

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F16H 3/72 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480008779.6

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100400928C

[22] 申请日 2004.3.23

[21] 申请号 200480008779.6

[30] 优先权

[32] 2003.3.29 [33] DE [31] 10314234.7

[86] 国际申请 PCT/GB2004/001235 2004.3.23

[87] 国际公布 WO2004/088168 英 2004.10.14

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.29

[73] 专利权人 动力技术(英国)有限公司

地址 英国伦敦

[72] 发明人 弗兰克·默勒

[56] 参考文献

EP1281559A1 2003.2.5

EP1279545A2 2003.1.29

GB2363173A 2001.12.12

审查员 高扬

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 潘培坤

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

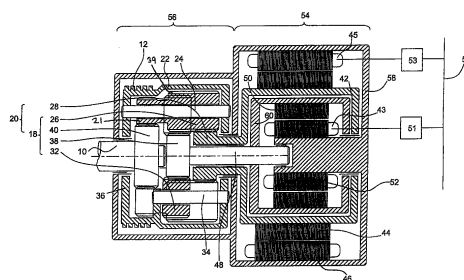
[54] 发明名称

四支路差速传动系统

[57] 摘要

一种四支路差速传动系统，包括：第一轴(10)和第二轴(12)，其构成输入轴和输出轴；第三轴(42)，连接到设置为用于增加该第三轴的速度的第一变速器(44, 46)；以及第四轴(48)，连接到设置为用于增加该第四轴的速度的第二变速器(50, 52)。所述四个轴通过包括正齿轮组合的行星齿轮组来连接，该行星齿轮组包括多个啮合的大齿轮。组合的行星齿轮组包括第一行星齿轮组和第二行星齿轮组，第一行星齿轮组是正型并包括与各自的一组第一和第二行星齿轮(21; 26)相啮合的第一太阳齿轮(40)和第二太阳齿轮(28)。每个第一行星齿轮(21)被连接成与各自的第二行星齿轮(26)一起围绕各自的共用行星轴(24)转动。所述行星轴(24)连接到共用行星架(22)。所述第二行星齿轮组包括第一太阳齿轮(40)和第三太阳齿轮(38)，所述第三太阳齿轮与一组第三行星齿轮(39)啮合，每个第

三行星齿轮(39)被连接成与各自的第一行星齿轮和第二行星齿轮一起围绕各自的行星轴(24)转动。连接各组行星齿轮的第一和第三行星齿轮(21; 39)的直径不同且连接在一起以组成阶梯状的复合行星齿轮，其中，第二行星齿轮组是反型，所述变速器包括两个电动机/发电机，用于增加或减小各自轴的速度，所述两个电动机/发电机(44, 46; 50, 52)的定子连接器经由一个或多个控制器(51, 53)连接在一起，所述控制器(51, 53)可选择性地运行，以改变在所述两个电动机/发电机之间传递的电功率，从而改变所述传动系统的传动比。



1. 一种四支路差速传动系统，包括：第一轴（10）和第二轴（12），其构成输入轴和输出轴；第三轴（42），连接到第一变速器（44，46），所述第一变速器（44，46）设置为用于增加该第三轴的速度；以及第四轴（48），连接到第二变速器（50，52），所述第二变速器（50，52）设置为用于增加该第四轴的速度，所述四个轴（10，12，44，48）通过正齿轮组合的行星齿轮组来连接，该行星齿轮组包括多个啮合的大齿轮，所述组合的行星齿轮组包括第一行星齿轮组和第二行星齿轮组，该第一行星齿轮组包括与各自的一组第一行星齿轮（21）和一组第二行星齿轮（26）相啮合的第一太阳齿轮（40）和第二太阳齿轮（28），每个第一行星齿轮（21）被连接成与各自的第二行星齿轮（26）一起围绕各自的共用行星轴（24）转动，所述行星轴（24）连接到共用行星架（22），所述第一行星齿轮组是正型，从而第一太阳齿轮（40）以一个方向旋转，导致第二太阳齿轮（28）以相同的方向旋转，所述第二行星齿轮组包括第一太阳齿轮（40）和第三太阳齿轮（38），所述第三太阳齿轮与一组第三行星齿轮（39）啮合，每个第三行星齿轮（39）被连接成与各自的第一行星齿轮和第二行星齿轮一起围绕各自的行星轴（24）转动，连接各行星齿轮组的第一行星齿轮（21）和第三行星齿轮（39）、或第一行星齿轮（21）和第二行星齿轮（26）的直径不同且连接在一起以组成阶梯状的复合行星齿轮，其特征在于，第二行星齿轮组（40、38、39）是反型，从而第一太阳齿轮（40）以一个方向旋转，导致第三太阳齿轮（38）以相反的方向旋转，所述变速器包括两个电动机/发电机（44，46；50，52），其设置用于增加或减小各自轴的速度，所述电动机与发电机是连接的，所述两个电动机/发电机（44，46；50，52）的定子连接器经由一个或多个控制器（51，53）连接在一起，所述控制器（51，53）可选择性地运行，以改变在所述两个电动机/发电机之间传递的电功率，从而改变所述传动系统的传动比。

