



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106180213 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201510378354.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.07.01

B21B 37/62(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 陈坪

申请公布号 CN 106180213 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(30)优先权数据

2014-166976 2014.08.19 JP

(73)专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72)发明人 服部哲 川崎达哉 本多周吾

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 曾贤伟 范胜杰

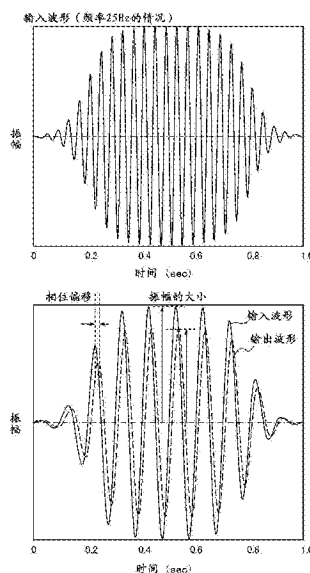
权利要求书3页 说明书12页 附图16页

(54)发明名称

液压压下控制装置及其调整方法

(57)摘要

本发明提供一种液压压下控制装置及其调整方法。在液压压下控制装置中,高精度地取得在压下侧与释放侧调整液压缸的控制增益的调整值。一种液压压下控制装置,其对调整轧制机的作业辊间的间隔的液压缸的活塞位置进行控制,具有:实测值取得部,其取得液压缸中的活塞位置的实测值;控制增益调整部,其根据活塞位置的指令值以及活塞位置的实测值来调整液压控制部控制向液压缸的油流入量时的控制增益,对液压控制部输出位置指令值以预定的频率振动的调整用信号,根据针对调整用信号的实测值来决定压力差补偿值,压力差补偿值用于在使液压缸的活塞位置向缩小作业辊间的间隔的方向活动时和向扩大作业辊间的间隔的方向活动时调整控制增益。



1. 一种液压压下控制装置, 其对调整轧制机的作业辊间的间隔的液压缸的活塞位置进行控制, 其特征在于,

所述液压压下控制装置具有:

实测值取得部, 其取得所述液压缸中的活塞位置的实测值; 以及

控制增益调整部, 其根据所述活塞位置的指令值以及所述活塞位置的实测值来调整液压控制部控制向所述液压缸的油流入量时的控制增益, 所述液压控制部控制向所述液压缸的油流入量,

所述控制增益调整部对所述液压控制部输出位置指令值以存储的频率振动的调整用信号, 并根据所述调整用信号以及针对所述调整用信号的所述实测值来调整所述控制增益,

所述控制增益调整部根据所述实测值的振幅的相对于所述调整用信号的振动中心的偏向来决定压力差补偿值, 所述压力差补偿值用于在使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时和向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时调整所述控制增益,

相对于所述调整用信号的振幅的分布中心, 所述实测值的振幅的分布中心偏向使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向时, 将所述压力差补偿值决定为相较于向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益, 向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益大,

相对于所述调整用信号的振幅的分布中心, 所述实测值的振幅的分布中心偏向使所述液压缸的活塞位置向扩大所述作业辊间的间隔的方向时, 将所述压力差补偿值决定为相较于向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益, 向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益大。

2. 根据权利要求1所述的液压压下控制装置, 其特征在于,

所述控制增益调整部输出如下信号作为所述调整用信号: 振幅从零以所述存储的频率缓缓增大、在达到预定的振幅之后缓缓地衰减而成为零振幅的信号。

3. 根据权利要求1所述的液压压下控制装置, 其特征在于,

所述控制增益调整部对所述液压控制部输出基于不同的多个频率的所述调整用信号, 并取得针对所述调整用信号的所述实测值的平均值作为与所述调整用信号的频率对应的判定指数。

4. 根据权利要求1所述的液压压下控制装置, 其特征在于,

所述压力差补偿值是在分别使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时以及向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时与所述控制增益相乘的系数,

所述控制增益调整部将所述压力差补偿值决定成: 使向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的系数与向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的系数之积为1。

5. 根据权利要求1所述的液压压下控制装置, 其特征在于,

作为用于调整所述控制增益的调整方法, 所述控制增益调整部能够执行多个调整方法,

在执行所述控制增益的调整时, 在判断所述轧制机的动作状态的结果表示为所述轧制机是预先决定的预定状态时, 所述控制增益调整部对所述液压控制部输出所述位置指令值

以存储的频率振动的调整用信号。

6. 根据权利要求5所述的液压压下控制装置,其特征在于,

所述控制增益调整部在执行所述控制增益的调整时,在判断所述轧制机的动作状态的结果表示是与对所述液压控制部输出所述位置指令值振动的调整用信号不同的状态时,将作为使用了扫描频率波形的调整用信号的、使振幅反转的两个信号分别输出到所述液压控制部,根据针对所述使振幅反转的两个信号的所述实测值时来调整所述控制增益。

7. 一种液压压下控制装置的调整方法,所述液压压下控制装置通过调整向液压缸的油流入量来对调整轧制机的作业辊间的间隔的所述液压缸的液压进行控制,在所述液压压下控制装置的调整方法中,取得所述液压缸的活塞位置的实测值,并根据所述活塞位置的指令值以及所述活塞位置的实测值来调整所述液压压下控制装置的控制增益,其特征在于,

对液压控制部输出位置指令值以存储的频率振动的调整用信号,

取得针对所述调整用信号的所述实测值,

根据所述实测值的振幅的相对于所述调整用信号的振动中心的偏向来决定压力差补偿值,所述压力差补偿值用于在使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时和向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时调整所述控制增益,

相对于所述调整用信号的振幅的分布中心,所述实测值的振幅的分布中心偏向使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向时,将所述压力差补偿值决定为相较于向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益,向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益大,

相对于所述调整用信号的振幅的分布中心,所述实测值的振幅的分布中心偏向使所述液压缸的活塞位置向扩大所述作业辊间的间隔的方向时,将所述压力差补偿值决定为相较于向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益,向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益大。

8. 一种存储有液压压下控制装置的控制程序的计算机可读记录介质,所述液压压下控制装置通过调整向液压缸的油流入量来对调整轧制机的作业辊间的间隔的所述液压缸的液压进行控制,在所述液压压下控制装置的控制程序中,取得所述液压缸的活塞位置的实测值,并根据所述活塞位置的指令值以及所述活塞位置的实测值来调整所述液压压下控制装置的控制增益,其特征在于,

使信息处理装置执行以下步骤:

对液压控制部输出位置指令值以存储的频率振动的调整用信号;

取得针对所述调整用信号的所述实测值;以及

根据所述实测值的振幅的相对于所述调整用信号的振动中心的偏向来决定压力差补偿值,所述压力差补偿值用于在使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时和向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时调整所述控制增益,

相对于所述调整用信号的振幅的分布中心,所述实测值的振幅的分布中心偏向使所述液压缸的活塞位置向缩小所述作业辊间的间隔的方向时,将所述压力差补偿值决定为相较于向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益,向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益大,

相对于所述调整用信号的振幅的分布中心,所述实测值的振幅的分布中心偏向使所述

液压缸的活塞位置向扩大所述作业辊间的间隔的方向时,将所述压力差补偿值决定为相较于向扩大所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益,向缩小所述作业辊间的间隔的方向活动时的控制增益大。

液压压下控制装置及其调整方法

技术领域

[0001] 本发明涉及液压压下控制装置、液压压下控制装置的调整方法以及控制程序,特别是涉及对轧制机的上下作业辊间隔进行控制的液压压下控制装置的自动调整方法。

背景技术

[0002] 在轧制机中,进行了与被轧制件的制品品质直接关联的板厚控制和作业的稳定性和所不可或缺的张力控制等自动控制。图17表示一般的轧制机以及液压压下控制装置的整体结构。如图17所示,作为轧制机的自动控制的操作端,使用了轧制机的作业辊速度和上下作业辊间隔。作业辊速度由专用的辊速度控制装置控制。并且,上下作业辊间隔由专用的液压压下控制装置控制。

[0003] 控制作业辊间隔的液压压下控制装置2通过调整液压而调整液压缸11中的活塞的位置从而控制辊缝。因此,液压压下控制装置2在位置控制环中,对用于调整液压缸11的液压的液压调整装置12进行控制,以使位置检测器13检测出的位置实际值与从轧制机控制装置3输出的位置指令一致,所述位置检测器13用于检测液压缸11的活塞位置。液压压下控制装置2中的控制响应在图17的液压压下控制装置2中由“G”所示的控制增益决定。液压压下控制装置2的位置控制响应因液压缸11的油柱长度和用于产生液压的油的温度等外部条件而发生变化。

[0004] 在液压压下控制装置2不能发挥充分的位置控制响应时,对于用轧制机轧制的被轧制件的品质来说重要的板厚精度会恶化。并且,由于在液压缸产生振动,还可能引起被轧制件表面的品质恶化。

[0005] 因此,在轧制机的试运转调整时采取位置控制环的阶梯(step)响应和频率响应而充分地实施液压压下控制装置的调整(例如,参照专利文献1)。由于基于该频率响应的调整作业需要将FFT(Fast Fourier Transform,快速傅里叶变换)分析仪这样的检测器与液压压下控制装置连接等,因此调整所需要的时间长。因此,以往在试运转调整时进行了调整之后,在发生了异常时,只通过降低控制增益G来应对。因此,存在如下问题:不能维持好不容易在试运转调整时调整好的液压压下控制装置的响应。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献1:日本特开2009-282609号公报

[0008] 轧制机中的液压缸通常设置于轧制机的下侧,并构成为,通过从下侧施加液压而上推作业辊,向使作业辊间隔变小的方向调整液压缸的活塞位置。另一方面,下压侧始终处于施加恒定液压的状态,并且施加轧制负载的反力而成为下压侧的压力。通过使下压侧与上推侧的压力的平衡破坏能够使压下气缸沿上下移动。即,在液压缸中,通过液压调整装置来调整上推侧的液压。

[0009] 这样,压下缸通过上推侧与下压侧的力的平衡而动作,液压压下控制装置通过变更上推侧的液压使缸的活塞位置发生变化从而控制压下位置。因此,动作响应因向下压侧施加的力即机械重量与轧制反力的合计而不同。其结果为,压下侧与释放侧的响应不同,从

而产生实际压下位置没有跟随指令值的现象。

[0010] 为了解决所述的课题,在压下位置控制装置中,进行如下控制(以下,简称为“压力差补偿”):在压下侧与释放侧变更位置控制环的增益。与此相对地,在专利文献1所公开的技术中,没有考虑压力差补偿。

[0011] 通过将上述的阶梯状的波形用作输入信号,能够分别调整压下侧、释放侧的增益。但是,在基于测定时的偏差大的阶梯响应的测定方法中,难以充分地进行调整,而设定了基于机械构造的计算值。因此,计算值与实际的液压压下控制装置的动作状态不符,压下侧与释放侧处于控制响应不同的状态的情况比较多见。该情况下,存在如下问题:即使板厚控制操作辊缝,指令值与实际值的波形也不同,板厚控制精度恶化。

发明内容

[0012] 本发明是为了解决上述课题而完成的,其目的在于在液压压下控制装置中高精度地取得在压下侧与释放侧调整液压缸的控制增益的调整值。

[0013] 本发明的一种方式是一种液压压下控制装置,其对调整轧制机的作业辊间的间隔的液压缸的活塞位置进行控制,其特征在于,所述液压压下控制装置具有:实测值取得部,其取得所述液压缸中的活塞位置的实测值;以及控制增益调整部,其根据活塞位置的指令值以及活塞位置的实测值来调整液压控制部控制向所述液压缸的油流入量时的控制增益,所述液压控制部控制向所述液压缸的油流入量,所述控制增益调整部对液压控制部输出位置指令值以预定的频率振动的调整用信号,根据针对调整用信号的实测值来决定压力差补偿值,压力差补偿值用于在使液压缸的活塞位置向缩小作业辊间的间隔的方向活动时和向扩大作业辊间的间隔的方向活动时调整控制增益。

