

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H02P 7/36

H02P 1/26

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99122414.0

[43]公开日 2000年5月10日

[11]公开号 CN 1252645A

[22]申请日 1999.10.7 [21]申请号 99122414.0

[30]优先权

[32]1998.10.7 [33]KR [31]41822/1998

[71]申请人 LG产电株式会社

地址 韩国汉城市

[72]发明人 金翰钟

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

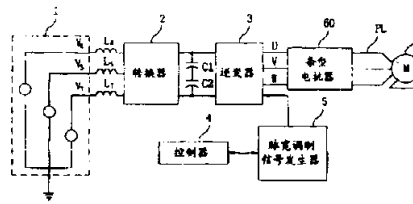
代理人 黄敏

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 交流电动机的控制设备

[57]摘要

本发明涉及交流电动机的控制,尤其涉及能防止过压加到电动机上以及在电动机起动和加速运行期间使其电抗器的电压消耗最小的交流电动机控制设备,上述功能的实现是这样的:通过在逆变器和电动机之间插入具有条形铁心的电抗器,在电动机高速运行期间限制由于逆变器高速切换以及电源线和电动机之间特性阻抗不匹配造成的电动机输入端的电压反射现象所引起的电动机线电压急速增加。



ISSN 1008-4274

# 权 利 要 求 书

1. 一种交流电动机的控制设备, 包括:

交流电源, 用于为电动机提供交变电流;

5 转换器, 用于将电源提供的交变电流转换为直流电;

电容器, 用于对转换器输出的直流进行平滑;

逆变器, 用于将来自电容器的直流转换为交变电流, 且具有多个功率切换设备;

脉宽调制信号发生器, 用于提供切换功率切换设备的控制信号;

10 控制器, 用于控制脉宽调制信号发生器的控制信号的发生; 以及

电抗器, 设置在逆变器和电动机之间, 具有至少一个条形铁心, 以便在电动机起动和加速运行期间使电压消耗达到最小以及在电动机高速运行期间限制将过压加到电动机上。

2. 根据权利要求 1 所述的控制设备, 其中, 电抗器在电动机起动和加速  
15 运行期间使压降达到最小, 且包括三个条形铁心以便在电动机高速运行期间限制将过压加到电动机上, 每个铁心与提供给电动机的三相交变电流中的每一相对应。

3. 根据权利要求 1 所述的控制设备, 其中, 电抗器包括:

20 与提供给电动机的三相交变电流中的每相电流相对应的三个条形铁心; 以及

三个线圈绕组, 每个绕组缠绕在三个条形铁心的每个铁心上。

4. 根据权利要求 1 所述的控制设备, 其中, 电抗器包括:

条形铁心; 以及

25 缠绕在条形铁心上的三个线圈绕组, 每个绕组对应于三相交变电流中的每相电流。

5. 根据权利要求 1 所述的控制设备, 还包括设置在电抗器和电动机之间的低通滤波器, 用于限制加到电动机上的高频电压超过预定电平。

交流电动机的控制设备

5 本发明涉及 AC(交流)电动机的控制,尤其涉及一种能防止电动机过压的交流电动机的控制设备,所述控制设备防止电动机过压的方式是:通过在逆变器

10 和电动机之间插入具有条形铁心的电抗器,使得在电动机起动或加速运行期间电抗器的功率消耗最小,在电动机高速运行期间限制由于逆变器高速切换以及电源线和电动机之间特性阻抗不匹配造成的电动机输入端的电压反射现象所引起的电动机线电压急速增加。

通常,用 PWM(脉宽调制)控制方法控制交流电动机。PWM 控制方法在控制用于逆变器的功率切换设备的切换方面有很多优势。但是,当由于高速切换引起的电压变化率  $dV/dt$  使加到电动机上的电压急剧增加时,即当不利的过压加到电动机上时,就会在电动机中产生绝缘、发热和 EMI(电磁干扰)。

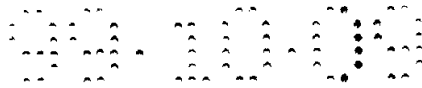
15 在 PWM 控制方法中导致绝缘和发热的原因可被分为两个方面:一是由于高速切换功率切换设备导致线电压急剧增加以及电源线和电动机之间特性阻抗不匹配引起的电动机输入端的电压反射现象而产生的绝缘和发热,另一方面是由于在 PWM 控制操作时瞬时电压不平衡而在电动机机架和线圈之间产生的电压(本文称为‘共模电压’)所引起的绝缘和发热。

20 这里,电动机线电压明显受到线电压的电压发射现象所引起的绝缘和发热的影响。为了克服这一缺陷,一直使用通过在 PWM 逆变器的输出端和电动机之间设置闭式直线电抗器(closed type line reactor)和 LRC(线圈阻容)滤波器来限制逆变器输出电压的快速增加。

