



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107733116 B

(45) 授权公告日 2021.10.26

(21) 申请号 201710534509.8

(22) 申请日 2017.07.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107733116 A

(43) 申请公布日 2018.02.23

(30) 优先权数据
2016-157897 2016.08.10 JP

(73) 专利权人 富士电机株式会社
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 大口英树 中园仁 西川秀树

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇

(51) Int.Cl.

H02K 3/04 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2016021451 A1, 2016.02.11

CN 105122601 A, 2015.12.02

CN 104380574 A, 2015.02.25

JP 2013091108 A, 2013.05.16

JP 2011167053 A, 2011.08.25

审查员 姜娜

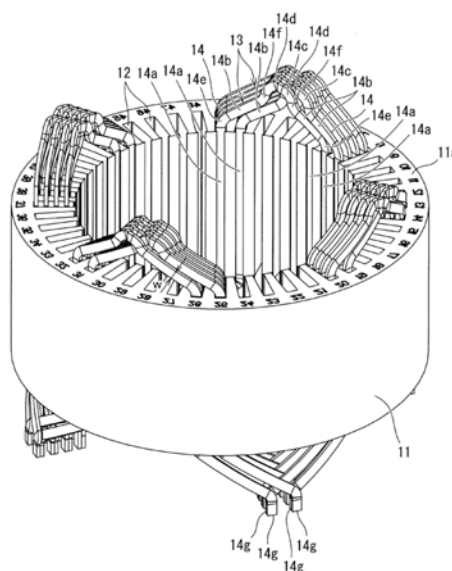
权利要求书1页 说明书15页 附图23页

(54) 发明名称

定子以及具备该定子的旋转电机

(57) 摘要

提供一种能够以相邻的导体段之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式减小线圈端的高度并能够以简单的制造方法来制造的定子以及旋转电机。定子中的各导体段具备：一对直线状部，被插入到形成于定子芯的在周向上不同的一对槽；一对倾斜部，以从一对直线状部中的各直线状部的端部朝向中央部且从定子芯的轴向端面向轴向外侧突出的方式倾斜地延伸；以及突出弯曲部，将该一对倾斜部的顶端之间连结，向轴向外侧弯曲地突出。至少一对直线状部中的各直线状部与一对倾斜部中的各倾斜部的连接部分以及突出弯曲部的弯曲的部分是全部相同的具有导体线材的板宽以上的大小的最小R的弯曲半径的弯曲加工部。



1. 一种定子, 具备沿周向具有多个槽的定子芯以及设置于所述多个槽的多个定子绕线, 该多个定子绕线分别是将多个导体段的端部相接合来构成的, 所述导体段是使截面呈大致矩形状的导体线材形成成为大致U字形状而成的, 该定子的特征在于,

所述多个导体段分别具备: 一对直线状部, 所述一对直线状部被插入到形成于所述定子芯的在周向上不同的一对槽; 一对倾斜部, 所述一对倾斜部以从该一对直线状部中的各直线状部的在轴向上与所述端部相反的一侧的端部朝向中央部且从所述定子芯的轴向端面向轴向外侧突出的方式倾斜地延伸; 突出弯曲部, 其将该一对倾斜部的顶端之间连结, 向轴向外侧弯曲地突出; 以及曲柄形状部, 其设置于该突出弯曲部,

其中, 至少所述一对直线状部中的各直线状部与所述一对倾斜部中的各倾斜部的连接部分以及所述突出弯曲部的弯曲的部分是全部相同的具有所述导体线材的板宽以上的大小的弯曲半径的弯曲加工部,

在所述导体段从所述定子芯的轴向端面向轴向外侧突出的高度和所述一对直线状部的间隔固定时, 由该弯曲半径决定的所述倾斜部的倾斜角为30度以上。

2. 根据权利要求1所述的定子, 其特征在于,

所述一对倾斜部中的各倾斜部的顶端与所述突出弯曲部的连接部分具有所述导体线材的板宽以上的大小的弯曲半径的弯曲加工部。

3. 根据权利要求1所述的定子, 其特征在于,

所述突出弯曲部具备从所述一对倾斜部中的各倾斜部的顶端沿着轴向向外侧呈直线状延伸的一对直线部, 所述弯曲的部分是将所述一对直线部的顶端之间连结的、向轴向外侧弯曲地突出的弯曲部。

4. 根据权利要求3所述的定子, 其特征在于,

所述一对倾斜部中的各倾斜部的顶端与所述一对直线部中的各直线部的连接部分具有所述导体线材的板宽以上的大小的弯曲半径的弯曲加工部。

5. 一种旋转电机, 其特征在于, 具备根据权利要求1~4中的任一项所述的定子以及设置于该定子的所述定子芯的内周侧的转子。

定子以及具备该定子的旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种定子以及具备该定子的旋转电机,其中,该定子具有将多个导体段的端部相接合来构成的多个定子绕线,该导体段是使导体线材形成为大致U字形状而成的。

背景技术

[0002] 作为以往的这种电动机,例如已知专利文献1所示的电动机。

[0003] 在专利文献1所示的电动机中的各导体段中,截面呈扁平的大致矩形形状的导体线材形成为大致U字形状,在该导体段的中央部形成有不扭曲的曲柄形状部。定子绕线是如下那样构成的:将导体段插入到形成于定子芯的槽,使导体段的两端部相接近来使导体段以绕圈的方式弯曲,将导体段的端部与相邻的其它导体段的端部相接合使得从电性上来看是利用一条导体线材进行分布卷绕。导体段的曲柄形状部形成为与相邻的导体段重叠、即形成为偏离线材的宽度且为相邻的槽的间隔的范围内的长度。

[0004] 这样,通过以偏离线材的宽度的方式不产生扭曲地形成导体段的曲柄形状部,能够提高与相邻的导体段重叠的精度,其结果,能够抑制定子绕线的配置有曲柄形状部、端部的接合部的线圈端部处的沿定子的径向的鼓起。

[0005] 另外,作为具有将多个导体段的端部相接合来构成的定子绕线的定子以及使用该定子的旋转电机,例如还已知专利文献2所示的定子和旋转电机。

[0006] 专利文献2所示的旋转电机中的形成定子绕线的线材(导体段)具备转向部和一对槽收容部,该一对槽收容部设置在形成于定子芯的在周向上不同的槽内,该转向部从槽向定子芯的轴向外侧突出,将一对槽收容部之间连接。在转向部的大致中央部形成有不伴有扭曲的曲柄部。在从槽向定子芯的轴向外侧突出的转向部的突出部位,形成有与定子芯的轴向端面平行地从一对槽收容部的各槽收容部延伸的一对台阶部,并且,在大致中央部的曲柄部与一对台阶部之间,形成有与定子芯的轴向端面平行地延伸的各两个台阶部。

[0007] 这样,在从槽向定子芯的轴向外侧突出的转向部的突出部位,形成有与定子芯的轴向端面平行地从一对槽收容部的各槽收容部延伸的一对台阶部,因此转向部的突出部位的间隔比设置有线材的槽之间的间隔窄。由此,从定子芯突出的线材的形状变小,能够减小线圈端的高度(线材从定子芯的轴向端面突出的高度)。

[0008] 另外,转向部形成为具有与定子芯的轴向端面平行地延伸的多个台阶部的阶梯形状,因此能够利用多个台阶部来进一步抑制线圈端的高度。

[0009] 专利文献1:日本特开2003-19778号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2009-112186号公报

发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 然而,该以往的专利文献1所示的电动机和该专利文献2所示的旋转电机存在以下

的问题。

[0013] 即,在专利文献1所示的电动机的情况下,各导体段具备:一对直线状部,该一对直线状部被插入到形成于定子芯的在周向上不同的槽;一对倾斜部,该一对倾斜部以从一对直线状部的各个端部朝向中央部且从定子芯的轴向端面突出的方式倾斜地延伸;弯曲部,其将这一对倾斜部的顶端之间连结;以及曲柄形状部,其形成于弯曲部。而且,各导体段是通过将线材进行弯曲加工来形成的,因此直线状部与倾斜部之间以及一对倾斜部的顶端之间的曲柄形状部被实施了R的弯曲加工。

[0014] 在此,在专利文献1中,没有特别规定各导体段中的该R的弯曲加工部的大小,因此根据其大小,有时相邻的导体段之间会发生干扰。另外,根据R的弯曲加工部的大小,还有时导体段中的绝缘包覆会损伤。并且,当为了避免相邻的导体段之间的干扰而变更各导体段的尺寸时,还有时线圈端的高度会变高。

[0015] 另一方面,在专利文献2所示的旋转电机的情况下,虽然能够减小线圈端的高度并能够避免相邻的线材的干扰,但是需要进行弯曲加工使得多个台阶部呈阶梯状地与定子芯的轴向端面平行地延伸,因此其制造困难。

[0016] 因而,本发明是为了解决这些以往的问题而完成的,其目的在于提供一种能够以相邻的导体段之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式减小线圈端的高度并能够以简单的制造方法来制造的定子以及使用该定子的旋转电机。

[0017] 用于解决问题的方案

[0018] 为了达到上述目的,本发明的一个方式所涉及的定子具备沿周向具有多个槽的定子芯以及设置于所述多个槽的多个定子绕线,该多个定子绕线分别是将多个导体段的端部相接合来构成的,所述导体段是使截面呈大致矩形状的导体线材形成为大致U字形状而成的,该定子的宗旨在于,所述多个导体段分别具备:一对直线状部,所述一对直线状部被插入到形成于所述定子芯的在周向上不同的一对槽;一对倾斜部,所述一对倾斜部以从该一对直线状部中的各直线状部的在轴向上与所述端部相反的一侧的端部朝向中央部且从所述定子芯的轴向端面向轴向外侧突出的方式倾斜地延伸;突出弯曲部,其将该一对倾斜部的顶端之间连结,向轴向外侧弯曲地突出;以及曲柄形状部,其设置于该突出弯曲部,其中,至少所述一对直线状部中的各直线状部与所述一对倾斜部中的各倾斜部的连接部分以及所述突出弯曲部的弯曲的部分是全部相同的具有所述导体线材的板宽以上的大小的最小R的弯曲半径的弯曲加工部。

[0019] 另外,本发明的另一方式所涉及的旋转电机的宗旨在于,具备前述的定子以及设置于该定子的所述定子芯的内周侧的转子。

[0020] 发明的效果

[0021] 根据本发明所涉及的定子和旋转电机,能够提供一种能够以相邻的导体段之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式减小线圈端的高度并能够以简单的制造方法来制造的定子以及使用该定子的旋转电机。

附图说明

[0022] 图1是本发明的一个实施方式所涉及的旋转电机的截面图。

[0023] 图2是从斜上方观察图1所示的旋转电机中使用的定子的立体图。

[0024] 图3是从斜下方观察图2所示的定子的立体图。

[0025] 图4是图2所示的定子的主视图。

[0026] 图5是图2所示的定子的俯视图。

[0027] 图6是图2所示的定子的仰视图。

[0028] 图7表示图2所示的定子中使用的导体段, (A) 是俯视图, (B) 是主视图, (C) 是左侧视图, (D) 是右侧视图。

[0029] 图8用于说明定子绕线的接线方法, (A) 是用于说明两条U相的定子绕线的接线方法的图, (B) 是用于说明其它两条U相的定子绕线的接线方法的图。

[0030] 图9是从斜上方观察表示两条U相的定子绕线的接线中途的状态的定子的立体图。

[0031] 图10是从斜下方观察图9所示的表示两条U相的定子绕线的接线中途的状态的定子的立体图。

[0032] 图11是从斜上方观察表示两条U相的定子绕线的接线后的状态的定子的立体图。

[0033] 图12是从斜下方观察图11所示的表示两条U相的定子绕线的接线后的状态的定子的立体图。

[0034] 图13是从斜上方观察表示4条U相的定子绕线的接线后的状态的定子的立体图。

[0035] 图14是从斜下方观察图13所示的表示4条U相的定子绕线的接线后的状态的定子的立体图。

[0036] 图15是用于说明图2所示的定子中相邻的导体段的非干扰状态的立体图。其中, 在图15中为了便于说明而仅示出了相邻的两个导体段。

[0037] 图16是用于说明图2所示的定子中相邻的导体段的非干扰状态的图, (A) 是左侧视图, (B) 是主视图, (C) 是右侧视图。

[0038] 图17是用于说明在利用一对直线状部、一对倾斜部、将该一对倾斜部的顶端之间连结的弯曲部以及形成于弯曲部的曲柄形状部来构成各导体段并使用弯曲部的内侧的弯曲半径小于最小R的导体段的情况下相邻的导体段的非干扰状态的立体图。其中, 在图17中为了便于说明而仅示出了相邻的两个导体段。

[0039] 图18是用于说明在使用图17所示的导体段的情况下相邻的导体段的非干扰状态的图, (A) 是左侧视图, (B) 是主视图, (C) 是右侧视图。

[0040] 图19是用于说明在利用一对直线状部、一对倾斜部、将该一对倾斜部的顶端之间连结的弯曲部以及形成于弯曲部的曲柄形状部来构成各导体段并使用弯曲部的内侧的弯曲半径为最小R的导体段的情况下相邻的导体段的干扰状态的立体图。其中, 在图19中为了便于说明而仅示出了相邻的两个导体段。

[0041] 图20是用于说明在使用图19所示的导体段的情况下相邻的导体段的干扰状态的图, (A) 是左侧视图, (B) 是主视图, (C) 是右侧视图。

[0042] 图21是用于说明在利用一对直线状部、一对倾斜部、将该一对倾斜部的顶端之间连结的弯曲部以及形成于弯曲部的曲柄形状部来构成各导体段并使用弯曲部的内侧的弯曲半径为最小R且提高了线圈端的高度的导体段的情况下相邻的导体段的非干扰状态的立体图。其中, 在图21中为了便于说明而仅示出了相邻的两个导体段。

[0043] 图22是用于说明在使用图21所示的导体段的情况下相邻的导体段的非干扰状态的图, (A) 是左侧视图, (B) 是主视图, (C) 是右侧视图。

[0044] 图23表示图7所示的导体段的变形例,(A)是俯视图,(B)是主视图,(C)是左侧视图,(D)是右侧视图。

[0045] 附图标记说明

[0046] 1:旋转电机;10:定子;11:定子芯;12:槽;13:定子绕线;14:导体段;14a:直线状部;14b:倾斜部;14c:突出弯曲部;14d:曲柄形状部;14e:连接部分;14f:连接部分;14g:端部;14i:直线部;14j:弯曲部。

具体实施方式

[0047] 下面,参照附图来说明本发明的实施方式。

[0048] 本发明的一个实施方式所示的旋转电机如图1所示,该旋转电机1是三相永磁体同步电动机,具备定子10和转子20,该转子20以能够旋转的方式配置于该定子10的定子芯11的内周侧,该转子20与定子芯11之间设有规定的气隙。

[0049] 转子20具备:转子芯21,其固定于旋转轴24,是将多片电磁钢板沿轴向层叠而成的;多个转子槽22,该多个转子槽22沿轴向贯通转子芯21,配置于转子芯21的周向;以及多个永磁体23,该多个永磁体23设置于各转子槽22内。

[0050] 另外,如图1至图6所示,定子10具备定子芯11和多条定子绕线13。

[0051] 在此,如图2所示,定子芯11形成为将多片电磁钢板沿轴向层叠而成的中空圆筒状,在周向上形成有多个槽12。各槽12在定子芯11的内周面开口,并且去向定子芯11的径向外侧而细长地形成。槽12的数量在本实施方式中为48个。在后面,如图5所示(图5中仅图示了第1~第3及第48槽的标记 $12_1 \sim 12_3$ 及 12_{48}),将槽No.1的第1槽设为标记 12_1 、将槽No.2的第2槽设为标记 12_2 、...将槽No.N的第N槽设为标记 12_N 、...将槽No.48的第48槽设为标记 12_{48} 来进行说明。

[0052] 定子绕线13是三相绕线,48个槽12中设置有4条U相的定子绕线13、4条V相的定子绕线13、4条W相的定子绕线13这合计12条定子绕线13。4条U相的定子绕线13被并联连接,4条V相的定子绕线13被并联连接,另外,4条W相的定子绕线13也被并联连接。

