



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105073293 B

(45)授权公告日 2017.03.15

(21)申请号 201480018326.5

(22)申请日 2014.03.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105073293 A

(43)申请公布日 2015.11.18

(30)优先权数据

2013-065341 2013.03.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.09.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/001613 2014.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/156085 JA 2014.10.02

(73)专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 田村雄太 安达健二

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 满凤 金龙河

(51)Int.Cl.

B21B 45/08(2006.01)

B21B 45/02(2006.01)

审查员 李虎

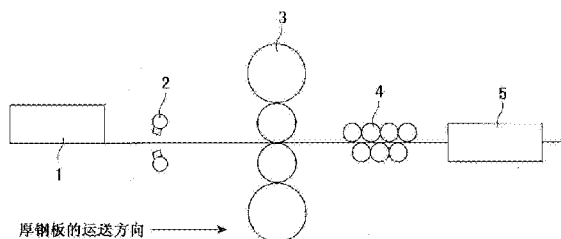
权利要求书1页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

厚钢板的制造方法及制造设备

(57)摘要

本发明的目的在于提供能够确保材质波动少的高品质的厚钢板的厚钢板的制造方法及制造设备。一种厚钢板的制造方法,其按照热轧工序、形状矫正工序及加速冷却工序的顺序制造厚钢板,其中,在所述形状矫正工序与所述加速冷却工序之间具有:温度调节工序,将厚钢板表面温度空冷至低于 Ar_3 相变点,或者以 $0.3\sim 2.2\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水来进行水冷,由此使厚钢板表面发生相变;以及去氧化皮工序,在所述温度调节工序之后且所述加速冷却工序之前向厚钢板的表面喷射能量密度为 $0.05\text{J}/\text{mm}^2$ 以上的高压水。



1. 一种厚钢板的制造方法,其按照热轧工序、形状矫正工序及加速冷却工序的顺序制造厚钢板,其特征在于,

在所述形状矫正工序与所述加速冷却工序之间具有:

温度调节工序,将厚钢板表面温度空冷至低于 Ar_3 相变点,或者以 $0.3\sim 2.2\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水来进行水冷,由此使厚钢板表面发生相变;以及

去氧化皮工序,在所述温度调节工序之后且所述加速冷却工序之前向厚钢板的表面喷射能量密度为 $0.05\text{J}/\text{mm}^2$ 以上的高压水,

所述能量密度定义为水量密度 $\times$ 喷射压力 $\times$ 碰撞时间,其中,水量密度是以冷却水的喷射流量 $\div$ 冷却水碰撞面积计算出的值,单位为 $\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{分钟})$;喷射压力以冷却水的喷出压力来定义,单位为MPa;碰撞时间是以冷却水的碰撞厚度 $\div$ 厚钢板的运送速度计算出的值,单位为秒。

2. 如权利要求1所述的厚钢板的制造方法,其特征在于,在所述去氧化皮工序中,使所述高压水的喷射压力为10MPa以上。

3. 一种厚钢板的制造设备,其特征在于,将热轧装置、形状矫正装置、温度调节装置、去氧化皮装置及加速冷却装置以该顺序从运送方向上游侧起配置,

在所述温度调节装置中,将厚钢板表面温度空冷至低于 Ar_3 相变点,或者以 $0.3\sim 2.2\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水来进行水冷,从而使厚钢板表面发生相变,并且,

在所述去氧化皮装置中,向厚钢板的表面喷射能量密度为 $0.05\text{J}/\text{mm}^2$ 以上的高压水,

所述能量密度定义为水量密度 $\times$ 喷射压力 $\times$ 碰撞时间,其中,水量密度是以冷却水的喷射流量 $\div$ 冷却水碰撞面积计算出的值,单位为 $\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{分钟})$;喷射压力以冷却水的喷出压力来定义,单位为MPa;碰撞时间是以冷却水的碰撞厚度 $\div$ 厚钢板的运送速度计算出的值,单位为秒。

4. 如权利要求3所述的厚钢板的制造设备,其特征在于,在所述去氧化皮装置中,使所述高压水的喷射压力为10MPa以上。

厚钢板的制造方法及制造设备

技术领域

[0001] 本发明涉及厚钢板的制造方法及制造设备。

背景技术

[0002] 在通过热轧制造厚钢板的工艺中,冷却控制的应用在扩大。例如,如图1所示,利用加热炉1将厚钢板(未图示)再加热后,在去氧化皮装置2中对厚钢板进行去氧化皮。然后,将厚钢板利用轧制机3进行轧制后,利用形状矫正装置4进行矫正,然后,在加速冷却装置5中进行利用水冷或空冷的控制冷却。需要说明的是,图中的箭头为厚钢板的行进方向。

[0003] 在利用加速冷却装置对厚钢板进行水冷的情况下,已知像图2那样厚钢板表面的氧化皮越厚则冷却时间越短,因此冷却速度变大。但是,氧化皮厚度存在偏差时,冷却速度变得不均匀,因此存在强度、硬度等材质产生波动这样的问题。

[0004] 另外,在氧化皮厚度不均匀的情况下,如上所述,冷却速度变得不均匀。这种情况下,已知加速冷却停止时的厚钢板表面温度(以下称为“冷却停止温度”)在厚钢板宽度方向上的分布例如如图3那样产生偏差。这样,厚钢板的冷却停止温度产生偏差,因此存在不能得到均匀的材质这样的问题。若示出具体例,在厚钢板宽度方向上混合存在氧化皮厚度为 $40\mu\text{m}$ 的部位和氧化皮厚度为 $20\mu\text{m}$ 的部位的情况下,将板厚为 25mm 的厚钢板从 800°C 冷却至目标温度 500°C 时的冷却停止温度在 $40\mu\text{m}$ 的部位为 460°C 、在 $20\mu\text{m}$ 的部位为 500°C 。在 $40\mu\text{m}$ 的部位,冷却停止温度比目标温度低 40°C ,其结果是,不能得到均匀的材质。

[0005] 因此,在专利文献1中公开了如下方法:控制氧化皮厚度而使冷却速度均匀,从而实现冷却停止温度的均匀化。在专利文献1中,在轧制中使用配置在轧制机的前后的去氧化皮装置,在厚钢板的尾端的冷却停止温度比前端低的情况下,以使尾端侧的去氧化皮的喷射水量比前端侧的喷射水量多的方式进行控制,在厚钢板的长度方向上对氧化皮除去率、残留厚度进行控制,由此使控制冷却时的钢板表面的传热系数发生变化,从而使厚钢板的长度方向的冷却停止温度均匀。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开平6-330155号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的问题

[0010] 在现有技术中,通过调节冷却水量、运送速度来实现冷却停止温度的均匀化。但是,该方法中,因氧化皮厚度的偏差而使得冷却速度产生偏差,因此,不仅难以实现冷却速度的均匀化,而且难以实现冷却停止温度的均匀化。

[0011] 另外,专利文献1的方法中,如果不能以在线方式控制氧化皮除去率、残留厚度则也不能控制传热系数,因此,不能实现高精度的冷却速度的均匀化。另外,在使氧化皮除去率变化的情况下,冷却停止温度在氧化皮残留部位和剥离部位不同,因此材质产生波动。

[0012] 本发明的目的在于解决上述问题并提供能够确保材质波动少的高品质的厚钢板的厚钢板的制造方法及制造设备。

[0013] 用于解决问题的方法

[0014] 本发明是为了解决上述现有问题而完成的,其主旨如下所述。

[0015] [1] 一种厚钢板的制造方法,其按照热轧工序、形状矫正工序及加速冷却工序的顺序制造厚钢板,其特征在于,在上述形状矫正工序与上述加速冷却工序之间具有:温度调节工序,将厚钢板表面温度空冷至低于 Ar_3 相变点,或者以 $0.3 \sim 2.2 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水来进行水冷,由此使厚钢板表面发生相变;以及去氧化皮工序,在上述温度调节工序之后且上述加速冷却工序之前向厚钢板的表面喷射能量密度为 0.05 J/mm^2 以上的高压水。

