



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103227628 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201310035731. 5

(22) 申请日 2013. 01. 30

(71) 申请人 深圳市航盛电子股份有限公司
地址 518000 广东省深圳市宝安区福永街道
和平居委福园一路航盛工业园

(72) 发明人 李汉平 陈小江 刘爱华 刘金强
农振付

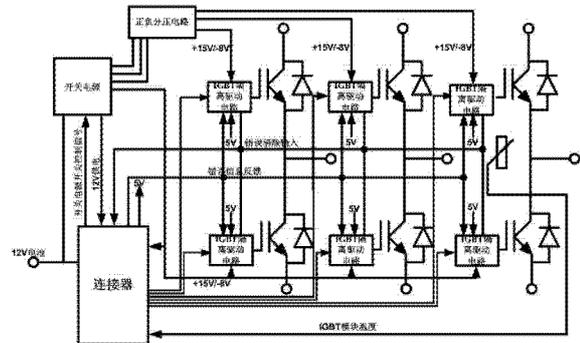
(74) 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事
务所(普通合伙) 44248
代理人 胡吉科 孙伟

(51) Int. Cl.
H03K 17/567(2006. 01)
H03K 17/78(2006. 01)
H02M 3/335(2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称
一种电动汽车 IGBT 驱动模块

(57) 摘要
本发明提供一种电动汽车 IGBT 驱动模块,包括连接器、开关电源模块电路、正负分压电路及三相六路 IGBT 驱动电路,所述开关电源模块电路给所述连接器提供电源,所述正负分压电路处理所述开关电源模块电路输出的电源,所述三相六路 IGBT 驱动电路输入端与所述开关电源模块连接,输出端与 IGBT 集电极连接。本发明能进入低功耗模式,电源部分体积小,能提供稳定的隔离电源,保证系统可靠运行,能实时检测负载变化,保持电能转换的高效率,可以准确分压,减低 IGBT 开通关断损耗,有效解决分压电路的散热问题,实现高低压电路的隔离,在恶劣条件下安全可靠运行。



1. 一种电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:包括连接器、开关电源模块电路、正负分压电路及三相六路 IGBT 驱动电路,所述开关电源模块电路给所述连接器提供电源,所述正负分压电路处理所述开关电源模块电路输出的电源,所述三相六路 IGBT 驱动电路输入端与所述开关电源模块连接,输出端与 IGBT 集电极连接。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述三相六路 IGBT 驱动电路包括 DSP 控制电路、光耦隔离芯片及与之连接的 IGBT 导通压降检测电路和推挽驱动电路及,所述光耦隔离芯片的驱动输出端与所述 DSP 控制电路的控制信号输入端相接。

3. 根据权利要求 1 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述开关电源模块电路包括开关电源芯片、电解电容 C1、二极管、三极管、MOSFET 管、高频变压器及 MOSFET 吸收回路,所述电解电容 C1 的一端与所述高频变压器相接,另一端与所述开关电源芯片连接,所述二极管位于所述高压变频器输出正端,与所述高频变压器直接相连后与输出电容正端相连,所述 MOSFET 管的 S 极的一端通过 MOSFET 吸收回路接地、另一端接所述高频变压器, D 极通过电阻 R5 接地, G 极连接所述开关电源芯片。

4. 根据权利要求 1 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述正负分压电路包括隔离电源电路,该电路包括稳压芯片、二极管、电阻、稳压电容、高频变压器及分压电容,所述稳压芯片与所述高频变压器输出电源的正负极相接,所述稳压芯片与所述二极管相接,所述二极管通过所述稳压电容与电源的正负极连接,所述电阻的一端设置于所述二极管和所述稳压电容之间,另一端与所述稳压芯片连接,所述分压电容设置于所述高频变压器与所述稳压芯片之间。

5. 根据权利要求 1 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述三相六路 IGBT 驱动电路中的六路包括与所述开关电源芯片连接的反馈回路、检测回路、软启动电路、低功耗使能信号电路、驱动信号电路及 MOSFET 管吸收电路,所述 MOSFET 管吸收电路一端连接所述 MOSFET 管,另一端接地。