[0014] 发明效果

[0015] 通过使用本发明能够在液压压下控制装置中高精度地取得在压下侧与释放侧调整液压缸的控制增益的调整值。

附图说明

[0016] 图1是表示本发明的实施方式涉及的液压压下控制装置的自动调整整体的框图。

[0017] 图2是表示本发明的实施方式涉及的轧制机的控制整体的框图。

[0018] 图3是表示本发明的实施方式涉及的轧制机的作业动作例的图。

[0019] 图4是表示本发明的实施方式涉及的辊组替换处理动作的流程图。

[0020] 图5是表示本发明的实施方式涉及的液压缸的结构图。

[0021] 图6是表示本发明的其他实施方式涉及的释放侧补正增益与压下侧补正增益的关系的图。

[0022] 图7是表示本发明的实施方式涉及的控制增益调整装置的功能结构的框图。

[0023] 图8是表示本发明的实施方式涉及的液压压下控制装置的基于频率响应测定的调整方法的图。

[0024] 图9是表示在本发明的实施方式涉及的液压压下控制装置的基于频率响应测定的调整方法中,压力差补偿增益不适当时的示例的图。

[0025] 图10是表示本发明的实施方式涉及的基于频率响应测定的液压压下控制装置的

调整动作的流程图。

[0026] 图11是表示本发明的实施方式涉及的基于简易输入波形的响应测定方法中的输入波形的图。

[0027] 图12是表示在本发明的实施方式涉及的基于简易输入波形的响应测定方法中,压力差补偿增益适当时与不适当时的示例的图。

[0028] 图13是表示本发明的实施方式涉及的基于简易输入波形的液压压下控制装置的调整动作的流程图。

[0029] 图14是表示本发明的实施方式涉及的简易输入波形中的响应调整实施定时的流程图。

[0030] 图15是表示本发明的实施方式涉及的压力差补偿增益的调整动作的流程图。

[0031] 图16是表示本发明的实施方式涉及的控制装置的硬件结构的框图。

[0032] 图17是表示现有技术涉及的液压压下控制装置的自动调整整体的框图。

[0033] 符号说明

[0034] 1 轧制机机架

[0035] 2 液压压下控制装置

[0036] 3 轧制机控制装置

[0037] 4 控制增益调整装置

[0038] 5 轧制机状态判别装置

[0039] 6 调整方法选择装置

[0040] 21 压力差补偿增益设定装置

[0041] 11 液压缸

[0042] 12 液压调整装置

[0043] 13 位置检测器

[0044] 14 液压产生装置

[0045] 101 左卷轴

[0046] 102 右卷轴

[0047] 103 被轧制件

[0048] 104 作业辊

[0049] 110 操作盘

[0050] 111 入侧板厚计

[0051] 112 出侧板厚计

[0052] 113 研磨速度控制装置

[0053] 114 左卷轴控制装置

[0054] 115 右卷轴控制装置

[0055] 116 FF AGC

[0056] 117 FB AGC

[0057] 118 轧制机控制部

[0058] 150 作业模式选择SW

[0059] 201 CPU

[0060]	202 RAM
[0061]	203 ROM
[0062]	204 HDD
[0063]	205 I/F
[0064]	206 LCD
[0065]	207 操作部
[0066]	208 总线
[0067]	401 信号产生装置
[0068]	402 信号解析装置
[0069]	403 控制增益变更装置
[0070]	404 测定方法设定装置

具体实施方式

[0071] 在本实施例中,以单机架轧制机为例,对液压压下控制装置2的调整方法进行说明,所述单机架轧制机由图1所示的一台轧制机机架1、左卷轴101以及右卷轴102构成。

[0072] 单机架轧制机包括一台轧制机机架、左卷轴101以及右卷轴102,左卷轴101以及右卷轴102在轧制机机架的左右,用于对卷成圈状的被轧制件进行输出或者卷取。在将轧制方向设为右行时,被轧制件从左卷轴101开卷,在被轧制机机架1轧制之后,被右卷轴102卷取。

[0073] 在单机架轧制机时,一般进行反转轧制,被右卷轴102卷取的被轧制件在左行的轧制方向时从右卷轴102开卷,被轧制机机架1再次轧制加工后被左卷轴101卷取。在按被轧制件实施该工序直到满足预先决定的制品规格,从而生产出成为制品的被轧制件。

[0074] 轧制机机架1由多个辊构成,而通过从上下夹住被轧制件103的作业辊104施加到被轧制件的轧制压力和驱动左右卷轴的电动机施加到被轧制件的张力,被轧制件被压扁从而延展,由此实施轧制加工。

[0075] 图2表示轧制机的控制方法的概要。对于轧制机生产出的被轧制制品来说最重要的是长边方向(轧制方向)的板厚精度。如图2所示,在轧制机机架1的左右设置有入侧板厚计111以及出侧板厚计112。入侧板厚计111以及出侧板厚计112的输出被分别输入到轧制机控制装置3内的FF AGC(Feed Forward Automatic Gauge Control,前馈自动厚度控制器)116以及FB AGC(Feed Back Automatic Gauge Control,反馈自动厚度控制器)117。FF AGC 116以及FB AGC 117根据输入的被轧制件的板厚对轧制机控制装置3内的轧制机控制部118输出的位置指令值进行修正。通过所述的控制来控制作业辊间隔(辊缝),保证长边方向的板厚精度。

[0076] 轧制机控制部118针对左卷轴控制装置114、右卷轴控制装置115以及研磨速度控制装置113分别输出用于控制左卷轴101、右卷轴102以及轧制机机架1的辊速度的信号,由此实施轧制作业。轧制机控制部118按照轧制机的操作员对操作盘110进行操作而输入的各种指令使轧制机机架1动作。

[0077] 图3表示轧制机的作业动作例。如图3所示,在本实施方式中,通过设置于轧制机控制装置3的作业模式选择SW(开关)150来选择轧制机的作业模式。在本实施方式中,作为作业模式存在通常的“轧制”作业、停止轧制作业的“作业停止”以及“辊组替换”。“辊组替换”

是由于因轧制作业而磨损作业辊、中间辊、支承辊等,因此定期或者在辊表面状态的恶化显著的情况下对各辊进行更换的模式。

[0078] 在选择“辊组替换”时,轧制机控制部118停止轧制机而释放压下。在该状态下操作员实施辊更换(根据需要来更换作业辊、中间辊、支承辊)。然后,操作员按下“调零处理开始”SW,轧制机控制部118实施调零处理。在各辊的表面因轧制而磨损时,由于研磨表面而再次使用,因此辊直径参差不齐。因此,在辊组替换前后,辊直径的组合变得不同。

[0079] 液压缸11中的活塞的位置能够通过位置检测器13进行测定,但是即使是相同的位置辊缝的大小因辊直径的组合而不同,因此,在每次实施辊更换时需要使辊缝与某个基准值相匹配。通常,闭合压下,将轧制负载例如为5000kN的活塞位置定义为辊缝=0,实施调零处理。

[0080] 参照图4,对本实施方式涉及的调零处理进行说明。在调零处理中(S401),执行进一步压下的处理(S402、S403)直到上下作业辊接触,之后,使辊空转(在上下作业辊间没有被轧制件的状态下使轧制机以低速运转)(S404),执行再次进一步压下直到轧制负载为5000kN的处理(S405、S406),在轧制负载为5000kN的状态下,执行将辊缝设为0的处理(辊缝调零)(S407)。然后,释放辊而停止辊空转(S408),由此调零处理结束。

[0081] 在实施轧制作业的“轧制”模式选择时,操作员使用“缓动”、“加速”、“保持”、“停止”SW来操作轧制机的轧制速度而实施轧制作业。所述的SW与作业模式选择SW150同样地设置于轧制机控制装置3。如图3所示,通过选择“缓动”,轧制机加速到缓动速度并以该速度运转。接下来,通过选择“加速”,使轧制速度加速。然后,通过选择“保持”,以该时间点的轧制速度继续运转。在该状态下,执行轧制。然后,通过选择“缓动”,使轧制速度减速至缓动速度,通过选择“停止”,使轧制速度为0从而使轧制机处于能够停止的状态。

[0082] 如上所述,轧制机控制装置3接收来自轧制机的操作员的指令,使轧制机进行动作,因此,能够识别出现状轧制机处于怎样的状态(轧制中、或辊组替换中等)。因此,在本实施方式涉及的轧制机的控制系统中,根据轧制机的状态,能够变更液压压下控制装置的调整方法。

[0083] 图5表示液压缸11的详细情况。如图5所示,在液压缸11中,背压侧与压下侧在互压的状态下是平衡的。背压侧始终被施加恒定的固定压力,并且施加轧制机的轧制负载的反力。关于压下侧,从液压产生装置14施加的液压通过液压调整装置12而被调整。

[0084] 在压下的情况下,液压压下控制装置2操作液压调整装置12使压下侧的液压比背压侧大,增加向液压缸11的油流入量。另一方面,在释放的情况下,以使压下侧的液压比背压侧的液压小的方式来操作液压调整装置12。因此,压下或者释放所需的压下侧的压力根据施加在背压侧的压力即轧制机的轧制负载与固定压力的合计而发生变化,控制响应发生变化。

[0085] 若在压下侧与释放侧控制响应不同,由于对AGC等的控制造成恶劣影响,因此,以使控制响应相同的方式来设定压力差补偿增益。例如,在轧制负载大、压下侧难以进行动作的情况下,增大压下侧的压力差补偿增益,减小释放侧的压力差补偿增益。也就是说,设定图6那样的压下侧补正增益、释放侧补正增益。将该压力差补偿增益用作压力差补偿值。

[0086] 在液压压下控制装置2内,通过将控制增益G以及压力差补偿增益 G_{diff} 累积到作为由位置检测器13检测出的位置实际值与轧制机控制装置3输出的位置指令值之差的位置偏

差,从而决定对液压调整装置的控制输出。这里,是“位置偏差=位置指令值-位置实际值”。通过压力差补偿增益设定部21根据位置偏差来求出压力差补偿增益 G_{diff} 。压力差补偿增益设定部21根据位置偏差的符号来决定使用压下侧补正增益还是使用释放侧补正增益。

[0087] 图6上部是表示与轧制负载的值对应的释放侧补正增益以及压下侧补正增益的值的变化的图表,图6下部是表示实际设定的值的表。如图6下部所示,压力差补偿增益是释放侧补正增益以及压下侧补正增益各自的值的集合(set)。

[0088] 由于针对位置指令值的响应性通过控制增益G来调整,因此压力差补偿增益 G_{diff} 是用于调整压下侧与释放侧的响应性的差异的系数。并且,为了维持由控制增益G调整的整体的响应性,释放侧补正增益与压下侧补正增益的集合以压下侧补正增益与释放侧补正增益的积为1的方式来选择值。

[0089] 例如,在认为气缸的活塞位置大的一方是压下侧,小的一方是释放侧时,压力差补偿增益设定部21在位置偏差为负侧时为了向释放侧动作而选择释放侧补正增益。反之当位置偏差是正侧时为了向压下侧动作而选择压下侧补正增益。

[0090] 由于该压下侧、释放侧的补正增益也因室外气温和液压缸11的活塞位置而发生变化,因此,确认压下侧与释放侧的响应,在差大的情况下,需要变更控制补正增益。由于需要测定压下侧与释放侧的响应,因此使用阶梯输入来进行确认。但是,由于在阶梯波形中在压下侧与释放侧即使响应存在差,多数情况下也不会作为明确的响应表现出来,因此难以进行调整。

[0091] 在使用了阶梯输入的情况下,在控制补正增益的调整中,关于压下侧与释放侧,在对波形的上升时间进行测定而差较大的情况下,以使差变小的方式对压下侧或者释放侧的控制补正增益进行修正。由此,由于控制响应也发生变化,因此需要再次测定频率响应,调整需要时间。

[0092] 使用图7所示的控制增益调整装置4来实施液压压下控制装置的调整。测定方法设定装置404根据轧制机的状态从调整方法选择装置6接受通过怎样的方法来进行测定的指示,从而选择测定方法。并且,测定方法设定装置404将决定出的测定方法通知给信号产生装置401。由此,信号产生装置401产生与测定方法对应的输入波形。

[0093] 并且,测定方法设定装置404对信号解析装置402通知以怎样的方法来解析输入信号与输出信号。控制增益变更装置403以信号解析装置402的解析结果为基础,进行控制增益的调整并通知液压压下控制装置。

[0094] 作为上述的调整方法选择装置6选择的液压压下控制装置的调整方法,在本实施方式中,存在基于频率响应测定的方法、和基于简易输入波形的方法两种方法。以下,将基于频率响应测定的方法作为“调整方法1”,将基于简易输入波形的方法作为“调整方法2”来进行说明。

[0095] 首先,参照图8来对调整方法1进行说明。图8上段的图是执行调整方法1的调整时信号产生装置401输出的扫描频率波形。并且,图8下段的图是针对上段的输入波形的响应波形,即,位置检测器13检测出的检测信号的波形的伯德线图。在调整方法1中,以相位裕量比按轧制机的机械装置设定的目标频率中的目标相位裕量良好的方式来调整控制增益。

[0096] 例如,在控制增益A时的频率响应的伯德线图,在以图8下段的虚线表示的情况下,在“目标频率”中不满足“目标相位裕量”。该情况下,液压压下控制装置2将控制增益增大从

而设为控制增益B,由此,在取得实线那样的伯德线图时,在“目标频率”中满足“目标相位裕量”,因此,液压压下控制装置2选择控制增益B。

[0097] 并且,所谓上述“目标频率”是在轧制机的运用中,与能够作为液压压下控制装置2控制液压调整装置12时的控制信号的变化频度考虑的最大的变化频度对应的频率。并且,所谓上述“目标相位裕量”是表示相对于上述的控制信号的最大变化频度的实测值所要求的跟随性的值,例如,是 -90° 的相位延迟。并且,将“目标频率”设为与最大的变化频度对应的频率的理由是因为在反馈控制中,一般情况下,频率越大跟随性越差。

[0098] 如图8上部所示,作为输入波形使用了频率变化的正弦波,而信号产生装置401将图8上部所示的波形设为顺波形,也输入使振幅反转的逆波形。由于顺波形以及逆波形是正弦波,因此分为液压压下控制装置向压下侧动作的频带、和向释放侧动作的频率带。因此,当在压下侧与释放侧液压压下的控制响应不同时,在如图9(a)所示输入了顺波形时、与如图9(b)所示输入了使振幅的符号反转的逆波形时,频率响应不同。

