(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109414740 B
(45)授权公告日 2020.07.31

(21)申请号 201680087564.0
(22)申请日 2016.10.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109414740 A
(43)申请公布日 2019.03.01
(30)优先权数据
2016-205132 2016.10.19 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.10
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/081947 2016.10.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/073973 JA 2018.04.26
(73)专利权人 日本制铁株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 林聪 芹泽良洋
(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇 张会华
(51)Int.Cl.
B21B 45/02(2006.01)
(56)对比文件
JP S5913573 B2,1984.03.30
JP S57106752 U,1982.07.01
CN 1947876 A,2007.04.18
JP H05228525 A,1993.09.07
CN 202752892 U,2013.02.27
CN 204546044 U,2015.08.12
审查员 李颖

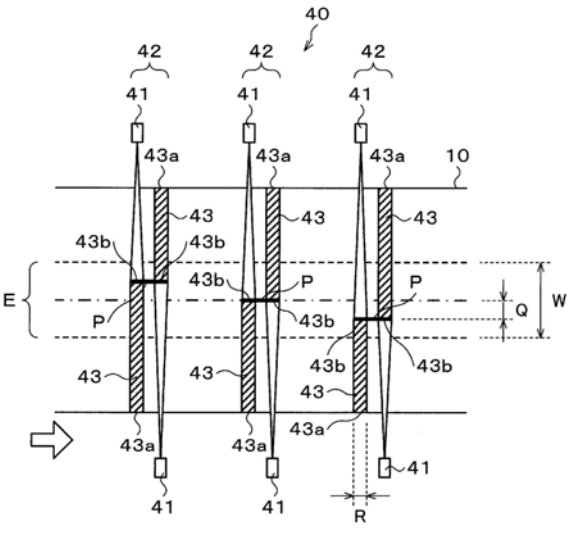
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

(54)发明名称

热轧钢板的冷却方法和冷却装置

(57)摘要

在将热轧钢板在输送辊上所占的区域设为钢板输送区域时,在钢板输送区域的宽度方向侧方的两侧配置有一对喷射喷嘴,且该喷射喷嘴对沿着热轧钢板的输送方向排列配置有多对,从所述喷射喷嘴沿着钢板输送区域的宽度方向向钢板输送区域喷射冷却水而对热轧钢板进行冷却。对于从所述喷射喷嘴喷射的冷却水在钢板输送区域的碰撞区域而言,喷射方向的远侧端部位于钢板输送区域的端部,近侧端部位于钢板输送区域的内侧。在所述喷射喷嘴对处,两个所述碰撞区域的近侧端部沿着宽度方向对齐而形成汇合部。



CN 109414740 B

1.一种热轧钢板的冷却方法,其是对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板进行冷却的方法,其特征在于,

在将所述热轧钢板在输送辊上所占的区域设为钢板输送区域时,在钢板输送区域的宽度方向侧方的两侧配置有一对喷射喷嘴,且该喷射喷嘴对沿着热轧钢板的输送方向排列配置有多对,从所述喷射喷嘴沿着钢板输送区域的宽度方向向钢板输送区域喷射冷却水而对热轧钢板进行冷却,

对于从所述喷射喷嘴喷射的冷却水在钢板输送区域的碰撞区域而言,喷射方向的远侧端部位于钢板输送区域的端部,近侧端部位于钢板输送区域的内侧,

在所述喷射喷嘴对处,两个所述碰撞区域的近侧端部沿着宽度方向对齐而形成汇合部,

所述汇合部位于被划分形成在钢板输送区域的宽度方向中央的汇合区域内,

所述汇合区域的宽度满足下述式(1),

$W \leqslant (D+2d)-(D+d)\sin\theta_2/\sin(\theta_1+\theta_2)$ ・・・(1)

其中,

W:汇合区域的宽度,

D:钢板输送区域的宽度,

d:喷射喷嘴的喷射口与其跟前的钢板输送区域的端部之间的水平距离,

θ_1:喷射角,

θ_2:喷射设置角,即喷射喷嘴的喷射口的垂线与将喷射喷嘴的喷射口和碰撞区域的近侧端部连结而得到的线的夹角,

沿着输送方向相邻的所述喷射喷嘴对的所述汇合部的宽度方向的间隔是所述碰撞区域的输送方向的长度以上。

2.根据权利要求1所述的热轧钢板的冷却方法,其特征在于,

从所述多对的喷射喷嘴对朝向钢板输送区域喷射冷却水的冷却区域沿着输送方向被分割成多个冷却小区域,

在所述冷却小区域配置有N对喷射喷嘴对,

所述汇合区域沿着宽度方向等间隔地被分割成N个汇合小区域,

在所述冷却小区域中的所述汇合小区域分别配置有1个所述汇合部,

所述冷却小区域中的所述汇合部从输送方向的上游侧朝向下游侧、并从所述汇合区域的一端部的所述汇合小区域朝向另一端部的所述汇合小区域地配置,

其中,N是整数。

3.根据权利要求2所述的热轧钢板的冷却方法,其特征在于,

所述冷却小区域沿着输送方向被分割成k个分割冷却小区域,

在沿着输送方向第i个所述分割冷却小区域中,所述汇合部从所述汇合区域的一端部侧的第1个汇合小区域朝向另一端部侧的第N个汇合小区域去从第i个汇合小区域起相继配置于第jk+i个汇合小区域,

其中,k是N的约数,i是1～k的整数,j是1～(N/k-1)的整数。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的热轧钢板的冷却方法,其特征在于,

由来自所述喷射喷嘴的冷却水进行的热轧钢板的冷却在核态沸腾区域中进行。

5.一种热轧钢板的冷却装置,其是对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板进行冷却的装置,其特征在于,

在将所述热轧钢板在输送辊上所占的区域设为钢板输送区域时,沿着钢板输送区域的宽度方向向该钢板输送区域喷射冷却水的喷射喷嘴在钢板输送区域的宽度方向侧方的两侧配置有一对,且该喷射喷嘴对沿着热轧钢板的输送方向排列配置有多对,

所述喷射喷嘴配置为,对于从该喷射喷嘴喷射的冷却水在钢板输送区域的碰撞区域而言,喷射方向的远侧端部位于钢板输送区域的端部,近侧端部位于钢板输送区域的内侧,

所述喷射喷嘴对以两个所述碰撞区域的近侧端部沿着宽度方向对齐而形成汇合部的方式配置,

所述汇合部位于被划分形成于钢板输送区域的宽度方向中央的汇合区域内,

所述汇合区域的宽度满足下述式(1),

$W \leqslant (D+2d)-(D+d)\sin\theta_2/\sin(\theta_1+\theta_2)$ ・・・(1)

其中,

W:汇合区域的宽度,

D:钢板输送区域的宽度,

d:喷射喷嘴的喷射口与其跟前的钢板输送区域的端部之间的水平距离,

θ_1:喷射角,

θ_2:喷射设置角,即喷射喷嘴的喷射口的垂线与将喷射喷嘴的喷射口和碰撞区域的近侧端部连结而得到的线的夹角,

沿着输送方向相邻的所述喷射喷嘴对以各自的所述汇合部的宽度方向的间隔是所述碰撞区域的输送方向的长度以上的方式配置。

6.根据权利要求5所述的热轧钢板的冷却装置,其特征在于,

从所述多对的喷射喷嘴对朝向钢板输送区域喷射冷却水的冷却区域沿着输送方向被分割成多个冷却小区域,

在所述冷却小区域配置有N对喷射喷嘴对,

所述汇合区域沿着宽度方向等间隔地被分割成N个汇合小区域,

在所述冷却小区域的所述汇合小区域分别配置有1个所述汇合部,

所述冷却小区域中的所述汇合部从输送方向的上游侧朝向下游侧、并从所述汇合区域的一端部的所述汇合小区域朝向另一端部的所述汇合小区域地配置,

其中,N是整数。

7.根据权利要求6所述的热轧钢板的冷却装置,其特征在于,

所述冷却小区域沿着输送方向被分割成k个分割冷却小区域,

在沿着输送方向第i个所述分割冷却小区域中,所述汇合部从所述汇合区域的一端部侧的第1个汇合小区域朝向另一端部侧的第N个汇合小区域去从第i个汇合小区域起相继配置于第jk+i个汇合小区域,

其中,k是N的约数,i是1～k的整数,j是1～(N/k-1)的整数。

热轧钢板的冷却方法和冷却装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在连续热轧工序的精轧后对热轧钢板进行冷却的方法及其装置。

背景技术

[0002] 连续热轧工序的精轧后的热轧钢板在设于从精轧机到卷取装置之间的输出辊道中在被例如设于输出辊道的上下的冷却装置冷却到预定的温度之后，被卷取装置卷取。在热轧钢板的热轧中，该精轧后的冷却能成为决定热轧钢板的机械特性、加工性、焊接性等的重要的因子，将热轧钢板均匀地冷却成预定的温度变得重要。

[0003] 因此，以往，关于该热轧钢板的冷却，提出了各种方法和装置。

[0004] 在专利文献1中提出一种使热轧后的热轧钢带与冷却水接触而进行冷却的方法，其中，该方法具有第一冷却工序和接着第一冷却工序的第二冷却工序，在第一冷却工序中，以比过渡沸腾开始温度高的钢带温度使冷却停止，在接下来的第二冷却工序中，利用成为核态沸腾的水量密度的冷却水进行冷却。另外，提出了如下内容：在该第二冷却工序中，以层流冷却或射流冷却对至少钢带上表面进行冷却。而且，也提出了如下内容：在该二次冷却工序中，利用向钢带上表面吹送高压流体的喷射喷嘴、配置于钢带上表面的宽度方向的辊等控水部件将注水到钢带上表面的冷却水排出。

[0005] 在专利文献2中提出一种厚钢板的制造装置，其具备输送生产线，该输送生产线具有对从轧机向热矫正机输送轧制后的厚钢板的辊道，且沿着该输送生产线在其上方和下方配设有将水向厚钢板的表背面喷雾的水喷雾装置，其中，在输送生产线的热矫正机的上游侧设有轧机出侧水喷雾装置，该轧机出侧水喷雾装置沿着输送生产线的外侧的两侧配设有多个对水进行喷雾的冷却喷嘴。

[0006] 在专利文献3中提出了一种冷却装置，其向热轧钢板的上表面喷射冷却水，其中，在热轧钢板长度方向的两个部位分别以隔着热轧钢板的方式在热轧钢板宽度方向上设有两处冷却集管，即共计在4处设有冷却集管，从安装到各冷却集管的冷却喷嘴朝向所述4个部位的中心部喷射冷却水。

[0007] 在专利文献4中提出了一种冷却装置，其从多个冷却罐向从精轧机送出的热轧钢材注入冷却液而进行冷却，其中，在多个冷却罐之间设有控水用喷嘴，该控水用喷嘴配设于热轧钢材的宽度方向的侧方两侧，以横穿热轧钢材的宽度方向的方式喷出高压水。

[0008] 在专利文献5中提出了一种冷却装置，其利用从冷却水集管的狭缝喷嘴落下的帘子状的冷却水对在热金属辊道上移动的热轧件进行冷却，其中，在热金属辊道的两侧侧方配设有喷射部，从各喷射部使所喷射的压力水以横穿的方式从热轧件的宽度方向中央部朝向外端。并且，利用来自该喷射部的压力水将在热轧件上产生的冷却水相互的干涉流去除。

[0009] 在专利文献6中提出一种在对精轧的前后的热轧钢板进行冷却之际对喷射到该热轧钢板的冷却水进行控水的控水方法，其中，在热轧钢板的宽度方向的侧方的一侧或两侧沿着热轧钢板的输送方向排列配置的多个控水喷嘴沿着热轧钢板的宽度方向喷射控水用水，从而进行冷却水的控水。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献1:日本特开2008-110353号公报

