



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830428 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202180092751.9

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

(22) 申请日 2021.08.31

专利代理师 肖华

(30) 优先权数据

2021-056206 2021.03.29 JP

(51) Int.Cl.

H02K 3/28 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/032029 2021.08.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/208929 JA 2022.10.06

(71) 申请人 日立安斯泰莫株式会社

地址 日本茨城县

(72) 发明人 高桥实红 小林祐二 斋藤泰行

日野德昭 山崎慎司 宫城拓弥

立野启辅

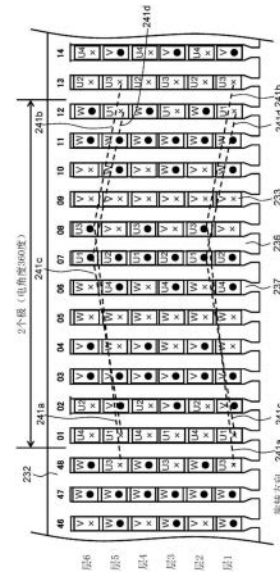
权利要求书1页 说明书10页 附图19页

(54) 发明名称

旋转电机的定子、旋转电机

(57) 摘要

本发明的旋转电机的定子以及旋转电机具备:定子铁心;以及多相定子绕组,其具有槽导体和连接一对槽导体的同一侧端部彼此的搭接导体;所述定子绕组具有按每一相来分别构成多个并联电路的多个相绕组群,在将槽距设为 $N_p$ 、将规定的自然数设为 $N_1$ 、将每极每相的槽数设为 $N_{sp}$ 的情况下,在一所述线圈端,同一所述相绕组群中的所述搭接导体包含以 $N_p=N_1$ 连接所述槽导体间的第1搭接导体和以 $N_p=N_1+N_{sp}$ 连接所述槽导体间的第2搭接导体,所述第1搭接导体和所述第2搭接导体在所述定子铁心的周向上交替配置。



1. 一种旋转电机的定子,其具备:

定子铁心,其形成有多个电枢槽;以及

多相定子绕组,其具有多个波形绕法的环绕绕组,所述环绕绕组具有槽导体和搭接导体,所述槽导体插通于所述定子铁心的各电枢槽而构成多个层中的任一个,所述搭接导体将插通于不同电枢槽内的一对所述槽导体的同一侧端部彼此连接而构成线圈端,该旋转电机的定子的特征在于,

所述定子绕组具有按每一相来分别构成多个并联电路的多个相绕组群,

在将槽距设为 $N_p$ 、将规定的自然数设为 $N_1$ 、将每极每相的槽数设为 $N_{sp}$ 的情况下,在所述线圈端,同一所述相绕组群中的所述搭接导体包含以 $N_p=N_1$ 跨越所述电枢槽而连接所述槽导体间的第1搭接导体和以 $N_p=N_1+N_{sp}$ 跨越所述电枢槽而连接所述槽导体间的第2搭接导体,

所述第1搭接导体和所述第2搭接导体在所述定子铁心的周向上交替配置。

2. 根据权利要求1所述的旋转电机的定子,其特征在于,

在将规定的自然数设为 $N_2$ 时,

在另一所述线圈端,同一所述相绕组群中的所述搭接导体包含以 $N_p=N_2$ 跨越所述电枢槽而连接所述槽导体间的第3搭接导体。

3. 根据权利要求2所述的旋转电机的定子,其特征在于,

$N_2=N_1-1$ 。

4. 根据权利要求2所述的旋转电机的定子,其特征在于,

$N_2=N_1+1$ 。

5. 根据权利要求1所述的旋转电机的定子,其特征在于,

在将每极每槽数设为 $N$ 的情况下, $N_1=N$ 。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的旋转电机的定子,其特征在于,具备:

输出线,其在另一所述线圈端连接所述槽导体与其他装置;以及

跨接导体,在将 $n$ 设为自然数时,所述跨接导体连接配置于所述旋转电机的内周侧起第 $2n$ 所述层的所述槽导体与配置于第 $2n+1$ 层的所述槽导体。

7. 根据权利要求6所述的旋转电机的定子,其特征在于,

在从所述旋转电机的轴向观察的情况下,若将并联电路数设为 $L$ ,则所述跨接导体配置在以下位置:连结该跨接导体与所述旋转电机的旋转轴的中心的假想线同连结所述输出线与所述旋转轴中心的假想线之间的角度为 $(360^\circ/L) \times N_{sp} \times 2$ 。

8. 根据权利要求6所述的旋转电机的定子,其特征在于,

与所述输出线连接的第1槽导体和与所述跨接导体连接的第2槽导体配置在同一该电枢槽内,

所述第1槽导体配置在所述层的最外周侧。

9. 一种旋转电机,其特征在于,具备:

根据权利要求1至8中任一项所述的旋转电机的定子;以及

转子,其隔着规定间隙与该旋转电机的定子相向。

## 旋转电机的定子、旋转电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋转电机的定子以及旋转电机。

### 背景技术

[0002] 在用作车辆驱动用的旋转电机中,针对具有多个齿部和分别形成于邻接的齿部之间的多个电枢槽的环状的定子铁心的绕组技术须响应更高的持续功率下的高输出的要求。因此,例如在持续进行以下改善:使用增大(增粗)所缠绕的线圈的导体面积的方法或者增加每一相的并联电路数的方法而在防止电流密度增加的情况下谋求高输出化。

[0003] 作为本申请发明的背景技术,下述专利文献1揭示了一种借助以下构成的旋转电机而能够实现工序的简化工序的简化的技术:在多个区段线圈中,在连接侧线圈端具有第1连接组和第2连接组,所述第1连接组设置将多个区段彼此连接的多个末端部,所述第2连接组将不同于第1连接组的层间进行连接并且设置多个末端部。

现有技术文献

专利文献

[0004] 专利文献1:国际公开2017/168971号

### 发明内容

发明要解决的问题

[0005] 在专利文献1记载的技术中,例如在连接反侧的槽距仅为1种的构成中将线圈的波形绕法方向统一的情况下,在为了增加每一相的并联电路数而形成了4个并联电路时,存在电路内产生相位差这一问题。此外,在同样的条件下不统一线圈的波形绕法方向的情况下,存在将线圈端彼此相连的接线零件增加而导致成本上升这一问题。

[0006] 鉴于以上缘由,本发明的目的在于提供一种兼顾了接线零件数的减少与输出的提高的旋转电机的定子以及旋转电机。

解决问题的技术手段

[0007] 本发明的旋转电机的定子以及旋转电机中,旋转电机的定子具备:定子铁心,其形成有多个电枢槽;以及多相定子绕组,其具有多个波形绕法的环绕绕组,所述环绕绕组具有槽导体和搭接导体,所述槽导体插通于所述定子铁心的各电枢槽而构成多个层中的任一个,所述搭接导体将插通于不同电枢槽内的一对所述槽导体的同一侧端部彼此连接而构成线圈端,所述定子绕组具有按每一相来分别构成多个并联电路的多个相绕组群,在将槽距设为 $N_p$ 、将规定的自然数设为 $N_1$ 、将每极每相的槽数设为 $N_{sp}$ 的情况下,在一方的所述线圈端,同一所述相绕组群中的所述搭接导体包含以 $N_p = N_1$ 跨越所述电枢槽而连接所述槽导体间的第1搭接导体和以 $N_p = N_1 + N_{sp}$ 跨越所述电枢槽而连接所述槽导体间的第2搭接导体,所述第1搭接导体和所述第2搭接导体在所述定子铁心的周向上交替配置。

发明的效果

[0008] 根据本发明,能够提供一种兼顾了接线零件的减少与输出的提高的旋转电机的定

子。

## 附图说明

- [0009] 图1为表示本发明的一实施方式的混合动力型电动汽车的概略构成的图。  
图2为电力转换装置的电路图。  
图3为图1的旋转电机的截面图。  
图4为定子及转子的截面图。  
图5为定子的立体图。  
图6为表示本发明的一实施方式的定子的连接侧的图。  
图7为定子绕组的接线图。  
图8为本发明的一实施方式的第1接线配置图。  
图9为本发明的一实施方式的第2接线配置图。  
图10为本发明的一实施方式的第3接线配置图。  
图11为本发明的一实施方式的第4接线配置图。  
图12为本发明的一实施方式的第5接线配置图。  
图13为图8所示的第1接线配置的转矩波形图。  
图14为图9所示的第2接线配置的转矩波形图。  
图15为图10所示的第3接线配置的转矩波形图。  
图16为图11所示的第4接线配置的转矩波形图。  
图17为图12所示的第5接线配置的转矩波形图。  
图18为图13所示的第1接线配置的转矩波形~第5接线配置的转矩波形的比较。  
图19为图9的线圈的排列例。

## 具体实施方式

[0010] 下面,参考附图,对本发明的实施方式进行说明。以下的记载及附图是用于说明本发明的示例,为了使说明变得明确而酌情进行了省略及简化。本发明也能以其他各种形态加以实施。只要不特别限定,则各构成要素可为单数也可为复数。

[0011] 为了使得发明易于理解,附图中展示的各构成要素的位置、大小、形状、范围等有时不表示实际的位置、大小、形状、范围等。因此,本发明并非一定限定于附图中揭示的位置、大小、形状、范围等。

[0012] (一实施方式及整体构成)

本发明的旋转电机的定子以及旋转电机可以运用于仅靠旋转电机来行驶的纯电动汽车或者由发动机和旋转电机两者驱动的混合动力型电动汽车,而下面以混合动力型电动汽车为例来进行说明。

[0013] 图1为表示搭载有本发明的一实施方式的旋转电机的混合动力型电动汽车的概略构成的图。

[0014] 车辆100中搭载有发动机120、第1旋转电机200、第2旋转电机202以及电池180。此外,车辆100中区别于高电压的电池180而另行搭载有例如用于供给14伏系电力的低电压电力的电池(未图示),对以下所说明的控制电路供给直流电。

[0015] 电池180由锂离子电池或镍氢电池等二次电池构成,输出250伏至600伏或者以上的高电压的直流电。

[0016] 在使旋转电机200、202作为电动机运转的情况也就是需要旋转电机200、202的驱动力的情况下,电池180经由电力转换装置600的直流端子对旋转电机200、202供给直流电。

[0017] 另一方面,在使旋转电机200、202作为发电机运转的情况下也就是再生行驶时,旋转电机200、202的转子被施加自外部的转矩旋转驱动,由此,在旋转电机200、202的定子绕组中产生三相交流电。产生的三相交流电被电力转换装置600转换为直流电,该直流电供给至电池180,由此对电池180进行充电。

[0018] 电池控制装置184控制电池180,将电池180的充放电状况、构成电池180的各单元电池的状态经由通信线路174输出至统合控制装置170。当统合控制装置170根据来自电池控制装置184的信息而判断需要电池180的充电时,对电力转换装置600发出发电运转的指示。

