



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101375488 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200680052806. 9

(22) 申请日 2006. 12. 13

(30) 优先权数据

11/300, 249 2005. 12. 14 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 08. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/061968 2006. 12. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02007/070815 EN 2007. 06. 21

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 S·希蒂 B·维尔奇科 S·舒尔茨

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 张雪梅 王小衡

(51) Int. Cl.

H02M 1/12(2006. 01)

H02M 7/5387(2007. 01)

(56) 对比文件

US 6075350 A, 2000. 06. 13, 全文.

US 6534949 B2, 2003. 03. 18, 说明书第 2-5 栏、图 1-11.

CN 1473391 A, 2004. 02. 04, 全文.

审查员 黄勇

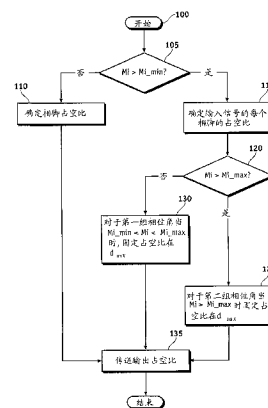
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于控制电压源逆变器的电压线性的方法和设备

(57) 摘要

提供了用于更改控制电压源逆变器的脉宽调制信号的方法和设备。该方法包括以下步骤：确定信号的占空比，当调制指数大于最小调制指数并且小于最大调制指数时固定 (clip) 占空比 (130)，当调制指数大于或等于最大调制指数时固定占空比 (125)，和将该占空比传送给电压源逆变器 (135)。最小调制指数表示失真范围。



1. 一种更改控制电压源逆变器的信号的方法,该方法包括以下步骤:

基于该信号确定占空比极限 d_{\max} ;

当调制指数 M_i 大于最小调制指数 $M_{i_{\min}}$ 时,并且当该信号的占空比达到根据调制指数 M_i 确定的第一相位角 α_1 时,将该信号限制到该占空比极限以产生输出信号;和

将该输出信号传送到该电压源逆变器。

2. 根据权利要求 1 的方法,其中所述限制步骤包括当调制指数 M_i 大于最小调制指数 $M_{i_{\min}}$ 并且小于最大调制指数 $M_{i_{\max}}$ 时将该信号限制到所述占空比极限,其中最小调制指数 $M_{i_{\min}}$ 表示失真范围。

3. 根据权利要求 1 的方法,还包括当调制指数 M_i 大于最大调制指数 $M_{i_{\max}}$ 时将该信号限制在第二占空比极限的步骤,其中最大调制指数 $M_{i_{\max}}$ 表示过调制范围。

4. 根据权利要求 1 的方法,其中所述将该信号限制在该占空比极限 d_{\max} 的步骤包括当该信号的占空比达到表示最大占空比的所述第一相位角 α_1 时将信号箝位在第一电位。

5. 根据权利要求 1 的方法,其中所述第一相位角 α_1 基于:

$$d_{\max} = M_i k \sin(\alpha_1) - \frac{1}{2} - M_i k \sin\left(\alpha_1 - \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\right)$$

其中 α_1 是对应于调制指数 M_i 的相位角且 k 是因子

$$k = \frac{2V_{dc}}{\pi},$$

且其中 V_{dc} 是给电压源逆变器的供应电位。

6. 根据权利要求 1 的方法,其中所述限制该信号在该占空比极限的步骤包括:

当该信号的占空比达到表示占空比极限 d_{\max} 的所述第一相位角 α_1 时将该信号箝位在第一电位;和

当该信号的占空比达到第二相位角 α_2 时将该信号箝位在第二电位。

7. 根据权利要求 6 的方法,其中

$$M_i k = \frac{1}{\pi^2} \left[2M_i k \pi \alpha_1 + 2M_i \alpha_1 + \sqrt{3}M_i - 2\pi \right] +$$

$$\frac{1}{\pi^2} \left[2\pi \cos(\alpha_1) - M_i k \pi \sin(2\alpha_1) - 2M_i \sin\left(2\alpha_1 + \frac{\pi}{3}\right) \right] +$$

$$\frac{4}{\pi} d_{\max} [\cos(\alpha_1) - \cos(\alpha_2)] + \frac{2}{\pi} \cos(\alpha_2)$$

