

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101346266 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 23

(21) 申请号 200680048717. 7

(22) 申请日 2006. 10. 24

(30) 优先权数据

60/730, 995 2005. 10. 28 US

60/731, 362 2005. 12. 28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 06. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/041389 2006. 10. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02007/070167 EN 2007. 06. 21

(73) 专利权人 福博科技术公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 D·C·米勒

(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 11038

代理人 朱德强

(51) Int. Cl.

B60W 10/04 (2006. 01)

B60W 10/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1157379 A, 1997. 08. 20, 全文.

US 6241636 B1, 2001. 06. 05, 全文.

US 5508574 A, 1996. 04. 16, 全文.

US 20040224808 A1, 2004. 11. 11, 全文.

US 20050085338 A1, 2005. 04. 21, 全文.

JP 2004162652 A, 2004. 06. 10, 全文.

审查员 范继晨

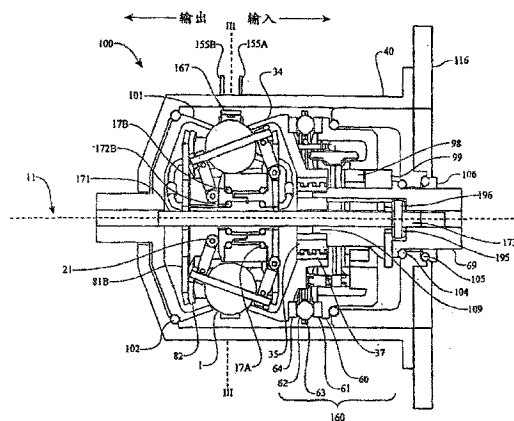
权利要求书 1 页 说明书 44 页 附图 31 页

(54) 发明名称

电动驱动器

(57) 摘要

具有多个倾斜的球及相对的输入和输出盘的变速器在其整个传动比范围上提供了大量的速度组合。该变速器提供了多个传动路线,可与提供电动机/发电机的电气组件组合,这与将它们分别构造的情形相比,减小了电机和变速器的整体体积和复杂性。在一个实施例中,无级变速器的可旋转部件分别地连接到电气转子和电气定子上,使得转子和定子相对于彼此沿相反方向同时旋转。在其它实施例中,电气转子构造成向与多个速度调节器接触的盘传递转矩或从该盘接收转矩,而电气定子构造成将转矩传递到通过惰轮可操作地连接到调节器的轴上。



1. 一种电动驱动器,其包括:
绕着纵向轴线径向分布的多个球,每个球都具有可倾斜的轴线,所述球绕着所述可倾斜的轴线旋转;
与所述球接触的第一盘;
与所述球接触的惰轮,所述惰轮位于所述球的径向内侧;
连接到所述电动驱动器的第一组件的多个磁体;
连接到所述电动驱动器的第二组件的多个电导体;
其中所述多个磁体和所述多个电导体相对于彼此构造成用作电动机或发电机;并且
其中所述多个球、所述第一盘、所述多个磁体以及所述多个导体可操作地连接,以提供至少一个通过所述电动驱动器的传动路线。
2. 如权利要求 1 所述的电动驱动器,还包括与所述球接触的第二盘,其中所述第一和第二盘相对于彼此位于所述多个球的相对侧。
3. 如权利要求 1 所述的电动驱动器,还包括可绕所述纵向轴线旋转的保持架,所述保持架构造成将所述球径向地和轴向地定位。
4. 如权利要求 3 所述的电动驱动器,其中所述多个磁体连接到所述第一盘或所述保持架。
5. 如权利要求 3 所述的电动驱动器,其中所述电导体机械地连接到所述惰轮。
6. 如权利要求 3 所述的电动驱动器,其中所述多个磁体连接到所述保持架上,并且向所述保持架传递动力,所述电导体向所述惰轮传递动力,所述第一盘构造成从外部源接收动力。
7. 如权利要求 5 所述的电动驱动器,还包括构造成将所述电导体机械地连接到所述惰轮的惰轮轴。
8. 如权利要求 6 所述的电动驱动器,还包括刚性地连接到所述惰轮的惰轮轴,其中所述惰轮轴和所述惰轮构造成彼此一起轴向地平移和转动。
9. 如权利要求 1 所述的电动驱动器,还包括保持架,并且其中所述多个磁体连接到所述保持架。
10. 如权利要求 9 所述的电动驱动器,还包括惰轮轴,并且其中所述多个导体机械地连接到所述惰轮轴。

电动驱动器

[0001] 本申请要求于 2005 年 10 月 28 日提交的美国临时申请 No. 60/730,995 和 No. 60/731,362 的优先权,其全部内容通过参考包含于此。

技术领域

[0002] 本发明实施例的领域总体上涉及用于机电或电动驱动器的系统和方法,本发明实施例尤其涉及使用集成电动装置与机械变速器的方法和组件的驱动器。

背景技术

[0003] 为了提供无级变速器,已开发出各种牵引滚子变速器,所述牵引滚子变速器通过牵引滚子传递动力,所述牵引滚子支承在转矩输入与输出盘之间的外壳中。在这种变速器中,牵引滚子安装在支承结构上,所述支承结构在枢转时使牵引滚子与转矩盘在直径根据希望的传动比而变化的圆中接合。

[0004] 但是,这些传统方案的成功受到了限制。例如,在一个方案中,公开了一种带有可变可调变速器的车辆驱动毂。该方法教导了使用两个彩虹板 (iris plate),牵引滚子每侧各一个,以使各滚子的旋转轴线倾斜。然而,由于在变速器换档期间需要大量的零件来调整彩虹板,所以使用彩虹板非常复杂。这种变速器的另一个困难在于,具有构造成相对于各滚子基本固定的导向环。由于该导向环固定,所以难以改变各牵引滚子的旋转轴线。

[0005] 对该早期设计的一个改进包括输入盘和输出盘绕着旋转的轴。输入盘和输出盘都安装在该轴上,并且接触绕着该轴等距径向布置的多个球。这些球与两个盘摩擦接触,将动力从输入盘传递到输出盘。轴上所述球之间同心设置的惰轮施加将所述球保持分离的力,以使触靠着输入盘和输出盘。这种设计的主要限制在于缺少用于产生及适当地控制用作正常接触力的轴向力,该轴向力用于在变速器改变传动比时保持输入盘和输出盘与所述球充分的摩擦接触。由于控制无级变速器在低速时需要更大的轴向力来防止传动及从动旋转元件在速度改变的摩擦球上滑动,因此当输入与输出速度相等时,在高速和 1 : 1 的传动比中施加了过大的力。该过大的轴向力降低了效率,使得变速器无法比如果对任意特定的传动比施加正常量的力显著地快。过大的力还使得更加难以换档。因此,需要改进无级变速器中随着变速器传动比而改变力的轴向载荷产生系统。

[0006] 在一些车辆和工业应用中非常需要提供可变速度和恒定功率的电机。在这种恒定功率的应用中,转矩与速度逆向变化。例如,当速度降低时,转矩增加,或者当速度提高时,转矩减小。因为转矩可设计成随着速度提高而按比例地降低,所以某些电机可提供超出其额定功率的恒定功率,例如,1750rpm 的 AC 电机在速度提高超过 1750rpm 时可提供恒定的功率。但是,当电机运行于低于其额定功率的速度时,其本身无法提供恒定的功率。随着电机速度降低,转矩频繁地保持恒定甚至减小。在低速时,可使用控制器来提高输入电机的电流以提高转矩,但是需要增大线圈电线的直径,以适应额外的电流,从而避免过热。因为该电机比正常运行状况所需的更大和更加昂贵,所以是不理想的。电机控制器也增加了成本和复杂性。获得足够的低速转矩的另一种方法是使用更大的电机。但是,这增加了成本、体

积、重量,使得电机更加难以与其驱动的机械封装在一起。因此,需要改进通过电机提供可变速度和恒定功率的方法。对于某些应用,可将无级变速器与电机结合起来。

发明内容

[0007] 在此示出并说明的系统和方法具有若干特征,这些特征中的单个特征都不用于单独实现所希望的其属性。在不限制以下说明的表达范围的情况下,现在将简要地讨论其较突出的特征。在考虑该讨论之后,尤其在阅读标题为“具体实施方式”的部分之后,本领域的技术人员将理解所述系统和方法的特征如何提供相对于传统系统和方法的优点。

[0008] 另一方面,公开的变速器包括:纵向轴线;绕着所述纵向轴线径向分布的多个球,每个球都具有可倾斜的轴线,所述球绕着所述可倾斜的轴线旋转;位于所述球附近并且与所述球接触的可旋转输入盘;位于与所述输入盘相对的所述球的附近、并且与各所述球接触的固定输出盘;具有等外径并位于各所述球径向内侧且与各所述球接触的可旋转惰轮;适于保持所述球的径向和轴向定位并且可绕所述纵向轴线旋转的保持架(cage);以及连接到所述惰轮、适于从所述惰轮接收转矩和将所述转矩输出变速器的惰轮轴。

[0009] 为了与本文所述的多种实施例一起使用,还公开了适于施加轴向力以增大所述输入盘、所述输出盘和所述多个速度调节器之间接触力的轴向力发生器,所述轴向力发生器还包括:与所述纵向轴线同轴且可绕所述纵向轴线旋转的轴承盘,具有外径和内径,并且形成在其内径上的螺纹孔;连接到所述轴承盘靠近其外径的第一侧上的多个轴承;在与所述速度调节器适于接合所述轴承一侧的相对侧上连接在所述输入盘上的多个输入盘外围斜面;与所述纵向轴线同轴且可绕所述纵向轴线旋转的大致为圆柱形的螺钉,具有沿其外表面形成的阳螺纹,其中所述阳螺纹适于与所述轴承盘的螺纹孔相啮合;连接到所述螺钉的多个中心螺钉斜面;以及连接到所述输入盘上并且适于接合所述多个中心螺钉斜面的多个中心输入盘斜面。

[0010] 另一方面,公开的支撑保持架支撑和定位牵引滚子变速器中多个速度调节可倾斜球,其利用在所述多个球两侧上的输入盘和输出盘,所述保持架包括:第一和第二平面支撑盘,各支撑盘大致为圆形板状,具有从外缘径向向内延伸的多个槽,每个槽都具有两个边;以及在所述第一和第二支撑盘之间延伸的多个平面支撑隔板,每个隔板都具有前侧、后侧、第一端和第二端,其中所述第一和第二端各具有安装表面,其中各安装表面都具有弯曲的表面,并且其中所述隔板在所述支撑盘中内的槽之间绕着所述支撑盘成角度地定位,使得所述弯曲表面与所述槽的侧面对齐。

[0011] 在另一实施例中,公开了用于变速滚子牵引变速器的换档机构,所述变速器具有纵向轴线,并利用在绕着所述纵向轴线的平面内分布的多个倾斜球,每个球都在相对的侧面上与输入盘和输入盘接触,以控制所述变速器的传动比,所述换档机构包括:沿着所述纵向轴线延伸的管状变速器轴;多个球轴,每个球轴都延伸通过形成于多个球中相应一个球内的孔,并且形成所述相应球的可倾斜轴线,所述球绕着所述倾斜轴线旋转,每个球轴都具有各延伸出所述球的两端;多个支腿,所述球轴的每端都连接有一个支腿,所述支腿朝着所述变速器轴径向向内地延伸;具有基本上相等的外径的惰轮,其绕着所述变速器同轴地定位,并且在各所述球的径向内侧,与各所述球接触;在所述惰轮各端上的两个盘状换档导向器,每个导向器都具有面向所述惰轮的平面侧和背向所述惰轮的凸面侧,其中所述换档导

向器径向地延伸以接触所述球相应侧上的所有支腿；多个滚子滑轮，每个支腿一个滚子滑轮，其中各滚子滑轮连接到其相应支腿背向所述球的一侧；从至少一个所述换档导向器轴向延伸的大致为圆柱形的滑轮支架；多个导向器滑轮，每个滚子滑轮一个，绕着所述滑轮支架分布并且连接到所述滑轮支架上；以及具有第一和第二端的柔性链，所述第一端延伸通过所述轴并延伸出槽，该槽形成在所述轴与所述滑轮支架最接近处，所述柔性链的第一端还缠绕各滚子滑轮和各导向器滑轮，其中所述第二端延伸出所述轴至换档器；其中所述导向器滑轮各安装在一个或多个枢转铰点上，以保持各导向器滑轮与其相应的滚子滑轮的对齐，并且其中当所述柔性链被所述换档器拉动时，所述第二端拉动各滚子滑轮以使所述变速器换档。

[0012] 在另一实施例中，公开了用于变速器的换档机构，所述变速器具有纵向轴线，并利用多个倾斜球，每个球都具有从各球中心延伸的球半径，以控制所述变速器的传动比，包括：多个球轴，每个球轴都延伸通过形成于相应球内的孔且形成所述相应球的可倾斜轴线，并且每个球轴都具有各延伸出所述球的两端；多个支腿，所述球轴的每端都连接有一个支腿，所述支腿朝着所述变速器轴径向向内地延伸；具有基本上相等的外径的惰轮，其绕着所述变速器同轴地定位，并且在各所述球的径向内侧，与各所述球接触；在所述惰轮各端上的第一和第二盘状换档导向器，每个导向器都具有面向所述惰轮的平面侧和背向所述惰轮的凸起弯曲侧，其中所述换档导向器径向地延伸以接触所述球相应侧上的所有支腿；多个导向轮，每个导向轮都具有导向轮半径，每个支腿一个导向轮，各导向轮都安装在其相应支腿的径向内侧，其中所述导向轮接触其相应换档导向器的弯曲表面，其中所述凸形曲面的形状由一组两组坐标来确定，其原点定心于所述纵向轴线与通过任意两个直径相对的球的中心的线的交点，其中所述坐标表示所述导向轮表面与所述换档导向器表面之间接触点的位置随着所述惰轮和换档导向器的轴向移动的变化，假设所述凸形曲面在所述接触点基本上正切于所述导向轮。

[0013] 在再一实施例中，公开的汽车包括发动机、传动系和变速器，所述变速器包括：纵向轴线；绕所述纵向轴线径向分布的多个球，每个球都具有可倾斜轴线，所述球绕所述可倾斜的轴线旋转；位于所述球附近且与各所述球接触的可旋转输入盘；位于所述球附近与所述输入盘相对且与各所述球接触的可旋转输出盘；具有绕所述纵向轴线基本相等的外径、且位于各所述球径向内侧并与各所述球接触的可旋转惰轮；以及绕所述变速器的纵向轴线同轴安装的行星齿轮组。

[0014] 在另一实施例中，公开的无级变速器集成有电机，所述电机的定子连接到向惰轮传递动力的旋转轴上，所述电机的转子连接到输入盘上。所述电机的定子和转子沿相反方向旋转，产生了大的速度差，并使输出盘减速。

[0015] 在另一实施例中，公开的无级变速器集成有电机，所述转子的磁体连接到旋转毂壳上，所述电气定子连接到所述变速器的非旋转定子上。当所述毂壳相对于所述定子旋转时产生电能。

[0016] 在另一实施例中，公开的无级变速器集成有电机，并且该无级变速器从外部转矩传递装置（例如，内燃机）接收输入的无级变速器。所述电气定子连接到向惰轮传递动力的旋转轴上，所述转子连接到所述变速器的旋转保持架上，所述内燃机可操作地连接到输入盘上。该实施例的无级变速器具有三个到所述球的输入和一个通过所述输出盘的输出。

[0017] 在另一实施例中,公开的无级变速器集成有电机,所述球由磁性材料构成,并用作所述电机的转子。固定绕组环绕着所述球,并产生流通过所述变速器的保持架的电感。

[0018] 在再一实施例中,公开了转动无级变速器的电动机/发电机的两种可选设计。

[0019] 一方面,本发明涉及一种电动驱动器,具有:绕着轴线成角度地布置的多个速度调节器;与所述速度调节器接触的第一盘;以及与所述速度调节器接触的第二盘,其中所述第一盘和所述第二盘相对于彼此位于所述多个速度调节器的相对侧上。所述驱动器包括与所述速度调节器接触的惰轮,所述惰轮位于所述速度调节器的径向内侧。所述驱动器还包括连接到所述电动驱动器的第一部件的多个磁体、连接到所述电动驱动器的第二部件的多个电导体,并且其中所述多个磁体和所述多个电导体相对于彼此构造成用作电动机或发电机。所述驱动器还构造成使得所述多个调节器、所述第一和第二盘、所述多个磁体及所述多个导体可操作地连接,以提供至少一个通过所述电动驱动器的传动路线。

[0020] 在一个实施例中,本发明涉及一种电动装置,其包括:绕着轴线成角度地布置的多个球;与所述球接触的第一盘;与所述球接触的第二盘,其中所述第一和第二盘相对于彼此位于所述多个球的相对侧上。所述电动装置还包括与所述球接触的惰轮,所述惰轮位于所述球的径向内侧。所述电动装置可设有构造成绕所述轴线旋转的电气定子,其中所述电气定子直接连接到所述第一盘、所述第二盘或所述惰轮中的一个上。所述电动装置可包括构造成绕所述轴线旋转的电气转子,其中所述电气转子直接连接到所述第一盘、所述第二盘或所述惰轮中的一个上。在一个应用中,所述电气定子和所述电气转子相对于彼此构造成一起用作电动机或发电机。

[0021] 另一方面,本发明涉及一种电动变速器,具有:绕着轴线成角度地布置的多个球;与所述球接触的第一盘;以及连接到所述第一盘的多个磁体。所述电动变速器可包括与所述球接触且位于所述球径向内侧的惰轮、刚性地连接到所述惰轮的惰轮轴,其中所述惰轮轴和所述惰轮构造成彼此处置和轴向地平移。在某些实施例中,所述电动变速器包括构造成绕组或线圈的多个电导体、以及连接到所述电导体并且构造成向所述惰轮轴传递转矩的定子安装件。

[0022] 根据本发明的一个方面,一种用于电动装置的惰轮轴和定子安装件组件包括惰轮轴和定子安装件。所述惰轮轴包括:适于接收至少一个电导体的第一孔;适于容纳连接到所述电导体的电插座的第二孔;允许所述电导体经过所述惰轮轴的外侧的槽(与所述第一孔连通)。所述惰轮轴还可包括第一组适于接收多个轴承的轴槽。所述定子安装件可包括:具有适于接收所述多个轴承的多个槽的孔,从而所述定子安装件能够向所述惰轮轴传递转矩或从所述惰轮轴接收转矩。所述定子安装件构造成支撑多个电导体。

[0023] 在一个实施例中,本发明涉及一种用于电动变速器的毂壳。所述毂壳包括:内径;外径;以及成角度地连接到所述毂壳内径上的多个磁体。本发明的另一方面涉及一种用于变速器的换档装置。所述换档装置包括:连接到所述变速器的固定部件的换档螺钉;换档螺母;连接到所述换档螺母的换档环;位于所述换档螺母与所述换档环之间的换档销安装件;以及支撑在所述换档销安装件内的多个换档销。所述换档螺钉可包括至少一个用于接收所述换档销的槽,并且所述换档螺母构造成在所述换档螺钉上轴向平移,从而执行所述换档销安装件和所述换档销的轴向换档。在一个实施例中,本发明涉及一种用于具有多个速度调节器的电动装置的定子板。所述定子板包括:构造成径向地和轴向地支撑所述多个

速度调节器的多个凹面 ; 构造成角度地支撑所述多个速度调节器的多个槽 ; 以及适于支撑多个磁体的夹持器 (boss)。

[0024] 本发明的另一方面涉及一种电动装置, 具有 : 绕着轴线成角度地布置的多个动力调节器 ; 适于径向地和轴向地支撑所述动力调节器的保持架 ; 连接到所述保持架的多个电线圈 ; 可旋转毂壳 ; 以及连接到所述可旋转毂壳的多个磁体。在另一实施例中, 本发明涉及一种电动驱动器, 具有 : 绕着轴线成角度地布置的多个磁化动力调节器 ; 以及位于所述动力调节器之间的多个线圈。在一个实施例中, 本发明涉及一种电动变速器, 其包括 : 绕着轴线成角度地布置的多个大致为环形的电导体 ; 绕着所述轴线成角度地布置的多个大致为环形的磁体 ; 连接到所述磁体的第一盘 ; 绕着所述轴线成角度地布置并且与所述第一盘接触的多个动力调节器 ; 构造成支撑所述电导体的定子安装件 ; 以及构造成向所述定子安装件传递转矩或从所述定子安装件接收转矩的惰轮轴。

[0025] 在一个实施例中, 一种用于电动变速器的电气组件。所述电气组件包括 : 绕着轴线成角度地布置的第一组大致为环形的磁体 ; 绕着所述轴线成角度地布置的多个大致为环形的电导体 ; 绕着所述轴线成角度地布置的第二组大致为环形的磁体 ; 并且其中所述电导体位于所述第一和第二组磁体之间。

[0026] 在某些方面, 本发明涉及一种机电变速器, 其包括 : 绕着轴线成角度地布置的多个速度调节器 ; 与所述多个速度调节器接触并且位于所述速度调节器的径向内侧的惰轮 ; 与所述速度调节器接触的第一盘 ; 连接到所述第一盘的多个磁体 ; 用于从外部源向所述第一盘传递转矩的装置 ; 构造成径向地和轴向地支撑所述速度调节器的可旋转保持架 ; 以及连接到所述可旋转保持架的多个电导体。

[0027] 本发明的一个实施例涉及一种在机电装置中传递动力的方法。所述方法包括 : 在可旋转轴上安装电气定子 ; 在第一可旋转盘上安装电气转子 ; 将惰轮连接到所述轴上 ; 以及向所述电气定子提供电力。所述方法还包括传递通过所述定子与所述转子之间的相互作用产生的转矩, 其中所述转矩从所述定子传递到所述轴, 其中所述转矩从所述转子传递到所述第一可旋转盘。所述方法还可包括通过连接到所述第一可旋转盘和第二可旋转盘的多个速度调节器及所述惰轮将转矩传递到所述第二可旋转盘。

[0028] 在某些实施例中, 本发明涉及一种电动驱动器, 其包括 : 绕着轴线成角度地布置的多个速度调节器 ; 与所述速度调节器接触的第一盘 ; 以及与所述速度调节器接触的第二盘。所述驱动器可具有与所述速度调节器接触并且位于所述速度调节器径向内侧的惰轮、以及刚性地连接到所述惰轮的惰轮轴。所述驱动器可具有构造成径向地和轴向地支撑所述速度调节器的可旋转保持架、可旋转地连接到所述保持架的多个磁体、以及连接到所述惰轮轴的多个电导体。

[0029] 另一方面, 本发明涉及一种在机电装置中传递动力的方法, 所述方法包括 : 在可旋转轴上安装电气定子 ; 在第一可旋转盘上安装电气转子 ; 将转矩从所述轴传递到所述定子 ; 以及将转矩从所述第一可旋转盘传递到所述转子。在另一实施例中, 本发明涉及一种传递机电动力的方法。所述方法包括 : 提供可旋转轴 ; 将所述可旋转轴连接到电气定子 ; 以及提供可旋转保持架, 其中所述保持架适于径向地和轴向地支撑多个速度调节器。所述方法还包括将所述可旋转保持架连接到电气转子。在再一实施例中, 本发明涉及一种给变速器提供电动功能的方法, 所述方法包括 : 提供多个磁化速度调节器, 所述速度调节器绕轴线成

角度地布置；以及提供位于各速度调节器之间的多个电导体。

[0030] 在一个实施例中，本发明涉及一种机电动力传动的方法，所述方法包括：提供绕轴线成角度地设置的多个速度调节器；提供适于轴向地和径向地支撑所述速度调节器的保持架；提供与所述速度调节器接触的第一盘；以及提供与所述速度调节器接触的第二盘。所述方法还可包括提供与所述速度调节器接触并且位于所述速度调节器径向内侧的惰轮、以及提供连接到所述惰轮的惰轮轴。所述方法还可包括：将多个电导体连接到所述保持架、速度调节器、第一盘、第二盘、惰轮或惰轮轴；以及将多个磁体连接到所述保持架、速度调节器、第一盘、第二盘、惰轮或惰轮轴。

[0031] 本发明的另一个特征涉及一种动力变速器的方法。所述方法包括：提供无级变速器（CVT）；将电气定子连接到所述 CVT 的第一可旋转部件；以及将电气转子连接到所述 CVT 的第二可旋转部件。本发明的另一方面涉及一种机电装置，具有：变速器；连接成与所述变速器的第一可旋转部件一起旋转的电气转子；以及连接成与所述变速器的第二可旋转部件一起旋转的电气定子。

[0032] 本领域的技术人员在阅读以下详细说明和参阅附图时将理解这些和其它改进。

附图说明

- [0033] 图 1 是变速器的实施例在换档到高档时的侧视剖视图；
- [0034] 图 2 是图 1 的变速器换档到低档时的侧视剖视图；
- [0035] 图 3 是变速器沿图 1 的线 III-III 的部分端部剖视图；
- [0036] 图 4 是图 1 的变速器的情轮和斜坡子组件的剖视简图；
- [0037] 图 5 是图 1 的变速器的球子组件的透视简图；
- [0038] 图 6 是图 1 的变速器的换档杆子组件的简图；
- [0039] 图 7 是图 1 的变速器的保持架子组件的剖切侧面简图；
- [0040] 图 8 是图 1 的变速器的输出盘的剖切侧面简图；
- [0041] 图 9 是图 1 中带有电机的变速器的可选实施例的剖切侧面简图；
- [0042] 图 10 是图 9 的变速器 100 的局部剖切透视简图；
- [0043] 图 11 是图 9 中变速器沿图 9 的 III-III 线的剖切端视图；
- [0044] 图 12 示出了图 9 中变速器的电动传动路线和机械传动路线；
- [0045] 图 13 示出了图 9 中变速器的电动传动路线和机械传动路线的反向；
- [0046] 图 14 是图 9 中变速器的情轮组件的局部剖切侧视图；
- [0047] 图 15 是图 9 中变速器的情轮组件的局部示意透视图；
- [0048] 图 16 是图 9 中变速器的键组件的局部剖切透视图；
- [0049] 图 17 是图 9 中变速器的定子安装件的透视图；
- [0050] 图 18 是图 9 中变速器的叠片的透视图；
- [0051] 图 19 是图 9 中变速器的线圈的透视图；
- [0052] 图 20 是图 9 中变速器的转子的透视图；
- [0053] 图 21 是图 9 中变速器的换档螺钉的透视图；
- [0054] 图 22 是图 9 中变速器的部分换档组件的透视图；
- [0055] 图 23 是可通过三条路线接收输入动力的变速器的剖切侧视图；