[0053] 4条U相的各定子绕线13设置于在周向上相邻的第1槽 12_1 及第2槽 12_2 、第7槽 12_7 及第8槽 12_8 、第13槽 12_{13} 及第14槽 12_{14} 、第19槽 12_{19} 及第20槽 12_{20} 、第25槽 12_{25} 及第26槽 12_{26} 、第31槽 12_{31} 及第32槽 12_{32} 、第37槽 12_{37} 及第38槽 12_{38} 以及第43槽 12_{43} 及第44槽 12_{44} 。

[0054] 另外,4条V相的各定子绕线13设置于在周向上相邻的第3槽 12_3 及第4槽 12_4 、第9槽 12_9 及第10槽 12_{10} 、第15槽 12_{15} 及第16槽 12_{16} 、第21槽 12_{21} 及第22槽 12_{22} 、第27槽 12_{27} 及第28槽 12_{28} 、第33槽 12_{33} 及第34槽 12_{34} 、第39槽 12_{39} 及第40槽 12_{40} 以及第45槽 12_{45} 及第46槽 12_{46} 。

[0055] 并且,4条W相的各定子绕线13设置于在周向上相邻的第5槽 12_5 及第6槽 12_6 、第11槽 12_{11} 及第12槽 12_{12} 、第17槽 12_{17} 及第18槽 12_{18} 、第23槽 12_{23} 及第24槽 12_{24} 、第29槽 12_{29} 及第30槽 12_{30} 、第35槽 12_{35} 及第36槽 12_{36} 、第41槽 12_{41} 及第42槽 12_{42} 以及第47槽 12_{47} 及第48槽 12_{48} 。

[0056] 而且,如图7的(A)、(B)所示,各定子绕线13是将多个导体段14的端部14g相接合来构成的,该导体段14是使板宽W、板厚t的截面呈大致矩形状的导体线材形成为大致U形状而成的。关于U相的定子绕线13的接线方法在后面详细叙述。

[0057] 在此,如图7的(A)、(B)、(C)、(D)所示,各导体段14具备一对直线状部14a、一对倾斜部14b、突出弯曲部14c以及曲柄形状部14d。通过对截面呈大致矩形状的导体线材的外周

实施漆包覆(绝缘包覆)并进行之后叙述的弯曲加工来形成各导体段14。

[0058] 如图9所示,各导体段14的一对直线状部14a被插入到形成于定子芯11的在周向上不同的一对槽12(列举一例,第1槽12₁和第7槽12₇),各直线状部14a的端部(图9中的下端部、图10中的上端部)14g向周向弯曲,通过焊接来与同样地向周向弯曲的另一个导体段14的端部14g相接合。在图10中,对一条U相的定子绕线13的一部分进行叙述,导体段14的一对直线状部14a被插入到第1槽12₁和第7槽12₇,被插入到第1槽12₁的直线状部14a向周向朝向第43槽12₄₃弯曲,与直线状部14a被插入到第43槽12₄₃的另一个导体段14的端部14g相接合。另一方面,被插入到第7槽12₇的直线状部14a向周向朝向第13槽12₁₃弯曲,与直线状部14a被插入到第13槽12₁₃的另一个导体段14的端部14g相接合。

[0059] 另外,如图7和图9所示,一对倾斜部14b以从一对直线状部14a中的各直线状部的在轴向上与端部14g相反的一侧的端部朝向中央部且从定子芯11的轴向端面11a向轴向外侧(图9中的上侧)突出的方式倾斜地延伸。如图16的(B)所示,各倾斜部14b相对于水平线的倾斜角度 θ_1 (参照图7的(B))由导体段14从定子芯11的轴向端面11a的突出高度h1来决定。在本实施方式的情况下,导体段14中设置有突出弯曲部14c,因此该倾斜角度 θ_1 小于使用图20的(B)所示的导体段14的情况下的倾斜角度 θ_3 。

[0060] 另外,突出弯曲部14c形成为将一对倾斜部14b的顶端之间连结,并且向轴向外侧弯曲地突出。突出弯曲部14c仅包括从各倾斜部14b的顶端向轴向外侧弯曲的部分。

[0061] 并且,曲柄形状部14d形成于突出弯曲部14c,如图7的(A)所示,从一方的倾斜部14b去向另一方的倾斜部14b而偏离与导体段14的板厚t相当的量。

[0062] 而且,如图7的(B)所示,在各导体段14中,一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e、突出弯曲部14c的弯曲的部分以及一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与突出弯曲部14c的连接部分14f是全部相同的最小R的弯曲半径r的弯曲加工部。在此,最小R是指导体段14(导体线材)的板宽w以上且弯曲半径r以下,其中,在导体段14的突出高度h1和两条直线状部14a的间隔固定时,由该弯曲半径r决定的倾斜部14b的倾斜角 θ_1 大致为30度以上。

[0063] 这是由于:一般来说,避免导体段的绝缘覆膜发生损伤的弯曲半径为板宽w以上;以及相邻的导体段14需要在定子芯11的周向上偏离 $\sqrt{(r+w)^2 - r^2}$ 以上(r为弯曲半径,w为板宽)、即 $r=w$ 时偏离 $\sqrt{3}w$ 以上,以避免一个导体段14的突出弯曲部14c与相邻的导体段14的突出弯曲部14c发生干扰,此时,倾斜部14b在定子芯11周向上的宽度 $w/\sin\theta_1$ 需要比该距离窄、即 $w/\sin\theta_1 < \sqrt{3}w$,以避免一个导体段14的倾斜部14b与相邻的导体段14的倾斜部14b发生干扰。

[0064] 在制造该导体段14时,首先,准备具有最小R的半径的棒状构件。

[0065] 接着,使用前述的棒状构件来使对截面呈大致矩形状的导体线材的外周实施漆包覆(绝缘包覆)后的线材的与一方的连接部分14e相当的部份的内侧面弯曲,使得成为一方的倾斜部14b的部份的倾斜角度为 θ_1 。

[0066] 之后,使用棒状构件来使与一方的连接部分14f相当的部份的外侧面弯曲,使得成为突出弯曲部14c的部分突出,并且使用棒状构件来使成为突出弯曲部14c的部份的内侧面弯曲。

[0067] 然后,使用棒状构件来使与另一方的连接部分14f相当的的部分的外侧面弯曲,使得另一方的倾斜部14b与一方的倾斜部14b对称。

[0068] 最后,使用棒状构件来使与另一方的连接部分14e相当的的部分的内侧面弯曲,使得另一方的直线状部14a与一方的直线状部14a平行。由此,导体段14完成。

[0069] 这样,在各导体段14中,一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e、突出弯曲部14c的弯曲的部分以及一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与突出弯曲部14c的连接部分14f为全部相同的最小R的弯曲半径r的弯曲加工部,在弯曲加工时能够使用一个具有最小R的半径的棒状构件来制造各导体段14,因此能够以简单的制造方法来制造导体段14、进而制造定子10。

[0070] 接着,参照图8至图14来说明使用多个导体段14的多个定子绕线13的接线方法。

[0071] 首先,叙述4条U相的定子绕线13中的第1条U相的定子绕线13,如图9所示,将一个导体段14的一方的直线状部14a插入到第1槽12₁的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第7槽12₇的从内侧起的第1个位置。插入到第1槽12₁的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a与U相端子连接。

[0072] 按照与此相同的要领,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第13槽12₁₃的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第19槽12₁₉的从内侧起的第1个位置。

[0073] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第25槽12₂₅的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第31槽12₃₁的从内侧起的第1个位置。

[0074] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第37槽12₃₇的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第43槽12₄₃的从内侧起的第1个位置。

[0075] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第1槽12₁的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第7槽12₇的从内侧起的第3个位置。

[0076] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第13槽12₁₃的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第19槽12₁₉的从内侧起的第3个位置。

[0077] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第25槽12₂₅的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第31槽12₃₁的从内侧起的第3个位置。

[0078] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第37槽12₃₇的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第43槽12₄₃的从内侧起的第3个位置。

[0079] 接着,在进行第1条U相的定子绕线13的接线的中途,开始第2条U相的定子绕线13的接线,如图9所示,将一个导体段14的一方的直线状部14a插入到第1槽12₁的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第7槽12₇的从内侧起的第5个位置。插入到第1槽12₁的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a与U相端子连接。

[0080] 按照与此相同的要领,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第13槽12₁₃的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第19槽12₁₉的从内侧起的第5个位置。

[0081] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第25槽12₂₅的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第31槽12₃₁的从内侧起的第5个位置。

[0082] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第37槽12₃₇的从内侧

起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第43槽 12_{43} 的从内侧起的第5个位置。

[0083] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第1槽 12_1 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第7槽 12_7 的从内侧起的第7个位置。

[0084] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第13槽 12_{13} 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第19槽 12_{19} 的从内侧起的第7个位置。

[0085] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第25槽 12_{25} 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第31槽 12_{31} 的从内侧起的第7个位置。

[0086] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第37槽 12_{37} 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第43槽 12_{43} 的从内侧起的第7个位置。

[0087] 接着,返回到第1条U相的定子绕线13的接线,如图8的(A)和图10所示,将插入到第7槽 12_7 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第13槽 12_{13} 弯曲,并且将插入到第13槽 12_{13} 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第7槽 12_7 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0088] 另外,将插入到第19槽 12_{19} 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第25槽 12_{25} 弯曲,并且将插入到第25槽 12_{25} 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第19槽 12_{19} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0089] 另外,将插入到第31槽 12_{31} 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第37槽 12_{37} 弯曲,并且将插入到第37槽 12_{37} 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第31槽 12_{31} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0090] 另外,将插入到第43槽 12_{43} 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第1槽 12_1 弯曲,并且将插入到第1槽 12_1 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第43槽 12_{43} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0091] 另外,将插入到第7槽 12_7 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第13槽 12_{13} 弯曲,并且,将插入到第13槽 12_{13} 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第7槽 12_7 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0092] 另外,将插入到第19槽 12_{19} 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第25槽 12_{25} 弯曲,并且,将插入到第25槽 12_{25} 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第19槽 12_{19} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0093] 另外,将插入到第31槽 12_{31} 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第37槽 12_{37} 弯曲,并且,将插入到第37槽 12_{37} 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第31槽 12_{31} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0094] 接着,返回到第2条U相的定子绕线13的接线,如图8的(A)和图10所示,将插入到第7槽 12_7 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向

第13槽 12_{13} 弯曲,并且,将插入到第13槽 12_{13} 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第7槽 12_7 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0095] 另外,将插入到第19槽 12_{19} 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第25槽 12_{25} 弯曲,并且,将插入到第25槽 12_{25} 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第19槽 12_{19} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0096] 另外,将插入到第31槽 12_{31} 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第37槽 12_{37} 弯曲,并且,将插入到第37槽 12_{37} 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第31槽 12_{31} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0097] 另外,将插入到第43槽 12_{43} 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第1槽 12_1 弯曲,并且,将插入到第1槽 12_1 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第43槽 12_{43} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0098] 另外,将插入到第7槽 12_7 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第13槽 12_{13} 弯曲,并且,将插入到第13槽 12_{13} 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第7槽 12_7 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0099] 另外,将插入到第19槽 12_{19} 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第25槽 12_{25} 弯曲,并且,将插入到第25槽 12_{25} 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第19槽 12_{19} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0100] 另外,将插入到第31槽 12_{31} 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第37槽 12_{37} 弯曲,并且,将插入到第37槽 12_{37} 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第31槽 12_{31} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0101] 接着,返回到第1条U相的定子绕线13的接线,如图8的(A)和图11所示,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第1个位置。

[0102] 按照与此相同的要领,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第1个位置。

[0103] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第1个位置。

[0104] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第2个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第1个位置。

[0105] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第3个位置。

[0106] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第14槽 12_{14} 的从内侧

起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第3个位置。

[0107] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第3个位置。

[0108] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第4个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第3个位置。

[0109] 接着,返回到第2条U相的定子绕线13的接线,如图8的(A)和图11所示,将导体段14的一方的直线状部14a插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第5个位置。

[0110] 按照与此相同的要领,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第5个位置。

[0111] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第5个位置。

[0112] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第6个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第5个位置。

[0113] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第7个位置。

[0114] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第7个位置。

[0115] 另外,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第7个位置。

[0116] 并且,同样地,将另一导体段14的一方的直线状部14a插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第8个位置,并且将另一方的直线状部14a插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第7个位置。

[0117] 接着,返回到第1条U相的定子绕线13的接线,如图8的(A)和图12所示,将插入到第43槽 12_{43} 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第2槽 12_2 弯曲,并且,将插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第43槽 12_{43} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0118] 另外,将插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第14槽 12_{14} 弯曲,并且,将插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第8槽 12_8 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0119] 另外,将插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第26槽 12_{26} 弯曲,并且,将插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第20槽 12_{20} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0120] 另外,将插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第38槽 12_{38} 弯曲,并且,将插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第2个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第32槽 12_{32} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0121] 另外,将插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第1个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第2槽 12_2 弯曲,并且,将插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第44槽 12_{44} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0122] 另外,将插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第14槽 12_{14} 弯曲,并且,将插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第8槽 12_8 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0123] 另外,将插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第26槽 12_{26} 弯曲,并且,将插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第20槽 12_{20} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0124] 另外,将插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第38槽 12_{38} 弯曲,并且,将插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第4个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第32槽 12_{32} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0125] 然后,一方的直线状部14a被插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第4个位置、并且另一方的直线状部14a被插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第3个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g与中性点连接。由此,第1条U相的定子绕线13的接线结束。

[0126] 接着,返回到第2条U相的定子绕线13的接线,如图8的(A)和图12所示,将插入到第43槽 12_{43} 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第2槽 12_2 弯曲,并且,将插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第43槽 12_{43} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0127] 另外,将插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第14槽 12_{14} 弯曲,并且,将插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第8槽 12_8 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0128] 另外,将插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第26槽 12_{26} 弯曲,并且,将插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第20槽 12_{20} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0129] 另外,将插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第38槽 12_{38} 弯曲,并且,将插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第6个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第32槽 12_{32} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0130] 另外,将插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第5个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第2槽 12_2 弯曲,并且,将插入到第2槽 12_2 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第44槽 12_{44} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0131] 另外,将插入到第8槽 12_8 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第14槽 12_{14} 弯曲,并且,将插入到第14槽 12_{14} 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第8槽 12_8 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0132] 另外,将插入到第20槽 12_{20} 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第26槽 12_{26} 弯曲,并且,将插入到第26槽 12_{26} 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第20槽 12_{20} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0133] 另外,将插入到第32槽 12_{32} 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第38槽 12_{38} 弯曲,并且,将插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第8个位置的导体段14的一方的直线状部14a的端部14g向周向朝向第32槽 12_{32} 弯曲,通过焊接将各自的端部14g之间相接合。

[0134] 然后,一方的直线状部14a被插入到第38槽 12_{38} 的从内侧起的第8个位置、并且另一方的直线状部14a被插入到第44槽 12_{44} 的从内侧起的第7个位置的导体段14的另一方的直线状部14a的端部14g与中性点连接。由此,第2条U相的定子绕线13的接线结束。

[0135] 接着,关于4条U相的定子绕线13中的第3条U相的定子绕线13和第4条U相的定子绕线13的接线方法,省略其详细说明,如图8的(B)、图13以及图14所示,在与设置有第1条U相的定子绕线13及第2条U相的定子绕线13的槽12相同的槽中,在与第1条U相的定子绕线13及第2条U相的定子绕线13不重叠的位置,以在周向上与第1条U相的定子绕线13及第2条U相的定子绕线13的接线方法相反地转的方式进行接线。

[0136] 另外,关于4条V相的定子绕线13的接线方法,除了4条V相的定子绕线13设置于在周向上相邻的第3槽 12_3 及第4槽 12_4 、第9槽 12_9 及第10槽 12_{10} 、第15槽 12_{15} 及第16槽 12_{16} 、第21槽 12_{21} 及第22槽 12_{22} 、第27槽 12_{27} 及第28槽 12_{28} 、第33槽 12_{33} 及第34槽 12_{34} 、第39槽 12_{39} 及第40槽 12_{40} 以及第45槽 12_{45} 及第46槽 12_{46} 这一点以外,与4条U相的定子绕线13同样地进行接线。

