



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101980802 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 23

(21) 申请号 200980110780. 2

(22) 申请日 2009. 02. 27

(30) 优先权数据

2008-082734 2008. 03. 27 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/053652 2009. 02. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02009/119245 JA 2009. 10. 01

(71) 申请人 住友金属工业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 稻毛孝光 山川富夫 下田一宗

(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 19/04 (2006. 01)

B21B 27/02 (2006. 01)

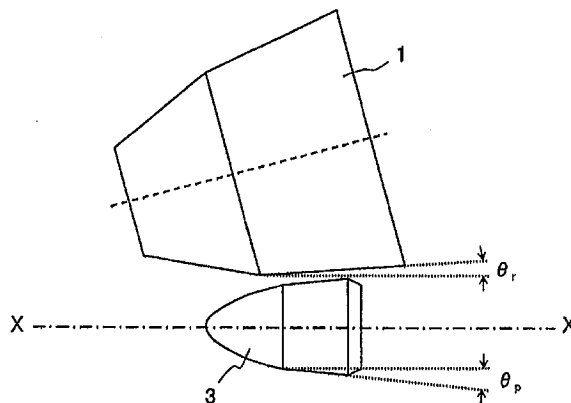
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 5 页

(54) 发明名称

无缝管的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种无缝管的制造方法。通过穿孔机对加热到 1250℃ 以下的圆钢坯进行穿孔轧制来制造无缝管, 上述穿孔机在一对倾斜辊和一对导向部件之间沿轧制线配置有顶头, 上述一对倾斜辊围绕上述轧制线相对配置, 上述一对导向部件围绕上述轧制线相对配置, 以满足下式 (1) ~ (3) 的条件进行穿孔轧制: $-1.0 < \Delta \theta \dots (1)$, $\Delta \theta = \theta_p - \theta_r \dots (2)$, $-0.37 \times \Delta \theta + 1.47 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (3)$, 其中, 上式中的各符号的意思如下: θ_r : 主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角 (°); θ_p : 轧制线和顶头的均整部所成的半角 (°); R_n : 顶头的均整次数 (次)。由此, 能够抑制无缝管的褶皱缺陷。



1. 一种无缝管的制造方法,通过穿孔机对加热到 1300℃以下的圆钢坯进行穿孔轧制来制造无缝管,上述穿孔机在一对倾斜辊和一对导向部件之间沿轧制线配置有顶头,上述一对倾斜辊围绕上述轧制线相对配置,上述一对导向部件围绕上述轧制线相对配置,上述无缝管的制造方法的特征在于,

以满足下式 (1) ~ (3) 的条件进行穿孔轧制:

$$-1.0 < \Delta \theta \dots (1)$$

$$\Delta \theta = \theta_p - \theta_r \dots (2)$$

$$-0.37 \times \Delta \theta + 1.47 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (3)$$

其中,上式中的各符号的意思如下:

θ_r :主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角(°);

θ_p :轧制线和顶头的均整部所成的半角(°);

R_n :顶头的均整次数(次)。

2. 一种无缝管的制造方法,通过穿孔机对加热到 1300℃以下的圆钢坯进行穿孔轧制来制造无缝管,上述穿孔机在一对倾斜辊和一对导向部件之间沿轧制线配置有顶头,上述一对倾斜辊围绕上述轧制线相对配置,上述一对导向部件围绕上述轧制线相对配置,上述无缝管的制造方法的特征在于,

以满足下式 (1)、(2) 和 (4) 的条件进行穿孔轧制:

$$-1.0 < \Delta \theta \dots (1)$$

$$\Delta \theta = \theta_p - \theta_r \dots (2)$$

$$-0.24 \times \Delta \theta + 1.73 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (4)$$

其中,上式中的各符号的意思如下:

θ_r :主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角(°);

θ_p :轧制线和顶头的均整部所成的半角(°);

R_n :顶头的均整次数(次)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的无缝管的制造方法,其特征在于,进一步以满足下式 (5) 的条件进行穿孔轧制:

$$-1.37 \times D_2/D_1 + 2.74 \leq R_n \dots (5)$$

其中,上式中的各符号的意思如下:

D_1 :主辊圆凿部的辊直径(mm);

D_2 :顶头最大径部处的主辊外径(mm);

R_n :顶头的均整次数(次)。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的无缝管的制造方法,其特征在于,进一步以满足下式 (6) 的条件进行穿孔轧制:

$$-1.25 \times D_2/D_1 + 2.88 \leq R_n \dots (6)$$

其中,上式中的各符号的意思如下:

D_1 :主辊圆凿部的辊直径(mm);

D_2 :顶头最大径部处的主辊外径(mm);

R_n :顶头的均整次数(次)。

无缝管的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无缝管的制造方法。

背景技术

[0002] 作为无缝管的制造方法,公知有曼内斯曼制管法,即:通过穿孔机对加热的圆钢坯进行穿孔轧制之后,通过芯棒式无缝管轧机、芯棒轧管机等进行延伸轧制,再通过定径机等定径轧制得到无缝管。

[0003] 穿孔机通常是具有如下部件的穿孔机:由筒型或锥型的一对主辊(也称作“倾斜辊”)构成的轧制辊;导块、盘形辊、辊式导向件等导向部件;称作顶头的内表面限制工具。

[0004] 图1是表示使用锥型倾斜辊的斜轧式穿孔机的例子示意图,图2是表示图1的A-A线剖面图的示意图。图3是示意性地表示顶头形状的图。

[0005] 如图1所示,在穿孔机中,例如一对主辊1以辊轴心线相对于作为被轧制材料的圆钢坯B的轧制线X-X分别形成交叉角 γ 的方式相对配置。而且,如图2所示,主辊1以相对于轧制线X-X成倾斜角 β 的方式配置。图2中未示出的另一个主辊1隔着轧制线X-X向彼此相反的方向倾斜倾斜角 β 相对配置。对圆钢坯B施加螺旋行进运动的主辊1与各自的驱动装置4直接连结,由此,主辊1能够以辊轴心线为中线旋转。