其中 k 是因子

$$k = \frac{2V_{dc}}{\pi},$$

且其中 V_{dc} 是给电压源逆变器的供应电位。

8. 根据权利要求 1 的方法,其中占空比极限 d_{\max} 表示最大占空比,其中

$$M_{i_min} = \frac{d_{max} + 0.5}{\sqrt{3}k}$$

其中 k 是因子

$$k = \frac{2V_{dc}}{\pi}$$

以及其中 V_{dc} 是给电压源逆变器的供应电位。

9. 一种更改控制电压源逆变器的信号的方法,该方法包括以下步骤:

确定用于信号的相脚的占空比;

当该占空比在表示失真范围的第一占空比极限 d_{max} 和第二占空比极限 d_{clip} 之间时,并且当该占空比达到根据调制指数 M_i 确定的第一相位角 α_1 时,将该信号箝位在第一电位;

当该占空比 \geq 第二占空比极限 d_{clip} 时将该信号箝位在第二电位;

当该占空比在表示该失真范围的第三占空比极限 d_{min} 和第四占空比极限之间时将信号箝位在第三电位;以及

当该占空比 \leq 第四占空比极限时将该信号箝位在第四电位。

10. 根据权利要求 9 的方法,其中所述将该信号箝位在第一电位的步骤包括确定对应于第一占空比极限 d_{max} 的第一相位角 α_1 。

11. 根据权利要求 9 的方法,其中

$$d_{max} = M_i k \sin(\alpha_1) - \frac{1}{2} - M_i k \sin\left(\alpha_1 - \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\right),$$

其中 M_i 是该信号的调制指数且 α_1 是对应于调制指数 M_i 的相位角。

12. 根据权利要求 11 的方法,其中所述将该信号箝位在第二电位的步骤还包括确定对应于第二占空比极限 d_{clip} 的第二相位角 α_2 。

13. 根据权利要求 12 的方法,其中

$$M_i k = \frac{1}{\pi^2} \left[2 M_i k \pi \alpha_1 + 2 M_i \alpha_1 + \sqrt{3} M_i - 2 \pi \right] +$$

$$\frac{1}{\pi^2} \left[2 \pi \cos(\alpha_1) - M_i k \pi \sin(2\alpha_1) - 2 M_i \sin\left(2\alpha_1 + \frac{\pi}{3}\right) \right] +$$

$$\frac{4}{\pi} d_{max} [\cos(\alpha_1) - \cos(\alpha_2)] + \frac{2}{\pi} \cos(\alpha_2)$$

其中 k 是因子

$$k = \frac{2V_{dc}}{\pi},$$

且其中 V_{dc} 是给电压源逆变器的供应电位。

14. 根据权利要求 10 的方法,还包括在所述将该信号箝位在第三电位的步骤之前确定第三和第四相位角的步骤,第三相位角对应于第三占空比极限 d_{min} ,第四相位角对应于第四

占空比极限。

15. 根据权利要求 10 的方法,其中该信号具有大于最小调制指数 M_{i_min} 并且小于最大调制指数 M_{i_max} 的调制指数 M_i ;并且其中所述将该信号箝位在第一电位的步骤包括基于调制指数 M_i 确定第一和第二相位角,第一相位角对应于第一占空比极限 d_{max} ,第二相位角对应于第二占空比极限 d_{clip} 。

16. 一种电压源逆变器,包括:

控制器,其被配置为:

接收具有占空比的第一信号;和

当调制指数 M_i 大于最小调制指数 M_{i_min} 时限制所述占空比在第一占空比极限 d_{max} ,所述最小调制指数 M_{i_min} 表示失真范围,其中当所述第一信号的占空比达到根据调制指数 M_i 确定的第一相位角 α_1 时限制所述第一信号的占空比;以及

开关网络,其具有耦合到所述控制器的第一输入并具有被配置为耦合到参考电位 V_{dc} 的第二输入,所述开关网络被配置为:

将所述参考电位 V_{dc} 转换为基于所述第一信号的电压;和

传送具有所述电压的第二信号。

17. 根据权利要求 16 的电压源逆变器,其中所述控制器被进一步配置为:

当所述占空比达到表示所述第一占空比极限 d_{max} 的所述第一相位角 α_1 时将所述第一信号箝位在第一电位;和

当所述占空比达到第二相位角 α_2 时将所述第一信号箝位在第二电位。

18. 根据权利要求 16 的电压源逆变器,其中所述控制器被进一步配置为:

当 $M_{i_min} < M_i < M_{i_max}$ 时将所述第一信号箝位在第一电位,其中 M_{i_max} 是表示过调制区域的最大调制指数;和

当 $M_i \geq M_{i_max}$ 时将所述第一信号箝位在第二电位。

19. 根据权利要求 17 的电压源逆变器,其中

$$M_{i_min} = \frac{d_{max} + 0.5}{\sqrt{3k}}$$

其中 k 是因子

$$k = \frac{2V_{dc}}{\pi}$$

20. 根据权利要求 17 的电压源逆变器,其中

$$d_{max} = M_i k \sin(\alpha_1) - \frac{1}{2} - M_i k \sin\left(\alpha_1 - \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\right),$$

其中 α_1 是对应于调制指数 M_i 的相位角,且其中 k 是因子

$$k = \frac{2V_{dc}}{\pi}$$

用于控制电压源逆变器的电压线性的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明一般涉及电压源逆变器,尤其涉及用于控制电压源逆变器的输出电压分量的设备和方法。

背景技术

[0002] 使用各种控制器来控制车辆系统。基于车辆的控制器的一个实例是逆变器控制器 (inverter controller)。逆变器控制器用于控制车辆牵引驱动和许多其它车辆系统。当在车辆系统中使用逆变器控制器时,特别是在高速的情况下,希望最小化电流和转矩脉动。

[0003] 在逆变器控制器中一般使用不连续脉宽调制 (DPWM) 方法来控制三相电压源逆变器的基本输出电压分量。这些三相电压源逆变器又可以用于控制三相交流 (AC) 电动机的相电流。与例如正弦或空间矢量调制的连续脉宽调制 (PWM) 方法相比,DPWM 方法能减少逆变器损耗。

[0004] 通常,PWM 信号具有调制指数,其定义了由三相电压源逆变器产生的基本输出电压分量的振幅。该调制指数一般按照三相电压源逆变器可以产生的最大基本输出电压来定义。该调制指数 (M_i) 为:

$$[0005] \quad M_i = \frac{V_1^*}{\frac{2}{\pi} V_{dc}}$$

[0006] 其中 V_{dc} 为提供给三相电压源逆变器的直流 (DC) 电压, V_1^* 为基本输出电压分量的命令的振幅 (commanded amplitude)。

[0007] 由于电压源逆变器的实际限制,例如逆变器锁定 (lockout) 时间和最小脉宽约束,与电压源逆变器一起使用的多数 PWM 方法易受电压失真的影响。这些实际限制通常是非线性效应,表现为有限并且可控的最小和最大脉宽。对于相脚 (phase leg),电压源逆变器的任一逆变器开关可以无限期地保持“ON”状态,以分别创建占空比为零和一的脉宽的离散值。在某些操作状态期间,典型地,在高 M_i 值时,对于特定相脚的命令的占空比具有在介于最小和最大可实现脉宽之间的的脉宽并且具有相应的零和一的离散值。非线性效应产生不可实现的区域,这些区域出现在电压源逆变器的每个相位上 (例如,每基本循环四次)。

[0008] 在不可实现 (unachievable) 的区域中,通常将逆变器控制设置为将占空比箝位在最大脉宽或在连续“ON”状态中的一个电压轨 (rail)。类似地,逆变器控制还可以被设置为将占空比箝位在最小脉宽或在较低电压轨。这些常规设置中的任何一种都会改变由电压源逆变器产生的输出基本电压分量,且调制指数 (M_i) 的输入 - 输出电压关系变为非线性。

[0009] 因此,希望提供一种控制电压源逆变器的基本输出电压分量以保持输入 - 输出电压线性关系的方法。另外,希望提供一种控制器,该控制器控制电压源逆变器的基本输出电压分量同时保持输入 - 输出电压线性关系。此外,结合附图和前述的技术领域和背景技术,根据随后的详细描述和所附的权利要求书,本发明的其它所希望的特征和特性将会变得显而易见。

发明内容

[0010] 提供用于控制电压源逆变器的方法和设备。在示范性实施例中,提供一种用于更改控制电压源逆变器的信号的方法。该方法包括以下步骤:确定信号的占空比极限(duty cycle limit),当调制指数(M_i)大于最小调制指数时将该信号限制到所述占空比极限以产生输出信号,和将该输出信号传送到电压源逆变器。最小调制指数表示失真范围。