- [0056] 图 24 是图 23 的变速器的转子的剖切透视图；
- [0057] 图 25 是带有发电机的变速器的剖切侧视图；
- [0058] 图 26 是图 25 中变速器的发电机的透视简图；
- [0059] 图 27 是图 25 中变速器的定子的透视图；
- [0060] 图 28 是图 25 中变速器轴的透视图；
- [0061] 图 29 是图 9 中带有电机的变速器的透视简图；
- [0062] 图 30 是图 29 中电机的球的磁极的简图；
- [0063] 图 31 是图 9 中变速器的交流电机的剖切侧视图；
- [0064] 图 32 是图 31 中电机的转子和定子的透视图；
- [0065] 图 33 是图 31 中电机的导体的透视图；
- [0066] 图 34 是图 31 中电机的定子的透视图；
- [0067] 图 35 是图 31 中电机的定子的示意端视图,示出了电流通路；
- [0068] 图 36 是图 31 中电机的导体的可选实施方式；
- [0069] 图 37 是图 31 中电机的定子的可选实施方式；
- [0070] 图 38 是图 23 中变速器的可选实施例的剖切侧视图。

具体实施方式

[0071] 现在将参照附图说明本发明的实施例,其中相同的附图标记指示相同的部件。在本说明书中使用的术语不应理解为任何限制或约束,因为其仅用于对本发明的某些特定实施例的详细说明。而且,本发明的实施例可包括若干那新颖的特征,这些特征的单个特征都不用于单独实现所希望的其属性,或者对于实施本发明而言不是必不可少的。

[0072] 在此说明的变速器是利用具有轴的调速球,所述轴如美国专利 6, 241, 636、6, 322, 475 和 6, 419, 608 中所述的那样倾斜,这些专利通过参考包含于此。这些专利中描述的实施例和在此描述的实施例典型地具有通常由如下所述的变化器部分分开的两侧,即,输入侧和输出侧。为简便起见,变速器的主动侧(即,接收进入变速器的转矩或转动力的一侧)称为输入侧,是变速器的从动侧(或传递来自变速器的变速器输出件的转矩的一侧)称为输出侧。

[0073] 输入盘和输出盘与调速球接触。当球在其轴上倾斜时,在一个盘上的滚动接触点向球的极或轴移动,所述盘以半径减小的圆接触球,而另一个盘上的滚动接触点向球的赤道移动,因而球以直径增大的圆接触所述盘。如果球的轴沿相反的方向倾斜,则输入和输出盘分别呈现相反的关系。以这种方式,输入盘的转速与输出盘的转速的比或传动比可通过简单地倾斜调速球的轴而在较宽的范围上变化。

[0074] 球的中心限定变速器的输入侧与输出侧之间的边界,并且位于球的输入侧和输出侧的相同的部件在此通常以相同的参考数字表示。位于变速器的输入和输出侧上的相同部件如果位于输入侧上,则在参考数字的末尾通常具有后缀“a”,并且所述部件如果位于变速器的输出侧上,则在其参考数字的末尾通常具有后缀“b”。

[0075] 参照图 1,示出变速器 100 的实施例,该变速器 100 具有纵向轴线 11,多个调速球 1 绕该纵向轴线 11 径向地分布。某些实施例的调速球 1 保持在其绕纵向轴线 11 的角度位置,而在其它实施例中,球 1 可绕纵向轴线 11 自由定向。球 1 在其输入侧与输入盘 34 接触,

并且在其输出侧与输出盘 101 接触。输入和输出盘 34、101 是从一内孔延伸至一径向点的环形盘,所述内孔在球 1 相应的输入和输出侧上靠近纵向轴线,输入和输出盘每个都在所述径向点接触球 1。输入和输出盘 34、101 每个都具有一个接触表面,该接触表面形成每个盘 34 和 101 与球 1 之间的接触区域。通常,当输入盘 34 绕纵向轴线 11 转动时,输入盘 34 的接触区域的每个部分在每转期间都转动并顺序地接触每个球 1。这对于输出盘 101 也是同样的。

[0076] 根据希望的输入件和输出件的构造,输入盘 34 和输出盘 101 可成形为简单的盘,或者可以是凹下的、凸起的、圆筒形的或任何其它形状。在一个实施例中,输入和输出盘设有轮辐,以使其较轻,用于对重量敏感的应用。盘与调速球接合的滚动接触表面可根据应用的转矩和效率要求而具有平的、凹下的、凸起的或其它形状的轮廓。盘与球接触的凹下轮廓减小了防止打滑所要求的轴向力的量,而凸起的轮廓提高了效率。另外,球 1 全都在其各自的径向最内点接触惰轮 18。

[0077] 惰轮 18 是大致圆筒形的部件,其绕纵向轴线 11 被同轴地支承,并且帮助保持球 1 的径向位置。相对于变速器的许多实施例的纵向轴线 11,输入盘 34 和输出盘 101 的接触表面可定位成从球 1 的中心大致径向向外,惰轮 18 定位成从球 1 径向向内,从而使每个球 1 都与惰轮 18、输入盘 34 和输出盘 101 成三点接触。在许多实施例中,输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 都可绕相同的纵向轴线 11 转动,并且下文将详细说明。

[0078] 由于在此描述的变速器 100 的实施例是滚动牵引离合器,因此在某些实施例中,需要高轴向力来防止输入盘 34 和输出盘 101 在与球 1 的接触位置处打滑。随着轴向力在高转矩传递期间的增大,输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 与球 1 相接触的接触斑点 (contact patches) 的变形变成严重的问题,降低了效率和这些部件的寿命。可通过这些接触斑点传递的转矩的量是有限的,并且是制造球 1、输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 所用材料的屈服强度的函数。球 1、输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 的摩擦系数对于传递给定量的转矩所需轴向力的量的影响很大,并且因而严重影响效率和变速器的寿命。牵引变速器中的滚动部件的摩擦系数是影响性能的非常重要的变量。

[0079] 可在球 1、输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 的表面涂敷某些涂层,以提高它们的性能。实际上,这种涂层可有利地使用在任何滚动牵引变速器的滚动接触部件上,以获得与在此所述的变速器的实施例相同的额外好处。某些涂层具有增大这些滚动部件的表面的摩擦系数的有利效果。某些涂层具有高摩擦系数,并且表现出随轴向力增大而增大的可变摩擦系数。高摩擦系数允许对于给定转矩需要较小的轴向力,由此增大效率和变速器的寿命。可变摩擦系数通过减小传递最大转矩所需的轴向力的量增大变速器的最大转矩率 (torque rating)。

[0080] 诸如陶瓷和金属陶瓷的某些涂层具有良好的硬度和磨损特性,并且可以大大延长滚动牵引变速器中高负荷滚动部件的寿命。诸如氮化硅的陶瓷涂层可具有高摩擦系数和随轴向力增大而增大的可变摩擦系数,并且还可在以非常薄的层涂敷至球 1、输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 的表面时增加这些部件的寿命。涂层厚度取决于涂层的材料,并且可根据应用的不同而变化,但典型地是对于陶瓷在 0.5 微米至 2 微米的范围内,对于金属陶瓷在 0.75 微米至 4 微米的范围内。

[0081] 当球 1、输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 由硬化钢制成时,用于涂敷涂层的工艺需

要重点考虑,硬化钢是在此所述的变速器的许多实施例中使用的材料。用于涂敷陶瓷和金属陶瓷的某些工艺要求高温,并且将降低球 1、输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 的硬度,影响性能并导致过早失效。低温涂敷工艺是理想的,并且其中若干是可用的,包括低温真空电镀、DC 脉冲电抗磁控管溅射、等离子增强的化学蒸镀 (PE-CVD),不平衡磁控管物理蒸镀和电镀。电镀工艺是有吸引力的,这是因为其成本低并且可用普通电镀液获得希望的涂敷特性。借助用碳化硅或氮化硅共同沉积的 (co-deposited) 无电镀的镍或电镀的镍将滚动部件浸没在碳化硅或氮化硅的电镀液中是很适于大量生产的低温方案。应注意,除了所提到的材料之外,也可使用其它材料。借助该涂敷工艺,部件被容纳在笼中,浸没在电镀液中,并被摇动,以便使溶液接触所有表面。涂层的厚度受到部件浸没在电镀液中的时间长度的控制。例如,某些实施例将借助共同沉积的无电镀的镍使用氮化硅浸泡部件四 (4) 小时,以获得适当的涂层厚度,但这仅是一示例,用于形成涂层并控制其厚度的许多方式都是已知的,并且可根据希望的性能、希望的厚度和制造部件所用的基材或贱金属而使用。

[0082] 图 1、2 和 3 示出被遮蔽在壳体 40 中的无级变速器 100 的实施例,所述壳体 40 保护变速器 100,容纳润滑剂,对准变速器 100 的部件,并吸收变速器 100 的力。在某些实施例中,壳体盖 67 遮盖壳体 40,并且该壳体盖 67 大致成形为带孔的盘,该孔通过其中心,输入轴穿过该孔。壳体盖 67 在其外径处具有一套螺纹,该螺纹连接到壳体 40 的内径上对应的一套螺纹中。但在其它实施例中,壳体盖 67 可通过卡环和壳体 40 中对应的槽紧固至壳体 40 或保持就位,并因此不需要在其外径处形成螺纹。在利用紧固件附装壳体盖 67 的实施例中,壳体盖 67 延伸至壳体 40 的内径,以便使壳体紧固件 (未示出) 可穿过壳体盖 67 中对应的孔,所述壳体紧固件用于将壳体 40 螺栓连接至变速器 100 所附装的机器。所示实施例的壳体盖 67 具有圆筒形部分,该圆筒形部分从靠近壳体盖 67 的外径的区域向变速器 100 的输出侧延伸,用于额外支承变速器 100 的其它部件。在所示变速器 100 的实施例的核心处,多个球 1 典型地是球形的,并且典型地绕变速器 100 的转动的中心线或纵向轴线 11 基本均匀地或对称地径向分布。在所示的实施例中,使用八个球 1。然而,应注意,根据变速器 100 的用途可使用更多或更少的球 1。例如,变速器可包括 3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 或更多个球。多于 3、4 或 5 个球的设置可较广泛地分布施加在各个球 1 及其与变速器 100 的其它部件的接触点上的力,并且可减小防止变速器 100 在球 1 接触斑点处打滑所必需的力。某些在低转矩高传动比应用中的实施例使用较少的直径较大的球 1,而在高转矩高传动比应用中的某些实施例可使用较多的直径较大的球 1。在高转矩低传动比并且高效率不重要的应用中的其它实施例使用较多直径较小的球 1。最后,在低转矩并且高效率不重要的应用中的某些实施例使用较少的直径较小的球 1。

[0083] 球轴 3 穿过孔插入,以为每个球 1 限定转动轴线,所述孔延伸通过每个球 1 的中心。球轴 3 是大致细长的轴,球 1 在该轴上转动,并且球轴 3 的两端伸出穿过球 1 的孔的两侧。某些实施例具有圆柱形的球轴 3,但可使用任意形状的球轴。球 1 安装成可绕球轴 3 自由转动。

[0084] 在某些实施例中,利用轴承 (未单独示出) 来减小球轴 3 的外表面与穿过相应的球 1 的孔的表面之间的摩擦。这些轴承可以是位于沿着球 1 与其相应的球轴 3 的接触表面的任何位置处的任何类型的轴承,并且许多实施例将通过动力机械系统设计中常见的标准机械原理使这种轴承的寿命和效用最大。在这些实施例中的某些实施例中,在穿过球 1 的

孔的每个端部处定位有径向轴承。这些轴承可包含孔的内表面或球轴 3 的外表面作为其座圈,或者这些轴承可包括配合在适当的腔中的单独的座圈,所述适当的腔形成在每个球 1 的孔中和每个球轴 3 上。在一个实施例中,用于轴承的腔(未示出)通过以下方式形成,即使穿过每个球 1 的孔至少在两端处扩大适当的直径,以便使径向轴承、滚子、球或其它类型的轴承可装配到并保持在如此形成的腔中。在另一个实施例中,球轴 3 涂覆减小摩擦的材料,例如巴氏合金、特氟龙或其它这种材料。

[0085] 许多实施例也可通过在球轴 3 的孔中引入润滑剂使球轴 3 与球 1 之间的摩擦最小。润滑剂可通过压力源注射到围绕球轴 3 的孔中,或者润滑剂可通过形成在球轴 3 本身上的膛线或螺旋槽被抽吸到孔中。在下文中进一步讨论球轴 3 的润滑。

[0086] 在图 1 中,球 1 的转动轴示出为沿将变速器置于高速比的方向倾斜,其中输出速度大于输入速度。如果球轴 3 是水平的,即平行于变速器 100 的主轴线,则变速器 100 输入转速与输出转速的比是 1 : 1,其中输入和输出转速相等。在图 2 中,球 1 的转动轴示出为沿变速器处于低速比的方向倾斜,这意味着输出速度小于输入速度。为了简单的目的,在图 2 中仅对当变速器 100 换档时改变位置或取向的部件加注了附图标记。

[0087] 图 1、2、4 和 5 示出球 1 的轴如何在操作中倾斜以使变速器 100 换档。参照图 5,球轴 3 在其靠近延伸超过贯穿球 1 的孔的端部的每个端部处附装有多腿 2,所述腿 2 在大多数实施例中通常是支杆。每个腿 2 从其附装至相应球轴 3 的点朝向变速器 100 的轴线径向地向内延伸。在一个实施例中,每个腿 2 都具有通孔,该通孔接收球轴 3 中的一个的相应端部。球轴 3 优选地延伸通过腿 2,以便使其端部超过每个腿 2 露出。在所示实施例中,球轴 3 有利地具有滚子 4,所述滚子 4 同轴地并且滑动地定位在球轴 3 露出的端部上。滚子 4 是大致圆柱形轮,该轮配合在球轴 3 在腿 2 外侧并超过腿 2 的部分上,并且可绕球轴 3 自由地转动。滚子 4 可经由弹簧锁片或其它这种机构附装至球轴 3,或者它们可自由地支承在球轴 3 上。滚子 4 可例如是径向轴承,其中轴承的外座圈形成轮或滚动表面。如图 1 和 7 所示,滚子 4 和球轴 3 的端部配合在槽 86 中,所述槽 86 由一对定子 80a、80b 形成或形成在该对定子 80a、80b 中。

[0088] 图 5 和 7 示出一个实施例的定子 80a、80b。示出的输入定子 80a 和输出定子 80b 大致是在球 1 的两侧上环绕变速器的纵向轴线 11 定位的平行盘的形式。许多实施例的定子 80a、80b 分别由输入定子板 81a 和输出定子板 81b 组成,所述输入定子板 81a 和输出定子板 81b 是厚度基本均匀并具有多个孔的大致环状的盘,下文将进一步讨论所述多个孔。每个输入和输出盘 81a、81b 都具有面向球 1 的第一侧面和背向球 1 的第二侧面。定子板 81a、81b 的第一侧面附装有多定子弯曲部 82。定子弯曲部 82 是附装或固定至定子板 81a、81b 的弯曲表面,每个定子弯曲部 82 都具有面向球 1 的凹面 90 和背向球 1 的凸面 91,并接触其相应的定子板 81。在某些实施例中,定子弯曲部 82 与定子板 81a、81b 形成一体。许多实施例的定子弯曲部 82 具有基本均匀的厚度,并具有用于将定子弯曲部 82 相互对准并附装至定子板 81 的至少一个孔。许多实施例或使用整体部分的定子板 81a、81b 的定子弯曲部 82 包括接收平坦间隔器 83 的狭槽 710,所述平坦间隔器 83 可以进一步定位并对准定子弯曲部 82 和定子板 81a、81b。平坦间隔器 83 是基本平坦的,并且是在输入定子 80a 与输出定子 80b 之间延伸并相互连接输入定子 80a 与输出定子 80b 的刚性材料的大致矩形件。平坦间隔器 83 配合在形成在定子弯曲部 82 中的狭槽 710 内。在所示实施例中,平坦间隔器

83 未被紧固或以其它方式连接至定子弯曲部 82 ;然而,在某些实施例中,平坦间隔器 83 通过焊接、粘合或紧固件附装至定子弯曲部 82。

[0089] 仍如图 7 所示,在平坦间隔器 83 的径向内侧定位有多个圆柱形间隔器 84,所述圆柱形间隔器 84 是大致圆柱形的,并至少在每个端部处具有孔,所述圆柱形间隔器 84 也连接并定位定子板 81 或定子弯曲部 82。圆柱形间隔器 84 的孔接收在每个端部处的一个间隔器紧固件 85。间隔器紧固件 85 设计成将定子板 81a、81b、定子弯曲部 82、平坦间隔器 83 和圆柱形间隔器 84 夹紧并保持在一起,上述这些部件共同形成保持架 89。保持架 89 保持球 1 的径向和角度位置,并使球 1 相互对准。

[0090] 球 1 的转动轴通过从变速器 100 的轴线径向地向外移动输入侧或输出侧腿 2 而改变,使球轴 3 倾斜。此时,每个滚子 4 都配合在槽 86 中并跟随槽 86,该槽 86 稍大于滚子 4 的直径,并且由每对相邻的定子弯曲部 82 之间的空间形成。滚子 4 因此沿定子弯曲部 82 的侧面 92、93- 即每个定子弯曲部 82 的第一侧面 92 和第二侧面 93- 的表面滚动以便保持球轴 3 的运动平面与变速器 100 的纵向轴线 11 共线。在许多实施例中,每个滚子 4 都在变速器 100 的输入侧上的定子弯曲部 82 的第一侧面 92 上滚动,并且在对应的输出定子弯曲部 82 的对应的第一侧面 92 上滚动。典型地在这种实施例中,变速器 100 的力防止滚子 4 在正常操作中接触定子弯曲部 82 的第二侧面 93。滚子 4 的直径稍小于形成在定子弯曲部 82 之间的槽 86 的宽度,在槽 86 的边缘与每个对应的滚子的圆周之间形成小间隙。如果输入定子 80a 和输出定子 80b 上的相对套定子弯曲部 82 良好地对准,则滚子 4 的圆周与槽 86 之间的小间隙将允许球轴稍微倾斜并变成与变速器 100 的纵向轴线 11 不对准。这种情况产生侧滑,在这种情况下,球轴 3 可以稍微横向地移动,这降低了传动效率。在某些实施例中,变速器 100 的输入和输出侧上的定子弯曲部 82 可彼此稍微偏移,从而使球轴 3 保持与变速器 100 的轴线平行。球 1 施加至球轴 3 的任何切向力,主要是横过轴线 (transaxial) 的力,都由球轴 3、滚子 4 和定子弯曲部 82 的第一侧面 92、93 吸收。当变速器 100 通过改变球 1 的转动轴换档至较低或较高传动比时,位于单个球轴 3 的相对端部上的成对滚子 4 中的每一个都通过滚上或滚下槽 86 的相应侧而沿其各自对应的槽 86 在相反方向上移动。

[0091] 参照图 1 和 7,保持架 89 可借助一个或多个壳体连接器 167 刚性地附装至壳体 40。壳体连接器 160 从平坦间隔器 83 的径向最外部分大致垂直地延伸。壳体连接器 160 可被紧固至平坦间隔器 83,或者可与平坦间隔器 83 形成一体。大致由壳体连接器 160 的外侧形成的外径的尺寸与壳体 40 的内径相同,并且壳体 40 和壳体连接器 160 中的孔用于标准或特制紧固件,所述紧固件将壳体连接器 160 刚性地附装至壳体 40,从而支撑壳体 40 并防止壳体 40 移动。壳体 40 具有安装孔,所述安装孔用于壳体 40 到框架或其它结构体的附装。在其它实施例中,壳体连接器 160 可形成为壳体 40 的一部分,并且提供用于附装平坦间隔器 83 或其它保持架 89 部件的位置,以便移动保持架 89。

[0092] 图 1、5 和 7 示出一实施例,该实施例包括附装至每个腿 2 的一对定子轮 30,所述定子轮 30 沿靠近侧面 92、93 的边缘的路径在弯曲表面 82 的凹面 90 上滚动。定子轮 30 大致在球轴 3 穿过腿 2 的区域中附装至腿 2。定子轮 30 可借助穿过一孔的定子轮销 31 或通过其它附装方法附装至腿 2,所述孔穿过腿 2 并且大致垂直于球轴 3。定子轮 30 是同轴地并且滑动地安装在定子轮销 31 上,并且借助例如卡环的标准紧固件被固定。在某些实施例中,定子轮 30 是径向轴承,内座圈安装至定子轮销 31,并且外座圈形成滚动表面。在某些实

施例中,在腿 2 的每个侧面上都定位有一个定子轮 30,该定子轮 30 与腿 2 具有足够的间隙以允许当变速器 100 换档时定子轮 30 相对于变速器 100 的纵向轴线 11 沿凹面 90 径向地滚动。在某些实施例中,凹面 90 成形为绕一半径是同心的,所述半径从变速器 100 的纵向轴线 11 由球 1 的中心形成。

[0093] 仍参照图 1、5 和 7,示出导向轮 21,所述导向轮 21 可附装至腿 2 最靠近变速器 100 的纵向轴线 11 的端部。在所示实施例中,导向轮 21 被插入到形成在腿 2 的端部中的狭槽中。导向轮 21 借助导向轮销 22 或通过任何其它附装方法在腿 2 的狭槽中保持就位。导向轮 21 同轴地并且滑动地安装在插入孔中的导向轮销 22 上,所述孔形成在导向轮 21 每侧上的腿 2 中,并且垂直于狭槽的平面。在某些实施例中,腿 2 设计成可较轻微地弹性偏转,以便允许变速器 100 的部件的制造公差。球 1、腿 2、球轴 3、滚子 4、定子轮 30、定子轮销 31、导向轮 21 和导向轮销 22 共同形成图 5 所示的球 / 腿组件 403。

[0094] 参照图 4、6 和 7 所示的实施例,通过转动位于壳体 40 外部的杆 10 致动换档。杆 10 用于缠绕和展开 (unwrap) 柔性输入缆索 155a 和柔性输出缆索 155b,所述柔性输入缆索 155a 和柔性输出缆索 155b 在其各自的第一端部处附装至杆 10,并且以相反的方向缠绕杆 10。在某些实施例中,当如图 6 示出的杆 10 那样从右到左观察时,输入缆索 155a 逆时针缠绕杆 10,并且输出缆索 155b 顺时针缠绕杆 10。输入缆索 155a 和输出缆索 155b 都延伸通过壳体 40 中的孔,并继而通过输入柔性缆索外壳 151a 和输出柔性缆索外壳 151b 的第一端部。所示实施例的输入柔性缆索外壳 151a 和输出柔性缆索外壳 151b 是柔性细长的管,所述管导向输入缆索 155a 和输出缆索 155b,使其径向地向内朝向纵向轴线,继而纵向地穿出定子板 81a、b 中的孔,并继而再次径向地向内,在该位置处,输入和输出柔性缆索外壳 151a、b 的第二端部分别插入并附装至输入和输出刚性缆索外壳 153a、b 的第一端部。输入和输出刚性缆索外壳 153a、b 是非柔性的管,缆索 155a、b 穿过所述非柔性的管,并且从柔性缆索外壳 151a、b 的第二端部被径向地向内导向,继而引导缆索 155a、b 纵向地穿过定子板 81a、b 中的孔并朝向刚性缆索外壳 153a、b 靠近惰轮 18 的第二端部。在许多实施例中,缆索 155a、b 在其第二端部处借助传统的缆索紧固件或其它适当的附装装置附装至输入换档导向器 13a 和输出换档导向器 13b(下文进一步说明)。如下文将要进一步讨论的,换档导向器 13a、13b 沿纵向轴线 11 轴向地定位惰轮 18,并径向地定位腿 3,由此改变球 1 的轴和变速器 100 的传动比。

[0095] 如果杆 10 由使用者手动地或借助动力源辅助相对于杆 10 的轴线如图 6 所示从右到左逆时针转动,则输入缆索 155a 从杆 10 展开,并且输出 155b 缠绕到杆 10 上。因此,输出缆索 155b 的第二端部将拉力施加至输出换档导向器 13b,并且输入缆索 155a 从杆 10 展开相称的量。这使惰轮 18 向变速器 100 的输出侧轴向地移动,并且使变速器 100 向低换档。

[0096] 仍参照图 4、5 和 7,所示换档导向器 13a、b 每个都是具有内径和外径的环状环的形式,并且被成形为具有两个侧面。第一侧面是大致直的平面,该平面经由两套惰轮轴承 17a、17b 动态地接触并轴向地支承惰轮 18,所述两套惰轮轴承 17a、17b 每套都与相应的换档导向器 13a、b 相联。每个换档导向器 13a、b 背向惰轮 18 的第二侧面是凸轮侧面,该凸轮侧面从朝向换档导向器 13a、b 的内径的直的或平坦的径向表面 14 过渡到朝向换档导向器 13a、b 的外径的凸曲面 97。在换档导向器 13a、b 的内径处,纵向管状套筒 417a、b 向相对的换档导向器 13a、b 轴向地延伸,以便与来自换档导向器 13a、b 的管状套筒 417a、b 相配合。在某

些实施例中,如图 4 所示,输入侧换档导向器 13a 的管状套筒具有一部分,该部分的内径向外扩孔以接收输出换档导向器 13b 的管状套筒。相应地,输出侧换档导向器 13b 的管状套筒的外径的一部分被去除,以允许管状套筒 417a、b 的一部分插入到输入侧换档导向器 13a 的管状套筒 417a、b 中。这为这种实施例的换档导向器 13a、b 提供了额外的稳定性。

[0097] 图 4 所示的换档导向器 13a、b 的剖视侧视图表明,在该实施例中,如果球轴 3 与变速器 100 的纵向轴线 11 平行,则背向的侧面的平坦表面 14 的轮廓垂直于纵向轴线 11,直到导向轮 21 与换档导向器 13a、b 接触的径向点。从该点向外向换档导向器 13a、b 的周边移动,换档导向器 13a、b 的轮廓以凸起形状弯曲。在某些实施例中,换档导向器 13a、b 的凸曲面 97 不是一个半径,而是由多个半径组成,或以双曲线、渐近线或其它方式成形。当变速器 100 向低换档时,输入导向轮 21a 在换档导向器 13a 的平坦部分 14 上向纵向轴线 11 滚动,并且输出导向轮 21b 在换档导向器 13b 的凸曲面 97 上远离纵向轴线 11 滚动。换档导向器 13a、b 可通过以下方式附装至彼此,即,使输入换档导向器 13a 的管状套筒形成有阳螺纹,并且使输出套筒 13b 的管状套筒形成有阴螺纹,或者相反,并且使换档导向器 13a、b 螺纹连接在一起。输入和输出换档导向器 13a、b 中的一个也可压到输入和输出换档导向器 13a、b 中的另一个中。换档导向器 13a、b 也可通过诸如粘合、金属粘着、焊接或任何其它方式附装。

