



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110767502 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 08

(21) 申请号 201810848144.0

(22) 申请日 2018.07.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110767502 A

(43) 申请公布日 2020.02.07

(73) 专利权人 施耐德电气工业公司  
地址 法国马尔迈松

(72) 发明人 裘健 毕宝云

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

H01H 47/32 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5933313 A, 1999.08.03

US 6317308 B1, 2001.11.13

US 6317308 B1, 2001.11.13

CN 101197543 A, 2008.06.11

US 2008136403 A1, 2008.06.12

US 2004125968 A1, 2004.07.01

US 2009027823 A1, 2009.01.29

CN 206421993 U, 2017.08.18

审查员 陈丽婷

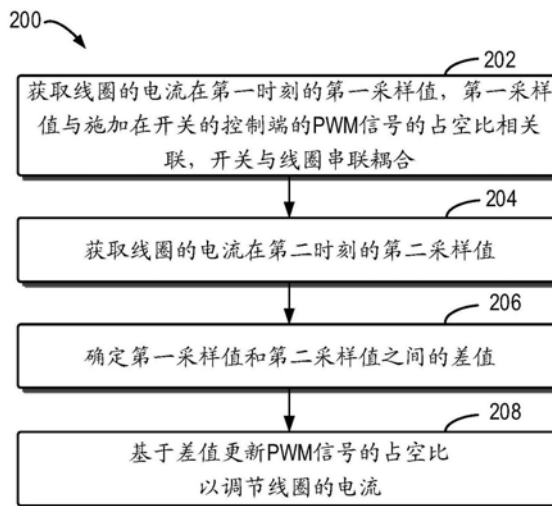
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于调节线圈的电流的方法、控制器和系统

(57) 摘要

本公开的实施例涉及一种用于调节线圈的电流的方法、控制器和系统。所述方法包括：获取所述线圈的电流在第一时刻的第一采样值，所述第一采样值与施加在开关的控制端的PWM信号的占空比相关联，所述开关与所述线圈串联耦合；获取所述线圈的电流在第二时刻的第二采样值；确定所述第一采样值和所述第二采样值之间的差值；以及基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比，以调节所述线圈的所述电流。通过根据本公开的实施例的方法，在接触器的吸合瞬间，线圈的冲击电流可以被限定于目标电流值，从而延长接触器的使用寿命。



1. 一种用于调节接触器的线圈的电流的方法,所述方法包括:
  - 获取所述线圈的电流在第一时刻的第一采样值,所述第一采样值与施加在开关的控制端的PWM信号的占空比相关联,所述开关与所述线圈串联耦合;
  - 获取所述线圈的电流在第二时刻的第二采样值;
  - 确定所述第一采样值和所述第二采样值之间的差值;
  - 基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比,以调节所述线圈的所述电流;其中所述方法还包括:
  - 确定所述线圈的电压的电压平均值;
  - 确定所述接触器闭合时的冲击电压值;以及
  - 基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比包括:
  - 基于所述差值和经验系数的乘积来更新所述占空比。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值包括:
  - 基于所述电压平均值和所述冲击电压值的比确定所述占空比的所述初始值。
4. 一种用于调节接触器的线圈的电流的控制器,包括:
  - 控制单元,被配置为:
    - 获取所述线圈的电流在第一时刻的第一采样值,所述第一采样值与施加在开关的PWM信号的占空比相关联,所述开关与所述线圈串联耦合;
    - 获取所述线圈的电流在第二时刻的第二采样值;
    - 确定所述第一采样值和所述第二采样值之间的差值;
    - 基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比,以获得更新的占空比来调节所述线圈的所述电流;
  - 所述控制单元还被配置为:
    - 确定所述线圈的电压的电压平均值;
    - 确定所述接触器闭合时的冲击电压值;以及
    - 基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值。
5. 根据权利要求4所述的控制器,其中基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比包括:
  - 基于所述差值和经验系数的乘积来更新所述占空比。
6. 根据权利要求4所述的控制器,其中基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值包括:
  - 基于所述电压平均值和所述冲击电压值的比确定所述占空比的所述初始值。
7. 根据权利要求4所述的控制器,还包括:
  - PWM生成器,以及
  - 耦合至所述PWM生成器的使能模块;其中所述PWM生成器被配置为基于所更新的占空比和所述使能模块的使能信号确定所述PWM生成器的占空比。

