，
所述喷射控制部控制成从所述铸流的起始位置朝结束位置方向依次结束第一喷射并

开始第二喷射。

13. 根据权利要求12所述的铸造设备,其中,

所述第一喷射调节部中设定对所述多个区域的每个区域的冷却水的所述第一喷射量,
所述第二喷射调节部中设定对所述多个区域的每个区域的第二喷射量。

14. 根据权利要求11所述的铸造设备,其中,

所述喷射控制部包括:

喷射值设定部,用于设定喷射控制值,所述喷射控制值表示成为结束第一喷射并开始第二喷射的基准的多个区域的每个区域中的位置;

参考位置设定部,用于将对应于设定在所述喷射值设定部的所述喷射控制值的一个地点设定为参考位置;

判断部,其从所述位置跟踪部实时接收铸坯头部位置,用于判断沿着所述铸流正在移动的所述铸坯头部是否到达多个区域的每个区域的参考位置;以及

控制部,用于控制成根据所述判断部中的结果从第一喷射调节部和第二喷射调节部中任何一个喷射冷却水。

15. 根据权利要求14所述的铸造设备,其中,

所述控制部根据当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域上的所述铸坯头部的位置控制第一和第二喷射调节部中至少任何一个,以对所述当前区域实施第一喷射或者实施第二喷射。

16. 根据权利要求15所述的铸造设备,其中,

所述喷射值设定部中设定的所述喷射控制值是相对于所述区域的整体长度的比例即长度比,

所述参考位置设定部中设定的所述参考位置是从所述区域的起点相隔所述长度比的地点。

17. 根据权利要求16所述的铸造设备,其中,

将所述多个区域的每个区域的整体长度设定为1.0,

所述喷射控制值是0.0以上且1.0以下的任何一个值。

18. 根据权利要求17所述的铸造设备,其中,

当所述喷射值设定部中喷射控制值设定为0.0时,

所述参考位置设定部中所述多个区域的每个区域的起点被设定为参考位置,

当所述判断部中判断为所述铸坯头部到达所述区域的起点时,

所述控制部控制第一和第二喷射调节部的动作,以结束对含所述起点的当前区域的第一喷射并开始第二喷射,

当所述喷射值设定部中喷射控制值设定为1.0时,

所述参考位置设定部中所述区域的终点被设定为参考位置,

当所述判断部中判断为所述铸坯头部到达所述区域的终点时,

所述控制部控制第一和第二喷射调节部的动作,以结束对含所述终点的当前区域的第一喷射并开始第二喷射,

当所述喷射值设定部中喷射控制值设定为大于0.0且小于1.0的任何一个值时,

所述参考位置设定部中从各区域的起点到对应于所述大于0.0且小于1.0的任何一个

值的长度比的一个地点被设定为参考位置，

当所述判断部中判断为所述铸坯头部到达所述区域的所述一个地点时，

所述控制部控制第一和第二喷射调节部的动作，以结束对含所述一个地点的当前区域的第一喷射并开始第二喷射。

铸坯铸造方法及铸造设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铸坯铸造方法及铸造设备。更具体地,本发明涉及一种可防止或抑制产生铸坯裂纹和鼓肚的铸坯铸造方法。

背景技术

[0002] 通常,连铸工艺(Continuous casting process)是将钢水连续注入一定形状的结晶器(mold)中,并将结晶器中半凝固的铸坯从结晶器的下侧连续拉出,从而制成各种形状的半成品如板坯(slab)、大方坯(bloom)、小方坯(billet)等的工艺。

[0003] 执行这种连铸工艺的常规铸造设备(以下称为“连铸机”)的大致结构如下。

[0004] 常规铸造设备包括:钢包,用于盛装炼钢工艺中精炼的钢水(molten steel);中间包(tundish),用于通过连接于钢包的水口接受钢水并暂存;结晶器,用于承接暂存于中间包的钢水进行一次冷却,以初次凝固成一定形状;以及铸流(strand),位于结晶器的下方,连续排列有多个扇形段(segment),以对一次冷却后的铸坯进行二次冷却并进行一系列的成型操作。铸流可以是指结晶器正下方至切割铸坯的切割机之前的区段。

[0005] 扇形段包括将多个辊子排列成相对且上下相隔的上框架和下框架上下连接的多个拉杆(tierod,图中未示出)、将拉杆用作活塞调节上框架和下框架之间的相隔距离以对铸坯施加压下的多个液压缸以及位于上框架和下框架内部喷射用于冷却铸坯的冷却水的喷嘴。

[0006] 根据上述的铸造设备,在结晶器内钢水经过一次凝固,一次凝固后的铸坯从结晶器拉出后,移动过程中在结晶器外被二次冷却。此时,在多个区域的每个区域存在铸坯的优选目标温度。另外,当铸坯通过各区域时,如果达到该区域的目标温度,则不会出现铸坯在该区域位置过冷或者未充分凝固的现象。

[0007] 另外,在铸坯沿着铸流移动被二次冷却的过程中,首先对多个区域的每个区域以最小喷射量喷射冷却水,再以用于达到该区域目标温度的主喷射量喷射冷却水。

[0008] 另一方面,在现有技术中,铸坯通过各区域之后,经过一定时间,再开始对铸坯以主喷射量喷射冷却水。也就是说,铸坯头部离开该区域之后,经过一定时间,再以主喷射量喷射冷却水,对多个区域采用相同时间。然而,由于多个区域的各自长度不同,在以主喷射量开始喷射冷却水时,因为采用相同的时间,所以频繁发生铸坯过冷或者凝固延迟导致产生表面缺陷和鼓肚的问题。

[0009] 专利文献1:日本授权专利JP5757296B9

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 本发明提供一种在结晶器外冷却铸坯时,防止或抑制铸坯的过冷和凝固延迟的铸坯铸造方法及铸造设备。

[0012] 本发明提供一种防止或抑制铸造初始铸坯产生裂纹和鼓肚的铸坯铸造方法及铸

造设备。

[0013] 技术方案

[0014] 根据本发明的铸造方法包括：将钢水注入结晶器，对所述钢水进行一次冷却的过程；将所述一次冷却后的铸坯从所述结晶器拉出后，使其沿着具有朝一个方向排布的多个区域的铸流移动，并实时跟踪所述铸坯的头部位置的过程；以及对多个区域的每个区域喷射冷却水，以对所述铸坯进行二次冷却的过程，所述对铸坯进行二次冷却的过程包括对所述多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水的过程。

[0015] 所述对铸坯进行二次冷却的过程包括：对所述多个区域的每个区域以第一喷射量喷射冷却水的第一喷射过程；对所述多个区域的每个区域以多于所述第一喷射量的第二喷射量喷射冷却水的第二喷射过程，

[0016] 所述第二喷射量是为达到多个区域的每个区域中的目标温度而设计的主喷射量，在对所述铸坯进行二次冷却时，对当前时刻所述铸坯的头部所处的当前区域和布置在所述当前区域之前的区域实施所述第二喷射，对布置在当前区域之后的区域保持第一喷射。

[0017] 根据所述多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域上的所述铸坯头部的位置，对所述当前区域实施所述第一喷射或者实施所述第二喷射。

[0018] 所述二次喷射过程中，在开始所述第二喷射时，当所述铸坯头部到达区域的起点时，对含所述起点的当前区域开始第二喷射，或者当所述铸坯头部到达区域的终点时，对含所述终点的当前区域开始第二喷射，或者当所述铸坯头部到达区域的起点和终点之间的任何一个地点时，对含所述任何一个地点的当前区域开始第二喷射。

[0019] 所述铸造方法包括：设定表示开始所述第二喷射的多个区域的每个区域中的位置的喷射控制值的过程；以及将对应于所设定的所述喷射控制值的一个地点设定为参考位置的过程，所述对铸坯进行二次冷却的过程包括：判断所述铸坯头部是否到达参考位置的过程；当所述铸坯头部到达所述参考位置时，对所述当前区域开始所述第二喷射的过程。

[0020] 所述喷射控制值是相对于所述区域的整体长度的比例即长度比，所述参考位置是从所述区域的起点相隔所述长度比的地点。

[0021] 将所述多个区域的每个区域的整体长度设定为1.0，所述喷射控制值是0.0以上且1.0以下的任何一个值。

[0022] 当所述喷射控制值为0.0时，所述多个区域的每个区域中的参考位置是所述多个区域的每个区域的起点，当所述铸坯头部到达区域的起点时，结束对含所述起点的当前区域的第一喷射，并开始第二喷射，当所述喷射控制值为1.0时，所述多个区域的每个区域中的参考位置是所述多个区域的每个区域的终点，当所述铸坯头部到达区域的终点时，结束对含所述终点的当前区域的第一喷射，并开始第二喷射，当所述喷射控制值为大于0.0且小于1.0的任何一个值时，所述多个区域的每个区域中的参考位置是从各区域的起点相隔所述大于0.0且小于1.0的任何一个长度比的一个地点，当所述铸坯头部到达区域的起点和终点之间的任何一个地点时，结束对含所述任何一个地点的当前区域的第一喷射，并开始第二喷射。

[0023] 在设定所述喷射控制值的过程中，根据要铸造的所述铸坯的传热特性、沿着所述铸流排布的喷嘴的形状、所述喷嘴和铸坯之间的相隔距离等条件设定为不会产生铸坯的过冷或者未充分凝固的值。

[0024] 根据本发明的铸造设备包括:结晶器,用于使供应到内部的钢水冷却;铸流,其从所述结晶器的下侧朝一个方向排布,具有将冷却水喷射到从所述结晶器拉出的铸坯使其凝固的多个喷嘴,所述铸流是从所述结晶器拉出的铸坯移动的空间且具有多个区域;冷却控制单元,用于控制成对所述多个区域中当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水。

[0025] 所述冷却控制单元包括:位置跟踪部,用于实时检测所述铸坯的头部位置;第一喷射调节部,其与所述多个喷嘴信号连接,用于控制成从所述多个喷嘴的每个喷嘴以第一喷射量喷射冷却水;第二喷射调节部,其与所述多个喷嘴信号连接,用于控制成从所述多个喷嘴的每个喷嘴以大于所述第一喷射量的所述主喷射量即第二喷射量喷射冷却水;喷射控制部,其从所述位置跟踪部实时接收所述铸坯头部的位置,用于控制成对当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域以第二喷射量喷射冷却水。

