



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117957073 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 30

(21) 申请号 202280060611.8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.08.09

B21B 38/04 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2024.03.07

B21B 37/00 (2006.01)

B21B 37/22 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/030474 2022.08.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/034020 JA 2024.02.15

(71) 申请人 东芝三菱电机产业系统株式会社  
地址 日本东京

(72) 发明人 真锅翼

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

专利代理师 戚宏梅

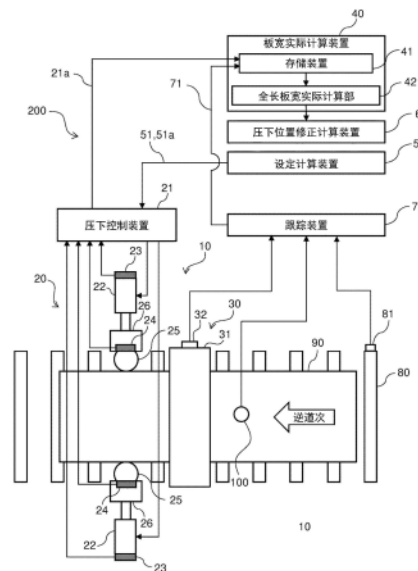
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

可逆轧机的板宽控制装置

(57) 摘要

本发明涉及一种板宽控制装置,应用于可逆轧机,该可逆轧机具备:轧边机,具有对被轧制材进行宽度轧制的一对轧边辊;以及水平轧机,配置在轧边机的下游,具有对被轧制材进行水平轧制的一对水平辊。本发明的板宽控制装置具备压下控制装置、压下位置检测器、跟踪装置以及板宽实际值计算装置。压下控制装置构成为,在逆道次轧制中以一对轧边辊与被轧制材接触的方式使轧边机动作。压下位置检测器构成为,在逆道次轧制中检测一对轧边辊与被轧制材接触时的轧边机的压下位置。跟踪装置构成为,在逆道次轧制中对被轧制材的长度方向的位置进行追踪。板宽实际值计算装置构成为,基于压下位置检测器的输出与跟踪装置的输出来计算被轧制材的长度方向的多个位置的板宽实际值。



1. 一种可逆轧机的板宽控制装置,该可逆轧机具备:轧边机,具有对被轧制材进行宽度轧制的一对轧边辊;以及水平轧机,配置在所述轧边机的下游,具有对所述被轧制材进行水平轧制的一对水平辊,所述板宽控制装置的特征在于,具备:

压下控制装置,其构成为,在逆道次轧制中以所述一对轧边辊与所述被轧制材接触的方式使所述轧边机动作;

压下位置检测器,其构成为,在所述逆道次轧制中对所述一对轧边辊与所述被轧制材接触时的所述轧边机的压下位置进行检测;

跟踪装置,其构成为,在所述逆道次轧制中对所述被轧制材的长度方向的位置进行追踪;以及

板宽实际值计算装置,其构成为,基于所述压下位置检测器的输出与所述跟踪装置的输出,对所述被轧制材的长度方向的多个位置的板宽实际值进行计算。

2. 如权利要求1所述的可逆轧机的板宽控制装置,其特征在于,

所述压下控制装置构成为,对所述轧边机应用载荷恒定控制,以维持所述一对轧边辊与所述被轧制材接触的状态。

3. 如权利要求1所述的可逆轧机的板宽控制装置,其特征在于,

所述压下控制装置构成为,反复进行:

从所述一对轧边辊未与所述被轧制材接触的状态起,以缩小所述一对轧边辊间的距离的方式使所述轧边机动作;

根据所述轧边机的载荷测定值,对所述一对轧边辊向所述被轧制材的接触进行检测;以及

若检测出所述一对轧边辊向所述被轧制材的接触,则以扩大所述一对轧边辊间的距离的方式使所述轧边机动作。

4. 如权利要求1所述的可逆轧机的板宽控制装置,其特征在于,

还具备板宽计,该板宽计配置在所述轧边机的下游,并构成为对所述被轧制材的板宽进行计测,

所述板宽实际值计算装置构成为,使用根据所述板宽计的测定值与由所述水平轧制产生的宽度扩展量预测出的板宽来修正所述板宽实际值。

5. 如权利要求1所述的可逆轧机的板宽控制装置,其特征在于,

还具备板宽计,该板宽计配置在所述轧边机的上游,并构成为对所述被轧制材的板宽进行计测,

所述板宽实际值计算装置构成为,使用所述板宽计的测定值来修正所述板宽实际值。

6. 如权利要求1至5中的任一项所述的可逆轧机的板宽控制装置,其特征在于,

还具备压下位置修正计算装置,该压下位置修正计算装置构成为,基于所述板宽实际值,对所述逆道次轧制的下一个正道次轧制中的所述轧边机的压下位置的修正量进行计算。

## 可逆轧机的板宽控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可逆轧机的板宽控制装置。

### 背景技术

[0002] 在热轧线中,通过粗轧工序以及精轧工序将被轧制材加工为产品尺寸。粗轧工序通过具备水平轧机与轧边机的可逆轧机来进行。轧边机配置在水平轧机的上游侧。轧边机具有对被轧制材进行宽度轧制的一对轧边辊。水平轧机具有对被轧制材进行水平轧制的一对水平辊。在粗轧工序中,交替地反复进行使被轧制材流向正方向的正道次与使被轧制材流向反方向的逆道次。在粗轧工序中,一边反复进行正道次与逆道次一边反复进行基于轧边辊的宽度轧制与基于水平辊的水平轧制,被轧制材被加工为适合于精轧的开始的板宽。作为与可逆轧机相关的现有技术,例如公开有专利文献1以及专利文献2。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开昭58-070910号公报

[0006] 专利文献2:国际公开第2016/185583号

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 精轧工序的板宽变更能力较小,因此要求在粗轧工序中形成板宽。为此,需要遍及全长取得粗轧中的被轧制材的板宽。特别是,为了在最后的正道次轧制中对板宽进行精加工,需要从逆道次轧制到最后的正道次轧制之前为止取得板宽。

[0009] 但是,关于能够对被轧制材的板宽进行计测的宽度计,多数情况下在热轧线中设置在从可逆轧机的入侧远离的位置。为了使用该宽度计遍及全长地计测被轧制材的板宽,必须在被轧制材从轧边机脱离之后将被轧制材输送到宽度计的设置位置,会产生时间的损失。根据入侧的宽度计的位置不同,有时在逆道次轧制中被轧制材到达宽度计。但是,为了提高生产率,在被轧制材从轧边机脱离之后迅速地进行反转操作而开始正道次的轧制。因此,板宽可被计测的部分限于被轧制材的后端侧的一部分,无法遍及全长计测板宽。

[0010] 本发明的一个目的在于提供一种可逆轧机的板宽控制装置,能够避免由于时间的损失而导致的生产率降低,并且能够遍及全长取得被轧制材的板宽。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 本发明的板宽控制装置应用于可逆轧机,该可逆轧机具备:轧边机,具有对被轧制材进行宽度轧制的一对轧边辊;以及水平轧机,配置在轧边机的下游,具有对被轧制材进行水平轧制的一对水平辊。本发明的板宽控制装置具备压下控制装置、压下位置检测器、跟踪装置、以及板宽实际值计算装置。压下控制装置构成为,在逆道次轧制中以一对轧边辊与被轧制材接触的方式使轧边机动作。压下位置检测器构成为,在逆道次轧制中检测一对轧边辊与被轧制材接触时的轧边机的压下位置。跟踪装置构成为,在逆道次轧制中对被轧制材

