(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119730975 A
(43)申请公布日 2025.03.28

(21)申请号 202380059801.2
(22)申请日 2023.06.15
(30)优先权数据
2022-132486 2022.08.23 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.02.14
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/022236 2023.06.15
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/042824 JA 2024.02.29
(71)申请人 杰富意钢铁株式会社
地址 日本
(72)发明人 松永有仁 土田雄大 森俊介
(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
专利代理师 赵晶 李范烈
(51)Int.Cl.
B22D 5/00(2006.01)
B22D 23/00(2006.01)
B22D 25/02(2006.01)
B22F 9/08(2006.01)

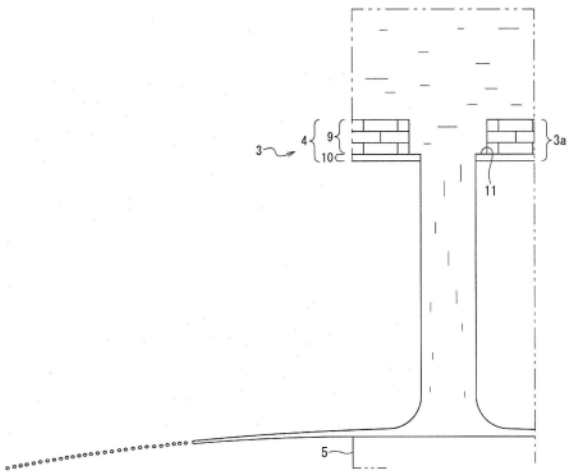
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

粒状金属制造装置

(57)摘要

在粒状金属制造装置中,即使在高度受到限制的情况下,也能够使熔融金属成为规定粒径以下的粒状金属。在设置于容器(3)的底部(3a)的排出口(4)内,熔融金属从上方的第一流路(9)向下方的第二流路(10)流入时,第一流路(9)内的熔融金属与因开口面积差而形成的第二流路(10)的入口的台阶(11)碰撞而产生急速的速度变动。由此,在从第二流路(10)流下的熔融金属的截面内产生流速的速度分布,通过该速度分布能够可靠地使与碰撞结构体(5)碰撞而飞散的熔融金属粒化。



CN 119730975 A

1.一种粒状金属制造装置,使收容于容器的内部的熔融金属从所述容器流下,在使该熔融金属与碰撞结构体碰撞而粒化之后使其凝固来制造粒状金属,其中,

第一流路和第二流路以连续的状态设置于上下的位置,所述第一流路和所述第二流路用于使所述熔融金属从所述容器朝向所述碰撞结构体流下,位于下方的第二流路的上端开口面积比位于上方的第一流路的下端开口面积小,并且在第二流路的上端开口位置与第一流路的下端之间设置有台阶。

2.根据权利要求1所述的粒状金属制造装置,其中,

所述第一流路和所述第二流路均设置于所述容器的底部的内部。

3.根据权利要求1或2所述的粒状金属制造装置,其中,

所述台阶在所述第二流路的上端开口周缘均等地设置。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的粒状金属制造装置,其中,

所述第二流路的上端截面的水力直径为所述第一流路的下端截面的水力直径的10%~80%的大小。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的粒状金属制造装置,其中,

所述第二流路的流路长度小于所述第一流路的流路长度。

6.根据权利要求5所述的粒状金属制造装置,其中,

所述第二流路的流路长度为所述第一流路的流路长度的50%以下。

粒状金属制造装置

技术领域

[0001] 本发明涉及粒状金属制造装置,特别是涉及通过使熔融金属流下并与碰撞结构体碰撞而粒化,然后使其凝固来制造粒状金属的粒状金属制造装置。

背景技术

[0002] 作为这样的粒状金属制造装置,例如有下述专利文献1所记载的装置。该粒状金属制造装置在使由高炉等制造出的铁水流入到容器(流槽)内之后,使从容器的规定部位溢出的规定流量的铁水通过自由落下而流下。该铁水的流动与以规定的倾斜角度倾斜的第一倾斜平台的倾斜面碰撞,其一部分向空中飞散而粒化。不飞散而在第一倾斜平台的倾斜面流下的铁水与配置于第一倾斜平台的下方且以规定的倾斜角度倾斜的第二倾斜平台的倾斜面碰撞,向空中飞散而粒化。粒化后的铁水下落到贮存在下方的水槽中的冷却水,被冷却而凝固,并由输送机以作为粒状金属的粒状生铁的形式回收。另外,记载了也可以设置三个以上的倾斜平台。

[0003] 现有技术文献

专利文献

专利文献1:日本特开平5-154607号公报

发明内容

[0004] 发明所要解决的课题

[0005] 在这样的粒状生铁制造中,如后所述,重要的是铁水成为规定粒径以下的粒状生铁,特别是粒化后的铁水在内置有冷却水的状态下不粘在一起。为了在专利文献1所记载的粒状金属制造装置中实现该条件,需要将与倾斜平台、特别是与最终级的倾斜平台碰撞的铁水的流下速度维持得较大,因此需要增大倾斜平台之间的高度方向上的距离。但是,若确保倾斜平台之间的高度方向上的距离,则产生粒状金属制造装置整体在高度方向上变大的问题。反过来说,在粒状金属制造装置的高度受到限制的情况下,难以使铁水(熔融金属)成为规定粒径以下的粒状生铁(粒状金属)。

