



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111527672 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 26

(21) 申请号 201880084665.1
 (22) 申请日 2018.10.18
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111527672 A
 (43) 申请公布日 2020.08.11
 (30) 优先权数据
 2017-255168 2017.12.29 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.06.29
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2018/038842 2018.10.18
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/130747 JA 2019.07.04
 (73) 专利权人 小田原机械工程株式会社
 地址 日本神奈川县

(72) 发明人 宫胁伸郎
 (74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112
 专利代理师 顾红霞 龙涛峰
 (51) Int.Cl.
 H02K 3/28 (2006.01)
 (56) 对比文件
 JP 2004064914 A, 2004.02.26
 US 2016094101 A1, 2016.03.31
 JP 5896250 B2, 2016.03.30
 JP 2017184558 A, 2017.10.05
 JP 2016127639 A, 2016.07.11
 审查员 宗雪娇

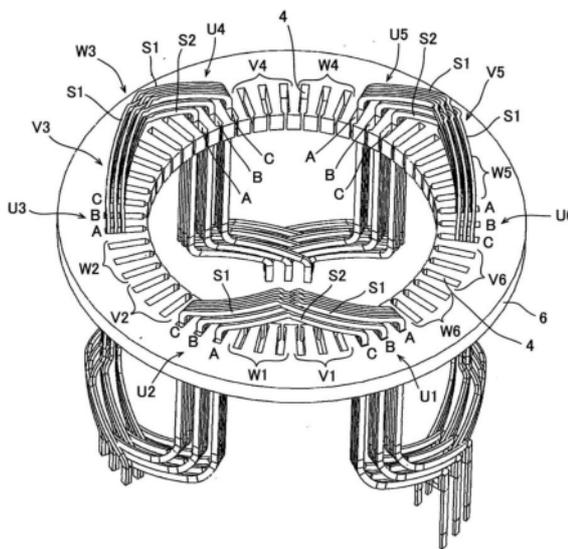
权利要求书3页 说明书15页 附图12页

(54) 发明名称

旋转电机的接线方法、制造方法、接线结构及旋转电机

(57) 摘要

在本发明中,将同相的线圈段插入到每组周向连续的三个槽中。如果每个三个槽的组中的槽被表示为A、B和C,六个组被表示为U1到U6,且组U_x的槽y被表示为槽U_{xy},从槽U1A开始的线圈被布线为按槽U1A→U2B→U3B→U5C→U6A的顺序通过定子的一匝,并连接到下一匝的槽U1A。在这种情况下,具有大的跨宽的线圈段用于U1A→U2B的连接和U3B→U4C的连接,同时具有窄跨宽的线圈段用于U5C→U6A的连接。在形成其中同相的线圈段插入在每三个周向连续的槽中的旋转电机的情况下,可以抑制循环电流。



1. 一种用于旋转电机的接线方法,所述方法是这样的方法:通过将每个线圈段的第一槽插入部和第二槽插入部插入到周向布置的多个槽中并且根据预定模式电连接所述线圈段的在其插入方向上的末端,来形成用于三相的并联电路并且通过星形连接来连接用于所述三相的所述并联电路,所述线圈段中的每个线圈段包括作为一对槽插入部的所述第一槽插入部和所述第二槽插入部以及连接所述第一槽插入部和所述第二槽插入部的连结部,所述方法包括以如下方式将形成所述三相中的一相的线圈段插入所述多个槽中的多组周向连续的三个槽中的第一步骤,所述组以等间隔沿周向布置:

将相同数量的线圈段插入每组的所述三个槽的每一个槽中;

其中,所述第一步骤包括形成第一线圈段组的第二步骤,所述第一线圈段组作为形成所述一相的所述线圈段的一部分,

第一槽、第二槽和第三槽是在所述组中的每个组中从一端到另一端沿第一方向对准的三个槽,并且第一组、第二组、第三组、第四组、第五组和第六组是在所述多个组中沿第二方向依次布置的六个组,所述第二方向是与所述第一方向相同的方向或者是与所述第一方向相反的方向,

通过如下方式来形成所述第一线圈段组:

将一个第一线圈段的所述第一槽插入部插入到所述第一组的第一槽中,将所述第一线圈段的所述第二槽插入部插入到所述第二组的第二槽中;

将另一第一线圈段的所述第一槽插入部插入到所述第三组的第二槽中,将所述另一第一线圈段的所述第二槽插入部插入到所述第四组的第三槽中;

将一个第二线圈段的所述第一槽插入部插入到所述第五组的第三槽中,将所述第一线圈段的所述第二槽插入部插入到所述第六组的第一槽中;并且

将插入到所述第二组的第二槽中的所述第二槽插入部与插入到所述第三组的第二槽中的所述第一槽插入部电连接,并且将插入到所述第四组的第三槽中的所述第二槽插入部与插入到所述第五组的第三槽中的所述第一槽插入部电连接。

2. 根据权利要求1所述的用于旋转电机的接线方法,

其中,所述第一步骤包括第三步骤,

M 为自然数, X 为从1至 M 的每个自然数,

所述第三步骤是这样的步骤:

通过将形成第 $(X+1)$ 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部插入到所述槽中以便与形成第 X 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部重叠,来形成 $(M+1)$ 个所述第一线圈段组,并且

将所述第 X 个第一线圈段组的插入所述第六组的第一槽中的所述第二槽插入部与所述第 $(X+1)$ 个第一线圈段组的插入所述第一组的第一槽中的所述第一槽插入部电连接。

3. 根据权利要求1或2所述的用于旋转电机的接线方法,

其中,所述第二步骤是进一步形成第二线圈段组和第三线圈段组,使得每组的三个槽接受来自所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入的步骤;

在所述第二线圈段组中,每个线圈段的位置与所述第一线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差两组所述槽,并且

在所述第三线圈段组中,每个线圈段的位置与所述第二线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上进一步相差两组所述槽。

4. 根据权利要求3所述的用于旋转电机的接线方法,

其中,所述第二步骤是进一步形成第四线圈段组至第六线圈段组,使得每组的三个槽接受来自所述第一线圈段至所述第六线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入的步骤;

在所述第四线圈段组至所述第六线圈段组中,每个线圈段的位置分别与所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差一组所述槽。

5. 根据权利要求1或2所述的用于旋转电机的接线方法,

其中,所述槽的数量为五十四,并且所述旋转电机的极数为六个。

6. 根据权利要求1或2所述的用于旋转电机的接线方法,

其中,所述第一步骤是将各个第一线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离十个槽的两个槽中,并且将所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离七个槽的两个槽中的步骤。

7. 根据权利要求1或2所述的用于旋转电机的接线方法,

其中,所述第一步骤是将各个第一线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离八个槽的两个槽中,并且将所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离十一个槽的两个槽中的步骤。

8. 一种制造包括线圈的旋转电机的方法,

其中,所述线圈根据权利要求1或2所述的用于旋转电机的接线方法来接线。

9. 一种旋转电机的接线结构,所述旋转电机包括:周向布置的多个槽;以及线圈段,所述线圈段分别包括作为一对槽插入部的第一槽插入部和第二槽插入部以及连接所述第一槽插入部和所述第二槽插入部的连结部,所述第一槽插入部和所述第二槽插入部分别插入到所述槽中,其中,所述第一槽插入部和所述第二槽插入部在它们的插入方向上的末端根据预定模式电连接以形成用于三相的并联电路,并且用于所述三相的所述并联电路通过星形连接而连接,

其中,形成所述三相中的一相的所述线圈段被插入到所述多个槽中的多组周向连续的三个槽中,

所述组以等间隔沿周向布置,

在每组的所述三个槽的每一个中插入有相同数量的线圈段,

第一槽、第二槽和第三槽是在所述组中的每个组中从一端到另一端沿第一方向对准的三个槽,并且第一组、第二组、第三组、第四组和第六组是在所述多个组中沿第二方向依次布置的六个组,所述第二方向是与所述第一方向相同的方向或者是与所述第一方向相反的方向,

形成所述一相的所述线圈段包括由一个第一线圈段、另一个第一线圈段和一个第二线圈段形成的第一线圈段组,

所述一个第一线圈段的第一槽插入部插入到所述第一组的第一槽中,所述一个第一线圈段的第二槽插入部插入到所述第二组的第二槽中,

所述另一第一线圈段的第一槽插入部插入到所述第三组的第二槽中,所述另一第一线

圈段的第二槽插入部插入到所述第四组的第三槽中，

所述一个第二线圈段的第一槽插入部插入到所述第五组的第三槽中，所述一个第二线圈段的第二槽插入部插入到所述第六组的第一槽中，

插入到所述第二组的第二槽中的第二槽插入部以及插入到所述第三组的第二槽中的第一槽插入部彼此电连接，并且插入到所述第四组的第三槽中的第二槽插入部以及插入到所述第五组的第三槽中的第一槽插入部彼此电连接。

10. 根据权利要求9所述的旋转电机的接线结构，
M为自然数，

包括 (M+1) 个第一线圈段组，

其中，X为从1至M的每个自然数，形成第 (X+1) 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部被插入槽中，以便与形成第X个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部重叠，并且第X个第一线圈段组的插入到所述第六组的第一槽中的第二槽插入部以及第 (X+1) 个第一线圈段组的插入到所述第一组的第一槽中的第一槽插入部彼此电连接。

11. 根据权利要求9或10所述的旋转电机的接线结构，包括：

第二线圈段组，所述第二线圈段组中的每个线圈段的位置与所述第一线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差两组所述槽；以及

第三线圈段组，所述第三线圈段组中的每个线圈段的位置与所述第二线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上进一步相差两组所述槽，

其中，每组的所述三个槽接受来自所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入。

12. 根据权利要求11所述的旋转电机的接线结构，

包括第四线圈段组至第六线圈段组，所述第四线圈段组至所述第六线圈段组中的每个线圈段的位置与所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差一组所述槽，

其中，每组的三个槽接受来自所述第一线圈段组至所述第六线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入。

13. 根据权利要求9或10所述的旋转电机的接线结构，其中，所述槽的数量为五十四，并且所述旋转电机的极数为六个。

14. 根据权利要求9或10所述的旋转电机的接线结构，其中，各个第一线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离十个槽的两个槽中，并且所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离的七个槽的两个槽中。

15. 根据权利要求9或10所述的旋转电机的接线结构，其中，各个第一线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离八个槽的两个槽中，并且所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离十一个槽的两个槽中。

16. 一种旋转电机，其包括根据权利要求9或10所述的接线结构。

旋转电机的接线方法、制造方法、接线结构及旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于诸如电动机或发电机等旋转电机(旋转电气机械)的接线方法和接线结构,并且更具体地说,涉及一种用于三相(U相、V相、W相)旋转电机的接线方法和接线结构,该旋转电机具有由U形等的线圈段构成的线圈,该线圈段具有一对槽插入部。本发明还涉及一种制造旋转电机的方法和旋转电机。

背景技术

[0002] 作为旋转电机的定子或转子的线圈,已知所谓的段型线圈,其中通过将直线线材加工成U形而分别形成的线圈段分别插入到沿着定子或转子的周向布置的多个槽中,并且这些线圈段的自由端侧通过焊接等彼此电连接以形成线圈。

[0003] 这种类型的线圈段也称为发夹。

[0004] 在具有并联电路的旋转电机中,其中分别由多个线圈段形成的路径并联连接,如果通过每个相的槽的线圈段的数量不同,则相位差将不会被抵消,因此并联电路将不等效,从而产生循环电流。

[0005] 大部分循环电流是无功电流,其引起无功功率损耗(例如,电动机的输出降低)和铜损。

[0006] PTL1公开了一种接线结构,该接线结构在定子芯部(铁芯)中形成的槽的数量为四十八个、转子的磁极的数量为八个、定子绕组的每个相的线圈(U形导体段)容纳在每个周向相邻(连续)的两个槽中、并且每相由并联连接的 $4 \times n$ (n 为自然数)行并联绕组形成的情况下抑制循环电流。

[0007] 如PTL1的0031段至0041段和图8所述,该接线结构除适用于具有横跨正常宽度的六个槽的间距的导体段在作为周向相邻的两个槽的一对槽A和槽B之间的对间连接之外,还适用于具有五个槽的间距的导体段和具有七个槽的间距的导体段在一对槽A和槽B之间切换。在该接线结构中,通过使用上述导体段而切换作为绕组的匝的中间的路径的槽,布置在每对的槽A和槽B中的导体段的数量相等。

[0008] 即,在每个相中,使布置在槽中的导体段的数量(插入的数量)在每个对中相等,以平衡并联绕组,从而抑制循环电流的发生。

[0009] [引用列表]

[0010] [专利文献]

[0011] [PTL1]日本专利No.5896250

发明内容

[0012] [技术问题]

[0013] 顺便提及,根据外部尺寸、电机输出等条件,存在具有槽数和极数的各种组合的这种类型的各种三相旋转电机。在它们之间的一些组合中,每相的线圈应该容纳在每三个周向连续的槽中。例如,在五十四槽和六个极的情况下, $54 \text{槽} / 6 \text{极} / 3 \text{相} = 3$,这意味着应