的长度方向的位置进行追踪。然后,板宽实际值计算装置构成为,基于压下位置检测器的输出与跟踪装置的输出来计算被轧制材的长度方向的多个位置的板宽实际值。

[0013] 在本发明的板宽控制装置中,压下控制装置也可以构成为,在逆道次轧制中,对轧边机应用载荷恒定控制,以维持一对轧边辊与被轧制材接触的状态。或者,压下控制装置也可以构成为,在逆道次轧制中,反复执行以下的处理。第一处理为,从一对轧边辊未与被轧制材接触的状态起,以缩小一对轧边辊间的距离的方式使轧边机动作。第二处理为,根据轧边机的载荷测定值来检测一对轧边辊向被轧制材的接触。然后,第三处理为,如果检测到一对轧边辊向被轧制材的接触,则以扩大一对轧边辊间的距离的方式使轧边机动作。

[0014] 本发明的板宽控制装置也可以进一步具备板宽计,该板宽计配置在轧边机的下游,且构成为对被轧制材的板宽进行计测。在该情况下,板宽实际值计算装置也可以构成为,使用根据板宽计的测定值与由水平轧制的产生宽度扩展量预测出的板宽来修正板宽实际值。或者,本发明的板宽控制装置也可以构成为,进一步具备板宽计,该板宽计轧边机的上游,且构成为对被轧制材的板宽进行计测。在该情况下,板宽实际值计算装置也可以构成为,使用板宽计的测定值来修正板宽实际值。

[0015] 本发明的板宽控制装置也可以进一步具备压下位置修正计算装置。压下位置修正计算装置也可以构成为,基于板宽实际值对逆道次轧制下一个的正道次轧制中的轧边机的压下位置的修正量进行计算。更详细地说,也可以与长度方向的板宽实际值的分布相匹配地按照长度方向的每个位置计算压下位置的修正量,也可以基于长度方向的板宽实际值的平均值来计算作为长度方向整体的压下位置的修正量。

[0016] 发明的效果

[0017] 根据本发明的板宽控制装置,基于在逆道次轧制中轧边辊与被轧制材接触时的轧边机的压下位置、以及在逆道次轧制中所追踪的被轧制材的长度方向的位置,对被轧制材的长度方向的多个位置的板宽实际值进行计算。据此,无需将被轧制材输送逆道次轧制所需要的距离以上,因此能够避免由于时间的损失而导致的生产率降低,并且能够遍及全长取得被轧制材的板宽。

## 附图说明

[0018] 图1是对本发明的第一实施方式的板宽控制装置以及应用该板宽控制装置的可逆轧机的构成、由板宽控制装置进行的逆道次轧制时的处理进行说明的图。

[0019] 图2是表示本发明的第一实施方式的逆道次轧制中的轧边辊的动作用的图。

[0020] 图3是对本发明的第一实施方式的板宽控制装置与应用该板宽控制装置的可逆轧机的构成、由板宽控制装置进行的正道次轧制时的处理进行说明的图。

[0021] 图4是对本发明的第一实施方式的板宽控制装置的第一变形例的构成、由板宽控制装置进行的逆道次轧制时的处理进行说明的图。

[0022] 图5是对本发明的第一实施方式的板宽控制装置的第二变形例的构成、由板宽控制装置进行的逆道次轧制时的处理进行说明的图。

[0023] 图6是表示本发明的第二实施方式的逆道次轧制中的轧边辊的动作用的图。

## 具体实施方式

[0024] 1. 第一实施方式

[0025] 1-1. 可逆轧机的构成

[0026] 以下,参照图1对本发明的第一实施方式的可逆轧机10的构成进行说明。

[0027] 可逆轧机10具备输送被轧制材(板坯)90的辊道80。辊道80具有能够向正方向驱动与向反方向驱动的多个辊。在辊道80上安装有检测其输送速度的速度检测器81。可逆轧机10在辊道80对被轧制材90的输送线上具备用于宽度轧制的轧边机20、以及用于水平轧制的水平轧机30。水平轧机30相对于轧边机20配置在输送线的下游。

[0028] 轧边机20具备以从左右夹着被轧制材90的方式配置的一对轧边辊25。轧边辊25由辊轴承座26即具备轴承的轴箱支承。轧边机20具备使辊轴承座26所支承的轧边辊25在被轧制材90的宽度方向上移动的压下装置22。压下装置22具备液压缸,能够基于液压缸进行高速的压下动作。

[0029] 轧边机20具备对压下装置22的轧制载荷进行检测的载荷计测器24。具体而言,载荷计测器24是设置于辊轴承座26的测力传感器。其中,也能够将在压下装置22的液压缸设置的液压检测器用作为载荷计测器24。另外,轧边机20具备对压下装置22的压下位置进行检测的压下位置检测器23。压下位置检测器23将液压缸的液柱长度作为压下位置的检测值而输出。此处,压下位置是表示无负荷时(非轧制时)的一对轧边辊25的间隙的值。压下位置检测器23基于两侧的液压缸的液柱长度的实测值来运算压下位置并输出。例如,预先在某个基准液柱长度下对实际的轧边辊25的间隙进行计测(将该处理称为调零),将从该计测值(调零时辊间隙)减去液柱长度相对于调零时的变化量而得到的值作为压下位置的检测值输出。

[0030] 水平轧机30具备以从上下夹着被轧制材90的方式配置的一对水平辊31。在水平辊31上安装有对水平辊31的旋转速度进行检测的速度检测器32。另外,在水平轧机30的出侧配置有热轧带检测器(HMD)100。但是,配置于可逆轧机10的热轧带检测器100不是这一个,在被轧制材90的输送线上的多处配置有热轧带检测器100。

[0031] 1-2. 板宽控制装置的构成

[0032] 接下来,继续参照图1对在如上述那样构成的可逆轧机10中应用的板宽控制装置200的构成进行说明。

[0033] 板宽控制装置200由压下控制装置21、板宽实际计算装置40、设定计算装置50、压下位置修正计算装置60、以及跟踪装置70构成。构成板宽控制装置200的这些装置21、40、50、60、70可以是面向特定用途集成回路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、中央处理装置(CPU)、或者其他处理装置。装置21、40、50、60、70中的一个或者多个也可以是2个以上的ASIC、FPGA、CPU、或者其他处理装置的组合。构成板宽控制装置200的ASIC、FPGA、CPU、以及其他处理装置包括一系列能够执行的命令。当这些命令被执行时,对应的ASIC、FPGA、CPU、以及其他处理装置被触发,以执行后述的各装置21、40、50、60、70的功能。

[0034] 设定计算装置50构成为,对压下控制装置21赋予各种设定计算值51。设定计算值51包括针对被轧制材90的板宽目标值51a。载荷目标值51a是在最小载荷至最大载荷的范围内预先确定的值。最小载荷是能够稳定地计测载荷的下限值,最大载荷是轧边机20的机械上的允许上限值。

