



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111667995 A

(43)申请公布日 2020.09.15

(21)申请号 202010146308.2

(22)申请日 2020.03.05

(30)优先权数据

2019-041800 2019.03.07 JP

(71)申请人 TDK株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 伊井彰宏

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

11322

代理人 杨琦 王昊

(51)Int.Cl.

H01F 27/28(2006.01)

H01F 27/30(2006.01)

H01F 38/14(2006.01)

H02J 50/10(2016.01)

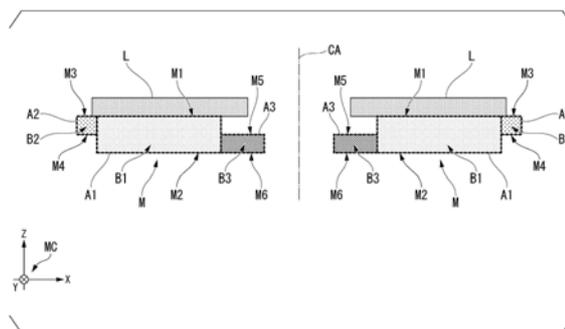
权利要求书2页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

线圈单元、无线供电装置、无线受电装置及无线电力传输系统

(57)摘要

线圈单元、无线供电装置、无线受电装置及无线电力传输系统。本发明提供一种能够减小磁性体的使用量，抑制磁性体陷入过热状态的线圈单元，其具备磁性体和线圈，线圈具有开口部，磁性体在第一方向上与线圈重合，且具有第一区域、第二区域以及第三区域，第一区域具有第一面和第二面，第二区域具有第三面和第四面，第三区域具有第五面和第六面，第五面和线圈之间的第一距离比第二面和线圈之间的第二距离短，且比第一面和线圈之间的第三距离长，第三面和线圈之间的第四距离比第一距离短，第四面和线圈之间的第五距离比第三距离长。



1. 一种线圈单元,其特征在于,具备:  
磁性体;和  
在所述磁性体上呈涡卷状设置有导体的线圈,  
所述线圈具有开口部,  
所述磁性体在第一方向上与所述线圈重合,且具有:  
第一区域,其包含在所述第一方向上与所述导体重合的部分;  
第二区域,其在从所述线圈的中心朝向所述线圈的外周侧的方向上,位于比所述第一区域远离所述线圈的中心的位置;和  
第三区域,其在从所述线圈的中心朝向所述线圈的外周侧的方向上,位于比所述第一区域接近所述线圈的中心的位置,  
所述第一区域具有第一面和第二面,  
所述第一面是在所述第一方向上与所述第二面重合,且在所述第一方向上比所述第二面接近所述线圈的面,  
所述第二区域具有第三面和第四面,  
所述第三面是在所述第一方向上与所述第四面重合,且在所述第一方向上比所述第四面接近所述线圈的面,  
所述第三区域具有第五面和第六面,  
所述第五面是在所述第一方向上与所述第六面重合,且在所述第一方向上比所述第六面接近所述线圈的面,  
沿着所述第一方向的距离中所述第五面和所述线圈之间的第一距离比沿着所述第一方向的距离中所述第二面和所述线圈之间的第二距离短,且比沿着所述第一方向的距离中所述第一面和所述线圈之间的第三距离长,沿着所述第一方向的距离中所述第三面和所述线圈之间的第四距离比所述第一距离短,  
沿着所述第一方向的距离中所述第四面和所述线圈之间的第五距离比所述第三距离长。
2. 根据权利要求1所述的线圈单元,其特征在于,  
所述第五距离比所述第二距离短。
3. 根据权利要求2所述的线圈单元,其特征在于,  
所述第五距离为所述第一距离以下的距离。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的线圈单元,其特征在于,  
所述第一区域在所述第一方向上与所述线圈的内缘的内侧的区域不重叠。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的线圈单元,其特征在于,  
所述磁性体包含多个磁性体片。
6. 根据权利要求5所述的线圈单元,其特征在于,  
所述多个磁性体片包含第一磁性体片、第二磁性体片、第三磁性体片这三个磁性体片,  
所述第一磁性体片包含于所述第一区域,  
所述第二磁性体片包含于所述第二区域,  
所述第三磁性体片包含于所述第三区域。
7. 根据权利要求5所述的线圈单元,其特征在于,

所述多个磁性体片包含第四磁性体片、第五磁性体片这两个磁性体片，

所述第四磁性体片包含在遍及所述第一区域的位于所述线圈侧的部分和所述第二区域的范围内，

所述第五磁性体片包含在遍及所述第一区域的位于与所述线圈相反侧的部分和所述第三区域的范围内。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的线圈单元，其特征在于，

所述第二面大致包含于包含所述第六面的面内。

9. 一种无线供电装置，其特征在于，

具备权利要求1~8中任一项所述的线圈单元作为供电用线圈单元。

10. 一种无线受电装置，其特征在于，

具备权利要求1~8中任一项所述的线圈单元作为受电用线圈单元。

11. 一种无线电力传输系统，其特征在于，

具备权利要求9所述的无线供电装置和权利要求10所述的无线受电装置的至少一方。

## 线圈单元、无线供电装置、无线受电装置及无线电力传输系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种线圈单元、无线供电装置、无线受电装置及无线电力传输系统。

### 背景技术

[0002] 正在进行关于无线电力传输系统的技术的研究、开发。无线电力传输系统在无线供电装置和无线受电装置之间进行无线电力传输,该无线供电装置具备供电线圈,该无线受电装置具备受电线圈。无线电力传输是基于无线的电力的传输。

[0003] 在此,在将供电线圈、受电线圈分别配置于磁性体上的情况下,供电线圈、受电线圈各自的特性提高。例如,在该情况下,供电线圈、受电线圈各自的电感提高。另外,在该情况下,因为磁通要穿过磁阻小于空气的磁性体内,所以对具备供电线圈的无线供电装置和具备受电线圈的无线受电装置之间的无线电力传输未做出贡献的磁通减少。

[0004] 因此,该无线电力传输中的供电线圈和受电线圈的磁耦合提高。

[0005] 然而,在磁性体上配置供电线圈的情况下,具备供电线圈的线圈单元重叠磁性体的量。另外,在磁性体上配置受电线圈的情况下,具备受电线圈的线圈单元重叠磁性体的量。因此理想的是,设置有供电线圈、受电线圈中每一个的磁性体的使用量保持在所需的最低限度。

[0006] 在这方面,已知一种受电器,其包含从初级侧谐振线圈通过磁共振或电场共振接受电力的次级侧谐振线圈和在次级侧谐振线圈的轴伸延的方向上与次级侧谐振线圈相邻配设的软磁性体制的磁性片,即在次级侧谐振线圈相对于该轴的径向上与次级侧谐振线圈对应的第一区域中的第一厚度比不与次级侧谐振线圈对应的第二区域上的第二厚度厚的磁性片(参照专利文献1)。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2017-130491号公报

### 发明内容

[0010] 发明所要解决的问题

[0011] 然而,在这样的磁性片中,穿过该磁性片内的磁通集中到磁通在该磁性片内穿过的路径中的最短的路径。因此,该磁性片有时陷入过热状态。

[0012] 本发明考虑这样的情况而提出,课题在于提供一种能够减小磁性体的使用量,并且抑制磁性体陷入过热状态的线圈单元、无线供电装置、无线受电装置及无线电力传输系统。

[0013] 用于解决问题的技术方案

[0014] 本发明的一方案提供一种线圈单元,其具备:磁性体和在该磁性体上呈涡卷状设置有导体的线圈,所述线圈具有开口部,所述磁性体在第一方向上与所述线圈重合,且具有:第一区域,其包括在所述第一方向上与所述导体重合的部分;第二区域,其在从所述线

圈的中心朝向所述线圈的外周侧的方向上,位于比所述第一区域远离所述线圈的中心的位置;第三区域,其在从所述线圈的中心朝向所述线圈的外周侧的方向上,位于比所述第一区域接近所述线圈的中心的位置,所述第一区域具有第一面和第二面,所述第一面是在所述第一方向上与所述第二面重合,且在所述第一方向上比所述第二面接近所述线圈的面,所述第二区域具有第三面和第四面,所述第三面是在所述第一方向上与所述第四面重合,且在所述第一方向上比所述第四面接近所述线圈的面,所述第三区域具有第五面和第六面,所述第五面是在所述第一方向上与所述第六面重合,且在所述第一方向上比所述第六面接近所述线圈的面,沿着所述第一方向的距离中所述第五面和所述线圈之间的第一距离比沿着所述第一方向的距离中所述第二面和所述线圈之间的第二距离短,且比沿着所述第一方向的距离中所述第一面和所述线圈之间的第三距离长,沿着所述第一方向的距离中所述第三面和所述线圈之间的第四距离比所述第一距离短,沿着所述第一方向的距离中所述第四面和所述线圈之间的第五距离比所述第三距离长。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明,能够减小磁性体的使用量,并且抑制磁性体陷入过热状态。