[0098] 两个换档导向器 13a、b 的凸曲面 97 用作凸轮表面,每个都接触并推动多个导向轮 21。每个换档导向器 13a、b 的平坦表面 14 和凸曲面 97 接触导向轮 21,从而使换档导向器 13a、b 沿纵向轴线 11 轴向地移动,导向轮 21 支承在换档导向器 13a、b 的表面 14、97 上并沿其在大致径向方向上移动,迫使腿 2 从纵向轴线 11 向外或朝向纵向轴线 11 径向地向内移动,由此改变球轴 3 和相关球 1 的转动轴线的角度。

[0099] 参照图 4 和 7,某些实施例的惰轮 18 位于形成在换档导向器 13a、b 的第一侧面与套筒部分之间的槽中,并且因而与换档导向器 13a、b 一起移动。在某些实施例中,惰轮 18 是大致管状的,并且具有一个外径,沿其内径的中心部分基本是圆筒形的,在其内径的每个端部上设有输入和输出惰轮轴承 17a、b。在其他实施例中,惰轮 18 的外径和内径可以是不均匀的,并且可以变化或者是任意形状,例如是带斜坡的或弯曲的。惰轮 18 具有两个侧面,一个靠近输入定子 80a,另一个靠近输出定子 80b。惰轮轴承 17a、17b 提供惰轮 18 与换档导向器 13a、13b 之间的滚动接触。惰轮轴承 17a、17b 绕换档导向器 13a、b 的套筒部分同轴地定位,允许惰轮 18 绕变速器 100 的轴线自由转动。绕变速器 100 的纵向轴线 11 配合有套筒 19,该套筒 19 配合在换档导向器 13a、b 的内径内部。套筒 19 是大致管状的部件,该大致管状的部件被保持成通过输入套筒轴承 172a 和输出套筒轴承 172b 与每个换档导向器 13a、b 的内部轴承座圈表面可操作地接触。套筒轴承 172a、b 通过沿与换档导向器 13a、b 的座圈互补的外轴承座圈滚动而使套筒 19 可转动。惰轮 18、惰轮轴承 17a、17b、套筒 19、换档导向器 13a、13b 和套筒轴承 172a、172b 共同形成惰轮组件 402,如图 4 所示。

[0100] 参照图 4、7 和 8,某些实施例的套筒 19 的内径形成螺纹,以接收惰轮杆 171 的螺纹插入。惰轮杆 171 是沿变速器 100 的纵向轴线 11 延伸的大致圆柱形杆,在某些实施例中,惰轮杆 171 沿其长度至少部分地形成螺纹,以允许插入到套筒 19 中。惰轮杆 171 的面向变速器 100 的输出侧的第一端部优选地螺纹穿过套筒 19,延伸出套筒 19 的输出侧,并且在该处插入到输出盘 101 的内径中。

[0101] 如图 8 所示,某些实施例中的输出盘 101 是大致圆锥形的盘,该大致圆锥形的盘形成有轮辐以减小重量,并具有从其内径向变速器 100 的输出侧轴向地延伸的管状套筒部分。输出盘 101 将输出转矩传递至传动轴、车轮或其它机械部件。输出盘 101 在球 1 的输出侧上接触球 1,并且以除了 1 : 1 之外的速比以与变速器的输入转动不同的速度转动。输出盘 101 用于在惰轮杆 171 的第一端部处引导并对中惰轮杆 171,从而使套筒 19、惰轮 18 和换档导向器 13a、b 保持与变速器 100 的轴线同中心。或者,可在惰轮杆 171 上惰轮杆 171 与输出盘 101 的内径之间定位有环状轴承,以使摩擦最小。惰轮杆 171、套筒 19、换档导向器 13a、b 和惰轮 18 可操作地连接,并且当变速器 100 换档时,全都一起轴向地移动。

[0102] 参照图 2,位于输入换档导向器 13a 和定子 80a 之间的锥形弹簧 133 向低偏压变速器 100 的换档。参照图 1,接触靠近输出盘 101 的周边的轴承座圈的输出盘轴承 102 吸收由变速器 100 产生的轴向力,并将其传递至壳体 40。壳体 40 具有对应的轴承座圈,以引导输出盘轴承 102。

[0103] 参照图 4、5 和 7,换档导向器 13a、b 的轴向移动的限制限制了变速器 100 的换档范围。轴向移动受到定子板 81a、b 上的内侧面 88a、b 的限制,换档导向器 13a、13b 接触所述内侧面 88a、b。在最高传动比下,换档导向器 13a 接触输入定子板 81a 上的内侧面 88a,而在最低传动比下,换档导向器 13b 接触输出定子板 81b 上的内侧面 88。在许多实施例中,换档导向器 13a、b 的凸曲面 97 的曲率是以下参数的函数,即,球 1 的中心到导向轮 21 的中心的距离、导向轮 21 的半径、形成在两个导向轮 21 与球 1 的中心之间的直线之间的角度以及球 1 的轴线的倾斜角度。下文参照图 25、26 和 27 说明这种关系的示例。

[0104] 现在参照图 1、5 和 7 示出的实施例,每个腿 2 可借助定子轮销 31 附装有一个或多个定子轮 30,所述定子轮销 31 插入穿过每个腿 2 中的孔。定子轮销 31 具有适当的尺寸,并被设计成允许定子轮 30 在每个定子轮销 31 上自由转动。定子轮 30 沿定子弯曲部 82 面向球 1 的凹下的弯曲表面 90 滚动。定子轮 30 提供轴向支承,以防止腿 2 轴向地移动,并保证当变速器 100 换档时,球轴 3 可容易地倾斜。

[0105] 参照图 1 和 7,与定子 80a 相邻的带轮辐的输入盘 34 部分地封装(encapsulate)但总体上不接触定子 80a。输入盘 34 可以具有两个或更多个轮辐,或者可以是实体盘。轮辐减小了重量,并且有助于变速器 100 的组装。在其它实施例中,可使用实体盘。输入盘 34 具有两个侧面,第一侧面与球 1 接触,并且第二侧面背对第一侧面。输入盘 34 是大致环状的盘,该大致环状的盘同轴地配合在其内径处的一套阴螺纹或螺母 37 上,并从该套阴螺纹或螺母 37 径向地延伸。如果所使用的壳体 40 是这种类型,即,封装球 1 和输入盘 34,并且借助穿过壳体 40 上凸缘中的螺栓孔的传统螺栓安装至诸如底盘或框架的刚性支承结构 116,则输入盘 34 的外径设计成配合在壳体 40 内。如上所述,输入盘 34 沿输入盘 34 的第一侧面——面向球 1 的侧面——的唇缘上的圆周斜坡状或支承接触表面与球 1 转动接触。同样如上所述,输入盘 34 的某些实施例具有插入其内径的一套阴螺纹 37 或螺母 37,并且螺母 37 螺纹连接在螺杆 35 上,由此使输入盘 34 与螺杆 35 接合。

[0106] 参照图 1 和 4,螺杆 35 附装至传动轴 69,并通过传动轴 69 转动。传动轴 69 是大致圆柱形的,并且具有内孔、轴向地面向输出侧的第一端部、轴向地面向输入侧的第二端部和大致恒定的直径。在第一端部处,传动轴 69 刚性地附装至输入转矩部件,并通过该输入转矩部件转动,该输入转矩部件通常是来自马达的齿轮、链轮或曲轴。传动轴 69 具有从其

第二端部延伸的轴向键 109,以接合并转动形成在螺杆 35 的内径上的对应的一套键。一套中心传动轴斜坡 99 在第一侧上总体上是一环状盘上的一套凸起倾斜表面,所述环状盘同轴地定位在传动轴 69 上,所述一套中心传动轴斜坡 99 具有与传动轴 69 上的键 109 相配合的配合尖端 (prongs),由传动轴 69 转动,并能够沿传动轴 69 轴向地移动。销环 195 接触中心传动轴斜坡 99 的第二侧面。销环 195 是同轴地定位在惰轮杆 171 上的刚性环,能够轴向移动,并且具有用于保持惰轮销 196 与惰轮杆 171 对准的横向孔。惰轮销 196 是细长的刚性杆,该刚性杆比销环 195 的直径稍长,插入穿过惰轮杆 171 中的细长狭槽 173,并且当其被插入到销环 195 的孔中时,在其第一和第二端部处延伸稍微超过销环 195。惰轮杆 171 中的细长狭槽 173 允许当变速器 100 从 1 : 1 向高换档时,惰轮杆 171 在如图 1 所示那样观察时向右方轴向移动,而不接触销 196。然而,当变速器 100 从 1 : 1 向低换档时,细长狭槽 173 的输入端上的侧面接触销 196,该销 196 继而经由销环 195 可操作地接触中心传动轴斜坡 99。因而当变速器在 1 : 1 与低之间时,惰轮杆 171 可操作地连接至中心传动轴斜坡 99,从而当惰轮杆 171 轴向地移动时,中心传动轴斜坡 99 也与惰轮杆 171 一起轴向地移动。中心传动轴斜坡 99 的斜坡表面可以是螺旋状的、弯曲的、直线的或任何其它形状的,并且与一套对应的中心支承盘斜坡 98 可操作地接触。中心支承盘斜坡 98 具有与中心传动轴斜坡 99 互补并相对的斜坡面。在面对变速器 100 的输出侧的第一侧面上,中心支承盘斜坡 98 面对中心传动轴斜坡 99,接触中心传动轴斜坡 99,并被中心传动轴斜坡 99 驱动。

[0107] 中心支承盘斜坡 98 刚性地附装至支承盘 60,该支承盘 60 是定位成可绕变速器 100 的纵向轴线 11 同轴地转动的大致环状的盘。支承盘 60 在其背向球 1 的侧面上的周边附近具有轴承座圈,该轴承座圈接触支承盘轴承 66。支承盘轴承 66 是在支承盘 60 的周边处的环状止推轴承,并且位于支承盘 60 与壳体盖 67 之间。支承盘轴承 66 为支承盘 60 提供轴向和径向支承,并且继而被壳体盖 67 上的轴承座圈支承,该壳体盖 67 与壳体 40 一起用于部分地封装变速器 100 的内部部件。

[0108] 参照图 1,壳体盖 67 是大致环状的盘,该盘从传动轴 69 延伸,并具有管状部分,该管状部分从其周边或其周边附近向输出端延伸,并且所述盘还具有穿过其中心的孔。壳体盖 67 吸收由变速器 100 产生的轴向和径向力,并密封变速器 100,由此防止润滑剂泄漏并防止污染物进入。壳体盖 67 是静止的,并且在某些实施例中,借助传统紧固方法刚性地附装至壳体 40,或者可在其外径上具有阳螺纹,该阳螺纹与壳体 40 的内径上对应的阴螺纹相配合。如上所述,壳体盖 67 具有轴承座圈,该轴承座圈接触靠近支承盘 60 的周边的支承盘轴承 66,该支承盘轴承 66 位于壳体盖 67 的管状延伸部输出端的内侧。壳体盖 67 在其环状部分的内径附近还具有面向输出侧的第二轴承座圈,该第二轴承座圈与传动轴轴承 104 相配合。传动轴轴承 104 是为传动轴 69 提供径向和轴向支承的组合止推和径向轴承。传动轴 69 具有形成在其外径上面对输入侧的轴承座圈,该轴承座圈与传动轴轴承 104 相配合,并将有螺杆 35 产生的轴向力传递至壳体盖 67。输入轴承 105 增加对传动轴 69 的支承。输入轴承 105 同轴地定位在传动轴 69 上,并且与在壳体盖 67 的内径上面对变速器 100 的输入侧的第三座圈相配合。在传动轴 69 上螺纹连接有一锥形螺母 106,该锥形螺母 106 支承输入轴承 105,所述锥形螺母 106 是带大致圆筒形螺纹的螺母,该螺母具有一轴承座圈,该轴承座圈设计成为输入轴承 105 提供运行表面。

[0109] 参照图 1 所示的实施例,支承盘 60 刚性地附装有一套多个周边斜坡 61,所述周边

斜坡 61 总体上形成绕纵向轴线 11 的环。周边斜坡 61 是多个倾斜表面,所述倾斜表面绕纵向轴线 11 径向地定位,并且定位成抵靠在或形成在支承盘 60 上,并且面向输出侧。所述倾斜表面可以是弯曲的、螺旋状的、直线的或任何其它形状的,并且每个表面都产生一楔状物,该楔状物产生施加至多个斜坡轴承 62 中的一个的轴向力。斜坡轴承 62 是球形的,但也可以是圆柱形、圆锥形或其它几何形状的,并且被容纳在轴保持架 63 中。所示实施例的轴保持架 63 是大致环形的,并具有容纳各斜坡轴承 62 的多个孔。输入盘 34 刚性地附装有或作为其一部分形成有一套输入盘斜坡 64。某些实施例中的输入盘斜坡 64 在斜坡面向输入侧的情况下与周边斜坡 62 互补。在其它实施例中,输入盘斜坡 64 是轴承座圈的形式,该轴承座圈径向地对准斜坡轴承 62 并使其定中心。斜坡轴承 62 通过在周边斜坡 61 和输入盘斜坡 64 的斜面上向上或向下滚动而响应于转矩的变化。

[0110] 现在参照图 1 和 4,轴向力产生器 160 由各种产生轴向力的部件构成,所述轴向力被产生并施加至输入盘 34,以增大输入盘 34 与球 1 之间的法向接触力,所述法向接触力是输入盘 34 在转动球 1 时利用的摩擦力中的分量。变速器 100 产生足够的轴向力,从而使输入盘 34、球 1 和输出盘 101 在它们的接触点处不打滑,或者仅打滑可接受的量。当施加至变速器 100 的转矩的幅度增大时,需要适当的量的额外轴向力来防止打滑。而且,在低速比比在高速比或在 1 : 1 速比需要更大的轴向力以防止打滑。然而,在高速比或 1 : 1 速比时提供太大的力将缩短变速器 100 的寿命、降低效率和 / 或需要较大的部件以吸收增大的轴向力。理想地,轴向力产生器 160 将在变速器 100 换档时和在转矩变化时改变施加至球 1 的轴向力。在某些实施例中,变速器 100 同时实现这些目的。螺杆 35 设计并构造成提供与由周边斜坡 61 产生的轴向力分开并且不同的轴向力。在某些实施例中,螺杆 35 产生比周边斜坡 61 产生的轴向力小的轴向力,但在变速器 100 的其它版本中,螺杆 35 构造成产生比周边斜坡 61 产生的轴向力大的力。当转矩增大时,螺杆稍微转动到螺母 37 中更远,以使轴向力增大与转矩的增大成比例的量。如果变速器 100 处于 1 : 1 速比,并且使用者或车轮换档至较低速度,则惰轮杆 171 与套筒 19、套筒轴承 172、换档导向器 13a、b 和惰轮 18 一起向输入侧轴向地移动。惰轮杆 171 通过销 196 和销环 195 接触中心传动轴斜坡 99,使中心传动轴斜坡 99 向输出侧轴向地移动。中心传动轴斜坡 99 的斜坡表面接触中心支承盘斜坡 98 的斜坡表面,使中心支承盘斜坡 98 转动支承盘 67 并使周边斜坡 61 与斜坡轴承 62 和输入盘斜坡 64 接合。中心传动轴斜坡 99 和中心支承盘斜坡 98 实现转矩分配功能,将来自螺杆 35 的某些转矩转移至周边斜坡 61。这增大了通过周边斜坡 61 传递的转矩的百分比,并且由于周边斜坡 61 对转矩是敏感的,如上所述,因此产生的轴向力的量增大。

[0111] 仍参照图 1 和 4,当换档至低时,惰轮 18 向输出侧轴向地移动,并且被接触斑点中的力的反作用拉向低。惰轮 18 越向低移动,它就被拉动得越强。当换档至高时也会发生该“惰轮拉动”,该“惰轮拉动”随着横穿接触和换档角度的法向力的增大而增大。由于作用在接触斑点中的横向力的集中而发生惰轮拉动,其效果被称为扭转 (spin)。扭转出现在三个接触斑点处,即,球接触输入盘 34、输出盘 101 和惰轮 18 的点。与在球 1 与输入和输出盘 34、101 之间的接触点处由扭转产生的力的幅度相比,在惰轮 18 与球 1 之间的接触点处由扭转产生的力的幅度最小。由于在惰轮 18 与球 1 界面的接触斑点处产生的最小扭转,因此由于下述理由而忽略该接触斑点。扭转可被认为是在输入盘 34 和球 1 处以及在输出盘 101 和球 1 处的接触斑点中的效率损失。扭转产生垂直于球 1 和盘 34、101 的滚动方向的横向

力。在 1 : 1 速比时,在输入和输出接触斑点处由扭转或接触扭转产生的横向力是相等且相反的,并且基本抵消。在这种情况下,惰轮 18 上没有轴向拉动。然而,当变速器 100 例如向低换档时,输入盘 34 和球 1 处的接触斑点移动远离球 1 的轴线或极点。这减小了扭转和垂直于滚动方向产生的横向力。同时,输出盘 101 和球 1 的接触斑点移动靠近球 1 的轴线或极点,这增大了扭转和由此产生的横向力。这产生了一种情况,其中在变速器 100 的输入和输出侧上由扭转产生的横向力不相等,并且因为输出接触上的横向力较大,因此输出盘 101 与球 1 之间的接触斑点移动靠近球 1 的轴线。变速器 100 换档得越低,在接触部处施加在球 1 上的横向力就越强。当换档至高时,在球 1 上由扭转产生的横向力沿相反方向施加力。附装至球轴 3 的腿 2 将拉动传递至换档导向器 13a、b,并且因而换档导向器 13a、b 可操作地附装至惰轮 18 和套筒 19,因此轴向力被传递至惰轮杆 171。当横穿接触部的法向力增大时,在所有速比下的接触扭转的影响增大,并且效率降低。

[0112] 仍参照图 1 和 4,当变速器 100 换档至低时,传递至换档杆 171 的拉动导致在图 1 中观察时向左的轴向力,这使得输入转矩从螺杆 15 转移至周边斜坡 61。当变速器 100 换档至最低时,惰轮杆 171 更强地拉动,导致中心传动轴斜坡 99 与中心支承盘斜坡 98 之间的相对运动,并且将更多的转矩转移至周边斜坡 61。这减小了通过螺杆 35 传递的转矩,并增大了通过周边斜坡 61 传递的转矩,导致轴向力增大。

[0113] 现在参照图 9、10 和 11,公开了包括电动机 / 发电机 601(MG 601) 的变速器 600。为简便起见,只描述变速器 100 与变速器 600 之间的区别。在一个实施例中,MG 601 为具有三个定子相位的 8 极 DC 电机。MG 801 可包括沿相反方向旋转的电气定子 682 和电气转子 694。MG 601 的速度定义为电气转子 694 与电气定子 682 之间的相对速度。在一个实施例中,电气定子 682 可操作地连接到惰轮 18,由于球 1 的行星效应反转了输入盘 34 的旋转,所以惰轮 18 沿与输入盘 34 相反的方向旋转。

[0114] 电气转子 694 在某些实施例中为旋转的磁钢圆柱体,并且刚性地连接到输入盘 34 上,其可制成与输入盘 34 为同一组件,或者可单独地制成并连接到输入盘 34 上。在某些实施例中,转子 694 利用绕着转子 694 环形定位且连接到转子 694 内径上的永磁体 680。在其它实施例中,转子 694 产生的磁场使用一个或多个电磁体。

[0115] 电气定子 682 包括缠绕多层叠片 686 的线圈 684,所述叠片 684 刚性地连接到定子安装件 630 上。在一个实施例中,具有 24 个相同的硅钢叠片,每个叠片都具有 18 个齿。定子安装件 630 还将电气定子 682 相对于转子 694 和磁体 680 定位,并定位了将电气定子 682 连接到电源的多条电线(未示出)。定子安装件 630 通过多个键轴承 636 连接到惰轮轴 602 上。

[0116] 惰轮轴 602 为位于变速器 600 中心的长圆柱形轴,其与纵轴线 11 同心,并且能够轴向移动惰轮 18,从而使变速器换档。线缆 676 容纳了 MG 601 的电线,该电线从电气定子 682 延伸,穿过定子安装件 630,终止于惰轮 602 内的插座。在一个实施例中,圆柱形插座 674 接收电气定子 682 的三个相位的导线,并将这三根导线连至旋转导体 672。圆柱形组件旋转导体 672 将电从插座 674 的旋转端传导到导体盖 668 的固定端。在一个实施例中,旋转导体 672 为使用液体金属(如水银)将电从旋转端传导到固定端的形式。在另一实施例中,使用集电环,但是也可使用其它适当的方法。从导体盖延伸有连接到电机控制器(未示出)的三根导线。电机控制器连接到电源(未示出)上。

[0117] 现在参考图 9 和 10, 惰轮 18 位于变速器 600 的输入侧。当惰轮 18 从变速器 600 的输入侧移动到输出侧时, 输出盘 101 的速度降低。另外, 因为转子 694 连接到输入盘 34, 并相对于电气定子 682 和惰轮 18 以恒定的速度旋转, 所以如果 MG 601 运行在恒定速度, 那么转子 694 的速度提高。其有效效果是, 在相对于 MG 601 的速度的所有速比中, 输入盘 101 的速度有显著的降低。

[0118] 在许多应用中, 如电动车和工业驱动中, 需要降低从电机传到输出装置的转速, 以获得必要的速度。变速器 600 与电机 601 结合另一效果是增加了转矩, 其与速度的降低成反比。这允许非常小的 MG 601 对给定应用产生所需转矩。变速器 600 与 MG 601 结合的其它效果包括共用轴、壳体和轴承。还有其它效果为, 在许多大转矩应用中, 输入盘 34 由磁钢制成, 当输入盘 34 和转子 694 制成一个零件时, 消除了环绕磁体 680 的磁钢的额外重量和成本。再一效果为, 可使用与变速器 600 中相同的流体来对电气定子 682 进行液体冷却。在电气定子 682 上附着相同的液体提供了通过 MG 601 输出更大功率的机会。在某些实施例中, 液体冷却的 MG 601 可利用变速器 600 中所用相同的流体、泵、管道和密封。其它效果为, 当变速器 600、MG 601 组合成一个单元时, 与三个单独的装置相比, 减小了其体积和重量。更小的体积和重量减小了惯量, 允许变速器 600 和 MG 601 安装进比其它方式所需更小的空间内。在电动车中, 更小的体积和重量就给电池或燃料电池提供了更多的空间。

[0119] 再一效果是, 消除了传统电动传动系中将电机连接到变速器、减速器的的联轴器和轴。再一效果是, 减少轴承所需数量, 并消除了电机、变速器和减速器之间的轴错位, 实现了提高效率。再一效果来自没有机械式输入到 MG 601、变速器 600 或减速器的事实。这提供了包括多个输入和输出的新式传动系设计的机会。

[0120] 仍参考图 9 和 10, 转子 694 连接到变速器 600 的输入侧和侧盖 612 上, 该侧盖 612 可使用标准紧固件刚性地固定到转子 694 上。侧盖 612 为盘型组件, 在一个实施例中, 其由钢制成, 但是也可使用其它材料。侧盖 612 用于容纳润滑剂、冷却液, 并用来保护和容纳变速器 600 的组件。转子 694 连接到变速器 600 的输出侧和端盖 658 上。端盖 658 可使用标准紧固件刚性地固定到转子 694 上, 在一个实施例中, 端盖由钢构成, 但也可使用其它材料。

[0121] 绕输出盘 101 外径且在端盖 658 的孔内设有输出盘轴承 605, 其可支撑径向载荷, 在某些实施例中可支撑轴向载荷, 并且允许输出盘 101 与端盖 658 之间的相对移动。绕着惰轮轴 602 且在侧盖 612 孔内设置的盖轴承 626 提供了转子 694 与惰轮轴 602 之间的相对移动, 并可支撑径向载荷, 在某些实施例中可支撑轴向载荷。在侧盖 612 与盖垫圈 698 之间设有用来防止侧盖 612 轴向移动的推力轴承 624。

[0122] 盖垫圈 628 刚性地连接到固定件换档螺杆 622, 该换档螺杆 622 可通过标准紧固件安装到刚性不移动的结构, 例如车架或底盘, 该刚性不移动结构能够承受通过变速器 600 传递的最大转矩。换档螺杆 622 上螺接有换档螺母 621, 换档螺母 621 的旋转使得惰轮 602 轴向移动, 将变速器 600 换档。换档螺母 621 大致为环形组件, 在其中心的孔上带有螺纹, 并不承受大的转矩。在某些实施例中, 换档螺母 621 由铝构成, 但也可使用其它材料, 包括塑料和钢。

[0123] 在所示实施例中, 变速器 600 为手动换档的, 但是也可使用旋转部件 (电机或其它适当的方法) 的离心力来自动换档。换档螺母 621 上可连接一个或多个手柄 618, 使得用户

可更加容易地转动换档螺母 621。换档螺母 621 通过标准紧固件连接到盘形换档环 620, 该换档环 620 具有位于中心的孔。在一个实施例中, 换档环 620 由与换档螺母 621 相同的材料构成, 但也可使用其它材料。换档螺母 621 和换档环 620 含有两个换档轴承 652a、b, 使换档螺母 621 与换档环 620 相对于销固定件 650 转动时的摩擦最小。

[0124] 销固定件 650 为中心具有孔的盘形组件, 其在换档螺母 622 上提供了间隙。销固定件 650 的轴线与纵向轴线 1 同轴, 可通过换档螺母 621 和换档环 620 中的沉孔对齐。销固定件 650 具有从其中心径向延伸的相隔 180 度的两个螺纹孔, 但也可使用更少或更多的螺纹孔。两个换档销 616a、b 为延伸进销固定件 650 的孔、通过换档螺杆 622 中的槽再延伸进换档螺杆 622 的孔的螺纹销, 在一个实施例中, 这两个换档销螺接进销固定件 650 的螺纹孔, 但也可压入、焊接入或使用其它适当的方法插入。换档销 616a、b 接触位于惰轮轴 602 上且在换档螺杆 622 内的两个销轴承 654a、b。销轴承 654a、b 提供旋转惰轮轴 602 与换档销 616a、b 之间的相对移动, 并吸收变速器 600 换档时产生的推力载荷。

