

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02K 1/16 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480039388.0

[43] 公开日 2007年1月24日

[11] 公开号 CN 1902802A

[22] 申请日 2004.12.14

[21] 申请号 200480039388.0

[30] 优先权

[32] 2003.12.30 [33] DE [31] 10361858.9

[86] 国际申请 PCT/EP2004/053466 2004.12.14

[87] 国际公布 WO2005/064766 德 2005.7.14

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.29

[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 A·申迪

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 苏娟 胡强

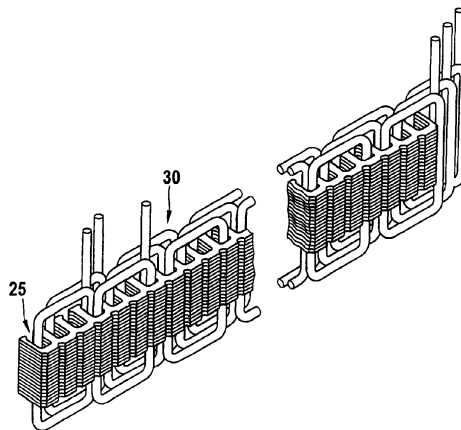
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

[54] 发明名称

电机定子

[57] 摘要

提出了一种用于电机、尤其是用于交流发电机的定子，其中该定子(36)以扁平包技术制造，并且包括至少一个定子铁(10)和一个绕组(30)，该定子铁(10)具有基本上为环柱形的形状，其中定于铁(10)具有轴向方向(a)，该轴向方向沿圆柱轴线的方向指向，并且定子铁(10)具有一个沿着圆柱轴线方向指向的端面，该端面确定了槽面积($A_{槽}$)，其中由槽面积($A_{槽}$)和端面面积构成的比例(A)在0.4和0.8之间。



1. 用于电机、尤其是用于交流发电机的定子，其中该定子(36)以扁平包技术制造，并且包括至少一个定子铁(10、30)，该定子铁(10)具有基本上为环柱形的形状，其中定子铁(10)具有轴向方向(a)，该轴向方向沿圆柱轴线的方向指向，并且定子铁(10)具有一个沿着圆柱轴线方向指向的端面，该端面确定了槽面积($A_{槽}$)，其特征在于：由槽面积($A_{槽}$)和端面积构成的比例A在0.4和0.8之间。

2. 按权利要求1所述的定子，其特征在于：所述比例A在0.4和0.7之间。

3. 按前述权利要求中任一项所述的定子，其特征在于：所述定子铁(10)具有四十八个内齿(19)，并且所述比例A在0.45和0.70之间。

4. 按权利要求3所述的定子，其特征在于：所述比例A在0.45和0.60之间。

5. 按权利要求1或者2所述的定子，其特征在于：所述定子铁(10)具有三十六个内齿(19)，并且所述比例A在0.4和0.6之间。

6. 按权利要求5所述的定子，其特征在于：所述比例A在0.40和0.55之间。

7. 按前述权利要求中任一项所述的定子，其特征在于：所述槽填充系数(F)在50%和80%之间。

8. 按权利要求7所述的定子，其特征在于：所述槽填充系数F在60%和70%之间。

9. 按前述权利要求中任一项所述的定子，其特征在于：槽(25)具有一种轮廓，其在轭侧通过对置的齿侧面(59)和轭轮廓(62)限定，其中一个槽(25)的齿侧面(59)在圆周方向上相互具有一个最大距离(b_{z3})，并且齿距(τ_3)是在最大距离(b_{z3})的直径处定子铁(10)的两个直接相邻的齿中心的距离，其中(c3)在0.45和0.65之间。

10. 按前述权利要求中任一项所述的定子，其特征在于：槽(25)具有一种轮廓，其在齿顶侧通过对置的齿侧面(59)和齿顶轮廓(62)限定，其中一个槽(25)的齿侧面(59)在到齿顶轮廓(65)的过渡部分上沿圆周方向上相互具有一个距离(b_{z2})，并且齿距(τ_2)是在

定子铁(10)的距离(b_{z2})的直径处两个直接相邻的齿中心的距离,其中(c2)在0.45和0.65之间。

11. 按前述权利要求中任一项所述的定子,其特征在于:(c2)在0.50和0.60之间,并且(c3)在0.47和0.60之间。

12. 按前述权利要求中任一项所述的定子,其特征在于:所述齿侧面(59)通过圆整的过渡部分过渡到齿顶轮廓(65)和轭轮廓(62)中,其中半径在0.3mm和2.0mm之间。

电机定子

背景技术

本发明涉及一种按独立权利要求的前序部分所述的电机定子。

在公开文献 WO 01/54254 A1 中公开了一种用于发动机的定子，其以所谓的扁平包 (Flachpaket) 技术制造。扁平包技术可以如此进行描述，首先制备条形薄片，其打包成所谓的扁平包。为此如此布置薄片，使得薄片相互重合地上下堆叠在一起。由此构成了一个大致方形的基本上扁平的定子铁，该定子铁在一侧具有齿形电磁作用的槽和齿，其在定子制造后为相互作用设置转子。在这种齿状方形定子铁中插入了一个单独制备的一般三相的绕组，从而首先或者所有的线圈侧位于槽中，或者线圈侧的大部分位于槽中，如上面所引用的专利文献所公开的那样。接下去将这种由具有绕组的定子铁构成的半成品在一种装置中如此弯成圆形，使得产生圆环形的环柱形定子。在此必要时存在的绕组悬挂在弯成圆形的过程中插入相应的槽中，其中绕组悬挂在将绕组插入定子铁中时起先并不设置在槽中。在弯成圆形后，两个沿外围方向指向的端面直接对置。这两个端面接着相互连接，例如通过焊接过程。

