



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102989841 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201210337618. 8

(22) 申请日 2012. 09. 12

(30) 优先权数据

2011-200172 2011. 09. 14 JP

(73) 专利权人 钢铁普蓝特克股份有限公司

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 青山亨

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王轶 李洋

(51) Int. Cl.

B21D 1/05 (2006. 01)

审查员 郭守建

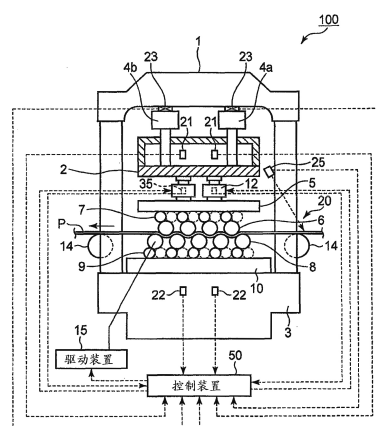
权利要求书5页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

辊式矫直机以及使用该辊式矫直机的板材的矫正方法

(57) 摘要

本发明提供辊式矫直机以及使用该辊式矫直机的板材的矫正方法。根据板材的板宽中心相对于板材轧制线的中心的偏移量、与施加于宽度方向两端的按压缸体的载荷算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,并分别控制宽度方向两端的按压缸体的锁紧量而进行纵向挠曲修正,基于多个挠曲检测传感器的检测值并分别控制多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量而进行横向挠曲修正,根据所述板材的偏移量求出板宽中心,基于板宽中心处的载荷与压缩变形的轧制常量算出板厚中心处的压缩变形量,在各液压式挠度补偿缸体的位置通过对所述板厚中心的压缩变形量乘以板厚与偏移量的函数而分别控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行压缩变形修正。



1. 一种辊式矫直机,在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置所述板材并对所述板材进行矫直矫正,

所述辊式矫直机的特征在于,

所述辊式矫直机具备:

壳体;

多个矫直辊,该多个矫直辊以交错状配置在所述板材轧制线的上下,以一边夹持并矫正所述板材一边使所述板材通过的方式旋转;

多个支承辊,该多个支承辊在上下方向上支承所述多个矫直辊;

一对辊框架,该一对辊框架在所述矫直辊及所述支承辊的上下支承所述矫直辊及所述支承辊,该一对辊框架被支承于所述壳体;

一对框架,该一对框架在上下方向上支承所述一对辊框架;

按压缸体,该按压缸体在所述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部,朝所述板材轧制线按压作为所述一对框架中的一方的工作框架,经由所述辊框架中的对应的一方而在所述矫直辊之间按压所述板材;

驱动装置,该驱动装置使所述矫直辊旋转;

液压式挠度补偿缸体,该液压式挠度补偿缸体在所述工作框架与所述辊框架中的所述对应的一方之间沿与所述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个;

多个挠曲检测传感器,该多个挠曲检测传感器设置在与所述液压式挠度补偿缸体对应的位置,检测所述工作框架的挠曲;

偏移量检测单元,该偏移量检测单元检测所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量;

载荷测量单元,该载荷测量单元测量施加于所述按压缸体的载荷;以及

控制装置,该控制装置控制所述板材的矫直矫正,

所述控制装置根据利用所述偏移量检测单元检测出的所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量、和施加于宽度方向两端的所述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,在进入侧及排出侧,分别控制宽度方向两端的所述按压缸体的锁紧量,由此进行所述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正,

基于所述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正,

根据利用所述偏移量检测单元检测出的偏移量求出板宽中心,基于该板宽中心处的载荷与压缩变形的轧制常量而算出板厚中心处的压缩变形量,在各液压式挠度补偿缸体的位置通过对所述板厚中心的压缩变形量乘以板厚与偏移量的函数而分别控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述按压缸体、所述液压式挠度补偿缸体、所述一对辊框架、所述支承辊、所述矫直辊的压缩变形修正,

一边进行这些修正控制一边通过利用所述按压缸体以所述板材的矫正所需的按压量经由所述矫直辊按压所述板材的方式进行控制。

2. 一种辊式矫直机,在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置所述板材并对所述板材进行矫直矫正,

所述辊式矫直机的特征在于,

所述辊式矫直机具备：

壳体；

多个矫直辊，该多个矫直辊以交错状配置在所述板材轧制线的上下，以一边夹持并矫正所述板材一边使所述板材通过的方式旋转；

多个支承辊，该多个支承辊在上下方向上支承所述多个矫直辊；

一对辊框架，该一对辊框架在所述矫直辊及所述支承辊的上下支承所述矫直辊及所述支承辊，该一对辊框架被支承于所述壳体；

一对框架，该一对框架在上下方向上支承所述一对辊框架；

按压缸体，该按压缸体在所述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部，朝所述板材轧制线按压作为所述一对框架中的一方的工作框架，经由所述辊框架中的对应的一方而在所述矫直辊之间按压所述板材；

驱动装置，该驱动装置使所述矫直辊旋转；

液压式挠度补偿缸体，该液压式挠度补偿缸体在所述工作框架与所述辊框架中的所述对应的一方之间沿与所述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个；

多个挠曲检测传感器，该多个挠曲检测传感器设置在与所述液压式挠度补偿缸体对应的位置，检测所述工作框架的挠曲；

偏移量检测单元，该偏移量检测单元检测所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量；

载荷测量单元，该载荷测量单元测量施加于所述按压缸体的载荷；以及

控制装置，该控制装置控制所述板材的矫直矫正，

所述控制装置根据利用所述偏移量检测单元检测出的所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量、和施加于宽度方向两端的所述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例，在进入侧及排出侧，分别控制宽度方向两端的所述按压缸体的锁紧量，由此进行所述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正，

基于所述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量，由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正，

一边进行这些修正控制一边通过利用所述按压缸体以所述板材的矫正所需的按压量经由所述矫直辊按压所述板材的方式进行控制。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的辊式矫直机，其特征在于，

由所述一对框架中的并非所述工作框架的另一方的框架支承所述壳体，所述按压缸体配置于所述壳体与所述工作框架之间，所述载荷测量单元配置于所述壳体与所述按压缸体之间。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的辊式矫直机，其特征在于，

所述偏移量检测单元通过测量所述板材的宽度方向上的边缘位置来检测所述偏移量。

5. 根据权利要求 4 所述的辊式矫直机，其特征在于，

所述偏移量检测单元通过照射激光的扫描来测量所述边缘位置。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的辊式矫直机，其特征在于，

所述辊式矫直机还具备检测所述一对框架中的并非所述工作框架的另一方的框架的挠曲的多个追加的挠曲检测传感器，所述控制装置在进行所述横向挠曲修正时还考虑所述

多个追加的挠曲检测传感器的检测值。

7. 一种板材的矫正方法,利用辊式矫直机在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置所述板材并对所述板材进行矫直矫正,

所述板材的矫正方法的特征在于,

所述辊式矫直机具备:

壳体;

多个矫直辊,该多个矫直辊以交错状配置在所述板材轧制线的上下,以一边夹持并矫正所述板材一边使所述板材通过的方式旋转;

多个支承辊,该多个支承辊在上下方向上支承所述多个矫直辊;

一对辊框架,该一对辊框架在所述矫直辊及所述支承辊的上下支承所述矫直辊及所述支承辊,该一对辊框架被支承于所述壳体;

一对框架,该一对框架在上下方向上支承所述一对辊框架;

按压缸体,该按压缸体在所述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部,朝所述板材轧制线按压作为所述一对框架中的一方的工作框架,经由所述辊框架中的对应的一方而在所述矫直辊之间按压所述板材;

驱动装置,该驱动装置使所述矫直辊旋转;

液压式挠度补偿缸体,该液压式挠度补偿缸体在所述工作框架与所述辊框架中的所述对应的一方之间沿与所述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个;

多个挠曲检测传感器,该多个挠曲检测传感器设置在与所述液压式挠度补偿缸体对应的位置,检测所述工作框架的挠曲;

偏移量检测单元,该偏移量检测单元检测所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量;以及

载荷测量单元,该载荷测量单元测量施加于所述按压缸体的载荷,

在所述方法中,根据利用所述偏移量检测单元检测出的所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量、和施加于宽度方向两端的所述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,在进入侧及排出侧,分别控制宽度方向两端的所述按压缸体的锁紧量,由此进行所述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正,

基于所述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正,

根据利用所述偏移量检测单元检测出的偏移量求出板宽中心,基于该板宽中心处的载荷与压缩变形的轧制常量而算出板厚中心处的压缩变形量,在各液压式挠度补偿缸体的位置通过对所述板厚中心的压缩变形量乘以板厚与偏移量的函数而分别单独地控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述按压缸体、所述液压式挠度补偿缸体、所述一对辊框架、所述支承辊、所述矫直辊的压缩变形修正,

一边进行这些修正控制一边通过利用所述按压缸体以所述板材的矫正所需的按压量经由所述矫直辊按压所述板材的方式进行控制。

8. 一种板材的矫正方法,利用辊式矫直机在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置所述板材并对所述板材进行矫直矫正,

所述板材的矫正方法的特征在于,

所述辊式矫直机具备：

壳体；

多个矫直辊，该多个矫直辊以交错状配置在所述板材轧制线的上下，以一边夹持并矫正所述板材一边使所述板材通过的方式旋转；

多个支承辊，该多个支承辊在上下方向上支承所述多个矫直辊；

一对辊框架，该一对辊框架在所述矫直辊及所述支承辊的上下支承所述矫直辊及所述支承辊，该一对辊框架被支承于所述壳体；

一对框架，该一对框架在上下方向上支承所述一对辊框架；

按压缸体，该按压缸体在所述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部，朝所述板材轧制线按压作为所述一对框架中的一方的工作框架，经由所述辊框架中的对应的一方而在所述矫直辊之间按压所述板材；

驱动装置，该驱动装置使所述矫直辊旋转；

液压式挠度补偿缸体，该液压式挠度补偿缸体在所述工作框架与所述辊框架中的所述对应的一方之间沿与所述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个；

