



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103973053 B

(45)授权公告日 2019.05.07

(21)申请号 201410035577.6

(22)申请日 2014.01.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103973053 A

(43)申请公布日 2014.08.06

(30)优先权数据
2013-013339 2013.01.28 JP
2013-013342 2013.01.28 JP
2013-013343 2013.01.28 JP
2013-013344 2013.01.28 JP
2013-013345 2013.01.28 JP
2013-013347 2013.01.28 JP
2013-013348 2013.01.28 JP
2013-077730 2013.04.03 JP
2013-264451 2013.12.20 JP

(73)专利权人 株式会社电装
地址 日本国爱知县刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)发明人 番场辰德 片井宏史 立石祐介
山下祐司 铃木工 小幡健治
金原良将 永冶孝志

(74)专利代理机构 上海和跃知识产权代理事务所(普通合伙) 31239
代理人 胡艳

(51)Int.Cl.
H02K 15/00(2006.01)
H02K 15/02(2006.01)
H02K 1/16(2006.01)

(56)对比文件
US 2009121575 A1,2009.05.14,
US 2006197402 A1,2006.09.07,
CN 101951104 A,2011.01.19,
CN 102857045 A,2013.01.02,

审查员 刘景辉

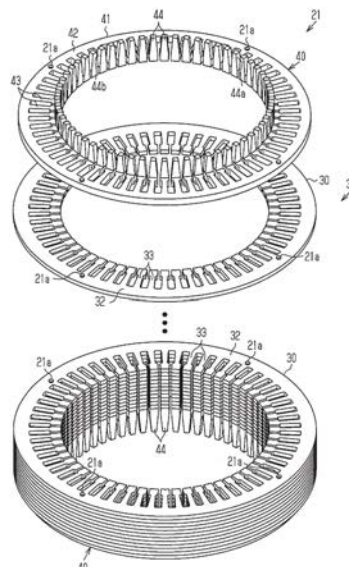
权利要求书6页 说明书28页 附图42页

(54)发明名称

电动机、磁性板的制造方法、定子的制造方法

(57)摘要

电动机具备旋转轴、定子以及转子。所述定子具有包括主芯部以及磁性板的定子芯和电枢绕组。主芯部由在旋转轴的轴向上层积的多个芯片构成。磁性板被设置在主芯部的轴向端部。各个芯片具有被缠绕电枢绕组的齿构成部。所述磁性板具有层积部和轴向延出部。层积部被层积在主芯部的轴向端部,并具有靠近转子的端部。轴向延出部从层积部的靠近转子的端部朝向轴向外侧延伸,并且与所述转子在径向上对置。轴向延出部具有相对于齿构成部以及层积部在圆周方向上磁力偏斜的形状。



1. 一种电动机,具备:

旋转轴;

定子,具有定子芯和电枢绕组,该定子芯包括由在所述旋转轴的轴向上层积的多个芯片构成的主芯部、以及设置在该主芯部的轴向端部上的磁性板;

转子,与所述定子芯在径向上对置;以及

以将所述定子芯在轴向上夹持的方式分别设置于所述定子芯的轴向两侧的第1机架以及第2机架,

各个所述芯片具备被缠绕所述电枢绕组的齿构成部,

所述磁性板具有:层积部,层积到所述主芯部的轴向端部上,并具有靠近所述转子的端部;以及轴向延出部,从靠近所述转子的端部朝向轴向外侧延伸,并且与所述转子在径向上对置,

所述轴向延出部具有相对于所述齿构成部以及所述层积部在圆周方向上磁力偏斜的形状,

所述定子芯的外周面从所述第1机架与所述第2机架之间露出到外部,

所述主芯部的外径形成比所述磁性板的外径大,

所述第1机架以及第2机架在与磁性板40在轴向上不抵接且与所述主芯部在轴向上抵接的状态下在轴向上直接夹持所述主芯部,

所述磁性板的板厚比所述芯片的板厚大,

所述转子具有励磁磁石,

将所述轴向延出部的轴向长度设为 h ,将轴向延出部的径向长度设为 t ,将所述励磁磁石相对于所述轴向延出部的轴向延出长度为 s 时,

以满足 $h=t \times K-0.5s$ 的方式,构成所述磁性板以及所述励磁磁石,

K 是系数,满足 $0 < K < 6.3$ 。

2. 一种电动机,具备:

旋转轴;

定子,具有定子芯和电枢绕组,该定子芯包括由在所述旋转轴的轴向上层积的多个芯片构成的主芯部、以及设置在该主芯部的轴向端部上的磁性板;

转子,与所述定子芯在径向上对置;以及

以将所述定子芯在轴向上夹持的方式分别设置于所述定子芯的轴向两侧的第1机架以及第2机架,

各个所述芯片具备被缠绕所述电枢绕组的齿构成部,

所述磁性板具有:层积部,层积到所述主芯部的轴向端部上,并具有靠近所述转子的端部;以及轴向延出部,从靠近所述转子的端部朝向轴向外侧延伸,并且与所述转子在径向上对置,

所述轴向延出部具有相对于所述齿构成部以及所述层积部在圆周方向上磁力偏斜的形状,

所述定子芯的外周面从所述第1机架与所述第2机架之间露出到外部,

所述第1机架以及第2机架隔着所述磁性板的所述层积部在轴向上夹持所述主芯部,

所述磁性板的板厚比所述芯片的板厚大,

所述转子具有励磁磁石，

将所述轴向延出部的轴向长度设为 h ，将轴向延出部的径向长度设为 t ，将所述励磁磁石相对于所述轴向延出部的轴向延出长度为 s 时，

以满足 $h=t \times K-0.5s$ 的方式，构成所述磁性板以及所述励磁磁石，

K 是系数，满足 $0 < K < 6.3$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述齿构成部朝向所述转子延伸，

所述齿构成部的圆周方向宽度越靠近所述转子越小。

4. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部是多个轴向延出部之中的一个，

所述轴向延出部形成为从轴向观看时与在圆周方向上相邻的其他轴向延出部不重叠、且从轴向观看时与在径向上和所述在圆周方向上相邻的其他轴向延出部面对的齿构成部不重叠。

5. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部具有相对于轴向倾斜的圆周方向侧部，

所述轴向延出部通过所述圆周方向侧部而在所述圆周方向上磁力偏斜。

6. 根据权利要求5所述的电动机，

所述层积部包括与所述齿构成部相同形状的部位，

所述轴向延出部与所述层积部成为一体，由所述层积部的顶端侧的部位折弯而形成。

7. 根据权利要求5所述的电动机，

所述轴向延出部的圆周方向宽度越朝向所述轴向外侧越小。

8. 根据权利要求5所述的电动机，

所述轴向延出部的所述圆周方向侧部是一对圆周方向侧部之中的一个，一对圆周方向侧部分别具有一对倾斜面，

所述一对倾斜面分别是直线状，

所述一对倾斜面所成的倾斜角小于所述齿构成部的放射角，所述放射角是所述齿构成部的圆周方向两侧的侧缘部彼此在所述圆周方向上形成的角度。

9. 根据权利要求1或2所述的电动机，

各个所述轴向延出部分别具有沿着圆周方向变化的轴向长度或者沿着圆周方向变化的径向长度，从而在所述圆周方向磁力偏斜。

10. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部具有从轴向观看时呈圆弧形状的转子对置面，

该转子对置面具有比所述转子的外周的曲率小的曲率。

11. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述磁性板是一对磁性板之中的一方，所述一对磁性板分别被设置在所述主芯部的轴向两侧。

12. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述转子具有由铁氧体磁石构成的励磁磁石。

13. 根据权利要求1或2所述的电动机，

- 所述定子芯具有沿着轴向延伸的多个齿槽，
所述电枢绕组由被插入到所述多个齿槽的多个分段导体构成，
所述多个分段导体分别具有从所述齿槽向轴向突出的突出部，
所述突出部彼此相互电气连接而构成所述电枢绕组，
各个所述突出部以与所述轴向延出部在径向上对置的方式配置。
14. 根据权利要求1或2所述的电动机，
所述齿构成部朝向所述转子延伸，
所述轴向延出部具有分别位于该轴向延出部的圆周方向两侧且相对于轴向对称地倾斜的圆周方向侧部。
15. 根据权利要求14所述的电动机，
所述轴向延出部是在径向上层积的多个轴向延出部之中的一个，
所述圆周方向侧部相对于轴向的倾角越是位于所述转子相反侧的部位越大。
16. 根据权利要求1或2所述的电动机，
所述磁性板构成为所述系数K满足 $5.4 < K < 6.3$ 。
17. 根据权利要求1或2所述的电动机，
所述转子包括转子芯和设置在该转子芯的与所述定子对置的表面的励磁磁石，
所述转子芯具有将所述励磁磁石在圆周方向上定位的定位部，
所述定位部至少形成在与所述磁性板的层积部在径向上不对置的、所述转子芯的位置。
18. 根据权利要求17所述的电动机，
所述定位部至少形成在所述转子的轴向中央部。
19. 根据权利要求17所述的电动机，
所述定位部至少形成在所述转子的轴向端部。
20. 根据权利要求17所述的电动机，
所述定位部具有在径向上圆周方向宽度朝向所述定子逐渐变小的形状，
所述励磁磁石具有位于径向上的靠近所述转子芯的圆周方向两侧的角部，角部具有模仿所述定位部的形状。
21. 根据权利要求20所述的电动机，
所述角部分别具有斜面，
所述斜面具有相对于穿过所述旋转轴的径向中心以及所述定位部的圆周方向中心的直线成为对称的形状。
22. 根据权利要求17所述的电动机，
所述电动机具有在径向上位于所述转子与所述定子之间的圆筒状的盖，
所述励磁磁石在径向上被所述转子芯和所述圆筒状的盖夹持而被固定到所述转子芯上。
23. 根据权利要求1或2所述的电动机，
所述转子具有转子芯，该转子芯包括在轴向上层积的多个芯片。
24. 根据权利要求1或2所述的电动机，
所述磁性板的所述层积部包括第1齿构成部，

所述定子芯的齿包括在轴向上层积的所述第1齿构成部和作为所述芯片的齿构成部的第2齿构成部，

所述齿是多个齿之中的一个，

在圆周方向上相邻的所述齿之间形成的齿槽中插入所述电枢绕组，

所述第1齿构成部具有在径向上延伸的第1径向延出部和在该第1径向延出部的靠近所述转子的端部向圆周方向两侧突出的第1凸缘部，

所述第2齿构成部具有在径向上延伸的第2径向延出部和在该径向延出部的靠近所述转子的端部向圆周方向两侧突出的第2凸缘部，

所述第1凸缘部的径向宽度设定为与所述第2凸缘部的径向宽度不同的尺寸。

25. 根据权利要求24所述的电动机，

所述第2凸缘部的径向宽度小于所述第1凸缘部的径向宽度。

26. 根据权利要求25所述的电动机，

所述第1齿构成部相对于所述第2齿构成部上的所述第2径向延出部与所述第2凸缘部的边界部位在轴向上抵接，

所述第1凸缘部的圆周方向宽度大于所述第2齿构成部上的所述边界部位的圆周方向宽度。

27. 根据权利要求25所述的电动机，

在相对于所述第2凸缘部位于所述转子相反侧的空间装填有树脂成形品。

28. 根据权利要求27所述的电动机，

所述树脂成形品嵌件成型在所述定子芯上。

29. 根据权利要求24所述的电动机，

所述第2径向延出部的圆周方向宽度越靠近所述转子越小。

30. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述磁性板的所述层积部包括第1齿构成部，

所述定子芯的齿包括在轴向上层积的所述第1齿构成部和作为所述芯片的齿构成部的第2齿构成部，

所述齿是多个齿之中的一个，

在圆周方向上相邻的所述齿之间形成的齿槽中插入所述电枢绕组，

所述第1齿构成部具有在径向上延伸的第1径向延出部和在该第1径向延出部的靠近所述转子的端部向圆周方向两侧突出的第1凸缘部，

所述第2齿构成部具有圆周方向两端面，所述圆周方向两端面在所述第2齿构成部的从基端至顶端的整体上延伸为从轴向观看时呈直线状。

31. 根据权利要求1或2所述的电动机，

在圆周方向上相邻的所述齿之间形成有齿槽，

所述电枢绕组包括多个分段导体，

在所述齿槽中，所述分段导体沿着径向配置成一列。

32. 根据权利要求13所述的电动机，

在构成所述齿槽的轴向端的、所述层积部的角部形成有倒角部。

33. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述磁性板的所述层积部被嵌塞固定到所述主芯部上的轴向端部的所述芯片。

34. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述定子芯由在圆周方向上排列的多个分割芯构成，多个分割芯分别具有所述齿构成部。

35. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部的轴向顶端部具有通过对角部进行倒角加工而形成的顶端倒角部。

36. 根据权利要求35所述的电动机，

所述顶端倒角部通过实施R倒角加工而形成，

所述顶端倒角部具有所述电枢绕组的曲率半径的2倍以上的曲率半径。

37. 根据权利要求35所述的电动机，

所述顶端倒角部通过实施C倒角加工而形成，

通过进行C倒角加工而得到的边的长度是所述电枢绕组的线径的2倍以上的长度。

38. 根据权利要求1或2所述的电动机，

在所述轴向延出部上形成有沿着轴向延伸的狭缝。

39. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部具有第1侧面倒角部，该第1侧面倒角部形成在所述轴向延出部的圆周方向两侧面上的位于转子相反侧的角部。

40. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部具有第2侧面倒角部，该第2侧面倒角部形成在所述轴向延出部的圆周方向端面上的靠近所述转子的角部。

41. 根据权利要求1或2所述的电动机，

所述轴向延出部在所述层积部的靠近转子的端部折弯而在所述轴向上延伸，

所述磁性板具有位于所述层积部和所述轴向延出部之间的折弯部，该折弯部的壁厚比所述轴向延出部的板厚大。

42. 根据权利要求41所述的电动机，

在所述折弯部的外侧面形成有圆弧面，该圆弧面的中心设定在相对于所述折弯部的二等分线靠近所述轴向延出部的位置。

43. 根据权利要求1或2所述的磁性板的制造方法，

所述轴向延出部通过在所述层积部的靠近转子的部位折弯而在所述轴向上延伸，

所述制造方法具备：

冲裁工序，从板材冲裁出所述层积部以及折弯前的所述轴向延出部；

折弯工序，在所述冲裁工序之后，将所述轴向延出部在所述轴向上折弯；以及

约束锻造工序，利用第1模子对所述层积部与所述轴向延出部之间的折弯部的外侧面上的靠近所述层积部的一部分即被约束面进行约束，以及在约束状态下利用锻造冲头将所述轴向延出部沿着所述轴向朝向所述折弯部按压。

44. 根据权利要求43所述的磁性板的制造方法，

所述第1模子具有：与所述层积部的位于轴向延出部相反侧的板面抵接的平坦面；以及约束圆弧面，与该平坦面相连，将所述折弯部的所述被约束面约束。

45. 根据权利要求43所述的磁性板的制造方法，

还具备镦锻工序,在所述约束镦锻工序之后,在与所述层积部的位于轴向延出部相反侧的板面抵接的第2模子和所述折弯部的所述被约束面之间存在缝隙的状态下,利用镦锻冲头将所述轴向延出部沿着所述轴向朝向所述折弯部按压。

46. 根据权利要求45所述的磁性板的制造方法,

所述第2模子的与所述折弯部的外侧面对置的面是平面。

47. 根据权利要求44所述的磁性板的制造方法,

还具有镦锻工序,在所述约束镦锻工序之后,在与所述层积部的位于轴向延出部相反侧的板面抵接的第2模子和所述折弯部的所述被约束面之间存在缝隙的状态下,利用镦锻冲头将所述轴向延出部沿着所述轴向朝向所述折弯部按压,

所述第2模子具有:与所述层积部的位于轴向延出部相反侧的板面抵接的平坦面;以及圆弧面,与该平坦面相连,并隔着缝隙与所述折弯部的外侧面对置,且朝向所述折弯部相反侧凹陷,

该圆弧面的曲率半径被设定为比所述第1模子的所述约束圆弧面的曲率半径大。

48. 根据权利要求47所述的磁性板的制造方法,

所述第2模子的所述圆弧面的圆弧中心被设置在相对于所述折弯部的二等分线靠近所述轴向延出部的所述磁性板的位置。

49. 一种定子的制造方法,具备将根据权利要求43所述的制造方法制造的磁性板设置在所述定子芯的所述主芯部的轴向端面的设置工序。

电动机、磁性板的制造方法、定子的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动机、磁性板的制造方法、定子的制造方法。

背景技术

[0002] 以往,例如日本特开平5-284679号公报记载,已知有具备磁性板(上述公报中的辅助转子芯)的电动机。磁性板在芯的轴向端面具备:在芯上层积的层积部;以及对置部,从该层积部朝向轴向外侧延伸,与磁石在径向上对置。通过像这样设置与磁石在径向上对置的对置部,从而能够增加磁力输入量。

[0003] 然而,在上述的电动机中,在磁性板具有对置面,从而在磁性板上容易集中磁力,齿槽转矩有可能增加。因此,希望在上述电动机中降低齿槽转矩。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于,提供一种可降低齿槽转矩的电动机。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的一个方式的电动机具备旋转轴、定子、以及转子。所述定子具有包括主芯部以及磁性板的定子芯和电枢绕组。所述主芯部由在所述旋转轴的轴向上层积的多个芯片构成。所述磁性板被设置在所述主芯部的轴向端部上。所述转子与所述定子芯在径向上对置。各个所述芯片具有被缠绕所述电枢绕组的齿构成部。所述磁性板具有层积部和轴向延出部。所述层积部被层积到所述主芯部的轴向端部并具有靠近所述转子的端部。所述轴向延出部从靠近所述转子的端部朝向轴向外侧延伸并且与所述转子在径向上对置。所述轴向延出部相对于所述齿构成部以及所述层积部在圆周方向上磁力偏斜的形状。

附图说明

[0006] 本发明的新颖性特征由权利要求书加以明确。本发明的目的及效果,可以通过下面所示的当前的优选实施例及附图而加以理解。

[0007] 图1是本发明的一实施方式的电动机的示意剖视图。

[0008] 图2是图1的定子的俯视图。

[0009] 图3A是用于说明图1的磁性板的剖视图。

[0010] 图3B是用于说明图1的磁性板的转子对置部的主视图。

[0011] 图4是图1的定子芯的分解立体图。

[0012] 图5是图1的定子芯的示意剖视图。

[0013] 图6是将图1的定子部分地放大示出的俯视图。

[0014] 图7是表示图6的分段导体的折弯部位的示意剖视图。

[0015] 图8是将图1的电动机的一部分放大表示的示意剖视图。

[0016] 图9是用于说明第1实施方式的其他例的转子对置部的主视图。

[0017] 图10是用于说明第1实施方式的其他例的转子对置部的、磁性板的俯视图。

- [0018] 图11是用于说明第1实施方式的其他例的磁性板的、定子芯的剖视图。
- [0019] 图12是用于说明第1实施方式的其他例的磁性板的、定子芯的剖视图。
- [0020] 图13是用于说明第1实施方式的其他例的磁性板的图, (a)表示定子芯的上表面, (b)表示定子芯的正面, (c)表示定子芯的下表面。
- [0021] 图14是用于说明第1实施方式的其他例的磁性板的、定子芯的主视图。
- [0022] 图15是将第1实施方式的其他例的电动机部分地放大示出的示意俯视图。
- [0023] 图16是将第1实施方式的其他例的电动机部分地放大示出的示意剖视图。
- [0024] 图17是将第1实施方式的其他例的电动机部分地放大示出的示意剖视图。
- [0025] 图18是用于说明第1实施方式的其他例的电动机的磁性板的剖视图。
- [0026] 图19是从轴向外侧观看图18的磁性板的俯视图。
- [0027] 图20是本发明的第2实施方式的电动机的示意剖视图。
- [0028] 图21是图20的定子的俯视图。
- [0029] 图22是将图20的电动机的一部分放大表示的示意剖视图。
- [0030] 图23是使用一张图20的磁性板的结构的定子芯的剖视图。
- [0031] 图24是表示图20的磁性板的转子对置部与齿槽转矩的关系的曲线图。
- [0032] 图25是表示图20的励磁磁石从磁性板的转子对置部沿着轴向延伸的轴向延伸长度为0.5mm时的转子对置部与齿槽转矩的关系的曲线图。
- [0033] 图26是表示图20的转子对置部、励磁磁石、以及齿槽转矩的关系的分区图。
- [0034] 图27是以三维表示图20的磁性板的转子对置部与齿槽转矩的关系的曲线图。
- [0035] 图28是层积了2张磁性板的结构的定子芯的剖视图。
- [0036] 图29是层积了3张磁性板的结构的定子芯的剖视图。
- [0037] 图30是将第2实施方式的其他例的电动机部分地放大示出的示意剖视图。
- [0038] 图31是第2实施方式的其他例的电动机的俯视图, (b)是将(a)的一部分放大的放大俯视图。
- [0039] 图32是第2实施方式的其他例的电动机的示意剖视图。
- [0040] 图33是将图32的一部分放大表示的示意剖视图。
- [0041] 图34是本发明的第3实施方式的定子的俯视图。
- [0042] 图35是将图34的定子芯部分地表示的立体图。
- [0043] 图36是表示图34的定子的一部分的俯视图。
- [0044] 图37是将卸下了磁性板的状态的图34的定子的一部分表示的俯视图。
- [0045] 图38是图34的定子的剖视图。
- [0046] 图39是将第3实施方式的其他例的定子芯部分地表示的立体图。
- [0047] 图40是表示图39的定子的一部分的俯视图。
- [0048] 图41A是用于说明本发明的第4实施方式的磁性板的转子对置部的主视图。
- [0049] 图41B是图41A的磁性板的剖视图。
- [0050] 图42是用于说明图41B的磁性板的制造方法中的折弯工序的示意图。
- [0051] 图43是用于说明磁性板的制造方法中的约束锻造工序的示意图。
- [0052] 图44是用于说明磁性板的制造方法中的约束锻造工序的示意图。
- [0053] 图45是用于说明磁性板的制造方法中的锻造工序的示意图。

- [0054] 图46是用于说明磁性板的制造方法中的锻造工序的示意图。
- [0055] 图47是用于说明第4实施方式的其他例的锻造工序的示意图。
- [0056] 图48是用于说明图47的锻造工序的示意图。
- [0057] 图49是表示由图48的锻造工序成形的磁性板的剖视图。
- [0058] 图50是用于说明第4实施方式的其他例的锻造工序的示意图。
- [0059] 图51是用于说明图50的锻造工序的示意图。
- [0060] 图52是本发明的第5实施方式的电动机的示意剖视图。
- [0061] 图53是图52的定子的俯视图。
- [0062] 图54A是包括要部放大图的、表示图53的磁性板的一部分的俯视图。
- [0063] 图54B是表示图54A的磁性板的一部分的主视图。
- [0064] 图55是将图52的电动机的一部分放大表示的示意剖视图。
- [0065] 图56A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0066] 图56B是表示图56A的磁性板的一部分的主视图。
- [0067] 图57A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0068] 图57B是表示图57A的磁性板的一部分的主视图。
- [0069] 图58A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0070] 图58B是表示图58A的磁性板的一部分的主视图。
- [0071] 图59A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0072] 图59B是表示图59A的其他例中的磁性板的一部分的主视图。
- [0073] 图60A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0074] 图60B是表示图60A的磁性板的一部分的主视图。
- [0075] 图61A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0076] 图61B是表示图61A的磁性板的一部分的主视图。
- [0077] 图62A是表示第5实施方式的其他例中的磁性板的一部分的俯视图。
- [0078] 图62B是表示图62A的磁性板的一部分的主视图。
- [0079] 图63是将第5实施方式的其他例的电动机部分地放大示出的示意俯视图。

具体实施方式

[0080] 以下、参照图1~图19来说明电动机的第1实施方式。

[0081] 如图1所示,本实施方式的电动机10具备后机架11(第1机架)、前机架12(第2机架)、被后机架11以及前机架12夹持在电动机10的轴向上的环状的定子13、以及配置在定子13的内侧的转子14。另外,将对电动机10的轴向输出侧的部位(靠近后述的连接件63的部位)进行保持的机架设为前机架12,将对轴向输出侧相反侧的部位进行保持的机架设为后机架11。机架11、12在定子13的外周侧的位置被贯穿螺栓15紧固而互不分开。

[0082] 后机架11以及前机架12由铝、钢铁等金属材料或树脂材料形成。后机架11具备:大致圆盘状的主体部11a;以及圆筒状的定子保持部11b,从主体部11a的外周缘沿着电动机10的轴向延伸。另一方的前机架12的结构也大致相同,具备大致圆盘状的主体部12a、以及从主体部12a的外周缘沿着电动机10的轴向延伸的圆环状的定子保持部12b。在各个机架11、12的主体部11a、12a的径向中央保持有配置于同轴上的轴承16、17,在该轴承16、17上枢轴

支承着转子14的旋转轴18。

[0083] 在机架11、12的主体部11a、12a形成有从外周缘的多处(例如2处)向径向外侧延伸的紧固部11c、12c。另外,在图1中,将在圆周方向设置有多数的紧固部11c、12c分别只示出1个。后机架11的紧固部11c和前机架12的紧固部12c设置有相同数量,并且在旋转轴18的轴向上相互对置。而且,分别成对的紧固部11c、12c被贯穿螺栓15紧固,机架11、12以夹持定子13的状态被相互固定。

[0084] 定子13具备被机架11、12的定子保持部11b、12b夹持的圆环状的定子芯21以及被安装到该定子芯21上的电枢绕组22。

[0085] 如图2以及图6所示,定子芯21由构成其外周的圆筒部23和从该圆筒部23向径向内侧延伸的多个(第1实施方式中为60个)齿24构成。在各个齿24上形成有径向延出部24a,径向延出部24a形成为圆周方向宽度随着朝向径向内侧而变小的锥形状。在各个径向延出部24a的顶端部(径向内侧端部)形成有圆周方向宽度比该径向延出部24a大的拓宽部24b。径向延出部24a的圆周方向的两个端面形成为与旋转轴18的轴线L1平行的平面状,并且在圆周方向上相邻的圆周方向端面彼此平行。

[0086] 相邻的齿24彼此之间的空间构成齿槽S,齿槽S是将构成电枢绕组22的分段导体25收纳的部位。也就是说,齿槽S由齿24的圆周方向侧面和齿24之间的圆筒部23的内周面构成。在第1实施方式中,齿24形成为在圆周方向上相邻的径向延出部24a的圆周方向端面彼此平行,所以各个齿槽S构成为从轴向观看时呈大致矩形。另外,各个齿槽S沿着轴向将定子芯21贯通,并且形成为在径向内侧开口的形状。另外,在定子芯21上形成的齿槽S的数量与齿24的数量相同(第1实施方式中为60个)。

[0087] 具有上述形状的定子芯21通过将多个钢板层积进行一体化而成形。

[0088] 详细地说,如图4所示,定子芯21由主芯部31和磁性板40(辅助芯部)构成,主芯部31通过在轴向上层积多张芯片30进行啮紧一体化而形成,芯片30通过冲压加工对钢板进行冲裁而形成,磁性板40(辅助芯部)分别被固定在主芯部31的轴向的两个端部。另外,在第1实施方式中,在主芯部31的轴向两侧各设置有1张相同形状的磁性板40。

[0089] 主芯部31的多个芯片30形成为相同形状,配置成板面与轴向正交。各个芯片30具有圆环状的环状部32、以及从环状部32朝向径向内侧(朝向转子14)延伸的多个(本实施方式中为60个)齿构成部33。

[0090] 如图2所示,齿构成部33形成为从径向外侧至径向内侧的途中位置,越朝向径向内侧(靠近转子14的部位)圆周方向宽度越小。另外,多个芯片30以齿构成部33沿着轴向重叠的方式层积。

[0091] 如图2、图4以及图6所示,磁性板40通过冲压加工而成形,具有在主芯部31的轴向两端的芯片30上层积的板状的层积部41。层积部41以相对于主芯部31的芯片30平行且同轴的方式层积。另外,磁性板40的板厚T1被设定成比主芯部31的芯片30的板厚T2大(参见图1)。

[0092] 在层积部41上形成有:与芯片30的环状部32在轴向上重叠的呈圆环状的环状部42;以及从环状部42朝向径向内侧延伸的多个齿构成部43。层积部41的齿构成部43形成为从轴向观看时与芯片30的齿构成部33的形状相同。磁性板40被设置成层积部41的环状部42以及齿构成部43分别与芯片30的环状部32以及齿构成部33在轴向上重叠。该芯片30和磁性

板40的环状部32、42构成定子芯21的圆筒部23,齿构成部33、43构成定子芯21的齿24。另外,层积部41的环状部42的外径形成为比芯片30的环状部32的外径小(参见图2)。由此,从轴向观看时,芯片30的环状部32的外周缘整体露出。

[0093] 在磁性板40的齿构成部43的径向内侧端部(靠近转子14的端部)形成有向轴向外侧(主芯部31相反侧)延伸的作为轴向延出部的转子对置部44。转子对置部44通过将齿构成部43的径向内侧端部向轴向外侧成直角(90度)折弯而形成。也就是说,磁性板40形成为在向轴向外侧折弯形成的转子对置部44处板面朝向径向。另外,转子对置部44的内径面以直径与主芯部31(芯片30)的内径相同的方式形成为曲面。另外,层积部41的轴向厚度和转子对置部44的径向厚度由磁性板40的板厚T1决定,它们被设为彼此相等的厚度。另外,转子对置部44和齿构成部43之间的折弯部位(齿构成部43和转子对置部44所成的角部)的壁厚形成为比转子对置部44的板厚(即、磁性板40的板厚T1)大。

[0094] 如图3A以及3B所示,转子对置部44在圆周方向两侧具有作为圆周方向侧部的侧缘部44a、44b。该侧缘部44a、44b形成为相对于旋转轴18的轴线L1方向(轴向)倾斜的形状。侧缘部44a、44b以越是所述轴向外侧(层积部41相反侧)越靠近所述转子对置部44的圆周方向中央侧的方式倾斜。也就是说,转子对置部44具有沿着圆周方向变化的轴向长度。另外,圆周方向一侧的侧缘部44a和圆周方向另一侧的侧缘部44b形成为以穿过所述转子对置部44的圆周方向中心的虚拟线L2(沿着轴线L1的直线)为中心呈对称形状。因此,转子对置部44形成为其轴向基端侧(轴向内侧)的圆周方向宽度与构成齿24的拓宽部24b的、齿构成部33、43的顶端部的圆周方向宽度相等,越是轴向顶端侧(轴向外侧),圆周方向宽度越小,从径向观看时呈梯形形状。另外,第1实施方式的转子对置部44全部形成为相同形状。

[0095] 并且,如图2所示,转子对置部44与在圆周方向上相邻的其他转子对置部44以及相邻的其他齿构成部33(即,与在圆周方向上相邻的其他轴向延出部在径向上面对的齿构成部33)从轴向观看时不重叠。如图3B所示,转子对置部44的侧缘部44a、44b的倾斜面为直线状,转子对置部44的倾斜角 θ_2 构成为比所述齿构成部33、43的放射角 θ_1 (参见图6)小。

[0096] 如图4以及图5所示,在芯片30和磁性板的层积部41的环状部32、42上,通过冲压加工形成有在板厚方向上突出的凸部21a(销栓)。在各个环状部32、42中,凸部21a在圆周方向上形成有多个(第1实施方式中为4个)。另外,各个环状部32、42在各个凸部21a的背侧具有在凸部21a成形时形成的凹部21b。而且,各个凸部21a被压入固定(嵌塞固定)到在轴向上相邻的芯片30的凹部21b。由此,芯片30被一体化而构成主芯部31,并且在该主芯部31的轴向两侧固定有磁性板40。

