

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 27/02 (2006.01)

H02M 7/5387 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410002705.3

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1310421C

[22] 申请日 2004.1.19

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

[21] 申请号 200410002705.3

代理人 王新华

[30] 优先权

[32] 2003.5.20 [33] KR [31] 2003-31968

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 廉长炫

[56] 参考文献

US 5969958A 1999.10.19

CN 1207606A 1999.2.10

US 6313602B1 2001.11.6

CN 1187065A 1998.7.8

审查员 贾允

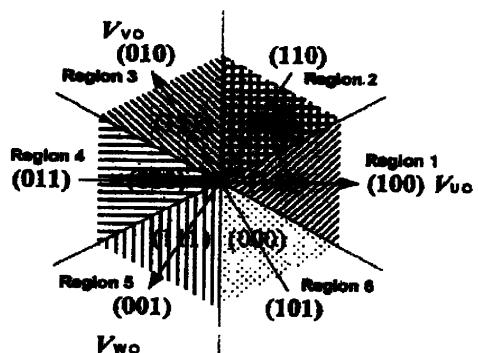
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 9 页

[54] 发明名称

控制用于驱动三相电机的逆变器的装置和方法

[57] 摘要

一种三相电机的逆变器控制装置和方法，包括：设置三个最大相电压向量，该每一向量具有与每一相电压的最大值相对应的相等角度间隔；相对于每一最大相电压向量以预定角度设定最大相电压向量区；设定与最大相电压向量区之间的最大相电压向量相对应的最大相电压向量；通过接通第一开关并断开第二开关而获得所需的电压，每一开关都连接到每一最大相电压向量区中的相应的最大相电压的相位端子；并且相对于与其他两个相电压相对应的其他开关，改变控制信号的占空比。



1、一种用于三相电机的逆变器控制方法，该三相电机包括连接在三相电机的每一相位端子和三相电机的直流电源的正极端子之间的三个第一开关，以及连接在每一相位和三相电机的直流电源的负极端子之间的三个第二开关，该方法包括：

设置三个最大相电压向量，该每一向量具有与每一相电压的最大值相对应的相等角度间隔；

相对于每一所述最大相电压向量以预定角度设定最大相电压向量区；

设定与最大相电压向量区之间的最大相电压向量相对应的最小相电压向量；

通过接通第一开关并断开第二开关而获得所需的电压，每一开关都连接到每一最大相电压向量区中的相应的最大相电压的相位端子；并且

相对于与其他两个相电压相对应的其他开关，改变控制信号的占空比。

2、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，进一步包括：

接通第一开关并断开第二开关，该第二开关连接到在最大相电压向量区中具有最大相电压并与每一最小相电压区具有180度的相位差的相位端子；和

通过改变与其他两个相电压相对应的开关中的控制信号的占空比，而获得所需的电压。

3、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中采用相同的角度形成每一相电压区。

4、如权利要求2所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中采用相同的角度形成每一相电压区。

5、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，进一步包括：

在三相平衡状态下，把逆变器的输出端子连接到三相电机的每一相位端子。

6、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中每一相位端子的电压相对于三相电机的中性点(0)变成相电压(V_{uo} 、 V_{vo} 和 V_{wo})。

7、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中通过逆变器的第一开关和第二开关的门端子输入控制信号，而且该控制信号控制

开关接通和断开。

8、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中通过接通第一开关和断开第二开关使每一相电压向量的值为1，并通过断开第一开关并接通第二开关使每一相电压向量的值为0，从而使具有六个开关的逆变器具有8个相电压向量V0—V7。

9、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中每一相位Tu、Tv和Tw的连续时间和基于直流电源的负极端子的平均输出电压Vun、Vvn和Vwn之间的关系如下：

$$V_{un} = V_{dc} \frac{T_u}{T_s} \quad V_{vn} = V_{dc} \frac{T_v}{T_s} \quad V_{wn} = V_{dc} \frac{T_w}{T_s}$$

其中Ts为施加在第一开关上的控制信号的负载周期中的脉冲间隔，Vdc为直流电源的正极端子。

10、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，进一步包括：

计算基于三相电路的中性点(0)中的直流电源的负极端子的电压Von：

$$V_{on} = \frac{1}{3}(V_{un} + V_{vn} + V_{wn}) = \frac{1}{3} \frac{V_{dc}}{T_s} (T_u + T_v + T_w)$$

其中Vun、Vvn和Vwn是基于直流电源的负极端子的平均输出电压，Vdc是直流电源的正极端子，Ts是施加在第一开关上的控制信号的负载周期中的脉冲间隔，Tu、Tv和Tw指示负载周期的脉冲时间，其中每一相位的第一开关分别为接通状态。

11、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中输出相电压和开关连续时间之间的关系如下：

$$\begin{bmatrix} V_{uo} \\ V_{vo} \\ V_{wo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{un} \\ V_{vn} \\ V_{wn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_{on} \\ V_{on} \\ V_{on} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \frac{V_{dc}}{T_s} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix}$$

其中Vuo、Vvo、Vwo是分别对应各相位端子u相、v相和w相的相位电压，Vun、Vvn和Vwn是基于直流电源的负极端子的平均输出电压，Von是基于直流电源的负极端子的电压，Vdc是直流电源的正极端子，Ts是施加在第一开关上的控制信号的负载周期中的脉冲间隔，Tu、Tv和Tw指示负载周期的脉冲时间，其中每一相位的第一开关分别为接通状态。

