



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109921771 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201711316012.5

(22)申请日 2017.12.12

(71)申请人 日立楼宇技术(广州)有限公司  
地址 510660 广东省广州市广州高新技术产业开发区科学城南翔三路2号

(72)发明人 刘真 仲兆峰 黄立明 方敏  
郭耀 秦鹏 袁俊波 荣洪凯

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332  
代理人 孟金喆

(51)Int.Cl.  
H03K 17/567(2006.01)  
B66B 11/04(2006.01)

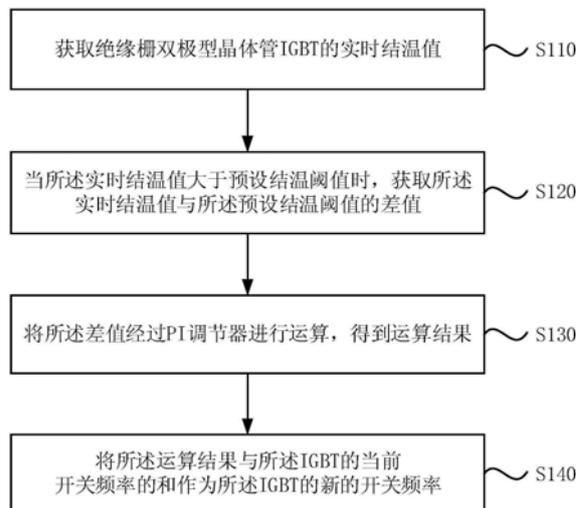
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

## (54)发明名称

IGBT开关频率的控制方法、装置及电梯驱动系统

## (57)摘要

本发明实施例公开了一种IGBT开关频率的控制方法、装置及电梯驱动系统。该方法包括：获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值；当所述实时结温值大于预设结温阈值时，获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值；将所述差值经过PI调节器进行运算，得到运算结果；将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。通过本发明实施例提供的技术方案，可以实现对IGBT开关频率的选择控制，有效降低IGBT的热损耗，实现对IGBT的主动热管理，增加IGBT的使用寿命。



1. 一种IGBT开关频率的控制方法,其特征在于,包括:  
获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;  
当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值;  
将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;  
将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值,包括:  
分别获取所述IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值;  
根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值,包括:  
根据 $T_j = T_a + P_Q \times R_{thjc}$ 计算所述IGBT的实时结温值;  
其中, $T_j$ 表示所述IGBT的实时结温值, $T_a$ 表示所述封装环境温度值, $P_Q$ 表示所述热损耗功率值, $R_{thjc}$ 表示所述热阻值。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:  
当所述实时结温值小于所述预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。
5. 根据权利要求1-4任一所述的方法,其特征在于,还包括:  
在预设时间内获取IGBT的开关频率的调整次数;  
当所述调整次数大于预设次数阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。
6. 一种IGBT开关频率的控制装置,其特征在于,包括:  
实时结温值获取模块,用于获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;  
差值获取模块,用于当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值;  
差值运算模块,用于将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;  
开关频率调整模块,用于将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。
7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述实时结温值获取模块,包括:  
参数获取单元,用于分别获取所述IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值;  
实时结温值计算单元,用于根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。
8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述实时结温值计算单元,用于:  
根据 $T_j = T_a + P_Q \times R_{thjc}$ 计算所述IGBT的实时结温值;  
其中, $T_j$ 表示所述IGBT的实时结温值, $T_a$ 表示所述封装环境温度值, $P_Q$ 表示所述热损耗功率值, $R_{thjc}$ 表示所述热阻值。
9. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,还包括:

第一开关频率保持模块,用于当所述实时结温值小于所述预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。

10.根据权利要求6-9任一所述的装置,其特征在于,还包括:

调整次数获取模块,用于在预设时间内获取IGBT的开关频率的调整次数;

第二开关频率保持模块,用于当所述调整次数大于预设次数阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。

11.一种电梯驱动系统,其特征在于,包括权利要求6-10任一所述的IGBT开关频率的控制装置。

## IGBT开关频率的控制方法、装置及电梯驱动系统

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及电梯技术领域,尤其涉及一种IGBT开关频率的控制方法、装置及电梯驱动系统。