[0099] 图9(a)、(b)是压下侧与释放侧的控制响应不同的状态下的频率测定结果,但是在由虚线的圈围绕的部分,可知相位延迟不同。在伯德线图的横轴位置中,是进行了压下侧的控制的结果还是进行了释放侧的控制的结果,能够根据图8的上段所示的输入波形通过频率来进行判断。因此,如果明确相位延迟在顺波形与逆波形不同的频率区域,则能够对压力差补偿增益集合的值偏向压下侧和释放侧中的哪一侧进行判断。

[0100] 在图9(a)、(b)中,压下侧以及释放侧的增益为理想状态时的图表通过虚线表示。该理想值的图表例如能够通过取图9(a)、(b)实线所示的各图表的平均值来求出。并且,压下侧补正增益与释放侧补正增益的偏向量能够通过实线的图表与虚线的图表的差值求出。

[0101] 因此,信号解析装置402根据计算而求出的压下侧补正增益与释放侧补正增益的偏向量,通过变更压力差补偿增益集合,来调整压力差补偿增益。

[0102] 接下来,参照图10对自动实施调整方法1的调整时的处理进行说明。在图10的示例中,对如下情况进行考虑:以成为设定频率的方式来调整相位延迟 -90° 的输入信号频率。如图10所示,在调整开始时,首先,控制增益调整装置4使用适当的控制增益 $=X$ 和控制增益 $=Y$,来实施频率响应的测定(S1002、S1002)。

[0103] 在执行了S1001以及S1002的处理之后,控制增益调整装置4检查测定结果(S1003),取得控制增益 X 以及控制增益 Y 时的 -90° 相位延迟的频率 XR 以及 YR 。然后,控制增益调整装置4从增益设定 X 、 Y 以及目标频率 x_{ref} ,按照以下的数学式(1)通过直线近似将控制增益变更为 x (S1004)。然后,控制增益调整装置4再次使用扫描波形来测定频率响应(S1005)。

$$x = (Y - X) \cdot (x_{ref} - XR) / (YR - XR) + X \quad (1)$$

[0105] 在执行了S1005的处理之后,控制增益调整装置4检查该结果(S1006),在不为设定频率的情况下(S1007/否),将本次的控制增益 x 与 -90° 相位延迟的频率 xR 分别置换为 Y 、 YR ,再次变更控制增益来实施测定(S1004、S1005)。

[0106] 另一方面,S1006的检查结果是成为了设定频率时(S1007/是),控制增益调整装置4执行压力差补偿增益的调整动作。在后面对压力差补偿增益的调整动作进行详细叙述。

[0107] 这样,在本实施方式涉及的调整方法1的调整中,控制增益调整装置4通过反复进行控制增益变更与频率响应测定,将控制增益 x 设定为控制增益设定值,所述控制增益 x 能

够使-90度相位延迟的频率成为目标频率。优选的是,对目标频率设置容许范围,当-90度相位延迟频率进入了一定范围内时,结果检查为OK(良好)。

[0108] 并且,在适当地进行了控制增益调整之后,通过反复进行压力差补偿增益集合的变更和频率响应测定,选择压下侧修正增益与释放侧修正增益没有偏向的压力差补偿增益集合。并且,理想的是优选,选择输入顺波形时与输入逆波形时的输出结果相同的压力差补偿增益集合,但是也可以设置一定程度的容许范围,压下侧修正增益与释放侧修正增益的偏向量为预定的范围内时为检查OK。

[0109] 在进行基于频率响应测定的调整时,存在如下问题:由于需要输入图8上段所示的扫描波形,因此一次的测定花费时间。作为扫描波形,例如需要有从1Hz到50Hz为止的频率成分,对于一次的扫描来说需要大致30秒左右的测定时间。因此,在测定花费时间、在轧制作业间歇实施了辊组替换的情况下,为了尽早地再次开始轧制作业而不能进行长时间的测定,该情况下,不能够使用调整方法1涉及的调整方法。

[0110] 接下来,参照图11对调整方法2进行说明。为了短时间确认频率响应,设定控制增益,需要进行目标频率中的迅速的测定。因此,在调整方法2中,信号产生装置401输出由单一的频率成分构成的波形,根据其响应信号执行调整。

[0111] 图11上段的图是这样的图:作为执行调整方法2的调整时信号产生装置401输出的波形的示例,而表示了25Hz的频率成分。并且,图11下段的图是这样的图:为了说明调整方法2的原理,以比实际低的10Hz的频率,表示信号产生装置401的输出波形以及与其相对的位置检测器13的实测值的输出波形。

[0112] 如图11所示,在调整方法2中,信号产生装置401使只由目标频率构成的波形从振幅0增大到设定最大振幅,在达到规定的最大振幅值之后,在衰减到振幅0之后使测定结束。之所以设定为这样的波形是因为考虑了以设定最大振幅输入目标频率成分时会对轧制机机械与辊造成损伤。即,通过使用图11上段所示的波形,能够避免对轧制机机械与辊造成损伤。

[0113] 如图11的下段所示,如果是单一频率成分,则通过将输入波形与输出波形进行比较,能够容易地测定出振幅的大小以及相位延迟。对于相位延迟的值,以能够采样的最小分辨率来错开输入波形与输出波形,并取相关系数,在相关系数为最小时,使用将输入波形与输出波形错开的值。该情况下,由于能够从频率响应测定,即调整方法1的执行结果涉及的预定结果预测出目标频率中的相位偏移,因此,通过在预测偏移的前后错开输入波形与输出波形能够缩小搜索范围。

[0114] 在将图11上部所示的波形用作测定用输入波形时,能够以大约5秒进行一次测定。并且,在频率响应测定时,由于需要FFT运算,因此需要庞大的计算时间,但是只是在利用简易波形的测定时取相关系数,因此能够减少运算量,存在如下优点:即使利用控制增益调整装置4的计算能力也能够迅速地进行处理。

[0115] 图12(a)、(b)表示使用了简易输入波形时的液压压下控制装置的压力差补偿增益的调整方法。当在压下侧与释放侧液压压下控制的响应没有差时,如图12(a)所示,实际波形均匀地分布于压下侧、释放侧。与此相对地,例如在相比于释放侧,压下侧的响应良好时,如图12(b)所示,相对于输入波形振动的中心偏向压下侧地分布。

[0116] 因此,在作为位置指令值而输入了简易测定波形时,如果能够对位置实际值的输

出波形偏向于哪一侧进行判定,则能够进行压力差补偿增益的调整。偏向于哪一侧的判定指数(以后,作为“响应差指数”) P_{INDEX} ,例如,能够像以下的数学式(2)那样,使用构成输出波形的各值 $fb(i)$ 的平均值。这里, n 是构成输出波形的各值的总数。

$$[0117] \quad P_{INDEX} = \frac{1}{n} \sum_i (fb(i)) \quad (2)$$

[0118] 像图12(a)的状态那样,在压下侧与释放侧,液压压下控制的响应没有差,实际波形均匀地分布于压下侧、释放侧,此时,判定指数 P_{INDEX} 为零或者为接近零的值。另一方面,像图12(b)的状态那样,在偏向于压下侧地分布时,判定指数 P_{INDEX} 为正值。反之,偏向于释放侧地分布时,判定指数 P_{INDEX} 为负值。

[0119] 因此,根据输出波形通过上述数学式(2)的计算而求出的判定指数 P_{INDEX} 为正时,信号解析装置402选择压下侧修正增益比当前的压力差补偿增益的集合小,释放侧修正增益比当前的压力差补偿增益的集合大的集合。另一方面,在判定指数 P_{INDEX} 为负时,信号解析装置402选择压下侧修正增益比当前的压力差补偿增益的集合大、释放侧修正增益比当前的压力差补偿增益的集合小的集合。

[0120] 接下来,参照图13对自动实施调整方法2的调整时的处理进行说明。如图13所示,在调整开始时,首先,控制增益调整装置4使用适当的控制增益 X 和控制增益 Y ,实施频率响应的测定(S1301、S1302)。

[0121] 在执行了S1301以及S1302的处理之后,控制增益调整装置4检查测定结果(S1303),取得控制增益 X 以及控制增益 Y 的相位延迟值 XD 以及 YD 。然后,控制增益调整装置4根据增益设定 X 、 Y 以及上述相位延迟值 XD 、 YD ,使用以下的数学式(3)通过直线近似来求出相位延迟值为 -90° 的增益设定值 x (S1304)。并且,数学式(3)中的“ x_{ref} ”是目标的相位延迟值即 -90° 。

$$[0122] \quad x = (Y - X) \cdot (x_{ref} - XD) / (YD - XD) + X \quad (3)$$

[0123] 然后,控制增益调整装置4使用在S1304中求出的控制增益设定值 x 再次通过简易波形来进行响应测定(S1305)。在执行了S1305的处理之后,控制增益调整装置4检查其结果(S1306),求出控制增益 x 时的相位延迟值 xD ,如果相位延迟值 xD 不满足 -90° 的相位延迟(S1307/否),则将本次的控制增益 x 以及相位延迟值 xD 分别置换为 Y 、 YD ,再次变更控制增益来实施测定(S1304、S1305)。

[0124] 另一方面,关于S1306的检查结果,如果相位延迟值 xD 满足了 -90° 的相位延迟(S1307/是),则控制增益调整装置4接着执行压力差补偿增益的调整动作(S1308)。在后面对于压力差补偿增益的调整动作进行详细叙述。

[0125] 在轧制机作业停止的状态下,能够进行上述叙述的基于频率响应测定以及简易输入波形的响应调整,但是在轧制机处于作业状态时,由于导致板厚精度的恶化和作业的干扰,因此不能对液压压下控制装置施加图8和图11所示的测定用输入波形。

[0126] 图14是表示执行基于调整方法2的调整的时机的一例的流程图,表示了图4中说明的辊更换以及在辊缝的调整处理中执行的情况。如图14所示,S1401~S1407与图4的S401~S407同样地执行处理。在执行了辊缝调零处理之后,执行基于上述的调整方法2的调整(S1408)。然后,与图4的S408同样地释放辊使辊空转停止(S1409),由此调零处理结束。

[0127] 辊组替换后,辊缝调零结束后,是负载作用于轧制机的状态,由于是决定压下位

置的基准值的条件完整的状态,因此能够按辊组替换的实施进行一定的条件下的测定。因此,通过在该时机进行基于调整方法2的调整,能够实现装置的高效运用。

[0128] 并且,为了执行调整方法2的调整,至少需要用于生成图11所示的波形的频率,即目标频率的信息。该信息通过操作员而被预先存储于在信号产生装置401内设置的存储介质中,信号产生装置401根据该信息生成并输出图11所示的波形。

[0129] 接下来,参照图15对本实施方式涉及的压力差补偿增益的调整动作进行说明。如图13所示,在开始压力差补偿增益的调整时,首先,控制增益调整装置4使用适当的压力差补偿增益集合=X和压力差补偿增益集合=Y,来实施频率响应的测定(S1501、S1502)。

[0130] 在S1501、S1502的处理中,控制增益调整装置4在是调整方法1的调整中时,使用图8上段所示的输出波形,在是调整方法2的调整中时使用图11上段所示的输出波形。

[0131] 在执行了S1501以及S1502的处理之后,控制增益调整装置4检查测定结果(S1503),取得压力差补偿增益集合X以及压力差补偿增益集合Y中的压下侧以及释放侧的控制增益的偏向。此时,在调整方法2的情况下,取得上述的响应差指数。

[0132] 然后,控制增益调整装置4根据压力差补偿增益集合X、Y以及压下侧和释放侧的控制增益的偏向,求出没有控制增益的偏向的压力差补偿增益集合x(S1504)。在S1504中,控制增益调整装置4与上述的数学式(1)、(2)同样地,进行直线近似,从图6下段所示的表取得与其结果最接近的压力差补偿增益集合。

[0133] 然后,控制增益调整装置4使用在S1504中求出的压力差补偿增益集合x,再次进行响应测定(S1505)。在执行了S1505的处理之后,控制增益调整装置4检查其结果(S1506),求出压力差补偿增益集合x的压下侧以及释放侧的控制增益的偏向,如果该结果从容许范围脱离(S1507/否),将本次的压力差补偿增益集合x置换为Y,再次变更压力差补偿增益集合从而实施测定(S1504、S1505)。另一方面,关于S1506的检查结果,如果是容许范围内(S1507/是),则控制增益调整装置4结束处理。

[0134] 使用图1来说明本实施例的动作。轧制机状态判别装置5以来自轧制机控制装置3的、轧制状态、辊组替换状态、作业停止状态的信息为基础,判别轧制机的状态。调整方法选择装置6根据上述轧制机状态判别装置5的判别结果,如果是辊组替换状态则选择调整方法2,如果是作业停止状态则选择调整方法1。

[0135] 调整方法选择装置6将表示轧制机状态判别装置5的判别结果、和与其对应地应该选择的调整方法的对应的表(以后,设为调整方法选择表)存储到内部的存储介质中,根据上述表选择与轧制机状态判别装置5的判别结果对应的调整方法。

[0136] 控制增益调整装置4实施与调整方法选择装置6选择出的调整方法对应的响应调整。如图7所示,根据来自调整方法选择装置6的调整方法1、2的选择信息,测定法设定装置404使信号产生装置401产生输入信号,并且针对信号解析装置402设定取入输入信号和输出信号的时机以及信号的解析方法。

