[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F04C 28/08 (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02126299.3

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1237279C

[22] 申请日 2002.7.18 [21] 申请号 02126299.3

[30] 优先权

[32] 2001. 7.18 [33] JP [31] 218451/01

[71] 专利权人 株式会社丰田自动织机

地址 日本爱知县

[72] 发明人 大立泰治 木村一哉 家冈升一

审查员 邹 杨

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 崔幼平 杨松龄

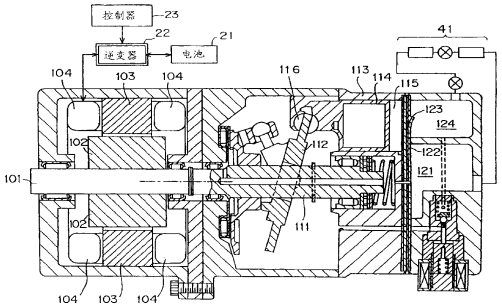
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称

电动压缩机及其控制方法

[57] 摘要

当电动压缩机启动时，选择器选择初始电流数据，并且马达以对应于初始电流数据的转矩被驱动。 当马达被驱动以旋转了 1/2 转，选择器选择电流差动数据。 电流差动数据对应于指令速度。在选择器转换之后，马达以指令速度受驱旋转。



1.一种用于控制带有马达的电动压缩机的方法，该压缩机用于压缩制冷剂，该方法包括:

以预定的转矩驱动马达，直到所述马达的转子旋转过一预定的旋转量；和

在所述转子旋转过该预定旋转量之后，以一预定的速度驱动马达。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，其还包括:

当所述电动压缩机启动时，估算或检测马达的转子的初始位置。

3.如权利要求1所述的方法，其特征在于，其还包括:

当所述电动压缩机启动时，以恒定转矩模式驱动该马达，直到该转子旋转过该预定旋转量；和

当该转子以恒定转矩模式从初始位置受驱旋转过预定的旋转量时，将马达的运行模式从恒定转矩模式转换到恒定速度模式。

4.一种带有马达的电动压缩机，其用于压缩制冷剂，该压缩机包括，

一控制器，该控制器包括:

估算单元，当所述电动压缩机启动时该估算单元估算或检测该马达的转子的初始位置;

转矩模式控制单元，其以预定的转矩驱动该马达；和

速度模式控制单元，在该转子获得转矩模式控制单元的指令从初始位置受驱动旋转过预定的旋转量之后，该速度模式控制单元以预定速度驱动该马达。

5.如权利要求4所述的电动压缩机，其特征在于，其还包括:

电流检测单元，其检测流经马达的电流，

其中，所述马达基于由所述电流检测单元检测到的电流被驱动。

电动压缩机及其控制方法

技术领域

本发明涉及一种控制电动压缩机的控制方法，尤其涉及一种控制电动压缩机设置的马达的方法。

背景技术

电动压缩机广泛地使用在各种场合中，例如空调装置、冰箱等。

电动压缩机设置有一马达，并通过马达的旋转运动来压缩制冷剂以获得冷却能力。马达如此控制，例如其可基于使用者规定的温度与当前实际温度之间的差值等按恒定速度运行。

通过使用诸如霍尔器件等之类的位置传感器，马达速度（转速）基本上可通过监控转子的位置来控制。然而在电动压缩机中，需要的是使用一种控制马达速度的控制系统，该系统不是通过使用位置传感器，而是通过基于马达的电动势、电流等估算马达的位置（在下文中指无传感器系统）。通常在无传感器系统中，转速作为控制指令值被给定，并且马达如此控制，即实际转速与该控制指令值匹配。

然而，如果压缩机长期处于非运行状态，随后在压缩机运行期间的气态形式制冷剂会液化并留在在压缩机中。当压缩机在此状态下被驱动，马达需要大的转矩。在无传感器的系统中，特别是当预定转速作为控制指令值被给定，并且根据该控制指令值马达将被驱动时，需要很大的转矩，并且马达有时会异步地被驱动。此外，该很大的转矩也需要大容量的反相电路。

解决上述电动压缩机的问题的方法在例如公开号为特开平No.6-241183（USP 5518373）的日本专利申请中进行了描述。在此专利局通报中描述的电动压缩机通过在启动马达时使马达以步进模式运行一段预定的时间，以排出液态的制冷剂，并随后进入正常运行模式。然而在此专利局通报中描述的该方法使用较长时间进行排出液态制冷剂。而且，虽然一些其它方法也被引入到该专利局通报中，但还是有压缩机庞大，液态制冷剂不可能完全排除，以及压缩机本身也振动，等等问题。

发明内容

本发明针对提供一种控制电动压缩机的方法，从而在防止马达异步运行的同时，可高效地驱动马达。

本发明的方法是，控制一设置有马达的电动压缩机，该压缩机用于压缩制冷剂，并且该方法包括以下步骤：以预定的转矩驱动马达，直到马达的转子旋转过一预定的旋转量；在转子旋转过该预定旋转量之后，以一预定的速度驱动马达。

