



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02132377.1

[43] 公开日 2003 年 4 月 9 日

[11] 公开号 CN 1409467A

[22] 申请日 2002.9.26 [21] 申请号 02132377.1

[30] 优先权

[32] 2001. 9.26 [33] JP [31] 293264/2001

[32] 2002. 5.30 [33] JP [31] 158064/2002

[32] 2002. 5.30 [33] JP [31] 158065/2002

[32] 2002. 5.30 [33] JP [31] 158066/2002

[71] 申请人 日本伺服株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 大岩昭二 大西和夫 永田洋一

池田纯一 内山友和 米田孝司

齐藤英夫 三村昌弘

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

商标事务所

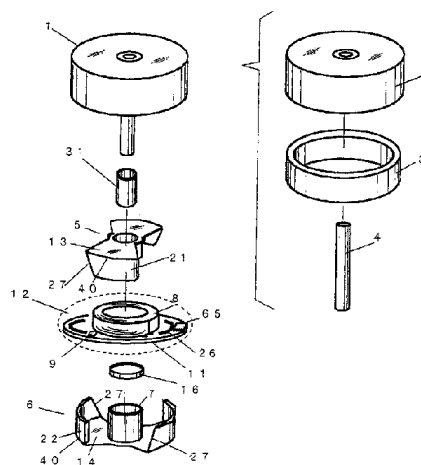
代理人 刘志平

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 9 页

[54] 发明名称 无刷 DC 马达

[57] 摘要

一种无刷 DC 马达，其中转子(1)有一马达轴(4)、一个装在马达轴(4)上的转子轭(2)、和一个被磁化的环状磁铁(3)，该磁铁在其圆周方向上有多个磁极、并被转子轭(2)保持在位。定子有第一和第二定子轭(5、6)。该定子轭各有从其中心沿径向延伸的主磁极(13 或 14)，并有磁极附件(21、22)分别从主磁极(13 或 14)的前端沿着环状磁铁(3)的内周表面在垂直方向上延伸。还有一个包围马达轴(4)的中心轭(7)用来在磁路上连接所说第一和第二定子轭(5、6)，一个具有环状绕组(8)的绕组组合件(12)，和一块印刷电路板(11)，在其上安装着环状绕组(8)、电磁转换元件(9)和驱动电路。



1. 一种无刷 DC 马达包括：一个转子（1），该转子具有一根马达轴（4）、一个装在马达轴（4）上的转子轭（2）、和一个被磁化的环状磁铁（3），该磁铁在其圆周方向上有多个磁极，并被转子轭（2）保持在位；第一和第二定子轭（5、6），各有从其中心沿径向延伸的主磁极（13 或 14），主磁极（13 或 14）的数目为磁铁（3）磁极数目之半，并有磁极附件（21 或 22）分别从主磁极（13 或 14）的前端沿着环状磁铁（3）的内周表面在垂直方向上延伸；一个中心轭（7），通过轴承（31）包围马达轴（4）并延伸通过所说第一和第二定子轭（5、6）的中心部，以资在磁路上连接所说第一和第二定子轭（5、6）；一个绕组组合件（12），具有一个环状绕组（8）、一个电磁转换元件（9）、和一个驱动电路；及一块印刷电路板（11），在其上安装着环状绕组（8）、电磁转换元件（9）和驱动电路；其特征在于：第一定子轭（5）的主磁极（13）与第二定子轭（6）的主磁极（14）在电相位角（electrical angle）上相差 180° ，其中绕组组合件（12）的两个端表面被第一和第二定子轭（5、6）的主磁极（13、14）保持着，其中环状绕组（8）的外周表面被第一和第二定子轭（5、6）的磁极附件（21、22）覆盖着，并且其中中心轭（7）延伸通过环状绕组（8）的中心孔。

2. 权利要求 1 的无刷 DC 马达，其中环状绕组（8）为一两相空气芯绕组，由两根紧绕自焊接的导线制成，每根导线各有一层粘性薄膜包围在其绝缘涂层上，该绕组由电相位角差为 180° 的两相半波电流驱动。

3. 权利要求 1 或 2 的无刷 DC 马达，其中印刷电路板（11）具有贯穿孔（26），第二定子轭（6）的磁极附件（22）延伸通过该孔。

4. 权利要求 1、2 或 3 的无刷 DC 马达，其中印刷电路板（11）为一柔韧的板。

5. 权利要求 1、2、3 或 4 的无刷 DC 马达，其中第一和第二定子轭（5、6）中至少有一个可在其轴向上移动以资满足环状绕组（8）改变长度的要求。

6. 权利要求 1、2、3、4 或 5 的无刷 DC 马达，其中第一和第二定子轭（5、6）的磁极附件（21、22）中至少有一个具有切掉部分（27），这样来逐渐减少至少其中一个磁极附件（21、22）走向其前端的面积。

7. 权利要求 1、2、3、4、5 或 6 的无刷 DC 马达，其中中心轭（7）由含有 10-15 重量%的铬和 85-90 重量%的铁的软磁性不锈钢制成。

8. 一种径向空气间隙式无刷 DC 马达包括：一个转子（1），该转子具有一根马达轴（4）、一个装在马达轴（4）上的转子轭（2）、和一个被磁化的环状磁铁（3），该磁铁在其圆周方向上有多个磁极，并被转子轭（2）保持在位；第一和第二定子轭（5、6），各有从其中心沿径向延伸的主磁极（13 或 14），主磁极（13 或 14）的数目为磁铁（3）磁极数目之半，并有磁极附件（21 或 22）分别从主磁极（13 或 14）的前端沿着环状磁铁（3）的内周表面在垂直方向上延伸，使互相面对而在其间有一空气间隙；一个圆筒形中心轭（7），通过轴承（31）包围马达轴（4）并延伸通过所说第一和第二定子轭（5、6）的中心部以资在磁路上连接所说第一和第二定子轭（5、6）；一个环状绕组（8）；一个电磁转换元件（9）；一个驱动电路；及一块印刷电路板（11），在其上安装着环状绕组（8）、电磁转换元件（9）和驱动电路；其中第一定子轭（5）的主磁极（13）与第二定子轭（6）的主磁极（14）在电相位角上相差 180° 其中环状绕组（8）的两个端表面被第一和第二定子轭（5、6）的主磁极（13、14）保持着，其中环状绕组（8）的外周表面被第一和第二定子轭（5、6）的磁极附件（21、22）覆盖着，其中第一和第二定子轭（5、6）用绝缘薄膜覆盖，其中环状绕组（8）由自焊接导线制成，并以小的空气间隙被插置在主磁极（13、14）之间形成的空间内和磁极附件（21、22）之间形成的空间内。

9. 权利要求 8 的无刷 DC 马达，其中与在第一和第二定子轭（5、6）上形成的绝缘薄膜等效的薄绝缘片被插置在第一和第二定子轭（5、6）之间而不是使用绝缘薄膜。

