



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109387664 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 05

(21) 申请号 201810892285.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2018.08.07

G01P 3/50 (2006.01)

G01P 3/52 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109387664 A

审查员 魏晓坦

(43) 申请公布日 2019.02.26

(30) 优先权数据

2017-152721 2017.08.07 JP

(73) 专利权人 纳博特斯克有限公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 M·弗兰克尔 A·特伊苏

约翰·W·克拉尔 塚田裕介

中村和人

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

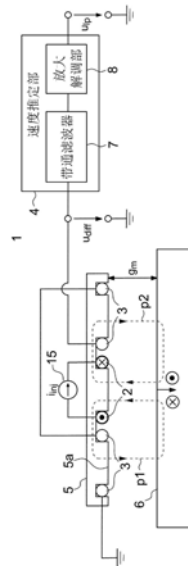
权利要求书3页 说明书10页 附图19页

(54) 发明名称

速度检测装置和杂散磁场抑制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种以非接触的方式检测速度的速度检测装置和杂散磁场抑制方法。能够以非接触的方式高精度地检测相对移动体的速度。速度检测装置具备:n个励磁线圈,其产生与交流电流相应的磁束;多个检测线圈,其产生与由于在磁束中移动的相对移动体上产生的涡电流而产生的磁束相应的感应电压,相对移动体由导体构成,涡电流与相对移动体的移动速度相应;以及速度推定部,其基于在多个检测线圈中产生的感应电压,来推定相对移动体的移动速度,其中,n个励磁线圈和多个检测线圈以由流过n个励磁线圈的交流电流产生的磁束将多个检测线圈中的至少一个交链的方式配置。



1. 一种速度检测装置,具备:

n个励磁线圈,产生与交流电流相应的磁束的沿一个方向配置的所述n个励磁线圈中的相邻三个励磁线圈中的中央的励磁线圈的卷绕方向与其相邻两侧的两个励磁线圈的卷绕方向相反,其中,n为3以上的整数;

电流源,其向所述n个励磁线圈流过相同相位的交流电流;

多个检测线圈,所述多个检测线圈产生与由于在所述磁束中移动的相对移动体上产生的涡电流而产生的磁束相应的感应电压,所述相对移动体由导体构成,所述涡电流与所述相对移动体的移动速度相应;以及

速度推定部,其基于在所述多个检测线圈中产生的感应电压,来推定所述相对移动体的移动速度,

其中,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈以由流过所述n个励磁线圈的交流电流产生的磁束将所述多个检测线圈中的至少一个交链的方式配置。

2. 根据权利要求1所述的速度检测装置,其特征在于,

所述n个励磁线圈中的除一个励磁线圈以外的其它励磁线圈以将所述一个励磁线圈夹在中间的方式配置在第一方向上的两侧以及与所述第一方向交叉的第二方向上的两侧,所述多个检测线圈以将所述一个励磁线圈夹在中间的方式配置在所述第一方向上的两侧以及与所述第一方向交叉的所述第二方向上的两侧。

3. 根据权利要求1或2所述的速度检测装置,其特征在于,

还具备轭,由流过所述n个励磁线圈的交流电流产生的磁束通过所述轭,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈沿所述轭的表面配置。

4. 根据权利要求3所述的速度检测装置,其特征在于,

所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈中的至少一个线圈卷绕在所述轭。

5. 根据权利要求4所述的速度检测装置,其特征在于,

所述n个励磁线圈的轴沿所述轭的第一方向配置,所述多个检测线圈中的至少一部分的线圈的轴沿所述轭的第二方向配置。

6. 根据权利要求3所述的速度检测装置,其特征在于,

所述n个励磁线圈的轴沿所述轭的第一方向配置,所述多个检测线圈中的两个检测线圈以包围所述相邻两侧的两个励磁线圈的方式配置。

7. 根据权利要求3所述的速度检测装置,其特征在于,

所述三个励磁线圈的轴沿所述轭的第一方向配置,所述中央的励磁线圈与所述相邻两侧的两个励磁线圈之间配置有两个所述检测线圈,所述两个励磁线圈的轴沿所述轭的第二方向配置。

8. 根据权利要求1或2所述的速度检测装置,其特征在于,

还具备电流控制部,该电流控制部交替地设置使电流流过所述励磁线圈的第一期间以及不使电流流过所述励磁线圈的第二期间,并将所述第一期间设定为所述速度推定部推定所述相对移动体的移动速度所需要的时间长度以上的时间。

9. 根据权利要求8所述的速度检测装置,其特征在于,

所述速度推定部在从所述第一期间开始起经过规定时间之后,推定所述相对移动体的

移动速度。

10. 根据权利要求1或2所述的速度检测装置,其特征在于,

所述交流电流具有与包括具备所述相对移动体的设备的振动在内的、所述相对移动体的周围的环境噪声的频带不同的频率。

11. 根据权利要求10所述的速度检测装置,其特征在于,还具备:

环境噪声检测部,其检测所述相对移动体的周围的环境噪声;以及

励磁频率调整部,其将所述交流电流的频率调整为与由所述环境噪声检测部检测出的环境噪声的频带不同的频率。

12. 根据权利要求1或2所述的速度检测装置,其特征在于,

所述相对移动体是列车的车轮,

所述交流电流具有与所述列车的振动频带不同的频率。

13. 根据权利要求1或2所述的速度检测装置,其特征在于,

所述交流电流具有正弦波波形。

14. 根据权利要求1或2所述的速度检测装置,其特征在于,

在所述n个励磁线圈中,所述交流电流以使将所述n个励磁线圈中的中央的励磁线圈交链的磁束会聚、使从所述中央的励磁线圈以外的励磁线圈朝向外侧的磁束相互抵消的方式流过。

15. 根据权利要求14所述的速度检测装置,其特征在于,

所述n个励磁线圈具有沿第一方向依次配置的第一励磁线圈、第二励磁线圈以及第三励磁线圈,

由所述第一励磁线圈产生的磁束的朝向与由所述第二励磁线圈产生的磁束的朝向相反,

由所述第三励磁线圈产生的磁束的朝向与由所述第二励磁线圈产生的磁束的朝向相反,

在所述第一励磁线圈的与所述第一方向相反的方向侧,所述第一励磁线圈的磁束与所述第二励磁线圈的磁束相互抵消,

在所述第一励磁线圈的所述第一方向侧,所述第一励磁线圈的磁束与所述第二励磁线圈的磁束相互加强,

在所述第三励磁线圈的所述第一方向,所述第二励磁线圈的磁束与所述第三励磁线圈的磁束相互抵消,

在所述第三励磁线圈的与所述第一方向相反的一侧,所述第二励磁线圈的磁束与所述第三励磁线圈的磁束相互加强。

16. 一种杂散磁场抑制方法,包括以下步骤:

从电流源向沿一个方向配置的三个励磁线圈流过相同相位的交流电流以产生磁束,其中,所述三个励磁线圈中的中央的励磁线圈的卷绕方向与其相邻两侧的两个励磁线圈的卷绕方向相反;以及

由多个检测线圈产生与由于在所述磁束中移动的相对移动体上产生的涡电流而产生的磁束相应的感应电压,由流过所述三个励磁线圈的交流电流产生的磁束将所述多个检测线圈中的至少一个交链,其中,所述相对移动体由导体构成,所述涡电流与所述相对移动体

的移动速度相应。

速度检测装置和杂散磁场抑制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种以非接触的方式检测速度的速度检测装置和杂散磁场抑制方法。

背景技术

[0002] 非接触式的速度传感器在机械加工、组装、移动体等广范围的产业领域中被使用。一般地,这些速度传感器应用了光学(摄像机、编码器)或电磁(磁阻、霍尔元件)的技术。即,以往的速度传感器根据测量对象的移动体的光学性或磁性的不连续特性的时间变化来计算速度。因此,无法针对不具有不连续特性的完全平坦的移动体进行速度测量。

[0003] 作为检测完全平坦的移动体的移动速度的方式,已知利用了由涡电流产生的感应电动势的速度传感器(参照专利文献1、2)。在这种速度传感器中,利用两个检测线圈来检测由涡电流产生的磁束,该涡电流是通过移动体在由励磁线圈产生的磁束中移动而在移动体上产生的涡电流。两个检测线圈的感应电压与移动体的速度相应地产生差异,因此检测感应电压之间的差电压来推定速度。

[0004] 通过流过励磁线圈的交流电流而在移动体上产生的涡电流以及因由该涡电流产生的磁束而在检测线圈中产生的感应电压不那么大,因此期望在励磁线圈及检测线圈的周围设置轭,防止漏磁来提高磁效率。

[0005] 然而,如果不使轭的形状、励磁线圈及检测线圈的配置、距移动体的距离等各种条件最优化,则无法高精度地检测移动体的移动速度。

[0006] 特别是,在利用了由上述的涡电流产生的感应电动势的速度传感器中,当在由励磁线圈产生的磁束中不将检测线圈交链的磁束所占的比例增加时,移动体移动时产生的涡电流的大小变小,无法高精度地检测移动体的移动速度。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述的课题而完成的,其目的在于提供一种能够以非接触的方式高精度地检测移动体的速度的速度检测装置和杂散磁场抑制装置。

[0008] 为了解决上述的课题,在本发明的一个方式中,提供一种速度检测装置,具备:n个励磁线圈,其产生与交流电流相应的磁束,其中,n为3以上的整数;多个检测线圈,所述多个检测线圈产生与由于在所述磁束中移动的相对移动体上产生的涡电流而产生的磁束相应的感应电压,所述相对移动体由导体构成,所述涡电流与所述相对移动体的移动速度相应;以及速度推定部,其基于在所述多个检测线圈中产生的感应电压,来推定所述相对移动体的移动速度,其中,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈以由流过所述n个励磁线圈的交流电流产生的磁束将所述多个检测线圈中的至少一个交链的方式配置。

[0009] 也可以是,所述n个励磁线圈中的除一个励磁线圈以外的其它励磁线圈以将所述一个励磁线圈夹在中间的方式配置在第一方向上的两侧以及与所述第一方向交叉的第二方向上的两侧,所述多个检测线圈以将所述一个励磁线圈夹在中间的方式配置在所述第一方向上的两侧以及与所述第一方向交叉的所述第二方向上的两侧。

[0010] 也可以是,还具备轭,由流过所述n个励磁线圈的交流电流产生的磁束通过所述轭,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈被配置在所述轭的周围。

[0011] 也可以是,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈中的至少一个线圈卷绕在所述轭。

[0012] 也可以是,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈中的一部分的线圈沿所述轭的第一宽度方向卷绕,其余的至少一部分的线圈沿所述轭的与所述第一宽度方向交叉的第二宽度方向卷绕。

