

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510063765.0

[51] Int. Cl.

F16H 57/02 (2006.01)

F16H 55/17 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 2 月 15 日

[11] 公开号 CN 1734132A

[22] 申请日 2005.3.22

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[21] 申请号 200510063765.0

代理人 赵 辛

[30] 优先权

[32] 2004.3.22 [33] US [31] 60/555141

[32] 2004.12.16 [33] US [31] 11/013647

[71] 申请人 通用汽车公司

地址 美国密执安州

[72] 发明人 G·W·坎普夫

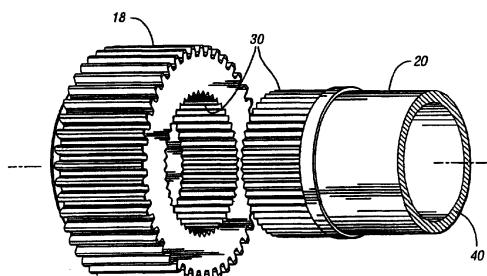
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

用于紧凑型机电变速箱的花键式恒星齿轮及方法

[57] 摘要

本发明涉及一种可提供能缩短制造时间并节约材料成本的恒星齿轮件和恒星齿轮轴。本发明还涉及紧凑型机电变速箱的装配，这是因为其涉及到重新设计行星齿轮装置以补偿恒星齿轮件和恒星齿轮轴的新设计。公开了多种设计修改以减小行星齿轮装置及其所含部件的直径。例如，对齿圈倒角以留出额外的间隙，使得当恒星齿轮具有可分开的恒星齿轮件时，行星齿轮装置和电动机组件可以更加紧凑。除了装配方面的考虑，材料成本、疲劳寿命要求和相关变速箱部件的可制造性在恒星齿轮件和恒星齿轮轴的重新设计中均为主要的关注点。



1. 一种紧凑型机电自动变速箱，其中封装有电动机组件并包括：可旋转的多部件式恒星齿轮，其中所述恒星齿轮的部件构造成固定在一起。

2. 根据权利要求 1 所述的自动变速箱，其特征在于，所述多部件式恒星齿轮包括有行星齿轮装置，其可嵌套在所述电动机组件的附近并可相对于所述电动机组件运动；其中，

所述恒星齿轮件中的其中一个与所述行星齿轮装置形成驱动关系；和

所述恒星齿轮件中的另一个是与所述恒星齿轮件中的所述其中一个形成驱动关系的恒星齿轮轴；

所述恒星齿轮件中的所述其中一个与所述恒星齿轮轴在轴向上可分开地相连。

3. 根据权利要求 2 所述的紧凑型机电变速箱，其特征在于，所述恒星齿轮件中的所述其中一个与所述恒星齿轮轴的在轴向上可分开的连接是花键连接；所述恒星齿轮轴是中空的并包括环圈部分，所述恒星齿轮轴在此处开有花键，所述环圈部分在轴向上足够大，以支持所述恒星齿轮件中的所述其中一个与所述恒星齿轮轴之间的驱动关系。

4. 根据权利要求 3 所述的紧凑型机电变速箱，其特征在于，所述变速箱包括位于所述恒星齿轮轴的中空内部中的可旋转的主轴，所述主轴与所述恒星齿轮轴有各自的直径，这些直径均不大于满足其各自疲劳寿命要求所需的值。

5. 根据权利要求 4 所述的自动变速箱，其特征在于，所述齿圈与所述恒星齿轮件中的所述其中一个的槽宽对齿宽之比至少为 2.60。

6. 根据权利要求 2 所述的紧凑型机电变速箱，其特征在于，所述行星齿轮装置包括齿圈；所述齿圈与所述行星齿轮装置形成驱动关系；所述齿圈被倒角，以使所述行星齿轮装置可紧密地嵌套在所述电

动机组件的附近。

7. 一种在具有电动机组件的自动变速箱内装配行星齿轮装置的方法，包括：

提供可旋转的多部件式恒星齿轮，其中所述恒星齿轮的部件构造
5 成固定在一起；和

在轴向上将恒星齿轮的部件定位在一起，从而使所述行星齿轮装
置可紧密地嵌套在所述电动机组件的附近。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述行星齿轮装置
具有齿圈，所述方法还包括：