### 背景技术

[0002] 随着电机驱动系统技术的进步,电梯系统对电梯驱动系统的高性能、高密度和高可靠性等要求日益严苛。

[0003] 电梯驱动系统的可靠性是由电解电容和功率半导体器件决定的。传统功率半导体器件寿命的主要影响在于其热循环所引起的热应力。由功率半导体器件的结温波动范围与导致功率半导体器件失效的循环次数的直接关系可知,结温值波动范围越大,功率半导体器件越容易失效,即可靠性越低。

[0004] 现有的电梯驱动系统中,通常通过加快冷却液/风速或增大散热器来改善冷却效果,以及热管理与优化设计等措施,控制绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)的结温值,以减少热循环。然而,增大散热器满足不了电梯驱动系统对高密度的需求。另外,提高电梯驱动系统可靠性的较多做法是直接对IGBT进行降额使用,使IGBT等半导体器件留有足够的电流安全裕量,这样可以有效避免热应力引起IGBT的损耗,但却在一定程度上限定了电梯驱动系统中其他部件乃至整个电梯系统的性能。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种IGBT开关频率的控制方法、装置及电梯驱动系统,以降低IGBT的热损耗,实现对IGBT的主动热管理,增加IGBT的使用寿命。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种IGBT开关频率的控制方法,该方法包括:

[0007] 获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;

[0008] 当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值;

[0009] 将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;

[0010] 将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。

[0011] 进一步的,所述获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值,包括:

[0012] 分别获取所述IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值;

[0013] 根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。

[0014] 进一步的,所述根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值,包括:

[0015] 根据 $T_j = T_a + P_Q \times R_{thjc}$ 计算所述IGBT的实时结温值;

[0016] 其中, $T_j$ 表示所述IGBT的实时结温值, $T_a$ 表示所述封装环境温度值, $P_Q$ 表示所述热损耗功率值, $R_{thjc}$ 表示所述热阻值。

- [0017] 进一步的,该方法还包括:
- [0018] 当所述实时结温值小于所述预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。
- [0019] 进一步的,该方法还包括:
- [0020] 在预设时间内获取IGBT的开关频率的调整次数;
- [0021] 当所述调整次数大于预设次数阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。
- [0022] 第二方面,本发明实施例还提供了一种IGBT开关频率的控制装置,该装置包括:
- [0023] 实时结温值获取模块,用于获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;
- [0024] 差值获取模块,用于当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值;
- [0025] 差值运算模块,用于将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;
- [0026] 开关频率调整模块,用于将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。
- [0027] 进一步的,所述实时结温值获取模块,包括:
- [0028] 参数获取单元,用于分别获取所述IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值;
- [0029] 实时结温值计算单元,用于根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。
- [0030] 进一步的,所述实时结温值计算单元,用于:
- [0031] 根据 $T_j = T_a + P_Q \times R_{thjc}$ 计算所述IGBT的实时结温值;
- [0032] 其中, $T_j$ 表示所述IGBT的实时结温值, $T_a$ 表示所述封装环境温度值, $P_Q$ 表示所述热损耗功率值, $R_{thjc}$ 表示所述热阻值。
- [0033] 进一步的,该装置还包括:
- [0034] 第一开关频率保持模块,用于当所述实时结温值小于所述预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。
- [0035] 进一步的,该装置还包括:
- [0036] 调整次数获取模块,用于在预设时间内获取IGBT的开关频率的调整次数;
- [0037] 第二开关频率保持模块,用于当所述调整次数大于预设次数阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。
- [0038] 第三方面,本发明实施例还提供了一种电梯驱动系统,该系统包括本发明实施例提供的IGBT开关频率的控制装置。
- [0039] 本发明实施例通过获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;当实时结温值大于预设结温阈值时,获取实时结温值与预设结温阈值的差值;将差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;将运算结果与IGBT的当前开关频率的和作为IGBT的新的开关频率,可以实现对IGBT开关频率的选择控制,有效降低IGBT的热损耗,实现对IGBT的主动热管理,增加IGBT的使用寿命。

## 附图说明

- [0040] 图1是本发明实施例一提供的一种IGBT开关频率的控制方法的流程示意图;

- [0041] 图2是本发明实施例二提供的一种IGBT开关频率的控制方法的流程示意图；
- [0042] 图3是本发明实施例二提供的IGBT的热阻模型的结构示意图；
- [0043] 图4是本发明实施例三提供的一种IGBT开关频率的控制方法的流程示意图；
- [0044] 图5是本发明实施例四提供的一种IGBT开关频率的控制装置的结构框图。

