

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1967970 B

(45) 授权公告日 2011.07.06

(21) 申请号 200610143671.9

(22) 申请日 2006.10.31

(30) 优先权数据

11/263,340 2005.10.31 US

(73) 专利权人 A.O. 史密斯公司

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 丹·M·洛内尔

史蒂芬·J·德林格尔

罗伯特·J·海德曼

艾伦·E·莱萨克

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 车文 代易宁

(51) Int. Cl.

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 3/18 (2006.01)

H02K 3/34 (2006.01)

H02K 15/08 (2006.01)

H02K 15/10 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4080724 A, 1978.03.28, 说明书第1栏第6-13行、第2栏第63行-第5栏第10行, 附图2-5.

同上.

US 5592731 A, 1997.01.14, 全文.

CN 2373938 Y, 2000.04.12, 全文.

CN 1612439 A, 2005.05.04, 说明书第5页倒数第4段、第9页第10-20行, 附图2和6.

审查员 霍艳

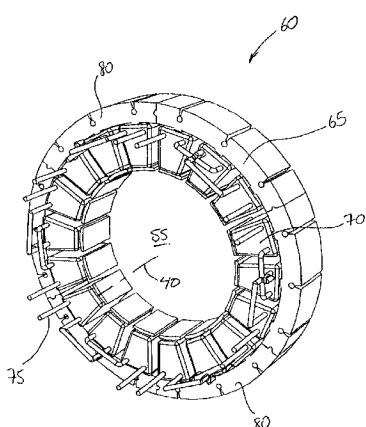
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 23 页

(54) 发明名称

电机的定子组件及其制造方法

(57) 摘要

一种用于多相电机的定子，该定子具有多个相互连接的芯部扇段和多个线圈。至少一个芯部扇段包括多个齿和至少与所述齿部分相连的后部。每个扇段的后部具有其中该扇段的齿相互间隔第一距离的第一布置和其中该扇段的齿相互间隔第二距离的第二布置，第二距离小于第一距离。每个线圈包围着一个齿的至少一部分，其中包围着单个芯部扇段的齿的所有线圈相互连接以至少部分限定了一个相位的绕组。



1. 一种用于多相电机的定子, 该定子包括:

多个芯部扇段, 每个芯部扇段包括凸形锁紧构件和凹形锁紧构件, 每个凸形锁紧构件或凹形锁紧构件与相邻芯部扇段的相对的凹形锁紧构件或凸形锁紧构件选择性地相互连接, 至少一个芯部扇段包括多个齿和至少与所述齿部分相连的后部, 每个芯部扇段的后部具有其中该扇段的齿相互间隔第一距离的第一布置和其中该扇段的齿相互间隔第二距离的第二布置, 第二距离小于第一距离; 以及

多个线圈, 每个线圈包围着一个齿的至少一部分, 其中包围着单个芯部扇段的齿的所有线圈相互连接以至少部分限定了一个相位绕组。

2. 如权利要求 1 所述的定子, 其中所述多个芯部扇段的至少一个包括至少三个齿。

3. 如权利要求 2 所述的定子, 其中所述三个齿的每一个至少部分由线圈包围, 这些线圈相互连接以至少部分限定第一相位绕组。

4. 如权利要求 3 所述的定子, 其中所述三个线圈由单个连续未断开的导体限定。

5. 如权利要求 4 所述的定子, 其中所述三个齿的第一齿设置在所述三个齿的第二齿和所述三个齿的第三齿之间, 并且其中至少部分包围着第一齿的线圈沿着第一方向缠绕, 并且至少包围着第二齿和第三齿的线圈沿着与第一方向相反的第二方向缠绕。

6. 如权利要求 1 所述的定子, 其中所述多个芯部扇段的至少一个包括第一齿和第二齿, 并且其中芯部扇段的后部限定了位于第一齿和第二齿之间的第一狭槽。

7. 如权利要求 1 所述的定子, 其中至少一个芯部扇段的后部限定了第一表面和第二表面, 所述多个齿从第一表面延伸出, 其中后部限定了至少一个从第二表面延伸出的第二狭槽。

8. 如权利要求 1 所述的定子, 其中所述多个芯部扇段的至少一个包括多个层叠在彼此顶部上的层压件。

9. 如权利要求 8 所述的定子, 其中所述多个层压件基本上同时变形以使芯部扇段从第一布置过渡到第二布置。

10. 如权利要求 1 所述的定子, 还包括至少包围着所述多个芯部扇段的塑料部分。

11. 如权利要求 1 所述的定子, 其中塑料注塑成型在组装好的定子周围。

12. 如权利要求 1 所述的定子, 其中所述多个芯部扇段的每一个包括具有第一齿廓的中心齿、具有第二齿廓的第一端部齿以及具有第三齿廓的第二端部齿, 第一齿廓与第二齿廓和第三齿廓不同。

13. 如权利要求 12 所述的定子, 其中只有每个芯部扇段的中心齿用来接收线圈。

14. 如权利要求 13 所述的定子, 其中第一齿廓用来接收预缠绕线圈。

15. 如权利要求 14 所述的定子, 其中在第一布置中, 预缠绕线圈可以设置在中心齿上, 并且在第二布置中, 第一端部齿和第二端部齿至少部分覆盖着线圈以阻止线圈从中心齿移出。

16. 如权利要求 1 所述的定子, 其中所述多个芯部扇段包括具有多个第一齿的第一芯部扇段、至少部分包围着一个第一齿的一部分以至少部分限定第一相位绕组的第一线圈、具有多个第二齿的第二芯部扇段, 以及至少部分包围着一个第二齿的一部分以至少部分限定第二相位绕组的第二线圈, 第二相位线圈与第一相位线圈不同。

17. 如权利要求 16 所述的定子, 其中多个第一齿和第二齿的每一个限定了一齿廓, 并

且其中每个齿廓相同。

18. 如权利要求 16 所述的定子，其中所述第一芯部扇段包括至少三个第一齿，并且第二芯部扇段包括至少三个第二齿。

19. 如权利要求 18 所述的定子，还包括至少包围着第二第一齿的第三线圈和至少部分包围着第三第一齿的第四线圈，第一线圈、第三线圈和第四线圈相互连接以至少部分限定共同的第一相位绕组。

20. 如权利要求 1 所述的定子，其中所述电机包括 16 极永磁体电机，并且其中所述多个芯部扇段合作以限定出十八个狭槽，并且所述多个线圈合作以限定出三个相位。

21. 如权利要求 1 所述的定子，还包括限定了第一端部绝缘部分和第一多个狭槽绝缘部分的第一造型线圈架和限定了第二端部绝缘部分和第二多个狭槽绝缘部分的第二造型线圈架，所述多个芯部扇段设置在第一造型线圈架和第二造型线圈架之间，从而这些造型线圈架对准并且使芯部绝缘。

22. 如权利要求 1 所述的定子，其中所述多个芯部扇段的至少一个只包括第一齿和第二齿，所述第一齿和第二齿至少部分由第一线圈和第二线圈包围，第一线圈和第二线圈相互连接以至少部分限定第一相位绕组。

23. 如权利要求 22 所述的定子，其中第一线圈和第二线圈由单个连续未断开导体限定，并且其中第一线圈沿着第一方向缠绕，并且第二线圈沿着与第一方向相反的第二方向缠绕。

24. 一种用于电机的定子，该定子包括多个可以在第一布置和第二布置之间运动的定子部分，每个定子部分包括：

芯部扇段，所述芯部扇段具有后部，所述后部包括凸形锁紧构件和凹形锁紧部分，每个凹形锁紧部分的尺寸和形状设定为接收相邻芯部扇段的凸形锁紧构件；

线圈；

第一齿，所述第一齿从后部延伸出并且具有用来接收线圈的第一齿廓；

第二齿，所述第二齿靠近第一齿并且从后部延伸出并且具有第二齿廓；以及

第三齿，所述第三齿靠近第一齿并且从后部延伸出并且具有第三齿廓，第二齿廓和第三齿廓与第一齿廓不同，其中第二齿在芯部扇段处于第一布置中时与第一齿间隔第一距离，并且第二齿在芯部扇段处于第二布置中时与第一齿间隔第二距离，第一距离大于第二距离。

25. 如权利要求 24 所述的定子，其中线圈是预缠绕的，并且在芯部扇段处于第一布置中时可以滑动到第一齿上。

26. 如权利要求 25 所述的定子，其中所述第二齿包括第一齿顶部分，并且第三齿包括第二齿顶部分，并且其中第一齿顶部分和第二齿顶部分在定子部分处于第二布置中时至少部分覆盖着一部分线圈以防止线圈从第一齿中移出。

27. 如权利要求 24 所述的定子，其中只有第一齿接收线圈。

28. 如权利要求 24 所述的定子，还包括至少包围着一部分定子的注塑成型材料。

29. 一种组装用于多相电机的定子的方法，该方法包括：

形成多个每个都具有齿部的层压件；

将多个层压件层叠在一起以限定出具有第一齿、第二齿、凸形锁紧构件和凹形锁紧部

分的第一芯部；

将第一线圈定位在第一齿上并且将第二线圈定位在第二齿上以至少部分限定出定子扇段，第一线圈和第二线圈电连接以至少部分限定出第一相位绕组；

使定子扇段弯曲成弧形；并且

将相邻的第二芯部的凸形锁紧构件接收在所述第一芯部的凹形锁紧部分中。

30. 如权利要求 29 所述的方法，其中所述弯曲在定位之前进行。

31. 如权利要求 29 所述的方法，还包括将第二个层压件层叠以限定具有第三齿和第四齿的所述第二芯部，将第三线圈定位在第三齿上并且将第四线圈定位在第四齿上以至少部分限定出第二定子扇段，并且使第二定子扇段弯曲成弧形。

32. 如权利要求 31 所述的方法，其中第一所述定子扇段的凸形锁紧构件和所述第二定子扇段的凹形锁紧部分使得第一所述定子扇段和所述第二定子扇段相互连接，以至少部分限定出定子。

33. 如权利要求 31 所述的方法，还包括将第三线圈和第四线圈相互连接以至少部分限定出与第一相位绕组不同的第二相位绕组。

34. 如权利要求 33 所述的方法，其中第一所述定子扇段只包括第一相位绕组的线圈，并且第二定子扇段只包括第二相位绕组的线圈。

35. 如权利要求 29 所述的方法，还包括将第一线圈和第二线圈连续直接缠绕到第一齿和第二齿上以定位第一线圈和第二线圈。

36. 如权利要求 35 所述的方法，其中第一线圈沿着第一方向缠绕，并且第二线圈沿着与第一方向相反的第二方向缠绕。

37. 一种组装电机的定子的方法，该方法包括：

形成线圈；

形成第一芯部，该第一芯部包括中心齿和位于中心齿的两侧上的左侧齿，该第一芯部包括凸形锁紧构件；

形成第二芯部，该第二芯部包括凹形锁紧部分；

将线圈设置在中心齿上；

使第一芯部变形，从而左侧齿和右侧齿将线圈保持在中心齿上；

使第二芯部变形；并且

将所述凸形锁紧构件接收在所述凹形锁紧部分中。

38. 如权利要求 37 所述的方法，其中中心齿具有中心齿齿廓，左侧齿具有左侧齿齿廓，并且右侧齿具有右侧齿齿廓，中心齿齿廓、左侧齿齿廓和右侧齿齿廓彼此不同。

39. 如权利要求 37 所述的方法，其中所述设置包括使线圈滑动到中心齿上。

40. 如权利要求 37 所述的方法，其中所述变形包括使左侧齿和右侧齿运动，从而它们至少部分覆盖着线圈。

41. 如权利要求 37 所述的方法，还包括形成多个层压件并且将这些层压件层叠以限定出芯部。

42. 如权利要求 37 所述的方法，还包括使所述第二芯部形成为包括第二中心齿、第二左侧齿和第二右侧齿，并且第三芯部具有第三中心齿、第三左侧齿和第三右侧齿，形成第二线圈和第三线圈，将第二线圈设置在第二中心齿上并且将第三线圈设置在第三中心齿上，

使第二芯部变形，从而第二左侧齿和第二右侧齿将第二线圈保持在第二中心齿上，使第三芯部变形，从而第三左侧齿和第三右侧齿将第三线圈保持在第三中心齿上，用第一长导体将第一线圈与第二线圈连接，并且用第二长导体将第二线圈与第三线圈连接，从而第一线圈、第二线圈和第三线圈合作以至少部分限定出一相位绕组，并且将第一所述芯部、第二芯部和第三芯部连接。

43. 如权利要求 42 所述的方法，还包括围绕着一部分第一所述芯部、第二芯部和第三芯部形成塑料材料。

电机的定子组件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电机的定子组件及其制造方法。

发明内容

[0002] 在一个实施方案中，本发明提供了用于具有多个相互连接的芯部扇段和多个线圈的多相电机的定子。至少一个芯部扇段包括多个齿和至少与该齿部分相连的后部。每个扇段的后部具有其中那个扇段的齿相互间隔第一距离的第一布置和其中那个扇段的齿相互间隔第二距离的第二布置，第二距离小于第一距离。每个线圈包围着一个齿的至少一部分，其中包围着单个芯部扇段的齿的所有线圈相互连接以至少部分限定了一个相位的绕组。

[0003] 在另一个实施方案中，本发明提供了用于电机的定子。该定子包括多个定子部分，所述多个定子部分的每一个都可以在第一布置和第二布置之间运动。每个定子部分包括芯部扇段，所述芯部扇段具有后部、线圈和从后部延伸出并且具有用来接收线圈的第一齿形的第一齿。定子部分还包括从后部延伸出并且具有第二齿形的第二齿和从后部延伸出并且具有第三齿形的第三齿。第二齿形和第三齿形与第一齿形不同。在芯部扇段处于第一布置中时，第二齿与第一齿间隔第一距离，并且在芯部扇段处于第二布置中时第二齿与第一齿间隔第二距离。第一距离大于第二距离。

[0004] 本发明还提供了一种组装用于多相电机的定子的方法。该方法包括形成多个每个都具有齿部的层压件并且将多个层压件层叠在一起以限定出具有第一齿和第二齿的第一芯部。该方法还包括将第一线圈设置在第一齿上并且将第二线圈设置在第二齿上以至少部分限定出定子扇段。第一线圈和第二线圈电连接以至少部分限定出第一相位绕组。

[0005] 本发明还提供了一种组装用于电机的定子的方法。该方法包括形成线圈并且形成包括中心齿和位于中心齿两侧上的左右侧齿的芯部。该方法还包括将线圈设置在中心齿上并且使芯部变形，从而左侧齿和右侧齿将线圈固定在中心齿上。该方法还包括使定子扇段弯曲成弧形定子扇段。

[0006] 通过阅读详细说明和附图将清楚了解本发明的其它方面和实施方案。

附图说明

[0007] 该详细说明参照了以下附图，其中：

[0008] 图 1 为包括定子的电机的示意性侧视图；

[0009] 图 2 为包括多个由芯部扇段和线圈构成的定子部分（模块）的定子的示意性透视图；

[0010] 图 3 为定子部分（模块）的透视图；

[0011] 图 3a 为图 3 的定子部分（模块）在它弯曲之前的透视图；

[0012] 图 4 为图 2 的定子的芯部的透视图；

[0013] 图 5 为图 3 的芯部扇段的透视图；

[0014] 图 6 为适用于制造图 5 的芯部扇段的层压件的前视图；

- [0015] 图 7 为沿着图 6 的 7-7 线剖开的剖视图；
- [0016] 图 8 为在弯曲之前设置在一个可能的弯曲装置中的图 5 的定子扇段的透视图；
- [0017] 图 9 为在弯曲之后设置在一个可能的弯曲装置中的图 5 的定子扇段的透视图；
- [0018] 图 10 为用于生产芯部扇段的另一个层压件的前视图；
- [0019] 图 11 为在弯曲之后使用图 10 的层压件生产出的没有线圈的芯部扇段的前视图；
- [0020] 图 12 为适用于生产芯部扇段的另一个层压件的前视图；
- [0021] 图 13 为在弯曲之后使用图 12 的层压件生产出的没有线圈的芯部扇段的前视图；
- [0022] 图 14 为适用于生产芯部扇段的另一个层压件的前视图；
- [0023] 图 14a 为成笔直结构的图 14 的层压件的前视图；
- [0024] 图 15 为在弯曲之后使用图 14 的层压件生产出的没有线圈的芯部扇段的前视图；
- [0025] 图 16 为在线圈部分安装的情况下在向内弯曲之前图 15 的芯部扇段的透视图；
- [0026] 图 17 为在弯曲之后在线圈安装好的情况下图 15 的芯部扇段的透视图；
- [0027] 图 18 为在弯曲之前与图 17 的类似的两个芯部扇段的示意图，并且显示出线圈缠绕路径；
- [0028] 图 19 为包括多个与图 17 的类似的芯部扇段的定子的示意图；
- [0029] 图 20 为布置用来用板材形成的图 10 的两个定子层压件的前视图；
- [0030] 图 21 为布置用来用板材形成的图 14 的两个定子层压件的前视图；
- [0031] 图 22 为包括端部绝缘部分和狭槽绝缘部分的造型线圈架 (form) 的透视图；
- [0032] 图 23 为一分解透视图，它包括一部分定子芯部和两个图 22 的造型线圈架；
- [0033] 图 24 为一分解透视图，它包括未缠绕的定子芯部和两个图 22 的造型线圈架；
- [0034] 图 25 为相互电连接以限定出电机的一个相位的两个定子部分 (模块) 的示意图；
- [0035] 图 26 为相互连接以限定出三相电机定子的六个定子部分 (模块) 的示意图；
- [0036] 图 27 为包括互连模块和外部导线连接的图 26 的三相电机的示意图；
- [0037] 图 28 为相互连接以限定出电机的一个相位的在弯曲之前的两个定子部分 (模块) 的示意图；并且
- [0038] 图 29 为在缠绕图 28 的定子模块的过程中的绕线器的透视图。