10 对相邻于所述电动机组件的所述齿圈倒角，从而使所述行星齿轮
装置更紧密地嵌套在所述电动机组件的附近。

9. 一种紧凑型机电自动变速箱，其中封装有电动机组件并包括：

可旋转的多部件式恒星齿轮，其中所述恒星齿轮的部件构造成固
定在一起；

15 其中，所述多部件式恒星齿轮包括有行星齿轮装置，其可嵌套在
所述电动机组件的附近并可相对于所述电动机组件运动；其中，

所述恒星齿轮件中的其中一个与所述行星齿轮装置形成驱动关
系；和

所述恒星齿轮件中的另一个是与所述恒星齿轮件中的所述其中一
20 个形成驱动关系的恒星齿轮轴；和

所述恒星齿轮件的所述其中一个与所述恒星齿轮轴在轴向上可分
开地相连。

用于紧凑型机电变速箱的花键式恒星齿轮及方法

5 技术领域

本申请要求享有于 2004 年 3 月 22 日提交的美国临时申请 60/555141 的优先权。

本发明涉及一种具有带恒星齿轮的行星齿轮装置的混合型机电变速箱。

10

背景技术

小客车包括由发动机、多级变速箱以及差速传动系统或最终传动系统组成的传动系。多级变速箱通过允许发动机在其扭矩范围的数倍下运行而提高了车辆的整体工作范围。自动的多级变速箱提高了车辆的运行性能及燃料经济性。

三速和四速自动换挡的变速箱的好处已促使它在过去的几十年里在有车一族中的知名度显著提升。而且，对装有自动变速箱的车辆的需求并未因对具有更省油动力源的车辆的需求而减少。例如，混合型（机电）车辆的使用者仍然渴望拥有安装了自动变速箱的车辆。然而，混合型车辆在变速箱方面的装配要求比非混合型车辆的要求更高，这是因为混合型车辆要求使用至少一个电动机来为自动变速箱提供动力。电动机的存在显著减少了变速箱及其必需部件的可用装配空间。因此，对设计的要求是力求在最小的可能装配空间内安装机电变速箱。

任何自动行星齿轮变速箱中的一个不可或缺的部分是至少一个由恒星齿轮、带有小齿轮的行星齿轮架和齿圈组成的行星齿轮装置。大部分自动变速箱具有多个行星齿轮装置。通过离合器，齿圈、恒星齿轮和行星小齿轮便可输出数个传动比。这三种齿轮可相互啮合

而产生减速传动：其中输出速度低于输入速度；或者产生超速传动：其中输出速度高于输入速度。例如，保持齿圈静止而让恒星齿轮与行星齿轮架啮合会产生减速传动。然而，如果保持恒星齿轮静止而让齿圈与行星小齿轮啮合就会产生超速传动。最终，如果司机想要 5 倒车，可使行星小齿轮保持静止以支持齿轮减速，同时使旋转方向反向。这种装置中的齿轮是典型的螺旋状的，它们被切成一定的角度以产生逐步的啮合，以提供比正齿轮更平滑及安静的运转。

恒星齿轮及恒星齿轮轴需经过复杂的制造工艺以满足它们各自的设计和疲劳寿命的要求。例如，恒星齿轮轴必须设计成具有适当的尺寸和材料硬度，以便承受在其最高扭矩水平下工作至少 250000 10 个扭矩周期。而且，恒星齿轮甚至需要更大的材料硬度，以满足其腐蚀及弯曲疲劳强度的要求。如果恒星齿轮及其齿轮轴是整体式的，那么恒星齿轮所需的热处理工艺会导致恒星齿轮轴产生严重的变形；需要在热处理后通过矫直和机加工来进行补偿。一种制造性更 15 佳、因此也更经济的设计要求在它们各自的制造工艺中使恒星齿轮与恒星齿轮轴分开，从而简化它们的整体制造工艺，并且降低对热处理后的矫直和机加工的要求。然而，将工作部件重新连接起来需要有连接机构如花键，这便要求在整体式恒星齿轮及恒星齿轮轴的装配空间以外还要有额外的径向装配空间。