图 1 所示为现有的三相交流电动机控制设备的方框图。如图所示,交流

25 三相电源 1 经用于每一相的升压电抗器  $L_R$ 、 $L_S$ 、 $L_T$  由整流器 2 进行整流,并通过平滑电容器 C1、C2 进行平滑。因此,转换后的直流电压加到逆变器 3。逆变器 3 将直流电压转换为变频的三相交流电压,即 U、V 和 W 相交流电压,在脉宽调制信号发生器 5 的控制下将其输出。三相 U、V、W 交流电压经闭式线电抗器(line reactor) 6 和电源线 PL 提供给电动机 7。逆变器

30 3 包括多个功率晶体管(未示出)作为高速切换的功率切换设备,例如 IGBT(绝



缘栅双极型晶体管)。脉宽调制信号发生器 5 向逆变器 3 的功率晶体管输出脉宽调制信号，控制器 4 控制脉宽调制信号发生器 5。

图 2A 至 2D 示出了现有闭式直线电抗器的结构。图 2A 示出了单相闭式线电抗器。如图所示，在闭式线电抗器的铁心上形成窄的间隙。当通过线圈从逆变器 3 传送电流或电压时，通过铁心以顺时针或逆时针方向形成磁通。磁通的图形根据逆变器输出的电压和电流的频率是高还是低而变化。总的来说，低频为 100kHz 以下，高频为 100kHz 以上。图 2B 示出了加到单相闭式电抗器上的电流为低频的情况下的磁通图形。如图所示，低频电流产生的磁通流过铁心和间隙。即，磁通的闭路包括间隙。相反，图 2C 示出了加到单相闭式线电抗器上的电流为高频的情况下的磁通图形。如图所示，高频电流产生的磁通大部分从缠绕线圈的部分泄漏，因此不通过间隙。即，以垂直于电流方向通过的磁通主要是漏磁通。另一方面，图 2D 示出了三相闭式线电抗器。

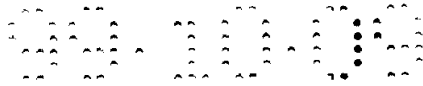
图 3 示出了图 1 的等效电路。如图所示，闭式线电抗器 6 由串联的电感  $L_L$  和电阻  $R_L$  表示。电源线 PL 由串联的电感  $L_P$  和电容  $C_P$  表示，电动机 7 由串联的电容  $C_M$  和电阻  $R_M$  表示。

如等价电路图所示，为具有电感  $L_P$  和电容  $C_P$  的电源线 PL 提供具有电感  $L_L$  和电阻  $R_L$  的闭式线电抗器 6，由此，闭式线电抗器 6 和电源线 PL 用作 LRC 串联电路。这里，闭式线电抗器 6 的电感  $L_L$  和电动机 7 的电容  $C_M$  变为决定线电压上升时间的参数，闭式线电抗器 6 的电阻  $R_L$  变成决定线电压最大值的参数。

如上所述，将闭式线电抗器 6 的电感  $L_L$  元件加到电源线  $P_L$  中，从而减小了电压上升时间增加所引起的电压反射现象，即控制逆变器 3 输出电压的上升。此外，将闭式线电抗器 6 的电阻  $R_L$  元件加到电源线  $P_L$  中，由此执行阻尼操作。因此，线电压的最大值得以降低。结果，当通过适当选择电感  $L_L$  和电阻  $R_L$  来设计闭式线电抗器时，可以限制逆变器输出电压的升高，且可以降低线电压的最大值。

但是，闭式线电抗器 6 具有以下缺陷。

首先，总的来说，闭式线电抗器的阻抗最好约为电动机阻抗的 3-5 %。闭式线电抗器的阻抗值越大，越增加了对输出电压的限制作用。但是，增加阻抗值有极限。随着电流量的增加，必须增加闭式线电抗器的横截面积，即



铁心的横截面积，这样，其尺寸和重量也增加，导致不希望的大尺寸和高成本。特别地，当以高频驱动电动机时，磁通仅在闭式线电抗器中缠绕线圈的部分以垂直于电流的方向通过。因此，磁通不垂直于电流方向通过的部分是不必要的。

5       其次，由于闭式线电抗器必须串联连接到电动机，通过闭式线电抗器来降低逆变器的输出电压。因此，除了用于驱动电动机的电压之外，逆变器必须提供消耗在闭式线电抗器中的电压。特别地，在达到额定速度时通过高频交流电流来运行电动机。当通过高频交流电流运行电动机时，整个铁心未缠绕线圈的部分所产生的电压被损失掉了。