2. 如权利要求 1 所述的传动系统，其中所述一组第三行星齿轮（39）与一组第四行星齿轮（32）相啮合，所述一组第四行星齿轮（32）安装成围绕各自的连接到所述共用架（22）的行星轴（34）转动，每个第四行星齿轮（32）与各自的第三行星齿轮（39）相啮合，从而所述第三太阳齿轮（38）与所述第三行星齿轮（39）的啮合是间接啮合，并在与所述第三行星齿轮的

转动方向相同的方向上转动。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的传动系统，其中所述共用架（22）连接到所述输入轴（10）和输出轴（12）的其中之一。

4. 如权利要求 1 所述的传动系统，其中所述共用架（22）至少部分地围绕所述第一行星齿轮组和第三行星齿轮组。

5. 如权利要求 1 所述的传动系统，其中所述第一太阳齿轮（40）连接到所述输入轴（10）和输出轴（12）的其中之一。

6. 如权利要求 1 所述的传动系统，其中所述输入轴（10）和输出轴（12）同轴。

7. 如权利要求 1 所述的传动系统，其中所述两个电动机/发电机（44，46；50，52）为同轴设置的。

8. 如权利要求 1 所述的传动系统，其中该系统包括外壳体，该外壳体分为容纳所述电动机/发电机（44，46；50，52）的无润滑空间（54）、以及容纳所述组合的行星齿轮组的油润滑空间（56）。

四支路差速传动系统

技术领域

本发明涉及一种用于动力分置式传动装置（“PST”）的四支路差速传动系统（“FBD”），特别涉及一种用于车辆中的四支路差速传动系统。这种传动经由两个并行通路传递机械动力，并且其速度比可以以无级和受控的方式改变。

背景技术

传统的三支路差速传动系统包括：行星齿轮传动链，其中太阳齿轮连接到中心轴，并同轴地设置在内齿环形齿轮内。许多行星齿轮位于太阳齿轮和环形齿轮之间，并与它们相啮合。行星齿轮支撑在轴架上的轴承上，该轴架可转动地同轴安装在中心轴上。使用这种典型的设置，可以让太阳齿轮和环形齿轮围绕中心轴转动。行星齿轮围绕其自身的轴自由转动，并利用轴架保持它们的相对位置，从而可以围绕中心轴绕动。通常将太阳齿轮、环形齿轮和轴架中的二者连接到输入轴和输出轴。这就使得这三者中有一个没有连接。如果用其它控制驱动器转动这个自由支路，就可以调整输入速度与输出速度之比。

这种改变传动比的方法可以简化自动传动的结构，因此可使行星齿轮传动链对于车辆传动更具吸引力。FBD 可以通过连接两个行星齿轮传动链而制成，从而通过使用两个与没有连接到输入或输出的两个支路连接的变速驱动器，可以在相当高的速度范围上调整总传动比。US 5558589 显示了用于农用机的这种使用多方式传动的实际应用。两个行星齿轮传动链平行设置以形成 FBD，从而一个齿轮传动链的轴架连接到另一个齿轮传动链的环形齿轮。两个变速驱动器组成电动机。一个电动机速度的调整足以改变 FBD 的传动比。但是为了达到输出速度的所需范围，需要多个传动方式，这些传动方式可通过多个离合器的啮合和脱离而得到。

WO94/08156 和 WO94/10483 描述了几种使用 FBD(拉威挪齿轮传动链)