[0011] 在另一示范性实例中,提供用于更改控制电压源逆变器的信号的方法,该方法包括以下步骤:确定信号的相脚的占空比,当占空比在表示失真范围的第一占空比极限和第二占空比极限之间时将该信号箝位在第一电位,当占空比大于或等于第二占空比极限时将该信号箝位在第二电位,当占空比在表示失真范围的第三占空比和第四占空比之间时将该信号箝位在第三电位,以及当占空比小于或等于第四占空比时将该信号箝位在第四电位。

[0012] 提供用于控制逆变器负载的电压源逆变器,其包括控制器和开关网络,该开关网络具有耦合到控制器的第一输入并具有被配置为耦合到参考电位的第二输入。控制器被配置为确定第一信号的占空比,当调制指数大于最小调制指数时限制占空比在第一占空比极限以产生输出占空比。最小调制指数表示失真范围。开关网络被配置为将参考电位变成基于第一信号的电压并传送具有该电压的第二信号。

附图说明

[0013] 结合下面的附图,在下文中将描述本发明,其中相同的附图标记表示相同的元件,以及

[0014] 图 1 是根据本发明示范性实施例的电压源逆变器系统;

[0015] 图 2 是更详细的图 1 所示的逆变器电路;

[0016] 图 3 是用于说明图 1 示出的电压源逆变器 10 的操作的输入调制波形;

[0017] 图 4 是用于说明图 1 示出的电压源逆变器 10 的操作的输出调制波形;和

[0018] 图 5 是根据本发明示范性实施例的控制电压源逆变器的调制信号的方法。

具体实施方式

[0019] 下面的详细描述本质上仅是示范性的,并不打算限制本发明或本发明的应用和使用。此外,也不打算受如前所述的技术领域、背景技术、主要内容或以下详细描述中任何明确表示的或暗指的理论的约束。

[0020] 参考图 1,示出了根据本发明的示范性实施例的电压源逆变器系统 10。电压源逆变器系统 10 包括控制器 32、耦合到控制器 32 的逆变器电路 30、和耦合到逆变器电路 30 的交流(AC)电动机 12。一般而言,控制器 32 具有配置为接收具有调制指数(M_i)的输入 PWM 信号的输入,并且基于该调制指数(M_i)更改输入 PWM 信号,以产生保持电压源逆变器系统 10 的输入-输出电压关系的线性的输出信号。逆变器电路 30 接收来自控制器 32 的输出信号并将该输出信号转换成用于操作交流电动机 12 的经过调制的电压波形。AC 电动机 12 可以是在许多车辆系统或子系统(例如,牵引驱动控制系统)中的机动车辆中通常使用的任一常规 AC 电动机。

[0021] 图 2 是图 1 的更详细的逆变器电路 30。逆变器电路 30 是耦合到 AC 电动机 12 的三相电路。更具体地,逆变器电路 30 包括电压源(14、16)和具有耦合到电压源(14、16)的

第一输入和配置为耦合到 AC 电动机 12 的输出的开关网络。

[0022] 所述开关网络包括三对串联开关,所述串联开关具有对应于每相的反并联二极管(即,与每个开关反并联)。每对串联开关包括第一开关(18、22、26)和第二开关(20、24、28),第一开关(18、22、26)具有耦合到电压源(14、16)的正电极的第一端,第二开关(20、24、28)具有分别耦合到电压源(14、16)的负电极的第二端和耦合到第一开关(18、22、26)的第二端的第一端。

[0023] 图 3 是用于说明图 1 示出的电压源逆变器 10 的操作的输入调制波形。为了说明简单,关于与提供给电压源逆变器的输入调制信号(例如,PWM 信号)正半波相关联的占空比示出和描述了输入调制波形。对于输入调制信号的每个基本循环,该输入调制波形还包括基本对称的负半波。另外,输入调制信号的正半波对应于电压源逆变器的单个相脚。一旦调制指数 (M_i) 增加超过其中命令的占空比 (d) 大于最大占空比极限 (d_{max}) 或小于最小占空比极限 (d_{min}) 的值,则电压源逆变器的输入-输出电压关系会变成非线性的。