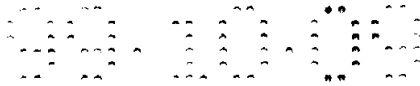
10       图 4 示出了电动机受到驱动时每个单元的电压和电流特性。如图所示，在起动和加速期间  $T$ ，在电动机中流动着大电流量  $I_M$ 。逆变器必须提供驱动电动机的电压  $V_M$  和消耗在闭式线电抗器中的电压  $V_L$ ，因此，必须增加逆变器的输出电压  $V_I$ 。但是，逆变器输出电压  $V_I$  的最大值由直流连接电压确定。因此，当以额定电压驱动时，如果电动机高速或高转矩运行，则有大电流量  
15       流动。结果，闭式线电抗器压降增加，因此，驱动整个系统的电压必须大于逆变器输出电压。在这种情况下，电动机不能输出期望的输出。

因此，本发明的主要目的是提供一种交流电动机的控制设备，该设备能在电动机高速运行时防止由电动机线电压的电压反射现象所引起的绝缘和发热。

20       本发明的另一目的是通过降低交流电动机起动或加速运行期间消耗在电抗器中的电压、通过提供能在其整个铁心上以垂直于电流方向通过磁通的电抗器来提高系统效率。

本发明的再一目的是提供一种交流电动机的控制设备，该设备通过使用小型电抗器使系统尺寸达到最小。

25       为了实现本发明的上述目的，提供一种交流电动机的控制设备，该设备包括：交流电源，用于向交流电动机提供交流电；转换器，用于将电源提供的交流转换为直流；电容器，用于对转换器输出的直流进行平滑；逆变器，用于将来自电容器的直流转换为交流，且具有多个功率切换设备；脉宽调制信号发生器，用于提供切换功率切换设备的控制信号；控制器，用于控制脉  
30       宽调制信号发生器的控制信号的产生；以及电抗器，设置在逆变器和电动机之间，用于在电动机起动或加速运行期间使电压消耗达到最小，且具有至少



一个用于在电动机高速运行期间限制电动机过压的条形铁心。

参考附图可以更好地理解本发明，附图仅以图示方式给出，因此不限制本发明，在附图中：

图 1 所示为现有三相交流电动机控制设备的方框图；

5 图 2A 至 2D 所示为现有闭式线电抗器的结构；

图 3 是图 1 的等效电路图；

图 4 所示为当现有电动机受到控制时，依据时间画出的电动机速度、在现有电动机中流动的电流特性和逆变器输出电压特性的波形图；

10 图 5 所示为根据本发明一最佳实施例的三相交流电动机控制设备的方框图；

图 6A 和 6B 是图 5 的等效电路图；

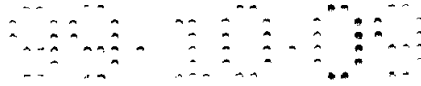
图 7A(a), (b) 至 7E 示出了根据本发明的具有条形铁心的电抗器的不同实施例；以及

15 图 8 是根据现有技术和本发明中逆变器的交流输出频率比较电抗器的电阻值和电感值的波形图。

20 图 5 所示为根据本发明一最佳实施例的三相交流电动机控制设备的方框图。如图所示，三相交流电动机的控制设备包括：转换器 2，对交流三相电源 1 进行整流；平滑电容器 C1、C2，平滑整流后的电压；逆变器 3，具有多个高速切换的功率晶体管(未示出)，接收平滑后的直流电压，并将其转换为交流电压；由逆变器 3 驱动的电动机 7；具有条形铁心的电抗器 60，串联连接在逆变器 3 和电动机 7 之间；脉宽调制信号发生器 5，将用于切换的脉宽调制信号输出到逆变器 3 的功率晶体管；以及控制器，控制脉宽调制信号发生器 5。

25 图 6A 和 6B 是图 5 的等效电路图。图 6A 示出了由缠有线圈的条形铁心构成的电抗器 6A，图 6B 示出了将并联连接的电阻和电容器加入图 6A 中的电抗器构成低通滤波器的实施例。电阻 Rf 和电容器 Cf 并联连接在电抗器 6A 和电源线 PL 之间。根据图 6B 的实施例，通过将并联连接的电阻和电容器加入电抗器形成低通滤波器，由此，防止逆变器输出电压的频率超过预定高频。因此，电动机 7 不会过压。