[0097] 如图6所示,在定子芯21的各个齿槽S内,安装有由绝缘性的树脂材料形成的片状的绝缘部件47。各个绝缘部件47被设置成在齿槽S的径向外侧端部折返的状态,以沿着齿槽S的内周面的方式形成。另外,各个绝缘部件47沿着轴向插入到齿槽S中,绝缘部件47的轴向长度被设定为比齿槽S的轴向长度长。也就是说,绝缘部件47的轴向两端部从齿槽S的轴向两端部向外部突出。

[0098] 如图6以及图8所示,被安装到上述定子芯21上的电枢绕组22由多个分段导体25(分段导体)构成。多个分段导体25以预定的导体彼此连接,构成3相(U相、V相、W相)星形连接的电枢绕组22。另外,多个分段导体25由同一截面形状(截面矩形)的线材形成。

[0099] 各个分段导体25具有:插通到齿槽S内的部位、即一对直线部51;从齿槽S朝向轴向

一侧(朝向后机架11)突出的第1突出部52;以及从齿槽S向轴向另一侧(前机架1)突出的第2突出部53。第1突出部52以及第2突出部53分别作为突出部发挥作用。各个分段导体25形成在在第1突出部52侧折返的大致U字状。另外,第1以及第2突出部52、53与磁性板40的转子对置部44在径向上隔着间隙对置。

[0100] 一对直线部51以径向位置相互错开的方式形成,并且分别被插入到圆周方向位置不同的齿槽S。另外,直线部51在齿槽S内配置于绝缘部件47的内侧(参见图6)。通过该绝缘部件47将分段导体25和定子芯21电气地绝缘。

[0101] 分段导体25被配置成在各个齿槽S内沿着径向排列有4个直线部51。而且,多个分段导体25包括2种分段导体25,一种分段导体25(在图8中,示于外侧的分段导体25x)具有从齿槽S的径向内侧起配置于第1个和第4个的直线部51,另一种分段导体25(在图8中,示于内侧的分段导体25y)具有从齿槽S的径向内侧起配置于第2个和第3个的2个直线部51。另外,主要由这2种分段导体25x、25y构成电枢绕组22,例如构成电枢绕组22的端部(电源连接端子、中性点连接端子等)的分段导体使用其他种类的分段导体(例如、只有1个直线部的分段导体)。

[0102] 各个直线部51沿着轴向将齿槽S贯通,并且朝向前机架12突出的第2突出部53在圆周方向上折弯,通过焊接等与其他分段导体25的直线部51或特殊种类的分段导体电气连接。由此,由多个分段导体25构成电枢绕组22。

[0103] 另外,分段导体25的第1以及第2突出部52、53在齿槽S的轴向两端相对于直线部51在圆周方向上折弯。在此,将第1突出部52在圆周方向折弯的齿槽S的轴向端部附近的放大图示于图7。如图7所示,在构成齿槽S的轴向一端的磁性板40(层积部41)的齿构成部43的角部形成有被倒角加工成圆弧状的倒角部43a。同样地,在靠近第2突出部53的磁性板40(构成齿槽S的轴向另一端的齿构成部43的角部)也同样地形成有倒角部43a。倒角部43a沿着第1以及第2突出部52、53的圆周方向的折弯部位的折弯形状而形成圆弧状,相对于该折弯部位以大面积接触。由此,能够抑制从齿构成部43的角部对第1以及第2突出部52、53的圆周方向的折弯部位局部地施加力,抑制该折弯部位损伤。并且,同样地,还能够抑制被第1以及第2突出部52、53的折弯部位和倒角部43a夹持的绝缘部件47损伤。另外,在第1实施方式中,磁性板40的板厚T1(齿构成部43的板厚)比芯片30的板厚T2大,所以能够将倒角部43a的曲率半径Rm设为比芯片30的板厚T2大。由此,通过曲率半径Rm大的倒角部43a,更好地抑制分段导体25的折弯部位的损伤。

[0104] 另外,如图8所示,分段导体25的形成有折返部25a的第1突出部52形成朝径向向外侧倾斜(凸出)。由此,折返部25a比齿槽S的径向中央向径向外侧偏倚,并且第1突出部52的径向内侧端部52a位于比齿槽S的径向内侧端部Sa靠向径向外侧。由此,第1突出部52与磁性板40的转子对置部44在径向之间的间隙宽,所以能够更好地抑制第1突出部52与转子对置部44的干扰。其结果,不只是更好地确保分段导体25与转子对置部44的绝缘性,能够抑制因与第1突出部52的干扰而引起转子对置部44变形而导致齿槽转矩增大、输出降低。

[0105] 另一方面,在分段导体25的第2突出部53没有形成折返部,该第2突出部53彼此焊接接合。因此,能够容易地确保第2突出部53与转子对置部44之间的间隙。另外,第2突出部53的焊接部位位于比靠近前机架12的转子对置部44的轴向顶端部靠向轴向外侧(主芯部31相反侧)。由此,在第2突出部53的焊接作业中,转子对置部44不易成为妨碍,作业性提高,并

且能够更加确实地确保第2突出部53与转子对置部44的绝缘性。另外,也可以将第2突出部53的焊接部位设定为比靠近前机架12的转子对置部44的轴向顶端部靠向轴向内侧(靠近主芯部31),在这种情况下,第2突出部53不会比转子对置部44向轴向外侧突出,所以有助于定子13在轴向上的小型化。

[0106] 如图1所示,对上述构成的定子13进行保持的机架11、12的定子保持部11b、12b形成成为从机架11、12的主体部11a、12a在轴向上延伸的圆筒状。定子保持部11b、12b的外径形成成为比定子芯21的主芯部31的外径大。另外,定子保持部11b、12b的内径形成成为比主芯部31的外径小且比磁性板40(层积部41)的外径大。

[0107] 如图8所示,在定子保持部11b、12b的顶端部(轴向内侧端部)分别形成有外嵌部11d、12d。外嵌部11d、12d是通过增大定子保持部11b、12b的内径而使定子保持部11b、12b的径向的厚度形成成为较薄的部分,形成成为圆环状。外嵌部11d、12d的内径形成成为与主芯部31的外径大致相等,在外嵌部11d、12d的径向内侧分别形成有与轴向正交的平面状的抵接面11e、12e。

[0108] 主芯部31的外周缘、即比磁性板40的层积部41靠向径向外侧并且在轴向两侧露出的主芯部31的部位(露出面31a)被机架11、12的定子保持部11b、12b夹持。详细地说,定子保持部11b、12b的外嵌部11d、12d分别被外嵌到主芯部31的轴向两端的外周缘,并且抵接面11e、12e分别与主芯部31的轴向两侧的露出面31a在轴向上抵接。在该状态下,机架11、12被所述贯穿螺栓15相互连结固定,从而主芯部31被定子保持部11b、12b在轴向上夹持。另外,定子芯21的主芯部31的外周面从定子保持部11b、12b的顶端部之间露出到外部。

[0109] 如图1、图2以及图8所示,转子14由被轴承16、17可旋转地支承的旋转轴18、被可一体旋转地固定到旋转轴18上的圆筒状的转子芯61、以及在转子芯61的外周面固设的多个(第1实施方式中为10个)励磁磁石62构成。励磁磁石62由铁氧体磁石构成,磁极(N极和S极)在圆周方向上交替不同地配置。励磁磁石62在圆周方向上相互具有间隙,是被固装到所述转子芯的外周面的所谓分段磁石。

[0110] 转子芯61以及转子14的励磁磁石62的轴向长度被设定为比定子芯21的内周端部的轴向长度(即,从一方的磁性板40的转子对置部44的顶端至另一方的磁性板40的转子对置部44的顶端的长度)大。即,励磁磁石62相对于定子芯21的主芯部31的内周面和各个磁性板40的转子对置部44在径向上对置。

[0111] 如图1所示,旋转轴18的顶端部(图1中左侧的端部)贯穿前机架12而突出到电动机10的外部。而且,在该旋转轴18的顶端部设置有与该旋转轴18一体旋转的连接件63。该连接件63与未予图示的外部装置连结,向该外部装置传递旋转轴18的旋转。

[0112] 接着,说明第1实施方式的作用。

[0113] 通过定子13向电枢绕组22通电而产生的磁场和转子14的励磁磁石62的磁场经由主芯部31的内周面和各个磁性板40的转子对置部44相互作用,转子14旋转。另外,在第1实施方式中,磁性板40的板厚T1被设定为比芯片30的板厚T2大。因此,在磁性板40上不易产生磁饱和,容易经由磁性板40向层积部41以及齿构成部33(主芯部31)引入磁力。

[0114] 在此,转子对置部44从径向观看时呈梯形形状,具有在圆周方向上磁力偏斜的形状。也就是说,转子对置部44相对于轴向倾斜。因此,得到偏斜的效果,齿槽转矩降低。

[0115] 另外,各个磁性板40的转子对置部44形成成为从定子芯21的齿24的靠近转子14的端

部(径向内侧端部)沿着轴向延伸。由此,确保定子芯21的与转子14对置的对置面(定子芯21的内周面)的轴向长度,实现高输出化的同时,抑制主芯部31的层积厚度。而且,抑制主芯部31的层积厚度,从而抑制主芯部31的层积厚度的变动(公差)。因此,夹持该主芯部31的各个机架11、12的轴向的间隔的变动得到抑制,进而电动机10整体的轴向尺寸的变动得到抑制。

[0116] 另外,磁性板40的板厚T1越厚,板厚T1的变动(公差)变大。但是,在第1实施方式中,机架11、12只夹持主芯部31,与磁性板40在轴向上不抵接。因此,能够进一步抑制电动机10整体的轴向尺寸的变动。

[0117] 另外,在电枢绕组22中使用了分段导体25的构成中,具有收纳分段导体25的齿槽S的数量(齿24的数量)越多,齿24的圆周方向宽度越小的倾向。因此,为了增大齿24中的与转子14对置的对置面(径向内侧面)的面积增大,提高输出,适合采用像第1实施方式那样,通过转子对置部44,使齿24的径向内侧面在轴向上延伸的构成。另外,第1实施方式的齿24是磁力容易在圆周方向宽度越朝向内周侧越小的径向延出部24a与拓宽部24b的边界部分集中的构成。然而,在该边界部位上重叠磁性板40的层积部41,所以能够缓和磁力集中。

[0118] 接着,记载第1实施方式的优点。

[0119] (1) 向轴向外侧延伸的作为轴向延出部的转子对置部44具有相对于主芯部31的齿构成部33以及层积部41的齿构成部43在圆周方向上磁力偏斜的形状。因此,能够使磁力变化平滑,降低齿槽转矩。另外,转子对置部44(磁性板40)相对于轴线方向在圆周方向倾斜,所以与将主芯部31由多个芯片30构成,将它们磁力偏斜的情况相比,能够容易地制造偏斜的部位。另外,磁性板40具有层积部41,从而容易将磁性板40与主芯部31组装。

[0120] (2) 另外,转子对置部44的作为圆周方向侧部的侧缘部44a、44b相对于轴线方向在圆周方向上倾斜,从而转子对置部44在圆周方向上磁力偏斜。因此,能够从板状部件通过冲压成形而形成转子对置部44。由此,例如,无需对层积部41和转子对置部44进行熔接等,所以比较容易制造转子对置部44。

[0121] (3) 转子对置部44与在圆周方向上相邻的其他转子对置部44以及相邻的其他主芯部31的齿构成部33从轴向观看时不重叠。因此,能够抑制转子对置部44相互影响,所以能够抑制磁通减少。

[0122] (4) 层积部41(磁性板40的齿构成部43)与主芯部31的齿构成部33形状相同,所以容易将层积部41相对于齿构成部33进行组装。另外,层积部41和转子对置部44为一体,所以能够将在转子对置部44中引入的磁力引入到层积部41以及形状与该层积部41相同的齿构成部33(主芯部31)。

[0123] (5) 转子对置部44形成为圆周方向宽度越朝向轴向外侧越小。因此,能够抑制漏磁通,从而能够抑制伴随漏磁通增加而转矩脉动增加。在此,例如在转子14设置于定子13内侧的内转子型的电动机中,转子对置部44位于径向内侧。因此,例如,在通过冲压成形进行了冲裁之后折弯大致90度而形成转子对置部44的情况下,成为转子对置部44的顶端(轴向外侧部分)的部位位于径向内侧。因此,如上所述,越朝向轴向外侧,转子对置部44的圆周方向宽度越小,从而使在圆周方向上设置有多个的层积部41以及转子对置部44成为一体的状态下,通过冲压成形而进行冲裁。

[0124] (6) 转子对置部44的侧缘部44a、44b的倾斜面是直线状。因此,能够使磁力变化更加平滑,能够降低齿槽转矩。在此,例如在转子14设置于定子13内侧的内转子型电动机中,

转子对置部44位于径向内侧。因此,例如在通过冲压成形进行了冲裁之后折弯大致90度而形成转子对置部44的情况下,成为转子对置部44的顶端(轴向外侧部分)的部位位于径向内侧。因此,转子对置部44(侧缘部44a、44b)的倾斜角 θ_2 (圆周方向宽度)比齿构成部33的放射角 θ_1 小,从而通过冲压成形而在圆周方向设置有多个的层积部41以及转子对置部44设为一体的状态下冲裁。

[0125] (7) 齿构成部33朝向转子14延伸,越是靠近转子14的部位,圆周方向宽度越小。因此,例如在内转子型的电动机中,在径向内侧,能够确保电枢绕组22的空间。另外,在这种情况下,所述齿构成部33与磁性板40抵接。因此,能够将在齿构成部33的靠近转子14的宽度狭的部位集中的磁力缓和,能够抑制磁饱和。

[0126] (8) 具有转子对置部44的磁性板40形成在轴向两侧,所以能够抑制主芯部31的轴向长度的同时,能够进一步扩大定子芯21的磁力引入量。另外,能够在转子对置部44的位于转子14相反侧的部位(径向外侧的部位)配置电枢绕组22,所以能够抑制轴向长度。

[0127] (9) 转子14的励磁磁石62由比较廉价的铁氧体磁石构成,所以有助于电动机的低成本化。

[0128] (10) 电枢绕组22由多个分段导体25构成,多个分段导体25分别被插入到在定子芯21上沿着轴向形成的多个齿槽S,并且具有从该齿槽S沿着轴向突出的第1以及第2突出部52、53。而且,分段导体25的第1以及第2突出部52、53构成为与磁性板40的转子对置部44在径向上对置。由此,能够通过磁性板40的转子对置部44,确保定子芯21中的与转子14对置的对置面,实现高输出的同时,抑制定子13在轴向上的大型化。另外,电枢绕组22由分段导体25构成的定子13,能够使电枢绕组22的占积率高,而且分段导体25在齿槽S内沿着径向排列,所以尤其容易在径向上散热。但是,定子芯21(主芯部31)的外周面从机架11、12的定子保持部11b、12b之间露出到外部,所以适合使在定子13中产生的热容易释放到外部。

[0129] (11) 利用机架11、12在轴向上夹持定子芯21时,定子芯21的外周面露出,所以容易将定子芯21(定子13)的热散出到外部。

[0130] (12) 磁性板40的板厚 T_1 被设定为比芯片30的板厚 T_2 大。因此,容易经由磁性板40引入磁力,其结果,能够有助于更进一步的高输出化。

[0131] (13) 机架11、12的定子保持部11b、12b构成为在轴向上直接将主芯部31的外周缘(露出面31a)夹持,在轴向上相对于磁性板40不抵接。因此,能够抑制夹持主芯部31的机架11、12的轴向的间隔的变动(公差),其结果,能够抑制电动机10整体的轴向尺寸的变动。另外,像第1实施方式那样,在使磁性板40的板厚 T_1 大于芯片30的板厚 T_2 ,实现输出提高的情况下,磁性板40的板厚变动增大。因此,机架11、12构成为在轴向上与磁性板40不抵接,从而抑制电动机10整体的轴向尺寸的变动的效果更显著。

[0132] (14) 被机架11、12夹持的定子芯21具备:主芯部31,由多个芯片30在轴向上层积而构成;以及磁性板40,设置在该主芯部31的轴向端部。而且,磁性板40具有:层积部41,层积到在主芯部31的轴向端部的芯片30上;以及转子对置部44,从该层积部41的靠近转子14的端部向轴向外侧延伸,并且与转子14在径向上对置。根据此结构,磁性板40的转子对置部44向轴向外侧(主芯部31相反侧)延伸,所以能够在不减少定子芯21中的与转子14对置的对置面(定子芯21的内周面)的情况下,抑制定子芯21的层积厚度。由此,通过抑制层积厚度,从而抑制定子芯21的斜率,其结果,抑制机架11、12彼此的斜率的同时,确保定子芯21中的与

转子14对置的对置面,实现高输出。另外,磁性板40具有层积在主芯部31上的平板状的层积部41,所以能够将层积部41与主芯部31的芯片30同样地固定(本实施方式中为嵌塞固定),能够实现制造工序的简化。

[0133] (15) 在构成齿槽S的轴向端部的、磁性板40的齿构成部43的角部形成有倒角部43a。因此,能够抑制从齿构成部43的角部对分段导体25的第1以及第2突出部52、53的圆周方向的折弯部位局部地施加力,能够抑制折弯部位的损伤。

[0134] (16) 磁性板40的层积部41被嵌塞固定到主芯部31的轴向端部的芯片30,所以由凸部21a(销栓)以及凹部21b构成的简单构成将磁性板40的层积部41和芯片30固定。

[0135] 另外,第1实施方式也可以按照如下所示方式变更。

[0136] 在第1实施方式中,转子对置部44的从径向观看时的形状形成为大致梯形形状,但不限于此。只要使转子对置部44相对于层积部41、主芯部31的齿构成部33磁力偏斜(使磁力变化平滑),转子对置部44的从径向观看时的形状也可以任意变更。对于一个例子,作为构成S1~S3,以下进行说明。但是,对于以下说明的构成S1~S3,在能够与第1实施方式、其他变形例组合的情况下,也可以适当组合。

[0137] (构成S1)

[0138] 如图9所示,也可以只使圆周方向一侧的侧缘部44a在轴向上倾斜,使转子对置部44磁力偏斜。也就是说,该例子的转子对置部44具有沿着圆周方向变化的轴向长度。

[0139] (构成S2)

[0140] 也可以如图10所示,使转子对置部44的径向长度(厚度)在圆周方向上改变,使转子对置部44磁力偏斜。在图10中,使转子对置部44的圆周方向一侧的厚度Th1比圆周方向另一侧的厚度Th2减少,从圆周方向一侧向另一侧慢慢增加。

[0141] (构成S3)

[0142] 也可以将转子对置部44形成为越朝向轴向外侧、圆周方向宽度越大的梯形形状,使转子对置部44磁力偏斜。

[0143] 在第1实施方式中,设置在轴向两侧的磁性板40为相同形状,但不限于此。对于一个例子,下面说明构成S4、S5。但是,下面说明的构成S4、S5,在能够与第1实施方式、其他变形例组合的情况下,也可以适当组合。

[0144] (构成S4)

[0145] 如图11所示,也可以使在主芯部31的轴向一侧设置的磁性板40的转子对置部44的轴向长度H1形成为比在轴向另一侧设置的磁性板40的转子对置部44的轴向长度H2大。

[0146] (构成S5)

[0147] 如图12所示,也可以使在主芯部31的轴向一侧设置的磁性板40的转子对置部44的径向长度(厚度)Th3形成为比在轴向另一侧设置的磁性板40的转子对置部44的径向长度(厚度)Th4大(厚)。

[0148] 在第1实施方式中,使转子对置部44的轴向基端侧(轴向内侧)的圆周方向宽度形成为与构成齿24的拓宽部24b的齿构成部33、43的顶端部的圆周方向宽度相等,但不限于此。对于一个例子,下面说明构成S6、S7。但是,对于下面说明的构成S6、S7,在能够与第1实施方式、其他变形例组合的情况下,可以适当组合。

[0149] (构成S6)

[0150] 如图13的(a)、(b)以及(c)所示,在主芯部31的轴向两侧具备磁性板70、71。如图13的(a)以及(b)所示,在轴向一侧设置的磁性板70的转子对置部70a构成为其轴向基端侧的圆周方向宽度比构成齿24的拓宽部24b的、齿构成部33、43的顶端部的圆周方向宽度小。该转子对置部70a形成为相对于所述齿构成部33、43靠向圆周方向一侧的形状,在圆周方向另一侧不存在所述转子对置部70a的形状。

[0151] 如图13的(b)以及(c)所示,设置在轴向另一侧的磁性板70的转子对置部71a构成为其轴向基端侧的圆周方向宽度比构成齿24的拓宽部24b的、齿构成部33、43的顶端部的圆周方向宽度小。该转子对置部71a形成为相对于所述齿构成部33、43靠向圆周方向一侧的形状,因此,在圆周方向另一侧不存在所述转子对置部71a的形状。

[0152] 另外,轴向一侧的转子对置部70a和轴向另一侧的转子对置部71a形成为从轴向观看时在各个磁性板70、71的圆周方向大致中央重叠。而且,轴向一侧的转子对置部70a形成为从轴向观看时在各个磁性板70、71的圆周方向一侧与轴向另一侧的转子对置部71a不重叠。此外,轴向另一侧的转子对置部71a形成为从轴向观看时在各个磁性板70、71的圆周方向另一侧与轴向一侧的转子对置部70a不重叠。通过这种构成,在圆周方向上,使转子对置部70a、71a与转子14对置的面积改变,在圆周方向上作用磁力偏斜。

[0153] (构成S7)

[0154] 在所述构成S6中虽未提及,如图14所示,也可以使转子对置部70a、71a的侧缘部70b、71b相对于轴向在圆周方向上倾斜,转子对置部70a、71a形成为具有锥形面的形状。

[0155] 在第1实施方式以及变形例中,虽没有提及,如图15所示,转子对置部的转子对置面从轴向观看时呈圆弧形状,构成为具有比所述转子的外周的曲率小的曲率的圆弧形状。通过这种构成,形成为越朝向转子对置面的圆周方向外侧越从转子分开的形状,所以能够更确实地降低齿槽转矩。

[0156] 在第1实施方式中,机架11、12的定子保持部11b、12b构成为将主芯部31的外周缘(露出面31a)在轴向上直接夹持,相对于磁性板40在轴向上不抵接,但不限于此。例如,如图16所示,也可以构成为隔着磁性板40的环状部42(层积部41)将主芯部31在轴向上夹持。根据如该图16所示的构成,无需为了在轴向上不干扰定子保持部11b、12b而在径向上减小磁性板40的层积部41,所以能够抑制输出降低。另外,在使磁性板40的板厚T1比芯片30的板厚T2大,实现输出提高的情况下,通过调整板厚比磁性板40薄的芯片30的张数,从而能够抑制电动机10整体的轴向尺寸的变动。

[0157] 在第1实施方式中,各个分段导体25形成为在将插通到齿槽S的一对直线部51连接的第1突出部52侧折返,在第2突出部53侧通过焊接等而接合,但不限于此。例如,如图17所示,也可以将一对直线部51分别设为分体,在第1突出部52中,通过焊接等而接合。另外,分段导体25彼此的连接除了焊接以外,也可以设为例如使用了母线等其他部件的连接结构。

[0158] 在第1实施方式中,通过使磁性板40的层积部41的外径小于芯片30的外径,从而在主芯部31的轴向端面的外周缘整体形成露出面31a,利用各个机架11、12的定子保持部11b、12b夹持露出面31a,但并不限于此。例如,也可以形成从主芯部31(芯片30)的外周面向径向向外侧突出的突出部,用定子保持部11b、12b夹持突出部。

[0159] 在第1实施方式中,磁性板40被嵌塞固定到主芯部31(芯片30),除此之外,例如也可以通过粘合、焊接来固定。

[0160] 在第1实施方式中,将磁性板40的板厚T1设定为比芯片30的板厚T2大,但不限于此。也可以使磁性板40的板厚T1与芯片30的板厚T2相等或者薄。

[0161] 在第1实施方式中,在主芯部31的轴向两侧分别设置磁性板40,但不限于此。也可以只在主芯部31的轴向一侧设置磁性板40。

[0162] 在上述实施方式中,将定子芯21的主芯部31设为由多个芯片30构成的层积结构,除此之外,例如,也可以将主芯部31设为通过铸造等而成形的一体成形品。

[0163] 在第1实施方式中,使用由分段导体25构成的电枢绕组22,除此之外,例如也可以使用将铜线等缠绕到齿上而成的电枢绕组。

[0164] 在第1实施方式中,转子14的励磁磁石62使用铁氧体磁石,除此之外,例如也可以使用钕磁石等其他磁石。

[0165] 在第1实施方式中,将本发明具体化为将转子14配置于定子13的内周侧的内转子型电动机10,但不限于此。也可以将本发明具体化为将转子配置在定子的外周侧的外转子型电动机。

[0166] 在第1实施方式中,虽未提及,例如,如图18以及图19所示,也可以层积多个磁性板。在图18以及图19中,层积3张磁性板70、71、72,所以磁性板70、71、72的转子对置部70a、71a、72a在径向上层积。另外,转子对置部70a、71a、72a的轴向基端侧(靠近主芯部31)的部位的圆周方向宽度彼此大致相同,轴向顶端侧(主芯部31相反侧)的部位的圆周方向宽度相互不同。也就是说,在转子对置部70a、71a、72a的轴向顶端侧,越是转子14相反侧(本构成中为径向外侧)的部位,圆周方向两侧的侧缘部44a、44b所成的倾斜角增大。像这样,在径向上层积多个的转子对置部70a、71a、72a形成为越是从转子14离开,侧缘部44a、44b相对于轴向的倾角变大。因此,越靠近转子14,转子对置部44的面积增大,容易取入磁力。另外,转子对置部70a、71a、72a形成为,越是从转子14离开,侧缘部44a、44b的倾角变大,从径向观看时的转子对置部44的面积变小。因此,能够慢慢地改变磁力,有助于偏斜效果。

[0167] 下面参照图20~图29来说明电动机的第2实施方式。第2实施方式的电动机10具有与第1实施方式的电动机10共同的部分。因此,只详细地说明与第1实施方式不同的部分,为了方便起见,省略共同部分的说明。

[0168] 如图20~图22所示,转子芯61通过在轴向上层积多个第1以及第2芯片61a、61b而构成。如图20以及图21所示,第1芯片61a具备圆环状的圆环状部61c。第2芯片61b具有与所述第1芯片61a大致相同的形状。在第2芯片61b的圆环状部61c的径向外侧面,具有向径向外侧突出、并且沿着圆周方向排列的多个突起部61d(定位部)。

[0169] 如图22所示,第2实施方式的转子芯61通过在其轴向大致中央层积多个具有所述突起部61d的第2芯片61b,在其轴向两侧分别层积多个第1芯片61a而构成。也就是说,所述突起部61d位于转子芯61的轴向中央。

[0170] 如图21所示,励磁磁石62由铁氧体磁石构成,磁极(N极和S极)在圆周方向上交替不同地配置。励磁磁石62是在圆周方向相互具有间隙地固装到所述转子芯的外周面的所谓分段磁石。

[0171] 转子芯61以及转子14的励磁磁石62的轴向长度被设定为比定子芯21的内周端部的轴向长度(即,从一方的磁性板40的转子对置部44的顶端至另一方的磁性板40的转子对

置部44的顶端的长度)大。即,励磁磁石62相对于定子芯21的主芯部31的内周面和各个磁性板40的转子对置部44在径向上对置。而且,各个励磁磁石62被配设成与设置在转子芯61的轴向大致中央侧的突起部61d在圆周方向上抵接,或者与突起部61d隔着细小的缝隙而配置。由此,抑制励磁磁石62在圆周方向上错位(空转)。

[0172] 接着,说明以上述方式构成的转子14与定子13的关系。

[0173] 图24表示转子对置部44的轴向长度与齿槽转矩的关系。横轴表示转子对置部44的轴向长度 h ,纵轴表示齿槽转矩。另外,在图24中,变更线的种类来表示励磁磁石62相对于转子对置部44的轴向延出长度 s 的不同。具体地讲,作为相对于转子对置部44的、励磁磁石62的轴向延出长度 s ,图示0.0、0.25、0.5、0.75、1.0、1.25、1.5、1.75、2.0的共计9种,将这些依次用单点划线、长虚线、实线、双点划线、粗单点划线、粗虚线、粗实线、虚线、粗双点划线表示。另外,图25中选取在图24中用实线表示的相对于转子对置部44的、励磁磁石62的轴向延出长度为 $s=0.5$ 的情况进行图示。另外,无论怎样,转子对置部44的径向长度(板厚) t 是1.2mm,如图23所示,厚度与所述板厚 $T1$ 相同。另外,增大转子对置部44的轴向长度 h 时,相对地励磁磁石62自身的轴向长度也增长。

[0174] 由图24以及图25可知,在转子对置部44的轴向长度 h 较短的第1范围(图25中用 $F1$ 表示)中,齿槽转矩的变化少。而且,从超过转子对置部44的轴向长度 h 较短的范围、即所述第1范围 $F1$ 起的预定的第2范围(图25中用 $F2$ 表示)中,在转子对置部44的根基部分、即轴向基端侧,诱发磁通增大,齿槽转矩慢慢增加。另外,从转子对置部44的轴向长度 h 超过所述第2范围 $F2$ 起的预定的第3范围(图25中用 $F3$ 表示),转子对置部44(磁性板40)处的齿槽转矩的相位相对于主芯部31反转而成为抵消关系,齿槽转矩增加暂时得到抑制。而且,在转子对置部44的轴向长度 h 超过所述第3范围 $F3$ 的较长的第4范围(图25中用 $F4$ 表示),齿槽转矩急速恶化。

[0175] 在图26以及图27中,示出转子对置部的轴向长度 h 、励磁磁石相对于转子对置部在轴向上延伸出的轴向延出长度 s 、以及齿槽转矩的关系。在图26中,纵轴表示转子对置部44的轴向长度 h ,横轴表示相对于转子对置部44的、励磁磁石62的轴向延出长度 s ,区域 $Ar1 \sim Ar29$ 表示齿槽转矩的大小。另外,图27中用三维表示图26。在图26以及图27中,从齿槽转矩低的一方起依次表示为区域 $Ar1$ 、 $Ar2$ 、 \dots 、 $Ar28$ 、 $Ar29$ 。同范围的齿槽转矩的区域用同一图案表示。

[0176] 由图26以及图27可知,具有如下趋势:转子对置部44的轴向长度 h 越长,齿槽转矩越高,励磁磁石62相对于转子对置部44的轴向延出长度 s 越长,齿槽转矩越高。它们的关系用以下的式1表示。另外,在式1中,将转子对置部44的轴向长度设为 h ,将转子对置部44的径向长度(板厚)设为 t ,将励磁磁石62相对于所述转子对置部44的轴向延出长度设为 s 。

[0177] $h=t \times K - 0.5s \dots$ (式1)

[0178] 在此,在第2实施方式的情况下,通过将所述系数 K 设为 $0 < K < 6.3$ 的范围,从而在图26中,能够得到比直线 $X1$ 低的范围的齿槽转矩。也就是说,将系数 K 设为 $0 < K < 6.3$ 的范围,以满足上述式1的方式,构成磁性板40以及励磁磁石62,从而能够在考虑磁力取入量的同时,将齿槽转矩设为急剧的齿槽转矩的变化少的范围(在图25中为第1范围 $F1$ 、第2范围 $F2$ 以及第3范围 $F3$)。

[0179] 此外,将所述系数 K 的下限设为5.4,将系数 K 的范围设为 $5.4 < K < 6.3$,从而能够在图

26中将齿槽转矩设为直线X2与直线X1之间的范围(相当于所述第3范围F3的范围)。也就是说,将系数K设为 $5.4 < K < 6.3$ 的范围,以满足上述式1的方式,构成磁性板40以及励磁磁石62,从而能够在急剧的齿槽转矩的变化少的范围(所述第3范围F3),良好地增加磁力取入量。

[0180] 因此,第2实施方式的电动机10在将所述系数K设为 $0 < K < 6.3$ 的范围满足所述式1。此外,优选将所述系数K以 $5.4 < K < 6.3$ 的范围满足所述式1的方式,构成电动机10。