[0137] 并且,关于4条W相的定子绕线13的接线方法,也是除了4条W相的各定子绕线13设置于在周向上相邻的第5槽 12_5 及第6槽 12_6 、第11槽 12_{11} 及第12槽 12_{12} 、第17槽 12_{17} 及第18槽 12_{18} 、第23槽 12_{23} 及第24槽 12_{24} 、第29槽 12_{29} 及第30槽 12_{30} 、第35槽 12_{35} 及第36槽 12_{36} 、第41槽 12_{41} 及第42槽 12_{42} 以及第47槽 12_{47} 及第48槽 12_{48} 这一点以外,与4条U相的定子绕线13同样地进行接线。

[0138] 接着,参照图15和图16来说明以下情况:在图2所示的定子中,能够以相邻的导体段14之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式减小线圈端的高度。

[0139] 当将多个定子绕线13设置于定子芯11时,如图16的(B)所示,各定子绕线13的各导体段14从定子芯11的轴向端面11a突出规定的高度 h_1 。将该高度 h_1 称为线圈端的高度。

[0140] 在此,如图5和图16的(B)所示,相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d横穿相邻的另一方的导体段14的突出弯曲部14c与倾斜部14b的连接部分14f的上侧。此时,相邻的另一方的导体段14的突出弯曲部14c与倾斜部14b的连接部分14f设置于突出弯曲部14c的根侧,因此相对于相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d隔开间隙地位于该曲柄形状部14d的下方。因此,相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d与该连接部分14f不会发生干扰。也就是说,这是由于,在相邻的另一方的导体段14中,形成曲柄形状部14d的突出弯曲部14c将

一对倾斜部14b的顶端之间连结并且向轴向外侧弯曲地突出,因此突出弯曲部14c与倾斜部14b的连接部分14f相对而言位置变低。

[0141] 而且,线圈端的高度 h_1 被抑制成比后述的线圈端的高度 h_2 低,能够减小线圈端的高度。

[0142] 另外,突出弯曲部14c是以导体段14的板宽 w 以上的最小 R 的弯曲半径 r 进行弯曲加工而成的,因此不会招致因弯曲半径过小引起的导体段14的绝缘包覆(漆包覆)的损伤。

[0143] 因而,根据本实施方式所涉及的定子10和旋转电机1,能够以相邻的导体段14之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式减小线圈端的高度 h_1 。另外,如前所述,在各导体段14中,一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e、突出弯曲部14c的弯曲的部分以及一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与突出弯曲部14c的连接部分14f为全部相同的最小 R 的弯曲半径的弯曲加工部,在弯曲加工时能够使用一个具有最小 R 的半径的棒状构件来制造各导体段14,因此能够以简单的制造方法来制造导体段14、进而制造定子10。

[0144] 接着,参照图17和图18来说明使用如下的导体段的情况:利用一对直线状部14a、一对倾斜部14b、将该一对倾斜部14b的顶端之间连结的弯曲部14h以及形成于弯曲部14h的曲柄形状部14d来构成各导体段14,弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r_1 小于最小 R 。

[0145] 在该情况下,当设线圈端的高度为 h_1 来设为与图15及图16所示的情况相同时,一对倾斜部14b相对于定子芯11的轴向端面11a的倾斜角度 θ_2 大于前述的倾斜角度 θ_1 。

[0146] 在此,如图18的(B)所示,相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d横穿相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上侧。此时,相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上角缘14ba相对于相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d隔开间隙地位于该曲柄形状部14d的下方。这是由于,相邻的另一方的导体段14的弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r_1 小于最小 R ,因此相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的倾斜开始的点靠近弯曲部14h侧,远离相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d,因此在该曲柄形状部14d的位置处,相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上角缘14ba下降到下方。

[0147] 因而,在该图17和图18所示的情况下,能够以相邻的导体段14之间不发生干扰的方式使线圈端的高度低至 h_1 。

[0148] 然而,弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r_1 小于最小 R ,因此存在招致导体段14的绝缘包覆(漆包覆)的损伤的担忧。

[0149] 接着,参照图19和图20来说明使用如下的导体段的情况:利用一对直线状部14a、一对倾斜部14b、将该一对倾斜部14b的顶端之间连结的弯曲部14h以及形成于弯曲部14h的曲柄形状部14d来构成各导体段14,弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r 为最小 R 。

[0150] 在该情况下,当将线圈端的高度设为 h_1 来设为与图15及图16所示的情况相同时,一对倾斜部14b相对于定子芯11的轴向端面11a的倾斜角度 θ_3 大于前述的倾斜角度 θ_1 。

[0151] 在此,如图20的(B)所示,相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d横穿相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上侧。此时,相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上角缘14ba与相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d干扰。这是由于,相邻的另一方的导体段14的弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r 与最小 R 相同、且大于图18的(B)所示的弯曲半径 r_1 ,因此相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的倾斜开始的点靠近相邻的一方的导体段14的曲

柄形状部14d侧,在该曲柄形状部14d的位置处,相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上角缘14ba变高。

[0152] 因而,在该图19和图20所示的情况下,当使线圈端的高度低至 h_1 时,相邻的导体段14之间会发生干扰。

[0153] 但是,弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r 与最小 R 相同,因此不会存在招致导体段14的绝缘包覆(漆包覆)的损伤的担忧。

[0154] 接着,参照图21和图22来说明使用如下的导体段的情况:利用一对直线状部14a、一对倾斜部14b、将该一对倾斜部14b的顶端之间连结的弯曲部14h以及形成于弯曲部14h的曲柄形状部14d来构成各导体段14,弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r 为最小 R ,使线圈端的高度高至 h_2 。

[0155] 在该情况下,当设线圈端的高度为 h_2 来设为比图15及图16所示的情况下的 h_1 高时,一对倾斜部14b相对于定子芯11的轴向端面11a的倾斜角度 θ_4 大于前述的倾斜角度 θ_3 。

[0156] 在此,如图22的(B)所示,相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d横穿相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上侧。此时,相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上角缘14ba相对于相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d隔开间隙地位于该曲柄形状部14d的下方。这是由于,相邻的另一方的导体段14的弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r 与最小 R 相同,大于图18的(B)所示的弯曲半径 r_1 ,因此相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的倾斜开始的点靠近相邻的一方的导体段14的曲柄形状部14d侧,但由于倾斜部14b的倾斜角度 θ_4 大于倾斜角度 θ_3 ,因此在该曲柄形状部14d的位置处,相邻的另一方的导体段14的倾斜部14b的上角缘14ba变低。

[0157] 因而,在该图21和图22所示的情况下,能够避免相邻的导体段14之间发生干扰,但是线圈端的高度会高至 h_2 。

[0158] 但是,由于弯曲部14h的内侧的弯曲半径 r 与最小 R 相同,因此不存在招致导体段14的绝缘包覆(漆包覆)的损伤的担忧。

[0159] 与此相对,根据本实施方式所涉及的定子10和旋转电机1,如前所述,能够以相邻的导体段14之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式使线圈端的高度低至 h_1 。

[0160] 接着,参照图23来说明导体段14的变形例。在图23中,有时对与图7所示的构件相同的构件标注相同的标记,省略其说明。

[0161] 图23所示的导体段14具备一对直线状部14a、一对倾斜部14b、突出弯曲部14c以及曲柄形状部14d。通过对截面呈大致矩形状的导体线材的外周实施漆包覆(绝缘包覆)来形成导体段14。

[0162] 与图7所示的导体段14的一对直线状部14a同样地,导体段14的一对直线状部14a被插入到形成于定子芯11的在周向上不同的一对槽12,各直线状部14a的端部14g向周向弯曲,通过焊接来与同样地向周向弯曲的另一个导体段14的端部14g相接合。

[0163] 另外,与图7所示的导体段14的一对倾斜部14b同样地,一对倾斜部14b以从一对直线状部14a中的各直线状部的在轴向上与端部14g相反的一侧的端部朝向中央部且从定子芯11的轴向端面向轴向外侧突出的方式倾斜地延伸。各倾斜部14b相对于水平线的倾斜角度 θ_5 (参照图23的(B))由导体段14从定子芯11的轴向端面11a的突出高度决定。该导体段14的从定子芯11的轴向端面11a的突出高度与线圈端的高度同等且与图7所示的导体段14的

突出高度 h_1 同等。此外,与图7所示的导体段14的突出弯曲部14c不同地,在导体段14的突出弯曲部14c中存在直线部14i,因此,倾斜角度 θ_5 小于倾斜角度 θ_1 ,对此在后面叙述。

[0164] 另外,突出弯曲部14c形成为将一对倾斜部12b的顶端之间连结,并且向轴向外侧弯曲地突出。与图7所示的导体段14的突出弯曲部14c不同地,突出弯曲部14c具备从一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端沿着轴向向外侧呈直线状延伸的一对直线部14i。另外,突出弯曲部14c具备将一对直线部14i的顶端之间连结的、向轴向外侧弯曲地突出的弯曲部14j。

[0165] 另外,曲柄形状部14d形成于突出弯曲部14c,如图23的(A)所示,从一方的直线状部14b去向其它直线状部14b而偏离与导体段14的板厚 t 相当的量。

[0166] 而且,在导体段14中,如图23的(B)所示,一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e、弯曲部14j以及一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与一对直线部14i中的各直线部的连接部分14f是全部相同的最小 R 的弯曲半径 r 的弯曲加工部。

[0167] 而且,在制造该导体段14时,首先,准备具有最小 R 的半径的棒状构件。

[0168] 接着,使用前述的棒状构件来使对截面呈大致矩形状的导体线材的外周实施漆包覆(绝缘包覆)后的线材的与一方的连接部分14e相当的部分的内侧面弯曲,使得成为一方的倾斜部14b的部分的倾斜角度为 θ_5 。

[0169] 之后,使用棒状构件来使与一方的连接部分14f相当的部分的外侧面弯曲,使得成为突出弯曲部14c的部分突出,并且使用棒状构件来使成为弯曲部14j的部分的内侧面弯曲。

[0170] 然后,使用棒状构件来使与另一方的连接部分14f相当的部分的外侧面弯曲,使得另一方的倾斜部14b与一方的倾斜部14b对称。

[0171] 最后,使用棒状构件来使与另一方的连接部分14e相当的部分的内侧面弯曲,使得另一方的直线状部14b与一方的直线状部14b平行。由此,导体段14完成。

[0172] 这样,在各导体段14中,一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e、弯曲部14j的内侧以及一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与突出弯曲部14c的连接部分14f为全部相同的最小 R 的弯曲半径 r 的弯曲加工部,在弯曲加工时能够使用一个具有最小 R 的半径的棒状构件来制造各导体段14,因此能够以简单的制造方法来制造导体段14、进而制造定子10。

[0173] 另外,通过使用图23所示的导体段14,能够以相邻的导体段14之间不发生干扰且绝缘包覆不发生损伤的方式使线圈端的高度低至 h_1 。

[0174] 以上说明了本发明的实施方式,但是本发明不限于此,能够进行各种变更、改进。

[0175] 例如,设使用定子10的旋转电机1为三相永磁体同步电动机来进行了说明,但是也可以是三相感应电动机。

[0176] 另外,U相的定子绕线13、V相的定子绕线13以及W相的定子绕线13的接线方法不限于所说明的例子。

[0177] 另外,在使用图7所示的导体段14的定子10和旋转电机1中,只要至少一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e以及突出弯曲部14c的弯曲的部分是全部相同的具有导体线材的板宽 w 以上的大小的最小 R 的弯曲半径 r 的弯曲

加工部即可,一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与突出弯曲部14c的连接部分14f不是必须是最小R的弯曲半径r的弯曲加工部。该连接部分14f也可以是比最小R大的弯曲半径r的弯曲加工部。

[0178] 并且,在使用图23所示的导体段14的定子10和旋转电机1中,只要至少一对直线状部14a中的各直线状部与一对倾斜部14b中的各倾斜部的连接部分14e以及突出弯曲部14c的弯曲的部分(弯曲部14j)是全部相同的具有导体线材的板宽w以上的大小的最小R的弯曲半径r的弯曲加工部即可,一对倾斜部14b中的各倾斜部的顶端与一对直线部14i中的各直线部的连接部分14f不是必须是最小R的弯曲半径r的弯曲加工部。该连接部分14f也可以是比最小R大的弯曲半径的弯曲加工部。

