



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 88107350.4

[51] Int.Cl⁴

H02K 16/00

[43] 公开日 1989年5月3日

[22] 申请日 88.10.20

[30] 优先权

[32]87.10.20 [33]JP [31]265679/87

[32]87.10.23 [33]JP [31]268784/87

[32]88.3.11 [33]JP [31]56017/88

[71] 申请人 株式会社佐竹制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 佐竹利彦

大野木幸男

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 王忠忠 曹济洪

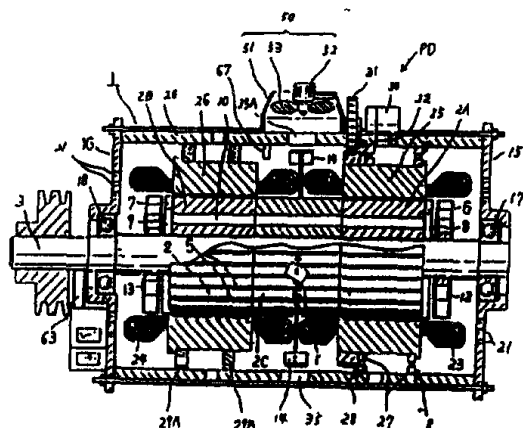
H02K 17/30 H02K 9/04

说明书页数: 11 附图页数: 7

[54] 发明名称 可调速感应电动机

[57] 摘要

可调速感应电动机, 有一整体转子、多个定子和一移相器, 转子有多个铁心, 其上设有为电阻性元件短接的导电元件, 定子环绕地面对诸转子铁心, 移相器则产生导电元件各部分感应电压之间的相位差。电动机配有通风器将周围的空气强迫吹入转子铁心之间与定子和机座之间的内部气道, 将电阻性元件散热和冷却, 并将暖空气从机座中排出。通风器配有控制装置, 控制装置根据诸如转子转速、移相器所产生的相位差和在机座内测出的温度等信息工作。



1.一种可调速感应电动机，其特征在于，该电动机包括：

一整体转子，具有多个装在一公共轴上的转子铁心，各转子铁心之间具有预定的间隙，转子还具有多个彼此互连且分别装在各转子铁心上的转子导电元件，各转子导电元件在各转子铁心之间的中间位置处为电阻性元件所短接；

多个定子，并排配置着且环绕地面对转子的所述各转子铁心，所述各定子上分别绕有定子绕组；

一移相装置，用以在面对所述多个定子中一个定子的所述导电元件部分上感应的电压与面对其中另一个所述定子的所述导电元件相应部分上感应的电压之间产生相位差；

一通风装置，配置在设在机座中的多个孔口的其中一个上，用以通过除所述一个孔口以外的那些孔口将空气通入在各转子铁心之间以及在各定子和机座之间所形成的内部气道之中，从而散发所述各电阻性元件发出的热量，使所述各电阻性元件冷却，并将暖空气从机座内排出；和

一控制装置，用以根据诸如所述转子转速、因所述控制移相装置而产生的相位差和在机座内适当位置测出的温度之类的各种信息的至少其中一种信息控制通风装置的运转情况。

2.根据权利要求1的可调速感应电动机，其特征在于，在所述诸转子铁心之间设有多个空气搅动器。

3.根据权利要求1的可调速感应电动机，其特征在于，一转速检测装置系连接到所述控制装置的输入侧，供检测所述转子的转速之用。

4.根据权利要求1的可调速感应电动机，其特征在于，一相位检测装置系连接到所述控制装置的输入侧，以根据所述移相装置的运作情况检测所产生的相位差，从而根据来自所述相位检测装置的检测信号控制所述通风装置。

5.根据权利要求1的可调速感应电动机，其特征在于，一配置在机座内某一适当位置上的温度检测装置系连接到所述控制装置的输入侧，从而根据来自所述温度检测装置的检测信号控制所述通风装置。

6.根据权利要求1的可调速感应电动机，其特征在于，配置在所述转子铁心之间的所述转子导电元件为全部或部分由高度耐热性的非磁性材料制成的导电元件的芯子所围绕。

7.根据权利要求1的可调速感应电动机，其特征在于，配置在所述转子铁心之间的所述转子电阻性元件为全部或部分由高度耐热性的非磁性材料制成的电阻性元件的芯子所围绕。

8.根据权利要求6或7的可调速感应电动机，其特征在于，所述非磁性材料是绝缘材料或涂敷有绝缘材料。

可变速感应电动机

本发明是关于一种易于在宽调速范围内进行调速、转矩特性和效率都优异的可变速感应电动机。

鼠笼转子式感应电动机广泛用作原动机，因为它结构简单，不太贵，不易损坏，而且电动机工作时功率因数和效率都高。但鼠笼转子式感应电动机具有起动特性不好的缺点，也就是说，尽管起动时电流消耗大但起动转矩仍然不太令人满意，而且要在高效率下进行宽范围的调速有困难。

在辅助电阻器通过电刷和滑环从外部插接到转子绕组回路的绕线转子式感应电动机中，可以较简单地通过控制电阻值从而改变电动机的转差率进行连续有效的调速。但在鼠笼转子式感应电动机中，电动机的结构或构型不容许采用这种方法进行调速，因此通常采用下述方法调速。

作为连续调速的方法，一种方法是改变电源的频率，另一种方法是改变电源的电压。通常这两种方法都是不能令人满意的，而且具有在低速范围内调速效率低的缺点。此外，前一种方法需要价昂的变频器，而变频器在变频的过程中会产生高谐波噪声和其它电磁波，这些噪声和电磁波如果窜入工业电力线时会引起各种谐波噪声问题的产生，使电子计算机或其它电子装置误操作、电力电容器发热等等。