[0006] 本发明是鉴于上述课题而完成的,其目的在于提供一种即使在高度受到限制的情况下也能够使熔融金属成为规定粒径以下的粒状金属的粒状金属制造装置。

[0007] 用于解决课题的技术方案

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供以下的(1)~(6)。

[0009] (1)本发明的粒状金属制造装置使收容于容器的内部的熔融金属从所述容器流下,在使该熔融金属与碰撞结构体碰撞而粒化之后使其凝固来制造粒状金属,其中,第一流路和第二流路以连续的状态设置于上下的位置,所述第一流路和所述第二流路用于使所述熔融金属从所述容器朝向所述碰撞结构体流下,位于下方的第二流路的上端开口面积比位于上方的第一流路的下端开口面积小,并且在第二流路的上端开口位置与第一流路的下端之间设置有台阶。

[0010] (2)另外,本发明所涉及的粒状金属制造装置为,在上述(1)所涉及的粒状金属制造装置中,所述第一流路和所述第二流路均设置于所述容器的底部的内部。

[0011] (3)另外,本发明所涉及的粒状金属制造装置为,在上述(1)或(2)所涉及的粒状金属制造装置中,所述台阶在所述第二流路的上端开口周缘均等地设置。

[0012] (4)另外,本发明所涉及的粒状金属制造装置为,在上述(1)至(3)中任一项所涉及的粒状金属制造装置中,所述第二流路的上端截面的水力直径为所述第一流路的下端截面的水力直径的10%~80%的大小。

[0013] (5)另外,本发明所涉及的粒状金属制造装置为,在上述(1)至(4)中任一项所涉及的粒状金属制造装置中,所述第二流路的流路长度小于所述第一流路的流路长度。

[0014] (6)另外,本发明所涉及的粒状金属制造装置为,在上述(5)所涉及的粒状金属制造装置中,所述第二流路的流路长度为所述第一流路的流路长度的50%以下。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明的粒状金属制造装置,在熔融金属从上方的第一流路向下方的第二流路流入时,第一流路内的熔融金属与因开口面积差而形成的第二流路的入口的台阶碰撞而产生急速的速度变动。由此,在从第二流路流下的熔融金属的截面内产生速度分布,通过该速度分布能够可靠地使与碰撞结构体碰撞而飞散的熔融金属粒化。其结果是,即使在装置的高度受到限制的情况下,也能够使熔融金属成为规定粒径以下的粒状金属。

附图说明

[0017] 图1是表示本发明的粒状金属制造装置的一个实施方式的概略整体结构图。

图2是设置于图1的容器的底部的铁水的排出口的详细图。

图3是从图2的第二流路流下的熔融金属的速度分布的说明图。

图4是从图2的第一流路和第二流路流下的熔融金属的作用的说明图。

图5是从以往的流路流下的熔融金属的作用的说明图。

具体实施方式

[0018] 以下,参照附图对本发明的粒状金属制造装置的一个实施方式进行详细说明。以下所示的实施方式例示了用于将本发明的技术思想具体化的装置、方法,本发明的技术思想并不将构成部件的材质、形状、构造、配置等特定于下述的实施方式。另外,附图是示意性的。因此,应该注意厚度与平面尺寸之间的关系、比率等与现实的不同,在附图相互之间也包含相互的尺寸的关系、比率不同的部分。

[0019] 图1是表示粒状金属制造装置的一个实施方式的概略整体结构图。该实施方式的粒状金属制造装置与上述专利文献1同样,由作为熔融金属的铁水制造作为粒状金属的粒状生铁,以下,将铁水作为熔融金属、将粒状生铁作为粒状金属进行处理。该粒状生铁制造装置是大量制造例如粒径为10㎜左右的粒状生铁的设备。例如由鱼雷罐车1运送来的铁水流入到铁水流槽2,进一步流入到接收容器3而被暂时贮存。收容到该接收容器3内的铁水从设置于接收容器3的底部3a的排出口4以规定流量笔直地向下流下。从接收容器3流下的铁水自由落下,与配置于下方的碰撞结构体5的上表面碰撞。由于该碰撞结构体5的上表面平坦,因此铁水从碰撞结构体5的上表面朝向外周的外侧飞散。通过该飞散使铁水粒化,之后,

使其下落到配置于下方的水槽6内的冷却水之中。

[0020] 下落到冷却水中的粒状铁水被冷却而凝固,成为作为粒状金属的粒状生铁。在该水槽6的内部的粒状铁水的飞散范围的下方,设置有用于集聚凝固后的粒状生铁的粒状生铁滑槽7。从该粒状生铁滑槽7的上端开口部在水中下落到滑槽内的粒状生铁沿着由圆锥台的锥体面构成的漏斗状的倾斜面聚集于滑槽中央部,并从下端开口部再次下落到冷却水中。然后,该粒状生铁在水中下落到网输送机8的网带的上表面,由网输送机8运出至水槽6的上方外部。需要说明的是,冷却水由于高温的铁水而温度上升,因此构成为引入低温的冷却水。此外,也可以设为对冷却水进行冷却的结构,或并用双方。