8. 根据权利要求7所述的控制器,其中所述使能模块还包括:

模拟比较器,被配置为接收所述线圈的实际电流值和预先设定的目标电流值,并且基于所述实际电流值和所述目标电流值来输出所述使能信号。

9. 根据权利要求8所述的控制器,其中所述PWM生成器被配置为响应于所述实际电流值大于所述目标电流值,则基于所更新的占空比来确定所述PWM信号的占空比。

10. 根据权利要求8所述的控制器,其中所述PWM生成器被配置为响应于所述实际电流值小于所述目标电流值,则保持所述PWM信号的占空比不变。

11. 根据权利要求8所述的控制器,还包括被耦接至所述模拟比较器的数模转换器,被配置为:

接收数字目标电流值;

将所述数字目标电流值转换为模拟目标电流值;以及

将所述模拟目标电流值传递至所述模拟比较器。

12. 根据权利要求11所述的控制器,还包括被耦接至所述数模转换器的直接存储器访问器,被配置为将所述数字目标电流值传递至所述数模转换器。

13. 根据权利要求11所述的控制器,还包括耦接至所述数模转换器的采样频率设定模块,被配置为设定所述数模转换器的采样频率。

14. 一种用于调节线圈的电流的系统,包括:

根据权利要求4-13中任一项所述的控制器。

15. 根据权利要求14所述的系统,还包括:

运算放大器;以及

另一开关,被配置为基于所述线圈的电流的大小修改所述运算放大器的放大倍数。

## 用于调节线圈的电流的方法、控制器和系统

### 技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及一种用于调节线圈的电流的方法、控制器和系统。

### 背景技术

[0002] 接触器的线圈是一种常见的电气元件,控制信号的电压通过电阻限流直接加在线圈上。接触器的线圈的工作状态可大致分为吸合状态、保持状态和断开状态。在线圈吸合时,所产生的冲击电流的大小一般会大于保持线圈吸合的保持电流达15倍以上。接触器在整个生命周期中,开闭次数会达到几百万次,所以这样的频繁的冲击电流对于线圈来说,电气元件的使用寿命会大大缩短。于是对于控制冲击电流的大小至关重要。

### 发明内容

[0003] 本公开的实施例提供了一种用于调节线圈的电流、特别是线圈的冲击电流的方法、控制器和系统,旨在至少部分地解决端子设计中存在的上述和/或其他潜在问题。

[0004] 在第一方面,本公开的实施例涉及一种用于调节线圈的电流的方法。所述方法包括:获取所述线圈的电流在第一时刻的第一采样值,所述第一采样值与施加在开关的控制端的PWM信号的占空比相关联,所述开关与所述线圈串联耦合;获取所述线圈的电流在第二时刻的第二采样值;确定所述第一采样值和所述第二采样值之间的差值;以及基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比,以调节所述线圈的所述电流。

[0005] 通过上述方法,在接触器吸合的时候,可以限制冲击电流的大小对于供电电源的影响,从而减少了线圈烧毁的风险,增加了线圈使用寿命。并且能够根据不同线圈容量的需要,精确限定吸合保持电流阈值。

[0006] 在一些实施例中,所述方法还包括:确定所述线圈的电压的电压平均值;确定所述线圈闭合时的冲击电压值;以及基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值。

[0007] 在一些实施例中,基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比包括:基于所述差值和经验系数的乘积来更新所述占空比。

[0008] 在一些实施例中,基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值包括:基于所述电压平均值和所述冲击电压值的比确定所述占空比的所述初始值。

[0009] 在第二方面,本发明的实施例涉及一种用于调节接触器的线圈的电流的控制器,包括:控制单元,被配置为:获取所述线圈的电流在第一时刻的第一采样值,所述第一采样值与施加在开关的PWM信号的占空比相关联,所述开关与所述线圈串联耦合;获取所述线圈的电流在第二时刻的第二采样值;确定所述第一采样值和所述第二采样值之间的差值;以及基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比,以获得更新的占空比来调节所述线圈的所述电流。

[0010] 在一些实施例中,所述控制单元还被配置为:确定所述线圈的电压的电压平均值;确定所述线圈闭合时的冲击电压值;以及基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述