[0016] [2] 如[1]所述的厚钢板的制造方法,其特征在于,在上述去氧化皮工序中,使上述高压水的喷射压力为 10 MPa 以上。

[0017] [3] 一种厚钢板的制造设备,其特征在于,将热轧装置、形状矫正装置、温度调节装置、去氧化皮装置及加速冷却装置以该顺序从运送方向上游侧起配置,在上述温度调节装置中,将厚钢板表面温度空冷至低于 Ar_3 相变点,或者以 $0.3 \sim 2.2 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水来进行水冷,从而使厚钢板表面发生相变,并且,在上述去氧化皮装置中,向厚钢板的表面喷射能量密度为 0.05 J/mm^2 以上的高压水。

[0018] [4] 如[3]所述的厚钢板的制造设备,其特征在于,在上述去氧化皮装置中,使上述高压水的喷射压力为 10 MPa 以上。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明,在形状矫正工序与加速冷却工序之间具有将厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点从而使厚钢板表面发生相变的温度调节工序、以及在温度调节工序之后向厚钢板的表面喷射能量密度为 0.05 J/mm^2 以上的高压水的去氧化皮工序,由此,能够实现冷却速度和冷却停止温度的均匀化。其结果是,能够制造材质波动少的高品质的厚钢板。

附图说明

[0021] 图1是表示现有的厚钢板的制造设备的概略图。

[0022] 图2是表示加速冷却时的、氧化皮厚度与冷却时间与厚钢板表面温度的关系的图。

[0023] 图3是表示加速冷却后的、厚钢板的宽度方向位置与冷却停止温度的关系的图。

[0024] 图4是表示作为本发明的一个实施方式的厚钢板的制造设备的概略图。

[0025] 图5是表示厚钢板表面的相变的有无与高压水的能量密度与氧化皮剥离率的关系的图。

[0026] 图6是表示轧制结束后的厚钢板表面的温度与用于使氧化皮破坏所需的喷射压力的关系的图。

[0027] 图7是对从温度调节工序至去氧化皮工序开始前的厚钢板表面的温度差进行定义的图。

[0028] 图8是表示厚钢板表面的温度下降量与冷却停止温度的偏差的关系的图。

[0029] 图9是本发明的一个实施方式的冷却装置的侧面图。

[0030] 图10是本发明的一个实施方式的其他冷却装置的侧面图。

- [0031] 图11是对本发明的一个实施方式的间壁的喷嘴配置例进行说明的图。
- [0032] 图12是对间壁上方的冷却排水的流动进行说明的图。
- [0033] 图13是对间壁上方的冷却排水的其他流动进行说明的图。
- [0034] 图14是对现有的加速冷却装置中的冷却水的流动进行说明的图。
- [0035] 图15是对加速冷却装置中的冷却水的流动进行说明的图。
- [0036] 图16是对与加速冷却装置中的间壁上方的冷却排水的非干涉进行说明的图。

具体实施方式

[0037] 以下,参照附图对用于实施本发明的方式进行说明。

[0038] 图4是表示作为本发明的一个实施方式的厚钢板的制造设备的概略图。在图4中,箭头为厚钢板的运送方向。从厚钢板的运送方向上游侧起,依次配置有加热炉1、去氧化皮装置2、轧制机3、形状矫正装置4、温度调节装置6、去氧化皮装置7、加速冷却装置5。在图4中,利用加热炉1对厚钢板(未图示)进行再加热后,在去氧化皮装置2中,为了除去一次氧化皮而对厚钢板进行去氧化皮。然后,将厚钢板利用轧制机3进行热轧,利用形状矫正装置4进行矫正后,在温度调节装置6中使厚钢板表面温度降低,然后,进一步在去氧化皮装置7中进行将氧化皮完全除去去氧化皮。然后,在加速冷却装置5中进行利用水冷或空冷的控制冷却。

[0039] 本发明的特征在于,在形状矫正装置4与加速冷却装置5之间配置有温度调节装置6和去氧化皮装置7。而且,在温度调节装置6中,使厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点,从而使厚钢板表面发生相变。然后,在去氧化皮装置7中进行向厚钢板喷射能量密度为 $0.05J/mm^2$ 以上的高压水的去氧化皮。

[0040] 温度调节装置6配置在形状矫正装置4与去氧化皮装置7之间。在利用温度调节装置6的温度调节工序中,使厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点,从而使厚钢板表面发生相变,由此,在之后的去氧化皮工序中容易除去氧化皮。

[0041] 在温度调节工序中,使厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点从而使厚钢板表面发生相变,由此引起钢基的相变,在氧化皮与钢基的界面产生错位,从而使氧化皮的密合力降低。认为这是基于如下机制。厚钢板的表面被冷却至低于 Ar_3 相变点时,钢基从奥氏体向铁素体发生相变。此时,钢基发生膨胀,因此,对氧化皮与钢基的界面施加力,在界面处产生裂纹。认为其结果是,氧化皮的密合力降低。因此,使厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点从而使厚钢板表面发生相变,由此,在利用去氧化皮装置7的去氧化皮工序时,氧化皮除去变得容易。需要说明的是, Ar_3 相变点可以通过下述式(*)算出。

[0042] $Ar_3 = 910 - 310C - 80Mn - 20Cu - 15Cr - 55Ni - 80Mo \cdots (*)$

[0043] 其中,元素符号表示各元素的钢中含量(质量%)。

[0044] 接着,将使厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点从而使厚钢板表面发生相变后的厚钢板在去氧化皮装置7中进行除去氧化皮的去氧化皮。此时,通过向厚钢板喷射能量密度为 $0.05J/mm^2$ 以上的高压水(在本发明中,将喷射压力为5MPa以上的情况作为高压水),能够将氧化皮完全除去。通过在该去氧化皮工序中将氧化皮完全除去,在之后的利用加速冷却装置5的加速冷却工序中,能够进行冷却控制。其结果是,能够实现高精度的冷却速度的均匀化和冷却停止温度的均匀化。需要说明的是,高压水在厚钢板的整个长度上进行喷射

即可。

[0045] 本发明人使用某钢种针对去氧化皮工序前的厚钢板表面的相变的有无的影响考察了高压水的能量密度与氧化皮剥离率(氧化皮发生了剥离的面积与厚钢板面积的比例)的关系。结果得到了如图5所示的见解。由图5可知,能量密度大时,氧化皮剥离率变大,并且,通过使厚钢板表面发生相变,即使能量密度小也能够发生氧化皮剥离。另外,由图5可以得出:在相变后进行去氧化皮的情况下,能量密度小于 $0.05\text{J}/\text{mm}^2$ 时,氧化皮剥离率低,因此,在厚钢板的一部分残留氧化皮,冷却停止温度产生偏差而使材质变得不均匀。因此,高压水的能量密度设定为 $0.05\text{J}/\text{mm}^2$ 以上。优选为 $0.10\text{J}/\text{mm}^2$ 以上。需要说明的是,从供给高压水的泵的消耗能量的观点出发,高压水的能量密度优选为 $0.60\text{J}/\text{mm}^2$ 以下。

[0046] 本发明中,优选在去氧化皮工序中喷射喷射压力为 10MPa 以上的高压水。通过使喷射压力为 10MPa 以上,能够将氧化皮完全除去。因此,能够实现加速冷却工序中的冷却速度和冷却停止温度的均匀化。为了破坏氧化皮,需要使高压水的液滴碰撞厚钢板时的压力超过氧化皮的硬度。本发明人对轧制结束后的厚钢板表面的温度与用于使氧化皮破坏所需的高压水的喷射压力的关系进行了考察,结果得到了图6的见解。像本发明这样,在制造需要控制冷却的厚钢板的情况下,轧制结束后的厚钢板表面的温度一般最高也就为 900°C 左右。因此,在本发明中,为了破坏氧化皮,优选使高压水的喷射压力为 10MPa 以上。