[0006] 另外,如图2所示,围绕轧制线相对配置有与主辊1错开相位 90° 配置的一对盘形辊2。一对盘形辊2被沿与被轧制材料的行进方向相同的方向以规定的速度旋转驱动,对抑制壁厚加工时的被轧制材料的外周长鼓出而形成圆形状发挥重要的作用。

[0007] 顶头3具有炮弹形状,其基端部被支承在芯棒M的前端,并配置在轧制线X-X上。至于顶头3的材质,通常使用Cr-Ni系的低合金钢,为了提高耐久性在使用前通过热处理形成氧化皮膜。

[0008] 而且,如图3所示,顶头3例如主要由轧制部31、均整部32和退让部33构成,均整部32和退让部33的交界成为最大直径Pd。在轧制部31中,主要发挥对实心钢材开孔的作用,在均整部中,发挥使空心管坯的壁厚尺寸均匀、并且使空心管坯内表面平滑的作用。而且,均整部32相对于顶头轴心即圆钢坯的轧制线具有半角 θ_p 的角度(参照图5)。

[0009] 在这样构成的穿孔机中,加热的圆钢坯B在轧制线X-X上向图中右方向供应,在通过倾斜辊的间隙的期间通过主辊1和顶头3一边施加壁厚加工一边轧制。此时,圆钢坯B在轧制线X-X上螺旋行进移动,并通过顶头3在其轴心部开孔,从而制成空心管坯。

[0010] 在通过穿孔机进行穿孔轧制时在空心管坯的内表面产生的凹凸部被下一工序的延伸轧机的顶头、芯棒式无缝管轧机的棒或芯棒轧管机的顶头等内表面限制工具挤压,发展为褶皱缺陷(斑痕缺陷)。即,可以说在最终产品上产生微小的内表面缺陷的原因是起因于穿孔机穿孔后的管坯内表面特性(粗糙度)。

[0011] 尤其,在燃料喷射管等内表面承受高压力的无缝钢管中,如果存在微小米粒状的缺陷,则管就会以缺陷为起点破裂,存在引发大事故等的危险性。虽然在管内径大的情况下能够使用研磨机等机械去除内表面的缺陷,但是在管内径小的情况下完全去除是困难的。

即使假设能够去除,增加修正工作量也是必然的,作为产品也有时留有去除部分的壁厚变薄等问题。

[0012] 为了解决这种问题,本申请人在专利文献 1 中公开了一种使用使顶头的均整部的氧化皮膜比轧制部的氧化皮膜薄的顶头来制造无缝钢管的方法。

[0013] 专利文献 1:日本特开平 10-249412

[0014] 根据专利文献 1 所述的发明,能够防止产生米粒斑痕。但是,必须严密地调整氧化皮膜的去除量,一旦放松管理皮膜厚度,使皮膜厚度过薄,则有时会引起均整部的烧结、顶头使用寿命降低等问题。

发明内容

[0015] 本发明的目的在于提供一种能够通过提高穿孔轧制后的空心管坯的内表面特性来抑制无缝管的褶皱缺陷的无缝管的制造方法。

[0016] 本发明人为了解决这种问题进行了专心研究,其结果发现了下述见解。

[0017] 图 4 是表示与轧制线垂直的截面中的穿孔轧制过程的例子的示意图。如图 4 所示,在穿孔轧制中,例如通过将被轧制材料 5 压入由一对主辊 1 和顶头 3 形成的空间中来对其施加壁厚加工。之后,在错开 90° 相位的位置通过盘形辊 12 抑制外径凸起,再次实施由一对主辊 1 和顶头 3 进行的壁厚加工。通过反复操作,在被轧制材料 5 上开孔,并且限制其壁厚。

[0018] 在此,有时在到达了图 4 的用“a”表示的区域的被轧制材料 5 的内表面上,沿其周向作用有压缩力,产生褶皱。之后,被轧制材料 5 螺旋行进移动,当到达了图 4 的用“b”表示的区域时,其外表面与主辊 1 接触。此时,被轧制材料 5 受到外径加工,因此在用“a”表示的区域形成的内表面的褶皱加深。之后,当到达图 4 的用“c”表示的区域时,被轧制材料 5 的内表面与顶头 3 接触。此时,褶皱沿周向被拉伸,发展为微小缺陷。

[0019] 本发明人调查完使被轧制材料的内表面特性变差的因素后,关于产生管内粗糙化、尾端堵塞(意指在穿孔轧制结束时被轧制材料未从主辊脱离的状态或者顶头留在被轧制材料后部的状态)等穿孔不良,得到了下述见解。

[0020] (a) 如果顶头的均整次数 R_n 变多,则朝向被轧制材料的前进方向的推进力降低。其结果,穿孔轧制结束时的速度下降,容易产生尾端堵塞等穿孔不良。但是, $\Delta \theta (= \theta_p - \theta_r)$, 其中, θ_r : 主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角; θ_p : 轧制线和顶头的均整部所成的半角。) 越大,在圆凿输出侧的压下量就越大,表面压力变大难以产生穿孔不良。其结果,增加了顶头的均整次数 R_n 的自由度(主要是上限的自由度)。

[0021] (b) 如果顶头的均整次数 R_n 变多,则对被轧制材料的轧制次数也相应变多,因此容易降低穿孔管的内表面的粗糙度。 $\Delta \theta (= \theta_p - \theta_r)$ 越大,其粗糙度降低效果越大。其结果,增加了顶头的均整次数 R_n 的自由度(主要是下限的自由度)。

