



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103858324 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201280050721. 2

H02K 11/21(2016. 01)

(22) 申请日 2012. 05. 16

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

13/210, 928 2011. 08. 16 US

US 3662240 A, 1972. 05. 09,

US 6034492 A, 2000. 03. 07,

US 3686523 A, 1972. 08. 22,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 15

US 3573520 A, 1971. 04. 06,

US 5668458 A, 1997. 09. 16,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/038149 2012. 05. 16

US 6141217 A, 2000. 10. 31,

审查员 熊齐兵

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/025270 EN 2013. 02. 21

(73) 专利权人 威斯康星校友研究基金会

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 丹尼尔·科林·卢多伊斯

贾斯廷·凯尔·里德 凯尔·汉森

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 潘炜 田军锋

(51) Int. Cl.

H02K 19/12(2006. 01)

H02K 19/26(2006. 01)

H02K 13/00(2006. 01)

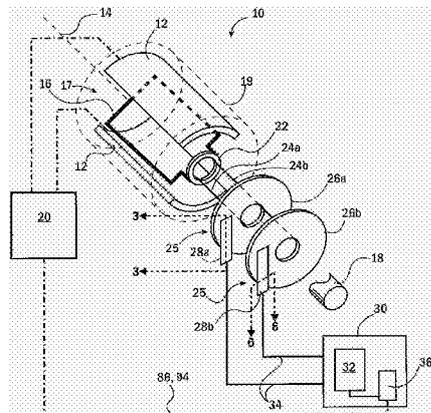
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

具有电容电力传输的绕线磁场式旋转电机

(57) 摘要

一种旋转电机, 比如发电机或马达, 通过相对的成对电容器极板将电力从固定位置传送到旋转电机的旋转转子, 每对电容器极板中的一个极板随着转子旋转而每对电容器极板中的一个极板被固定不能旋转。在一个实施方式中, 该对极板之间的分离通过陷入的空气的缓冲层来提供。



CN 103858324 B

1. 一种绕线磁场式旋转电机,包括:

转子,所述转子安装为围绕轴线旋转并且包括具有线圈轴线的至少一个电线圈,所述电线圈具有垂直于所述轴线的部件,所述电线圈包括具有第一导体端部和第二导体端部的导体;

电子整流器单元,所述电子整流器单元附接至所述转子以随着所述转子旋转并且与所述第一导体端部和所述第二导体端部电连通;

至少一个第一电容器极板,所述至少一个第一电容器极板附接成随着所述转子旋转并且与所述电子整流器单元电连通;

至少一个第二电容器极板,所述至少一个第二电容器极板安装至框架以便不随着所述转子旋转并且定位成与所述第一电容器极板电容耦合;

其中,所述第一电容器极板和所述第二电容器极板适于在所述转子围绕所述轴线的角位置的范围内将电力传输至所述电线圈。

2. 根据权利要求 1 所述的旋转电机,还包括第三电容器极板和第四电容器极板,所述第三电容器极板附接成随着所述转子旋转并且与所述电子整流器单元电连通,所述第四电容器极板安装至所述框架以便不随着所述转子旋转并且定位成与相应的第一电容器极板和第二电容器极板电容耦合,其中,所述第三电容器极板和所述第四电容器极板适于在所述转子围绕所述轴线的角位置的范围内从所述电线圈返回电力。

3. 根据权利要求 2 所述的旋转电机,其中,所述第一电容器极板和所述第三电容器极板是分离的板,所述分离的板附接至转子轴以在垂直于所述轴线并且沿着所述轴线分离的平面中延伸,以及其中,所述第二电容器极板和所述第四电容器极板交插在所述第一电容器极板与所述第三电容器极板之间。

4. 根据权利要求 2 所述的旋转电机,还包括电源产生电路,所述电源产生电路相对于所述框架基本固定以便不随着所述转子旋转并且与所述第二电容器极板和所述第四电容器极板连通,以向所述至少一个电线圈提供具有超过 50kHz 的频率的交流电。

5. 根据权利要求 4 所述的旋转电机,其中,所述电源产生电路向所述电线圈提供至少一瓦特的电功率。

6. 根据权利要求 4 所述的旋转电机,其中,所述电源产生电路提供用于将输出至所述第二电容器极板和所述第四电容器极板的电流调节至预定值。

7. 根据权利要求 4 所述的旋转电机,还包括电感,所述电感与所述电容器极板中的至少一个串联,其中,所述电源产生电路追踪串联谐振电路的谐振频率,所述串联谐振电路至少包括所述电感和形成在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板与所述第三电容器极板和所述第四电容器极板之间的电容的串联组合,以及其中,所述电源产生电路调节所述交流电以匹配所述谐振频率的频率。

8. 根据权利要求 7 所述的旋转电机,其中,所述电源产生电路通过改变交流信号在电流信号的零交叉点处的电压极性调节所述交流信号以匹配所述谐振频率的频率。

9. 根据权利要求 2 所述的旋转电机,其中,对于所述第一电容器极板和所述第二电容器极板与所述第三电容器极板和所述第四电容器极板中的给定的至少一对电容器极板,所述给定的一对电容器极板中的给定极板以可移动的方式安装以改变与所述给定的一对电容器极板中的另一极板的间隔,使得所述给定极板能够浮在邻近所述另一极板的空气缓冲

层上。

10. 根据权利要求 9 所述的旋转电机,包括介电材料,所述介电材料附接至所述给定的一对电容器极板的所述给定极板和所述另一极板中的一个。

11. 根据权利要求 9 所述的旋转电机,还包括弹簧,所述弹簧使所述给定的一对电容器极板的所述给定极板朝向所述另一极板偏置。

12. 根据权利要求 9 所述的旋转电机,其中,相关联的所述第一电容器极板、所述第二电容器极板、所述第三电容器极板和所述第四电容器极板具有成对构型,所述成对构型选自自由平行的平面极板和同心的圆筒形极板构成的组。

13. 根据权利要求 9 所述的旋转电机,其中,所述第一电容器极板和所述第三电容器极板以及所述第二电容器极板和所述第四电容器极板是空气轴承轴颈和空气轴承轴中的不同者。

14. 根据权利要求 9 所述的旋转电机,还包括电容监测器,所述电容监测器测量所述给定的一对电容器极板之间的电容以提供指示所述转子的速度的输出信号。

15. 根据权利要求 14 所述的旋转电机,还包括励磁电流控制装置,所述励磁电流控制装置根据指示所述转子的速度的所述输出信号改变在所述旋转电机中提供磁场的电信号。

16. 根据权利要求 9 所述的旋转电机,还包括电容监测器,所述电容监测器测量所述给定的一对电容器极板之间的电容以提供指示所述转子的位置的输出信号。

17. 根据权利要求 16 所述的旋转电机,还包括励磁电流控制装置,所述励磁电流控制装置根据指示所述转子的位置的所述输出信号改变在所述旋转电机中提供磁场的电信号。

18. 一种操作绕线磁场式旋转电机的方法,所述绕线磁场式旋转电机具有安装为围绕轴线旋转的转子,并且所述转子包括具有线圈轴线的至少一个电线圈,所述电线圈具有垂直于所述轴线的部件,所述电线圈包括具有第一导体端部和第二导体端部的导体,并且所述绕线磁场式旋转电机还具有电子整流器单元,所述电子整流器单元附接至所述转子以随着所述转子旋转并且与所述第一导体端部和所述第二导体端部电连通,其中,第一电容器极板和第二电容器极板附接成随着所述转子旋转并且与所述电子整流器单元电连通,以及第三电容器极板和第四电容器极板安装至框架以便不随着所述转子旋转并且定位成与相应的第一电容器极板和第二电容器极板电容耦合,所述方法包括下述步骤:

将交流电压施加至所述第三电容器极板和所述第四电容器极板的两端以在所述转子围绕所述轴线的角位置的范围内通过所述第一电容器极板与所述第三电容器极板之间和所述第二电容器极板与所述第四电容器极板之间的电容耦合在所述电线圈中感生电流,从而引起所述转子的连续旋转。

具有电容电力传输的绕线磁场式旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及绕线磁场式同步电机(例如电动马达和发电机)并且特别地涉及一种使用电容耦合来将电力传输至转子的绕线磁场式同步电机。

背景技术

[0002] 电动马达和发电机共用相似结构的磁感应定子和转子并且可以统称为“旋转电机”。采用永磁体转子的旋转电机称为永磁体同步电机(PMSM)并且在大容量牵引应用中非常普遍(例如用于混合动力车辆的马达驱动器),以及由于其高扭矩密度和效率而用于紧凑型发电设备(例如用于涡轮机中的发电机)。