[0013] 也可以是,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈沿所述轭的一个方向配置,在所述一个方向的两侧配置有两个所述检测线圈,在所述两个检测线圈之间配置有所述n个励磁线圈。

[0014] 也可以是,所述n个励磁线圈和所述多个检测线圈沿所述轭的一个方向配置,在所述一个方向的两侧配置有两个所述励磁线圈,在所述两个励磁线圈之间配置有所述多个检测线圈。

[0015] 也可以是,还具备电流控制部,该电流控制部交替地设置使电流流过所述励磁线圈的第一期间以及不使电流流过所述励磁线圈的第二期间,并将所述第一期间设定为所述速度推定部推定所述相对移动体的移动速度所需要的时间长度以上的时间。

[0016] 也可以是,所述速度推定部在从所述第一期间开始起经过规定时间之后,推定所述相对移动体的移动速度。

[0017] 也可以是,还具备第一谐振电路,该第一谐振电路包含所述励磁线圈,以所述交流电流的频率进行谐振。

[0018] 也可以是,还具备第二谐振电路,该第二谐振电路包含所述检测线圈,以与所述交流电流的频率相同的谐振频率进行谐振。

[0019] 也可以是,所述交流电流具有与包括具备所述相对移动体的设备的振动在内的、所述相对移动体的周围的环境噪声的频带不同的频率。

[0020] 也可以是,还具备:环境噪声检测部,其检测所述相对移动体的周围的环境噪声;以及励磁频率调整部,其将所述交流电流的频率调整为与由所述环境噪声检测部检测出的环境噪声的频带不同的频率。

[0021] 所述相对移动体是列车的车轮,所述交流电流具有与所述列车的振动频带不同的频率。

[0022] 也可以是,所述交流电流具有正弦波波形。

[0023] 也可以是,在所述n个励磁线圈中,所述交流电流以使将所述n个励磁线圈中的中央的励磁线圈交链的磁束会聚、使从所述中央的励磁线圈以外的励磁线圈朝向外侧的磁束相互抵消的方式流过。

[0024] 也可以是,所述n个励磁线圈具有沿第一方向依次配置的第一励磁线圈、第二励磁线圈以及第三励磁线圈,由所述第一励磁线圈产生的磁束的朝向与由所述第二励磁线圈产生的磁束的朝向相反,由所述第三励磁线圈产生的磁束的朝向与由所述第二励磁线圈产生的磁束的朝向相反,在所述第一励磁线圈的与所述第一方向相反的方向侧,所述第一励磁线圈的磁束与所述第二励磁线圈的磁束相互抵消,在所述第一励磁线圈的所述第一方向侧,所述第一励磁线圈的磁束与所述第二励磁线圈的磁束相互加强,在所述第三励磁线圈

的所述第一方向,所述第二励磁线圈的磁束与所述第三励磁线圈的磁束相互抵消,在所述第三励磁线圈的与所述第一方向相反的一侧,所述第二励磁线圈的磁束与所述第三励磁线圈的磁束相互加强。

[0025] 在本发明的一个方式中,提供一种杂散磁场抑制方法,包括以下步骤:由n个励磁线圈产生与交流电流相应的磁束,n为3以上的整数;以及由多个检测线圈产生与由于在所述磁束中移动的相对移动体上产生的涡电流而产生的磁束相应的感应电压,由流过所述n个励磁线圈的交流电流产生的磁束将所述多个检测线圈中的至少一个交链,其中,所述相对移动体由导体构成,所述涡电流与所述相对移动体的移动速度相应。

[0026] 根据本发明,能够以非接触的方式高精度地检测相对移动体的速度。

附图说明

[0027] 图1是说明一个实施方式的速度检测装置的基本原理的图。

[0028] 图2A是示出涡电流的对称性的图。

[0029] 图2B是示出涡电流的非对称性的图。

[0030] 图3是示出使相对移动体移动的情况下的由涡电流产生的磁束的通过路径的图。

[0031] 图4A是差电压的波形图。

[0032] 图4B是速度推定部的输出信号的波形图。

[0033] 图4C是流过励磁线圈的交流电流的波形图。

[0034] 图5A是示出第一变形例的速度检测装置的图。

[0035] 图5B是示出第二变形例的速度检测装置的图。

[0036] 图6是示出图1的速度检测装置的磁束的路径的图。

[0037] 图7是示出一个实施方式的速度检测装置的图。

[0038] 图8是示出图7的速度检测装置的磁束的路径的图。

[0039] 图9是示出基于图7的第一变形例的速度检测装置1的图。

[0040] 图10是示出将图7的速度检测装置更加简略化的第一例的图。

[0041] 图11是示出将图7的速度检测装置更加简略化的第二例的图。

[0042] 图12是示出图11的一个变形例的图。

[0043] 图13是从上方观察本实施方式的速度检测装置的示意性的俯视图。

[0044] 图14是示出将中央的励磁线圈设为圆环状、将周围的励磁线圈设为新月形状的例子图。

[0045] 图15是将图9的速度检测装置沿二维方向配置的情况下的俯视图。

[0046] 图16是示出谐振电路的一例的电路图。

[0047] 图17是除了图16的电路结构以外将检测线圈也设为谐振电路结构的图。

[0048] 图18是示出对图1追加了电流控制部的速度检测装置的图。

[0049] 图19是流过励磁线圈的交流电流的波形图。

[0050] 附图标记说明

[0051] 1:速度检测装置;2:励磁线圈;3:检测线圈;4:速度推定部;5:轭;6:相对移动体;7:带通滤波器;8:放大解调部;11、12:谐振电路;13:电流控制部;15:电流源。

具体实施方式

[0052] 下面,参照附图来说明本公开的一个实施方式。此外,在本案说明书中附加的附图中,为了便于图示和理解,将比例尺和纵横的尺寸比等相对于实物的比例尺和纵横的尺寸比适当地进行变更、夸大。

[0053] 并且,关于本说明书中使用的用于指定形状或几何条件以及它们的程度的例如“平行”、“正交”、“相同”等用语、长度或角度的值等,不拘束于严密的意义,还包含能够期待同样功能程度的范围来进行解释

[0054] <基本原理>

[0055] 图1是说明本实施方式的速度检测装置1的基本原理的图。图1的速度检测装置1具备励磁线圈2、速度推定部4以及两个检测线圈3。两个检测线圈3的匝数相同。励磁线圈2的个数和检测线圈3的个数是任意的,但在图1中,示出励磁线圈2为一个、检测线圈3为两个的例子。励磁线圈2产生与交流电流相应的磁束。检测线圈3产生与由涡电流产生的磁束相应的感应电压,该涡电流是与在磁束中移动的由导体构成的相对移动体6的移动速度相应地在相对移动体6上产生的涡电流。

[0056] 励磁线圈2和两个检测线圈3被配置在轭5的周围。轭5是使将励磁线圈2与两个检测线圈3交链的磁束会聚地通过的磁束会聚构件。更具体地说,两个检测线圈3沿着轭5的一个方向(长边方向)以将励磁线圈2夹在中间的方式配置在励磁线圈2的两侧。轭5如图1所示,具备三个凸状部5a,在这些凸状部5a卷绕有励磁线圈2和两个检测线圈3。如后述的那样,轭5的形状是任意的,图1的轭5只不过是一例。通过在各凸状部5a卷绕各线圈,能够抑制漏磁。另外,只通过在各凸状部5a卷绕铜线,就能够制作各线圈2、3,因此作业性变得良好。

[0057] 从轭5的凸状部5a的前端部起隔开间隙地配置有相对移动体6。该相对移动体6是导体。相对移动体6只要是导体即可,可以为磁性体,也可以为非磁性体。

[0058] 相对移动体6被设为在一个方向(轭5的长边方向)上移动自如。关于间隙,典型地是空气间隙,但是在本说明书中,简称为间隙。以下,间隙同励磁线圈2与相对移动体6之间的距离以及检测线圈3与相对移动体6之间的距离相等。

[0059] 在进行速度检测时,向励磁线圈2供给规定频率的交流电流。该交流电流等效地如图1所示那样被从电流源15供给。由流过检测线圈3的交流电流产生磁束,该磁束沿着通过相对移动体6将检测线圈3交链后向励磁线圈2返回的路径p1、p2流过。图1示出相对移动体6停止的例子。在本实施方式中,用“●”记述从图纸的背面朝向正面的方向的电流,用“×”记述从图纸的正面朝向背面的方向的电流。另外,将磁束的N极侧设为箭头的前端。

[0060] 在相对移动体6上产生由励磁线圈2中产生的磁束引起的涡电流。该涡电流是在阻碍励磁线圈2中产生的磁束的变化的方向上产生磁束的涡电流。涡电流根据流过励磁线圈2的交流电流的振幅、频率、励磁线圈2与相对移动体6之间的间隙、励磁线圈2的匝数、相对移动体6的速度及材料而变化。在相对移动体6停止的期间,涡电流如图2A所示那样,以将励磁线圈2夹在中间的方式在励磁线圈2的两侧对称。

[0061] 在设置于励磁线圈2的两侧的两个检测线圈3中,由流过励磁线圈2的交流电流产生的磁束与由相对移动体6上的涡电流产生的磁束交链。在相对移动体6停止的状态下,将两个检测线圈3交链的由相对移动体6上的涡电流产生的磁束相同。由此,将两个检测线圈3交链的磁束的总量相同,各检测线圈3的感应电压相互抵消,从而向速度推定部4输入的电

压为零。由此,速度推定部4推定为相对移动体6停止。

[0062] 在此,当如图3所示那样相对移动体6按箭头的朝向(图示的右方向)以移动速度 v 移动时,如图2B所示,相对移动体6上的涡电流发生变形。在图3中,与图1同样地,示出产生将励磁线圈2朝上交链的磁束的例子。该涡电流的变形是因相对移动体6在由励磁线圈2产生的磁束中移动而发生的。具体地说,在相对移动体6停止的状态下,相对移动体6上的涡电流为由励磁线圈2的磁束产生的涡电流与因相对移动体6在励磁线圈2的磁束中移动而产生的涡电流之和。因相对移动体6在励磁线圈2的磁场中移动而产生的涡电流主要在励磁线圈2的正下方从图纸里侧朝向图纸前侧流过。由该涡电流产生的磁束将在相对移动体6的前进方向前方配置的右侧的检测线圈3朝上交链,并且将在相对移动体6的前进方向后方配置的左侧的检测线圈3朝下交链。由此,将相对移动体6的前进方向前方的检测线圈3交链的磁通量与将相对移动体6的前进方向后方的检测线圈3交链的磁通量之间产生差异,从而两个检测线圈3的感应电压的差电压不为零。相对移动体6的移动速度越快,则将上述的检测线圈3交链的磁通量的差异越大,其结果,检测线圈3中产生的差电压越大。由此,速度推定部4能够根据上述的差电压来推定相对移动体6的速度。