12、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中当相电压向量位于具有（1，1，1）的初始向量的相电压向量区时，Tu等于Ts，而且每一相位的连续时间的计算包括：

$$\begin{bmatrix} Tu \\ Tv \\ Tw \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Ts \\ Ts \\ Ts \end{bmatrix} - \frac{Ts}{Vdc} \begin{bmatrix} Vuo - Vu0 \\ Vvo - Vv0 \\ Vwo - Vw0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Ts \\ Ts \\ Ts \end{bmatrix} - \frac{Ts}{Vdc} \begin{bmatrix} 0 \\ Vvu \\ Vwu \end{bmatrix}$$

Tu、Tv和Tw指示负载周期的脉冲时间，其中每一相位的第一开关为接通状态，Ts是施加在第一开关上的控制信号的负载周期中的脉冲间隔，Vdc是直流电源的正极端子，Vu0、Vv0、Vw0是分别对应各相位端子u相、v相和w相的相位电压，Vvu和Vwu是各相电压之间的线电压。

13、如权利要求1所述的用于三相电机的逆变器控制方法，其中当相电压向量位于具有（0，0，0）的初始向量的相电压向量区时，Tw等于0，而且每一相位的连续时间的计算包括：

$$\begin{bmatrix} Tu \\ Tv \\ Tw \end{bmatrix} = \frac{Ts}{Vdc} \begin{bmatrix} Vuo - Vwo \\ Vvo - Vwo \\ Vwo - Vwo \end{bmatrix} = \frac{Ts}{Vdc} \begin{bmatrix} Vuw \\ Vvw \\ 0 \end{bmatrix}$$

其中，Tu、Tv和Tw表示负载周期的脉冲时间，其中每一相位的第一开关为接通状态，Ts是施加在第一开关上的控制信号的负载周期中的脉冲间隔，Vdc是直流电源的正极端子，而Vu0、Vv0和Vw0分别是与每一相位端子u相位，v相位和w相位相对应的相电压，Vuw和Vvw是各相电压之间的线电压。

14、一种用于三相电机的逆变器的控制装置，该三相电机包括连接在三相电机的每一相位端子和三相电机的直流电源的正极端子之间的三个第一开关，以及连接在每一相位和直流电源的负极端子之间的三个第二开关，该控制装置包括：

向量区确定部分，该向量区确定部分接收每一相位端子的相电压作为输入，并使用逻辑运算计算向量区参数，该逻辑运算运用在所接收的相电压为正值时返回1、而在所接收的相电压为负值时返回0的符号函数，该逻辑运算包括：

```

region1 = sign (Vuo) & ~sign (Vvo) & ~sign (Vwo)
region2 = sign (Vuo) & sign (Vvo) & ~sign (Vwo)
region3 = ~sign (Vuo) & sign (Vvo) & ~sign (Vwo)
region4 = ~sign (Vuo) & sign (Vvo) & sign (Vwo)
region5 = ~sign (Vuo) & ~sign (Vvo) & sign (Vwo)
region6 = sign (Vuo) & ~sign (Vvo) & sign (Vwo)

```

其中，region1、region2、region3、region4、region5和region6是表示相电压向量区的向量区参数，而Vuo, Vvo和Vwo分别表示电机2的u相电压、v相电压和w相电压；

线电压比较发生部分，该线电压比较发生部分接收相电压作为输入，并利用根据每一相电压之间的线电压与直流电源之间的比率计算出的占空比计算线电压比较信号；以及

逆变器控制部分，该逆变器控制部分用下列逻辑算式计算逆变器的第一开关的第一控制信号，并产生与第一控制信号具有180度的相位差的第二开关的速度控制信号：

```

Su= region1 + Swu & (region2 + region5)
+ Suv & (region3 + region6)

Sv= region3 + Suv & (region1 + region4)
+ Suw & (region2 + region5)

Sw= region5 + Swu & (region3 + region6)
+ Suv & (region1 + region4)

```

其中，Su、Sv和Sw表示第一控制信号，而Suv、Svw和Swu表示分别与每一线电压相对应的线电压比较信号。

控制用于驱动三相电机的逆变器的装置和方法

技术领域

本发明涉及一种用于驱动三相电机的逆变器（inverter）的控制装置和方法。

背景技术

具有逆变器的三相电机普遍地应用于考虑到能效的家用设备中，例如空调、洗衣机、冰箱等等。这种逆变器大多采用PWM（脉冲宽度调制）方法，具体地说是SVM（或者SVPWM，空间电压向量脉冲宽度调制）方法。众所周知，SVM方法能够使连接到逆变器的可用DC（直流）电压量最大化。另外，与通常广泛使用的三角PWM相比，SVM方法在正常状态下可显著地降低电流谐波分量。参见由H.W Van der Broeck和H.C Skydelny在1998年4月的IEEE Trans上所著的“在电压空间向量上分析和实现脉冲宽度调制（Analysis and Realization of a Pulse Width Modulation on Voltage Space Vector）”（第IA—24卷、第一期、第142—150页），以及由H.W Van der Broeck在EPE Conf Rec-3上所著的“采用断续切换操作的PWM方案分析在电压馈电逆变器设备中产生的谐波（Analysis of the Harmonic in Voltage fed Inverter Devices Caused by PWM Schemes with Discontinuous Switching Operation）”（第261—266页）。

但是，传统SVM存在计算费时和实现复杂的缺点。在传统的SWM方法中，根据逆变器可能产生的八个开关条件，确定实际的切换时间。根据这种方法，把向量空间中的两个有效开关向量设定为最接近标准电压向量，接着在根据每一周期的平均值计算出的特定时间内提供每一向量，以建立实际的切换模式，而且该特定时间用于计算实际的切换时间，也就是说，在根据标准向量的位置确定某一向量之后，选择将被提供的向量，并计算用于提供的时间，并随后把所计算的时间累加在一起，