[0019] 发动机120由发动机控制装置124控制,变速器130由变速器控制装置134控制。发动机120及旋转电机200、202所产生的转矩经由变速器130和差速器160传递至前轮110。

[0020] 统合控制装置170相较于发动机控制装置124、变速器控制装置134、电力转换装置600以及电池控制装置184而言为上位控制装置,经由通信线路174从各控制装置分别接收表示各控制装置正在控制的各功能部的状态的信息。统合控制装置170根据接收到的各信息来运算各控制装置的控制指令。运算处理得到的控制指令经由通信线路174发送至各控制装置。

[0021] 统合控制装置170主要进行发动机120及旋转电机200、202的输出转矩的管理、发动机120的输出转矩与旋转电机200、202的输出转矩的综合转矩和转矩分配比的运算处理。基于该运算处理结果的转矩控制指令发送至变速器控制装置134、发动机控制装置124以及电力转换装置600。

[0022] 电力转换装置600中设置有构成逆变器的功率半导体(在图2中于后文叙述),所述逆变器用于运转旋转电机200、202。电力转换装置600根据来自统合控制装置170的转矩控制指令、以产生与指令一致的转矩输出或发电电力的方式控制功率半导体的开关动作。通过该功率半导体的开关动作,旋转电机200、202得以作为电动机或者作为发电机进行运转。

[0023] 图2为图1的电力转换装置600的电路图。

[0024] 电力转换装置600中设置有旋转电机200用的第1逆变装置和旋转电机202用的第2逆变装置。

[0025] 第1逆变装置配备有功率模块610、对功率模块610的各功率半导体21的开关动作进行控制的第1驱动电路652、以及检测旋转电机200的电流的电流传感器660。驱动电路652设置在驱动电路基板650上。

[0026] 另一方面,第2逆变装置配备有功率模块620、对功率模块620的各功率半导体21的开关动作进行控制的第2驱动电路656、以及检测旋转电机202的电流的电流传感器662。驱动电路656设置在驱动电路基板654上。

[0027] 功率模块610、620分别根据从对应的驱动电路652、656输出的驱动信号进行动作。功率模块610、620分别将从电池180供给的直流电转换为三相交流电,并将该电力供给至对应的旋转电机200、202的电枢绕组即定子绕组。此外,功率模块610、620将旋转电机200、202

的定子绕组中感应出的交流电转换为直流并供给至高电压电池180。

[0028] 功率模块610、620配备有三相桥式电路,与三相相对应的串联电路分别电并联在电池180的正极侧与负极侧之间。各串联电路具备构成上臂的功率半导体21和构成下臂的功率半导体21,这些功率半导体21串联在一起。功率模块610与功率模块620的电路构成大致相同,下面以功率模块610为代表来进行说明。

[0029] 在本实施方式中,功率模块610中使用的是IGBT(绝缘栅型双极晶体管)21作为开关用功率半导体元件。IGBT 21具备集电极、发射极电极以及栅极电极这3个电极。在IGBT 21的集电极与发射极电极之间电连接有二极管38。

[0030] 二极管38具备阴极电极及阳极电极这2个电极,以从IGBT 21的发射极电极去往集电极的方向为正向的方式使阴极电极电连接于IGBT 21的集电极、使阳极电极电连接于IGBT 21的发射极电极。

[0031] 再者,也可使用MOSFET(金属氧化物半导体型场效晶体管)作为开关用功率半导体元件。MOSFET具备漏极电极、源极电极以及栅极电极这3个电极。在MOSFET的情况下,在源极电极与漏极电极之间配备有从漏极电极去往源极电极的方向为正向的寄生二极管,所以无须设置二极管38。

[0032] 各相的臂是IGBT 21的发射极电极与IGBT 21的集电极电串联而构成。再者,在本实施方式中,各相的各上下臂的IGBT仅图示了1个,但由于控制的电流容量大,所以实际上是多个IGBT电并联而构成。

[0033] 在图2所示的例子中,各相的各上下臂分别由3个IGBT构成。各相的各上臂的IGBT 21的集电极电连接于电池180的正极侧,各相的各下臂的IGBT 21的源极电极电连接于电池180的负极侧。各相的各臂的中点(上臂侧IGBT的发射极电极与下臂侧的IGBT的集电极的连接部分)电连接于对应的旋转电机200、202的对应的相的电枢绕组(定子绕组)。

[0034] 控制电路基板646上设置的控制电路648、电容器模块630以及连接器基板642上安装的收发电路644经由驱动电路652、656供第1逆变装置和第2逆变装置共用。

[0035] 驱动电路652、656构成了用于控制对应的逆变装置的驱动部,根据从控制电路648输出的控制信号来产生用于驱动IGBT 21的驱动信号。各驱动电路652、656中产生的驱动信号分别输出至对应的功率模块610、620的各功率半导体元件的栅极。驱动电路652、656中分别设置有6个集成电路,所述集成电路产生供给至各相的各上下臂的栅极的驱动信号,6个集成电路是以1个块的形式构成。

[0036] 控制电路648构成了各逆变装置的控制部,由运算使多个开关用功率半导体元件动作(通断)用的控制信号(控制值)的微电脑构成。来自上位控制装置的转矩指令信号(转矩指令值)、电流传感器660、662的传感器输出、旋转电机200、202上搭载的旋转传感器的传感器输出被输入至控制电路648。控制电路648根据这些输入信号来运算控制值,并对驱动电路652、656输出用于控制开关时刻的控制信号。

[0037] 连接器基板642上安装的收发电路644用于将电力转换装置600与外部的控制装置之间电连接,经由通信线路174与其他装置进行信息的收发。

[0038] 电容器模块630构成用于抑制因IGBT 21的开关动作而产生的直流电压的变动的平滑电路,电并联于第1功率模块610和第2功率模块620中的直流侧的端子。

[0039] 图3展示图1的旋转电机200的截面图。再者,旋转电机200与旋转电机202具有大致

相同的结构,下面以旋转电机200的结构为代表例来进行说明。但以下展示的结构无须旋转电机200、202双方都采用,可仅被一方采用。

[0040] 在壳体212内部保持有定子230。定子230具备定子铁心232和定子绕组238。在定子铁心232的内周侧隔着空隙222可旋转地保持有转子250。

[0041] 转子250具备固定在转轴218上的转子铁心252、永磁铁254、以及非磁性体的挡板226。壳体212具有设置有轴承216的一对端架214,转轴218旋转自如地由这些轴承216保持。

[0042] 转轴218上设置有检测转子250的极的位置和转速的旋转变压器224。来自该旋转变压器224的输出导入至控制电路648(图2)。

[0043] 功率模块610(图2)根据控制信号进行开关动作,将从电池180供给的直流电转换为三相交流电,该三相交流电供给至定子绕组238,在定子230中产生旋转磁场。三相交流电的频率根据旋转变压器224的输出值来加以控制,三相交流电相对于转子250的相位也同样根据旋转变压器224的输出值来加以控制。

[0044] 图4为定子230及转子250的截面图。再者,图4展示的是图3的A-A截面图,省略了壳体212、转轴218以及定子绕组238的记载。

[0045] 在定子铁心232的内周侧跨及全周而均等地配置形成有大量的电枢槽237和枢齿236。图4中,不对电枢槽及枢齿全部标注符号,而是以代表的形式仅对一部分的枢齿和电枢槽标注符号。在电枢槽237内设置有电枢槽绝缘材料(图示省略),并且安装有构成定子绕组238(图3)的U相、V相、W相的多个相绕组。在本实施方式中,等间隔地形成有48个电枢槽237。

[0046] 此外,在转子铁心252的外周附近沿周向等间隔地配设有8个用于插入矩形的磁铁的多个孔253。各孔253是沿轴向形成,在该孔253内分别嵌埋有永磁铁254并以粘接剂等加以固定。

[0047] 永磁铁254作为转子250的场磁极发挥作用,本实施方式中为8极构成。孔253的圆周方向的宽度设定得比永磁铁254(254a、254b)的圆周方向的宽度大,永磁铁254两侧的孔空间257作为磁隙发挥功能。再者,可在该孔空间257内嵌埋粘接剂,也可利用成型用树脂与永磁铁254凝固成一体。

[0048] 永磁铁254的磁化方向朝向径向,磁化方向的朝向按每一场磁极而颠倒。即,若假设永磁铁254a的定子侧面为N极、轴侧面为S极,则相邻永磁铁254b的定子侧面为S极、轴侧面为N极。于是,这些永磁铁254a、254b在圆周方向上交替配置。

[0049] 永磁铁254可在磁化后插入孔253内,也可在插入转子铁心252的孔253之后施加强力磁场而进行磁化。但磁化后的永磁铁254为强力磁铁,所以,若在将永磁铁254固定于转子250之前将磁铁磁化,则在永磁铁254的固定时会与转子铁心252之间产生强大的吸引力而妨碍装配作业。此外,还有因永磁铁254的强大吸引力而导致铁粉等灰尘附着于永磁铁254之虞。因此,在考虑到旋转电机的生产率的情况下,优选在将永磁铁254插入转子铁心252后进行磁化。

[0050] 再者,永磁铁254可以使用钕系、钕系的烧结磁铁或铁氧体磁铁、钕系的粘结磁铁等。永磁铁254的剩余磁通密度为0.4~1.4T左右。

[0051] 当通过对定子绕组238(图3)流通三相交流电流而在定子230中产生旋转磁场时,该旋转磁场作用于转子250的永磁铁254a、254b而产生转矩。该转矩以从永磁铁254发出的磁通当中交链于各相绕组的分量与各相绕组中流通的交流电流的正交于交链磁通的分量

的积表示。

[0052] 此处,交流电流以成为正弦波状的方式进行控制,所以交链磁通的基波分量与交流电流的基波分量的积成为转矩的时间平均分量,交链磁通的谐波分量与交流电流的基波分量的积成为转矩的谐波分量即转矩脉动。也就是说,要减少转矩脉动,只要减少交链磁通的谐波分量即可。换句话说,交链磁通与转子的旋转的角速度的积为感应电压,所以减少交链磁通的谐波分量等于减少感应电压的谐波分量。

[0053] 图5为定子230的立体图。

[0054] 在本实施方式中,定子绕组238以波形绕法缠绕在定子铁心232上。在定子铁心232的两端面形成有定子绕组238的线圈端241。此外,在定子铁心232的一端面侧引出有定子绕组238的引出线242。引出线242是对应于U相、V相、W相各者而引出。