#### 附图说明

[0017] 图1是表示实施方式的无线电力传输系统1的结构的一例的图。

[0018] 图2是表示设置有线圈L的磁性体M的一例的俯视图。

[0019] 图3是将图2所示的线圈L及磁性体M沿着图2所示的线A切断的情况下的剖视图。

[0020] 图4是用于清楚地表示图3所示的磁性体M中的第一距离X1~第五距离X5中的每一个的图。

[0021] 图5是表示穿过图3所示的磁性体M内的磁通的路径的一例的图。

[0022] 图6是表示实施方式的变形例1的磁性体MA的一例的图。

[0023] 图7是表示实施方式的变形例2的磁性体M的一例的俯视图。

[0024] 图8是将图7所示的线圈L及磁性体M沿着图7所示的线AA切断的情况下的剖视图。

#### 具体实施方式

[0025] 〈实施方式〉

[0026] 以下,在本发明的实施方式中,参照附图进行说明。在此,在本实施方式中,为了便于说明,将基于无线的电力的传输称为无线电力传输进行说明。

[0027] 另外,在本实施方式中,将传输与直流电力相应的电信号或与交流电力相应的电信号的导体称为传输路径进行说明。传输路径例如是印刷于基板上的导体。此外,传输路径也可以不是该导体,而是形成为线状的导体即导线等。

[0028] 〈无线电力传输系统的概要〉

[0029] 首先,对实施方式的无线电力传输系统1的概要进行说明。图1是表示实施方式的无线电力传输系统1的结构的一例的图。

[0030] 无线电力传输系统1具备无线供电装置10和无线受电装置20。

[0031] 在无线电力传输系统1中,通过无线电力传输将电力从无线供电装置10传输到无线受电装置20。更具体来说,在无线电力传输系统1中,通过无线电力传输将电力从无线供

电装置10所具备的供电线圈L1传输到无线受电装置20所具备的受电线圈L2。无线电力传输系统1例如使用磁共振方式进行无线电力传输。此外,无线电力传输系统1也可以是使用其它方式取代磁共振方式进行无线电力传输的结构。

[0032] 以下,作为一例,如图1所示,对将无线电力传输系统1应用于对搭载于电动汽车EV的电池(可充电电池)进行基于无线电力传输的充电的系统的情况进行说明。电动汽车EV是通过充电到电池的电力驱动电动机行驶的电动车辆(移动体)。在图1所示的例子中,无线电力传输系统1具备设置于充电设备侧的地面G的无线供电装置10和搭载于电动汽车EV的无线受电装置20。此外,无线电力传输系统1也可以不是应用于该系统的结构,而是应用于其它装置、其它系统等结构。

[0033] 在此,在基于磁共振方式的无线电力传输中,无线电力传输系统1使无线供电装置10所具备的未图示的供电侧谐振电路(在图1所示的例子中,备置于后述的供电线圈单元13)和无线受电装置20所具备的未图示的受电侧谐振电路(在图1所示的例子中,备置于后述的受电线圈单元21)之间的谐振频率靠近(或使该谐振频率一致),将谐振频率附近的高频电流及电压施加到供电线圈单元13,通过无线将电力传输(供给)到电磁谐振(共振)的受电线圈单元21。

[0034] 因此,本实施方式的无线电力传输系统1能够以不进行与充电线缆的连接的方式,通过无线将从充电设备侧供给的电力传输到电动汽车EV,同时对搭载于电动汽车EV的电池进行基于无线电力传输的充电。

[0035] 〈无线电力传输系统的结构〉

[0036] 以下,参照图1,对无线电力传输系统1的结构进行说明。

[0037] 无线供电装置10具备转换电路11、供电电路12、供电线圈单元13、控制电路14以及供电侧通信部15。另一方面,无线受电装置20具备受电线圈单元21、整流平滑电路22、保护电路23、控制电路24以及受电侧通信部25。而且,无线受电装置20能够与负载Vload连接。在图1所示的例子中,无线受电装置20与负载Vload连接。此外,无线受电装置20也可以是具备负载Vload的结构。

[0038] 转换电路11例如是与外部的商用电源P连接,将从商用电源P输入的交流电压转换成所希望的直流电压的AC(Alternating Current)/DC(Direct Current)转换器。转换电路11与供电电路12连接。转换电路11将转换了该交流电压的直流电压供给至供电电路12。

[0039] 此外,转换电路11也可以是对供电电路12输出直流电压的任何电路。例如,转换电路11可以是将对交流电压进行整流并转换成直流电压的整流平滑电路和进行功率因数改善的PFC(Power Factor Correction)电路组合的转换电路,可以是将该整流平滑电路和开关转换器等开关电路组合的转换电路,也可以是对供电电路12输出直流电压的其它转换电路。

[0040] 供电电路12将从转换电路11供给的直流电压转换成交流电压。例如,供电电路12具备由桥接有多个开关元件的开关电路构成的逆变器。供电电路12与供电线圈单元13连接。供电电路12将基于供电线圈单元13所具备的供电侧谐振电路的谐振频率控制驱动频率的交流电压供给至供电线圈单元13。

[0041] 供电线圈单元13例如具备LC谐振电路作为供电侧谐振电路,该LC谐振电路与供电线圈L1一同具备在图1中未图示的电容器。在该情况下,供电线圈单元13通过调整该电容器

的静电电容,能够调整供电侧谐振电路的谐振频率。无线供电装置10使供电侧谐振电路的谐振频率靠近受电线圈单元21所具备的受电侧谐振电路的谐振频率(或使其一致),进行磁共振方式的无线电力传输。该电容器例如可以由与供电线圈L1串联连接的电容器构成,可以由与供电线圈L1串联连接的电容器和与供电线圈L1并联连接的电容器构成,也可以由其它方案构成。以下,作为一例,对该电容器是与供电线圈L1串联连接的电容器的情况进行说明。此外,供电线圈单元13也可以是具备其它谐振电路取代该LC谐振电路作为供电侧谐振电路的结构,上述其它其它谐振电路具备供电线圈L1。另外,供电线圈单元13也可以是除了供电侧谐振电路还具备其它电路、其它电路元件等的结构。另外,供电线圈单元13也可以是具备抑制供电线圈L1产生的磁场向外部的泄漏的电磁屏蔽体(例如金属板等)等的结构。

[0042] 另外,供电线圈单元13具备提高供电线圈L1和受电线圈L2之间的磁耦合的磁性体13M。在供电线圈单元13中,供电线圈L1设置于磁性体13M上。后述磁性体13M的结构。

[0043] 供电线圈L1例如是将由铜、铝等构成的绞合线作为导体卷绕成涡卷状(螺旋状)的无线电力传输用线圈。另外,在本实施方式中,供电线圈L1是在磁性体13M上呈涡卷状设置有导体的无线电力传输用线圈。设置于磁性体13M上的供电线圈L1以与电动汽车EV的地板的下侧相向的方式与磁性体13M一同设置于地面G之上或埋设于地面G以下,作为一例,对设置于磁性体13M上的供电线圈L1(即,供电线圈单元13)与供电电路12一同设置于地面G之上的情况进行说明。

[0044] 控制电路14控制无线供电装置10。控制电路14控制供电侧通信部15,在和无线受电装置20之间收发各种信息。例如,控制电路14通过供电侧通信部15从无线受电装置20接收表示无线受电装置20接受的电力的电力信息。

[0045] 另外,控制电路14基于经由供电侧通信部15从无线受电装置20接收的电力信息,控制供电电路12向供电线圈L1供给的交流电压。

[0046] 具体来说,控制电路14根据该电力信息,算出向无线受电装置20供给的供电电力量。控制电路14根据算出的供电电力量,控制供电电路12所具备的逆变器的驱动频率、该逆变器的占空比等。由此,控制电路14控制供电电路12向供电线圈L1供给的交流电压。即,控制电路14通过基于电力信息的反馈控制调整供电电路12向供电线圈L1供给的交流电压。控制电路14例如进行PID控制作为用于调整该交流电压的反馈控制。此外,控制电路14也可以是进行PID控制以外的控制作为用于调整该交流电压的反馈控制的结构。

[0047] 供电侧通信部15例如是进行基于Wi-Fi(注册商标)等通信标准的无线通信的通信电路(或通信装置)。供电侧通信部15根据来自控制电路14的信号,在与无线受电装置20之间收发各种信息。

[0048] 受电线圈单元21例如具备LC谐振电路作为受电侧谐振电路,该LC谐振电路与受电线圈L2一同具备在图1中未图示的电容器。在该情况下,受电线圈单元21通过调整该电容器的静电电容,能够调整受电侧谐振电路的谐振频率。无线受电装置20通过使受电侧谐振电路的谐振频率与供电侧谐振电路的谐振频率靠近(包括使其一致的情况),进行磁共振方式的无线电力传输。该电容器例如可以由与受电线圈L2串联连接的电容器构成,可以由与受电线圈L2串联连接的电容器和与受电线圈L2并联连接的电容器构成,也可以由其它方案构成。以下,作为一例,对该电容器是与受电线圈L2串联连接的电容器的情况进行说明。此外,受电线圈单元21也可以是具备其它谐振电路取代该LC谐振电路作为受电侧谐振电路的结

构,上述其它谐振电路具备受电线圈L2。另外,受电线圈单元21也可以是除了受电侧谐振电路还具备其它电路、其它电路元件等的结构。另外,受电线圈单元21也可以是具备抑制受电线圈L2产生的磁场向外部泄漏的电磁屏蔽体等的结构。

[0049] 另外,受电线圈单元21具备提高供电线圈L1和受电线圈L2之间的磁耦合的磁性体21M。在受电线圈单元21中,受电线圈L2设置于磁性体21M上。后述磁性体21M的结构。

[0050] 受电线圈L2例如是以由铜、铝等构成的绞合线为导体卷绕成涡卷状(螺旋状)的无线电力传输用线圈。另外,在本实施方式中,受电线圈L2是在磁性体21M上呈涡卷状设置有导体的无线电力传输用线圈。