[0024] 图 4 是用于说明图 1 示出的电压源逆变器 10 的操作的输出调制波形。为了说明简单,关于与提供给电压源逆变器的经过更改的调制信号(例如,更改的 PWM 信号)的正半波相关联的占空比,示出和描述了输出调制波形。为充分保持电压源逆变器的基本分量的输入-输出电压线性,图 3 示出的输入调制波形被限于在输入调制波形的第一正半波(例如,在大约 0° 和大约 90° 之间)的第一和第二相位角(例如, α_1 和 α_2) 之间的最大占空比极限 (d_{max})。一旦输入调制波形的电相位角达到了第二相位角 (α_2),则占空比就被限制于参考电位,例如上电压轨。对于第二正半波(例如,在大约 90° 和大约 180° 之间),图 3 示出的输入调制波形类似地在与输入调制波形正半波的第一半的第一和第二相位角 (α_1 、 α_2) 呈大约 90° 对称的第二正半波的第一和第二相位角处限制于 d_{max} 。该处理的结果是图 4 示出的输出调制波形。另外,对于输入调制信号负半波的第一半和第二半,重复限制输入调制信号正半波的第一半和第二半的占空比的该处理。

[0025] 优选从下式得出于发生该补偿(例如,更改输入调制波形的占空比)的最小调制指数 (M_{i_min}):

$$[0026] \quad M_{i_min} = \frac{d_{max} + 0.5}{\sqrt{3k}},$$

[0027] 其中 d_{max} 以 ± 0.5 为基准,如图 3 和 4 所示,且因子 k 由以下给出:

$$[0028] \quad k = \frac{2V_{dc}}{\pi}.$$

[0029] 对应于最大调制指数 (M_{i_max}) 的过调制范围在以下点发生:

$$[0030] \quad M_{i_max} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \approx 0.907$$

[0031] 最小调制指数 (M_{i_min}) 和最大调制指数 (M_{i_max}) 建立了对于电压源逆变器的输入-输出电压关系的可能失真的补偿范围(例如, $M_{i_min} < M_i < M_{i_max}$)。

[0032] 当调制指数 M_i 在失真范围(例如 $M_{i_min} < M_i < M_{i_max}$)内时,第一相位角 (α_1) 是调制指数 M_i 和最大脉宽的函数,且其由下式得出:

$$[0033] \quad d_{max} = M_i k \sin(\alpha_1) - \frac{1}{2} - M_i k \sin\left(\alpha_1 - \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\right)$$

[0034] 一旦第一相位角 (α_1) 已知, 作为调制指数 M_i 和最大脉宽的函数的第二相位角 (α_2) 由下式得出:

$$[0035] \quad M_{ik} = \frac{1}{\pi^2} \left[2M_{ik}\pi\alpha_1 + 2M_i\alpha_1 + \sqrt{3}M_i - 2\pi \right] +$$

$$[0036] \quad \frac{1}{\pi^2} \left[2\pi \cos(\alpha_1) - M_{ik}\pi \sin(2\alpha_1) - 2M_i \sin\left(2\alpha_1 + \frac{\pi}{3}\right) \right] +$$

$$[0037] \quad \frac{4}{\pi} d_{\max} [\cos(\alpha_1) - \cos(\alpha_2)] + \frac{2}{\pi} \cos(\alpha_2)$$

[0038] d_{clip} 的值随第一和第二相位角 (α_1 、 α_2) 而改变, 第一和第二相位角 (α_1 、 α_2) 又随着命令的调制指数 (M_i) 和最大脉宽而改变。在示范性实施例中, 可预先确定和存储 (例如, 在查找表中) d_{clip} 的值, 用于由控制器 32 (图 1) 存取, 以确定通常提供到电压源逆变器 10 (图 1) 的占空比。为命令的调制指数 (M_i) 使用 d_{clip} 的该预定值, 可用控制器 32 (图 1) 更改传送到开关网络的实际脉冲。

[0039] 当命令的调制指数 (M_i) 大于最大调制指数 (M_{i_max}) 时, d_{clip} 的值近似为:

$$[0040] \quad d_{\text{clip}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} - d_{\max} \right)$$

[0041] 参考图 1 和 5, 示出了根据本发明的示范性实施例的控制电压源逆变器的调制信号的方法。在步骤 105 中控制器 32 确定命令的调制指数 (M_i) 是否大于最小调制指数 (M_{i_min})。如前所述, 最小调制指数 (M_{i_min}) 表示对应于最大占空比极限 (d_{\max}) 的失真范围。在命令的调制指数 (M_i) 小于最小调制指数 (M_{i_min}) 的情况下, 在步骤 110 中控制器 32 确定输入调制信号的每个相脚的占空比。例如, 对于三相电压源逆变器, 控制器 32 确定三相中每相的相脚的占空比。在步骤 110 确定占空比之后, 在步骤 135 中控制器 32 将输出占空比传送给逆变器电路 30。