具体实施方式

[0039] 在详细说明本发明的任一个实施方案之前，要理解的是，本发明不限于其在下面说明书中或在下面附图中所示的零部件结构和布置的细节上的应用。本发明能够具有其它实施方案并且按照各种方式实施或进行。还有，要理解的是，在这里所使用的短语和术语用来说明，并且不应该被认为是进行限定。在这里使用“包括”、“包含”或“具有”及其变型指的是涵盖在下面所列出的项目及其等同物以及附加的项目。除非另有指明或限定，术语“安装”、“连接”、“支撑”和“联接”及其变型按照广义的方式使用，并且涵盖直接和间接安装、连接、支撑和联接。另外，“连接”和“联接”不限于物理或机械连接或联接。另外，在提供方法、过程或步骤列表的情况下，所出现的方法、过程或步骤列表的顺序不应该被认为是以任意方式对本发明进行限定。

[0040] 如图 1 所示，电机 10 通常包括设置在定子 20 内的转子 15。转子 15 包括：转子芯部 25；和从转子芯部 25 的一个或两个端部延伸出的轴 30，用于提供支撑点并且提供常规的

轴动力获取点。一般来说，两个或多个轴承 35 接合着该转子轴 30 并且如此支撑着转子 15，从而该转子绕着旋转轴线 40 转动。电机 10 还包括外壳 45，外壳 45 支撑着定子 20。定子 20 形成有基本上圆柱形孔道 55，圆柱形孔道 55 以旋转轴线 40 为中心。在转子 15 相对于定子 20 处于其操作位置中时，转子芯部 25 通常在孔道 55 内居中，从而在转子芯部 25 和定子 20 之间形成较小的气隙。该气隙允许转子 15 在定子 20 内进行相对自由转动。

[0041] 在图 1 中所示的电机 10 为永磁体无刷电机。因此，转子 15 包括限定了两个或多个磁极的永磁体。定子 20 包括形成一个或多个相位绕组的导体（例如，导线），这些相位绕组能够选择地被供电以产生出变化的磁场。转子 15 的永磁体与定子 20 的变化磁场相互作用以产生出转子转动。如本领域普通技术人员所知的一样，本发明适用于其它类型的电机（例如，感应电机，可变磁阻电机）和其它电机结构（例如，外转子电机）。因此，本发明应该不限于在这里所示的永磁体无刷电机。另外，本领域普通技术人员将知道，本发明也可以应用于许多类型的发电机。另外，在这里给出的附图和说明涉及定子和 / 或电机。但是，所述和所示的许多特征可以应用于绕线转子。因此，虽然这些附图和说明涉及无刷电机和 / 或定子，但是也可以有其它应用。

[0042] 图 2 显示出适合供图 1 的电机使用的一个可能的定子 60。该定子 60 包括芯部 65、多个线圈 70 和一系列导线 75，这些导线将各个线圈 70 相互连接并且延伸至电源连接点。在继续说明之前，应该指出的是，在这里所示的线圈示意性地显示为方框。如本领域普通技术人员所知的一样，实际线圈包括反复缠绕成线圈形状的导体，它通常占据了由这些方框所示的空间。

[0043] 定子 60 包括多个定子部分（模块）80，它们与相邻的定子部分 80 连接以限定出以转子 25 的旋转轴线 40 为中心的封闭大体上为圆形的形状。这些定子部分 80 布置成限定位来容纳转子 25 以便转动的定子孔道 55。在图 2 中所示的构造包括六个定子部分 80，但是也可以有其它采用或多或少的定子部分 80 的构造。六个定子部分 80 的每一个与在图 2、3 和 3a 中所示的定子部分 80 基本上类似。

[0044] 图 4 更好地显示出芯部 65。如可以看出的一样，该芯部 65 包括六个芯部扇段 90，并且每个芯部扇段 90 与两个相邻芯部扇段 90 连接以限定出所完成的芯部 65 的封闭基本上为圆形的形状。

[0045] 参照图 5，该图显示出图 4 的芯部 65 的一个芯部扇段 90。每个芯部扇段 90 包括限定了内表面 96 和一外表面 97 的后部（或轭部）95 以及三个从后部 95 径向向内延伸的齿 100。每个齿 100 包括线圈接收部分 105 和设置在线圈接收部分 105 的最内端处的底部 110。线圈接收部分 105 其尺寸和形状设定为接收和支撑在图 3 中所示的线圈 70，该线圈可以围绕着特定齿 100 设置。底部 110 通常比线圈接收部分 105 宽，从而底部 110 保持着线圈 70 并且禁止线圈 70 进行不期望有的运动。另外，宽底部 110 有助于使在给线圈 70 供电时产生出的电场扩散，这降低了在电机工作期间的齿槽效应转矩和 / 或波动转矩。在一些结构中，在齿的底部中形成有通道或沟槽（例如在图 10-13 中所示的那些）以进一步降低齿槽效应转矩和 / 或波动转矩。

[0046] 回过来参照图 5，每个齿 100 与相邻齿 100 合作以限定出在这些齿之间的空间或狭槽 115。因此，每个齿 100 至少部分限定有两个狭槽 115。每个狭槽 115 可以接收线圈 70 的一侧或多侧。

[0047] 后部 95 为基本上弯曲的矩形部分,该矩形部分为芯部扇段 90 的齿 100 提供支撑并且在定子芯部中提供了磁场路径。后部 95 还限定了设置在后部 95 的第一端部 125 处的凸形锁紧构件 120 和设置在后部 95 的第二端部 135 处的凹形锁紧部分 130。在所示的结构中,凸形锁紧构件 120 包括沿着芯部扇段 90 的全部轴向长度延伸的基本上半圆形突起部。凹形锁紧部分 130 包括基本上半圆形通道,该半圆形通道沿着芯部扇段 90 的全部轴向长度延伸并且其尺寸和形状设定为接收相邻芯部扇段 90 的凸形锁紧构件 120。如本领域普通技术人员所知的一样,可以采用许多其它形状作为凸形锁紧构件 120 和凹形锁紧部分 130。例如,另一种结构采用了这样的凸形锁紧构件,它包括通过狭窄颈部与矩形部分连接的基本上圆形部分。凹形锁紧部分其形状同样如此设定,从而在相邻芯部扇段 90 的各个部件互锁时,阻止了相邻芯部扇段 90 相互拉开。还有其它结构也可以采用其它形状,例如但不限于燕尾形、杉树形、T 形、L 形等。也可以如此设计,锁紧部分的一个或多个不必在芯部扇段 90 的整个轴向长度上延伸。芯部的其它结构不包括锁紧构件,并且例如使用紧固件来使芯部对准并且紧固它们。

[0048] 可以通过将多个类似层压件层叠在彼此的顶部上来制造出芯部扇段 90。图 6 显示出适合用在制造图 5 的芯部扇段 90 中但是没有与最终所期望的形状对应的一个可能的层压件 135。该层压件 135 包括三个齿 140、矩形部分 145 和两个轴向对准构件 150。三个齿 140 的每一个其形状与图 5 的芯部扇段 90 的齿 100 的轮廓基本上相配。齿 140 相互间隔开从靠近底部端的每个齿 140 的中心测量出的第一距离 151。当然,其它层压件可以包括或多或少的齿 140,只要齿 140 的数量与在从这些层压件 135 制造出的最终芯部扇段 90 中所期望的齿 100 的数量对应。

[0049] 矩形部分 145 包括三个齿 140 从中延伸出的内表面 155、限定了一突出部 165 的第一短端 160、限定了凹槽 175 的第二短端 170 和与内表面 155 相对的长外表面 180。突出部 165 与凸形锁紧构件 120 的横截面形状基本上相配,并且凹槽 175 与凹形锁紧部分 130 的横截面基本上相配。内表面 155 限定有两个基本上为 V 形的内部狭槽 185,并且具有朝着表面 155 的开口。狭槽 185 优选设置在这些齿 140 之间,并且其它位置也是可能的。另外,虽然显示出在每对齿 140 之间的一个狭槽 185,但是其它结构可以采用在每对齿 140 之间的多个狭槽 185。还有其他结构可以采用从内表面 155 延伸出的或多或少的狭槽 185 和 / 或具有与所示那些不同的布置的狭槽。

[0050] 外表面 180 限定有三个外部狭槽 190,它们与沿着内表面 155 设置的三个齿 140 基本上对准。外部狭槽 190 包括窄通道部分 195 和圆孔部分 200。窄通道部分 195 从外表面 180 延伸至圆孔部分 200。与内狭槽 185 一样,也可以有其它狭槽布置以允许和增强在图 5 中所示的那种弯曲。另外,没有要求设有三个狭槽 190 或这些狭槽 190 与齿 140 对准。因此,其它结构可以采用或多或少的外部狭槽 190 和 / 或具有与所示那些不同的布置的狭槽。

[0051] 图 6 显示出包括两个轴向对准构件 150 的层压件 135。每个轴向对准构件 150 基本上为矩形,并且限定了位于层压件 135 一侧上的突起部 205 和位于层压件 135 的相对侧上的凹入部 210,如图 7 所示一样。每个突起部 205 其尺寸设定为装配在相邻层压件 135 的凹入部 210 内。因此,在将层压件 135 层叠在彼此的顶部上时,轴向对准构件 150 确保了所期望的对准。虽然所示的结构包括两个矩形轴向对准构件 150,其它结构可以使用一个或两个以上的对准构件。另外,本发明也可以可能想到其它形状(例如,圆形、卵形、椭圆形、三

角形、多边形、不规则形状等)。在其它结构中,销紧固件可以穿过这些层压件 135 的一些或全部以使它们如所期望的一样对准。在还有其它结构中,没有采用任何对准构件。优选将层压件 135 层叠在用来保持所期望的对准的模具中。

[0052] 在大多数结构中,层压件 135 由电工钢冲压形成。在冲压过程中可以采用单个模具或渐进模具来实现层压件 135 所期望的形状和精度。在采用冲压过程时,可以与层压件 135 同时形成轴向对准构件 150。当然,在完成层压件 135 轮廓之后,其它结构也可以形成轴向对准构件 150。在还有其它结构中,采用任意普通的切割方法来切割层压件 135,这些方法包括但不限于喷水切割、EDM、激光切割、等离子切割等。在其它结构中,采用本领域普通技术人员所知的组合工具来冲压层压件 135 并且使用对准和轴向互锁构件 150 来层叠并且紧固它们。

[0053] 为了制造图 2 的定子 60,首先形成多个图 6 的层压件 135。然后将层压件 135 层叠在彼此的顶部上直到它们到达所期望的轴向长度。在层叠层压件 135 时,每个层压件 135(除了其中一个端部层压件)的突起部 205 接合着相邻层压件 135 的凹部 210 以确保所期望的对准。使用层压件 135 改善了电机性能和效率,并且允许简单地通过加入层压件或从层叠中去除层压件 135 来改变定子程度。如所述一样,如果期望的话则可以使用紧固件、夹具、粘接剂、焊接、键连或夹紧等将层压件 135 相互连接。

[0054] 在一些结构中,将所完成的层压件 135 叠弯曲、辊轧或以其它方式变形以生产出在图 5 中所示的芯部扇段 90。图 8 显示出用来将层压件 135 叠辊轧成芯部扇段 90 的形状的一种可能的装置 215。该装置 215 包括两个臂构件 220 和半圆形引导件 225。每个臂 220 包括引导部分 230,引导部分 230 如此接合着后部 95 的外表面 97,从而中心齿 100 的底部 110 接触着半圆形引导件 225。如图 9 所示,在这些臂 220 打开时,引导部分 230 将最外面齿 100 朝着半圆形部分 225 推压。在芯部扇段 90 弯曲时,内部狭槽 185 关闭,并且外部狭槽 190 打开。另外,在这些齿 115 之间的空间如此变窄,从而相邻齿 100 彼此间隔第二距离 231(在图 5 中所示的),第二距离 231 小于第一距离 151(在图 6 中所示的)。狭槽 185 和 190 的布置(包括尺寸、位置和数量)防止了在芯部扇段 90 弯曲时在内表面 96 附近出现翘曲以及在外表面 97 附近撕裂或裂开。

[0055] 通常,半圆形部分 225 稍小于所期望的最终直径以容纳可能出现的任意回弹。因此,图 8 和 9 显示出一种可能的可以用来形成芯部扇段 90 的装置 215。如本领域普通技术人员所知道的一样,存在其它不同的能够执行相同功能的装置和方法。

[0056] 如果在弯曲之前没有相互连接,则现在弯曲的芯部扇段 90 的层压件 135 可以采用任意普通的方法(例如,紧固件、夹具、粘接剂、焊接、键连、夹紧等)相互连接。然后对于所制造的特定装置(例如,单相电机、多相电机、单层绕组、双层绕组等)根据要求将线圈 70 缠绕在齿 100 上。在如图 3 所示一样设置绕组之后,定子部分 80 成圆圈布置,从而凸形安装构件 120 接合着凹形安装部分 130,因此如图 2 所示一样使不同的定子部分 80 互锁。然后将来自每个线圈 70 的导线 75 如所要求的一样连接以完成定子 60 并且使得电机 10 能够正确操作。

[0057] 一些结构也可以是在定子 60 周围的注塑成型塑料或另一种材料以密封和绝缘定子 60,为组装好的部件提供支撑(例如参见图 19),和 / 或降低振动和噪声。除了普通塑料材料之外,可以使用具有磁性的材料例如铁磁性树脂来降低 mmf(磁动力)下降、减轻振动,

和 / 或降低噪声。

[0058] 在继续说明之前,应该指出的是,在芯部扇段 90 如图 3a 所示一样弯曲之前其它结构可以将线圈 70 围绕着齿 100 设置。这种过程允许更容易进入到齿 100 之间并且实现更高的狭槽填充系数,并且对于一些电机是有利的。然后如参照图 3 的结构所述一样使定子扇段 90 弯曲。因此,本发明不应该局限于在这里所述和所示的结构顺序。

[0059] 如所述一样,其它结构可以采用不同形状的层压件来形成与芯部扇段 90 相同的芯部扇段。图 10 显示出适用于制造与在图 5 中所示的类似的芯部扇段 305 的层压件 300。图 10 的层压件 300 包括三个齿 310 以及限定有一内表面 320 和一外表面 325 的后部 315。齿 310 包括线圈接收部分 321 和设置在线圈接收部分 321 的最里端处的底部 322。底部 322 在最内表面处还包括两个沟槽 323。

[0060] 后部 315 在每个齿 310 附近最厚并且向在两个相邻齿 310 之间的狭窄点变窄。内部狭槽 330 形成在齿 310 的两侧上,并且与该齿紧相邻。内部狭槽 330 包括一基本上 V 形部分 335,它在 V 形部分 335 的顶端处终止在圆形部分 340 中。外部狭槽 345 从外表面 325 向内延伸,并且与齿 310 基本上对准。外部狭槽 345 通常为在其端部处圆化的窄狭缝。与图 4-6 的内部狭槽 185 和外部狭槽 190 相同,图 10 和 11 的狭槽 330 和 345 其形状可以与所示的不同,或者不同地设置。另外,必要时可以采用更多或更少的狭槽 330 和 345。例如,在每个定子部分 80 弯曲至更大的弯曲圆弧时,包括比在这里所示的更多定子部分 80 的定子可以需要比具有更多定子部分的定子少的狭槽 185、190、330、345。因此,狭槽 185、190、330 或 345 的位置、形状和数量主要是制造参数,并且可以改变。

[0061] 图 10 的后部 315 的外表面 325 还包括多个向外延伸的凸起 350。这些凸起 350 基本上为弧形并且与内部狭槽 330 大体上对准。凸起 350 的设置在内部狭槽 330 附近提供了附加材料,因此改善了后部 315 在这些区域中的强度。另外,附加材料为磁通量提供了更大的流动路径,由此改善了电机性能和效率。在围绕着所完成的定子注塑塑料的结构中,可以使用凸起 350 来支撑能够进一步帮助注塑过程的销。

[0062] 图 11 显示出从图 10 的层压件 300 制造出的芯部扇段 305。图 10 的层压件 300 层叠并且能够按照与参照图 5-6 和 8-9 所述的大体上相同的方式弯曲。在弯曲成最终形状时,相邻齿 310 彼此更接近地运动,内部狭槽 330 朝着关闭位置运动,并且外部狭槽 345 打开。与现有结构一样,在芯部扇段 305 弯曲之前或之后,可以将在图 3 中所示的线圈 70 缠绕在齿 310 上。

