(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103237609 B
(45)授权公告日 2014.05.28

(21)申请号 201280003946.2
(22)申请日 2012.03.05
(30)优先权数据
2011-066153 2011.03.24 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.05.31
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/055515 2012.03.05
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/128019 JA 2012.09.27
(73)专利权人 新日铁住金株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 岩城泰辅 西山和宏 若月邦彦
比护刚志 小川茂
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 胡建新 朴勇
(51)Int.Cl.
B21B 13/14(2006.01)
B21B 29/00(2006.01)
B21B 31/20(2006.01)
B21B 37/38(2006.01)
(56)对比文件
JP 平2-280910 A,1990.11.16, 全文.
JP 特开平8-215730 A,1996.08.27, 全文.
CN 2936473 Y,2007.08.22, 全文.
JP 昭59-42106 A,1984.03.08, 全文.
审查员 简斌

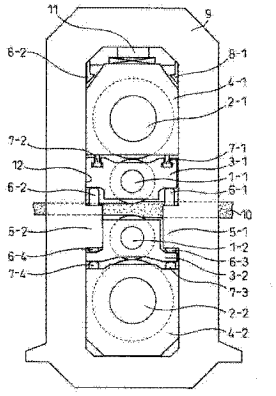
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54)发明名称

金属板材的辊轧机及轧制方法

(57)摘要

本发明提供金属板材的辊轧机，具有：壳体，收容轧辊轴承座，具有彼此向内方突出并用于负担作用于下工作辊的轧制方向力的一对第一凸块，在壳体上形成有负担作用于上工作辊的轧制方向力的壳体窗口；第一液压缸，设在上述一对第一凸块上，具有向上述上工作辊施加增弯力的第一活塞杆；第二液压缸，设在上述一对第一凸块上，具有向上述下工作辊施加增弯力的第二活塞杆；第三液压缸，设在上支撑辊轴承座上，具有第三活塞杆，该第三活塞杆向上述上工作辊施加减弯力，或者使上述上工作辊与上支撑辊接触来产生轧辊平衡力；以及第四液压缸，具有向上述下工作辊施加减弯力的第四活塞杆。



1

CN 103237609 B

1. 一种金属板材的辊轧机，其特征在于，具有：

上工作辊及下工作辊，轧制金属板材；

上支撑辊及下支撑辊，分别支撑上述上工作辊及上述下工作辊；

上工作辊轴承座及下工作辊轴承座，分别支撑上述上工作辊及上述下工作辊；

上支撑辊轴承座及下支撑辊轴承座，分别支撑上述上支撑辊及上述下支撑辊；

壳体，收容上述上工作辊轴承座、上述下工作辊轴承座、上述上支撑辊轴承座以及上述下支撑辊轴承座，具有彼此向内方突出并负担作用于上述下工作辊的轧制方向力的一对第一凸块，在上述壳体上形成有负担作用于上述上工作辊的轧制方向力的壳体窗口；

第一液压缸，设置在上述一对第一凸块上，具有第一活塞杆，该第一活塞杆经由上述上工作辊轴承座向上述上工作辊施加增弯力；

第二液压缸，设置在上述一对第一凸块上，具有第二活塞杆，该第二活塞杆经由上述下工作辊轴承座向上述下工作辊施加增弯力；

第三液压缸，设置在上述上支撑辊轴承座上，具有第三活塞杆，该第三活塞杆向上述上工作辊施加减弯力，或者使上述上工作辊与上述上支撑辊接触来产生轧辊平衡力；以及

第四液压缸，具有第四活塞杆，该第四活塞杆向上述下工作辊施加减弯力。

2. 根据权利要求 1 所述的金属板材的辊轧机，其特征在于，

上述第一液压缸和上述第二液压缸设置在上述一对第一凸块内的从上述上工作辊朝向上述下工作辊的方向上观察时彼此不同的位置。

3. 根据权利要求 1 所述的金属板材的辊轧机，其特征在于，

在上述下支撑辊轴承座上设置有上述第四液压缸。

4. 根据权利要求 1 所述的金属板材的辊轧机，其特征在于，

上述壳体还具有一对第二凸块，上述一对第二凸块在上述一对第一凸块的下方从上述壳体向内方突出，

在上述一对第二凸块上设置有上述第四液压缸。

5. 根据权利要求 1 所述的金属板材的辊轧机，其特征在于，

在上述第三活塞杆的前端部形成有第一卡合部，

在上述上工作辊轴承座上形成有第二卡合部，上述第一卡合部通过上述上工作辊的辊轴方向移动与该第二卡合部卡合。

6. 一种金属板材的轧制方法，使用权利要求 1 至 5 中任一项所述的上述辊轧机，其特征在于，

在以超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，通过上述第三活塞杆的拉动操作来产生轧辊平衡力。

7. 一种金属板材的轧制方法，使用权利要求 1 至 5 中任一项所述的上述辊轧机，其特征在于，

在以不超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，进行以下工序：

第一工序，在轧制开始前，使增弯力和减弯力双方作用于上述上工作辊及上述下工作辊，从而使作为合力相当于轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；

第二工序，在上述第一工序之后，一边使上述减弯力变化为相当于轧制中减弯力的减弯力，一边增大上述增弯力，以使合力维持上述轧辊平衡力；

第三工序，在轧制开始时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于轧制中弯辊力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；

第四工序，保持上述轧制中弯辊力来进行轧制；

第五工序，在轧制结束时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于上述轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊，并在该状态下结束金属板材的轧制；以及

第六工序，在上述第五工序之后，减小上述减弯力和上述增弯力，以维持上述轧辊平衡力。

8. 根据权利要求 7 所述的金属板材的轧制方法，其特征在于，

连续测定上述第三液压缸内的液压、与上述第三液压缸相连的液压管内的液压、上述第四液压缸内的液压以及与上述第四液压缸相连的液压管内的液压中的至少一个液压，根据其测定值，控制上述增弯力，以使作为合力而作用于上述上工作辊轴承座及上述下工作辊轴承座的上述弯辊力成为预定的值。

9. 一种金属板材的轧制方法，使用权利要求 1 至 5 中任一项所述的上述辊轧机，其特征在于，

在轧制时以超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，通过上述第三活塞杆的拉动操作，施加上述上工作辊的轧辊平衡力，

之后，在以不超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，进行以下工序：

第一工序，在轧制开始前，使增弯力和减弯力双方作用于上述上工作辊及上述下工作辊，从而使作为合力相当于轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；

第二工序，在上述第一工序之后，一边使上述减弯力变化为相当于轧制中减弯力的减弯力，一边增大上述增弯力，以使合力维持上述轧辊平衡力；

第三工序，在轧制开始时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于轧制中弯辊力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；

第四工序，保持上述轧制中弯辊力来进行轧制；

第五工序，在轧制结束时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于上述轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊，并在该状态下结束金属板材的轧制；以及

第六工序，在上述第五工序之后，减小上述减弯力和上述增弯力，以维持上述轧辊平衡力。

10. 根据权利要求 9 所述的金属板材的轧制方法，其特征在于，

连续测定上述第三液压缸内的液压、与上述第三液压缸相连的液压管内的液压、上述第四液压缸内的液压以及与上述第四液压缸相连的液压管内的液压中的至少一个液压，根据其测定值，控制上述增弯力，以使作为合力而作用于上述上工作辊轴承座及上述下工作辊轴承座的上述弯辊力成为预定的值。

金属板材的辊轧机及轧制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属板材的辊轧机及轧制方法。本发明特别涉及如下辊轧机及使用该辊轧机的轧制方法，适合厚板辊轧机或薄板热轧的粗轧机或精轧机，能够增大上下工作辊之间的最大开度，并容易施加强力的弯辊力，从而能够提供高响应且强力的板凸度 / 形状控制功能。

[0002] 本申请主张 2011 年 3 月 24 日在日本申请的日本特愿 2011-066153 号的优先权，其全部内容引用到本说明书中。

背景技术

[0003] 以往，如图 12 及图 13 中所示的辊轧机 1A、1B 那样，已知具有为了得到大的轧辊开度而由支撑辊轴承座托住工作辊轴承座来保持的形式的辊轧机。但是，由于向从支撑辊轴承座延伸的用于保持工作辊轴承座的臂部组装增弯装置，因而难以组装大容量的液压缸。

[0004] 例如，在专利文献 1 中所公开的辊轧机形式为四段辊轧机，这种辊轧机形式为图 16 中所示的结构。即，用与上支撑辊轴承座 4-1 相连接的臂部保持上工作辊轴承座 3-1 的形式。通过在上述臂部组装作用于上工作辊 1-1 的上增弯装置 6-1、6-2，来得到大的轧辊开度。

[0005] 但是，上述形式的辊轧机存在如下的问题。

[0006] (1) 不得不向将上工作辊轴承座 3-1 托住的上支撑辊轴承座 4-1 的臂部组装上增弯装置 6-1、6-2。因此，难以组装大容量的液压缸。

[0007] (2)向上工作辊 1-1 施加强力的增弯力的情况下，与上支撑辊轴承座 4-1 相连接的臂部承受向外侧开口的方向的力矩。这种情况下，臂部向壳体窗口推压，引发轧制滞后的增大引起的板厚精度恶化的可能性、或者产生因轧辊轴承座 - 窗口间摩擦力的左右非对称性引起轧制中的金属板的蜿蜒或弯曲导致的轧制操作不稳定性增大等问题的可能性变高。因此，存在实际上无法使用强力的工作辊弯辊机的情况。

[0008] (3)上工作辊轴承座 3-1 与上支撑辊轴承座 4-1 的臂部的内侧面相接触，进而上述臂部的侧面与壳体窗口的内侧面相接触。因此，因轧制方向的摆动变大而导致轧制中的金属板的蜿蜒 / 弯曲的可能性增大。

[0009] (4) 空间严重受限，特别是更换支撑辊时来自支撑辊轴承座的配线处理复杂。因此，难以配置轧制稳定器及轧制方向力测定用负载传感器。

[0010] 另一方面，为了得到大的轧辊开度，如图 14 中所示的辊轧机 1C 那样，具有将增弯装置 6-1、6-2 组装于下工作辊轴承座 3-2 的辊轧机。

[0011] 例如，在专利文献 2 中公开了将工作辊的增弯装置组装于工作辊轴承座的辊轧机。

[0012] 同样，在专利文献 3 中公开了交叉轧制方式的辊轧机。在这种辊轧机中，增弯装置也组装于工作辊轴承座。

[0013] 这种形式的辊轧机存在如下的问题。

[0014] (5)在更换工作辊时，需要拆装液压管。若要使得拆装容易，不得不采用挠性管，因此难以采用用于高响应液压控制的伺服阀。因此，也难以构成响应性高的弯曲装置。

[0015] 并且，为了实现响应性高的弯曲装置，众所周知有将增弯装置配置在凸块(project block)上的辊轧机。

[0016] 例如，在专利文献4中公开了具有工作辊偏移功能的辊轧机。在这种辊轧机中，如图15所示，增弯装置6-1～6-4组装于与壳体9一体的凸块5-1、5-2。

[0017] 在图15中所示的辊轧机1D中，作用于下工作辊1-2的下增弯装置6-3、6-4组装于从壳体9向内方突出的凸块。

[0018] 但是，这种形式的辊轧机存在如下的问题。

[0019] (6)由于具有通过凸块与工作辊轴承座之间的接触面来支撑作用于工作辊的轧制方向力的结构，因而若加大轧辊开度，则上述接触面变小。因此，无法适当地支撑工作辊轴承座，得不到大的轧辊开度。

[0020] (7)根据凸块的高度，增弯装置的液压缸的容量受限。因此，在无法充分确保凸块的高度的辊轧机中，无法充分确保液压缸的行程长度，得不到大的轧辊开度。

[0021] 此外，增弯装置是指向工作辊轴承座施加增大轧辊开度的方向的力的液压装置，是包括其致动器即液压缸及其活塞杆的装置的统称。

[0022] 但是，在本发明中，为了简化说明，若没有特别的说明，则增弯装置就指其致动器即液压缸及其活塞杆。将通过增弯装置向工作辊施加的力称为增弯力。

[0023] 另一方面，将向工作辊轴承座施加减小轧辊开度的方向的力的液压装置称为减弯装置。并且，将通过减弯装置向工作辊施加的力称为减弯力。并且，减弯装置是指包括其致动器即液压缸及其活塞杆的装置的统称。但是，在本发明中，为了简化说明，若没有特别的说明，则减弯装置是指其致动器即液压缸及其活塞杆。

[0024] 此外，如图12至图16所示，一般的用于制造厚钢板的辊轧机未配置有减弯装置(参照专利文献1至专利文献4)。

[0025] 其原因如下：(A)与薄板轧制相比，厚板轧制的情况下使用相对大直径的工作辊，因而即使施加相同的弯曲力，轧辊凸度形状的变化也小；(B)即使在与薄板辊轧机相比相对大直径的工作辊轴承座的周边的狭窄的部分设置小的减弯装置，由于控制范围狭小，只会导致机械结构复杂化，因此也不利于性价比等。

[0026] 现有技术文献

[0027] 专利文献

[0028] 专利文献1：日本特开平6-87011号公报

[0029] 专利文献2：日本特开昭62-220205号公报

[0030] 专利文献3：日本特开平6-198307号公报

[0031] 专利文献4：日本特开平4-52014号公报

发明内容

[0032] 发明所要解决的问题

[0033] 如上所述，在能够加大轧辊开度的辊轧机中，现有技术中还不存在具有可以组装响应性高且强力的弯辊装置的辊轧机形式。

[0034] 本发明所要解决的问题在于，提供一种辊轧机及使用该辊轧机的轧制方法，能够增大上下工作辊之间的最大开度，并且能够施加强力的弯辊力。

[0035] 即，本发明的目的在于，提供一种克服上述现有的辊轧机所具有的缺点的辊轧机及使用该辊轧机的轧制方法，在具有与薄板辊轧机相同的减弯装置的前提下，能够增大上下工作辊之间的轧辊开度，并且容易施加强力的弯辊力，以实现能够应对大范围的厚度的钢板的辊轧机。

