



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110572011 B

(45) 授权公告日 2020.10.02

(21) 申请号 201910768054.5

(22) 申请日 2019.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110572011 A

(43) 申请公布日 2019.12.13

(73) 专利权人 合肥工业大学
地址 230009 安徽省合肥市合肥工业大学
电气与自动化工程学院, 屯溪路校区
逸夫科教楼11层

(72) 发明人 何怡刚 王建鑫 李志刚 袁伟博
阮义 李晨晨

(74) 专利代理机构 长沙星耀专利事务所(普通
合伙) 43205
代理人 赵静华 宁星耀

(51) Int. Cl.

H02M 1/08 (2006.01)

G01R 31/52 (2020.01)

G01R 1/36 (2006.01)

G01R 1/30 (2006.01)

H03K 17/082 (2006.01)

H03K 17/567 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 202888814 U, 2013.04.17

CN 102780474 A, 2012.11.14

审查员 边境

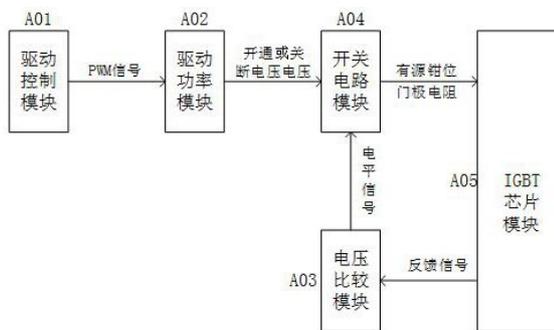
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置

(57) 摘要

带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置, 包括驱动控制模块(A01)、驱动功率模块(A02)、电压比较模块(A03)、开关电路模块(A04)和IGBT芯片模块(A05)。本发明以IGBT芯片模块的发射极寄生电感上的感生电动势作为反馈信号控制开通和关断过程中的不同阶段接入不同阻值电阻, 以实现IGBT软开关, 并且通过反馈信号来判断关断过程是否短路, 通过有源钳位技术保护IGBT。



1. 带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,包括驱动控制模块A01、驱动功率模块A02、电压比较模块A03、开关电路模块A04和IGBT芯片模块A05;

驱动控制模块A01的输出端与驱动功率模块A02的输入端相连,驱动控制模块A01用于给驱动功率模块A02提供PWM脉冲信号,通过PWM脉冲信号控制驱动功率模块A02内的开关管的开通与关断;

驱动功率模块A02的输出端与开关电路模块A04的输入端相连,驱动功率模块A02输出开通或关断电压至开关电路模块A04并起到驱动信号隔离作用,从而给IGBT芯片模块A05的门极提供开通或关断提供基础;

电压比较模块A03的输出端与开关电路模块A04的另一输入端相连,IGBT芯片模块A05发出的反馈信号经过电压比较模块A03判断后给开关电路模块A04提供高低电平信号;

开关电路模块A04利用电压比较模块A03传递过来的高低电平信号选择导通开关电路模块A04中相应的MOS开关管,从而使驱动功率模块A02输出的开通或关断电压加到开关电路模块A04中与相应MOS开关管相连的门极小电阻A044、门极大电阻A045或有源钳位电阻A046上;

IGBT芯片模块A05采用IGBT芯片,IGBT芯片模块的发射极与电压比较模块A03的输入端连接,开关电路模块A04中的门极小电阻A044、门极大电阻A045以及有源钳位电阻A046均与IGBT芯片模块的门极相连,IGBT芯片模块A05的发射极串接有寄生电感,以寄生电感上的感生电动势作为反馈信号接入电压比较模块A03的输入端;

电压比较模块A03包括初级电压比较器A031、次级电压比较器A033、初级直流电压源和电阻串联结构A034、次级直流电压源和电阻串联结构A035、N型MOS开关管A032,初级电压比较器A031的输入端和N型MOS开关管A032的源极均与IGBT芯片模块A05的发射极相连,初级电压比较器A031的输出端与N型MOS开关管A032的栅极相连,N型MOS开关管A032的漏极与次级电压比较器A033的输入端相连,初级直流电压源和电阻串联结构A034与初级电压比较器A031的另一输入端相连,次级直流电压源和电阻串联结构A035与次级电压比较器A033的另一输入端相连;初级电压比较器A031的输出端、次级电压比较器A033的输出端均与开关电路模块A04的输入端相连;

初级电压比较器A031、次级电压比较器A033用于将反馈信号进行比较判断,初级直流电压源和电阻串联结构A034、次级直流电压源和电阻串联结构A035用于提供参考电压,N型MOS开关管A032是将反馈信号传递到次级电压比较器A033。

2. 根据权利要求1所述的带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,其特征在于,驱动功率模块A02包括推挽变换电路A021和稳压电路A022;推挽变换电路A021的输出端与稳压电路A022的输入端相连,推挽变换电路A021根据驱动控制模块A01的PWM脉冲信号控制推挽变换电路A021内开关管的导通,从而将推挽变换电路A021内开关管的输入电压转换为斩波信号,斩波信号再经推挽变换电路A021内变压器的原边传递到变压器的副边,通过变压器的副边连接到稳压电路A022,稳压电路A022将斩波信号变为IGBT的开通或关断电压传递到开关电路模块A04。