[0055] 图6为表示一实施方式的定子的连接侧的图。

[0056] 图6的定子230是从背侧观察图5的定子230的状态,为连接侧的线圈端241。在连接侧的线圈端241,在一部分安装有接线零件(跨接导体)243。接线零件243是与连接定子铁心232的电枢槽内插通的槽导体与其他装置的输出线相连的零件,指将线圈的端部彼此相连的零件。

[0057] 本发明中,在图6所示的连接侧的线圈端的相反侧(连接反侧)的线圈端241,对槽间的连接混存运用2种槽距(后文叙述)。由此,不会增加接线零件243。

[0058] 图7为定子绕组238的接线图,展示了接线方式以及各相绕组的电性的相位关系。

[0059] 定子绕组238采用的是双星接线方式,本实施方式的由U1相绕组群、V1相绕组群、W1相绕组群构成的第1星型接线、由U2相绕组群、V2相绕组群、W2相绕组群构成的第2星型接线、由U3相绕组群、V3相绕组群、W3相绕组群构成的第3星型接线、以及由U4相绕组群、V4相绕组群、W4相绕组群构成的第4星型接线并联在一起。即,通过定子绕组238具有这些相绕组群而按每一相来分别构成多个并联电路。

[0060] 第1星型接线、第2星型接线、第3星型接线、第4星型接线各者中,U相彼此、V相彼此、W相彼此电连接在一起,并且连接于电流传感器660。

[0061] U1、V1、W1相绕组群及U2、V2、W2相绕组群分别由6个环绕绕组构成,U1相绕组群具有环绕绕组U11~U16,V1相绕组群具有环绕绕组V11~V16,W1相绕组群具有环绕绕组W11~W16。U2相绕组群具有环绕绕组U21~U26,V2相绕组群具有环绕绕组V21~V26,W2相绕组群具有环绕绕组W21~W26。U3相绕组群具有环绕绕组U31~U36,V3相绕组群具有环绕绕组V31~V36,W3相绕组群具有环绕绕组W31~W36。U4相绕组群具有环绕绕组U41~U46,V4相绕组群具有环绕绕组V41~V46,W4相绕组群具有环绕绕组W41~W46。

[0062] V相、W相、U相互为大致同样的构成,配置成在各者中感应出的电压的相位在电角度上错开120度。此外,各环绕绕组的角度表示相对的相位。再者,关于接线方式,根据旋转电机的驱动电压的不同,也可将它们串联而设为单星(1Y)接线。

[0063] 图8为本发明的一实施方式的第1接线配置图。再者,图8的横向上展示了槽编号46~槽编号13,转子的旋转方向为图中从左往右的方向。

[0064] 定子铁心232中,在2个极也就是电角度360度内配置有12个电枢槽237,例如,槽编号01至槽编号12相当于2个极(电角度360度)。因此,每极槽数N为6,每极每相槽数 $N_{\text{spp}}$ 为2(每极槽数6除以相数3)。各电枢槽237内各插通有定子绕组238的6根槽导体233。

[0065] 各槽导体233是插通于定子铁心232的各电枢槽而构成多个层中的任一个的导体，以矩形表示，而这些矩形中分别图示有表示U相、V相、W相的符号U1~U4、V、W、表示从有引出线那一侧(连接侧=图的近前侧)往相反侧(连接反侧=图的纵深处)的电流方向的叉符号“×”、表示其相反(图的近前往纵深处)的电流方向的黑圆点符号“●”。

[0066] 此外，将处于电枢槽237最内周侧(槽开口侧)的槽导体233称为层1，往外周侧(槽底侧)依序称为层2、层3、层4、层5、层6。

[0067] 再者，仅U相的槽导体233以表示相绕组群的符号U1~U4表示，V相及W相的槽导体233仅以表示相的符号V、W表示。表示U相的槽导体233的相绕组群的符号U1~U4是通过本发明的特征也就是将并联电路数设为4来设置的符号。下面，以U相为代表对实施方式的详情进行说明。

[0068] 本发明的线圈的连接反侧的槽距是使槽距 $N_p=N$ 和槽距 $N_p=N+2$ 这2种槽距混存的构成。

[0069] 图8中图示了搭接导体241a~241d。搭接导体241a~241d将插通于不同电枢槽内的槽导体233的同一侧端部彼此连接而构成线圈端241。此外，搭接导体241a、241b包含在U3相绕组群中，搭接导体241c、241d包含在U1相绕组群中。此外，搭接导体241a、241c为连接反侧的线圈端241的一部分，线圈端部241b、241d为连接侧的线圈端241的一部分。

[0070] U3相绕组群中的连接反侧的线圈端的搭接导体241a以7槽距将槽导体233彼此连接在一起。具体而言，配置于层5、层6的搭接导体241a将槽编号01的层5与槽编号08的层6连接在一起。另一方面，U1相绕组群中的连接反侧的线圈端的搭接导体241c以5槽距将槽导体233彼此连接在一起。具体而言，配置于层5、层6的搭接导体241c将槽编号02的层5与槽编号07的层6连接在一起。

[0071] 此外，连接侧的线圈端的搭接导体241b和搭接导体241d在U相中分别包含于不同的相绕组群中，但都是以6槽距将槽导体233彼此连接在一起。具体而言，配置于层5、层6的搭接导体241b将槽编号08的层6与槽编号14的层5连接在一起。另一方面，配置于层5、层6的搭接导体241d将槽编号07的层6与槽编号13的层5连接在一起。

[0072] 将层1、层2的槽导体233彼此连接的线圈端部241a~241d也与层5、层6的连接方法相同。因此省略记载。

[0073] 如此，在连接反侧的线圈端，若定义规定数量的自然数 $N_1$ ，则使槽距 $N_p=N_1$ (第1搭接导体)和槽距 $N_p=N_1+2$ (第2搭接导体)的2种搭接导体241a、241c混存而交替配置在定子铁心232的周向上。

[0074] 具体而言，在 $N_1=5$ 时，搭接导体241c以槽距 $N_p=5$ 、搭接导体241a以槽距 $N_p=7$ 分别跨越电枢槽而将多个槽导体233间连接在一起。另一方面，在连接侧的线圈端，若将规定数量定义为 $N_2$ ，则将槽距 $N_p=N_2$ (第3搭接导体)的搭接导体241b、241d配置在定子铁心232的周向上。具体而言，在 $N_2=6$ 时，搭接导体241b、241d均以同一槽距 $N_p=6$ 跨越电枢槽而将多个槽导体233间连接在一起。由此，可以提供一种即便是4并联电路也不会产生相位差而且像在图6中于前文叙述的那样不增加接线零件243的旋转电机的定子。

[0075] 对本发明的原理进行说明。作为提高马达输出的方法，根据马达输出为输入减去损耗这一事实，须采取增加输入或者减少损耗中的任一方法。

[0076] 在本发明中，作为通过增加输入来提高马达输出的方法，采用的是将并联电路数

从2增加至4的方法。由此,每一电路的电流从相电流的1/2降低至1/4。由此,能在不提高电流密度的情况下增加相电流,从而能在保持导体面积的状态下增加输入,能够提高马达输出。进而,该增加并联电路数的方法还会减少铜损。以往只是增加导体面积,而通过增加并联电路数,每一电路的线圈长度降低。因此,能降低损耗,同样地,能够提高马达输出。

[0077] 但为了防止伴随并联电路数增加而来的循环电流的产生,须以不产生并联电路内的相位差的方式在定子中排列线圈。若产生循环电流,则会流通多余的电流,所以在马达启动时有控制性变差、发热、噪音和振动数增加、转矩的不稳定性增加、损耗增加等忧虑。

[0078] 在像以往那样在连接反侧的线圈端使槽距统一的线圈排列的情况下,为做到不产生相位差,须在缠绕了定子铁心232的半周的线圈的阶段在电枢槽内跨接连接至下一层。此时,每一电路便产生一处须使相同层彼此连接的部分。因此,存在连接用的接线零件增加这一问题。

[0079] 但通过像本发明这样在同一相绕组群中将连接反侧的槽距设为第1搭接导体形式的 $N_p=N_1$ 、第2搭接导体形式的 $N_p=N_1+2$ 这2种的混存,能够实现缠绕定子铁心232的1周的线圈来跨接连接的结构,与以往相比能够防止接线零件的增加。此外,即便增加并联电路数,也能在保持导体面积的状态下流通大电流而不提高电流密度,使得马达输出提高。

[0080] 再者,在采用本实施方式的情况下,在将 $n$ 设为自然数时,该接线零件采用的是连接配置于旋转电机的内周侧起第 $2n$ 层的槽导体与配置于第 $2n+1$ 层的槽导体的方法。

[0081] 此外,在连接侧的线圈端,与输出线连接的第1槽导体和与接线零件连接的第2槽导体配置在同一槽编号内,第1槽导体配置在层的最外周侧即层6。

[0082] 图9~图12为第2接线配置图~第5接线配置图。

[0083] 对图9~图12的接线配置的特征进行说明。再者,图9~图12均为将连接反侧的槽距与图8同样地设为 $N_p=N_1$ 、 $N_p=N_1+2$ 这2种的混存的构成的变形例,省略成为与图8同样的构成的说明的部分。

[0084] 图9、图11中,连接反侧的线圈端的搭接导体241a以8槽距将槽导体233彼此连接在一起,搭接导体241c以6槽距将槽导体233彼此连接在一起。相对于此,连接侧的线圈端的搭接导体241b、241d以相同的5槽距将槽导体233彼此连接在一起。

[0085] 也就是说,在连接反侧的线圈端,是以 $N_1=6$ 的形式决定搭接导体241c的槽距 $N_p=N_1$ 和搭接导体241a的槽距 $N_p=N_1+2$ 。此时, $N_1$ 与每极每槽数 $N$ 相等。另一方面,在连接侧的线圈端,是以 $N_2=5$ 的形式决定搭接导体241b、241d的槽距 $N_p=N_2$ 。此外, $N_2=N_1-1$ 。

[0086] 图10、图12中,连接反侧的线圈端的搭接导体241a以7槽距将槽导体233彼此连接在一起,搭接导体241c以5槽距将槽导体233彼此连接在一起。相对于此,连接侧的线圈端的搭接导体241b、241d以相同的6槽距将槽导体233彼此连接在一起。

[0087] 也就是说,在连接反侧的线圈端,是以 $N_1=5$ 的形式决定搭接导体241c的槽距 $N_p=N_1$ 和搭接导体241a的槽距 $N_p=N_1+2$ 。另一方面,在连接侧的线圈端,是以 $N_2=6$ 的形式决定搭接导体241b、241d的槽距 $N_p=N_2$ 。此外, $N_2=N_1+1$ 。

[0088] 图13~图17分别为实施图8~图12的接线配置时的转矩波形例。将图8~图12分别图示为实施例1~实施例5。此外,图18为图13~图17所示的转矩波形例的比较图。再者,纵轴表示转矩量,横轴表示旋转角度(电角度)。