[0047] 在此,向厚钢板喷射的冷却水的能量密度 $E(\text{J}/\text{mm}^2)$ 是通过去氧化皮除去氧化皮的能力的指标,如下述(1)式所示进行定义。

$$[0048] \quad E=Q/(d \times W) \times \rho v^2/2 \times t \cdots (1)$$

[0049] 其中, Q 为去氧化皮水的喷射流量 $[\text{m}^3/\text{s}]$ 、 d 为扁平喷嘴的喷雾喷射厚度 $[\text{mm}]$ 、 W 为扁平喷嘴的喷雾喷射宽度 $[\text{mm}]$ 、流体密度 $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、厚钢板碰撞时的流体速度 $v[\text{m}/\text{s}]$ 、碰撞时间 $t[\text{s}]$ ($t=d/1000/V$ 、运送速度 $V[\text{m}/\text{s}]$)。

[0050] 但是,厚钢板碰撞时的流体速度 v 的测定不一定容易,因此,如果要严格地求出(1)式所定义的能量密度 E ,需要大量劳力。

[0051] 因此,本发明人进一步进行了研究,结果发现,作为向厚钢板喷射的冷却水的能量密度 $E(\text{J}/\text{mm}^2)$ 的简单定义,可以采用水量密度 $\times$ 喷射压力 $\times$ 碰撞时间。在此,水量密度($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$)是以“冷却水的喷射流量 $\div$ 冷却水碰撞面积”计算出的值。喷射压力(MPa)以冷却水的喷出压力来定义。碰撞时间(s)是以“冷却水的碰撞厚度 $\div$ 厚钢板的运送速度”计算出的值。需要说明的是,利用该简单定义算出的本发明的高压水的能量密度与氧化皮剥离率的关系也与图5同样。

[0052] 在温度调节工序中,通过空冷或水冷使厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点。需要说明的是,在进行空冷的情况下,在运送厚钢板的辊道上适当地空冷至低于 Ar_3 相变点即可。

[0053] 本发明中,在温度调节工序中,在实施水冷的情况下,以 $0.3 \sim 2.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水。水量密度小于 $0.3\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 时,不能将厚钢板表面温度降低至低于 Ar_3 相变点,不能使厚钢板表面发生相变。其结果是,在厚钢板上残留氧化皮,即使在之后的加速冷却工序中进行冷却控制,冷却停止温度也会产生偏差而使材质变得不均匀。另外,水量密度大于 $2.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 时,后述的温度调节工序中的温度下降量 ΔT 超过 200°C ,冷却停止温度产生偏差而使材质变得不均匀。

[0054] 在温度调节装置6中使厚钢板表面发生相变的情况下,在厚钢板上附着有氧化皮的状态下对厚钢板表面进行冷却。本发明人得到了如下见解:在温度调节装置6中的冷却中的温度下降量大的情况下,氧化皮的附着状况会影响冷却停止温度的均匀化,冷却停止温度的偏差(加速冷却工序后的目标钢板表面温度与加速冷却后的实际钢板表面温度之差)增大。在此,如图7所示,将温度调节装置6中的厚钢板表面的温度下降量 ΔT 定义为冷却开始时的厚钢板表面温度与厚钢板表面的最低到达温度之差。

[0055] 本发明人使用利用轧制机的轧制结束后的表面温度为800℃、板厚为25mm的厚钢板,按照温度调节工序、去氧化皮工序及加速冷却工序的顺序制造厚钢板。在此,作为无论是在去氧化皮时的钢板表面发生相变前还是发生相变后都能够将氧化皮整面地除去的条件,使去氧化皮时的能量密度为0.2J/mm²。需要说明的是,在加速冷却工序中,以使厚钢板表面温度为500℃的方式进行冷却。其结果可知,温度调节工序的温度下降量 ΔT 与冷却停止温度的偏差的关系如图8所示。根据图8,为了得到均匀的材质,优选使冷却停止温度的偏差为25℃以下、温度调节工序的温度下降量 ΔT 为200℃以下。

[0056] 对于本发明的加速冷却装置5,如图9所示,优选具备向厚钢板10的上表面供给冷却水的上集管11、从该上集管11悬垂的喷射棒状冷却水的冷却水喷射喷嘴13和设置于厚钢板10与上集管11之间的间壁15,并且,在间壁15上设置有多个内插冷却水喷射喷嘴13的下端部的给水口16和将供给至厚钢板10的上表面的冷却水排放到间壁15上方的排水口17。

[0057] 具体而言,上表面冷却设备具备向厚钢板10的上表面供给冷却水的上集管11、从该上集管11悬垂的冷却水喷射喷嘴13和在上集管11与厚钢板10之间在整个厚钢板宽度方向上水平设置且具有多个贯通孔(给水口16和排水口17)的间壁15。并且,冷却水喷射喷嘴13由喷射棒状冷却水的圆管喷嘴13构成,以其前端内插在设置于上述间壁15的贯通孔(给水口16)中且比间壁15的下端部更靠上方的方式进行设置。需要说明的是,对于冷却水喷射喷嘴13而言,为了防止吸入上集管11内的底部的异物而堵塞,优选以使其上端向上集管11的内部突出的方式贯入上集管11内。

[0058] 在此,本发明中的棒状冷却水是指从圆形(也包括椭圆、多边形)的喷嘴喷出口以被一定程度加压后的状态喷射的冷却水,并且是从喷嘴喷出口喷出的冷却水的喷射速度为6m/s以上、优选为8m/s以上且从喷嘴喷出口喷射出的水流的截面大致保持圆形的具有连续性和直行性的水流的冷却水。即,与从圆管层流喷嘴喷出的自由下落流、以像喷雾这样的液滴状态喷射的水流不同。

[0059] 冷却水喷射喷嘴13的前端以内插在贯通孔中且比间壁15的下端部更靠上方的方式设置是因为,即使在前端向上方翘曲的厚钢板进入的情况下,也可利用间壁15来防止冷却水喷射喷嘴13产生损伤。由此,冷却水喷射喷嘴13能够在良好的状态下长期地进行冷却,因此,不用进行设备修补等,能够防止厚钢板的温度不均的产生。

[0060] 另外,圆管喷嘴13的前端内插在贯通孔中,因此,如图16所示,不会与从间壁15的上表面流动的虚线箭头的排出水19的宽度方向流动发生干涉。因此,从冷却水喷射喷嘴13喷射出的冷却水能够与宽度方向位置无关地同等地到达厚钢板上表面,能够在宽度方向上进行均匀的冷却。

[0061] 若示出间壁15的一例,如图11所示,在间壁15上以厚钢板宽度方向上为80mm、运送方向上为80mm的间距以棋盘的格状开设有多个直径为10mm的贯通孔。并且,在给水口16中

插入有外径为8mm、内径为3mm、长度为140mm的冷却水喷射喷嘴13。冷却水喷射喷嘴13以交错格子状排列,冷却水喷射喷嘴13不通过的贯通孔为冷却水的排水口17。这样,在本发明的加速冷却装置的间壁15上设置的多个贯通孔由大致相同数量的给水口16和排水口17构成,各自分担作用、功能。

[0062] 此时,排水口17的总截面积充分大于冷却水喷射喷嘴13的圆管喷嘴13的内部的总截面积,确保了圆管喷嘴13的内部的总截面积的约11倍,如图9所示,供给至厚钢板表面上表面的冷却水充满于厚钢板表面与间壁15之间,从排水口17通过而被导至间壁15的上方,并被快速排出。图12是对间壁上方的厚钢板宽度方向端部附近的冷却排水的流动进行说明的前视图。排水口17的排水方向为与冷却水喷射方向相反的向上方向,穿出到间壁15的上方的冷却排水向厚钢板宽度方向外侧改变方向,流经上集管11与间壁15之间的排水流路而被排放。

[0063] 另一方面,图13所示的例子是以使排水口17在厚钢板宽度方向上倾斜而使排水方向朝向厚钢板宽度方向外侧的方式设定为朝向宽度方向外侧的倾斜方向的例子。由此,间壁15上方的排水19的厚钢板宽度方向流动变得顺利,排水得到促进,因此优选。