[0022] (c) D_2/D_1 越大,圆凿输出侧的辊圆周速度就越增大,因此能够抑制外径在上述图 4 的“b”中示出的区域凸起。其结果,即使减少了顶头均整次数 R_n ,也能够抑制褶皱的产生,从而增加了顶头的均整次数 R_n 的自由度(主要是下限的自由度)。

[0023] 上述 θ_r 是指主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角(参照图 5 的“ θ_r ”), θ_p 是指轧制线和顶头的均整部所成的半角(参照图 5 的“ θ_p ”)。另外,顶

头的均整次数 R_n 是通过下式求出。

$$[0024] \quad R_n = L_p / (\pi \times d \times \tan \beta / 2)$$

[0025] 其中, L_p 是指均整部的长度 (mm), d 是指通过下式求出的值, β 是指主辊的倾斜角 ($^\circ$)。

$$[0026] \quad d = (d_1 + d_2) / 2$$

[0027] 另外, 上式的 d_1 是指圆钢坯的外径 (mm), d_2 是指空心管坯的外径。

[0028] 本发明是根据这种见解而成的, 以下述 (1) ~ (4) 所示的无缝管的制造方法为主旨。

[0029] (1) 一种无缝管的制造方法, 通过穿孔机对加热到 1300°C 以下的圆钢坯进行穿孔轧制来制造无缝管, 上述穿孔机在一对倾斜辊和一对导向部件之间沿轧制线配置有顶头, 上述一对倾斜辊围绕上述轧制线相对配置, 上述一对导向部件围绕上述轧制线相对配置, 上述无缝管的制造方法的特征在于,

[0030] 以满足下式 (1) ~ (3) 的条件进行穿孔轧制:

$$[0031] \quad -1.0 < \Delta \theta \dots (1)$$

$$[0032] \quad \Delta \theta = \theta_p - \theta_r \dots (2)$$

$$[0033] \quad -0.37 \times \Delta \theta + 1.47 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (3)$$

[0034] 其中, 上式中的各符号的意思如下:

[0035] θ_r : 主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角 ($^\circ$);

[0036] θ_p : 轧制线和顶头的均整部所成的半角 ($^\circ$);

[0037] R_n : 顶头的均整次数 (次)。

[0038] (2) 一种无缝管的制造方法, 通过穿孔机对加热到 1300°C 以下的圆钢坯进行穿孔轧制来制造无缝管, 上述穿孔机在一对倾斜辊和一对导向部件之间沿轧制线配置有顶头, 上述一对倾斜辊围绕上述轧制线相对配置, 上述一对导向部件围绕上述轧制线相对配置, 上述无缝管的制造方法的特征在于,

[0039] 以满足下式 (1)、(2) 和 (4) 的条件进行穿孔轧制:

$$[0040] \quad -1.0 < \Delta \theta \dots (1)$$

$$[0041] \quad \Delta \theta = \theta_p - \theta_r \dots (2)$$

$$[0042] \quad -0.24 \times \Delta \theta + 1.73 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (4)$$

[0043] 其中, 上式中的各符号的意思如下:

[0044] θ_r : 主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角 ($^\circ$);

[0045] θ_p : 轧制线和顶头的均整部所成的半角 ($^\circ$);

[0046] R_n : 顶头的均整次数 (次)。

[0047] (3) 根据上述 (1) 或 (2) 所述的无缝管的制造方法, 其特征在于,

[0048] 进一步以满足下式 (5) 的条件进行穿孔轧制:

$$[0049] \quad -1.37 \times D_2 / D_1 + 2.74 \leq R_n \dots (5)$$

[0050] 其中, 上式中的各符号的意思如下:

[0051] D_1 : 主辊圆凿部的辊直径 (mm);

[0052] D_2 : 顶头最大径部处的主辊外径 (mm);

[0053] R_n : 顶头的均整次数 (次)。

- [0054] (4) 根据上述 (1) 或 (2) 所述的无缝管的制造方法, 其特征在于,
- [0055] 进一步以满足下式 (6) 的条件进行穿孔轧制:
- [0056] $-1.25 \times D_2/D_1 + 2.88 \leq R_n \dots (6)$
- [0057] 其中, 上式中的各符号的意思如下:
- [0058] D_1 : 主辊圆凿部的辊直径 (mm);
- [0059] D_2 : 顶头最大径部处的主辊外径 (mm);
- [0060] R_n : 顶头的均整次数 (次)。
- [0061] 另外, 在本发明中, 均整部是指满足下述 (A) ~ (C) 中任一条件的部位。
- [0062] (A) 根据下式求出的壁厚加工度为 5% 以下的部位:
- [0063] 壁厚加工度 = $(G_1 - G_2) / G_1 \times 100 (\%)$
- [0064] 其中, 式中的各符号的意思如下:
- [0065] G_1 : 与顶头相应的部位开始处的顶头和辊的距离 (mm);
- [0066] G_2 : 与顶头相应的部位结束处的顶头和辊的距离 (mm)。
- [0067] (B) 顶头的最大径部的进入侧附近的部位。
- [0068] (C) 在与均整部相当的部分没有曲率的情况下, 根据下式求出的面角差为 2° 以下的部位:
- [0069] 面角差 = 与顶头相应的部位的面角 - 辊输出侧面角 ($^\circ$)
- [0070] 其中, “与顶头相应的部位开始处” 例如是指图 3 的标号 31 和标号 32 的交界线的位置, “与顶头相应的部位结束处” 例如是指图 3 的标号 32 和标号 33 的交界线的位置。
- [0071] 根据本发明, 能够改善穿孔轧制后的空心管坯的内表面特性, 从而能够抑制穿孔轧制后实施延伸轧制和定径轧制得到的无缝管的褶皱缺陷。

