



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102365136 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 29

(21) 申请号 201080014215. 9

(22) 申请日 2010. 03. 23

(30) 优先权数据

2009-090890 2009. 04. 03 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 09. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/054943 2010. 03. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02010/113695 JA 2010. 10. 07

(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 林千博

(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 21/04 (2006. 01)

B21B 21/06 (2006. 01)

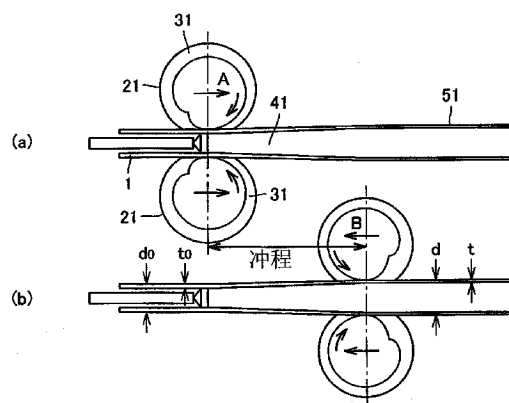
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法。该冷轧法利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机来进行,该皮尔格式冷轧机具有不仅在轧制的往行程即将开始时、而且在返行程即将开始时也对管材付与进给及旋转角的机构,使用具有直径从一对辊的啮入入口侧朝向终加工出口侧扩大或者缩小的锥状孔型的辊和直径从啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大的锥状芯棒,通过使管材的壁厚中心径扩大来减小壁厚地进行延伸。在上述方法中,通过在返行程即将开始时也对管材付与和往行程相等或者以其为基准的旋转角及/或进给,能够实现进一步的高加工程度轧制、超薄壁化及提高制品尺寸精度。



1. 一种利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,该冷轧法利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机来进行,该皮尔格式冷轧机具有利用电控制系统使轧机架往返运动及对管材进行管壳驱动、在往行程即将开始时及返行程即将开始时对管材付与进给及旋转角的机构,其特征在于,

使用具有直径从一对辊的啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大或者恒定或者逐渐缩小的孔型的辊和直径同样地从啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大的锥状芯棒,在往行程即将开始时对管材付与旋转角及进给,并在返行程即将开始时也对管材付与管壳驱动,通过使作为管材的外径和内径的平均径的壁厚中心径扩大来减小壁厚地进行延伸。

2. 根据权利要求1所述的利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,其特征在于,

在返行程即将开始时对管材付与旋转角(turn angle)。

3. 根据权利要求1所述的利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,其特征在于,

在返行程即将开始时对管材付与进给(feed)。

4. 根据权利要求1所述的利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,其特征在于,

在返行程即将开始时对管材付与旋转角(turn angle)及进给(feed)。

利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用采用了 1985 年开发的机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机的高加工程度、高效率轧制法制造超薄壁无缝金属管的制造方法。

背景技术

[0002] 金属管在热精加工的状态下不满足品质上、强度上或者尺寸精度上的要求的情况下，被输送到冷加工工序。作为冷加工，通常是利用模具和顶头或者芯棒的冷拔法和利用皮尔格式冷轧机的冷轧法。

[0003] 在利用以往的皮尔格式冷轧机的冷轧法中，在具有直径沿圆周方向逐渐缩小的锥状孔型的一对辊与直径同样地沿长度方向逐渐缩小的锥状芯棒之间对管坯进行缩径轧制。即，在一对辊的圆周上切割孔型，其形状为孔型随时辊旋转而缩窄。辊一边旋转一边沿着芯棒的锥面反复前进及后退，在辊与芯棒之间对管坯进行轧制（非专利文献 1 等）。

[0004] 图 1 是表示采用以往的皮尔格式冷轧机的轧制机构的图，该图的 (a) 是说明往行程开始时刻的图，该图的 (b) 是说明返行程开始时刻的图。组装有一对孔型辊 2 的轧机机架 (roll housing) 借助曲柄机构的连杆 (connecting rod) 进行往返运动。此时，与辊 2 成为一体的小齿轮 (pinion) 与齿条啮合，与往返运动连动地对辊 2 付与旋转。

[0005] 皮尔格式冷轧机由一对孔型辊 2 和芯棒 4 构成。孔型辊 2 在其外周面具有孔型，该孔型的直径从辊的啮入入口侧朝向终加工出口侧地从管坯 1 的外径尺寸（图中的 d_0 ）流畅地变化到精加工轧管 5 的外径尺寸（图中的 d ）。另外，芯棒 4 也具有同样流畅地变化的锥形状。于是，组装有上述辊 2 的轧机机架进行往返运动来对管材（管坯）1 进行轧制。

[0006] 在往行程即将开始时，对管材 1 付与规定的进给 (feed) 量及旋转 (turn) 角。在通常的轧制中，进给量为 $5\text{mm} \sim 18\text{mm}$ 左右，旋转角约为 60° 。在这种情况下，管材在往返两行程中被缩径轧制，但直到大约 25 年前在返行程中都无法对管材付与进给和旋转角，只是对往行程的延伸轧制中的弹性复原量进行再轧制。

[0007] 另外，到了 1985 年，通过使皮尔格式冷轧机的机械的连动机构机电一体化，实现了整体构造的根本性的简略化。即，通过将机械的间歇运动替换为电气运动的机构，设备的构造简化，实现了小型化。特别是，通过采用电控制、液压伺服控制，更换凸轮等复杂的作业消失，能够无级地简单且高精度地设定管材的进给量、旋转角，能够利用按钮操作来设定及改变旋转角、进给。

[0008] 这样，仅是将其大部分耗费在传递动力上的驱动能量有富余，因此，在返行程即将开始时，也能够付与一些进给及旋转角，但可明确在返行程即将开始时，付与旋转角还行，但在付与进给时，进给会产生过大的轧制负荷，在设备上过负荷，无法轧制。不言而喻，往返两行程中的负荷不平衡非常明显。

[0009] 专利文献 1：PCT/JP2007/073468 申请说明书

[0010] 非专利文献 1：第 3 版 钢铁手册 第 3 卷 (2) 条钢·钢管·轧制通用设备 1183 ~ 1189 页

发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 本发明即是鉴于上述问题而做成的,其课题在于提供一种利用采用了皮尔格式冷轧机的高加工程度及高效率的扩径轧制法制造超薄壁无缝金属管的制造方法。更具体地讲,提供一种利用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,该冷轧法在往返两行程中进行延伸轧制的皮尔格式冷轧机中,不仅在往行程即将开始时、而且在返行程即将开始时也能够付与同等的旋转角及进给。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 本发明人之前发明了一种超薄壁金属管的制造方法并作为上述专利文献 1 提出了,该超薄壁金属管的制造方法是在利用以单线 (single strand) 在往返两行程中进行延伸轧制的形式的机械驱动方式的皮尔格式冷轧机进行轧制的轧制法中,使用具有其直径从啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大的孔型的辊和其直径同样地从啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大的芯棒,在往返两行程中进行扩径轧制。