当电动压缩机长期处于非运行状态时，在压缩机运行过程中气态形式的制冷剂会液化，并滞留在压缩机中。该压缩机在该状态下启动时，非常大的载荷将施加到马达上。

根据本发明的方法，当电动压缩机启动时，马达以一预定的转矩被驱动，并且残留的制冷剂由于马达的运行而排出。当马达受驱而旋转过一预定的旋转量时，假定残留的制冷剂已被排出，并且马达以一预定的速度受驱旋转。

如果当电动压缩机启动时，没有滞留的液态制冷剂，则马达的载荷是轻微的。因此如果马达以预定转矩被驱动，在较短的时间内其将受驱旋转过一预定的旋转量。这样，在电动压缩机启动之后的较短时间内，马达可一预定速度受驱旋转。

在另一方面，当电动压缩机启动时，有滞留的液态制冷剂，则马达的载荷是重的。因此，当马达以预定转矩被驱动时，马达转动缓慢，但是异步的运行被避免。

在本发明的方法的另一方面，当电动压缩机启动时，马达转子的初始位置被估算或检测出。在本发明的方法的再一方面，当电动压缩机启动时，以恒定转矩模式驱动该马达，直到该转子旋转过预定旋转量；并且当该转子以恒定转矩模式从初始位置受驱旋转过预定的旋转量时，将马达的运行模式从恒定转矩模式转换到恒定速度模式。在这些方法中，通过上述功能可获得相似的效果。

附图说明

图1是根据本发明实施例的电动压缩机的截面图；

图2是用于驱动电动压缩机设置的马达的控制系统的方框图；

图3是控制器的操作的流程图；

图4示出了用于驱动马达的电路；

图5根据本发明第二实施例的电动压缩机的截面图；和

图6A和6B示出了活塞位置和制冷剂排出之间的关系。

具体实施方式

参照附图对本发明的实施例进行以下描述。

图1是本发明实施例的电动涡旋式压缩机的截面图。该电动压缩机包括马达1和压缩单元2。电动压缩机的壳体包括固定涡旋件3、中部壳体4、和马达壳体5。固定涡旋件3包括固定端板3a和从固定端板3a延伸的固定螺旋壁3b。

马达1包括轴11、转子12、定子13等。轴11由中部壳体4和带有轴承14、15的马达壳体5进行支承。偏心轴11a在轴11的端部处形成。转子12固定在轴11上，并随轴11同步地旋转。定子13围绕转子12进行设置。定子13设置了多个凸极，围绕每一凸极缠绕线圈。围绕定子13的每一凸极缠绕的线圈在使用中为U、V、W相位线圈。

马达1由电池21供应动力。来自电池21的直流电源输出通过逆变器22转变为交流电，并供应给马达1。逆变器22由控制器23进行控制。

轴套31装接到偏心轴11a上。活动涡旋件32由带有轴承33的轴套31进行支承。活动涡旋件32包括活动端板32a和从活动端板32a延伸的活动螺旋壁32b，其用于与固定涡旋件3的固定螺旋壁3b接合。由固定端板3a、固定螺旋壁3b、活动端板32a、以及活动螺旋壁32b确定出的区域构形成一压缩腔34。根据本实施例的电动压缩机包括多个压缩腔34。

当上述构造的马达1运行且偏心轴11a旋转时，活动涡旋件32转动。尽管没有具体地解释，电动压缩机设置了一结构，以用于防止活动涡旋件32绕其轴线发生自转。

外部制冷剂回路（制冷循环）41设置有冷凝器、蒸发器等；外部制冷剂回路使从压缩单元2排出的制冷剂气体进行冷凝过程和蒸发过程；以及使制冷剂气体循环回到压缩单元2。

吸入口35用于将外部制冷剂回路41的蒸发器连接到螺旋壁3b、32b外围处的压缩腔34，设置该吸入口，以用于固定涡旋件3的外部。在固定端板3a的中心部处，设置一排出口36，以用于将螺旋壁3b、32b内围处的压缩腔34连接到外部制冷剂回路41的冷凝器。

在该电动压缩机中，当马达1运行时，轴11旋转，并且活动涡旋件32转动。当活动涡旋件32转动时，在螺旋壁3b、32b外围处的压缩腔34

向螺旋壁3b、32b内周边移动，随之压缩腔34的容积减小。其结果为，被带入压缩腔34中制冷剂受压缩，随后被压缩的制冷剂经排出口36排到外部制冷剂回路41中。

如上所述，该电动压缩机设置有多个压缩腔34。通过驱动马达1，上述吸入过程、压缩过程、以及排出过程在每一压缩腔34中顺序地进行。

当该电动压缩机停止其运行时，制冷剂气体通常会留在多个压缩腔34中的至少一个中。如果该制冷剂长期滞留，其会液化。也就是说，该电动压缩机长期处于非运行状态，液化的制冷剂会滞留在压缩腔34中。所以，当该电动压缩机启动时，必须首先排出液化的制冷剂。