[0063] 像这样,当相对移动体6移动时,涡电流在励磁线圈2的两侧的相对移动体6上不对称,由于该不对称性,将两个检测线圈3交链的磁束产生微小的差异。该磁束的差异被检测为感应电压的差电压。

[0064] 如图1所示,速度推定部4具有带通滤波器7和放大解调部8。带通滤波器7将两个检测线圈3的感应电压之间的差电压所包含的噪声去除。放大解调部8基于由带通滤波器7过滤后的电压信号来检测相对移动体6的移动速度。

[0065] 图4A是差电压 u_{diff} 的波形图,图4B是速度推定部4的输出信号 u_{lp} 的波形图,图4C是流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 的波形图。图4A的波形 $w1(v_1)$ 和图4B的波形 $w2(v_1)$ 表示相对移动体6停止的状态,图4A的波形 $w1(v_2)$ 和图4B的波形 $w2(v_2)$ 表示相对移动体6以缓慢的速度 v_2 移动的状态,图4A的波形 $w1(v_3)$ 和图4B的波形 $w2(v_3)$ 表示相对移动体6以快的速度 v_3 移动的状态。如根据这些波形图可知的那样,相对移动体6的移动速度越快,则差电压 u_{diff} 的振幅越大,速度推定部4的输出信号的振幅也越大。由此,速度推定部4能够根据差电压 u_{diff} 的振幅来推定相对移动体6的速度。

[0066] 轭5的形状、励磁线圈2及检测线圈3的配置是任意的,能够考虑各种变形例。图5A示出第一变形例的速度检测装置1。图5A的速度检测装置1具备在长边方向的中央部具有凸状部5a的T型的轭5,在该凸状部5a卷绕有励磁线圈2。在该励磁线圈2的两侧配置有两个检测线圈3,但两个检测线圈3的卷绕方向相对于图1的两个检测线圈3的卷绕方向相差90度。即,励磁线圈2沿轭5的凸状部5a的第一宽度方向卷绕,两个检测线圈3沿作为轭5的主体部的与第一宽度交叉的第二宽度方向卷绕。将检测线圈3卷绕在轭5的主体部,由此通过使轭5的主体部细到磁束不饱和的程度,不使检测线圈3的尺寸增加就能够使检测线圈3的匝数增加。由此,能够提高检测灵敏度,因此能够敏感地检测相对移动体6的移动速度的变化。其结果,能够削减励磁线圈2的电流,还能够削减消耗电力。

[0067] 图5B示出第二变形例的速度检测装置1。图5B与图5A相比,在使励磁线圈2的卷绕方向旋转了90度这一点不同。图5B的励磁线圈2沿轭5的主体部的第二宽度方向卷绕。在该结构中,通过使第二宽度小于第一宽度,能够使励磁线圈2和检测线圈3的线圈径小于图1中

的励磁线圈2和检测线圈3的线圈径,从而能够削减各线圈的材料使用量,能够抑制由各线圈的电阻成分导致的电力损耗。此外,作为各线圈的材料,例如使用铜,各线圈的卷线长度越短,则铜损越少。另外,在图5B中,各线圈不是卷绕在轭5的凸状部5a,而是直接卷绕在主体部,从而不需要用于卷绕在凸状部5a的制造设备,能够削减制造费用。

[0068] 此外,在图1、图5A以及图5B中,为了方便,示出从电流源15向励磁线圈2流过交流电流 i_{inj} 的例子,但实际上将励磁线圈2与交流电压源连接,来使交流电流 i_{inj} 流过励磁线圈2。为了简略化,在本说明书中,设为从电流源15向励磁线圈2流过交流电流 i_{inj} 来进行说明。

[0069] <杂散磁场的抑制>

[0070] 如图1所示,沿着轭5的长边方向,在中央配置励磁线圈2,在励磁线圈2的两侧配置两个检测线圈3,在配置为励磁线圈2占轭5的长边方向长度的1/3的情况下,会从励磁线圈2的两端侧发生漏磁。

[0071] 由于该漏磁,有可能对放置在速度检测装置1的周围的设备类产生某些不良影响。

[0072] 图6是示出图1的速度检测装置1的磁束的路径的图。如图示的那样,由流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 产生的磁束不仅通过励磁线圈2的两侧的检测线圈3,还向检测线圈3的外侧前进,从而还产生不与检测线圈3交链的磁束。在本说明书中,将不与检测线圈3交链的磁束称为杂散磁场。

[0073] 图7是示出速度检测装置1的图,图8是示出图7的速度检测装置1的磁束的路径的图。图7的速度检测装置1具备n个(n是3以上的整数)励磁线圈2、多个检测线圈3以及速度推定部4。

[0074] n个励磁线圈2通过与交流电流 i_{inj} 相应地产生的磁束而在由导体构成的相对移动体6上产生涡电流。在图7的例子中,具备三个励磁线圈2。各励磁线圈2的匝数相同,中央的励磁线圈2中流过 i_{inj} 的电流,两边的励磁线圈中流过 i_{inj} 的1/2的电流。另外,以使由中央的励磁线圈2产生的磁束的方向与由两边的励磁线圈2产生的磁束的方向相反的方式连接。

[0075] 多个检测线圈3中产生与由涡电流产生的磁束相应的感应电压,该涡电流是与在同流过n个励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 相应的磁束中移动的相对移动体6的移动速度相应地在相对移动体6上产生的涡电流。在图7的例子中,具备两个检测线圈3。各检测线圈3的匝数相同。

[0076] 速度推定部4与图1同样地,基于多个检测线圈3中产生的感应电压,来推定相对移动体6的移动速度。

[0077] 以使由图7中的三个励磁线圈2中的中央的励磁线圈2产生的磁束的方向与由左侧的励磁线圈2产生的磁束的方向相反的方式连接。由此,在左侧的励磁线圈2的左侧,由中央的励磁线圈2产生的磁束与由左侧的励磁线圈2产生的磁束朝向相反,从而相互抵消,在左侧的励磁线圈2的右侧,由中央的励磁线圈2产生的磁束与由左侧的励磁线圈2产生的磁束朝向相同,从而相互加强。同样地,在中央的励磁线圈2和右侧的励磁线圈2也同样,在右侧的励磁线圈2的右侧,磁束相互抵消,在右侧的励磁线圈2的左侧,磁束相互加强。由此,使磁束会聚于速度检测装置1的中央,从而能够抑制速度检测装置1的两边的杂散磁场。此外,图6和图8的励磁线圈2的铜损为相同程度。

[0078] 两个检测线圈3以将左右两侧的励磁线圈2分别包围的方式设置。在图7中,用虚线表示与流过励磁线圈2的交流电流相应的磁束的通过路径,用单点划线表示由与相对移动

体6的移动速度相应地在相对移动体6上产生的涡电流产生的磁束的通过路径。

[0079] 能够抑制杂散磁场的励磁线圈2及检测线圈3的配置不一定限定于图7所示的配置。图9是示出基于图7的第一变形例的速度检测装置1的图。图9的速度检测装置1与图7的不同点在于两个检测线圈3的朝向。图9的轭5具有三个凸状部5a,各凸状部5a卷绕有励磁线圈2。该轭5的主体部具有比作为凸状部5a的宽度的第一宽度窄的第二宽度,在该主体部卷绕有两个检测线圈3。

[0080] 在图9的速度检测装置1中,通过使轭5的主体部细到磁束不饱和的程度,不使检测线圈3的尺寸增加就能够使检测线圈3的匝数增加,从而能够提高检测灵敏度,因此能够灵敏地检测相对移动体6的移动速度的变化。其结果,能够削减励磁线圈的电流,还能够削减消耗电力。

[0081] 为了抑制杂散磁场,如图7和图9的速度检测装置1所示的那样,需要三个以上的励磁线圈2和两个以上的检测线圈3,导致速度检测装置1的结构复杂化。因此,虽然杂散磁场的抑制效果稍微变差,但是还考虑将速度检测装置1更加简略化的结构。

[0082] 图10是示出将图7的速度检测装置1更加简略化的第一例的图。图10的速度检测装置1具备如下结构:在轭5设置三个凸状部5a,在三个凸状部5a中的中央的凸状部5a卷绕检测线圈3,在中央的凸状部5a的两侧的两个凸状部5a卷绕励磁线圈2。另外,由左侧的励磁线圈2产生的磁束的朝向与由右侧的励磁线圈2产生的磁束的朝向为相反方向。由左右的励磁线圈2产生的磁束具有扩散性,但在速度检测装置1的外侧,由左侧的励磁线圈产生的磁束的朝向与由右侧的励磁线圈产生的磁束的朝向为相反方向,在相互减弱的朝向上工作,因此能够抑制向速度检测装置1的外部扩散的杂散磁场。

[0083] 另外,将检测线圈3交链的磁束的朝向相反,检测线圈3能够使由流过左侧的励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 产生的磁束与由流过右侧的励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 产生的磁束相抵消。此外,由通过相对移动体6移动而在相对移动体6上产生的涡电流产生的磁束将检测线圈3交链,因此在检测线圈3产生感应电压。由此,只利用单个检测线圈3,就能够仅检测由通过相对移动体6移动而在相对移动体6上产生的涡电流产生的磁束,能够推定相对移动体6的移动速度。

[0084] 图11是示出将图7的速度检测装置1更加简略化的第二例的图。图11的速度检测装置1与图10的速度检测装置1的不同点在于,图11的速度检测装置1具备两个检测线圈3,各检测线圈3卷绕在轭5的主体部。各检测线圈3使对应的励磁线圈2中产生的磁束交链。在相对移动体6停止的状态下,将各检测线圈3交链的磁束的大小相同,因此检测线圈3中产生的感应电压也相同,两者相抵消而推定出速度为零。另一方面,在相对移动体6发生了移动的情况下,将各检测线圈3交链的磁束的大小不同,各检测线圈3中产生的感应电压之间也产生差。速度推定部4根据感应电压之间的差电压 u_{diff} 来推定速度。

[0085] 图12是示出图11的一个变形例的图。图12的速度检测装置1相比于图11的速度检测装置1而言,增加了检测线圈3的个数。更具体地说,除了图11的结构以外,还在轭5的长边方向的两端部追加了两个检测线圈3。通过在轭5的长边方向的两侧追加两个检测线圈3,能够使从左右的励磁线圈2朝向外侧的磁束与两侧的检测线圈3交链,从而磁束难以向比轭5更靠外侧的位置扩散。