[0013] 专利文献2:国际公开WO2011/115277号公报

[0014] 专利文献3:日本特开2015-073995号公报

[0015] 专利文献4:日本特公昭59-013573号公报

[0016] 专利文献5:日本实开昭57-106752号公报

[0017] 专利文献6:国际公开WO2016/006402号公报

发明内容

[0018] 发明要解决的问题

[0019] 在专利文献1所公开的冷却方法中,在第二冷却工序中,以层流冷却或射流冷却对至少钢带上表面进行冷却,以核态沸腾对热轧钢带进行冷却,但在该层流冷却或射流冷却中,无法进行冷却水的控水。并且,在利用来自例如喷射喷嘴的棒状的高压流体进行控水的情况下,从高压流体的间隙漏水,凭该高压流体无法完全进行控水,产生由钢带上的板上水进行的冷却。其结果,热轧钢带的冷却变得不均匀。另外,在例如利用辊进行控水的情况下,在钢带顶端部跳起的情况下,初始的咬入较困难,需要在初始使辊退避等的设备,经济方面不利。另外,对于在热轧中所设想的线速度(例如15m/sec左右),在钢带通过时,热轧钢带有可能由于由热轧钢带的晃动导致的与辊之间的间歇的接触、振动而受到损伤。

[0020] 在这一方面,替代从热轧钢板的上方喷射冷却水,在专利文献2～6所公开的装置和方法中,从热轧钢板的侧方朝向宽度方向喷射冷却水(控水用水)。

[0021] 在专利文献2所公开的轧机出侧水喷雾装置中,从冷却喷嘴沿着厚钢板的宽度方向对水进行喷雾,但从冷却喷嘴喷雾的水在厚钢板上的碰撞区域大致覆盖该厚钢板的宽度方向整个区域。因此,源自配设到输送生产线的外侧的两侧的一对冷却喷嘴的两个碰撞区域在厚钢板的两端部处重叠。在此,在源自冷却喷嘴的碰撞区域中,冷却喷嘴侧的近侧端部距该冷却喷嘴的距离较近,因此,成为高压。这样一来,源自一对冷却喷嘴的两个碰撞区域在厚钢板的两端部重叠,因此,该端部变得过冷却,沿着宽度方向产生冷却不匀。另外,在专利文献2所公开的发明中,为了抑制钢板表面的氧化皮,以用水覆盖该钢板表面为目的,水量变少,排出钢板上的板上水的能力较低。因此,厚钢板的冷却变得不均匀。

[0022] 在专利文献3所公开的冷却装置中,从沿着热轧钢板宽度方向设于4处的冷却喷嘴朝向该4处的中心部喷射冷却水,但在该情况下,在来自沿着宽度方向相对的一对冷却喷嘴的冷却水的碰撞点附近,排出热轧钢板上的板上水的能力较低,另外,板上水也滞留在中心部。由于该板上水,热轧钢板的冷却变得不均匀。

[0023] 在专利文献4所公开的冷却装置中,控水用喷嘴以横穿热轧钢材的宽度方向的方式喷射高压水,从控水用喷嘴喷射的高压水在热轧钢材上的碰撞区域大致覆盖该热轧钢材的宽度方向整个区域。因此,源自配设到热轧钢材的侧方两侧的一对控水用喷嘴的两个碰撞区域也在热轧钢板的两端部重叠。如上述那样,在源自控水用喷嘴的碰撞区域中,控水用喷嘴侧的近侧端部变成高压,易于变成过冷却,因此,源自一对控水用喷嘴的两个碰撞区域重叠的热轧钢板的两端部变成过冷却,沿着宽度方向产生冷却不匀。此外,在专利文献4中

也未公开将一对控水用喷嘴设置多对的内容。

[0024] 在专利文献5所公开的冷却装置中，从喷射部喷射的压力水以横穿的方式从热轧件的宽度方向中央部朝向外端，从喷射部喷射的压力水在热轧件上的碰撞区域覆盖该热轧件的宽度的至少一半以上。因此，源自配设到热轧件的侧方两侧的一对喷射部的两个碰撞区域在热轧件的中央中重叠。这样一来，在将该喷射部用于热轧件的冷却的情况下，源自一对喷射部的两个碰撞区域重叠的热轧件的中央部分变成过冷却，沿着宽度方向产生冷却不匀。此外，在专利文献5中也未公开将一对喷射部设置多对的内容。

[0025] 在专利文献6所公开的控水方法中，控水喷嘴沿着热轧钢板的宽度方向喷射控水用水。并且，从多个控水喷嘴喷射的控水用水的碰撞区域覆盖热轧钢板的宽度方向整个区域，而且，源自各控水喷嘴的碰撞区域以在沿着宽度方向相邻的碰撞区域彼此沿着宽度方向局部重叠的方式配设。这样一来，在将该控水喷嘴用于热轧钢板的冷却的情况下，源自控水喷嘴的碰撞区域重叠，因此，该重叠的部分变成过冷却，沿着宽度方向产生冷却不匀。

[0026] 如以上那样，以往的热轧钢板的冷却方法和冷却装置存在改善的余地。

[0027] 本发明是鉴于这点而完成的，其目的在于对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板恰当且均匀地进行冷却。

[0028] 用于解决问题的方案

[0029] 为了达成所述的目的，本发明是对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板进行冷却的方法，其特征在于，在将所述热轧钢板在输送辊上所占的区域设为钢板输送区域时，在钢板输送区域的宽度方向侧方的两侧配置有一对喷射喷嘴，且该喷射喷嘴对沿着热轧钢板的输送方向排列配置有多对，从所述喷射喷嘴沿着钢板输送区域的宽度方向向钢板输送区域喷射冷却水而对热轧钢板进行冷却，对于从所述喷射喷嘴喷射的冷却水在钢板输送区域的碰撞区域而言，喷射方向的远侧端部位于钢板输送区域的端部，近侧端部位于钢板输送区域的内侧，在所述喷射喷嘴对处，两个所述碰撞区域的近侧端部沿着宽度方向对齐而形成汇合部。此外，钢板输送区域的宽度与准备由本发明的冷却方法进行冷却的热轧钢板的最大宽度相同。因此，在对宽度比最大宽度窄的热轧钢板进行冷却的情况下，在钢板输送区域的宽度方向端部侧，喷射到该窄幅的热轧钢板未占的部分的冷却水不与热轧钢板碰撞，直接向热轧钢板的轧制线的下部落下。

[0030] 根据本发明，在喷射喷嘴对的两个碰撞区域中形成有汇合部，因此，这些碰撞区域沿着钢板输送区域的宽度方向不重叠，而且覆盖宽度方向整个区域。因而，能够抑制如以往那样由于碰撞区域沿着宽度方向重叠导致的冷却不匀，能够沿着热轧钢板的宽度方向均匀地进行冷却。换言之，如本发明那样形成碰撞区域的汇合部在上述的以往文献完全没有公开，是崭新的，对热轧钢板的均匀冷却极其有用。

[0031] 也可以是，所述汇合部位于被划分形成于钢板输送区域的宽度方向中央的汇合区域内，所述汇合区域的宽度满足下述式(1)，沿着输送方向相邻的所述喷射喷嘴对的所述汇合部的宽度方向的间隔是所述碰撞区域的输送方向的长度以上。

[0032] $W \leqslant (D+2d)-(D+d)\sin\theta_2/\sin(\theta_1+\theta_2)$ ・・・(1)

[0033] 其中，

[0034] W:汇合区域的宽度

[0035] D:钢板输送区域的宽度

[0036] d:喷射喷嘴的喷射口与其跟前的钢板输送区域的端部之间的水平距离

[0037] θ_1:喷射角

[0038] θ_2:喷射设置角(喷射喷嘴的喷射口的垂线与将喷射喷嘴的喷射口和碰撞区域的近侧端部连结而得到的线的夹角)

[0039] 也可以是,从所述多对的喷射喷嘴对朝向钢板输送区域喷射冷却水的冷却区域沿着输送方向被分割成多个冷却小区域,在所述冷却小区域配置有N对(N是整数)喷射喷嘴对,所述汇合区域沿着宽度方向等间隔地被分割成所述N个汇合小区域,在所述冷却小区域的所述汇合小区域分别配置有1个所述汇合部,所述冷却小区域中的所述汇合部从输送方向的上游侧朝向下游侧、并从所述汇合区域的一端部的所述汇合小区域朝向另一端部的所述汇合小区域地配置。

[0040] 也可以是,所述冷却小区域沿着输送方向被分割成k个(k是N的约数)分割冷却小区域,在沿着输送方向第i个(i是1～k的整数)所述分割冷却小区域中,所述汇合部从所述汇合区域的一端部侧的第1个汇合小区域朝向另一端部侧的第N个汇合小区域去从第i个汇合小区域起相继配置于第jk+i个汇合小区域(j是1～(N/k-1)的整数)。

[0041] 也可以是,由来自所述喷射喷嘴的冷却水进行的热轧钢板的冷却在核态沸腾区域中进行。

[0042] 另一观点的本发明是对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板进行冷却的装置,其特征在于,在将所述热轧钢板在输送辊上所占的区域设为钢板输送区域时,沿着钢板输送区域的宽度方向向该钢板输送区域喷射冷却水的喷射喷嘴在钢板输送区域的宽度方向侧方的两侧配置有一对,且该喷射喷嘴对沿着热轧钢板的输送方向排列配置有多对,所述喷射喷嘴配置为,对于从该喷射喷嘴喷射的冷却水在钢板输送区域的碰撞区域而言,喷射方向的远侧端部位于钢板输送区域的端部,近侧端部位于钢板输送区域的内侧,所述喷射喷嘴对以两个所述碰撞区域的近侧端部沿着宽度方向对齐而形成汇合部的方式配置。

[0043] 也可以是,所述汇合部位于被划分形成于钢板输送区域的宽度方向中央的汇合区域内,所述汇合区域的宽度满足下述式(1),沿着输送方向相邻的所述喷射喷嘴对以各所述汇合部的宽度方向的间隔是所述碰撞区域的输送方向的长度以上的方式配置。

[0044] $W \leqslant (D+2d)-(D+d)\sin\theta_2/\sin(\theta_1+\theta_2)$ ・・・(1)

[0045] 其中,

[0046] W:汇合区域的宽度

[0047] D:钢板输送区域的宽度

[0048] d:喷射喷嘴的喷射口与其跟前的钢板输送区域的端部之间的水平距离

[0049] θ_1:喷射角

[0050] θ_2:喷射设置角(喷射喷嘴的喷射口的垂线与将喷射喷嘴的喷射口和碰撞区域的近侧端部连结而得到的线的夹角)

[0051] 也可以是,从所述多对的喷射喷嘴对朝向钢板输送区域喷射冷却水的冷却区域沿着输送方向被分割成多个冷却小区域,在所述冷却小区域配置有N对(N是整数)喷射喷嘴对,所述汇合区域沿着宽度方向等间隔地被分割成所述N个汇合小区域,在所述冷却小区域的所述汇合小区域分别配置有1个所述汇合部,所述冷却小区域中的所述汇合部从输送方向的上游侧朝向下游侧、并从所述汇合区域的一端部的所述汇合小区域朝向另一端部的所

述汇合小区域地配置。

[0052] 也可以是,所述冷却小区域沿着输送方向被分割成k个(k是N的约数)分割冷却小区域,在沿着输送方向第i个(i是1～k的整数)所述分割冷却小区域中,所述汇合部从所述汇合区域的一端部侧的第1个汇合小区域朝向另一端部侧的第N个汇合小区域去从第i个汇合小区域起相继配置于第jk+i个汇合小区域(j是1～(N/k-1)的整数)。

[0053] 发明的效果

[0054] 根据本发明,能够对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板恰当且均匀地进行冷却。

附图说明

[0055] 图1是表示具备本实施方式的冷却装置的连续热轧设备的结构的概略的说明图。

[0056] 图2是表示本实施方式的冷却装置的结构的概略的侧视图。

[0057] 图3是表示本实施方式的冷却装置的结构的概略的俯视图。

[0058] 图4是表示从侧喷射装置的喷射喷嘴喷射的冷却水在热轧钢板上的碰撞区域的说明图。

[0059] 图5是表示一对喷射喷嘴的配置的从输送方向正面观察的说明图。

[0060] 图6是表示算出汇合区域的宽度之际需要的尺寸的说明图。

[0061] 图7是表示Lf/Ln与热轧钢板的宽度方向温度差ΔT1的相关性的说明图。

[0062] 图8是表示距汇合部的间隔距离与热轧钢板的上表面温度差ΔT2的相关性的说明图。

[0063] 图9是表示汇合部的配置的一个例子的说明图。

[0064] 图10是表示汇合部的配置的一个例子的说明图。

[0065] 图11是表示另一实施方式的冷却装置的结构的概略的俯视图。

[0066] 图12是实施例的说明图,图12的(a)表示在源自喷射喷嘴对的碰撞区域中形成有汇合部的情况(实施例1),图12的(b)表示源自喷射喷嘴对的碰撞区域重叠的情况(比较例1),图12的(c)表示源自喷射喷嘴对的碰撞区域不重叠的情况(比较例2)。

