

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02K 3/04

H02K 15/04



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02142721.6

[43] 公开日 2003年3月26日

[11] 公开号 CN 1405949A

[22] 申请日 2002.9.13 [21] 申请号 02142721.6

[30] 优先权

[32] 2001.9.17 [33] JP [31] 2001-281347

[71] 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 大桥笃志 浅尾淑人 泷泽拓志

大西行仪 细川弘

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

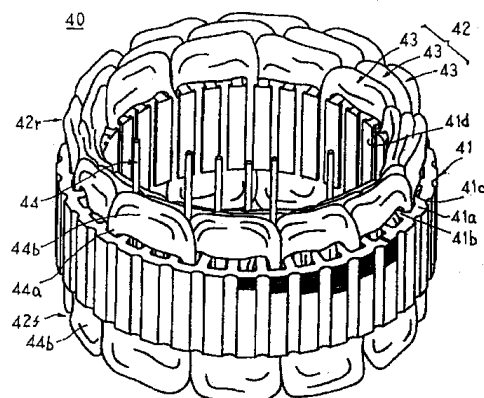
代理人 王宏祥

权利要求书3页 说明书23页 附图18页

[54] 发明名称 交流发电机的定子及其制造方法

[57] 摘要

本发明的目的在于，获得一种交流发电机的定子及其制造方法。定子绕组(42)具有各自在每3个切槽上卷装导线(44)构成的3个等分绕组(43)。并且，导线(44)的切槽容纳部(44a)成形为截面长方形，绕组端部(44b)形成圆形截面。采用本发明，可获得由等分绕组构成定子绕组、可抑止导线的绝缘薄膜发生的损伤、减少导线相互间的短路事故。



ISSN 1008-4274

1. 一种交流发电机的定子，具有定子铁心和定子绕组，所述定子铁心具有圆环状的铁心后部、从该铁心后部分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部、由相邻的该齿部划分的切槽以及从该齿部的定子铁心的前端部朝周向两端延伸的凸缘部，所述定子绕组由分别卷装在所述定子铁心的每隔规定切槽的所述切槽组成的切槽群上的多个绕组所构成，其特征在于，

所述各绕组是，将导线从所述切槽的两端延伸，在周向的两侧等分，分别进入在周向两侧隔开所述规定切槽的所述切槽内，在所述切槽群上等分绕线地卷绕而成，

所述导线是将收纳在所述切槽内的切槽收纳部成形为截面扁平形，将所述切槽收纳部的端部相互连结的绕组端部成形为截面大致圆形，

所述切槽收纳部沿径向至少排列成1列，多层状地收纳在所述切槽内。

2. 如权利要求1所述的交流发电机的定子，其特征在于，所述切槽收纳部的周向宽度与所述切槽的周向宽度大致一致，以径向重叠、排列成1列状地收纳在所述切槽内。

3. 如权利要求2所述的交流发电机的定子，其特征在于，所述切槽收纳部的周向宽度大于所述切槽的开口宽度。

4. 如权利要求1所述的交流发电机的定子，其特征在于，所述切槽形成内径侧前端尖的大致梯状，在所述定子绕组内，径向排列的所述切槽收纳部的扁平率形成从外径侧逐渐向内径侧缩小的形态，以符合于所述切槽的大致梯形的形状。

5. 如权利要求1所述的交流发电机的定子，其特征在于，在所述切槽收纳部与所述定子铁心的旋转轴端一侧的所述绕组端部的边界部，形成具有截面扁平形状的切槽开口通过部，该切槽开口通过部配置成其截面的长度方向与径向大致一致，并且，该周向宽度小于所述切槽的开口宽度。

6. 如权利要求1所述的交流发电机的定子，其特征在于，所述切槽是以每极每相为多个的比例形成。

7. 如权利要求1所述的交流发电机的定子，其特征在于，在由所述多个绕组的绕组端部构成的绕组端群上涂覆有绝缘性树脂。

8. 一种交流发电机的定子的制造方法，所述交流发电机的定子具有定子铁心和定子绕组，所述定子铁心具有圆环装的铁心后部、从该铁心后部分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部、由相邻的该齿部划分的切槽以及从该齿部的前端部朝周向两端延伸的凸缘部，所述定子绕组由分别卷装在所述定子铁心的每隔规定切槽的所述切槽组成的切槽群上的多个绕组所构成，该制造方法包括：

将磁性钢板层叠一体化、制作所述定子铁心的工序；

将成形为截面大致圆形的导线卷绕规定圈数形成环状、制作绕组单元的工序；

将所述绕组单元弯曲而使直线状的切槽容纳部的长度方向与径向大体一致并以规定切槽间距沿周向排列、约半数的该切槽容纳部的在 π 字状的绕组端部隔开该规定切槽间距的切槽容纳部的端部在内周侧和外周侧上交替连结、剩下的该切槽容纳部在 π 字状该绕组端部隔开该规定切槽间距的切槽容纳部的端部在内周侧和外周侧上交替连结、制作使连结所述约半数的该切槽容纳部的端部的所述绕组端部与连结所述剩下的该切槽容纳部的端部的所述绕组端部径向相对的星形图样的星形绕组单元的工序；

使所述星形绕组单元的所述切槽容纳部塑性变形为截面扁平的工序；

对所述星形绕组单元予以成形、将所述切槽容纳部的长度方向作成平行、并以所述规定切槽间距沿周向排列的圆筒状的等分绕组单元的制作工序。

将所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部的一部分穿通于构成切槽开口的所述凸缘部之间、同时将所述切槽容纳部插入所述切槽内而将该等分绕组单元从旋转轴向安装在所述定子铁心上的工序。

9. 如权利要求 8 所述的交流发电机的定子的制造方法，其特征在于，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序之前，具有将所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部朝径向内方弯曲的工序。

10. 如权利要求 8 所述的交流发电机的定子的制造方法，其特征在于，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序之前，具有使所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部的所述切槽容纳部侧塑性变形、形成具有扁平截面的切槽开口通过部的工序。

11. 如权利要求 8 所述的交流发电机的定子的制造方法，其特征在于，在使所述绕组端部的所述切槽容纳部侧塑性变形为截面扁平的工序中，对构成

所述星形绕组单元的所述切槽收纳部的全数一并进行冲压成形。

12. 如权利要求 8 所述的交流发电机的定子的制造方法，其特征在于，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序中，构成所述等分绕组单元的切槽收纳部的所述星形绕组单元的切槽收纳部在所述切槽的径向上并列成多层而安装在各切槽上，在使所述星形绕组单元的所述绕组端部塑性变形为截面扁平的工序中，对构成所述星形绕组单元的所述切槽收纳部的每层进行冲压成形，同时对各层的切槽收纳部进行冲压成形。

13. 如权利要求 8 所述的交流发电机的定子的制造方法，其特征在于，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序中，构成所述定子绕组的多个所述等分绕组单元是，将所述切槽收纳部各错开 1 个切槽间距而沿周向重叠成同心状，且一并安装在所述定子铁心上。

交流发电机的定子及其制造方法

技术领域

本发明涉及交流发电机，特别是涉及搭载在汽车等上、可小型化·高输出化的交流发电机的定子及其制造方法。

背景技术

传统的交流发电机的定子是将具有圆形截面的导线卷装在定子铁心的切槽上，再将收纳在切槽内的导线朝切槽深度方向推压，然后将定子铁心的齿部前端朝周向两侧推压而扩展，将切槽开口形成半开口而制成。

然而，在将圆形截面的导线收纳在切槽内的场合，存在的问题是因导线间必然产生的空间，故不能增大占积率（导线在切槽内所占的比例），不能增大发电机的输出功率。

另外，在将圆形截面的导线卷装在切槽上的场合，导线相互间在切槽内交叉，不能将导线以定位状态收纳在切槽内。若将该收纳状态的导线朝切槽深度方向推压，则会损伤导线表面的绝缘薄膜，引起导线相互间的短路。结果是存在着定子生产性低下的问题。

为了解决上述的问题，例如特开昭 63-194543 号公报提出了一种将绕组卷装在定子铁心上制成的交流发电机的定子，即：将圆形截面的导线卷绕规定圈数制作成绕组，将该绕组的收纳在切槽内的导线的部位加压成形为方形截面，然后将成形为方形截面的导线的部位插入切槽内而形成。

图 23 为例如特开昭 63-194543 号公报所记载的表示传统的交流发电机的定子的要部剖视图，图 24 至图 26 为分别说明传统的交流发电机的定子上的定子绕组形成方法的图，图 27 为表示传统的交流发电机定子上的定子绕组组装前的定子铁心的要部立体图，图 28 为说明传统的交流发电机定子上的定子铁心的凸缘部形成方法的图。

如图 23 所示，传统的交流发电机定子 1 具有定子铁心 2 和卷装在定子铁心 2 上的定子绕组 4。

定子铁心 2 的结构是将冲压成规定形状的钢板层叠规定层数进行制作，从圆环状铁心后部 6 朝径向内方延伸设置的齿部 7 以规定间距沿周向排列。并且，划分出切槽 3 相邻的齿部 7 间。另外，凸缘部 5 在各齿部 7 的前端部

形成朝周向两侧凸出的形状。该凸缘部 5 具有收集磁通的功能，同时具有将切槽 3 的开口约一半封住、防止定子绕组 4 脱出的作用。

定子绕组 4 被卷装在定子铁心 2 上，获得三相输出功率。并且，在各切槽 3 内，沿径向并排成 1 列地收纳有后述的将圆形截面的导线 11 的一部分加压变形而成的长方形截面的切槽收纳部 12a。

另外，在各切槽 3 内安装着耐热性高的绝缘子 8，以确保定子铁心 2 与定子绕组 4 的电气绝缘。

下面说明定子绕组 4 的形成方法。

首先如图 24 所示，将 1 根圆形截面的导线 11 绕卷规定圈数（例如 6 圈），形成大致长方形的长方形卷绕部 12，再将从该长方形卷绕部 12 延伸的导线 11 绕卷规定圈数，形成下一个长方形卷绕部 12，以此方法制作成具有多个长方形卷绕部 12 的叠绕绕组 10。

其次如图 25 所示，将叠绕绕组 10 的各长方形卷绕部 12 安装在加压成形机 13 上。此时，切槽收纳部 12a 重合成 1 列、并被插入由弹簧 16 滑动自如支持的滑块 14 与挡块 15 之间。并且，由推进器 17 朝箭头方向对切槽收纳部 12a 进行加压。由此，如图 26 所示，叠绕绕组 10 的切槽收纳部 12a 成形为长方形截面。另外，连结切槽收纳部 12a 间的绕组端部 12b 形成圆形截面。

这种结构的叠绕绕组 10，将切槽收纳部 12a 从内周侧插入如图 27 所示的定子铁心 2 的各切槽 3 内。此时，叠绕绕组 10 的切槽收纳部 12a 插入在每 3 个切槽的切槽 3 内，卷绕在定子铁心 2 上。并且，在各切槽 3 内安装着图 28 (a) 所示的绝缘子 8，沿径向并排成 1 列地收纳有 6 层切槽收纳部 12a。另外，3 个叠绕绕组 10 将插入有切槽收纳部 12a 的切槽 3 各错开 1 个切槽而卷装在定子铁心 2 上，构成定子绕组 4。

然后，在定子铁心 2 的齿部 7 的前端面，由滚轮等（未图示）向图 28 (b) 的箭头 F 所示的方向进行加压。由此，冲压出形成于齿部 7 前端部的贯通孔 9，将贯通孔 9 的周向两侧的部位向周向外侧压出，形成凸缘部 5。

在这种传统的定子 1 的各切槽 3 内，沿径向并排成 1 列地收纳有 6 层长方形截面的切槽收纳部 12a。并且，从 1 个切槽 3 引出、被引入周向一侧隔开 3 个切槽的下一个切槽 3 的各叠绕绕组 10 的 6 根绕组端部 12b 的束各自沿周向以 6 个切槽间距进行排列，构成绕组端群。在这些绕组端群中，绕组端部 12b 的束在径向上的重合最多是 3 束。

在这种结构的传统的定子 1 中，叠绕绕组 10 的切槽收纳部 12a 因在插入切槽 3 之前形成了长方形截面，故在收纳于切槽 3 内的切槽收纳部 12a 间不容易产生间隙。结果是可提高占积率，增大发电机的输出。

另外，由于在使用 1 根导线 11 形成叠绕绕组 10 之后，由加压成形机 13 将叠绕绕组 10 的长方形卷绕部 12 的切槽收纳部 12a 加压变形为长方形截面，因此，可在定位状态下将切槽收纳部 12a 放置在滑块 14 与挡块 15 之间，可抑止因加压变形所发生的导线 11 的绝缘薄膜的损伤。结果是可抑止导线 11 相互间产生短路，可防止定子 1 生产性下降。

又由于绕组端部 12b 具有圆形截面，因此可抑止因绕组端部 12b 相互间磨擦所发生的绝缘薄膜的损伤，可提高绝缘性。

在现有的交流发电机的定子 1 中，由于是将 3 个叠绕绕组 10 插入有切槽收纳部 12a 的切槽 3 各错开 1 个切槽而卷装在定子铁心 2 上，因此，在定子铁心 2 的旋转轴端侧，6 根绕组端部 12b 的束在径向上的重合最多是 3 束。由此，因绕组端部 12b 的束间的干扰引起的较大弯曲应力会作用于绕组端部 12b。这种弯曲应力集中在切槽收纳部 12a 与绕组端部 12b 的边界部，存在着该边界部的绝缘薄膜损伤和导线 11 相互间产生短路事故的问题。

另外，在现有的交流发电机的定子的制造方法中，叠绕绕组 10 的切槽收纳部 12a 从内周侧插入定子铁心 2 的各切槽 3 内，然后从内周侧推压齿部 7 的前端面，使齿部 7 的前端部塑性变形，形成向周向两侧延伸的凸缘部 5，因此凸缘部 5 的形状会产生偏差。结果是在将定子 1 搭载在交流发电机上时，磁性回路不均衡，存在着电磁声恶化的问题。

本发明就是为了解决上述课题，其目的在于，提供如下结构的交流发电机的定子及其制造方法，即：由等分绕组构成定子绕组，将从 1 个切槽延伸出的绕组端部在周向两侧等分，以减少将各切槽的切槽收纳部连结的绕组端部的根数，减小因绕组端部的束间的干扰引起的弯曲应力，可抑止导线的绝缘薄膜发生的损伤，减小导线相互间的短路事故。

