



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 107040155 A

(43) 申请公布日 2017. 08. 11

(21) 申请号 201510444671. 1

(22) 申请日 2015. 07. 27

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法务部

(72) 发明人 陈双全 翟立辉 刘辉 林东华  
陈景熙 魏学海 乐庆 李建国

(74) 专利代理机构 工业和信息化部电子专利中心 11010

代理人 梁军

(51) Int. Cl.

H02M 7/483(2007. 01)

H02M 7/5395(2006. 01)

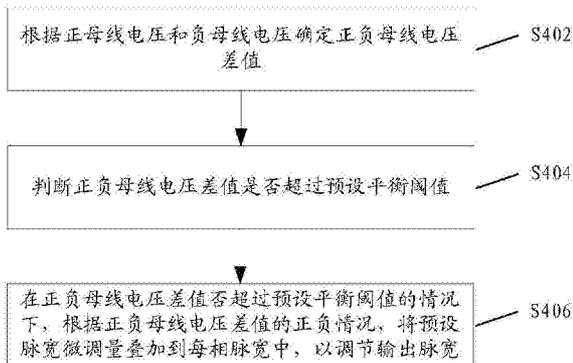
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

多电平变换器中脉冲的调节方法、装置及多电平变换器

(57) 摘要

本发明公开了一种多电平变换器中脉冲的调节方法、装置及多电平变换器,其中,该方法包括:根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;判断正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;在正负母线电压差值否超过预设平衡阈值的情况下,根据正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微测量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。通过运用本发明,解决了现有技术中,在使用脉宽调制技术解决一些具体问题时,例如母线中点平衡调节控制中,现有的方法无法解决其存在的问题,且会带来很多弊端的问题。



1. 一种多电平变换器中脉冲的调节方法,其特征在于,包括:

根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;

判断所述正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;

在所述正负母线电压差值否超过所述预设平衡阈值的情况下,根据所述正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。

2. 如权利要求 1 所述的调节方法,其特征在于,根据所述正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中之前,还包括:

根据所述正负母线电压差值和预设转换系数确定初始的预设脉宽微调量;

对所述初始的预设脉宽微调量进行限幅处理,以得到所述预设脉宽微调量。

3. 如权利要求 2 所述的调节方法,其特征在于,对所述初始的预设脉宽微调量进行限幅处理包括:

判断所述初始的预设脉宽微调量是否处于预设范围内,所述预设范围为大于等于预设的调节下限值且小于等于预设的调节上限值的范围;

如果是,则设置所述初始的预设脉宽微调量为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量;

如果不是,则在所述初始的预设脉宽微调量小于所述调节下限值时,设置所述调节下限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量,在所述初始的预设脉宽微调量大于所述调节上限值时,确定所述调节上限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的调节方法,其特征在于,根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值之前,还包括:

按照预定时间间隔获取所述正母线电压和所述负母线电压。

5. 一种多电平变换器中脉冲的调节装置,其特征在于,包括:

第一确定模块,用于根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;

判断模块,用于判断所述正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;

调节模块,用于在所述正负母线电压差值否超过所述预设平衡阈值的情况下,根据所述正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。

6. 如权利要求 5 所述的调节装置,其特征在于,所述装置还包括:

第二确定模块,用于根据所述正负母线电压差值和预设转换系数确定初始的预设脉宽微调量;

处理模块,用于对所述初始的预设脉宽微调量进行限幅处理,以得到所述预设脉宽微调量。

7. 如权利要求 6 所述的调节装置,其特征在于,所述处理模块包括:

判断单元,用于判断所述初始的预设脉宽微调量是否处于预设范围内,所述预设范围为大于等于预设的调节下限值且小于等于预设的调节上限值的范围;

处理单元,用于在所述初始的预设脉宽微调量处于所述预设范围内的情况下,设置所述初始的预设脉宽微调量为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量;在所述初始的预设脉宽微调量不处于所述预设范围内的情况下,在所述初始的预设脉宽微调量小于所述调节下限值时,设置所述调节下限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量,在所述初始的预设脉宽微调量大于所述调节上限值时,确定所述调节上限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量。

8. 如权利要求 5 至 7 中任一项所述的调节装置,其特征在于,所述装置还包括:  
获取模块,用于按照预定时间间隔获取所述正母线电压和所述负母线电压。
9. 一种多电平变换器,其特征在于,包括:权利要求 5 至 8 中任一项所述的多电平变换器中脉冲的调节装置。