当在每三个槽中容纳一个线圈。

[0014] 另一方面,PTL1公开了一种构造,用于在如PTL1中所述的构造中那样同相的线圈段插入每两个周向相邻的槽中的情况下抑制循环电流的发生,但是该构造不适用于同相的线圈段插入每三个周向连续的槽中的情况。

[0015] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,在形成每三个周向连续的槽中插入有同相的线圈段的旋转电机的情况下,抑制循环电流。

[0016] [问题解决方案]

[0017] 为了实现上述目的,根据本发明的旋转电机的接线方法是一种旋转电机的接线方法,该方法是这样的方法:通过将每个线圈段的第一槽插入部和第二槽插入部插入到周向布置的多个槽中并且根据预定模式电连接所述线圈段在其插入方向上的末端,来形成用于三相的并联电路并且通过星形连接来连接用于所述三相的并联电路,每个线圈段包括作为一对槽插入部的第一槽插入部和第二槽插入部以及连接所述第一槽插入部和第二槽插入部的连结部,该方法包括以如下方式将形成所述三相中的一相的线圈段插入到所述多个槽中的多组周向连续的三个槽中的第一步骤,所述组以等间隔沿周向布置:将第一线圈段的第一槽插入部插入到某组的一个槽中,并且所述第一线圈段的第二槽插入部插入到与所述某组相邻的一组的槽中,该槽与对应于所述一个槽的槽相邻;并且将所述第二线圈段的第一槽插入部插入到另一某组的一端处的一个槽中,并且将第二线圈段的第二槽插入部插入到与所述另一某组相邻的组的另一端处的槽中;并且将相同数量的线圈段插入每组的所述三个槽中每一个中。

[0018] 在这种用于旋转电机的接线方法中,可以想到,第一步骤包括形成第一线圈段组的第二步骤,所述第一线圈段组作为形成所述一相的所述线圈段的一部分,第一槽、第二槽和第三槽是在所述组中的每个组中从一端到另一端沿一个方向对准的三个槽,并且第一组、第二组、第三组、第四组、第五组和第六组是在所述多个组中沿所述一个方向依次布置的六个组。通过如下方式来形成所述第一线圈段组:将一个所述第一线圈段的所述第一槽插入部插入到所述第一组的第一槽中,将所述一个第一线圈段的所述第二槽插入部插入到所述第二组的所述第二槽中;将另一所述第一线圈段的所述第一槽插入部插入到所述第三组的第二槽中,将所述另一第一线圈段的所述第二槽插入部插入到所述第四组的第三槽中;将一个所述第二线圈段的所述第一槽插入部插入到所述第五组的第三槽中,将所述一个第二线圈段的所述第二槽插入部插入到所述第六组的第一槽中;并且将插入到所述第二组的第二槽中的所述第二槽插入部与插入到所述第三组的第二槽中的所述第一槽插入部电连接,并且将插入到所述第四组的第三槽中的所述第二槽插入部与插入到所述第五组的第三槽中的所述第一槽插入部电连接。

[0019] 此外,可以想到,第一步骤包括第三步骤, M 为自然数, X 为从1至 M 的每个自然数,所述第三步骤是这样的步骤:通过将形成第 $(X+1)$ 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部插入到所述槽中以便与形成第 X 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部重叠,来形成 $(M+1)$ 个所述第一线圈段组,并且将所述第 X 个第一线圈段组的插入所述第六组的第一槽中的所述第二槽插入部与所述第 $(X+1)$ 个第一线圈段组的插入所述第一组的第一槽中的所述第一槽插入部电连接。

[0020] 可以想到,第二步骤是进一步形成第二线圈段组和第三线圈段组,使得每组的三

个槽接受来自所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入的步骤。在所述第二线圈段组中,每个线圈段的位置与所述第一线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差两组所述槽,以及在所述第三线圈段组中,每个线圈段的位置与所述第二线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上进一步相差两组所述槽。

[0021] 可以想到,第二步骤是进一步形成第四线圈段组至第六线圈段组,使得每组的三个槽接受来自所述第一线圈段至所述第六线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入的步骤。在所述第四线圈段组至所述第六线圈段组中,每个线圈段的位置分别与所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差一组所述槽。

[0022] 此外,可以想到的是,槽的数量为五十四,并且旋转电机的极数为六个。

[0023] 此外,可以想到,所述第一步骤是将所述第一线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离十个槽的两个槽中,并且将所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离七个槽的两个槽中的步骤。

[0024] 或者,可以想到,所述第一步骤是将所述第一线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离八个槽的两个槽中,并且将所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到周向上彼此远离十一个槽的两个槽中的步骤。

[0025] 本发明还提供一种制造包括线圈的旋转电机的方法,其中,根据上述用于旋转电机的接线方法中的任一种方法对线圈进行接线。

[0026] 另外,根据本发明的旋转电机的接线结构是一种旋转电机的接线结构,该旋转电机包括:周向布置的多个槽;以及线圈段,所述线圈段分别包括作为一对槽插入部的第一槽插入部和第二槽插入部以及连接所述第一槽插入部和所述第二槽插入部的连结部,所述第一槽插入部和所述第二槽插入部分别插入到所述槽中,其中,所述第一槽插入部和所述第二槽插入部在它们的插入方向上的末端根据预定模式电连接以形成用于三相的并联电路,并且用于所述三相的所述并联电路通过星形连接而连接,其中,形成所述三相中的一相的所述线圈段被插入到所述多个槽中的多组周向连续的三个槽中,所述组以等间隔沿周向布置,所述多个线圈段包括第一线圈段和第二线圈段,所述第一线圈段的第一槽插入部插入到某组的一个槽中,所述第一线圈段的第二槽插入部插入到与所述某组相邻的组的槽中,该槽与对应于所述一个槽的槽相邻,所述第二线圈段的第一槽插入部插入到在另一某组的一端处的一个槽中,所述第二线圈段的第二槽插入部插入到在与所述另一某组相邻的组的另一端处的槽中,并且在每组的所述三个槽的每一个中插入有相同数量的线圈段。

[0027] 在旋转电机的这种接线结构中,可以想到,第一槽、第二槽和第三槽是在所述组中的每个组中从一端到另一端沿一个方向对准的三个槽,并且第一组、第二组、第三组、第四组和第六组是在所述多个组中沿所述一个方向依次布置的六个组,形成所述一相的所述线圈段包括由一个所述第一线圈段、另一个所述第一线圈段和一个所述第二线圈段形成的第一线圈段组,所述一个所述第一线圈段的第一槽插入部插入到所述第一组的第一槽中,所述一个所述第一线圈段的第二槽插入部插入到所述第二组的第二槽中,所述另一第一线圈段的第一槽插入部插入到所述第三组的第二槽中,所述另一第一线圈段的第二槽插入部插入到所述第四组的第三槽中,所述一个第二线圈段的第一槽插入部插入到所述第五组的第三槽中,所述一个第二线圈段的第二槽插入部插入到所述第六组的第一槽中,插入到所述第二组的

第二槽中的第二槽插入部以及插入到所述第三组的第二槽中的第一槽插入部彼此电连接，并且插入到所述第四组的第三槽中的第二槽插入部以及插入到所述第五组的第三槽中的第一槽插入部彼此电连接。

[0028] 此外，可以想到， M 为自然数，包括 $(M+1)$ 个第一线圈段组，其中， X 为从1至 M 的每个自然数，形成第 $(X+1)$ 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部被插入槽中，以便与形成第 X 个第一线圈段组的每个线圈段的每个槽插入部重叠，并且第 X 个第一线圈段组的插入到所述第六组的第一槽中的第二槽插入部以及第 $(X+1)$ 个第一线圈段组的插入到所述第一组的第一槽中的第一槽插入部彼此电连接。

[0029] 此外，可以想到包括：第二线圈段组，所述第二线圈段组中的每个线圈段的位置与所述第一线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差两组所述槽；以及第三线圈段组，所述第三线圈段组中的每个线圈段的位置与所述第二线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上进一步相差两组所述槽，其中，每组的所述三个槽接受来自所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入。

[0030] 此外，可以想到的是，包括第四线圈段组至第六线圈段组，所述第四线圈段组至所述第六线圈段组中的每个线圈段的位置与所述第一线圈段组至所述第三线圈段组中的每个线圈段的位置在周向上相差一组所述槽，其中，每组的三个槽接受来自所述第一线圈段组至所述第六线圈段组中的每一个的所述线圈段的一个槽插入部的插入。

[0031] 此外，可以想到的是，槽的数量为五十四，并且旋转电机的极数为六个。

[0032] 此外，可以想到，所述第一线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离十个槽的两个槽中，并且所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离七个槽的两个槽中。

[0033] 可替代地，可以想到的是，所述第一线圈段各的槽插入部分别插入到在周向上彼此远离八个槽的两个槽中，并且所述第二线圈段的各槽插入部分别插入到在周向上彼此远离十一个槽的两个槽中。

[0034] 本发明还提供一种包括上述任一接线结构的旋转电机。

[0035] [发明效果]

[0036] 根据本发明，在形成每三个周向连续的槽中插入同相的线圈段的旋转电机的情况下，可以抑制循环电流。

附图说明

[0037] 图1是根据本发明的第一实施例的旋转电机的定子的透视图；

[0038] 图2是图1所示的定子的线圈端侧的透视图。

[0039] 图3A是示出了在未扭转的状态下形成图1所示定子的线圈的线圈段中的第一线圈段的透视图。

[0040] 图3B是对应于图3A的图，示出了第二线圈段的状态。

[0041] 图4是示出图1所示的定子的U相线圈的一部分的透视图。

[0042] 图5是从另一角度观察图4所示的构造的透视图。

[0043] 图6是示出图1所示的定子的U相线圈段的连接状态的图。

[0044] 图7是图6的一部分被取出的图。

- [0045] 图8是图1所示的定子的并联电路的实例的连接图。
- [0046] 图9是图1所示的定子的并联电路的另一实例的连接图。
- [0047] 图10是图1所示的定子的并联电路的又一实例的连接图。
- [0048] 图11是示出第二实施例的定子的U相线圈段的连接状态的图。
- [0049] 图12是图11的一部分被取出的图。

具体实施方式

- [0050] 以下,将参照附图描述本发明的实施例。
- [0051] 首先,将参考图1至图10描述第一实施例。
- [0052] 图1和图2示出了具有根据本实施例的旋转电机的接线结构的定子2。图1示出了整个定子2,并且图2示出了定子2的线圈端CE侧。
- [0053] 定子2包括具有多个周向布置的槽4的圆筒状的芯部6以及用于三相(U相、V相、W相)的线圈8,线圈8通过将U形线圈段插入槽4中并根据预定模式连接线圈段的在其插入方向上的末端而形成。线圈8为六层构造。
- [0054] 每个线圈段从线圈端CE侧插入,并且插入方向的末端侧(即图1所示的线圈段的向输入单元(供电单元)ES侧突出的末端部)被扭转,并且通过电焊等而彼此电连接,形成并联电路。图1中的附图标记5表示绝缘纸,其是用于使芯部6与线圈段之间绝缘的绝缘材料。
- [0055] 芯部6具有薄的环形电工钢板沿圆筒的轴向层叠并彼此成一体的构造。在芯部6的内侧,在周向上以预定间隔形成有朝向中央突出的多个突起(齿),并且在相邻的突起之间形成有槽4。
- [0056] 本实施例中的槽4的数量为五十四,并且要插入定子2的未图示的转子的极数(磁极数)为六个。对于每个磁极,线圈8的每相的槽数为三个。
- [0057] 即,在三个周向连续的槽中分别插入同相的线圈段,五十四个槽4构成十八组(每组三个槽),这些组沿周向布置,并且U相槽、V相槽和W相槽在周向上以该顺序重复布置六次。顺便提及,“U相槽”是用于插入线圈段以形成U相线圈的一组槽,并且V相和W相也是如此。
- [0058] U12-1,2、V12-1,2和W12-1,2是用于分别向U相线圈、V相线圈和W相线圈施加电压的输入部,并且其结构将在后面描述。
- [0059] 如图3A和图3B所示,作为导体的线圈段通过将表面覆盖有诸如搪瓷等绝缘膜的扁平导线弯曲成U形而形成,并且线圈段具有一对槽插入部10fa和10fb以及连接该对槽插入部的连结部10g。槽插入部10fa和10fb都是直线状的,并且都是要插入槽4中的部分。连结部10g具有用于层变换(改道)的弯曲形状(曲柄形状)。在图3A和图3B的实例中,在图中槽插入部10fb位于比槽插入部10fa更深的位置。
- [0060] 在本实施例中,采用了第一线圈段S1和第二线圈段S2,其中第一线圈段S1的槽插入部10fa、10fb分别插入到周向上彼此远离十个槽的两个槽中,第二线圈段S2的槽插入部10fa、10fb分别插入到周向上彼此远离的七个槽的两个槽中。
- [0061] 图3A示出了第一线圈段S1的实例,并且图3B示出了第二线圈段S2的实例。如这些图所示,第一线圈段S1的槽插入部10fa和10fb之间的距离(跨宽)Y1是十个槽的长度,并且第二线圈段S2的槽插入部10fa和10fb之间的距离(跨宽)Y2是七个槽的长度,跨宽Y2比跨宽