[0137] 在信号解析装置402中,分别与调整方法1、2对应地,实施FFT或模式匹配等信号处理来而判定控制增益的适合与否,并向控制增益变更装置403输出使控制增益如何变化。控制增益变更装置403根据从信号解析装置402输入的信号对液压压下控制装置的控制增益G以及压力差补偿增益 G_{diff} 进行变更。通过这样的处理,根据轧制机状态,能够选择出最佳的调整方法从而能够实施液压压下控制装置的调整,能够始终在最佳的状态下使用液压压下

控制装置。

[0138] 这里,参照图16对构成液压压下控制装置2、轧制机控制装置3、控制增益调整装置4、轧制机状态判别装置5以及调整方法选择装置6(以后,总称为控制装置)的硬件进行说明。图16是表示本实施方式涉及的控制装置的硬件结构的框图。如图16所示,本实施方式涉及的控制装置具有与一般的服务器和PC(Personal Computer)等信息处理终端同样的结构。

[0139] 即,本实施方式涉及的控制装置中,CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)201、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)202、ROM(Read Only Memory:只读内存)203、HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)204以及I/F205经由总线208连接。并且,I/F205与LCD(Liquid Crystal Display液晶显示器)206以及操作部207连接。

[0140] CPU201是运算单元,对控制装置整体的动作进行控制。RAM202是能够进行信息的高速读写的易失性存储介质,CPU201被用作处理信息时的作业区域。ROM203是读出专用的非易失性存储介质,存储有固件等的程序。

[0141] HDD204是能够进行信息的读写的非易失性的存储介质,存储有OS(Operating System,操作系统)和各种控制程序、应用程序等。I/F205连接总线208与各种硬件和网络等从而进行控制。LCD206是用于供用户确认控制装置的状态的视觉上的用户接口。操作部207是键盘和鼠标等、用于供用户将信息输入到控制装置中的用户接口。

[0142] 在这样的硬件结构中,存储于ROM203、HDD204、或者未图示的光盘等存储介质的程序被读出至RAM202,通过按照CPU201的控制来进行动作,从而构成软件控制部。通过像这样构成的软件控制部与硬件的组合,来实现本实施方式涉及的控制装置的功能。

[0143] 并且,图1所示的各控制装置也可以分别构成为具有图16所示的结构 of 的单体装置,在图16所示的结构一组的 of 信息处理装置中,还能够实现图1所示的各控制装置的多个功能。

[0144] 并且,在图1中,将控制液压调整装置12的装置作为狭义的液压压下控制装置2进行了说明,但是液压压下控制装置2为了控制液压调整装置12,如上所述,使轧制机控制装置3、控制增益调整装置4、轧制机状态判别装置5以及调整方法选择装置6联动地发挥功能。即,作为这些装置整体,构成了广义的液压压下控制装置。该情况下,控制增益调整装置4作为实测值取得部、控制增益调整部以及动作状态判断结果取得部而发挥功能。并且,液压压下控制装置2作为液压控制部而发挥功能。

[0145] 如上所述,根据对本实施方式涉及的液压压下控制装置2的控制增益进行调整的控制增益调整装置4,如图11所示,输出液压缸11的位置指令值以预定的频率振动的调整用信号,根据针对调整用信号的实测值来调整控制增益。此时,根据实测值的振幅中的相对于振动中心的偏向来决定压力差补偿增益。

[0146] 如果是这样的处理,则能够进行测定时的波动造成的调整误差少的、高精度的调整,在液压压下控制装置中,能够高精度地取得在压下侧与释放侧调整液压缸的控制增益的调整值。

[0147] 并且,在图1中,将液压压下控制装置2、轧制机控制装置3、控制增益调整装置4、轧制机状态判别装置5以及调整方法选择装置6作为分开的块装置进行了说明,但是如上所述,这些装置联动地控制轧制机。即,这些装置联动地构成轧制机的控制系统。

[0148] 并且,在上述实施方式中,作为执行调整方法2的调整时的条件,以处于辊组替换

状态为例进行了说明。还能够考虑其他的应该执行调整方法2的调整的条件。例如,是辊轴位置变更、被轧制件的变更,轧制条件的变更,轧制机机架1的轧制线调整等。

[0149] 所谓辊轴位置变更是辊在辊的旋转轴方向移动的情况等。该情况下,由于施加在作业辊104的负载改变,因此针对控制增益的控制响应也改变。辊轴位置变更时,由于轧制动作停止,因此,在进行了辊轴位置变更时,适合进行调整方法2的调整。

[0150] 所谓被轧制件的变更是对作业辊104轧制的材料进行变更的情况。该情况下,认为:由于变更材料,施加在作业辊104的负载会改变。并且,在变更被轧制件时,由于轧制动作停止,因此在变更了被轧制件时,也适合进行调整方法2的调整。

[0151] 所谓轧制条件的变更是进行轧制被轧制件的厚度等、主要施加在作业辊104的负载发生变化这样的条件的变更的情况。该情况下,为了保证被轧制件的板厚精度和表面品质而停止轧制动作,因此,在变更轧制条件时,也适合进行调整方法2的调整。

[0152] 所谓轧制机机架1的轧制线调整是为了使作业辊104轧制被轧制件的位置与左卷轴101以及右卷轴102的位置匹配,而调整轧制机机架1支承作业辊104的位置的情况。该情况下,也认为施加在作业辊104的负载会改变。并且,关于轧制机机架1的调整,由于停止轧制动作后进行,因此在调整了轧制机机架1时也适合进行调整方法2的调整。

[0153] 这样,关于调整方法2的调整,并非完全停止轧制机的作业,但是特别适合于在一旦停止轧制动作之后,变更轧制动作的执行条件、再次开始轧制的情况。即,优选,在轧制机状态判别装置5判别出的轧制机的状态是为了变更轧制动作的执行条件而暂时停止了轧制动作的状态时,调整方法选择装置6选择基于调整方法2的调整方法。

[0154] 并且,在像这样扩张执行调整方法2的调整时的条件的情况下,使调整方法选择装置6存储的调整方法选择表中存储辊轴位置变更、被轧制件的变更、轧制条件的变更、轧制机机架1的轧制线调整等状态与调整方法2的对应关系,轧制机状态判别装置5能够判别辊轴位置变更、被轧制件的变更、轧制条件的变更、轧制机机架1的轧制线调整等的状态。

[0155] 并且,在上述实施方式中,如图15所示,对输入测定波形来调整压力差补偿增益集合的方法进行了叙述,但是也能够输入测定波形来检查结果,如果响应测定结果是容许范围则不实施调整而结束处理,在超过容许范围时实施调整。通过这样的处理,能够省略不需要的处理,能够更迅速地结束调整动作。