图1至3表示根据传统SWM方法所述的逆变器控制方法。

图1表示具有采用dq转动坐标系的传统电流控制器的逆变器控制器。

如图1所示，传统逆变器控制器包括逆变器101、dq转换器102、电流控制器103、SWM算法模块104和门驱动器105。

逆变器101具有连接在每一相位端子（u、v和w）和直流电源（Vdc）的正极端子之间的三个第一开关（Sup、Svp和Swp）、和连接在每一相位端子（u、v和w）和直流电源（Vdc）的负极端子之间的三个第二开关（Sun、Svn和Swn）。

图2表示传统电压向量在空间坐标中的分配情况。逆变器101通过把每一开关的状态定义为1或者0而具有8个电压向量。当每一相位中的每一第一开关（Sup、Svp和Swp）接通而第二开关（Sun、Svn和Swn）断开时，设置成状态1。当每一相位中的每一第一开关断开而每一第二开关接通时，设置成状态0。

向量v(t)把电机中的线电压表示为分别集中在dq转动坐标系的d轴和q轴上、并将相邻的电压向量的大小（v）同步为相邻电压向量的相位角（θ）的vd和vq。每一向量区都分别是从每一电压向量向相邻电压向量移相的空间。

图3表示向量区和相电压之间的关系。I区起始于相电压Vuo具有最大值处，而III区起始于相电压Vvo具有最大值处。

d-p变流器102接收从每一相位端子流到电机的线电压，并在利用转动坐标系平移所接收的线电压之后，向电流控制器103发出线电压。电流控制器103计算转动坐标系中的输出电压分量。SVM算法模块104计算输出电压向量，并在设定相邻电压向量和相应的向量区之后，确定相邻向量的向量保持时间，再向门驱动器105发出输出电压向量。门驱动器105接收向量保持时间，并在逆变器101的每一相位中发出六个开关的门信号。

下面，参照图2说明开关连续时间，即用以发出向量v(t)的开关接通状态的持续时间的计算过程。

为发出向量v(t)，必须响应于向量的大小（v）和相位角（θ）调制开关连续时间。

$$V = \sqrt{V_d^2 + V_q^2} \quad (1)$$

$$\Theta = \omega t + \Theta dq \quad (2)$$

(此处, $\Theta dq = \tan^{-1}(Vq/Vd)$)

按下式计算用于确定与输出向量相邻的用于调制的向量的区。

$$\Theta v = \Theta - \frac{II}{3}n, \quad \text{for } n = 1, 2, \dots, 6 \quad (3)$$

为控制电流, 可以下述方式调制电压向量。

$$v = \frac{T\alpha}{Ts} V\alpha + \frac{T\beta}{Ts} V\beta \quad (4)$$

采用下列算式, 可得到用于相邻电压向量 $V\alpha$ 的连续时间 $T\alpha$, 用于 $v\beta$ 的 $T\beta$, 以及用于初始向量 V_0 的 T_0 。

$$T\alpha = \frac{V\sqrt{3}}{V\alpha} T\alpha \sin\left(\frac{II}{3} - \theta_v\right) \quad (5)$$

$$T\beta = \frac{V\sqrt{3}}{\sqrt{\alpha}} T\beta \sin \theta_v \quad (6)$$

$$T_0 = Ts - T\alpha - T\beta \quad (7)$$

但是, 在这种传统技术中, 用于确定向量区、计算相邻电压向量的开关连续时间、以及设定每一区的图形以计算开关连续时间的算法很复杂。还有, 门驱动器连续地切换逆变器101中的每一相位的六个开关。

发明内容

因此, 本发明的目的是提供一种用于三相电机的逆变器的控制装置和方法, 其采用简单的硬件和简单的方法以计算开关连续时间的算法, 以防止系统软件过载。

为实现根据本发明所述的上述和/或其他方面, 提供一种用于三相电

机的逆变器控制方法，该三相电机包括连接在三相电机的每一相位端子和三相电机的直流电源的正极端子之间的三个第一开关、以及连接在每一相位和三相电机的直流电源的负极端子之间的三个第二开关，该方法包括：设置三个最大相电压向量，该每一向量具有与每一相电压的最大值相对应的相等角度间隔；相对于每一所述最大相电压向量以预定角度设定最大相电压向量区；设定与最大相电压向量区之间的最大相电压向量相对应的最小相电压向量；通过接通第一开关并断开第二开关而获得所需的电压，每一开关都连接到每一最大相电压向量区中的相应的最大相电压的相位端子；并且相对于与其他两个相电压相对应的其他开关，改变控制信号的占空比。

根据本发明的一个方面，该用于三相电机的逆变器控制方法接通第一开关并断开第二开关，该第二开关连接到最大相电压向量区中的具有最大相电压的相位端子、并与每一最小相电压区具有180度的相位差；该方法还通过改变与其他两个相电压相对应的开关中的控制信号的占空比，而获得所需的电压。

根据本发明的一个方面，该用于三相电机的逆变器控制方法中，采用相同的角度形成每一相电压区。

根据本发明的一个方面，该用于三相电机的逆变器控制方法中，根据其他两个相电压和直流电源电压之间的线电压的比率，计算占空比。

为达到根据本发明所述的上述和/或其他方面，提供一种用于三相电机的逆变器的控制装置，该三相电机包括连接在三相电机的每一相位端子和三相电机的直流电源的正极端子之间的三个第一开关、以及连接在每一相位和直流电源的负极端子之间的三个第二开关，该控制装置包括：向量区（region）确定部分，该向量区确定部分接收每一相位端子的相电压作为输入，并使用逻辑运算计算向量区参数，该逻辑运算运用在所接收的相电压为正值时返回1、而在所接收的相电压为负值时返回0的符号（sign）函数，该逻辑运算包括：

```

region1 = sign (Vuo) & ~sign (Vvo) & ~sign (Vwo)
region2 = sign (Vuo) & sign (Vvo) & ~sign (Vwo)
region3 = ~sign (Vuo) & sign (Vvo) & ~sign (Vwo)
region4 = ~sign (Vuo) & sign (Vvo) & sign (Vwo)
region5 = ~sign (Vuo) & ~sign (Vvo) & sign (Vwo)
region6 = sign (Vuo) & ~sign (Vvo) & sign (Vwo)
(10)