此外，作为连续调速的一种方法，众所周知，可以将极数相同的两个感应电动机组件轴向并排配置，而且具有初级绕组的两个定子用机械或电气的方法使设在转轴上单个转子的两转子铁心各自周围所产生的旋转磁场之间产生相位差，以便通过改变相位差从而改变合成的次级电压

值，也就是说，改变流入转子导电元件中的次级电流，来进行调速。

另外，大家也知道这样一种系统，即在电动机的定子绕组回路中设若干种磁极，而在电动机运转过程中通过用开关切换各个电极来进行调速。这种系统是可以进行逐级即非连续性的调速的，但却不可能用这种系统进行无级平滑的调速。

本申请的 申请人于1987年5月28日提出了美国申请号为055,147的一份美国专利申请。该申请的发明涉及一种可调速感应电动机，其特征在于，该感应电动机由下列各部分组成：

一个转子，制成一整体，具有多个装在一公共轴上的转子铁心，各转子铁心之间具有预定的气隙或非磁性芯子部分，转子还具有多个彼此互连且分别装在各转子铁心上的导电元件，

多个定子，具有多个并排配置且环绕地面对着各转子铁心的定子铁心，各定子铁心上分别绕有定子绕组，各定子绕组相对于电源串联连接或耦合，

若干连接元件，短接着处在配置在各转子铁心之间的气隙或非磁性芯子部分的导电元件，和

移相装置，用以在面对多个定子中一个定子的导电元件部分上感应的电压与面对其中另一个定子的导电元件相应部分上感应的电压之间产生相位差。该发明提供的可调速感应电动机比起普通的感应电动机在起动特性方面是要优越得多，而且能在宽的调速范围内高效率地进行调速。

但在上述申请所描述的感应电动机中，当移相装置为使电动机低速运转而增加各转子铁心周围所产生的旋转磁场之间的相位差而工作时，在短接着多个转子导电元件的连接元件或电阻性元件中流动的电流增加，从而使连接元件发热，且使象转子导电元件之类的元件的各种组件处热量的累积迅速增加。为使感应电动机能长时间承受在低速下任何连续运转或任何高低速运转的交替频繁变化，重要的一点是要使整个系统，特

别是各连接元件、转子导电元件和转子铁心，能通过有效的散热经常地维持在冷却状态。

本发明的主要目的是提供一种可调速的感应电动机，在这种感应电动机中，整个电机，特别是连接元件、毗邻各连接元件并为各连接元件所短接的转子导电元件以及也毗邻各连接元件配置的各转子铁心都通过散热有效地得到冷却，从而使电动机能在低速下持续运转，或适应高低速运转的交替频繁变化，从而确保电动机高度持久耐用。

本发明的另一个目的是提供一种具有能确保高度持久耐用的转子的可调速感应电动机。

本发明的可调速感应电动机包括：

一整体转子，具有多个装在一公共轴上的转子铁心，各转子铁心之间具有预定的间隙，转子还具有多个彼此互连且分别装在各转子铁心上的转子导电元件，各转子导电元件在各转子铁心之间的中间位置处为电阻性元件所短接；

多个定子，并排配置着且环绕地面对各转子铁心，各定子上分别绕有定子绕组；

一移相装置，用以在面对多个定子中一个定子的导电元件部分上感应的电压与面对其中另一个定子的导电元件相应部分上感应的电压之间产生相位差；

一通风装置，配置在其中一个设在机座中的多个孔口上，用以通过另一些孔口将空气引入在各转子铁心之间和在各定子与机座之间所形成的内部气道之中，从而冷却散发热量的各电阻性元件，其后空气则从机座内排出；和

一控制装置，用以根据诸如转子转速、因控制移相装置而产生的相位差和在机座内适当位置测出的温度之类的各种信息的至少其中一种信息来控制通风装置的运转情况。

图1 是本发明感应电动机的侧向剖视图。

图2 是图1 所示具有一定子转动装置和一相位测定装置的感应电动机的横向剖视图。

图3 是配备有空气冷却装置的感应电动机的横向剖视图。

图4 是配备有另一种相位检测装置的感应电动机的横向剖视图。

图5 是配备有其它一种相位检测装置的感应电动机的横向剖视图。

图6 是配备有别的一种转动装置和别的一种相位检测装置的感应电动机的横向剖视图。

图7 和8 显示了电阻性元件芯子的一个实例。

图9 和10显示了导电元件芯子的一个实例。

图11和12显示了导电元件芯子的另一个实例。

下面参看附图说明本发明的一些实施例。虽然这里是就可视为多相感应电动机的一个典型类型的三相感应电动机进行了说明，应该理解的是，本发明也同样可实施于其它多相电动机中。至于转子的类型，它们并不局限于本说明书用以进行说明的普通鼠笼式转子，由于其它类型，例如双鼠笼式、深槽鼠笼式或特殊鼠笼式转子都可用于本发明的电动机。在本说明书中提到“导电元件”时是指配置在鼠笼式转子各槽中的鼠笼式导电元件。

下文即说明有关本发明一个实施例的详细配置方式。图1 显示了沿本发明感应电动机1 的轴线截取的纵向剖视图，图2 则显示了其在横向的剖视图。转子2 的转子轴3 上装有转子铁心2A和2B，两铁心之间具有预定的间隙。转子铁心2A和2B之间设有非磁性芯子部分2C，但在小型感应电动机中可不设非磁性芯子而简单地设一个气隙即可。在图示的配置方式中，转子铁心2A和2B之间设了一个非磁性芯子2C。非磁性芯子可以由耐热材料制成，例如石棉和陶瓷（包括瓦器，例如砖，和新型的非磁性陶瓷）。转子铁心2A、2B装有多多个转子导电元件5 ……，转子导电元

