



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118317841 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 09

(21) 申请号 202280078643.0

(22) 申请日 2022.11.30

(30) 优先权数据

102021213566.8 2021.11.30 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/083788 2022.11.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/099531 DE 2023.06.08

(71) 申请人 SMS集团有限公司

地址 德国杜塞尔多夫

(72) 发明人 S·云斯特 C·门格尔

M·彼得斯

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 苏娟 周金波

(51) Int.Cl.

B21B 37/26 (2006.01)

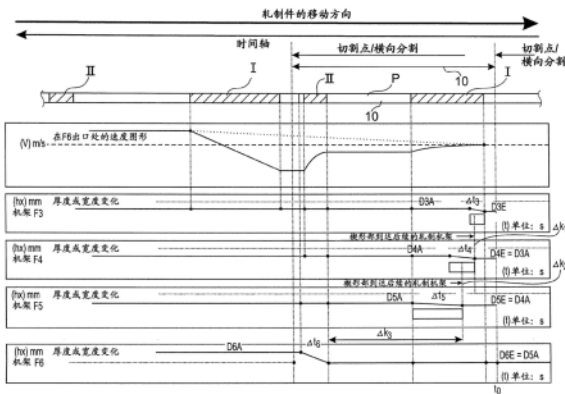
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

用于运行轧制机组的方法以及用于实施该方法的计算机程序产品

(57) 摘要

本发明涉及用于运行轧制机组的方法和计算机程序产品,所述轧制机组具有在轧制方向上相继地布置的总数为N的轧制机架,以用于将轧制材料、特别是金属带材从先前的终轧尺寸轧制为改变后的新的终轧尺寸。根据该方法,轧制发生在两个时间阶段I和II中。在第一时间阶段中,根据已知的楔形部接着楔形部轧制,按照第一载荷重新分布发生轧制,其中,第一载荷重新分布考虑到,最后的轧制机架的先前设定的轧辊间隙保持不变。为了能够以更短过渡时间的方式并且在轧制材料的尽可能短的部段上将轧制材料尺寸的所期望的变化限制为新的终轧尺寸,根据本发明的方法规定,轧制机架根据第二载荷重新分布执行道次改变,其中,第二载荷重新分布考虑到,与在第一时间阶段I中不同,最后的轧制机架动态地移动到新的终轧尺寸。



1. 用于运行轧制机组的方法,所述轧制机组具有在轧制方向上相继地布置的总数为M的轧制机架,以用于将轧制材料、特别是金属带材从先前的终轧尺寸轧制为改变后的新的终轧尺寸,所述方法具有以下步骤:

- 鉴于所述新的终轧尺寸,针对M个轧制机架中的至少单个的轧制机架,以第一次道次改变的形式确定第一时间阶段(I)的第一载荷重新分布,并且

- 在所述第一时间阶段(I)中沿轧制方向观察:在所述轧制材料的轧制期间,根据所述第一载荷重新分布,顺序地执行所述轧制机架中的道次改变,并在所述轧制材料中形成最多M-1个楔形部,其中,除了第一轧制机架外,轧制楔形部的所述轧制机架中的每个轧制机架在前一轧制机架同样已开始轧制所述楔形部之处开始在所述轧制材料中轧制出由其通过所述道次改变引起的楔形部,从而使得在所述第一时间阶段中在所述轧制材料内轧制出的所述楔形部相重叠;

其特征在于,

在所述第一载荷重新分布中,针对M个所述轧制机架中的最后的轧制机架,未规定道次改变;并且

其特征在于以下步骤:

- 鉴于所述新的终轧尺寸,针对至少所述最后的轧制机架,以第二次道次改变的形式确定第二时间阶段(II)的第二载荷重新分布;和

- 在所述第二时间阶段(II)中沿轧制方向观察:

通过顺序地执行所述轧制机架中的道次改变,达到由所述第二载荷重新分布所规定的程度,将所述轧制材料轧制到所述新的终轧尺寸。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一载荷重新分布和/或所述第二载荷重新分布对于所述轧制机架中的单个轧制机架未规定道次改变。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一载荷重新分布和/或所述第二载荷重新分布对于所述轧制机架中的单个轧制机架规定了道次压下,并且对于其他轧制机架未规定道次增量。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述轧制材料是“连续的”连铸坯,所述轧制机组通过所述连铸坯与沿轧制方向处于上游的铸造机耦接。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,在离开铸造机后横向分割连续铸造的连铸坯,从而产生板坯作为轧制材料,并且使得所述轧制机组与在轧制方向上处于其上游的铸造机脱离。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述轧制材料具有至少一个带材部段,在所述带材部段中以所述第一时间阶段和所述第二时间阶段分开地执行所述方法,使得所述带材部段代表过渡区域,在所述过渡区域中,所述轧制材料的尺寸从所述先前的终轧尺寸过渡到所述新的终轧尺寸。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,执行所述道次改变是指,使轧辊间隙打开以增大所述轧制材料的尺寸,或者使所述轧辊间隙闭合以减小所述轧制材料的尺寸。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,为了执行所述道次改变,例如为了使所述轧辊间隙打开或闭合,以在所述轧制材料中形成楔形部,所述轧制机架中的调

节缸除了初始加速和制动外,以恒定的或非恒定的调节缸行进速度移动。

9.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一时间阶段(I)和所述第二时间阶段(II)在带有或没有间歇的情况下在时间上彼此相继,优选直接彼此相继。

10.根据权利要求1至8中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一时间阶段和所述第二时间阶段在时间上重叠,使得在第一阶段(I)结束之前开始第二阶段(II)。

11.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述轧制机架是用于热轧所述轧制材料的热轧制机架。

12.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述终轧尺寸为终轧厚度,所述轧制机架为厚度减小轧制机架。

13.根据权利要求1至11中任一项所述的方法,其特征在于,所述轧制机架相应为压边机或轧边机架,所述轧制为压缩,以减小作为所述轧制材料的终轧尺寸的终轧宽度。

14.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,  
所述轧制机组由多个粗轧制机架形成,或者由具有多个精轧制机架的精轧制机组形成,或者

所述轧制机组除了精轧制机组的轧制机架之外,还包括粗轧制机架。

15.计算机程序产品,其能直接加载到数字计算机的优选内部的存储器中,并且包括软件代码部分,当所述计算机程序产品在所述计算机上运行时,利用所述软件代码部分执行根据前述权利要求中任一项所述的方法的步骤。

## 用于运行轧制机组的方法以及用于实施该方法的计算机程序 产品

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于运行轧制机组的方法和计算机程序产品,该轧制机组具有在轧制方向上相继地布置的总数为M的轧制机架,以用于将轧制材料、特别是金属带材从先前的终轧尺寸轧制为改变后的新的终轧尺寸。

### 背景技术

[0002] 如果要改变轧制材料的终轧尺寸,则只有通过轧制机组的各个轧制机架中重新计算的合适的载荷重新分布并且相应地重新调整轧辊间隙才能确保各个轧制机架的最佳的磨损分布以及轧制的轧制材料的最佳质量。向新的终轧尺寸的过渡通常发生在轧制材料的固定部段,即所谓的虚拟带材部段。该带材部段在整个轧制机组中被跟踪,并且每个轧制机架恰好在该同一带材部段中根据所述载荷重新分布来改变其轧辊间隙的大小。于是在轧制时在轧制材料中会产生楔形部。这些楔形部是过渡区域,在所述过渡区域中轧制材料的厚度或宽度从先前的终轧尺寸改变为新的终轧尺寸。

