(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119585058 A
(43)申请公布日 2025.03.07

(21)申请号 202280098471.3

(22)申请日 2022.07.29

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.22

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/029400 2022.07.29

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/024117 JA 2024.02.01

(71)申请人 日本制铁株式会社
地址 日本

(72)发明人 广田芳明

(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 高迪

(51)Int.Cl.
B21B 45/00(2006.01)
H05B 6/10(2006.01)

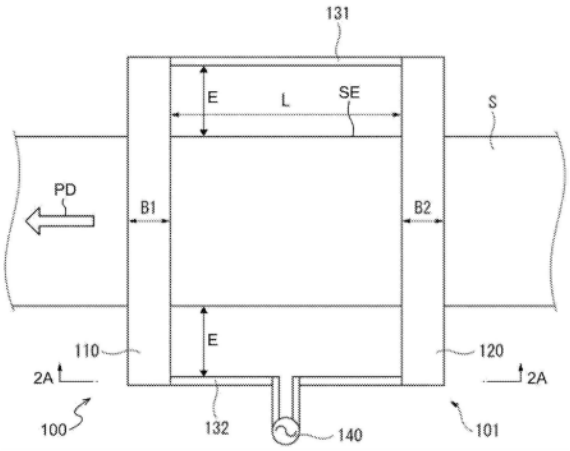
权利要求书2页 说明书14页 附图20页

(54)发明名称

金属板的感应加热装置、金属板的加工设备及金属板的感应加热方法

(57)摘要

金属板的感应加热装置具备:第1导体部件,与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;第2导体部件,从上述第1导体部件在上述金属板的通板方向上相离第1距离,与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;连接部件,在从上述金属板的宽度方向端部离开的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,形成一次闭合电路;及交流电源,与上述一次闭合电路连接,上述第1距离比上述第1导体部件及上述第2导体部件在上述金属板的通板方向上的尺寸的合计值大。



CN 119585058 A

1.一种金属板的感应加热装置,

具备:

第1导体部件,被配置为与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板;

第2导体部件,被配置为在上述金属板的通板方向上从上述第1导体部件相离第1距离,与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板;

连接部件,在从上述金属板的宽度方向端部离开了的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,形成一次闭合电路;以及

交流电源,与上述一次闭合电路连接,

上述第1距离比上述第1导体部件及上述第2导体部件在上述金属板的通板方向上的尺寸的合计值大。

2.如权利要求1所述的感应加热装置,

上述第1导体部件和上述第2导体部件被配置为与上述金属板的相同侧的面对置。

3.如权利要求2所述的感应加热装置,

上述第1导体部件和上述第2导体部件分别被配置在上述金属板的表面侧及背面侧。

4.如权利要求1~3中任一项所述的金属板的感应加热装置,

由上述第1导体部件、上述第2导体部件及上述连接部件分别形成的第1一次闭合电路及第2一次闭合电路在上述金属板的通板方向上相邻而配置,

上述交流电源对于上述第1一次闭合电路及第2一次闭合电路中的在上述金属板的通板方向上相邻的导体部件通电同相的交流电流。

5.如权利要求4所述的金属板的感应加热装置,

还具备切换电路,该切换电路能够将上述第1一次闭合电路及第2一次闭合电路的串联连接与并联连接相互切换。

6.如权利要求1~5中任一项所述的金属板的感应加热装置,

还具备磁性体芯,该磁性体芯被配置在上述第1导体部件及上述第2导体部件中的至少一方的导体部件的与上述金属板相反侧的面。

7.如权利要求1~6中任一项所述的金属板的感应加热装置,

上述连接部件在上述金属板的至少宽度方向一侧以在上述金属板的厚度方向上与上述金属板不干扰的方式而配置。

8.如权利要求1~7中任一项所述的金属板的感应加热装置,

上述连接部件包括可动部,该可动部能够使上述第1导体部件及上述第2导体部件中的至少一方的导体部件在上述金属板的通板方向上移动。

9.一种金属板的加工设备,

包括:

金属板的酸洗装置;以及

权利要求1~8中任一项所述的金属板的感应加热装置,被配置在上述酸洗装置的前段。

10.一种金属板的加工设备,

包括:

金属板的冷轧装置;以及

权利要求1～8中任一项所述的金属板的感应加热装置,被配置在上述冷轧装置的前段。

11.一种金属板的加工设备,

包括:

清除装置,对附着有熔融金属的金属板喷吹气体;

合金化加热装置,通过加热使附着于上述金属板的上述熔融金属被合金化;以及

权利要求1～8中任一项所述的金属板的感应加热装置,被配置在上述清除装置与上述合金化加热装置之间。

12.一种金属板的感应加热方法,

包括以下工序:

对于由第1导体部件、第2导体部件、及连接部件形成的一次闭合电路通电交流电流,上述第1导体部件被配置为与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板,上述第2导体部件被配置为与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,在上述金属板的通板方向上从上述第1导体部件相离第1距离,并且在宽度方向上横跨上述金属板,上述连接部件在从上述金属板的宽度方向端部离开了的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接;以及

通过在上述金属板中在与上述第1导体部件及上述第2导体部件分别对置的区域产生的感应电流所形成的二次闭合电路穿过上述金属板的宽度方向端部,从而将上述金属板的宽度方向端部感应加热。

金属板的感应加热装置、金属板的加工设备及金属板的感应加热方法

技术领域

[0001] 本公开涉及金属板的感应加热装置、金属板的加工设备及金属板的感应加热方法。

背景技术

[0002] 在不锈钢、高强度钢等较硬的钢材的冷轧中,由于钢材的脆性比通常要高,因此在宽度方向的端部有时发生端部破裂。例如在日本特开2010-221224号公报中,记载有应对这样的端部破裂的技术。更具体地讲,在日本特开2010-221224号公报中,记载有如下技术:使用以从上下夹持钢板的宽度方向的端部的方式而配置的C字形的感应线圈,将端部感应加热,使端部处的钢板的变形阻力下降,由此防止端部破裂。

[0003] 此外,在热轧板坯那样的厚钢材的情况下,被从加热炉抽出而在进行粗轧、精轧之前钢材的端部冷却了。因此,为了提高热轧件的轧制尺寸精度、使品质稳定化,通常在精轧机前设置上述那样的C字形的感应线圈等的横向(transverse)式感应加热装置。

[0004] 此外,在熔融镀锌的合金化等中,为了防止端部温度的下降而导致的合金化不良,例如在日本特开2009-149970公报中记载了具备端部检测机构和移动机构的基于火焰的温度补偿装置。

发明内容

[0005] 发明要解决的课题

[0006] 在上述的日本特开2010-221224号公报中,还记载有以下的技术:通过设置使感应线圈在钢板的宽度方向上移动的台车以及对台车的移动进行控制的位置控制器,从而与钢板的宽度的变化及输送时的蜿蜒对应地维持感应线圈与钢板的适当的重叠长度。但是,作为其以前的问题,在C字形的感应线圈的情况下,因为泄漏到感应线圈的外侧的磁通,在被感应线圈夹持的部分以外也有较大的范围被感应加热。另一方面,为了防止金属板的端部破裂,只要能够将金属板的宽度方向的端部附近的狭小的范围加热就足够,因此日本特开2010-221224号公报所记载的技术至少在抑制耗电的方面可以说不一定有效。此外,存在若不缩小感应线圈间隙则有不能有效地进行加热这样的课题,对于热轧钢板等的形状不良的被加热件而言,有可能因与感应线圈的接触而导致装置的损坏等。进而,用来应对蜿蜒输送等的检测机构、移动机构控制装置等附属设备不可或缺,还有成本上的缺点。

[0007] 此外,在如日本特开2009-149970公报那样将钢板端部用火焰加热的情况下,有火焰的加热能力不大并且加热效率也较低这样的能力上的问题,以及需要端部检测机构、移动机构等的附属设备等的缺点。

[0008] 所以,本公开的目的在于提供如下技术:即使有金属板的板宽变更或蜿蜒输送,也通过仅将金属板的宽度方向的端部的特定范围有效地加热从而使金属板的端部温度上升而使端部的品质稳定化,并且防止金属板的端部破裂、提高轧制尺寸精度、避免合金化不良

等,解决由于板端部的温度下降而引起的问题。

[0009] 用来解决课题的手段

[0010] 本公开的一技术方案是一种金属板的感应加热装置,具备:第1导体部件,与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;第2导体部件,从上述第1导体部件在上述金属板的通板方向上相离第1距离,与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;连接部件,在从上述金属板的宽度方向端部离开的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,形成一次闭合电路;以及交流电源,与上述一次闭合电路连接;上述第1距离比上述第1导体部件及上述第2导体部件在上述金属板的通板方向上的尺寸的合计值大。

[0011] 本公开的另一技术方案是一种金属板的感应加热方法,包括:对于第1导体部件、第2导体部件、及连接部件所形成的一次闭合电路通电交流电流的工序,上述第1导体部件与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;上述第2导体部件与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,从上述第1导体部件在上述金属板的通板方向上相离第1距离,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;上述连接部件在从上述金属板的宽度方向端部离开的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,以及通过在上述金属板中在与上述第1导体部件及上述第2导体部件分别对置的区域中产生的感应电流所形成的二次闭合电路穿过上述金属板的宽度方向端部、从而将上述金属板的宽度方向端部感应加热的工序。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本公开,即使有金属板的板宽变更或蜿蜒输送,也能够通过仅将金属板的宽度方向的端部的特定范围有效地加热从而使金属板的端部温度上升,使端部的品质稳定化,并且防止金属板的端部破裂、提高轧制尺寸精度、避免合金化不良等,解决由于板端部的温度下降所引起的问题。

附图说明

[0014] 图1是有关本公开的第1实施方式的金属板的感应加热装置的俯视图。

[0015] 图2A是相当于图1所示的感应加热装置的2A—2A线向视图的侧视图。

[0016] 图2B是表示图1所示的感应加热装置的变形例的侧视图(与图2A对应的侧视图)。

[0017] 图2C是表示图1所示的感应加热装置的另一变形例的侧视图(与图2A对应的侧视图)。

[0018] 图3是概念性地表示在图1及图2A～图2C的例子中在金属板产生的感应电流的图。

[0019] 图4是有关本公开的第2实施方式的金属板的感应加热装置的俯视图。

[0020] 图5是有关本公开的第2实施方式的另一例的金属板的感应加热装置的俯视图。

[0021] 图6A是用来说明本公开的第3实施方式的剖视图。

[0022] 图6B是用来说明本公开的第3实施方式的剖视图。

[0023] 图7A是用来说明本公开的第3实施方式的另一例的剖视图。

[0024] 图7B是用来说明本公开的第3实施方式的另一例的剖视图。

[0025] 图8A是有关本公开的第4实施方式的金属板(宽度较窄)的感应加热装置的俯视图。

[0026] 图8B是有关本公开的第4实施方式的金属板(宽度较宽)的感应加热装置的俯视图。

[0027] 图9是相当于图8A所示的感应加热装置的9—9线向视图的侧视图。

[0028] 图10是表示用来验证在本公开的实施方式中将金属板的宽度方向端部加热的效果的解析结果的曲线图。

[0029] 图11是表示用来验证在本公开的实施方式中将金属板的宽度方向端部加热的效果的解析结果的曲线图。

[0030] 图12是用来说明在本公开的实施方式中使用的可动部的侧视图。

[0031] 图13是表示使用图12的可动部改变了导体部件间的距离后的状态的侧视图。

[0032] 图14A是用来说明在本公开的实施方式中使用的可动部的变形例的侧视图。

[0033] 图14B是从图14A的箭头14B方向观察到的图。

[0034] 图15是表示使用图12的可动部改变了导体部件间的距离后的状态的侧视图。

[0035] 图16是将本公开的一实施方式的感应加热装置应用于厚金属的状态的俯视图。

[0036] 图17是观察图16所示的厚金属的侧面、表示在宽度方向端部中流动的电流的侧视图。

[0037] 图18是有关本公开的第2实施方式的金属板的其他另一例的感应加热装置的俯视图。

[0038] 图19是表示将图18的感应加热装置的电路切换后的状态的俯视图。

[0039] 图20是表示使用了有关本公开的实施方式的金属板的感应加热装置的加工设备的一例的概略结构图。

[0040] 图21是表示使用了有关本公开的实施方式的金属板的感应加热装置的加工设备的另一例的概略结构图。

[0041] 图22是表示使用了有关本公开的实施方式的金属板的感应加热装置的加工设备的另一例的概略结构图。

具体实施方式

[0042] 以下,一边参照附图一边对本公开的一实施方式详细地进行说明。另外,在本说明书及附图中,对于实质上具有相同的功能结构的构成要素,通过赋予相同的标号而省略重复的说明。

[0043] (第1实施方式)

[0044] 图1是有关本公开的第1实施方式的金属板的感应加热装置的俯视图,图2A是相当于图1所示的感应加热装置的2A-2A线向视图的侧视图。如图1及图2所示,有关本实施方式的感应加热装置100是利用电磁感应将作为金属板的金属带板(strip)S加热的装置。这里,在本实施方式中使用的金属带板S例如是带状的薄板,但本公开并不限定于此。