[0086] <向二维方向扩散的杂散磁场的抑制>

[0087] 在上面的记述中,主要对向一维方向扩散的杂散磁场的抑制进行了说明,但还能够应用于实现向二维方向扩散的杂散磁场的抑制的速度检测装置1。图13是从上方观察本实施方式的速度检测装置1的示意性的俯视图。图13例如是图7的速度检测装置1的俯视图。在中央配置有励磁线圈2,在该励磁线圈2的第一方向X上的两侧以及与第一方向X交叉的第二方向Y上的两侧配置有励磁线圈2。另外,以将中央以外的励磁线圈2包围的方式配置有检测线圈3。在图13的速度检测装置1中,能够抑制从励磁线圈2向四个方向前进的杂散磁场。

[0088] 在图13中,将各线圈设为矩形形状,但各线圈的形状、尺寸是任意的。例如,图14示出将中央的励磁线圈2设为圆环状、将周围的励磁线圈2设为新月形状的例子。也可以在周围的励磁线圈2的内侧配置相同的新月形状的检测线圈3。图14的检测线圈3与图13的检测线圈3的不同点在于,图14的检测线圈3在邻接的两个励磁线圈2之间,在与励磁线圈2的卷绕方向相差约90度的方向上配置。

[0089] 图15是将图9的速度检测装置1在二维方向上配置的情况下的俯视图。图15的检测线圈3与图14同样地,与图13的检测线圈3的不同点在于,图15的检测线圈3在邻接的两个励磁线圈2之间,在与励磁线圈2的卷绕方向相差约90度的方向上配置。图13~图15的二维配置还能够应用于图7、图9~图12中的任一速度检测装置1。

[0090] <谐振动作>

[0091] 励磁线圈2等效为R-L串联电路。为了激励间隙和相对移动体6的表面处的磁场,需要向励磁线圈2供给有效电力和无效电力。另外,期望流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 为正弦波电流。其理由是,当交流电流 i_{inj} 中含有高次谐波成分时,检测线圈3中感应的感应电压会叠加有成为噪声成分的高次谐波成分,必须由速度推定部4将该高次谐波成分去除。

[0092] 根据以上内容,速度检测装置1内也可以具备具有励磁线圈2的谐振电路(第一谐振电路)11。图16是示出谐振电路11的一例的电路图。图16的谐振电路11不仅进行无效电力补偿,还以最小的开关损耗进行正弦波电流激励。

[0093] 图16的谐振电路11具有串联连接在被供给直流电压的直流电压端子之间的两个电容器 C_i 、以及串联连接在相同的直流电压端子之间的两个开关SW1、SW2。励磁线圈2的一端连接于电容器 C_i 之间的连接点,励磁线圈2的另一端经由电流计11a而连接于开关SW1、SW2之间的连接点。

[0094] 图16的开关SW1、SW2与谐振电路11的谐振频率相匹配地交替地接通断开。在图16中,省略了切换开关SW1、SW2的接通/断开的电路。流过图16的励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 的频率成为谐振电路11的谐振频率。

[0095] 图17是除了图16的电路结构以外将检测线圈3也设为谐振电路结构的图。图17的两个检测线圈3中的各个检测线圈3并联连接有电容器 C_p 。

[0096] 通过将检测线圈3与电容器 C_p 并联连接来构成谐振电路(第二谐振电路)12。只要以使励磁线圈2的励磁电流频率与谐振电路12的谐振频率一致的方式事先设定检测线圈3的电感和电容器 C_p ,就能够针对与在速度推定中利用的励磁电流频率相同的频率提高检测线圈3的感应电压的检测灵敏度,能够抑制与谐振频率不同的频率的干扰噪声的检测。

[0097] 本实施方式的速度检测装置1的应用范围没有特别限定,但是例如在为了检测列车的速度而使用本实施方式的速度检测装置1的情况下,需要避免检测结果受到因列车的振动产生的噪声的影响。期望的是,预先调查列车的平均振动频带,设定图16或图17的谐振

电路11、12的谐振频率,使其成为与该平均振动频带不相关的频率。不相关是指设定谐振频率,使其不仅不与列车的振动频率重叠,也不与该振动频率的高次谐波频率重叠。或者,也可以如后述的那样,时常由未图示的环境噪声检测部检测环境噪声,设定谐振电路11、12的谐振频率,使其成为与所检测出的噪声的频率不相关的频率。

[0098] 另外,期望的是,将流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 设为尽可能理想的正弦波波形,避免检测线圈3中感应的感应电压中叠加交流电流 i_{inj} 的高次谐波成分。将交流电流 i_{inj} 设为理想的正弦波波形能够通过图16的谐振电路11来实现。

[0099] 本实施方式的速度检测装置1也可以具备图16的谐振电路11和图17的谐振电路12这两方或其中一方。这些谐振电路11、12还能够应用于上述的图1、图3、图5A、图5B、图7、图9~图15中的任一速度检测装置1。

[0100] <励磁线圈2的间歇驱动>

[0101] 在本实施方式的速度检测装置1中,期望实施针对轭5的芯部损耗、励磁线圈2的铜损、相对移动体6上的涡电流损耗共计三个损耗的对策。轭5的芯部损耗能够通过使用铁氧体、铁粉或层叠钢板等低损耗轭材料来最小化。另一方面,励磁线圈2的铜损和相对移动体6上的涡电流损耗是速度检测装置1的本质要素,不可避免。特别是间隙越大,则励磁线圈2所需要的电流越大,励磁线圈2的铜损也会越大。由此,难以应用于利用电池电源来推定存在大的间隙的相对移动体6的速度的情况。

[0102] 作为削减速度检测装置1的消耗电力的一个方法,也可以间歇地驱动励磁线圈2。图18示出对图1追加了电流控制部13的速度检测装置1。电流控制部13交替地设置使电流流过励磁线圈2的第一期间和不使电流流过励磁线圈2的第二期间,速度推定部4推定相对移动体6的移动速度,且将第一期间设定为速度推定部4推定相对移动体6的移动速度所需要的时间长度以上的时间。

[0103] 图19是流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 的波形图。交流电流 i_{inj} 是具有周期 T_p 的间歇电流。电流控制部13只在周期 T_p 内的第一期间 T_b 使规定频率的交流电流 i_{inj} 流过励磁线圈2。在紧接着第一期间 T_b 开始之后,电流波形有可能发生过冲或下冲,交流电流波形不稳定。

[0104] 因此,也可以在从第一期间 T_b 开始起经过规定时间之后(图19的期间 T_c)推定相对移动体6的移动速度。

[0105] 图18的电流控制部13还能够应用于上述的图1、图3、图5A、图5B、图7、图9~图17中的任一速度检测装置1。

[0106] 像这样,在本实施方式中,在通过流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 使相对移动体6上产生磁束的状态下使相对移动体6移动,使由通过相对移动体6的移动产生的新的涡电流而产生的磁束与检测线圈3交链,来使检测线圈3感应出感应电压,基于该感应电压来推定相对移动体6的移动速度。另外,在本实施方式中,为了防止励磁线圈2中产生的磁束扩散到速度检测装置1的外侧,在励磁线圈2和检测线圈3的配置上下功夫。由此,能够抑制杂散磁场来提高磁效率,能够在降低消耗电力的同时,高精度地推定相对移动体6的移动速度。

[0107] 另外,通过如图13、图15那样在二维方向上配置励磁线圈2和检测线圈3,能够抑制向二维方向扩散的杂散磁场。

[0108] 并且,通过将励磁线圈2设为谐振电路11的结构,能够将流过励磁电流(交流电流)所需要的电源电压抑制得低,不需要励磁电流用的高电压发生电路。另外,能够以少的开关

次数将励磁电流设为正弦波波形。另外,通过将检测线圈3设为谐振电路12的结构,能够抑制谐振频率以外的频率成分,从而能够提高信噪比(S/N比)。另外,在很小的励磁电流下也能够由检测线圈3检测感应电压,从而实现检测灵敏度的提高和省电力化。

[0109] 另外,通过将流过励磁线圈2的交流电流 i_{inj} 设为正弦波波形,检测线圈3中感应的感应电压中不包含交流电流 i_{inj} 的高次谐波成分,从而能够高精度地推定相对移动体6的移动速度。

[0110] 并且,通过间歇地向励磁线圈2供给交流电流 i_{inj} ,能够削减速度检测装置1的消耗电力。

[0111] 上述的本实施方式中的相对移动体6的概念是,不仅包含其自身移动或旋转的物体,还包含相对于速度检测装置1相对地移动的物体。由此,在本实施方式中,在速度检测装置1被搭载于列车等的情况下,相对于列车等相对地移动的轨道等固定物也包含在相对移动体6中来进行解释。此外,本实施方式中的相对移动体6是导电体。

[0112] 本发明的方式并不限定于上述的各个实施方式,还包含本领域技术人员所能想到的各种变形,本发明的效果也不限定于上述的内容。即,在不超过权利要求书中规定的内容以及根据其等同物导出的本发明的概念性的思想和主旨的范围内,能够进行各种追加、变更和部分删除。