[0089] 图19为图9所示的第2接线配置图的线圈排列例。再者,图9的排列为图19最左列的

图案。

[0090] 在采用本发明的实施方式的情况下,若将并联电路数设为 $L$ ,则从旋转电机的轴向观察时的本发明的接线零件配置在以下位置:连结接线零件与旋转电机的旋转轴的中心的假想线同连结输出线与旋转轴中心的假想线之间的角度为 $(360^\circ/L) \times N_{spp} \times 2$ 。

[0091] 根据以上说明过的本发明的一实施方式,取得以下作用效果。

[0092] (1) 本发明的旋转电机200(202)的定子230采用以下定子,其具备:定子铁心232,其形成有多个电枢槽237;以及多相定子绕组238,其具有多个波形绕法的环绕绕组,所述环绕绕组具有槽导体233和搭接导体241a~241d,所述槽导体233插通于定子铁心232的各电枢槽237而构成多个层中的任一个,所述搭接导体241a~241d将插通于不同电枢槽237内的一对槽导体233的同一侧端部彼此连接而构成线圈端241。该旋转电机200(202)的定子230的定子绕组238具有分别构成多个并联电路的多个相绕组群,在将槽距设为 $N_p$ 、将规定的自然数设为 $N_1$ 、将每极每相的槽数设为 $N_{spp}$ 的情况下,在一所述线圈端,同一所述相绕组群中的搭接导体包含以 $N_p=N_1$ 跨越所述电枢槽而连接槽导体间的第1搭接导体241c和以 $N_p=N_1+N_{spp}$ 跨越所述电枢槽237而连接槽导体233间的第2搭接导体241a,第1搭接导体241c和第2搭接导体241a在定子铁心232的周向上交替配置。由此,可以提供一种兼顾了接线零件243的减少与输出的提高的旋转电机200(202)的定子230。

[0093] (2) 在定子铁心232的另一线圈端241,在将规定的自然数设为 $N_2$ 时,同一相绕组群中的搭接导体包含以 $N_p=N_2$ 跨越电枢槽237而连接槽导体233间的第3搭接导体241b、241d。由此,能够实现缠绕定子铁心232的1周的线圈来跨接连接的结构。

[0094] (3) 定子铁心232的另一线圈端241(连接侧线圈端)的每极槽数 $N_2=N_1-1$ 。由此,能够实现缠绕定子铁心232的1周的线圈来跨接连接的结构。

[0095] (4) 定子铁心232的另一线圈端241(连接侧线圈端)的每极槽数 $N_2=N_1+1$ 。由此,能够实现缠绕定子铁心232的1周的线圈来跨接连接的结构。

[0096] (5) 在将定子铁心232的每极每槽数设为 $N$ 的情况下, $N_1=N$ 。因此,可以采用本发明的实施方式,从而可以提供一种兼顾了接线零件243的减少与输出的提高的旋转电机200(202)的定子230。

[0097] (6) 具备:输出线,其在定子铁心232的另一线圈端241连接槽导体233与其他装置;以及跨接导体243,在将 $n$ 设为自然数时,所述跨接导体243连接配置于旋转电机200(202)的内周侧起第 $2n$ 层的槽导体233与配置于第 $2n+1$ 层的槽导体233。因此,可以采用本发明的实施方式,从而可以提供一种兼顾了接线零件243的减少与输出的提高的旋转电机200(202)的定子230。

[0098] (7) 在从旋转电机200(202)的轴向观察的情况下,若将并联电路数设为 $L$ ,则跨接导体243配置在以下位置:连结跨接导体243与旋转电机的旋转轴的中心的假想线同连结输出线与旋转轴中心的假想线之间的角度为 $(360^\circ/L) \times N_{spp} \times 2$ 。由此,可以采用本发明的实施方式,从而可以提供一种兼顾了接线零件243的减少与输出的提高的旋转电机200(202)的定子230。

[0099] (8) 与输出线连接的第1槽导体和与跨接导体243连接的第2槽导体配置在同一电枢槽237内,第1槽导体配置在层的最外周侧。由此,可以采用本发明的实施方式,从而可以提供一种兼顾了接线零件243的减少与输出的提高的旋转电机200(202)的定子230。

[0100] (9) 采用了本发明的实施方式的旋转电机200(202)具备定子230和隔着规定间隙与旋转电机的定子相向的转子250。因此,可以提供一种兼顾了接线零件243的减少与输出的提高的旋转电机200(202)。

[0101] 再者,本发明不限于上述实施方式,可以在不脱离其主旨的范围内组合各种变形或其他构成。此外,本发明不限于具备上述实施方式中说明过的所有构成,也包含将其构成的一部分删除的情形。

#### 符号说明

- [0102] 100…车辆  
200、202…旋转电机  
212…壳体  
214…端架  
218…转轴  
222…空隙  
224…旋转变压器  
226…挡板  
230…定子  
232…定子铁心  
233…槽导体  
236…枢齿  
237…电枢槽  
238…定子绕组  
241…线圈端  
241a…连接反侧搭接导体  
241b…连接侧搭接导体  
241c…连接反侧搭接导体  
241d…连接侧搭接导体  
242…引出线  
243…接线零件(跨接导体)  
250…转子  
252…转子铁心  
253…孔  
254、254a、254b…永磁铁  
257…孔空间  
600…电力转换装置  
610、620…功率模块  
660…电流传感器。