的多方式 PST。此外还需要多个双离合器和额外的齿轮箱组件来改变方式。

GB 2363173 A 显示了用于机动车辆的电力单方式 PST, 因此两个行星传动链并排设置。上述传动链经由安装在共用轴上的太阳齿轮来连接, 并通过第一齿轮传动链的轴架连接到第二齿轮传动链的环形齿轮。驱动输入来自与第一齿轮传动链的轴架连接的飞轮, 而输出经由第二齿轮传动链的轴架。由于将电动机设计为一个电动机使用由另一个电动机产生的电能, 所以这种设置具有良好的效率。因此能在很大程度上避免电能损失。

公知 FBD 的行星齿轮传动链通常由两个并排设置的所谓“反型 (minus) 齿轮组”组成。反型行星齿轮组是与三个齿轮构件合并的行星齿轮组, 其中太阳齿轮在一个方向的转动可使与行星齿轮相啮合的齿轮构件在相反的方向转动, 同时轴架保持不动。在正型 (positive) 齿轮组中, 当轴架不动时, 太阳齿轮和与行星齿轮啮合的齿轮构件在相同方向上转动。公知 FBD 通常包括两个制造昂贵的环形齿轮, 与大部分这种齿轮传动链的情况一样, 特别是在需要更高精度的情况下, 环形齿轮的制造会更昂贵。而且, 由于行星齿轮变得太小, 所以将难以得到小于-2.00 (反型齿轮传动链) 的基准 R_o 比 (环形齿轮上的齿数除以太阳齿轮上的齿数)。但在许多应用中期望较小的 R_o 比。

EP 1279545 A2 也描述了所谓拉威挪 (Ravigneaux) 行星齿轮组的应用。这种拉威挪行星齿轮组是正型 (plus) 齿轮传动链和反型齿轮传动链的合并, 因此该组件仅需要一个环形齿轮。但这种齿轮组仍存在不能得到大于+2.00 和小于-2.00 的 R_o 比的问题。

发明内容

本发明的目的是提供一种 FBD, 其能减少昂贵部件的数量, 并能得到小于 ± 2.00 的 R_o 比。

根据本发明, 提供一种四支路差速传动系统来解决上述目的。

所述四支路差速传动系统包括: 第一轴和第二轴, 其构成输入轴和输出轴; 第三轴, 连接到第一变速器, 所述第一变速器设置为用于增加该第三轴的速度; 以及第四轴, 连接到第二变速器, 所述第二变速器设置为用于增加该第四轴的速度, 所述四个轴通过正齿轮组合的行星齿轮组来连接, 该行星

齿轮组包括多个啮合的大齿轮，所述组合的行星齿轮组包括第一行星齿轮组和第二行星齿轮组，该第一行星齿轮组包括与各自的一组第一行星齿轮和一组第二行星齿轮相啮合的第一太阳齿轮和第二太阳齿轮，每个第一行星齿轮被连接成与各自的第二行星齿轮一起围绕各自的共用行星轴转动，所述行星轴连接到共用行星架，所述第一行星齿轮组是正型，从而第一太阳齿轮以一个方向旋转，导致第二太阳齿轮以相同的方向旋转，所述第二行星齿轮组包括第一太阳齿轮和第三太阳齿轮，所述第三太阳齿轮与一组第三行星齿轮啮合，每个第三行星齿轮被连接成与各自的第一行星齿轮和第二行星齿轮一起围绕各自的行星轴转动，连接各行星齿轮组的第一行星齿轮和第三行星齿轮、或第一行星齿轮和第二行星齿轮的直径不同且连接在一起以组成阶梯状的复合行星齿轮，其特征在于，第二行星齿轮组是反型，从而第一太阳齿轮以一个方向旋转，导致第三太阳齿轮以相反的方向旋转，所述变速器包括两个电动机/发电机，其设置用于增加或减小各自轴的速度，所述电动机与发电机是连接的，所述两个电动机/发电机的定子连接器经由一个或多个控制器连接在一起，所述控制器可选择性地运行，以改变在所述两个电动机/发电机之间传递的电功率，从而改变所述传动系统的传动比。