[0003] 如果轧制机组的所参与的所有轧制机架都将同时历经在载荷重新分布的过程中针对其规定的道次改变,即其轧辊间隙的新尺寸,则这可导致质量流问题。为了使得此类质量流问题保持得尽可能小,终轧尺寸的期望的变化传统上按如下方式进行:轧制机组的每个轧制机架在轧制材料或带材部段中轧制出楔形部,使得轧制材料中的楔形部相应地在相应前一个轧制机架同样开始轧制它之处开始(楔形部接着楔形部,Keil-Auf-Keil)。例如在欧洲专利文献EP 3 346 625 B1中描述了该方法。

[0004] 这种所谓的“楔形部接着楔形部轧制”在应用于无限长的轧制材料时具有缺点,铸造机和轧制机组通过该轧制材料彼此耦接,在铸造机中铸造轧制材料,随后要在轧制机组中对轧制材料予以轧制。该缺点在于,由于与铸造机的上述耦接,不仅有利于轧制材料通过轧制机架的输送速度。此外,还必须人为地限制轧制机组中的尤其是第一轧制机架的调节缸行进速度。这种必要限制的原因在于以下事实:

[0005] 调节缸行进速度、即特别是例如轧辊间隙闭合的速度越大,轧制材料离开轧制机架的排出速度和加速度就越大,因为质量流必须保持恒定。排出速度越大,轧制材料进入后续轧制机架中的进入速度就越大。这意味着:后续轧制机架的工作辊此时必须能够相应快速地加速,以便能够应对轧制材料的更大的进入速度。然而,由于轧制机架的工作辊的加速能力有限,在精轧制机组的中间轧制机架区域中通常使用活套,所述活套将较快地从前一轧制机架中排出的轧制材料暂存或缓存一段时间,直到后续轧制机架的工作辊已加速到使得这些工作辊能够以必要的轧制速度轧制较快地进入的轧制材料。然而,如果前一轧制机架的调节缸行进速度过高,则可出现无论后一轧制机架工作辊的加速能力还是活套的接纳能力都不再足以能够加工此时很快进入的轧制材料;于是不可避免地会出现轧制材料在轧制机组中受到压缩或“上升”的情况。为了防止这种情况,必须充分限制调节缸行进速度,即,它此时通常远低于对于轧制机架来说在技术上最大可行的调节缸行进速度。

[0006] 因人为降低的调节缸行进速度,又由于必须恒定的质量流,在轧制材料中,特别是在最后的轧制机架的出口处引起非常长的楔形部,尽管该最后的轧制机架基于其技术完全可更快地打开或闭合。长的楔形部意味着长的过渡时间和长的带材部段,在该带材部段中发生向新的期望的最终尺寸的过渡。轧制材料中的楔形部通常是废品或废弃材料。

[0007] 在现有技术中,长的楔形部和长的过渡时间因下述过程造成:仅在唯一的时间阶段内通过单纯的楔形部接着楔形部轧制实现期望的最终尺寸。在这种情况下的所基于的载荷重新分布还包括最后的轧制机架的道次改变。

[0008] 鉴于提高生产量并减少废弃材料,有意义的是,在较短的过渡时间内并在轧制材料的尽可能短的带材部段上实现按计划改变终轧尺寸。

## 发明内容

[0009] 基于现有技术,本发明的目的是,对用于运行轧制机组的已知的方法和已知的计算机程序予以改进,使得轧制材料的终轧尺寸的改变在更短的过渡时间内实现,并限于轧制材料的尽可能短的部段上。

[0010] 该目的通过在权利要求1中要求保护的方法来实现。其特征在于,在第一载荷重新分布中,针对M个轧制机架中的最后的轧制机架未规定道次改变;其特征还在于以下步骤:

[0011] -鉴于新的终轧尺寸,针对至少最后的轧制机架,以第二次道次改变的形式确定第二时间阶段的第二载荷重新分布;和

[0012] -在第二时间阶段(II)中沿轧制方向观察:通过顺序地执行轧制机架中的道次改变,达到由第二载荷重新分布所规定的程度,将轧制材料轧制到新的终轧尺寸。

[0013] 特征“…针对最后的轧制机架未规定道次改变”意味着,最后的轧制机架的轧辊间隙大小在第一时间阶段中与其在第一时间阶段开始时在上次轧制期间由于其最后的设置而具有的大小相比保持不变。

[0014] 术语“终轧尺寸”是指在轧制机组的最后的轧制机架出口处轧制材料的终轧厚度或终轧宽度。

[0015] 在本发明的意义上,术语“轧制机架”是指激活的轧制机架,其通过施加力而主动改变轧制材料的尺寸即厚度或宽度。术语“激活”有两种变体之分。激活的轧制机架可动态地、即在一段时间间隔内以调整缸行进速度改变其轧辊间隙,或者其轧辊间隙静态地固定地设置。在第一种情况下,下面将提及“动态轧制机架”,在第二种情况下,下面将提及“静态轧制机架”。在这两种情况下,与输入的轧制材料尺寸相比较,排出的轧制材料的尺寸、即厚度或宽度都会发生变化。就此而言,在本发明中,轧制机组的仅仅激活的轧制机架参照所期望的新的最终尺寸参与对轧制材料的加工。也就是说,如果没有对轧制机架做出特殊说明,则它是激活的轧制机架。

[0016] 这并不排除在轧制机组中可有其他未激活的轧制机架,但是这些轧制机架不(再)影响轧制材料的(最终)尺寸,特别是不会对轧制材料施加力。未激活的轧制机架可在轧制机组中位于激活的轧制机架的上游、中间或下游。根据本发明的方法在轧制机组中的激活的第一轧制机架处才开始。

[0017] 术语“轧制机组”可以指多个粗轧制机架或具有多个精轧制机架的精轧制机组或两者的组合。

[0018] 术语“楔形部”是指由轧制机架在轧制材料的有限(带材)部段上轧制的厚度或宽度的变化部。由于在道次改变期限期间轧制材料以输送速度移动通过轧辊间隙,因此会产生楔形部。在质量流方向上观察,楔形部可具有正斜率或负斜率。也就是说,楔形部被理解为是指从较小排出厚度至较大排出厚度(反之亦然)的楔形部。楔形部可在物理上线性或非线性地移动和形成;这取决于用于改变轧辊间隙的轧制机架的调节缸的调节缸行进速度以及同时的轧制材料通过轧辊间隙的输送速度相应如何随时间变化。

[0019] 术语“道次改变”可以指道次压下(Stichabnahme)或道次增量(Stichzunahme),即轧辊间隙的减小或增大,并且与之相关地表示轧制材料的厚度或宽度的减小或增大。

[0020] 术语“顺序地执行”还包括,如果静态轧制机架的新轧辊间隙大小根据载荷重新分布保持不变,则将这些静态轧制机架的轧辊间隙保持在其先前的轧辊间隙大小。于是,这些轧制机架的轧辊间隙设置是静态的。但这些轧制机架仍然是激活的,因为它们通过由其引起的对轧制材料尺寸的静态改变而同样为新的终轧尺寸的目标做出贡献,即使它们由于对其轧辊间隙的仅仅静态的设置而在轧制材料中未产生楔形部。

[0021] 在第一时间阶段中形成“最多M-1”个楔形部的方法特征这样来解释:在该阶段中,至少最后的轧制机架的轧辊间隙大小保持不变,即不形成楔形部。这强制适用于最后的轧制机架。然而,用于第一时间阶段的载荷分布同样还可规定,M个轧制机架中的其他的轧制机架附加地不执行道次改变,因此不形成楔形部。