又一目的在于，提供如下结构的交流发电机的定子的制造方法，即：将定子绕组的切槽收纳部从旋转轴向插入定子铁心的各切槽，在定子铁心成形时，可通过冲压成形将凸缘部与齿部的前端一体形成，可减少搭载在交流发电机上时的电磁声的恶化。

本发明内容

本发明的交流发电机的定子具有定子铁心和定子绕组，所述定子铁心具有圆环状的铁心后部、从该铁心后部分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部、由相邻的该齿部划分的切槽以及从该齿部的定子铁心的前端部朝周向两端延伸出的凸缘部，所述定子绕组由分别卷装在所述定子铁心的每隔规定切槽的所述切槽组成的切槽群上的多个绕组所构成，其特征在于，

所述各绕组是，将导线从所述切槽的两端延伸，在周向的两侧等分，分别进入在周向的两侧隔开所述规定切槽的所述切槽内，在所述切槽群上等分绕线地卷绕而成，

所述导线是，将收纳在所述切槽内的切槽收纳部成形为截面扁平形，将所述切槽收纳部的端部相互之间连结的绕组端部成形为截面大致圆形，

所述切槽收纳部沿径向至少排列成1列，多层状地收纳在所述切槽内。

另外，所述切槽收纳部的周向宽度与所述切槽的周向宽度大体一致，以径向重叠、排列成1列状地收纳在所述切槽内。

另外，所述切槽收纳部的周向宽度大于所述切槽的开口宽度。

另外，所述切槽形成内径侧作成前端尖的大致梯形状，在所述定子绕组内，径向排列的所述切槽收纳部的扁平率形成从外径侧逐渐向内径侧缩小的形态，以适合所述切槽的大致梯形的形状。

另外，在所述切槽收纳部与所述定子铁心的旋转轴端一侧的所述绕组端部的边界部，形成具有截面扁平形状的切槽开口通过部，该切槽开口通过部配置成其截面的长度方向与径向大体一致，并且，该周向宽度小于所述切槽的开口宽度。

另外，所述切槽是以每极每相为多个的比例而形成。

另外，在由所述多个绕组的绕组端部构成的绕组端群上涂覆有绝缘性树脂。

另外，在本发明的交流发电机的定子的制造方法中，所述交流发电机的定子具有定子铁心和定子绕组，所述定子铁心具有圆环装的铁心后部、从该铁心后部分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部、由相邻的该齿部划分的切槽和以及从该齿部的前端部朝周向两端延伸出的凸缘部，所述定子绕组由分别卷装在所述定子铁心的每规定切槽的所述切槽组成的切槽群上的多个等分绕组所构成，该制造方法的特征在于，包括：

将磁性钢板层叠一体化、制作所述定子铁心的工序；

将成形为截面大致圆形的导线卷绕规定圈数形成环状、制作绕组单元的工序；

将所述绕组单元弯曲而使直线状的切槽收纳部的长度方向与径向大体一致并以规定切槽间距沿周向排列、约半数的该切槽收纳部的在 π 字状绕组端部隔开该规定切槽间距的切槽收纳部的端部在内周侧和外周侧上交替连结、剩下的该切槽收纳部在 π 字状该绕组端部隔开该规定切槽间距的切槽收纳部的端部在内周侧和外周侧上交替连结、从而制作使连结所述约半数的该切槽收纳部的端部的所述绕组端部与连结所述剩下的该切槽收纳部的端部的所述

元的立体图。

图 6 为表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机定子上的等分绕组单元的要部放大图。

图 7 为对本发明实施形态 1 的交流发电机定子的制造方法中的将等分绕组单元安装在定子铁心上的工序进行说明的工序图。

图 8 为说明本发明实施形态 1 的交流发电机定子的制造方法中的将等分绕组单元安装在定子铁心上的安装过程的要部剖视图。

图 9 为表示本发明实施形态 2 的车辆用交流发电机定子上的定子绕组的切槽收纳状态的局部剖视图。

图 10 为说明本发明实施形态 3 的交流发电机定子的制造方法中的星形绕组单元制造工序的工序图。

图 11 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子的立体图。

图 12 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子上的定子绕组的切槽收纳状态的局部剖视图。

图 13 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子上的 1 相的等分绕组单元的立体图。

图 14 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子上的 1 相的等分绕组单元的要部放大图。

图 15 为表示本发明实施形态 5 的车辆用交流发电机定子的要部的立体图。

图 16 为说明本发明实施形态 5 的车辆用交流发电机定子的定子绕组上的 1 相的等分绕组单元的接线状态的端面图。

图 17 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组装配的制造方法的示图。

图 18 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组装配的制造方法的图。

图 19 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组装配的制造方法的图。

图 20 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组装配的侧视图。

图 21 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组装配的绕组结构的立体图。

图 22 为说明本发明实施形态 5 的交流发电机定子的制造方法的工序剖视图。

绕组端部在径向相对的星形图样的星形绕组单元的工序；

使所述星形绕组单元的所述切槽收纳部塑性变形为截面扁平的工序；

对所述星形绕组单元进行成形、将所述切槽收纳部的长度方向作成平行、并以所述规定切槽间距沿周向排列的圆筒状的等分绕组单元的制作工序；

将所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部的一部分贯通于构成切槽开口的所述凸缘部之间、同时将所述切槽收纳部插入所述切槽内而将该等分绕组单元从旋转轴向安装在所述定子铁心上的工序。

另外，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序之前，具有将所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部朝径向内方弯曲的工序。

另外，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序之前，具有使所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部的所述切槽收纳部侧塑性变形而形成具有扁平截面的切槽开口通过部的工序。

另外，在使所述星形绕组单元的所述切槽收纳部侧塑性变形为截面扁平的工序中，对构成所述星形绕组单元的所述切槽收纳部的全数一并进行冲压成形。

另外，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序中，构成所述等分绕组单元的切槽收纳部的所述星形绕组单元的切槽收纳部沿所述切槽的径向并排成多层而安装在各切槽上，在使所述星形绕组单元的所述绕组端部塑性变形为截面扁平的工序中，对构成所述星形绕组单元的所述切槽收纳部的每层进行冲压成形，同时对各层的切槽收纳部进行冲压成形。

另外，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序中，构成所述定子绕组的多个所述等分绕组单元是，将所述切槽收纳部沿周向各错开 1 个切槽间距地重叠成同心状，且一并安装在所述定子铁心上。

附图的简单说明

图 1 为表示本发明实施形态 1 的搭载有定子的车辆用交流发电机的纵剖视图。

图 2 为表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机定子的立体图。

图 3 为表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机定子上的定子绕组的切槽收纳状态的局部剖视图。

图 4 为说明本发明实施形态 1 的交流发电机定子的制造方法中的星形绕组单元制造工序的工程图。

图 5 为表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机定子上的等分绕组单

图 23 为表示现有交流发电机定子的要部剖视图。

图 24 为说明现有交流发电机定子上的定子绕组形成方法的示图。

图 25 为说明现有交流发电机定子上的定子绕组形成方法的示图。

图 26 为说明现有交流发电机定子上的定子绕组形成方法的示图。

图 27 为表示现有交流发电机定子上的定子绕组组装前的定子铁心的要部立体图。

图 28 为说明现有交流发电机定子上的定子铁心的凸缘部形成方法的示图。

实施方式

下面，参照附图说明本发明的实施形态。

实施形态 1

图 1 为表示本发明实施形态 1 的搭载有定子的车辆用交流发电机 20 的纵剖视图，图 2 为表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机 20 的定子立体图，图 3 为表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机 20 定子上的定子绕组的切槽收纳部状态的局部剖视图。

如图 1 所示，该车辆用交流发电机 20 包括：由各自呈大致碗形的铝制的前支架 21 和后支架 22 构成的壳体 23；设置在该壳体 23 内、一端部固定有皮带轮 24 的旋转轴 26；固定在该旋转轴 26 上的朗多尔（ランドル）型的转子 27；固定在该转子 27 旋转轴向两端部的风扇 25；将转子 27 围住地固定在壳体 23 上的定子 40；固定在旋转轴 26 的另一端部上、向转子 27 供给电流的滑环 28；在滑环 28 的表面滑动的一对电刷 29；收纳该电刷 29 的刷握 30；与定子 40 电气连接、将由定子 40 产生的交流整流为直流的整流器 31；以及嵌装在刷握 30 上、对由定子 40 产生的交流电压的大小进行调整的调节器 32。

转子 27 具有由电流的流动而产生磁通的磁场绕组 33 以及设置成将该磁场绕组 33 覆盖、由该磁通形成磁极的一对磁极铁心 34、35。并且，一对磁极铁心 34、35 是铁制，分别将最外径面形状作成大致梯形状的爪状磁极 34a、35a 沿周向并以等角间距突设在外周缘部上，相对状地固接在旋转轴 26 上，以形成使这些爪状磁极 34a、35a 啮合的形态，

定子 40 包括将磁性钢板层叠而成的圆筒状的定子铁心 41 和卷装在定子铁心 41 上的定子绕组 42。并且，定子 40 夹持在前支架 21 与后支架 22 之间，在爪状磁极 34a、35a 的外周面与定子铁心 41 的内周面之间形成有均匀的空隙。

下面参照图 2 和图 3 说明定子 40 的结构。

定子铁心 41 是将冲压加工成规定形状的磁性钢板层叠为一体化，制作成圆筒状，具有圆环状的铁心后部 41a、从铁心后部 41a 各自朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部 41b、由相邻的齿部 41b 划分的切槽 41c、以及从齿部 41b 的前端部朝周向两侧延伸出的凸缘部 41d。其中，切槽 41c 以每极每相 1 个的比例、等角间距地形成在周向上。即，在定子铁心 41 上设置有 36 个切槽 41c，以获得相对于转子 27 的 12 个爪状磁极 34a、35a、由 1 个 3 相交流绕组构成的定子绕组 42。另外，因各齿部 41b 形成截面为长方形，故由相邻的齿部 41b 划分的切槽 41c 形成了内径侧为前端尖的大致梯形的形状。

定子绕组 42 具有 3 相的等分绕组 43，该等分绕组 43 将被安装的切槽 41c 各错开 1 个切槽地安装在定子铁心 41 上。并且，3 相的等分绕组 43 进行交流接线、例如 Y 形接线，构成 3 相交流绕组。

各等分绕组 43 的结构是，将由包覆绝缘薄膜的铜线材构成的 1 根导线 44 在每 3 个切槽的切槽 41c 上的周向一侧，进行波状的 5 匝卷绕，紧接着在每 3 个切槽的切槽 41c 上的周向另一侧进行波状的 5 匝卷绕。并且，导线 44 是，将收纳在切槽 41c 内的导线 44 的部位（以下称为切槽收纳部 44a）成形为截面长方形，将收纳于在定子铁心 41 的旋转轴端侧隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 予以连结的导线 44 的部位（以下称为绕组端部 44b）成形为截面圆形。其中，切槽收纳部 44a 的截面长方形的长边的长度比凸缘部 41d 间（切槽开口）的间隙大，绕组端部 44b 的直径比凸缘部 41d 间的间隙小。

并且如图 3 所示，在各切槽 41c 上收纳有径向并列成 2 列并配置成 5 层的切槽收纳部 44a，该切槽收纳部 44a 的截面长方形的长度方向朝圆周方向，并且相互紧密贴合。另外，图 3 表示切槽收纳部 44a 与切槽 41c 的内壁面之间具有大的间隙，但这是一种切槽收纳部 44a 排列状态的模式表示，实际上是切槽收纳部 44a 被紧密地收纳在切槽 41c 内。另外，也可在切槽 41c 内安装图 3 中未图示的绝缘子。

另外，收纳在 1 个切槽 41c 内的 5 个切槽收纳部 44a 是在定子铁心 41 的旋转轴端一侧，分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向一侧隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的 5 个切槽收纳部 44a 连结，在定子铁心 41 的旋转轴端另一侧，分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向另一侧隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的 5 个切槽收纳部 44a 连结。并且，收纳在 1 个切槽 41c 内的剩下的 5 个切槽收纳部 44a 是在定子铁心 41 的旋转轴端一侧，分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向另一侧隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的 5 个切槽收纳部 44a 连结，在定子铁心 41 的旋转轴端另一侧，分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向一侧隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的 5 个切槽收纳部 44a 连结。

这种结构的定子绕组 42，从各切槽 41c 延伸的导线 44 在周向两侧各自等分为一半。并且，在各自的等分绕组 43 上，以 3 个切槽间距沿周向排列 5 个绕组端部 44b 的束。其中，在定子铁心 41 的旋转轴端两侧，以 3 个切槽间距沿周向排列的绕组端部 44b 的束的层相互错开 1 个切槽而排列成 3 层，构成定子绕组 42 的绕组端群 42f、42r。

在这种结构的车辆用交流发电机 20 中，从蓄电池（未图示）通过电刷 29、滑环 28 向磁场绕组 33 供给电流而产生磁通。利用该磁通使磁极铁心 34 的爪状磁极 34a 磁化为 N 极，使磁极铁心 35 的爪状磁极 35a 磁化为 S 极。

另一方面，由发动机驱动皮带轮 24，通过旋转轴 26 使转子 27 旋转。利用该转子 27 的旋转，向定子铁心 41 提供旋转磁场，在定子绕组 42 上产生电动势。由定子绕组 42 发生的交流的电动势通过整流器 31 整流为直流，同时由调节器 32 对其输出电压的大小进行调整。并且，整流器 31 的输出向蓄电池充电。

采用本实施形态 1，因切槽收纳部 44a 形成截面长方形，故使切槽收纳部 44a 相互紧密贴合，可收纳在切槽 41c 内。结果是可减小切槽收纳部 44a 间的间隙，提高占积率，可实现高输出功率的发电机。

在将等分绕组 43 卷装在定子铁心 41 上时，在对卷装在定子铁心 41 上的等分绕组 43 的绕组端部 44b 进行整形时，并在车辆用交流发电机 20 上受到来自汽车的振动时，绕组端部 44b 相互间发生磨擦。此时，若绕组端部 60b 部是截面矩形状，则会引起被该角部磨擦的绝缘薄膜损伤。然而，因该定子 40 的绕组端部 44b 成形为截面圆形，故可抑止因绕组端部 44b 相互间的磨擦产生的绝缘薄膜损伤，可提高绝缘性。