具体实施方式

[0067] ＜热轧设备＞

[0068] 以下,对本发明的实施方式进行说明。图1是表示具备本实施方式的冷却装置的热轧设备1的结构的概略的说明图。

[0069] 在连续热轧设备1中,利用辊上下夹持加热后的板坯5而连续地轧制,减薄到最小1mm的板厚而卷取热轧钢板10a(以下,如后述那样,附图中的附图标记10是指钢板输送区域10或热轧钢板10a中任一者。)。连续热轧设备1具备:加热炉11,其用于对板坯5进行加热;宽度方向轧机12,其沿着宽度方向对在该加热炉11中被加热的板坯5进行轧制;粗轧机13,其从上下方向对该沿着宽度方向进行了轧制的板坯5进行轧制而形成粗轧坯(日文:粗バー);精轧机14,其对粗轧坯进一步连续地进行热精轧到预定的厚度;冷却装置15,其利用冷却水对被该精轧机14热精轧后的热轧钢板10a进行冷却;以及卷取装置16,其将被冷却装置15冷却后的热轧钢板10a卷取成卷筒状。此外,上述是通常的结构,并不限于此。

[0070] 在加热炉11中,进行将经由装入口从外部输入来的板坯5加热成预定的温度的处

理。若加热炉11中的加热处理结束，则板坯5被向加热炉11外输送，转向由粗轧机13进行的轧制工序。

[0071] 输送来的板坯5被粗轧机13轧制成厚度30mm～60mm左右的粗轧坯，被向精轧机14输送。

[0072] 在精轧机14中，将输送来的粗轧坯轧制成几mm左右的板厚的热轧钢板10a。轧制成的热轧钢板10a被输送辊17输送而被向冷却装置15输送。热轧钢板10a被冷却装置15冷却，被卷取装置16卷取成卷筒状。

[0073] ＜冷却装置＞

[0074] 接着，对本实施方式的冷却装置15的详细情况进行说明。图2示意性地表示冷却装置15的侧面，图3示意性地表示冷却装置15的平面。如图2所示，具有配置到在输出辊道的输送辊17上输送的热轧钢板10a的上方的上侧冷却装置20和配置到该热轧钢板10a的下方的下侧冷却装置(未图示)。

[0075] 上侧冷却装置20具有多个从热轧钢板10a的上方朝向该热轧钢板10a的上表面向铅垂下方喷射冷却水的冷却水喷嘴21。冷却水喷嘴21使用例如狭缝层流喷嘴、管层流喷嘴。另外，冷却水喷嘴21沿着热轧钢板10a的输送方向(图中的粗箭头方向)排列配置有多个。此外，冷却水喷嘴21并不限于这些喷嘴，也可以使用其他喷嘴。

[0076] 在上侧冷却装置20的输送方向下游侧，设有用于对从上侧冷却装置20喷射来的冷却水伴随着钢板而流动来的板上水22进行控水的控水装置30。如图3所示，该实施方式的控水装置30使用多个控水用的喷射装置31，从各喷射装置31朝向输送方向上游喷射控水用的流体、例如水。

[0077] 在控水装置30的输送方向下游侧设有侧喷射装置40。在该实施方式中，喷射喷嘴41在钢板输送区域10(在轧制线上输送的热轧钢板10a的存在区域)的宽度方向侧方的两侧沿着输送方向设有多个。此外，为了图示方便，在图3中，图示有单侧各5根、合计10根喷射喷嘴41，但当然并不限于此，能够根据需要适当选择设置数量。

[0078] 在此，钢板输送区域10是热轧钢板10a在输送辊17上所占的区域。即，钢板输送区域10是在侧视时连接输送辊17的顶点的线、且在俯视时热轧钢板10a的宽度方向的尺寸为可制造的最大尺寸(最大宽度)的情况下的输送区域。以下，钢板输送区域10的宽度与热轧钢板10a的宽度设为一致来进行说明，在图中，附图标记10根据所应用的场景是指钢板输送区域10或热轧钢板10a中任一者。此外，如上述那样钢板输送区域10的宽度是热轧钢板10a的最大宽度，因此，在侧喷射装置40中，在对宽度比最大宽度窄的热轧钢板10a进行冷却的情况下，喷射到钢板输送区域10的宽度方向端部侧的成为其差值的部分的冷却水不与热轧钢板10a碰撞，而是直接向热轧钢板10a的轧制线的下部落下。

[0079] 在侧喷射装置40的输送方向下游侧置有控水装置50。该实施方式的控水装置50使用多个控水用的喷射装置51，从各喷射装置51朝向输送方向上游喷射控水用的流体、例如水。

[0080] 在俯视时，在控水装置30与侧喷射装置40之间，配置有对热轧钢板10a的温度进行测量的温度传感器MT，另外，在控水装置50与卷取装置16之间配置有对热轧钢板10a的温度进行测量的温度传感器CT。来自温度传感器MT的温度信号被使用于例如上侧冷却装置20的控制(例如反馈控制)，来自温度传感器CT的温度信号被使用于例如侧喷射装置40的控制

(例如反馈控制)。

[0081] 本实施方式的冷却装置15具有以上的结构,由精轧机14轧制到预定的板厚的热轧钢板10a首先被来自上侧冷却装置20的冷却水喷嘴21的冷却水冷却(如上述那样省略下侧冷却装置的图示)。并且,之后,利用控水装置30进行控水。接下来,控水后的热轧钢板10a被侧喷射装置40进一步冷却。

[0082] 此外,在本实施方式中,在冷却装置15中将热轧钢板10a冷却到200℃左右。只要能够如此将热轧钢板10a恰当且均匀地冷却到200℃左右而卷取,例如,在调整成预定成分的热轧钢板10a中,就能够在卷取后的自然冷却过程中生成回火马氏体等,而有利地制造变形能力被改善了的热轧钢板10a。另外,在该情况下,通过将卷取温度设为马氏体相变开始温度(Ms点)以下、且超过水的沸点,也具有能够抑制在热轧钢板10a上形成红色氧化皮这样的效果。

[0083] <侧喷射装置>

[0084] 接着,对上述的侧喷射装置40的详细情况进行说明。在侧喷射装置40中,如图4所示,在钢板输送区域10的宽度方向侧方配置有一对喷射喷嘴41、41。另外,由这一对喷射喷嘴41、41构成的喷射喷嘴对42沿着热轧钢板10a的输送方向排列配置有多对。此外,如上述那样喷射喷嘴41、喷射喷嘴对42的设置数量能够根据需要适当选择。

[0085] 如图5所示,喷射喷嘴41对钢板输送区域10从上方沿倾斜方向、且沿钢板输送区域10的宽度方向喷射冷却水。另外,如图4所示,对于从喷射喷嘴41喷射的冷却水在钢板输送区域10的碰撞区域43而言,喷射方向的远侧端部43a(与喷射喷嘴41相反的一侧的端部)位于钢板输送区域10的端部,近侧端部43b(喷射喷嘴41侧的端部)位于钢板输送区域10的内侧。在喷射喷嘴对42处,两个碰撞区域43、43的近侧端部43b、43b沿着宽度方向对齐而形成汇合部P(图4中的粗线部)。在此,如图4、图5所示,两个碰撞区域43、43的近侧端部43b、43b沿着宽度方向对齐是指,钢板输送区域10的一个宽度侧的碰撞区域43的近侧端部43b与另一个宽度侧的碰撞区域43的近侧端部43b在图5的视角下看来在汇合部P处重叠或不会分开地对齐,钢板输送区域10中的宽度方向的碰撞区域43可看作从钢板输送区域10的一端连续到另一端的一个碰撞区域。

[0086] 在该情况下,喷射喷嘴41以相对于钢板输送区域10以预定的喷射角从上方倾斜地喷射的方式配置,因此,即使板上水22残留于热轧钢板10a的上表面,也能够将该板上水22向热轧钢板10a的端部侧(远侧端部侧)排出,同时对热轧钢板10a进行冷却。

[0087] 另外,在喷射喷嘴对42处形成有碰撞区域43、43的汇合部P,因此,这些碰撞区域43、43沿着钢板输送区域10的宽度方向不会重叠,而且覆盖宽度方向整个区域。因而,能够抑制如以往那样由碰撞区域沿着宽度方向重叠导致的冷却不匀,能够沿着热轧钢板10a的宽度方向均匀地进行冷却。

[0088] <汇合区域>

[0089] 所述汇合部P是两个碰撞区域43、43的近侧端部43b、43b彼此相接的部分,与单一的碰撞区域43中的中央部对比,在工业方面,不得不容许近侧端部43b的位置一定程度变动等,因此,汇合部P在工业方面上在冷却效果包含不稳定要素。因此,作为极端的情况,若设想全部的喷射喷嘴对42的汇合部P在钢板输送区域10的宽度方向中央部一致的情况,则预想到冷却停止温度的板内波动变大的情况。对此,本发明人等进行了深入研究,结果知晓

了:优选使全部的喷射喷嘴对42的汇合部P在预定的宽度内分散。

[0090] 具体而言,如图4所示那样,使汇合部P位于被划分形成于钢板输送区域10的宽度方向中央的汇合区域E内。汇合区域E的宽度W满足下述式(1)。

[0091] $W \leqslant (D+2d)-(D+d)\sin\theta_2/\sin(\theta_1+\theta_2)$ ・・・(1)

[0092] 其中,

[0093] W:汇合区域E的钢板输送区域10的宽度方向的宽度

[0094] D:钢板输送区域10的宽度

[0095] d:喷射喷嘴41的喷射口41a与其跟前的钢板输送区域10的端部之间的水平距离

[0096] θ_1:喷射角(从喷射喷嘴41喷射的冷却水的铅垂方向的喷射角)

[0097] θ_2:喷射设置角(喷射喷嘴41的喷射口41a的垂线与将喷射喷嘴41的喷射口41a和碰撞区域43的近侧端部43b连结而得到的线的夹角)

[0098] 在导出汇合区域E的宽度W时,本发明人等着眼于从喷射喷嘴41喷射的冷却水的直到钢板输送区域10为止的到达距离。如图6所示,将从喷射喷嘴41的喷射口41a到碰撞区域43的远侧端部43a的远侧距离设为Lf,将从喷射喷嘴41的喷射口41a到碰撞区域43的近侧端部43b的近侧距离设为Ln。此外,图6图示有汇合部P位于汇合区域E的端部的情况。

[0099] 汇合区域E的宽度W以满足Lf/Ln≤2的方式被导出。以下,对Lf/Ln≤2的根据进行说明。本发明人等进行使用了侧喷射装置40的热轧钢板10a的冷却的模拟,发现了图7所示的倾向。图7表示使Lf/Ln(横轴)变化了的情况下的热轧钢板10a的上表面的宽度方向温度差ΔT1(纵轴)。宽度方向温度差ΔT1是在热轧钢板10a被冷却并进行了回热(日文:復熱)之后(例如即将由卷取装置16卷取之前)、该热轧钢板10a的宽度方向的最大温度与最小温度之差。

[0100] 参照图7,在Lf/Ln>2的情况下,热轧钢板10a的宽度方向温度差ΔT1变大。其原因在于,若Lf/Ln变大,则冷却水与远侧端部43a和近侧端部43b碰撞之际的力之差变大,两者的冷却能力之差变大。与此相对,在Lf/Ln≤2的情况下,碰撞到近侧所在侧之后的冷却水向远侧所在侧流动,从而进行远侧所在侧处的冷却,因此,热轧钢板10a的宽度方向温度差ΔT1较小,热轧钢板10a的宽度方向上的冷却能力的波动较小。因而,为了沿着宽度方向对热轧钢板10a均匀地进行冷却,优选Lf/Ln≤2。

[0101] 并且,远侧距离Lf和近侧距离Ln分别根据图6所示的几何学的关系以下述式(2)、(3)表示。

[0102] $Lf = (D+d)/\cos\{90^\circ-(\theta_1+\theta_2)\}$ ・・・(2)