根据本发明的 FBD 包括第一输入轴和第二输出轴，此外还具有分别连接到第一变速器和第二变速器的第三轴和第四轴，上述第一变速器和第二变速器控制与其连接的轴的速度（或扭矩）。每个变速器可以是例如能调整这些轴速度的电动机。FBD 的四个轴（支路）经由齿轮直接或间接地连接。根据本发明，FBD 包括正齿轮（spur gear）行星齿轮组，且不需要环形齿轮。根据本发明，FBD 包括两个使用多个正齿轮太阳齿轮和行星齿轮的行星齿轮组，其形成正型行星齿轮组和反型行星齿轮组的合并。

上述两个行星齿轮组中的每个行星齿轮组均包括两个太阳齿轮和两组行星齿轮，从而两个齿轮组共用一个太阳齿轮和一组行星齿轮，而且两个齿轮组经由共用行星架连接，该共用行星架可以是两个连接的轴架，也可以是单个一体的单元。

在优选实施例中，一组第三行星齿轮与一组第四行星齿轮相啮合，该组第四行星齿轮安装成围绕连接到共用架的各自的行星轴转动，每个第四行星齿轮与各自的第三行星齿轮相啮合，从而第三太阳齿轮与第三行星齿轮间接

地啮合，并在与第三行星齿轮相同的方向上转动。

根据本发明的 FBD 不需要任何内齿环状齿轮。该 FBD 具有下述优点：变速箱的直径更小，以便在例如机动车辆中的优选应用中，可以容易地代替传统变速箱。在实际应用中，所有的正齿轮都将是外齿形，并由于避免了昂贵的环形齿轮的使用，从而具有更低成本的优点。另外，在行星齿轮没有小到难以制造或难以承受预期载荷的情况下，可以容易地得到小于 2.00 的 Ro 比。

上述四个轴中的任一个轴可以主要地连接到输入轴或输出轴。在一个优选实施例中，共用行星架连接到输入轴或输出轴，这意味着该共用架也能成为输入轴或输出轴。例如，如果该轴架是杯状或通常的圆筒状，那么它的外圆周能形成为承载齿轮或链轮，上述齿轮或链轮能使电源横向切断或输入。因为杯状能减小 FBD 的所需空间，所以通常优选为部分或全部包围两个齿轮组的杯状。

在另一个优选实施例中，输入轴或输出轴刚性地连接到第三太阳齿轮或与该第三太阳齿轮一体形成。这种同轴关系使直接传动成为可能。变速器可采用多种形式，但优选为该变速器包括电动机/发电机，上述电动机/发电机优选为同轴设置。

FBD 的总传动比受分别连接到第一行星齿轮组和第二行星齿轮组的两个变速器的影响，以调整输出速度和/或输出扭矩。

变速器可以是任意形式，例如可逆气动或液压机器，但优选为可逆电动机例如电动机/发电机，且优选为永久磁体或可变磁阻型。

在优选实施例中，两个电动机/发电机的定子连接器经由一个或多个控制器连接，上述控制器可有选择地运行以改变在两个电动机/发电机之间传动的电功率，并从而改变传动系统的传动比。如果变速器是电动、或气动/液压管道（tubing），则可以利用电缆或母线彼此连接，如果是气动或液压类型，则可在它们之间传递电功率或流体动力。每个变速器可以具有自己的控制单元，上述控制单元控制电流或流体流动，从而控制输出扭矩和/或传动速度。

FBD 的四个轴（支路）其中之一能连接到共用行星架，一个连接到共用太阳齿轮，一个连接到其它太阳齿轮，从而这些轴的另一端可以根据应用、比率和范围的需要连接至输入轴、输出轴以及变速器中的任一者。

除了第一行星齿轮组和第二行星齿轮组以外，FBD 也可以连接到另外的齿轮组，以进一步提供减速比或加速比。这些另外的齿轮组可以是传统固定齿轮组，也可以是行星齿轮组。

另外的齿轮组也可以包括根据本发明的 FBD，上述齿轮组可以平行设置也可以串联设置，并可以具有不同的基准比（basic ratio）。从而可以得到更广的范围以适应任何应用。