Y1窄。

[0062] 注意,一个槽的长度根据槽插入部10fa和10fb在径向上的插入位置而稍微不同。因此,即使在相同类型的线圈段中,尺寸也根据插入位置而不同。另外,如后所述,在线圈段中,用于输入的线圈段和用于连接到中性点的线圈段是槽插入部的长度与其它线圈段的槽插入部的长度不同的变体线圈段。

[0063] 在以下描述中,在将包括在一个线圈段中的槽插入部10fa和10fb彼此区分时,一个槽插入部10fa将被称为第一槽插入部,并且另一槽插入部10fb将被称为第二槽插入部。如果不区分,则使用附图标记10f。然而,将插槽插入部10fa和10fb中的哪一个称为“第一”以及哪一个称为“第二”不是必需的。

[0064] 接下来,参考图4和图5,将描述五十四槽4的每个相的线圈段的布置。

[0065] 为了清楚起见,图4和图5示出了形成U相(U Phase)线圈的半个线圈段的布置。即,U相线圈实际上包括如图4和图5所示的三个线圈以及其它三个线圈,上述三个线圈的每个线圈在定子2上具有三匝(三层结构),并且其它三个线圈的位置在周向上与上述三个线圈的位置相差 60° 。图4仅示出前者(三个线圈)。另外,为了使线圈段的布置容易理解,在图4和图5中,将芯部6示出为薄盘。然而,实际上,芯部6长到足以覆盖图4和图5的状态下的槽插入部10fa和10fb的整个直线部。顺便提及,形成V相线圈和W相线圈的线圈段的布置是从U相线圈段的布置分别顺时针(从图4的上侧观察的方向:除非另外指明,以下同样适用)旋转三个槽和六个槽的线圈段,并且具有与U相线圈段基本相同的构造。

[0066] 如图4所示,定子2具有将同相的线圈段插入到周向连续的三个槽4中的构造。这三个槽4被限定为一组槽,并且每组中的槽4在顺时针方向上依次由A、B和C表示。在该实施例中,A对应于第一槽,B对应于第二槽,并且C对应于第三槽。

[0067] 用于插入U相线圈段的第一组U1至第组六U6的槽沿周向以等间隔布置。因此,在相邻组之间存在对应于六个槽的间隔,并且在这些间隔中,用于插入V相线圈段的第一组槽V1至第六组槽V6以及用于插入W相线圈段的第一组槽W1至第六组槽W6类似地以等间隔布置。这里,由于聚焦于U相线圈段的布置,所以仅考虑U1至U6组的槽,并且与U1相邻的组是U2和U6。

[0068] 另一方面,将线圈段S1和S2中的每一个插入以横跨在用于一个相的六个组中彼此周向相邻的组之间。然后,第一线圈段S1被插入成使得其第一槽插入部10fa被插入某组的一个槽中,并且第一线圈段S1的第二槽插入部10fb被插入与该某组相邻的组的槽中,该槽与对应于所述一个槽的槽相邻。具体地说,第一线圈段S1被插入为横跨在某组(例如,U1)的槽A与顺时针侧的相邻组(U2)的槽B(与槽A相邻)之间,或者横跨在某组的槽B与顺时针侧的相邻组的槽C(与槽B相邻)之间。第二线圈段S2被插入成使得其第一槽插入部10fa被插入到某组的一端处一个槽中,并且第二线圈段S2的第二槽插入部10fb被插入到与该某组相邻的组的另一端处的槽中。具体地说,第二线圈段S2插入为横跨在某组的槽C与顺时针侧的相邻组的槽A之间。

[0069] 此外,线圈段S1、S2中的每一个的每个槽插入部10f的末端部的从定子2突出的部分被沿周向扭转,并且电连接到沿相反方向扭转的相邻线圈段的末端部(这里,这种连接也称为“扭转连接”)。这里,“相邻”是指槽插入部10f处于同一匝并且插入相邻组的对应槽中。

[0070] 在下文中,将更具体地描述线圈段之间的电连接的模式。为了表示特定的线圈段,

线圈段的附图标记S1、S2与插入特定线圈段的槽插入部10f的槽的组名(U1至U6)和槽名(A至C)的组合的下标一起使用。例如,如下所述的第一线圈段S1表示为线圈段 $S1_{U3A-U4B}$:第一线圈段S1的第一槽插入部10fa插入到U3组的槽A中,并且第一线圈段S1的第二槽插入部10fb插入到U4组的槽B中,第一线圈段S1横跨在这些槽之间。当需要指定线圈段形成线圈中的哪些匝时,将单独描述这一点。类似地,使用组名和组中的槽名来命名槽,使得组U1的槽A为槽U1A。

[0071] 首先,从槽U1C开始的一匝线圈由下述三个线圈段形成:第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$;第一线圈段 $S1_{U3A-U4B}$;以及第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 。

[0072] 第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的插入到槽U2A中的第二槽插入部10fb的末端部与第一线圈段 $S1_{U3A-U4B}$ 的插入到槽U3A中的第一槽插入部10fa的末端部扭转连接。第一线圈段 $S1_{U3A-U4B}$ 的插入到槽U4B中的第二槽插入部10fb的末端部与第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的插入到槽U5B中的第一槽插入部10fa的末端部扭转连接。

[0073] 然而,第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的插入到槽U6C中的第二槽插入部10fb的末端部面对同匝的第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的插入到槽U1C中的第一槽插入部10fa的末端部,但不与其电连接。

[0074] 线圈的上述一匝的路径是U1C→U2A→U3A→U4B→U5B→U6C的串联路径,并且线圈段分别两次穿过位于组中的位置A、B和C处的槽。

[0075] 顺便提及,在U6和U1之间设置有用于输入电力的构造和用于连接到中性点的构造,并且如稍后将描述的,电连接的构造不同于其它组之间的连接。

[0076] 图4所示的U相线圈除了包括从槽U1C开始的线圈之外,还包括从槽U1A开始的线圈和从槽U1B开始的线圈。

[0077] 从槽U1A开始的一匝线圈由下述三个线圈段形成:第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$;第一线圈段 $S1_{U3B-U4C}$;以及第二线圈段 $S2_{U5C-U6A}$ 。

[0078] 第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$ 的插入到槽U2B中的第二槽插入部10fb的末端部与第一线圈段 $S1_{U3B-U4C}$ 的插入到槽U3B中的第一槽插入部10fa的末端部扭转连接。第一线圈段 $S1_{U3B-U4C}$ 的插入到槽U4C中的第二槽插入部10fb的末端部与第二线圈段 $S2_{U5C-U6A}$ 的插入到槽U5C中的第一槽插入部10fa的末端部扭转连接。

[0079] 第二线圈段 $S2_{U5C-U6A}$ 的插入到槽U6A中的第二槽插入部10fb的末端部面对第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$ 的插入到槽U1A中的第一槽插入部10fa的末端部,但不与其电连接。

[0080] 线圈的上述一匝的路径是U1A→U2B→U3B→U4C→U5C→U6A的串联路径,并且线圈段分别两次穿过位于组中的位置A、B和C处的槽,如在从U1C开始的路径的情况下那样。

[0081] 此外,从槽U1B开始的一匝线圈由下述三个线圈段形成:第一线圈段 $S1_{U1B-U2C}$;第二线圈段 $S2_{U3C-U4A}$;以及第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 。

[0082] 第一线圈段 $S1_{U1B-U2C}$ 的插入到槽U2C中的第二槽插入部10fb的末端部与第二线圈段 $S2_{U3C-U4A}$ 的插入到槽U3C中的第一槽插入部10fa的末端部扭转连接。第二线圈段 $S2_{U3C-U4A}$ 的插入到槽U4A中的第二槽插入部10fb的末端部与第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 的插入到槽U5A中的第一槽插入部10fa的末端部扭转连接。

[0083] 第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 的插入到槽U6B中的第二槽插入部10fb的末端部面对第一线圈段 $S1_{U1B-U2C}$ 的插入到槽U1B中的第一槽插入部10fa的末端部,但不与其电连接。

[0084] 线圈的上述一匝的路径是U1B→U2C→U3C→U4A→U5A→U6B的串联路径,并且线圈段分别两次穿过位于组中的位置A、B和C处的槽,如在从U1C开始的路径的情况下那样。

[0085] U相线圈的三个匝中的每一匝如上所述,并且U相线圈对于其余的两个匝也具有相同的连接路径。形成每匝的线圈段的每个槽插入部10f被插入槽4中以形成在径向上堆叠的层。另外,分别形成三匝的三个线圈由总共 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 个线圈段形成,设置有五十四槽插入部10f。这些槽插入部10f被插入在3个槽 \times 6个组=18个槽中,每个槽被插入三次以形成三层。

[0086] 除此之外,如上所述,另外三个三匝线圈的位置在周向上与图4中所示的线圈的位置相差 60° ,五十四槽插入部10f被插入十八个槽中,每个槽被插入三次以形成三层。因此,在整个U相线圈中,插入到每个槽中的槽插入部10f形成六层。

[0087] 接下来,将参考图5描述线圈中的匝间电连接的结构。

[0088] 在图5中,附图标记10f1至10f6表示从槽U1C开始的线圈中的匝间电连接所涉及的槽插入部的末端部。

[0089] 其中,10f6是线圈的最外匝中的第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的插入在槽U1C中的第一槽插入部10fa的末端部。10f5是线圈的最外匝中的第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的插入在槽U6C中的第二槽插入部10fb的末端部。如上所述,这些末端部10f6和10f5分别沿周向向相反方向扭转(10f6为逆时针方向,10f5为顺时针方向),并且末端部10f6和10f5位于彼此相对的位置,但彼此不电连接。

[0090] 另一方面,10f4是在线圈的第二最外匝中的第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的插入在槽U1C中的第一槽插入部10fa的末端部。末端部10f4与末端部10f6在沿周向的相同方向上扭转相同的距离。因此,末端部10f4在与末端部10f6相反的一侧也面对末端部10f5。然后,末端部10f4和末端部10f5经由导体11彼此电连接,从而线圈的最外匝和线圈的第二最外匝彼此串联电连接。

[0091] 类似地,10f3是在线圈的第二最外匝中的第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的插入在槽U6C中的第二槽插入部10fb的末端部,10f3面向末端部10f4但不与其电连接。10f2是在线圈的第三最外匝(这里是最内匝)中的第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的插入在槽U1C中的第一槽插入部10fa的末端部,10f2经由导体11与末端部10f3电连接。10f1是在线圈的第三最外匝中的第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的插入在槽U6C中的第二槽插入部10fb的末端部,末端部10f1面对末端部10f2但不与其电连接。

[0092] 通过上述连接可以形成用于三匝的线圈段串联连接的线圈。形成相同的连接以分别形成从槽U1A开始的线圈和从槽U1B开始的线圈。

[0093] 顺便提及,末端部10f6形成用于将线圈连接到外部电路并将电压施加到线圈的输入部12,因此末端部10f6比其它末端部长。因此,作为包括末端部10f6的线圈段,采用具有比其它线圈段的槽插入部长的槽插入部的变体线圈段。

[0094] 此外,末端部10f1形成用于与星形连接中的三相线圈的电中性点连接的中性点连接部14,因此末端部10f1虽然比末端部10f6短,但比其它末端部长。因此,作为包括末端部10f1的线圈段,也采用具有比其它线圈段的槽插入部长的槽插入部的变体线圈段。顺便提及,如稍后将参考图8至图10描述的,中性点连接部14也可以用作用于将三匝线圈彼此串联或并联连接的连接部。

[0095] 接下来,参考图6和图7,对形成六个构成U相线圈的三匝线圈的线圈段的布置和连接结构进行说明。图6是通过展开U相线圈的连接路径而获得的图。

[0096] 在图6中,在竖直方向上布置的一列矩形单元格表示一个槽。L1至L6分别表示插入到槽中以在定子2的径向上堆叠的槽插入部10f的布置位置。L6表示最外位置,并且L1表示最内位置。如上所述,在该实例中,槽插入部10f形成六层。在这些层中的第n层的位置用 L_n 表示(n是1至6的整数)。

[0097] 此外,图6中的实线箭头示出了形成图4所示的三个线圈的线圈段的布置。虚线箭头示出了形成位置在周向上与上述三个线圈的位置相差 60° 的三个线圈的线圈段的布置。尽管使用箭头以便使线圈段的布置容易看到,但是线圈本身没有取向(尽管在本实施例中,输入部12和中性点连接部14之间的电极的形状不同,但该不同不是必需的,并且其结构和功能不限于这些)。这里,直线箭头表示经由线圈段的连结部10g在槽之间的电连接(图1中的线圈端部CE侧),并且附图标记K表示的曲柄箭头表示通过槽插入部10f的末端之间的扭转连接而在槽之间的电连接(图1中的输入部ES侧)。因此,从箭头的曲柄部分到前面的两个箭头处的另一曲柄部分可以被认为表示一个线圈段的布置。

[0098] 字母A、B和C分别表示在图4中由A、B和C表示的U1至U6的组中的槽,并且大写字母和小写字母彼此不同地使用,以区分由实线示出的线圈的位置和由虚线示出的线圈的位置。在图6的描述中,组U1的槽A被称为槽U1A,如图4的情况,但当描述由虚线示出的线圈的布置位置时,使用小写字母将槽称为U1a。