10. 权利要求 8 或 9 的无刷 DC 马达，其中第一和第二定子轭（5、6）和绕组（8）用液体绝缘材料浸渍并经硬化。

11. 权利要求 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或 10 的无刷 DC 马达，其中 DC 马达被用作小型风扇·吹风机的驱动源。

无刷 DC 马达

技术领域

本发明涉及一种无刷 DC 马达（直流电动机），该马达有一磁铁被磁化以致在其圆周方向上有多个磁极而可用于小型风扇·吹风机上，更具体点说，涉及一种无刷 DC 马达，该马达具有两个定子轭，各有主磁极和磁极附件，有一中心轭延伸通过两个定子轭的中心部用来在磁路上连接两个定子轭，还有一个环状绕组布置在两个定子轭之间。

背景技术

日本实用新型公报 153486/86 号、日本专利公报 63065/83、214759/86、23754/89 和 303750/94 号曾提出许多种的无刷 DC 马达。

图 8 为在日本专利公报 23754/89 号中公开的传统无刷 DC 马达的分解图。图 9 示出磁铁和定子轭之间的关系。图 10 为传统无刷 DC 马达的剖视图。

图 8 所示的四极无刷 DC 马达有一转子 1，该转子由磁性材料的圆筒形转子轭 2、被磁化以致在其圆周方向上具有多个磁极的磁铁 3、和一根马达轴 4 构成。标号 5 指具有两个主磁极 13 和磁极附件 21 的第一定子轭。标号 23 指筒管，24 指卷绕在筒管周围的环状绕组。标号 25 指装在筒管 23 上的接线端，绕组 24 的每一条引线的线端部被绑紧和钎焊，6 指具有两个主磁极 14 和磁极附件 22 的第二定子轭。标号 7 指在第一和第二定子轭 5 和 6 的中心部上制出的圆筒形中心轭，可伸缩地互相插合，这样来在磁路上使第一和第二定子轭互相连接，17 指在每一个中心轭 7 上沿轴向制出的切口，9 指电磁转换元件如霍尔元件用来检测磁铁 3 的磁极。11 指印刷电路板用来在电路上将霍尔元件 9 和接线端 25 连接到驱动电路上。

图 11 示出一个两相半波电流用的驱动电路，交替使两个绕组 24a 和 24b 充电，这两个绕组具有 180° 的电相位角差。在图 11 中，标号 60 指

马达部，61 和 62 指晶体管，各自被来自马达驱动 IC（电感电容）63 的信号驱动，64 指 DC 电源，而 65 指装在印刷电路板 11 上的电气部或 IC 部。

在日本专利公报 23754/89 号的第 4 页、30-38 行和其图 3 中曾披露第一和第二定子轭的磁极附件的图形和配置如本申请在图 9 中所示。

但图 9 所示马达有一死点，在该点上由于磁铁和磁极附件的特定配置，在原理上马达不能被驱动。为了避免这个死点并在马达转动时减少转矩的波动，磁铁和磁极附件的相对位置被考虑。

具体地说，在现有技术中曾说最好将磁极附件的分布角 a 减少到磁铁 3 的一个磁极的分布角的 $1/5$ 到 $4/5$ ，并且将在第一和第二定子轭 5 的磁极附件 21 和 22 的中心线之间形成的分布角 b 在电相位角上设定为 $\pi/4$ 到 $3\pi/4$ 。

另外，在该公报中还曾建议，对于高速的无刷 DC 马达，最好在每一个中心轭 7 上都设有在轴沿轴向的切口，为的是减少磁通在轴向上产生的涡流和涡流损耗。

在日本专利公报 303750/94 号的第 3 页 34 行到第 4 页 12 行中曾指出电流转矩与低速时变动的转矩之和成为马达转矩，在负转矩和马达转矩的波动方面存在着问题，并提出本申请图 9 所示第一和第二定子轭的磁极附件的分布角 a 和 c 应互不相同。另外，在日本专利公报 63065/83 号中曾建议在第一和第二定子轭的每一个磁极附件上设置一个突出部 20 使其突出的方向与磁铁的转动方向相反而与上述现有技术不同，如本申请的图 12 所示。

但在上述这些传统的马达中存在着下列缺点。

在日本专利公报 23754-89 号中，绕组 24 被卷绕在筒管 23 的周围，绕组 24 的引线被绑紧并钎焊到装在印刷电路板 11 的接线端 25 上，如本申请的图 8 所示。在这种结构中，零件如筒管 23 和接线端 25 的费用被增加。另外，绕组引线的处理及其钎焊被复杂化，其费用已被增加。

另外，在上述无刷 DC 马达中必需使用 IC 驱动电路来驱动电相位角差为 180° 的两相双线绕组 24a 和 24b。绕组 24 的空间因数被显著减小，

因为当双线绕组被卷绕在筒管的周围时两根线被混杂在一起。

另外，来自磁铁的磁通量不能被有效地利用，因为第一和第二定子轭的空间角互不相同，这样磁极附件的分布角 a 就比磁铁的一个磁极的分布角小。另外，在图 9 所示的配置中，从磁铁 3 的 N 极出来的磁通量通过第一定子轭 5、中心轭 7 和第二定子轭 6 返回到磁铁 3 的 S 极。但从磁铁 3 的 N 极到 S 极的磁通量是受限制的，全部的磁通量并不能返回到磁铁的 S 极上，因为第二定子轭 6 有一部分磁极附件被定位在磁铁的 N 和 S 极的边界上。另外，有效的链接磁通量从而连带马达的效率被减少，因为延伸通过中心轭 7 的磁通量与环状绕组被链接。

图 7 为一曲线图示出在中心轭的材料和图形变化时马达绕组的链接磁通量和反电动力对马达转速的关系。在图 7 中，曲线①示出使用电磁软铁时的反电动力，而④示出链接的磁通量。随着转速的增加，延伸通过中心轭的交变磁通量的频率变高，而链接磁通量被涡流抑制，因此反电动力趋于饱和。在图 7 中，曲线②示出反电动力，而⑤示出在每一个中心轭 7 上沿轴向制出一个切口 17 如图 8 所示时的链接磁通量。由于涡流减少的效果，在高速转动区域内反电动力和链接的磁通量都得到改善，但在低速转动范围内链接的磁通量被减少。另外，如果切口是在中心轭上制出，中心轭外部尺寸的精度会被降低。

在日本专利公报 303750/94 号中，第二定子轭 6 的磁极附件 22 的分布角 c 小于第一定子轭 5 的磁极附件 21 的分布角 a ，如本申请的图 9 所示，因此磁极附件 22 的宽度变小，马达的有效链接磁通量被减少，马达的效率也被降低。

