



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110350697 A

(43)申请公布日 2019.10.18

(21)申请号 201910265245.X

(22)申请日 2019.04.03

(30)优先权数据

15/943,738 2018.04.03 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 卡蒂克·库马尔·博德拉

萨米尔·阿曼多·萨拉玛

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限

公司 31300

代理人 肖华

(51)Int.Cl.

H02K 3/24(2006.01)

H02K 9/20(2006.01)

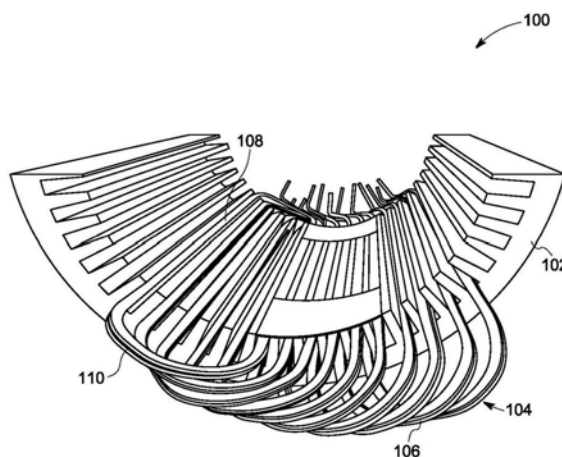
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

电绕组拓扑及其制造方法

(57)摘要

提供了一种具有芯和多个绕组的电绕组拓扑。多个绕组可操作地联接到芯,其中多个绕组中的至少一个绕组包括蒸发器部分和冷凝器部分。此外,多个绕组中的一个或多个绕组的至少一部分包括热管。



1. 一种电绕组拓扑,其特征在于,包括:
芯;和
多个绕组,所述多个绕组可操作地联接到所述芯,其中所述多个绕组中的至少一个绕组包括蒸发器部分和冷凝器部分,并且
其中,所述多个绕组中的一个或多个绕组的至少一部分包括热管。
2. 根据权利要求1所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述多个绕组中的一个或多个绕组形成闭环。
3. 根据权利要求1所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述多个绕组包括热管。
4. 根据权利要求1所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述多个绕组中的一个或多个绕组包括复合结构,所述复合结构包括热管和导电连接元件。
5. 根据权利要求1所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述多个绕组中的所述至少一个绕组的所述蒸发器部分设置在所述芯中,并且其中所述多个绕组中的所述至少一个绕组的所述冷凝器部分设置在所述芯的外部,或反之亦然。
6. 根据权利要求1所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述多个绕组中的一个或多个绕组包括可操作联接到所述多个绕组中的所述一个或多个绕组的一个或多个局部传热增强特征,并且其中所述局部传热增强特征被构造为增强所述多个绕组中的所述一个或多个绕组的传热效率。
7. 根据权利要求6所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述局部传热增强特征包括湍流器,并且其中所述湍流器设置在所述多个绕组中的所述一个或多个绕组的所述蒸发器部分、所述冷凝器部分或两者中。
8. 根据权利要求7所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述湍流器包括压痕,突起,肋,通道,不连续体或其组合。
9. 根据权利要求1所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述多个绕组中的一个或多个绕组被构造为联接到外部冷却装置,并且其中所述外部冷却装置包括散热器、冷却介质、冷却套或其组合。
10. 根据权利要求9所述的电绕组拓扑,其特征在于,其中所述散热器包括一个或多个翅片、翼、小翼、翼片、短柱、板、杆或其组合。

电绕组拓扑及其制造方法

技术领域

[0001] 本说明书的实施例涉及电绕组拓扑,更具体地,本说明书的实施例涉及具有增强的热管理的电拓扑和制造这种拓扑的方法。

背景技术

[0002] 传统的电机通常在常规操作期间产生大量的热量。如果不进行管理,产生的热量可能累积,导致电机中温度的不期望的升高,以及电机的部件(例如绝缘层,楔子,磁铁等)最终损坏或故障。例如,一些估计表明,温度每上升10°C (18°F),部件的寿命可能会减少约50%。此外,由于与将输入电能转换为有用功相关的固有低效率,所产生的热量是浪费能量。照此,管理所产生的热量因此变得必不可少,以确保所设计的部件安全和可靠的操作。此外,这种热(热学)管理是实现改善的功率密度的关键瓶颈。

[0003] 此外,传统的热管理机制通常包括提供一个或多个热路径,该热路径被构造为允许热量流离开电机的温度敏感部件。例如,在利用具有多个绝缘层的电绕组的电机中,电绕组中产生的热量在最终被排放到周围流体之前穿过热路径中的各种部件,例如,清漆涂层,转弯绝缘体,槽衬,树脂或环氧树脂,层压件,层压件-壳体接触处的热界面等。

[0004] 在电机中使用传热增强特征,例如翅片或湍流器,以便于从部件中排出热量,将热量从部件传递到周围流体,或两者。当适当设计时,这些传热增强特征增强了可用于对流的有效表面积,并且能够与可由电机采用以用于热管理的其他传热机构互补。

发明内容

[0005] 在一个实施例中,提供了一种具有芯和多个绕组的电绕组拓扑多个绕组可操作地联接到芯,其中多个绕组中的至少一个绕组包括蒸发器部分和冷凝器部分。此外,多个绕组中的一个或多个绕组的至少一部分包括热管。