[0035] 压下控制装置21根据由设定计算装置50赋予的各种设定计算值51来进行动作。另外,向压下控制装置21输入由载荷计测器24检测出的轧制载荷、由压下位置检测器23检测出的压下位置。压下控制装置21构成为,将在逆道次轧制中由压下位置检测器23输入的压下位置的检测值作为压下位置实际值21a而向板宽实际计算装置40发送。

[0036] 跟踪装置70取得由速度检测器32检测出的水平辊31的旋转速度、由速度检测器81检测出的辊道80的输送速度、以及热轧带检测器100的输出。跟踪装置70构成为,使用在逆道次轧制中取得的这些信息来生成表示长度方向上的被轧制材90的位置的跟踪信息71。所生成的跟踪信息71被发送至板宽实际计算装置40。

[0037] 板宽实际计算装置40包括存储装置41与全长板宽实际计算部42。从压下控制装置21发送的压下位置实际值21a储存于存储装置41。另外,由跟踪装置70生成的跟踪信息71也储存于存储装置41。压下位置实际值21a以及跟踪信息71均是在被轧制材90的逆道次轧制中取得的信息,并通过所取得的定时而相互建立关联。这些信息的取得定时根据一定或者可变的采样时间间隔、或者被轧制材90的长度方向的位置来预先确定。

[0038] 全长板宽实际计算部42构成为,基于存储装置41所储存的信息对长度方向的多个位置处的被轧制材90的板宽的实际值进行计算。关于板宽的实际值的计算方法的详细内容将后述。由全长板宽实际计算部42计算出的板宽的实际值被输入到压下位置修正计算装置。

[0039] 压下位置修正计算装置60构成为,基于由全长板宽实际计算部42计算出的板宽的实际值,对压下装置22对压下位置的修正量进行计算。由压下位置修正计算装置60计算出的压下位置的修正量,在计算出板宽的实际值的逆道次轧制的下一个正道次轧制中,被用于压下控制装置21对轧边机20的控制。关于压下位置的修正量的计算方法的详细内容将后述。

[0040] 1-3. 板宽控制装置的逆道次轧制时的处理

[0041] 在逆道次轧制中,被轧制材90由辊道80向箭头方向输送,其间,由一对轧边辊25从左右夹住被轧制材90。在逆道次轧制中,通过压下控制装置21对轧边机20应用载荷恒定控制。在载荷恒定控制中,以由载荷计测器24检测出的轧制载荷与载荷目标值51a一致的方式操作压下装置22。

[0042] 图2是表示逆道次轧制中的轧边辊25的动作用的图。通过进行载荷恒定控制,轧边辊25间的间隙28被控制为,遍及被轧制材90的全长地维持左右的轧边辊25与被轧制材90接触的状态。然后,在轧边辊25沿着被轧制材90的侧面相对移动的期间,由压下位置检测器23取得与轧边辊25的宽度方向位置对应的压下位置实际值21a。

[0043] 在逆道次轧制结束后,板宽实际计算装置40进行被轧制材90的板宽实际值的计算。板宽实际值的计算由全长板宽实际计算部42进行。全长板宽实际计算部42使用存储装置41所存储的压下位置实际值21a,通过以下的式子来计算全长的板宽实际值。

[0044] 【数1】

$$[0045] \quad B_{i-1}^{CFR}(j) = S_{Ei-1}^{ACT}(j) + \Delta S_{mEi-1} + \Delta S_{weari-1} - \Delta S_{thermi-1}$$

[0046] 上述式子中的各参数的含义如以下所述。

[0047] 【数2】

[0048]  $B_{i-1}^{CFR}(j)$  :长度方向位置j处的逆道次(i-1道次)的板宽实际值[mm]

[0049] 【数3】

[0050]  $S_{Ei-1}^{ACT}(j)$  :长度方向位置j处的逆道次(i-1道次)的压下位置实际值[mm]

[0051] 【数4】

[0052]  $\Delta S_{mEi-1}$  :逆道次(i-1道次)中的轧边轧机伸长量[mm]

[0053] 【数5】

[0054]  $\Delta S_{weari-1}$  :逆道次(i-1道次)中的轧边辊磨损量[mm]

[0055] 【数6】

[0056]  $\Delta S_{thermi-1}$  :逆道次(i-1道次)中轧边辊热膨胀量[mm]

[0057] 轧边轧机延伸量为,使用由二次式等表示的轧机曲线、根据轧制载荷来计算。轧边辊的磨损量以及热膨胀量作为相对于调零时的轧边辊直径的变化量来考虑。磨损量为,根据预测或者计测的轧制载荷、轧制长度等以数秒周期而周期性地计算并累计。热膨胀量为,根据预测或者计测的辊温度以数秒周期而周期性地计算并累计。热膨胀量为,根据预测或者计测的辊温度以数秒周期而周期性地计算并累计。在轧边辊磨损时磨损量成为正值,在热膨胀时热膨胀量成为正值。

[0058] 在本实施方式中,在逆道次轧制中,通过载荷恒定控制来维持轧边辊25与被轧制材90接触的状态。因此,能够在长度方向的任意位置取得压下位置实际值21a。在高精度地取得全长的板宽实际值的方面,对压下位置实际值21a与跟踪信息71进行取得的计测点的数量越多越优选。

[0059] 另外,在本实施方式中,载荷恒定控制的载荷目标值51a在能够稳定地计测载荷的范围内设为足够小的值。由此,能够将逆道次轧制中的宽度压下量保持得较小,能够使其小到能够忽视被轧制材90的狗骨的产生、由于其宽度返回而引起的宽度变动(塑性变形)的程度。其结果,能够高精度地取得全长的板宽实际值、特别是前端部和尾端部的板宽实际值。

[0060] 如以上说明的那样,在本实施方式中,基于通过逆道次轧制中的载荷恒定控制取得的轧边机20的压下位置、以及在逆道次轧制中所追踪的被轧制材90的长度方向的位置,计算被轧制材90的全长的板宽实际值。据此,不需要将被轧制材90输送逆道次轧制所需要的距离以上。因此,根据本实施方式的板宽控制装置200,能够避免由于时间的损失而导致的生产率降低,并且能够遍及全长地取得被轧制材90的板宽。

[0061] 1-4. 板宽控制装置的正道次轧制时的处理

[0062] 接着逆道次轧制而执行正道次轧制。图3表示由板宽控制装置200进行正道次轧制时的处理。在正道次轧制中,被轧制材90由辊道80向箭头方向输送,其间,被轧制材90由轧边机20从左右轧制。轧边机20对被轧制材90的轧制以正道次轧制结束时的板宽遍及全长成为一定的方式进行。

[0063] 在正道次轧制开始前,通过压下位置修正计算装置60计算轧边机20的压下位置的修正量。压下位置的修正量为,使用在逆道次轧制时计算出的全长的板宽实际值来计算。也可以与长度方向的板宽实际值的分布相匹配地按照长度方向的每个位置来计算压下位置的修正量,也可以基于长度方向的板宽实际值的平均值来计算作为长度方向整体的压下位置的修正量。以下的式子是计算压下位置的修正量的式的一个例子。