[0003] PMSM 中的永磁体通常采用提取和精炼会对环境造成有害影响的有限供应的稀土材料。出于该原因,通过在转子上使用电线圈代替永磁体的绕线磁场式同步电机(WFSM)已经再次受到关注。与 PMSM 相比,WFSM 具有低转矩密度,并且通过允许直接控制转子磁场而允许更复杂的马达控制,例如在不同运行速度和扭矩的整个电机运行范围内允许高功率因数。控制转子磁场的能力还允许通过允许控制反向 EMF (通过去除励磁电流)来改进对故障的处理。

[0004] WFSM 的显著缺点是难以将大量电力耦合至旋转的转子线圈。这种耦合可以通过使用电“滑环”来完成,其中,通常为碳复合材料的电刷在连续或半连续金属环上机械地滑动。该机械方法的问题在于电刷和环的磨损以及由磨损产生的可能污染马达的环境的碎屑的问题。

[0005] 机电耦合的替代方法是通过旋转变换器的线圈之间的互感来传递电能。在这种变换器中,固定的初级线圈可以通过磁场与安装成随着转子旋转的次级线圈连通。通常用于汇聚磁通量的旋转变换器的导电线圈和铁磁部件基本上会增加马达的重量和成本。

[0006] 电容耦合已知用于低功率电数据传输,例如用于传输来自旋转装置的数字数据。对于实际的马达运行而言,例如通过使用邻近的旋转电容器极板和固定电容器极板来在马达应用中使用电容耦合受到通过实际公差得到的相对小的电容和对显著地更大功率的需要的阻碍。

发明内容

[0007] 本发明提供一种绕线磁场式同步电机,其中,电力通过电容耦合传输至转子。在一个实施方式中,通过允许一个极板以空气轴承的方式浮在通过极板的相对运动产生的流动空气的缓冲层上而在旋转电容器极板与固定电容器极板之间获得电容耦合。随着浮动极板构型的极板分离中的小的变化可以提供转子的速度的测量并且在极板中的一个上包括电容变化特征也可以提供关于转子位置的信息。

[0008] 特别地,本发明提供一种绕线磁场式旋转电机,该旋转电机具有安装为围绕轴线旋转的转子并且包括具有线圈轴线的至少一个电线圈,该电线圈具有垂直于轴线的部件,电线圈包括具有第一导体端部和第二导体端部的导体。电子整流器单元附接至转子以随着

转子旋转,并且与第一导体端部和第二导体端部电连接,并且第一电容器极板和第二电容器极板附接成随着转子旋转并且与电子整流器单元电连接。第三电容器极板和第四电容器极板安装至框架以便不随着转子旋转并且定位成与相应的第一电容器极板和第二电容器极板耦合,其中,第一电容器极板、第二电容器极板、第三电容器极板和第四电容器极板可以在转子围绕轴线的角位置的范围内在电线圈与第三电容器极板和第四电容器极板之间传输电力。

[0009] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供用于绕线磁场式旋转电机的电力耦合系统,该电力耦合系统在没有增加旋转变换器的费用成本和重量的情况下避免了滑环和电刷的机械磨损问题。

[0010] 第一电容器极板和第二电容器极板可以是分离的极板,分离的极板附接至转子轴以在垂直于轴线并且沿轴线分离的平面中延伸,并且其中,第三电容器极板和第四电容器极板交插在第一电容器极板与第二电容器极板之间。

[0011] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征在于通过交插构型为给定极板间隔公差提供任意电容器面积。

[0012] 绕线磁场式旋转电机还可以包括电源产生电路,该电源产生电路相对于框架基本固定以便不随着转子旋转并且与第三电容器极板和第四电容器极板连接以向至少一个电线圈提供具有超过 50kHz 的频率的交流电。

[0013] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是允许有限面积的电容器通过采用高频电流为马达操作提供足够的电力,在高频电流下,这种电容器具有低阻抗。

[0014] 电源产生电路向电线圈提供至少一瓦特的电功率。

[0015] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是使用电容耦合提供实际有用的马达或发电机应用。

[0016] 电源产生电路可以提供用于将输出至第三电容器极板和第四电容器极板的电流调节至预定值。

[0017] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供一种发电系统,该发电系统可以通过减小的电力波动来适应耦合器的电容的较小变化。当电容下降时,由发电系统提供的频率会增加以进行补偿。

[0018] 绕线磁场式旋转电机还包括与第三电容器极板和第四电容器极板中的至少一个串联的电感,其中,电源产生电路对至少包括电感和形成在第一电容器极板和第三电容器极板与第二电容器极板和第四电容器极板之间的电容的串联组合的串联谐振电路的谐振频率进行追踪,并且其中,电源产生电路调节交流信号以匹配谐振频率的频率。

[0019] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供一种电源产生电路,该电源产生电路可以在较窄的低阻抗频率范围中操作并且使在上述频率范围中的轻微偏移与耦合电路中的机械变化或电变化相适应。

[0020] 电源产生电路可以通过追踪交流信号的零交叉点以及改变交流信号的在零交叉点处电压极性来调节交流信号以匹配谐振频率的频率。

[0021] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征采用公知的“软切换”技术以提供所需的频率追踪和 / 或高效率。

[0022] 对于第一电容器极板和第三电容器极板与第二电容器极板和第四电容器极板中

的至少一对给定电容器极板,给定对的电容器极板的给定极板可以以可移动的方式安装以改变与给定对的电容器极板的另一极板的间隔,使得给定板可以浮在邻近另一极板的空气缓冲层上。

[0023] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供电容器极板之间的较窄分离并且因此提供比一般通过固定机械公差获得的电容值高的电容值。

[0024] 介电材料可以附接至给定对的电容器极板的给定极板或另一极板中的一个。

[0025] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是增加极板之间的电容并且防止在马达速度为零时极板之间短路。

[0026] 绕线磁场式旋转电机还可以包括弹簧,该弹簧使给定极板朝向给定对的电容器极板的另一极板偏置。

[0027] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是控制相对于空气的缓冲层的极板的分离的刚度,用以提升电容和稳定性。

[0028] 第一电容器极板、第二电容器极板、第三电容器极板和第四电容器极板可以具有选自自由平行平面极板和同心圆筒形极板组成的组中的自动成对构型。

[0029] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供一种耦合系统,该耦合系统可以以各种类型的拓扑结构灵活地实现。

[0030] 第一电容器极板和第二电容器极板以及第三电容器极板和第四电容器极板可以是空气轴承轴颈和空气轴承轴的不同的电容器极板。

[0031] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是在空气轴承结构中提供电容耦合。

[0032] 绕线磁场式旋转电机还可以包括电容监测器,该电容监测器对至少一对电容器极板之间的电容进行测量以提供指示转子速度的输出信号。

[0033] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供一种在不需要单独的速度传感器的情况下确定马达速度的简化方法。

[0034] 绕线磁场式旋转电机还可以包括励磁电流控制装置,该励磁电流控制装置根据指示转子速度的输出信号改变在绕线磁场式旋转电机中提供磁场的电信号。

[0035] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是使用电容导出速度提供马达的基于速度的控制。

[0036] 可替代地或此外,绕线磁场式旋转电机可以使用电容监测器以提供指示转子位置的输出信号。

[0037] 因此,本发明的至少一个实施方式的特征是提供一种确定转子位置的简化方法。

[0038] 绕线磁场式旋转电机还可以包括励磁电流控制装置,该励磁电流控制装置根据指示转子位置的输出信号改变在绕线磁场式旋转电机中提供磁场的电信号。

[0039] 因此,本发明的至少一个实施方式的目的是基于电容导出位置提供马达控制。

[0040] 这些特定特征和优点可以仅适用于落入权利要求内的一些实施方式,因此并不限定本发明的范围。

附图说明

[0041] 图 1 是根据本发明的绕线磁场式电动马达的简化表示,其中,该绕线磁场式电动马达提供经由两个电容耦合单元与驱动电子装置附接的绕线磁场式转子线圈,用于通过电

容耦合单元向转子的线圈提供高频 AC 电力；

[0042] 图 2 是图 1 的马达和驱动电子装置的示意性框图，驱动电子装置包括开关电路和连接至电容监测器用于提供位置和速度信号的开关信号发生器；

[0043] 图 3 是沿图 1 的线 3-3 截取的图 1 的一个电容耦合单元的截面图，该截面图示出以第一间隙支承在通过一个极板产生的空气的缓冲层上的另一极板的相对轴向运动和弹簧偏置并且示出附接至可移动极板的介电层；