[0006] 在另一个实施例中,提供了一种具有电绕组拓扑的热管理系统。电绕组拓扑包括芯和多个绕组。多个绕组可操作地联接到芯,其中多个绕组中的至少一个包括蒸发器部分和冷凝器部分。此外,多个绕组中的一个或多个绕组的至少一部分包括热管。热管理系统还包括外部冷却装置,其可操作地联接到多个绕组中的一个或多个绕组,以将热量从多个绕组中的一个或多个绕组传递出去。

[0007] 在又一个实施例中,提供了一种具有芯和多个绕组的电绕组拓扑。多个绕组可操作地联接到芯,其中多个绕组中的至少一个绕组包括蒸发器部分和冷凝器部分。此外,多个绕组中的一个或多个绕组包括具有热管和导电连接元件的复合结构。

附图说明

[0008] 当参考附图阅读以下详细描述时,将更好地理解本发明实施例的这些和其他特征和方面,附图中相同的字符在整个附图中表示相同的部分,其中:

[0009] 图1是根据本说明书的方面的示例性电绕组拓扑的图解说明;

- [0010] 图2A-2B是根据本说明书的方面的具有热管的示例性绕组的图解表示；
- [0011] 图3是根据本说明书的方面的具有由热管和连接元件形成的复合结构的另一示例性绕组的图解表示；
- [0012] 图4A-4D是根据本说明书的方面的具有湍流器的绕组的部分的剖视图；
- [0013] 图5是根据本说明书的方面的具有电绕组拓扑的示例性热管理系统的图解表示；
- [0014] 图6是根据本说明书的方面的电动机的剖视图。

具体实施方式

[0015] 本说明书的实施例涉及冷却和热管理,并且更具体地涉及电绕组拓扑和采用本说明书的电绕组拓扑的热管理系统。

[0016] 图1示出了电绕组拓扑100。电绕组拓扑100包括芯102和大体由附图标记104表示的多个绕组。多个绕组104至少部分地设置在芯102中。此外,一个或多个绕组104形成闭环结构。每个闭环结构称为单个绕组。

[0017] 在某些实施例中,绕组104的至少一部分可包括热管106。在一些实施例中,如参考图2A-2B所述,多个绕组104中的一个或多个包括热管,例如热管106。在相同或不同的实施例中,如参考图3所述,多个绕组104中的一个或多个包括具有一个或多个热管和一个或多个连接元件的复合结构。连接元件是导电和导热结构,其与相应的热管一起形成绕组104的闭环结构。连接元件可以是实心或中空结构,其与热管结合实现绕组的热功能和电功能。连接元件的非限制性实例包括中空管或实心管。在多个绕组中的一个或多个包括复合结构的一些实施例中,单个绕组的闭环结构的一部分可以包括热管,并且闭环结构的另一部分可以包括导热和导电的连接元件。

[0018] 在某些实施例中,绕组104可包括分布式绕组布置或集中绕组布置。多个绕组104形成连续结构,并且热管106的外壁和/或连接元件提供用于电流流动的无电阻电流路径。电绕组拓扑100的绕组104包括将绕组104电连接到电源或电气部件的电触点。

[0019] 通常,每个热管106包括蒸发器部分108和冷凝器部分110。在绕组104包括热管106的一些实施例中,多个绕组104中的至少一个的蒸发器部分108设置在芯102中。此外,在这些实施例中,多个绕组中的至少一个的冷凝器部分110设置在芯102的外部。尽管未示出,但在替代实施例中,绕组104的蒸发器部分108设置在芯102外部,并且绕组104的冷凝器部分110设置在芯102中。在这些实施例中,芯102可以比其中设置有蒸发器部分108的芯102的直接包围物更冷。在这些实施例的一些中,芯102可以通过芯102中存在的冷却管,或者绕组104附近存在的冷却管,或者可操作地联接到芯102的冷却套冷却。

[0020] 在某些实施例中,芯102是定子芯或转子芯。在多个绕组104包括具有热管和导电连接元件的复合结构的实施例中,热管可以设置在芯102中,导电连接元件可以设置在芯102的外部,反之亦然。

[0021] 图2A-2B示出了电动机(图2A-2B中未示出)的电绕组拓扑的示例性绕组202。在图2A-2B所示的实施例中,绕组202包括热管204,使得绕组202的闭环结构206由热管206制成。图2A示出了由热管204形成的闭环结构206,图2B示出了热管204的剖视图210。热管204包括外壁212和沿外壁212的内表面214设置的芯结构218。热管204构造成容纳设置在芯结构218内的冷却液216。沿着热管204的内表面214设置的芯结构218便于冷却液216的毛细管作用。

另外,在存在电动机的操作中涉及的芯202的旋转或旋转运动的实施例中,冷却液216可以使用离心力流动。在一些实施例中,离心力可以充当毛细管作用的主要力。

[0022] 绕组202是密封的闭环结构。芯结构218通常设置在冷却液216和内表面214之间。在一些实施例中,由于其高导热性,铜或铝可用于形成热管204的外壁212。在相同或替代实施例中,由于其合适的热特性,水可用作冷却液216。然而,可以注意到,其他选择也是常见的,这取决于待输送的热量和预期的操作期间存在于绕组202中的操作条件。箭头220表示热管204中的热输入方向,箭头222表示从热管204的热输出。热管204的热量进入的部分是蒸发器部分208,而相对的部分是冷凝器部分209。