[0064] 在此,如图14所示,排水口和给水口设置在同一贯通孔内时,冷却水碰撞厚钢板后,难以穿出到间壁15的上方,从而在厚钢板10与间壁15之间向厚钢板宽度方向端部流动。这样,厚钢板10与间壁15之间的冷却排水的流量越接近板宽度方向的端部则越多,因此,越是在板宽度方向端部,喷射冷却水18贯通滞留水膜而到达厚钢板的力越受到阻碍。

[0065] 在薄板的情况下,板宽度最大为约2m,因此其影响有限。但是,特别是在板宽度为3m以上的厚板的情况下,其影响不能忽视。因此,厚钢板宽度方向端部的冷却变弱,此时的厚钢板宽度方向的温度分布成为不均匀的温度分布。

[0066] 与此相对,本发明的加速冷却装置5如图15所示分开设置有给水口16和排水口17,分担给水和排水的作用,因此,使得冷却排水从间壁15的排水口17通过而顺利地流到间壁15的上方。因此,冷却后的排水被快速地从厚钢板上表面排除,因此,后续供给的冷却水能够容易地贯通滞留水膜,能够得到充分的冷却能力。此时的厚钢板宽度方向的温度分布成为均匀的温度分布,能够得到在宽度方向上均匀的温度分布。

[0067] 顺便提一下,排水口17的总截面积为圆管喷嘴13的内部的总截面积的1.5倍以上时,冷却水的排放快速进行。例如,在间壁15上开设有比圆管喷嘴13的外径大的孔、使排水口的数目与给水口的数目相同或在其以上时能够实现上述效果。

[0068] 排水口17的总截面积小于圆管喷嘴13的内部的总截面积的1.5倍时,排水口的流动阻力增大,滞留水难以被排放,结果使能够贯通滞留水膜而到达厚钢板表面的冷却水量大幅减少,冷却能力降低,因此不优选。更优选为4倍以上。另一方面,排水口过多或者排水口的截面直径过大时,间壁15的刚性减小,厚钢板受到碰撞时容易产生损伤。因此,排水口的总截面积与圆管喷嘴13的内部的总截面积之比优选为1.5至20的范围。

[0069] 另外,内插在间壁15的给水口16中的圆管喷嘴13的外周面与给水口16的内周面的间隙优选设定为3mm以下。该间隙大时,由于从圆管喷嘴13喷射的冷却水的伴随流的影响,向间壁15的上表面排出的冷却排水被引入到给水口16的与圆管喷嘴13的外周面的间隙内,被再次供给至厚钢板上,因此冷却效率变差。为了防止上述情况,更优选使圆管喷嘴13的外径与给水口16的尺寸大致相同。但是,考虑到工作精度、安装误差,实质上影响小的3mm以下

的间隙是允许的。更优选设定为2mm以下。

[0070] 此外,为了使得冷却水能够贯通滞留水膜而到达厚钢板,需要使圆管喷嘴13的内径、长度、冷却水的喷射速度、喷嘴距离也达到最佳。

[0071] 即,喷嘴内径优选为3~8mm。小于3mm时,从喷嘴喷射的水束变细,水势变弱。另一方面,喷嘴直径超过8mm时,流速变慢,贯通滞留水膜的力减弱。

[0072] 圆管喷嘴13的长度优选为120~240mm。此处所述的圆管喷嘴13的长度是指从以一定程度贯入集管内部的喷嘴上端的流入口至内插在间壁的给水口中的喷嘴的下端的长度。圆管喷嘴13比120mm短时,集管下表面与间壁上表面的距离变得过短(例如,将集管厚度设为20mm、将喷嘴上端向集管内突出的突出量设为20mm、将喷嘴下端向间壁插入的插入量设为10mm时,上述距离小于70mm),因此,自间壁起上侧的排水空间减小,冷却排水不能顺利地排出。另一方面,比240mm长时,圆管喷嘴13的压力损失增大,贯通滞留水膜的力减弱。

[0073] 从喷嘴喷出的冷却水的喷射速度需要为6m/s以上、优选为8m/s以上。这是因为,小于6m/s时,冷却水贯通滞留水膜的力极弱。在为8m/s以上时,能够确保更大的冷却能力,因此优选。另外,从上表面冷却的冷却水喷射喷嘴13的下端至厚钢板10的表面的距离可以设定为30~120mm。小于30mm时,厚钢板10与间壁15碰撞的频率极大,难以进行设备维护。超过120mm时,冷却水贯通滞留水膜的力极弱。

[0074] 厚钢板上表面的冷却中,可以以使冷却水不沿厚钢板长度方向扩展的方式在上集管11的前后设置除水辊(水切ロール)20。由此,冷却区长度恒定,温度控制变得容易。在此,利用除水辊20将厚钢板运送方向的冷却水的流动截住,因此,冷却排水向厚钢板宽度方向外侧流动。但是,除水辊20的附近容易滞留冷却水。

[0075] 因此,优选如图10所示,在厚钢板宽度方向上排列的圆管喷嘴13的列中,厚钢板运送方向的最上游侧列的冷却水喷射喷嘴向厚钢板运送方向的上游方向倾斜15~60度,厚钢板运送方向的最下游侧列的冷却水喷射喷嘴向厚钢板运送方向的下游方向倾斜15~60度。由此,在接近除水辊20的位置也能够供给冷却水,在除水辊20附近不会滞留冷却水,冷却效率提高,因此优选。

[0076] 上集管11下表面与间壁15上表面的距离以使由集管下表面和间壁上表面围成的空间内的厚钢板宽度方向流路截面积为冷却水喷射喷嘴内部的总截面积的1.5倍以上的方式来设置,例如为约100mm以上。该厚钢板宽度方向流路截面积没有达到冷却水喷射喷嘴内部的总截面积的1.5倍以上时,从设置于间壁上的排水口17向间壁15上表面排出的冷却排水不能顺利地沿厚钢板宽度方向排出。

[0077] 在本发明的加速冷却装置中,最能发挥效果的水量密度的范围为 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 以上。水量密度低于上述范围时,滞留水膜不会那么厚,即使应用使棒状冷却水自由落下来对厚钢板进行冷却的公知技术,有时宽度方向的温度不均也不会那么大。另一方面,即使在水量密度高于 $4.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的情况下,使用本发明的技术也是有效的,但会存在设备成本升高等实用化方面的问题,因此, $1.5 \sim 4.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 是最实用的水量密度。

[0078] 应用本发明的冷却技术对于在冷却集管的前后配置除水辊的情况是特别有效的。但是,在没有除水辊的情况下也能够应用。例如,也能够应用于集管在长度方向上较长(具有约2m~约4m的情况下)、在该集管的前后喷射吹扫用的水喷雾而防止向非水冷区的漏水的冷却设备。

[0079] 需要说明的是,在本发明中,对于厚钢板下表面侧的冷却装置没有特别限定。在图9、10所示的实施方式中,示出了具备与上表面侧的冷却装置同样的圆管喷嘴14的冷却下集管12的例子。但是,在厚钢板下表面侧的冷却中,喷射出的冷却水碰撞到厚钢板后自然落下,因此,也可以不存在像上表面侧冷却那样的将冷却排水沿厚钢板宽度方向排出的间壁15。另外,也可以使用供给膜状冷却水、雾状的喷雾冷却水等的公知技术。

[0080] 另外,对于本发明的加热炉1和去氧化皮装置2没有特别限制,可以使用现有的装置。对于去氧化皮装置2,无需为与本发明的去氧化皮装置7同样的构成。

[0081] 实施例1

[0082] 以下,对本发明的实施例进行说明。在以下的说明中,钢板温度均为钢板表面的温度。

[0083] 使用如图4所示的厚钢板的制造设备来制造本发明的厚钢板。利用加热炉1对钢坯进行再加热后,在去氧化皮装置2中除去一次氧化皮,利用轧制机3进行热轧,利用形状矫正装置4进行形状矫正。形状矫正后,利用温度调节装置6调节厚钢板表面的温度,然后,利用去氧化皮装置7进行去氧化皮。去氧化皮装置7中,喷射距离(去氧化皮装置7的喷射喷嘴与厚钢板的表面的距离)设定为130mm,喷嘴喷射角度设定为 32° ,喷嘴迎角设定为 15° 。利用去氧化皮装置7进行去氧化皮后,利用加速冷却装置5冷却到 500°C 。在此,关于温度调节工序及温度调节后的去氧化皮工序,在表1所示的条件下进行。需要说明的是,温度调节装置6的冷却长度设定为1m。另外,所使用的厚钢板的 Ar_3 相变点为 780°C 。利用轧制机3的轧制结束后的板厚为25mm、厚钢板温度为 830°C 。温度调节工序的温度下降量 ΔT 仅在温度调节工序中采用水冷的情况下进行测定。这是因为,在利用空冷实施温度调节的情况下,不会产生因温度下降过大所引起的问题。