[0022] 根据本发明的方法通常作为持续的轧制过程的一部分或在其范畴内执行。在持续的轧制过程期间,发出指示,要将当前(之前)执行的终轧尺寸更改为新的终轧尺寸。于是,根据本发明,确定所述的第一载荷重新分布和第二载荷重新分布。鉴于所需的最终尺寸并且鉴于所参与的轧制机架的尽可能均匀的载荷来设计两载荷重新分布。尽可能均匀的载荷意味着轧制机架中的轧辊的尽可能均匀的磨损。然后在初始时间点 $t_0$ ,在持续的轧制过程中开始实施按照根据本发明的方法的第一载荷重新分布。就此而言,根据本发明的方法的出发点是在时间点 $t_0$ 对轧制机组的轧辊间隙的静态设置。

[0023] 根据本发明,在第一时间阶段中,进行传统的楔形部接着楔形部轧制,但其特别之处在于,在该第一时间阶段中,先前的终轧尺寸在最后的轧制机架中保持不变。在轧制机架中,除了最后的轧制机架之外,使道次改变根据第一载荷重新分布以所要求保护的方式顺序地执行至中间轧辊间隙尺寸用于实现轧制材料的中间尺寸。在这方面,第一时间阶段形成在达到轧辊间隙和尺寸分布的过程中的中间阶段,其正如是为了在最后的轧制机架的出口处达到最终尺寸所需要的。所要求保护的在第一阶段中的道次改变通常比现有技术中更小,如上所述,现有技术中未规定第二阶段,而是在仅仅一个唯一的阶段中通过楔形部接着楔形部轧制而产生期望的新的最终尺寸。用于第一时间阶段的载荷重新分布如下进行:在所参与的所有激活的轧制机架中使得轧辊的载荷以及磨损均衡化并最小化。这同样也适用于用于第二时间阶段的载荷重新分布。

[0024] 通过在轧制机架中所执行的道次改变,在轧制材料中形成楔形部。由于楔形部接着楔形部轧制,通过各个动态运行的轧制机架产生的楔形部相互叠加。它们可具有不同的长度。然而,有利的是,在第一时间阶段中产生的楔形部在第一阶段结束时被最后的静态轧制机架再次轧平,因为最后的静态轧制机架不执行道次改变,即其轧辊间隙尺寸保持静态设定。由此产生了巨大的优点,即在第一阶段结束时不会产生楔形的轧制材料。排出的轧制

材料具有至少一个与之前的最终尺寸相比已经改变的中间尺寸。改变的中间尺寸在轧制材料中由轧制机组的轧制机架产生,除了保持其先前设定的最后的轧制机架之外。由于最后的轧制机架保持其先前的设定,因此排出的轧制材料的尺寸是恒定的。从这方面来说,带材部段的通过第一时间阶段加工出来的部分基本上可供使用,而不必作为废料丢弃。

[0025] 另外,在第一时间阶段中,质量流干扰或过程干扰有利地仅相对很少地发生,如果有的话,则仅在中等程度上发生。原因如下:对于轧制材料,所采用的中间轧辊间隙尺寸和由此实现的中间尺寸在数额上比现有技术中的更小。楔形部还可更长,因此过程干扰可更小。

[0026] 在轧制机架执行预定的动态道次改变的时间间隔内,在轧制材料中产生楔形部,并且轧制材料离开轧制机架的排出速度发生变化。由于质量流恒定,在轧制机架打开时进行制动;在闭合时进行加速。在相应的移动时间间隔结束时,即在制动或加速后,排出速度相应保持恒定。无论在第一时间阶段中还是在第二时间阶段中,这基本上都适用于任何动态地执行道次改变。因此,当第二时间阶段跟随第一阶段时,带材部段在第二时间阶段开始时的速度特别地还是恒定的。

[0027] 在根据本发明的轧制过程的第二时间阶段中,轧制机组的至少最后的轧制机架的轧辊间隙通过第二道次改变而移动至新的终轧尺寸。该道次改变以及可选的其他的道次改变根据先前定义的第二载荷重新分布来执行,第二载荷重新分布同样再次针对所参与的所有轧制机架的尽可能均匀的载荷。但与第一载荷重新分布不同,第二载荷重新分布考虑了在最后的轧制机架处的道次改变动态地执行至轧制材料的新的最终尺寸。鉴于新的最终尺寸对轧制材料尺寸的必要改变中的大部分已经在第一时间阶段中实现,从而使得在第二时间阶段中仅须数额上相对较小的剩余的尺寸改变或道次改变,以便达到新的最终尺寸。因此,剩余的较小的尺寸改变可在与现有技术相比相当短的楔形带材部段上发生。该带材部段还因此相对很短,因为最后的轧制机架的调节缸的运行速度可选择为最大,并且由此在第二阶段中引起轧制材料离开最后的轧制机架的最大的排出速度变化。运行速度不受后续轧制机架的仅仅有限的加速能力的限制;通常根本没有这样的后续轧制机架。这里只有卷取机仍是限制因素。用于过渡到新的最终尺寸的较短的楔形带材部段一方面有利地意味着废料的减少。另一方面,由于可行的较高的调节缸行进速度,在第二时间阶段中为了实现最后的道次压下所需的时间同样相对较短。由此有利地引起生产量的提高。由于轧制材料排出速度的仅仅短时的变化,仅还剩余的数额上很小且短时的剩余尺寸变化同样有利地引起在时间上减少了在最后的轧制机架下游的冷却路段中的干扰,并且从而引起减少在轧制材料的质量或材料性能上的干扰。

[0028] 在第一时间阶段和第二时间阶段中,轧制机组的所有轧制机架的集合中的不同的轧制机架通常相应动态运行。然而,相同的轧制机架还可部分地动态运行。根据本发明,最后的轧制机架主动参与这两个阶段;在第一阶段中静态运行,在最后的阶段中动态运行。

[0029] 根据第一实施例,并未规定,第一载荷重新分布和/或第二载荷重新分布强制地需要为轧制机组的每个轧制机架规定道次改变。确切地说,对于这些轧制机架中的各轧制机架,还可不规定道次计划改变。于是这些轧制机架静态运行,即,其轧辊间隙保持不变。

[0030] 根据另一实施例,采用根据本发明的方法轧制的轧制材料是“连续的”连铸坯,轧制机组通过该连铸坯与沿轧制方向处于上游的铸造机耦接。术语“连续的”是指,轧制材料

在铸造机中以连续的连铸坯的形式铸造,而没有被随后横向切断。

[0031] 替代地,轧制材料还可以是板坯,该板坯通过对连续的连铸坯予以分割、即至少简单地横向分割而产生。由于横向分割,铸造机和轧制机组于是不再相互耦接。由此产生的优点是,相比于铸造机由于其相对仅仅较低的铸造速度而允许的速度,轧制材料可在轧制机组中以更高的速度来轧制。

[0032] 连续的连铸坯或从连续铸造的连铸坯分离的板坯可包含一个或多个带材部段,在这些带材部段上,以第一时间阶段和第二时间阶段相应分开地执行根据本发明的方法。如果板坯包含多个带材部段,则还被称为“半连续式”轧制。带材部段优选地对应于稍后要卷绕在卷取机上的卷料长度。相比之下,如果板坯仅包括一个带材部段,其通常还仅对应于一个卷料长度,则这被称为间歇式轧制(Batchwalzen)。