在根据本发明的 FBD 中，整个变速箱的尺寸足够小，以允许在不需要改进车辆或原动机的情况下，用该变速箱取代传统的变速箱。

根据本发明的 FBD 不仅适用于所有类型的主变速箱，也可以在期望无级控制输出速度的情况下使用。同样地，根据本发明的 FBD 适用于驱动发电机、泵和压缩机，并能起到用于冷却泵、风扇、增压器、充电交流发电机、空调的辅助驱动的作用。此外，根据本发明的 FBD 还能用于所有类型的运输工具，例如机动车辆、拖拉机、铁路机车、飞行器、艇和船舶、机动脚踏车、军用车辆等。这些应用也可以扩展到陆用设备、推土机和农用机。

附图说明

从以下特别适用于汽车传动系统的 FBD 的两个示例性实施例的说明中，本发明的其它特征和细节将更加明显，本发明由参考附图的实例给出的传动系统上的使用，在附图中：

图 1 是具有横向传动输出的第一优选实施例的示意剖视图；

图 2 是在节点比为 3.00、向前驱动范围上所需电功率的曲线图；

图 3 是具有同轴输出的第二优选实施例的示意剖视图。

具体实施方式

图 1 中示出的 FBD 具有输入轴（第一支路）10 以及由共用行星架 22 构成的输出轴（第二支路）12。该输入和输出基本可以交换，这样会产生相同节点比（将在下文做出讨论），而不是产生不同的支路速度比。在这个实例中，输入轴连接到引擎飞轮。该引擎飞轮具有横向驱动输出，这是前轮驱动机动车辆最常见的情况，但轴架 22 也能形成齿轮或链轮齿形式的输出构件，该输出构件将驱动器引到横向设置的水平轴。

FBD 还包括所谓的反型行星齿轮组 18、以及另一个所谓的正型齿轮组 20。这两个齿轮组都没有环形齿轮，而仅由直的或螺旋的正齿轮组成，这样可使结构更紧凑。

反型齿轮组 18 包括由输入轴 10 带动的太阳齿轮 40，该太阳齿轮 40 与一组行星齿轮 21 相啮合。每个行星齿轮 21 可转动地由各自的行星轴 24 带动，行星轴 24 与另外的各自行星齿轮 39 结合，上述行星齿轮 39 的直径不同，并还能转动地由同一行星轴 24 带动。每个行星齿轮 39 与各自的行星齿轮 32 相啮合，行星齿轮 32 可转动地由各自的行星轴 34 带动，并与由轴 48 带动的太阳齿轮 38 相啮合。行星轴 24 和行星轴 34 由共用杯状架 22 带动，共用杯状架 22 包围反型齿轮组和正型齿轮组，并在部分 12 处构成输出轴。该轴架 22 包括环形凸缘 36，该环形凸缘 36 的自由端支撑在输入轴 10 上。

正型齿轮组也包括太阳齿轮 40 和行星齿轮 21。行星齿轮 21 还与另外的各自的行星齿轮 26 形成为一体，从而上述行星齿轮 26 与各自的行星齿轮 21 形成为一体。在行星齿轮 21 和行星齿轮 26 具有相同的直径的情况下，二者能有效地组成单一行星齿轮，但行星齿轮 21 和行星齿轮 26 的直径也可以不同。行星齿轮 26 与太阳齿轮 28 相啮合。

太阳齿轮 28 连接到轴 42，该轴 42 连接到电动机/发电机的定子 52，该电动机/发电机的定子 46 连接到外壳体 58。轴 48 连接到轴 60，轴 60 连接到另外的电动机/发电机的转子 50，该电动机/发电机的定子 52 也连接到外壳体 58。

两个定子 46、52 的电连接器 45、43 经由母线 55 与各自的控制单元 51 和 53 连接至一起，从而可以改变电功率。该母线也可以直接连接到蓄电池，或经由另外的控制单元和/或变压器/变流器连接到蓄电池。

从图 1 中可以看出，转子 44、50 和定子 46、52 相结合为单元 54。第一行星齿轮组 18 和第二行星齿轮组 20 也相结合为单元 56。机壳 58 由两个容纳这些单元的独立的室组成。上述单元 54、56 经由输入轴 10、第三轴 42 和第四轴 48 互相连接，这些轴都能具有相对小的直径，以使它们能带动径向密封件，从而在两个室之间建立油密封口。因此可以在单元 54 内建立无润滑环境，避免不必要的搅油损失。