[0021] 如上述专利文献1中也记载的那样,由于粒状生铁容易溶解,因此容易利用。该粒状生铁的制造方法也被进行了各种开发,但如先前所说明的那样,使从接收容器3流下的铁水与碰撞结构体5碰撞,通过使其飞散成粒状而粒化,并使其下落到冷却水之中而使其冷却/凝固的方法正在普及。另一方面,向冷却水中下落时的铁水为1200℃～1500℃左右的高温。当这样的高温(过热)的铁水与水接触时,虽然铁水的热量随着水的蒸发而被夺走,但成为其蒸气膜介于铁水的外表面与冷却水之间的膜沸腾状态。在膜沸腾中,通过从加热面经由蒸气膜传递的热量而在蒸气膜产生蒸发。该膜沸腾的冷却能力低,例如,只有不会产生蒸气膜的核沸腾的几百分之一左右的热传导率。因此,当膜沸腾持续得较长时,存在粒化后的铁水不被充分冷却,导致在冷却水内粒化后的铁水彼此粘在一起的情况。当粒状生铁彼此粘在一起(合体)时,难以输送的大小的粒状生铁的块增加而难以输送。另外,当在合体后的粒状生铁的内部内置有冷却水时,存在其蒸发而引起水蒸气爆炸的可能。

[0022] 避免这样的问题的最好的方法是在冷却水中进行水中下落时被粒化的铁水不合体而直接可靠地冷却/凝固,而粒化为规定粒径以下。因此,在上述专利文献1中,通过设置两级以上的作为流下的铁水的碰撞结构体5的倾斜平台,能够将铁水粒化为规定粒径以下。但是,如上所述,设置多级的倾斜平台会使装置(设备)在高度方向上变大。这除了存在高度受到限制的情况下的问题以外,还存在设备费、施工费的增大这样的缺点。另外,作为碰撞结构体5的倾斜平台暴露于高温的铁水,因此需要定期的维护,但该倾斜平台越增加,碰撞结构体5的更换数量越增大,同时维护费用越增大。

[0023] 在本实施方式的粒状生铁制造装置中,通过对设置于接收容器3的底部3a的铁水的排出口4进行设计,能够将与碰撞结构体5碰撞而飞散的铁水粒化为规定粒径以下。图2是设置于接收容器3的底部3a的铁水的排出口4的详细图。本实施方式的接收容器3与用于连续铸造的中间包同样,为上方开放壳体形状的铁皮的内侧被耐火砖覆盖的构造,在其底部3a设置有铁水的排出口4。该排出口4构成为,设置于接收容器3的底部3a的耐火砖部分的上方的第一流路9和设置于铁皮部分的下方的第二流路10以相互连续的状态上下配置。因此,接收容器3内的铁水按照从耐火砖部分的第一流路9到铁皮部分的第二流路10的顺序通过排出口4而向容器3的下方流下。第一流路9和第二流路10的截面形状均为圆形。

[0024] 在本实施方式中,从图2也可以明确,位于下方的第二流路10的截面积比位于上方的第一流路9的截面积小,且在第二流路10的上端开口位置与第一流路9的下端之间设置有台阶11。在本实施方式中,第一流路9和第二流路10均为上下尺寸相同的圆柱形状,因此,若位于下方的第二流路10的截面积比第一流路9的截面积小,则在第二流路10的上端开口位置与第一流路9的下端之间形成台阶11。在本实施方式的铁水的排出口4中重要的是,如后

所述,在第二流路10的上端开口位置处形成有从第一流路9的下端突出的台阶11。并且,为了形成该台阶11,只要位于下方的第二流路10的上端开口面积比位于上方的第一流路9的下端开口面积小即可。

[0025] 本申请的发明人们对在直到与碰撞结构体5的碰撞为止的期间不那么需要铁水的流下距离、在与碰撞结构体5碰撞后将铁水粒化为规定粒径以下所需的要件进行了各种研究。碰撞结构体5由耐火物构成,以碰撞结构体5的上表面(碰撞面)位于铁水的排出口4的铅垂方向正下方的方式配置。与碰撞结构体5的上表面发生了碰撞的铁水以从碰撞结构体5的外周向外侧扩展的方式飞散。为了使该飞散的铁水的扩展遍及碰撞结构体5的外周整个区域均匀,碰撞结构体5的碰撞面优选为圆形。同样地,为了使飞散的铁水的扩展稳定化,碰撞结构体5的碰撞面优选为平坦(水平面)。

[0026] 从该碰撞结构体5的圆形且平坦的上表面(碰撞面)向径向外侧飞散的铁水像伞那样呈球面状扩展(参照图4、图5)。由于铁水在以该伞状连续扩展的区域的外侧粒化,因此当该伞状的扩展(区域)大时,铁水连接成膜状,难以粒化。即,发现了如下情况:如果能够减小该伞状的扩展(区域),则容易使铁水粒化,通过这样做也能够减小粒径。进一步发现了如下情况:与碰撞结构体5碰撞以前的铁水的流动越稳定,碰撞后的伞状的扩展越大,因此为了减小伞状的扩展,只要在从排出口4流下的铁水的流动的截面内对流速赋予速度分布即可。在铁水的流动的截面内流速相同的情况下,即使铁水与碰撞结构体碰撞,也容易维持均匀的速度分布,与碰撞结构体碰撞后的铁水大多以膜状扩展,形成大的伞,并形成相对较大的颗粒。

[0027] 为了像这样在铁水的流动的截面内对流速赋予速度分布,例如可考虑在排出口4的出口设置障碍物。即,通过在排出口4的出口设置障碍物,障碍物附近的速度降低,能够在铁水的流动的截面内对流速赋予速度分布。但是,在铁水中也有被称为熔渣的接近于固体的物体(渣)流动的情况,因此,由于在排出口4的出口处设置障碍物,存在熔渣堆积而阻碍流动或堵塞排出口4的可能,不实用。