6. 根据权利要求 2 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述推挽驱动电路包括三极管 Q2、三极管 Q3、驱动电阻 R6、驱动电阻 R7、电容 C14 及电容 C15,三极管 Q3 的 C 极与负电源相接,E 极通过驱动电阻 R7 与 IGBT 门极相接,三极管 Q2 的 C 极与 +15V 电源相接, E 极通过驱动电阻 R6 与 IGBT 的门极相接,三极管 Q2 和三极管 Q3 的 B 极与所述光耦隔离芯片驱动输出端相接,电容 C14 和电容 C15 串联与所述光耦隔离芯片相接,并通过电容 C15 接地,电容 C14 接 +15V 电源输出端。

7. 根据权利要求 2 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述 IGBT 导通压降检测电路包括二极管 D5、电阻 R8,所述二极管 D5 的阴极与 IGBT 驱动模块的 C 极相接,通过所述电阻 R8 接入所述光耦隔离芯片的饱和压降检测引脚。

8. 根据权利要求 4 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述隔离电源电路至少为四组。

9. 根据权利要求 4 所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述稳压电容至少为两个,一个连接 +15V 电源输出端,另一个连接 -8V 电源输出端。

10. 根据权利要求 3 或 4 任意一项所述的电动汽车 IGBT 驱动模块,其特征在于:所述高频变压器的输入端为两路,一路为电源输入,另一路为反馈电路,输出端为四路隔离电源电路。

一种电动汽车 IGBT 驱动模块

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子领域,尤其涉及一种电动汽车 IGBT 驱动模块。

背景技术

[0002] 电动汽车电机控制器作为电动汽车发展的核心部件之一,关系到未来中国新能源技术的发展,是衡量中国电动汽车领域核心技术研发能力的重要指标。电动汽车电机控制器集成了主控模块、IGBT 模块、IGBT 驱动模块以及冷却系统。其中,IGBT 驱动模块的设计是硬件设计较难的部分,因为涉及到高压大电流以及低压小电流,所以必须对高、低压进行隔离,各个驱动模块也必须隔离,以保证所有器件互不干扰、安全工作。电机控制器作为电动汽车的动力模块组成部分,必须符合汽车安全等级的要求,以保证使用者的安全。而 IGBT 驱动模块的设计是电机控制器中要求较高的。电动汽车电驱动电子产品工作环境条件恶劣,温度范围要求 $-40^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$,抗震防水等等。此外,IGBT 驱动模块要求工作效率高,待机情况下耗能少。

[0003] 现有技术存在以下的问题:

专利 201020184721.X 提及采用驱动芯片 IR2085S 专门为工业产品市场而设计,未能通过汽车级体系认证,不能确保通过汽车电子产品相关试验,可能在恶劣条件下会失效或发生错误,危及使用者安全。

[0004] 专利 201020184721.X 采用的直流总线方式半桥结构 DC/DC 变换电路,难以提供稳定的正负电源来驱动 IGBT 和降低 IGBT 开关损耗。电动汽车电机驱动模块工况转换频繁,在 IGBT 负载变化迅速的情况下,此专利产品也无法高效运转,难以在实际的电动汽车工况下正常工作。

[0005] IGBT 最佳开通电压为 +15V,关断电压在 $-9\sim-6\text{V}$ 为佳。常用的正负分压技术方案采用图 1 所示的方法,利用稳压二极管和电阻构成 +15V 和 -8V 的正负电源,用来控制 IGBT 的开通和关断。但此方案在常温条件下、IGBT 工作轻载情况下,发热厉害,在 IGBT 满载情况下,温度很高,难以确保器件能长时间正常工作。专利 201020184721.X 采用的分压电路技术方案如图 2 所示,也存在类似的问题,不能解决分压电路二极管的散热问题。

[0006] 此外未见相关专利涉及如何进入低功耗模式,在电动汽车上相关的要求必须满足,特在本发明专利设计了此功能,可在必要时候让驱动模块进入休眠状态,降低系统功耗。

[0007] 本发明专门为电动汽车设计,达到汽车等级要求,通过汽车级认证,可用在永磁同步电机或交流异步电机控制器上,实现高效地控制 IGBT 开通关断控制和驱动 IGBT 正常工作。

发明内容

[0008] 本发明解决的技术问题是:构建一种适用于三相异步电机或永磁同步电机控制器中的 IGBT 驱动模块,解决分压电路二极管的散热问题、提供稳定的正负电源来驱动 IGBT 和