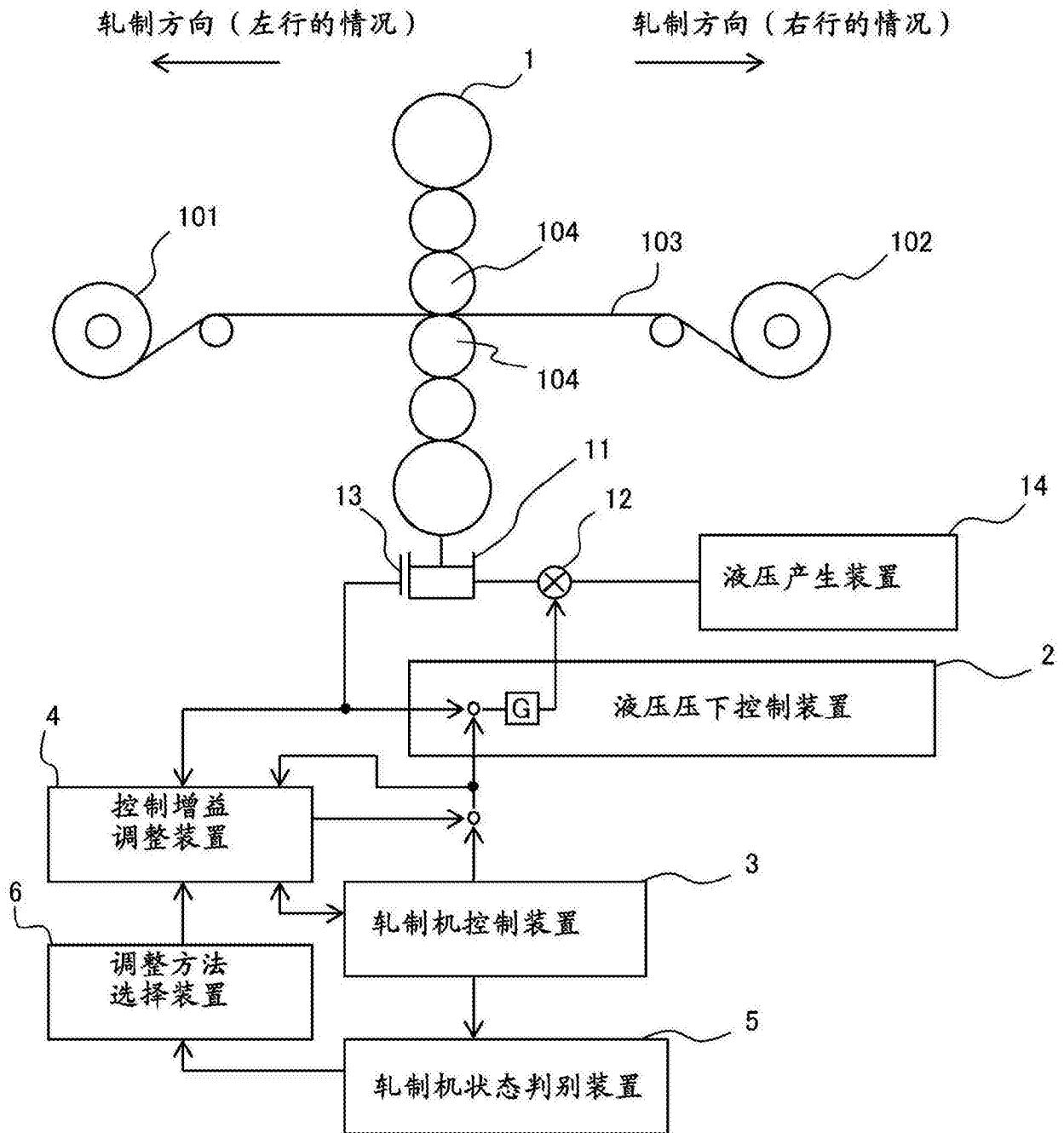


图1

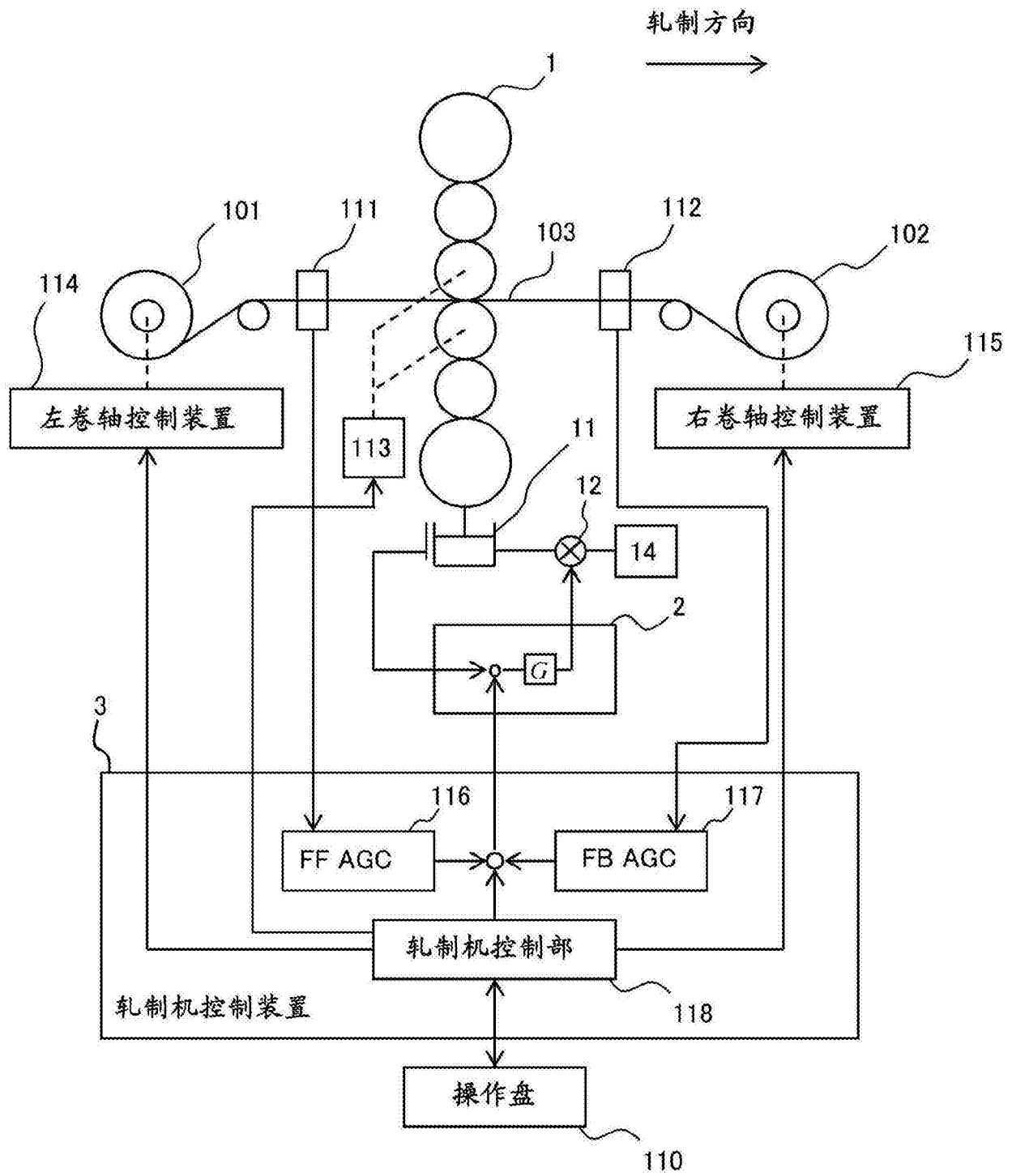


图2

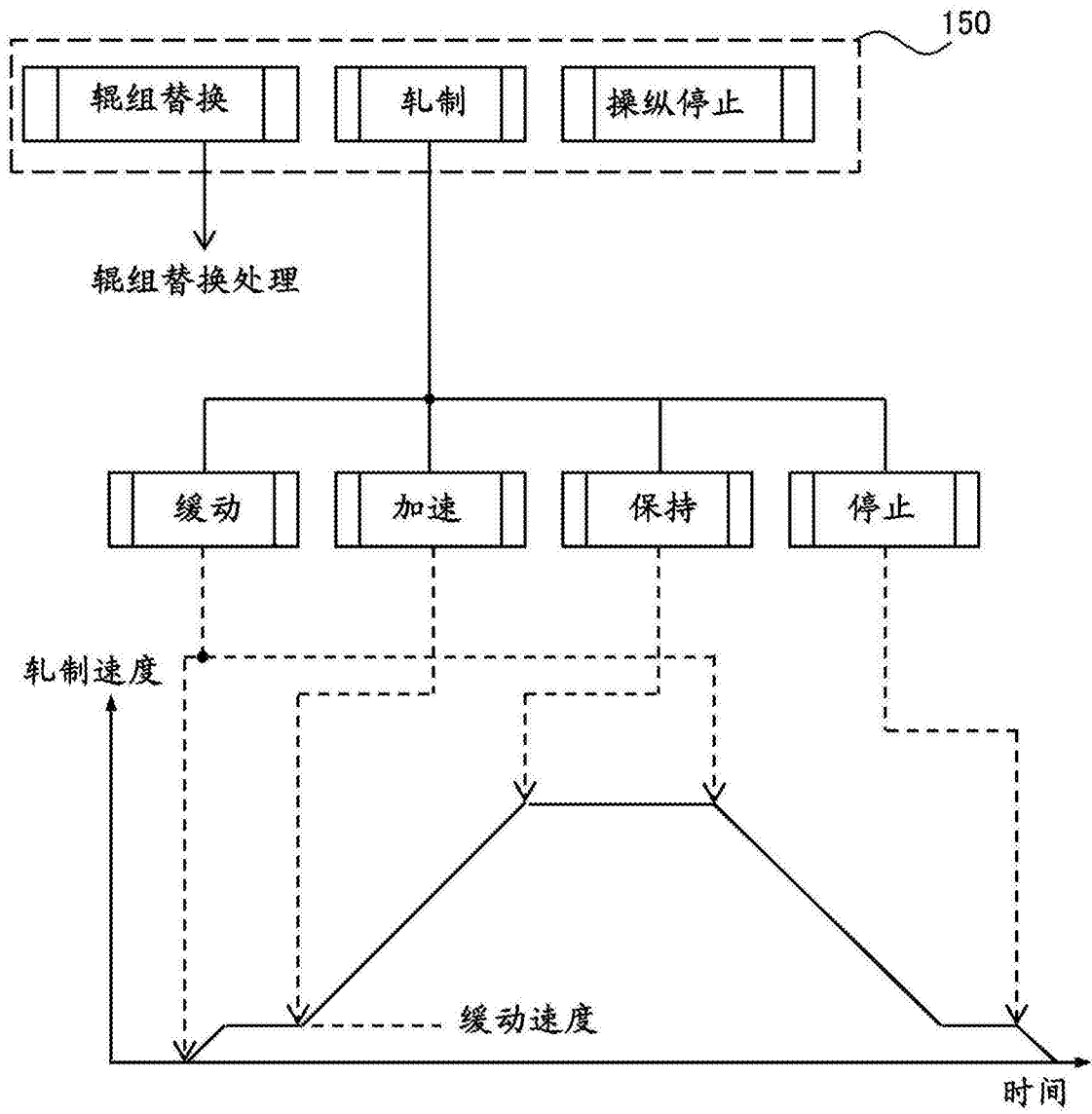


图3

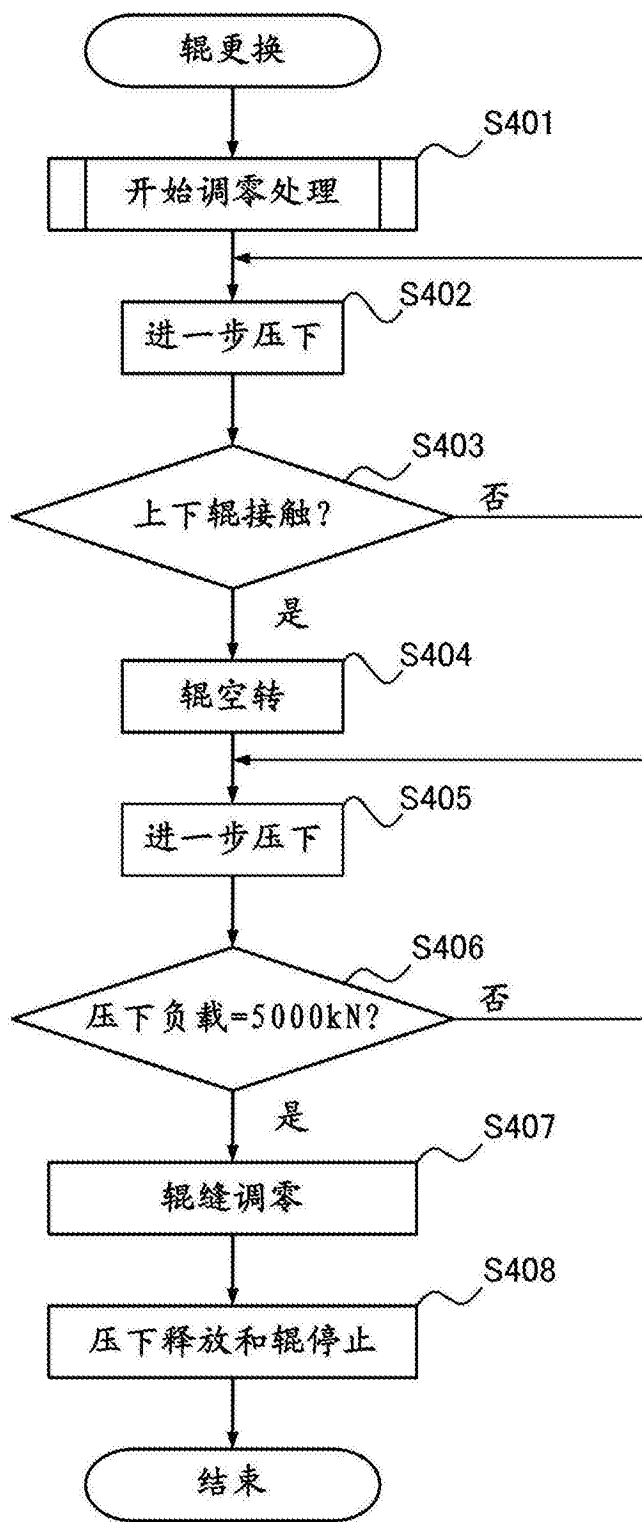


图4

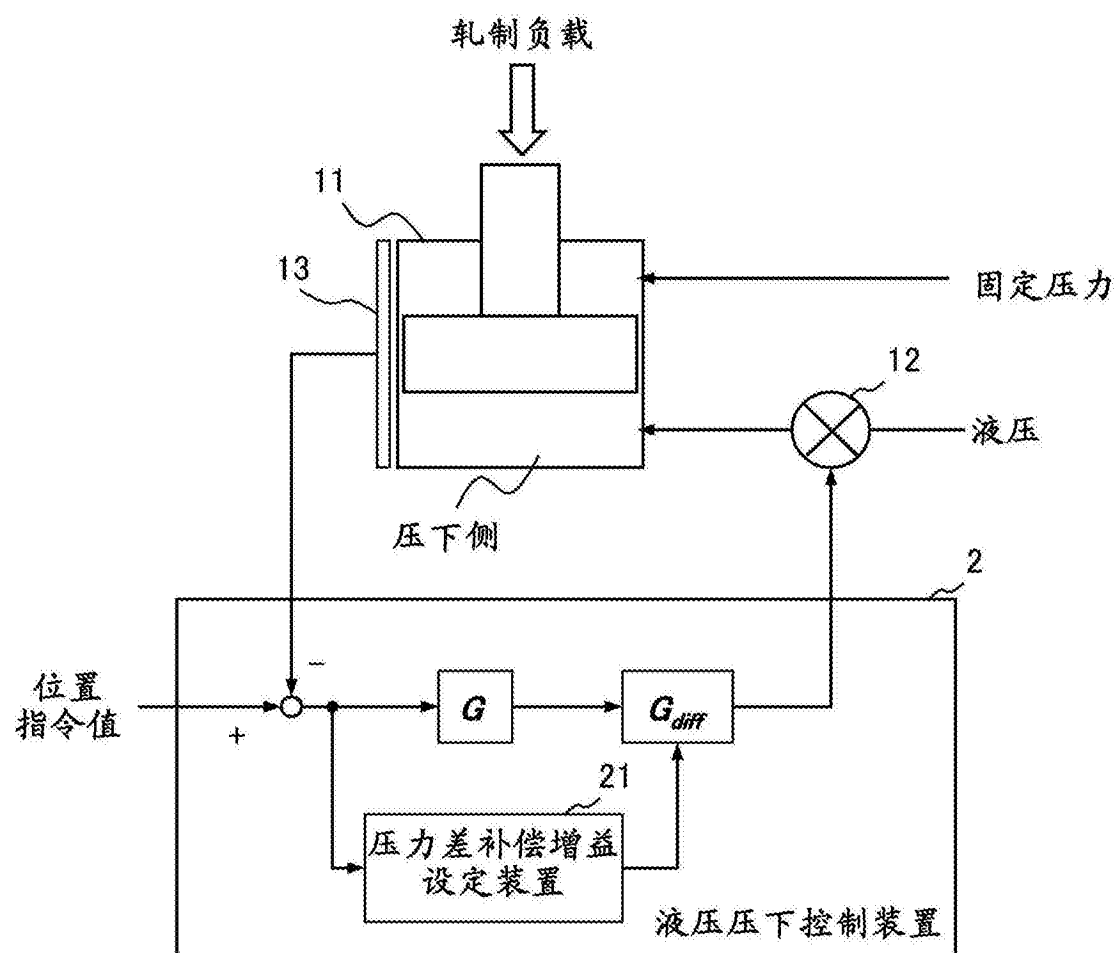
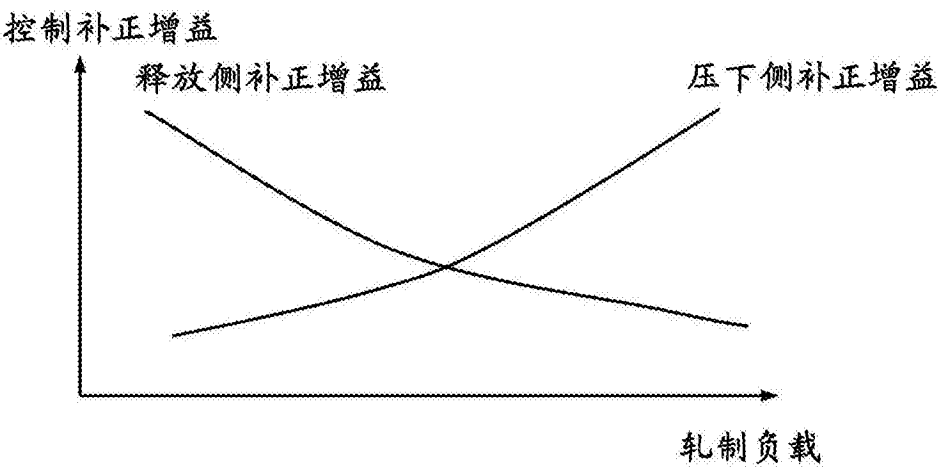


图5



轧制负载	释放侧修正增益	压下侧修正增益
...	...	...
N_1	0.70	1.43
N_2	0.71	1.41
N_3	0.72	1.39
N_4	0.73	1.37
...	...	...

