



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102710243 B

(45) 授权公告日 2015.03.11

(21) 申请号 201210210141.7

(22) 申请日 2012.06.25

(73) 专利权人 深圳青铜剑电力电子科技有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区松坪山路1号源兴科技大厦南座11楼

(72) 发明人 张学强 和巍巍 傅俊寅 汪之涵

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有限公司 44223

代理人 江耀纯

(51) Int. Cl.

H03K 17/567(2006.01)

H03K 17/08(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101867174 A, 2010.10.20, 说明书第[0019]-[0024]段、说明书附图1.

CN 201550093 U, 2010.08.11, 说明书第[0010]段、说明书附图1.

CN 202818251 U, 2013.03.20, 权利要求1-9.

US 2011/0074485 A1, 2011.03.31, 全文.

审查员 万洋

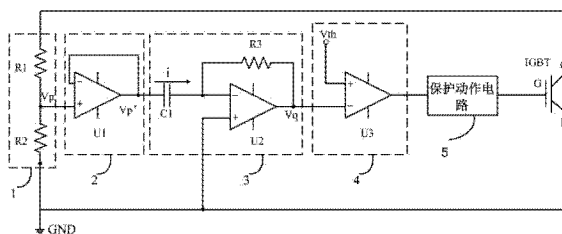
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种绝缘栅器件的保护电路及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种绝缘栅器件的保护电路及其方法,保护电路包括衰减电路,电压隔离电路,转换电路,比较电路和保护动作电路;衰减电路对绝缘栅器件的集电极-发射极电压进行衰减处理后输出衰减电压至电压隔离电路,电压隔离电路对衰减电压进行隔离处理后输出隔离后电压至转换电路,转换电路对隔离后电压进行转换处理后输出与隔离后电压的变化率成比例关系的转换电压,比较电路比较转换电压与阈值电压的大小,在转换电压的绝对值大于阈值电压的绝对值时输出保护信号,保护动作电路根据保护信号控制绝缘栅器件开通。本发明通过将绝缘栅器件的集电极-发射极电压Vce转变为电压变化率信号,可提前判断故障倾向,保护控制及时有效。



1. 一种绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:包括衰减电路(1),电压隔离电路(2),转换电路(3),比较电路(4)和保护动作电路(5),所述绝缘栅器件的发射极(E)连接接地端,所述衰减电路(1)的输入端连接所述绝缘栅器件的集电极(C),所述衰减电路(1)的输出端连接所述电压隔离电路(2)的输入端,所述电压隔离电路(2)的输出端连接所述转换电路(3)的输入端,所述转换电路(3)的输出端连接所述比较电路(4)的一个输入端,所述比较电路(4)的另一输入端接收阈值电压(V_{th}),所述比较电路(4)的输出端连接所述保护动作电路(5)的输入端,所述保护动作电路(5)的输出端连接所述绝缘栅器件的控制极(G);所述衰减电路(1)对所述绝缘栅器件的集电极-发射极电压(V_{ce})进行衰减处理后输出衰减电压(V_p)至所述电压隔离电路(2),所述电压隔离电路(2)对所述衰减电压(V_p)进行隔离处理后输出隔离后电压($V_{p'}$)至所述转换电路(3),所述转换电路(3)对所述隔离后电压($V_{p'}$)进行转换处理后输出与所述隔离后电压($V_{p'}$)的变化率成比例关系的转换电压(V_q),所述比较电路(4)比较所述转换电压(V_q)与所述阈值电压(V_{th})的大小,在所述转换电压(V_q)的绝对值大于所述阈值电压(V_{th})的绝对值时输出保护信号,所述保护动作电路(5)根据所述保护信号控制所述绝缘栅器件开通。

2. 根据权利要求1所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述衰减电路(1)包括第一电阻(R1)和第二电阻(R2),所述第一电阻(R1)的第一端作为所述衰减电路(1)的输入端连接所述绝缘栅器件的集电极(C),所述第二电阻(R2)的第一端连接所述接地端,第一电阻(R1)的第二端与所述第二电阻(R2)的第二端相连,相连端作为所述衰减电路(1)的输出端连接所述电压隔离电路(2)的输入端。

3. 根据权利要求1所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述电压隔离电路(2)为电压跟随电路,包括第一运算放大器(U1),所述第一运算放大器(U1)的正向输入端作为所述电压隔离电路(2)的输入端连接所述衰减电路(1)的输出端,所述第一运算放大器(U1)的反向输入端连接所述第一运算放大器(U1)的输出端,所述第一运算放大器(U1)的输出端作为所述电压隔离电路(2)的输出端连接所述转换电路(3)的输入端。

4. 根据权利要求1所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述转换电路(3)包括第一电容(C1),第三电阻(R3)和第二运算放大器(U2),所述第一电容(C1)的第一端作为所述转换电路(3)的输入端连接所述电压隔离电路(2)的输出端,所述第一电容(C1)的第二端连接所述第二运算放大器(U2)的反向输入端,所述第二运算放大器(U2)的正向输入端连接所述接地端,所述第三电阻(R3)连接在所述第二运算放大器(U2)的反向输入端和输出端之间,所述第二运算放大器(U2)的输出端作为所述转换电路(3)的输出端连接所述比较电路(4)的一个输入端。

5. 根据权利要求4所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述比较电路(4)包括第三运算放大器(U3),所述第三运算放大器(U3)的反向输入端作为所述比较电路(4)的输入端连接所述转换电路(3)的输出端,所述第三运算放大器(U3)的正向输入端接收所述阈值电压(V_{th}),所述第三运算放大器(U3)的输出端作为所述比较电路(4)的输出端连接所述保护动作电路(5)的输入端。

6. 根据权利要求1所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述转换电路(3)包括反比例电路,第一电容(C1),第三电阻(R3)和第二运算放大器(U2),所述反比例电路包括第四电阻(R4),第五电阻(R5)和第四运算放大器(U4);所述第四电阻(R4)的第一端