### 具体实施方式

[0045] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0046] 实施例一

[0047] 图1为本发明实施例提供的一种IGBT开关频率的控制方法的流程示意图,该方法可以由一种IGBT开关频率的控制装置执行,其中该装置可由软件和/或硬件实现。如图1所示,该方法包括:

[0048] S110、获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值。

[0049] IGBT作为一种半导体器件,其P-N结的结温值直接影响着IGBT的使用寿命,因此需要对IGBT的结温值进行实时监控,即实时结温值。在本实施例中,IGBT的实时结温值可以根据一些外部参数估算得到。示例性的,可以通过IGBT的热阻值、热损耗功率值及IGBT的封装环境温度来估算IGBT的实时结温值。需要说明的是,还可以通过其他参数来估算IGBT的实时结温值,本实施例对IGBT的实时结温值的获取方式不做具体限定。

[0050] S120、当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值。

[0051] 在本实施例中,将IGBT的实时结温值与预设结温阈值进行比较,当实时结温值大于预设结温阈值时,将所述实时结温值与预设结温阈值作差,得到所述实时结温值与预设结温阈值的差值。其中,预设结温阈值是用于对IGBT开关频率进行控制的临界值,其一般是通过大量实验确定的经验阈值。

[0052] S130、将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果。

[0053] PI调节器是一种线性控制器,它根据给定值与实际输出值构成控制偏差,将偏差的比例(P)和积分(I)通过线性组合构成控制量,对被控对象进行控制。在本实施例中,PI调节器将预设结温阈值与实时结温值构成的偏差,即S120中计算得到的实时结温值与预设结温阈值的差值,进行比例(P)和积分(I)运算后,得到运算结果。其中,比例调节作用是按比例反应实时结温值与预设结温阈值的偏差,两者一旦出现偏差,比例调节立即产生调节作用,以减少两者的偏差;积分调节作用是使用于消除实时结温值与预设结温阈值的稳态误差,以提高无差度。在本实施例中,经过PI调节器的运算结果是与控制IGBT的开关频率相关的一数值。

[0054] S140、将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。

[0055] IGBT的开关频率越高,电压波形越好,但是开关频率越高产生的热量也就越高,容易影响IGBT的使用寿命,因此,需要对IGBT的开关频率进行控制,使其控制在一个合理的开关频率值。在本实施例中,将S130中实时结温值与预设结温阈值的差值进行PI调节器的运

算结果,与IGBT的当前开关频率的和,作为IGBT的新的开关频率。

[0056] 本发明实施例提供的IGBT开关频率的控制方法,通过获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;当实时结温值大于预设结温阈值时,获取实时结温值与预设结温阈值的差值;将差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;将运算结果与IGBT的当前开关频率的和作为IGBT的新的开关频率,可以实现对IGBT开关频率的选择控制,有效降低IGBT的热损耗,实现对IGBT的主动热管理,增加IGBT的使用寿命。

[0057] 实施例二

[0058] 图2是本发明实施例二提供的一种IGBT开关频率的控制方法的流程示意图。本实施例以上述实施例为基础进行优化,在本实施例中,将步骤获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值,优化为:分别获取所述IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值;根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。相应的,本实施例的方法具体包括:

[0059] S210、分别获取IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值。

[0060] 在本实施例中,分别获取IGBT的热阻值 $R_{thjc}$ 、热损耗功率值 $P_Q$ 及IGBT的封装环境温度值 $T_a$ 。其中,IGBT的封装环境温度值 $T_a$ 随着外部环境温度的变化而变化,可以通过粘贴在IGBT散热器表面的热电偶获取;IGBT的热阻值 $R_{thjc}$ 可以通过IGBT热阻网络模型来获取,图3为本实施例提供的IGBT的热阻模型的结构示意图。其中,热阻网络模型中的热阻 $R_{thi}$ , $i=1,2,3,4$ 、热容 $C_{thi}$ , $i=1,2,3,4$ 参数可根据器件手册里提供的热阻抗曲线,经过数据拟合方法获得相应的参数值,一般采用四阶的指数曲线逼近热阻抗曲线就能达到所要求的精度标准。IGBT的热阻值 $R_{thjc}$ 表达式为 $R_{thjc}(t) = \sum_{i=1}^4 R_{thi} \times (1 - e^{-t/(R_{thi} \times C_{thi})})$ ,其中 $t$ 表示时间。