另外，由于定子绕组 42 由等分绕组 43 构成，因此，可将收纳在隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 连结的绕组端部 44b 的个数减少一半。即，在该定子 40 中，将收纳于隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 予以连结的绕组端部 44b 的个数是 5 个。如果采用将导线每一次从切槽延伸出的、卷绕成在周向一侧进入隔开 3 个切槽内的传统技术的绕组结构时，则该绕组端部的个数是 10 个。

在此，若绕组端部的粗细以及导线的卷绕数相同，与传统的绕组结构相比较，则在该定子 40 中，可减少将收纳在隔开 3 个切槽的切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 连结的绕组端部 44b 的根数、降低因绕组端部 44b 的束在径向上重叠而相互干扰造成的作用于各绕组端部 44b 的弯曲应力。

结果是，即使该弯曲应力集中在切槽收纳部 44a 与绕组端部 44b 的边界部，也不容易损伤边界部的绝缘薄膜，可抑止导线 44 相互间的短路事故发生。

另外，各等分绕组 43 的结构是，将导线 44 从各切槽 41c 的两端延伸，在周向的两侧等分，卷装成分别进入在周向的两侧隔开 3 个切槽的切槽 41c 的形态。由此，绕组端部 44b 的束的径向重叠分散在周向上，可减小绕组端群 42f、42r 上的径向的膨胀。

这样，因减少了绕组端群 42f、42r 的周向上的凹凸，故在驱动车辆用交流发电机 20 时，可降低因绕组端群 42f、42r 与转子 27 及风扇 25 之间的压力变动引起的风噪声。

另外，因切槽收纳部 44a 在径向上并排成 2 列，收纳在切槽 41c 内，故与切槽收纳部在径向上并排成 1 列地收纳在切槽 41c 内的场合相比，可减小切槽收纳部的扁平率（=截面矩形的长边长度/截面矩形的短边长度）。另外，在使截面圆形的导体塑形变形为截面矩形以形成切槽收纳部的场合，扁平率越小，导体的变形程度就越小。由此，减小了切槽收纳部的扁平率的部分可抑止塑性变形工序中发生绝缘薄膜的损伤，可提高绝缘性。

另外，因切槽收纳部 44a 的截面长方形的长边长度大于切槽开口，故切槽收纳部 44a 不会从切槽 41c 脱出。

下面参照图 4 和图 8 说明定子 40 的制造方法。其中，图 4 为说明本发明实施形态 1 的交流发电机定子的制造方法中的星形绕组单元制造工序的工序图，图 5 和图 6 为分别表示本发明实施形态 1 的车辆用交流发电机定子上的等分绕组单元的立体图和要部放大图，图 7 为说明本发明实施形态 1 的交流发电机定子的制造方法中的将等分绕组单元安装在定子铁心上的工序的工序图，图 8 为说明本发明实施形态 1 的交流发电机定子的制造方法中的将等分绕组单元安装在定子铁心上的安装过程的要部剖视图。

首先，如图 4 (a) 所示，将由包覆有绝缘薄膜的截面圆形的铜线材组成的 1 根导线 44A 卷绕 5 圈制成环状而制成第 1 绕组单元 45A，再卷绕 5 圈形成环状，制成第 2 绕组单元 45B。

其次如图 4 (b) 所示，将第 1 和第 2 绕组单元 45A、45B 弯曲，制作由 π 字状的绕组端部 46b 将相邻的直线状的切槽收纳部 46a 的端部在内周侧的外周侧交叉连结、具有星形图样的第 1 和第 2 星形绕组单元 46A、46B。在第 1 和第 2 星形绕组单元 46A、46B 中，以规定间隔、沿周向排列有 12 束的 5 个切槽收纳部 46a 的束。

然后，在将第 1 和第 2 星形绕组单元 46A、46B 连结的导线 44A 的部位进行折返，如图 4 (c) 所示，将第 1 和第 2 星形绕组单元 46A、46B 重合，以形成两星形图样的峰部与谷部重叠的形态，即：绕组端部 46b 在径向方向相对，制作星形绕组单元 46。

接着,将星形绕组单元 46 的切槽收纳部 46a 的各束放置在加压成形机(未图示)上。此时,各束的切槽收纳部 46a 在加压方向上重叠成 1 列。并且,由推进器(未图示)对切槽收纳部 46a 的全束一起进行加压。由此,可将切槽收纳部 46a 从截面圆形塑形变形为截面长方形。并且,各切槽收纳部 46a 形成大致同一的截面形状。其中,加压成形机是一种将传统的加压成形机 13 中的一对滑块 14 和挡块 15 的对沿周向排列规定对的装置。

并且如图 5 和图 6 所示,将星形绕组单元 46 成形为圆筒状,制作等分绕组单元 47。该等分绕组单元 47 的结构是,将导线 44 波状卷绕 10 匝。并且,10 个切槽收纳部 47a(相当于塑性变形为截面长方形的切槽收纳部 46a)的束的长度方向与旋转轴向平行,以 3 个切槽间距排列在周向上。另外,切槽收纳部 47a 的各束的每 5 个通过绕组端部 47b(相当于绕组端部 46b)在轴向两端进行交叉连结。并且,切槽收纳部 47a 的各束的剩下的每 5 个同样通过绕组端部 47b 在轴向两端进行交叉连结。另外,连结每 5 个的切槽收纳部 47a 的绕组端部 47b 在轴向相对。

将等分绕组单元 47 的旋转轴向一侧的绕组端部 47b 朝径向内侧弯曲。并且如图 7 所示,将等分绕组单元 47 从旋转轴向安装在定子铁心 41 上。此时,如图 8 所示,朝径向内侧弯曲的绕组端部 47b 的切槽收纳部 47a 附近的部位沿旋转轴向在凸缘部 41d 之间(切槽开口)移动,切槽收纳部 47a 被引入切槽 41c 内。并且,在切槽收纳部 47a 被完全引入切槽 41c 内之后,将朝径向内侧弯曲的绕组端部 47b 折回成朝旋转轴向延伸的形态,将 1 个等分绕组单元 47 安装在定子铁心 41 上。

其次,将插入的切槽 41c 错开 1 个切槽,同样地,将下一个等分绕组单元 47 安装在定子铁心 41 上。然后将另 1 个等分绕组单元 47 同样安装在定子铁心 41 上,获得图 2 所示的定子 40。

采用本实施形态 1 的定子的制造方法,由于在将等分绕组单元 47 的切槽收纳部 47a 插入切槽 41c 之前形成截面长方形,因此可无间隙地将切槽收纳部 47a 收纳在切槽 41c 内。结果是可增大占积率,提高发电机的输出。

另外,由于在使用截面圆形的导线 44A 而形成星形绕组单元 46 后,由加压成形机 13 将星形绕组单元 46 的切槽收纳部 46a 加压变形为截面长方形,因此可将切槽收纳部 46a 定位状态地放置在夹具(例如滑块 14 与挡块 15 之间)上,可抑止因对绞合的导线 44A 进行加压变形所发生的绝缘薄膜的损伤。结果是可抑止导线 44 相互间的短路发生,防止定子 40 的生产性下降。

另外,因一次性将整个切槽收纳部 46a 加压成形,故可简化将切槽收纳部塑性变形为截面长方形的工序。

另外，因绕组端部 47b 具有圆形截面，故可抑止因定子制造工序中的绕组端部 47b 相互间的磨擦所发生的绝缘薄膜的损伤，可提高绝缘性。

另外，由于将等分绕组单元 47 的绕组端部 47b 的一部分穿通凸缘部 41d 之间，同时将切槽收纳部 47a 插入切槽 41c 内，以此形态将等分绕组单元 47 从旋转轴向安装在定子铁心 41 上，因此在制作定子铁心 41 的阶段中，可在齿部 41b 的前端部形成凸缘部 41d。由此，不需要传统的定子 1 制造方法中的制作凸缘部 5 的工序，可简化制造工序。

另外，由于凸缘部 41d 是在定子铁心 41 的材料即磁性钢板冲压成形的同时形成，因此可高精度地形成凸缘部 41d 的形状、即齿部 41b 的前端形状。由此，在将定子 40 搭载在车辆用交流发电机上时，可形成平衡的磁性回路，可抑止电磁声恶化。

并且，由于在安装于定子铁心 41 之前，将等分绕组单元 47 的绕组端部 47b 朝径向内侧弯曲，因此绕组端部 47b 不会干扰定子铁心 41，可将绕组端部 47b 的一部分穿通凸缘部 41d 之间。由此，可提高等分线圈单元 47 的安装作业性，同时也可防止因绕组端部 47b 与定子铁心 41 的干扰所发生的绝缘薄膜的损伤。

另外，上述实施形态 1 是将切槽 41c 形成大致梯形，但也可将齿部形成截面梯形，将切槽形成大致长方形。在此场合，因可将径向排列成 2 列的切槽收纳部 44a 的束符合于切槽的内形形状，因此可提高占积率，同时可抑止因振动等引起的切槽收纳部在切槽内的变位，可抑止绝缘薄膜发生的损伤。

另外，上述实施形态的定子 40 也可在绕组端群 42f、42r 上涂覆清漆等的绝缘性树脂。在此场合，因绝缘性树脂将绕组端部 44b 相互粘接固定，不会产生因振动引起的绕组端部 44b 相互间的磨擦，故可抑止因随着绕组端部 44b 的绝缘薄膜的损伤而引起的绝缘性恶化。

并且，上述实施形态 1 是对将等分绕组单元 47 逐个地安装在定子铁心 41 的结构作了说明，但也可将 3 个等分绕组单元 47 同心状重叠，一次性地集中安装在定子铁心 41 上。在此场合，可简化将等分绕组单元 47 安装在定子铁心 41 上的安装工序。

实施形态 2

图 9 为表示本发明实施形态 2 的车辆用交流发电机定子上的定子绕组的切槽收纳状态的局部剖视图。

在本实施形态 2 中，截面长方形的切槽收纳部 44c 沿径向、以并排成 2 列 5 层的形态排列在切槽 41c 内。并且，切槽收纳部 44c 的扁平率从最外层向最内层逐渐缩小，径向排列成 2 列的切槽收纳部 44c 的束符合于切槽 41c

的大致梯形的形状。

另外，其它结构与上述实施形态 1 相同。

采用本实施形态 2，由于切槽收纳部 44c 的扁平率从最外层向最内层逐渐缩小，径向排列成 2 列的切槽收纳部 44c 的束符合于切槽 41c 的大致梯形的形状，因此可抑止因振动等引起的切槽收纳部 44c 在切槽内的变位，可抑止绝缘薄膜发生的损伤。

下面说明本实施形态 2 的将切槽收纳部塑性变形为截面长方形的工序。

首先，与上述实施形态 1 一样，制作星形绕组单元 46。

接着，从构成星形绕组单元 46 的第 1 和第 2 星形绕组单元 46A、46B 的切槽收纳部 46a 的各束中，将切槽收纳部 46a 逐个放置在加压成形机上，一次性地将 24 个切槽收纳部 46a 塑性变形为截面长方形。这一工序反复进行 5 次，将所有的切槽收纳部 46a 变形为截面长方形，此时，按照依次改变各工序中由推进器产生的加压力使扁平率逐渐缩小为 5 阶段的形态，形成 5 种截面形状的切槽收纳部 44c。

如图 9 所示，按照扁平率从最外层向最内层逐渐缩小的形态，将如此制作的切槽收纳部 44c 在切槽 41c 内沿径向排列成 2 列。并且，收纳在切槽 41c 内的切槽收纳部 44c 的束符合于切槽 41c 的大致梯形的形状。

这样，若适用本实施形态 2 中的星形绕组单元的切槽收纳部的截面矩形的成形工序，则因可任意调整切槽收纳部的扁平率，故在大致梯形的切槽 41c 内也可以以较高的占积率收纳切槽收纳部。

实施形态 3

上述实施形态是使用 1 根导线 44A 制作星形绕组单元 47 的，但在本实施形态 3 中，使用 2 根导线 44A 来制作星形绕组单元 49。

另外，其它结构与上述实施形态 1 相同。

下面参照图 10 说明本实施形态 3 的星形绕组单元的制造工序。

首先，将 1 根导线 44A 卷绕 5 圈形成环状，制作各绕组单元 48。同样，将 1 根导线 44A 卷绕 5 圈形成环状，制作成另 1 个绕组单元 48。

接着，将各绕组单元 48 弯曲，制作第 1 和第 2 星形绕组单元 49A、49B，该第 1 和第 2 星形绕组单元 49A、49B 具有通过 π 字形的绕组端部 49b 将相邻的直线状的切槽收纳部 49a 的端部在内周侧和外周侧交叉地连结的星形图样。在第 1 和第 2 星形绕组单元 49A、49B 上，以规定间隔、沿周向排列有 12 束的 5 个切槽收纳部 49a 的束。

然后，按照将第 1 和第 2 星形绕组单元 49A、49B 的两星形图样的峰部与谷部重合、即绕组端部 49b 在径向相对的形态，将第 1 和第 2 星形绕组单元 49A、

49B 重叠，制作星形绕组单元 49。

如此制作的星形绕组单元 49 除了分别由 1 根导线 44A 制作第 1 和第 2 星形绕组单元 49A、49B 这一点之外，其它结构与上述实施形态 1 中的星形绕组单元 47 相同。

在此，使用星形绕组单元 49 取代星形绕组单元 47，通过采用与上述实施形态 1 相同的制造方法，获得与定子 40 同等的定子。

由此，在本实施形态 3 中，也可获得与上述实施形态 1 同样的效果。

实施形态 4

图 11 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机的定子立体图，图 12 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子上的定子绕组的切槽收纳部状态的局部剖视图，图 13 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子上的 1 相的等分绕组的立体图，图 14 为表示本发明实施形态 4 的车辆用交流发电机定子上的 1 相的等分绕组的要部放大图。

图 11 中，定子铁心 41A 是，将冲压加工成规定形状的磁性钢板层叠一体化而作成圆筒状，以每极每相为 2 个的比例、等角间距地沿周向形成切槽 41c。即，将 72 个切槽 41c 设置在定子铁心 41A 上，以与转子 27 的 12 个爪状磁极相对，获得 2 个由 3 相交流绕组构成的定子绕组 42A。另外，除了以每极每相为 2 个的比例形成切槽 41c 这一点之外，其它结构与上述的定子铁心 41 相同。

定子绕组 42A 具有将安装的切槽 41c 各错开 1 个切槽地安装在定子铁心 41A 上的 6 相的等分绕组 43A。并且，将各自 3 相的等分绕组 43A 进行交流接线、例如 Y 形接线，构成 2 个 3 相交流绕组。