[0063] 图 12 显示出适用于构造芯部扇段 405 的层压件 400 的另一种布置。图 12 的层压件 400 与图 10 的层压件 300 类似,但是层压件 400 不包括外部狭槽 345。另外,层压件 400 不包括与内部狭槽相对的凸起,而是包括位于基本上设置在齿 420 之间的外表面 415 上的凸起 410。凸起 410 为后部 425 提供了附加厚度,从而在相邻齿 420 之间的中央部分不是后部 425 的最窄部分。内表面 430 在齿 420 两侧上并且紧挨着这些齿 420 限定有内部狭槽 435。内部狭槽 435 包括基本上 V 形部分 440,它在 V 形部分 440 的顶端处终止在圆形部分 345 中。每个齿 420 包括线圈接收部分 450 和设置在线圈接收部分 450 的最内端处的底部 455。底部 455 在最里面表面处还包括两个沟槽 460。在将塑料注塑成型在所完成的定子周围的结构中,可以使用凸起 410 来支撑销,这进一步有助于注塑成型过程。

[0064] 图 13 显示出在弯曲条件中使用图 12 的层压件 400 来形成的芯部扇段 405。可以

看出,使用层压件 400 制造出的芯部扇段 405 按照与在图 11 中所示的芯部扇段 305 大体上相同的方式弯曲。

[0065] 在图 14-17 中所示的另一种结构中,层压件 500 包括具有基本上为矩形齿廓的中心齿 505 和具有基本上为 L 形齿廓的两个侧齿 510、511。在继续说明之前,应该指出的是,术语“中心齿”的使用不应该被解释为需要齿在层压件上居中。而是应该将该术语解释为只需要中心齿 505 设置在两个侧齿 510、511 之间。后部 515 包括外表面 520 和内表面 525,内表面如此支撑着三个齿 505、510、511,从而中心齿 505 在后部 515 上大致居中,第一侧齿 510 设置在后部 515 的第一侧上,并且包括朝着中心齿 505 延伸的齿顶 530,并且第二侧齿 511 设置在对着后部 515 的第一侧的第二侧上并且包括朝着中心齿 505 延伸的齿顶 535。后部 515 限定有两个小内部狭槽 540 和两个大内部狭槽 545。小内部狭槽 540 靠近中心齿 505 设置并且包括基本上 V 形部分 550,其中在 V 形部分 550 的顶端处具有圆形孔道 555。大内部狭槽 545 与小内部狭槽 540 类似,其中大内部狭槽 545 包括 V 形部分 560 和位于 V 形部分 560 的顶端处的圆形部分 565。但是,大内部狭槽 545 比小内部狭槽 540 大(即,进一步延伸进入后部 515)。大内部狭槽 545 设置在位于中心齿 505 以及两个侧齿 510 和 511 之间的空间中。

[0066] 后部 515 的外表面 520 包括与中心齿 505 相对设置的外部狭槽 570。外部狭槽 570 包括两个基本上平行的终止在圆形孔道 580 处的平行边缘 575。外表面 520 还限定有两个与大内部狭槽 545 相对设置的小凹槽 585。除了凹槽 585 之外,图 14 的层压件 500 以及在这里所述的任意其它层压件可以包括与参照图 6 所述的那些类似的一个或多个轴向对准构件 150。

[0067] 后部 515 还可以包括锁紧构件例如锁紧突出部 590 和锁紧孔 595。与现有结构一样,层叠层压件 500 以限定出在图 15 中所示的芯部扇段 600。在层叠时,锁紧突出部 590 协作以限定出凸形锁紧构件 605,并且锁紧孔 595 协作以限定出凹形锁紧部分 610。

[0068] 在优选的结构中,图 14 的层压件 500 是用板材或带材冲压而成。在一个结构中,在图 14a 中所示的布置中冲压层压件 500。在按照这种方式取向时,如图 21 所示一样,可以将不同的层压件 500 相互嵌套,因此降低了所浪费的材料量。然后将这些层压件 500 层叠然后向外弯曲,从而它们如图 14 所示一样成型。在其它结构中,首先将层压件 500 完全然后层叠。在层压件 500 或芯部扇段 600 向外弯曲之后,它们处于能够方便绕组 70 安装的位置中。在安装绕组 70 之后,可以将芯部扇段 600 弯曲成在图 15 中所示的形状。

[0069] 然后将芯部扇段 600 弯曲成所期望的直径并且与其它芯部扇段 600 配合以限定出与在图 4 中所示的芯部 65 类似的芯部。在芯部扇段 600 弯曲时,使小 V 形狭槽 540 和大 V 形狭槽 545 朝着关闭位置运动。因此,至少部分根据芯部的所期望最终直径来设定 V 形狭槽 540 和 545 的尺寸。外部狭槽 570 和两个小凹槽 585 在弯曲过程中打开以抑制断裂并且减小应力。

[0070] 在图 15 中所示的芯部扇段 600 适于用在包括只是围绕着齿 505 的线圈 70 的定子中。在这种结构中,线圈 70 可以与芯部扇段 600 分开制造,并且在将芯部扇段 600 弯曲之前安装。图 16 显示出在中心齿 505 上滑动以形成定子部分 625 的线圈 70(示意性地显示为方框)。在定子部分 625 处于未弯曲位置中的情况下,在侧齿 510 和中心齿 505 之间的空间足够大以使得所完成的线圈 70 能够通过,因此无需任意在齿上的绕组。

[0071] 然后定子部分 625 如图 17 所示一样弯曲,从而侧齿 510、511 的齿顶 530、535 覆盖着一部分线圈 70,并且抑制线圈 70 出现不期望有的运动,以及增强了该结构的电磁性能。当然,如果期望的话,其它结构可以采用其它齿形。但是,采用非矩形中心齿的结构通常需要线圈 70 直接缠绕到齿上。

[0072] 图 18 显示出绕线相 630,除了每个定子部分 635 的中心齿 640 不是矩形,绕线相 630 包括与在图 17 中所示的定子部分 625 类似的定子部分 635。绕线相 630 包括三个单独定子部分 635,每个定子部分 635 都接收着线圈 637。绕线相 630 包括导体 645,导体 645 在相邻定子部分 635 之间延伸以完成电路。因此,图 18 的布置可以使用单个连续导体来缠绕出。

[0073] 为了制造如图 19 所示的三相定子 650,将九个定子部分 635a-635i 布置成限定出如图 18 所示的三个绕线相 630a、630b、630c。首先,使三个绕线相 630 的定子部分 635 完全成如所述一样的适当直径。如图 19 所示,第二绕线相 630b 的第一定子部分 635d 设置在第一绕线相 630a 的第一定子部分 635a 附近。然后将第三绕线相 630c 的第一定子部分 635g 设置在第二绕线相 630b 的第一定子部分 635d 附近。重复该过程直到将所有定子部分 635a-635i 定位。长导线 645(只显示出绕线相 630a)在绕线相 630 的相邻定子部分 635 之间延伸以保持正确的电连接并且消除在定子 650 内断开并且重新连接导线的需要。一旦将定子部分 635 定位,则可以将一层塑料 655 或另一种材料形成(例如注塑)在这些部件周围以使它们保持不动并且基本上密封定子 650。在位于线圈和芯部之间的空间中的狭槽也可以形成塑料(在图 19 中的塑料 656)以便进一步增强定子的机械、热和电磁性能。所示出的结构为具有 18 个狭槽和单层绕组的三相定子,并且线圈不断地缠绕在其它齿上。这种定子例如适用于与 12 极磁性转子结合用来用作无刷 PM 电机。当然如果期望的话可以采用其它布置来提供更少或更多的磁极或更少的相位。例如,在单相结构中,所采用的线圈总数可以为偶数,并且这些线圈可以与单根连续导线相互连接。

[0074] 所示的芯部扇段可以减少制造出预定量的层压件所需的材料量。不是形成呈完全圆形图案的层压件,当前布置允许如此布置多个层压件,从而层压件的齿如图 20 和 21 所示一样相互交错,由此减少了在制造期间产生出的废料量。图 20 显示出层压件 300 的布置,并且图 21 显示出层压件 500 的类似布置。当然,其它结构可以使用呈其最终形状形成的层压件的布置,并且因此不需要任何弯曲。但是,这布置通常产生出比使用基本上笔直层压件然后弯曲呈最终弯曲形状的情况更多的废料。

[0075] 在一些结构中,在使用与在图 29 中所示的类似的绕线器 659 弯曲之前,将线圈 70 缠绕到齿 100、310、420、505 上。在制造中的这时在齿 100、310、420、505 之间的更大空间使得能够使用更简单的设备例如筒式绕线器(有或没有可动头),而不是使用更昂贵的针式绕线器。另外,可以将更密集的绕组设置在扩大的空间内,由此增大了电机的填充系数。填充系数增加产生出更高的比力矩输出和 / 或改善了电机效率。

[0076] 另外,在每个芯部扇段上设置一个以上的齿的结构与其中在每个芯部扇段中只采用单个齿的现有技术结构相比能够改善机械强度和粗糙度。另外,减少在后部中(在位于相邻芯部扇段或定子部分之间的连接部分处)的不连续部分数量减少了零部件数量,因此减少了组装电机 10 所需的时间,并且还提供了更好的磁通量路径。在所述的芯部扇段中的磁通路径能够降低后部的 mmf 下降并且提高电机效率。

[0077] 在一些结构中,定子部分的每个线圈 70 与定子部分的其它线圈 70 相互连接以至少部分限定出一相位绕组。这种布置允许使用单个连续导体来在给定定子部分中形成每个线圈。这减少了在电机中的断裂和连接的数量,由此改善了电机性能、可制造性和可靠性。

[0078] 如参照图 6 和 7 所述一样,一些定子结构不需要对准构件来与相邻层压件对准。在图 24 中显示出一个这种定子 660(为了清楚起见省略了绕组)。定子 660 包括芯部 665、第一造型线圈架 670 和第二造型线圈架 675。图 22 显示出成形为接收芯部 665 的第一造型线圈架。该造型线圈架 670 包括环形端部绝缘部分 680 和多个狭槽绝缘部分 685。如图 23 部分所示的层压件或者完全如图 24 所示的圆形层压件装配在造型线圈架 670 内,从而层压件的后部坐在端部绝缘部分 680 上,并且齿部装配在狭槽部分 685 之间。因此,造型线圈架 670 将层压件保持在适当的取向中,并且不需要任何对准构件。当然,如果期望的话可以采用也使用了对准构件的结构。在优选的结构中,第一造型线圈架 670 由介电材料例如注塑成型塑料制成,并且也可以使用其它电绝缘材料。

[0079] 还应该指出的是,虽然已经将芯部 665 描述成由多块层叠层压件形成,但是其它结构可以采用其它方法或材料来形成芯部 665。例如,一些结构采用粉末金属或软磁性复合材料来形成整个芯部 665,或者形成随后通过造型线圈架装配并且保持在一起以限定出芯部 665 的部件。因此,本发明不应该局限于采用层压件的芯部 665。

[0080] 为了使用图 22 的造型线圈架 670 组装定子 660,将层压件层叠在第一造型线圈架 670 和第二造型线圈架 675 的每一个中。在大多数结构中,第一造型线圈架 670 和第二造型线圈架 675 彼此类似。当然,其它结构可以采用彼此不同和 / 或与在这里所示的造型线圈架 670、675 不同的造型线圈架。一般来说,每个造型线圈架 670、675 的狭槽部分 685 其长度等于定子 660 的芯部长度的大约一半。当然,其它结构可以改变每个造型线圈架 670、675 的狭槽长度,只要两个长度加起来等于与芯部长度大致相等的长度。一旦将两个造型线圈架 670、675 填充,则将它们相互连接在一起(例如,焊接,采用粘接剂粘接,紧固件等)。在一些结构中,紧固件穿过造型线圈架 670、675 和层压件以将这些部件保持在一起。在其它结构中,采用了粘接剂或其它连接方法。一旦连接,可以根据要求将芯部 660 的线圈缠绕。在一些结构中,用来连接造型线圈架 670、675 和芯部 665 的连接系统是暂时的。例如一个结构使用了穿过造型线圈架 670、675 和芯部 665 的螺栓。在缠绕线圈之后,拆除紧固件,并且绕组自身将各个部件保持在一起,或者采用其它用来保持例如焊接定子部分、定子外壳(框架)或塑料过模塑的辅助手段。

[0081] 在其它结构中,首先组装芯部扇段 690(图 23)或整个芯部 665(图 24),然后将它们插入到其中一个造型线圈架 670 中。然后将第二造型线圈架 675 设置在第一造型线圈架 670 上方延伸的那部分芯部 665 上以完成未缠绕的定子 660。在插入定子部分 690 的结构中,如所述一样,将每个定子部分 690 插入并且与相邻定子部分 690 互锁。

[0082] 使用造型线圈架 670、675 的结构消除了对在每个层压件上的对准构件的需要。另外,可以将造型线圈架 670、675 制造成完全包围芯部 660,因此消除了对部件例如狭槽衬垫和端部绝缘件的需求。因此,使用造型线圈架 670、675 通过消除几个部件和特征能够大大简化制造过程。

[0083] 图 25-28 显示出在遵循本领域普通技术人员所知的技术规范的情况下,导体的方向与设置在狭槽中的线圈侧相关。在图 28 所示的结构中,设置在齿上的线圈沿着一个方

向缠绕，并且使用相同的单根连续导线沿着相反方向缠绕设置在相同芯部的相邻齿上的线圈，从而在设置在特定狭槽中并且属于相同相的所有导体中的电流沿着相同的轴向方向流动。在另一个结构中，所有线圈沿着相同方向缠绕，并且每个线圈都使用了不同的导线。然后需要辅助操作来将线圈的端部引线电连接，从而在设置在特定狭槽中并且属于相同相的所有导体中的电流沿着相同的方向流动。虽然已经使用图 25-28 来显示出其中使用了单根连续导体的缠绕过程，但是本领域普通技术人员将知道，在这里所述的任意结构以及其它结构都可以采用该过程。例如，该过程可以用于只包括两个齿或三个以上齿的芯部。

[0084] 在这里所示的结构适用于生产用在电动机、发电机或其它电机中的定子。另外，在这里所示的本发明可以用来生产单相或多相例如三相电机。另外，在这里所示的定子可以用在 AC 或 DC 电机以及具有单层或双层绕组的电机中。

[0085] 图 25-28 显示出适用于在这里所示的本发明的绕组和布线布置。图 25 与图 18 类似，它显示出两个芯部扇段 690，芯部扇段 690 电连接以限定出定子的其中一个相。长导体（例如导线）695 在两个芯部扇段 690 之间延伸以使得芯部扇段 690 能够相互间隔开，同时仍然使用单根连续导体来限定该相的绕组。图 26 和 27 显示出对于具有 18 个狭槽和双层绕组并且线圈缠绕在每个齿上的全部三相定子 700 的绕组和布线。这种定子适用于例如与 16 极磁性转子结合用来用作无刷 PM 电机。可以使用三个单独但是连续的导体 705a、705b、705c 生产定子 700，因此消除了在定子 700 内的任意断裂或内部连接。多相结构的另一个优点在于，如图 29 示意性所示一样，可以使用具有单针 802 的卷筒绕线器 659 来经济地制造定子部分 80。

[0086] 应该指出的是，虽然在这里所示的芯部和定子扇段包括三个齿，但是其它结构可以只是包括两个齿或四个以上的齿。因此，本发明不应该局限于采用三个齿的结构。另外，在芯部和定子扇段中的齿数和在所完成的定子中的相数之间没有任何关系。例如，如果期望的话，可以使用包括四个齿的定子扇段制造出三相定子。

[0087] 因此，本发明尤其提供了用于电机的新颖并且有用的定子。在这里所述并且在这些附图中所示的定子的结构和制造定子的方法只是以实施例的方式给出，并且不是打算对本发明的概念和原理进行限定。在下面的权利要求中给出了本发明的各种特征和优点。