[0061] 热损耗功率值 $P_Q$ 表示IGBT内部硅芯片上每秒钟耗散的功率,可以通过IGBT的通态损耗功率 $P_{ss}$ 和IGBT的开关损耗功率 $P_{sw}$ 计算得到,即 $P_Q = P_{ss} + P_{sw}$ 。其中,

$$P_{ss} = \frac{1}{2} \left( V_{ce} \frac{I_p}{\pi} + R_{thjc} \frac{I_p^2}{4} \right) + m \times \cos \phi \left( V_{ce} \frac{I_{ce}}{8} + R_{thjc} \frac{I_p^2}{3\pi} \right), \quad P_{sw} = \frac{1}{\pi} \times f \times (E_{on} + E_{off})。$$

[0062] 其中, $V_{ce}$ 表示IGBT的通态正向管压降(V),可以通过IGBT厂家提供的IGBT模块数据手册查询得到; $I_p$ 表示IGBT通态时的电流(A),可以通过电流采集电路得到实时输出的电流值; $m$ 表示调制比,即IGBT应用在逆变器中的输出电压和母线电压的比值; $\cos \phi$ 表示输出功率因数,即IGBT应用在逆变器中的输出相电压和输出相电流夹角的余弦值; $E_{on}$ 表示IGBT开通一次损失的能量(W),可以通过IGBT厂家提供的IGBT模块数据手册查询得到; $E_{off}$ 表示IGBT关断一次损失的能量(W),可以通过IGBT厂家提供的IGBT模块数据手册查询得到; $f$ 表示IGBT的当前开关频率。

[0063] S220、根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。

[0064] 示例性的,可以通过公式 $T_j = T_a + P_Q \times R_{thjc}$ 计算得到IGBT的实时结温值。

[0065] S230、当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值。

[0066] S240、将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果。

[0067] S250、将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关

频率。

[0068] 本发明实施例提供的IGBT开关频率的控制方法,通过分别获取IGBT的热阻值、热损耗功率值及IGBT的封装环境温度值;根据热阻值、热损耗功率值及封装环境温度值,计算IGBT的实时结温值;当实时结温值大于预设结温阈值时,获取实时结温值与预设结温阈值的差值;将差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;将运算结果与IGBT的开关频率的和作为IGBT的新的开关频率,通过对IGBT的实时结温值的精确计算,可以实现对IGBT开关频率的选择控制,有效降低IGBT的热损耗,实现对IGBT的主动热管理,进一步增加了IGBT的使用寿命。

[0069] 实施例三

[0070] 图4是本发明实施例三提供的一种IGBT开关频率的控制方法的流程示意图。本实施例以上述实施例为基础进行优化,在本实施例中,增加步骤:当所述实时结温值小于所述预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。相应的,本实施例的方法具体包括:

[0071] S310、分别获取IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值。

[0072] S320、根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。

[0073] S330、判断所述实时结温值是否大于预设结温阈值,若是,则执行S340,否则,执行S370。

[0074] S340、获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值。

[0075] S350、将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果。

[0076] S360、将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。

[0077] S370、控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。

[0078] 在本实施例中,当实时结温值小于预设结温阈值时,说明IGBT的当前结温值在预设结温阈值范围内,进一步说明,IGBT的当前开关频率处于一个正常的合适数值范围内,不会因为开关频率过大,造成IGBT失效,因此,保持IGBT的当前开关频率保持不变。

[0079] 本发明实施例提供的IGBT开关频率的控制方法,通过分别获取IGBT的热阻值、热损耗功率值及IGBT的封装环境温度值;根据热阻值、热损耗功率值及封装环境温度值,计算IGBT的实时结温值;当实时结温值大于预设结温阈值时,获取实时结温值与预设结温阈值的差值;将差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;将运算结果与IGBT的当前开关频率的和作为IGBT的新的开关频率,当实时结温值小于预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变,通过对IGBT的实时结温值的精确计算,可以实现对IGBT开关频率的选择控制,有效降低IGBT的热损耗,实现对IGBT的主动热管理,进一步增加了IGBT的使用寿命。