[0026] 所述第一喷射调节部和第二喷射调节部按照多个区域控制喷嘴的动作,所述喷射控制部控制所述第一和第二喷射调节部,以实施对多个区域的每个区域以第一喷射量喷射冷却水的第一喷射之后,再开始实施以所述第二喷射量喷射冷却水的第二喷射,所述喷射控制部控制成从所述铸流的起始位置朝结束位置方向依次结束第一喷射并开始第二喷射。

[0027] 所述第一喷射调节部中设定对所述多个区域的每个区域的冷却水的所述第一喷射量,所述第二喷射调节部中设定对所述多个区域的每个区域的第二喷射量。

[0028] 所述喷射控制部包括:喷射值设定部,用于设定喷射控制值,所述喷射控制值表示为结束第一喷射并开始第二喷射的基准的多个区域的每个区域中的位置;参考位置设定部,用于将对应于设定在所述喷射值设定部的所述喷射控制值的一个地点设定为参考位置;判断部,其从所述位置跟踪部实时接收铸坯头部位置,用于判断沿着所述铸流正在移动的所述铸坯头部是否到达多个区域的每个区域的参考位置;以及控制部,用于控制成根据所述判断部中的结果从第一喷射调节部和第二喷射调节部中任何一个喷射冷却水。

[0029] 所述控制部根据当前时刻所述铸坯头部所处的当前区域上的所述铸坯头部的位置控制第一和第二喷射调节部中至少任何一个,以对所述当前区域实施第一喷射或者实施第二喷射。

[0030] 所述喷射值设定部中设定的所述喷射控制值是相对于所述区域的整体长度的比例即长度比,所述参考位置设定部中设定的所述参考位置是从所述区域的起点相隔所述长度比的地点。

[0031] 将所述多个区域的每个区域的整体长度设定为1.0,所述喷射控制值是0.0以上且1.0以下的任何一个值。

[0032] 当所述喷射值设定部中喷射控制值设定为0.0时,所述参考位置设定部中所述多个区域的每个区域的起点被设定为参考位置,当所述判断部中判断为所述铸坯头部到达所述区域的起点时,所述控制部控制第一和第二喷射调节部的动作,以结束对含所述起点的当前区域的第一喷射并开始第二喷射,当所述喷射值设定部中喷射控制值设定为1.0时,所述参考位置设定部中所述区域的终点被设定为参考位置,当所述判断部中判断为所述铸坯头部到达所述区域的终点时,所述控制部控制第一和第二喷射调节部的动作,以结束对含所述终点的当前区域的第一喷射并开始第二喷射,当所述喷射值设定部中喷射控制值设定为大于0.0且小于1.0的任何一个值时,所述参考位置设定部中从各区域的起点到对应于所

述大于0.0且小于1.0的任何一个值的长度比的一个地点被设定为参考位置,当所述判断部中判断为所述铸坯头部到达所述区域的一个地点时,所述控制部控制第一和第二喷射调节部的动作,以结束对含所述一个地点的当前区域的第一喷射并开始第二喷射。

[0033] 发明效果

[0034] 根据本发明的实施方式,根据铸坯头部的位置控制冷却水喷射量。也就是说,根据基于喷射控制值的铸坯头部的位置控制开始以用于引起真正的二次冷却的喷射量喷射冷却水。因此,当铸坯通过铸流的多个区域的每个区域时,冷却成各区域中要求的目标温度,从而可以防止或抑制发生铸坯的过冷或者凝固延迟。特别是,可以防止或抑制铸造初始铸坯的过冷或者凝固延迟,因此可以防止或抑制产生铸坯表面的裂纹和鼓肚。

[0035] 另外,由于铸造初始铸坯完全凝固不会出现未凝固,当铸造结束后切割铸坯时,不会像现有技术钢水从未凝固部分流出。因此,可以防止或抑制发生钢水从未凝固部分流出而导致的火灾和由此造成的外围设备的损失。

附图说明

[0036] 图1是示出常规铸造设备的视图。

[0037] 图2是用于说明铸造开始至铸造结束的铸造速度的视图。

[0038] 图3是简化图1的铸造设备后,其中适用根据本发明的冷却控制单元的视图。

[0039] 图4是用于说明根据本发明实施例的铸造设备及利用它的铸造方法中冷却水喷射控制方法的概念图。

[0040] 图5是用于说明喷射控制值表示的n区上的位置或地点的视图。

[0041] 图6至图8分别是用于说明喷射控制值为0.0、0.5、1.0时根据铸坯头部位置的冷却水喷射量的视图。

[0042] 图9是示出根据本发明实施例的铸造方法的流程图。

[0043] 图10是为了设定适当的喷射控制值而示出基于喷射控制值的铸坯实际温度和目标温度的实验结果曲线图。

[0044] 图11是示出以基于喷射控制值的主喷射量喷射冷却水的位置的曲线图。

具体实施方式

[0045] 在下文中,将参照附图更详细地说明本发明的实施例。然而,本发明能够以各种不同方式实施,并不限于下述的实施例。下述实施例仅用于完整地公开本发明,并向普通技术人员充分地告知发明的范围。附图中相同的附图标记表示相同的构件。

[0046] 本发明涉及一种防止产生铸坯裂纹和鼓肚的铸坯铸造方法。更具体地,本发明提供一种铸坯铸造方法,通过控制喷射到铸造初始铸坯的冷却水喷射量来防止产生铸造初始铸坯的裂纹和鼓肚。

[0047] 下面参照图1至图11说明根据本发明实施例的铸坯铸造方法。

[0048] 图1是示出常规铸造设备的视图。图2是用于说明铸造开始至铸造结束的铸造速度的视图。图3是简化图1的铸造设备后,其中适用根据本发明的冷却控制单元的视图。图4是用于说明根据本发明实施例的铸造设备及利用它的铸造方法中冷却水喷射控制方法的概念图。图5是用于说明喷射控制值表示的n区上的位置或地点的视图。图6至图8分别是用于

说明喷射控制值为0.0、0.5、1.0时根据铸坯头部位置的冷却水喷射量的视图。图9是示出根据本发明实施例的铸造方法的流程图。图10是为了设定适当的喷射控制值而示出基于喷射控制值的铸坯实际温度和目标温度的实验结果曲线图。图11是示出以基于喷射控制值的第二喷射量喷射冷却水的位置的曲线图。

[0049] 首先,为了说明根据本发明实施例的铸坯铸造方法,将图1的常规铸造设备简化成如图3所示。也就是说,图3中仅示出了结晶器M下侧多个扇形段中的多个辊子R、位于辊子R和辊子R之间喷射冷却水的喷嘴N。

[0050] 参照图1和图3,根据本发明实施例的铸造设备包括:结晶器M,用于使供应到内部钢水冷却;铸流ST,其从结晶器M的下侧朝一个方向排布,具有将冷却水喷射到从所述结晶器M拉出的铸坯使其凝固的多个喷嘴N,所述铸流ST是从所述结晶器M拉出的铸坯移动的空间且具有多个区域Z;冷却控制单元200,用于控制成对多个区域Z中当前时刻所述铸坯头部H所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水。铸流ST可以是指结晶器M正下方至切割铸坯S的切割机之前的区段。

[0051] 另外,铸造设备包括:钢包10,用于盛装炼钢工艺中精炼的钢水(molten steel);中间包20,用于通过连接于钢包10的水口接受钢水并暂存;位置跟踪部100,用于实时跟踪铸坯S的位置,更具体的铸坯S头部的位置。

[0052] 在下文中,将结晶器M的正下方至铸造终点(图中未示出)排布有多个辊子和多个喷嘴的区段命名为铸流ST。换言之,在排布于结晶器M正下方的多个扇形段中,将第一扇形段的起点至最后扇形段的终点位置命名为铸流ST。扇形段的终点位置可以是切割机(图中未示出)之前的地点。

[0053] 朝一个方向延伸的铸流ST可以分成多个区域Z,以控制铸造如调节冷却水喷射等。也就是说,铸流ST从结晶器M正下方至铸坯切割机之前位置的终点具有一定长度,从结晶器M正下方至铸造终点的铸流ST分成多个区段,从而可分成多个区域。换言之,铸流ST是从结晶器M正下方至铸造终点朝一个方向排布有分别具有预定长度的多个区域的结构。多个区域并不是将铸流ST物理上分成多个空间或区域,而是将铸流ST的起始位置至终点位置的区段分成多个区域并将各区域的起始地点(或位置)、终止地点(或位置)、区域的长度等数据化后,再存储或输入到冷却控制单元200。

[0054] 因此,可以描述为多个区域Z的每个区域具有至少一个辊子R和至少一个喷嘴N。对于区域的长度,可以分成具有从结晶器M下侧越往铸造终点越长的趋势。因此,从结晶器M正下方的区域越往邻近铸造终点的区域,各区域具有的辊子R和喷嘴N的数量会增加。

[0055] 下述的冷却控制单元200按照各区域Z控制喷嘴N的动作,从而控制各区域Z中的冷却水喷射量。此时,冷却控制单元200根据正在铸造的铸坯S的前端即铸坯S的头部(head)的位置调节喷射到各区域Z的冷却水量或冷却水喷射量。

[0056] 为了便于说明,下面将多个区域Z中铸坯S的头部H所处的区域命名为当前区域(zone)或n区(zone)(参照图3和图5)。此时,所谓铸坯S的头部H所处的区域,不仅包括所述铸坯S的头部H位于任何一个区域的起点和终点之间的状态,还包括铸坯S的头部H位于所述一个区域的起点或终点上的状态。

[0057] 另外,由于铸坯S沿着铸流ST连续移动,铸坯S头部H的位置也会实时变化。因此,铸坯S的头部当前所处的当前区域或n区会继续变化。

[0058] 此外,在连铸中,将某一时刻铸坯S头部H所处的某一区域Z或者正在通过的某一区域Z称为n区时,如图3所示,在所述某一时刻,可将n区的下一个区域命名为n+1区,n+1区的下一个区域命名为n+2区,n+2区之后的区域可采用相同的方式命名为n+3区、n+4区、n+5区、…。另外,可将n区的上一个区域命名为n-1区,n-1区的上一个区域命名为n-2区,n-2区之前的区域可采用相同方式命名为n-3区、n-4区、n-5区、…。

[0059] 多个区域Z相互连接,如果以n区为准在两个方向上与两个区域的连接关系为例来说明的话,以n-2区、n-1区、n区、n+1区、n+2区的顺序排列。此时,由于各区域连续连接,一个区域的终点和下一个区域的起点可以是相同的位置。也就是说,n区的起点可与n-1区的终点相同,n-1区的起点可与n-2区的终点相同,n区的终点可与n+1区的起点相同,n+1区的终点可与n+2区的起点相同。