图2是用于驱动为电动压缩机设置的马达1的控制系统的方框图。根据本实施例，假定马达1由无传感器的方法进行控制。也就是说，马达1没有设置一用于直接检测转子位置的位置传感器（该转子对应于图1中的转子12），并且该转子的位置基于电流波形、反电动势波形等进行估算。

控制器23包括估算单元51、转矩模式控制单元52、和速度模式控制单元53等。估算单元51基于电流波形、反电动势等估算马达1的转子位置。在该示例中，电流波形在逆变器21的直流侧被检测，并且反电动势通过监测在马达1的线圈中的电压信号而被检测（该线圈对应于图1中的定子13的线圈）。

转矩模式控制单元52产生一控制信号，其用于以特定转矩驱动马达1，并且该单元将该信号传送至逆变器22。马达1的转矩与供应给马达1的电流成比例。另一方面，速度模式控制单元53产生一控制信号，其用于以特定速度（转速）驱动马达1，并且该单元将该信号传送至逆变器22。

根据由控制器23产生的控制信号，逆变器22产生3相交流电，并将其供应给马达1。随后马达1被由逆变器22提供的3相交流电驱动。

根据本实施例，马达1使用无传感器的方法进行控制。然而，本发明不排斥通过使用诸如霍尔器件等之类的位置传感器来控制马达1的构形。

图3是控制器23的操作流程图。当电动压缩机启动时，将执行在此流程图中该过程。

在步骤S1中，估算（或检测）马达1的转子初始位置。在无传感器的系统中，估算转子初始位置的方法可在已知技术中获得。在无传感器的系统中，估算转子初始位置的方法例如在以下文本中进行了描述。

(1) 在1996年第7期出版的卷号为116-D（Vol.116-D,No.7,1996）、作者为Takeshita,Ichikawa,Matsui,Yamada,and Mizutani的日本电气工程师研究所研究论文（Research Paper of Institute of Electrical Engineers of Japan）“在无传感器的凸极无电刷直流电机中转子初始位置的估算（Initial Rotor Position Estimation of Sensorless Salient-Pole Brushless DC Motor）”。

(2) 在1995-1996年电气工程师研究所工业应用的全国会议（National Convention of Institute of Electrical Engineers Industrial Application,180,195(1995-1996)）公开的、作者为Nishida和Kondoh的“Evaluation of Estimation Precision in PM Motor Position Sensorless Field Magnetic Pole Detecting Method using Current Vector Locus”。

在步骤S2中，产生一控制信号，其用于以预定的恒定转矩驱动马达1。马达1的转矩与供应给马达1的电流大致成比例。所以在步骤S2中，产生出一控制信号，其用于供应给马达1预定的恒定电流。“预定的恒定电流”例如指马达1的最大额定电流。

在步骤S3中，估算马达1的转子位置。在无传感器的系统中估算运行中的马达的转子位置的该方法可从已知技术中获得。

在步骤S4中，检查从在步骤S1中估算或检测到的初始位置旋转到在步骤S4中估算到的当前位置的旋转量是否超过一预定旋转量。此处“预定旋转量”为例如1/2转，然而并不限于此旋转量。接着，马达1以恒定转矩被驱动，直到马达1的转子从初始位置的旋转量超过1/2转。

当马达1被驱动以旋转超过1/2转时，马达1的运行模式从恒定转矩模式转换到恒定速度模式，此后以恒定速度模式驱动马达1。恒定速度模式为一运行模式，其中马达1按特定的速度（转速）运转。

在流程图所示的过程中，当马达1的转子在从电动压缩机启动的预定时间内没有受驱动以转动1/2转，马达1的驱动运行被停止。

这样，在本发明实施例的电动压缩机中，当电动压缩机起动时，马达1以预定的转矩被驱动。接着，活动涡旋件32转动，并且留在压缩腔34中的制冷剂经排出口36排出到外部制冷剂回路41中。

如果没有液态制冷剂滞留在压缩腔34中，那么用于转动活动涡旋件32的载荷是轻微的。所以，如果马达1以预定转矩受驱动，马达1可在短时间内旋转1/2转以上。随后马达1的运行模式立刻从恒定转矩模式转换到恒定速度模式。也就是说，在这种情况中，马达1仅在短时间内以恒定转矩模式被驱动。

在另一方面，如果液态制冷剂滞留在压缩腔34中，那么用于转动活动涡旋件32的载荷是重的。所以，如果马达1以预定转矩受驱动，马达1缓慢地转动。其结果为，虽然使马达1转动1/2转以上将耗去相当长的时间，但是将避免马达发生异步地运行。

根据本实施例，当马达1转动1/2转以上时，马达1的运行模式从恒定转矩模式转换到恒定速度模式。然而本发明不限于该值。也就是说，马达1的旋转量设定为一数值，用于转换马达运行模式的该旋转量被确定，满足该数值时液态制冷剂通过活动涡旋件32的转动从压缩腔34排出。