图6

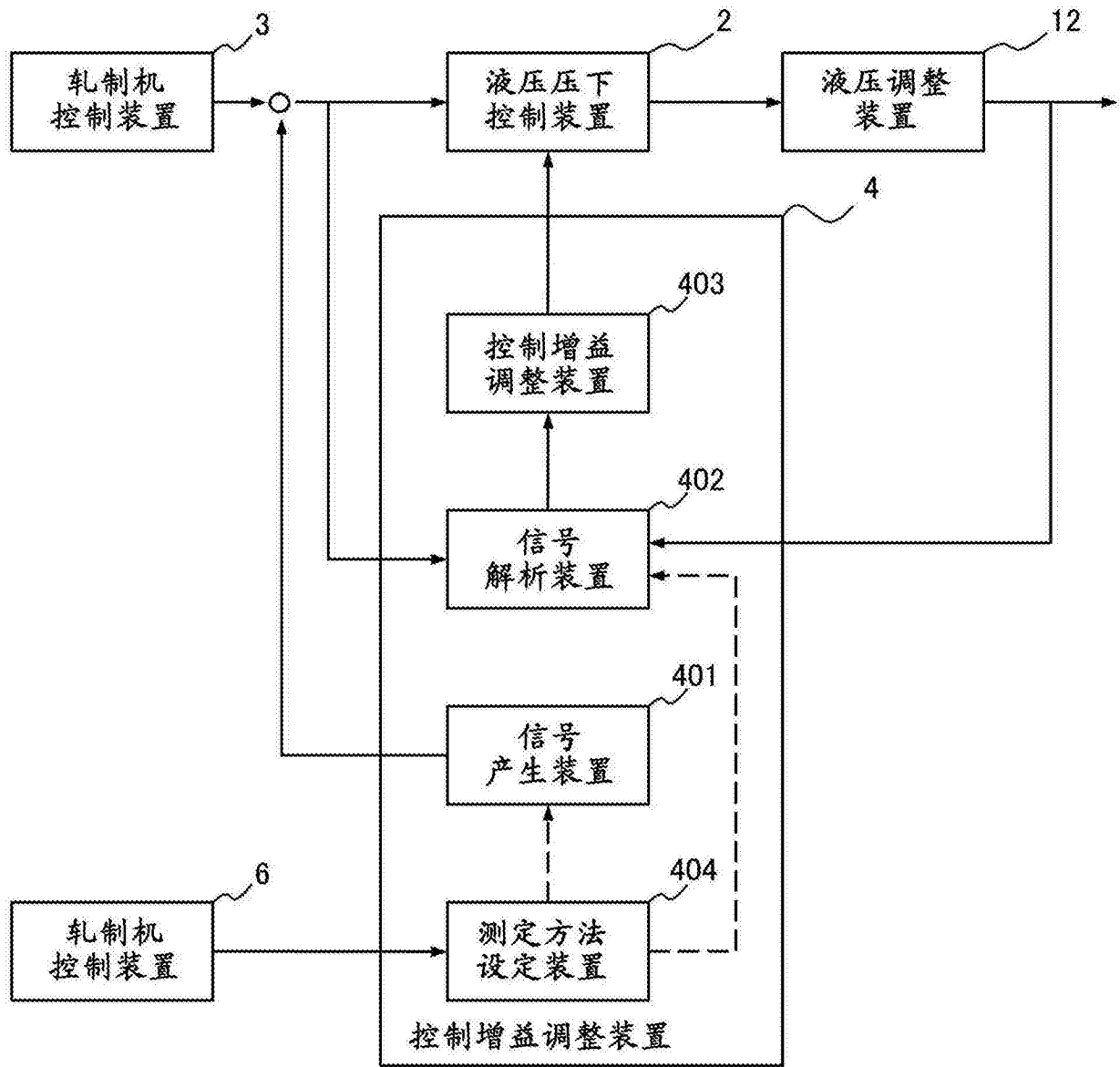


图7

频率响应测定时的输入波形

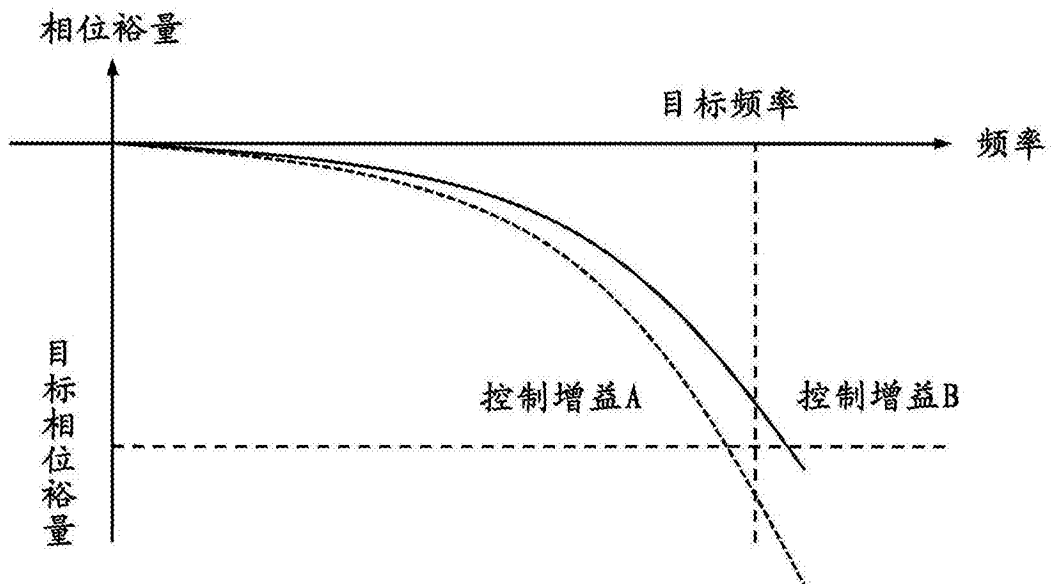
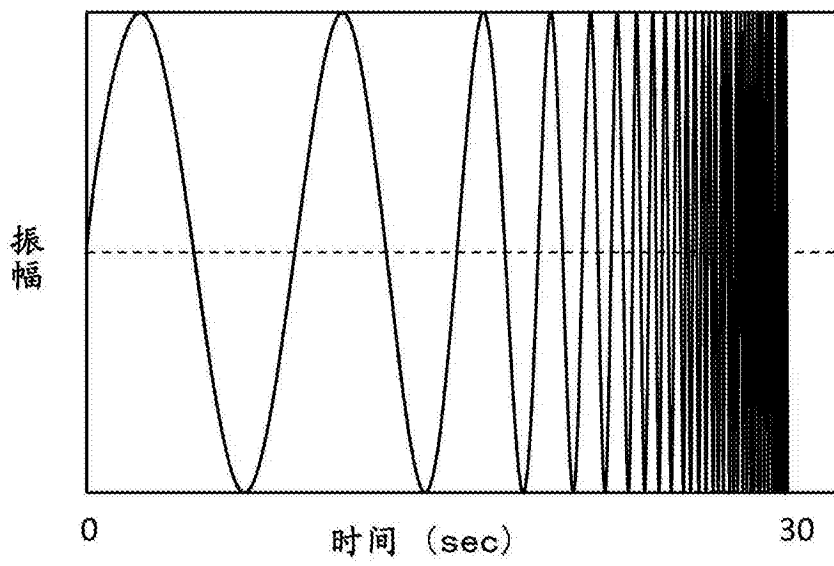