在这种定子以及所属的发电机开发工作的范围内业已表明，通过不同的措施、尤其是对这种定子或者定子铁的措施获得了非常不同的结果。

本发明的优点

按本发明的具有独立权利要求所述特征的定子的优点是，通过由槽面积和端面积构成的比例 A 给出了一种根据给定的制造方法最佳设计的定子的第一种近似方案，其中该比例 A 在 0.4 和 0.8 之间

在第二种近似方案中，比例 A 在 0.4 和 0.7 之间。该第二种较窄的比例在尺寸方面获得了明显的改进，从而借助于这种使用较少材料的第二比例区一方面在定子的质量方面改进了电流产量，另一方面定子或者定子铁的弯曲阻力处于不仅允许将扁平定子弯成圆形而且也使圆形定子具有形状稳定性的范围内。

附图说明

在附图中示出了按本发明的定子的实施例。

附图示出：

图 1 示出了没有绕组的扁平包；

图 2 示出了具有插入的三相绕组的扁平包；

图 3 示出了在绕组和铁包共同弯成圆形后具有图 2 的绕组的扁平包；

图 4 示出了定子铁的端面的局部截图，用以说明槽面积和端面积；

图 5 示出了设有导体的槽的局部横截面图，用以说明导体横截面积；

图 6a 示出了第一“电流图”；

图 6b 示出了第二“电流图”；

图 7 示出了具有对应的槽的两个内齿的局部视图；

图 8 示出了在发动机怠速时根据两种不同的长度比的汽车发电机输出电流的三维图，其中发动机怠速相应于发电机转子大约 1800U/min 的速度。

具体实施方式

图 1 示出了一个扁平的或者基本上扁平的定子铁 10，其由确定数量的单个的薄片 13 打包而成。薄片 13 沿所谓的轴向方向 a 上下层叠，从而其重叠地上下布置。轭 16 沿着所谓的周向 p 延伸，其之后在制备好的定子中环形延伸。从轭 16 引出沿径向方向 r 的所谓的内齿 19，其之后在制备好的定子中径向向内延伸。定子铁 10 沿周向 p 分别具有两个端面侧端部 22，其在定子铁 10 弯成圆形后紧贴在一起。如果定子铁 10 例如配有例如三十六个槽 25，那么该定子铁 10 总共有三十五个完整的内齿 19，并在端面侧的端部 22 各有半个内齿 27。在定子铁 10 或者定子弯成圆形时，两个紧贴在一起的半内齿 27 相互补充成一个完整的内齿。在具有四十八个槽 25 的定子铁 10 的情况下，定子铁 10 具有四十七个完整的内齿 19，并以类似的方式同样具有两个半内齿 27。

图 2 示出了图 1 的定子铁 10，在其槽 25 中插入了定子绕组 30。如果定子用于交流发电机，那么定子绕组 30 构造成三相绕组。定子绕组 30 首先与定子铁 10 的制造分开制造。在此定子绕组 30 或者可以由单独的分别插入定子铁 10 的槽 25 中的支路制成。但是定子绕组 30 也可以如开头所述的现有技术如此制造，将定子绕组 30 的三个支路制备

成实际上整体的定子绕组 30。这种实际上整体的定子绕组 30 然后一起并在一个步骤中插入定子铁 10 的槽 25 中。

在将定子绕组 30 如上所述插入定子铁 10 后，由这两个部件构成的半成品弯成圆形，使得内齿 19 和半内齿 27 径向向内延伸，并且由此轭 16 包围内齿 19 或者 27。然后槽 25 就自然地径向向内敞开，参见图 3。在图 3 中可以清楚地看到接合部位 33，两个上述的半内齿 27 紧贴在一起。定子铁 10 或者由此构成的定子 36 由此具有一个基本上环柱形的形状。环柱形具有圆柱轴线，其可以在定子 36 内部描述。该圆柱轴线沿着上述的轴向方向延伸，并由此沿着各薄片 13 的堆叠方向延伸。

按图 1 至 3 的原理性的制造方法描述了所谓的用于制造发电机定子 36 的扁平包技术的主要特征。概括地说，这种扁平包技术可以通过下面的特征来描述：制备一种基本上条形的定子铁 10，该定子铁在必要时具有薄片状结构。一至少整体式的定子绕组 30 置入定子铁 10 的槽 25 中。在下面的步骤中将定子铁 10 连同定子绕组 30 弯成环柱形的形状。

