[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02K 16/02 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)
H02K 7/12 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02102457.X

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1285161C

[22] 申请日 2002.1.22 [21] 申请号 02102457.X

[30] 优先权

[32] 2001.2.28 [33] JP [31] 53425/2001

[71] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 金弘中 上田茂太

审查员 项晓娟

[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

代理人 张金熹

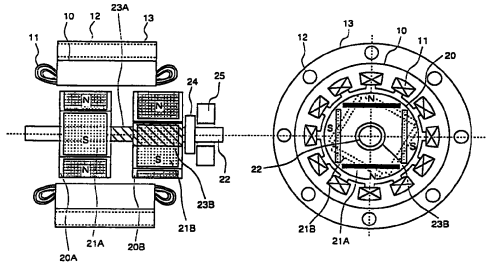
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 17 页

[54] 发明名称

运输系统和电动发电机

[57] 摘要

一种电动发电机具有一个带一次绕组的定子、一个具有磁场磁铁的转子和一根轴。磁场磁铁包括具有依次沿转动方向设置的不同极性的磁极的第一磁场磁铁和具有依次沿转动方向设置的不同极性的磁极的第二磁场磁铁。该电动发电机还具有用以使第一和第二磁场磁铁在轴向和转动方向移动的机构。



1. 一种电动发电机，包括具有绕组的定子和转子，所述转子将在转动方向极性依次不同的磁极并列而构成的第一以及第二磁场磁铁设置在转动轴上，并以该第一以及第二磁场磁铁与上述定子的磁极相对的方式，相对于上述定子配置，其特征在于，被构成为上述第一以及第二磁场磁铁可根据上述第一以及第二磁场磁铁的磁作用力和上述转子上产生的力矩的方向，在上述转动轴的轴向和转动方向位移。

2. 如权利要求 1 所述的电动发电机，其特征在于，在上述转子以低速向一个方向或者另一个方向转动的时候，保持将上述第一以及第二磁场磁铁的磁极中心并列的状态，在上述转子以高速向一个方向转动时，在上述第一磁场磁铁被保持的状态下，可使上述第二磁场磁铁相对于上述第一磁场磁铁位移，使上述第一以及第二磁场磁铁的磁极中心从将上述第一以及第二磁场磁铁的磁极中心并列的状态错开，在上述转子以高速向另一个方向转动时，在上述第二磁场磁铁被保持的状态下，可使上述第一磁场磁铁相对于上述第二磁场磁铁位移，使上述第一以及第二磁场磁铁的磁极中心从将上述第一以及第二磁场磁铁的磁极中心并列的状态错开。

3. 如权利要求 1 所述的电动发电机，其特征在于，具有根据上述第一以及第二磁场磁铁的磁作用力和上述转子上产生的力矩的方向使上述第一以及第二磁场磁铁相对于上述转动轴在其轴向和转动方向移动的机构，以及抑制上述第一以及第二磁场磁铁移动的机构。

4. 如权利要求 3 所述的电动发电机，其特征在于，上述移动机构是以使上述第一以及第二磁场磁铁相对于上述转动轴可自由移动的方式，将上述第一以及第二磁场磁铁和上述转动轴结合的机构，是由设置在上述第一以及第二磁场磁铁上的螺母部分和设置在上述转动轴上的螺纹部分构成的螺杆机构。

5. 如权利要求 3 所述的电动发电机，其特征在于，上述移动抑制机构具有，设置在上述第一磁场磁铁和上述第二磁场磁铁之间的上

述转动轴上的部件，和设置在上述第一磁场磁铁的与上述第二磁场磁铁侧相反一侧，以及上述第二磁场磁铁的与上述第一磁场磁铁侧的相反一侧上、并且被构成为可沿上述转动轴移动的部件。

6. 如权利要求 1 所述的电动发电机，其特征在于，上述绕组接受电流的供给，所述电流为根据上述第一磁场磁铁的位移或者上述第二磁场磁铁的位移而对超前角进行过修正的电流。

7. 如权利要求 1 所述的电动发电机，其特征在于，在上述第一以及第二磁场磁铁和上述转动轴之间设置引导上述第一以及第二磁场磁铁的运动的支撑机构。

8. 如权利要求 1 所述的电动发电机，其特征在于，上述第一以及第二磁场磁铁通过与上述转动轴磁性以及电气绝缘的套，设置在上述转动轴上。

9. 如权利要求 8 所述的电动发电机，其特征在于，上述套是电阻率比铁高的非磁性体。

10. 如权利要求 5 所述的电动发电机，其特征在于，在上述第一磁场磁铁和上述第二磁场磁铁侧之间设置的移动抑制机构与上述第一磁场磁铁之间、以及上述第一磁场磁铁和上述第二磁场磁铁侧之间设置的移动抑制机构与上述第二磁场磁铁之间设置弹簧，该弹簧引导上述第一以及第二磁场磁铁的运动。

运输系统和电动发电机

发明背景

本发明涉及采用永久磁铁作磁场系统的电动发电机、特别是涉及在运载工具系统或运输系统中进行驱动和再生的方法和电动发电机。

在先有技术的永久磁场型电动发电机中，感应电动势 E 是由安置在转子上的永久磁铁产生的恒定的磁通Φ和电动发电机的转动角速度ω确定的。亦即当电动发电机的转动角速度ω(转动速度)增大时，感应电动势成比例地增加。

因此，在低速范围内可获得高扭矩，但是由于转速的可变范围很窄，在高速范围内操作是困难的。因此可以认为高速操作范围利用磁场弱化控制技术而展宽。

另外，作为由永久磁铁产生的磁通来弱化磁场的方法，采用弹簧的离心力和调速器的机构已公开在日本公开专利 No. 2000-155262 中。

用上述磁场弱化控制技术的展宽高速操作范围的方法由于弱化磁场电流而带来了产生热量和效率降低的限制。

另外，在日本公开专利 No. 2000-155262 中公开的方法中，弹簧和调速器的结构比较复杂。

发明概述

本发明的目的在于提供一种电动发电机，其中通过一个简单的结构使由永久磁铁产生的磁通的磁场弱化成为可能。

另外，本发明的另一目的是提供一种运输系统，该系统包括永久磁铁型电动发电机，该电动发电机在低转速范围或传输系统开始时能获得高扭矩，在高转速范围内可获得高动力特性。

按照本发明的一个方面，一种电动发电机包括具有一次绕组的定子、具有磁场磁铁的转子和一根轴。其中上述磁场磁铁包括具有按顺

序沿转动方向设置的不同极性的磁极的第一磁场磁铁，和具有顺序地安置在转动方向的不同极性的磁极的第二磁场磁铁。该电动发电机还包括在轴向和转动方向移动第一和第二磁场磁铁的机构。

按照本发明的另一个方面，一种电动发电机包括具有一次绕组的定子、具有磁场磁铁的转子和一根轴。其中上述磁场磁铁包括具有顺序地沿转动方向设置的不同极性的磁极的第一磁场磁铁和具有顺序地沿转动方向设置的不同极性的磁极的第二磁场磁铁。该电动发电机还包括相对于另一磁场磁铁沿轴向和转动方向上移动一个磁场磁铁机构。其中第一磁场磁铁和第二磁场磁铁的合成磁场被改变。

按照本发明的又一个方面，一种运输系统包括一个电动发电机，其中第一磁场磁铁和第二磁场磁铁的合成磁场被改变，该电动发电机包括具有一次绕组的定子、具有磁场磁铁的转子和一根轴。上述磁场磁铁包括具有顺序地沿转动方向设置的不同极性的磁极的第一磁场磁铁和具有顺序地沿转动方向设置的不同极性的磁极的第二磁场磁铁。上述电动发电机还包括用以使一个磁场磁铁沿轴向和转动方向相对于另一个磁场磁铁移动的机构；一个车辆，所述电动一发电机是所述车辆的能源，一个从外部向所述车辆提供电能的集流器，和控制上述电动发电机的电能的电能变换器。

附图概述

图 1 是表示本发明一个实施例的电动发电机的布局和车辆的示意图。

图 2 是图 1 电动发电机的整体概略示意图。

图 3 是表示图 1 电动发电机转子的相同磁极的磁极中心同相时的情况的示意图。

图 4 是表示图 1 电动发电机转子的相同磁极的磁极中心不同相时的情况的示图。

图 5 是表示图 1 电动发电机的各种特性与转速关系的曲线图。

图 6 是图 1 电动发电机的控制方框图。

图 7 是本发明电动发电机的另一实施例的示图(启动器处于关断

状态)。

图 8 是本发明电动发电机的另一实施例的示图(启动器处于接通状态)。

图 9 示出本发明电动发电机的另一实施例的转子内部情况。

图 10 示出本发明电动发电机的另一实施例的转子内部的情况。

图 11 表示本发明电动发电机的另一实施例(启动器处于接通状态)。

图 12 表示本发明另一实施例的电动发电机转子(在间隙之间有差异)。

图 13 用以说明本发明另一实施例的电动发电机的轴向位移的测量方法。

图 14 是本发明另一实施例的电动发电机转子的简略示图(8 个磁极)。

图 15 是本发明另一实施例的电动发电机转子的简略示图(在第二转子中提供止动件)。

图 16 是本发明另一实施例的电动发电机的简略示图(磁场磁铁具有用来作轴向和转动方向移动的机构)。

图 17 是本发明另一实施例的电动发电机的示图(该构造具有第一、第二和第三磁场磁铁)。

图 18 用以表明图 16 电动发电机的附加说明。

图 19 用以表明图 17 电动发电机的附加说明。

图 20 是本发明另一实施例的电动发电机的示图。

图 21 是本发明另一实施例的电动发电机的示图。

优选实施例的描述

下面将说明本发明的实施例。

图 1 表示本发明一个实施例的永久磁铁型同步电动发电机的设计概况。

许多运输系统采用电动发电机作能源。图 1 表示作为一个运输系统例子的轨道车辆系统。

图 1 所示的轨道车辆系统具有电车 1、电动发电机 2、直接或间接装到电动发电机 2 上的轮子 83、控制电动发电机 2 的电功率的电力变换装置 4 和集流器 85。

这里电车指的是以电为动力的车辆，在包括车辆的系统的运输系统中，电车指的是广义上的车辆。

另外，集流器是用于接收电车(或车辆)外部的电力的装置。该集流器是无线式(86)的集电弓架和在第三轨型的情况下的集电器。另外，在工厂的运输系统中采用了无接触式集流器。