30 图 7A(a)、(b) 示出了根据本发明的单相电抗器及其等效电路的结构。如图所示，电阻 Rs 表示线圈电阻，电阻 RI 表示在铁心上产生的铁心损耗，



‘LI’表示缠绕在铁心上的线圈电感。

与图 2A 所示的现有单相闭式线电抗器相比，图 7A(a)、(b)所示的单相电抗器的结构不包括未缠绕线圈的铁心部分。被去掉的铁心部分是在逆变器 3 以高频运行时与磁通路径无关的部分，即磁通不垂直于电流方向通过的部分。图 7B 示出当根据本发明加到单相电抗器的电流是高频时的磁通形状。假设水平切开后的条形电抗器铁心的横截面与水平切开后的现有闭式电抗器铁心的横截面相同，则根据本发明的电抗器尺寸等于或小于现有闭式电抗器尺寸的一半。

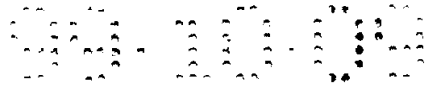
图 7C 示出了根据本发明的三相电抗器的结构。如图所示，三相电抗器包括三个单相电抗器。图 7D 示出了根据本发明的三相电抗器的结构，该结构是通过将图 7C 所示的三个单相条形电抗器支承在钢支承构件上形成的。与图 7C 所示的三相条形电抗器相比，图 7D 所示的三相电抗器具有更大的电感和电阻。图 7E 示出了两相电抗器的结构，所示两相电抗器包括一个缠有两相线圈的条形铁心。

另一方面，尽管未在图中示出，但也可以在图 7E 所示的一个条形铁心上缠绕三相线圈。

总的来说，在逆变器的功率晶体管为绝缘栅双极型晶体管 IGBT 的情况下，线电压的上升时间约为 50 至 200nsec(纳秒)。当假设线电压的上升时间为 100nsec 时，与上升时间相对应的电动机 7 的电压和电流的频率约为 100kHz 至 10 MHz。即，在电动机 7 起动后，当逆变器 3 的输出频率逐渐提高以加速且超过 100nsec 时，即当电动机 7 在起动和加速运行的过滤期之后恒速运行时，电动机 7 线电压的频率达到运行频率(500kHz 至 1MHz)。

图 8 示出了本发明开式电抗器的电感  $L_O$  和电阻  $R_O$  与现有闭式电抗器的电感  $L_C$  和电阻  $R_C$  的比较结果。如图所示，低频时，现有闭式电抗器的电感  $L_C$  比本发明的开式电抗器的电感  $L_I$  大，高频时，本发明的开式电抗器的电感  $L_I$  比现有闭式电抗器的电感  $L_C$  大。另一方面，电感  $L_O$  和电感  $L_C$  在电动机为恒速状态频率为 100kHz 至 1MHz 之间时是相似的，因此，在驱动电动机时可获得相似的性能。

在根据本发明的具有条形铁心的开式电抗器中，通过开式电抗器和电源线得到 LRC 线圈，电阻和电容谐振特性，这样，在产生电动机过压的高频区域得到与现有闭式电抗器相类似的特性。此外，与闭式电抗器相比，本发明



在低频区域具有低阻抗特性。结果，电压损耗得以减小。

此外，现有闭式电抗器铁心的尺寸大，因此，为了限制输出电压不能增加铁心的横截面积。但是，根据本发明，如果必要，可以增加具有条形铁心的开式电抗器的横截面积。由此，减小了其阻抗值，从而改善了输出电压的

5 限制作用。

本发明在不背离其主题和实质特征的情况下可以通过几种形式来体现，也应当理解，上述实施例在不特殊说明的情况下不限于前述说明中的任何具体描述，而是可以在权利要求书限定的主题和范围内广泛地构建本发明，因此，落在权利要求或其等同物的范围和界限内的所有变形和修改都包