[0181] 接着,说明第2实施方式的作用。

[0182] 第2实施方式的电动机10在将所述系数K设为 $0 < K < 6.3$ 的范围满足所述式1。因此,在急剧的齿槽转矩的增加得到抑制的范围,设置磁性板40的转子对置部44,确保磁力取入量。此外,在所述系数K为 $5.4 < K < 6.3$ 的范围,满足所述式1,构成电动机10。在这种情况下,在急剧的齿槽转矩的变化少的范围(所述第3范围F3),能够良好地增加磁力取入量。

[0183] 另外,以在转子芯61的外周面上固设的励磁磁石62被配设成与转子芯61的突起部61d在圆周方向上不抵接,或者与突起部61d隔着微小的缝隙而配置的方式,构成转子14。因此,能够抑制励磁磁石62的圆周方向的错位。所述突起部61d以与所述磁性板40在径向上不对置的方式设置在转子芯61的轴向中央部。由此,容易减磁的部位在轴向上分散,所以相对地提高耐减磁性。

[0184] 接着,记载第2实施方式的优点。

[0185] (17)将转子对置部44的轴向长度设为 h ,将转子对置部44的径向长度(板厚)设为 t ,将励磁磁石62相对于所述转子对置部44的轴向延出长度设为 s ,满足 $h = t \times K - 0.5s$ (其中,系数K为 $0 < K < 6.3$ 的范围),以此方式构成电动机10。由此,在图26中,得到直线X1以下的范围的齿槽转矩。因此,能够在抑制齿槽转矩增加的范围,设置转子对置部44,确保磁力取入量。另外,能够以将系数K的范围设为满足 $5.4 < K < 6.3$ 的方式构成电动机10。在这种情况下,在图26中得到直线X2~X1的范围的齿槽转矩。因此,能够抑制齿槽转矩增加的同时,确保转子对置部44的轴向长度以及励磁磁石62的轴向延出长度长,确保磁力取入量。

[0186] (18)进行磁石的圆周方向定位的突起部61d形成在与磁性板40的层积部41在径向上不对置的转子芯61的位置。因此,与所述励磁磁石62的突起部61d在圆周方向上抵接的部位和与励磁磁石62的所述层积部41在径向上对置的部位在轴向上位于不同的位置。由此,能够提高耐减磁性。

[0187] (19)突起部61d形成在轴向中央部。因此,更加确实地在与层积部41在径向上不对置的位置设置突起部61d。由此,能够更确实地提高耐减磁性。

[0188] (20)转子芯61以及定子芯21均通过将芯片61a、61b、30在轴向上层积多个而构成。因此,例如,从板状部件通过冲压成形进行冲裁而形成两个芯61、21的芯片61a、61b、30、即所谓公共形成。

[0189] 第2实施方式按照如下方式变更。

[0190] 在第2实施方式中,采用在主芯部31的轴向两端部分别只使用1张磁性板40的构成,但不限于此。例如,如图28所示,也可以在主芯部31的轴向端部分别层积2张磁性板,或者如图29所示,在主芯部31的轴向端部层积3张磁性板。如图28所示,将第1以及第2磁性板71、72的转子对置部71a、72a的径向长度分别设为 t_2 。将一方的磁性板71的转子对置部71a的径向长度 t_2 和另一方的磁性板的转子对置部72a的径向长度 t_2 加起来的长度相当于第2实施方式的转子对置部44的径向长度 t 。另外,如图29所示,也可以将第1~第3磁性板75、

76、77的转子对置部75a、76a、77a的径向长度分别设为 t_3 。该情况下,将第1~第3磁性板75、76、77的转子对置部75a、76a、77a的径向长度 t_3 加起来的长度与第2实施方式的转子对置部44的径向长度 t 相当。

[0191] 在第2实施方式中,磁性板40的层积部41具有环状部42和齿构成部43,但不限于此。例如,层积部41也可以只由齿构成部43构成。

[0192] 在第2实施方式中,将转子芯61设为由多个第1以及第2芯片61a、61b构成的层积结构,但不限于此。例如,也可以将转子芯61设为通过铸造等成形的一体成形品。其中,即使是这种构成,在转子芯形成作为定位部的突起部61d。

[0193] 在第2实施方式中,作为定位部的突起部61d设置在与所述磁性板40的层积部41在径向上不对置的位置、优选转子芯61的轴向中央部,但不限于此。

[0194] 例如,也可以如图30所示,转子芯61在转子芯61的轴向中央部具有突起部61d,此外在转子芯61的轴向端部具有突起部61d。另外,转子芯61也可以只在转子芯61的轴向端部具有突起部61d。通过在转子芯61的轴向两端部设置突起部61d,从而能够使突起部61d与励磁磁石62的长边方向两端部(轴向两端部)在圆周方向上抵接。因此,能够稳定地保持(定位)励磁磁石62。

[0195] 在第2实施方式以及第2实施方式的变形例中,在与磁性板40的层积部41以及转子对置部44的双方在径向上不对置的转子芯61的位置设置突起部61d,但不限于此。只要至少是与层积部41在径向上不对置的位置即可,突起部61d的轴向位置也可以变更。

[0196] 在第2实施方式中,对于作为定位部的突起部61d的形状,没有具体地言及,能够采用各种形状。可以如图21所示,将突起部61d构成为从轴向观看时呈矩形。

[0197] 另外,也可以如图31所示,将突起部61d形成为越朝向径向外侧圆周方向宽度越窄。详细地说,如图31的(b)所示,突起部61d在圆周方向两侧具有一对斜面78。一对斜面78以越朝向靠近定子13的部位、即径向外侧的部位,突起部61d的圆周方向宽度越窄的方式倾斜。一对斜面78具有相对于穿过旋转轴18的径向中心O以及突起部61d的圆周方向中心的直线X1呈对称的形状。

[0198] 如图31的(a)以及(b)所示,在励磁磁石62的径向内侧且圆周方向两侧的部位(径向的靠近转子芯61的圆周方向端部)形成有角部62a。角部62a具有与突起部61d的斜面78大致平行的斜面62b。并且,励磁磁石62在径向上被转子芯61和圆筒状的盖79夹持,被固定到转子芯61上。圆筒状的盖79在径向上位于转子14与定子13之间。

[0199] 如上所述构成突起部61d以及励磁磁石62。由此,随着转子14旋转而在励磁磁石62上作用了惯性力 FA_1 的情况下,励磁磁石62的斜面62b与突起部61d的斜面78抵接。因此,惯性力 FA_1 分离为与所述斜面78正交的方向的分力 FA_2 和与所述斜面78平行的方向的分力 F_3 。

[0200] 其结果,分力 FA_3 主要被圆筒状的盖79承受。而且,在突起部61d上作用与斜面78正交的方向的分力 FA_2 ,所以能够减轻作用于突起部61d的惯性力。由此,能够抑制突起部61d、励磁磁石62破损。

[0201] 另外,在励磁磁石62上形成有角部62a,角部62a具有与突起部61d的斜面78面接触的斜面62b,所以能够抑制对突起部61d作用分力 FA_2 时的应力集中。

[0202] 因此,能够在不通过粘合剂等进行粘合固定等的情况下,将励磁磁石62固定。另外,在并用粘合剂将励磁磁石62固定的情况下,能够加强粘合力。此外,通过盖79,能够防止

因励磁磁石62飞散而导致定子13等损伤。另外,在突起部61d的圆周方向宽度朝向定子13变小的构成中,能够通过盖79而承受伴随转子14旋转而产生的励磁磁石62的惯性力(分力FA3)。因此,能够更确实地抑制励磁磁石62空转。

[0203] 在第2实施方式中,将转子芯61以及转子14的励磁磁石62的轴向长度设为比定子芯21的内周端部的轴向长度(即,从一方的磁性板40的转子对置部55的顶端至另一方的磁性板40的转子对置部44的顶端的长度)长,但不限于此。例如,也可以将转子芯61以及转子14的励磁磁石62的轴向长度设为与定子芯21的内周端部的轴向长度大致相等。另外,也可以将转子芯61以及转子14的励磁磁石62的轴向长度设为比定子芯21的内周端部的轴向长度稍短。

[0204] 在第2实施方式中,转子芯61的轴向长度与励磁磁石62的轴向长度相等,但不限于此。也可以将励磁磁石62的轴向长度设为比转子芯61的轴向长度大。另外,如图32以及33所示,也可以将励磁磁石62的轴向长度设为比转子芯61的轴向长度短。

[0205] 以下,参照图34~图40来说明电动机的第3实施方式。第3实施方式的电动机10具有与第1实施方式的电动机10共同的部分。因此,只详细说明与第1实施方式不同的部分,为了方便起见,省略共同部分的说明。

[0206] 如图34~图37所示,芯片30的齿构成部(第2齿构成部)33具有:从环状部32向径向内侧延伸的径向延出部(径向延出部)34;以及在径向延出部34的顶端部(靠近转子14的端部)向圆周方向两侧突出的凸缘部(第2凸缘部)35。径向延出部34形成为圆周方向宽度(以芯片30的轴线为中心的角度宽度)随着朝向顶端(径向内侧)而变小的锥形。凸缘部35的圆周方向宽度形成为比径向延出部34的圆周方向宽度大。也就是说,齿构成部33形成为在径向延出部34与凸缘部35的边界部位B处圆周方向宽度最小的形状。另外,径向延出部34的圆周方向两端面形成为从轴向观看时呈直线状,并且在圆周方向上相邻的(对置的)圆周方向端面彼此平行。

[0207] 如图31以及图32所示,磁性板40具有在主芯部31的轴向两端的芯片30上层积的板状的层积部41。

[0208] 磁性板40的层积部41的齿构成部(第1齿构成部)43形成为与芯片30的齿构成部33相同数量,并且相对于芯片30的齿构成部33在轴向上层积。磁性板40的齿构成部(第1齿构成部)43具有:从环状部42向径向内侧延伸的径向延出部(第1径向延出部)45;以及在径向延出部45的顶端部(靠近转子14的端部)向圆周方向两侧突出的凸缘部(第1凸缘部)46。径向延出部45形成为圆周方向宽度(以芯片30的轴线为中心的角度宽度)随着朝向顶端(径向内侧)变小的锥形。凸缘部46的圆周方向宽度形成为比径向延出部45的圆周方向宽度大。另外,径向延出部45的圆周方向两端面形成为从轴向观看时呈直线状,并且在圆周方向上相邻的圆周方向端面彼此平行。另外,该径向延出部45的圆周方向端面与齿构成部33(芯片30)的径向延出部34的圆周方向端面在轴向上重叠。

[0209] 在各个齿构成部43的径向内侧端部(靠近转子14的端部)、即凸缘部46的顶端部形成有向轴向外侧(主芯部31相反侧)延伸的转子对置部(轴向延出部)44。转子对置部44通过将凸缘部46的顶端部向轴向外侧呈直角折弯而形成。

[0210] 另外,转子对置部44在圆周方向两侧具有作为圆周方向侧部的侧缘部44a、44b。该侧缘部44a、44b形成为相对于旋转轴18的轴线方向在圆周方向上倾斜的形状。侧缘部44a、

44b以越朝向顶端侧(主芯部相反侧)越靠近转子对置部44的圆周方向中央侧的方式倾斜。另外,侧缘部44a、44b形成为从径向观看转子对置部44时相对于转子对置部44的圆周方向的中心线左右对称。因此,转子对置部44形成为轴向基端侧(轴向内侧)的圆周方向宽度与凸缘部46的圆周方向宽度相等,并且圆周方向宽度朝向轴向顶端侧(轴向外侧)变小,从径向观看时呈梯形形状。

[0211] 以上方式构成的芯片30和磁性板40通过环状部32以及设置在环状部42上的凸部(嵌塞部)21a而以层积状态固定(销栓嵌塞)为一体(参见图34)。而且,磁性板40的齿构成部43以及芯片30的齿构成部33在轴向上层积,从而构成定子芯21的齿24。

[0212] 在此,如图36所示,齿构成部33以及齿构成部43的凸缘部35、46的顶端部(径向外侧端部)形成为在轴向上重叠。齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1被设定为比齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2小。由此,定子13的自电感被抑制得小。另外,确保齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2,从而能够在凸缘部46上容易地折弯形成转子对置部44。

[0213] 另外,齿构成部43的凸缘部46的圆周方向宽度C2形成为比齿构成部33的所述边界部位B的圆周方向宽度C1大,并且齿构成部43的凸缘部46相对于边界部位B在轴向上抵接。齿构成部33的边界部位B相对于凸缘部35宽度窄,所以是磁力容易集中的部位,然而通过宽度宽的齿构成部43的凸缘部46与该边界部位B在轴向上抵接,从而在边界部位B中的磁力集中得到缓和。

[0214] 在定子芯21中,相邻的齿24彼此之间的空间作为将分段导体25收纳的部位、即齿槽S构成。另外,分段导体25在齿槽S中配置于齿构成部43的凸缘部46的径向外侧。

[0215] 如图36所示,在定子芯21的各个齿槽S内安装有由绝缘性的树脂材料形成的片状的绝缘部件47。

[0216] 另外,如图36~图38所示,在齿构成部33的凸缘部46的径向外侧(转子相反侧),在轴向上,在位于轴向两侧的齿构成部43的凸缘部46之间,通过嵌件成型而在定子芯21上一体设置有由树脂材料构成的介入部件48(树脂成形品)。介入部件48在径向上介于齿构成部33的凸缘部35和配置在齿槽S内的分段导体25之间。

[0217] 另外,在第3实施方式的电动机10中,将转子14的极数设为 $2p$ (p 是自然数),将电枢绕组22的相数设为 n (n 是3以上的自然数),将每1极1相的齿24的个数设为 m (m 是自然数)时,定子13的齿24的个数 q 被设定为“ $q=2p \times n \times m$ ”。在第3实施方式中,转子14的极数为10,电枢绕组22的相数为3,每1极1相的齿24的个数为2,所以齿24的个数 q 被设定为 $10 \times 3 \times 2=60$ 个。另外,电枢绕组22由整距绕组(full pitch winding)·分布绕组(distributed winding)构成。分段导体25的直线部51在齿槽S内沿着径向排列成一列。

[0218] 接着,说明第3实施方式的作用。

[0219] 在第3实施方式的定子芯21中,齿构成部33(主芯部31)的凸缘部35的径向宽度D1被设定为比齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2小。存在齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1越小、自电感越小的相关关系,定子13的自电感被抑制得小。由此,能够提高通过减弱励磁而实现的输出增大效果。另外,像第3实施方式的定子13那样,分段导体25(电枢绕组22)由整距绕组·分布绕组构成,分段导体25的直线部51在齿槽S内沿着径向排列成一列,在这种构成中,存在齿24的个数增多的倾向。在这种构成中,减小各个齿24的凸缘部35的径向宽度D1,从而更有效地抑制自电感。

[0220] 另外,使齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1小于齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2,从而齿构成部33的凸缘部35与分段导体25的直线部51在径向上隔开间隔。因此,分段导体25的保持功能有可能下降。对于此点,在第3实施方式中,齿构成部33的凸缘部35与分段导体25的直线部51之间的径向上的缝隙被介入部件48填埋。因此,分段导体25的直线部51被稳定保持,其结果,能够抑制因分段导体25振动而导致绝缘部件47损伤、层间短路。

[0221] 另外,分段导体25构成为,不只是焊接接合的第2突出部53,具有弯曲成形的折返部25a的第1突出部5也位于比齿槽S的径向内侧端部Sa靠近径向外侧(转子对置部相反侧)。因此,即使不是使齿槽S从转子对置部44向径向外侧离开的构成,也能够确保分段导体25的第1以及第2突出部52、53与转子对置部44之间的间隙。由此,抑制定子芯21在径向上的大型化的同时,能够抑制分段导体25的第1以及第2突出部52、53与转子对置部44之间的干扰。

[0222] 接着,记载第3实施方式的特征性优点。

[0223] (21) 芯片30的齿构成部33以及磁性板40的齿构成部43分别具有在径向上延伸的径向延出部34、45;以及在径向延出部34、45的靠近转子14的端部(径向内侧端部)向圆周方向两侧突出的凸缘部35、46。而且,齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1被设定为比齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2小。由此,通过采用具有在轴向上延伸的转子对置部44的磁性板40,从而能够提高磁力取入量的同时,能够抑制定子13的自电感的增加。此外,能够充分确保齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2,所以能够将齿构成部43的凸缘部46沿着轴向延伸的转子对置部44容易地折弯成形。

[0224] (22) 磁性板40的齿构成部43与在齿构成部33中磁力容易集中的边界部位B在轴向上抵接,齿构成部43的凸缘部46的圆周方向宽度C2被设定为比边界部位B的圆周方向宽度C1大。因此,使在边界部位B集中的磁力缓和,有效抑制磁饱和。

[0225] (23) 在齿构成部33的凸缘部35的径向外侧(转子相反侧)的空间装填有介入部件48(树脂成形品),所以能够通过介入部件48确保齿构成部33的凸缘部35与配置在齿槽S内的分段导体25之间的电气绝缘。另外,分段导体25的直线部51被介入部件48稳定保持,其结果,能够抑制因分段导体25振动而导致绝缘部件47损伤、层间短路。另外,介入部件48是非磁体,所以不会使定子13的自电感增加。另外,介入部件48被嵌件成型到定子芯21,所以能够在齿构成部33的凸缘部35的径向外侧的空间容易地成形介入部件48。

[0226] (24) 齿构成部33的径向延出部34形成为,越靠近转子14的部位(径向内侧)、即越靠近转子14,圆周方向宽度越小。根据此结构,在芯片30的齿构成部33的边界部位B容易集中磁力,所以能够更加显著地发挥抑制因在该齿构成部33上层积(抵接)磁性板40的齿构成部43(凸缘部46)而导致在边界部位B上磁力集中的效果。另外,在内转子型的电动机10中,在径向内侧确保电枢绕组22的配置空间。

[0227] (25) 电枢绕组22由多个分段导体25构成,多个分段导体25分别被插入到在定子芯21上沿着轴向形成的多个齿槽S,并且具有从该齿槽S在轴向上突出的第1以及第2突出部52、53。根据此结构,能够使电枢绕组22的占积率高,能够有助于电动机10的高输出化、小型化。

[0228] (26) 分段导体25的第1以及第2突出部52、53构成为与磁性板40的转子对置部44在径向上对置。由此,能够抑制定子13在轴向上大型化的同时,通过磁性板40的转子对置部44,确保在定子芯21上的与转子14对置的对置面的轴向长度,能够抑制输出下降。

[0229] (27) 在齿槽S中,分段导体25沿着径向配置成一列。分段导体25在齿槽S内沿着径向配置成一列的定子13由多个齿24构成。在多个齿24中,使齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1薄,从而能够更加良好地调整自电感。

[0230] (28) 磁性板40的板厚T1比芯片30的板厚T2大,所以容易在磁性板40的齿构成部43的角部形成大倒角部43a(例如,具有比芯片30的板厚T2大的曲率半径Rm的截面弧状的倒角部)。其结果,能够良好地抑制分段导体25的折弯部位的损伤。

[0231] 另外,第3实施方式也可以按照如下方式变更。

[0232] 在第3实施方式中,在芯片30的齿构成部33形成了凸缘部35,但不限于此。例如,如图39以及图40所示,作为齿构成部33,也可以使用将凸缘部35省略的齿构成部83。齿构成部(第2齿构成部)83具有圆周方向两端面83a,圆周方向两端面83a在齿构成部83的从径向的基端至顶端的整体上延伸为从轴向观看时呈直线状。在这种构成中,将第3实施方式中的凸缘部35的径向宽度D1设为零,所以能够更加良好地抑制自电感的增加。另外,在齿构成部43(磁性板40)的径向内侧端部上,与第3实施方式同样地,形成有在圆周方向上宽度宽的凸缘部46,转子对置部44从凸缘部46在轴向上延伸。因此,能够容易地构成在圆周方向上宽度宽的转子对置部44,能够良好地提高转子对置部44的磁力取入量。根据这种构成,采用具有在轴向上延伸的转子对置部44的磁性板40,从而提高磁力取入量的同时,能够抑制定子13的自电感增加。

[0233] 另外,在如图39以及图40所示的构成中,齿构成部83形成为,越靠近径向内侧(靠近转子14)的部位,圆周方向宽度越小,所以磁力容易在齿构成部83的径向内侧端部上集中。因此,能够更加显著地发挥抑制因在该齿构成部83上层积(抵接)有磁性板40的齿构成部43而导致的磁力集中的效果。另外,在内转子型的电动机中,能够在径向内侧确保电枢绕组22的空间。

[0234] 在第3实施方式中,齿构成部33以及齿构成部43的径向延出部34、45以越靠近转子14(径向内侧)的部位,圆周方向宽度越小的方式延伸,但不限于此。例如,径向延出部34、45的圆周方向两端面也可以以相互平行的方式延伸。

[0235] 在第3实施方式中,将介入部件48嵌件成型到定子芯21,但不限于此。例如,也可以将独立地成形的介入部件48安装到定子芯21。

[0236] 在第3实施方式中,将齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1设定为比齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2小,但不限于此。例如,在不新设计主芯部31(芯片30)而直接使用现有形状的情况等,将齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2设定为比齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1小,从而能够抑制自电感的增加。也就是说,将齿构成部33的凸缘部35的径向宽度D1设定为与齿构成部43的凸缘部46的径向宽度D2不同的尺寸,从而能够通过各个凸缘部35、46的形状变更而容易地调整自电感。

[0237] 在第3实施方式中,将分段导体25的直线部51沿着径向配置成一列,但不限于此,也可以将分段导体25配置成直线部51在圆周方向上排列。

[0238] 在第3实施方式中,将转子对置部44形成为从径向观看时呈梯形形状,除此之外,例如,也可以形成为从径向观看时呈矩形,只要是能够取入磁力的形状即可。

[0239] 在第3实施方式中,磁性板40的层积部41具有环状部42和齿构成部43,除此之外,例如,也可以将层积部41只由齿构成部43构成。

[0240] 在第3实施方式中,在转子芯61的外周面设置励磁磁石62,除此之外,例如,也可以将励磁磁石62埋设到转子芯61的内部。

[0241] 在第3实施方式中,也可以将转子芯61以及转子14的励磁磁石62的轴向长度设定为与定子芯21的内周端部的轴向长度(即,从一方的磁性板40的转子对置部44的顶端至另一方的磁性板40的转子对置部44的顶端的长度)不同。

[0242] 在第3实施方式中,采用利用一对机架11、12夹持定子芯21的构成,除此之外,例如,也可以采用通过压入、烧嵌等将定子芯21固定到圆筒状的金属制外壳上的构成。

[0243] 下面依照图41A~47说明本发明的第4实施方式。第4实施方式的电动机10具有与第1实施方式的电动机10共同的部分。因此,只详细说明与第1实施方式不同的部分,为了方便起见,省略共同部分的说明。

[0244] 如图41A所示,转子对置部(轴向延出部)44在圆周方向两侧具有作为圆周方向侧部的侧缘部44a、44b。该侧缘部44a、44b形成为相对于旋转轴18的轴线方向在圆周方向上倾斜的形状。侧缘部44a以越靠向顶端侧(主芯部31相反侧)越靠近转子对置部44的圆周方向中央侧的方式倾斜。另外,侧缘部44a形成为从径向观看转子对置部44时相对于转子对置部44的圆周方向的中心线左右对称。因此,转子对置部44形成为轴向基端侧(轴向内侧)的圆周方向宽度与齿构成部43的顶端部(拓宽部24b)的圆周方向宽度相等,并且越靠向轴向顶端侧(轴向外侧),圆周方向宽度越窄,从径向观看时呈梯形形状。另外,第4实施方式的各个转子对置部44全部形成为相同形状。

[0245] 如图41B所示,在磁性板40中,齿构成部43与转子对置部44之间的折弯部49(齿构成部43与转子对置部44所成的角部)形成为直角。该折弯部49的壁厚T3(沿着折弯部49的二等分线E的厚度、且从折弯部49的内侧角部的中心至外侧角部的中心的长度)形成为比层积部41以及转子对置部44的板厚(即、磁性板40的板厚T1)大。由此,不易在折弯部49处产生磁饱和。

[0246] 接着,说明第4实施方式的作用。

[0247] 在第4实施方式中,磁性板40的折弯部49的壁厚T3形成为比层积部41以及转子对置部44的板厚(与磁性板40的板厚T1相等)大,所以不易在折弯部49处产生磁饱和。另外,磁性板40的板厚T1被设定为比芯片30的板厚T2大,所以更加不易在磁性板40处产生磁饱和,容易通过磁性板40取入磁力。另外,转子对置部44从径向观看时呈梯形形状,所以形成为在圆周方向上磁力偏斜的形状。由此,齿槽转矩降低。

[0248] 接着,说明第4实施方式的磁性板40的制造方法。

[0249] 首先,从钢板冲裁出折弯成形转子对置部44之前的磁性板40(冲裁工序)。

[0250] 接着,如图42所示,将在所述冲裁工序中冲裁出的磁性板40的转子对置部44相对于层积部41折弯成直角(90度)(折弯工序)。此时,转子对置部44与层积部41之间的折弯部49的壁厚比转子对置部44的板厚(即、磁性板40的板厚T1)稍薄。

[0251] 接着,如图43以及图44所示,使用第1模具101进行约束锻工序。

[0252] 第1模具101具有作为第1模子的约束模子102、工件夹具103、以及锻锻冲头104。约束模子102配置在磁性板40的层积部41的位于转子对置部44相反侧的部位。工件夹具103被配置成与约束模子102一起将层积部41夹持在板面方向(转子对置部44的延伸方向)上。而且,锻锻冲头104以与工件夹具103一起将转子对置部44夹持在板面方向(径向)上的方式配

置于工件夹具103以及约束模子102的侧方。

[0253] 约束模子102具有：平坦面105，被载置磁性板40的层积部41；以及第1以及第2约束部106、107，从平坦面105朝向上方（工件夹具103）突出。第1约束部106形成在平坦面105的径向外侧端部。在平坦面105上载置了磁性板40的层积部41的状态下，第1约束部106与层积部41的外周面在径向上抵接。

[0254] 第2约束部107形成在平坦面105的径向内侧端部。在第2约束部107形成有与平坦面105相连的约束圆弧面107a。约束圆弧面107a的圆弧中心P1位于在平坦面105上载置的磁性板40的折弯部49的二等分线E上。另外，约束圆弧面107a的曲率半径R1被设定为，约束圆弧面107a的最下点位于平坦面105上，并且约束圆弧面107a沿着折弯部49的外侧面的一部分。

[0255] 另外，在第2约束部107的上表面形成有与平坦面105平行的平行面107b。平行面107b形成为与约束圆弧面107a相连，并且延伸至约束模子102的径向内侧端面102a。另外，平行面107b与约束圆弧面107a所成的角部被倒角加工成圆弧状。

[0256] 如图43所示，在使用了第1模具101的约束锻造工序中，首先，将在所述折弯工序中将转子对置部44折弯成直角的磁性板40的层积部41载置到约束模子102的平坦面105，将工件夹具103以及锻造冲头104配置在预定位置。此时，工件夹具103与层积部41的折弯内侧端面（轴向上的靠近转子对置部44的板面）、转子对置部44的折弯内侧端面（靠近层积部41的板面）、以及折弯部49的内侧面密合。另外，锻造冲头104在其内侧面104a与转子对置部44的折弯外侧端面以及约束模子102的径向内侧端面102a密合，并且在按压面104b上相对于转子对置部44的顶端面44c在轴向（转子对置部44的长边方向）上密合。

[0257] 约束模子102的第1约束部106与在平坦面105上载置的层积部41的外周面在径向上密合。而且，与平坦面105相连的约束圆弧面107a与折弯部49的外侧面上的靠近层积部41的一部分、即被约束面49a无缝隙地密合。该被约束面49a在折弯部49的外侧面被设定为比所述二等分线E靠近层积部41的范围。也就是说，约束圆弧面107a将折弯部49的靠近层积部41的一半约束。另外，在通过锻造冲头104进行加压前的状态中，由第2约束部107的平行面107b以及锻造冲头104的内侧面104a构成的角部和折弯部49的外侧面上的被约束面49a以外的位置（没有被约束圆弧面107a约束的非约束部49b）之间存在缝隙G1。也就是说，第2约束部107的平行面107b隔着缝隙G1与折弯部49的非约束部49b对置。

[0258] 如上所述，在约束圆弧面107a将折弯部49部分地约束的状态下，将锻造冲头104向下方（朝向约束模子102）加压时，转子对置部44的顶端面44c被锻造冲头104的按压面104b朝向转子对置部44的长边方向（磁性板40的轴向）的折弯部49按压。

[0259] 像这样，如图44所示，转子对置部44朝向折弯部49滑动而变形，并且折弯部49的非约束部49b的肉流入到所述缝隙G1。由此，流入到所述缝隙G1的非约束部49b的肉变形为模仿由第2约束部107的平行面107b以及锻造冲头104的内侧面104a构成的角部的直角形状的形状。此时，折弯部49的被约束面49a被约束圆弧面107a无缝隙地约束，所以折弯部49的变形局限于靠近转子对置部44的约一半。而且，在折弯部49上，通过非约束部49b的变形而形成厚壁部49c，该厚壁部49c的壁厚T4比转子对置部44的板厚（即、磁性板40的板厚T1）厚。另外，转子对置部44的折弯外侧端面（与转子14对置的对置面）上的沿着轴向的部位的长度变长。

[0260] 接着,如图45所示,使用第2模具111进行锻造工序。

[0261] 第2模具111具备作为第2模子的模子112、工件夹具113以及锻造冲头114,它们配置在与第1模具101的约束模子102、工件夹具103以及锻造冲头104同样的位置。另外,工件夹具113以及锻造冲头114是与所述第1模具101的工件夹具103以及锻造冲头104同样的构成。

[0262] 模子112具有:平坦面115,被载置磁性板40的层积部41;以及从平坦面115向上方突出的外周约束部116。外周约束部116的构成与上述约束模子102的第1约束部106相同,形成在平坦面115的径向外侧端部。在平坦面115上载置了磁性板40的层积部41的状态下,外周约束部116与层积部41的外周面在径向上密合。另外,在模子112的平坦面115的径向内周侧,没有形成上述约束模子102的第2约束部107那样的凸部,平坦面115的平面形状从外周约束部116的内周侧持续至模子112的径向内侧面112a。

[0263] 在使用了第2模具111的锻造工序中,首先,将实施了上述的约束锻造加工的磁性板40的层积部41载置到模子112的平坦面115,将工件夹具113以及锻造冲头114配置在预定位置。此时,工件夹具113与层积部41的折弯内侧端面(轴向上的靠近转子对置部44的板面)、转子对置部44的折弯内侧端面(靠近层积部41的板面)、以及折弯部49的内侧面密合。另外,锻造冲头114被配置成,其内侧面114a与转子对置部44的折弯外侧端面以及模子112的径向内侧面112a密合,并且按压面114b相对于转子对置部44的顶端面44c在轴向(转子对置部44的长边方向)上密合。另外,此时,在模子112的平坦面115和折弯部49(在厚壁部49c以及在所述约束锻造工序中被约束圆弧面107a约束的被约束面49a)之间存在缝隙G2。

[0264] 如上所述,在第2模具111上配置了磁性板40之后,将锻造冲头114向下方(朝向约束模子112)加压。这样的话,转子对置部44的顶端面44c被锻造冲头114的按压面114b朝向转子对置部44的长边方向(磁性板40的轴向)的折弯部49按压。

[0265] 这样的话,如图46所示,转子对置部44朝向折弯部49滑动而变形,并且折弯部49整体的肉流入到所述缝隙G2,折弯部49变形为大致模仿由模子112的平坦面115和锻造冲头114的内侧面114a构成的角部的直角形状的形状。通过该锻造工序,折弯部49的外侧面成形为大致直角,折弯部49的壁厚T3形成为比所述厚壁部49c的壁厚T4厚(参见图41B)。在该锻造工序中,完成磁性板40。