[0036] 用于解决问题的方案

[0037] 本发明的要旨如下。

[0038] (1)本发明的第一方案中的金属板材的辊轧机，其特征在于，具有：上工作辊及下工作辊，轧制金属板材；上支撑辊及下支撑辊，分别支撑上述上工作辊及上述下工作辊；上工作辊轴承座及下工作辊轴承座，分别支撑上述上工作辊及上述下工作辊；上支撑辊轴承座及下支撑辊轴承座，分别支撑上述上支撑辊及上述下支撑辊；壳体，收容上述上工作辊轴承座、上述下工作辊轴承座、上述上支撑辊轴承座以及上述下支撑辊轴承座，具有彼此向内方突出并负担作用于上述下工作辊的轧制方向力的一对第一凸块，在上述壳体上形成有负担作用于上述上工作辊的轧制方向力壳体窗口；第一液压缸，设置在上述一对第一凸块上，具有第一活塞杆，该第一活塞杆经由上述上工作辊轴承座向上述上工作辊施加增弯力；第二液压缸，设置在上述一对第一凸块上，具有第二活塞杆，该第二活塞杆经由上述下工作辊轴承座向上述下工作辊施加增弯力；第三液压缸，设置在上述上支撑辊轴承座上，具有第三活塞杆，该第三活塞杆向上述上工作辊施加减弯力，或者使上述上工作辊与上述上支撑辊接触来产生轧辊平衡力；以及第四液压缸，具有第四活塞杆，该第四活塞杆向上述下工作辊施加减弯力。

[0039] (2)在上述(1)所述的金属板材的辊轧机中，上述第一液压缸和上述第二液压缸设置在上述一对第一凸块内的俯视图上彼此不同的位置。

[0040] (3)在上述(1)或(2)所述的金属板材的辊轧机中，可以在上述下支撑辊轴承座设置上述第四液压缸。

[0041] (4)在上述(1)或者(2)所述的金属板材的辊轧机中，上述壳体还具有一对第二凸块，上述一对第二凸块在上述一对第一凸块的下方从上述壳体向内方突出，在上述一对第二凸块上设置有上述第四液压缸。

[0042] (5)在上述(1)至(4)中任一项所述的金属板材的辊轧机中，在上述第三活塞杆的前端部形成有第一卡合部，在上述上工作辊轴承座上形成有第二卡合部，上述第一卡合部通过上述上工作辊的辊轴方向移动与该第二卡合部卡合。

[0043] (6)本发明的第二方案中的金属板材的轧制方法，利用上述(1)至(5)中任一项所述的上述辊轧机，在以超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，通过上述第三活塞杆的拉动操作来产生轧辊平衡力。

[0044] (7)本发明的第三方案中的金属板材的轧制方法，利用上述(1)至(5)中任一项所述的上述辊轧机，在以不超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，进行以下工序：第一工序，在轧制开始前，使增弯力和减弯力双方作用于上述上工作辊及上述下工作辊，从而使作为合力相当于轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；第二工序，在上述第一工序之后，一边使上述减弯力变化为相当于轧制中减弯力的减弯力，

一边增大上述增弯力，以使合力维持上述轧辊平衡力；第三工序，在轧制开始时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于轧制中弯辊力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；第四工序，保持上述轧制中弯辊力来进行轧制；第五工序，在轧制结束时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于上述轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊，并在该状态下结束金属板材的轧制；以及第六工序，在上述第五工序之后，减小上述减弯力和上述增弯力，以维持上述轧辊平衡力。

[0045] （8）在上述（7）所述的金属板材的轧制方法中，连续测定上述第三液压缸内的液压、与上述第三液压缸相连的液压管内的液压、上述第四液压缸内的液压以及与上述第四液压缸相连的液压管内的液压中的至少一个液压，根据其测定值，控制上述增弯力，以使作为合力而作用于上述上工作辊轴承座及上述下工作辊轴承座的上述弯辊力成为预定的值。

[0046] （9）本发明的第四方案中的金属板材的轧制方法，利用上述（1）至（5）中任一项所述的上述辊轧机，在轧制时以超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，通过上述第三活塞杆的拉动操作，施加上述上工作辊的轧辊平衡力，之后，在以不超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制时，进行以下工序：第一工序，在轧制开始前，使增弯力和减弯力双方作用于上述上工作辊及上述下工作辊，从而使作为合力相当于轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；第二工序，在上述第一工序之后，一边使上述减弯力变化为相当于轧制中减弯力的减弯力，一边增大上述增弯力，以使合力维持上述轧辊平衡力；第三工序，在轧制开始时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于轧制中弯辊力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊；第四工序，保持上述轧制中弯辊力来进行轧制；第五工序，在轧制结束时，一边保持上述减弯力，一边改变上述增弯力，由此使作为合力相当于上述轧辊平衡力的弯辊力作用于上述上工作辊及上述下工作辊，并在该状态下结束金属板材的轧制；以及第六工序，在上述第五工序之后，减小上述减弯力和上述增弯力，以维持上述轧辊平衡力。

[0047] （10）在上述（9）所述的金属板材的轧制方法中，连续测定上述第三液压缸内的液压、与上述第三液压缸相连的液压管内的液压、上述第四液压缸内的液压以及与上述第四液压缸相连的液压管内的液压中的至少一个液压，根据其测定值，控制上述增弯力，以使作为合力而作用于上述上工作辊轴承座及上述下工作辊轴承座的上述弯辊力成为预定的值。

[0048] 发明效果

[0049] 根据上述（1）至（10）所述的辊轧机及轧制方法，能够增大上下工作辊之间的最大开度，并且即使在不得不配置响应性低的减弯装置的情况下，由配置在一对第一凸块上的响应性高的增弯装置对此进行补偿，从而也能够提供高响应且强力的板凸度／形状控制功能。

[0050] 因此，针对轧制材料入侧板厚或轧制材料温度等轧制中变动的外扰，也能够获得良好的板凸度／形状，能够大大提高产品质量及产量。

[0051] 并且，通过向上工作辊施加增弯力及减弯力，能够实现强力的板凸度／形状控制功能以外，通过在上工作辊减弯装置采用多级液压缸，能够生成轧辊平衡力，由此还能够实现大开度的轧辊间隙。即，通过一台辊轧机能够应对从板厚大的初轧轧制到要求准确的板凸度／形状控制的热轧薄板轧制。

[0052] 并且，由于始终通过壳体窗口负担施加于上工作辊轴承座的轧制方向力，因而能够稳定地支撑上工作辊轴承座。

[0053] 并且，可以在一对第一凸块上组装上下增弯装置。由此，能够实现大容量、大行程的强力的弯曲装置。

[0054] 并且，通过将增弯装置组装于一对第一凸块，能够将液压管固定化，并适用伺服阀。由此，能够实现高响应的增弯力的控制。

[0055] 即使是响应性低的减弯装置，通过与响应性高的增弯装置之间的协同，也能够实现高响应的弯辊力控制。由此，能够大大改善产品质量及轧制产量。

附图说明

[0056] 图 1 是表示本发明的一实施方式的辊轧机的结构的侧视图。

[0057] 图 2 是表示上工作辊轴承座与上减弯装置之间的连接结构的图。

[0058] 图 3A 是表示第三液压缸的第三活塞杆的第一卡合部与上工作辊轴承座的第二卡合部之间的卡合关系的第一方案的剖视图。

[0059] 图 3B 是表示第三液压缸的第三活塞杆的第一卡合部与上工作辊轴承座的第二卡合部之间的卡合关系的第二方案的剖视图。

[0060] 图 3C 是表示第三液压缸的第三活塞杆的第一卡合部与上工作辊轴承座的第二卡合部之间的卡合关系的第三方案的剖视图。

[0061] 图 4 是表示上下增弯装置的配置例的立体俯视图。

[0062] 图 5 是表示上下增弯装置的配置例的立体俯视图。

[0063] 图 6 是表示本发明的一实施方式的辊轧机的结构的另一个例子的侧视图。

[0064] 图 7 是表示本发明的一实施方式的轧制方法的操作流程的一个例子的图。

[0065] 图 8 是表示图 7 的操作流程的弯辊力等的时序变化的图。

[0066] 图 9 是减弯装置的响应性极低的情况下的弯辊力等的时序变化的图。

[0067] 图 10 是本发明的一实施方式的轧制方法的操作流程的另一个例子的图。

[0068] 图 11 是图 10 的操作流程的弯辊力等的时序变化的图。

[0069] 图 12 是表示现有技术的辊轧机 1A 的结构的侧视图。

[0070] 图 13 是表示现有技术的辊轧机 1B 的结构的侧视图。

[0071] 图 14 是表示现有技术的辊轧机 1C 的结构的侧视图。

[0072] 图 15 是表示现有技术的辊轧机 1D 的结构的侧视图。

[0073] 图 16 是表示现有技术的辊轧机 1E 的结构的侧视图。

具体实施方式

[0074] 下面，参照图 1 至图 16，对基于上述见解的本发明的辊轧机及利用该辊轧机的轧制方法进行说明。

[0075] 图 1 是表示本发明的一实施方式的辊轧机 1 的结构的一个例子的侧视图。如图 1 所示，本发明的一实施方式的辊轧机 1 具有上工作辊轴承座 3-1、下工作辊轴承座 3-2、上支撑辊轴承座 4-1、下支撑辊轴承座 4-2 以及收容这些轧辊轴承座的壳体 9。在壳体 9 上以一体化方式形成一对第一凸块 5-1、5-2(即，设在金属板材的入侧的第一凸块和设在金属板材

的出侧的第一凸块)，并且形成有壳体窗口 12。

[0076] 上工作辊轴承座 3-1 支撑用于轧制金属板材的上工作辊 1-1，下工作辊轴承座 3-2 支撑用于轧制金属板材的下工作辊 1-2。

[0077] 并且，上支撑辊轴承座 4-1 支撑配置在上工作辊 1-1 的上方的上支撑辊 2-1，下支撑辊轴承座 4-2 支撑配置在下工作辊 1-2 的下方的下支撑辊。

[0078] 一对第一凸块 5-1、5-2 以从壳体 9 相互向内方突出的方式一体形成。并且，在一对第一凸块 5-1、5-2 上设置经由上工作辊轴承座 3-1 向上工作辊 1-1 施加增弯力的上增弯装置 6-1、6-2 和经由下工作辊轴承座 3-2 向下工作辊 1-2 施加增弯力的下增弯装置 6-3、6-4。

[0079] 具体而言，上增弯装置 6-1、6-2 由作为其致动器的第一液压缸及其活塞杆(第一活塞杆)构成。第一液压缸内置在一对第一凸块 5-1、5-2，第一活塞杆被设置成，其前端部从一对第一凸块 5-1、5-2 的上表面突出并与上工作辊轴承座 3-1 相接触。

[0080] 并且，下增弯装置 6-3、6-4 由作为其致动器的第二液压缸及其活塞杆(第二活塞杆)构成。第二液压缸内置在一对第一凸块 5-1、5-2，第二活塞杆被设置成，其前端部从一对第一凸块 5-1、5-2 的下表面突出并与下工作辊轴承座 3-2 相接触。

[0081] 进而，在本实施方式的辊轧机 1 中，上减弯装置 7-1、7-2 配置在上支撑辊轴承座 4-1 内，上述上减弯装置 7-1、7-2 具有经由上工作辊轴承座 3-1 向上工作辊 1-1 施加减弯力的功能和使上工作辊 1-1 与上支撑辊 2-1 相接触的拉力(轧辊平衡力)进行作用的功能。

[0082] 具有上述两种功能的上减弯装置 7-1、7-2 由作为其致动器的第三液压缸及其活塞杆(第三活塞杆)构成。第三液压缸配置在上支撑辊轴承座 4-1 内。第三活塞杆具有其前端部与上工作辊轴承座 3-1 卡合的形状。

[0083] 并且，本实施方式的辊轧机 1 具有经由下工作辊轴承座 3-2 向下工作辊 1-2 施加减弯力的下减弯装置 7-3、7-4。

[0084] 上述下减弯装置 7-3、7-4 由作为其致动器的第四液压缸及其活塞杆(第四活塞杆)构成。第四液压缸配置在下支撑辊轴承座 4-2 或内置在后面要说明的一对第二凸块 5-3、5-4 中。第四活塞杆被设置成其前端部与下工作辊轴承座 3-2 相接触。

[0085] 在凸块上设置增弯装置并在上支撑辊轴承座及下支撑辊轴承座设置减弯装置的形式是热轧精轧机常见的形式。但是，在这种形式中，需要用设在金属板材的出侧的凸块的上游侧面与工作辊轴承座之间的抵接面来支撑轧制操作时的轧制方向力。因此，随着轧辊开度变大，上工作辊的转矩的中心位置从上述接触面向上方偏离，并且用于支撑上述轧制方向力的接触面的面积减少。因此，针对上工作辊轴承座而言，即使加大一对凸块的高度，随着加大轧辊开度，凸块的上游侧面与工作辊轴承座之间的接触面会变小，并且上工作辊轴承座的姿态变得不稳定，从而无法得到大的轧辊开度。

[0086] 改善上述问题的是图 16 中所示的上支撑辊轴承座 4-1 具有用于托住上工作辊轴承座 3-1 的臂的形式的厚板精轧机中常见的辊轧机 1E。在这种类型的辊轧机中，由于上支撑辊轴承座 4-1 托住上工作辊轴承座 3-1，因而随着上支撑辊 2-1 的提升，上工作辊 1-1 也上升，从而可以得到大的轧辊开度。

[0087] 但是，上述辊轧机的结构无法充分地确保用于上工作辊 1-1 的增弯装置及减弯装置的设置场所。由此，如图 16 所示，通常情况下，就上工作辊 1-1 而言，仅将小容量的增弯