多个挠曲检测传感器，该多个挠曲检测传感器设置在与所述液压式挠度补偿缸体对应的位置，检测所述工作框架的挠曲；

偏移量检测单元，该偏移量检测单元检测所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量；以及

载荷测量单元，该载荷测量单元测量施加于所述按压缸体的载荷，

在所述方法中，根据利用所述偏移量检测单元检测出的所述板材的板宽中心相对于所述板材轧制线的中心的偏移量、和施加于宽度方向两端的所述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例，在进入侧及排出侧，分别控制宽度方向两端的所述按压缸体的锁紧量，由此进行所述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正，

基于所述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制所述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量，由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正，

一边进行这些修正控制一边通过利用所述按压缸体以所述板材的矫正所需的按压量经由所述矫直辊按压所述板材的方式进行控制。

9. 根据权利要求7或8所述的板材的矫正方法，其特征在于，

由所述一对框架中的并非所述工作框架的另一方的框架支承所述壳体，所述按压缸体配置于所述壳体与所述工作框架之间，所述载荷测量单元配置于所述壳体与所述按压缸体之间。

10. 根据权利要求7或8所述的板材的矫正方法，其特征在于，

在所述方法中，由所述偏移量检测单元通过测量所述板材的宽度方向上的边缘位置来检测所述偏移量。

11. 根据权利要求10所述的板材的矫正方法，其特征在于，

所述偏移量检测单元通过照射激光的扫描来测量所述边缘位置。

12. 根据权利要求7或8所述的板材的矫正方法，其特征在于，

所述辊式矫直机还具备检测所述一对框架中的并非所述工作框架的另一方的框架的挠曲的多个追加的挠曲检测传感器，在所述方法中，当进行所述横向挠曲修正时还考虑所

述多个追加的挠曲检测传感器的检测值。

辊式矫直机以及使用该辊式矫直机的板材的矫正方法

技术领域

[0001] 本发明涉及矫正金属板、例如钢板等的板材的辊式矫直机以及使用该辊式矫直机的板材的矫正方法。

背景技术

[0002] 在制造钢板等的板材的过程中实施压延、冷却等工序,在这些工序中板材会产生翘曲、波形的变形。因此,以矫正这样的翘曲、波形的变形从而使板材平坦为目的,使用了上下交错状地配置多个矫直辊的辊式矫直机。

[0003] 对辊式矫直机而言,在相对于多个下矫直辊挤压多个上矫直辊的状态、或相对于多个上矫直辊挤压多个下矫直辊的状态下使需要矫正的板材通过上下矫直辊之间,使板材反复地挠曲,由此使板材的翘曲、波形变得平坦。

[0004] 当矫正板材时,利用驱动马达驱动矫直辊,使得矫直辊与需要矫正的板材接触,由此向板材传递驱动力,并在上下的矫直辊之间夹入板材。此时,为了获得所需的平坦度,根据板材的厚度、材料、形状、矫直辊的直径、辊间距等的各种条件来设定基于下压缸体的对上矫直辊的挤压力。

[0005] 然而,在这样的矫直辊中,有时上框架、下框架等的装置的结构单元会因矫正反作用力而在宽度方向(该方向意味着框架的宽度方向,由于框架的宽度方向与板材的宽度方向平行,因此在广义上两者的意义相同)上挠曲(横向挠曲),当产生这样的横向挠曲时,下压力会因该挠曲的影响而在板材的宽度方向上产生变动,从而无法进行高精度的矫直。

[0006] 作为解决此类问题的技术,提出有如下技术:以能够分别进行锁紧控制的方式沿框架的宽度方向连续地配置多台液压式挠度补偿缸体,当需要矫正的板材的前端进入上下的矫正辊之间时,利用压力检测器算出框架宽度方向中央的挠曲量,由此算出为了消除该挠曲量所需的处于框架宽度中央的液压式挠度补偿缸体的必需的锁紧量,并且算出对框架宽度方向中央的必需的锁紧量乘以板宽的函数所得的值,将该值作为其它液压式挠度补偿缸体的必需锁紧量,由此分别对各液压式挠度补偿缸体进行锁紧控制来修正框架的横向挠曲(专利文献 1)。

[0007] 另外,还提出有如下技术:当利用缸体来施加挤压力时,不仅会产生上述横向挠曲,还会产生挠度补偿缸体、辊框架、支承辊、矫直辊等的压缩变形,由此会导致下压力在板材的宽度方向上发生变动,因此除了上述横向挠曲以外还求出这样的压缩变形,算出为了消除这些压缩变形所需的每个挠度补偿缸体的必需锁紧量,除了修正上述横向挠曲以外还修正压缩变形,从而能够更加缩小宽度方向上的下压力差(专利文献 2)。

[0008] [专利文献 1] 日本专利第 3726146 号公报

[0009] [专利文献 2] 日本专利第 3443036 号公报

[0010] 然而,上述专利文献 1、2 的技术是以使需要矫正的板材的中心位于作业线的中心而进行板材的矫直矫正的作业线中心基准为前提,当像厚板工厂的剪断作业线那样地在板边缘基准下将这样的辊式矫直机配置于输送板材的作业线中时,必须在使板材通过辊式矫

直机之前利用居中化装置使板材居中,从而颇为繁琐。另外,在这样的作业线中心基准的装置中,当因输送而产生板材的蠕动、板材的偏移时,难以精度良好地进行矫直矫正。

发明内容

[0011] 本发明是鉴于这种情形而完成的,其课题在于提供辊式矫直机以及使用该辊式矫直机的板材的矫正方法,即使金属板、例如钢板等的板材的宽度方向中心偏离作业线中心也能够高精度地进行板材的矫正。

[0012] 为了解决上述课题,根据本发明的第一观点,提供一种辊式矫直机,在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置上述板材并对上述板材进行矫直矫正,所述辊式矫直机的特征在于,具备:壳体;多个矫直辊,该多个矫直辊以交错状配置在上述板材轧制线的上下,以一边夹持并矫正上述板材一边使上述板材通过的方式旋转;多个支承辊,该多个支承辊在上下方向上支承上述多个矫直辊;一对辊框架,该一对辊框架在上述矫直辊及上述支承辊的上下支承上述矫直辊及上述支承辊,该一对辊框架被支承于上述壳体;一对框架,所述一对框架在上下方向上支承上述一对辊框架;按压缸体,该按压缸体在上述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部,朝上述板材轧制线按压作为上述一对框架中的一方的工作框架,经由上述辊框架中的对应的一方而在上述矫直辊之间按压上述板材;驱动装置,该驱动装置使上述矫直辊旋转;液压式挠度补偿缸体,该液压式挠度补偿缸体在上述工作框架与上述辊框架中的上述对应的一方之间沿与上述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个;多个挠曲检测传感器,该多个挠曲检测传感器设置在与上述液压式挠度补偿缸体对应的位置,检测上述工作框架的挠曲;偏移量检测单元,该偏移量检测单元检测上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量;载荷测量单元,该载荷测量单元测量施加于上述按压缸体的载荷;以及控制装置,该控制装置控制上述板材的矫直矫正,上述控制装置根据利用上述偏移量检测单元检测出的上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量、与施加于宽度方向两端的上述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,在进入侧及排出侧,分别控制宽度方向两端的上述按压缸体的锁紧量,由此进行上述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正,基于上述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制上述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正,根据利用上述偏移量检测单元检测出的偏移量求出板宽中心,进而基于该板宽中心处的载荷与压缩变形的轧制常量而算出板厚中心处的压缩变形量,在各液压式挠度补偿缸体的位置通过对上述板厚中心的压缩变形量乘以板厚与偏移量的函数而分别控制上述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行上述按压缸体、上述液压式挠度补偿缸体、上述一对辊框架、上述支承辊、上述矫直辊的压缩变形修正,一边进行这些修正控制一边通过利用上述按压缸体以上述板材的矫正所需的按压量经由上述矫直辊按压上述板材的方式进行控制。

[0013] 根据本发明的第二观点,提供一种辊式矫直机,在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置上述板材并对上述板材进行矫直矫正,所述辊式矫直机的特征在于,具备:壳体;多个矫直辊,该多个矫直辊以交错状配置在上述板材轧制线的上下,以一边夹持并矫正上述板材一边使上述板材通过的方式旋转;多个支承辊,该多个支承辊在上下方向上支承上述多个矫直辊;一对辊框架,该一对辊框架在上述矫直辊及上述支承辊的上下支承上述

矫直辊及上述支承辊,该一对辊框架被支承于上述壳体;一对框架,该一对框架在上下方向上支承上述一对辊框架;按压缸体,该按压缸体在上述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部,朝上述板材轧制线按压作为上述一对框架中的一方的工作框架,经由上述辊框架中的对应的一方而在上述矫直辊之间按压上述板材;驱动装置,该驱动装置使上述矫直辊旋转;液压式挠度补偿缸体,该液压式挠度补偿缸体在上述工作框架与上述辊框架中的上述对应的一方之间沿与上述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个;多个挠曲检测传感器,该多个挠曲检测传感器设置在与上述液压式挠度补偿缸体对应的位置,检测上述工作框架的挠曲;偏移量检测单元,该偏移量检测单元检测上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量;载荷测量单元,该载荷测量单元测量施加于上述按压缸体的载荷;以及控制装置,该控制装置控制上述板材的矫直矫正,上述控制装置根据利用上述偏移量检测单元检测出的上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量、和施加于宽度方向两端的上述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,在进入侧及排出侧,分别控制宽度方向两端的上述按压缸体的锁紧量,由此进行上述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正,基于上述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制上述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正,一边进行这些修正控制一边通过利用上述按压缸体以上述板材的矫正所需的按压量经由上述矫直辊按压上述板材的方式进行控制。