图 1 底部所示的电动发电机 2 具有通过连接件 81 和齿轮装置 82 将动力传到轴 84 上的结构。在上述电动发电机 2 的左和右侧提供了机构 25R 和 25L，用该机构，图 2 所示的止动件 24 在需要时平行于轴移动。

图 2 概略示出图 1 所示电动发电机转子相同磁极的中心不对准的情况。电枢绕组 11 缠绕在定子芯 10 的槽中，定子芯 10 连到外壳 13 上，外壳具有制冷剂流过的通道 12。

永久磁铁埋入型的转子 20 包括固定到轴 22 上的第一转子 20A 和在轴 22 上分开的第二转子 20B。当然，转子可以是一种表面磁铁型的而不是永久磁铁埋入型的。

在第一转子 20A 中，永久磁铁 21A 被这样设置，使得沿转动方向不同极性的磁极交替地对准。同样，在第二转子 20B 中，永久磁铁 21B 被这样设置，使得沿转动方向不同极性的磁极交替地对准。同轴地安置在第一和第二两个转子上的磁场磁铁与定子的磁极相对。

在第二转子 20B 的内侧形成一螺母部分 23B，在轴上形成与螺母部分接触的螺杆部分 23A。通过用螺纹将第二转子 20B 与轴连接，第二转子 20B 可在相对轴转动时在轴向移动。

另外，在离开第二转子 20B 的侧面的一个位置上设有一个止动件 24，这样第二转子 20B 就不能移出离转子中心预定的距离。此外，通过提供一个启动器 25 的伺服机构，可使止动件在轴的轴向上移动，从而可改变第一和第二磁场磁铁的磁极中心之间的距离。结果就能控制

对在槽中具有电枢绕组的定子的、由第一和第二磁场磁铁形成的总的有效的磁通量。

下面将描述永久磁铁的有效磁通量通过上述调节发生的与力矩方向相对应的变化。

在基本采用定子中的电枢绕组和转子中的永久磁铁的电动发电机中，在电动发电机作为电动发电机那样工作和作为发电机那样工作时，在转子的转动方向相同的情况下，作用到转子上的力矩方向是相反的。

另一方面，在电动发电机作为电动发电机那样工作的情况下，力矩方向在转子转动方向相反时是反向的，同样，在电动发电机作为发电机那样工作时，力矩方向在转子转动方向相反时也是反向的。

在将上述转动方向和力矩方向的基本理论用到本发明的电动发电机的实施例中时，可有下面的叙述。

当电动发电机在车辆或运输系统的车辆的开始时的中低转动速度范围内工作时，可以通过将第一转子 20A 和第二转子 20B 的相同极性的磁极的中心处于相同的相位、从而增大由定子磁极和相对的永久磁铁(图 4 所示)产生的有效磁通量，来获得高的扭矩特性。

接着当电动发电机在去霜(defrosting)操作的高转速范围内工作时，在第二转子 20B 相对于轴 22 移动以加大第一转子 20A 和第二转子 20B 之间的间隙、螺母部分从螺杆部分如图 5 所示转出时，第一转子 20A 和第二转子 20B 的相同极性的中心不在相同的相位。因此，由定子磁极和相对的永久磁铁产生的有效磁通量减小，换言之，产生了一个弱化磁场效应，因此可在高转速范围内获得高输出功率的特性。

图 4 表示通过使第一转子 20A 和第二转子 20B 的相同极性的中心不在同相位、第一转子 20A 和第二转子 20B 之间的间隙加大时减小了由定子磁极和相对的永久磁铁产生的有效磁通量的状态。

在图 3 和 4 中，示出了一根螺栓的头部 61，螺纹杆部分 60 和螺母部分 62。螺栓的头部 61 与第一转子 20A 相对应，螺母部分 62 与第二转子 20B 相对应。当螺纹杆部分 60(对应于图 2 的部分 23A)在一个

方向转动时，按加在螺母部分 62 上的力矩的方向，螺母部分 62 拧紧或拧松。按照作用在转子 20B 上的力矩方向，同样的现象出现在第二转子 20B 上。

下面将描述本发明电动发电机的感应电动力的工作情况。

图 5 表示有效磁通量、感应电动力和终端电压对永久磁铁同步电动发电机的角转动速度的特性曲线。

感应电动力是由安置在转子中的永久磁铁产生的恒定的磁通量Φ和电动发电机的角转动速度ω确定的。亦即正如图 5(a)所示，如果恒定的磁通量Φ是一个常数，则感应电动力则随着角转动速度ω(转速)的增加而成比例地增大。然而，由于反电压逆变器的电容量和供电的终端电压而使反电压逆变器的输出电压具有限制，因此在正常条件下由电动发电机产生的感应电动力也有限制。因此，在永久磁铁同步电动发电机中，为了减小由永久磁铁产生的磁通量，必在一个转动速度上方的一个范围中来进行所谓的磁场弱化控制。

由于感应电动力随着角转动速度成比例地增大，则必须增大磁场弱化控制电流。因此要求流过第一导线的线圈的电流很大，于是在该线圈中产生的热量增大，这可能导致电动发电机在高转速范围时效率降低和由于温度超过冷却能力使永久磁铁退磁。

例如，正如图 5(a)所示，当安置在转子中的永久磁铁产生的磁通量Φ1 变到在角转动速度ω1 的一点上的磁通量Φ2 时，电动发电机的感应电动力 E1 变到感应电动力 E2，按照该特性，可以限制感应电动力的最大值。

同样，图 5(b)是表示磁通量Φ仅相对于角转动速度ω(转速)作很小的变化的概略示图，该感应电动力可保持为常数。

在为获得图 5(b)所示特性的实施例中，电动发电机的第一磁场磁铁固定到一根轴上，第二磁场磁铁从该轴上离开。该轴和第二磁场磁铁利用轴上的螺纹和第二磁场磁铁内的螺母部分相互连接。另外，在离开第二磁场磁铁侧面的一个位置上提供一个止动件，并提供使止动件随轴的转动平行于轴移动的伺服机构。

图 6 是图 1 所示的电动发电机的控制方框图。

首先，驱动判断部分 101 根据沿涡轮控制器安装的传感器的信息(压缩机压力、气体温度、操作模式和燃料气体节流口等)和永久磁铁同步电动发电机 2 的转速来判断永磁铁型同步电动发电机 2 的驱动操作情况，并输出电流指令值，从驱动判断部分 101 输出的电流指令值输入到电流控制块 102，控制块 102 对电流指令值和永久磁铁同步电动发电机 2 的现有的电流值之间的差异进行去耦控制。

从电流控制块 102 输出的功率在转动坐标变换部分 103 中转换成三相交流电，并作为通过主 PWM 转换电线 104 的控制信号送到永久磁铁型同步电动发电机 2。另外再测出永久磁铁型同步电动发电机 2 每相的电流(至少是两相电流)和转动速度(涡轮的转速是可接受的，另外还可采用具有变速齿轮的涡轮转速的放大值)。在两轴转换块 105 中每相电流转换成两轴电流，并反馈到电流指令值。另外转速和磁极的位置等由探测器 106 测出，并通过磁极位置传感器 107 和速度传输部分 108 送回到每个控制块。

虽然在图 6 所示的实施例中提供了电动发电机 2 的电流传感器和速度传感器的位置，这些传感器的一部分可以拆掉，可采用同样方式的驱动电动发电机 2 的较少的传感器。

虽然图 6 的实施例包括电动发电机 2 的位置和速度传感器、以及电动发电机 2 的电流传感器，也可采用设有部分这样传感器的、驱动电动发电机 2 的较少传感器结构的控制电路。

另外，由于在本发明的永久磁铁同步电动发电机中，第一和第二转子的同极性的磁极中心处于与操作条件相对应的同相位和不同相位上，本发明的永久磁铁同步电动发电机具有修正由用于控制与第一和第二磁场磁铁的复合磁极的位置移动角相对应的反流器的控制器所供电流的超前角的功能。

下面将描述一个修正所供电流超前角的实施例。

当电动发电机通过将第一磁场磁铁固定到一根轴上、使第二磁场磁铁在轴上离开和在轴上形成螺纹、在第二磁场磁铁内形成螺母部分

从而通过螺纹相互连到轴上和第二磁场磁铁上时，该第二磁场磁铁在转动的同时在轴向移动。

图 13 表示第一和第二转子的相同的磁极中心处于与操作状态相对应的同相位和不同相位时，转动角和轴向移动之间的关系。

参见图 13，由于转动角 θ 和第二转子的轴向移动 ΔL 之间具有成比例的关系，利用位移表 64 测出轴向移动 ΔL，并反馈电能变换器的控制器，以用来进行最佳控制，从而修正作为第一和第二磁场磁铁的复合磁极位置的移动角的转换值的所供电流的超前角。

图 7 是表示本发明电动发电机另一实施例的示图。

第一转子 20A 固定到轴 22 上，第二转子 20B 离开轴 22，在部分轴上形成螺纹部分 23A，套 41 固定到第二磁场磁铁内，螺母部分 23B 固定到套 41 内。第二转子 20B 相对于第一转子 20A 转动，螺母部分在螺杆部分上转拧动，第一转子 20A 和第二转子 20B 之间的间隙增大。

由于在第二磁场磁铁和轴 22 之间具有小的游隙，当第二转子转动时在第二磁场磁铁内侧和轴 22 之间会出现磁链变化，这就可能出现如电解腐蚀那样的麻烦。因此，套 41 由非磁性材料制成，它的电阻率高于铁。通过这样做，第二磁场磁铁的内侧和轴 22 由套 41 来进行电和磁的绝缘。

支撑机构 40A、40B 安置在套 41 内侧，从而引导第二磁场磁铁和轴之间的转动、往复移动和复合移动。

第二磁场磁铁 20B 由部分轴上的螺纹部分 23A 形成的螺接功能而连到轴上，一个可移动的止动件 24 安置在离开第二磁场磁铁的一个侧面的位置上，支撑机构 42、47 安置在止动件 24 和轴之间以及止动件和第二转子 20B 的侧面之间，从而引导第二转子相对于轴的转动、往复移动和复合移动。支撑机构 42 具有止推轴承的作用，支撑机构 47 尽管它是一个径向轴承，但它具有引导转动、往复移动和复合移动的作用。