[0028] 因此,代替在排出口4的出口设置障碍物,着眼于通过强调铁水从排出口4的出口附近的周围的流入来设置速度分布。为了在铁水的流动的截面内得到流速的速度分布,只要在铁水从接收容器3流下之前对该铁水的流动附加产生截面内的速度分布的要素即可。在本实施方式中,在铁水从上方的第一流路9向下方的第二流路10流入时,铁水与第二流路10的开口上端位置的台阶11碰撞,铁水从第一流路9的周壁侧向中央部流入。如上所述,在流体的流路的中途存在缩径台阶11的情况下,在台阶11的最外侧的部分产生滞流,在其内侧,流体以从周壁侧向中央部流入的方式集中。其结果是,在第二流路10内,产生截面的中央部的流速比周壁部的流速大的速度分布。

[0029] 图3为了模拟碰撞后的铁水的飞散状态而示意性地示出了存在铁水的流动的截面内的速度分布的情况和不存在铁水的流动的截面内的速度分布的情况下的流速。截面内的半径方向位置利用半径方向位置相对于截面的直径之比表示。图中的双点划线表示在铁水的流动的截面内流速恒定为平均速度Ve的情况、即没有速度分布的状态。图中的实线将碰撞以前的铁水的流动的截面的中央部处的流速设为平均速度Ve的2倍左右,另一方面,在截面的周边部处,设流速大致为0。即,后者是基于本实施方式的排出口4的铁水的流速,前者是基于没有台阶的以往的铁水的排出口4的流速。

[0030] 将与该流下铁水的截面内的流速相对应的碰撞后的铁水的飞散状态如后述那样进行模拟。在排出口4例如仅由第二流路10构成且铁水的排出口4没有台阶的情况下,即在流下铁水的截面内没有流速的速度变化的情况下,铁水膜呈伞状扩展,其外侧的铁水还倾向于相连而难以粒化为规定粒径以下(参照图5)。另一方面,在铁水的排出口4存在台阶11的情况下,即在流下截面内铁水的流速存在速度变化的情况下,伞状的铁水膜变小,在其外侧,铁水粒化为相同的粒径,而且其粒径较小(参照图4)。这也可以认为是由与碰撞结构体5的上表面(碰撞面)发生了碰撞的铁水的一部分在铁水彼此之间相互碰撞引起的。如果粒化后的铁水的粒径同样小,则在下落到冷却水中之后,这些粒化后的铁水被同样地冷却而凝固,因此在冷却水中难以粘在一起。因此,能够减小冷却后的粒状生铁的粒径,也没有水蒸气爆炸的可能。

[0031] 在本实施方式中,将第一流路9和第二流路10的截面设为圆形,但各个流路9、10的截面也可以为圆形以外的形状。截面为圆形的情况下的流路的大小能够由直径表示,与此相对,截面不为圆形的情况下的流路的大小能够由水力直径表示。水力直径DH使用截面积A、周长P如下表示。

[0032] $DH=4A/P$

[0033] 在第二流路10的开口上端位置与第一流路9的下端之间形成的台阶11优选在第二流路10的上端开口周缘均等。为了在该台阶部分使在第一流路9内流动的铁水产生急速的速度变动而在第二流路10的截面内产生铁水的速度分布,需要第二流路10的上端截面的水力直径为第一流路9的下端截面的水力直径的80%以下。另一方面,若第二流路10的上端开口面积过小,则反而在第二流路10的截面内难以产生铁水的速度分布,因此第二流路10的上端截面的水力直径设为第一流路9的下端截面的水力直径的10%以上。需要说明的是,也可以在第一流路9的上端开口位置处对第一流路9的周缘部实施倒角。

[0034] 另外,若第二流路10的流路长度过大,则有如下可能:在通过第二流路10的期间铁水的流速稳定,在从排出口4流下的铁水的截面内得不到充分的速度分布。因此,第二流路10的流路长度小于第一流路9的流路长度,优选第二流路10的流路长度为第一流路9的流路长度的50%以下。另外,在将第二流路10作为管路考虑的情况下,若管路长度变大,则在管路内壁产生的边界层发展,使在台阶部分产生的截面内的铁水的速度分布忽略不计。该现象在管路长度为管路直径的20倍左右时产生,因此,第二流路10的流路长度优选小于第二流路10的水力直径的20倍。需要说明的是,第二流路10的流路长度只要设为第一流路9的50%以下和第二流路10的水力直径的20倍以下中的任意较小一方即可。另外,在第二流路10的流路长度为0的情况下,无法得到由台阶11产生的铁水的急速的速度变化的效果,因此第二流路10的流路长度优选大于第二流路10的水力直径的1%。

[0035] 实施例

[0036] 以下是在上述模拟中所使用的铁水排出口模型的例子。在该模型中,将第二流路10的水力直径的大小设为第一流路9的水力直径的76%,将第二流路10的流路长度设为第二流路10的水力直径的7%的大小。模拟使用了作为流体模拟的应用软件的Ansys公司的Fluent(2021R1)。模拟了铁水的流体的物性为流体密度8000kg/m^3、流体年度0.055 Pa·s、流体表面张力0.9N/m。气体假定为空气,利用了设置于Fluent的物性值。对于计算条件,以非稳态计算进行,混相流在VOF(Volume of Fluid:流体体积)法中使用,不考虑紊流模型而