如图 13 和图 4 所示，各等分绕组 43A 是将由包覆有绝缘薄膜的铜线材料构成的 1 根导线 44 呈波状地在每 6 个切槽的切槽 41c 上的周向一侧卷绕 3 匝，接着在每 6 个切槽的切槽 41c 上的周向另一侧卷绕 3 匝。并且，导线 44 是将收纳在切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 成形为截面长方形，将与收纳在定子铁心 41A 的旋转轴端侧隔开 6 个切槽的切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 连结的绕组端部 44b 成形为截面圆形。并且，将切槽收纳部 44a 与绕组端部 44b 的连结部成形为截面扁平，构成切槽开口通过部 44d。

并且如图 12 所示，在各切槽 41c 内，收纳有沿径向并排成 1 列、排列成 6 层的切槽收纳部 44a，该切槽收纳部 44a 的截面长方形的长度方向朝圆周方向，并且相互紧密贴合。

这里，切槽收纳部 44a 的截面长方形的长边长度大于凸缘部 41d 间（切槽开口）的间隙。并且，切槽开口通过部 44d 的截面扁平的长旋转轴方向与切槽收纳部 44a 的截面长方形的长度方向正交，该截面扁平的短旋转轴方向

的长度小于凸缘部 41d 间的间隙。

另外, 收纳在 1 个切槽 41c 内的 3 个切槽收纳部 44a 在定子铁心 41A 的旋转轴端一侧, 分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向一侧隔开 6 个切槽 41c 内的 3 个切槽收纳部 44a 连结, 在定子铁心 41A 的旋转轴端另一侧, 分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向另一侧隔开 6 个切槽 41c 的 3 个切槽收纳部 44a 连结。并且, 收纳在 1 个切槽 41c 内的剩下 3 个切槽收纳部 44a 在定子铁心 41A 的旋转轴端一侧, 分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向另一侧隔开 6 个切槽 41c 的 3 个切槽收纳部 44a 连结, 在定子铁心 41A 的旋转轴端另一侧, 分别通过绕组端部 44b 与收纳于在周向一侧隔开 6 个切槽 41c 的 3 个切槽收纳部 44a 连结。

这种结构的定子绕组 42A 是将各切槽 41c 延伸的导线 44 在周向两侧等分为各一半。并且, 在各自的等分绕组 43A 上, 以 6 个切槽间距、沿周向排列有 3 个绕组端部 44b 的束。在此, 以 6 个切槽间距并沿周向排列的绕组端部 44b 的束的层, 在定子铁心 41A 的旋转轴端两侧以相互错开 1 个切槽的形态排列有 6 层, 构成定子绕组 42A 的绕组端群 42f、42r。

这样, 这种结构的定子 40A 也可获得与上述实施形态 1 同样的效果。

由于这种定子 40A 是以每极每相为 2 个的比例形成切槽 41c, 切槽形状比每极每相为 1 个的比例形成的切槽要细。另外, 切槽收纳部 44a 在切槽 41c 内并排排列成 1 列。结果是可减小切槽收纳部 44a 的扁平率, 可抑止切槽收纳部 44a 成形时所发生的绝缘薄膜的损伤。

另外, 由于在切槽收纳部 44a 与绕组端部 44b 的连结部形成具有比切槽开口细的宽度的截面扁平的切槽开口通过部 44d, 因此在安装等分绕组 43A 时, 可将切槽开口通过部 44d 贯通于切槽开口, 并可将切槽收纳部 44a 插入切槽 41c 内。结果是可避免导线 44 与定子铁心 41A 的接触, 可抑止发生绝缘薄膜的损伤。

下面说明构成等分绕组 43A 的等分绕组单元的制造方法。

首先, 采用如图 4 (a) ~ (c) 所示的工序, 分别将卷绕 3 匝的导线 44A 所形成的第 1 和第 2 星形绕组单元被制作成重叠的星形绕组单元, 以形成两星形图样的峰部与谷部重合、即绕组端部在径向相对的形态。

接着, 将星形绕组单元的切槽收纳部的各束放置在加压成形机上, 由推进器对切槽收纳部的全束一起进行加压。由此, 将星形绕组单元的切槽收纳部从截面圆形塑性变形为截面长方形。

接着, 由加压成形机将绕组端部的切槽收纳部附近塑性变形为扁平截面, 形成截面扁平的切槽开口通过部 44d。

并且，将星形绕组单元成形为圆筒状，制成与图 13 和图 14 所示的等分绕组 43A 同一形状的等分绕组单元。

将如此制作的等分绕组单元的旋转轴向一端侧（形成有切槽开口通过部的一侧）的绕组端部朝径向内侧弯曲。并将等分绕组单元从旋转轴向安装在定子铁心 41A 上。此时，形成于绕组端部的切槽收纳部附近的切槽开口通过部 44d 沿旋转轴向在凸缘部 41d 之间移动，将切槽收纳部引入切槽 41c 内。并且，在将切槽收纳部完全引入切槽 41c 内之后，将朝径向内侧弯曲的绕组端部折回而朝旋转轴向延伸，将 1 个等分绕组单元安装在定子铁心 41A 上。

然后，剩下的 5 相位的等分绕组单元同样地将被插入的切槽 41c 错开 1 个切槽而安装在定子铁心 41A 上，获得图 12 所示的定子 40A。

在本实施形态 4 中，由于具有比切槽开口细的宽度的截面扁平的切槽开口通过部 44d 形成在绕组端部 44b 的切槽收纳部 44a 的附近，因此在安装等分绕组单元时，可将切槽开口通过部 44d 穿通于切槽开口，并可将切槽收纳部 44a 插入切槽 41c 内。结果是可避免导线 44 与定子铁心 41A 的接触，可抑止绝缘薄膜发生的损伤。

另外，因形成有切槽开口通过部 44d，故可增大绕组端部 44b 的直径。即，可实现导线 44 的低电阻化，可抑止通电时的发热，实现高输出。

另外，上述实施形态 4 也可采用上述实施形态 2 中的形成星形绕组单元的切槽收纳部的截面矩形的工序，使切槽收纳部 44a 的扁平率从最外层向最内层逐渐缩小，使收纳在切槽 41c 内的切槽收纳部 44a 的束符合于切槽 41c 的大致梯形的形状。

另外，上述实施形态 4 采用的是将切槽 41c 以每极每相为 2 个的比例形成的定子铁心 41A，但也可使用将切槽以每极每相为 3 个以上的比例形成的定子铁心，也可获得同样的效果。

实施形态 5

图 15 为表示本发明实施形态 5 的车辆用交流发电机的定子要部的立体图，图 16 为说明本发明实施形态 5 的车辆用交流发电机定子的定子绕组上的 1 相的等分绕组单元的接线状态的端面图，图 17 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组单元的制造方法的图，图 18 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组单元的制造方法的图，图 19 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组单元的制造方法的图，图 20 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的绕组单元的制造方法的图，图 21 为说明本发明实施形态 5 的适用于车辆用交流发电机定子的定子绕组的

绕组单元的制造方法的图，图 22 为说明本发明实施形态 5 的交流发电机定子的制造方法的工序剖视图。另外，图 16 中，实线表示定子铁心的第 1 端面侧的接线状态，虚线表示定子铁心的第 2 端面侧的接线状态，黑点表示接合部，1、7、13…91 表示切槽编号。

图 15 中，定子 50 由成形为圆筒状的层叠铁心制作，包括使旋转轴向延伸的切槽 51c 在内周侧开口并以规定间距沿周向形成多个的定子铁心 51、将多个连续的导线卷绕在切槽 51c 上形成的定子绕组 52、以及安装在各切槽 51c 上的绝缘子 53 构成。

定子铁心 51 具有圆环状的铁心后部 51a、从铁心后部 51a 分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的截面梯形的齿部 51b、由相邻的齿部 51b 划分的大致长方形的切槽 51c 以及从齿部 51b 的前端部朝周向两侧延伸的凸缘部 51d。另外，该定子 50 适用于搭载有爪状磁极数 16 个的转子的车辆用交流发电机，在定子铁心 51 上形成有 96 个切槽 51c。即，切槽 51c 以每极每相 2 个的比例而形成。

定子绕组 52 是将 1 根导线 60 在定子铁心 51 的第 1 和第 2 端面侧的切槽 51c 外部折返，在每 6 个的切槽 51c 内，具有多个卷装成波状的绕组，在切槽深度方向上形成内层与外层交叉的形态。

其中，导线 60 采用包覆有绝缘薄膜的铜线材。并且，收纳在切槽 51c 内的导线 60 的部位（切槽收纳部 60a）形成截面长方形，在定子铁心 51 的第 1 和第 2 端面侧上隔开 6 个切槽的一方的切槽 51c 内的内层切槽收纳部 60a 与另一方的切槽 51c 内的外层切槽收纳部 60a 串联连接的导线 60 的部位（绕组端部 60b）形成截面圆形。

下面参照图 10 具体说明构成定子绕组 52 的 1 相的等分绕组 55 的绕组结构。

1 相的等分绕组 55 包括各自由 1 根导线 60 组成的第 1 至第 4 的第 1 绕组 61~64 所构成。并且，第 1 绕组 61 是将 1 根导线 60 从 1 号至 91 号的每 6 个切槽，将切槽 51c 内的第 1 号与第 2 号交替地卷绕成波形而构成。第 2 绕组 62 是将 1 根导线 60 从 1 号至 91 号的每 6 个切槽，将切槽 51c 内的第 2 号与第 1 号交替地卷绕成波形而构成。第 3 绕组 63 是将 1 根导线 60 从 1 号至 91 号的每 6 个切槽，将切槽 51c 内的第 3 号与第 4 号交替地卷绕成波形而构成。第 4 绕组 64 是将 1 根导线 69 从 1 号至 91 号的每 6 个切槽，将切槽 51c 内的第 4 号与第 3 号交替地卷绕成波形而构成。并且，在各切槽 51c 内，导线 60 的切槽收纳部 60a 的长度方向与径向一致，4 根并排成一行地沿径向排列。

并且，在定子铁心 51 的第 1 端面侧，将 1 号切槽 51c 的从第 2 号延伸的

第 2 绕组 62 的绕线开始端部 62a 与 91 号切槽 51c 的从第 3 号延伸的第 4 绕组 64 的绕线结束端部 64b 进行 TIG 焊接, 再将 1 号切槽 51c 的从第 4 号延伸的第 4 绕组 64 的绕线开始端部 64a 与 91 号切槽 51c 的从第 1 号延伸的第 2 绕组 62 的绕线结束端部 62b 进行 TIG 焊接, 形成 2 匝的绕组。

另外, 在定子铁心 51 的第 2 端面侧, 将 1 号切槽 51c 的从第 1 号延伸的第 1 绕组 61 的绕线开始端部 61a 与 91 号切槽 51c 的从第 4 号延伸的第 3 绕组 63 的绕线结束端部 63b 进行接合, 再将 1 号切槽 51c 的从第 3 号延伸的第 3 绕组 63 的绕线开始端部 63a 与 91 号切槽 51c 的从第 2 号延伸的第 1 绕组 61 的绕线结束端部 61b 进行接合, 形成 2 匝的绕组。

此外, 将从 61 号切槽 51c 的第 3 号和 67 号切槽 51c 的第 4 号向定子铁心 51 的第 1 端面侧延伸的第 3 绕组 63 的导线 60 的绕组端部 60b 切断, 将从 67 号切槽 51c 的第 3 号和 73 号切槽 51c 的第 4 号向定子铁心 51 的第 1 端面侧延伸的第 4 绕组 64 的导线 60 的绕组端部 60b 切断。并且, 将第 3 绕组 63 的切断端 63c 与第 4 绕组 64 的切断端 64c 接合, 形成由第 1 至第 4 绕组 64~64 串联连接而成的 4 匝 1 相的等分绕组 55。

另外, 将第 3 绕组 63 的切断端 63d 和第 4 绕组 64 的切断端 64d 分别作为导出线 (O) 和中性点 (N)。

同样, 将卷装有导线 60 的切槽 51c 各错开 1 个切槽, 形成 6 相的等分绕组 55。

并且, 分别将 3 相的等分绕组 55 例如连接成 Y 形, 构成 2 个 3 相交流绕组, 获得定子 50。另外, 该 2 个 3 相交流绕组构成定子绕组 52。

在如此结构的定子 50 中, 通过绝缘子 53 将成形为截面长方形的切槽收纳部 60a 的平坦面与各切槽 51c 的侧壁面紧密贴合, 在各切槽 51c 内的切槽深度方向上并排排列成 1 列。

接着, 相对于隔开 6 个切槽的切槽 51c, 在定子铁心 51 的旋转轴向的第 1 端面侧, 通过成形为截面圆形的绕组端部 60b, 将收纳在两切槽 51c 内的第 1 号和第 2 号中的切槽收纳部 60a 串联连接, 通过绕组端部 60b 将收纳在两切槽 51c 内的第 3 号和第 4 号中的切槽收纳部 60a 串联连接。该两个绕组端部 60b 径向背离状地配置。由此, 绕组端部 60b 在径向和周向上相互背离, 以 1 个切槽间距沿周向定位地排列, 构成绕组端群 52r。

同样, 相对于隔开 6 个切槽的切槽 51c, 在定子铁心 51 的旋转轴向的第 2 端面侧, 通过绕组端部 60b 将收纳在两切槽 51c 内的第 1 号和第 2 号中的切槽收纳部 60a 串联连接, 通过绕组端部 60b 将收纳在两切槽 51c 内的第 3 号和第 4 号中的切槽收纳部 60a 串联连接。该两个绕组端部 60b 配置成径向背

离。由此，绕组端部 60b 在径向和周向上相互背离，以 1 个切槽间距沿周向定位地排列，构成绕组端群 52f。

另外，在绕组端群 52f、52r 上，从 1 个切槽 51c 延伸的导线 60 在周向两侧各等分为一半，分别被引入在周向两侧隔开 6 个切槽的切槽 51c 内。

这样，在本实施形态 5 中，也是定子线圈 52 由等分线圈 55 构成，切槽容纳部 60a 形成截面长方形，并且，绕组端部 60b 形成圆形截面，由此可获得与上述实施形态 1 同样的效果。可增大切槽 51c 内的导体占积率，可实现高输出功效的发电机。