[0015] 采用在专利文献 1 中公开的发明(以下也记作“在先申请发明”),得到划时代的高加工程度,能够制造超薄壁金属管,但其主要将仅在往行程即将开始时付与进给和旋转角的以往方式的轧制方法作为对象。不言而喻,通过采用扩径轧制法,延伸轧制所需要的能量消耗减少,因此,驱动能量产生富余,在返行程中也能够付与一些旋转角和进给。

[0016] 图 2 是表示利用在先申请发明的机械驱动方式的皮尔格式冷轧机进行轧制的轧制方法的图,该图的 (a) 是用于说明往行程开始时刻的图,该图的 (b) 是用于说明返行程开始时刻的图。如该图的 (a) 所示,在周围设有直径从啮入入口侧朝向终加工出口侧流畅地扩大的锥状孔型 31 的上一对的辊 21,沿着直径从啮入入口侧朝向终加工出口侧流畅地扩大的锥状芯棒 41 的锥面向图中的箭头 A 所示的方向前进,在辊 21 的锥状孔型 31 的表面与锥状芯棒 41 的表面之间对管坯 1 进行延伸轧制。

[0017] 接着,如该图的 (b) 所示,在上下一对的辊 21 反转向图中的箭头 B 所示的方向后退的同时,同样地在辊 21 的锥状孔型 31 与锥状芯棒 41 之间对管坯 1 进行延伸轧制。

[0018] 通过重复上述那样的往返轧制行程,具有外径 d_0 及壁厚 t_0 的管坯 1 被扩径轧制为具有外径 d 及壁厚 t 的制品轧管 5。

[0019] 本发明人为了解决上述课题,对于在往返两行程中进行延伸轧制的皮尔格式冷轧机中,不仅在往行程即将开始时、而且在返行程即将开始时也能够付与和往行程同等的旋转角、进给的冷轧法进行研究开发,完成了本发明。

[0020] 为了实现在返行程即将开始时也能够付与和往行程即将开始时同等的旋转角、进给的冷轧法,特别需要降低在返行程中显著上升的轧制负荷,且谋求往返两行程中的轧制负荷的平衡。而且,这些能够以下述 (a) ~ (d) 的见解为根据来实现。

[0021] (a) 首先,替代以往的缩径轧制法而采用扩径轧制法。采用扩径轧制法,与为了得到相同的制品尺寸而进行缩径轧制的情况相比,使用更小径的管坯,因此,往返两行程中的轧制负荷明显减少。这一点与本发明人的在先申请发明的超薄壁无缝金属管的制造方法的情况相同。

[0022] 在此,扩径轧制并不是一定仅指使管材的内外径同时扩大的轧制法,而是将使管

材的壁厚中心径（内径及外径的平均径）扩大的轧制统称作扩径轧制。

[0023] 因而，即使外径不变保持恒定而仅使内径扩大，由于壁厚中心径确实扩大了，因此也为扩径轧制。并且，即使在外径缩小的情况下，在内径的扩大量大于外径的缩小量的情况下，壁厚中心径也扩大，也为扩径轧制。

[0024] (b) 在返轧制行程即将开始时对管材付与旋转角、进给的情况下，在以往的缩径轧制中，轧制负荷明显过大，而且，往返两行程的轧制负荷易于产生较大的不平衡。

[0025] 图 3、图 4 是表示缩径轧制法及扩径轧制法中的从往返两轧制行程的啮入入口侧到终加工出口侧的轧制负荷的变动状况的概念图。图 3 表示缩径轧制法中的轧制负荷的变动状况，图 4 表示扩径轧制法中的轧制负荷的变动状况。在图 3、图 4 中，(a) 均表示在返轧制行程即将开始时不付与管壳驱动 (shell drive) 的情况，(b) 均表示在返轧制行程即将开始时对管材付与和往行程同等的旋转角的情况，(c) 均表示在返轧制行程即将开始时对管材付与和往行程同等的旋转角及进给的情况。

[0026] 本发明人为了阐明这些现象，在理论上反复进行实验考察，得到了以下见解。即，得出了这样的结论：如图 3、图 4 所示，在往返两轧制行程即将开始时对管材付与管壳驱动的情况下，与往行程相比在返行程中轧制负荷显著上升的原因在于，在入侧卡盘（未图示）与轧机机架之间，沿管材的轴线方向在往行程中作用有后方张力，在返行程中作用有后方压缩力，后方张力、后方压缩力与轧制负荷相重叠。

[0027] 即，在缩径轧制法中，往行程中的轴线方向张力和由其导致的轧制负荷的减少比较小，但返行程中的轴线方向的后方压缩力和由其导致的轧制负荷的上升极大，轧制负荷产生较大的不平衡（参照图 3 的 (b)、(c)）。相对于此，在扩径轧制法中，往行程中的轴线方向张力和由其导致的轧制负荷的减少会明显一些，但返行程中的轴线方向压缩力和由其导致的轧制负荷的上升极小，轧制负荷不会产生较大的不平衡（参照图 4 的 (b)、(c)）。

[0028] 因而可知，在往返两轧制行程中对管材付与旋转角、进给的情况下，通过替代缩径轧制法而采用扩径轧制法，能够谋求冷轧的稳定化。即，在往返两行程中对管材付与旋转和进给的情况下，采用扩径轧制会对轧制负荷的降低发挥双重效果。

[0029] (c) 即使采用扩径轧制法，在往返两轧制行程中轧制负荷也会有不平衡，在操作上产生问题的情况下，使扩径量不太大能易于确保平衡。在扩径轧制中，在开始啮入的同时开始压下壁厚，因此，扩径量远远小于缩径轧制中的缩径量即可。扩径量越小，越易于确保往返两行程中的轧制负荷的平衡。

[0030] 例如，作为极端的情况，在往返两轧制行程中，在使外径不变保持恒定、仅使内径扩大来减小壁厚的情况下，往返两行程中的轧制条件的差异仅是辊的旋转方向。另外，在缩径轧制的情况下，也是缩径量越小，越易于确保往返两行程中的轧制负荷的平衡。