[0014] 根据本发明的第三观点,提供一种板材的矫正方法,利用辊式矫直机在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置上述板材并对上述板材进行矫直矫正,所述板材的矫正方法的特征在于,上述辊式矫直机具备:壳体;多个矫直辊,该多个矫直辊以交错状配置在上述板材轧制线的上下,以一边夹持并矫正上述板材一边使上述板材通过的方式旋转;多个支承辊,该多个支承辊在上下方向上支承上述多个矫直辊;一对辊框架,该一对辊框架在上述矫直辊及上述支承辊的上下支承上述矫直辊及上述支承辊,该一对辊框架被支承于上述壳体;在上下方向上支承上述一对辊框架;按压缸体,该按压缸体在上述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部,朝上述板材轧制线按压作为上述一对框架中的一方的工作框架,经由上述辊框架中的对应的一方而在上述矫直辊之间按压上述板材;驱动装置,该驱动装置使上述矫直辊旋转;液压式挠度补偿缸体,该液压式挠度补偿缸体在上述工作框架与上述辊框架中的上述对应的一方之间沿与上述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个;多个挠曲检测传感器,该多个挠曲检测传感器设置在与上述液压式挠度补偿缸体对应的位置,并检测上述工作框架的挠曲;偏移量检测单元,该偏移量检测单元检测上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量;以及载荷测量单元,该载荷测量单元测量施加于上述按压缸体的载荷,在上述方法中,根据利用上述偏移量检测单元检测出的上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量、与施加于宽度方向两端的上述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,在进入侧及排出侧,分别控制宽度方向两端的上述按压缸体的锁紧量,由此进行上述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正,基于上述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制上述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正,根据利用上述偏移量检测单元检测出的偏移量求出板宽中心,进而基于该板宽中心处的载荷与压缩变形的轧制常量而算出板厚中心处的压缩变形量,在各液压式挠度补偿缸体的位置通过

对上述板厚中心的压缩变形量乘以板厚与偏移量的函数而分别单独地控制上述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行上述按压缸体、上述液压式挠度补偿缸体、上述一对辊框架、上述支承辊、上述矫直辊的压缩变形修正,一边进行这些修正控制一边通过利用上述按压缸体以上述板材的矫正所需的按压量经由上述矫直辊按压上述板材的方式进行控制。

[0015] 根据本发明的第四观点,提供一种板材的矫正方法,利用辊式矫直机在板材的轧制线的宽度方向上的任意位置配置上述板材并对上述板材进行矫直矫正,所述板材的矫正方法的特征在于,上述辊式矫直机具备:壳体;多个矫直辊,该多个矫直辊以交错状配置在上述板材轧制线的上下,以一边夹持并矫正上述板材一边使上述板材通过的方式旋转;多个支承辊,该多个支承辊在上下方向上支承上述多个矫直辊;一对辊框架,该一对辊框架在上述矫直辊及上述支承辊的上下支承上述矫直辊及上述支承辊,该一对辊框架被支承于上述壳体;一对框架,该一对框架在上下方向上支承上述一对辊框架;按压缸体,该按压缸体在上述板材的进入侧端部及排出侧端部分别设置于宽度方向的两端部,朝上述板材轧制线按压作为上述一对框架中的一方的工作框架,经由上述辊框架中的对应的一方而在上述矫直辊之间按压上述板材;驱动装置,该驱动装置使上述矫直辊旋转;液压式挠度补偿缸体,该液压式挠度补偿缸体在上述工作框架与上述辊框架中的上述对应的一方之间沿与所述板材的通过方向正交的宽度方向安装有多个;多个挠曲检测传感器,该多个挠曲检测传感器设置在与上述液压式挠度补偿缸体对应的位置,检测上述工作框架的挠曲;偏移量检测单元,该偏移量检测单元检测上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量;以及载荷测量单元,该载荷测量单元测量施加于上述按压缸体的载荷,在上述方法中,根据利用上述偏移量检测单元检测出的上述板材的板宽中心相对于上述板材轧制线的中心的偏移量、和施加于宽度方向两端的上述按压缸体的载荷来算出宽度方向上的各自的端部的修正比例,在进入侧及排出侧,分别控制宽度方向两端的上述按压缸体的锁紧量,由此进行上述壳体的上下方向上的纵向挠曲修正,基于上述多个挠曲检测传感器的检测值而分别控制上述多个液压式挠度补偿缸体的锁紧量,由此进行所述一对框架的宽度方向上的横向挠曲修正,一边进行这些修正控制一边通过利用上述按压缸体以上述板材的矫正所需的按压量经由上述矫直辊按压上述板材的方式进行控制。

附图说明

[0016] 图1是示出本发明的一实施方式所涉及的辊式矫直机的侧视图。

[0017] 图2是示出本发明的一实施方式所涉及的辊式矫直机的俯视图。

[0018] 图3是用于说明液压式挠度补偿缸体的构造的剖视图。

[0019] 图4是基于液压式挠度补偿缸体的挠度补偿控制的控制框图。

[0020] 图5是用于说明本实施方式的纵向挠曲修正控制的示意图。

[0021] 图6是用于说明本实施方式的横向挠曲修正控制的示意图。

[0022] 图7是用于说明本实施方式的压缩变形修正控制的示意图。

[0023] 图8是示出使钢板的横向的偏移量变化,并利用现有的控制方法进行钢板的矫直矫正时的板宽方向位置与辊间隙之间的关系的图。

[0024] 图9是示出使钢板的横向的偏移量变化,并利用现有的控制方法进行钢板的矫直矫正时的钢板的板宽方向的偏移量与板宽方向的辊间隙偏差之间的关系的图。

[0025] 图 10 是示出在将钢板的宽度方向的偏移量设为 375mm 的情况下,在模式 1(现有)、模式 2A(本发明)、模式 2B(本发明)下进行控制而进行矫直矫正时的板宽方向位置与辊间隙之间的关系图。

[0026] 图 11 是示出使钢板的宽度方向的偏移量变化,并在模式 1(现有)、模式 2A(本发明)、模式 2B(本发明)下进行控制而进行矫直矫正时的钢板的板宽方向的偏移量与板宽方向的辊间隙偏差之间的关系图。

[0027] 附图标记说明:

[0028] 1... 壳体;2... 上框架(工作框架);3... 下框架;4a、4b... 下压缸体(按压缸体);5... 上辊框架;6... 上矫直辊;7... 上支承辊;8... 下矫直辊;9... 下支承辊;10... 下辊框架;12... 液压式挠度补偿缸体(crowning cylinder);20... 矫直辊单元;21、22... 挠曲检测传感器;23... 测力传感器;25... 扫描式激光传感器;31... 缸体主体;32... 活塞;35... 位置检测传感器;36... 送油线;38... 压力检测器;39... 控制阀;50... 控制装置;52... 上位控制器;54... 挠度补偿控制器;100... 辊式矫直机;P... 板材(被矫正件)。

具体实施方式

[0029] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0030] 图 1 是示出本发明的一实施方式所涉及的辊式矫直机的侧视图,图 2 是其主视图。本实施方式的辊式矫直机 100 具有壳体 1、设置于壳体 1 的内侧的上框架 2、以及设置成支承壳体 1 的下框架 3。利用上辊夹紧缸体(未图示)将上辊框架 5 悬吊于上框架 2 的下方。另一方面,在下框架 3 上设置下辊框架 10。此外,如后所述,由于上框架 2 因通过按压缸体(也称作下压缸体)进行按压而上下地动作,因此能够将该上框架 2 称作工作框架。工作框架并不局限于上框架 2,也能够使下框架 3 构成为工作框架并通过利用设置于其下方的按压缸体进行按压而使该下框架 3 上下地动作。

[0031] 在上辊框架 5 与下辊框架 10 之间设置有矫直辊单元 20,该矫直辊单元 20 具有上下交错状地配置的多个上矫直辊 6 与多个下矫直辊 8,并在上述多个上矫直辊 6 与多个下矫直辊 8 之间形成有作为钢板等的金属板的板材 P 的通行(通过)作业线。在矫直辊单元 20 中,上矫直辊 6 在上辊框架 5 的下方被上辊框架 5 支承,下矫直辊 8 在下辊框架 10 的上方被下辊框架 10 支承。在矫直辊单元 20 的板材 P 的输送方向上游侧及下游侧设置有引导板材 P 的引导辊 14。利用驱动装置 15 使上矫直辊 6 及下矫直辊 8 旋转,能够使板材 P 例如沿图 1 中的箭头方向移动而对其进行矫正。移动方向也可以是与箭头相反的方向。

[0032] 在上矫直辊 6 的上方配置有多个支承上矫直辊 6 的短边的上支承辊 7,该多个上支承辊 7 沿上矫直辊 6 的轴向被上辊框架 5 支承。另外,在下矫直辊 8 的下方配置有多个支承下矫直辊 8 的短边的下支承辊 9,该多个下支承辊 9 沿下矫直辊 8 的轴向被下辊框架 10 支承。

[0033] 在壳体 1 与上框架 2 之间的矫直辊单元 20 的板材 P 输送方向的两端,分别配置有用于施加矫正板材 P 的下压力(也称作按压力)的下压缸体(也称作按压缸体)4a 及 4b。下压缸体 4a 及 4b 在板材 P 的宽度方向的两端侧(驱动侧及工作侧)各设置有两个(参照图 2。其中,在图 2 中仅示出了下压缸体 4a)。

[0034] 此外,在本说明书中,“下压”一词并非意味着仅包括像图 1 那样地朝向下方施加压力的情况,还包括像后文中的变更例中说明的那样朝向上方施加压力的情况。换言之,在本说明书中,“下压”一词能够替换为“按压”一词。

[0035] 相对于固定地设置于下辊框架 10 的下矫直辊 8,下压缸体 4a 及 4b 经由上辊框架 5、上支承辊 7 以及上矫直辊 6 而对板材 P 进行下压。

[0036] 针对单个或多个上矫直辊 6 以及下矫直辊 8 设置有具备旋转马达的驱动装置 15(在图 1 中为了方便仅示出了一个),利用驱动装置 15 使上矫直辊 6 及下矫直辊 8 旋转。进而,一边利用驱动装置 15 使板材 P 通过上矫直辊 6 与下矫直辊 8 之间,一边利用下压缸体 4a、4b 并经由上矫直辊 6 来对板材 P 进行下压从而对板材 P 进行矫直矫正。