[0125] 仍参考图 9 和 10, 在输入定子 80a 孔内且绕着惰轮轴 602 设有定子轴承 614, 以允许惰轮轴 602 与输入定子 80a 之间的轴向移动, 并承受径向载荷。在惰轮轴 602 的输入侧, 惰轮轴 602 上定子柱 608 的孔内设有轴轴承 610。在某些实施例中, 轴轴承 610 为滚针轴承或滚柱轴承, 其中滚子接触惰轮轴 602 的硬质磨光区域。这允许惰轮轴 602 以最小的摩擦相对于轴轴承 610 轴向移动。定子柱 608 大致为圆柱形组件, 在某些实施例中, 其由硬化钢制成, 但也可使用其它适当的材料。定子柱 608 第一端通过标准紧固件刚性地连接到保持架 89 上, 但是其也可焊接、压入保持架 89 的孔内或者与保持架 89 一体形成。定子柱 608 第二端刚性地连接到固定结构, 例如车架或底盘。为了提供定子柱 608 与输出盘 101 之间的相对移动, 定子柱 608 外径上且在输出盘 101 的孔内有一个或多个承重轴承 604a、b。承重轴承 604a、b 还支持径向载荷, 在某些实施例中还支持轴向载荷。

[0126] 现在参考图 10、15、16 和 17, 描述惰轮轴 602 与电气定子 682 之间的转矩传递方法。惰轮轴 602 可由任何适于设计成承受变速器 600 的转矩和速度的材料构成, 在某些实施例中使用硬化钢, 但也可用低碳钢、铝、钛、碳纤维。惰轮轴 602 外径内形成有一个或多个轴槽 634, 大致为与惰轮轴 602 平行的纵向槽, 在某些实施例中, 其半径稍大于键轴承 636。在某些实施例中, 键轴承 636 通常为在定子 68 与惰轮轴 602 之间传递转矩的球形滚动元件。键轴承 636 由硬质钢或其它适当的材料构成。使用的键轴承 636 的数量和大小依赖于必须传递的转矩量、轴槽 634 的半径和长度、以及变速器 600 的体积。

[0127] 定子安装件 630 内径中形成有一个或多个安装槽 632, 在某些实施例中, 这些安装槽 632 与轴槽 634 相同, 但在其它实施例中可更长或更短, 也可使用不同的半径。在某些实施例中, 键轴承 636 定位成使得各键轴承 636 的中心在轴槽 634 和安装槽 632 的径向深度之间的中部。键轴承 636 具有自定心特征, 它们与轴槽 634 和安装槽 632 的半径成切线地向上滚动相同的量。当使用两个或更多轴槽 634 和安装槽 632, 并且当它们等角距地定位时, 键轴承 636 会将电气定子 682 相对于惰轮轴 602 定心。在某些实施例中, 给键轴承 636 设置小量的间隙, 以允许发生自定心, 并便于组装。如果设置小量的间隙, 那么键轴承 636 还会在变速器 600 第一次换档时就使本身位于恰当的位置内。当变速器 600 换档时, 在惰轮 602 的一半距离处沿着轴槽 634 和安装槽 632 轴向滚动的键轴承 636 轴向地移动。轴槽 634 和安装槽 632 的长度应当至少为键轴承 636 的直径长度乘以轴槽 634 内键轴承 636 数

量的两倍。在某些实施例中,使用定子轴承 614 和盖轴承 626 来限制键轴承 636 的轴向移动。

[0128] 现在参考图 9、11、15、16 和 17,描述电气定子 682 的电线的线路。在某些实施例中,有三根电线延伸进惰轮 602 的轴承 638,如上所述,旋转导体 672 将非旋转电线转变为旋转电线。容纳在线缆 676 内的电线伸入线缆管 639(惰轮 602 中心的中空盲孔)内,然后通过轴槽 635(沿着惰轮轴 602 上形成从惰轮轴 602 外径到线缆管 639 的通孔的部分延伸的槽)。然后,这三根电线(未示出)从线缆 676 出来,分支到定子安装件 630 的电线腔 648 内的三个定子相位。当换档期间惰轮轴 602 从输入侧轴向移动到输出侧及移回时,其交替地伸长或缩短连接到电气定子 682 的电线。电线腔 648 提供了换档期间所需额外长度的电线。

[0129] 为了便于电线的线路安排,定子安装件 630 内形成有一个或多个安装孔,提供了电线腔 648 内的电线的入口。另外,定子安装件 630 的壁上轴向形成有一个或多个线路孔 644,便于三根电线到其各自定子相位的线路安排。可使用安装孔 646 或者线路孔 644 接近电气定子 682 的电线和导线,使得可通过安装孔 646 或线路孔 644 来拉动电线和导线,将其焊在一起、绝缘,然后插入电线腔 648。在某些实施例中,在定子安装件 630 的径向延伸壁内形成有一个或多个层叠螺纹孔 642,以将电气定子 682 固定到定子安装件 630 上。

[0130] 现在参考图 9、10、11、18 和 19,描述电气定子 682 和转子 694。在某些实施例中, MG 601 为如下的形式:含有铁芯,图 18 中所示类型的多层叠片 686 堆叠在一起,然后导电线圈 684 绕着在由槽 690 提供的空间内的各个齿 692,以产生图 19 中所示类型的电气定子 682。在某些实施例中,使用 18 个槽 690 和齿 692,但是依赖于应用可使用更少或更多的槽和齿。在某些实施例中,各叠片 686 内的叠片孔 688 用于将电气定子 682 固定到定子安装件 630 上。标准紧固件(例如,机械螺钉)插过叠片孔 688,拧入定子安装件 630 的叠片螺纹孔 642 中。

[0131] 现在参考图 9、10、11、18、19 和 20,在某些实施例中,使用 8 个磁体 680 来产生八极电机 601,但是也可使用更少或更多的磁体 680。磁体 680 为永磁体形式,可由任何适当的材料制成,包括硬铁氧体陶瓷、钕钴合金和钕铁硼磁性材料。磁体 680 在其外径上具有与转子 694 的内径相匹配的半径,在其内径上具有与转子 694 和电气定子 682 同心的半径。在某些实施例中,磁体 680 与电气定子 682 之间的距离尽可能地小,以使磁能量最大,从而使 MG 601 产生的转矩最大。磁体 680 的一半磁化成使其极性从南到北地径向延伸,而其余磁体 680 具有从北到南地径向延伸的极性。磁体 680 布置成每隔一个磁体 680 具有相同的极性。为了便于散热,转子 694 内形成有一个或多个通气孔 609,允许应用时空气循环,无需流体冷却。应用中,使用了液体冷却或任意液体的地方除去了通气孔 609。

[0132] 现在参考图 9、10、14 和 15,描述惰轮 18 及其相关的零件。虽然非常类似于变速器 100 的惰轮 18,但是惰轮 18 在其动力传递上不同。惰轮 18 通过过盈配合、焊接、标准紧固件、键或任意其它适当的方法刚性地连接到惰轮轴 602。惰轮轴承 17a、b 提供了惰轮 18 与非旋转换档导向器 13a、b 之间的相对移动。除了换档导向器 13a、b 在其内径与惰轮轴 602 之间形成有间隙以使其不碰撞旋转惰轮轴 602 之外,其非常类似于变速器 100 的换档导向器 13a、b。

[0133] 现在参考图 9、10、21 和 22,描述换档螺杆 622 及其相关的零件。在某些实施例中,

换档螺杆 622 上的一个或多个凸缘孔 664 用于将换档螺杆 622 刚性地连接到固定物体上,但是也可其它方法将换档螺杆 622 连接到刚性非旋转物体上。由换档螺杆 622 的内径限定的换档孔 660 遮盖并防护导体盖 668、旋转导体 672 和其它组件。在与凸缘孔 664 相对的一端形成有换档槽 662,其轴向地延伸,以限制和防止导线 670 转动,并允许当变速器 600 换档时导线 670 可轴向移动。换档螺杆 622 的换档螺纹 666 可为依据所需速度以及必须克服的换档力而适于手动或自动换档的节距和尺寸。在某些实施例中,螺纹的数目与大于惰轮轴 602 轴向移动的轴向长度相匹配,以提高组装的方便性,并提供宽松的公差。

[0134] 在某些实施例中,形成有通过换档螺杆 622 的两个销槽 678a、b,但是也可使用更多或更少的销槽。销槽 678a、b 沿着换档螺杆 622 轴向地延伸,长度至少与惰轮轴 602 能够轴向移动的距离一样长。销槽 678a、b 的宽度稍大于换档销 616a、b 的直径,以允许自由移动。销固定器 650 具有稍大于换档螺纹 666 的直径的孔,以提供间隙和不受限制的移动。当变速器 600 换档时,换档螺母 621 旋转,使得销固定器 650 轴向移动。在销固定器 650 中径向地形成有两个螺纹销孔 656a、b,在一个实施例中,这两个螺纹销孔成 180 度间隔。依赖于变速器 600 的尺寸和旋转转矩可使用更多或更少的螺纹销孔 656a、b。两个换档销 616a、b 延伸进螺纹销孔 656a、b,直到它们延伸超过销固定器 650 的孔进入换档孔 660。换档销 616a、b 接触位于换档销 616a、b 各侧上的两个销轴承 654a、b,这两个轴承提供了惰轮轴 602 与换档销 616a、b 之间的相对移动,并且吸收轴向力。销轴承 654a、b 可通过标准紧固件保持在适当的位置中,在一个实施例中,使用定位环,并将其插入形成于惰轮轴 602 在销轴承 654a、b 背向换档销 616a、b 一侧的表面内的槽中。

[0135] 现在参考图 9、10 和 12,描述某些应用(包括工业设备,例如机器人、搅拌机、钻孔机、压榨机、输送机等,以及电动车)的传动路线。因为转子 694 和电气定子 682 以基本恒定的相对速度沿相反的方向旋转,所以电机 601 的这两个组件都向变速器 600 输入动力。转子 694 的动力沿着在变速器 600 外围的转子路线 710 传递,并朝着变速器的输出侧传递,通过输入盘 34,达到球 1。应当注意,虽然只在图 12 的顶部画出了转子路线 710 的箭头,但是在图 12 的底部也对称有相同路线的转子路线 710。电气定子 682 的动力沿着定子路线 712 传递,其开始于电气定子 682,传递到惰轮轴 602,朝着变速器 602 的输出侧轴向移动,然后通过惰轮 18 径向地向外传递,达到球 1。应当注意,虽然只在图 12 的顶部画出了定子路线 712 的箭头,但是在图 12 的底部也对称有相同路线的定子路线 712。从转子路线 710 和定子路线 712 接收的动力在球 1 汇合,该输出动力传递到输出盘 101,通过减速路线 714 离开变速器 600,其中减速路线 714 具有从沿一个方向旋转的一个输出组件的动力。重要地,从沿相反方向旋转的转子路线 710 和定子路线 712 到单一减速路线 714 而实现的减速也产生了转矩增大。该转矩增大与速度减小成反比。

[0136] 现在参考图 9、10、12 和 13,描述图 12 的反向传动路线。如果把图 12 的传动路线反向,那么可实现显著的速度提高和转矩降低。动力在输出盘 101 输入变速器,并且动力沿着减速路线 724 传递,从变速器 600 的输出侧朝着球 1 轴向地移动。动力输入球 1,然后分成两个部分:反向转子路线 720 和反向定子路线 722。动力沿着反向转子路线 720 进入输入盘 34,然后朝着变速器 600 的输入侧移动到转子 694。动力沿着反向定子路线 722 进入惰轮 18,然后朝着变速器 600 的输入侧轴向移动,通过惰轮轴 602 至电气定子 682。因为电气定子 682 和转子 694 接收了机械动力,所以 MG 601 变成发电机,将机械能转换为电能。在

某些需要增速的发电应用（例如，风轮机）中可有利地使用 MG 601。

[0137] 现在参考图 23 和 24，示出了需要多个动力输出的应用（例如混合动力车）的传动路线。为简便起见，只描述变速器 800 与变速器 600 之间的区别。在变速器 800 中，磁体 680 连接到修改的混合定子 802 上。混合定子 802 类似于变速器 600 的输入定子 80a，但是另外还包括圆柱形定子夹持器 808，具有连接磁体 680 的内径。在变速器 800 中，混合定子 802 和保持架 89 旋转，动力通过保持架 89 传递到球 1。在某些实施例中，混合定子 802 由磁钢制成，而在其它实施例中，定子夹持器 808 由磁钢制成，混合定子 802 的其余部分由其它材料制成，例如铝、钛、无磁性钢、塑料或任意其它适合的材料。磁体 680 和混合定子 802 包括混合转子 810。

[0138] 如在变速器 600 中，电气定子 682 将动力通过惰轮轴 602 传递到惰轮 18，第三动力源通过混合壳体 804 进入。混合壳体 804 为旋转部件，大致为圆柱形，类似于变速器 600 的转子 694，在某些实施例中，由相同的材料制成。在某些实施例中，混合壳体 804 连接到混合滑轮 806。混合滑轮 806 连接在混合壳体 804 的输入侧上，在某些实施例中，混合滑轮 806 形成为其与混合壳体 804 为一个零件。在其它实施例中，混合滑轮 806 和混合壳体 804 为两个单独的零件，混合滑轮 806 通过过盈配合、焊接、键、销或任意其它适当的方法连接在混合壳体 804 的外周上。在某些实施例中，混合滑轮 806 由链轮、齿轮或可将转矩传递到混合壳体 804 的任何其它方法来替代。在某些实施例中，混合滑轮 806 通过传动带（未示出）连接到内燃机（未示出）的轴上的滑轮。在其它实施例中，混合滑轮 806 可操作地连接到蒸汽机或任何其它转矩产生机械上。

[0139] 现在参考图 23，描述通过变速器 800 的传动路线。电气定子 682 将动力输入到混合定子路线 742，该路线传递通过惰轮轴 602、惰轮 18 至球 1。混合转子 810 将动力输入到混合转子路线 744，该路线转动保持架 89，从而转动球 1，将动力输入到球 1。混合壳体 804 将动力输入到壳体路线 740，该路线传递通过输入盘 34 至球 1。与变速器 100 不同，保持架 89 是固定的，并不旋转，变速器 800 中没有固定的组件。输出的动力离开混合输出 746，从球 1 传递，通过输出盘 101 至内部组件（未示出），例如车轮、传动轴等。

[0140] 仍参考图 23，在某些实施例中，变速器 800 可构造为无限式无级变速器 (IVT)，该变速器的传动比可连续地从前进档变为零再变为倒档。如果混合转子 810 转得比输入盘 34 更快，那么保持架 89 和惰轮 18 沿同一方向旋转，得到 IVT。应当注意，输入盘 34、保持架 89 和惰轮 18 都沿相同方向旋转，而球 1 沿相反方向旋转。在典型的混合动力车中，内燃机将以显著低于电动机 / 发电机的速度旋转。在某些实施例中，内燃机连接到驱动输入盘 34 的混合滑轮，混合转子 810 连接到转动保持架 89 的混合定子 802。当保持架 89 的速度相对于输入盘 34 的速度增加时，变速器 800 中 IVT 的传动比增加。但是，当球轴 3 相对于纵轴线 11 的角度 γ 变化时，惰轮 18 的速度也变化。因为 MG 601 通常以恒定的速度旋转，所以惰轮 18 的速度相对于保持架 89 的恒定速度的变化引起保持架 89 的速度相对于输入盘 34 的速度的变化。当变速器 800 构造为 IVT 时，随着保持架 89 的速度增大或减小，其也增大或减小变速器 800 的传动比。

[0141] 在下面的图表中，各 γ 角示出了当保持架 89 的速度设计为输入盘 34 的速度的三倍时所得到的传动比和惰轮 18 的速度。所述传动比为输出盘 101 的速度与输入盘 34 的速度的比。可以看出，当 γ 从 -20 移到 20 时，惰轮 18 的速度增加。这减小了保持架 89 与输

入盘 34 之间的速度差,反之则减小了 IVT 的传动比。通过将保持架 89 的速度减去惰轮 18 的速度可得到一个因数。当 γ 等于零时,通过将所述因数除以其自身得到为 1 的传动比因数。该传动比因数朝着负 γ 时减小,朝着正 γ 时增大。从 -20 至 20 的 γ 将所述因数除以所述传动比因数,提供了可得到的真实传动比。

[0142] 如上所示,在下面的图表中,在超速传动中,真实传动比增加,倒车时减小。当混合动力车以高速巡航时,因为其提高到变速器 800 可保持内燃机和 MG 601 的最优速度的最高速度,所以这对混合动力车尤其有利,其将动力分配到变速器 800,提高了效率,不具有输入轴,便于封装,提供了灵活的动力系设计,并且降低了最高速组件(惰轮 18)的速度,也提高了效率。因为在倒车时通常不需要高速,所以这在倒车时也是有利的。这允许变速器 800 使用在所有的 γ 角度中,覆盖了球 1 和惰轮 18 所有可能的平面,延长了变速器 800 的寿命。另外,混合动力车可只通过内燃机运行,或只通过 MG 601 运行,并保持通过变速器 800 的变速。

[0143]

γ	传动比	保持架 89 速度	惰轮 18 速度	传动比因数	实际传动比
-20	2.07	3.00	11.11	0.73	2.82
-15	1.85	3.00	11.73	0.79	2.34
-10	1.60	3.00	12.41	0.85	1.88
-5	1.32	3.00	13.17	0.92	1.44
0	1.00	3.00	14.06	1.00	1.00
5	0.62	3.00	15.13	1.10	0.56
10	0.14	3.00	16.43	1.21	0.12
15	-0.46	3.00	18.11	1.37	-0.34
20	-1.29	3.00	20.40	1.57	-0.82

[0144] 现在参考图 25-28,描述变速器 850 的发电机 851。为简便起见,只描述变速器 850 与变速器 600 之间的区别。在变速器 850 中,动力从图 25 输入侧(右侧)的链轮 870 输入,但是在其它实施例中,转矩可通过齿轮、滑轮或任何其它适合的方式传递。输入盘 34 在图 24 的右侧,动力从输入盘 34 传递到球 1 再到输出盘 101。在变速器 850 中,为单输入、单输出,保持架 89 是固定的(并不旋转),惰轮 18 并不传递动力但自由地旋转。发电机 851 位于变速器 850 的输出侧,在旋转的毂壳 872 与不旋转的开槽定子 858 之间。

[0145] 输出盘 101 通过过盈配合、焊接、标准紧固件、键或任意其它适合的方法连接到毂壳 872 上。在某些实施例中,毂壳 872 上连接有磁性刚环 856a,以使磁场损失最小。在其它实施例中,毂壳 872 由磁钢或其它磁性材料制成,省略了钢环 856a。在再一些实施例中,毂壳 872 接触发电机 851 的一部分由磁性材料制成,而其它部分可由铝、合金、钛或其它适合

的材料制成。

[0146] 钢环 856a 上连接有多个磁体 852。在某些实施例中,磁体 852 为绕着变速器 850 的纵向轴线径向定位的薄平组件。在某些实施例中,磁体 852 为内径上具有一半径且外径与纵向轴线 11 同心的永磁体。在某些实施例中,开槽定子 858 上连接有第二钢环 856b。在其它实施例中,开槽定子 858 由磁钢或其它磁性材料制成,为固体,以使磁场损失最小。

[0147] 第二钢环 858b 上连接有由多个线圈 862 组成的定子 854(图 26 中清楚示出)。线圈 862 绕着变速器 850 的纵向轴线 11 径向定位,并与该纵向轴线 11 同心。在某些实施例中,线圈 862 由大致盘绕成锥形形状的电线制成。在低功率应用中,线圈 862 可印刷在如电路板上。在其它实施例中,线圈 862 可由铜、银、铝或其它导电材料的板形成。在一个实施例中,发电机 851 为具有三个定子相位的 8 极无刷 DC 发电机,但是发电机 851 也可设计成通过本领域任何已知的方法来发电。

[0148] 现在参考图 27 和 28,描述发电机 851 中电线的线路。连接到线圈 862 的电线(未示出)径向通过形成在开槽定子 858 中的电线线路 864。该电线从线圈 862 周向地延伸,连接到电线线路 864 上,电线在这里径向向内延伸,通过轴电线槽 868,进入中空轴 860 内的孔 866。中空轴 860、开槽定子 858、钢环 856b 及线圈 862 都是固定的非旋转部件,并且都彼此连接。然后,所述电线延伸通过中空轴 860 的孔 866,在变速器 850 的输出侧(左侧)出来。

[0149] 现在参考图 29 和 30,公开了变速器 600 的可选电动机/发电机 900(MG 900),其中球 1 为永磁体。MG 900 可用来替换 MG 601,或者添加到 MG 601 上。在某些实施例中,球 1 由最优化了其机械性能以及磁性性能烧结硬制铁氧体陶瓷磁性材料制成,例如锶铁氧体。所述硬质铁氧体陶瓷磁体可获得接近硬质工具钢的硬度,并且该材料显著地比钢轻。另外,在烧结过程期间可形成球 1 中的孔。在其它实施例中,球 1 可由稀土钕铁硼制成,这产生了极强的永磁体。对钕铁硼材料的机械特性以及磁性特性做最优化,并进行烧结。钕铁硼磁体可制得非常硬,硬度类似于硬质工具钢。由于钕铁硼的腐蚀特性,在某些实施例中,所述钕铁硼最后经过耐腐蚀覆层处理。该覆层还可为使用如氮化硅材料的高摩擦覆层。另外,所述覆层可在球 1、输入盘 34、输出盘之间、及某些实施例中的惰轮 18 之间的接触面积上产生增大摩擦的纹路效果。可选择地。可选择地,可在钕铁硼或硬质铁氧陶瓷的烧结过程期间形成球 1 上的纹路表面。

[0150] 参考图 30,描述制造过程期间,球 1 上的磁体北极 914 和南极 916 的形成。在某些实施例中,球 1 磁化成北极 914 和南极 916 的极轴并不是与球轴 908 成 90 度,而是有角度偏移,以使线圈出线 902 和线圈进线 904 可位于球 1 之间的面积最大,允许换档期间极轴 906 的位置的变化。在某些实施例中,磁轴 906 从极轴 910 角度偏移 30 度,但在其它实施例中,极轴 906 偏移极轴 910 的角度可从 5-45 度变化。

[0151] 参考图 29 和 30,在某些实施例中,北极 914 和南极 916 只在输入侧或输出侧旋转。在图 30 中,如果北极 914 位于变速器 600 的输入侧,那么只要 γ 保持等于或小于 30 度,那么它就将总是在输入侧旋转。类似地,南极 916 将总是在输出侧旋转。这提供了使在球 1 之间电流输送导体量最大的空间。在球 1 之间设有两组相邻的线圈(外线圈 902a、b 和内线圈 904a、b)。外线圈 902b 和内线圈 904b 位于变速器 600 的输入侧,使得北极 914 旋转通过这些线圈 902b、904b。外线圈 902a 和内线圈 902a 位于变速器的输出侧,使得南极 916 旋转通过这些线圈 902a、904a。

[0152] 在某些实施例中,球 1 及线圈 902a、b 和 904a、b 构造成无刷 DC 电动机或发电机,因此,线圈 902a、b 和 904a、b 的极性通过电子的方式转换。这样,如果其北极 914 定位成径向远离纵向轴线 11,并且其余的球 1 定位成其南极 916 径向远离纵向轴线 11,那么每个线圈 902a、b 和 904a、b 都制成吸引两个球 1。各球 1 设置成距其相邻的两个球 180 度。各线圈 902a、b 和 904a、b 具有铁芯(未示出),类似于 MG601 的电气定子 682 中的多层叠片 686。

[0153] 现在参考图 31-35,示出了变速器 600 的可选 MG 950。为简便起见,只描述 MG 950 与 MG 601 之间的区别。MG 950 的定子 988 具有大致环形形状,由径向环绕纵向轴线 11 排列的单独导体 954 组成。MG 950 的环形形状增大了表面积,同时允许定子 988 各侧上的磁体 970、972 具有基本相同的表面积。在某些实施例中,所述导体 954 由平铜板构成,但是也可使用其它导电材料,包括铝和银。金属板的厚度依赖于流通过导体 954 的电流,但其厚度足以保持其最终形成的形状。导体 954 可模压或以其它方式形成,以产生朝着定子 988 的外径变宽的大致凹入形状。导体 954 从定子 988 内径附近的大致轴向方向变为定子 988 外径的径向方向。

[0154] 在某些实施例中,导体 954 的侧面具有等于 360 除以导体 954 的个数的角度。导体 954 具有形成精确形状用于紧固目的的孔。在某些实施例中,安装孔 962 包括在洞内用来允许平头螺钉齐平插入的埋头孔,该安装孔 962 用于将导体 954 紧固到定子安装件 968 上。在某些实施例中,使用铜平头螺钉(未示出)将导体 954 连接到定子安装件 968 上。所述铜平头螺钉螺接入终端 960,该终端发送电流以完成回路和/或连接定子相位。在定子 988 的外围,导体 954 内形成有跳线孔 964,用以连接传输电流并连接两个不相邻的导体 954 的跳线 956。在某些实施例中,跳线孔 964 带有螺纹,电流输送螺栓(例如平头铜螺钉)通过跳线插入,并螺接进跳线孔 964。在某些实施例中,导体 954 在定子 988 外围的角内形成有导体键 966a、b。

[0155] 现在参考图 35,描述定子 988 的电流通路。定子 988 由三个定子相位 A、B 和 C 组成,但也可使用更少或更多的相位。电流方向由各导体 954 内径向向内指或向外指的箭头表示。如果电流朝着定子 988 的中心流入,那么定子相位符号包括负号,例如 A⁻、B⁻、C⁻。在各定子相位中,A、B 和 C 电流交替地反转方向、切断和然后再次接通。定子相位 A 中的电流向北流、然后向南、然后切断、然后向北等。在图 35 中,定子相位 A 中的电流向北流,定子相位 B 中的电流向财流,定子相位 C 中切断。各跳线 956 将电流顺时针从导体 954 输送到同一定子相位中相距三个导体 954 的导体 954。在某些实施例中,使用 24 个导体 954,但是也可使用更多或更少的导体 954。24 个导体 954 中的每个导体都占有或占用 360 度定子 988 的 15 度。在某些实施例中,使用 12 个跳线 956,但是该数目可随着定子相位和导体 954 的数目而变化。有 6 个跳线 956 连接到定子 988 的第一可侧视,六个跳线连接到定子 988 的第二背侧(不可视)。定子 988 外围的符号表示跳线 956 位于定子 988 的第二背侧。在某些实施例中,跳线 956 由铜制成,加强了定子 988 的结构。终端 960(见图 31)完成了各线圈的回路,并连接到定子相位上。