图 1 示出了电动机/发电机是如何同轴地放置在彼此的内部以节约空间。

在这种情况下，内电动机的转子是外转子，而外电动机的转子是内转子。由于两个电动机主要在相同方向上运行，因此可以减小使用中的空气湍流损失。

在图 1 的简化图示中，通常没有示出在 FBD 的实际运行中必要的一些构件例如紧密接触轴承和密封垫。同样也没有示出用于安装上述构件以及组装 FBD 所必需的拼合线（split line）和紧固件。

行星齿轮和太阳齿轮的尺寸没有按照比例作图。它们的实际尺寸依靠待传动的扭矩以及也决定节点比（node point ratio）的所需比率。

在使用中，将电动机/发电机其中之一作为发电机，并将电功率传动到另一个作为电动机的电动机/发电机。这样传动的电功率量可以根据控制器 51、53 而变化，从而改变 FBD 的传动比。因此，功率以随着变化的 FBD 的传动比改变的比例，经由 FBD 机械地并电气地传动，这就是根据本发明的 FBD 也被称作动力分置式传动装置的原因。在两个电动机/发电机之间传动的电功率为零时，通常有两个传动比（transmission ratio），这两个传动比被称为节点。这两个节点上的传动比之比被称为节点比。

图 2 的曲线图示出了变速器（variator）的功率通量（power flow）对两个电动机/发电机 44、46、50、52 之间的相对输出速度的关系曲线，在这种情况下功率通量是电功率通量。该曲线图应用在功率容许量（power throughput）为 100kW 以及节点比 88 为 3 的 FBD 中，从而可以形成都具有四个自由轴（支路）10、12、42、48 的多种组合。轴 10、12、42、48 中的两个轴是输入 10 轴和输出轴 12，而另两个轴 42、48 连接到电动机/发电机 44、46；50、52。上述电动机能在所有的四个数学象限中运行，这意味着这些电动机是完全可逆的（reversible），并能够像电动机和发电机一样运行。在曲线图中，假设为无摩擦力与无混合（non-hybrid）运行，这样在电动机/发电机之一完全停止的节点 90、92 上，变速器功率变为零。在这些节点 90、92 之外，电动机 44、46；50、52 之一总是作为电动机运行，而另一个总是作为电动机运行，并且没有外部电功率通量。因此在理想情况下，这两个电动机/发电机功率的代数和总为零，并在曲线图中示出了电动机 44、46；50、52 之间的功率通量。如果需要额外的电功率，可由可选择地设有的蓄电池来提供。在这种情况下，可以运行相关控制器，以在可得到剩余功率时给该蓄

电池再充电。

在使用全输出速度范围时，所有这些传动具有两个节点 90、92，如果恰当设计 FBD，那么这两个节点 90、92 都是正的，在这种情况下，当相对输出速度为 1 和 3 时，节点比为 3。上述节点比是 FBD 最重要的特征，它决定了在满载时输出速度（表示为倍数） ϕ 的全部范围，并在本实施例中产生最大变速器功率，即功率容许量的 27%。节点比 88 越大，变速器的功率越高。上 ϕ 点和下 ϕ 点 90、92 可通过下述方式进行选择：在变速器之间传动的最大负功率和最大正功率是相等的，以使电动机 44、46；50、52 可设计为得到这些功率的最大量。

在下节点 90 的下面，功率容许量的要求通常较低，因此在理论上，在车辆不动甚至在全输出扭矩时，这个功率变为零。可以利用这种功率的减小来将速度的传递（spread）或 ϕ 比（ ϕ ratio）变为虚无穷大。该曲线图示出了在额定功率容许量的一半、四分之一以及十分之一的部分载荷曲线（partial load curve）。另外，当输入速率改变时，该曲线也变化。因此在更低的功率下，电动机可以在不改变齿轮或不使用任何离合器或连接器，并且没有超出额定变速器功率的情况下可逆。

图 3 示出了与图 1 的原理相似的结构，但在这种情况下，通常像用于后轮驱动车辆的传动情况一样，输出轴与输入轴同轴，并在与输入轴相对的一侧上。此外，使用这种设计，可以将 FBD 设置在内燃机或其它原动机的任一端，并完全独立地控制两个输出端的输出速度和/或扭矩。这样可实现具有 FBD 以及用于每个车轮的最终传动的全轮驱动系统，因此驱动轴能直接地连接 FBD 和车轮。从而可省却传统的轴差速器。