20 在由 Schmidt 等人于 2004 年 9 月 22 日提交的题为“具有四种固定传动比的双模式复合分离的混合型机电变速箱”的美国专利申请 No.10/946915 中描述了一种机电变速箱，该申请已转让给通用汽车公司，并且通过引用整体地结合于本文中。

25 发明内容

本发明提供了一种具有可制造性更佳的恒星齿轮和恒星齿轮轴的紧凑型机电变速箱。在本发明中公开了多种设计变更，包括减小行星齿轮装置及其所含部件的直径，以便补偿在恒星齿轮及其轴之

间实现花键连接所需的增大径向空间。

在本发明的一个方面中，恒星齿轮和恒星齿轮轴可在轴向上分开。恒星齿轮和齿轮轴可通过本领域内已知的多种方法连接起来。

在优选实施例中，恒星齿轮和恒星齿轮轴通过设于恒星齿轮和恒星
5 齿轮轴上的互补型花键连接起来。

在本发明的另一方面中，恒星齿轮轴包括在径向上与花键相邻的环圈部分。环圈部分设计成尽量减小行星齿轮装置所需的装配空间，同时满足恒星齿轮轴的相应的疲劳寿命要求。

在本发明的又一方面中，恒星齿轮轴环绕着主轴，主轴的直径
10 设计成既能减少行星齿轮装置所需的合成装配空间，同时又能满足主轴的疲劳寿命要求。

在本发明的另一方面中，齿圈件被倒角以便使在行星齿轮装置与容纳于变速箱内的电动机组件之间有充分的最小间隙，使得行星
15 齿轮装置能与电动机和其它变速箱部件紧密地嵌套在一起。虽然采用了倒角来实现行星齿轮装置的更小装配空间，然而本发明的其它方面包括有多种可减小行星齿轮装置的径向跨度的方法。

具体地说，本发明是一种封装有电动机组件和可旋转的多部件式恒星齿轮的紧凑型机电自动变速箱，其中这些部件构造成固定在一起。

20 更具体地说，上述自动变速箱的多部件式恒星齿轮包括行星齿轮装置，其嵌套在电动机组件的附近并可相对于电动机组件运动。恒星齿轮件的其中之一与行星齿轮装置中的小齿轮形成了驱动关系，另一个恒星齿轮部件是与上述恒星齿轮件形成驱动关系的轴。该恒星齿轮件以可在轴向上分开的方式连接到恒星齿轮轴上。

25 前述紧凑型机电变速箱的进一步的特征在于，恒星齿轮件与恒星齿轮轴之间的可在轴向上分开的连接是花键连接；恒星齿轮轴是中空的并包括环圈部分，齿轮轴在此处开有花键，环圈部分在轴向上足够长，以支持恒星齿轮轴和恒星齿轮件之间的驱动关系。

本发明的紧凑型机电变速箱还可包括位于恒星齿轮轴的中空部分内的可旋转的主轴。主轴与恒星齿轮轴具有各自的直径，这些直径不大于满足其各自疲劳寿命要求所需的值。

前述自动变速箱包括恒星齿轮，其中齿圈与恒星齿轮的槽宽对 5 齿宽比至少为 2.60。

另外，该紧凑型机电变速箱包括行星齿轮装置，其包括在行星齿轮装置内处于驱动关系的齿圈；其中，齿圈被倒角成使得行星齿轮装置可紧密地嵌套在电动机组件的附近。

本发明还涉及一种在封装有电动机组件的自动变速箱中装配行星齿轮装置的方法，其包括：提供各部件构造成固定在一起的可旋转的多部件式恒星齿轮；以及在轴向上将恒星齿轮件充分地定位在一起，使行星齿轮装置嵌套在电动机组件的附近。 10

最后，本发明包括一种在封装有电动机组件的自动变速箱中装配带有齿圈的行星齿轮装置的方法，其包括对位于电动机组件附近的齿圈倒角，使得行星齿轮装置更紧密地嵌套在电动机组件的附近。 15