[0156] 现在参考图 32,在某些实施例中,两个锁紧环 958a、b 为不导电的环,例如尼龙、其它塑料或合成物,这两个锁紧环连接到定子 988 上。在某些实施例中,锁紧环 958a、b 通过插入锁紧环 958a、b 中的环孔 986 的标准紧固件(例如螺钉和螺母)彼此连接,而在其它实

施例中,锁紧环 958a、b 通过不导电的螺钉在定子 988 的相对侧连接到跳线 956 上。在其它实施例中,锁紧环 958a、b 通过带螺纹的不导电螺钉(例如,尼龙螺钉)连接到导体 954 上,其中所述螺钉穿过锁紧环 958a、b 中的环孔 986,进入导体 954 内的螺纹孔。锁紧环 958a、b 将导体 954 保持在适当的位置上,并加强了定子 988 的结构。

[0157] 因为导体 954 不是电线,并且因为定子 988 是结构上的,所以如本领域所公知的,其不必注入树脂或其它类似的材料。这允许转子 992 的磁体靠得更加近,以使 MG 950 的转矩最大,并降低制造定子 988 的成本。因为导体 954 通常比电线薄,所以导体 954 可传输更多的电流,允许 MG 950 产生更大的转矩。由于消除了 MG 950 中的电线,所以消除了绕组线圈的成本。加工生成绕组的成本很高,该加工成本被消除了。

[0158] 参考图 31 和 32,描述 MG 950 的磁体 970、972。定子 988 的第一和第二侧上设有两组磁体 970、972(外侧磁体 970 和内侧磁体 972)。在某些实施例中,内侧磁体 972、定子 988 和外侧磁体 970 具有半径同心的横截剖面。磁体 970、972 绕着纵向轴线 11 径向地排列,形成环形形状。磁体 970、972 定位成面向定子 988 的表面距定子 988 的距离相同。该距离尽可能地近,但提供了确保磁体 970、972 不接触定子 988 的加工误差和容差。在某些实施例中,具有 8 个外侧磁体 970 和 8 个内侧磁体 972,但是也可使用更多或更少的磁体。在某些实施例中,MG 950 为 8 极无刷 DC 电机,但是也可使用任意频率和任意个极棒的 AC 或 DC 电机。

[0159] 内侧磁体 972 上使用粘合剂或其它适当方法连接有环形磁性内钢。该内钢 974 还可由其它磁性材料制成,其通过过盈配合、焊接、标准紧固件或其它适合的方法连接到转子 992 上。在某些实施例中,在变速器 600 的外侧组装定子安装件 968 和定子 988,在总装期间作为子配件插入。外侧磁体 970 上使用粘合剂或其它适当方法连接有环形磁性外钢 976。该外钢还可由其它磁性材料制成,在组装了定子 988 之后将其插入转子 992 的内径。在某些实施例中,通过将机械螺钉插入转子 992 内的表面渗碳钢孔,再将它们螺接进形成在外钢 976 外围上的螺纹外孔 978,从而将外钢 976 刚性地连接到转子 992 上。

[0160] 现在参考图 36 和 37,描述定子 988 的替代品凸面定子 994。凸面定子 994 在其它方面与定子 988 相同,除了在凸面形状内形成有凸面导体 996,使得凸面导体 996 在最靠近凸面定子 994 内径的位置径向向内弯曲,并且凸面导体 996 在以点带面定子 994 的外围沿轴向方向弯曲。磁体(未示出)形成为使得面向凸面定子 994 的表面距凸面定子 994 的距离相等。

[0161] 现在参考图 38,描述变速器 800 的替代实施例。为简便起见,只公开变速器 1000 与变速器 800 之间的区别。在变速器 1000 中,磁体 680 连接到混合壳体 804 的内径上。输入盘 34 刚性地连接到旋转混合壳体 804 上,如同混合滑轮 806。电气定子 1022 刚性地连接到替代定子 1018 上的替代夹持器 1020 上。替代夹持器 1022 为绕着替代定子 1018 内径的外围定位且在该外围附近的圆柱形突起。MG 1001 沿相同的方向相对于输入盘 34 旋转。当混合壳体 804 被外部源转动时,例如内燃机,保持架 89 沿相同方向旋转。

[0162] 在某些实施例中,保持架 89 以比输入盘 34 快的速度旋转,从而产生 IVT。通过设计 MG 1001 的频率、极数和定子相位可设定输入盘 34 与保持架 89 之间的转速差,以产生所需的差速。在某些实施例中,保持架 89 设计成以输入盘 34 的三倍速度旋转。变速器 1000 可只由 MG 1001 驱动、只由内燃机驱动或者两者同时驱动。对于包括某些电动车的应用,只

在起动时使用 MG 1001。因为输入盘 34 并不旋转出 IVT 的结果。当只有保持架 89 旋转,输入盘 34 固定时,变速器 1000 可无缝地换档为前进档或倒档。在某些前进档,在变速器 1000 只由保持架 89 驱动的传动比中,变速器 1000 的输出速度将等于在相同 γ 时变速器 1000 只由输入盘 34 驱动的输出速度。在传动比适宜的地方,可关闭 MG 1001,并打开内燃机。在该传动路线内,如果保持架 89 不旋转,而输入盘 34 转动,那么得到 CVT。由于电气定子 1022 是固定的,并且磁体 680 旋转,所以 MG 1001 变成发电机,在某些实施例中,其用于给电池再充电。

[0163] 通过同时打开 MG 1001 和内燃机可实现增大通过变速器 1000 的动力。当只有输入盘 34 旋转并且保持架 89 不旋转时,在 CVT 超速过程中,可在沿着 CVT 传动比的任意一点打开 MG 1001,同时运行内燃机和 MG 1001 提高了加速度和通过变速器 1000 的动力。在某些实施例中,惰轮轴 602 上连接有第二组磁体 680(未示出)以增大电机 1001 的功率密度。在某些实施例中,连接到惰轮轴 602 的第二组磁体 680 极数比连接到混合壳体 804 的磁体 680 少。在使用两组磁体 680 的实施例中,发送到电气定子 1022 的为复合电流。

[0164] 仍参考图 38,描述通过变速器 1000 的动力路线。通过保持架路线 1010 的动力由在电气定子 1022 内径处开始、穿过替代定子 1018、通过保持架 89、进入球 1 的箭头表示。磁路 1012 的动力在磁体 680 开始,持续通过混合壳体 804、输入盘 34、达到球 1。外部源(例如内燃机)的动力在路线 1014 的混合滑轮 806 开始,持续通过混合壳体 804、输入盘 34、达到球 1。输出动力从球 1 通过输出盘 101,通过传动路线 1016 达到外部从动组件,例如传动轴或车轮。

[0165] 当与 MG 601 组合时,变速器 600 允许许多种传动路线设计。下面的图表中列出了 410 种传动路线。这些路线记为从 1 至 410。变速器 600 可传递动力的组件为保持架 89、输入盘 34、输出盘 101、惰轮 18、球 1。因为保持架 89 和惰轮 18 可设计成从变速器 600 的输入侧延伸至输出侧,所以它们可同时都输入和输出。在保持架 89 或惰轮 18 都为输入和输出的传动路线内,其表示为“进/出”。球 1 可只为中间转矩传递组件,或都用作输入,例如在球 1 为磁体且为 MG 900 的一部分的情形下。如果动力传递部件为输入(即,其接收输入变速器 600 的动力),那么其表示为“进”,如果其将变速器的动力传递出,那么其表示为“出”。如果动力传递部件不传递动力,并且自由旋转,那么其表示为“自由”,如果它是固定的,那么其表示为“固定”。

[0166] 下面是当保持架 89 固定时的传动路线。

[0167]

路线	89	34	101	18	1
1	固定	进	进	出	
2	固定	进	进	进/出	
3	固定	进	出	进	
4	固定	进	出	出	
5	固定	进	出	自由	
6	固定	进	出	进/出	
7	固定	进	自由	出	
8	固定	进	自由	进/出	
9	固定	出	进	进	
10	固定	出	进	出	
11	固定	出	进	自由	
12	固定	出	进	进/出	
13	固定	出	出	进	
14	固定	出	出	进/出	
15	固定	出	自由	进	
16	固定	出	自由	进/出	

[0168]

17	固定	自由	进	出	
18	固定	自由	进	进/出	
19	固定	自由	出	进	
20	固定	自由	出	进/出	
21	固定	进	进	出	进
22	固定	进	进	进/出	进
23	固定	进	出	进	进
24	固定	进	出	出	进
25	固定	进	出	自由	进
26	固定	进	出	进/出	进
27	固定	进	自由	出	进
28	固定	进	自由	进/出	进
29	固定	出	进	进	进
30	固定	出	进	出	进
31	固定	出	进	自由	进
32	固定	出	进	进/出	进
33	固定	出	出	进	进
34	固定	出	出	进/出	进
35	固定	出	自由	进	进
36	固定	出	自由	进/出	进
37	固定	自由	进	出	进
38	固定	自由	进	进/出	进
39	固定	自由	出	进	进
40	固定	自由	出	进/出	进
41	固定	出	出	出	进

[0169] 下面为当输入盘 34 固定时的传动路线。

路线	89	34	101	18	1
42	进	固定	进	进	
43	进	固定	进	出	
44	进	固定	进	自由	
45	进	固定	进	进/出	
46	进	固定	出	进	
47	进	固定	出	出	
48	进	固定	出	自由	
49	进	固定	出	进/出	
50	进	固定	自由	进	
51	进	固定	自由	出	
52	进	固定	自由	进/出	
53	出	固定	进	进	
54	出	固定	进	出	
55	出	固定	进	自由	
56	出	固定	进	进/出	
57	出	固定	出	进	
58	出	固定	出	出	
59	出	固定	出	自由	
60	出	固定	出	进/出	
61	出	固定	自由	进	
62	出	固定	自由	出	
63	出	固定	自由	进/出	
64	自由	固定	进	出	
65	自由	固定	进	进/出	
66	自由	固定	出	进	
67	自由	固定	出	进/出	

[0170]

68	进/出	固定	进	进	
69	进/出	固定	进	出	
70	进/出	固定	进	自由	
71	进/出	固定	进	进/出	
72	进/出	固定	出	进	
73	进/出	固定	出	出	
74	进/出	固定	出	自由	
75	进/出	固定	出	进/出	
76	进/出	固定	自由	进	
77	进/出	固定	自由	出	
78	进/出	固定	自由	进/出	
79	进	固定	进	进	进
80	进	固定	进	出	进
81	进	固定	进	自由	进
82	进	固定	进	进/出	进
83	进	固定	出	进	进
84	进	固定	出	出	进
85	进	固定	出	自由	进
86	进	固定	出	进/出	进
87	进	固定	自由	进	进
88	进	固定	自由	出	进
89	进	固定	自由	进/出	进
90	出	固定	进	进	进
91	出	固定	进	出	进
92	出	固定	进	自由	进
93	出	固定	进	进/出	进
94	出	固定	出	进	进
95	出	固定	出	出	进

[0171]

[0172]

96	出	固定	出	自由	进
97	出	固定	出	进/出	进
98	出	固定	自由	进	进
99	出	固定	自由	出	进
100	出	固定	自由	进/出	进
101	自由	固定	进	出	进
102	自由	固定	进	进/出	进
103	自由	固定	出	进	进
104	自由	固定	出	进/出	进
105	进/出	固定	进	进	进
106	进/出	固定	进	出	进
107	进/出	固定	进	自由	进
108	进/出	固定	进	进/出	进
109	进/出	固定	出	进	进
110	进/出	固定	出	出	进
111	进/出	固定	出	自由	进
112	进/出	固定	出	进/出	进
113	进/出	固定	自由	进	进
114	进/出	固定	自由	出	进
115	进/出	固定	自由	进/出	进
116	出	固定	出	出	进

[0173] 下面为当输出盘 101 固定时的传动线路。

路线	89	34	101	18	1
117	进	进	固定	进	
118	进	进	固定	出	
119	进	进	固定	自由	
120	进	进	固定	进/出	
121	进	出	固定	进	
122	进	出	固定	出	
123	进	出	固定	自由	
124	进	出	固定	进/出	
125	进	自由	固定	进	
126	进	自由	固定	出	
127	进	自由	固定	进/出	
128	出	进	固定	进	
129	出	进	固定	出	
130	出	进	固定	自由	
131	出	进	固定	进/出	
132	出	出	固定	进	
133	出	出	固定	出	
134	出	出	固定	自由	
135	出	出	固定	进/出	
136	出	自由	固定	进	
137	出	自由	固定	出	
138	出	自由	固定	进/出	
139	自由	进	固定	出	
140	自由	进	固定	进/出	
141	自由	出	固定	进	
142	自由	出	固定	进/出	

[0174]

143	进/出	进	固定	进	
144	进/出	进	固定	出	
145	进/出	进	固定	自由	
146	进/出	进	固定	进/出	
147	进/出	出	固定	进	
148	进/出	出	固定	出	
149	进/出	出	固定	自由	
150	进/出	出	固定	进/出	
151	进/出	自由	固定	进	
152	进/出	自由	固定	出	
153	进/出	自由	固定	进/出	
154	进	进	固定	进	进
155	进	进	固定	出	进
156	进	进	固定	自由	进
157	进	进	固定	进/出	进
158	进	出	固定	进	进
159	进	出	固定	出	进
160	进	出	固定	自由	进
161	进	出	固定	进/出	进
162	进	自由	固定	进	进
163	进	自由	固定	出	进
164	进	自由	固定	进/出	进
165	出	进	固定	进	进
166	出	进	固定	出	进
166	出	进	固定	出	进
167	出	进	固定	自由	进
168	出	进	固定	进/出	进
169	出	出	固定	进	进

[0175]

170	出	出	固定	出	进
171	出	出	固定	自由	进
172	出	出	固定	进/出	进
173	出	自由	固定	进	进
174	出	自由	固定	出	进
175	出	自由	固定	进/出	进
176	自由	进	固定	出	进
177	自由	进	固定	进/出	进
178	自由	出	固定	进	进
179	自由	出	固定	进/出	进
180	进/出	进	固定	进	进
181	进/出	进	固定	出	进
182	进/出	进	固定	自由	进
183	进/出	进	固定	进/出	进
184	进/出	出	固定	进	进
185	进/出	出	固定	出	进
186	进/出	出	固定	自由	进
187	进/出	出	固定	进/出	进
188	进/出	自由	固定	进	进
189	进/出	自由	固定	出	进
190	进/出	自由	固定	进/出	进
191	出	出	固定	出	进

[0176]

[0177] 下面为当惰轮 18 固定时的传动路线。

路线	89	34	101	18	1
192	进	进	出	固定	
193	进	出	进	固定	
194	进	出	自由	固定	
195	进	出	出	固定	
196	进	自由	出	固定	
197	出	进	进	固定	
198	出	进	出	固定	
199	出	进	自由	固定	
200	出	出	进	固定	
201	出	自由	进	固定	
202	自由	进	出	固定	
203	自由	出	进	固定	
204	进/出	进	出	固定	
205	进/出	出	进	固定	
206	进/出	出	自由	固定	
207	进/出	出	出	固定	
208	进/出	自由	出	固定	
209	进/出	进	进	固定	
210	进/出	进	出	固定	
211	进	进	出	固定	进
212	进	出	进	固定	进
213	进	出	自由	固定	进
214	进	出	出	固定	进
215	进	自由	出	固定	进
216	出	进	进	固定	进
217	出	进	出	固定	进

[0178]

[0179]

218	出	进	自由	固定	进
219	出	出	进	固定	进
220	出	自由	进	固定	进
221	自由	进	出	固定	进
222	自由	出	进	固定	进
223	进/出	进	出	固定	进
224	进/出	出	进	固定	进
225	进/出	出	自由	固定	进
226	进/出	出	出	固定	进
227	进/出	自由	出	固定	进
228	进/出	进	进	固定	进
229	进/出	进	出	固定	进
230	出	出	出	固定	进

[0180] 下面为当没有动力传递部件固定时的传动路线。

路线	89	34	101	18	1
231	进	进	进	出	
232	进	进	进	进/出	
233	进	进	出	进	
234	进	进	出	出	
235	进	进	出	自由	
236	进	进	出	进/出	
237	进	进	自由	出	
238	进	进	自由	进/出	
239	进	出	进	进	
240	进	出	进	出	
241	进	出	进	自由	
242	进	出	进	进/出	
243	进	出	出	进	
244	进	出	出	进/出	
245	进	出	自由	进	
246	进	出	自由	进/出	
247	进	自由	进	出	
248	进	自由	进	进/出	
249	进	自由	出	进	
250	进	自由	出	进/出	
251	进	自由	自由	进/出	
252	出	进	进	进	
253	出	进	进	出	
254	出	进	进	自由	
255	出	进	进	进/出	
256	出	进	出	进	

[0181]

257	出	进	出	进/出	
258	出	进	自由	进	
259	出	进	自由	进/出	
260	出	出	进	进	
261	出	出	进	出	
262	出	出	进	进/出	
263	出	自由	进	进	
264	出	自由	进	进/出	
265	自由	进	进	出	
266	自由	进	进	进/出	
267	自由	进	出	进	
268	自由	进	出	进/出	
269	自由	进	自由	进/出	
270	自由	出	进	进	
271	自由	出	进	进/出	
272	自由	自由	进	进/出	
273	进/出	进	进	进	
274	进/出	进	进	出	
275	进/出	进	进	自由	
276	进/出	进	进	进/出	
277	进/出	进	出	进	
278	进/出	进	出	出	
279	进/出	进	出	自由	
280	进/出	进	出	进/出	
281	进/出	进	自由	进	
282	进/出	进	自由	出	
283	进/出	进	自由	自由	
284	进/出	进	自由	进/出	

[0182]

[0183]

285	进/出	出	进	进	
286	进/出	出	进	出	
287	进/出	出	进	自由	
288	进/出	出	进	进/出	
289	进/出	出	出	进	
290	进/出	出	出	进/出	
291	进/出	出	自由	进	
292	进/出	出	自由	进/出	
293	进/出	自由	进	进	
294	进/出	自由	进	出	
295	进/出	自由	进	自由	
296	进/出	自由	进	进/出	
297	进/出	自由	出	进	
298	进/出	自由	出	进/出	
299	进/出	自由	自由	进	
300	进/出	自由	自由	进/出	

[0184] 下面为没有部件固定,并且输入通过球 1 时的传动路线。

路线	89	34	101	18	1
301	进	进	进	出	进
302	进	进	进	进/出	进
303	进	进	出	进	进
304	进	进	出	出	进
305	进	进	出	自由	进
306	进	进	出	进/出	进
307	进	进	自由	出	进
308	进	进	自由	进/出	进
309	进	出	进	进	进
310	进	出	进	出	进
311	进	出	进	自由	进
312	进	出	进	进/出	进
313	进	出	出	进	进
314	进	出	出	进/出	进
315	进	出	自由	进	进
316	进	出	自由	进/出	进
317	进	自由	进	出	进
318	进	自由	进	进/出	进
319	进	自由	出	进	进
320	进	自由	出	进/出	进
321	进	自由	自由	进/出	进
322	出	进	进	进	进
323	出	进	进	出	进
324	出	进	进	自由	进
325	出	进	进	进/出	进
326	出	进	出	进	进

[0185]

327	出	进	出	进/出	进
328	出	进	自由	进	进
329	出	进	自由	进/出	进
330	出	出	进	进	进
331	出	出	进	出	进
332	出	出	进	进/出	进
333	出	自由	进	进	进
334	出	自由	进	进/出	进
335	自由	进	进	出	进
336	自由	进	进	进/出	进
337	自由	进	出	进	进
338	自由	进	出	进/出	进
339	自由	进	自由	进/出	进
340	自由	出	进	进	进
341	自由	出	进	进/出	进
342	自由	自由	进	进/出	进
343	进/出	进	进	进	进
344	进/出	进	进	出	进
345	进/出	进	进	自由	进
346	进/出	进	进	进/出	进
347	进/出	进	出	进	进
348	进/出	进	出	出	进
349	进/出	进	出	自由	进
350	进/出	进	出	进/出	进
351	进/出	进	自由	进	进
352	进/出	进	自由	出	进
353	进/出	进	自由	自由	进
354	进/出	进	自由	进/出	进

[0186]

[0187]

355	进/出	出	进	进	进
356	进/出	出	进	出	进
357	进/出	出	进	自由	进
358	进/出	出	进	进/出	进
359	进/出	出	出	进	进
360	进/出	出	出	进/出	进
361	进/出	出	自由	进	进
362	进/出	出	自由	进/出	进
363	进/出	自由	进	进	进
364	进/出	自由	进	出	进
365	进/出	自由	进	自由	进
366	进/出	自由	进	进/出	进
367	进/出	自由	出	进	进
368	进/出	自由	出	进/出	进
369	进/出	自由	自由	进	进
370	进/出	自由	自由	进/出	进
371	进	出	出	出	进
372	进	出	出	自由	进
373	进	出	自由	出	进
374	进	出	自由	自由	进
375	进	自由	出	出	进
376	进	自由	出	自由	进
377	进	自由	自由	出	进
378	出	进	出	出	进
379	出	进	出	自由	进
380	出	进	自由	出	进
381	出	进	自由	自由	进
382	出	出	出	进	进

383	出	出	自由	进	进
384	出	出	自由	进/出	进
385	出	出	进	出	进
386	出	出	进	自由	进
387	出	自由	进	出	进
388	出	自由	进	自由	进
389	出	自由	出	进	进
390	出	自由	出	进/出	进
391	自由	进	出	出	进
392	自由	进	出	自由	进
393	自由	进	自由	出	进
394	自由	出	进	出	进
395	自由	出	进	自由	进
396	自由	出	出	进	进
397	自由	出	出	进/出	进
398	自由	出	自由	进	进
399	自由	出	自由	进/出	进
400	自由	自由	进	出	进
401	自由	自由	出	进	进
402	自由	自由	出	进/出	进
403	进/出	出	出	出	进
404	进/出	出	出	自由	进
405	进/出	出	自由	出	进
406	进/出	出	自由	自由	进
407	进/出	自由	出	出	进
408	进/出	自由	出	自由	进
409	进/出	自由	自由	出	进
410	进/出	自由	自由	自由	进

[0188]