装置6-1、6-2设在上支撑辊轴承座4-1与上工作辊轴承座3-1之间，而不配置上工作辊1-1用的减弯装置。因此，存在形状控制能力受限的缺点。

[0088] 进而，作用于上工作辊1-1的轧制方向力由上支撑辊轴承座4-1与上工作辊轴承座3-1之间的轧制方向下游侧抵接面承受。进而，这种力最终由上支撑辊轴承座4-1的轧制方向下游侧臂的外侧面与壳体窗口12的内侧之间的抵接面承受。但是，上述轧制方向下游侧抵接面的空间狭小，存在难以配置可以充分地支撑上工作辊轴承座3-1的负载传感器。并且，在上述上支撑辊轴承座4-1与壳体窗口12之间的接触面也存在摆动现象，除此之外，每个支撑辊轴承座都需要稳定器或负载传感器，进行启动它们的配线处理时的作业性也明显下降。

[0089] 所以，在本实施方式的辊轧机1中，如图1所示，将从壳体9向其内侧突出的一对第一凸块5-1、5-2配置在相对于轧制线向下侧偏移的位置。即，与图15中所示的以往方式不同，在相对于轧制线上下非对称的位置配置一对第一凸块5-1、5-2。进而，有关上工作辊轴承座3-1的形状，不加大插入于上述一对第一凸块5-1、5-2的部分的高度，而是加大与插入于上述一对第一凸块5-1、5-2的部分相邻的底座部分，即与壳体窗口12的宽度(壳体窗口宽度)相对应的上侧部分的高度。

[0090] 由此，在本实施方式的辊轧机1中，由上工作辊轴承座3-1的与壳体窗口宽度相对应的上侧部分与位于一对第一凸块5-1、5-2的上方的壳体窗口12之间的接触面，来负担作用于上工作辊1-1的偏移分力等轧制方向力，即从金属板材10或上支撑辊2-1等向上工作辊1-1的主体部施加的轧制方向力。

[0091] 根据上述结构，即使操作辊轧机1的下压装置11来加大轧辊开度，上工作辊轴承座3-1和壳体窗口12相接触的面的面积也保持不变。因此，上工作辊轴承座3-1的姿态与轧辊开度无关地始终保持稳定。

[0092] 进而，在本实施方式的辊轧机1中，将向上工作辊1-1施加增弯力的上增弯装置6-1、6-2和向下工作辊1-2施加增弯力的下增弯装置6-3、6-4配置在向壳体9的内侧突出的一对第一凸块5-1、5-2。

[0093] 因此，无需每次进行工作辊的更换作业都拆装增弯装置的液压管，可以利用固定管，从而能够实现利用精密的伺服阀的响应性高的增弯装置。

[0094] 并且，上减弯装置7-1、7-2由内置在上支撑辊轴承座4-1的第三液压缸及其第三活塞杆构成。并且，也可以是如下形式：通过伴随轧辊更换等的辊轴方向移动操作，来使第三液压缸的第三活塞杆的前端与上工作辊轴承座3-1相连接，从而施加轧辊平衡力。

[0095] 由此，能够与增弯装置的行程无关地加大轧辊开度，并且需要板厚约为100mm以下的板凸度控制的情况等时，能够施加强力的减弯力。由此，从超过800mm的板厚的轧制材料的轧制到伴随100mm板厚以下的厚板轧制中精密的板凸度控制的轧制，可以利用一台辊轧机1进行处理。

[0096] 下面，将对上述连接部的结构的一个例子进行详细的说明。上述例子仅是一个实施方式，不对本申请发明的具体结构进行限定。

[0097] 图2是上工作辊1-1和上工作辊轴承座3-1的俯视图，图中，近前为驱动侧，内侧为作业侧。在上工作辊1-1的轧辊轴承座3-1的上表面左右，构成上减弯装置7-1、7-2的第三液压缸的第三活塞杆的前端嵌合的、截面呈倒T字状的槽31作为第二卡合部而形成，

上述槽 31 向驱动侧开口，并且形成至轧辊轴承座的中心附近。

[0098] 当向辊轧机 1 插入轧辊组时，利用轨道等将从操作侧向两端部设置了轧辊轴承座的工作辊传入到辊轧机 1 的壳体内的预定的位置时，向上支撑辊轴承座 4-1 内组装作为减弯装置的液压缸的活塞杆，不阻碍传入。

[0099] 接着，在上工作辊轴承座 3-1 的槽 31 位于要卡合的第三液压缸的第三活塞杆的扩大部(第一卡合部)的跟前时，使上述活塞杆下降至预定的位置。然后，如图 3C 所示，一边维持槽 31 的内表面与第三活塞杆的外表面不相接触的位置关系，一边从驱动侧的槽开口部使第三活塞杆的扩大部进入槽 31 内。由此，实现第一卡合部与第二卡合部之间的卡合。

[0100] 图 3A 是表示在上减弯装置 7-1、7-2 的第三液压缸的第三活塞杆的前端形成的扩大部与槽 31 卡合的状态的图。具体而言，图 3A 表示如下状态 :通过第三液压缸的拉动操作，来使第三活塞杆向上方提升，而与上工作辊轴承座 3-1 的槽 31 的上表面抵接，从而施加上升力 fRB。

[0101] 上升力 fRB 作为轧辊平衡力发挥作用。因此，即使不依赖配置在一对第一凸块 5-1、5-2 的上增弯装置 6-1、6-2 的第一活塞杆的行程，也能够使上工作辊 1-1 与上支撑辊 2-1 一起上升。因此，可以顺利地得到大的轧辊开度。

[0102] 图 3B 是表示在进行薄板热轧的终轧等板凸度 / 形状控制的情况下施加上减弯力的状态的图。

[0103] 即，通过上减弯装置 7-1、7-2 的第三液压缸，其第三活塞杆向下方延伸，从而向上工作辊轴承座 3-1 的槽 31 的底面施加按压力 fDC，由此施加减弯力。

[0104] 图 3C 是表示如上所述在轧辊更换时等情况下使槽 31 与第三活塞杆卡合的情况及解除上述卡合的情况的非接触状态的图。

[0105] 在上述例子中，将槽 31 形成于上工作辊轴承座 3-1，将与槽 31 卡合的扩大部形成于上减弯装置 7-1、7-2，但本发明并不局限于上述方案，例如，可以将槽 31 形成于上减弯装置 7-1、7-2，将与槽 31 卡合的扩大部形成于上工作辊轴承座 3-1。

[0106] 此外，在本实施方式的辊轧机 1 中，向下工作辊 1-2 的主体部施加的轧制方向力由下工作辊轴承座 3-2 与设在出侧的凸块 5-1 或 5-2 之间的接触面负担。由此，图 1 中所示的本实施方式的辊轧机 1 中，增大下工作辊轴承座 3-2 的插入于一对第一凸块 5-1、5-2 的部分的高度。

[0107] 并且，主要通过使上工作辊轴承座 3-1 向上下移动，来调整轧辊开度，因而下工作辊轴承座 3-2 的上下的移动量少。因此，下工作辊 1-2 的位置不会随着轧辊开度增大而导致不稳定。

[0108] 图 4 是表示上下增弯装置 6-1 ～ 6-4 的配置例的俯视剖视图。即，图 4 是一对第一凸块 5-1、5-2 的轧制线高度上的剖视图。

[0109] 在本实施方式的辊轧机 1 中，优选的是，在一对第一凸块 5-1、5-2 的俯视剖视图上以相互错开的方式配置上下增弯装置 6-1 ～ 6-4。例如，如图 4 所示，优选的是，将上增弯装置 6-1、6-2 和下增弯装置 6-3、6-4 配置成在工作辊 1-2 的轴方向上偏移的位置关系。由此，在一对第一凸块 5-1、5-2 内的各凸块上，上下增弯装置 6-1 ～ 6-4 不相互干扰。

[0110] 即，分别内置在第一凸块 5-1、5-2 的第一液压缸和第二液压缸不相互干扰。由此，可以加大第一液压缸及第二液压缸的容量，并且加大第一活塞杆及第二活塞杆的行程，从

而加大增弯操作量。

[0111] 此外，在图 4 中，下增弯装置 6-3、6-4 由入侧及出侧的各两个第二液压缸构成。但是，即使在下工作辊 1-2 的轴方向上不同的位置不与第一液压缸干扰地分别配置 1 个第二液压缸，也能够得到相同的作用效果。

[0112] 图 5 也是表示上下增弯装置 6-1 ～ 6-4 的配置例的俯视剖视图。即，图 5 是一对第一凸块 5-1、5-2 的轧制线高度上的剖视图。如图 5 所示，可以使第一液压缸和第二液压缸具有在轧制方向上偏移的位置关系。在这样的配置中，第一液压缸与第二液压缸也不相互干扰。由此，可以加大第一液压缸及第二液压缸的容量，加大第一活塞杆及第二活塞杆的行程，从而加大弯曲操作量。

[0113] 以上，主要从所要解决的问题之一即得到大的轧辊开度的观点对本实施方式的辊轧机 1 的结构进行的说明。

[0114] 接着，说明根据上述结构还能够容易实现另一个技术问题即施加强力的弯辊力这一点。

[0115] 图 12 及图 13 均是现有技术的辊轧机 1A、1B，其中，任一个辊轧机都能够加大轧辊开度。

[0116] 但是，在这些辊轧机 1A、1B 中，无法施加强力的弯辊力。这是因为，形成了向从上支撑辊轴承座 4-1 向下方突出的臂部组装上增弯装置 6-1、6-2 的结构，因而无法配置大容量、大行程的上增弯装置 6-1、6-2。并且，这些辊轧机 1A、1B 中，从上支撑辊轴承座 4-1 伸出臂部，因而即使设置上减弯装置 7-1、7-2，设置空间也接近于轧辊的轴心。因此，与上支撑辊 2-1 的轴承干扰，因而无法配置大容量、大行程的上减弯装置 7-1、7-2。

[0117] 另一方面，如图 1 所示，在本实施方式的辊轧机 1 中，可以在从辊轧机 1 的壳体 9 向其内侧方向突出的一对第一凸块 5-1、5-2 配置大容量、大行程的上增弯装置 6-1、6-2。

[0118] 并且，在本实施方式的辊轧机 1 中，上支撑辊轴承座 4-1 不具有像图 12 及图 13 所示的辊轧机 1A、1B 那样的臂部。由此，可以在上支撑辊轴承座 4-1 的不与上支撑辊 2-1 的轴承干扰的位置配置大容量、大行程的上减弯装置 7-1、7-2，从而向上工作辊 1-1 施加大的减弯力。

[0119] 即，根据由上工作辊轴承座 3-1 与壳体窗口 12 之间的接触面来负担向一对第一凸块 5-1、5-2 的位置以及上工作辊 1-1 的主体部施加的轧制方向力的结构的本实施方式的辊轧机 1，可以得到大的轧辊开度，并且可以施加强力的弯辊力。

[0120] 并且，无需每次进行工作辊的更换作业都拆装增弯装置的液压管。由此，在各增弯装置 6-1 ～ 6-4 都能够采用可以经由固定液压管与各液压控制阀相连接并用于高响应液压控制的伺服阀。因此，可以作为响应性高的增弯装置。

[0121] 图 6 是表示本实施方式的变形例的辊轧机 1’ 的侧视图。在图 6 中所示的辊轧机 1’ 中，上轧辊系统具有与图 1 相同的结构，而下轧辊系统具有不同的结构。在图 1 中所示的辊轧机 1 中，将向下工作辊 1-2 施加减弯力的下减弯装置 7-3、7-4 配置在下支撑辊轴承座 4-2。而图 6 中所示的辊轧机 1’ 将下减弯装置 7-3、7-4 配置在位于一对第一凸块 5-1、5-2 的下方的一对第二凸块 5-3、5-4。

[0122] 但是，如图 1 中所示的辊轧机 1 那样，若将下减弯装置 7-3、7-4 配置在下支撑辊轴承座 4-2，则在更换下支撑辊 2-2 时，需要拆装减弯装置的液压管。即，在拆装时，微小的异

物混入液压管内的可能性高。

[0123] 由此，难以采用常规的用于高响应液压控制的伺服阀，并且也有需要将挠性管采用于一部分的情况。

[0124] 因此，若与采用固定管或伺服阀的情况相比，弯辊装置的响应性只会变低。

[0125] 而根据图6中所示的辊轧机1'，可以解决更换下支撑辊2-2时产生的上述问题。这是因为，在一对第二凸块5-3、5-4上所配置的下减弯装置7-3、7-4的液压管可以采用用于高响应液压控制的伺服阀，可以不使用挠性管。由此，可以容易进行下支撑辊2-2的更换，并且实现响应性高的弯辊装置。

[0126] 接着，将对本实施方式的轧制方法进行说明。

[0127] 如图1及图6所示，在将上减弯装置7-1、7-2配置在上支撑辊轴承座4-1的情况下，在更换上支撑辊2-1时，必须拆装上减弯装置7-1、7-2的液压管，在拆装时，微小的异物混入液压管内的可能性高。

[0128] 由此，比较难以采用常规的用于高响应液压控制的伺服阀。并且，为了容易进行管的拆装，必须经由像挠性管等那样具有柔性结构且拆装自由的液压管与各液压控制阀相连接。在采用挠性管等具有柔性结构且拆装自由的液压管的情况下，由于柔性结构，因而还存在吸收或者缓和液压的变动的情况。

[0129] 因此，在将上减弯装置7-1、7-2配置在上支撑辊轴承座4-1的情况下，与采用固定管或伺服阀的情况相比，弯辊装置的响应性只会变低。

[0130] 此外，在未施加有轧制负荷的空闲时，不能施加减弯力。因此，在适用减弯力的情况下，需要从得到轧辊平衡力的空闲状态到轧制开始之前，迅速设定减弯力，进而在轧制结束时迅速返回到轧辊平衡状态。

[0131] 因此，若利用响应性差的减弯装置来控制弯辊力的变更，则有在轧材料的前端及末端无法施加预定的减弯力、形状不良部变长的可能性。

[0132] 本实施方式的轧制方法用于解决上述问题。

[0133] 即，该轧制方法利用将上减弯装置7-1、7-2配置在上支撑辊轴承座4-的本实施方式的辊轧机1、1'，解决上述辊轧机1、1'中产生的上述问题。

[0134] 如上所述，在将上减弯装置7-1、7-2配置在上支撑辊轴承座4-1的轧机1、1'中，具有减弯装置的响应性变差的情况。

[0135] 但是，在本实施方式的辊轧机1、1'中，由于在从壳体9向其内侧方突出的一对第一凸块5-1、5-2上配置上增弯装置6-1、6-2，因而可以实大容量、大行程的上增弯装置。