[0060] 另外,因为铸流ST由沿一个方向排列的多个区域Z组成,当铸流ST的起始位置设定为0m时,可将各区域Z定义为数值化位置值。例如,假设从结晶器M的正下方起第五区Z的起点为从铸流ST的起始位置(0m)距离8m的地点,并且第五区的长度为4m,第六区的长度为6m,则第五区的起始位置为铸流ST的8m地点,第五区的终止位置或第六区的起始位置为铸流的12m地点,第六区的终止位置或第七区的起始位置为18m地点。如此,多个区域的每个区域具有其位置值。

[0061] 通常,对铸坯S进行连铸时,在结晶器M中对钢水进行一次冷却,从结晶器M拉出铸坯S使其沿着铸流ST移动,通过向铸坯S喷射冷却水进行二次冷却使其完全凝固。

[0062] 为了铸坯S的二次冷却,对多个区域Z的每个区域喷射冷却水时,首先以各区域Z的最小喷射量(以下称为第一喷射量)喷射冷却水后,再以大于第一喷射量的主喷射量(以下称为第二喷射量)喷射冷却水,所述主喷射量是用于对铸坯S正式开始二次冷却以达到在各区域Z的铸坯S的目标温度而设计的喷射量。

[0063] 也就是说,对多个区域的每个区域以第一喷射量喷射(以下称为第一喷射)冷却水,再以第二喷射量喷射(以下称为第二喷射)冷却水。换言之,对各区域实施第一喷射,第一喷射结束后,再开始第二喷射。

[0064] 另一方面,为了防止铸造结束时铸坯S上产生裂纹或鼓肚,铸坯S依次通过多个区域Z的每个区域时,需要达到在各区域Z的铸坯S的目标温度。这是为了防止在各区域Z中铸坯过冷或者冷却水量不足造成凝固延迟,从而防止或抑制过冷和凝固延迟导致产生裂纹和鼓肚。如此,为了达到在各区域Z的目标温度,第二喷射量很重要,第二喷射量是为了达到在区域Z的铸坯目标温度而设计的理论设计值。

[0065] 第二喷射量是通过数学模型来算出的值,该数学模型的变量是用于铸造铸坯S的铸造设备的喷嘴N的形状、喷嘴N与铸坯S的相隔距离、所铸造的铸坯S的钢种的传热特性等。另外,在各区域Z的铸坯S目标温度可以不同,从铸流ST起点越往终点,其目标温度可以越低。因此,每个区域的第二喷射量可以不同。

[0066] 如果对从结晶器M拉出的铸坯S一开始就以第二喷射量进行喷射,则铸坯S的突然冷却可能会导致产生裂纹或缺陷。因此,在多个区域Z的每个区域以第二喷射量喷射冷却水之前,预先以冷却至预定温度的最小喷射量即第一喷射量喷射冷却水,在多个区域Z的每个区域的第二喷射量可以不相同。另外,第一喷射量可以根据第二喷射量而改变,例如可以是第二喷射量的10%至20%。

[0067] 另一方面,在连铸时,根据铸造设备的规格、钢种的种类等设定预定的铸造速度,以所设定的铸造速度为目标实施铸造。然而,铸造速度不会一开始铸造就达到设定的铸造速度,而是如图2所示从铸造开始时刻在一定时间内铸造速度逐渐上升后,铸造速度才达到设定的铸造速度。换言之,铸造开始时刻至铸造结束时刻为铸造期间时,铸造区段分为铸造开始时刻至预定时间铸造速度改变的非稳定化区段和铸造速度已经稳定化(saturation)的稳定化区段。

[0068] 另外,在铸流中对铸坯S进行二次冷却时,根据在各区域的目标温度和铸造速度改变主喷射量即第二喷射量。然而,如上所述铸造初始区段是铸造速度改变的非稳定化区段,根据该非稳定化区段的铸造速度的增速变化确定以第二喷射量开始喷射冷却水的时刻。

[0069] 不过,在铸造速度没有变化的稳定化区段,虽然容易控制开始第二喷射的时刻,但是在铸造初始区段铸造速度改变的非稳定化区段,不易控制开始第二喷射的时刻。也就是说,以往在非稳定化区段控制开始第二喷射的时刻不合适或者难以控制,因此出现了铸造初始铸坯过冷或者凝固延迟(未充分凝固)导致产生裂纹或鼓肚的问题。

[0070] 另外,如果铸造初始铸坯的凝固延迟,则在铸造结束时,铸造初始铸坯内部可能处于未凝固状态。当用切割机切割铸造初始铸坯时,将会发生钢水从未凝固部分流出的操作事故,还可能发生钢水流出导致的火灾以及由此造成的外围设备的损失。

[0071] 因此,在本发明的实施例中,为了解决上述的问题,根据铸造设备的规格和要铸造的钢种适当地控制以第二喷射量开始喷射冷却水的喷射开始时刻,以避免过冷和凝固延迟。

[0072] 也就是说,在本发明的实施例中,对当前铸坯S头部H所处的区域即当前区域和头部已经通过的区域进行第二喷射,而对铸坯S头部H还没有到达的区域即当前区域之后的区域进行第一喷射。

[0073] 更具体的说明如图4所示,当如图4a所示在当前时刻铸坯S头部H从结晶器M的正下方位于如第六区Z之前的区域中任何一个区域时,第六区之前的区域中铸坯S头部H所处的区域为当前区域。此时,对第六区及其后的区域实施以第一喷射量喷射冷却水的第一喷射。

[0074] 然后,随着时间的流逝,当如图4b所示铸坯S头部H位于第六区时,第六区为当前区域,对第六区实施以第二喷射量喷射冷却水的第二喷射。此时,对第六区之后的区域实施第一喷射。

[0075] 接着,随着时间的流逝,当如图4c所示铸坯S头部H经过第六区位于第七区时,第七区为当前区域,对第七区实施以第二喷射量喷射冷却水的第二喷射。此时,对前一个时刻铸坯S头部H已经通过的第六区实施第二喷射,而对第七区之后的区域实施第一喷射。

[0076] 如此,在本发明中,对各区域实施第一喷射和第二喷射中任何一个喷射取决于铸坯S头部H的当前位置。

[0077] 此外,如图5所示,对于当前时刻铸坯S头部H所处的当前区域即n区,根据所述n区Z上的铸坯S头部H的位置,对所述n区保持第一喷射或者结束第一喷射开始第二喷射。另外,由于当前时刻铸坯S头部H所处的n区之前的区域即n-1区是铸坯S头部H已经通过或经过的区域,在当前时刻对所述n-1区以第二喷射量实施第二喷射。此外,由于当前时刻铸坯S头部H正在通过的n区之后的区域即n+1区不是铸坯头部正在通过的区域,在当前时刻对所述n+1区以第一喷射量实施第一喷射。

[0078] 此时,对铸坯S头部H所处的n区是否开始第二喷射取决于铸坯S头部H是否到达n区上预设的任何一个位置(以下称为参考位置)。

[0079] 在多个区域Z的每个区域的参考位置是各区域的起点、终点或起点和终点之间的任何一个地点。

[0080] 例如,如果在多个区域Z的每个区域的参考位置是各区域的起点,则正在移动依次通过多个区域Z的铸坯S的头部H到达各区域Z的起点时(参照图5a),对含所述起点的该区域(即,n区)开始第二喷射。例如,铸坯S头部H通过第三区正在朝第四区移动,随后头部H到达第四区的起点(或第三区的终点)时,对第四区开始第二喷射。此时,对已经通过起点的区域即第三区正在实施第二喷射,而对第五区正在实施第一喷射。

[0081] 作为另一个例子,如果在多个区域Z的每个区域的参考位置是各区域的终点,则正在移动依次通过多个区域Z的铸坯S的头部H到达各区域Z的终点时(参照图5c),对含所述终点的该区域(即,n区)开始第二喷射。例如,铸坯S头部H通过第四区的起点正在朝第四区的终点移动,随后铸坯S头部H到达第四区的终点(或第五区的起点)时,对第四区开始第二喷射。此时,对已经通过终点的区域即第三区正在实施第二喷射,而对第五区正在实施第一喷射。

[0082] 作为又一个例子,如果在多个区域Z的每个区域的参考位置是各区域Z的起点和终点之间的一个地点,则正在移动依次通过多个区域Z的铸坯S的头部H到达各区域的一个地点时(参照图5b),对该区域(即,n区)开始第二喷射。例如,铸坯S头部H通过第四区的起点正在朝终点移动,随后铸坯S头部H到达起点和终点之间的一个地点时,对第四区开始第二喷射。此时,对第三区正在实施第二喷射,而对第五区正在实施第一喷射。

[0083] 对于如上所述的n区上的参考位置,在连铸之前预先设定在后述冷却控制单元200中,然后根据所设定的参考位置进行二次冷却。另外,参考位置可通过命名为喷射控制值的值设定在冷却控制单元中。

[0084] 下面描述冷却控制单元200。

[0085] 参照图3,冷却控制单元200从位置跟踪部100实时接收铸坯头部H的位置,根据头部H的位置控制喷射到多个区域的每个区域的冷却水喷射量。也就是说,冷却控制单元200控制成根据头部H的实时位置按照区域以第一喷射量或第二喷射量喷射冷却水。

[0086] 这种冷却控制单元200包括:第一喷射调节部220,其中存储或设定有对多个区域的每个区域的冷却水的第一喷射量,并与多个区域的每个区域的喷嘴N信号连接,所述第一喷射调节部220驱动使得以最小喷射量即第一喷射量喷射冷却水(即,第一喷射);第二喷射调节部230,其中存储或设定有对多个区域的每个区域的冷却水的主喷射量即第二喷射量,并与多个区域的每个区域的喷嘴N信号连接,所述第二喷射调节部230驱动使得以第二喷射量喷射冷却水(即,第二喷射);喷射控制部210,其与第一喷射调节部220和第二喷射调节部230信号连接,根据头部H的实时位置向第一喷射调节部220和第二喷射调节部230中的任何一个发送喷射信号命令。

[0087] 如上所述,喷射控制部210根据头部H的实时位置向第一喷射调节部220和第二喷射调节部230中的任何一个发送喷射信号命令,以对朝一个方向排布的多个区域依次实施第一喷射和第二喷射。