[0044] 图 4 是介电层设置在轴向可移动极板上的与图 3 类似的附图，并且示出通过极板之间的更大相对速度引起的比第一间隙大的第二间隙；

[0045] 图 5 是与图 3 和图 4 相似的附图，示出在形成空气的缓冲层之前在马达启动时极板的接触，此时，极板通过介电层相互绝缘；

[0046] 图 6 是沿图 1 的线 6-6 截取的截面图，示出形成在可移动极板中以提供刚度和轻重量的侧肋部；

[0047] 图 7 是用于计算马达速度的电容耦合器的电容与 AC 电力的频率的曲线图；

[0048] 图 8 是结合电容变化特征的一个电容耦合单元的俯视平面图，电容变化特征提供了指示相关视图中示出的转子位置的电容信号；

[0049] 图 9 是提供具有单个平面盘的两个电容耦合单元的实施方式；

[0050] 图 10a 和图 10b 是示出电容耦合单元的替代构型的视图，电容耦合单元在安装电容器极板的转子的外圆筒表面上操作；

[0051] 图 11 是提供电容耦合单元的空气轴承的局部透视图，空气轴承在安装电容器极板的框架的内圆筒表面上操作。

[0052] 图 12 和图 13 是沿图 11 的线 12-12 截取的横截面图，示出当马达静止时和马达旋转期间的电容耦合单元；图 14 是与图 1 相似的视图，示出根据本发明的绕线磁场式电动发电机；以及

[0053] 图 15 是与图 5 相似的视图，示出本发明的多相形式。

具体实施方式

[0054] 现在参照图 1，构造为马达的绕线磁场式同步电机 10 可以包括固定定子绕组 12，固定定子绕组 12 跨过马达轴线 14 对置并且产生穿过马达轴线 14 的磁场。

[0055] 在定子绕组 12 之间定位有转子 17，转子 17 可以提供围绕大致垂直于轴线 14 的轴线绕制的转子线圈 16（为清楚起见仅示出转子线圈 16）。为清楚起见，仅示出转子线圈 16 的单个环路，然而应该理解的是，通常转子线圈将包括多匝数的导体，比如以一个或多个环路形成的铜丝。通常转子线圈 16 被支承在转子 17 的附加结构上，该附加结构可以是非铁磁性的或者铁磁性的以汇聚由转子线圈 16 产生的磁通量。

[0056] 当转子 17 附接至轴 18 时，转子 17 可以围绕轴线 14 转动，轴 18 被支承在轴承（未示出）上以便围绕轴线 14 旋转，轴 18 被保持在马达壳体 19 中。通过转子线圈 16 的电流将根据本领域已知的原理产生磁场，磁场定向成大致垂直于马达轴线 14 并且随着转子线圈 16 的旋转而旋转。

[0057] 如在本领域中通常理解的，定子绕组 12 可以通过定子绕组控制单元 20 来激励，定子绕组控制单元 20 可控制地切换在定子绕组 12 之间延伸的磁场的方向以激励转子线圈 16

上的角转矩,从而引起转子 17 和轴 18 的旋转。将通过定子绕组 12 的电流变换至该扭矩可以在不需要获悉转子 17 的状态的情况下“开环”地完成,或者借助于位置或速度反馈完成,在位置或速度反馈中,转子 17 的状态通过使用常规设计(未示出)的位置或速度传感器或者下面描述的本发明的位置感测技术作为反馈信号来监测。

[0058] 转子线圈 16 的导体可以附接至整流器组件 22,整流器组件 22 从向整流器组件 22 提供输入的 AC 电流线路 24a 和 24b 将直流提供至转子线圈 16。整流器组件 22 可以是例如采用常规设计的固态二极管的全波整流器并且可以被安装成在轴 18 上随着转子线圈 16 旋转。

[0059] 每个 AC 电流线路 24a 和 24b 进而可以连接至两个电容耦合单元 25 中的一个。电容耦合单元 25 各自具有包括旋转板 26 和固定板 28 的电容器极板对。在该实施方式中,使用了两个旋转板 26a 和 26b,一个旋转板用于每个电容耦合单元 25,两个旋转板 26a 和 26b 包括导电盘,导电盘在其中心处安装在轴 18 上,以从轴 18 垂直地延伸,使得导电盘可以在垂直于轴线 14 的平面中随着转子 17 围绕轴线 14 旋转。旋转板 26a 和 26b 各自附接至 AC 电流线路 24a 和 24b 中的不同的电流线路。

[0060] 在本实施方式中,每个电容耦合单元 25 的非旋转板 28a 和 28b 可以是柔性导电条,柔性导电条具有沿与轴线 14 相切的方向延伸越过相应的旋转板 26a 和 26b 的阔面的悬臂式板部 61。非旋转板 28a 和 28b 与相应的旋转板 26a 和 26b 通过窄的间隙紧密地间隔开以在其间提供电容。

[0061] 非旋转板 28 进而附接至驱动电子装置 30,驱动电子装置 30 将 AC 电力提供至随后会与旋转板 26a 和 26b 电容耦合的非旋转板 28,AC 电力被整流器组件 22 整流并且作为 DC 电流被提供至转子线圈 16。通常地,如将在下面更详细描述,驱动电子装置 30 可以包括固态频率合成器 32,用于以可控制的频率由 DC 源产生 AC 信号 34。如将在下面描述的,驱动电子装置 30 可以与监测电路 36 相关联,监测电路 36 可以监测驱动电子装置 30 和 / 或 AC 信号 34 以推断马达参数,比如速度和转子位置。

[0062] 现在参照图 2,频率合成器 32 可以包括标准 H 桥排列的晶体管 44,晶体管 44 接收通过滤波电容器 42 过滤的 DC 电源 40 并且操作成将 DC 电力的应用的极性切换成提供 AC 信号 34 的输出。还可以使用本领域已知的其他合成电路,包括半桥、推挽级等等。在一个实施方式中,如将在下面更详细描述,开关晶体管 44 以脉宽调制方式(随着晶体管打开或关闭)操作以产生可变工作周期的脉冲电压输出,通常为超过 50KHz 或优选地超过 100KHz 的频率以及可能处于兆赫范围内的频率。为每个晶体管 44 提供标准反向并联二极管。应该理解的是,所示出的 MOSFET 晶体管可以用比如 IGBT 或类似器件的其他固态装置替换。

[0063] 如下面将讨论的,开关晶体管 44 的门通过开关逻辑电路 46 控制,开关逻辑电路 46 可选地接收监测 AC 信号 34 的电流的电流信号 48 和监测 AC 信号 34 的电压的电压信号 50。应该理解的是,可以在多个其他位置处执行电流感测和电压监测。例如,电流感测可以发生在 DC 总线处(与电容器 42 横跨的线路中的一个线路串联),以及在某些情况下可以不需要电压感测或者可以通过获悉 DC 总线的电压和晶体管 44 的开关模式来推测电压感测。

[0064] 仍然参照图 2,来自 AC 信号 34 的电力将通过电容耦合单元 25 被传输至转子 17 以被整流器组件 22 接收并且从整流器组件 22 传输至由线圈电感 16' 和线圈电阻 16'' 电学地表示的转子线圈 16。整流器组件 22 可以由四个固态半导体二极管组成,四个固态半导体

二极管如本领域中通常理解的方式以全波整流器构型布置, 以将高频 AC 信号 34 转换为施加到转子线圈 16 两端的 DC 电压。应该理解的是, 还可以使用其他整流器构型, 包括半路整流倍压器、倍流器或电压倍增器(夫特-沃尔顿(Cockroft-Walton)电路)。

[0065] 在一个实施方式中, 电感 47 可以在频率合成器 32 之间通过一个电容耦合单元 25、通过转子线圈 16 以及返回通过另一电容耦合单元 25 设置成与电容耦合单元 25 串联。与电容耦合单元 25 的串联电容(通过非旋转板 28 与相应的旋转板 26 之间的电容形成)和转子线圈 16 的可能剩余阻抗串联的电感 47 呈现在对通过转子线圈 16 的电流的阻抗最小处的串联谐振。因此, 频率合成器 32 的频率设定为该串联谐振的频率以便使从低输出阻抗频率合成器 32 至转子线圈 16 的能量传输最大化。

[0066] 在将 AC 信号 34 的频率设定成串联谐振频率时, 开关逻辑电路 46 可以改变频率合成器 32 的输出频率以对串联谐振频率中的微小变化进行补偿, 所述微小变化例如是由于电容耦合单元 25 的电容随着马达速度的变化(如将在下面进行描述的)和/或其他元件随着温度或时间的变化或由制造公差的变化引起的。这种追踪可以以多种方式完成, 例如通过追踪电流的相位相对于由电压信号 50 和电流信号 48 得到的 AC 信号 34 的电压的变化。然而, 在一个实施方式中, 这种追踪通过在 AC 信号 34 的波形中的零电流点处的晶体管 44 的精确的“软切换”自动地提供, 晶体管 44 的精确的“软切换”根据电感 47 和转子 17 的固有共振将趋向于频率合成器 32 的驱动频率。开关逻辑电路 46 还可以控制 AC 信号 34 的工作周期以将基本恒定的电流供应至与所需控制点有关的定子线圈 16。