[0136] 并且，无需每次进行更换轧辊作业时都拆装增弯装置的液压管，因可以采用固定液压管或伺服阀，由此能够实现响应性高的增弯装置。

[0137] 在本实施方式的轧制方法中，在使减弯力作用于工作辊，以实现板度/形状控制的情况下，利用响应性高的增弯装置进行轧制开始时及轧制束时的弯辊力的变更，补偿减弯装置的响应性。

[0138] 图7是表示本实施方式的轧制方法的操作流程的一个例子的图。即，图7是表示响应性高的增弯装置和与此相比响应性略低的减弯装置的操流程的图。

[0139] 并且，图8示出上述轧制方法中一个轧制材料的弯辊力等的时序变化图8从上到下示出了轧制负荷、增弯装置的输出、减弯装置的输出、它的合力即工作辊弯曲力的时序变

化。下面，根据图 7 及图 8 来进行说明。

[0140] 首先，在轧制开始前，运算并得出与接下来要轧制的轧制材料相对的轧制中工作辊弯曲力的设定值 FR。在这里，FR 为负值，即是作为减力而运算出的值。此外，在本实施方式中，将增弯力（增加方向（展开辊 R 的方向）的力）设为正值，将减弯力（减小方向（挤压轧辊的方向）的力）设为负值。

[0141] 第一工序

[0142] 在开始轧制前，使增弯力和减弯力双方进行作用，作为合力使相当于轧辊平衡力 FB 的增加侧的弯辊力作用于工作辊轴承座。

[0143] 即，在轧制前的空闲时，将增弯装置输出作为 IB（＞ 0）、将减弯装置输出作为 DB（＜ 0），而 IB+DB 作为轧辊平衡力 FB（＞ 0）进行作用。

[0144] 轧辊平衡力 FB 设定成即使在空转状态下由电动机驱动的工作辊和从动的支撑辊也不会滑动的力。此时的 DB 在减弯装置的致动器不会从工作辊轴承座脱离的程度的最小的液压下设定即可。

[0145] 第二工序

[0146] 然后，在轧制开始前的时刻（时间轴上的 a 点），通过 DS=FR-IR，来运算使轧制中工作辊弯曲力 FR 产生作用所需的足够的预定的轧制中减弯装置输出 DS。然后，为了使轧辊平衡力 FB 保持恒定，同时输出 DS 及 IS。在这里，IR 是轧制中的增弯装置输出，是以不致使 DS 的绝对值过大的方式预先设定接近于可控制的最小值的值。IS 为 IS+DS=Fr 的增弯装置输出。因此，在设定时刻，作为合力的工作辊弯曲力保持 FB，实质上保持不变。

[0147] 第三工序

[0148] 接着，在轧制开始时，减弯力保持恒定值，而使增弯力发生变化（下降），从而作为合力使预定的轧制中工作辊弯曲力 FR 作用于工作辊轴承座。

[0149] 即，在轧制开始时（时间轴上的 b 点），将增弯装置输出从 IS 变更为 IR。由此，可以使响应慢的减弯装置输出保持 DS，通过响应快的增弯装置的控制，来迅速地将作为合力的工作辊弯曲力从轧辊平衡力 FB（＞ 0）切换为轧制工作中弯辊力 FR（＜ 0）。

[0150] 此外，轧制开始时（b）是指开始进行轧制的时刻，其检测例如可以通过如下方法进行，将由辊轧机 1、1’的轧制负荷测定用负载传感器来检测的负荷超过预想轧制负荷的 30% 的时刻设为轧制开始时刻。

[0151] 第四工序

[0152] 然后，维持上述轧制中弯辊力，并进行金属板的轧制。

[0153] 第五工序

[0154] 在轧制结束时，为了将弯辊力恢复到轧制开始前的状态，作为合力使相当于轧辊平衡力 FB 的弯辊力作用于工作辊轴承座，结束轧制。

[0155] 即，在轧制结束时（时间轴上的 c 点），减弯装置输出保持 DS，并使响应快的增弯装置输出从 IR 变为 IS。由此，可以将作为合力的工作辊弯曲力迅速地从轧制中工作辊弯曲力（FR（＜ 0））切换为轧辊平衡力（FS（＞ 0））。

[0156] 此外，轧制结束时（c）是指轧制结束时刻，其检测例如可以通过如下方法进行，将由辊轧机 1、1’的轧制负荷测定用负载传感器来检测的负荷小于实际轧制负荷平均值的 50% 的时刻作为轧制结束时刻。

[0157] 第六工序

[0158] 然后，将从轧制结束时(c)起经过例如 1 ～ 3 秒钟的时刻作为工作结束时刻(时间轴上的 d 点)，在该时刻，将增弯装置输出变更为 IB，将减弯装置输出变更为 DB。该变更中，作为合力的工作辊弯曲力也几乎维持为轧辊平衡力 FB。

[0159] 如图 7 及图 8 所示，在本实施方式的轧制方法中，利用响应性高的增弯装置来进行轧制开始时及轧制结束时的弯辊力的变更。由此，即使在不得不配置响应性比较低的减弯装置的情况下，由于响应性高的增弯装置对此进行补偿，因而也能够提供高响应且强力的板凸度 / 形状控制功能。

[0160] 进而，即使在轧制中因多种因素(外扰)而导致轧制力发生变化的情况下，也能够提供高响应的增弯装置迅速地进行控制，以维持最合适的工作辊弯曲力。

[0161] 即，根据本实施方式的轧制方法，在轧制材料入侧板厚或轧制材料温度等轧制中变动的外扰的情况下，也能够制作出良好的板凸度 / 形状。因此，能够大幅改善产品质量及产量。

[0162] 图 9 是表示减弯装置的响应性极低的情况(特别是，具有若反作用力一消失压力就下降的液压特性的情况)下的弯辊力等的时序变化的图。与图 8 相同，随着图 7 中所示的增弯装置、减弯装置的操作流程，表示对一个轧制材料进行轧制操作时的弯辊力等的时序变化。即，示出了与图 7 及图 8 的情况相比减弯装置的响应速度慢的情况的例子。

[0163] 在时刻 b 及时刻 c，由于响应性高的增弯装置的输出急剧变化，因而响应性差的减弯装置的输出变动。其结果，作为合力的工作辊弯曲力晚于时刻 b 到达 FR 及晚于时刻 c 到达 FB。图 10 中所示的轧制方法解决上述问题。

[0164] 图 10 是表示具有响应性高的增弯装置和响应性低的减弯装置的情况下的操作流程的图。并且，图 11 示出了上述轧制方法中一个轧制材料的弯辊力等的时序变化。图 11 从上到下示出了轧制负荷、增弯装置的输出、减弯装置的输出、它们的合力即工作辊弯曲力的时序变化。下面，根据图 10 及图 11 进行说明。

[0165] 在图 10 中所示的轧制方法中，利用设在减弯装置上的负载传感器始终测定减弯力或与减弯装置相连接的液压管内的液压，并根据上述测定值，对增弯装置进行动态控制。即，轧制前后，根据减弯力或减弯装置的液压，对增弯装置的输出进行控制，以使工作辊弯曲力成为轧辊平衡力 FB。此外，除此之外的控制均与图 7 中所示的轧制方法相同，下面具体地进行说明。

[0166] 首先，在轧制开始前，运算并得出与接下来要轧制的轧制材料相对应的轧制中工作辊弯曲力的设定值 FR。

[0167] 第一工序

[0168] 在轧制开始前，使增弯力和减弯力双方进行作用，作为合力使相当于轧辊平衡力 FB 的增加侧的弯辊力作用于工作辊轴承座。

[0169] 即，在轧制前的空闲时，将增弯装置输出作为 IB (＞ 0)、将减弯装置输出作为 DB (＜ 0)，而 IB+DB 作为轧辊平衡力 FB (＞ 0) 进行作用。

[0170] 第二工序

[0171] 然后，在轧制开始前的时刻(时间轴上的 a 点)，通过 DS=FR-IR，来运算使轧制中工作辊弯曲力 FR 产生作用所需的足够的预定的轧制中减弯装置输出 DS，并将减弯力从 DB 变

更为 DS。并且，IS 是通过 IS+DS=Fr 而确定的增弯装置输出，并与 Ds 同时输出。在这里，利用时时刻刻(即，连续地)测定减弯力而得到的测定值 DM，来控制增弯装置输出 IS，以使可能微小地变动的轧辊平衡力 FB 始终保持恒定。

[0172] 第三工序

[0173] 接着，在轧制开始时，减弯力保持恒定值，而使增弯力发生变化(下降)，从而作为合力使预定的轧制中工作辊弯曲力 FR 作用于工作辊轴承座。

[0174] 即，在轧制开始时(时间轴上的 b 点)，将增弯装置输出从 IS 变更为 IR。由此，可以使响应慢的减弯装置输出保持 DS，通过响应快的增弯装置的控制，来迅速地将作为合力的工作辊弯曲力从轧辊平衡力 FB（＞ 0）切换为轧制工作中弯辊力 FR（＜ 0）。

[0175] 第四工序

[0176] 然后，维持上述轧制中弯辊力来进行轧制。在这里，利用时时刻刻(即，连续地)测定减弯力而得到的测定值 DM，来控制增弯装置输出 IR，以使可能微小地变动的轧辊平衡力 FB 始终保持恒定，并与减弯装置输出 DS 同时输出。

[0177] 第五工序

[0178] 在轧制结束时，为了将弯辊力恢复到开始轧制前的状态，作为合力使相当于轧辊平衡力 FB 的弯辊力作用于工作辊轴承座，结束轧制。

[0179] 即，在轧制结束时(时间轴上的 c 点)，减弯装置输出保持 DS，并使响应快的增弯装置输出从 IR 变化为 IS。由此，可以将作为合力的工作辊弯曲力迅速地从轧制中工作辊弯曲力(FR（＜ 0))切换为轧辊平衡力(FS（＞ 0))。

[0180] 第六工序

[0181] 然后，将从轧制结束时(c)起经过例如 1 ～ 3 秒钟的时刻作为工作结束时刻(时间轴上的 d 点)，在该时刻，将增弯装置输出变更为 IB，将减弯装置输出变更为 DB。在这里，利用时时刻刻(即，连续地)测定减弯力而得到的测定值 DM，来控制增弯装置输出 IS，以使可能微小地变动的轧辊平衡力 FB 始终保持恒定，并与 DS 同时输出。

[0182] 通过利用图 10 中所示的轧制方法来进行轧制，如图 11 所示，增弯装置可以补偿减弯装置的输出的变动，从而实现对工作辊弯曲力的最合适且高响应的控制。

[0183] 并且，即使不进行轧制中的减弯力的测定及进行基于液压测定的反馈控制，通过预先预测减弯装置的输出变动，并设定对其进行补偿的增弯装置的输出，也能够得到相同的效果。

[0184] 此外，在以超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制的情况下，通过上述第三活塞杆的拉动操作，来施加上述上工作辊 1-1 的轧辊平衡力，之后，在以不超过上述第一液压缸的行程的轧辊开度进行轧制的情况下，通过采用上述轧制方法(第一工序至第六工序)，能够用同一辊轧机应对从板厚大的初轧轧制到要求准确的板凸度 / 形状控制的热轧薄板轧制。

[0185] 本发明可以表现为如下：

[0186] (1) 金属板材的辊轧机包括上下一对工作辊和分别支撑它们的上下一对支承辊，在上述金属板材的辊轧机中，分别向上工作辊和下工作辊施加增弯力的液压缸配置在向辊轧机壳体的内侧突出的凸块，作用于下工作辊的轧制方向力支撑在上述凸块，作用于上工作辊的轧制方向力支撑在位于上述凸块的上方的辊轧机壳体窗口，并且向上工作辊施加减

弯力的多级液压缸配置在上支撑辊轴承座内，多级液压缸的活塞的前端具有轧辊平衡输出，该轧辊平衡输出与上工作辊轴承座相连接，并保持使上支撑辊与上工作辊相接触的状态。

[0187] 在上述辊轧机中，向上工作辊施加增弯力的液压缸和向下工作辊施加增弯力的液压缸可以配置在上述凸块内的俯视图上的不相同的位置。

[0188] 在上述辊轧机中，向下工作辊施加减弯力的液压缸可以配置在位于下支撑辊轴承座或上述凸块的下方的第二凸块。

[0189] 在上述辊轧机中，向上工作辊施加减弯力的液压缸的活塞前端截面具有扩大部，该扩大部可以在上工作辊轴承座形成凹部，该凹部借助更换上工作辊时的辊轴方向移动来进行卡合。

[0190] （2）利用上述辊轧机来进行厚板轧制的热轧方法。

[0191] （3）在利用上述辊轧机来制造厚板的同时作为超过向上工作辊施加增弯力的液压缸的行程的轧辊开度的情况下，借助向上工作辊施加减弯力的液压缸的拉动操作，来施加上工作辊的轧辊平衡力的热轧方法。

[0192] （4）利用上述辊轧机来进行薄板热轧的粗轧制和／或终轧的热轧方法。

[0193] （5）金属板材的轧制方法的特征在于，在上述热轧方法中，在开始轧制前，使增弯力和减弯力同时进行作用，使得作为合力相当于轧辊平衡力的弯辊力作用于工作辊轴承座，随后，一边使减弯力变化为预定的轧制中减弯力，一边改变增弯力，使得减弯力和增弯力的合力保持轧辊平衡力，随后，在轧制开始时，一边将减弯力继续控制成保持上述预定的轧制中减弯力，一边改变增弯力发生，使得作为合力的预定的轧制中工作辊弯曲力处于作用于工作辊轴承座的状态，在轧制中，以使保持上述预定的轧制中工作辊弯曲力的方式进行轧制，随后，在轧制结束时，使增弯力发生变化，使得作为与减弯力之间的合力相当于轧辊平衡力的弯辊力作用于工作辊轴承座，并且在该状态下结束金属板材的轧制，随后，将减弯力和增弯力减少，以保持作为上述合力的轧辊平衡力。

