

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380105825.X

H02K 7/116 (2006.01)

F16H 13/08 (2006.01)

F16H 13/04 (2006.01)

F16H 13/06 (2006.01)

F16H 13/14 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 5 月 31 日

[11] 公开号 CN 1781235A

[22] 申请日 2003.12.11

[21] 申请号 200380105825.X

[30] 优先权

[32] 2002.12.13 [33] US [31] 60/433,331

[86] 国际申请 PCT/US2003/039509 2003.12.11

[87] 国际公布 WO2004/055958 英 2004.7.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.13

[71] 申请人 迪姆肯公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 X·艾 G·毕晓普

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 沙 捷

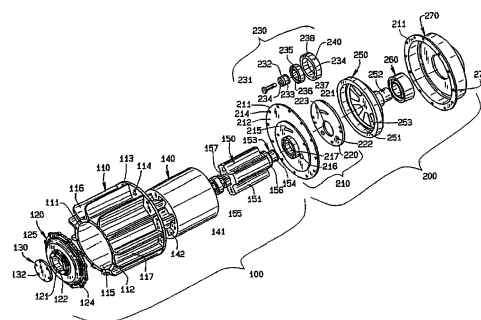
权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

集成的电机与牵引驱动

[57] 摘要

本发明揭示的是一种集成的电机与牵引驱动(1)。该装置包括电机(100)和牵引驱动(200)。电机(100)提供高角速度功率给恒星滚筒(153)。该恒星滚筒(153)将功率传输到牵引驱动(200)，牵引驱动(200)再将功率降到较低角速度，然后由输出轴(252)输出。



1. 一种集成的电机与牵引驱动，其包括：

以高角速度提供功率的电机，所述电机包括定子，在所述定子中
5 以高角速度转动的转子，以及安装在所述转子上的恒星滚筒，该恒星
滚筒带有第一座圈；和

接受高角速度功率并以较低角速度传输功率的牵引驱动，该牵引
驱动包括支架、外环元件、负载行星滚筒，其中，该外环元件带有与
所述恒星滚筒的第一座圈不同心的第四座圈和以较低角速度传输功率
10 的输出轴，该负载行星滚筒由带有第三座圈的支架支承，该第三座圈
与所述恒星滚筒的第一座圈以及所述外环的第四座圈啮合，形成汇聚
楔，用于在所述恒星滚筒与所述外环之间传输功率。

2. 如权利要求 1 所述的一种集成的电机与牵引驱动，其中所述第三
15 座圈与所述恒星滚筒的第一座圈以及所述外环的第四座圈啮合，以满

足方程 $\frac{K_s}{K_R} = \mu_0 \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \leq \mu_m \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right)$ 。

3. 如权利要求 1 所述的一种集成的电机与牵引驱动，还包括支承行
星滚筒，其由支架支持并具有第二座圈，该第二座圈与所述第一座圈
20 和所述第四座圈啮合，以自平衡内力。

4. 如权利要求 3 所述的一种集成的电机与牵引驱动，其中所述支承
行星滚筒包括销轴，其由所述支架和固定到所述销轴的轴承支持。

25 5. 如权利要求 1 所述的一种集成的电机与牵引驱动，还包括固定到
所述定子和支架的外壳，其具有支持所述恒星滚筒的第一镗孔和支持
外环的第四镗孔。

6. 如权利要求 5 所述的一种集成的电机与牵引驱动，其中所述外壳
30 包括：

连接到所述支架并固定到所述定子的电机外壳，连接到所述电机外壳的电机罩，其带有用于支承所述恒星滚筒的第一镗孔，以及连接到所述电机罩以固定所述恒星滚筒的轴承杯状板；

5 连接到所述支架的牵引驱动外壳，其具有用于支承所述外环的第四镗孔。

7. 如权利要求 1 所述的一种集成的电机与牵引驱动，其中所述负载行星滚筒包括：

10 具有外环和内环的支承轴承，这样该支承轴承的外环与所述负载行星滚筒的内表面啮合，从而允许所述负载行星滚筒自由转动；

具有外表面和中心孔的弹性插件，这样该弹性插件的外表面与所述支承轴承的内环啮合；以及

15 与所述弹性插件的中心孔啮合的销轴，这样所述负载行星滚筒、支承轴承以及弹性插件由所述支架支持，且所述负载行星滚筒的第三座圈与所述恒星滚筒的第一座圈以及外环的第四座圈啮合，形成用于将功率从第一座圈传输至第四座圈的汇聚楔。