## 多电平变换器中脉冲的调节方法、装置及多电平变换器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子领域,特别是涉及一种多电平变换器中脉冲的调节方法、装置及多电平变换器。

### 背景技术

[0002] 随着电力电子技术的发展,多电平功率变换器在中高压大功率变换领域得到广泛应用,相应的 PWM(脉冲宽度调制,Pulse Width Modulation)控制技术种类繁多,常用的有 SPWM(正弦脉冲宽度调制,Sinusoidal PWM)控制技术、SVPWM 控制技术(空间矢量脉宽调制,Space Vector Pulse Width Modulation),在具体的 PWM 控制技术中,常需要对理论脉宽进行调整,以满足不同负载,不同情况下的脉宽调制。例如,在三电平逆变拓扑中为实现母线中点平衡的控制,就需要调整脉宽作用时间来保证母线平衡,常用的零序电流控制,输出电流不平衡控制等控制策略中,都需要对理论脉宽进行调整来达到相应的目的。

[0003] 以母线中点平衡调节控制为例,原有控制技术多通过 SVPWM 矢量中微调正负小矢量的作用时间来控制,如图 1 所示,为三电平逆变器电路图,以三电平逆变器为例,如图 2 所示,为常用三电平空间矢量分布图,如图 3 所示,为目标矢量处于 D 区域时,实现选择方式示意图;在调节中,若中点电位偏高,即  $U_{c2}$  大于  $U_{c1}$  时,现有技术通过减小正矢量作用时间,增大负矢量作用时间,使电容  $C_1$  充电,  $C_2$  放电,从而减小  $U_{c2}$ ,增大  $U_{c1}$ ;若中点电位偏低,即  $U_{c1}$  大于  $U_{c2}$  时,现有技术通过增大正矢量作用时间,减小负矢量作用时间,使电容  $C_1$  放电,  $C_2$  充电,从而减小  $U_{c1}$ ,增大  $U_{c2}$ ;如此通过母线中点电位的变化来调整正负小矢量作用时间,控制电容充放电,从而达到维持中点平衡的效果。

[0004] 但是,上述技术的实现需要依赖于正负小矢量的调节,该调节方式限制了脉宽调制中对矢量的选择,且小矢量的应用也会带来诸多问题,例如共模电压共模电流较大,严重时会影响系统的稳定运行。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种多电平变换器中脉冲的调节方法、装置及多电平变换器,用以解决现有技术中,在使用脉宽调制技术解决一些具体问题时,例如母线中点平衡调节中,现有的方法无法解决其存在的问题,且会带来很多弊端的问题。

[0006] 为解决上述技术问题,一方面,本发明提供一种多电平变换器中脉冲的调节方法,包括:根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;判断所述正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;在所述正负母线电压差值否超过所述预设平衡阈值的情况下,根据所述正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。

[0007] 进一步,根据所述正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中之前,还包括:根据所述正负母线电压差值和预设转换系数确定初始的预设脉宽微调量;对所述初始的预设脉宽微调量进行限幅处理,以得到所述预设脉宽微调量。

[0008] 进一步,对所述初始的预设脉宽微调量进行限幅处理包括:判断所述初始的预设脉宽微调量是否处于预设范围内,所述预设范围为大于等于预设的调节下限值且小于等于预设的调节上限值的范围;如果是,则设置所述初始的预设脉宽微调量为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量;如果不是,则在所述初始的预设脉宽微调量小于所述调节下限值时,设置所述调节下限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量,在所述初始的预设脉宽微调量大于所述调节上限值时,确定所述调节上限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量。

[0009] 进一步,根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值之前,还包括:按照预定时间间隔获取所述正母线电压和所述负母线电压。

[0010] 另一方面,本发明还提供一种多电平变换器中脉冲的调节装置,包括:第一确定模块,用于根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;判断模块,用于判断所述正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;调节模块,用于在所述正负母线电压差值否超过所述预设平衡阈值的情况下,根据所述正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。

[0011] 进一步,所述装置还包括:第二确定模块,用于根据所述正负母线电压差值和预设转换系数确定初始的预设脉宽微调量;处理模块,用于对所述初始的预设脉宽微调量进行限幅处理,以得到所述预设脉宽微调量。

[0012] 进一步,所述处理模块包括:判断单元,用于判断所述初始的预设脉宽微调量是否处于预设范围内,所述预设范围为大于等于预设的调节下限值且小于等于预设的调节上限值的范围;处理单元,用于在所述初始的预设脉宽微调量处于所述预设范围内的情况下,设置所述初始的预设脉宽微调量为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量;在所述初始的预设脉宽微调量不处于所述预设范围内的情况下,在所述初始的预设脉宽微调量小于所述调节下限值时,设置所述调节下限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量,在所述初始的预设脉宽微调量大于所述调节上限值时,确定所述调节上限值为调节输出脉宽的所述预设脉宽微调量。