进行计算。另外,作为从接收容器3向排出口4的流入条件,设为流体(铁水)以4m/s的同样的速度流入。

[0037] 如先前所说明的那样,将利用在排出口4的中途没有台阶的以往的粒状生铁制造装置进行碰撞之后的铁水的飞散状态示于图5,将利用在下方的第二流路10的上端开口位置具有缩径台阶11的实施方式的粒状生铁制造装置进行碰撞之后的铁水的飞散状态示于图4。由图5可以明确,在碰撞以前的铁水的流动的截面内没有流速的速度分布或流速的速度分布小的现有的粒状生铁制造装置中,在碰撞后飞散的铁水膜的伞大,其结果是,在其外侧,粒化后的铁水相连。在像这样粒化后的铁水相连的状态下,难以得到规定粒径以下的粒状生铁,另外,由于在冷却水中的冷却花费时间,因此粒状生铁彼此容易相互粘在一起。另一方面,如图4所示,在碰撞之前的铁水的流动的截面内流速的速度分布大的实施方式的粒状生铁制造装置中,在碰撞之后飞散的铁水膜的伞较小。该铁水膜的伞较小表示飞散状态的铁水处于相互容易破碎的状态,在伞的外侧形成的铁水的颗粒的粒径同样且较小。像这样粒径同样小的粒状生铁在冷却水中被迅速且分别地冷却而凝固,因此,粒状生铁彼此难以粘在一起。

[0038] 这样,在本实施方式的粒状生铁制造装置中,在铁水从上方的第一流路9向下方的第二流路10流入时,第一流路9内的铁水与因开口面积差而形成的第二流路10的入口的台阶11碰撞而产生急速的速度变动。由此,在从第二流路10流下的铁水的截面内产生流速的速度分布,通过该速度分布能够可靠地使与碰撞结构体5碰撞而飞散的铁水粒化。其结果是,即使在装置的高度受到限制的情况下,也能够使铁水成为规定粒径以下的粒状生铁。

[0039] 另外,通过第一流路9和第二流路10均形成于接收容器3的底部3a的内部,能够缩短铁水从接收容器3到碰撞结构体5的流下距离,因此能够减小装置的高度方向的尺寸。

[0040] 另外,通过在第二流路10的上端开口周缘均等地设置有台阶11,能够使铁水从第一流路9的周壁部向中央部的流入量增大而增大铁水的流下截面内的流速的速度分布。并且,其结果是,能够可靠地使与碰撞结构体5碰撞和冷却后的铁水成为规定粒径以下的粒状生铁。

[0041] 另外,通过将第二流路10的上端截面的水力直径设为第一流路9的下端截面的水力直径的10%~80%的大小,能够在从第二流路10流下的铁水的截面内可靠地产生流速的速度分布。

[0042] 另外,通过使第二流路10的流路长度小于第一流路9的流路长度,优选为第一流路9的流路长度的50%以下,能够维持从第二流路10流下的铁水的截面内的流速的速度分布。

[0043] 以上,对实施方式所涉及的粒状金属制造装置进行了说明,但本发明并不限定于上述实施方式所述的结构,能够在本发明的主旨的范围内进行各种变更。例如,在上述实施方式中,将第一流路9和第二流路10形成于接收容器3的底部3a的内部,但这些流路9、10只要形成于铁水从接收容器3的内部朝向碰撞结构体5流下为止的区域即可。但是,通过将第一流路9和第二流路10形成在接收容器3的底部3a的内部,能够缩短从接收容器3到碰撞结构体5的高度方向上的距离而使装置小型化。

[0044] 另外,在上述实施方式中,仅对由铁水制造粒状生铁的情况进行了详细说明。但是,本发明的粒状金属制造装置只要是使收容到容器3内的熔融金属流下,使该熔融金属与碰撞结构体5碰撞而粒化后,使其凝固而制造粒状金属的装置,则无论是何种金属都能够同

样地应用。

[0045] 标号说明

3 接收容器(容器)