[0080] 在一个实施例中,在预设时间内获取IGBT的开关频率的调整次数;当调整次数大于预设次数阈值时,控制IGBT的当前开关频率保持不变。其中,对IGBT的开关频率的调整不是没有限制的,当在预设时间内,对IGBT的开关频率的调整次数大于预设次数阈值时,说明对IGBT的开关频率的多次调整仍然无法使IGBT的结温值控制在预设结温阈值范围内。如果进一步不断调整开关频率,反而会产生更大的热量,加快IGBT的失效。因此,在预设时间内

对IGBT的开关频率的调整次数大于预设次数阈值时,控制IGBT的当前开关频率保持不变。

[0081] 实施例四

[0082] 图5为本发明实施例提供的一种IGBT开关频率的控制装置的结构框图,该装置可由软件和/或硬件实现,可通过执行IGBT开关频率的控制方法来对IGBT的开关频率进行控制。如图5所示,该装置包括:实时结温值获取模块410、差值获取模块420、差值运算模块430及开关频率调整模块440,其中:

[0083] 实时结温值获取模块410,用于获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;

[0084] 差值获取模块420,用于当所述实时结温值大于预设结温阈值时,获取所述实时结温值与所述预设结温阈值的差值;

[0085] 差值运算模块430,用于将所述差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;

[0086] 开关频率调整模块440,用于将所述运算结果与所述IGBT的当前开关频率的和作为所述IGBT的新的开关频率。

[0087] 本发明实施例提供的IGBT开关频率的控制装置,通过获取绝缘栅双极型晶体管IGBT的实时结温值;当实时结温值大于预设结温阈值时,获取实时结温值与预设结温阈值的差值;将差值经过PI调节器进行运算,得到运算结果;将运算结果与IGBT的当前开关频率的和作为IGBT的新的开关频率,可以实现对IGBT开关频率的选择控制,有效降低IGBT的热损耗,实现对IGBT的主动热管理,增加IGBT的使用寿命。

[0088] 可选的,所述实时结温值获取模块,包括:

[0089] 参数获取单元,用于分别获取所述IGBT的热阻值、热损耗功率值及所述IGBT的封装环境温度值;

[0090] 实时结温值计算单元,用于根据所述热阻值、所述热损耗功率值及所述封装环境温度值,计算所述IGBT的实时结温值。

[0091] 可选的,所述实时结温值计算单元,用于:

[0092] 根据 $T_j = T_a + P_Q \times R_{thjc}$ 计算所述IGBT的实时结温值;

[0093] 其中, $T_j$ 表示所述IGBT的实时结温值, $T_a$ 表示所述封装环境温度值, $P_Q$ 表示所述热损耗功率值, $R_{thjc}$ 表示所述热阻值。

[0094] 可选的,该装置还包括:

[0095] 第一开关频率保持模块,用于当所述实时结温值小于所述预设结温阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。

[0096] 可选的,该装置还包括:

[0097] 调整次数获取模块,用于在预设时间内获取IGBT的开关频率的调整次数;

[0098] 第二开关频率保持模块,用于当所述调整次数大于预设次数阈值时,控制所述IGBT的当前开关频率保持不变。

[0099] 本发明实施例所提供的IGBT开关频率的控制装置可用于执行本发明任意实施例提供的IGBT开关频率的控制方法,具备相应的功能模块,实现相同的有益效果。

[0100] 本发明实施例还提供了一种电梯驱动系统,该电梯驱动系统包括本发明实施例提供的IGBT开关频率的控制装置,具有相同的模块,可以实现相同的功能,在此不做赘述。

