

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610054944.2

[51] Int. Cl.

H02K 3/18 (2006.01)

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 15/02 (2006.01)

H02K 15/04 (2006.01)

H02K 15/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100508331C

[22] 申请日 2006.2.27

[21] 申请号 200610054944.2

[30] 优先权

[32] 2005.3.1 [33] JP [31] 2005-055670

[32] 2005.3.1 [33] JP [31] 2005-055671

[32] 2005.3.1 [33] JP [31] 2005-055672

[32] 2005.3.2 [33] JP [31] 2005-057141

[32] 2005.3.2 [33] JP [31] 2005-057142

[32] 2005.10.21 [33] JP [31] 2005-306778

[32] 2005.10.21 [33] JP [31] 2005-306779

[32] 2005.10.21 [33] JP [31] 2005-306780

[73] 专利权人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 高桥忠伸 今井信幸 青木新

泷泽大二郎

[56] 参考文献

US4319152 1982.3.9

US3651356 1972.3.21

WO02/30722A2 2002.4.18

CN1495984A 2004.5.12

US2004/0007936A1 2004.1.15

US3508091 1970.4.21

审查员 高时芳

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 刘建

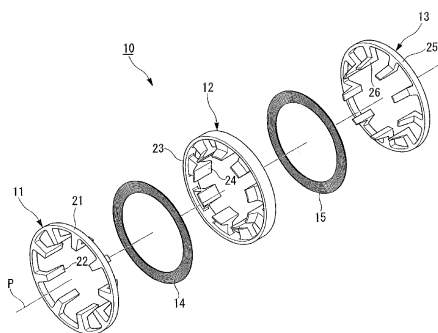
权利要求书 5 页 说明书 61 页 附图 53 页

[54] 发明名称

定子、马达及定子的制造方法

[57] 摘要

沿着轴线方向顺次叠合连接定子环(11)、(12)、(13)，使得配置成于轴线(P)同轴。沿着周向顺次排列设定各爪状诱导极(22)、(24)、(26)。在 A 相后轭(21)的轴向端面与 B 相后轭(23)的另一方的轴向端面相接触时，通过在轴线方向相隔规定间隔而配置的各爪状诱导极(22)、(24)的基端部彼此，从轴线方向的两侧夹住 α 相环状绕组(14)而将其固定。在 B 相后轭(23)的一方的轴向端面与 D 相后轭(25)的轴向端面相接触时，通过在轴线方向相隔规定间隔而配置的各爪状诱导极(242)、(26)的基端部彼此，从轴线方向的两侧夹住 β 相环状绕组(15)而将其固定。



1. 一种定子，其包括：

两个相互独立的环状绕组；

三个定子构件，

其特征在于，

所述三个定子构件分别具备齿，并且以所述各齿沿着周向顺次排列的方式相互同轴且在轴向上配置，

所述两个环状绕组被配置成将所述三个定子构件中配置在中央的所述定子构件从其两侧夹入，

所述两个环状绕组具有在相互的相对方向上突出的蛇行部，

所述两个环状绕组的所述各蛇行部沿着周向交互地排列，且不相互交叉，

所述多个齿被安装在所述各蛇行部上。

2. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

所述两个环状绕组的线圈节距以电角计为 120° ，

所述两个环状绕组具有以相互电角计为 120° 的相位差。

3. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

还具备冷却管，其使冷却介质在所述环状绕组与所述定子构件之间流通。

4. 根据权利要求3所述的定子，其特征在于，

所述冷却管具有沿着所述环状绕组的形状的环状形状。

5. 根据权利要求3所述的定子，其特征在于，

所述冷却管至少在所述两个环状绕组和配置于所述中央的所述定子构件之间分别配置各一个。

6. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

所述两个环状绕组，设定为互相在周向上邻接的部分的厚度，比其他部分的厚度薄。

7. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

所述各齿具有：在与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上相邻的第一拐角部和第二拐角部；

所述第一拐角部形成倒角形状，

所述第二拐角部具有向周向突出的扩张部，

所述扩张部，设定为随着从所述第一的所述拐角部离开，所述周向的突出量向增大的倾向变化。

8. 根据权利要求7所述的定子，其特征在于，

在所述突出的扩张部的根部具有槽部。

9. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

在所述周向上相邻的所述齿彼此被相互配置在与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；

在所述相邻的齿之间形成阶梯部。

10. 根据权利要求9所述的定子，其特征在于，

在所述阶梯部配置有所述环状绕组。

11. 根据权利要求9所述的定子，其特征在于，

在所述阶梯部配置有所述环状绕组的所述蛇行部。

12. 根据权利要求9所述的定子，其特征在于，

所述相邻的齿彼此的所述轴线方向的偏移量，与所述环状绕组的粗细大致相同。

13. 根据权利要求9所述的定子，其特征在于，

所述阶梯部的阶梯差最大的所述齿彼此间的槽，相对于所述轴线方向倾斜。

14. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此间的间隔被设定为不均。

15. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此间的间隔，被设定为与被配置在所述齿彼此间的所述环状绕组的条数相对应的值。

16. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

所述齿之中的规定的齿，设定为从与转子对向的转子对向部，朝向被连接在所述定子构件上的连接部，在所述环状绕组的周向上相邻的所述规

定的齿彼此的间隔，向增大的倾向变化。

17. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

所述齿之中的规定的齿，设定为从与转子对向的转子对向部，朝向被连接在所述定子构件上的连接部，在所述环状绕组的周向上的所述规定的齿的宽度，向减少的倾向变化，并且在与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上的所述齿的长度，向增大的倾向变化。

18. 根据权利要求1所述的定子，其特征在于，

还具有从所述齿的前端部向所述环状绕组的周向突出的扩张部。

19. 根据权利要求18所述的定子，其特征在于，

在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿的各自的由所述前端部及所述扩张部构成的对向部的间隔，设定为均等。

20. 根据权利要求18所述的定子，其特征在于，

沿着所述环状绕组的周向从所述扩张部的前端部朝向基端部，沿着所述环状绕组的径向的所述扩张部的厚度，向增大的倾向变化。

21. 一种定子，其包括：

两个相互独立的环状绕组；

分别具有齿的多个定子片，

其特征在于，

所述各环状绕组相互同轴配置，且具有在其轴向上突出的多个蛇行部，

所述多个定子片的各齿被安装在所述各蛇行部上。

22. 根据权利要求21所述的定子，其特征在于，

所述蛇行部具有大致弯曲成直角的弯曲部，并曲折成曲柄状。

23. 根据权利要求21所述的定子，其特征在于，

所述蛇行部具有大致弯曲成钝角的弯曲部，并曲折成梯形状。

24. 根据权利要求21所述的定子，其特征在于，

所述两个环状绕组的所述蛇行部是相互相似形状。

25. 一种马达，

包括：

定子，其具有：两个相互独立的环状绕组；与三个定子构件，

转子，其具有永磁铁，

其特征在于，

所述三个定子构件分别具备齿，并且以所述各齿沿着周向顺次排列的方式相互同轴且在轴向上配置，

所述两个环状绕组被配置成将所述三个定子构件中配置在中央的所述定子构件从其两侧夹入，

所述两个环状绕组具有在相互的相对方向上突出的蛇行部，

所述两个环状绕组的所述各蛇行部沿着周向交互地排列，且不相互交叉，

所述多个齿被安装在所述各蛇行部上，

在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此被相互配置在与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；

在所述相邻的齿之间形成阶梯部；

沿着所述轴线方向的所述永磁铁的长度，比所述各齿的轴向有效长度短；

与所述各个齿的前端部相对向的所述转子的对向部的沿着所述轴线方向的长度，在沿着所述轴线方向的所述永磁铁的长度以上，且在所述各齿的轴向有效长度以下。

26. 一种定子的制造方法，该定子包括：具有在相互的相对方向上突出的蛇行部的两个相互独立的环状绕组；以及分别具有齿的三个定子构件，

其特征在于，

包括：

绕组配置工序，将所述两个环状绕组，配置成各自的所述蛇行部沿着其周向交互地排列且不相互交叉；

齿插入工序，以所述各齿沿着周向顺次排列的方式将所述三个定子构件相互同轴且在其轴向上配置，进而将所述两个环状绕组配置成将所述三个定子构件中配置于中央的所述定子构件从其两侧夹入，从而将所述齿之中的一部分的齿，沿着插入方向插入由所述两个环状绕组形成的齿安装部；

齿安装工序，将所述一部分的齿以外的其他的齿，沿着安装方向安装在所述蛇行部上。

定子、马达及定子的制造方法

技术领域

本发明涉及定子、马达及定子的制造方法。

本申请对于：于 2005 年 3 月 1 日提出申请的日本专利申请第 2005-055670 号、日本专利申请 2005-055671 号、日本专利申请 2005-055672 号、于 2005 年 3 月 2 日提出申请的日本专利申请第 2005-057141 号、日本专利申请第 2005-057142 号、于 2005 年 10 月 21 日提出申请的日本专利申请第 2005-306778 号、日本专利申请 2005-306780 号的优先权，此处引用其内容。

背景技术

以往，作为现有的凸极型马达，公知的是：例如，沿着轴线方向将由 U 相、V 相及 W 相构成的三相的定子环配置成同轴地重合在一起，在轴线方向上相邻的定子环之间形成的环状的绕组安装部上，配置产生使旋转块旋转的旋转磁场的环状绕组，具有从各相的定子环本体向径向突出的爪状诱导极，顺次沿着周向排列各相的爪状诱导极，并且具有与固定块的磁极相对配置而形成的固定块（例如，参考特开 2005-20981 号公报）。

作为现有的三相马达，公知的是：例如，在每个由 U 相、V 相及 W 相构成的三相的各相的定子铁心上，具有通过将每个三相的各相的绕组集中卷起而绕装的定子，通过该定子三相驱动转子（例如，参考特开平 7-227075 号公报）。

另外，作为三相马达，公知的是：具有通过使每个由 U 相、V 相及 W 相构成的三相的各相的绕组旋转，使得填充在周向上相邻的轮齿间，而波浪状地绕装所述绕组的定子，通过该定子三相驱动转子（例如，参考特开 2002-165396 号公报）。

在上述现有技术的一个例子的凸极型马达中，在轴线方向上相邻的 U 相及 V 相定子环之间的绕组安装部上，配置有 U 相绕组及第一 V 相绕组，在轴线方向上相邻的 V 相及 W 相定子环之间的绕组安装部上，配置有第二 V 相绕组及 W 相绕组，由此，在比较每个各相的圈数的情况下，V 相的圈数是 U 相及 W 相的圈数的两倍，V 相的电感的值变得与 U 相及 W 相的各个电感的值不同。而且，由于该电感失协，产生了凸极型马达的控制内容复杂化的问题。

在上述现有技术的三相马达中，因为需要每个三相的各相的绕组，所以难以抑制定子的结构所需要的零件的零件数量的增加，产生了绕装每个各相的绕组的操作需要繁杂的工序的问题。

而且，在通过波状绕法将绕组绕装的定子中，难以提高在相邻的齿之间的绕组占空系数，而且，会产生降低绕组端的高度而降低了马达的轴线方向的尺寸，难以提高对车辆等的搭载性的问题。

因此，优选的是通过简化定子的结构而削减零件数量，使定子的制造工序简略化，并提高定子的绕组占空系数，而且降低绕组端的高度而降低马达的轴线方向的尺寸，提高对车辆等的搭载性。

发明内容

本发明是鉴于上述情况而做出的发明，目的在于提供可以使定子的结构简化，并能够防止产生各相的电感失协的定子。

另外，本发明的目的在于，提供一种定子及马达，其能够通过使结构简化而减少零件数量，使制造工序简化，并在提高绕组占空率的同时降低线圈端的高度，减小轴线方向的尺寸，提高对车辆等的搭载性。

本发明的技术方案为：

一种定子，其包括：两相的相互独立的环状绕组；三相的齿，所述环状绕组具有蛇行部，被配置成在相互的相对方向上突出的相互的所述蛇行部，沿着周向交互地排列，且不相互交叉。

一种马达，其包括：定子，其具有：配有蛇行部的两相的相互独立的环状绕组；与被安装在所述蛇行部上的三相的齿，转子，其具有永磁铁，其中，所述两相的环状绕组具有蛇行部，被配置成在相互的相对方向上突出的相互的所述蛇行部，沿着周向交互地排列，且不相互交叉，沿着径向的所述各个齿的至少基端部，被配置在相互与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成阶梯部；沿着所述轴线方向的所述永磁铁的长度，比被配置在所述定子上的所述三相的齿的轴向有效长度短；与所述三相的各个齿的前端部相对向的所述转子的对向部的沿着所述轴线方向的长度，在沿着所述轴线方向的所述永磁铁的长度以上，且在所述三相的齿的轴向有效长度以下。

一种定子的制造方法，该定子包括具有蛇行部的两相的相互独立的环状绕组以及三相的齿，其包括：绕组配置工序，将具有所述蛇行部的多个环状

绕组，配置成相互的所述蛇行部的位置在周向上相对偏移，使被配置成在相互的相对方向上突出的相互的所述蛇行部沿着周向交互地排列，且不相互交叉；齿插入工序，将定子的多个的齿之中的一部分的齿，沿着插入方向插入由多个的所述环状绕组形成的齿安装部；齿安装工序，将所述一部分的齿以外的其他的齿，沿着安装方向安装在所述蛇行部上。

为了达成解决上述课题的目的，本发明的定子的第一方式的特征在于，包括：两相的相互独立的环状绕组；与三相的齿。

在本方式的定子中，优选的是所述两相的环状绕组以相互的电角计具有 90° 的相位差。

本方式的定子，优选包括：具备相互等同的周向宽度的所述齿的两相的定子构件，具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿的单相的定子构件。

在本方式的定子中，优选包括：具备相互等同的周向宽度的所述齿，具有相互等同的形状的两相的定子构件；具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿的单相的定子构件。

在本方式的定子中，优选包括：两相的定子构件，其具备相互等同的周向宽度的所述齿，呈环状，互相形状相同；及单相的定子构件，其具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿、呈环状，所述定子构件与所述环状绕组，可以交互配置为相对于轴线同轴地重合。

在本方式的定子中，优选包括：两相的定子构件，其具备相互等同的周向宽度的所述齿，具有相互等同的形状，呈环状；及单相的定子构件，其具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿，呈环状，被配置成从与轴线平行的方向的两侧通过所述两相的所述环状绕组将其夹住，所述定子构件与所述环状绕组，可以交互配置为相对于轴线同轴地重合。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部。

本方式的定子，优选所述两相的环状绕组具有蛇行部，被配置成在相互的相对方向上突出的相互的所述蛇行部，沿着周向交互地排列，且不相互交叉。

在本方式的定子中，优选所述两相的环状绕组，具有蛇行部，线圈节距以电角计为 120° ，具有以相互电角计为 120° 的相位差，被配置成在相互的相对方向上突出的相互的所述蛇行部，沿着周向交互地排列，且不相互交叉。

本方式的定子，优选包括：两相的定子构件，其具备互相等同的周向宽度的所述齿；及单相的定子构件，其具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿，所述三相的定子构件，以相互的电角计具有 180° 以下的相位差。

在本方式的定子中，优选包括：两相的定子构件，其具备互相等同的周向宽度的所述齿；及单相的定子构件，其具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿，所述三相的定子构件，以相互电角计有 120° 的相位差。

在本方式的定子中，优选包括：两相的定子构件，其具备互相等同的周向宽度的所述齿，可以分割成多个的定子片；及单相的定子构件，其具备所述周向宽度的两倍的周向宽度的所述齿，可以分割成多个的定子片。

本方式的定子，优选包括：具有各个所述三相的齿的各三相的定子构件；及冷却管，其使冷却介质在所述环状绕组与所述三相的定子构件之间流通。

在本方式的定子中，优选包括：具有各个所述三相的齿的三相的定子构件；及冷却管，其使冷却介质在所述环状绕组与三相的定子构件之间流通，且具有沿着所述环状绕组的形状的形状。

本方式的定子，优选具备分别具有各个所述三相的齿的三相的定子构件；配置为所述两相的环状绕组从两侧夹住单相的所述定子构件；包括冷却管，其至少分别一一配置在各个所述的两相的环状绕组与所述的单相的定子构件之间，使冷却介质流通。

在本方式的定子中，优选所述两相的环状绕组，具有蛇行部，设定为互相在周向上邻接的部分的厚度，比其他部分的厚度薄。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部；在被安装在所述蛇行部上的所述齿中，具有：在与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上相邻的第一拐角部形成倒角形状、第二拐角部向周向突出的扩张部；所述扩张部，设定为随着从所述第一的所述拐角部离开，周向的突出量向增大的倾向变化。

本方式的定子，优选所述环状绕组具有蛇行部；在被安装在所述蛇行部上的所述齿中，具有：在与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上相邻的第一拐角部形成倒角形状，第二拐角部向周向突出的扩张部；所述扩张部，设定为随着从所述第一的所述拐角部离开，周向的突出量向增大的倾向变化；在所述第二拐角部与所述扩张部之间具有槽部。

本方式的定子，优选所述环状绕组具有蛇行部；所述各齿被安装在所述蛇行部上，沿着径向的所述各齿的至少基端部，被配置在与相互所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成阶梯部。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部；所述各齿被安装在所述蛇行部上，沿着径向的所述各齿的至少基端部，被配置在与相互所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；具有由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成，配置有所述环状绕组的阶梯部。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部；所述各齿被安装在所述蛇行部上；沿着径向的所述各齿的至少基端部，被配置在相互与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；具有由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成，配置有所述环状绕组的所述蛇行部的阶梯部。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部；所述各齿被安装在所述蛇行部上，沿着径向的所述各齿的至少基端部，被配置在相互与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成阶梯部，在周向上相邻的所述齿彼此的所述轴线方向的偏移量，与所述环状绕组的粗细大致相同。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部；所述各齿被安装在所述蛇行部上，沿着径向的所述各齿的至少基端部，被配置在相互与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成阶梯部；所述阶梯部的阶梯差最大的所述齿彼此间的槽，相对于所述轴线方向倾斜。

本方式的定子，优选所述环状绕组具有蛇行部，被安装在所述蛇行部上的所述齿，被设定为在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此间的间隔不均等。

本方式的定子，优选所述环状绕组具有蛇行部，被安装在所述蛇行部上的所述齿，设定为在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此间的间隔，是与被配置在所述齿彼此间的所述环状绕组的条数相对应的值。

本方式的定子，优选具有配备所述齿的定子构件；所述环状绕组具有蛇行部；被安装在所述蛇行部上的所述齿之中的规定的所述齿，设定为从与转子对向的转子对向部，随着朝向被连接在所述定子构件上的连接部，在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此间的间隔，向增大的倾向变化。

本方式的定子，优选具有配备所述齿的定子构件；所述环状绕组具有蛇行部；被安装在所述蛇行部上的所述齿之中的规定的所述齿，设定为从与转子对向的转子对向部，随着朝向被连接在所述定子构件上的连接部，在所述环状绕组的周向上的所述齿的宽度，向减少的倾向变化，并且在与

所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上的所述齿的长度，向增大的倾向变化。

本方式的定子，优选所述环状绕组具有蛇行部；具有从所述齿的前端部向所述环状绕组的周向突出的扩张部。

本方式的定子，优选所述环状绕组具有蛇行部；具有从所述齿的前端部向所述环状绕组的周向突出的扩张部；相对于由所述前端部及所述扩张部构成的对向部，设定为在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此的所述对向部之间的间隔变得均等。

在本方式的定子中，优选所述环状绕组具有蛇行部；具有从所述齿的前端部向所述环状绕组的周向突出的扩张部；所述扩张部，设定为随着沿着所述环状绕组的周向从所述扩张部的前端部朝向基端部，沿着所述环状绕组的径向的所述扩张部的厚度，向增大的倾向变化。

本发明的定子的第二方式的特征在于，包括：具有蛇行部的多个环状绕组；及具备被安装在所述蛇行部上的齿的多个定子片。

在本方式的定子中，优选所述蛇行部具有大致弯曲成直角的弯曲部，并曲折成曲柄状；所述环状绕组具有多个所述蛇行部。

在本方式的定子中，优选所述蛇行部具有大致弯曲成钝角的弯曲部，并曲折成梯形状；所述环状绕组具有多个所述蛇行部。

在本方式的定子中，优选多个的所述环状绕组的相互的所述蛇行部彼此的形状相似。

在本方式的定子中，优选多个的所述环状绕组的互相的所述蛇行部彼此的形状不同。

在本方式的定子中，优选在多个的所述环状绕组之中，一部分的所述环状绕组的所述蛇行部，具有向所述环状绕组的径向突出而弯曲的曲折部。

本发明的马达包括定子及转子，所述定子具有：配有蛇行部的两相的相互独立的环状绕组；与被安装在所述蛇行部上的三相的齿，所述转子具有永磁铁，其中，沿着径向的所述各个齿的至少基端部，被配置在相互与所述环状绕组的轴线大致平行的轴线方向上偏移的位置上；由在所述环状绕组的周向上相邻的所述齿彼此形成阶梯部；沿着所述轴线方向的所述永

磁铁的长度，比被配置在所述定子上的所述三相的齿的轴向有效长度短；与所述三相的各个齿的前端部相对向的所述转子的对向部的沿着所述轴线方向的长度，在沿着所述轴线方向的所述永磁铁的长度以上，且在所述三相的齿的轴向有效长度以下。

本发明的定子的制造方法的特征在于，包括：绕组配置工序，将具有蛇行部的多个环状绕组，配置成相互的所述蛇行部的位置在周向上相对偏移；齿插入工序，将定子的多个的齿之中的一部分的齿，沿着规定的插入方向插入由多个的所述环状绕组形成的齿安装部；齿安装工序，将所述一部分的齿以外的其他的齿，沿着适当的安装方向安装在所述蛇行部上。

在本发明的定子的制造方法中，优选设定所述插入方向为与所述环状绕组的径向大致平行的方向；设定所述安装方向为与所述环状绕组的轴线大致平行的方向；所述插入方向与所述安装方向大致垂直。

在本发明的定子的制造方法中，优选在所述齿插入工序中，将每个构成所述定子的多个的定子片均具备的所述齿，插入所述齿安装部，在所述齿安装工序中，将每个构成所述定子的多个的定子片均具备的所述齿，安装在所述蛇行部上。

在本发明的定子的制造方法中，优选在所述齿插入工序中，通过由所述一部分的齿所具备的绕组抵接部与绕组引导构件从两侧夹住所述环状绕组，使所述环状绕组成形为规定的形状。

根据上述第一方式的结构的定子，通过具有偶数相的两相的相互独立通电的环状绕组，可以防止各相的电感产生失协，而且，可以产生接着三相的最少相数的四相的旋转磁场，可以防止用于产生旋转磁场所需要的定子的结构复杂化。

根据上述结构的定子，可以防止定子的结构复杂化并能够产生四相的旋转磁场。

根据上述结构的定子，可以防止定子的结构复杂化，并能够产生四相的旋转磁场，可以以规定的旋转转矩驱动转子。

根据上述结构的定子，可以防止定子的结构复杂化并能够产生四相的旋转磁场。

根据上述结构的定子，沿着与轴线平行的方向顺次叠合并相互配置三

相的定子构件与两相的环状绕组，只通过这样的简单的操作就可以容易地制造定子。

根据上述结构的定子，可以防止定子的结构复杂化并能够产生四相的旋转磁场。

根据上述结构的定子，在具有在环状绕组上安装齿的蛇形部的情况下，通过设定例如向两相的环状绕组的相互的相对方向上突出的相互的蛇形部，使得沿着周向被交互配置，可以防止相互的环状绕组彼此位置地干涉产生交叉等，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，通过使两相的环状绕组以电角计成为 120° 的短矩，可以使三相的旋转磁场的分布成为以电角计为每 120° 的相位差，可以容易地进行通电控制，并且使环状绕组的每一个周期（以电角计为 360° ）所需要的齿的个数在每个相都形成单一，可以抑制定子所具备的齿的总数的增加。

根据上述结构的定子，可以防止两相的环状绕组的相位差成为 180° 以下，环状绕组彼此位置地干涉产生交叉等，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，可以使由两相的环状绕组生成的三相的旋转磁场的分布以电角计为每 120° 的相位差，可以容易地进行通电控制，并且使环状绕组的每一个周期（以电角计为 360° ）所需要的齿的个数在每个相都形成单一，可以抑制定子所具备的齿的总数的增加。

根据上述结构的定子，可以使两相的环状绕组或三相的定子构件根据需要形成多样的形状。

根据上述结构的定子，与在定子的外部，例如在收容定子的机架等上配置冷却管的情况相比，可以直接高效地冷却作为通电时的发热源的环状绕组及定子本体。

根据上述结构的定子，可以使具有沿着环状绕组的形状的冷却管接近配置于环状绕组，可以抑制沿着作为通电时的发热源的环状绕组的长度方向产生不均匀的温度分布，并可以进行高效的冷却。

根据上述结构的定子，对于两相的各环状绕组，可以抑制沿着环状绕组的长度方向产生不均匀的温度分布，并可以进行高效的冷却。

根据上述结构的定子，不管被安装在例如在周向相邻的齿间的槽上的环状绕组的相数（即单相或两相），可以在均等地维持齿彼此间的间隔的状态下，保证所希望的绕组占空率。由此，可以防止例如由于与转子相对的齿间的间隔变得不均等而引起的可以输出的最大转矩的下降，或齿槽转矩或转矩脉动增大，并可以防止绕组占空率的下降。

根据上述结构的定子，由于填充沿着周向被配置的多个齿间而被配置的环状绕组，沿着形成在齿的拐角部的倒角形状平滑地弯曲，所以可以抑制被设置在环状绕组的表面的绝缘被膜损伤。而且，对于具有倒角形状的拐角部，随着从一方的拐角部离开，通过形成被设置在轴线方向相邻的拐角部上的扩张部，使得其具有沿着例如弯曲的环状绕组的外周侧的形狀的形状，周向的突出量向增大倾向地变化，可以扩大齿表面的磁路面积。

根据上述结构的定子，可以防止通过扩张部产生磁通短路。

根据上述结构的定子，可以对应于具有安装三相的各齿的蛇形部的两相的环状绕组的配置状态而配置各齿，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大，并且可以防止绕组长度增加可以减少铜损。例如，在沿着轴线方向叠合两相的环状绕组而被配置的状态下，如果将三相的各齿的轴线方向的位置设定在等同的位置上，则定子的轴线方向的宽度成为，至少在各齿的轴线方向的宽度上，加上被配置在各齿的轴线方向两端部的各两相的环状绕组的粗细（即四条的环状绕组的粗细），而成为的值。对此，如果可以适当地设定三相的各齿的轴线方向的位置，则可以将定子的轴线方向的宽度降低到，在各齿的轴线方向的宽度上，加上两相的环状绕组的粗细（即两条的环状绕组的粗细）的值。

根据上述结构的定子，通过在周向相邻的齿彼此的轴线方向的位置相互偏移，在由此而形成的阶梯差部上配置环状绕组，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，通过在周向相邻的齿彼此的轴线方向的位置相互偏移，在由此而形成的阶梯差部上配置环状绕组的蛇行部，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，通过在周向相邻的齿彼此的轴线方向的位置相互偏移，可以在由此而形成的阶梯差部上配置单相的环状绕组，可以防止

线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，与设置了与轴线方向相平行的槽的情况相比，通过设置对于轴线方向倾斜的槽，在将齿节距、即在周向相邻的齿彼此的重心位置的周向间隔设定成等间隔的状态下，可以增加槽的宽度尺寸、即可以增加能够安装环状绕组的空间的尺寸。而且，在对于轴线方向倾斜的槽中，可以将对于槽的倾斜方向的截面形状设定成，与轴线方向相平行的槽等同的截面形状的大致呈长方形。

因此，例如使两相的环状绕组成为以电角计为 120° 的短矩的情况，即使在周向上相邻的齿间的槽上安装的环状绕组的相数为单相或两相的不均等的情况下，对应于被安装的环状绕组的相数，也没有必要将齿彼此的重心位置的周向间隔设定得不均等，对于被安装在各槽的环状绕组，可以保证所希望的绕组占空率。由此，可以防止：由于例如与转子相对的各齿的相对位置变得不均等而使可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大。

而且，没有必要使用具有特别的截面形状的环状绕组，可以由例如具有平角线等的简单的截面形状的环状绕组，来保证所希望的绕组占空率。

根据上述结构的定子，对应于具有安装三相的各齿的蛇形部的两相的环状绕组的配置状态而配置各齿，可以防止绕组占空率的下降。例如，在使两相的环状绕组成为以电角计为 120° 的短矩的情况下，在周向上相邻的齿间的槽上安装的环状绕组的相数为单相或两相的不均等。由此，通过将齿彼此间的间隔设定得不均等，对应于被安装在槽上的环状绕组的相数，可以防止绕组占空率的下降。

根据上述结构的定子，对应于被配置在齿彼此间的环状绕组的条数，随着例如环状绕组的条数增加，将在周向相邻的齿彼此间的间隔设定向增大倾向地变化。由此，可以防止被安装在周向相邻的齿彼此间的槽上的环状绕组的绕组占空率下降。

根据上述结构的定子，沿着定子的径向，随着从齿前端部的转子对向部朝向齿基端部的连接部，通过将在周向相邻的齿彼此间的间隔设定成向增大倾向地变化，与转子相对的转子对向部的相对位置不变，就可以在与定子本体相连接的连接部附近适当地设定齿彼此间的间隔，可以防止能够

输出的最大转矩的下降，或齿槽转矩或转矩脉动增大，并可以防止绕组占空率的下降。

根据上述结构的定子，沿着定子的径向，随着从齿前端部的转子对向部朝向齿基端部的连接部，由于使在周向的齿的宽度向减少倾向地变化，使在轴线方向的齿的长度向增大倾向地变化，可以将通过转子对向面的全部的磁通设定成通过齿的基端面。由此，可以防止与产生所希望的转矩时的单位电流相当的导通损失的增大，在配置环状绕组的连接部附近，可以适当地设定齿彼此间的间隔，可以防止绕组占空率的下降。

根据上述结构的定子，对应于被安装在例如在周向相邻的齿间的槽上的环状绕组的相数，即使在齿彼此间的间隔被设定成不均等的情况下，对于由齿的前端部及从前端部突出的扩张部构成的对向部，通过将在周向相邻的齿彼此的对向部间的间隔设定成均等，可以防止：由于例如与转子相对的对向部间的间隔变得不均等而使可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大。

根据上述结构的定子，可以防止：由于例如与转子相对的对向部间的间隔变得不均等而使可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大。

根据上述结构的定子，通过与转子相对的扩张部的对向面的磁通，进一步通过扩张部与齿的前端部的连接部，向齿的基端部流出，在这之间可以防止由于磁饱和而引起的磁通降低，可以有效地利用转子与定子的各齿之间的磁场磁通。

根据上述第二方式的结构的定子，由于每个定子片所具备的齿被安装在环状绕组的蛇行部上，所以可以由多个齿容易地构成环状的定子。

根据上述结构的定子，通过将环状绕组的蛇行部设定成曲柄状，可以在环状绕组上容易且精度良好地形成所希望形状的蛇行部。

根据上述结构的定子，与例如曲折成曲柄状的环状绕组相比，在曲折成梯形状的环状绕组中，可以使环状绕组的电感的绕组系数几乎不发生变化而缩短绕组长度，可以降低铜损。

根据上述结构的定子，通过将多个的环状绕组的相互的蛇行部彼此设定成相似的形状，可以在环状绕组上容易且精度良好地形成所希望形状的

蛇行部，可以防止用于形成多个的环状绕组所需要的工序数的增加。

根据上述结构的定子，通过将多个的环状绕组的相互的蛇行部彼此设定成不同的形状，可以防止由于例如互相的蛇行部彼此交叉等而位置地干涉，可以防止线圈端的高度或马达的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，通过具有向与径向大致平行的方向弯曲的曲折部的一方的环状绕组；与不具备曲折部的另一方的环状绕组，可以防止由于例如互相的蛇行部彼此交叉等而位置地干涉，可以防止线圈端的高度或马达的轴线方向的尺寸增大。

根据上述结构的定子，与将例如沿着轴线方向的永磁铁的长度设定成与三相的齿的轴向有效长度相等同的情况相比，随着沿着轴线方向的永磁铁的长度变得比三相的齿的轴向有效长度短，通过增大例如沿着周向的永磁铁的长度或沿着径向的永磁铁的厚度，可以使转子的永磁铁与定子的各齿之间的磁场磁通的磁通量不发生变化，可以降低转子的重量。

根据上述结构的定子，绕组配置工序配置在周向的规定位置上具有蛇行部的多个环状绕组，使得大致同轴且相互的蛇行部沿着周向只偏移规定距离。然后，齿插入工序沿着规定的插入方向，将定子的多个齿中的规定的一部分的齿，插入到由多个环状绕组至少将周围包围起来而形成的齿安装部中。然后，齿安装工序沿着适当的安装方向，将定子的多个的齿中的其他的齿，安装在多个环状绕组的蛇行部上。

由此，在将例如预先成形为规定形状的多个环状绕组配置在相互规定的相对位置上之后，由于配置了多个的齿，所以对于被配置在周向相邻的齿间的环状绕组，可以容易地确保所希望的绕组占空率，并且可以防止线圈端的高度尺寸过度增大。

根据上述的定子的制造方法，在由多个环状绕组将周围包围起来而形成的齿安装部上，从与环状绕组的径向大致平行的方向插入规定的一部分的齿，在没有将齿安装部以外的蛇行部即周围包围起来的蛇行部上，从与环状绕组的轴线大致平行的安装方向、即从与规定的一部分的齿的插入方向大致正交的方向，安装其他的齿。

由此，对于例如预先成形为规定形状、在相互的规定的相对位置上配置的多个的环状绕组，可以沿着互不干涉的方向同时地安装规定的一部分

的齿与其他的齿，使定子的制造工序简化，提高制造效率。

根据上述的定子的制造方法，由于将每个构成环状定子的多个定子片所具备的齿，插入到齿安装部、或安装在蛇行部上，所以即使在例如规定的一部分的齿的插入方向与其他的齿的安装方向互不相同的情况下，也可以容易地配置多个的齿。

根据上述的定子的制造方法，对于预先被配置在相互规定的相对位置上的多个的环状绕组，通过在将一部分的齿插入齿安装部时使环状绕组成形为规定形状，可以容易地使环状绕组成形为沿着齿的形状的适当的形状，可以简化定子的制造工序，提高制造效率。

根据本发明的定子，通过具有偶数相的两相的环状绕组，可以防止各相的电感产生失协，而且，可以产生接着三相的最少相数的四相的旋转磁场，可以防止定子的结构复杂化。

根据本发明的定子，可以以规定的旋转转矩驱动转子。

根据本发明的定子，沿着与轴线平行的方向顺次叠合并相互配置三相的定子构件与两相的环状绕组，只通过这样的简单的操作就可以容易地制造定子。

根据本发明的定子，在具有在环状绕组上安装齿的蛇形部的情况下，通过设定例如向两相的环状绕组的相互的相对方向上突出的相互的蛇形部，使得沿着周向被交互排列，可以防止由于相互的蛇行部彼此交叉等而在位置上干涉，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据本发明的定子，可以防止由于相互的蛇行部彼此交叉等而在位置上干涉，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据本发明的定子，可以使通电控制变得容易，并可以抑制定子所具备的齿的总数增加。

根据本发明的定子，可以防止两相的环状绕组的相位差成为 180° 以下，环状绕组彼此位置地干涉产生交叉等，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大。

根据本发明的定子，可以使由两相的环状绕组生成的三相的旋转磁场的分布以电角计为每 120° 的相位差，可以容易地进行通电控制，使环状绕组的每一个周期（以电角计为 360° ）所需要的齿的个数在每个相都单

一，可以抑制定子所具备的齿的总数的增加。

根据本发明的定子，可以使两相的环状绕组或三相的定子构件根据需要形成多样的形状。

根据本发明的定子，可以直接高效地冷却作为通电时的发热源的环状绕组及定子本体。

根据本发明的定子，可以抑制沿着作为通电时的发热源的环状绕组的长度方向产生不均匀的温度分布，并可以进行高效的冷却。

根据本发明的定子，对于两相的各环状绕组，可以抑制沿着环状绕组的长度方向产生不均匀的温度分布，并可以进行高效的冷却。

根据本发明的定子，不管被安装在例如在周向相邻的齿间的槽上的环状绕组的相数（即单相或两相），可以在均等地维持齿彼此间的间隔的状态下，保证所希望的绕组占空率。由此，可以防止例如由于与转子相对的齿间的间隔变得不均等而引起的可以输出的最大转矩的下降，或齿槽转矩或转矩脉动增大，并可以防止绕组占空率的下降。

根据本发明的定子，由于环状绕组沿着形成在齿的拐角部的倒角形状平滑地弯曲，所以可以抑制被设置在环状绕组的表面的绝缘被膜损伤。而且，对于具有倒角形状的拐角部，随着从一方的拐角部离开，通过形成被设置在轴线方向相邻的拐角部上的扩张部，使得周向的突出量向增大倾向地变化，可以扩大齿表面的磁路面积。

根据本发明的定子，可以防止通过扩张部产生磁通短路。

根据本发明的定子，可以对应于具有安装三相的各齿的蛇形部的两相的环状绕组的配置状态而配置各齿，可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大，并且可以防止绕组长度增加可以减少铜损。

根据本发明的定子，可以防止能够输出的最大转矩的下降，或齿槽转矩或转矩脉动增大，并没有必要使用具有特别的截面形状的环状绕组，可以由例如具有平角线等简单的截面形状的环状绕组，来保证所希望的绕组占空率。

根据本发明的定子，可以防止被安装在周向相邻的齿间的槽上的环状绕组的绕组占空率的下降。

根据本发明的定子，可以防止能够输出的最大转矩的下降，或齿槽转

矩或转矩脉动增大，并可以防止绕组占空率的下降。

根据本发明的定子，可以防止与产生所希望的转矩时的单位电流相当的导通损失的增大，可以防止绕组占空率的下降。

根据本发明的定子，可以防止：由于例如与转子相对的对向部间的间隔变得不均等而使可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大。

根据本发明的定子，通过与转子相对的扩张部的对向面的磁通，进一步通过扩张部与齿的前端部的连接部，向齿的基端部流出，在这之间可以防止由于磁饱和而引起的磁通降低，可以有效地利用转子与定子的各齿之间的磁场磁通。

根据本发明的定子，可以由多个齿容易地构成环状的定子。

根据本发明的定子，可以在环状绕组上容易且精度良好地形成所希望形状的蛇行部。

根据本发明的定子，与例如曲折成曲柄状的环状绕组相比，在曲折成梯形状环状绕组中，可以使环状绕组的电感的绕组系数几乎不发生变化而缩短绕组长度，可以降低铜损。

根据本发明的定子，可以在环状绕组上容易且精度良好地形成所希望形状的蛇行部，可以防止用于形成多个的环状绕组所需要的工序数的增加。

根据本发明的定子，可以防止由于例如相互的蛇行部彼此交叉等而位置地干涉，可以防止线圈端的高度或马达的轴线方向的尺寸增大。

根据本发明的定子，可以使转子的永磁铁与定子的各齿之间的磁场磁通的磁通量不发生变化，可以降低转子的重量。

根据本发明的定子，在将例如预先成形为规定形状的多个环状绕组配置在相互规定的相对位置上之后，由于配置了多个的齿，所以对于被配置在周向相邻的齿间的环状绕组，可以容易地确保所希望的绕组占空率，并且可以防止线圈端的高度尺寸过度增大。

根据本发明的定子的制造方法，对于在相互规定的相对位置上配置的多个的环状绕组，可以沿着互不干涉的方向同时地安装规定的一部分的齿与其他的齿，使定子的制造工序简化，提高制造效率。

根据本发明的定子的制造方法，即使在例如规定的一部分的齿的插入

方向与其他的齿的安装方向互不相同的情况下,也可以容易地配置多个的齿。

根据本发明的定子的制造方法,可以使环状绕组成形为沿着齿的形状的适当的形状,使定子的制造工序简化,提高制造效率。

附图说明

图1是表示本发明的实施方式的凸极型的定子的结构的分解立体图。

图2是本发明的实施方式的凸极型的定子的主要部分的立体图。

图3是驱动本发明的实施方式的凸极型的定子的驱动回路。

图4A是本发明的实施方式的凸极型的定子的模式图;图4B、图4C是产生与本发明的实施方式的凸极型的定子等同的旋转磁场的四相的凸极型的定子的模式图。

图5是表示,作为对于具备本发明的实施方式的凸极型的定子的凸极型马达,流通有相互具有 90° 的相位差的两相的正弦波电流的 α 相电流及 β 相电流的实验的实验结果,从凸极型马达输出的转矩的波高值的变化坐标图。

图6是本发明的实施方式的变形例的凸极型的定子的主要部分立体图。

图7是表示本发明的实施方式的变形例的凸极型的定子的结构的分解立体图。

图8是本发明的第二实施方式的定子的主要部分立体图。

图9是本发明的第二实施方式的定子的主要部分分解立体图。

图10是本发明的第二实施方式的定子的主要部分分解图。

图11A是表示图8所示的第二实施方式、第五实施方式及第六实施方式的定子的各环状绕组的连接状态的示意图,图11B是表示本发明的第二实施方式、第五实施方式及第六实施方式的定子的各环状绕组的连接状态的示意图,图11C是表示三相(U相、V相、W相)的定子的各绕组的连接状态的示意图。