8. 如权利要求 1 所述的一种集成的电机与牵引驱动，其中所述支架包括：

20 底板，其具有支撑所述负载行星滚筒的销孔，用于支撑所述恒星滚筒的第三镗孔，用于支撑所述支承行星滚筒的销孔，和岛状件；以及

盖板，其固定到所述底板，具有用于支持所述负载行星滚筒的销孔和用于安装所述恒星滚筒的孔。

25

9. 一种集成的电机与牵引驱动，其包括：

以高角速度供应功率的电机，该电机包括定子、在定子中以高角速度转动的转子以及固定到转子上具有第一座圈的恒星滚筒；

30 牵引驱动，其用于接受高角速度的功率并以较低角速度输出，该牵引驱动包括：

支架，其包括底板和盖板，该底板具有支撑所述负载行星滚筒的

销孔，用于支撑所述恒星滚筒的第三镗孔，用于支撑所述支承行星滚筒的销孔，和岛状件；以及该盖板固定到所述底板，具有用于支持所述负载行星滚筒的销孔和用于容纳所述恒星滚筒的孔；

5 外环元件，其具有与所述恒星滚筒的第一座圈不同心的第四座圈，以及以较低角速度输出功率的输出轴；

负载行星滚筒，该负载行星滚筒由带有第三座圈的支架支承，该第三座圈与所述恒星滚筒的第一座圈以及所述外环的第四座圈啮合，形成汇聚楔，用于在所述恒星滚筒与所述外环之间传输功率，该负载行星滚筒包括支承轴承、弹性插件和销轴，该支承轴承具有外环和内环，这样该支承轴承的外环与所述负载行星滚筒的内表面啮合，从而
10 允许所述负载行星滚筒自由转动；该弹性插件具有外表面和中心孔，这样该弹性插件的外表面与所述支承轴承的内环啮合；以及该销轴与所述弹性插件的中心孔啮合，这样所述负载行星滚筒、支承轴承以及弹性插件由所述支架支持，且所述负载行星滚筒的第三座圈与所述恒
15 星滚筒的第一座圈以及外环的第四座圈啮合，形成用于将功率从第一座圈传输至第四座圈的汇聚楔；

由所述支架支撑的支承行星滚筒，其具有第二座圈，与第一座圈和第四座圈啮合以自平衡内力；和

20 固定在所述定子和支架上的外壳，具有用于支承所述恒星滚筒的第一镗孔和用于支承外环的第四镗孔。

10. 如权利要求 9 所述的一种集成的电机和牵引驱动，其中所述支承行星滚筒包括由支架支承的销轴和固定到该销轴的轴承。

25 11. 如权利要求 9 所述的一种集成的电机和牵引驱动，其中所述外壳包括：

连接到所述支架并固定到所述定子的电机外壳，连接到所述电机外壳的电机罩，其带有用于支承所述恒星滚筒的第一镗孔，以及连接到所述电机罩以固定所述恒星滚筒的轴承杯状板；和

30 连接到所述支架的牵引驱动外壳，其具有用于支承所述外环的第四镗孔。

12. 如权力要求 9 所述的一种集成的电机和牵引驱动, 其中所述第三座圈与所述恒星滚筒的第一座圈以及所述外环的第四座圈啮合, 以满

足方程 $\frac{K_s}{K_R} = \mu_0 \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \leq \mu_m \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right)$ 。

集成的电机与牵引驱动

5 相关申请的交叉参考

本申请基于 2002 年 12 月 13 日提出的美国临时专利申请，该临时申请序列号为 60/433,331，本申请要求其优先权，并由此结合到此处以供参考。

10 技术领域

电机是一种应用十分广泛的机器，其应用领域包括从汽车到推土机，从航空到航海机器，从家用设备到医疗设施。

背景技术

- 15 近期以来，对更大功率密度的电机的需求增长。本申请中，功率密度可以被定义为单位重量或单位体积传输的功率量，分别用 W/kg 或 W/公升表示。提升功率密度的一个方法是提高电机速度。随着电机速度提高，其总体功率随之提高，因此，机器设计趋向于使用较小电机以较高速度运转。在有些应用中，造成了电机速度高于从动元件所要求的速度。因此，常常需要在电机与从动元件之间加入一个减速装置，
- 20 将电机速度降至从动元件所要求的速度。因此，尽管总体功率密度提高，但是由于增加了重量与体积，减速装置仍然对功率密度有所限制。