附图说明

- [0072] 图 1 是表示使用锥型倾斜辊的斜轧式穿孔机的例子的示意图;
- [0073] 图 2 是表示图 1 的 A-A 线剖面图的示意图;
- [0074] 图 3 是示意性地表示顶头形状的图;
- [0075] 图 4 是表示与轧制线垂直的截面中的穿孔轧制过程的例子的示意图;
- [0076] 图 5 是表示倾斜角 β 为零的状态下的主辊和顶头的示意图;
- [0077] 图 6 是表示 $\Delta \theta$ 和 R_n 的关系的图;
- [0078] 图 7 是表示 D_2/D_1 和 R_n 的关系的图。
- [0079] 标号说明
- [0080] 1、主辊; 2、盘形辊; 3、顶头; 31、轧制部; 32、均整部; 33、退让部; 4、驱动装置; 5、被轧制材料; B、圆钢坯 (钢坯)。

具体实施方式

- [0081] 至于在本发明所涉及的无缝钢管的制造方法中所使用的穿孔机, 可以使用以往所用的穿孔机。即, 能够使用围绕轧制线相对配置的一对倾斜辊和一对导向部件之间沿轧制线配置顶头并具有导块、盘形辊、辊式导向件等普通导向部件的穿孔机。另外, 对于顶头的形状也没有特别的限制, 例如可使用如上述图 3 所示那样具有轧制部 31、均整部 32 和退让

部 33 并均整部 32 和退让部 33 的交界成为最大直径的顶头。

[0082] 另外,至于导向部件,盘形辊能够在轴向上提高材料速度因此优选使用盘形辊。另外,至于主辊,优选使用锥型形状的辊。

[0083] 供穿孔轧制的圆钢坯需要加热到 1300℃ 以下。一旦超过 1300℃,就会产生由圆钢坯内表面的熔融引起的内表面缺陷,因此管的内表面特性变差。一旦圆钢坯的温度过低,则变形阻力过度变大,从而不能实施穿孔轧制,或者顶头等其他制造设备的使用寿命显著下降。因而,圆钢坯的温度优选设为 1150℃ 以上。

[0084] 在此,在下式 (a) 中定义的 $\Delta \theta$ 需要设为 -1.0 以上。

$$[0085] \quad \Delta \theta = \theta_p - \theta_r \quad \dots (a)$$

[0086] 其中,上式中的各符号的意思如下。

[0087] θ_r :主辊的倾斜角为零的状态下的轧制线和主辊表面所成的半角(°);

[0088] θ_p :轧制线和顶头的均整部所成的半角(°)。

[0089] 即,关于穿孔轧制后的空心管坯的内表面,虽然通过增加顶头均整次数 R_n 而变得平滑,但是根据顶头面角 θ_p 对主辊的出口面角 θ_r 的组合,在平滑度不够充分的情况下,有时会产生尾端堵塞、壁厚偏差率大等不良情况。上述 $\Delta \theta$ 越小该倾向越强,在 $\Delta \theta$ 小于 -1.0 的情况下,即使增加顶头均整次数 R_n ,也不能使穿孔轧制后的空心管坯的内表面变得平滑。因而,将 $\Delta \theta$ 设为 -1.0 以上。

[0090] 另一方面,如果顶头均整次数 R_n 过小则穿孔轧制后的空心管坯的内表面的表面粗糙度变大,但是如果顶头均整次数 R_n 过大则容易产生尾端堵塞的问题。不过,如果 $\Delta \theta$ 变大,则不容易产生上述的任何问题。这是因为:如果 $\Delta \theta$ 变大,则由于在圆凿输出侧的压下量变大,表面压力变高,从而不容易产生穿孔不良。即,能够使在均整部下的加工集中在后半部,从而即使是相同的顶头均整次数,也能够得到内表面特性良好的空心管坯。因而,顶头均整次数 R_n 与 $\Delta \theta$ 的关系需要满足下式 (b) 的关系。更优选的是满足下式 (b1) 的关系。

$$[0091] \quad -0.37 \times \Delta \theta + 1.47 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (b)$$

$$[0092] \quad -0.24 \times \Delta \theta + 1.73 \leq R_n \leq 0.37 \times \Delta \theta + 2.67 \dots (b1)$$

[0093] 优选的是,顶头均整次数 R_n 进一步满足下式 (c)。更优选的是满足下式 (d)。

$$[0094] \quad -1.37 \times D_2/D_1 + 2.74 \leq R_n \dots (c)$$

$$[0095] \quad -1.25 \times D_2/D_1 + 2.88 \leq R_n \dots (d)$$

[0096] 其中,上式中的各符号的意思如下。

[0097] D_1 :主辊圆凿部的辊直径(mm);

[0098] D_2 :顶头最大径部处的主辊外径(mm)。

[0099] 穿孔轧制后的空心管坯的内表面粗糙度容易受到主辊输出侧处的辊径的影响。如果设定为顶头最大径部处的主辊外径 D_1 大于主辊圆凿部的辊直径 D_2 ,则容易缓和作用于被轧制材料的内表面的周向的压缩变形,其结果,容易抑制管内表面的褶皱。如上所述,虽然如果 $\Delta \theta$ 变小则难以使管内表面平滑,但是通过将 D_2/D_1 和 R_n 的关系设定为满足上式 (c) 所示的条件,能够改善管内表面的表面粗糙度。通过将 D_2/D_1 和 R_n 的关系设定为满足上式 (d) 所示的条件,能够进一步改善管内表面的表面粗糙度。