与图 1 相比，图 3 示出了安装在中心的输入轴 10，该输入轴 10 支撑在机壳 58 中、并比图 1 中的输入轴 10 更长；并且电动机室 54 已经移向输入侧运动。对于由内燃机驱动的驱动系统，其具有其它优点，即无润滑飞轮室位于普通无润滑电动机空间旁边，在这里需要用无润滑密封垫。然后可将油润滑的齿轮室与最终传动减速齿轮传动链结合，它们能一起形成单个密封的单元。

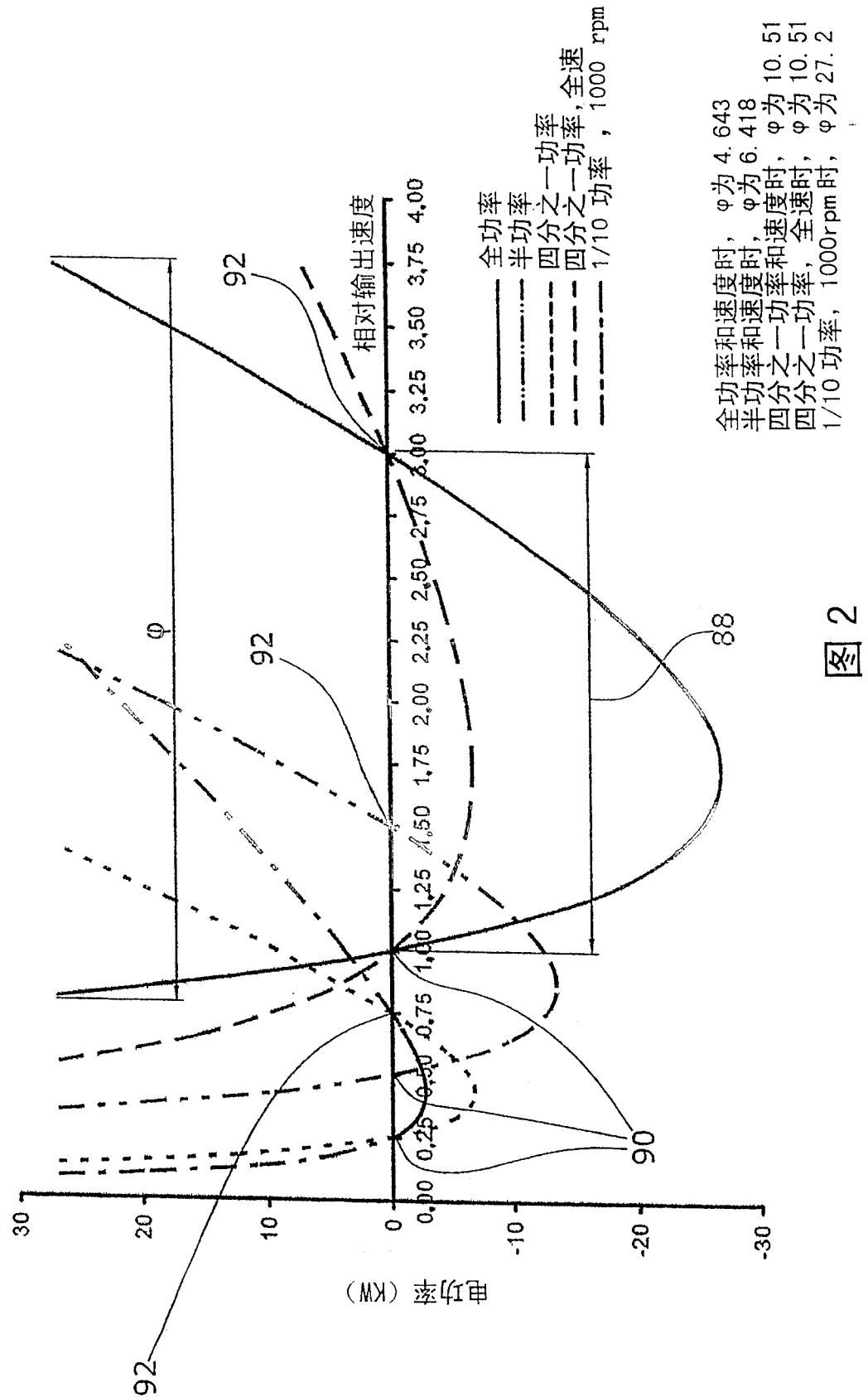


图 2

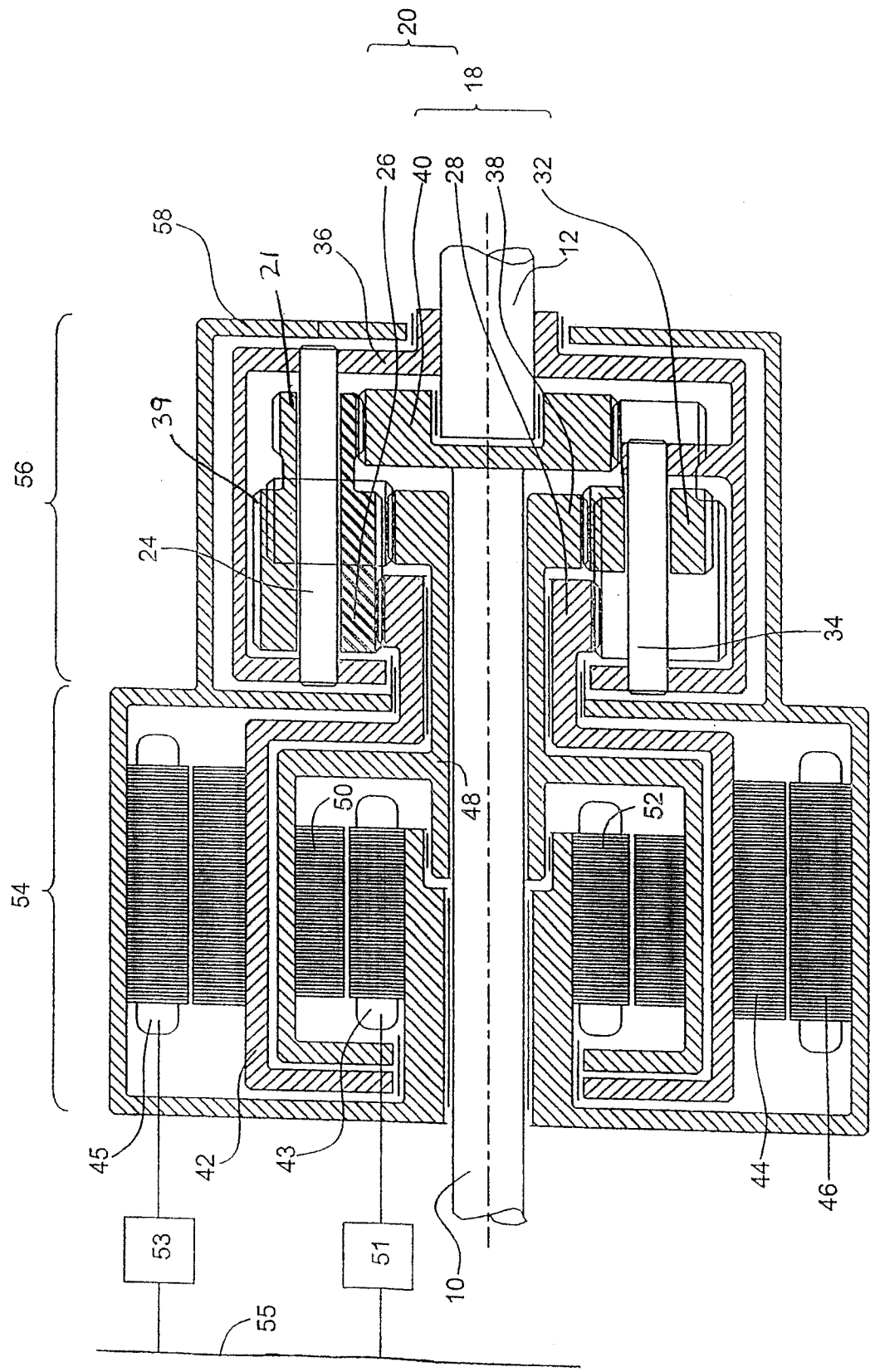


图 3