图8

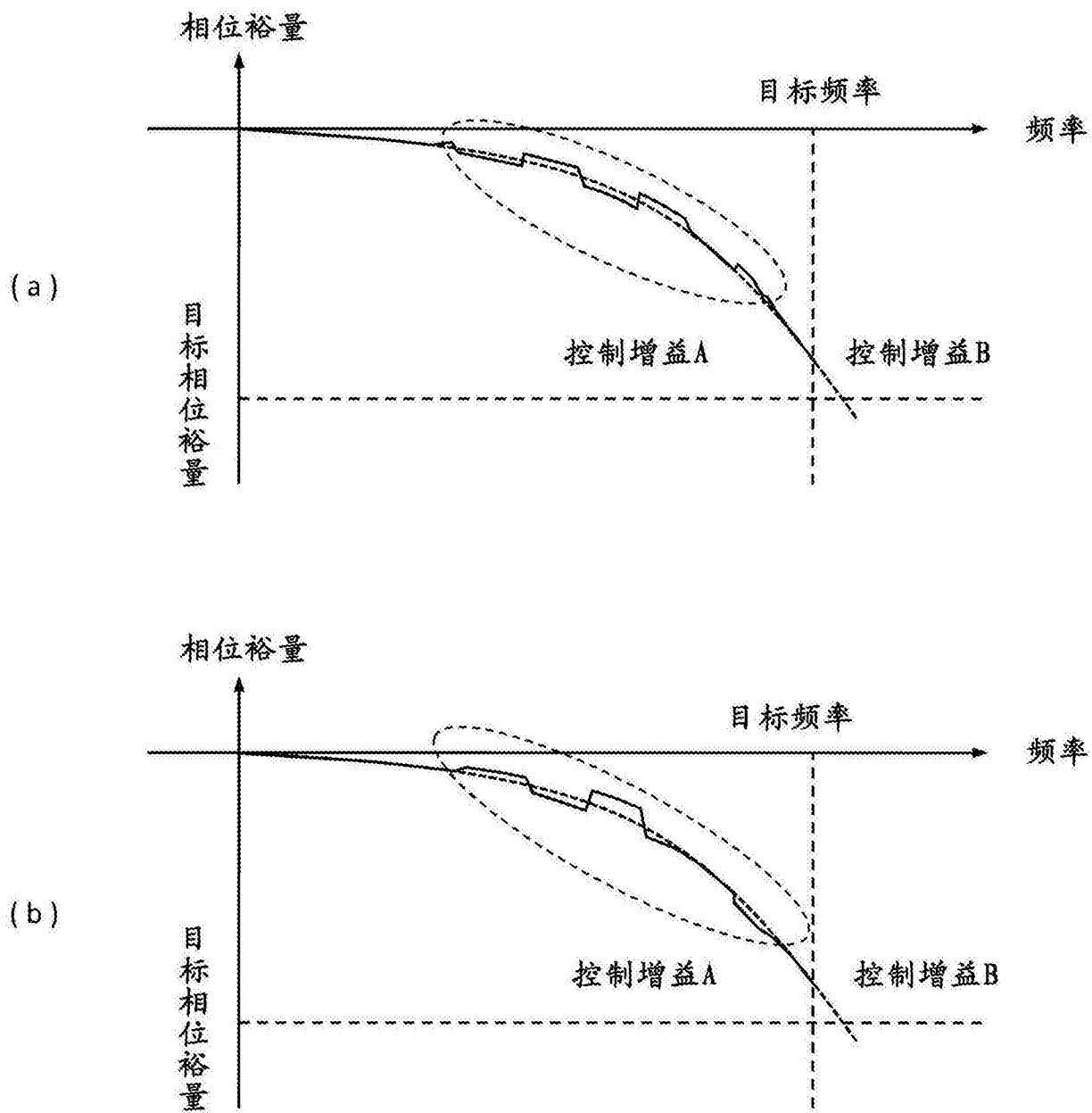


图9

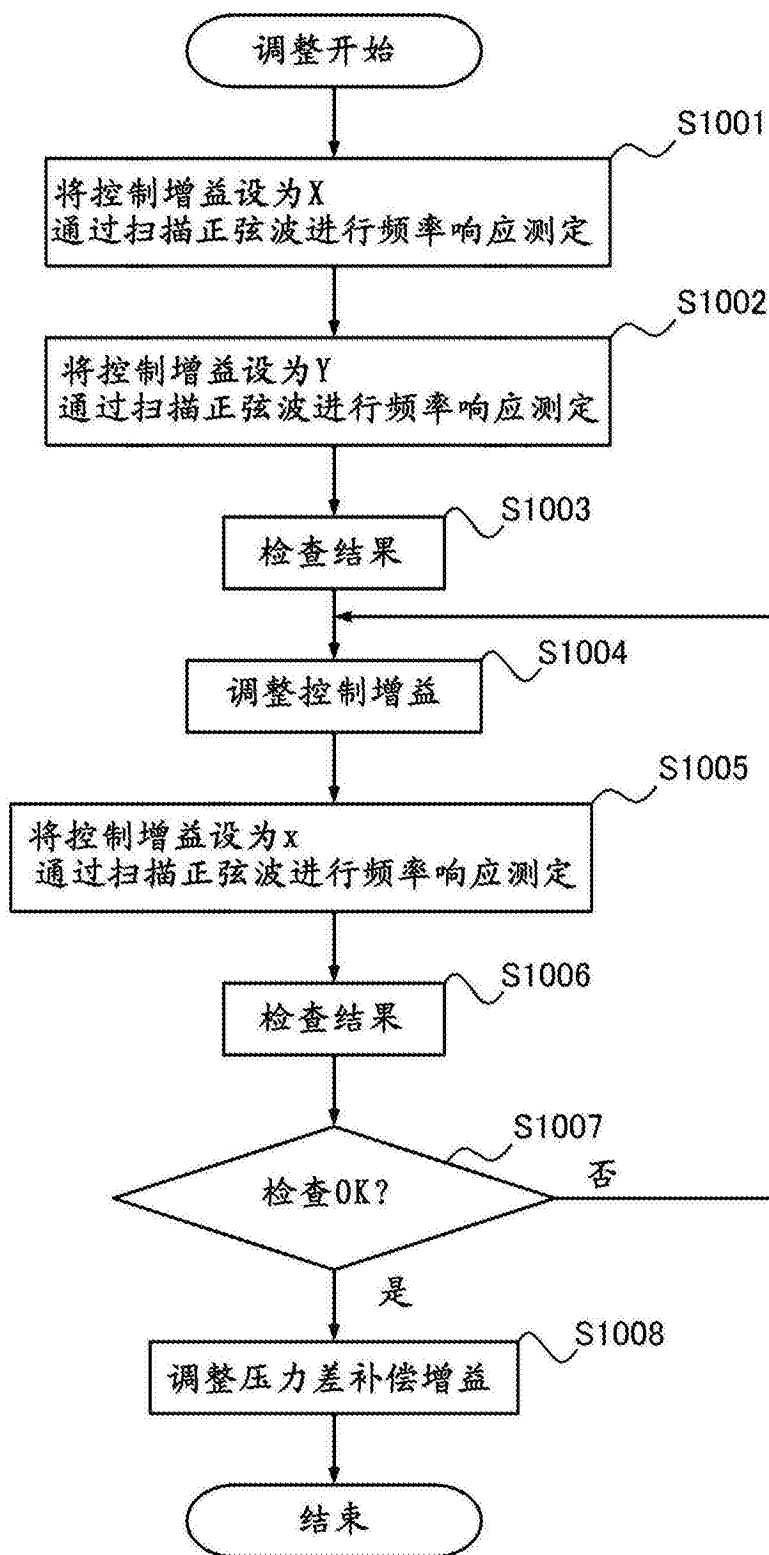


图10

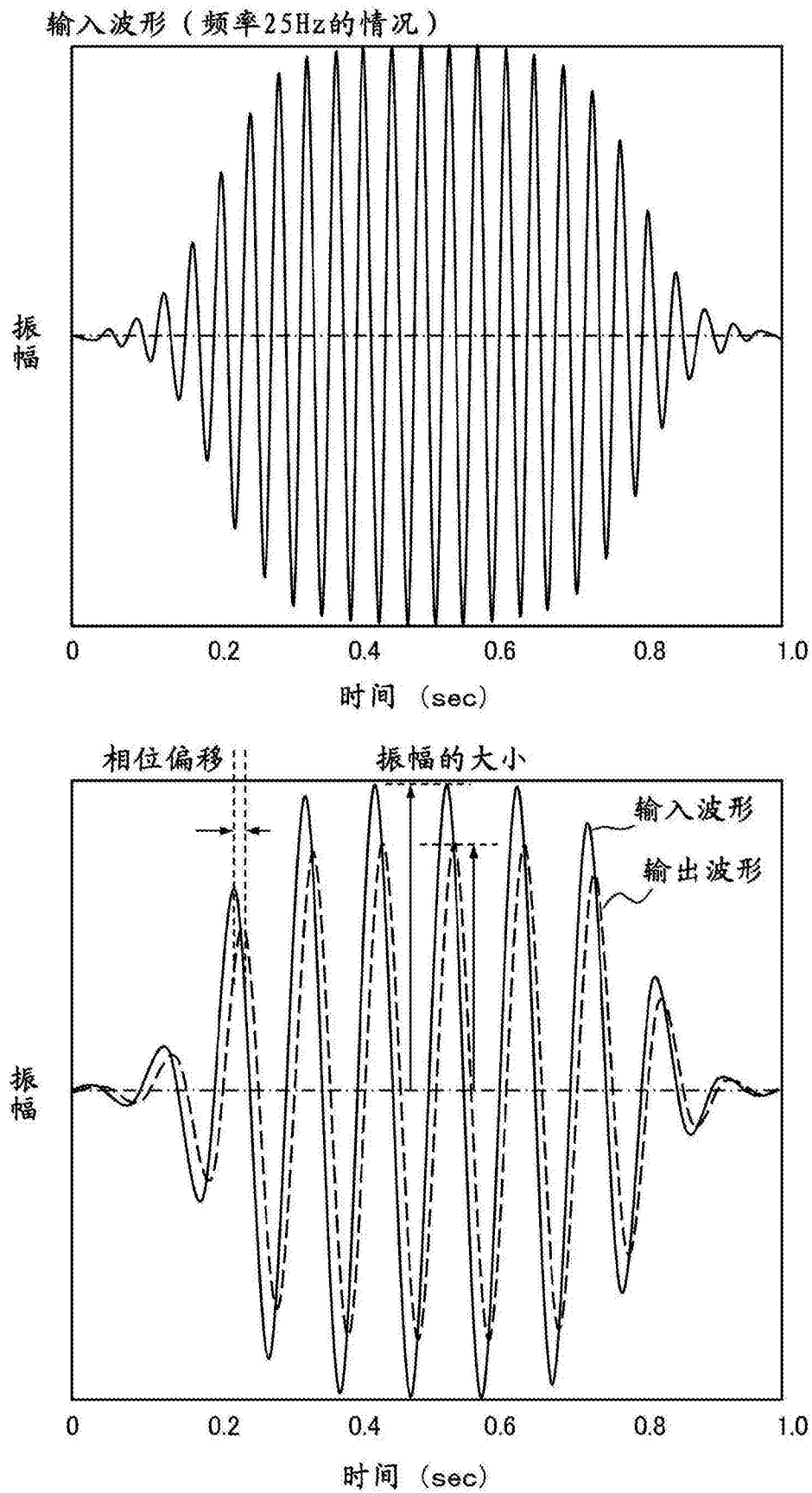


图11

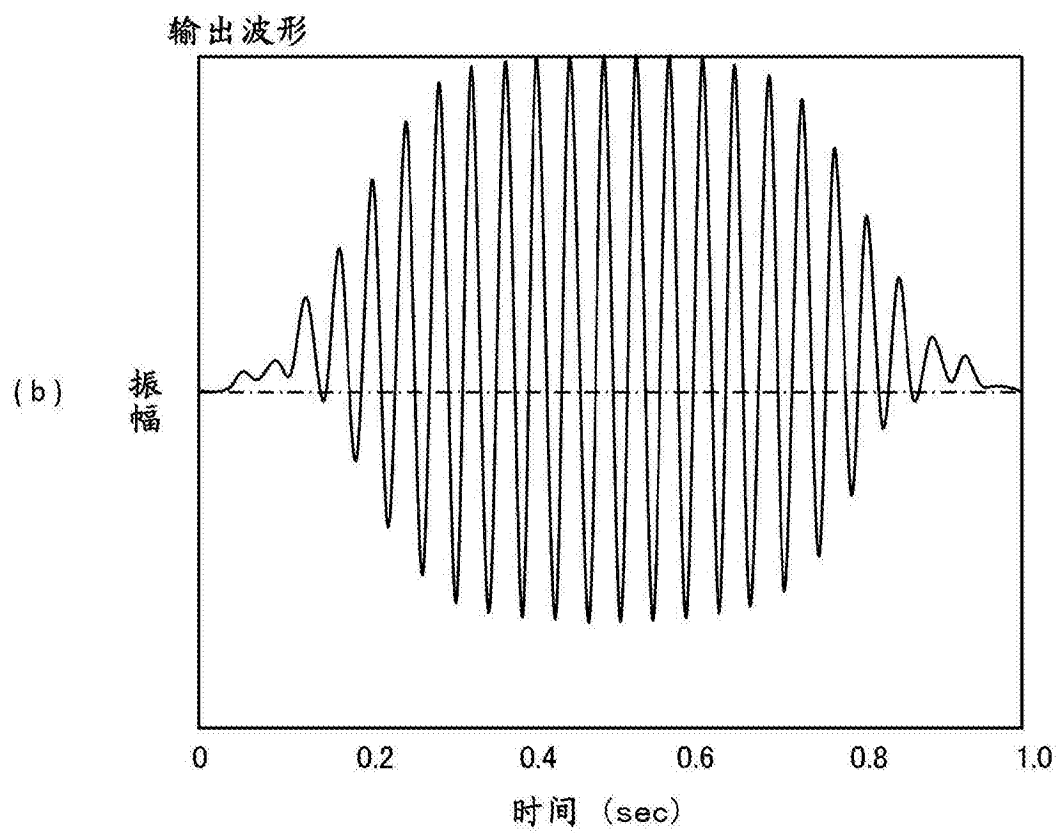
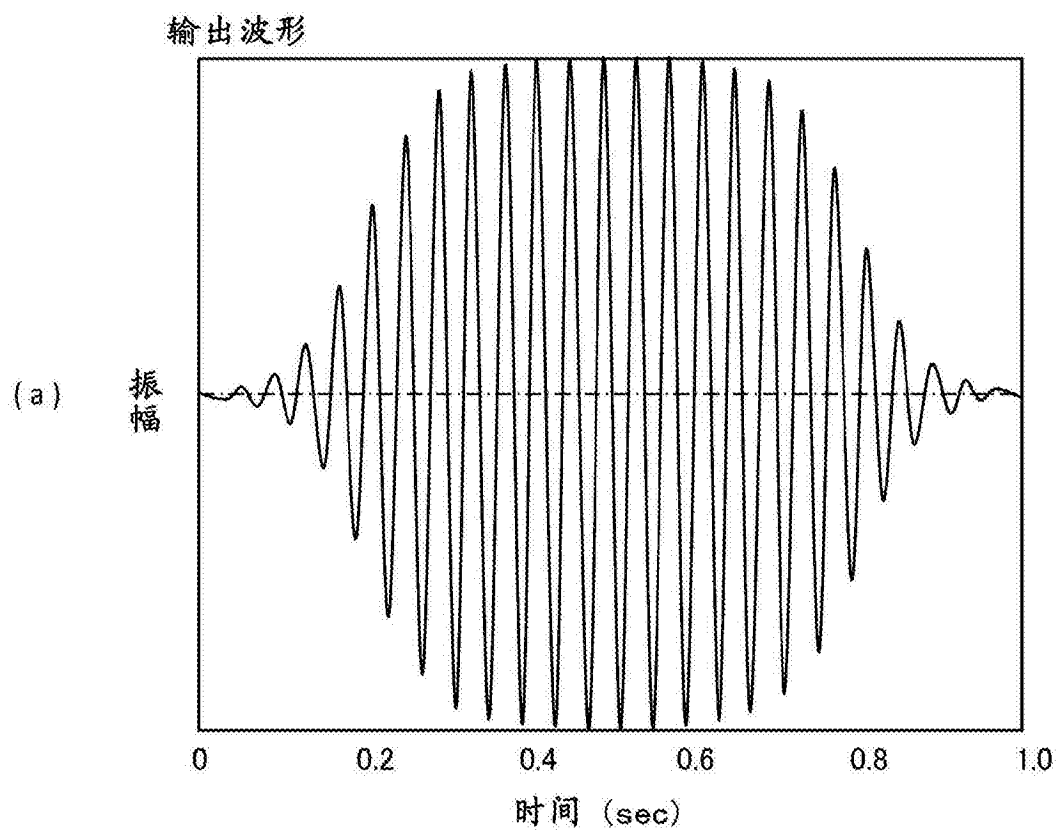