3. 根据权利要求1或2所述的带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,其特征在于,开关电路模块包括N型MOS开关管A041、两个P型MOS开关管A042和A043、门极小电阻A044、门极大电阻A045以及有源钳位电阻A046,开关电路模块的N型MOS开关管A041、P型MOS开关管

A042和P型MOS开关管A043分别用于门极小电阻A044、门极大电阻A045和有源钳位电阻A046的接入；N型MOS开关管A041的漏极与门极小电阻A044相连，P型MOS开关管A042的漏极与门极大电路A045相连，P型MOS开关管A043的漏极与有源钳位电阻A046相连，有源钳位电阻A046、门极小电路A044和门极大电阻A045均与IGBT芯片模块A05的门极相连；N型MOS开关管A041的栅极和P型MOS开关管A042的栅极均与次级电压比较器A033的输出端相连，P型MOS开关管A043的栅极与初级电压比较器A031的输出端相连；N型MOS开关管A041的源极、P型MOS开关管A042的源极和P型MOS开关管A043的源极均与稳压电路A022的输出端相连；

门极小电阻A044、门极大电阻A045用作IGBT芯片模块A05的门极驱动电阻，有源钳位电阻A046起到短路故障稳压作用。

4. 根据权利要求3所述的带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置，其特征在于，开关电路模块还包括P型MOS开关管A047，P型MOS开关管A047的栅极与初级电压比较器A031的输出端相连，P型MOS开关管A047的源极与IGBT芯片模块A05的集电极相连，P型MOS开关管A047的漏极与IGBT芯片模块A05的门极相连；

若IGBT芯片模块A05发生短路故障，IGBT芯片模块的集电极电流在 $3\mu\text{s}$ 内上升超过IGBT芯片模块额定电流的4倍，用作反馈信号的IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势，比初级电压比较器A031通过初级直流电压源和电阻串联结构提供的短路参考电压大，初级电压比较器A031的输出为低电平，则接通与有源钳位电阻A046相连的P型MOS开关管A043，P型MOS开关管A043与有源钳位电阻A046相连构成的支路导通，同时与IGBT芯片模块A05的门极相连的P型MOS开关管A047导通，通过P型MOS开关管A047给IGBT芯片模块的门极注入补偿电流，提供短路保护；若IGBT芯片模块A05正常运行，IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势保持在预设阈值以下，IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势，比初级电压比较器A031通过初级直流电压源和电阻串联结构提供的短路参考电压小，初级电压比较器A031输出高电平，则初级电压比较器A031通过与初级电压比较器A031相连的N型MOS开关管A032将反馈信号传递到次级电压比较器A033；若IGBT芯片模块A05处于开通过程的门极充电延迟、米勒平台持续阶段或者处于关断过程的关断延迟、拖尾电流阶段，IGBT芯片模块A05的集电极电流变化率为零，使得IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势为零，或使得IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势比次级电压比较器A033通过次级直流电压源和电阻串联结构提供的正常运行参考电压小，次级电压比较器A033输出为高电平，则接通N型MOS开关管A041，N型MOS开关管A041与门极小电阻A044相连构成的支路导通；若IGBT芯片模块A05处于开通过程的电流上升阶段或者处于关断过程的电压上升阶段，IGBT芯片模块A05的集电极电流在 $1\mu\text{s}$ 内上升超过300A，电流使得IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势，比次级电压比较器A033通过次级直流电压源和电阻串联结构提供的正常运行参考电压大，次级电压比较器A033输出为低电平，则接通P型MOS开关管A042，P型MOS开关管A042与门极大电阻A045相连构成的支路导通。

带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路技术,具体涉及一种带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor,IGBT)是由绝缘栅型场效应管(MOS)和双极型晶体管(BJT)组合成的新型器件,有效结合了二者的优点,被广泛应用于汽车行业、高速铁路、电气领域等传统和新兴领域。驱动电路影响IGBT模块的工作性能,能够有效控制IGBT开关断时间、减小开关损耗、抑制电压和电流尖峰、防止擎住效应,以及对IGBT在工作过程中可能遇到的各种故障进行监测和保护,确保其工作在安全工作区内。在现有的IGBT驱动电路方面多采用固定阻值门极电阻来开通和关断IGBT。根据IGBT开关特性,较大阻值门极电阻能够有效控制集电极电压和电流尖峰、防止擎住效应,但是较大阻值电阻会减缓门极充放电速率、延长了IGBT开通和关断时间、增大开关损耗;反之采用较小的门极电阻会导致集电极电压和电流尖峰过高,但是能够加快门极充放电速率、提高开关断速度、减少开关损耗。另外现有的驱动电路不能很好地监测和解决IGBT短路情况,导致现有的IGBT驱动电路的开关性能较低、使用寿命短、短路故障无法有效准确的监测、可靠性不高。基于目前行业情况,有必要发明一种全新的IGBT驱动电路,来改善IGBT开关特性,监测和处理短路情况,延长使用寿命,提高可靠性。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是,克服现有技术存在的上述缺陷,提供一种能有效地对短路故障进行监测、可靠性高、使用寿命长长的带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,包括驱动控制模块、驱动功率模块、电压比较模块、开关电路模块和IGBT芯片模块。