```

其中，region1、region2、region3、region4、region5和region6是表示相电压向量区的向量区参数，而Vuo、Vvo和Vwo分别表示电机2的u相电压、v相电压和w相电压。

本发明所述的用于三相电机的逆变器控制方法进一步包括：线电压比较发生部分，其接收相电压作为输入，并利用根据每一相电压与直流电源之间的线电压的比率计算出的占空比计算线电压比较信号；以及逆变器控制部分，其利用下列逻辑算式计算逆变器的第一开关的第一控制信号，并产生与第一控制信号相比具有180度的相位差的第二开关的速度控制信号：

```

Su= region1 + Swu & (region2 + region5)
+ Suv & (region3 + region6)
Sv= region3 + Suv & (region1 + region4)
+ Suw & (region2 + region5)
Sw= region5 + Swu & (region3 + region6)
+ Suv & (region1 + region4)

```

其中，Su、Sv和Sw表示第一控制信号。而Suv、Svw和Swu表示分别与每一线电压相对应的线电压比较信号。

本发明的其它方面和优点将部分体现在下述说明书中，并且可部分地

从该说明书中显而易见，或者通过实施本发明而获得教导。

附图说明

从下面结合附图对这些方面所作的说明中，本发明的这些和/或其他方面和优点将变得明显和更易于理解。

图 1 是使用 d-q 转动坐标系的传统电流控制器的方框图；

图 2 是传统电压向量的空间坐标平面布置图；

图 3 是传统向量区和相电压之间关系的图形；

图 4 是根据本发明的一个方面所述，用于三相电机逆变器的控制装置的方框图；

图 5 是根据本发明的一个方面所述，逆变器和三相电机的电路图；

图 6 是根据本发明的一个方面所述，相电压向量和相电压向量区的平面布置图；

图 7A-图 7D 是根据本发明的一个方面所述，相电压向量和相电压向量区之间关系的图形；

图 8 是根据本发明的一个方面所述，当初始向量具有 (1, 1, 1) 值时，相对于三角波形中的输出线电压的线电压比较信号的图形；

图 9A-9I 是根据本发明的一个方面所述，与相电压向量区相对应的线电压比较信号和每一相位中的第一开关的控制信号的图形。

具体实施方式

下面将参照表示在附图中的实例详细说明本发明的具体实施例，全文中的相同参考标记表示相同的部件。下面所述的各方面是为了参照附图解释本发明。

如图4中所示，逆变器的控制装置包括逆变器1、三相电机2、向量区确定部分3、线电压比较信号发生部分4以及逆变器控制部分5。

参照图5，逆变器1具有三个第一开关 (Sup、Svp和Swp) 和三个第二开关 (Sun、Svn和Swn)。第一开关连接在三相电机2的每一相位端子 (u相，v相和w相) 和直流电源的正极端子之间，而第二开关连接在三相电机2的每一相位端子 (u相，v相和w相) 和直流电源的负极端子之间。在三相

平衡状态下，逆变器1的输出端子连接到三相电机2的每一相位端子。每一相位端子的电压相对于三相电机2的中性点(0)变成相电压(V_{uo} 、 V_{vo} 和 V_{wo})。

区确定部分3接收三相电机2的每一相位端子的相电压作为输入，并将向量区变量发送到逆变器控制部分5作为输出。

下面，参照图6和图7A至7D说明根据本发明的各方面所述的空间坐标上的相电压向量和相电压向量区。

控制信号(S_u 、 S_v 和 S_w)都通过逆变器1的第一开关和第二开关的门端子输入，而且控制信号控制开关的接通和断开。通过接通第一开关并断开第二开关，使相电压向量的值为1，并通过断开第一开关并接通第二开关，使其值为0；这样，具有6个开关的逆变器1可具有8个相电压向量(V_0 — V_7)。

图6表示相电压向量和其相位向量区。相电压向量把 V_0 (0, 0, 0)和 V_7 (1, 1, 1)作为参考电压向量。除参考电压向量之外， V_0 (0, 0, 0)和 V_7 (1, 1, 1)， V_1 (1, 0, 0)， V_2 (1, 1, 0)， V_3 (0, 1, 0)， V_4 (0, 1, 1)， V_5 (0, 0, 1)， V_6 (1, 0, 1)每隔60度依次设置。与每一相电压向量具有最大距离的参考电压向量分别变成电压向量区的初始向量。

V_1 为当 V_{uo} 具有最大值时的向量。 V_4 具有与 V_1 相反的相位并且为当相电压 V_{uo} 具有最小值时的向量。以同样的方式， V_3 和 V_5 分别表示相电压 V_{vo} 和 V_{wo} 的最大值，而 V_6 和 V_2 分别表示最小值。因此，下面可把向量 V_1 ， V_3 和 V_5 确定为最大相电压向量，并把 V_2 ， V_4 和 V_6 确定为最小相电压向量。

如图6所示，每一相电压向量区相对于每一相电压向量都具有预定角，其中该角度可以为60度。图7A和7B表示相电压向量区和相电压向量之间的关系。 V_{uo} 和 V_{vo} 的波形分别在相电压向量区1和3的中部标出了最大值。关于这一点，图7C表示与相应的相电压的符号(sign)有关的每一区。