- 对于这个问题的一个解决方案就是所谓的齿轮组电机（gear head motor），在电机里集成一个齿轮减速装置。齿轮组电机种类繁多，包
- 25 括“精密”齿轮组电机，其能以较高速度运转，通常比“常规”齿轮组电机昂贵。但是，即使使用精制的齿轮组，齿轮组电机的运转速度往往限于 5000 到 6000 转/分钟，这在很大程度上阻碍了齿轮组电机达到其最大功率密度潜力。

- 近期牵引驱动研究的发展表明，构造良好的牵引驱动可以更高的
- 30 速度运转，其转速可以达到并超过 10000 转/分钟，成本却比齿轮组驱动小得多。因此，牵引驱动与电机的集成可以增加系统功率密度潜力，

从而拓宽了电机的应用范围。

发明内容

简单地说，本发明是一个以高角速度提供功率的电机，其集成牵引驱动，用于接受高角速度功率，然后以较低角速度传输功率。电机包括定子，在定子中以高角速度转动的转子，以及恒星滚筒(sun roller)；该恒星滚筒有一个固定在转子上的第一座圈。牵引驱动包括支架，外环元件和负载行星滚筒；外环元件有输出轴，以及与恒星滚筒第一座圈不同心的第四座圈；负载行星滚筒由支架支承，具有第三座圈。恒星滚筒第一座圈和外环第四座圈形成一个汇聚楔，第三座圈与第一座圈和第四座圈在该汇聚楔上啮合，用于在恒星滚筒与外环之间传输功率。外环输出轴以较低角速度传输功率。

附图说明

以下附图是本说明书的一部分，其中：

图 1 是本发明实施例前部的分解立体图。

图 2 是该实施例后部的分解立体图。

图 3 是该实施例横截面图。

图 4 是该电机的横截面图。

图 5 是该实施例中各座圈以及支承轴的力的示意图。

在所有这些附图中，相应的参考数字始终表示相应的元件。

具体实施方式

下列详细描述是以举例的而不是限定的方式来说明本发明。该描述使本领域技术人员能制造并使用本发明，并描述本发明的几个实施例、改装、变体、替换以及用途，包括目前认为是本发明的最佳实施方式。

如图 1 和图 2 所示，集成的电机与牵引驱动 1 的实施例由电机 100 和牵引驱动 200 组成。在本说明书中，“集成”意思是“多个部件组装成单一装置”。

如图 1-3 所示，电机 100 由电机外壳 110、电机罩 120、轴承杯状

板 130、定子 140、转子 150 和恒星滚筒 153 组成。电机外壳 110 是一个中空圆柱体，限定前面 111、后面 113、内表面 115 和散热片 116，其中前面 111 上有连接到电机罩 120 的孔 112，后面 113 上有用于连接减速器 200 的孔 114，内表面 115 固定到定子 140，散热片 116 从外表面 117 延伸以辅助散发运转过程中产生的热。电机罩 120 是个带凸起同心圆环的圆盘，限定前面 121、后面 123、和第一镗孔 125，其中，前面 121 上有连接到轴承杯状板 130 的孔 122，后面 123 有连接到前面 111 以及电机外壳 110 上各个孔 112 的孔 124，第一镗孔 125 通过轴承 155 支承恒星滚筒 153。轴承杯状板 130 是一个圆盘，限定后面 131，其上有孔 132 用于连接电机罩 120 的前面 121 和各个孔 122。定子 140 是一个中空圆柱体，具有固定到电机外壳 110 的内表面 115 的外表面 141 和内极 142，内极 142 由电源供电形成磁极，为转子 150 供能。转子 150 是一个中空圆柱体，限定第二镗孔和外部凸极 152，其中，第二镗孔用于连接恒星滚筒 153，外部凸极 152 与定子 140 的内部阴极 142 啮合。恒星滚筒 153 是限定有第一座圈 154 的轴，用于与牵引驱动 200 啮合。