[0064] 【数7】

$$[0065] \quad \Delta S_i(j) = -\frac{\Delta B_{i-1}(j)}{\eta_i} \cdot G_i$$

[0066] 【数8】

$$[0067] \quad \Delta B_{i-1}(j) = B_{i-1}^{CFR}(j) - B_{i-1}^{ref}$$

[0068] 【数9】

$$[0069] \quad B_{i-1}^{ref} = \frac{1}{L_{end} - L_{start}} \int_{j=L_{start}}^{L_{end}} B_{i-1}^{CFR}(j) dj$$

[0070] 上述式子中的各参数的含义如以下所述。

[0071] 【数10】

[0072]  $\Delta S_i(j)$ : 长度方向位置j处的i道次的轧边机压下位置修正量[mm]

[0073] 【数11】

[0074]  $\Delta B_{i-1}(j)$ : 长度方向位置j处的i-1道次的相对于基准宽度的偏差[mm]

[0075] 【数12】

[0076]  $\eta_i$ : i道次的轧边机压下效率[-]

[0077] 【数13】

[0078]  $G_i$ : i道次的压下位置修正增益[-]

[0079] 【数14】

[0080]  $B_{i-1}^{CFR}(j)$ : 长度方向位置j处的逆道次(i-1道次)的板宽实际值[mm]

[0081] 【数15】

[0082]  $B_{i-1}^{ref}$ : 逆道次(i-1道次)的板宽基准值[mm]

[0083] 【数16】

[0084]  $L_{start}$ : 平均区间开始位置[m]

[0085] 【数17】

[0086]  $L_{end}$ : 平均区间结束位置[m]

[0087] 轧边机压下效率由板厚/板宽比的函数表示,通常取0.2~0.8左右的值。逆道次(i-1道次)的板宽基准值使用板宽实际值的规定区间的平均值。但是,也可以代替平均值而使用板宽设定计算值。

[0088] 压下位置修正计算装置60将根据上述式子计算出的轧边机压下位置修正量61向压下控制装置21输入。轧边机压下位置修正量61为,与长度方向的板宽实际值的分布相匹配地按照长度方向的每个位置来计算。另外,设定计算装置50将载荷目标值51a向压下控制装置21输入。压下控制装置21在这些输入信息与从跟踪装置70输入的跟踪信息71之间使定时相匹配地对轧边辊25间的间隙进行控制。由此,向下游的精轧工序输送的被轧制材90的宽度精度提高,产品的成品率得到改善。

[0089] 1-5. 板宽控制装置的第一变形例的构成与板宽实际值的修正处理

[0090] 图4表示板宽控制装置200的第一变形例。在第一变形例中,板宽控制装置200在比可逆轧机10靠下游具备板宽计110。另外,板宽控制装置200的板宽实际计算装置40由存储

装置41、全长板宽实际计算部42、以及板宽实际修正部43构成。

[0091] 在第一变形例中,在逆道次轧制之前的正道次轧制时,通过了水平轧机30的被轧制材90到达板宽计110,其板宽被计测。但是,在确认了被轧制材90的后端(轧制线的行进方向上的后端)通过了水平轧机30之后,辊道80的输送方向迅速从正道次切换为逆道次。因此,不是遍及被轧制材90的全长计测板宽,而仅计测在被轧制材90的后端通过水平轧机30之前到达板宽计110的前端侧的一部分91的板宽。通过板宽计110得到的板宽测定值111被向板宽实际计算装置40发送,并储存于存储装置41。

[0092] 在第一变形例中,板宽实际修正部43对通过全长板宽实际计算部42得到的全长的板宽实际值进行修正。板宽实际值的修正量为,使用在正道次轧制时由板宽计110得到的板宽测定值,通过以下的式子来计算。

[0093] 【数18】

$$[0094] \quad B_{i-1}^{corr-CFR}(j) = B_{i-1}^{CFR}(j) + \Delta B_{i-1}^{corr}$$

[0095] 【数19】

$$[0096] \quad \Delta B_{i-1}^{corr} = \frac{1}{L_{end}^{corr} - L_{start}^{corr}} \int_{j=L_{start}^{corr}}^{L_{end}^{corr}} (B_{i-1}^{pre}(j) - B_{i-1}^{CFR}(j)) dj$$

[0097] 【数20】

$$[0098] \quad B_{i-1}^{pre}(j') = B_{i-2}^{RDW}(j) + \Delta B_{i-1}^{spread}$$

[0099] 【数21】

$$[0100] \quad j' = j \cdot \lambda_{i-1}$$

[0101] 【数22】

$$[0102] \quad \lambda_{i-1} \cong \frac{h_{i-2}}{h_{i-1}}$$

[0103] 上述式子中的各参数的含义如以下所述。

[0104] 【数23】

[0105]  $B_{i-1}^{corr-CFR}(j)$  : 长度方向位置j处的校正后的逆道次(i-1道次)的板宽实际值[mm]

[0106] 【数24】

[0107]  $\Delta B_{i-1}^{corr}$  : 板宽实际值校正量[mm]

[0108] 【数25】

[0109]  $L_{start}^{corr}$  : 开始计算校正量的被轧制材的长度方向位置[m]

[0110] 【数26】

[0111]  $L_{start}^{means}$  : 能够计测板宽的区间的开始点的长度方向位置[m]

[0112]  $(L_{start}^{corr} \geq L_{start}^{meas})$

[0113] 【数27】

[0114]  $L_{end}^{corr}$  : 结束计算校正量的被轧制材的长度方向位置[m]

[0115] 【数28】

[0116]  $L_{end}^{means}$  :能够计测板宽的区间的结束点的长度方向位置[m]

[0117]  $(L_{end}^{corr} \leq L_{end}^{meas})$

[0118] 【数29】

[0119]  $B_{i-1}^{pre}(j)$  :根据长度方向位置j处的板宽计测值预测的逆道次结束后的板宽[mm]

[0120] 【数30】

[0121]  $B_{i-2}^{RDW}(j)$  :长度方向位置j处的正道次(i-2道次)的轧机出侧的板宽计测定值[m]

[0122] 其中,j满足以下的条件。

[0123] 【数31】

[0124]  $L_{start}^{meas} \leq j \leq L_{end}^{meas}$

[0125] 【数32】

[0126]  $\Delta B_{i-1}^{spread}$  :逆道次(i-1道次)的由水平轧制产生的宽度扩展量的预测值[mm]

[0127] 【数33】

[0128]  $j'$  :考虑了逆道次(i-1道次)的由水平轧制产生的长度方向的延伸的位置[mm]

[0129] 【数34】

[0130]  $\lambda_{i-1}$  :逆道次(i-1道次)的由水平轧制产生的长度方向的延伸率[m]

[0131] 【数35】

[0132]  $h_{i-2}$  :正道次(i-2道次)的出侧板厚[mm]

[0133] 【数36】

[0134]  $h_{i-1}$  :逆道次(i-2道次)的出侧板厚[mm]

[0135] 一般来说,可逆轧机10的下游的板宽计110为,为了避免由于辊冷却水等而产生的计测干扰,多数情况下设置在从可逆轧机10离开5m左右以上的位置。在正道次轧制后进行逆道次轧制的情况下,在正道次轧制结束后迅速切换为逆道次轧制。因此,在可逆轧机10的下游的板宽计110中产生无法计测的区间(相当于从水平轧机30到板宽计110的距离)。能够在能够测定板宽测定值的区间内的任意区间中计算板宽实际值校正量。