3a 底部

4 排出口

5 碰撞结构体

6 水槽

9 第一流路

10 第二流路

11 台阶。

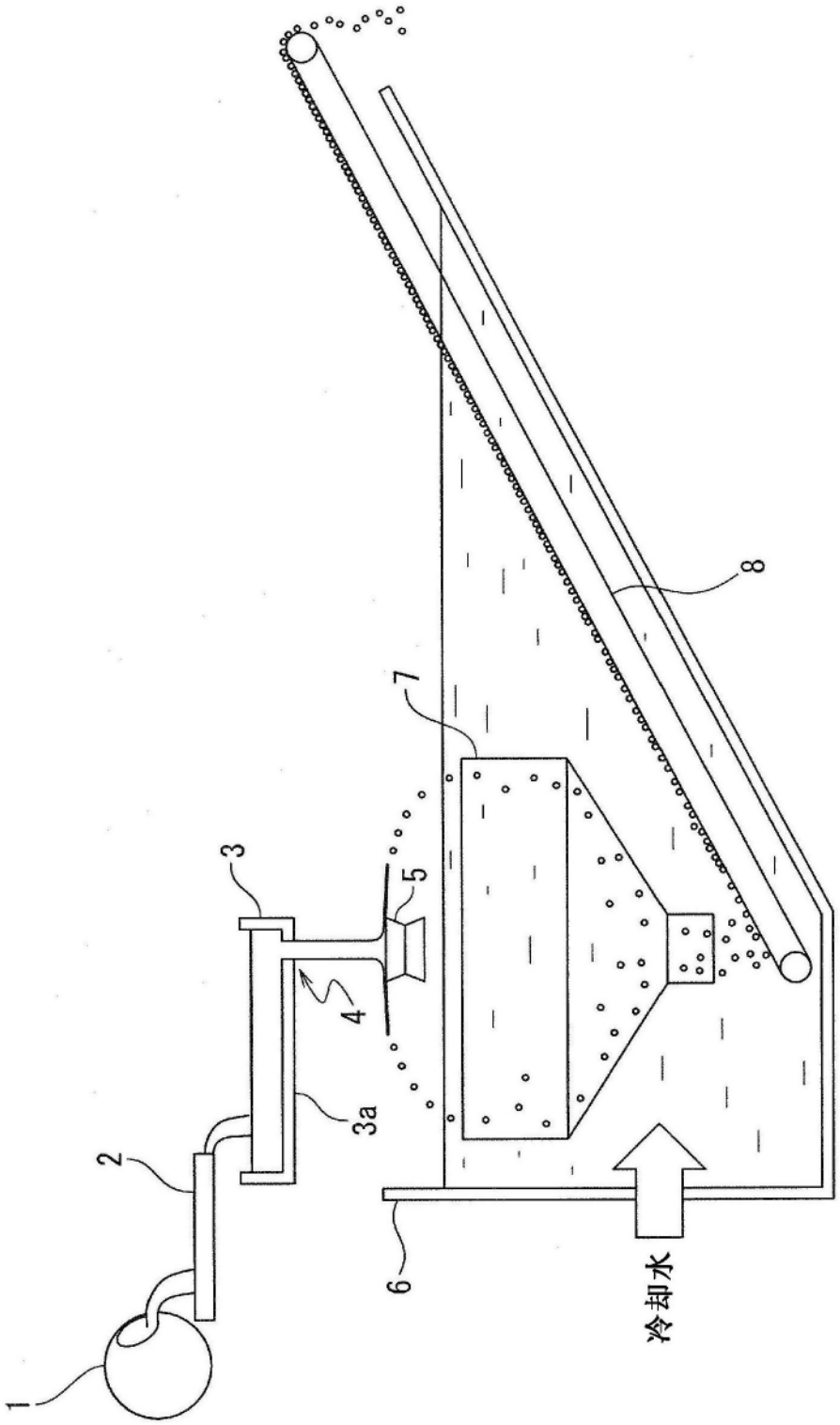