这样，利用符号(sign)函数的逻辑算式可计算向量区参数，如果相电压为正值，则该符号函数返回1，如果相电压为负值，则该符号函数返回0。可采用下列公式(10)表示符号函数的逻辑算式：

```

region1 = sign (Vu0) & ~sign (Vv0) & ~sign (Vw0)
region2 = sign (Vu0) & sign (Vv0) & ~sign (Vw0)
region3 = ~sign (Vu0) & sign (Vv0) & ~sign (Vw0)
region4 = ~sign (Vu0) & sign (Vv0) & sign (Vw0)
region5 = ~sign (Vu0) & ~sign (Vv0) & sign (Vw0)
region6 = sign (Vu0) & ~sign (Vv0) & sign (Vw0)

```

(10)

rejion1、rejion2、rejion3、rejion4和rejion5是表示相电压向量区的向量区参数，而Vu0、Vv0和Vw0分别表示电机2的u相电压、v相电压和w相电压。

因此，相电压向量位于当向量区参数为1时向量区参数正在指向的区。

线电压比较信号发生部分4接收相电压，并把线电压比较信号发送到逆变器控制部分5。线电压比较信号根据由每一相电压与连接到逆变器1的直流电源之间的线电压的比率计算出的占空比而变化。下面，说明连续时间和线电压的比较信号的计算过程。

每一相位 (Tu,Tv和Tw) 的连续时间和基于直流电源的负极端子 (n) 的平均输出电压 (Vun、Vvn和Vwn) 之间的关系表达式可由下列公式(11) 表示：

$$V_{un} = V_{dc} \frac{T_u}{T_s} \quad V_{vn} = V_{dc} \frac{T_v}{T_s} \quad V_{wn} = V_{dc} \frac{T_w}{T_s} \quad (11)$$

用于计算基于三相电路的中性点 (0) 中的直流电源的负极端子的电压Von的叠加原理可由下列公式(12) 表示：

$$V_{on} = \frac{1}{3} (V_{un} + V_{vn} + V_{wn}) = \frac{1}{3} \frac{V_{dc}}{T_s} (T_u + T_v + T_w) \quad (12)$$

输出相电压和开关连续时间之间的关系可由下列公式(13) 表示：

$$\begin{bmatrix} V_{uo} \\ V_{vo} \\ V_{wo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{un} \\ V_{vn} \\ V_{wn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_{on} \\ V_{on} \\ V_{on} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \frac{V_{dc}}{T_s} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix} \quad (13)$$

当相电压向量位于具有作为初始向量的V7 (1, 1, 1) 的相电压向量区1时, Tu等于Ts, 而且利用公式13计算每一相位的连续时间的公式 (14) 表示为:

$$\begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_s \\ T_s \\ T_s \end{bmatrix} - \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{uo} - V_{uo} \\ V_{vo} - V_{uo} \\ V_{wo} - V_{uo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_s \\ T_s \\ T_s \end{bmatrix} - \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} 0 \\ V_{vu} \\ V_{wu} \end{bmatrix} \quad (14)$$

当相电压向量位于具有作为初始向量的V0 (0, 0, 0) 的相电压向量区1时, Tw等于0, 而且利用公式13计算每一相位的连续时间的公式 (15) 表示为:

$$\begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix} = \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{uo} - V_{wo} \\ V_{vo} - V_{wo} \\ V_{wo} - V_{wo} \end{bmatrix} = \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{uw} \\ V_{vw} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Tu、Tv和Tw表示负载周期的脉冲时间, 其中每一相位的第一开关为接通状态。Vuo、Vvo和Vwo分别是与u相位, v相位和w相位相对应的相电压。Ts是施加在第一开关的控制信号的负载周期的脉冲间隔。

公式 (14) 和 (15) 表示利用初始电压向量和每区的线电压的大小确定的每一相位中的开关连续时间。因此, 把响应于利用上述公式计算出的连续时间而接通第一开关的控制信号称作线电压比较信号。

图8表示在三角波形中, 当初始向量为V7 (1, 1, 1) 时的线电压比较信号和输出的线电压。如果初始向量为V0 (0, 0, 0), 则线电压比较信号的相位必须反向, 也就是说, 产生180度的相位变化。

逆变器控制部分5分别从向量区确定部分3和线电压比较信号发生部分4接收向量区参数和线电压比较信号, 并向逆变器1输出逆变器控制信号。

如图7D所示，当线电压根据每一相电压向量区中的四个开关的时间变换和切换发生变化时，与逆变器1的每一开关相对应的控制信号发生变化。但是，连接到初始向量的相位端子的开关保持预定的接通/断开状态。因此，可利用下列逻辑算式(16)计算连接到每一相位端子的第一开关的控制信号：

$$\begin{aligned}
 Su &= \text{region1} + \text{Swu} \& (\text{region2} + \text{region5}) + \text{Suv} \& \\
 &(\text{region3} + \text{region6}) \\
 Sv &= \text{region3} + \text{Suv} \& (\text{region1} + \text{region4}) + \text{Suw} \& \\
 &(\text{region2} + \text{region5}) \\
 Sw &= \text{region5} + \text{Swu} \& (\text{region3} + \text{region6}) + \text{Suv} \& \\
 &(\text{region1} + \text{region4})
 \end{aligned} \tag{16}$$

Su、Sv和Sw表示第一开关控制信号。Suv、Suw和Swu表示与每一线电压相对应的线电压比较信号。region1、region2、region3、region4、region5和region6为向量区参数。

图9A-9I示出了与每一线电压向量区相对应的线电压比较信号(9B Swb、9D Svw、9F Suv)和每一相位的第一开关的控制信号(9G Su、9H Sv、9I Sw)。

施加在每一相位的第二开关的控制信号与第一开关的控制信号相比具有180度的相位差。

采用这种结构，本发明提供一种采用简单的逻辑算式控制用于三相电机的逆变器的装置和方法，而且每一相电压向量都具有一组处于固定值的开关，以防止该开关系统被过度使用。

尽管图示并说明了本发明的一些实施例，但是本领域的技术人员可以理解，在不偏离本发明的原理和实质的情况下可以对这些方案作出改变，其范围限定在随附权利要求及其等同替换的范围内。