另外，采用本实施形态 5，因可实现绕组端群 52f、52r 的定位化和高密度化，故可实现定子 50 的小型化。

下面参照图 17 至图 22 具体说明定子 50 的制造方法。

首先，将 12 根连续的导线 65 以 1 个切槽间距并列在平面上。其次如图 17 所示，将 12 根导线 65 一起按规定的间距（双点划线的位置）折返，如图 18 所示，将 12 根导线 65 相对于中心线 L 倾斜成角度 α ，形成螺旋状卷绕的带状的绕组单元 56。该绕组单元 56 由包覆有绝缘薄膜的形成截面圆形的铜线材构成。

并且，在绕组单元 56 宽度方向上的隔开了距离 D 的位置上，将一对销子群 70 从绕组单元 56 的表面侧插入各导线 65 之间。同样，在绕组单元 56 宽度方向上的隔开距离 D 的位置上，将一对销子群 70 从绕组单元 56 的里面侧插入各导线 65 之间。然后，在绕组单元 56 宽度方向端部，将位置限制销子群 71 插入各导线 65 之间。这样，销子群 70、71 如图 18 所示进行定位。其中，距离 D 与后述的层叠铁心 59 的切槽 59c 的槽方向长度（定子铁心 51 的旋转轴向长度）大体一致。

在此，从绕组单元 56 的表面侧插入各导线 65 之间的一对销子群 70 如图 18 中的实线箭头所示，在绕组单元 56 的宽度方向上相互反向状地进行移动。同样，从绕组单元 56 的里面侧插入各导线 65 之间的一对销子群 70 如图 18 中的虚线箭头所示，在绕组单元 56 的长度方向上相互反向状地进行移动。此时，因位置限制销子群 71 插入各导线 65 之间，故可阻止导线 65 散乱。

位于一对销子 70 之间的各导线 65 的部位相对于绕组单元 56 的长度方向正交状地变形。由此，相对于绕组单元 56 的长度方向正交状变形的直线部 57a 在绕组单元 56 的表里方向上重叠构成对，在绕组单元 56 的长度方向上，以 1 个切槽间距排列 96 对。并且，位于一对销子 70 外方的各导线 65 的部位成为连结隔开 6 个切槽的直线部 57a 之间的连结部。如此制作的带状绕组单元 57 除了直线部 57a 具有截面圆形这一点之外，构成与图 20 所示的后述的绕组单

体。在铁心后部 59a 的一侧以规定间距形成有梯形的齿部 59b，在各齿部 59b 的前端部形成有凸缘部 59a。并且，形成有 96 个切槽 59c。如图 22 (b) 所示，将 2 个绕组单元 58 重叠，从切槽 59c 的开口侧安装在层叠铁心 59 上。由此，绕组单元 58 的 4 个切槽容纳部 60a 的截面长方形的长度方向与切槽深度方向一致，并沿切槽深度方向并排成 1 列地收纳在切槽 59c 内，安装在层叠铁心 59 上。

然后如图 22 (c) 所示，将安装有 2 个绕组单元 58 的层叠铁心 59 弯曲成环状，弯曲成环状的层叠铁心 59 的两端对接，将对接部进行激光焊接。两端焊接成一体化的层叠铁心 59 成为定子铁心 51。

最后，按照图 15 所示的接线方法将导线 60 连接，获得定子 50。

这样，在这种定子 50 的制造方法中，也是凸缘部 51d 在制作层叠铁心 59 的阶段同时成形、并通过冲压成形制成凸缘部 51d 的，故可获得与上述实施形态 1 同样的效果。

另外，上述各实施形态对切槽容纳部形成截面长方形作了说明，但切槽容纳部也可采用长方形、跑道状、球状等的截面形状，只要切槽容纳部是扁平的截面形状即可。

另外，对绕组端部形成截面圆形作了说明，但绕组端部也可采用圆形、椭圆形等的截面形状。

本发明采用如上的结构，可获得如下的效果。

采用本发明，由于本发明的交流发电机的定子具有定子铁心和定子绕组，所述定子铁心具有圆环状的铁心后部、从该铁心后部分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部、由相邻的该齿部划分的切槽以及从该齿部的定子铁心的前端部朝周向两端延伸的凸缘部，所述定子绕组由分别卷装在所述定子铁心的每隔规定切槽的所述切槽组成的切槽群上的多个绕组所构成，

所述各绕组是，将导线从所述切槽的两端延伸，在周向的两侧等分，分别进入在周向两侧隔开所述规定切槽的所述切槽内，在所述切槽群上等分绕线地而卷绕成，

所述导线是将收纳在所述切槽内的切槽容纳部成形为截面扁平形，将所述切槽容纳部的端部相互连结的绕组端部成形为截面大致圆形，

所述切槽容纳部沿径向至少排列成 1 列，多层状地收纳在所述切槽内，因此，可提高占积率，实现高输出功率的发电机，同时可抑止因绕组端部相互间的磨擦所引起的绝缘薄膜的损伤，并且，可抑止因绕组端部相互间的干扰所发生的弯曲应力造成的绝缘薄膜的损伤，可获得优良绝缘性的交流发电机的定子。

元 58 相同的绕组结构。即，绕组单元 57 是将通过连结部将直线部 57a 连结、以 6 个切槽间距排列、并由相邻的直线部 57a 通过连结部在宽度方向的两侧形成以导线 65 的宽度 (W) 交替错开的图样的 2 根导线 65 各以 1 个切槽间距错开，排列有 6 对的相互以 6 个切槽间距错开、将直线部 57a 重叠排列组成的导线 65 的对。

接着，将该带状的绕组单元 57 放置在冲压夹具 72 上。如图 19 所示，该冲压夹具 72 由以 1 个切槽间距排列有冲压槽 74 的金属模 73 和以 1 个切槽间距排列的冲压杆 75a 的推压件 75 构成。并且，各冲压槽 74 由第 1 冲压槽 74a 和第 2 冲压槽 74b 构成，所述第 1 冲压槽 74a 形成的槽方向长度大体与后述的层叠铁心 59 的切槽 59c 的槽方向长度（定子铁心 51 的旋转轴向长度）一致，并具有与导线 65 的线径同等的槽宽，所述第 2 冲压槽 74b 连续在该第 1 冲压槽 74a 的后面，槽宽比第 1 冲压槽 74a 的槽宽狭。另外，冲压杆 75a 的长度大体与冲压槽 74 的槽方向长度一致，并且，第 2 冲压槽 74b 的宽度大体与第 2 冲压槽 74b 的槽宽一致。

由此，带状的绕组单元 57 如图 19 (a) 所示，直线部 57a 的各对被收纳在各冲压槽 74 的第 1 冲压槽 74a 内，放置在金属模 73 中。然后，将推压件 75 放置成各冲压杆 75a 位于冲压槽 74 的第 1 冲压槽 74a 内的形态，使其向图 19 的 (a) 中的下方移动。

这样，一边对各对的直线部 57a 进行推压使其塑性变形，一边从第 1 冲压槽 74a 推入第 2 冲压槽 74b 内，直至与第 2 冲压槽 74b 的底部抵接。并且，用推压件 75 进一步推压各对的直线部 57a，成为了如图 19 (b) 所示的具有截面长方形的切槽收纳部 60a。然后将推压件 75 拔出，从金属模 73 取出带状的绕组单元 57，获得如图 20 所示的绕组单元 58。

如此制作的绕组单元 58 是将与图 20 的附图正交方向（相当于绕组单元 58 的宽度方向）重叠的一对切槽收纳部 60a 以 1 个切槽间距排列 96 对，通过绕组端部 60b 将各对的切槽收纳部 60a 的宽度方向一侧的切槽收纳部 60a 与隔开 6 个切槽的各对的切槽收纳部 60a 的宽度方向另一侧的绕组端部 60b 连接而构成。即，如图 21 所示，通过绕组端部 60b 将切槽收纳部 60a 连结，以 6 个切槽间距排列，并且通过绕组端部 60b 将相邻的切槽收纳部 60a 在宽度方向两侧、以导线 60 的宽度 (W) 形成交替错开的图样的 2 个导线 60 相互错开 6 个切槽间距，将绕组端部 60b 重叠地排列成对。然后，将如此结构的导线 60 的对以 1 个切槽间距错开排列成 6 对，构成绕组单元 58。

接着如图 22 (a) 所示，将绝缘子 53 安装在层叠铁心 59 的各切槽 59c 内。该层叠铁心 59 是将从冲压加工制成的多个磁性钢板层叠为一体化形成的长方

另外，由于所述切槽收纳部的周向宽度与所述切槽的周向宽度大体一致，以径向重叠、排列成1列状地收纳在所述切槽内，因此，可抑止随着振动引起的切槽收纳部在切槽内的变位，可提高绝缘性。

另外，由于所述切槽收纳部的周向宽度大于所述切槽的开口宽度，因此，可防止切槽收纳部脱出。

另外，由于所述切槽形成内径侧前端尖细的大致梯状，在所述定子绕组内，径向排列的所述切槽收纳部的扁平率形成从外径侧逐渐向内径侧缩小的形态，以符合于所述切槽的大致梯形的形状，因此，能可靠地抑止随着振动引起的切槽收纳部在切槽内的变位，进一步提高绝缘性。

另外，由于在所述切槽收纳部与所述定子铁心的旋转轴端一侧的所述绕组端部的边界部，形成具有截面扁平形状的切槽开口通过部，该切槽开口通过部配置成其截面的长度方向大体与径向一致，并且，该周向宽度小于所述切槽的开口宽度，因此，在将定子绕组安装在定子铁心上时，可减少定子绕组与定子铁心之间的接触。

另外，由于所述切槽以每极每相为多个的比例形成，因此，可使切槽形状变细，可减小切槽收纳部的扁平率。结果是可抑止将切槽收纳部形成截面扁平时发生的绝缘薄膜损伤。

另外，由于在由所述多个绕组的绕组端部构成的绕组端群上涂覆有绝缘性树脂，因此，绕组端部相互间不会磨擦，可提高绝缘性。

另外，由于在本发明的交流发电机的定子的制造方法中，所述交流发电机的定子具有定子铁心和定子绕组，所述定子铁心具有圆环装的铁心后部、从该铁心后部分别朝径向内方延伸并以规定间距沿周向配设的齿部、由相邻的该齿部划分的切槽和以及从该齿部的前端部朝周向两端延伸的凸缘部，所述定子绕组由分别卷装在所述定子铁心的每隔规定切槽的所述切槽组成的切槽群上的多个等分绕组所构成，该制造方法包括：

将磁性钢板层叠一体化、制作所述定子铁心的工序；

将成形为截面大致圆形的导线卷绕规定圈数形成环状、制作绕组单元的工序；

将所述绕组单元弯曲而使直线状的切槽收纳部的长度方向与径向大体一致、以规定切槽间距沿周向排列、约半数的该切槽收纳部的在 π 字状绕组端部隔开该规定切槽间距的切槽收纳部的端部在内周侧和外周侧上交替连结、剩下的该切槽收纳部在 π 字状该绕组端部隔开该规定切槽间距的切槽收纳部的端部在内周侧和外周侧上交替连结、制作使连结所述约半数的该切槽收纳部的端部的所述绕组端部与连结所述剩下的该切槽收纳部的端部的所述绕组

端部在径向相对的星形图样的星形绕组单元的工序；

使所述星形绕组单元的所述切槽容纳部塑性变形为截面扁平的工序；

对所述星形绕组单元予以成形、将所述切槽容纳部的长度方向作成平行、并以所述规定切槽间距沿周向排列的圆筒状的等分绕组单元的制作工序；

将所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部的一部分穿通于构成切槽开口的所述凸缘部之间、同时将所述切槽容纳部插入所述切槽内而将该等分绕组单元从旋转轴向安装在所述定子铁心上的工序，因此，可实现高占积率、优良绝缘性的定子，同时获得可高精度地形成齿部前端形状的交流发电机的定子。

另外，由于在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序之前，具有将所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部朝径向内方弯曲的工序，因此，可容易地将等分绕组单元安装在定子铁心上。

另外，在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序之前，具有使所述等分绕组单元的旋转轴向一端侧的所述绕组端部的所述切槽容纳部侧塑性变形而形成具有扁平截面的切槽开口通过部的工序，因此，在安装等分绕组单元的定子铁心时，可减少导线与定子铁心间的接触，可抑止因绝缘薄膜的损伤引起的绝缘性的下降。

另外，由于在使所述星形绕组单元的所述切槽容纳部塑性变形为截面扁平的工序中，对构成所述星形绕组单元的所述切槽容纳部的全数一并进行冲压成形，因此，可使制造工序简单化，缩短制造时间。

另外，由于在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序中，构成所述等分绕组单元的切槽容纳部的所述星形绕组单元的切槽容纳部沿所述切槽的径向排列成多层而安装在各切槽上，在使所述星形绕组单元的所述绕组端部塑性变形为截面扁平的工序中，对构成所述星形绕组单元的所述切槽容纳部的每层进行冲压成形，同时对各层的切槽容纳部进行冲压成形，因此，可使切槽容纳部的截面形状简单地符合于切槽形状。

另外，由于在将所述等分绕组单元安装在所述定子铁心上的工序中，构成所述定子绕组的多个所述等分绕组单元是将所述切槽容纳部沿周向各错开 1 个切槽间距地重叠成同心状，一并安装在所述定子铁心上，因此，可使制造工序简单化，缩短制造时间。