[0013] 进一步,所述装置还包括:获取模块,用于按照预定时间间隔获取所述正母线电压和所述负母线电压。

[0014] 又一方面,本发明还提供一种多电平变换器,包括:上述任一项的多电平变换器中脉冲的调节装置。

[0015] 本发明为正负母线电压设置了一个平衡阈值,当正负母线电压差值超过该平衡阈值时,根据正负母线电压差值的正负情况来将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽,达到调节正、负母线电压的目的,该调节方式对矢量的选择没有任何限制,解决了现有技术中,在使用脉宽调制技术解决一些具体问题时,例如母线中点平衡调节中,现有的方法无法解决其存在的问题,且会带来很多弊端的问题。

## 附图说明

[0016] 图 1 是现有技术中三电平逆变器电路图;

[0017] 图 2 是现有技术中常用三电平空间矢量分布图;

[0018] 图 3 是现有技术中目标矢量处于 D 区域时的实现选择方式示意图;

[0019] 图 4 是本发明实施例中多电平变换器中脉冲的调节方法的流程图;

- [0020] 图 5 是本发明实施例中多电平变换器中脉冲的调节装置的结构示意图；
- [0021] 图 6 是本发明实施例中多电平变换器中脉冲的调节装置的优选结构示意图；
- [0022] 图 7 是本发明实施例中多电平变换器中脉冲的调节装置处理模块的结构示意图；
- [0023] 图 8 是本发优选明实施例中五电平变换器电路图；
- [0024] 图 9 是本发优选明实施例中七电平变换器电路图；
- [0025] 图 10 是本发优选明实施例中多电平母线中点平衡控制方法的流程图；
- [0026] 图 11 是本发优选明实施例中不用小矢量情况下的一种矢量选择方式之一；
- [0027] 图 12 是本发优选明实施例中对每相脉宽进行矢量微调方式之一；
- [0028] 图 13 是本发优选明实施例中对每相脉宽进行矢量微调方式之一。

### 具体实施方式

[0029] 为了解决现有技术中,在使用脉宽调制技术解决一些具体问题时,例如母线中点平衡调节中,现有的方法无法解决其存在的问题,且会带来很多弊端的问题,本发明提供了一种多电平变换器中脉冲的调节方法、装置及多电平变换器,以下结合附图以及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不限定本发明。

[0030] 本发明实施例针对在实现母线中点平衡调节控制策略中,需要依赖于正负小矢量的调节,该调节方式限制了脉宽调制中对矢量的选择,且小矢量的应用也会带来诸多弊端的问题,提供一种多电平变换器中脉冲的调节方法,该方法的流程如图 4,包括步骤 S402 至 406:

[0031] S402,根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;

[0032] S404,判断正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;

[0033] S406,在正负母线电压差值否超过预设平衡阈值的情况下,根据正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。

[0034] 本发明实施例为正负母线电压设置了一个平衡阈值,当正负母线电压差值超过该平衡阈值时,根据正负母线电压差值的正负情况来将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽,达到调节正、负母线电压的目的,该调节方式对矢量的选择没有任何限制,上述对脉宽进行调制的方式,解决了现有技术中存在的问题,具体的为在实现母线中点平衡调节控制策略中,需要依赖于正负小矢量的调节,该调节方式限制了脉宽调制中对矢量的选择,且小矢量的应用也会带来诸多弊端的问题。

[0035] 在根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值之前,可以按照预定时间间隔获取正母线电压和负母线电压。上述的预定时间间隔不宜设置的太长,时间太长可能调节过度,也不能设置的时间太短,时间太短可能调节还没有显示出一定效果,因此,本领域技术人员可以根据经验值,设置一个较为合适的预定时间间隔。

[0036] 在实现时,预设脉宽微调量可以根据本领域技术人员的经验值或实验数据预先设置,当然,也可以根据实际确定的正负母线电压差值来确定预设脉宽微调量,则在根据正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中之前,根据正负母线电压差值和预设转换系数确定初始的预设脉宽微调量;对初始的预设脉宽微调量进行限幅处理,以得到预设脉宽微调量。如果采用上述的根据实际确定的正负母线电压差值来确定预

设脉宽微调量的方法,则其预设转换系数可以根据本领域技术人员的经验值或实验数据进行预先设置。

[0037] 上述过程中,对初始的预设脉宽微调量进行限幅处理的过程如下,包括:判断初始的预设脉宽微调量是否处于预设范围内,预设范围为大于等于预设的调节下限值且小于等于预设的调节上限值的范围;如果是,则设置初始的预设脉宽微调量为调节输出脉宽的预设脉宽微调量;如果不是,则在初始的预设脉宽微调量小于调节下限值时,设置调节下限值为调节输出脉宽的预设脉宽微调量,在初始的预设脉宽微调量大于调节上限值时,确定调节上限值为调节输出脉宽的预设脉宽微调量。