[0045] 本实施方式的感应加热装置100包括导体部件110、120、连接部件131、132和交流电源140。导体部件110与金属带板S的表面及背面的至少一方的面对置,并且以将金属带板S在宽度方向上横跨的方式而配置。导体部件120与导体部件110同样,也与金属带板S的表面及背面的至少一方的面对置,并且以将金属带板S在宽度方向上横跨的方式而配置。导体部件120从导体部件110在金属带板S的通板方向(在图1中由箭头PD表示的方向)上以距离L

相离。这里,距离L是导体部件110、120的内侧间距离。距离L(内侧间距离)比导体部件110、120在金属带板S的通板方向上的尺寸B1、B2的合计值大(L>B1+B2)。另外,本实施方式的距离L是本公开中的第1距离的一例。

[0046] 在俯视图中,连接部件131、132在与金属带板S的宽度方向端部相离的位置将导体部件110、120相互连接而形成一次闭合电路101,并且在一次闭合电路101上连接交流电源140。连接部件131、132只要从金属带板S的最大板宽的宽度方向端部SE离开即可。具体而言,从连接部件131、132到金属带板S的宽度方向端部SE的距离E优选为金属带板S的最大宽度Wmax的3%以上12%以下,更优选为5%以上10%以下。距离E与最大宽度Wmax的关系优选的是考虑了金属带板S被输送的输送线的蜿蜒量。另外,在距离E小于最大宽度Wmax的3%的情况下,金属带板S的宽度方向端部SE有可能由于蜿蜒输送而接触到连接部件131或连接部件132。另一方面,在距离E超过最大宽度Wmax的12%的情况下,有可能带来装置的大型化及一次闭合电路101的阻抗的增大。

[0047] 此外,导体部件110、120与金属带板S的表面及背面的至少一方的面对置。因此,通过交流电源140对一次闭合电路101通电交流电流,从而在导体部件110、120的周围产生的磁场使金属带板S产生后述的感应电流。

[0048] 这里,如图2A所示,本实施方式的导体部件110、120包括双方与金属带板S的表面及背面对置的各2个的板部111、112及板部121、122。换而言之,导体部件110被配置为板部111、112与金属带板S的表面及背面分别对置,导体部件120被配置为板部121、122与金属带板S的表面及背面分别对置。另外,本公开并不限定于此,也可以如图2B所示的例子,导体部件110的板部111与金属带板S的表面对置,导体部件120的板部122与金属带板S的背面对置,也可以是导体部件110的板部112与金属带板S的背面对置,导体部件120的板部121与金属带板S的表面对置。此外,也可以如图2C所示的例子,导体部件110的板部111及导体部件120的板部121这两者仅与金属带板S的表面对置,也可以是导体部件110的板部112及导体部件120的板部122这两者仅与金属带板S的背面对置。换而言之,导体部件110和导体部件120被配置为分别与金属带板S的相同侧的面对置。

[0049] 在本实施方式中,如图1及图2A所示,由导体部件110、120和连接部件131、132构成空芯线圈。由该空芯线圈构成的一次闭合电路101与交流电源140连接。

[0050] 图3是概念性地表示在图1及图2A的例子中在金属带板S产生的感应电流I的图。由在金属带板S中在与感应加热装置100的导体部件110、120分别对置的区域所产生的感应电流I而形成二次闭合电路102,在与导体部件110、120分别对置的区域中在金属带板S的宽度方向上流动,在这些区域的两端部之间经过金属带板S的宽度方向端部SE。这样,二次闭合电路102的感应电流绕金属带板S内流动。流过二次闭合电路102的感应电流I在金属带板S的中央部由于电流密度较小所以能够抑制发热量,但在宽度方向端部SE由于高频电流集中于端部的趋肤效应,距端部的被限定的范围的电流密度变高。由此,能够有效地将金属带板S的宽度方向端部SE加热。

[0051] 对于在由螺旋管线圈将薄板加热的所谓的LF加热方式中的问题即因电流的渗透深度而不能将非磁性件加热,根据图3可知,在本公开中,将导体以在行进方向上不重叠的方式而错开,从而环绕电流不会重叠,因此不论是非磁性件还是磁性件都能够进行加热。

[0052] 除此以外,通过使导体部件110、120在金属带板S的通板方向上以距离L的方式而

相离,从而金属带板S的宽度方向端部SE的加热被持续的时间变长。具体而言,在设金属带板S的通板速度为v的情况下,由于在从金属带板S的宽度方向端部SE经过导体部件120的下方(或上方)到经过导体部件110的下方(或上方)的期间被持续加热,所以加热持续时间为L/v。另一方面,在金属带板S的宽度方向中央部,由于仅在经过导体部件120的下方(或上方)的期间以及经过导体部件110的下方(或上方)的期间被加热,所以加热持续时间为(B1+B2)/v。因而,通过设为L>B1+B2,能够使得加热持续时间在金属带板S的宽度方向端部SE比宽度方向中央部长。这样,金属带板S的宽度方向中央部的发热量Qc及宽度方向端部SE的发热量Qe可以通过导体部件110、120之间的距离L及各自的尺寸B1、B2来调节。此外,发热量Qc、Qe也能够通过交流电流的频率f来调节。

[0053] 更具体地讲,金属带板S的宽度方向中央部的发热量Qc能够使用上述的各量和金属带板S的板宽W、板厚t、与导体部件110对置的部分的电阻率ρ1、与导体部件120对置的部分的电阻率ρ2,通过以下的式(1)计算。

[0054] [数式1]

[0055] $$Qc = I^2 \times \frac{W}{B1\times t}\cdot\rho 1 \times \frac{B1}{v} + I^2 \times \frac{W}{B2\times t}\cdot\rho 2 \times \frac{B2}{v} = I^2 \times \left(\frac{W}{v\times t}\right)(\rho 1+\rho 2) \quad (1)$$

[0056] 另一方面,金属带板S的宽度方向端部SE的发热量Qe(两侧合计)能够使用上述的各量和金属带板S的宽度方向端部SE处的电阻率ρe,通过以下的式(2)计算。

[0057] [数式2]

[0058] $$Qe = 2\times I^2 \times \frac{L}{D\times t}\cdot\rho e \times \frac{L}{v} = 2I^2 \times \frac{L^2}{D\times t\times v}\cdot\rho e \quad (2)$$

[0059] 金属带板S的宽度方向中央部的发热量Qc与宽度方向端部SE的发热量Qe的比,根据上述的式(1)及式(2)而成为以下的式(3)。

[0060] [数式3]

[0061] $$\frac{Qe}{Qc} = \frac{2L^2}{D\times W} \times \frac{\rho e}{\rho 1+\rho 2} \quad (3)$$

[0062] 根据上述的式(3),研究用来抑制金属带板S的宽度方向中央部的温度上升而将宽度方向端部SE集中加热的条件。在式(3)中,如果设为ρ1=ρ2=ρc,则成为以下的式(4)。

[0063] [数式4]

[0064] $$\frac{Qe}{Qc} = \frac{L^2}{D\times W} \times \frac{\rho e}{\rho c} \quad (4)$$

[0065] 这里,使用金属带板S的比重γ、宽度方向中央部及宽度方向端部SE各自的比热Cpc、Cpe、各自的升温量ΔTc、ΔTe以及导体部件的平均尺寸B=(B1+B2)/2,发热量Qc、Qe如以下的式(5)(6)所示。如果将式(5)、式(6)代入到式(4)中并整理,则成为式(7)及式(8)。

[0066] [数式5]

[0067] $Qc = 2\times\gamma\times W\times B\times t\times Cpc\times\Delta Tc$ (5)

[0068] $Qc = 2\times\gamma\times L\times D\times t\times Cpc\times\Delta Tc$ (6)

[0069] $$\frac{\Delta Te}{\Delta Tc} = \frac{L\times B}{D^2} \times \frac{Cpc}{Cpe} \times \frac{\rho e}{\rho c} \quad (7)$$

[0070] $$L = \frac{\Delta Te}{\Delta Tc} \times \frac{D^2}{B} \times \frac{Cpe}{Cpc} \times \frac{\rho c}{\rho e} \quad (8)$$

[0071] 在上述的式(8)中,在设为B＝0.1m,D＝0.07m,且将金属带板S的宽度方向中央部的升温量ΔTc抑制为10℃并将宽度方向端部SE的ΔTe设为500℃的情况下,若代入与各自的升温量相符的比热Cpc、Cpe及电阻率ρc、ρe,则如以下这样求出适当的距离L。另外,为了根据条件设定适当的距离L,也可以是感应加热装置100的连接部件131、132包括能够使导体部件110、120的至少某个在金属带板S的通板方向上移动的可动部。作为本公开的可动部的一例,也可以使用图12及图13所示的可动部150。该可动部150是设置于将导体部件110、120分别连接的连接部件131、132(在图12及图13中仅记载了连接部件131)的多个螺栓孔。多个螺栓孔在通板方向上隔开间隔地设置于连接部件131、132。通过将导体部件110、120的安装位置变更,具体而言是借助螺栓152将导体部件110、120的安装位置变更,从而能够将导体部件110、120间的距离变更。例如,如果将导体部件110、120从图12所示的位置移动到图13所示的位置,则导体部件110、120间的距离从距离L1变长为距离L2。另外,在将导体部件110、120的安装位置变更时,通过在导体部件110、120的下方配置辊(在图12中由双点划线表示的部件)等,导体部件110、120的移动变得简单。

[0072] 此外,作为本公开的可动部的其他例,也可以使用图14A及图15所示的可动部160。该可动部160是构成将导体部件110、120分别连接的连接部件131、132(在图12及图13中仅记载连接部件131)的伸缩部。该伸缩部例如由编织线等的挠性导体等构成。此外,如图15所示,伸缩部构成连接部件131、132各自的通板方向的中央部。具体而言,将连接部件131、132的与导体部件110、120连接的板部131A、132A间相连。此外,如图14B所示,伸缩部朝向与金属带板S侧相反侧以山形弯曲。如图15所示,该弯曲的伸缩部通过伸缩而使导体部件110、120的通板方向上的位置移动。另外,在将导体部件110、120的通板方向的位置变更时,通过在导体部件110、120的下方配置辊等,导体部件110、120的移动变得简单。此外,也可以将构成伸缩部的挠性导体作为水冷线缆。

[0073] [数式6]

[0074] $$L=\frac{500}{10}\times\frac{0.07^{2}}{0.1}\times\frac{0.13}{0.112}\times\frac{0.14}{0.36}=0.81\,[m]$$

[0075] 此外,关于交流电流的频率f[kHz],在本申请发明人所实施的解析的结果中,从输入功率的70％贡献于升温的边缘起的范围D[mm]根据与感应电流I的关系例如如以下的式(9)所示。

[0076] [数式7]

[0077] $$D=-15\times\ln(f)+107\,[mm] \quad (9)$$

[0078] 根据上述本公开的第1实施方式的结构,金属带板S的宽度方向的整体仅是在经过感应加热装置100的导体部件110、120的下方(或上方)的期间被加热。并且,在导体部件110、120之间,加热范围被限定于金属带板S的宽度方向端部SE。由此,能够节约输入功率,避免对金属组织的不必要的影响。即,在本实施方式中,能够有效地加热金属带板S的宽度方向的端部SE,防止在冷轧时等金属带板S的端部破裂。此外,在上述的结构中,由于没有必须与金属带板S的作为加热部位的宽度方向端部SE接近地配置的部件,并且是由在经过导体部件110、120的下方(或上方)的期间产生的感应电流所形成的环绕电流,因此对于金属带板S的宽度方向的蜿蜒以及板宽、板厚的变更,能够不变更部件的配置地进行对应,此外即使在金属带板S发生了形状不良的情况下也能够进行加热。

[0079] 这里,金属带板的端部破裂例如在热轧工序之后的酸洗工序或冷轧工序中发生。因而,上述的感应加热装置100例如既可以在包括金属带板S的酸洗装置500(参照图20)在内的加工设备中被配置在酸洗装置500的前段,也可以在包括金属带板S的冷轧装置510(参照图21)在内的加工设备中被配置在冷轧装置510的前段。此外,金属带板的端部破裂例如在熔融金属镀层工序中也发生。因而,也可以是上述的感应加热装置100例如在图22中所示的包括镀槽520、清除装置522、合金化加热装置524在内的加工设备中被配置在清除装置522与合金化加热装置524之间,上述镀槽520积存有熔融金属M(作为一例例如是熔融锌);上述清除装置522对于附着有熔融金属M的金属带板S喷吹气体(例如空气);上述合金化加热装置524将附着在金属带板S上的熔融金属M通过加热升温为合金化温度,并保持温度而使其被合金化。

[0080] (第2实施方式)

[0081] 图4是有关本公开的第2实施方式的金属带板的感应加热装置的俯视图。如图所示,有关本实施方式的感应加热装置200由包括形成一次闭合电路101A的导体部件110A、120A及连接部件131A、232A、形成一次闭合电路101B的导体部件110B、120B及连接部件131B、232B、以及交流电源240在内的并联电路而构成。一次闭合电路101A、101B在金属带板S的通板方向(在图4中由箭头PD表示的方向)上相邻而配置。在一次闭合电路101A、101B的各自中,导体部件110A、110B及导体部件120A、120B的结构分别与上述的第1实施方式的导体部件110、120相同。构成一次闭合电路101A的导体部件120A和构成一次闭合电路101B的导体部件110B在金属带板S的通板方向上相互相邻地配置,被通电同相的电流。