另外还有一个效果，即当作为止推轴承的支撑机构 42 设置一个弹簧 48 时，可改进该支撑机构 42 的功能。

下面将描述作为一个例子的能使止动件 24 平行于轴移动的伺服机构的磁离合器。

这种磁离合器的结构是：线圈 46 缠绕在一个轭架 44 上，止动件 24 还可用作一个可移动的芯子。轭架 44 和线圈 46 固定到电动发电机的支架 49 或图中未示出的压缩机的一部分上，一个弹簧 45 安置在轭架 44 和止动件 24 之间，从而具有制动激励时的再设定装置的作用。一个轴承 50 安置在支架 49 和轴 22 之间，用以支撑轴 22。

图 7 表示未激励状态的线圈 46，图 8 表示激励状态下的线圈 46。

通过激励线圈 46，轭架 44 变成一个强磁铁，它吸引具有作为可移动芯的作用的止动件 24。

当止动件 24 受到激励线圈 46 的吸引时，通到线圈 46 上的电流由于加到第二转子 20B 上的、从而相对于第一转子 20A 转动的力矩而减小，同时在螺母部分从螺杆上拧开时在第一转子 20A 和第二转子 20B 之间的间隙加大。

这里的图中所示的磁离合器是能够使止动件 24 在平行于轴的方向移动的伺服机构的例子，采用液压作动器、用一个转子和滚珠丝杆、一个线性电动发电机等能更精确地进行止动件的定位。

图 9 表示固定到第二转子 20B 内的套 41 的例子。

作为一种将第二转子和轴固定的方法，第二转子 20B 和套 41 采用在两个构件接触面上形成的凸凹部分来固定。在图 10 中示出了第一转子 20A 和离开轴 22 的第二转子 20B 之间固定到轴 22 上的内部结构的差异。

图 10 表示本发明的另一实施例。

在第一磁场磁铁和第二磁场磁铁相互接触的地方，在第一磁场磁铁的侧面上形成一个凹入部分 53，在第二磁场磁铁上形成了还用作套子功能的凸起部分 54。在一个装置上可形成凸起部分 54 和套 41。通过这样做，可保证套 41 的足够的空间。还有一种方法是通过有效地安置弹簧 48、支撑机构 40A、40B 和螺母部分 23B 来得到一种具有薄的轴向厚度的第二转子的电动发电机。

图 11 表示本发明的另一实施例。

图 11 中的基本构件与图 7 中的相同，但在与磁离合器相对应的部分有变化。图 11 表示在激励条件下的线圈 46，在切断激励时由弹簧 45 使轭架 44 离开止动件 41。另外，该实施例具有一个特征，即推力通过在加上力矩的螺杆部分 23A 和螺母部分 23B 之间的相互作用而由螺纹作用加到第二转子 20B 上。因此，当切断线圈 46 的激励时，通过用一个推力来推出由于螺纹和力矩之间相互作用的止动件 24，使止动件 24 从轭架 44 上脱开。轭架 44 通过一个臂 52 固定到支架 49 上或车体(未示出)的一部分上。

与图 7 和 8 中所示相同，图 11 所示的磁离合器是能使止动件 24 在平行于轴的方向移动的伺服机构的例子，采用液压作动器，用一个转子和滚珠丝杆的线性驱动装置、线性电动发电机等可进行更精确的止动件的定位。

图 12 表示本发明的另一实施例。

本发明的电动发电机的特征在于：第一转子 20A 牢固地固定到轴 22 上，但第二转子 20B 对轴来说是自由移动的。因此，在第二转子 20B 和轴 22 之间存在机械尺寸上的小的游隙，因此在大的力矩或离心力加到第二转子 20B 上时第二转子 20B 可变成偏心的。在具有第二磁场磁铁的第二转子 20B 和定子之间的气隙 2 大于在具有第一磁铁的第一转子 20A 和定子之间的气隙 1。通过这样做，可防止由于偏心引起的第二转子 20B 和定子之间的机械接触。

图 15 表示本发明另一实施例的电动发电机。

本发明的这种电动发电机的特征在于：第二转子 20B 内侧长度比外侧长度短，在第二转子 20B 的内侧提供伺服机构 25(用作驱动止动件的作动件)。因此，可以减小包括止动件 24 和伺服机构 25 在内的整个转子的轴向长度。

虽然上面的对本发明的说明中是参照四极电动发电机进行的，不必说，本发明可用于两极电动发电机或六极电动发电机。作为一个例子，图 14 示出了一种永久磁铁同步电动发电机的转子，其中本发明用

于八极电动发电机。另外，本发明可用于任何类型的转子，埋入磁铁型或表面磁铁型转子均可采用本发明。

图 16 表示本发明的另一实施例的电动发电机。

图 16 所示的电动发电机包括具有第一绕组的定子、具有磁场磁铁的转子和一根轴。上述磁场磁铁具有第一和第二磁场磁铁，它们分别具有顺序地安置在转动方向的不同极性的磁极。两个磁场磁铁均具有在轴向和转动方向移动的机构。

在图 11 所示的电动发电机中，用于使一个磁场磁铁相对于另一个磁场磁铁移动的机构所具有的构形是一个磁场磁铁固定到电动发电机的轴上，而另一个磁场磁铁可移动地安装成对轴来说是自由移动的，而图 16 的两个磁场磁铁均具有如上所述的在轴向和转动方向上移动的机构。

在图 16 中，在两个磁场磁铁之间的轴 22 上提供一个中部止动件 64。该中部止动件具有限制两个磁场磁铁左、右移动的功能。图 18 是类似于图 3、4 的视图，它表示用来说明上述限制功能的螺杆和螺母之间的关系。

在图 18(1)中，左右螺母的磁极中心穿过中间止动件 64 同相位。在相同方向的力矩加到左右螺母上时，一个螺母向外拧出。

因此，在采用这种电动发电机的滚动架系统中，进退的转动方向相互相反，当在低转速范围、如电滚动架等起动而要求高力矩特性时，左右磁场磁铁如图 18(1)所示，临时对准。另外，在高转速范围内，要求高力矩特征，允许左右止动件 24 如图 18(2)和 18(3)那样伸出而进行移动。结果，通过移动止动件 24 得到磁场弱化效应而改变两个磁铁产生的磁场。

图 17 中示出了本发明另一实施例的电动发电机。

图 17 所示的电动发电机包括具有依次安置在转动方向的不同极性的磁极的第一磁场磁铁，具有依次安置在转动方向的不同极性的磁极的第二磁场磁铁，安置在第一和第二磁场磁铁之间、依次安置在转动方向的具有不同极性的磁极的第三磁场磁铁。在该基本构形中，第

三磁场磁铁 20C 除了如图 16 所示的构形外，还固定到轴 22 上并安置在转子的中部，如图 16 所示，第一和第二磁场磁铁的轴向宽度是相同的。

图 16 和 18 是相类似的说明图。图 19 示出与螺杆和螺母相对应的图 17 的转子部分，在图 19 中示出的构形的基本操作原理类似于图 18 所示。

在图 16～19 所示的电动发电机中，第一磁场磁铁和第二磁场磁铁可相对于轴在轴向和转动方向上自由移动。通过轴上形成的螺纹部分和第一和第二磁场磁铁内的螺母部分来提供螺接功能。

图 20 和 21 表示本发明另一实施例的电动发电机。

图 20 和 21 表示一个机构的例子，该机构用于在本发明的电动发电机的转动方向相同时切换轴(动力输出轴)的转动方向。该机构具有用以逆向转动的齿轮 93 和离合器 90，它们用作切换动力输出轴的转动方向的装置。即使在进、退时轴 84 的转动方向是相反的，通过采用一个机构，也可以使本发明的电动发电机转动方向相同。