图 4 示出了定子铁 10 沿着圆柱轴线或者轴向方向 a 指向的端面的局部截图。这里假定两个紧邻的内齿 19 的两条相邻的径向指向的中心线 40 之间的圆环段为端面面积 A_{F_0} 。因此端面面积 A_{F_0} 由两个半内齿 19 的面积部分和中心线 40 之间相应的轭面积部分组成。槽面积 $A_{槽}$ 由相应的轭面积和内齿 19 的外形以及通过内齿 19 的两个齿顶 50 之间的圆形边界线获得。在对前述扁平包技术的定子 36 进行试验时表明槽面积 $A_{槽}$ 和端面面积 A_{F_0} 构成的比例 A 最好在 0.4 和 0.8 之间。由此可以确定对定子 36 有利的特征组合，即该以扁平包技术制造的定子 36 至少由一个定子铁 10 和一个定子绕组 30 构成，其中定子铁 10 具有基本上环柱形的形状，并且定子铁 10 具有轴向方向 a，其沿圆柱轴线的方向指向，并且定子铁 10 具有一个沿着圆柱轴线的方向指向的端面，其具有一个槽面积 $A_{槽}$ ，其中由槽面积 $A_{槽}$ 和端面面积 A_{F_0} 构成的比例 A 在 0.4 和 0.8 之间。

在另一种近似方案中，当比例在 0.4 和 0.7 之间时更有利。

用于考虑比例 A 的端面不包括沿轴向方向 a 测量的横截面积 A_{Z_1} ，其例如由两个径向向外指向的半齿 53 的相应横截面积构成。轭 16 沿

径向方向的外轮廓并不是圆形线，作为用于计算端面面积 A_{F0} 的外直径使用最小直径，槽上的区域 b_3 中的定子铁的外轮廓描述了该最小直径。

另外确定，比例 A 根据定子铁 10 的齿数可以假定不同的理想值。由此发现，具有四十八个内齿 19 的定子铁 10 以有利的方式具有 0.45 和 0.7 之间的比例 A 。很明显，将作为用两个半内齿 27 构成的内齿等价地看作四十八个内齿 19 中的一个。

在第二种近似方案中发现，具有四十八个内齿 19 的定子铁 10 以有利的方式具有 0.45 和 0.6 之间的比例 A 。对于具有三十六个内齿 19 的定子铁 10 有利的比例 A 的数值范围在 0.4 到 0.6 之间。

在第二种近似方案中，对于具有三十六个内齿 19 的定子铁 10 有利的比例 A 在 0.4 和 0.55 之间。

结合图 4 解释如何计算槽面积 $A_{槽}$ 。结合图 5 解释如何计算槽 25 中导体 56 的横截面面积。每个导体 56 具有导体横截面 A_L 。槽 25 中所有导体横截面的总和由此由各导体横截面 A_L 的总和 $A_{L, 总}$ 获得。槽填充系数 F 在此定义为槽 25 中所有导体 56 的横截面面积和槽面积 $A_{槽}$ 的比例。对于一种具有六个极对的交流发电机的实施方式中的具有三十六个槽 25 或者三十六个内齿 19 的定子铁 10 或者定子 36，根据比例 A 和填充系数 F 计算出相应的定子电流 I_c 。这里对 50%、65% 和 80% 的填充系数 F 进行了试验。在此计算出对于填充系数 F 为 80% 达到最大发电机电流，也可以参见图 6a。由此在图 6a 中可以看到填充系数 F 为 80% 的相应曲线，曲线名为 F_{80} 。横坐标给出的比例 A 在大约 0.6 和 2.0 之间的范围内，而纵坐标给出的比例 B 在 0.5 和 1.0 之间。比例 B 根据填充系数 F 为 80% 的电流曲线计算。为此在相应的具有定子 10 和槽填充系数 $F = 80\%$ 的电机中计算出相应的发电机电流或者定子电流。该电流曲线的最大值等于 100% 或者置于 1。由该最大值出发描绘槽填充系数 F_{80} 的曲线。与此类似计算槽填充系数 $F = 65\%$ 或者槽填充系数 $F = 50\%$ 的定子电流。相应的曲线称为 F_{65} 或者 F_{50} 。相应的曲线在槽填充系数 $F = 80\%$ 时达到最大电流值。

由于该结果，对于六个极对的以扁平包技术制造的具有三十六个槽 25 或者三十六个内齿 19 的定子，比例 A 优选在 0.4 和 0.55 之间，其中同时槽填充系数应该在 50% 和 80% 之间。

图 6b 示出了与图 6a 中所示图表类似的关于八个极对的相应交流电机的具有四十八个槽 25 或者四十八个内齿 19 的定子 36 的图表。由于这里计算的结果在此优选进行组合，由此比例 A 在 0.45 和 0.6 之间，并且填充系数 F 在 50% 和 80% 之间。