[0038] 本发明实施例还提供了一种多电平变换器中脉冲的调节装置,该装置的结构示意如图 5 所示,包括:第一确定模块 10,用于根据正母线电压和负母线电压确定正负母线电压差值;判断模块 20,与第一确定模块 10 耦合,用于判断正负母线电压差值是否超过预设平衡阈值;调节模块 30,与判断模块 20 耦合,用于在正负母线电压差值否超过预设平衡阈值的情况下,根据正负母线电压差值的正负情况,将预设脉宽微调量叠加到每相脉宽中,以调节输出脉宽。进一步,上述装置还可以包括与第一确定模块耦合的获取模块,用于按照预定时间间隔获取正母线电压和负母线电压。

[0039] 图 6 示出了上述装置的优选结构示意图,上述装置还包括:第二确定模块 40,与判断模块 20 耦合,用于根据正负母线电压差值和预设转换系数确定初始的预设脉宽微调量;处理模块 50,与第二确定模块 40 和调节模块 30 耦合,用于对初始的预设脉宽微调量进行限幅处理,以得到预设脉宽微调量。

[0040] 其中,处理模块的结构如图 7 所示,包括:判断单元 501,用于判断初始的预设脉宽微调量是否处于预设范围内,预设范围为大于等于预设的调节下限值且小于等于预设的调节上限值的范围;处理单元 502,与判断单元 501 耦合,用于在初始的预设脉宽微调量处于预设范围内的情况下,设置初始的预设脉宽微调量为调节输出脉宽的预设脉宽微调量;在初始的预设脉宽微调量不处于预设范围内的情况下,在初始的预设脉宽微调量小于调节下限值时,设置调节下限值为调节输出脉宽的预设脉宽微调量,在初始的预设脉宽微调量大于调节上限值时,确定调节上限值为调节输出脉宽的预设脉宽微调量。

[0041] 本发明实施例还提供了一种多电平变换器,其包括上述的多电平变换器中脉冲的调节装置。本领域技术人员根据上述记载,知晓如何将上述多电平变换器中脉冲的调节装置设置在多电平变换其中,此处不再赘述。

[0042] 优选实施例

[0043] 现有技术为实现母线中点平衡调节控制策略中,需要依赖于正负小矢量的调节,该调节方式限制了脉宽调制中对矢量的选择,且小矢量的应用也会带来诸多弊端,那么在不选用小矢量的 SVPWM 发波方式中,如何解决母线中点平衡就成为首要解决问题。本发明实施例针对上述存在的问题,提供一种基于 SVPWM 的多电平母线中点平衡控制方法,在不考虑小矢量作用情况下,来解决母线中点平衡的问题。

[0044] 本实施例的基于 SVPWM 的多电平母线中点平衡控制方法,应用于多电平变换器,例如,如图 8 所示的五电平变换器电路图,如图 9 所示的七电平变换器电路图,当然,本实施例提供的方法对于不同拓扑的多电平变换器均适用。下面以三电平变换器为例,对上述多电平母线中点平衡控制方法进行说明,其流程如图 10 所示,包括步骤 S1001 至 S1008:

[0045] S1001 :检测正负母线电压  $U_{c1}$ ,  $U_{c2}$ ;

[0046] S1002 :根据检测到的正负母线电压获取正负母线电压差值  $\Delta U$ ;

[0047] S1003 :判断该差值是否超过所设定的母线平衡阈值  $U_{ref}$ ;如果是,则执行 S1004,否则执行 S1008。

[0048] S1004 :当所述正负母线电压差  $\Delta U$  超过设定母线平衡阈值  $U_{ref}$  时,根据正负母线电压差值  $\Delta U$ ,并通过转换系数  $k$ ,将所述正负母线电压差值转换为脉宽微调量  $\Delta d$ ,即  $\Delta d = k * \Delta U$ ;

[0049] S1005 :将得到的脉宽微调量  $\Delta d$  进行限幅处理,即当  $\Delta d$  大于阈值上限值  $\Delta d_{uplimit}$  时,取  $\Delta d$  为阈值上限值;当  $\Delta d$  小于阈值下限值时,取  $\Delta d$  为阈值下限值,即当  $\Delta d > \Delta d_{uplimit}$  时,  $\Delta d = \Delta d_{uplimit}$ ;当  $\Delta d < \Delta d_{downlimit}$  时,  $\Delta d = \Delta d_{downlimit}$ ;

[0050] S1006 :根据当前矢量所处扇区及所选合成矢量,并根据正负母线电压差值  $\Delta U$  的正负,确定上述所获取的脉宽微调量  $\Delta d$  是正叠加还是负叠加到脉宽调节量  $D$  中;