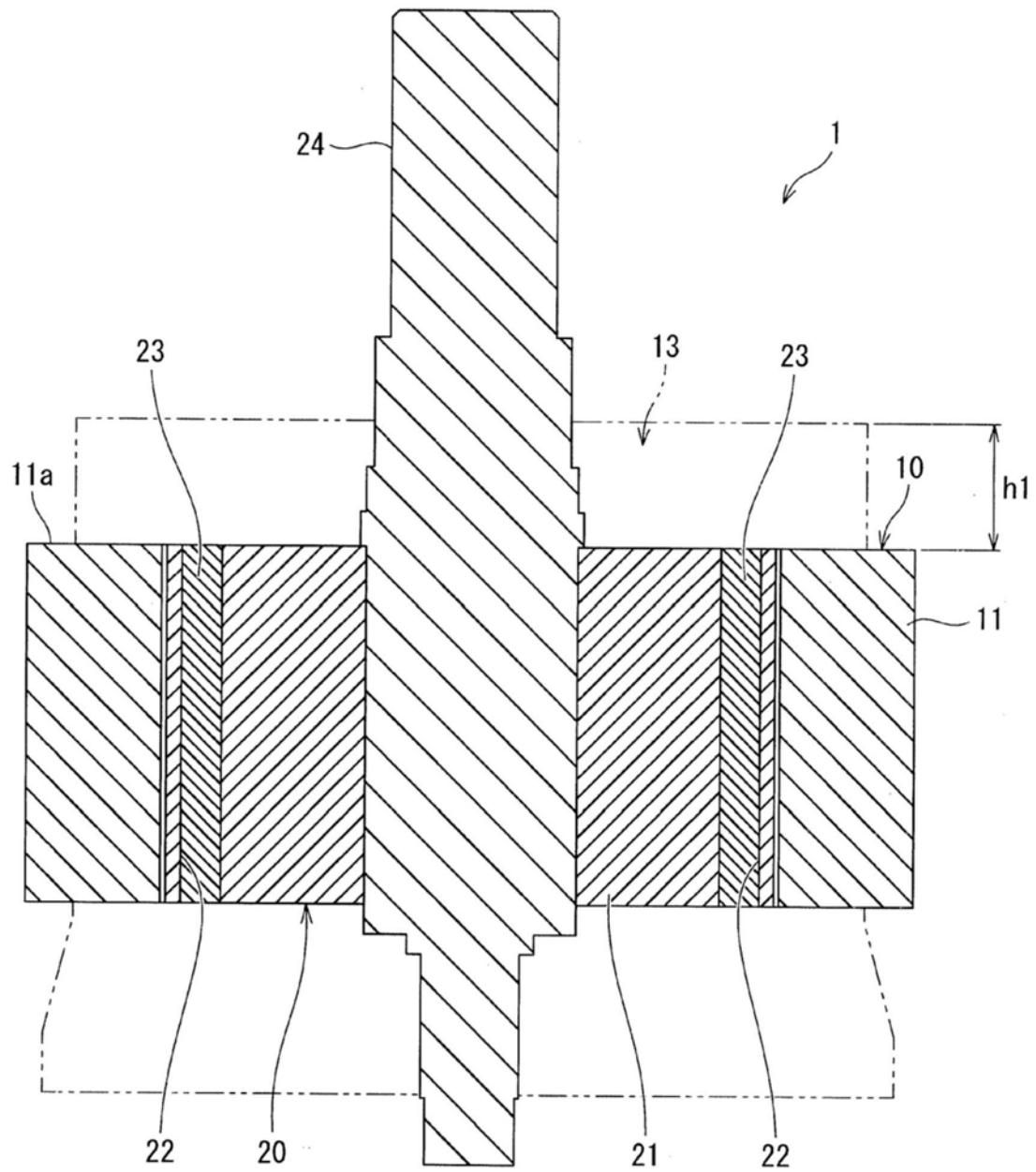


图1

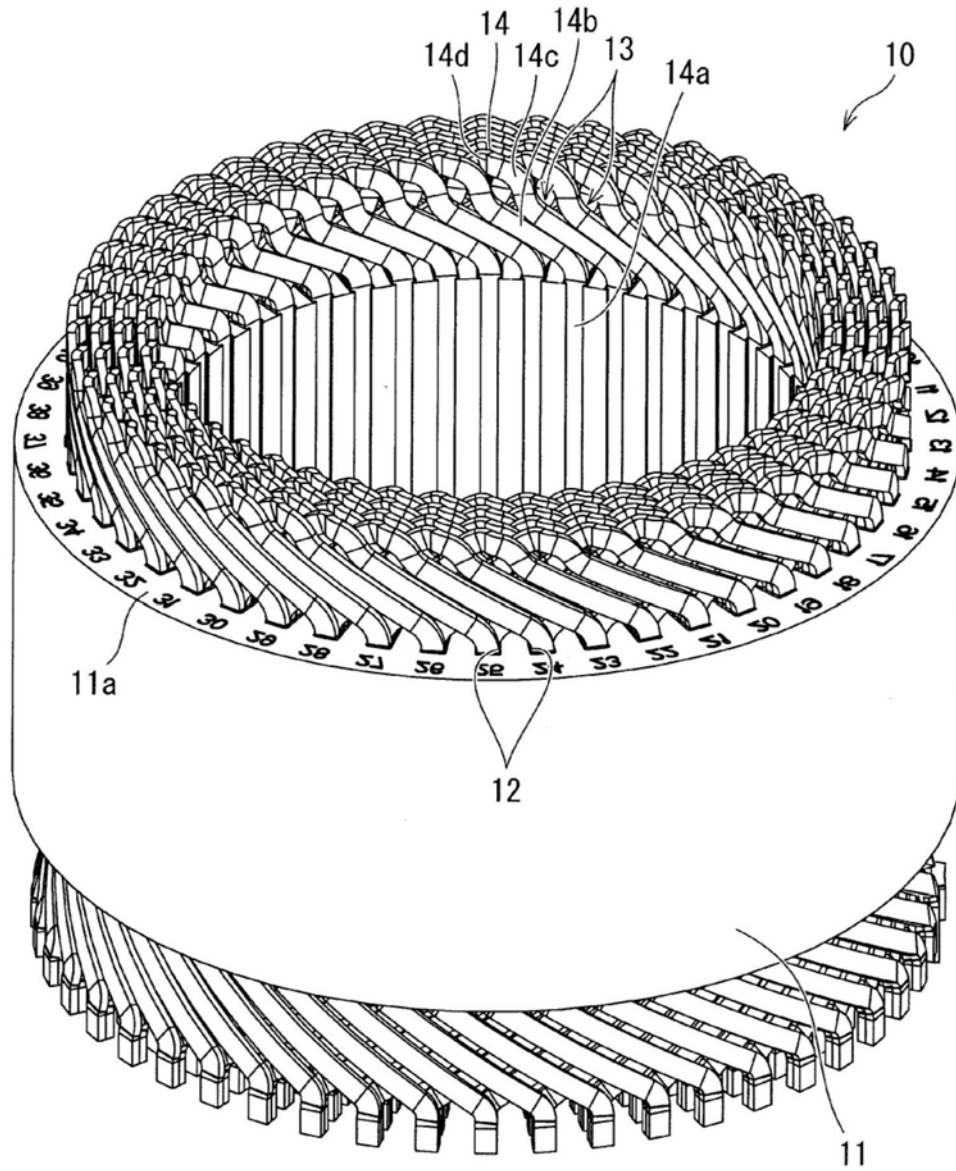


图2

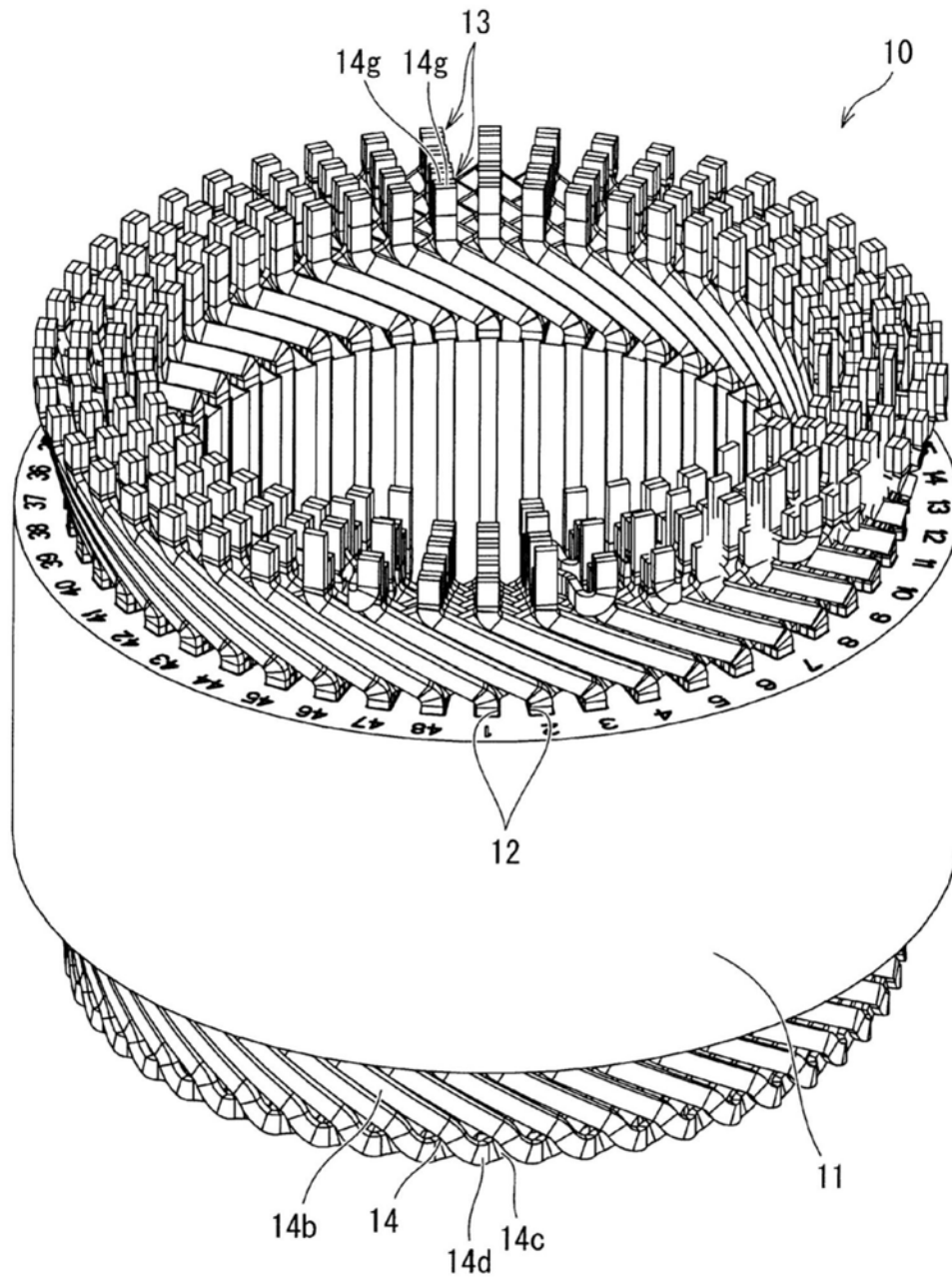


图3

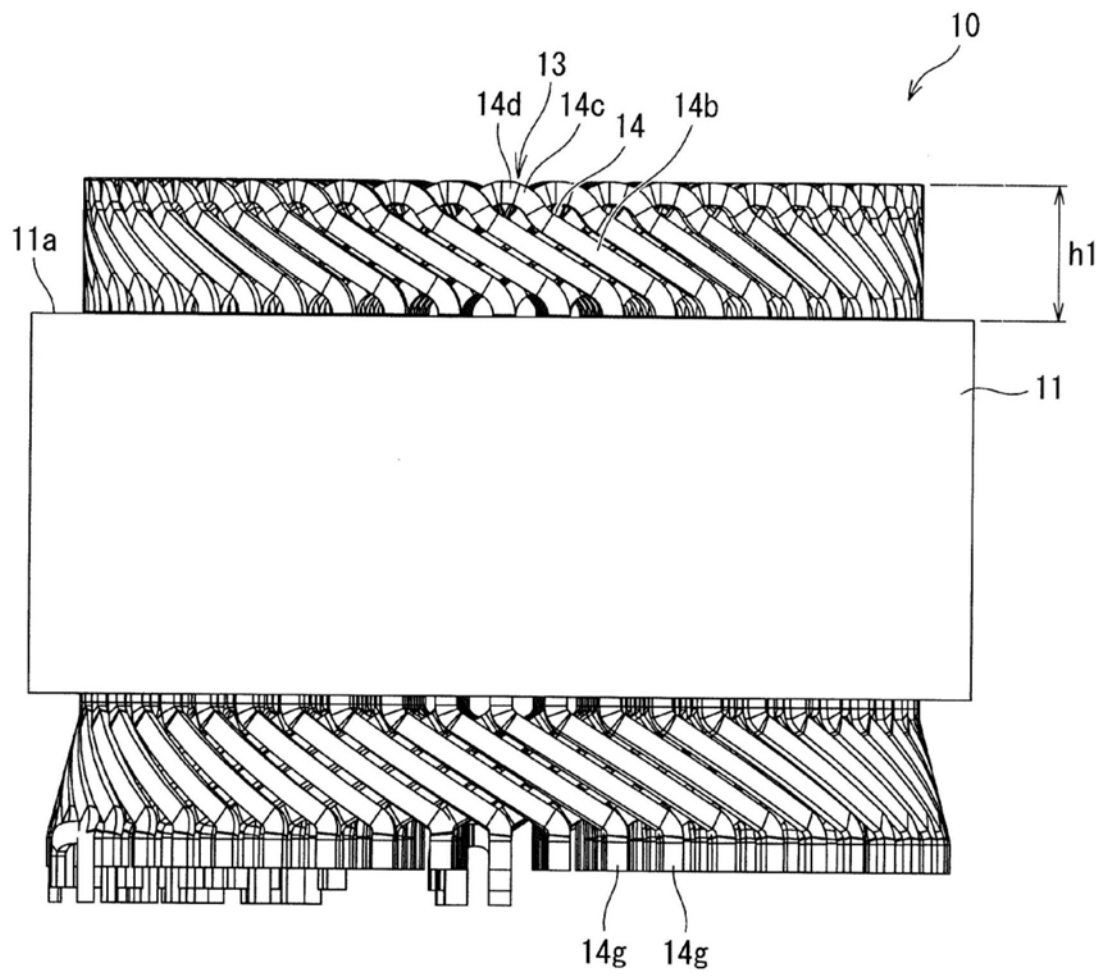


图4

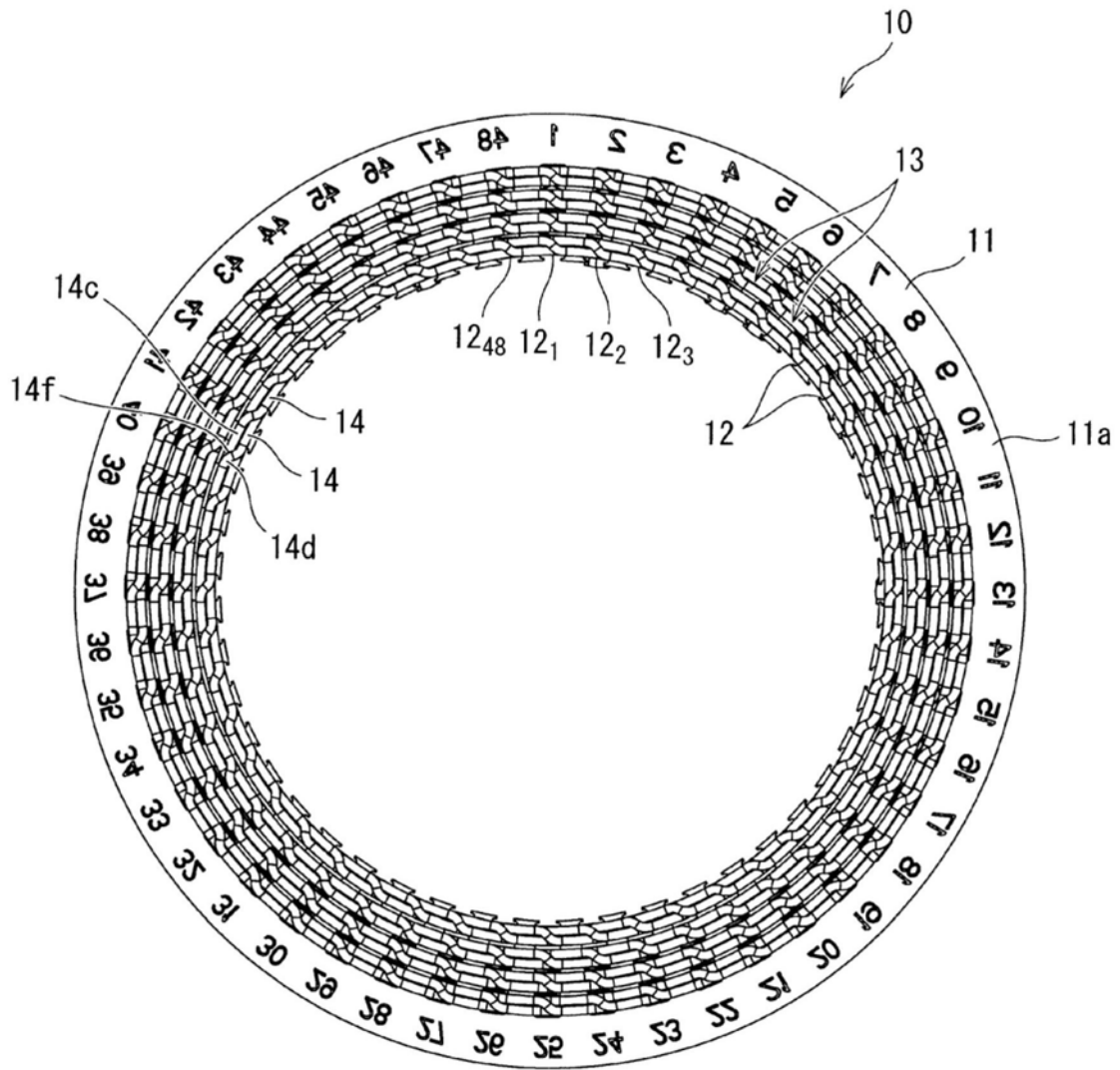