[0103] $Ln = (D/2+d-W/2)/\cos(90^\circ-\theta_2)$ ・・・(3)

[0104] 若将上述式(2)、(3)代入Lf/Ln≤2,对汇合区域E的宽度W进行整理,则导出上述的下述式(1)。

[0105] $W \leqslant (D+2d)-(D+d)\sin\theta_2/\sin(\theta_1+\theta_2)$ ・・・(1)

[0106] 此外,在例如钢板输送区域10的宽度D是2000mm、喷射喷嘴41与钢板输送区域10的端部的水平距离d是250mm、喷射角θ_1是20°、喷射设置角θ_2是60°的情况下,Lf/Ln=2的、汇合区域E的宽度W是500mm。另外,例如在钢板输送区域10的宽度D是2000mm、喷射喷嘴41与钢板输送区域10的端部的水平距离d是250mm、喷射角θ_1是20°、喷射设置角θ_2是45°的情况下,Lf/Ln=2的、汇合区域E的宽度W是785mm。

[0107] 另外，喷射喷嘴41的设置高度h(从钢板输送区域10到喷射喷嘴41的喷射口41a的高度h)是400mm～600mm左右比较现实。若设置高度比600mm高，则远侧端部43a处的冷却能力变低。另一方面，若设置高度比400mm低，则为了确保碰撞区域43，需要缩小喷射角θ_1，但在该情况下，难以制作喷射喷嘴41。

[0108] ＜汇合部的宽度方向间隔＞

[0109] 如上述那样汇合部P是两个碰撞区域43、43的近侧端部43b、43b彼此相接的部分，在工业方面在冷却效果中包含不稳定要素，因此，本发明人等进行了深入研究，结果知晓了：优选沿着输送方向相邻的喷射喷嘴对42、42的汇合部P、P分开预定距离以上。

[0110] 具体而言，如图4所示，沿着输送方向相邻的喷射喷嘴对42、42的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q设为碰撞区域43的输送方向的长度R以上。

[0111] 本发明人等在使用了侧喷射装置40的热轧钢板10a的冷却的模拟中假定于在工业方面在冷却效果中包含不稳定要素的汇合部P处产生的、汇合部P相对于周围的温度的温度差，针对该温度差给周围带来的影响范围，发现了图8所示的倾向。图8表示距汇合部P的钢板宽度方向上的间隔距离(横轴)与热轧钢板10a的上表面温度差ΔT2(纵轴)之间的关系。在该图8中，对于距汇合部P的间隔距离，如后述那样，工业上的不稳定要素在碰撞区域43的输送方向的长度R的范围产生影响(上表面温度差ΔT2变大)，因此，以该长度R为基准，作为距该汇合部P的间隔距离，表示相对于该长度R的倍数n(n是整数)。另外，热轧钢板10a的上表面温度差ΔT2是汇合部P处的热轧钢板10a的上表面温度与从汇合部P分开间隔距离(相对于长度R的倍数n)的测定点处的热轧钢板10a的上表面温度之差。

[0112] 参照图8，在n比1小的情况下，即在测定点靠近汇合部P的情况下，上表面温度差ΔT2变大。与此相对，在n是1以上的情况下，即在测定点远离汇合部P的情况下，上表面温度差ΔT2变小，几乎为零。

[0113] 在该情况下，对于沿着输送方向相邻的喷射喷嘴对42、42的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q，在n比1小的情况下，即间隔Q比碰撞区域43的输送方向的长度R小的情况下，相对于一汇合部P的较大的上表面温度差ΔT2和相对于另一汇合部P的较大的上表面温度差ΔT2沿着输送方向重叠。这样一来，无法沿着宽度方向对热轧钢板10a均匀地进行冷却。与此相对，在n是1以上、间隔Q是长度R以上的情况下，上表面温度差ΔT2较小，因此，能够抑制热轧钢板10a的宽度方向不均匀冷却。因而，优选汇合部P的宽度方向的间隔Q是碰撞区域43的输送方向的长度R以上。

[0114] 此外，例如，在钢板输送区域10的宽度D是2000mm、喷射喷嘴41与钢板输送区域10的端部的水平距离d是250mm、从喷射喷嘴41喷射的冷却水的水平方向的喷射角θ_3是3°的情况下，碰撞区域43的输送方向的长度R成为65mm(＝1250mm3tan(3°/2)32)。

[0115] ＜汇合部的配置＞

[0116] 在图9所示那样汇合区域E中，汇合部P配置成交错状。

[0117] 汇合区域E沿着宽度方向等间隔地被分割成N个，在本实施方式中是8个汇合小区域e(汇合小区域e1～e8)。此外，N是2以上的整数，能够任意地选择。

[0118] 另外，在侧喷射装置40中，若将从全部的喷射喷嘴对42朝向钢板输送区域10喷射冷却水的区域设为冷却区域F，则该冷却区域F沿着输送方向被分割成多个冷却小区域f。在各冷却小区域f配置有与汇合小区域e相同数量的N对喷射喷嘴对42。此外，为了图示方便，

在图9中，图示有冷却小区域f1～f3，但冷却小区域f的数量当然并不限于此，能够根据需要适当选择数量，根据侧喷射装置40中的喷射喷嘴对42的数量决定。在例如喷射喷嘴对42是M3N对(M是2以上的整数)的情况下，冷却小区域f设有M个。

[0119] 在1个冷却小区域f中，在1个汇合小区域e配置有1个汇合部P。另外，在1个冷却小区域f中，汇合部P从输送方向的上游侧朝向下游侧、并从汇合区域E的一端部的汇合小区域e1朝向另一端部的汇合小区域e8地配置。

[0120] 在此，在沿着输送方向相邻的喷射喷嘴对42、42的汇合部P、P配置于相同的汇合小区域e情况下，由于汇合部P、P重叠而有可能成为过冷却。关于这一点，在本实施方式中，汇合部P呈交错状配置于1个冷却小区域f中，因此，能够在宽度方向上使汇合部P分散，能够使成为过冷却的部位极小化。因而，能够沿着热轧钢板10a的宽度方向均匀地进行冷却。

[0121] 另外，如图10所示，1个冷却小区域f1(f2、f3)也可以进一步沿着输送方向分割成k个，在本实施方式中是两个分割冷却小区域f11、f12(f21、f22、f31、f32)。此外，k是N的约数，能够任意地选择。

[0122] 在冷却小区域f1中，在沿着输送方向第1个分割冷却小区域f11中，汇合部P配置于汇合小区域e1、e3、e5、e7。另外，在沿着输送方向第2个分割冷却小区域f12中，汇合部P配置于汇合小区域e2、e4、e6、e8。在如此将冷却小区域f1沿着输送方向分割成两个的情况下，在该冷却小区域f1中，沿着宽度方向每两个汇合小区域e配置有1个汇合部P。此外，在冷却小区域f2、f3中，汇合部P也同样地配置。

[0123] 若使该汇合部P的配置普遍化，则在沿着输送方向第i个(i是1～k的整数)分割冷却小区域f中，汇合部P从汇合区域E的一端部侧的第1个汇合小区域朝向另一端部侧的第N个汇合小区域从第i个汇合小区域起相继配置于第jk+i个汇合小区域(j是1～(N/k-1)的整数)。

[0124] 此外，1个冷却小区域f被分割的个数k并不限定于两个，是N的约数即可。在上述的例子中，N是8，因此，冷却小区域f被分割的个数k也可以是4个。

[0125] 如此，在图10所示的例子中，也能够享有与图4所示的汇合部P的配置同样的效果，即，能够在宽度方向上使将汇合部P分散而使成为过冷却的部位极小化。而且，在1个冷却小区域f被分割成多个的情况下，能够在宽度方向上使汇合部P进一步分散。因而，能够沿着热轧钢板10a的宽度方向更均匀地进行冷却。

[0126] 此外，汇合部P的配置并不限定于交错状，是在宽度方向上使汇合部P分散的配置即可，也可以设为例如正弦曲线状等的配置。

[0127] ＜侧喷射装置中的核态沸腾冷却＞

[0128] 在侧喷射装置40中，由来自喷射喷嘴41的冷却水进行的热轧钢板10a的冷却在核态沸腾区域中进行。

[0129] 在此，在热轧钢板10a的冷却中，热轧钢板10a上的冷却水的沸腾状态根据热轧钢板10a的上表面温度而变动。具体而言，从上表面温度的高温侧起按照膜态沸腾区域、过渡沸腾区域、核态沸腾区域的顺序变动。

[0130] 在膜态沸腾区域中，在向热轧钢板10a的上表面喷射了冷却水之际，在冷却水到达热轧钢板10a之前、或者刚刚到达了之后蒸发，热轧钢板10a的上表面成为被蒸气膜覆盖的状态。在该冷却中，热轧钢板10a的上表面的蒸气膜阻碍热的传递，因此，热轧钢板10a的传

热系数较低，冷却能力较低。

[0131] 在过渡沸腾区域中，在向热轧钢板10a的上表面喷射了冷却水之际，热轧钢板10a的上表面混合存在有与蒸气膜和冷却水接触的地方。在该过渡沸腾区域中，热轧钢板10a的上表面温度降低，并且传热系数上升。因此，热轧钢板10a的上表面温度较高的部位难以冷却，上表面温度较低的部位急剧地冷却，热轧钢板10a的上表面温度产生局部的波动。这样一来，无法对热轧钢板10a均匀地进行冷却。

[0132] 在核态沸腾区域中，在向热轧钢板10a的上表面喷射了冷却水之际，在热轧钢板10a的上表面不产生蒸气膜，冷却水与热轧钢板10a的上表面直接接触。因此，在核态沸腾区域中，热轧钢板10a的传热系数较高，冷却能力较高。

[0133] 在本实施方式中，热轧钢板10a在侧喷射装置40中的冷却在核态沸腾区域中进行，因此，能够以较高的冷却能力对热轧钢板10a均匀地进行冷却。换言之，能够在侧喷射装置40中微细地控制热轧钢板10a的温度，可冷却到目标温度的200℃左右。

[0134] 在此，说明用于如此在核态沸腾区域中进行冷却的具体的条件。在本实施方式中，如上述那样，以在侧喷射装置40中冷却到200℃左右的低温为目标，为了实现该目标，1根喷射喷嘴41喷射大水量密度、例如4$m^3/m^2/min$的水量密度的冷却水而对热轧钢板10a进行冷却。

[0135] 钢材表面温度与传热系数的相关性按照水量密度被例如《钢材的强制冷却》昭和53年11月10日日本钢铁协会公开。另外，钢材表面温度与传热系数的相关性也按照水量密度被例如《高温钢材的冷却技术》三塚正志著铁和钢Vol.79(1993)日本钢铁协会公开。在确保上述的水量密度4$m^3/m^2/min$的情况下，根据这些相关性，核态沸腾冷却成为热轧钢板10a的上表面温度是400℃以下的冷却。

[0136] 另外，如上所述，例如在钢板输送区域10的宽度D是2000mm、碰撞区域43的输送方向的长度R是65mm的情况下，在碰撞区域43的近侧端部43b是钢板输送区域10的中心的情况下，该碰撞区域43的面积成为0.0325m^2。这样一来，为了在1根喷射喷嘴41中确保4$m^3/m^2/min$的水量密度，需要0.26m^3/min(＝4$m^3/m^2/min$30.0325m^2)的水量。

[0137] ＜侧喷射装置的其他实施方式＞

[0138] 在上述实施方式的冷却装置15中，将热轧钢板10a冷却到200℃左右的低温，但例如在冷却装置15中的冷却停止温度不是低温的情况下等，无需使冷却水从侧喷射装置40的全部的喷射喷嘴41喷射。在该情况下，考虑宽度方向的冷却均匀性，按照将汇合部P设为相同的喷射喷嘴对42进行控制，使冷却水仅从冷却所需要的喷射喷嘴对42喷射，不使冷却水从冷却不需要的喷射喷嘴对42喷射，从而对侧喷射装置40的冷却能力进行调节。因此，优选在侧喷射装置40中对多个喷射喷嘴对42的各喷射喷嘴对设置对是否供给冷却水进行控制的阀。