占空比的初始值。

[0011] 在一些实施例中,基于所述差值更新所述PWM信号的所述占空比包括:基于所述差值和经验系数的乘积来更新所述占空比。

[0012] 在一些实施例中,基于所述电压平均值和所述冲击电压值确定所述占空比的初始值包括:基于所述电压平均值和所述冲击电压值的比确定所述占空比的所述初始值。

[0013] 在一些实施例中,所述控制器还包括:PWM生成器,以及耦合至所述PWM生成器的使能模块;其中所述PWM生成器被配置为基于所更新的占空比和所述使能模块的使能信号确定所述PWM生成器的占空比。

[0014] 在一些实施例中,所述使能模块还包括:模拟比较器,被配置为接收所述线圈的实际电流值和预先设定的目标电流值,并且基于所述实际电流值和所述目标电流值来输出所述使能信号。

[0015] 在一些实施例中,所述PWM生成器被配置为响应于所述实际电流值大于所述目标电流值,则基于所更新的占空比来确定所述PWM信号的占空比。

[0016] 在一些实施例中,所述PWM生成器被配置为响应于所述实际电流值小于所述目标电流值,则保持所述PWM信号的占空比保持不变。

[0017] 在一些实施例中,所述控制器还包括被耦接至所述模拟比较器的数模转换器,被配置为:接收数字目标电流值;将所述数字目标电流值转换为模拟目标电流值;以及将所述模拟目标电流值传递至所述模拟比较器。

[0018] 在一些实施例中,所述控制器还包括被耦接至所述数模转换器的直接存储器访问器,被配置为将所述数字目标电流值传递至所述数模转换器。

[0019] 在一些实施例中,所述控制器还包括耦接至所述数模转换器的采样频率设定模块,被配置为设定所述数模转换器的采样频率。

[0020] 在第三方面,本公开的实施例涉及一种用于调节线圈的电流的系统,包括:根据第二方面所述的控制器。

[0021] 在一些实施例中,所述系统还包括:运算放大器;以及另一开关,被配置为基于所述线圈的电流的大小修改所述运算放大器的放大倍数。

## 附图说明

[0022] 通过参照附图的以下详细描述,本公开实施例的上述和其他目的、特征和优点将变得更容易理解。在附图中,将以示例以及非限制性的方式对本公开的多个实施例进行说明,其中:

[0023] 图1示出了根据本公开的实施例的电路系统框架的示意图;

[0024] 图2示出了根据本公开的实施例的用于调节线圈的电流的方法的流程图;

[0025] 图3示出了根据本公开的实施例的 controllers 的配置的示意图;以及

[0026] 图4示出了根据本公开的实施例的放大倍数选择电路的示意图。

## 具体实施方式

[0027] 现在将参照附图中所示的各种示例性实施例对本公开的原理进行说明。应当理解,这些实施例的描述仅仅为了使得本领域的技术人员能够更好地理解并进一步实现本公

开,而并不意在以任何方式限制本公开的范围。应当注意的是,在可行情况下可以在图中使用类似或相同的附图标记,并且类似或相同的附图标记可以表示类似或相同的功能。本领域的技术人员将容易地认识到,从下面的描述中,本文中所说明的结构和方法的替代实施例可以被采用而不脱离通过本文描述的本发明的原理。

[0028] 在本公开内容的实施例的描述中,术语“包括”及其类似用语应当理解为开放性包含,即“包括但不限于”。术语“基于”应当理解为“至少部分地基于”。术语“一个实施例”或“该实施例”应当理解为“至少一个实施例”。术语“第一”、“第二”等等可以指代不同的或相同的对象。下文还可能包括其他明确的和隐含的定义。

[0029] 如上所述,接触器的线圈的使用周期可大致分为吸合状态、保持状态和断开状态。在线圈吸合时,所产生的冲击电流的会大大高于其它状态的电流。因此,为了提高接触器的使用寿命,需要对冲击电流的大小进行控制。

[0030] 现在将参照图1至图2来描述一些根据本公开的示例实施例。

[0031] 图1示出了根据本公开的实施例的电路系统框架的示意图。在图1中,控制器为MOS开关102提供控制信号,从而控制MOS开关102的断开和闭合,从而对接触器的线圈101的电流、特别是在接触器吸合时的冲击电流进行控制。电流的控制主要基于测量-反馈的控制原理。