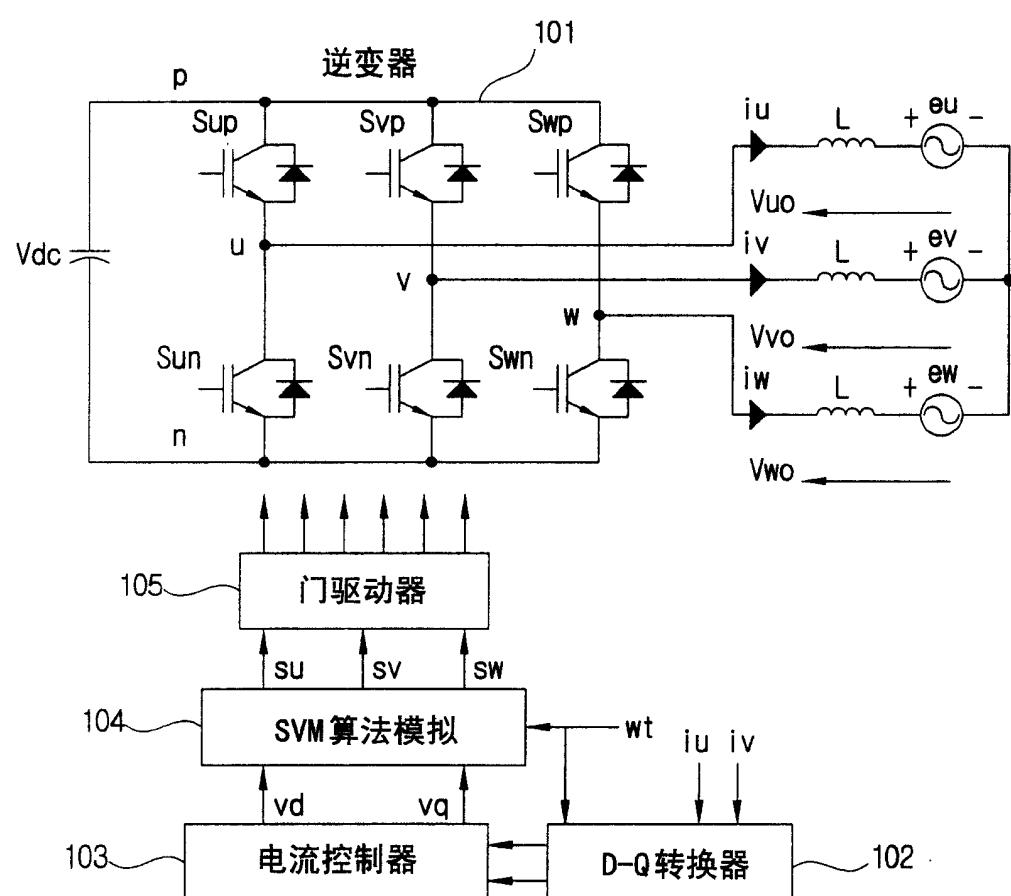


图 1

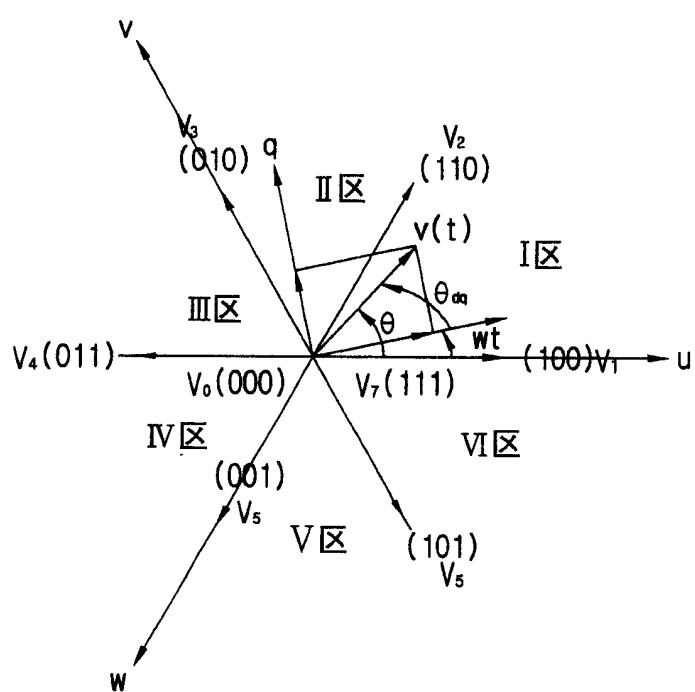


图 2

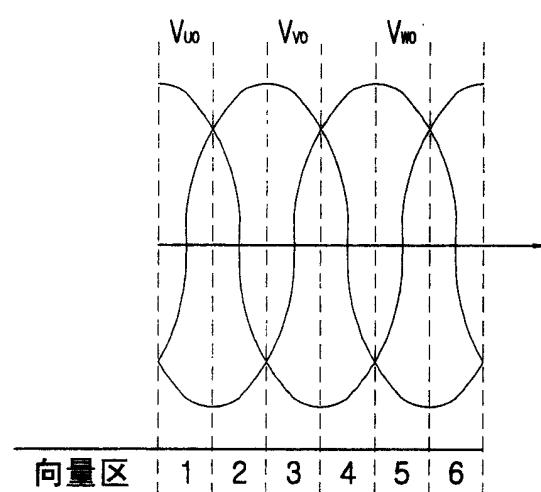


图 3

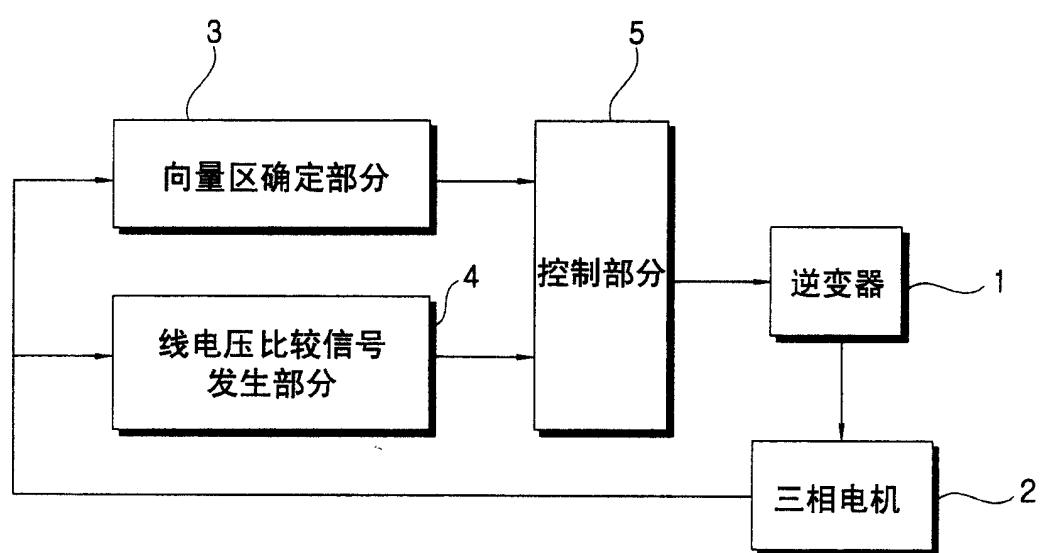