[0037] 当朝图 1 的箭头方向输送板材 P 时,下压缸体 4a 作为进入侧的下压缸体而发挥功能,下压缸体 4b 作为排出侧的下压缸体而发挥功能。另外,当朝与箭头相反的方向输送板材 P 时,下压缸体 4b 作为进入侧的下压缸体而发挥功能,下压缸体 4a 作为排出侧的下压缸体而发挥功能。此外,可以将上矫直辊 6 设置为固定并利用下压缸体对下矫直辊 8 进行下压。

[0038] 多个(在本实施方式中为 7 个)液压式挠度补偿缸体 12 连结于上框架 2 与上辊框架 5 之间。如图 2 所示,各挠度补偿缸体 12 以相等间距设置成沿着与板材 P 的通过方向正交的宽度方向、且与矫直辊 6、8 对应。如图 1 所示,该液压式挠度补偿缸体设置成两列。此外,挠度补偿缸体的列数也可以是 3 列以上。

[0039] 如图 3 所示,液压式挠度补偿缸体 12 具有缸体主体 31 与活塞 32,活塞 32 的上端经由球接头件 33 而与上框架 2 连结,缸体主体 31 的底部经由滑动接头 34 而与上辊框架 5 连结。在该液压式挠度补偿缸体 12 内置有位置检测传感器 35。液压式挠度补偿缸体 12 因液压而伸缩,为了使该液压式挠度补偿缸体 12 进行伸长动作而向伸长侧油室(未图示)送油的送油线 36 与用于解除液压的释压线 37 连接。用于检测伸长侧油室的液压的压力检测器 38、以及控制送油量的控制阀 39 与送油线 36 连接。采用伺服阀或比例控制阀作为控制阀 39。

[0040] 如图 2 所示,在上框架 2 的上方、且在对应于各液压式挠度补偿缸体 12 的位置设置有检测上框架 2 的横向挠曲的挠曲检测传感器 21。在本实施方式中,该挠曲检测传感器 21 与各液压式挠度补偿缸体 12 对应地共计设置有 14 个。利用该挠曲检测传感器 21 始终检测与上框架 2 的下端部之间的距离,并基于此而算出上框架 2 的挠曲量。另外,在下框架 3 的内部空间、且在与各液压式挠度补偿缸体 12 对应的位置设置有检测下框架 3 的横向挠曲的挠曲检测传感器 22。在本实施方式中,该挠曲检测传感器 22 也与各液压式挠度补偿缸体 12 对应地共计设置有 14 个。利用该挠曲检测传感器 22 始终检测与下框架 3 的上端部之间的距离,并基于此而算出下框架 3 的挠曲量。

[0041] 此外,挠曲检测器 21 的个数并不局限于 14 个,可以根据液压式挠度补偿缸体 12 的数量而变化。例如,当挠度补偿缸体为两列且每列 6 个时设置 12 个挠曲检测器 21,当挠度补偿缸体为两列且每列 5 个时设置 10 个挠曲检测器 21,当挠度补偿缸体为两列且每列 4 个时设置 8 个挠曲检测器 21。另外,可以仅在上框架 2、下框架 3 中的一方设置挠曲检测传感器,并通过比例计算求出另一方的框架的挠曲量。

[0042] 在下压缸体 4a、4b 与壳体 1 之间安装有作为用于测量施加于下压缸体 4a、4b 的载

荷的载荷测量单元的测力传感器（或液压压力转换器）23，由此，能够检测出下压缸体 4、液压式挠度补偿缸体 12、上辊框架 5、上支承辊 7、上矫直辊 6、下矫直辊 8、下支承辊 9、下辊框架 10 的压缩变形。

[0043] 另外，如图 1 所示，在板材 P 的进入侧（在该例中为下压缸体 4a 侧）、且在板材 P 的上方位置设置有作为用于测量板材 P 的边缘位置的单元的扫描式激光传感器 25。如图 2 所示，扫描式激光传感器 25 通过对照射的激光进行扫描而检测出板材 P 的宽度方向上的边缘位置。在本实施方式中，板材 P 并未居中，例如像板边缘基准那样地在板材 P 处于其中心偏离输送作业线的中心的位置的情况下输送板材 P，因此利用扫描式激光传感器 25 能够检测出板材 P 的宽度方向边缘位置。此外，用于检测板材 P 的边缘位置的单元并不局限于扫描式激光传感器 25。

[0044] 本实施方式的辊式矫直机 100 构成为利用控制装置 50 控制各结构单元。控制装置 50 包括：具备 CPU 的处理控制器；用户接口，该用户接口与上述处理控制器连接，且包括键盘、显示器等；以及存储有配方（recipe）的存储部，该配方中记录有控制程序（软件）、处理条件数据等。根据来自用户接口的指令等从存储部调取任意配方并在处理控制器中执行该配方。由此，在处理控制器的控制下，利用辊式矫直机 100 进行后述那样的期望的处理（操作序列）。能够利用处于存储在计算机可读的存储介质，例如存储在磁盘（软盘、硬盘）、光盘（CD、DVD 等）、光磁盘（MO 等）、半导体存储器等的状态下的控制程序、处理条件数据等的配方。还能够从其他装置、例如经由专用线路随时传送并在线利用的配方来取代上述配方。

[0045] 控制装置 50 根据存储于计算机可读的存储介质中的控制程序，像后述那样地利用用于矫正（矫直）板材 P 的下压缸体 4a、4b 进行对矫直辊 6、8 的下压量的控制、对驱动装置 15 的控制。另外，向控制装置 50 输入来自挠曲检测传感器 21、22 的信息以及来自测力传感器 23 的信息，进而基于这些信息通过控制下压缸体 4a、4b 来进行框架的纵向挠曲修正、以及通过对液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧控制来进行框架的横向挠曲修正以及压缩修正。

[0046] 图 4 中示出了基于液压式挠度补偿缸体 12 的挠度补偿控制的控制框图。控制装置 50 均具有包括微处理器的上位控制器 52、以及挠度补偿控制器 54。上位控制器 52 控制辊式矫直机 100 的整体，挠度补偿控制器 54 基于上位控制器 52 的指令而控制液压式挠度补偿缸体 12 的动作。

[0047] 上述挠曲检测传感器 21、22、测力传感器 23、位置检测传感器 35、以及压力检测器 38 的检测值被向挠度补偿控制器 54 输入。挠度补偿控制器 54 分别根据挠曲检测传感器 21 及 22 的检测值而始终掌握上框架 2 及下框架 3 的横向挠曲量，进而计算修正框架的横向挠曲所需的各液压式挠度补偿缸体 12 的伸长量亦即锁紧量。并且，挠度补偿控制器 54 根据下压缸体 4a、4b 与壳体 1 之间的测力传感器 23 的检测值而始终掌握下压缸体 4、液压式挠度补偿缸体 12、上辊框架 5、上支承辊 7、上矫直辊 6、下矫直辊 8、下支承辊 9、下辊框架 10 的压缩变形，进而计算修正这些压缩变形所需的各液压式挠度补偿缸体 12 的伸长量亦即锁紧量。进而，挠度补偿控制器 54 对各液压式挠度补偿缸体 12 进行如下控制：对上述这些锁紧量进行合计，并运算输出信号以分别向各液压式挠度补偿缸体 12 输送具有与该合计后的锁紧量匹配的压力的液压油，向控制阀 39 反馈该输出信号从而使上述横向挠曲与

压缩变形最小。

[0048] 接下来,对利用以该方式构成的辊式矫直机 100 进行板材 P 的矫正时的动作进行说明。

[0049] 首先,在板材 P 从辊式矫直机 100 的矫直辊单元 20 的上游侧被引导辊 14 引导的状态下向矫直辊单元 20 输送该板材 P,并将该板材 P 插入上矫直辊 6 与下矫直辊 8 之间。例如,在板材 P 的输送方向为图中箭头方向的情况下,从图 1 的右侧向矫直辊单元 20 输送板材 P,下压缸体 4a 成为进入侧的下压缸体。

[0050] 此时,根据板材 P 的厚度等而在控制装置 50 中设定矫直(矫正)板材 P 所需的下压辊 4a 及 4b 的挤压量(下压量),以该设定的挤压量(下压量)进行板材 P 的矫正。

[0051] 当进行板材 P 的矫直矫正时,会因矫正反作用力而在壳体 1 产生纵向挠曲,在上下框架 2、3 产生横向挠曲,并在下压缸体 4、液压式挠度补偿缸体 12、上辊框架 5、上支承辊 7、上矫直辊 6、下矫直辊 8、下支承辊 9、下辊框架 10 产生压缩变形。

[0052] 在现有的辊式矫直机中,使需要矫正的板材的中心位于作业线的中心,并在作业线中心基准下进行板材的矫直矫正,从而挠曲等的修正量在宽度方向上对称。然而,板材的输送作业线大多在板边缘基准下输送板材,当将辊式矫直机配置于在板边缘基准下输送板材的作业线中时,必须在使板材通过辊式矫直机之前利用居中化装置使板材居中,因而颇为繁琐。另外,在这样的作业线中心基准的装置中,当因输送而产生板材的蠕动、板材的偏移时,难以精度良好地进行矫直矫正。

[0053] 因此,在本实施方式中控制成:即使在板材的中心偏离作业线中心的情况下,也能够通过进行非对称矫直而以高精度修正框架的挠曲等。

[0054] 在本实施方式的非对称矫直中,在考虑了板材 P 偏离作业线中心的情况的基础上进行针对框架等的挠曲及压缩变形的修正控制。具体而言,当进行矫直矫正时,在考虑了偏移量的基础上进行(1)纵向挠曲修正控制、(2)横向挠曲修正控制、以及(3)压缩变形修正控制。