件5 呈鼠笼状延伸到转子铁心2A、2B的两端，且转子导电元件5 ……的两端由短路环6,7 互连起来。转子导电元件5 ……则在转子铁心2A和2B之间的非磁性芯子2C的位置由电阻性或连接元件 r ……互连和短接起来。电阻性元件 r 可以由高电阻率的材料制成，例如镍铬合金线、含碳钢和导电陶瓷等。转子导电元件5 ……不需要全部连接起来，它们可以部分连接，举例说，它们可以每隔一个连接起来。电阻性元件 r ……上也可选择性地涂以绝缘涂层。

转子铁心2A、2B和非磁性芯子2C中设有多个内部气道10，该气道延伸到转子2 的两端，多个径向气道11即从转子2 朝外向转子2 的周边延伸。转子2 两端设有风扇12和13，转子2 转动时风扇12和13就往内部气道10中吹风。非磁性芯子2C周边设有多个配置成叶轮状且由象铝、不锈钢、陶瓷、树脂、橡胶和玻璃之类的非磁性材料制成的冷却搅动器14。冷却搅动器14由导电材料制成时，最好它们的表面涂以绝缘材料。至于冷却搅动器14，可以将非磁性芯子2C本身制成叶轮状，制成适当形状任意数目的这类搅动器14装在转子铁心2A、2B的内侧的任何一端或两端，而在转子铁心2A和2B之间有气隙时，这种搅动器14可以直接装在转子轴3 上。此外也可以将电阻性元件 r ……制成适当的形状并将它们，举例说，成曲折线配置来形成搅动器14。

制成一个整体且按上述配置的转子2 其两端系可转动地由轴承17和18支撑着，轴承17和18则装在轴承座15和16中，从而使转子2 可以在机座20内自由转动。轴承座15和16系用螺栓和螺母固定在圆柱形的机座20上。轴承座15、16中设有多个通风孔21。

具有定子绕组23的第一个定子25和具有定子绕组24的第二个定子26系环绕地分别面对着转子铁心2A和2B，且并排配置在机座20的内壁上。机座20与第一个定子25之间设有接触轴承27,27,两轴承的左右运动为装在机座20内壁的止推环28,28 所限制。另一方面，第二个定子26系由具

有适当数目通风窗口的可通风固定环29A 以及固定环29B 不能动地固定到机座20上。脉冲电动机30装在机座20的上外周边，传动齿轮31则固定装设在脉冲电动机30的输出轴上。传动齿轮31通过设在机座20上的孔伸入机座20中并与固定在第一个定子25的外侧表面上的齿轮32啮合。第一个定子25根据主要组件为脉冲电动机30的转动机构的运转而围绕转子2的公共轴线转动。由于第一个转子25转动所产生的相对于第二个转子26的相对转差，使在转子铁心2A和2B周围产生的旋转磁场之间产生相位差。也就是说，上述第一个转子25的转动机构形成移相装置PD，这是藉机械方法构成的。第一个定子25转动量的控制，即旋转磁场之间相位差的控制是通过将脉冲电动机30转接成顺时针或逆时针转动而进行的。转动机构的驱动动力源并不局限于脉冲电动机30，任何其它伺服机构，例如气动、液压油缸系统等也完全可以使用。达到这个目的的一个简单方法可以包括使用手柄的手动操作。图中所示的配置方式是令一个定子，即第一个定子25，相对于第二个定子26相对转动。但也可以这样安排，使第一个定子25和第二个定子26同方向但以不同的转速转动，或者使两个定子分别彼此反向转动。在例示的实施例中，如上所述，移相装置PD是一个机械装置，但当然移相装置PD也可以设计成完全电气式的，举例说，采用定子绕组接头的转换装置，另外采用一个感应式的移相器，或采用某种机械装置和电气装置的组合体等。为将分别绕在第一和第二个定子25、26上的定子绕组23、24连接到三相电源线上，可以有两种方法，第一种方法是将各定子绕组分别串联连接起来，另一种方法是只将它们并联连接起来。前一种方法在许多特性方面优越，但后一种方法可用于某些有限使用领域中。

现在说明一下通风装置50，通风装置50的操作是根据从稍后即将予以说明的一个控制装置60发出的信号进行控制的。在例示的实施例中，通风装置50系配置在机座20的上部中间部分。通风装置50包括一通风腔

51、一风扇电动机52和一风扇53，通风腔51的顶部敞开着，通风腔51本身则这样装在机座20上，使得通风腔51包括若干设在机座20上的孔口35的其中一个孔口(35A)，风扇电动机52支撑在通风腔51中，风扇53则装在风扇电动机52的轴上。通风装置50可以取这样的形式，或者是将周围空气强迫吹入，以冷却内部组件(特别是电阻性元件 $r \dots$) 而将暖空气通过孔口35而不是通过包含在通风腔51中的孔口(35A) 强迫排出的形式，或者是将空气通过孔口35而不是通过包含在通风腔51中的孔口强迫吹入而将暖空气通过包含在通风腔51中的孔口(35A) 强迫排出的形式。在如例示的实例那样通风腔51系配置在机座20的顶部中间部分的配置方式中，后者的形式可以达到较好的冷却效果。为了更有效和更积极地进行冷却工作，可结合孔口35配置一空气冷却系统120 供冷却通入电动机机座20内的空气本身之用，如图3 所示。空气冷却系统120 主要由包含配置在机座底部部分处的孔口35的散热器123、贮水器124 和将散热器123 与贮水器124 连接起来的泵125 组成。此外，虽然这里没有画出来，空气冷却系统120 可以取采用压缩机和冷却气体的冷却装置的形式。