[0082] 在俯视图中,连接部件131A、131B在与金属带板S的宽度方向端部SE相离的位置分别将导体部件110A、120A及导体部件110B、120B相互连接而形成一次闭合电路101A、101B。连接部件232A、232B在从金属带板S的宽度方向端部SE离开了距离E的位置分别将导体部件110A、120A及导体部件110B、120B相互连接而形成一次闭合电路101A、101B,并且将一次闭合电路101A、101B与交流电源240并联连接。交流电源240以使在金属带板S的通板方向上相邻的导体部件即导体部件120A及导体部件110B中通电同相的交流电流的方式,与一次闭合电路101A、101B连接。

[0083] 根据上述本公开的第2实施方式的结构,除了能得到与第1实施方式同样的效果以外,还能够将适当的距离L设定为一次闭合电路101A、101B的合计值。由此,在将一次闭合电路101A、101B并联连接的情况下,与在单一的一次闭合电路中设定距离L的情况相比,能够使各一次闭合电路的电感为一半左右。此外,通过对相互邻接的导体部件120A及导体部件110B通电同相的交流电流,从而在各个导体部件的周围产生的磁通为相同的朝向,磁通容易集中于金属带板S。

[0084] 具体而言,在将由1组的导体部件110A、120A构成的一次闭合电路101A(电感L1、阻抗Z1)与由另1组的导体部件110B、120B构成的一次闭合电路101B(电感L2、阻抗Z2)并联连接的情况下,并联的合成电感L由下式(10)求出。

[0085] $L=L1\times L2/L1+L2\cdots(10)$

[0086] 通常,如果进行并联连接,则能够使电感及阻抗变小。假如电感L1与电感L2大致相等,则根据上式(10),电感为大致一半。

[0087] 特别是在金属带板S(通常较薄的材料)的通板速度较快、不能取得充分的加热时

间的情况下,设置的1组的导体部件的相离距离变长,电感、阻抗变大,高电压化等电源的负担变大,出现设备成本的增大或安全上的问题等。

[0088] 如果进行并联化,则即使所需相离长度较长也能够使电感变小,所以能够解决电源负载的减轻、伴随着高电压化的安全上的课题。

[0089] 即使是在不使相离距离变长而输入大功率的情况下,由于电流被分流,也能够减小1组的导体部件的发热,提高效率。

[0090] 此外,如以下所示,电流的共振频率f被提高。

[0091] [数式8]

[0092] $$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (11)$$

[0093] 另外,L是电感[H],C是电容器电容[F]。

[0094] 如果共振频率上升,则能够缩小金属带板S的宽度方向端部SE的加热范围,能够有效地加热有限的范围的宽度方向端部SE。

[0095] 图5是有关本公开的第2实施方式的另一例的金属带板的感应加热装置的俯视图。作为与上述的例子的不同点,在图示的例子中连接部件232C、232D将一次闭合电路101A、101B与交流电源240串联连接。关于在金属带板S的通板方向上相邻的导体部件120A及导体部件110B被通电同相的交流电流这一点是同样的。通过将一次闭合电路101A、101B串联连接,能够使流到各个一次闭合电路中的电流的大小相同。此外,通过增大电感,能够变更振荡条件。

[0096] 具体而言,在串联连接的情况下,合成的电感L为下式。

[0097] $L=L1+L2\cdots(12)$

[0098] 串联连接其电感变大,能降低频率。

[0099] 如果能降低频率,则能够使电流的渗透深度δ变深,所以特别是在板厚较厚的材料的情况下,厚度方向上的加热范围扩大,并且也能够使距金属带板S的宽度方向端部SE的加热范围扩大。

[0100] [数式9]

[0101] $$\delta=5.03\sqrt{\frac{\rho}{\mu r\times f}} \quad (13)$$

[0102] 另外,ρ是电阻率[μΩcm],μr是比导磁率,f是频率[Hz]。

[0103] 此外,由于流到导体部件的电流全部相同,所以即使阻抗不同,也能够使每个闭合电路的边缘加热量相同。

[0104] 如上所述,如果并联/串联连接能够自由地进行,则能够根据负载比较自由地改变所需适当的频率、电流/电力分配、金属带板的宽度方向端部的加热范围,具有可以不用准备多个单独的设备这样的优点。

[0105] 一般在板厚较薄、通板速度较快、电阻率的温度变化较小的情况下(SUS304等),由于在加热前后,阻抗的变化较小,功率/电流量较大,所以优选为能够减小导体的发热的并联连接,在电阻率的温度变化较大的普通钢等、在加热前后有阻抗差的情况或通板速度较慢的厚钢材的情况下,电路间的电流量成为相同,优选的是电感较大、低频侧的加热较容易

的串联连接。

[0106] 可以是感应加热装置200以手动方式来切换一次闭合电路101A、101B的串联连接及并联连接,但也可以是包含自动地相互切换的切换电路。切换电路例如包含将图4所示的连接部件232A、232B或图5所示的连接部件232C、232D的某个与交流电源240有选择地连接的开关。作为一例,也可以使用图18及图19所示的开关201A及开关201B来切换并联连接(图18的连接)和串联连接(图19的连接)。在图18中,连接于导体部件120A的开关201A的触点A与导体部件110B的触点B短路。此外,将连接于连接部件232A的开关201B的触点D与连接于连接部件232B的触点E短路。由此,一次闭合电路101A与一次闭合电路101B被并联连接。另一方面,在图19中,从导体部件110B的触点B释放被连接于导体部件120A的开关201A的触点A。并且,通过将连接于连接部件232A的开关201B的触点D与连接于导体部件110B的触点C短路,从而一次闭合电路101A与一次闭合电路101B被串联连接。

[0107] (第3实施方式)

[0108] 图6A及图6B是用来说明本公开的第3实施方式的剖视图。如图6A所示,在本实施方式中,在构成导体部件的板部111、112、121、122的与金属带板S相反侧的面上配置磁性体芯351、352、361、362。由此,与如图6B所示的没有配置磁性体芯的情况相比,通过自由环绕在构成导体部件的板部111、112、121、122的与金属带板S相反侧的磁通集中地穿过导磁率较高的磁性体芯351、352、361、362,从而磁通容易集中地进入到导体部件111、112、121、122的正下方的金属带板S,能够将金属带板S更有效地感应加热。在本实施方式中,通过上述那样的磁性体芯的配置,能够使流经导体的电流所产生的磁通集中于导体部件的板部111、112、121、122,因此能够使得与金属带板S的间隙变大,例如能够对应于金属带板S的厚度方向的波形状。此外,在本实施方式中,通过磁性体芯的配置,朝向导体部件的背侧(不与金属带板S对置的一侧)的泄漏磁通被减少,因此能够防止例如支承导体部件的部件及设置在周边的设备等被加热。

[0109] 磁性体芯只要确保适当的截面积防止磁饱和即可,例如在使用高频的情况下,即使饱和磁通密度较小只要使用截面积较小就足够的铁氧体磁芯即可,此外如果是较低频率,则只要使用饱和磁通密度较大的层叠的电磁钢板、非结晶体(amorphous)等的强磁性体即可。此外,在担心发热的情况下,优选的是适当设置水冷铜板等的冷却装置来进行磁性体芯的冷却。

[0110] 图7A及图7B是用来说明本公开的第3实施方式的另一例的剖视图。图7B仅由构成导体部件的板部111A、111B、112A、112B、121A、121B、122A、122B构成,但在为单独的闭合电路的图6B的情况下,由于磁通在金属带板S的行进方向(与通板方向相同)的前后方向上被自由地放射,所以磁通不易集中。相对于此,在第3实施方式的另一例中,在2个闭合电路的中央部的板部111A、111B、112A、112B流过了同相的电流的情况下,在板部111A、111B、112A、112B产生的磁通由于在板部111A、112A、121B、122B产生的逆相的磁通而在金属带板S的长度方向(与通板方向相同)上在前后方向上能传播的范围不变窄,磁通被限制在板部111A、111B、112A、112B的附近,结果能够使感应电流有效地集中。如图7A所示,在本实施方式中,如果在构成导体部件的板部111A、111B、112A、112B、121A、121B、122A、122B的与金属带板S相反侧的面上配置磁性体芯351、352、361、362、371、372,则能够更有效地进行感应电流的集中。这里,磁性体芯371、372只要接近即可,也可以在长度方向/宽度方向中途被分割,但

优选的是对于在金属带板S的通板方向上相邻的导体部件的2个板部121A、111B及板部122A、122B分别共用地配置。即,磁性体芯371将导体部件的板部121A、111B双方的背侧覆盖,磁性体芯372将导体部件的板部122A、112B双方的背侧覆盖。由此,例如即使在如上述图4及图5的例子所示多个一次闭合电路在金属带板S的通板方向上相邻而配置的情况下,与如图7B所示的没有配置磁性体芯的情况相比,磁通也更容易进入金属带板S。由此,能够将金属带板S更有效地感应加热。能够增大导体部件与金属带板S的间隙这一点、以及能够减少泄漏磁通这一点也与上述的例子是同样的。

[0111] (第4实施方式)

[0112] 图8A是有关本公开的第4实施方式的金属带板的感应加热装置的俯视图,图9是相当于图8A所示的感应加热装置的9-9线向视图的侧视图。如图所示,有关本实施方式的感应加热装置400包括形成一次闭合电路101的导体部件110、120和连接部件132、431、以及交流电源140。作为与上述的第1实施方式的不同点,在本实施方式中,在金属带板S的端部侧,连接部件431及132以针对金属带板S的厚度方向不与金属带板S干扰的方式而配置在其上表面或下表面。具体而言,例如如图9的例子所示,在金属带板S的表面侧将导体部件的板部111、121、在背面侧将导体部件的板部112、122分别用连接部件431连接,在金属带板S的表面侧与背面侧之间不连接导体部件。

[0113] 根据上述的本公开的第4实施方式,除了能得到与第1实施方式同样的效果以外,在需要将感应加热装置400从金属带板S的输送线拆除进行维护的情况下,也只要向图中下方(电源侧)拉出,即使是在作业中也不需要将输送中的金属带板S停止/切断,能够容易地实施维护。

[0114] 在上述的实施方式中,连接部件131、132从金属带板S的宽度方向端部SE离开,但本公开并不限定于该结构。如图8B所示,在俯视图中连接部件也可以与金属带板S的宽度方向端部SE重叠(作为一例,可以是重叠几十mm左右)。具体而言,在导体部件110、120的上方及下方,将连接部件相对于进行处理的被加热件的最大板宽以在俯视图中一部分与金属带板S的宽度方向端部SE重叠的方式而配置。通过做成这样的结构,能够避免连接部件与金属带板S的宽度方向端部的接触。此外,连接部件的宽度尺寸也可以是导体部件110、120的宽度尺寸以上。通过做成这样的结构,即使金属带板S蜿蜒输送,也能够在金属带板S的宽度方向端部SE均等地流过电流。

[0115] 此外,在上述的实施方式中,使用了为薄板的金属带板S作为金属板,但本公开并不限定于此。也可以使用厚板、板坯等的厚金属作为金属板。在此情况下,与第1实施方式同样能够得到本公开的效果。此外,例示了被加热件运动的情况,但在静止状态下也能够适用。在图17中,图示了通过本公开的感应加热装置(参照图16)使电流流到厚金属的状态下的厚金属侧面的电流的流动。

[0116] (加热效果的验证)

[0117] 图10及图11是表示在本公开的实施方式中用来验证将金属带板的宽度方向端部加热的效果的解析结果的曲线图。对于在上述中参照图1至图3说明的感应加热装置,在以下的条件下实施基于有限元法的电磁场解析,计算出金属带板的宽度方向中央部的温度Tc与宽度方向端部的温度Te的比、以及宽度方向端部的温度(边缘温度)。

[0118] • 金属带板的板宽W＝1200mm

[0119] • 金属带板的板厚t＝2mm

[0120] • 导体部件的宽度B＝200mm

[0121] • 交流电流的频率f＝10kHz

[0122] • 交流电流的大小＝10kA

[0123] • 在导体部件间的距离L＝200mm～600mm之间可变

[0124] • 加热前的金属带板的温度T_0＝0℃

[0125] 在上述的解析中,在将导体部件间的距离L设为最小(100mm)的情况下,导体部件的宽度B与距离L的比率L/B为1。如图10的曲线图所示,在比率L/B为1以上的范围中,金属带板的宽度方向端部的温度Te较大地高于中央部的温度Tc。另一方面,如图11的曲线图所示,在比率L/B为1以上2以下的范围中时边缘温度较低,但如果比率L/B超过2则边缘温度超过50℃,随着比率L/B变大而边缘温度上升。比率L/B超过2(L/B>2)和距离L超过2个导体部件的合计宽度(L>2B)是等价的。在这样的条件下,感应加热装置能够将金属带板的宽度方向的端部有效地加热。

[0126] 以上,一边参照附图一边对本公开的优选的实施方式详细地进行了说明,但本公开并不限定于这些例子。显然,只要是本公开所属的技术领域的本领域技术人员,就能够在权利要求书所记载的技术思想的范畴内想到各种变更例或修正例,应了解的是关于上述也当然属于本公开的技术范围。

[0127] 关于以上的实施方式,还公开以下的附记。

[0128] (附记1)