[0033] 根据另一实施例,在根据本发明的方法中,如果新的最终尺寸大于先前的最终尺寸,则连续地打开轧辊间隙。当然,这样做的前提是,轧制材料的尺寸相应更大。替代地,使轧辊间隙闭合,以减小轧制材料的终轧尺寸。

[0034] 原则上有利的是,轧制机架中用于打开或闭合轧辊间隙以在轧制材料中形成楔形部的调节缸除了初始加速和制动之外,以恒定的行进速度移动。结合相应与厚度成比例的、轧制材料从轧制机架中排出的排出速度,这有利地在轧制材料中产生近似线性的楔形部。对于同一轧制机架,在调节缸的行进速度不恒定的情况下和/或涉及到轧制材料的非恒定的排出速度,则在轧制材料中产生的楔形部还可以是非线性的,即,这些楔形部于是可具有不平整的、例如弯曲的表面。

[0035] 通常,第一阶段和第二阶段在带有间歇的情况下彼此相继。然而,替代地,还可省去该间歇,使得第一时间阶段和第二时间阶段直接彼此相继。此外,替代地可行的是,第一阶段和第二阶段重叠,使得第二阶段在第一阶段结束之前开始。最后两个替代方案有利地引起根据本发明的方法的实施时间的缩短,以及引起对于改变最终尺寸所需的过渡带材部段的长度的缩短。

[0036] 有利地,根据本发明的方法用在热轧制机组中并且以热轧带材作为轧制材料,因为此时由于高温,改变轧辊间隙大小或改变轧制材料的尺寸相对容易,即,无需太多努力即可完成。然而,这并不排除将根据本发明的方法用于冷轧轧制材料。

[0037] 根据本发明的方法的其他有利的设计方案是从属方法权利要求的主题。

[0038] 上述目的还通过根据权利要求15的计算机程序产品来实现。该计算机程序产品的优点对应于上面针对所要求保护的方法提到的优点。术语“计算机程序产品”还包括烧录到存储器模块中的软件和在专门制造的IC(Integrated circuit,集成电路)中的软件。此时,存储器模块和/或IC是权利要求含义内的“数字计算机的存储器”。

## 附图说明

[0039] 说明书附有5幅附图,其中:

[0040] 图1示出了根据本发明的根据第一实施例的方法;

[0041] 图2示出了在轧制方向上具有负斜率的楔形部,以增大排出的轧制材料的尺寸;

[0042] 图3a和3b示出了根据本发明的方法的第二实施例;

[0043] 图4示出了在轧制方向上观察具有正斜率的楔形形状,其例如在执行根据图3a和



3b的方法时产生;以及

[0044] 图5示出了在轧制机架的不同运行方式下楔形部长度的对比。

[0045] 在所有附图中,相同的元素用相同的附图标记表示。

### 具体实施方式

[0046] 图1示出了在轧制机组的各个轧制机架处的根据本发明的方法的各个步骤的顺序。该轧制机组的这些轧制机架带有附图标记F1至F6,其中,轧制机架F1和F2,即轧制机组的前两个轧制机架,没有主动参与执行根据本发明的根据图1中的示例的方法,因此在图1中没有提及。在图1中,轧制方向,即轧制材料通过轧制机架F1至F6的移动方向,从左向右伸延。相比之下,时间轴沿相反方向从右向左伸延。

[0047] 根据本发明的方法的实施涉及单个的(虚拟)带材部段10,其至少在软件方面被定义并且在图1中用黑色水平双箭头标出。该带材部段通过在两个不同时间点对铸造的连续铸坯进行虚拟地或后来在卷取机之前真实地横向分割而产生,如图1中所标出。通过两次切割,不仅产生了所述的带材部段,而且还同时使得轧制机组与生产连续铸坯的上游铸造机分离。

[0048] 针对这一个(虚拟)带材部段,在两个单独的阶段、即第一时间阶段I和第二时间阶段II中执行根据本发明的方法,在这里,这两个时间阶段在时间上例如有间歇P的情况下相继。在图1所示的实施例中,M个激活的轧制机架的总数为4;其包括轧制机组的轧制机架F3、F4、F5和F6。在这些轧制机架中,轧制机架F3、F4和F5在第一时间阶段I中激活,但轧制机架F6未激活。轧制机架F6单独地仅在第二时间阶段II中激活。这些轧制机架在这里例如全部都动态运行。在此,根据本发明的方法,这些轧制机架不是同时地、而是顺序地从它们的初始轧辊间隙尺寸移动至新的轧辊间隙尺寸。为此执行的道次改变(纵坐标 $h_x$ )在第一时间阶段I中根据先前确定的第一载荷重新分布来进行,并且在第二时间阶段II中根据先前确定的第二载荷重新分布来进行。考虑到轧制材料的所期望的新的最终尺寸,以及考虑到轧制机架的轧辊的尽可能均匀的磨损,由工艺模型确定两载荷重新分布。道次改变在轧制材料的轧制期间发生。通过所执行的道次改变,在轧制材料中形成楔形部。

[0049] 在图1所示的实施例中,轧制材料的这里考察的带材部段10的所力求的新的终轧尺寸,这里例如新的所力求的终轧厚度,大于先前轧制的带材部段的终轧厚度。就此而言,所参与的轧制机架的轧辊间隙在此相应被打开。

[0050] 在图1中可以看出,在第一时间阶段I期间,首先轧制机架F3作为轧制机组的激活的第一轧制机架,从时间点 $t_1$ 开始,在时间间隔 $\Delta t_3$ 内打开其轧辊间隙,以进行道次改变,参见图1中的斜坡形上升。通过打开轧辊间隙,经过的轧制材料的中间尺寸根据需要从轧制机架F3入口处的初始厚度D3E增大到轧制机架F3排出部处的厚度D3A。该排出中间厚度D3A对应于轧制机架F4入口处的进口厚度D4E。轧制机架F4的轧辊间隙在时间 $\Delta t_4$ 期间同样为了道次改变而进一步打开,结果是,轧制机架F4出口处的轧制材料厚度增大到新的中间厚度D4A。根据楔形部接着楔形部轧制,轧制机架F4有利地在由前一轧制机架F3产生的第一楔形部的起点到达其入口处、即到达轧制机架F4入口时就已经开始打开其轧辊间隙。这通常是在时间上延迟时间间隔 $\Delta k_1$ 的情况。在图1中还可以看出,当轧制机架F4已经开始打开其轧辊间隙时,轧制机架F3的轧辊间隙的打开还没有完全完成;因此, $\Delta k_1 < \Delta t_3$ 。

[0051] 对于第一时间阶段,此时同样还在轧制机架F5处根据先前计算的第一载荷重新分布重现打开至轧辊间隙的相应新的中间尺寸。

[0052] 在图1所示的实施例中,在所有三个轧制机架F3、F4和F5中,轧辊间隙始终进一步打开,使得轧制材料在轧制机架出口处的相应产生的中间轧制尺寸逐渐增大。绝非强制始终都是这种情况,正如开头部分所述。但具体地已经说过,轧制机架F4处的入口厚度从厚度 $D4E=D3A$ 增大到 $D4A>D4E$ 。类似地,在轧制材料经过轧制机架F5时,当轧制机架的轧辊间隙在时间间隔 $\Delta t_5$ 期间同样进一步打开时,轧制材料的终轧厚度再次增大;于是轧制材料的最终尺寸从 $D5E=D4A$ 增大到 $D5A>D5E$ 。轧制机架F4和F5为了相应地打开其轧辊间隙所需的调整时间相应为 $\Delta t_4$ 和 $\Delta t_5$ 。通过这种方式,各轧制机架F3至F5相应产生楔形部,这些楔形部在轧制材料中全部重叠(楔形部接着楔形部)。结果,可在带材部段的相对较短的部段中实现从轧制材料的先前终轧尺寸到新的终轧尺寸的期望转变。