[0266] 然后,将通过上述制造方法制造的磁性板40分别设置在主芯部31的轴向两端部(设置工序)。由此,完成定子芯21。

[0267] 根据上述方式的制造方法,经由2次锻造加工(约束锻造工序和锻造工序),折弯部49的外侧面成形为大致直角,所以由各个锻造加工引起的折弯部49的变形量(即、缝隙G1, G2)变小。

[0268] 在此,在通过1次锻造加工而将折弯部49的外侧面设为大致直角时,在转子对置部44的所述折弯工序之后,不经由第1模具101的约束锻造工序,通过第2模具111进行锻造工序。在这种情况下,刚刚实施了所述折弯工序之后的磁性板40的折弯部49与模子112的平坦面115之间的缝隙变大,依赖于该缝隙的折弯部49的变形量变大。因此,在折弯部49上产生强行的变形(在内侧部位处的卷入等),容易产生龟裂。关于这一点,在第4实施方式的制造方法中,通过约束模子102的第2约束部107,缝隙G1变小,在该约束锻造工序中,在折弯部49上形成厚壁部49c,所以在之后的锻造工序,所述缝隙G2小。因此,在各个锻造加工(约束锻

锻工序以及镦锻工序)中,在折弯部49上不产生强行的变形,抑制产生龟裂等。

[0269] 接着,记载第4实施方式的特征性优点。

[0270] (29)第4实施方式的制造方法具有约束镦锻工序,在约束镦锻工序中,利用约束模子102对磁性板40的折弯部49的外侧面的靠近层积部41的一部分(被约束面49a)进行约束,以该约束状态,通过镦锻冲头104朝向轴向的折弯部49按压转子对置部44。根据该制造方法,约束镦锻工序时,通过约束模子102对折弯部49的外侧面上的靠近层积部41的一部分进行约束,所以通过约束模子102的约束(按压)抑制折弯部49的内侧的变形量,抑制发生折弯部49的内侧的卷入。另外,通过约束模子102的约束,在镦锻冲头104的按压时,抑制对层积部41施加的板厚方向上的断裂力(剪断力)变小。而且,通过镦锻冲头104进行的按压,折弯部49的靠近转子对置部44的非约束部49b因镦锻冲头的按压而变形,成为壁厚。像这样,根据第4实施方式的制造方法,抑制折弯部49的损伤,增加折弯部49的壁厚。

[0271] (30)约束模子102具备:平坦面105,与层积部41的折弯外侧端面(转子对置部相反侧的板面)抵接;以及约束圆弧面107a,与该平坦面105相连,将折弯部49的被约束面49a约束。由此,通过约束圆弧面107a,将圆弧状的被约束面49a无缝隙地约束。因此,能够稳定地约束(保持)被约束面49a,其结果,更加确实地抑制折弯部49的损伤。

[0272] (31)在约束镦锻工序后的镦锻工序中,在模子112的平坦面115与折弯部49的被约束面49a之间存在缝隙G2的状态下,通过镦锻冲头114将转子对置部44向轴向的折弯部49按压。也就是说,约束镦锻工序后,在不对折弯部49的被约束面49a进行约束的状态下进行镦锻工序,所以能够将折弯部49的更宽范围壁厚化。另外,在约束镦锻工序中,在折弯部49的一部分形成有厚壁部49c。因此,之后的镦锻工序中的折弯部49与模子112之间的缝隙G2变小。因此,在镦锻工序中的折弯部49的变形量变小,所以抑制折弯部49损伤。

[0273] (32)模子112中的与折弯部49的外侧面隔着缝隙G2对置的面是平面,所以通过镦锻工序将折弯部49的外侧面成形为大致直角。因此,能够进行折弯部49的更一层的壁厚化。

[0274] (33)在第4实施方式的磁性板40中,折弯部49的壁厚T3形成为比转子对置部44的板厚(即、磁性板40的板厚T1)大。根据此结构,能够抑制在折弯部49处产生磁通饱和,其结果,能够更好地发挥由磁性板40产生的输出提高效果。

[0275] (34)磁性板40的板厚T1被设定为比芯片30的板厚T2大。因此,能够经由磁性板40容易取入磁力,其结果,能够有助于更一层的高输出化。另外,磁性板40的板厚T1比芯片30的板厚T2大,所以容易在磁性板40的齿构成部43的角部形成大的倒角部43a(例如、具有比芯片30的板厚T2大的曲率半径Rm的截面弧状的倒角部),其结果,能够良好地抑制分段导体25的折弯部位的损伤。

[0276] 另外,第4实施方式也可以按照如下方式进行变更。

[0277] 在第4实施方式中,在镦锻工序中使用的第2模具111的模子112的平坦面115形成从外周约束部116的内周侧沿着模子112的径向内侧端面112a呈平面,但不限于此,例如也可以形成为图47所示的形状。如图47所示,在平坦面115的径向内侧端部形成有圆弧面117,该圆弧面117与该平坦面115相连,圆弧面117朝向折弯部相反侧凹陷。圆弧面117的曲率半径R2被设定为比所述约束模子102(第1模具101)的约束圆弧面107a的曲率半径R1(即,折弯部49的被约束面49a的曲率半径)大。另外,圆弧面117的圆弧中心P2被设定在相对于在平坦面115上载置的磁性板40的折弯部49的二等分线E靠近转子对置部44的位置,圆弧面

117的最下点位于平坦面115上。而且,在锻造冲头114的加压前的状态下,在圆弧面117与折弯部49(厚壁部49c以及被约束面49a)之间存在缝隙G3。

[0278] 如图48所示,转子对置部44被锻造冲头114朝向折弯部49按压时,折弯部49的肉流入所述缝隙G3,折弯部49变形为模仿圆弧面117的形状。在此,模子112的圆弧面117形成为接近折弯部49。因此,模子112与折弯部49之间的缝隙G3小于第4实施方式的模子112(平坦面115)与折弯部49之间的缝隙G2(参见图45)。因此,与第4实施方式相比,在锻造工序中对折弯部49施加的负荷减轻,进一步抑制折弯部49损伤。

[0279] 如图49所示,在该锻造工序中成形的磁性板40,在折弯部49的外侧面形成有圆弧面49d,该圆弧面49d的形状模仿模子112的圆弧面117。折弯部49的圆弧面49d的圆弧中心P3相对于折弯部49的二等分线E靠近转子对置部44,圆弧面49d的曲率半径R3大于约束锻造工序后的被约束面49a的曲率半径。另外,折弯部49的壁厚T5形成为比约束锻造工序后的所述厚壁部49c的壁厚T4(参见图41B)大。

[0280] 根据这种制造方法,圆弧面117的曲率半径R2被设定为大于所述约束圆弧面107a(约束模子102)的曲率半径R1。因此,在锻造工序中,将折弯部49的外侧面(圆弧面49d)成形为沿着圆弧面117的圆弧形状的同时,将折弯部49壁厚化。由此,能够进一步抑制折弯部49损伤。

[0281] 另外,圆弧面117的圆弧中心P2(折弯部49的圆弧面49d的圆弧中心P3)被设定在相对于折弯部49的二等分线E靠近转子对置部44的位置。因此,确保转子对置部44上的与转子14对置的对置面的轴向长度的同时,能够将折弯部49设为壁厚。由此,能够成形使来自转子14的磁力取入量增加的磁性板40。

[0282] 另外,在平坦面115的径向内侧端部上设置的圆弧面117的形状(圆弧中心P2的位置以及曲率半径R2)不限于上述的例子,例如,也可以变更为图50所示的圆弧面121。该圆弧面121用于成形折弯部49的外侧面的角部的R部位49e(参见图51)。圆弧面121的圆弧中心被设定在折弯部49的二等分线E上,圆弧面121的曲率半径被设定为比被约束面49a的曲率半径小。而且,在通过锻造冲头114进行加压前的状态,在平坦面115以及圆弧面121与折弯部49(厚壁部49c以及被约束面49a)之间存在缝隙G4。

[0283] 如图51所示,转子对置部44被锻造冲头114朝向折弯部49按压时,折弯部49的肉流入到所述缝隙G4,折弯部49变形为模仿平坦面115以及圆弧面121的形状。根据这种制造方法,能够通过圆弧面121更好地成形为折弯部49的外侧面的角部的R部位49e。

[0284] 在第4实施方式中,约束模子102的约束圆弧面107a构成为折弯部49的靠近层积部41的一半(折弯部49的比二等分线E靠近层积部41的范围)约束,然而由约束圆弧面107a约束的范围不限于第4实施方式。例如,也可以将约束圆弧面107a的约束范围设为折弯部49的外侧面的一半以下。另外,也可以使约束圆弧面107a的约束范围比二等分线E朝向转子对置部44扩展。

[0285] 根据第4实施方式,在约束锻造工序中,将对折弯部49的被约束面49a进行约束的约束面设为圆弧面(约束圆弧面107a),但不限于此。例如,也可以将约束面设为高度随着朝向约束模子102的径向内侧而增加的平面状的倾斜面。

[0286] 约束锻造工序后的锻造工序不是必须的工序,例如,也可以通过1次约束锻造工序完成磁性板40。

[0287] 在第4实施方式中,将分段导体25的直线部51沿着径向配置一系列,但不限于此,直线部51也可以配置成在圆周方向上排列。

[0288] 以下、参照图52~图55来说明电动机的第5实施方式。第5实施方式的电动机10具有与第1实施方式的电动机10共同的部分。因此,只详细说明与第1实施方式不同的部分,为了方便起见,省略共同部分的说明。

[0289] 如图53所示,定子芯21由多个(第5实施方式中为12个)分割芯21c构成,分割芯21c分别具有沿着圆周方向配置的齿24。

[0290] 如图53所示,各个分割芯21c具备:从轴向观看的形状呈圆弧状的分割固定部21d;以及从该分割固定部21d的内周面向径向内侧延伸的所述齿24。在各个分割芯21c中,齿24从分割固定部21d的圆周方向的中央部向径向内侧延伸,并且各个分割芯21c从轴向观看的形状呈大致T字状。

[0291] 而且,多个分割芯21c以齿24的顶端朝向径向内侧、且由分割固定部21d形成圆筒状的圆筒部23的方式连结,从而形成定子芯21。

[0292] 各个齿24具有径向延出部24a和拓宽部24b,拓宽部24b位于各个径向延出部24a的顶端部(径向内侧端部),且圆周方向宽度比径向延出部24a大。

[0293] 主芯部31的各个芯片30形成为同一形状,被配置成板面与轴向正交。各个芯片30具有第1环状部32和从第1环状部32朝向径向内侧(转子14)延伸的多个齿构成部33。另外,各个芯片30以齿构成部33沿着轴向重叠的方式层积。另外,主芯部31形成为与后述的磁性板40的层积部41大致相同的形状。

[0294] 在磁性板40的层积部41上形成有:与芯片30的第1环状部32在轴向上重叠的圆弧状的第2环状部42;以及从该第2环状部42向径向内侧延伸的多个齿构成部43。层积部41的齿构成部43形成为从轴向观看时形状与芯片30的齿构成部33相同。磁性板40被设置成,层积部41的第2环状部42以及齿构成部43分别与芯片30的第1环状部32以及齿构成部33在轴向上重叠。该芯片30和磁性板40的环状部32、42连结而形成大致圆筒状,齿构成部33、43构成定子芯21的齿24。

[0295] 在磁性板40的齿构成部43的径向内侧端部(靠近转子14的端部)形成有朝向轴向外侧(主芯部31相反侧)延伸的作为轴向延伸部的转子对置部44。

[0296] 如图54B所示,在转子对置部44的轴向顶端侧(轴向外侧)的角部形成有实施了R倒角加工的顶端倒角部44e。该顶端倒角部44e以具有电枢绕组22的线径的2倍以上的曲率半径 R_n 的方式被实施R倒角。

[0297] 另外,如图54A所示,在转子对置部44的圆周方向两端面的转子14相反侧(径向外侧)的角部形成有第1侧面倒角部44f。该第1侧面倒角部44f也可以通过冲压成形将磁性板40冲裁时形成。详细地说,也可以将在冲压成形时的冲裁方向上的上游侧的板材的部位自然形成的角部作为第1侧面倒角部44f。另外,也可以在通过冲压成形进行的冲裁中使用的接受侧的模具设置与倒角部对应的凸部,在通过冲压成形进行冲裁时形成第1侧面倒角部44f。此外,也可以在圆周方向两端面的靠近转子14(径向内侧)的角部形成第2侧面倒角部44g。

[0298] 如图52所示,对上述构成的定子13进行保持的机架11、12的定子保持部11b、12b形成为从机架11、12的主体部11a、12a在轴向上延伸的圆筒状。

[0299] 如图55所示,在定子保持部11b、12b的顶端部(轴向内侧端部)分别形成有外嵌部11d、12d。

[0300] 在定子芯21中,磁性板40的层积部41的外周侧被机架11、12的定子保持部11b、12b夹持。详细地说,定子保持部11b、12b的外嵌部11d、12d分别被外嵌到磁性板40的层积部41以及主芯部31的轴向两端的外周缘,并且,抵接面11e、12e分别与磁性板40的层积部41的轴向两侧的外周侧端面在轴向上抵接。在该状态下,各个机架11、12被所述贯穿螺栓15相互连结固定,从而磁性板40的层积部41在轴向上被定子保持部11b、12b夹持。另外,定子芯21的主芯部31的外周面从定子保持部11b、12b的顶端部之间露出到外部。

[0301] 接着,说明第5实施方式的作用。

[0302] 第5实施方式的定子芯21由分割芯21c构成,所以容易在各个齿24上缠绕电枢绕组22。

[0303] 接着,记载第5实施方式的优点。

[0304] (35)将具有被缠绕电枢绕组22的齿构成部33、43(齿24)的多个分割芯21c在圆周方向排列设置,从而构成定子芯21。因此,能够在独立的各个分割芯21c上设置的齿构成部33、43(齿24)上缠绕电枢绕组22。另外,在分割芯21c的状态下缠绕电枢绕组22,所以能够自由利用分割芯21c周围。因此,容易缠绕电枢绕组22。

[0305] (36)在作为轴向延出部的转子对置部44的轴向顶端侧的角部形成有对角部实施了倒角的顶端倒角部44e。因此,在缠绕绕组22时,即使绕组22与角部接触,也能够抑制绕组22损伤。

[0306] (37)具有电枢绕组22的线径的2倍以上的曲率半径的方式进行R倒角加工,构成顶端倒角部44e。因此,能够确实地抑制电枢绕组22损伤。

[0307] (38)无需将磁性板40的层积部41以相对于各个机架11、12在轴向上不干扰的方式小型化,所以能够抑制输出降低。

[0308] (39)无需将磁性板40的层积部41以相对于定子保持部11b、12b在轴向上不干扰的方式在径向上缩小,所以能够抑制输出下降。另外,在将磁性板40的板厚T1设为大于芯片30的板厚T2,实现输出提高的情况下,通过调整板厚比磁性板40薄的芯片30的张数,从而能够抑制电动机10整体的轴向尺寸的变动。

[0309] (40)在转子对置部(轴向延出部)44的圆周方向两端面的转子14相反侧的角部形成有第1侧面倒角部44f。因此,即使绕组22与第1侧面倒角部44f接触,也能够抑制绕组损伤。此外,转子对置部44的圆周方向两端面相对于转子14在径向上分开的构成,所以能够得到在圆周方向上偏斜的效果。

[0310] (41)在转子对置部44的圆周方向两端面上的靠近转子14的角部形成有第2侧面倒角部44g。因此,即使绕组22与第2侧面倒角部44g接触,也能够抑制绕组损伤。此外,转子对置部44的圆周方向两端面相对于转子14在径向上分开的构成,所以能够得到在圆周方向上偏斜的效果。

[0311] 另外,第5实施方式也可以按照如下方式进行变更。

[0312] 在第5实施方式中,虽未提及,例如,也可以采用将转子对置部44在圆周方向上磁力偏斜的构成。像这样,从靠近转子的端部向轴向外侧延伸的轴向延出部相对于齿构成部以及层积部在圆周方向上磁力偏斜,从而将磁力变化平滑,降低齿槽转矩。

[0313] 对于该例,下面说明构成S8~构成S13。其中,对以下说明的构成S8~S13,在能够与实施方式、其他变形例组合的情况下,也可以适当组合。

[0314] (构成S8)

[0315] 如图56A以及56B所示,转子对置部44在圆周方向两侧具有作为圆周方向侧部的侧缘部44a、44b。该侧缘部44a、44b形成为相对于旋转轴18的轴线L1方向(轴向)倾斜的形状。一方的侧缘部44a以靠近圆周方向中央侧的方式倾斜,另一方的侧缘部44b以从圆周方向中央侧离开的方式倾斜。侧缘部44a、44b相对于轴线L1的倾角均为大致相同角度。因此,转子对置部44形成为其轴向基端侧(轴向内侧)的圆周方向宽度与构成齿24的拓宽部24b的、齿构成部33、43的顶端部的圆周方向宽度相等。

[0316] (构成S9)

[0317] 如图57A以及57B所示,侧缘部44a、44b形成为相对于旋转轴18的轴线L1方向(轴向)倾斜的形状。侧缘部44a、44b以越朝向所述轴向外侧(层积部41相反侧),越靠近所述转子对置部44的圆周方向中央的方式倾斜。另外,圆周方向一侧的侧缘部44a和圆周方向另一侧的侧缘部44b形成为以穿过所述转子对置部44的圆周方向中心的虚拟线L2(沿着轴线L1的直线)为中心呈对称形状。因此,转子对置部44形成为其轴向基端侧(轴向内侧)的圆周方向宽度与构成齿24的拓宽部24b的、齿构成部33、43的顶端部的圆周方向宽度相等,越朝向轴向顶端侧(轴向外侧),圆周方向宽度越窄,从径向观看时呈梯形形状。另外,第5实施方式的转子对置部44全部形成为相同形状。

[0318] 转子对置部44形成为圆周方向宽度越朝向所述轴向外侧越窄,所以能够抑制漏磁通,从而能够抑制伴随漏磁通增加而导致转矩脉动增加。

[0319] (构成S10)

[0320] 如图58A以及58B所示,转子对置部44构成为侧缘部44a、44b的倾斜面是直线状,倾斜角 θ_2 比所述齿构成部43的放射角 θ_1 小。

[0321] 转子对置部44的侧缘部44a、44b的倾斜面是直线状,所以能够使磁力变化更加平滑,能够降低齿槽转矩。

[0322] (构成S11)

[0323] 另外,也可以采用只使圆周方向一侧的侧缘部44a在轴向上倾斜而使转子对置部44磁力偏斜的构成。

[0324] (构成S12)

[0325] 另外,也可以采用使转子对置部44的径向长度(厚度)在圆周方向上变化而使转子对置部44磁力偏斜的构成。

[0326] (构成S13)

[0327] 并且,也可以采用将转子对置部44形成为圆周方向宽度越朝向轴向外侧越宽的梯形形状而使转子对置部44磁力偏斜的构成。

[0328] 通过上述构成S8~S13,能够设为将转子对置部44在圆周方向上磁力偏斜的形状,所以能够降低齿槽转矩。顺便提及,各个构成S8~S13的转子对置部44构成为与在圆周方向上相邻的其他转子对置部44以及相邻的其他齿构成部33从轴向观看时不重叠。另外,在上述各个构成S8~S13中,虽未提及,与第5实施方式相同,也可以在转子对置部44的轴向顶端侧的角部形成实施了R倒角加工的顶端倒角部44e。作为一个例子,如图59A以及59B所示,也

可以形成转子对置部44。在该例子中,如上述构成S9,将转子对置部44构成为从径向观看时呈梯形形状,在转子对置部44的轴向顶端侧的角部形成实施了R倒角加工的顶端倒角部44e。

[0329] 在第5实施方式中,虽未提及,如图60A以及60B所示,也可以在转子对置部44形成狭缝44h。通过这种构成,能够抑制齿槽转矩。

[0330] 在第5实施方式中,将顶端倒角部44e设为R倒角,但不限于此。

[0331] 如图61A以及61B所示,也可以采用不设置顶端倒角部的构成。

[0332] 另外,如图62A以及62B所示,也可以将顶端倒角部44e设为C倒角形状。此时,顶端倒角部44e构成为,实施C倒角得到的边的长度是所述电枢绕组22的线径的2倍以上的长度J。通过这种构成,即使电枢绕组22与角部(顶端倒角部44e)接触,也能够抑制电枢绕组22损伤,能够更加确实抑制电枢绕组22的断线。

[0333] 在第5实施方式以及变形例中,虽未提及,如图63所示,转子对置部44的转子对置面44d从轴向观看时呈圆弧形,形成为具有比所述转子14的外周的曲率A1小的曲率A2的圆弧形。通过这种构成,形成为越靠向转子对置面44d的圆周方向外侧越从转子14离开的形状,所以能够更加确实地降低齿槽转矩。