[0129] 一种金属板的感应加热装置,具备:第1导体部件,与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;第2导体部件,从上述第1导体部件在上述金属板的通板方向上相距第1距离,与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;连接部件,将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,形成一次闭合电路;以及交流电源,与上述一次闭合电路连接,上述第1距离比上述第1导体部件及上述第2导体部件在上述金属板的通板方向上的尺寸的合计值大。

[0130] (附记2)

[0131] 如附记1所述的感应加热装置,上述第1导体部件和上述第2导体部件与上述金属板的相同侧的面对置而配置。

[0132] (附记3)

[0133] 如附记2所述的感应加热装置,上述第1导体部件和上述第2导体部件分别被配置在上述金属板的表面侧及背面侧。

[0134] (附记4)

[0135] 如附记1～附记3中任一项所述的金属板的感应加热装置,由上述第1导体部件、上述第2导体部件及上述连接部件分别形成的第1一次闭合电路及第2一次闭合电路在上述金属板的通板方向上相邻而配置;上述交流电源对于上述第1一次闭合电路及第2一次闭合电路中的在上述金属板的通板方向上相邻的导体部件通电同相的交流电流。

[0136] (附记5)

[0137] 如附记4所述的金属板的感应加热装置,还具备切换电路,该切换电路能够将上述

第1一次闭合电路及第2一次闭合电路的串联连接及并联连接相互切换。

[0138] (附记6)

[0139] 如附记1～附记5中任一项所述的金属板的感应加热装置,还具备磁性体芯,该磁性体芯被配置在上述第1导体部件及上述第2导体部件的至少一方的导体部件的与上述金属板相反侧的面。

[0140] (附记7)

[0141] 如附记1～附记6中任一项所述的金属板的感应加热装置,上述连接部件在上述金属板的至少宽度方向上一侧以在上述金属板的厚度方向上不与上述金属板干扰的方式而配置。

[0142] (附记8)

[0143] 如附记1～附记7中任一项所述的金属板的感应加热装置,上述连接部件包括可动部,该可动部能够使上述第1导体部件及上述第2导体部件的至少一方的导体部件在上述金属板的通板方向上移动。

[0144] (附记9)

[0145] 一种金属板的加工设备,包括:金属板的酸洗装置;以及附记1～附记8中任一项所述的金属板的感应加热装置,被配置在上述酸洗装置的前段。

[0146] (附记10)

[0147] 一种金属板的加工设备,包括:金属板的冷轧装置;以及附记1～附记8中任一项所述的金属板的感应加热装置,被配置在上述冷轧装置的前段。

[0148] (附记11)

[0149] 一种金属板的加工设备,包括:清除装置,对附着有熔融金属的金属板喷吹气体;合金化加热装置,通过加热而使附着于上述金属板的上述熔融金属被合金化;以及附记1～附记8中任一项所述的金属板的感应加热装置,被配置在上述清除装置与上述合金化加热装置之间。

[0150] (附记12)

[0151] 一种金属板的感应加热方法,包括:对于由第1导体部件、第2导体部件及连接部件形成的一次闭合电路通电交流电流的工序,上述第1导体部件与金属板的表面及背面的至少一方的面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;上述第2导体部件与上述金属板的表面及背面的至少一方的面对置,从上述第1导体部件在上述金属板的通板方向上相离第1距离,并且在宽度方向上横跨上述金属板而配置;上述连接部件将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,以及通过在上述金属板中在与上述第1导体部件及上述第2导体部件分别对置的区域产生的感应电流所形成的二次闭合电路穿过上述金属板的宽度方向端部、从而将上述金属板的宽度方向端部感应加热的工序。

[0152] (附记13)

[0153] 一种金属带板的感应加热装置,具备:第1导体部件,与金属带板的表面或背面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属带板而配置;第2导体部件,从上述第1导体部件在上述金属带板的通板方向上相离第1距离,与上述金属带板的表面或背面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属带板而配置;连接部件,在从上述金属带板的宽度方向端部离开的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,形成一次闭合电路;以及交流电源,与上述

一次闭合电路连接,上述第1距离比上述第1导体部件及上述第2导体部件在上述金属带板的通板方向上的尺寸的合计值大。

[0154] (附记14)

[0155] 如附记13所述的金属带板的感应加热装置,由上述第1导体部件、上述第2导体部件及上述连接部件分别形成的第1一次闭合电路及第2一次闭合电路在上述金属带板的通板方向上相邻而配置;上述交流电源对于上述第1一次闭合电路及第2一次闭合电路中的在上述金属带板的通板方向上相邻的导体部件通电同相的交流电流。

[0156] (附记15)

[0157] 如附记14所述的金属带板的感应加热装置,还具备切换电路,该切换电路能够将上述第1一次闭合电路及第2一次闭合电路的串联连接及并联连接相互切换。

[0158] (附记16)

[0159] 如附记13~附记15中任一项所述的金属带板的感应加热装置,还具备磁性体芯,该磁性体芯被配置于上述第1导体部件及上述第2导体部件的至少某个的与上述金属带板相反侧的面。

[0160] (附记17)

[0161] 如附记13~附记16中任一项所述的金属带板的感应加热装置,上述连接部件在上述金属带板的至少宽度方向一侧以在上述金属带板的厚度方向上与上述金属带板不干扰的方式而配置。

[0162] (附记18)

[0163] 如附记13~附记17中任一项所述的金属带板的感应加热装置,上述连接部件包括可动部,该可动部能够使上述第1导体部件及上述第2导体部件的至少某个在上述金属带板的通板方向上移动。

[0164] (附记19)

[0165] 一种金属带板的加工设备,包括:金属带板的酸洗装置;以及附记13~附记18中任一项所述的金属带板的感应加热装置,被配置在上述酸洗装置的前段。

[0166] (附记20)

[0167] 一种金属带板的加工设备,包括:金属带板的冷轧装置;以及附记13~附记18中任一项所述的金属带板的感应加热装置,被配置在上述冷轧装置的前段。

[0168] (附记21)

[0169] 一种金属带板的感应加热方法,包括:对于由第1导体部件、第2导体部件及连接部件形成的一次闭合电路通电交流电流的工序,上述第1导体部件与金属带板的表面或背面对置,并且在宽度方向上横跨上述金属带板而配置;上述第2导体部件与上述金属带板的表面或背面对置,从上述第1导体部件在上述金属带板的通板方向上相离第1距离,并且在宽度方向上横跨上述金属带板而配置;上述连接部件在从上述金属带板的宽度方向端部离开的位置将上述第1导体部件及上述第2导体部件相互连接,以及通过在上述金属带板中在与上述第1导体部件及上述第2导体部件分别对置的区域产生的感应电流所形成的二次闭合电路穿过上述金属带板的宽度方向端部、从而将上述金属带板的宽度方向端部感应加热的工序。

[0170] 根据上述的结构,金属带板的宽度方向的整体仅是在经过导体部件的下方(或上

方)的期间被加热,在导体部件之间,加热范围被限定于金属带板的宽度方向端部。由此,能够将金属带板的宽度方向的端部有效地加热,防止金属带板的端部破裂。此外,由于能够将感应线圈与被加热件的间隔确保得比较大,所以对于被加热件的变形、蜿蜒等即使没有附加的设备也能够容易地对应。

[0171] 标号说明

[0172] 100、200、400…感应加热装置;101、101A、101B…一次闭合电路、102…二次闭合电路、110、110A、110B、120、120A、120B…导体部件;131、131A、131B、132、232A、232B、232C、232D、431…连接部件;140、240…交流电源;351、352、361、362、371、372…磁性体芯;500…酸洗装置;510…冷轧装置;522…清除装置;524…合金化加热装置;S…金属带板。