根据图 7 解释哪些重要的特征在几何形状方面适用于槽 25。宽度 b_1 表示在弯成圆形状态下存在的槽隙或者槽 25 的开口宽度。槽 25 具有一种轮廓，但是其由对置的齿侧面 59 和通过轭轮廓 62 限定。齿侧面 59 在该实施例中在从齿侧面 59 到轭轮廓 62 的过渡部分中以半径 r_3 圆整。术语“轭侧”在此表示槽 25 的位于槽 25 的面对轭 16 的一侧的区域。“齿顶侧”表示槽 25 的位于槽 25 的面对齿顶 55 的并由此背对轭 16 的一侧的相应区域。在该实施例中，内齿 25 的齿侧面 59 在周向上具有相互之间的最大距离，其在此称为 b_{z3} 。由此对于在轭 16 和齿 19 之间的区域中以半径圆整的槽 25， b_{z3} 由两个半径中心之间的距离 b_3 和两个半径 r_3 本身组合而成，从而对于 b_{z3} 得到了公式： $b_{z3} = b_3 + 2 * r_3$ 。对于这种情况，即槽 25 不用任何半径圆整，而是例如通过椭圆、斜面或者齿侧面 59 和轭轮廓 62 之间的任何其它有角的过渡部分，那么轭侧的 b_{z3} 是两个齿侧面 59 之间的最宽距离。

齿距 τ_2 定义为在距离 b_{z2} 处的直径上两个齿中心的距离，齿距 τ_3 定义为在距离 b_{z3} 处的直径上两个齿中心的距离。直径 d_3 定义为其上的距离为 b_{z3} 的直径，直径 d_2 定义为其上的距离为 b_{z2} 的直径。对于 d_3 和 d_2 的比例适用的数值范围在 1.1 和 1.25 之间。

与此类似，内槽 25 有一种齿顶侧的轮廓，其由对置的齿侧面 59 和齿顶轮廓 65 限定。齿顶轮廓 65 在该实施例中以从直线形的齿侧面 59 到通过半径 r_2 给定的槽隙或者槽 25 收缩部分的过渡部分开始沿径向向内的方向延伸。宽度 b_2 在此称为半径 r_2 的半径中心的距离，从而作为槽 25 齿顶侧的宽度或者齿侧面 59 的距离由中心距离 b_2 和两个半径 r_2 获得 b_{z2} 的总和。

对于这种情况，即在上述定义中没有给出距离 b_{z2} 或者 b_{z3} 的明确对应关系，例如对于稍微鼓起的齿面侧 59，这里对于所述的距离 b_{z2} 和 b_{z3} 还要进行如下定义：由于齿顶轮廓 65 进行了圆整，这意味着从齿宽 59 到定子铁 10 或者定子 30 的内圆周中的过渡部分完全圆整，可能不能为槽 25 给出明确的径向高度。作为辅助这里适用轭轮廓 62 或

者其圆形延长部分和齿顶中心之间的径向距离。齿顶中心或者两个相邻的齿顶中心的距离还确定了齿距 τ 。如果这个距离为100%，那就意味着宽度或者距离 b_{z2} 从槽25的最深点或者从轭16出发在90%处计算，内齿19从该处延伸而出，类似的对于距离 b_{z3} 也适用此，其在高度为8%处计算。

图8中示出了在发动机怠速时(相当于发电机转子大约1800U/min的转速)定子电流根据比例 $c2$ 和 $c3$ 的关系。 $c2$ 是齿顶侧槽宽或者距离 b_{z2} 与齿处齿距 τ_2 的比值。 $c3$ 是由轭侧距离 b_{z3} 和轭处齿距 τ_3 构成的比值。对于定子36，比值 $c2$ 和比值 $c3$ 在0.45和0.65之间。