图12是表示各环状绕组彼此位置地干涉并交叉的状态的一个例子的示意图。

图 13 是本发明的第二实施方式的第一变形例的定子的主要部分分解图。

图 14 是具有流通有冷却介质的冷却管的定子的立体图。

图 15 是具有流通有冷却介质的冷却管的定子的分解立体图。

图 16A 是表示本发明的第二实施方式的第二变形例的定子的各环状绕组的绕装状态的示意图,图 16B 是表示规定的厚度的各环状绕组的绕装状态的一个例子的示意图。

图 17A 是表示本发明的第二实施方式的第三变形例的定子的各环状绕组的绕装状态的示意图,图 17B 是表示与径向 R 相对的截面形状大致为长方形状的各齿,与所述各齿相对的各环状绕组的绕装状态的一个例子的示意图。

图 18 是表示本发明的第二实施方式的第三变形例的定子的主要部分的立体图。

图 19 是表示本发明的第二实施方式的第四变形例的凸极型定子的分解立体图。

图 20A 是表示本发明的第二实施方式的第四变形例的定子的各环状绕组的绕装状态的示意图,图 20B 是表示与径向 R 相对的截面形状大致为长方形状的各齿,与所述各齿相对的各环状绕组的绕装状态的一个例子的示意图。

图 21 是表示本发明的第二实施方式的第四变形例的凸极型马达的各齿及永磁铁的配置状态的示意图。

图 22 是表示本发明的第二实施方式的第五变形例的凸极型马达的分解立体图。

图 23 是表示本发明的第二实施方式的第五变形例的凸极型马达的各齿及永磁铁的配置状态的示意图。

图 24 是表示本发明的第三实施方式的定子的结构的分解立体图。

图 25 是本发明的第三实施方式的定子的主要部分立体图。

图 26 是本发明的第三实施方式的变形例的定子的主要部分立体图。

图 27 是本发明的第四实施方式的定子的主要部分的径向截面图。

图 28 是本发明的第四实施方式的定子的主要部分分解立体图。

图 29 是表示将在三相的各齿的轴线方向 P 上的位置设定在等同的位置上的状态的一个例子的示意图。

图 30A 是沿着径向从各齿的基端部侧向前端部侧, 观察本发明的第四实施方式的第一变形例的定子的主要部分的示意图, 图 30B 是沿着径向从各齿的基端部侧向前端部侧, 观察将在三相的各齿的轴线方向 P 上的位置设定在等同的位置上的定子的主要部分的示意图。

图 31A 是图 30A 所示的 A-A 线截面图, 图 31B 是图 30B 所示的 B-B 线截面图。

图 32A 是沿着径向从各齿的基端部侧向前端部侧, 观察本发明的第四实施方式的第二变形例的定子的主要部分的示意图, 图 32B 是沿着径向从各齿的基端部侧向前端部侧, 观察只设置了与轴线方向 P 平行的槽的定子的主要部分的示意图。

图 33 是本发明的第四实施方式的第二变形例的定子的立体图。

图 34A 是从图 33 所示的轴线方向 P 观察 U 相定子与 V 相定子之间的槽的示意图, 图 34B 是从图 33 所示的倾斜方向 PS 观察 U 相定子与 W 相定子之间的槽的示意图。

图 35 是本发明的第四实施方式的凸极型马达的分解立体图。

图 36 是截断本发明的第四实施方式的凸极型马达的主要部分而表示的立体图。

图 37A 是与本发明的实施方式的转子的周向相对的主要部分截面图, 图 37B 是从旋转轴线 O 方向观察本发明的实施方式的转子的主要部分俯视图。

图 38 是表示本发明的第四实施方式的转子的极弧角与转矩密度的一个例子的坐标图。

图 39 是表示本发明的第四实施方式的转子的凸极宽度与转矩密度的一个例子的坐标图。

图 40 是本发明的第五实施方式的定子的主要部分的径向截面图。

图 41 是本发明的第五实施方式的定子的主要部分的分解立体图。

图 42 的 (a) 部是本发明的第五实施方式的定子的主要部分的径向截面图, (b) 部是将在周向 C 上相邻的各齿之间的间隔设定为同等的值的定

子的主要部分的径向截面图。

图 43 是本发明的第五实施方式的第一变形例的定子的主要部分的轴向截面图。

图 44 是本发明的第五实施方式的第二变形例的定子的主要部分的轴向截面图。

图 45 是沿径向观察本发明的第五实施方式的第二变形例的定子的主要部分的示意图。

图 46A 是从轴线方向 P 观察本发明的第五实施方式的第三变形例的定子的俯视图，图 46B 是本发明的实施方式的第三变形例的定子的立体图。

图 47A 是从轴线方向 P 观察本发明的第五实施方式的第三变形例的定子的俯视图，图 47B 是本发明的实施方式的第三变形例的定子的立体图。

图 48 是本发明的第五实施方式的凸极型马达的立体图。

图 49 是本发明的第六实施方式的定子的主要部分的立体图。

对于本发明的第六实施方式的定子的制造方法所包含的各工序，

图 50A 是表示通过绕组配置工序配置各环状绕组的状态的示意图，图 50B 是表示通过齿插入工序将 V 相齿插入交叉部内的状态的示意图，图 50C 是表示通过齿安装工序将 U 相齿及 W 相齿安装在 U 相开口部及 W 相开口部的状态的示意图。

图 51A 是表示曲折成曲柄状的各环状绕组的配置状态的示意图，图 51B 是表示曲折成梯形状的各环状绕组的配置状态的示意图。

图 52 是本发明的第六实施方式的第一变形例的定子的主要部分分解立体图。

对于本发明的第六实施方式的第二变形例的定子的制造方法所包含的各工序，

图 53A 是表示通过绕组配置工序配置各环状绕组的状态的示意图，图 53B 是表示通过齿插入工序将 V 相齿插入交叉部内的状态的示意图，图 53C 是表示通过齿安装工序将 U 相齿及 W 相齿安装在 U 相开口部及 W 相开口部的状态的示意图。

对于本发明的第六实施方式的第三变形例的定子的制造方法所包含的各工序，

图 54A 是表示通过绕组配置工序配置各环状绕组的状态的示意图,图 54B 是表示通过齿插入工序将 V 相齿插入交叉部内的状态的示意图,图 54C 是表示通过齿安装工序将 U 相齿及 W 相齿安装在 U 相开口部及 W 相开口部的状态的示意图。

图 55 是本发明的第六实施方式的第四变形例的定子的主要部分分解立体图。

符号说明:

10: 定子、11: A 相定子环、12: B 相定子环、13: D 相定子环、14: α 相环状绕组(环状绕组)、15: β 相环状绕组(环状绕组)、22: A 相爪状诱导极(齿)、24: B 相爪状诱导极(齿)、26: D 相爪状诱导极(齿);

110: 定子、111: U 相定子环(定子部件)、112: V 相定子环(定子部件)、113: W 相定子环(定子部件)、114: U 相环状绕组(环状绕组)、115: W 相环状绕组(环状绕组)、131: U 相蛇行部(蛇行部)、132: W 相蛇行部(蛇行部)、134、135: 冷却管、136: 倒角部、137: 扩张部、138: 槽部、140: 凸极型马达、141: 转子、142: 永磁铁、51: U 相定子环(定子部件)、52: V 相定子环(定子部件)、53: W 相定子环(定子部件)、54: U 相环状绕组(环状绕组)、55: W 相环状绕组(环状绕组);

210: 定子、210a: 定子本体、211: U 相定子环、212: V 相定子环、213: W 相定子环、214: U 相环状绕组(环状绕组)、215: W 相环状绕组(环状绕组)、222: U 相齿(齿)、224: V 相齿(齿)、226: W 相齿(齿)、231: U 相蛇行部(蛇行部)、231a: U 相过渡部、231b: 过渡部、232: W 相蛇行部(蛇行部)、232a: W 相过渡部、232b: 过渡部、233: 阶梯部、250: 凸极型马达、251: 转子、252: 永磁铁、255: 对向部;

310: 定子、311: U 相定子环、312: V 相定子环、313: W 相定子环、314: U 相环状绕组(环状绕组)、315: W 相环状绕组(环状绕组)、322: U 相齿(齿)、322a: 前端部(转子对向部)、322b: 基端部(连接部)、324: V 相齿(齿)、326: W 相齿(齿)、326a: 前端部(转子对向部)、326b: 基端部(连接部)、331: U 相蛇行部(蛇行部)、332: W 相蛇行部(蛇行部)、341、342、343: 扩张部、360: 凸极型马达、351、352、353: 对向部;

410: 定子、411: U 相定子片 (定子)、412: V 相定子片 (定子)、413: W 相定子片 (定子)、414: U 相环状绕组 (环状绕组)、415: W 相环状绕组 (环状绕组)、422a: 突出部 (绕组抵接部)、424: U 相齿 (齿)、425: V 相齿 (齿)、426: W 相齿 (齿)、431: U 相蛇行部 (蛇行部)、432: W 相蛇行部 (蛇行部)、433: 交叉部 (齿安装部)、435: 弯曲部、441: 曲折部、442: 引导构件 (绕组引导构件)。

具体实施方式

第一实施方式

以下, 参考附图对于本发明的定子的第一实施方式进行说明。

本实施方式的定子 10, 构成了例如与内燃机一起作为车辆的驱动源被搭载在混合动力车辆上的凸极型马达, 在例如直列地将内燃机、凸极型马达与传动装置直接连结的结构并行混合动力车辆中, 至少内燃机或凸极型马达的任意一方的驱动力, 通过传动装置被传递到车辆的驱动轮上。

另外, 如果在车辆减速时从驱动轮侧向凸极型马达传递了驱动力, 则凸极型马达作为发电机发挥作用产生所谓再生制动力, 将车体的动能回收为电能 (再生能)。并且, 在内燃机的输出被传递到凸极型马达的情况下, 凸极型马达也作为发电机发挥作用产生发电能。

产生使转子 (未图示) 旋转的旋转磁场的定子 10, 例如图 1 及图 2 所示, 具有: 每个由 A 相及 B 相及 D 相构成的三相的各相的 A 相定子环 11、B 相定子环 12、D 相定子环 13、由 α 相及 β 相环构成的两相的 α 相环状绕组 14 及 β 相环状绕组 15。

A 相定子环 11 具有大致为圆环状的 A 相后轭 21, 与钩爪状的 A 相爪状诱导极 (齿) 22, 所述 A 相爪状诱导极 (齿) 22 从在该 A 相后轭 21 的内周部的周向上相隔规定间隔的位置, 朝向径向内方突出, 并且随着从基端侧向前端侧, 向轴线方向的一方弯曲并延伸。

A 相爪状诱导极 22, 例如, 与周向相对的截面形状大致形成为 L 形状, 且与径向相对的截面形状形成为具有规定的周向宽度 (即, 以电角计相当于 90° 的宽度) C_a 的大致长方形。

B 相定子环 12 具有大致为圆环状的 B 相后轭 23, 与两钩爪状的 B 相

爪状诱导极（齿）24，所述B相爪状诱导极（齿）24从在该B相后轭23的内周部的周向上相隔规定间隔的位置，朝向径向内方突出，并且随着从基端侧向前端侧，向轴线方向的第一方向及第二方向延伸。

B相爪状诱导极24，例如，与周向相对的截面形状大致形成为T字状，且与径向相对的截面形状形成为具有规定的周向宽度Ca的两倍的值的周向宽度（即，以电角计相当于 180° 的宽度）Cb（ $Cb=2Ca$ ）的大致长方形状。

D相定子环13具有：例如具有与A相定子环11相同的形状、大致呈圆环状的D相后轭25；与钩爪状的D相爪状诱导极（齿）26，所述D相爪状诱导极（齿）26从在该D相后轭25的内周部的周向上相隔规定间隔的位置，朝向径向内方突出，并且随着从基端侧向前端侧，向轴线方向的另一方弯曲并延伸。

D相爪状诱导极26，例如，与周向相对的截面形状大致形成为L字状，且与径向相对的截面形状形成为具有规定的周向宽度（即，以电角计相当于 90° 的宽度）Ca的大致长方形状。

各定子环11、12、13，以被配置成与轴线P同轴，沿着轴线方向被顺次叠合，并且沿着周向顺次排列各爪状诱导极22、24、26的方式连接。在A相后轭（back yoke）21的轴向端面与B相后轭23的第二方向的轴向端面抵接时，从轴线方向的两侧，通过在轴线方向上预制规定的间隔而被配置的各爪状诱导极22、24的基端部彼此将其夹住，来固定 α 相环状绕组14。在B相后轭23的第一方向的轴向端面与D相后轭25的轴向端面抵接时，从轴线方向的两侧，通过在轴线方向上预制规定的间隔而被配置的各爪状诱导极24、26的基端部彼此将其夹住，来固定 β 相环状绕组15。

两相的 α 相环状绕组14及 β 相环状绕组15，例如如图3所示，由对于各环状绕组14、15可以相互独立地通电的驱动回路30，通过被互相具有 90° 的相位差的两相的正弦波电流驱动，产生与以互相 90° 的相位差的正弦波通电的四相定子相同的旋转磁场。

即，例如如图4A所示，定子10具有：两相的 α 相环状绕组14及 β 相环状绕组15、分别以电角计具有 90° 的周向宽度的两相的A相爪状诱导极22及D相爪状诱导极26、以电角计具有 180° 的周向宽度的单相的B

相爪状诱导极 24, 该定子 10 与例如图 4B 或图 4C 所示的各定子等同。

例如图 4B 所示, 四相的凸极型马达的定子被连接成: 具有四相的各 A 相、B 相、C 相及 D 相爪状诱导极 A、B、C、D 的各 A 相、B 相、C 相及 D 相定子环被配置成与轴线 P 同轴, 沿着轴线方向被顺次叠合, 并且沿着周向顺次排列以电角计具有 90° 的互相同等的周向宽度的四相的各爪状诱导极。从轴线方向的两侧, 通过在轴线方向上预制规定的间隔而被配置的各爪状诱导极 A、B 的各基端部彼此、爪状诱导极 B、C 的各基端部彼此、爪状诱导极 C、D 的各基端部彼此将其夹住, 来固定构成各 A 相环状绕组 a 及第一 B 相环状绕组 b1、第二 B 相环状绕组 b2 及第一 C 相环状绕组 c1、第二 C 相环状绕组 c2 及 D 相环状绕组 d。

在该图 4B 所示的四相的凸极型的定子中, 如果使在周向上相邻的 B 相爪状诱导极 B 及 C 相爪状诱导极 C 一体化, 使各环状绕组 b1、b2、c1、c2 共用化, 则如图 4C 所示, 具备三相的各 A 相及 BC 相及 D 相爪状诱导极 A、BC、D 的各 A 相及 BC 相及 D 相定子环被配置成与轴线 P 同轴, 沿着轴线方向被顺次叠合, 并且沿着周向顺次排列以电角计具有 90° 的周向宽度的 A 相爪状诱导极、以电角计具有 180° 的周向宽度的 BC 相爪状诱导极、及以电角计具有 90° 的周向宽度的 D 相爪状诱导极。从轴线方向的两侧, 通过在轴线方向上预制规定的间隔而被配置的各爪状诱导极 BC 及 D 的各基端部彼此将其夹住, 来固定各 A 相环状绕组 a 及第一 BC 相环状绕组 bc1、第二 BC 相环状绕组 bc2 及 D 相环状绕组 d, 构成定子。

而且, 该图 4C 所示的四相的凸极型的定子中, 如果使各环状绕组 bc1、bc2 共用化, 则构成例如图 4A 所示的定子 10。

驱动回路 30 具有: 利用多个晶体管的开关元件并桥接的桥回路 31; 与平滑电容器 32, 脉宽调制 (PWM) 的 PWM 变换器。

桥回路 31 具有多个作为开关元件的晶体管 A1H、A2H、B1H、B2H、A1L、A2L、B1L 及 B2L。这些的晶体管 A1H, ..., B2L 例如是 IGBT (Insulated Gate Bipolar mode Transistor)。

在晶体管 A1H、A2H、B1H、B2H、A1L、A2L、B1L 及 B2L 的集电器发射极之间, 分别配置了二极管 DA1H、DA2H、DB1H、DB2H、DA1L、DA2L、DB1L 及 DB2L。各晶体管 A1H, ..., B2L 的发射极与各二极管

DA1H, ..., DB2L 的阳极相连接。各晶体管 A1H, ..., B2L 的各集电器与各二极管 DA1H, ..., DB2L 的阴极相连接。

各晶体管 A1H、A2H、B1H 及 B2H 的集电器全部与直流输入输出端子 30P 相连接。晶体管 A1H 的发射极与晶体管 A1L 的集电器相连接。晶体管 A2H 的发射极与晶体管 A2L 的集电器相连接。晶体管 B1H 的发射极与晶体管 B1L 的集电器相连接。晶体管 B2H 的发射极与晶体管 B2L 的集电器相连接。各晶体管 A1L、A2L、B1L、B2L 的发射极全部与直流输入输出端子 30N 相连接。平滑电容器 32 被连接在直流输入输出端子 30P、30N 之间。

在 α 相环状绕组 14 的一方及另一方的交流输入输出端子 14_1 、 14_2 与、 β 相环状绕组 15 的一方及另一方的交流输入输出端子 15_1 、 15_2 上, 连接了桥回路 31 的各交流输入输出端子 $30A_1$ 、 $30A_2$ 、 $30B_1$ 及 $30B_2$ 。此处, 桥回路 31 的交流输入输出端子 $30A_1$ 与晶体管 A1H 的发射极及晶体管 A1L 的集电器相连接。交流输入输出端子 $30A_2$ 与晶体管 A2H 的发射极及晶体管 A2L 的集电器相连接。交流输入输出端子 $30B_1$ 与晶体管 B1H 的发射极及晶体管 B1L 的集电器相连接。交流输入输出端子 $30B_2$ 与晶体管 B2H 的发射极及晶体管 B2L 的集电器相连接。

在驱动电路 30 上连接了与凸极型马达进行电力交付的高压类的镍-氢电池 (电池) 33。

驱动回路 30 接受来自控制装置 (未图示) 的控制指令, 控制凸极型马达的驱动及再生动作。例如在凸极型马达的驱动时, 基于从控制装置输出的转矩指令, 将从电池 33 输出的直流电变换成具有 90° 的相位差的两相的 α 相交流电及 β 相交流电, 并提供给凸极型马达。另一方面, 在凸极型马达的再生动作时, 将从凸极型马达输出的三相交流电变换成直流电, 对电池 33 进行充电。

对应于从控制装置输入到桥回路 31 的各晶体管 A1H, ..., B2L 的门脉冲、即用于通过脉宽调制 (PWM) 开启/关闭驱动各晶体管 A1H, ..., B2L 的脉冲, 控制该驱动回路 30 的电力变换动作。该脉冲的任务、即开启/关闭的比率的映像 (数据), 被预先储存在控制装置中。

本实施方式的定子 10 具有上述结构。然后, 说明对于具备该定子 10

的凸极型马达流通有互相具有 90° 的相位差的两相的正弦波电流（即 α 相电流及 β 相电流）的实验的实验结果。

在该实验中，对于两相的各 α 相环状绕组 14 及 β 相环状绕组 15，接通互相具有 90° 的相位差的两相的正弦波电流的各 α 相电流及 β 相电流，检测从凸极型马达输出的转矩的变化。其实验结果如图 5 所示。

如图 5 所示，可以看出，对于互相具有 90° 的相位差的两相的正弦波电流的各 α 相电流及 β 相电流的一个周期（即以电角计为 360° ）的变化，各 α 相功率及 β 相功率示出了两个周期的变化，从凸极型马达输出的转矩的峰值维持在规定值。

如上所述，根据本实施方式的定子 10，通过配有偶数相的两相的被互相独立通电的各环状绕组 14、15，可以防止各相的电感产生失协，而且，可以产生在三相之后的作为最少相数的四相的旋转磁场，可以防止用于产生旋转磁场所需要的定子 10 的结构复杂化。

第一实施方式的变形例

而且，在第一实施方式中，虽然两相的 α 相环状绕组 14 及 β 相环状绕组 15 仅仅是圆环状，但并不限于此，例如如图 6 及图 7 所示，也可以在例如轴线附近的周面内，使各环状绕组 14、15 曲折成曲柄状并绕圈，分别具有多个的 α 相蛇行部 41 及 β 相蛇行部 42。

在该变形例中，各蛇行部 41、42 的周向 C 的宽度即线圈节距被设定为例如以电角计为 90° ，各蛇行部 41、42 被设置成向互相不同的方向（即、为互相的相对方向、轴线方向 P 的一方及另一方）突出，沿着周向 C 将 α 相环状绕组 14 及 β 相环状绕组 15 配置在相对偏移的位置上，使得以电角计具有 90° 的相位差。由此，将两相的各环状绕组 14、15 配置成，在相互的相对方向上突出的相互的各蛇行部 41、42，沿着周向 C 交互地排列，且不相互交叉。

而且，在 α 相蛇行部 41 上安装了一个 A 相爪状诱导极 22，在 β 相蛇行部 42 上安装了一个 D 相爪状诱导极 26，在周向 C 上相邻的 A 相爪状诱导极 22 与 D 相爪状诱导极 26 之间配置了一个 B 相爪状诱导极 24。

由此，填充在周向 C 上相邻的各爪状诱导极 22、24 及 24、26 之间地配置的两相的各环状绕组 14、15 形成了短矩。

第二实施方式

以下，参考附图对于本发明的定子的第二实施方式进行说明。

与实施方式一同样，本实施方式的定子 110，构成了例如与内燃机一起作为车辆的驱动源被搭载在混合动力车辆上的凸极型马达，在例如直列地将内燃机、凸极型马达与传动装置直接连结的结构的并行混合动力车辆中，至少内燃机或凸极型马达的任意一方的驱动力，通过传动装置被传递到车辆的驱动轮上。

如果在车辆减速时从驱动轮侧向凸极型马达传递了驱动力，则凸极型马达作为发电机发挥作用产生所谓再生制动力，将车体的动能回收为电能（再生能）。并且，在内燃机的输出被传递到凸极型马达的情况下，凸极型马达也作为发电机发挥作用产生发电能。

产生使转子（未图示）旋转的旋转磁场的定子 110，例如图 8 所示，具有：每个由 U 相及 V 相及 W 相构成的三相的各相的 U 相定子环 111、V 相定子环 112、W 相定子环 113、由 U 相及 W 相环构成的两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115。

例如图 8 及图 9 所示，U 相定子环 111 具有大致为圆环状的 U 相后轭 121 与 U 相齿 122，所述 U 相齿 122 从在该 U 相后轭 121 的内周部的周向 C 上相隔规定间隔的位置，朝向径向 R 内方及轴线方向 P 的第一方向突出，与径向 R 相对的截面形状大致形成为长方形状。与由 U 相后轭 121 及 U 相齿 122 构成的 U 相定子环 111 的周向 C 相对的截面形状大致呈 L 字状。

例如图 8 及图 9 所示，V 相定子环 112 具有大致为圆环状的 V 相轭 123 与 V 相齿 124，所述 V 相齿 124 从在该 V 相轭 123 的内周部的周向 C 上相隔规定间隔的位置，朝向径向 R 内方及轴线方向 P 的第一方向及第二方向突出，与径向 R 相对的截面形状大致形成为长方形状。与由 V 相轭 123 及 V 相齿 124 构成的 V 相定子环 112 的周向 C 相对的截面形状大致呈 T 字状。

例如图 8 及图 9 所示，W 相定子环 113 具有大致为圆环状的 W 相轭 125 与 W 相齿 126，所述 W 相齿 126 从在该 W 相轭 125 的内周部的周向 C 上相隔规定间隔的位置，朝向径向 R 内方及轴线方向 P 的第二方向突出，与径向 R 相对的截面形状大致形成为长方形状。与由 W 相轭 125 及 W 相

齿 126 构成的 W 相定子环 113 的周向 C 相对的截面形状大致呈 L 字状。

各定子环 111、112、113 被连接成, 例如如图 8 所示, 沿着轴线方向 P 叠合各轭 121、123、125。沿着周向 C 按规定顺次(例如, 顺次, U 相齿 122、V 相齿 124、W 相齿 126、V 相齿 124 等)排列各齿 122、124 及 126。在周向 C 相邻的各齿 122、124 之间, 形成了配置 U 相环状绕组 114 的槽。在周向 C 相邻的各齿 124、126 之间, 形成了配置 W 相环状绕组 115 的槽。

各环状绕组 114、115 具有多个的 U 相蛇行部 131 及 W 相蛇行部 132, 所述 U 相蛇行部 131 及 W 相蛇行部 132 是由例如具有规定厚度的平角线构成的、在轴线附近的周面内曲折成曲柄状并绕圈。

各蛇行部 131、132 的周向 C 的宽度即线圈节距, 例如如图 10 所示, 被设定为以电角计为 120° 以下的规定值。各蛇行部 131、132 被设置成向互相不同的方向(即、为互相的相对方向、轴线方向 P 的第一方向及第二方向)突出。沿着周向 C 将 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 配置在相对偏移的位置上, 使得以电角计具有 240° 的相位差。由此, 将两相的各环状绕组 114、115 配置成, 在互相的相对方向上突出的互相的各蛇行部 131、132, 沿着周向 C 交互地排列, 且不相互交叉。

在 U 相蛇行部 131 上配置了一个的 U 相齿 122。在 W 相蛇行部 132 上配置了一个的 W 相齿 126。在周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 131 与 W 相蛇行部 132 之间配置了一个的 V 相齿 124。

由此, 填充在周向 C 上相邻的各齿 122、124 及齿 124、126 之间地配置的两相的各环状绕组 114、115 形成了以电角计为 120° 以下的短矩。

例如如图 11A 所示, 互相具有以电角计为 240° 的相位差(线圈相位差)的两相的各环状绕组 114、115 被接线成 V 字状, 流通有互相为 120° 的相位差的正弦波。由此, 例如在可以忽视漏磁通的情况下, 如图 11C 所示, U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状, 产生与流通有互相为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

例如如图 11B 所示的状态为, 在各蛇行部 131、132 朝向等同的方向(即、轴线方向 P 的第一方向或第二方向)突出的状态下, 将互相具有以电角计为 60° 的相位差的两相的各环状绕组 114、115 接线成 V 字状; 如图 11A 所示的状态为, 在各蛇行部 131、132 朝向互相不同的方向(即、轴线方

向 P 的第一方向及第二方向)突出的状态下,将互相具有以电角计为 240° 的相位差的两相的各环状绕组 114、115 接线成 V 字状;上述两个状态相同地,在流通有互相为 120° 的相位差的正弦波时,例如在可以忽视漏磁通的情况下,如图 11C 所示, U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状,可以产生与流通有互相为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

即,三相的马达的电压方程式,例如如果忽视相电阻,则由各相电压指令值 V_u 、 V_v 、 V_w ,与各相电流 I_u 、 I_v 、 I_w ,与各相的自感系数 L 、与互感系数 M 、与转子的旋转角速度 ω 、与感应电压 Ke ,如下述公式(1)所示。

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L & M & M \\ M & L & M \\ M & M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} + \omega Ke \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ \sin \left(\omega t - \frac{2}{3}\pi \right) \\ \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \approx \frac{d}{dt} L \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} + \omega Ke \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ \sin \left(\omega t - \frac{2}{3}\pi \right) \\ \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

在上述公式(1)中,由于可以通过任意两个的相电流来表述各相电流 I_u 、 I_v 、 I_w ,例如如果通过 U 相电流 I_u 及 W 相电流 I_w 来表述而消去 V 相电流 I_v ,则各相电压指令值 V_u 、 V_v 、 V_w 的线间电压(例如, U 相-V 相间的线间电压 $V_{uv} (=V_u - V_v)$ 与 W 相-V 相间的线间电压 $V_{wv} (=V_w - V_v)$),如下述公式(2)所示。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} V_{uv} \\ V_{wv} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L & M & M \\ M & L & M \\ M & M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \omega Ke \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ \sin \left(\omega t - \frac{2}{3}\pi \right) \\ \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \\ &= \frac{d}{dt} (L-M) \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega Ke \begin{bmatrix} \sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right) \\ \sqrt{3} \cos \omega t \end{bmatrix} \approx \frac{d}{dt} L \begin{bmatrix} 3 & 1.5 \\ 1.5 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega Ke \begin{bmatrix} \sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right) \\ \sqrt{3} \cos \omega t \end{bmatrix} \quad \dots (2) \end{aligned}$$

在上述公式（1）所示的三相（U相、V相、W相）的马达的电压方程式中，例如除去V相组成的模式如下述公式（3）所示。

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_w \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L & M \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \approx \frac{d}{dt} L \begin{bmatrix} 1 & -0.5 \\ -0.5 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

上述公式（3）所示的模式，如果使W相的绕组的方向反转（即，使转子的旋转方向反转），如下述公式（4）所示。

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_w \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L & -M \\ -M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ -\sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \approx \frac{d}{dt} L \begin{bmatrix} 1 & 0.5 \\ 0.5 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sin \omega t \\ -\sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

上述公式（4）所示的模式，如果使各绕组的匝数n改变到（ $\sqrt{3}$ ）倍，则如下述公式（5）所示。

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_w \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} 3 \begin{bmatrix} L & -M \\ -M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sqrt{3} \sin \omega t \\ -\sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \approx \frac{d}{dt} L \begin{bmatrix} 3 & 1.5 \\ 1.5 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sqrt{3} \sin \omega t \\ -\sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{2}{3}\pi \right) \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

上述公式（5）所示的模式，只使感应电压的相位的角度原点移动90度（ $=\pi/2$ ），如果替换进U相的组成与W相的组成，则如下述公式（6）所示，变得与上述公式（2）相同。

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_w \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} 3 \begin{bmatrix} L & -M \\ -M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right) \\ \sqrt{3} \cos \omega t \end{bmatrix} \approx \frac{d}{dt} L \begin{bmatrix} 3 & 1.5 \\ 1.5 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_w \end{bmatrix} + \omega K_e \begin{bmatrix} \sqrt{3} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right) \\ \sqrt{3} \cos \omega t \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

本实施方式的定子110具有上述的结构。然后，参考附图对于该定子110的制造方法进行说明。

首先，例如图9及图20所示，使两相的U相环状绕组114及W相环

状绕组 115 成形为曲柄状,使得线圈节距以电角计成为 120° 以下的规定值,来形成多个的 U 相蛇行部 131 及 W 相蛇行部 132。然后,使各蛇行部 131、132 朝着两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 的互相的相对方向(即,轴线方向 P 的第一方向及第二方向)突出,与轴线同轴地配置各环状绕组 114、115。

将具有朝轴线方向 P 的第一方向突出的多个的 W 相齿 126 的 W 相定子环 113 配置在与轴线同轴的规定位置。

然后,使 W 相环状绕组 115 从轴线方向 P 的第二方向朝第一方向相对于 W 相定子环 113 移动,将 W 相定子环 113 的多个的 W 相齿 126 相对插入 W 相环状绕组 115 的多个的 W 相蛇行部 132 内。

然后,在与轴线同轴地配置的状态下,使 V 相定子环 112 从轴线方向 P 的第二方向朝第一方向相对于 W 相环状绕组 115 移动,将 V 相定子环 112 的规定数(例如两个)的 V 相齿 124 相对插入到在 W 相环状绕组 115 的周向 C 上相邻的 W 相蛇行部 132 之间。将 W 相定子环 113 的 W 相轭 125 与 V 相定子环 112 的 V 相轭 123 沿着轴线方向 P 叠合连接。

然后,使 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 互相具有以电角计为 240° 的相位差,沿着周向 C 将 U 相环状绕组 114 配置在相对于 W 相环状绕组 115 相对偏移的位置上,在该状态下,使 U 相环状绕组 114 从轴线方向 P 的第二方向朝第一方向相对于 W 相环状绕组 115 移动。接着,沿着周向 C 交互地排列在互相的相对方向上突出的互相的各蛇行部 131、132,并且,互相不交叉地配置两相的各环状绕组 114、115,将 U 相蛇行部 131 插入在周向 C 上相邻的 V 相齿 124 之间。

然后,在与轴线同轴配置的状态下,使 U 相定子环 111 从轴线方向 P 的第二方向朝第一方向相对于 U 相环状绕组 114 移动,将 U 相定子环 111 的各 U 相齿 122 相对插入到 U 相环状绕组 114 的各 U 相蛇行部 131 内,将 V 相定子环 112 的 V 相轭 123 与 U 相定子环 111 的 U 相轭 121 沿着轴线方向 P 叠合连接。

根据第二实施方式的定子 110,通过互相具有以电角计为 240° 或以电角计为 60° 的相位差(线圈相位差),被接线成 V 字状的两相的各环状绕组 114、115,例如 U 相、V 相、W 相的三相绕组可以产生与被接线成

Y字状的三相的定子相等同的旋转磁场。因此,通过减少必要的绕组的相数,可以减少构成定子110所需要的零件数,并可以使定子110的结构简化,同时还可以防止由于各绕组的过渡部的位置干涉,绕组互相交叉而造成的线圈端的高度或马达的轴线方向的尺寸过于增大。

而且,通过沿着周向C,交互地排列在两相的各环状绕组114、115的互相的相对方向上突出的互相的各蛇行部131、132,例如图12所示,可以防止产生互相的各环状绕组114、115彼此位置地干涉并交叉等,可以防止线圈端的高度及定子110的轴线方向P的尺寸增大。

并且,只是通过沿着轴线方向P顺次叠合并交互配置三相的各定子环111、112、113与两相的各环状绕组114、115的简单的操作,可以容易地制造定子110。

第二实施方式的第一变形例

在第二实施方式中,虽然将各环状绕组114、115的各蛇行部131、132的周向C的宽度即线圈节距设定在以电角计为 120° 以下的规定值,但是例如图13所示的第一变形例,特别地,通过将线圈节距设定在以电角计为 120° ,可以使在U相环状绕组114的周向C相邻的U相蛇行部131之间及在W相环状绕组115的周向C相邻的W相蛇行部132之间被相对地插入的V相定子环112的V相齿124的个数单一。

由此,沿着周向C顺次排列W相齿126、V相齿124与U相齿122,各齿126、124、122的周向C的磁极宽度以电角计成为 120° ,可以抑制通电控制的处理内容复杂化。

在这种情况下,例如对于U相蛇行部131,在周向C的一方侧相邻的W相蛇行部132具有以电角计为 240° 的相位差,在周向C的另一方侧相邻的W相蛇行部132具有以电角计为 120° 的相位差。

在第二实施方式中,例如图14及图15所示,通过定子支撑(未图示)被固定在机架110a上的定子110具有各环状绕组114、115与冷却管134、135,所述冷却管134、135使冷却介质在沿着轴线方向P叠合各定子环111、112、113而形成的定子本体之间流通。各冷却管134、135具有沿着各环状绕组114、115的形状的环状形状。

例如,配置两相的各环状绕组114、115从旋转轴线O方向的两侧将

V 相定子环 112 夹住，各两个的冷却管 134、135 被配置在各两相的环状绕组 114、115 与 V 相定子环 112 之间。

例如通过具有相对大的热传导性的铝等的金属或树脂来形成各冷却管 134、135。可以弯曲加工例如截面形状为长方形的方管，来形成各冷却管 134、135，使其成为沿着曲折的各环状绕组 114、115 的形状。或者，也可以弯曲加工每个例如截面形状为圆形的多个圆管，使其成为沿着曲折的各环状绕组 114、115 的形状，沿着径向 R 配置被弯曲加工的多个圆管来构成。

由此，定子 110 的外部，与例如将冷却管配置在收容定子 110 的机架 110a 等的情况相比，可以直接高效地冷却作为通电时的发热源的各环状绕组 114、115 及定子本体。而且，可以使具有沿着各环状绕组 114、115 的形状的形状各冷却管 134、135 的接近配置于各环状绕组 114、115，可以抑制沿着作为通电时的发热源的各环状绕组 114、115 的长度方向产生不均匀的温度分布，并可以进行高效的冷却。

第二实施方式的第二变形例

在第二实施方式中，虽然使各环状绕组 114、115 具有规定的厚度，但并不限于此，例如如上述的第一变形例那样，在将线圈节距设定为以电角计为 120° 的情况下，在周向相邻的各齿 122、124、126 之间的槽安装各环状绕组 114、115 的相数为单相或两相的不均等的情况下，与在安装了单相的 U 相环状绕组 114 或 W 相环状绕组 115 的槽的各环状绕组 114、115 的厚度相比，可以将安装在安装了两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 的槽的各环状绕组 114、115 的厚度设定得更薄。

该第二变形例的定子 110，例如图 16A 所示，在安装了两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 的槽，即在由 U 相齿 122 与 W 相齿 126 形成的槽中，将互相在周向上相邻的各环状绕组 114、115 的厚度 $W2$ 设定得比在其他位置的各环状绕组 114、115 的厚度 $W1$ 薄(例如 $W2 < W1 \div 2 \times W2$)。

例如图 16B 所示，各环状绕组 114、115 如果只具有规定的厚度 $W1$ ，则在对于各槽确保所希望的绕组占空系数时，对应于在周向 C 上相邻的各齿 122、124、126 之间的槽上安装各环状绕组 114、115 的相数，将在

在周向 C 上的各齿 122、124、126 的各重心位置之间的间隔，即齿节距（例如，图 16B 所示的各齿节距 $C1$ 、 $C2$ ）设定得不均等（ $C2 > C1$ ）。对此，在第二变形例中，即使在周向 C 上相邻的各齿 122、124、126 之间的各槽上安装的各环状绕组 114、115 的相数为单相或两相的不均等的情况下，对应于被安装的各环状绕组 114、115 的相数，也没有必要将各齿 122、124、126 的各重心位置之间的间隔 $C0$ 设定得不均等，对于被安装在各槽的各环状绕组 114、115，可以确保所希望的绕组占空系数。因此，可以防止，由于例如在周向 C 的各齿 122、124、126 的相对位置变得不均等而使可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大。

第二实施方式的第三变形例

在第二实施方式中，虽然使与各齿 122、124、126 的径向 R 相对的截面形状大致为长方形状，各环状绕组 114、115 曲折成曲柄状，但并不限于此，例如图 17A 所示，可以在轴线附近的周面内，对于各齿 122、124、126 的拐角部，在轴线方向 P 上相邻的一方的拐角部上形成倒角形状的倒角部 136，在另一方的拐角部上具有：随着向周向突出并且从一方的拐角部离开，周向的突出量向增大的倾向变化的扩张部 137。

在该第三变形例中，填充到沿着周向配置的各齿 122、124、126 之间而配置的各环状绕组 114、115，因为沿着形成在各齿 122、124、126 的拐角部的倒角部 136 平滑地弯曲，例如图 17B 所示，所以在与径向 R 相对的截面形状大致为长方形状的各齿 122、124、126 的拐角部上，与各环状绕组 114、115 弯曲的情况相比，可以抑制被设置在各环状绕组 114、115 的表面的绝缘被膜损伤。

而且，对于具有倒角部 136 的拐角部，在轴线方向上相邻的拐角部上设置的扩张部 137，例如具有沿着弯曲的各环状绕组 114、115 的外周侧的形状的形状，随着从一方的拐角部离开，周向的突出量向增大的倾向变化。由此，可以扩大齿表面的磁路面积。

在第三变形例中，例如图 18 所示，通过在各齿 122、124、126 的拐角部与扩张部 137 之间设置槽部 138，可以防止通过扩张部 137 产生磁通短路。

第二实施方式的第四变形例

以下，对于第二实施方式的第四变形例的定子 110 进行说明。

在第四变形例的定子 110 中，例如图 19 及图 20A 所示，两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115，线圈节距以电角计为 120° ，具有多个的 U 相蛇行部 131 及 W 相蛇行部 132。各蛇行部 131、132 具有例如弯曲成规定钝角的四个弯曲部 139，在轴线附近的周面内具有互相对称的两个斜边（例如，对于轴线方向 P 只倾斜规定角度 θ 的斜边）。

同时，插入 U 相蛇行部 131 的 U 相齿 122 及插入 W 相蛇行部 132 的 W 相齿 126 形成为与径向 R 相对的截面形状大致为梯形的形状。被插入到在 U 相环状绕组 114 的周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 131 之间、及在 W 相环状绕组 115 的周向 C 上相邻的 W 相蛇行部 132 之间的 V 相齿 124，形成为与径向 R 相对的截面形状大致为平行四边形的形状。

在安装了两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 的槽，即是由 U 相齿 122 与 W 相齿 126 形成的槽中，将互相在周向上相邻的各环状绕组 114、115 的厚度 $W2$ 设定得比在其他位置的各环状绕组 114、115 的厚度 $W1$ 薄（例如 $W2 < W1 \approx 2 \times W2$ ）。

在第四变形例中，通过曲折的各环状绕组 114、115，例如图 20B 所示，与曲折成曲柄状的各环状绕组 114、115 相比，可以几乎没有使各环状绕组 114、115 的电感发生变化，缩短绕组长度、降低铜损。

即，如图 20A、图 20B 所示，通过沿着周向 C 的各环状绕组 114、115 的长度 $(a+b)$ 、 $(A+B)$ 与、在各齿 122、124、126 的之间的各环状绕组 114、115 的长度 d 、 D ，对于曲折的各环状绕组 114、115，单极长度为 $(A+B+2 \times D)$ ，对于弯折成曲柄状的各环状绕组 114、115，单极长度为 $(a+b+2 \times d)$ 。

此处， $d=D \times \cos\theta$ ，且， $a+b=A+B+2 \times D \times \sin\theta$ ，且因为 $(0^\circ < \theta < 90^\circ)$ ， $(a+b+2 \times d)=A+B+2 \times D \times (\sin\theta + \cos\theta) > (A+B+2 \times D)$ 。