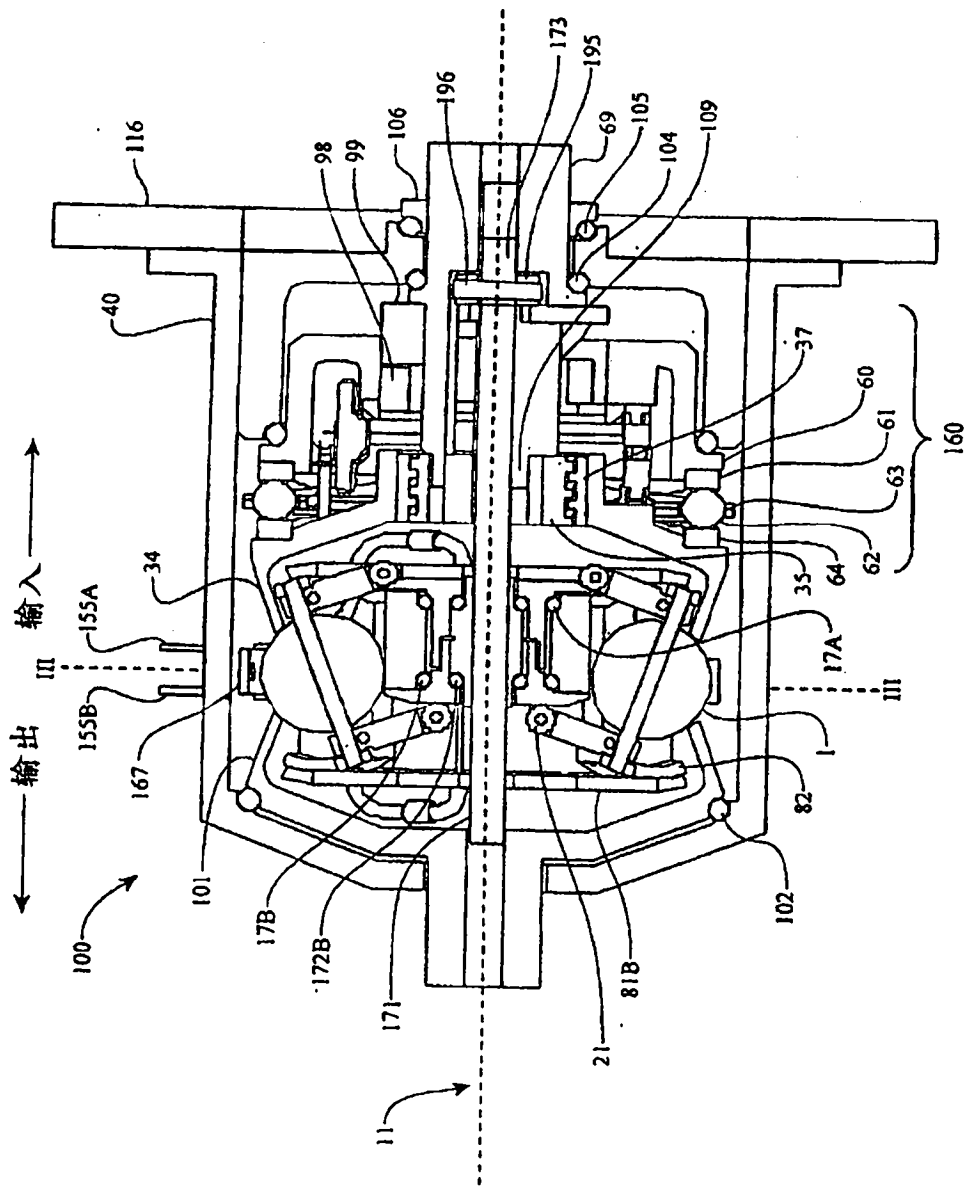


图1

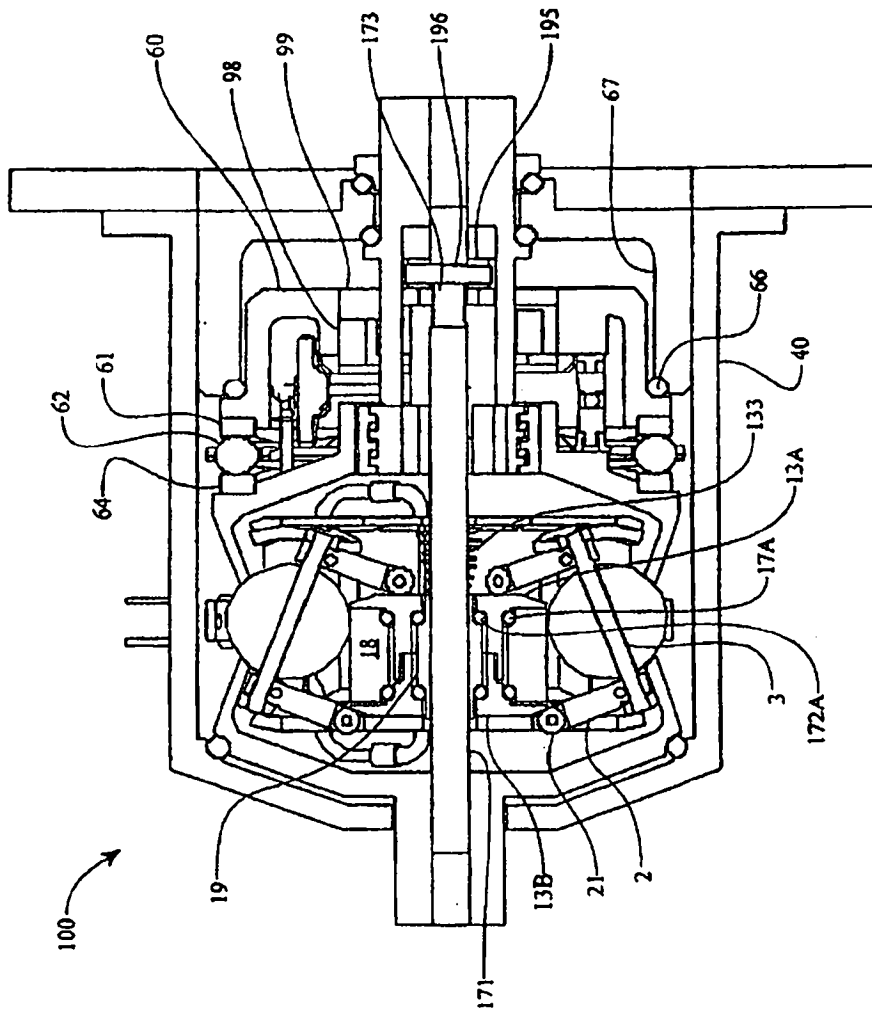


图 2

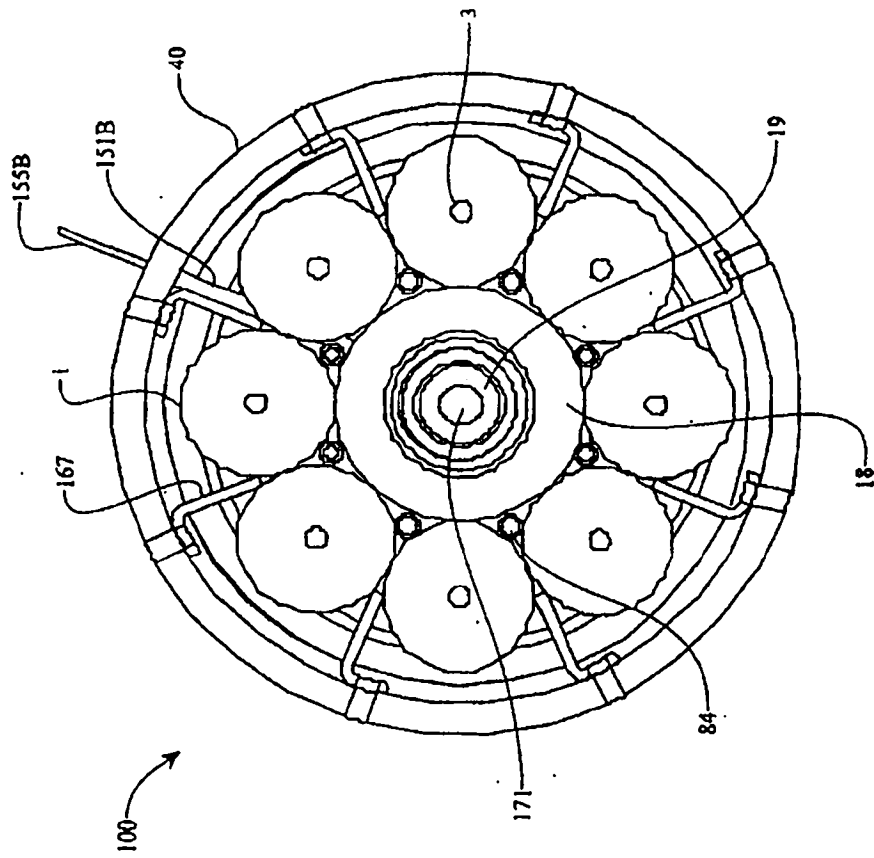


图3

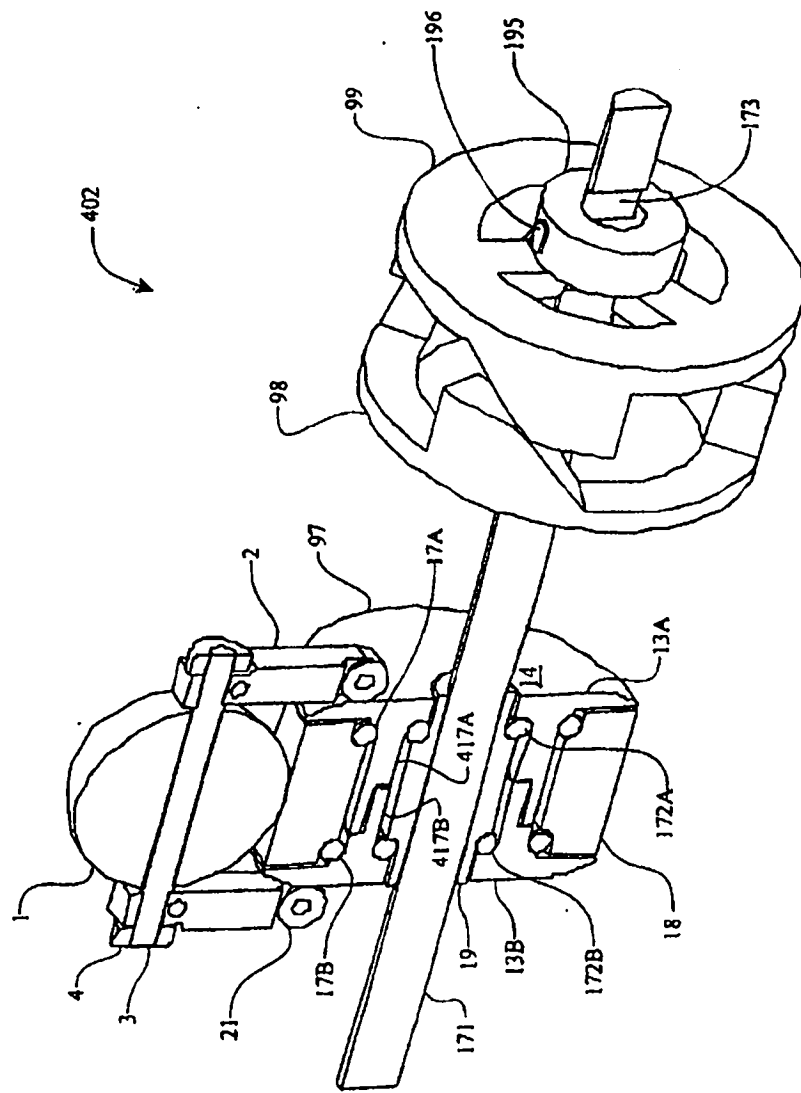


图 4

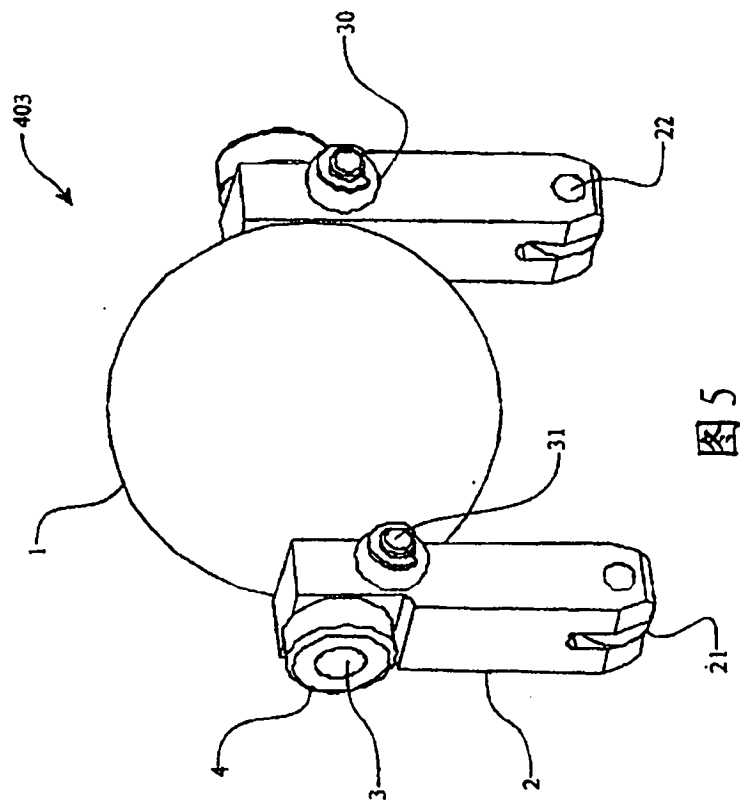


图 5

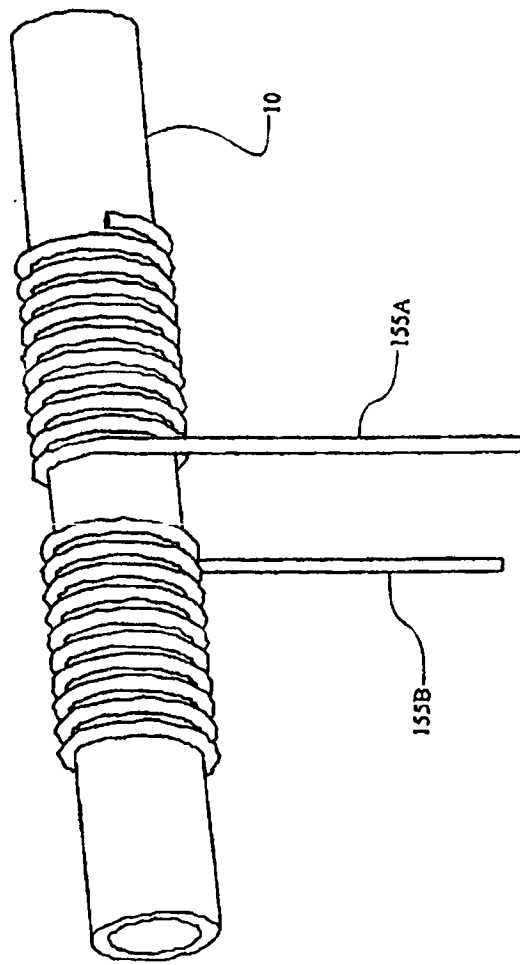


图6

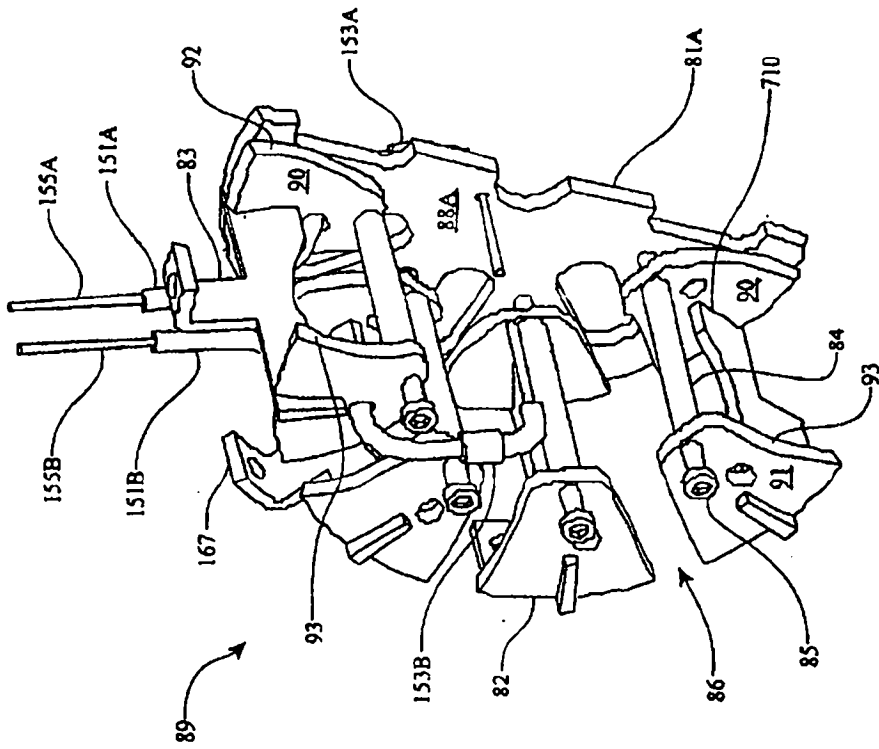


图7

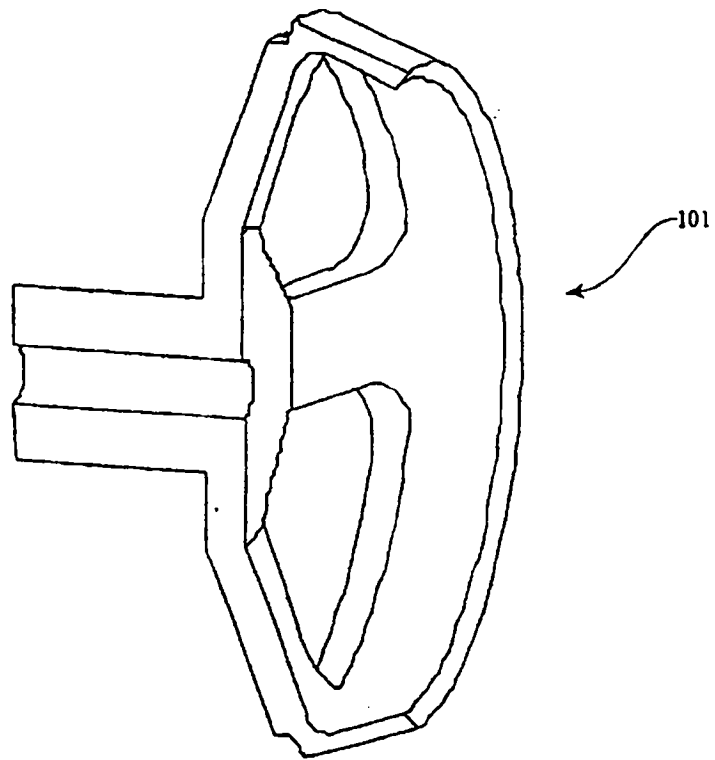


图8

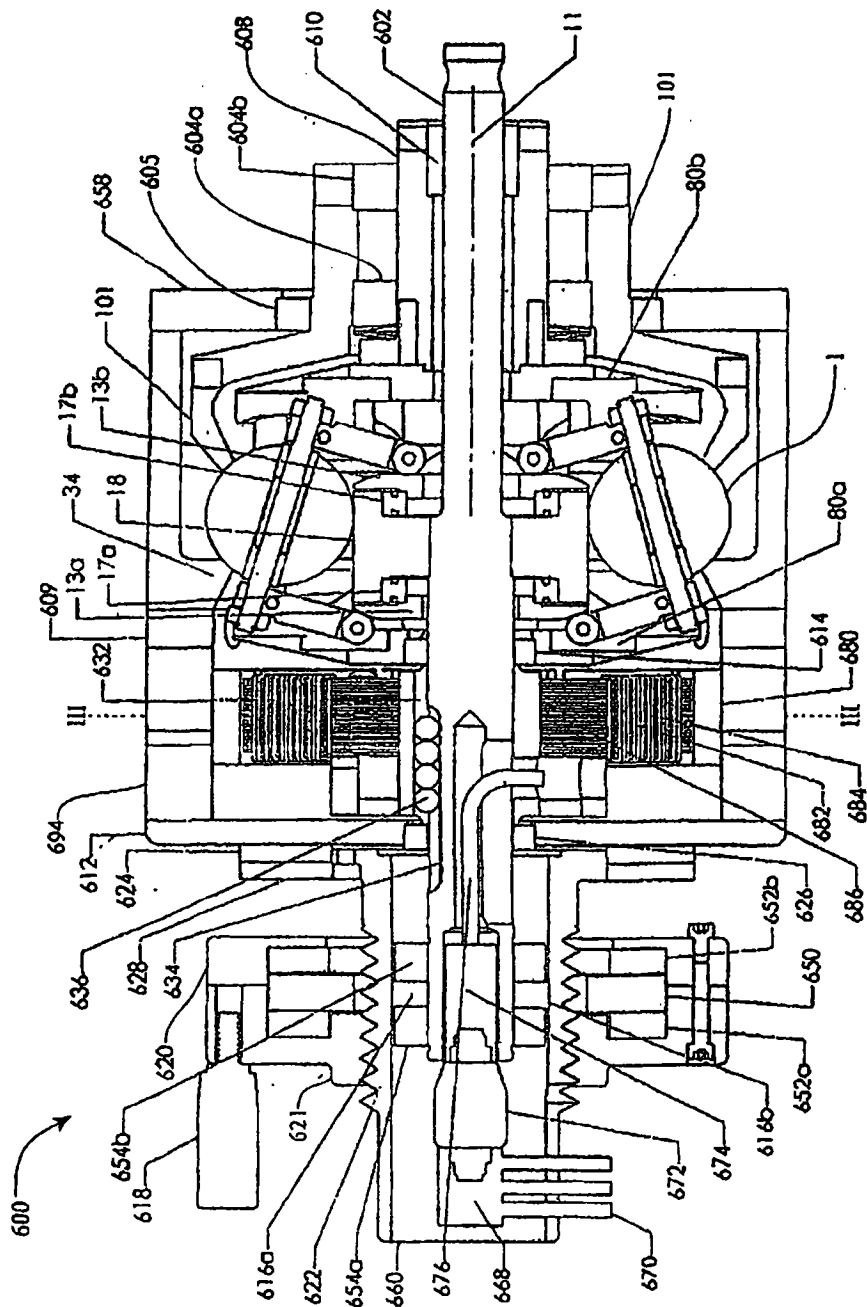


图9

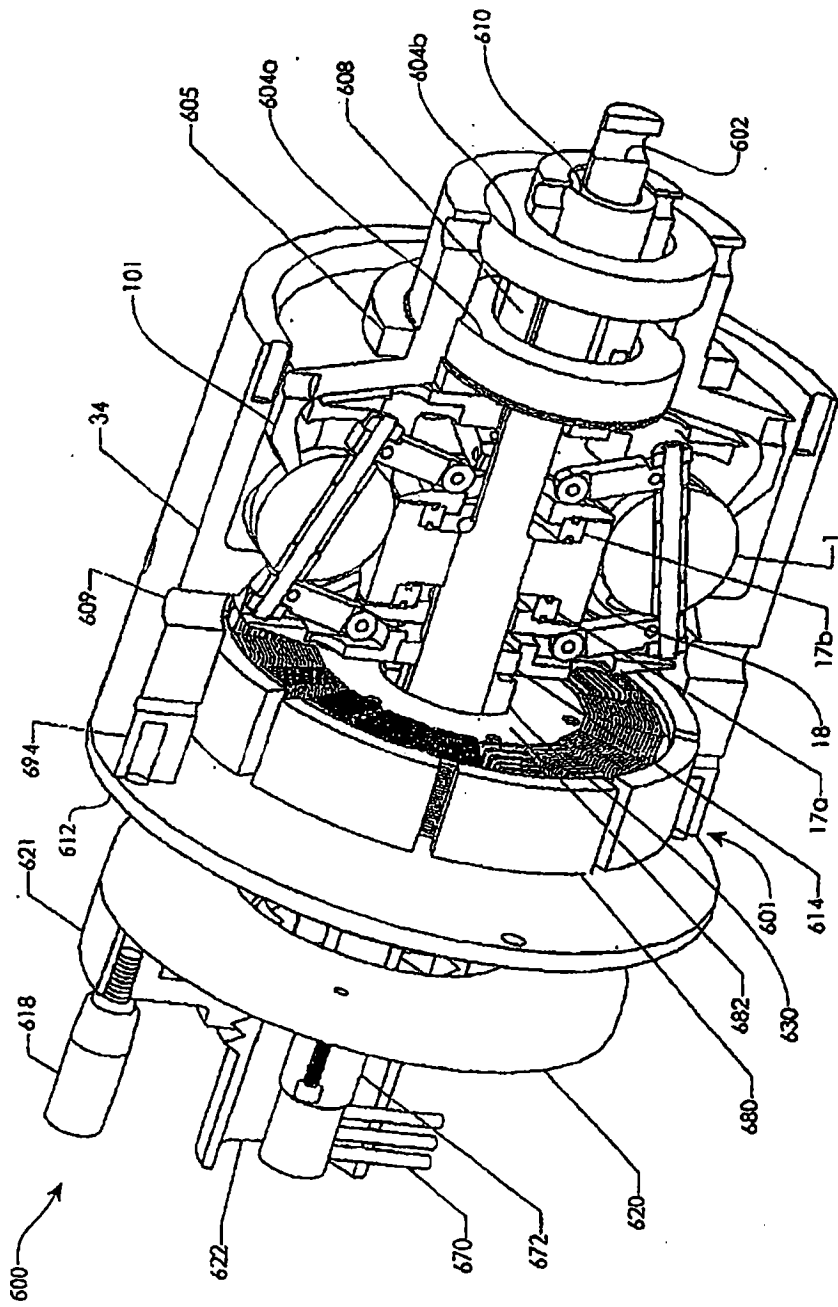


图10

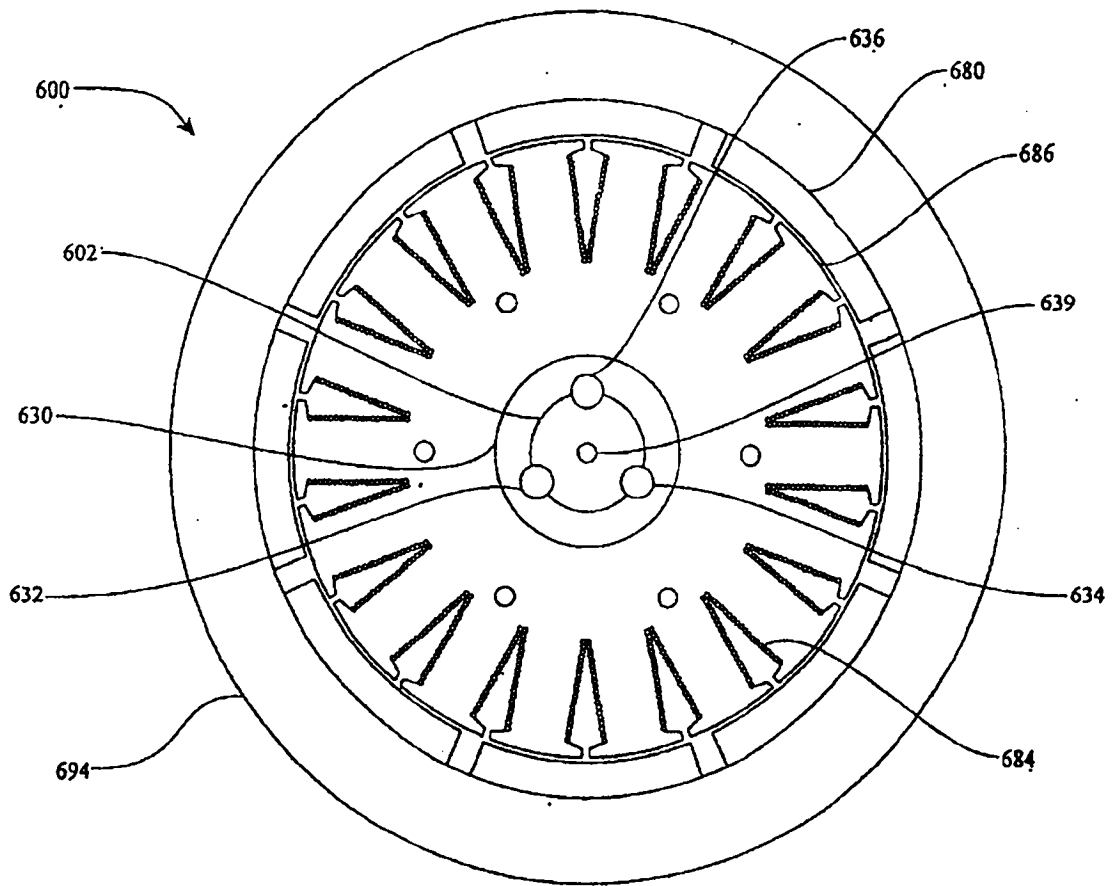


图11

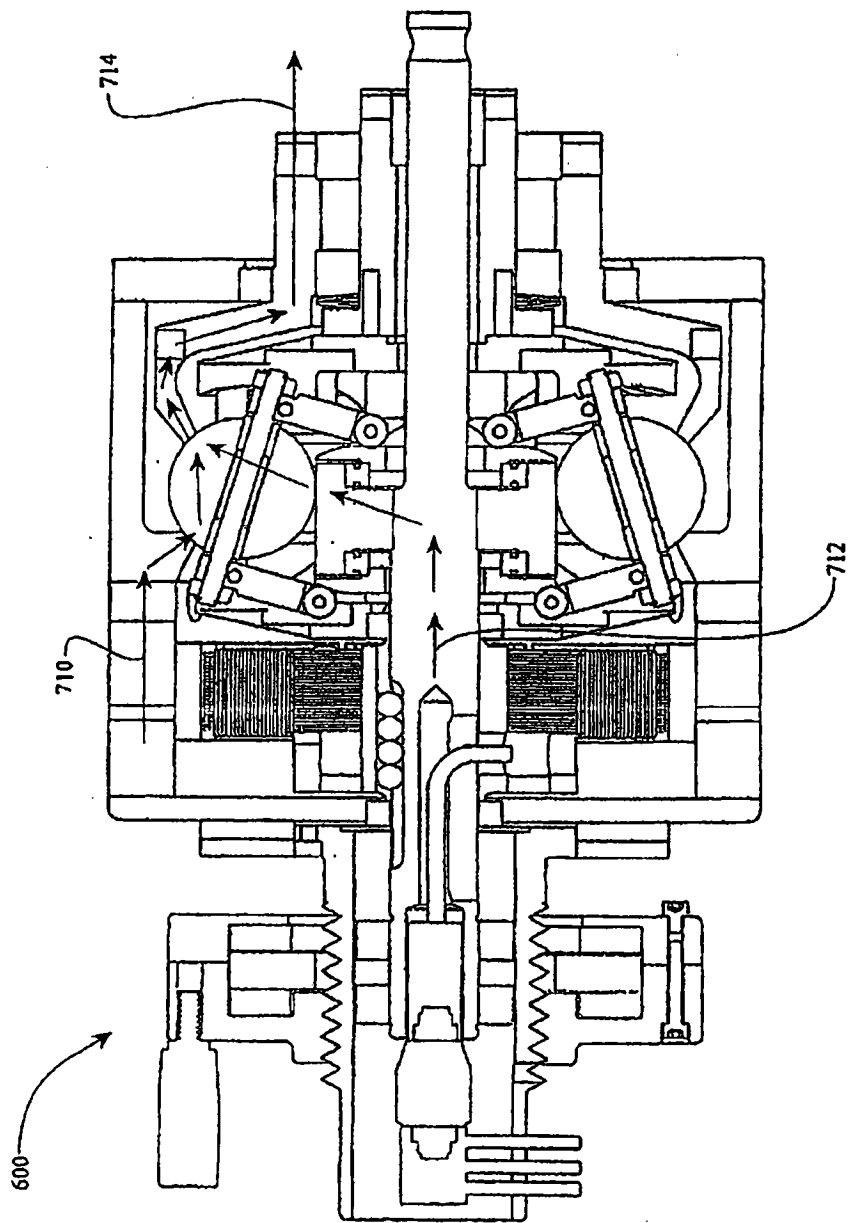


图12