[0113] 本申请以日本特许申请2017-152721号(申请日:8/7/2017)为基础,享受该申请的优先权。本申请包含该日本申请的全部内容。

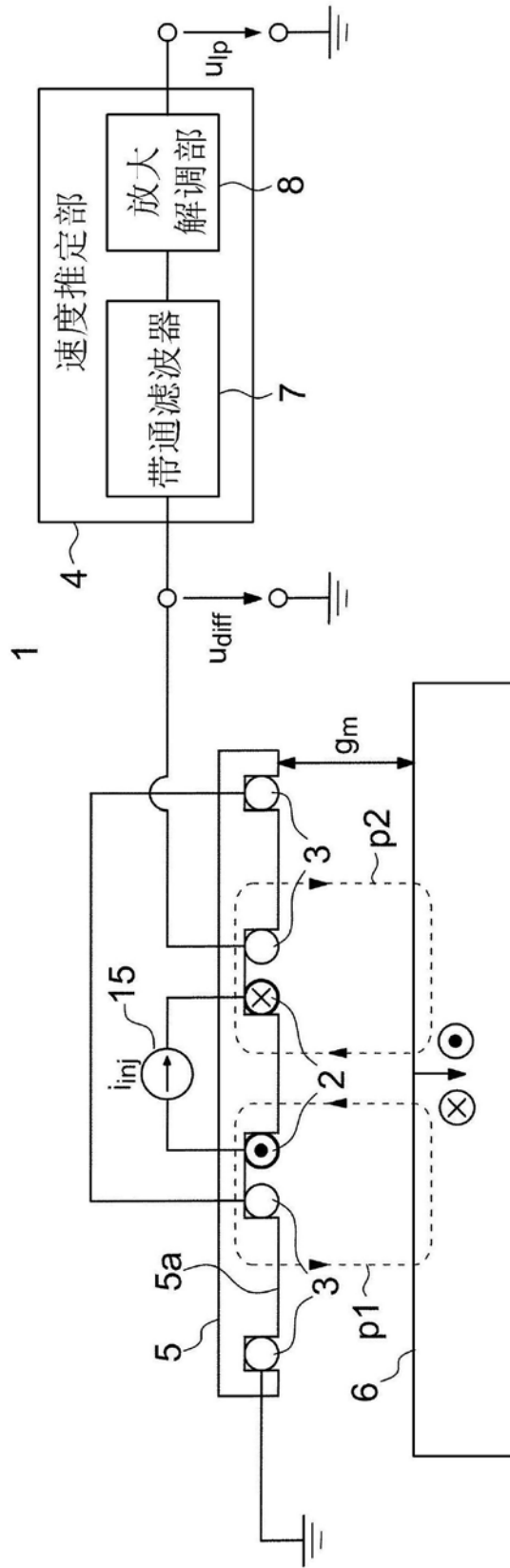


图1

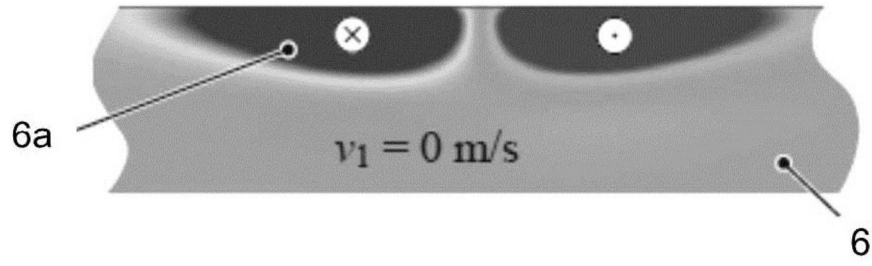


图2A

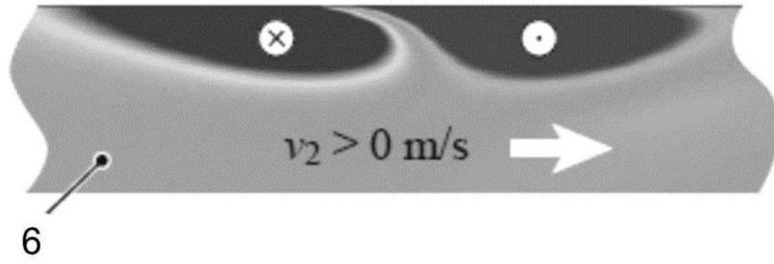


图2B

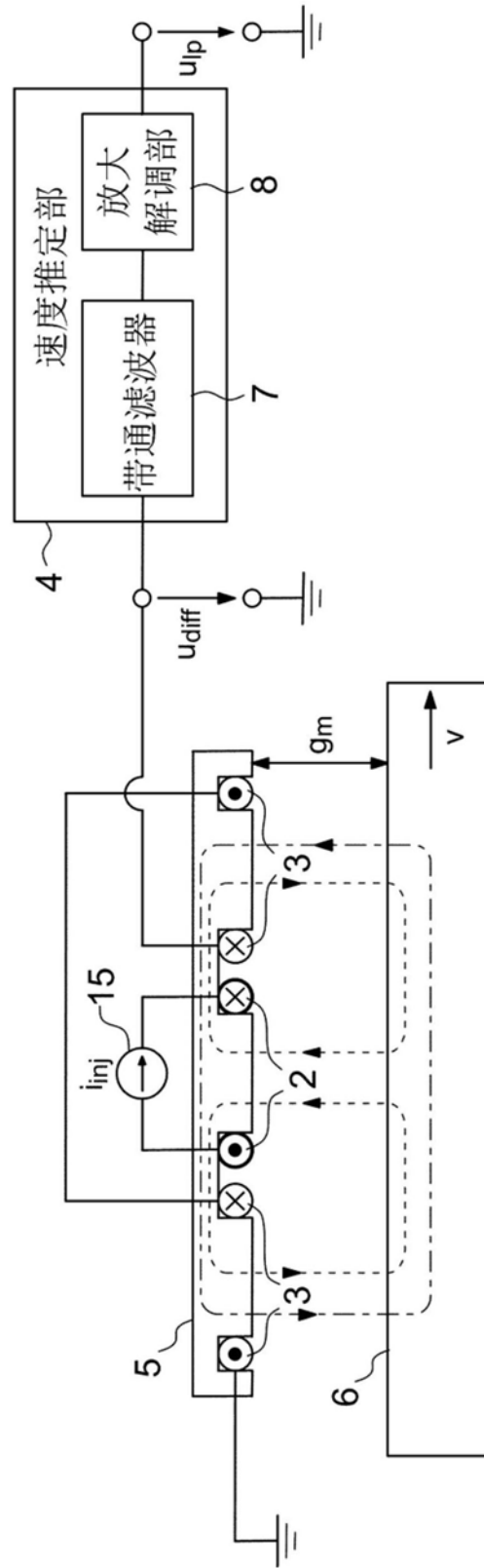


图3

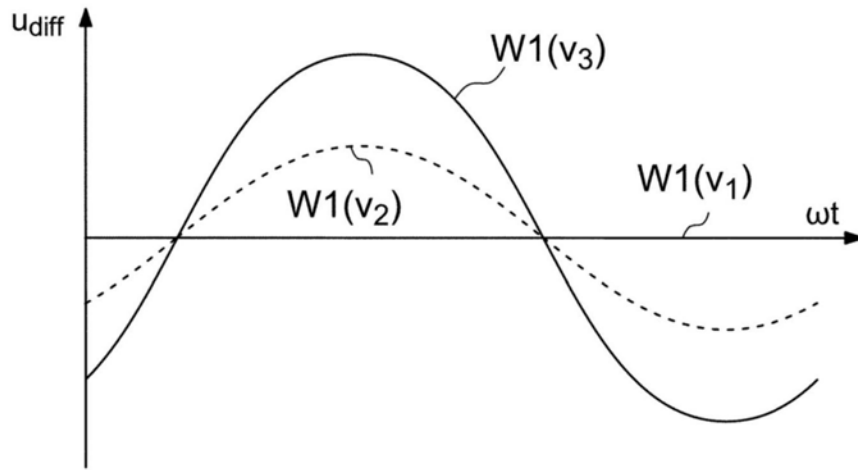