[0006] 驱动控制模块的输出端与驱动功率模块的输入端相连,驱动控制模块用于给驱动功率模块提供PWM脉冲信号,通过PWM脉冲信号控制驱动功率模块内的开关管的开通与关断,进而实现IGBT芯片的开通与关断;

[0007] 驱动功率模块的输出端与开关电路模块的输入端相连,驱动功率模块输出开通或关断电压至开关电路模块并起到驱动信号隔离作用,从而给IGBT芯片模块的门极提供开通或关断提供基础;

[0008] 电压比较模块的输出端与开关电路模块的另一输入端相连,IGBT芯片模块发出的反馈信号经过电压比较模块判断后给开关电路模块提供高低电平信号;

[0009] 开关电路模块利用电压比较模块传递过来的高低电平信号选择导通开关电路模块中相应的MOS开关管,从而使驱动功率模块输出的开通或关断电压加到开关电路模块中与相应MOS开关管相连的门极小电阻、门极大电阻A045有源钳位电阻上;

[0010] IGBT芯片模块采用IGBT芯片(如英飞凌FZ1500R33HE3型芯片),IGBT芯片模块的发射极与电压比较模块的输入端连接,开关电路模块中的门极小电阻、门极大电阻以及有源钳位电阻均与IGBT芯片模块的门极相连,IGBT芯片模块的发射极串接有寄生电感,以寄生电感上的感生电动势作为反馈信号接入电压比较模块的输入端,IGBT芯片模块是本发明的应用载体。

[0011] 进一步,驱动功率模块包括推挽变换电路和稳压电路;推挽变换电路的输出端与稳压电路的输入端相连,推挽变换电路根据驱动控制模块的PWM脉冲信号控制推挽变换电路内开关管的导通,从而将推挽变换电路内开关管的输入电压转换为斩波信号,斩波信号再经推挽变换电路内变压器的原边传递到变压器的副边,通过变压器的副边连接到稳压电路,稳压电路将斩波信号变为IGBT的开通或关断电压传递到开关电路模块。

[0012] 进一步,电压比较模块包括初级电压比较器、次级电压比较器、初级直流电压源和电阻串联结构、次级直流电压源和电阻串联结构、N型MOS开关管,初级电压比较器的输入端和N型MOS开关管的源极均与IGBT芯片模块的发射极相连,初级电压比较器的输出端与N型MOS开关管的栅极相连,N型MOS开关管的漏极与次级电压比较器的输入端相连,初级直流电压源和电阻串联结构与初级电压比较器的另一输入端相连,次级直流电压源和电阻串联结构与次级电压比较器的另一输入端相连;初级电压比较器的输出端、次级电压比较器的输出端均与开关电路模块的输入端相连。

[0013] 不失一般性得,初级电压比较器、次级电压比较器均采用的型号为LM339,IGBT芯片的发射极寄生电感的感生电动势作为反馈信号传递给初级电压比较器,初级电压比较器通过初级直流电压源和电阻串联结构提供短路参考电压,初级电压比较器对IGBT芯片发射的反馈信号进行比较判断后输出高电平或低电平至开关电路模块,IGBT芯片发射的反馈信号经N型MOS开关管传递到次级电压比较器,次级电压比较器通过次级直流电压源和电阻串联结构提供正常运行参考电压,次级电压比较器对反馈信号进行比较判断后输出高电平或低电平,传递到开关电路模块。

[0014] 进一步,开关电路模块包括N型MOS开关管、两个P型MOS开关管、门极小电路、门极大电阻以及有源钳位电阻,开关电路模块的N型MOS开关管、两个P型MOS开关管分别用于门极小电阻、门极大电阻和有源钳位电阻的接入。N型MOS开关管的漏极与门极小电阻相连,两个P型MOS开关管的漏极分别与门极大电路、有源钳位电阻相连,有源钳位电阻、门极小电路和门极大电阻均与IGBT芯片模块的门极相连。

[0015] 开关电路模块还包括另一P型MOS开关管,另一P型MOS开关管的栅极与初级电压比较器的输出端相连,另一P型MOS开关管的源极与IGBT芯片模块的集电极相连,另一P型MOS开关管的漏极与IGBT芯片模块的门极相连。