10 括在权利要求中。



说明书附图

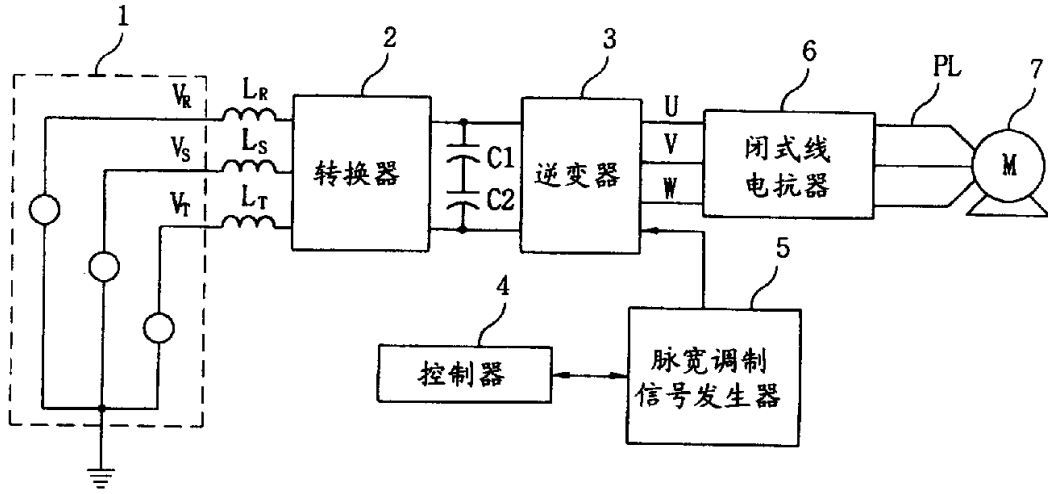


图 1

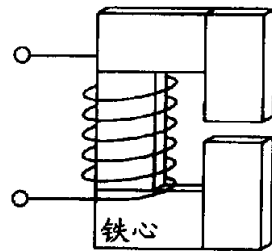


图 2A

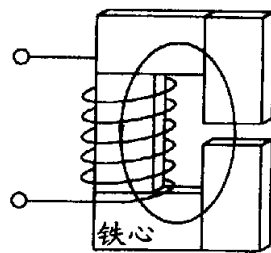


图 2B

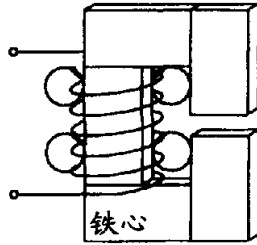