[0051] 整流平滑电路22与受电线圈单元21连接,将从受电线圈L2供给的交流电压整流并转换成直流电压。整流平滑电路22能够与负载Vload连接。在图1所示的例子中,整流平滑电路22经由保护电路23与负载Vload连接。在整流平滑电路22与负载Vload连接的情况下,整流平滑电路22将转换了的直流电力供给至负载Vload。此外,在无线受电装置20中,整流平滑电路22可以是在与负载Vload连接的情况下,取代保护电路23,经由充电电路与负载Vload连接的结构,也可以是除了保护电路23之外,经由充电电路与负载Vload连接的结构。

[0052] 在此,在负载Vload与整流平滑电路22连接的情况下,从整流平滑电路22供给直流电压。例如,负载Vload是上述的搭载于电动汽车EV的电池、搭载于电动汽车EV的电动机等。负载Vload是根据电力的需要状态(储藏状态或消耗状态),等效电阻值与时间一同变化的电阻负载。此外,在无线受电装置20中,负载Vload也可以是取代该电池、该电动机等,供给从整流平滑电路22供给的直流电压的其它负载。

[0053] 在无线受电装置20的状态变为意外的大小的电压或电流可能会供给至负载Vload的状态(例如,过电压状态)下,保护电路23抑制由于向负载Vload供给该电压或该电流而产生不良,保护负载Vload。例如,保护电路23具备使受电线圈L2的端子之间短路的开关元件。保护电路23根据来自控制电路24的驱动信号将该开关元件的状态在开和关之间切换。此外,无线受电装置20也可以是不具备保护电路23的结构。

[0054] 控制电路24控制无线受电装置20。控制电路24控制受电侧通信部25,在与无线供电装置10之间收发各种信息。例如,控制电路24通过受电侧通信部25将上述的电力信息发送至无线供电装置10。

[0055] 另外,在无线受电装置20的状态变为意外的大小的电压或电流可能会供给至负载Vload的状态的情况下,控制电路24将驱动信号输出到保护电路23,保护负载Vload。

[0056] 受电侧通信部25例如是进行基于Wi-Fi(注册商标)等通信标准的无线通信的通信电路(或通信装置)。受电侧通信部25根据来自控制电路24的信号,在与无线供电装置10之间收发各种信息。

[0057] 〈磁性体的结构〉

[0058] 以下,参照图2及图3,对供电线圈单元13所具备的磁性体13M和受电线圈单元21所具备的磁性体21M的各自的结构进行说明。

[0059] 在此,以下,作为一例,对供电线圈单元13的结构是与受电线圈单元21的结构相同的情况进行说明。在该情况下,磁性体13M的结构是与磁性体21M的结构相同的结构。另外,供电线圈L1的结构是与受电线圈L2的结构相同的结构。因此,以下,只要不需要区别供电线圈单元13和受电线圈单元21,将其统称为线圈单元CU进行说明。以下,只要不需要区

别磁性体13M和磁性体21M,将其统称为磁性体M进行说明。另外,以下,只要不需要供电线圈L1和受电线圈L2,将其统称为线圈L进行说明。此外,磁性体13M的结构也可以是与磁性体21M的结构不同的结构。另外,供电线圈L1的结构也可以是与受电线圈L2的结构不同的结构。

[0060] 图2是表示设置有线圈L的磁性体M的一例的俯视图。图3是将图2所示的线圈L及磁性体M沿图2所示的线A切断的情况下的剖视图。在此,图2及图3所示的三维坐标系MC表示图2及图3各自的方向。

[0061] 磁性体M在第一方向上与线圈L重合。即,第一方向是磁性体M和线圈L重合的方向。第一方向如果是磁性体M和线圈L重合的方向,则也可以是任何方向。在图2及图3所示的例子中,第一方向与三维坐标系MC中的Z轴方向一致。即,在该例中,磁性体M在三维坐标系MC中的Z轴方向上与线圈L重合。另外,在该例中,上述的线A是在图2中穿过线圈L的中心C,且与三维坐标系MC中的X轴平行的线。

[0062] 首先,对设置于磁性体M上的线圈L进行说明。

[0063] 在图2及图3中以剖面线为线圈L的区域表示以导体彼此之间的距离为预定的距离以下的方式将导体卷绕成线圈L的区域。

[0064] 呈涡卷状设置有导体的线圈L具有开口部,该开口部通过该涡卷的内缘包围由设置为线圈L的导体形成的涡卷的中心。在图2及图3所示的例子中,线圈L的内缘的形状(即,线圈L所具有的开口部的形状)大致是圆形状。在此,在本实施方式中,该形状大致是圆形状是指,即使在由于制造上的误差等而该内缘的形状形变的情况下,也将该内缘的形状认为是圆形状。另外,能够将线圈L的内缘的形状说成由卷绕成线圈L的导体包围的区域的轮廓的形状。即,该轮廓的形状大致是圆形状。此外,线圈L的内缘的形状也可以不是大致圆形状,而是多边形形状等其它形状。

[0065] 在从第一方向(在图2及图3中三维坐标系MC中的Z轴方向)观察线圈L的情况下,上述的线圈L的中心C表示像这样以内缘的形状为大致圆形状的方式将导体卷绕成涡卷状的线圈L的内缘的中心。另外,图2及图3所示的线圈L的中心轴CA表示穿过线圈L的中心C,且与三维坐标系MC中的Z轴平行的轴。此外,在线圈L的内缘的形状是圆形状以外的形状的情况下,线圈L的中心C例如表示由卷绕成线圈L的导体包围的区域的轮廓的矩形的矩心等和根据该形状决定的其它位置。

[0066] 另外,在图2及图3所示的例子中,线圈L的外缘的形状大致是圆形状。此外,线圈L的外缘的形状也可以不是大致圆形状,而是多边形形状等其它形状。另外,在该例中,线圈L的外缘的形状是与线圈L的内缘的形状相同的形状,但可替代地,也可以是与线圈L的内缘的形状不同的形状。

[0067] 此外,在图2及图3所示的例子中,为了方式图变得复杂,省略从线圈L引出的导体。

[0068] 接下来,对磁性体M的结构进行说明。如图2及图3所示,磁性体M具有第一区域A1、第二区域A2以及第三区域A3。

[0069] 第一区域A1是磁性体M所具有的区域中包括在第一方向(在图2及图3中三维坐标系MC中的Z轴方向)上与卷绕成线圈L的导体(在图2及图3中以剖面线为线圈L的区域)重合的部分的区域。

[0070] 另外,第一区域A1具有第一面M1和第二面M2。

[0071] 第一面M1是在第一方向上与第二面M2重合的面。另外,第一面M1是在第一方向上比第二面M2接近线圈L的面。

[0072] 第二区域A2是在从线圈L的中心C朝向线圈L的外周侧(即外缘侧)的方向上位于比第一区域A1远离线圈L的中心C的位置的区域。

[0073] 另外,第二区域A2具有第三面M3和第四面M4。

[0074] 第三面M3是在第一方向上与第四面M4重合的面。另外,第三面M3是在第一方向上比第四面M4接近线圈L的面。

[0075] 第三区域A3是在从线圈L的中心C朝向线圈L的外周侧(即外缘侧)的方向上位于比第一区域A1接近线圈L的中心C的位置的区域。

[0076] 另外,第三区域A3具有第五面M5和第六面M6。

[0077] 第五面M5是在第一方向上与第六面M6重合的面。另外,第五面M5是在第一方向上比第六面M6接近线圈L的面。

[0078] 在此,磁性体M可以是包含多个磁性体片的结构,也可以由一个磁性体片构成。以下,作为一例,对磁性体M包含三个磁性体片的情况进行说明。在图2及图3所示的例子中,磁性体M包含第一磁性体片B1、第二磁性体片B2、第三磁性体片B3这三个磁性体片,上述第一磁性体片B1包含于第一区域A1,上述第二磁性体片B2包含于第二区域A2,上述第三磁性体片B3包含于第三区域A3。换句话说,在该例中,磁性体M由该三个磁性体片构成。在该情况下,在线圈单元CU中,能够对每一磁性体M所具有的区域(即,第一区域A1~第三区域A3中的每一个)制造磁性体片,能够简化磁性体M的制造工序。

[0079] 第一磁性体片B1~第三磁性体片B3中的每一个例如可以是以从外部通过由按压力按压而形成磁性体M的形状的方式组装的结构,也可以是以通过任何方法(例如,基于粘接剂的粘接等)形成磁性体M的形状的方式装配的结构。此外,可以是在第一磁性体片B1和第二磁性体片B2之间配置有电介质的结构,可以是不配置任何物质,存在在制造过程中产生的间隙的结构,也可以是不配置任何物质,也不存在在制造过程中产生的间隙的结构。另外,可以是在第一磁性体片B1和第三磁性体片B3之间配置有电介质的结构,可以是不配置任何物质,存在在制造过程中产生的间隙的结构,也可以是不配置任何物质,也不存在在制造过程中产生的间隙的结构。

[0080] 这样,在磁性体M包含多个磁性体片的情况下,线圈单元CU能够抑制在制造磁性体M时(烧固时)产生形变。其结果,线圈单元CU能够抑制在批量生产时产生个体差。

[0081] 此外,第一磁性体片B1~第三磁性体片B3中的每一个可以由多个磁性体片构成,也可以由一个磁性体片构成。另外,第一磁性体片B1和第二磁性体片B2也可以由一个磁性体片构成。另外,第一磁性体片B1和第三磁性体片B3也可以由一个磁性体片构成。