[0031] (d) 利用在往返两行程中扩径轧制的皮尔格式冷轧机进行轧制的轧制方法中，若不仅在往行程即将开始时、而且在返行程即将开始时也能够付与进给及旋转角，在制造（壁厚/外径）比为 4% 以下的超薄壁无缝金属管的过程中，也能够以约 10% 的扩径率（即， $(\text{扩径比} - 1) \times 100(\%)$ ）制造超薄壁管。另外，在制造（壁厚/外径）比为 2.5% 以下的超薄壁无缝金属管的过程中，只要能够确保约 20% 的扩径率，就能够制造足够薄的超薄壁管。

[0032] 在此，对扩径轧制法的副作用进行说明。该副作用在以往的缩径轧制中不存在。即，在扩径轧制的情况下，若扩径率过大，则难以进给 (feed) 管材，因此需要注意。由于无

法确保辊孔型凸缘侧的管内表面与芯棒之间的间隙,因此,难以进给(feed)管材。从这样的方面考虑,使扩径率不太大的方式较佳。

[0033] 另外,由于应用上述程度的扩径率,因此,只要足够,芯棒、管材的支承方式就不需要特别的设计,管壳驱动方式也能够直接使用以往的缩径轧制法的情况下的系统。

[0034] 本发明即是基于上述见解而完成的,其主旨在于采用下述(1)及(2)所示的冷轧法制造超薄壁金属管的制造方法。

[0035] (1)一种采用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,该冷轧法利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机来进行,该皮尔格式冷轧机具有利用电控制系统使轧机架(roll stand)往返运动及对管材进行管壳驱动、在往行程即将开始时及返行程即将开始时对管材付与进给及旋转角的机构,其特征在于,使用具有直径从一对辊的啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大或者恒定或者逐渐缩小的孔型的辊和直径同样地从啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大的锥状芯棒,在往行程即将开始时对管材付与旋转角及进给,并在返行程即将开始时也对管材付与和往行程同等或者以其为基准的管壳驱动,通过使作为管材的外径和内径的平均径的壁厚中心径扩大来减小壁厚地进行延伸。

[0036] (2)在上述(1)所述的采用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法中,作为返行程即将开始时的管壳驱动,能够采用对管材付与旋转角(turn angle)的方式、对管材付与进给(feed)的方式或者对管材付与旋转角(turn angle)及进给(feed)的方式。

[0037] 在本发明中,“轧机架”的意思是指组装有孔型辊2的轧机机架。

[0038] 另外,“管壳驱动”的意思是指对管材(管坯)1付与管长度方向的进给(feed)或/及绕管轴线旋转(turn)的动作。

[0039] 而且,如上所述,“超薄壁无缝金属管”的意思是指(壁厚/外径)比为4%以下的无缝金属管。

[0040] 发明的效果

[0041] 本发明是一种采用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机进行轧制的扩径轧制法,该皮尔格式冷轧机具有不仅在往行程即将开始时、而且在返行程即将开始时也对管材付与进给和旋转角的机构,不会产生过大的轧制负荷,而且,在往行程和返行程中轧制负荷不会产生过大的不平衡,在返行程即将开始时也能够对管材稳定地付与管壳驱动。由此,与在先申请发明的扩径轧制方法相比,能够实现进一步的高加工程度轧制和超薄壁化,并且,大幅度地提高制品轧管的尺寸精度及生产效率。

附图说明

[0042] 图1是表示采用以往的皮尔格式冷轧机的轧制机构的图,该图的(a)表示往行程开始时刻,该图的(b)表示返行程开始时刻。

[0043] 图2是表示利用在先申请发明的机械驱动方式的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的图,该图的(a)表示往行程开始时刻,该图的(b)表示返行程开始时刻。

[0044] 图3是表示缩径轧制法中的从往返两轧制行程的啮入入口侧到终加工出口侧的轧制负荷的变动状况的概念图。

[0045] 图4是表示扩径轧制法中的从往返两轧制行程的啮入入口侧到终加工出口侧的轧制负荷的变动状况的概念图。

- [0046] 图 5 是表示机械驱动方式的皮尔格式冷轧机的概略结构的图。
- [0047] 图 6 是表示机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机的概略结构的图。
- [0048] 图 7 是表示利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的第 1 形态的图。
- [0049] 图 8 是表示利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的第 2 形态的图。
- [0050] 图 9 是表示利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的第 3 形态的图。

具体实施方式

[0051] 本发明是一种采用冷轧法制造超薄壁无缝金属管的制造方法,该冷轧法利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机来进行,该皮尔格式冷轧机具有利用电控制系统使轧机架往返运动和对管材进行管壳驱动、在往行程即将开始时及返行程即将开始时对管材付与进给及旋转角的机构,其特征在于,使用具有直径从一对辊的啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大或者恒定或者逐渐缩小的孔型的辊和直径同样地从啮入入口侧朝向终加工出口侧逐渐扩大的锥状芯棒,在往行程即将开始时对管材付与旋转角及进给,并在返行程即将开始时也对管材付与旋转角或 / 及进给,通过使作为管材的外径和内径的平均径的壁厚中心径扩大来减小壁厚地进行延伸。但是,如上所述,采用使扩径率不太大的方式的作业稳定。

[0052] 而且,在上述方法中,通过在返行程即将开始时也付与管壳驱动(对管材付与旋转角或 / 及进给),能够达到进一步的高加工程度轧制及超薄壁化,并且,能够大幅度地改善制品轧管的尺寸精度及生产效率。

[0053] 以下,与利用机械控制系统使轧机架往返运动及对管材进行管壳驱动的、利用以往的机械驱动方式的皮尔格式冷轧机进行的冷轧方法相比较地说明本发明的超薄壁无缝金属管的制造方法的驱动系统及轧制形态。

[0054] 图 5 是表示机械驱动方式的皮尔格式冷轧机的概略结构的图。辊单元组装在轧机架 63 上,通过连杆 77 连结于曲轴 62。通过主电动机 61 的驱动使曲轴 62 旋转,轧机架 63 以恒定周期前后地往返运动。上下一对的辊 64 利用齿条和小齿轮 65 随着轧机架 63 的前后行进而旋转,对管坯(管材)进行轧制。