降低 IGBT 开关损耗,并能进入低功耗模式。

[0009] 本发明采取的技术方案为构建一种电动汽车 IGBT 驱动模块,包括连接器、开关电源模块电路、正负分压电路及三相六路 IGBT 驱动电路,所述开关电源模块电路给所述连接器提供电源,所述正负分压电路处理所述开关电源模块电路输出的电源,所述三相六路 IGBT 驱动电路输入端与所述开关电源模块连接,输出端与 IGBT 集电极连接。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述三相六路 IGBT 驱动电路包括 DSP 控制电路、光耦隔离芯片及与之连接的 IGBT 导通压降检测电路和推挽驱动电路及,所述光耦隔离芯片的驱动输出端与所述 DSP 控制电路的控制信号输入端相接,实现驱动信号的控制和及驱动电流的放大。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述开关电源模块电路包括开关电源芯片、电解电容 C1、二极管、三极管、MOSFET 管、高频变压器及 MOSFET 吸收回路,所述电解电容 C1 的一端与所述高频变压器相接,另一端与所述开关电源芯片连接,所述二极管位于所述高压变频器输出正端,与所述高频变压器直接相连后与输出电容正端相连,所述 MOSFET 管的 S 极的一端通过 MOSFET 吸收回路接地、另一端接所述高频变压器,D 极通过电阻 R5 接地,G 极连接所述开关电源芯片。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述正负分压电路包括隔离电源电路,该电路包括稳压芯片、二极管、电阻、稳压电容、高频变压器及分压电容,所述稳压芯片与所述高频变压器输出电源的正负极相接,所述稳压芯片与所述二极管相接,所述二极管通过所述稳压电容与电源的正负极连接,所述电阻的一端设置于所述二极管和所述稳压电容之间,另一端与所述稳压芯片连接,所述分压电容设置于所述高频变压器与所述稳压芯片之间,通过所述开关电源模块电路的开关电源芯片,控制所述 MOSFET 管的开通与关断,实现占空比的调节,达到所述高频变压器副边输出电压的稳定,并利用稳压芯片,实现准确分压。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述三相六路 IGBT 驱动电路中的六路包括与所述开关电源芯片连接的反馈回路、检测回路、软启动电路、低功耗使能信号电路、驱动信号电路及 MOSFET 管吸收电路,所述 MOSFET 管吸收电路一端连接所述 MOSFET 管,另一端接地。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述推挽驱动电路包括三极管 Q2、三极管 Q3、驱动电阻 R6、驱动电阻 R7、电容 C14 及电容 C15,三极管 Q3 的 C 极与负电源相接,E 极通过驱动电阻 R7 与 IGBT 门极相接,三极管 Q2 的 C 极与 +15V 电源相接,E 极通过驱动电阻 R6 与 IGBT 的门极相接,三极管 Q2 和三极管 Q3 的 B 极与所述光耦隔离芯片驱动输出端相接,电容 C14 和电容 C15 串联与所述光耦隔离芯片相接,并通过电容 C15 接地,电容 C14 接 +15V 电源输出端。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述 IGBT 导通压降检测电路包括二极管 D5、电阻 R8,所述二极管 D5 的阴极与 IGBT 驱动模块的 C 极相接,通过所述电阻 R8 接入所述光耦隔离芯片的饱和压降检测引脚。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述隔离电源电路至少为四组。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述稳压电容至少为两个,一个连接 +15V 电源输出端,另一个连接 -8V 电源输出端。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述高频变压器的输入端为两路,一路为电源输入,另一路为反馈电路,输出端为四路隔离电源电路。

[0019] 本发明的有益效果是：本发明提供稳定的正负电源来驱动 IGBT 和降低 IGBT 开关损耗，并能进入低功耗模式采用高频开关电源的设计，使电源部分体积比传统电源小很多，可在电动汽车供电电源电压波动的情况下和在负载迅速变化的情况下提供稳定的隔离电源，保证系统可靠运行，开关电源芯片可实时检测负载变化，调整 MOSFET 开通关断时间占空比，保持电能转换的高效率，采用稳压芯片设计的分压电路，可以准确分压，减低 IGBT 开通关断损耗，有效解决分压电路的散热问题，保证电路的可靠性，采用 AVAGO 公司生产的汽车级光耦隔离芯片，实现高低压电路的隔离，还能实时检测 IGBT 温度和导通压降，可在必要时关闭驱动电路，减低待机功耗，满足汽车等级要求，在恶劣条件下安全可靠运行。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明电动汽车 IGBT 驱动模块所采用的 IGBT 驱动模块构成示意图；