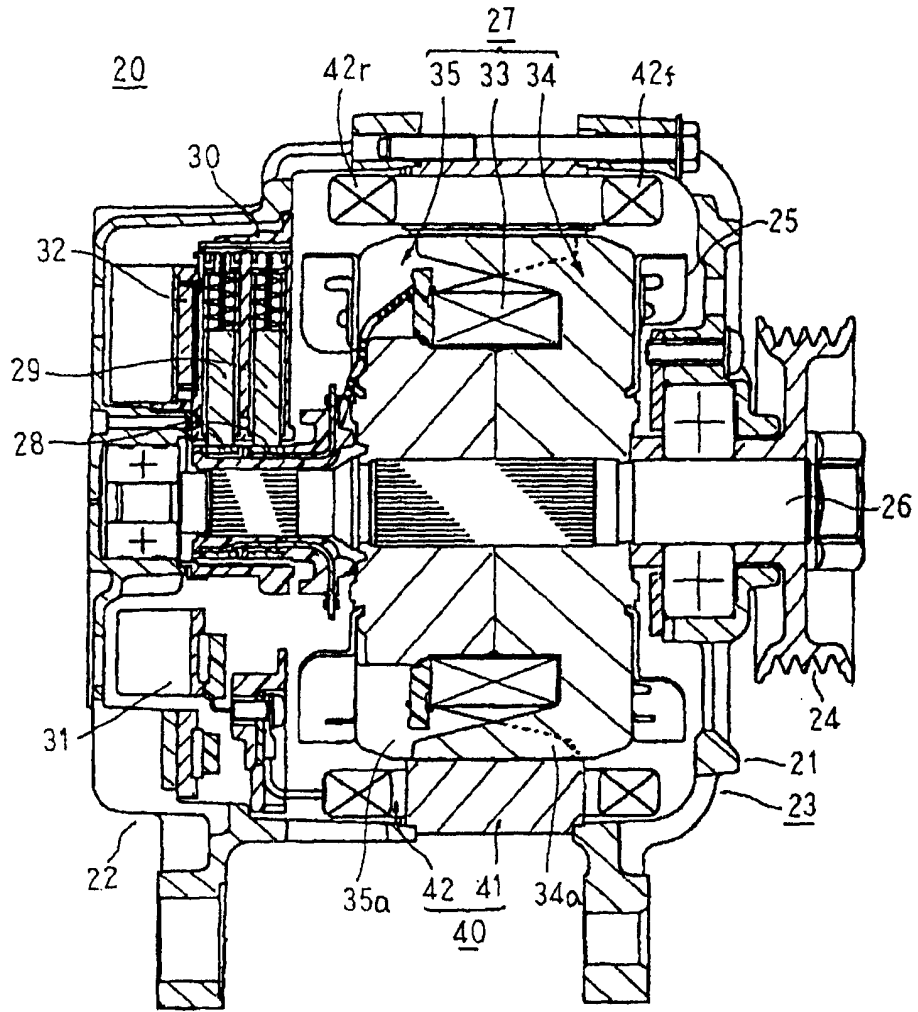


图 1

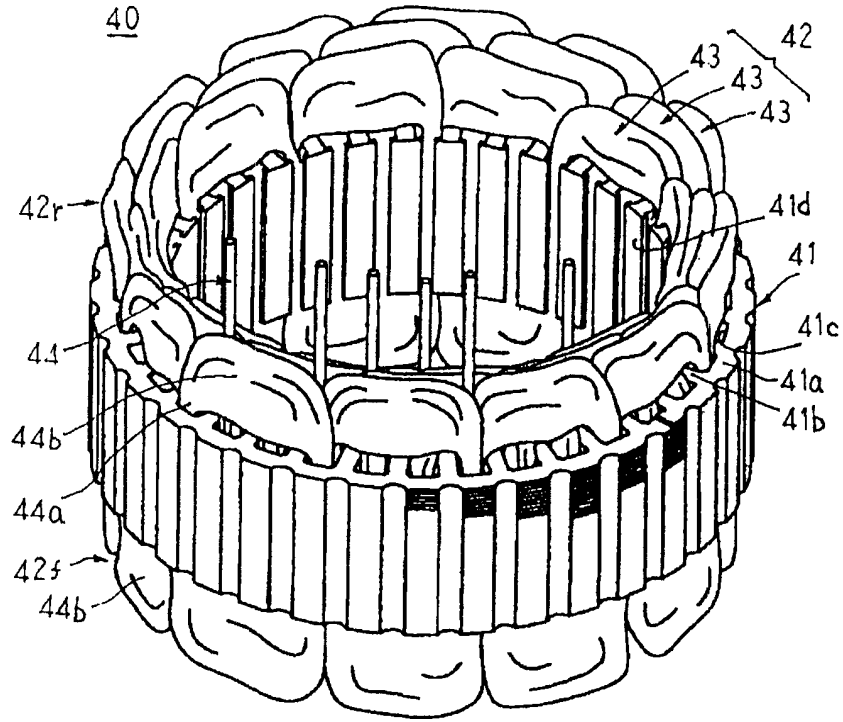


图 2

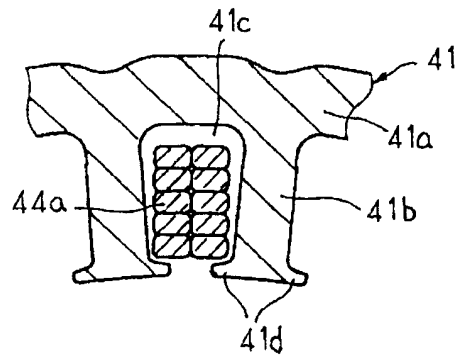


图 3

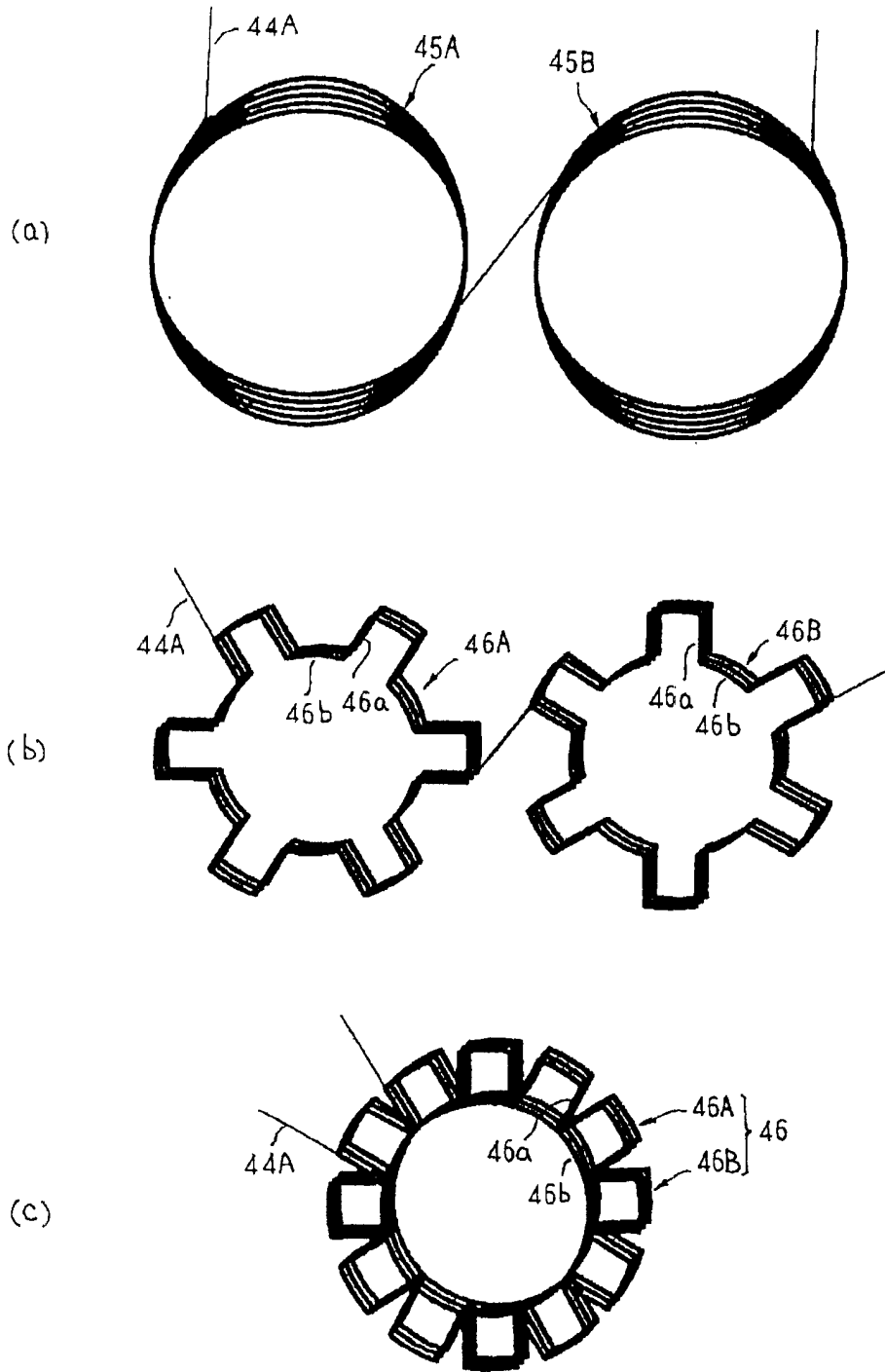


图 4

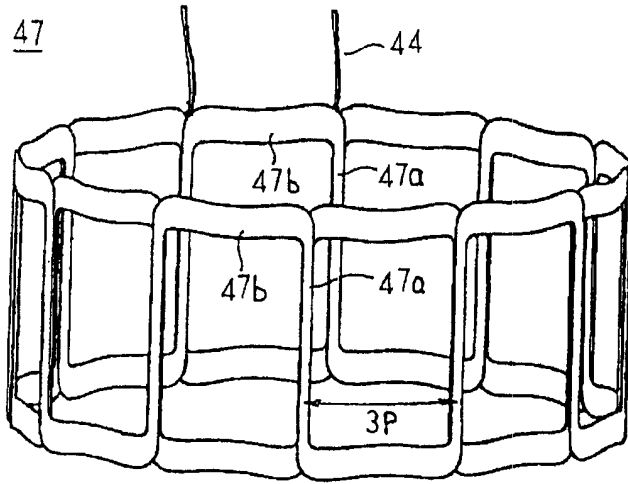


图 5

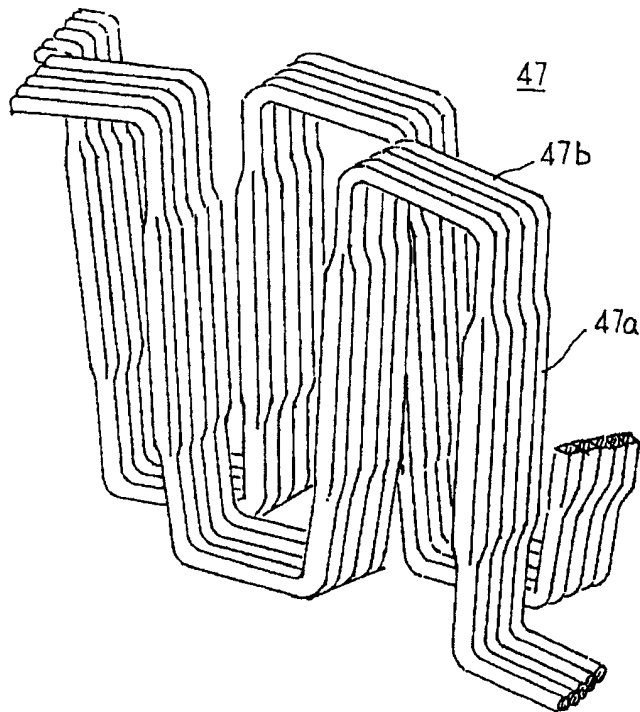


图 6

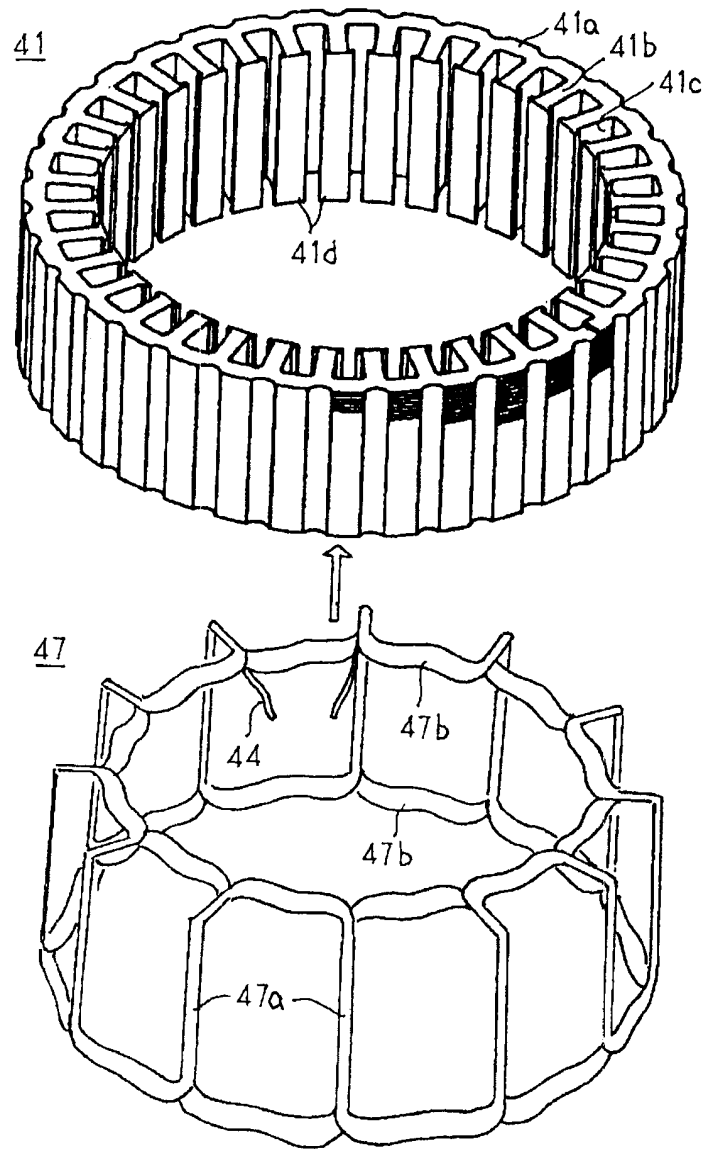


图 7

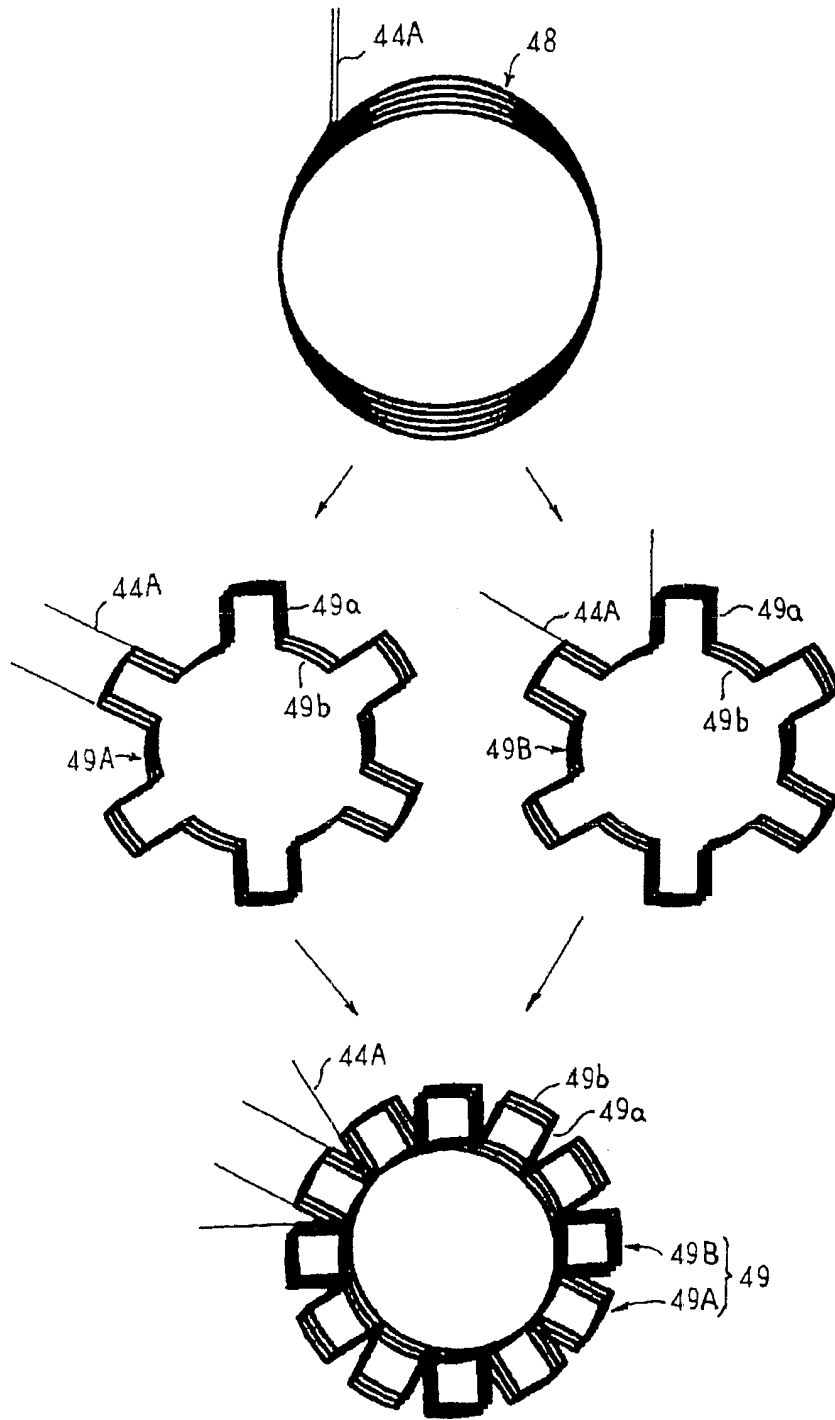


图 10

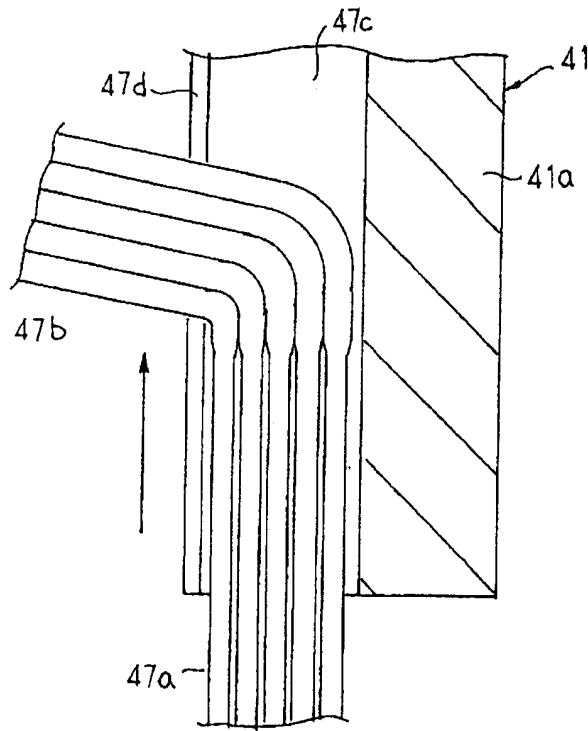


图 8