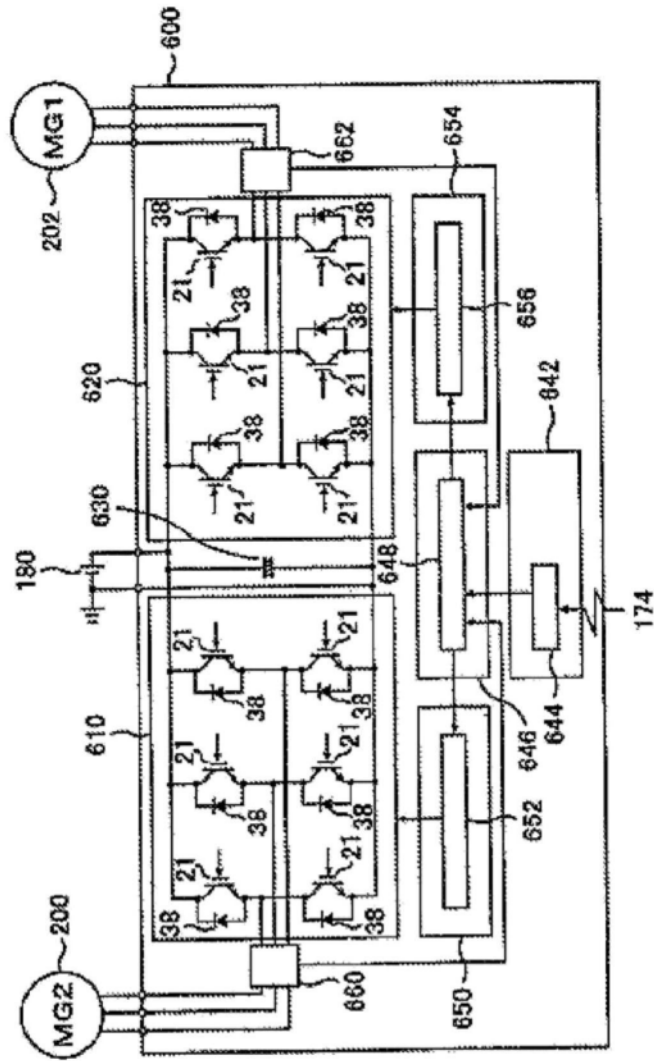


图2

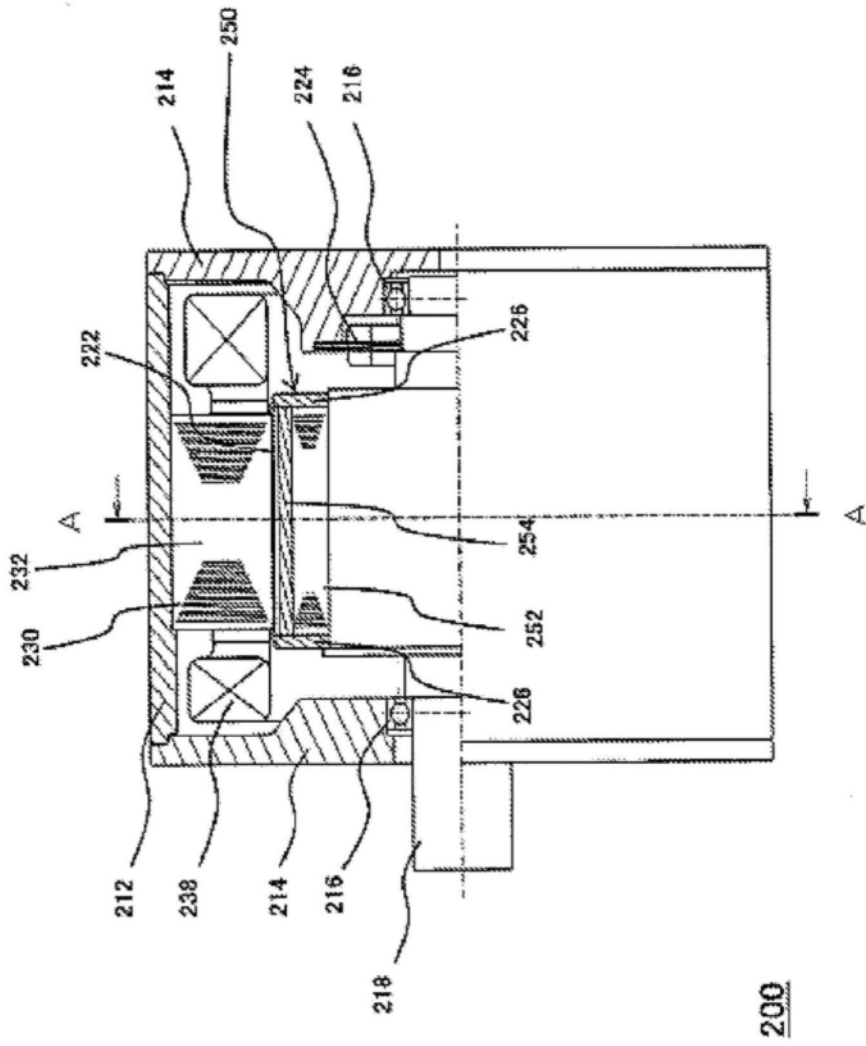


图3

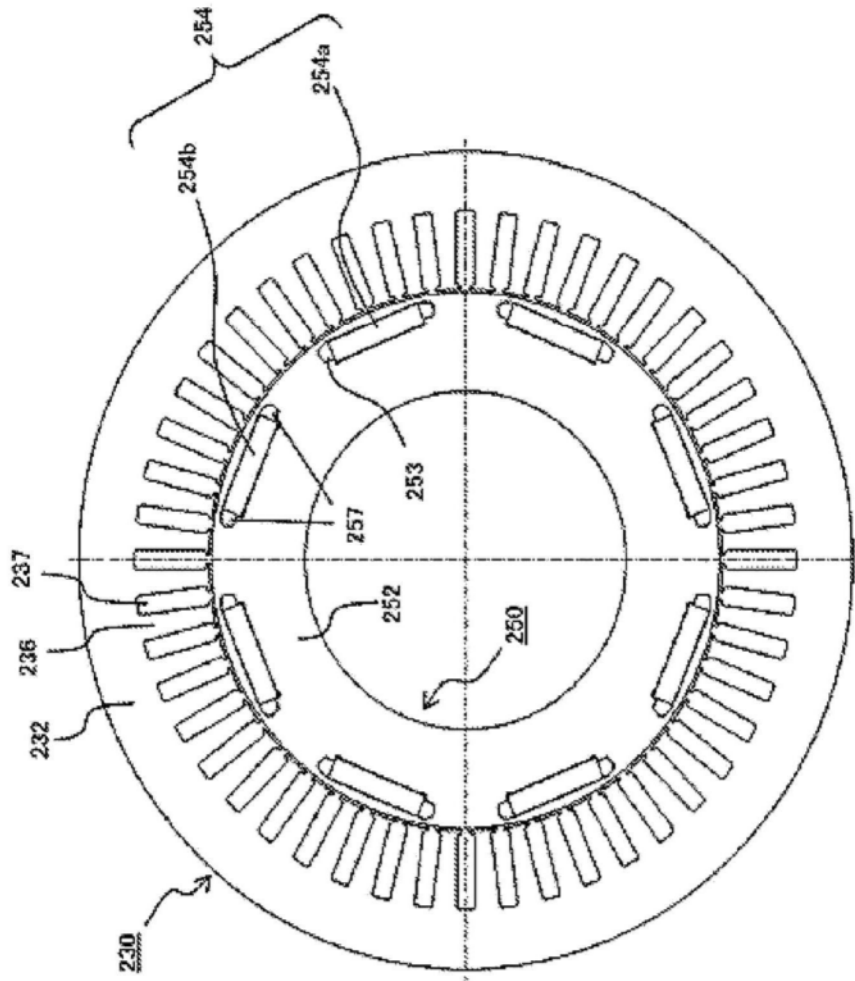


图4

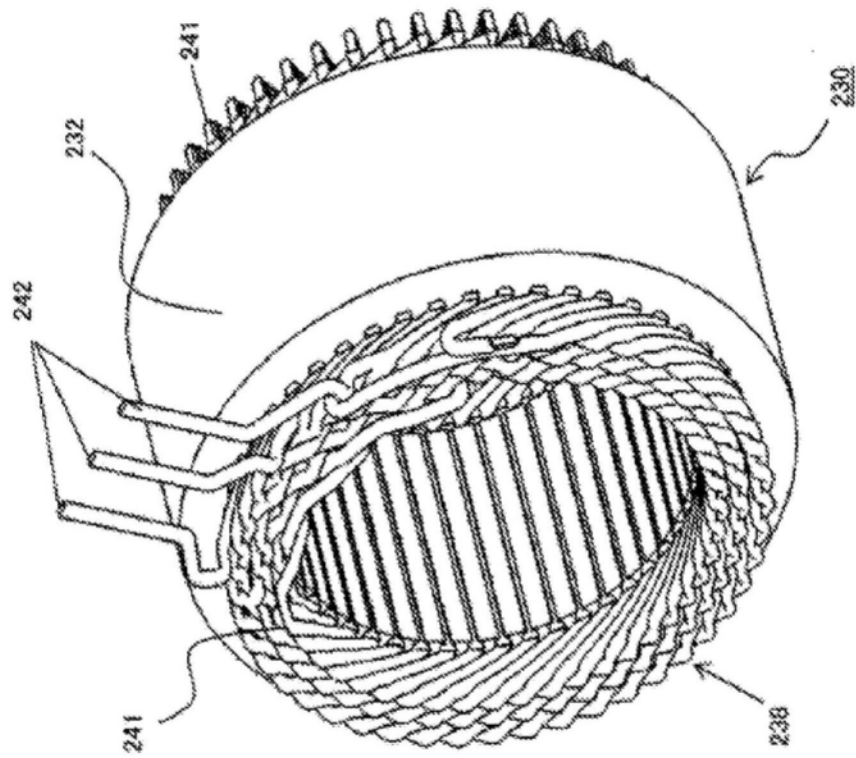


图5

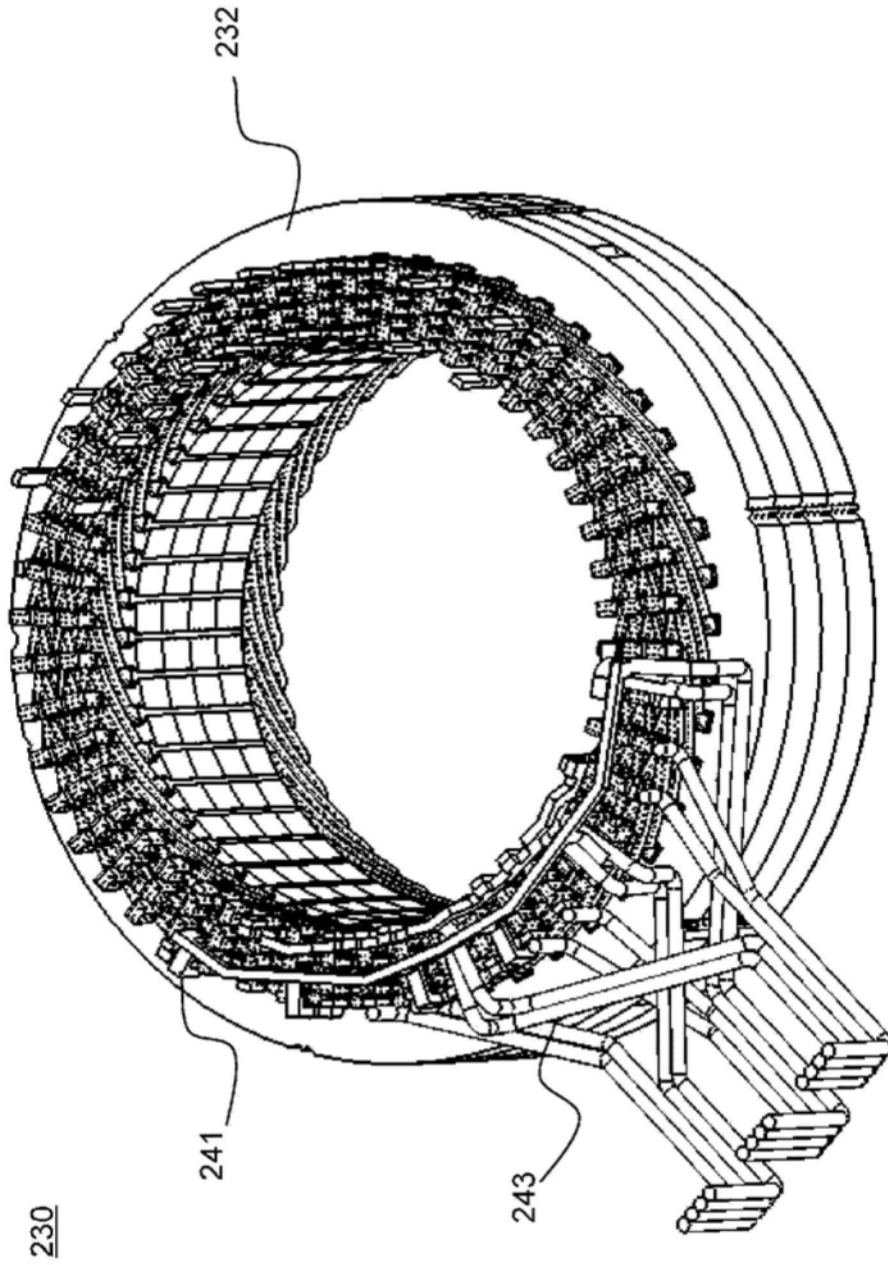
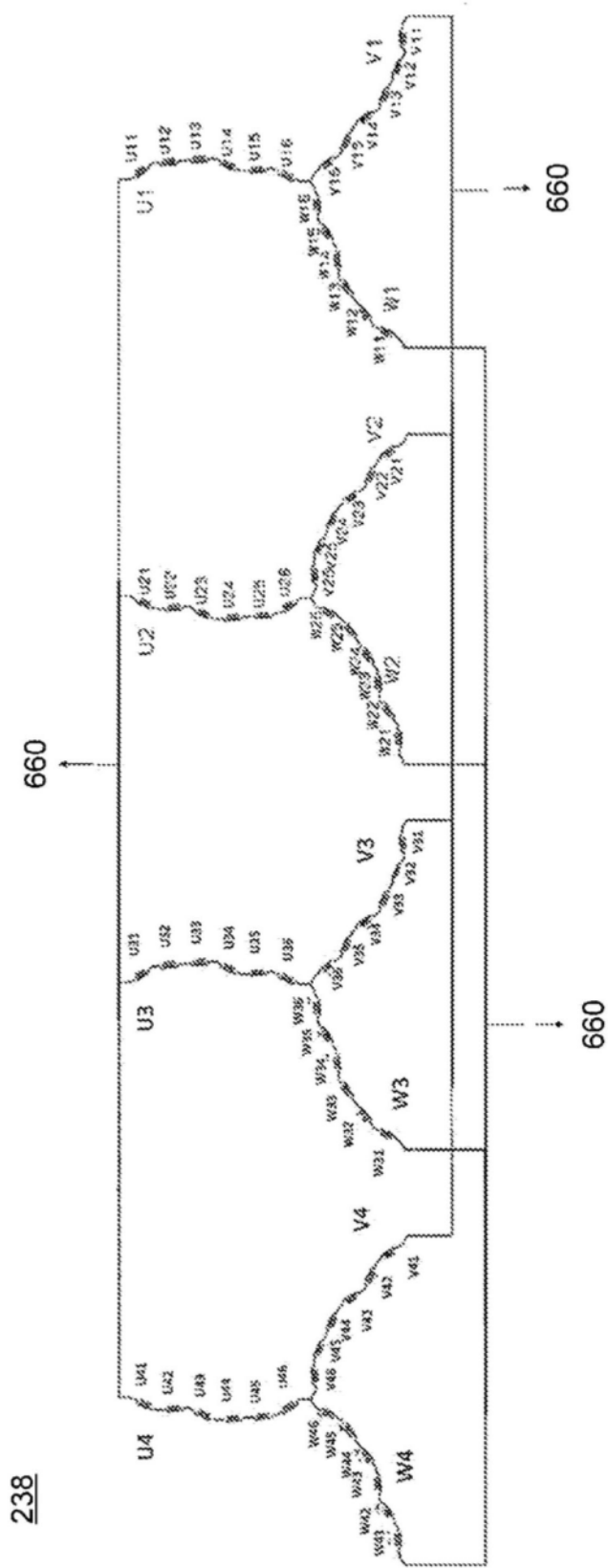