在图 21 中，在轴 84 的转动方向相同时本发明的电动发电机的转动方向相反，装到转子上的两个磁场磁铁所产生的磁场可以改变。

图 1

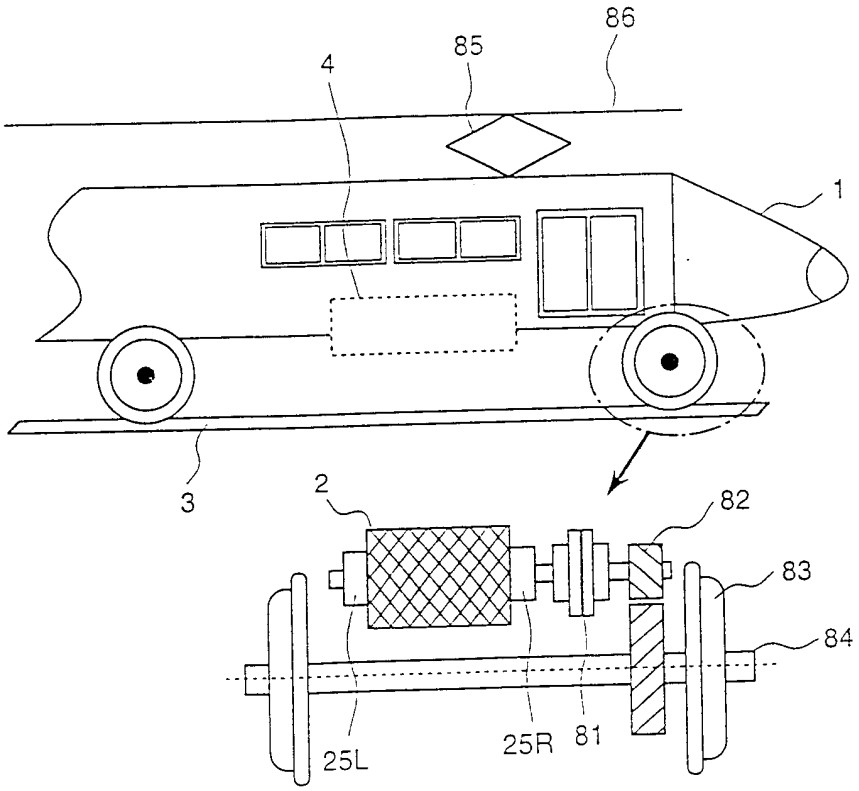


图 2

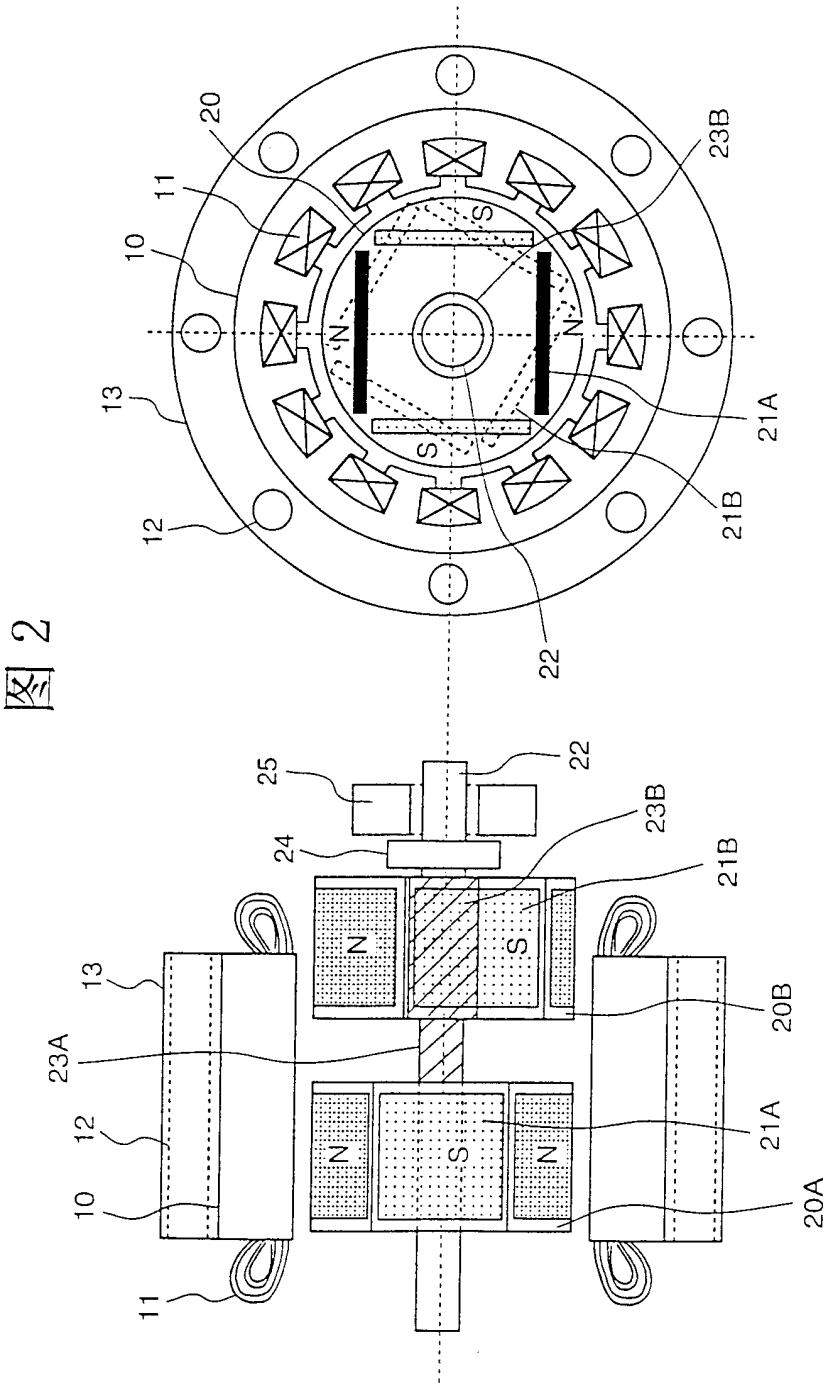


图 3

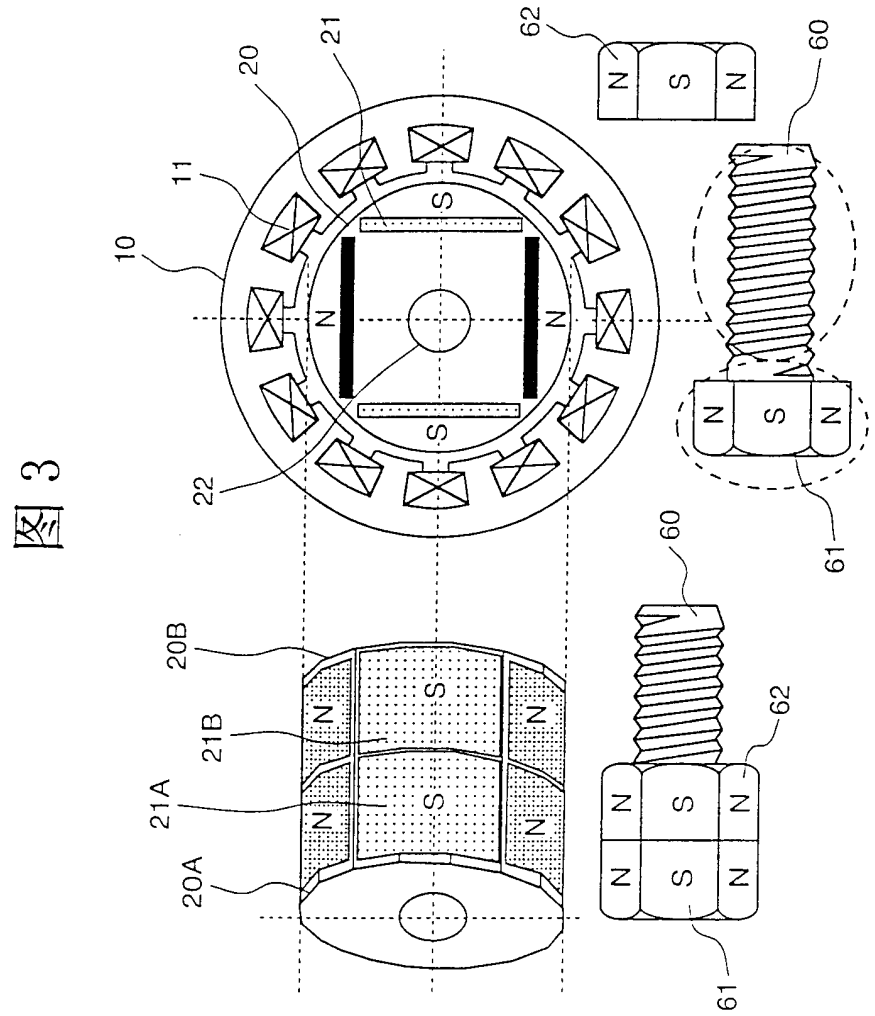


图 4

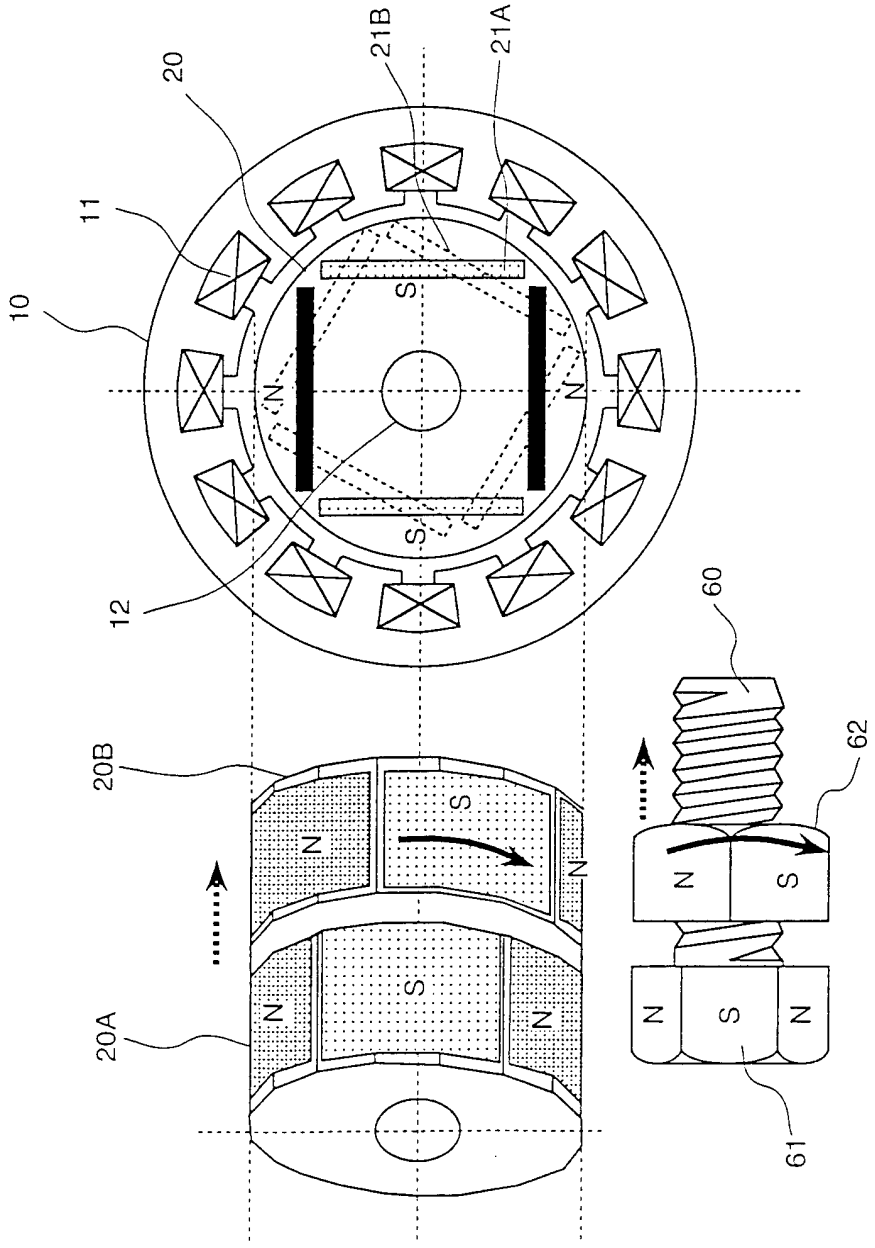


图 5(a)