图5

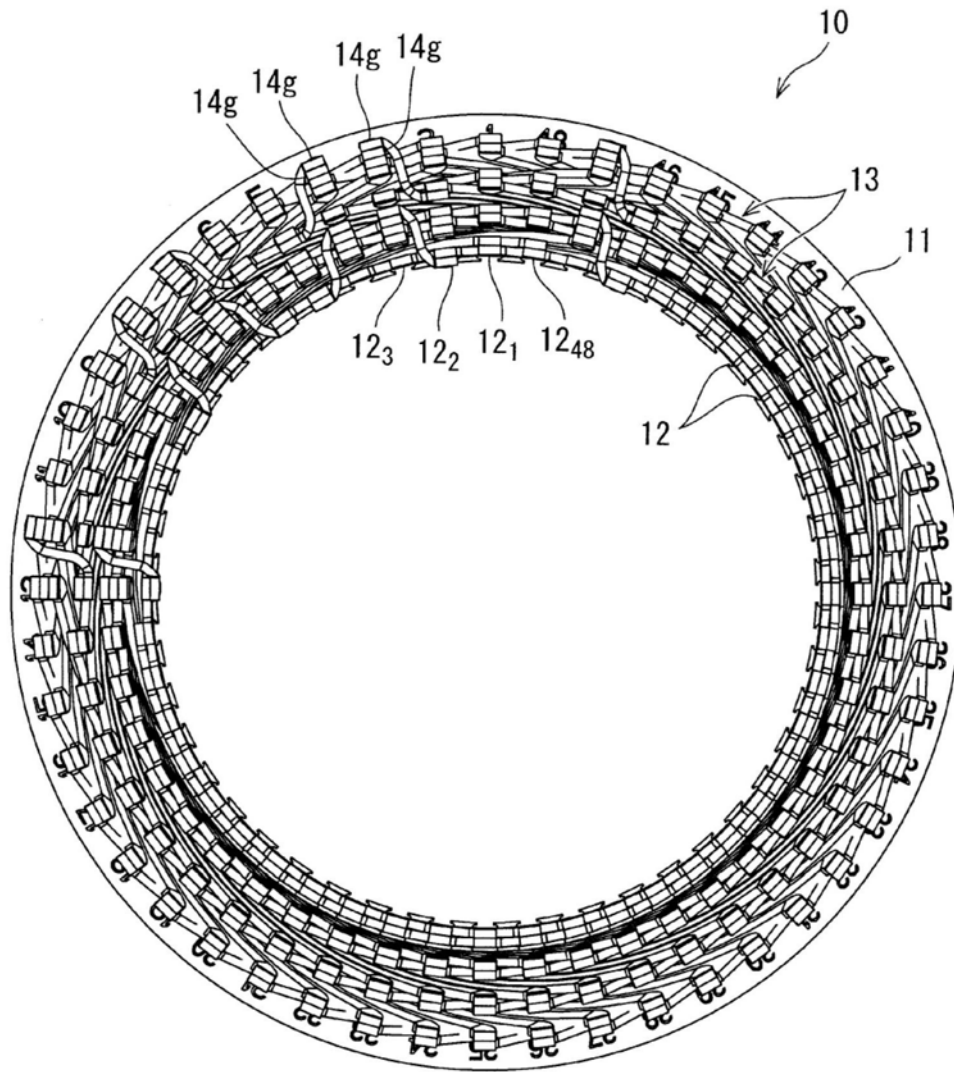


图6

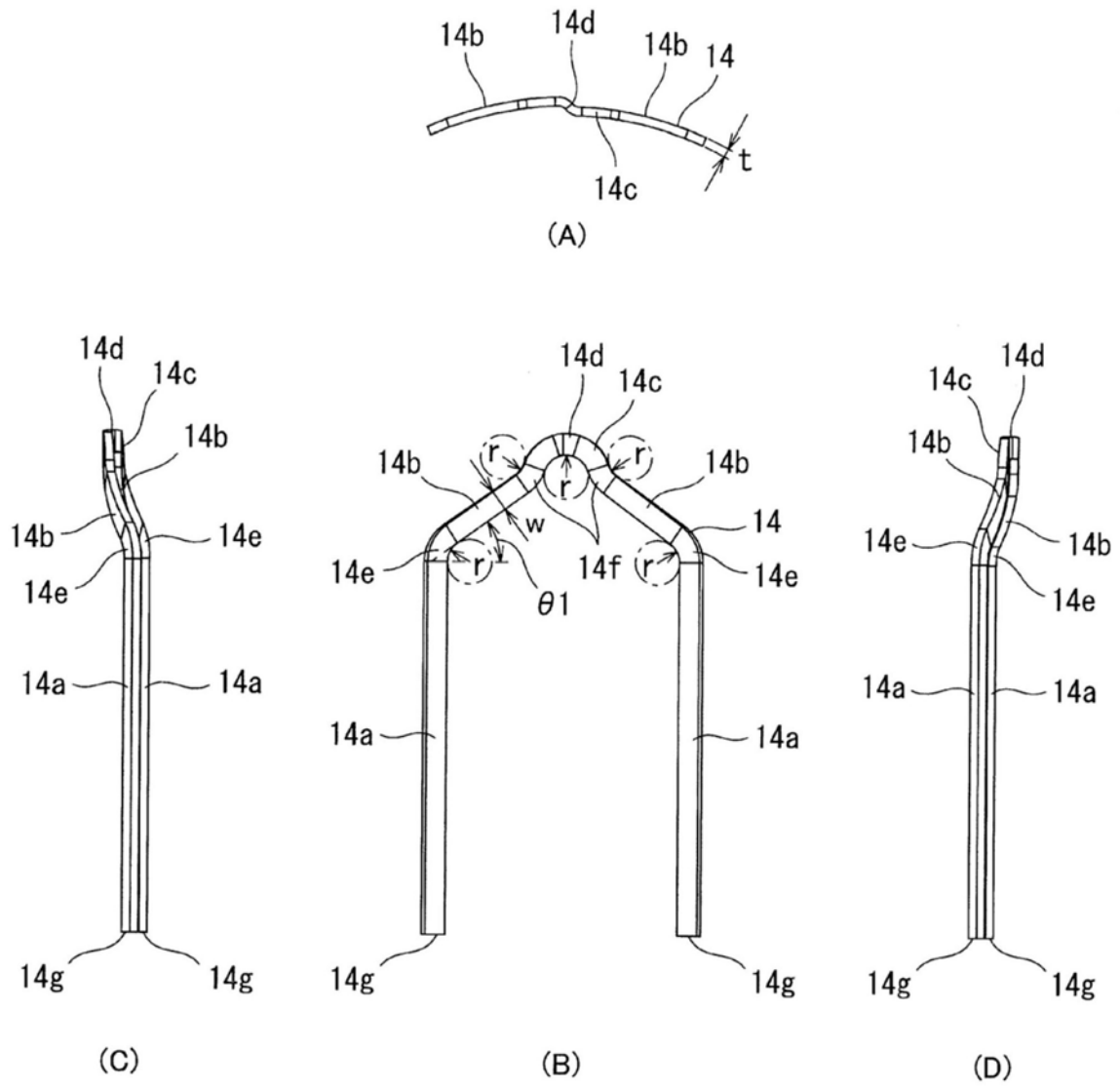


图7

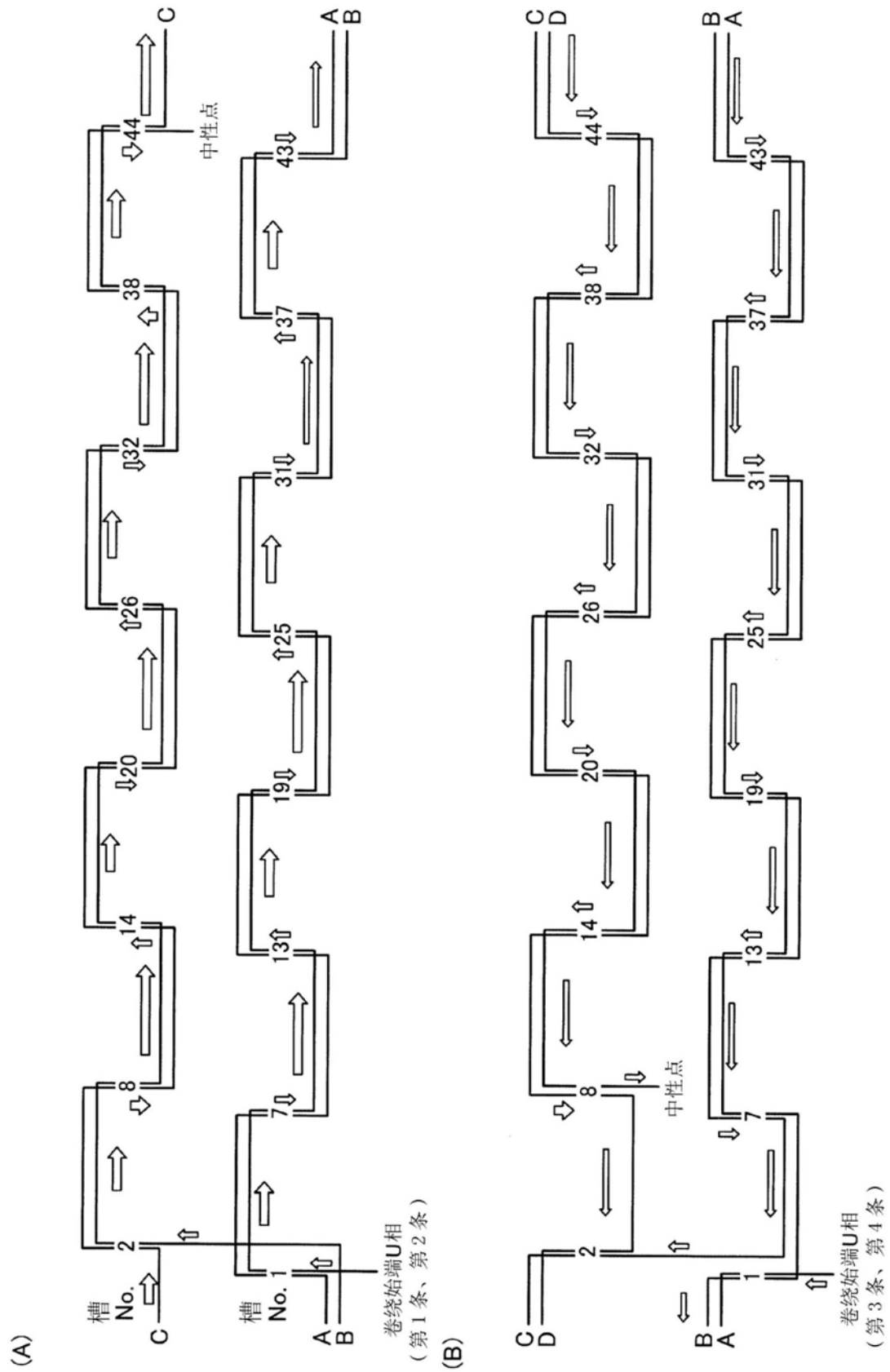


图8

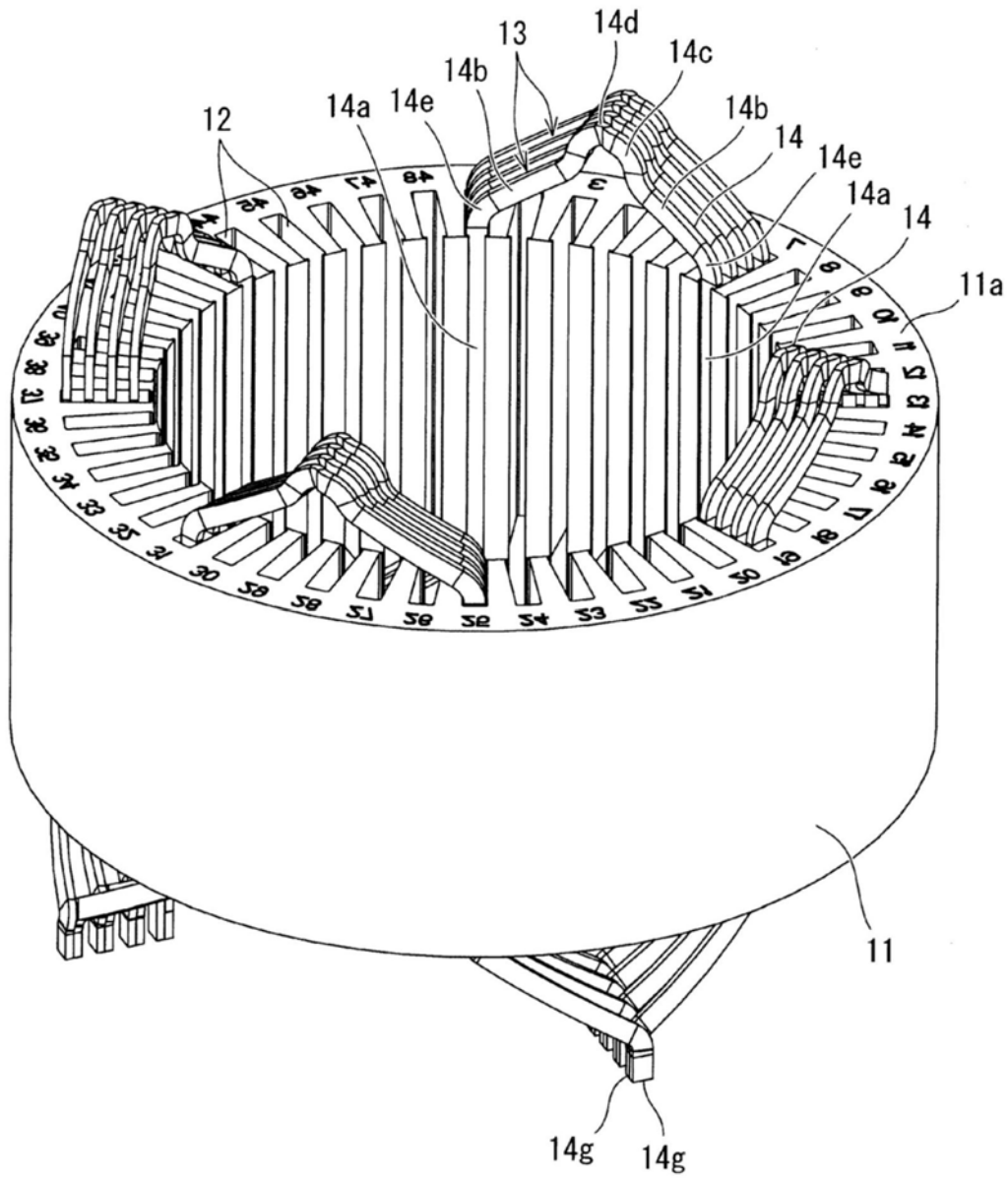


图9