在日本专利公报 63050/83 号中，磁极附件的面积被减小，有效链接磁通量也被减少，因为突出部 20 被设在磁极附件 21 和 22 上，如本申请的图 12 所示。另外，对这种 DC 马达有一个担心是延伸通过每一个定子轭的电磁钢板的磁通量容易达到饱和，因为在大多数情况下，电磁钢板的厚度是受限制的。来自磁铁 3 的磁通量延伸通过磁极附件的尖端来到主磁极，磁通量有一大密度，因此如果磁通量的通道狭窄，磁通量就可能饱和。

当电流流动通过环状绕组时，不仅会在磁极附件 21 和 22 的突出部 20 与磁铁 3 之间产生转动力。而且还会产生指向定子轭的吸引力和排斥力，因此磁极附件被振荡。如果主磁极 13 和磁极附件 21 以及主磁极 14 和磁极附件 22 的连接部分的宽度都不大，那么振荡就会变大，这样噪声就会增大。

最好尽可能增加风通道的面积并减少马达的转速，以资维持大量的风来增加小型风扇·吹风机的效率并减少噪声。图 13 为一小型风扇马达的透视图。标号 50 指风扇壳体，而 51 指设在转子轭 2 上的叶片。在图 13 中，最好定位在风扇中心的无刷 DC 马达的转子轭 2 的外直径被减小到小于叶片 51 外直径的 55%，以便增加吸入的风量。

但在具有如图 10 所示环状绕组的小型马达中，用来卷绕绕组 24 的筒管 23 及其绝缘层的厚度大于约 0.5mm。因此，绕组 24 的空间要被筒管 23 的厚度减小。例如有一马达，其外直径 A 约为 18mm，定子轭长度 D 约为 15mm，绕组的空间因数小于 80%，马达的输出和效率都被减小。另外，马达的直径不能被减小，因为必需有供筒管用的空间。结果，风扇·吹风机的叶片被缩小，效率被降低。另外，如果为了增加风扇·吹风机的风量而增加马达的输入，那么由于马达振荡，噪声会增大。

当马达被驱动时绕组 24 本身会被流动通过绕组 24 的电流加热。一般情况，筒管 23 由树脂制成，其导热率小，因此从定子轭 5 和 6 发出的热辐射都小，致使马达的温度被增加，风扇·吹风机轴承的寿命被缩短。

发明内容

本发明的一个目的是要解决上述技术问题。

本发明的另一个目的是要提供一种高效率的、适宜用于小型风扇·吹风机的小型马达，其中零件数被减少，费用由于绕组引线处置的改善而被显著地减少，马达有效链接磁通量的减少被防止，磁极附件的振荡也被防止。

本发明还有一个目的是要提供一种无刷 DC 马达，其中构成绕组组合件的有；一个环状绕组，一个电磁转换元件，和一个装在印刷电路板上的驱动电路；第一定子轭的主磁极与第二定子轭的主磁极偏差约 180°的

电相位角；绕组组合件的两个端表面被第一和第二定子轭的主磁极夹持着；环状绕组的外周表面被第一和第二定子轭的磁极附件覆盖着；及一个定位在绕组组合件中心的中心轭。

环状绕组是一个空气芯的绕组由两根正常紧绕而自焊接的导线构成，每根导线各有一层粘性薄膜包裹在其绝缘涂层上，该绕组由电相位角差为 180° 的两相半波电流供电。

印刷电路板是柔韧的。

第一和第二定子轭中至少有一个可在其轴向上移动，这样来满足环状绕组改变长度的要求。

第一和第二定子轭的磁极附件中至少有一个具有切去的部分使磁极附件向其尖端的面积逐渐缩小。

中心轭由具有 10-15 重量%的铬和 85-90 重量%的铁的软磁性不锈钢制成。

本发明再有另一个目的是要提供一种无刷 DC 马达，其中两组定子轭都用绝缘薄膜包覆，并且由自焊接导线构成的环状绕组被插置在中心轭和磁极附件之间的空间内，基本上没有在其间形成任何间隙，因此绕组的空间因数可接近 100%。

定子轭和环状绕组都用液体绝缘材料浸渍并连接在一起这样来增加环状绕组的热辐射。

第一和第二定子轭使用薄的绝缘片来代替薄的绝缘涂层。

本发明尚有另一个目的是要提供一种用作小型风扇·吹风机驱动源的无刷 DC 马达，为的是要显著地提高效率和减少噪声。

本发明的上述这些和其他一些方面和目的在结合下面的说明和附图考虑后当可更好地被赞赏和了解。但应知道下面的说明显然示出本发明的较优实施例，只是为了说明给出的，不能以此来限制本发明。在本发明的范围内、在不离开本发明创意的情况下可以作出许多改变和修改，而本发明包括所有这些修改。

附图说明

图 1 为按照本发明第一实施例的无刷 DC 马达的分解图。

图 2 为图 1 中无刷 DC 马达的水平剖视图示出磁铁和其定子轭之间的关系。

图 3 为图 1 中无刷 DC 马达的垂直剖视图。

图 4 为按照本发明第二实施例的无刷 DC 马达的分解图。

图 5 为图 4 中无刷 DC 马达的垂直剖视图。

图 6 为图 1 中无刷 DC 马达的绕组组合件的透视图。

图 7 为一曲线图示出按照本发明的无刷 DC 马达的特有性能。

图 8 为传统无刷 DC 马达的分解图。

图 9 为传统无刷 DC 马达的水平剖视图示出磁铁和其定子轭之间的关系。

图 10 为传统无刷 DC 马达的垂直剖视图。

图 11 示出传统无刷 DC 马达的驱动电路。

图 12 为传统无刷 DC 马达的定子轭的分解图。

图 13 为使用按照本发明的马达的小型风扇的透视图。

具体实施方式

现在说明按照本发明第一实施例的无刷 DC 马达。马达的零件凡与图 8 到 12 所示传统马达的相应零件相似的概用相应的标号指出，不再重新说明。如图 1 所示，用作电磁转换元件的电气部 65 和霍尔元件 9 被装在印刷电路板 11 上，没有筒管的空气芯环状绕组 8 被固定在印刷电路板 11 上，而绕组 8 的引线则用钎焊直接连接在印刷电路板 11 上，从而构成绕组组合件 12。

设有第一和第二定子轭。第一定子轭 5 具有两个从其中心沿径向向外延伸的平面主磁极 13，和两个从主磁极 13 的前端沿轴向延伸的磁极附件 21。第二定子轭 6 具有两个从其中心沿径向向外延伸的平面主磁极 14，和两个从主磁极前端沿轴向延伸的磁极附件 22。在第一和第二定子轭 5 和 6 的中心各设有一个插置在绕组组合件 12 的中心孔内的中心轭 7。