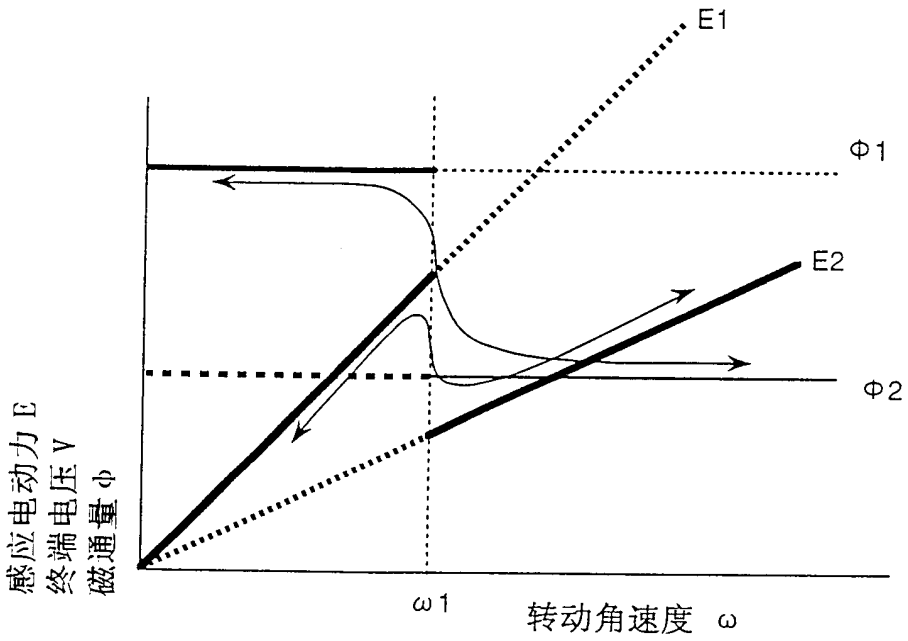

E1
Φ1
E2
Φ2
感应电动力 E
终端电压 V
磁通量 φ
ω1
转动角速度 ω

图 5(b)

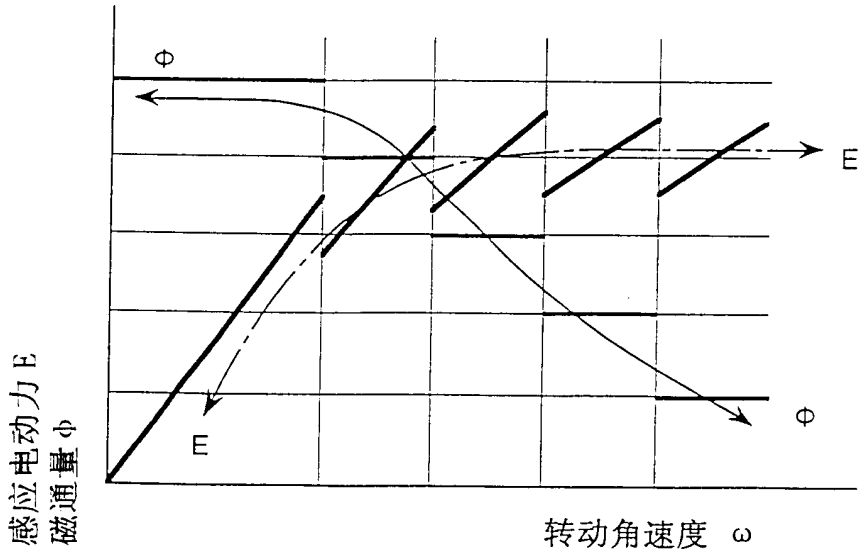

Φ
E
E
Φ
感应电动力 E
磁通量 φ
转动角速度 ω

图 6

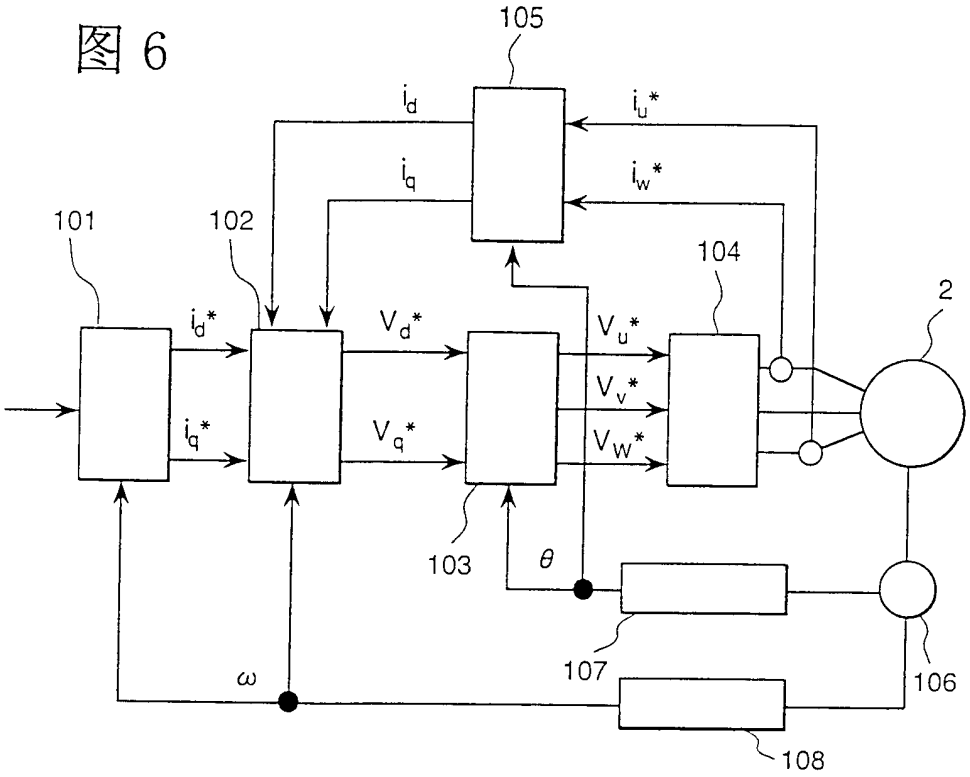

105
i_d
i_u*
i_q
i_w*
101
102
104
2
i_d*
V_d*
V_u*
V_v*
i_q*
V_q*
V_w*
103
θ
107
106
ω
108