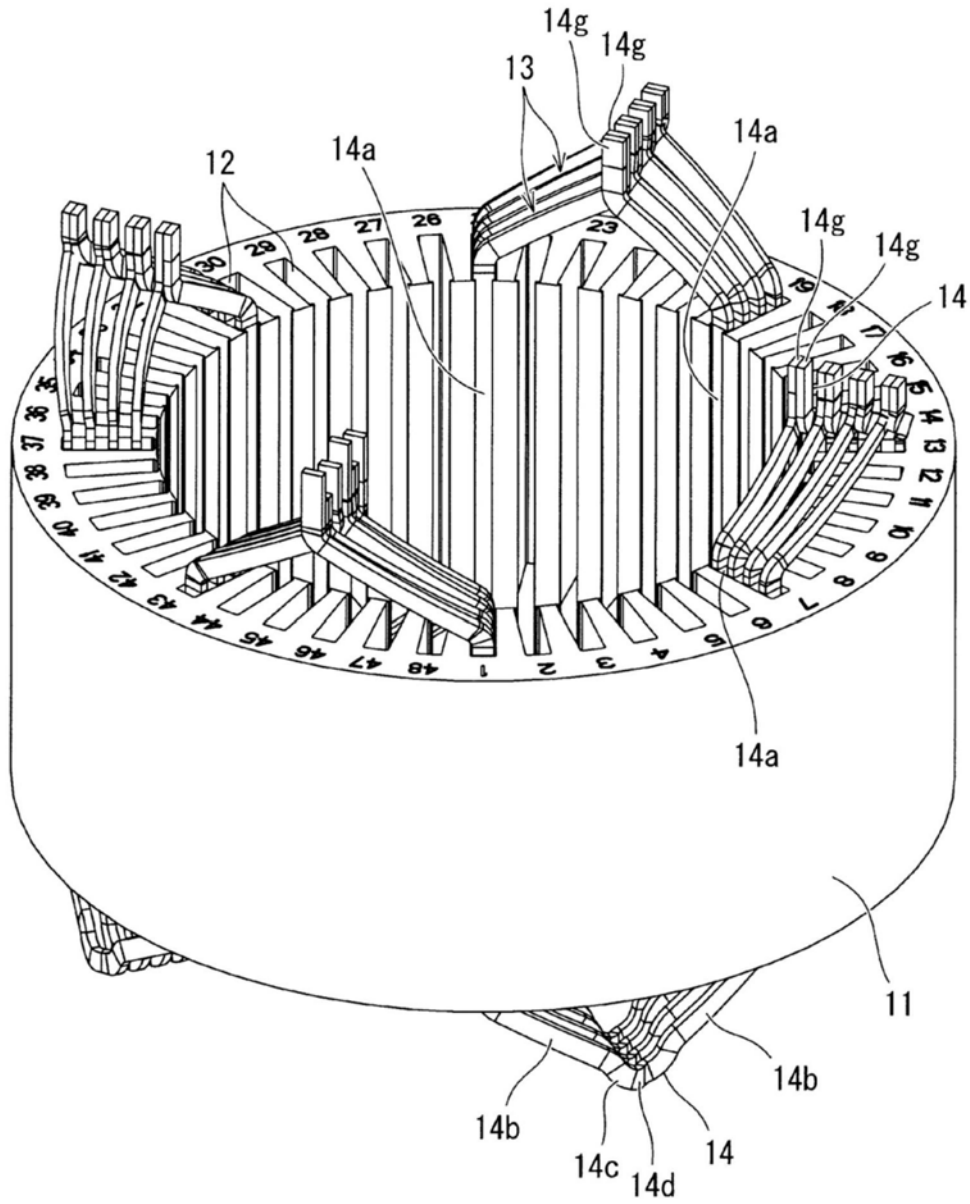


图10

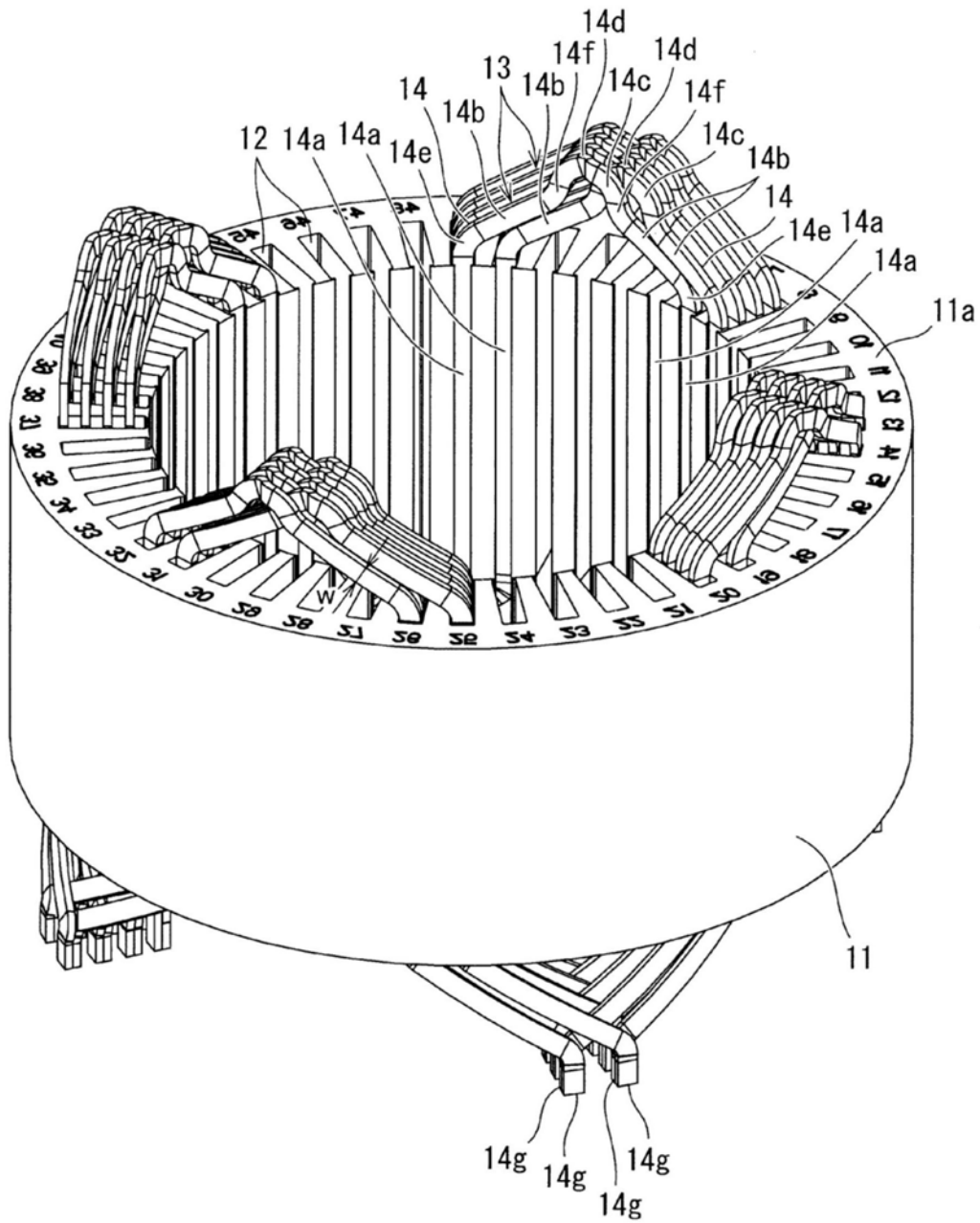


图11

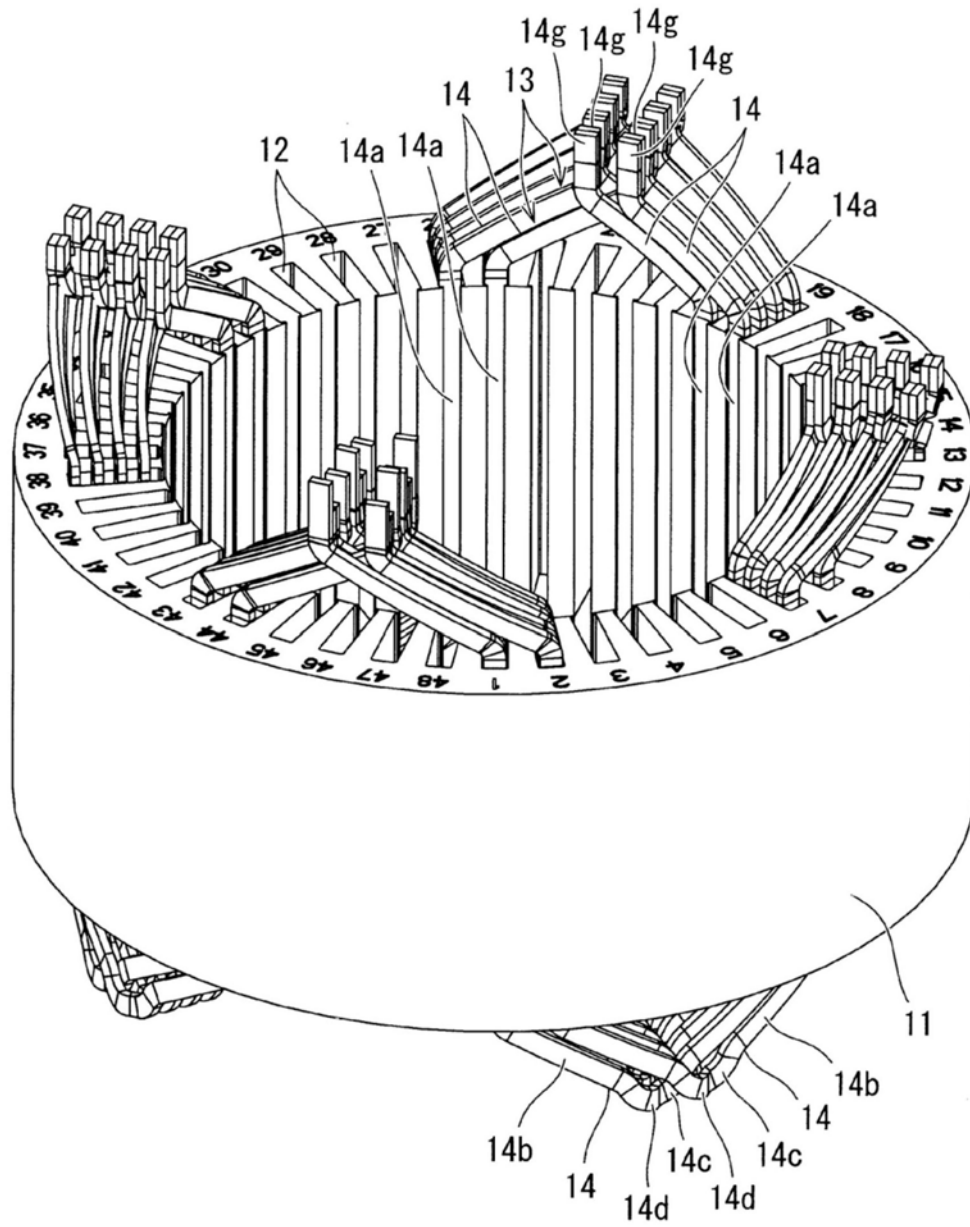


图12

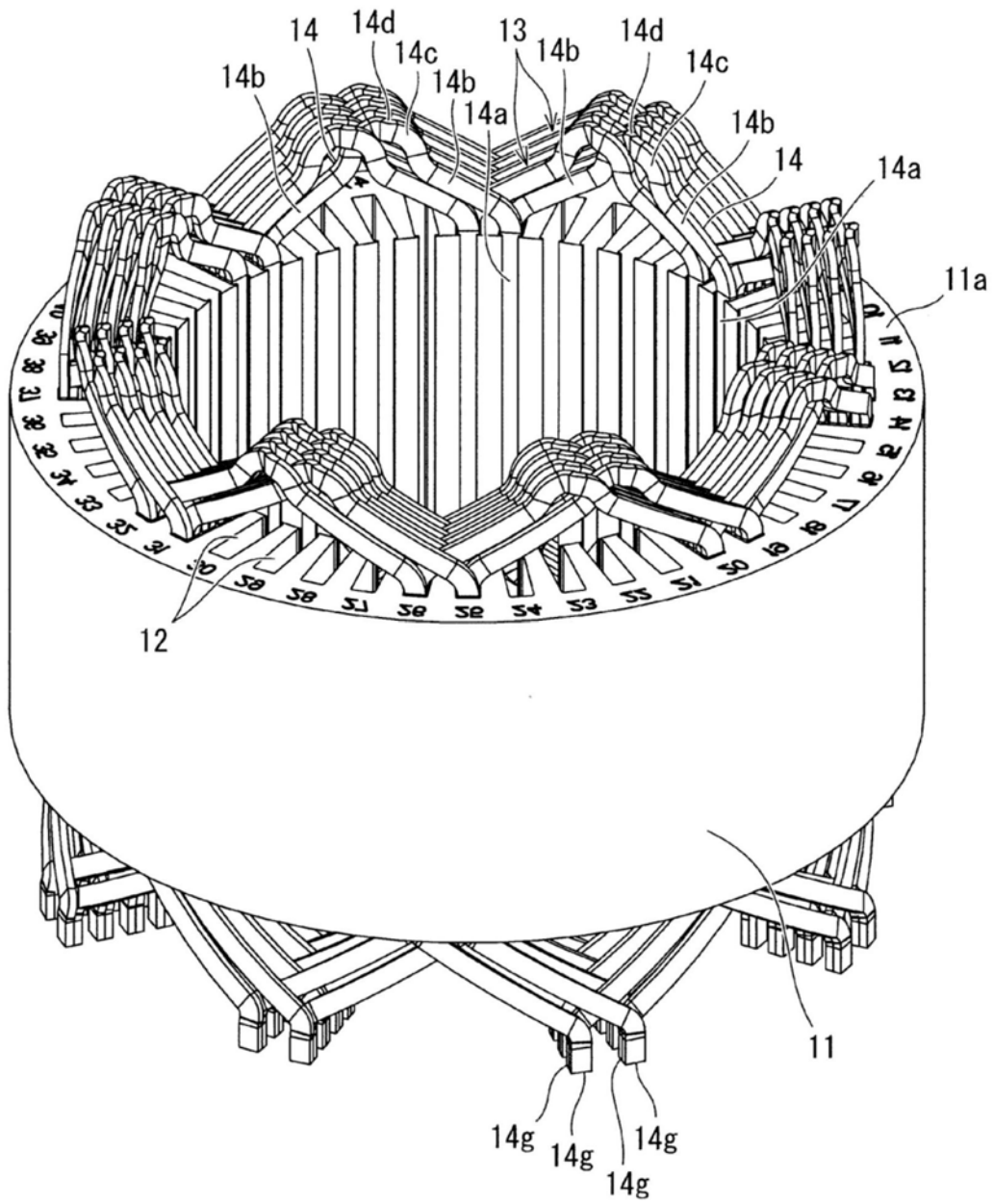


图13

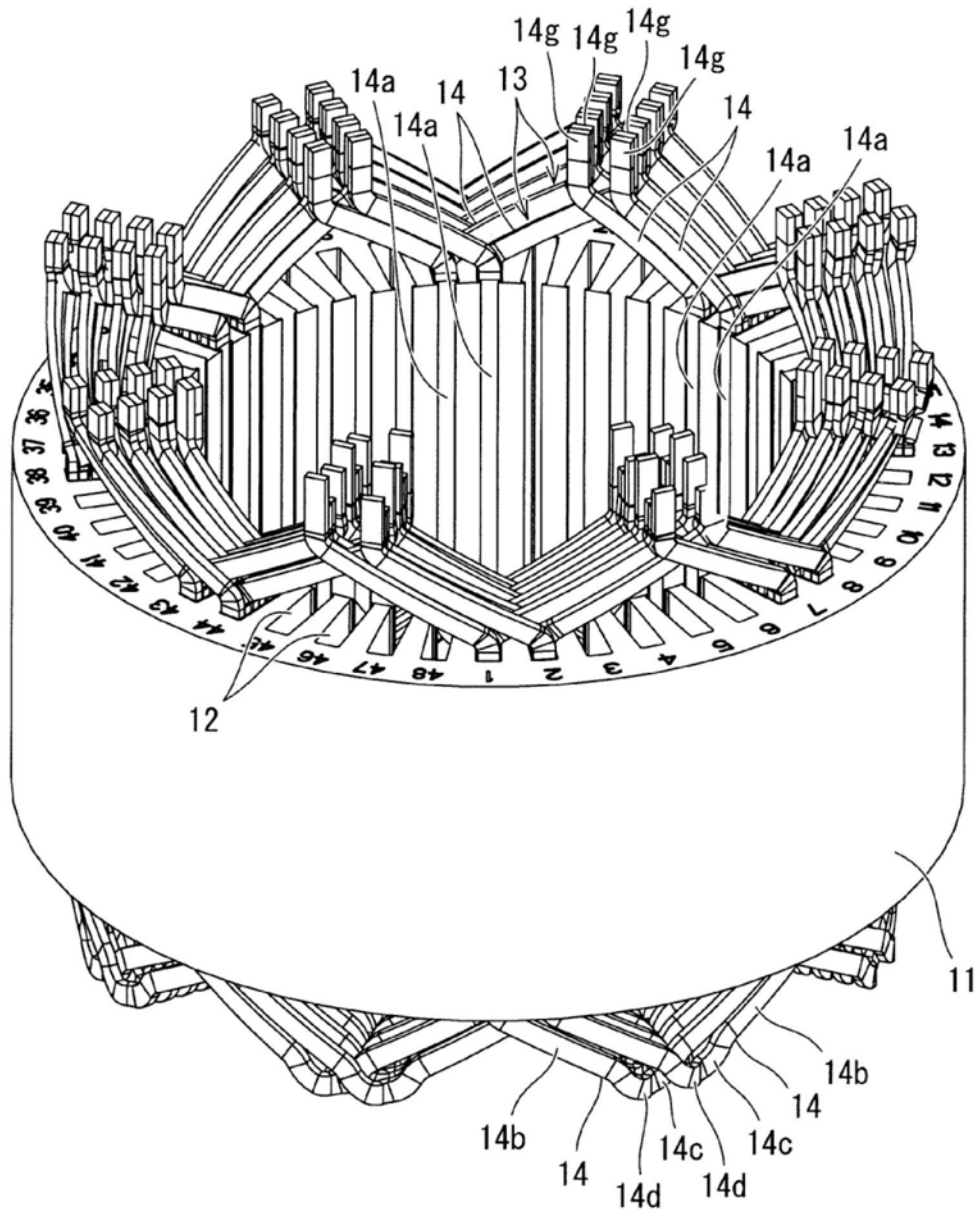