例如图 21 所示，具有第四变形例的定子 110 的凸极型马达 140 的转子 141 是作为磁场利用永磁铁 142 的永磁铁式转子，将多个永磁铁 142 在周向上以规定的间隔配置在转子本体 43 的外周面上。

配置各永磁铁 142，使得例如在径向上被磁化，在周向上相邻的永磁铁 142、142 的磁化方向互相成为相反方向。即被配置成，在外周侧为 N

极的永磁铁 142 上, 相邻连接外周侧为 S 极的其他的永磁铁 142。

在各永磁铁 142 的外周面上设置了表面轭 44, 所述表面轭 44 形成了与定子 110 的各齿 122、124、126 的前端部相对的相对面。

例如图 19 所示, 在转子本体 43 的外周面上, 各永磁铁 142 被设定为, 对于转子 141 的旋转轴线 O 方向只倾斜规定角度, 在定子 110 上, 对于安装了两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 的槽, 即对于由 U 相齿 122 与 W 相齿 126 形成的槽大致平行。

根据该凸极型马达 140, 通过作为定子 110 整体增加槽与永磁铁 142 在不同方向上倾斜的状态数, 可以抑制齿槽转矩或转矩脉动的产生。

第二实施方式的第五变形例

在第四变形例中, 虽然将各永磁铁 142、与安装了两相的 U 相环状绕组 114 及 W 相环状绕组 115 的槽设定为大致平行, 但并不限于此, 例如图 22 及图 23 所示, 可以将在转子本体 43 的外周面上各永磁铁 142 设定为: 在定子 110 上, 与安装了单相的 U 相环状绕组 114 或 W 相环状绕组 115 的槽即由 U 相齿 122 与 V 相齿 124 形成的槽、或者由 V 相齿 124 与 W 相齿 126 形成的槽大致平行。

根据第五实施例的凸极型马达 140, 可以作为定子 110 整体增加槽与永磁铁 142 成为大致等同的方向的状态数, 能够使可以输出的最大转矩增大。

第三实施方式

以下, 参考附图对于本发明的定子的第三实施方式进行说明。

在该第三实施方式的定子 50 中, 与上述第二实施方式的定子 110 不同之处在于: U 相环状绕组 54 及 W 相环状绕组 55 不具有各 U 相蛇行部 131 及 W 相蛇行部 132 这一点。

以下, 对于与第二实施方式相同的部分简略或省略其说明。

例如图 24 及图 25 所示, 本实施方式的定子 50 包括: 每个由 U 相、V 相及 W 相构成的三相的各相的 U 相定子环 51、V 相定子环 52、W 相定子环 53、由 U 相及 W 相构成的两相的 U 相环状绕组 54 及 W 相环状绕组 55。

U 相定子环 51 具有大致为圆环状的 U 相后轭 61 与钩爪状的 U 相爪

状诱导极（齿）62，所述U相爪状诱导极（齿）62从在该U相后轭61的内周部的周向上相隔规定间隔的位置，朝向径向内方突出，并且随着从基端侧向前端侧，向轴线方向的一方弯曲并延伸。

U相爪状诱导极62，例如，与周向相对的截面形状大致形成为L形状，并且与径向相对的截面形状形成为至少具有以电角计为 180° 以下的规定的周向宽度（例如，以电角计相当于 120° 的宽度）Cu的大致长方形形状。

V相定子环52具有大致为圆环状的V相后轭63与两钩爪状的V相爪状诱导极（齿）64，所述V相爪状诱导极（齿）64从在该V相后轭63的内周部的周向上相隔规定间隔的位置，朝向径向内方突出，并且随着从基端侧向前端侧，向轴线方向的一方及另一方延伸。

V相爪状诱导极64，例如，与周向相对的截面形状大致形成为T形状，并且与径向相对的截面形状形成为至少具有以电角计为 180° 以下的规定的周向宽度（例如，以电角计相当于 120° 的宽度）Cv的大致长方形形状。

W相定子环53具有例如与U相定子环51等同的形状，具有大致为圆环状的W相后轭65与钩爪状的W相爪状诱导极（齿）66，所述W相爪状诱导极（齿）66从在该W相后轭65的内周部的周向上相隔规定间隔的位置，朝向径向内方突出，并且随着从基端侧向前端侧，向轴线方向的另一方弯曲并延伸。

W相爪状诱导极66，例如，与周向相对的截面形状大致形成为L形状，并且与径向相对的截面形状形成为至少具有以电角计为 180° 以下的规定的周向宽度（例如，以电角计相当于 120° 的宽度）Cw的大致长方形形状。

各定子环51、52、53，被配置成与轴线P同轴，沿着轴线方向被顺次叠合，并且沿着周向顺次排列各爪状诱导极62、64、66。在U相后轭61的轴向端面与V相后轭63的另一方的轴向端面抵接时，从轴线方向的两侧，通过在轴线方向上预制规定的间隔而被配置的各爪状诱导极62、64的基端部彼此将其夹住，来固定U相环状绕组54。在V相后轭63的一方的轴向端面与W相后轭65的轴向端面抵接时，从轴线方向的两侧，通过

在轴线方向上预制规定的间隔而被配置的各爪状诱导极 64、66 的基端部彼此将其夹住，来固定 W 相环状绕组 55。

在这种情况下，各定子环 51、52、53 互相具有以电角计为 180° 以下的规定的相位差（例如，在图 24 及图 25 所示的定子 50 中，以电角计为 120° 的相位差）。

互相具有以电角计为 120° 的相位差（线圈相位差）的两相的各环状绕组 54、55，与上述的图 11A 所示的第二实施方式的各环状绕组 114、115 相同地，被接线成 V 字状，通过流通有互相为 120° 的相位差的正弦波，例如在可以忽视漏磁通的情况下，如图 11C 所示，U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状，产生与流通有互相为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

在第三实施方式中，虽然将各爪状诱导极 62、64、66 的周向宽度 C_u 、 C_v 、 C_w 设定为互相具有等同的以电角计相当于 120° 的宽度，但是并不限于此，与第一实施方式相同地，例如图 26 所示，可以将各周向宽度 C_u 、 C_v 、 C_w 设定为至少以电角计为 180° 以下的规定的周向宽度（例如， $C_u=C_w=90^\circ$ [电角]、 $C_v=180^\circ$ [电角]），且，各周向宽度 C_u 、 C_v 、 C_w 的和以电角计成为 360° 。

而且，在第二及第三实施方式中，各定子 110、50 具有各定子环 111、112、113 或定子环 51、52、53，但是并不限于此，也可以将各定子环 111、112、113、51、52、53 分割成多个的定子片来形成。

也可以使各定子 110、50 的每个相具有多个的定子片，对于规定的相对配置状态的两相的环状绕组 114、115 或环状绕组 54、55，将多个的定子片安装在规定位置，通过固定在每个相上形成环状的定子构件。

第四实施方式

以下，参考附图对于本发明的定子及马达的第四实施方式进行说明。

而且，对于本实施方式的定子 210、定子 210 所具有的 U 相定子环 211、V 相定子环 212、W 相定子环 213、U 相环状绕组 214、W 相环状绕组 215，与第二实施方式的定子 110、定子 110 所具有的 U 相定子环 111、V 相定子环 112、W 相定子环 113、U 相环状绕组 114、W 相环状绕组 115 的结构相同，此处省略其说明。

对于本实施方式的 U 相定子环 211 所具有的 U 相后轭 221、U 相齿 222；V 相定子环 212 所具有的 V 相后轭 223、V 相齿 224；及 W 相定子环 213 所具有的 W 相后轭 225、W 相齿 226，也与第二实施方式的 U 相后轭 121、U 相齿 122、V 相后轭 123、V 相齿 124、及 W 相后轭 125、W 相齿 126 的结构相同，此处省略其说明。

在本实施方式中，各定子环 211、212、213 的各齿 222、224、226，例如相互具有等同的轴向宽度，在周向 C 相邻的各齿 222、224 及 224、226 被配置于相互在轴线方向 P 上偏移的位置。由此，通过这些各齿 222、224 及 224、226 彼此形成阶梯部 233。例如图 27 所示，对于 V 相齿 224，U 相齿 222 被配置于轴线方向 P 的一方侧上偏移一段的位置，对于 V 相齿 224，W 相齿 226 被配置于轴线方向 P 的另一方侧上偏移一段的位置。

各环状绕组 214、215 具有：例如在轴线周围的周面内曲折成曲柄状并绕圈的，多个的 U 相蛇行部 231 及 W 相蛇行部 232。

各蛇行部 231、232 的周向 C 的宽度即线圈节距，例如图 27 所示，被设定在以电角计为 120° 以下的规定值。设定各蛇行部 231、232，使得向相互不同的方向（即、为相互的相对方向、轴线方向 P 的一方及另一方）突出，沿着周向 C 将 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 配置在相对偏移的位置上，使得以电角计具有 240° 的相位差。由此，将两相的各环状绕组 214、215 配置成，在相互的相对方向上突出的相互的各蛇行部 231、232，沿着周向 C 交互地排列，且不相互交叉。

在 U 相环状绕组 214 的 U 相蛇行部 231 上配置了 U 相定子环 211 的一个 U 相齿 222。在 W 相环状绕组 215 的 W 相蛇行部 232 上配置了 W 相定子环 213 的一个 W 相齿 226。在周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 231 与 W 相蛇行部 232 之间配置了 V 相定子环 212 的一个 V 相齿 224。

例如图 27 所示，对于被配置在周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 231 与 W 相蛇行部 232 之间的 V 相齿 224，相邻的 U 相齿 222 被相对地配置在轴线方向 P 的一方侧（第一侧）上偏移一段的位置。因此，在形成于 V 相齿 224 的第一侧的阶梯部 233 上，配置了连接在周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 231 间的 U 相环状绕组 214 的 U 相过渡部 213a。对于被配置在周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 231 与 W 相蛇行部 232 之间的 V 相齿 224，相邻的 W

相齿 226 被相对地配置在轴线方向 P 的另一方侧（第二侧）上偏移一段的位置。因此，在形成于 V 相齿 224 的第二侧的阶梯部 233 上，配置了连接在周向 C 上相邻的 W 相蛇行部 232 间的 W 相环状绕组 215 的 W 相过渡部 232a。

即，沿着周向 C 顺次排列：只在轴线方向 P 的第二侧叠合 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 而被配置的 U 相齿 222；在轴线方向 P 的第一侧配置 U 相环状绕组 214、在第二侧配置 W 相环状绕组 215 的 V 相齿 224；只在轴线方向 P 的第一侧叠合 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 而被配置的 W 相齿 226。此时，使 U 相齿 222 朝向轴线方向 P 的第一侧即不存在各环状绕组 214、215 的一侧，相对地突出一段只与单一的 U 相环状绕组 214 的粗细等同的高度，且，使 W 相齿 226 朝向轴线方向 P 的第二侧即不存在各环状绕组 214、215 的一侧，相对地突出一段只与单一的 W 相环状绕组 215 的粗细等同的高度。

由此，通过将在周向 C 上相邻的 U 相齿 222 及 V 相齿 224 配置在相互在轴线方向 P 上偏移的位置上，形成了第一侧及第二侧的阶梯差部 233（即形成于 V 相齿 224 的第一侧的阶梯差部 233 与形成于 U 相齿的第二侧的阶梯差部 233），在所述阶梯差部 233 上配置了 U 相环状绕组 214 的各 U 相过渡部 231a 及 U 相蛇行部 231 的一部分（即，过渡部 231b）。通过将在周向 C 上相邻的 V 相齿 224 及 W 相齿 226 配置在相互在轴线方向 P 上偏移的位置上，形成了第一侧及第二侧的阶梯差部 233（即形成于 W 相齿的第一侧的阶梯差部 233 与形成于 V 相齿 224 的第二侧的阶梯差部 233），在所述阶梯差部 233 上配置了 W 相环状绕组 215 的各 W 相蛇行部 232 的一部分（即，过渡部 232b）及 W 相过渡部 232a。

填充在周向 C 上相邻的各齿 222、224 之间或齿 224、226 之间地配置的两相的各环状绕组 214、215，防止各齿 222、224、226 与各环状绕组 214、215 在轴线方向 P 上过度分离，同时形成了以电角计为 120° 以下的短矩。

与第二实施方式的各环状绕组 114、115 相同地，例如图 11A 所示，相互具有以电角计为 240° 的相位差（线圈相位差）的两相的各环状绕组 214、215 被接线成 V 字状，通过流通有相互为 120° 的相位差的正弦波，

例如在可以忽视漏磁通的情况下,如图 11C 所示,U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状,产生与流通有相互为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

例如图 11B 所示的状态为,在各蛇行部 231、232 朝向等同的方向(即、轴线方向 P 的一方或另一方)突出的状态下,将相互具有以电角计为 60° 的相位差的两相的各环状绕组 214、215 接线成 V 字状;如图 11A 所示的状态为,在各蛇行部 231、232 朝向相互不同的方向(即、轴线方向 P 的一方及另一方)突出的状态下,将相互具有以电角计为 240° 的相位差的两相的各环状绕组 214、215 接线成 V 字状;上述两个状态相同地,在流通有相互为 120° 的相位差的正弦波时,例如在可以忽视漏磁通的情况下,如图 11C 所示,U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状,可以产生与流通有相互为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

三相(U 相、V 相及 W 相)的马达的电压方程式与第二实施方式相同地如上述公式(1)所述。

与第二实施方式相同地,各相电压指令值 V_u 、 V_v 、 V_w 的线间电压(例如,U 相-V 相间的线间电压 $V_{uv}(=V_u-V_v)$ 与 W 相-V 相间的线间电压 $V_{wv}(=V_w-V_v)$),如上述公式(2)所示。

与第二实施方式相同地,在上述公式(1)所示的三相(U 相、V 相及 W 相)的马达的电压方程式中,例如除去 V 相组成的模型如上述公式(3)所示。

与第二实施方式相同地,上述公式(3)所示的模型,如果使 W 相的绕组的方向反转(即,使转子的旋转方向反转),如上述公式(4)所示。

与第二实施方式相同地,上述公式(4)所示的模型,如果使各绕组的匝数 n 改变到 $(\sqrt{3})$ 倍,则如上述公式(5)所示。

与第二实施方式相同地,上述公式(5)所示的模型,使感应电压的相位的角度原点只移动 $90^\circ(=\pi/2)$,如果替换进 U 相的组成与 W 相的组成,则如上述公式(6)所示,变得与上述公式(2)相同。

第四实施方式的定子 210 具有上述结构。对于该定子 210 的制造方法,由于与第二实施方式的定子 110 相同,所以省略其说明。

根据第四实施方式的定子 210, 对应于三相的各齿 222、224、226 与两相的各环状绕组 214、215 的配置状态, 通过设定在轴线方向 P 的各齿 222、224、226 的位置, 可以防止线圈端的高度及定子的轴线方向的尺寸增大, 并且防止绕组长度增加降低铜损。

例如图 29 所示, 在沿着轴线方向 P 叠合具有各蛇行部 231、232 的两相的各环状绕组 214、215 而被配置的状态下, 如果将三相的各齿 222、224、226 的轴线方向 P 的位置设定在等同的位置上, 则定子的轴线方向 P 的宽度 β 是: 至少在各齿 222、224、226 的轴线方向 P 的宽度上, 加上在齿 222、224、226 的轴线方向 P 的端部上被叠合配置的各两相的各环状绕组 214、215 的粗细 (即, 四条的环状绕组的粗细), 而得到的值。

对此, 只要可以适当地设定三相的齿 222、224、226 的轴线方向 P 的位置, 就能够使定子 210 的轴线方向 P 的宽度 α ($\alpha < \beta$), 降低到在各齿 222、224、226 的轴线方向 P 的宽度上加上了两相的各环状绕组 214、215 的粗细 (即, 两条的环状绕组的粗细) 的值。

第四实施方式的第一变形例

在第四实施方式中, 虽然各齿 222、224、226 被配置在相互在轴线方向 P 上偏移的位置, 但是并不限于此, 例如图 30A 及图 31A 所示, 可以将连接在各轭 221、223、225 上的各齿 222、224、226 的至少基端部的位置设定在相互在轴线方向 P 上偏移的位置, 将形成与转子 (未图示) 相对的转子对向部的各齿 222、224、226 的前端部的位置, 设定在轴线方向 P 的等同的位置上。

在例如图 31A 所示的第一变形例中, 只在轴线方向 P 的第二侧叠合 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 而被配置的 U 相齿 222, 在其上形成了倾斜部 222c, 使得沿着径向 R, 随着从前端部 222a 朝向基端部 222b, U 相齿 222 的轴向宽度不发生变化, 在轴线方向 P 上的 U 相齿 222 的位置, 朝向轴线方向 P 的第一侧、即不存在各环状绕组 214、215 的一侧逐渐偏移。

只在轴线方向 P 的第一侧叠合 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 而被配置的 W 相齿 226, 在其上形成了倾斜部 226c, 使得沿着径向 R, 随着从前端部 226a 朝向基端部 226b, W 相齿 226 的轴向宽度不发生变化,

在轴线方向 P 上的 W 相齿 226 的位置，朝向轴线方向 P 的第二侧、即不存在各环状绕组 214、215 的一侧逐渐偏移。

形成了在轴线方向 P 的第一侧上配置了 U 相环状绕组 214、在第二侧上配置了 W 相环状绕组 215 的 V 相齿 224，使得沿着径向 R，随着从前端部朝向基端部，V 相齿 224 的轴向宽度不发生变化，在轴线方向 P 上的 V 相齿 224 的位置不发生变化。

由此，与各 U 相齿 222 及 W 相齿 226 的周向 C 相对的截面形状大致呈平行四边形，与 V 相齿 224 的周向 C 相对的截面形状大致呈长方形。

在第一变形例中，例如图 30B 及图 31B 所示，三相的各齿 222、224、226 的轴线方向 P 的位置被设定在等同的位置上，与在该状态下的定子的轴线方向 P 的宽度 β 相比，使定子 210 的轴线方向 P 的宽度 α ($\alpha < \beta$)，降低到在各齿 222、224、226 的轴线方向 P 的宽度上加上了两相的各环状绕组 214、215 的粗细（即，两条的环状绕组的粗细）的值。

而且，由于可以将形成与转子（未图示）相对的转子对向部的各齿 222、224、226 的前端部，设定在轴线方向 P 的等同的位置上，所以通过各齿 222、224、226 的在轴线方向 P 的位置相互偏移，可以防止转子的轴向宽度增大。

在第四实施方式中，虽然将各环状绕组 214、215 的各蛇行部 231、232 的周向 C 的宽度即线圈节距，设定在以电角计为 120° 以下的规定值，但是例如图 30A 及图 31A 所示，特别地，通过将线圈节距设定在以电角计为 120° ，可以使在 U 相环状绕组 214 的周向 C 相邻的 U 相蛇行部 231 间及在 W 相环状绕组 215 的周向 C 相邻的 W 相蛇行部 232 间被相对地插入的 V 相定子环 212 的 V 相齿 224 的个数单一。由此，沿着周向 C 顺次排列 W 相齿 226、V 相齿 224 与 U 相齿 222，各齿 222、224、226 的周向磁极宽度以电角计成为 120° ，可以抑制通电控制的处理内容复杂化。

第四实施方式的第二变形例

在第四实施方式中，虽然各齿 222、224、226 对于径向 R 的截面形状大致形成为长方形状，但是并不限于此，如图 32A 及图 33 所示，在例如将线圈节距设定在以电角计为 120° 的情况下，在周向相邻的各齿 222、224、226 之间的槽安装的各环状绕组 214、215 的相数为单相或两相的不

均等的情况下,槽 241 安装了两相的 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215,可以使形成该槽 241 的 U 相齿 222 及 W 相齿 226,即沿着轴线方向 P 的阶梯差部 233 的大小最大的 U 相齿 222 及 W 相齿 226,形成为例如与径向 R 相对的截面形状大致呈梯形,形成具有对于轴线方向 P 倾斜且相互平行的斜面 222A、226A, U 相齿 222 及 W 相齿 226 彼此间的槽 241 也可以被设定为对于轴线方向 P 倾斜(例如,图 33 所示的倾斜方向 PS 对于轴线方向 P 倾斜)。

在第二变形例中,各齿 222、224、226,在周向 C 上的各重心位置间的间隔即线圈节距(例如,图 32A 所示的各齿节距 P_a)被设定为均等($P_a=P_a$)的状态下,对于各槽 241、242、243 的宽度即在与各槽 241、242、243 正交的方向上的相邻各齿 222、224、226 间的间隔,与安装了单相的 U 相环状绕组 214 或 W 相环状绕组 215 的槽 242、243 的宽度 P_A 相比,安装了两相的 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 的槽 241 的宽度 P_B 被设定得更大(例如, $P_A < P_B \doteq 2 \times P_A$)。

例如图 33 所示,在安装了单相的 U 相环状绕组 214 或 W 相环状绕组 215 的各槽 242、243 中,如图 34A 所示,沿着轴线方向 P 来观察时的各槽 242、243 的截面形状大致呈长方形。与此相对,例如图 33 所示,在安装了两相的 U 相环状绕组 214 及 W 相环状绕组 215 的槽 241 中,如图 34B 所示,沿着倾斜方向 PS 来观察时的槽的截面形状大致呈长方形。而且,各槽 242、243 的截面面积与槽 241 的截面面积的面积之比被设定成大致为 1:2。

根据第二变形例的定子 210,例如图 32B 所示,在只设置了与轴线方向 P 平行的槽的情况下,在对于各槽保证所希望的绕组占空系数时,对应于在周向 C 上相邻的各齿 222、224、226 之间的槽上安装的各环状绕组 214、215 的相数,将在周向 C 上的各齿 222、224、226 的各重心位置之间的间隔,即齿节距(例如,图 32B 所示的各齿节距 P_b 、 P_c)设定得不均等($P_b > P_c$)。对此,即使在周向 C 上相邻的各齿 222、224、226 之间的各槽 241、242、243 上安装的各环状绕组 214、215 的相数为单相或两相的不均等的情况下,对应于被安装的各环状绕组 214、215 的相数,也没有必要将各齿 222、224、226 的各重心位置之间的间隔设定得不均等,

对于被安装在各槽 241、242、243 上的各环状绕组 214、215，可以保证所希望的绕组占空系数，可以防止：由于例如在周向 C 的各齿 222、224、226 的相对位置变得不均等而使可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大。

而且，在对于轴线方向 P 倾斜的槽 241 中，可以将槽 241 的截面形状设定成具有与轴线方向 P 平行的槽 242、243 同样截面形状的大致呈长方形。

因此，没有必要使用具有特别的截面形状的环状绕组，可以由具有平角线等简单的截面形状的各环状绕组 214、215，来保证所希望的绕组占空系数。

具备第四实施方式、第四实施方式的第一变形例及第二变形例的定子 210 的凸极型马达 250 的转子 251，例如图 35、图 36、图 37A 及图 37B 所示，是利用永磁铁 252 来作为磁场的永磁铁式转子，在转子本体 253 的外周部附近的内部，在周向上相隔规定间隔贯穿设置了沿着旋转轴线 O 方向延伸多个磁铁安装孔 254。

被安装在各磁铁安装孔 254 上的永磁铁 252 例如在径向上被磁化。在周向上相隔规定间隔而被设置的多个永磁铁 252，被配置成相邻的永磁铁 252 的磁化方向为相互相反的方向，即，在外周侧为 N 极的永磁铁 252 上相邻连接外周侧为 S 极的其他的永磁铁 252。

沿着旋转轴线 O 方向叠合每个三相的各相的 U 相定子环 211、V 相定子环 212 及 W 相定子环 213，对于这样连接的定子本体 210a，设定沿着旋转轴线 O 方向的永磁铁 252 的厚度 L_a ，比沿着旋转轴线 O 方向的三相的各齿 222、224、226 的轴向有效长度 L_b 小 ($L_a < L_b$)。在转子本体 253 的外周部上，形成了与各齿 222、224、226 的内周侧的前端部相对的对向部 255。对于该对向部 255，沿着旋转轴线 O 方向的对向部 255 的厚度，在沿着旋转轴线 O 方向的永磁铁 252 的厚度 L_a 以上，且，在三相的各齿 222、224、226 的轴向有效长度 L_b 以下，被设定成例如与三相的各齿 222、224、226 的轴向有效长度 L_b 等同的厚度。

被设置在周向上相邻的各磁铁安装孔 254 之间的、与对向部 255 相连接的转子凸极部 256 被形成为，随着从径向的内周侧朝向外周侧，沿着旋

转轴线 O 方向的厚度例如从厚度 La 到厚度 Lb 向增大倾向变化。

例如图 38 与图 39 所示,与在周向 C 的各永磁铁 252 的长度相对应的极弧角 α 、与作为在周向 C 的各转子凸极部 256 的长度的凸极宽度 β ,被设定成具有转矩密度极大的适当的值 α_0 , β_0 。

根据该凸极型马达 250,与将例如沿着旋转轴线 O 方向的永磁铁 252 的厚度设定成与沿着旋转轴线 O 方向的定子本体 210a 的厚度相等同的情况相比,随着沿着旋转轴线 O 方向的永磁铁 252 的厚度 La 变得比三相的各齿 222、224、226 的轴向有效长度 Lb 小,通过使例如沿着周向 C 的永磁铁 252 的长度或沿着径向 R 的永磁铁 252 的厚度增大,可以使转子 251 的永磁铁 252 与定子 210 的各齿 222、224、226 之间的磁场磁通的磁通量不发生变化,可以降低转子 251 的重量。

第五实施方式

以下,参考附图对于本发明的定子的第五实施方式进行说明。

对于本实施方式的定子 310、定子 310 所具有的 U 相定子环 311、V 相定子环 312、W 相定子环 313、U 相环状绕组 314、W 相环状绕组 315,与第二实施方式的定子 110、定子 110 所具有的 U 相定子环 111、V 相定子环 112、W 相定子环 113、U 相环状绕组 114、W 相环状绕组 115 的结构相同,此处省略其说明。

对于本实施方式的 U 相定子环 311 所具有的 U 相后轭 321、U 相齿 322; V 相定子环 312 所具有的 V 相后轭 323、V 相齿 324; 及 W 相定子环 313 所具有的 W 相后轭 325、W 相齿 326,也与第二实施方式的 U 相后轭 121、U 相齿 122、V 相后轭 123、V 相齿 124、及 W 相后轭 125、W 相齿 126 的结构相同,此处省略其说明。

在本实施方式中,沿着轴线方向 P 叠合各轭 321、322、323,来连接各定子环 311、312、313。然后,例如图 40 所示,按规定顺序(例如,顺次, U 相齿 322、V 相齿 324、W 相齿 326 等)沿着周向 C 排列多个的齿 322、324 及 326。在周向 C 相邻的各齿 322、324 之间,形成了配置单相的 U 相环状绕组 314 的槽。在周向 C 相邻的各齿 324、326 之间,形成了配置单相的 W 相环状绕组 315 的槽。在周向 C 相邻的各齿 322、326 之间,形成了配置两相的 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 的槽。

各定子环 311、312、313 的各齿 322、324、326 具有例如相互等同的轴向宽度及周向宽度。在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔（即，各槽的周向宽度）被设定成，与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值（例如，与条数成比例的值）。即，将配置了单一的各环状绕组 314、315 的各齿 322、324 间及各齿 324、326 间的间隔 C1，设定成比配置了两相的各环状绕组 314、315 的各齿 322、326 间的间隔 C2 小的值（例如，各齿 322、326 间的间隔 C2 的 1/2 的值等）。

各环状绕组 314、315 具有：例如在轴线周围的周面内曲折成曲柄状并绕圈的，多个的 U 相蛇行部 331 及 W 相蛇行部 332。

各蛇行部 331、332 的周向 C 的宽度即线圈节距，例如如图 40 所示，被设定为以电角计为 120° 。各蛇行部 331、332 被设置成向相互不同的方向（即、为相互的相对方向、轴线方向 P 的一方及另一方）突出。沿着周向 C 将 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 配置在相对偏移的位置上，使得具有以电角计为 240° 的相位差。由此，例如对于 U 相蛇行部 331，在周向 C 的一方侧相邻的 W 相蛇行部 332 具有以电角计为 240° 的相位差，在周向 C 的另一方侧相邻的 W 相蛇行部 332 具有以电角计为 120° 的相位差。将两相的各环状绕组 314、315 配置成，在相互的相对方向上突出的相互的各蛇行部 331、332，沿着周向 C 交互地排列，且不相互交叉。

在 U 相环状绕组 314 的 U 相蛇行部 331 上配置了 U 相定子环 311 的一个 U 相齿 322。在 W 相环状绕组 315 的 W 相蛇行部 332 上配置了 W 相定子环 313 的一个 W 相齿 326。在周向 C 上相邻的 U 相蛇行部 331 与 W 相蛇行部 332 之间配置了 V 相定子环 312 的一个 V 相齿 324。

由此，填充在周向 C 上相邻的各齿 322、324 间或齿 324、326 间或 322、326 间而被配置的两相的各环状绕组 314、315，形成了以电角计为 120° 的短矩。

例如如图 11A 所示，相互具有以电角计为 240° 的相位差（线圈相位差）的两相的各环状绕组 314、315 被接线成 V 字状，通过流通有相互为 120° 的相位差的正弦波，例如在可以忽视漏磁通的情况下，如图 11C 所示，U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状，产生与流通有相互为 120°

° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

例如图 11B 所示的状态为,在各蛇行部 331、332 朝向等同的方向(即、轴线方向 P 的一方或另一方)突出的状态下,将相互具有以电角计为 60° 的相位差的两相的各环状绕组 314、315 接线成 V 字状;如图 11A 所示的状态为,在各蛇行部 331、332 朝向相互不同的方向(即、轴线方向 P 的一方及另一方)突出的状态下,将相互具有以电角计为 240° 的相位差的两相的各环状绕组 314、315 接线成 V 字状;上述两个状态相同地,在流通有相互为 120° 的相位差的正弦波时,例如在可以忽视漏磁通的情况下,如图 11C 所示, U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状,可以产生与流通有相互为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

三相(U 相、V 相及 W 相)的马达的电压方程式与第二实施方式相同地如上述公式(1)所述。

与第二实施方式相同地,各相电压指令值 V_u 、 V_v 、 V_w 的线间电压(例如, U 相-V 相间的线间电压 $V_{uv}(=V_u-V_v)$ 与 W 相-V 相间的线间电压 $V_{wv}(=V_w-V_v)$), 如上述公式(2)所示。

与第二实施方式相同地,在上述公式(1)所示的三相(U 相、V 相及 W 相)的马达的电压方程式中,例如除去 V 相组成的模型如上述公式(3)所示。

与第二实施方式相同地,上述公式(3)所示的模型,如果使 W 相的绕组的方向反转(即,使转子的旋转方向反转),如上述公式(4)所示。

与第二实施方式相同地,上述公式(4)所示的模型,如果使各绕组的匝数 n 改变到 $(\sqrt{3})$ 倍,则如上述公式(5)所示。

与第二实施方式相同地,上述公式(5)所示的模型,使感应电压的相位的角度原点只移动 90 度 $(=\pi/2)$, 如果替换进 U 相的组成与 W 相的组成,则如上述公式(6)所示,变得与上述公式(2)相同。

第五实施方式的定子 310 具有上述结构。然后,参考附图对于该定子 310 的制造方法进行说明。

首先,例如图 41 所示,使两相的 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 成形为曲柄状,使得线圈节距以电角计成为 120°, 来形成多个的 U

相蛇行部 331 及 W 相蛇行部 332。然后,使各蛇行部 331、332 朝着两相的 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 的相互的相对方向(即,轴线方向 P 的一方(第一方向)及另一方(第二方向))突出,与轴线同轴地配置各环状绕组 314、315。

首先将具有朝轴线方向 P 的第一方向突出的多个的 W 相齿 326 的 W 相定子环 313 配置在与轴线同轴的规定位置。

然后,使 W 相环状绕组 315 从轴线方向 P 的第一方向朝第二方向相对于 W 相定子环 313 移动,将 W 相定子环 313 的各 W 相齿 326 相对插入 W 相环状绕组 315 的各 W 相蛇行部 332 内。

然后,在与轴线同轴地配置的状态下,使 V 相定子环 312 从轴线方向 P 的第一方向朝第二方向相对于 W 相环状绕组 315 移动,将 V 相定子环 312 的单一的 V 相齿 324 相对插入到在 W 相环状绕组 315 的周向 C 上相邻的 W 相蛇行部 332 之间,将 W 相定子环 313 的 W 相轭 325 与 V 相定子环 312 的 V 相轭 323 沿着轴线方向 P 叠合连接。

然后,使 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 相互具有以电角计为 240° 的相位差,沿着周向 C 将 U 相环状绕组 314 配置在相对于 W 相环状绕组 315 相对偏移的位置上,在该状态下,使 U 相环状绕组 314 从轴线方向 P 的第一方向朝第二方向相对于 W 相环状绕组 315 相对移动,沿着周向 C 交互地排列在相互的相对方向上突出的相互的各蛇行部 331、332,并且,相互不交叉地配置两相的各环状绕组 314、315。

然后,在与轴线同轴配置的状态下,使 U 相定子环 311 从轴线方向 P 的第一方向朝第二方向相对于 U 相环状绕组 314 相对移动,将 U 相定子环 311 的各 U 相齿 322 相对插入到 U 相环状绕组 314 的各 U 相蛇行部 331 内,将 V 相定子环 312 的 V 相轭 323 与 U 相定子环 311 的 U 相轭 321 沿着轴线方向 P 叠合连接。

根据第五实施方式的定子 310,例如图 42 的 (a) 部所示,通过将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔(即,各槽的周向宽度)设定成,与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值(例如,与条数成比例的值等),变得不均等,例如图 42 的 (b) 部所示,与将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔设定成,与被配置在各槽的各

环状绕组 314、315 的条数无关的等同的值 C_0 的情况相比,可以防止对应于被安装在各槽上的各环状绕组 314、315 的条数绕组占空系数下降。

第五实施方式的第一变形例

在第五实施方式中,虽然将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔(即,各槽的周向宽度)设定成,与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值,但并不限于此,可以将例如与各轭 321、323、325 相连接的各齿 322、324、326 的至少基端部彼此间的间隔设定成,与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值,也可以将形成与转子(未图示)相对的转子对向部的各齿 322、324、326 的前端部彼此间的间隔设定成,与转子的磁极配置状态相对应的值。

例如在图 43 所示的第一变形例中,将各齿 322、324、326 的前端部顺次配置在周向 C 上预制规定间隔的位置上,在该状态下,对于形成配置了两相的各环状绕组 314、315 的槽的 U 相齿 322 及 W 相齿 326,在 U 相齿 322 上形成了倾斜部 322c,使得沿着径向 R,随着从前端部 322a 朝向基端部 322b, U 相齿 322 的周向宽度 C_U 不发生变化,在周向 C 上的 U 相齿 322 的位置,从相邻的 W 相齿 326 离开,朝向与相邻的 V 相齿 324 相接近的方向逐渐偏移。

在 W 相齿 326 上形成了倾斜部 326c,使得沿着径向 R,随着从前端部 326a 朝向基端部 326b, W 相齿 326 的周向宽度 C_W 不发生变化,在周向 C 上的 W 相齿 326 的位置,从相邻的 U 相齿 322 离开,朝向与相邻的 V 相齿 324 相接近的方向逐渐偏移。

V 相齿 324 被形成为,沿着径向 R,随着从前端部朝向基端部, V 相齿 324 的周向宽度 C_V 不发生变化,在周向 C 上的 V 相齿 324 的位置不发生变化。

由此,在周向相邻的各齿 322、324、326 的前端部彼此间的间隔被设定成等同的值,在该状态下,间隔 C_b 被设定成比间隔 C_a 大的值,所述间隔 C_b 是配置了两相的 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 的 U 相齿 322 与 W 相齿 326 的各基端部 322b、326b 彼此间的间隔;所述间隔 C_a 是配置了单相的 U 相环状绕组 314 或 W 相环状绕组 315 的各齿 322、324 的各基端部彼此间或齿 324、326 的各基端部彼此间的间隔。因此,与各 U

相齿 322 及 W 相齿 326 的轴线方向 P 相对的截面形状大致呈平行四边形，与 V 相齿 324 的轴线方向 P 相对的截面形状大致呈长方形。

在第一变形例中，与各齿 322、324、326 的转子（未图示）相对的转子对向部的相对位置不变，在各基端部附近可以适当地设定各齿 322、324、326 彼此间的间隔，可以防止可以输出的最大转矩下降，齿槽转矩或转矩脉动增大，并且可以防止绕组占空系数的下降。

第二变形例

在例如图 44 及图 45 所示的第二变形例中，将各齿 322、324、326 的前端部顺次配置在周向 C 上预制规定间隔的位置上，在该状态下，对于形成配置了两相的各环状绕组 314、315 的槽的 U 相齿 322 及 W 相齿 326，在 U 相齿 322 上形成了倾斜部 322c，使得沿着径向 R，随着从前端部 322a 朝向基端部 322b，U 相齿 322 的周向宽度向减少的倾向（例如，从周向宽度 CU1 到周向宽度 CU2）变化，且，U 相齿 322 的轴向宽度向增大的倾向（例如，从轴向宽度 α 到轴向宽度 β ）变化，，由此，作为周向宽度与轴向宽度的乘积而定义的 U 相齿 322 的径向截面的面积不发生变化，在周向 C 上的 U 相齿 322 的位置，从相邻的 W 相齿 326 离开，且，对于相邻的 V 相齿 324 不发生变化。

在 W 相齿 326 上形成了倾斜部 326c，使得沿着径向 R，随着从前端部 326a 朝向基端部 326b，W 相齿 326 的周向宽度向减少的倾向（例如，从周向宽度 CW1 到周向宽度 CW2）变化，且，W 相齿 326 的轴向宽度向增大的倾向（例如，从轴向宽度 α 到轴向宽度 β ）变化，，由此，作为周向宽度与轴向宽度的乘积而定义的 W 相齿 326 的径向截面的面积不发生变化，在周向 C 上的 W 相齿 326 的位置，从相邻的 U 相齿 322 离开，且，对于相邻的 V 相齿 324 不发生变化。

V 相齿 324 被形成为，沿着径向 R，随着从前端部朝向基端部，V 相齿 324 的周向宽度 CV 及轴向宽度 α 不发生变化，在周向 C 上的 V 相齿 324 的位置不发生变化。

由此，在周向相邻的各齿 322、324、326 的前端部彼此间的间隔被设定成等同的值，在该状态下，间隔 Cb 被设定成比间隔 Ca 大的值，所述间隔 Cb 是配置了两相的 U 相环状绕组 314 及 W 相环状绕组 315 的 U 相齿

322 与 W 相齿 326 的各基端部 322b、326b 彼此间的间隔；所述间隔 Ca 是配置了单相的 U 相环状绕组 314 或 W 相环状绕组 315 的各齿 322、324 的各基端部彼此间或齿 324、326 的各基端部彼此间的间隔。与各 U 相齿 322 及 W 相齿 326 的轴线方向 P 相对的截面形状大致呈平行四边形，与 V 相齿 324 的轴线方向 P 相对的截面形状大致呈长方形。

在第二变形例中，可以将通过各齿 322、324、326 的转子对向面的全部的磁通设定成通过各齿 322、324、326 的基端面，可以防止与产生所希望的转矩时的单位电流相当的导通损失增大，在各基端部附近可以适当地设定各齿 322、324、326 彼此间的间隔，可以防止绕组占空系数的下降。

第五实施方式的第三变形例

在第五实施方式中，虽然通过将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔（即，各槽的周向宽度）设定成，与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值（例如，与条数成比例的值等），使其变得不均等，而使得形成了与转子（未图示）相对的转子对向部的各齿 322、324、326 的前端部彼此间的间隔不均等，但并不限于此，例如图 46A、图 46B 所示的第三变形例，也可以将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔设定成，与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值，设定成不均等，并且，对于：具有从各齿 322、324、326 的前端部向周向 C 突出的各扩张部 341、342、343 的、由各齿 322、324、326 的前端部及从该前端部突出的各扩张部 341、342、343 构成的各对向部 351、352、353，将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 彼此的各对向部 351、352、353 间的间隔 Ct 设定得均等。

根据该第三变形例，可以防止由于例如与转子相对的各对向部 351、352、353 间的间隔变得不均等而引起的可以输出的最大转矩下降，并且可以防止齿槽转矩或转矩脉动增大。

而且，在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 彼此间形成的槽中，可以将对于各槽延伸方向的截面形状设定成大致呈长方形。因此，没有必要使用例如具有特别的截面形状的各环状绕组 314、315，通过例如具有平角线等简单的截面形状的各环状绕组 314、315，可以容易地保证所希望的绕组占空系数。

并且,在该第三实施方式中,例如图 47A、图 47B 所示,沿着周向 C,随着从各扩张部 341、342、343 的前端部朝向基端部,也可以将各扩张部 341、342、343 设定成,沿着各环状绕组 314、315 的径向 R 的各扩张部 341、342、343 的厚度向增大倾向地变化。

在这种情况下,通过与转子相对的各扩张部 341、342、343 的对向面的磁通,进一步通过各扩张部 341、342、343 与各齿 322、324、326 的前端部的各连接部,向各齿 322、324、326 的基端部流出,在这之间可以防止由于磁饱和而引起的磁通降低,可以有效地利用转子与定子 310 的各齿 322、324、326 之间的磁场磁通。

而且,具有上述实施方式的定子 310 的凸极型马达 360 的转子 361,例如图 48 所示,是利用永磁铁 362 作为磁场的永磁铁式转子,在转子本体 363 的外周面上,在周向上相隔规定间隔配置了多个永磁铁 362。