[0016] 门极小电阻、门极大电阻用作IGBT芯片模块的门极驱动电阻,有源钳位电阻起到短路故障稳压作用。

[0017] 不失一般性得,若IGBT芯片模块发生短路故障,IGBT芯片模块的集电极电流在 $3\mu\text{s}$ 内上升超过IGBT芯片模块额定电流的4倍,用作反馈信号的IGBT芯片模块的发射极寄生电感的感生电动势,比初级电压比较器通过初级直流电压源和电阻串联结构提供的短路参考电压大,初级电压比较器的输出为低电平,则接通与有源钳位电阻相连的P型MOS开关管,P型MOS开关管与有源钳位电阻相连构成的支路导通,同时与IGBT芯片模块的门极相连的P型

MOS开关管导通,通过P型MOS开关管给IGBT芯片模块的门极注入补偿电流,提供短路保护;若IGBT芯片模块正常运行,IGBT芯片模块的发射极寄生电感的感生电动势保持在预设阈值以下,IGBT芯片模块的发射极寄生电感的感生电动势,比初级电压比较器通过初级直流电压源和电阻串联结构提供的短路参考电压小,初级电压比较器输出高电平,则初级电压比较器通过与初级电压比较器相连的N型MOS开关管将反馈信号传递到次级电压比较器;若IGBT芯片模块处于开通过程的门极充电延迟、米勒平台持续阶段或者处于关断过程的关断延迟、拖尾电流阶段,IGBT芯片模块的集电极电流变化率为零,使得IGBT芯片模块的发射极寄生电感的感生电动势为零,或使得IGBT芯片模块的发射极寄生电感的感生电动势比次级电压比较器通过次级直流电压源和电阻串联结构提供的正常运行参考电压小,次级变压器输出为高电平,则接通N型MOS开关管,N型MOS开关管与门极小电阻相连构成的支路导通;若IGBT芯片模块处于开通过程的电流上升阶段或者处于关断过程的电压上升阶段,IGBT芯片模块的集电极电流在 $1\mu\text{s}$ 内上升超过 300A ,使得IGBT芯片模块的发射极寄生电感的感生电动势,比次级电压比较器通过次级直流电压源和电阻串联结构提供的正常运行参考电压大,次级变压器输出为低电平,则接通P型MOS开关管,P型MOS开关管与门极大电阻相连构成的支路导通。

[0018] 本发明之带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,具体功能如下:

[0019] (1)可以根据IGBT开关特性选择接入不同阻值电阻,提高IGBT开关性能;

[0020] (2)可以对关断状态下短路故障进行监测和安全关断,防止损坏器件;

[0021] (3)本装置具有一般性,更改元件参数可以适应不同IGBT芯片。

[0022] 本发明为以IGBT芯片模块的发射极寄生电感上的感生电动势作为反馈信号,控制IGBT不同阶段接入不同阻值电阻,以实现IGBT软开关,并且通过反馈信号来判断关断过程是否短路,通过有源钳位技术保护IGBT。

附图说明

[0023] 图1是本发明的整体结构框图;

[0024] 图2是本发明驱动功率模块结构方框图;

[0025] 图3是本发明电压比较模块结构方框图;

[0026] 图4是本发明开关电路模块结构方框图;

[0027] 图5是本发明一实例电路原理图。

具体实施方式

[0028] 以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0029] 参照图1,本发明之带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,包括驱动控制模块A01、驱动功率模块A02、电压比较模块A03、开关电路模块A04和IGBT芯片模块A05。

[0030] 驱动控制模块A01的输出端与驱动功率模块A02的输入端相连,驱动控制模块A01用于给驱动功率模块A02提供PWM脉冲信号,通过PWM脉冲信号控制驱动功率模块A02内的开关管的开通与关断;

[0031] 驱动功率模块A02的输出端与开关电路模块A04的输入端相连,驱动功率模块A02输出开通或关断电压至开关电路模块A04并起到驱动信号隔离作用,从而给IGBT芯片模块

A05的门极提供开通或关断提供基础；

[0032] 电压比较模块A03的输出端与开关电路模块A04的另一输入端相连,IGBT芯片模块A05发出的反馈信号经过电压比较模块A03判断后给开关电路模块A04提供高低电平信号；

[0033] 开关电路模块A04利用电压比较模块A03传递过来的高低电平信号选择导通开关电路模块A04中相应的MOS开关管,从而使驱动功率模块A02输出的开通或关断电压加到开关电路模块A04中与相应MOS开关管相连的门极小电阻A044、门极大电阻A045或有源钳位电阻A046上；

[0034] IGBT芯片模块A05采用IGBT芯片,IGBT芯片模块的发射极与电压比较模块A03的输入端连接,开关电路模块A04中的门极小电阻A044、门极大电阻A045以及有源钳位电阻A046均与IGBT芯片模块的门极相连,IGBT芯片模块的发射极串接有寄生电感,以寄生电感上的感生电动势作为反馈信号接入电压比较模块A03的输入端,IGBT芯片模块A05是本发明的应用载体。