图14

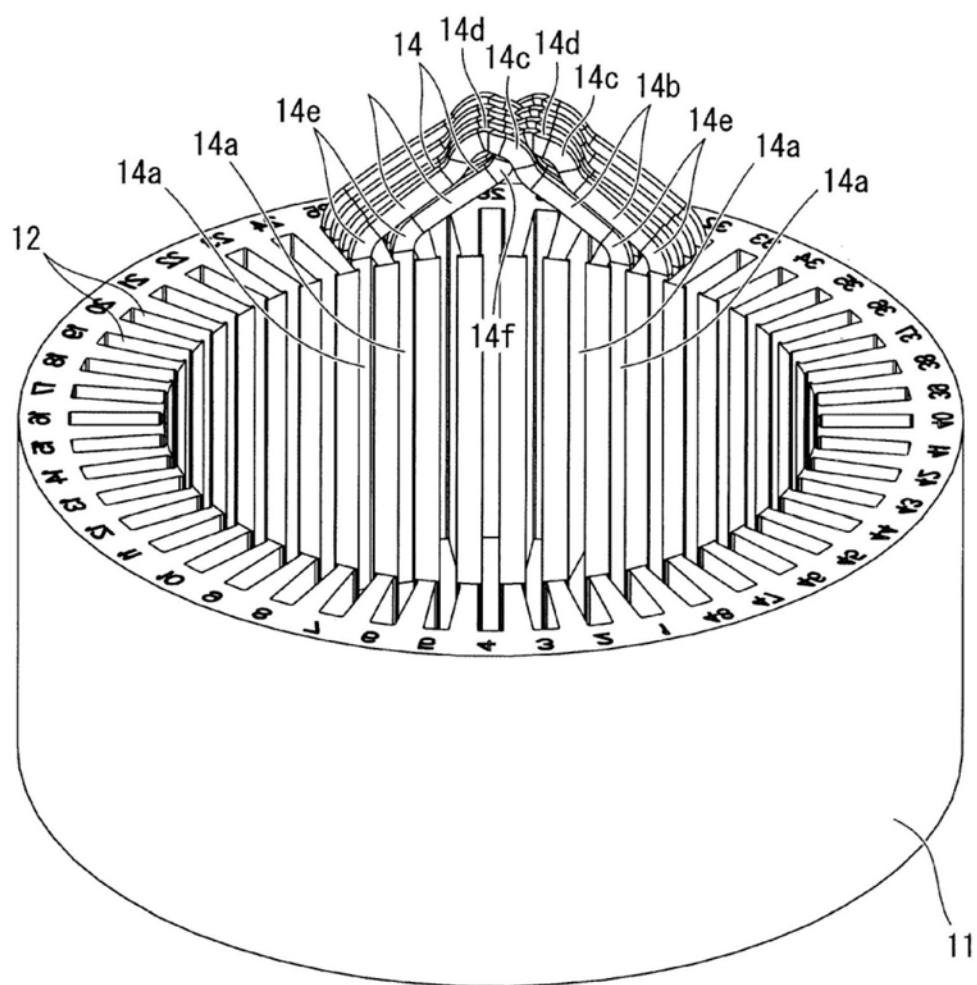


图15

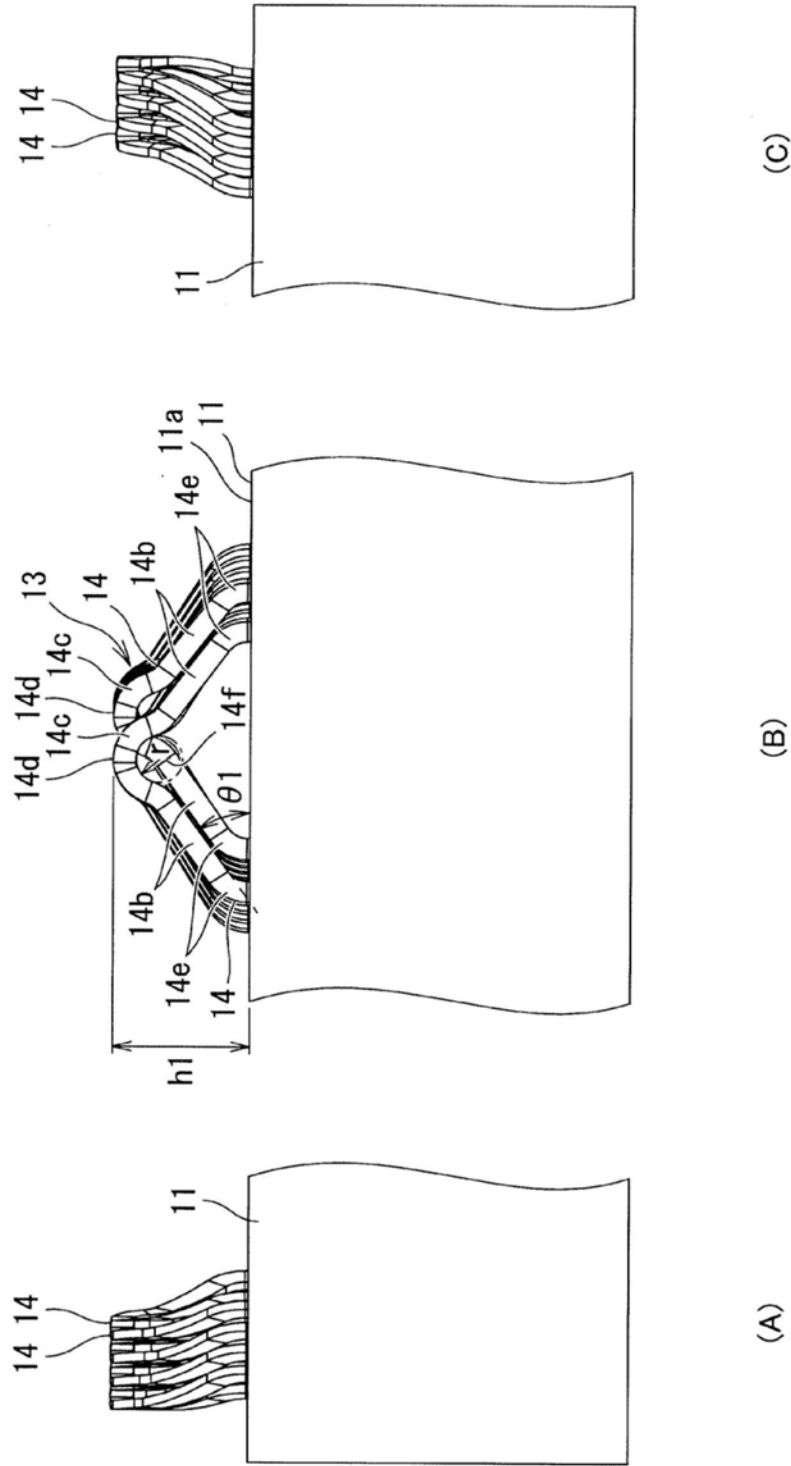


图16

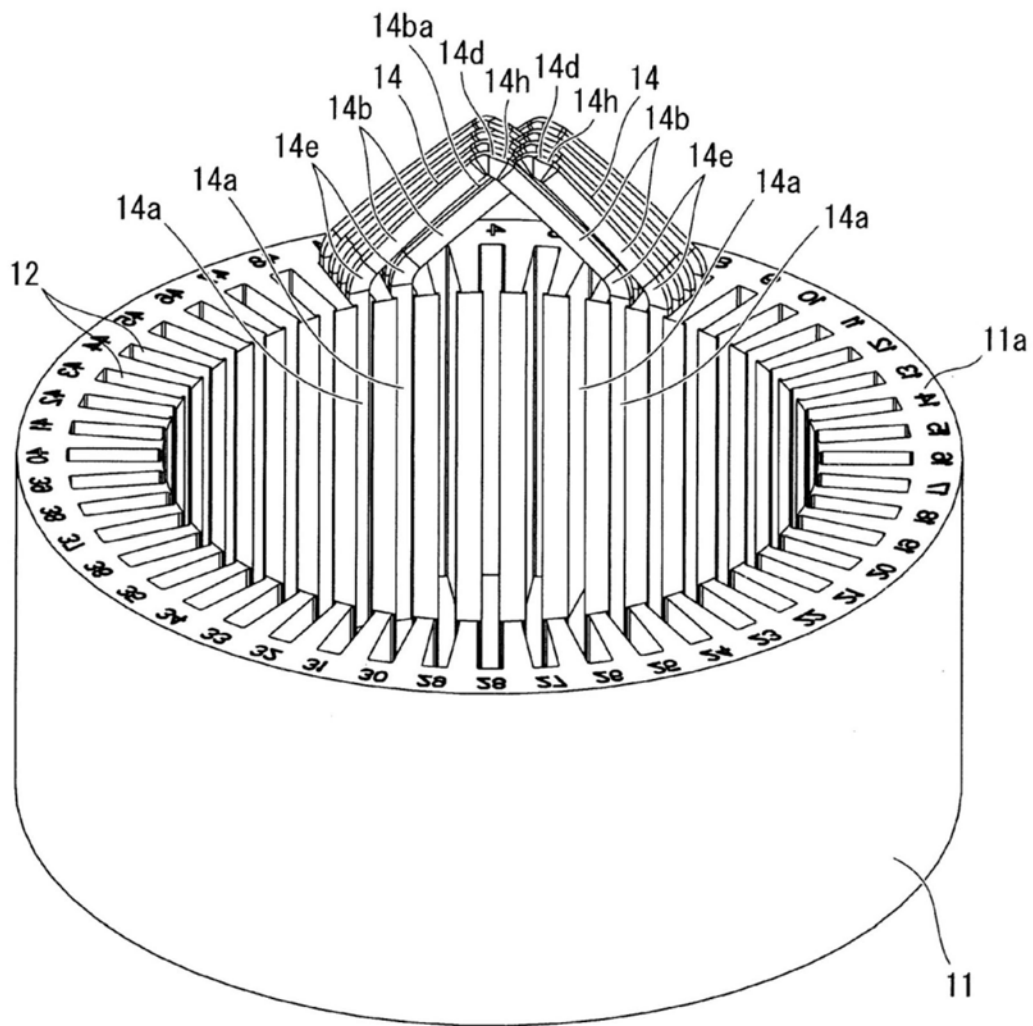


图17

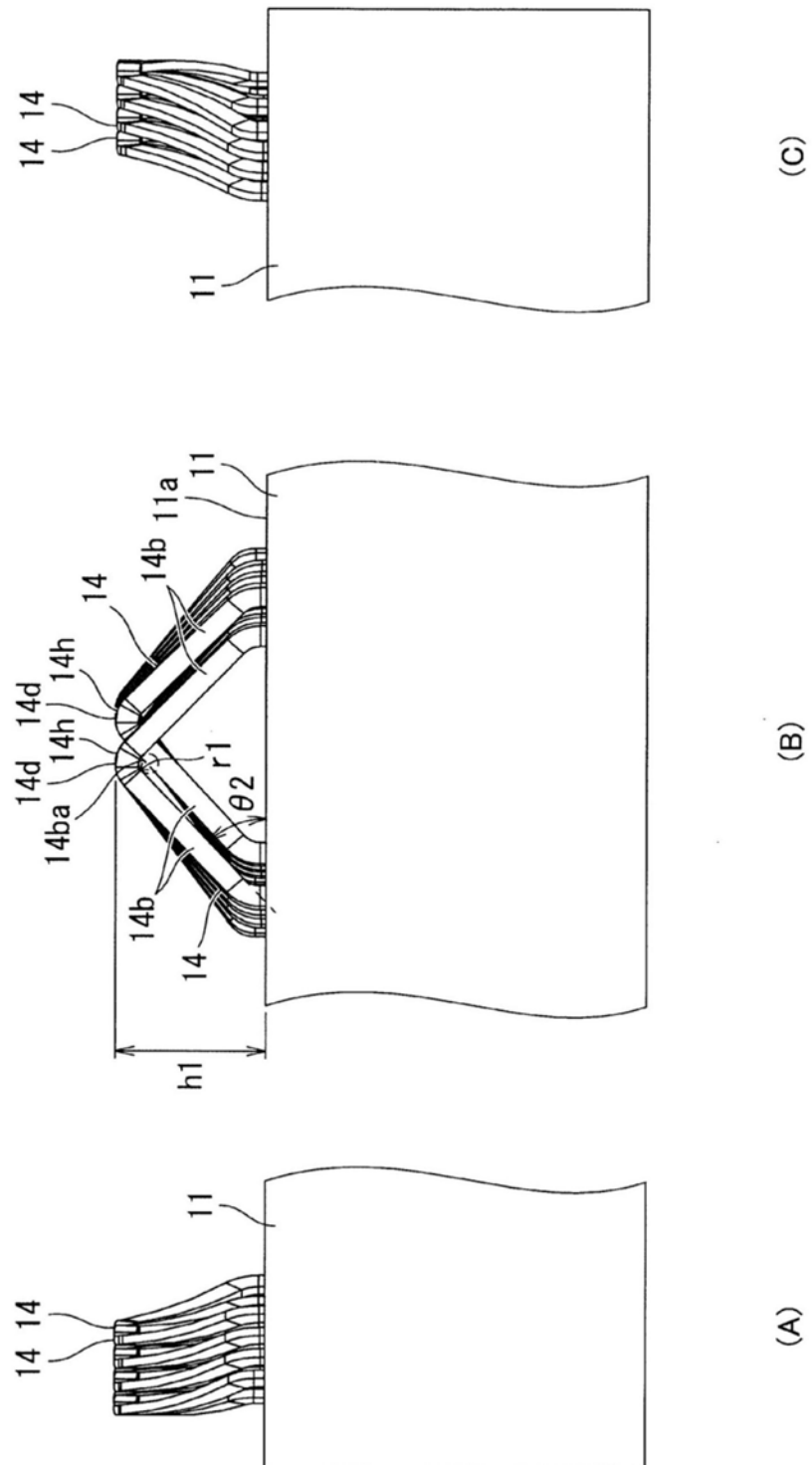


图18