[0023] 在电绕组拓扑的操作期间,随着热管204吸收周围的热量,作为挥发性流体的冷却液216在电绕组拓扑的操作条件下使用相变热传递经历液相到气相的转变。举例来说,冷却液216在操作期间电绕组中存在的操作温度和压力下从液相转变为气相。在某些实施例中,在电动机的转子旋转期间,当冷却液216以液相存在时,液相冷却液经受抵抗热管204的一部分的外壁212的离心力。此外,热管204的剩余部分可以由基本上饱和的蒸汽占据,该蒸汽与冷却液的液相平衡。热量通过蒸发器部分208的外壁212传导,并传递到冷凝器部分209中存在的液相的冷却液216。在蒸发器部分208中热量增加导致挥发性冷却液蒸发或沸腾,以产生蒸汽,该蒸汽高速流向热管204的冷凝器部分209。从蒸发器部分208到冷凝器部分209的蒸汽流由箭头224示出。

[0024] 在冷凝时,冷却液216的蒸汽的潜热经由通过芯结构218和冷却液膜的传导而被输送,并且随后经由通过热管204的外壁212的传导而被输送。存在于冷凝器部分209中的冷凝的冷却液216然后,例如,通过芯结构218的毛细管作用沿着热管204的内表面214返回到蒸发器部分208。具体地,通常,冷凝的冷却液216返回到热管204的蒸发器部分208,以替换从蒸发器部分208蒸发的冷却液216,从而在蒸发器部分208和热管204中的任何稳态操作条件下保持恒定的液体馏分和气体压力。冷却液216从冷凝器部分209到蒸发器部分208的移动由箭头226表示。随着冷却液216向蒸发器部分208行进时,无论是通过毛细管作用或离心力,或两者,冷却液216可沿着热管204的内表面214形成薄膜,称为冷却液膜。在某些实施例中,热管204的冷凝器部分209可以通过外部冷却布置冷却,例如散热器或任何其他冷却介质。

[0025] 在某些实施例中,除了输送热量,热管204的外壁212被构造为在操作期间传导电流,从而用于传导电流和散热的双重目的。绕组202由热管204形成,使得芯结构218在绕组202内形成连续结构。限定闭环结构206的弯曲,使得芯结构218可以在影响最小或没有影响的情况下与弯曲相符,以防止在电动机的操作期间对热输送的不利影响。

[0026] 图3示出了具有复合结构的绕组300,其中复合结构包括含有热管302的部分和具有导电和导热连接元件304的连接部分。尽管在目前考虑的实施例中,热管302形成绕组300的线性部分,并且连接元件304形成绕组300的弯曲部分,可以注意到,其他构造,例如形成弯曲部分的热管302和/或形成线性部分的连接元件304,或形成弯曲和/或线性部分的部分的热管302和连接元件304也是在本说明书的范围内考虑的。

[0027] 连接元件304的横截面区域可以类似于热管302的横截区域。连接元件304是导电和导热结构。此外,连接元件304可以是实心或中空结构。而且,连接元件304可以由铜,铝或其他类似材料制成,其具有与热管302的外壁的材料类似的导热性和导电性。此外,热管302

和连接元件304可以使用导电焊料接合,该导电焊料能够在绕组300的操作温度下保持固态。导电焊料可包括熔化温度高于200℃的焊料。这种导电焊料的非限制性实例包括适用于电动机和发电机的焊料,例如Sn₉₅Sb₅,Pb₉₅Sn₃Ag₂,Cd₈₂Zn₁₆Ag₂,Cd₇₃Zn₂₂Ag₅和Cd₉₅Ag₅。

[0028] 在某些实施例中,多个绕组中的一个或多个可包括一个或多个局部传热增强特征。局部传热增强特征被构造为增强相应绕组的传热效率。局部传热增强特征可以存在于热管的内表面上,连接元件,或者沿着绕组的某个外部部分延伸的肋或梁上。局部传热增强特征增强了绕组内的传热。举例来说,局部传热增强特征有助于混合和引导设置在绕组中的冷却液。在某些实施例中,局部传热增强特征包括湍流器。湍流器构造成引起绕组中存在的冷却液的流动分裂。在一些示例中,湍流器设置在一个或多个绕组的蒸发器和/或冷凝器部分中。湍流器的非限制性示例可包括压痕,突起,肋,通道,不连续体或其组合。图4A-4B示出了可以在绕组中采用的湍流器的不同示例。

[0029] 图4A示出了本说明书的示例性绕组402的一部分,其中绕组402包括沿绕组402的外壁406设置的突起404。绕组402可包括热管或由热管和连接元件制成的复合结构。

[0030] 图4B示出了本说明书的示例性绕组410的一部分,其中绕组410包括形成在绕组410的外壁416的内表面414上的肋412。绕组410可包括热管,或由热管和连接元件制成的复合结构。

[0031] 图4C示出了本说明书的示例性绕组420的一部分,其中绕组420包括形成在绕组420的外壁426的内表面424上的通道或支柱422。绕组420可包括热管或由热管和连接元件制成的复合结构。

[0032] 图4D示出了本说明书的示例性绕组430的一部分,其中绕组430包括梁或杆432,其具有围绕杆432扭转的螺旋片434。绕组430可包括热管或由热管和连接元件制成的复合结构。