[0055] 芯棒(未图示)利用芯棒杆卡盘 74 固定。管坯利用入口卡盘 75 及出口卡盘 76 保持,进给滑架 70 位于其后端。曲轴 62 的旋转通过锥齿轮 66、锥齿轮 68、总轴(line shaft)67 等被传递到进给用凸轮 69 和旋转用凸轮 73。每当轧机架 63 往返一次,进给用凸轮 69 就使进给滑架 70 前进凸轮的升程量。另一方面,利用自总轴 67 借助进给变速装置 71 旋转的进给丝杠 72 使进给滑架 70 以恒定速度前进,被间歇地进给。

[0056] 图 6 是表示机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机的概略结构的图。机电一体化方式是这样的方式:利用机械电子装置将管坯的进给机构及管坯和芯棒的旋转机构结合起来,利用相对于主电动机 81 独立地驱动的 DC 伺服电动机或者液压伺服电动机独立驱动。

[0057] 在机电一体化方式中,包括安装于曲轴 82 的旋转相位检测器 86、滑架进给专用驱动电动机 89、管坯及芯棒旋转专用驱动电动机 88 和控制器单元 87。来自旋转相位检测器 86 的信号被输入到控制器单元 87,控制器单元 87 在与轧机架 83 的运动同步的时刻对进给专用驱动电动机 89 及旋转专用驱动电动机 88 进行反馈控制。

[0058] 即,轧机架 83 的往返运动和管壳驱动的周期利用电控制系统来进行,利用曲轴端

的旋转相位检测器 86 检测曲轴旋转角来判定轧机架 83 是处于轧制区域还是处于空转区间。根据该信号,在从轧制区间过渡到空转区间的瞬间进行管壳驱动。

[0059] 在机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机中,通过将机械的间歇运动替换为电气运动的机构,使设备的构造简化,能够谋求小型化。并且,齿轮类的总齿隙量减少,凸轮、凸轮杆类的磨损对齿隙的影响消失,能够高精度地确保并维持进给和旋转角。

[0060] 图 7 ~ 图 9 是说明利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的例子的图。各图的 (a) 表示往行程开始时刻,各图的 (b) 表示返行程开始时刻。

[0061] 图 7 是表示利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的第 1 形态的图。在该图的 (a) 所示的往行程即将开始时,对管坯 (管坯) 1 付与规定量的旋转角及进给之后,使在周围设有直径从啮入入口侧朝向终加工出口侧流畅地扩大的锥状孔型 31 的上下一对的辊 21 沿着直径从啮入入口侧朝向终加工出口侧流畅地扩大的锥状芯棒 41 的锥面向图中的箭头 A 所示的方向前进。由此,在辊 21 的锥状孔型 31 的表面与锥状芯棒 41 的表面之间对管坯 1 进行延伸轧制。

[0062] 接着,在该图的 (b) 所示的返行程即将开始时,也对管坯 1 付与旋转角或 / 及进给,之后使上下一对的辊 21 反转向图中的箭头 B 所示的方向后退的同时同样地在辊 21 的锥状孔型 31 与锥状芯棒 41 之间对管坯 1 进行延伸轧制。

[0063] 通过重复上述那样的往返轧制行程,具有外径 d_o 及壁厚 t_o 的管坯 1 被扩径轧制为具有外径 d 及壁厚 t 的制品轧管 5。

[0064] 图 8 是表示利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的第 2 形态的图。本发明的第 2 形态是通过使外径不变保持恒定而仅扩大内径来减小壁厚地进行延伸的、利用皮尔格式冷轧机制造超薄壁无缝金属管的制造方法。

[0065] 图 9 是表示利用本发明的皮尔格式冷轧机进行的轧制方法的第 3 形态的图。本发明的第 3 形态是使内径的扩径量大于外径的缩径量、并通过缩小外径而扩大内径来减小壁厚地进行延伸的利用皮尔格式冷轧机制造超薄壁无缝金属管的制造方法。在本发明的第 2 形态、第 3 形态中,利用与上述图 7 的第 1 形态同样的方法,在辊 21 的锥状孔型 31 与锥状芯棒 41 之间对管坯 1 进行延伸轧制。

[0066] 实施例

[0067] 在采用本发明的扩径轧制法制造超薄壁无缝金属管的制造方法中,为了确认不仅在往行程即将开始时、而且在返行程即将开始时也对管材付与进给 (feed) 及旋转角 (turn angle) 的情况下的效果,使用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机进行下述两个试验,评价了其结果。

[0068] 本发明例 1

[0069] 将利用玻璃润滑剂高速挤压工艺制造成的外径 48.6mm、内径 41.6mm、壁厚 3.5mm 的 18% Cr-8% Ni 不锈钢管作为试验用管坯,利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机将其扩径轧制成外径 50.8mm、内径 47.8mm、壁厚 1.5mm。在这种情况下,在返行程即将开始时,付与和往行程即将开始时相同量的进给及旋转角。将试验条件及结果归纳如下。

[0070] 锥状辊孔型的直径 : $D = 48.6\text{mm} \sim 50.8\text{mm}$

[0071] 锥状芯棒的直径 : $d_m : 41.5\text{mm} \sim 47.7\text{mm}$

[0072] 往行程的进给 (f_1) 及返行程的进给 (f_2) : $f_1 = f_2 = 10.0\text{mm}$

[0073] 往行程即将开始时的旋转角度 (θ_1) 及返行程即将开始时的旋转角度 (θ_1): $\theta_1 = \theta_2 = 60^\circ$

[0074] 管坯外径: $d_o = 48.6\text{mm}$

[0075] 管坯壁厚: $t_o = 3.5\text{mm}$

[0076] 轧管外径: $d = 50.8\text{mm}$

[0077] 轧管壁厚: $t = 1.5\text{mm}$

[0078] 扩径比: $d/d_o = 1.045$ (扩径率: 5%)

[0079] 拉伸比: $t_o(d_o - t_o) / \{t(d - t)\} = 2.13$

[0080] (壁厚 / 外径) 比: $t/d = 2.95\%$

[0081] 本发明例 2

[0082] 将利用曼内斯曼芯棒式无缝管轧工艺制造成的外径 47.2mm、内径 40.2mm、壁厚 3.5mm 的 25% Cr-35% Ni-3% Mo 的高合金钢管作为试验用管坯, 利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机将其扩径轧制成外径 50.8mm、内径 48.2mm、壁厚 1.3mm。在这种情况下, 也在返行程即将开始时, 付与和往行程即将开始时相同量的进给及旋转角。将试验条件及结果归纳如下。