配置各永磁铁 362,使得例如在径向上被磁化,在周向上相邻的永磁铁 362 的磁化方向相互成为相反方向,即在外周侧为 N 极的永磁铁 362 上,相邻连接外周侧为 S 极的其他的永磁铁 362。

在各永磁铁 362 的外周面上设置了表面轭 364,所述表面轭 364 形成了与定子 310 的各齿 322、324、326 的前端部相对的对向面。

在转子本体 363 的外周面上,各永磁铁 362 延伸的方向对于转子 361 的旋转轴线 O 方向只倾斜规定角度。

根据该凸极型马达 360,将在周向 C 相邻的各齿 322、324、326 间的间隔设定成,与被配置在各槽的各环状绕组 314、315 的条数相对应的值,可以抑制由于设定得不均等而引起的齿槽转矩或转矩脉动的发生。

第六实施方式

以下,参考附图对于本发明的定子的第六实施方式进行说明。

产生使转子(未图示)旋转的旋转磁场的定子 410,例如图 49 所示,具有:每个由多个相,例如 U 相、V 相及 W 相构成的三相的各相的多个 U 相定子片 411、V 相定子片 412 及 W 相定子片 413;和由 U 相及 W 相构成的两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415。

各定子片 411、412、413 具有例如、各 U 相轭 421、V 相轭 422、W 相轭 423 与各 U 相齿 424、V 相齿 425、W 相齿 426,所述各 U 相齿 424、

V 相齿 425、W 相齿 426 具有与各轭 421、422、423 相等同的轴向宽度，并且，具有比各轭 421、422、423 小的周向宽度，从各轭 421、422、423 向径向 R 突出，与径向 R 相对的截面形状大致呈长方形。U 相齿 424 及 V 相齿 425 的各周向宽度被形成为，例如是 V 相齿 425 的周向宽度的两倍的值。

按规定顺序将各定子片 411、412 及 413 排列成圆环状，在该状态下，将在周向 C 相邻的各定子片 411、412 的各轭 421、422 的周向端部彼此或定子片 412、413 的各轭 422、423 的周向端部彼此连接起来。在周向 C 相邻的各定子片 411、412 的各齿 424、425 间或定子片 412、413 的各齿 425、426 间，形成了配置规定的各环状绕组 414、415 的槽。

各环状绕组 414、415 具有：例如在轴线周围的周面内曲折成曲柄状并绕圈的，相互具有相似形状的多个的 U 相蛇形部 431 及 W 相蛇形部 432。

各蛇形部 431、432 的周向 C 的宽度即线圈节距被设定为，例如以电角计为 180° 。沿着周向 C 将 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 配置在相对偏移的位置上，使得以电角计具有 60° 或以电角计具有 240° 的相位差。在例如各蛇形部 431、432 向相同的方向（即，轴线方向 P 的一方或另一方）突出的状态下，被配置成以电角计具有 60° 的相位差，例如如图 49 所示，在各蛇形部 431、432 向相互不同的方向（即，轴线方向 P 的一方及另一方）突出的状态下，被配置成以电角计具有 240° 的相位差。

对于与每个各环状绕组 414、415 的 $1/2$ 周期（即以电角计为 180° ）相当的各蛇形部 431、432，在 U 相蛇形部 431 上配置了各一个的 U 相齿 424 及 V 相齿 425，在 W 相蛇形部 432 上配置了各一个的 V 相齿 425 及 W 相齿 426。在周向 C 相邻的 U 相蛇形部 431 之间配置了各一个的 V 相齿 425 及 W 相齿 426。在周向 C 相邻的 W 相蛇形部 432 之间配置了 U 相齿 424 及 V 相齿 425。

通过将各环状绕组 414、415 配置在沿着周向 C 相互偏移的位置上，由各蛇形部 431、432，轴线方向 P 的一方或另一方开口而形成的 U 相开口部 434U、W 相开口部 434W 上，配置了各一个的 U 相齿 424 或 W 相齿 426。

由此，填充在周向 C 上相邻的各定子片 411、412 的各齿 424、425 间

或各定子片 412、413 的各齿 425、426 间而被配置的两相的各环状绕组 414、415，形成了以电角计为 180° 的全矩。

与第二实施方式同样地，例如图 11A 或图 11B 所示，相互具有以电角计为 240° 或以电角计为 60° 的相位差（线圈相位差）的两相的各环状绕组 414、415 被接线成 V 字状，通过流通有相互为 120° 的相位差的正弦波，例如在可以忽视漏磁通的情况下，如图 11C 所示，U 相、V 相及 W 相的三相绕组被接线成 Y 字状，产生与流通有相互为 120° 的相位差的正弦波的三相的定子等同的旋转磁场。

即，三相（U 相、V 相及 W 相）的马达的电压方程式与第二实施方式相同地，例如如果忽视相电阻，则由各相电压指令值 V_u 、 V_v 、 V_w ，与各相电流 I_u 、 I_v 、 I_w ，与各相的自感系数 L 、与互感系数 M 、与转子的旋转角速度 ω 、与感应电压 K_e ，如上述公式（1）所示。

在上述公式（1）中，由于各相电流 I_u 、 I_v 、 I_w 可以通过任意两个的相电流来表述，所以如果例如通过 U 相电流 I_u 及 W 相电流 I_w 来表述而消去 V 相电流 I_v ，则各相电压指令值 V_u 、 V_v 、 V_w 的线间电压（例如，U 相-V 相间的线间电压 $V_{uv} (=V_u - V_v)$ 与 W 相-V 相间的线间电压 $V_{wv} (=V_w - V_v)$ ），如上述公式（2）所示。

与第二实施方式相同地，在上述公式（1）所示的三相（U 相、V 相及 W 相）的马达的电压方程式中，例如除去 V 相组成的模型如上述公式（3）所示。

与第二实施方式相同地，上述公式（3）所示的模型，如果使 W 相的绕组的方向反转（即，使转子的旋转方向反转），如上述公式（4）所示。

与第二实施方式相同地，上述公式（4）所示的模型，如果使各绕组的匝数 n 改变到 $(\sqrt{3})$ 倍，则如上述公式（5）所示。

上述公式（5）所示的模型，使感应电压的相位的角度原点只移动 $90^\circ (= \pi/2)$ ，如果替换进 U 相的组成与 W 相的组成，则如上述公式（6）所示，变得与上述公式（2）相同。

制造方法

本实施方式的定子 410 具有上述结构。然后，参考附图对于该定子 410 的制造方法进行说明。

绕组配置工序

首先,在绕组配置工序中,例如图 50A 所示,使两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 成形为曲柄状,使得线圈节距以电角计成为 180° ,形成多个 U 相蛇形部 431 及 W 相蛇形部 432。然后,在各蛇形部 431、432 被配置成向相互不同的方向(即,轴线方向 P 的一方及另一方)突出的状态下,将 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 配置在沿着周向 C 相对偏移的位置上,使得以电角计至少相互具有 240° 的相位差。由此,形成了:由 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 将周围包围起来的交叉部 433;与由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的一方或另一方开口的 U 相开口部 434U、W 相开口部 434W。

齿插入工序

接着,在齿插入工序中,例如图 50B 所示,沿着径向 R 将 V 相定子片 412 的 V 相齿 425 插入交叉部 433 内。然后,调整 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 的在周向 C 的相对位置,使得 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 相互具有以电角计为 240° 的相位差。

齿安装工序

接着,在齿安装工序中,例如图 50C 所示,沿着轴线方向 P 从一方朝另一方移动 U 相定子片 411,将 U 相齿 424 安装在轴线方向 P 的一方开口的 U 相开口部 434U 上。沿着轴线方向 P 从另一方朝一方移动 W 相定子片 413,将 W 相齿 426 安装在轴线方向 P 的另一方开口的 W 相开口部 434W 上。然后,使在周向 C 相邻的各定子片 411、412 的各轭 421、422 的周向端部彼此或各定子片 412、413 的各轭 422、423 的周向端部彼此连接。

如上所述,根据第六实施方式的定子 410,通过以电角计相互具有 240° 或以电角计具有 60° 的相位差(线圈相位差)的、被接线成 V 字状的两相的各环状绕组 414、415,可以产生与例如 U 相、V 相、W 相的三相绕组被接线成 Y 字状的三相的定子等等的旋转磁场。因此,通过减少需要的绕组的相数,可以减少用于构成定子 410 所需要的零件数,可以使定子 410 的结构简单化。另外,可以防止由于各绕组的过渡部的位置干涉,绕组相互交叉而造成的线圈端的高度或马达的轴线方向的尺寸过于增大。

根据第六实施方式的定子 410 的制造方法,将预先曲折成曲柄状而成

形的两相的各环状绕组 414、415 配置在沿着周向 C 相对偏移的位置上，使得以电角计相互具有 240° 的相位差，之后，由于配置了各齿 424、425、426，对于被配置在周向 C 相邻的各齿 424、425 间或齿 425、426 间的各环状绕组 414、415，可以容易地保证所希望的绕组占空系数。另外，可以容易地防止线圈端的高度尺寸过于增大。

第六实施方式的第一变形例

在第六实施方式中，例如图 51A 所示，虽然在两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 上设置了曲折成曲柄状的各蛇形部 431、432，但并不限于此，例如图 51B 所示，也可以在两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 上设置曲折成梯形的各蛇形部 431、432。

在上述的第六实施方式中，各蛇形部 431、432，例如图 51A 所示，具有弯曲成直角的四个弯曲部 E。对此，在该第一变形例中，例如图 51B 所示，各蛇形部 431、432 具有例如弯曲成规定钝角的四个弯曲部 435，形成为具有相互对称的两个斜边的梯形。

例如图 52 所示，在由 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 将周围包围起来而形成的交叉部 433 上，沿着径向 R 插入了 V 相齿 425，所述 V 相齿 425 对应于该交叉部 433 的形状与径向 R 相对的截面形状大致呈平行四边形。

在由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的一方开口而形成的 U 相开口部 434U 上，沿着从轴线方向 P 的一方朝向另一方的方向，安装了 U 相齿 424，所述 U 相齿 424 对应于该 U 相开口部 434U 的形状与径向 R 相对的截面形状大致呈三角形。在由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的另一方开口而形成的 W 相开口部 434W 上，沿着从轴线方向 P 的另一方朝向一方的方向，安装了 W 相齿 426，所述 W 相齿 426 对应于该 W 相开口部 434W 的形状与径向 R 相对的截面形状大致呈三角形。

在该第一变形例中，通过曲折成梯形状的各环状绕组 414、415，与例如曲折成曲柄状的各环状绕组 414、415 相比，可以使各环状绕组 414、415 的电感的绕组系数几乎不发生变化，而缩短绕组长度，可以降低铜损。

第六实施方式的第二变形例

在第六实施方式中，虽然在两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕

组 415 上设置相互形状相似的各蛇形部 431、432，但并不限于此，例如图 53A～图 53C 所示，也可以在 U 相蛇形部 431 或 W 相蛇形部 432 上设置在径向 R 上突出而弯曲的曲折部 441，使各蛇形部 431、432 相互成为不同形状。

在该第二变形例中，例如图 53A～图 53C 所示，在被配置于 U 相环状绕组 414 的 U 相蛇形部 431 上的各齿 424、425 间或 425、426 间的各部位上设置了曲折部 441，在 U 相环状绕组 414 上的、在被配置于各齿 424、425 或 425、426 间的各部位与作为这些各部位以外的部位的过渡部之间，相互的径向位置偏移。

由此，在填充各齿 424、425 间或齿 425、426 间而配置各环状绕组 414、415 时，即使在将被配置于各齿 424、425 间或齿 425、426 间的各环状绕组 414、415 的各部位的径向位置设定成等同的位置的情况下，各环状绕组 414、415 的各过渡部的径向位置也相互偏移。由此，可以防止例如由于相互的过渡部交叉而引起的线圈端的高度或马达的轴线方向 P 的尺寸增大。

在该第二变形例中，各齿 424、425 及 426 形成了配置 U 相环状绕组 414 的各曲折部 441 的槽，在连接所述各齿 424、425 及 426 的各轭 421、422 及 423 之中，在对于各环状绕组 414、415 沿着径向 R 安装的 V 相轭 422 上，具有对应于各曲折部 441 的形状向径向 R 突出的突出部 422a。

制造方法

绕组配置工序

在该第二变形例的定子 410 的制造方法中，首先，在绕组配置工序中，例如图 53A 所示，使两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 成形为曲柄状，使得线圈节距以电角计成为 180° ，形成多个 U 相蛇形部 431 及 W 相蛇形部 432。在被配置于各 U 相蛇形部 431 上的各齿 424、425 间或齿 425、426 间的各部位上，形成向径向 R 突出而弯曲的曲折部 441。

在各蛇形部 431、432 被配置成向相互不同的方向（即，轴线方向 P 的第一方向及第二方向）突出的状态下，将 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 配置在沿着周向 C 相对偏移的位置上，使得以电角计至少相互具有 240° 的相位差。由此，形成了：由 U 相环状绕组 414 及 W 相环状

绕组 415 将周围包围起来的交叉部 433；与由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的第一方向或第二方向开口的 U 相开口部 434U、W 相开口部 434W。

将被配置在各齿 424、425 间或齿 425、426 间的各环状绕组 414、415 的各部位的径向位置，设定在大致等同的位置上，将各环状绕组 414、415 的各过渡部的径向位置设定在相互偏移的位置上。

齿插入工序

在齿插入工序中，例如图 53B 所示，沿着径向 R 将 V 相定子片 412 的 V 相齿 425 插入交叉部 433 内。调整 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 的在周向 C 的相对位置，使得 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 相互具有以电角计为 240° 的相位差。

齿安装工序

在齿安装工序中，例如图 53C 所示，沿着轴线方向 P 从第一方向朝第二方向移动 U 相定子片 411，将 U 相齿 424 安装在轴线方向 P 的第一方向开口的 U 相开口部 434U 上。沿着轴线方向 P 从第二方向朝第一方向移动 W 相定子片 413，将 W 相齿 426 安装在轴线方向 P 的第二方向开口的 W 相开口部 434W 上。然后，使在周向 C 相邻的各定子片 411、412 彼此或 412、413 彼此的各轭 421、422 的周向端部彼此或 422、423 的周向端部彼此连接。

第六实施方式的第三变形例

在上述的第二变形例的定子 410 的制造方法中，在向各环状绕组 414、415 安装各齿 424、425、426 之前的时刻，预先，在被配置于各 U 相蛇形部 431 上的各齿 424、425 或 425、426 间的各部位上，形成了向径向 R 突出并弯曲的曲折部 441，但并不限于此，例如图 54A～图 54C 所示，在各环状绕组 414、415 上安装各齿 424、425、426 时，也可以设定成在各 U 相蛇形部 431 上形成曲折部 441。

制造方法

绕组配置工序

在该第三变形例的定子 410 的制造方法中，首先，在绕组配置工序中，例如图 54A 所示，使两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 成形

为曲柄状,使得线圈节距以电角计成为 180° ,形成多个 U 相蛇形部 431 及 W 相蛇形部 432。此时,形成曲折部 441 的 U 相蛇形部 431 的轴向宽度成为与 W 相蛇形部 432 的轴向宽度 AW 相同,将在该时刻的 U 相蛇形部 431 的轴向宽度 AU 设定成比 W 相蛇形部 432 的轴向宽度 AW 大的值 ($AU > AW$)。

在各蛇形部 431、432 被配置成向相互不同的方向(即,轴线方向 P 的第一方向及第二方向)突出的状态下,将 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 配置在沿着周向 C 相对偏移的位置上,使得以电角计至少相互具有 240° 的相位差。由此,形成了:由 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 将周围包围起来的交叉部 433;与由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的第一方向或第二方向开口的 U 相开口部 434U、W 相开口部 434W。

齿插入工序

接着,在齿插入工序中,例如图 54B 所示,沿着径向 R 将 V 相定子片 412 的 V 相齿 425 插入交叉部 433 内。此时,通过在 V 相定子片 412 的 V 相轭 422 上形成的向径向 R 突出的突出部 422a 与适当的引导构件(绕组引导构件) 442,从径向 R 的两侧将被配置在 U 相环状绕组 414 的 U 相蛇形部 431 上的各齿 424、425 间或齿 425、426 间的各部位夹住,成形为沿着突出部 422a 的外表面的形状,形成向径向 R 突出的曲折部 441。

调整 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 的在周向 C 的相对位置,使得 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 相互具有以电角计为 240° 的相位差。

将被配置在各齿 424、425 间或齿 425、426 间的各环状绕组 414、415 的各部位的径向位置,设定在大致等同的位置上,将各环状绕组 414、415 的各过渡部的径向位置设定在相互偏移的位置上。

齿安装工序

接着,在齿安装工序中,例如图 54C 所示,沿着轴线方向 P 从第一方向朝第二方向移动 U 相定子片 411,将 U 相齿 424 安装在轴线方向 P 的第一方向开口的 U 相开口部 434U 上。沿着轴线方向 P 从第二方向朝第一方向移动 W 相定子片 413,将 W 相齿 426 安装在轴线方向 P 的第二方向开

口的 W 相开口部 434W 上。使在周向 C 相邻的各定子片 411、412 或定子片 412、413 的各轭 421、422 的周向端部彼此或轭 422、423 的周向端部彼此连接。

在该第三变形例中，在将 V 相齿 425 插入各环状绕组 414、415 时，通过在 U 相蛇形部 431 上形成曲折部 441，在将一部分的齿插入齿安装部时使环状绕组成形为规定形状。因此，可以容易地使 U 相环状绕组 414 成形为沿着 V 相齿 425 的形状的合适的形状，可以使定子 410 的制造工序简化，提高制造效率。

第六实施方式的第四变形例

在上述的第二及第三变形例中，虽然在两相的 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 上设置了曲折成曲柄状的各蛇形部 431、432，但是并不限于此，例如图 55 所示，也可以形成具有例如弯曲成规定钝角的四个弯曲部 435，具有相互对称的两个斜边的梯形的各蛇形部 431、432。

在该第四变形例中，在梯形的 U 相蛇形部 431 上的互相对称的两个斜边上设置了向径向 R 突出并弯曲的各曲折部 441。由此，形成了由 U 相环状绕组 414 及 W 相环状绕组 415 将周围包围起来的交叉部 433。沿着径向 R 将 V 相齿 425 插入交叉部 433，所述 V 相齿 425 对应于该交叉部 433 的形状对于径向 R 的截面形状大致呈平行四边形。

在由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的一方开口而形成的 U 相开口部 434U 上，沿着从轴线方向 P 的一方朝向另一方的方向，安装对应于该 U 相开口部 434U 的形状对于径向 R 的截面形状大致呈三角形的 U 相齿 424。在由各蛇形部 431、432 构成的、轴线方向 P 的另一方开口而形成的 W 相开口部 434W 上，沿着从轴线方向 P 的另一方朝向一方的方向，安装对应于该 W 相开口部 434W 的形状对于径向 R 的截面形状大致呈三角形的 W 相齿 426。

在该第四变形例中，与例如曲折成曲柄状的各环状绕组 414、415 相比，在曲折成梯形状的各环状绕组 414、415 中，可以使各环状绕组 414、415 的电感的绕组系数几乎不发生变化，而能够缩短绕组长度，可以降低铜损。

以上，虽然说明了本发明的优选的实施例，但是本发明并不限于这些

实施例。在没有脱离本发明的主旨的范围内，可以进行结构上的附加、省略、替换及其他的变化。本发明并不限于所述的说明，只限于权力要求的范围。

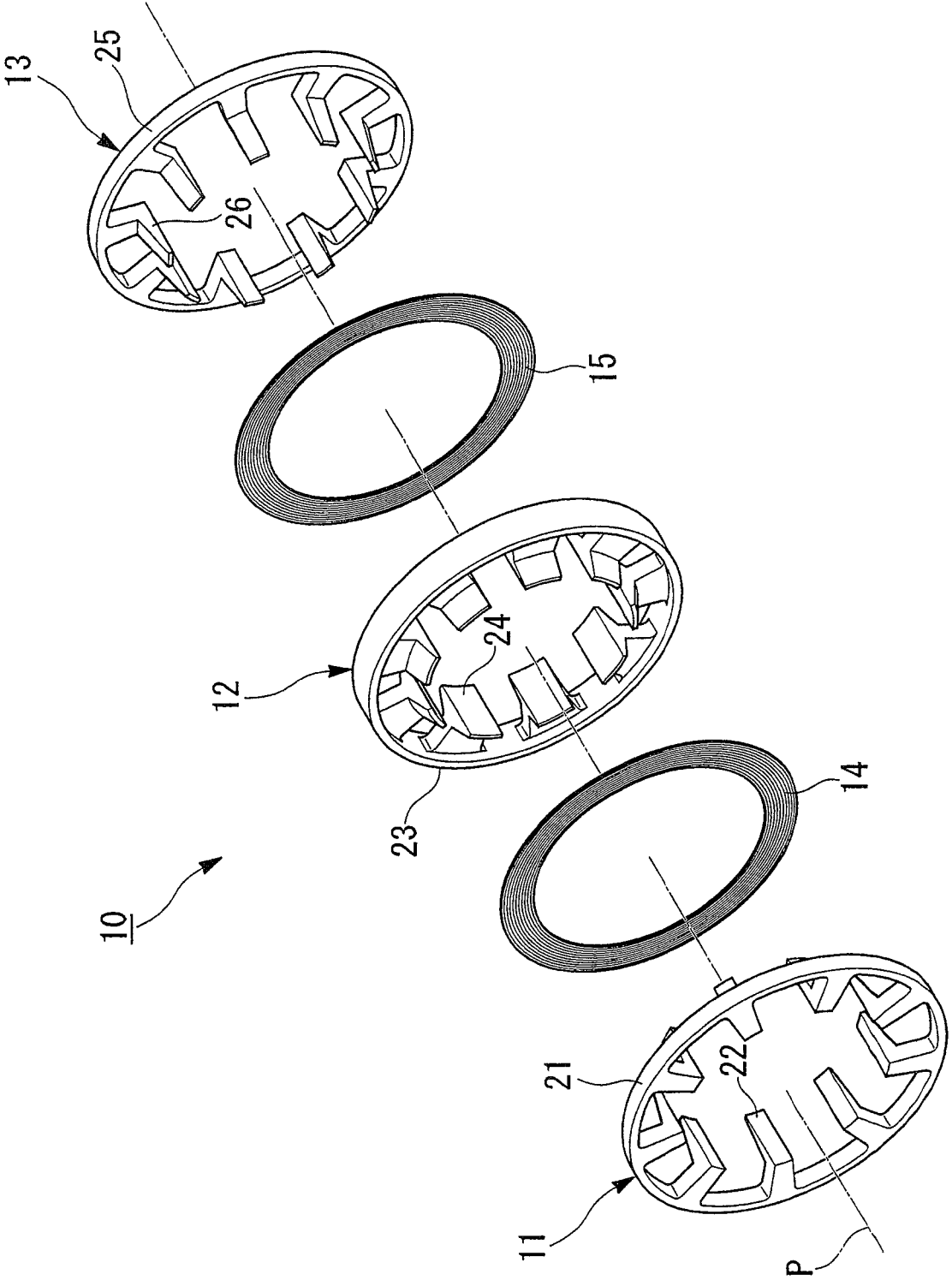


图 1

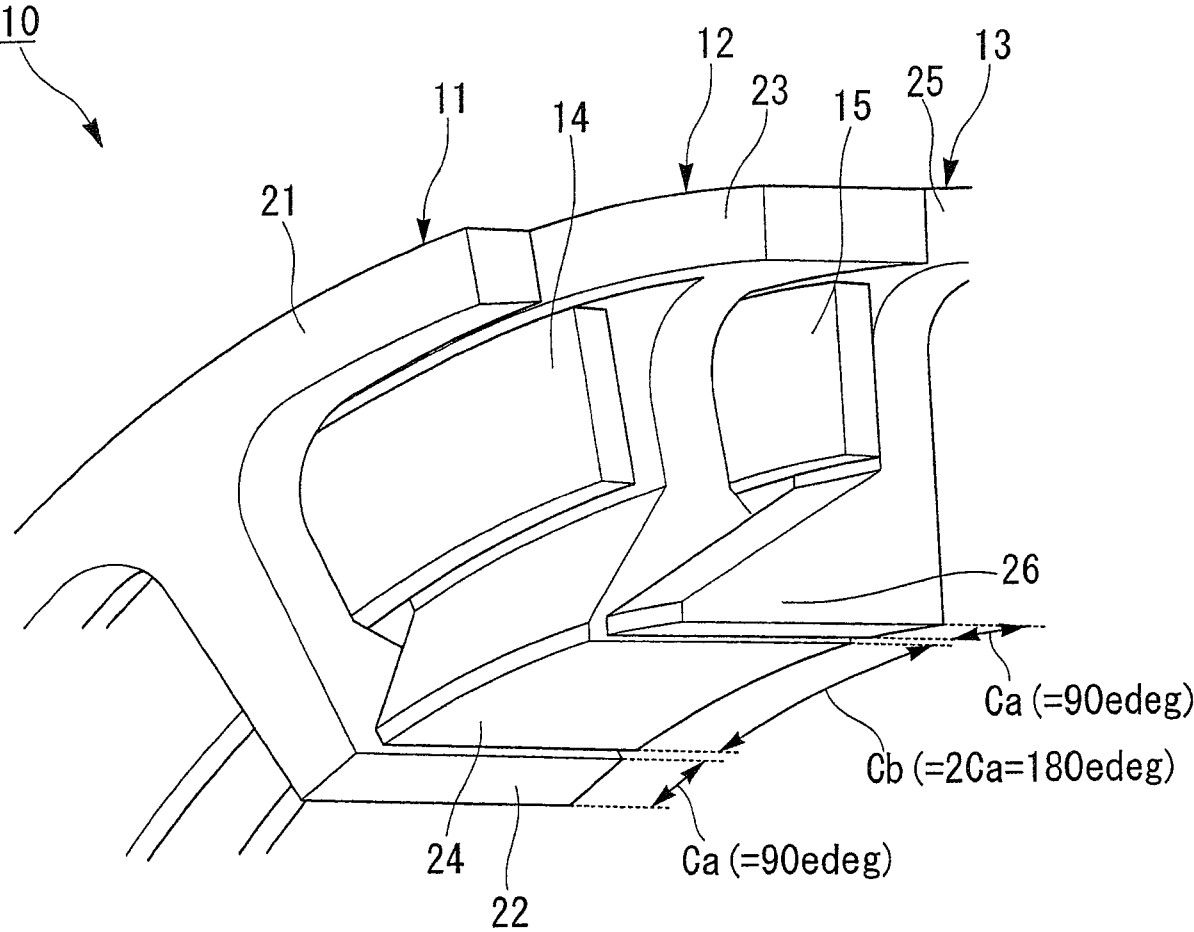


图 2

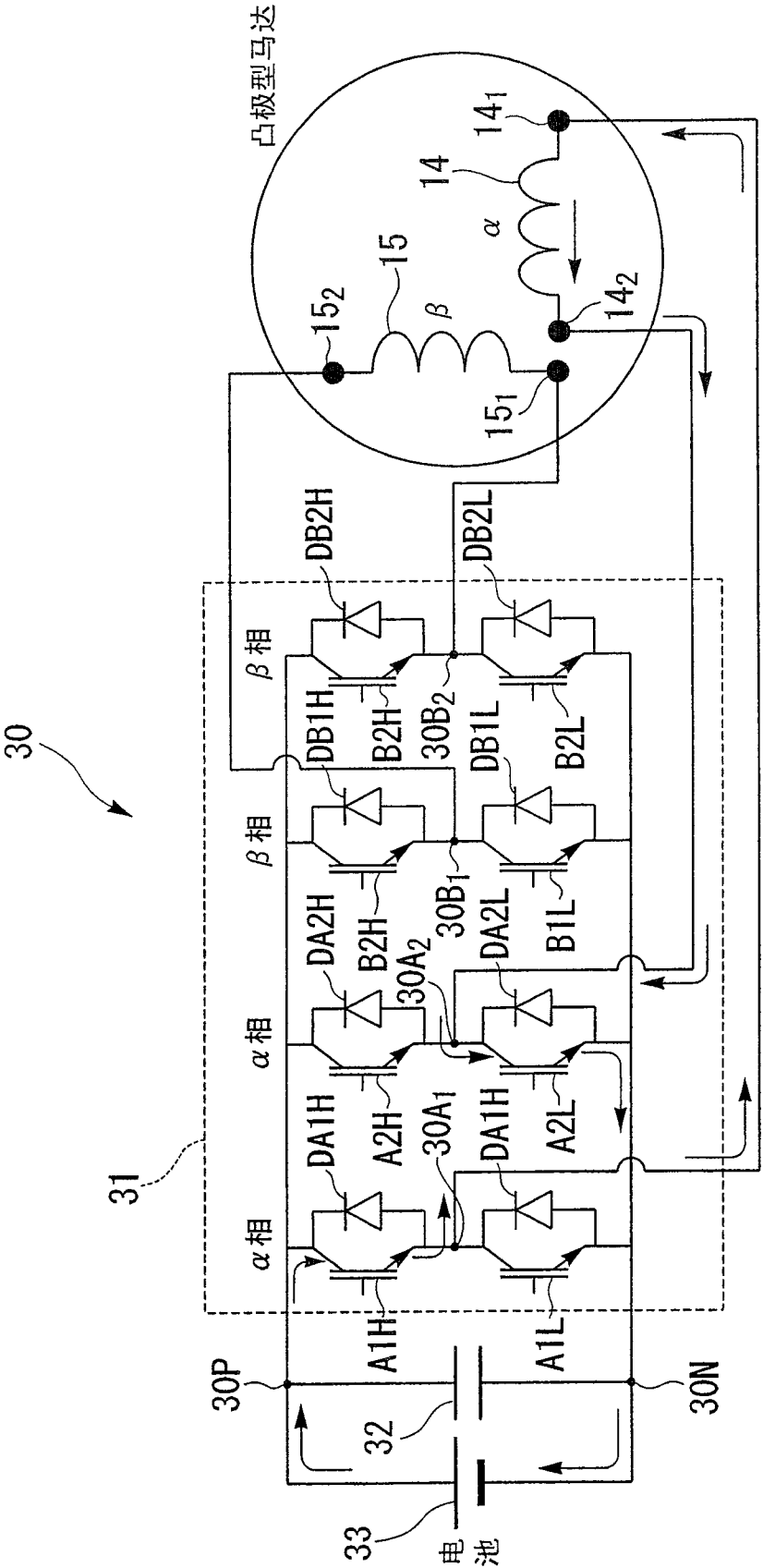


图 3

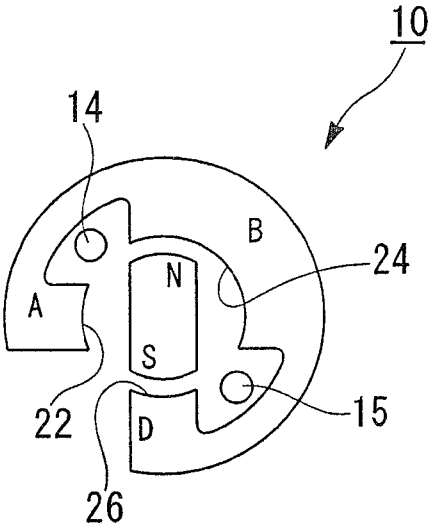


图 4A

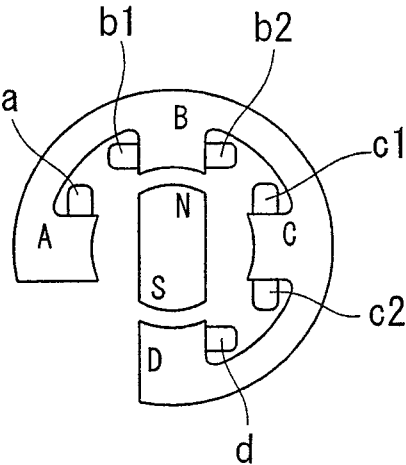


图 4B

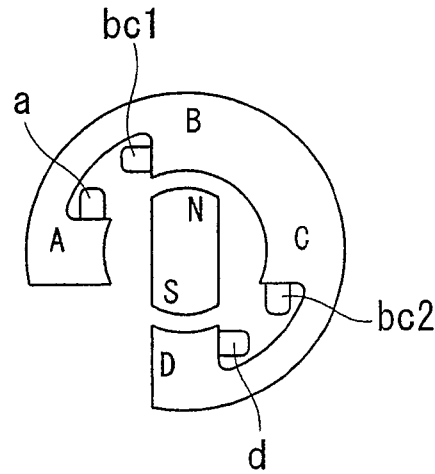
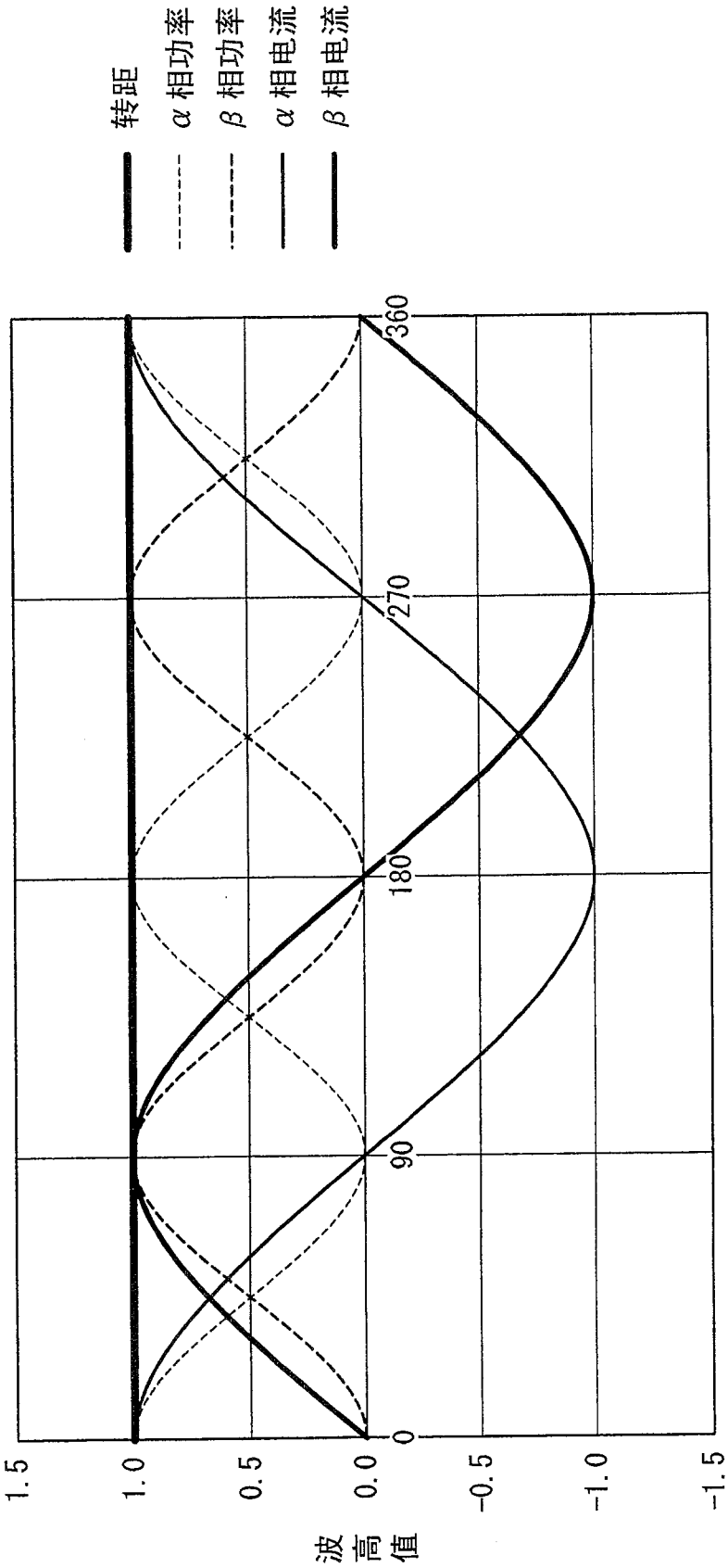


图 4C



电角 [deg]