本领域技术人员已知的是设置电接头用来传输进出定子 140 的内极 142 的线圈的电。为便于观看，图中没有显示线圈。图 1-3 所示的实施例揭示的是一种典型的开关磁阻电机，也可以使用其它类型的电机，诸如无刷电机、直流电机、交流感应电机。尽管图 1-3 所示的实施例揭示的是叠层板制成的转子 150，其它类型的转子也可使用。

如图 1-3 所示，牵引驱动 200 包括支架 210、负载行星滚筒 230、支承行星滚筒 245、外环元件 250、双列轴承 260 和牵引驱动外壳 270。支架 210 包括底板 211 和盖板 220。底板 211 是一个带凸起同心环的圆盘，限定前面 212、后面 213、连接到电机外壳 110 和牵引驱动外壳 270 的孔 214、支承负载行星滚筒 230 的椭圆形销孔 (obround pinhole) 215、支持支承行星滚筒 245 的销孔 216、支持恒星滚筒 153 的第三镗孔 217、以及后面 213 上弓形尖锐的楔，在本申请中称作岛状件 218。岛状件 218 用作底板 211 和盖板 220 之间的隔离物，限定容纳支承行星滚筒 245 和负载行星滚筒 230 的腔。盖板 220 是一个圆盘，限定支持负载行星滚筒 230 的椭圆形销孔 221、支持支承行星滚筒 245 的销孔 222，

以及容纳恒星滚筒 153 的通孔 223。

支承行星滚筒 245 包括销轴 246 和轴承 247。轴承 247 限定第二座圈 248，其与恒星滚筒 153 的第一座圈 154 啮合。轴承 247 连接到销轴 246，使第二座圈 248 能自由转动。销轴 246 插入底板 211 的销孔 216 和盖板 220 的销孔 222 中，使支承行星滚筒 245 停留在岛状件 218 限定的腔中。

负载行星滚筒 230 包括销轴 231、弹性插件 232、支承轴承 235 和滚筒 238。弹性插件 232 呈环形，有外表面 233 和中心孔 234。支承轴承 235 是一个环形减摩轴承，类似一个滚珠，有内环 236 和外环 237。滚筒 238 也是环形，有内表面 239 和第三座圈 240。当组装好后，支承轴承 235 连接到弹性插件 232，其内环 236 与插件 232 的外表面 233 紧密配合。滚筒 238 装配到支承轴承 235，在其内表面 239 和支承轴承 235 的外环 237 之间形成干涉配合 (interference fit)，使滚筒 238 能自由转动。接下来，销轴 231 插入弹性插件 232 的中心孔 234，使弹性插件 232 固定到销轴 231。销轴 231 插入底板 211 的销孔 215 和盖板 220 的销孔 221，使第三座圈 240 与恒星滚筒 153 的第一座圈 154 以及外环 250 的第四座圈 251 啮合。销孔 215 与 221 的椭圆形形状使销轴 231 能稍做往复滑动。在运转时，这允许负载滚筒 238 能自动移动到有效位置，使负载滚筒 238 的第三座圈 240 啮合在恒星滚筒 153 的第一座圈 154 和外环 250 的第四座圈 251 之间的汇聚楔中，使功率在恒星滚筒 153 和外环 250 之间传输。图 1-3 所示的销轴 231 由销孔 215 和 221 支承，但也可能由支架 210 通过弹簧或弹性体支承。

外环元件 250 是一个圆环，限定第四座圈 251、输出轴 252、以及轮辐 253，其中，该第四座圈 251 与恒星滚筒 153 的第一座圈 154 不同心以用于与负载行星滚筒 230 的第三座圈 240 和支承行星滚筒 245 的第二座圈 248 啮合；输出轴 252 用于传输功率；轮辐 253 联结第四座圈 251 和输出轴 252 来调和第四座圈 251 和输出轴 252 之间的任何可能的失调。输出轴 252 由背对背排列的双列轴承 260 支承。

牵引驱动外壳 270 是一个带有凸起同心环的中空圆柱体，限定前面 271、第四镗孔 273 和后面 274；前面 271 有孔 272 用于连接到底板 211 和各个孔 214，第四镗孔用来容纳双列轴承 260，后面 274 用于外