[0139] 另外，在对是否供给冷却水进行控制的阀设于侧喷射装置40的情况下，能够将设有该阀的区域设为上述的冷却小区域f。在该情况下，也优选使各冷却小区域f满足上述实施方式的条件。即，在设有阀的冷却小区域f中，如图4所示，形成喷射喷嘴对42中的碰撞区域43、43的汇合部P，而且，汇合部P配置于具有满足上述式(1)的宽度的汇合区域E内，并且，沿着输送方向相邻的喷射喷嘴对42、42的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q成为碰撞区域43的输送方向的长度R以上。另外，在冷却小区域f中，如图9、图10所示，汇合部P配置成交错状。

[0140] ＜冷却装置的其他实施方式＞

[0141] 在上述实施方式的冷却装置15中，在对利用上侧冷却装置20进行冷却后的板上水22进行控水时，使用了专用的控水装置30，但也可以如图11所示，废除这样的专用的控水装置30而设置侧喷射装置40的喷射喷嘴对42。即，除了本来的使用于热轧钢板10a的冷却的喷射喷嘴对42之外，也可以在输送方向上游侧设置喷射喷嘴对42用于控水。

[0142] 在这样的图11所示的例子中，构成为在上侧冷却装置20的下游侧两侧设有多个喷射喷嘴对42的设备，但根据要进行冷却的热轧钢板10a的宽度2厚度、输送速度、钢种对控水用所使用的喷射喷嘴对42和冷却用所使用的喷射喷嘴对42进行切换控制，或根据需要控制喷射数量，从而无需设置专用的控水装置30，可设为通用性优异的设备。另外，作为如此使用喷射喷嘴对42用于控水的另一个例子，也可以废除专用的控水装置50而设置侧喷射装置40的喷射喷嘴对42。

[0143] 以上，一边参照附图一边对本发明的优选的实施方式进行了说明，但本发明并不限定于该例子。只要是本领域技术人员，就能在权利要求书所记载的思想的范畴内想到各种变更例或修正例是显而易见的，应该理解为这些也当然属于本发明的保护范围。

[0144] 实施例1

[0145] 首先，使用实施例和比较例来对本发明中的形成汇合部P的效果进行说明。在本验证中，使用图2～图6所示的侧喷射装置40而进行了模拟。

[0146] 本验证中的实施例和比较例的通用的条件如下所述。冷却对象的热轧钢板10a的厚度是2.5mm，热轧钢板10a的宽度是1500mm。钢板输送区域10的宽度D是2000mm。在侧喷射装置40中，喷射喷嘴41具有84根，即喷射喷嘴对42具有42对。各喷射喷嘴41的设置高度h是600mm。各喷射喷嘴41使用扁平喷射喷嘴，其喷射角θ_1是12度，喷射设置角θ_2是62度。从各喷射喷嘴41喷射的冷却水的喷射压力是0.5MPa，冷却水的水量密度是4.2$m^3/m^2/min$，冷却水的水量是360L/min，碰撞区域43的输送方向的长度R是69mm。

[0147] 在本验证中，如图12的(a)所示，在本发明的实施例1中，在喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43形成有汇合部P。与此相对，如图12的(b)所示，在比较例1中，喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43重叠，该重叠部分中的近侧端部43b、43b的间隔是30mm。另外，如图12的(c)所示，在比较例2中，喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43未重叠重，其近侧端部43b、43b的间隔是30mm。

[0148] 在实施例1中，在满足上述式(1)的汇合区域E中，使沿着输送方向形成到42个部位的汇合部P沿着宽度方向分散地配置，而且，将沿着输送方向相邻的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q设为碰撞区域43的输送方向的长度R以上。具体而言，在喷射喷嘴对42中，使一喷射喷嘴41的喷射口41a与钢板输送区域10的端部之间的水平距离d1和另一喷射喷嘴41的喷射口41a与钢板输送区域10的端部之间的水平距离d2的合计水平距离d(＝d1+d2)在0～500mm之间变动，如上述那样配置汇合部P。

[0149] 另外，在比较例1中，喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43的重叠部分以其宽度方向中心点C1与实施例1中的汇合部P相对应地处于相同的位置的方式沿着宽度方向分散地形成。同样地，在比较例2中，喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43的未重叠的部分以其宽度方向中心点C2与实施例1中的汇合部P相对应地处于相同的位置的方式沿着宽度方向分散地形成。

[0150] 在以上那样的条件下，将侧喷射装置40中的热轧钢板10a的冷却开始温度设为600

℃，将热轧钢板10a的冷却后的目标温度(热轧钢板10a在卷取装置16中的卷取温度)设为300℃而进行了模拟。并且，在实施例1、比较例1、比较例2中，对热轧钢板10a在卷取装置16中的卷取温度进行测定，对其宽度方向偏差(热轧钢板10a的宽度方向上的最大温度与最小温度之差)进行了测定。

[0151] 其结果，在实施例1中，热轧钢板10a的宽度方向的温度是300℃±5℃，其温度偏差是10℃。与此相对，在比较例1中，热轧钢板10a的宽度方向的温度是300℃±30℃，其温度偏差是60℃。另外，在比较例2中，热轧钢板10a的宽度方向的温度是300℃±25℃，其温度偏差是50℃。

[0152] 因而，可知：在如本发明的实施例1那样在喷射喷嘴对42中形成汇合部P的情况下，与如比较例1、2那样未形成汇合部P的情况相比，能够缩小冷却后的热轧钢板10a的宽度方向温度偏差，能够使热轧钢板10a沿着宽度方向均匀地冷却。

[0153] 实施例2

[0154] 接着，在本发明中，使用实施例和比较例来对汇合部P所位于的汇合区域E的宽度W满足上述式(1)、即满足上述的Lf/Ln≤2(图7)进行说明。在本验证中，也使用图2～图6所示的侧喷射装置40而进行了模拟。

[0155] 本验证中的实施例和比较例的通用的条件如下所述。冷却对象的热轧钢板10a的厚度是2.5mm，热轧钢板10a的宽度是1500mm。钢板输送区域10的宽度D是2000mm。在侧喷射装置40中，喷射喷嘴41具有84根，即喷射喷嘴对42具有42对。各喷射喷嘴41的设置高度h是600mm。各喷射喷嘴41使用了扁平喷射喷嘴。

[0156] 在本验证的实施例2、实施例3、比较例3中，在喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43分别形成有汇合部P。并且，使各喷射喷嘴41的喷射角θ_1和喷射设置角θ_2变更而使Lf/Ln变动。具体而言，将本发明的实施例2的Lf/Ln设为1.9，将本发明的实施例3的Lf/Ln设为2.0，将比较例3的Lf/Ln设为2.5。

[0157] 在实施例2中，将各喷射喷嘴41的喷射角θ_1设为14度，将喷射设置角θ_2设为61度，将Lf/Ln设为1.9。另外，在实施例2中，从各喷射喷嘴41喷射的冷却水的喷射压力是0.5MPa，冷却水的水量密度是4.2$m^3/m^2/min$，冷却水的水量是308L/min，碰撞区域43的输送方向的长度R是62mm。

[0158] 在实施例3中，将各喷射喷嘴41的喷射角θ_1设为16度，将喷射设置角θ_2设为59度，将Lf/Ln设为2.0。另外，在实施例2中，从各喷射喷嘴41喷射的冷却水的喷射压力是0.5MPa，冷却水的水量密度是4.2$m^3/m^2/min$，冷却水的水量是320L/min，碰撞区域43的输送方向的长度R是61mm。

[0159] 与此相对，在比较例3中，将各喷射喷嘴41的喷射角θ_1设为25度，将喷射设置角θ_2设为50度，将Lf/Ln设为2.5。另外，在比较例3中，从各喷射喷嘴41喷射的冷却水的喷射压力是0.5MPa，冷却水的水量密度是4.2$m^3/m^2/min$，冷却水的水量是367L/min，碰撞区域43的输送方向的长度R是58mm。

[0160] 另外，在实施例2、实施例3、比较例3中，在各汇合区域E中，使沿着输送方向形成到42个部位的汇合部P沿着宽度方向分散地配置，将沿着输送方向相邻的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q设为碰撞区域43的输送方向的长度R以上的70mm。此外，具体而言，在喷射喷嘴对42中，使一喷射喷嘴41的喷射口41a与钢板输送区域10的端部之间的水平距离d1和另一喷

射喷嘴41的喷射口41a与钢板输送区域10的端部之间的水平距离d2的合计水平距离d(＝d1+d2)在0～500mm之间变动，如上述那样配置汇合部P。

[0161] 在以上那样的条件下，将侧喷射装置40中的热轧钢板10a的冷却开始温度设为600℃、将热轧钢板10a的冷却后的目标温度(热轧钢板10a在卷取装置16中的卷取温度)设为300℃而进行了模拟。并且，在实施例2、实施例3、比较例3中，对热轧钢板10a在卷取装置16中的卷取温度进行测定，对其宽度方向偏差(热轧钢板10a的宽度方向上的最大温度与最小温度的差)进行了测定。

[0162] 其结果，在实施例2、实施例3中，热轧钢板10a的宽度方向的温度分别是300℃±5℃，其温度偏差是10℃。与此相对，在比较例3中，热轧钢板10a的宽度方向的温度是300℃±25℃，其温度偏差是50℃。

[0163] 因而，可知：在本发明的实施例2、3(Lf/Ln≤2)的情况下，与比较例3(Lf/Ln＞2)的情况相比，能够缩小冷却后的热轧钢板10a的宽度方向温度偏差，能够使热轧钢板10a沿着宽度方向均匀地冷却。换言之，可知：从Lf/Ln≤2导出与汇合区域E的宽度W有关的上述式(1)，若使汇合部P在该汇合区域E内分散，则能够使热轧钢板10a沿着宽度方向均匀地冷却。

[0164] 实施例3

[0165] 接着，在本发明中，使用实施例和比较例来对沿着输送方向相邻的喷射喷嘴对42的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q是碰撞区域43的输送方向的长度R以上、即汇合部P与周围的温度差给该周围带来的影响范围(图8)进行说明。在本验证中，也使用图2～图6所示的侧喷射装置40而进行了模拟。

[0166] 本验证中的实施例和比较例的通用的条件如下所述。冷却对象的热轧钢板10a的厚度是2.5mm，热轧钢板10a的宽度是1500mm。钢板输送区域10的宽度D是2000mm。在侧喷射装置40中，喷射喷嘴41具有84根，即喷射喷嘴对42具有42对。各喷射喷嘴41的设置高度h是600mm。各喷射喷嘴41使用扁平喷射喷嘴，其喷射角θ_1是12度，喷射设置角θ_2是62度。从各喷射喷嘴41喷射的冷却水的喷射压力是0.5MPa，冷却水的水量密度是4.2$m^3/m^2/min$，冷却水的水量是360L/min，碰撞区域43的输送方向的长度R是69mm。

[0167] 在本验证的实施例4和比较例4中，分别在喷射喷嘴对42的碰撞区域43、43形成有汇合部P。并且，使沿着输送方向相邻的汇合部P、P的宽度方向的间隔Q变动。具体而言，在本发明的实施例4中，将汇合部P、P的宽度方向的间隔Q设为比碰撞区域43的输送方向的长度R大的70mm。即，在实施例4中，图8中的n比1大。与此相对，在比较例4中，将汇合部P、P的宽度方向的间隔Q设为比碰撞区域43的输送方向的长度R短的65mm。即，在比较例4中，图8中的n比1小。

[0168] 另外，在实施例4和比较例4中，在各汇合区域E中，使沿着输送方向形成到42个部位的汇合部P沿着宽度方向分散地配置。此外，在实施例4和比较例4中，在喷射喷嘴对42中，使一喷射喷嘴41的喷射口41a与钢板输送区域10的端部之间的水平距离d1和另一喷射喷嘴41的喷射口41a与钢板输送区域10的端部之间的水平距离d2的合计水平距离d(＝d1+d2)在0～500mm之间变动，上述那样配置汇合部P。

[0169] 在以上那样的条件下，将侧喷射装置40中的热轧钢板10a的冷却开始温度设为600℃、将热轧钢板10a的冷却后的目标温度(热轧钢板10a在卷取装置16中的卷取温度)设为300℃而进行了模拟。并且，在实施例4和比较例4中，对热轧钢板10a在卷取装置16中的卷取