[0083] 锥状辊孔型的直径: $D = 47.2\text{mm} \sim 50.8\text{mm}$

[0084] 锥状芯棒的直径: $d_m: 40.0\text{mm} \sim 48.0\text{mm}$

[0085] 往行程的进给 (f_1) 及返行程的进给 (f_2): $f_1 = f_2 = 8.0\text{mm}$

[0086] 往行程即将开始时的旋转角度 (θ_1) 及返行程即将开始时的旋转角度 (θ_1): $\theta_1 = \theta_2 = 60^\circ$

[0087] 管坯外径: $d_o = 47.2\text{mm}$

[0088] 管坯壁厚: $t_o = 3.5\text{mm}$

[0089] 轧管外径: $d = 50.8\text{mm}$

[0090] 轧管壁厚: $t = 1.3\text{mm}$

[0091] 扩径比: $d/d_o = 1.076$ (扩径率: 8%)

[0092] 拉伸比: $t_o(d_o - t_o) / \{t(d - t)\} = 2.38$

[0093] (壁厚 / 外径) 比: $t/d = 2.56\%$

[0094] 利用上述两例子的试验得到的钢管的内外表面纹理极为美观, 在品质上值得大书特书。另外, 在利用返行程即将开始时既不付与进给也不付与旋转角的以往的缩径轧制法进行延伸轧制的情况下, 不锈钢钢管及高合金钢管的能够制造的最小壁厚在外径 50.8mm 的情况下为 2.0mm ~ 2.5mm 左右。因而, 采用本发明的扩径轧制法制造超薄壁无缝金属管的制造方法的效果极为显著。

[0095] 产业上的可利用性

[0096] 本发明人之前证实了在仅在往行程即将开始时对管材付与进给及旋转、在往返两行程中轧制的以往型的机械驱动方式的皮尔格式冷轧机中, 通过替代缩径轧制法而采用扩径轧制法能够得到划时代的高加工程度, 由此, 能够制造超薄壁无缝金属管, 并将其公开在专利文献 1 中。

[0097] 在本发明中, 解决了在利用机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机进行的扩径轧制法中, 在返行程即将开始时也付与和往行程相等或者以其为基准的进给和旋转角的情况

下的轧制过负荷上升及轧制负荷不平衡的问题,实现了更高加工程度轧制和超薄壁化,并且大幅度地提高了制品轧管的尺寸精度及生产效率。

[0098] 由于本发明是扩径比不那么大的扩径轧制法,因此,由此产生的生产技术上的优点也极大。例如,通过使扩径比不大,也不必特别地改造皮尔格式冷轧机的管壳驱动系统,能够直接应用以往的系统。

[0099] 本发明针对利用电控制系统使轧机架往返运动及对管材进行管壳驱动的机电一体化驱动方式的皮尔格式冷轧机进行的冷轧谋求权利化,但也能够直接应用于利用机械控制系统使轧机架往返运动及进行管壳驱动的机械驱动方式的皮尔格式冷轧机进行的冷轧。但是,其将对机械驱动方式的皮尔格式冷轧机的机械构造进行进一步的技术革新的情况作为前提。