[0053] 中间厚度 $D5A$ 作为入口中间轧制尺寸 $D6E$ 被输入到轧制机架F6中。轧制机架在第一时间阶段I中静态地运行,也就是说,其轧辊间隙保持不变。但由于F6处的轧辊间隙尺寸通常不同于 $D5A$ ,因此在第一时间阶段中,轧制材料同样在轧制机架F6中经历其尺寸变化。然而,这种尺寸变化与楔形部的形成无关,因为F6的轧辊间隙在一段时间间隔内没有变化。第一时间阶段结束时轧制材料的排出速度及其中间尺寸在时间上保持恒定。关于与此相关的优点,参见说明书的上面的概要部分。

[0054] 由于在第一时间阶段结束时轧制材料尚未达到其所期望的新的最终尺寸,因此接下来是第二时间阶段II。在该第二时间阶段中,在图1所示的示例中,只有轧制机架F6激活地参与。绝非始终都是这种情况。确切地说,其他轧制机架同样可在第二时间阶段中参与,它们可静态或动态地运行。依据根据本发明的方法,与在第一时间阶段中不同,最后的轧制机架F6现在动态地运行。也就是说,在时间间隔 $\Delta t_6$ 期间执行道次改变。具体地,F6的轧辊间隙因为由第二载荷重新分布规定的道次改变而从其初始开口 $D6E$ 在此例如打开至新的最终尺寸 $D6A$ 。与现有技术相比,在这种情况下所产生的楔形部非常短。另外,F6的调节缸可非常快速地移动,如图1的上面的行所示。由此可使得时间间隔 $\Delta t_6$ 保持非常短。关于与此相关的优点,同样参见说明书的概要部分。

[0055] 最后,图1在带材的视图下方示出了在最后的轧制机架F6出口处的轧制材料的速度走向。在第一时间阶段I中,排出速度变低,因为机架F3-F5在其道次改变时打开,并且必须保持质量流。根据图1,轧制机架F6在第一时间阶段中不影响轧制材料尺寸的变化,也不影响其排出速度的变化。

[0056] 在第二时间阶段II中,仅打开F6。再次出于维持质量流的原因,其排出速度因而在时间间隔 $\Delta t_6$ 期间降低。然后,轧制材料的排出速度在F6出口处保持恒定。

[0057] 图2示出了具有负斜率的轧制楔形部,其例如可通过打开根据图1的轧制机架来产生。

[0058] 图3a和3b示出了根据本发明的方法的第二实施例,但在该第二实施例中,所参与的轧制机架的轧辊间隙不是打开的,而是闭合的,以便减小轧制材料的厚度。在该示例中,轧制机架F1至F5既在第一时间阶段I期间又在随后的第二时间阶段II期间参与对轧制材料的轧制。机架F1至F4在第一时间阶段I中动态运行,也就是说,它们相应地在时间间隔 $\Delta t_1I$ 、 $\Delta t_2I$ 、 $\Delta t_3I$ 和 $\Delta t_4I$ 内执行由第一载荷重新分布分配给它们的道次改变。相比之下,第五轧

制机架F5在第一时间阶段I中静态运行,也就是说,其轧辊间隙保持固定在在第一时间阶段开始之前轧辊间隙还已经具有的位置。在第一时间阶段I结束时,轧制机架F5在轧制材料中没有实现楔形部,并且如图3a中可见,由先前的轧制机架产生的所有楔形部都被机架F5轧平。因此,在轧制机架F5排出部处的轧制材料的排出厚度在第一时间阶段I中是恒定的。

[0059] 第一时间阶段之后是第二时间阶段II,这里例如有一个小间歇P。在该第二时间阶段II中,所有轧制机架F1至F5在这里例如都动态运行,也就是说,它们在时间间隔 $\Delta t_{1II}$ 、 $\Delta t_{2II}$ 、 $\Delta t_{3II}$ 、 $\Delta t_{4II}$ 和 $\Delta t_{5II}$ 中相应轧制出楔形部,其中,轧制材料中的这些楔形部相应重叠(楔形部接着楔形部轧制),参见图3a以及图3b的放大图。与第一时间阶段I中不同的是,轧制机架F5现在同样动态运行。具体地,第二载荷重新分布规定,轧制机架F5执行道次改变,其中,其轧辊间隙从其在第一时间阶段I中的静态设置闭合至新的较小的终轧厚度。由于轧制机架F5的这种动态运行方式,在轧制材料中形成了到新的终轧厚度的短的楔形的过渡部。然而,通过根据本发明的方法整体改变的带材部段10的该楔形部分与现有技术相比显著更短。这意味着废料更少,并且可在更短的时间内过渡到新的终轧厚度。

[0060] 图4示出了在轧制方向上具有正斜率的楔形部的形成,该楔形部例如在根据图3a和图3b的第二实施例中由轧制机架F1至F5特别是在第二时间阶段II中产生。

[0061] 图2和图4分别示出了线性楔形部。替代于此,楔形部表面还设计成弯曲的或弧形的,这取决于调节缸行进速度的时间走向和轧制材料从轧制机架的排出速度的时间走向。

[0062] 图5示出了当轧制机组的轧制机架F1至F5以不同的运行模式运行时例如在轧制机组的最后的机架F5处排出的楔形部长度的比较。除了具有相同轧制机架F1至F5的相同轧制机组之外,在所有三个实施例中,还假定对这些轧制机架的相同的预设。即,具体而言:相应将轧制机架F1预设至16mm的轧辊间隙尺寸,将轧制机架F2预设至8mm的轧辊间隙尺寸,将轧制机架F3预设至4mm的轧辊间隙尺寸,将轧制机架F4预设至2mm的轧辊间隙尺寸,将轧制机架F5预设至1mm的轧辊间隙尺寸(排出厚度、初始状态)。因此,如此预设机架F1至F5,使得在每个机架处,轧制材料被压下或厚度减少50%。除了该初始状态之外,在所有三个实施例中还规定,轧制材料的16mm的初始厚度应减小到在最后的轧制机架F5的出口处的0.8mm。初始状况就到这种程度。

[0063] 根据图5的第一示例涉及现有技术中已知的楔形部接着楔形部轧制。始于其所述的初始状态,根据现有技术的机架相应闭合在“差量”行中指定的量。由此产生的原始厚度可在倒数第二行中看到。

[0064] 根据现有技术的实施例的表格表明,在所述厚度减小的情况下,在最后的轧制机架F5的出口处,轧出具有16mm的楔形部长度的轧制材料。这种大的轧出楔形部长度是不利的,因为它在有疑问情况下必须作为废料被丢弃。众所周知,本发明的目的是减小该楔形部长度,这使用极端情况1和2的两个示例进行了说明。

[0065] 与现有技术不同,在两个实施例中,在第一时间阶段I和第二时间阶段II之间存在区别。对于这两个阶段,相应指明了在相应的机架处的排出厚度和在各阶段中的相应的厚度减小,其在用于这些实施例的两个表格中相应用差量表示。与现有技术不同,根据本发明的两个实施例中的主要方法步骤在于,轧制机架F5在阶段I期间保持在其初始状态下,此处为1mm。因此,阶段I中的差量相应为0mm。仅在第二时间阶段II结束时,最后的轧制机架相应动态地从其初始位置移动到所期望的新的最终尺寸,此处为0.8mm。因此,如上所述,在两种