[0067] 现在参照图 3, 在一个实施方式中, 非旋转板 28 在近端 54 处附接至壳体 19, 但非旋转板 28 包括挠性部 58 或铰链或允许远端板部 61 的轴向运动 60 (大致沿轴线 14) 的本领域已知的其他枢转点类型。该远端板部 61 将大致平行于旋转板 26a 和 26b 的对应表面并且通过限定电容器极板分离的间隙 62 沿轴线 14 与上述表面间隔开。因此, 远端板部 61 的运动可以改变间隙 62。

[0068] 在非旋转板 28 下方的旋转板 26 的旋转运动 64 将空气 66 吸入间隙 62 内, 然后压缩该空气以在旋转板 26a 和 26b 与非旋转板 28 之间提供空气轴承。这样, 非旋转板 28 可以例如通过非旋转板 28 的条的固有弹性或通过单独的弹簧等克服施加至非旋转板 28 的偏置力 68 浮动在空气薄膜上。为了稳定性或类似目的以及为了控制绝对分离, 可以调节偏置力 68 以控制非旋转板 28 的定位的刚度。

[0069] 与非旋转板 28 相对的旋转板 26 的上表面可以涂覆有介电层 70 比如特氟龙®或当非旋转板 28 不再被空气 66 的层所支承时(例如如图 3 所示)可以在非旋转板 28 与旋转板 26a 和 26b 之间提供绝缘的其他材料。理想地, 介电层 70 将具有足以在存在零空气间隙 62 时防止板 28 与旋转板 26a 和 26b 之间的直流电流的击穿电压并且将提供一定的耐磨性。介电层 70 还增加了给定间隙 62 的电容。

[0070] 在一些实施方式中, 在甚至没有介电层的情况下, 在零转子速度下允许零空气间隙。在这种情况下, 可以供给随后直接传导至转子上的可变频率的 ac 或甚至 dc。

[0071] 现在参照图 4, 在可替代构型中, 介电层 70 可以附接至非旋转板 28 的下表面。该构型示出如当旋转板 26 的速度增加时可能发生的非旋转板 28 与旋转板 26 之间的更大的分离。

[0072] 现在参照图 6, 在一个实施方式中, 非旋转板 28 可以具有肋部 72, 肋部 72 例如在

非旋转板 28 的任意侧部上形成为翼部以提供更大的刚度并且防止在非旋转板 28 中的不需要的纵向振动。

[0073] 现在参照图 7, 旋转板 26 的速度与旋转板 26 和非旋转板 28 之间的间隙 62 (例如图 3 和图 4 中所示) 之间的关系影响每个非旋转板 28 与旋转板 26 之间的电容, 并且因此影响以上讨论的电感 47 和电容耦合单元 25 的串联谐振频率。在低速时, 非旋转板 28 和旋转板 26a 和 26b 更靠近在一起从而形成较高电容 80, 而在高速时, 旋转板 26 和非旋转板 28 的分离增大从而形成较低电容 82。按照上述频率合成器 32 的描述, 较高电容 80 还将引起更低频率的 AC 信号 34, 而较低电容 82 将引起更高频率的 AC 信号 34, 从而允许根据驱动频率推断电容。这样, 通过转子位置和速度电路 52 直接地监测电容或经由 AC 信号 34 的频率监测电容可以决定转子 17 的速度。转子位置和速度电路 52 可以产生指示该速度的输出信号 86。

[0074] 现在参照图 8, 可选地, 旋转板 26a 和 26b 的与非旋转板 28 相对的表面的扇区 88 可以例如通过移除扇区 88 中的导电材料或改变扇区 88 的介电材料进行处理, 以在由转子位置和速度电路 52 监测的电容值 90 中产生扰动 92。电容值中的这些扰动将以固定周期 τ 发生, 固定周期 τ 将是转子 17 的转速的函数。因而, τ 的大小可以用于揭示转子 17 的速度而且还可以揭示扰动 92 时的转子 17 的绝对位置。该位置信息可以从转子位置和速度电路 52 输出为输出信号 94。

[0075] 再次参照图 1, 速度的输出信号 86 和位置的输出信号 94 可以提供至定子绕组控制电路 20 以根据本领域公知的方法基于转子 17 的速度或位置改变定子磁场, 例如以提供功率因数控制。可替代地或另外地, 相同的信号可以提供至频率合成器 32 以控制供给至转子 17 的电流并且从而控制转子线圈 16 的磁场。在这些情况中的任一种情况下, 可以根据位置或速度调节振幅和 / 或相位或电流。

[0076] 现在参照图 9, 在可替代实施方式中, 单个旋转板 26 可以对旋转板 26 提供两个电容耦合单元 25 的两个非旋转板 28a 和 28b。该构型可以允许更紧凑的结构并且采用了例如通过绝缘部 104 电隔离的关于轴线 14 同心的两个电隔离导电环 100、102。例如, 导电环 100、102 可以是绝缘的盘状基板上的导电层。此外, 环形扇区形状的非旋转板 28a 和 28b 允许增加电容耦合区域。

[0077] 现在参照图 10a 和图 10b, 可以理解的是, 电容耦合器的几何形状可以以环形形式实施, 其中, 旋转板 26a 和 26b 的功能通过同心地附接至轴 18 的圆筒形管 110 的外周面实施, 其中, 非旋转板 28 的板部 61 被给予拱形形状以大致符合圆筒形管 110 的外周, 以如箭头 112 所指示地朝向轴线 14 和背向轴线 14 径向地移动。

[0078] 现在参照图 11、图 12 和图 13, 在可替代实施方式中, 旋转板 26a 和 26b 可以实施为与轴 18 轴向对准并附接至轴 18 的圆筒形支承元件。圆筒形支承元件的外周表面可以进而通过提供非旋转板 28 的轴颈元件的内周表面围绕。旋转板 26 的外径可以接近非旋转板 28 的内径, 使得旋转板 26 与非旋转板 28 之间的空气 66 提供空气轴承作用, 从而在轴 18 的旋转运动 114 期间使旋转板 26 的支承元件在非旋转板 28 的轴颈元件内悬浮在空气 66 的缓冲层上。如前所述, 介电层 70 可以应用至旋转板 26a 和 26b 的外表面 (如图所示) 或定子电容旋转板 26 的内表面以在不存在旋转时适应旋转板 26 与非旋转板 28 之间的接触。

[0079] 现在参照图 12, 可以理解的是, 上述原理也可以用于构造为发电机 120 的绕线磁

场式同步电机 10, 其中, 通过整流器组件 22 在转子线圈 16 上建立磁场, 整流器组件 22 通过电容耦合单元 25 从驱动电子装置 30 接收 AC 信号 34。在这种情况下, 定子绕组 12 可被附接以驱动负载 122。

[0080] 还可以理解的是, 多对非旋转板 28 和旋转板 26 可以组合用于每个电容耦合单元 25 (文中所述的构型中的任意构型) 以获得其电容的并行添加的有益效果。还可以理解的是, 非旋转板 28 的构造可以与旋转板 26 的构造互换, 因为具有主要意义的是其相对运动而不是其绝对运动。应当明显的是, 本文中使用的“电容器板”将被理解为不限于平面板, 而可以是间隙可以随着电容器的对应板的旋转被保持的任意构型。

[0081] 现在参照图 15, 可以理解的是, 本发明的原理可以扩展至多相马达 / 发电机构型。在这种情况下, 频率合成器可以产生 n 相电, 其中, n 是整数 (例如, 如图所示的提供相对于其他波各自具有 120 度的相对相位移的三个近似正弦波的三相电)。在三相电的情况下, 三个电感器 47、47'、47'' 可以设置成与三个电容耦合单元 25 中的每一个串联 (一个与每相关联) 以提供必要的谐振操作。整流器组件 22 同样修改成操控三相整流器。该方法提供了减小的励磁电流波动并且能够容易地扩展至任何数量的相。

[0082] 本文中所述的某些术语仅用于参照目的, 并且因而并不旨在限制本发明。例如, 比如术语“上”、“下”、“上方”和“下方”指的是所参照的附图中的方向。比如术语“前”、“后”、“后方”、“底部”和“侧部”在一致但任意的参照框架中描述构件的部分的取向, 该参照框架通过参照描述所讨论的构件的文本和相关联的附图变得清楚。这种术语可以包括以上具体提到的词语、其派生词和同源词。相似地, 术语“第一”、“第二”以及指代结构的其他这种数字术语不暗含序列或顺序, 除非文中清楚地指出。