上述通风装置50的控制，即风扇电动机52的起动、停止或转速的控制，是由控制装置60根据各种信息进行的。控制装置60的输入侧连接有转速检测装置62、相位检测装置64和温度检测装置66，它们都作为控制信息源，转速检测装置62检测转子2 的实际转速，相位检测装置64检测由移相装置PD控制和设定的相位差，温度检测装置则直接设在或靠近在机座20内易受热或易累积热量的组件，使其可以检测出该诸元件或有关气隙中的空气的温度。至于转速检测装置62，它并不局限于图1 所示的转速计63，其它非接触式检测器，例如频闪式转速检测器和光电式转速检测器等，也完全可以使用，使用时将它们与转子铁心2A、2B、非磁性芯子2C、转子导电元件5 $\dots$ 等连接起来。一般说来，温度检测器66可采用热敏电阻67，将其设在机座20内壁上转子铁心2A和2B之间。当移相

装置PD用电气方法设计时，有可能将所得出的相位差作为信号直接输入到控制装置60中，这样就可以无需使用象移相装置64之类的装置。

现在下面说明一下控制装置60是如何控制通风装置50的。当电动机在从转速检测装置62检测出的信号高于某预定电平的高速区运转时，控制装置60促使通风装置50停转或使通风装置50的风扇电动机52的转速按与检测信号的电平成反比的方式减速。当电动机在高速区运转时，在电阻性元件 $r \cdots \cdots$ 中流动的电流小，因而发热程度和热量累程度小，从而不必借助于通风装置50进行强迫冷却或散热。相反，当电动机在从转速检测装置62检测出来的信号低于预定电平的低转速区运转时，控制装置60使通风装置50开始运转或按与所检测出的信号的电平成反比的方式提高风扇电动机52的转速。当电动机在从移相装置64检测出来的信号低于额定电平的高转速区运转时，控制装置60促使通风装置50停转或按与检测信号成正比的方式降低通风装置50的风扇电动机52的转速。相反，当电动机在从移相装置64检测出来的信号高于预定电平的低转速区运转时，控制装置60促使通风装置50停转或按与检测信号的电平成比例的方式提高风扇电动机52的转速。当从温度检测装置66检测出的温度低于预定值时，控制装置60促使通风装置50停转或按与检测出来的温度的高低成正比的方式降低通风装置50内风扇电动机52的转速。相反，当从温度检测装置66检测出来的温度高于预定值时，控制装置60促使通风装置50停转或按与所检测出温度的高低成正比的方式提高风扇电动机52的转速。

现在说明移相装置PD如附图所示实施例的那样设计成机械式情况下的相位检测装置64的一些实例。

图2 显示了相位检测装置64A 的第一个实例。机座20的内壁上装有一非磁性板71。此非磁性板71上装有一或其中埋设有多个直径彼此不同且按直径的大小次序配置的磁性件72(a~f)。检测磁力不小用的磁力传感器73系配置在可转动的定子，即第一个定子25的外周边上，使其与磁性件

72有联系。磁力传感器73给控制装置发送有关响应磁性件72a ~ 72f 直径差别所检测出的差值信息且对应于第一个定子25相对于第二个定子26的相对转速差(即第一个定子25和第二个定子26在转子2 周围所产生的旋转磁场之间的相位差)的信号。这样磁力传感器73连同磁性件72a ~ 72f 一起形成相位检测装置64。相反也可以这样配置,即将磁力传感器73设在机座20上,特磁性件72a ~ 72f 设在第一个定子25上。

图4 显示了相位检测装置64B 的第二个实例。在此实例中,第一个定子25的端壁上装有一弧形板82,弧形板82具有多个检测孔80(A-M),各孔的直径彼此不同,机座20的内壁上装有一光传感器84,光传感器84在面向检测孔80的位置用固定夹83固定住。在光传感器84对面、弧形板82后面配置有发光元件(图中未示出)。光传感器84给控制装置60发送有关检测孔80直径差的信息且对应于第一个定子25相对于第二个定子26的相对转速差(即由第一个定子25和第二个定子26在转子2 周围产生的各磁场之间的相位差)的信号。

图5 显示了相位检测装置64C 的第三个实例。在此实例中,第一个定子25的周边壁上装有一个长方形的检测板91,机座20的内壁上装有多限位开关92(a-g)。当第一个定子25转动时,限位开关的可动部分与检测板91接触,从而检测出有关的相位差。

在图2 ~ 5 中,数字38表示配置的机座20中的电磁线圈。当电磁线圈38被激励时,电磁线圈38的突出件与装在第一个定子25上的齿轮32的啮合脱开,从而使定子25处于可转动的状态。但在电磁线圈38不受激励的正常情况下,电磁线圈38的突出件与齿轮32啮合,从而使第一个定子25维持在不能转动的状态。

图6 显示了相位检测器64D 的第四个实例。第一个定子25的侧面部分上装有蜗轮100,蜗轮100 与蜗杆103 在设在机座20底部部分的孔口102 处啮合并通过孔口102。蜗杆103 的轴的一端与装在机座20外壁上

的脉冲电动机105 的轴相连接，另一端则与一个旋转式编码器(电位计) 107 相连接。旋转式编码器107 输出对应于第一个定子25相对于第二个定子26的转速差(也就是由第一个定子25和第二个定子26在转子2 周围所产生的各旋转磁场之间的相位差) 的信号。此实例中的配置方式比起上述实例1 ~3 具有这样的优越性：由于第一个定子25和脉冲电动机105 系通过蜗轮100 和蜗杆103 连接起来的，因此不需要另外的或单独的装置(例如实例1-3 中的电磁线圈38) 来使第一个定子25在停转时停到一个固定位置上，而且由于采用了旋转式编码器(电位计107)，因而可以无级的方式检测出相位差。