[0042] 在命令的调制指数 (M_i) 大于最小调制指数 (M_{i_min}) 的情况下, 在步骤 115 中控制器 32 确定输入调制信号的每个相脚的占空比。在步骤 115 确定占空比之后, 在步骤 120 中控制器 32 确定命令的调制指数 (M_i) 是否大于最大调制指数 (M_{i_max})。在命令的调制指数 (M_i) 小于最大调制指数 (M_{i_max}) 的情况下, 在步骤 130 中当 $M_{i_min} < M_i < M_{i_max}$ 时, 控制器 32 利用第一组相位角 (α_1 、 α_2) 将占空比限制到最大占空比极限 d_{\max} 。在示范性实施例中, 当占空比达到表示最大占空比极限 d_{\max} 的第一相位角 (α_1) 时, 控制器 32 将输入调制信号箝位在第一电位, 且当占空比达到第二相位角 (α_2) 时, 控制器 32 将该信号箝位在第二电位。如先前在上文中提到的, 优选从下式得出最小调制指数 (M_{i_min}):

$$[0043] \quad M_{i_min} = \frac{d_{\max} + 0.5}{\sqrt{3k}},$$

[0044] 且因子 k 如下给出:

$$[0045] \quad k = \frac{2V_{dc}}{\pi}$$

[0046] 在示范性实施例中, 对应于最大调制指数 (M_{i_max}) 的过调制范围在以下点发生:

$$[0047] \quad M_{i_max} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \approx 0.907$$

[0048] 在步骤 125 中,当 $M_i > M_{i_max}$ 时,控制器 32 利用不同于第一组相位角的第二组相位角 (α_1 、 α_2) 将占空比限制到最大占空比极限 d_{max} 。例如,当占空比达到表示最大占空比极限 (d_{max}) 的第一相位角 (α_1) 时,控制器 32 将输入调制信号箝位在第一电位,且当 $M_i > M_{i_max}$ 时,当占空比达到第二相位角 (α_2) 时,控制器 32 将该信号箝位在第二电位。在示范性实施例中,第二占空比极限 (d_{clip}) 可通过下式确定:

$$[0049] \quad d_{clip} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} - d_{max} \right)$$

[0050] 在步骤 125 将占空比限制在第二占空比极限之后,在步骤 130 中控制器 32 传送与更改的信号相关的输出占空比。

[0051] 虽然参考 DPWM 信号方法示出和描述了该方法的示范性实施例,所述 DPWM 信号方法是一种对单位功率因子负载 (unit power factor load) (例如,DPWM1) 优化的开关损耗,但对于其它 DPWM 信号方法可更改代表各种占空比的等式。

[0052] 虽然在前面的详细描述中已给出了至少一个示范性实施例,但应该意识到存在大量变形。还应该意识到该示范性实施例或多个示范性实例仅是例子,并不打算以任何方式限制本发明的范围、适用性或配置。相反地,前面的详细描述将给本领域的技术人员提供实现该示范性实施例或多个示范性实施的便利的指导方针。应该理解,在不偏离如在所附的权利要求书和其法律等价物中记载的本发明范围的情况下,可以对元件的功能和布置进行各种改变。