[0084] 对于所得到的厚钢板,为了得到材质波动少的厚钢板,基于图8的关系,将冷却停止温度的偏差为 25°C 以内的厚钢板设定为合格。

[0085] 将制造条件和结果示于表1中。

[0086]

[表 1]

项目	温度调节工序		去氧化皮条件				冷却停止 温度的偏 差 (℃)
	水量密度 (m ³ /(m ² ·分钟))	温度下降量 ΔT (℃)	去氧化皮时的厚钢 板表层温度 (℃)	运送速度 (m/s)	能量密度 (J/mm ²)	喷射压力 (MPa)	
发明例 1	[空冷]	—	770	1.6	0.08	15	10
发明例 2	1.0	120	750	1.6	0.08	15	19
发明例 3	[空冷]	—	770	1.0	0.13	15	10
发明例 4	[空冷]	—	770	0.4	0.13	8	23
比较例 1	[空冷]	—	770	2.2	0.04	12	36
比较例 2	[空冷]	—	800	1.6	0.08	15	40
比较例 3	0.2	35	785	1.6	0.08	15	41
比较例 4	2.4	220	720	1.6	0.08	15	27

[0087] 发明例1中,轧制结束后,在温度调节装置6中通过空冷将厚钢板表面温度降低至770℃。然后,在去氧化皮装置7中,在能量密度为0.08J/mm²、喷射压力为15MPa、每一根喷嘴的喷射流量为40L/分钟(=6.7×10⁻⁴m³/s)的条件下,在厚钢板的整个长度上喷射高压水

后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。在厚钢板表面从奥氏体相变为铁素体后进行去氧化皮,因此,能够将氧化皮完全除去,冷却停止温度的偏差(以下简称为温度不均)为10℃。

[0088] 发明例2中,轧制结束后,在温度调节装置6中,以 $1.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水而将厚钢板表面温度降低至750℃。然后,在去氧化皮装置7中,以 $0.08\text{J}/\text{mm}^2$ 的能量密度在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。在温度调节装置6中用于进行水冷的水量密度为 $1.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$,因此,去氧化皮时的厚钢板温度为750℃,能够在厚钢板表面从奥氏体相变为铁素体后进行去氧化皮。温度调节工序的温度下降量 ΔT 也为120℃,因此温度不均为19℃。

[0089] 发明例3中,轧制结束后,通过空冷将厚钢板表面温度降低至770℃。然后,在去氧化皮装置7中,在喷射压力为15MPa、每一根喷嘴的喷射流量为40L/分钟($=6.7 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$)、能量密度为 $0.13\text{J}/\text{mm}^2$ 的条件下,在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。在厚钢板表面从奥氏体相变为铁素体后进行去氧化皮。因此,能够将氧化皮完全除去,温度不均为10℃。

[0090] 发明例4中,轧制结束后,在温度调节装置6中将厚钢板表面温度降低至770℃。然后,在去氧化皮装置7中,在能量密度为 $0.13\text{J}/\text{mm}^2$ 、喷射压力为8MPa的条件下,在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置进行冷却来进行制造。喷射压力为8MPa,是本发明中优选范围外的值,因此认为,不能破坏氧化皮而略有残留,温度不均为23℃。虽然发明例4的喷射压力与作为本发明的优选范围内的发明例3的情况相比减小,但其他方面满足了本发明中所必需的条件,因此达到了作为目标的25℃以内。

[0091] 比较例1中,轧制结束后,在温度调节装置6中通过空冷将厚钢板表面温度降低至770℃。然后,在去氧化皮装置7中,在能量密度为 $0.04\text{J}/\text{mm}^2$ 、喷射压力为12MPa的条件下,在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。能量密度为 $0.04\text{J}/\text{mm}^2$,因此认为,在厚钢板的一部分残留有氧化皮,温度不均为36℃。另外,对冷却至室温后的比较例1的厚钢板的表面进行了目视观察,结果,表面的色调确认到不均,因此推定,温度不均的原因在于,在厚钢板的一部分残留有氧化皮。

[0092] 比较例2中,轧制结束后,在温度调节装置6中没有降低厚钢板表面的温度,将厚钢板表面温度为800℃的厚钢板在去氧化皮装置7中,在能量密度为 $0.08\text{J}/\text{mm}^2$ 、喷射压力为15MPa的条件下,在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。能量密度在本发明的范围内。但是,由于在厚钢板表面未发生相变的状态下进行去氧化皮,因此认为,在厚钢板的一部分残留有氧化皮,温度不均为40℃。另外,对冷却至室温后的比较例2的厚钢板的表面进行目视观察,结果,表面的色调确认到不均,因此推定,温度不均的原因在于,在厚钢板的一部分残留有氧化皮。

[0093] 比较例3中,轧制结束后,在温度调节装置6中,以 $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水。然后,在去氧化皮装置7中,以 $0.08\text{J}/\text{mm}^2$ 的能量密度在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。水量密度小于 $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$,因此,厚钢板温度只能降低至785℃,在厚钢板表面未发生相变的状态下进行去氧化皮。因此,认为在厚钢板的一部分残留有氧化皮,温度不均为41℃。对冷却至室温后的比较例3的厚钢板的表面进行了目视观察,结果,表面的色调确认到不均,因此推定,

温度不均的原因在于,在厚钢板的一部分残留有氧化皮。

[0094] 比较例4中,轧制结束后,在温度调节装置6中,以 $2.4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$ 的水量密度向厚钢板的上下表面供给冷却水。然后,在去氧化皮装置7中,以 $0.08\text{J}/\text{mm}^2$ 的能量密度在厚钢板的整个长度上喷射高压水后,利用加速冷却装置5进行冷却来进行制造。水量密度大于 $2.4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{分钟})$,因此,去氧化皮前冷却时的 ΔT 为 220°C ,温度不均均为 27°C 。对冷却至室温后的比较例4的厚钢板的表面进行了目视观察,结果,表面的色调确认到不均,因此推定,温度不均的原因在于,在厚钢板的一部分残留有氧化皮。

[0095] 符号说明

[0096] 1 加热炉

[0097] 2 去氧化皮装置

[0098] 3 轧制机

[0099] 4 形状矫正装置

[0100] 5 加速冷却装置

[0101] 6 温度调节装置

[0102] 7 去氧化皮装置

[0103] 10 厚钢板

[0104] 11 上集管

[0105] 12 下集管

[0106] 13 上冷却水喷射喷嘴(圆管喷嘴)

[0107] 14 下冷却水喷射喷嘴(圆管喷嘴)