图4A

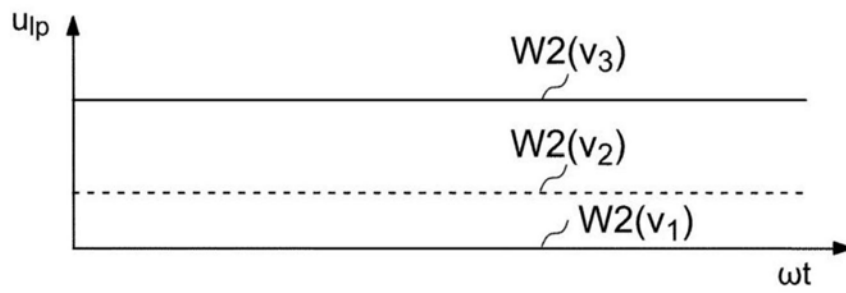


图4B

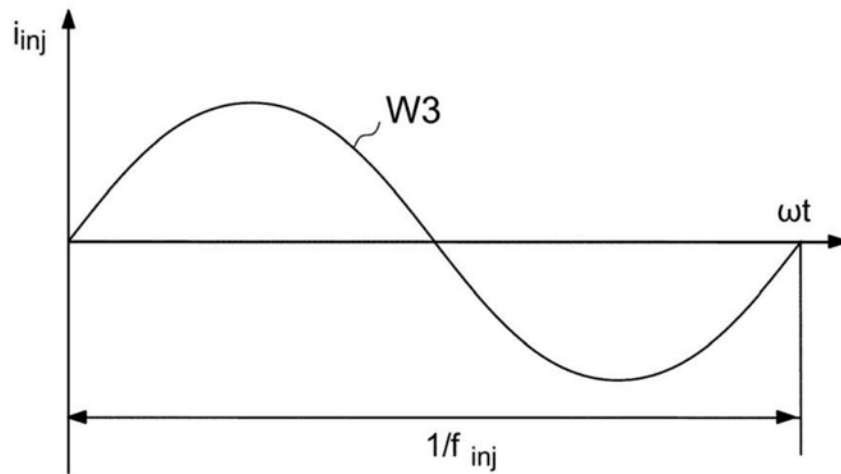


图4C

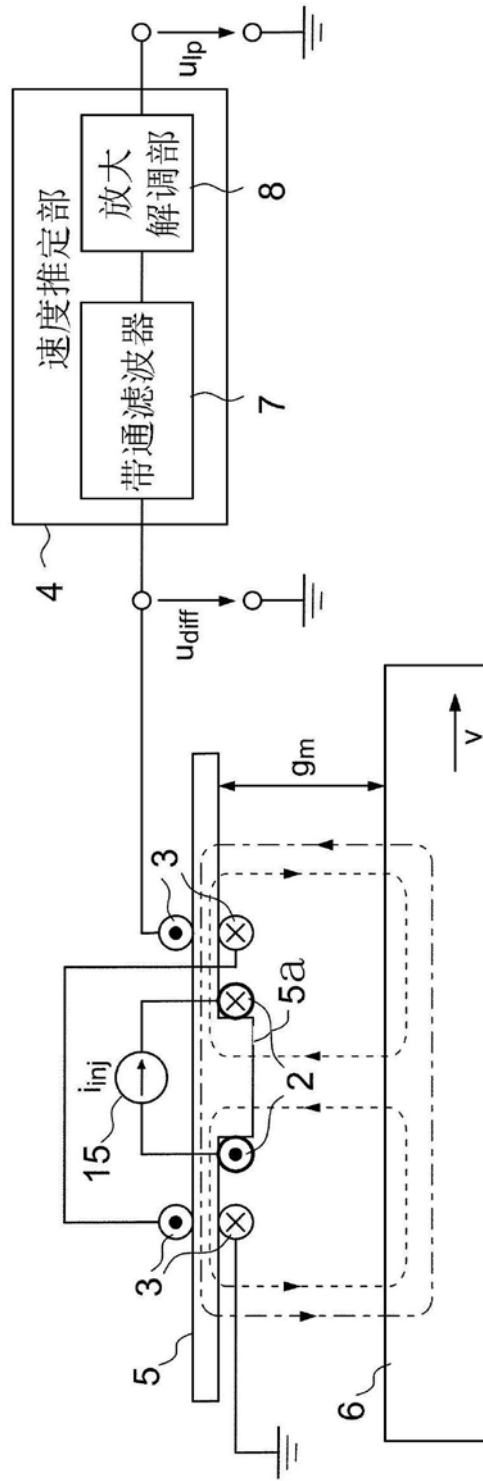


图5A

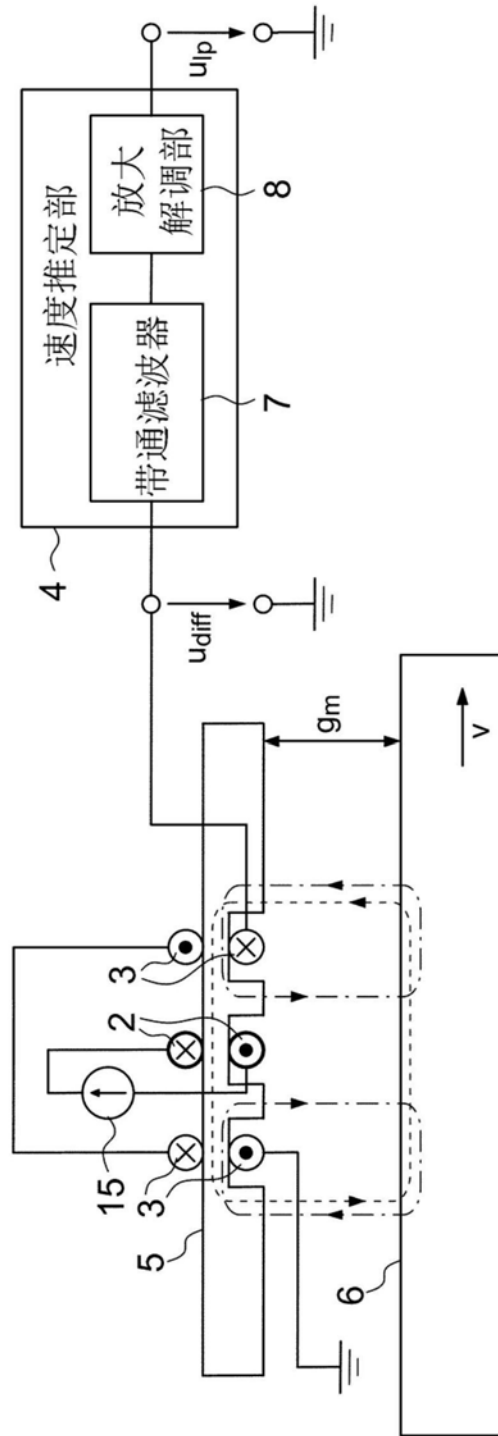


图5B

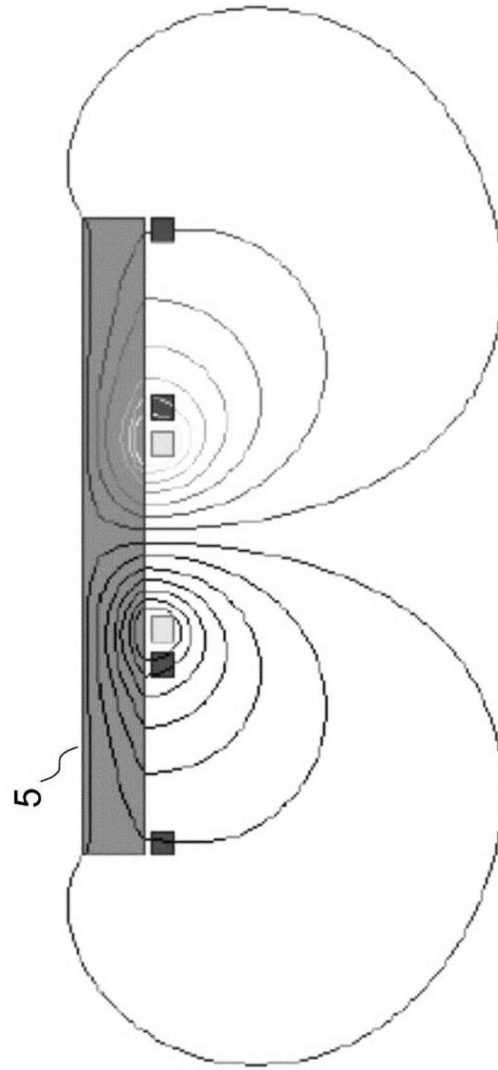


图6

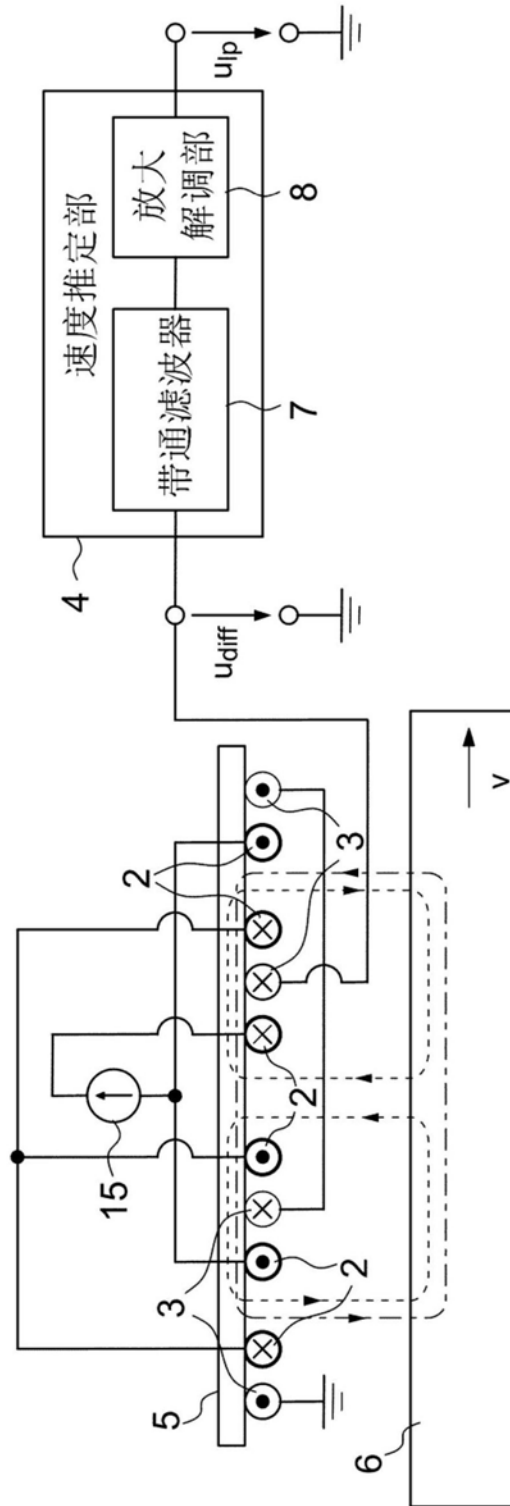