[0136] 1-6.板宽控制装置的第二变形例的构成与板宽实际值的修正处理

[0137] 图5表示板宽控制装置200的第二变形例。在第二变形例中,板宽控制装置200在比可逆轧机10靠上游具备板宽计110。另外,板宽控制装置200的板宽实际计算装置40由存储装置41、全长板宽实际计算部42、以及板宽实际修正部43构成。

[0138] 在第二变形例中,在逆道次轧制时,通过了轧边机20的被轧制材90到达板宽计110,其板宽被计测。但是,在确认了被轧制材90的前端(轧制线的行进方向上的前端)通过了水平轧机30之后,辊道80的输送方向迅速从逆道次切换为正道次。因此,不是遍及被轧制材90的全长计测板宽,而是仅计测在被轧制材90的前端通过轧边机20之前到达板宽计110的后端侧的一部分92的板宽。通过板宽计110得到的板宽测定值111被向板宽实际计算装置40发送,并储存于存储装置41。

[0139] 在第二变形例中,板宽实际修正部43对通过全长板宽实际计算部42得到的全长的板宽实际值进行修正。板宽实际值的修正量为,使用在逆道次轧制时通过板宽计110得到的板宽测定值,根据以下的式子来计算。

[0140] 【数37】

$$[0141] \quad B_{i-1}^{corr-CFR}(j) = B_{i-1}^{CFR}(j) + \Delta B_{i-1}^{corr}$$

[0142] 【数38】

$$[0143] \quad \Delta B_{i-1}^{corr} = \frac{1}{L_{end}^{corr} - L_{start}^{corr}} \int_{j=L_{start}^{corr}}^{L_{end}^{corr}} (B_{i-1}^{REW}(j) - B_{i-1}^{CFR}(j)) dj$$

[0144] 上述式子中的各参数的含义如以下所述。其中,对于与第一变形例的式的参数共用的参数,省略说明。

[0145] 【数39】

[0146]  $B_{i-1}^{REW}(j)$ :长度方向位置j处的正道次(i-2道次)的轧机出侧的板宽计测定值[mm]

[0147] 一般来说,可逆轧机10的上游的板宽计110设置在上游的轧机的出侧附近。在逆道次轧制后被迅速切换为正道次轧制,因此在可逆轧机10的上游的板宽计110中产生无法计测的区间(相当于从板宽计110到轧边机20的距离)。能够在能够测定板宽测定值的区间内的任意区间中计算板宽实际值校正量。

[0148] 在轧制设备中,为了对随时间变化的机械损耗、辊径的变化进行校正而提高尺寸精度,每当辊更换、设备停止时就进行调零。水平轧机30能够通过使辊彼此接触的方法(辊接触)来进行测定,因此能够在接近实际轧制的条件(载荷)下进行调零。另一方面,一对轧边辊25处于分离的距离,因此无法进行使辊彼此接触的调零。因此,以往实施间接地计测轧边辊间隙的方法,例如对停止状态的轧边辊间隙进行计测的方法、通过夹着已知尺寸的试验材来进行计测的方法。但是,在间接的方法中,会产生计测误差,因此有时无法正确地进行轧边辊间隙的调零。

[0149] 关于这一点,根据上述板宽控制装置,能够对不准确的调零、由于辊磨损的预测误差而产生的轧边辊间隙的误差进行校正,取得高精度的板宽实际值,并且能够提高宽度轧制精度。

[0150] 2. 第二实施方式

[0151] 接下来,对本发明的第二实施方式的板宽控制装置进行说明。本实施方式的板宽控制装置的基本构成与第一实施方式的板宽控制装置共通。即,本实施方式的板宽控制装置与第一实施方式同样具有图1所示的构成。本实施方式的板宽控制装置与第一实施方式的板宽控制装置的不同点在于,在逆道次轧制时进行的压下控制装置21对轧边机20的控制。详细地说,由压下控制装置21控制的轧边辊25的动作存在不同。

[0152] 图6是表示本实施方式的逆道次轧制中的轧边辊25的动作的图。图6中虚线所示的动线是表示相对于被轧制材90的轧边辊25的相对性的动作、即轧边机20的压下位置的动作的动线。在第二实施方式中,在被轧制材90的长度方向预先确定多个计测点,对于各计测点取得板宽实际值。在图6所示的例子中,动线与被轧制材90接触的点取得板宽实际值的计测点。计测点根据一定或者可变的采样时间间隔、长度间隔来确定。

[0153] 逆道次轧制开始前的轧边机20的压下位置成为轧边辊25与被轧制材90不接触的位置。然后,根据跟踪信息71来检测预先确定的被轧制材90的计测点到达轧边辊25的位置的情况(时刻 $t_0$ )。

[0154] 接下来,向缩窄轧边辊25间的间隙28的方向操作轧边机20(动作1)。此时的轧边机

20的压下速度为,在逆道次轧制开始前,考虑压下装置22以及载荷计测器24的响应特性、压下控制装置21的控制周期而预先确定。具体而言,轧边机20的压下速度成为恒定速度或者根据压下位置确定的速度。

[0155] 在压下速度的控制中,对轧制载荷以及每单位时间的轧制载荷的变化量进行监视。然后,在轧边辊25与被轧制材90接触而轧制载荷达到载荷目标值时(时刻 $t_1$ ),该时刻的轧边机20的压下位置与被轧制材90的长度方向位置被存储于存储装置41。另外,载荷目标值是在能够稳定地计测载荷、且宽度压下量或者狗骨隆起量不超过允许上限的范围内预先确定的值。

[0156] 之后,以使轧边辊25间的间隙28扩展预先确定的距离的方式操作轧边机20(动作2)。然后,在预先确定的被轧制材90的下一个计测点到达轧边辊25的位置之前,在维持间隙28不变的情况下使轧边辊25待机(动作3)。

[0157] 在第一实施方式中,通过进行载荷恒定控制来使压下装置22的液压缸打开或者关闭,每当此时液压缸的滑动摩擦的方向变化。在将液压检测器用作为载荷计测器24的情况下,滑动摩擦的方向的变化成为载荷恒定控制中的干扰,使载荷恒定控制的控制性恶化。因此,在第一实施方式中,有可能无法将被轧制材90与轧边辊25的接触状态遍及被轧制材90全长保持相等。

[0158] 与此相对,在第二实施方式中,压下位置测定时的液压缸的动作方向始终成为将轧边辊25间的间隙28关闭的方向。因此,液压缸的滑动摩擦的方向不产生变化,测定压下位置时的测定条件保持恒定。因此,根据第二实施方式,能够进一步提高被轧制材90的板宽的测定精度。