[0194] 在这种金属板材的轧制方法中，可以测定使减弯力产生的液压缸内或与该液压缸相连接的液压管内的液压，并根据上述测定值，来控制增弯力，使得作为合力作用于工作辊轴承座的弯辊力作为预定值。

[0195] 产业上的可利用性

[0196] 作为需要钢板的轧制、特别是需要大开度的可逆式轧机或需要强力的板凸度／形状控制的辊轧机，本发明提供能够提供可以应用于极厚的板材到薄板的区域的辊轧机及轧制方法。

[0197] 附图标记的说明

[0198] 1-1：上工作辊

[0199] 1-2：下工作辊

[0200] 2-1：上支撑辊

[0201] 2-2：下支撑辊

[0202] 3-1：上工作辊轴承座

[0203] 3-2：下工作辊轴承座

[0204] 4-1：上支撑辊轴承座

[0205] 4-2：下支撑辊轴承座

[0206] 5-1、5-2：一对第一凸块

[0207] 5-3、5-4：一对第二凸块

[0208] 6-1：入侧上增弯装置

[0209] 6-2：出侧上增弯装置

[0210] 6-3：入侧下增弯装置

[0211] 6-4：出侧下增弯装置

[0212] 7-1：入侧上减弯装置

[0213] 7-2：出侧上减弯装置

[0214] 7-3：入侧下减弯装置

[0215] 7-4：出侧下减弯装置

[0216] 8-1：入侧支撑辊平衡装置

[0217] 8-2：出侧支撑辊平衡装置

[0218] 9：壳体

[0219] 10：金属板材

[0220] 11：下压装置

[0221] 12：壳体窗口

[0222] 31：槽

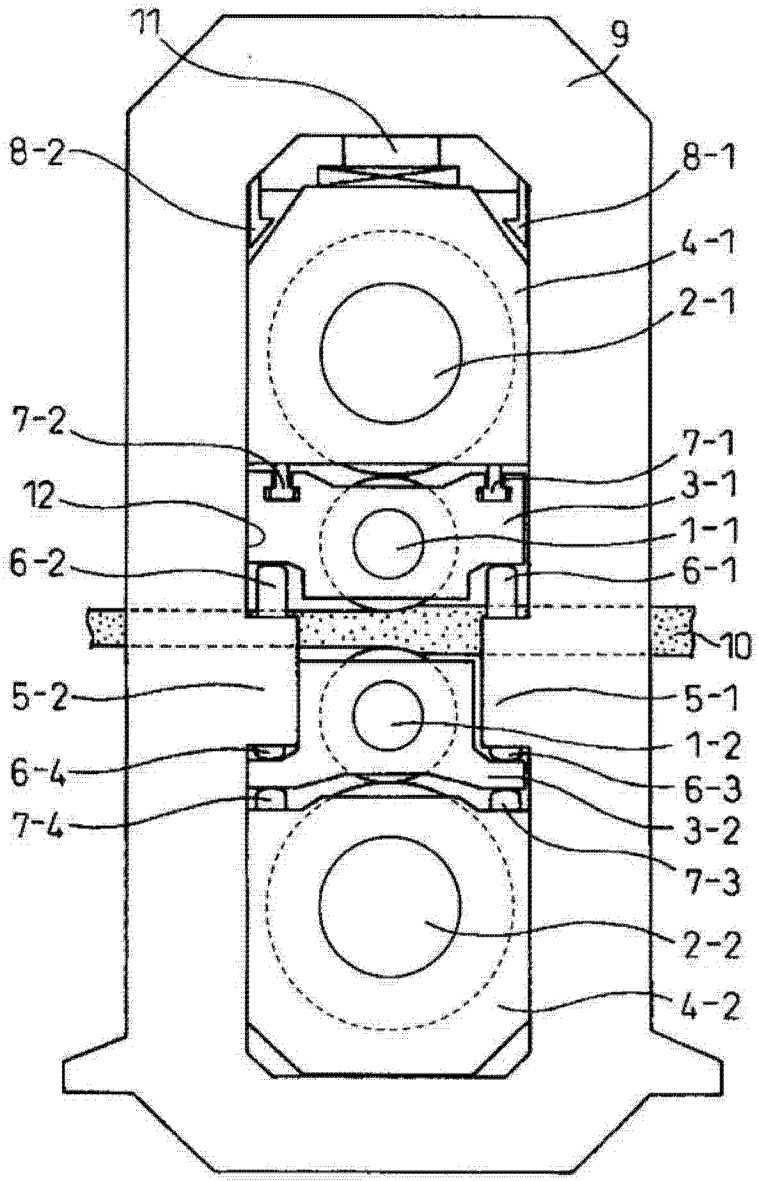


图 1

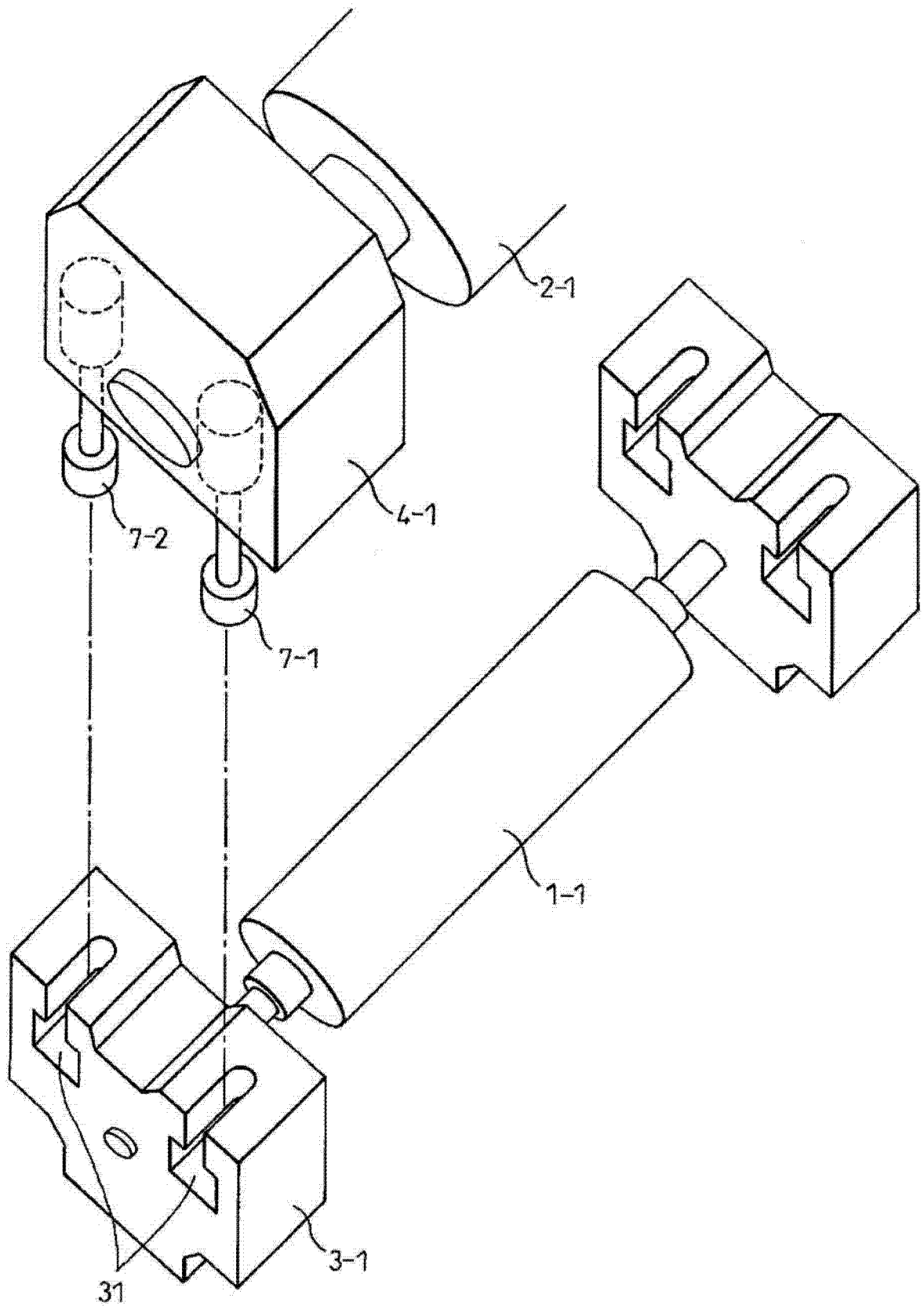


图 2

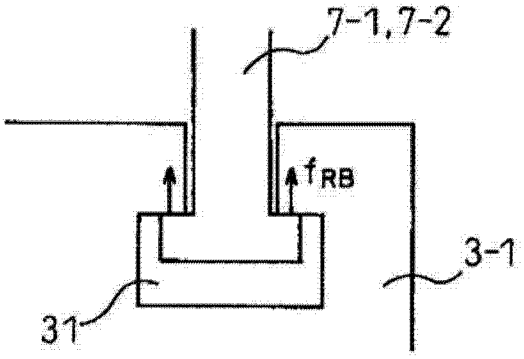