图4示出了用于驱动马达1的电路。该电路对应于图1或2中所示的控制器23。

速度控制单元61例如是一PI（比例/积分）控制器，并由外部提供的指令速度数据与估算的速度数据的差值计算指令电流数据，该估算的速度数据由估算单元51计算出。当马达1以恒定速度模式受驱动运行时，该指令速度数据确定其转速。

在来自旋转检测单元64的指令下，一选择器62选择电流差动数据和初始电流数据的其中之一。电流差动数据是指由速度控制单元61计算出的指令电流数据与通过由电流传感器65检测供应给马达1的电流而获得的马达电流数据之间的差值。初始电流数据是指与马达1的最大额定电流或最大额定转矩相对应的电流值。

电流控制单元63例如是一PI控制器，并产生一驱动信号，该信号采用由选择器62选择的数据和由估算单元51计算出估算的位置，以用

于驱动逆变器22。随后，逆变器22根据由电流控制单元63产生的驱动信号产生3相交流电，以应用于马达1。

估算单元51基于作用于马达的电压和/或马达电流估算出马达1的转子位置。估算单元51采用估算出的位置计算出马达1的估算速度。估算单元51以预定的时间间隔执行估算过程。通过已知的技术可估算出马达1的转子位置。

当电动压缩机启动时，旋转检测单元64向选择器62发出一指令，以选择初始电流数据。其也估算出马达1的转子位置，并将估算值作为初始位置数据进行存储。随后，每当由估算单元51输出估算的位置数据时，旋转检测单元64计算马达1的转子自其初始位置的旋转量。当旋转检测单元64检测到：马达1已受驱动以转动超过一预定量，其向选择器62发出一指令，以选择电流差动数据。

该控制操作的描述如下。也就是说，当电动压缩机启动时，选择器62选择初始电流数据。因此马达1被一对应于初始电流数据的转矩驱动。当马达1被驱动以转动一预定旋转量（例如1/2转）时，选择器62选择电流差动数据。因此马达1被驱动以对应于指令速度数据的一速度旋转。也就是说，马达1的运行模式从恒定转矩模式转换到恒定速度模式。

在上述实施例中，描述了涡旋式电动压缩机。然而本发明并不限于该应用，而是可应用于例如电动斜盘式压缩机中。

图5是本发明第二实施例的电动斜盘式压缩机的截面图。该电动压缩机也包括马达1和压缩单元2。

马达1包括旋转轴101、磁体102、定子铁心103、线圈104等。磁体102为一固定到旋转轴101上的转子，该磁体与旋转轴101同步旋转。定子铁心103设置成围绕磁体102。此处设置了多个（例如九个）定子铁心103。此外，线圈104（例如U、V、W相位线圈）围绕每个定子铁心103缠绕。

压缩单元2包括旋转轴11、旋转斜盘112、缸孔113、活塞114等。旋转轴111与马达1的旋转轴101连接，并且当马达1运转时旋转轴111与旋转轴101同步旋转。旋转斜盘112被支承，以与旋转轴111的旋转而同步旋转。多个缸孔113围绕旋转轴111形成。在图5中，仅示出了一个

缸孔。活塞114经滑履116连接到斜盘112上，并且活塞容纳在缸孔113中，从而使斜盘112的旋转运动引起活塞114的往复线性运动。

在该电动压缩机中，当马达1运转时，旋转轴111与马达1同步旋转。旋转轴111的旋转运动通过斜盘112和滑履116转变成活塞114的往复线性运动。在此时，在缸孔113中压缩腔115的容积依据活塞114的位置而改变。也就是说，当活塞114处于下死点位置时，压缩腔115的容积最大，而当其处于上死点位置时，压缩腔115的容积最小。

制冷剂气体从外部制冷剂回路41供给到吸入腔121。当活塞114从上死点起动移至下死点时，制冷剂气体从吸入腔121经吸入阀122抽入压缩腔115。当活塞114从下死点移动到上死点时，抽入压缩腔115的制冷剂气体被压缩。当在压缩腔115中的压力升高至一预定值时，压缩的制冷剂气体经排出阀123排出到排出腔124。排出到排出腔124的制冷剂气体经外部制冷剂回路（制冷循环）41循环回到吸入腔121。

当该电动压缩机的运行停止时，制冷剂气体根据具体情况可能滞留在压缩腔115内。所以，当该电动压缩机启动时，如图1所示的涡旋式压缩机的情况一样，必须排出在压缩腔115中滞留的液态制冷剂。