[0035] 参照图2,驱动功率模块A02包括推挽变换电路A021和稳压电路A022;推挽变换电路A021的输出端与稳压电路A022的输入端相连,推挽变换电路A021根据驱动控制模块A01的PWM脉冲信号控制推挽变换电路A021内开关管的导通,从而将推挽变换电路A021内开关管的输入电压转换为斩波信号,斩波信号再经推挽变换电路A021内变压器的原边传递到变压器的副边,通过变压器的副边连接到稳压电路A022,稳压电路A022将斩波信号变为IGBT的开通或关断电压传递到开关电路模块A04。

[0036] 不失一般性得,本发明采用的推挽变换电路A021为典型推挽变换电路,包括两个开关管和变压器,两个开关管的集电极分别接至变压器的原边线圈的首尾两端,两个开关管的源极均与驱动控制模块A01的输出端连接。稳压电路A022采用稳压管和电容滤波整流电路组成,驱动控制模块输出PWM信号控制推挽变换电路的两个开关管,将推挽变换电路输入电压转换为斩波信号后通过变压器原边传递到副边,再通过稳压电路A022的稳压管和电容滤波整流电路后输出IGBT的开通或关断电压。

[0037] 参照图3,电压比较模块A03包括初级电压比较器A031、次级电压比较器A033、初级直流电压源和电阻串联结构A034、次级直流电压源和电阻串联结构A035、N型MOS开关管A032,初级电压比较器A031的输入端和N型MOS开关管A032的源极均与IGBT芯片模块A05的发射极相连,初级电压比较器A031的输出端与N型MOS开关管A032的栅极相连,N型MOS开关管A032的漏极与次级电压比较器A033的输入端相连,初级直流电压源和电阻串联结构A034与初级电压比较器A031的另一输入端相连,次级直流电压源和电阻串联结构A035与次级电压比较器A033的另一输入端相连;初级电压比较器A031的输出端、次级电压比较器A033的输出端均与开关电路模块A04的输入端相连。

[0038] 初级电压比较器A031、次级电压比较器A033用于将反馈信号进行比较判断,初级直流电压源和电阻串联结构A034、次级直流电压源和电阻串联结构A035用于提供参考电压,N型MOS开关管A032是将反馈信号传递到次级电压比较器A033。

[0039] 不失一般性得,初级电压比较器A031、次级电压比较器A033均采用的型号为LM339,IGBT芯片的发射极寄生电感的感生电动势作为反馈信号传递给初级电压比较器A031,初级电压比较器A031通过初级直流电压源和电阻串联结构A034提供短路参考电压,初级电压比较器A031对IGBT芯片发射的反馈信号进行比较判断后输出高电平或低电平至

开关电路模块A04, IGBT芯片发射的反馈信号经N型MOS开关管A032传递到次级电压比较器A033, 次级电压比较器A033通过次级直流电压源和电阻串联结构A035提供正常运行参考电压, 次级电压比较器A033对反馈信号进行比较判断后输出高电平或低电平, 传递到开关电路模块A04。

[0040] 参照图4, 开关电路模块包括N型MOS开关管A041、两个P型MOS开关管A042和A043、门极小电阻A044、门极大电阻A045以及有源钳位电阻A046, 开关电路模块的N型MOS开关管A041、P型MOS开关管A042和P型MOS开关管A043分别用于门极小电阻A044、门极大电阻A045和有源钳位电阻A046的接入。N型MOS开关管A041的漏极与门极小电阻A044相连, P型MOS开关管A042的漏极与门极大电路A045相连, P型MOS开关管A043的的漏极与有源钳位电阻A046相连, 有源钳位电阻A046、门极小电路A044和门极大电阻A045均与IGBT芯片模块A05的门极相连。N型MOS开关管A041的栅极和P型MOS开关管A042的栅极均与次级电压比较器A033的输出端相连, P型MOS开关管A043的栅极与初级电压比较器A031的输出端相连。N型MOS开关管A041的源极、P型MOS开关管A042的源极和P型MOS开关管A043的源极均与稳压电路A022的输出端相连。

[0041] 开关电路模块还包括P型MOS开关管A047, P型MOS开关管A047的栅极与初级电压比较器A031的输出端相连, P型MOS开关管A047的源极与IGBT芯片模块A05的集电极相连, P型MOS开关管A047的漏极与IGBT芯片模块A05的门极相连。

[0042] 门极小电阻A044、门极大电阻A045用作IGBT芯片模块A05的门极驱动电阻, 有源钳位电阻A046起到短路故障稳压作用。

[0043] 不失一般性得, 若初级电压比较器A031的输出为低电平则接通短路故障模式的P型MOS开关管A043, P型MOS开关管A043与有源钳位电阻A046相连构成的支路导通, 同时P型MOS开关管A047导通, 通过P型MOS开关管A047给IGBT芯片模块A05的门极注入补偿电流; 若初级电压比较器A031的输出为高电平, 则初级比较器A031通过N型MOS开关管A032将反馈信号传递到次级电压比较器A033, 次级变压器A033的输出若为高电平则接通N型MOS开关管A041与门极小电阻A044相连构成的支路导通, 次级变压器A033的输出若为低电平则接通P型MOS开关管A042与门极大电阻A045相连构成的支路导通。