[0108] 15 间壁

[0109] 16 给水口

[0110] 17 排水口

[0111] 18 喷射冷却水

[0112] 19 排出水

[0113] 20 除水辊

[0114] 21 除水辊

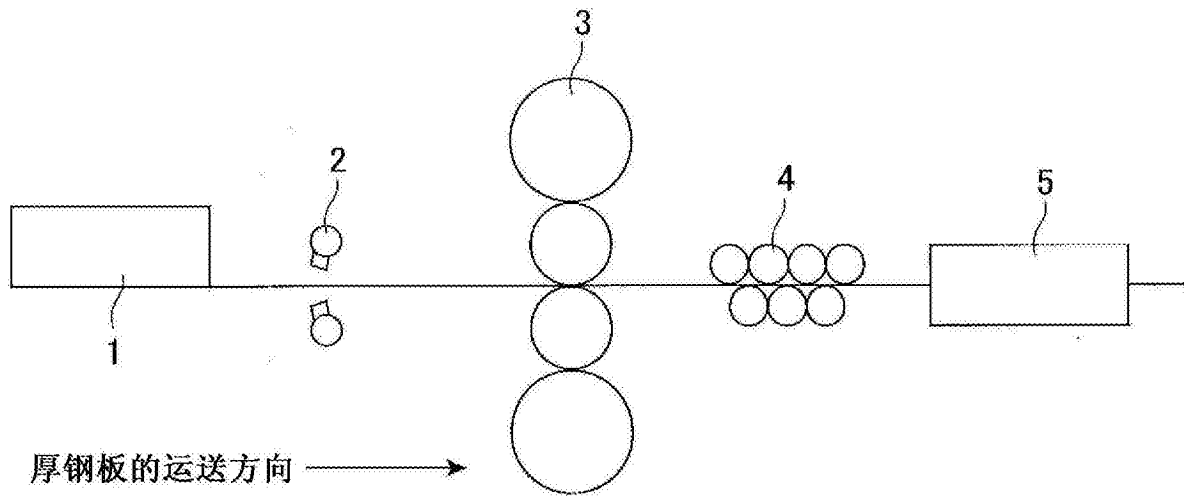


图1

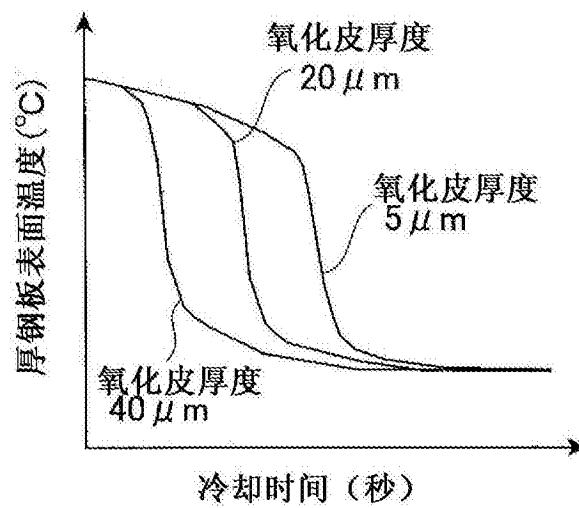


图2

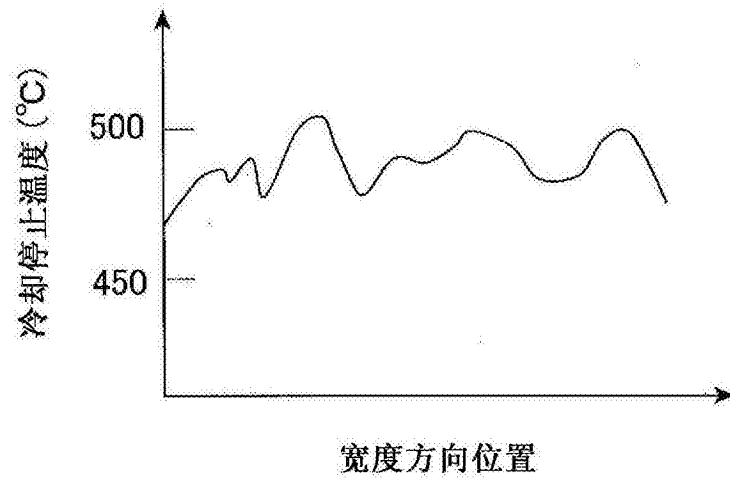


图3

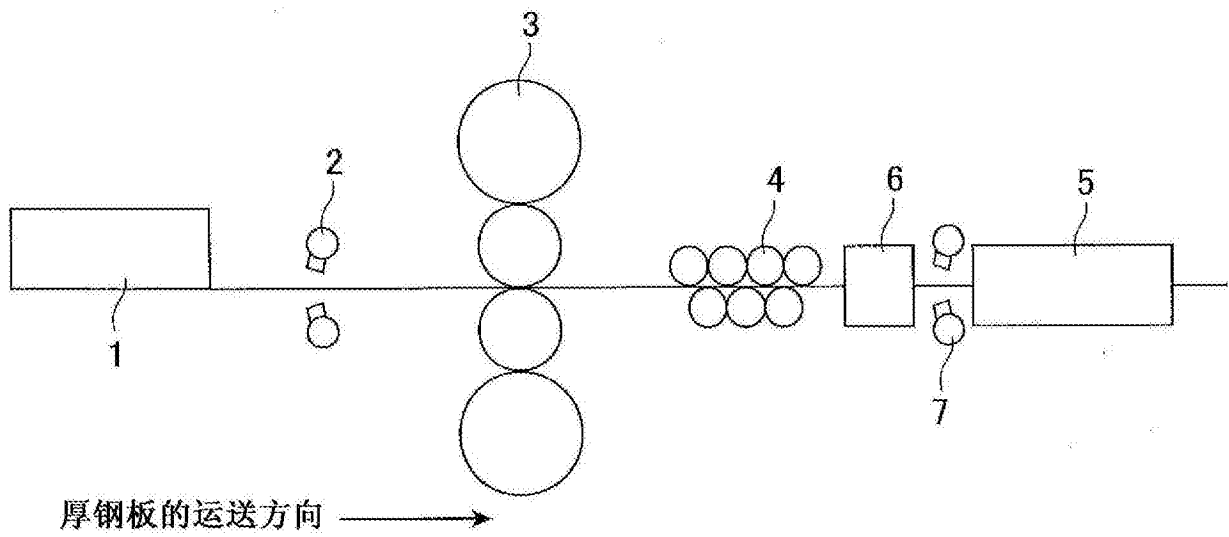