图7

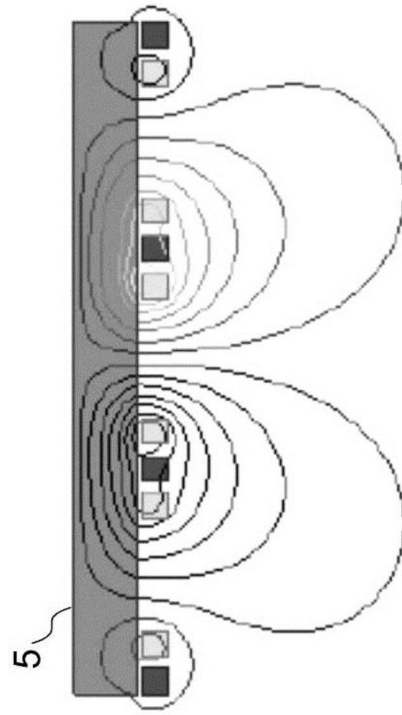


图8

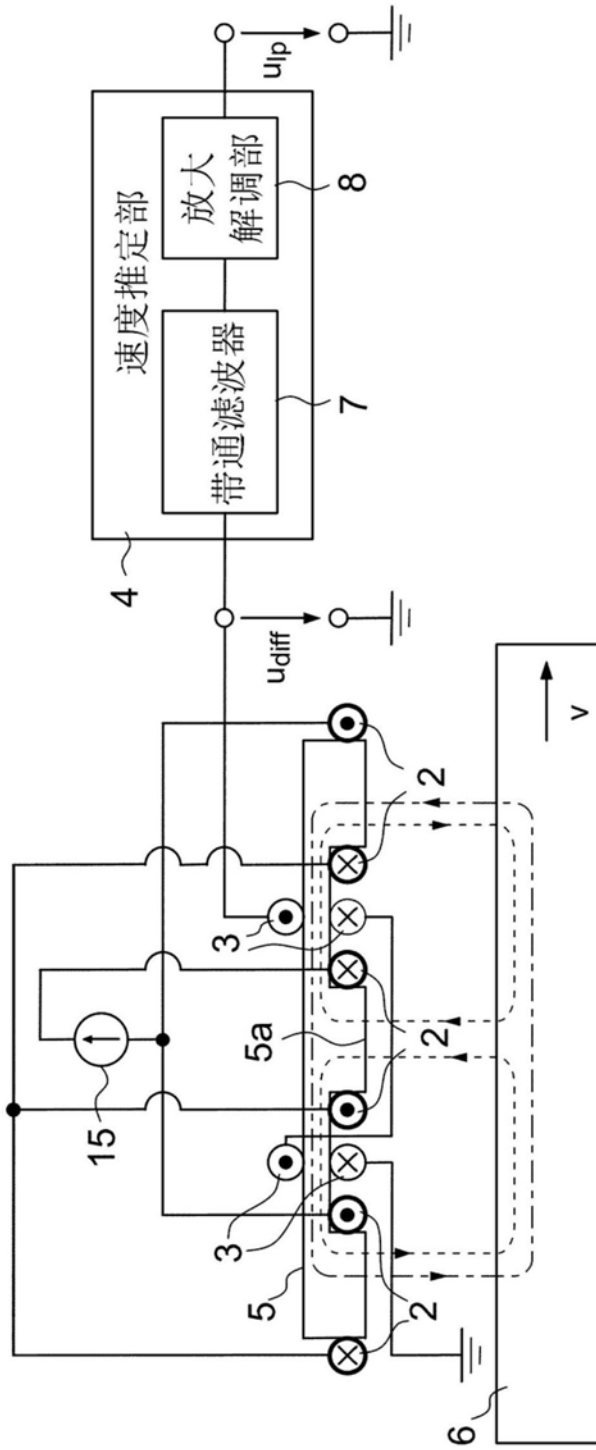


图9

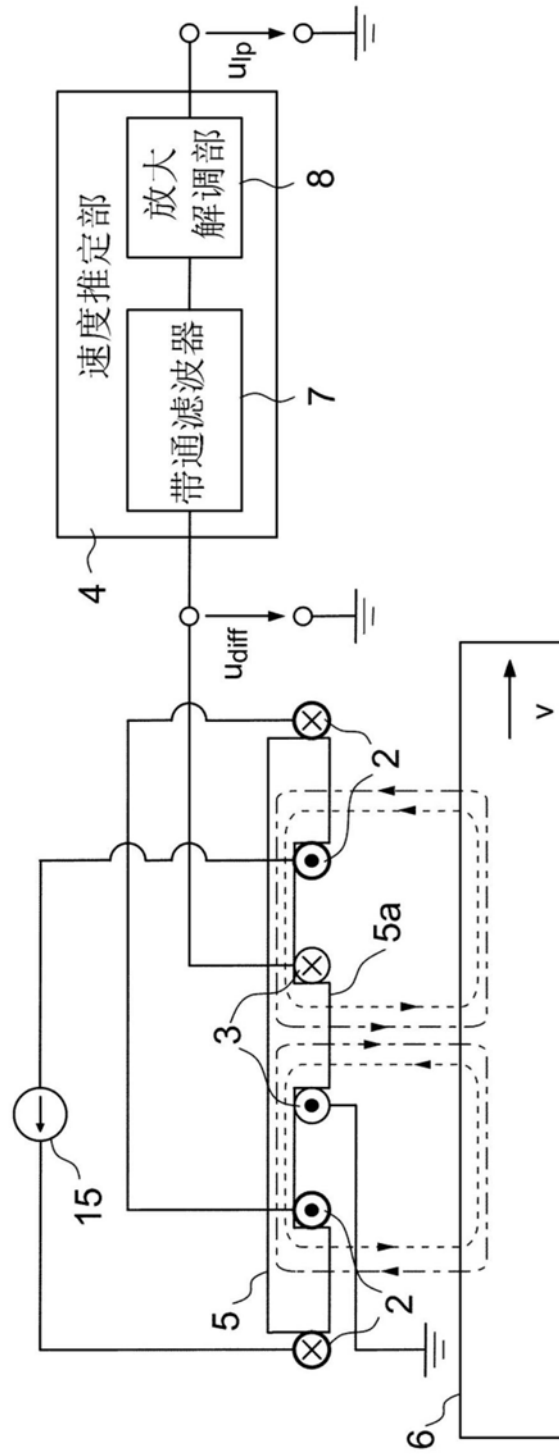


图10

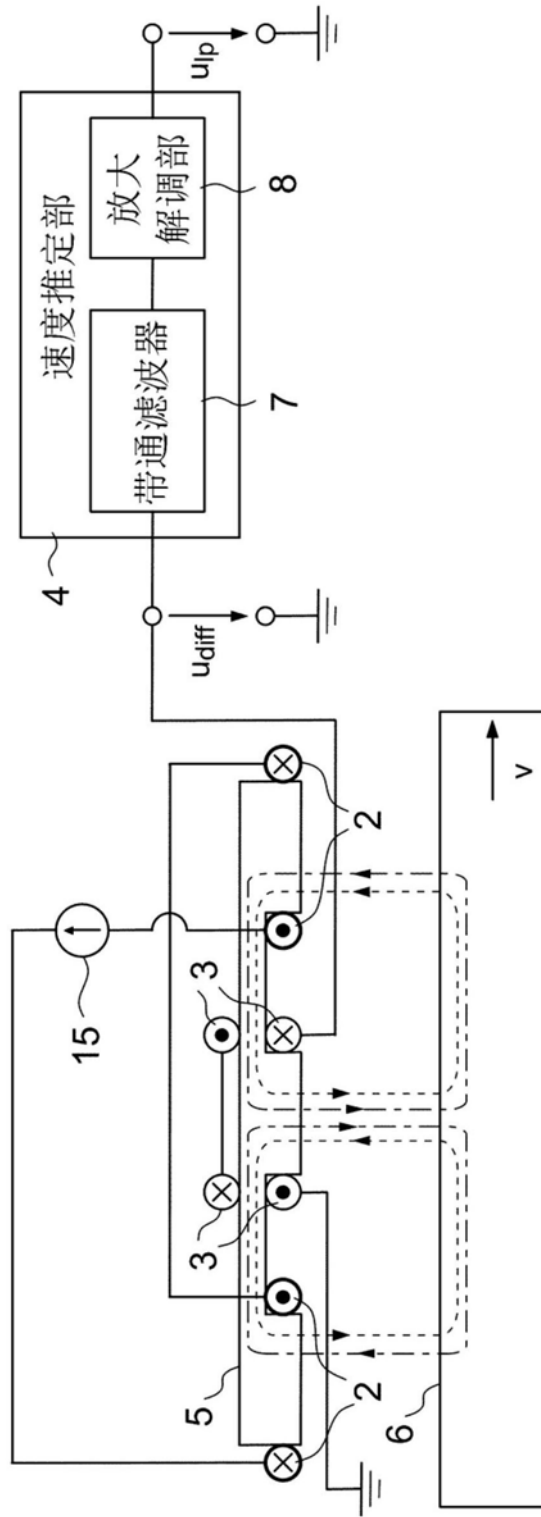


图11

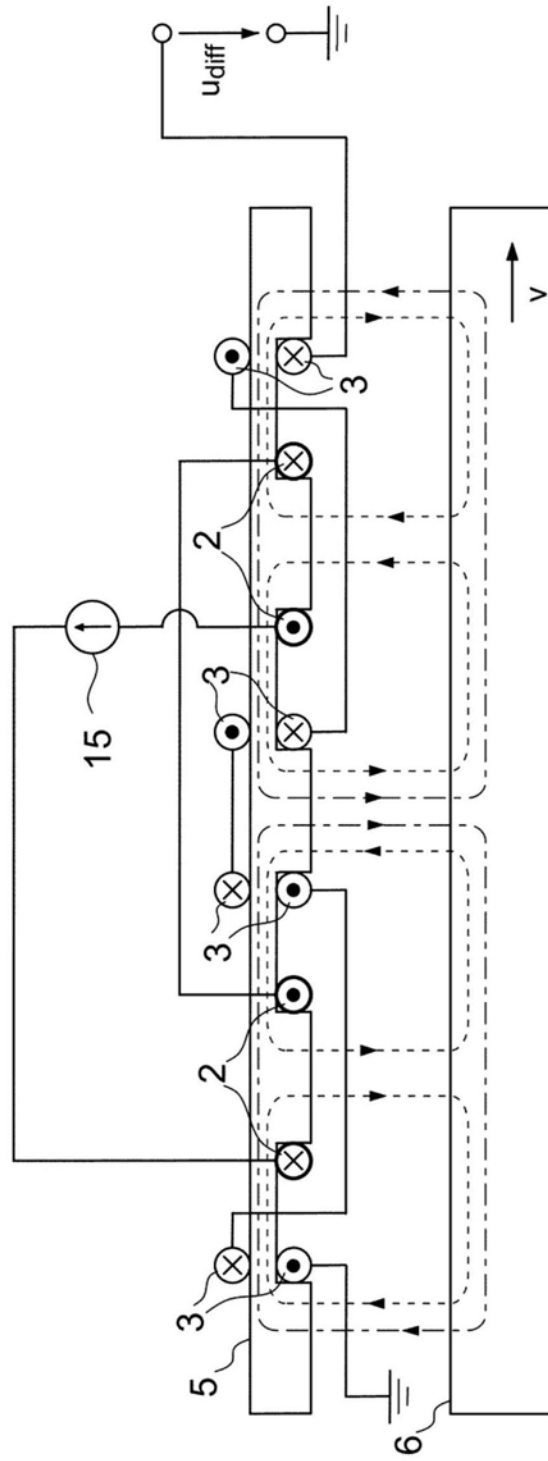


图12

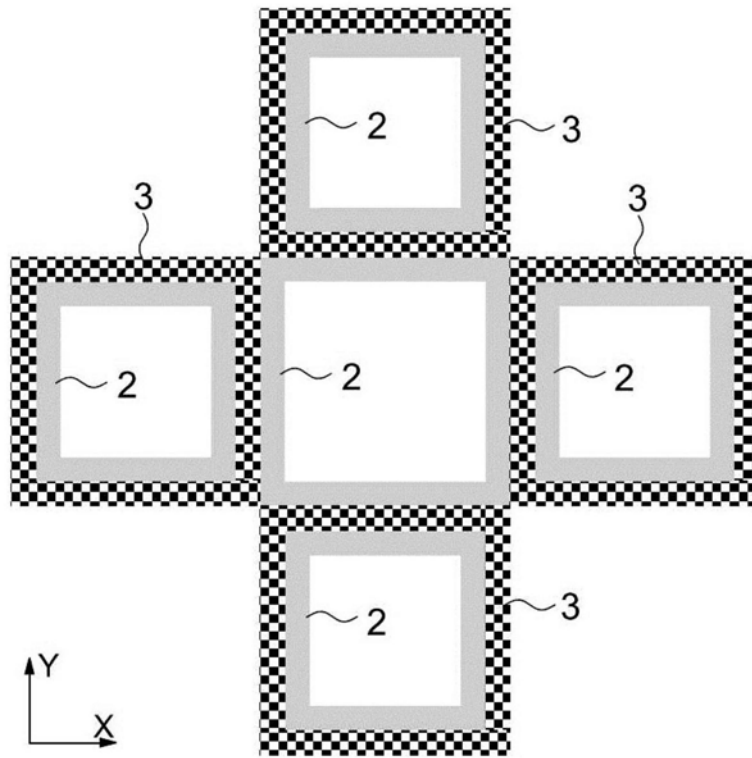