部装备。

要安装本实施例，将孔 132 对准各自孔 122，并用螺钉或铆钉等适当的机械构件使轴承杯状板 130 的后面 131 连接到电机罩 120 的前面 121。同样，通过将孔 124 对准各自孔 112，用螺钉或铆钉等适当的机械构件使电机罩 120 的后面 123 连接到电机外壳 110 的前面 111。定子 140 插入电机外壳 110 中，这样定子 140 的外表面 141 连接到电机外壳 110 的内表面 115。

轴承 156 连接到邻近第一座圈 154 的恒星滚筒 153 上用于转动支承。套筒衬套 159 固定在邻近轴承 156 的地方。转子 150 邻近套筒衬套 159 固定到恒星滚筒 153 上。螺母 157 固定到恒星滚筒 153 上以锁紧转子 150。轴承 155 固定到恒星滚筒 153 上与第一座圈 154 相对的一端用于转动支承。如图 3、4 所示，恒星滚筒 153 和转子 150 插入定子 140 中，使轴承 155 固定到电机罩 120 的第一镗孔 125 上，轴承 156 固定到底板 211 的第三镗孔 217。在这个位置上，恒星滚筒 153 和转子 150 可以在定子 140 中自由转动。另外，第一座圈 154 伸过底板 211，由此第一座圈 154 可以在支架 210 中转动。

安装支架 210 时，盖板 220 安装到底板 211 的岛状件 218 上。支承行星滚筒 245 的销轴 246 插入底板 211 的销孔 216 和盖板 220 的销孔 222 中，这样，第二座圈 248 与恒星滚筒 153 的第一座圈 154 摩擦啮合。负载行星滚筒 230 的销轴 231 插入底板 211 的销孔 215 和盖板 220 的销孔 221 中，使第三座圈 240 与恒星滚筒 153 的第一座圈 154 摩擦地啮合。

双列轴承 260 固定到牵引驱动外壳 270 的第四镗孔 273 上。为了进一步锁紧双列轴承 260，可以使用止动环 275。双列轴承 260 固定到外环元件 250 的输出轴 252 上，使外环元件 250 可以自由转动。通过将孔 272 对准各自孔 214，并用螺钉或铆钉等适当的机械构件，牵引驱动外壳 270 的前面 271 连接到底板 211 的后面 213。在这个位置上，外环元件 250 的第四座圈 251 与负载行星滚筒 230 的第三座圈 240 和支承行星滚筒 245 的第二座圈 248 摩擦啮合。

运转时，电功率施加到内部阴极 142，使转子 150 和恒星滚筒 153 转动并以高角速度传输功率。功率从恒星滚筒 153 的第一座圈 154 传

输到支承滚筒 245 的第二座圈 248 和负载行星滚筒 230 的第三座圈 240。然后，功率从第二座圈 248 和第三座圈 240 传送到外环 250 的第四座圈 251。最后，功率经过外环 250 的轮辐 253 传输到输出轴 252，以较低角速度输出。

- 5 在如图 5 所示的恒星滚筒 153 转动时，在第一座圈 154 和负载行星滚筒 230 的第三座圈 240 之间的触点上产生的摩擦力 F_R （牵引力）会转动负载滚筒 230，并在第三座圈 240 和外环 250 的第四座圈 251 之间的触点产生摩擦反作用力 F_R 。这些摩擦力将负载滚筒 230 推到恒星滚筒 153 和外环 250 之间的汇聚楔形间隙，其方向取决于恒星滚筒 153 的转动方向。摩擦力 F_R 由第一座圈 154 与第三座圈 240 之间的触点和第四座圈 251 与第三座圈 240 之间的触点上的常规触点压力 N ，以及支架 210 经由销轴 231、弹性插件 232 和支承轴承 235 对负载滚筒 238 提供的支承力 F_s 平衡。

- 15 响应摩擦力 F_R 而产生的常规触点压力 N 的大小可以通过和触点的接触刚度以及外环 250 的结构挠度和其它相关部件的挠度有关系的负载滚筒 230 组件的支承刚度 K_s 加以控制。假定代表赫兹接触刚度、外环 250 和其它所有相关部件的结构挠度的集总有效接触刚度记作 K_R ，则满足下列关系：

$$(1) \quad \frac{K_s}{K_R} = \mu_o \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right)$$