[0334] 在第5实施方式中,各个机架11、12的定子保持部11b、12b在轴向上直接夹持磁性板40,在轴向上不与主芯部31抵接,但并不限于此。

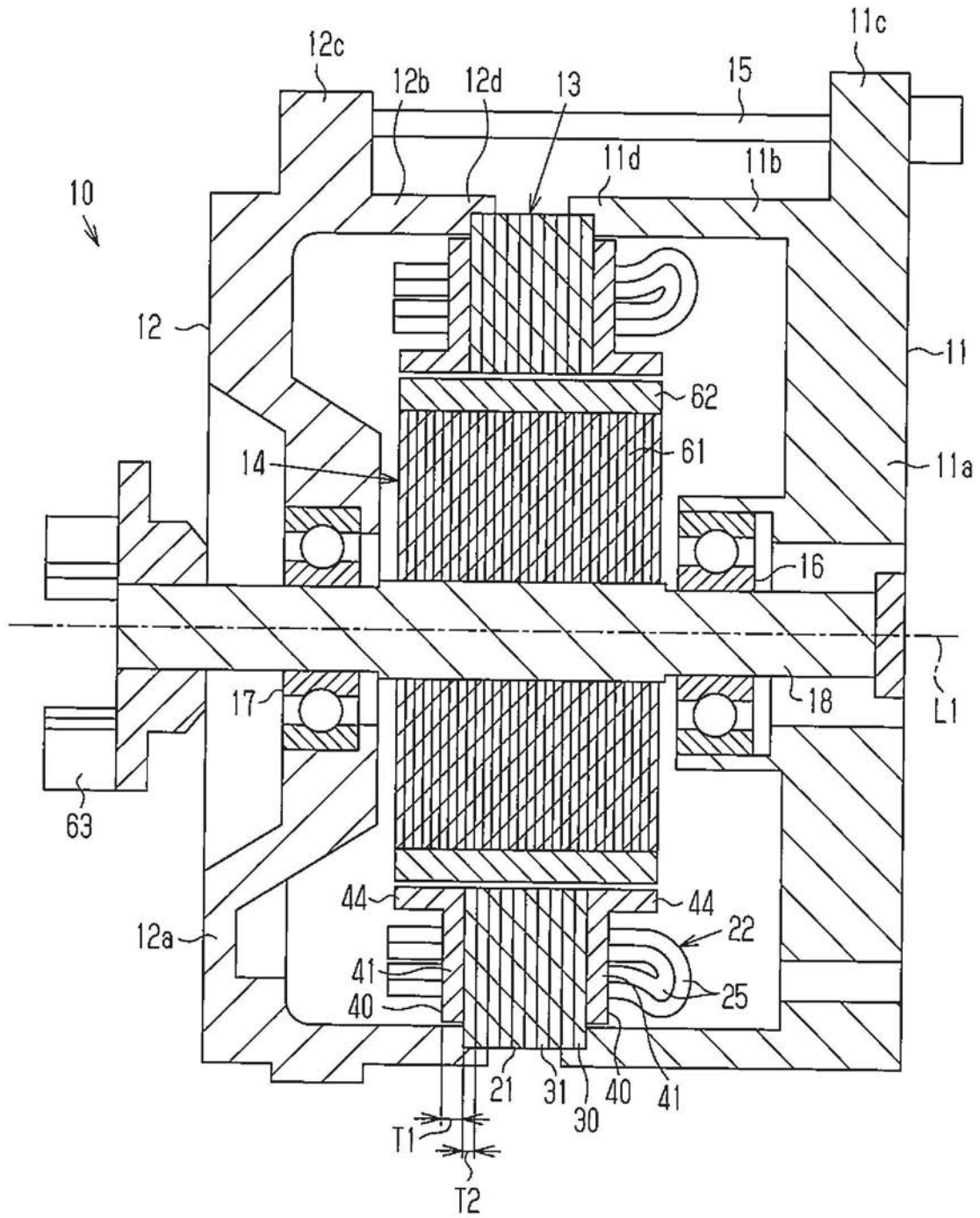


图1

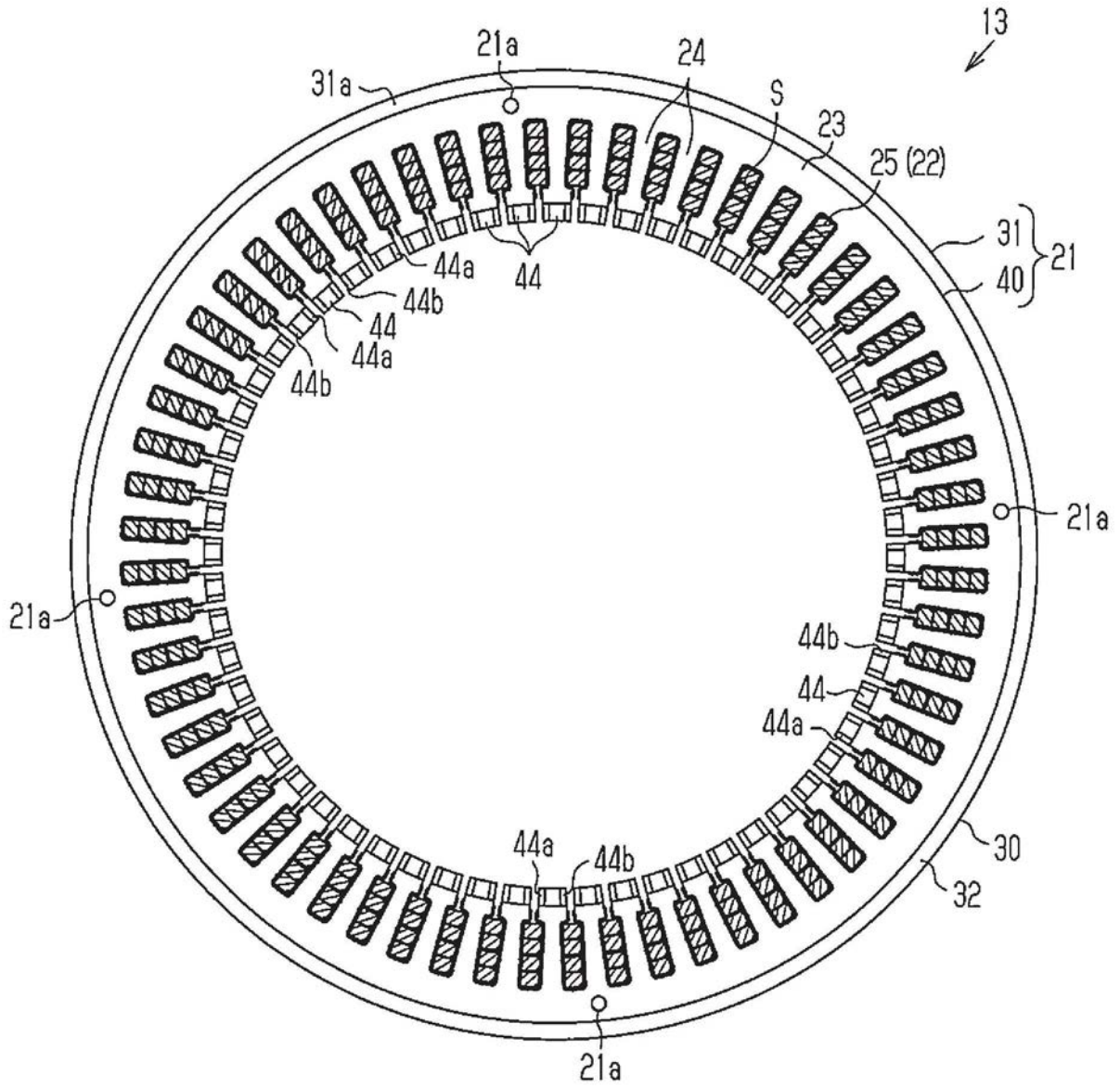


图2

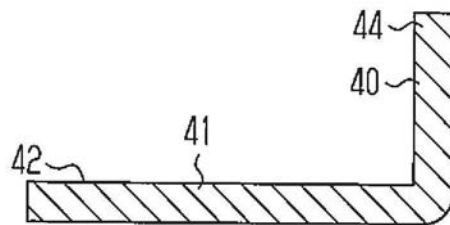


图3A

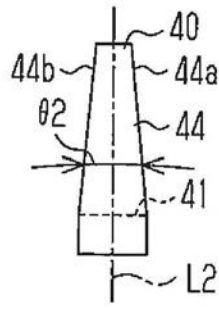


图3B

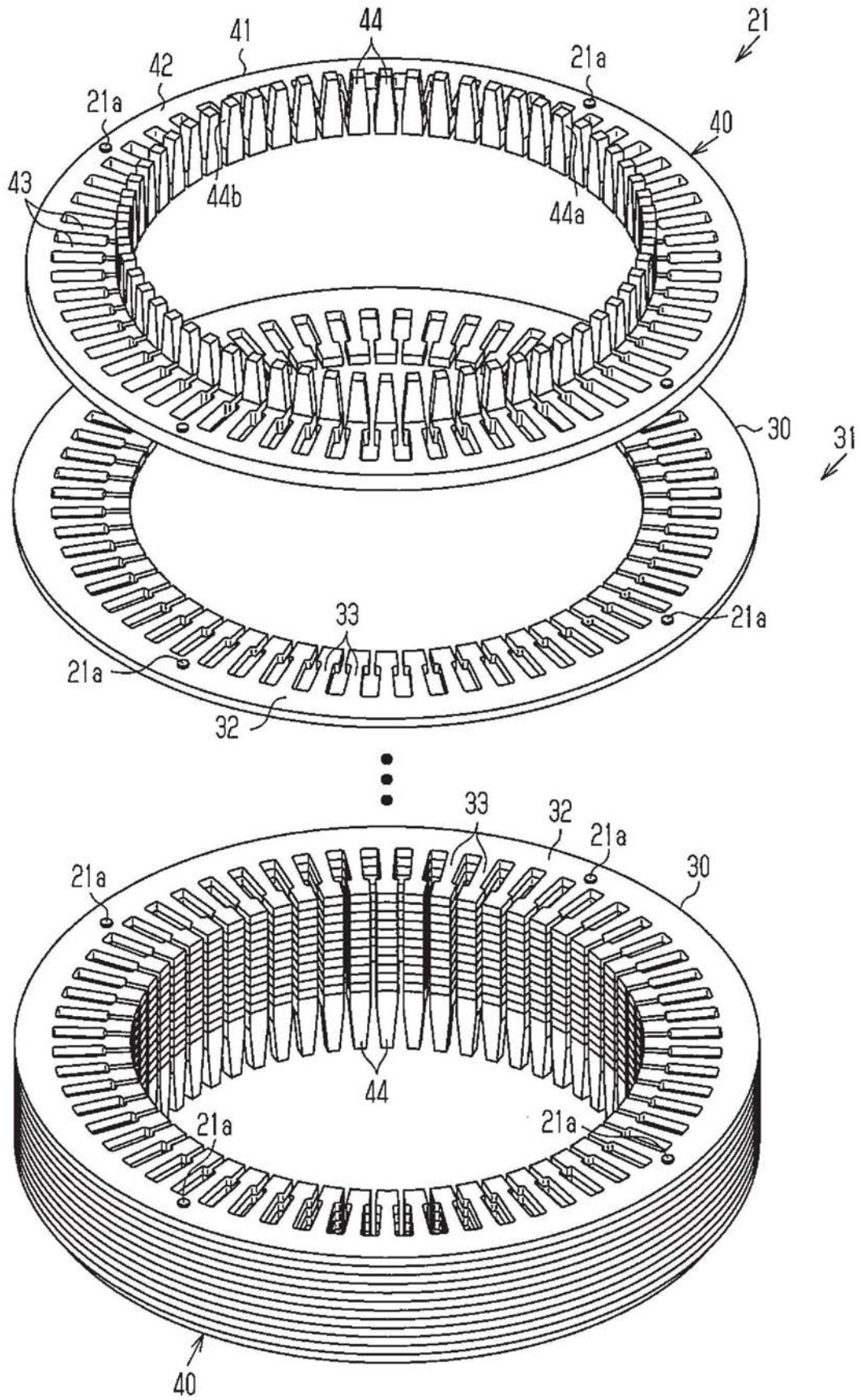


图4

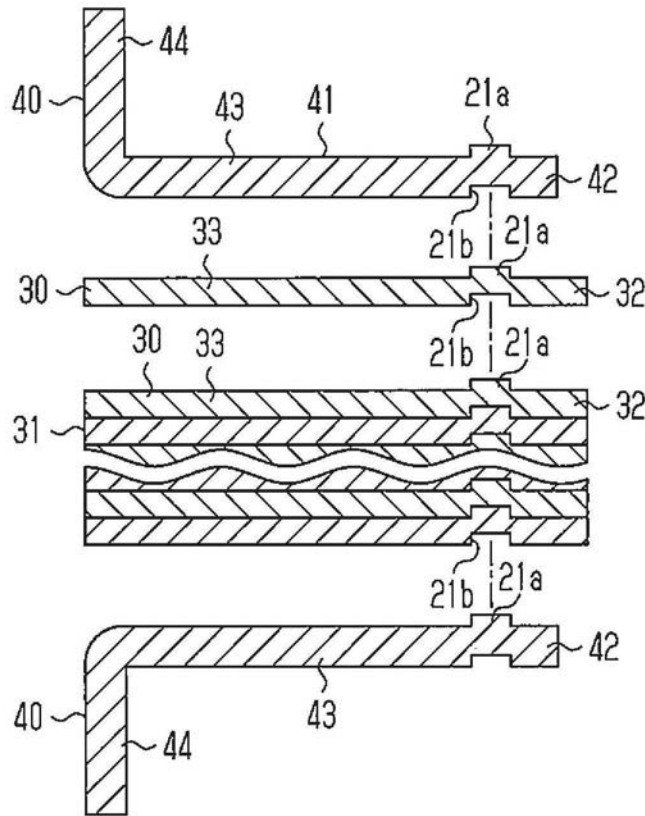


图5

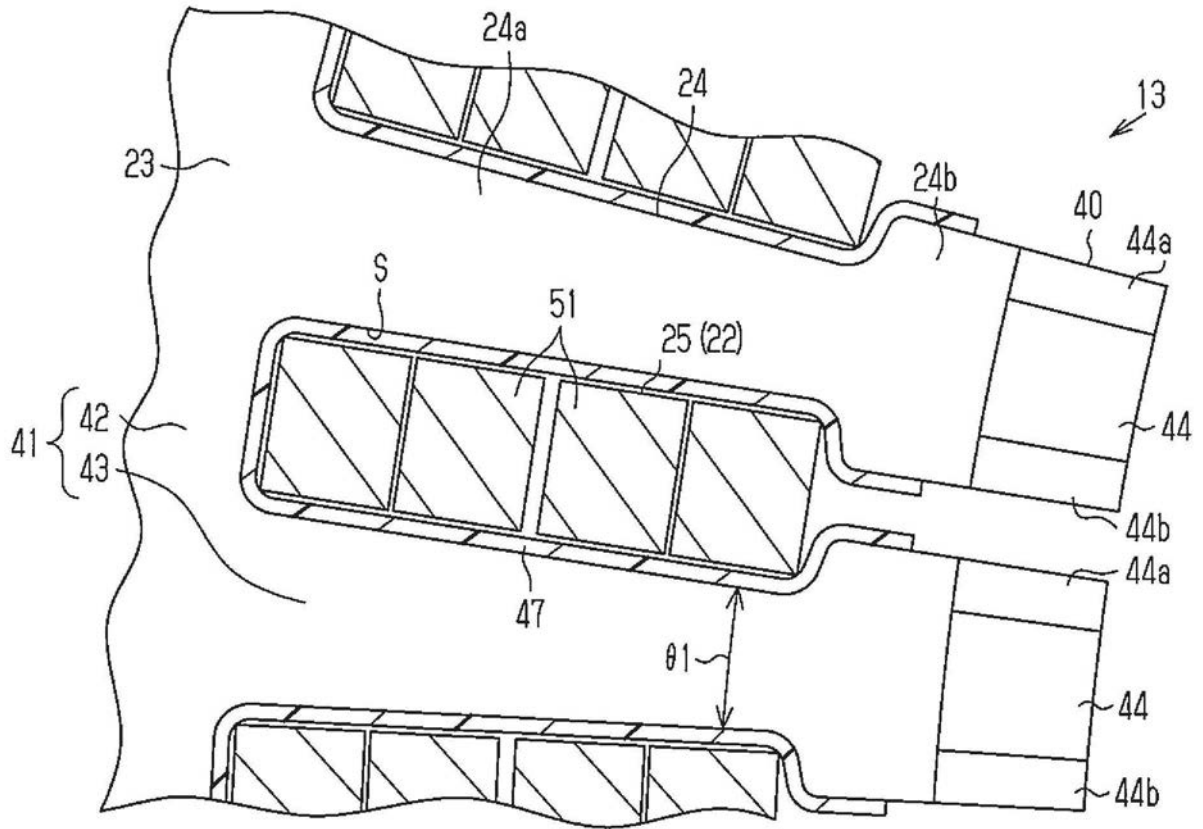


图6

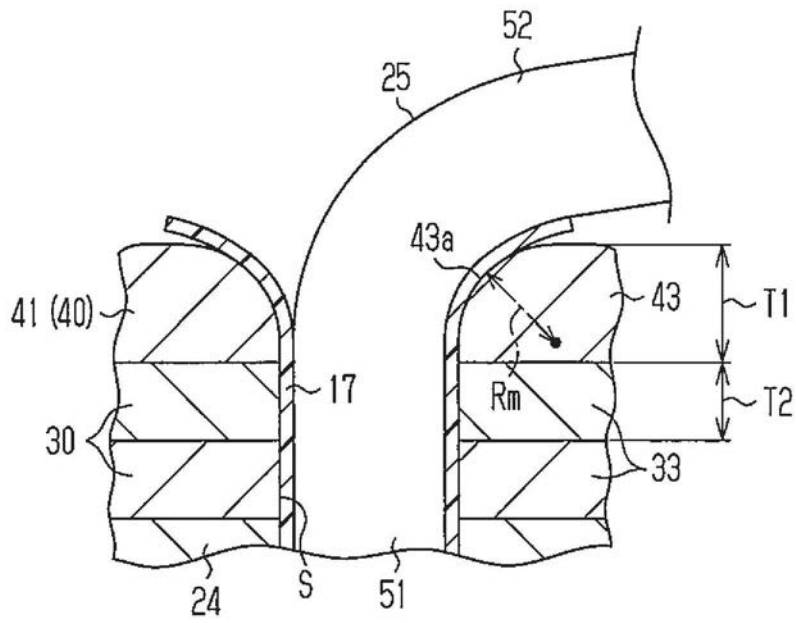


图7

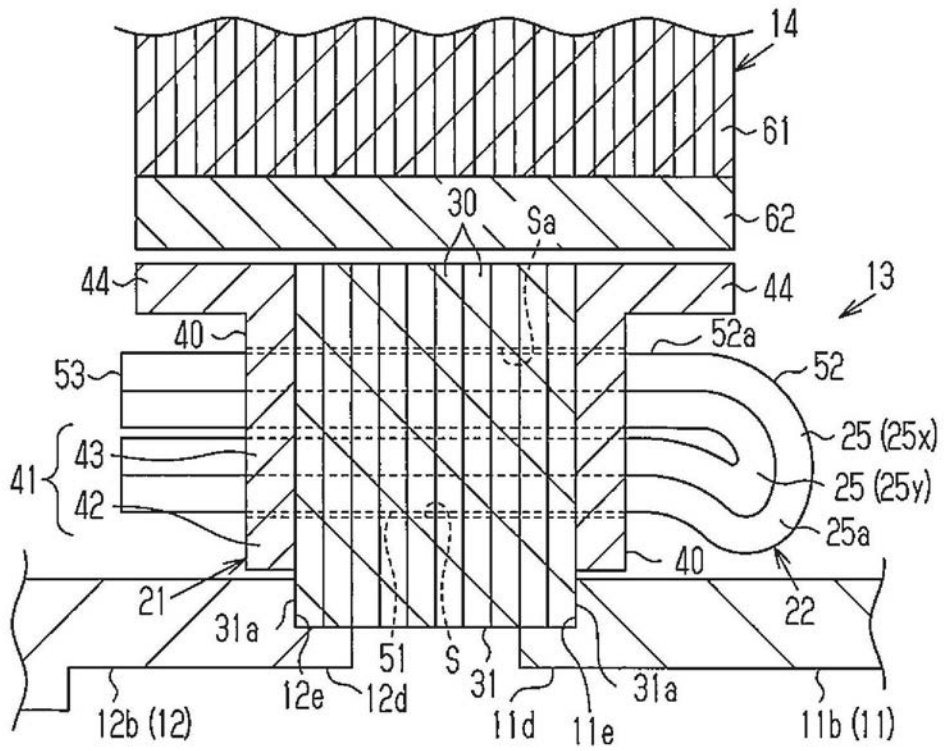


图8

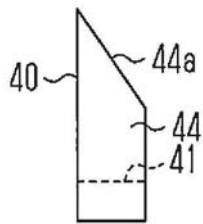


图9

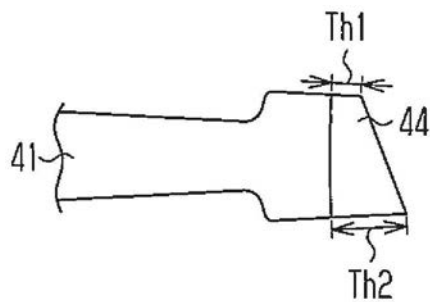


图10

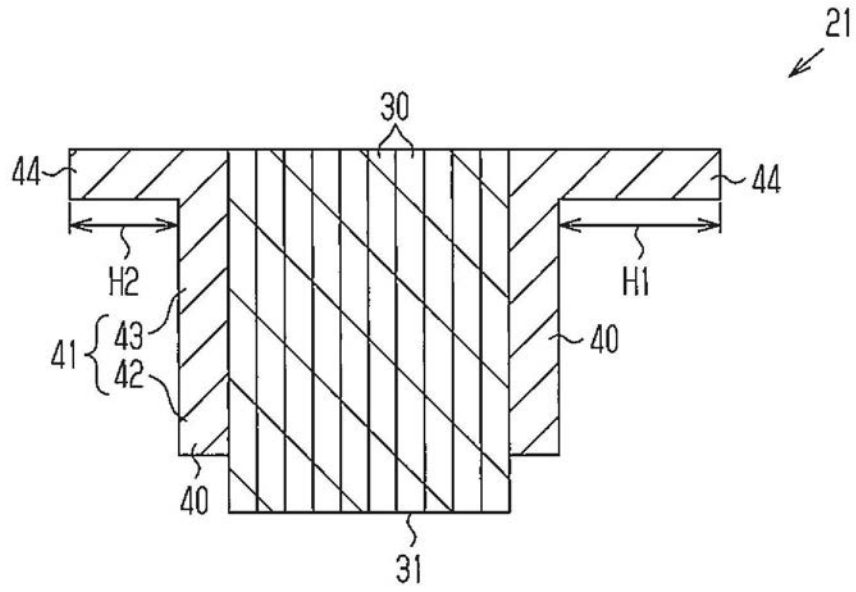


图11

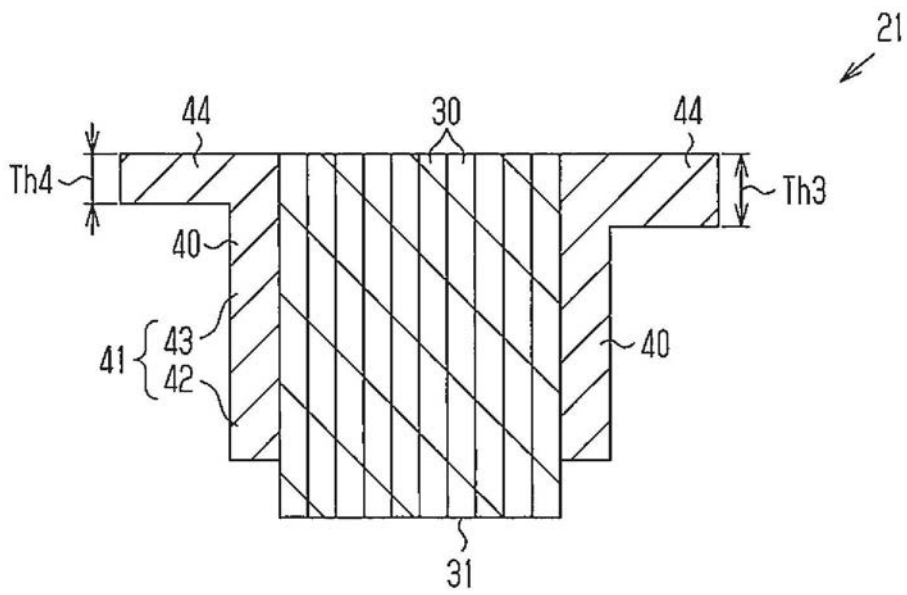


图12

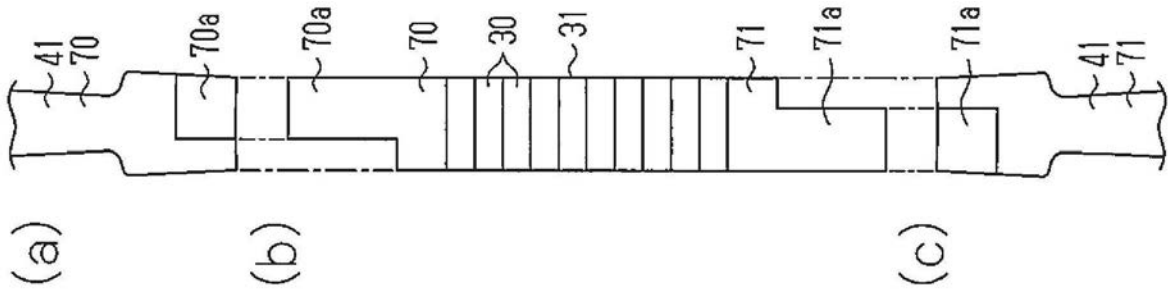


图13

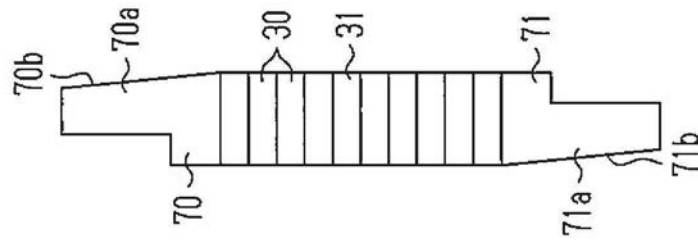


图14

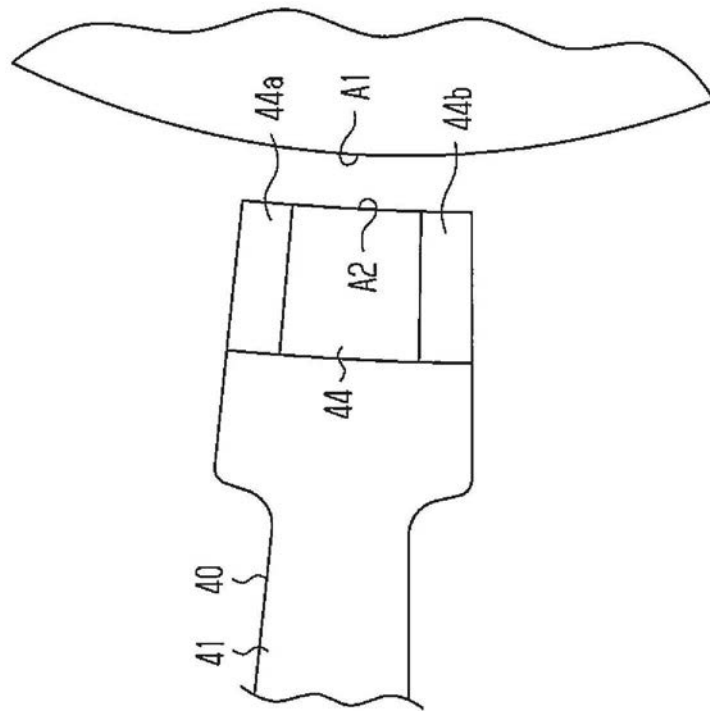