[0159] 另外,在第一实施方式的第一变形例以及第二变形例中说明的使用了板宽测定值的板宽实际值的修正方法也能够应用于第二实施方式的板宽控制装置。

[0160] 符号的说明

[0161] 10 可逆轧机

[0162] 20 轧边机

[0163] 22 压下装置

[0164] 21 压下控制装置

[0165] 23 压下位置检测器

[0166] 24 载荷计测器

[0167] 25 轧边辊

[0168] 30 水平轧机

[0169] 40 板宽实际计算装置

[0170] 50 设定计算装置

[0171] 60 压下位置修正计算装置

[0172] 70 跟踪装置

[0173] 31 水平辊

[0174] 90 被轧制材

[0175] 110 板宽计

[0176] 200 板宽控制装置

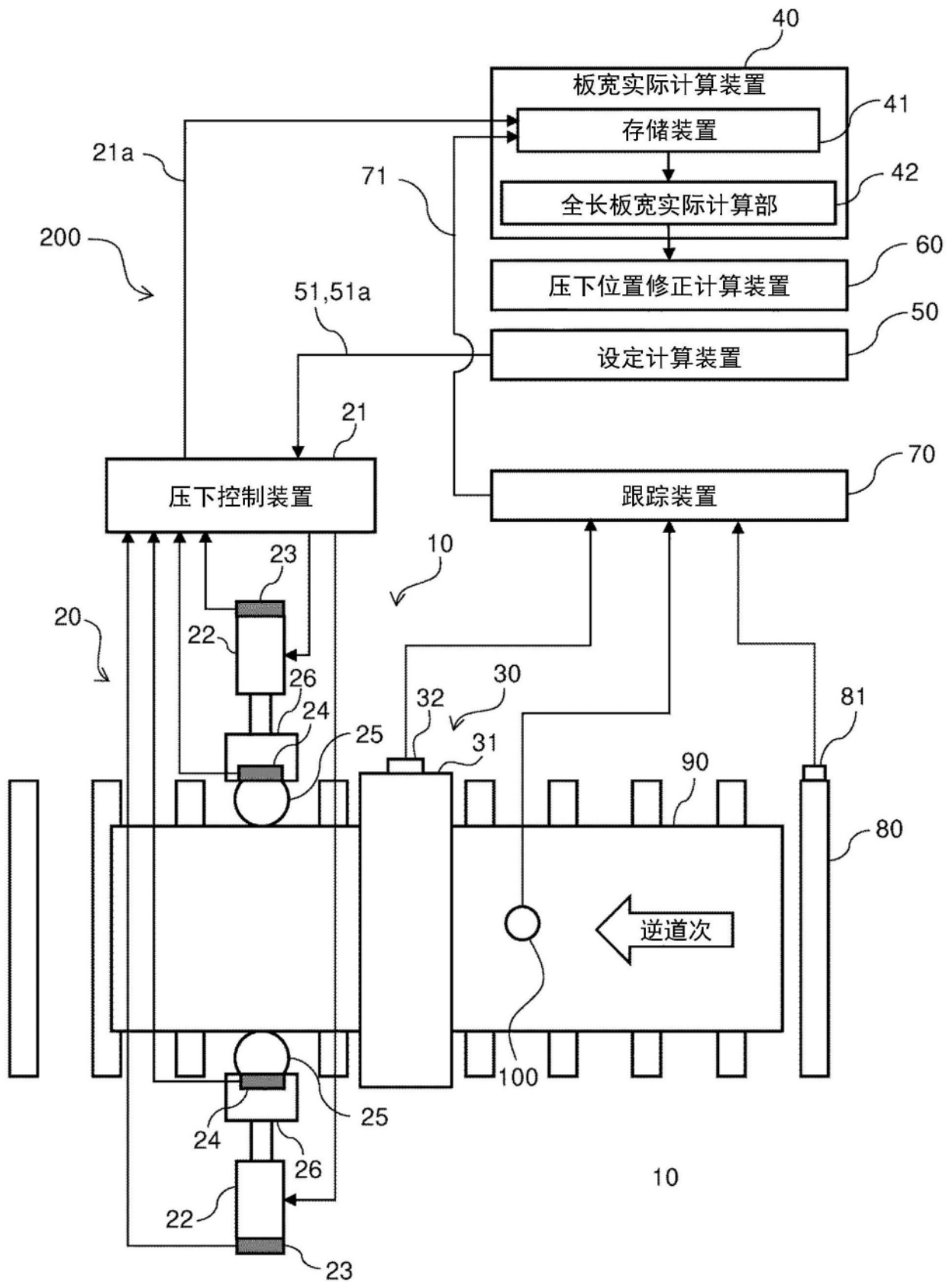


图1