作为所述转换电路 (3) 的输入端连接所述电压隔离电路 (2) 的输出端,所述第四电阻 (R4) 的第二端连接所述第四运算放大器 (U4) 的反向输入端,所述第五电阻 (R5) 连接在所述第四运算放大器 (U4) 的反向输入端和输出端之间,所述第四运算放大器 (U4) 的输出端连接所述第一电容 (C1) 的第一端,所述第一电容 (C1) 的第二端连接所述第二运算放大器 (U2) 的反向输入端,所述第二运算放大器 (U2) 的正向输入端连接所述接地端,所述第三电阻 (R3) 连接在所述第二运算放大器 (U2) 的反向输入端和输出端之间,所述第二运算放大器 (U2) 的输出端作为所述转换电路 (3) 的输出端连接所述比较电路 (4) 的一个输入端。

7. 根据权利要求 1 所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述转换电路 (3) 包括反比例电路,第一电容 (C1),第三电阻 (R3) 和第二运算放大器 (U2),所述反比例电路包括第四电阻 (R4),第五电阻 (R5) 和第四运算放大器 (U4);所述第一电容 (C1) 的第一端作为所述转换电路 (3) 的输入端连接所述电压隔离电路 (2) 的输出端,所述第一电容 (C1) 的第二端连接所述第二运算放大器 (U2) 的反向输入端,所述第二运算放大器 (U2) 的正向输入端连接所述接地端,所述第三电阻 (R3) 连接在所述第二运算放大器 (U2) 的反向输入端和输出端之间,所述第二运算放大器 (U2) 的输出端连接所述第四电阻 (R4) 的第一端,所述第四电阻 (R4) 的第二端连接所述第四运算放大器 (U4) 的反向输入端,所述第五电阻 (R5) 连接在所述第四运算放大器 (U4) 的反向输入端和输出端之间,所述第四运算放大器 (U4) 的输出端作为所述转换电路 (3) 的输出端连接所述比较电路 (4) 的一个输入端。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述比较电路 (4) 包括第三运算放大器 (U3),所述第三运算放大器 (U3) 的正向输入端作为所述比较电路 (4) 的输入端连接所述转换电路 (3) 的输出端,所述第三运算放大器 (U3) 的反向输入端接收所述阈值电压 (V_{th}),所述第三运算放大器 (U3) 的输出端作为所述比较电路 (4) 的输出端连接所述保护动作电路 (5) 的输入端。

9. 根据权利要求 8 所述的绝缘栅器件的过压保护电路,其特征在于:所述保护电路还包括第一二极管 (D1),所述第一二极管 (D1) 的阳极连接所述第三运算放大器 (U3) 的输出端,所述第一二极管 (D1) 的阴极连接所述第三运算放大器 (U3) 的正向输入端。

10. 一种根据权利要求 1-9 任一项所述的绝缘栅器件的过压保护电路的过压保护方法,其特征在于:包括以下步骤:1) 对所述绝缘栅器件的集电极-发射极电压 (V_{ce}) 进行衰减处理得到衰减电压 (V_p);2) 对步骤 1) 得到的所述衰减电压 (V_p) 进行隔离处理后得到隔离后电压 ($V_{p'}$);3) 对步骤 2) 得到的隔离后电压 ($V_{p'}$) 进行转换处理得到与所述隔离后电压 ($V_{p'}$) 的变化率成比例关系的转换电压 (V_q);4) 将步骤 3) 得到的转换电压 (V_q) 与阈值电压 (V_{th}) 进行比较,在所述转换电压 (V_q) 大于所述阈值电压 (V_{th}) 时输出保护信号;5) 根据所述步骤 4) 中输出的保护信号控制所述绝缘栅器件开通。

一种绝缘栅器件的保护电路及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种绝缘栅器件的保护电路及其方法。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor, 简称为 IGBT) 目前已成为一种主流的功率半导体器件, 是由双极结型晶体管(Bipolar Junction Transistor, 缩写为 BJT, 又称为半导体三极管) 和金属氧化物半导体场效应管(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, 缩写为 MOSFET) 组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件, 兼有 MOSFET 的高速、高输入阻抗、易驱动和 BJT 的大电流、高耐压、低通态压降的特点。IGBT 所具有的电压型驱动、高输入阻抗、开关速度快、开关功率损耗小、通态压降小等一系列优良特性, 使其成为中、高功率开关电源、变频器、逆变器、感应加热、有源滤波器、家用电器等需要电能变换场合的理想功率开关器件。

[0003] IGBT 在运行过程中需要有保护电路对其进行保护控制, 以防止其自身驱动系统或所处电力电子电路中的异常状态使 IGBT 的工作电压或者电流超过安全工作范围, 导致 IGBT 损坏。传统的 IGBT 的保护电路一般是监测 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{ce} , 在集电极 - 发射极电压 V_{ce} 超过预定值后触发保护动作。这种 IGBT 的保护电路常常出现保护不及时的问题, 特别是在 IGBT 串联运行, 串联总电压远远高于单个器件规定工作电压的环境中, 极易出现保护不及时的问题, 即在保护动作前 IGBT 器件已被过压击穿。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是: 弥补上述现有技术的不足, 提出一种绝缘栅器件的保护电路及其方法, 可以对绝缘栅器件起到及时有效的保护。

[0005] 本发明的技术问题通过以下的技术方案予以解决:

[0006] 一种绝缘栅器件的保护电路, 包括衰减电路, 电压隔离电路, 转换电路, 比较电路和保护动作电路, 所述绝缘栅器件的发射极连接接地端, 所述衰减电路的输入端连接所述绝缘栅器件的集电极, 所述衰减电路的输出端连接所述电压隔离电路的输入端, 所述电压隔离电路的输出端连接所述转换电路的输入端, 所述转换电路的输出端连接所述比较电路的一个输入端, 所述比较电路的另一输入端接收阈值电压, 所述比较电路的输出端连接所述保护动作电路的输入端, 所述保护动作电路的输出端连接所述绝缘栅器件的控制极; 所述衰减电路对所述绝缘栅器件的集电极 - 发射极电压进行衰减处理后输出衰减电压至所述电压隔离电路, 所述电压隔离电路对所述衰减电压进行隔离处理后输出隔离后电压至所述转换电路, 所述转换电路对所述隔离后电压进行转换处理后输出与所述隔离后电压的变化率成比例关系的转换电压, 所述比较电路比较所述转换电压与所述阈值电压的大小, 在所述转换电压的绝对值大于所述阈值电压的绝对值时输出保护信号, 所述保护动作电路根据所述保护信号控制所述绝缘栅器件开通。