下面再参看图7 ~12并将电阻性元件的芯子与导电元件的芯子分开，来说明配置在转子铁心2A和2B之间的非磁性芯子2C的一些最佳实例。

图7 和图8 分别显示了电阻性元件的芯子130 的主要部分的侧视图和剖视图。将贯穿转子铁心2A和2B之间的导电元件5 ……短接的电阻性元件 r ……系通过将它们覆盖以具有高度耐热性和绝缘作用的非磁性材料[例如陶瓷(包括瓦器、新型陶瓷等在内)、树脂、橡胶、玻璃、石棉、涂敷有绝缘涂敷层的铝和不锈钢等] 而形成电阻性元件的芯子130 的。电阻性元件的芯子130 系装在转子轴3 上，且在其中设多个窗口，如图8 所示，从图8 中可以看到窗口132 的右半部。从上述配置方式来看，即使当导电元件5 ……或阻性元件 r ……受热时，不仅可以防止电阻性元件 r ……变形，而且还可以避免电阻性元件 r ……因受热而氧化。

图9 和10显示了导电元件的芯子140 各主要部分的侧视图和剖面图。将贯穿转子铁心2A和2B之间的导电元件5 ……短接的阻性元件 r ……系通过将它们分别覆盖以上述任何具有高度耐热性和绝缘作用的非磁性材料而形成导电元件的芯子140 的。导电元件的芯子140 是用多个臂构件142 装在转子轴3 上的，且在各臂构件142 之间设有窗口144 。这种配置方式能够防止导电元件5 ……在电动机运转时产生任何变形。

图11和12是导电元件的芯子150 主要部分的侧视图和剖面图，显示了导电元件的芯子150 的另一个实例。导电元件的芯子150A、150B系装在转子铁心2A、2B彼此相对的两端上，它们是由上述具有高度耐热性和绝缘作用的任何非磁性材料制成，且其中导电元件5 ……上覆盖有任何这种材料。