[0032] 如图1所示,图1的框架还包括耦合至电压输入104的Flyback电源105和电阻106,Flyback电源105可以从取自电网的电压输入104接收电压,并且为控制器103进行供电。

[0033] 下面参照图2,图2示出了根据本公开的实施例的用于调节线圈的电流的方法的流程图。可以在例如单片机的执行设备上执行该方法。本发明利用了单片机的自身资源来实现预定的功能。

[0034] 在框202,获取线圈的电流在第一时刻的第一采样值,第一采样值与应用于线圈的PWM信号的占空比相关联。可以获取线圈的电流沿时间序列的采样值,并且获取该采样值中的第n次采样电流的值 $I_n$ 作为第一采样值。该采样值可以与应用于线圈的PWM信号的占空比有关,用来控制电路中的电流大小。

[0035] 在框204,获取线圈的电流在第二时刻的第二采样值。可以在电流沿时间序列的采样值中获取该采样值中的第n-1次采样电流的值 $I_{n-1}$ 作为第二采样值。

[0036] 在框206,确定第一采样值和第二采样值之间的差值。可以通过将第n次采样电流的值 $I_n$ 与第n-1次采样电流的值 $I_{n-1}$ 相减来获得两者之间的差值e。

[0037] 在框208,基于差值更新PWM信号的占空比,以调节线圈的电流。通过在框206中得到的差值,可以得到更新后的PWM信号的占空比。更新后的占空比例如可以被PWM生成器所接收,以通过PWM生成器调节线圈的电流。

[0038] 经过上述步骤对PWM生成器的占空比的更新,从而调节施加在线圈上的电流。由此设置,冲击电流可以被控制在一定范围内,从而减少冲击电流对线圈的影响,增加线圈的使用寿命。

[0039] 在一些实施例中,方法还可以包括确定PWM信号的占空比的初始值的步骤。可以使用多种方法来获得该初始值。

[0040] 在一些实施例中,确定线圈的电压的电压平均值 $U_{rms}$ 。接着,获得接触器在被吸合的瞬间的冲击电压值 $U_{inrush}$ 。可以基于该电压平均值 $U_{rms}$ 和冲击电压值 $U_{inrush}$ 来确定占空比

的初始值。

[0041] 在一些实施例中,可以通过耦合至单片机的ADC外部设备来获得电压平均值 $U_{rms}$ 和冲击电压值 $U_{inrush}$ 的数据集,并把数据集提供至单片机。

[0042] 在一些实施例中,可以基于第一采样值和第二采样值之间的差值以及经验系数的乘积确定占空比。例如,在一些实施例中, $A=A'+k(I_n-I_{n-1})$ ,其中 $A'$ 为对应于第 $n-1$ 次采样电流的占空比, $k$ 为经验系数, $A$ 为更新后的对应于第 $n$ 次采样电流的占空比。当然,可以根据不同的接触器以不同的计算方式来更新占空比。具体的计算方式不受本公开的实施例的限制。

[0043] 在一些实施例中,可以基于电压平均值 $U_{rms}$ 和冲击电压值 $U_{inrush}$ 的比值并结合经验因子来确定占空比的初始值 $A$ 。例如,在一些实施例中, $A=U_{rms}/(U_{inrush}*0.9)$ ,其中 $0.9$ 为经验因子。可以根据不同的接触器将经验因子设置为其它数值。具体的数值不受本公开的实施例的限制。

[0044] 在一些实施例中,响应于程序运行时间小于预设时间,而重新开始获取第一采样值和第二采样值的步骤。该预设时间可以是由冲击电流超时时间所确定。该预设时间可以例如是70毫秒。

[0045] 在一些实施例中,响应于程序运行时间大于预设时间,则结束程序的运行。

[0046] 在第二方面,本公开的实施例还涉及一种用于执行上述方法的控制器。下面参照图3对该控制器进行描述。图3示出了根据本公开的实施例的控制器103的配置的示意图。

[0047] 在一些实施例中,控制器103还包括PWM生成器304和耦合至PWM生成器的使能模块311,PWM生成器304利用上述方法中得到的占空比并基于使能模块311的使能信号来确定PWM生成器的占空比。

[0048] 在一些实施例中,使能模块311可以包括耦合至PWM生成器304的模拟比较器305。该模拟比较器305可以接收线圈101的实际电流值304和目标电流值307,并且基于两者来输出使能信号,其中目标电流值307是用户所期望的线圈101的冲击电流的最大值。