图12

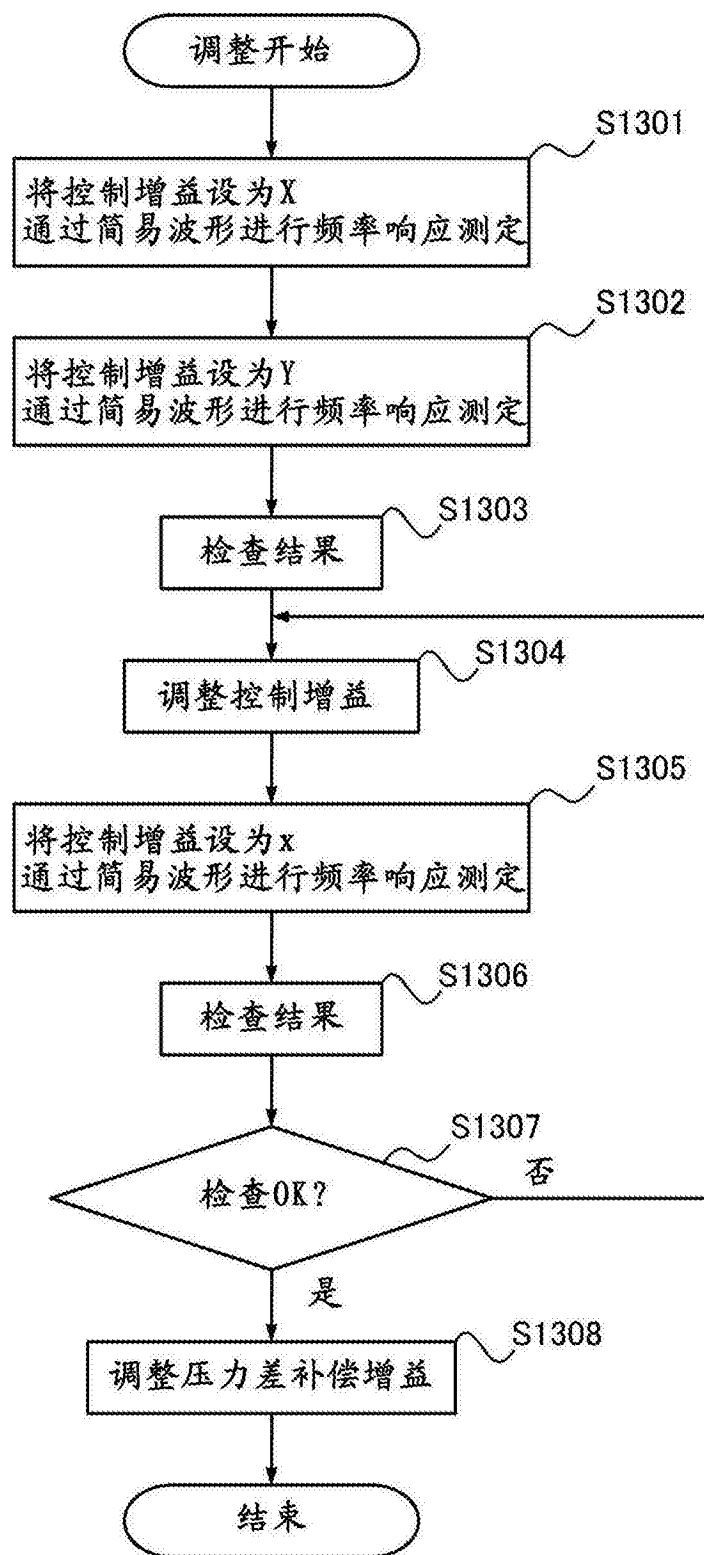


图13

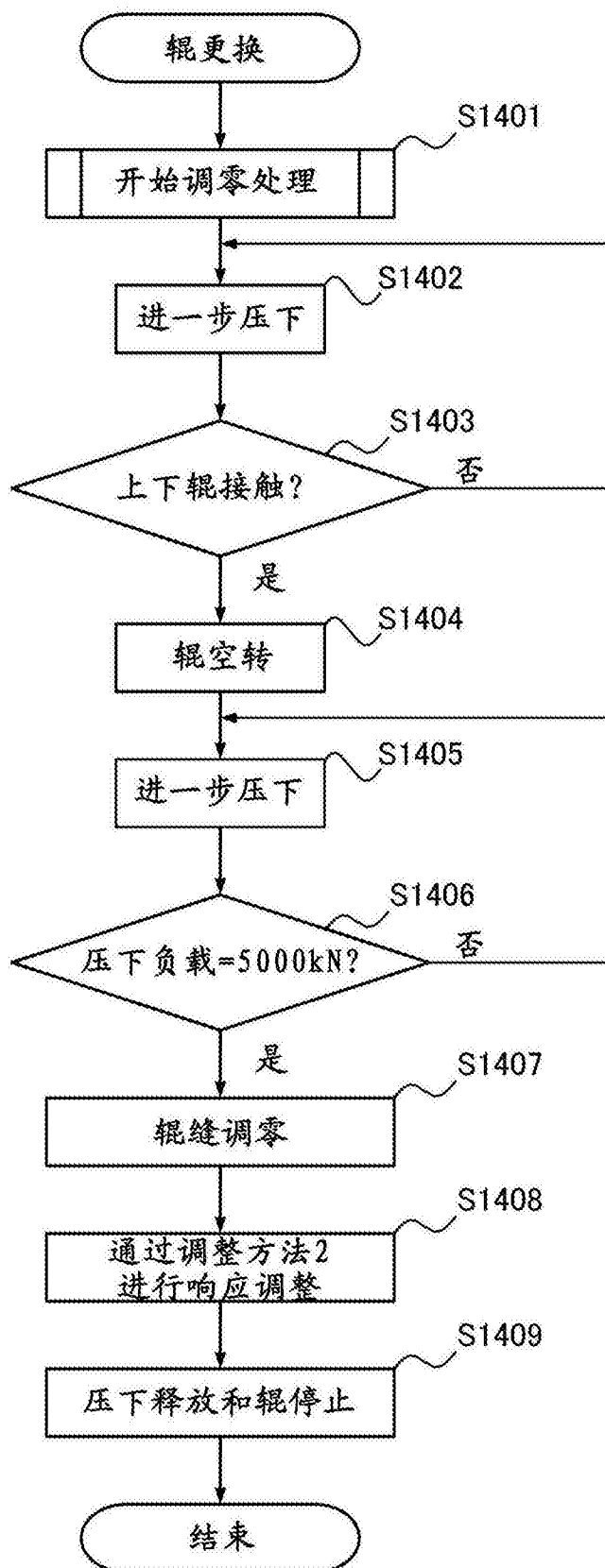


图14

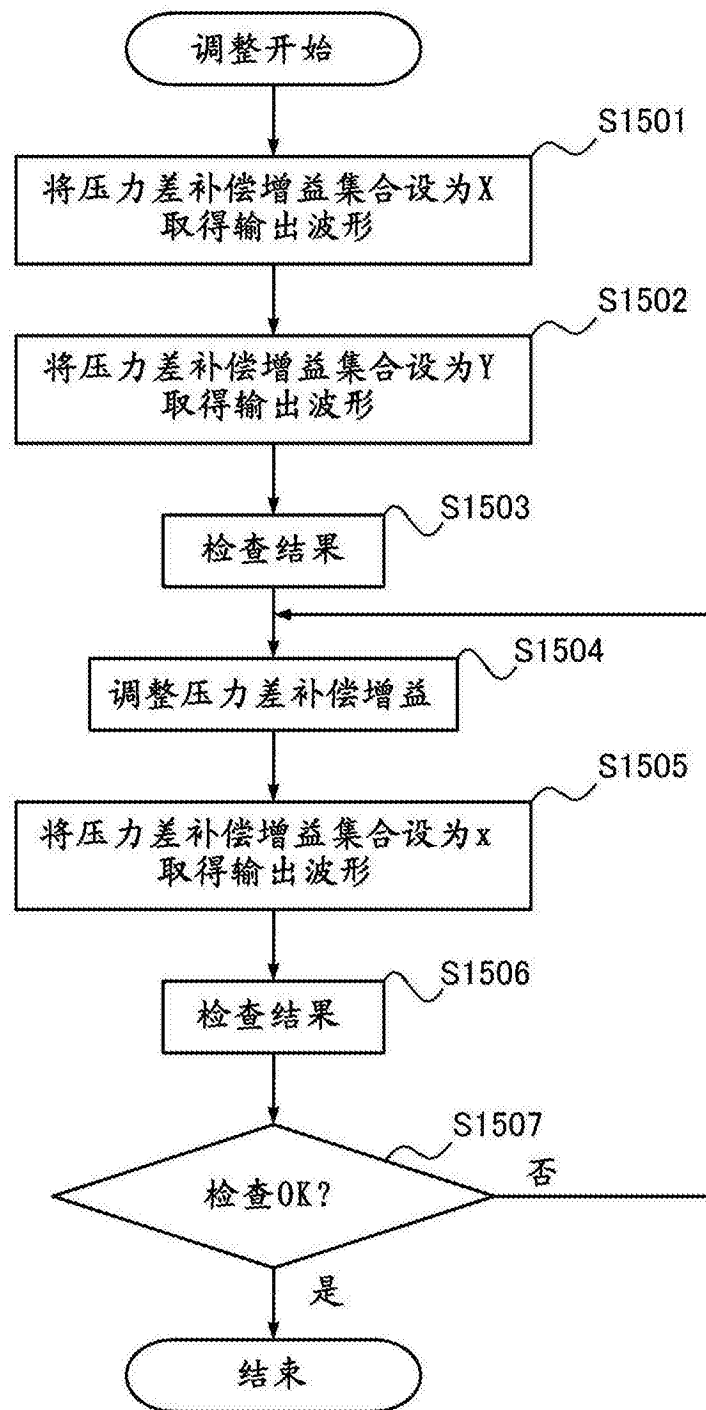


图15

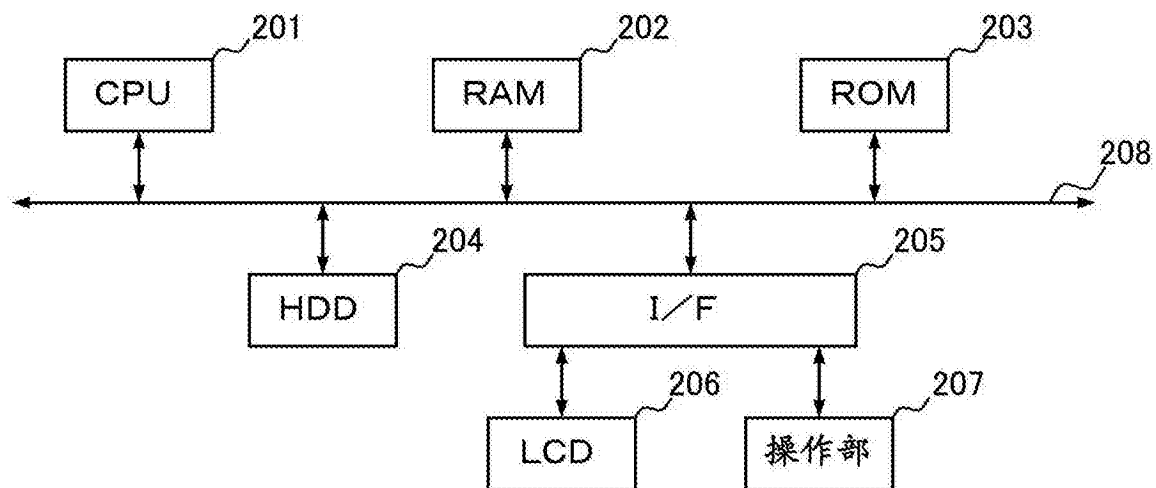


图16

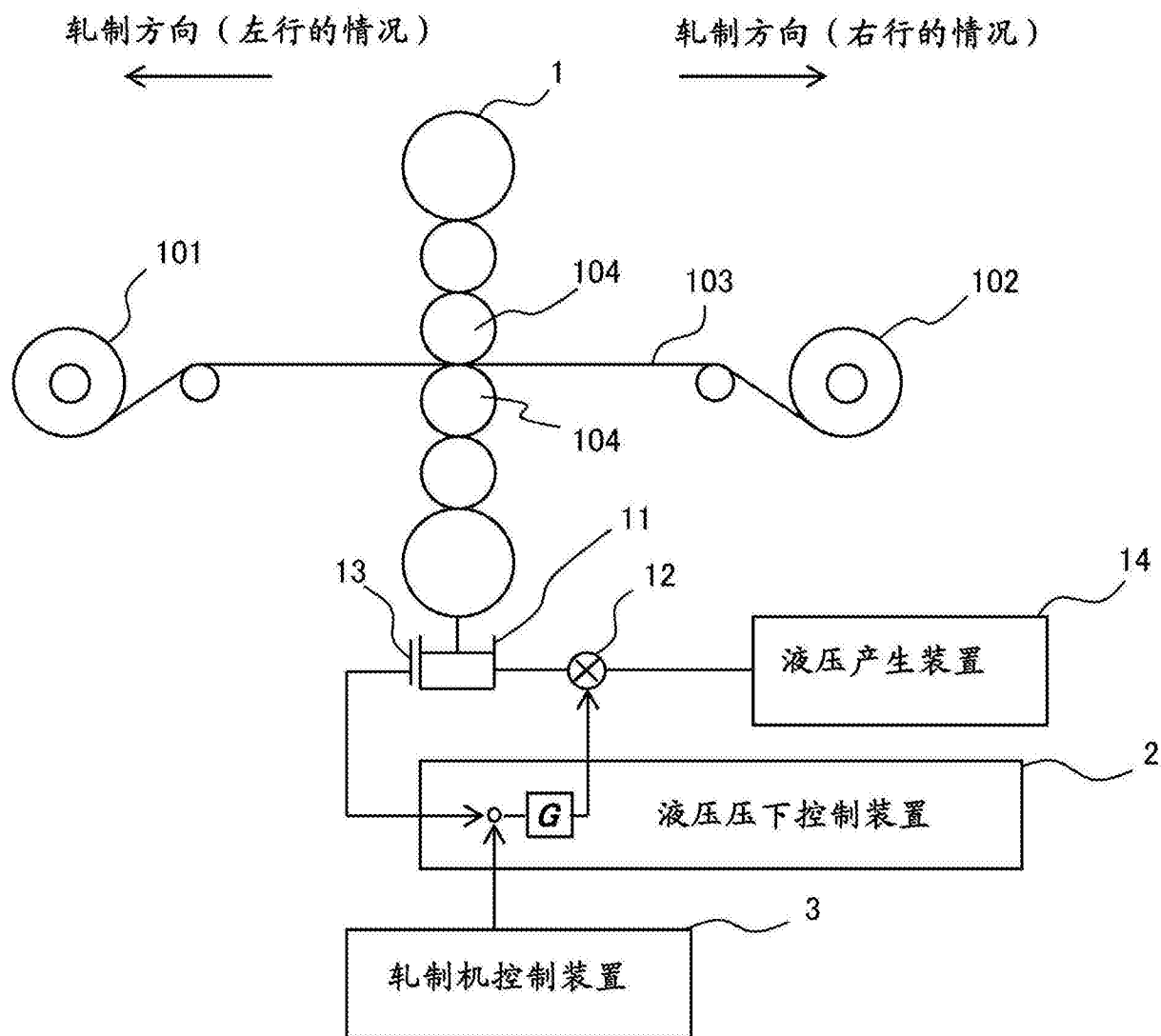


图17