图 3A

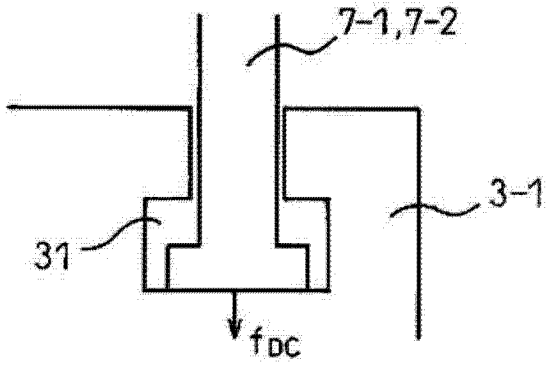


图 3B

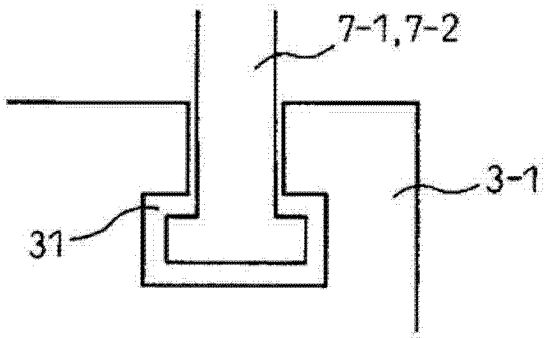


图 3C

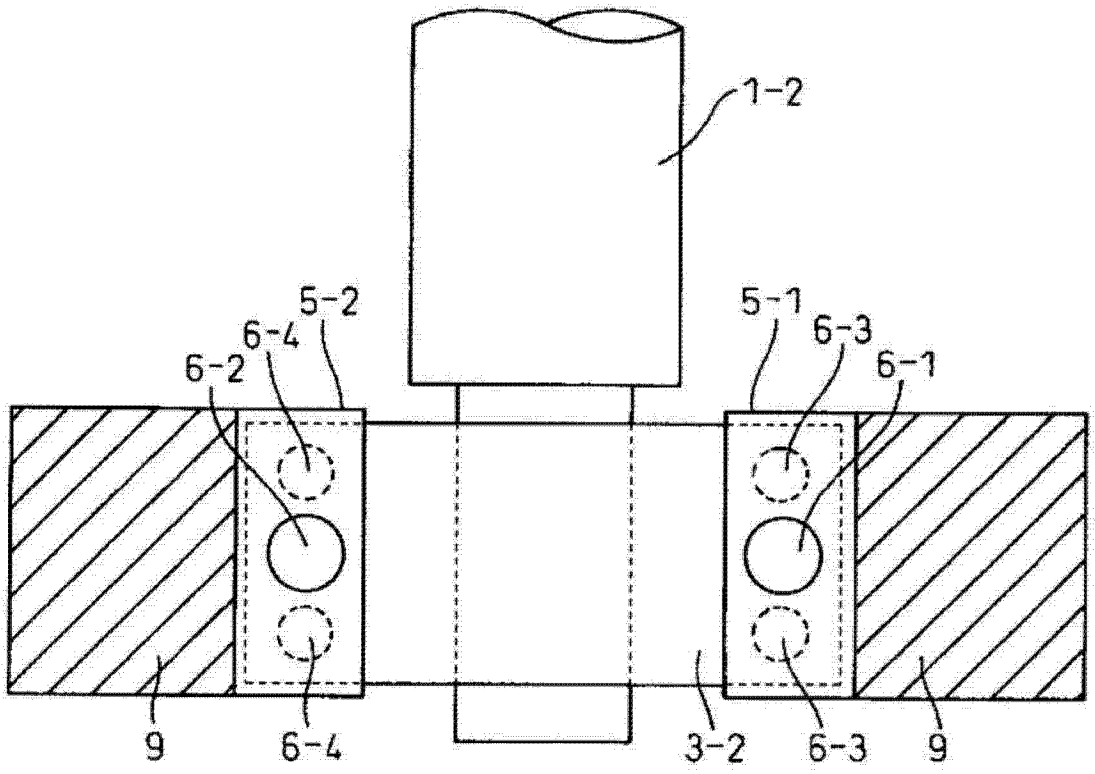


图 4

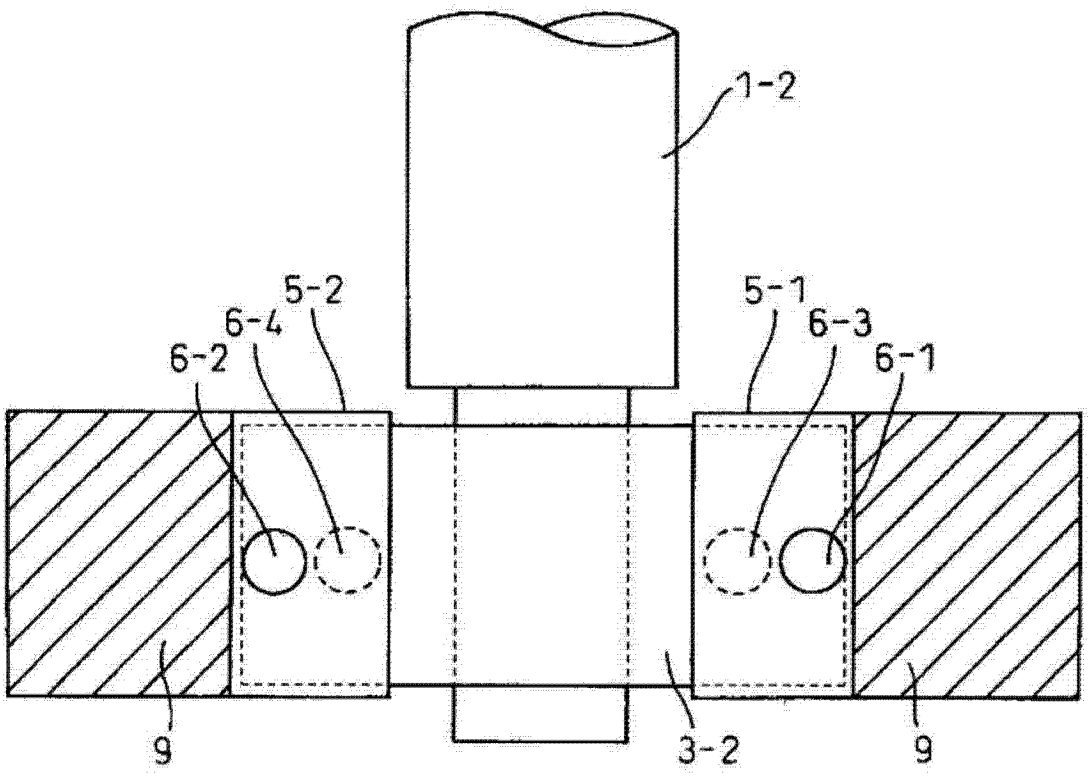


图 5

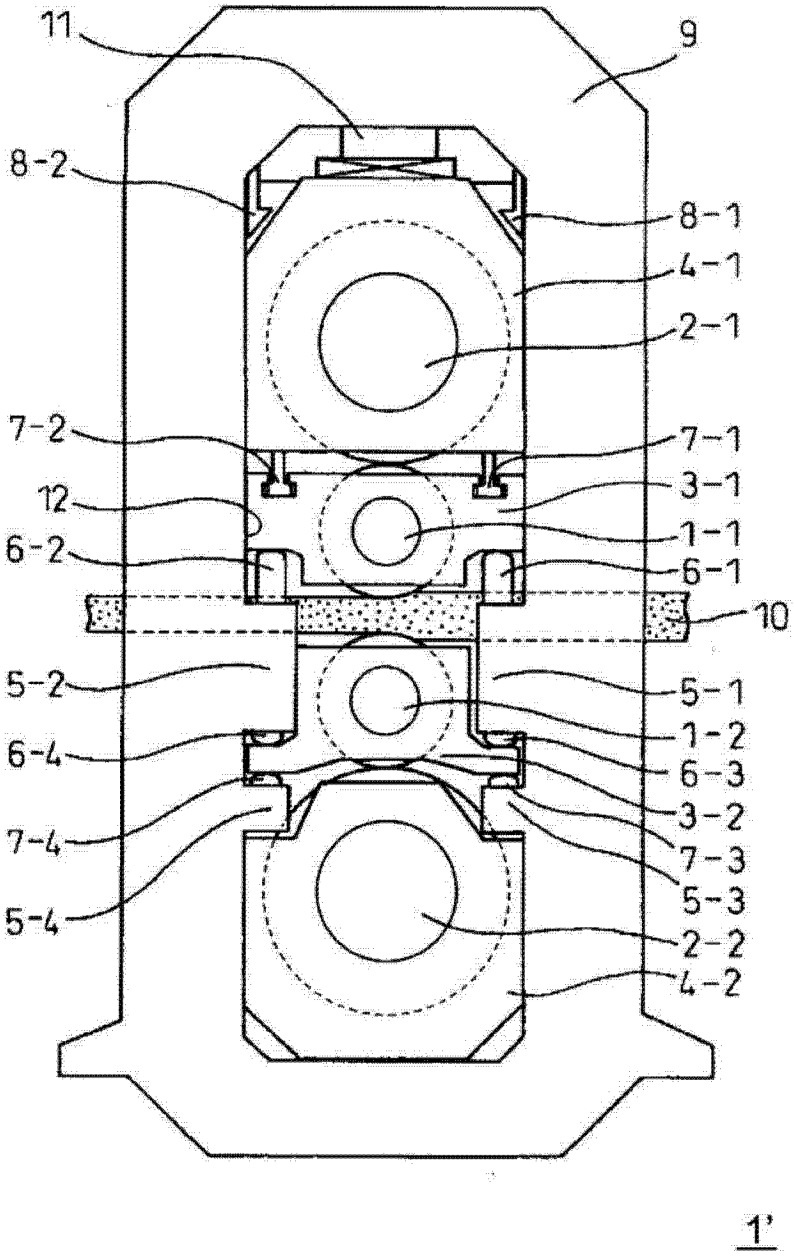

11
9
8-2
8-1
4-1
2-1
7-2
7-1
12
3-1
6-2
1-1
6-1
10
5-2
5-1
1-2
6-4
6-3
3-2
7-4
7-3
5-4
5-3
2-2
4-2
1'

图 6

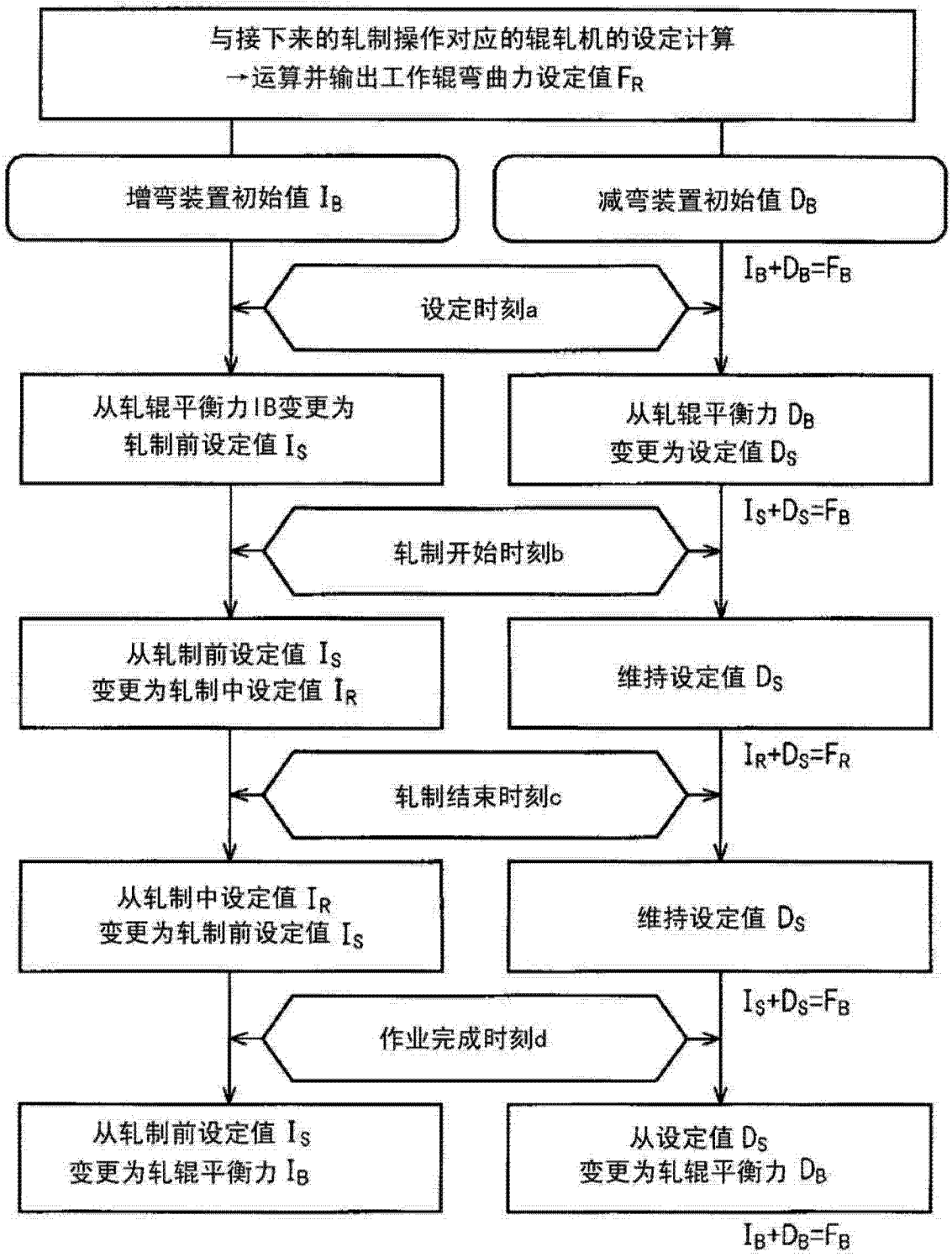

与接下来的轧制操作对应的辊轧机的设定计算
→运算并输出工作辊弯曲力设定值FR
增弯装置初始值 IB
减弯装置初始值 DB
IB+DB=FB
设定时刻a
从轧辊平衡力IB变更为
轧制前设定值 IS
从轧辊平衡力 DB
变更为设定值 DS
IS+DS=FB
轧制开始时刻b
从轧制前设定值 IS
变更为轧制中设定值 IR
维持设定值 DS
IR+DS=FR
轧制结束时刻c
从轧制中设定值 IR
变更为轧制前设定值 IS
维持设定值 DS
IS+DS=FB
作业完成时刻d
从轧制前设定值 IS
变更为轧辊平衡力 IB
从设定值 DS
变更为轧辊平衡力 DB
IB+DB=FB

图 7

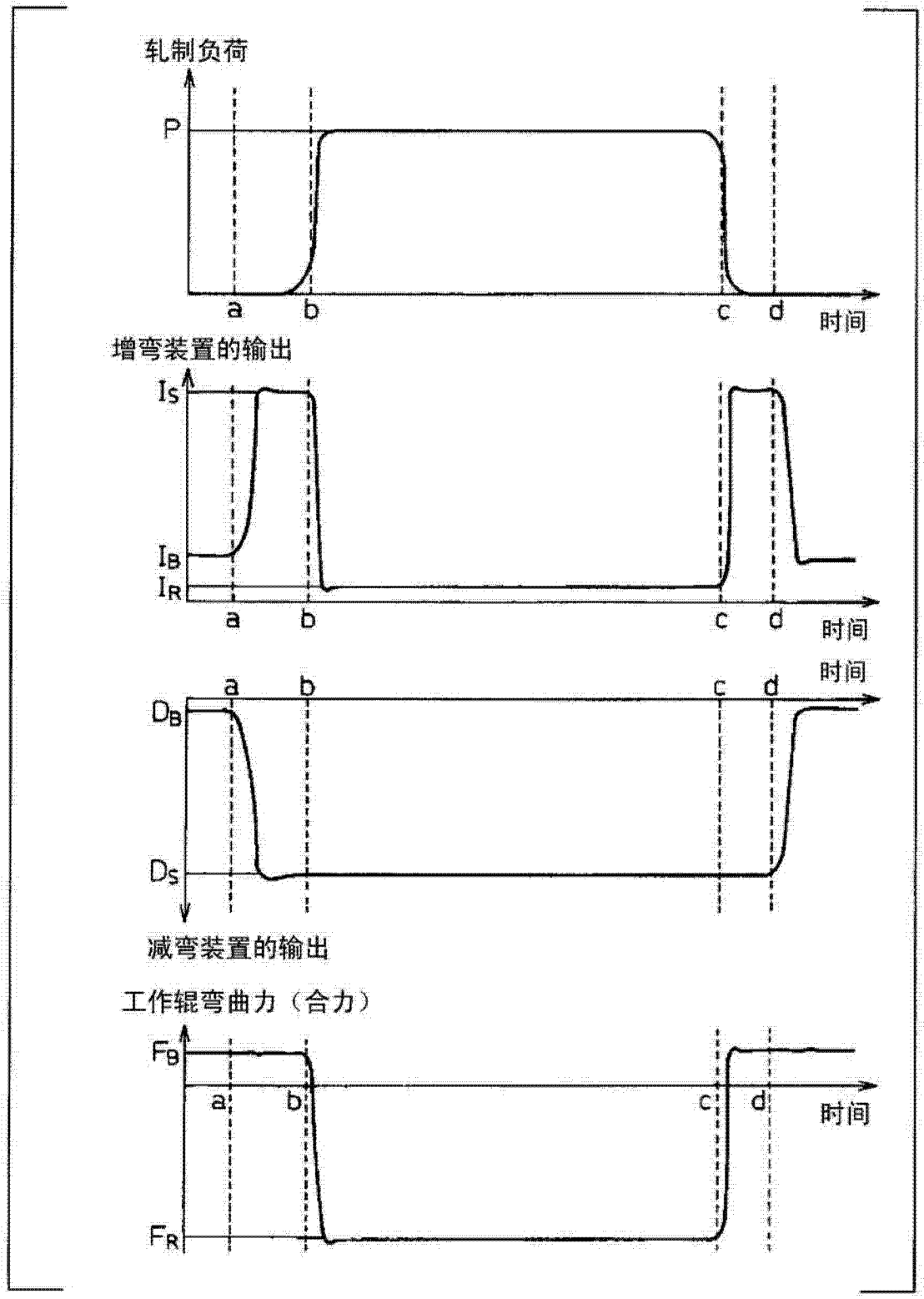

轧制负荷
P
a
b
c
d
时间
增弯装置的输出
Is
IB
IR
a
b
c
d
时间
时间
a
b
c
d
DB
DS
减弯装置的输出
工作辊弯曲力（合力）
FB
a
b
c
d
时间
FR