图 4

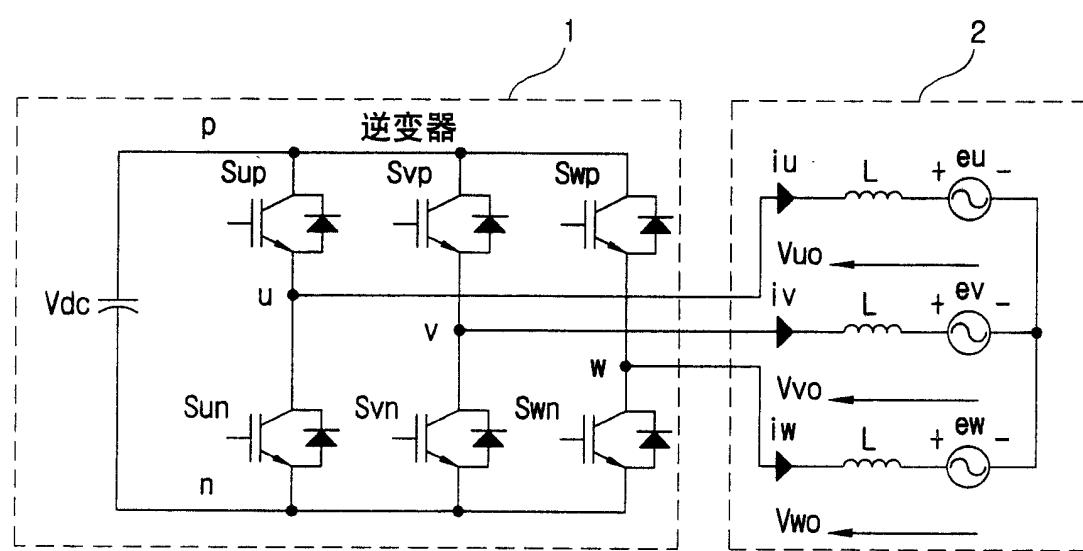


图 5

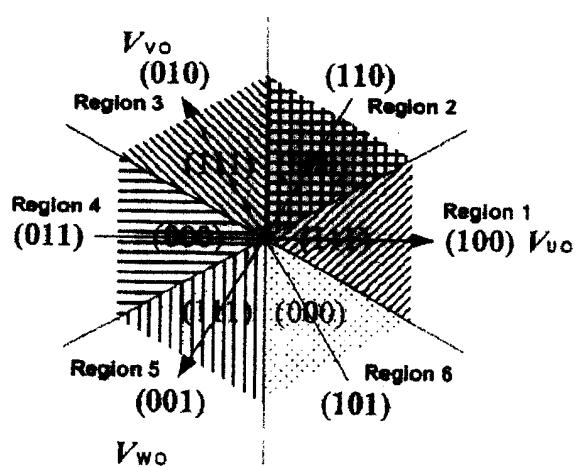
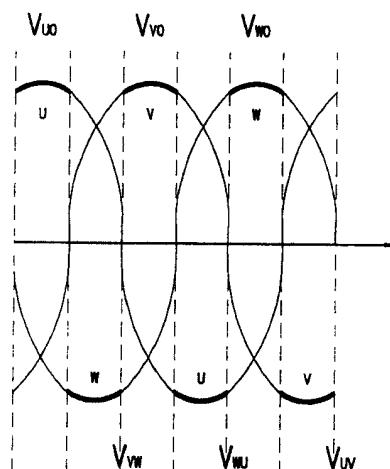
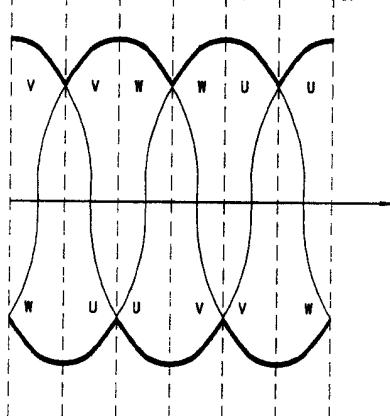