图 7

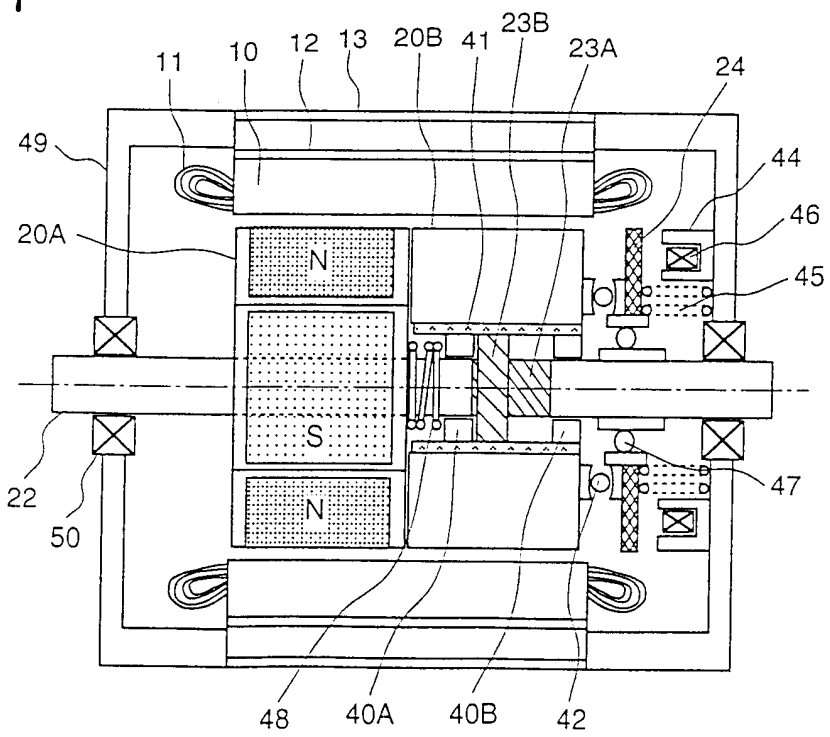

11
10
12
13
20B
41
23B
23A
24
49
44
46
20A
N
45
S
N
22
50
47
48
40A
40B
42

图 8

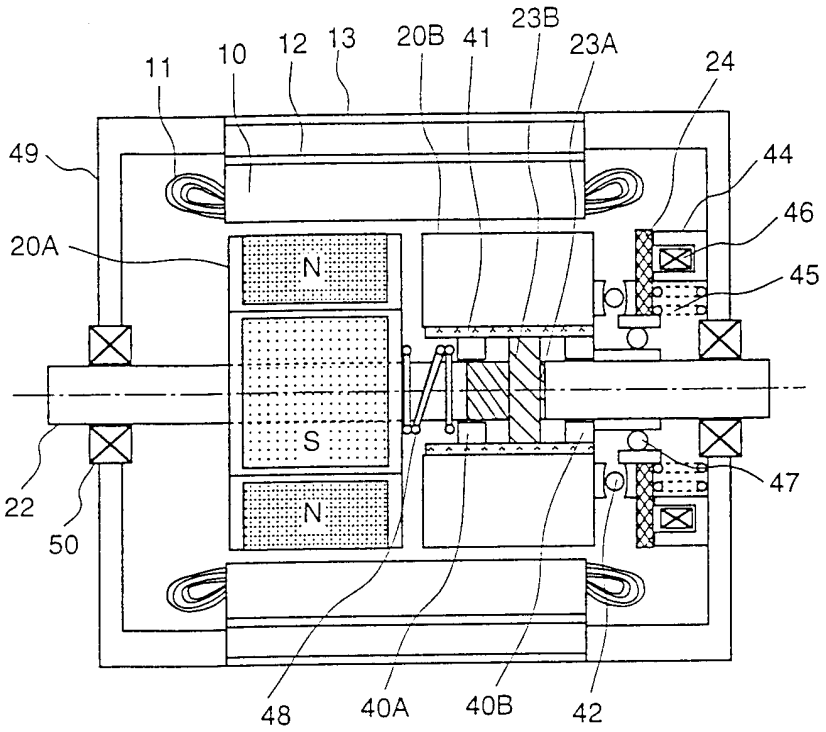

11
10
12
13
20B
41
23B
23A
24
49
44
46
20A
N
45
S
47
22
50
N
48
40A
40B
42

图 11

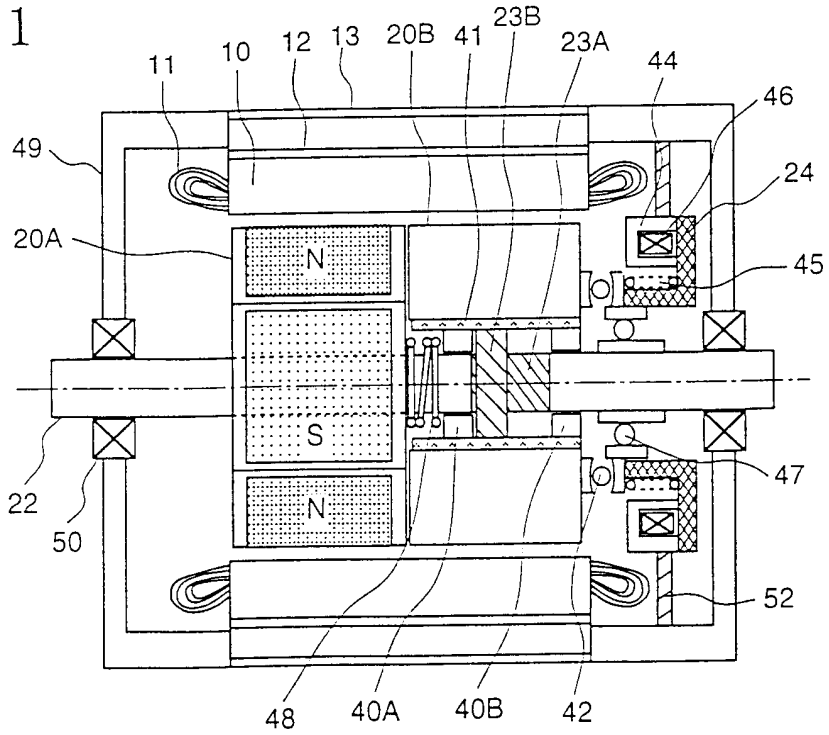

11
10
12
13
20B
41
23B
23A
44
46
49
24
20A
N
45
S
47
22
50
N
52
48
40A
40B
42

图 9

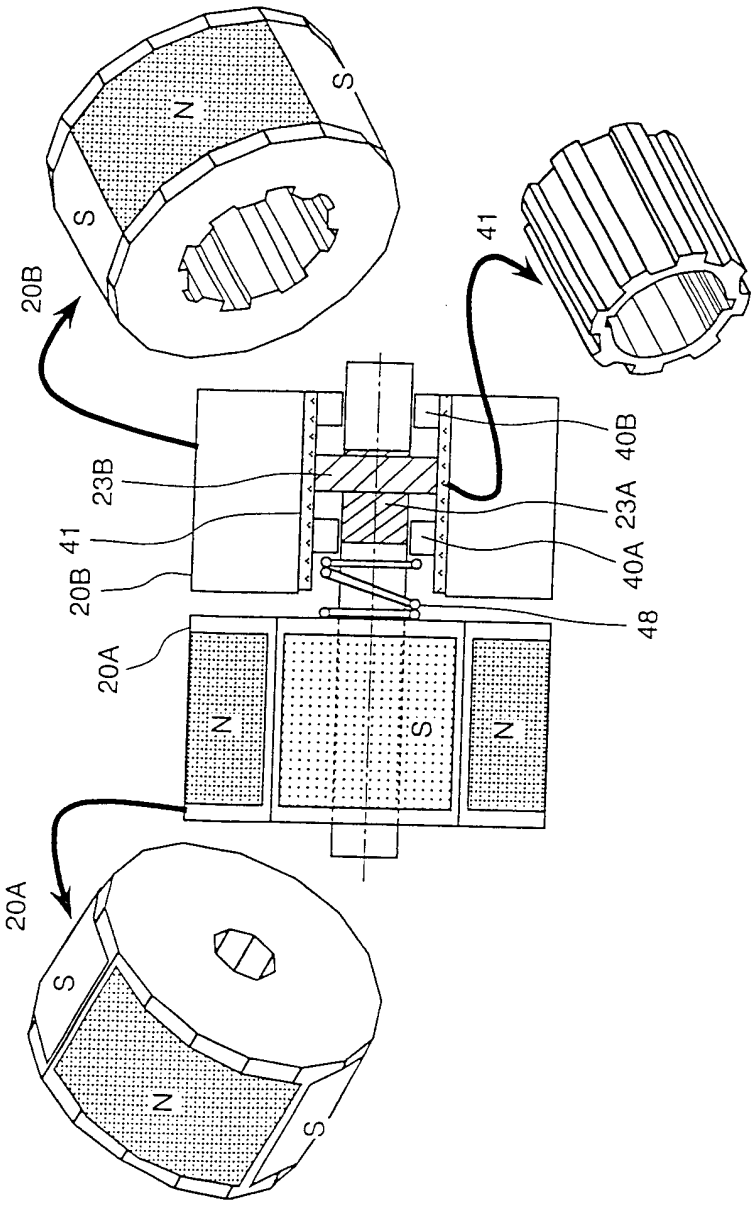


图 10