[0051] S1007 :通过对每相脉宽进行微调  $D \pm \Delta d$ ,实现对电容  $C_1$ 、 $C_2$  的充放电。

[0052] S1008 :结束流程。

[0053] 如图 11 所示,为本实施例不用小矢量情况下的一种矢量选择方式。从图 11 可知,不带小矢量的矢量控制中,合成目标矢量的矢量有零矢量 000,中矢量 10-1,大矢量 1-1-1,其中,零矢量和大矢量不影响母线电压,中矢量对母线电压的影响未知,那么在该矢量选择中,无法利用原有技术通过控制小矢量的方式来维持母线中点平衡,接下来,本实施例基于 SVPWM 的多电平母线中点平衡控制策略将对该情况下如何控制母线中点电压平衡进行详述。

[0054] 在本实施例步骤 S1007 中,通过对每相脉宽进行微调  $D \pm \Delta d$ ,实现对电容  $C_1$  和  $C_2$  的充放电,如图 12 和 13 所示,分别为对每相脉宽进行微调的方式之一。如图 12 所示,通过本方案微调每相脉宽,在不增加开关损耗的前提下,微调后的脉宽以正小矢量 100 的方式呈现,从而起到增大母线中点电压的效果。如图 13 所示,通过本方案微调每相脉宽,在不增加开关损耗的前提下,微调后的脉宽以负小矢量 00-1 的方式呈现,从而起到减小母线中点电压的效果。图 12 和 13 所示的矢量调节平衡母线中点电压方式根据运行实际情况进行选择,从而可以在没有小矢量可供调节的方式下完成母线中点电压的调节。

[0055] 综上所述,本发明实施例通过利用所述多电平变换器的矢量调节方式对每相脉宽进行微调来抑制母线中点电压波动,从而实现在没有小矢量的情况下,完成多电平母线中点平衡的控制。

[0056] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的矢量调节思路适用于包括但不限于 T 型三电平变换器、I 型三电平变换器,五电平变换器,七电平变换器以及多电平变换器等不同拓扑中,应用该矢量调节思路可以应用于包括但不限于母线中点平衡调节,零序电流调节等不同目的算法调节中,该发明思路可以用通用的计算装置来实现,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行本发明的矢量调节思路,或者将它制作成集成电路模块。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0057] 尽管为示例目的,已经公开了本发明的优选实施例,本领域的技术人员将意识到各种改进、增加和取代也是可能的,因此,本发明的范围应当不限于上述实施例。