[0101] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、

重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

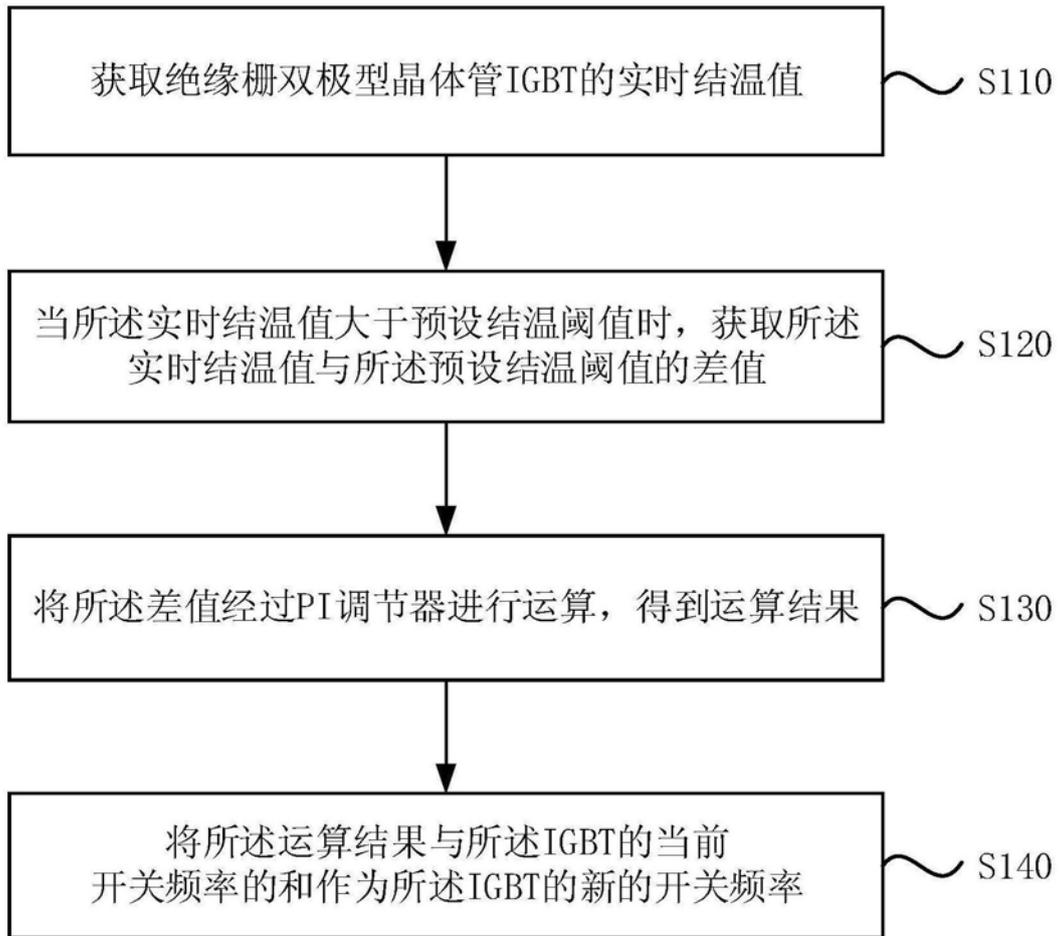


图1

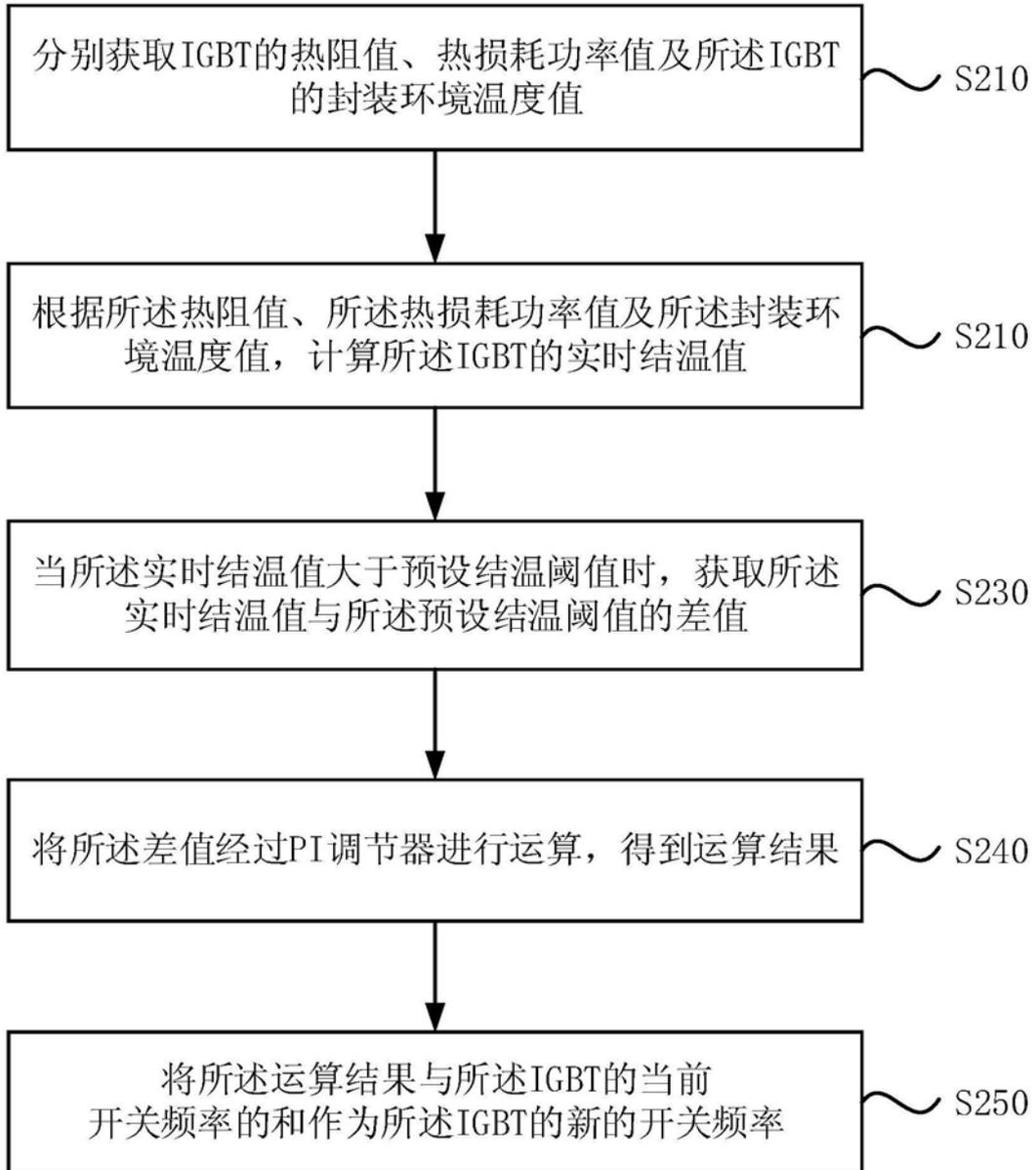


图2

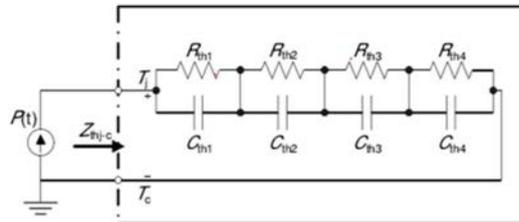