第一定子轭 5 被这样配置使与第二定子轭 6 在电相位角上相差 180° 。绕组组合件 12 由第一和第二定子轭 5 和 6 保持着。

在本发明的第一实施例中，由一个转子轭 2、一个被磁化而在其圆周

方向上具有多个磁极的磁铁 3、和一根轴 4 构成的转子 1 与绕组组合件 12 结合，这样来构成一台无刷 DC 马达。

按照本发明的第一实施例，电路的布线是在马达装配之前完成的，因此电路运行的试验可在马达装配之前进行，这样运行效率便可提高。另外，用于卷绕的筒管 23 和接线端可被省略，因此零件费用可被减少。

在本发明的第一实施例中，空气芯的双线环状绕组 8 是用同时平行发送两根自焊接的导线的方法制成的。按照这个实施例，绕组的空间因数可被提高因为绕组是由基本上正规的卷绕制成的，这样并能提高马达的效率。

图 6 示出本发明的绕组组合件 12。使用一块厚度很小的柔韧的印刷电路板，为的是增加绕组 24 可用的空间，以资提高空间因数和马达效率。有一部分 45 从电路板 11 的外周表面上伸出用来使引线保持与马达之外的电源或类似物连接。

如图 1 所示，在每一磁极附件 21 和 22 的一条侧边上制有一个切掉部分 27 使每一磁极附件在朝向其前端的方向上表面面积逐渐减小。在图 2 中，定子轭 5 和 6 在电相位角上相差 180° 。磁极附件 21 和 22 的分布角 α 各为磁铁 3 中一个磁极的分布角的 $7/10$ 到 $9/10$ 。

如图 2 所示，从磁铁 3 的 N 极出来的磁通量通过第一定子轭 5、中心轭 7、和第二定子轭 6 被返回到磁铁 3 的 S 极。按照本发明的马达，磁通量的电流不受限制，并能增加马达的有效链接磁通量，因为磁极附件的分布角 α 能被增加，并且每一磁极附件能被配置在与磁铁 3 相同的角度位置上，这一点与传统马达相反。

马达当磁铁 3 的磁极及定子轭 5 和 6 如图 2 所示那样定位时有一死点，在该点上马达不能被起动。但本发明的马达没有这种死点，因为由于切掉部 27 的存在，低速时产生变动转矩的位置已被偏移。

另外，切掉部 27 不是在主磁极和磁极附件的连接部 40 上制出，因此对着定子轭径向的力不被减少，定子轭的振荡可不被增加。

按照本发明的第一实施例，如图 3 所示，第一和第二定子轭 5 和 6 被拉拔制成管子，这两管子可伸缩地互相配合而构成中心轭 7 用来在磁

路上连接第一和第二定子轭 5 和 6。有一环状垫圈 16 可插置在第一和第二定子轭 5 和 6 之间。

下面图 3 所示本发明的无刷 DC 马达将与图 10 所示传统的无刷 DC 马达进行比较。

按照本发明，环状绕组 8 和磁铁 3 的长度可用插置环状垫圈 16 的方法来加长，因此安培匝数从而马达功率能被增加。

图 7 示出当中心轭 7 由含有 10-15 重量%的铬和 85-90 重量%的铁的软磁性不锈钢板制成时代表反电动力的线③和代表链接磁通量的线⑥。软磁性不锈钢板的电阻为 $6300(\mu\Omega \cdot m)$ ，而标准电磁软铁的电阻为 $1400(\mu\Omega \cdot m)$ 。因此如图 7 所示，反电动力和链接磁通量的性能在从低速到高速的整个转动范围内都被提高。

图 4 示出本发明的第二实施例。其中，第一定子轭 5' 具有两个从其中心沿径向向外延伸的平面主磁极 13，和两个从主磁极 13 的前端沿轴向延伸的磁极附件 21。第二定子轭 6' 具有两个从其中心沿径向向外延伸的平面主磁极 14，和两个从主磁极前端沿轴向延伸的磁极附件 22。在第一和第二定子轭 5' 和 6' 的中心各设有一个插置在环状空气芯绕组的中心孔内的中心轭 7。

第一定子轭 5' 被这样配置使与第二定子轭 6' 在电相位角上相差 180° 。第一和第二定子轭用绝缘薄膜包覆。绕组 8 由第一和第二定子轭 5' 和 6' 夹持着。

在本发明的第二实施例中，由一个转子轭 2、一个被磁化而在其圆周方向上具有多个磁极的磁铁 3、和一根轴 4 构成的转子 1 与绕组 8 结合，这样来构成一台无刷 DC 马达。

装有用作电磁转换元件的霍尔元件 9 和用于驱动电路的电气部 65 的印刷电路板 11 被连结在第二定子轭 6' 的后表面上。绕组 8 的引线被钎焊在印刷电路板 11 上。

通过对电磁场的试验和分析可以认识到，在传统的系统中，当定子轭是由叠片的定子轭元件制成时，其在绕组的有效链接磁通量方面的作用与使用环状绕组相等。虽然在环状绕组的系统中，磁通量的路径会变

毋庸说得，用薄的绝缘片插入而不是用薄的绝缘膜来涂覆两个定子轭5'和6'也可得到相似的效果。

按照本发明第一实施例的无刷DC马达的效果可总结如下：

1. 筒管和绕组的引线被绑紧在其上的接线端可被省略，因此材料费用可被降低。

2. 电气零件的布线和绕组能容易地在印刷电路板上完成，因此操作效率被提高。

3. 绕组是用正规的卷绕制成的，与传统的使用筒管的双线卷绕相比，空间因数可显著提高，因此马达效率被提高。

4. 由于使用薄而柔韧的印刷电路板，卷绕空间和空间因数被增加，因此马达效率被提高。一部分柔韧的电路板可被用来保持通往马达之外的引线。

5. 马达的全部长度能在一定范围内变化而可不需改变制造定子轭的金属模，因此能够容易地使马达适应马达输出的改变。

6. 磁极附件的分布角能被增加，因此绕组的有效链接磁通量能被增加。

7. 第一定子轭的磁极附件能被这样配置使与第二定子轭的磁极附件在电相位角上相差 180° ，因此绕组的有效链接磁通量能被增加。

8. 磁极附件面积的减少能被降低，磁饱和能被防止，因此绕组的有效链接磁通量能被增加。

9. 磁通道的面积可不减少，因此绕组的有效链接磁通量能被增加。

10. 马达的振荡能用增加磁极附件支承面积的方法来抑制。

11. 中心轭系由软磁性的不锈钢板制成，因此在高速转动区域内，绕组的有效链接磁通量能被增加。

按照本发明第二实施例的无刷DC马达的效果可总结如下：

12. 环状绕组能被这样配置使在两个定子轭所形成的空间内没有任何间隙，因此绕组的空间因数能被增加到接近100%，这样便能制得高效率的小型马达。

13. 马达的直径由于绕组的空间因数接近100%而能被减少，因此如果

长,因此铁损耗会变大。但是只要选好定子轭5'和6'的材料和加工方式,铁损耗是能够减少的。与马达性能有关的反电动力常数是由绕组的有效链接磁通量、磁极的数目和绕组匝数的乘积确定的。如果绕组的有效链接磁通量和磁极的数目不变,那么绕组的匝数会在很大程度上影响马达的性能。而绕组的匝数可通过增加绕组的空间因数来增加,因此能够增加环状绕组系统的马达的效率。