图 1

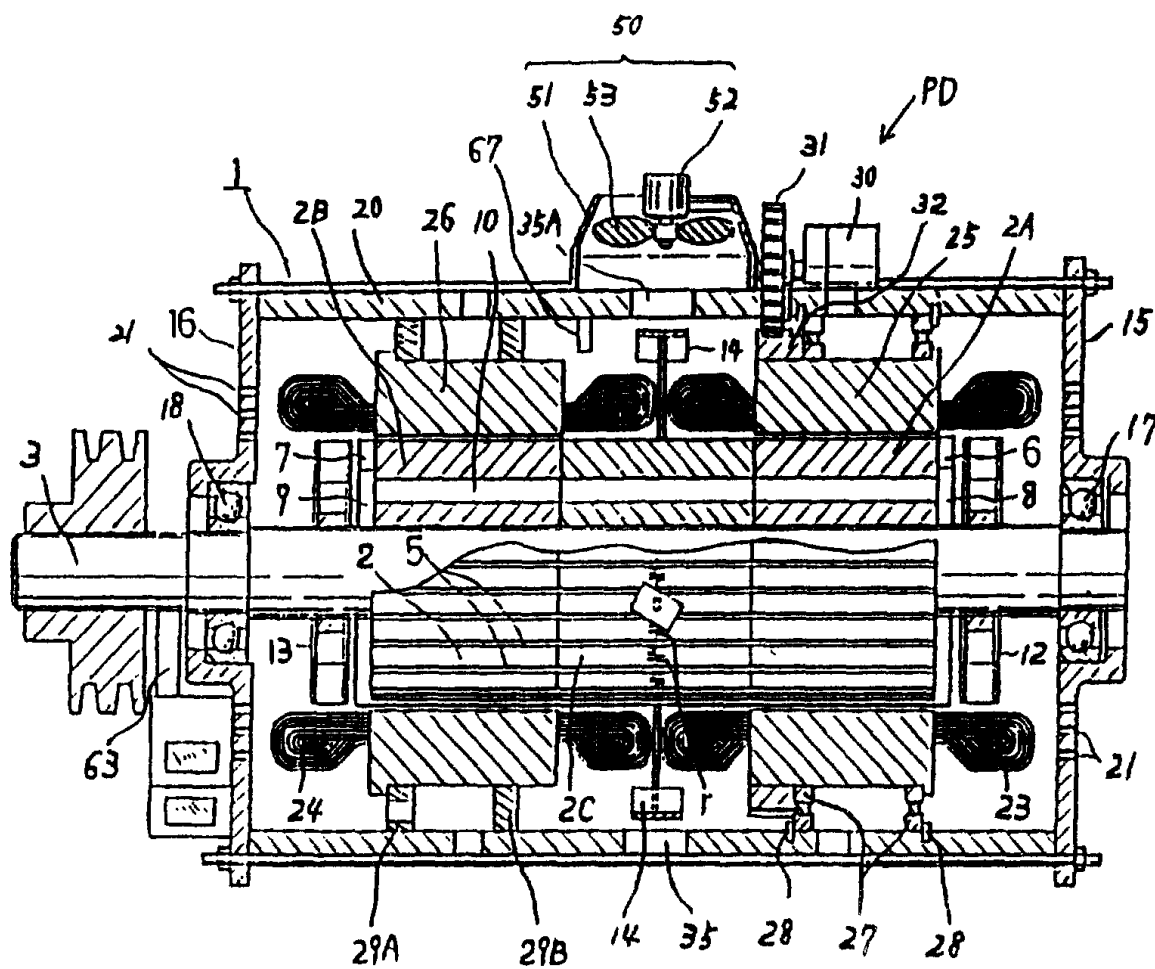


图 2

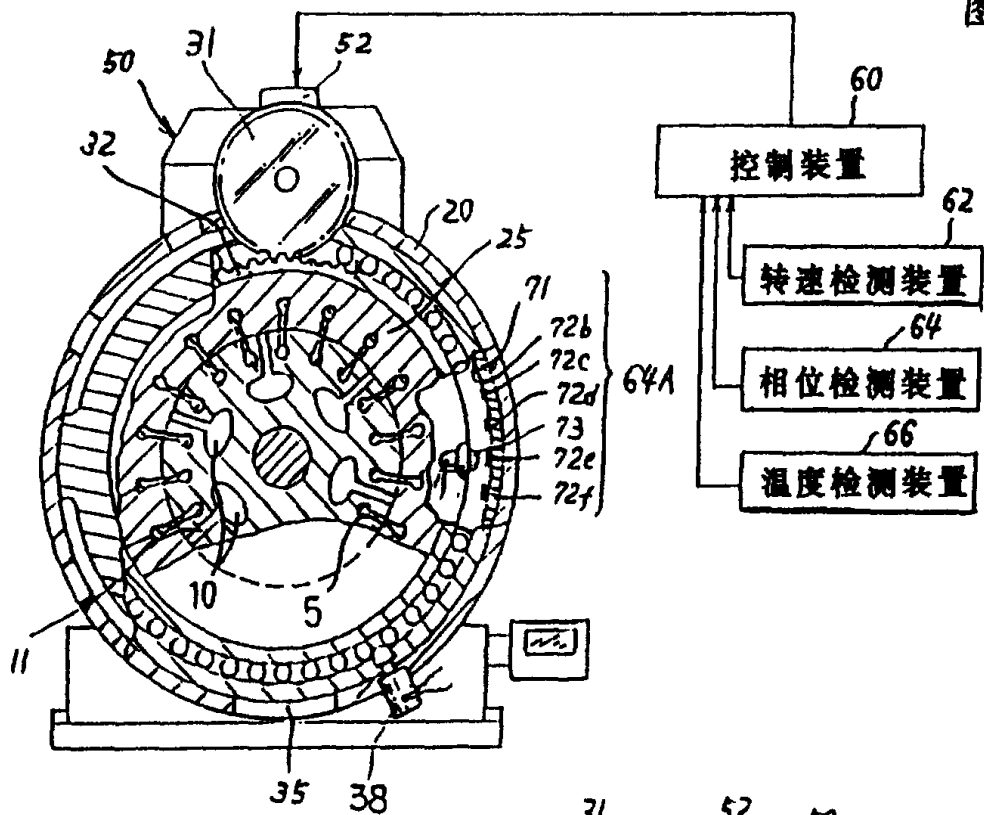


图 3

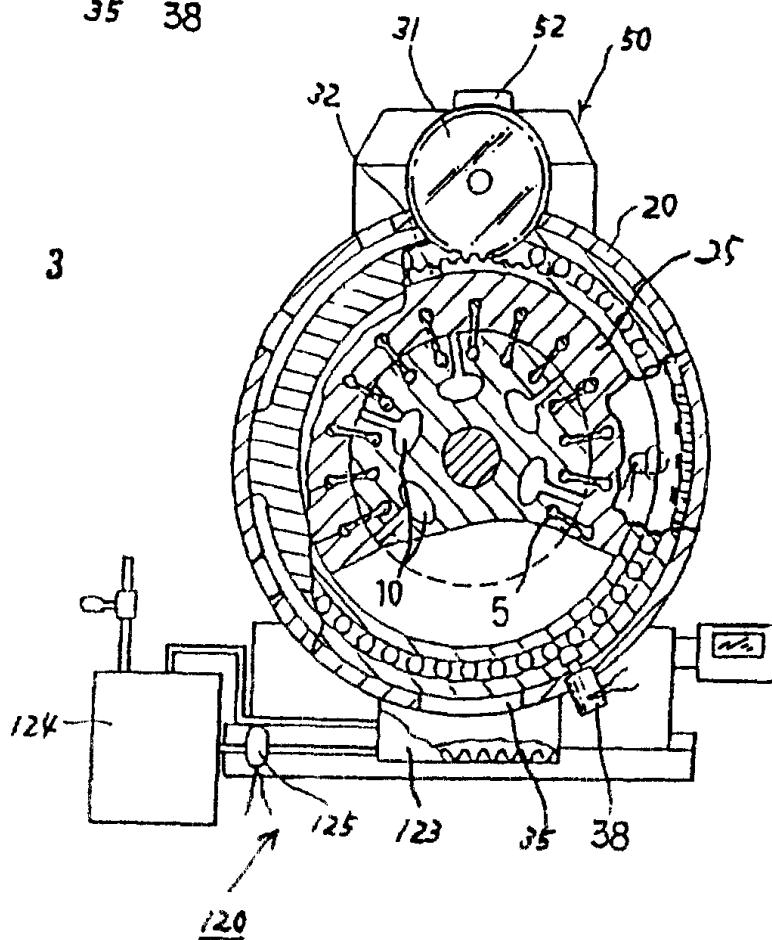