图6A和6B示出了活塞位置和排出制冷剂之间的关系。如图6A所示，当电动压缩机启动时如果活塞114处于下死点，则滞留在压缩腔115中的制冷剂通过活塞114如图6B所示地向上死点移动而排出。假定当马达1旋转一圈，活塞114做一个往复运动，马达1被转动1/2转以将活塞114从如图6A所示的位置移动到如图6B所示的位置。也就是说，在该情况中，如果马达1受驱动仅转动1/2转，这样制冷剂则从压缩腔115中排出。在另一方面，当电动压缩机启动时活塞114在上死点，那么没有制冷剂留在压缩腔115中。所以，将这些情况考虑进去，如果马达1受驱以转动1/2转，无论该电动压缩机的活塞114的位置如何，制冷剂则基本上从压缩腔115中排出。

然而，为了将滞留在压缩腔115中的制冷剂完全地排出，马达1以恒定转矩模式被驱动，直到活塞114完成一个往复运动。

此外，在上述这个实施例中，当电动压缩机启动时，马达1以恒定转矩模式被驱动。然而本发明并不限于该应用。也就是说，当电动压缩机启动时，马达1被一设定成控制参数的转矩驱动，并且以恒定转矩驱动马达1不是必须的。

另外，在上述这个实施例中，在液态制冷剂被排出后，马达1以恒定速度模式被驱动。然而本发明并不限于该应用。也就是说，马达1以一设定成控制参数的速度被驱动，并且以恒定速度驱动马达1不是必须的。

此外，在上述这个实施例中，马达1的转子初始位置根据已知技术被估算出。然而本发明并不限于此特征。也就是说，一预定类型（pattern）的电流施加到马达1的U、V、W相位，并转子可控制成强制地与对应于该类型的位置相匹配。对于该方法，本发明的申请人提交了一专利申请（专利申请JP-2001-174499）。