一般地说,小型马达的绕组的空间因数较小。在小型风扇内使用的、具有叠片定子轭的传统马达的空间因数为50%到60%,而具有卷绕在筒管上的环状绕组的传统马达,其空间因数例如为70%到80%。在按照本发明的第二实施例的马达中,定子轭的磁极附件的外直径A为18mm,环状空气芯绕组8的外直径B和内直径C分别为17mm和10.5mm。没有筒管的环状空气芯绕组8的内直径C是这样确定的,使中心轭能被配装在绕组8内而不在其间形成任何间隙。另外,定子轭可用阳离子电沉积涂覆一层厚度约为20 μ m的薄绝缘漆。对于这样的马达,空间因数可增加到95%或更高。

具有叠片定子轭的传统马达的效率为25%,而具有环状绕组的传统马达的效率为32%。与此对比,在马达外直径相同的条件下,在本发明中马达的效率能够增加到42%。

另外,在马达输出性能相同的条件下,按照本发明,转子轭2的外直径能够制造得比具有环状绕组的传统马达的小。因此,在本发明中,风扇叶片51的外直径能被增加,从而风扇的空气吸入量和风扇的效率能被增加。另外,在空气量相同的条件下马达的转速能被降低,并且由于吸入的空气量大,马达的噪声能被降低。

在具有环状绕组的传统马达内,绕组是用合成树脂的筒管制成的,因此绕组的导热率很小,而绕组本身是被流动通过其内的电流加热的。与此对比,在本发明中,绕组24基本上与定子轭5'和6'紧密接触,因此绕组24的导热率和热辐射作用较大,能够抑制绕组温度的升高。另外,两个定子轭5'和6'及环状绕组8系用清漆浸渍并经硬化,因此热辐射作用被增加。