[0088] 也就是说,以多个区域中的一个区域如第五区为例,喷射控制部210从铸造开始在

预定时间内对第五区进行第一喷射,然后从预定时间之后开始第二喷射。对第五区进行第一喷射,再开始第二喷射的时刻取决于铸坯S头部H的位置。也就是说,喷射控制部210向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号。例如,仅描述多个区域中的一个区域如第五区时,喷射控制部210从铸造开始预定时间内向第一喷射调节部220发送对第五区以第一喷射量喷射冷却水的第一信号。然后,在预定时间之后,喷射控制部210停止向第一喷射调节部220传送第一信号,而向第二喷射调节部230发送对第五区以第二喷射量喷射冷却水的第二信号。此时,开始或转换成停止传送第一喷射信号而传送第二喷射信号的时刻取决于铸坯S头部H的位置。

[0089] 为此,喷射控制部210中设定或存储有停止第一喷射并开始第二喷射的喷射控制值。换言之,喷射控制部210中设定有开始或转换成停止传送第一喷射信号而传送第二喷射信号的表示多个区域的每个区域中的位置的喷射控制值。

[0090] 喷射控制值/喷射起始点(spray start point)是表示多个区域的每个区域中一个地点的值,根据实施例的喷射控制值是相对于整体长度的比例(ratio)即长度比,当多个区域的每个区域的整体长度为1.0时,喷射控制值可以是0.0以上且1.0以下的任何一个值。因此,当喷射控制值为0.0以上且1.0以下的任何一个长度比时,表示从各区域的起点相隔整体长度的长度比的地点。也就是说,如果喷射控制值为0.0,则所述0.0表示各区域的起点。相反地,如果喷射控制值为1.0,则所述1.0表示各区域的终点。此外,喷射控制值为0.0和1.0之间的一个值如0.5时,表示从各区域的起点相隔整体长度的0.5比例的地点。

[0091] 当然,喷射控制值可以是除了0.0和1.0之间的值中0.5之外的0.0以上且1.0以下的值中任何一个值。例如,喷射控制值可以是0.1、0.2、0.3、0.4、0.6、0.7、0.8、0.9中的任何一个值。另外,由于这些值表示从n区的起点相隔长度比的位置,如图6所示分别表示从n区的起点(0.0)相隔n+1区的整体长度的0.1(即,10%)、0.2(即,20%)、0.3(即,30%)、0.4(即,40%)、0.6(即,60%)、0.7(即,70%)、0.8(即,80%)、0.9(即,90%)的地点。此外,喷射控制值可以是0.0和1.0,0.0表示n的起点,而1.0表示n的终点。

[0092] 喷射控制部210中设定的喷射控制值是可使铸坯特别是铸造初始铸坯S适当地凝固不出现过冷或者未充分凝固的现象的值。在实际操作之前,根据连铸设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度采用多个喷射控制值进行铸造实验,并找出其中铸坯上不会产生过冷或未充分凝固分别导致的裂纹和鼓肚的喷射控制值。也就是说,根据连铸设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度找出适当的喷射控制值。另外,在该连铸设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度等铸造条件下进行铸造时,将通过实验找出的喷射控制值设定在喷射控制部210中。

[0093] 另外,根据铸造设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度等的改变找出符合各条件的适当的喷射控制值,在该铸造条件下铸造时设定该喷射控制值进行铸造。

[0094] 在下文中,将参照图10对找出适当的喷射控制值进行说明。

[0095] 图10的a至c是示出各区域中的实际铸坯温度和各区域中的目标温度的曲线图。图10a是喷射控制值为1.0的情形,图10b是喷射控制值为0.5的情形,图10c是喷射控制值为0.0的情形。

[0096] 在图10a至图10c中,曲线图上示出的编号1至9表示区域(zone)编号。也就是说,1至9表示从结晶器正下方起第一区、第二区、第三区、第四区、第五区、第六区、第七区、第八

区、第九区。

[0097] 为了实验采用某个相同的铸造设备铸造相同钢种的铸坯,此时通过改变喷射控制值进行实验,所述喷射控制值取值为1.0、0.5、0.0。

[0098] 参照图10a至图10c,可以确认第一区至第八区实际铸坯温度与目标温度一致。然而,在第九区可见,当喷射控制值为1.0时,实际铸坯温度与目标温度稍有差异,但是当喷射控制值为0.5和0.0时,与喷射控制值为1.0时相比,差异较小或者没有差异。另外,将喷射控制值为0.5和0.0的情形进行比较的话,当喷射控制值为0.5时,在第九区铸坯实际温度与目标温度之间有细微的差异,但是当喷射控制值为0.0时,铸坯实际温度与目标温度一致。由此,当采用该铸造设备铸造该钢种的铸坯时,将喷射控制值设定为0.0。

[0099] 另外,在设定喷射控制值后,铸造一旦开始,当结晶器M的外侧的铸流ST中进行铸坯S的二次冷却时,根据头部H的实时位置调节各区域的冷却水喷射量。例如,如果喷射控制值设定为0.0,则从铸坯S头部H到达n区的起始位置时开始对n区以第一喷射量喷射冷却水(参照图6b)。如果喷射控制值设定为0.5,则从铸坯头部到达n区的中间(1/2)位置时开始对n区以第一喷射量喷射冷却水(参照图7b)。如果喷射控制值设定为1.0,则从铸坯头部到达n区的终止位置时开始对n区以第二喷射量喷射冷却水(参照图8)。

[0100] 在下文中,将参照图9和图3至图8、图10及图11描述根据本发明实施例的铸坯铸造方法。

[0101] 根据本发明实施例的铸造方法包括:将钢水注入结晶器M,对所述钢水进行一次冷却的过程S300;将一次冷却后的铸坯从所述结晶器拉出后,使其沿着具有朝一个方向排布的多个区域Z的铸流ST移动,并实时跟踪所述铸坯S的头部H位置的过程S500;以及对多个区域Z的每个区域喷射冷却水,以对所述铸坯S进行二次冷却的过程,对铸坯进行二次冷却的过程包括对多个区域Z中当前时刻所述铸坯头部H所处的当前区域以主喷射量喷射冷却水的过程700。

[0102] 下面更详细地描述根据本发明实施例的铸坯铸造方法。

[0103] 首先,在开始铸造之前,将喷射控制值设定在冷却控制单元的喷射控制部中S100。然后,将钢水注入下侧被引锭杆堵住的结晶器M开始进行铸造S200。注入结晶器M内的钢水被在所述结晶器M内循环的冷媒一次冷却或一次凝固S300,然后引锭杆沿结晶器M外侧的铸流ST移动。

[0104] 从结晶器M向外拉出的铸坯沿着铸流ST移动被从多个喷嘴N喷射的冷却水二次冷却或二次凝固。此时,在多个区域的每个区域中,先以第一喷射量喷射冷却水(第一喷射)S400,预定时间之后以第二喷射量喷射冷却水(第二喷射)。此时,根据铸坯S头部H的位置控制冷却水的喷射,因此对朝一个方向排布的多个区域依次开始第二喷射S700。换言之,从位于结晶器M正下方的第一区至位于铸造终点的最后区域依次开始以第二喷射量喷射冷却水。

[0105] 在本发明的实施例中,根据设定在喷射控制部210的喷射控制值控制以第二喷射量喷射冷却水的起始位置。

[0106] 喷射控制部210中设定的喷射控制值是可使铸坯特别是铸造初始铸坯适当地凝固不出现过冷或者未充分凝固的现象的值。在实际操作之前,根据连铸设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度采用多个喷射控制值进行铸造实验,并找出其中铸造初始铸坯

上不会产生过冷或未充分凝固分别导致的裂纹和鼓肚的喷射控制值。也就是说,根据铸造设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度找出适当的喷射控制值。另外,在该连铸设备的规格、要铸造的钢种的物性和目标铸造速度等铸造条件下进行铸造时,将通过实验找出的喷射控制值设定在喷射控制部中。

[0107] 当开始铸造时,位置跟踪部实时跟踪铸坯S头部H的位置S500。

[0108] 另外,喷射控制部210从位置跟踪部100实时接收头部H的位置,用于判断铸坯S头部H是否到达所设定的喷射控制值表示的n区上的位置S600。

[0109] 例如,假设喷射控制部210中喷射控制值设定为0.0,喷射控制部210中基于喷射控制值0.0将各区域的起点设定为参考位置。另外,喷射控制部210从位置跟踪部100实时接收铸坯S头部H的位置,用于判断铸坯S头部H是否到达参考位置S600。例如,在当前时刻铸坯头部H如图6a所示已经通过第七区的起点正在朝第八区的起点移动时,喷射控制部210判断为铸坯头部没有到达第八区的参考位置(no)。因此,保持第一喷射信号的传送,使得对第八区以第一喷射量喷射冷却水S400。此时,由于铸坯S头部H已经在上一个时刻通过了第七区的起点,在当前时刻对第七区以第二喷射量喷射冷却水。另外,此后仍继续跟踪铸坯S头部H的实时位置,当判断为如图6b所示头部已到达第八区的起点时(yes),喷射控制部210结束向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号,使得对第八区以第二喷射量喷射冷却水S700。

[0110] 对于上述的图6的实施例,以第八区的起点为13.89m、第八区的长度为6.69m描述对第八区的冷却水喷射如下:在当前时刻铸坯头部H如图6a所示已经通过第七区的起点位于第七区时,所述铸坯头部位于铸流的13.89m之前的地点。因此,喷射控制部210判断为铸坯头部没有到达第八区的参考位置(no)。另外,喷射控制部保持对第八区传送第一喷射信号,使得对第八区以第一喷射量喷射冷却水S400。此时,由于铸坯头部已经在上一个时刻通过了第七区的起点,在当前时刻对第七区以第二喷射量喷射冷却水。另外,此后判断为如图6b所示头部已到达第八区的起点即13.89m地点时(yes),喷射控制部210结束向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号,使得对第八区以第二喷射量喷射冷却水S700。

[0111] 作为另一个例子,假设喷射控制部210中喷射控制值设定为0.5,喷射控制部210中基于喷射控制值0.5将各区域的中间地点设定为参考位置。另外,喷射控制部210从位置跟踪部100实时接收铸坯S头部H的位置,用于判断铸坯头部是否达到参考位置S600。例如,在当前时刻铸坯头部H如图7a所示已经通过第七区的中间地点正在朝第八区的中间地点移动时,喷射控制部210判断为铸坯头部没有到达第八区的参考位置(no)。因此,保持第一喷射信号的传送,使得对第八区以第一喷射量喷射冷却水S400。此时,由于铸坯头部已经在上一个时刻通过了第七区的中间,在当前时刻对第七区以第二喷射量喷射冷却水。另外,此后判断为如图7b所示头部已到达第八区的中间地点时(yes),喷射控制部210结束向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号,使得对第八区以第二喷射量喷射冷却水S700。