[0044] 若IGBT芯片模块A05发生短路故障, IGBT芯片模块A05的集电极电流迅速上升, 在 $3\mu\text{s}$ 内电流超过IGBT芯片模块A05额定电流4倍, 用作反馈信号的IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势, 比初级电压比较器A031通过初级直流电压源和电阻串联结构提供的短路参考电压大, 初级电压比较器A031的输出为低电平, 则接通与有源钳位电阻A046相连的P型MOS开关管A043, P型MOS开关管A043与有源钳位电阻A046相连构成的支路导通, 同时与IGBT芯片模块A05的门极相连的P型MOS开关管A047导通, 通过P型MOS开关管A047给IGBT芯片模块的门极注入补偿电流, 提供短路保护; 若IGBT芯片模块A05正常运行, IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势保持在预设阈值以下, IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势, 比初级电压比较器A031通过初级直流电压源和电阻串联结构提供的短路参考电压小, 初级电压比较器A031输出高电平, 则初级电压比较器A031通过与初级电压比较器A031相连的N型MOS开关管A032将反馈信号传递到次级电压比较器A033; 若IGBT芯片模块A05处于开通过程的门极充电延迟、米勒平台持续阶段或者处于关断过程的关断延迟、拖尾电流阶段, IGBT芯片模块A05的集电极电流变化率为零, 使得IGBT芯片模块

A05的发射极寄生电感的感生电动势为零,或使得IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势比次级电压比较器A033通过次级直流电压源和电阻串联结构提供的正常运行参考电压小,次级电压比较器A033输出为高电平,则接通N型MOS开关管A041,N型MOS开关管A041与门极小电阻A044相连构成的支路导通;若IGBT芯片模块A05处于开通过程的电流上升阶段或者处于关断过程的电压上升阶段,IGBT芯片模块A05的集电极电流变化,即在1 μ s内率IGBT芯片模块A05的集电极电流上升超过300A,使得IGBT芯片模块A05的发射极寄生电感的感生电动势,比较器A033通过次级直流电压源和电阻串联结构提供的正常运行参考电压大,次级电压比较器A033输出为低电平,则接通P型MOS开关管A042,P型MOS开关管A042与门极大电阻A045相连构成的支路导通。

[0045] 驱动控制模块A01用于给驱动功率模块A02提供PWM脉冲信号,IGBT开通与关断过程是通过驱动控制模块A01调制占空比来输出PWM信号而决定的,是预先设定好的,怎样通过调制占空比输出PWM信号决定IGBT开通与关断过程是现有成熟技术,故在此不再赘述。

[0046] 本发明的核心部分就是通过IGBT芯片模块的集电极电流变化引起IGBT芯片模块的发射极寄生电感上感生电动势变化来作为反馈信号,通过电压比较器比较感生电动势来判断需要接入相应的电阻;短路监测是当驱动控制模块A01控制IGBT处于关断时发生短路情况,集电极电流迅速上升,感生电动势极大来判断短路。正常运行时,集电极电流变化很小则接入小电阻,变化大则接入大电阻。电阻选择都是通过电压比较器根据反馈信号感生电动势判断选择。

[0047] 本发明之带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置,具体功能如下:

[0048] (1)因为根据IGBT开关特性,由驱动控制模块A01输出PWM信号来控制的IGBT芯片开通与关断,利用反馈信号控制IGBT不同阶段接入不同阻值电阻,以提高整个IGBT装置性能;

[0049] (2)因为通过IGBT芯片模块A05的集电极电流迅速变化,可通过在发射极寄生电感上产生的很大的感生电动势来监测到整个IGBT装置已发生短路故障,并通过有源钳位电路给IGBT门极注入补偿电流和提高门极电阻阻值,从而对IGBT芯片实现安全关断,防止器件损坏。

[0050] (3)本装置具有一般性,更改元件参数可以适应不同IGBT芯片。

[0051] 图5为本发明之带短路保护的IGBT驱动电路软开关装置具体实施电路图。驱动控制模块A01采用主控芯片A01,主控芯片与推挽电路A021内的开关管A0213、A0214的栅极相连,主控芯片根据IGBT工作特性输出PWM脉冲波形,PWM脉冲信号传递到推挽电路A021内的开关管A0213、A0214的的栅极,对开关管进行控制;

[0052] 所述推挽电路A021和稳压电路A022输入端相连,PWM脉冲信号将推挽电路A021内开关管的输入电压转换成斩波信号后再经变压器的原边传送到副边,副边侧电压经过稳压电路A022内的二极管A0221和A0222、稳压管A0223和A0225、电容滤波整流电路A0224和A0226后转换成IGBT开通或关断电压;

[0053] 所述稳压电路A022分别与MOS开关管A041、A042、A043的源极相连,导通后的MOS开关管A041、A042、A043将稳压电路A022输出电压连接到门极小电阻A041、门极大电阻A045和有源钳位电阻A046上,给IGBT门极提供开通或关断电压;