从实施本发明的最佳方式的下述详细描述中并结合附图，可以容易地清楚本发明的上述特征和优点以及其它的特征和优点。

附图说明

20 图 1 是本发明沿着机电变速箱的前部中心线的一侧的局部截面图。

图 2 是整个变速箱沿图 1 中的线 2-2 的径向截面图，显示了本发明的行星齿轮装置。

25 图 3 是与图 1 和图 2 中所示的其它变速箱部件隔离开的恒星齿轮件和恒星齿轮轴部分的分解透视图。

图 4 是本发明的装配紧凑型机电变速箱的流程图。

具体实施方式

参考附图即图 1 到图 4，在所有图中相同的标号表示相同或相应的部件，图 1 显示了混合型机电变速箱的截面正视图，该变速箱封闭了位于外壳 15 内的电动机组件 14。该变速箱还包括三个行星齿轮装置中的两个（10 和 11）、主轴 12 和离合器 16。前行星齿轮装置 5 10 嵌套在电动机组件 14 的附近，并且环绕着主轴 12。前行星齿轮装置 10 包括齿圈 22、行星齿轮架组件 24 以及与恒星齿轮轴 20 啮合的恒星齿轮件 18。如图 2 更清楚地显示，各行星齿轮架组件 24 包括多个小齿轮 26，其可旋转地安装到行星齿轮架组件 24 上，并设置成与恒星齿轮件 18 和齿圈 22 形成啮合关系。

10 如图 2 所示，恒星齿轮件 18 与行星齿轮架组件 24 的小齿轮 26 处于啮合关系，并且由轴衬 32 和钢套筒 29（如图 1 所示）支撑，而轴衬 32 和钢套筒 29 又轴颈支撑在主轴 12 上。虽然恒星齿轮件 18 和恒星齿轮轴 20 通常是一个整体部件，然而在优选实施例中，恒星齿轮件和恒星齿轮轴可在轴向上分离。如图 3 所示，这两部分通过 15 恒星齿轮轴 20 和恒星齿轮件 18 上的相容或互补型的花键 30 固定在一起。花键 30 的设置应使得恒星齿轮轴 20 和恒星齿轮件 18 处于驱动关系，这样这两个部件可一起旋转。

将恒星齿轮件 18 和齿轮轴 20 分开的技术优点是可以降低这些部件的制造复杂性。恒星齿轮 18 的轮齿（如图 3 中更清楚地显示）要经受腐蚀及弯曲疲劳循环，为了获得满意的性能，其需要有洛氏硬度 C 60 的硬度。然而，恒星齿轮轴 20 承受扭转负载，其只需洛氏硬度 C 31 就能达到满意的性能。当这些部件是一个整体时，由于整体部件（未显示）是不对称的且在径向上的壁较薄，因此恒星齿轮的轮齿所需的热处理会导致恒星齿轮轴 20 过度地变形。为了校正这种变形，需要在热处理后对整体式恒星齿轮和恒星齿轮轴进行矫直和再加工。这类构造会导致很高的废品率，这是因为再加工并不总能充分地校正任何的过度变形或因矫直工艺所带来的裂纹。对于可在轴向上分开的恒星齿轮 18 和恒星齿轮轴 20（如图 3 所示）来说，

齿轮轴的几何形状可以维持其结构整体性，但仅要求更不复杂的热处理后的机加工工艺。这就使得可对恒星齿轮轴 20 进行适当的热处理，在热处理后只需很少的传统机加工工艺。因此，使用可分离的设计可以降低废品率及机加工成本。

5 除了花键连接之外，本领域的普通技术人员可了解到恒星齿轮 18 和轴 20 可通过多种方式进行固定。例如，恒星齿轮件 18 和轴 20 可被夹紧或压配在一起；这样仍可消除了对热处理后的机加工的需求。

10 此外，如图 3 所示，恒星齿轮轴 20 以与恒星齿轮件 18 的花键形成互补的方式而形成有花键。恒星齿轮轴 20 沿着其轮圈 40 开有花键。恒星齿轮轴 20 的轮圈 40 与花键 30 相邻。为了节约径向空间，轮圈 40 设计成尽可能小，然而又足够厚以在恒星齿轮轴 20 和恒星齿轮件 18 啮合时支撑轮圈 40 所承受的扭转负载。