[0100] 本发明所涉及的无缝管的制造方法,也可以应用于金属管、普通钢管、低合金钢

管、高合金钢管等任意管的制造,尤其适于制造对内表面的褶皱缺陷的规格严的汽车构件用钢管等。

[0101] 实施例 1

[0102] 关于具有表 1 所示的化学组成的钢种,自通过开坯轧制将连续铸造制造的钢坯加工成 $\phi 225$ 的圆钢坯的中心部切削出 $\phi 70$ 的圆钢坯,作为试验材。至于导向部件,使用盘形辊,改变主辊形状和顶头形状以表 2 或表 3 所示的制造条件进行穿孔轧制,并测量空心管坯内表面的粗糙度 (JIS-0601 标准中所定义的最大高度 Rz)。

[0103] [表 1]

[0104] 表 1

[0105]

试验材的化学成份 (质量%, 剩余部分为 Fe 和杂质)						
C	Si	Mn	P	S	Ca	Nb
0.20	0.35	1.35	0.012	0.01	0.001	0.04

[0106] [表 2]

[0107] 表 2

[0108]

加热温度	1180℃ ~ 1240℃
倾斜角 β	7° ~ 16°
主辊圆凿直径 D_1	$\phi 350 \sim \phi 410\text{mm}$
主辊出口面角 θ_r	3° ~ 5.5°
辊直径比 D_2/D_1	0.9 ~ 1.3
$\Delta \theta = \theta_p - \theta_r$	-0.25° ~ 1.0°
空心管坯外径	70.0 ~ 75.0mm
空心管坯壁厚	4.6 ~ 10.1mm

[0109] [表 3]

[0110] 表 3

[0111]

加热温度	1180℃ ~ 1240℃
倾斜角 β	7° ~ 16°

主辊圆凿直径 D_1	$\phi 350 \sim \phi 410\text{mm}$
主辊出口面角 θ_r	$3^\circ \sim 5.5^\circ$
辊直径比 D_2/D_1	$0.95 \sim 1.15$
$\Delta \theta = \theta_p - \theta_r$	$-1.5^\circ \sim 1.25^\circ$
空心管坯外径	$70.0 \sim 75.0\text{mm}$
空心管坯壁厚	$4.6 \sim 10.1\text{mm}$

[0112] 在图 6 中示出以表 2 所示的制造条件制造了空心管坯时的 $\Delta \theta$ 、 R_n 与管内表面特性的关系,在图 7 中示出以表 3 所示的制造条件制造了空心管坯时的 D_2/D_1 、 R_n 与管内表面特性的关系。

[0113] 另外,图 6 和图 7 中的“▲”表示空心管坯内表面的粗糙度为 $R_z > 150 \mu\text{mm}$ ，“△”表示空心管坯内表面的粗糙度为 $100 \mu\text{mm} \leq R_z \leq 150 \mu\text{mm}$ ，“○”表示空心管坯内表面的粗糙度为 $R_z < 100 \mu\text{mm}$ 。另外,图 6 的“×”表示产生了尾端堵塞等穿孔不良。

[0114] 如图 6 所示,在 $\Delta \theta$ 小于 -1.0 的区域中,空心管坯内表面的粗糙度 R_z 超过 $150 \mu\text{mm}$,或者产生了穿孔不良。即使在 $\Delta \theta$ 为 -1.0 的区域中,在 R_n 超过“ $0.37 \times \Delta \theta + 2.67$ ”的区域中产生穿孔不良,在 R_n 小于“ $-0.37 \times \Delta \theta + 1.47$ ”的区域中,表面粗糙度 R_z 变大了。另外,如果将制造条件调整成 R_n 成为“ $-0.24 \times \Delta \theta + 1.73$ ”以上的区域,则能够使表面粗糙度 R_z 更小。

[0115] 如图 7 所示,在 R_n 小于“ $-1.37 \times D_2/D_1 + 2.74$ ”的区域中,表面粗糙度变大,如果是大于此的区域,则表面粗糙度在良好的范围内。在 R_n 为“ $-1.25 \times D_2/D_1 + 2.88$ ”以上的区域中,能够进一步降低表面粗糙度。

[0116] 实施例 2

[0117] 通过开坯轧制将具有表 1 所示的化学组成的连续铸造材料制成为 $\phi 191$ 的圆钢坯后,以表 4 所示的制造条件分别对 100 根上述圆钢坯进行穿孔轧制,制造出外径 $\phi 73$ 、壁厚 $t5.51$ 的无缝钢管,并对其内表面特性进行了调查。在表 5 中示出其结果。

[0118] [表 4]

[0119] 表 4

[0120]

加热温度	1240°C
倾斜角 β	$6^\circ \sim 16^\circ$
主辊圆凿直径 D_1	$\phi 1400\text{mm}$

主辊出口面角 θ_r	$3^\circ \sim 4^\circ$
辊直径比 D_2/D_1	1.05 ~ 1.15
$\Delta \theta = \theta_p - \theta_r$	$-1.5^\circ \sim 1.25^\circ$
顶头均整次数 R_n	0.8 ~ 3.5

[0121] [表5]

[0122] 表5

[0123]