特别优选 $c2$ 在0.50和0.60之间，而 $c3$ 在0.47和0.6之间。

对于这种情况，即齿侧面59和轭轮廓62之间的或者齿侧面59和齿顶轮廓65之间的过渡部分进行圆整，那么半径 r_1 或者 r_2 优选在0.3和2.0mm之间。

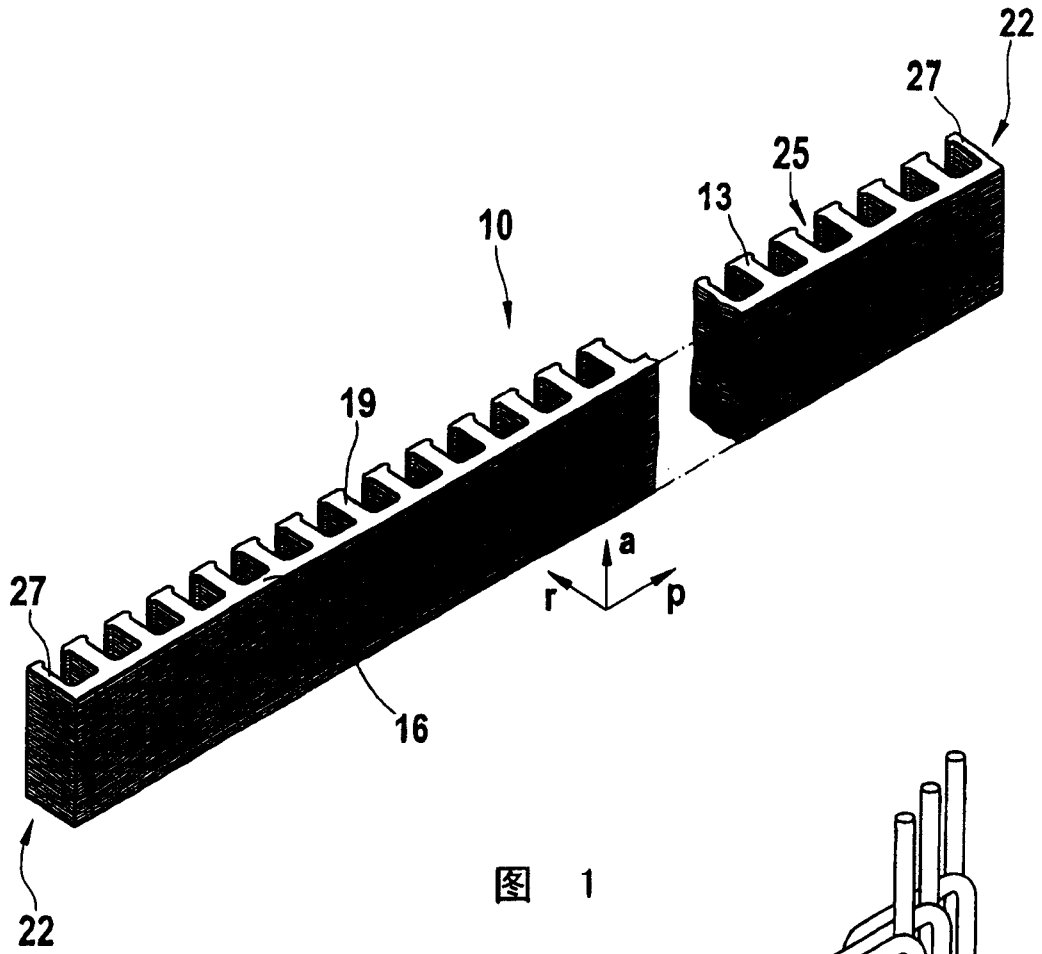


图 1