[0007] 本发明的技术问题通过以下进一步的技术方案予以解决:

[0008] 一种绝缘栅器件的保护方法,包括以下步骤:1)对所述绝缘栅器件的集电极-发射极电压进行衰减处理得到衰减电压;2)对步骤1)得到的所述衰减电压进行隔离处理后得到隔离后电压;3)对步骤2)得到的隔离后电压进行转换处理得到与所述隔离后电压的变化率成比例关系的转换电压;4)将步骤3)得到的转换电压与所述阈值电压进行比较,在所述转换电压大于所述阈值电压时输出保护信号;5)根据所述步骤4)中输出的保护信号控制所述绝缘栅器件开通。

[0009] 本发明与现有技术对比的有益效果是:

[0010] 本发明的绝缘栅器件的保护电路及其方法,通过衰减电路,电压隔离电路以及转换电路,从而将绝缘栅器件的集电极-发射极电压 V_{ce} 转变为电压变化率信号,由比较电路比较电压变化率信号和阈值电压,从而在电压变化率超过阈值电压时输出保护信号控制绝缘栅器件开通,从而最大可能地避免过压发生。这样,即实现了对电压变化趋势的监控,可提前判断故障倾向,在出现高的电压变化率时即可对绝缘栅器件进行保护,保护控制及时有效,避免了传统保护电路等到出现过压时才开通绝缘栅器件进行保护造成的保护不及时问题。

附图说明

[0011] 图1是本发明具体实施方式一中的绝缘栅器件的保护电路的结构图;

[0012] 图2是本发明具体实施方式一中的绝缘栅器件的保护方法的流程图;

[0013] 图3是本发明具体实施方式二中的绝缘栅器件的保护电路的结构图;

[0014] 图4是本发明具体实施方式三中的绝缘栅器件的保护电路的结构图;

[0015] 图5是本发明具体实施方式四中的绝缘栅器件的保护电路的结构图。

具体实施方式

[0016] 下面结合具体实施方式并对照附图对本发明做进一步详细说明。

[0017] 具体实施方式一

[0018] 如图1所示,为本具体实施方式中的绝缘栅器件的保护电路的结构图。保护电路包括衰减电路1,电压隔离电路2,转换电路3,比较电路4和保护动作电路5。

[0019] 其中,绝缘栅器件的发射极E连接接地端GND,衰减电路1的输入端连接绝缘栅器件的集电极C,衰减电路1的输出端连接电压隔离电路2的输入端,电压隔离电路2的输出端连接转换电路3的输入端,转换电路3的输出端连接比较电路4的一个输入端,比较电路4的另一输入端接收阈值电压 V_{th} ,比较电路4的输出端连接保护动作电路5的输入端,保护动作电路5的输出端连接绝缘栅器件的控制极G。本具体实施方式中绝缘栅器件为IGBT,在其它实施方式中,绝缘栅器件也可以为MOSFET。

[0020] 衰减电路1对IGBT的集电极-发射极电压 V_{ce} 进行衰减处理后输出衰减电压 V_p 至电压隔离电路2。衰减处理的衰减比例没有特别要求,只需要将IGBT两端通常为以千伏计的高电压强电衰减为保护电路所能处理的弱电范畴(通常在30V以内),将强电信号衰减后即能用于后续电压隔离电路2,转换电路3,比较电路4的处理。如图1所示,本具体实施方式中,衰减电路1包括第一电阻R1和第二电阻R2,第一电阻R1的第一端作为衰减电路1的输入端连接绝缘栅器件的集电极C,第二电阻R2的

第一端连接接地端,第一电阻 R1 的第二端与第二电阻 R2 的第二端相连,相连端作为衰减电路 1 的输出端输出衰减电压 V_p 。衰减电路 1 衰减处理后得到的衰减电压 $V_p = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{ce}$, 衰减系数 $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$ 满足使得到的衰减电压 V_p 在后续电压隔离电路 2, 转换电路 3, 比较电路 4 能处理电压范围内即可。当然, 衰减电路 1 除通过上述两个电阻组成的分压电路实现外, 还可以通过三个, 四个甚至更多个的电阻分压实现, 或者其它具体电路结构实现。

[0021] 电压隔离电路 2 对衰减电压 V_p 进行隔离处理, 即可防止衰减电路 1 中电流对后续转换电路 3 以及比较电路 4 造成影响, 同时也避免衰减电路 1 本身输出的衰减电压 V_p 如直接输入至转换电路 3 时, 会对集电极 - 发射极电压 V_{ce} 的衰减动作有不期望的延迟, 响应速度不足以满足保护需要。如图 1 所示, 电压隔离电路 2 为电压跟随电路, 包括第一运算放大器 U1, 第一运算放大器 U1 的正向输入端作为电压隔离电路 2 的输入端接收衰减电路 1 输出的衰减电压 V_p , 第一运算放大器 U1 的反向输入端连接第一运算放大器 U1 的输出端, 第一运算放大器 U1 的输出端作为电压隔离电路 2 的输出端输出隔离后电压 $V_{p'}$ 。由于选用电压跟随电路作为电压隔离电路 2, 因此隔离后电压 $V_{p'}$ 可认为近似等于衰减电压 V_p 。