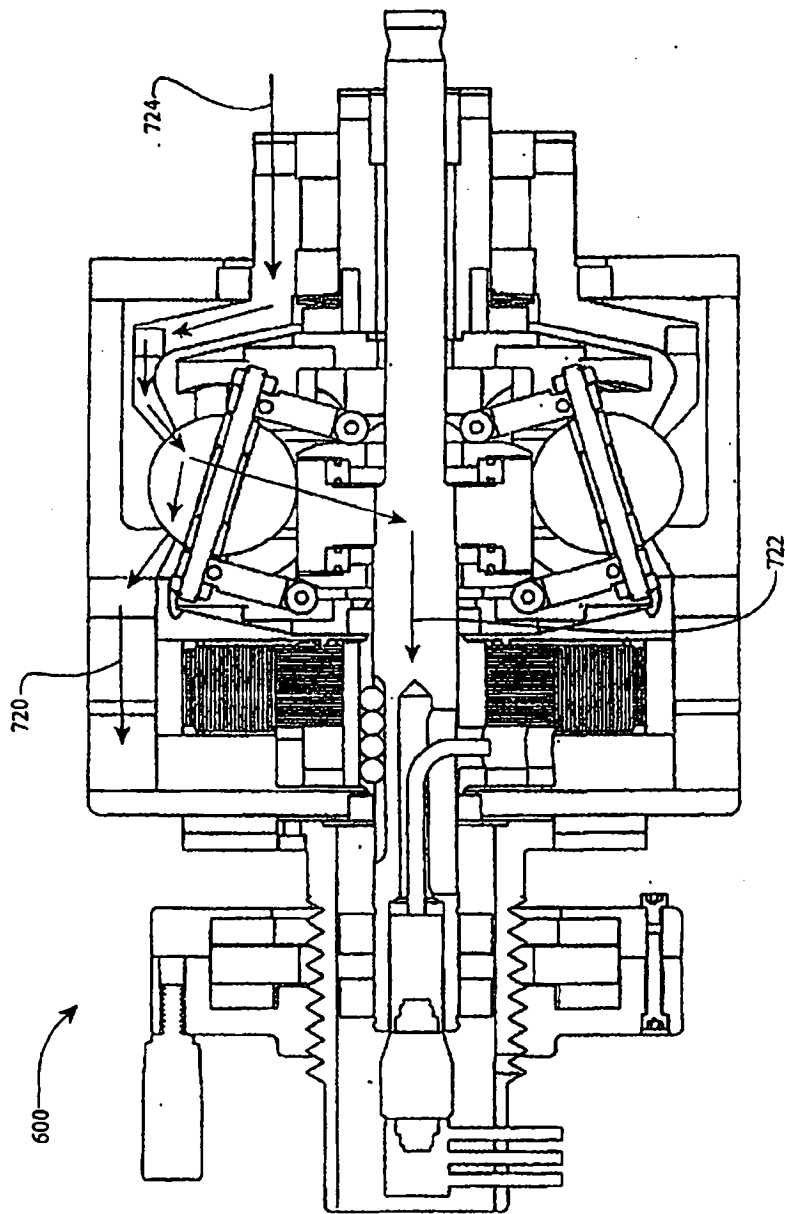


图 13

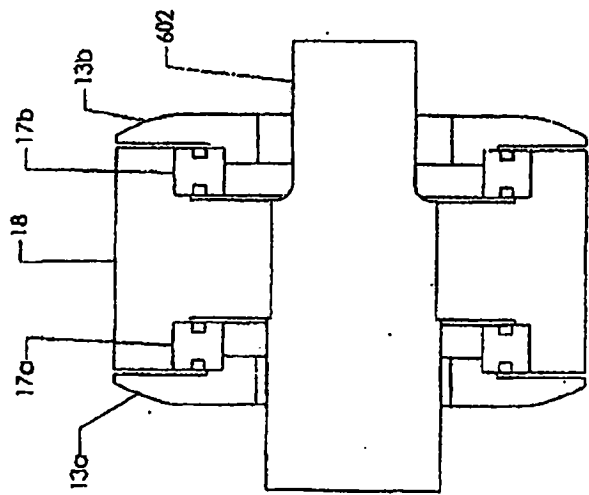


图14

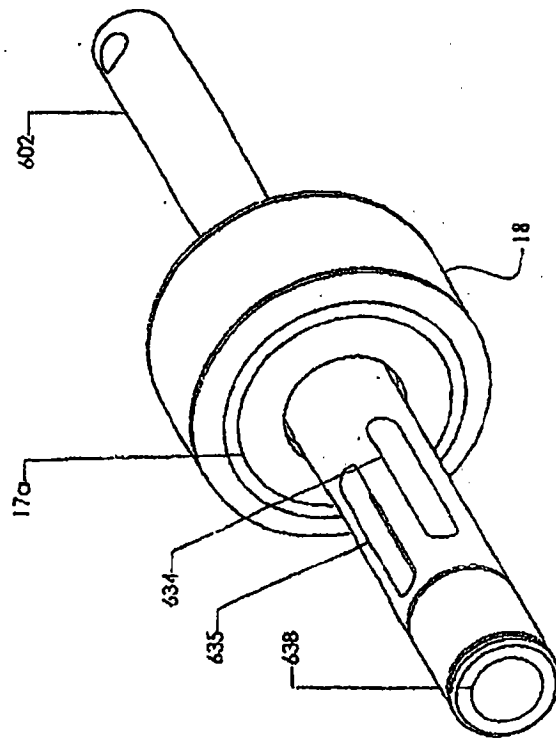


图15

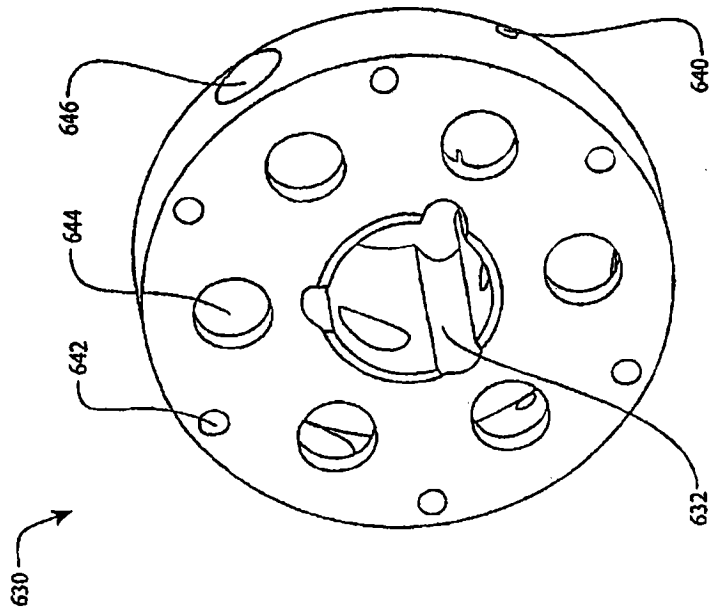


图16

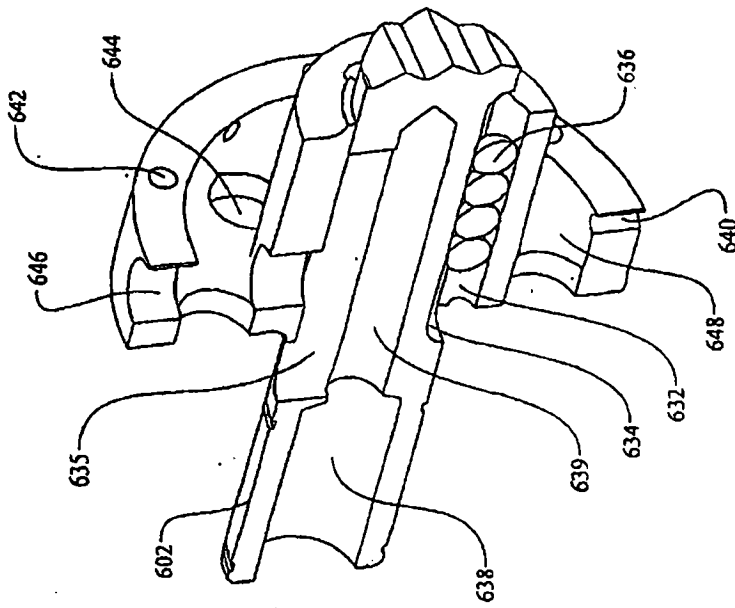


图17

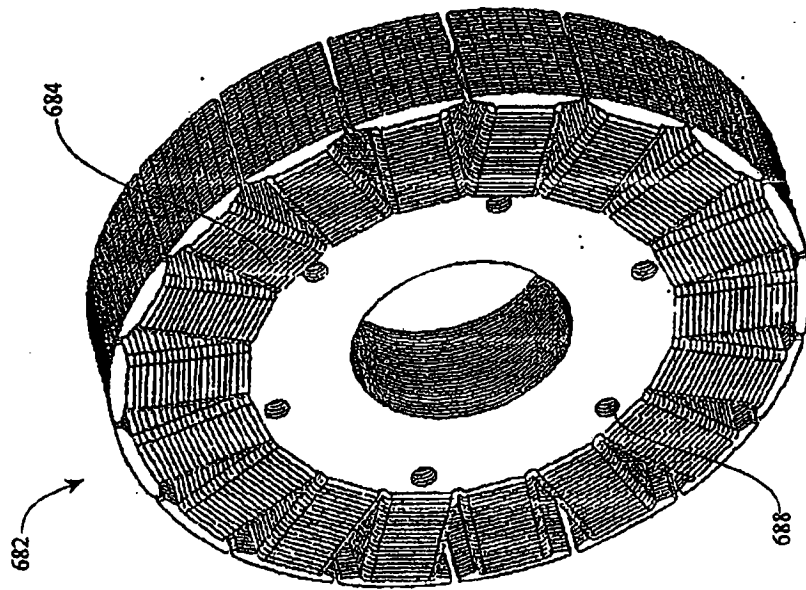


图19

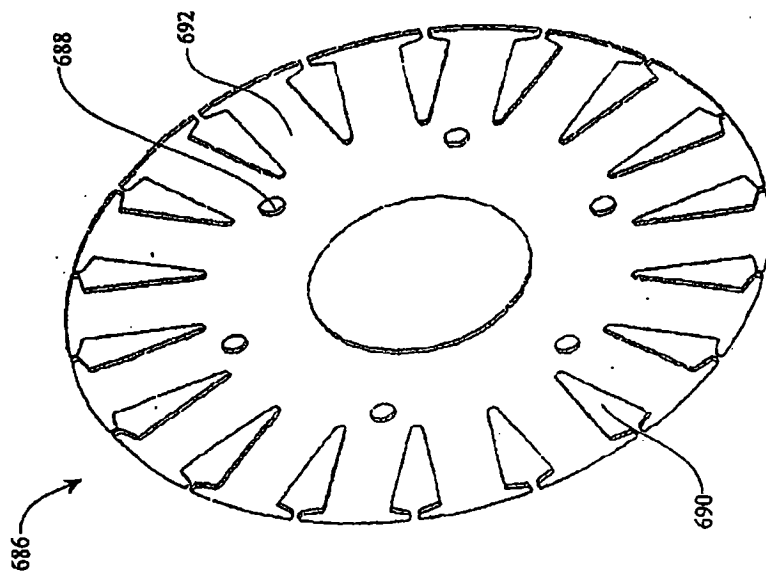


图18

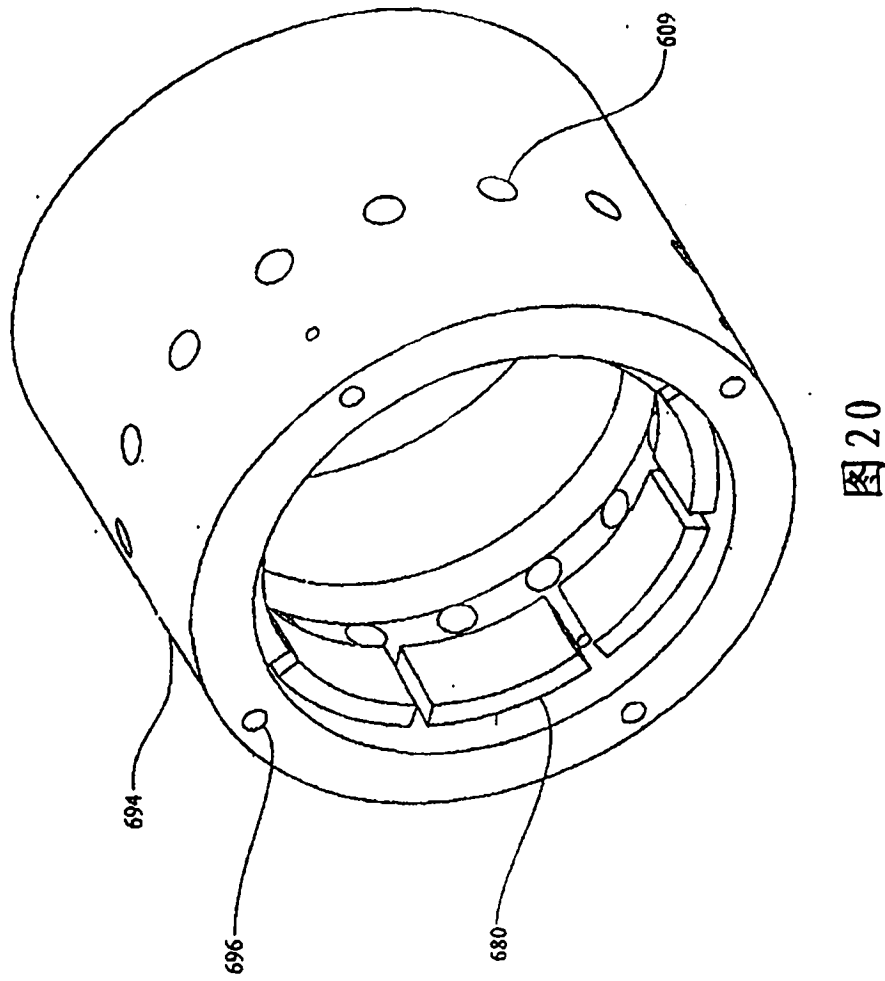


图 20

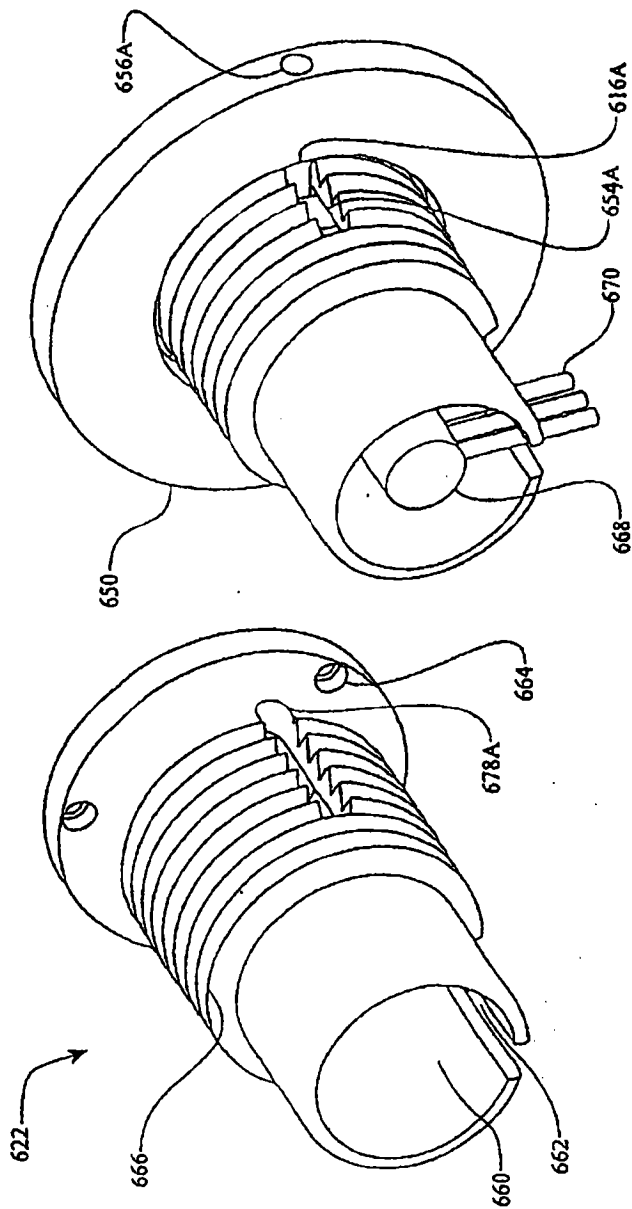


图 22

图 21

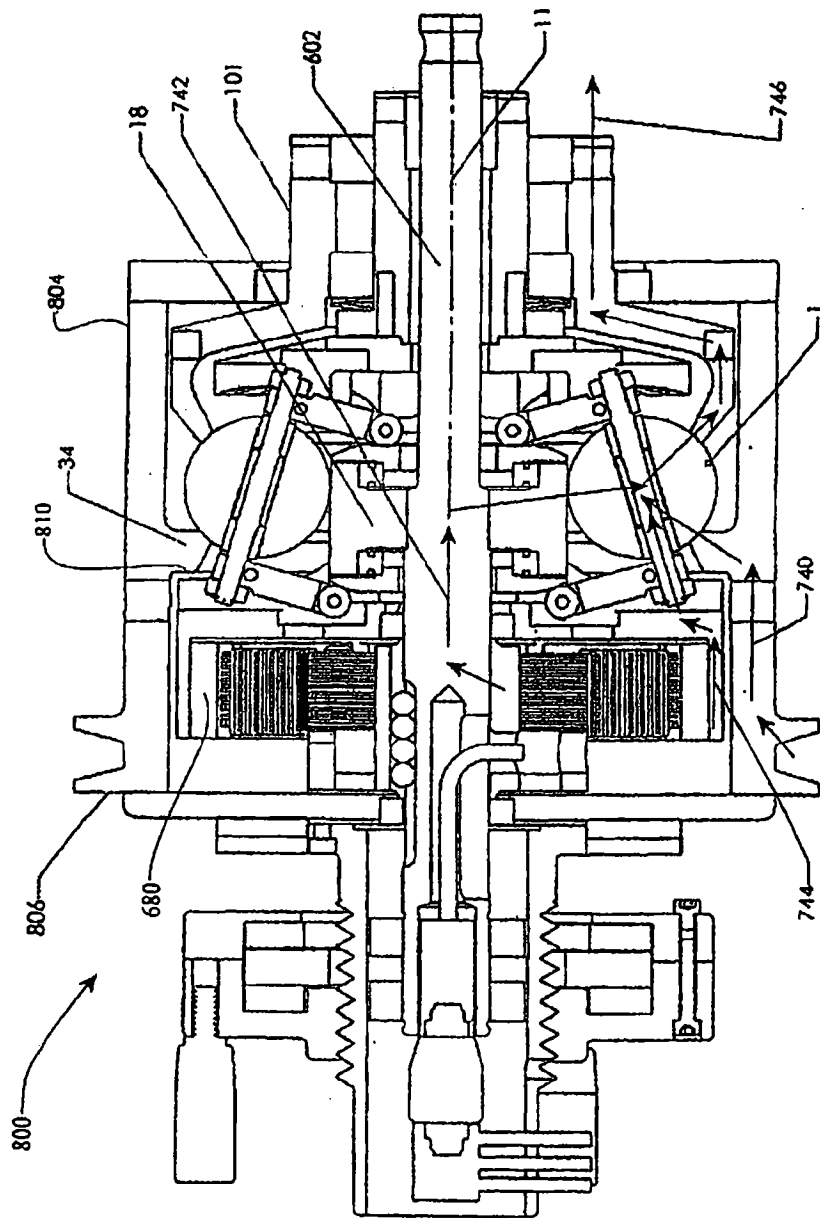


图 23

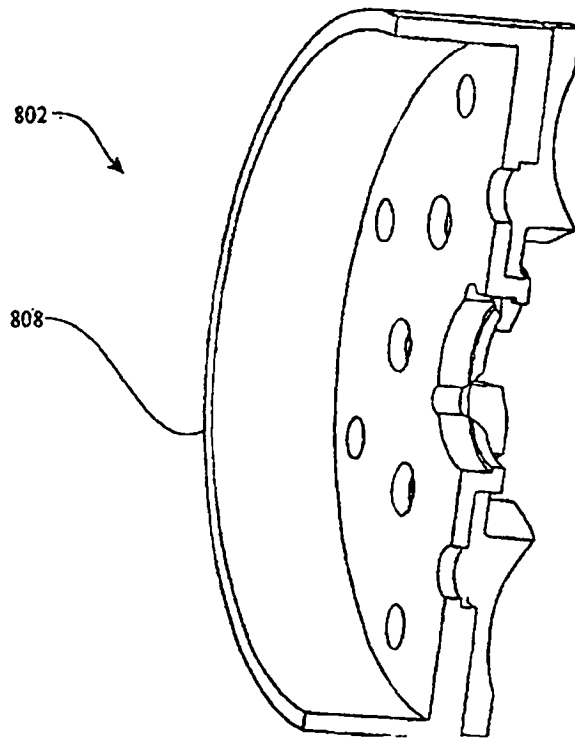


图24

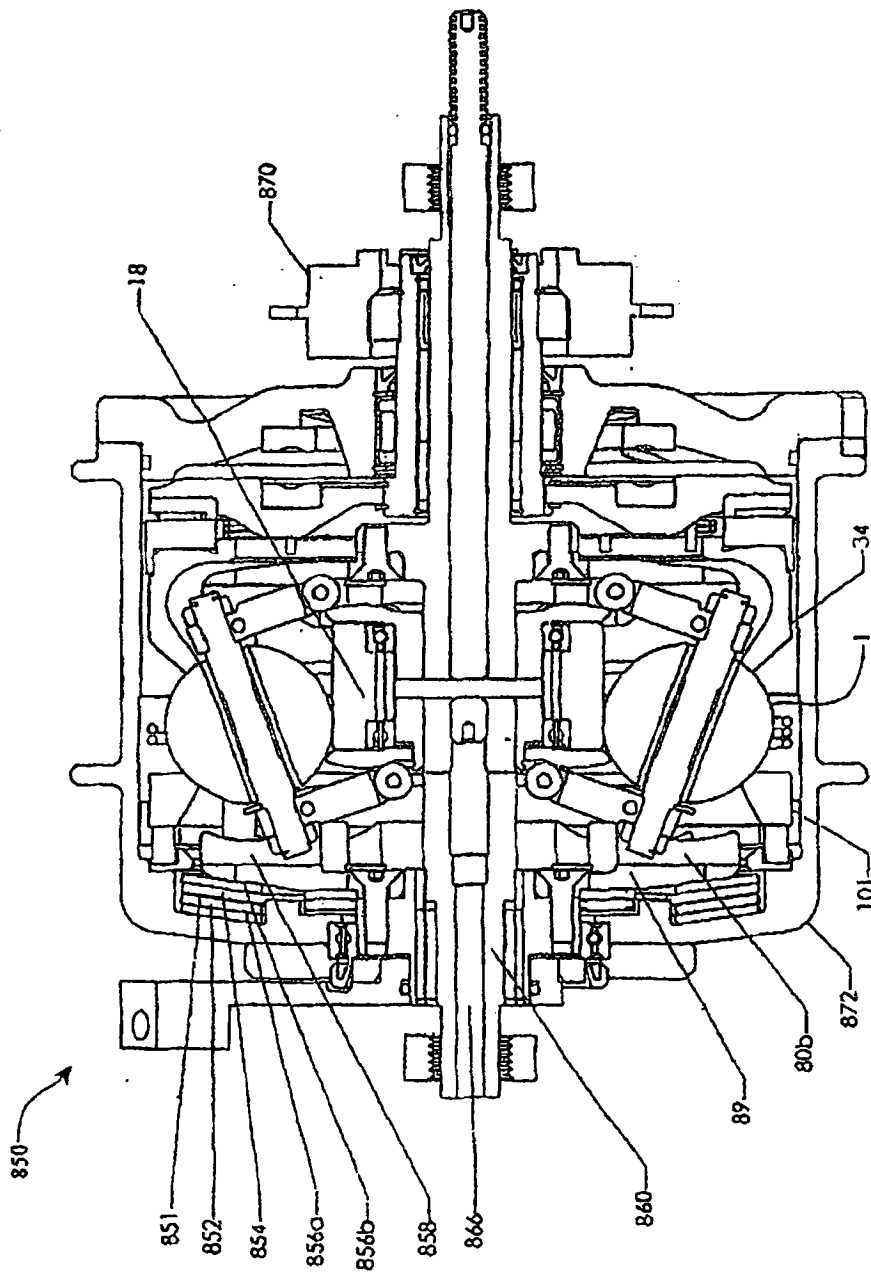


图25