[0033] 图5示出了具有电绕组拓扑502的热管理系统500,使得多个绕组504中的一个或多个被构造为联接到外部冷却装置,通常由框506表示。外部冷却装置506被构造成在电绕组拓扑502的操作期间对绕组504提供至少局部冷却,而对电流流动的影响最小甚至没有。

[0034] 外部冷却装置506在电绕组拓扑502的外部。此外,外部冷却装置506可包括散热器,冷却套或冷却介质。在一些实施例中,绕组504的冷凝器部分可操作地联接到外部冷却装置506。举例来说,散热器可以可操作地联接到绕组504的冷凝器部分,以提取热量并为绕组504的冷凝器部分提供冷却。散热器可包括一个或多个翅片,翼,小翼,翼片,短柱,板,杆或其组合。

[0035] 在绕组504包括热管的实施例中,当冷却液的蒸汽冷凝时,由于冷凝而释放的热量被传递到热管的外壁并且随后传递到外部冷却装置506。在绕组504包括复合结构的实施例中,存在于绕组504中的冷却液的热量从冷却液输送到热管的外壁或连接元件,并且随后输送到外部冷却装置506。

[0036] 在一些实施例中,用作外部冷却装置506的冷却介质可包括非挥发性或挥发性冷却液。冷却液可以喷射在一个或多个绕组504的至少一部分上。冷却液可以从静止或旋转喷嘴喷射,或者通过空气或其他气体的流动喷射。

[0037] 图6示出了根据本说明书的一个示例性实施例的电动机600的剖视图。在所实施实施例中,电动机600是径向磁通电机。电动机600包括定子602和与定子602同心设置的转子

604,使得在定子602和转子604之间建立薄的空气间隙(图6中未示出)。在所示实施例中,转子604相对于定子602旋转。在一些实施例中,电动机600可以是转子604相对于定子602移动以将电能转换成机械能的电动机。另外,在一些其他实施例中,电动机600可以是转子604相对于定子602的运动将机械能转换成电能的发电机。在一些实施例中,转子604设置在定子602内。在一些其他实施例中,定子602设置在转子604内。

[0038] 定子602包括定子芯606。在一个或多个实施例中,定子芯606包括限定多个定子槽610的定子齿608。多个定子槽610中的每个定子槽限定在相应的一对相邻定子齿608之间。转子604包括转子芯614。在一个或多个实施例中,转子芯614包括限定多个转子槽618的转子齿616。多个转子槽618中的每个转子槽618限定在相应的一对相邻转子齿616之间。转子604还包括至少设置在一个转子槽618中的永磁体62。在一个或多个实施例中,转子604安装在轴622上并且构造成由转子604驱动。

[0039] 电动机600还包括多个绕组612,其可操作地联接到定子芯606或转子芯614中的一个。在所示实施例中,绕组612示出为设置在定子芯606中。尽管未示出,但是替代地,绕组612可以设置在转子芯614中。如图所示,绕组612至少设置在定子芯606的一个定子槽610中。此外,多个绕组中的至少一个包括蒸发器部分(图6中未示出)和冷凝器部分(图6中未示出)。此外,在绕组设置在定子芯606中的实施例中,多个绕组612中的至少一个的蒸发器部分设置在定子芯606中,并且,至少一个绕组612的冷凝器部分设置在定子芯606的外部。在本说明书的实施例中,多个绕组612中的一个或多个的至少一部分包括热管。此外,一个或多个绕组612形成闭环。在某些实施例中,相分离器(图6中未示出)可用于使设置在相同槽(例如槽610)中的至少两个绕组612电绝缘。

[0040] 电动机600可以联接到外部冷却装置(图6中未示出)。举例来说,一个或多个绕组612可操作地联接到外部冷却装置。

[0041] 有利地,在电绕组拓扑的绕组中使用热管增强了采用这种绕组的电动机的热性能和电性能。举例来说,由于在热管内发生的相变,热管相对于纯铜可以表现出10倍至100倍的增强的导热性。利用这种增强的轴向热传导,产生的热量可以有效地从绕组堆中拉出,而与堆叠长度无关。此外,使用绕组来执行电气和热传导的双重作用可以最大限度地减少设计复杂性。此外,在绕组中使用热管使这些绕组成为自调节装置,并且不需要单独的热传导装置。另外,使用热管使绕组能够处理多余的热量而不会改变进行热管理的冷却条件。

[0042] 本发明的各种特征,方面和优点也可以体现在以下条款中描述的各种技术方案中,这些方案可以以任何组合方式组合:

[0043] 一种热管理系统,包括:电绕组拓扑,包括:芯;多个绕组,其可操作地联接到芯,其中多个绕组中的至少一个包括蒸发器部分和冷凝器部分,并且其中,多个绕组中的一个或多个绕组的至少一部分包括热管;外部冷却装置,其可操作地联接到多个绕组中的一个或多个绕组,以将热量从多个绕组中的一个或多个绕组传递出去。

[0044] 如前述条款所述的热管理系统,其中多个绕组中的至少一个绕组的蒸发器部分设置在芯中,其中,多个定子绕组中的至少一个的冷凝器部分设置在芯的外部,并且其中多个绕组中的一个或多个包括热管。