[0100] 附图标记说明

[0101] 1、管材(管坯);2、孔型辊;3、锥状孔型;4、锥状芯棒;5、轧管;21、孔型辊;31、锥状孔型;41、锥状芯棒;51、轧管。

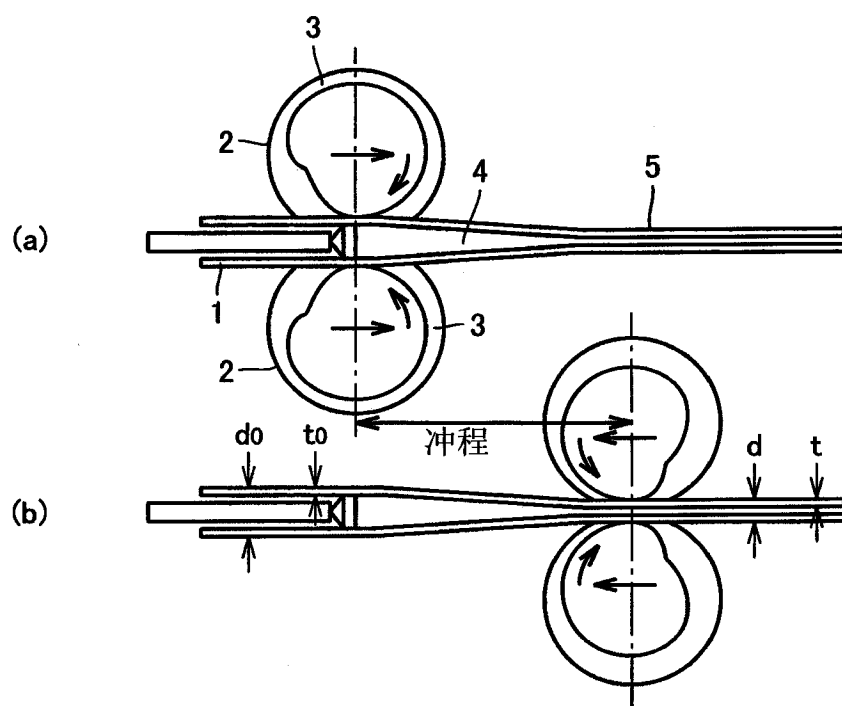


图 1

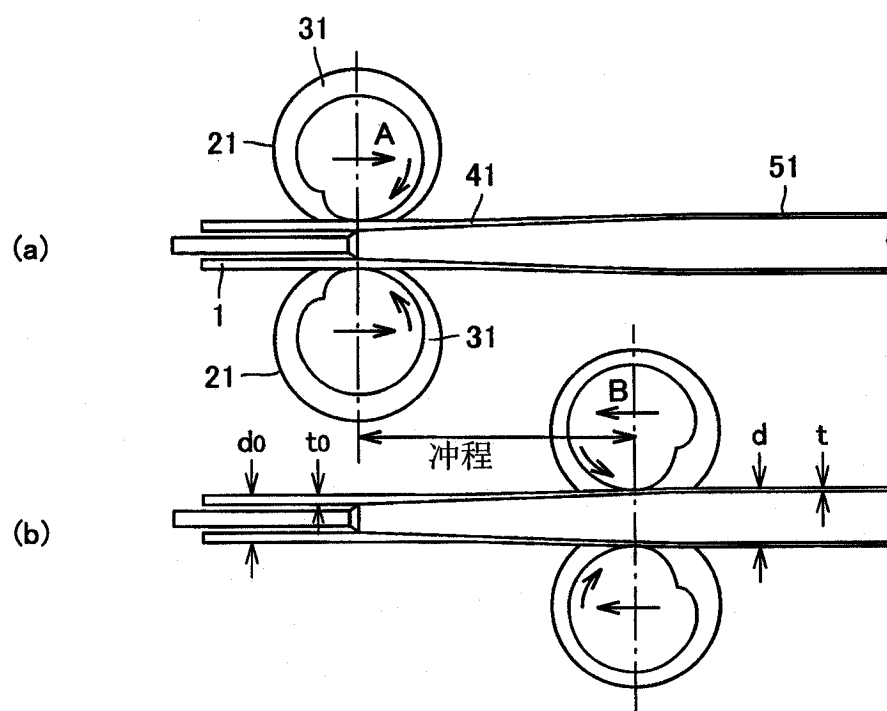