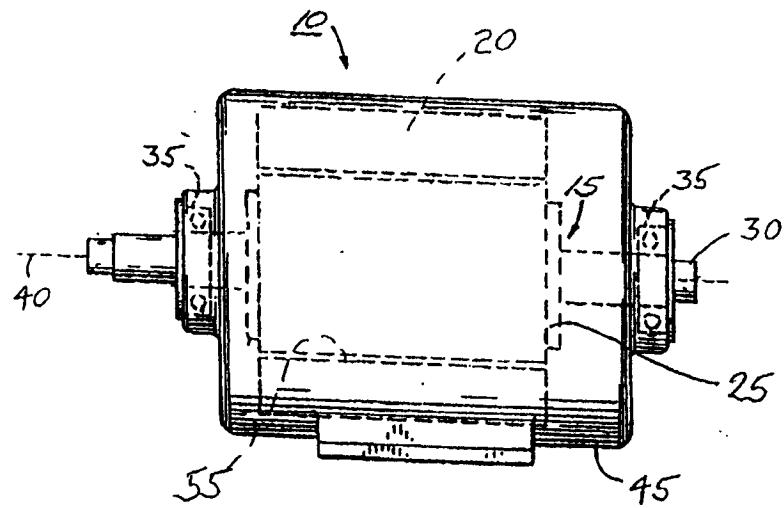


图 1

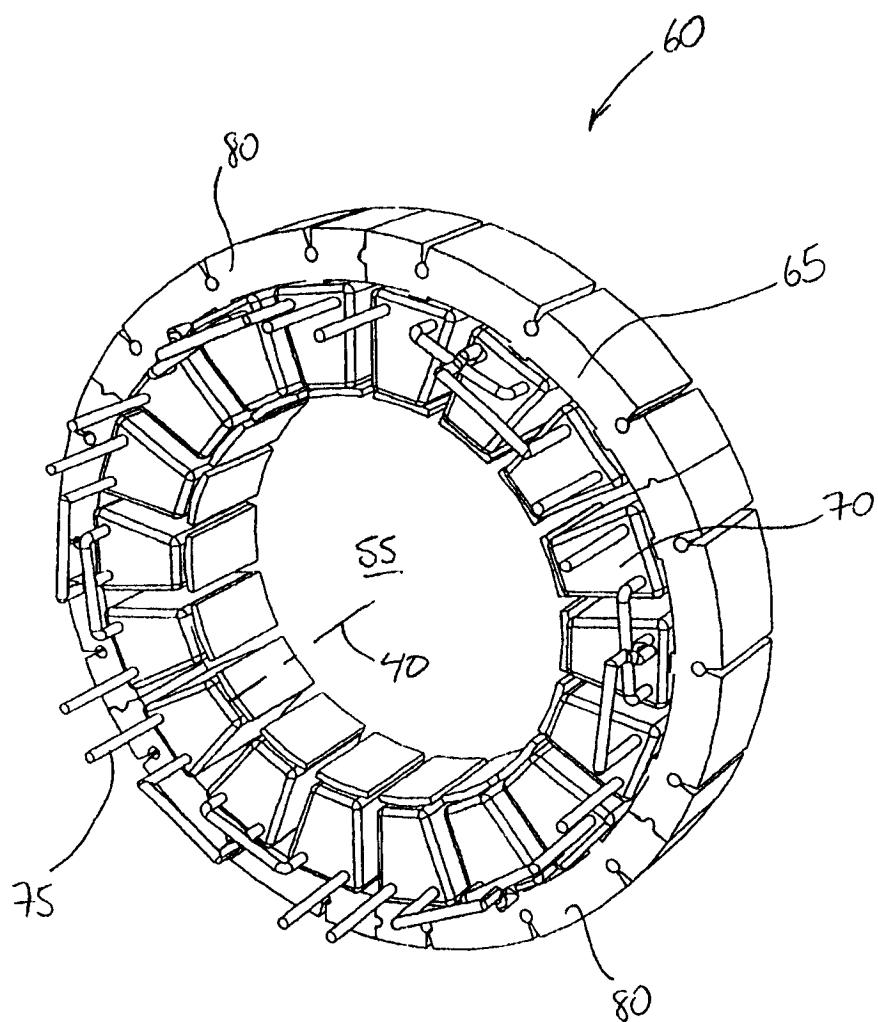


图 2

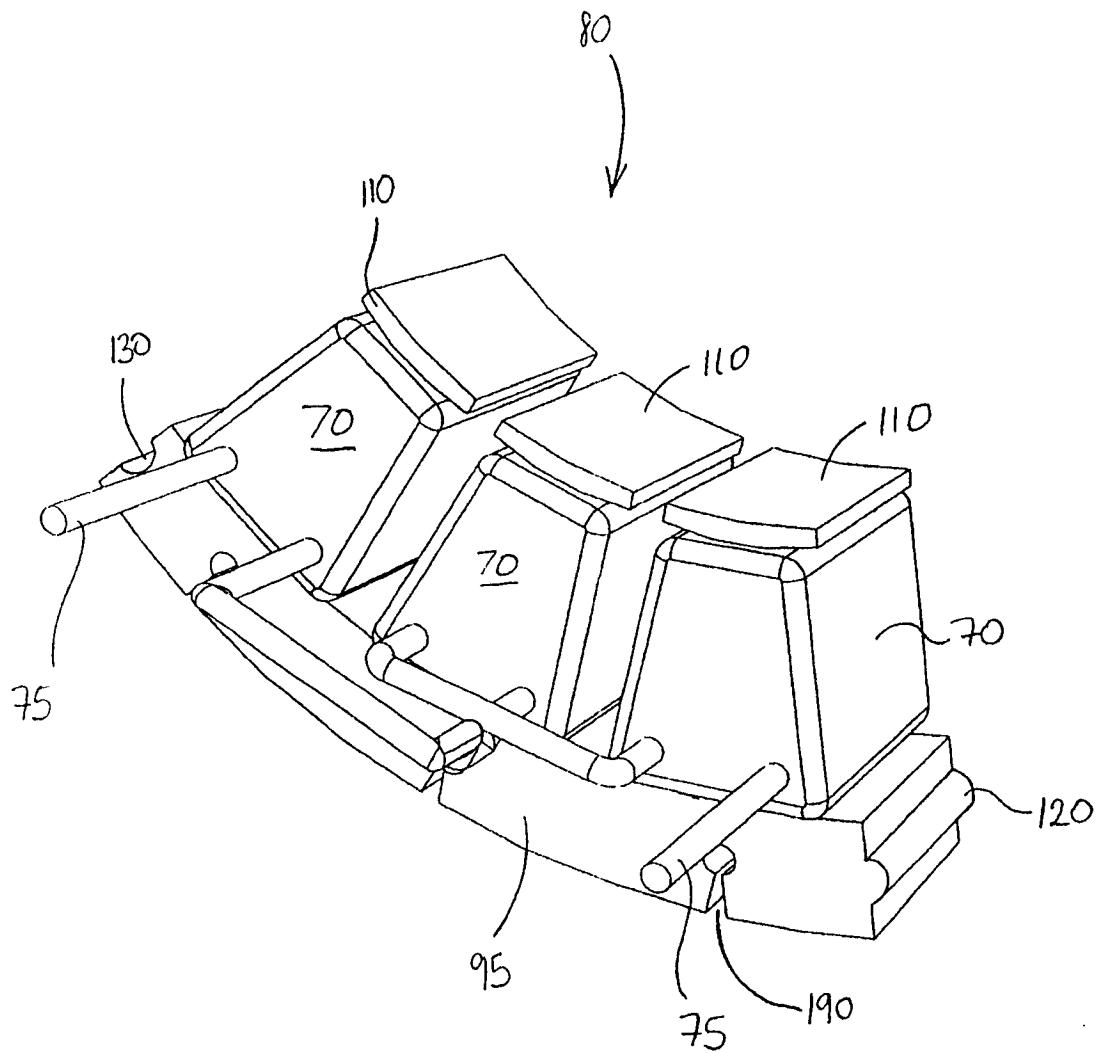


图 3

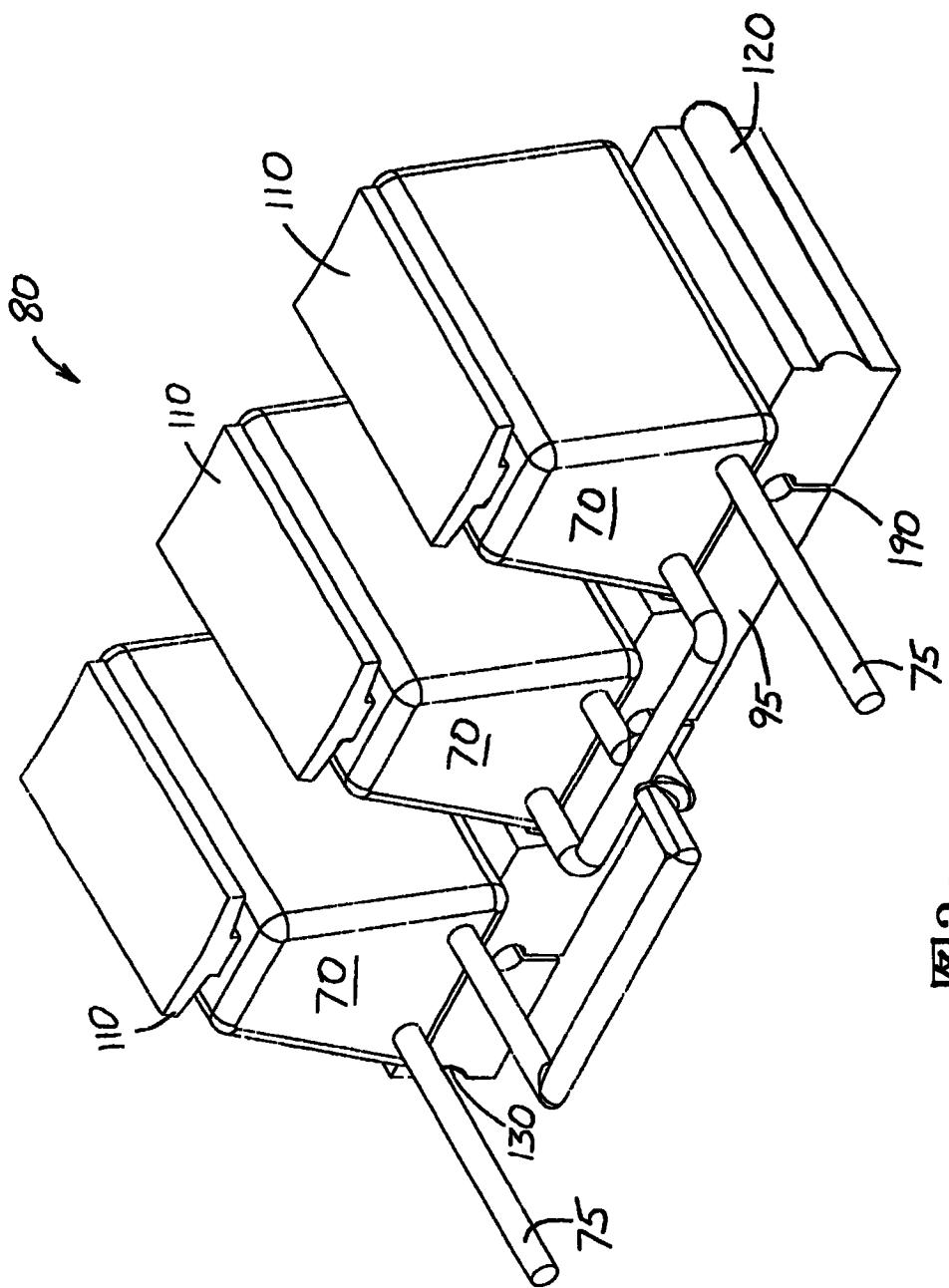
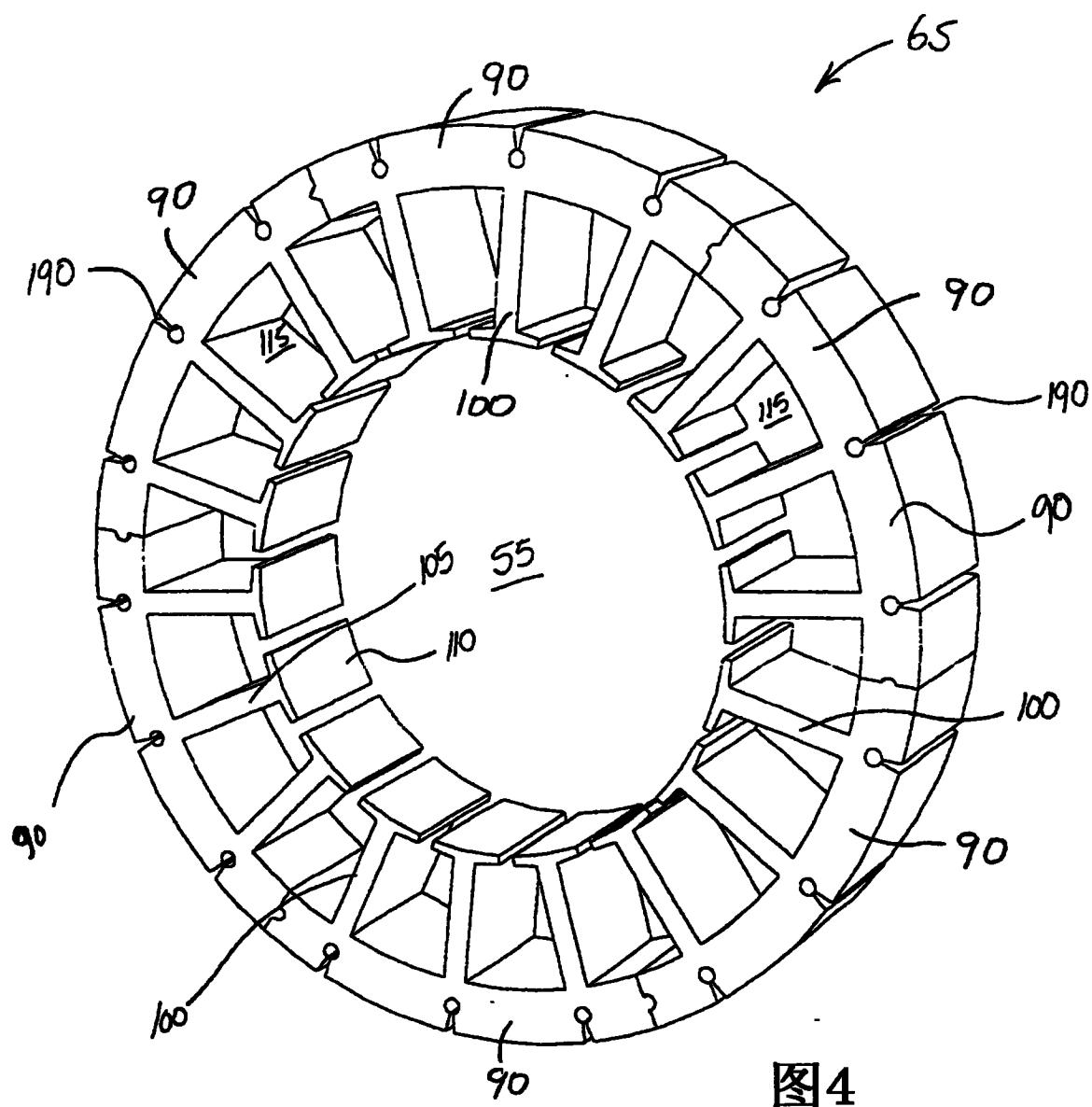