[0045] 如前述任一条款所述的热管理系统,其中多个绕组中的一个或多个绕组被构造为联接到电气部件。

[0046] 如前述任一条款所述的热管理系统,其中多个绕组中的一个或多个的冷凝器部分可操作地联接到外部冷却装置。

[0047] 如前述任一条款所述的热管理系统,其中外部冷却装置包括散热器,并且其中散热器包括一个或多个翅片,翼,小翼,翼片,短柱,板,杆或其组合。

[0048] 如前述条款所述的热管理系统,其中芯是定子芯或转子芯。

[0049] 一种电绕组拓扑,包括:芯;和多个绕组,其可操作地联接到芯,其中多个绕组中的至少一个包括蒸发器部分和冷凝器部分,并且其中多个绕组中的一个或多个包括复合结构,复合结构包括热管和导电连接元件。

[0050] 如前述条款所述的电绕组拓扑,其中热管形成多个绕组中的一个或多个绕组的线性部分,并且其中导电连接元件形成多个绕组中的一个或多个绕组的弯曲部分。

[0051] 如前述条款所述的电绕组拓扑,其中,使用导电焊料联接多个绕组中的一个或多个绕组的热管和导电连接元件。

[0052] 如上述条款所述的电绕组拓扑,其中芯是定子芯或转子芯。

[0053] 虽然本文仅说明和描述了本发明的某些特征,但本领域技术人员将想到许多修改和变化。因此,应该理解,所附权利要求旨在覆盖落入本发明范围内的所有这些修改和变化。