- 20 其中

K_s =负载滚筒的有效支承刚度

K_R =负载滚筒与恒星滚筒之间和负载滚筒与外环之间的有效接触刚度

μ_o =工作牵引系数

δ =工作楔角（不同于初始楔角）

- 25 要防止牵引驱动 200 在触点过多滑移，必须满足下面的不等式：

$$(2) \quad \frac{K_s}{K_R} = \mu_o \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \leq \mu_m \sin \delta - 2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right)$$

其中

μ_m =可以获得的最大牵引系数

支承滚筒 245 的第二座圈 248 位于恒星滚筒 153 的第一座圈 154

与外环 250 的第四座圈 251 之间并与之接触。支承滚筒 245 在外环 250 与相应的支承滚筒 245 之间的触点上施加适当的力，以平衡在外环 250 和负载滚筒 230 之间触点上触点的压力。同样，支承滚筒 245 在恒星滚筒 153 和支承滚筒 245 之间的触点上施加适当的力，以平衡恒星滚筒 153 和负载滚筒 230 之间触点上触点的压力。这样，作用在外环 250 和恒星滚筒 153 上的力在内部自行平衡。

可以理解，在支承滚筒 245 与外环 250 之间的触点和支承滚筒 245 与恒星滚筒 153 之间的触点上也可能产生摩擦力。这些摩擦力也能够有助于在恒星滚筒 153 和外环 250 之间传送扭矩与功率。

从效率角度考虑，传统的牵引驱动必须以小于但接近于所谓的摩擦角 δ_f 的楔角工作，该 δ_f 定义为：

$$(3) \quad \delta_f = 2 \operatorname{Arc} \tan \mu$$

其中， μ 是触点的摩擦系数。

这就在负载滚筒 230 的方位角位置时产生了不期望的设计限制，因为楔角 δ 直接与关于外环第四座圈 251 与恒星滚筒的第一座圈 153 的离心率 θ 相关的负载滚筒 230 的方位角位置 α 相关。

方程 2 表示，通过适当地选择有效支承刚度 K_S 与有效接触刚度 K_R 之比，不管摩擦系数多大，牵引驱动 200 都有可能在很宽的给定工作楔角范围内操作，而不牺牲驱动的功效。也就是说，牵引驱动 200 即使以很小的楔角工作，其工作牵引系数也可以接近最大可能值。这使负载滚筒 230 可以放置在或接近于对应最宽楔形间隙的方位角位置，因此，同一个负载滚筒 230 可以用作双向负载机械，大大简化牵引驱动 200 的设计与构造。