图 2C

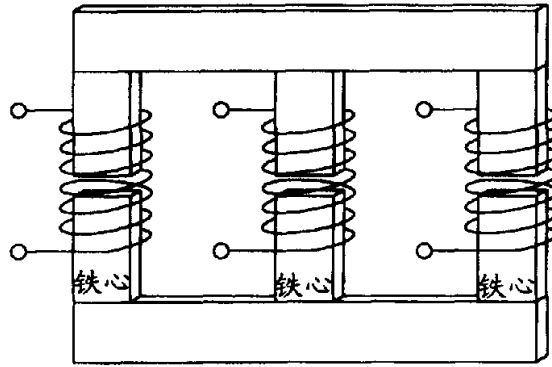


图 2D

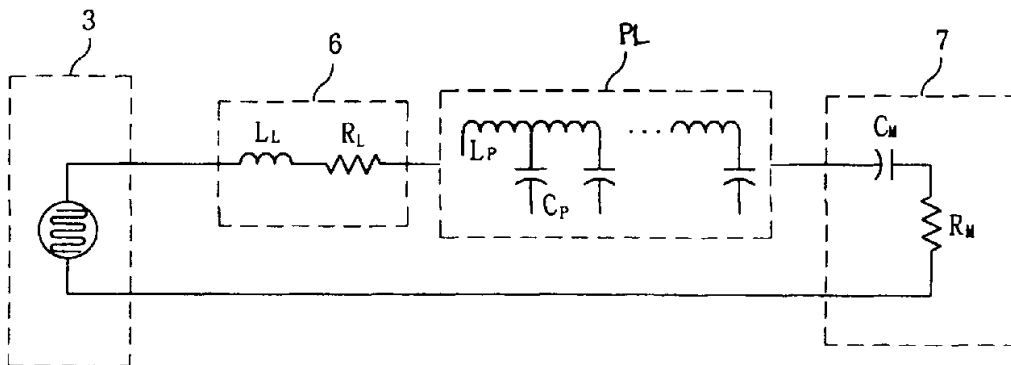


图 3

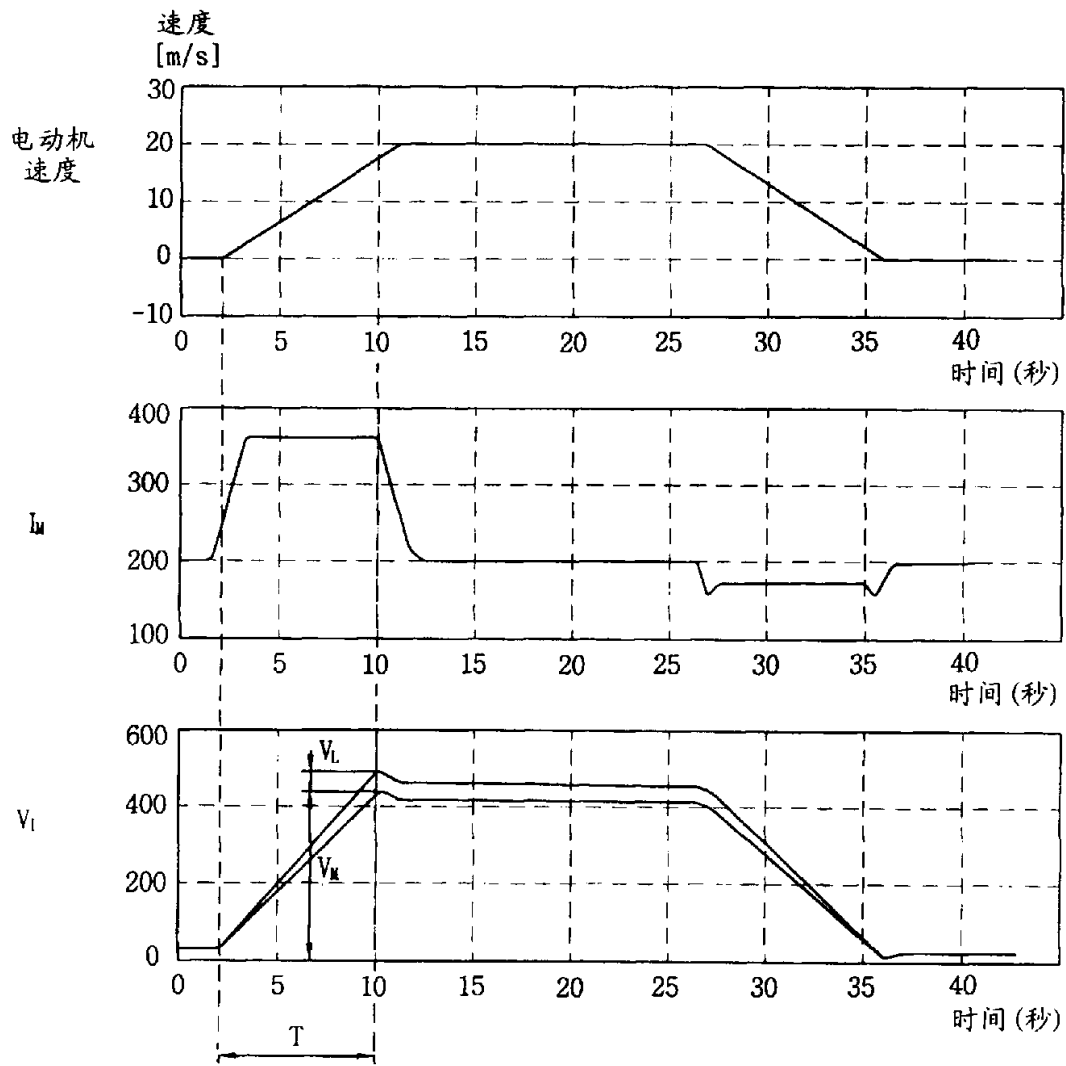


图 4

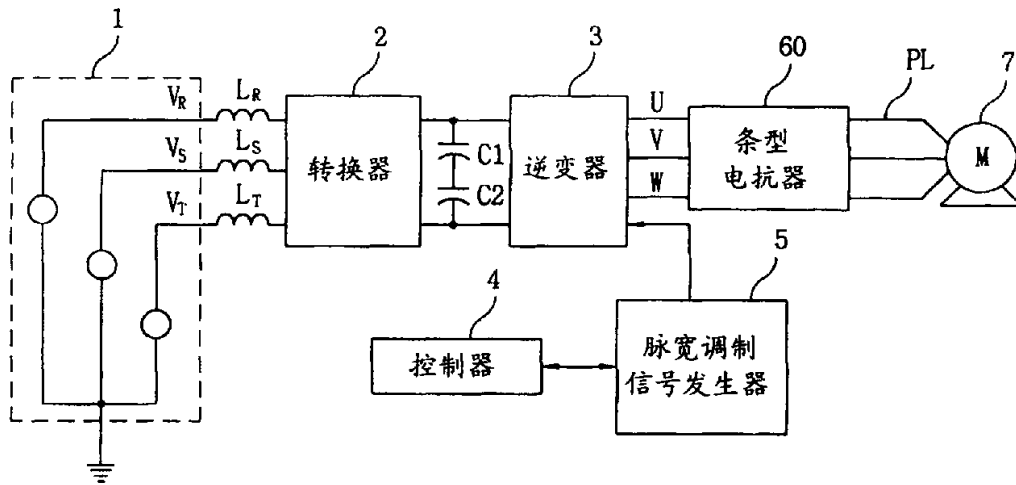


图 5