图 8

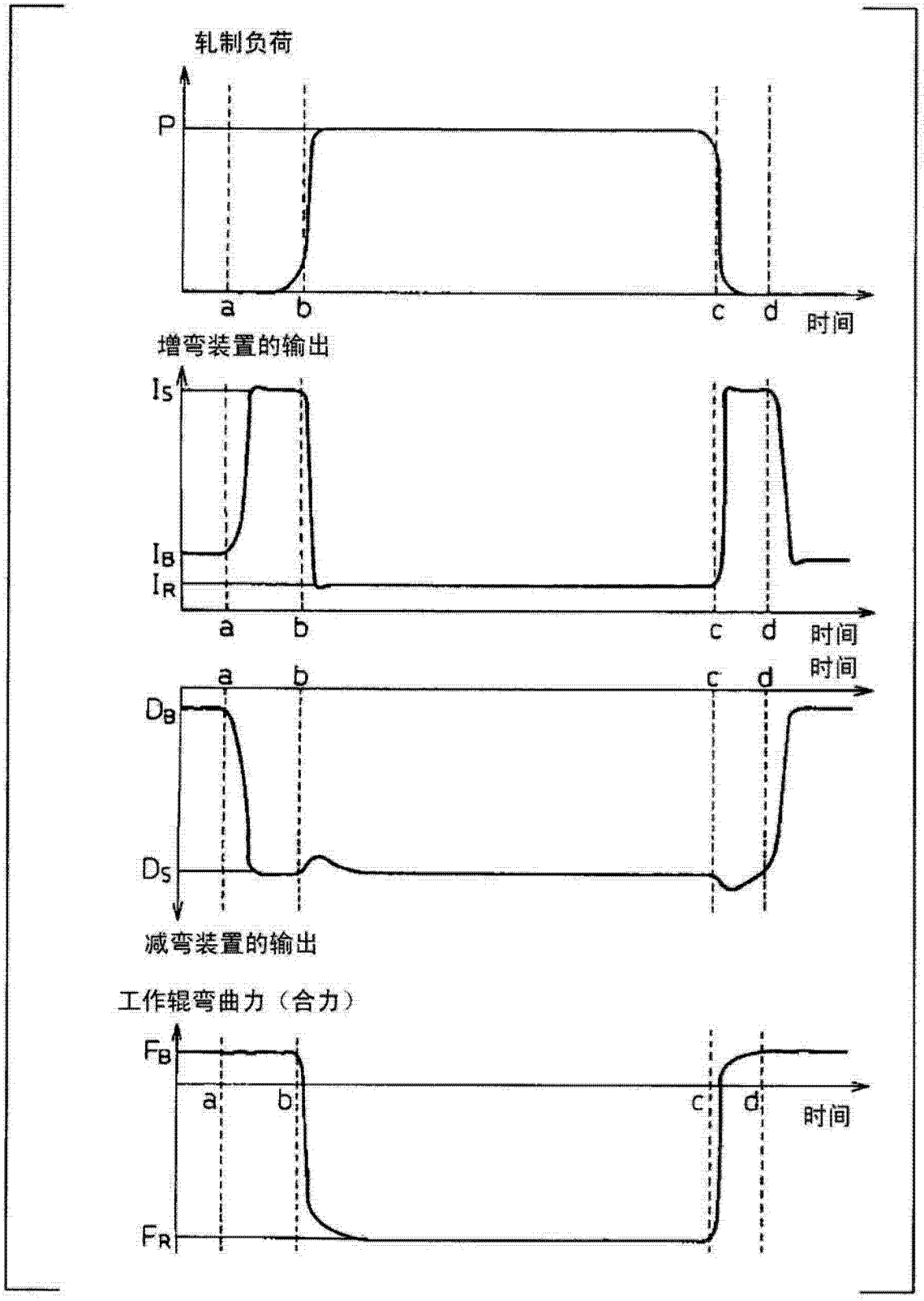

轧制负荷
P
a
b
c
d
时间
增弯装置的输出
Is
IB
IR
a
b
c
d
时间
时间
a
b
c
d
DB
DS
减弯装置的输出
工作辊弯曲力（合力）
FB
a
b
c
d
时间
FR

图 9

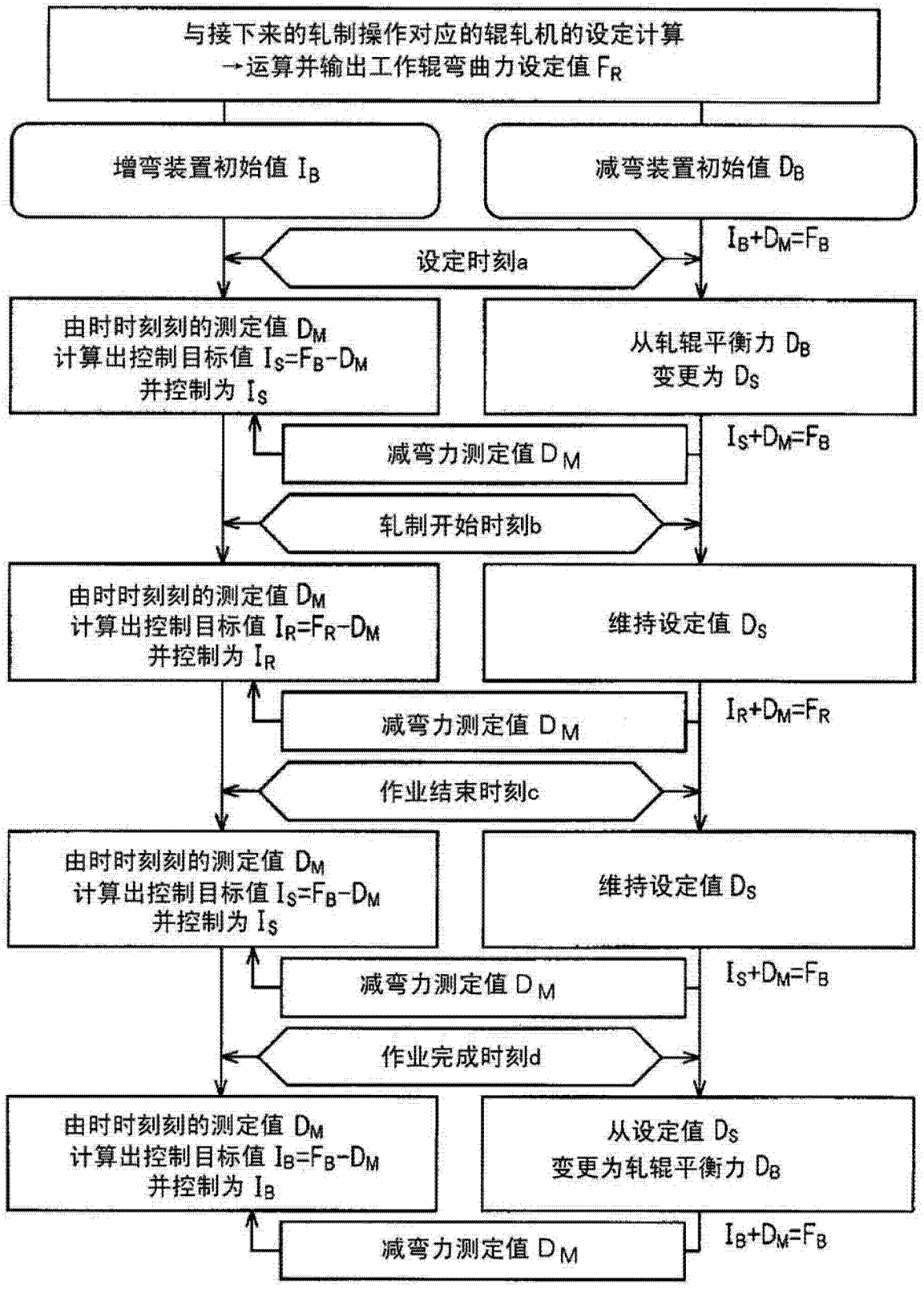

与接下来的轧制操作对应的辊轧机的设定计算
→运算并输出工作辊弯曲力设定值 F_R
增弯装置初始值 I_B
减弯装置初始值 D_B
$I_B+D_M=F_B$
设定时刻a
由时时刻刻的测定值 D_M
计算出控制目标值 $I_S=F_B-D_M$
并控制为 I_S
从轧辊平衡力 D_B
变更为 D_S
$I_S+D_M=F_B$
减弯力测定值 D_M
轧制开始时刻b
由时时刻刻的测定值 D_M
计算出控制目标值 $I_R=F_R-D_M$
并控制为 I_R
维持设定值 D_S
$I_R+D_M=F_R$
减弯力测定值 D_M
作业结束时刻c
由时时刻刻的测定值 D_M
计算出控制目标值 $I_S=F_B-D_M$
并控制为 I_S
维持设定值 D_S
$I_S+D_M=F_B$
减弯力测定值 D_M
作业完成时刻d
由时时刻刻的测定值 D_M
计算出控制目标值 $I_B=F_B-D_M$
并控制为 I_B
从设定值 D_S
变更为轧辊平衡力 D_B
$I_B+D_M=F_B$
减弯力测定值 D_M

图 10

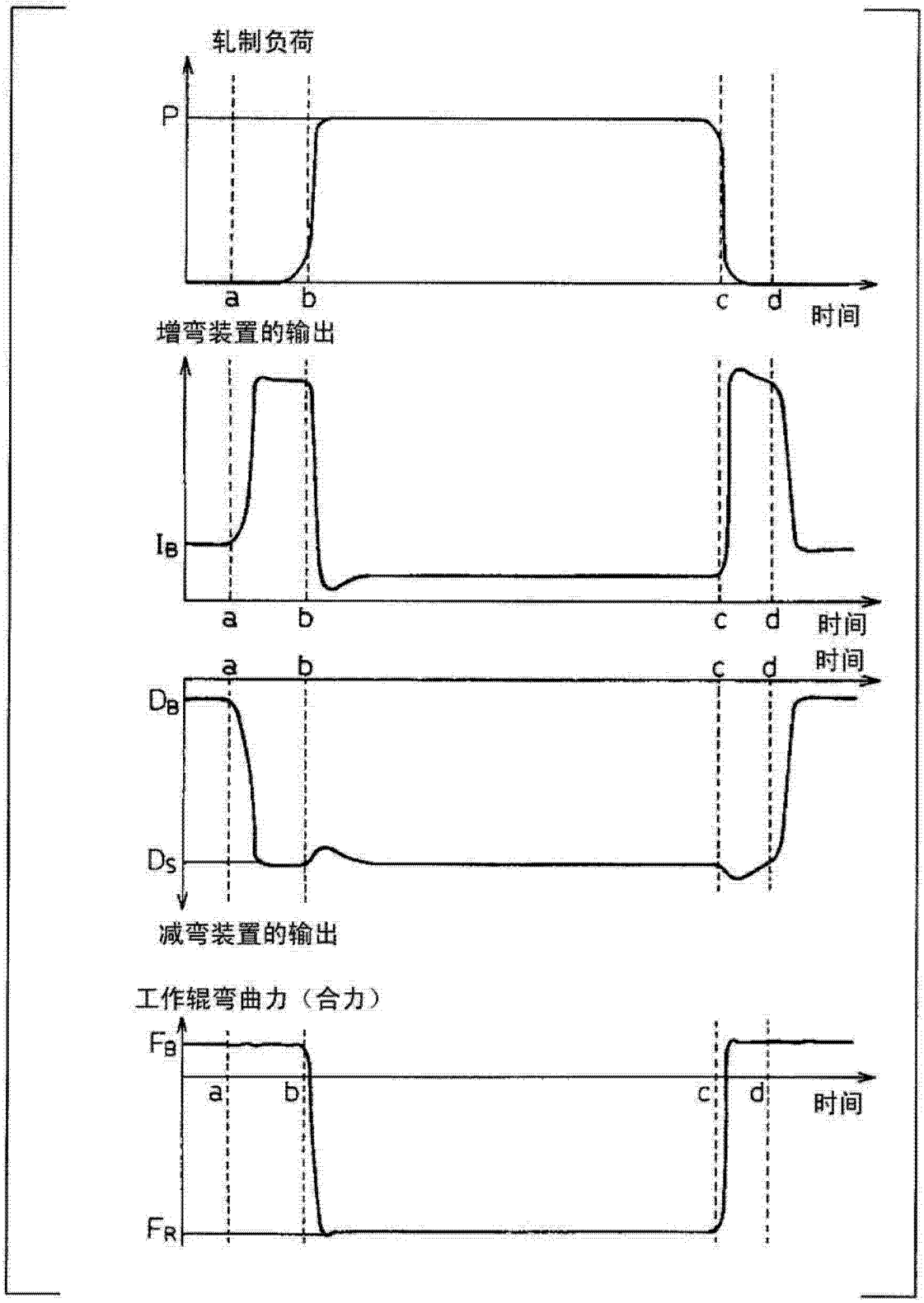

轧制负荷
P
a
b
c
d
时间
增弯装置的输出
IB
a
b
c
d
时间
a
b
c
d
时间
DB
DS
减弯装置的输出
工作辊弯曲力（合力）
FB
a
b
c
d
时间
FR