图6



238

图7

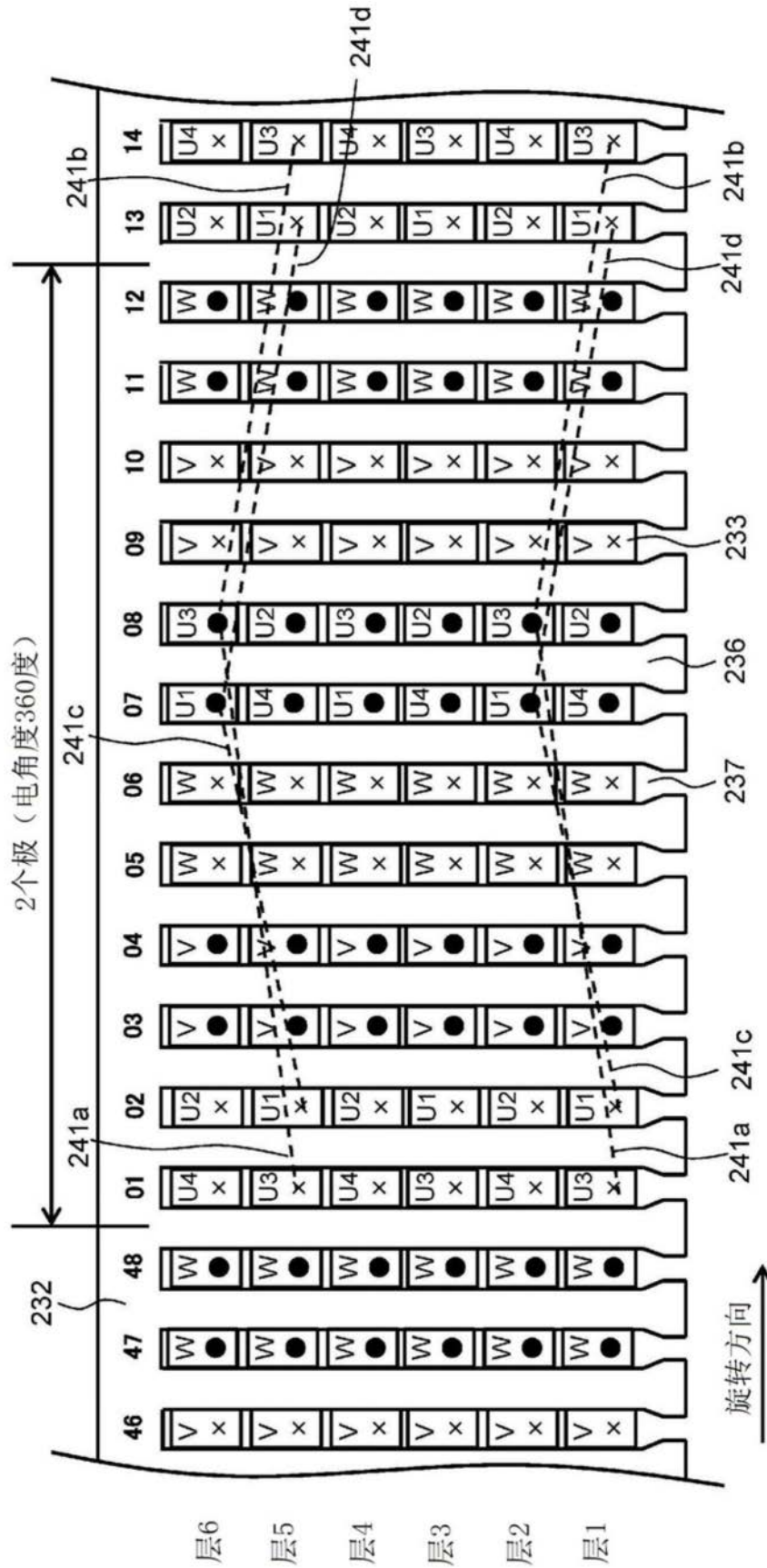


图8

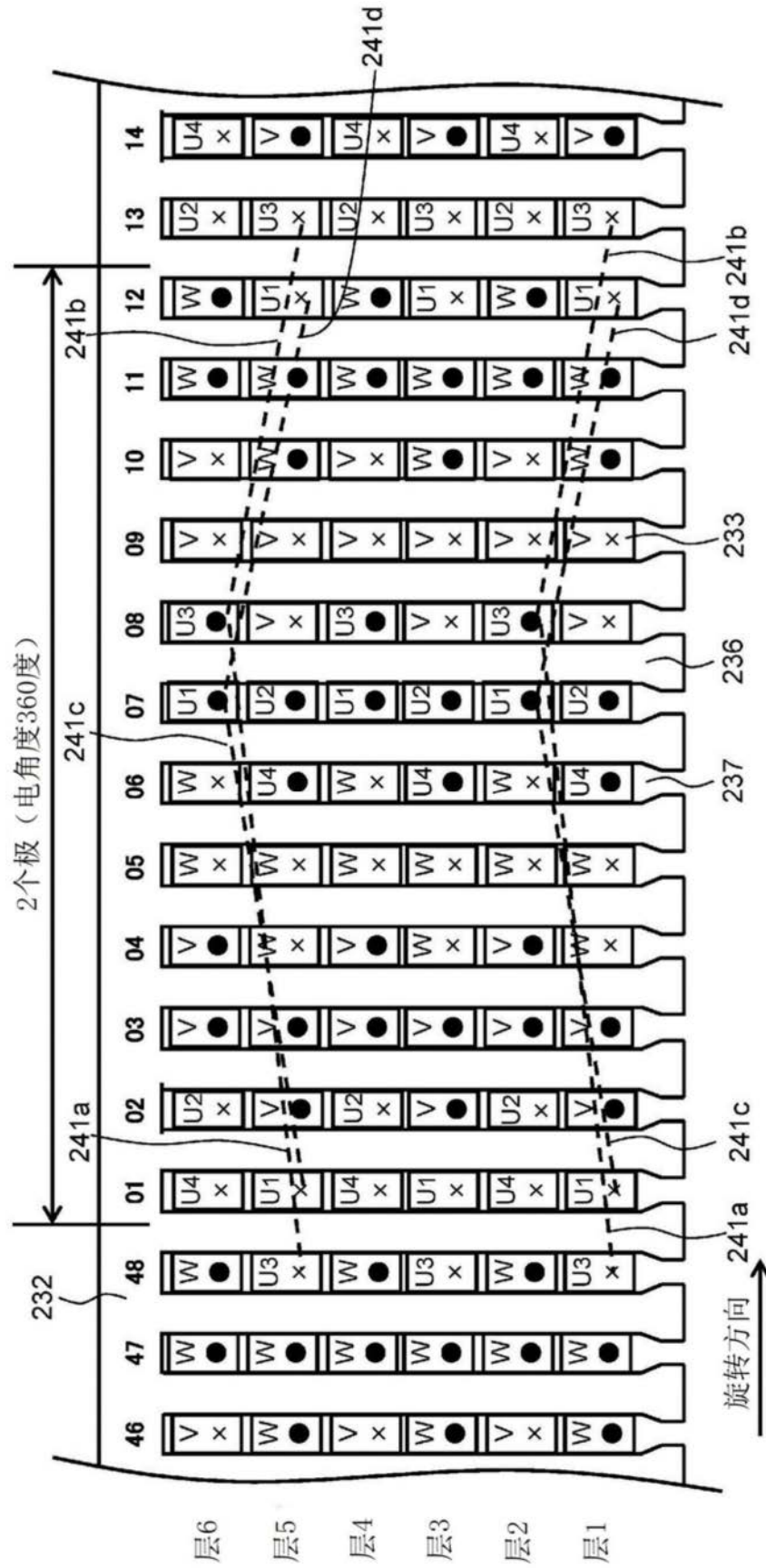


图9

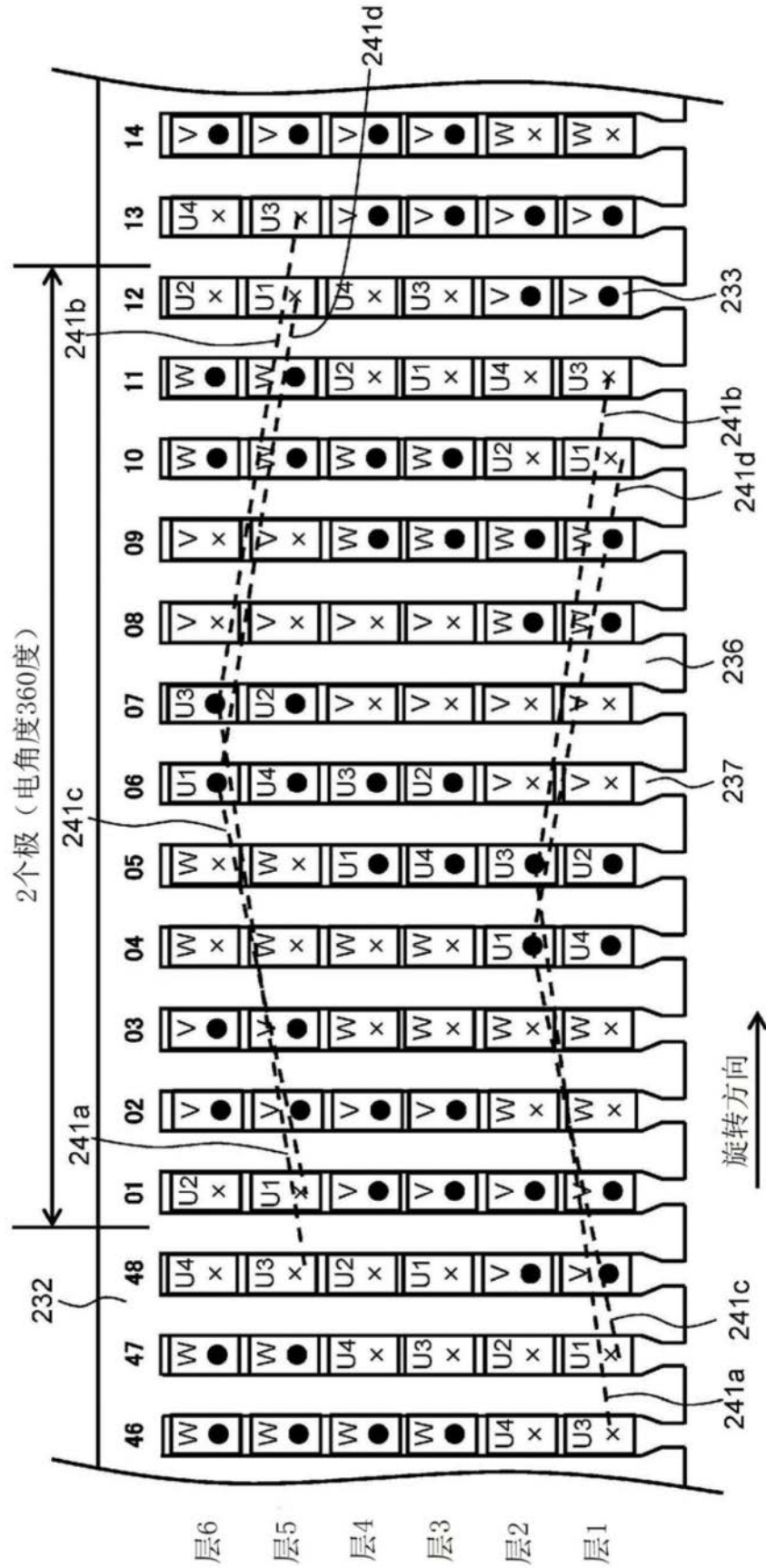


图10





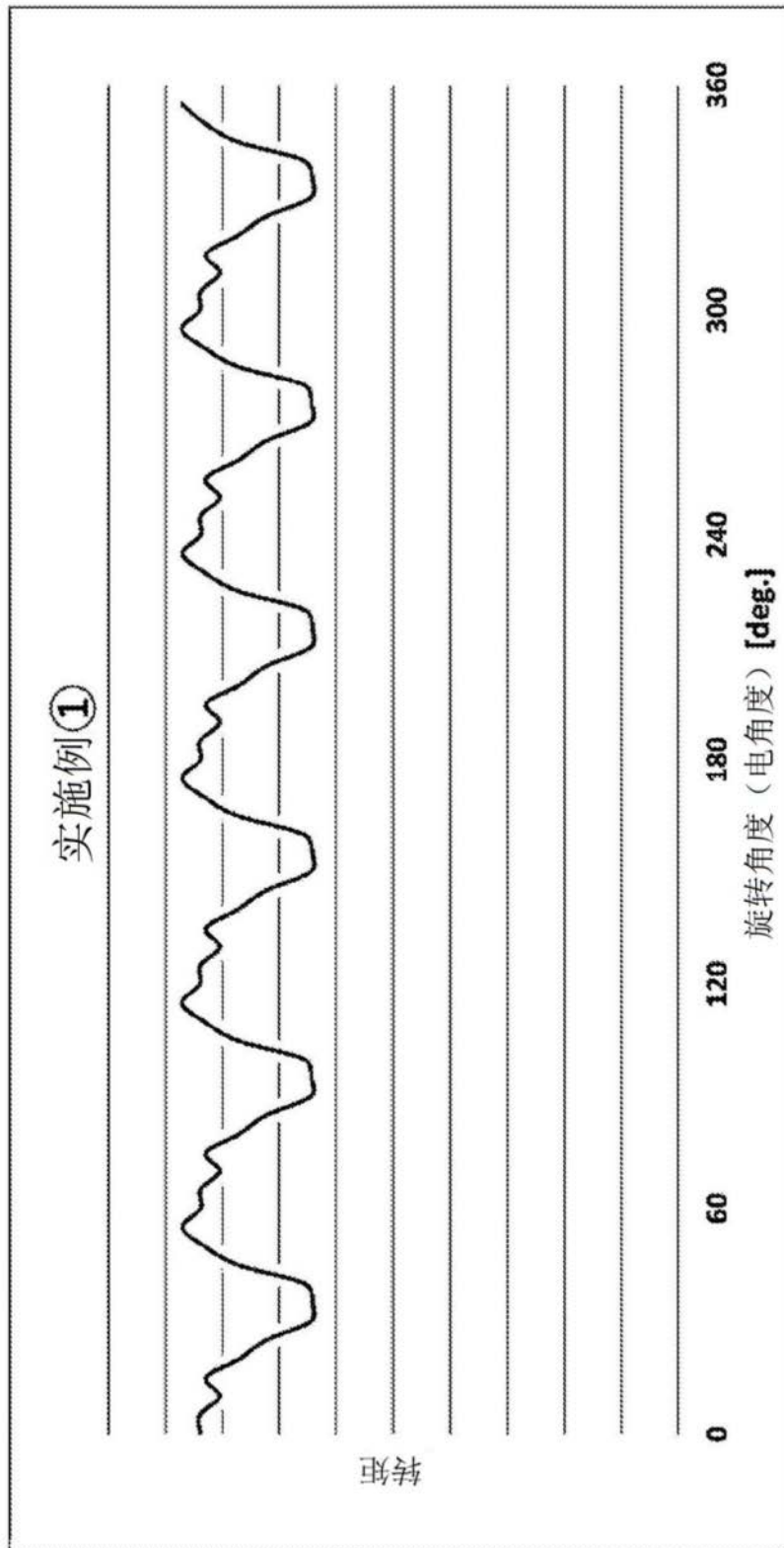


图13