15 参考图 2 和图 3，主轴 12 与轮圈 40 相邻。恒星齿轮轴 20 是中空的且环绕着主轴 12。主轴 12 也设计成具有最小的许可直径，以减少行星齿轮装置 10 所需的装配空间。而且，主轴 12 设计成还能满足其疲劳寿命的要求。因此，主轴 12 的合适直径应尽可能小，但仍能满足其疲劳寿命的要求。

20 在恒星齿轮件 18 和恒星齿轮轴 20 轴向分开之后，对恒星齿轮件 18 进行调整以便更紧密地支撑主轴 12。因此，恒星齿轮件 18 和行星小齿轮 26 之间的接触点就改变了。为了补偿这种状况，应当对齿轮的轮齿进行重新设计。恒星齿轮件 18 和齿圈 22 之间的槽宽对齿宽之比决定了整个行星齿轮的传动比，该传动比对变速箱的整体爬坡性能起很大的作用。对于前行星齿轮装置及中行星齿轮装置而言，齿圈与恒星齿轮的槽宽对齿宽之比必须从 2.97 减至 2.955，对于 25 后行星齿轮装置而言，槽宽对齿宽之比必须从 2.94 减至 2.69。这个比值的变化以及前述的重新设计为支撑恒星齿轮件 18 和恒星齿轮轴 20 之间的花键连接提供了必要的径向间隙。

另外还修改了齿圈 22。齿圈 22 与行星小齿轮 26 处于啮合关系。

图 1 显示了齿圈 22 定位成嵌套在电动机外壳 15 的附近。齿圈 22 的厚度对行星齿轮装置 10 的整体装配要求也有影响。为了缩小装置所需的空间，如图 1 所示，齿圈 22 在标号 21 处沿其外径被倒角，以使行星齿轮装置 10 能紧密地装配在电动机 14 的组件或电动机外壳 15 的附近，而不会碰撞到电动机外壳 15。这是通过硬车削（或机加工）齿圈直到获得所需的尺寸来实现的。本领域的普通技术人员可以认识到，倒角并不是减小齿圈 22 的径向厚度的唯一方法。例如，可以使用多种材料来提高齿圈 22 的强度，使其只需要较小的直径尺寸或厚度。或者，可以缩短齿圈 22 的轴向长度以避免对电动机外壳 15 的碰撞。

在本发明的另一方面中，小齿轮 26、恒星齿轮件 18 和齿圈 22 的轮齿设计成可减小它们所需的径向装配空间。应对径向齿高和其它参数进行选择以降低它们的径向装配空间，同时满足变速箱的材料强度及噪音要求。

最后，行星齿轮装置 10 使用了会对装置中的齿轮产生轴向负载的螺旋齿轮传动。采用止推轴承 31 来克服恒星齿轮件 18 中的这种轴向负载。恒星齿轮件 18 需要足够的径向接触长度以支撑止推轴承 31 的滚柱，这些滚柱的大小根据预期的推力负荷的量来制造。恒星齿轮件 18 的轮齿、恒星齿轮件 18 和齿轮轴 20 之间的花键 30 以及轴衬 32 和钢套筒 29 设计成可产生必要的径向长度。

在图 4 中还提供并概述了一种装配紧凑型机电变速箱的方法。该方法的第一步骤 100 是提供如在本公开中所详述的能够固定在一起的多部件式恒星齿轮。第二步骤 110 涉及轴向地定位恒星齿轮件，以使行星齿轮装置可嵌套在电动机组件的附近。本领域的普通技术人员可以认识到，多部件式恒星齿轮的轴向定位也可视其他变速箱部件如离合器的位置而定。