图 2 为本发明电动汽车 IGBT 驱动模块所设计的开关电源模块电路原理图；

图 3 为本发明电动汽车 IGBT 驱动模块所设计的 IGBT 驱动电路原理图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图说明及具体实施方式对本发明进一步说明。

[0022] 如图 1 所示，本发明提供一种电动汽车 IGBT 驱动模块，也可适用于三相异步电机或永磁同步电机控制器中的 IGBT 驱动模块，包括连接器、开关电源模块电路、正负分压电路及三相六路 IGBT 驱动电路，所述开关电源模块电路给所述连接器提供电源，所述正负分压电路处理所述开关电源模块电路输出的电源，所述三相六路 IGBT 驱动电路输入端与所述开关电源模块连接，输出端与 IGBT 集电极连接，给 IGBT 模块提供驱动；此 IGBT 驱动模块专用于电机控制器，用来驱动电动汽车的电机，电机控制器分两部分，一部分是控制模块（本文中未详细描述，是一块主控 PCB 板），另一部分是驱动模块（本专利所述，是驱动 PCB 板），连接器是两块 PCB 的连接部分。

[0023] 所述连接器的作用为：驱动模块电源的接入、PWM 信号输入、IGBT 温度检测信号输出、IGBT 导通压降检测输出、驱动芯片工作状态控制信号输入与反馈、旋转变压器电源输出，此旋转变压器是装在电机（马达）里面的一个速度检测设备，专利中没有详细描述。

[0024] 如图 3 所示，所述三相六路 IGBT 驱动电路包括的光耦隔离芯片、DSP 控制电路、IGBT 导通压降检测电路和推挽驱动电路，所述光耦隔离芯片的驱动输出与所述 DSP 控制电路的控制信号相接，所述 IGBT 导通压降检测电路与所述光耦隔离芯片连接，所述推挽驱动电路与所述光耦隔离芯片连接，实现驱动信号的控制和驱动电流的放大；所述光耦隔离芯片采用汽车级的光耦隔离芯片，采用 AVAGO 公司生产的汽车级光耦隔离芯片；该电路构成 IGBT 故障检测、开通关断控制及驱动 IGBT，还能实时检测 IGBT 温度和导通压降，可在必要时关闭驱动电路，电动汽车待机需要很低的能量损耗，在不需驱动模块工作的情况下，必须关闭 IGBT 驱动模块，以实现最低的待机损耗，必要时刻由系统定义，但模块必须提供关闭的信号接口；保护 IGBT 不受损坏。

[0025] 如图 2 所示，所述开关电源模块电路包括的开关电源芯片、电解电容 C1、二极管（D6、D7、D8、D9）、三极管、MOSFET 管、高频变压器及 MOSFET 吸收回路，所述电解电容 C1 设置于所述开关电源芯片外围，其一端与所述高频变压器相接，另一端与所述开关电源芯片连

接,所述二极管(D6、D7、D8、D9)位于所述高压变频器输出正端,与所述高频变压器直接相连后与输出电容正端相连,所述 MOSFET 管的 S 极的一段通过 MOSFET 吸收回路接地、另一端接高频变压器,D 极通过电阻 R5 接地,G 极连接所述开关电源芯片,电解电容 C1 起稳定输入电压作用,可滤除纹波,开关电源采用反激式开关电源,开关电源频率设定为 100kHz,高频变压器 T1 为特定绕制,高频变压器原边与 MOSFET (Q1)相连,开关电源芯片 U1 控制 MOSFET 的开通关断,开关电源芯片实时检测变压器反馈绕组电压的变化,实时调整输出信号的占空比,使得变压器各路输出电压稳定,MOSFET 开通和关断时会有尖峰过冲电压,需吸收回路吸收尖峰电压,R5、R6 构成检测电路,检测流过 MOSFET 电流,由开关电源芯片 U1 调整开关电源的 PWM 波占空比,提供纹波很小的稳定隔离输出电压,使得开关电源能高效运作,高频变压器实现高压隔离和多路电源输出的功能,所述开关电源为高频开关电源,高频开关电源通过 MOSFET 或 IGBT 的高频工作,开关频率一般控制在 50-200kHz 范围内,实现高效率和小型化,所述开关电源为反激式开关电源,反激式指在变压器原边导通时副边截止,变压器储能,原边截止时,副边导通,能量释放到负载的工作状态,反激式电源因其结构简单,省掉了一个和变压器体积大小差不多的电感,而在中小功率电源中得到广泛的应用。