另外，上述实施例是基于无传感器的系统的，但是本发明并不限于此。也就是说，本发明可应用于使用霍尔器件等直接检测马达1的转子位置的控制系统。

根据本发明，当电动压缩机启动时，滞留的液态制冷剂被排出，马达不会异步运行。在最短的时间内，马达可进入正常运行模式。

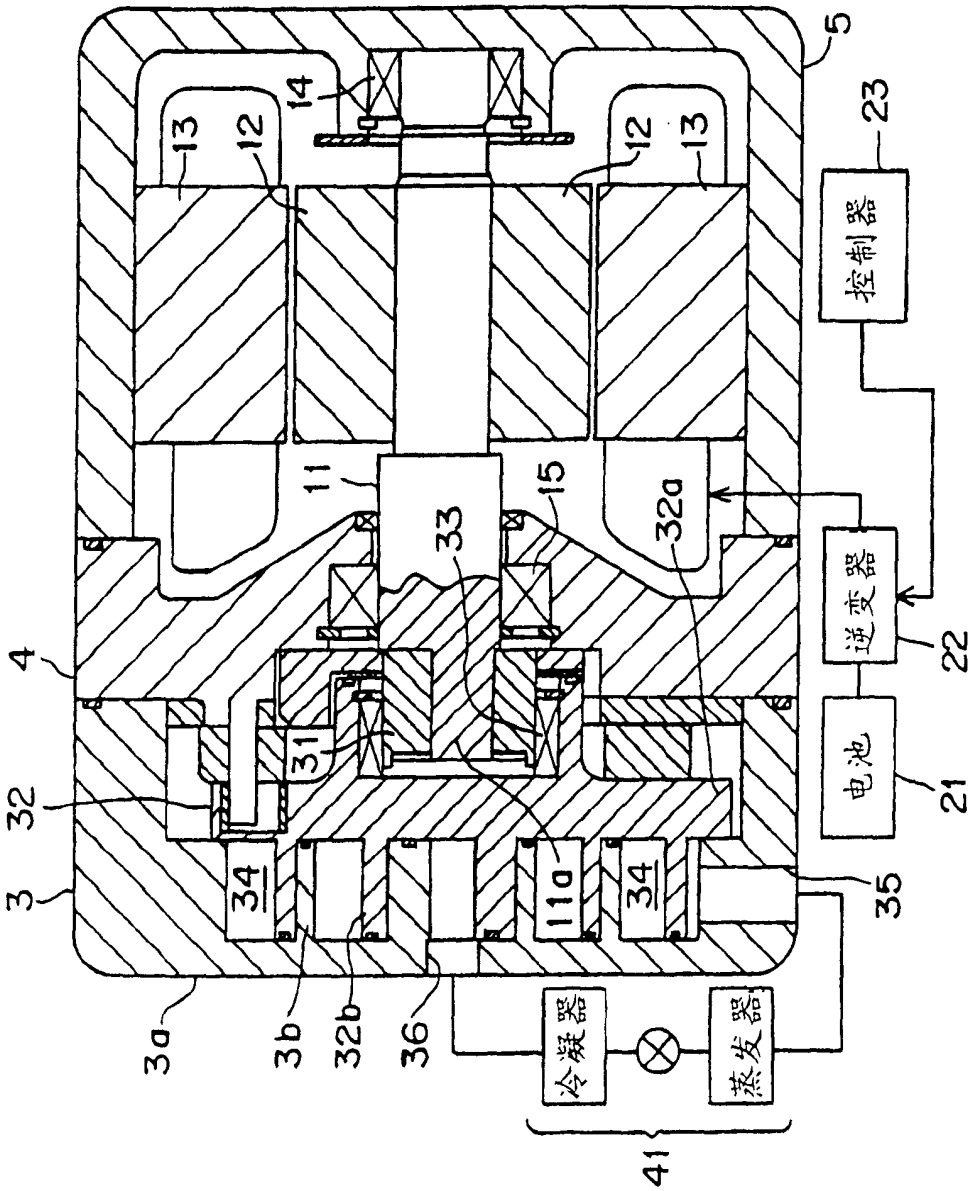

5
23
控制器
14
13
12
12
13
11
15
33
32a
逆变器
22
4
31
32
电池
21
3
34
11a
34
35
3a
3b
32b
36
冷凝器
蒸发器
41