图15

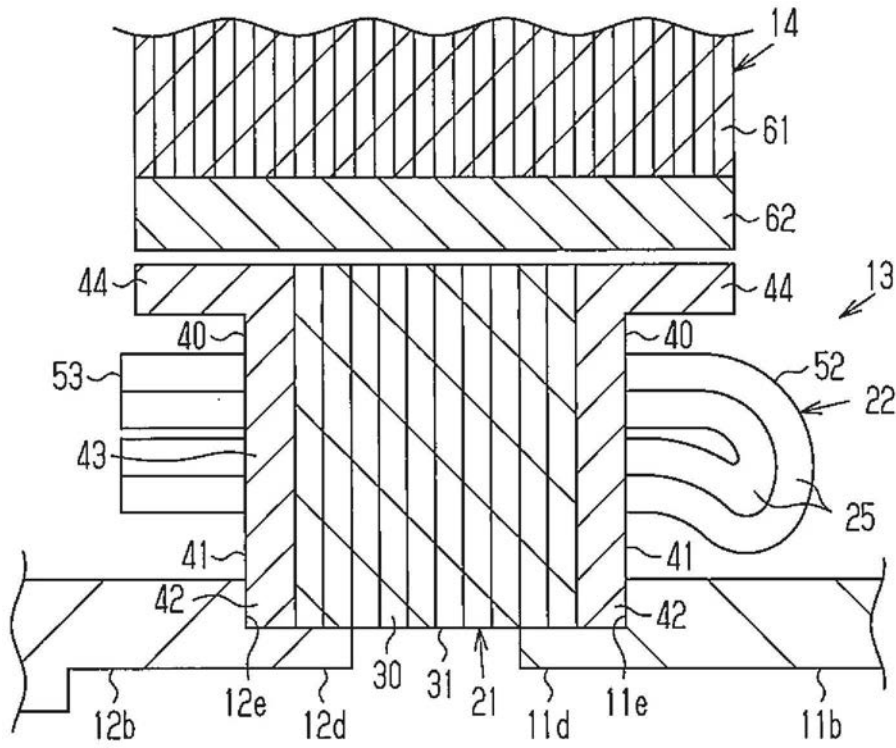


图16

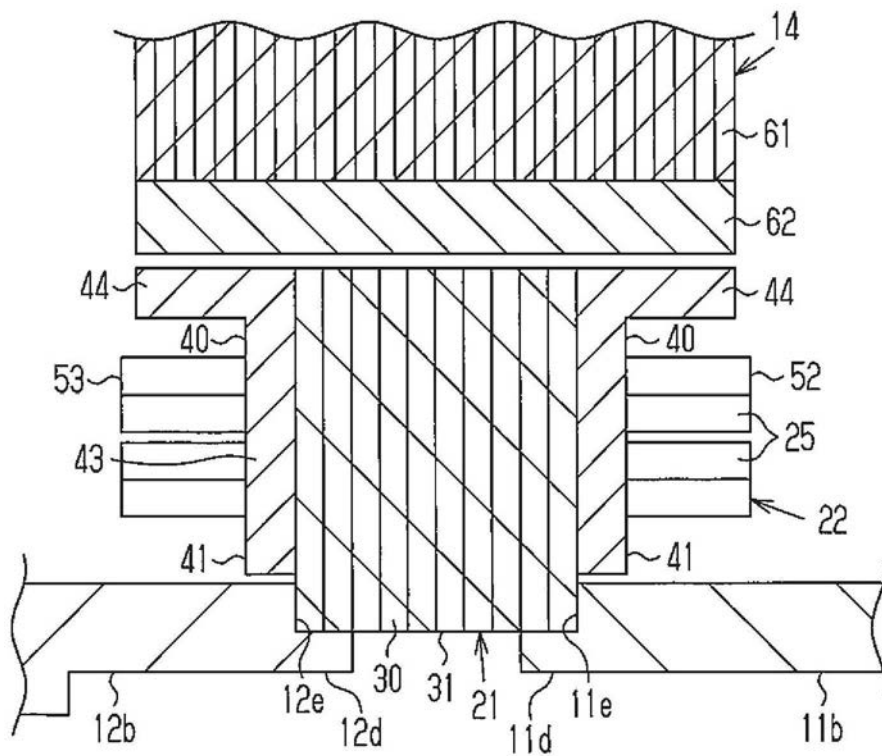


图17

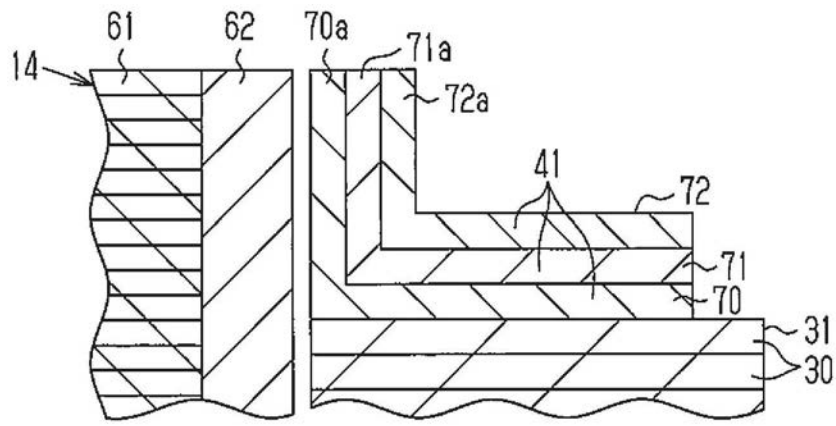


图18

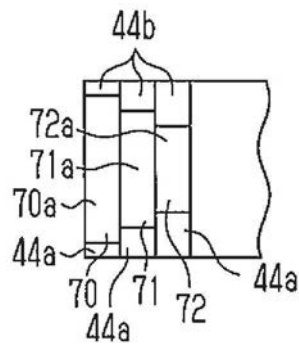


图19

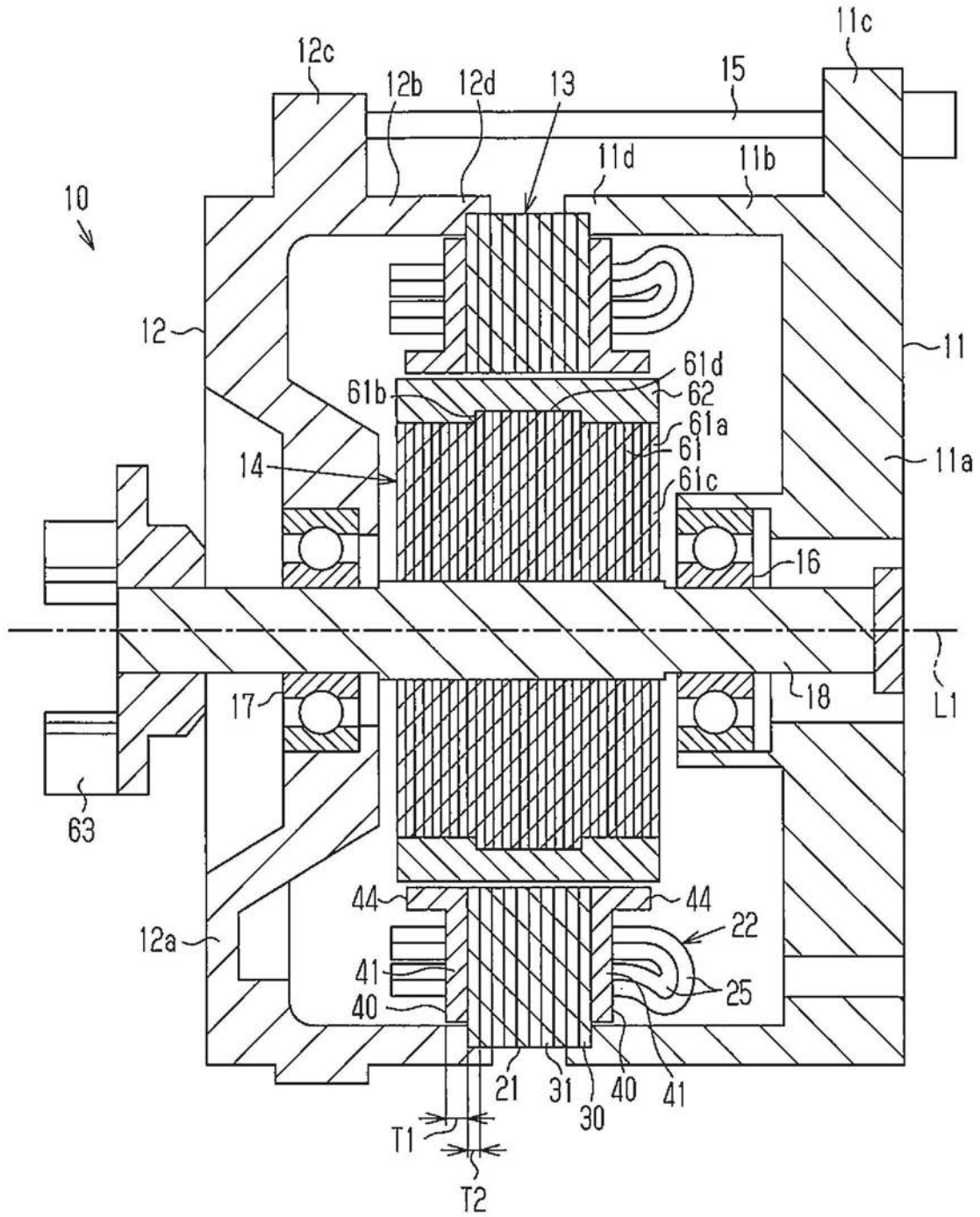


图20

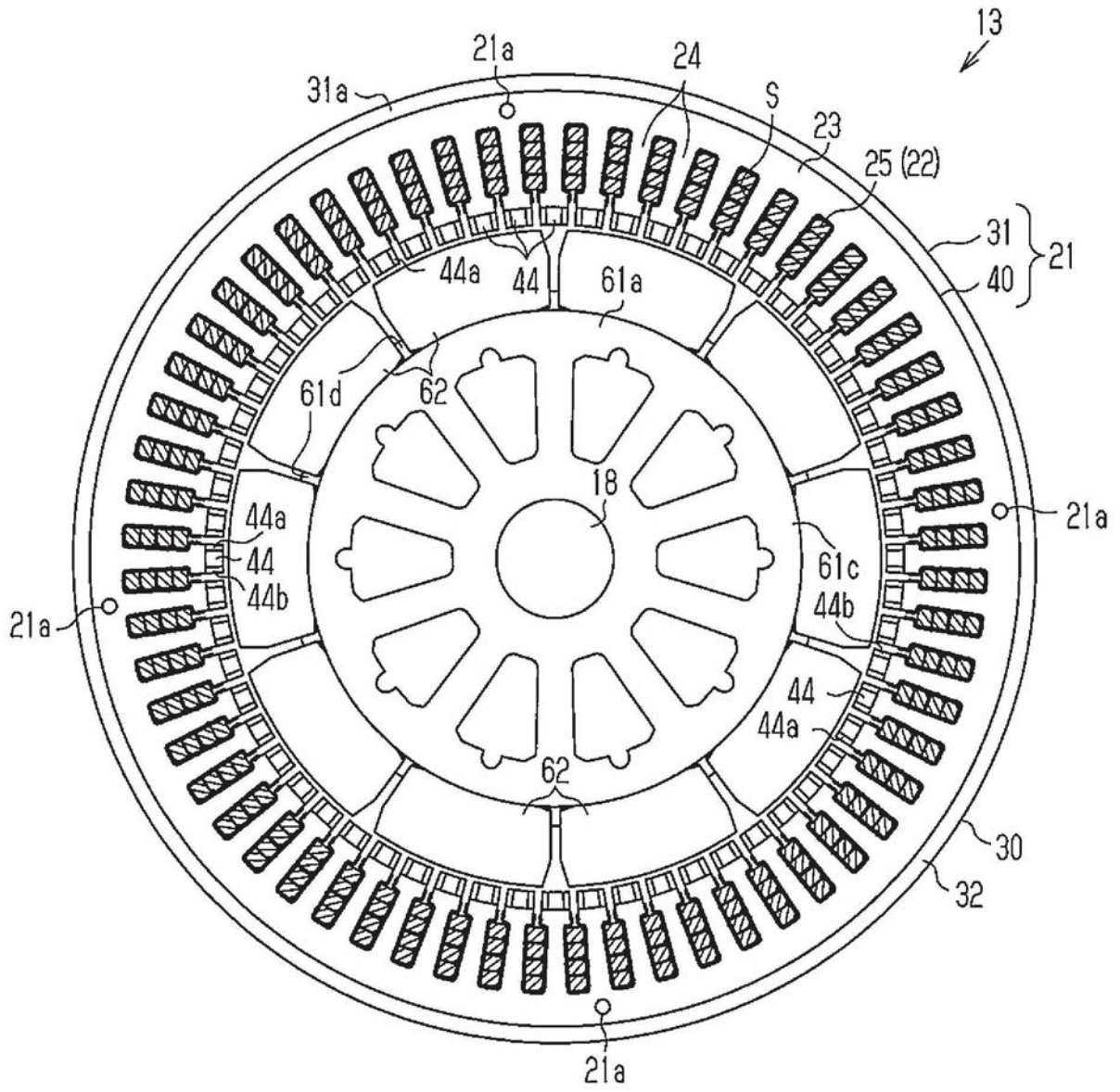


图21

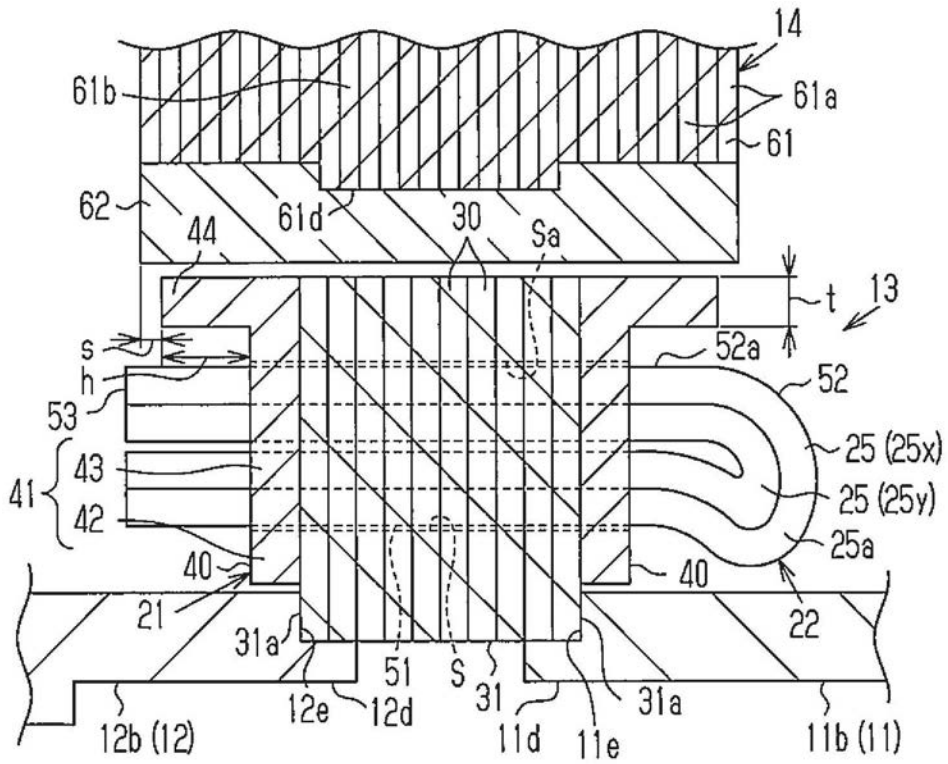


图22

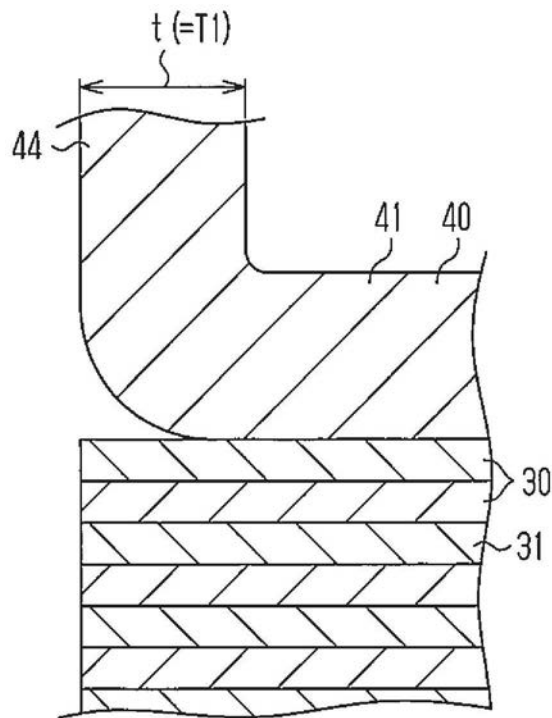


图23

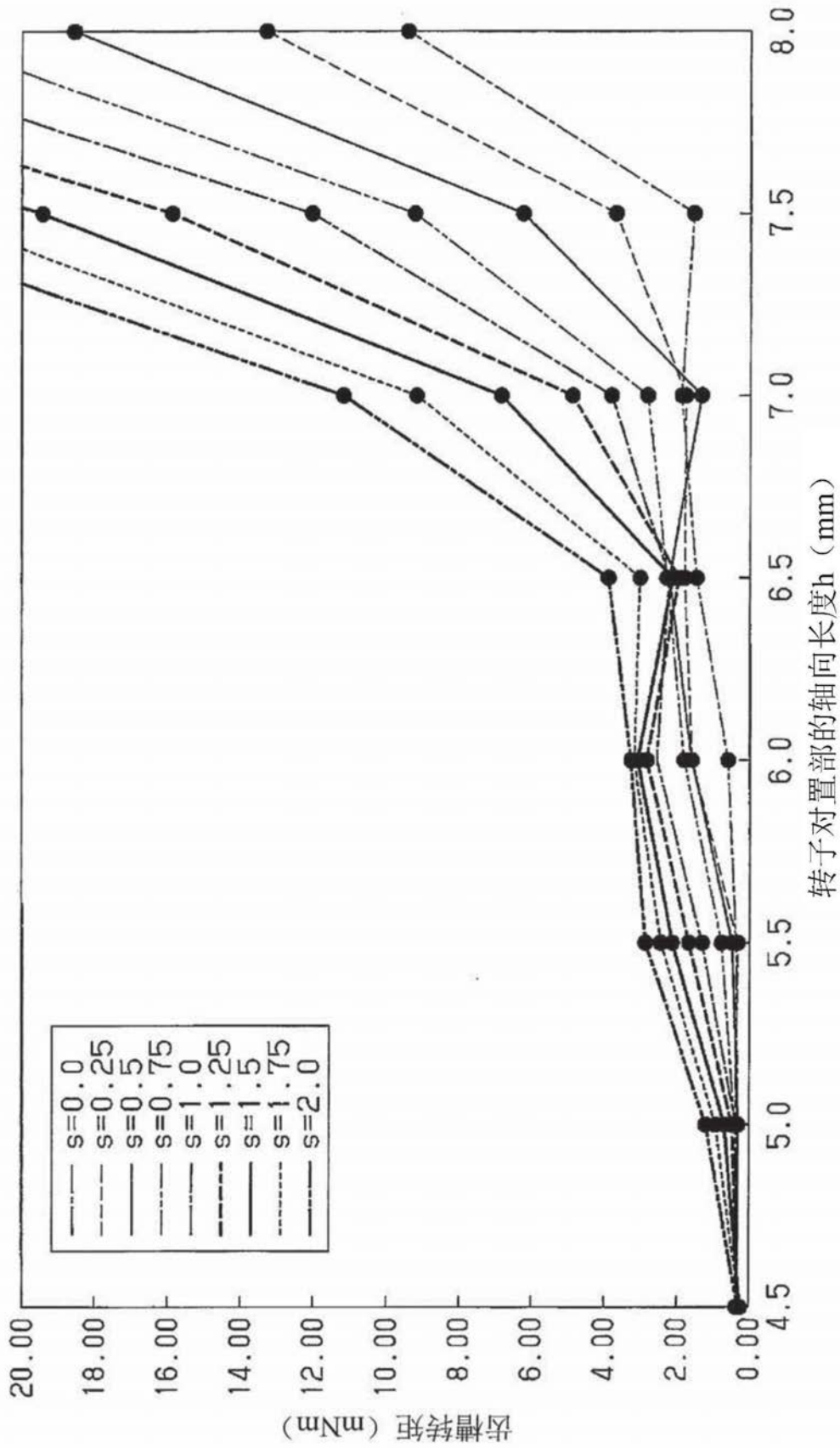


图24

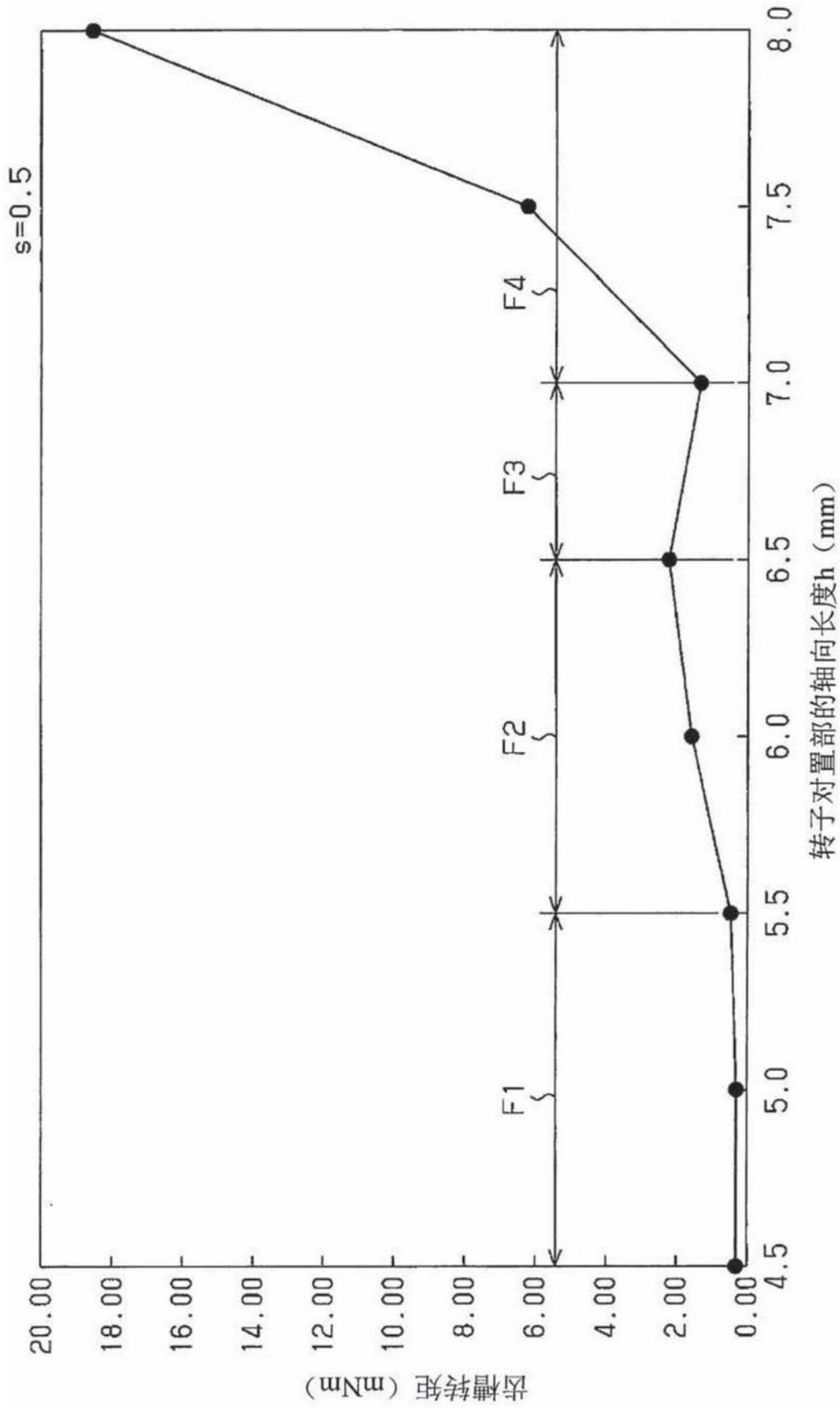


图25

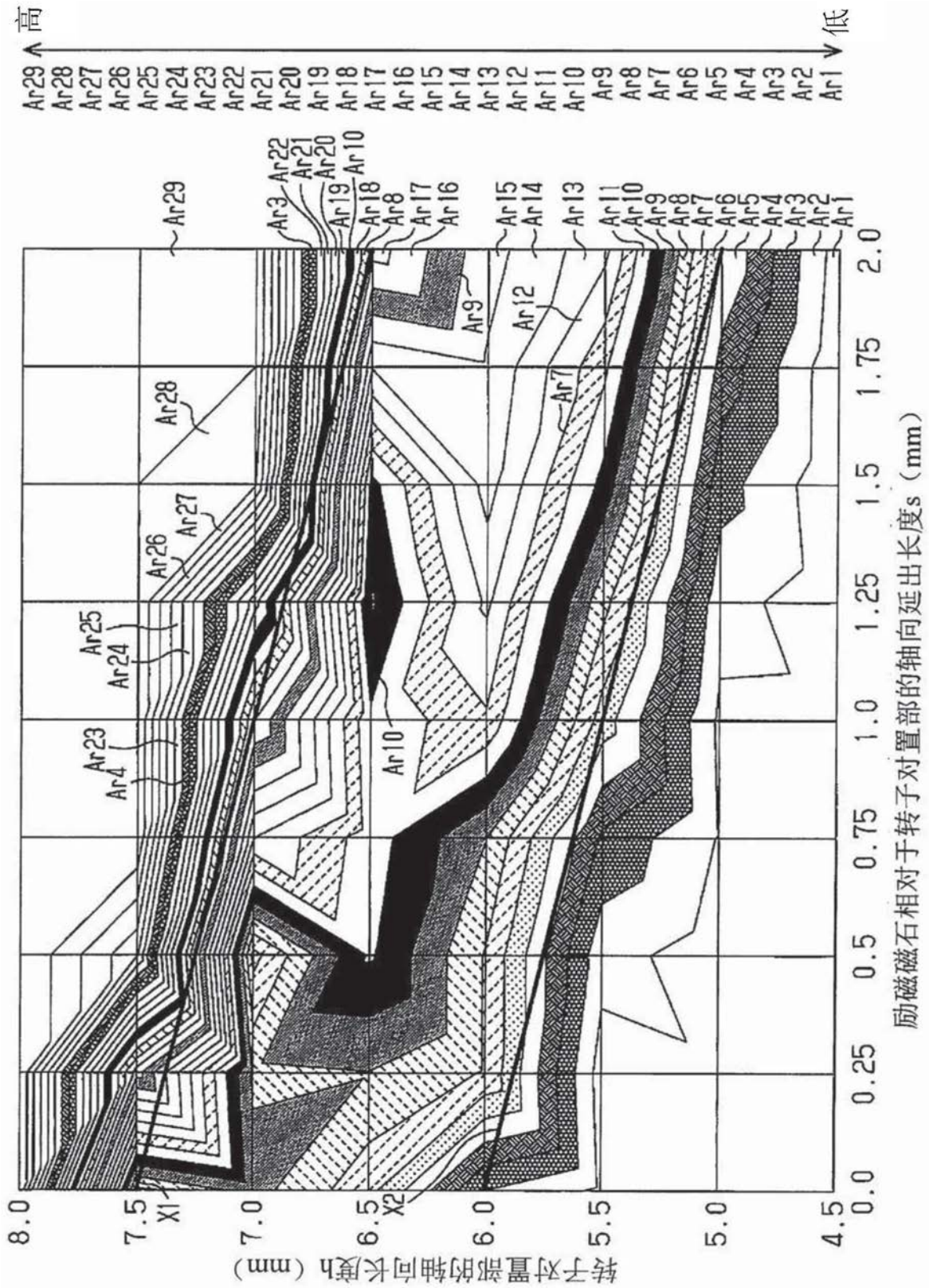


图26

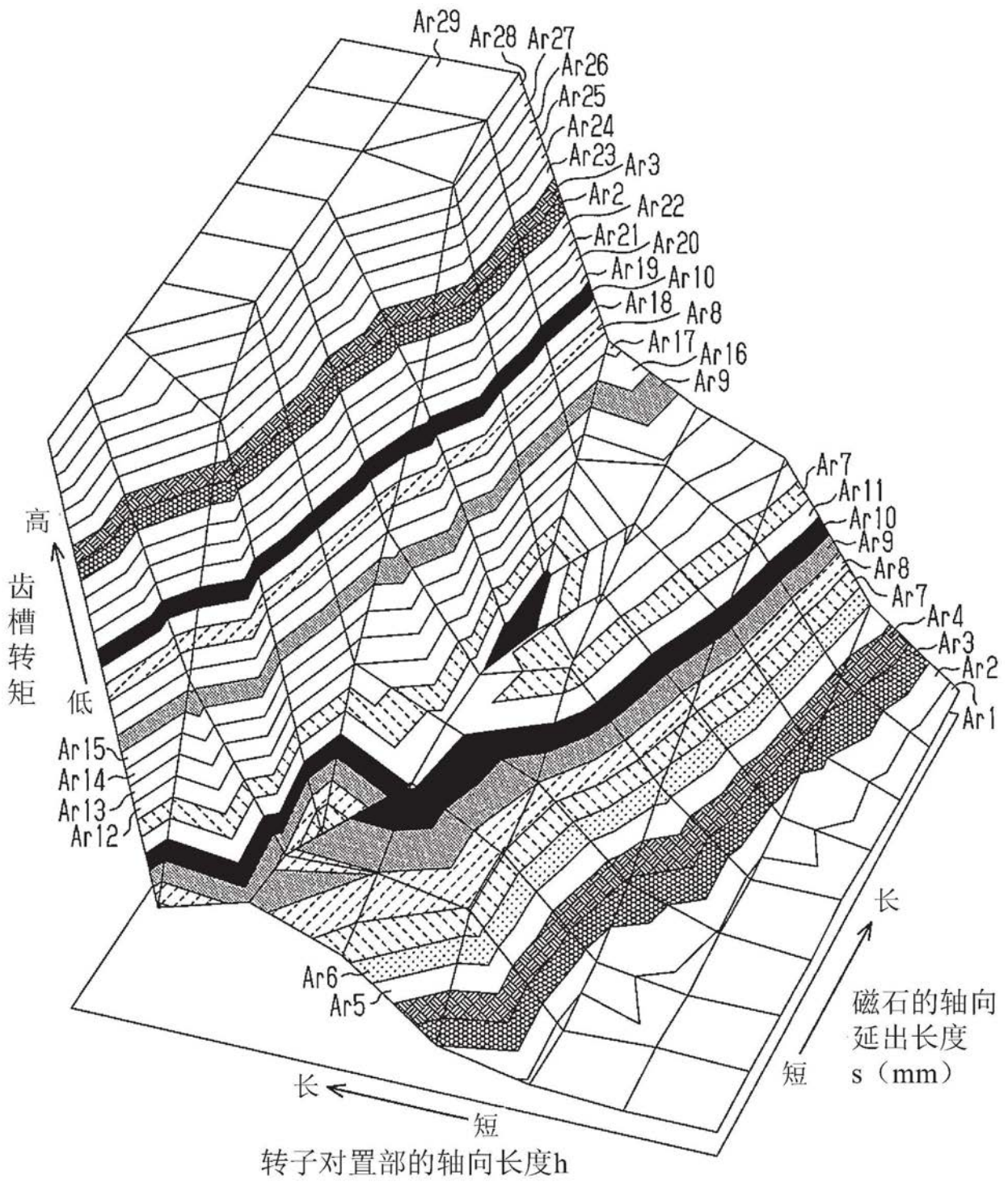


图27

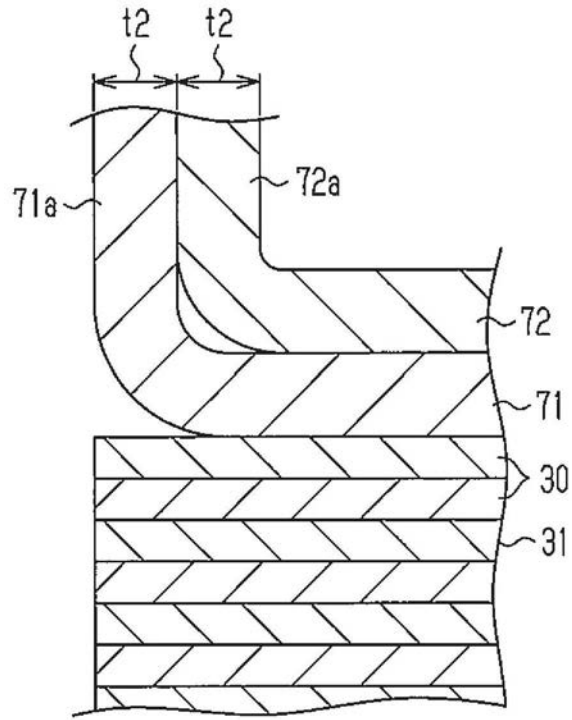


图28

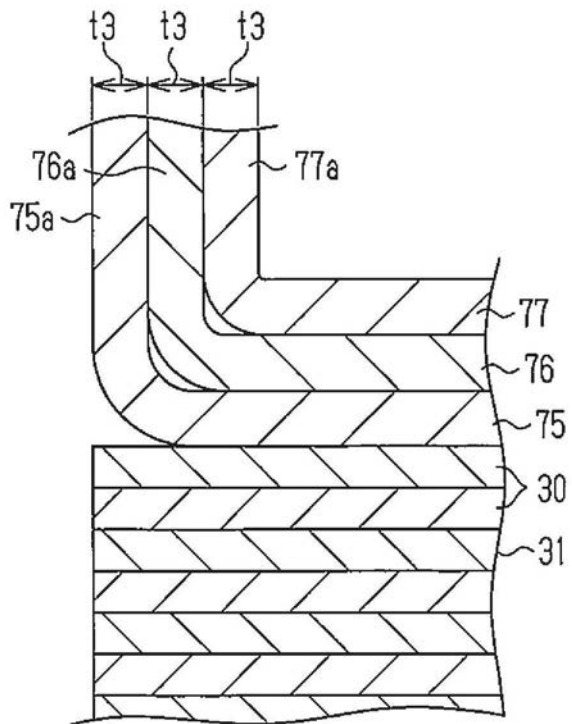


图29

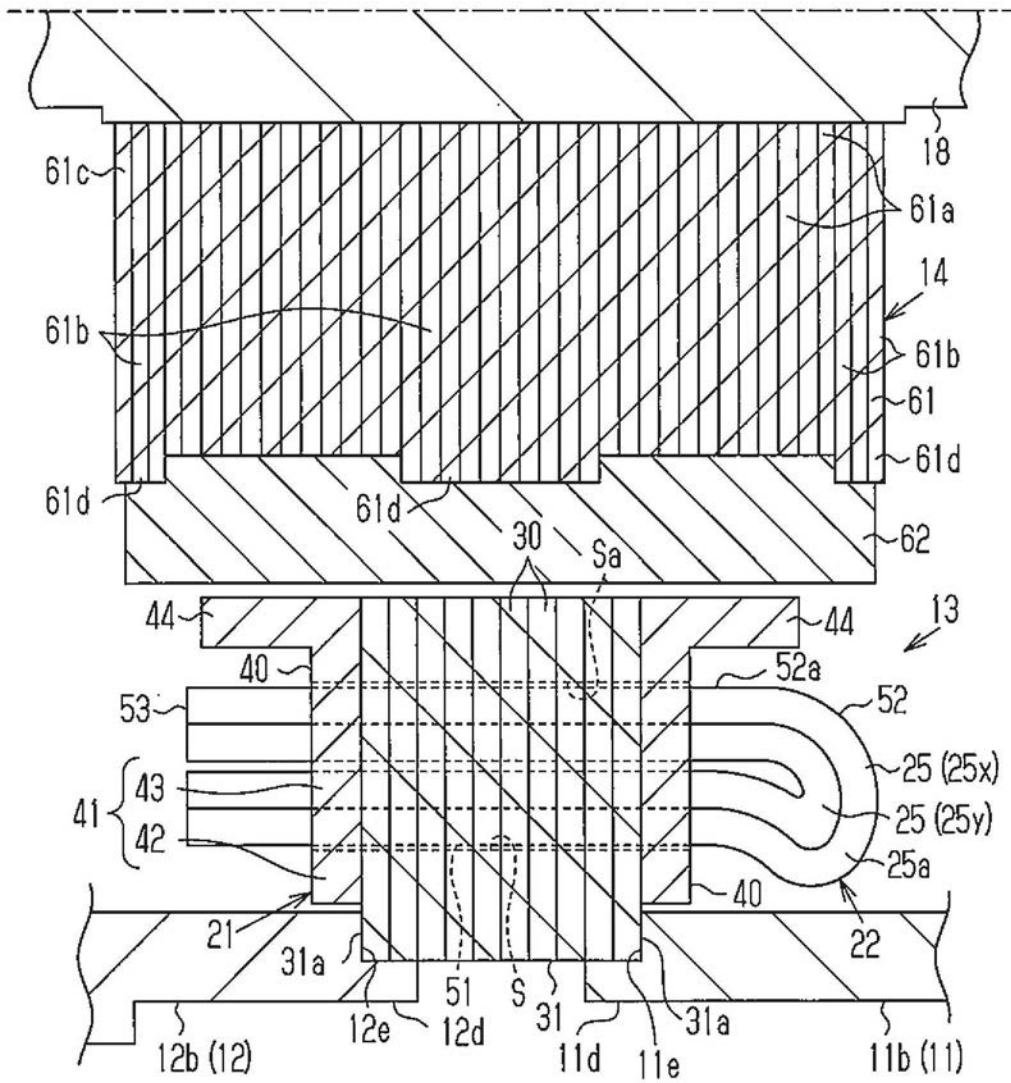


图30

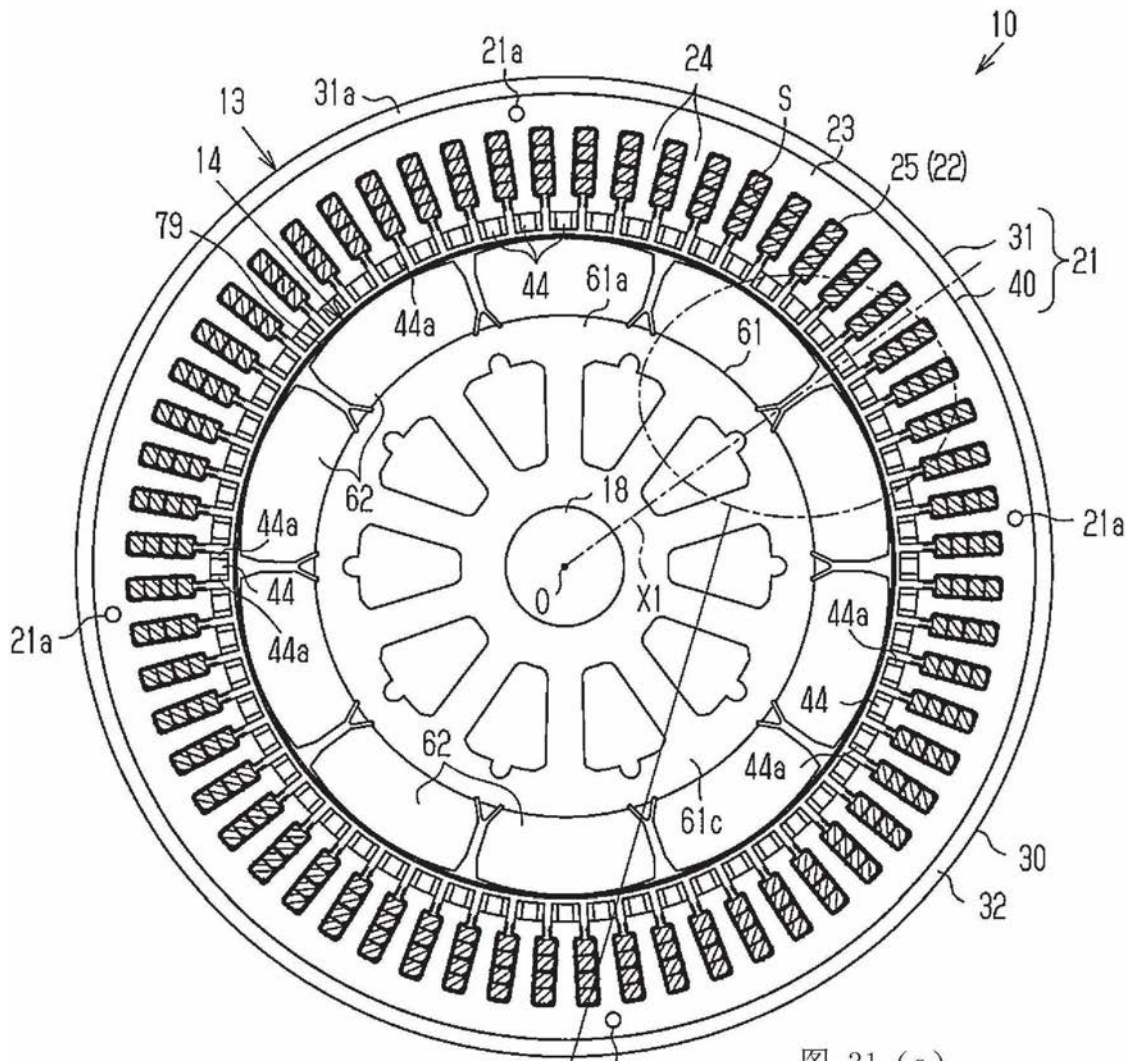


图 31 (a)

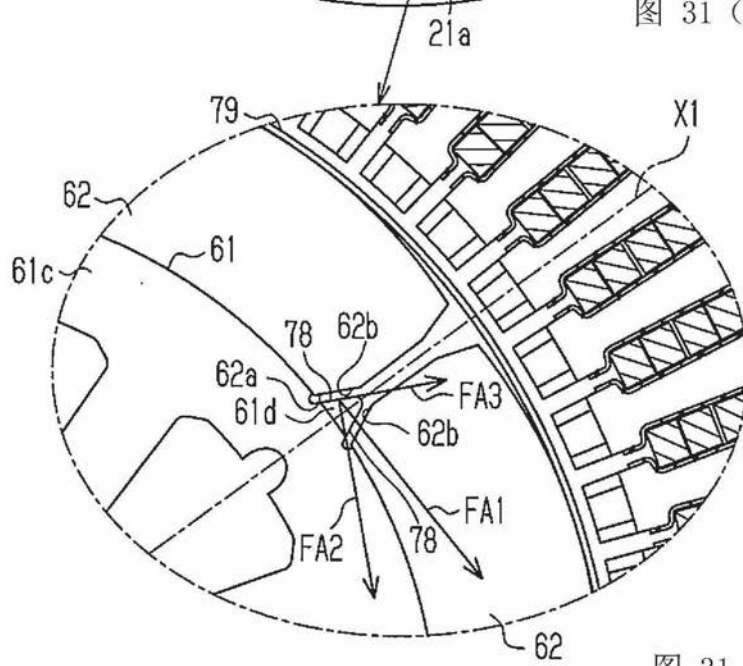


图 31 (b)