[0026] 如图 2 所示,所述正负分压电路包括稳压芯片组,所述稳压芯片组包括稳压芯片、二极管、电阻、稳压电容、高频变压器及电解电容,所述稳压芯片与所述高频变压器输出电源的正负极相接,所述稳压芯片与所述二极管相接,所述二极管通过所述稳压电容与电源的正负极连接,所述电阻的一端设置于所述二极管和所述稳压电容之间,另一端与所述稳压芯片连接,所述电解电容设置于所述高频变压器与所述稳压芯片之间,通过所述开关电源模块电路的开关电源芯片,控制所述 MOSFET 管的开通与关断,实现占空比的调节,达到所述高频变压器副边输出电压的稳定,并利用稳压芯片,实现准确分压;正负分压电路中,稳压芯片 U2 的 1、2 脚分别与高频变压器输出电源的正负极相接,3 脚与 D1 相接,同时 U2、R1、D1 构成回路消除虚地,C2、C3、C4、C4 起分压作用,C6、C7 起稳压作用,此接法可构成正负分压电路,可产生稳定的 +15V 供电;稳压芯片 U3 的 1、2 脚分别与高频变压器输出电源的正负极相接,3 脚与 D2 相接,同时 U3、R2、D2 构成回路消除虚地,C8、C9 起稳压作用,此接法可构成正负分压电路,可产生稳定的 +15V 供电;稳压芯片 U4 的 1、2 脚分别与高频变压器输出电源的正负极相接,3 脚与 D3 相接,同时 U4、R3、D3 构成回路消除虚地,C10、C11 起稳压作用,此接法可构成正负分压电路,可产生稳定的 +15V 供电;稳压芯片 U5 的 1、2 脚分别与高频变压器输出电源的正负极相接,3 脚与 D5 相接,同时 U5、R4、D4 构成回路消除虚地,C12、C13 起稳压作用,此接法可构成正负分压电路,可产生稳定的 +15V 供电;所述高频变压器包括一路电源输入、一路反馈电路和四路隔离电源电路;随着开关电源负载的增加,负电源电压会有一些的波动,但在允许范围内。稳压芯片只起稳定电压的作用,通过所述开关电源的电源芯片,控制所述高频变压器原边的所述 MOSFET 管的开通与关断,实现占空比的调节,达到所述高频变压器副边输出稳定电压为 24V 左右,24V 电压通过稳压芯片,得到 +15V 和 -8V 的电压;所述正负分压电路分别采用稳压芯片,与所述四路隔离电源电路一一相连,可产生稳定的 +15V 直流电正电源及 -9V~-6V 变化的直流电源负电源,其中正电源给 IGBT 提供开通正压,负电源给 IGBT 提供关断负压。

[0027] 如图 2 所示,所述三相六路 IGBT 驱动电路中的六路包括与所述开关电源芯片连接的反馈回路、检测回路、软启动电路、低功耗使能信号电路、驱动信号电路及 MOSFET 管吸收

电路,所述 MOSFET 管吸收电路一端连接所述 MOSFET 管,另一端接地。

[0028] 简单地说,连接器功能:给控制部分提供电源和控制信号(低压信号,5V 或 3.3V 的信号),控制信号通过光耦隔离芯片实现低压到高压控制信号的电气隔离,高压控制信号通过推挽驱动电路实现电流放大,放大后的信号可直接驱动 IGBT 模块;高压驱动信号需要能量,开关电源就是给高压驱动信号提供电源的重要部分,产生稳定可靠的正负电源电压;正负分压电路处理开关电源的输出电压,实现稳压;三相六路驱动电路属于高压控制信号,实现高压与低压之间的隔离,驱动信号电流放大和 IGBT 开关(即驱动)。