[0099] 此外,关于输入部12和中性点连接部14,添加后缀“1”以表示由实线示出的线圈中所包括的输入部和中性点连接部,而添加后缀“2”以表示由虚线示出的线圈中所包括的输入部和中性点连接部以在它们之间进行区分(类似于图1)。

[0100] 图7是示出从图6中取出的并且对每个线圈分离的仅第六层和第五层的连接结构的视图。在图7中,第二线圈段S2的连结部10g由粗线示出,以便容易地与第一线圈段S1区分。

[0101] 参照图6描述U相线圈的布置和连接结构。

[0102] 首先,在实线所示的线圈中从槽U1A开始的线圈中,形成线圈的最外匝的第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$ 的第一槽插入部10fa在第六层的位置处插入槽U1A中以形成输入部12-1。第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$ 的第二槽插入部10fb在第五层的位置处插入槽U2B中,并且线圈穿过槽U2B。

[0103] 以这种方式插入每个线圈段,其中第一槽插入部10fa被插入在第(m+1)层的位置处,并且第二槽插入部10fb被插入在第m层的位置处($m=1,3,5$)。观看每个槽,在第m层和第(m+1)层中的一个层中布置有形成由实线示出的形成线圈的槽插入部,并且在第m层和第(m+1)层中的另一层中布置有由虚线示出的形成线圈的槽插入部。因此,能够以实线示出的线圈的布置位置与由虚线示出的线圈的布置位置相差 60° 的方式交替地布置由实线示出的线圈和由虚线示出的线圈,从而能够在整体上以高密度布置线圈。

[0104] 然后,穿过槽U2B的线圈通过与相邻的第一线圈段 $S1_{U3B-U4C}$ 的扭转连接而行进到槽U3B。第一线圈段 $S1_{U3B-U4C}$ 的第一槽插入部10fa在第六层的位置处插入槽U3B中,该第六层是与第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$ 的第二槽插入部10fb(第五层)相邻的层。因此,仅通过沿周向扭转这些槽插入部,就能够使得这些槽插入部在径向上定位成彼此面对,并且能够通过焊接等容易地彼此电连接。

[0105] 穿过槽U3B的第六层的线圈同样穿过槽U4C的第五层,并通过与相邻的较窄的第二线圈段 $S2_{U5C-U6A}$ 的扭转连接而行进至槽U5C的第六层和槽U6A的第五层。第二线圈段 $S2_{U5C-U6A}$ 被布置成使得连结部10g横跨形成从槽U1B开始的线圈的第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 的连结部10g与形成从槽U1C开始的线圈的第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的连结部10g。

[0106] 穿过槽U6A的第五层的线圈通过参照图5描述的匝间连接而与形成线圈的第二最外匝的第一线圈段 $S1_{U1A-U2B}$ 的在第四层的位置处插入槽U1A中的第一槽插入部10fa电连接。

[0107] 以上是形成线圈的一匝的第一线圈段组,并且通过重复三匝,线圈到达槽U6A的第一层,并且形成线圈的最内匝的线圈段 $S2_{U5C-U6A}$ 的第二槽插入部10fb在第一层的位置处插入槽U6A中,以形成中性点连接部14-1。

[0108] 此外,在从槽U1B开始的线圈中,在第六层的位置处插入槽U1B中的第一线圈段 $S1_{U1B-U2C}$ 的第一槽插入部10fa形成输入部12-1。然后,线圈通过第一线圈段 $S1_{U1B-U2C}$ 穿过槽U2C的第五层,并通过与相邻的较窄的第二线圈段 $S2_{U3C-U4A}$ 的扭转连接而行进到槽U3C的第六层和槽U4A的第五层。接着,线圈通过与相邻的第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 的扭转连接进一步行进到槽U5A的第六层和槽U6B的第五层,并且通过匝间连接而与形成线圈的第二最外匝的第一线圈段 $S1_{U1B-U2C}$ 的在第四层的位置处插入到槽U1B中的第一槽插入部10fa电连接。

[0109] 以上是形成线圈的一匝的第二线圈段组,并且通过重复三匝,线圈到达槽U6B的第一层,并且形成线圈的最内匝的第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 的第二槽插入部10fb在第一层的位置处插入槽U6B中,以形成中性点连接部14-1。

[0110] 此外,在从槽U1C开始的线圈中,在第六层的位置处插入槽U1C中的较窄的第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的第一槽插入部10fa形成输入部12-1。然后,线圈通过第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 穿过槽U2A的第五层,并通过与相邻的第一线圈段 $S1_{U3A-U4B}$ 的扭转连接而行进到槽U3A的第六层和槽U4B的第五层。接着,线圈通过与相邻的第一线圈段 $S1_{U5B-U6C}$ 的扭转连接进一步行进到槽U5B的第六层和槽U6C的第五层,并且通过匝间连接而与形成线圈的第二最外匝的第二线圈段 $S2_{U1C-U2A}$ 的在第四层的位置处插入到槽U1C中的第一槽插入部10fa电连接。

[0111] 以上是形成线圈的一匝的第三线圈段组,并且通过重复三匝,线圈到达槽U6C的第一层,并且形成线圈的最内匝的第一线圈段 $S1_{U5A-U6B}$ 的第二槽插入部10fb在第一层的位置处插入槽U6C中,以形成中性点连接部14-1。

[0112] 接下来,将描述由虚线示出的线圈。由于由虚线示出的线圈的第一层侧形成其输入部12-2,因此将从第一层侧开始描述。然而,如上所述,根据与外部电路的连接,可以在任何方向上将电压施加到线圈。

[0113] 首先,在从槽U1a开始的线圈中,在第一层的位置处插入槽U1a中的较窄的第二线圈段 $S2_{U1a-U6c}$ 的第二槽插入部10fb形成输入部12-2。然后,线圈通过第二线圈段 $S2_{U1a-U6c}$ 穿过槽U6c的第二层,并通过与相邻的第一线圈段 $S1_{U5c-U4b}$ 的扭转连接而行进至槽U5c的第一层和槽U4b的第二层。接着,线圈通过与相邻的第一线圈段 $S1_{U3b-U2a}$ 的扭转连接进一步行进到槽U3b的第一层和槽U2a的第二层,并且通过如在由实线示出的线圈的情况下的匝间连接而与形成线圈的第二最内匝的第二线圈段 $S2_{U1a-U6c}$ 的在第三层的位置处插入到槽U1a中的第二槽插入部10fb电连接。

[0114] 以上是形成线圈的一匝的第四线圈段组,通过重复三匝,线圈到达槽U2a的第六层,并且形成线圈的最外匝的第一线圈段 $S1_{U3b-U2a}$ 的第一槽插入部10fa在第六层的位置处

插入槽U2a中,以形成中性点连接部14-2。顺便提及,对于由虚线所示的线圈和由实线所示的线圈均适用的是:在两个槽插入部10f中,布置在图6中的右侧(图4中逆时针方向行进侧)和内周侧的一个槽插入部是第二槽插入部10fb,并且另一槽插入部是第一槽插入部10fa。

[0115] 类似地,在从槽U1b开始的线圈中,在第一层的位置处插入槽U1b中的最内侧第一线圈段 $S1_{U1b-U6a}$ 的第二槽插入部10fb形成输入部12-2,并且线圈行进到槽U6a的第二层、槽U5a的第一层、槽U4c的第二层、槽U3c的第一层和槽U2b的第二层。然后,线圈通过匝间连接而与形成线圈的第二最内匝的第一线圈段 $S1_{U1b-U6a}$ 的在第三层的位置处插入到槽U1b中的第二槽插入部10fb电连接。

[0116] 以上是形成线圈的一匝的第五线圈段组,并且通过重复三匝,线圈到达槽U2b的第六层,并且形成线圈的最外匝的第一线圈段 $S1_{U3c-U2b}$ 的第一槽插入部10fa在第六层的位置处被插入到槽U2b中,以形成中性点连接部14-2。

[0117] 在从槽U1c开始的线圈中,在第一层的位置处插入槽U1c中的最内侧第一线圈段 $S1_{U1c-U6b}$ 的第二槽插入部10fb形成输入部12-2,并且线圈行进到槽U6b的第二层、槽U5b的第一层、槽U4a的第二层、槽U3a的第一层和槽U2c的第二层。然后,线圈通过匝间连接而与形成线圈的第二最内匝的第一线圈段 $S1_{U1c-U6b}$ 的在第三层的位置处插入到槽U1c中的第二槽插入部10fb电连接。

[0118] 以上是形成线圈的一匝的第六线圈段组,并且通过重复三匝,线圈到达槽U2c的第六层,并且形成线圈的最外匝的较窄的第二线圈段 $S2_{U3a-U2c}$ 的第一槽插入部10fa在第六层的位置处被插入到槽U2c中,以形成中性点连接部14-2。

[0119] 这里,从实线所示的三个线圈的连接路径的比较可以看出,较窄的第二线圈段S2放置在横跨从槽U1A开始的线圈中的组U5和U6之间的位置处,较窄的第二线圈段S2放置在横跨从槽U1B开始的线圈中的组U3和U4之间的位置处,并且较窄的第二线圈段S2放置在横跨从槽U1C开始的线圈中的组U1和U2之间的位置处,并且每个线圈中的线圈段的位置在周向上彼此相差两组槽。因此,能够实现每组的三个槽接受来自每个线圈的每一匝插入一个线圈段(的槽插入部10f)、总共插入三个线圈段的构造,并且因此能够使每个线圈彼此电等效。为了使每个线圈彼此电等效,插入每个槽的线圈段的数量相同有很大贡献。

[0120] 另外,关于由虚线示出的三个线圈的连接路径,与由实线示出的线圈类似,每个线圈中的线圈段的位置在周向上彼此相差两组槽。与实线所示的线圈的连接路径相比,在从槽U1a开始的线圈中,较窄的第二线圈段S2放置在横跨组U6和U1之间的位置处,并且线圈段的位置与从槽U1A开始的线圈的位置在周向上相差一组槽(尽管与实线所示的线圈的情况相反,输入部12-2在第一层侧,而中性点连接部14-2在第六层侧)。从槽U1b和U1c开始的线圈分别与从槽U1B和U1C开始的线圈具有相同的关系。

[0121] 因此,U相的六个线圈中的每一个的位置在周向上彼此相差一组槽。因此,能够实现每组的三个槽接受来自六个线圈中的每一个线圈的每一匝插入一个线圈段(的槽插入部10f)、总共插入六个线圈段的构造,并且因此能够使六个线圈中的每一个彼此电等效。另外,在该情况下,为了使每个线圈在彼此电等效,插入每个槽的线圈段的数量相同有很大贡献。

[0122] 于是,通过使各线圈电等效,可以高精度地抑制循环电流的产生。

[0123] 根据上述本实施例的构造,能够以使用跨宽不同的两种线圈段的简单构造实现这

样的线圈。

[0124] 在该实施例中,第一线圈段S1的跨宽Y1被设定为十个槽的宽度,该十个槽是通过将一加上由五十四的槽数除以六(转子的极数)而获得的九(九对应于相邻组的对应槽之间的间隔)所得到的数,从而可以执行相邻组的槽A和B之间以及槽B和C之间的连接。

[0125] 第二线圈段S2的跨宽Y2设定为上述九减去二得到的七个槽的宽度,从而可以进行相邻组的槽C和A之间的连接。

[0126] 接下来,将参考图8描述每个相的线圈之间的连接。

[0127] 在图8中,仅关于U相线圈的部分由附图标记表示。每个符号的后缀I(IN的缩写)表示线圈的输入部12侧,并且后缀O(OUT的缩写)表示线圈的中性点连接部14侧。此外,“U”表示用于U相的电压施加的端子。同样的情况适用于“V”和“W”。

[0128] U相中的AI-A0表示从图6中所示的槽U6A开始的具有三匝的一个线圈,并且aI-a0表示从槽U1a开始的具有三匝的一个线圈。AI-A0与aI-a0之间的连结部m1表示图6中的中性点连接部14-1与输入部12-2之间的连接(A-a)。顺便提及,在图6中,输入部12和中性点连接部14中的每一个由用于三个线圈的共同的一个方框示出。然而,如从图5中可以看到,布线(配线)本身在每个线圈中是独立的,并且因此可以将各个线圈连接到不同的连接目的地。

[0129] 此外,U相中的BI-B0表示从图6所示的槽U6B开始的具有三匝的一个线圈,并且bI-b0表示从槽U1b开始的具有三匝的一个线圈。BI-B0与bI-b0之间的连结部m2表示图6中的中性点连接部14-1与输入部12-2之间的连接(B-b)。

[0130] 此外,U相中的CI-C0表示从图6所示的槽U6C开始的具有三匝的一个线圈,并且cI-c0表示从槽U1c开始的具有三匝的一个线圈。CI-C0和cI-c0之间的连结部m3表示图6中的中性点连接部14-1和输入部12-2之间的连接(C-c)。

[0131] 从图8可以看出,在定子2中,AI-A0和aI-a0的串联电路、BI-B0和bI-b0的串联电路以及CI-C0和cI-c0的串联电路并联连接以形成U相并联电路。