图3

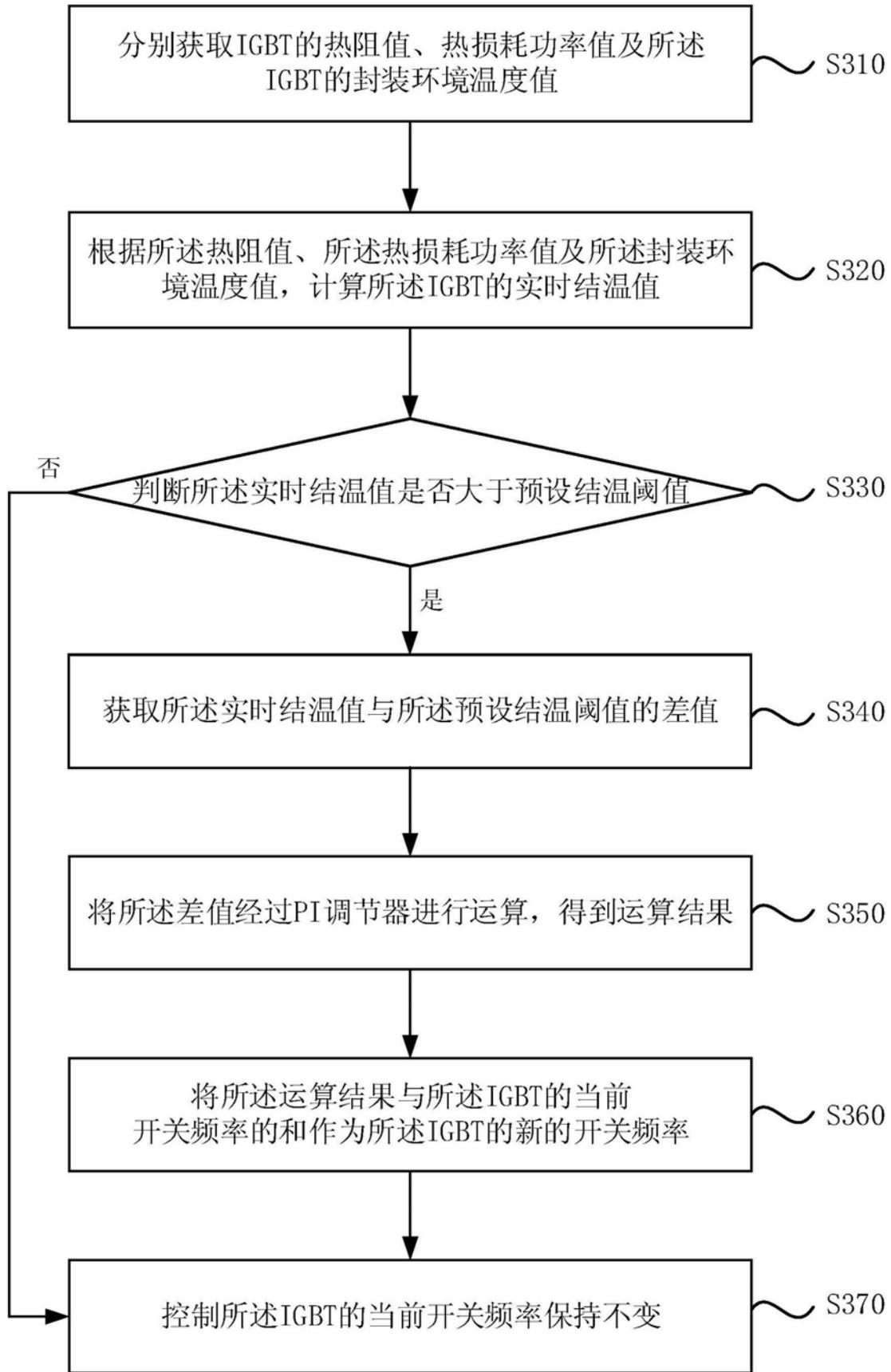


图4

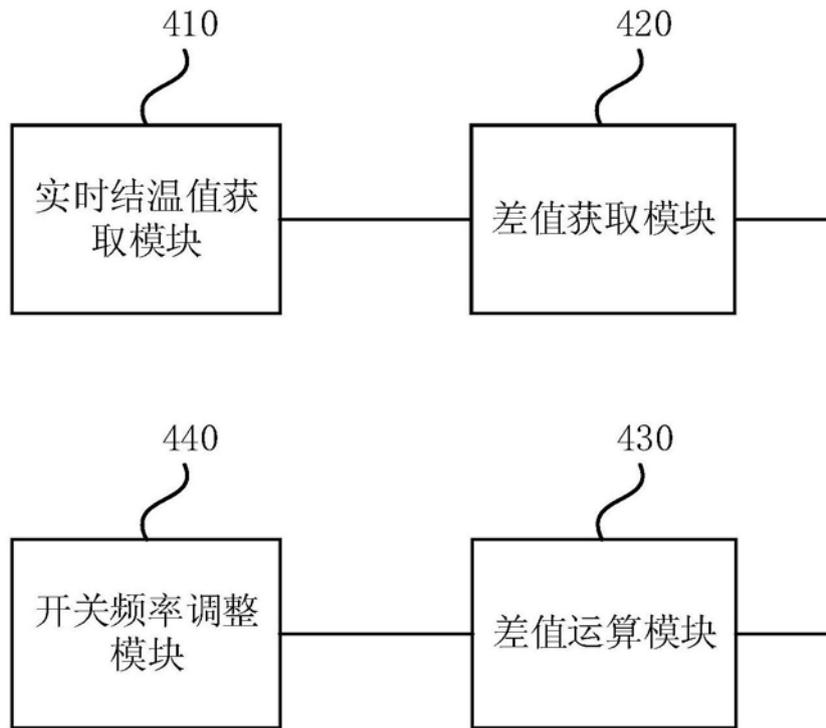


图5