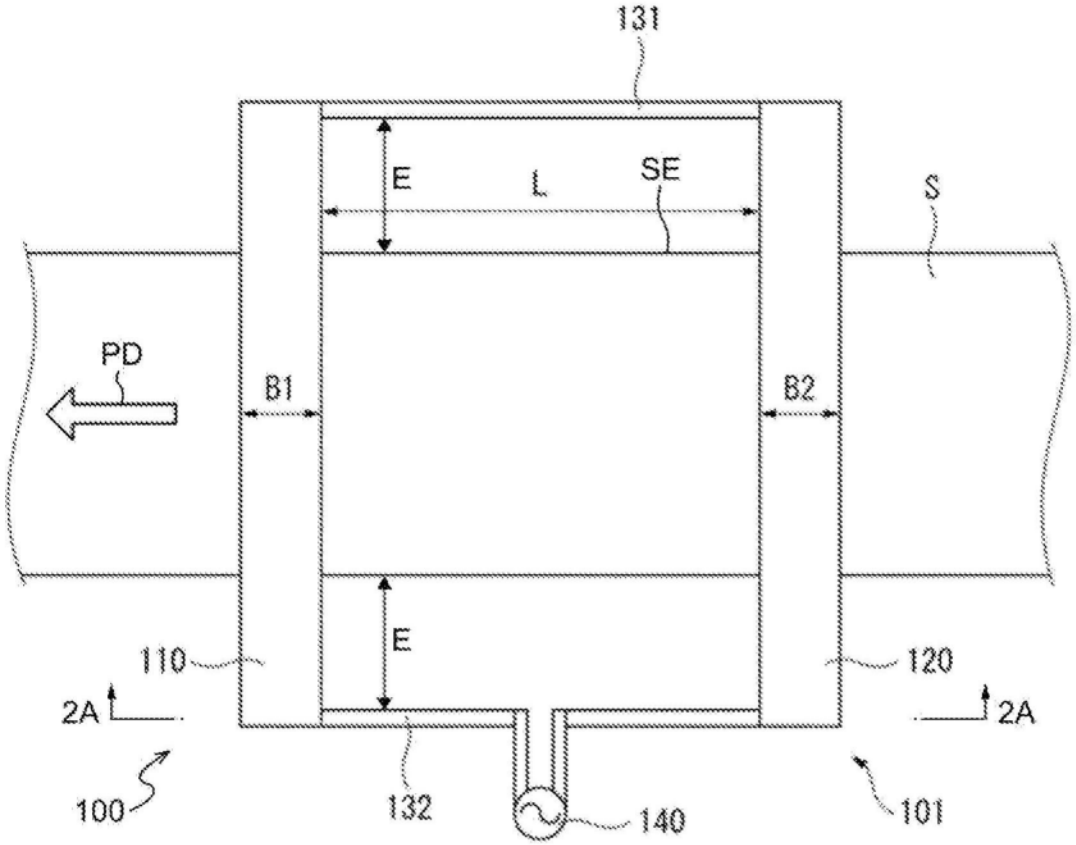

131
E
L
SE
S
PD
B1
B2
E
110
120
2A
2A
100
132
140
101

图1

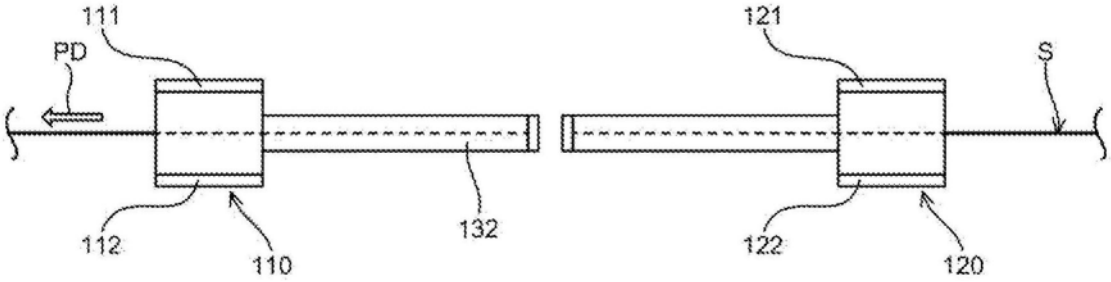

111
PD
121
S
112
110
132
122
120

图2A

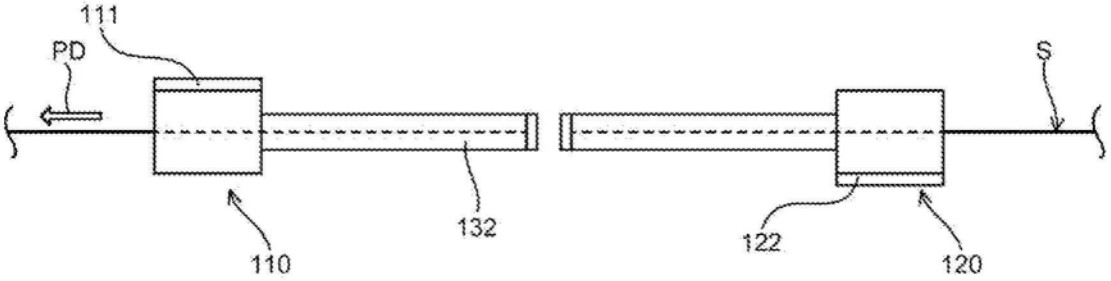

111
PD
S
110
132
122
120

图2B

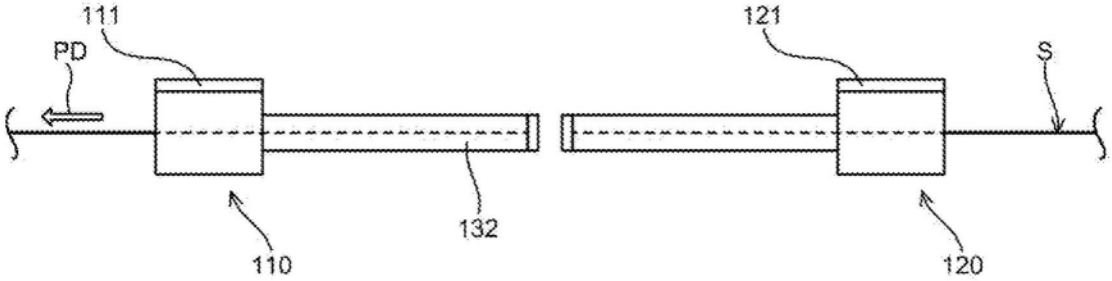


图2C

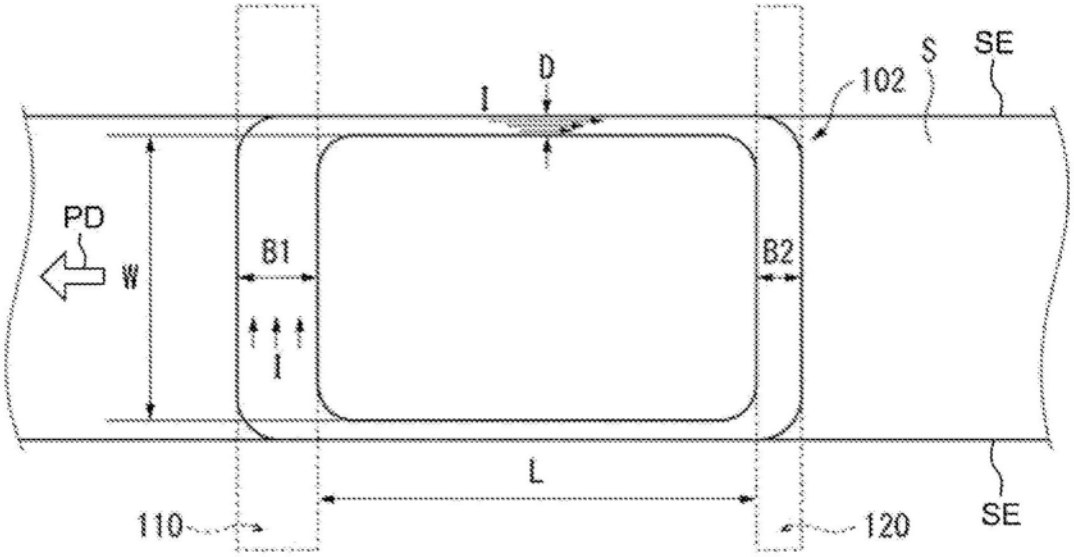


图3

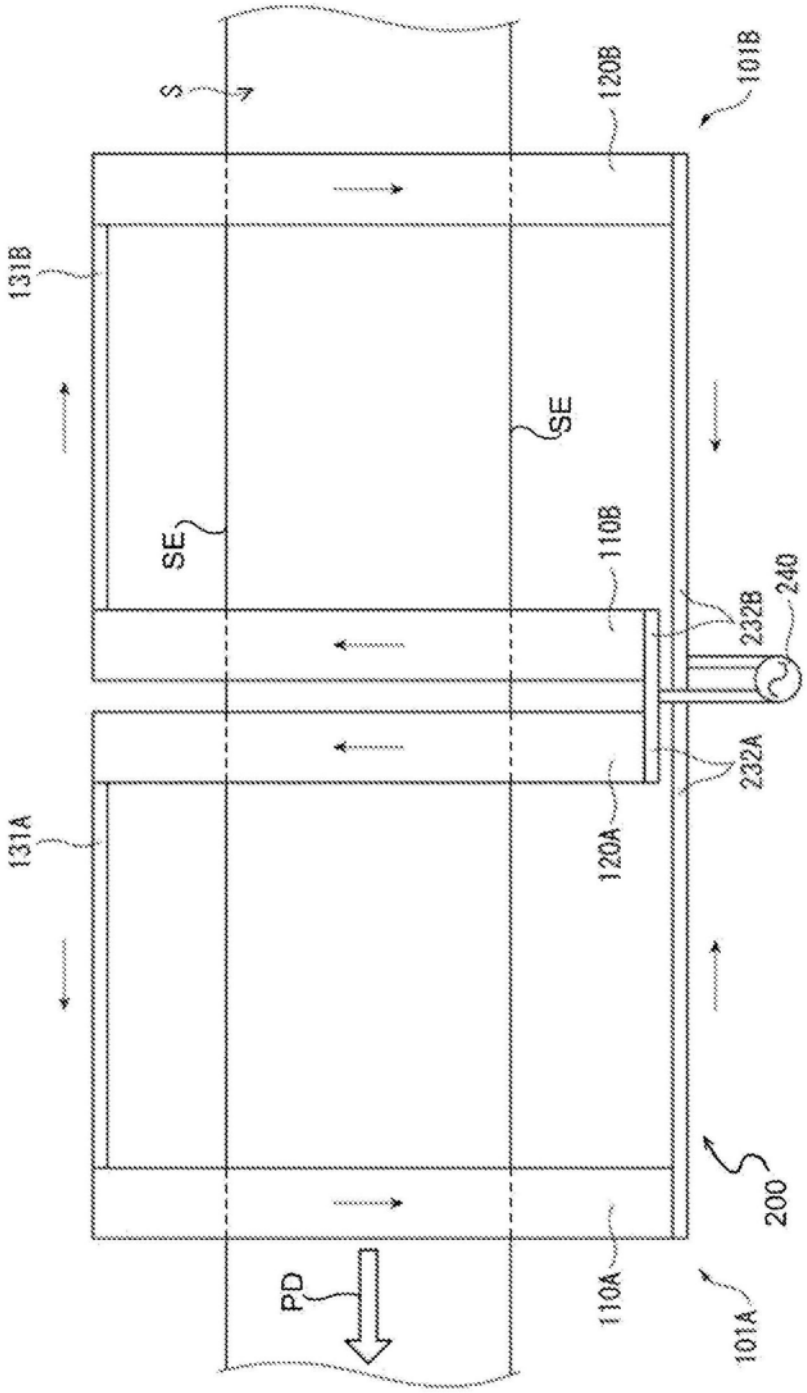

S
120B
101B
131B
SE
SE
110B
232B
240
232A
131A
120A
200
PD
110A
101A

图4