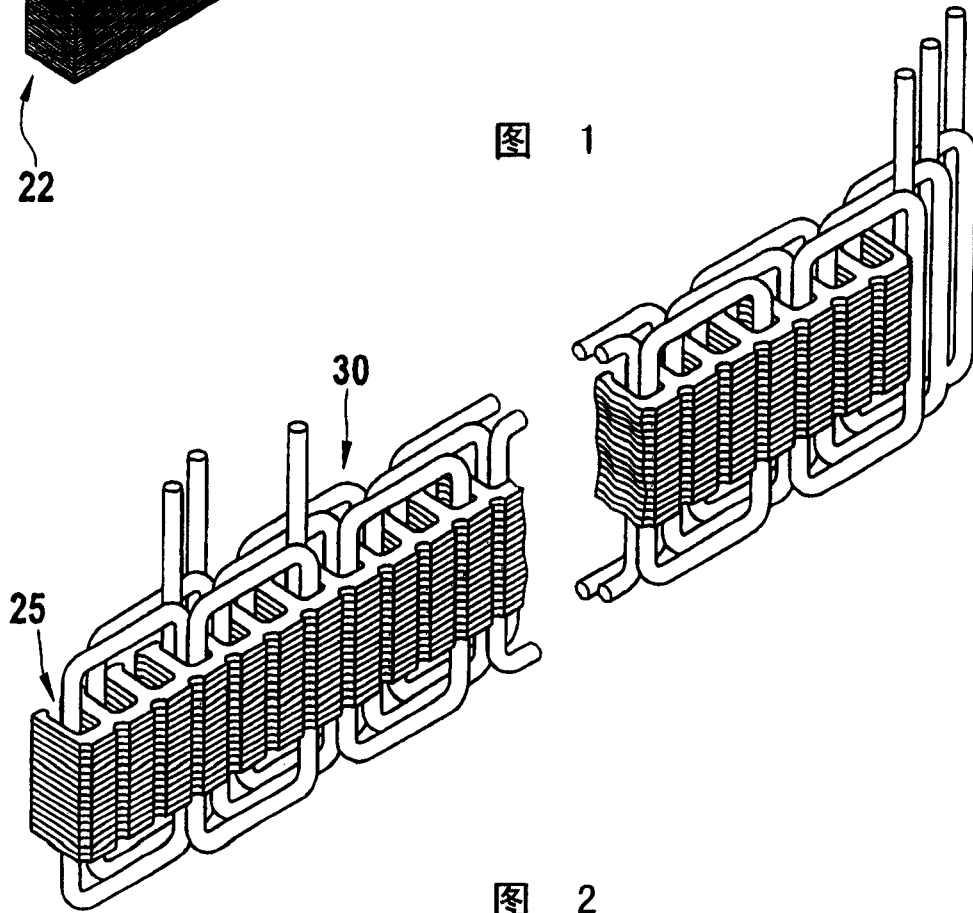


图 2

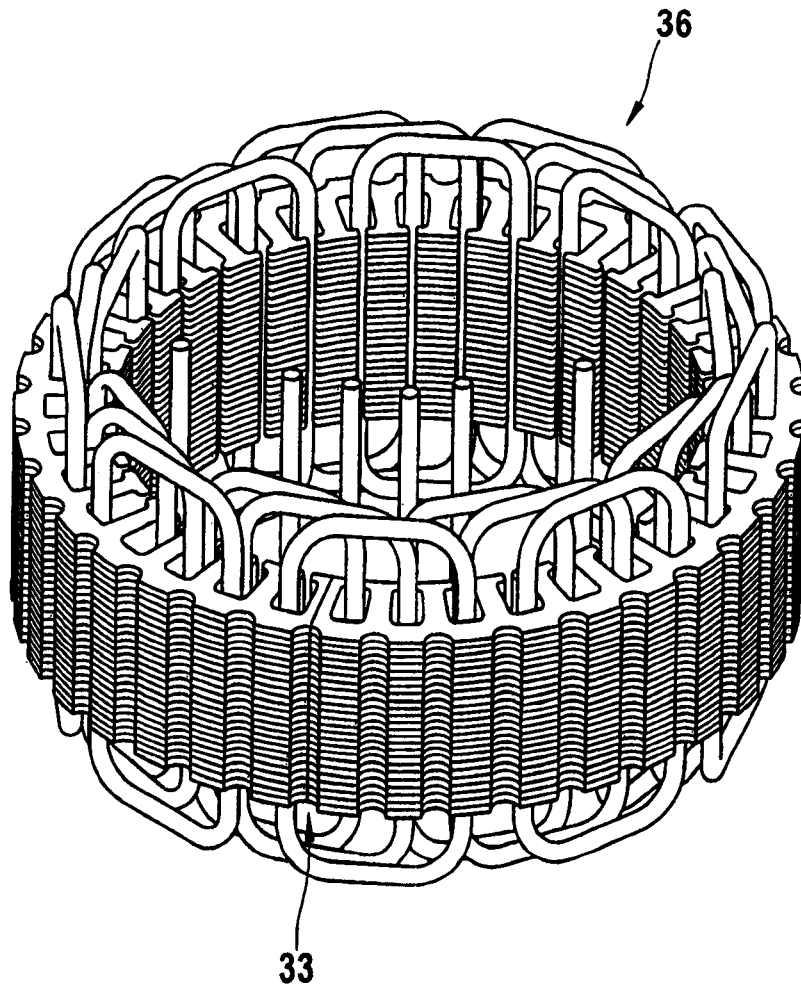
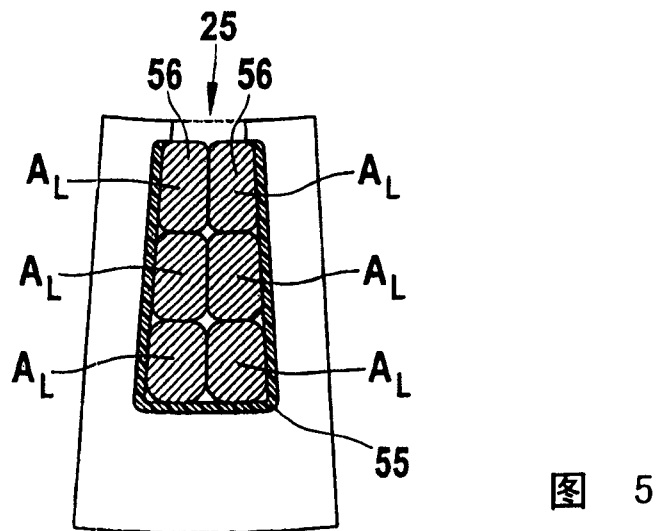
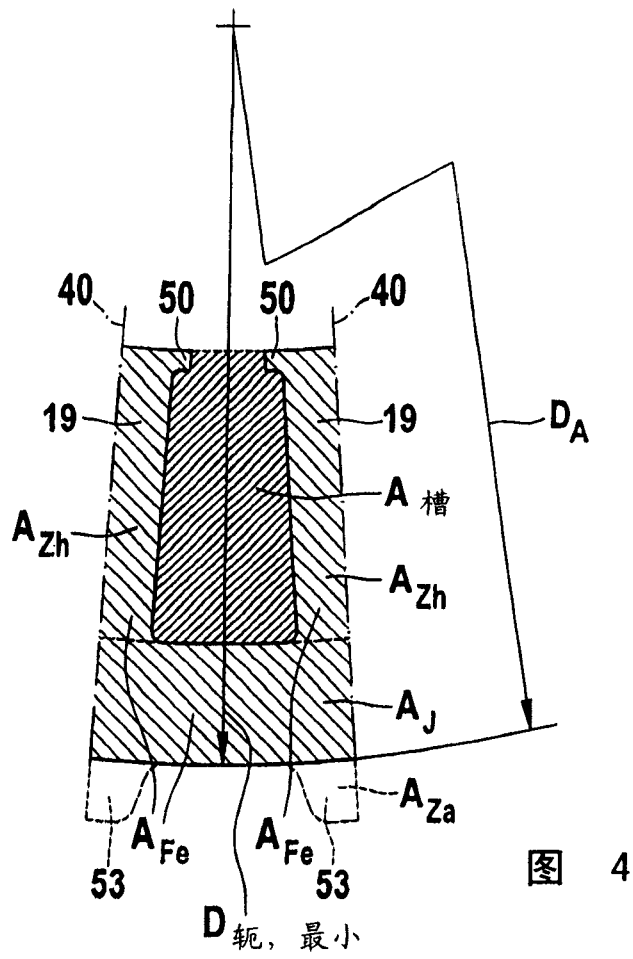