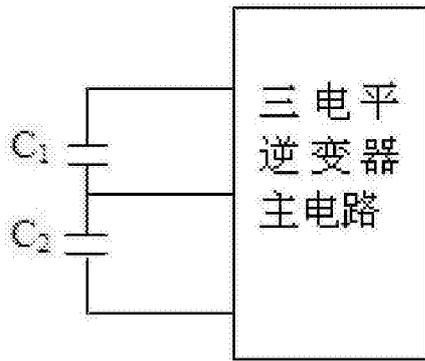


图 1

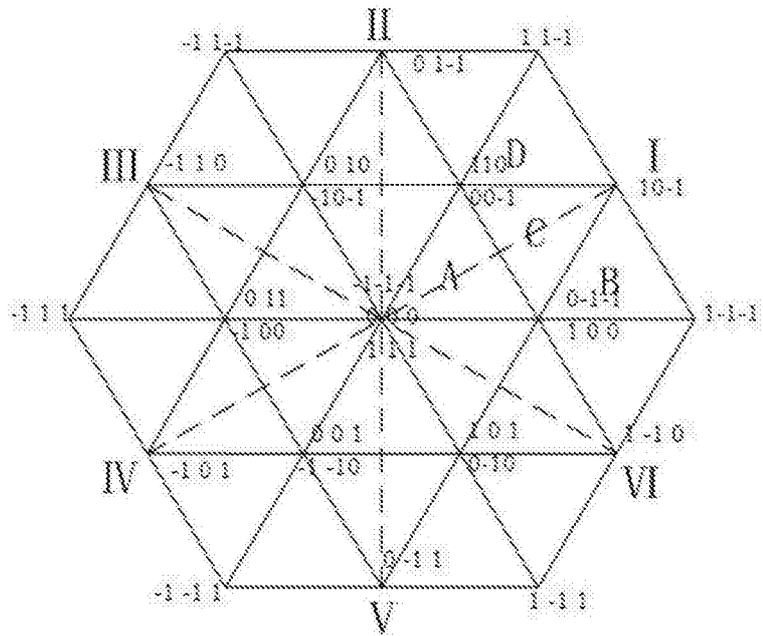


图 2

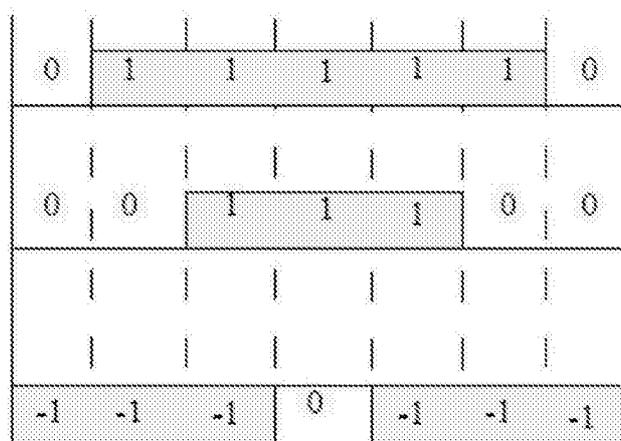


图 3

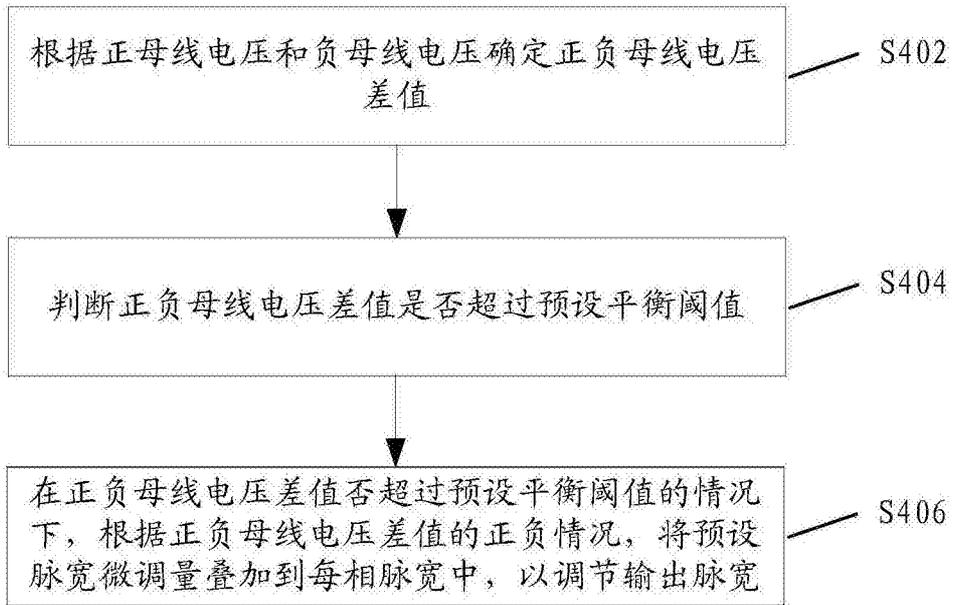