[0083] 根据上面的讨论将理解的是, 尽管单独的电容耦合单元 25 被描述为将向转子 17 提供电力和从转子 17 接收电力, 然而可以针对这些功能中的一个, 采用自然存在于马达或发电机的结构之间 (例如从定子绕组 12 至壳体 19) 的寄生电容 123 (图 14 所示), 并且因而可以仅仅需要一个电容耦合单元 25。

[0084] 当介绍本发明和示例性实施方式的元件或特征时, 词语“一”、“一个”、“该”和“所述”旨在表示存在一个或更多个这种元件或特征。术语“包括”、“包含”和“具有”旨在是包容性的并且表示除了这些具体指出的元件或特征外可以存在另外的元件或特征。还可以理解的是, 本文中描述的方法步骤、过程以及操作不应理解为必定需要以所讨论或所示出的特定顺序执行, 除非明确确认为执行顺序。还可以理解的是, 可以采用另外的或可替代的步骤。

[0085] 参照“控制器”和“处理器”可以理解为包括以单机和 / 或分布式环境通信的一个或更多个控制器或处理器, 并且因此可被构造成通过有线或无线通信与其他处理器通信, 其中, 这种一个或更多个处理器可以构造成在可以是相似或不同装置的一个或更多个处理器控制装置上进行操作。此外, 除非另有说明, 参照存储器可以包括可以位于处理器控制装置内部、处理器控制装置外部并且可以通过有线或无线网络访问的一个或更多个处理器可读和可访问存储器元件和 / 或部件。

[0086] 本发明明确表明, 本发明不限于本文包含的实施方式和说明, 并且权利要求应该理解为包括如落入下面权利要求范围内的包括实施方式的部分和不同实施方式的元素的组合的那些实施方式的修改的形式。本文中所描述的所有公开文献, 包括专利公开文献和