[0055] <(1)纵向挠曲修正控制>

[0056] 在辊式矫直机中,由于因矫正反作用力而在壳体 1 产生上下方向(纵向)的挠曲(纵向挠曲),因此必须修正这样的纵向挠曲。由于以往是使板材的中心位于作业线中心的对称矫直,因此在纵向挠曲修正控制中,对于进入侧的下压缸体以及排出侧的下压缸体而言,输入侧矫正反作用力 F_e 以及排出侧矫正反作用力 F_d 均采用工作侧(WS)与驱动侧(DS)的载荷之和,并利用该输入侧矫正反作用力 F_e 及排出侧矫正反作用力 F_d 、壳体的轧制常量:K1、输入侧下压缸体的轧制常量以及排出侧下压缸体的轧制常量:K2、基于机械手尺寸的常量来计算输入侧及排出侧的纵向挠曲,进而控制输入侧下压缸体 4a 及排出侧下压缸体 4b 的锁紧量(位置)。因此,无论输入侧还是排出侧在板宽方向的工作侧(WS)与驱动侧(DS)均使用相同的纵向挠曲值。

[0057] 与此相对,在本实施方式中,如图 5 所示,由于板材 P 在宽度方向上偏离作业线中心,因此首先利用扫描式激光传感器 25 检测出板材 P 的端部并算出偏移量 α ,根据该偏移量 α 、工作侧(WS)的载荷 F_w 以及驱动侧(DS)的载荷 F_d 来计算工作侧(WS)及驱动侧(DS)的修正比例。例如,若将工作侧的纵向挠曲量设为 δ_w 、且将驱动侧的纵向挠曲量设为 δ_d ,则能够进行如下表示。

$$[0058] \quad \delta_w = (F_w + F_d) f(\alpha) / K$$

$$[0059] \quad \delta_d = (F_w + F_d) (1 - f(\alpha)) / K$$

[0060] 其中, $f(\alpha)$ 是偏移量 α 的函数, K 是下压缸体的轧制常量。

[0061] 进而, 输入侧下压缸体 4a 及排出侧下压缸体 4b 均对工作侧 (WS) 的下压缸体 4a_w、4b_w、以及驱动侧 (DS) 的下压缸体的 4a_d、4b_d 的锁紧量 (位置) 进行非对称控制, 以使上述这些 δ_w 、 δ_d 的值为 0。

[0062] <(2) 横向挠曲修正控制>

[0063] 在辊式矫直机中, 由于因矫正反作用力而在上下框架 2、3 产生宽度方向的挠曲 (横向挠曲), 因此必须修正这样的横向挠曲。由于以往是使板材的中心位于作业线中心的对称矫直, 因此在横向挠曲修正控制中, 基于设置于宽度方向中央的挠曲检测传感器的检测值而算出宽度方向上的各位置处的挠曲量, 并将该挠曲量作为各位置处的横向挠曲修正值, 进而以此为基础算出各液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧量 (位置)。

[0064] 与此相对, 在本实施方式中, 由于板材 P 在宽度方向上偏离作业线中心, 因此横向挠曲相对于作业线中心并不对称。因此在本实施方式中, 在进入侧及排出侧、且在与沿宽度方向设置的多个 (在本例中为 7 个) 液压式挠度补偿缸体 12 对应的位置的上下设置挠曲检测传感器 21 以及挠曲检测传感器 22, 将这些挠曲检测传感器 21、22 的检测值作为各位置处的修正值, 并基于该修正值算出各液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧量 (位置), 由此进行横向挠曲修正控制。

[0065] 具体而言, 如图 6 所示, 若自左侧起将液压式挠度补偿缸体 12 的位置设为 (1) ~ (7), 将基于与上述液压式挠度补偿缸体 12 对应的位置处的挠曲检测传感器 21 的上框架 2 的横向挠曲量设为 $\delta_u(1)$ 、 $\delta_u(2)$ 、 $\delta_u(3)$ 、 $\delta_u(4)$ 、 $\delta_u(5)$ 、 $\delta_u(6)$ 、 $\delta_u(7)$, 将基于挠曲检测传感器 22 的下框架 3 的横向挠曲量设为 $\delta_l(1)$ 、 $\delta_l(2)$ 、 $\delta_l(3)$ 、 $\delta_l(4)$ 、 $\delta_l(5)$ 、 $\delta_l(6)$ 、 $\delta_l(7)$, 则各位置处的上下框架的合计的挠曲量 $\delta(1) \sim \delta(7)$ 为这些值的合计值。因此, 若将进入侧的各位置处的上下框架的合计的挠曲量设为 $\delta_{e1}(1) \sim \delta_{e1}(7)$, 将排出侧的各位置处的上下框架的合计的挠曲量设为 $\delta_{d1}(1) \sim \delta_{d1}(7)$, 则能够通过下述算式算出这些值。

$$[0066] \quad \delta_{e1}(1) = \delta_{eu}(1) + \delta_{el}(1)$$

$$[0067] \quad \delta_{e1}(2) = \delta_{eu}(2) + \delta_{el}(2)$$

$$[0068] \quad \delta_{e1}(3) = \delta_{eu}(3) + \delta_{el}(3)$$

$$[0069] \quad \delta_{e1}(4) = \delta_{eu}(4) + \delta_{el}(4)$$

$$[0070] \quad \delta_{e1}(5) = \delta_{eu}(5) + \delta_{el}(5)$$

$$[0071] \quad \delta_{e1}(6) = \delta_{eu}(6) + \delta_{el}(6)$$

$$[0072] \quad \delta_{e1}(7) = \delta_{eu}(7) + \delta_{el}(7)$$

$$[0073] \quad \delta_{d1}(1) = \delta_{du}(1) + \delta_{dl}(1)$$

$$[0074] \quad \delta_{d1}(2) = \delta_{du}(2) + \delta_{dl}(2)$$

$$[0075] \quad \delta_{d1}(3) = \delta_{du}(3) + \delta_{dl}(3)$$

$$[0076] \quad \delta_{d1}(4) = \delta_{du}(4) + \delta_{dl}(4)$$

$$[0077] \quad \delta_{d1}(5) = \delta_{du}(5) + \delta_{dl}(5)$$

$$[0078] \quad \delta_{d1}(6) = \delta_{du}(6) + \delta_{dl}(6)$$

$$[0079] \quad \delta d_1(7) = \delta du(7) + \delta dl(7)$$

[0080] 因此,通过分别控制各液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧量以使上述这些值为 0,能够进行横向挠曲修正控制。

[0081] <(3) 压缩变形修正控制>

[0082] 在辊式矫直机中,由于因矫正反作用力而在液压式挠度补偿缸体 12、上辊框架 5、上支承辊 7、上矫直辊 6、下矫直辊 8、下支承辊 9、下辊框架 10 产生压缩变形,因此必须修正这样的压缩变形。由于以往是使板材的中心位于作业线中心的对称矫直,因此利用测力传感器检测出进入侧及排出侧的下压缸体的载荷,由此计算液压式挠度补偿缸体的进入侧及排出侧的反作用力,根据该计算值求出进入侧及排出侧的压缩变形的轧制常量,根据这些值算出板宽中心的压缩变形量亦即修正量,通过比例计算算出板宽各位置处的修正值,进而基于该修正值算出各液压式挠度补偿缸体的锁紧量。

[0083] 与此相对,在本实施方式中,由于板材 P 在宽度方向上偏离作业线中心,因此压缩变形相对于作业线中心并不对称。因而,在本实施方式中,首先利用扫描式激光传感器 25 检测出板材 P 的端部并求出偏移量,如图 7 所示,求出板宽中心,并根据利用测力传感器 23 检测出的工作侧 (WS) 的载荷 F_w 、驱动侧 (DS) 的载荷 F_d 以及偏移量求出板宽中心处的载荷,另外,求出作为偏移量、板宽以及载荷的函数的压缩变形的轧制常量并算出板厚中心处的压缩变形量。进而,对于各液压式挠度补偿缸体 12 的位置 (1) ~ (7),对算出的板厚中心的压缩变形量乘以板宽与偏移量的函数,由此能够求出各液压式挠度补偿缸体 12 的位置 (1) ~ (7) 处的压缩变形量。

[0084] 具体而言,若将进入侧的板宽中心处的载荷设为 F_{ce} ,将进入侧的压缩变形的轧制常量设为 K_e ,将进入侧的各液压式挠度补偿缸体 12 的位置处的板宽与偏移量的函数设为 a_1 至 a_7 ,则能够通过下述算式算出进入侧的板宽中心处的压缩变形 δe_2c 、以及进入侧的各液压式挠度补偿缸体 12 的位置处的压缩变形 $\delta e_2(1) \sim \delta e_2(7)$ 。

$$[0085] \quad \delta e_2c = F_{ce}/K_e$$

$$[0086] \quad \delta e_2(1) = a_1 \cdot \delta e_2c$$

$$[0087] \quad \delta e_2(2) = a_2 \cdot \delta e_2c$$

$$[0088] \quad \delta e_2(3) = a_3 \cdot \delta e_2c$$

$$[0089] \quad \delta e_2(4) = a_4 \cdot \delta e_2c$$

$$[0090] \quad \delta e_2(5) = a_5 \cdot \delta e_2c$$

$$[0091] \quad \delta e_2(6) = a_6 \cdot \delta e_2c$$

$$[0092] \quad \delta e_2(7) = a_7 \cdot \delta e_2c$$

[0093] 另外,若将排出侧的板宽中心处的载荷设为 F_{cd} ,将排出侧的压缩变形的轧制常量设为 K_d ,将排出侧的各液压式挠度补偿缸体 12 的位置处的板宽与偏移量的函数设为 b_1 至 b_7 ,则能够通过下述算式算出排出侧的板宽中心处的压缩变形 δd_2c 、以及排出侧的各液压式挠度补偿缸体 12 的位置处的压缩变形 $\delta d_2(1) \sim \delta d_2(7)$ 。

$$[0094] \quad \delta d_2c = F_{cd}/K_d$$

$$[0095] \quad \delta d_2(1) = b_1 \cdot \delta d_2c$$

$$[0096] \quad \delta d_2(2) = b_2 \cdot \delta d_2c$$

$$[0097] \quad \delta d_2(3) = b_3 \cdot \delta d_2c$$

$$[0098] \quad \delta d_2(4) = b4 \cdot \delta d_2c$$

$$[0099] \quad \delta d_2(5) = b5 \cdot \delta d_2c$$

$$[0100] \quad \delta d_2(6) = b6 \cdot \delta d_2c$$

$$[0101] \quad \delta d_2(7) = b7 \cdot \delta d_2c$$

[0102] 因此,通过分别控制各液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧量以使上述这些值为 0,能够进行压缩变形修正控制。