	$\Delta \theta$	D_2/D_1	A	B	C	D	E	R_n	内表面缺陷 产生率
比 较 例	-1.50	1.1	-0.53	-0.59	0.62	0.27	-0.00	1.50	100
	-1.50	1.1	0.98	0.91	-0.89	1.77	1.50	3.00	穿孔不良
	-1.00	1.1	1.16	1.03	-0.70	1.77	1.50	3.00	穿孔不良
	1.00	1.1	-0.10	-0.49	2.04	-0.23	-0.51	1.00	70
	1.00	1.1	0.15	-0.24	1.79	0.02	-0.26	1.25	10
	1.25	1.1	-0.01	-0.43	2.13	-0.23	-0.51	1.00	15
	1.00	0.9	0.15	-0.24	1.79	-0.26	-0.51	1.25	90
	1.00	1.0	0.15	-0.24	1.79	-0.12	-0.38	1.25	50
	1.00	1.2	0.15	-0.24	1.79	0.15	-0.13	1.25	8
	1.00	1.25	0.15	-0.24	1.79	0.22	-0.07	1.25	5
本 发 明 例	-1.00	1.1	0.16	0.03	0.30	0.77	0.50	2.0	3
	-0.50	1.1	0.35	0.15	0.49	0.77	0.50	2.0	2
	0.00	1.1	0.53	0.27	0.67	0.77	0.50	2.0	1
	0.50	1.1	1.22	0.89	0.36	1.27	1.00	2.5	0
	1.25	1.1	1.49	1.07	0.63	1.27	1.00	2.5	0
	1.00	1.3	0.15	-0.24	1.79	0.29	-0.00	1.25	2