[0082] 在此,以下,为了便于说明,将沿着第一方向的距离中第五面M5和线圈L之间的距离称为第一距离X1进行说明。另外,以下,为了便于说明,将沿着第一方向的距离中第二面M2和线圈L之间的距离称为第二距离X2进行说明。另外,以下,为了便于说明,将沿着第一方向的距离中第一面M1和线圈L之间的距离称为第三距离X3进行说明。另外,以下,为了便于说明,将沿着第一方向的距离中第三面M3和线圈L之间的距离称为第四距离X4进行说明。另外,以下,为了便于说明,将沿着第一方向的距离中第四面M4和线圈L之间的距离称为第五距离X5进行说明。

[0083] 图4是用于清楚地表示图3所示的磁性体M中的第一距离X1~第五距离X5中的每一个的图。在图4中,为了清楚地表示第一距离X1~第五距离X5中的每一个,以线圈L和磁性体M之间分离的方式进行描绘。

[0084] 如图4所示,第一距离X1比第二距离X2短。另外,第一距离X1比第三距离X3长。另外,第四距离X4比第一距离X1短。另外,第五距离X5比第三距离X3长。

[0085] 因为磁性体M是这样的结构,所以在进行无线电力传输时穿过磁性体M内的磁通的路径成为从线圈L的外缘侧越接近线圈L的中心轴CA侧,越在第一方向上远离线圈L的路径。图5是表示穿过图3所示的磁性体M内的磁通的路径的一例的图。图5所示的路径R1表示在进行无线电力传输时穿过图3所示的磁性体M内的磁通的路径的一例。

[0086] 如图5所示,因为在进行无线电力传输时磁通穿过磁性体M内,所以例如在具备磁性体13M的供电线圈单元13中,能够通过磁性体13M改变磁通的环绕路径,降低供电线圈L1的无线电力传输面侧的磁通密度。其结果,供电线圈单元13能够抑制在供电线圈单元13的表面夹装有金属等异物的情况下产生的发热。此外,在供电线圈L1的无线电力传输面侧的磁通中包含对无线电力传输做出贡献的磁通和未对无线电力传输做出贡献的磁通双方。

[0087] 在此,线圈L的无线电力传输面是线圈L所具有的面中与设置有磁性体M的面相反侧的面。例如,供电线圈L1的无线电力传输面是在进行无线电力传输时供电线圈L1所具有的面中接近受电线圈L2的一方的面(与受电线圈L2相向的面)。另外,例如,受电线圈L2的无线电力传输面是在无线电力传输时受电线圈L2所具有的面中接近供电线圈L1的一方的面(与供电线圈L1相向的面)。

[0088] 另外,因为在进行无线电力传输时磁通穿过磁性体M内,所以例如在具备磁性体21M的受电线圈单元21中,能够通过磁性体21M改变磁通环绕路径,降低受电线圈L2的无线电力传输面侧的磁通密度。其结果,受电线圈单元21能够抑制在受电线圈单元21的表面夹装有金属等异物的情况下产生的发热。此外,在受电线圈L2的无线电力传输面侧的磁通中包含对无线电力传输做出贡献的磁通和未对无线电力传输做出贡献的磁通双方。

[0089] 另外,因为磁性体M是这样的结构,所以磁性体M的第二区域A2的第一方向上的厚度能够比第一区域A1的第一方向上的厚度薄。其结果,线圈单元CU能够减小磁性体的使用量。

[0090] 另外,因为磁性体M是这样的结构,所以穿过磁性体M内的磁通不会集中到磁通穿过第一区域A1内的路径中最短的路径。其原因是,第三区域A3内的一方的磁阻比空气中低。更具体来说,穿过磁性体M内的磁通穿过磁阻低的路径。因此,该磁通从第二区域A2穿过第一区域A1,从第一区域A1穿过第三区域A3。其结果,穿过第一区域A1的该磁通从第二区域A2朝向第三区域A3,从第一区域A1的第一面M1朝向第二面M2。其结果,线圈单元CU能够抑制磁性体M陷入过热状态。

[0091] 回到图4。在图4所示的例子中,第五距离X5比第二距离X2短。在该情况下,线圈单元CU能够更可靠地减小磁性体的使用量。另外,即使在该情况下,在线圈单元CU中,穿过磁性体M内的磁通也不会集中到磁通穿过第一区域A1内的路径中最短的路径。即,即使在该情况下,线圈单元CU也能够抑制磁性体M陷入过热状态。此外,在容许磁性体M的使用量增加的情况下,第五距离X5也可以是第二距离X2以上的距离。另外,第五距离X5也可以是第一距离X1以下的距离。在该情况下,与第五距离X5比第二距离X2短,且第五距离X5比第一距离X1长

的情况相比,线圈单元CU能够进一步减小磁性体的使用量。

[0092] 另外,在图4所示的例子中,第二面M2大致包含于包含第六面M6的面内。在此,在本实施方式中,一面大致包含于另一面内是指,即使在该一面由于制造上的误差而该一面未包含于该另一面内的情况下也认为该一面包含于该另一面内。在第二面M2未包含于包括第六面M6的面内的情况下,第二面M2和第六面M6之间的台阶附近的磁阻增大。即,由于第二面M2大致包含于包括第六面M6的面内,从而线圈单元CU能够抑制这样的磁阻的增大。其结果,线圈单元CU能够减小磁性体M的磁通引起的发热。此外,在容许这样的磁阻的增大的情况下,第二面M2也可以是未包含于包括第六面M6的面内的结构。

[0093] 另外,如图1~图4所示,第一区域A1在第一方向上与线圈L的内缘的内侧的区域不重叠。由此,在线圈单元CU中,能够抑制磁通以不穿过第三区域A3的方式从第一区域A1穿到该区域。其结果,线圈单元CU能够降低线圈L的无线电力传输面侧的磁通密度。

[0094] 如上,实施方式的线圈单元(在上述中说明的例子中为供电线圈单元13、受电线圈单元21、线圈单元CU)具备磁性体(在上述中说明的例子中为磁性体13M、磁性体21M、磁性体M)和在磁性体上呈涡卷状设置有导体的线圈(在上述中说明的例子中为供电线圈L1、受电线圈L2、线圈L),线圈具有开口部,磁性体在第一方向(在上述中说明的例子中为三维坐标系MC中的Z轴方向)上与线圈重合,且具有:第一区域(在上述中说明的例子中为第一区域A1),其包括在第一方向上与该导体重合的部分;第二区域(在上述中说明的例子中为第二区域A2),其在从线圈的中心朝向线圈的外周侧的方向上,位于比第一区域远离线圈的中心的位置;第三区域(在上述中说明的例子中为第三区域A3),其在从线圈的中心朝向线圈的外周侧的方向上,位于比第一区域接近线圈的中心的位置,第一区域具有第一面(在上述中说明的例子中为第一面M1)和第二面(在上述中说明的例子中为第二面M2),第一面是在第一方向上与第二面重合,且在第一方向上比第二面接近线圈的面,第二区域具有第三面(在上述中说明的例子中为第三面M3)和第四面(第四面M4),第三面是在第一方向上与第四面重合,且在第一方向上比第四面接近线圈的面,第三区域具有第五面(在上述中说明的例子中为第五面M5)和第六面(在上述中说明的例子中为第六面M6),第五面是在第一方向上与第六面重合,且在第一方向上比第六面接近线圈的面,沿着第一方向的距离中第五面和线圈之间的第一距离(在上述中说明的例子中为第一距离X1)比沿着第一方向的距离中第二面和线圈之间的第二距离(在上述中说明的例子中为第二距离X2)短,且比沿着第一方向的距离中第一面与线圈之间的第三距离(在上述中说明的例子中为第三距离X3)长,沿着第一方向的距离中第三面和线圈之间的第四距离(在上述中说明的例子中为第四距离X4)比第一距离短,沿着第一方向的距离中第四面和线圈之间的第五距离(在上述中说明的例子中为第五距离X5)比第三距离长。由此,线圈单元能够减小磁性体的使用量,抑制磁性体陷入过热状态。

[0095] 另外,在线圈单元中,也可以使用第五距离比第二距离短的结构。由此,线圈单元能够更可靠地减小磁性体的使用量。

[0096] 另外,在线圈单元中,也可以使用第五距离为第一距离以下的距离的结构。由此,与第五距离比第二距离短,且第五距离比第一距离长的情况相比,线圈单元能够进一步减小磁性体的使用量。

[0097] 另外,在线圈单元中,也可以使用第一区域在第一方向上与线圈的内缘的内侧的

区域不重叠的结构。由此,线圈单元能够通过磁性体改变磁通的环绕路径,降低线圈的无线电力传输面侧(线圈的面中未设置有磁性体的一方的面侧)的磁通密度。

[0098] 另外,在线圈单元中,也可以使用磁性体包含多个磁性体片(在上述中说明的例子中为第一磁性体片B1、第二磁性体片B2、第三磁性体片B3)的结构。由此,线圈单元能够抑制在批量生产时产生个体差。

[0099] 另外,在线圈单元中,也可以使用如下的结构:在多个磁性体片中包含第一磁性体片(在上述中说明的例子中为第一磁性体片B1)、第二磁性体片(在上述中说明的例子中为第二磁性体片B2)、第三磁性体片(在上述中说明的例子中为第三磁性体片B3)这三个磁性体片,第一磁性体片包含于第一区域,第二磁性体片包含于第二区域,第三磁性体片包含于第三区域。由此,在线圈单元中,能够对每一磁性体所具有的区域制造磁性体片,能够简化磁性体的制造工序。