图 3



36 槽/6极对

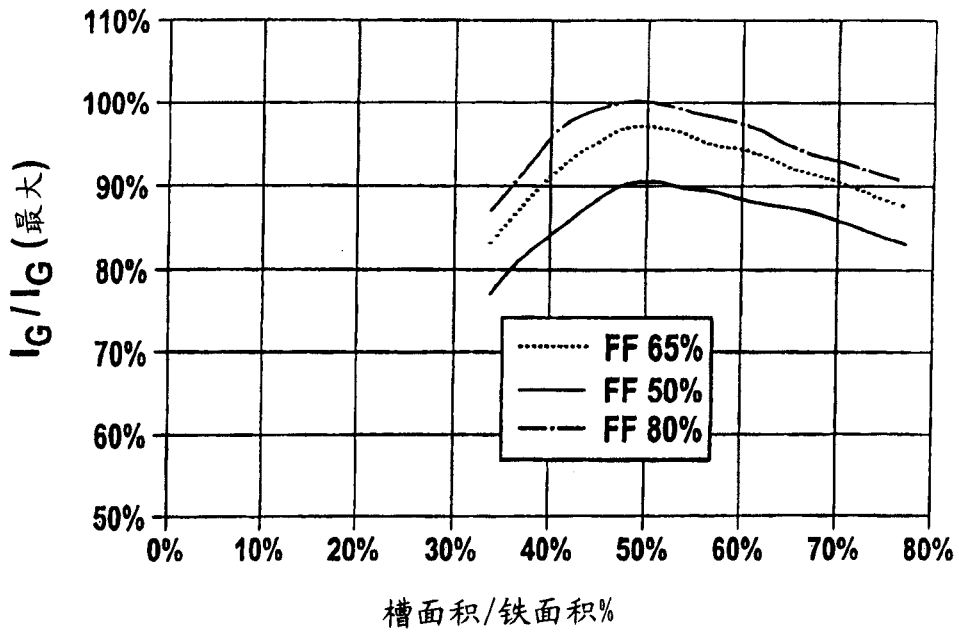


图 6a

48 槽/8极对

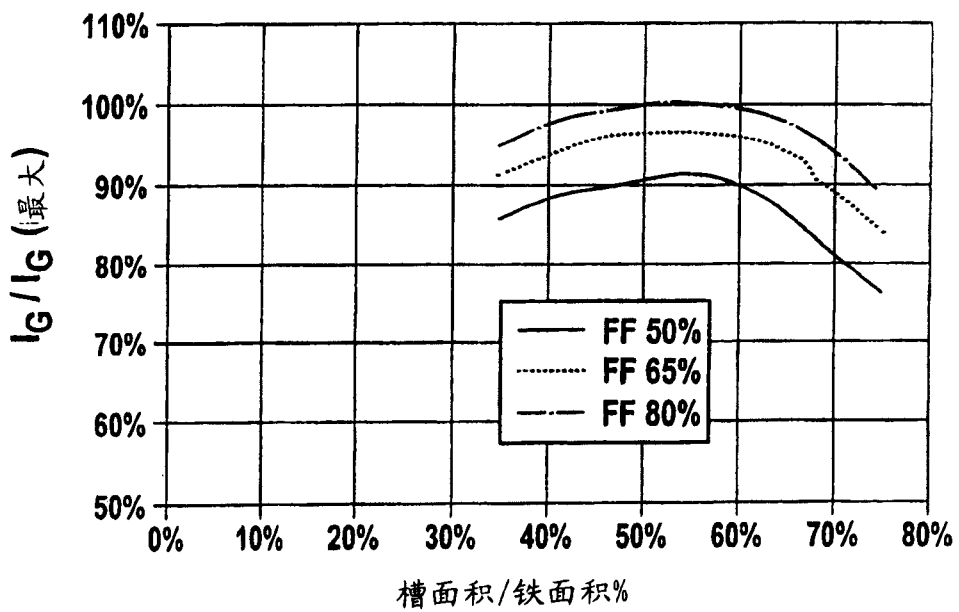