图13

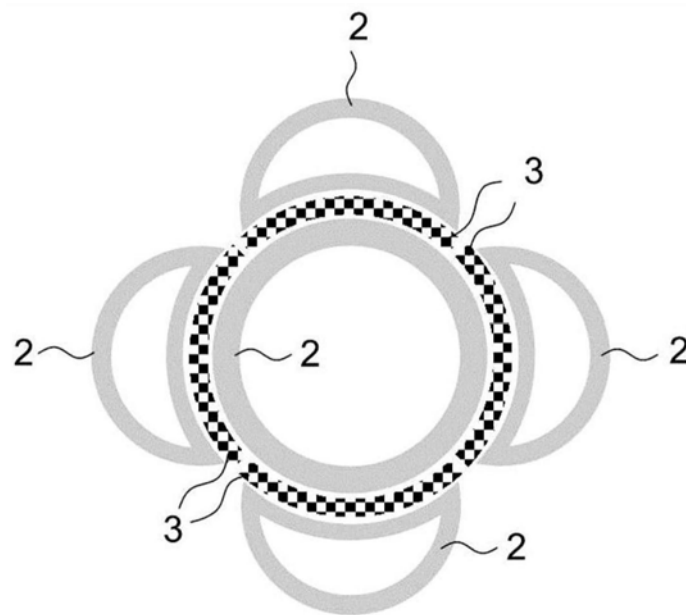


图14

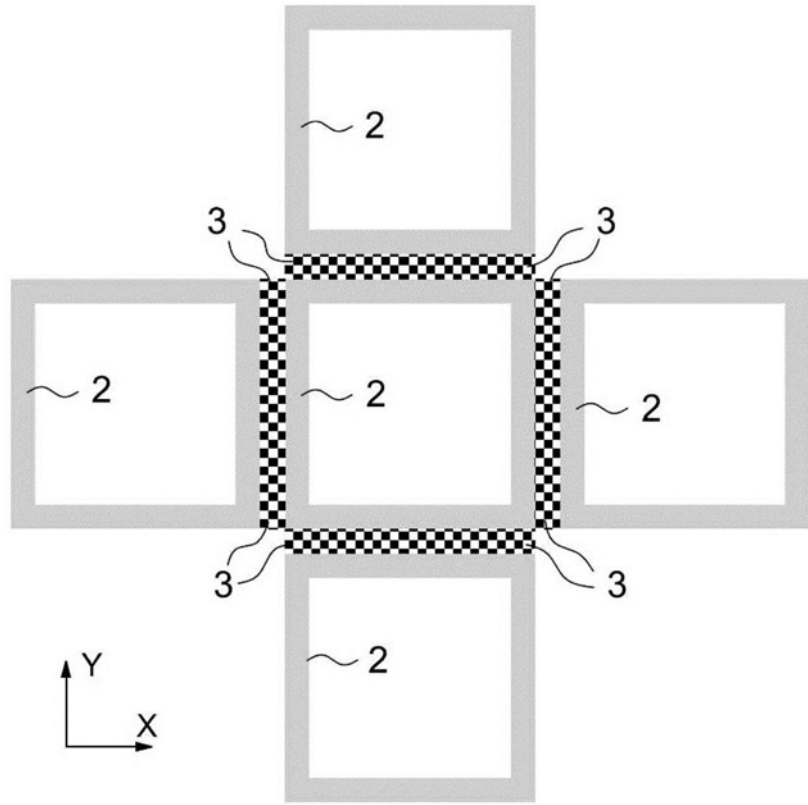


图15

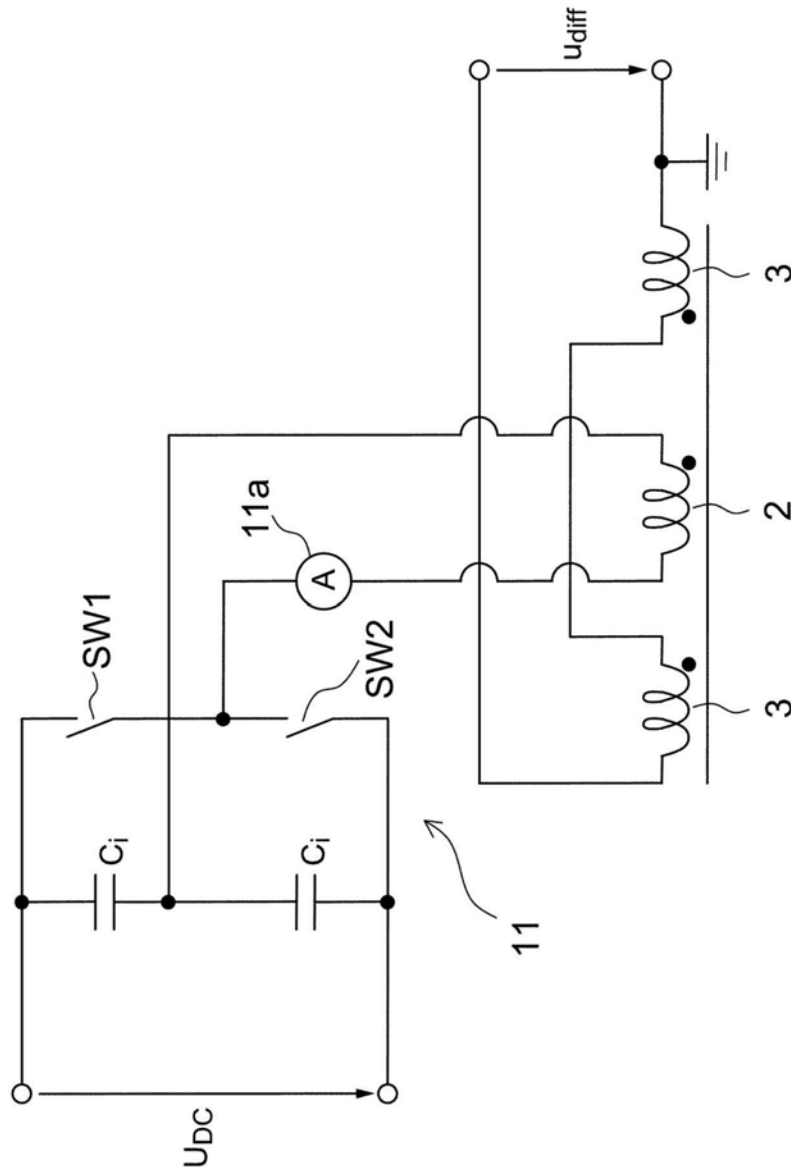


图16

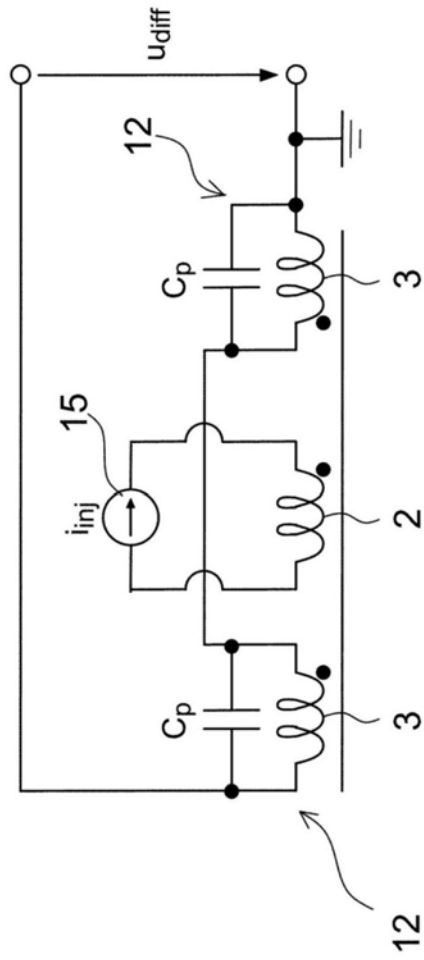


图17

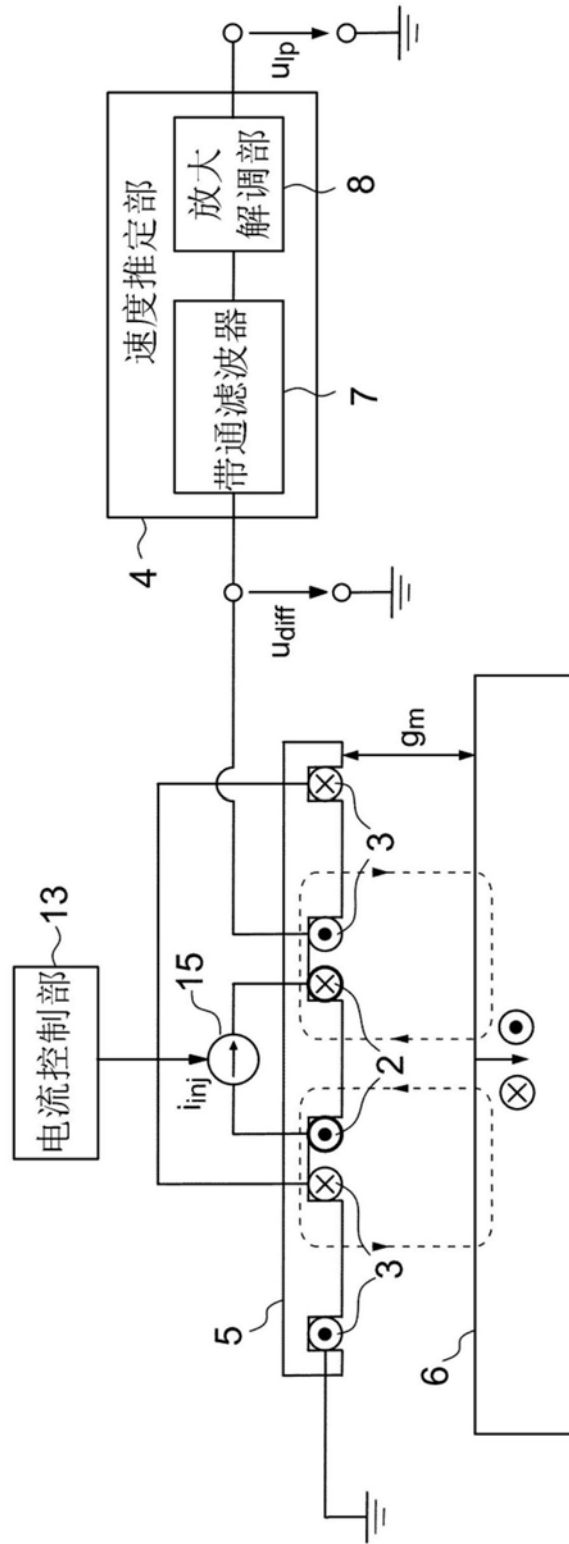


图18

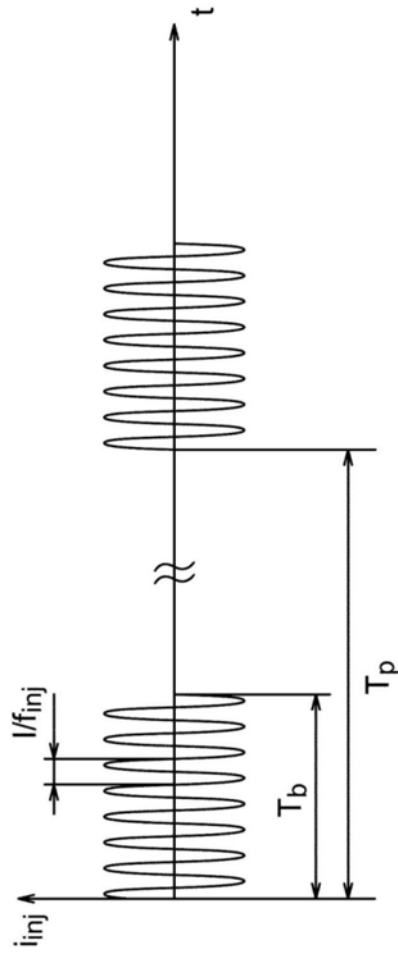


图19