图3a



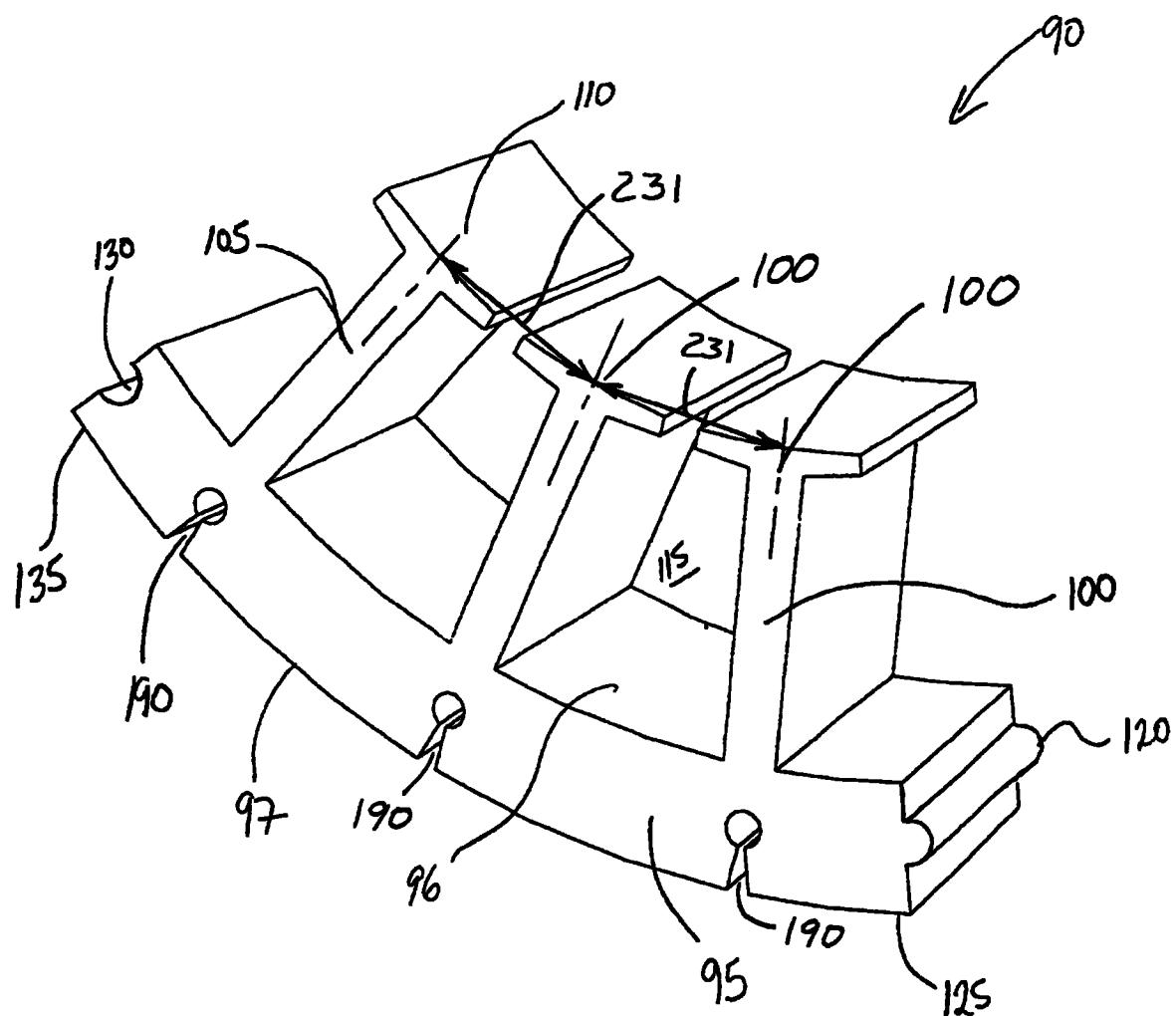


图5

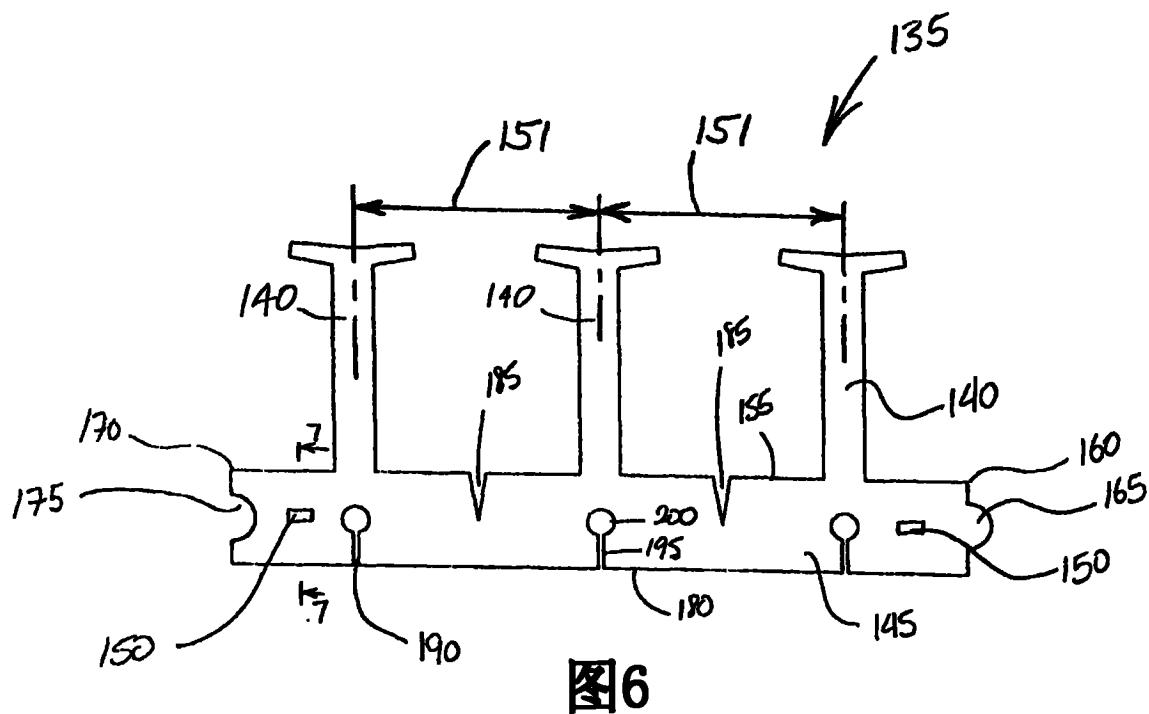


图6

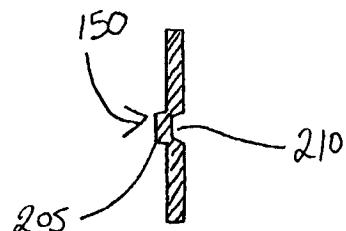


图7

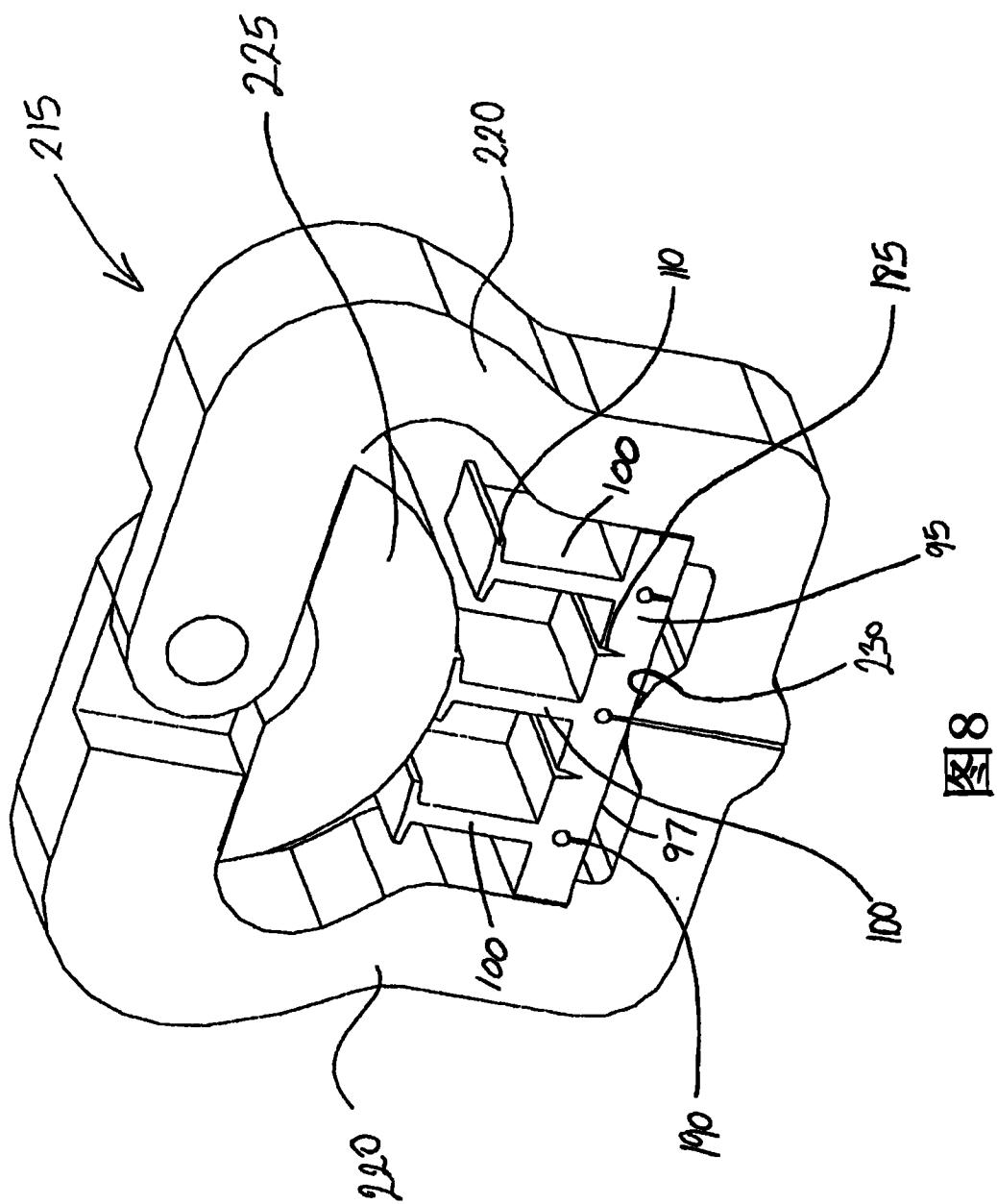


图8

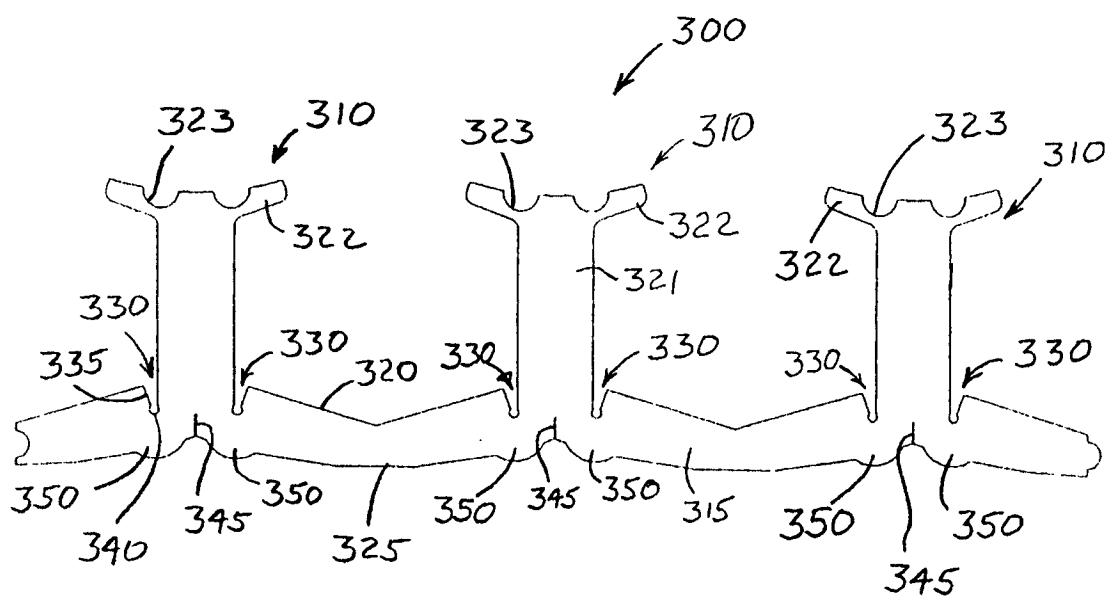
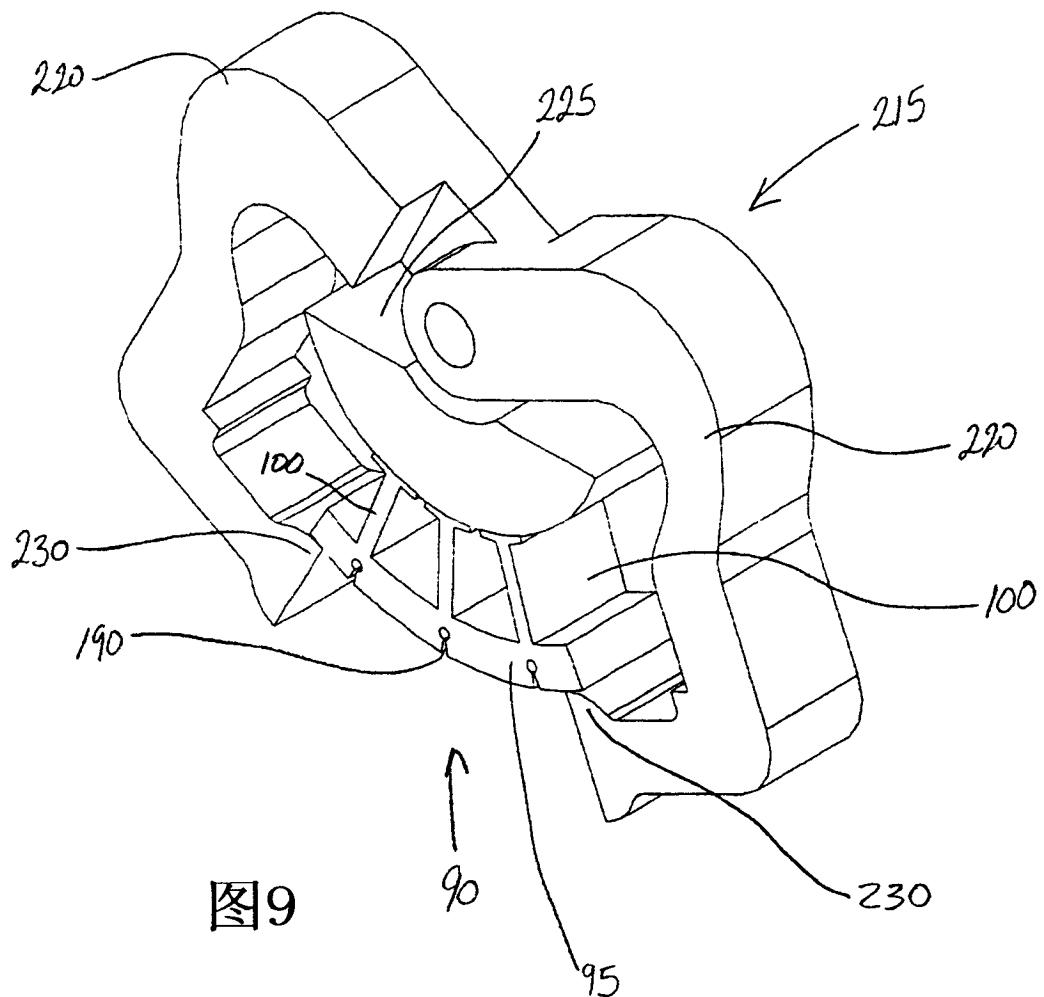