[0022] 转换电路 3 对隔离后电压 $V_{p'}$ 进行转换处理得到与隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率成比例关系的转换电压 V_q , 即将采集的集电极 - 发射极电压 V_{ce} 电压监测对象转换为电压变化率监测对象。如图 1 所示, 转换电路 3 包括第一电容 C1, 第三电阻 R3 和第二运算放大器 U2, 第一电容 C1 的第一端作为转换电路 3 的输入端接收隔离后电压 $V_{p'}$, 第一电容 C1 的第二端连接第二运算放大器 U2 的反向输入端, 第二运算放大器 U2 的正向输入端连接接地端, 第三电阻 R3 连接在第二运算放大器 U2 的反向输入端和输出端之间, 第二运算放大器 U2 的输出端作为转换电路 3 的输出端输出转换电压 V_q 。工作时, 由于第二运算放大器 U2 负反馈的作用, 第二运算放大器 U2 的反向输入端电位近似为零, 输入的电压 $V_{p'}$ 通过第一电容 C1 转化为与电压变化率 $\frac{dV_{p'}}{dt}$ 的直线性相关的电流 $i = C_1 \times \frac{dV_{p'}}{dt}$, 而又因第二运算放大器 U2 输入端输入阻抗极高, 此线性相关的电流 i 几乎全部从第三电阻 R3 流过并产生输出端转换电压 V_q , 因此转换电压 $V_q = -R_3 \times i$, 也即 $V_q = -R_3 \times C_1 \times \frac{dV_{p'}}{dt}$, 满足转换电压 V_q 与隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率成比例关系的条件, 是成反比例关系。又因此, $V_{p'}$ 可认为近似等于衰减电压 V_p , 衰减电压 V_p 是与 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{ce} 成比例关系的, 所以转换电路 3 输出得到的转换电压 V_q 即反应了 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 。

[0023] 比较电路 4 包括第三运算放大器 U3, 第三运算放大器 U3 的反向输入端作为比较电路 4 的输入端接收转换电压 V_q , 第三运算放大器 U3 的正向输入端接收阈值电压 V_{th} , 第三运算放大器 U3 的输出端作为比较电路 4 的输出端连接保护动作电路 5 的输入端。阈值电压 V_{th} 的设定根据 IGBT 的器件特性, 应用故障特征, 应用要求和特性综合设定。比如, 根据 IGBT 的参数以及工作电路要求得到 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 不应大于阈值 $\max = 5000 \text{v}/\mu\text{s}$, 则相应设定阈值电压 $V_{th} = -R_3 \times C_1 \times \max \times \frac{R_2}{R_2 + R_1}$ 。本具体实施方式中, 由于前级转换电路 3 输出的转换电压 V_q 与隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率成反比例关系,

为负值,因此阈值电压 V_{th} 也应为负值。工作时,如果 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 增大至超过其阈值 \max ,则衰减电压 V_p 和隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率也增大,而转换电压 $V_q = -R_3 \times C_1 \times \frac{dV_{p'}}{dt}$,所以转换电压 V_q 会由于 $\frac{dV_{p'}}{dt}$ 的增大而变小至小于 V_{th} 时,此时转换电压 V_q 的绝对值会由于 $\frac{dV_{p'}}{dt}$ 的增大而变大至大于 V_{th} 的绝对值,此时第三运算放大器 U3 的输出会从低电平转变为高电平,也即比较电路 4 的输出会从低电平转变为高电平(因为正向输入的 V_{th} 较大),该高电平即作为保护信号输出给保护动作电路 5。保护动作电路 5 即接收比较电路 4 输出的高电平,输出控制信号给 IGBT 的控制极 G,从而控制 IGBT 开通。从整体来看,即实现了当 IGBT 的集电极-发射极电压 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 较大超过其阈值 \max 时,对应即开通 IGBT 从而保护 IGBT。需说明的是,因发生的是过压故障或有明显的过压故障倾向,因此保护动作是开通 IGBT 而不是关断 IGBT。上述故障情形下,如保护动作为关断 IGBT,会加剧故障状态;如为开通,才会在最大程度上避免过压的发生。

[0024] 综上所述,本具体实施方式的绝缘栅器件的保护电路,在监控绝缘栅器件的集电极-发射极电压 V_{ce} 时,将绝缘栅器件的集电极-发射极电压 V_{ce} 转变为电压变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 信号,实现对电压变化率的有效监控。而 IGBT 运行过程中由于其自身驱动系统或所处电力电子电路或系统中的异常状态(如出现故障等)会导致 IGBT 两端出现高电压的过压情形,而在 V_{ce} 达到高电压值的过压情形之前,其变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 即增大。这样,通过本具体实施方式对电压变化率的有效监控,从而可对某些可能引起高电压故障情形提前判断,在出现高电压过压情形之前即可对绝缘栅器件进行保护,从而对 IGBT 起到及时有效的保护,避免了单纯的过压保护电路对 IGBT 保护不及时的问题。

[0025] 本具体实施方式中还提供一种绝缘栅器件的保护方法,如图 2 所示,为保护方法的流程图。保护方法包括以下步骤:P1) 衰减处理:对绝缘栅器件的集电极-发射极电压 V_{ce} 进行衰减处理得到衰减电压 V_p ;P2) 隔离处理:对步骤 P1) 得到的衰减电压 V_p 进行隔离处理后得到隔离后电压 $V_{p'}$;P3) 转换处理:对步骤 P2) 得到的隔离后电压 $V_{p'}$ 进行转换处理得到与隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率成比例关系的转换电压 V_q ;P4) 将步骤 P3) 得到的转换电压 V_q 与阈值电压 V_{th} 进行比较,在转换电压 V_q 大于阈值电压 V_{th} 时输出保护信号;P5) 根据步骤 P4) 中输出的保护信号控制绝缘栅器件开通。上述保护方法,可对电压的变化率进行有效监控,从而对某些可能引起高电压故障情形提前判断,对 IGBT 起到及时有效的保护,避免了单纯的过压保护电路对 IGBT 保护不及时的问题。

[0026] 具体实施方式二

[0027] 本具体实施方式与实施方式一的不同之处在于:本具体实施方式中,转换电路 3 由反比例电路和第一电容,第三电阻,第二运算放大器共同组成,相对于实施方式一中的转换电路增加了反比例电路,因此,后级连接的比较电路 4 是正向输入端接收转换电压,反向输入端接收阈值电压,阈值电压为正值。

[0028] 如图 3 所示,为本具体实施方式中的绝缘栅器件的保护电路的结构图。保护电路

包括衰减电路 1, 电压隔离电路 2, 转换电路 3, 比较电路 4 和保护动作电路 5。除转换电路 3 和比较电路 4 的组成与具体实施方式一不同外, 其余各组件的组成以及各组件之间的连接均同实施方式一相同, 在此不重复说明, 仅对不同之处转换电路 3 和比较电路 4 的组成做详细说明。