由于上述结构可以作各种变化而不脱离本发明的范围，因此，以上描述或是附图中所包含的事物都应该是说明性的，而不是限制性的。

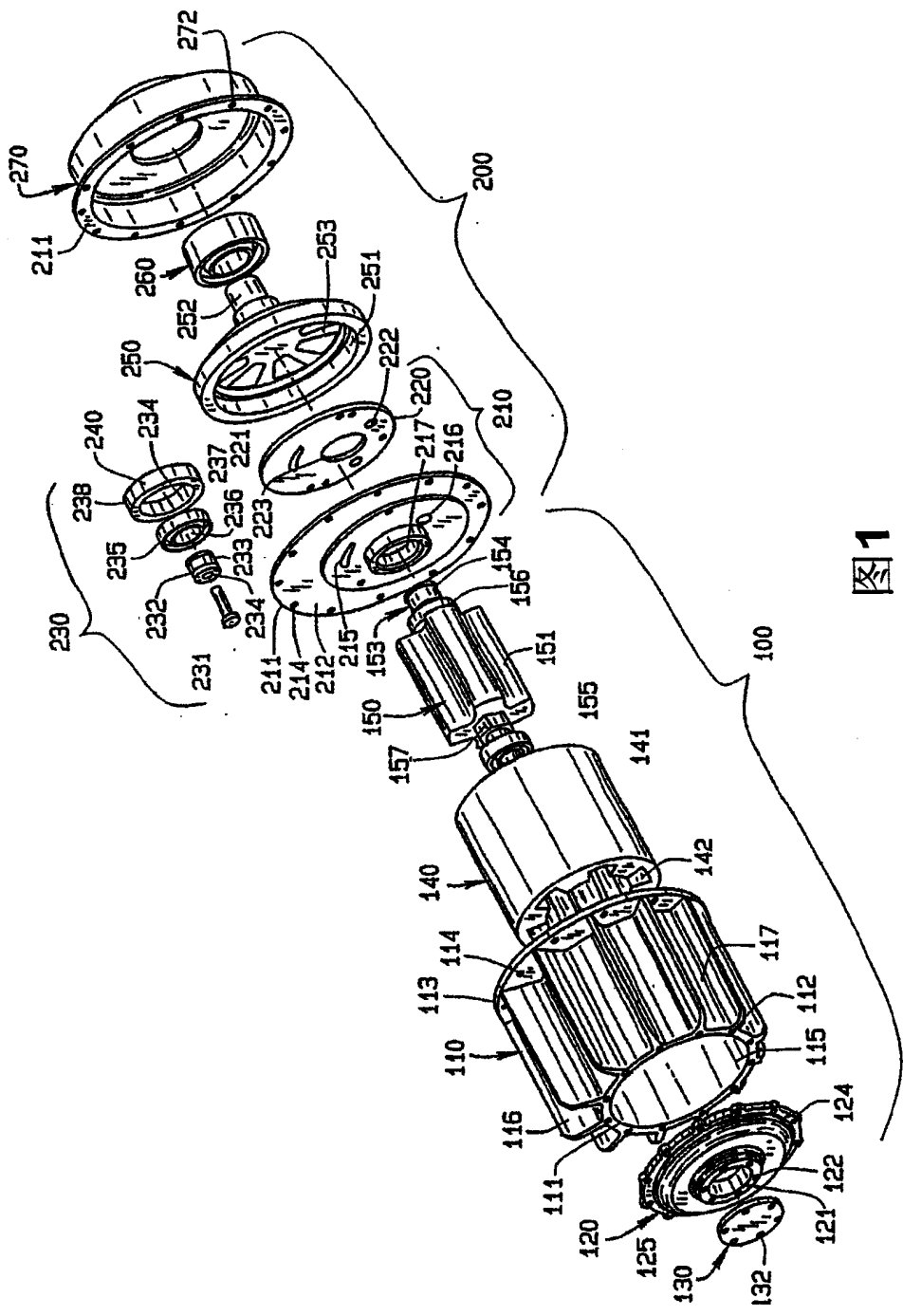


图1