图 4



图 5

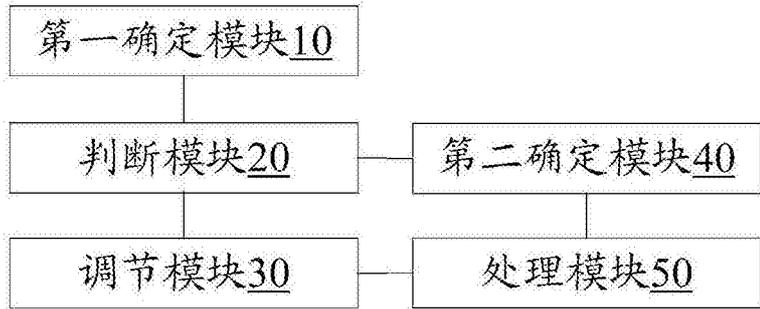


图 6



图 7

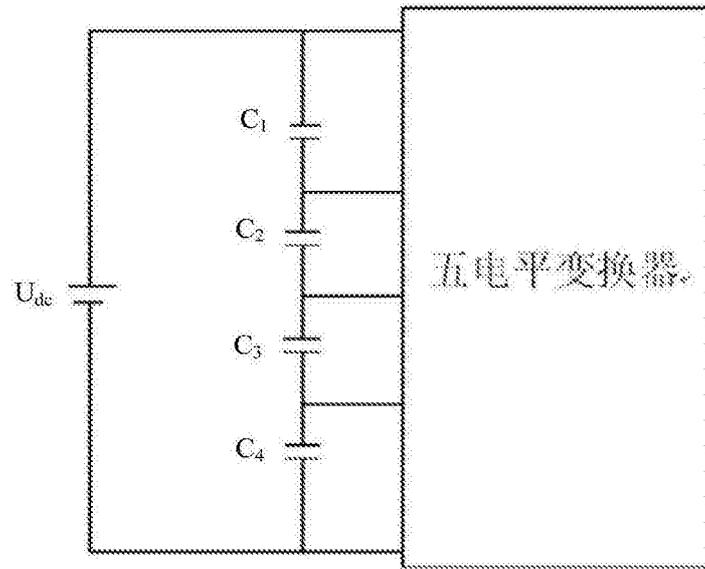


图 8

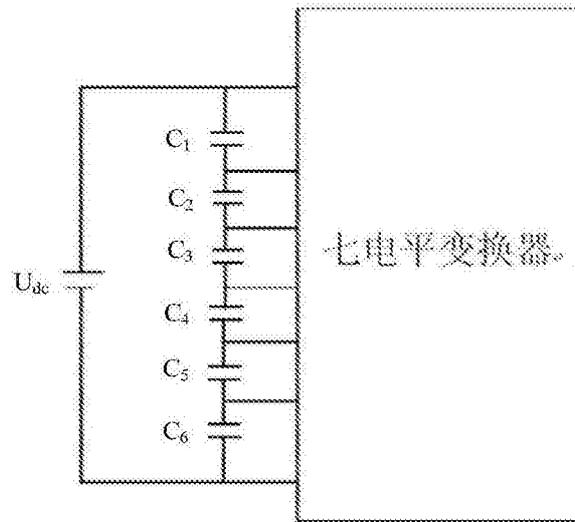


图 9