温度进行测定，对其宽度方向偏差(热轧钢板10a的宽度方向上的最大温度与最小温度之差)进行了测定。

[0170] 其结果，在实施例4中，热轧钢板10a的宽度方向的温度是300℃±5℃，其温度偏差是10℃。与此相对，在比较例4中，热轧钢板10a的宽度方向的温度是300℃±20℃，其温度偏差是40℃。

[0171] 因而，可知：本发明的实施例4的情况(汇合部P、P的宽度方向的间隔Q比碰撞区域43的输送方向的长度R大的情况)与比较例3的情况(间隔Q比长度R小的情况)相比，能够缩小冷却后的热轧钢板10a的宽度方向温度偏差，能够使热轧钢板10a沿着宽度方向均匀地冷却。

[0172] 产业上的可利用性

[0173] 本发明在对连续热轧工序的精轧后的热轧钢板进行冷却之际是有用的。

[0174] 附图标记说明

[0175] 1、连续热轧设备；5、板坯；10、钢板输送区域；10a、热轧钢板；11、加热炉；12、宽度方向轧机；13、粗轧机；14、精轧机；15、冷却装置；16、卷取装置；17、输送辊；20、上侧冷却装置；21、冷却水喷嘴；22、板上水；30、50、控水装置；31、51、喷射装置；40、侧喷射装置；41、喷射喷嘴；41a、喷射口；42、喷射喷嘴对；43、碰撞区域；43a、远侧端部；43b、近侧端部；E、汇合区域；e1～e8、汇合小区域；F、冷却区域；f1～f3、冷却小区域；f11～f32、分割冷却小区域；P、汇合部。