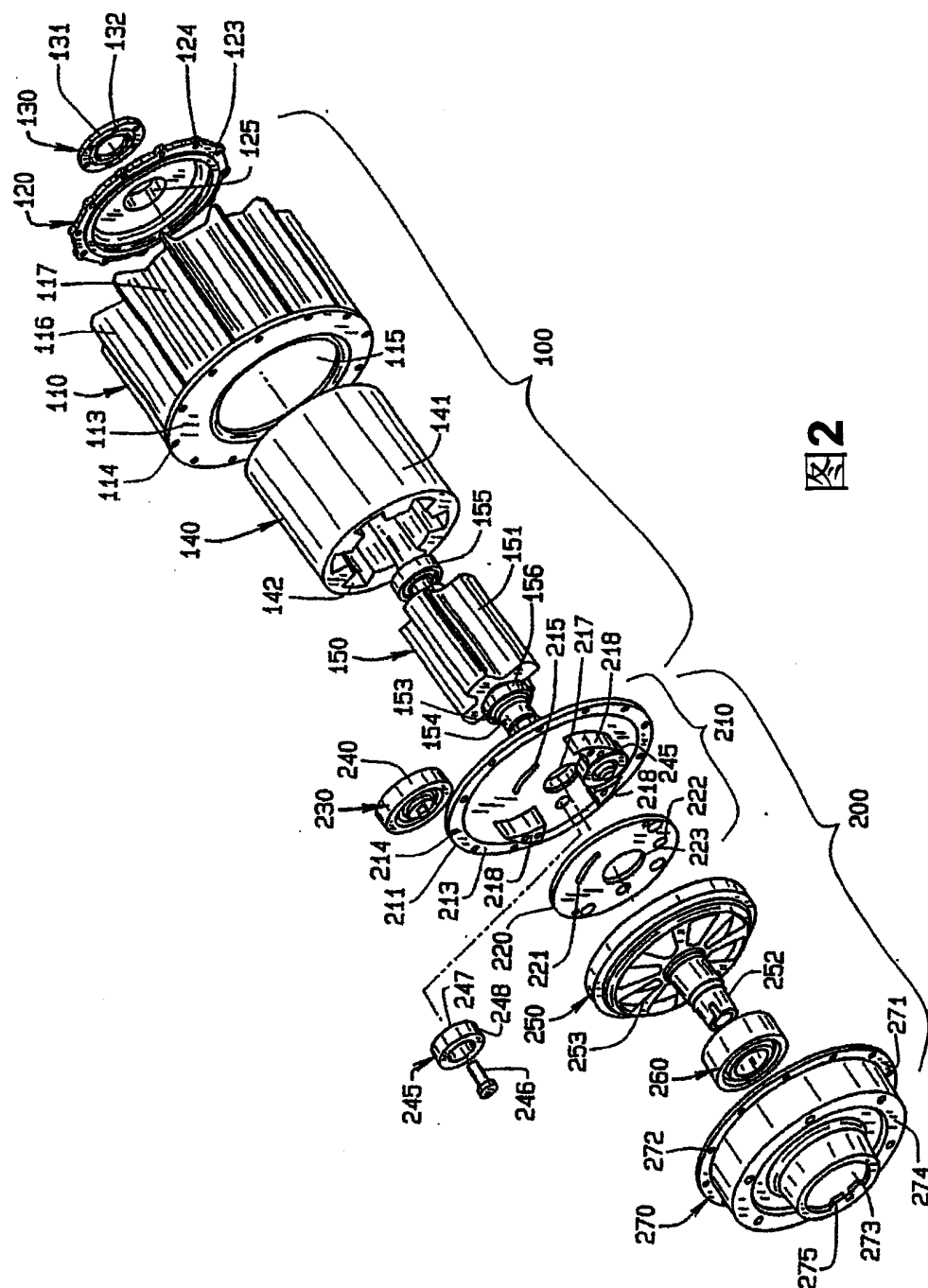


图2

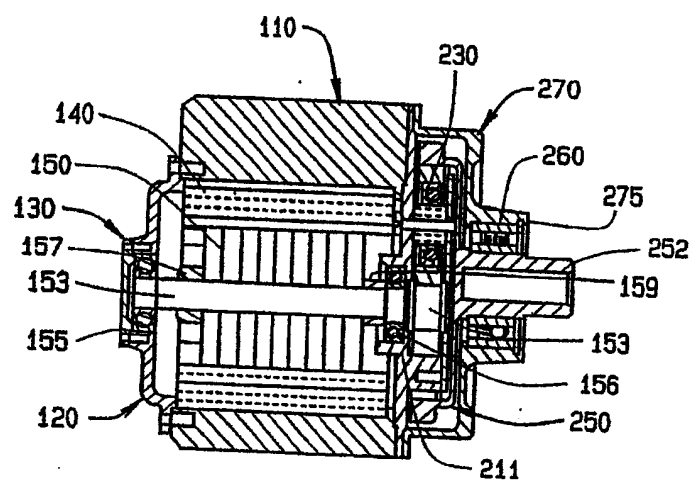


图3

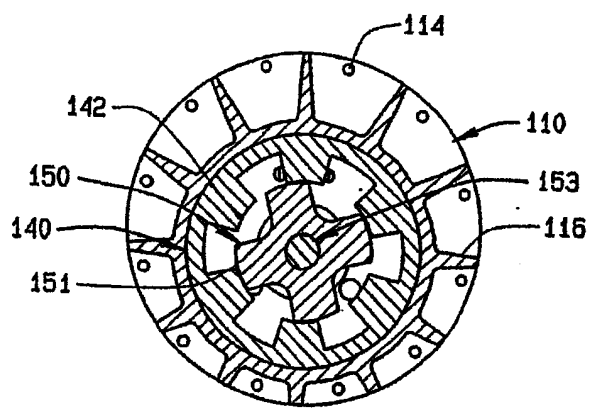


图4