[0029] 如图 3 所示, 转换电路 3 包括反比例电路, 第一电容 C1, 第三电阻 R3 和第二运算放大器 U2, 其中, 反比例电路包括第四电阻 R4, 第五电阻 R5 和第四运算放大器 U4。第四电阻 R4 的第一端作为转换电路 3 的输入端接收电压隔离电路 2 的输出端输出的隔离后电压 $V_{p'}$, 第四电阻 R4 的第二端连接第四运算放大器 U4 的反向输入端, 第五电阻 R5 连接在第四运算放大器 U4 的反向输入端和输出端之间, 第四运算放大器 U4 的输出端连接第一电容 C1 的第一端, 第一电容 C1 的第二端连接第二运算放大器 U2 的反向输入端, 第二运算放大器 U2 的正向输入端连接接地端, 第三电阻 R3 连接在第二运算放大器 U2 的反向输入端和输出端之间, 第二运算放大器 U2 的输出端作为转换电路 3 的输出端输出转换电压 V_q 。工作时, 由于第四电阻 R4, 第五电阻 R5 和第四运算放大器 U4 组成的是反比例电路, 反比例电路接收隔离后电压 $V_{p'}$, 输出电压 $V_{p''}$ 即等于 $k \times V_{p'}$, k 表示反比例电路的反比例系数, 为负数。优选地, 第四电阻 R4 与第五电阻 R5 阻值相等, 反比例系数 $k=-1$ 。这样, 反比例电路的输出经过后端的第三电阻 R3, 第二运算放大器 U2 的电压转换后, 输出转换电压 $V_q = -R_3 \times C_1 \times \frac{dV_{p''}}{dt} = -R_3 \times C_1 \times k \times \frac{dV_{p'}}{dt}$, 满足转换电压 V_q 与隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率成比例关系的条件。因 k 为负数, 所以数值上是成正比例关系。

[0030] 比较电路 4 同具体实施方式一相同, 也是包括第三运算放大器 U3, 只是第三运算放大器 U3 的连接有所不同, 第三运算放大器 U3 的正向输入端作为比较电路 4 的输入端接收转换电路 3 输出的转换电压 V_q , 第三运算放大器 U3 的反向输入端接收阈值电压 V_{th} , 第三运算放大器 U3 的输出端作为比较电路 4 的输出端连接保护动作电路 5 的输入端。同样地, 阈值电压 V_{th} 的设定根据 IGBT 的器件特性, 应用故障特征, 应用要求和特性综合设定。比如, 根据 IGBT 的参数以及工作电路要求得到 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 不应大于阈值 $\max = 5000 \text{v}/\mu\text{s}$, 则相应设定阈值电压 $V_{th} = -R_3 \times C_1 \times k \times \max \times \frac{R_2}{R_2 + R_1}$ 。本具体实施方式中, 由于前级转换电路 3 输出的转换电压 V_q 与隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率成数值上的正比例关系, 为正值, 因此阈值电压 V_{th} 也应为正值。工作时, 如果 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 增大至超过其阈值 \max , 则衰减电压 V_p 和隔离后电压 $V_{p'}$ 的变化率也增大, 而转换电压 $V_q = -R_3 \times C_1 \times k \times \frac{dV_{p'}}{dt}$, 所以转换电压 V_q 会由于 $\frac{dV_{p'}}{dt}$ 的增大而变大至大于 V_{th} 时, 此时转换电压 V_q 的绝对值会由于 $\frac{dV_{p'}}{dt}$ 的增大也变大至大于 V_{th} 的绝对值, 此时第三运算放大器 U3 的输出会从低电平转变为高电平, 也即比较电路 4 的输出会从低电平转变为高电平 (因为正向输入的转换电压 V_q 较大), 同样, 该高电平即作为保护信号输出给保护动作电路 5。保护动作电路 5 即接收比较电路 4 输出的高电平, 输出控制信号给 IGBT 的控制极 G, 从而控制 IGBT 开通。从整体来看, 即实现了当 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 较大超过其阈值 \max 时, 对应即开通 IGBT 从而保护 IGBT。

[0031] 综上所述,本具体实施方式的绝缘栅器件的保护电路,也与具体实施方式一一样,能对电压变化率进行有效监控,可对某些可能引起高电压故障情形提前判断,对 IGBT 起到及时有效的保护。进一步地,在电路实现中,因阈值电压取正值,因此阈值电压的正电压固定值更易于发生,且正电压更容易保持稳定,有利于维持阈值电压的稳定性,确保保护电路保护的及时准确性。

[0032] 具体实施方式三

[0033] 本具体实施方式与实施方式二的不同之处在于:本具体实施方式中,转换电路 3 先由第一电容,第三电阻,第二运算放大器组成的电路进行电压转换,后续再由反比例电路进行反比例变换后输出转换电压 V_q ,而具体实施方式二中,是先由反比例电路进行反比例变换,再由第一电容,第三电阻,第二运算放大器组成的电路进行电压转换后输出转换电压 V_q 。

[0034] 如图 4 所示,为本具体实施方式中的绝缘栅器件的保护电路的结构图。保护电路包括衰减电路 1,电压隔离电路 2,转换电路 3,比较电路 4 和保护动作电路 5。除转换电路 3 中各组成的连接与具体实施方式二不同外,其余各组件的组成以及各组件之间的连接均同实施方式二相同,在此不重复说明,仅对不同之处转换电路 3 中各组成的连接做详细说明。