图 5

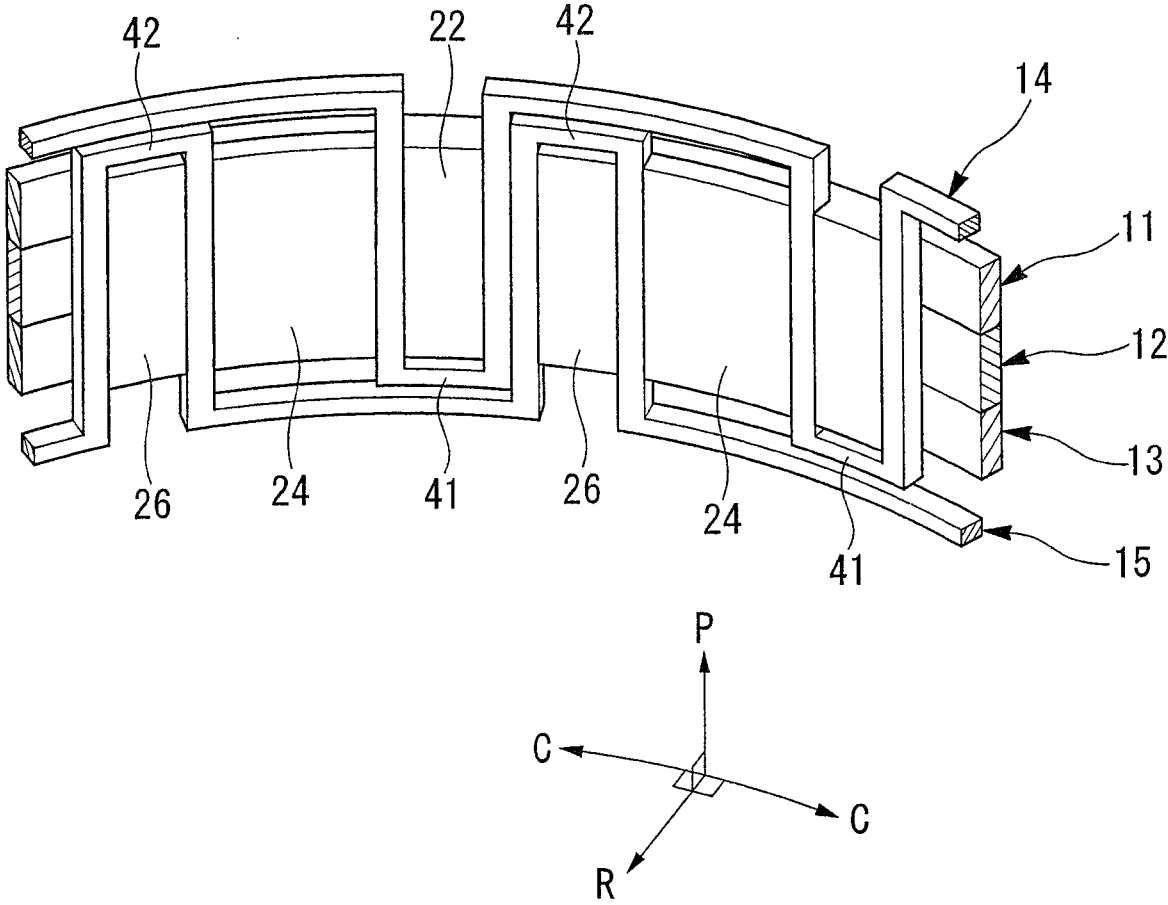


图 6

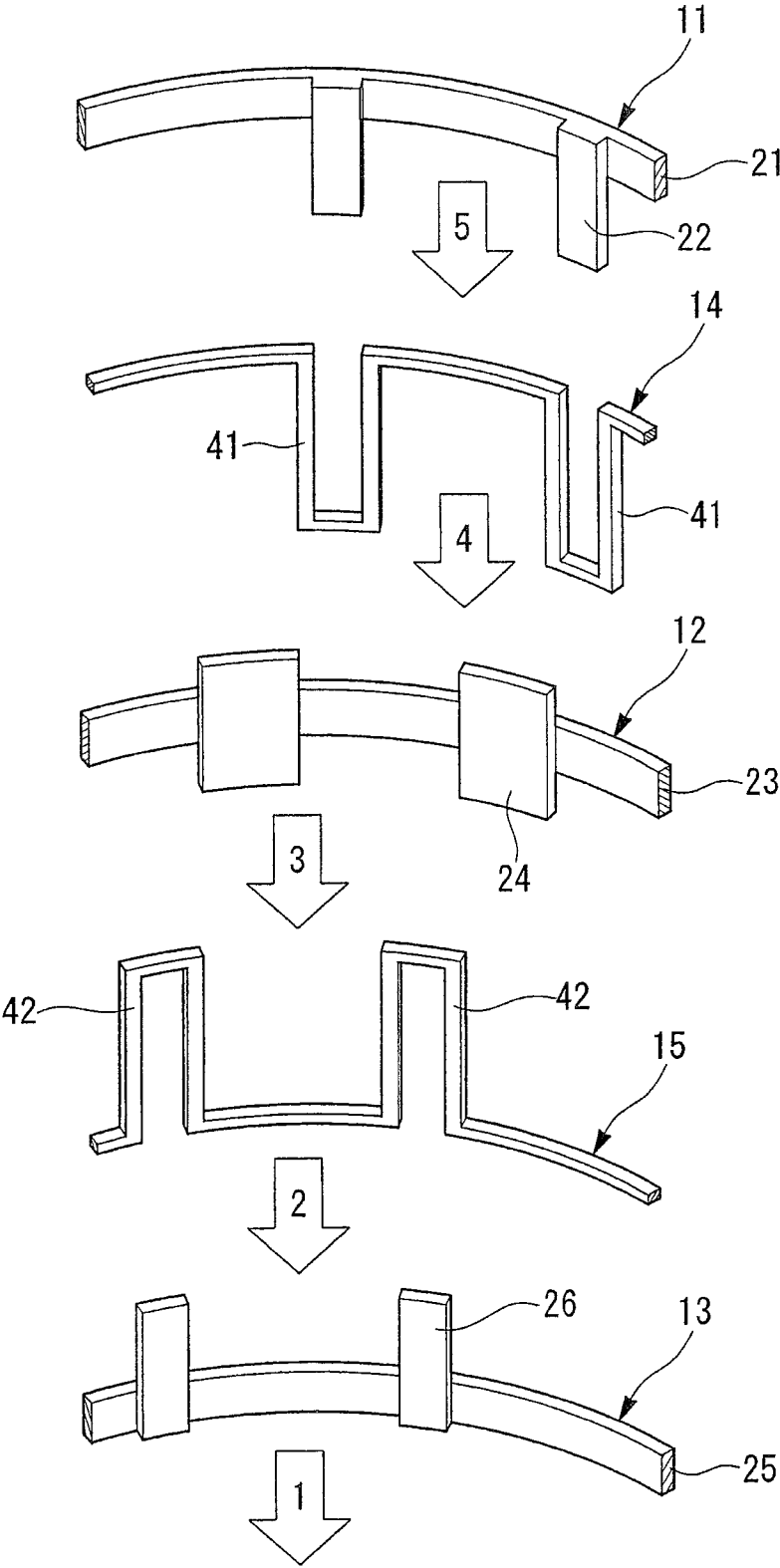


图 7

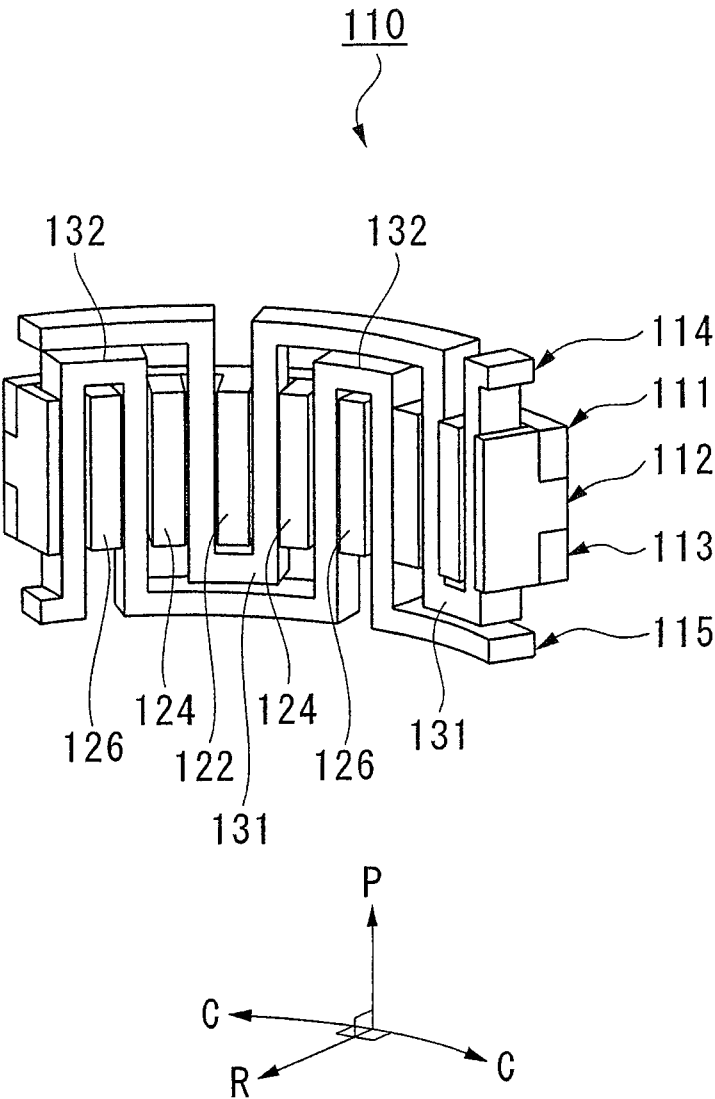


图 8

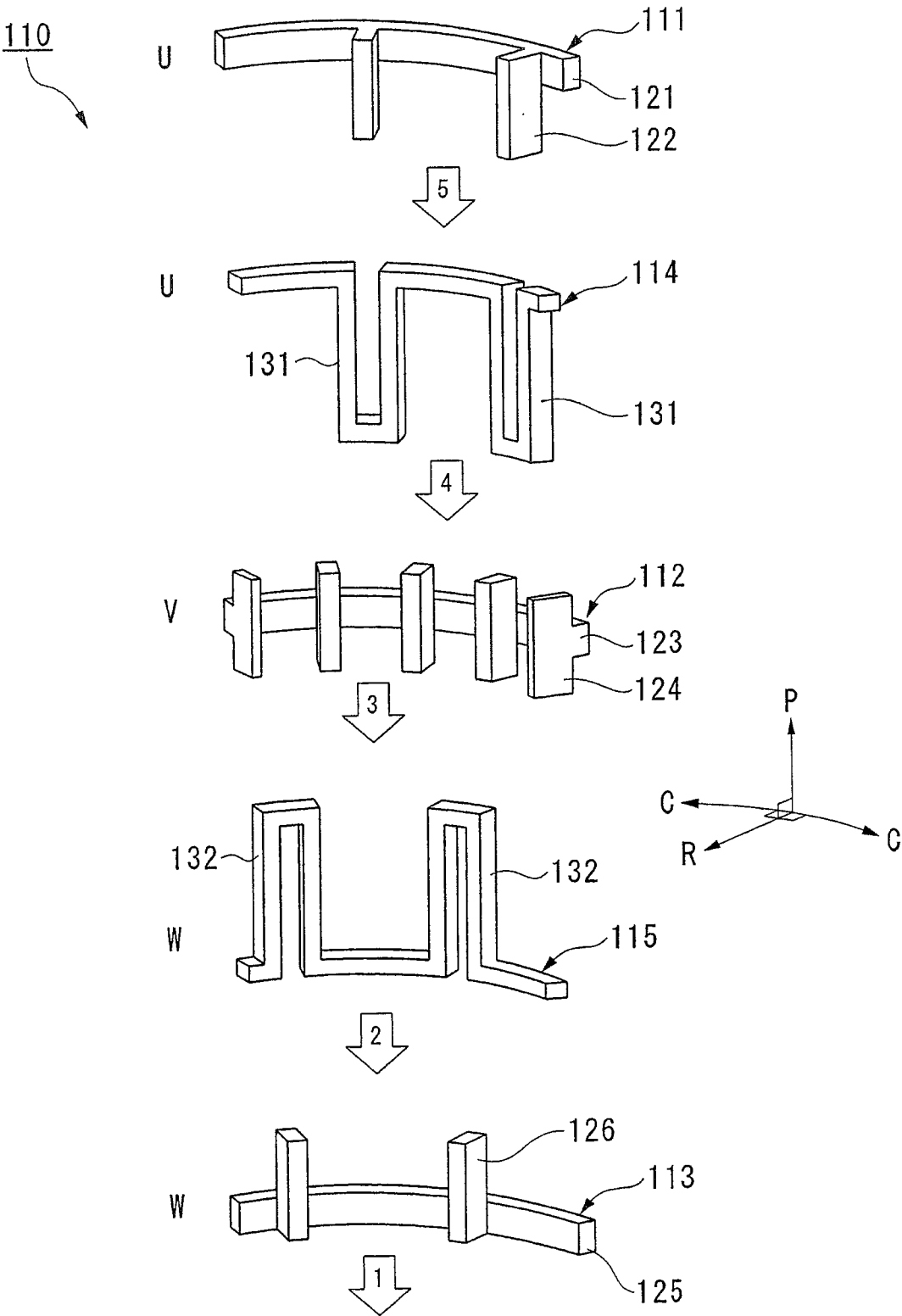
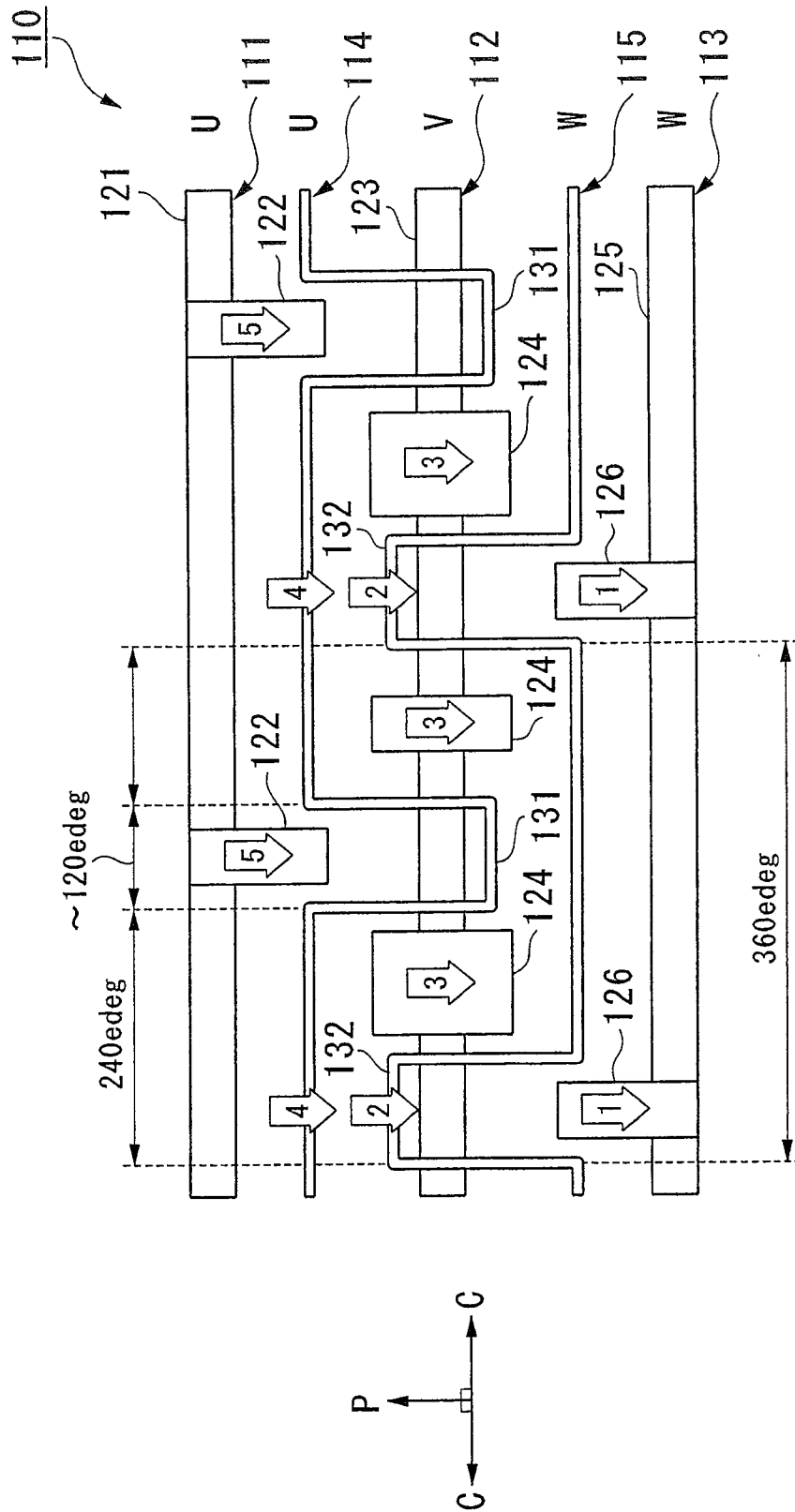


图 9



10

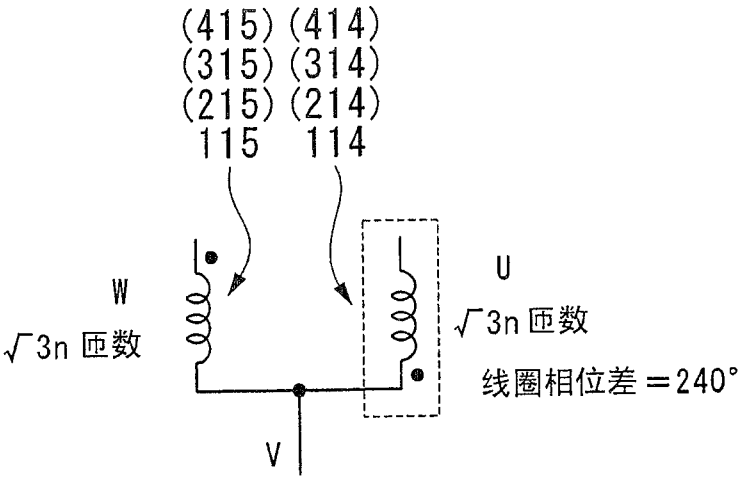


图 11A

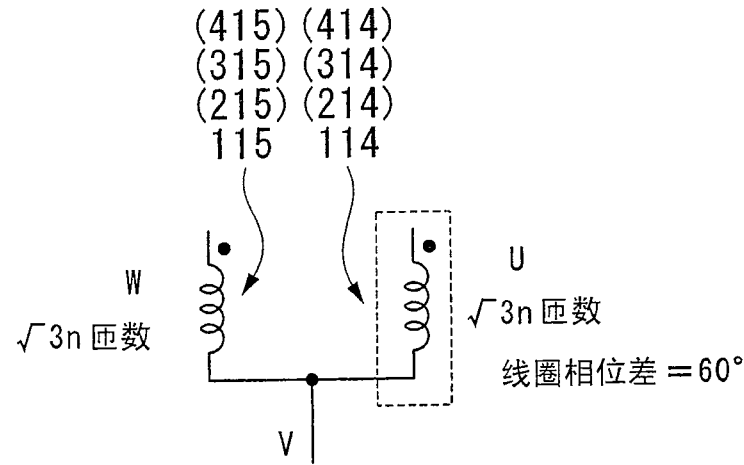


图 11B

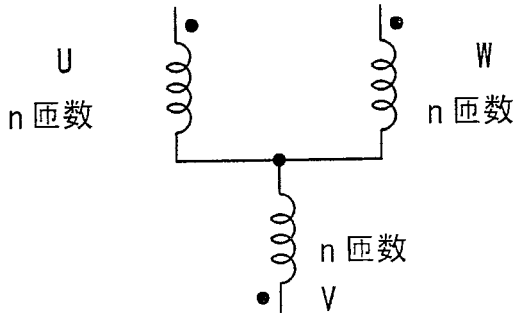


图 11C

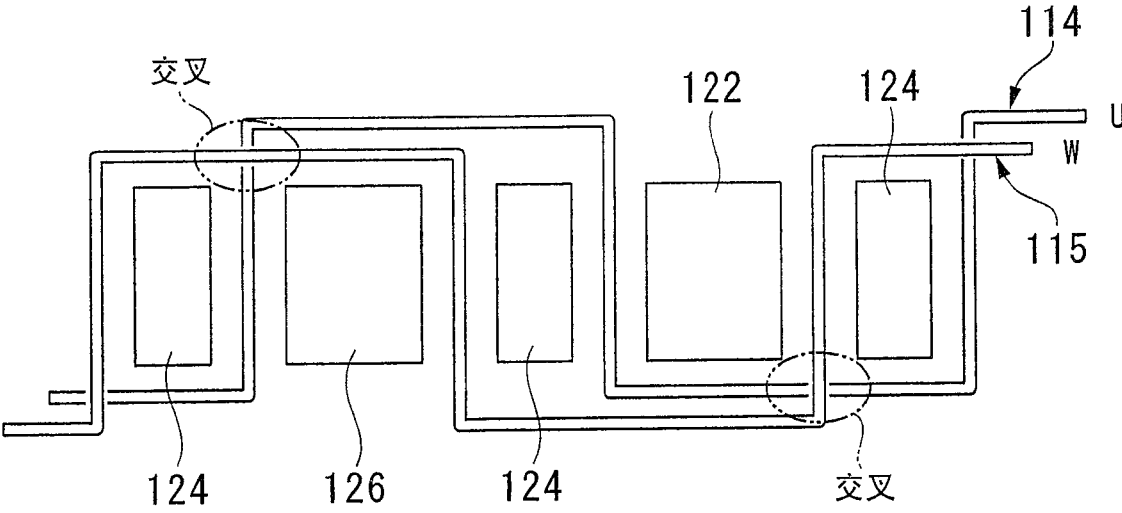
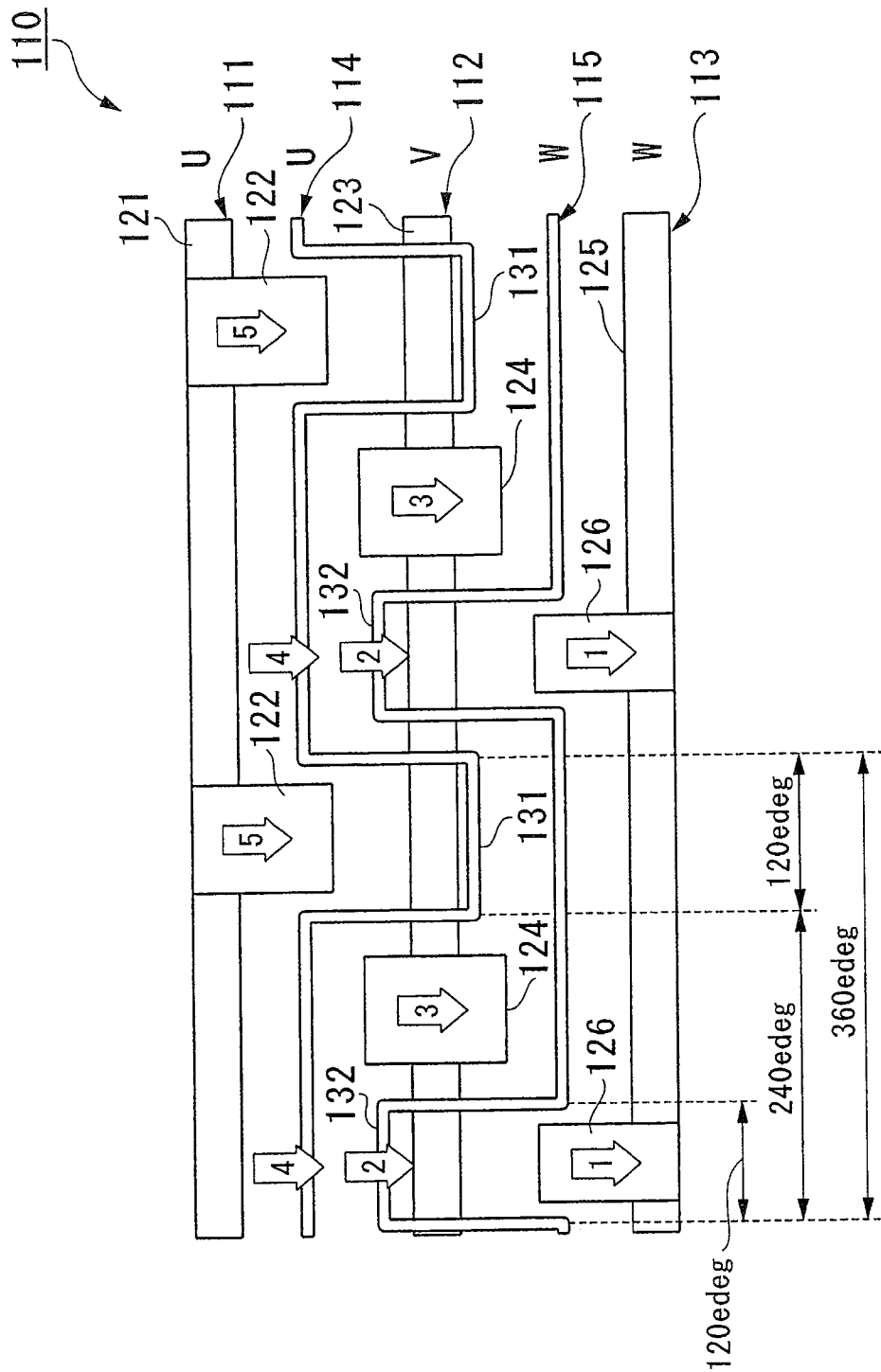