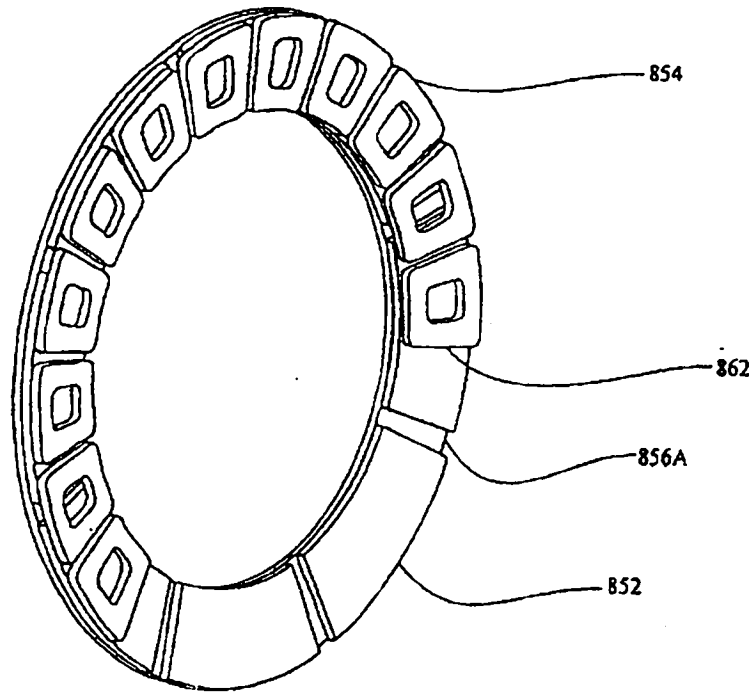


图 26

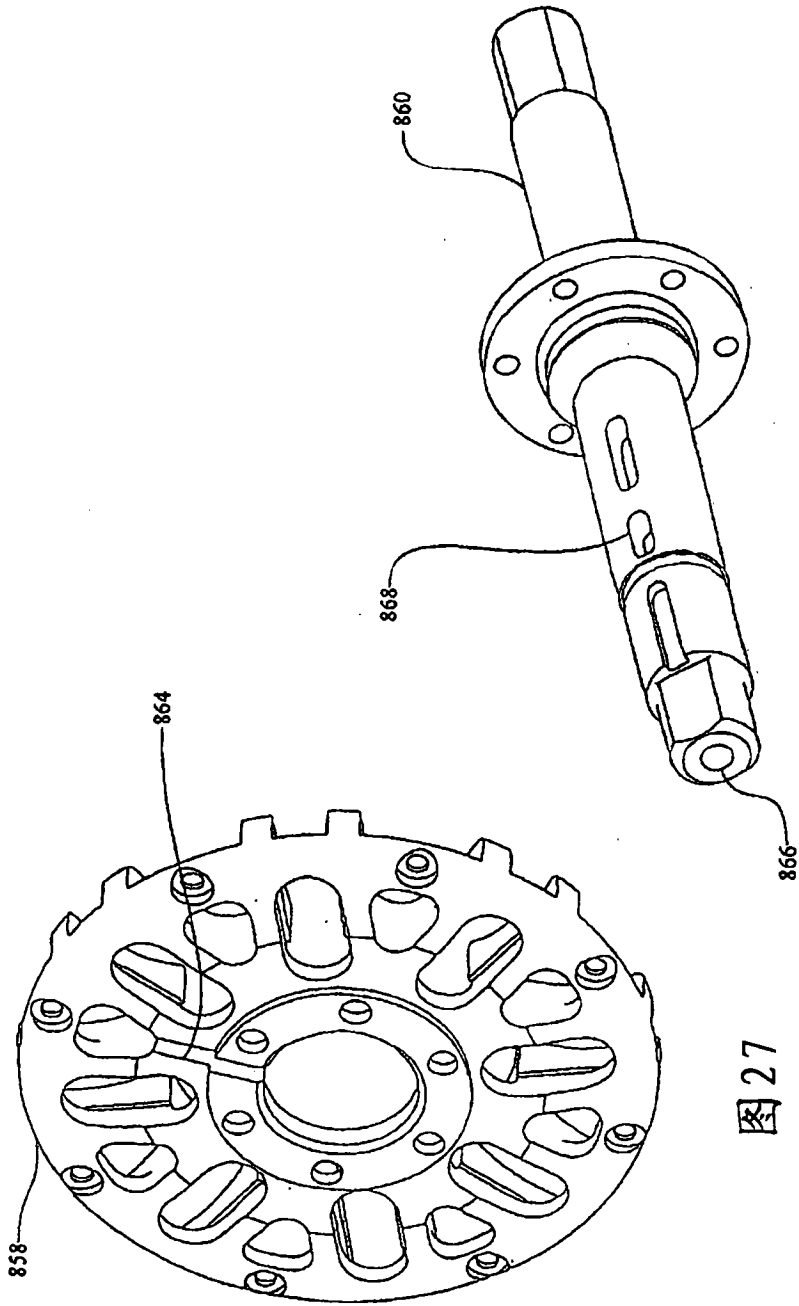


图 27

图 28

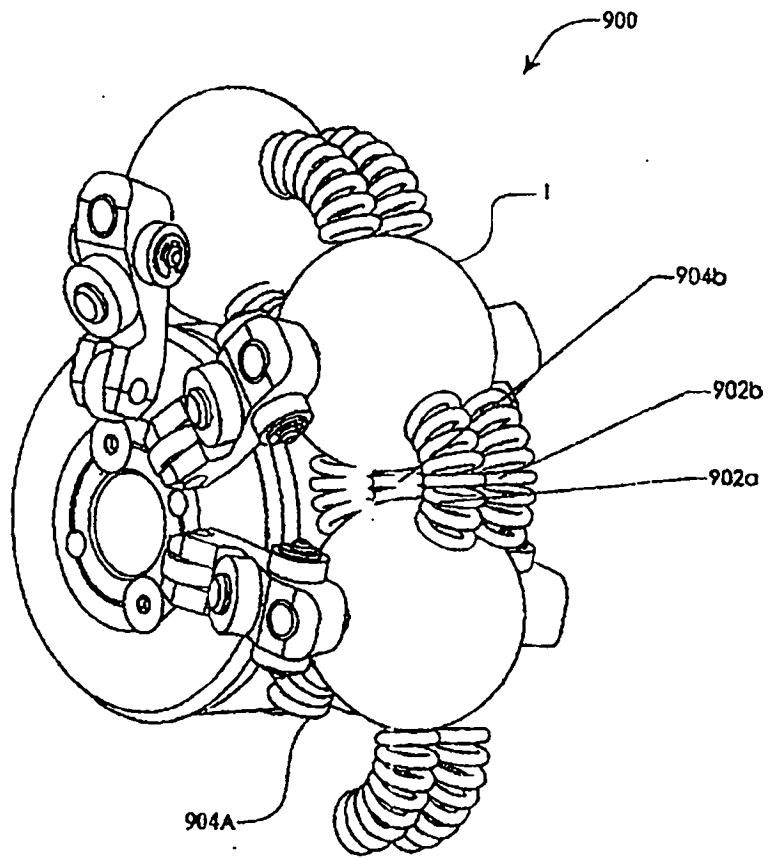


图 29

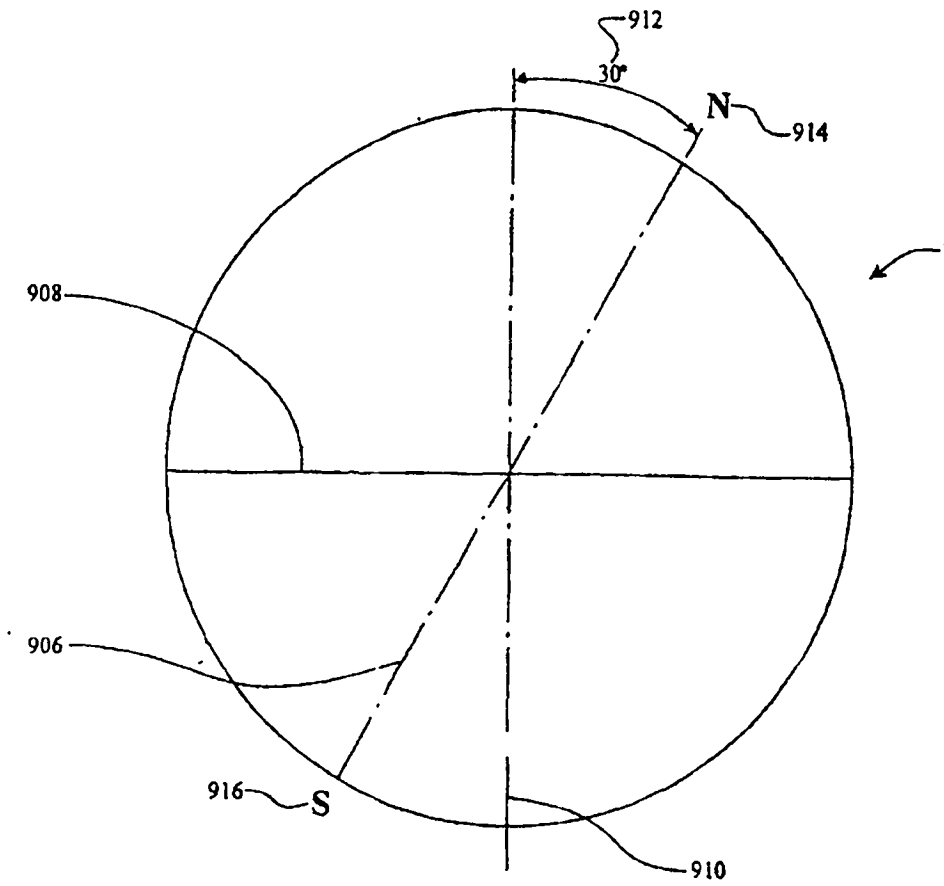


图 30

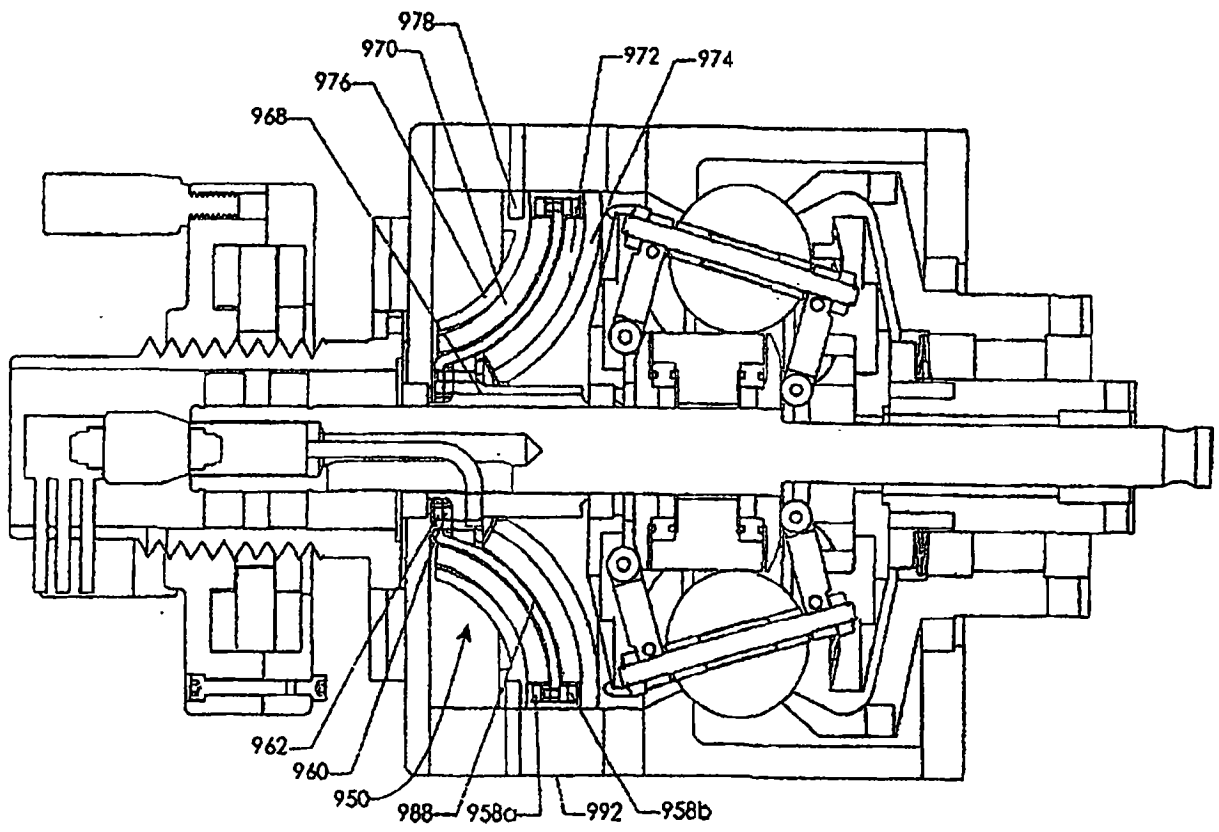


图 31

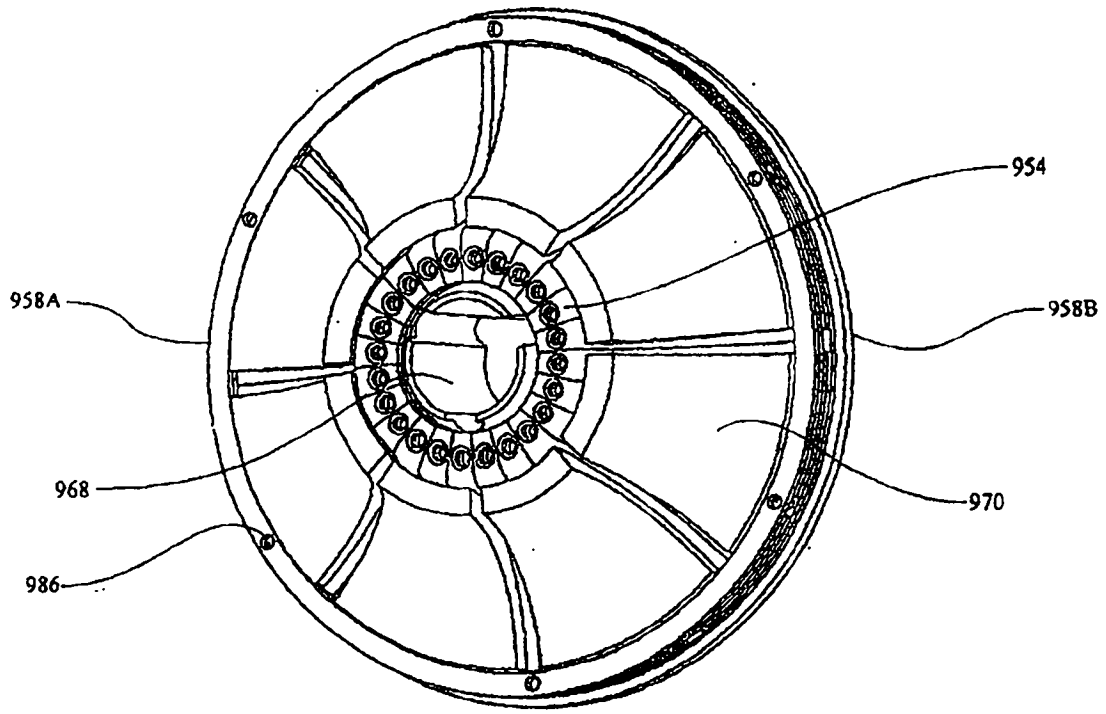


图 32

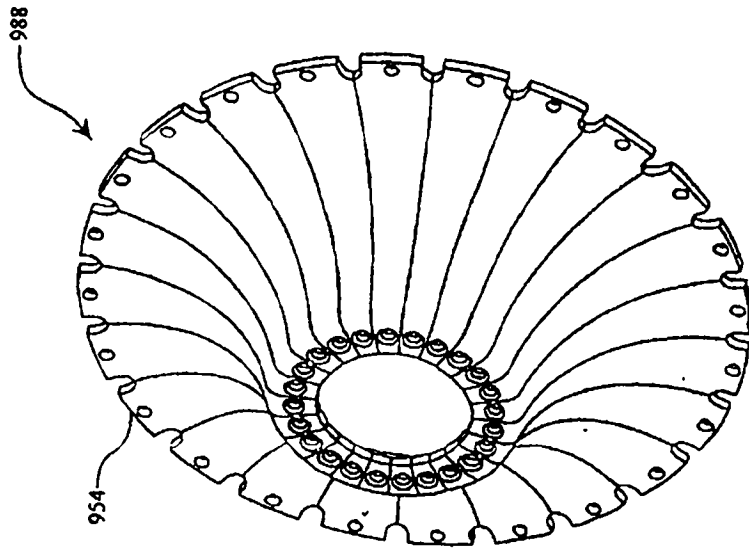


图 34

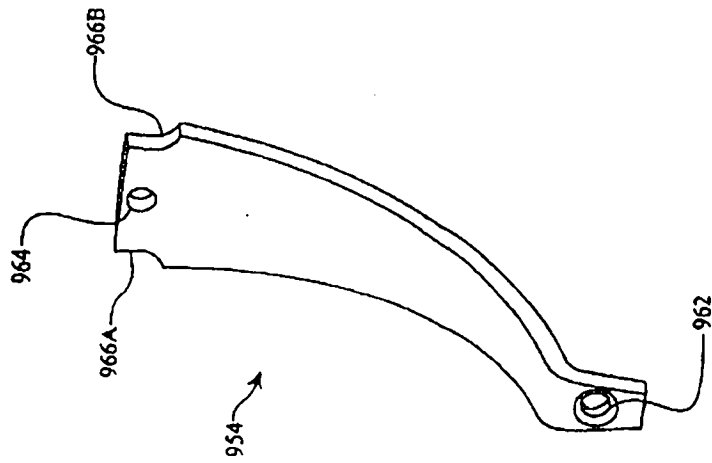


图 33

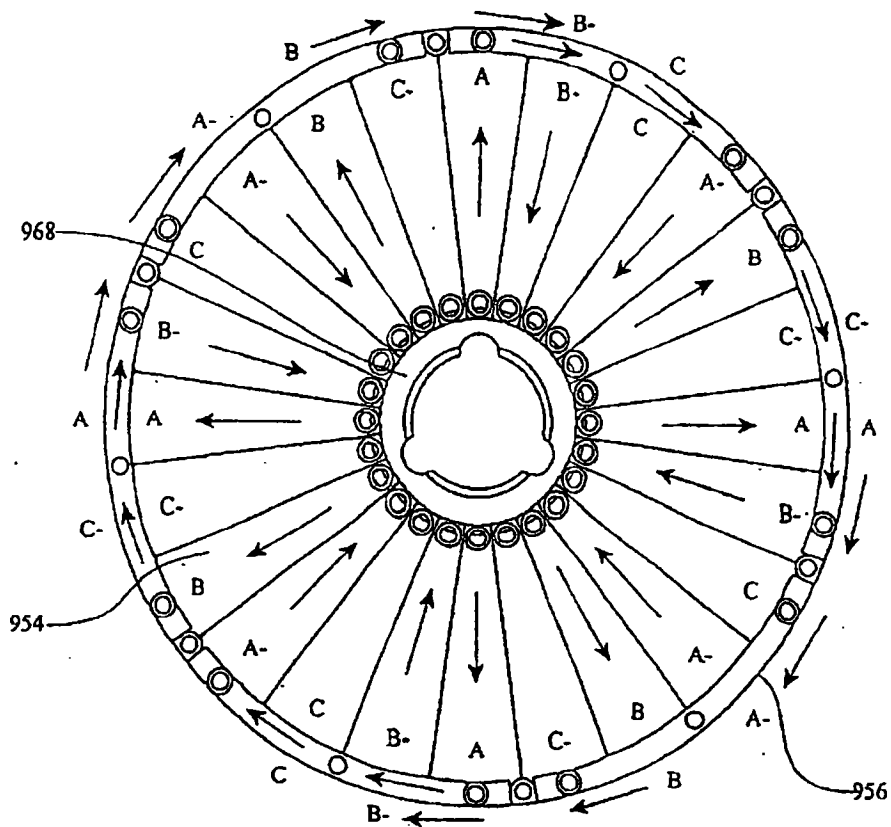


图 35

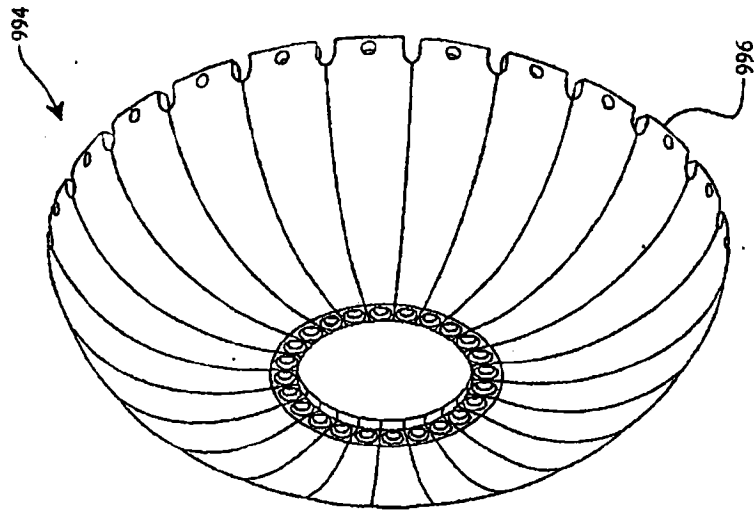


图 37

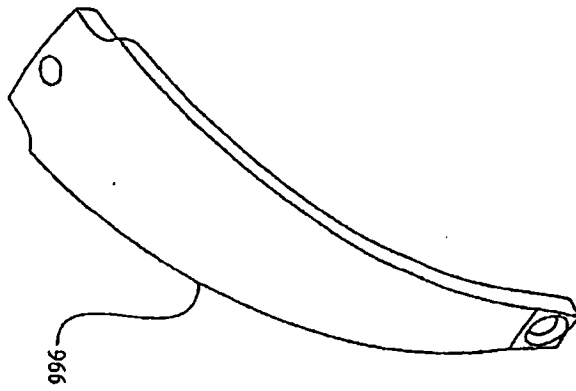


图 36

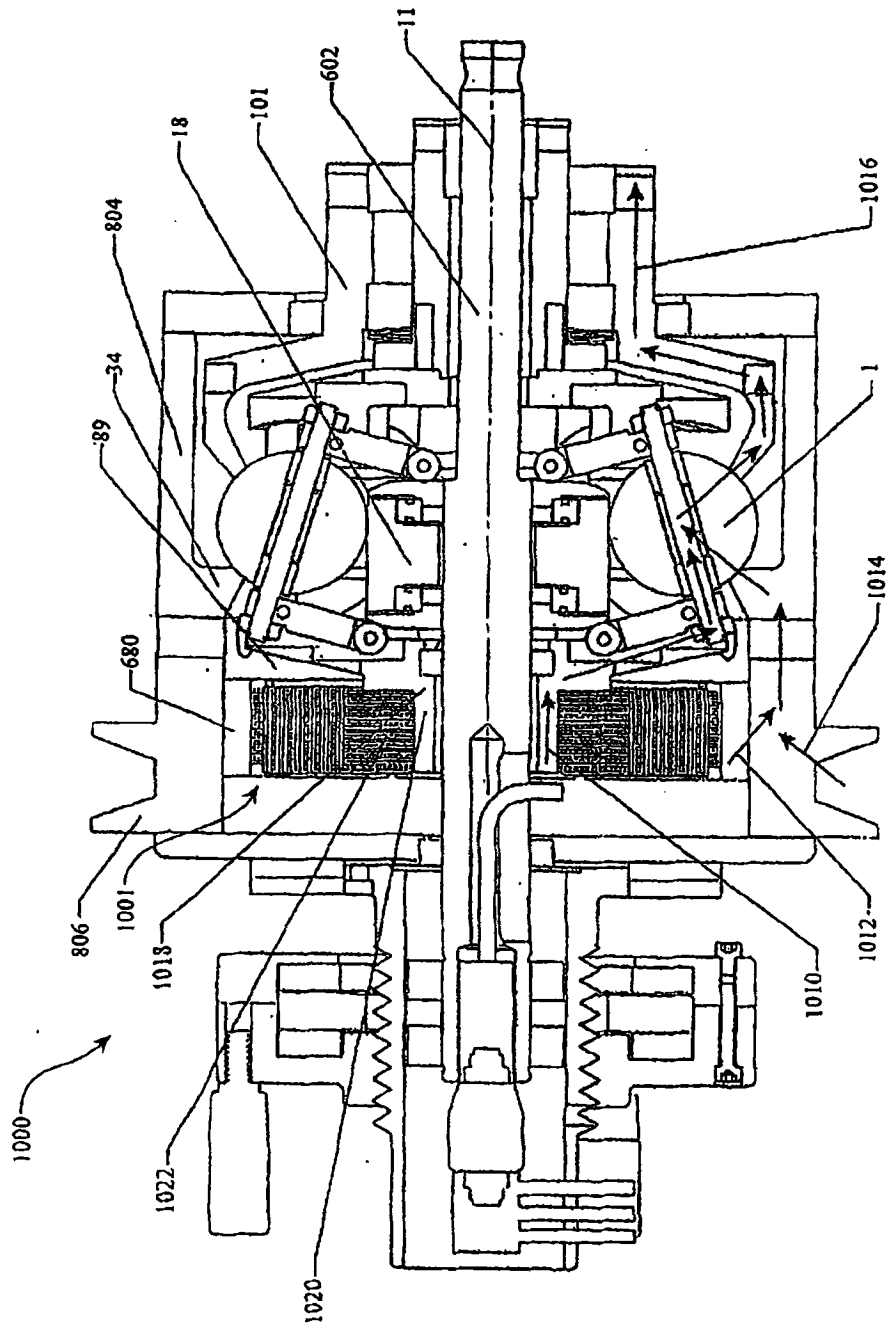


图 38