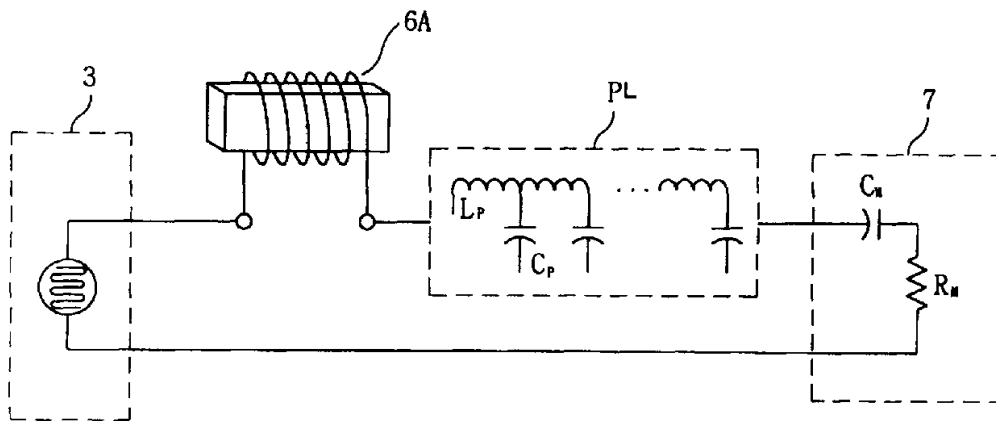


图 6A

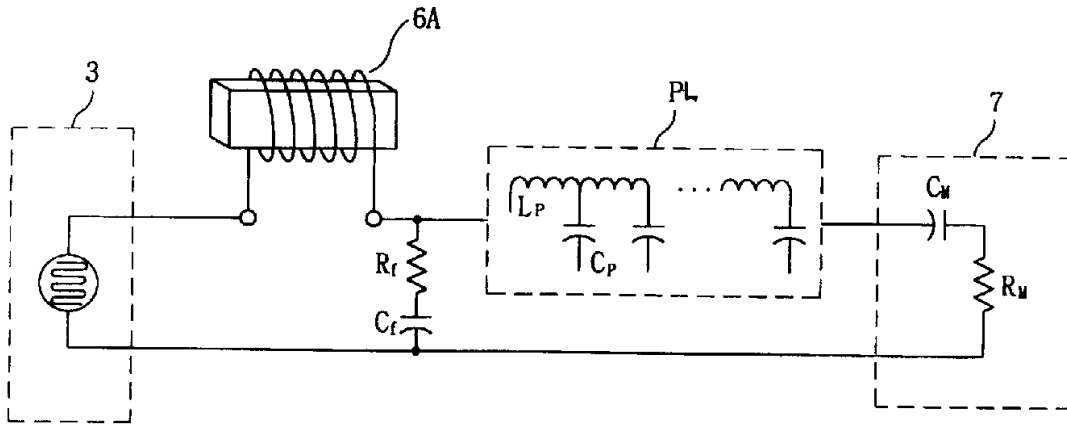


图 6B

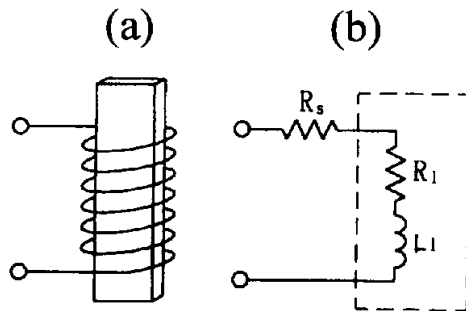


图 7A

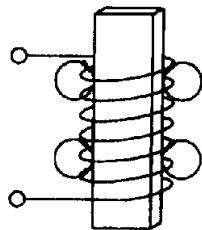


图 7B

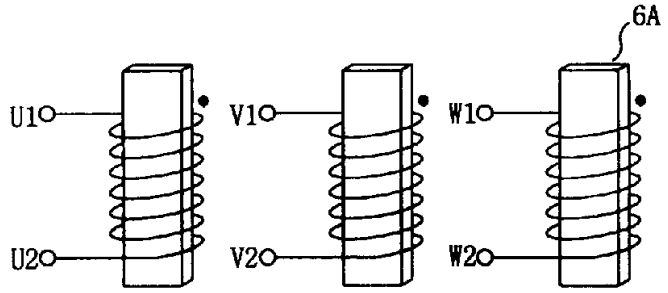