图 12



13

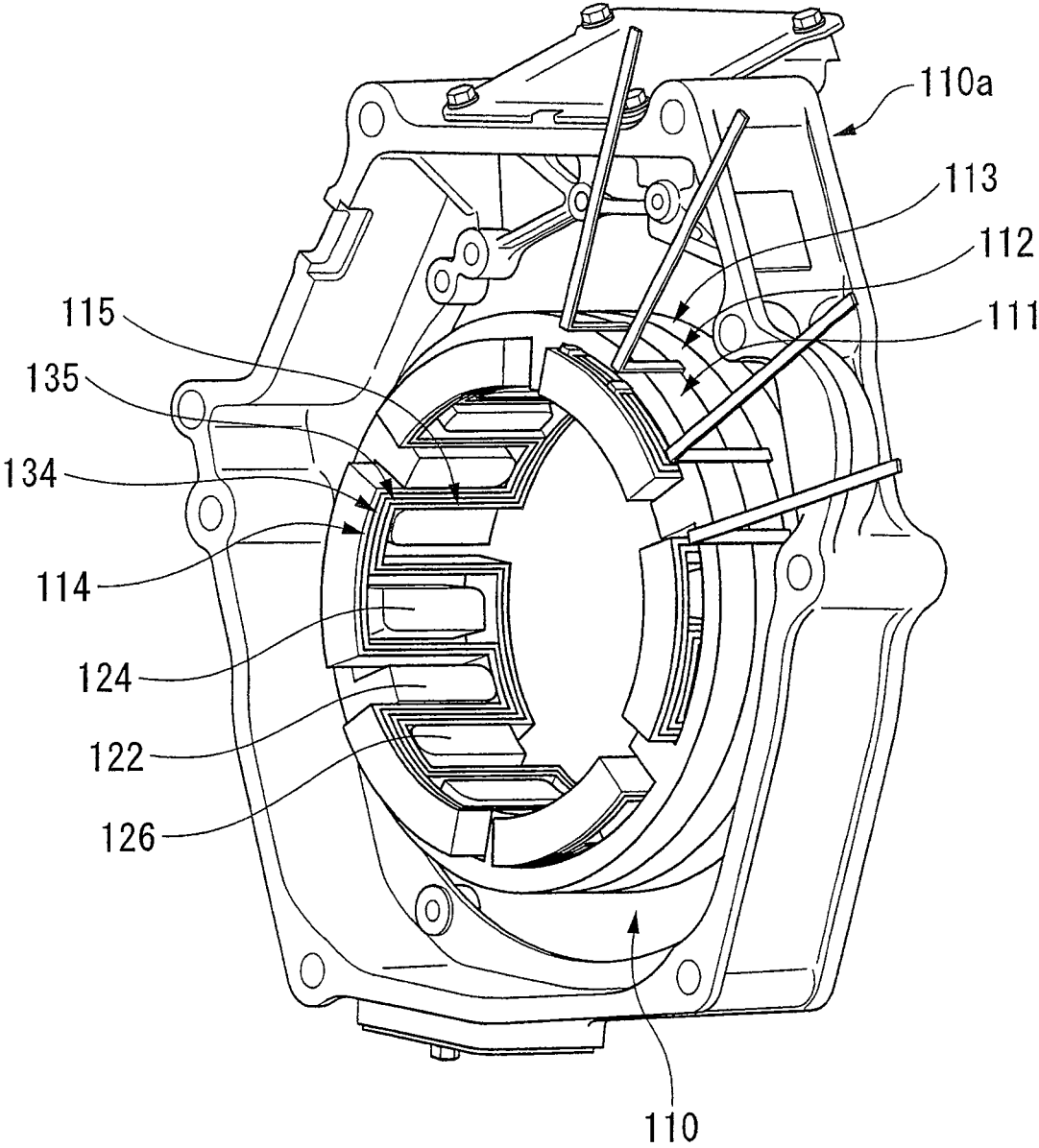


图 14

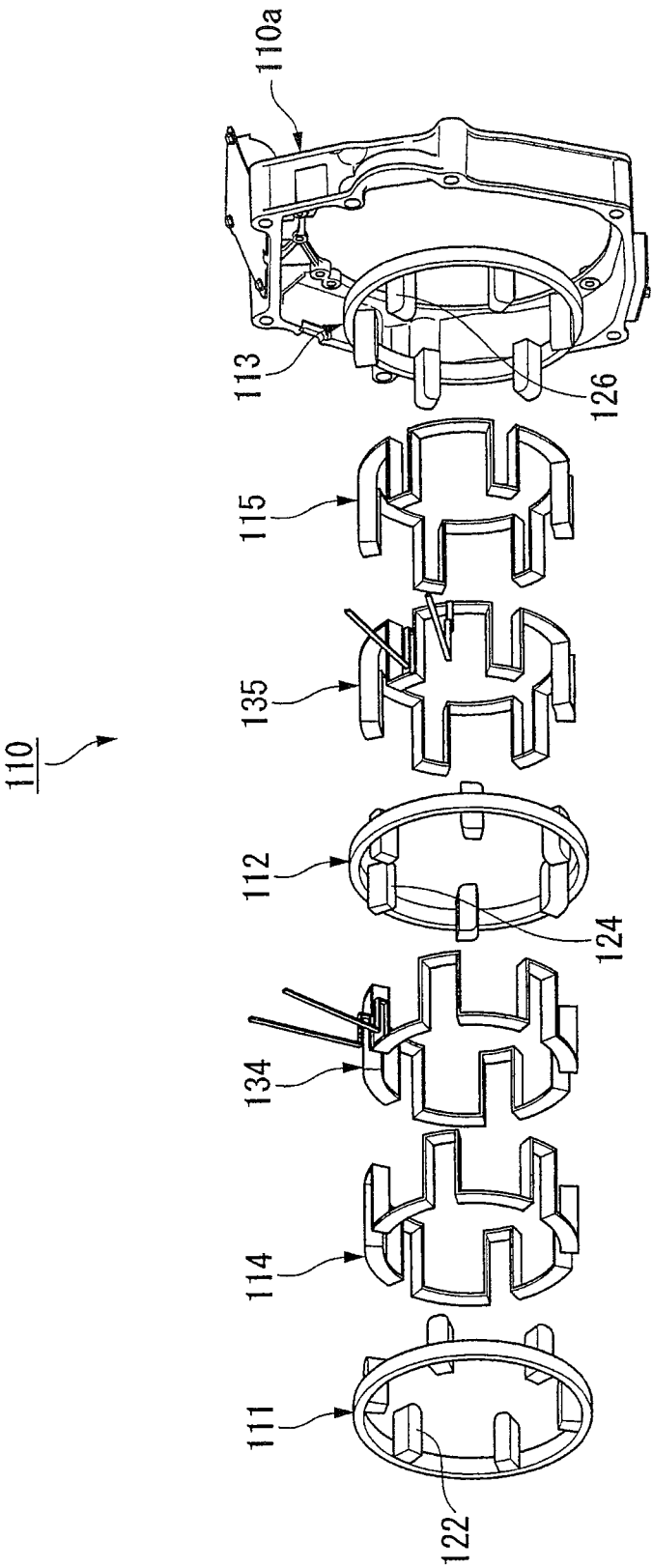


图 15

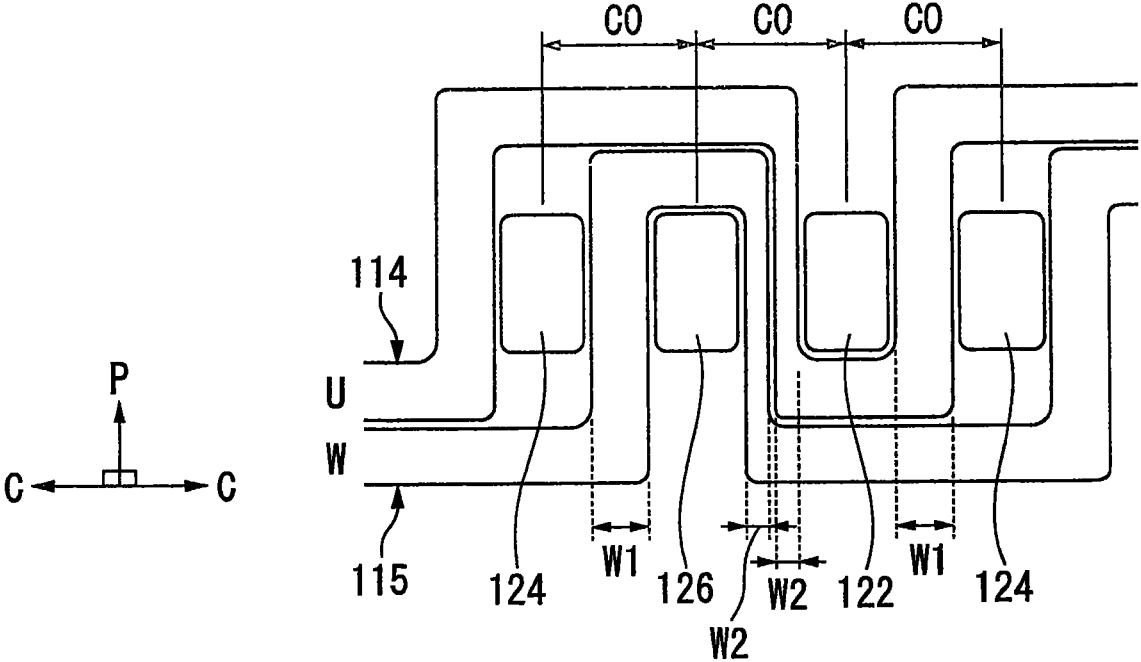


图 16A

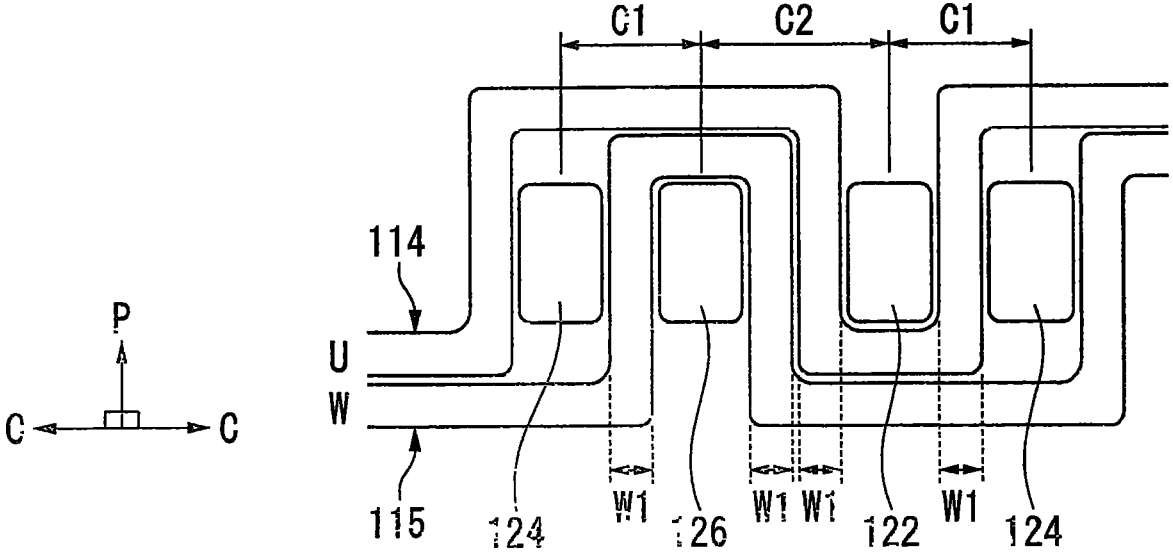


图 16B

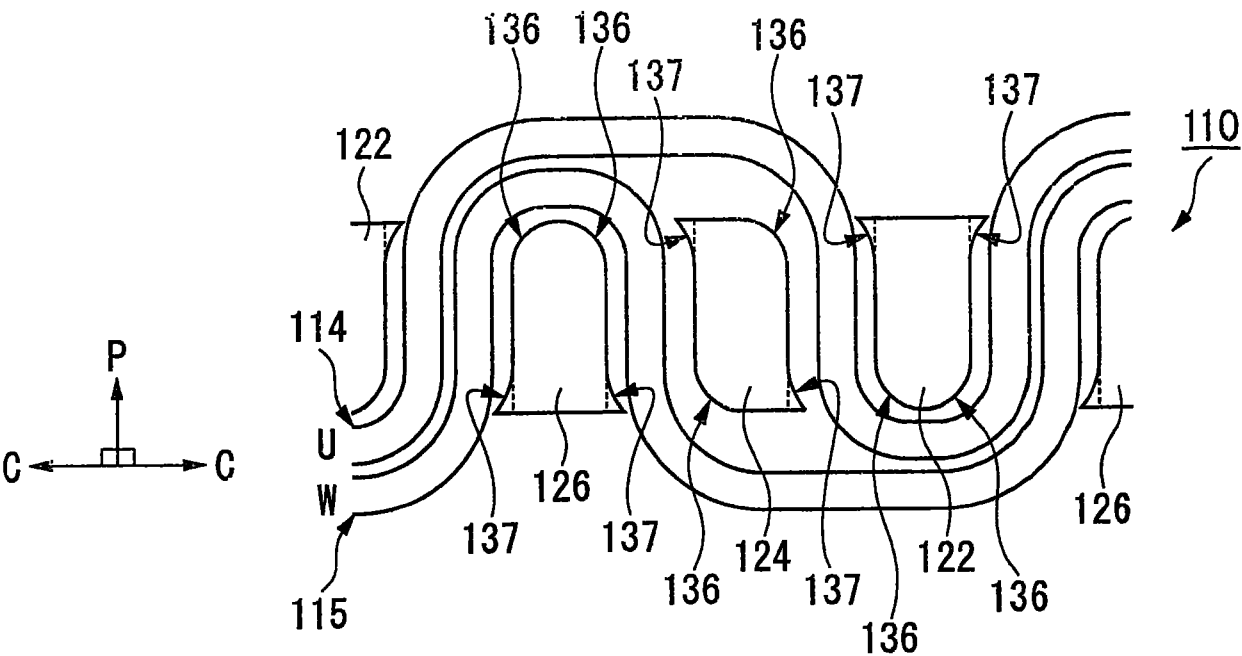


图 17A

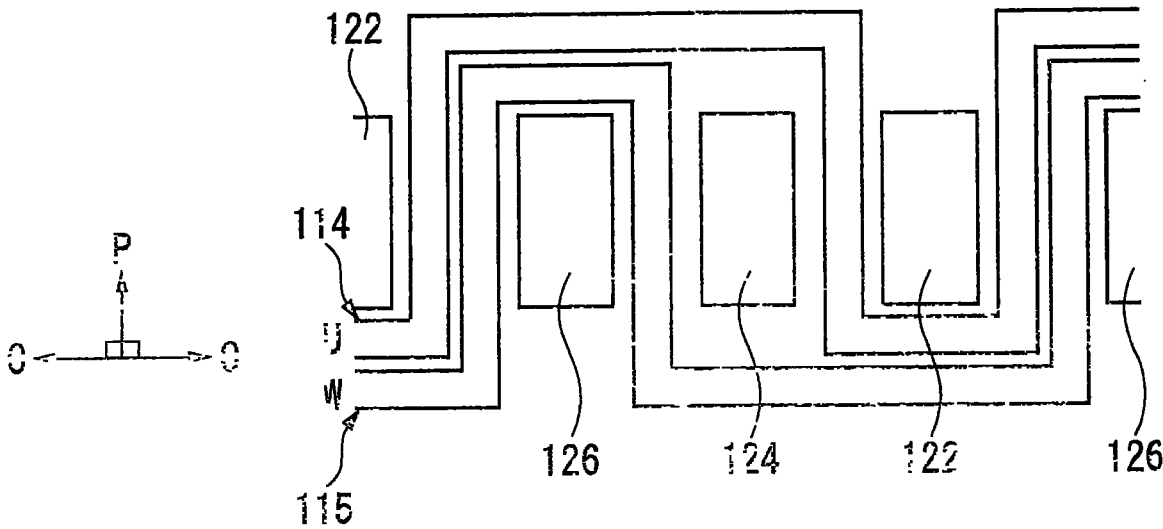


图 17B

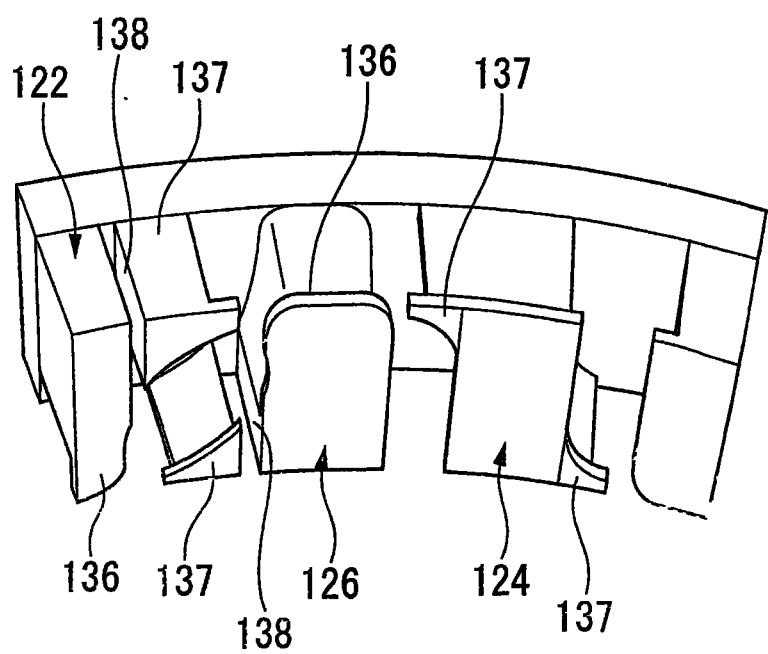


图 18

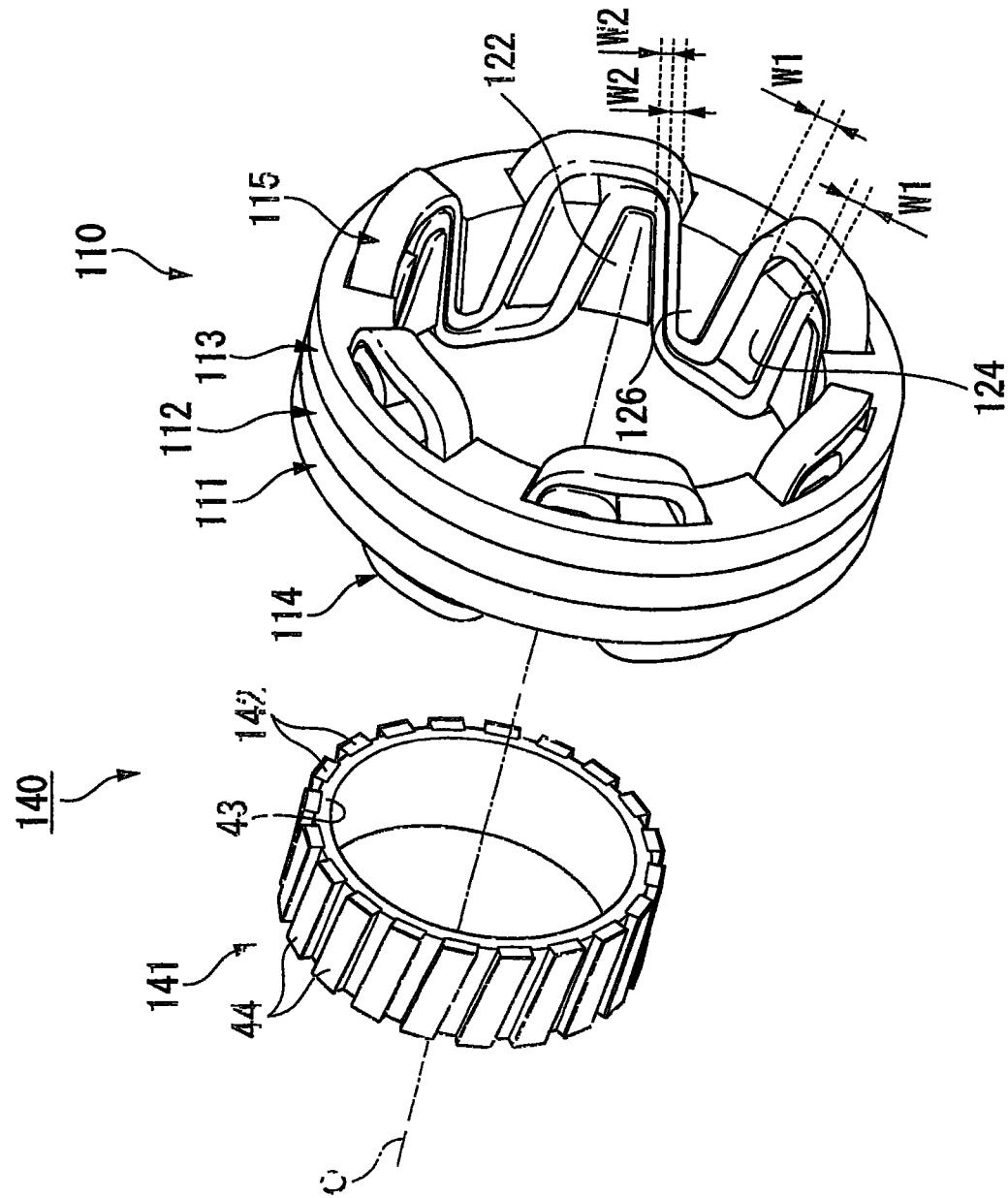


图 19

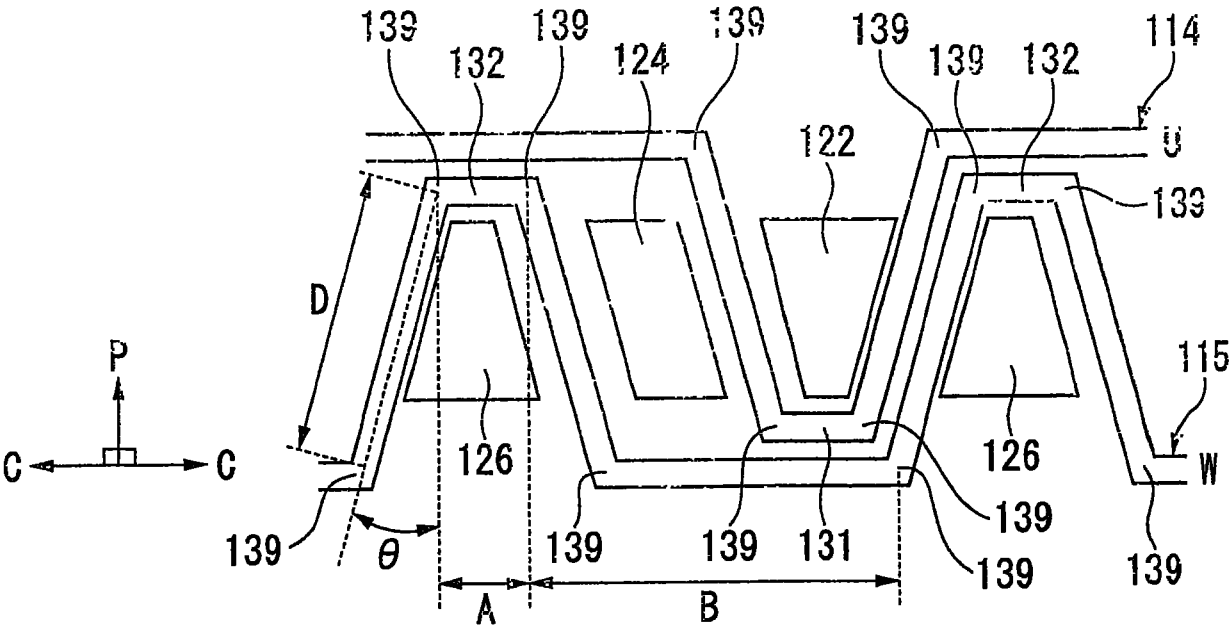


图 20A

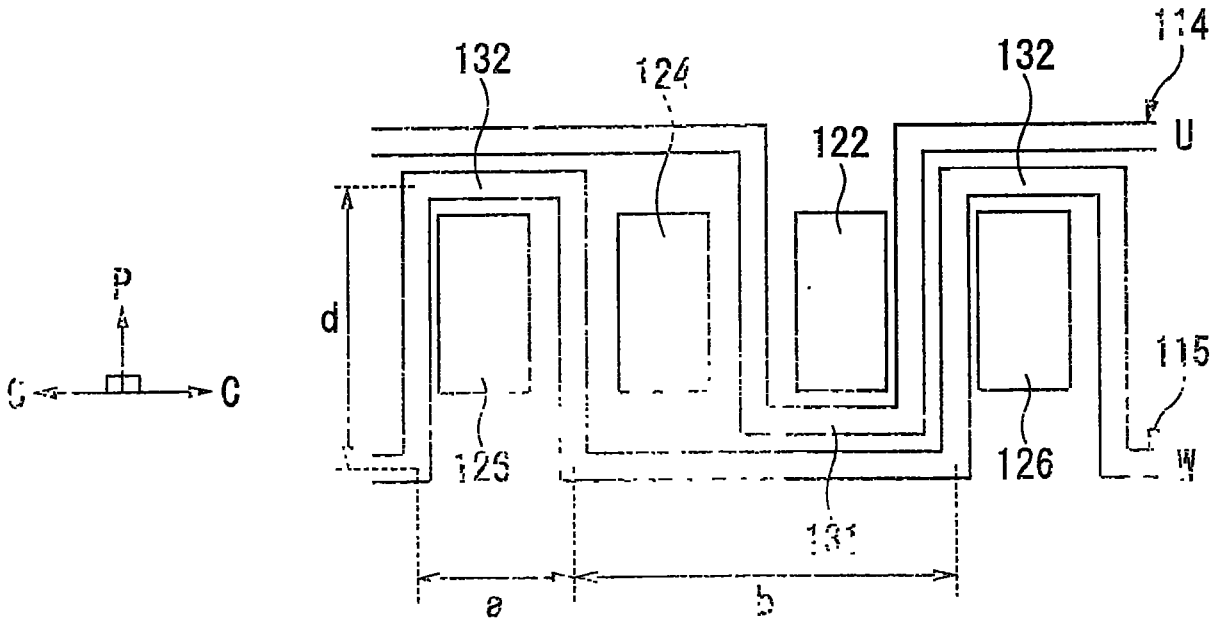


图 20B

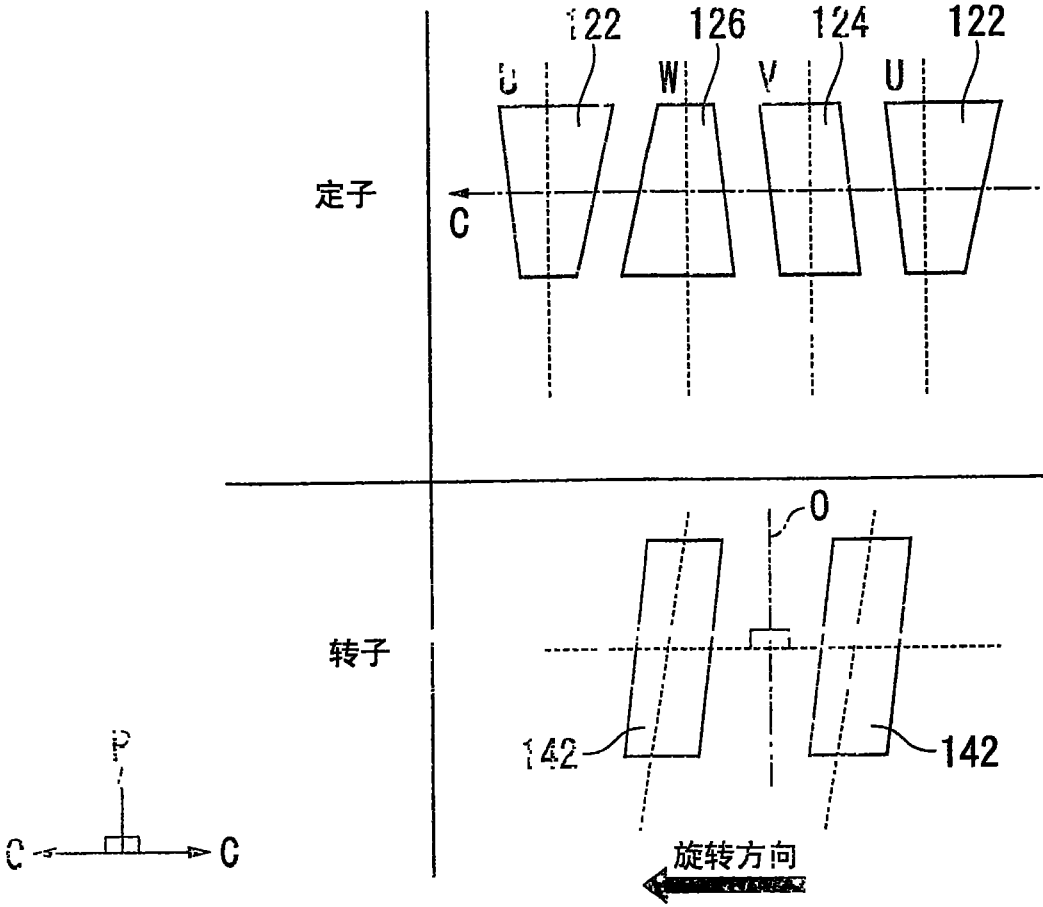


图 21

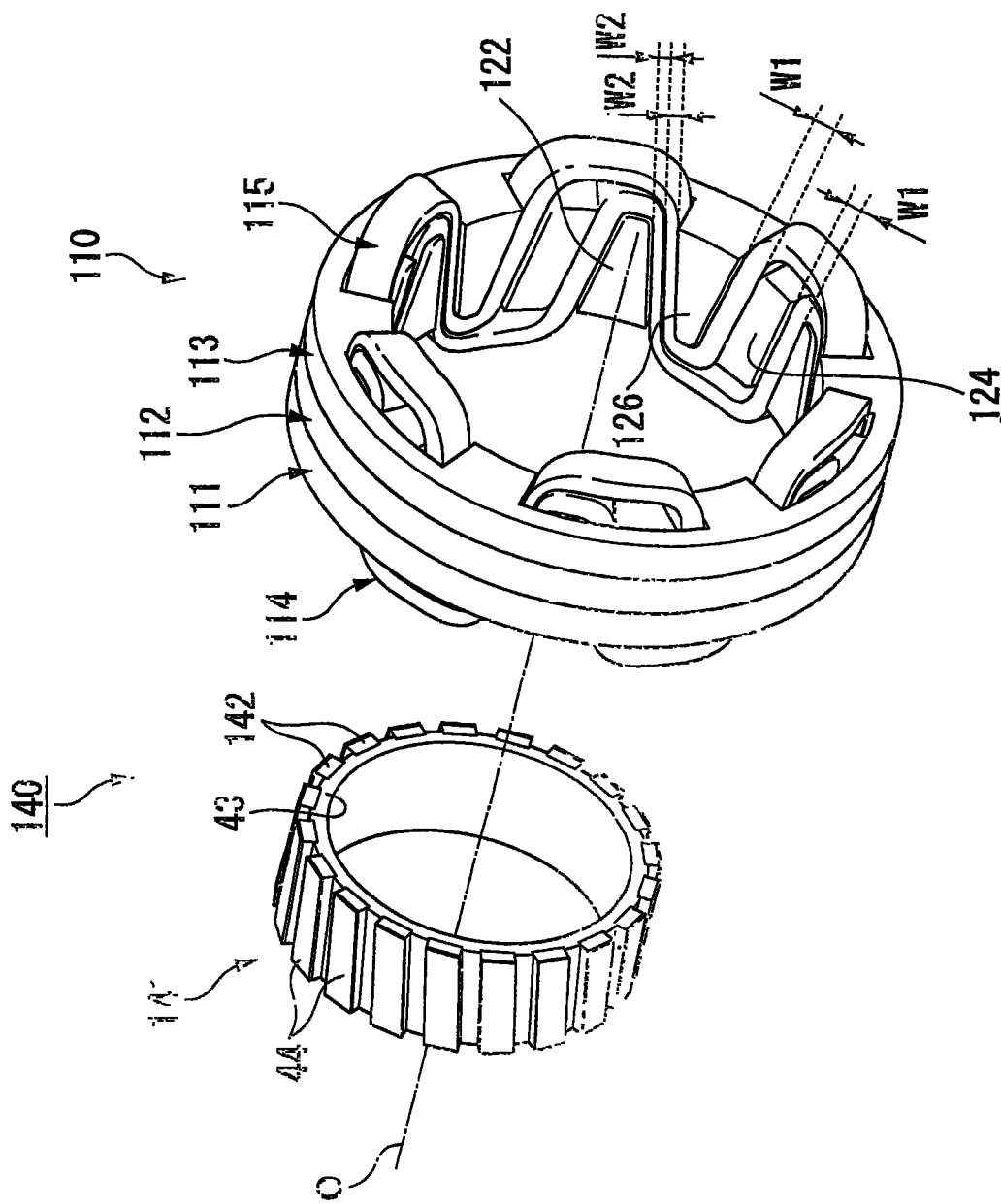


图 22

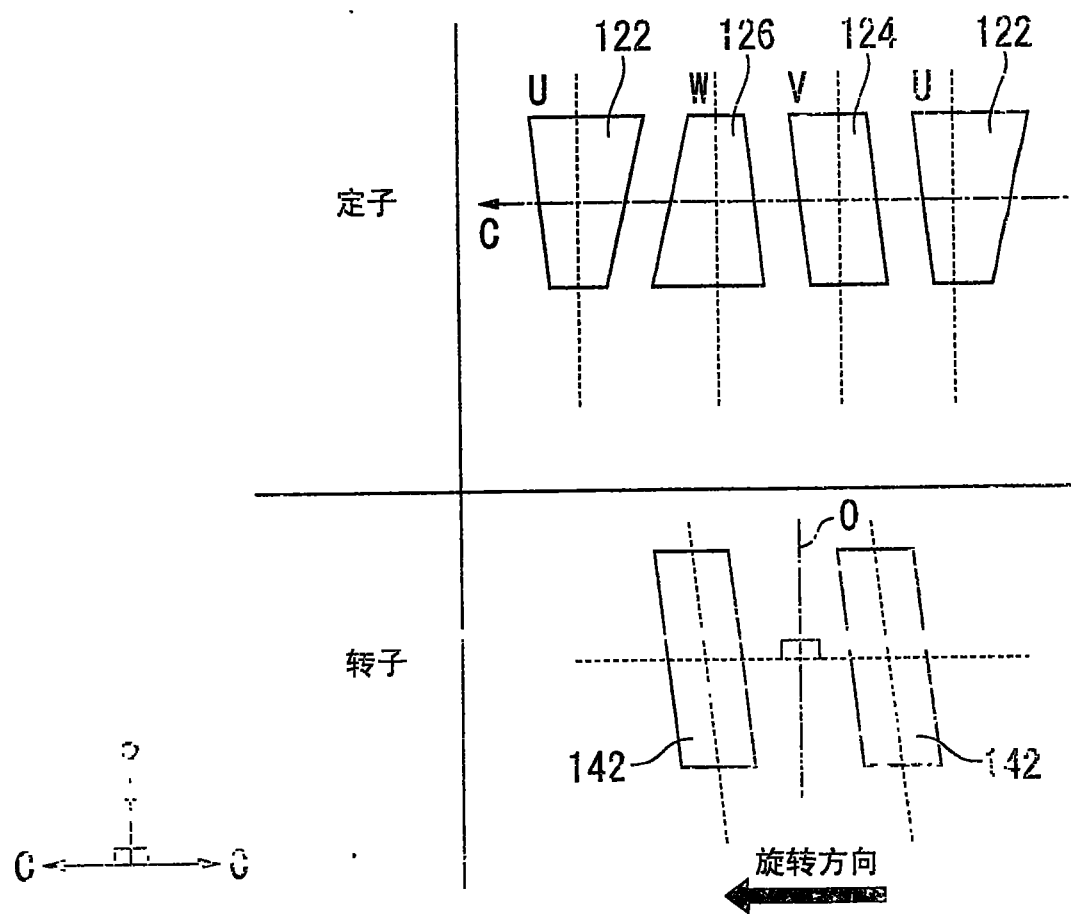


图 23

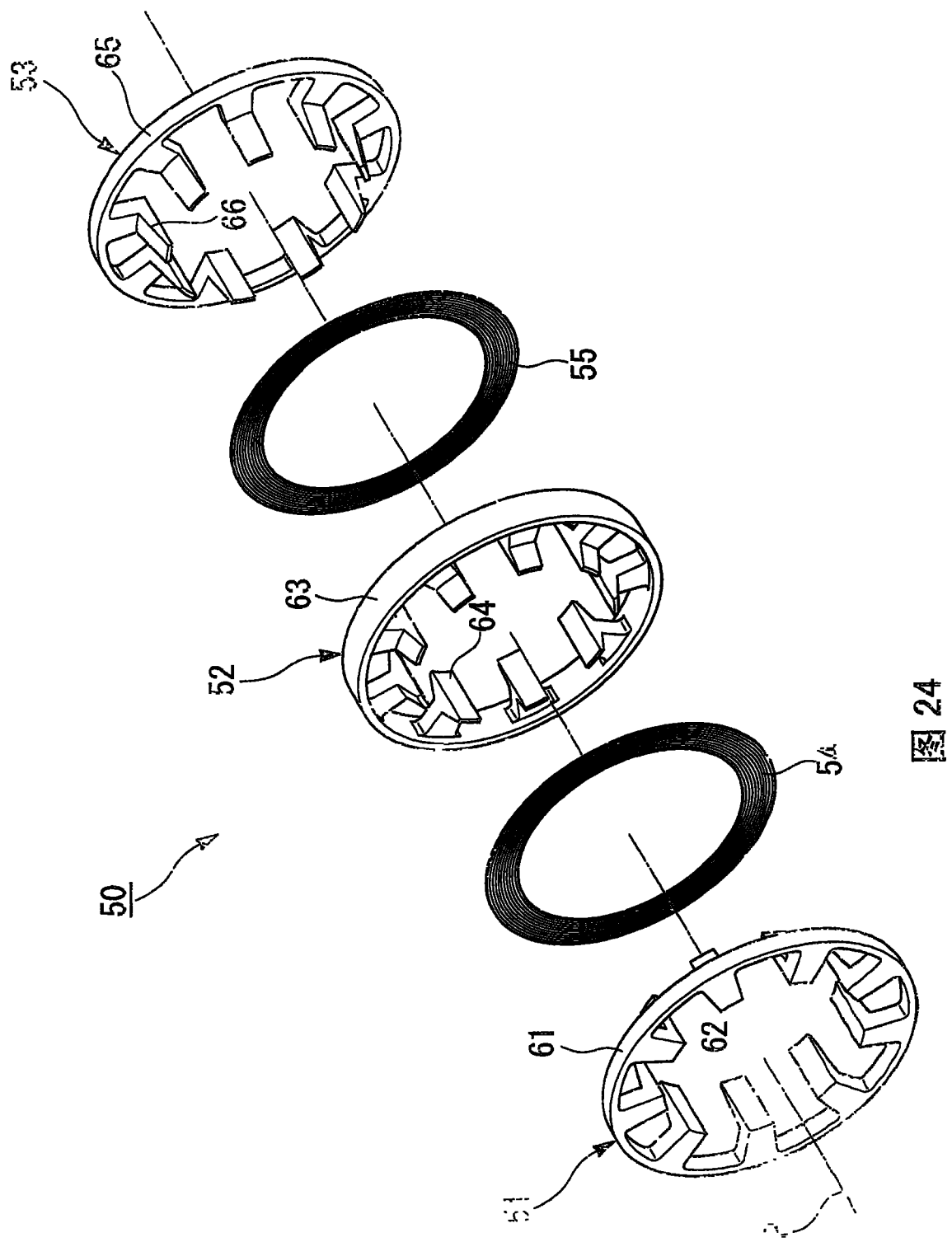


图 24

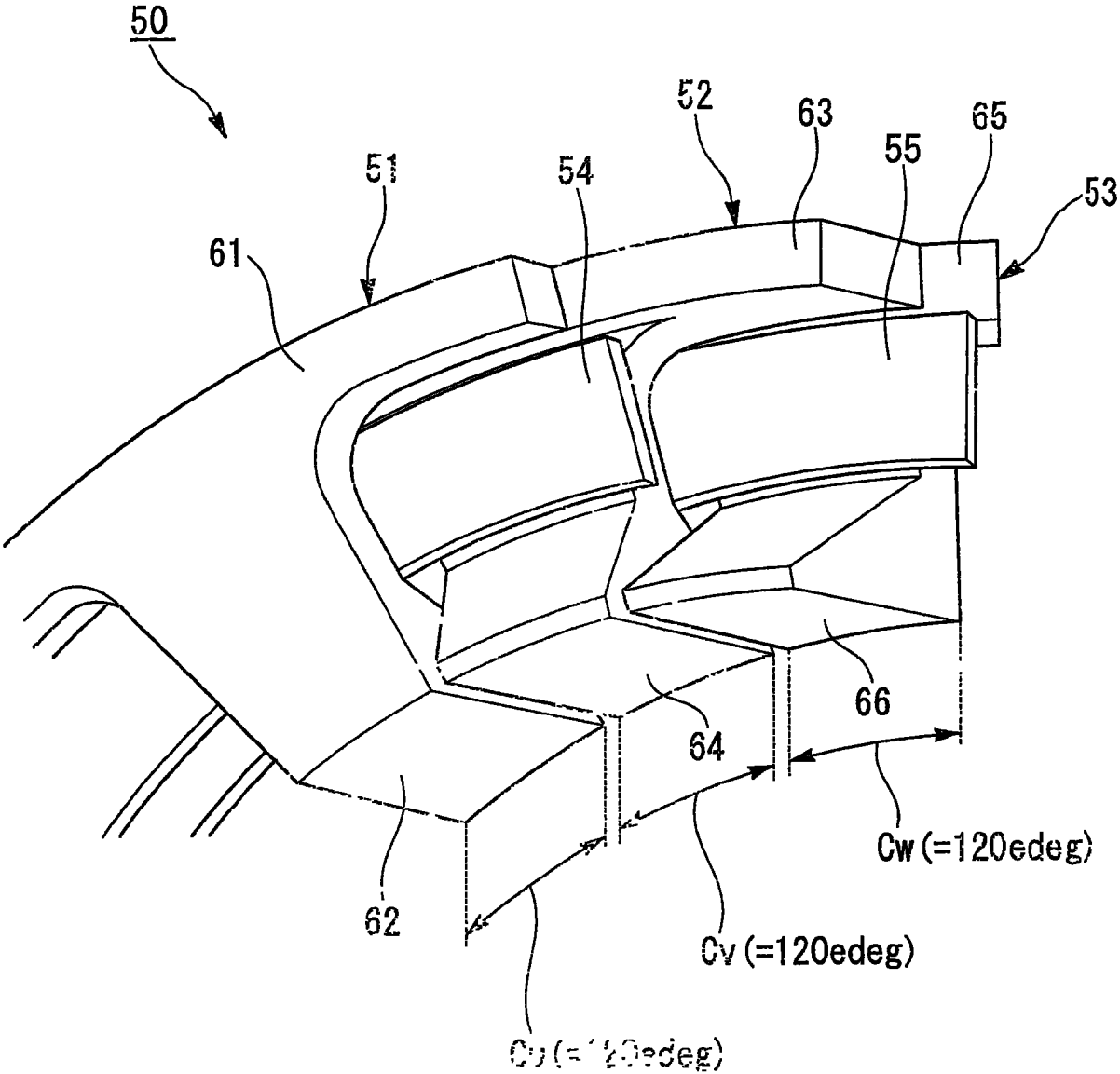


图 25

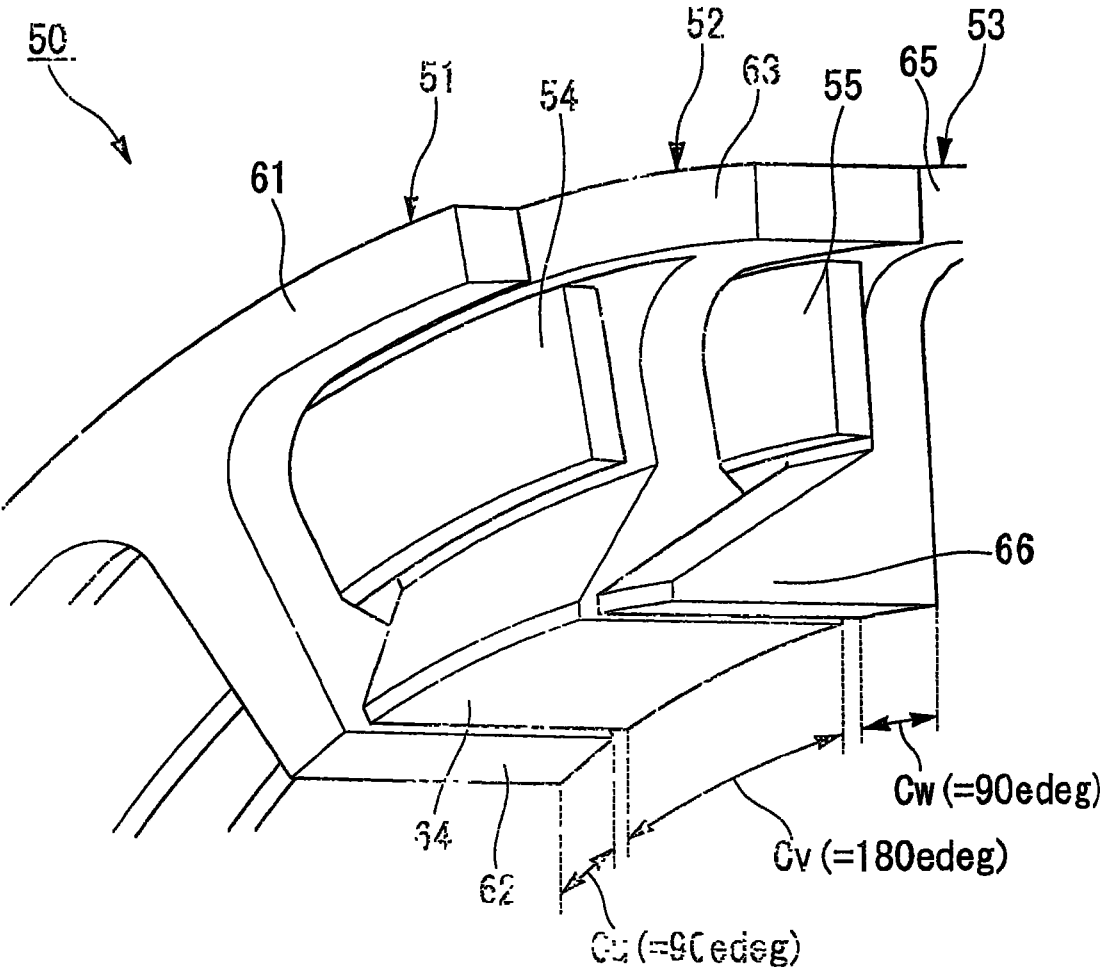


图 26

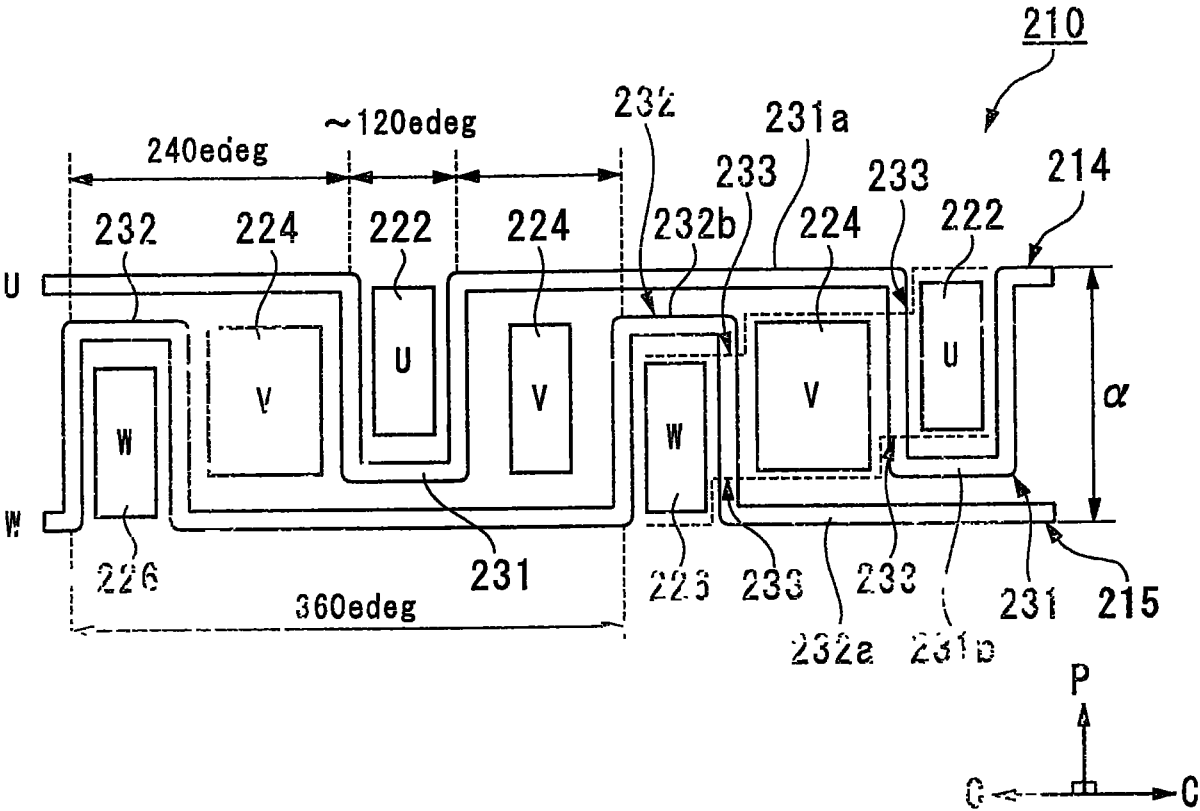


图 27

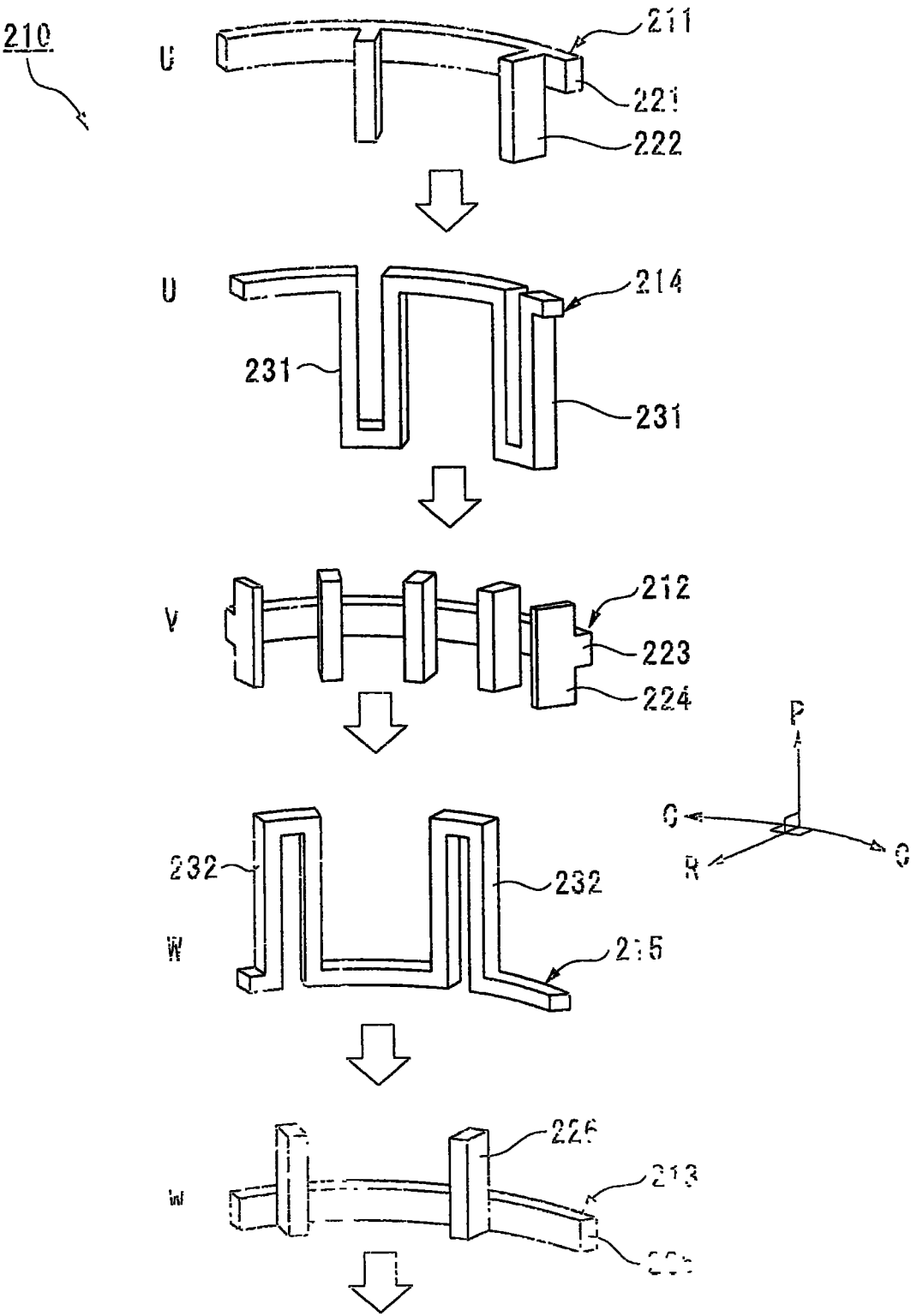


图 28

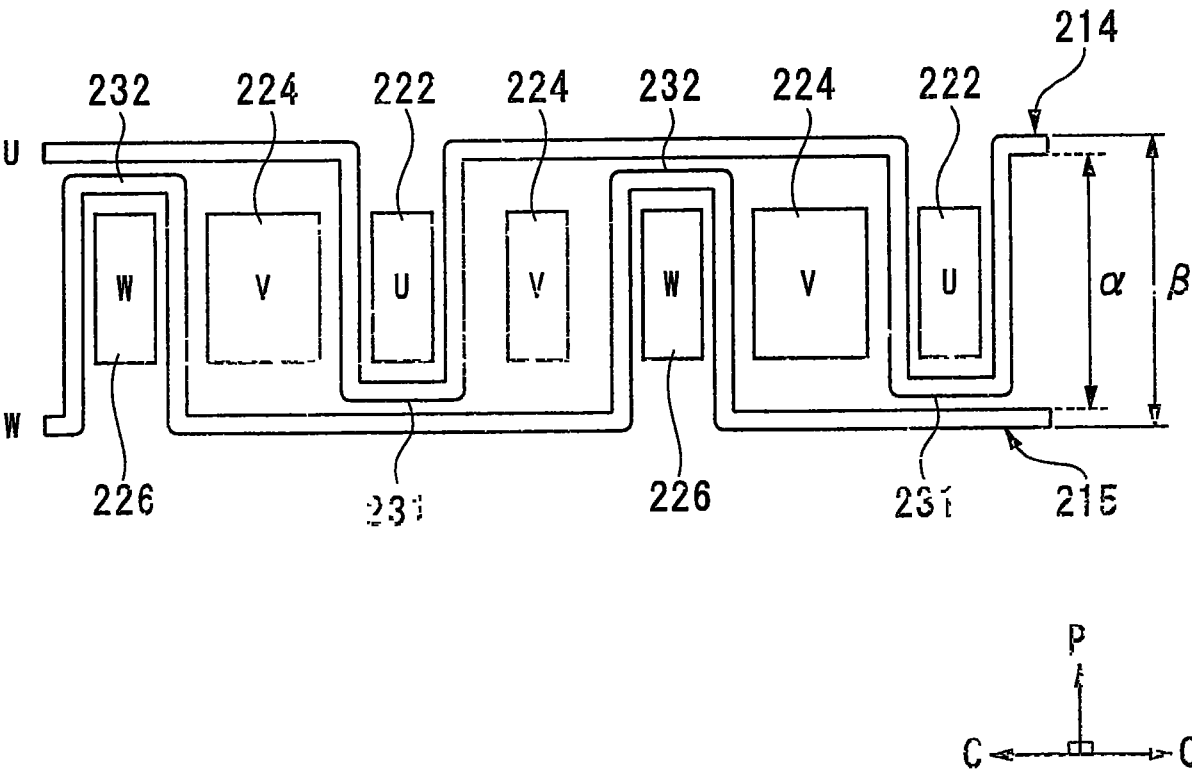


图 29

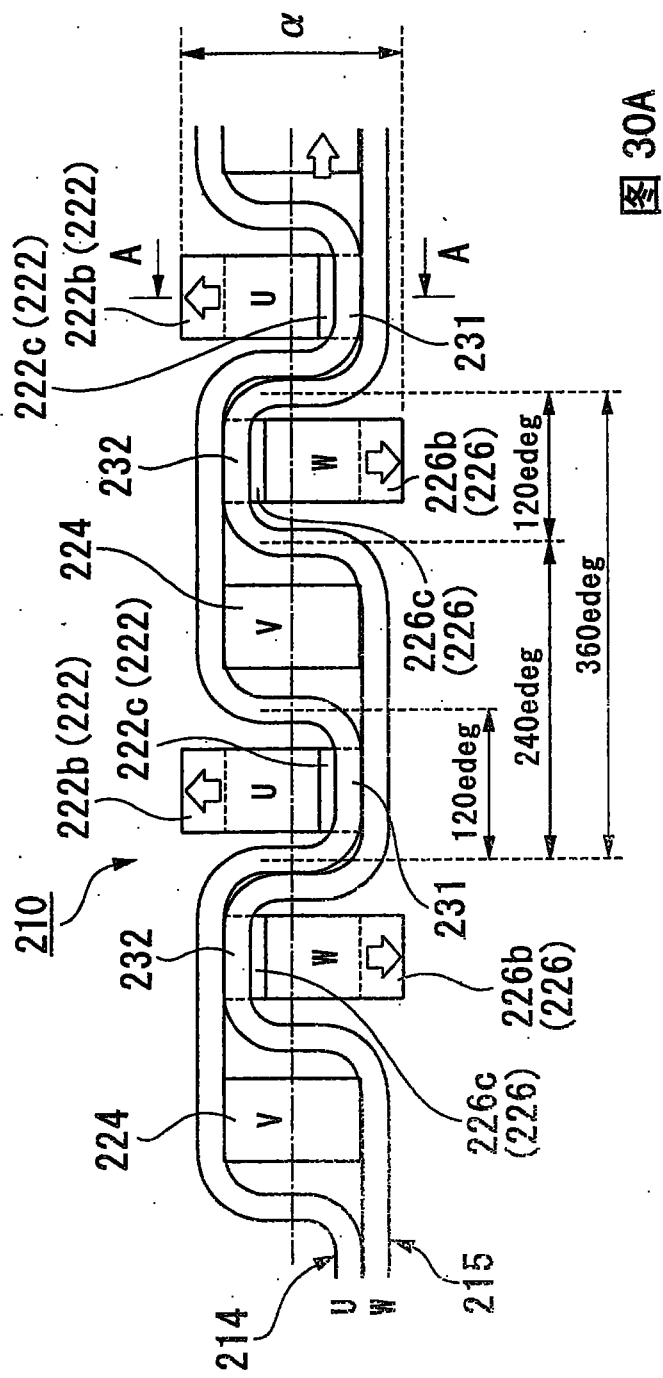