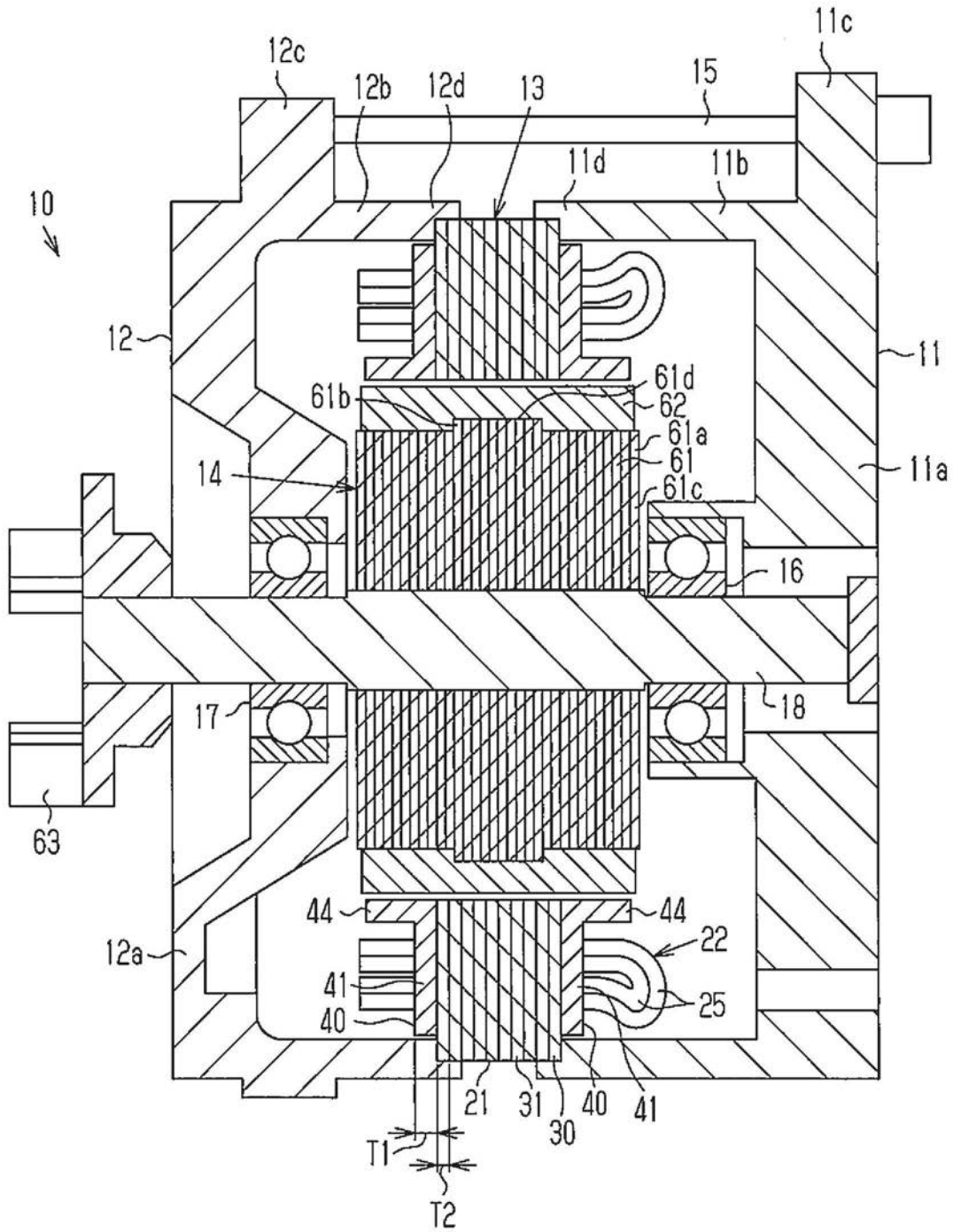


图32

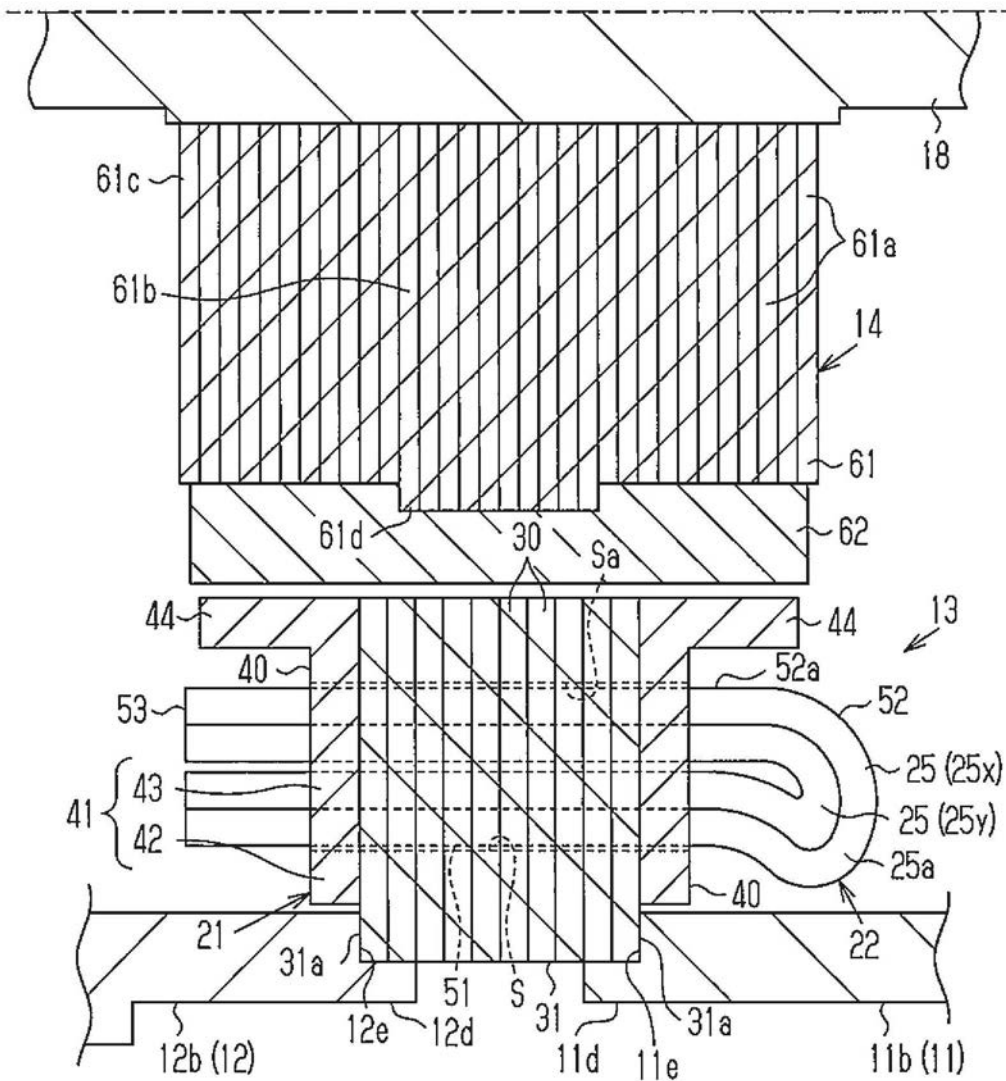


图33

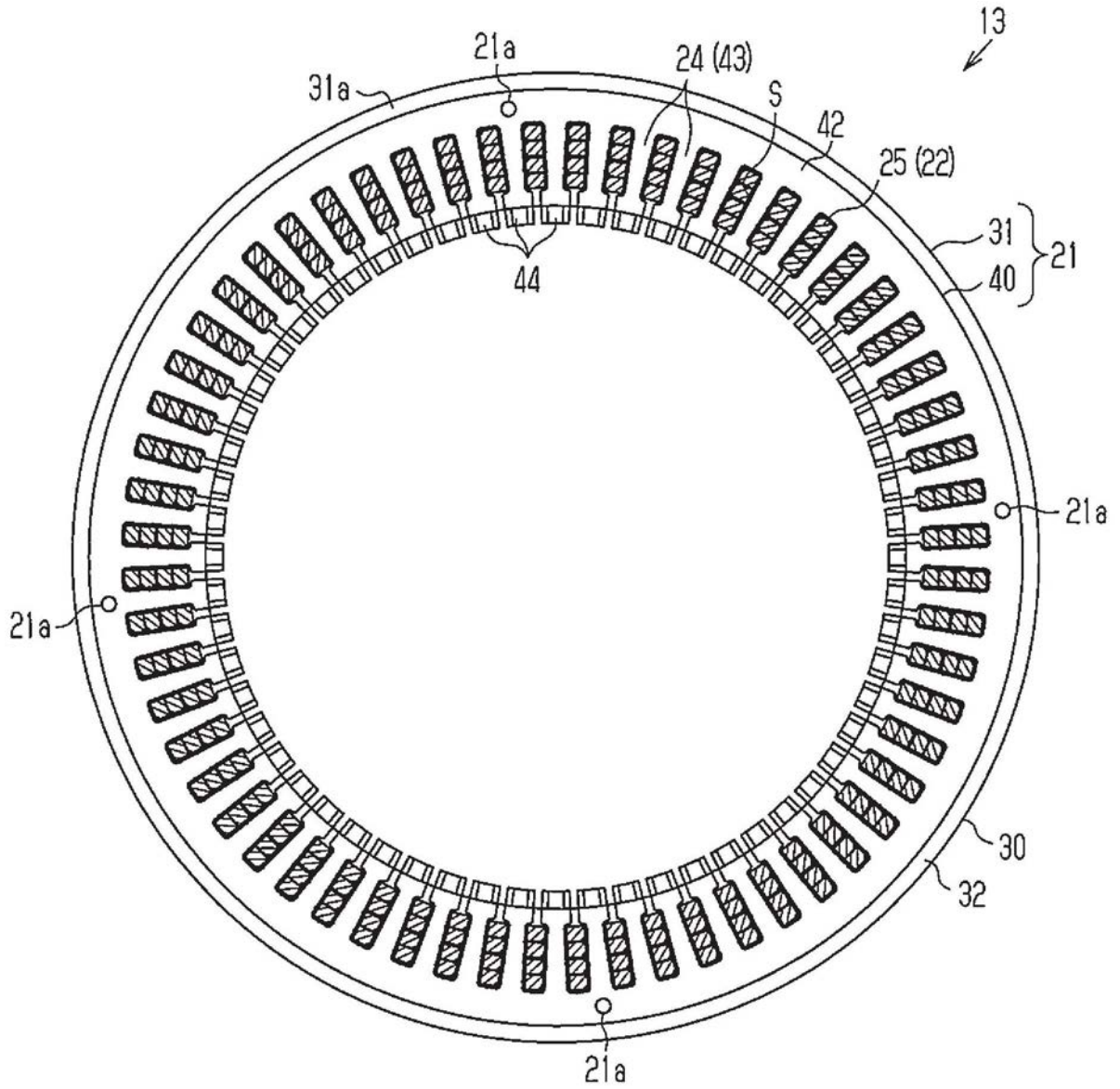


图34

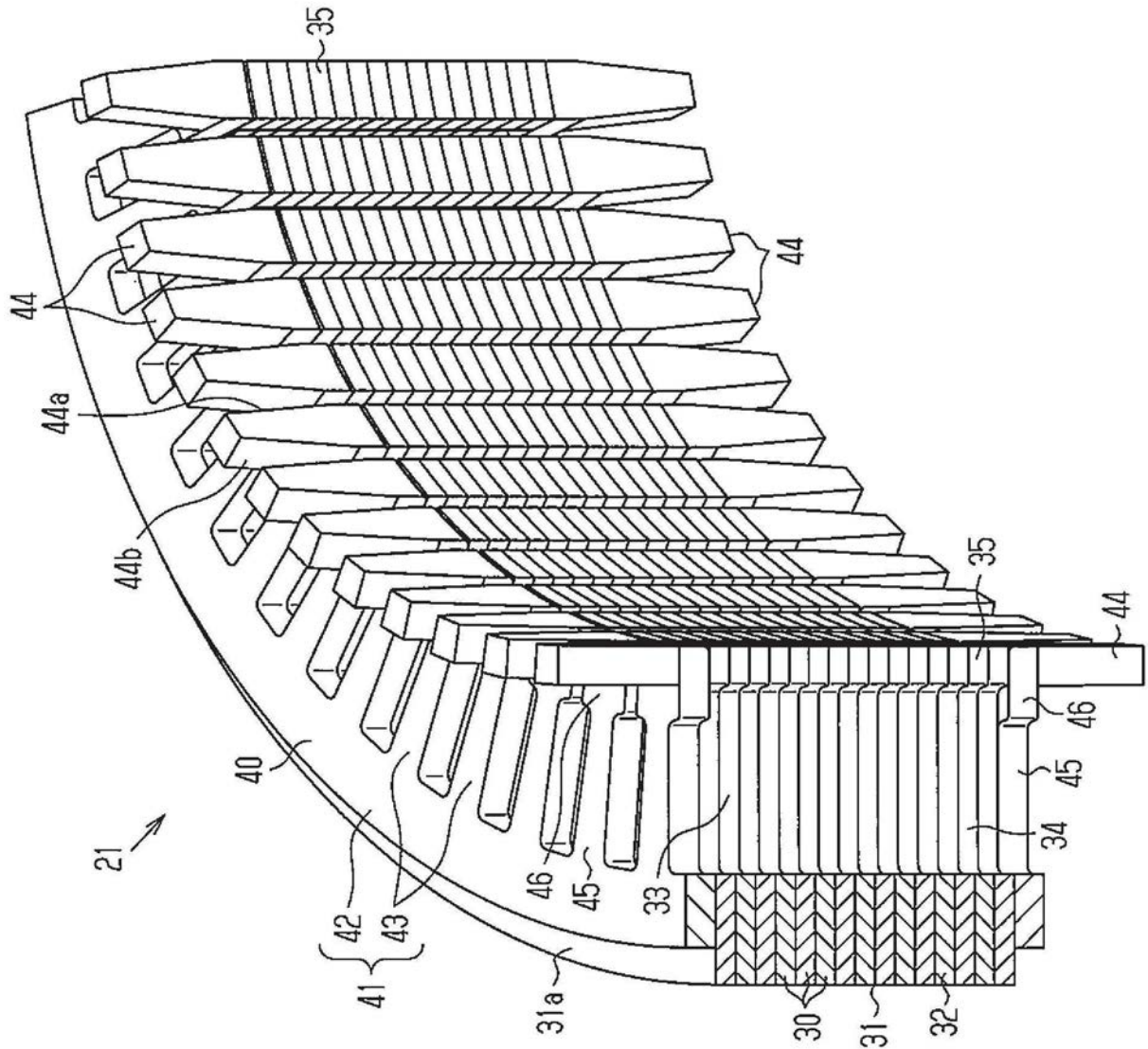


图35

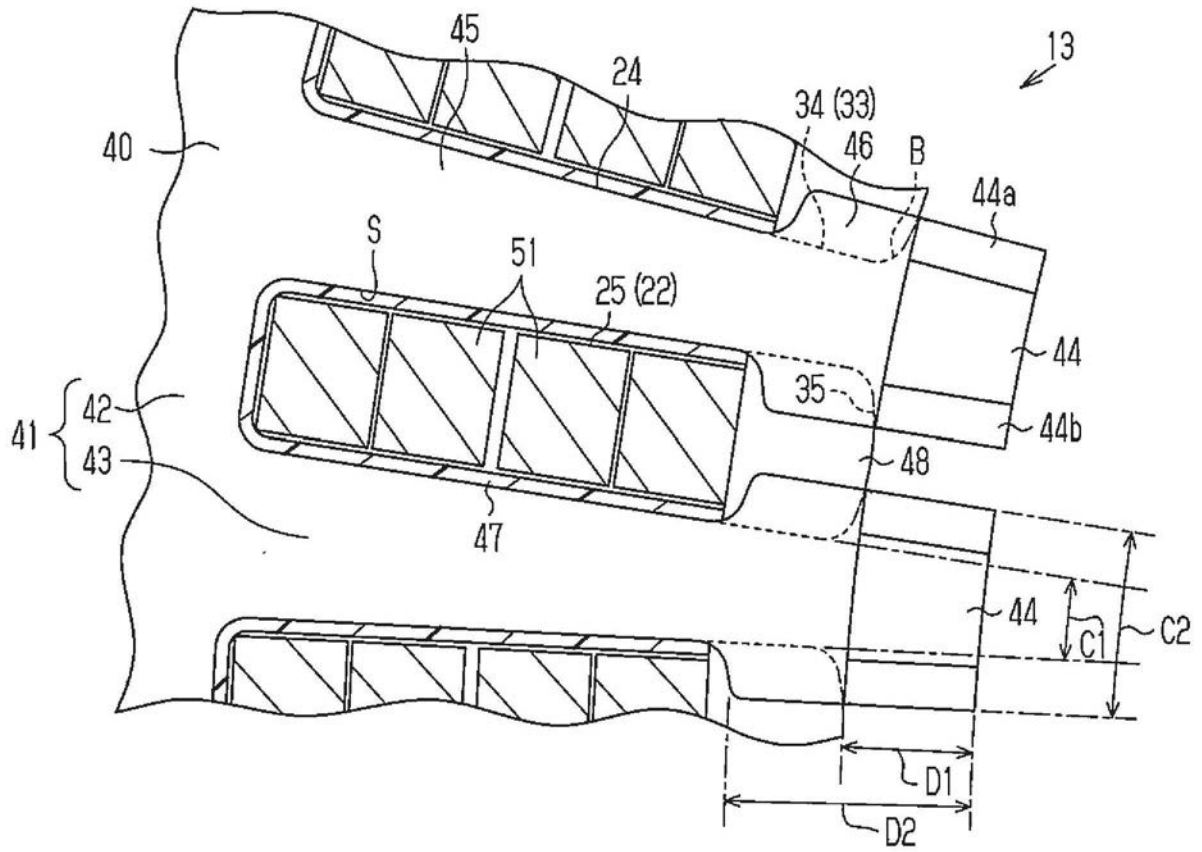


图36

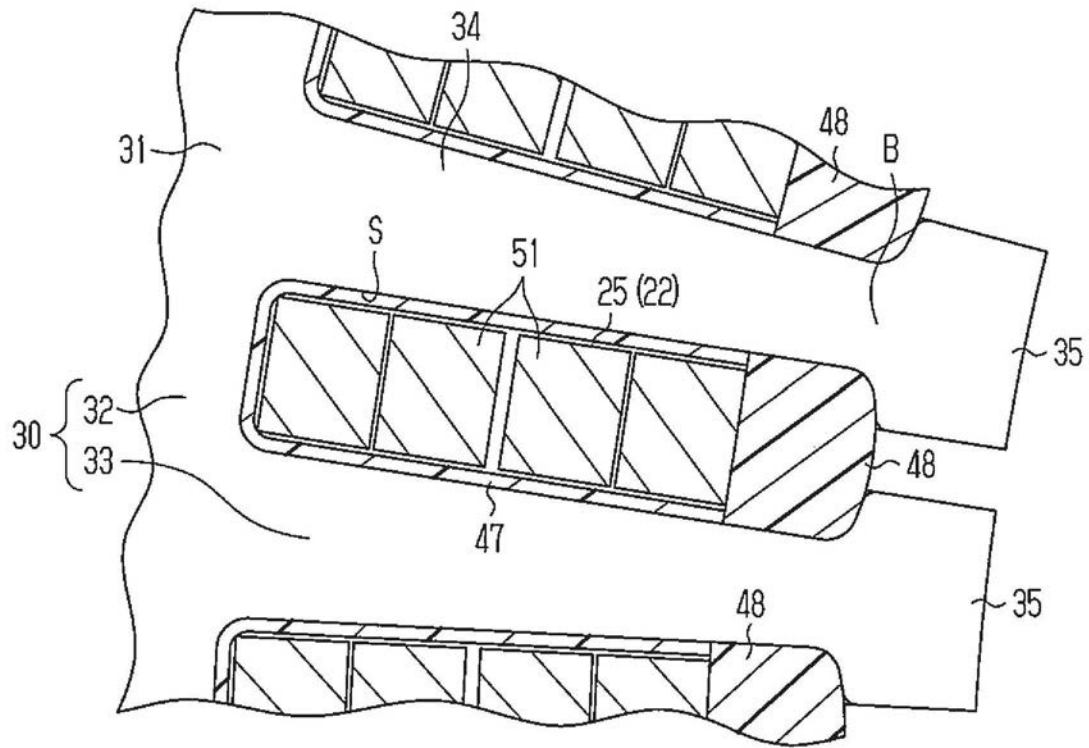


图37

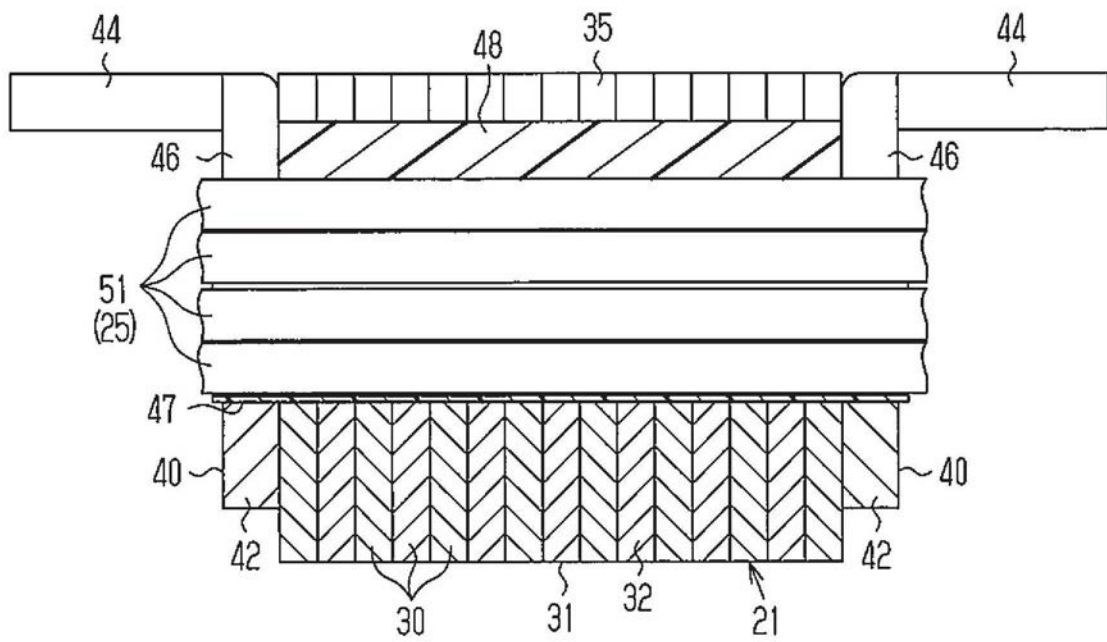


图38

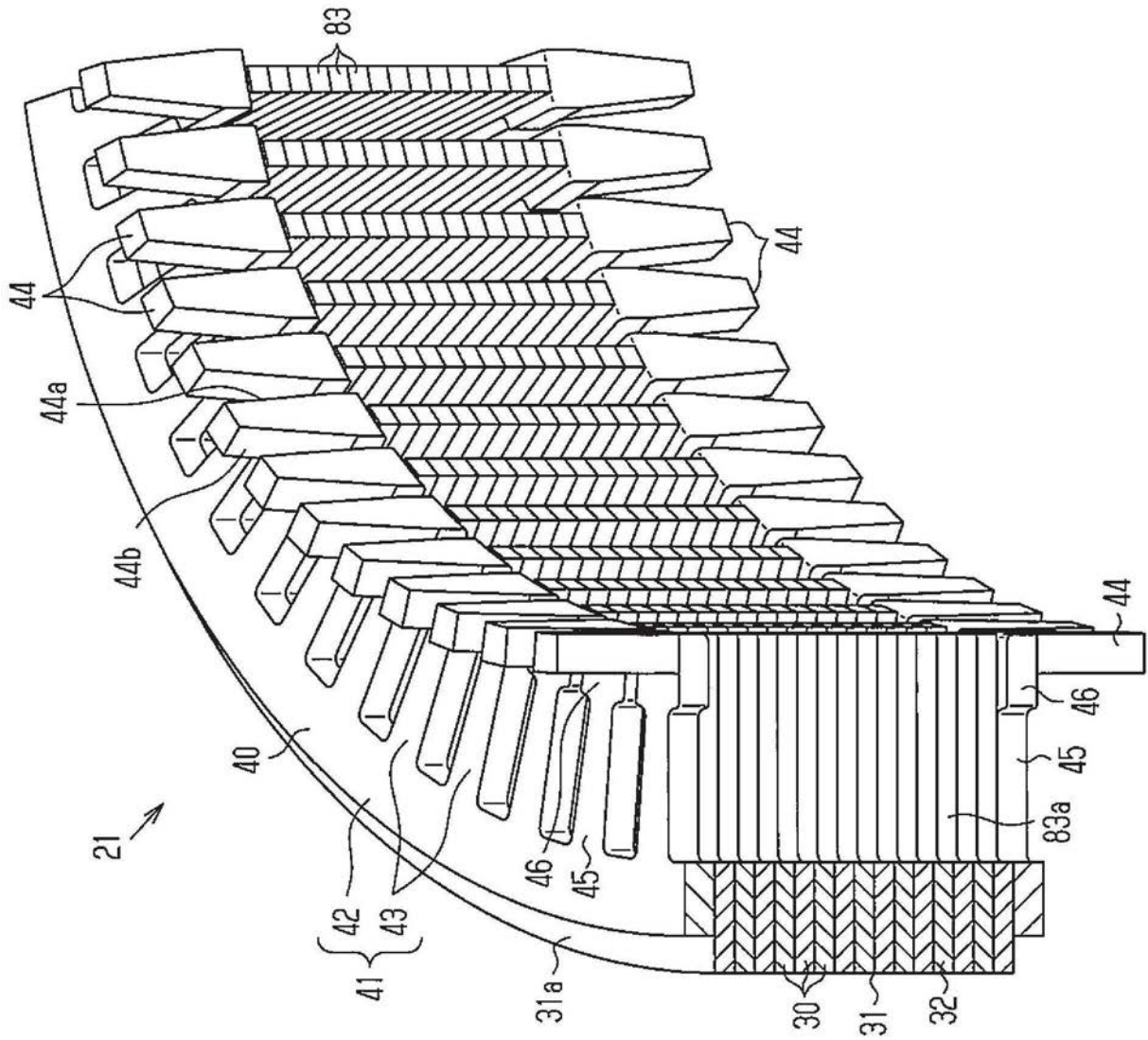


图39

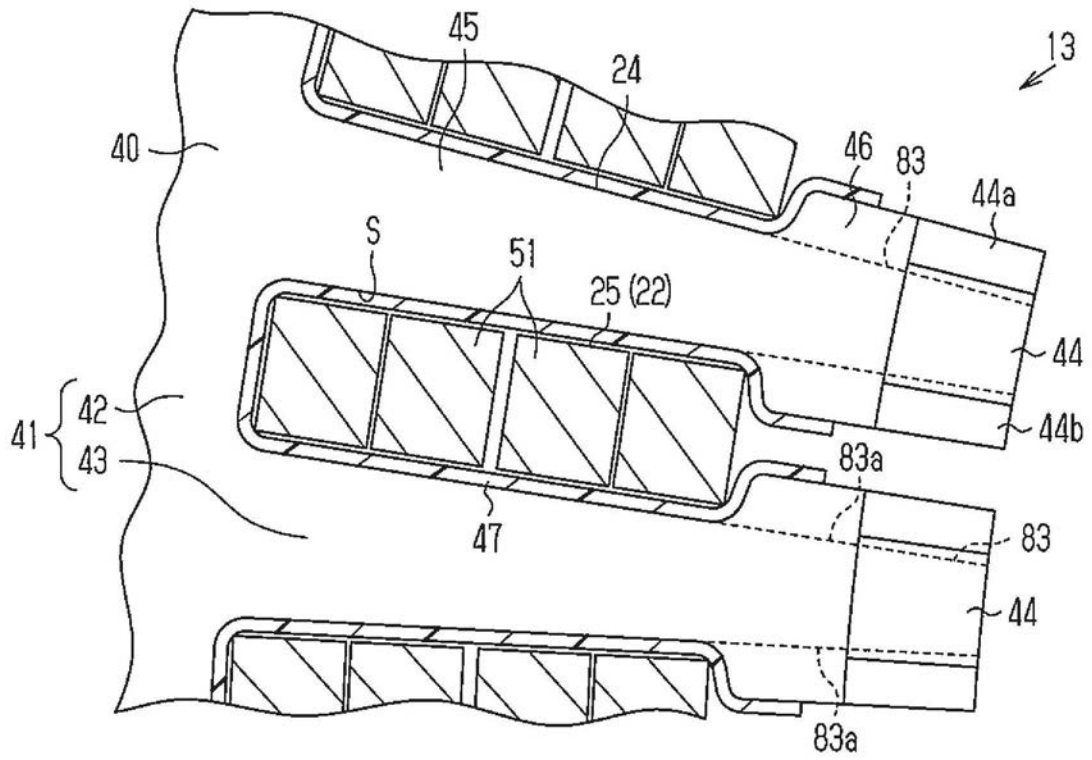


图40

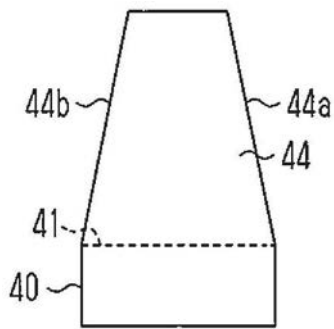


图41A

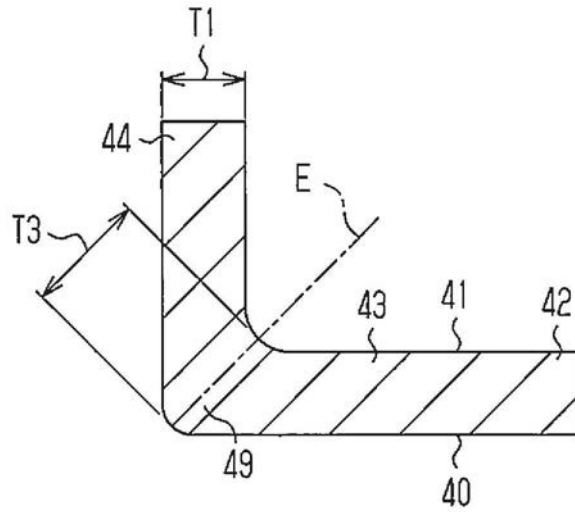


图41B

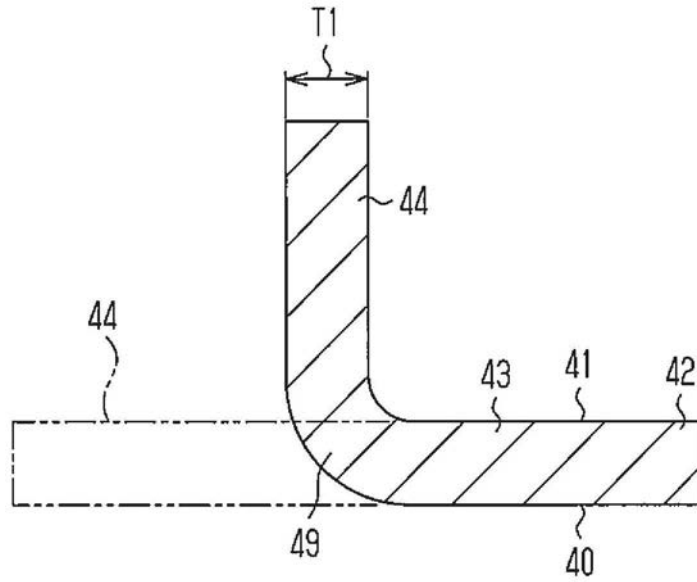


图42

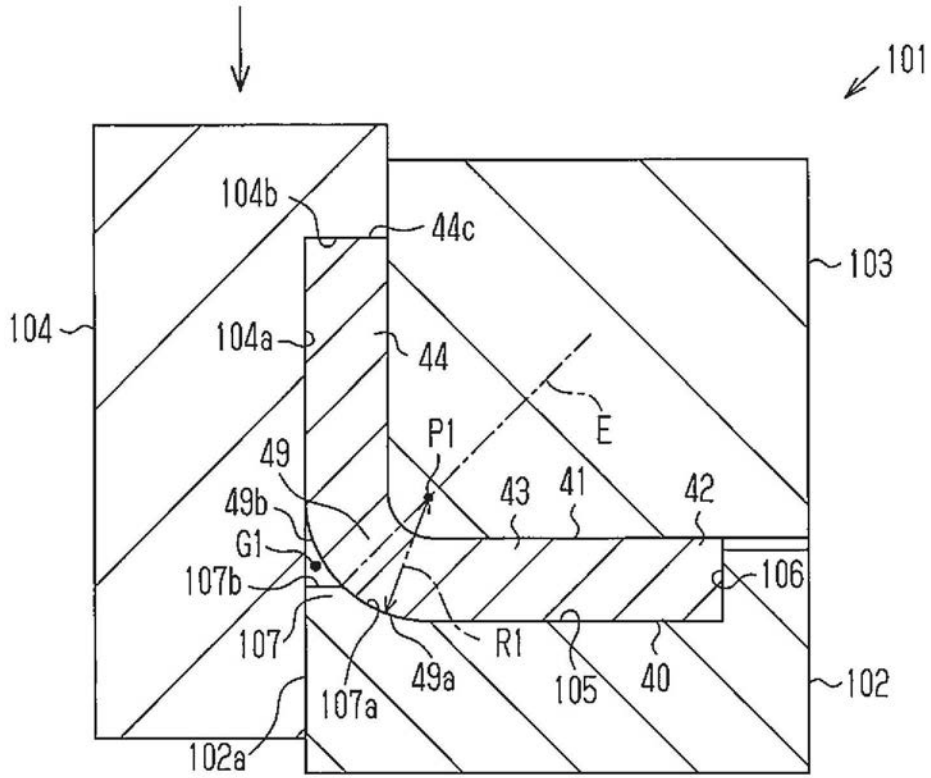


图43

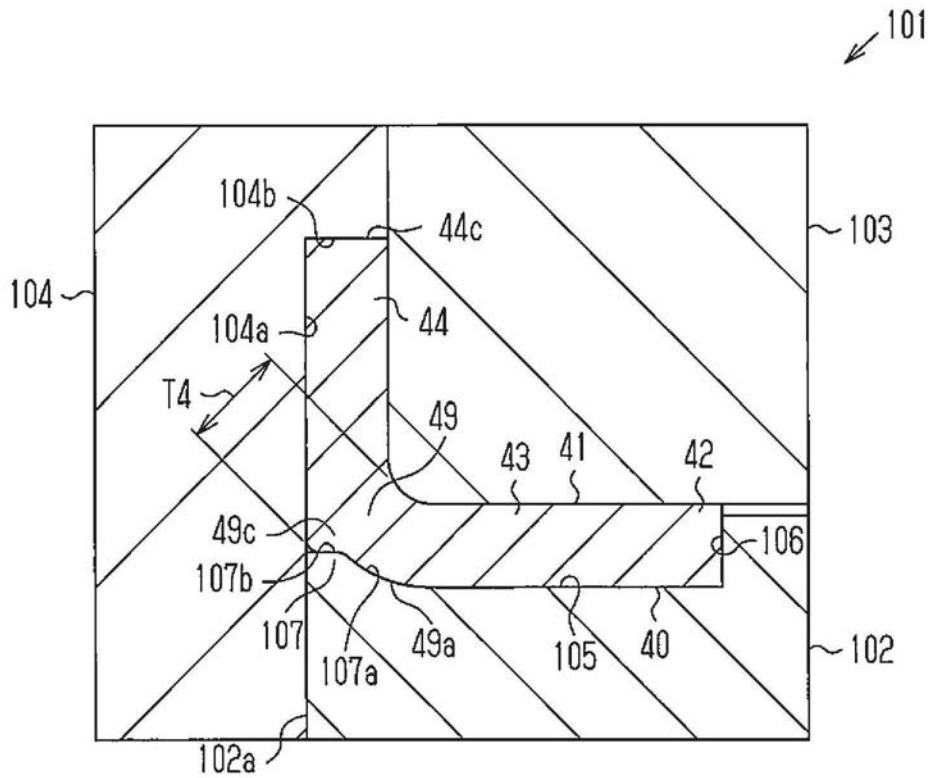


图44

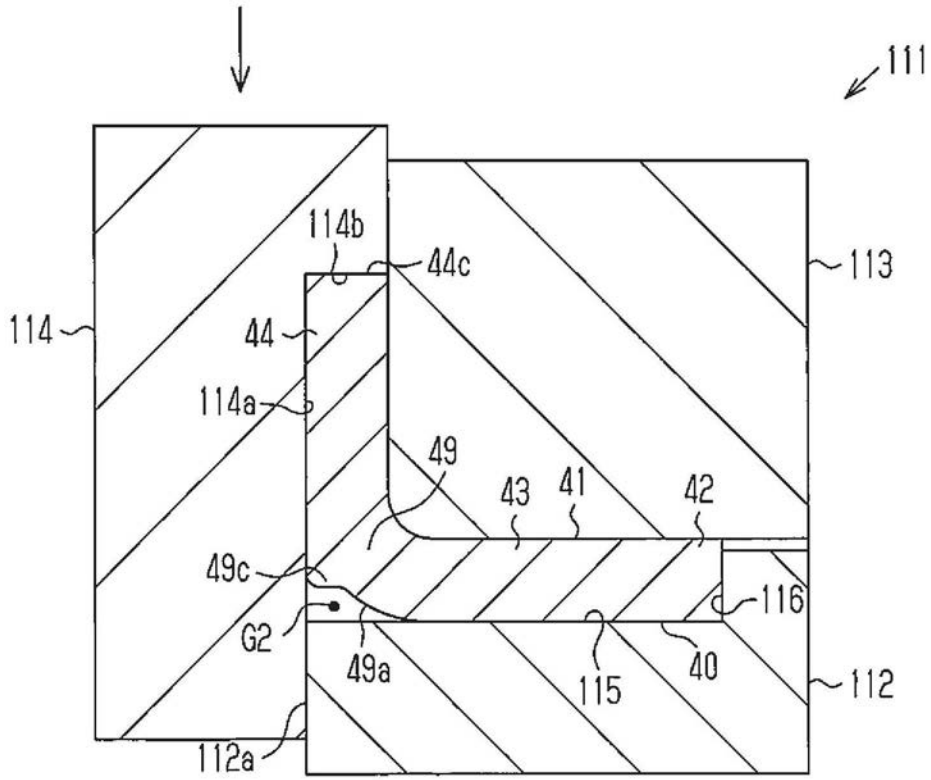


图45

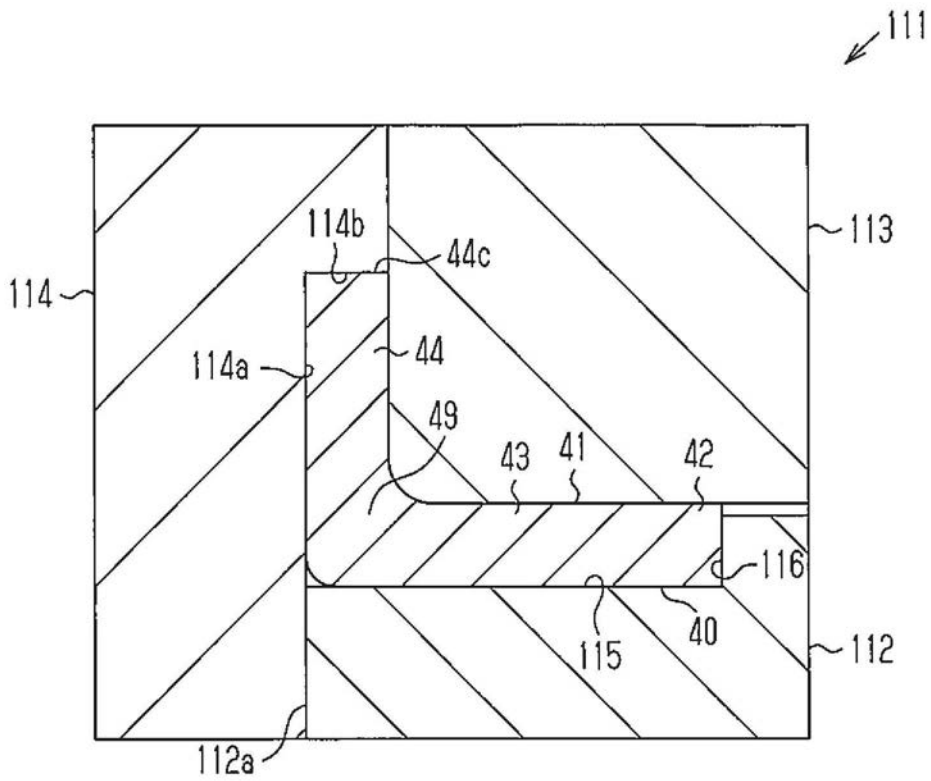


图46

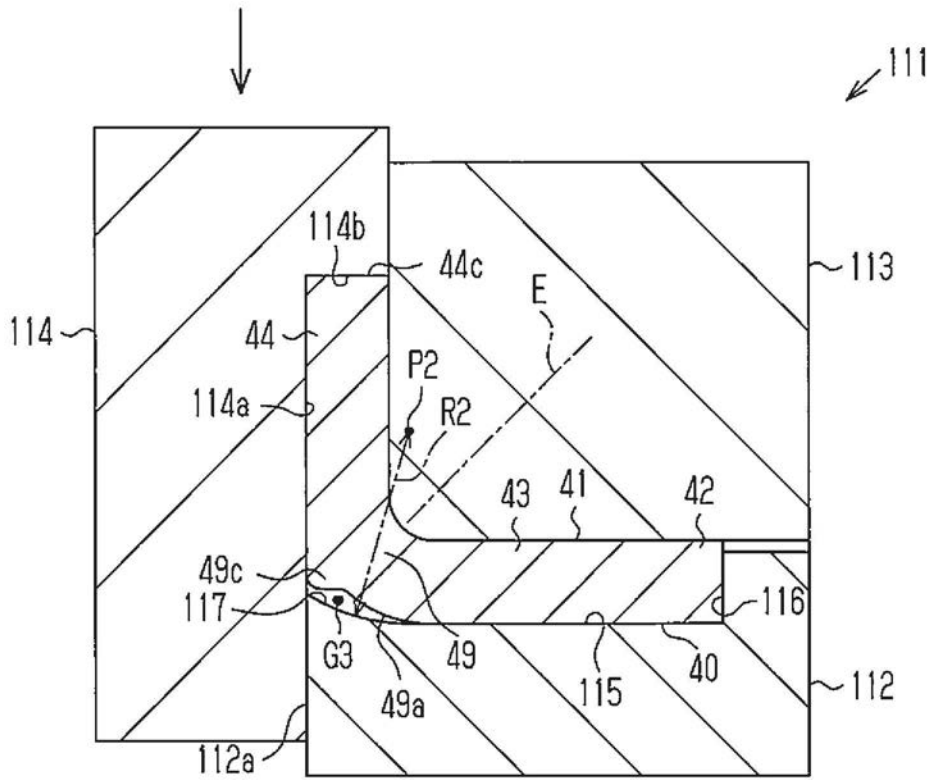


图47

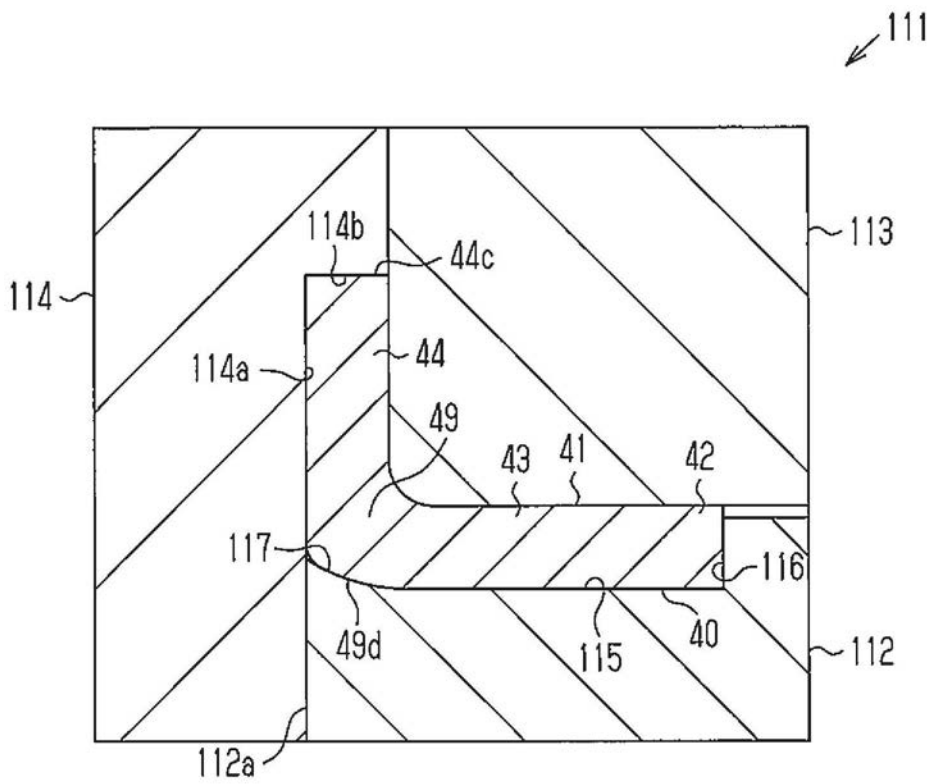


图48

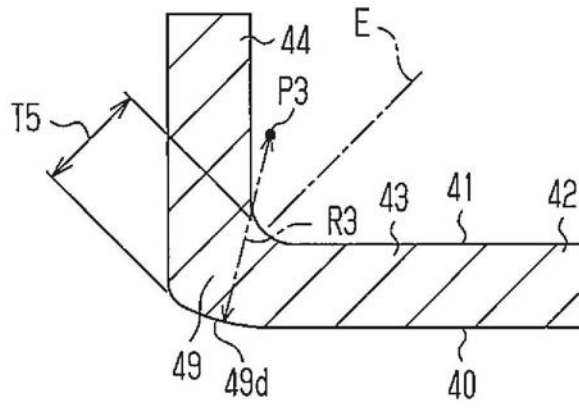


图49

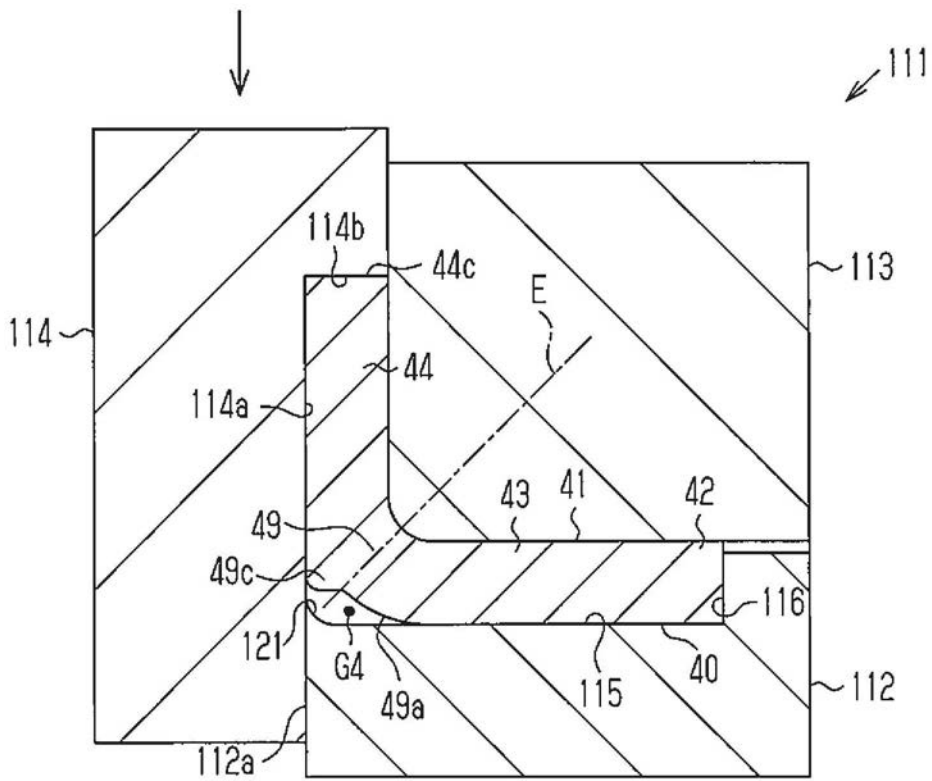


图50

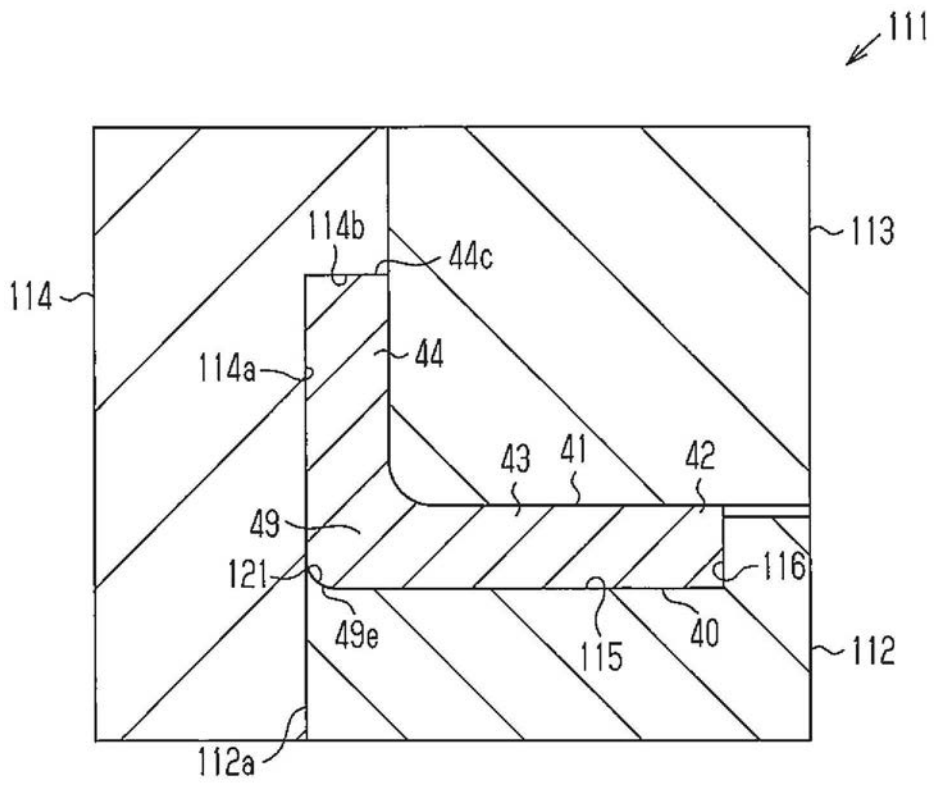