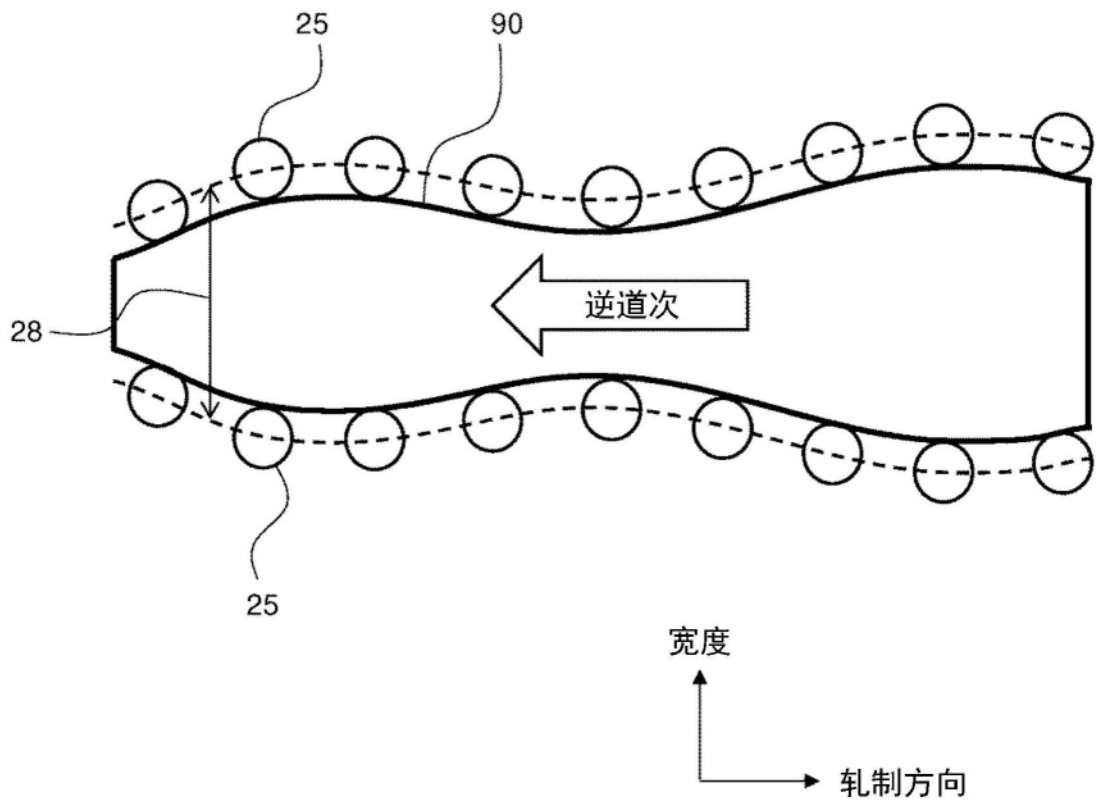


图2

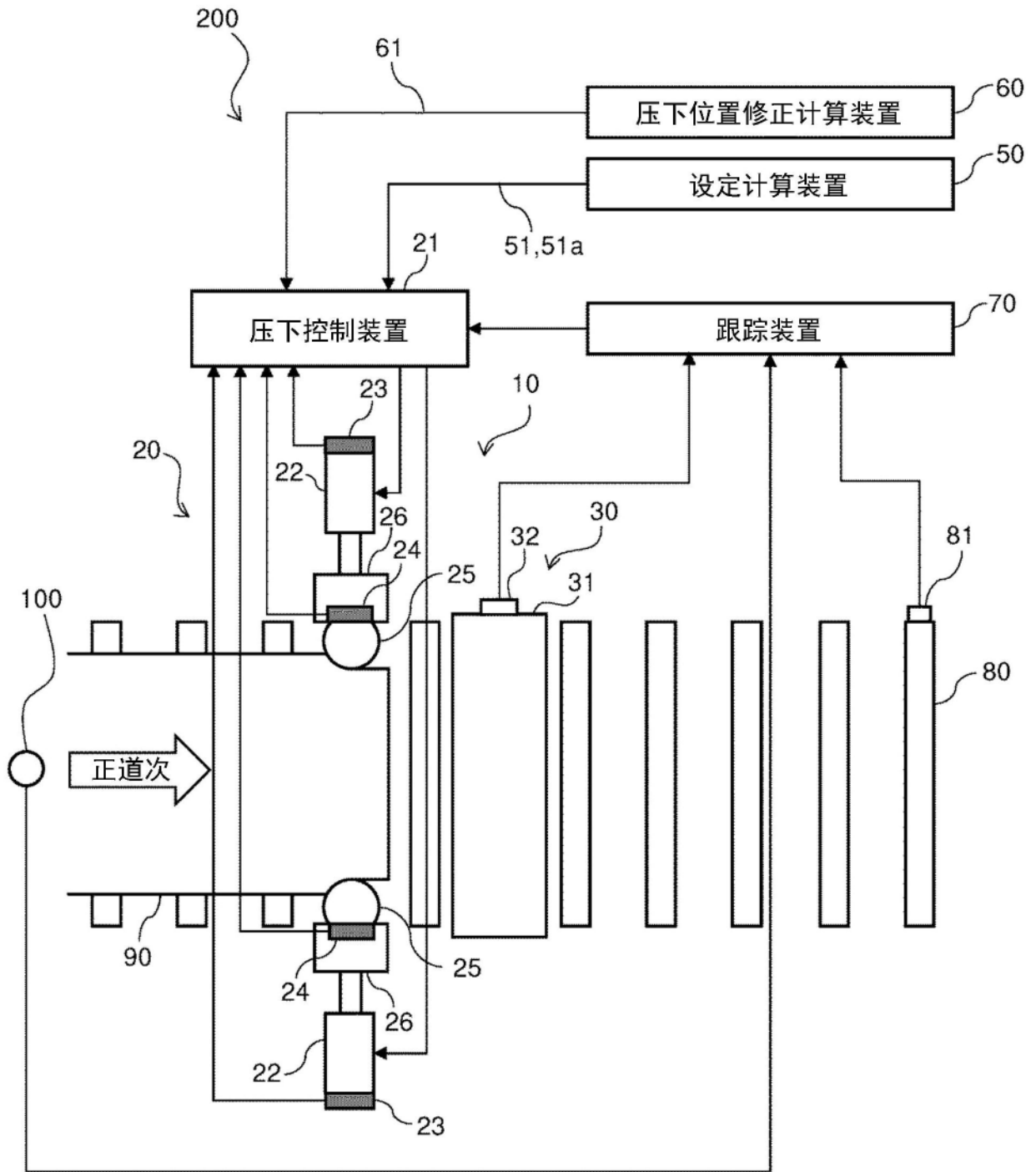


图3

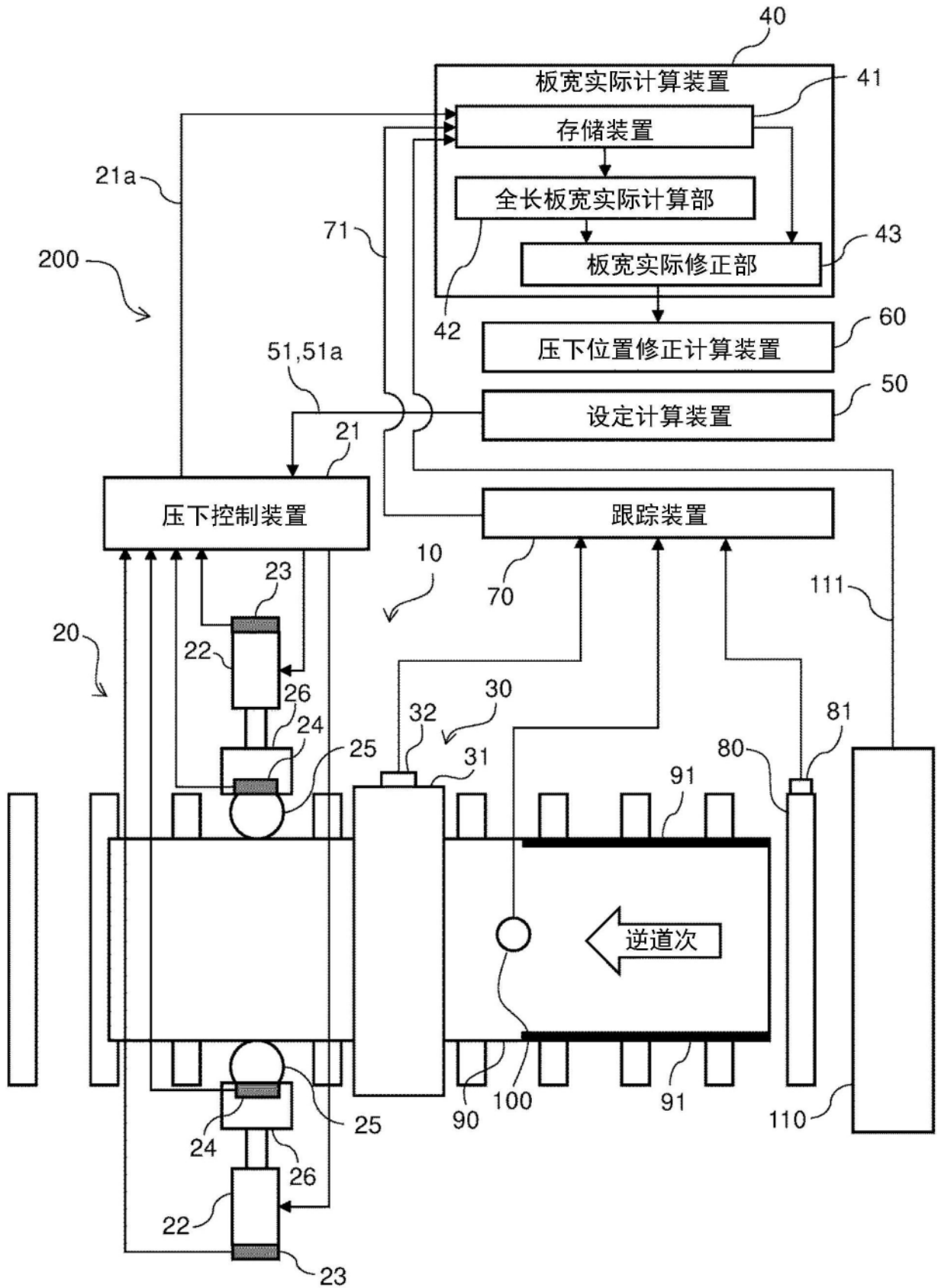


图4

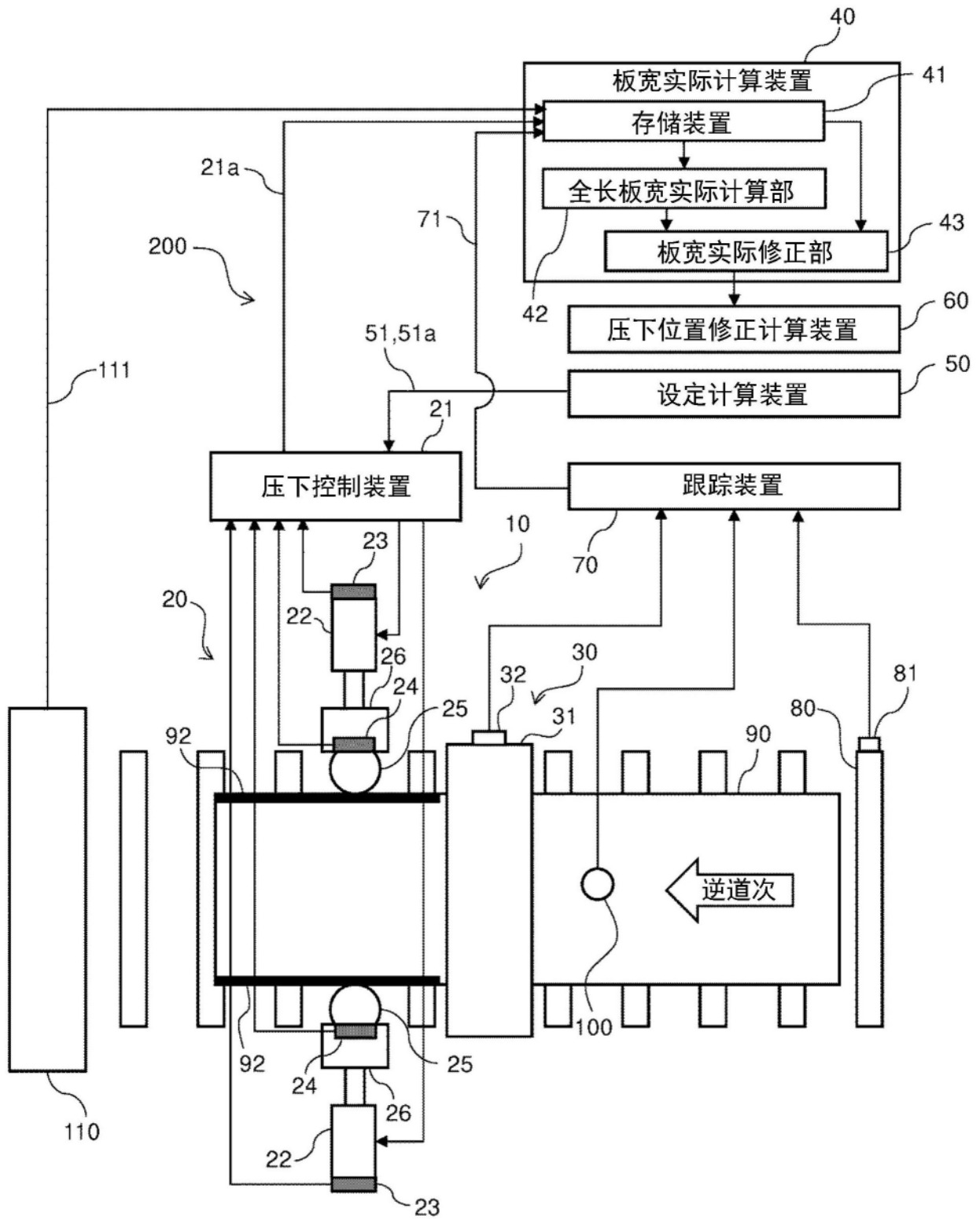


图5

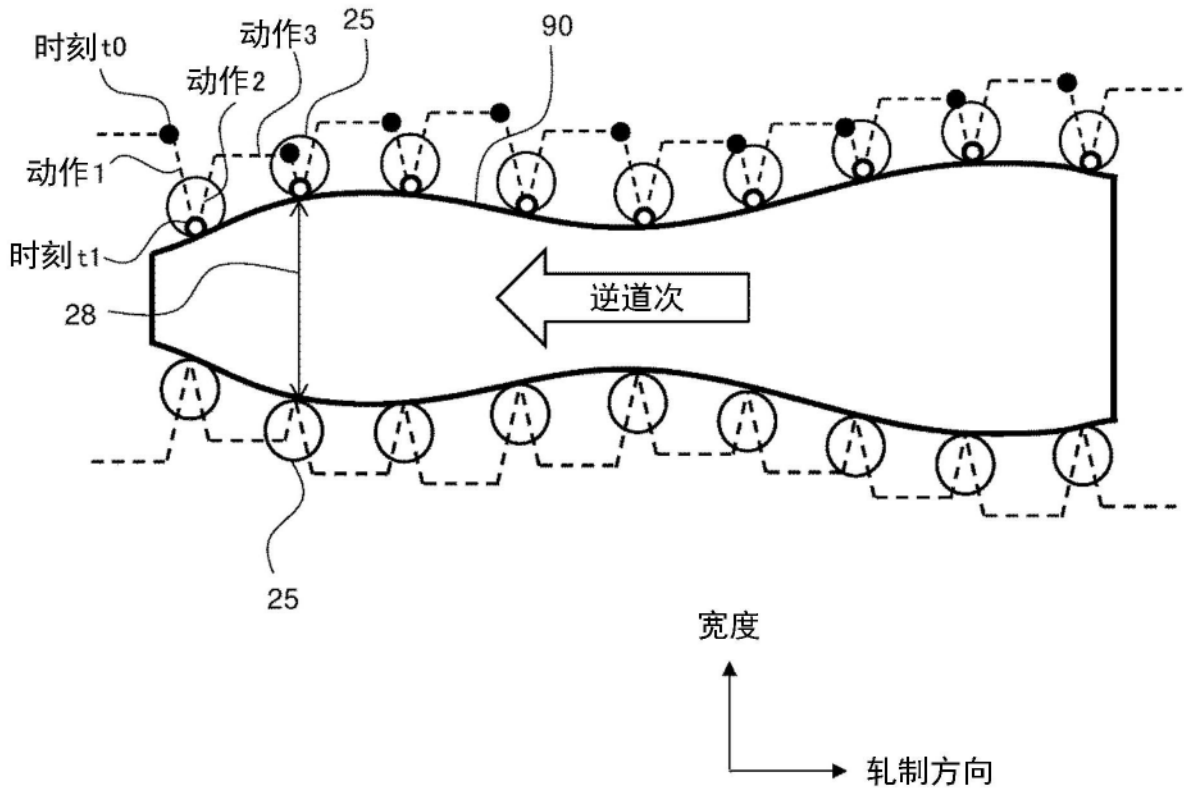


图6