图 30A

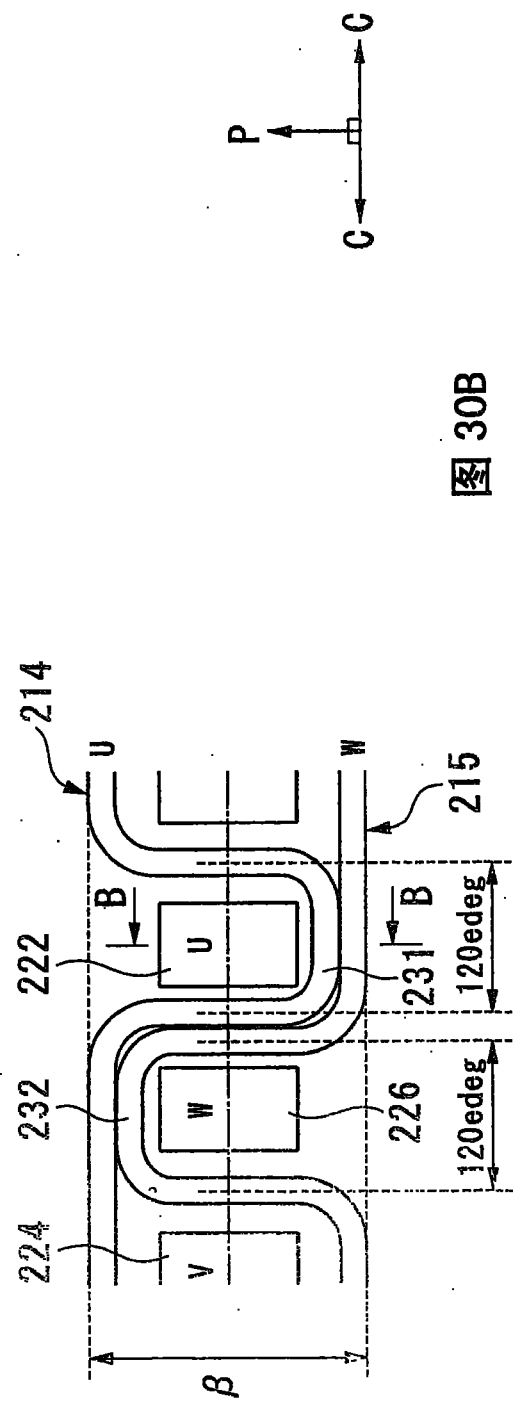


图 30B

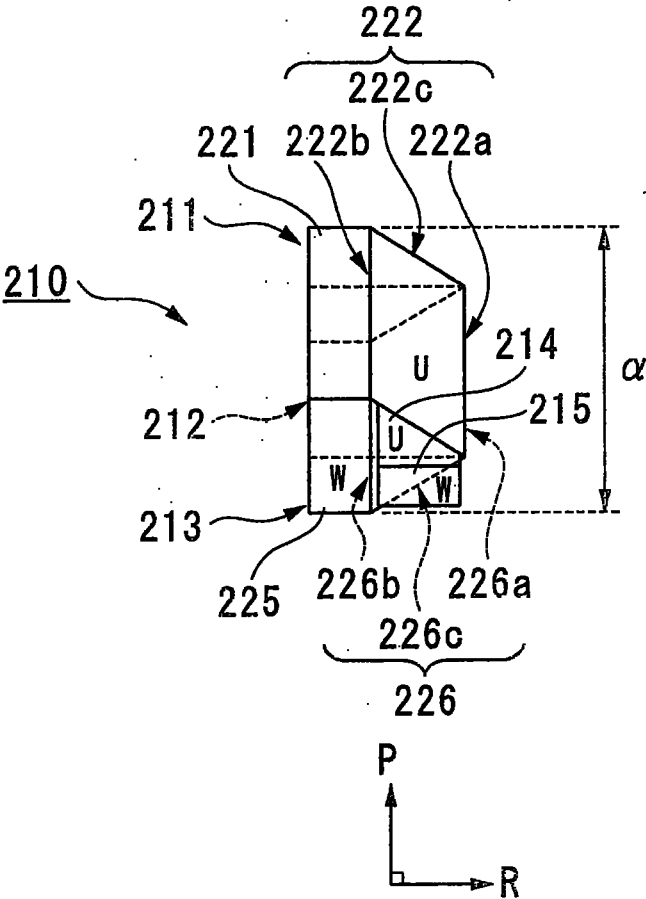


图 31A

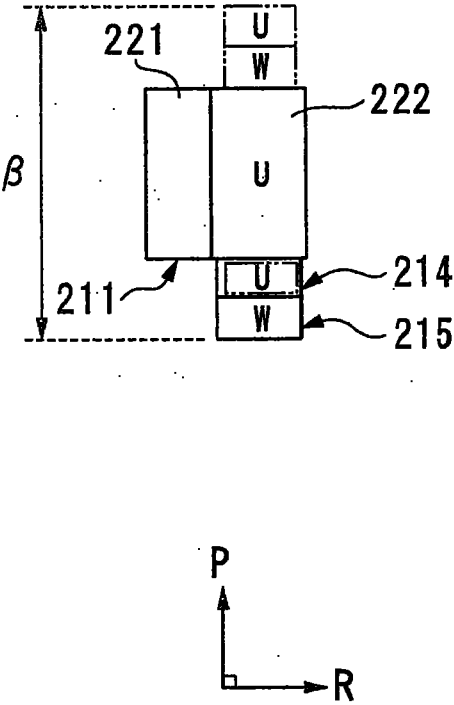


图 31B

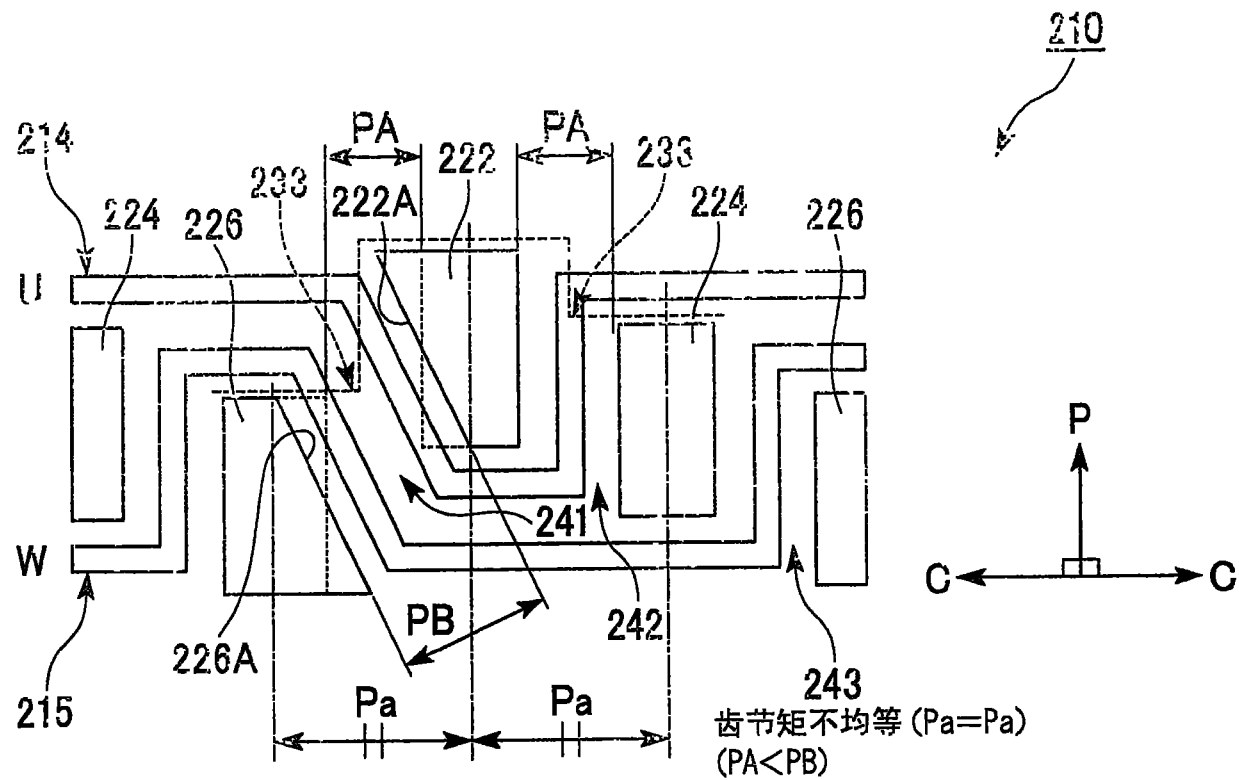


图 32A

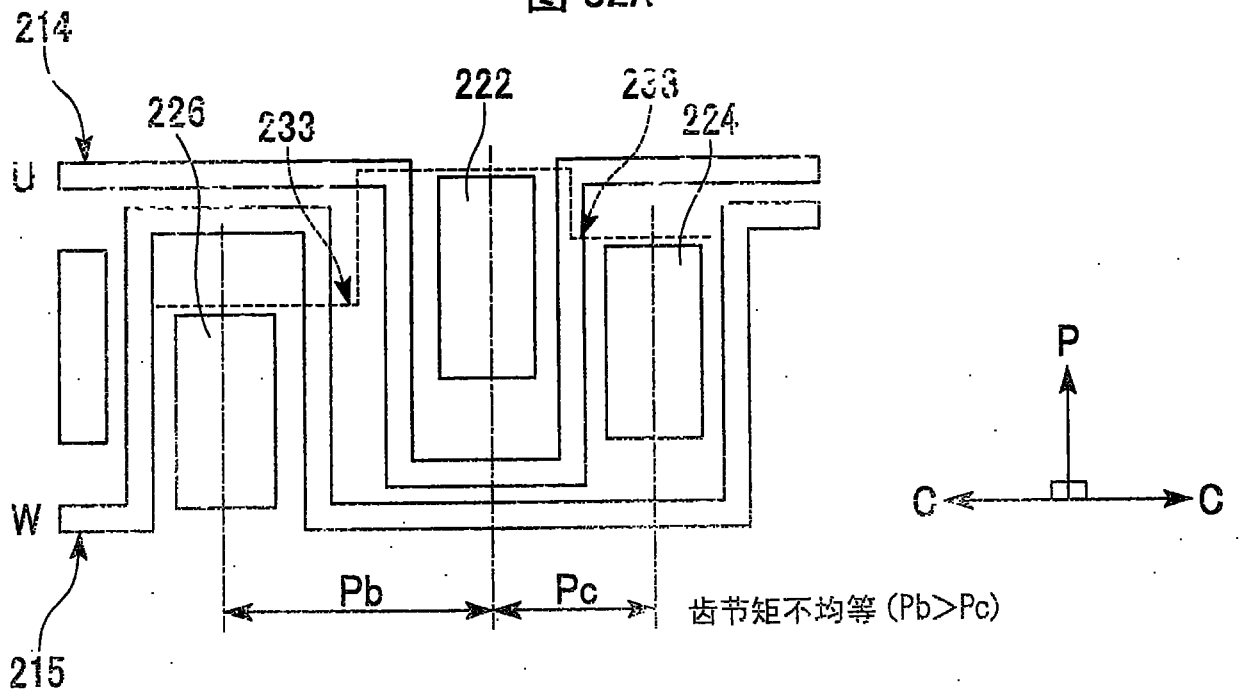


图 32B

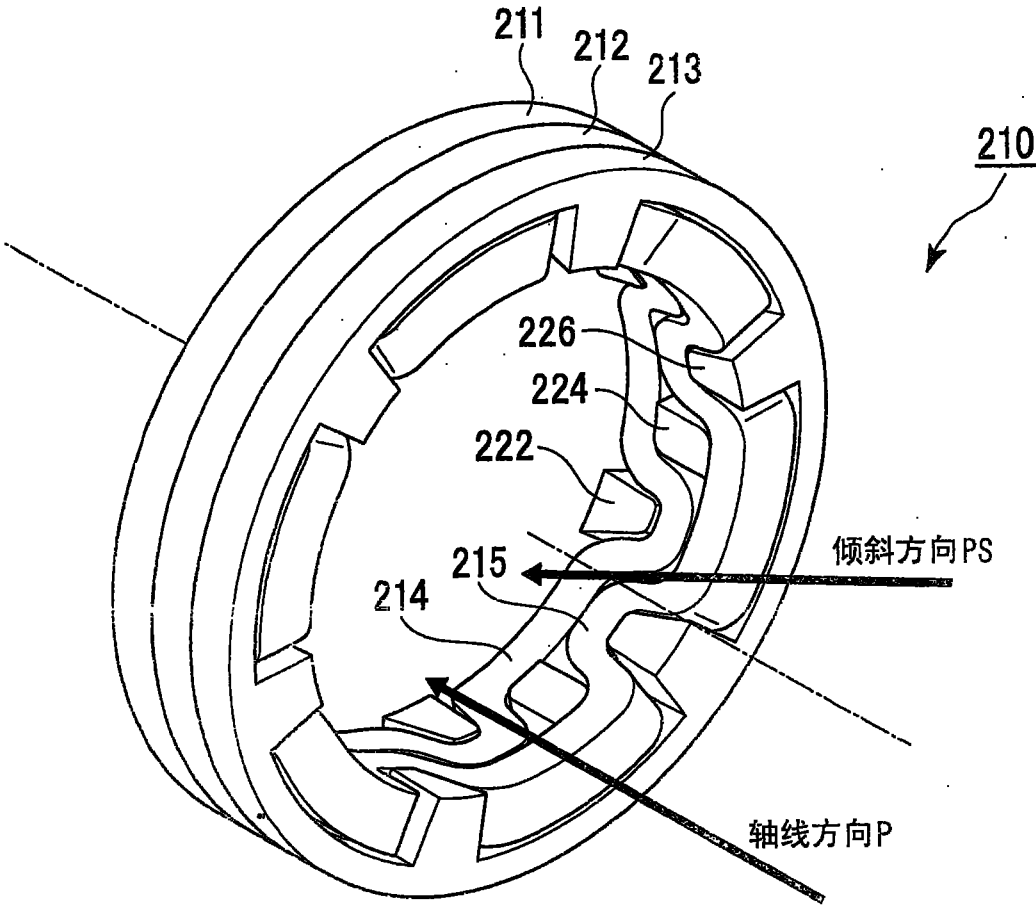


图 33

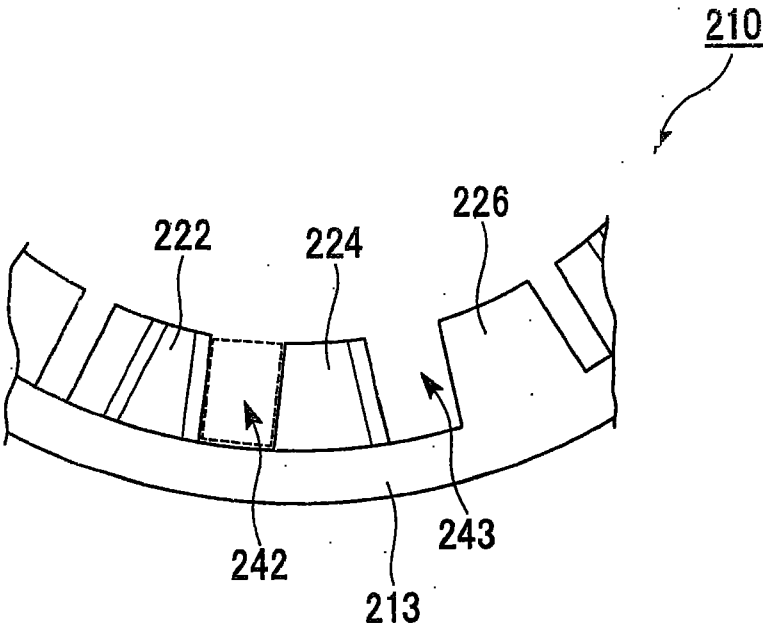


图 34A

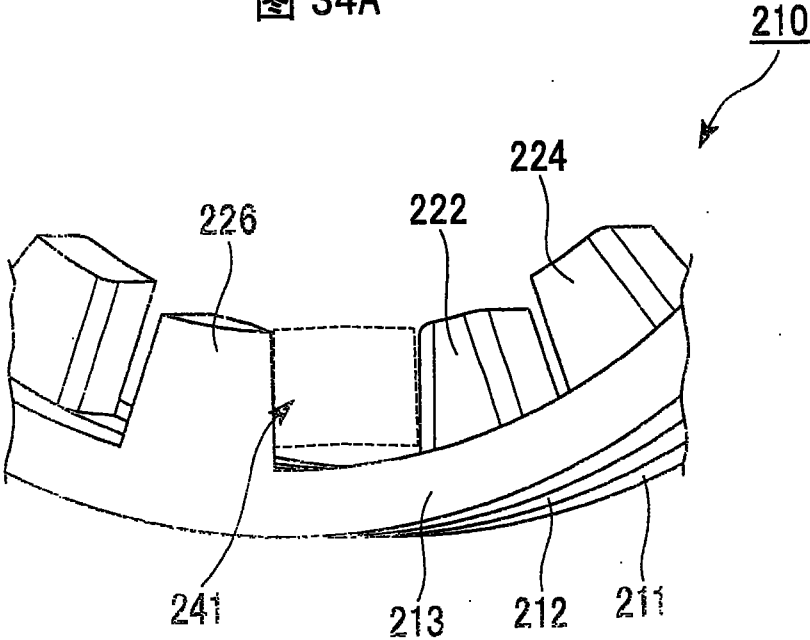


图 34B

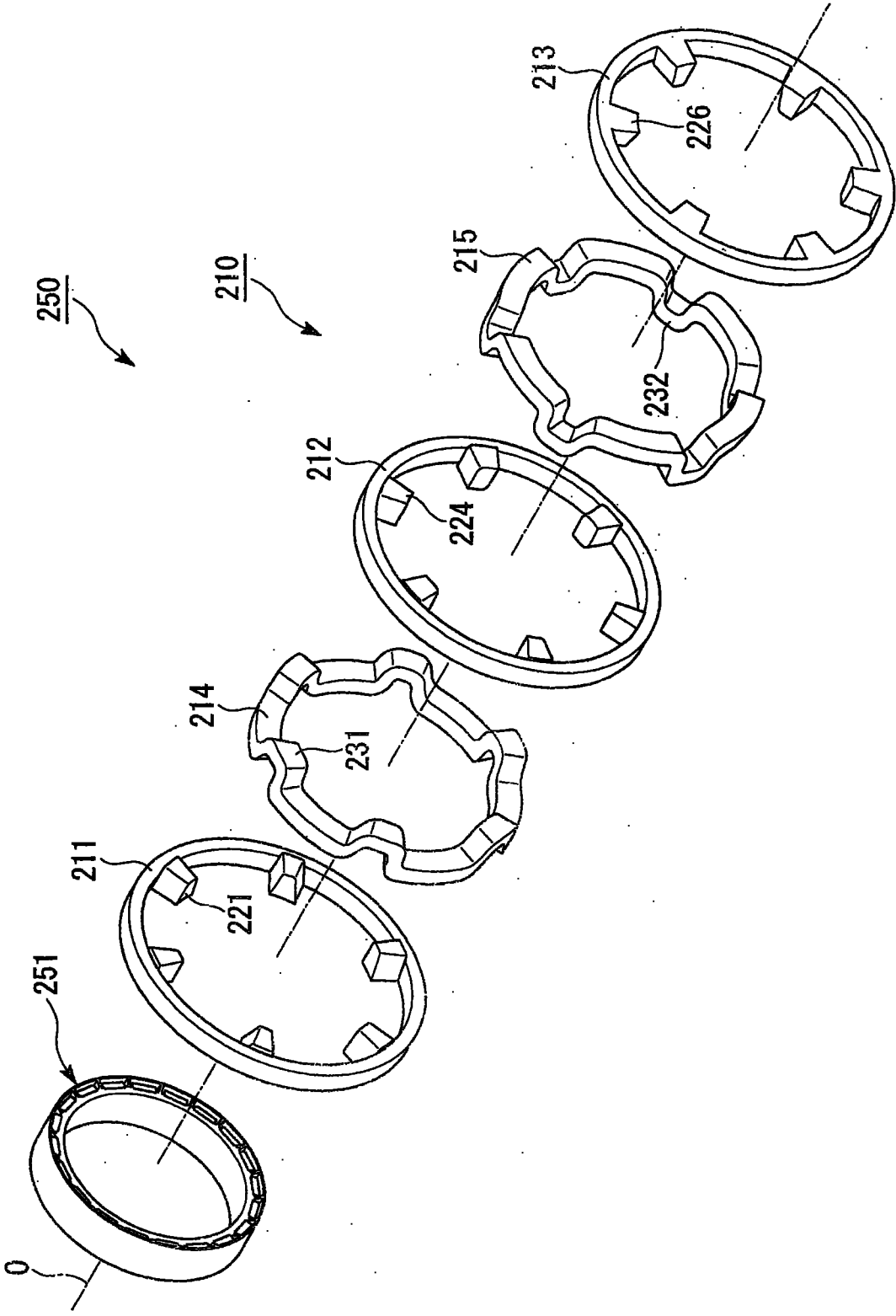


图 35

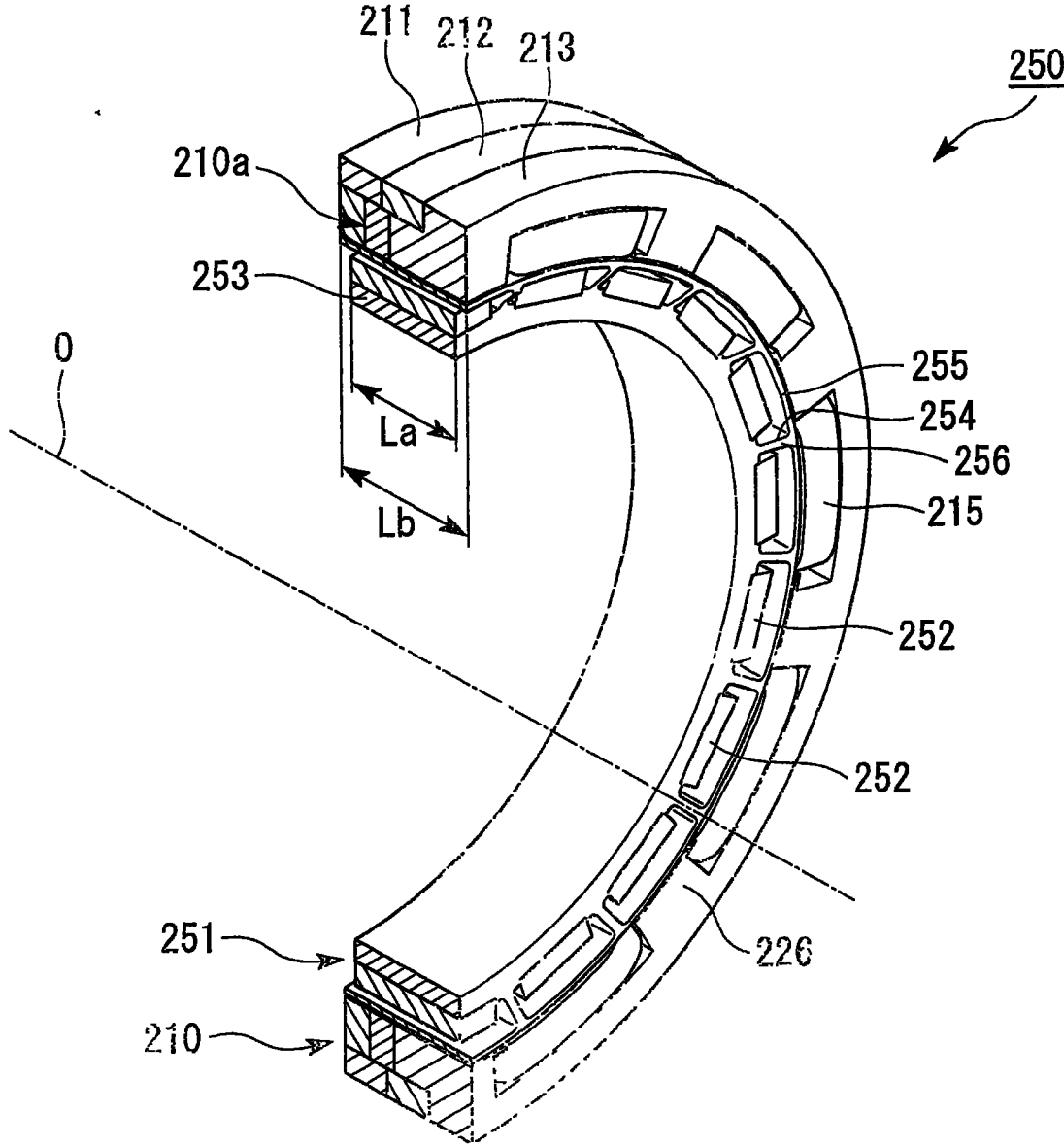


图 36

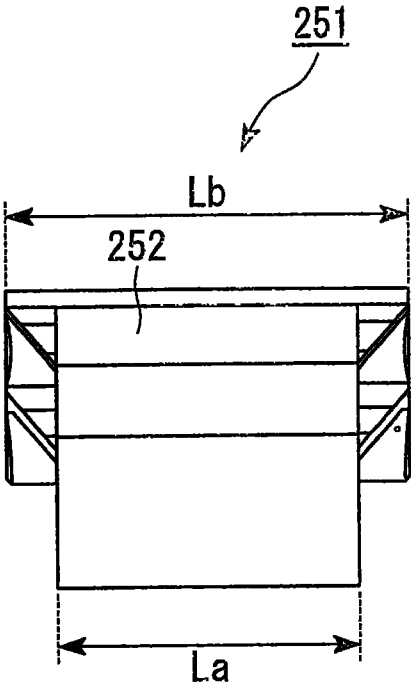


图 37A

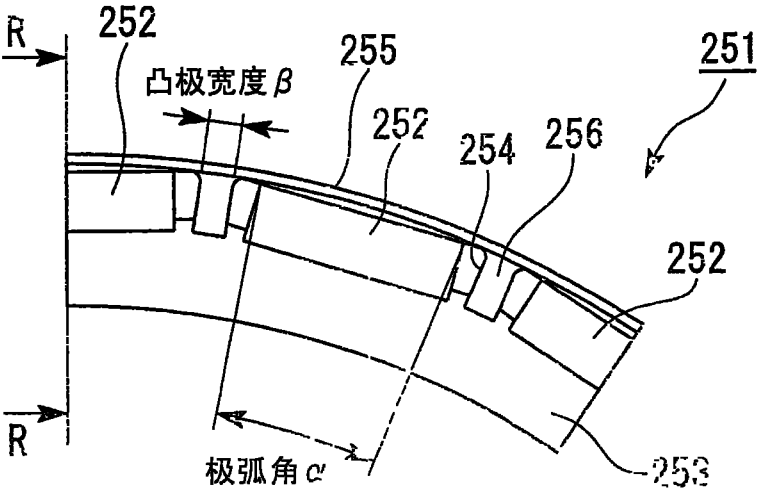


图 37B

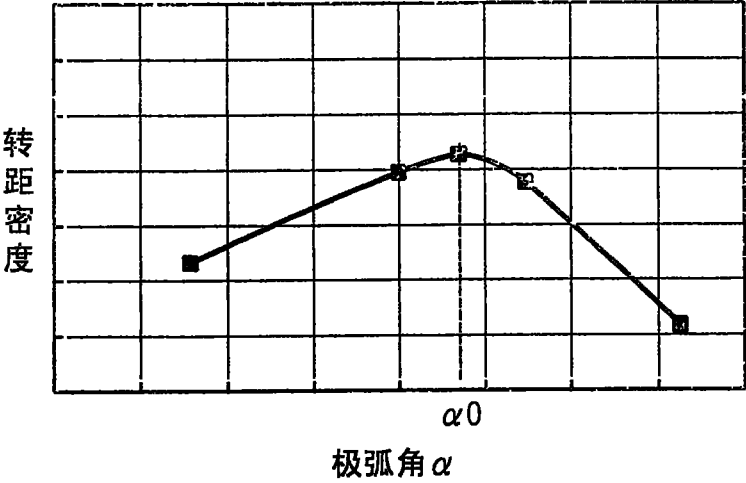


图 38

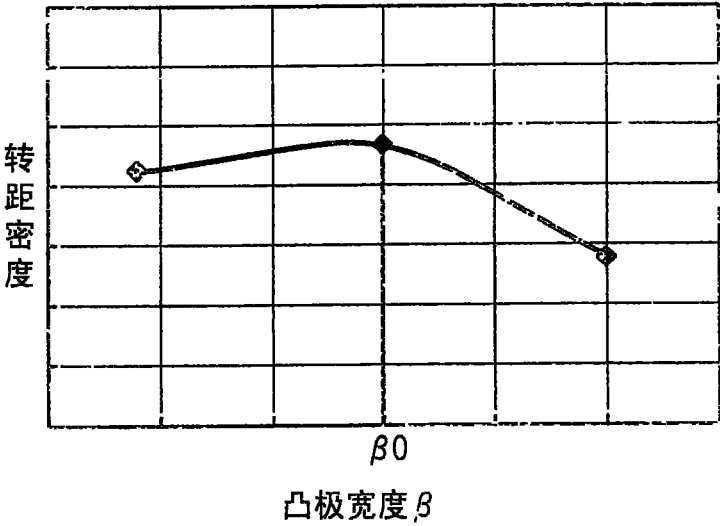


图 39

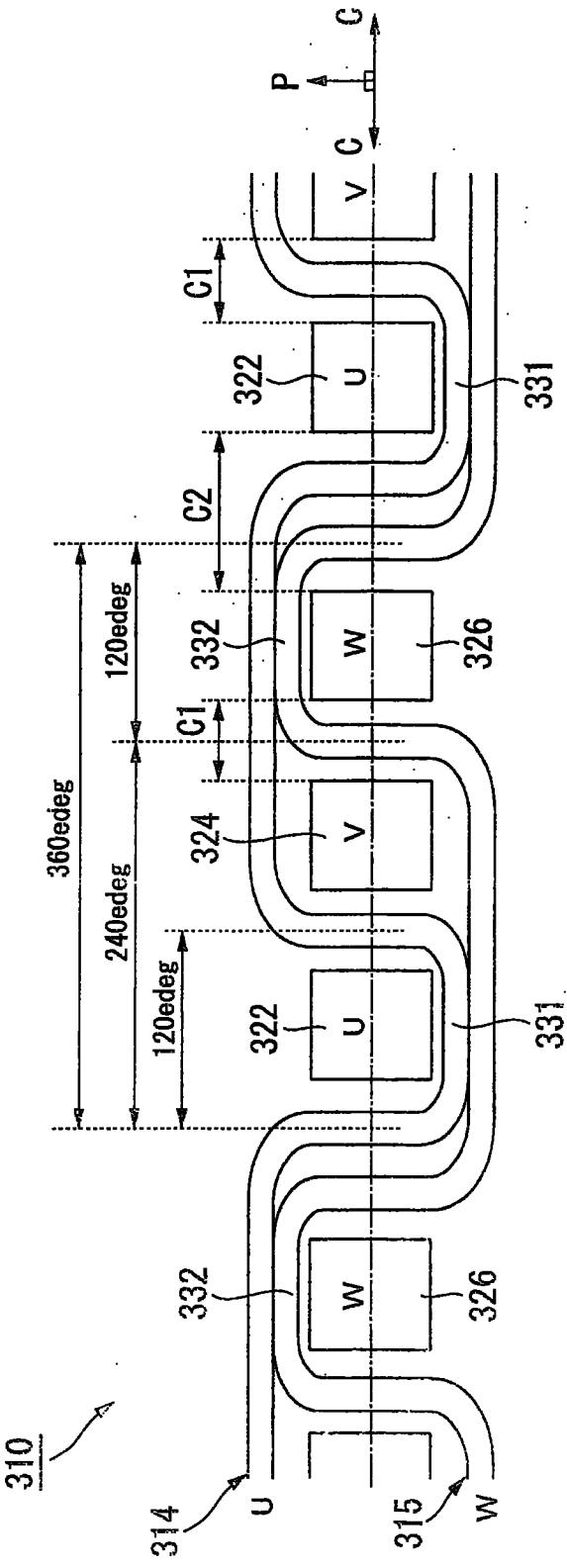


图 40

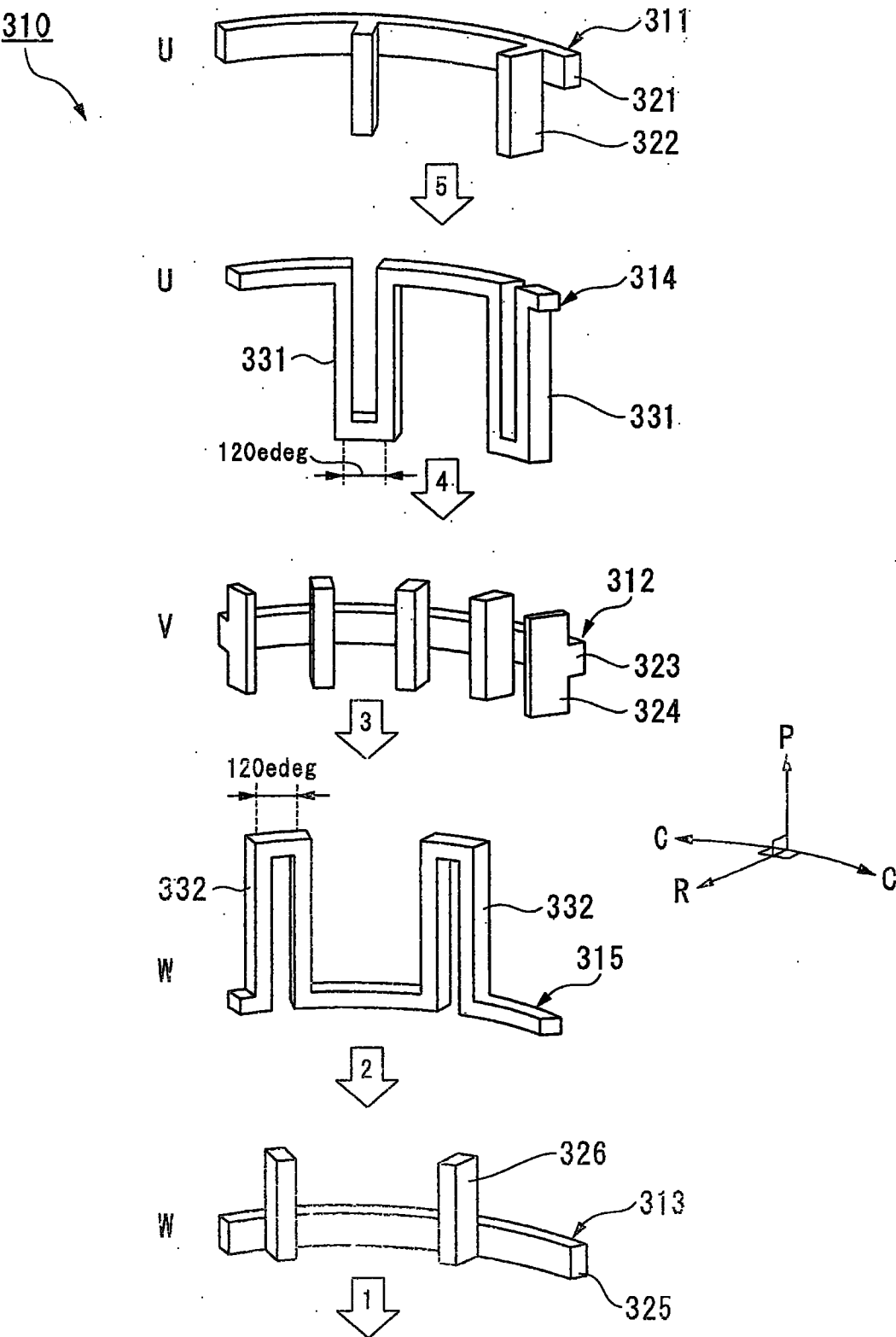


图 41

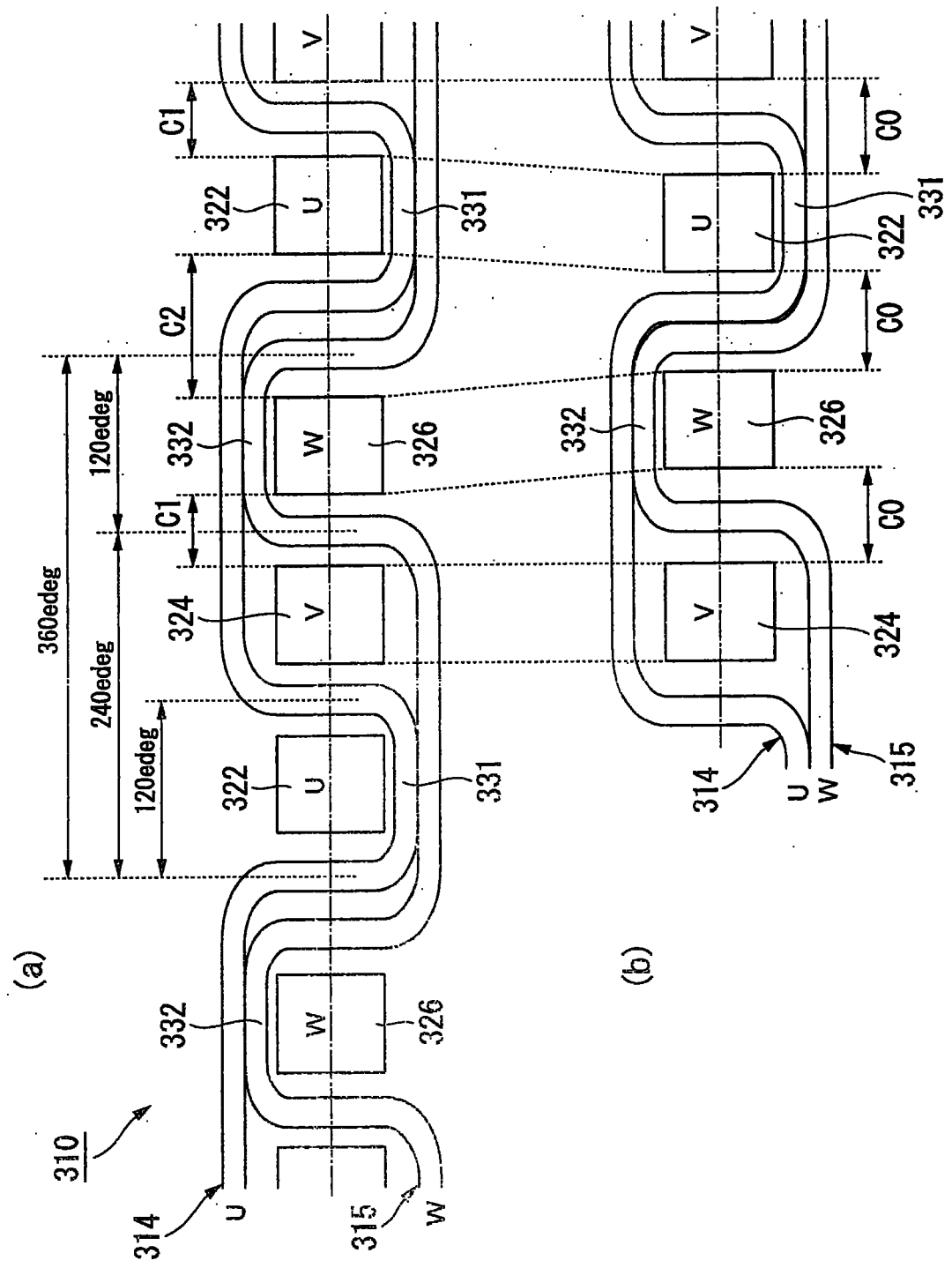


图 42

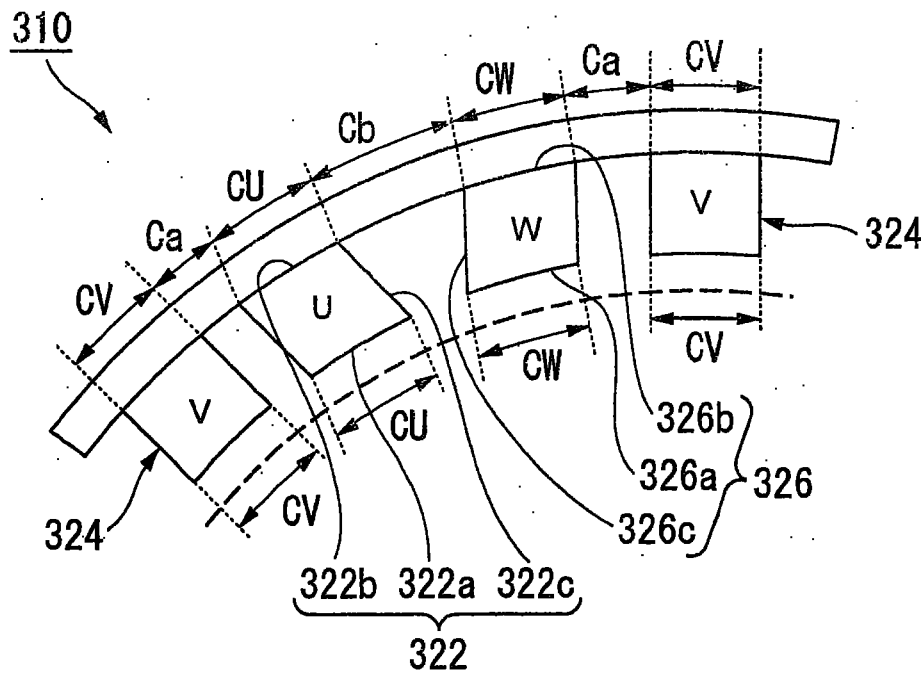


图 43

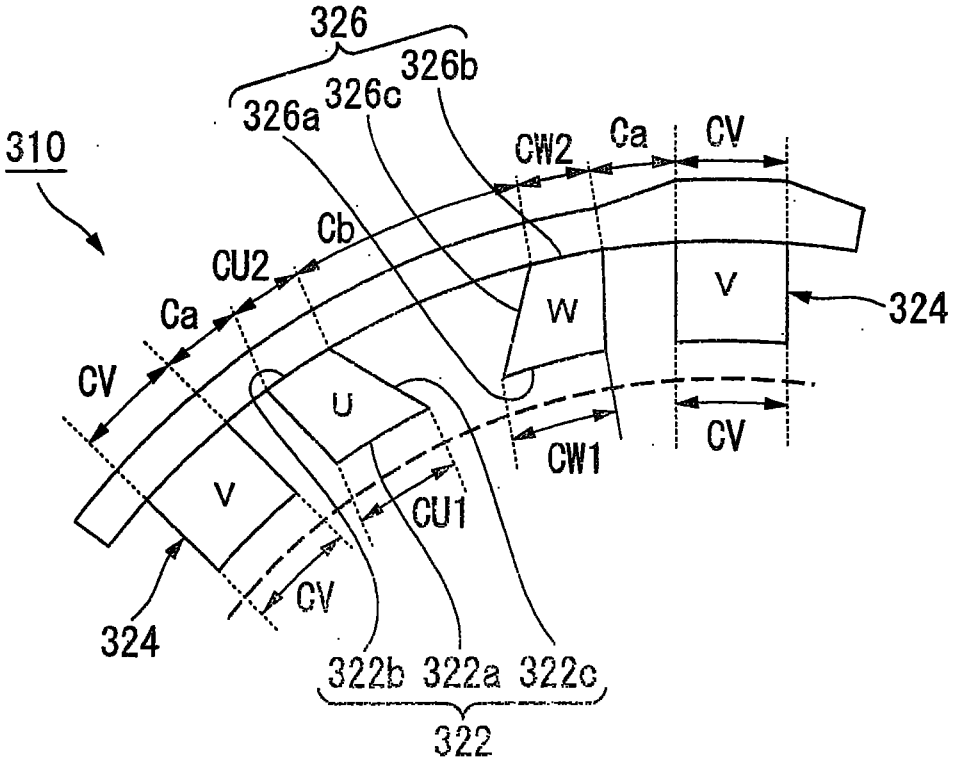


图 44