图4

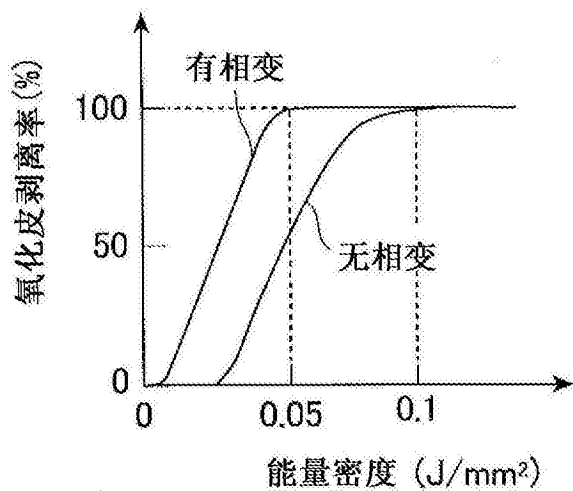


图5

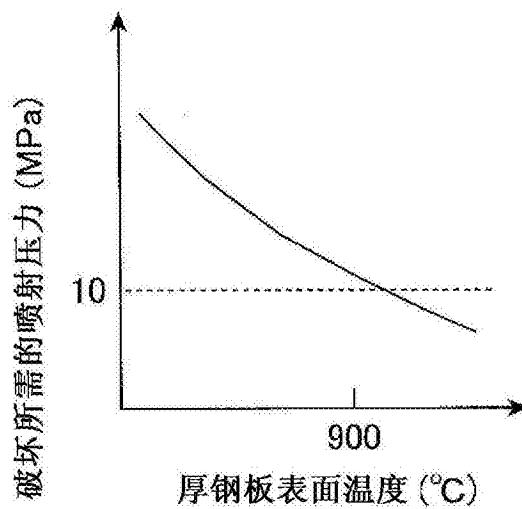


图6

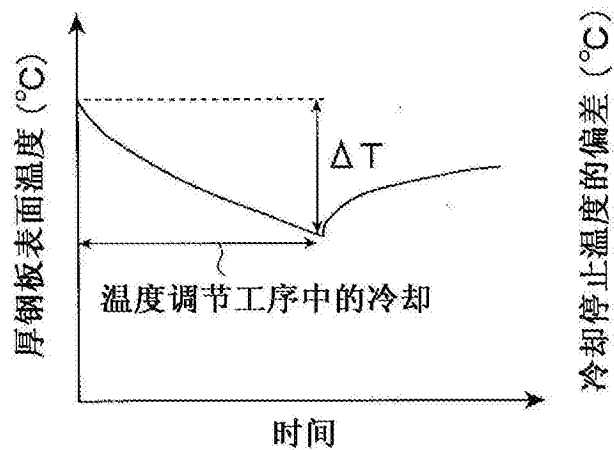


图7

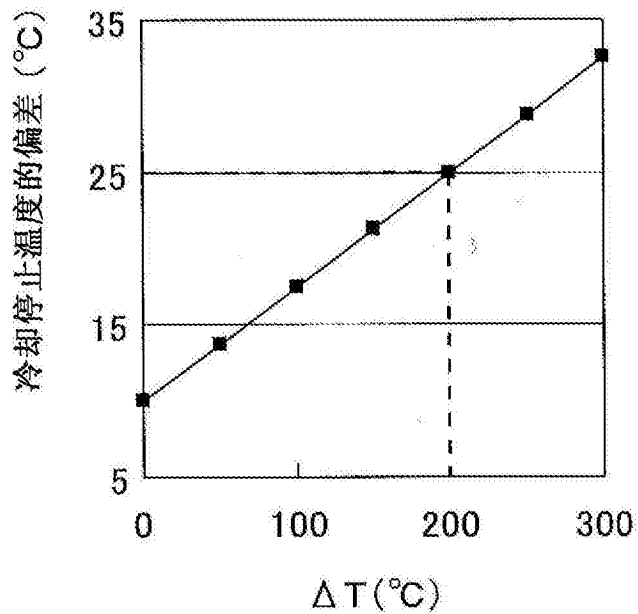


图8

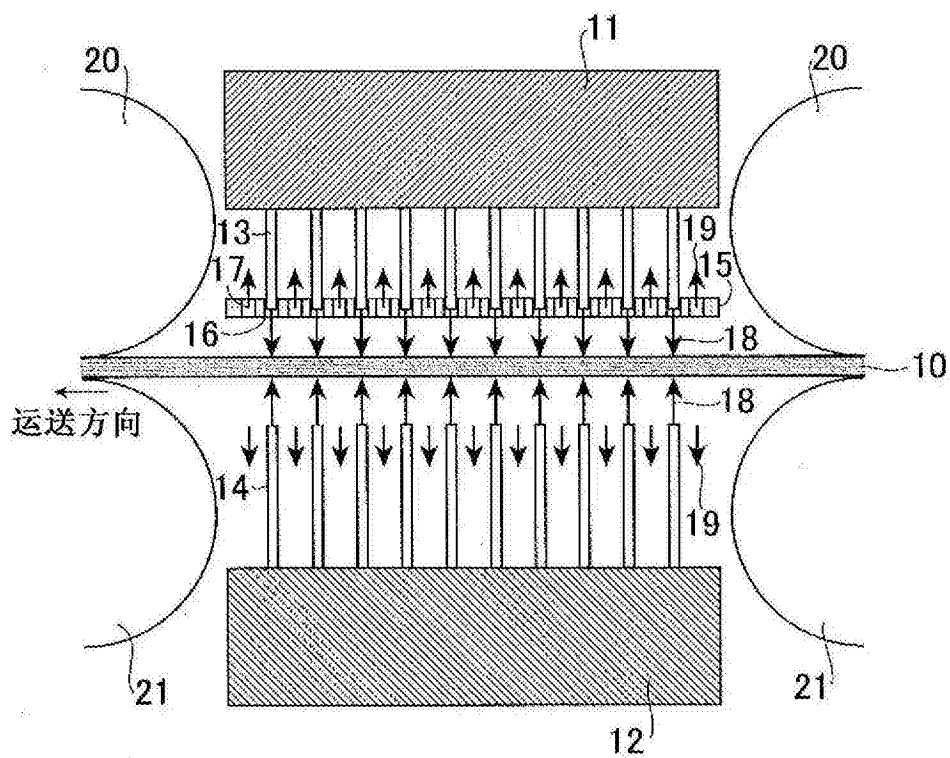


图9

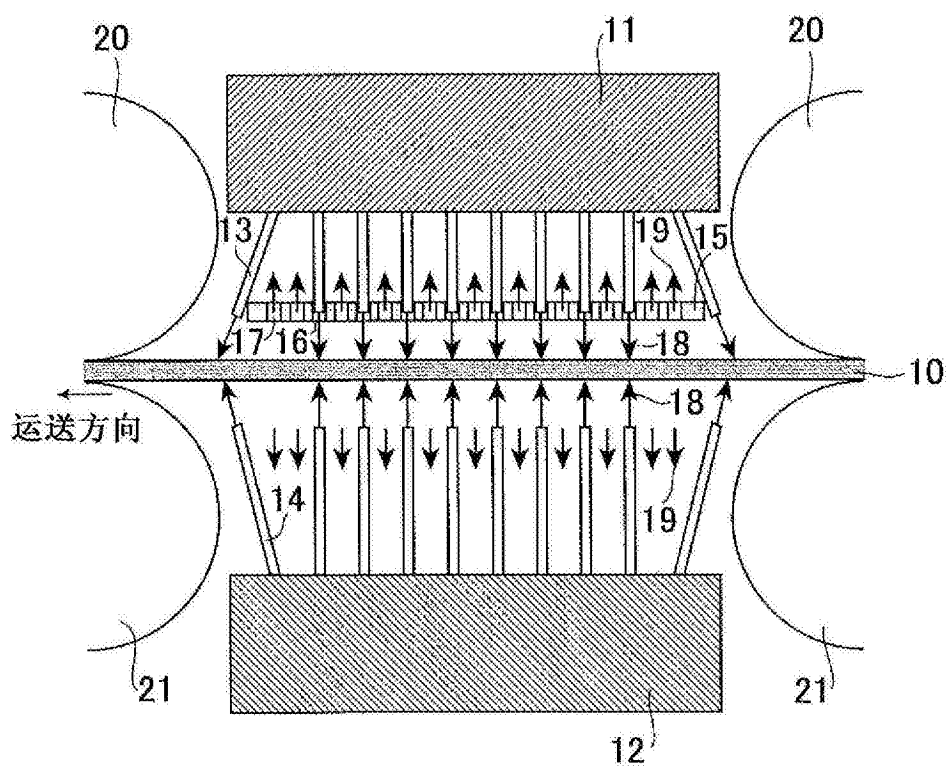


图10