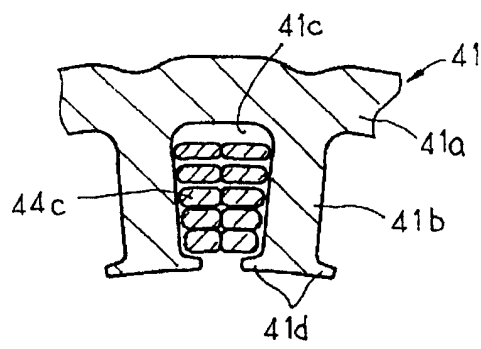


图 9

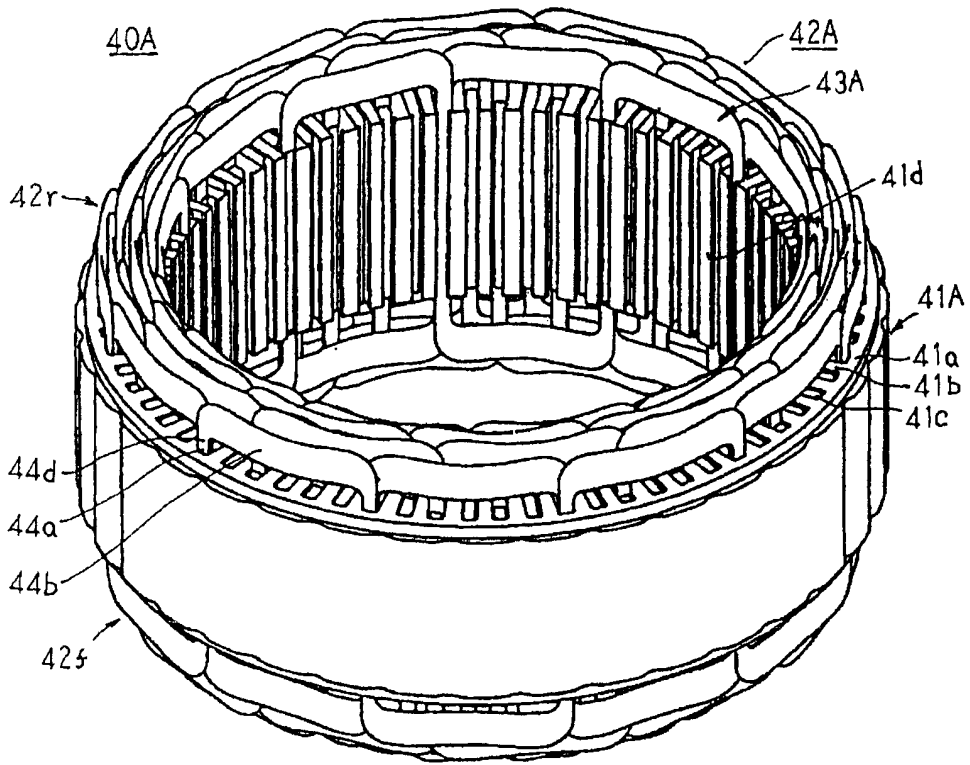


图 11

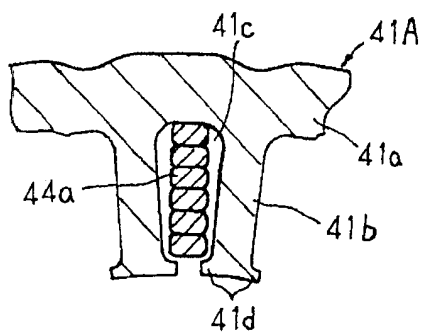


图 12

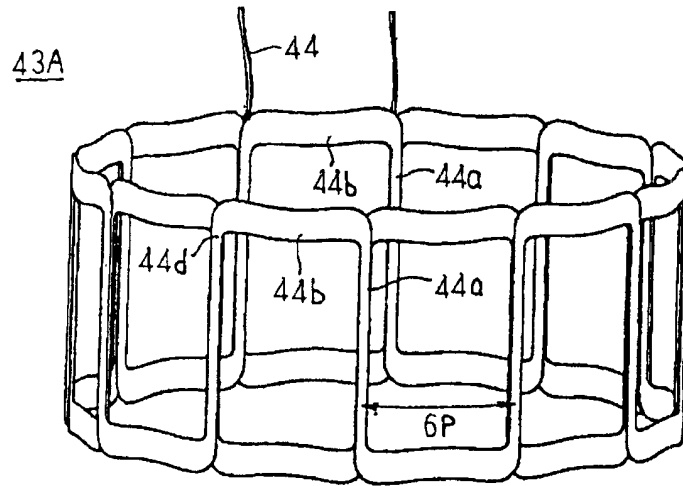


图 13

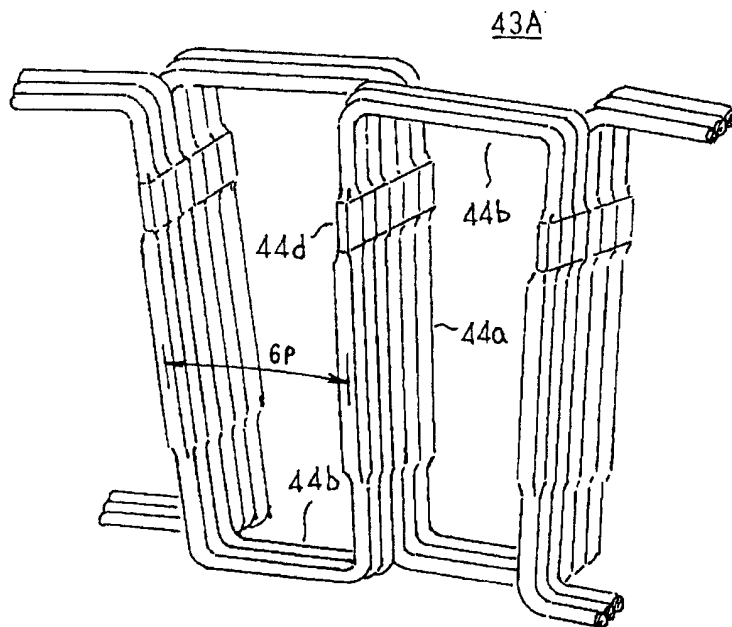


图 14

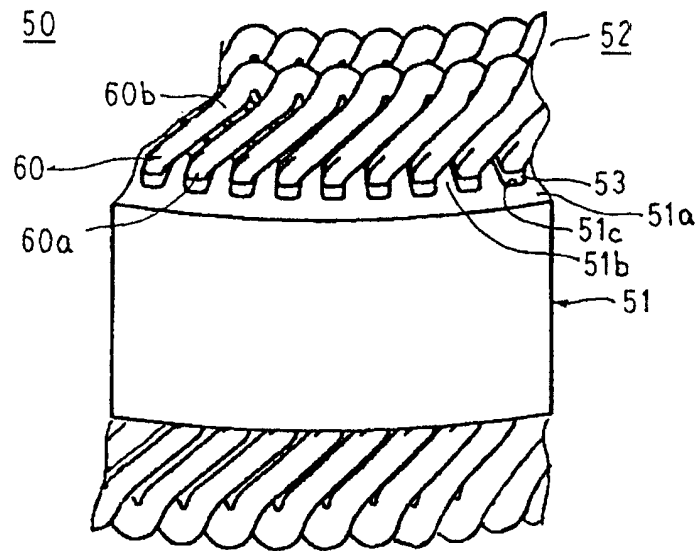


图 15

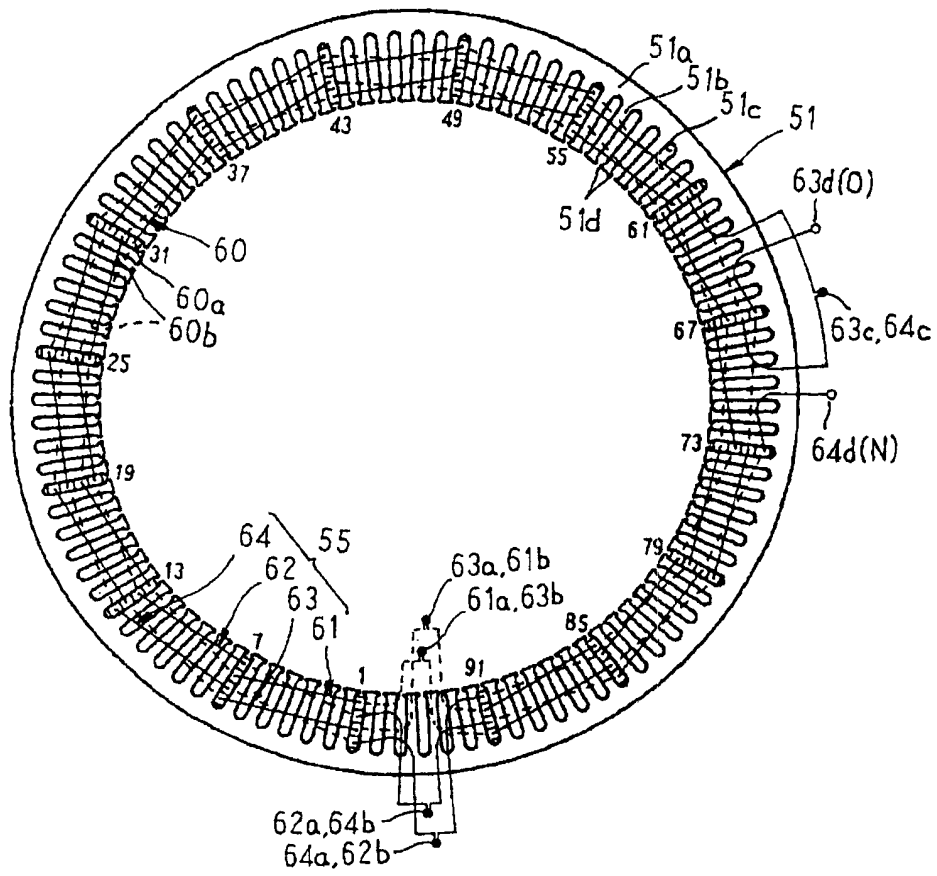


图 16

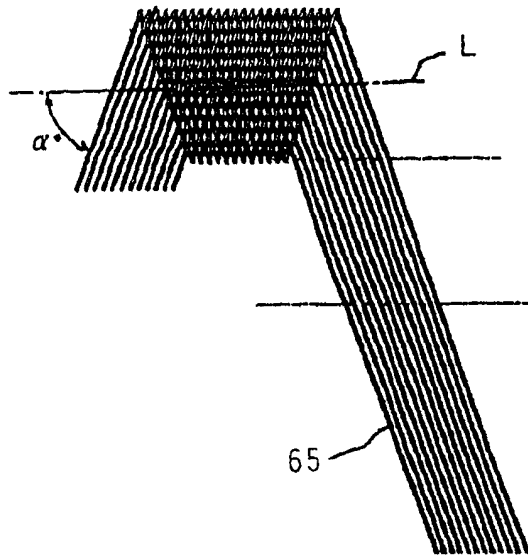


图 17

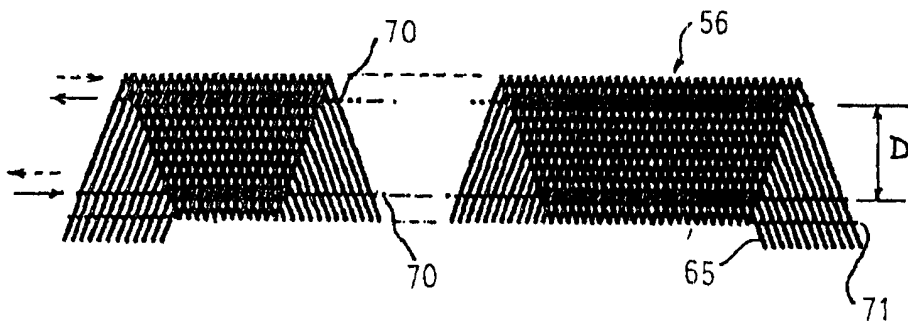


图 18

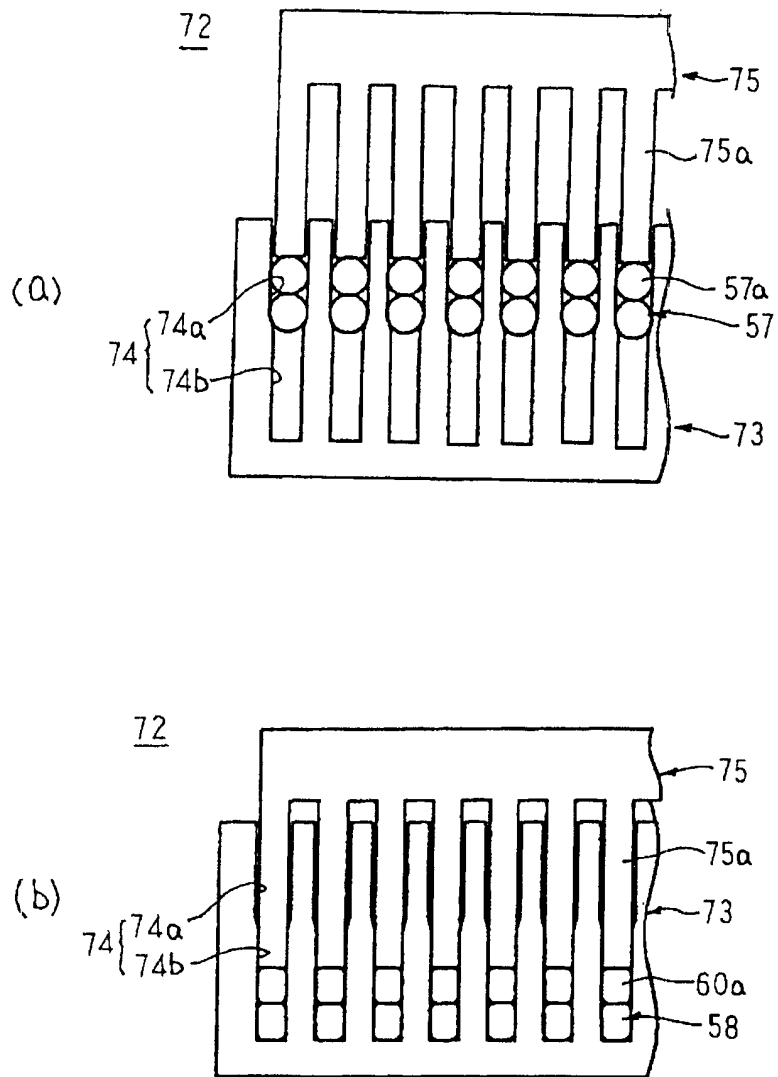