将上述马达用于风扇吹风机，能够得到空气的大流量。

14. 在同等空气流量的条件下能够减少马达的转速，因此马达的振荡和风扇吹风机的噪声能被显著地减少，因为绕组的空间因数接近 100%。

15. 即使绕组本身由于电流的流动通过而被加热，也能抑制绕组温度的升高，因为绕组基本上与定子轭紧密接触，具有大的热辐射作用。

16. 两个定子轭和环状绕组都用清漆浸渍并经硬化，因此热辐射作用增加，环状绕组和磁极附件的振荡能有效地被防止。

17. 由于在小型风扇·吹风机内使用上述直径减小的马达，风扇·吹风机的效率能被提高，噪声能被显著地抑制。

虽然本发明已就较优实施例具体示出并说明，但应知道本行业的行家能在其中的形式和细节上作出各种改变而不偏离所附权利要求限定的本发明的创意和范围。

图 1

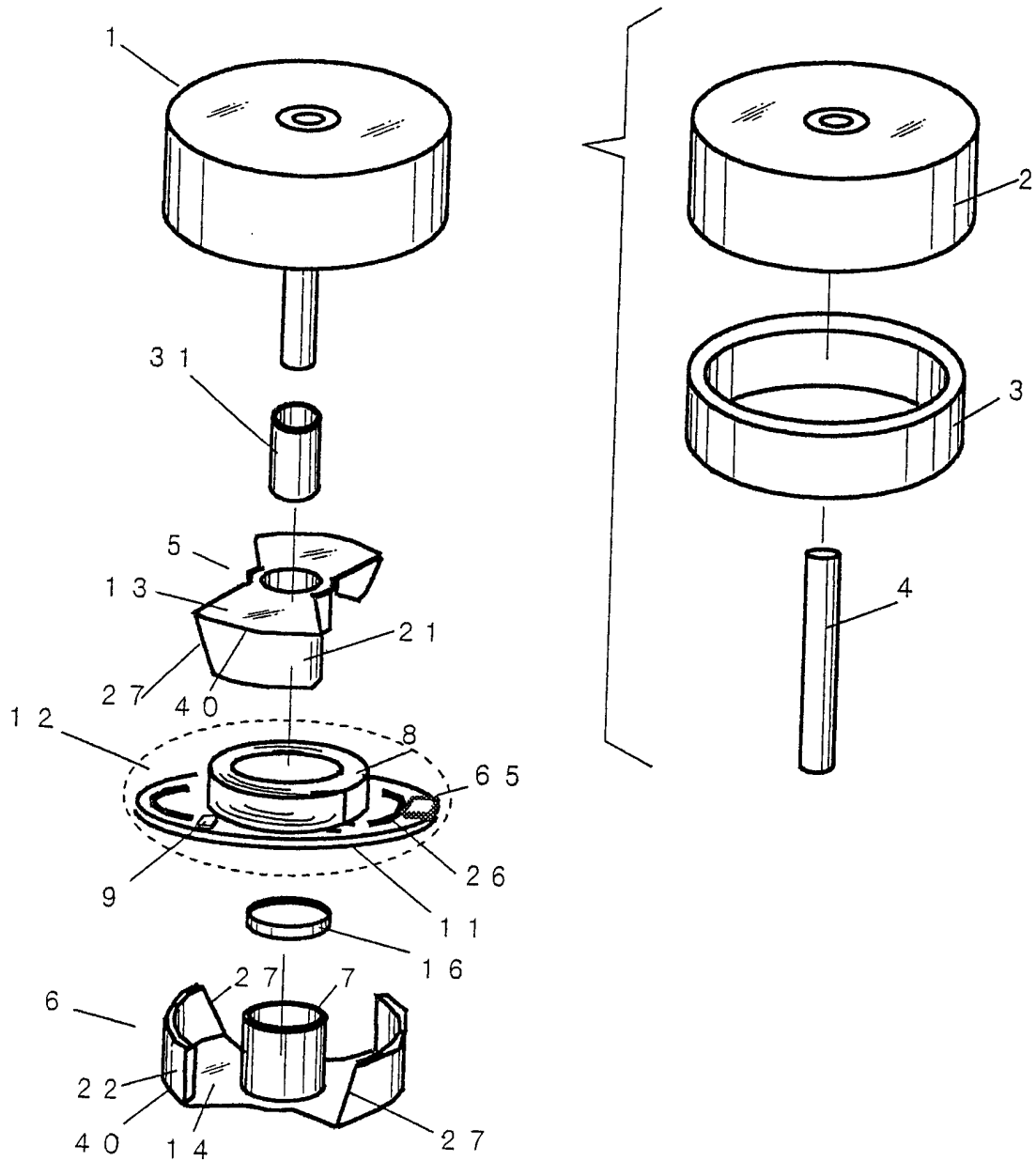


图 2

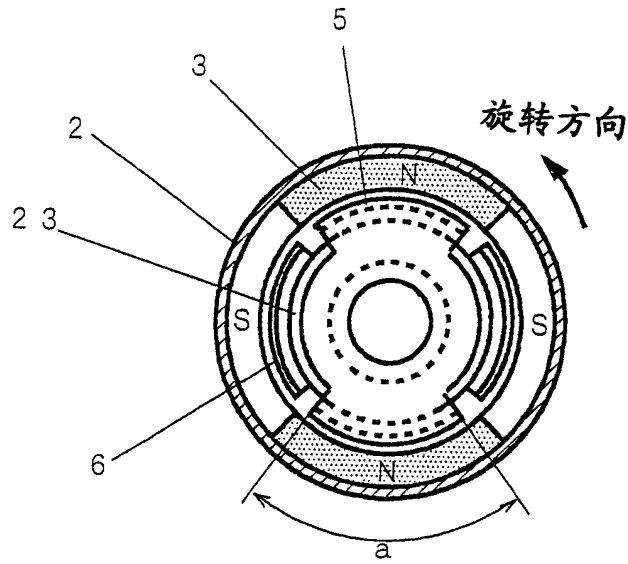


图 3

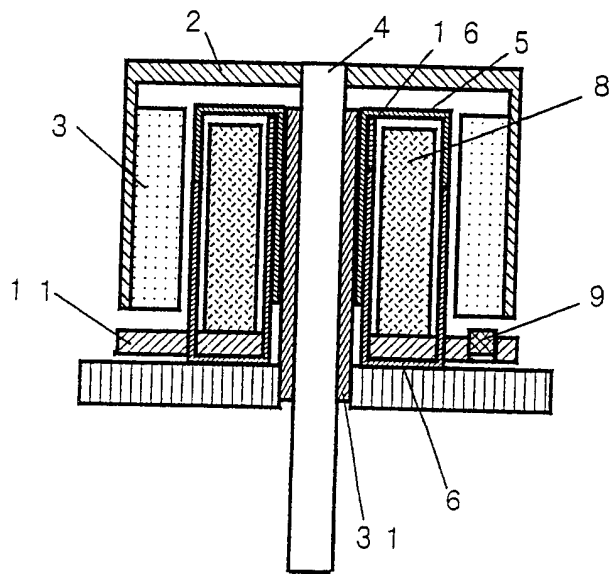


图 4

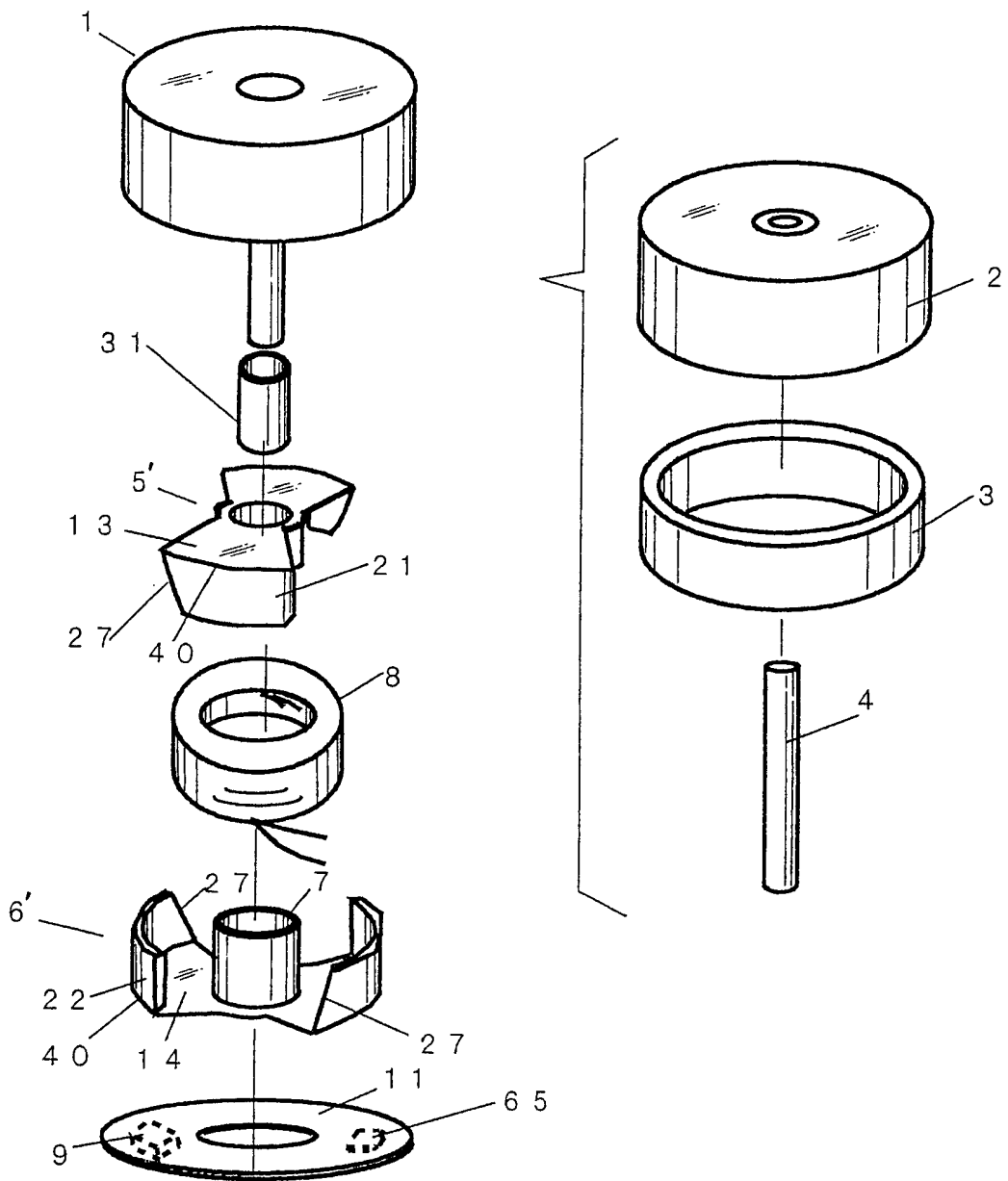


图 5

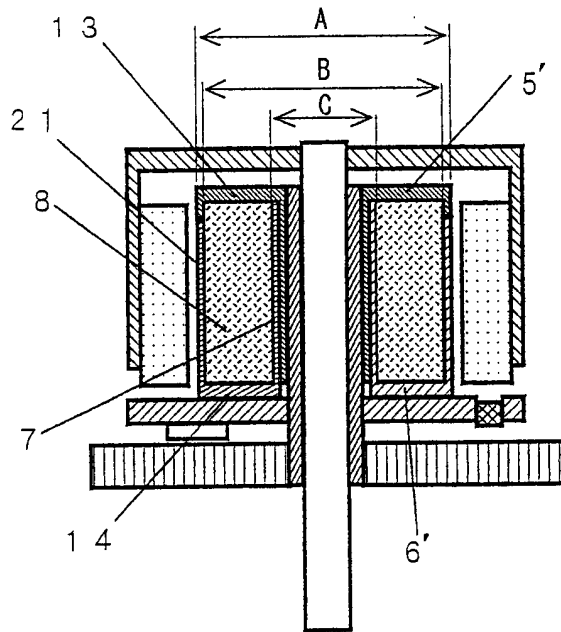


图 6

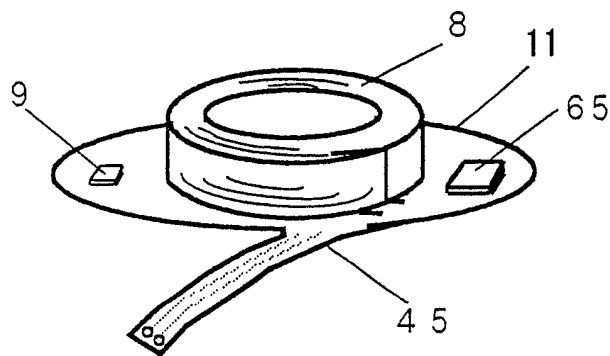


图 7