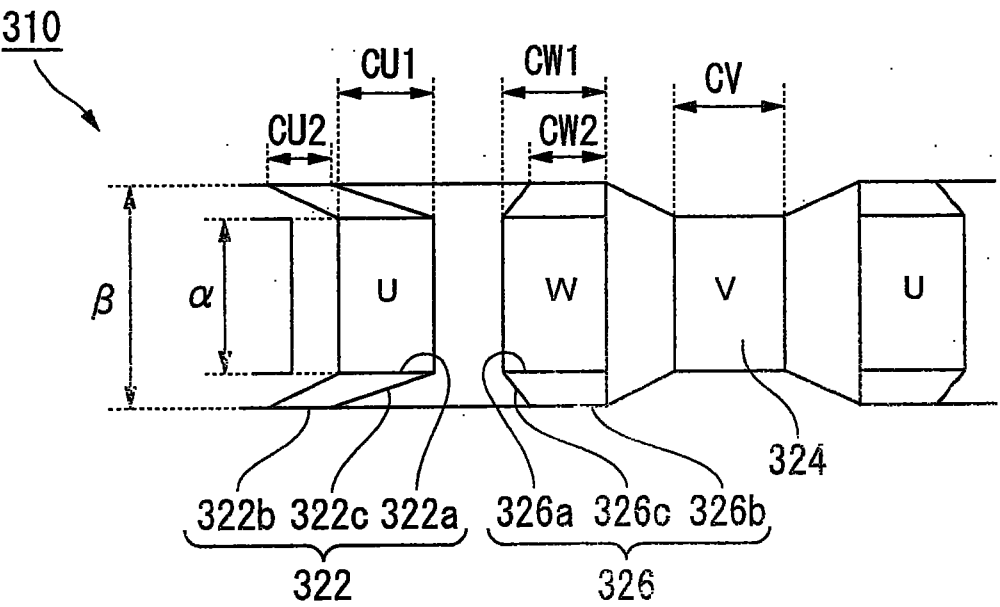


图 45

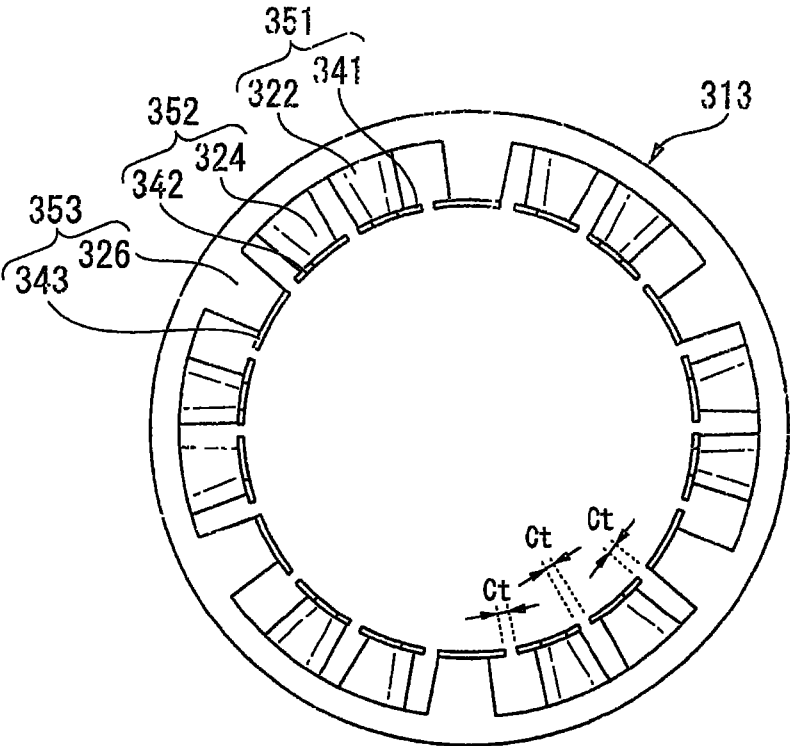


图 46A

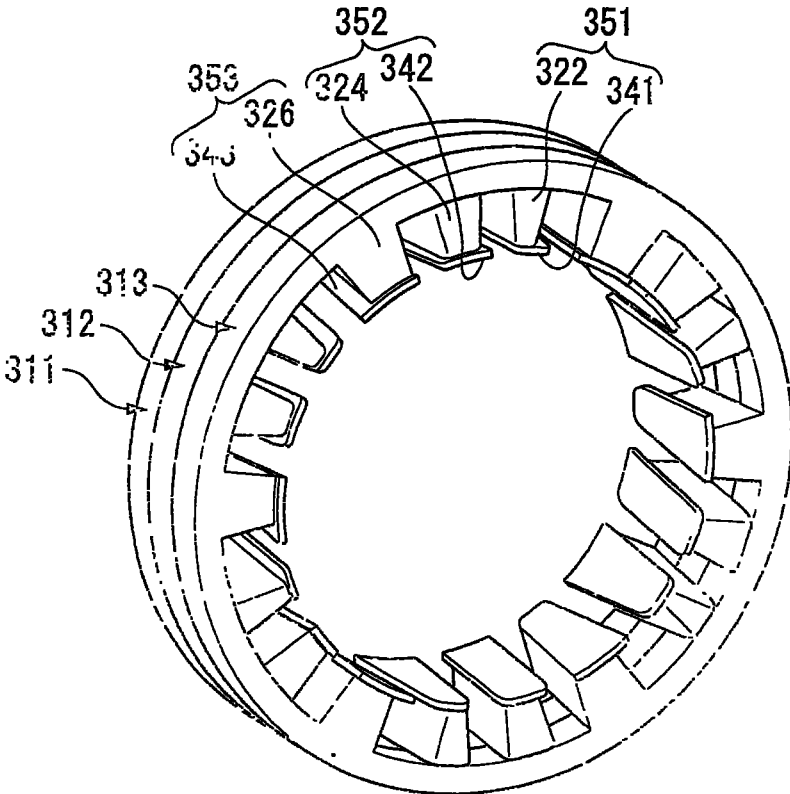


图 46B

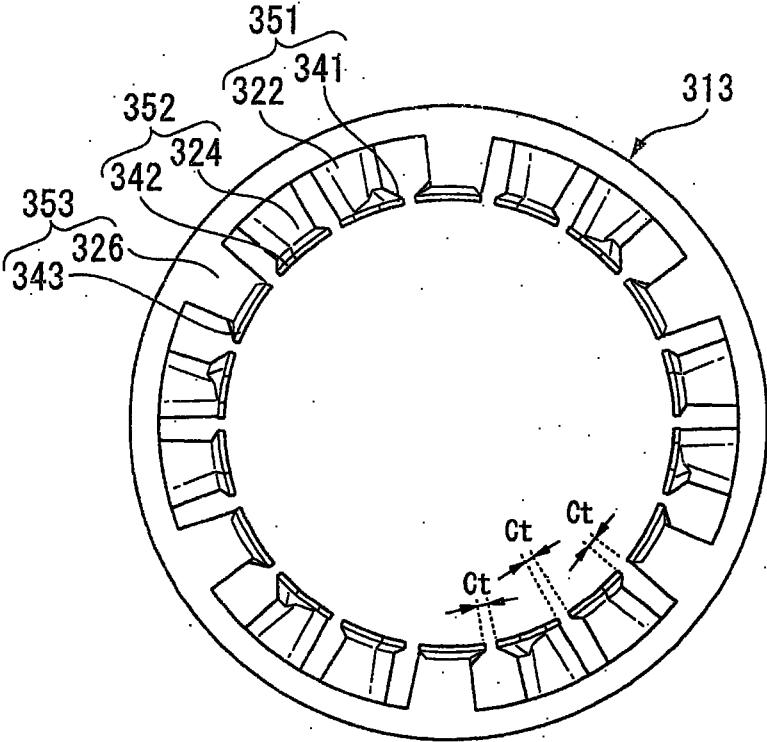


图 47A

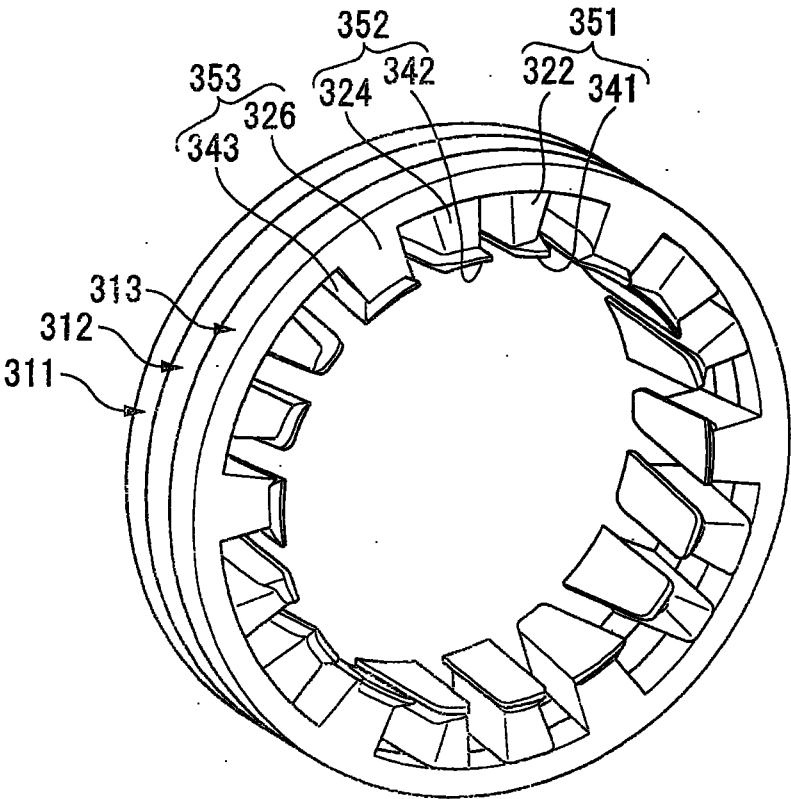


图 47B

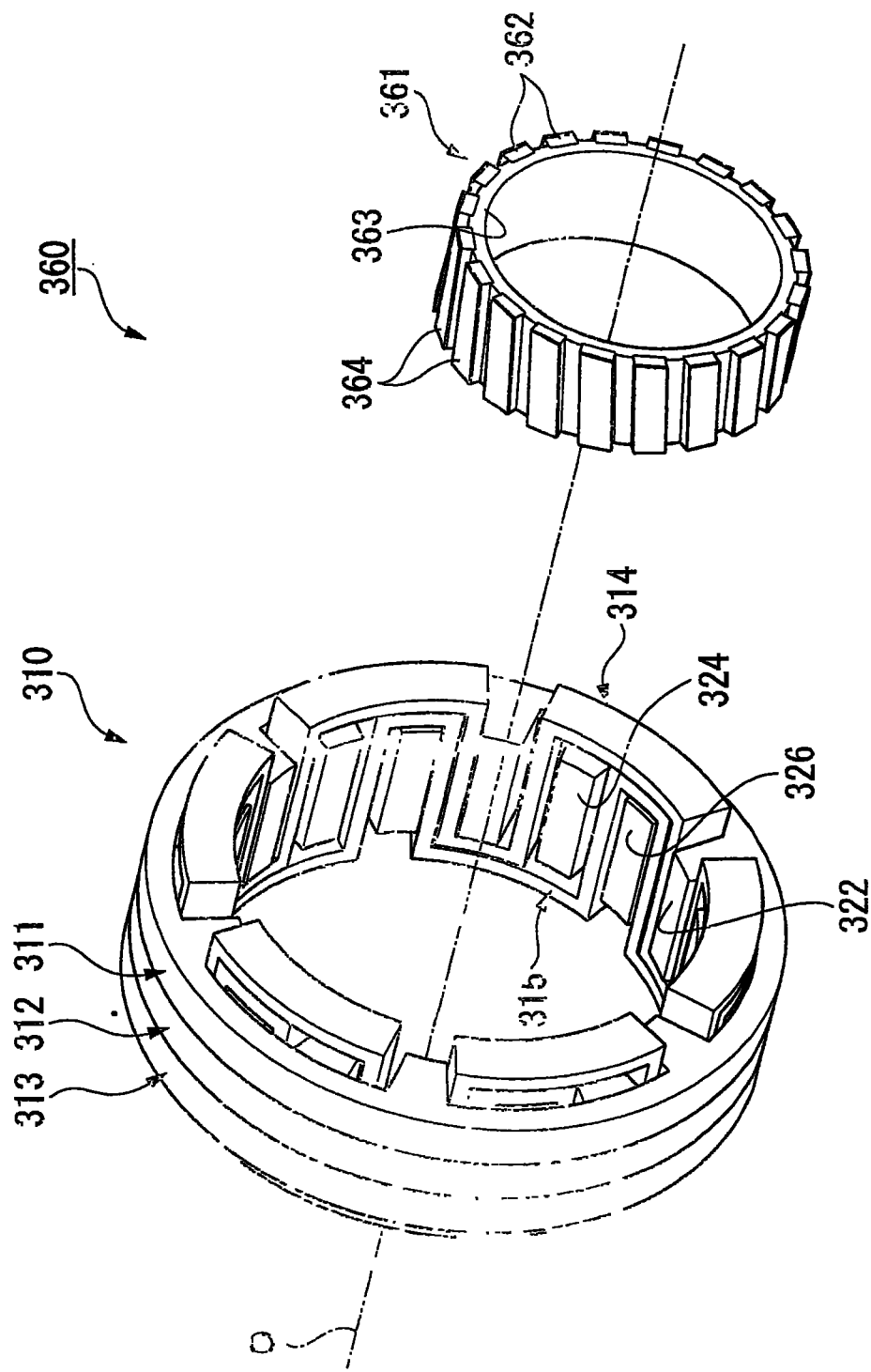


图 48

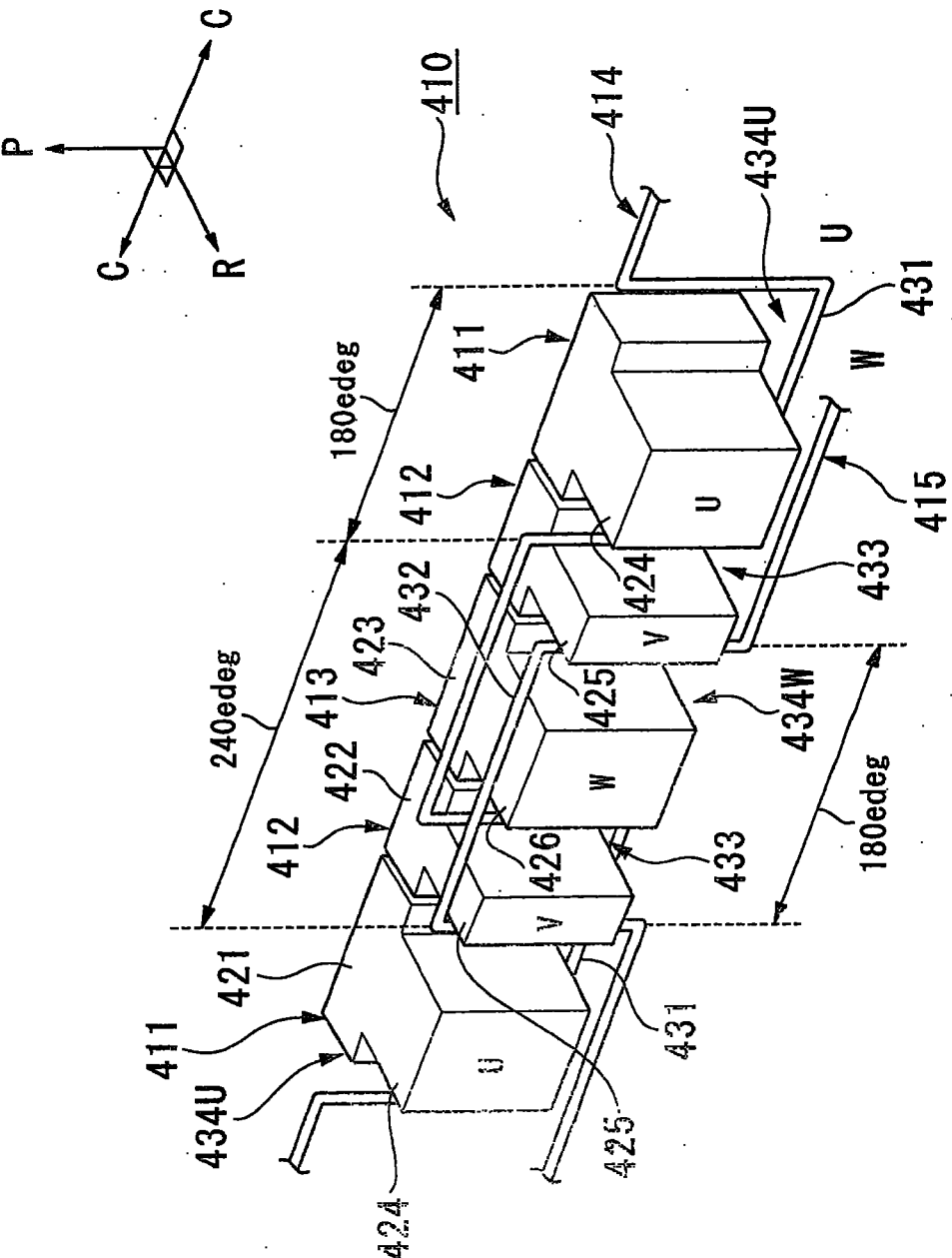


图 49

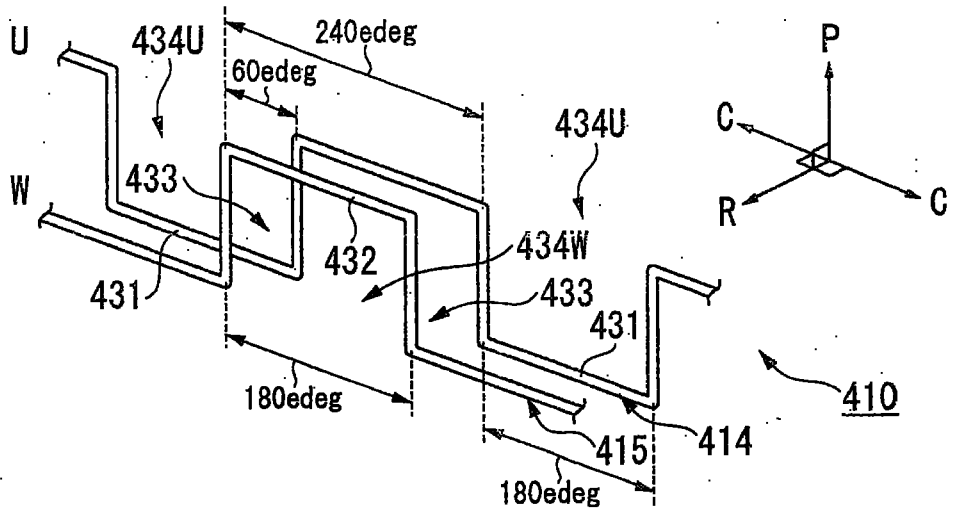


图 50A

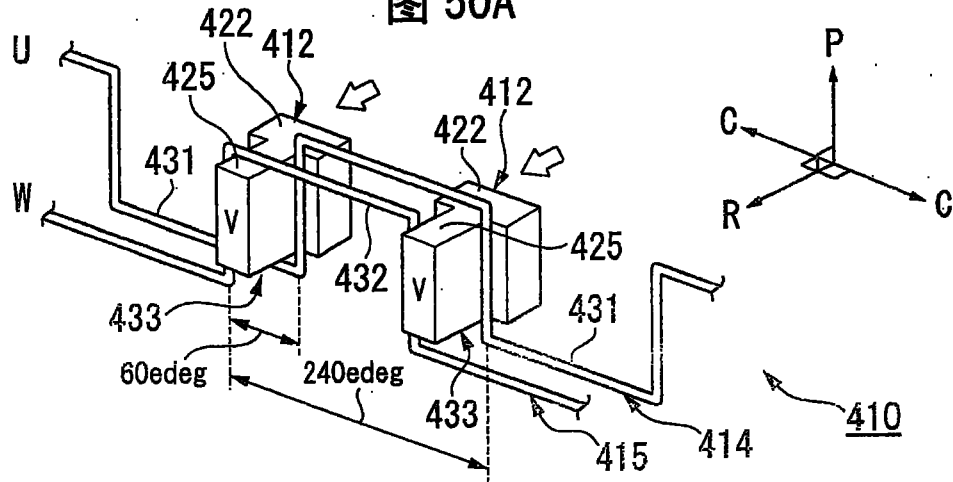


图 50B

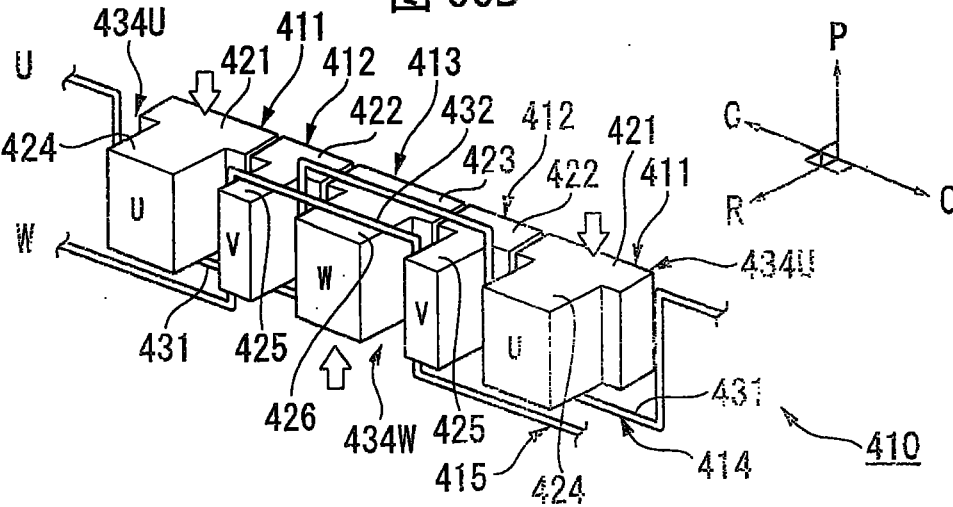


图 50C

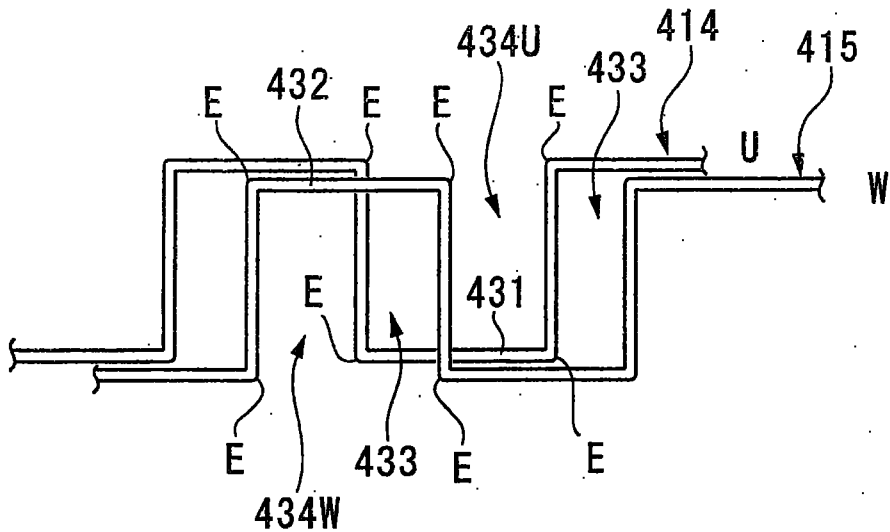


图 51A

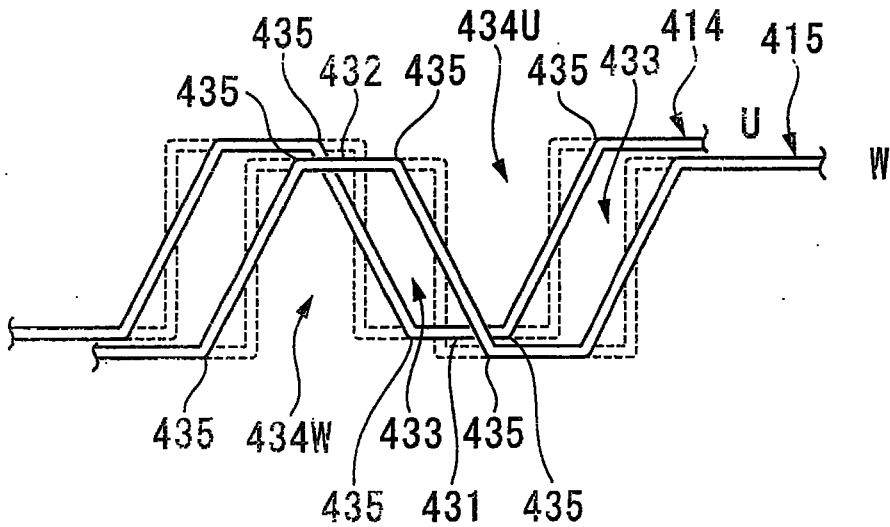


图 51B

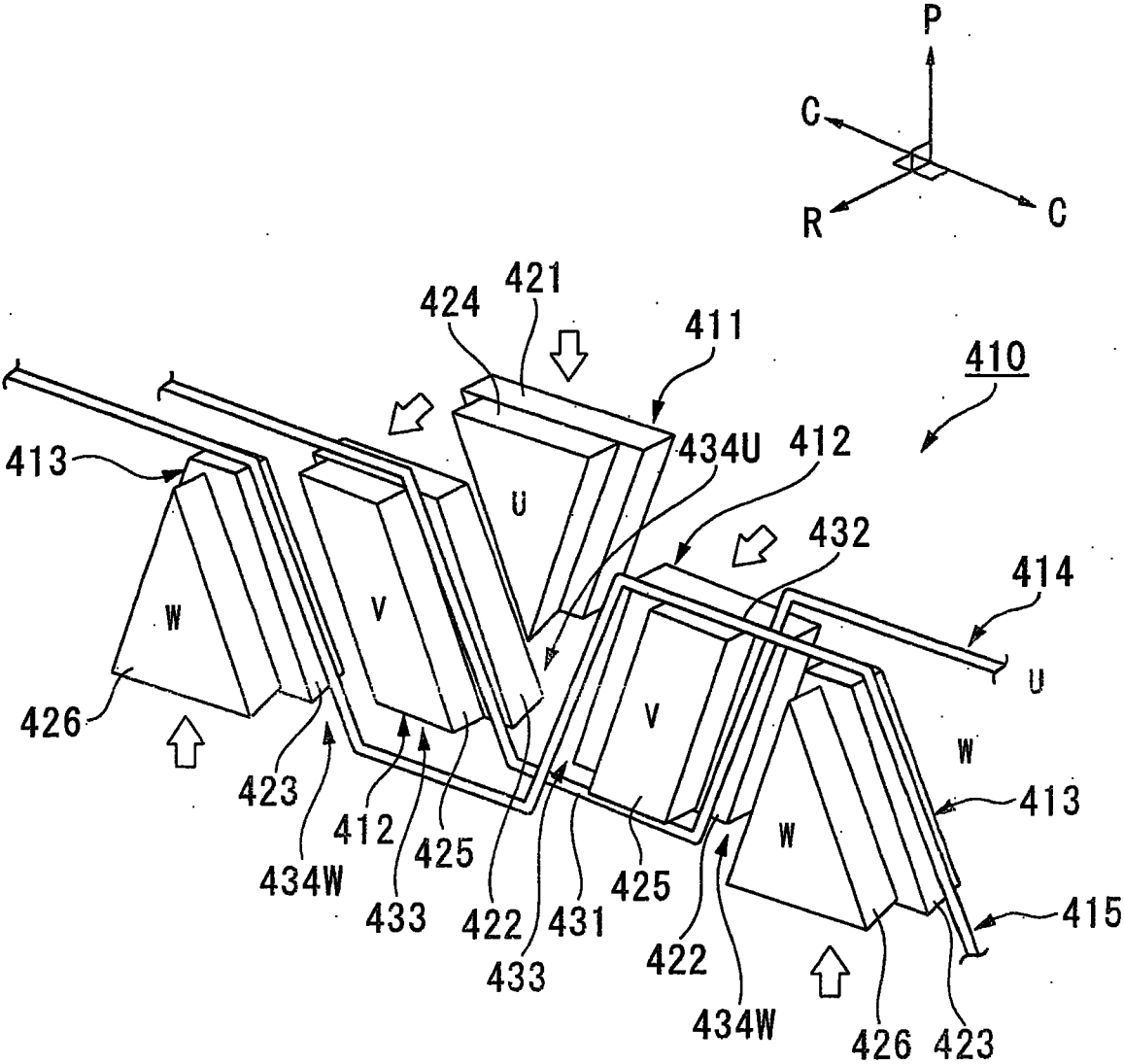


图 52

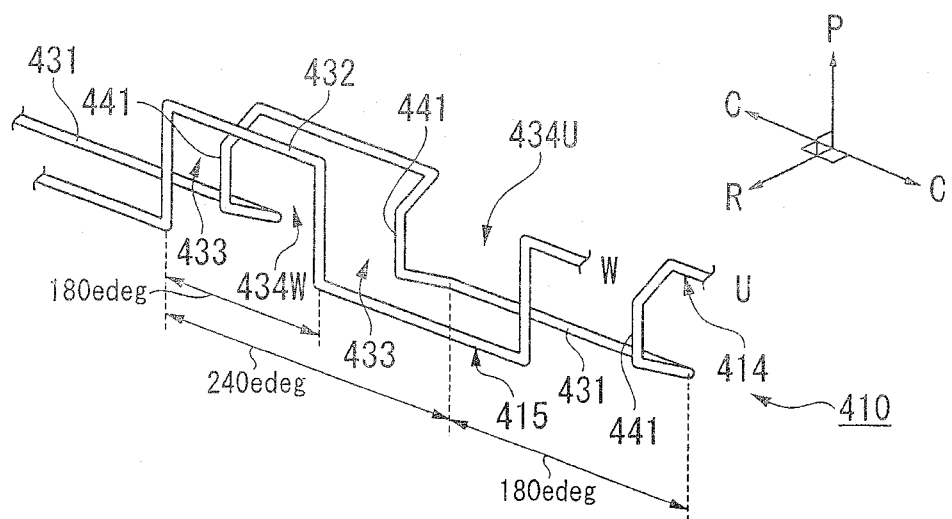


图 53A

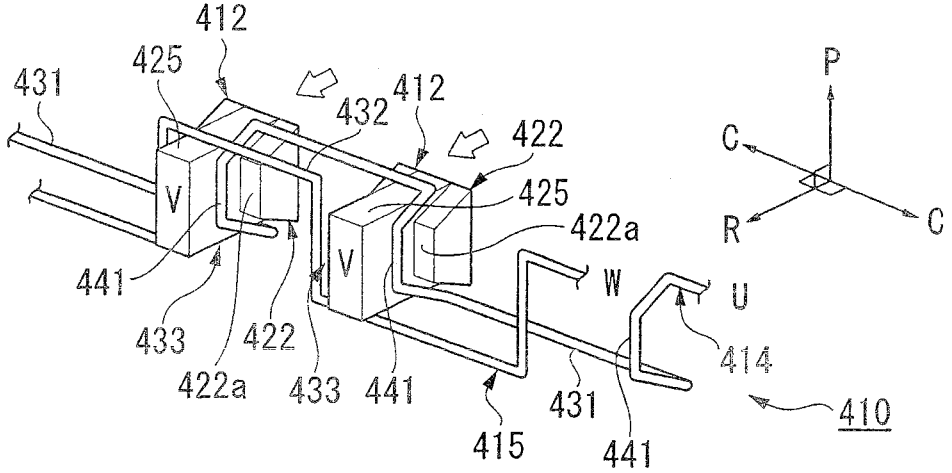


图 53B

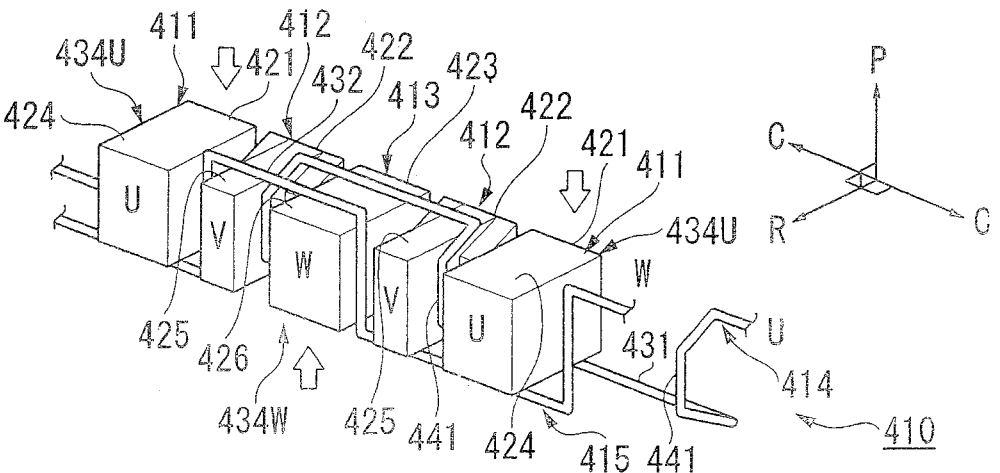


图 53C

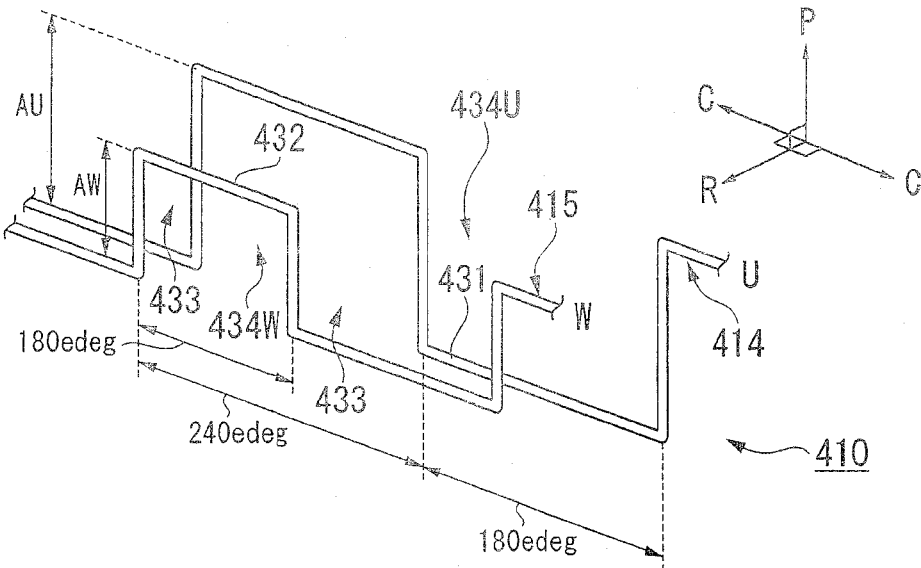


图 54A

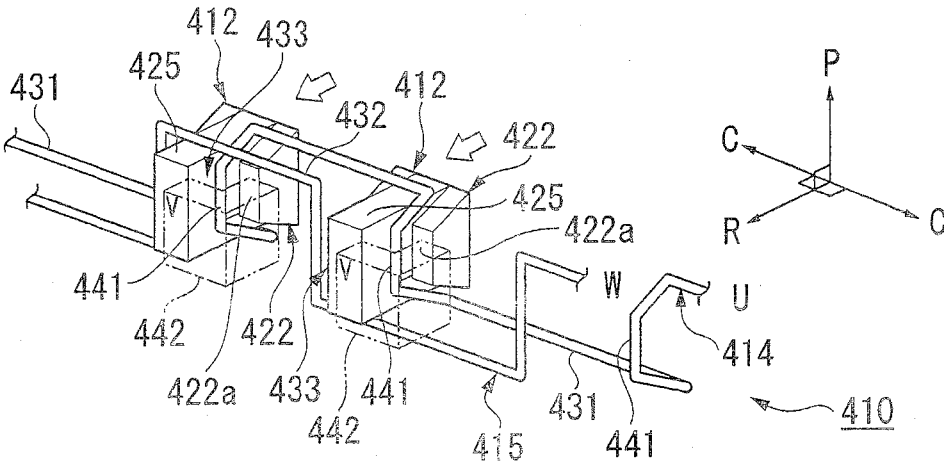


图 54B

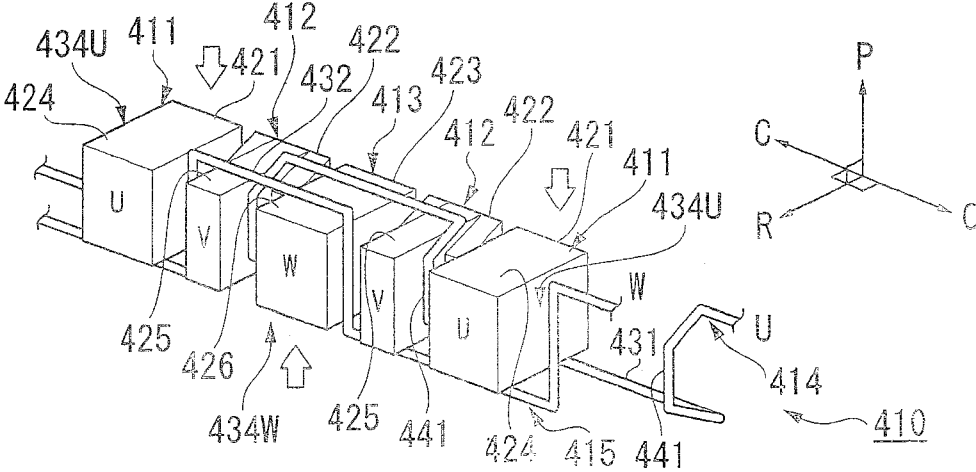


图 54C

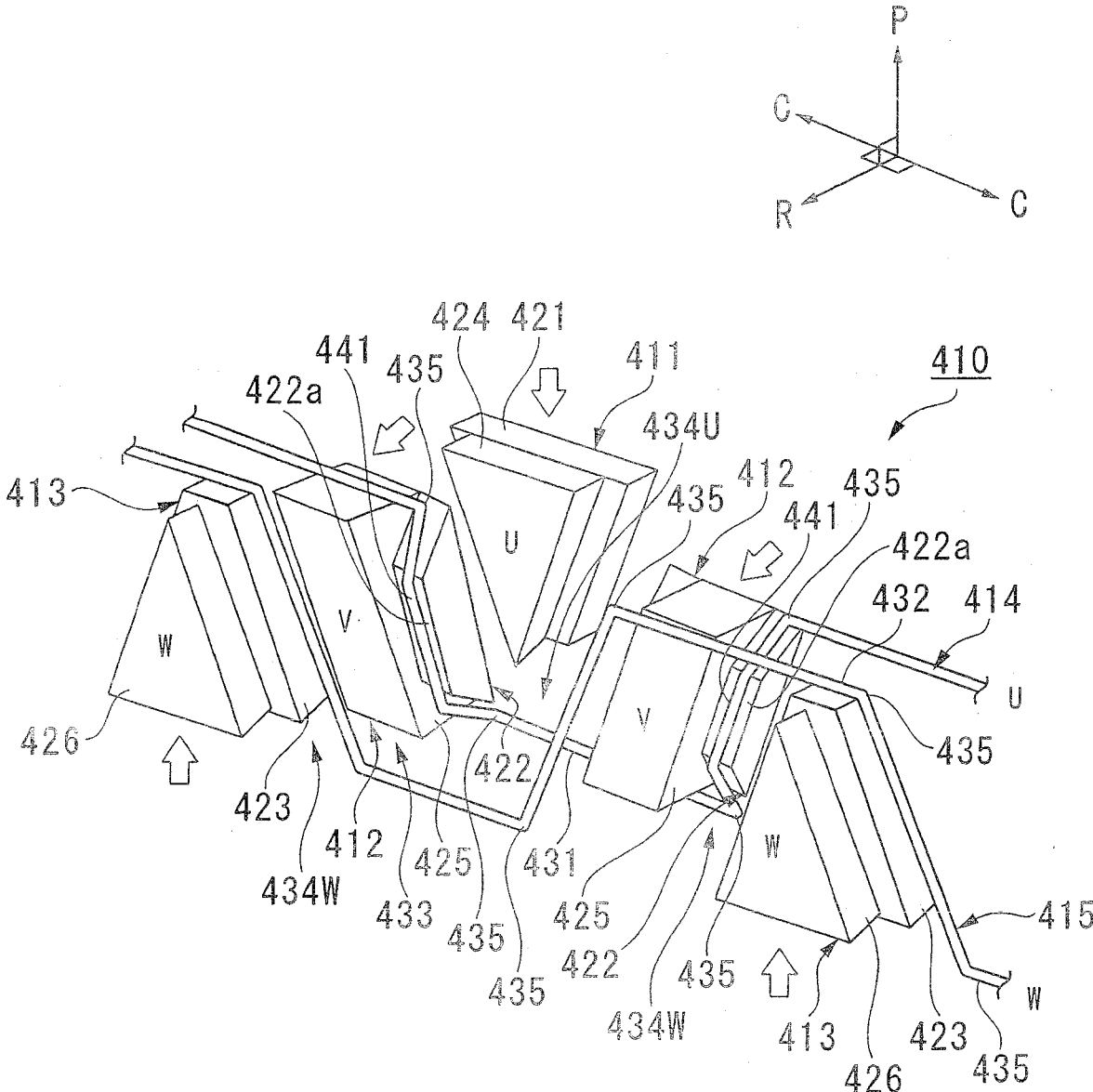


图 55