[0112] 对于上述的图7的实施例,以第八区的起点为13.89m、第八区的长度为6.69m描述对第八区的冷却水喷射如下:在当前时刻铸坯头部H如图7a所示已经通过第七区的中间地点位于第七区或者在第八区位于中间地点之前时,所述铸坯头部位于铸流的17.24m之前的

地点。因此,喷射控制部210判断为铸坯头部没有到达第八区的参考位置(no)。另外,喷射控制部保持对第八区传动第一喷射信号,使得对第八区以第一喷射量喷射冷却水S400。此时,由于铸坯头部已经在上一个时刻通过了第七区的起点,在当前时刻对第七区以第二喷射量喷射冷却水。另外,此后判断为如图7b所示头部已到达第八区的中间地点即铸流的17.24m地点时(yes),喷射控制部210结束向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号,使得对第八区以第二喷射量喷射冷却水S700。

[0113] 作为又一个例子,假设喷射控制部210中喷射控制值设定为1.0,喷射控制部210中基于喷射控制值1.0将各区域的终点设定为参考位置。另外,喷射控制部210从位置跟踪部100实时接收铸坯S头部H的位置,用于判断铸坯头部是否到达参考位置S600。例如,在当前时刻铸坯头部H如图8a所示已经通过第七区的终点正在朝第八区的终点移动时,喷射控制部210判断为铸坯头部没有到达第八区的参考位置(no)。因此,保持第一喷射信号的传送,使得对第八区以第一喷射量喷射冷却水S400。此时,由于铸坯头部已经在上一个时刻通过了第七区的终点,在当前时刻对第七区以第二喷射量喷射冷却水。另外,此后判断为如图8b所示头部已到达第八区的终点时(yes),喷射控制部210结束向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号,使得对第八区以第二喷射量喷射冷却水S700。

[0114] 对于上述的图8的实施例,以第八区的起点为13.89m、第八区的长度为6.69m描述对第八区的冷却水喷射如下:在当前时刻铸坯头部H如图8a所示已经通过第七区的中间地点在第八区位于终点之前时,表示铸坯头部位于铸流的13.89m和20.28m之间。因此,喷射控制部210判断为铸坯头部没有到达第八区的参考位置(no)。另外,喷射控制部保持对第八区传送第一喷射信号,使得对第八区以第一喷射量喷射冷却水S400。此时,由于铸坯头部已经在上一个时刻通过了第七区的终点,在当前时刻对第七区以第二喷射量喷射冷却水。另外,此后判断为如图8b所示头部已到达第八区的终点即铸流的20.58m地点时(yes),喷射控制部210结束向第一喷射调节部220传送第一喷射信号,并向第二喷射调节部230传送第二喷射信号,使得对第九区以第二喷射量喷射冷却水S700。

[0115] 上面如图6至图8所示将喷射控制值设定为0.0、0.5和1.0时,用曲线图表示以相同区域如第八区域中的第二喷射量开始喷射冷却水的铸坯头部位置,就如图11所示。参照图11,将喷射控制值设定为0.0、0.5和1.0时,以第二喷射量开始喷射的铸坯头部的位置不同。此外,喷射控制值从1减小到0,适用第二喷射量的时刻越快。

[0116] 如上所述,通过根据本发明实施例的方法设定喷射控制值来控制第二喷射开始时刻,就可以防止铸坯特别是铸造初始铸坯的过冷或者凝固延迟。因此,可以防止产生铸坯S表面的裂纹和鼓肚,从而可以稳定地铸造铸坯S,并具有提高铸坯质量和收率的效果。另一方面,如现有技术,铸坯头部离开该区域后,在指定的特定时间后喷射冷却水时会产生鼓肚。

[0117] 另外,在本发明中,铸造初始铸坯S完全凝固,不会出现未凝固,所以铸造结束后切割铸坯S时,不会如现有技术发生钢水从未凝固部分流出。因此,可以防止发生钢水从未凝固部分流出而导致的火灾以及由此造成的外围设备损失。

[0118] 工业实用性

[0119] 根据本发明的实施方式的铸造设备,根据铸坯头部的位置控制冷却水的喷射量。

也就是说,根据基于喷射控制值的铸坯头部的位置控制开始以用于引起真正的二次冷却的喷射量喷射冷却水。因此,当铸坯通过铸流的多个区域的每个区域时,冷却成各区域中要求的目标温度,从而可以防止或抑制发生铸坯的过冷或者凝固延迟。特别是,可以防止或抑制铸造初始铸坯的过冷或者凝固延迟,因此可以防止或抑制产生铸坯表面的裂纹和鼓肚。