[0100] 另外,在线圈单元中,能够使用第二面大致包含于包括第六面的面内的结构。由此,线圈单元能够减小磁性体的磁通引起的发热。

[0101] <实施方式的变形例1>

[0102] 以下,参照图6,对实施方式的变形例1进行说明。此外,在实施方式的变形例1中,对于实施方式相同的结构部标注相同符号,省略说明。

[0103] 在实施方式的变形例1中,线圈单元CU取代磁性体M而具备磁性体MA。

[0104] 磁性体MA代替包含第一磁性体片B1~第三磁性体片B3这三个磁性体边的结构,而包含第四磁性体片B4和第五磁性体片B5这两个磁性体片。此外,磁性体MA的形状是与磁性体M的形状相同的形状。另外,磁性体MA的结构是除了包含第四磁性体片B4和第五磁性体片B5这两个磁性体片以外,与磁性体M的结构相同结构。例如,磁性体MA与磁性体M相同地,具有第一区域A1~第三区域A3这三个区域。

[0105] 图6是表示实施方式的变形例1的磁性体MA的一例的图。另外,图6是穿过线圈L的中心C,且沿着与三维坐标系MAC中的X轴平行的线切断磁性体MA的情况的剖视图。在此,图6所示的三维坐标系MAC表示图6中的方向。此外,如图6所示,磁性体MA和线圈L的重叠方式是与磁性体M和线圈L的重叠方式相同的重叠方式。即,在实施方式的变形例1中,第一方向是磁性体MA和线圈L重合的方向。另外,图6所示的例子中的第一方向与三维坐标系MAC中的Z轴方向一致。

[0106] 如图6所示,第四磁性体片B4包含于第一区域A1的位于线圈L侧的部分和第二区域A2。例如,第四磁性体片B4是第一方向上的厚度与第二区域A2的第一方向上的厚度相同的磁性体片。另外,第四磁性体片B4是在XY平面上从第二区域A2扩展到第一区域A1的板状的磁性体片。该XY平面是由三维坐标系MAC中的X轴和三维坐标系MAC中的Y轴展开的XY平面。此外,第四磁性体片B4的形状也可以不是板状,而是其它形状。

[0107] 另外,如图6所示,第五磁性体片B5包含于第一区域A1的位于与线圈L相反侧的部分和第三区域A3。例如,第五磁性体片B5是第一方向上的厚度与第三区域A3的第一方向上的厚度相同的磁性体片。另外,第五磁性体片B5是在XY平面上从第三区域A3扩展到第一区域A1的板状的磁性体片。该XY平面是由三维坐标系MAC中的X轴和三维坐标系MAC中的Y轴展开的XY平面。此外,第五磁性体片B5的形状也可以不是板状,而是其它形状。

[0108] 因为磁性体MA是这样的结构,所以在线圈单元CU中,能够通过将两个板状的磁性

体片重叠来制造磁性体MA,能够简化磁性体的制造工序。

[0109] 如上,在实施方式的变形例1中的线圈单元(在实施方式的变形例1中为供电线圈单元13、受电线圈单元21、线圈单元CU)中,也可以使用如下结构:在多个磁性体片中包含第四磁性体片(在实施方式的变形例1中为第四磁性体片B4)和第五磁性体片(在实施方式的变形例1中为第五磁性体片B5)这两个磁性体片,第四磁性体片包含于第一区域(在实施方式的变形例1中为第一区域A1)的位于线圈(在实施方式的变形例1中为供电线圈L1、受电线圈L2、线圈L)侧的部分和第二区域(在实施方式的变形例1中为第二区域A2),第五磁性体片包含于第一区域的位于与线圈相反侧的部分和第三区域(在实施方式的变形例1中为第三区域A3)。由此,线圈单元能够通过两个磁性体片制造磁性体,能够简化磁性体的制造工序。

[0110] <实施方式的变形例2>

[0111] 以下,对实施方式的变形例2进行说明。此外,在实施方式的变形例2中,对于实施方式相同的结构部标注相同符号,省略说明。

[0112] 在实施方式中,线圈单元CU的线圈L具有相对于围绕中心轴CA的任意旋转角的旋转的旋转对称性。而且,在实施方式中,设置有线圈L的磁性体M也具有相对于围绕中心轴CA的任意旋转角的旋转的旋转对称性。然而,线圈L和磁性体M中至少一方不需要具有这样的旋转对称性。在实施方式的变形例2中,线圈单元CU的线圈L及磁性体M没有相对于围绕中心轴CA的任意旋转角的旋转的旋转对称性。

[0113] 图7是表示实施方式的变形例2的磁性体13M的一例的俯视图。在图7所示的磁性体M上设置有实施方式的变形例2的线圈L。图8是将图7所示的线圈L及磁性体M沿着图7所示的线AA切断的情况下的剖视图。在此,图7及图8所示的三维坐标系MC表示图7及图8各自的方向。

[0114] 如图7及图8所示,实施方式的变形例2的线圈L的结构是除形状不同以外,与实施方式的线圈L的结构相同的结构。因此,实施方式的变形例2的线圈L所具有的特征具有与实施方式的线圈L所具有的特征相同的特征。另外,如图7及图8所示,实施方式的变形例2的磁性体M的结构是除形状不同以外,与实施方式的磁性体M的结构相同的结构。因此,实施方式的变形例2的磁性体M所具有的特征具有与实施方式的磁性体M所具有的特征相同的特征。另外,实施方式的变形例2的线圈L和实施方式的变形例2的磁性体M的重叠方式是实施方式的线圈L和实施方式的磁性体M的重叠方式相同的重叠方式。

[0115] 在此,在实施方式的变形例2中,因为线圈L的内缘的形状不是圆形状,所以线圈L的中心C表示由卷绕成线圈L的导体包围的区域的轮廓的形状的矩心。

[0116] 根据以上,即使在线圈单元CU的线圈L及磁性体M没有相对于围绕中心轴CA的任意旋转角的旋转的旋转对称性的情况下,实施方式的变形例2的线圈单元CU也与实施方式的线圈单元CU相同地能够减小磁性体M的使用量,抑制磁性体M陷入过热状态。

[0117] 此外,图7及图8所示的线圈L具有相对于围绕中心轴CA的 $180^\circ$ 旋转的旋转对称性,但也可以是没有相对于围绕中心轴CA的任何旋转角的旋转对称性的结构。另外,图7及图8所示的磁性体M具有相对于围绕中心轴CA的 $180^\circ$ 旋转的旋转对称性,但也可以是没有相对于围绕中心轴CA的任何旋转角的旋转对称性的结构。

[0118] 另外,由在上述中说明的第一区域A1和第二区域A2形成的台阶部分可以通过任意方法具备圆角,也可以通过任意方法倾斜。由此,在磁性体M或磁性体MA内,磁通难以穿过的

部位减少。其结果,线圈单元CU能够更可靠地抑制磁性体M或磁性体MA陷入过热状态。

[0119] 另外,由在上述中说明的第一区域A1和第三区域A3形成的台阶部分可以通过任意方法具备圆角,也可以通过任意方法倾斜。由此,在磁性体M或磁性体MA内,磁通难以穿过的部位减少。其结果,线圈单元CU能够更可靠地抑制磁性体M或磁性体MA陷入过热状态。

[0120] 以上,参照附图对本发明的实施方式进行了详述,但具体的结构不限于该实施方式,只要不脱离本发明的主旨,也可以进行变更、替换、删除等。

[0121] 符号说明

[0122] 1:无线电力传输系统

[0123] 10:无线供电装置

[0124] 11:转换电路

[0125] 12:供电电路

[0126] 13:供电线圈单元

[0127] M、13M、13MA、21M:磁性体

[0128] 14:控制电路

[0129] 15:供电侧通信部

[0130] 20:无线受电装置

[0131] 21:受电线圈单元

[0132] 22:整流平滑电路

[0133] 23:保护电路

[0134] 24:控制电路

[0135] 25:受电侧通信部

[0136] A1:第一区域

[0137] A2:第二区域

[0138] A3:第三区域

[0139] B1:第一磁性体片

[0140] B2:第二磁性体片

[0141] B3:第三磁性体片

[0142] B4:第四磁性体片

[0143] B5:第五磁性体片

[0144] CU:线圈单元

[0145] L:线圈

[0146] L1:供电线圈

[0147] L2:受电线圈

[0148] M1:第一面

[0149] M2:第二面

[0150] M3:第三面

[0151] M4:第四面

[0152] M5:第五面

[0153] M6:第六面

- [0154] P: 商用电源
- [0155] Vload: 负载
- [0156] X1: 第一距离
- [0157] X2: 第二距离
- [0158] X3: 第三距离
- [0159] X4: 第四距离
- [0160] X5: 第五距离。