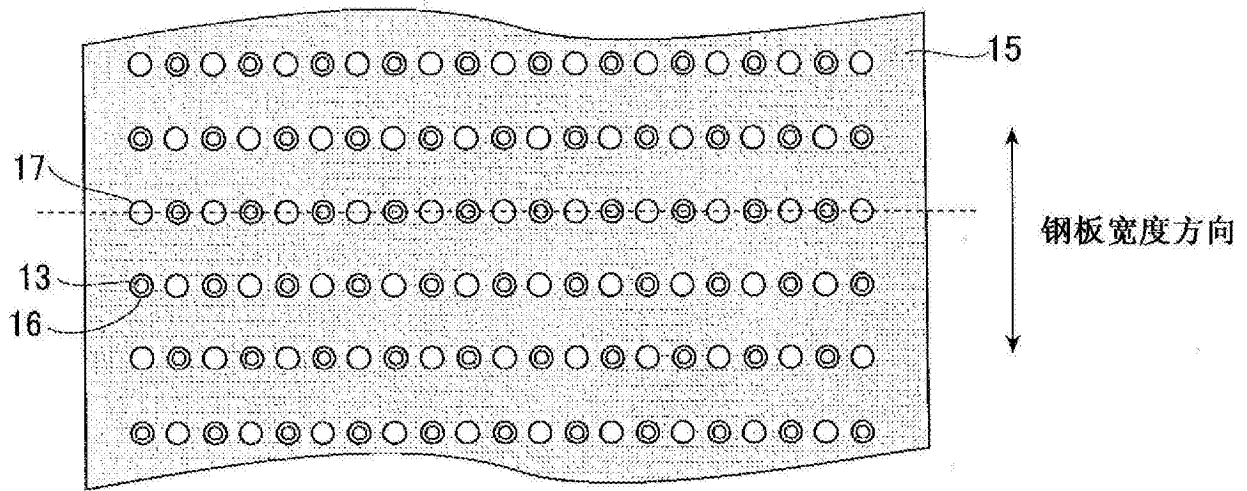


图11

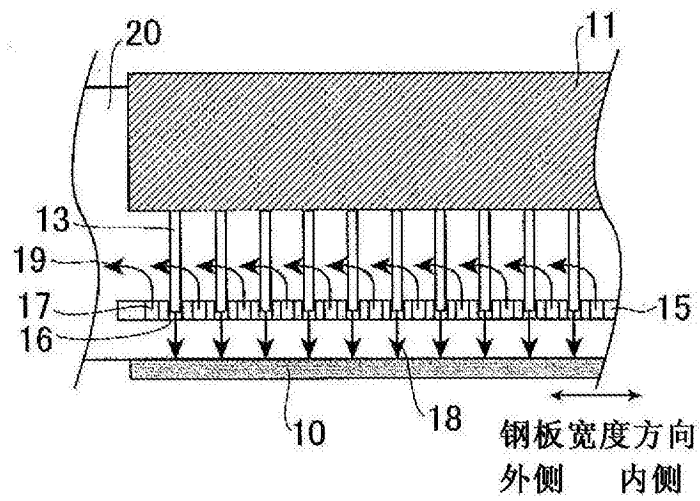


图12

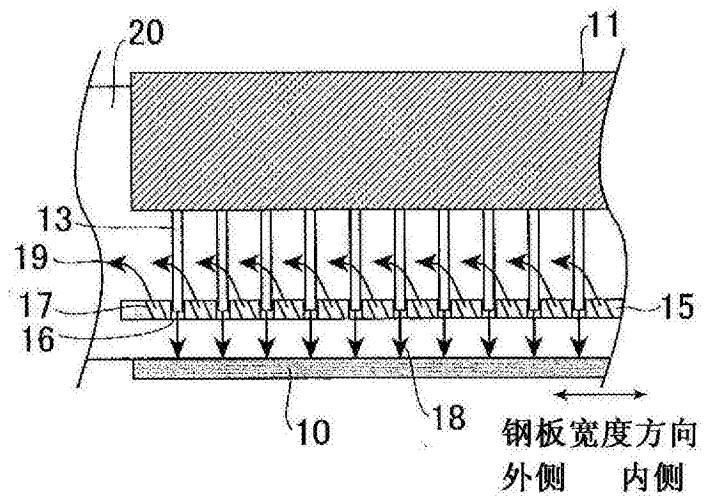


图13

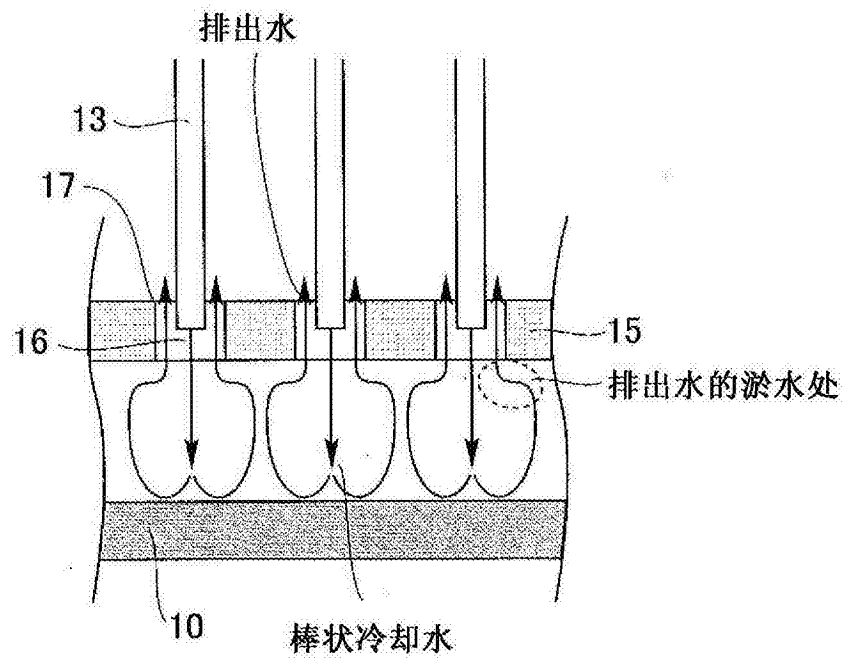


图14

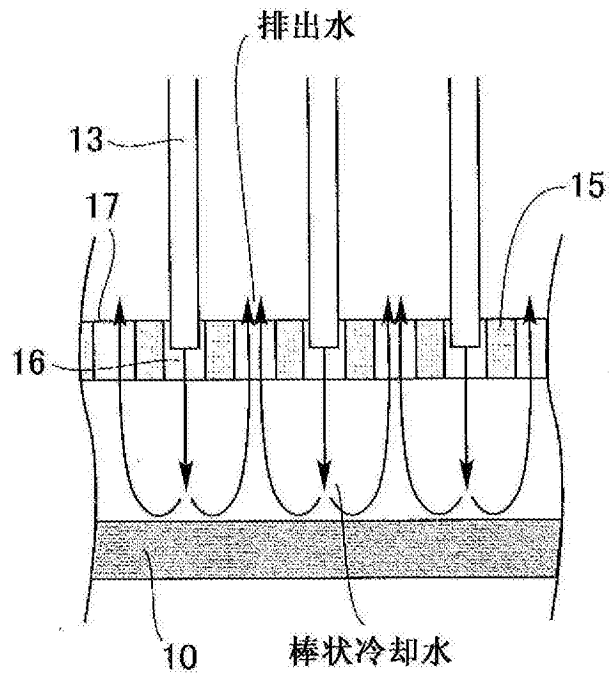


图15

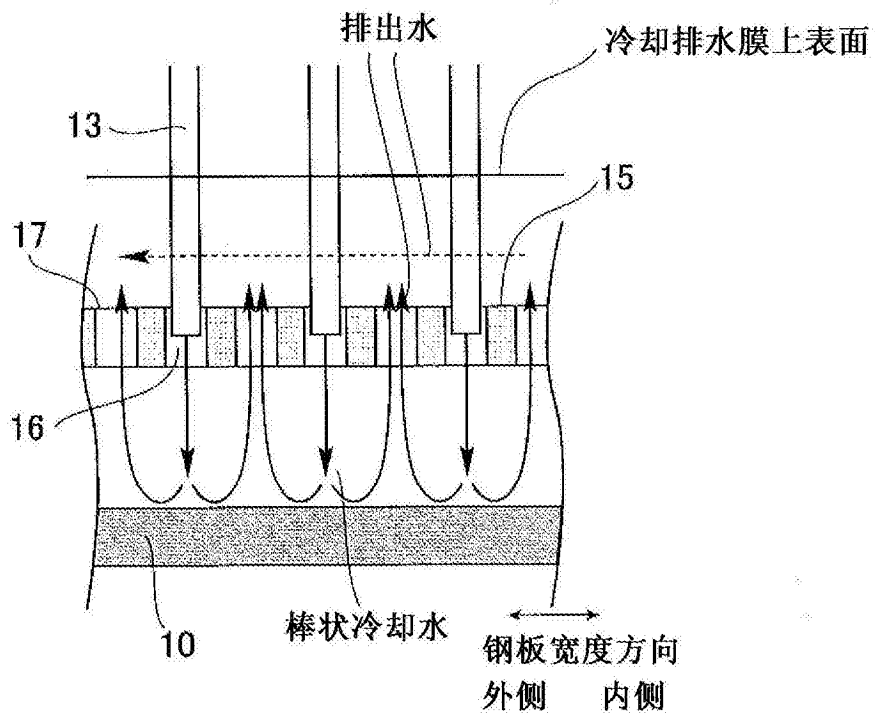


图16