图1

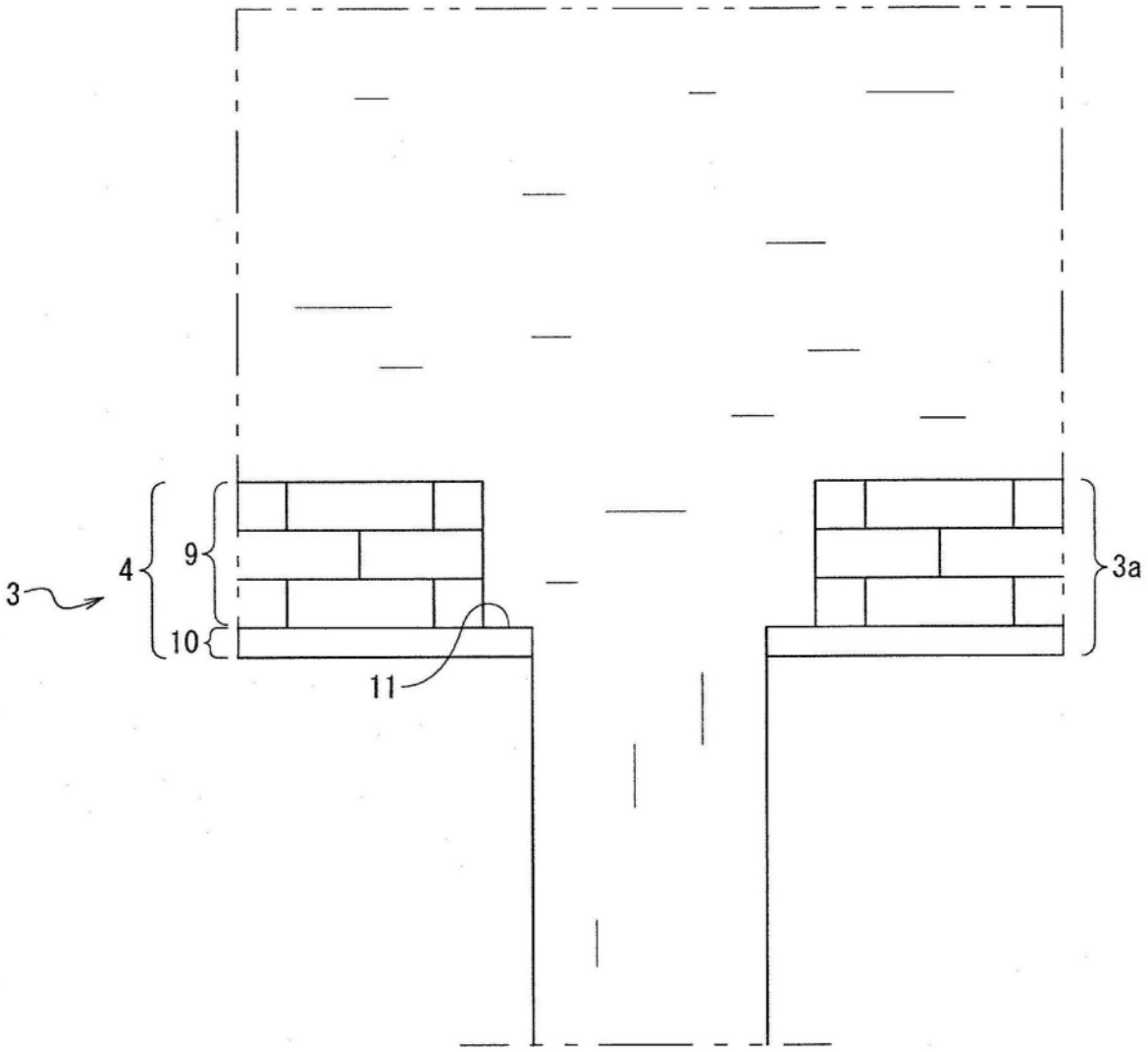


图2

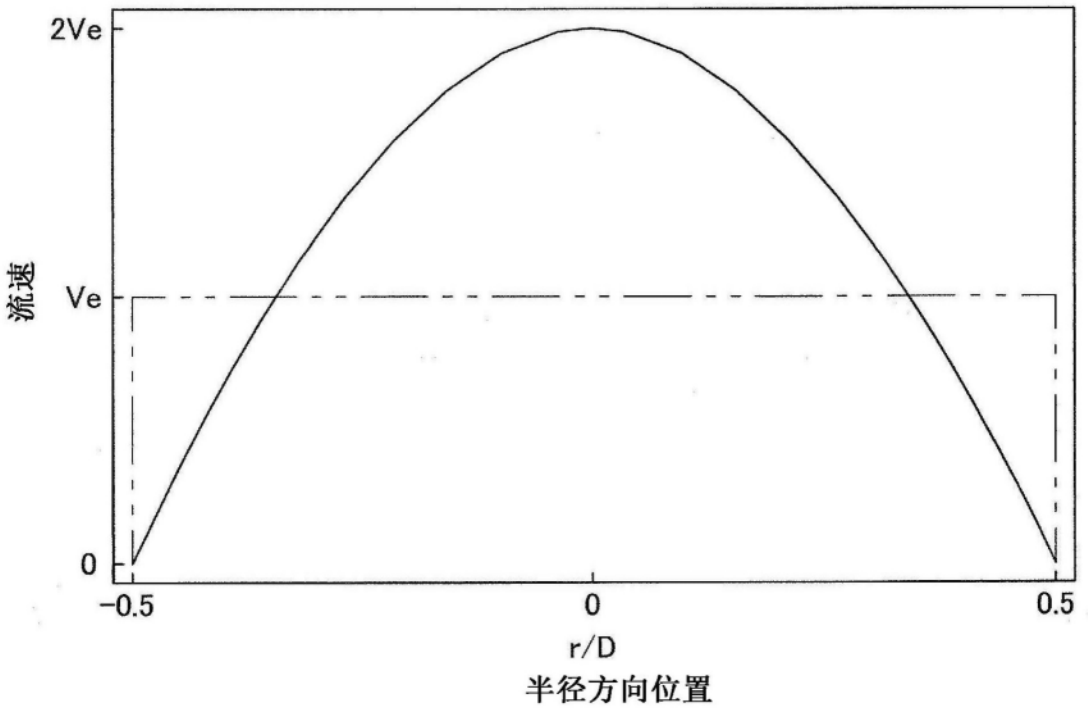