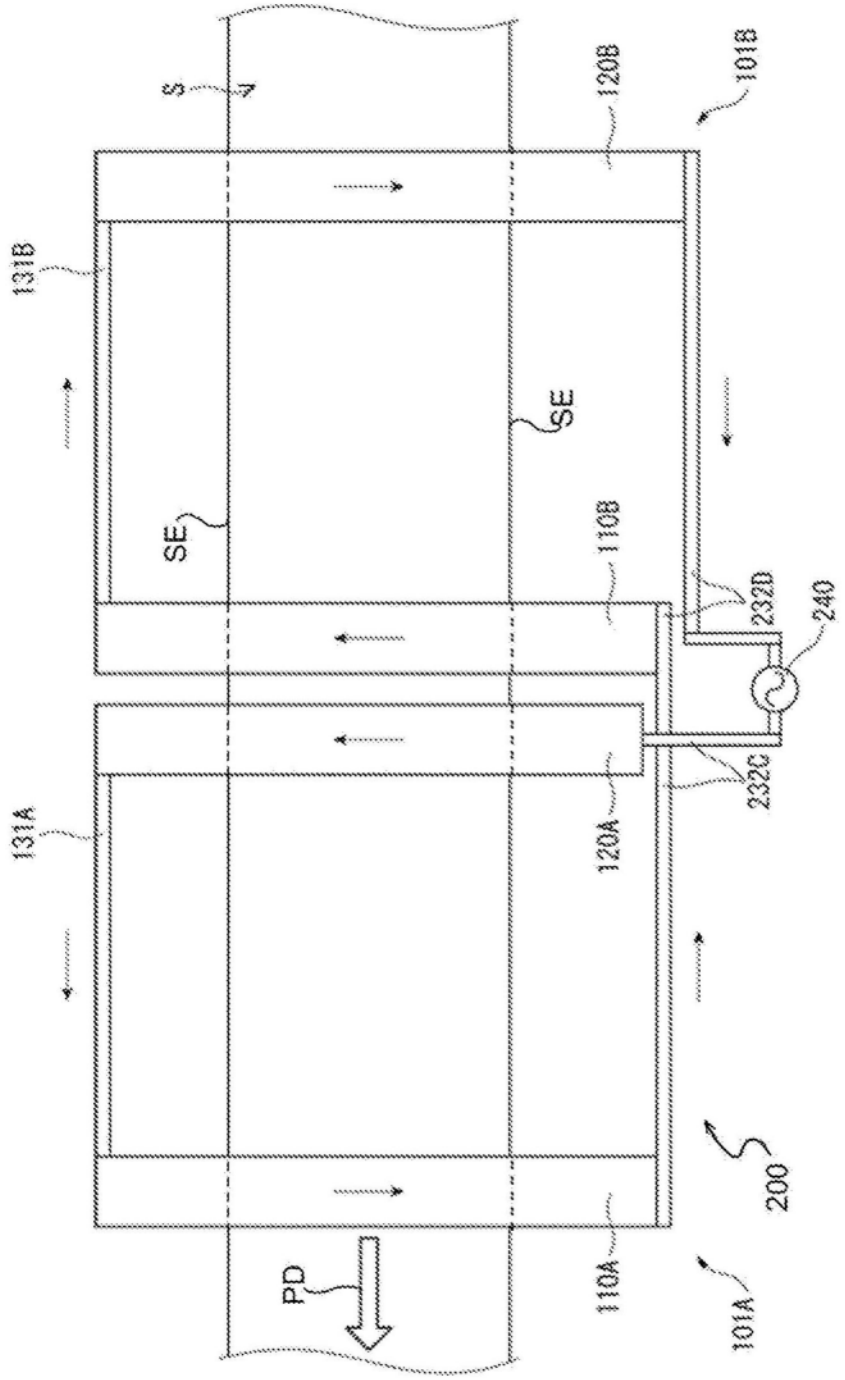

S
120B
101B
131B
SE
SE
110B
232B
240
232C
131A
120A
200
PD
110A
101A

图5

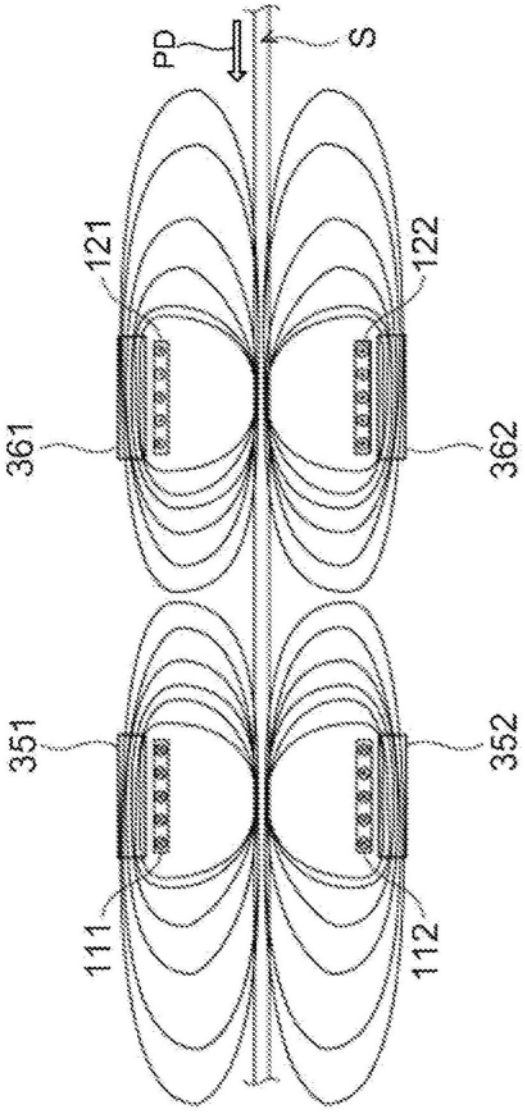


图6A

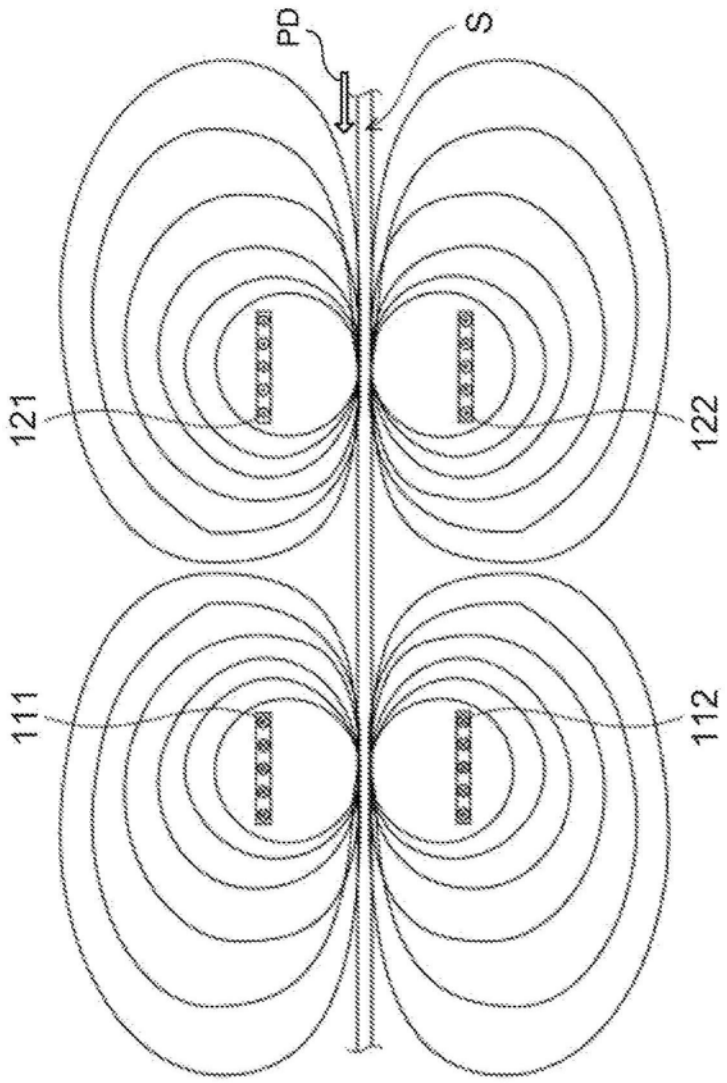


图6B

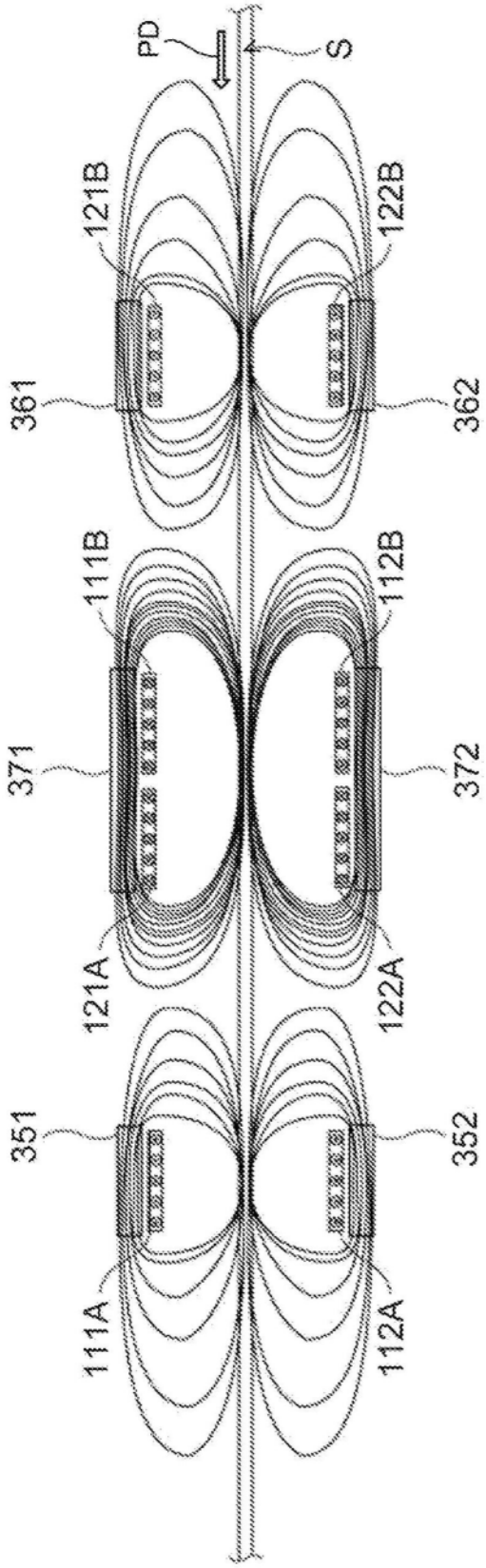

PD
S
121B
122B
361
362
111B
112B
371
372
121A
122A
351
352
111A
112A

图7A

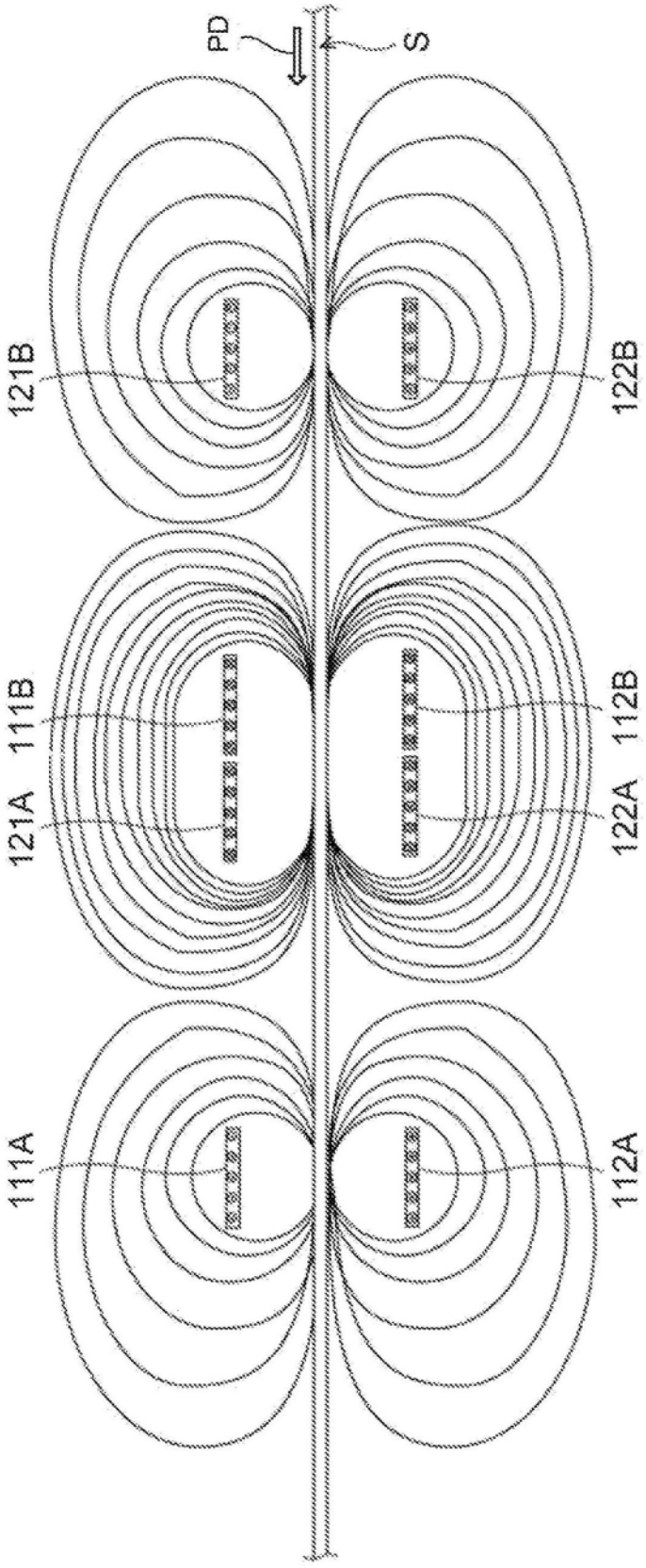


图7B

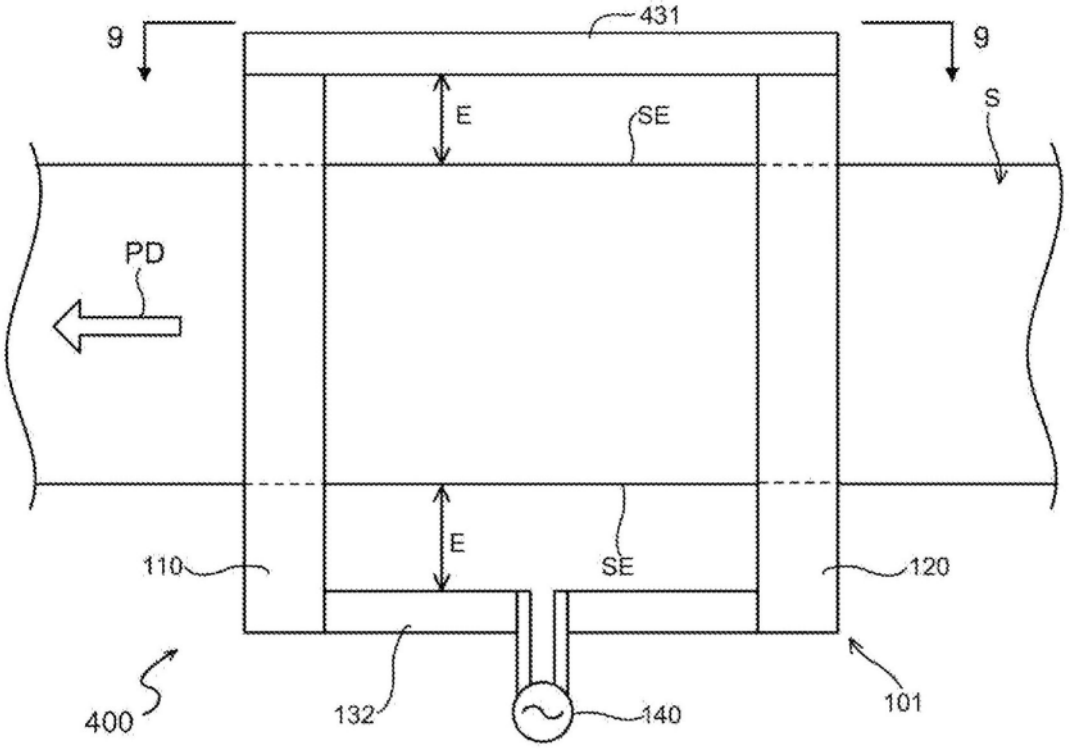

9
431
9
E
SE
S
PD
E
SE
110
120
400
132
140
101

图8A