图 2

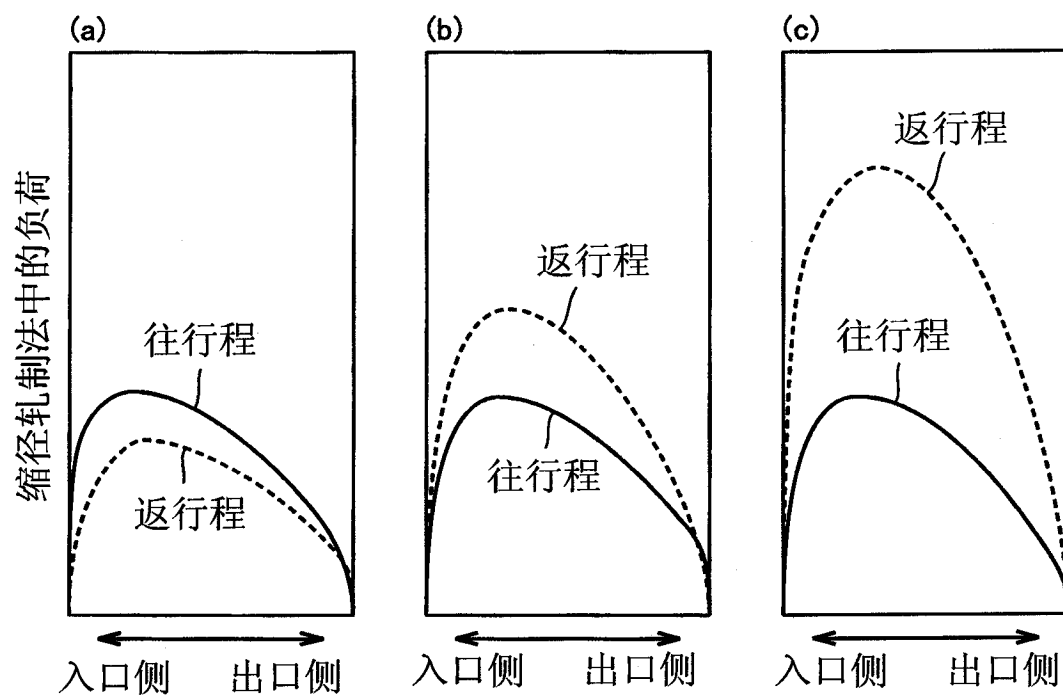


图 3

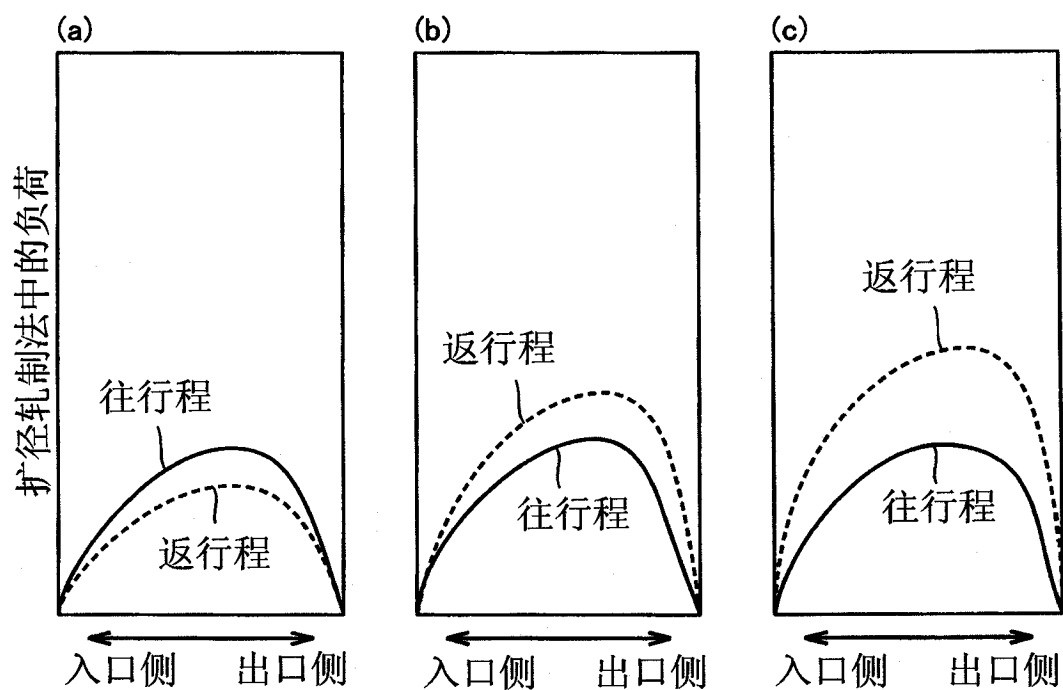


图 4

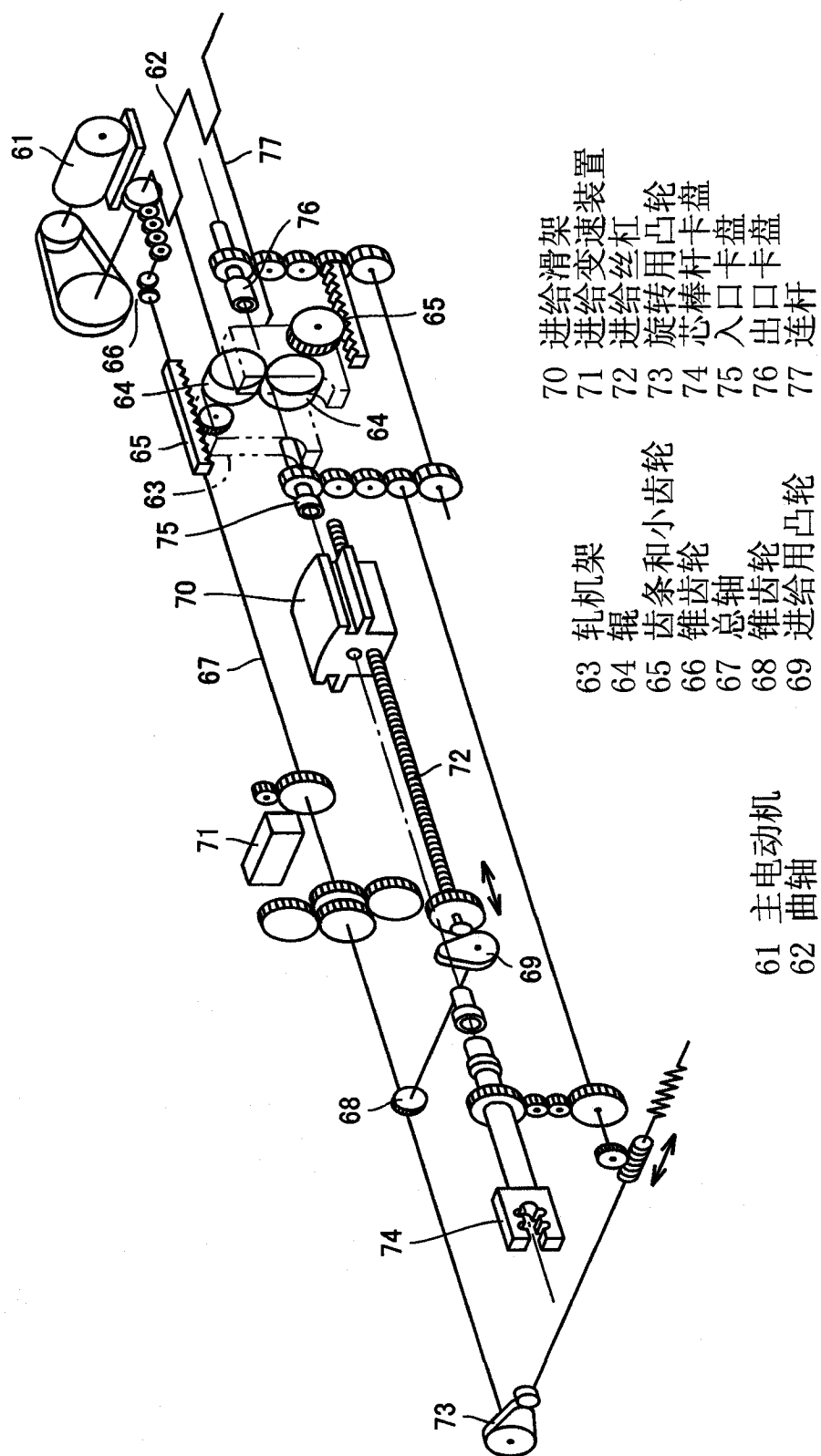


图 5