[0035] 如图 4 所示,转换电路 3 包括反比例电路,第一电容 C_1 ,第三电阻 R_3 和第二运算放大器 U_2 ,其中,反比例电路包括第四电阻 R_4 ,第五电阻 R_5 和第四运算放大器 U_4 。第一电容 C_1 的第一端作为转换电路 3 的输入端接收电压隔离电路 2 的输出端输出的隔离后电压 V_p' ,第一电容 C_1 的第二端连接第二运算放大器 U_2 的反向输入端,第二运算放大器 U_2 的正向输入端连接接地端,第三电阻 R_3 连接在第二运算放大器 U_2 的反向输入端和输出端之间,第二运算放大器 U_2 的输出端连接第四电阻 R_4 的第一端,第四电阻 R_4 的第二端连接第四运算放大器 U_4 的反向输入端,第五电阻 R_5 连接在第四运算放大器 U_4 的反向输入端和输出端之间,第四运算放大器 U_4 的输出端作为转换电路 3 的输出端输出转换电压 V_q 。工作时,先由第一电容 C_1 ,第三电阻 R_3 ,第二运算放大器 U_2 组成的电路进行电压转换,即转换后输出电压 $V_p'' = -R_3 \times C_1 \times \frac{dV_p'}{dt}$,该输出电压再经过第四电阻 R_4 ,第五电阻 R_5 和第四运算放大器

U_4 组成的反比例电路进行反比例变换,即输出转换电压 $V_q = k \times V_p'' = k \times (-R_3 \times C_1 \times \frac{dV_p'}{dt})$

, k 表示反比例电路的反比例系数,为负数。同样地,满足转换电压 V_q 与隔离后电压 V_p' 的变化率成比例关系的条件,且是数值上成正比例关系。

[0036] 上述得到的转换电压 V_q 同具体实施方式二中相同,输入后级的比较电路 4 后,比较电路 4 的工作同具体实施方式二相同,在此也不重复说明。

[0037] 本具体实施方式中的绝缘栅器件的保护电路,同具体实施方式一一样,能对电压变化率进行有效监控,可对某些可能引起高电压故障情形提前判断,对 IGBT 起到及时有效的保护。且同具体实施方式二一样,阈值电压取正值,更易于发生,且有利于维持阈值电压的稳定性,确保保护电路保护的及时准确性。

[0038] 具体实施方式四

[0039] 本具体实施方式与实施方式二的不同之处在于:本具体实施方式中,保护电路还包括第一二极管 D_1 ,通过第一二极管 D_1 从而实现保护状态的锁定。

[0040] 如图 5 所示,为本具体实施方式中的绝缘栅器件的保护电路的结构图。保护电路

包括衰减电路 1, 电压隔离电路 2, 转换电路 3, 比较电路 4 和保护动作电路 5。保护电路中各组件的组成以及各组件之间的连接均同实施方式二相同, 在此不重复说明, 仅对不同之处增设的第一二极管 D1 的连接及其工作做详细说明。

[0041] 如图 5 所示, 第一二极管 D1 的阳极连接比较电路 4 中的第三运算放大器 U3 的输出端, 第一二极管 D1 的阴极连接第三运算放大器 U3 的正向输入端。工作时, 如果 V_{ce} 的变化率 $\frac{dV_{ce}}{dt}$ 增大至超过其阈值 \max , 则转换电压 V_q 会大于阈值电压 V_{th} , 此时第三运算放大器 U3 输出高电平, 也即比较电路 4 输出高电平, 该高电平即作为保护信号输出给保护动作电路 5, 由保护动作电路 5 控制 IGBT 开通。而在保护触发时, 第三运算放大器 U3 输出为高电平, 第一二极管 D1 导通, 将第三运算放大器 U3 的正向输入端拉高, 实现正反馈保持输入稳定, 即实现了保护状态的锁定, 避免由于保护触发后使 IGBT 开通后 IGBT 的电压 V_{ce} 下降致使保护电路失去触发状态, 而又因外部故障仍未消除, 在触发状态解除之后的短暂时间内又重新进入故障状态而导致保护再次触发, 进而进入高频振荡状态。即通过第一二极管 D1 实现了保护状态的锁定。若保护触发锁定后需解除锁定, 则仅由外部设备向第三运算放大器 U3 的正向输入端施加一个低电平 (低于阈值电压 V_{th}) 的解锁信号, 解除因二极管 D1 导通带来的正反馈状态, 从而使第三运算放大器 U3 输出低电平, 二极管 D1 截止, 恢复锁定之前的状态, 从而解锁。

[0042] 本具体实施方式中的保护电路, 在具体实施方式二的基础上增设二极管 D1, 从而可实现保护状态的锁定, 维持对 IGBT 保护状态。

[0043] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明, 不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明构思的前提下做出若干替代或明显变型, 而且性能或用途相同, 都应当视为属于本发明的保护范围。