图 6

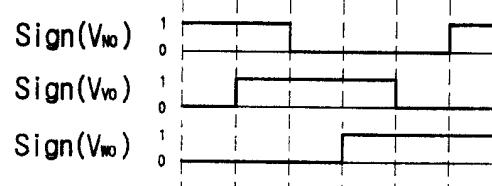
7(a)



7(b)



7(c)



7(d)

REGION	1	2	3	4	5	6	
SW_ON	S _u	I	S _{wu}	S _{uv}	0	S _{vu}	S _{uw}
	S _v	S _{uv}	S _{vw}	I	S _{uv}	S _{vw}	0

每 电 桥	S _w	S _{wu}	0	S _{vw}	S _{wu}	I	S _{vw}
-------	----------------	-----------------	---	-----------------	-----------------	---	-----------------

图 7

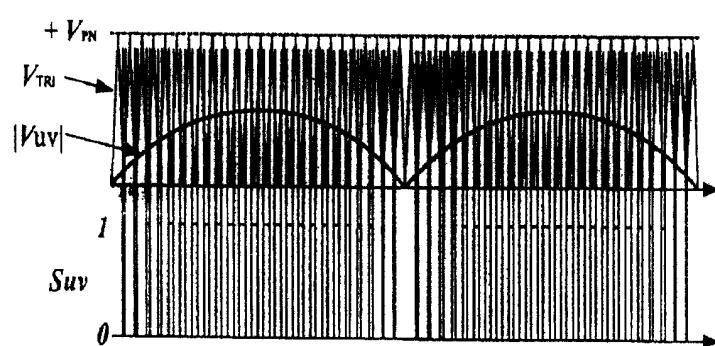


图 8

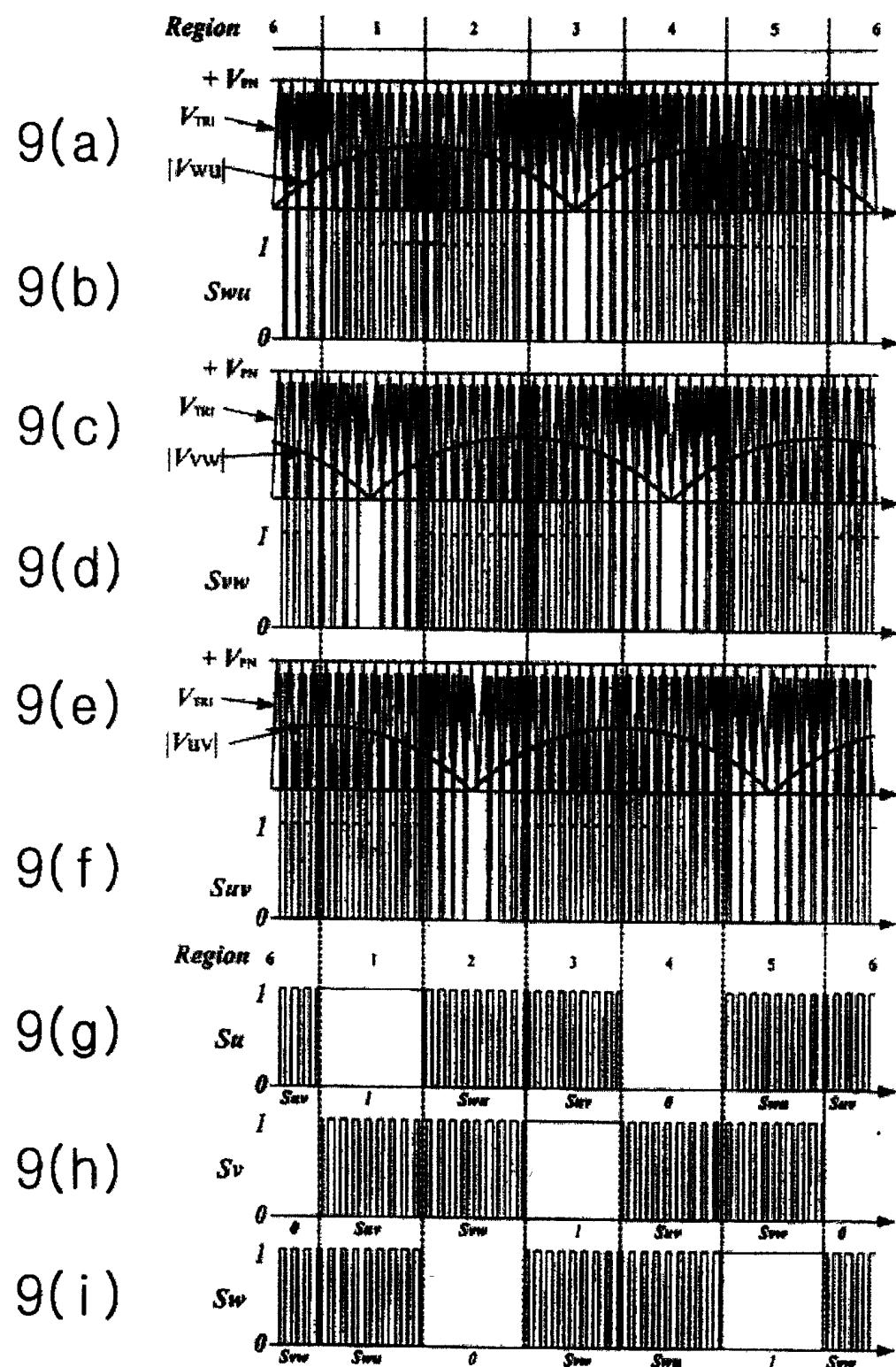


图 9