图 19

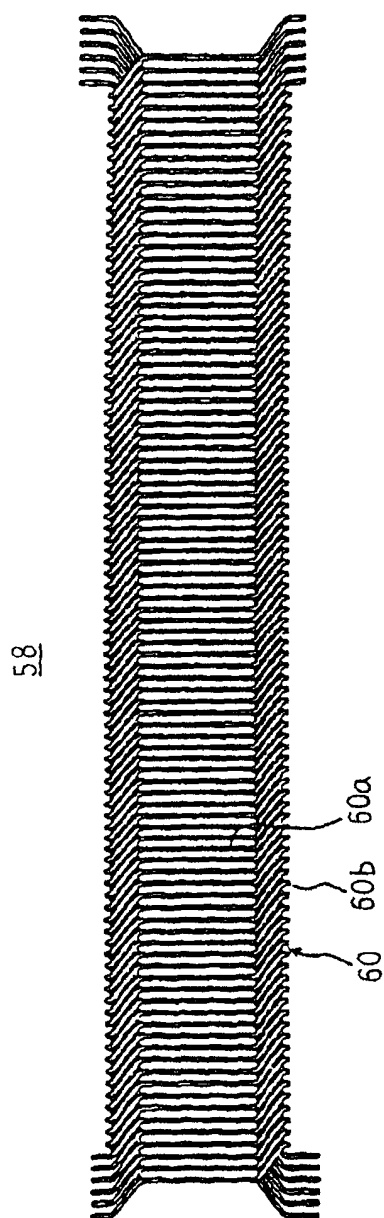


图 20

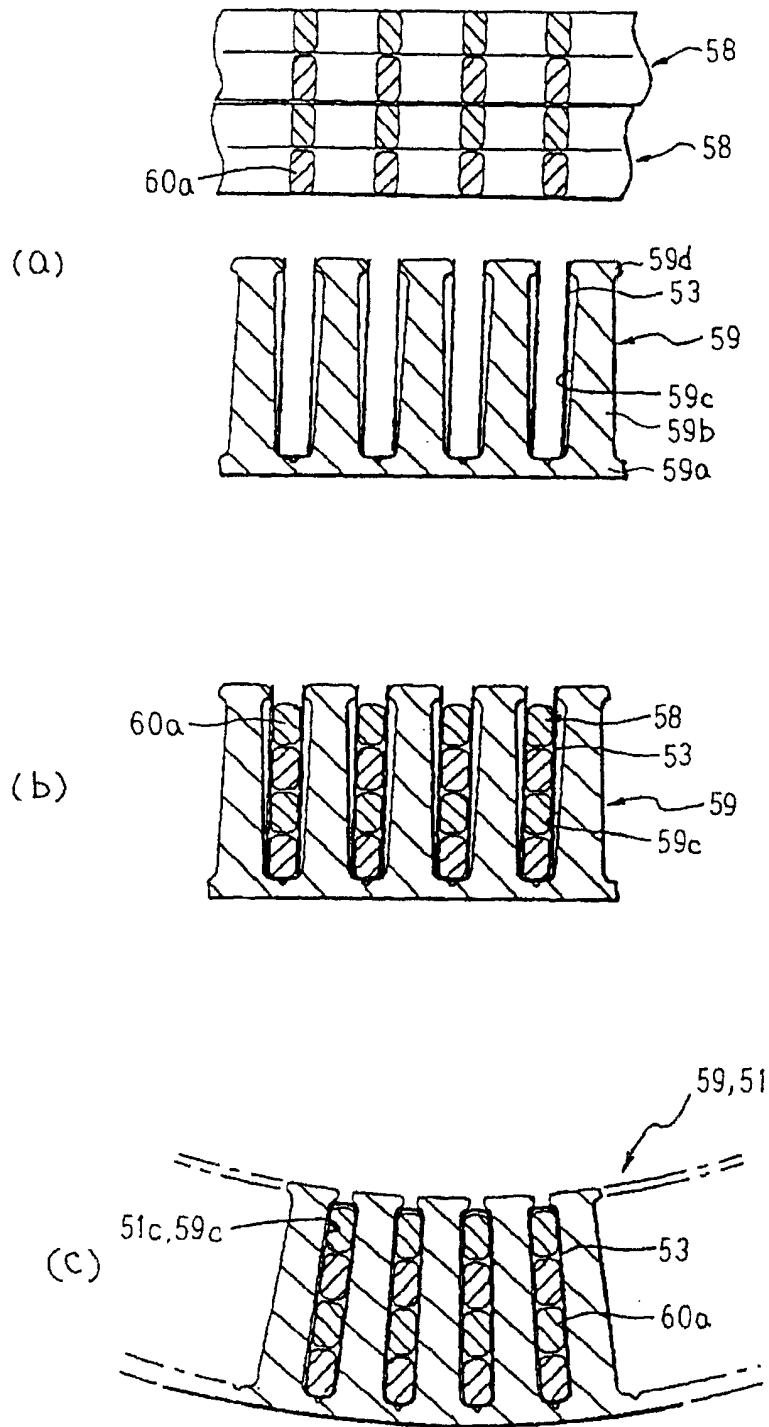


图 22

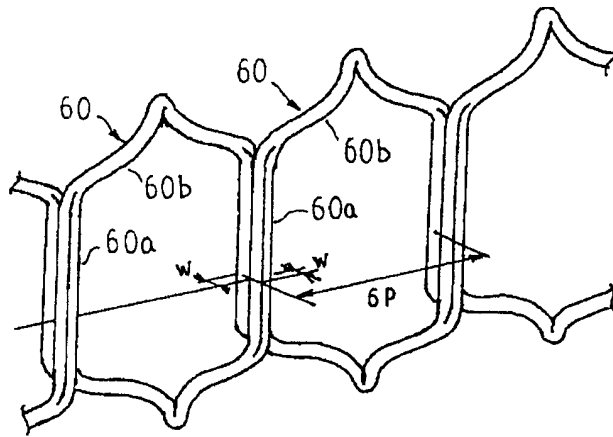


图 21

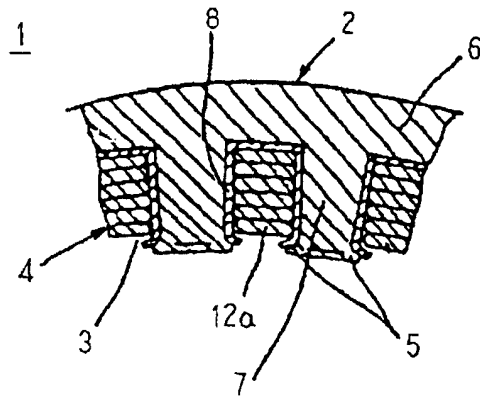


图 23

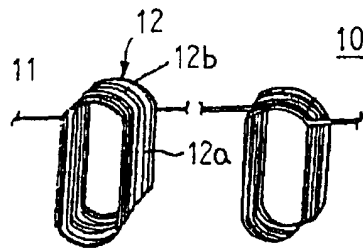


图 24

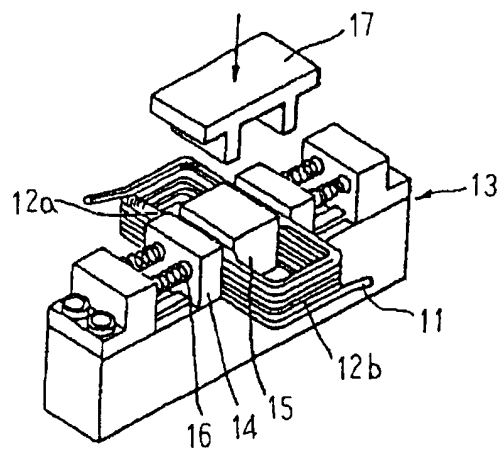


图 25

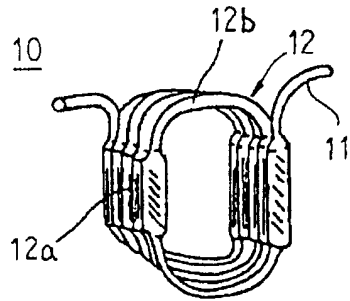


图 26

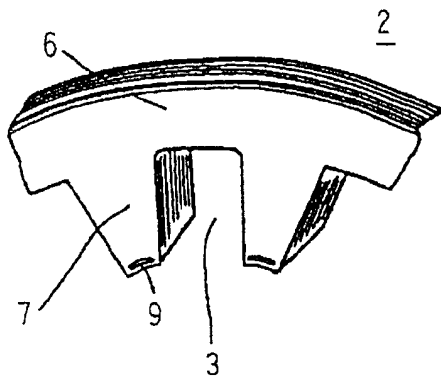


图 27

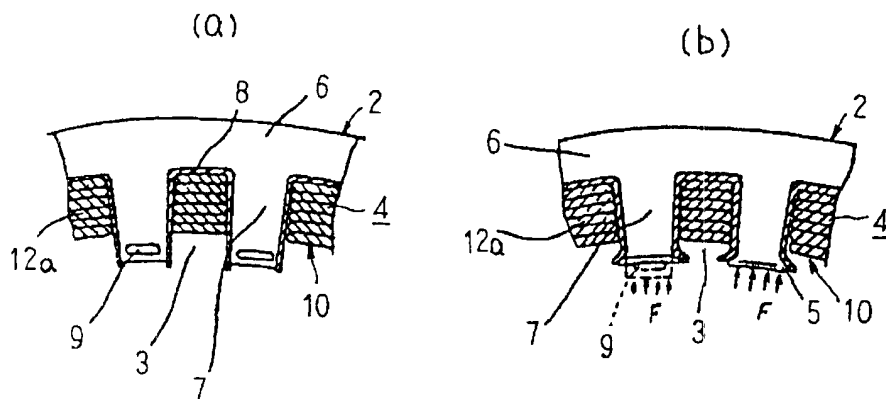


图 28