非专利公开文献,其全部内容通过引用并入本文中。

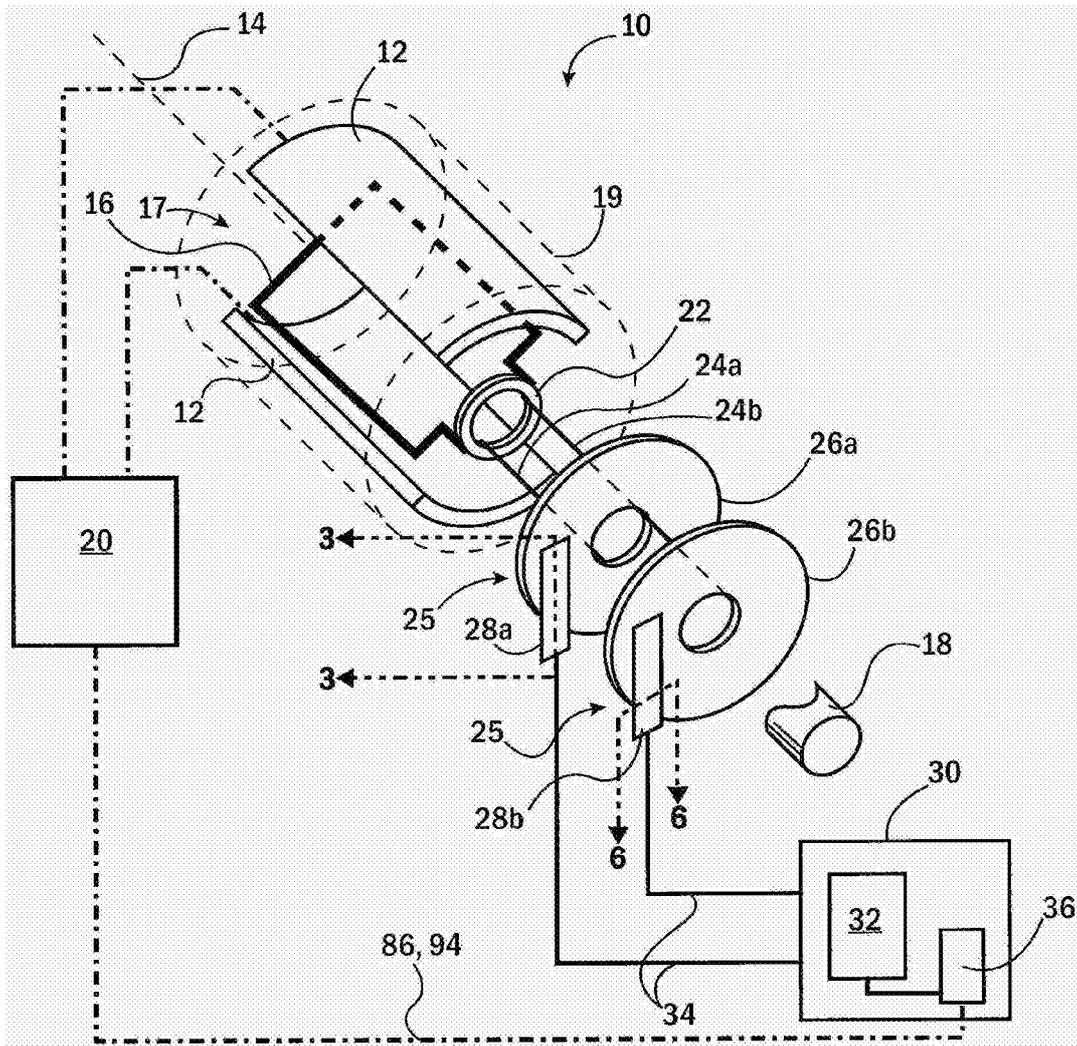


图 1

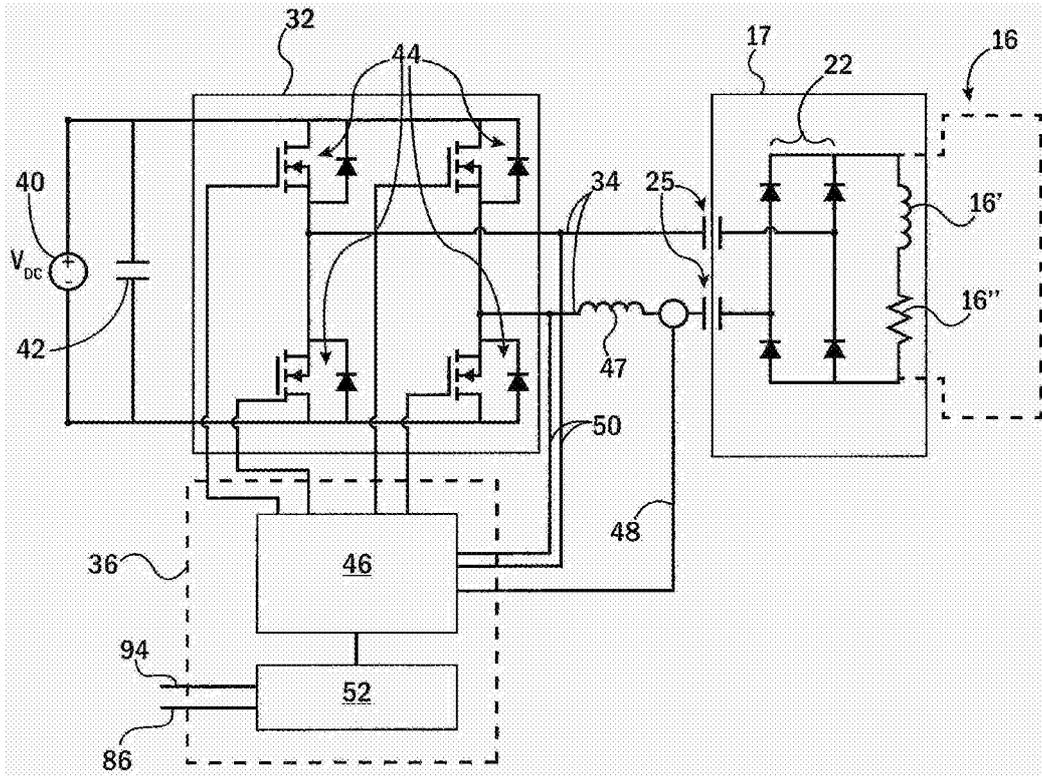


图 2

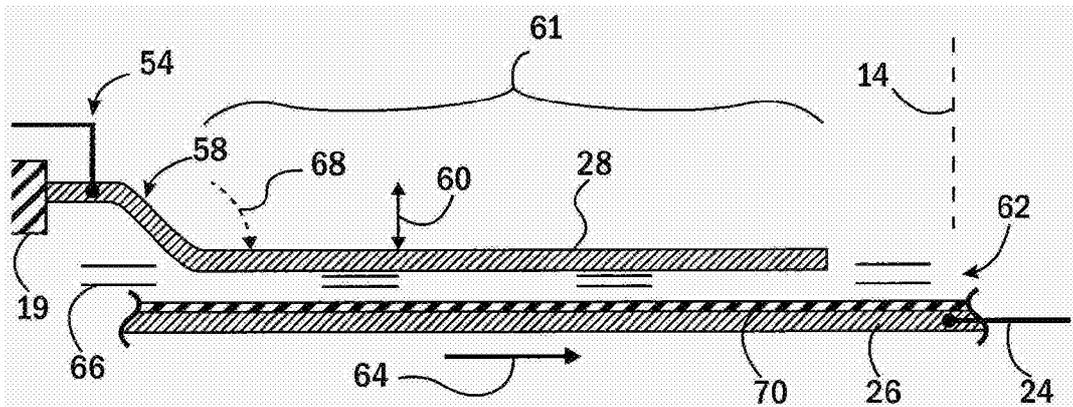


图 3

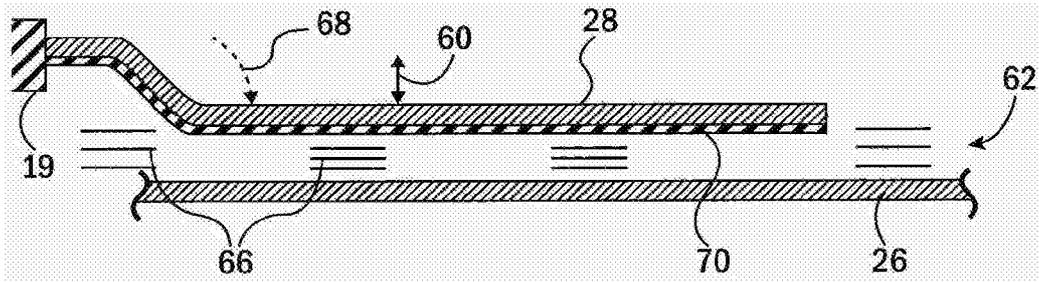


图 4

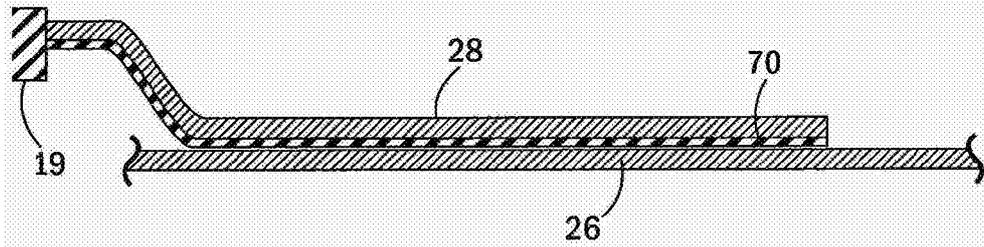


图 5