虽然已经详细地描述了实施本发明的最佳方式，然而熟悉本发明所属领域的技术人员可以认识到属于所附权利要求范围内的用于

实施本发明的多种备选设计和实施例。

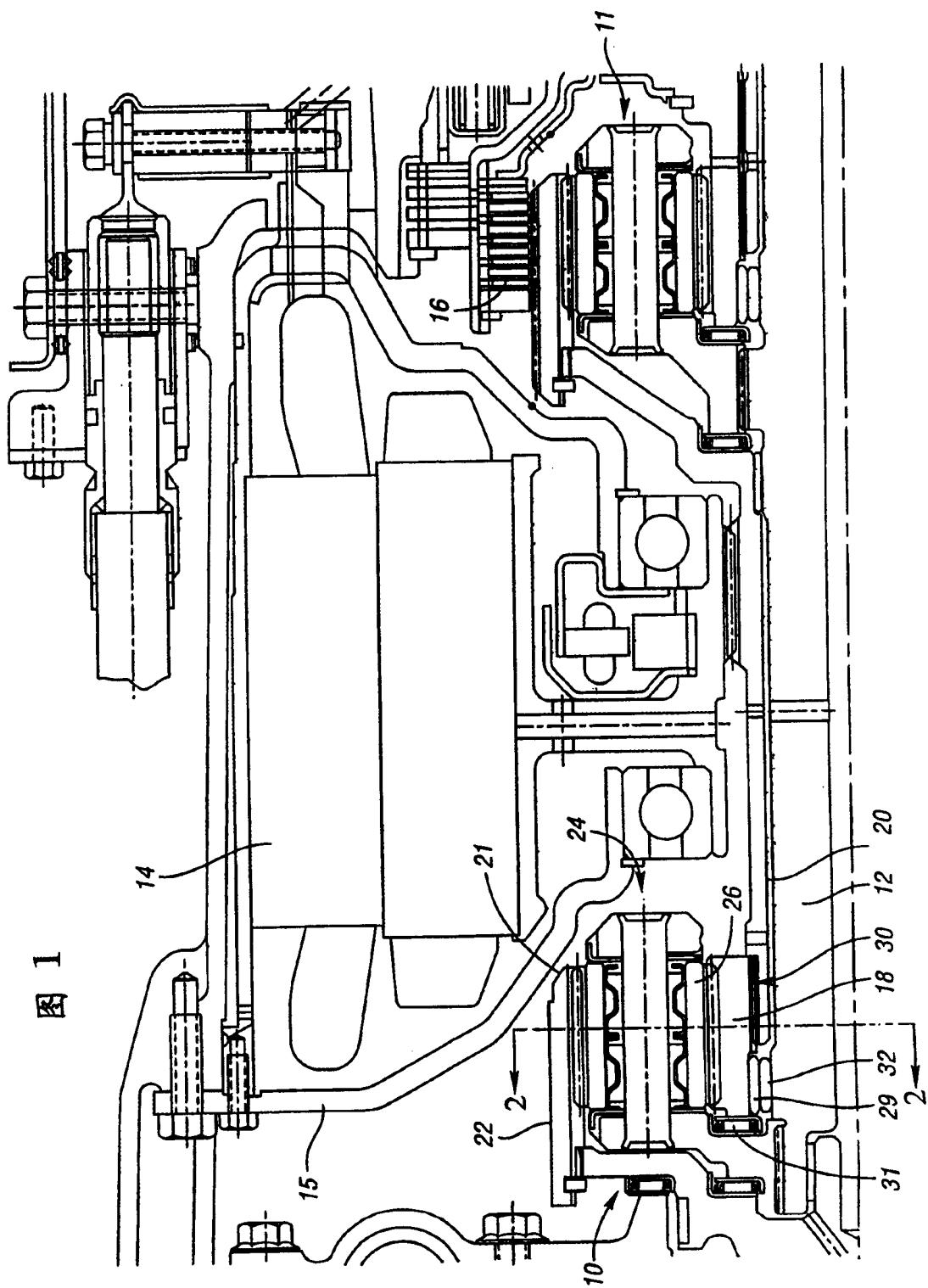


图 1

图 2