[0103] 从板材 P 的夹入开始进行板材矫直的期间始终进行以上这样的控制,即,进行如下控制:根据板材的偏移量计算 WS 及 DS 的修正比例,从而控制下压缸体 $4a_w$ 、 $4b_w$ 、 $4a_D$ 、 $4b_D$ 的锁紧量(位置),由此进行的纵向挠曲修正控制;基于与液压式挠度补偿缸体 12 对应地设置的挠曲检测传感器 21、22 的挠曲量来控制液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧量的横向挠曲修正控制;以及通过对板宽中心出的压缩变形量乘以板宽与偏移量的函数,并基于各液压式挠度补偿缸体 12 的位置处的压缩变形量来控制液压式挠度补偿缸体 12 的锁紧量的压缩变形修正控制,由此能够以高精度对偏离作业线中心的状态下的板材进行矫直矫正。

[0104] 此外,虽然在上述实施方式中在考虑板材的偏移量的基础上进行了纵向挠曲修正控制、横向挠曲修正控制、压缩变形修正控制,但是也可以在考虑板材的偏移量的基础上仅进行纵向挠曲修正控制及横向挠曲修正控制。

[0105] 另外,虽然在上述实施方式中示出了通过利用下压缸体向板材轧制线下压(朝下按压)上矫直辊来矫正板材的形状的情况,但是也可以通过利用下压缸体向板材轧制线下压(朝上按压)下矫直辊来矫正板材的形状。

[0106] < 实验例 >

[0107] 接下来对确认了本发明的效果的实验例进行说明。

[0108] 此处,采用宽度 1950mm、长度 6500mm、厚度 40mm、屈服强度 YP 为 356MPa 的钢板,使钢板的板宽方向的偏移量发生变化而进行矫直矫正,并对矫正过程中的板宽方向的辊间距偏差进行了测量。

[0109] 首先,将钢板的宽度方向上的偏移量设为 0mm、188mm、375mm,并求出了通过与以往相同的对称控制对纵向挠曲、横向挠曲以及压缩变形进行修正控制的情况(模式 1)下的排出侧的板宽方向上的各位置处的辊间隙。图 8 中示出了其结果,图 9 中示出了相对于钢板的板宽方向的偏移量的矫正中的板宽方向的辊间隙偏差。如这些图所示,在现有的对称控制中,偏移量为 0 时板宽方向的辊间隙偏差较小,能够确保在作为保证值的 0.6mm 以内,但是当使钢板在宽度方向上偏离中心时,板宽方向上的辊间隙偏差较大,能够确认超过了作为保证值的 0.6mm。

[0110] 接下来,使同样的钢板以钢板的在宽度方向上的同样的偏移量发生变化,并求出了下述情况下的矫正中的板宽方向上的辊间距偏差:通过本发明的非对称控制对纵向挠曲及横向挠曲进行修正控制从而进行矫直矫正的情况(模式 2A);以及通过本发明的非对称控制对纵向挠曲、横向挠曲以及压缩变形进行修正控制从而进行矫直矫正的情况(模式 2B)。图 10 中示出了偏移量为 375mm 时的模式 1、模式 2A、模式 2B 下的板宽方向上的各位置处的辊间隙,图 11 中示出了相对于模式 1、模式 2A、模式 2B 下的钢板的板宽方向上的偏移量的板宽方向上的辊间隙偏差。如这些图所示,在现有的对称控制的模式 1 下,当偏移量为 375mm 时板宽方向上的辊间隙偏差为较大的 1.55mm,与此相对,在本发明的非对称控制的

模式 2A、模式 2B 下偏差均低于作为保证值的 0.6mm。特别是在纵向挠曲修正控制、横向挠曲修正控制以及压缩变形修正控制均为非对称控制的模式 2B 的情况下,即使偏移量为 375mm 偏差也在 0.4mm 以下,能够获得特别好的值。

[0111] 根据本发明的实施方式,在考虑板材的宽度方向中心偏离作业线中心的偏移量的基础上,进行壳体的纵向挠曲修正及框架的横向挠曲修正、或者除此之外的下压缸体、液压式挠度补偿缸体、一对辊框架、支承辊、矫直辊的压缩变形修正,因此即使板材的宽度方向中心偏离作业线中心也能够以高精度进行板材的矫正。