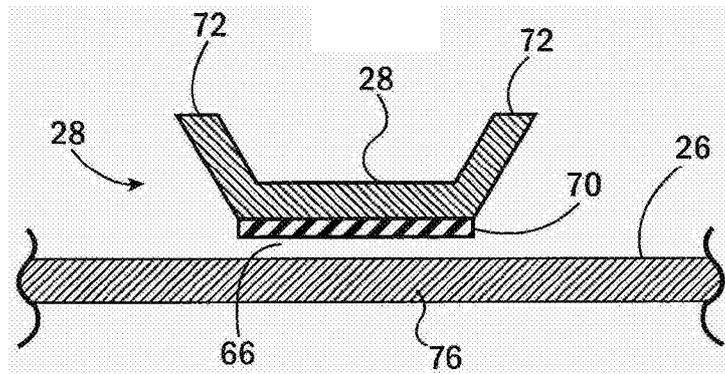


图 6

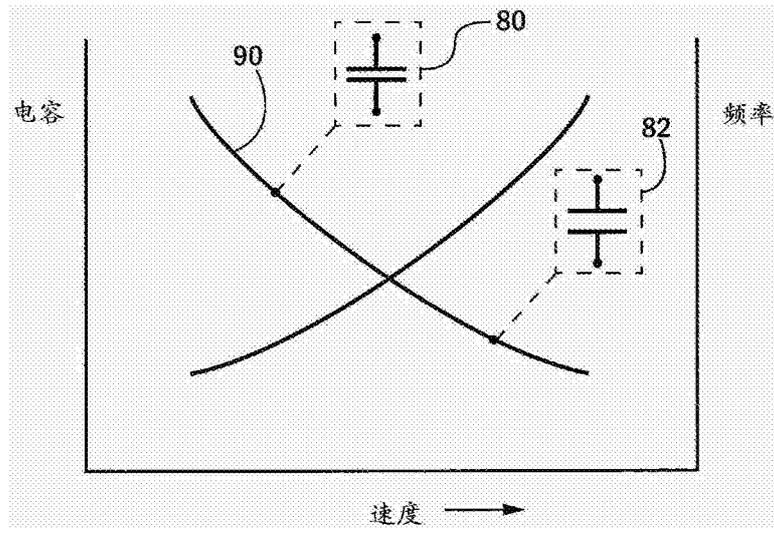


图 7

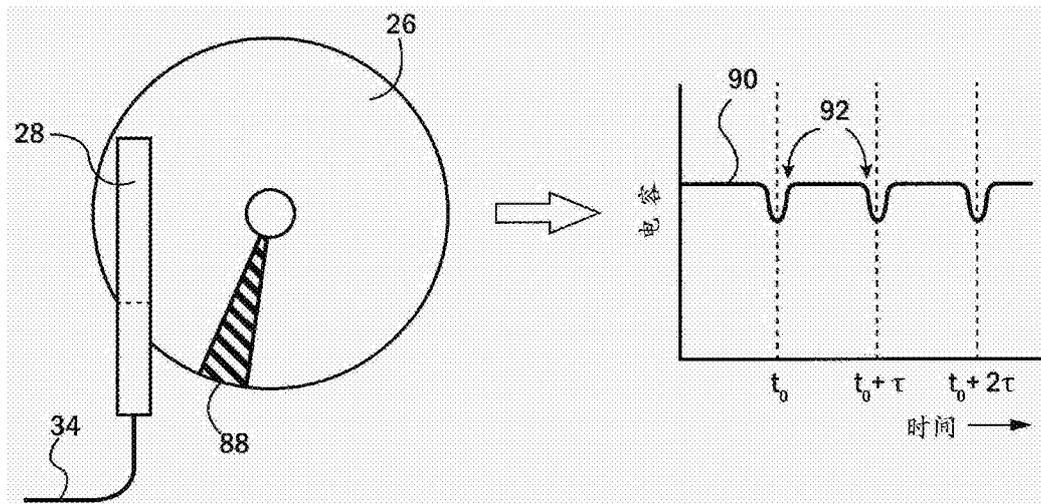


图 8

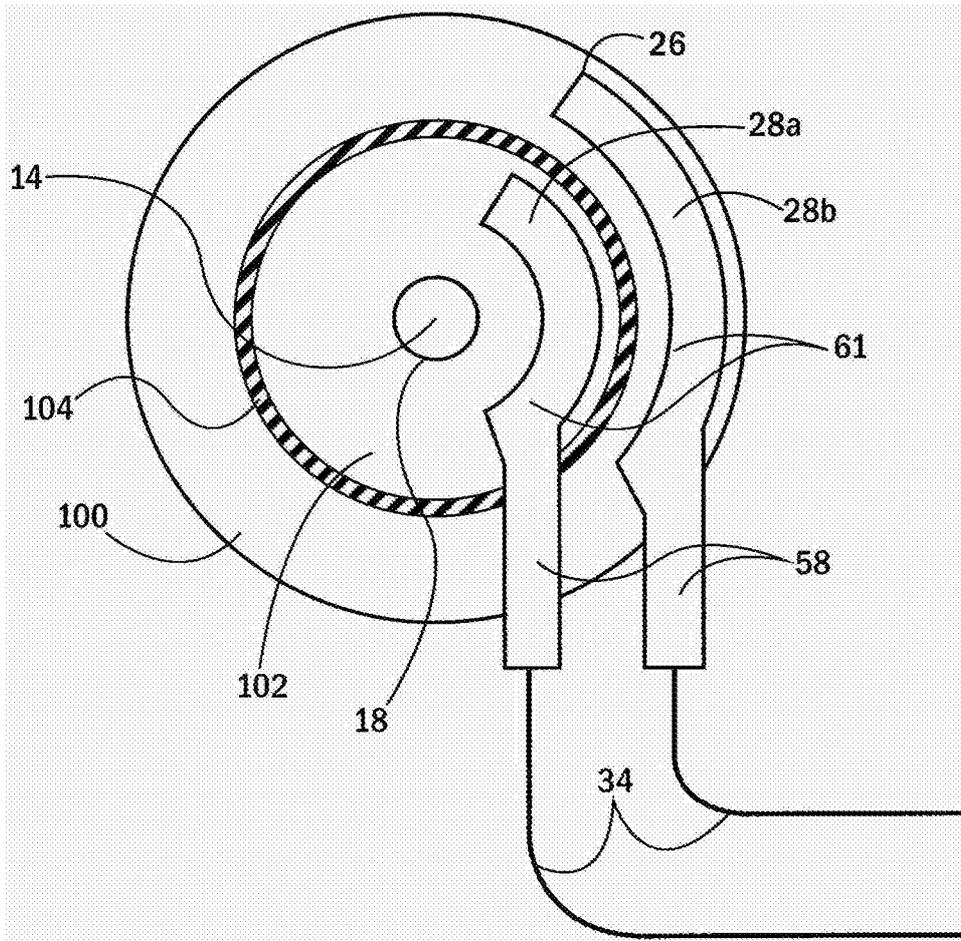


图 9

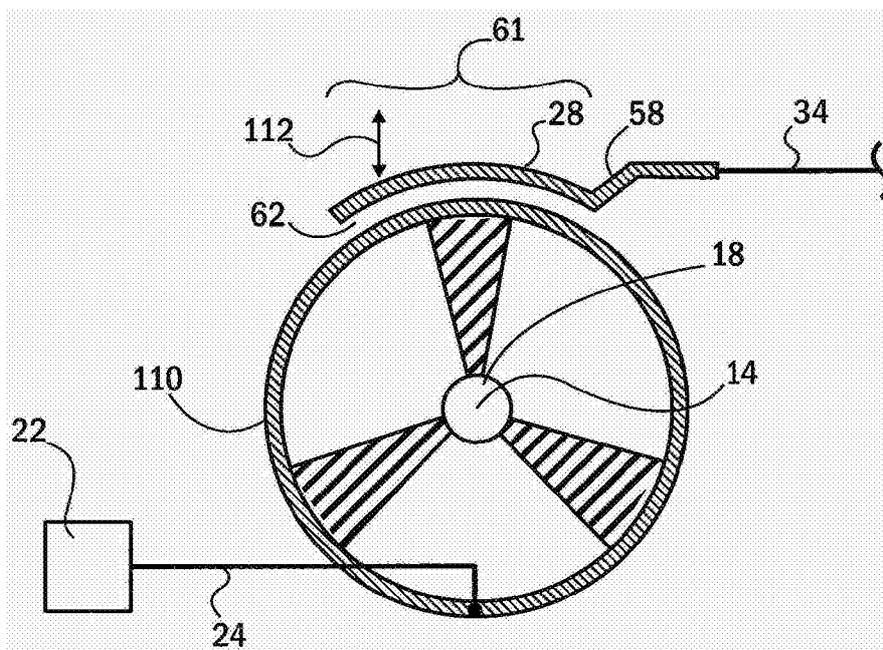


图 10a

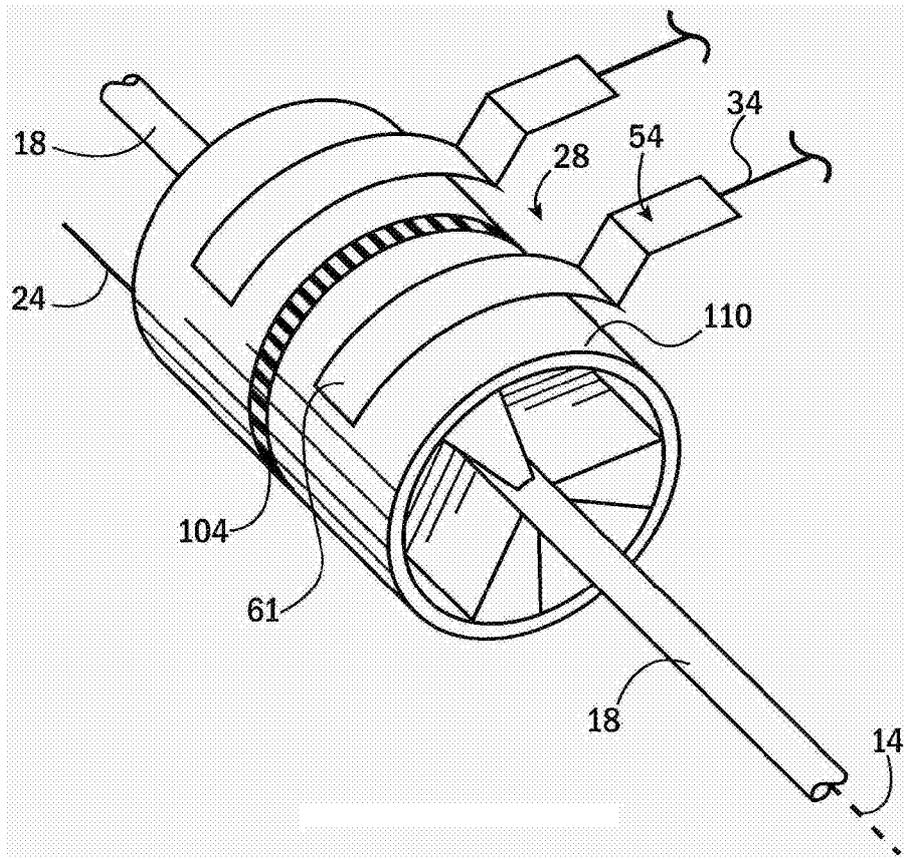