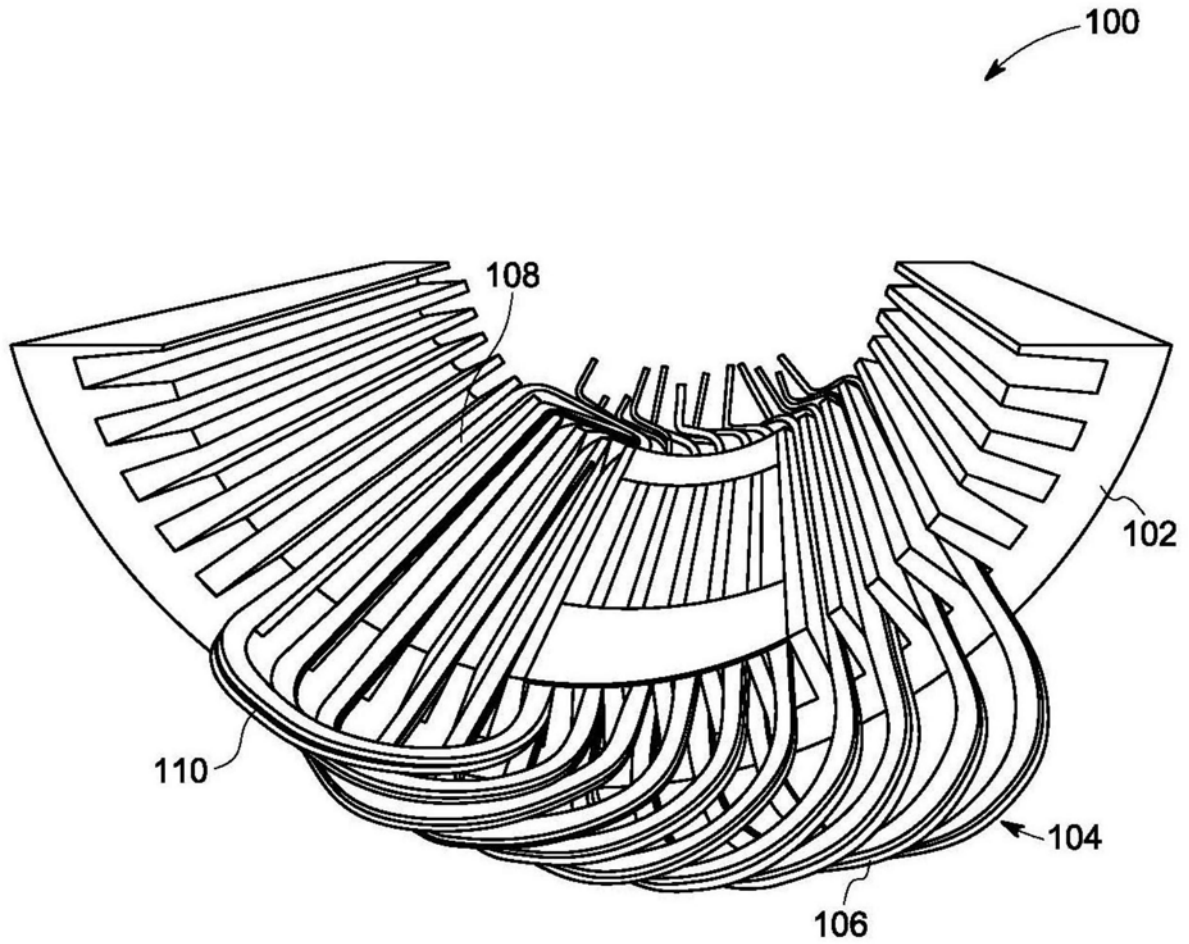


图1

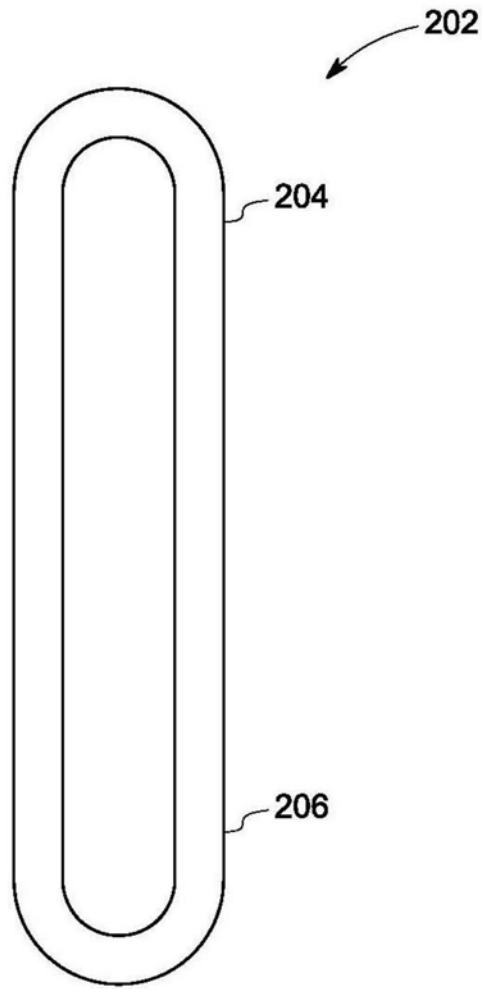


图2A

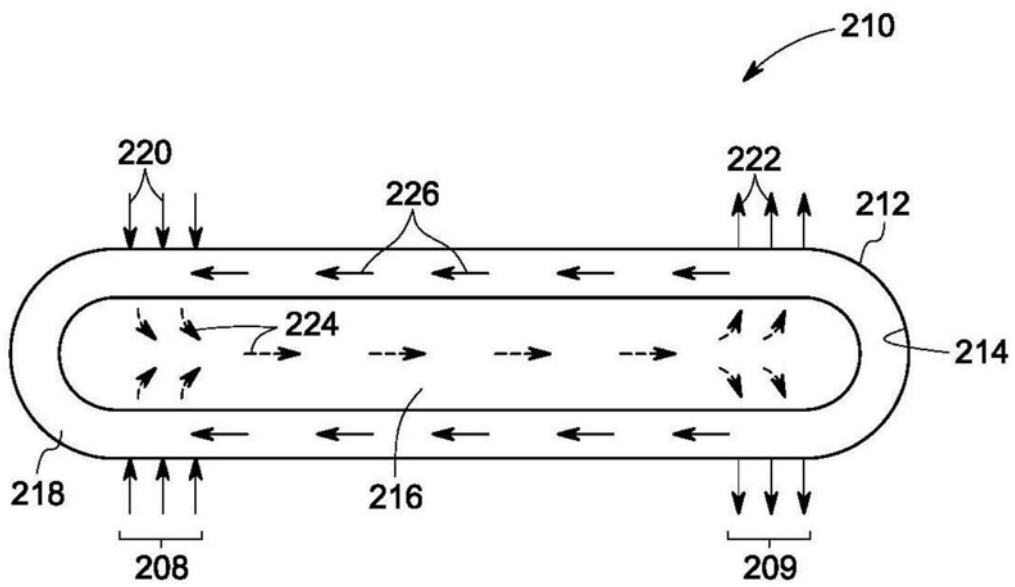


图2B