图 7C

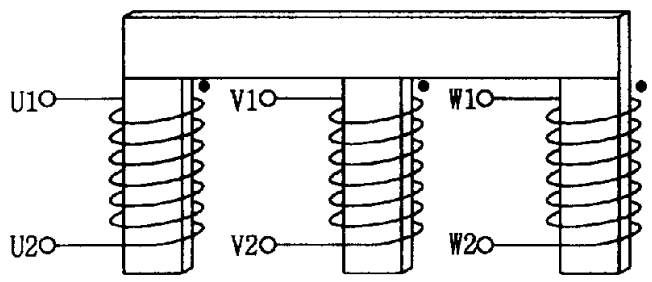


图 7D

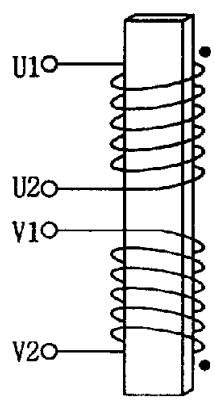


图 7E

00-10-00

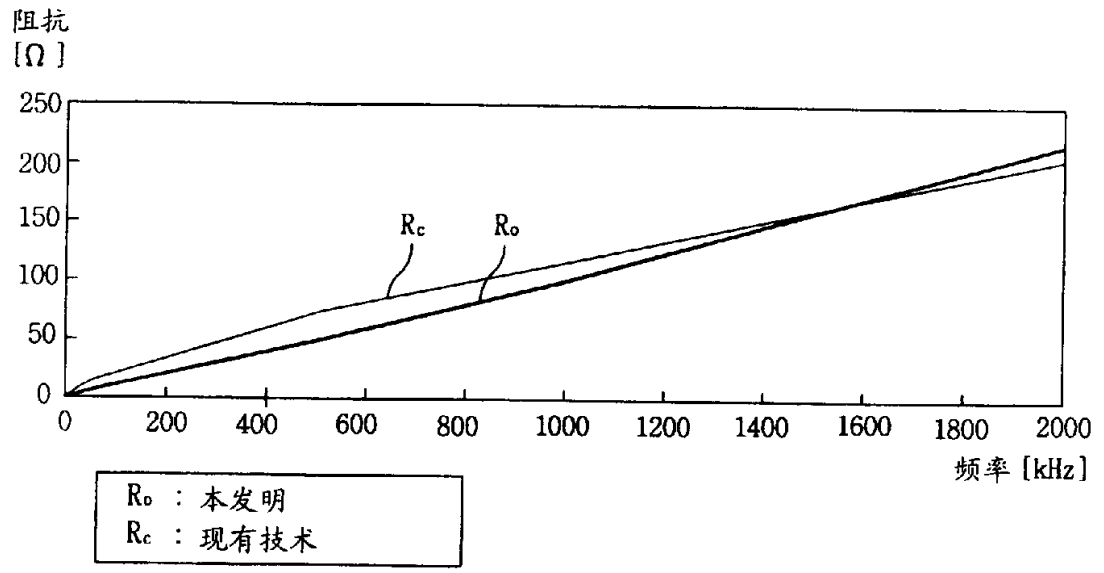
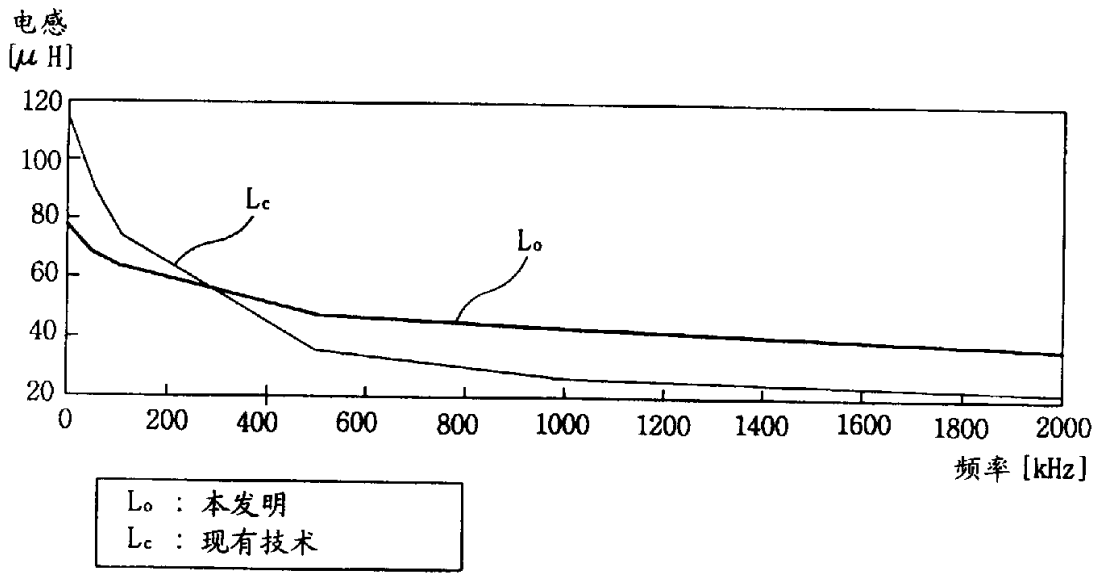


图 8