[0049] 在一些实施例中,如图3所示,如果实际电流值306大于目标电流值307,则使能信号为1,基于根据上文所述的方法所更新的占空比来确定PWM生成器304的时钟模块的占空比,从而更新线圈电流。同时,更新后的线圈电流会再次反馈线圈电流信号,从而不断地进行自我修正,达到线圈上的电流维持在设定的期望值。该功能完全由硬件自己独立完成,只需要在微处理器初始化设定时设定即可,从而不占用CPU资源。

[0050] 在一些实施例中,如图3所示,响应于实际电流值306小于目标电流值307,则使能信号为0,并且PWM生成器304的时钟模块的占空比保持当前数值不变。

[0051] 在一些实施例中,控制器103还可以包括被耦接至模拟比较器305的数模转换器(DAC) 308,该数模转换器308被配置为将目标电流值307传递至模拟比较器305。

[0052] 在一些实施例中,控制器103还可以包括被耦接至数模转换器的直接存储器访问器309,被配置为将目标电流值307传递至数模转换器308。

[0053] 在一些实施例中,控制器103还可以包括被耦接至数模转换器308的采样频率设定模块309,被配置为设定DAC采样频率。

[0054] 在第三方面,本公开的实施例涉及一种系统,该系统包括如上文所述的控制器。

[0055] 在一些实施例中,该系统可以包括耦合至控制器103的放大倍数选择电路。

[0056] 下面参照图4描述放大倍数选择电路400。图4示出了根据本公开的实施例的放大倍数选择电路400的示意图

[0057] 如图4所示,放大倍数选择电路400包括运算放大器402。控制器103还可以实时检测线圈101的电流,并且响应于线圈101的实时电流超过预先设定的电流阈值,而判断当前的电流是冲击电流;或者响应于线圈的实时电流低于该电流阈值,而判断当前的电流是保持电流。控制器103根据判断的结果来控制MOS开关401的断开和闭合。放大倍数选择电路400中包括耦接在其中的多个电阻403-406。响应于MOS开关401的断开或闭合,电路中的阻值发生变化,进而为运算放大器402选择合适的放大倍数,从而进行电流采样前的规整。

[0058] 由此设置,既可以满足例如冲击电流的大电流的精确测量,也可以满足例如保持电流的小电流的精确测量,从而为控制器提供精确的电流测量结果。

[0059] 根据本公开的实施例的调节接触器的线圈的电流的方法,无需改变硬件电路的结构,就可以实现对冲击电流的控制,从而保障了接触器的使用寿命。

[0060] 虽然在本申请中权利要求书已针对特征的特定组合而制定,但是应当理解,本公开的范围还包括本文所公开的明确或隐含或对其任何概括的任何新颖特征或特征的任何新颖的组合,不论它是否涉及目前所要求保护的任何权利要求中的相同方案。