极端情况下,在时间阶段II中机架F5的相关差量为0.2mm。

[0066] 极端情况1是极端的,因为机架F1至F4在这里与现有技术类似地移动,但如所述,机架F5保持在其初始状态。在第二时间阶段中,机架F1至F4保持其对应于第一时间阶段I的设置,并且仅机架F5如上所述地移动。结果,与排出长度为16m的现有技术相比,由此在机架F5排出部处产生超短的楔形部长度,仅为0.5m。

[0067] 极端情况2规定,机架F1至F5中的每个单个机架相应接续地闭合,结果是,在第二阶段结束时,在最后的轧制机架F5的出口处,排出长度在此为8m。

[0068] 两种极端情况都表明,采用根据本发明的方法,可很好地实现本发明的目的,即实现在最后的轧制机架处的排出楔形部长度的缩短;与现有技术相比,排出楔形部长度相应缩短了相当大的系数:在极端情况1中,该系数为 $16:0.5=32$ ,在极端情况2中,该系数为 $16:8=2$ 。

[0069] 附图标记列表

[0070] I 第一时间阶段

[0071] II 第二时间阶段

[0072] 10 带材部段

[0073] P 间歇

[0074]  $h_x$  轧制材料厚度或轧制机架的打开行程或道次大小。

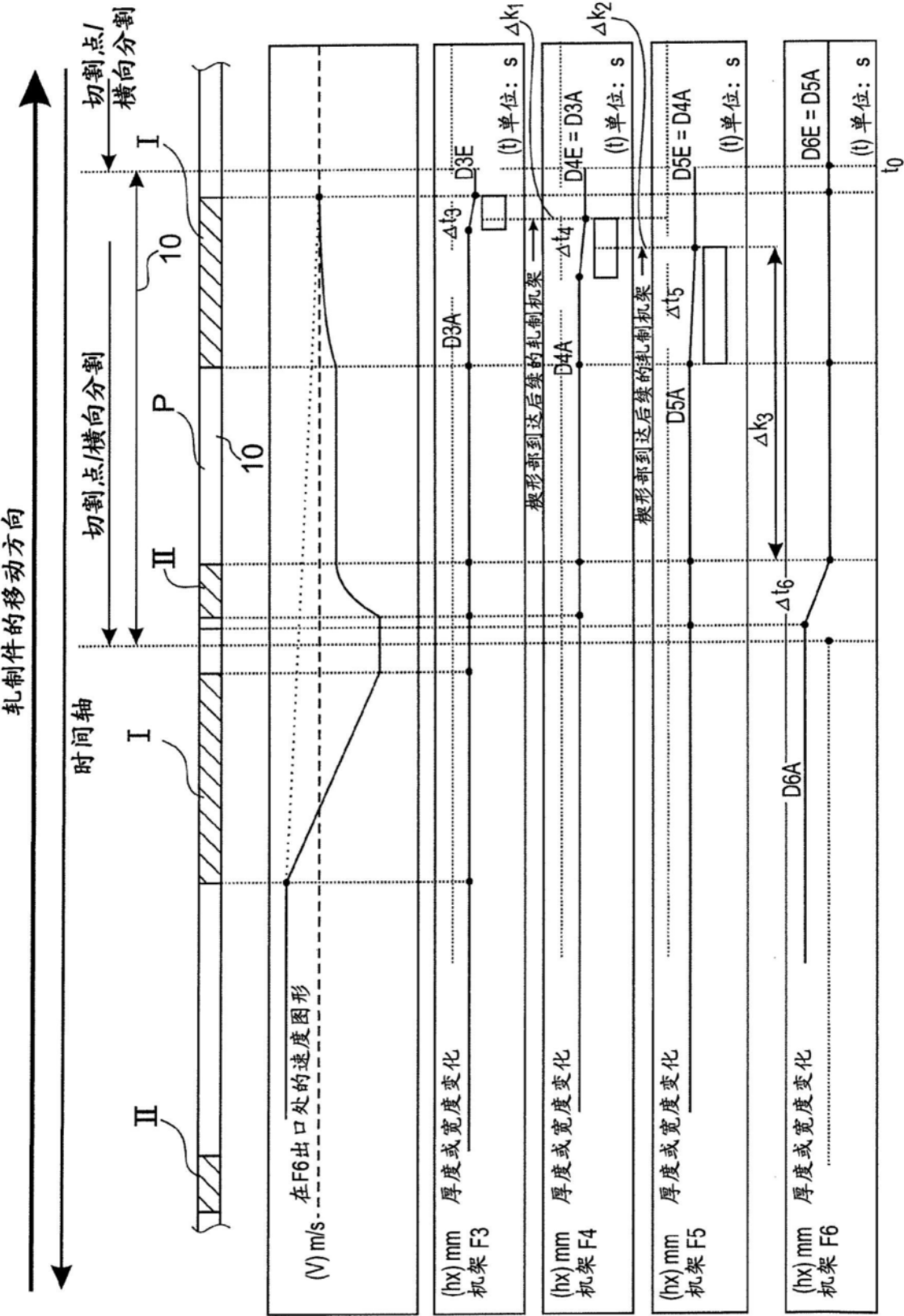


图1

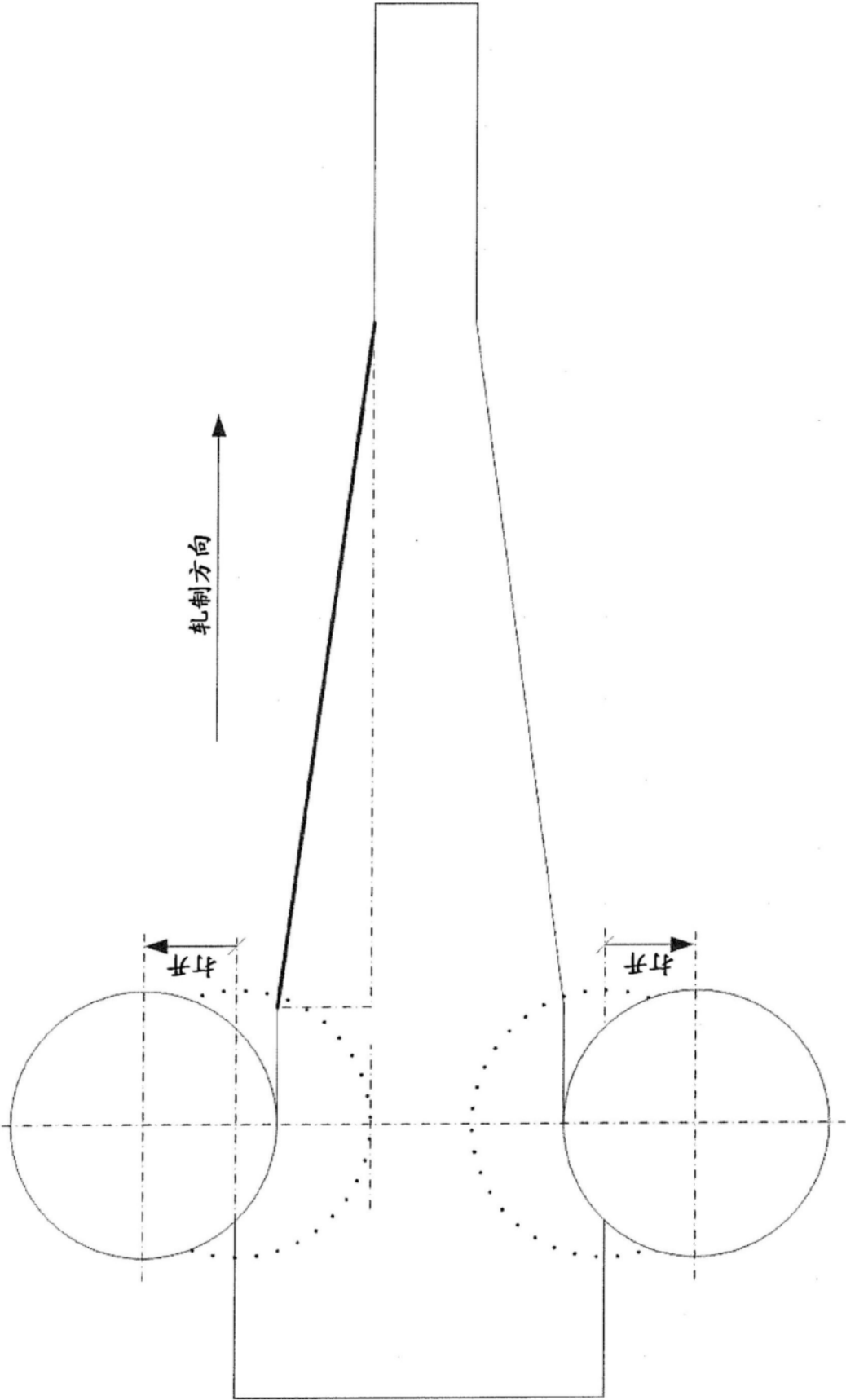


图2

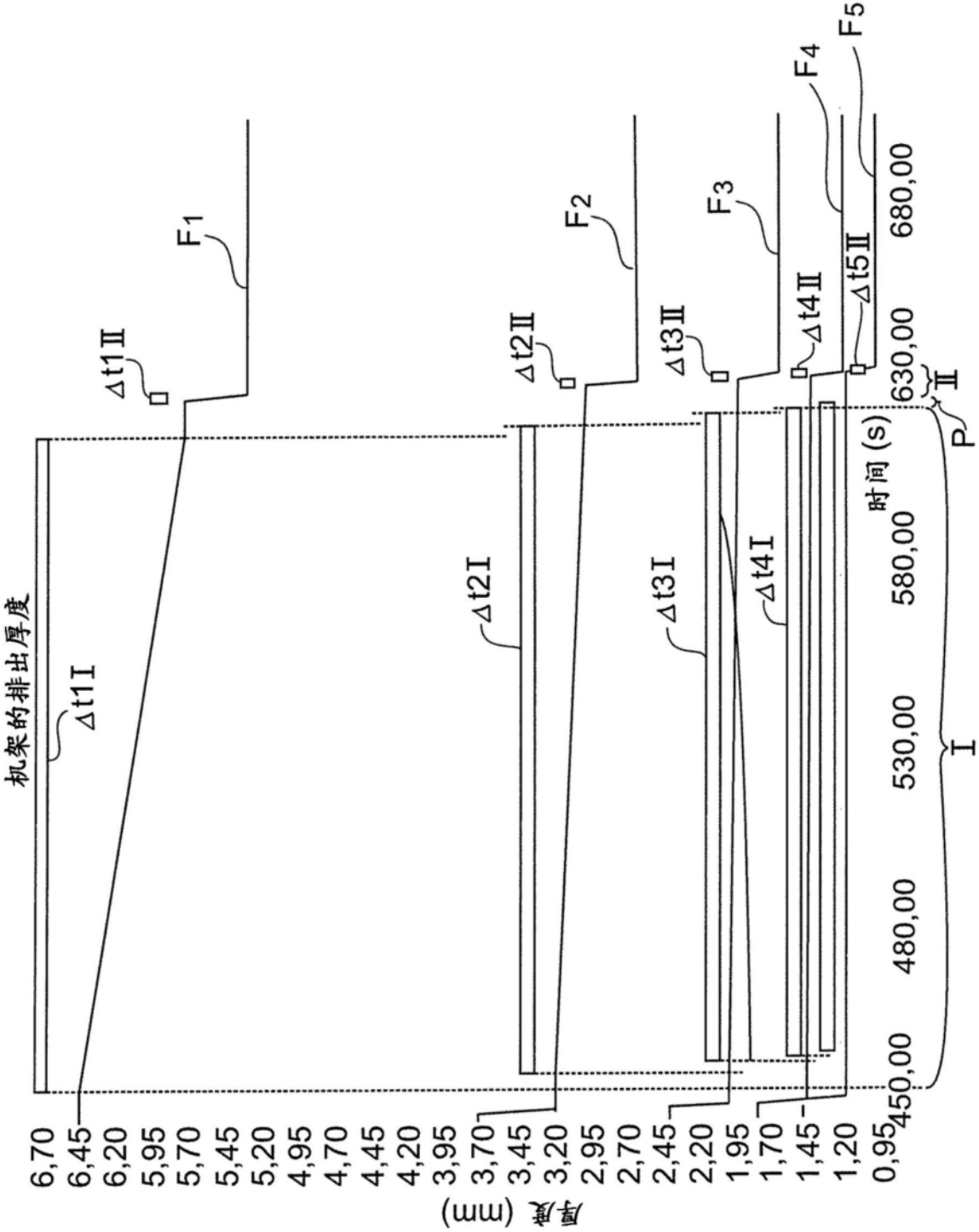


图3a

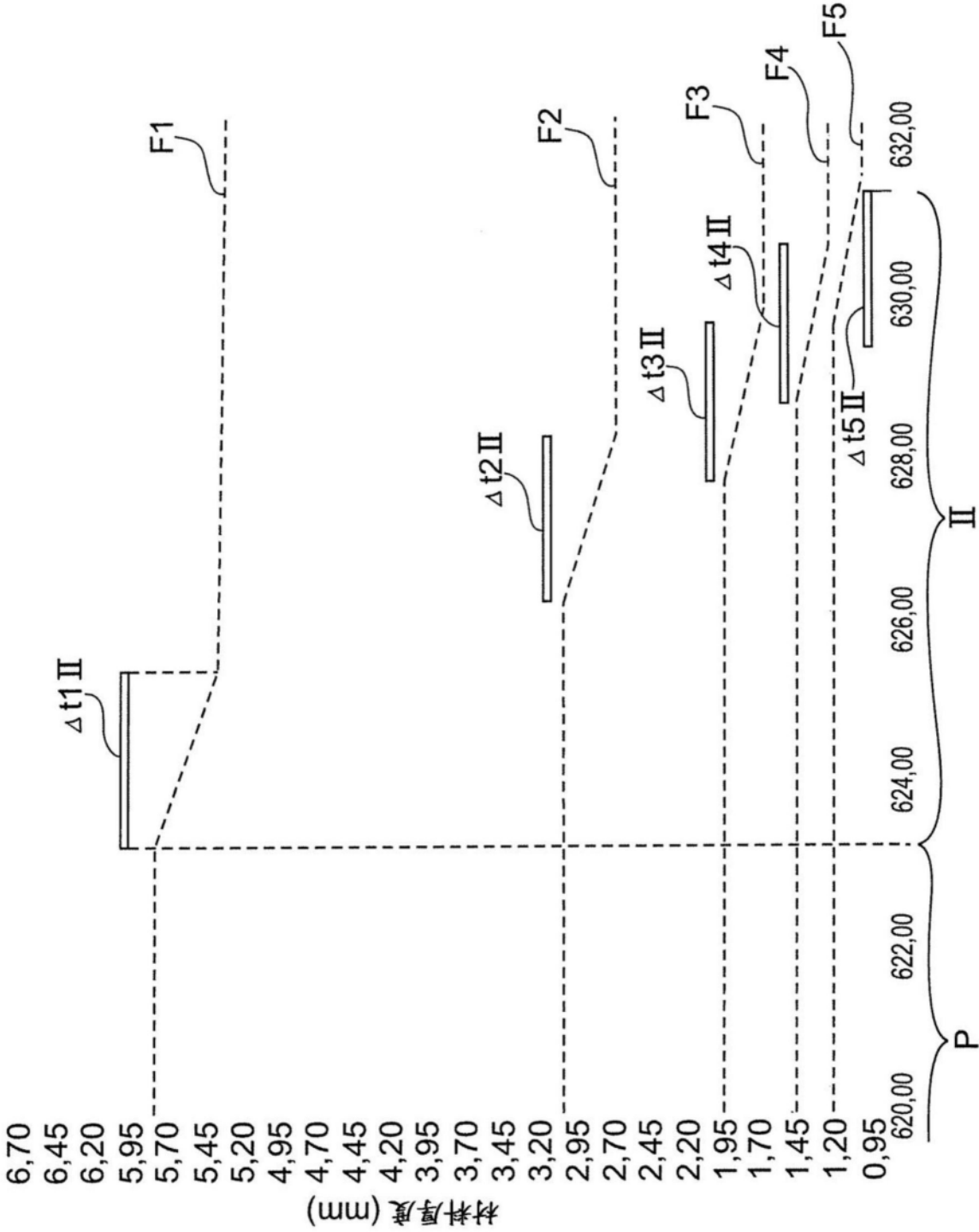


图3b



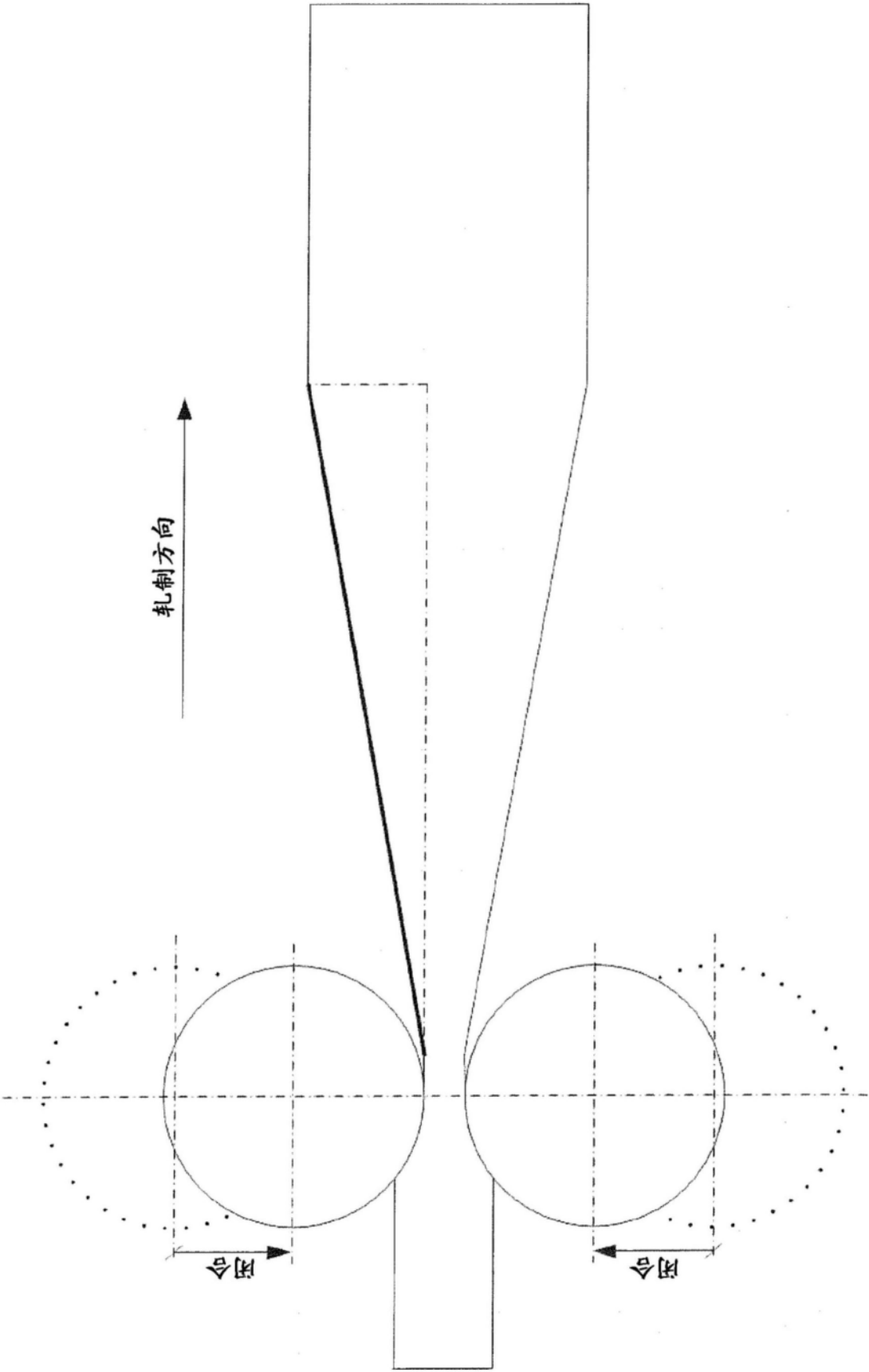


图4

以前的楔形部接着楔形部处理方式  
现有技术

	F1	F2	F3	F4	F5
在F1-F5的50%压下量的情况下 排出部处的楔形部长度	1	2	4	8	16 mm
初始状态的排出厚度	16	8	4	2	1 mm
现有技术的楔形部接着楔形部 差量	12,8 3,2	6,4 1,6	3,2 0,8	1,6 0,4	0,8 0,2 mm

极端情况1的示例

	F1	F2	F3	F4	F5
排出部处的楔形部长度					0,5 mm
初始状态的排出厚度	16	8	4	2	1 mm
阶段I的排出厚度	12,8	6,4	3,2	1,6	1 mm
阶段II的排出厚度	12,8	6,4	3,2	1,6	0,8 mm
阶段I的差量	3,2	1,6	0,8	0,4	0 mm
阶段II的差量	0	0	0	0	0,2 mm

极端情况2的示例

	F1	F2	F3	F4	F5
排出部处的楔形部长度	0,5	1	2	4	8 mm
初始状态的排出厚度	16	8	4	2	1 mm
阶段I的排出厚度	14	7	3,5	1,7	1 mm
阶段II的排出厚度	12,8	6,4	3,2	1,6	0,8 mm
阶段I的差量	2	1	0,5	0,3	0 mm
阶段II的差量	1,2	0,6	0,3	0,1	0,2 mm

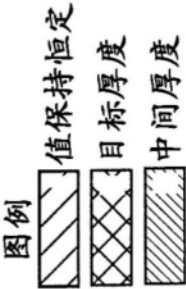


图5