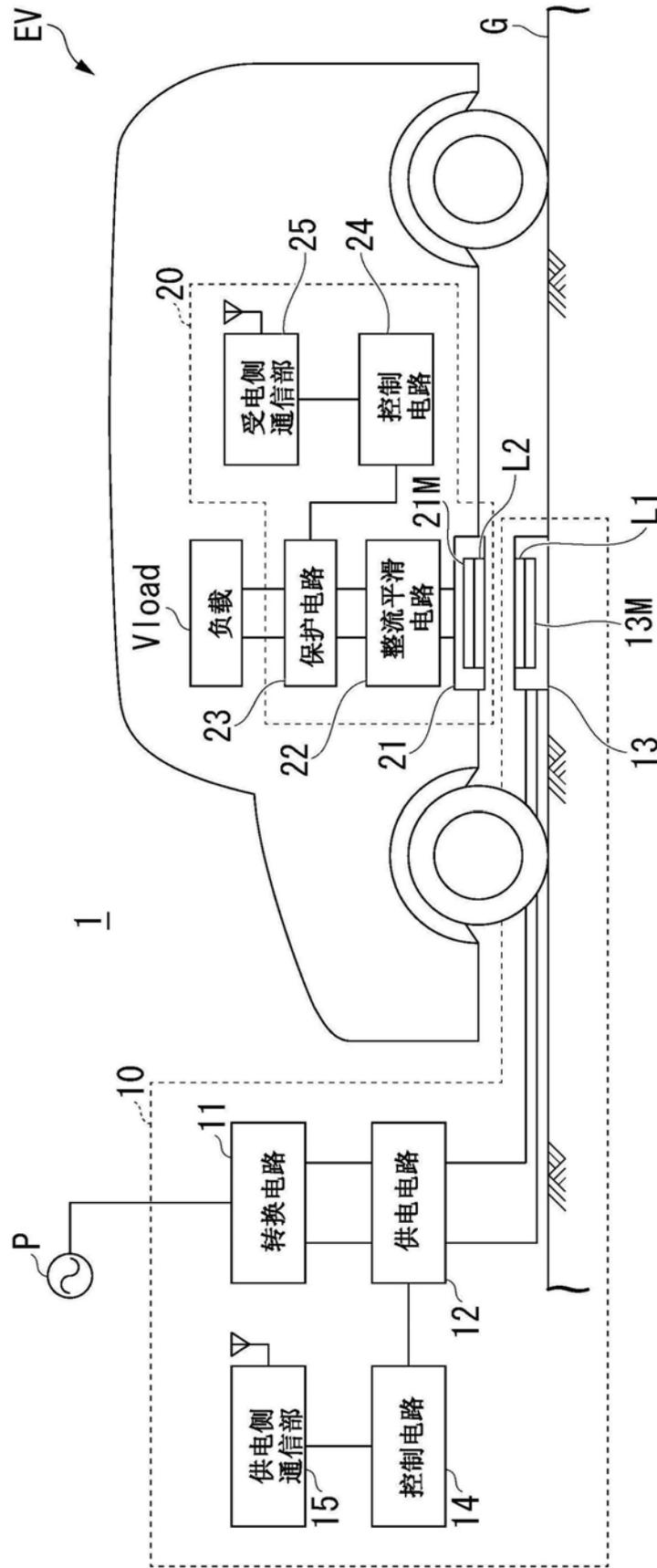


图1

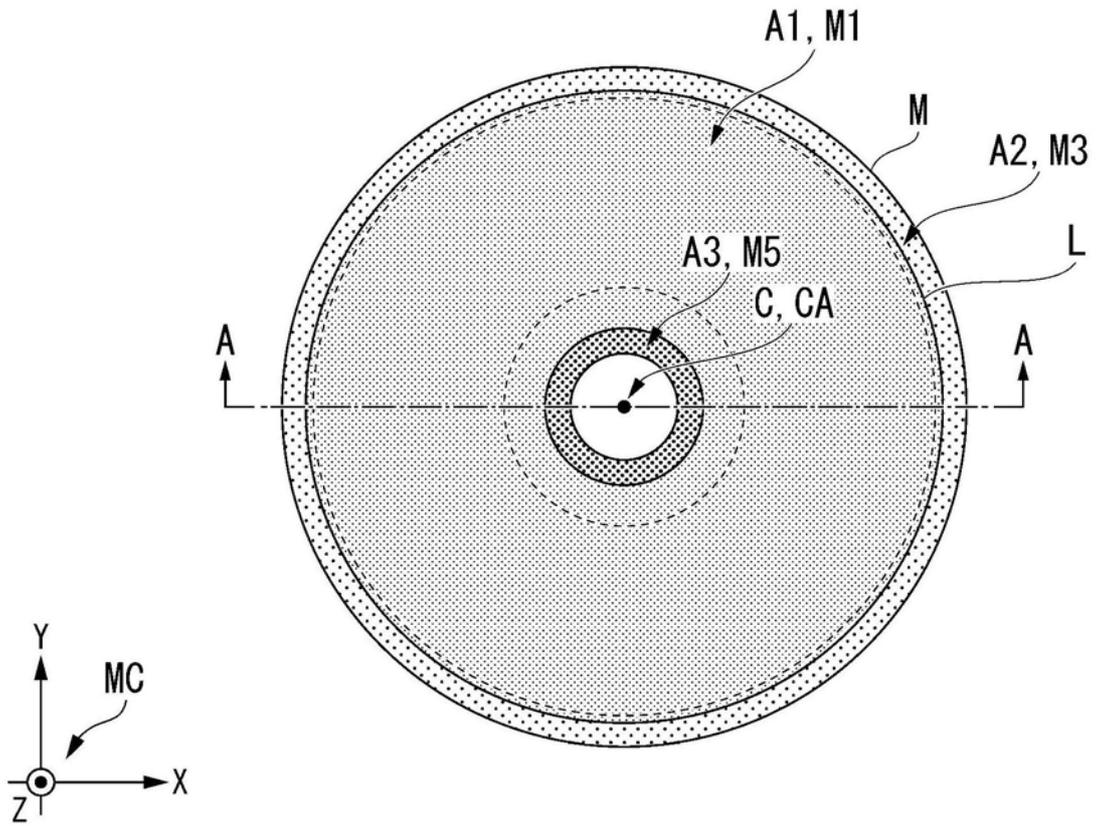


图2

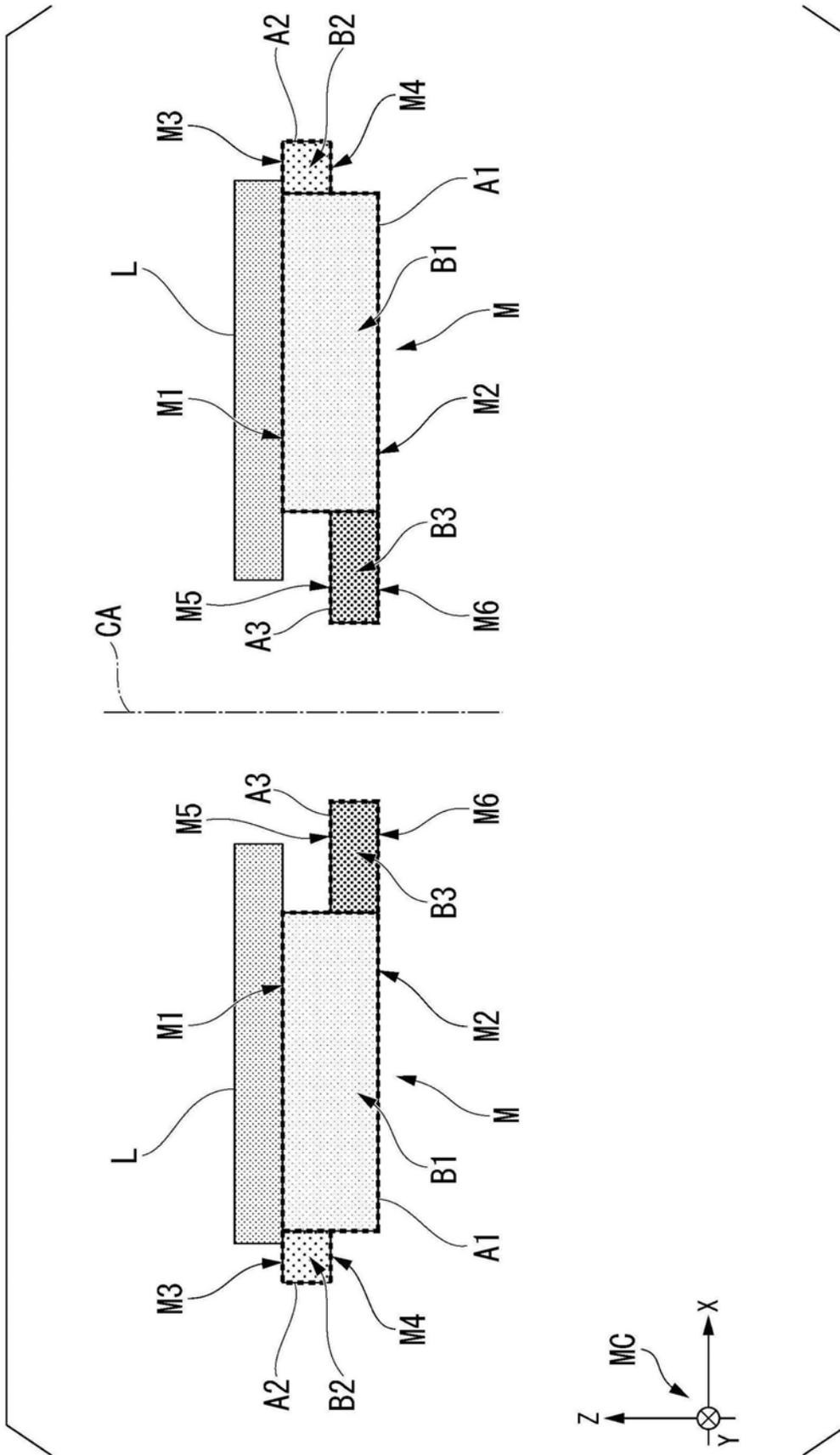