图 10

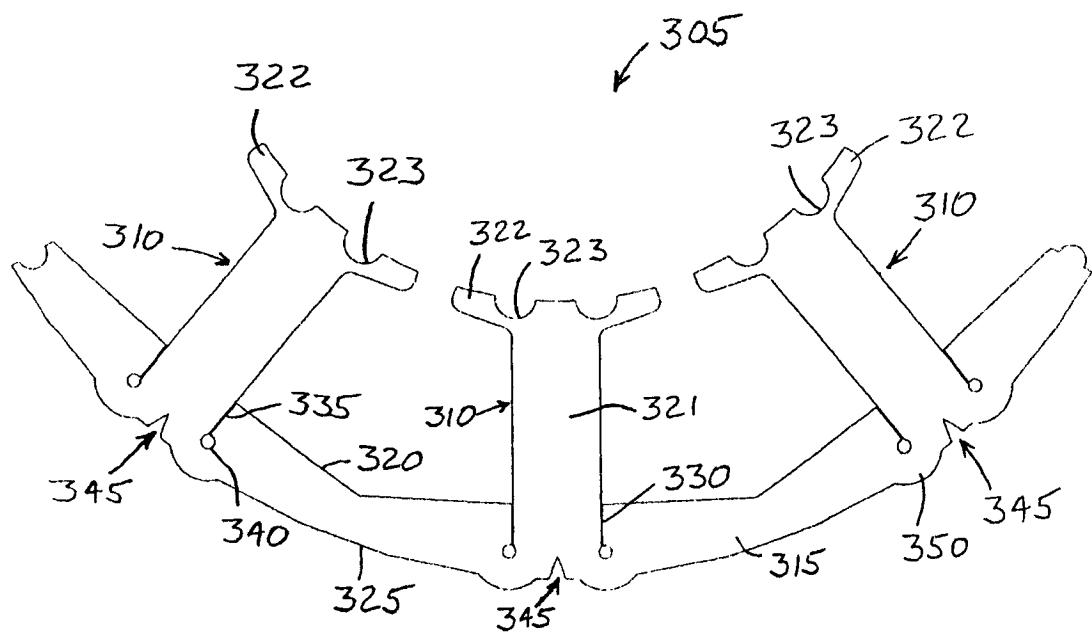


图 11

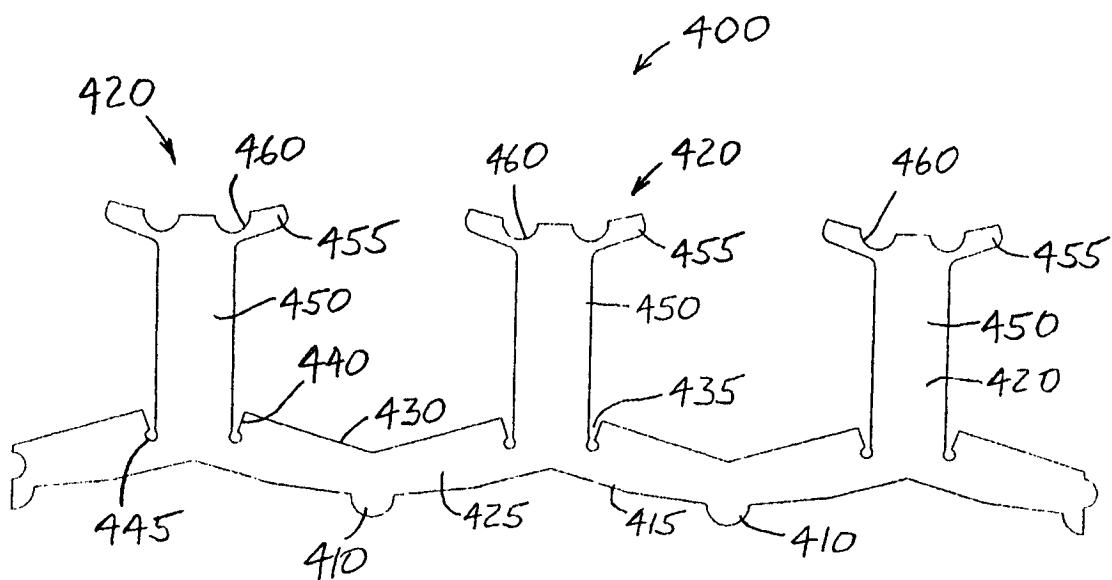


图 12

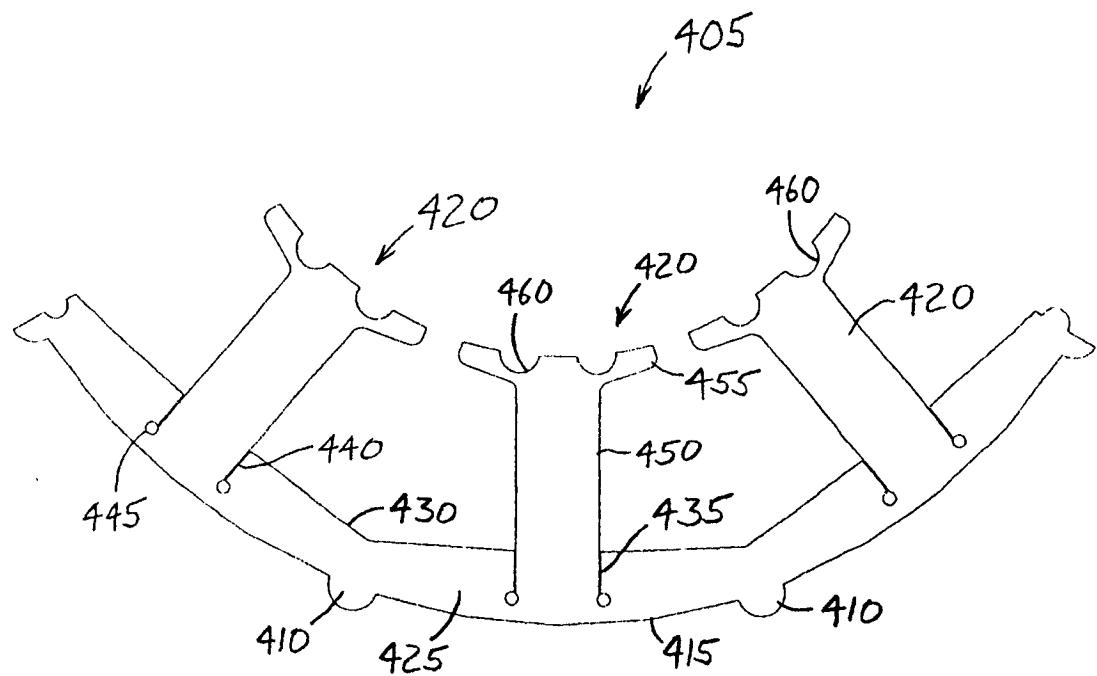


图 13

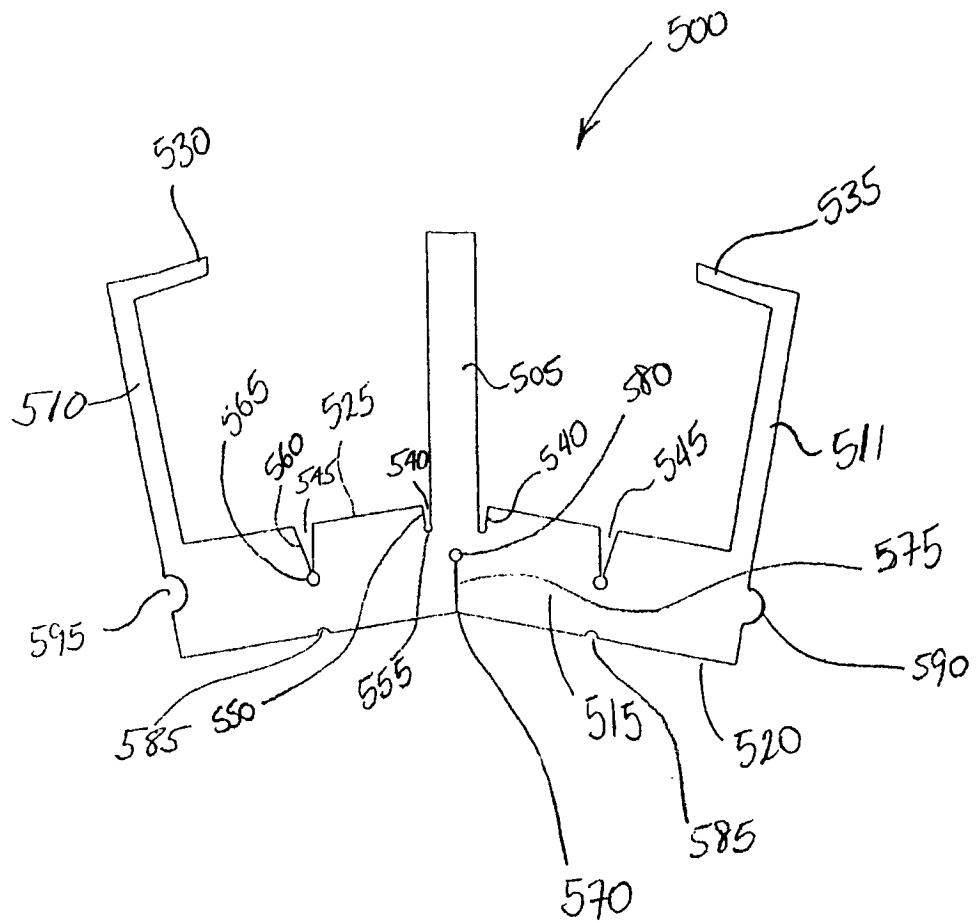


图 14

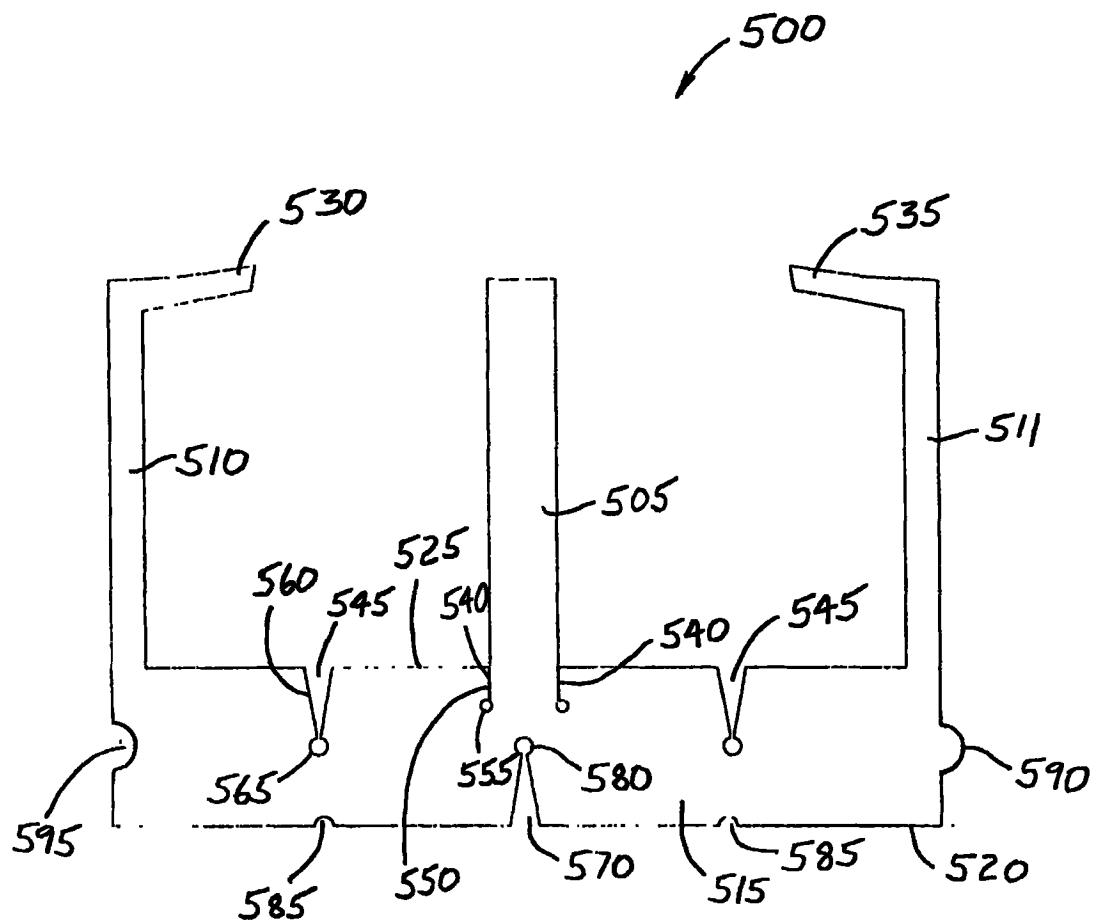


图 14a

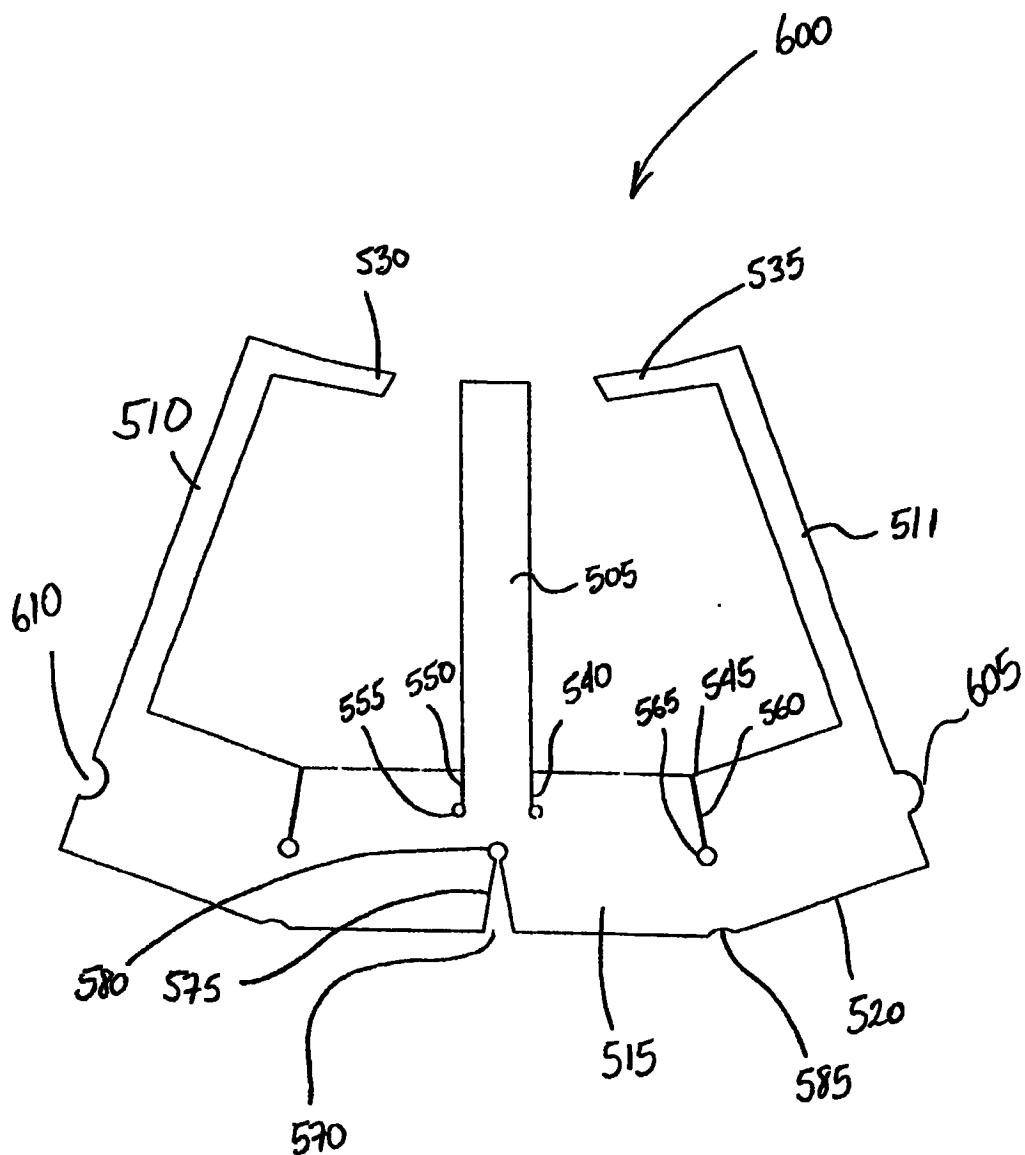


图 15

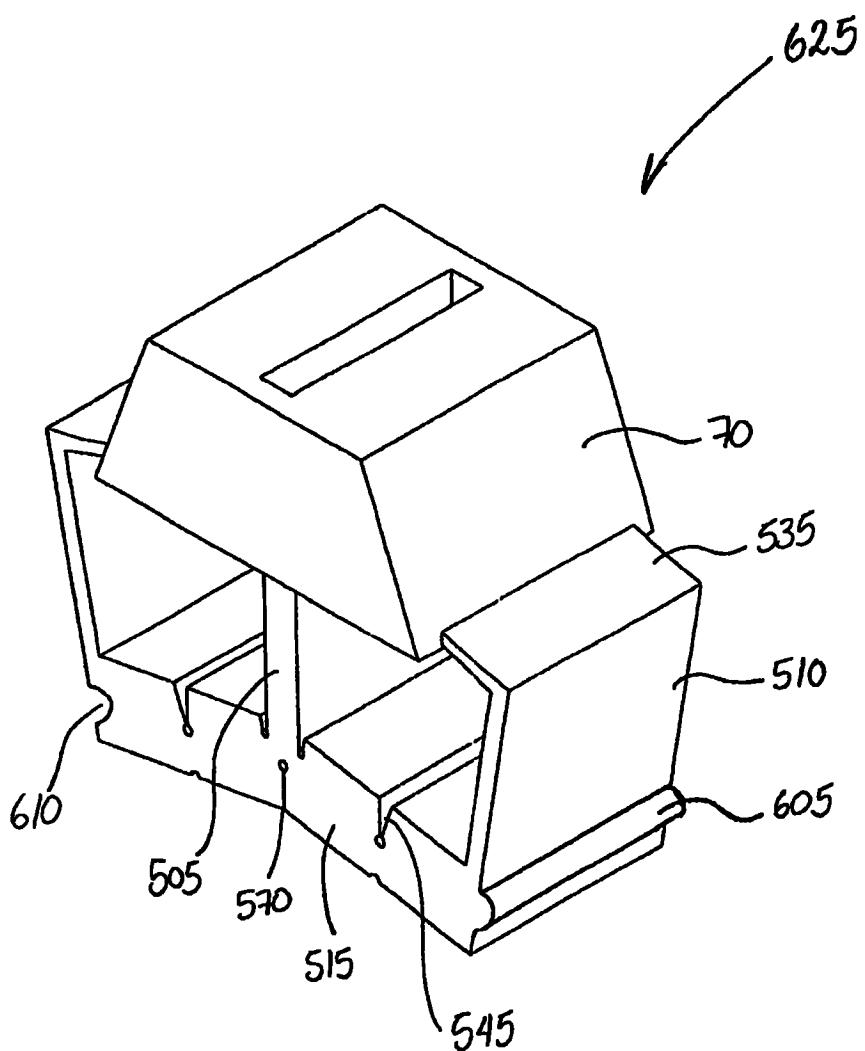