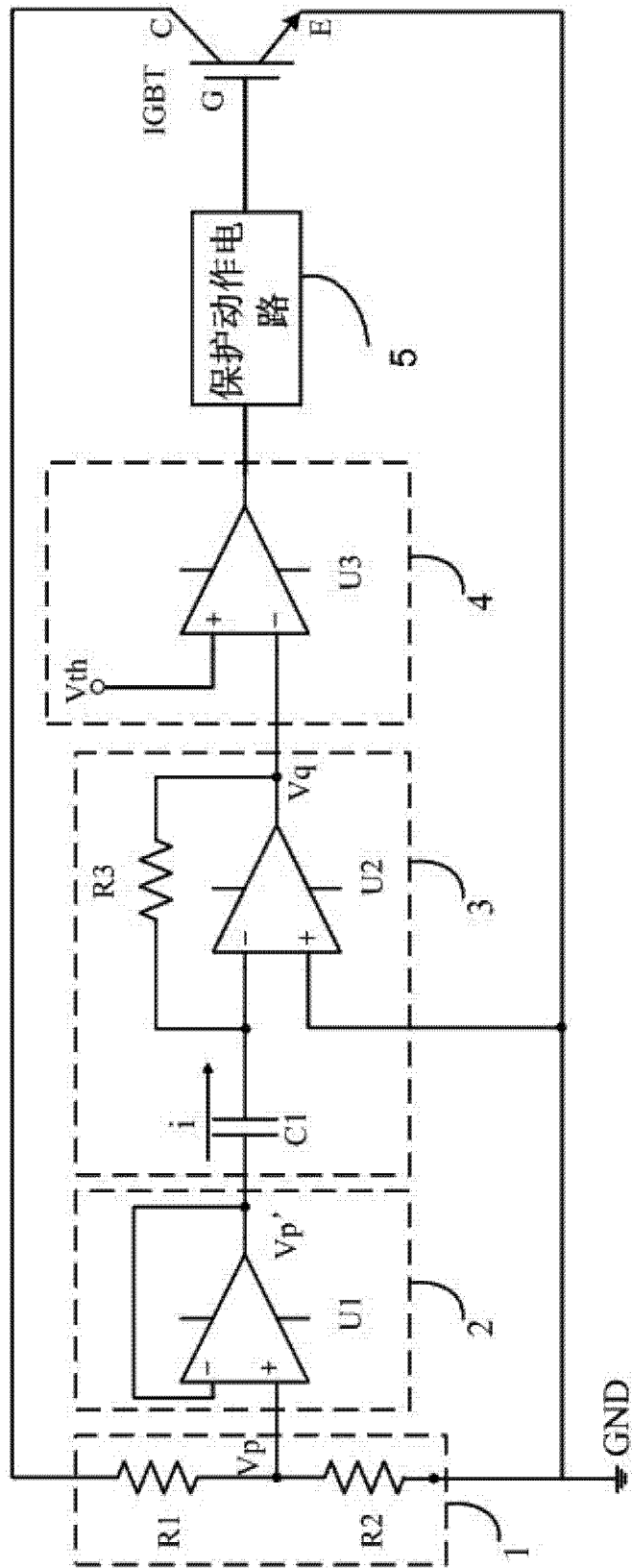


图 1

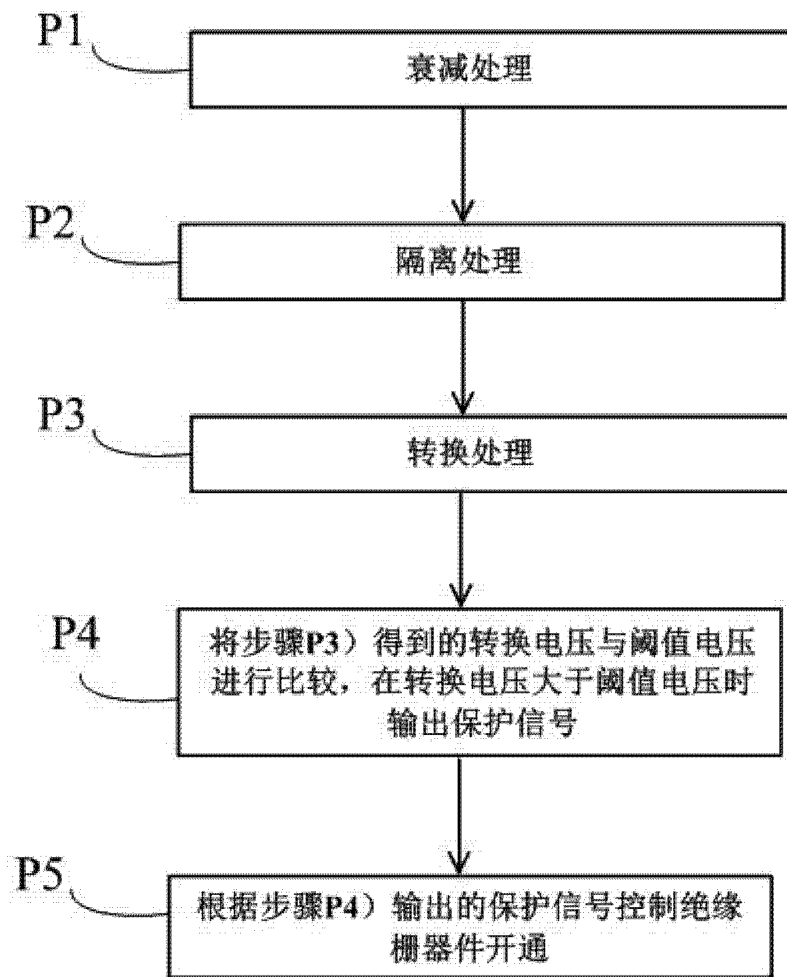


图 2

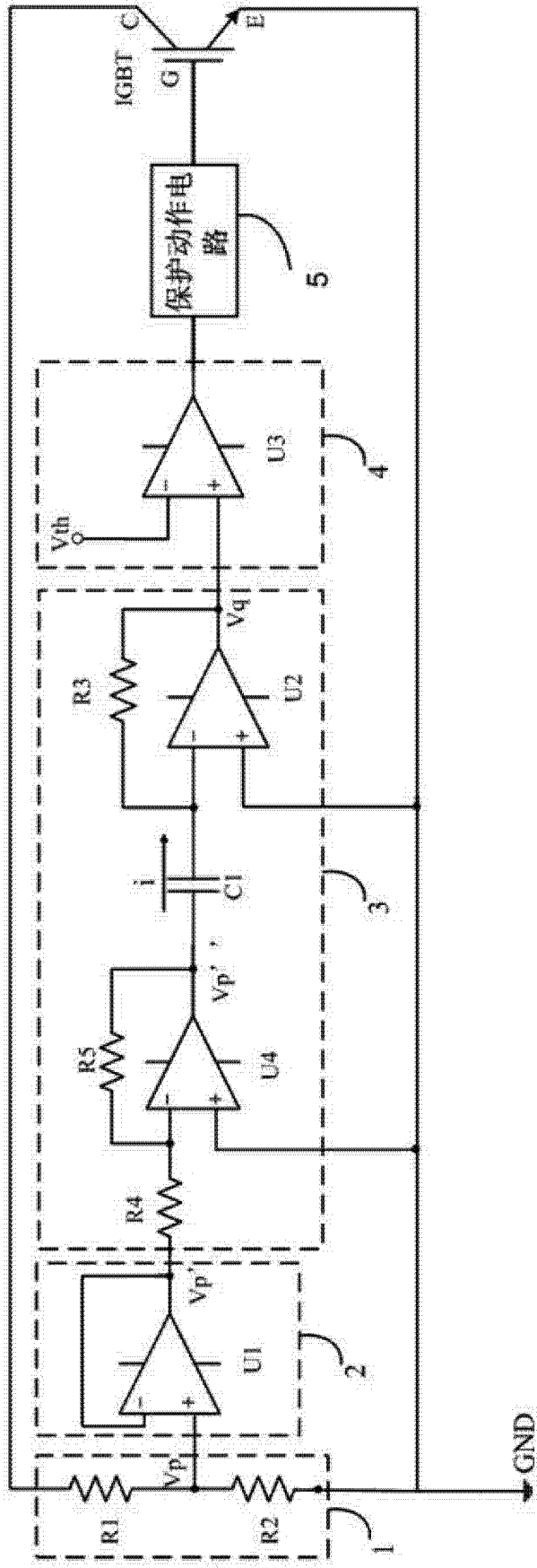