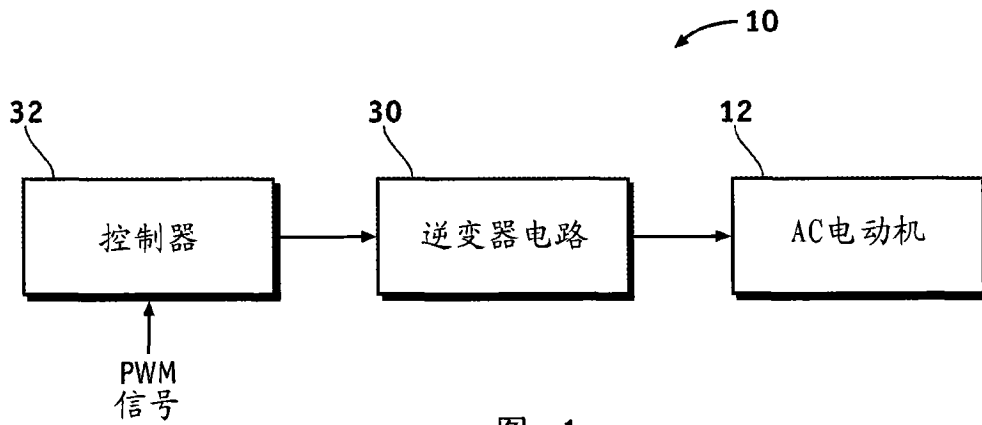


图 1

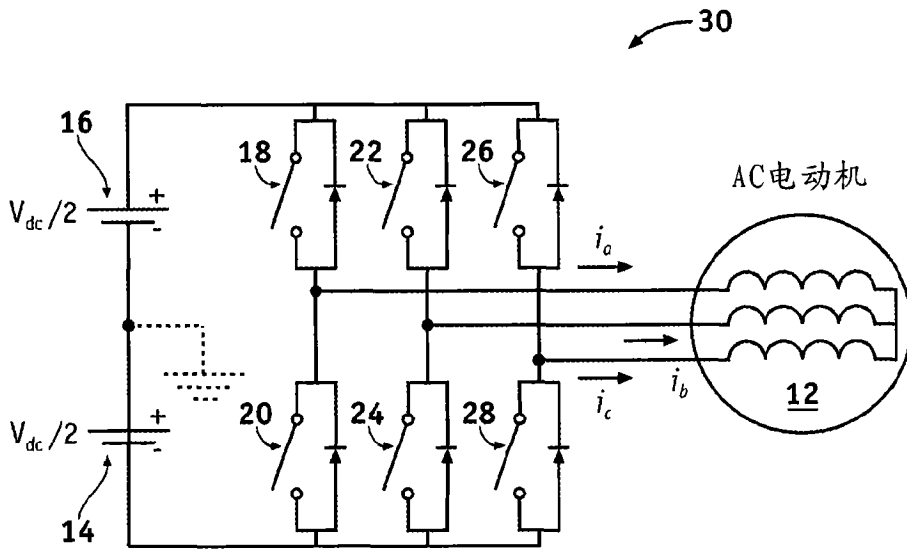


图 2

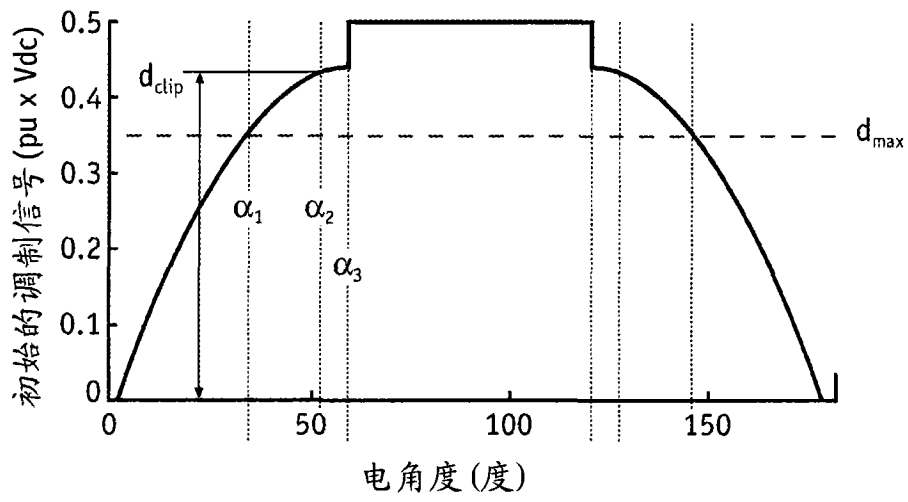