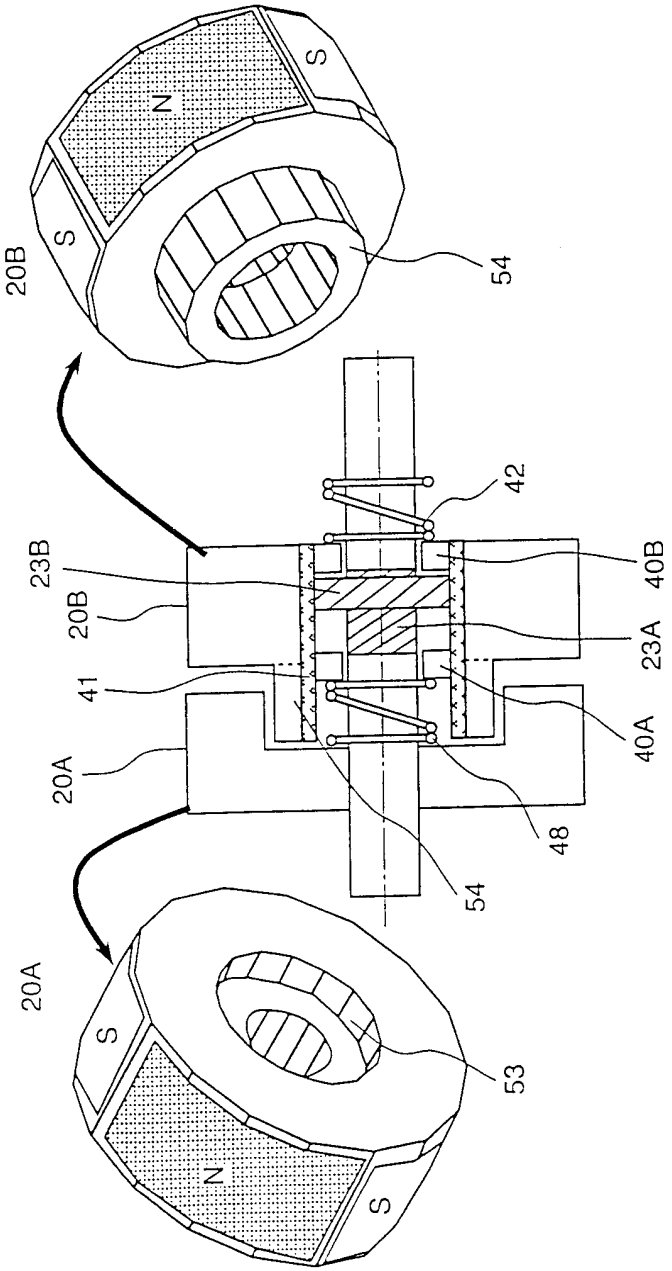


图 12

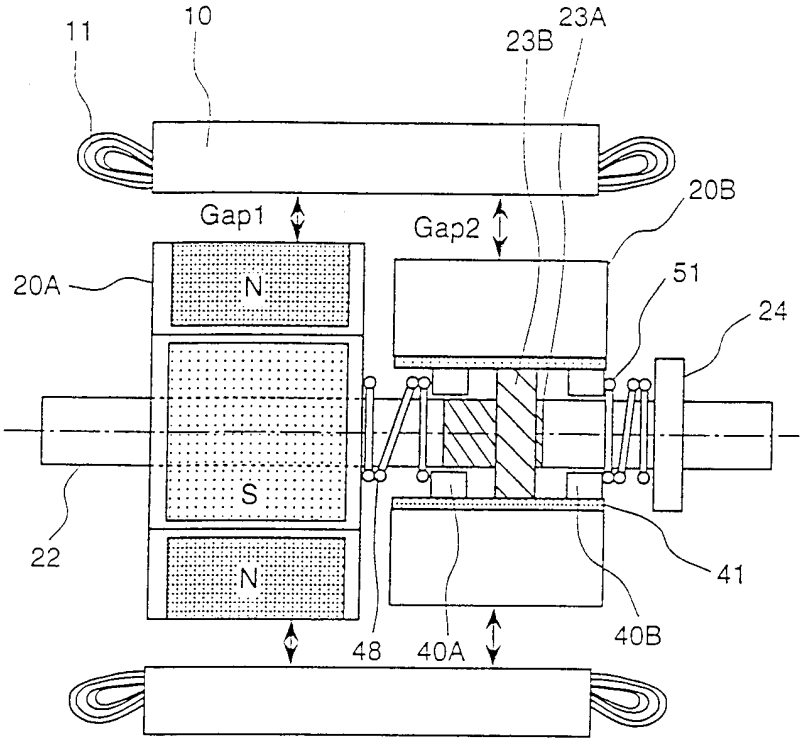

11
10
23B
23A
20B
Gap1
Gap2
20A
N
51
24
S
22
N
41
48
40A
40B

图 15

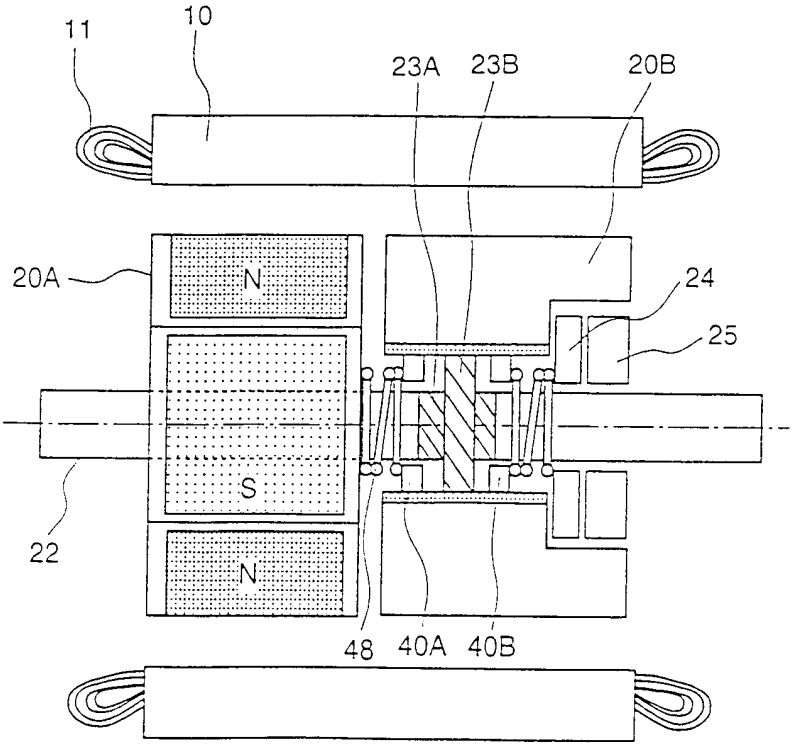

11
10
23A
23B
20B
20A
N
24
25
S
22
N
48
40A
40B

图 13

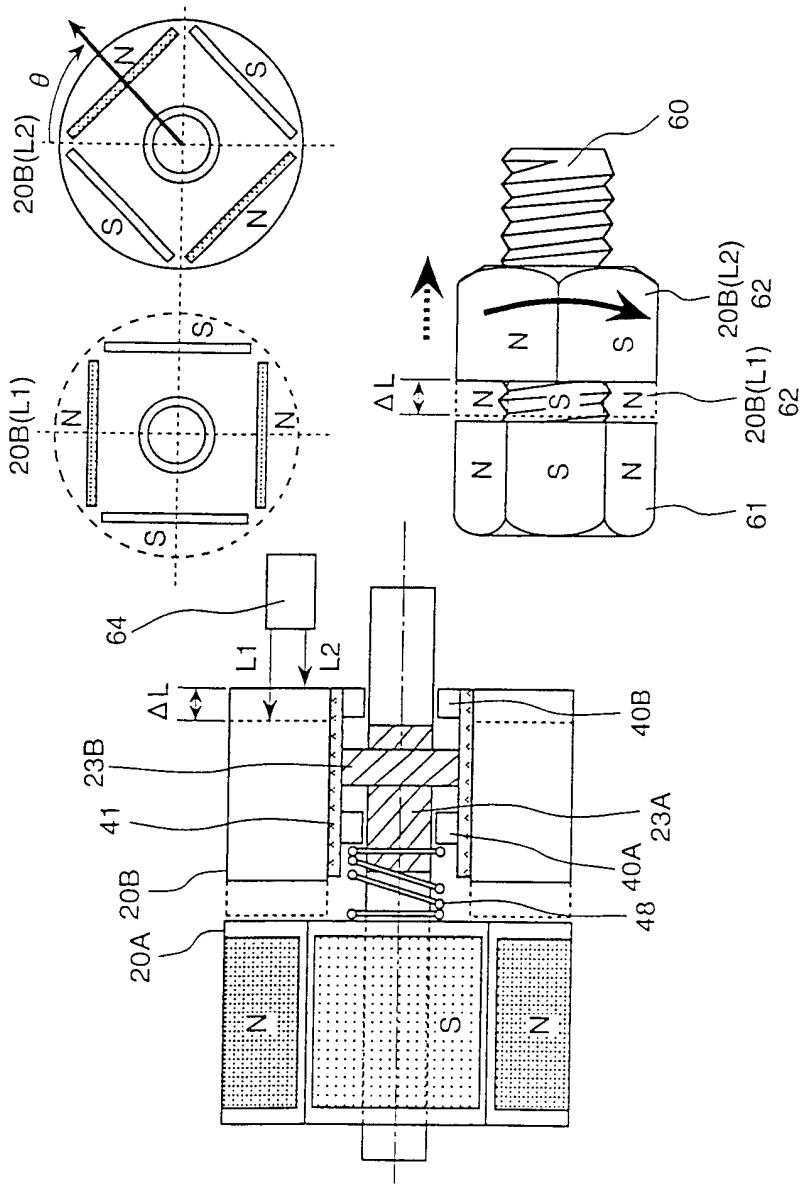

θ
20B(L2)
N
S
S
N
20B(L1)
S
N
N
S
60
20B(L2)
62
N
S
ΔL
N
S
N
20B(L1)
62
N
S
N
61
64
L1
L2
ΔL
40B
23B
41
23A
40A
20B
48
20A
N
S
N