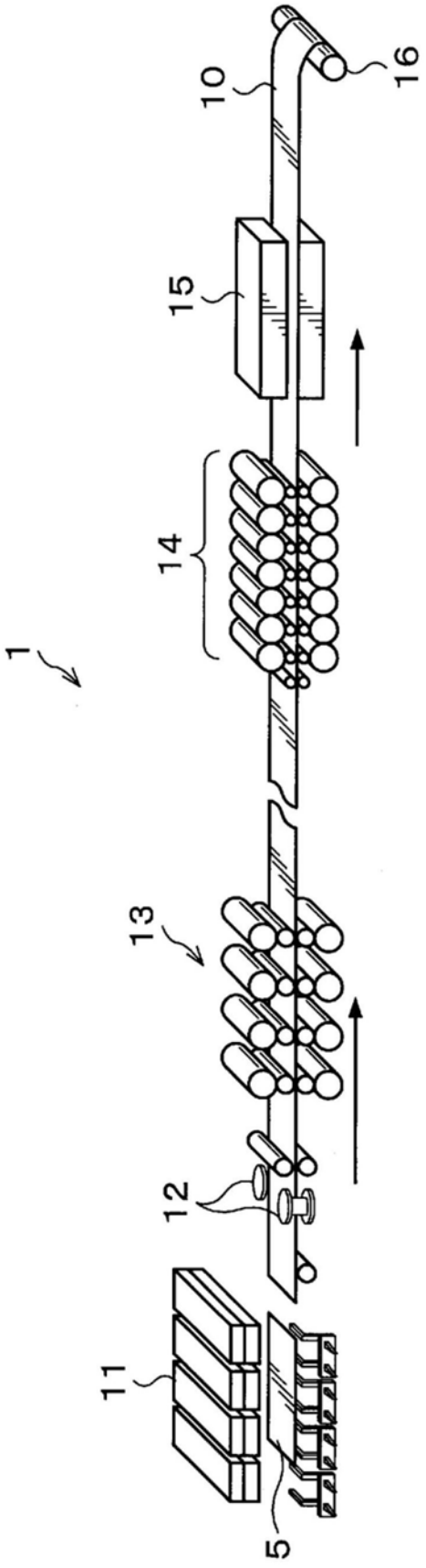


图1

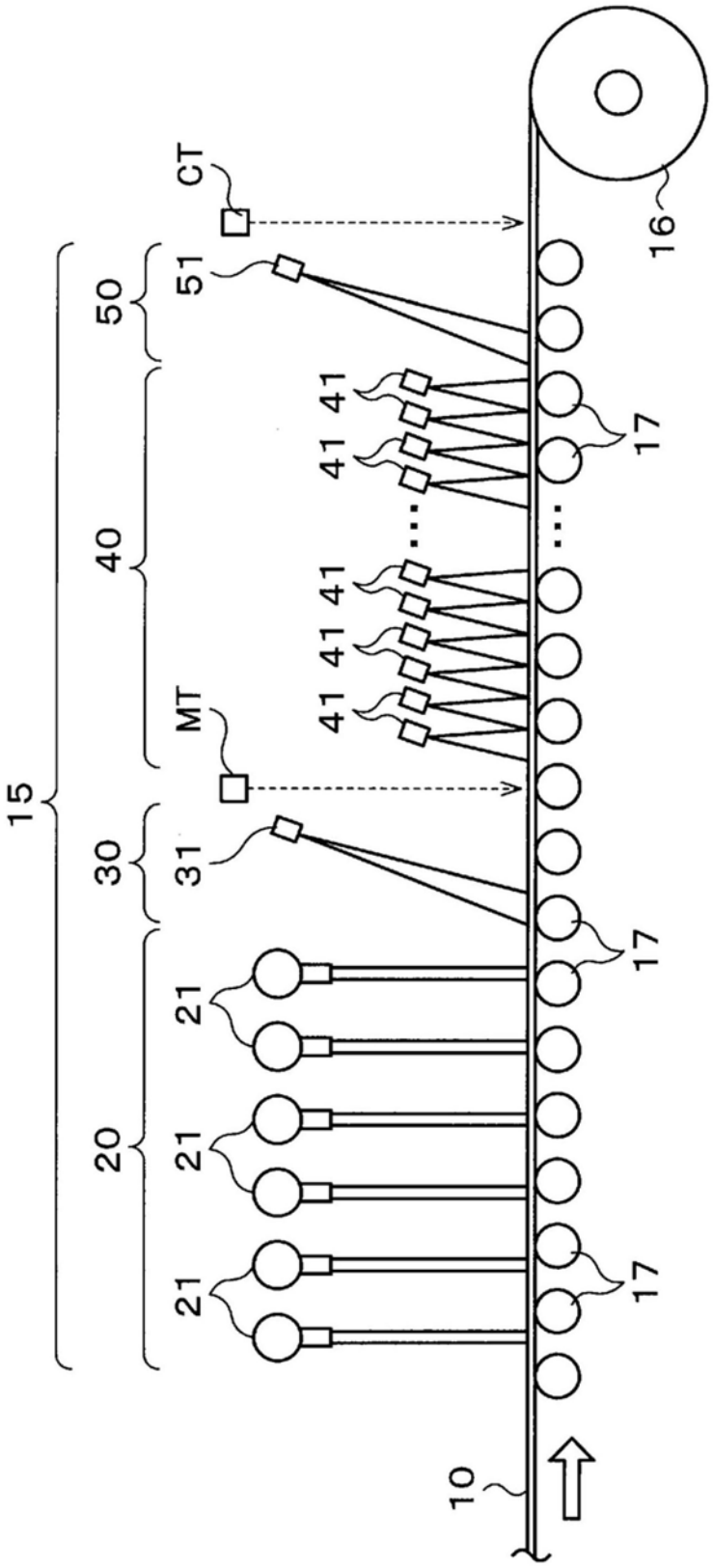

CT
16
51
50
41 41
17
41 41 41
40
41 41 41
MT
15
31
30
17
21
21
20
21
17
17
10

图2

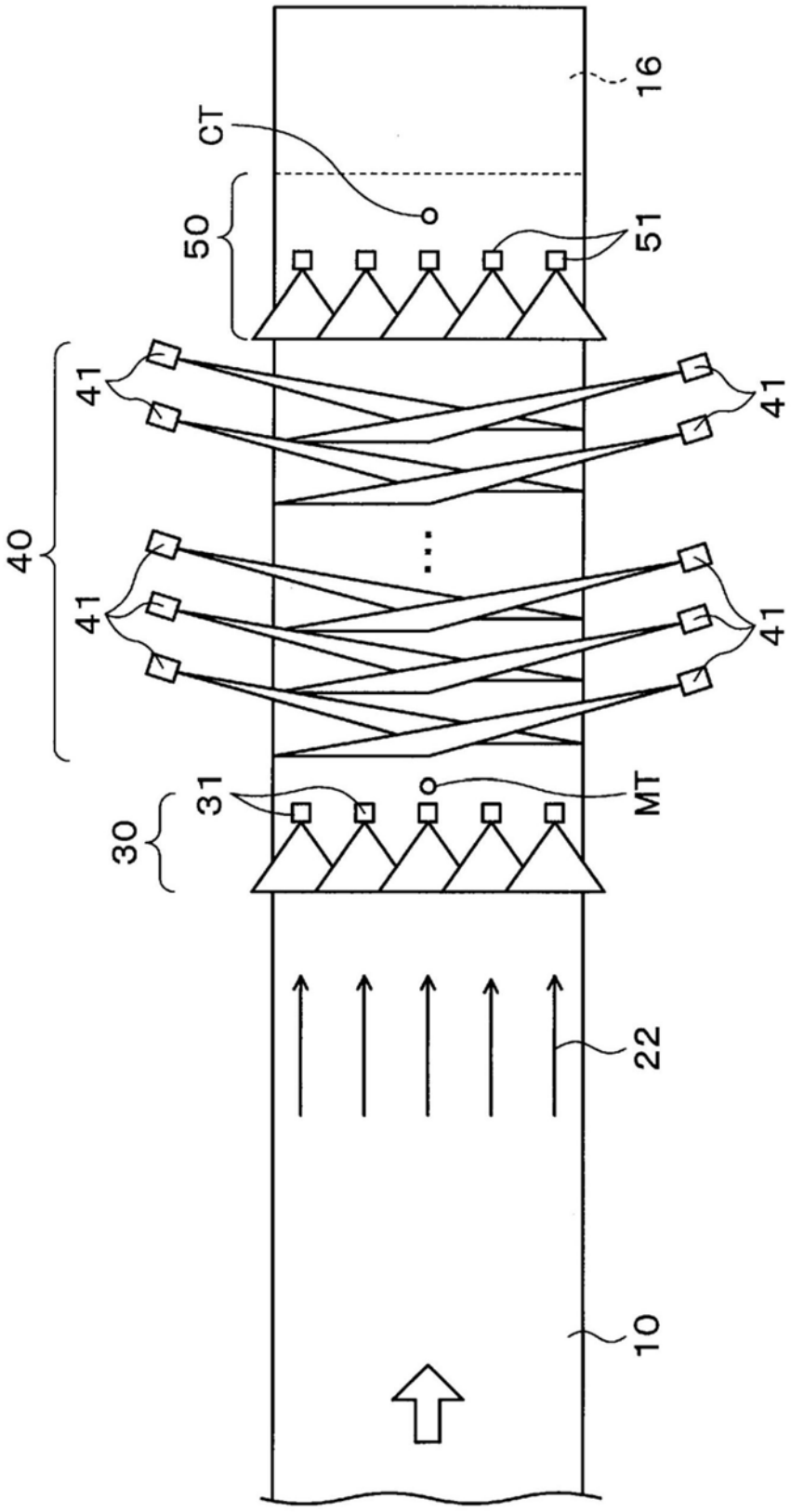


图3

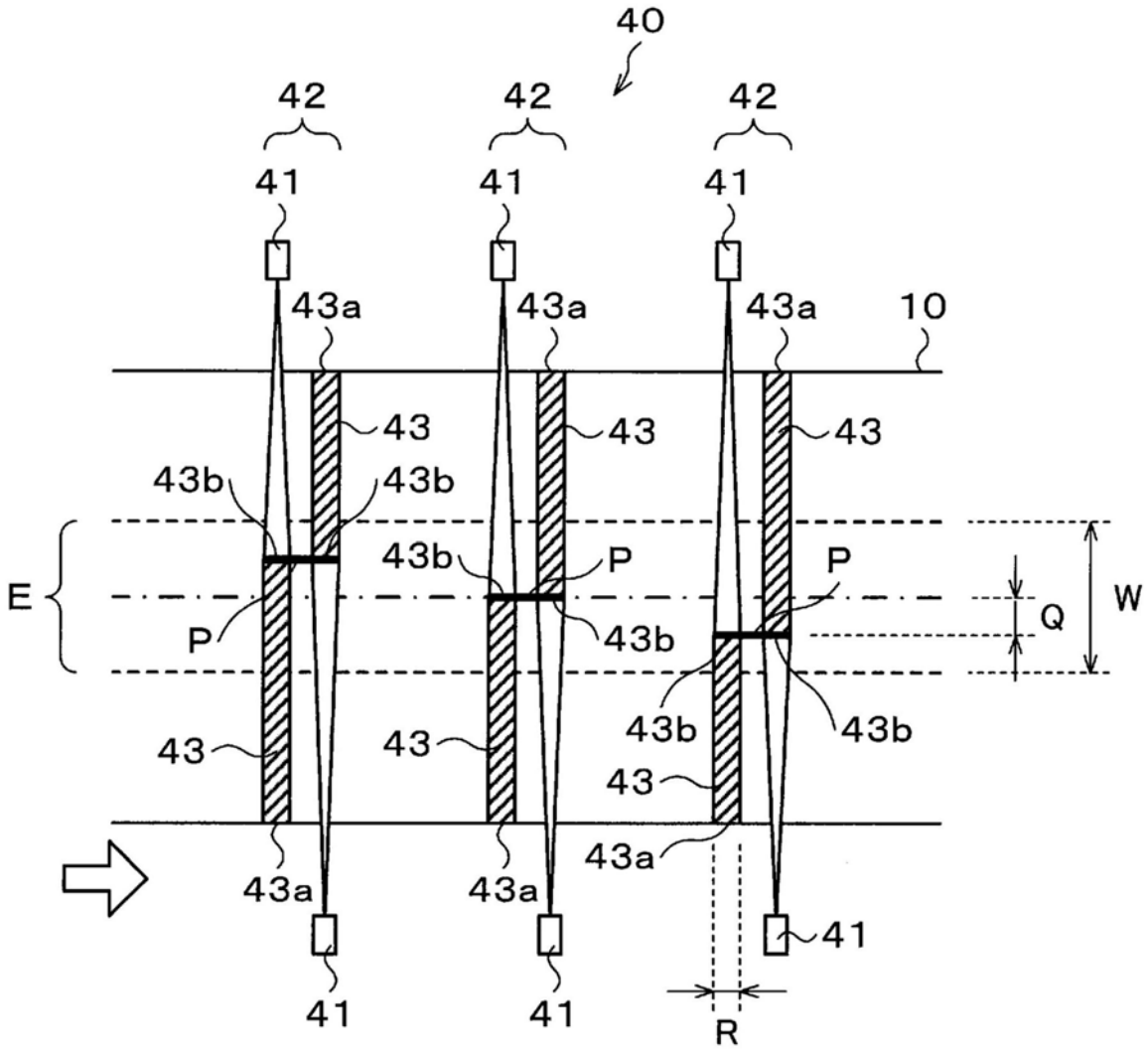

40
42
42
42
41
41
41
43a
43a
43a
10
43
43
43
43b
43b
43b
P
P
P
43b
E
Q
W
43
43
43b
43b
43
43a
43a
43a
41
41
41
R