图 4

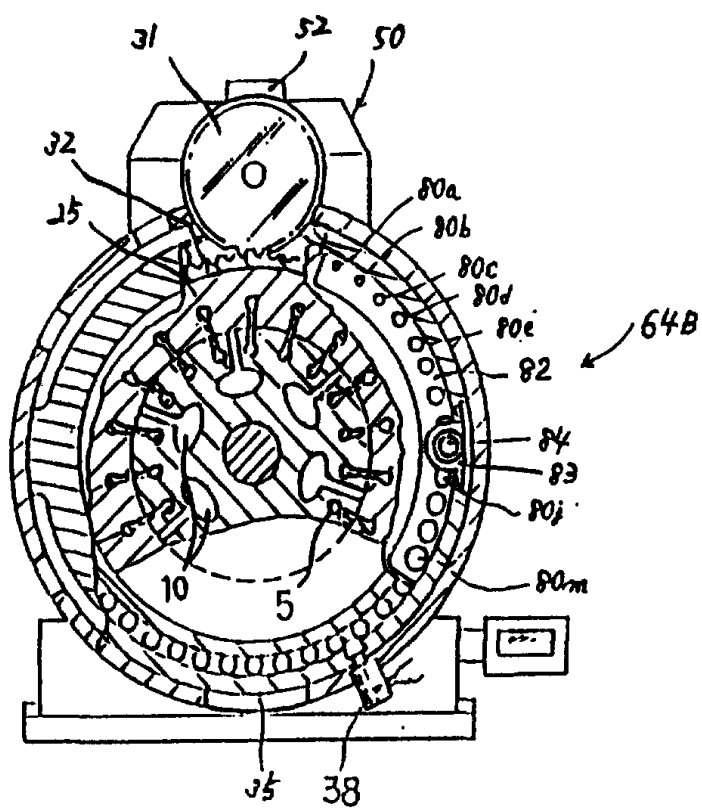


图 5

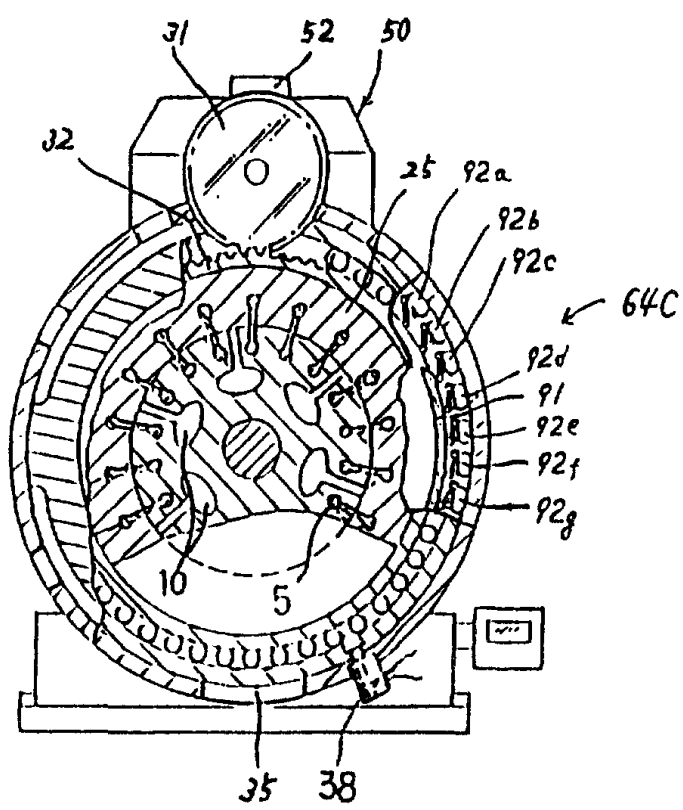
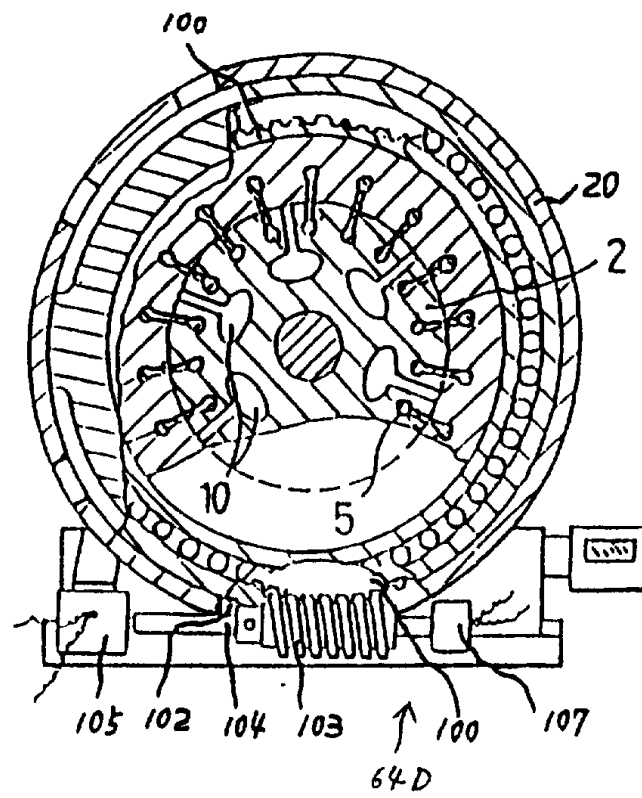