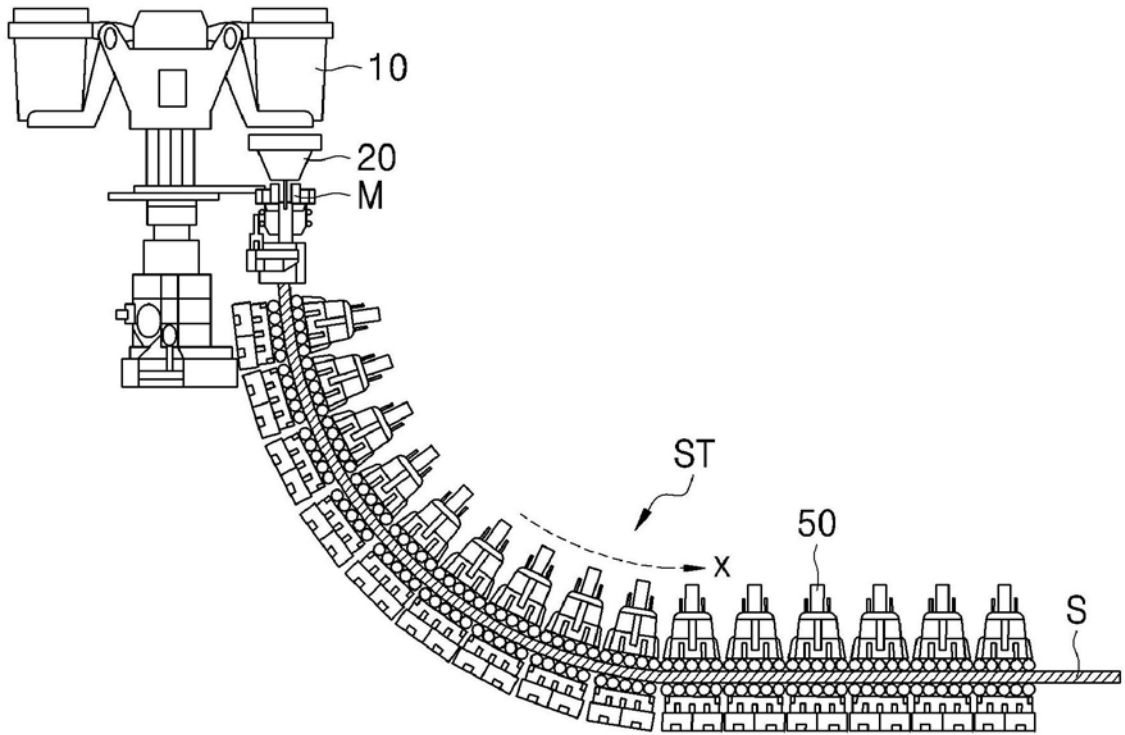


图1

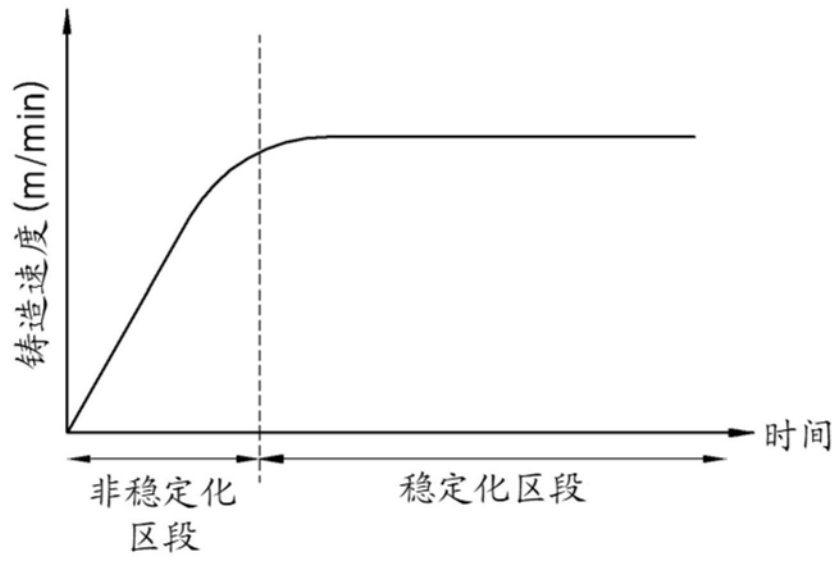


图2

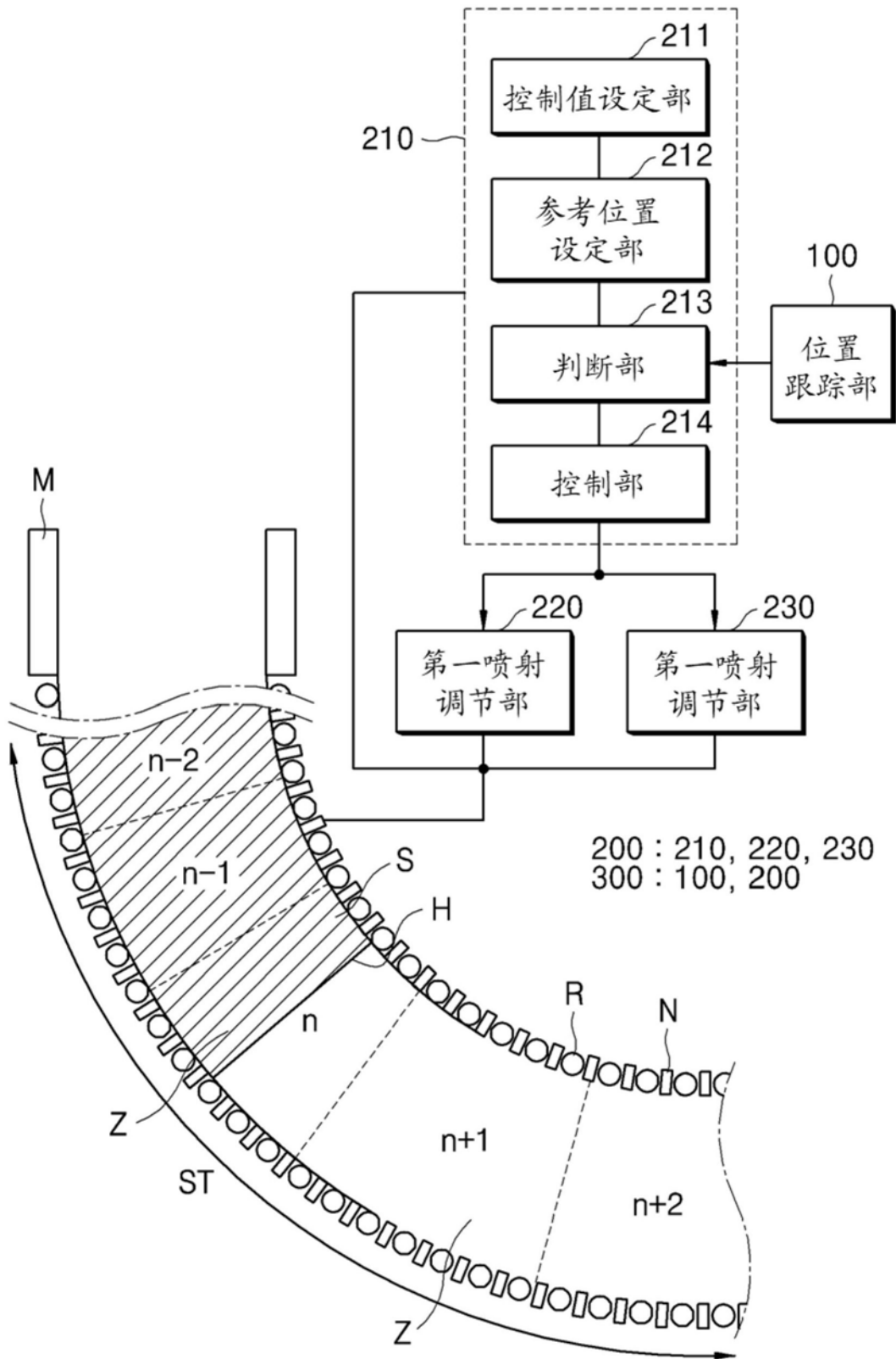


图3

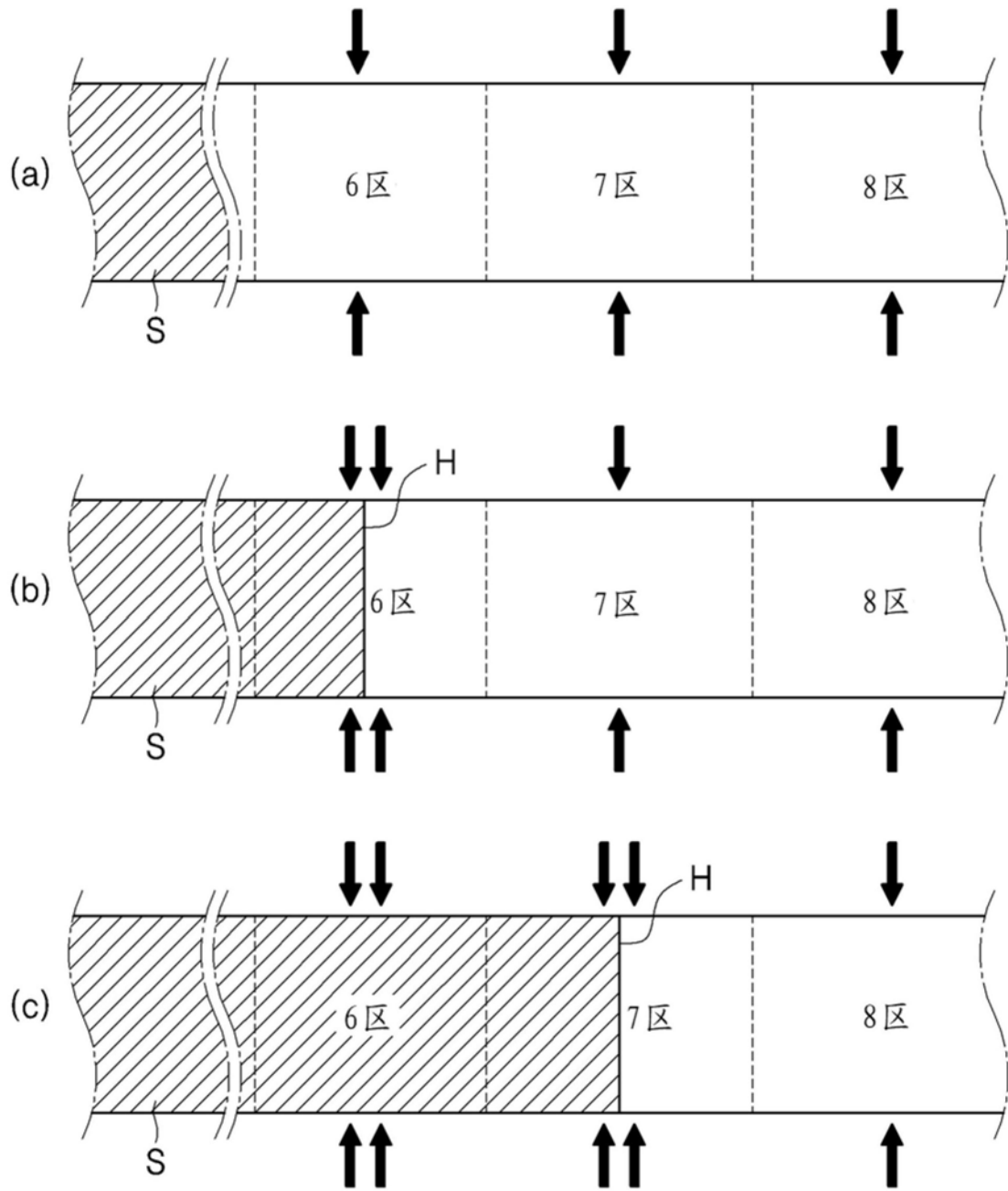