图 16

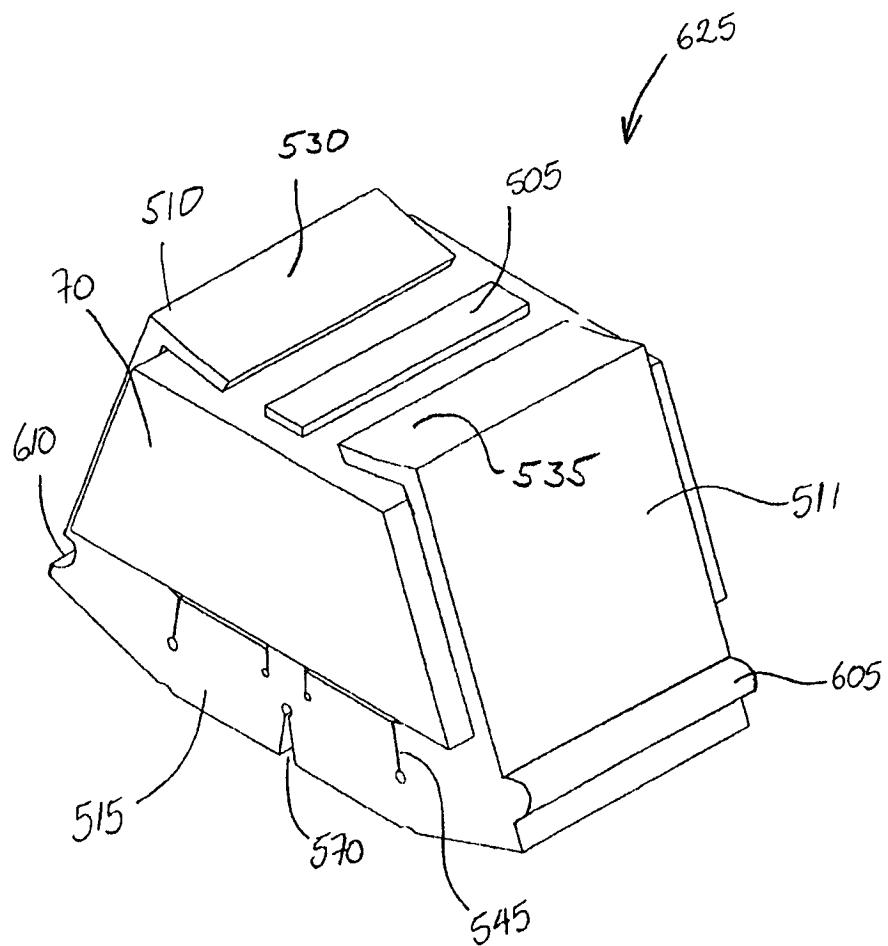


图 17

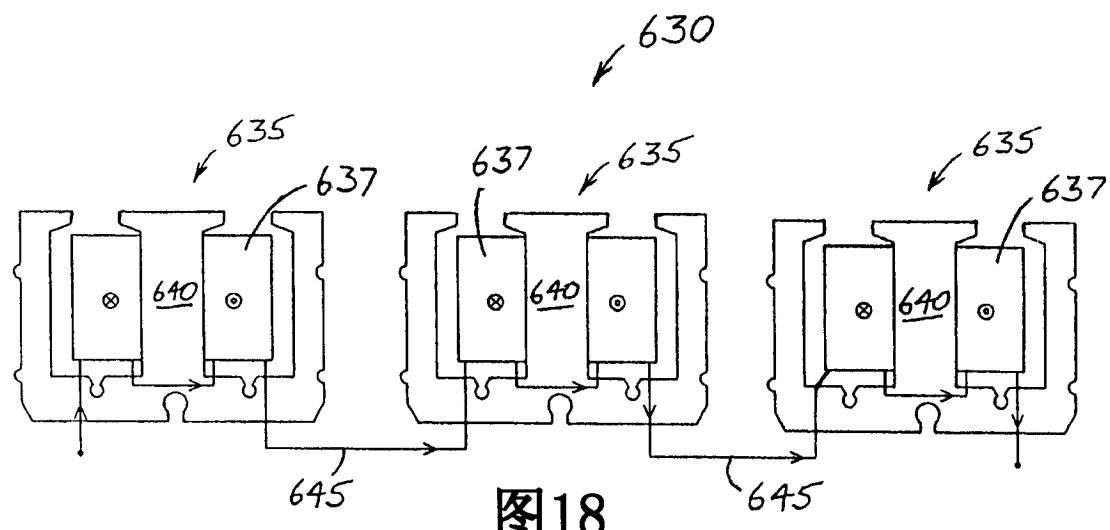


图 18

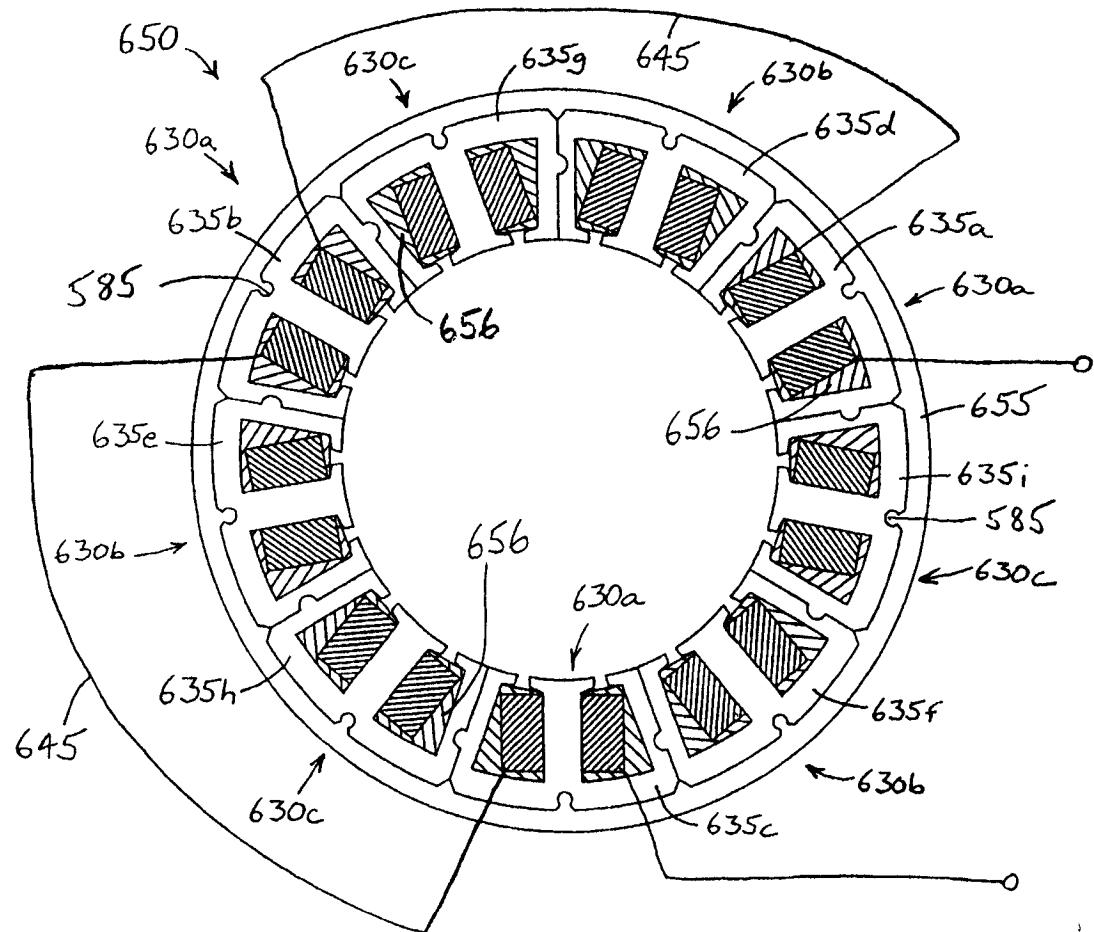


图 19

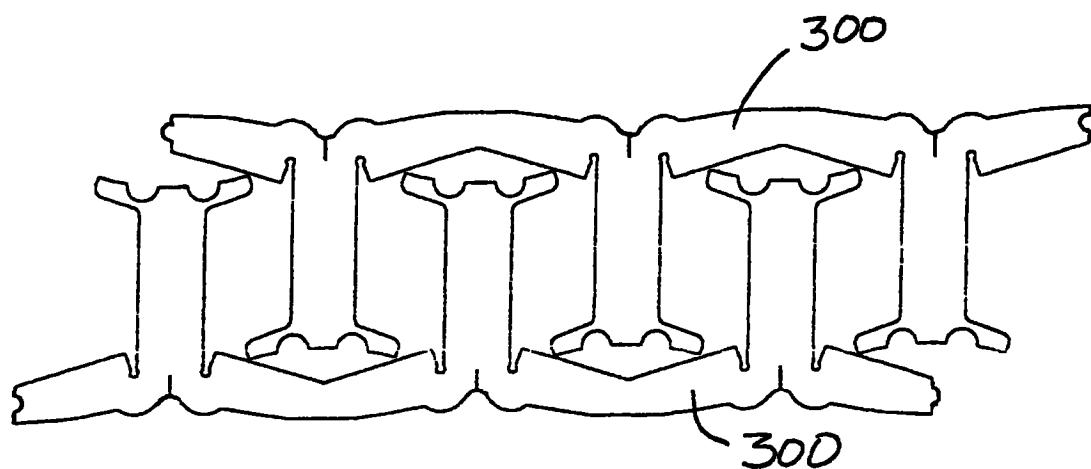


图 20

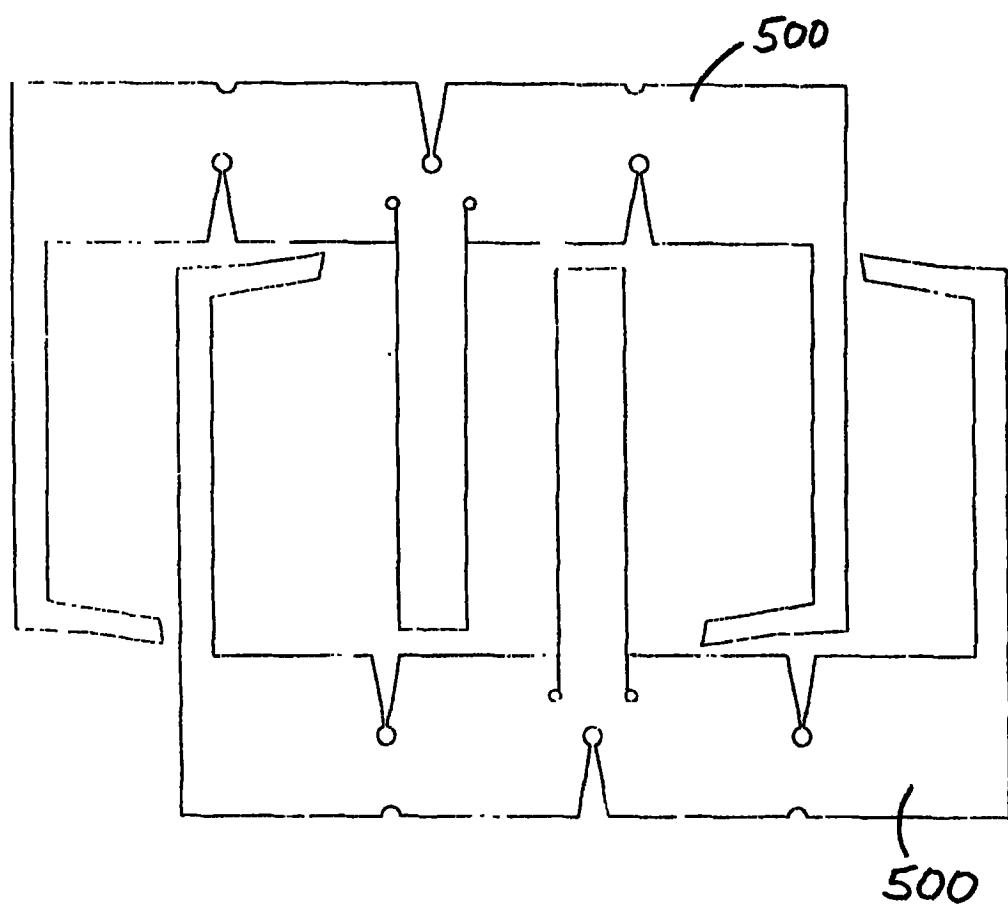


图 21

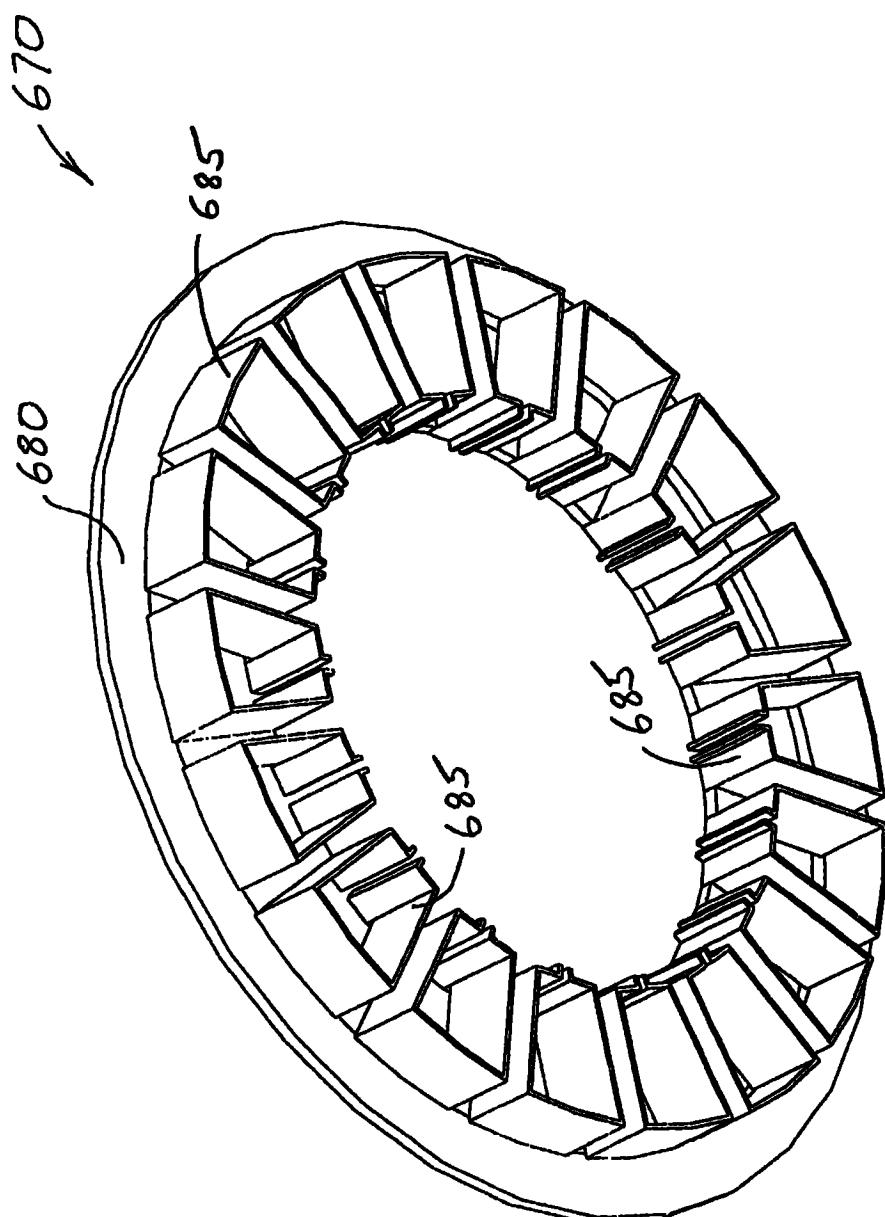


图22