[0132] 分别形成V相和W相的相应并联电路,并且这些并联电路的取出部分连接在中性点N处。即,三相(U相、V相、W相)的并联电路通过星形连接而连接。

[0133] 通过如上所述连接参照图4至图7描述的具有三匝的每个线圈,以所有槽4都接受相同数量的线圈段的插入的结构,可以容易地制造用于三相的并联电路。在该构造中,由于具有三匝的每个线圈彼此电等效,所以能够保持并联电路中的电平衡,因此能够抑制循环电流的产生。

[0134] 尽管在图8中例示了三并联构造的并联电路,但通过改变线圈之间的连接,还可以形成六并联或二并联构造的并联电路。图9示出了六并联的实例,并且图10示出了二并联的实例。在这些构造中的任何一种中,通常具有三匝的每个线圈彼此电等效,并且可以保持并联电路中的电平衡,因此可以抑制循环电流的产生。因此,通过电路构造的微小变化,在抑制循环电流的产生的同时能够制造各种旋转电机。

[0135] 通过以下步骤进行的必要接线(布线)可以制造如上所述的定子2:制备芯部6以及必要的线圈段S1和S2;将线圈段S1和S2中的每一个的槽插入部10f以参考图6所述的布置从线圈端CE侧插入每个槽4中;使向输入部ES侧突出的槽插入部10f的末端部相对于每层沿不同的旋转方向扭转;根据参照图4和图5描述的模式而电连接扭转后的末端部,并且根据参

照图8等描述的模式而电连接形成输入部12的末端部和中性点连接部14。此外,通过将定子2与转子组合,可以制造旋转电机。

[0136] 接下来,将参考图11和图12描述第二实施例。注意,与第一实施例相同或相应的部分用相同的附图标记表示,并且将适当地省略与第一实施例相同的构造和功能的描述。

[0137] 在该实施例中,第一线圈段S1的跨宽Y1被设定为八个槽的宽度,该八个槽是通过将五十四的槽数除以六(转子的极数)而获得的九(九对应于相邻组的对应槽之间的间隔)减一而得到的数,从而可以执行相邻组的槽B和A之间以及槽C和B之间的连接。在第一实施例的构造中,当使用第一线圈段S1时,一个槽与相邻组的对应槽之后的另一个槽彼此连接,而在第二实施例的构造中,一个槽与在对应槽之前的另一个槽彼此连接。这一点与第一实施例不同。然而,在任一情况下,通常一个槽与相邻组的另一槽连接,该另一槽与对应于该一个槽的槽相邻。

[0138] 第二线圈段S2的跨宽Y2设定为将上述九加二得到的十一个槽的宽度,从而可以进行相邻组的槽A和C之间的连接。在第一实施例的构造中,当使用第二线圈段S2时,一个槽与相邻组的对应槽之前两个槽的另一个槽彼此连接,而在第二实施例的构造中,一个槽与在对应槽之后两个槽的另一个槽彼此连接。这一点与第一实施例不同。然而,在任一情况下,通常在某组的一端处的一个槽与相邻组的另一端处的槽连接。

[0139] 即,在第一实施例中,依次使用两个第一线圈段S1和一个第二线圈段S2按如下顺序连接槽:槽A→槽B→槽C→槽A,而在第二实施例中,依次使用一个第二线圈段S2和两个第一线圈段S1按如下顺序连接槽:槽A→槽C→槽B→槽A。然而,在任一情况下,通常通过两个第一线圈段S1和一个第二线圈段S2可以实现在穿过六个组的同时分别两次穿过槽A、B和C的布线。

[0140] 图11和图12分别以与图6和图7相同的形式示出了形成六个形成U相线圈的四匝线圈的线圈段的布置和连接结构。在第二实施例中,每个线圈的匝数为四个,因此,在该实例中,槽插入部10f插入槽4中以形成八层。图12是示出从图11中取出的并且对每个线圈分离的仅第八层和第七层的连接结构的视图。

[0141] 图11所示的连接结构与第一实施例的情况的不同之处除了层数之外还在于槽的连接顺序。即,例如,从槽U1A开始的线圈通过 $S2_{U1A-U2C}$ 、 $S1_{U3C-U4B}$ 和 $S1_{U5B-U6A}$ 的三个线圈段以U1A→U2C→U3C→U4B→U5B→U6A的顺序连接,并且进一步连接到下一匝的槽U1A。

[0142] 类似地,从槽U1B开始的线圈通过 $S1_{U1B-U2A}$ 、 $S2_{U3A-U4C}$ 和 $S1_{U5C-U6B}$ 的三个线圈段以U1B→U2A→U3A→U4C→U5C→U6B的顺序连接,并且进一步连接到下一匝的槽U1B。

[0143] 从槽U1C开始的线圈通过 $S1_{U1C-U2B}$ 、 $S1_{U3B-U4A}$ 和 $S2_{U5A-U6C}$ 的三个线圈段以U1C→U2B→U3B→U4A→U5A→U6C的顺序连接,并且进一步连接到下一匝的槽U1C。

[0144] 如上所述,即使在第二实施例的构造中,与第一实施例相同的是,每组的三个槽接受来自每个线圈的每一匝插入一个线圈段(的槽插入部10f)。在第二实施例中,由于每个线圈的匝数为四个,所以总共四个线圈段插入到每个槽中,并且可以使每个线圈彼此电等效。

[0145] 此外,还与第一实施例相同的是,由虚线示出的三个线圈的布置位置与由实线示出的三个线圈的布置位置相差 60° 。因此,作为整体,可以实现每组的三个槽接受来自六个线圈中的每一个线圈的每一匝插入一个线圈段(的槽插入部10f)、总共插入八个线圈段的构造,并且因此可以使六个线圈中的每一个彼此电等效。

[0146] 即,在第一实施例的构造和第二实施例的构造中,可以使六个线圈中的每一个彼此电等效,并且可以以高精度抑制循环电流的产生,而不论线圈的匝数。

[0147] 注意,尽管与后缀的顺序不同,但是在第二实施例的构造中,槽C、B和A分别对应于第一槽到第三槽。

[0148] 顺便提及,在这种类型的旋转电机中,在芯部的径向上的相邻层沿相反方向扭转并且彼此电接合。因此,如果简单地将每层的插槽插入部的端部沿为每层确定的方向扭转,则在形成于外部的偶数层中的输入部12-1与形成于内部的奇数层中的输入部12-2之间,扭转方向将不同,因此这些部分将形成在较远的位置处。利用这种结构,当在形成每个输入部12的每个线圈段的外部形成供电电路时,连接结构将是复杂的并且将使用更大量的导体,导致连接结构不经济。

[0149] 作为处理该问题的技术,申请人在日本专利申请No.2017-218645中提出了一种线圈扭转方法,其中,只留下特定线圈段的端部而不扭转,或者特定线圈段的端部沿相同的方向扭转,而与其层无关。

[0150] 通过在将线圈段的形成输入部12的端部视为特定线圈段的同时采用线圈扭转方法,可以获得内侧和外侧的输入部12面对或彼此靠近的构造,从而可以简化从外部到输入部12的连接结构,并且可以大大节省用于连接的导体的数量。

[0151] 例如,在图1的实例中,最外层的变体线圈段在扭转之后被形成为长度在芯部6的轴向上延伸得比用于连接的其它线圈段的长度更长,并且在与相同层中用于连接的其它线圈段的扭转相反的方向上被扭转以形成U相的输入部U12-1、V相的输入部V12-1和W相的输入部W12-1。

[0152] 另一方面,最内层的变体线圈段在扭转之后被形成为长度在芯部6的轴向上延伸得比用于连接的其它线圈段的长度更长,并且作为U相的输入部U12-2、V相的输入部V12-2和W相的输入部W12-2而分别被形成在面向或靠近U相的输入部U12-1、V相的输入部V12-1和W相的输入部W12-1的位置处。

[0153] 在上述实施例的每一个中,已经描述了具有五十四槽和六个极的构造,但槽数和极数不限于此。例如,在九十槽和十个极、七十二槽和八个极、或三十六槽和四个极的条件下,如果槽数是极数的九倍,则可以获得以高精度抑制循环电流的产生的类似构造。

[0154] 当极数为 $6 \times N$ (N 为自然数)时,通过重复两个第一线圈段S1和一个第二线圈段S2 (总共三个线圈段) N 次,可以获得定子2的正好一匝的连接,因此可以使六个线圈的布线彼此等效,而与匝数无关,因此其特别合适。然而,即使在其它数量的极的情况下,由于可以例如在四个极的情况下通过上述三个线圈段来布线1.5匝,所以在上述1.5匝重复两次的三匝的倍数的情况下,可以使六个线圈的布线彼此等效。或者,由于在八极的情况下可以缠绕0.75匝,所以在上述0.75匝重复四次的三匝的倍数的情况下,可以使六个线圈的布线彼此相同。或者,如果允许一些微小端部不具有等效性,则还可以提供一些不包括在重复中的线圈段,以将上述实施例的构造应用于除了上述匝数之外的情况。

[0155] 此外,在上述实施例中,已经描述了在旋转电机的定子2上形成线圈的情况下的布线。然而,即使当在旋转电机的转子上形成线圈时,也可以采用类似的布线。

[0156] 此外,在上述实施例中,说明了图3A和图3B中的槽插入部10fb位于比槽插入部

10fa更深的位置的实例。然而,即使使用槽插入部10fa位于比槽插入部10fb深的位置的线圈段,除了线圈在与上述实施例的情况相反的方向上扭转之外,通过与上述实施例中描述的相同的构思,也可以形成具有与上述实施例的线圈相同的构造的线圈和包括该线圈的旋转电机。

[0157] 以上描述了本发明的优选实施例。然而,本发明不限于这些具体实施例,并且可以想到各种修改和变化。本发明的上述构造可以通过仅提取其一部分来实现,并且上述说明中描述的变化可以以任何组合应用,只要它们不相互冲突即可。在本发明的实施例中描述的效果仅仅是从本发明得到的最优选效果的说明,并且根据本发明的效果不限于在本发明的实施例中描述的效果。

[0158] [附图标记列表]