图 14

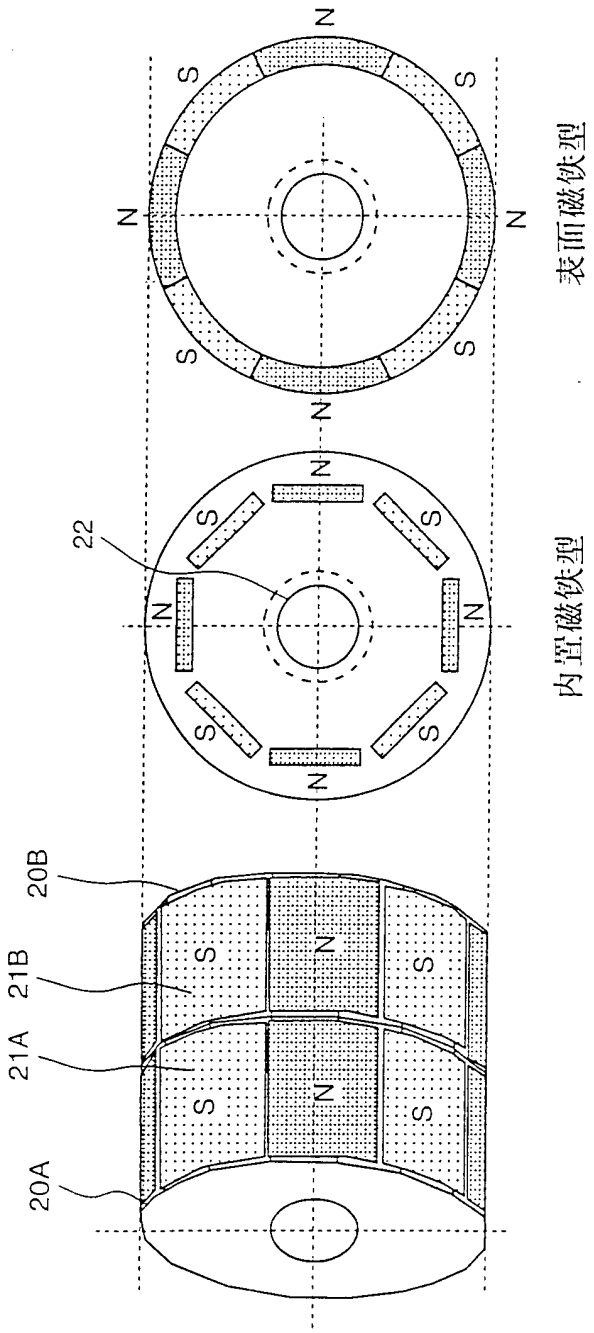


图 16

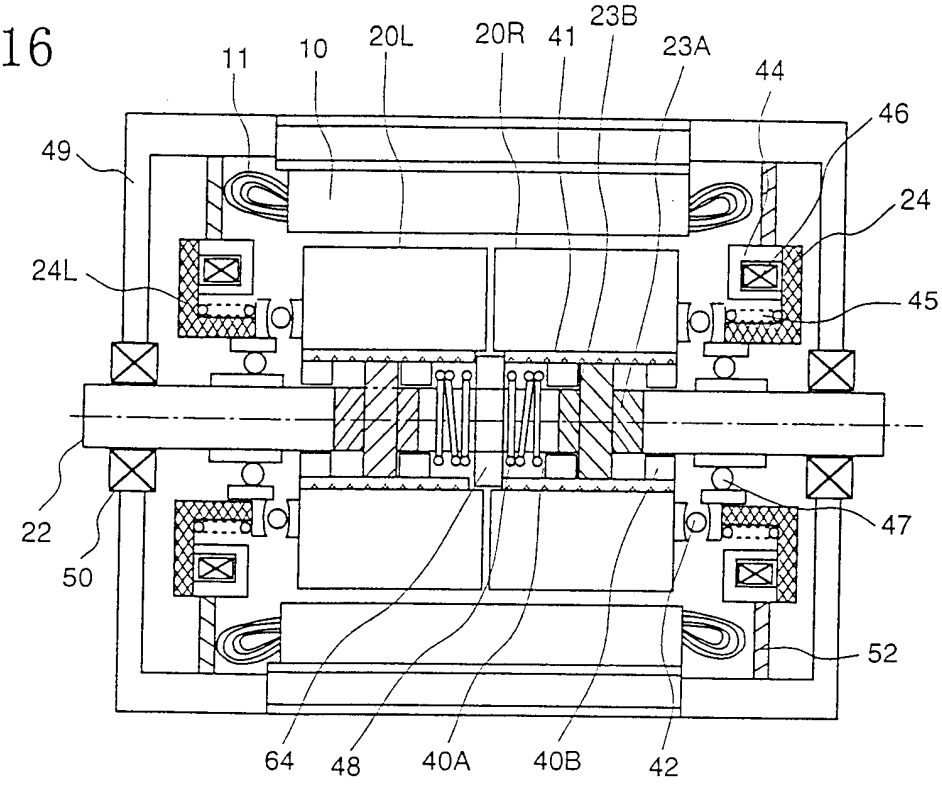

11
10
20L
20R
41
23B
23A
44
46
49
24
24L
45
22
47
50
52
64
48
40A
40B
42

图 17

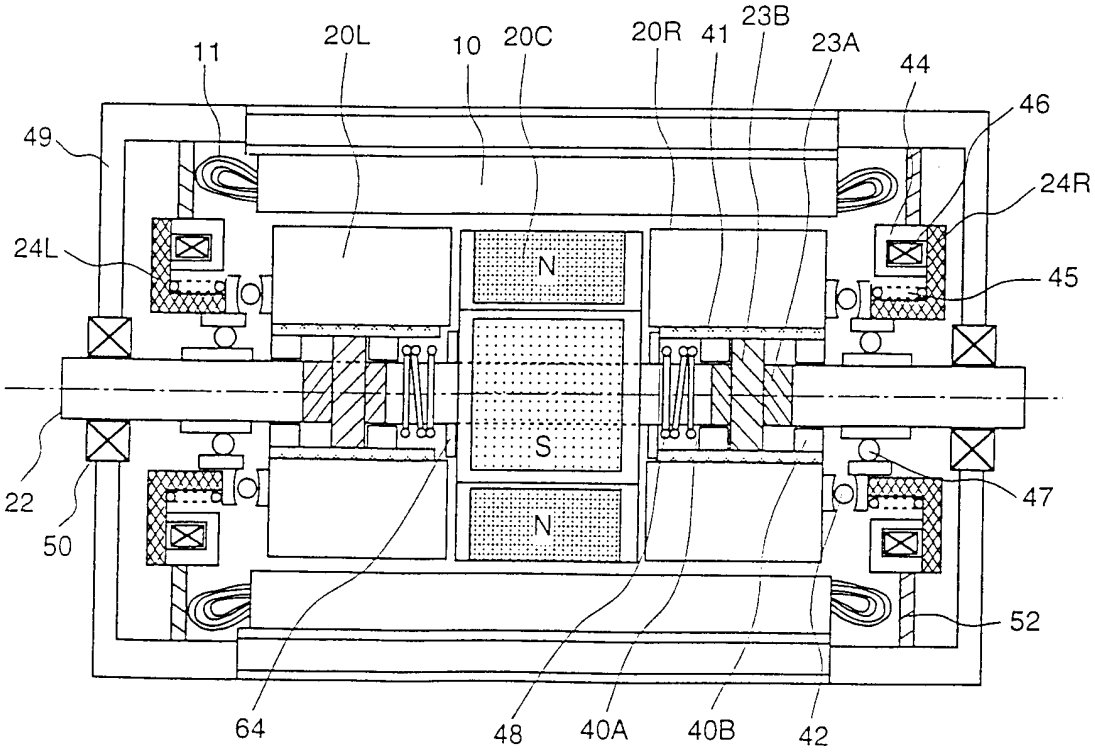

11
20L
10
20C
20R
41
23B
23A
44
46
49
24R
24L
45
N
S
N
22
47
50
52
64
48
40A
40B
42

图 18

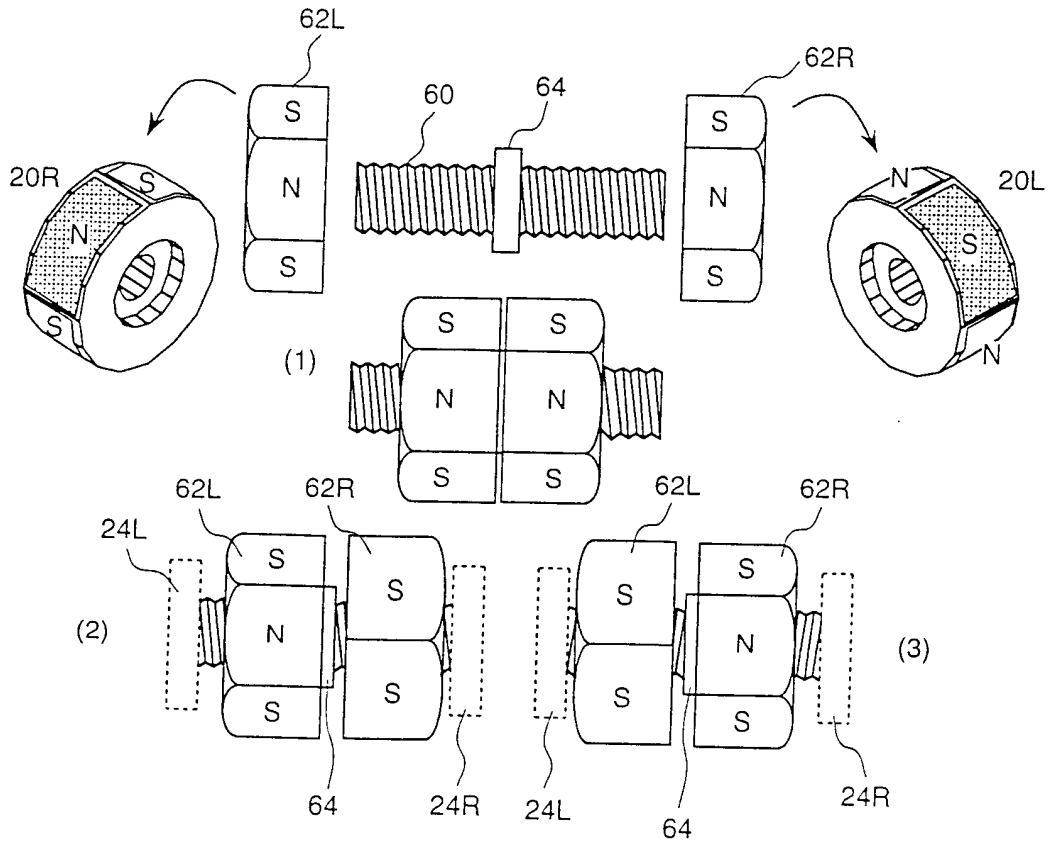


图 19

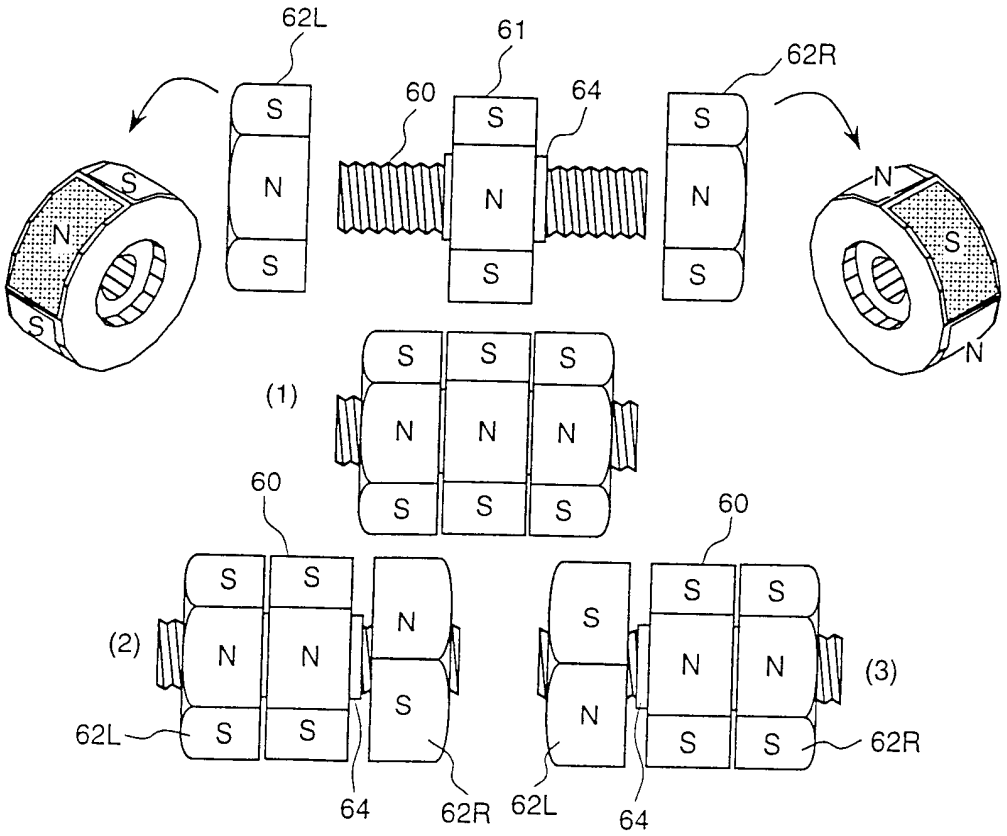
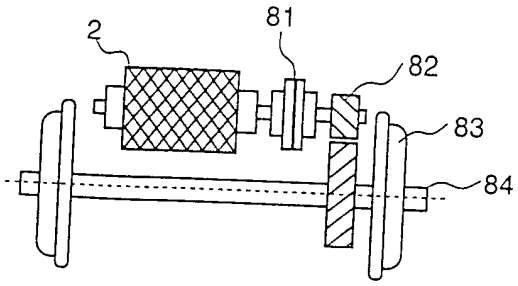
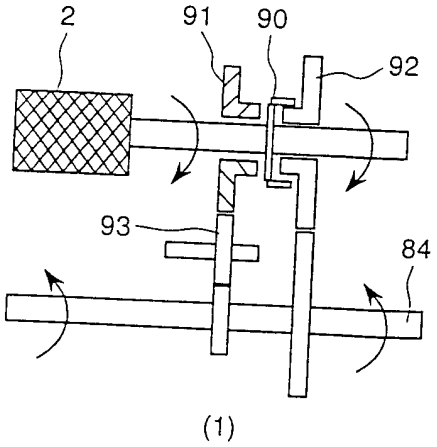
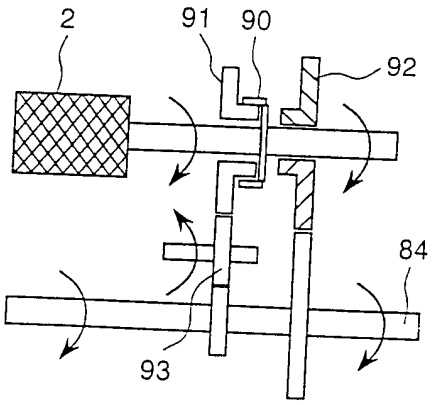


图 20





(1)



(2)

图 21(2)

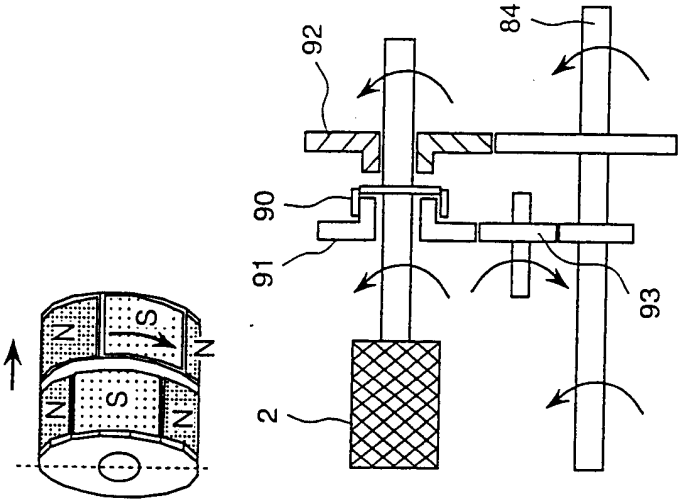


图 21(1)