[0054] 所述初级电压比较器A031和次级电压比较器A033之间连接有MOS开关管A032,初

级电压比较器A031和次级电压比较器A033均与MOS开关管A041、A042、A043的栅极相连,反馈信号经过初级电压比较器A031和次级电压比较器A033判断后输出高低电平信号导通不同MOS开关管;

[0055] 所述MOS开关管A032、A041、A042、A043是将所在支路导通,接入不同门极小电阻A044、门极大电阻A045或有源钳位电阻A046,起到电路开关作用;

[0056] 所述IGBT芯片模块A05的集电极与P型MOS开关管A047的源极相连,P型MOS开关管A047的漏极与IGBT芯片模块A05的门极相连,通过P型MOS开关管A047给IGBT芯片模块A05的门极注入补偿电流,IGBT芯片模块A05的门极分别与门极小电阻A044、门极大电阻A045相连,IGBT芯片模块A05的发射极分别与初级电压比较器A031和MOS开关管A032连接,提供反馈信号。

[0057] 本领域的技术人员可以对本发明进行各种修改和变型,倘若这些修改和变型在本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则这些修改和变型也在本发明的保护范围之内。

[0058] 说明书中未详细描述的内容为本领域技术人员公知的现有技术。

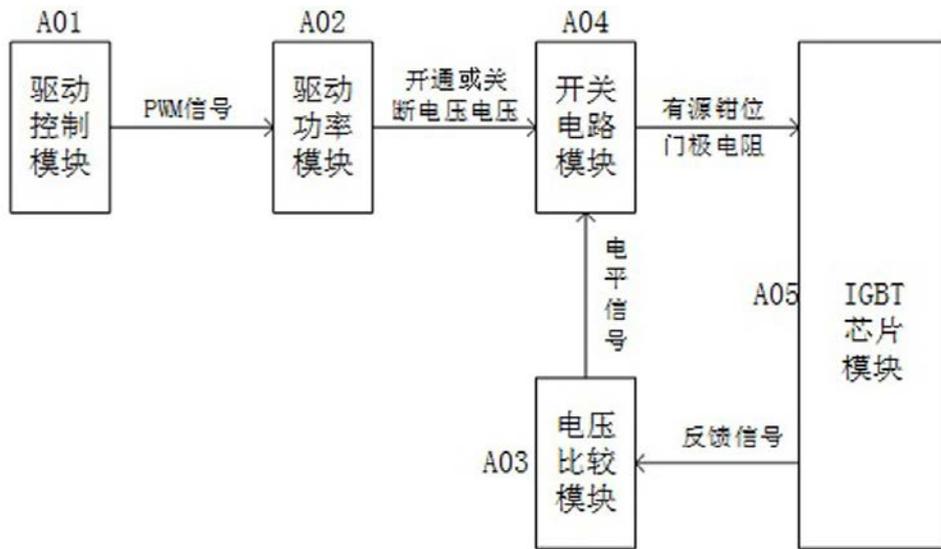


图1



图2

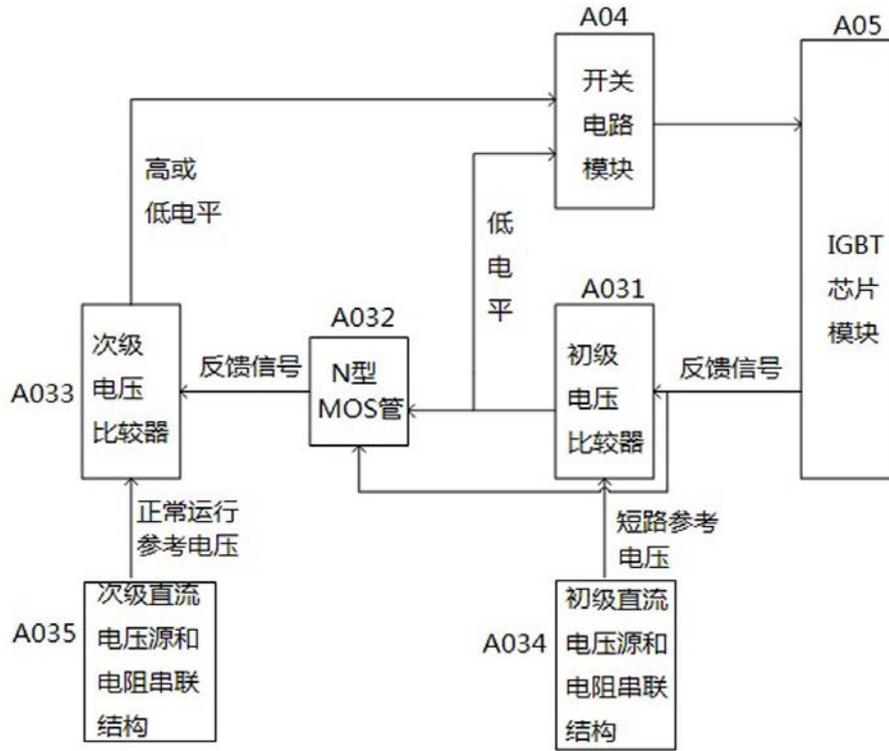


图3

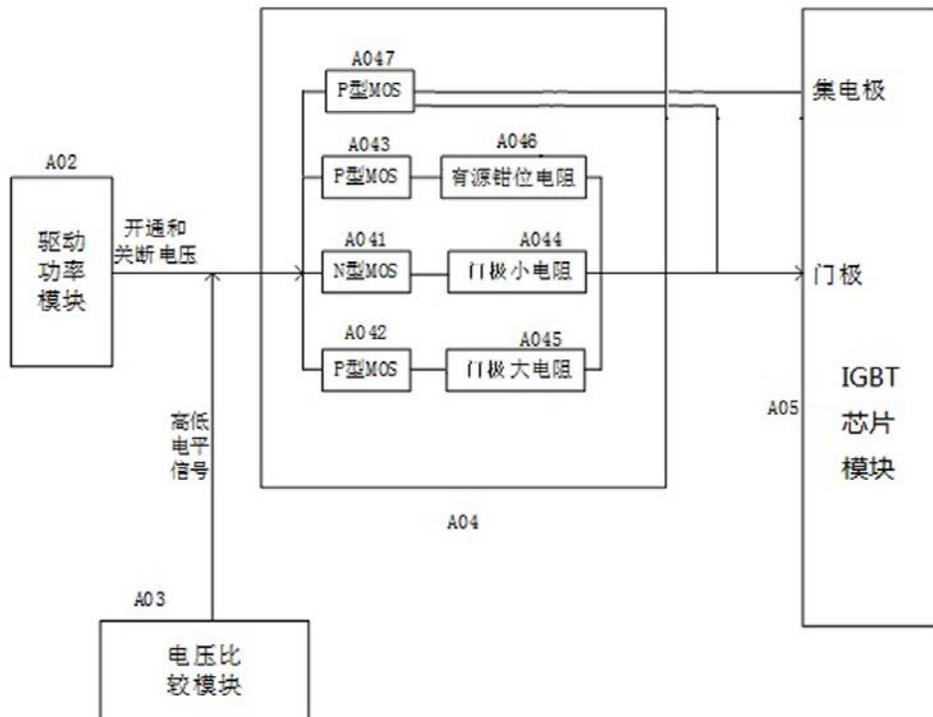


图4

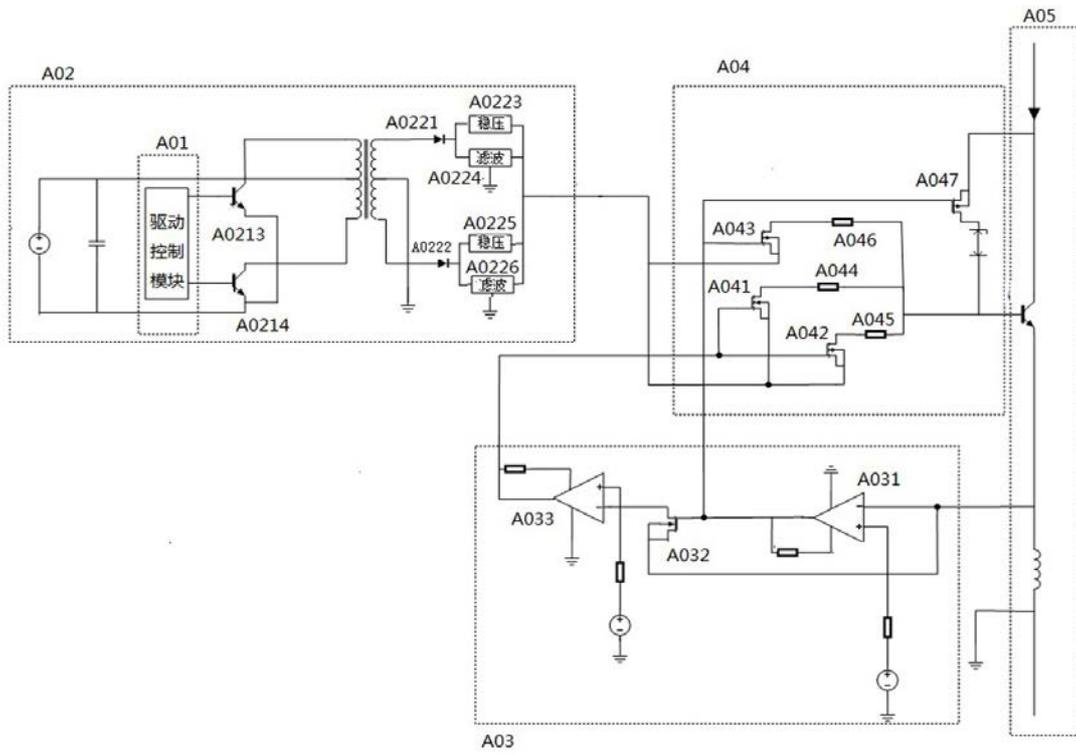


图5