图 3

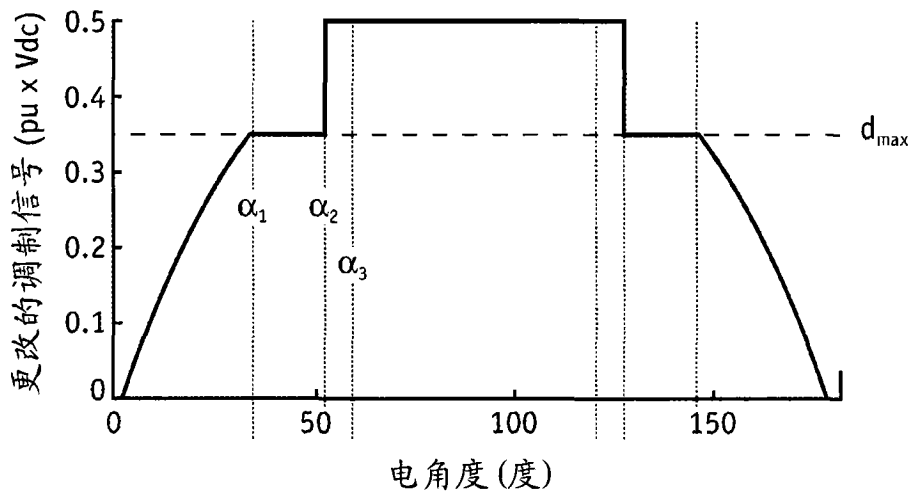


图 4

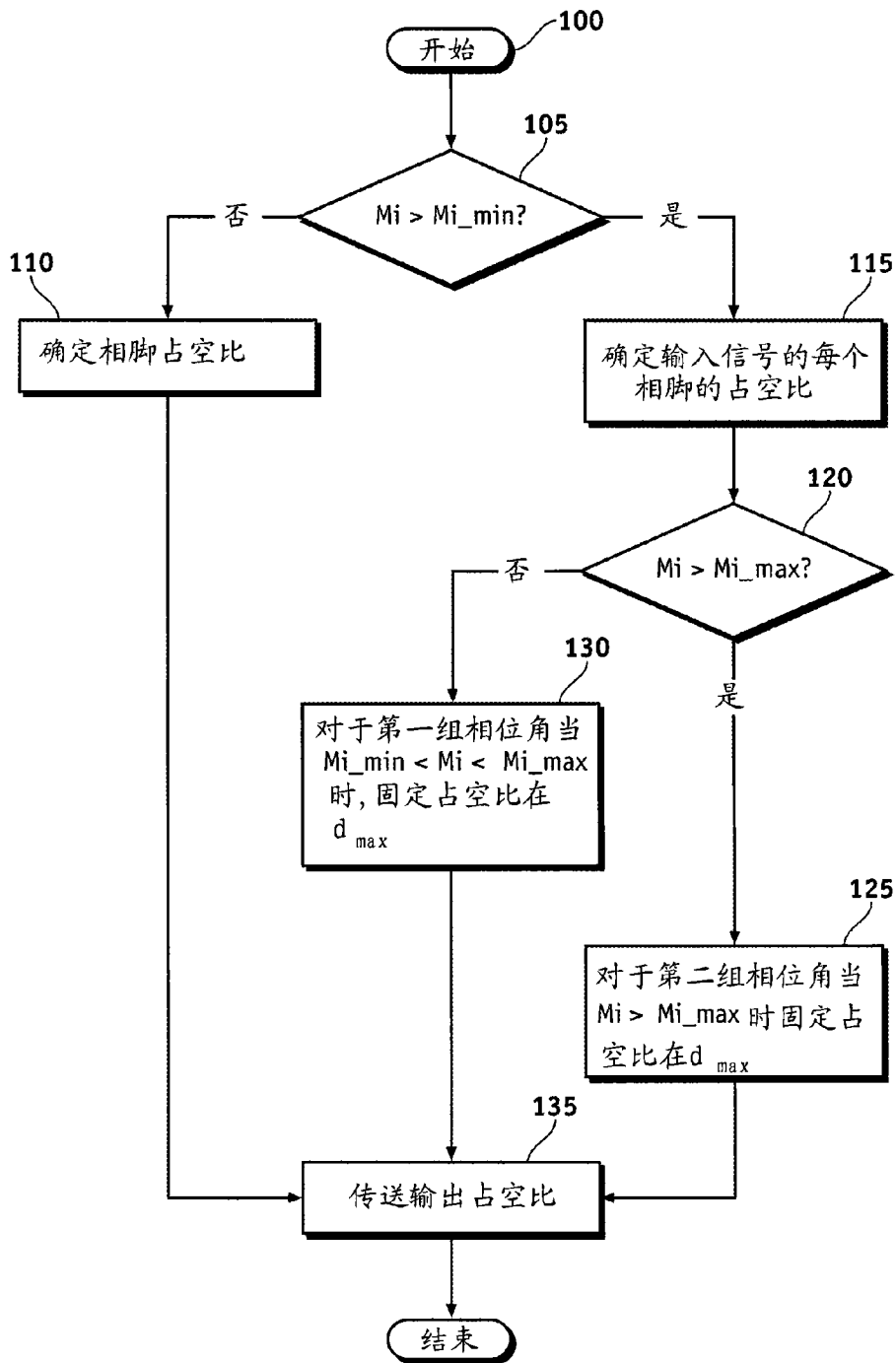


图 5