图 1

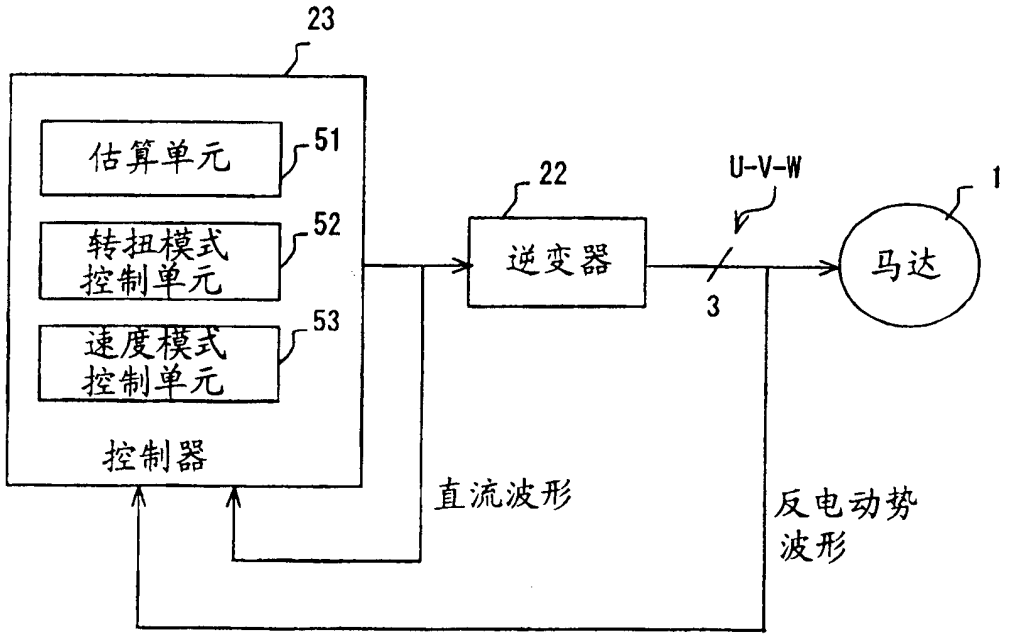

23
估算单元
51
转扭模式
控制单元
52
速度模式
控制单元
53
控制器
22
逆变器
U-V-W
3
1
马达
直流波形
反电动势
波形

图 2

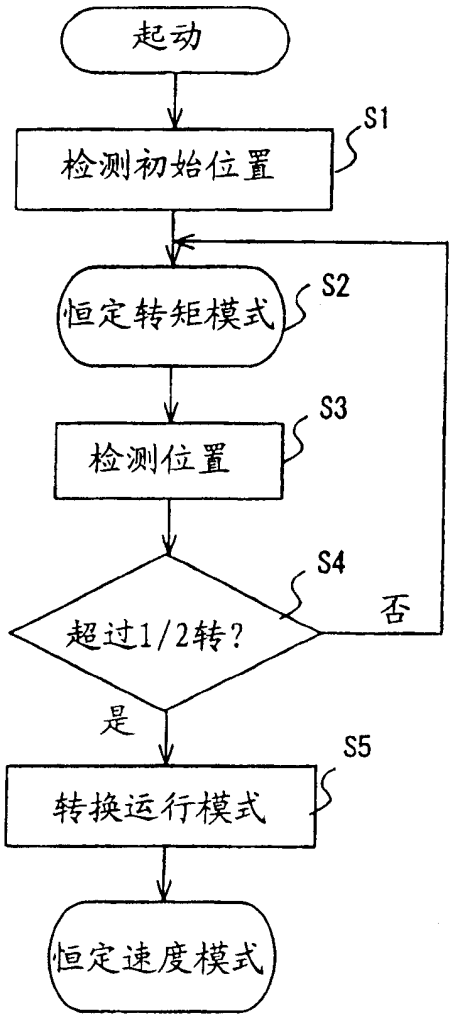


图 3

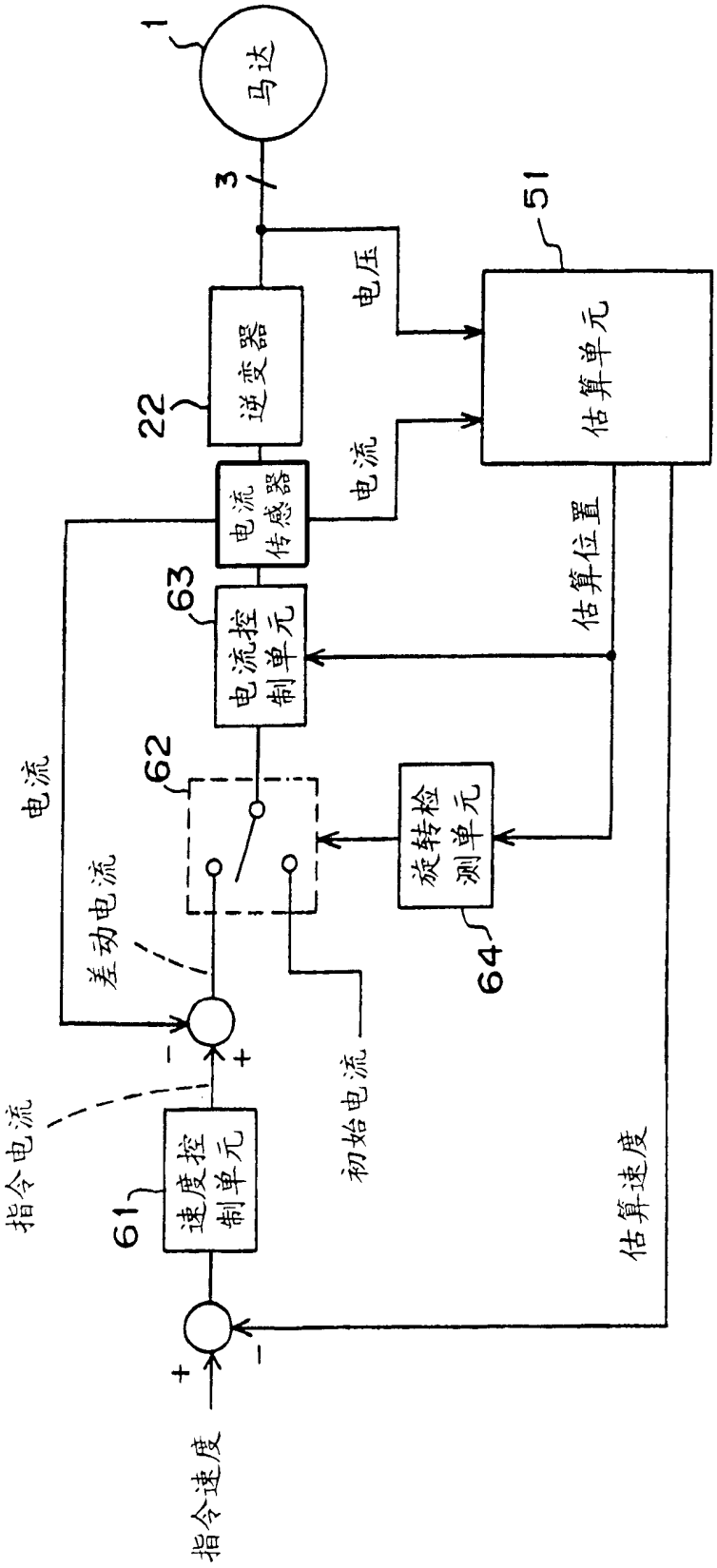

1
马达
3
51
逆变器
22
电压
估算单元
电流
电流传感器
63
电流控制单元
估算位置
62
电流
差动电流
旋转检测单元
64
初始电流
指令电流
速度控制单元
61
估算速度
指令速度