图 6



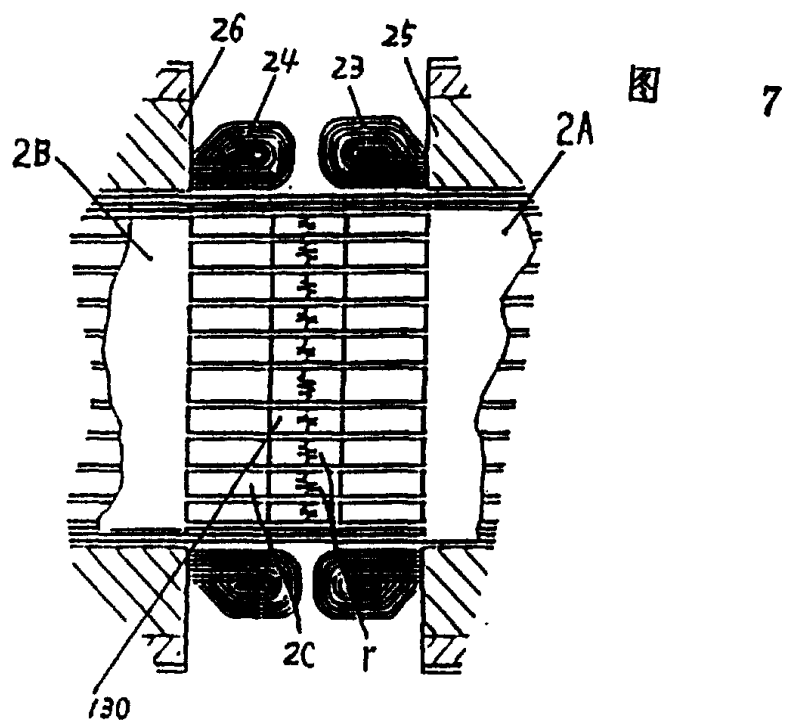


图 8

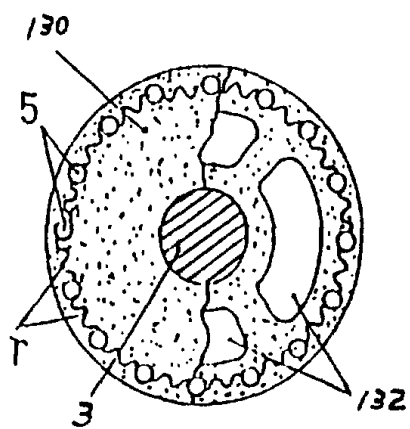


图 9

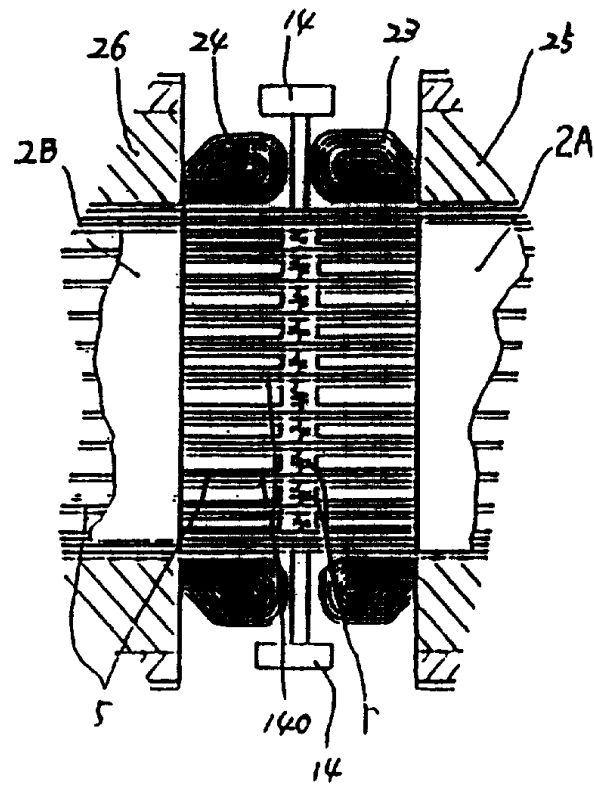
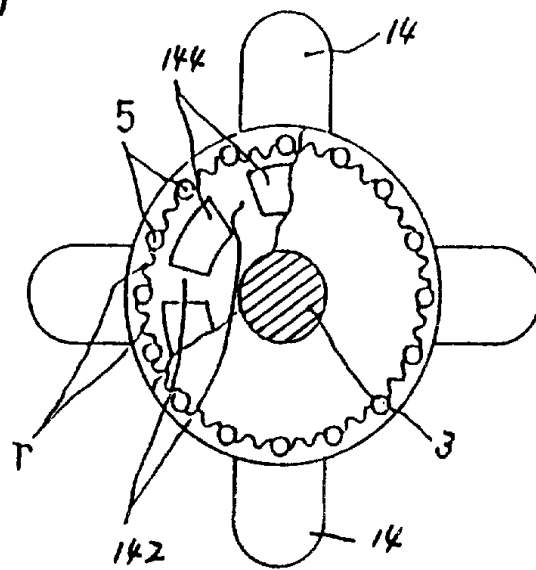


图 10



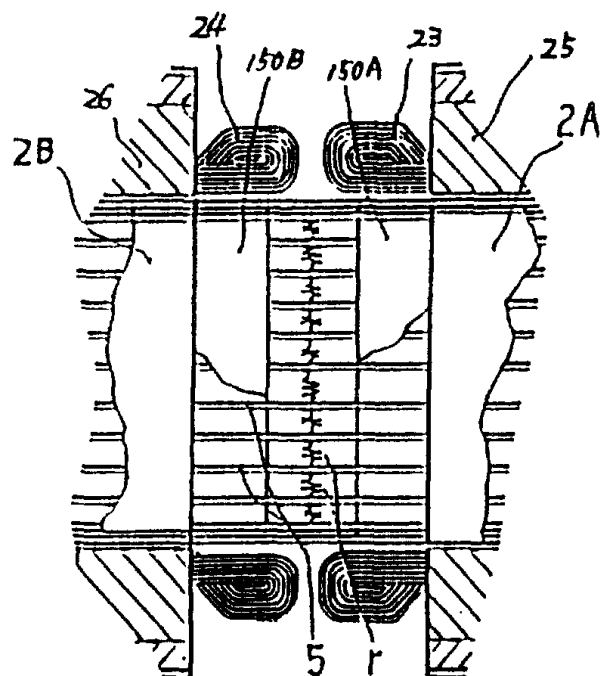


图 1 1

图 1 2