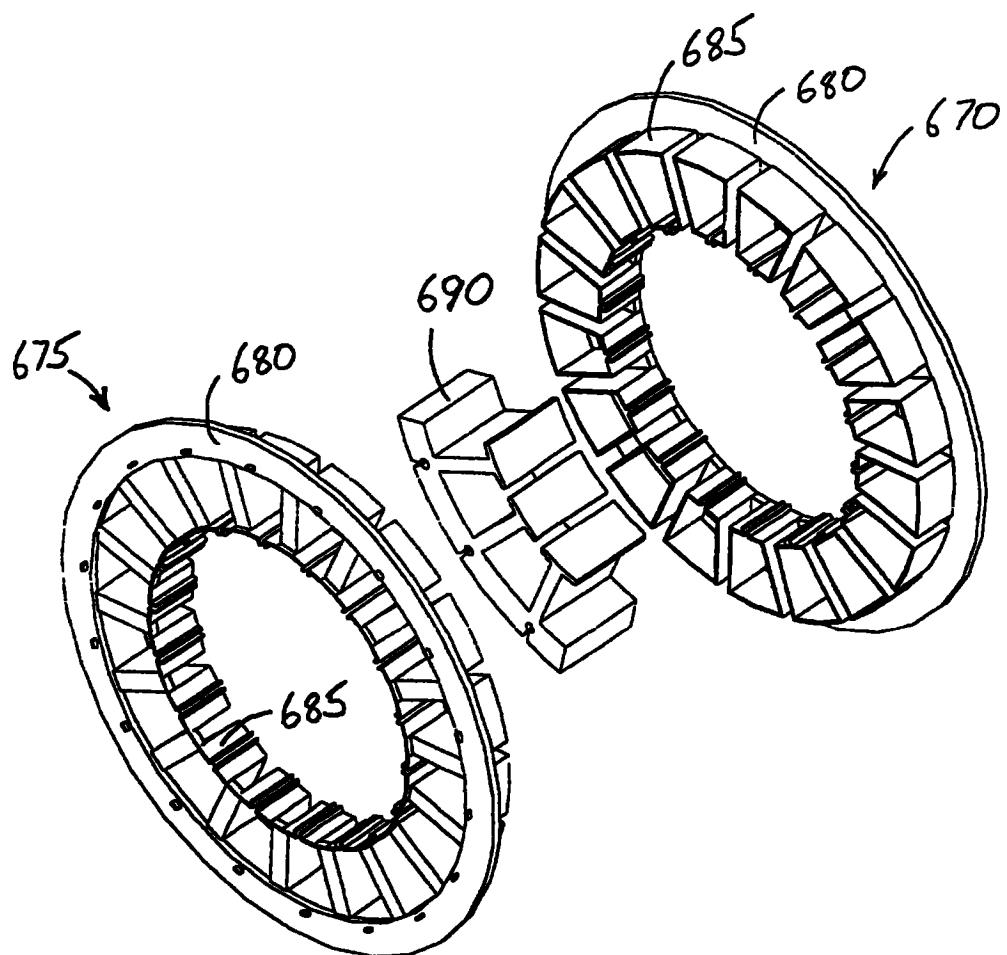


图23

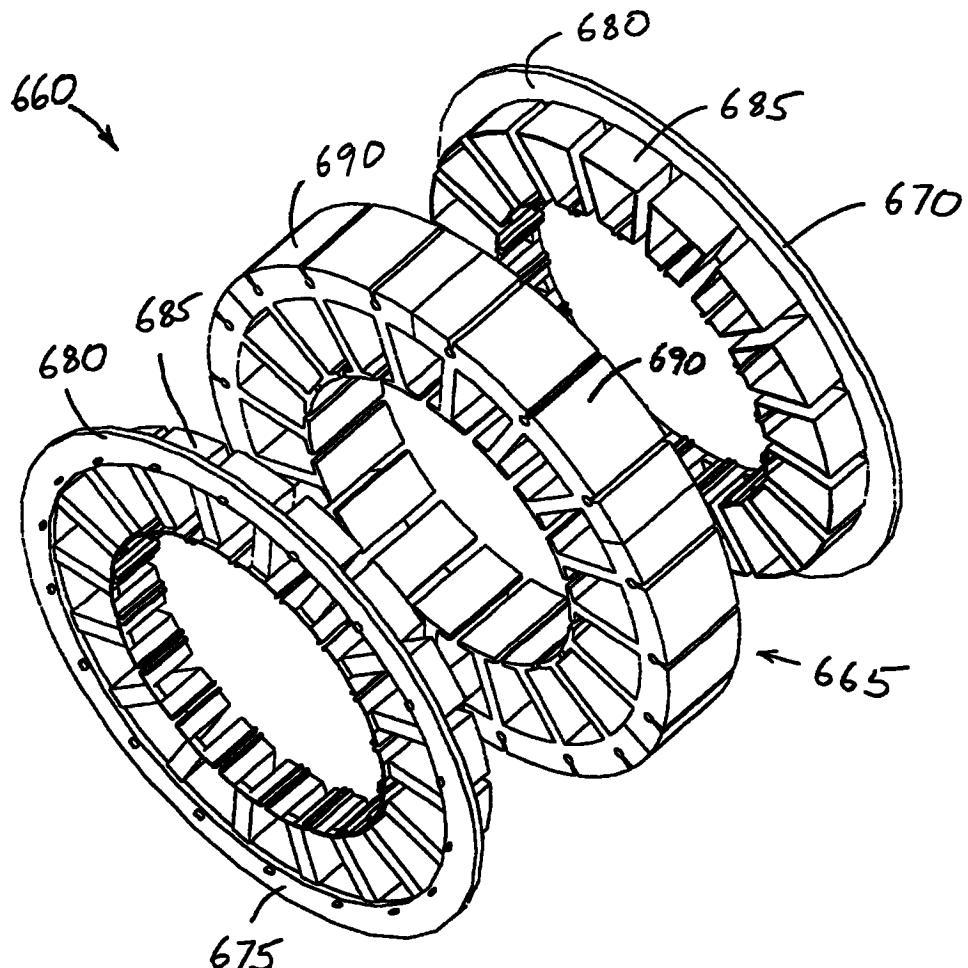


图24

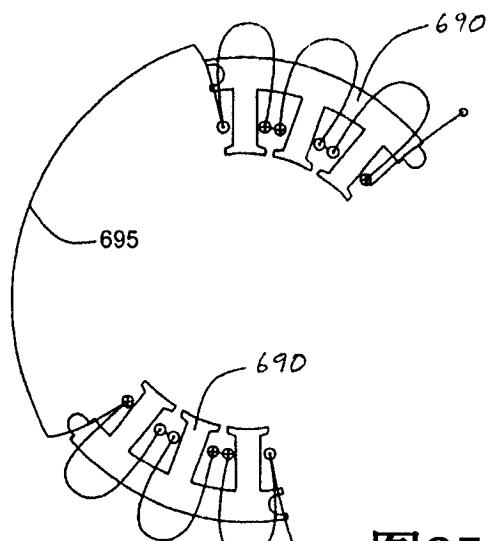


图25

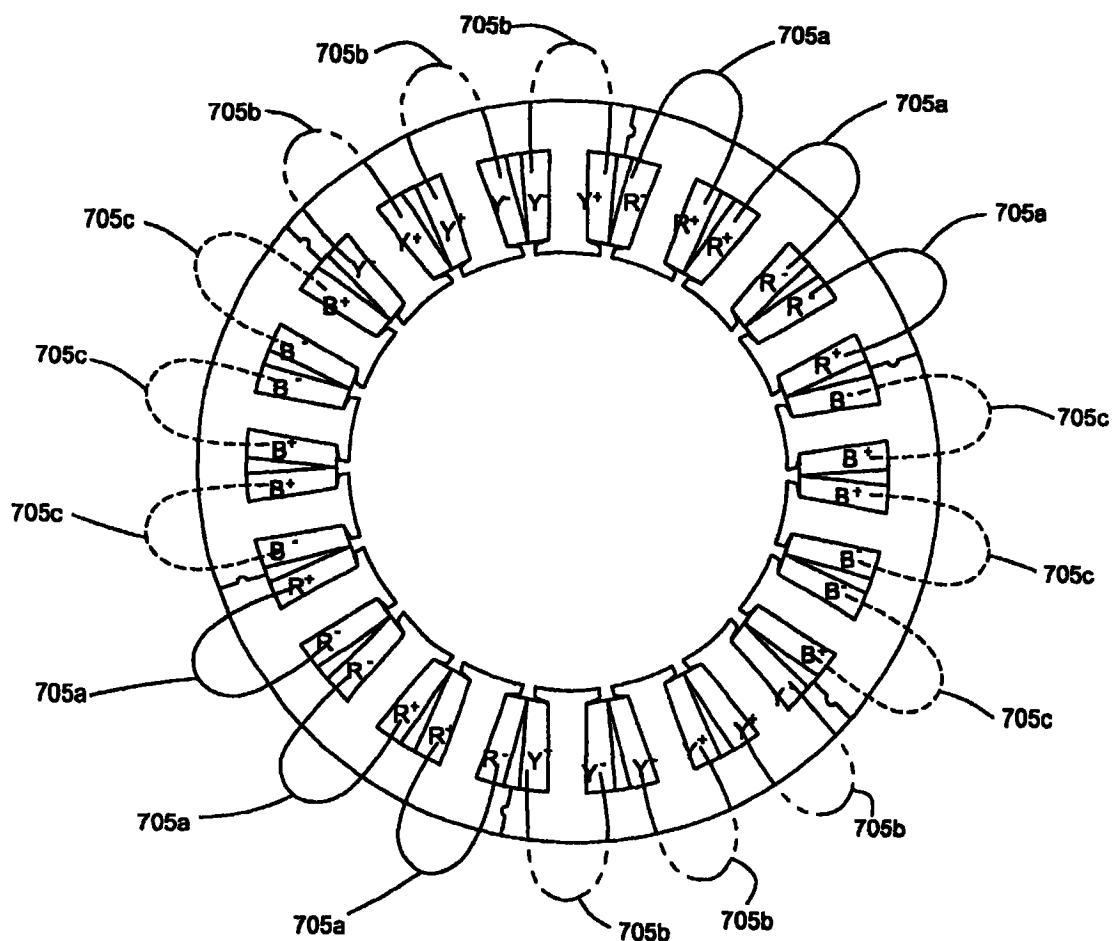


图 26

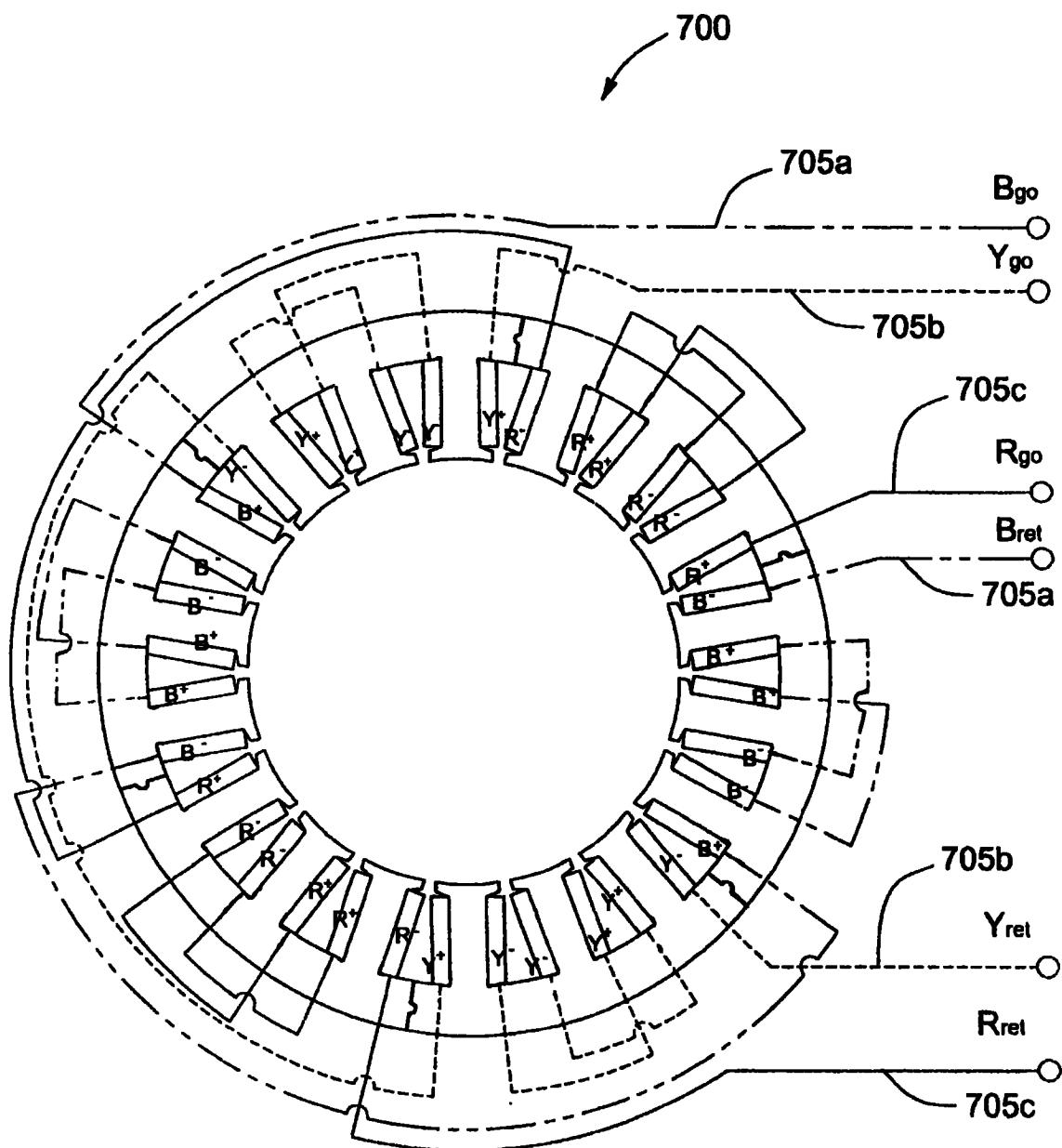


图 27

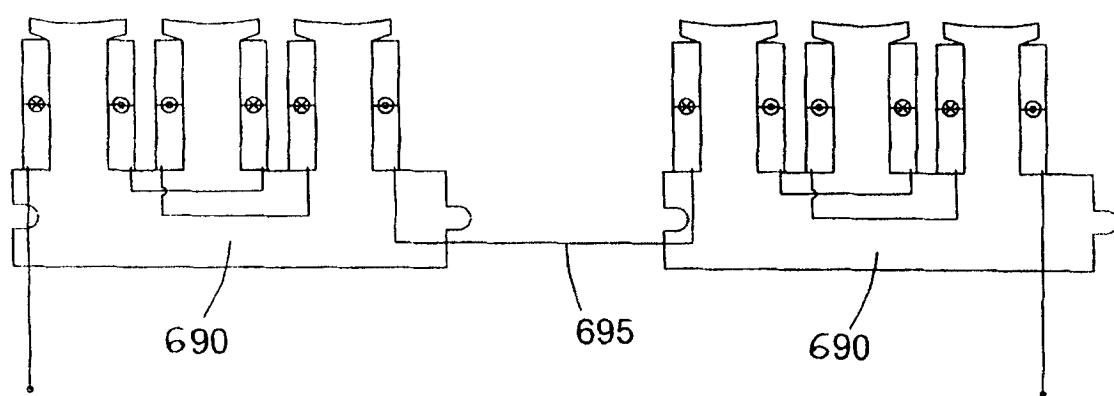


图 28

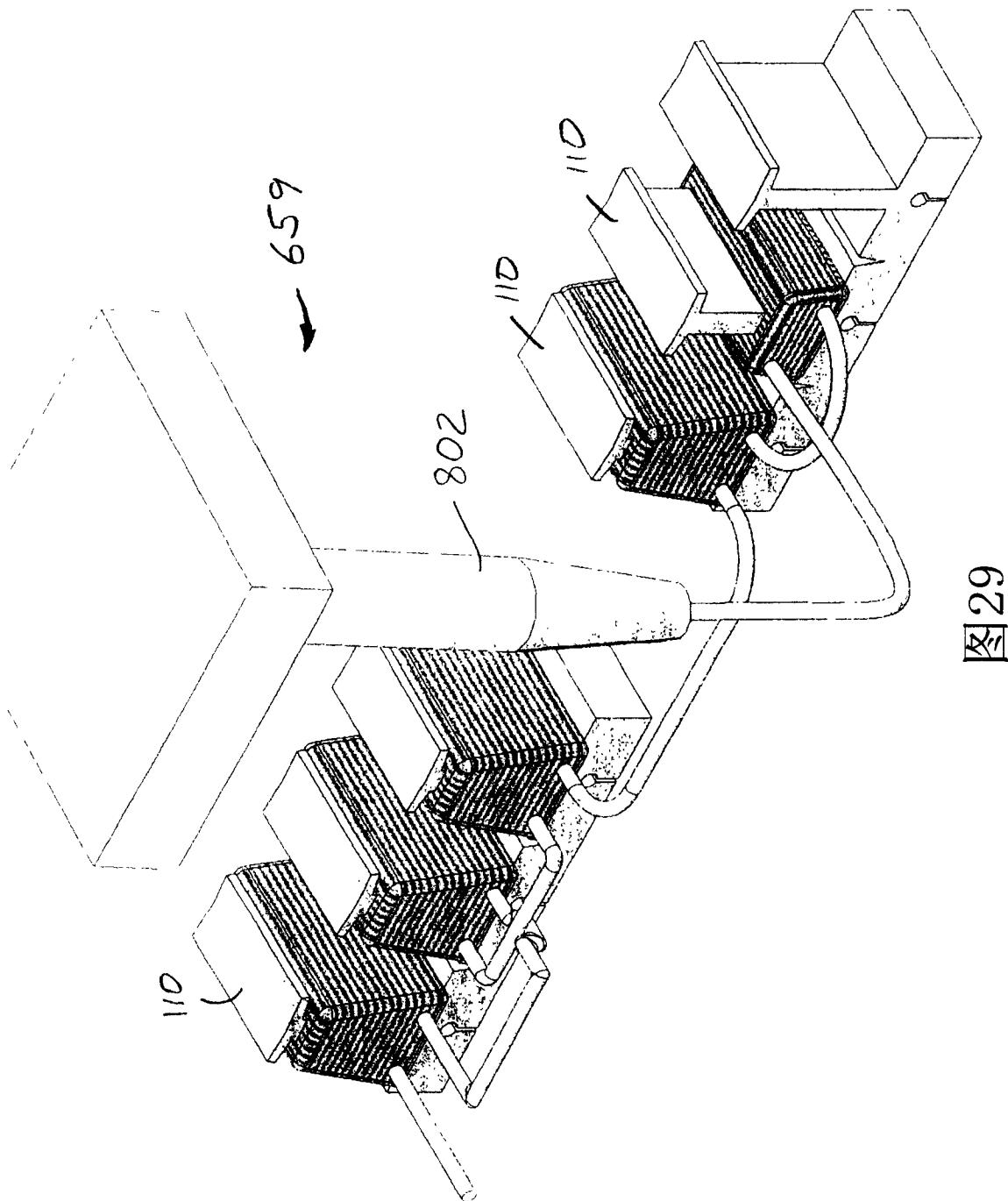


图29