图3

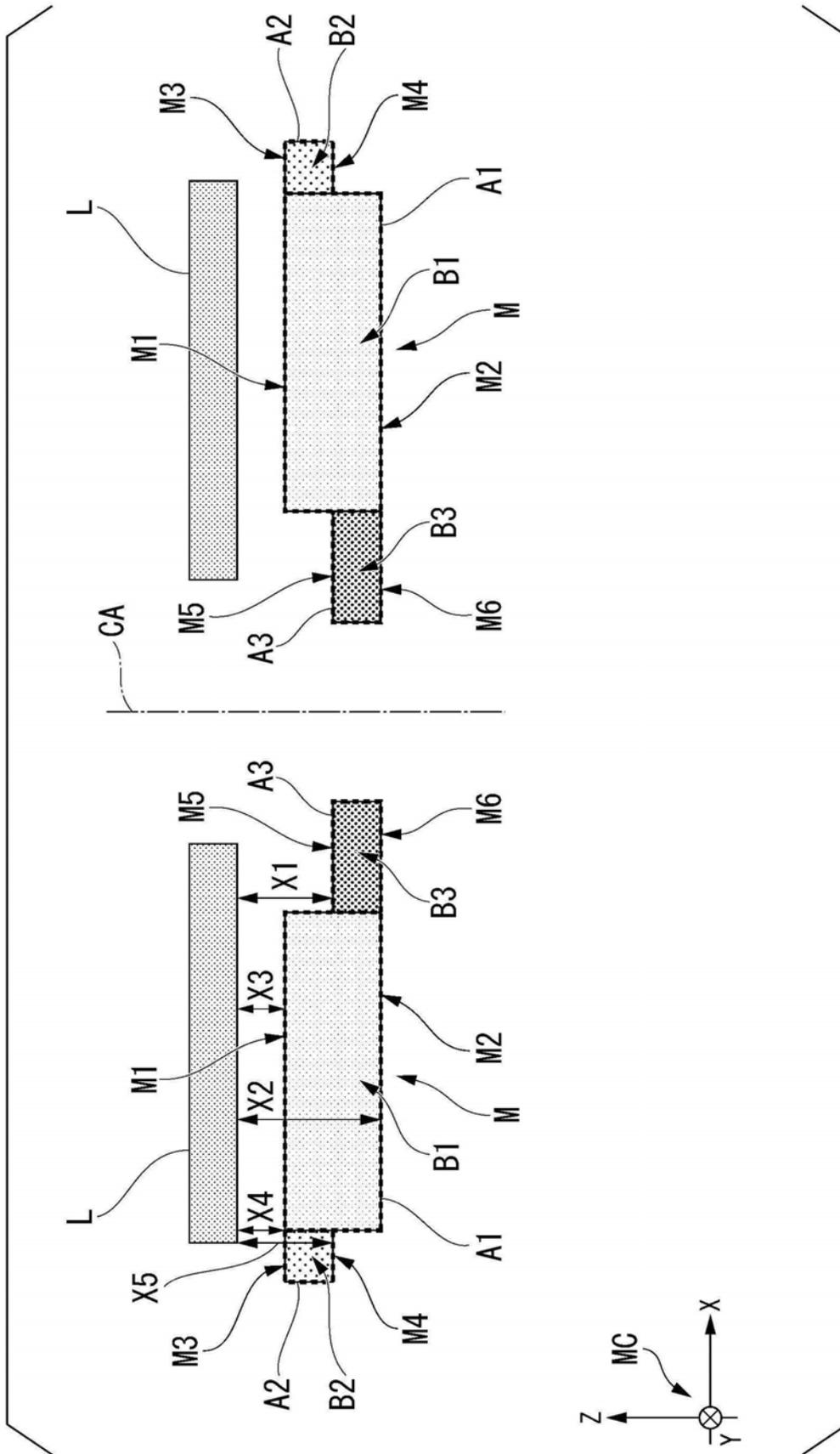


图4

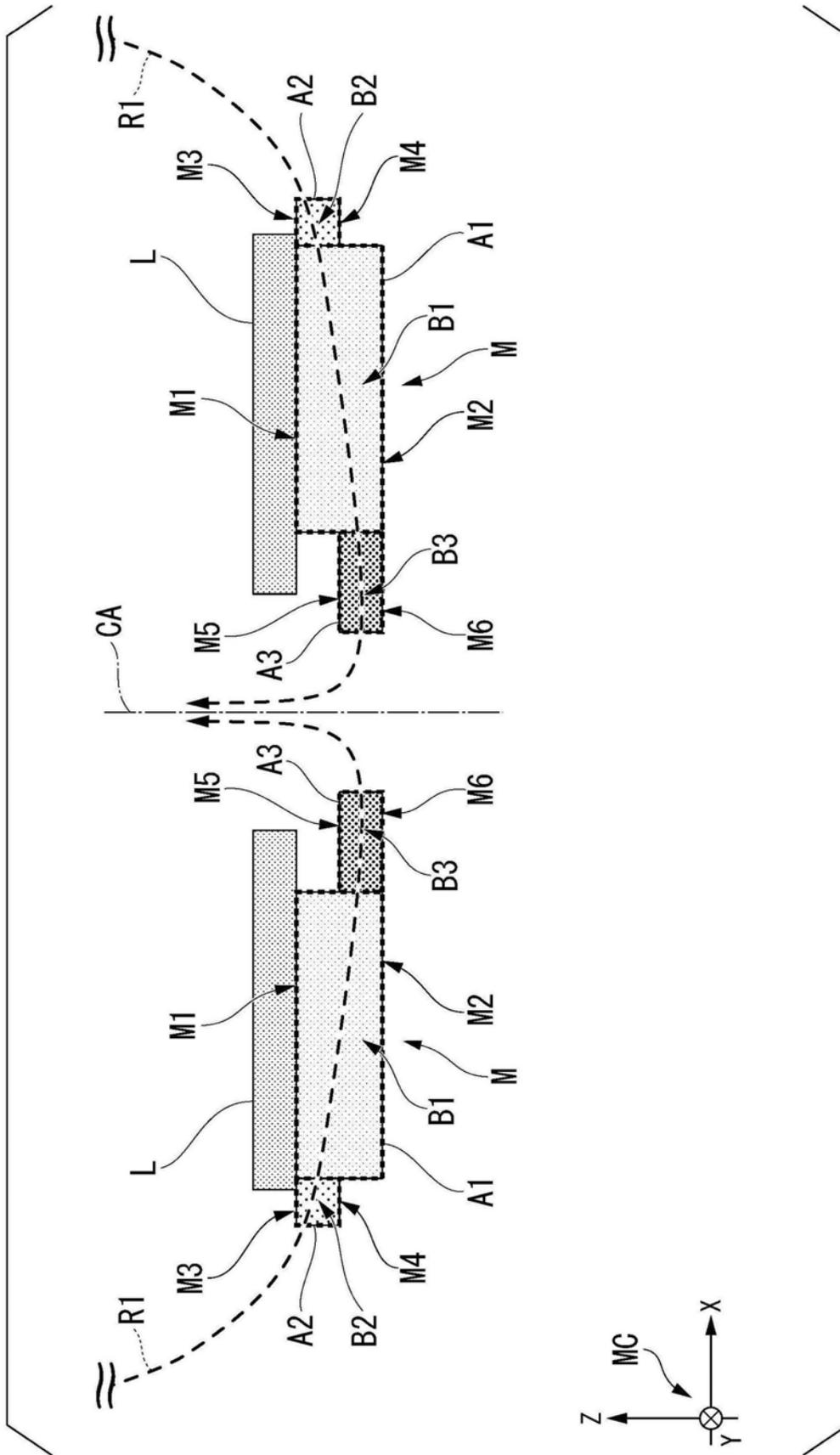


图5