[0124] 其中,上述表中的A~E的意思如下。

[0125] A:“ $R_n - (-0.37 \times \Delta \theta + 1.47)$ ”的计算值。

[0126] B：“ $R_n - (-0.24 \times \Delta \theta + 1.73)$ ”的计算值。

[0127] C：“ $0.37 \times \Delta \theta + 2.67 - R_n$ ”的计算值。

[0128] D：“ $R_n - (-1.37 \times D_2/D_1 + 2.74)$ ”的计算值。

[0129] E：“ $R_n - (-1.25 \times D_2/D_1 + 2.88)$ ”的计算值。

[0130] 如表 5 所示,本发明例与比较例相比能够显著降低内表面缺陷发生率。

[0131] 产业上的可利用性

[0132] 根据本发明,能够改善穿孔轧制后的空心管坯的内表面特性,从而能够抑制在穿孔轧制后实施延伸轧制和定径轧制得到的无缝管的褶皱缺陷。

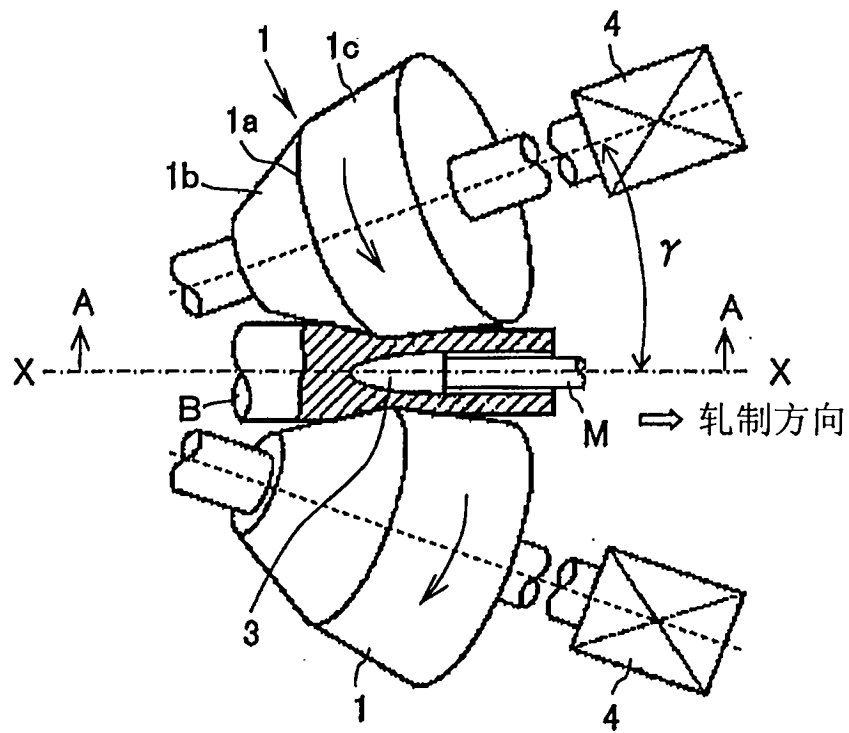


图 1

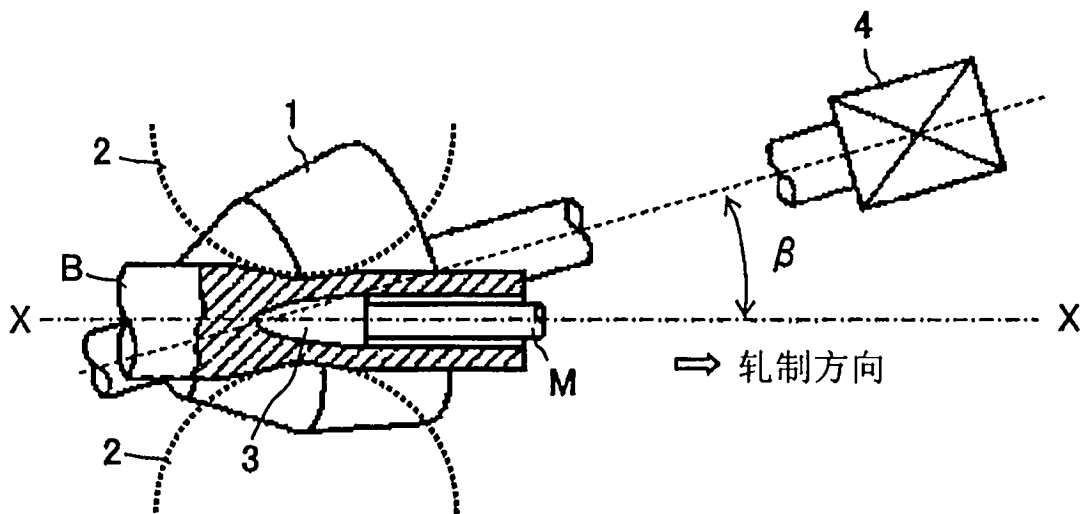


图 2

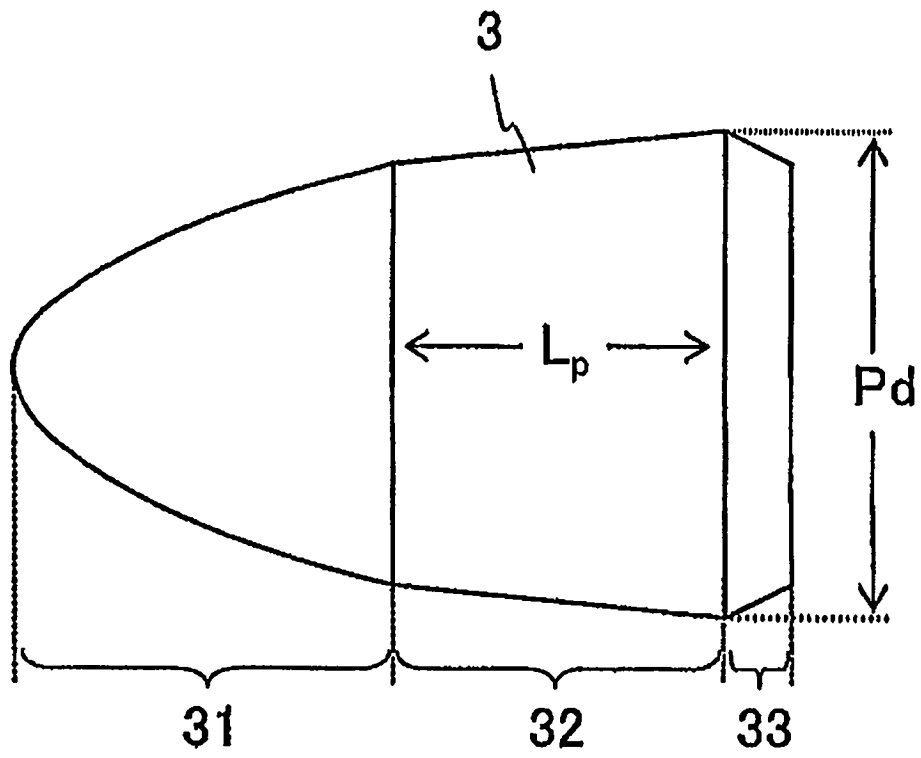


图 3

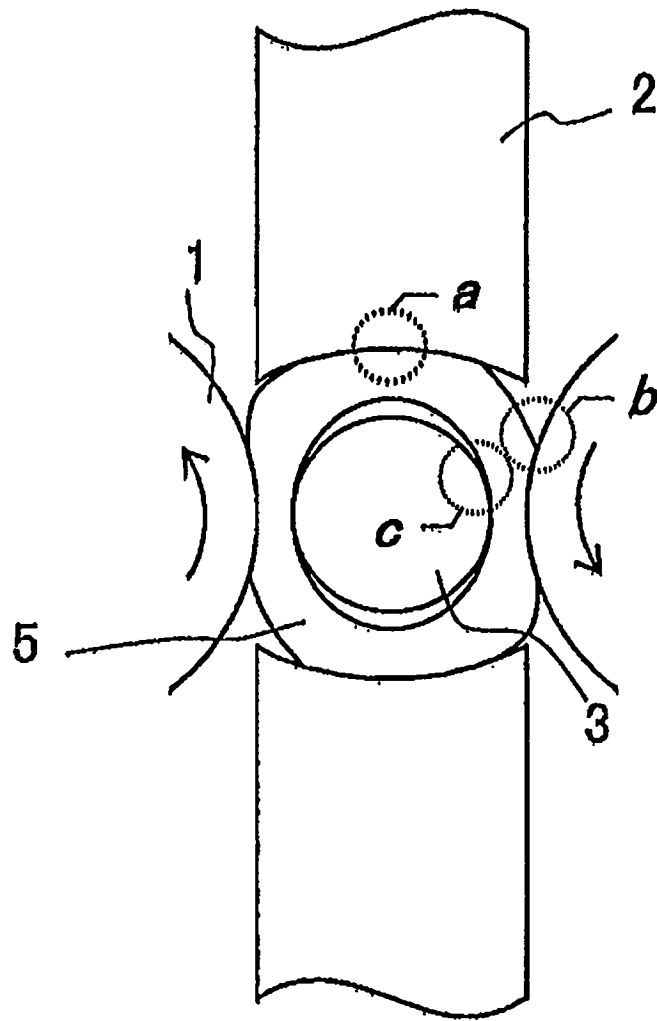


图 4

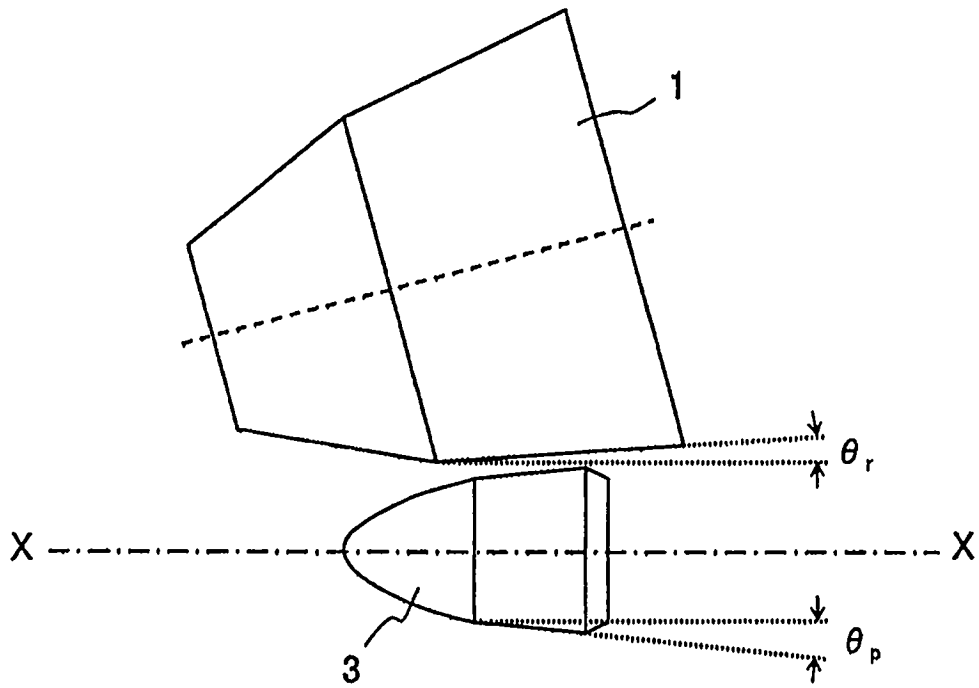


图 5

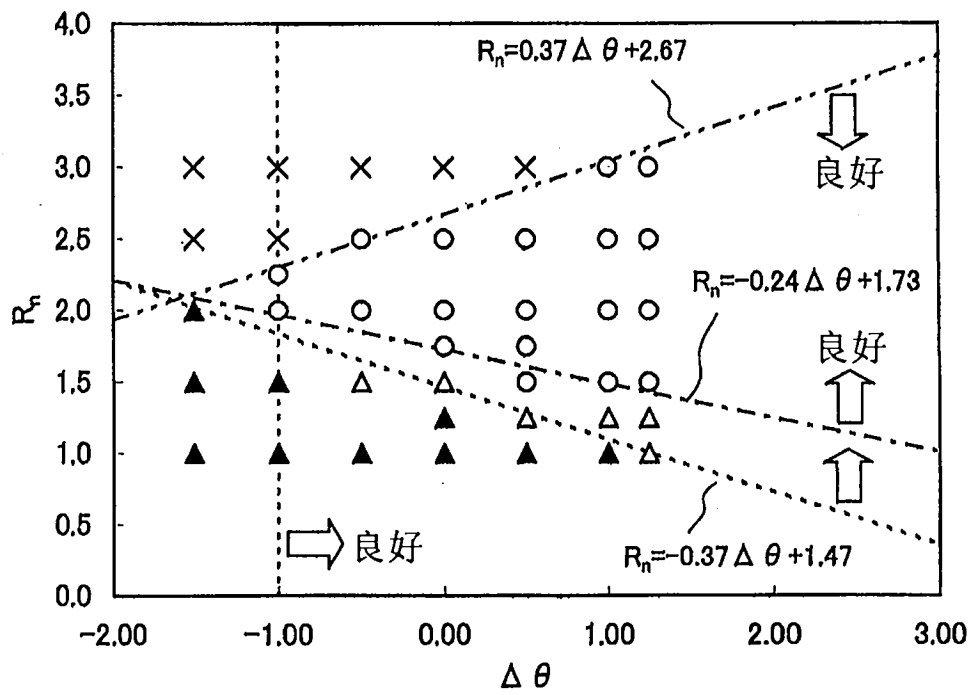


图 6

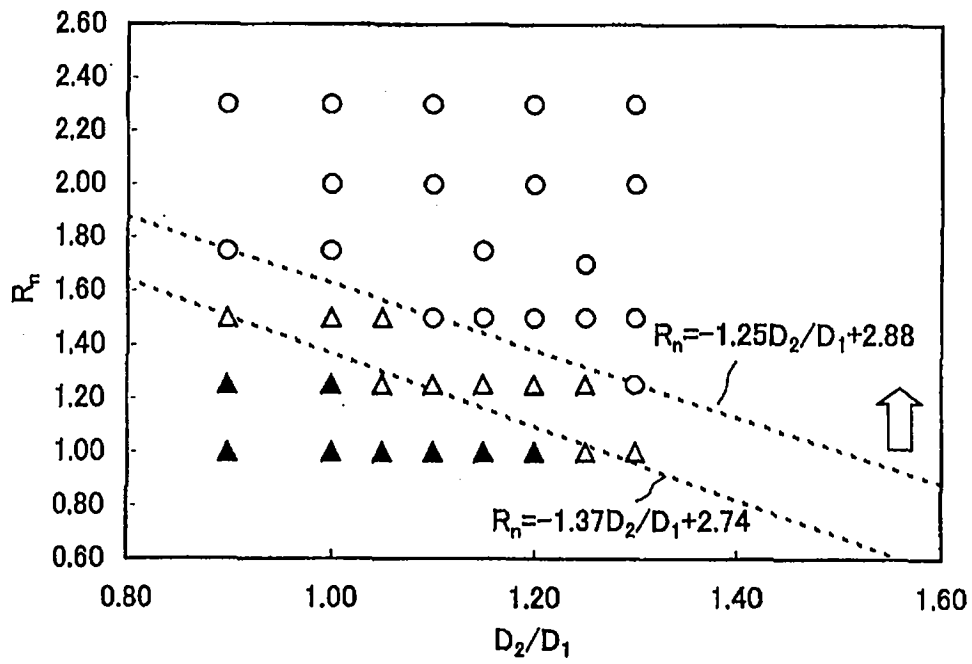


图 7