[0159] 2 定子

[0160] 4 槽

[0161] 5 绝缘材料

[0162] 6 芯部

[0163] 10fa、10fb 槽插入部

[0164] 10g 连结部

[0165] S1和S2 线圈段

[0166] Y1和Y2 跨宽

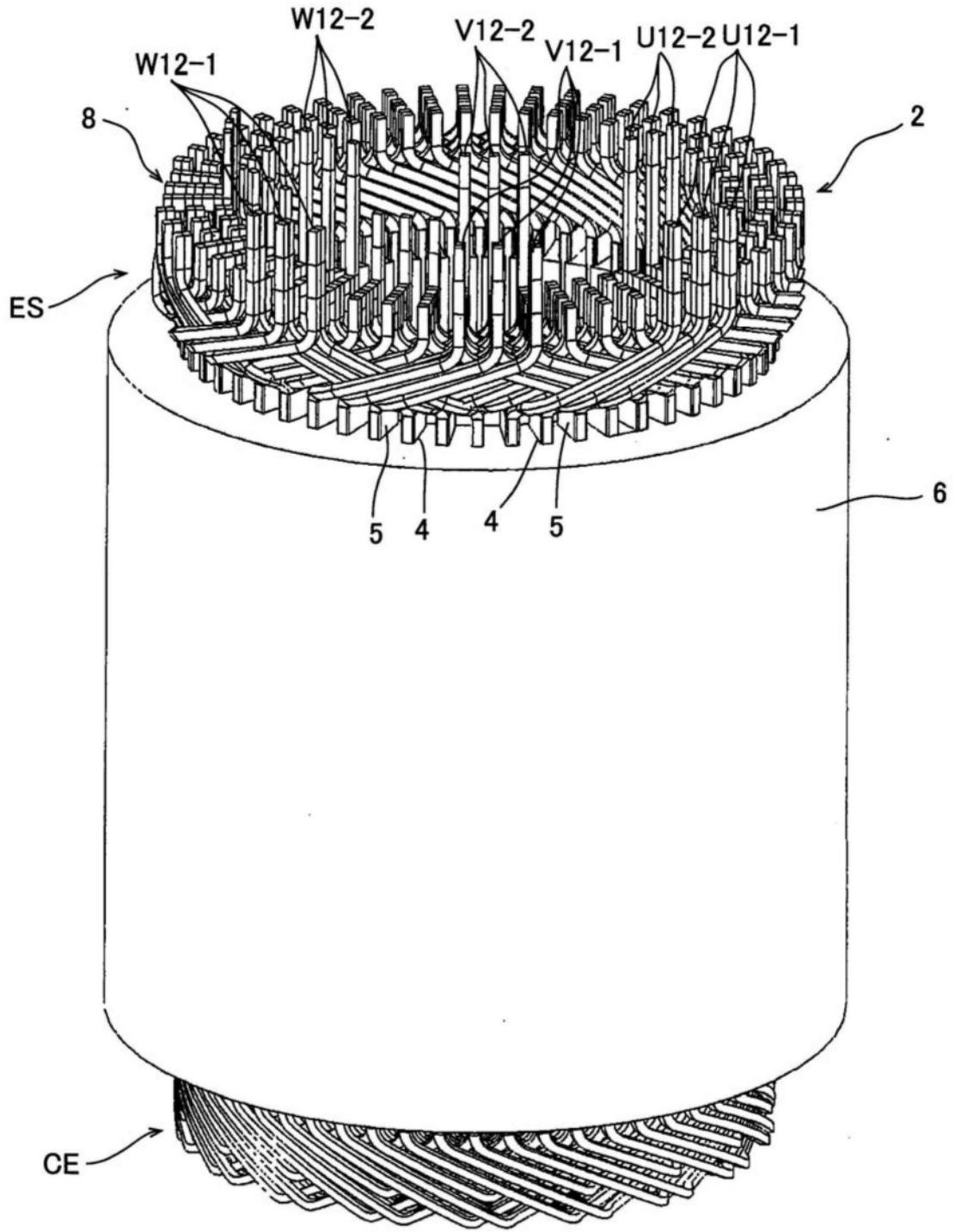


图1

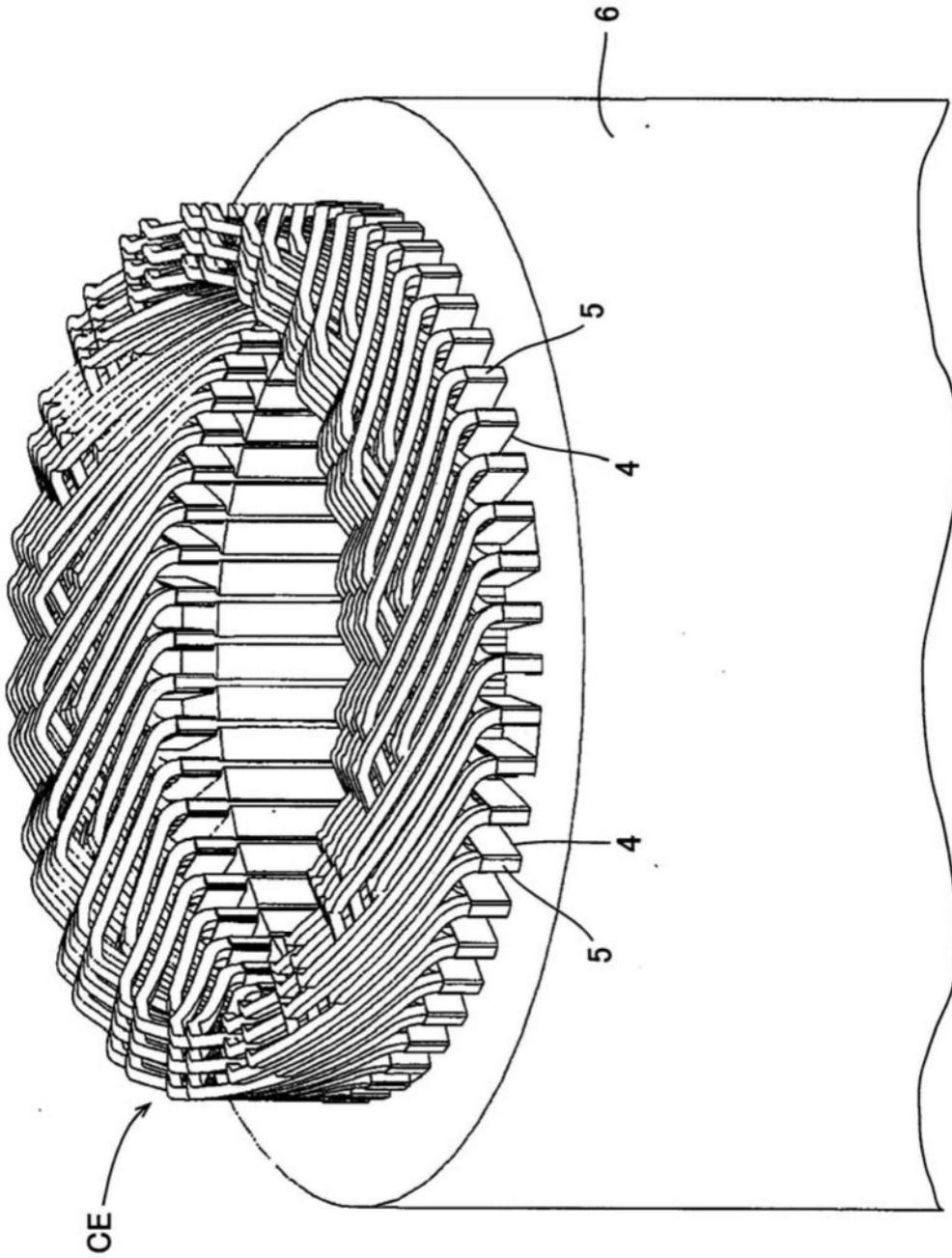


图2

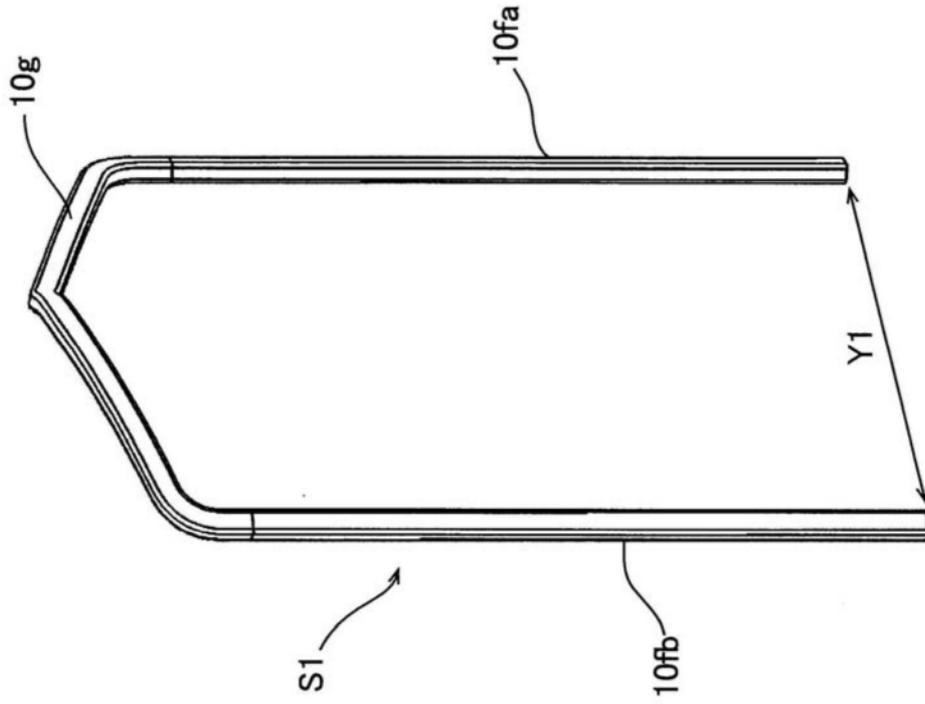