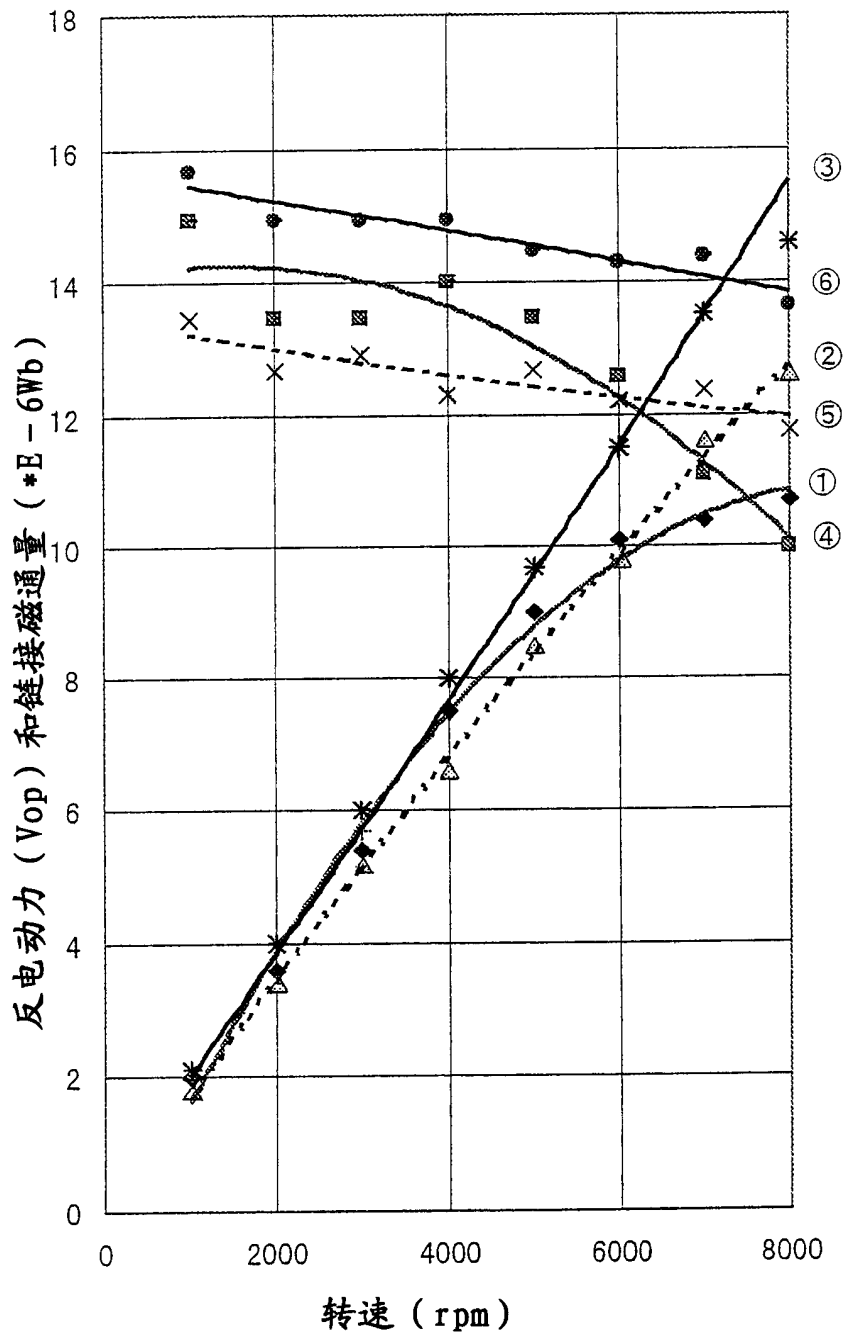


图 8
现有技术

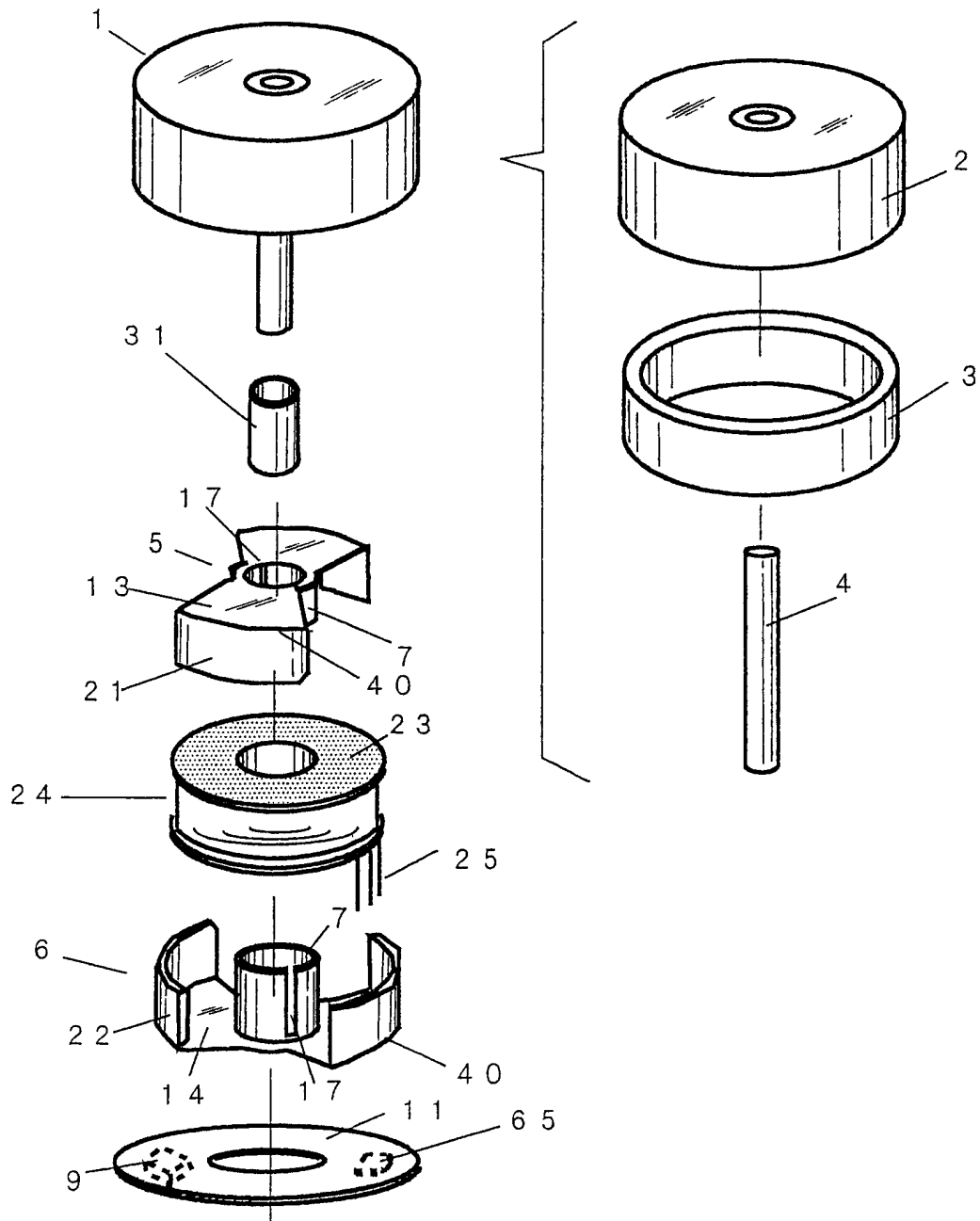


图 9
现有技术

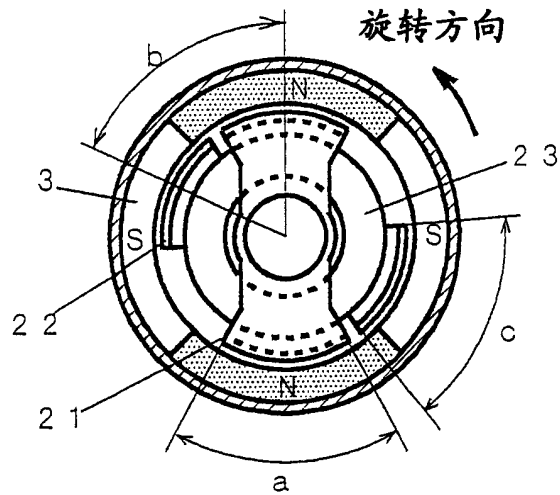


图 10
现有技术

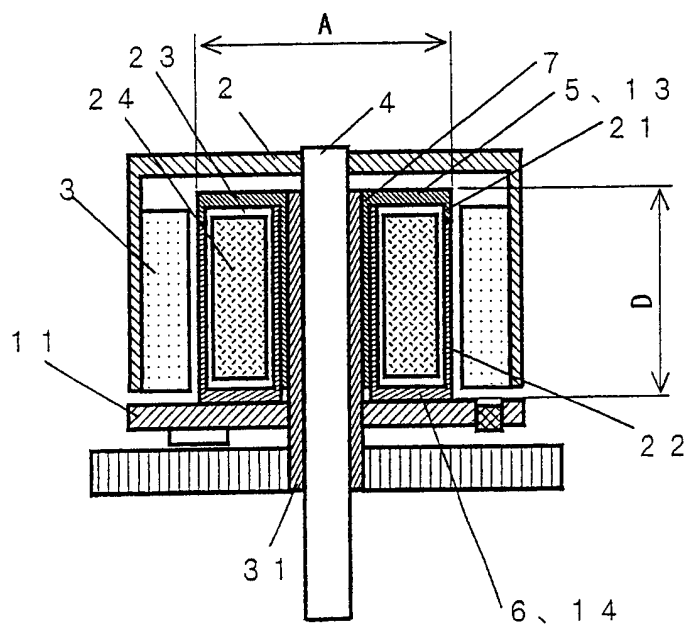


图 11
现有技术

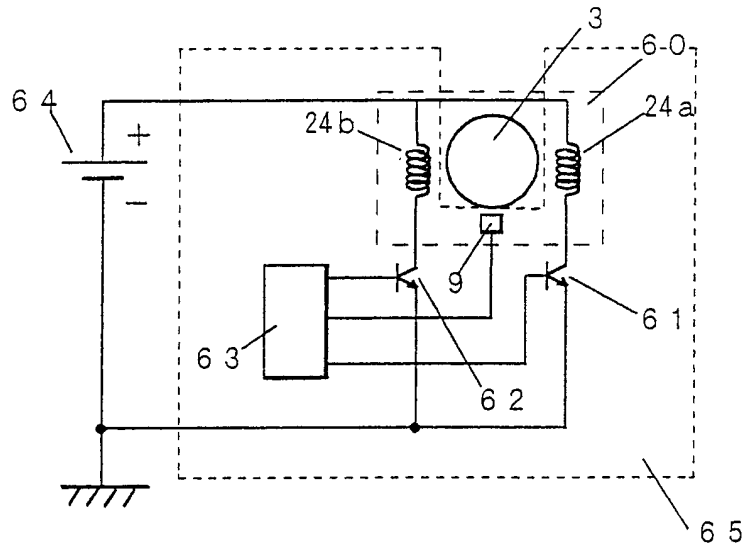


图 12
现有技术

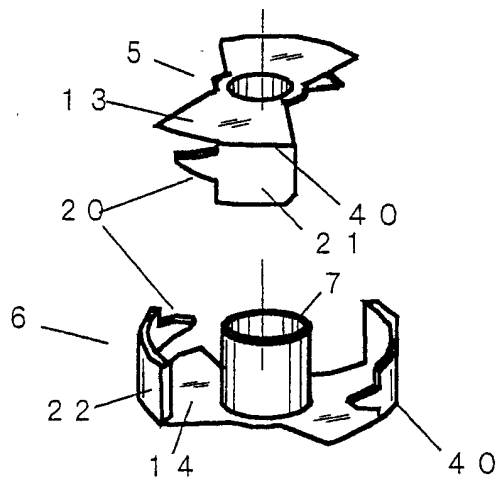


图 13