图51

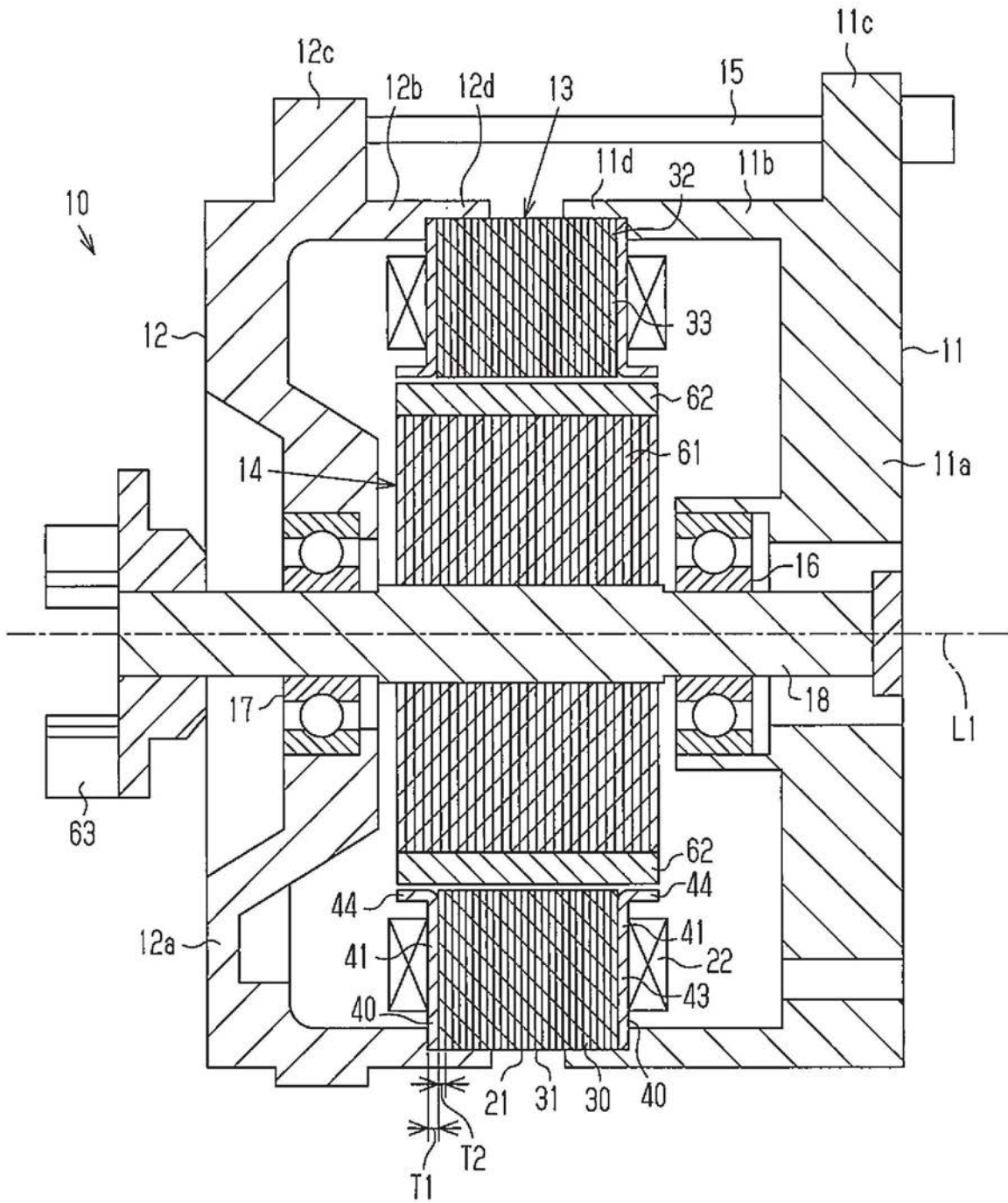


图52

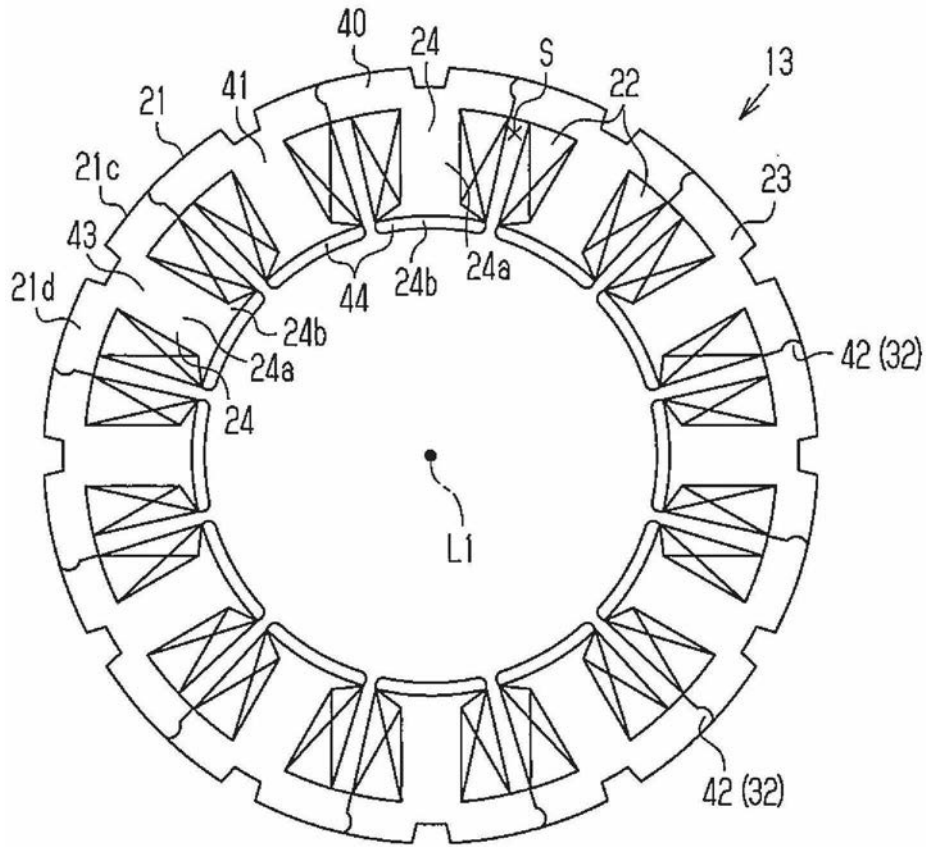


图53

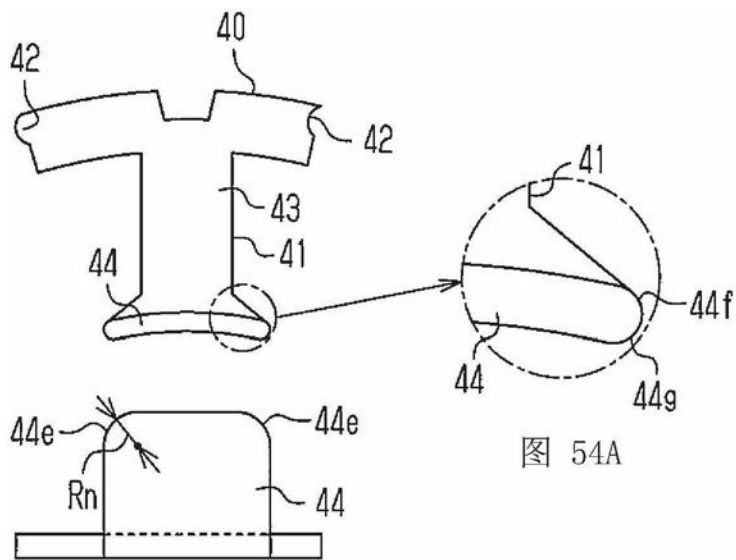


图 54A

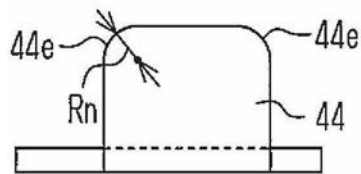


图 54B

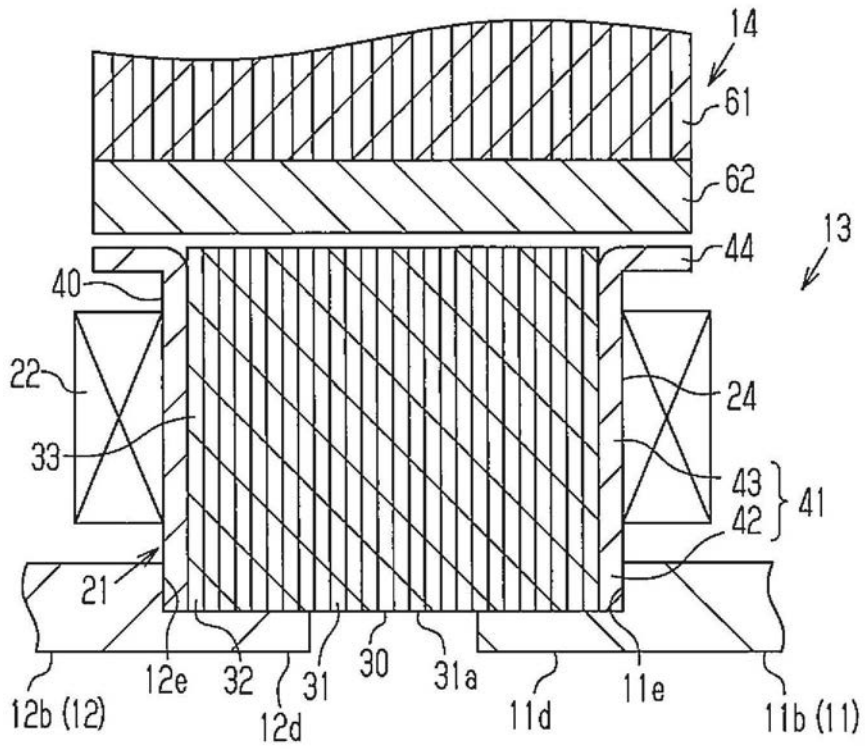


图55

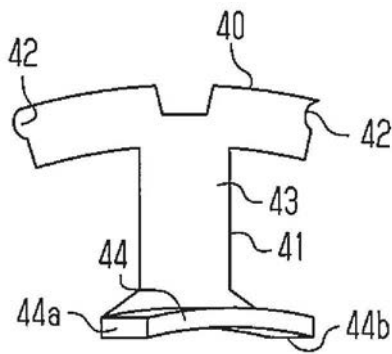


图56A

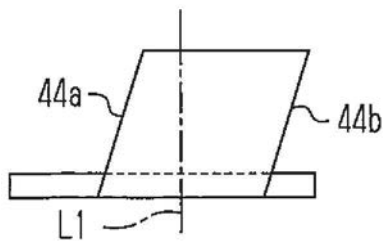


图56B

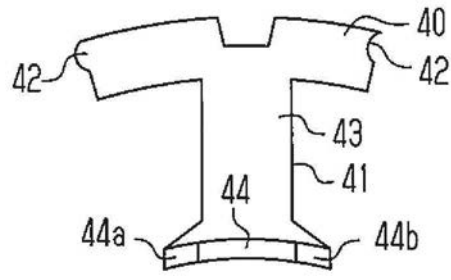


图57A

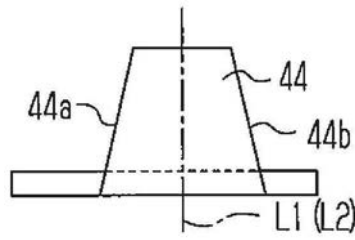


图57B

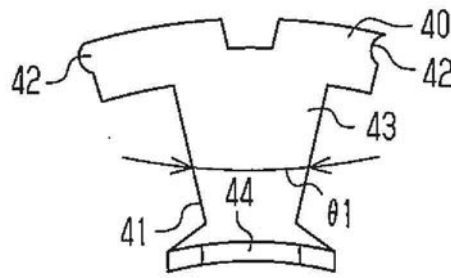


图58A

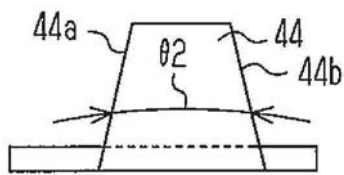


图58B

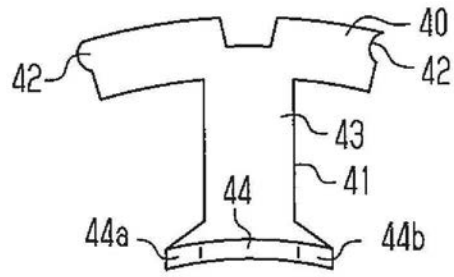


图59A

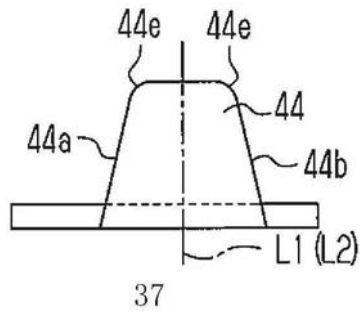


图59B

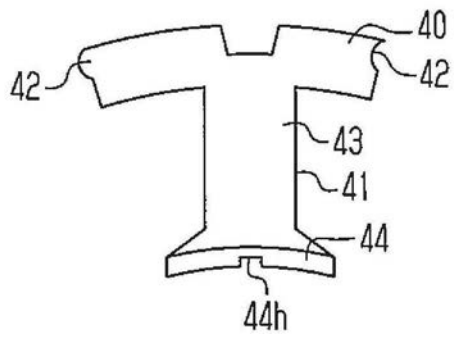


图60A

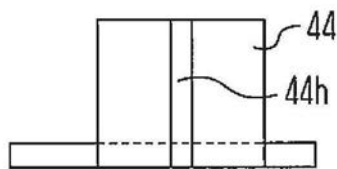


图60B

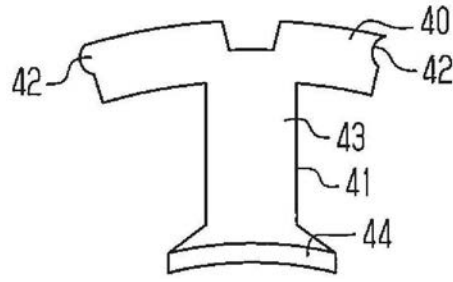


图61A

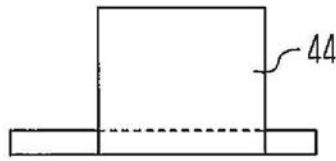


图61B

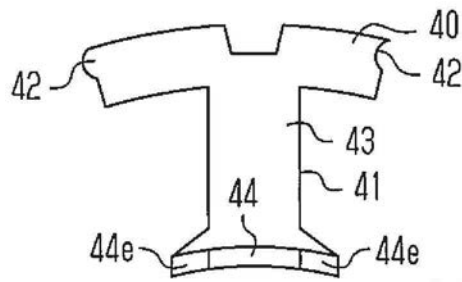


图62A

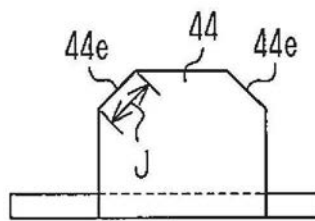


图62B

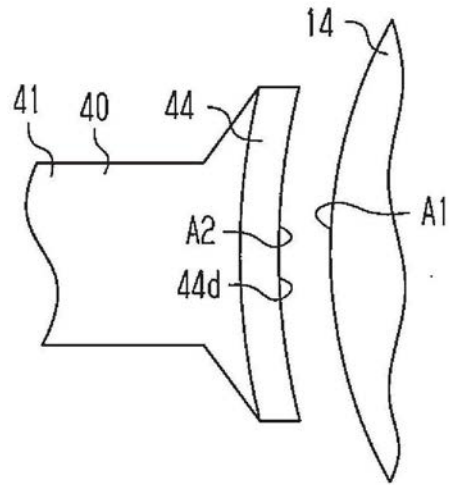


图63