图 6b

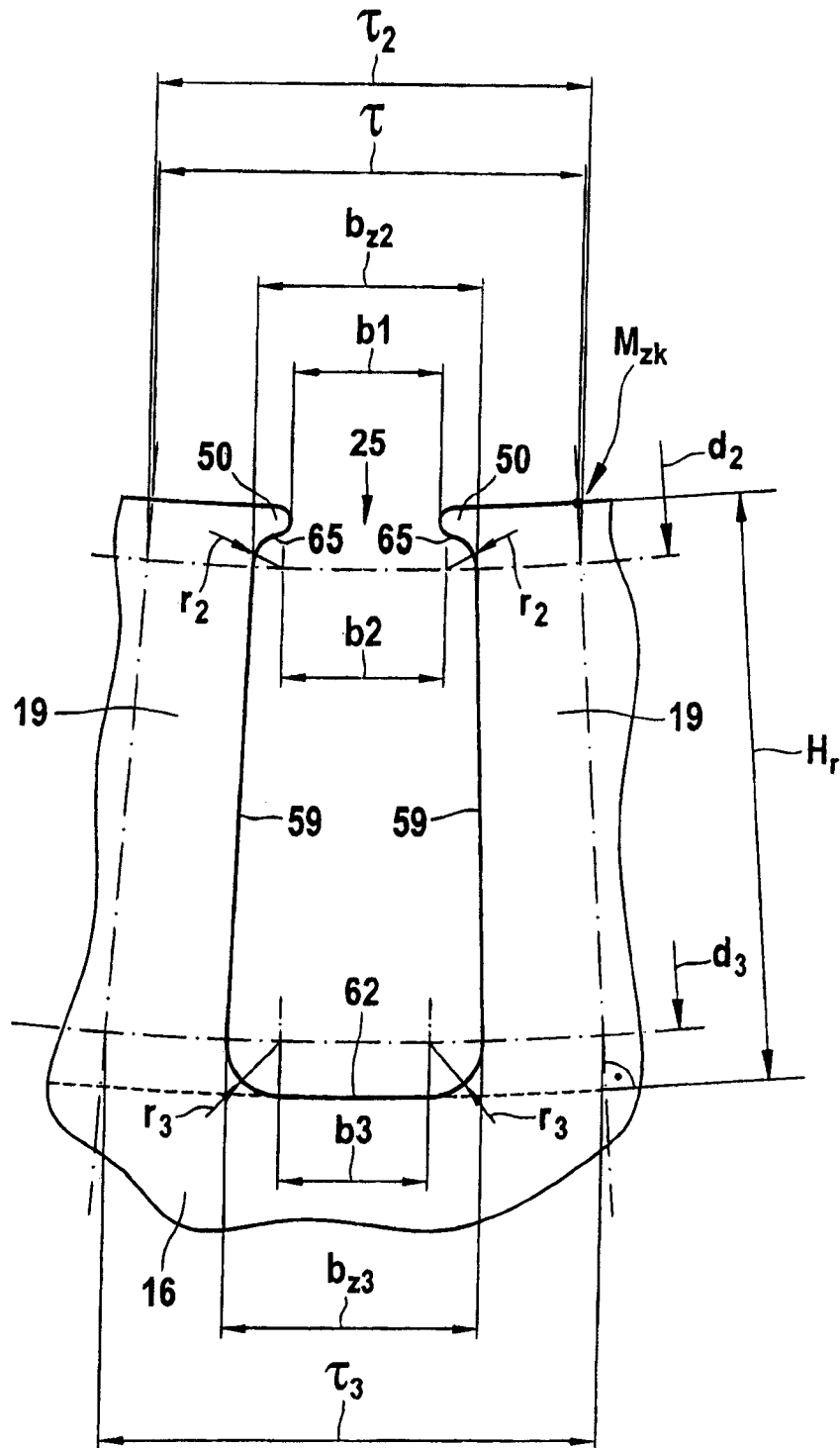


图 7

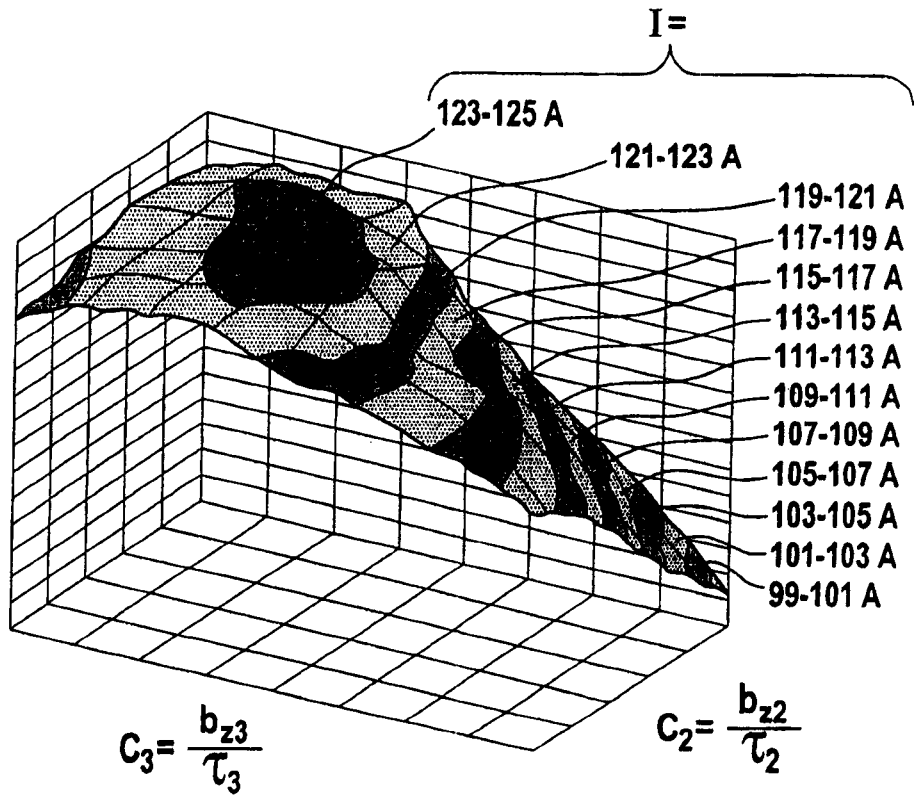


图 8