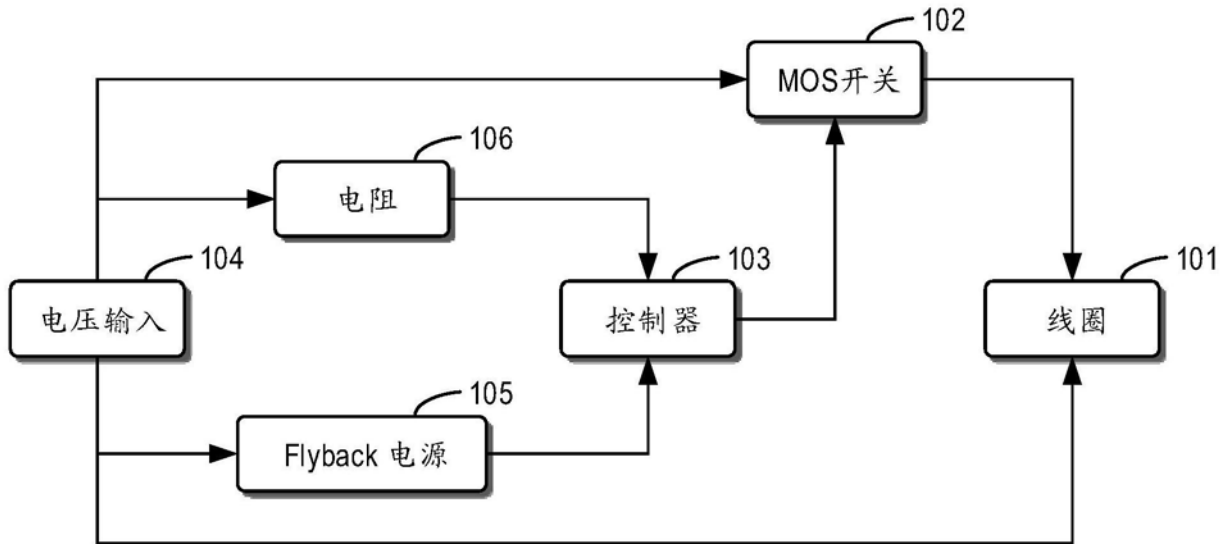


图1

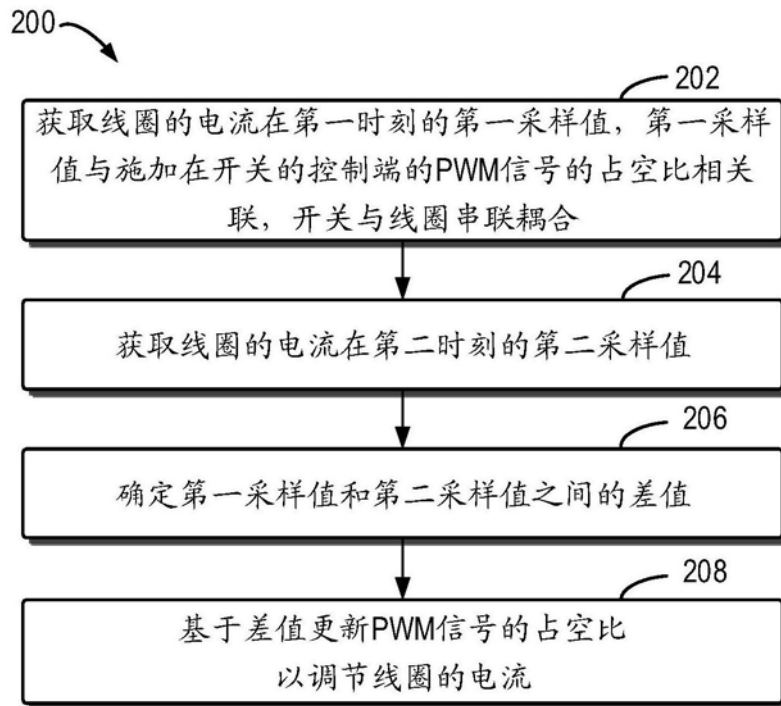


图2