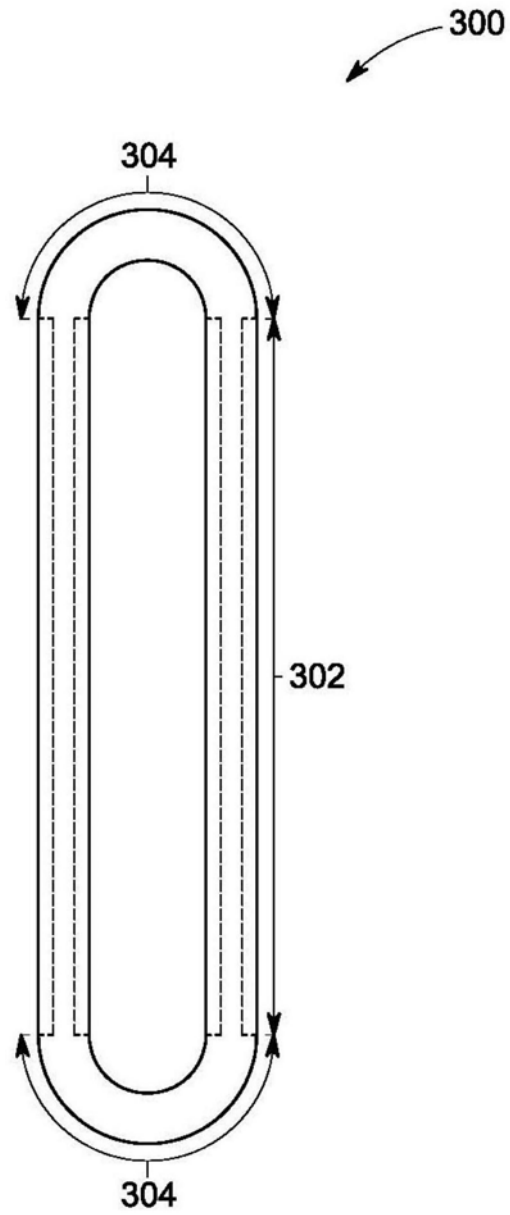


图3

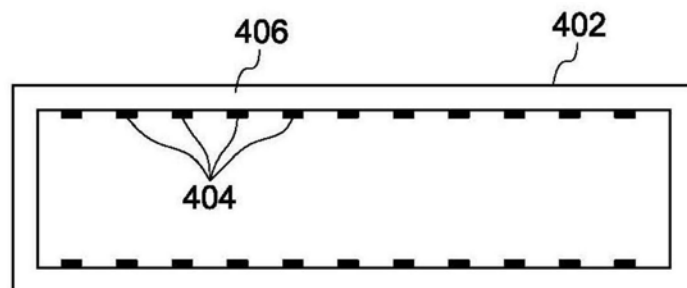


图4A

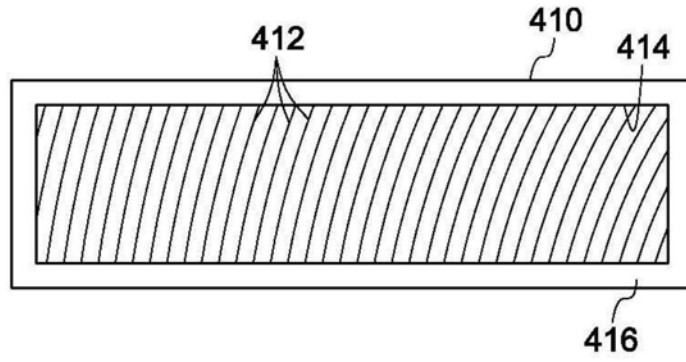


图4B

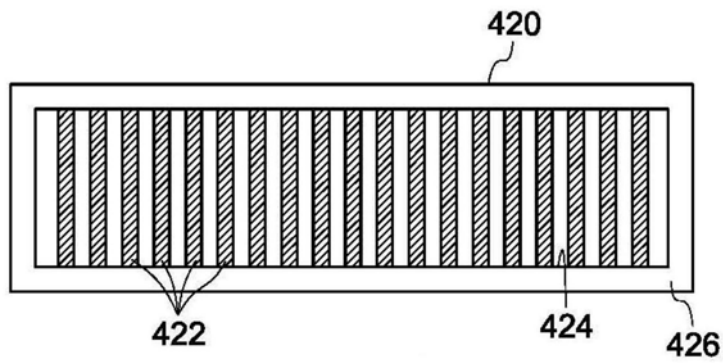