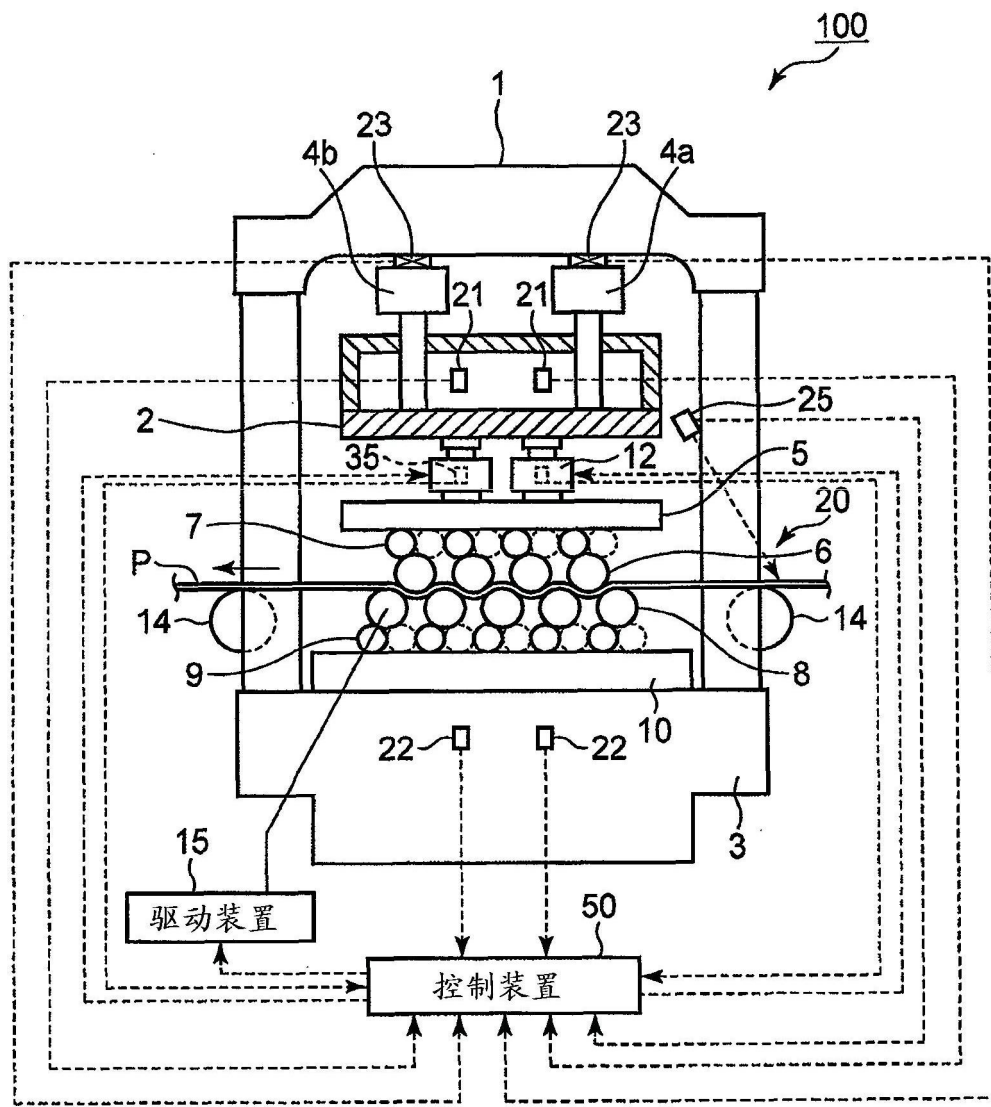


图 1

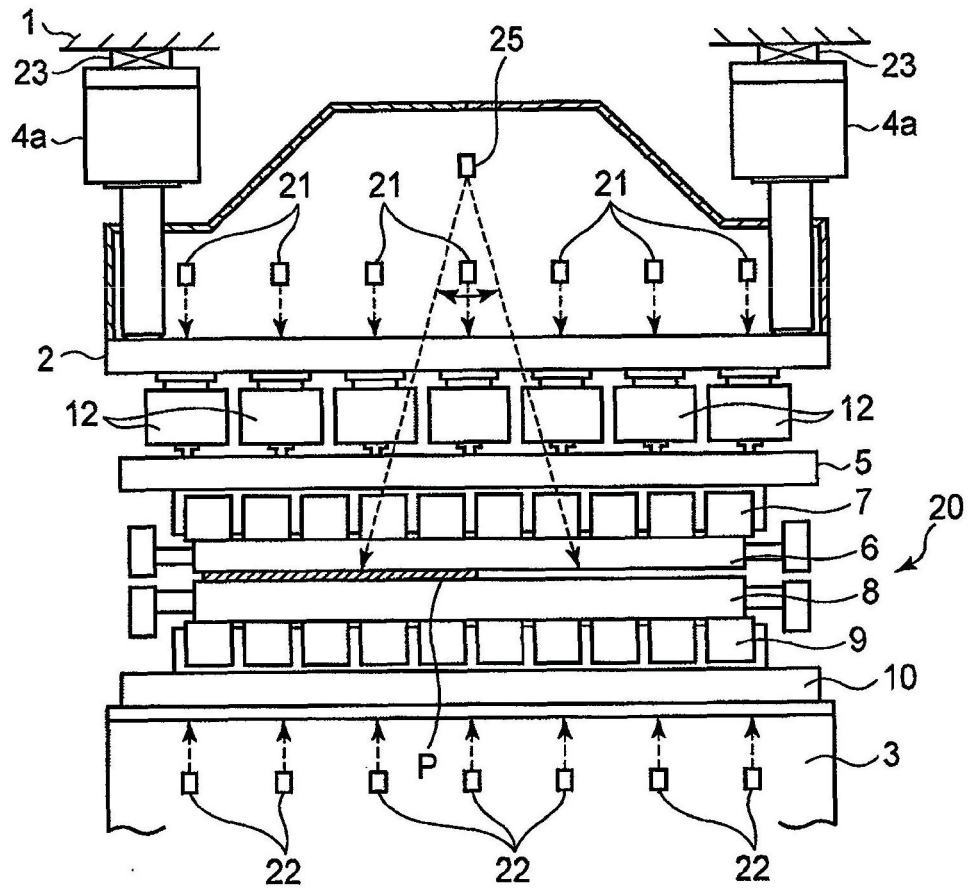


图 2

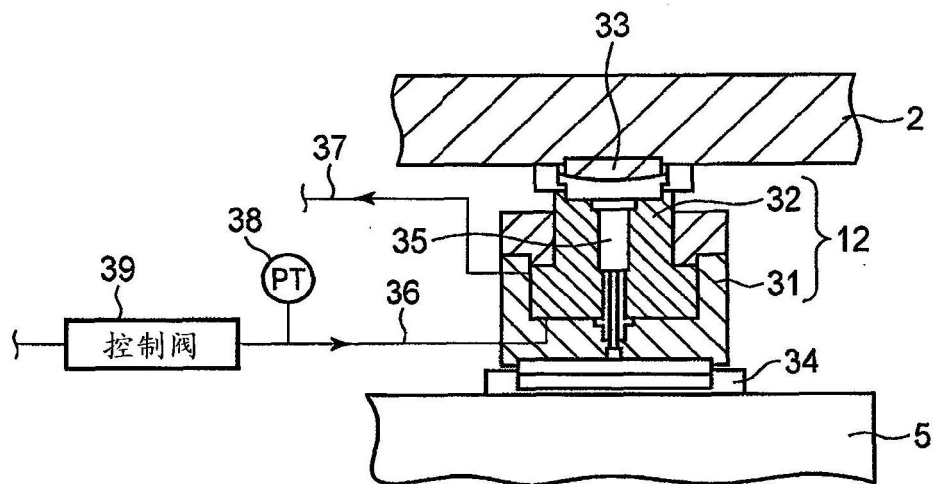


图 3

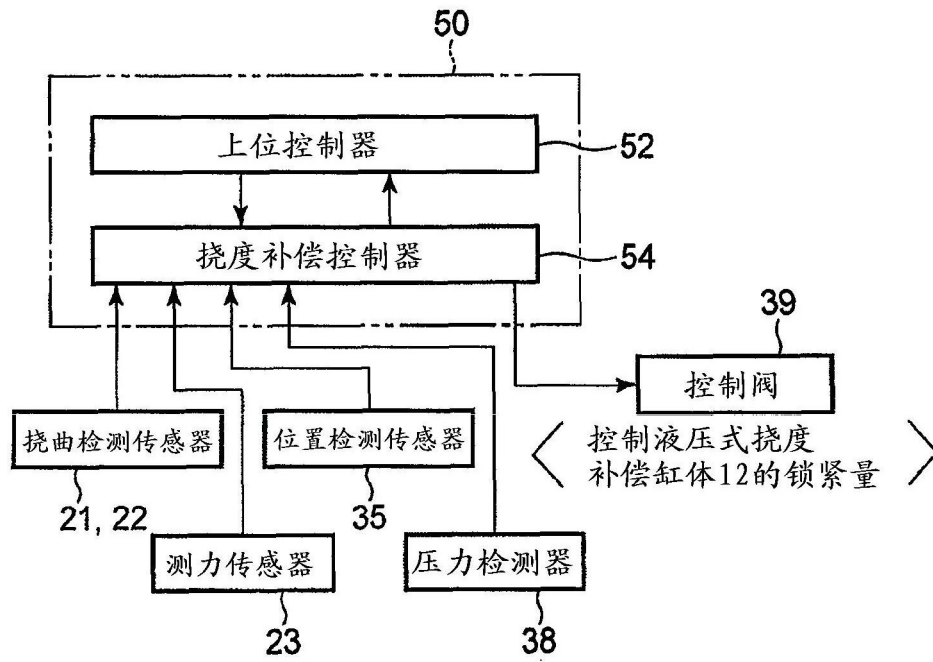


图 4

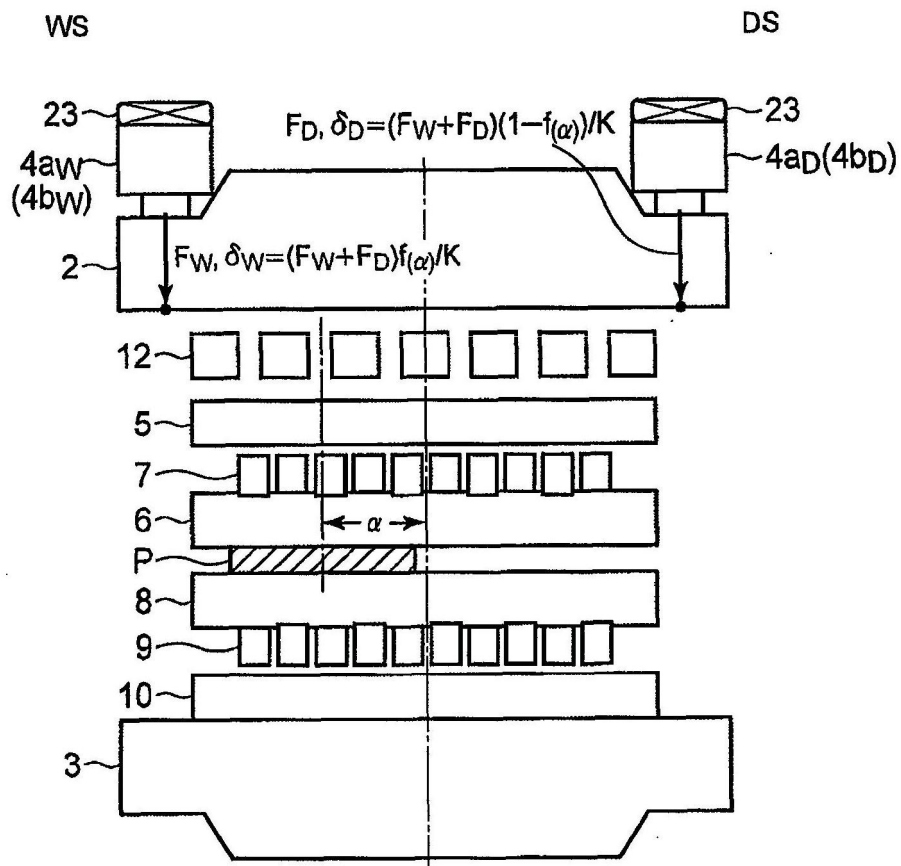


图 5

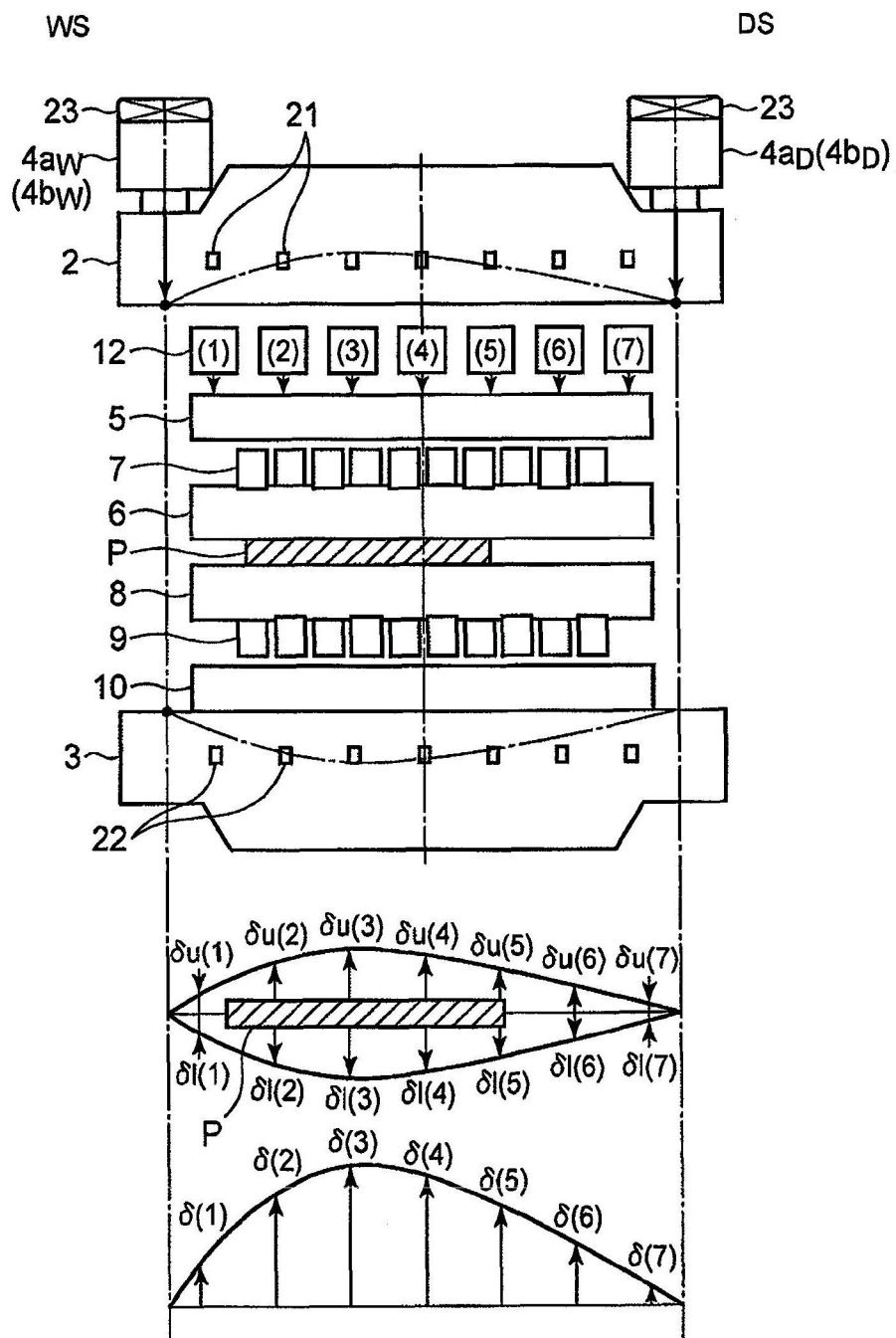