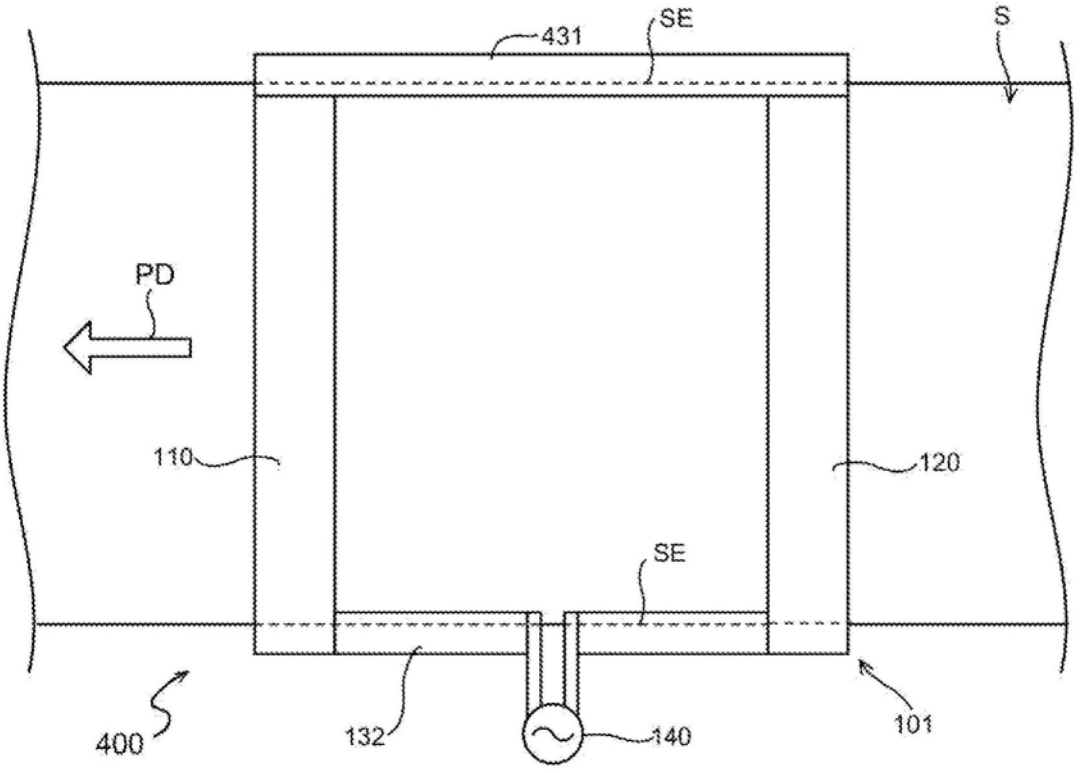

431
SE
S
PD
110
120
SE
400
132
140
101

图8B

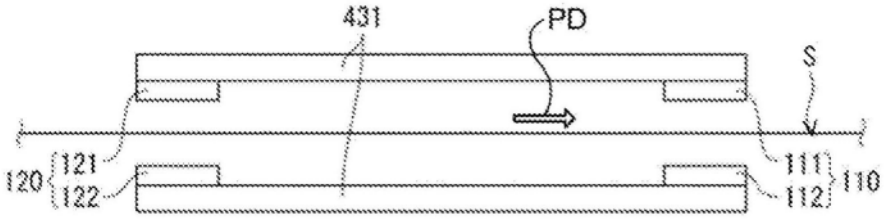


图9

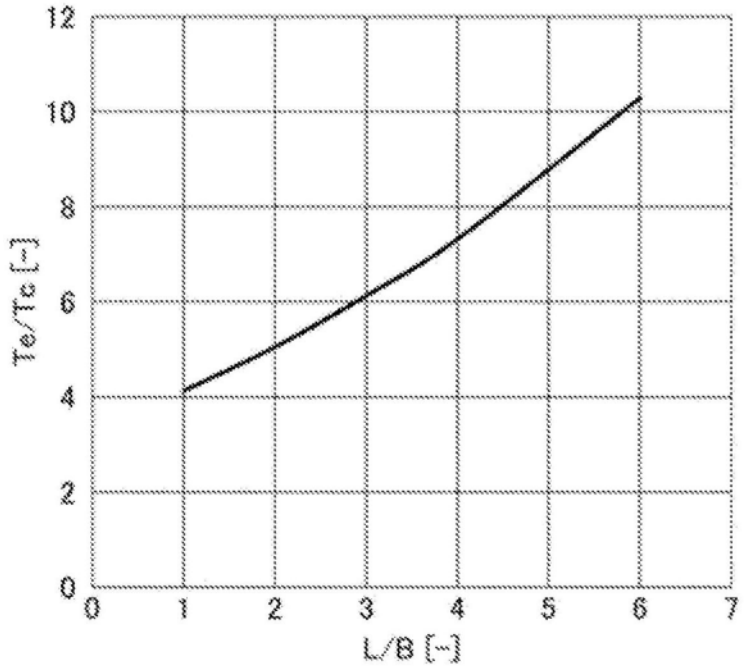


图10

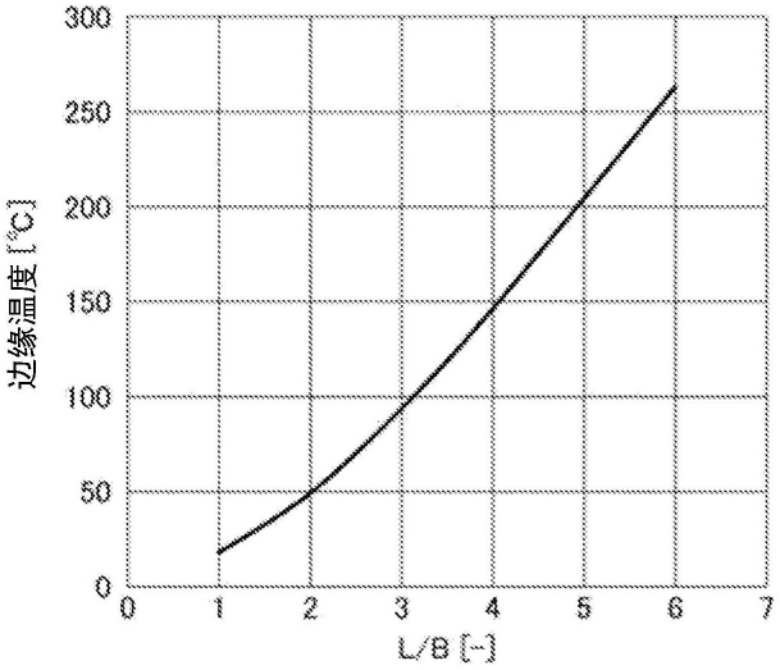


图11

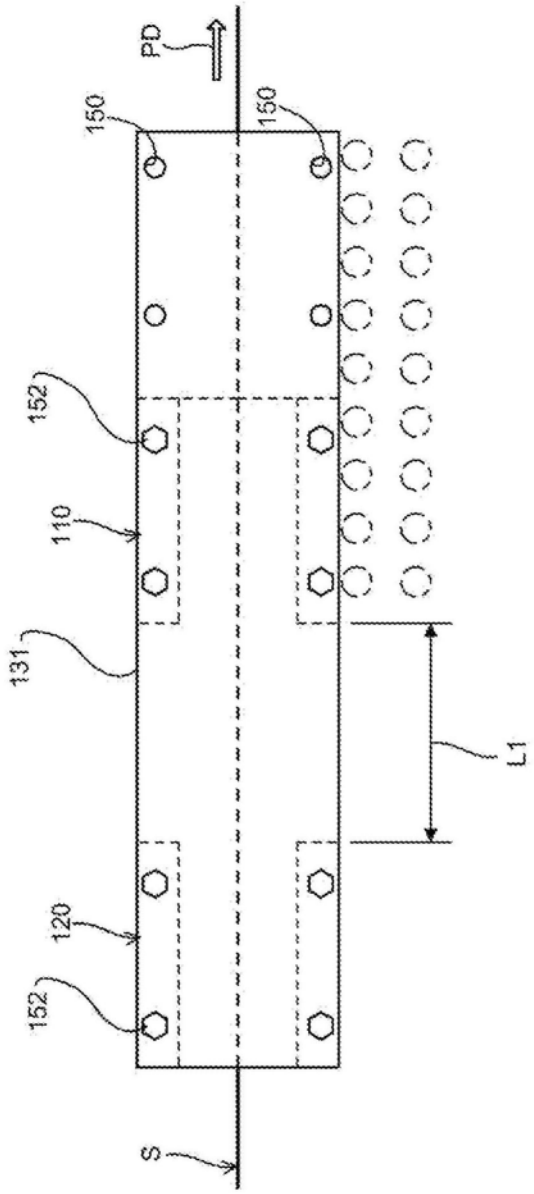


图12

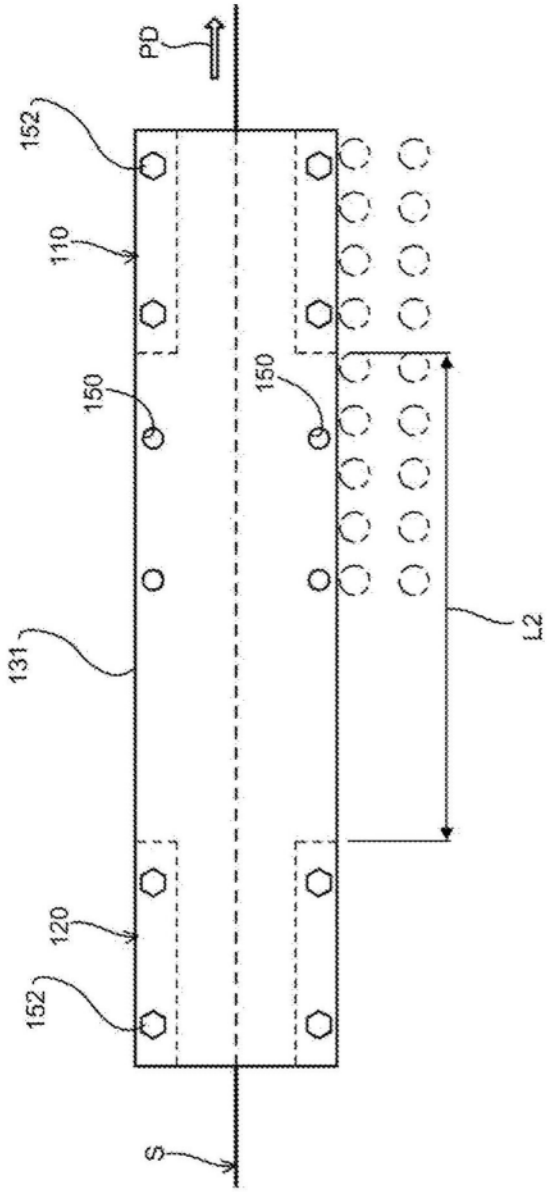


图13

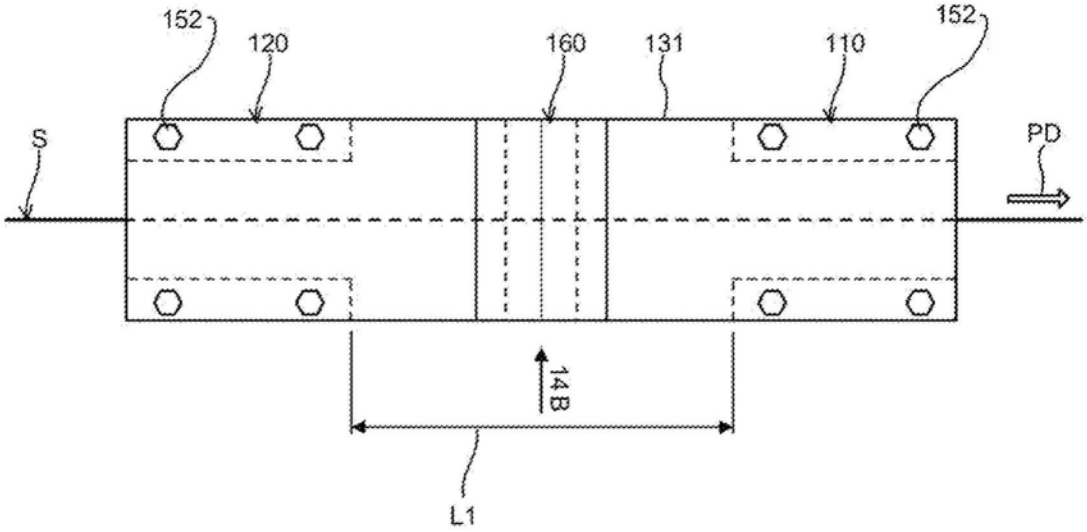


图14A

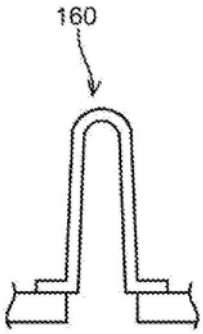


图14B

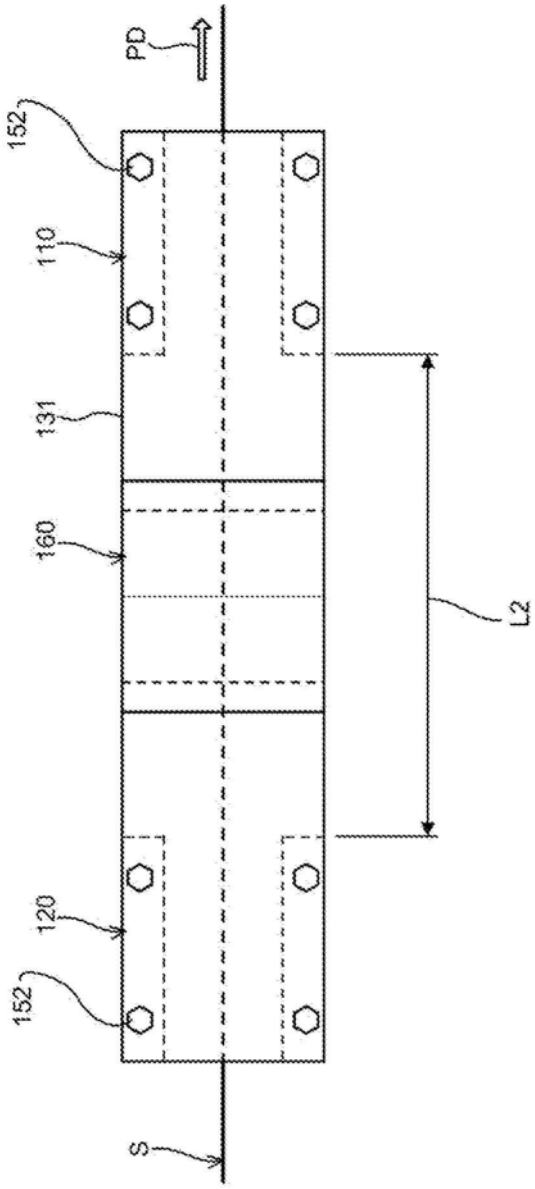


图15

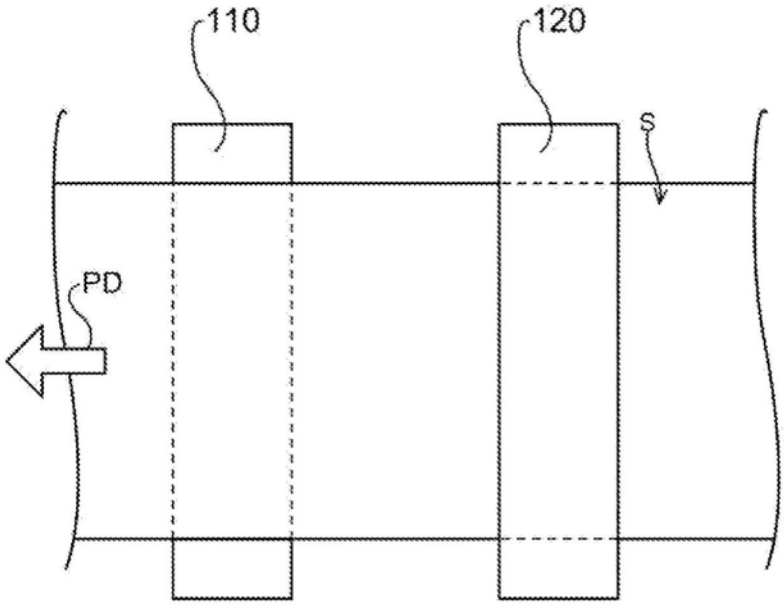