图 3

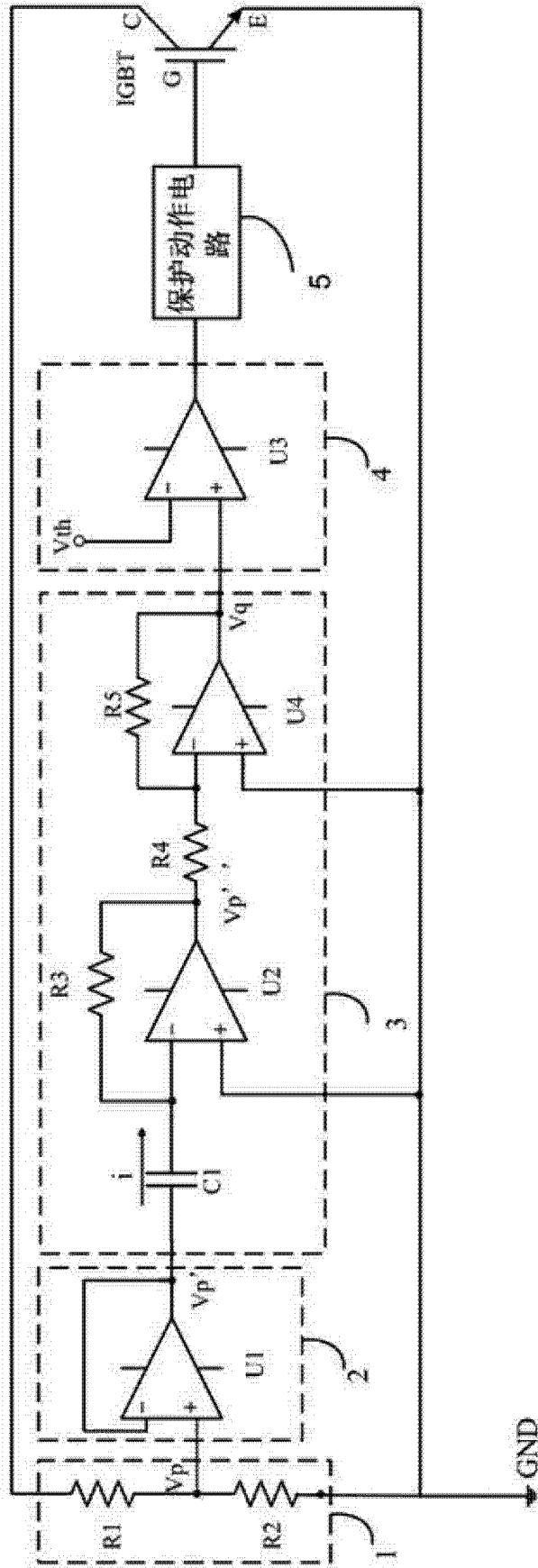


图 4

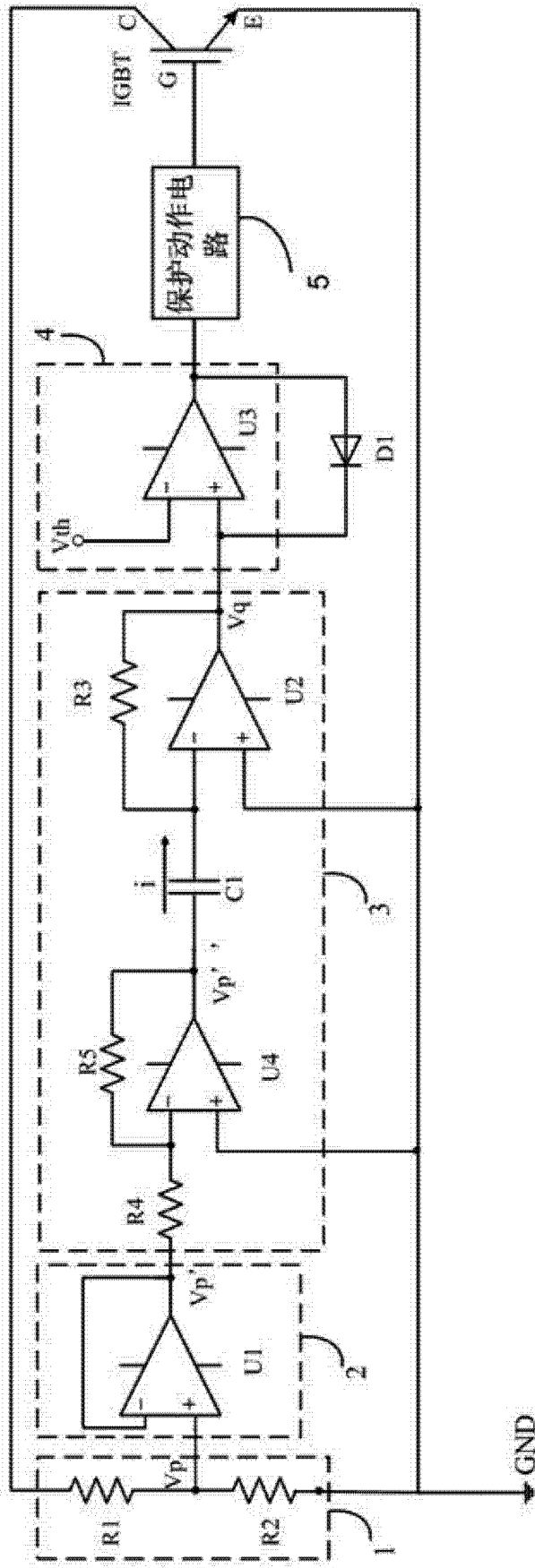


图 5