图3

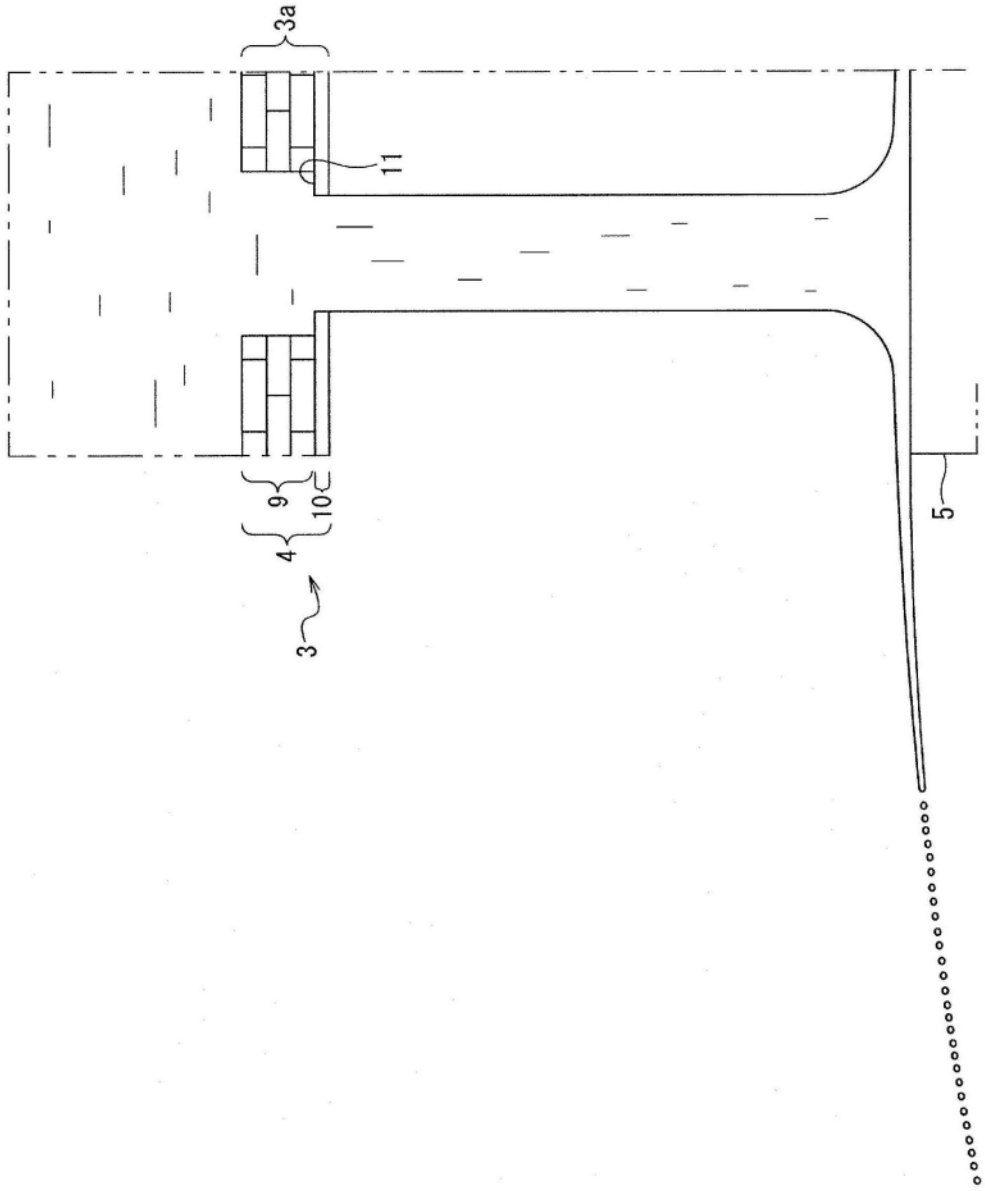


图4

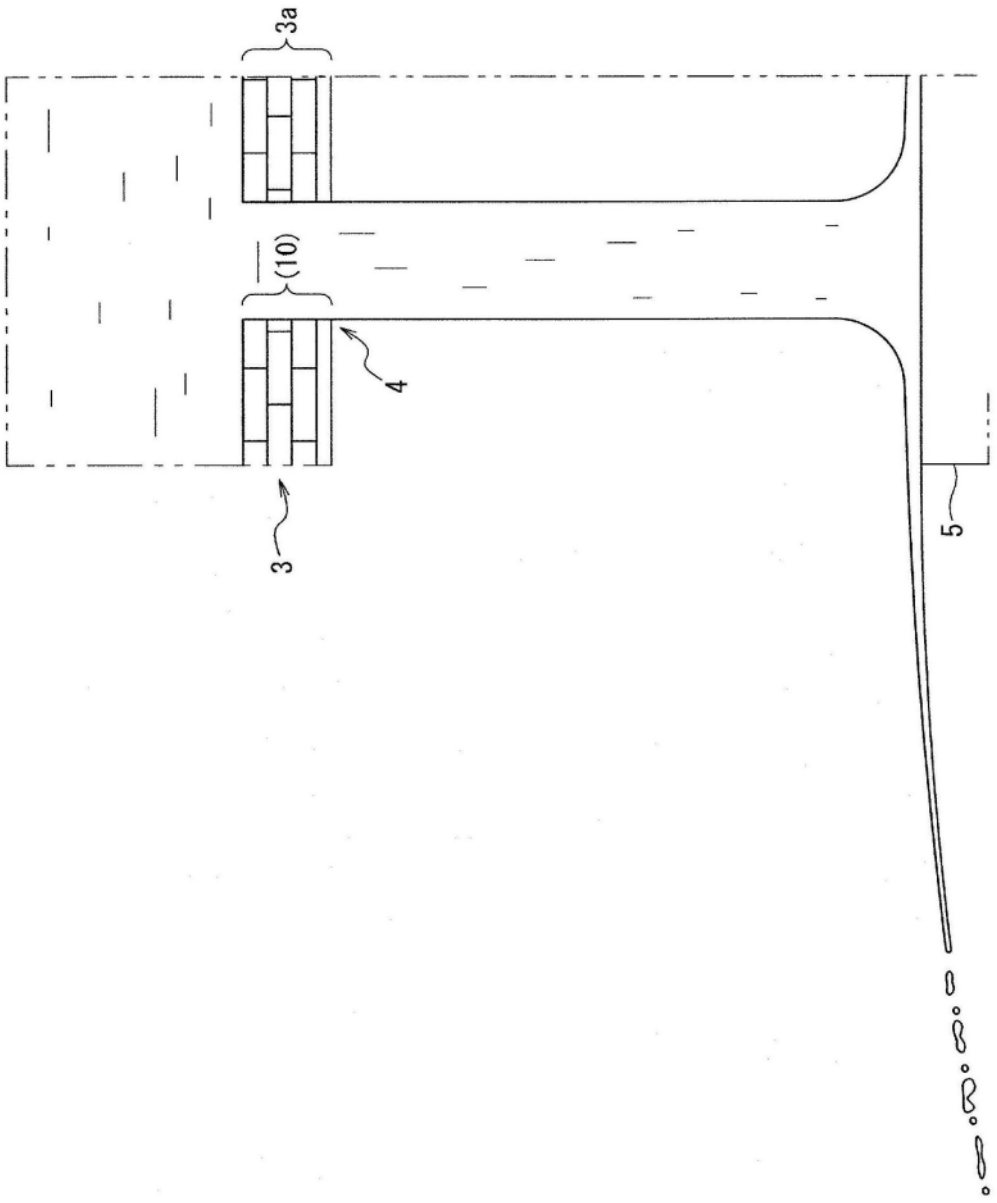


图5