图 10b

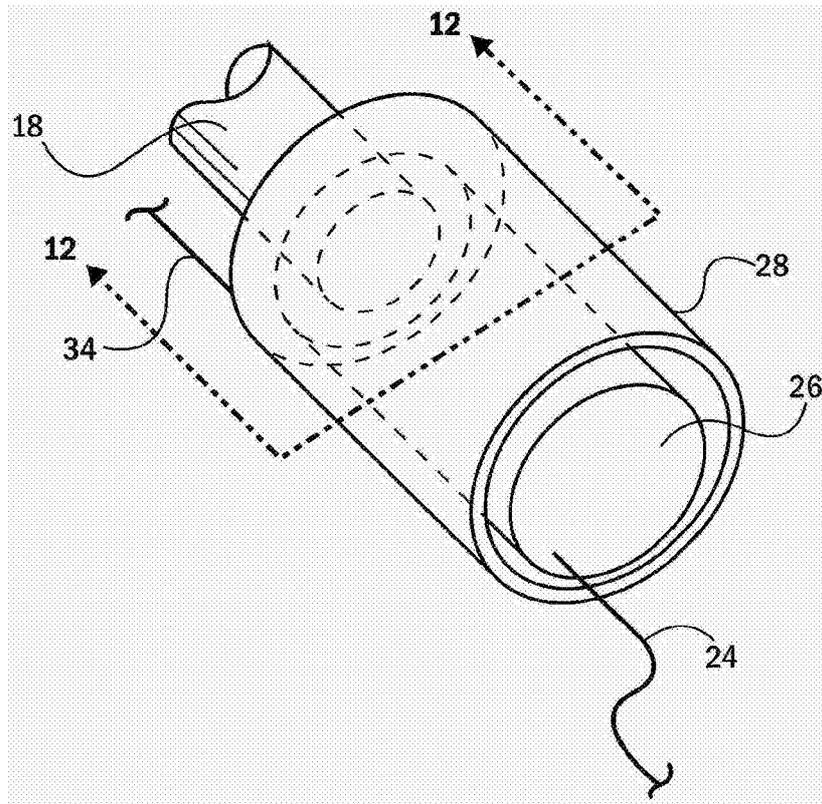


图 11

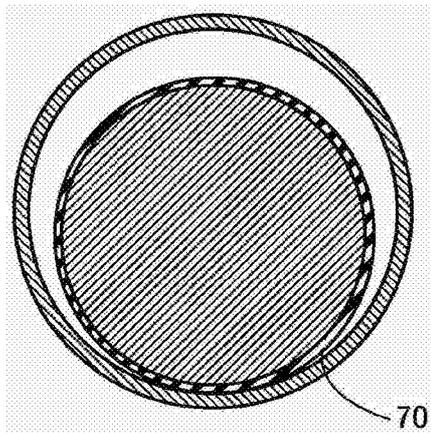


图 12

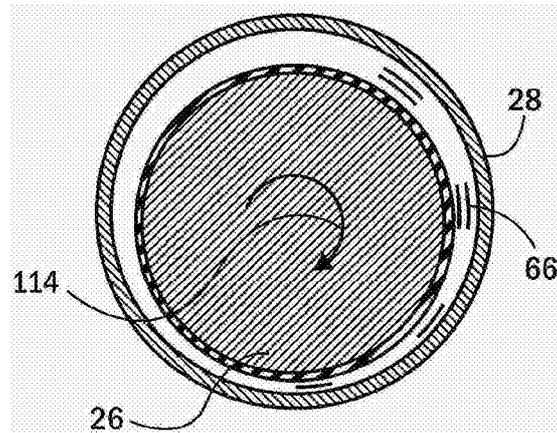


图 13

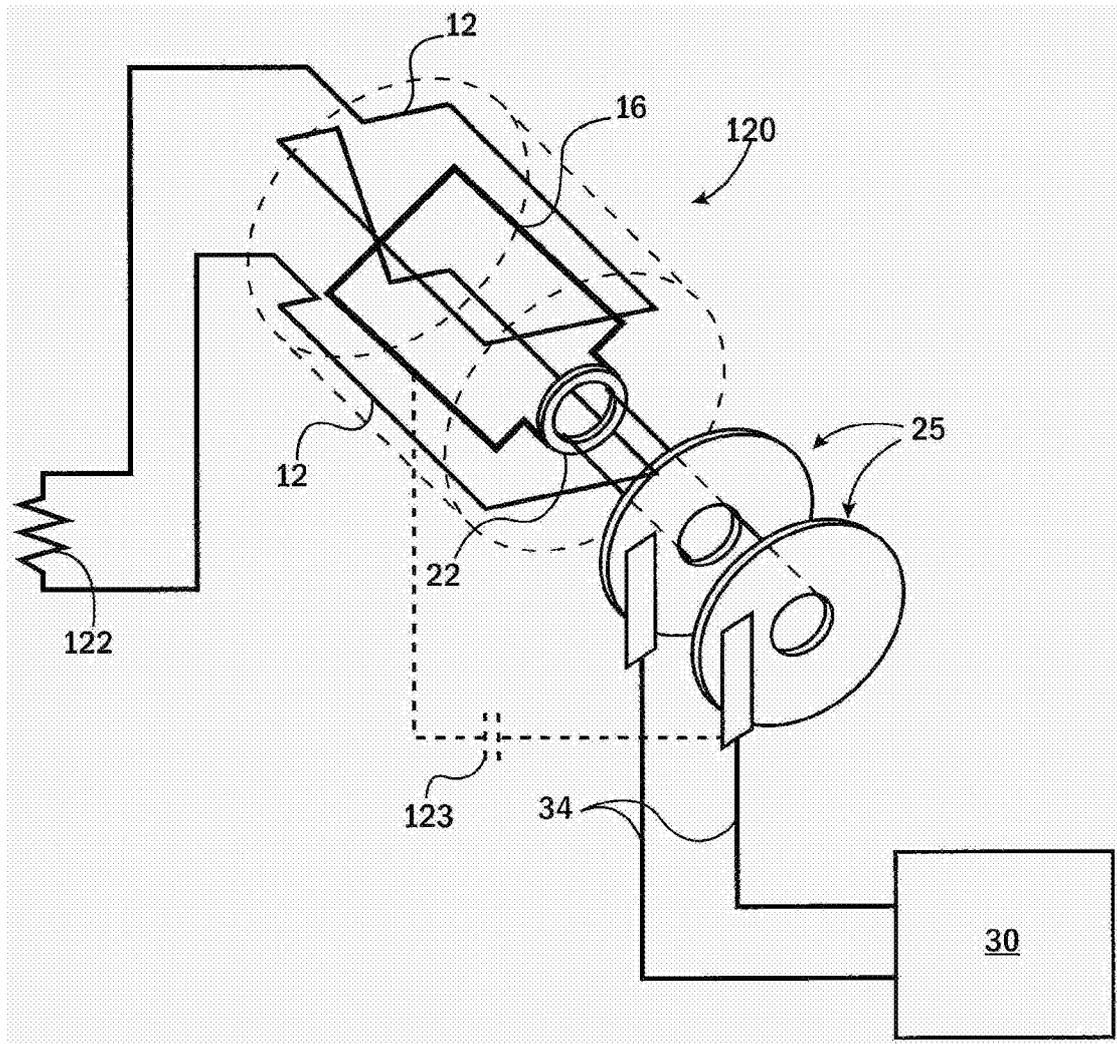


图 14

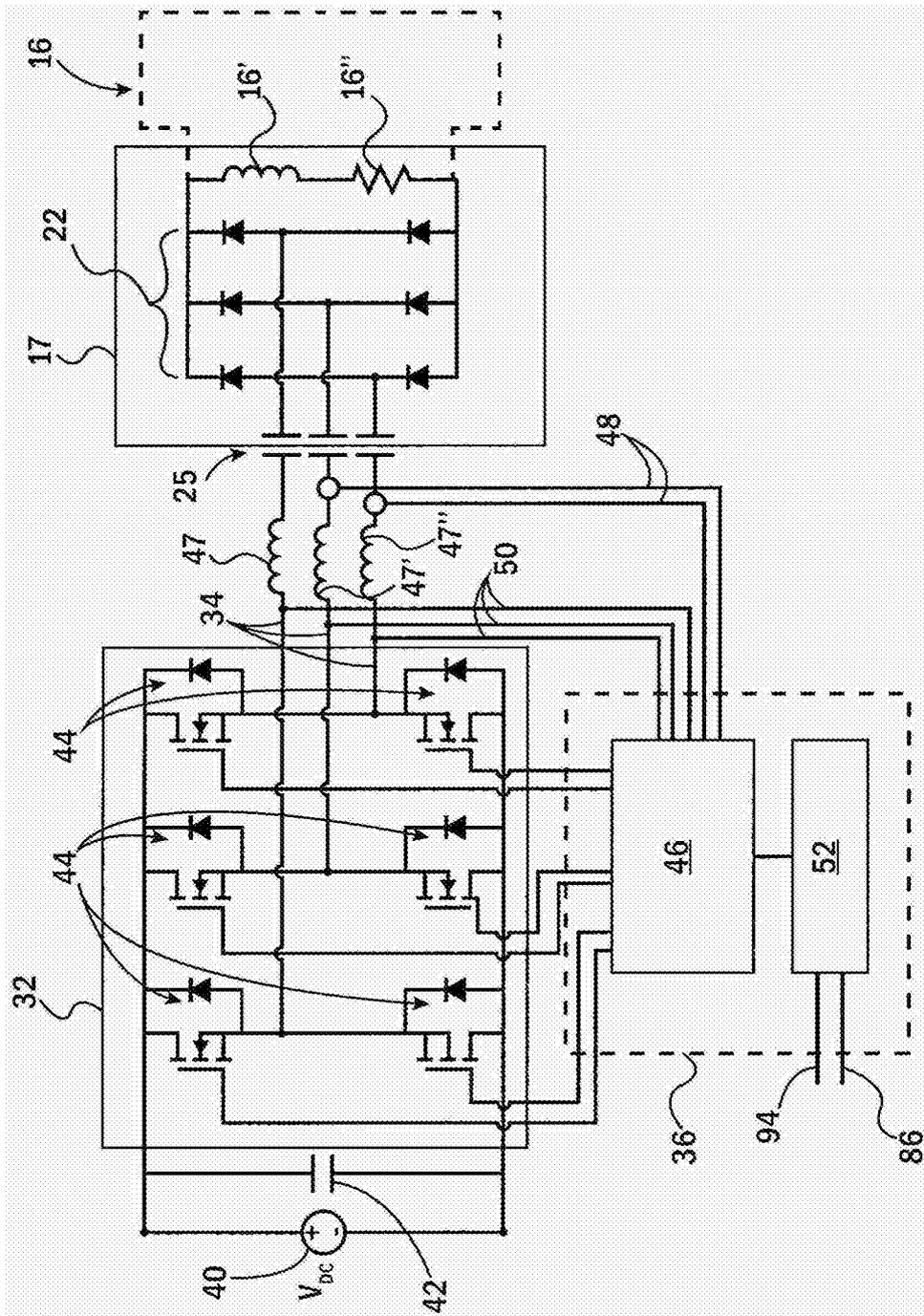


图 15