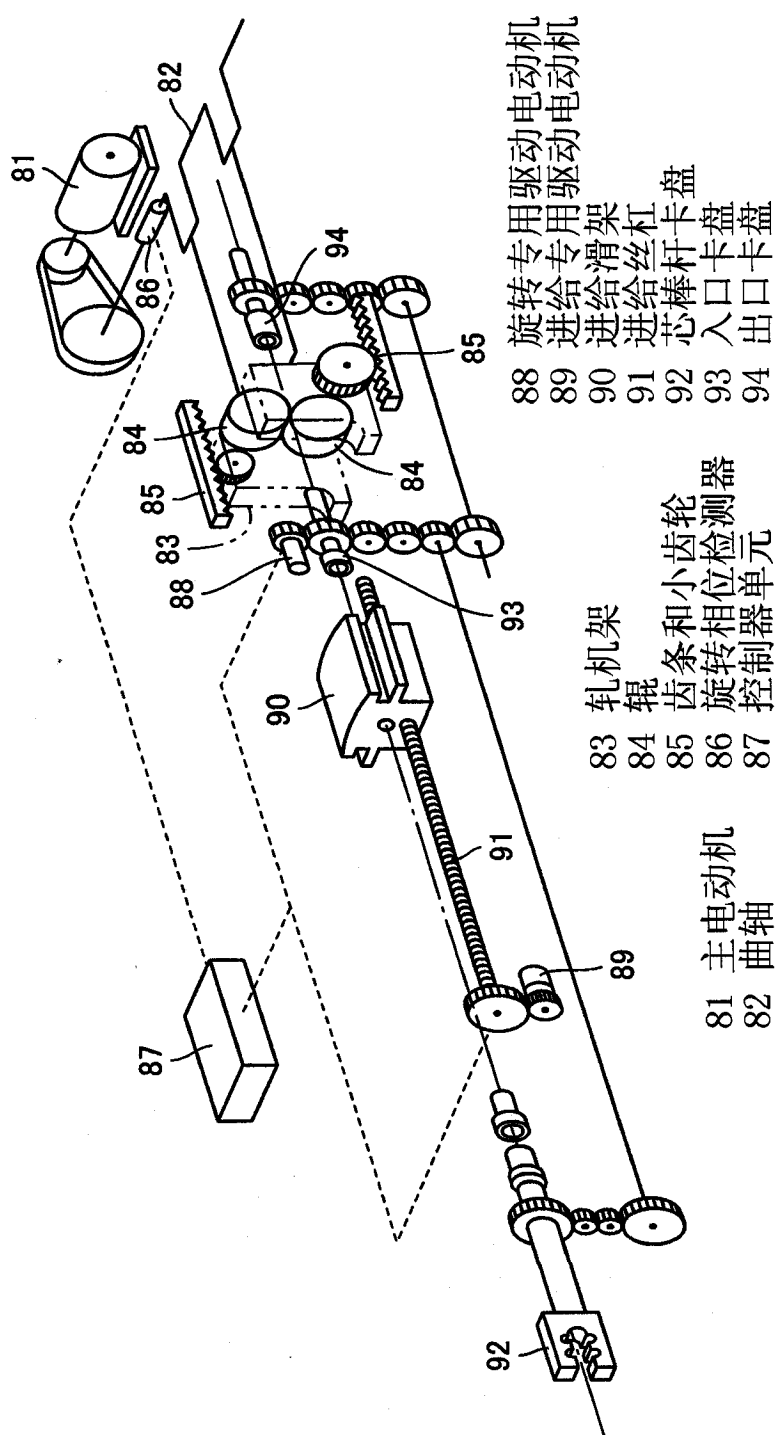


图 6

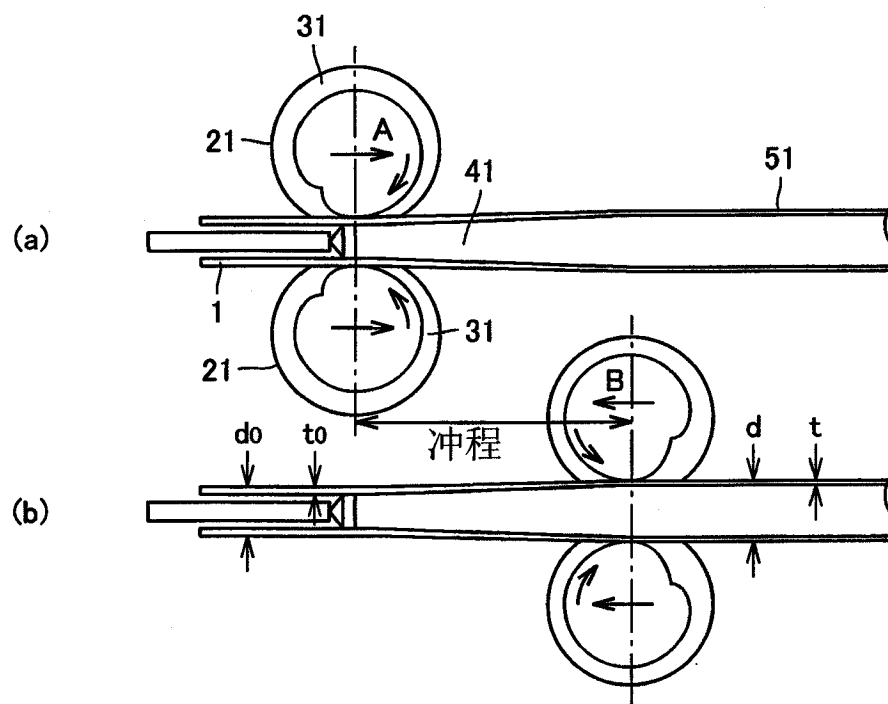


图 7

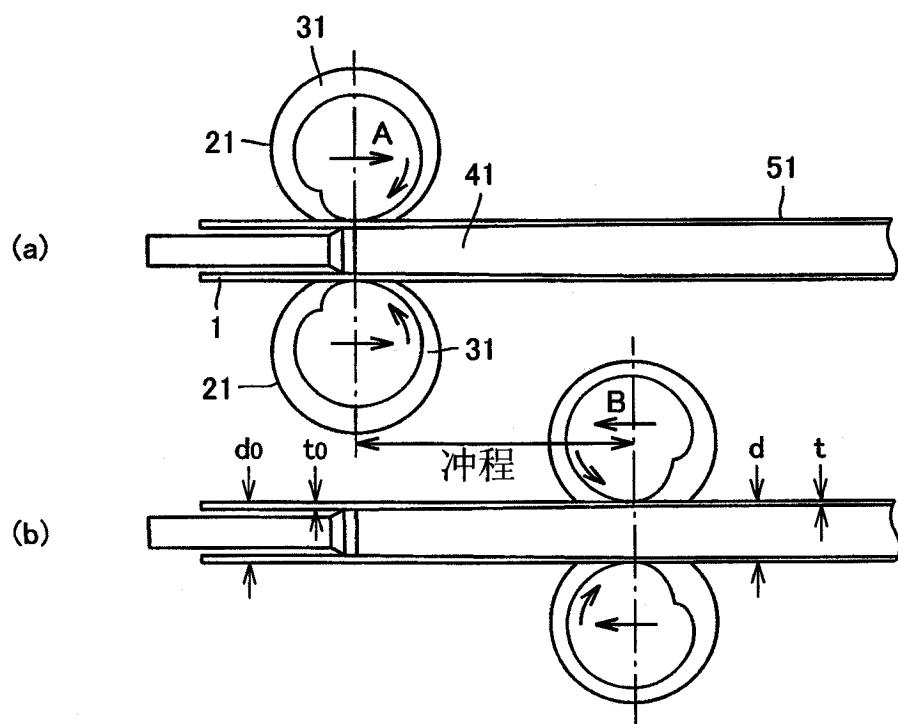


图 8

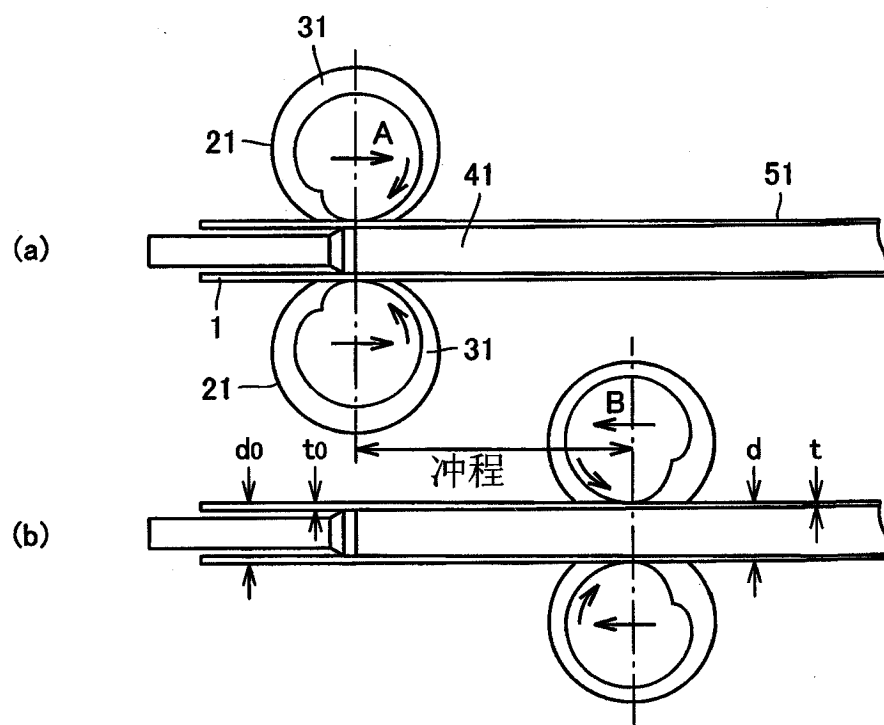


图 9