图3A

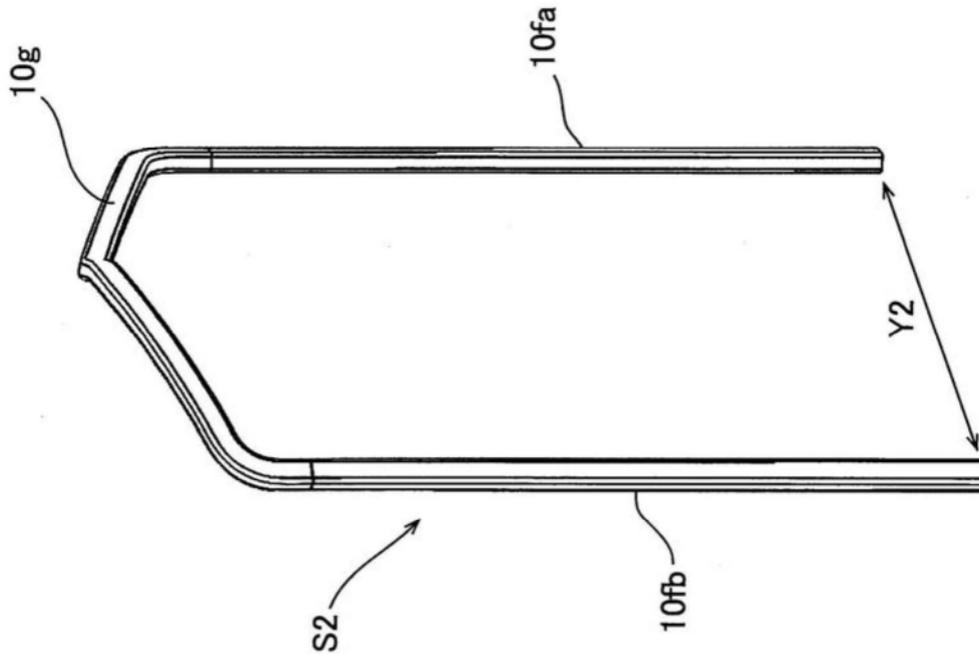


图3B

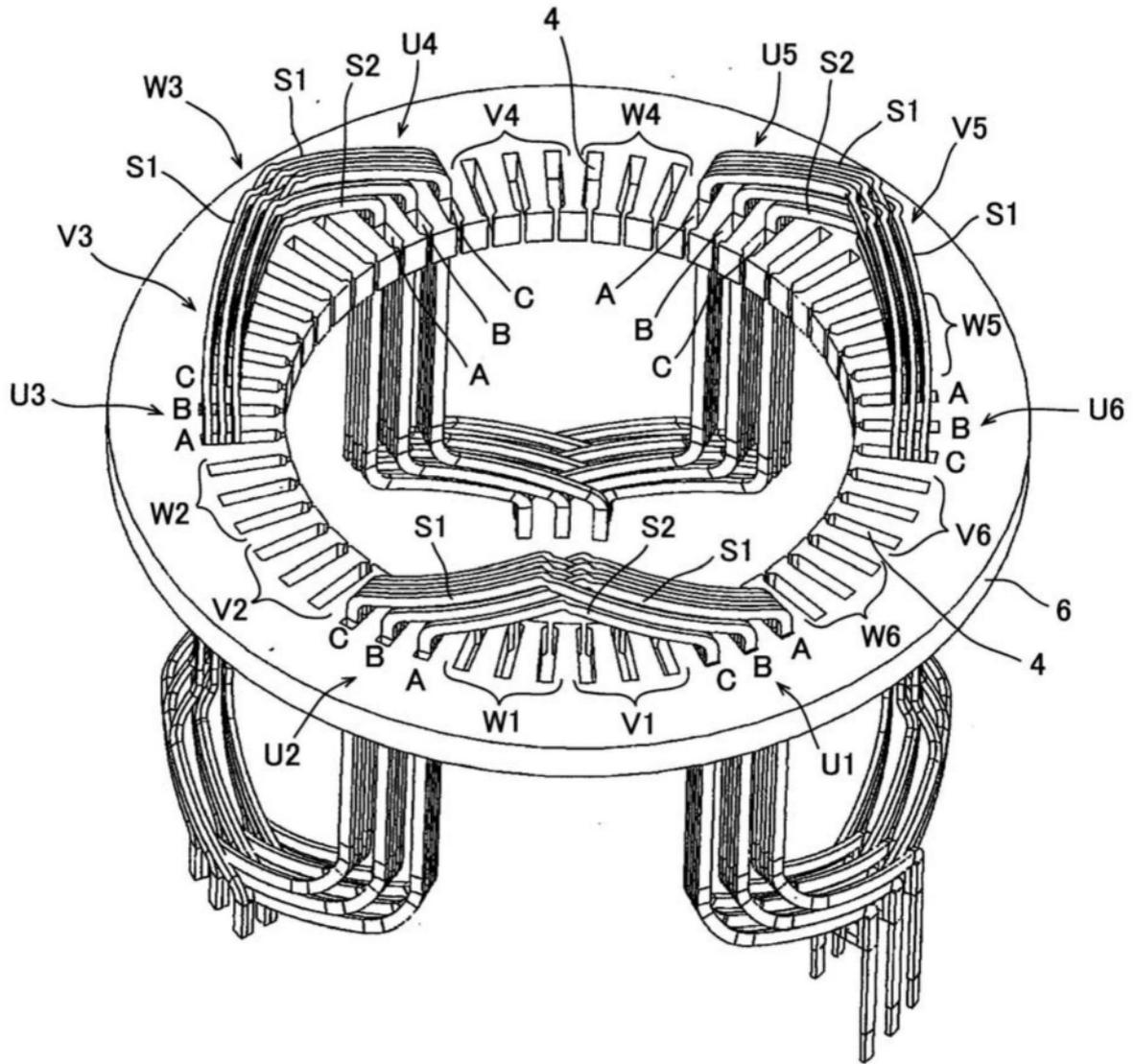


图4

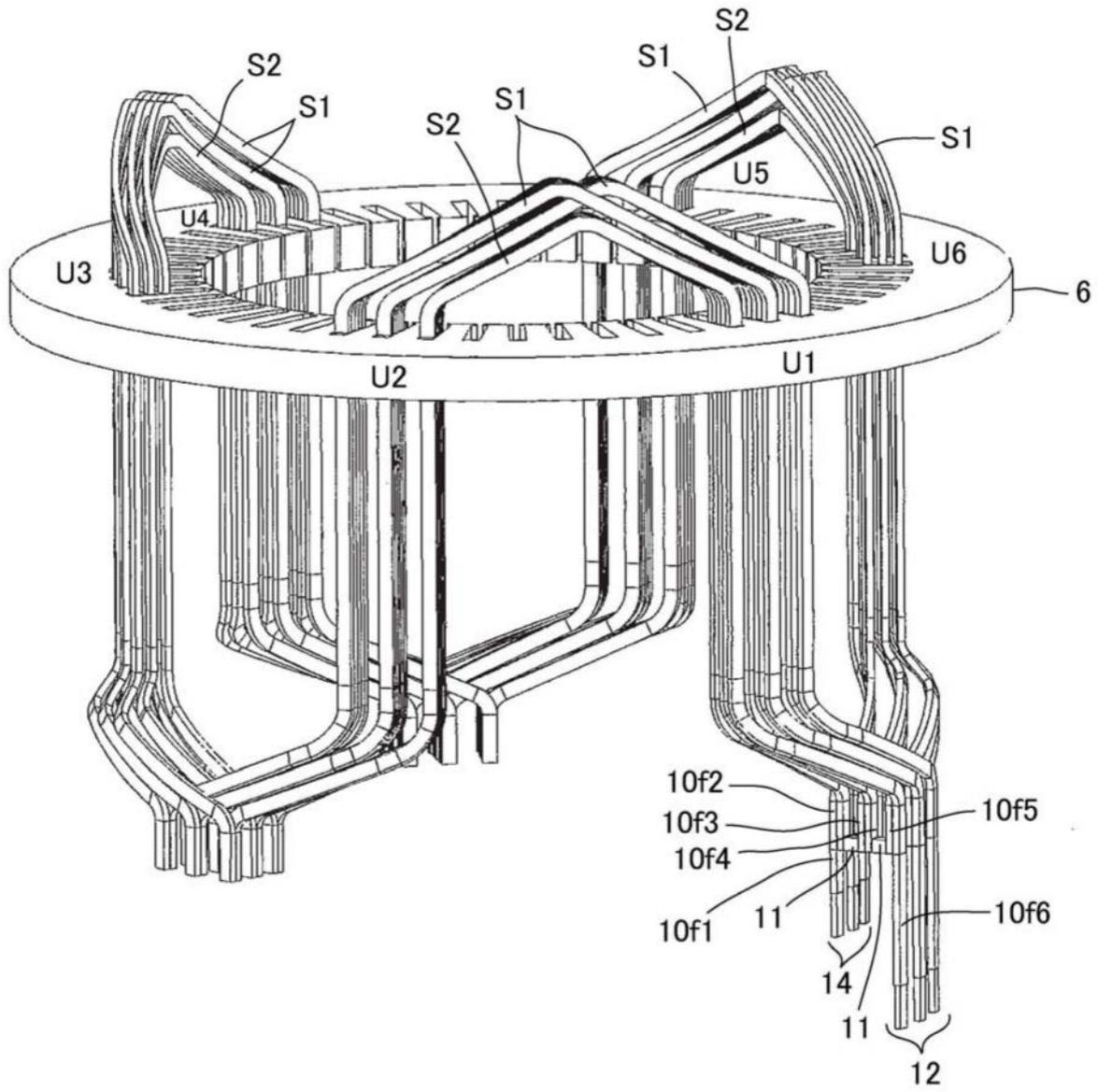


图5

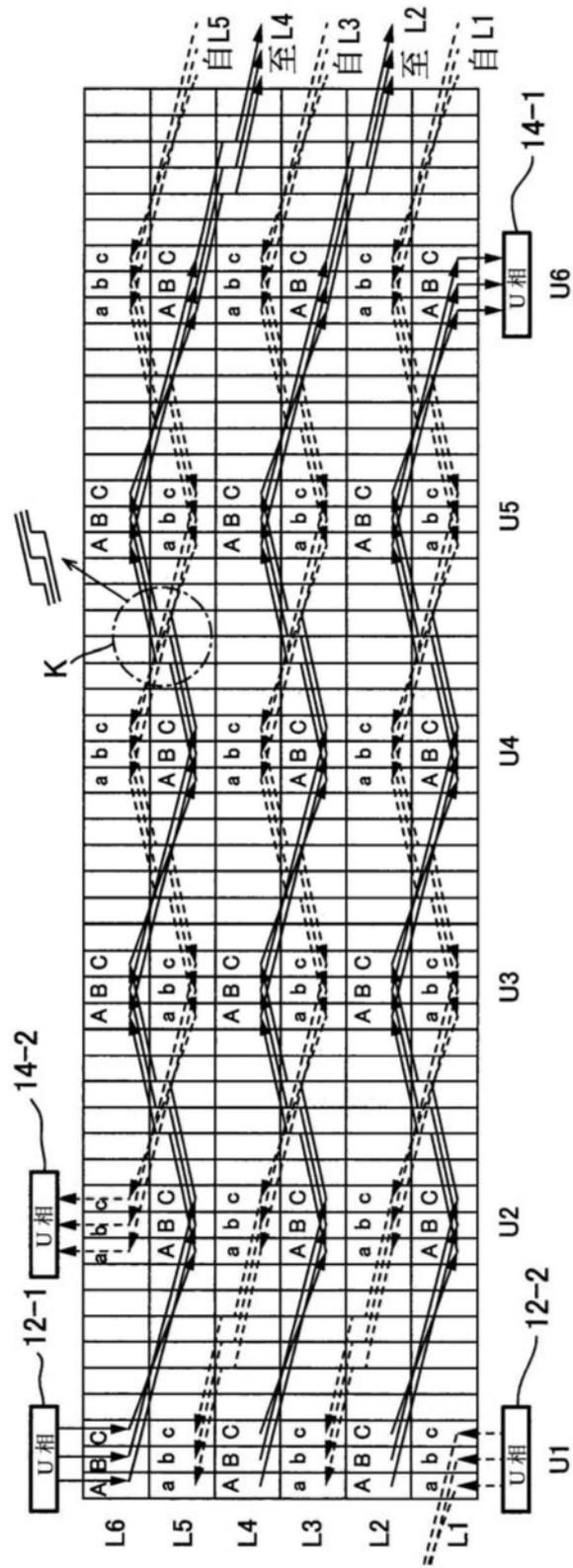


图6

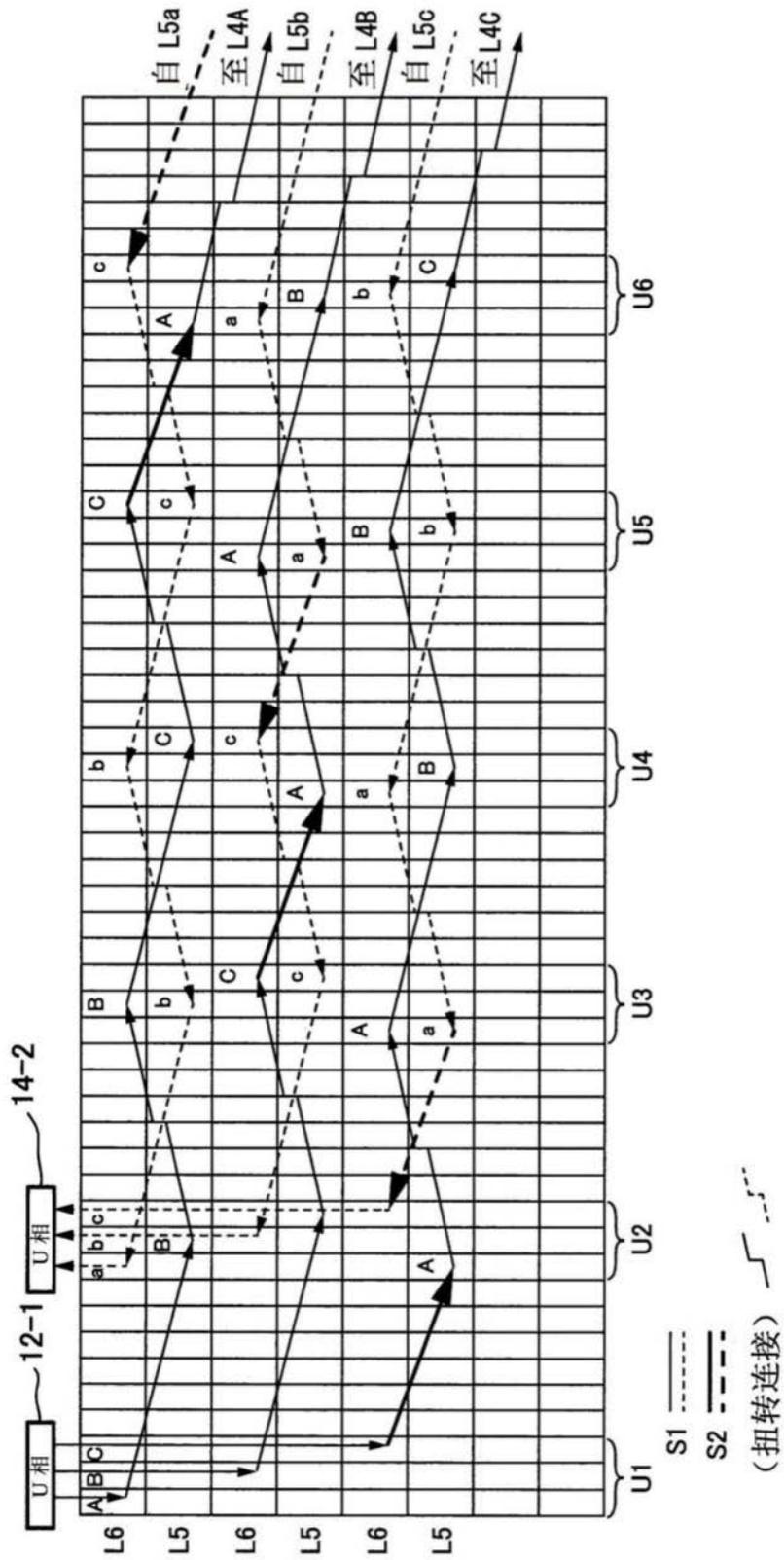