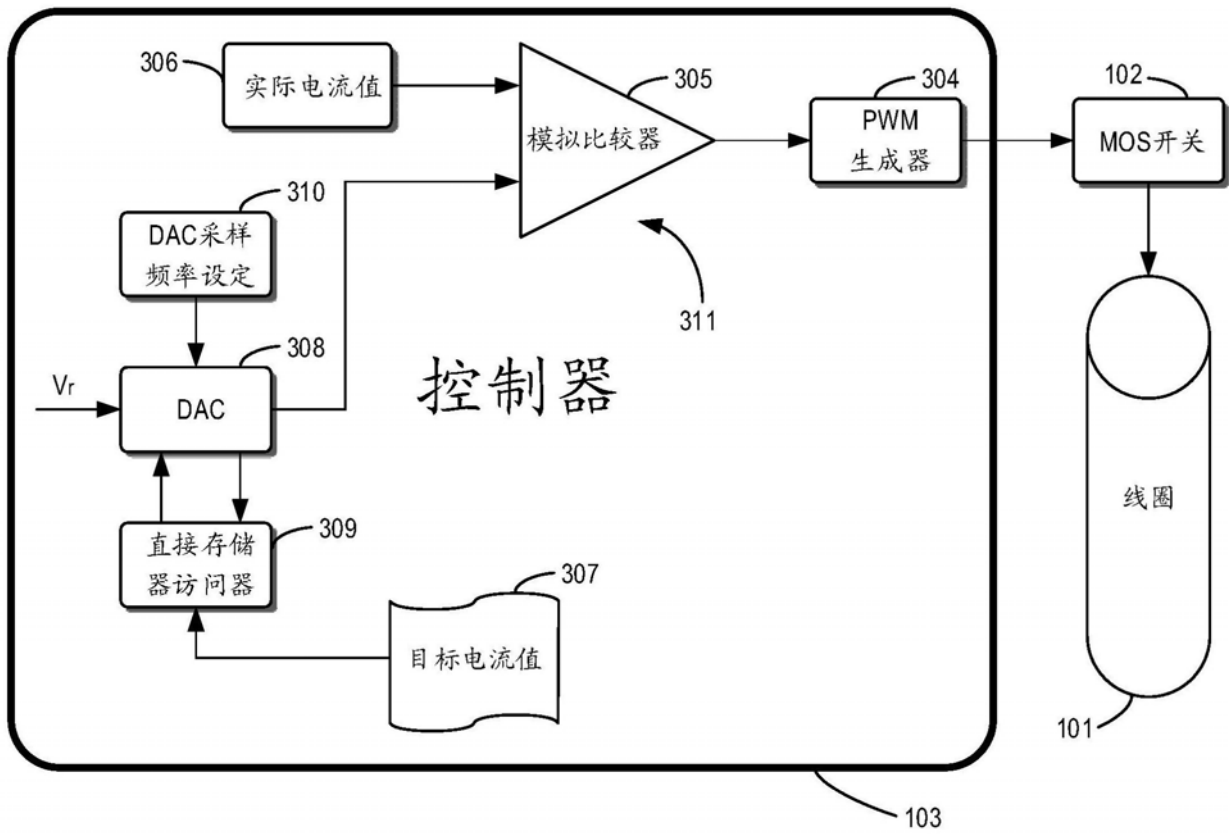


图3

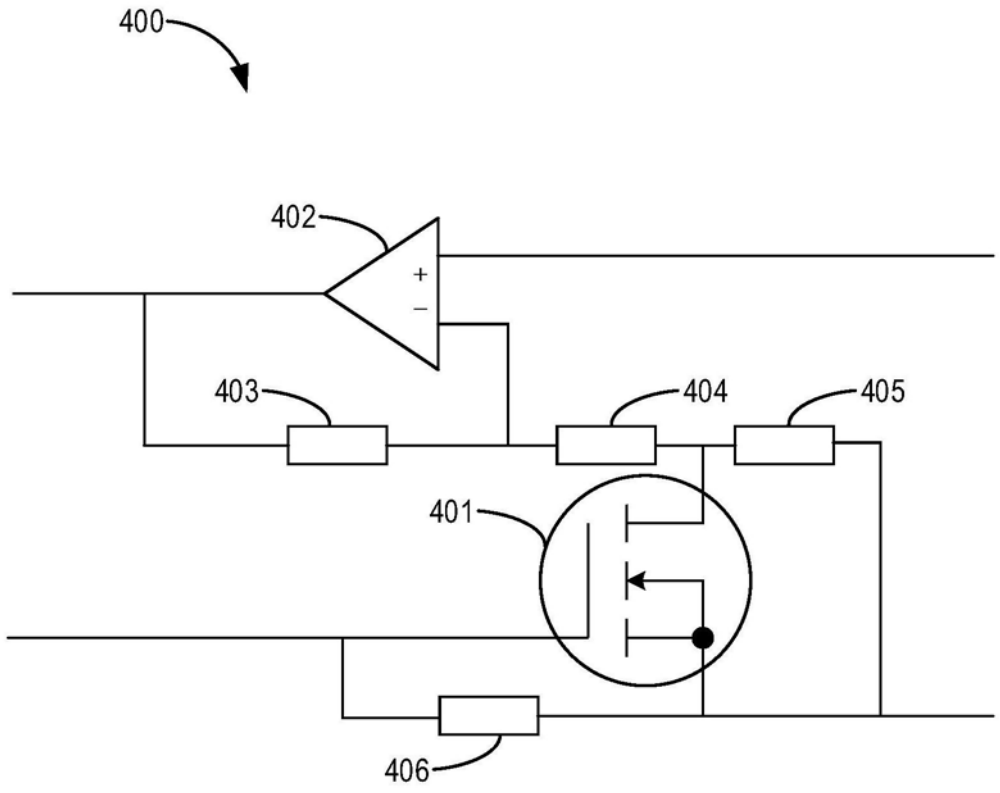


图4