图14

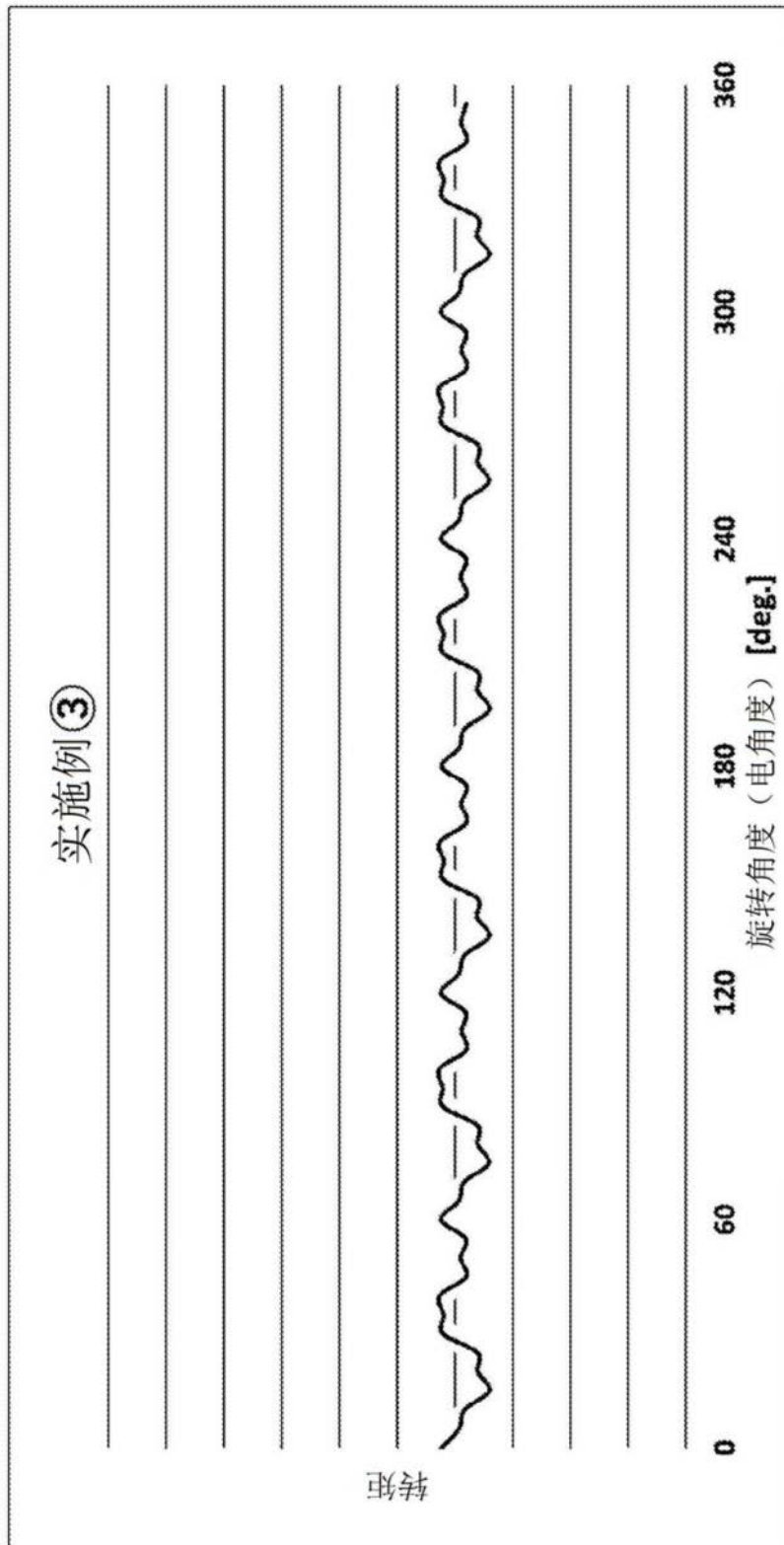


图15

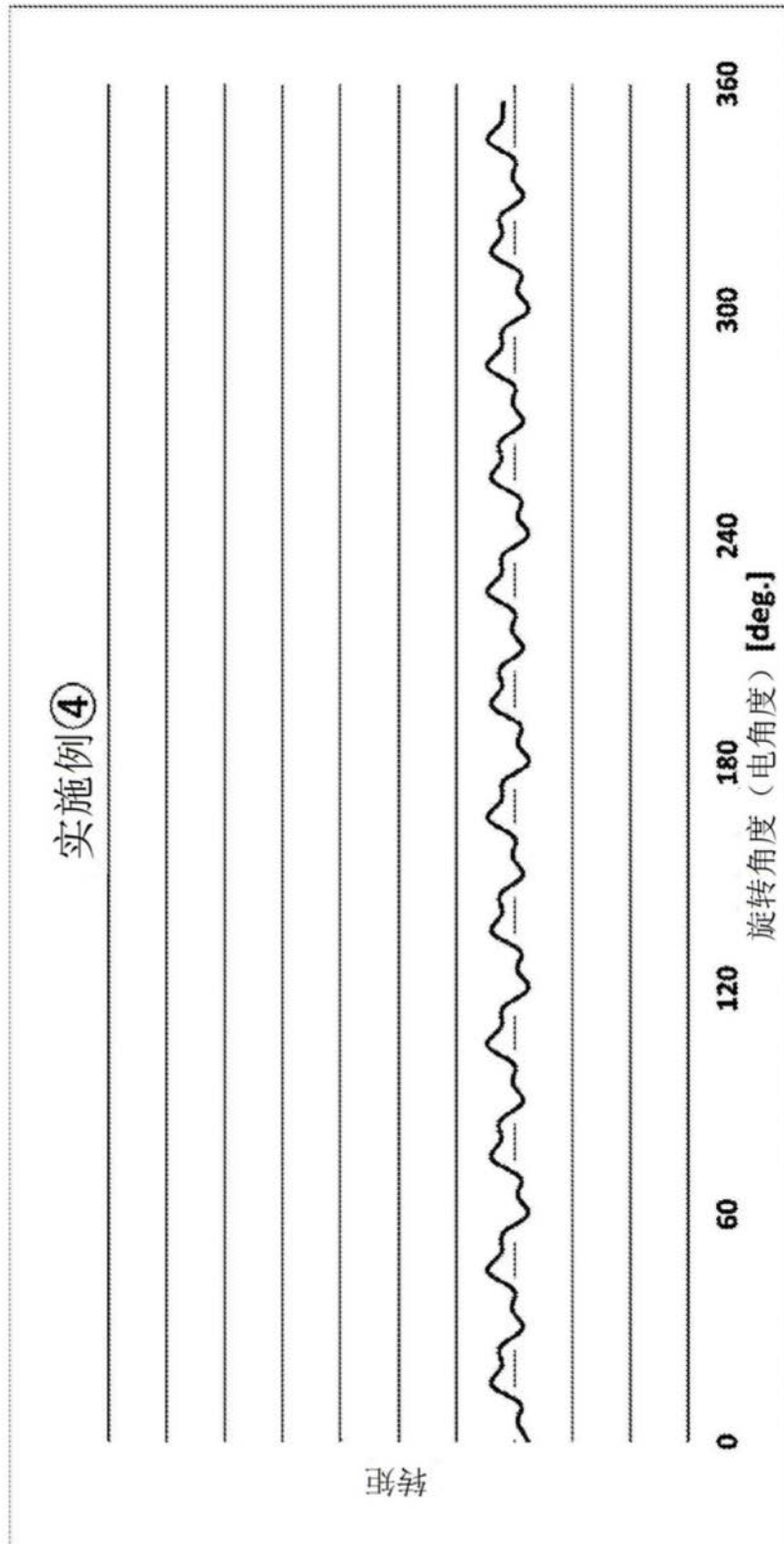


图16

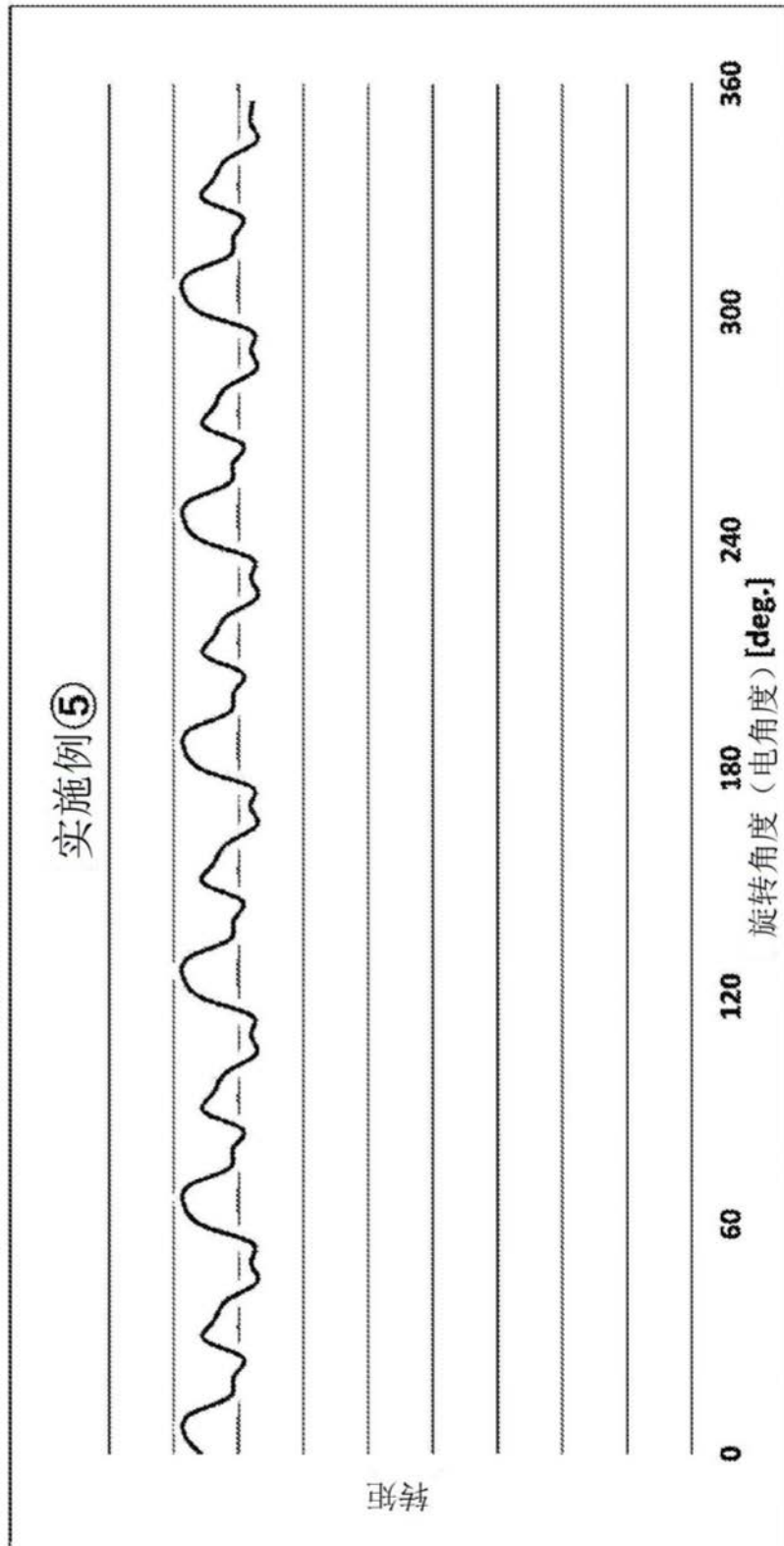


图17

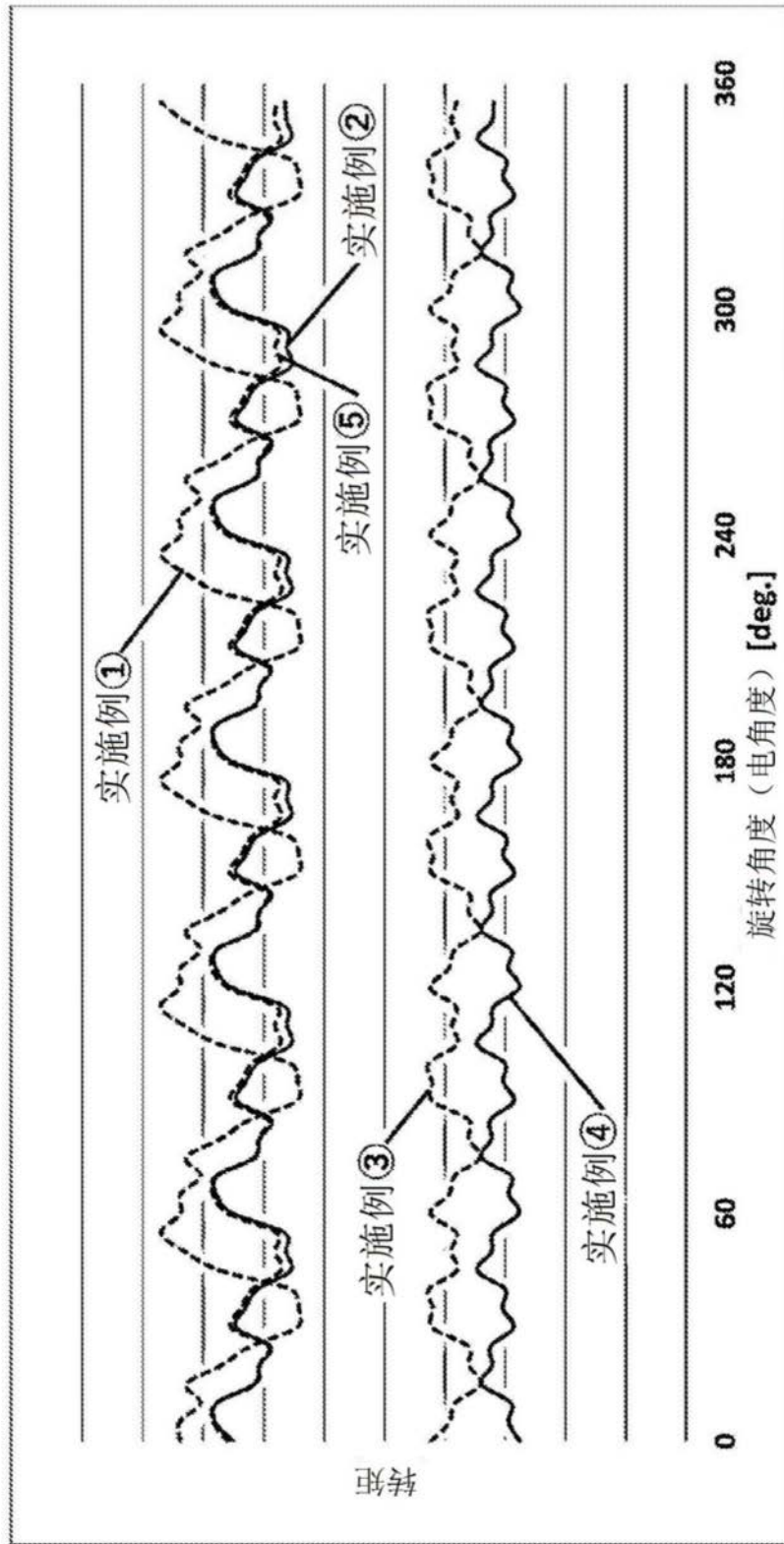


图18

槽数		48	48	54	96	72	36
1个槽内的线圈根数		6	8	6	8	8	6
极数		8	8	6	16	8	6
并联数		4	8	6	16	8	6
每极槽数	N	6	6	9	6	9	6
每极每相槽数	Nspp	2	2	3	2	3	2
跨接角度	J	360	180	360	90	270	240
CL侧槽距1	N1	6	6	9	6	9	6
CL侧槽距2	N1+Nspp	8	8	12	8	12	8
OP侧槽距	N2	5	5	8	5	8	5

图19