图4

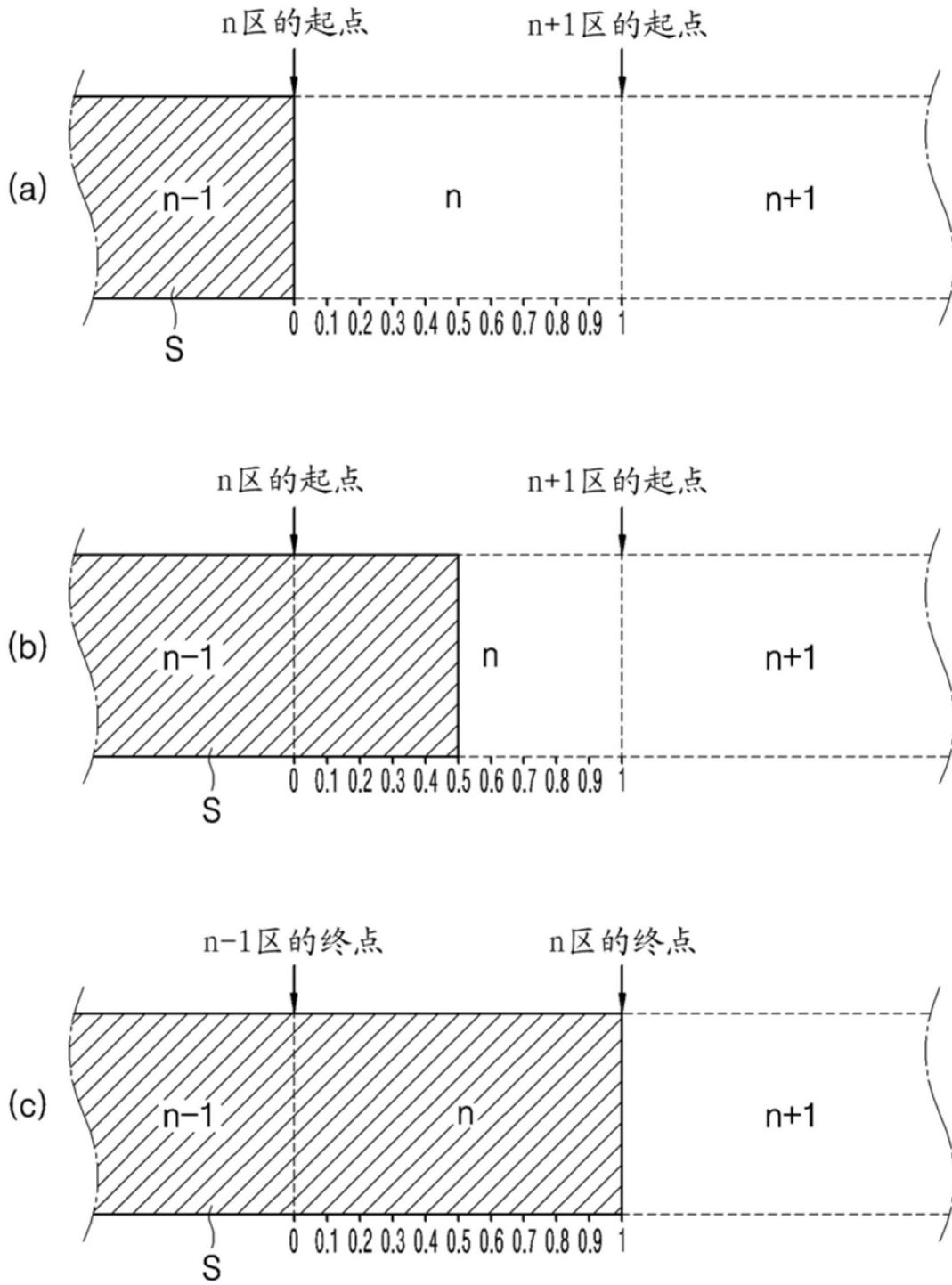


图5

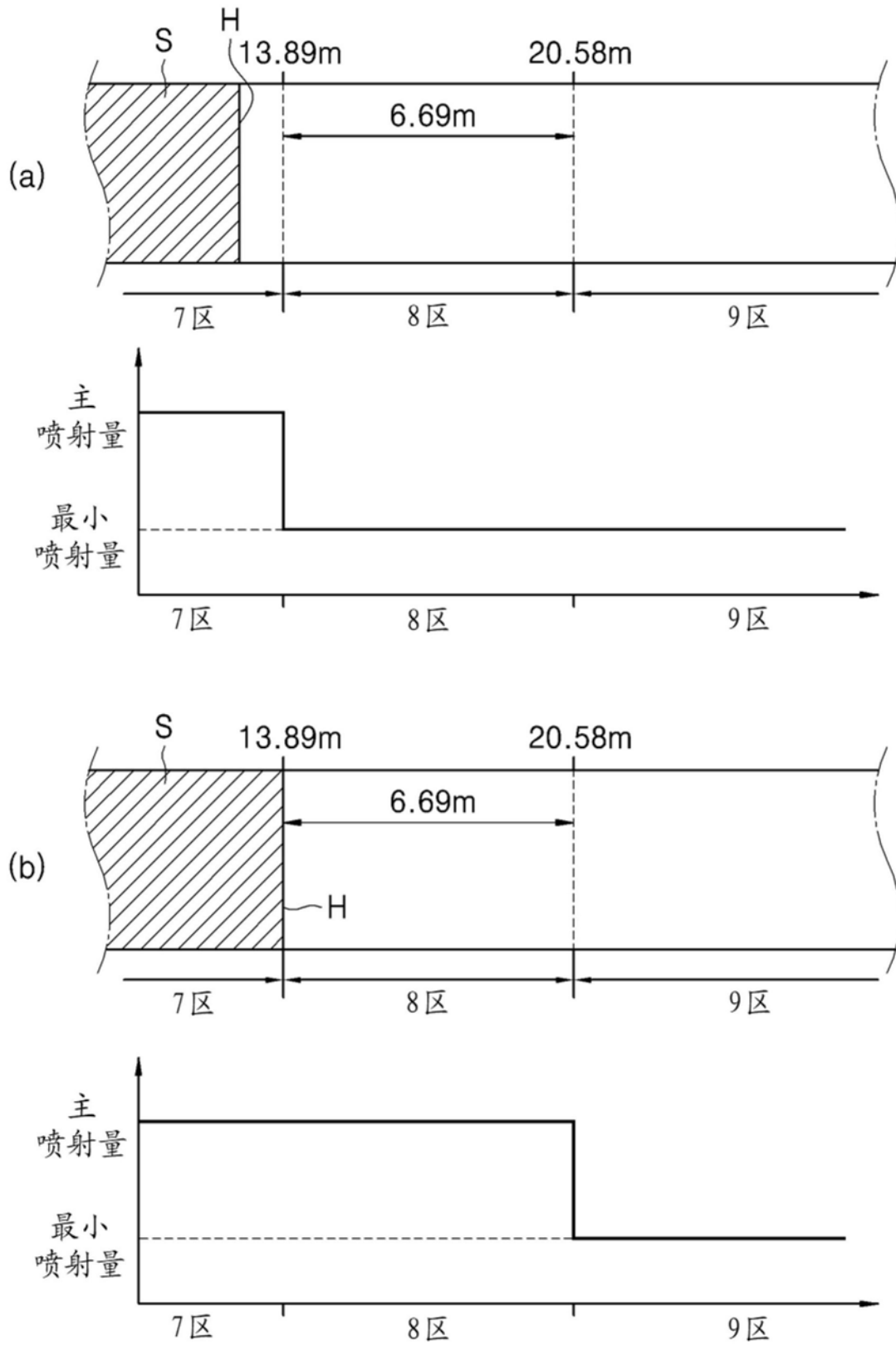


图6

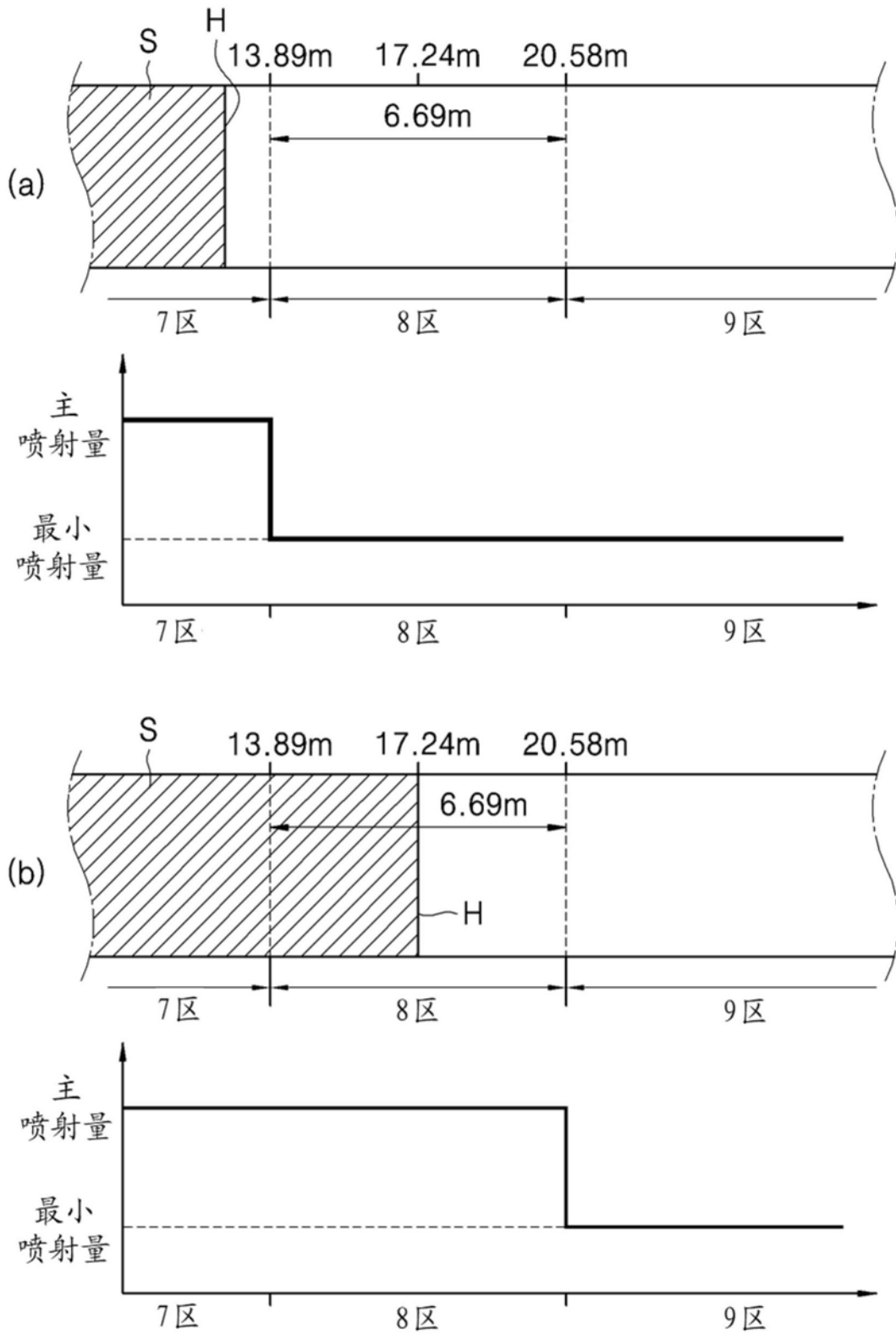


图7