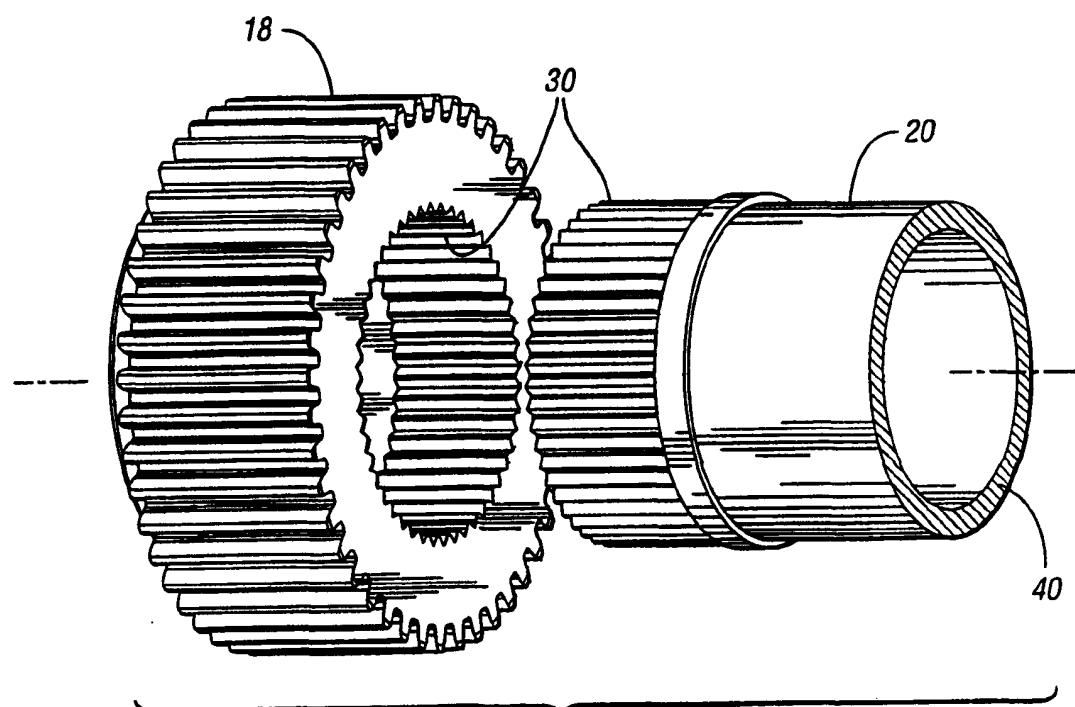
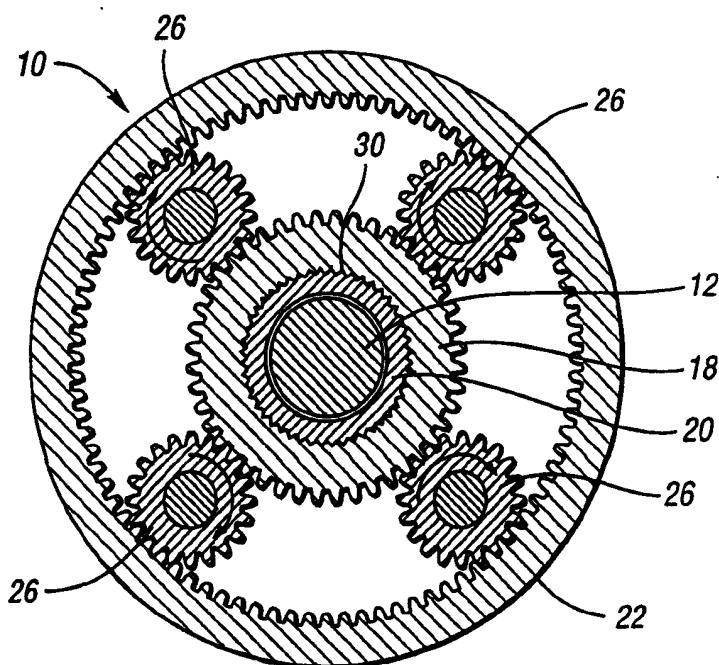


图 3

图 4

提供带有固定件的多部件式
恒星齿轮

在轴向上定位恒星齿轮件，
使得行星齿轮装置可嵌套在
电动机组件的附近