图16

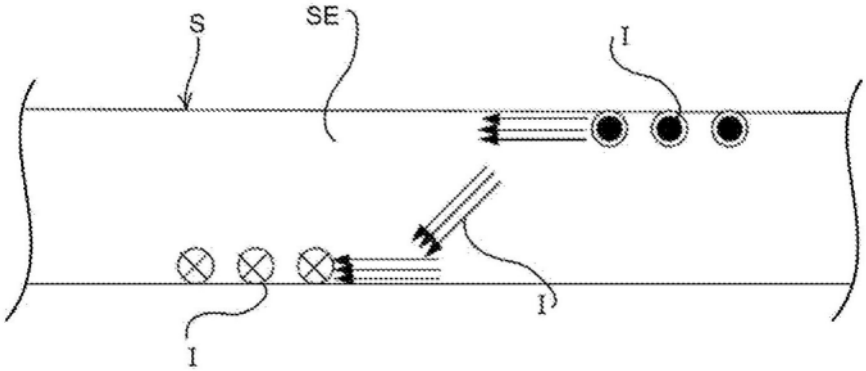


图17

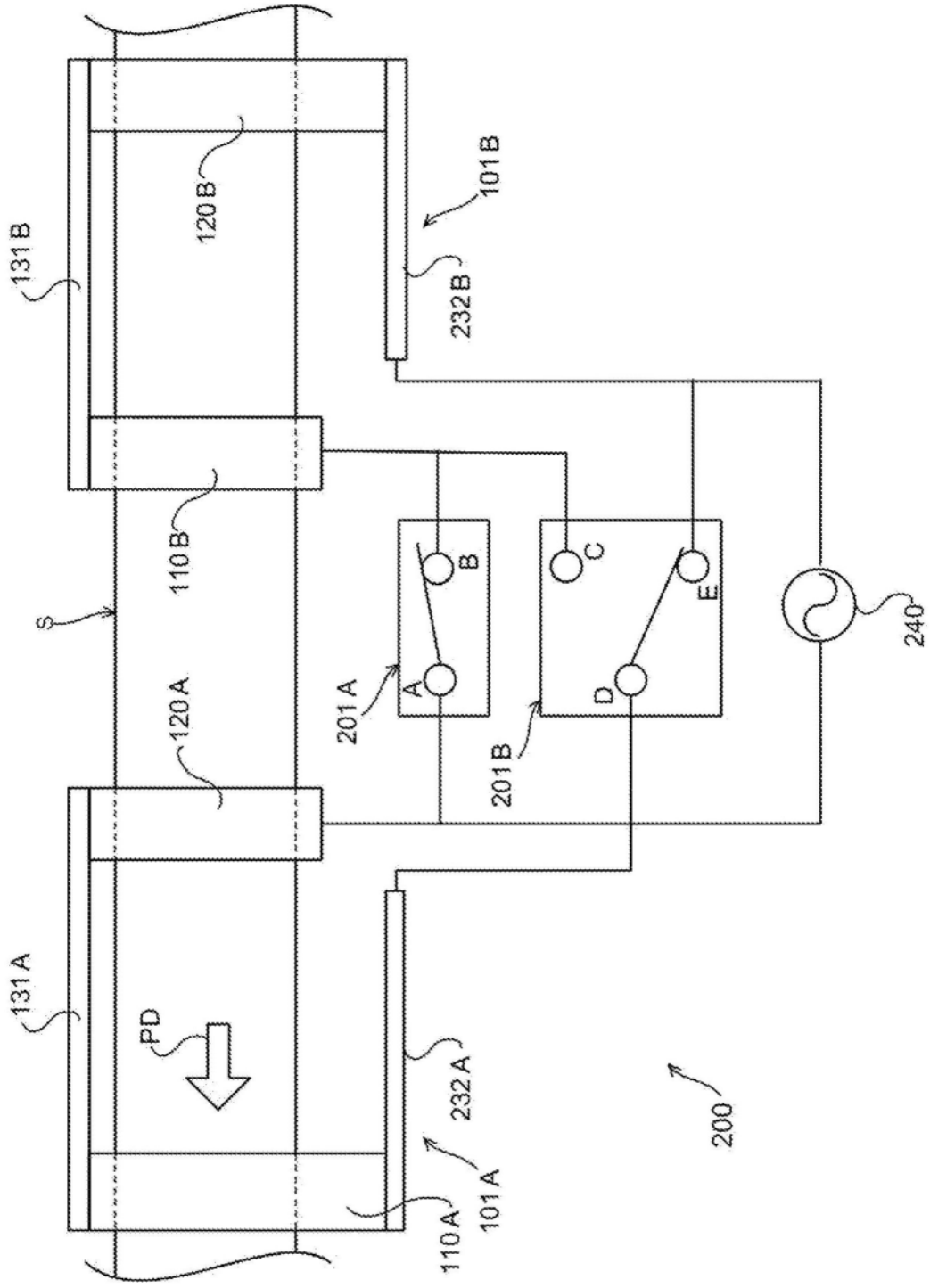

131B
120B
101B
232B
110B
S
B
C
E
240
201A
A
D
201B
120A
131A
PD
232A
200
101A
110A

图18

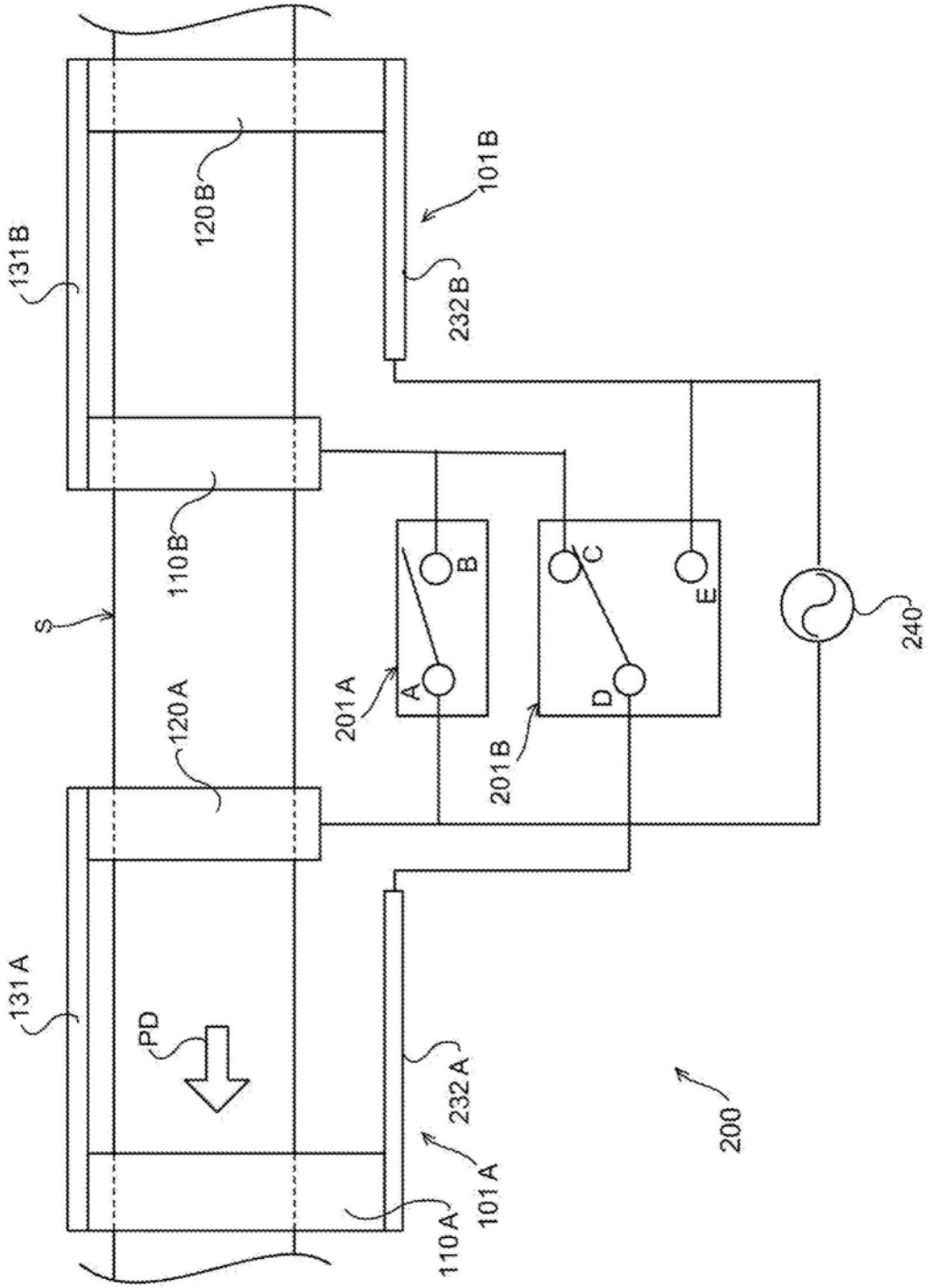

131B
120B
101B
232B
110B
S
A
B
C
D
E
201A
201B
240
120A
131A
PD
232A
200
101A
110A

图19

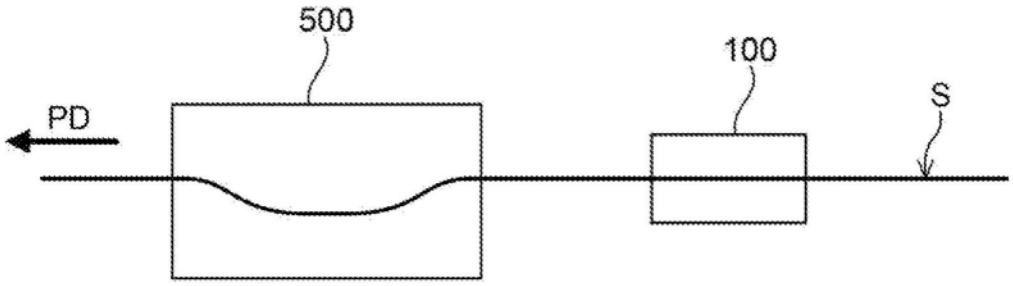


图20

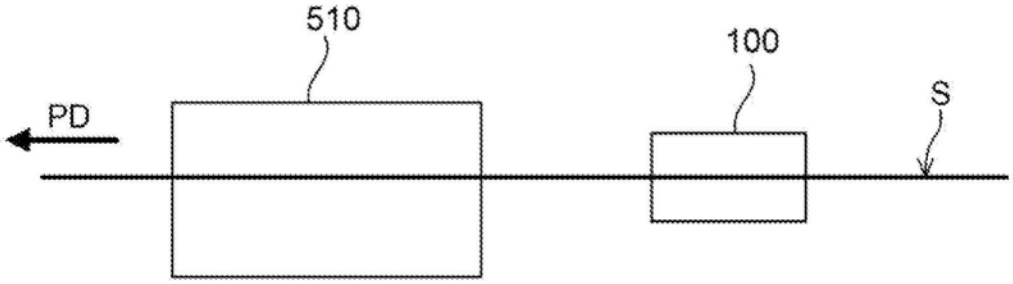


图21

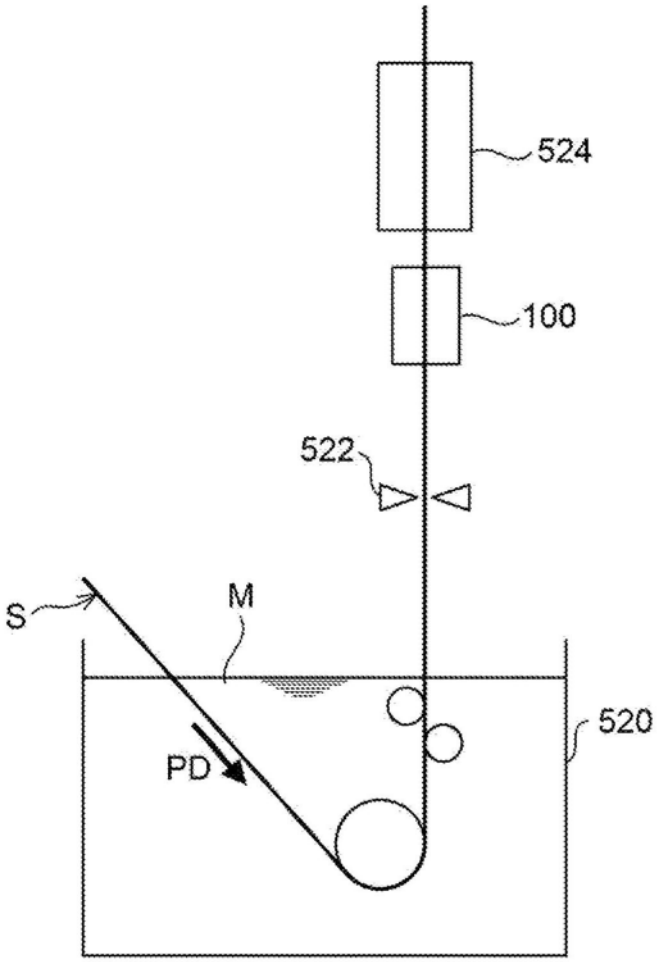


图22