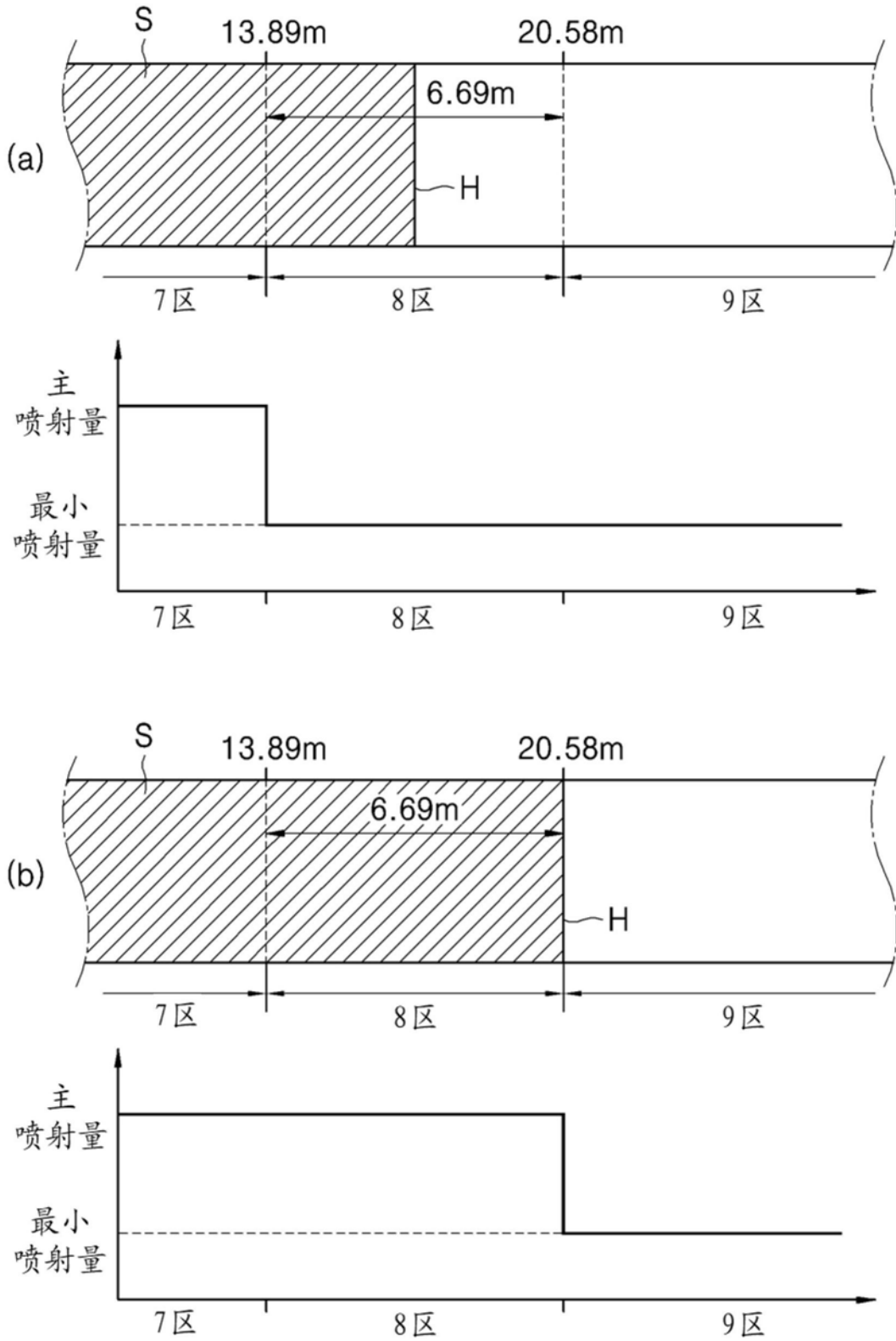


图8

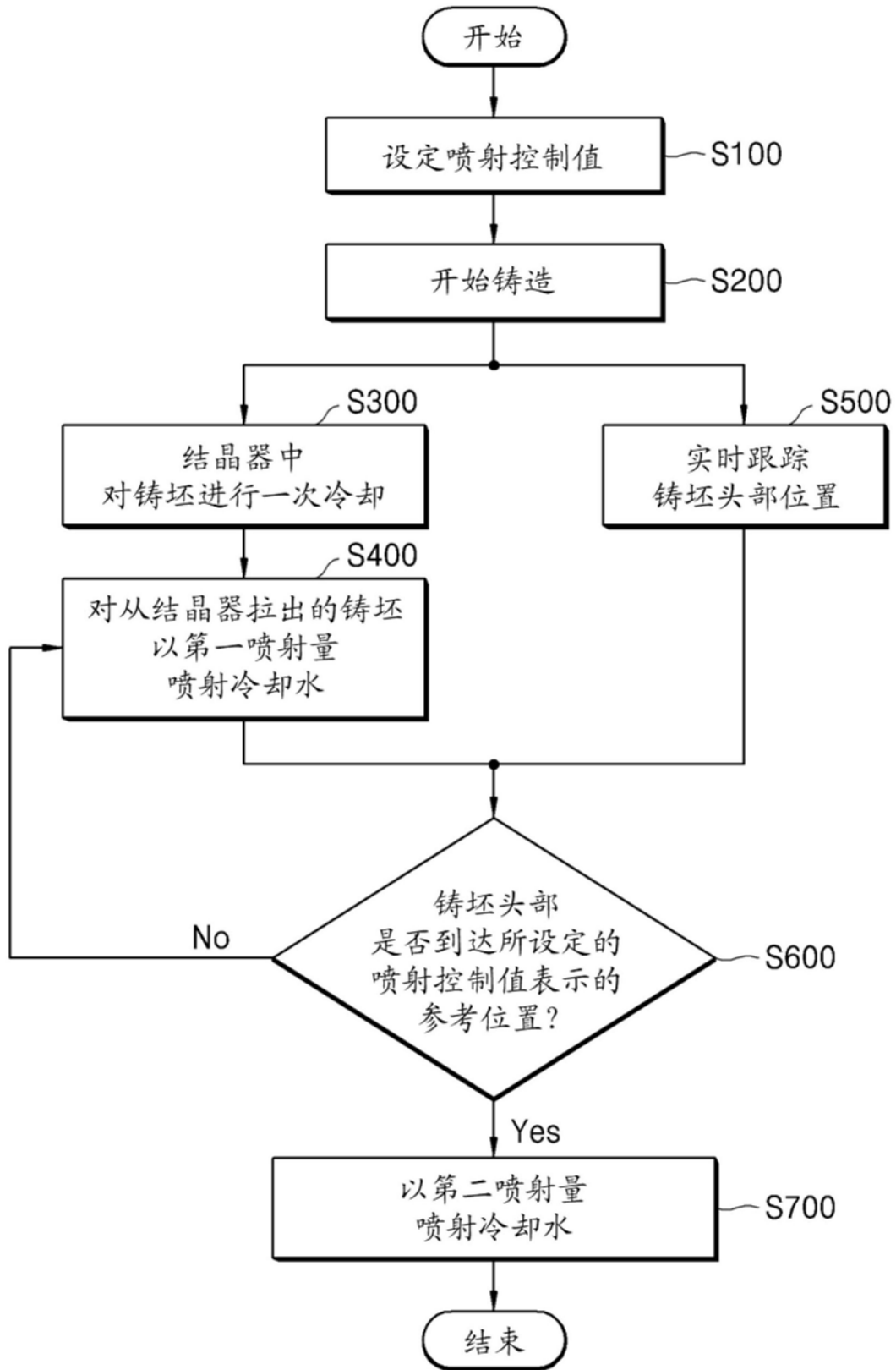


图9

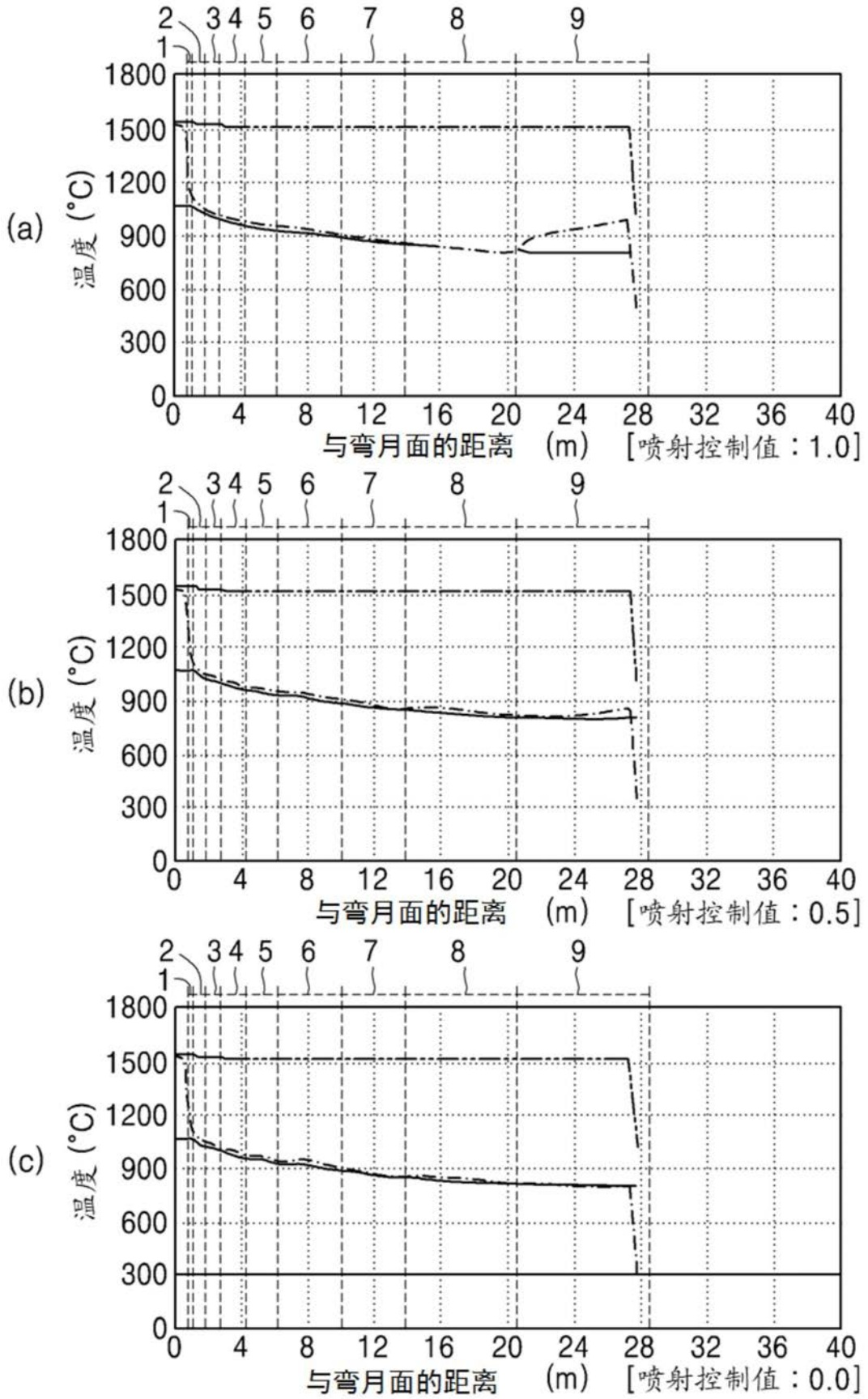


图10

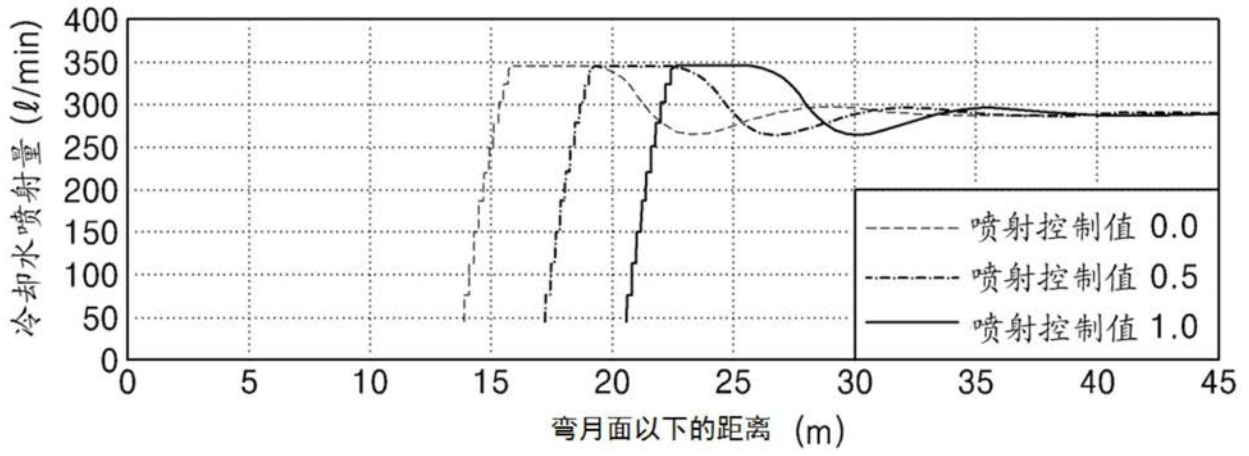


图11