图4C

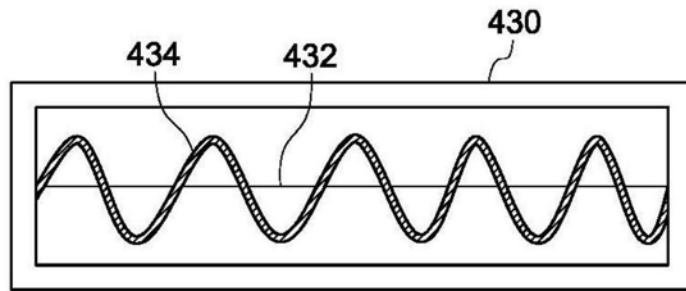


图4D

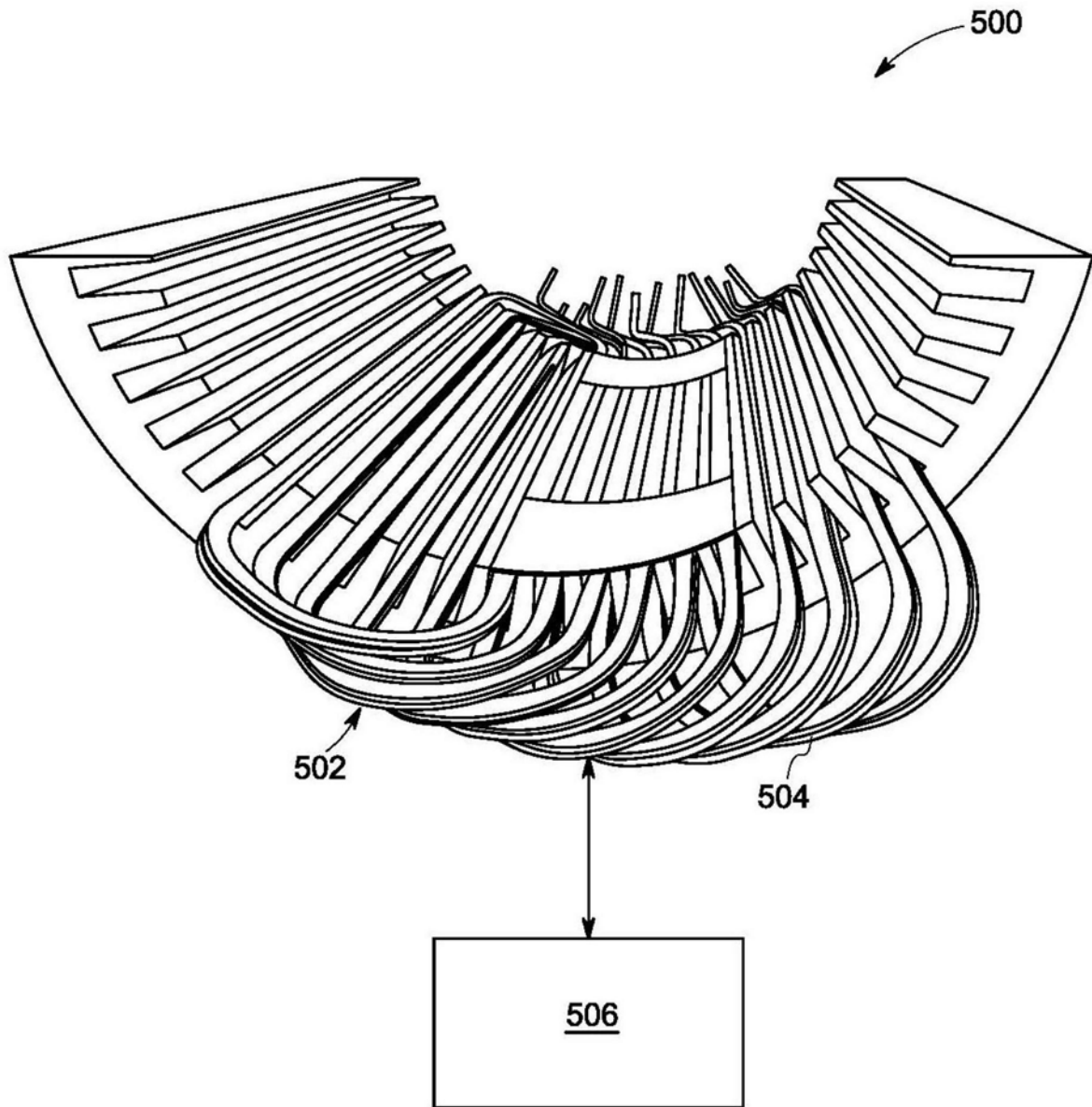


图5

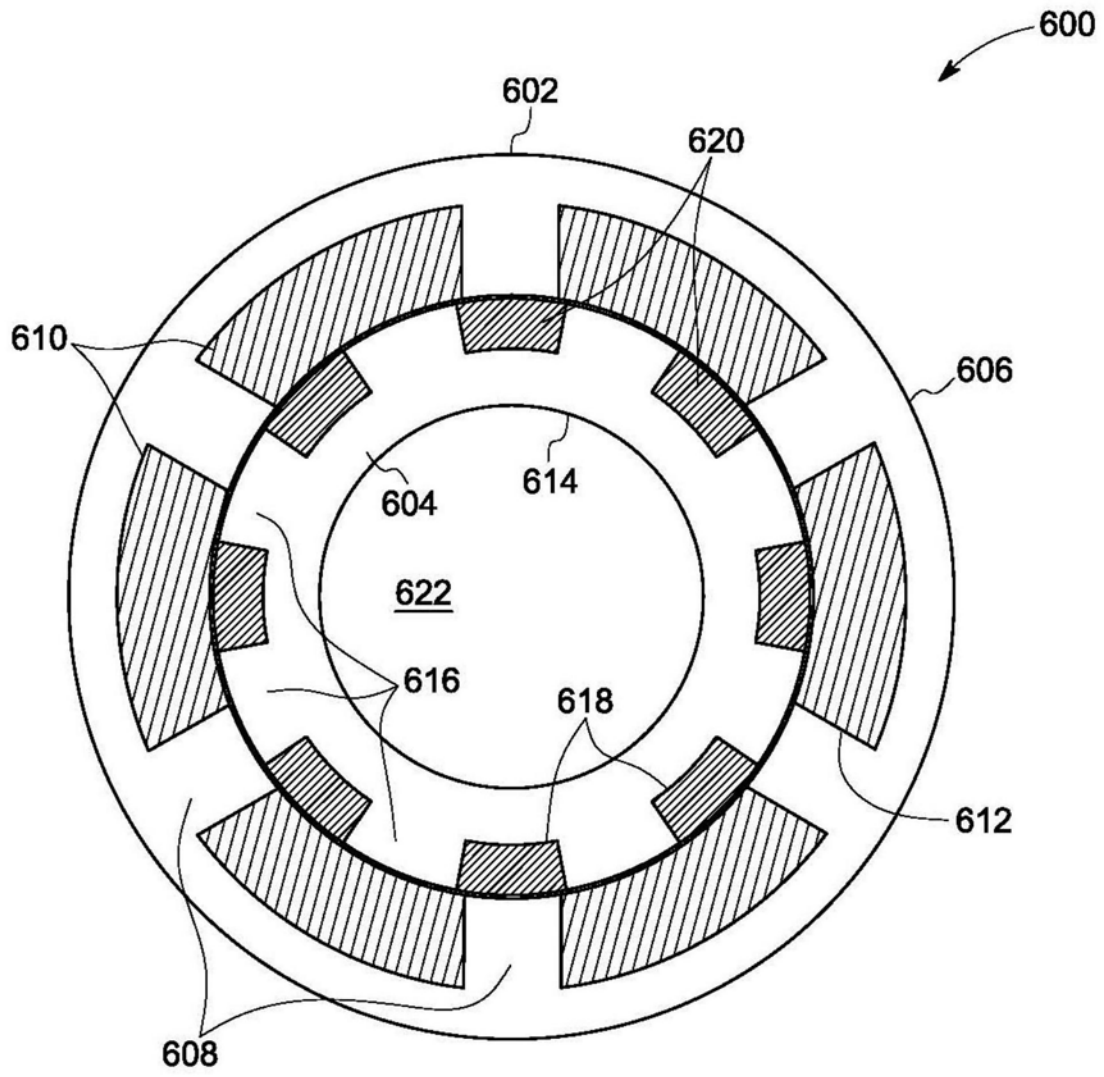


图6