图 11

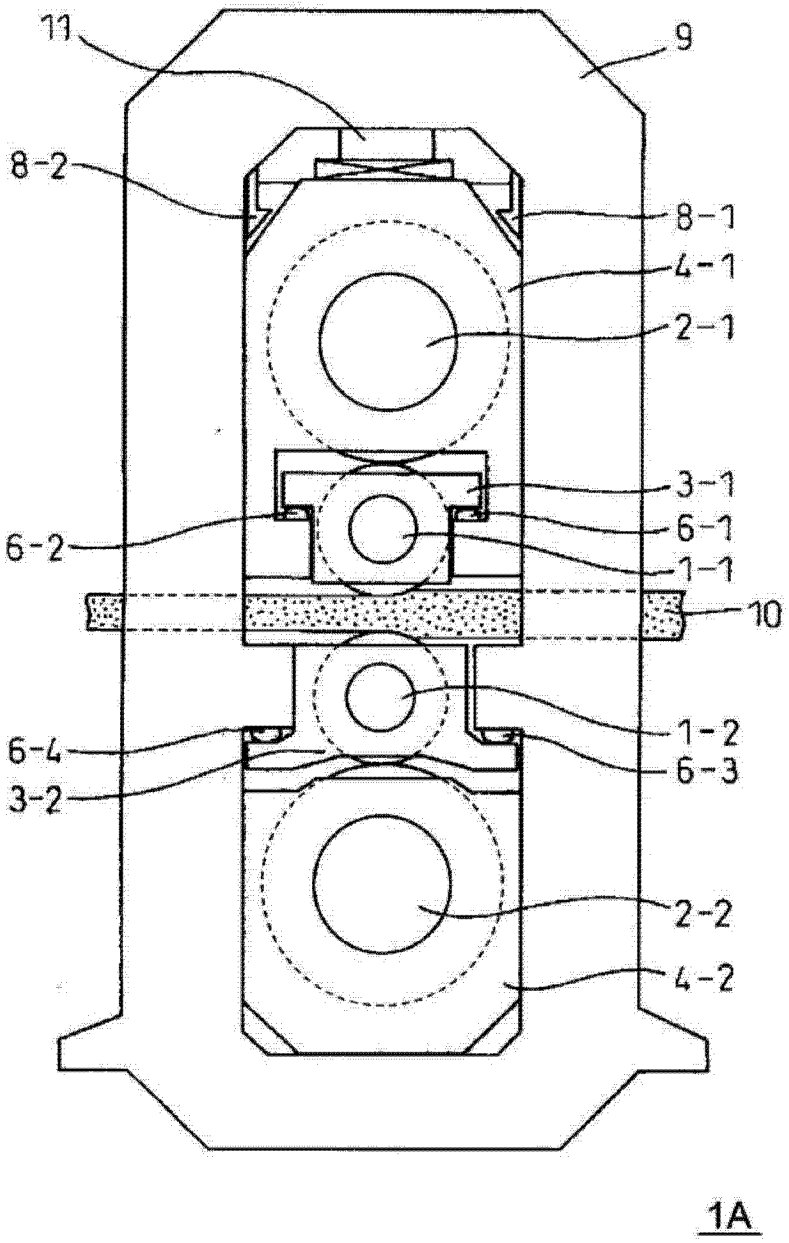


图 12

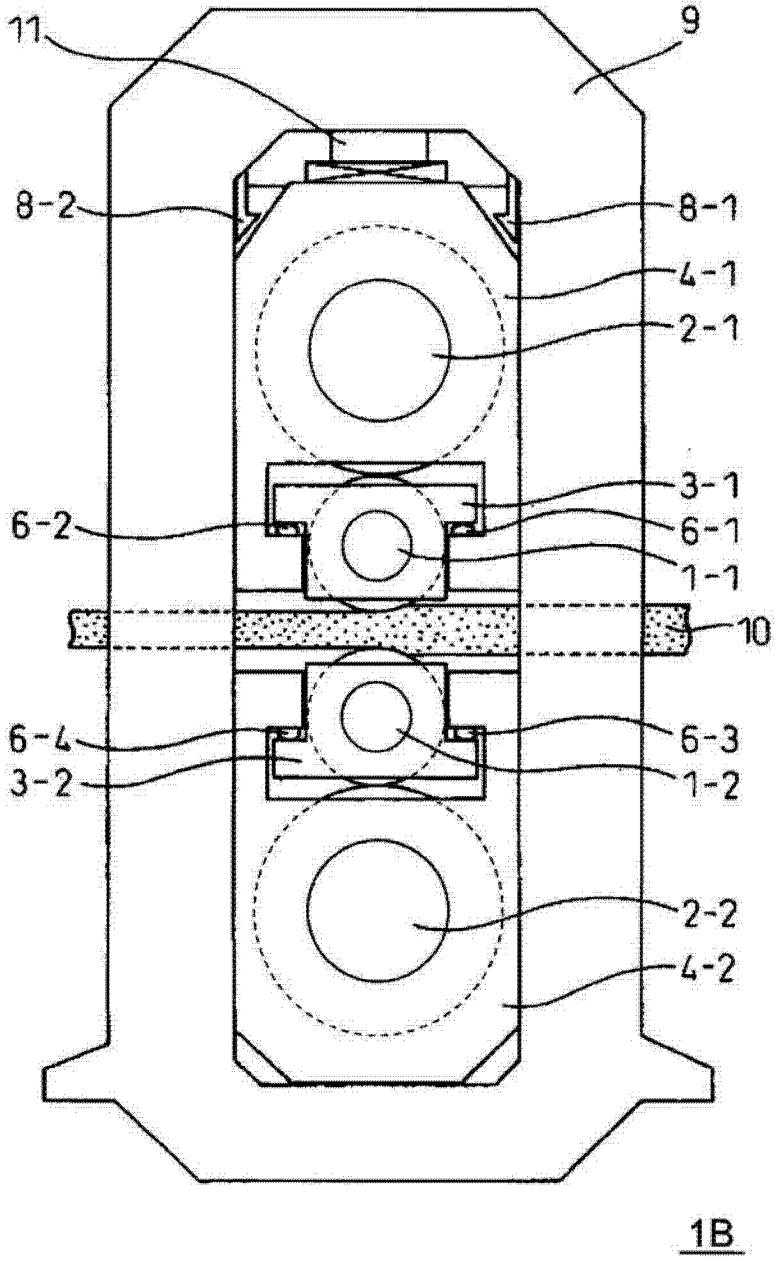


图 13

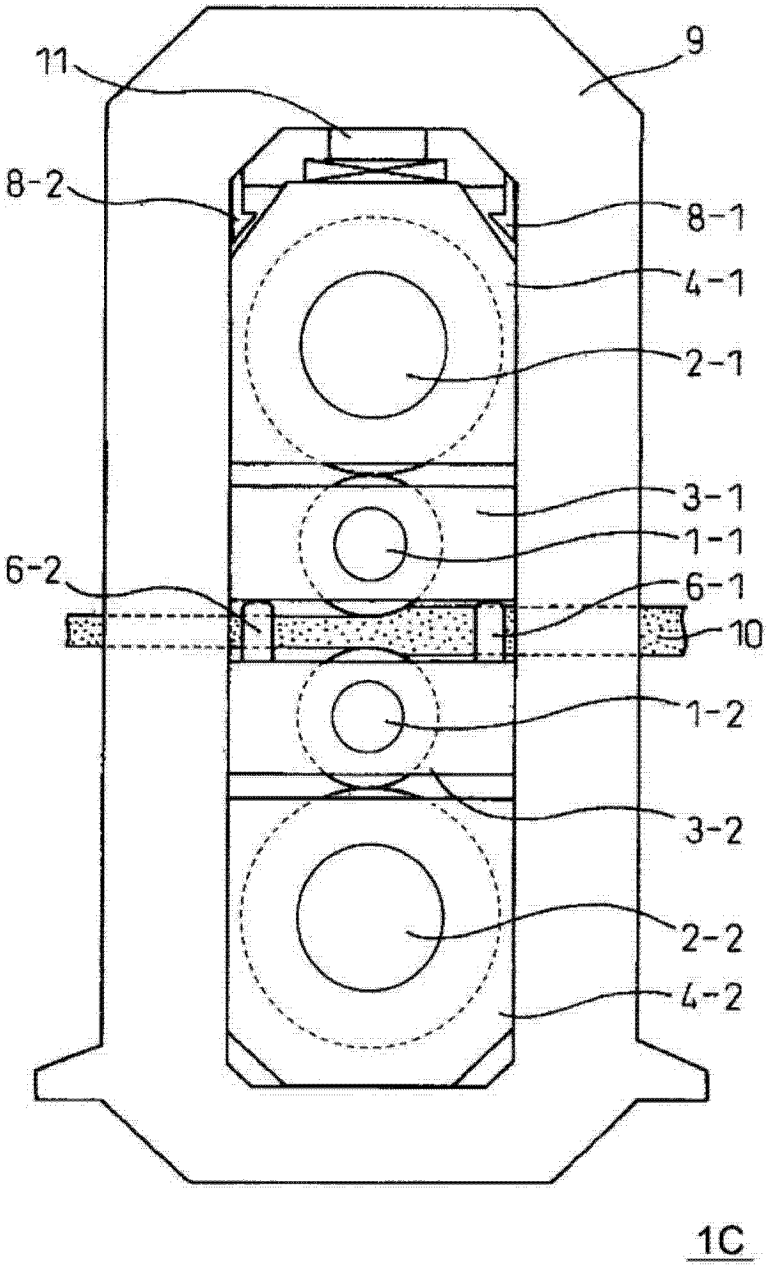


图 14

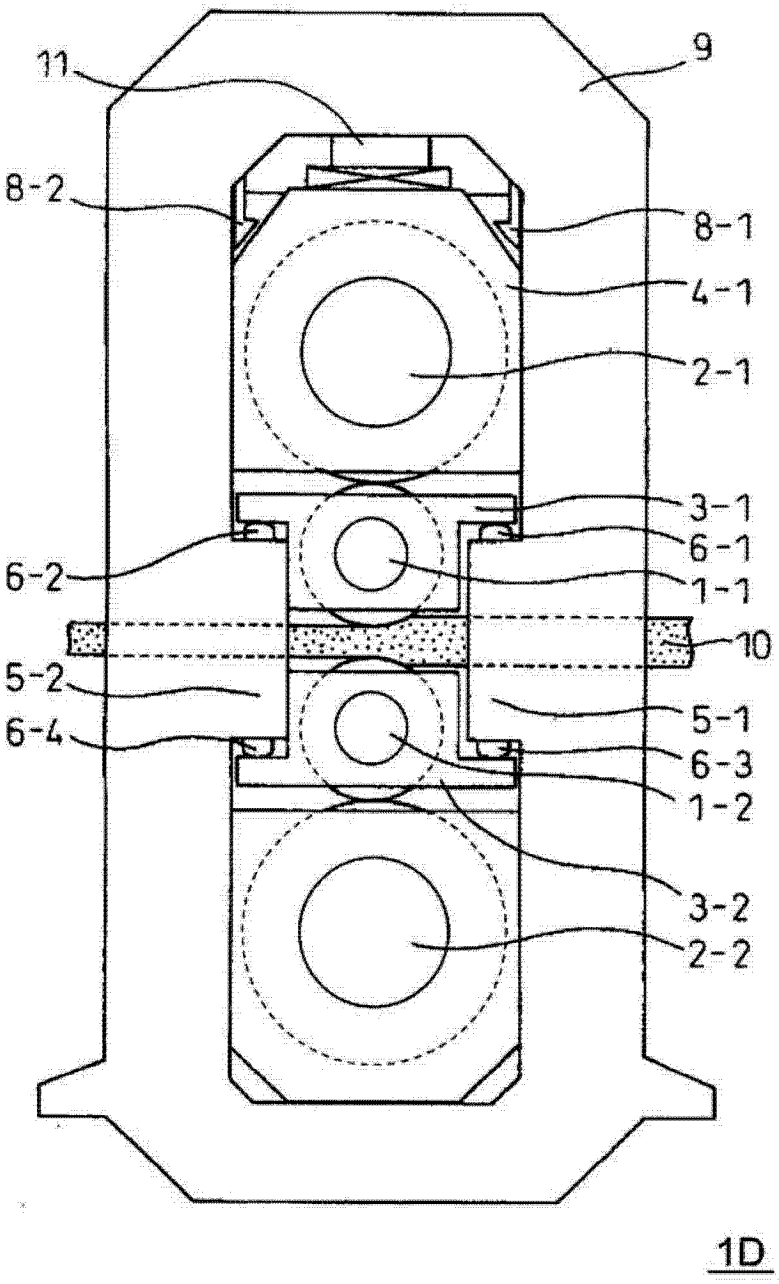


图 15

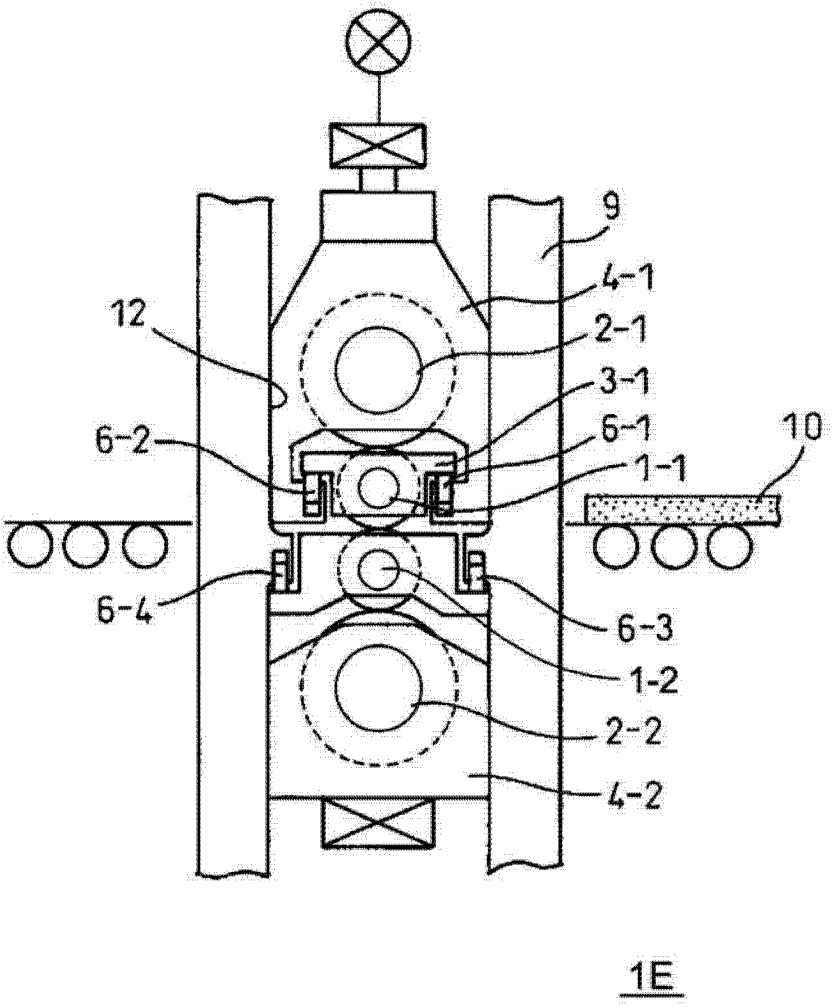


图 16