图 6

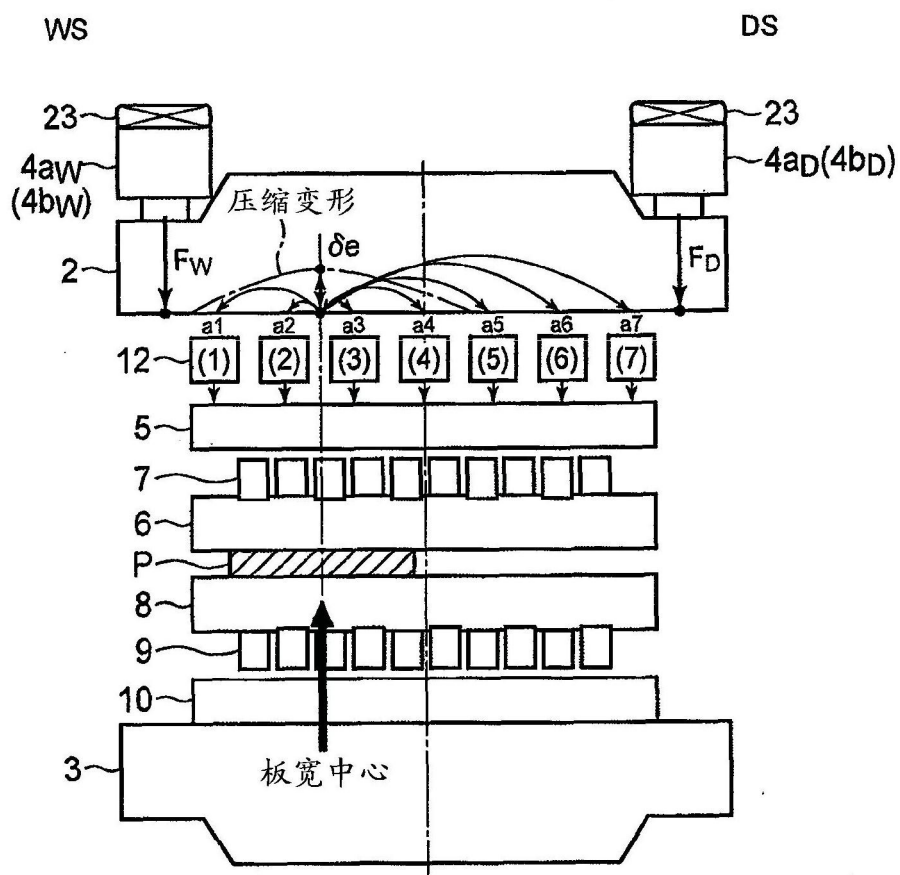


图 7

模式1 (现有)

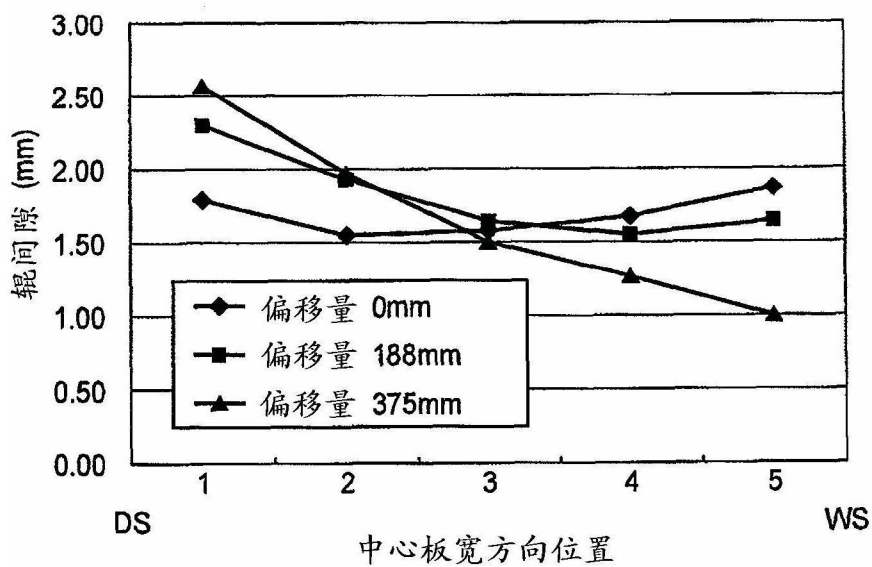


图 8

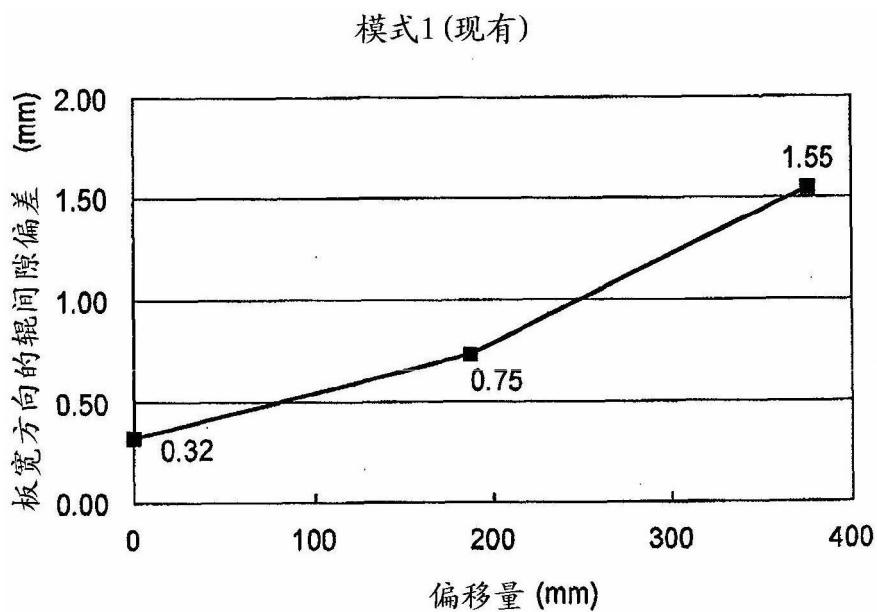


图 9

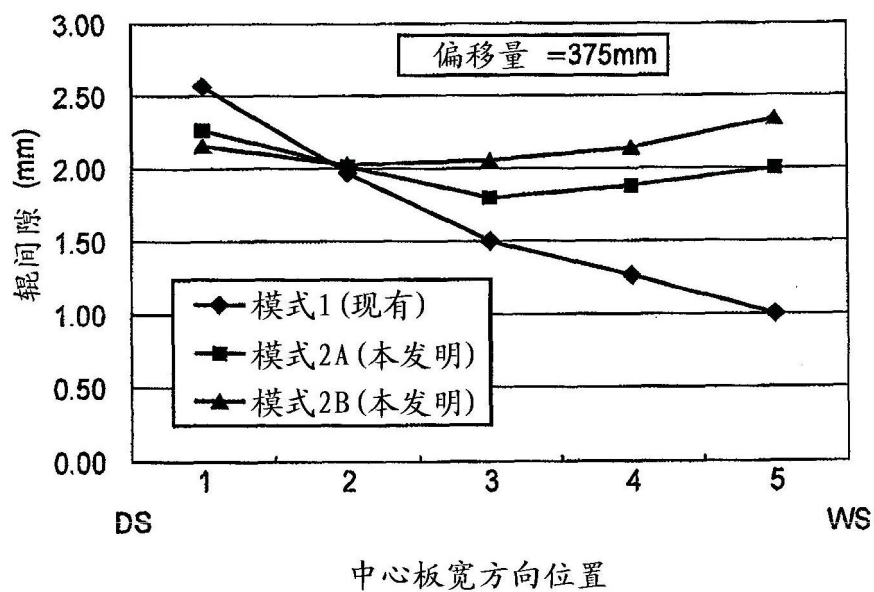


图 10

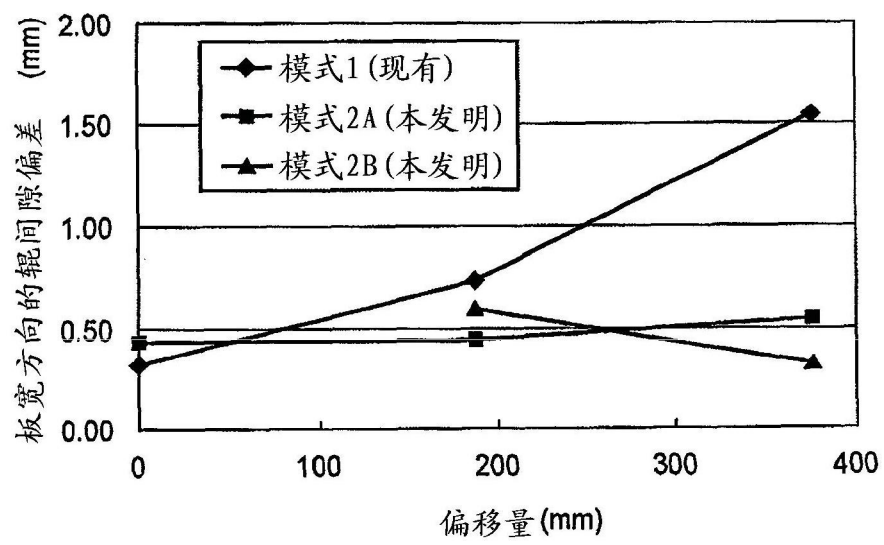


图 11