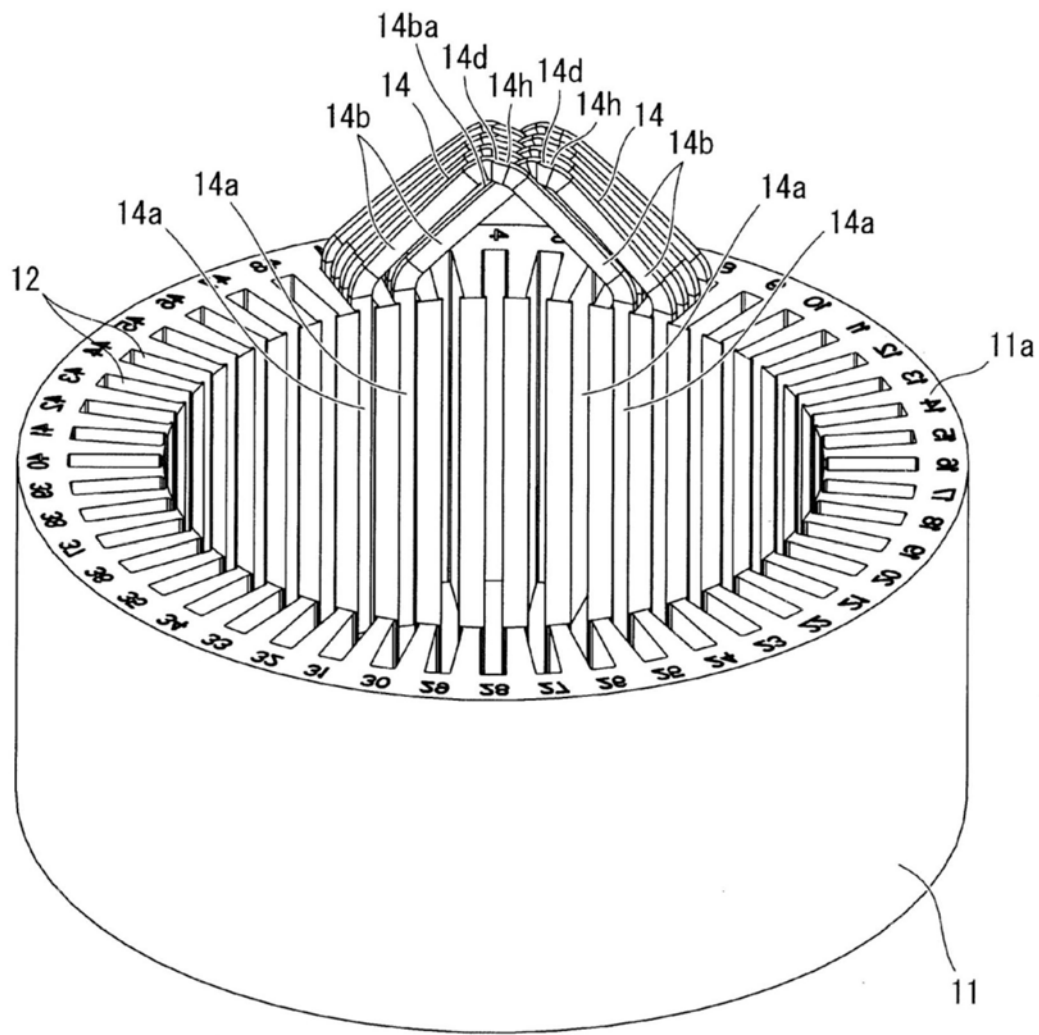


图19

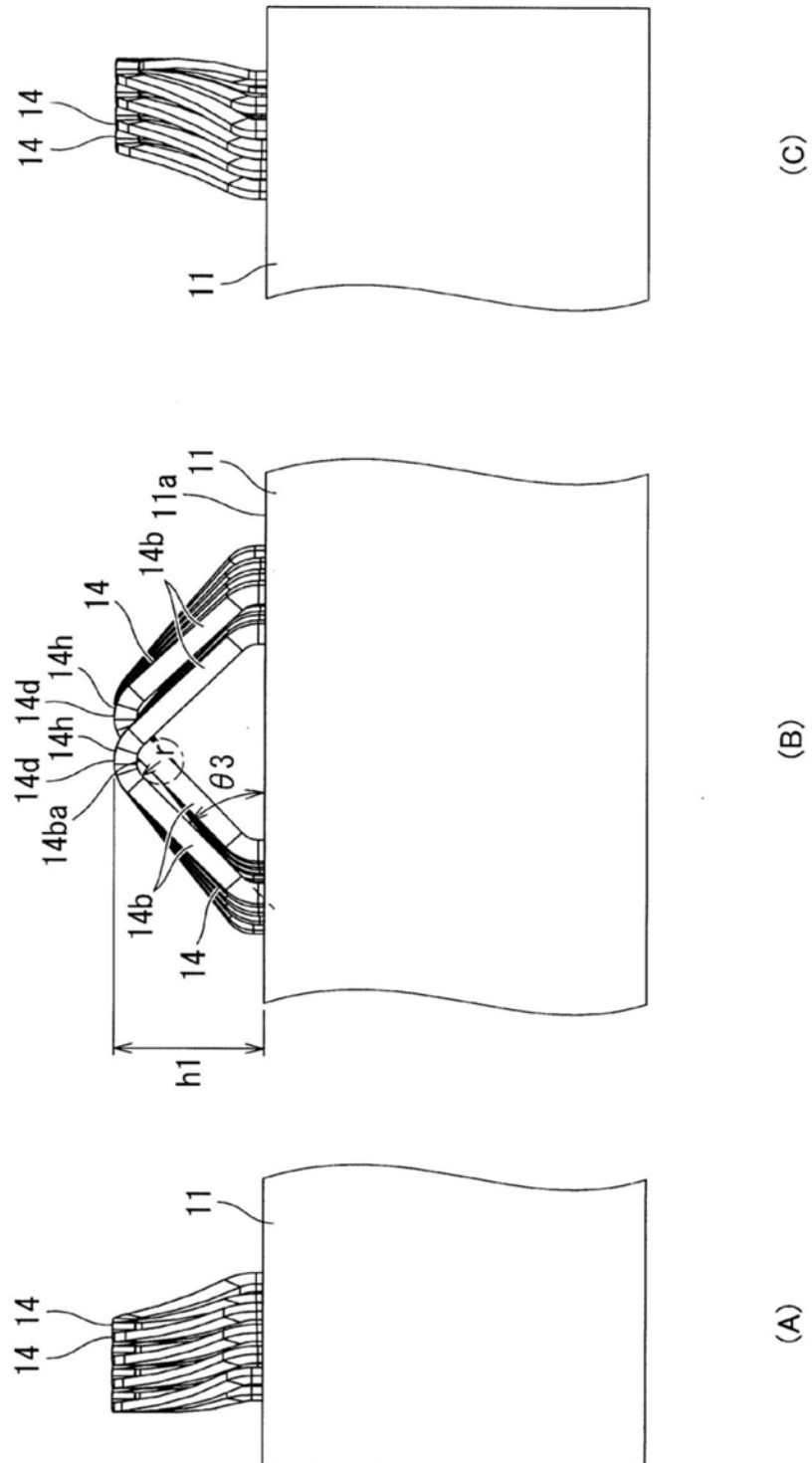


图20

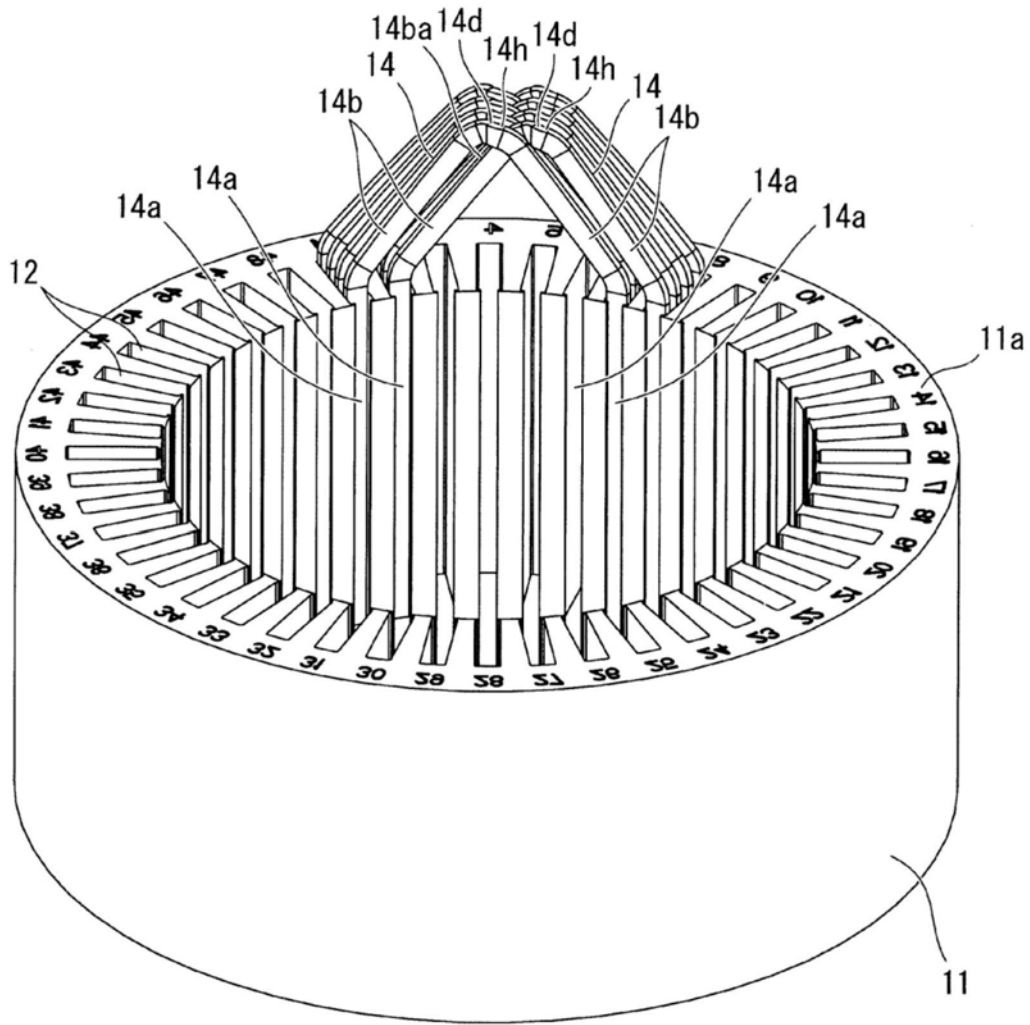


图21

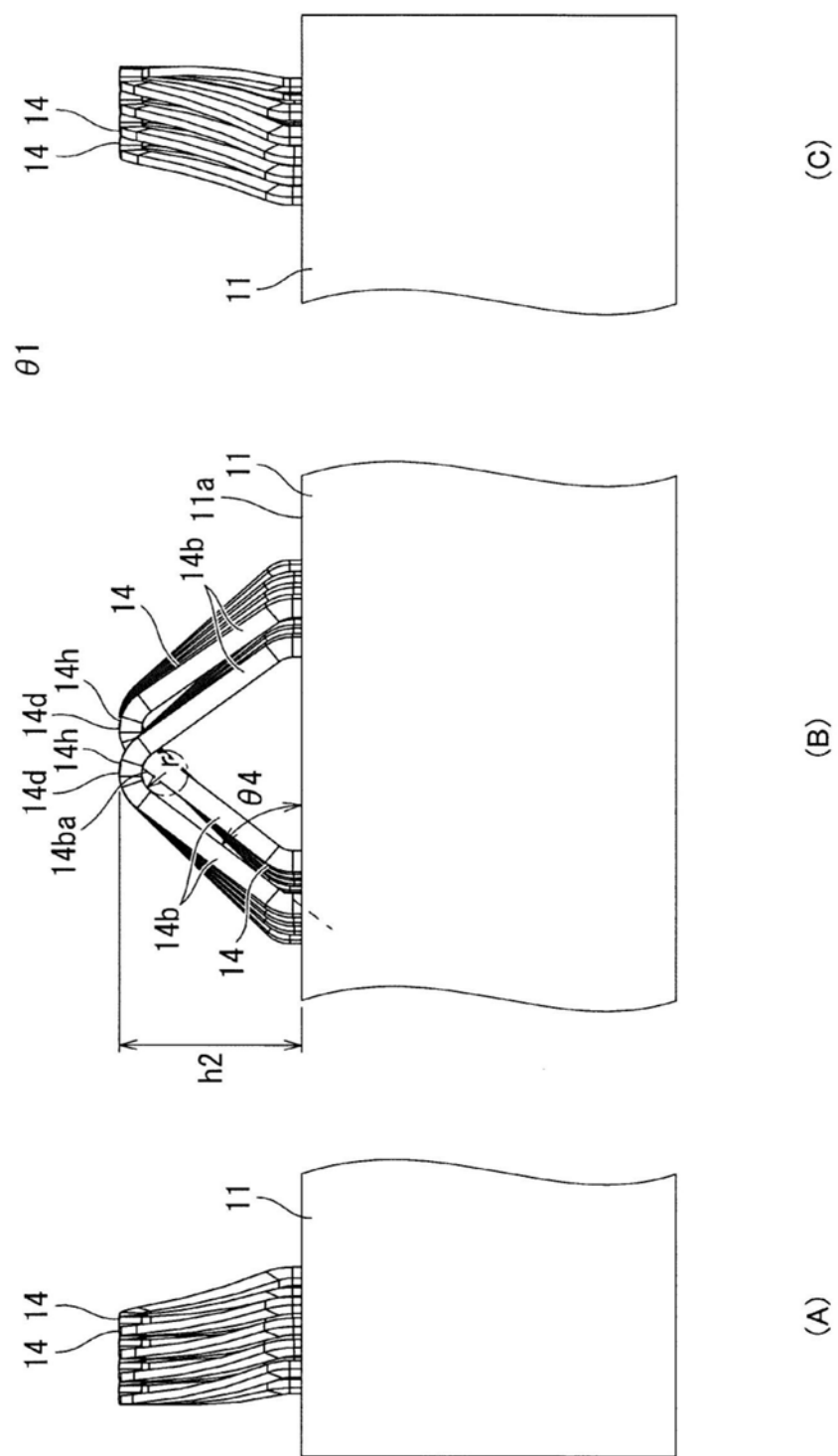


图22

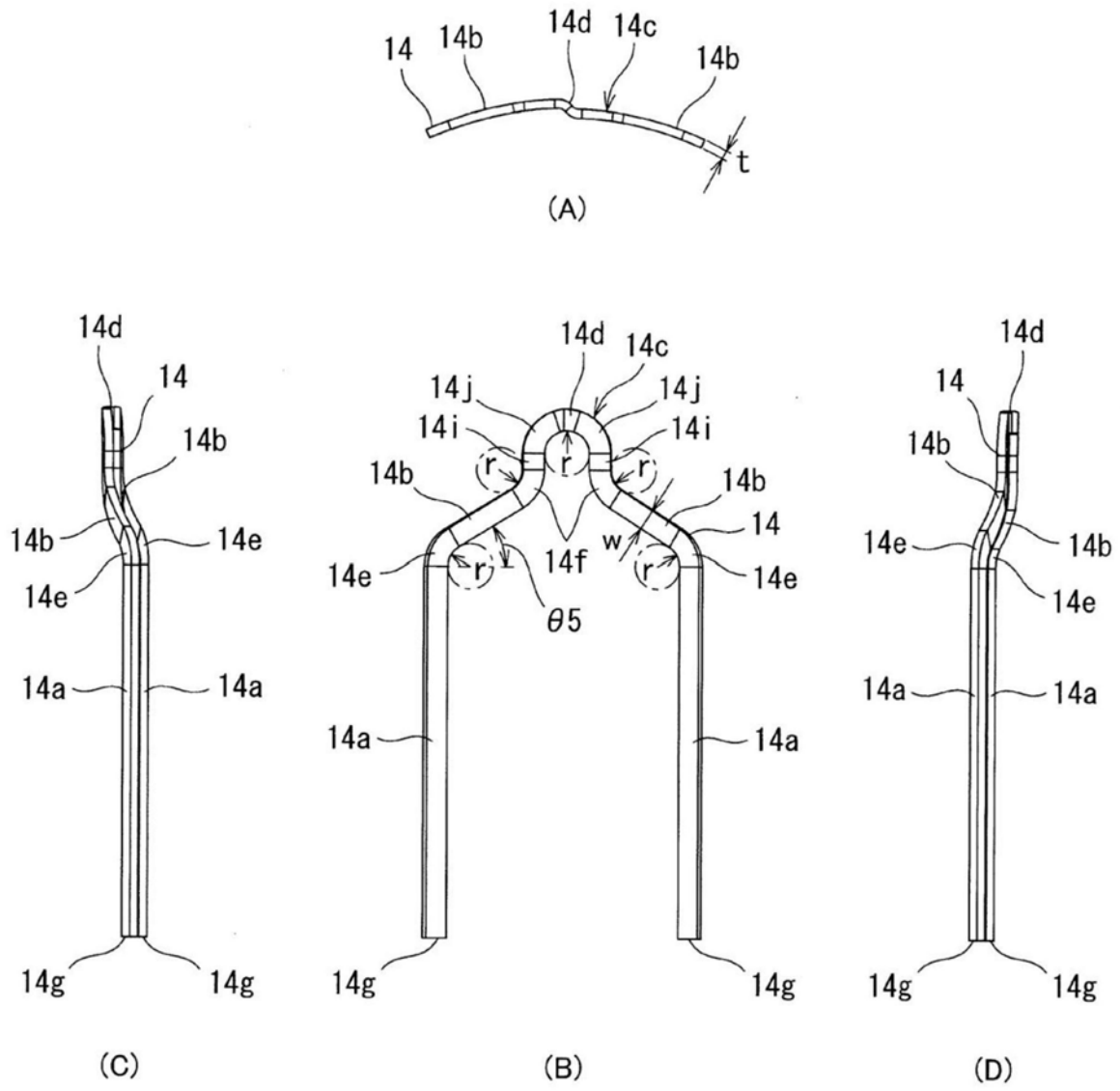


图23