图7

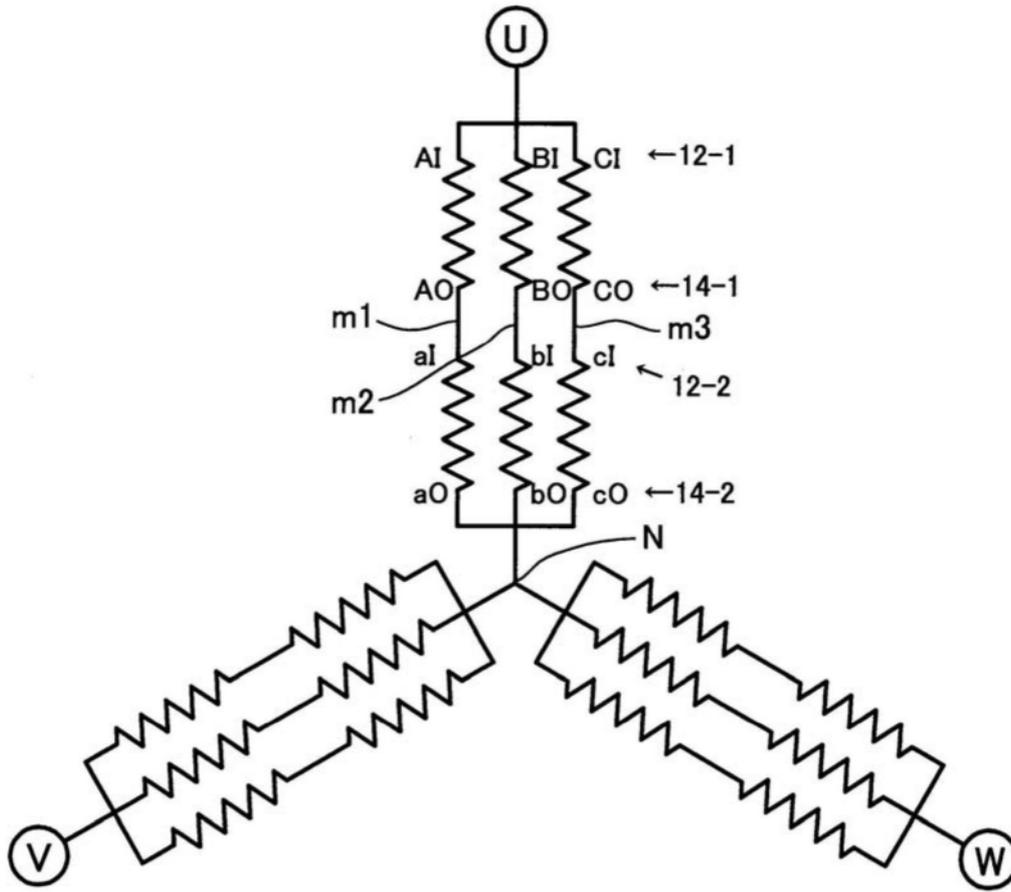


图8

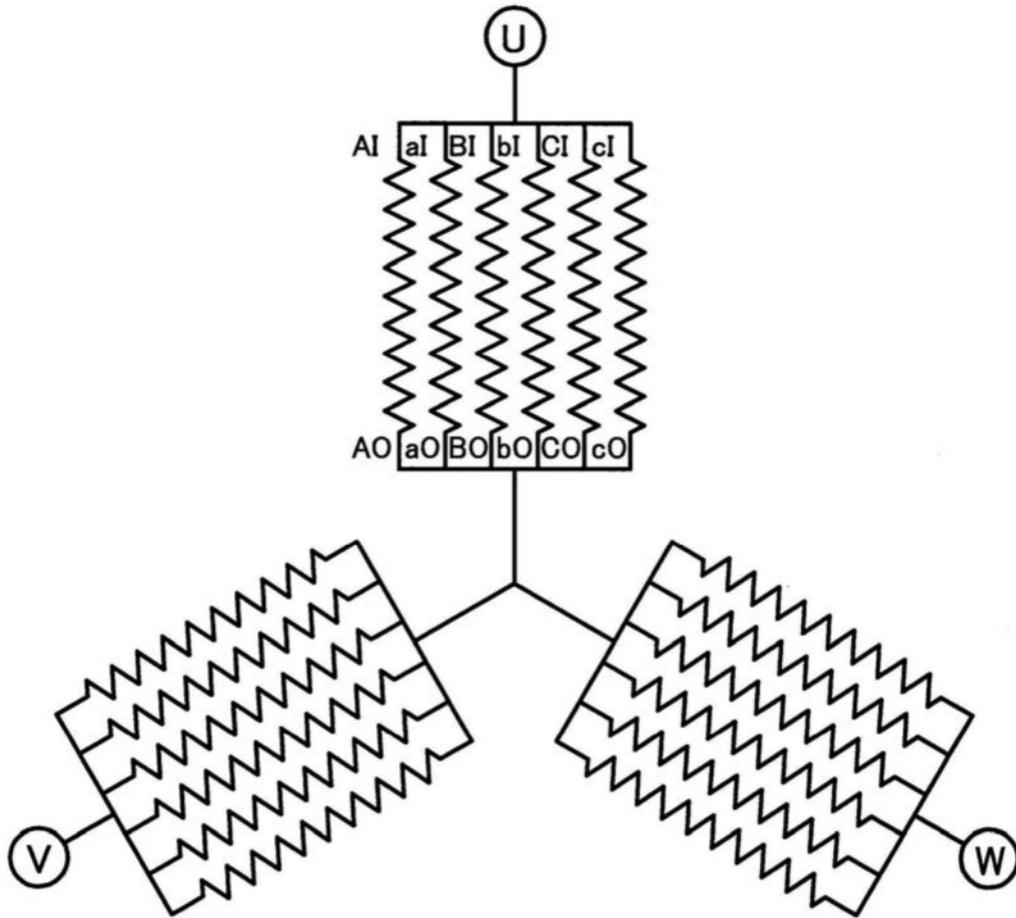


图9

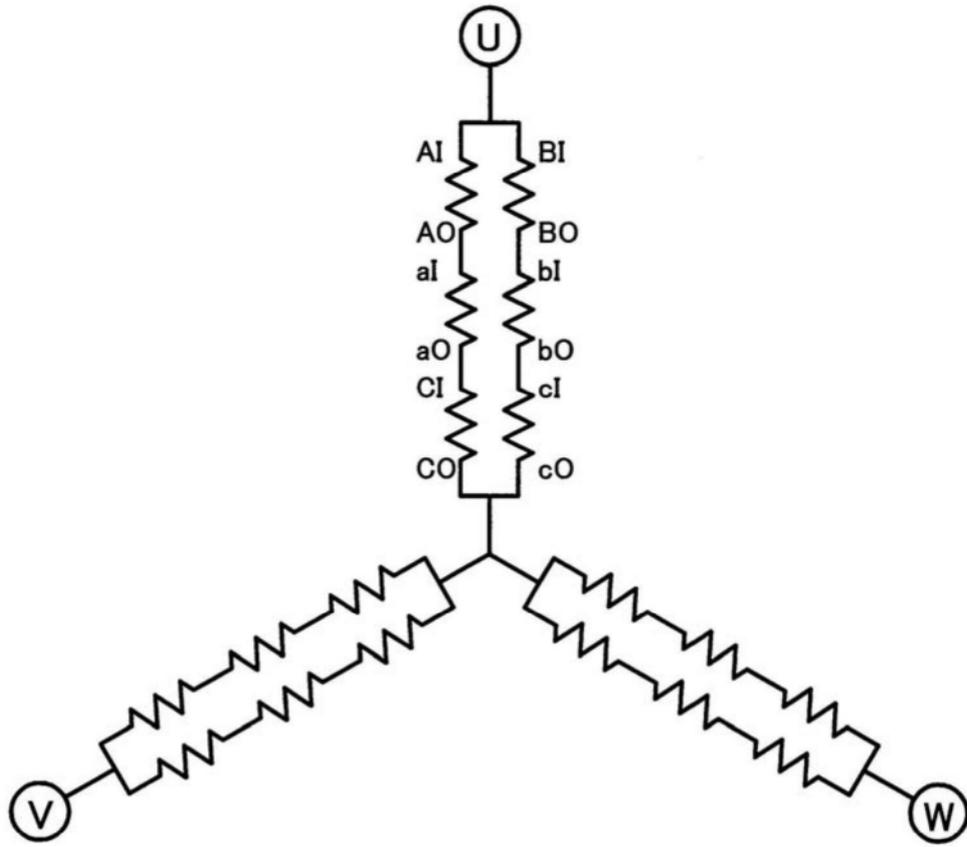


图10

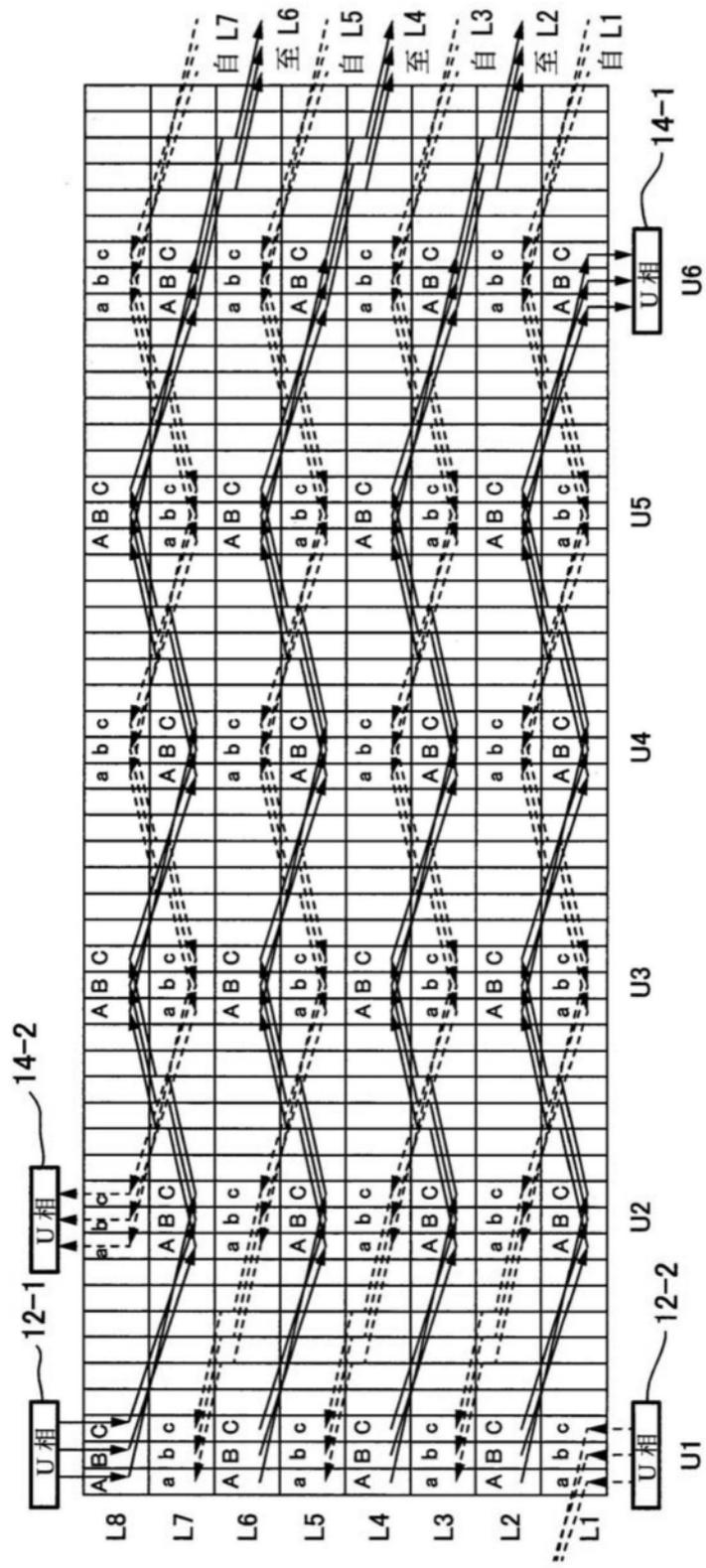


图11

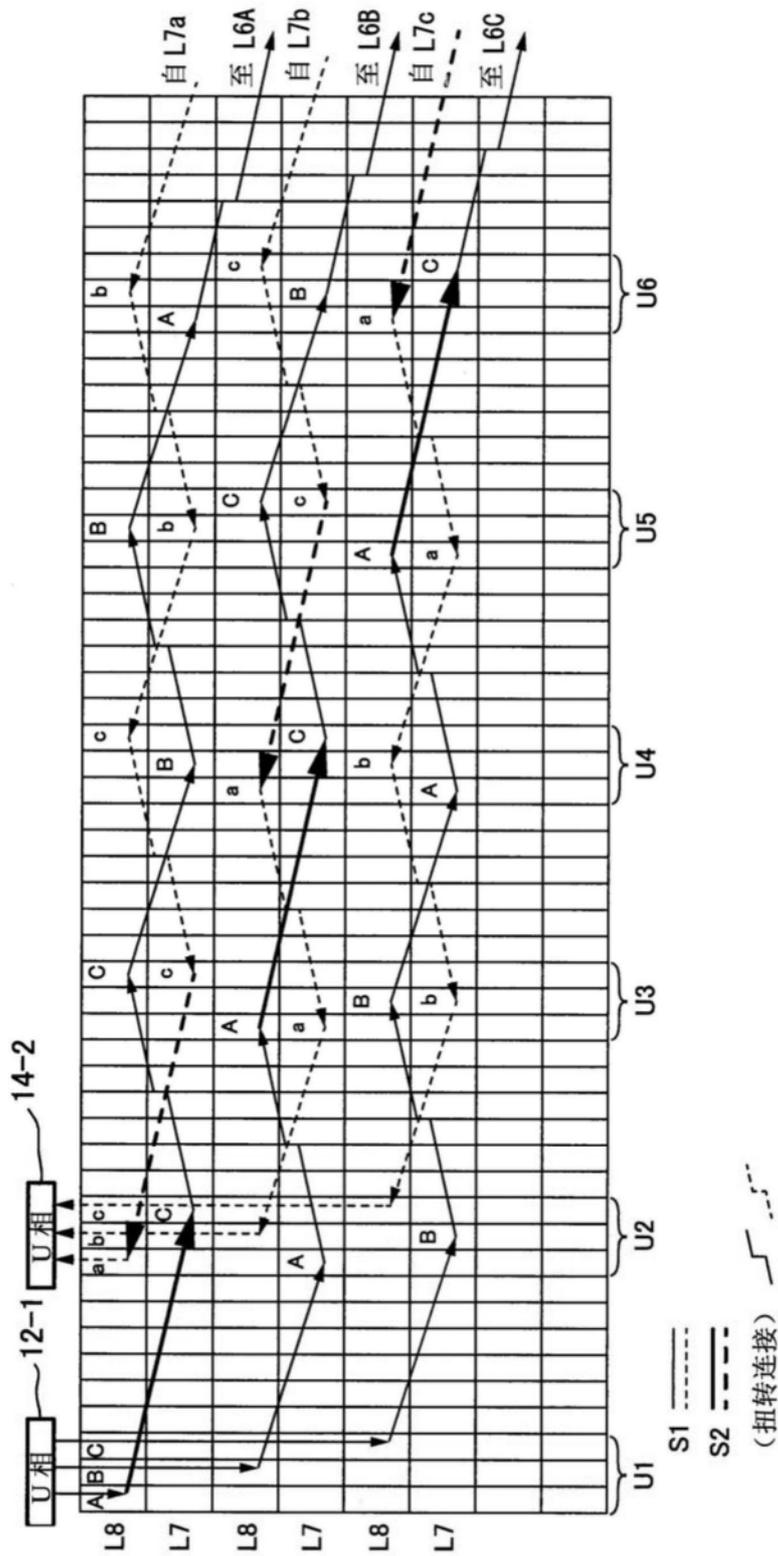


图12