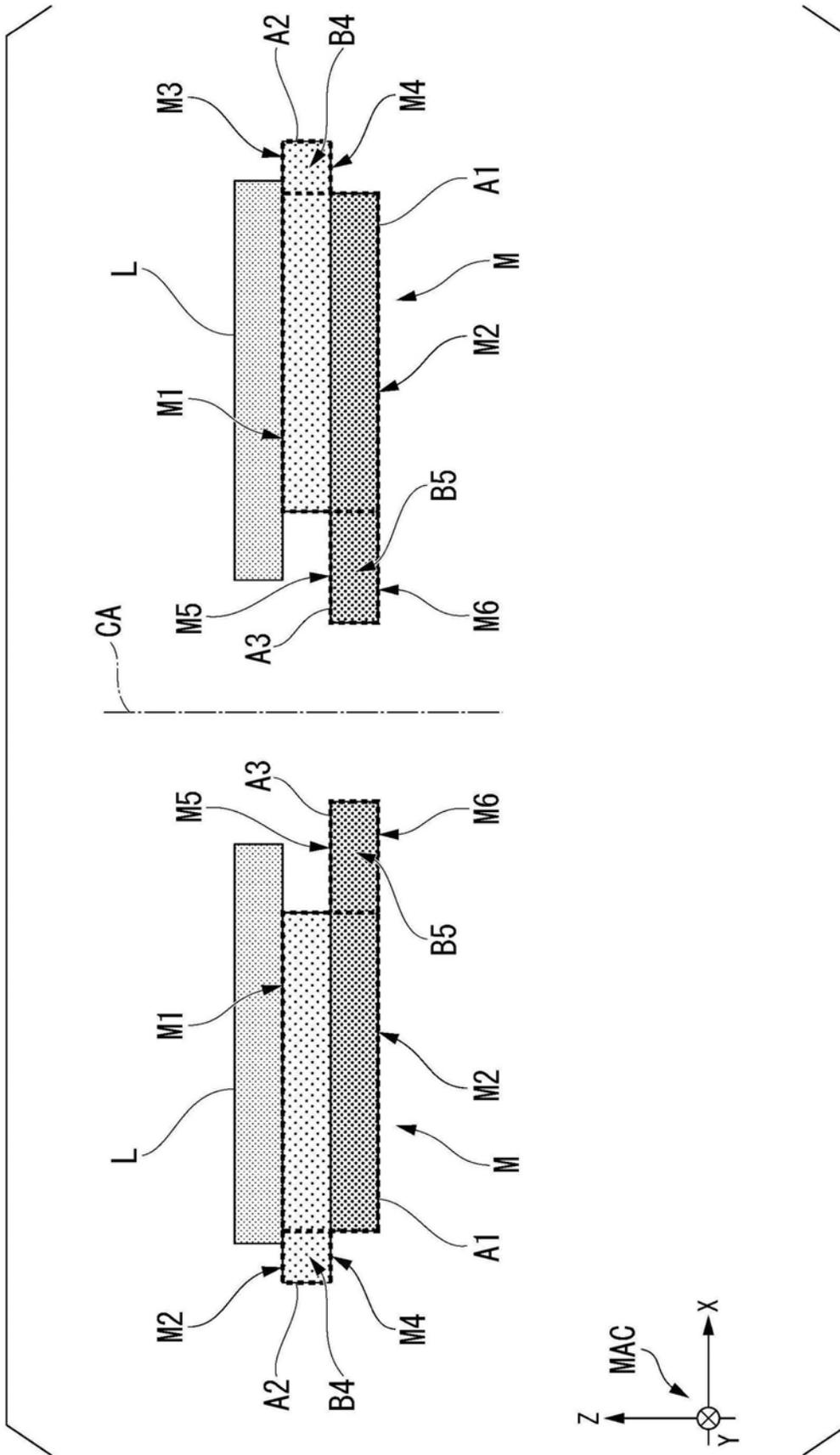


图6

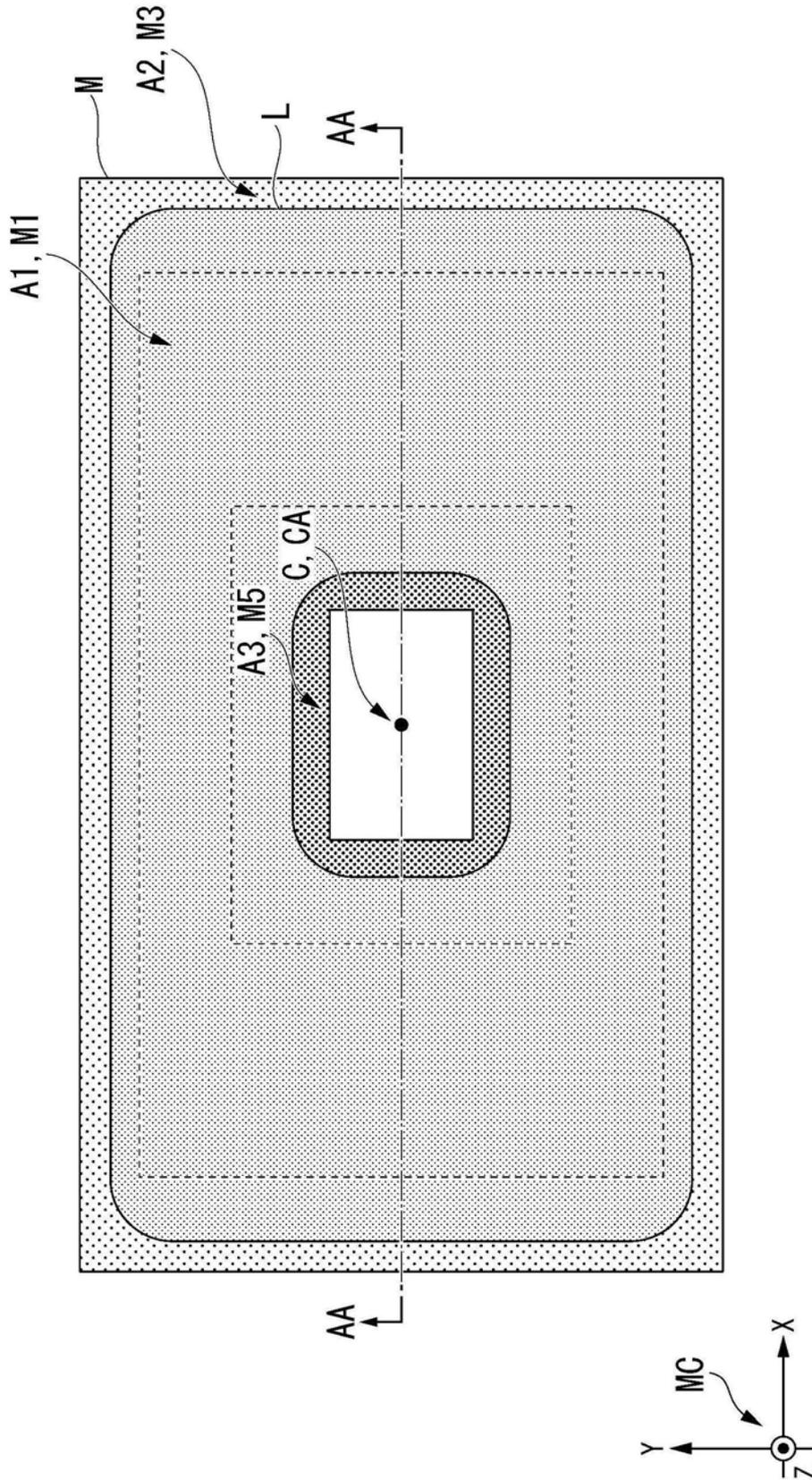


图7

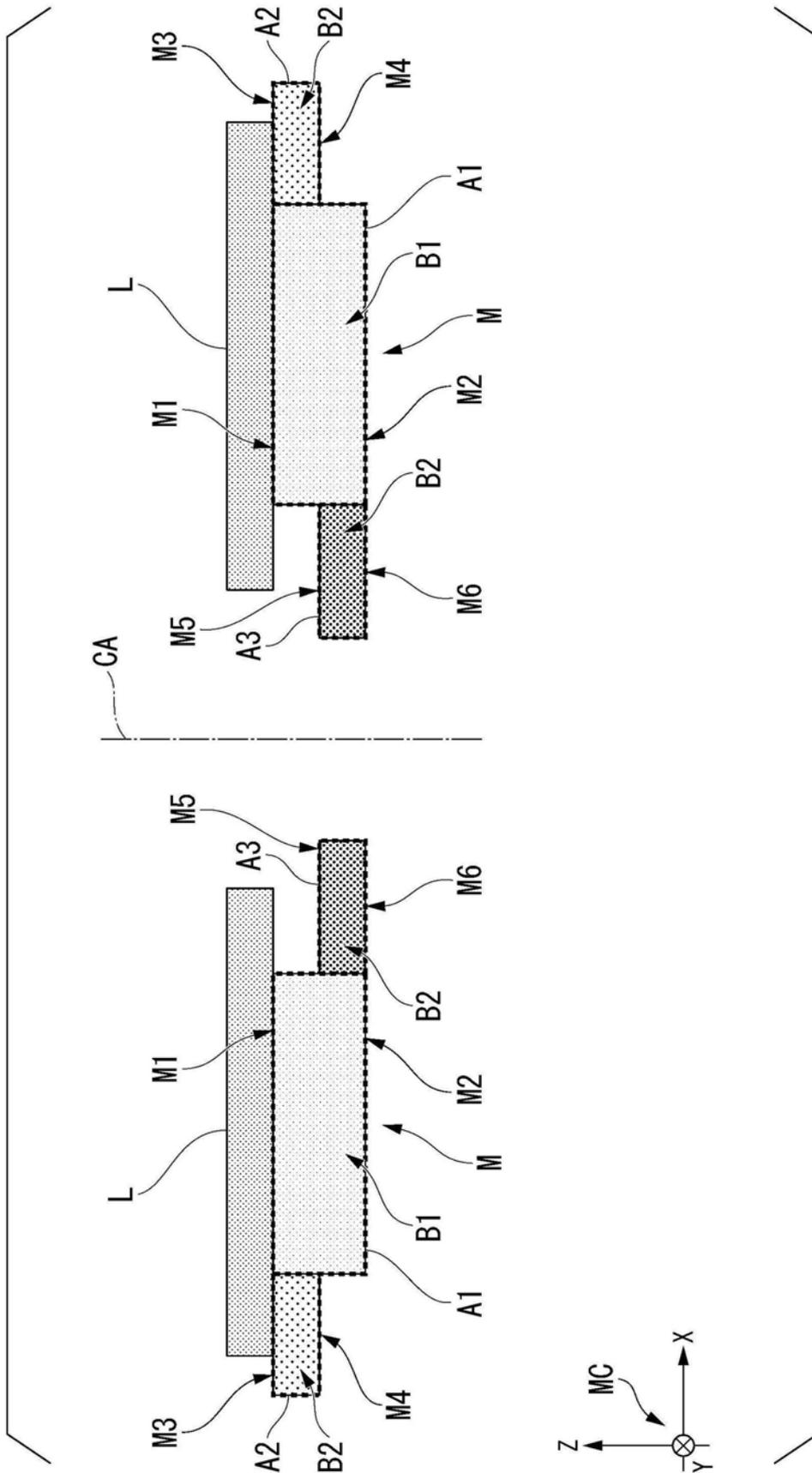


图8