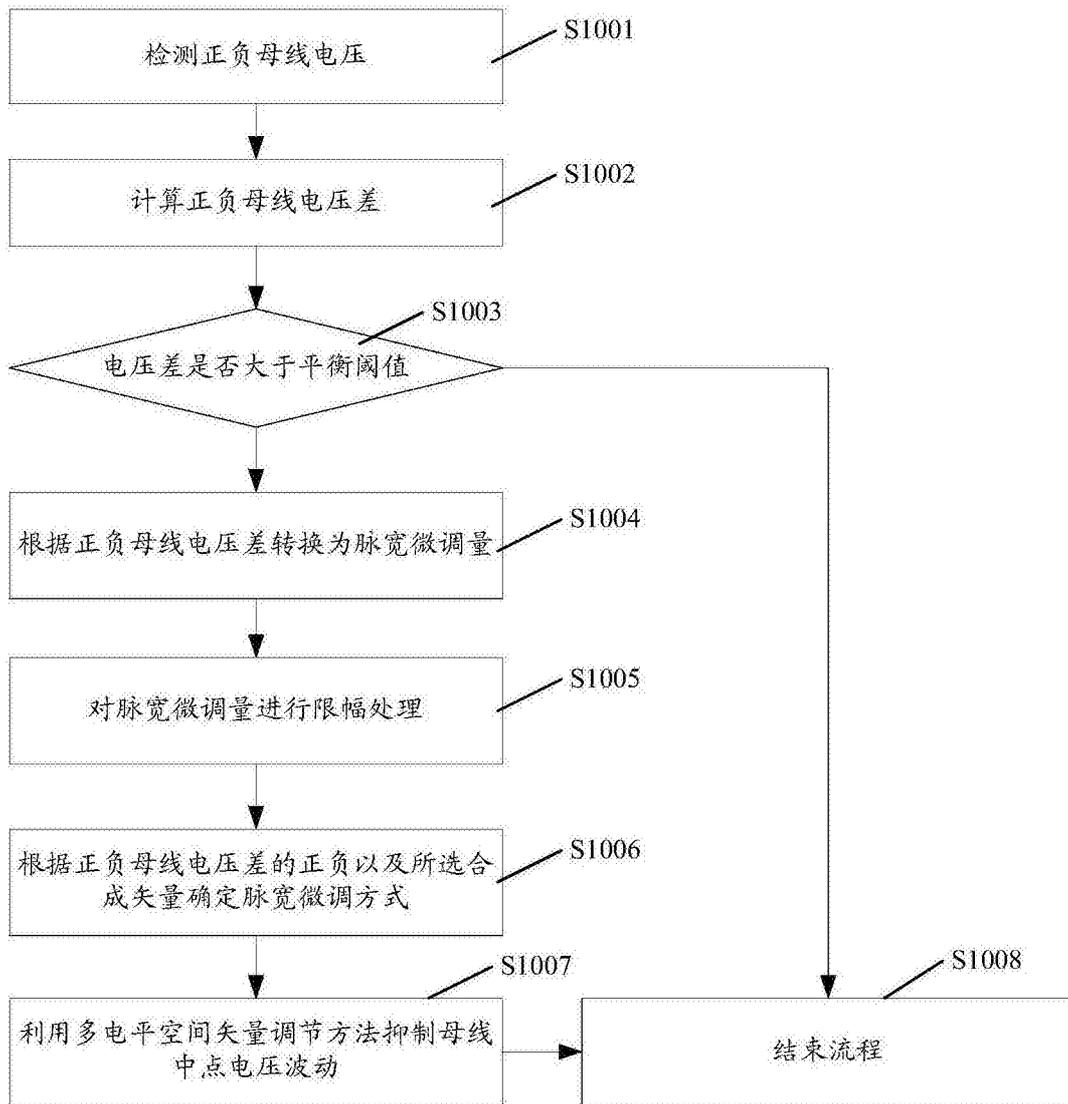


图 10

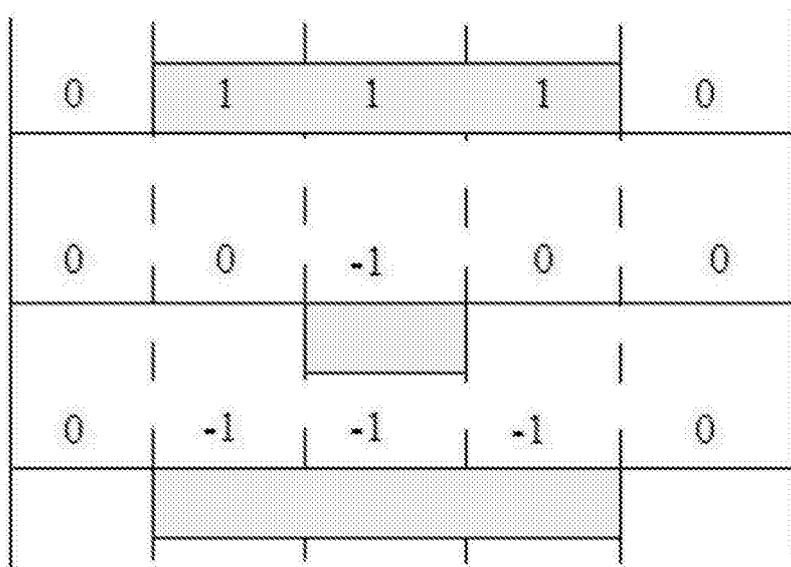


图 11

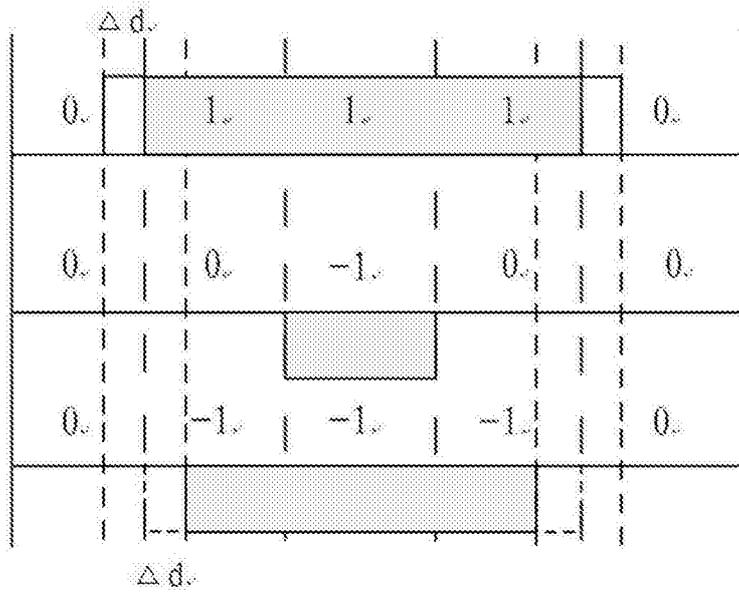


图 12

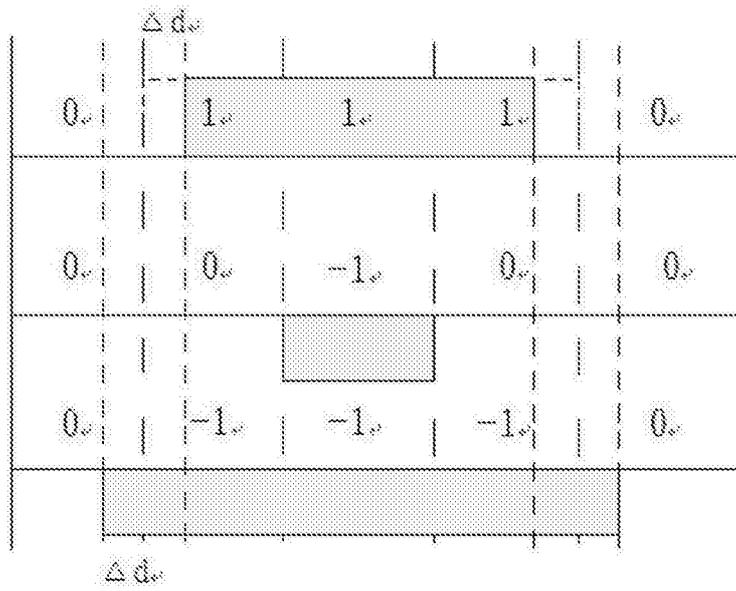


图 13