图4

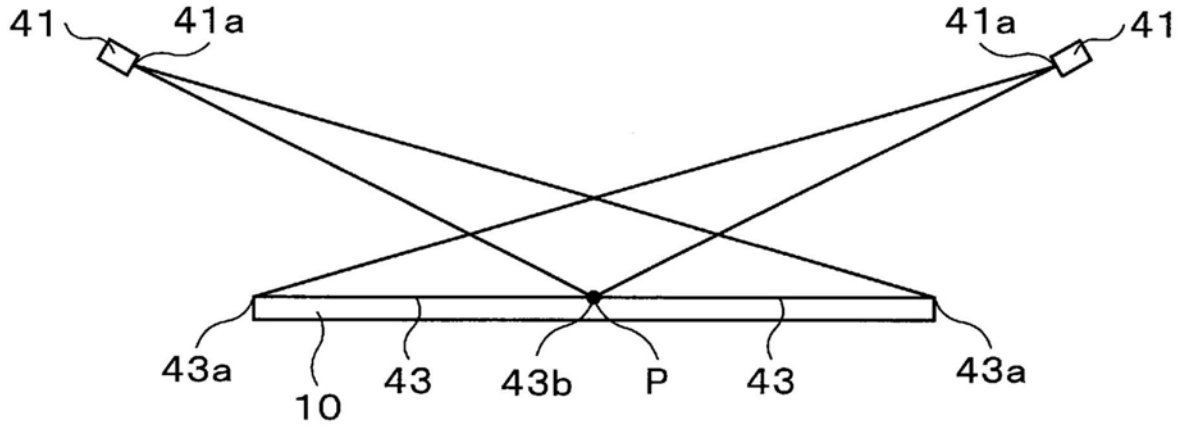

41
41a
41a
41
43a
10
43
43b
P
43
43a

图5

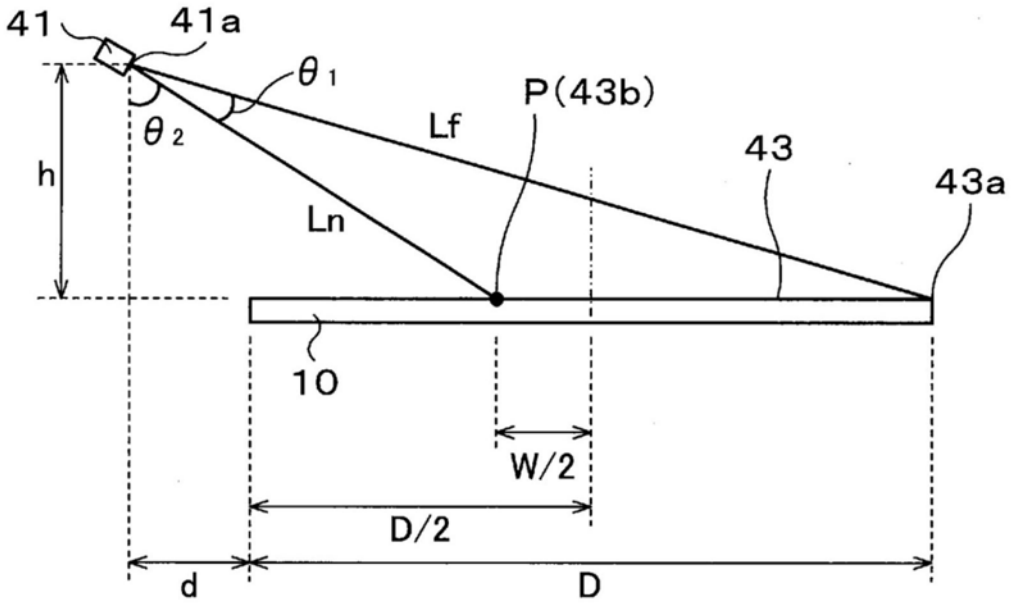

41
41a
θ1
θ2
h
Lf
P(43b)
43
43a
Ln
10
W/2
D/2
d
D

图6

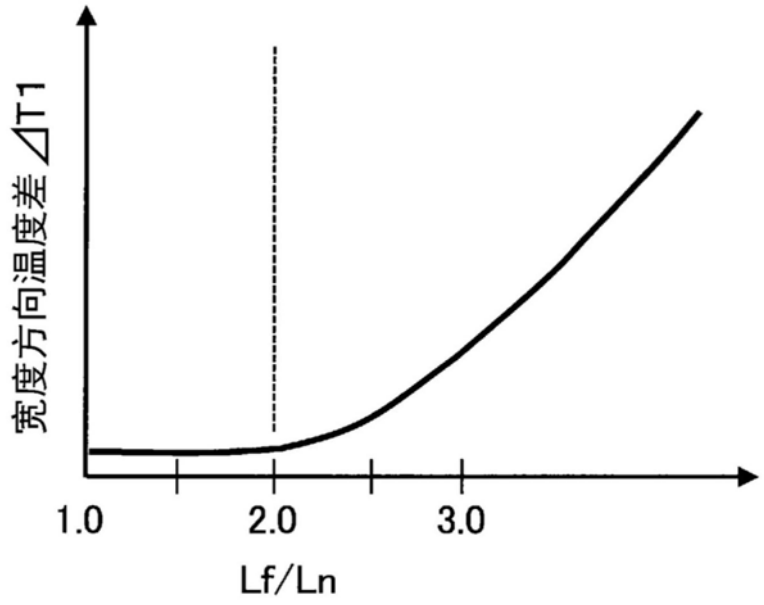

宽度方向温度差 ΔT1
1.0
2.0
3.0
Lf/Ln

图7

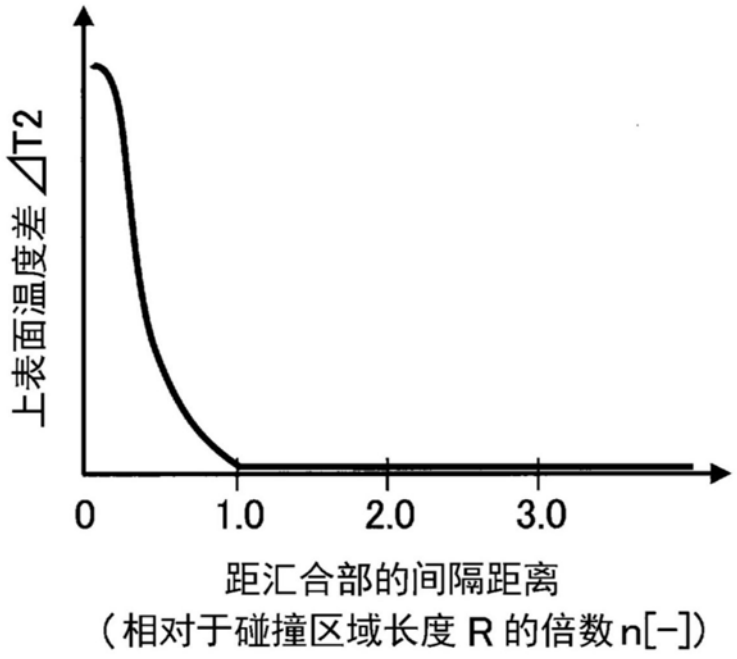

上表面温度差 ⊿T2
0
1.0
2.0
3.0
距汇合部的间隔距离
（相对于碰撞区域长度 R 的倍数 n[-]）

图8

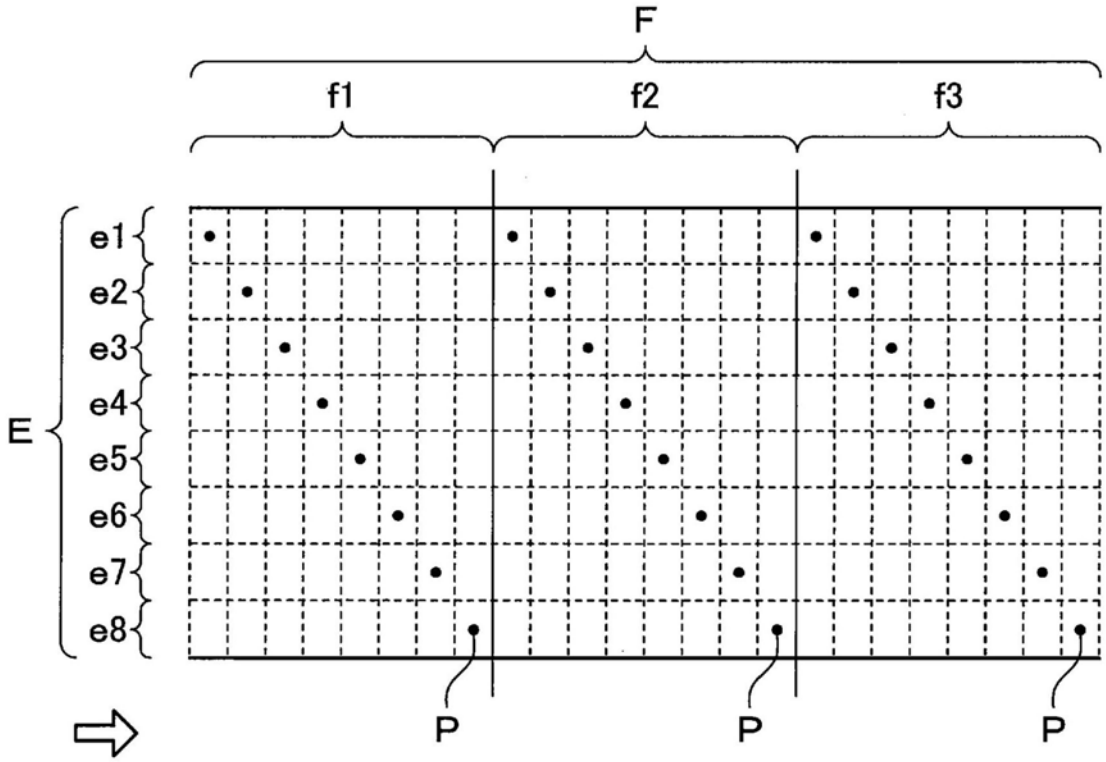

F
f1
f2
f3
E
e1
e2
e3
e4
e5
e6
e7
e8
P
P
P

图9

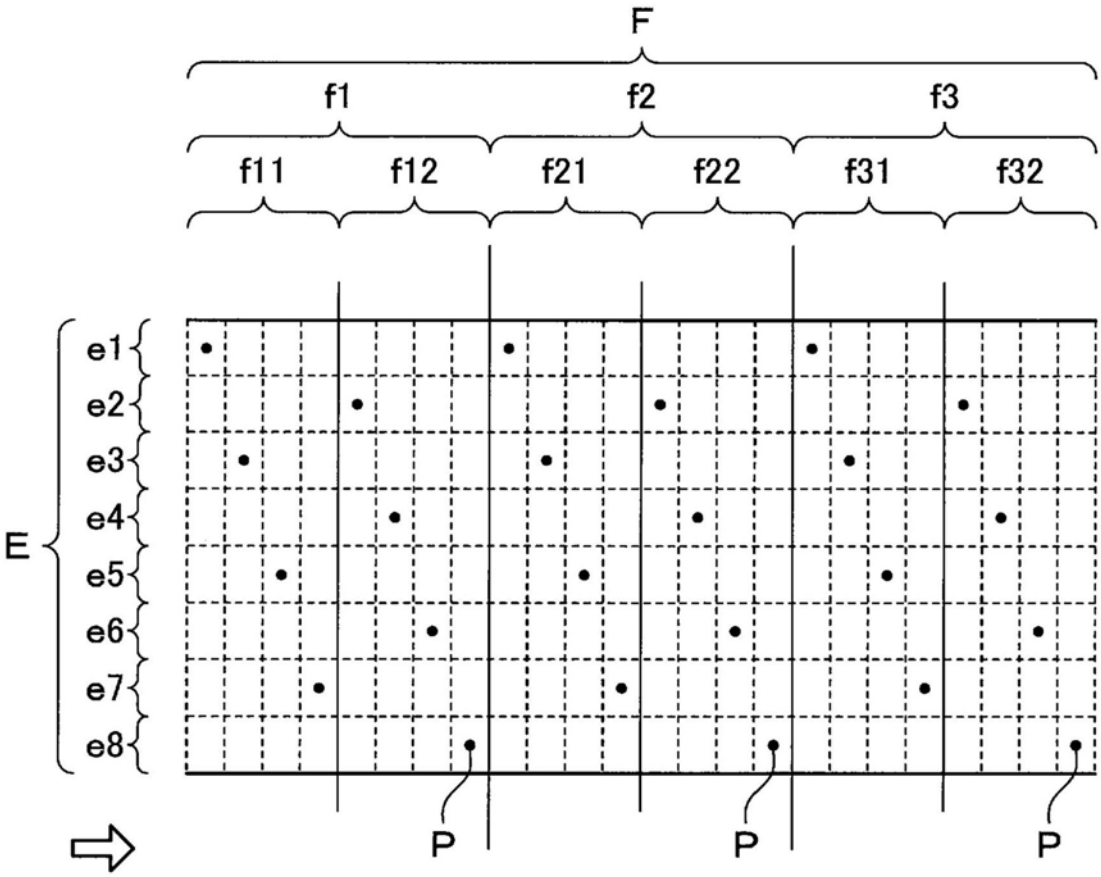


图10

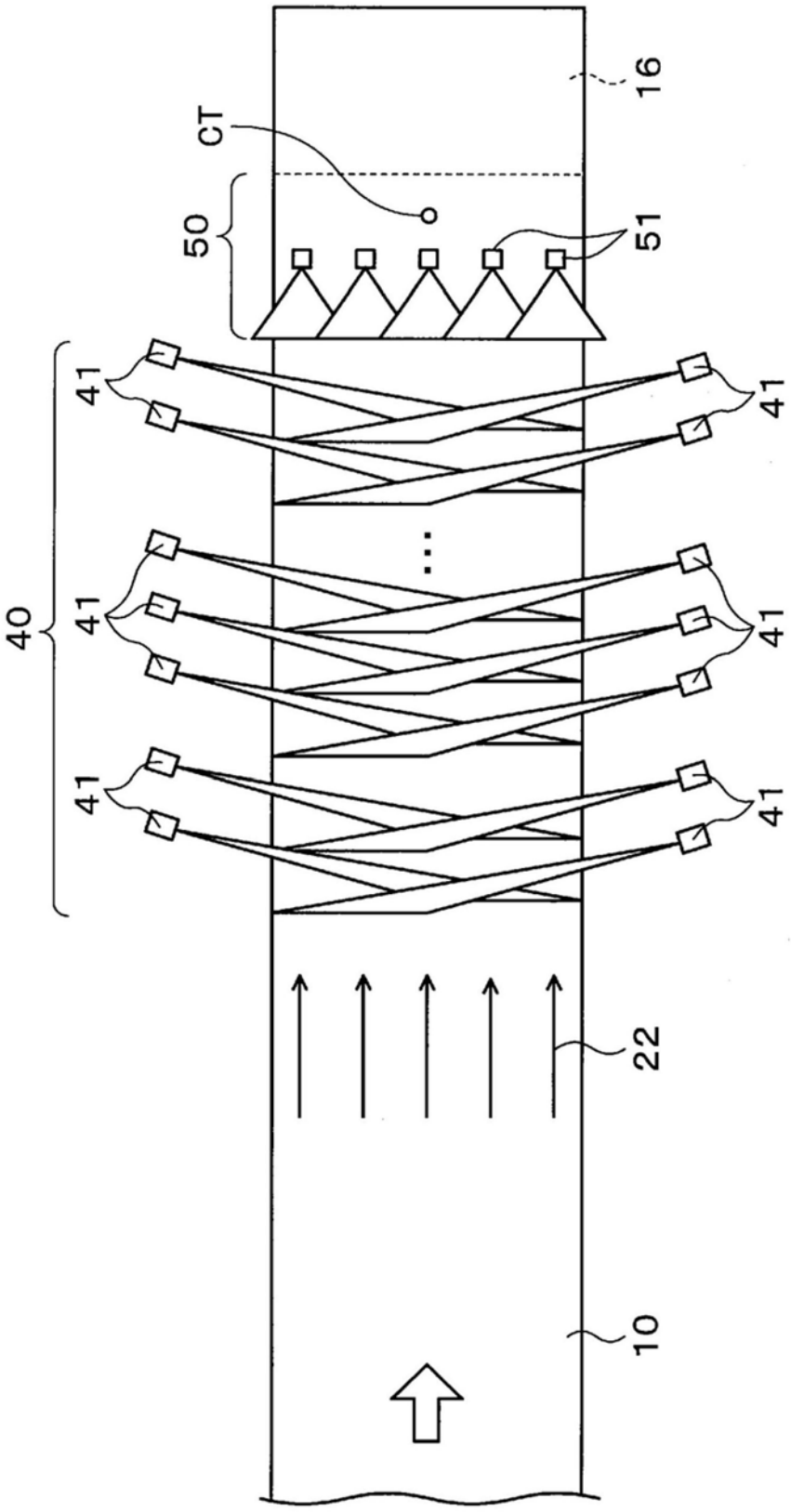


图11

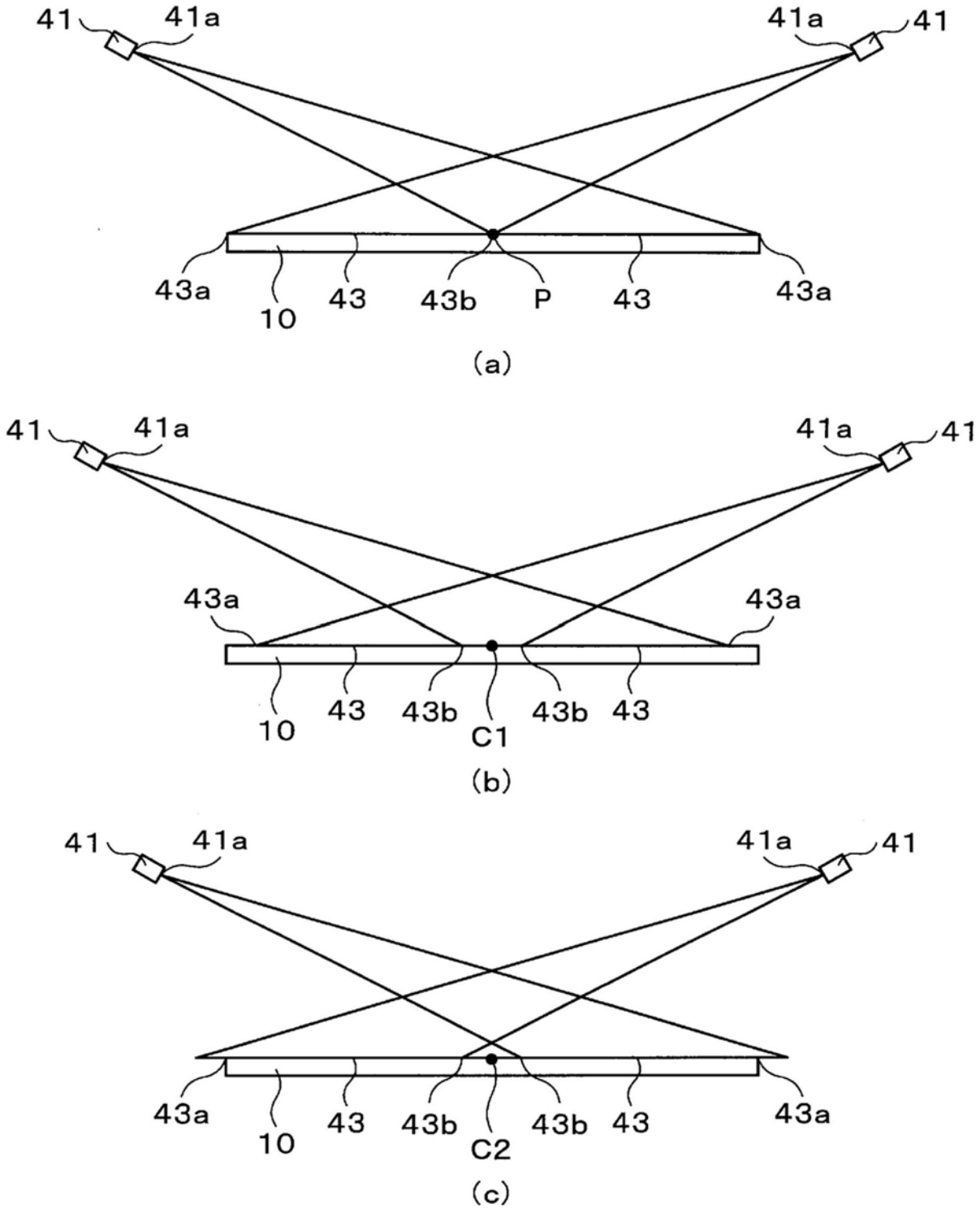

41
41a
41a
41
43a
10
43
43b
P
43
43a
(a)
41
41a
41a
41
43a
43a
10
43
43b
C1
43b
43
(b)
41
41a
41a
41
43a
10
43
43b
C2
43b
43
43a
(c)

图12