图 4

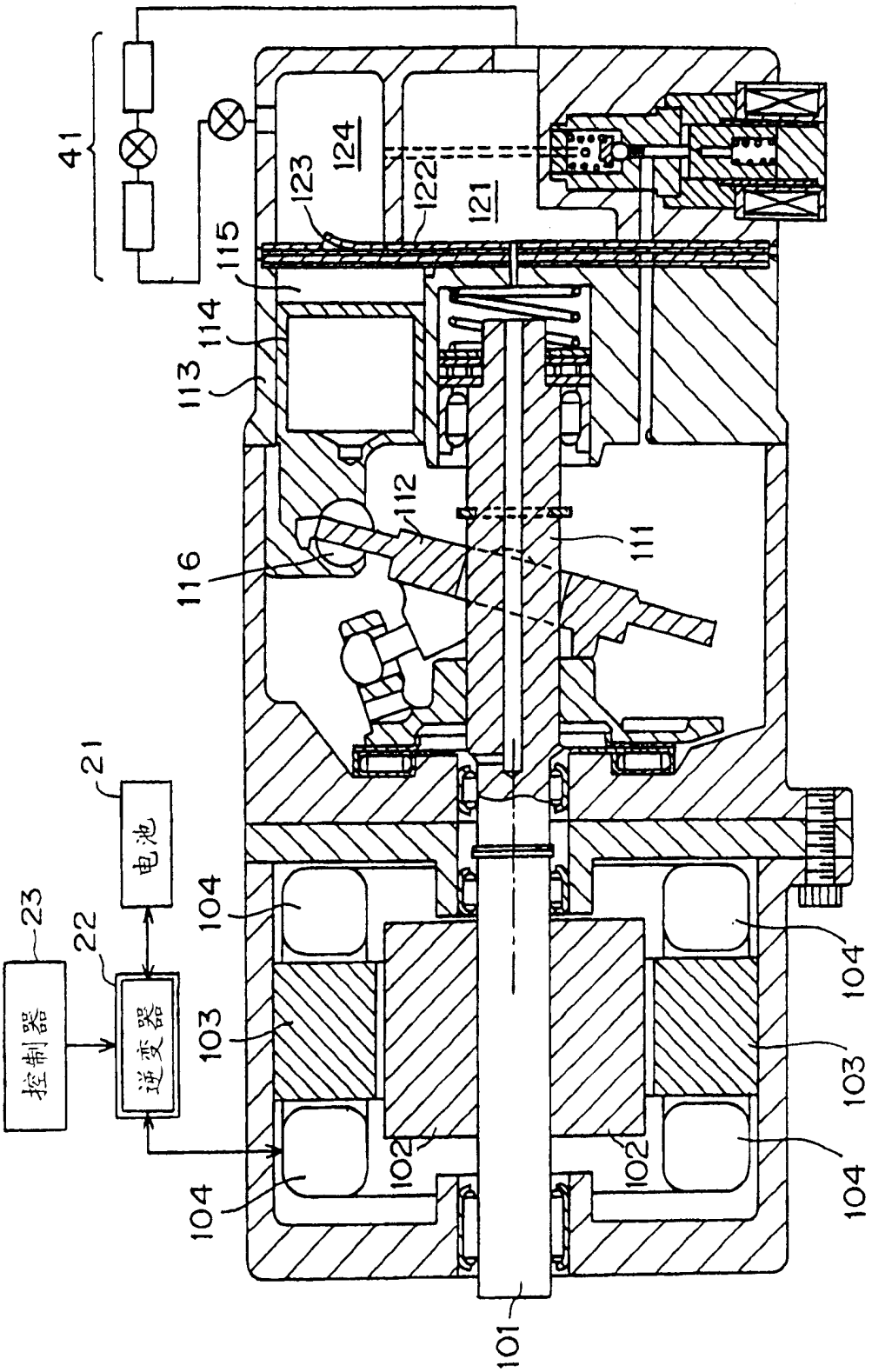

41
124
123
122
121
115
114
113
112
111
116
21
电池
23
22
控制器
逆变器
104
103
102
101

图 5

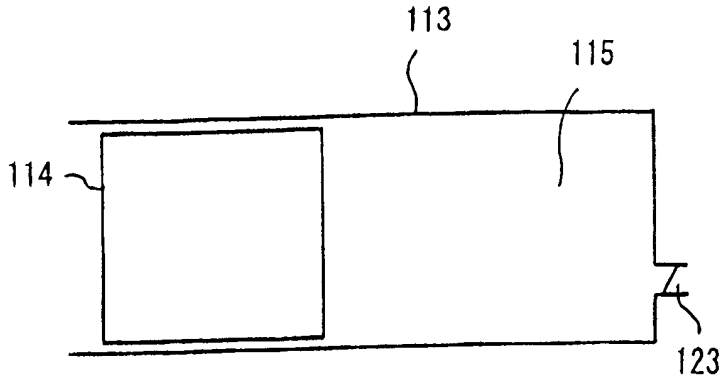


图 6A

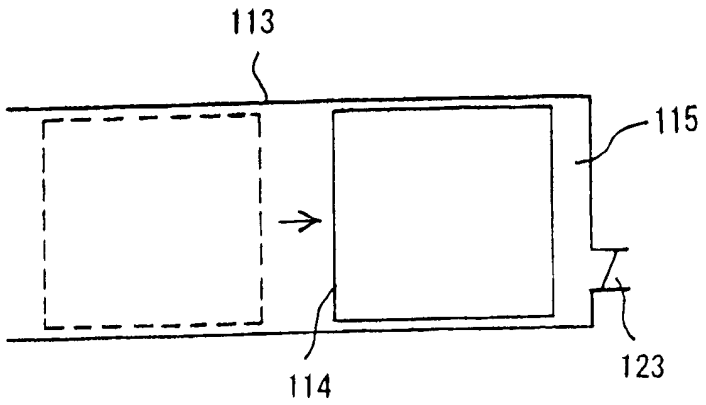


图 6B