[0029] 如图 3 所示,IGBT 驱动电路中,光耦隔离芯片 U6 的驱动输入与 DSP 控制信号相接,接收 PWM 信号,光耦隔离芯片 U6 驱动输出端与 Q2 和 Q3 的 B 极相接,构成推挽驱动电路,实现三极管的开关控制,三极管 Q2 的 C 极与 +15V 电源相接、E 极通过驱动电阻 R6 与 IGBT 的门极相接;三极管 Q3 的 C 极与负电源相接,E 极通过驱动电阻 R7 同样与 IGBT 门极相接,构成驱动电路,此方法实现了控制信号到 IGBT 开通关断的控制和弱电与强电之间的隔离, D5 阴极与 IGBT 的 C 极相接,通过电阻 R8 接入光耦隔离芯片的饱和压降检测引脚,构成 IGBT 导通压降检测回路,可实时检测 IGBT 导通压降,保护 IGBT,此外,隔离芯片还能报错和实现清除错误,便于控制。

[0030] 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,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

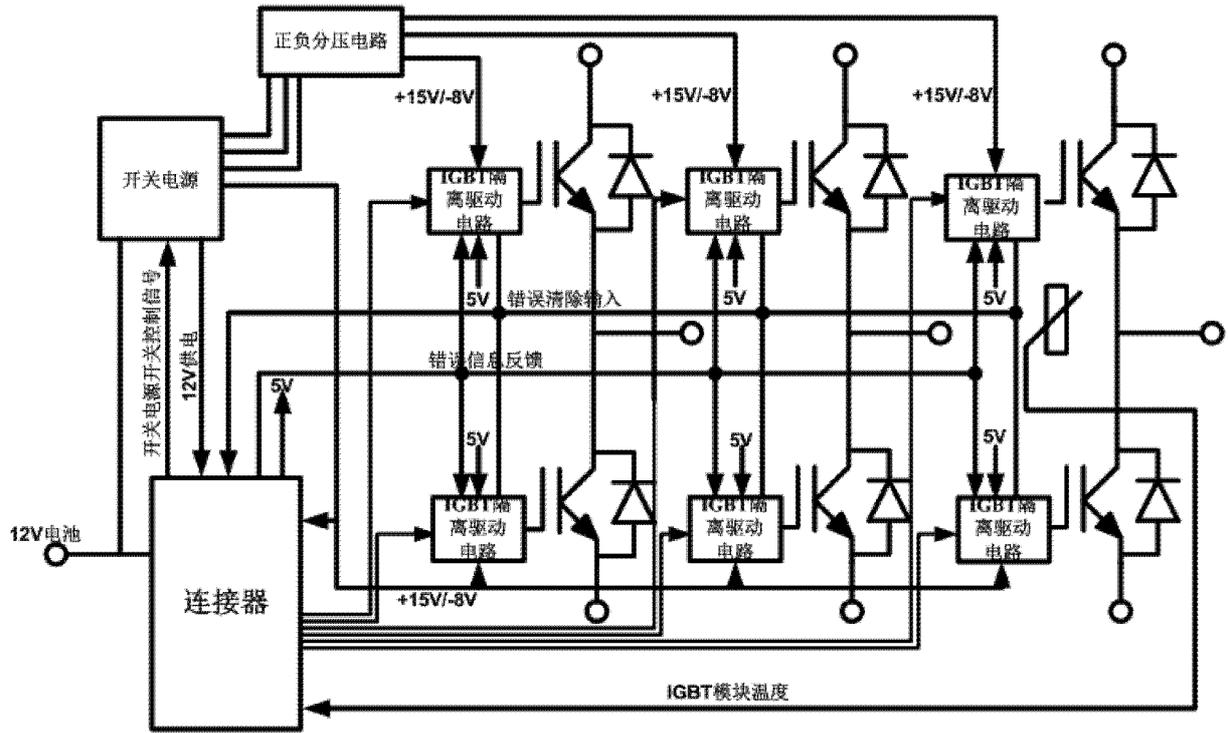


图 1

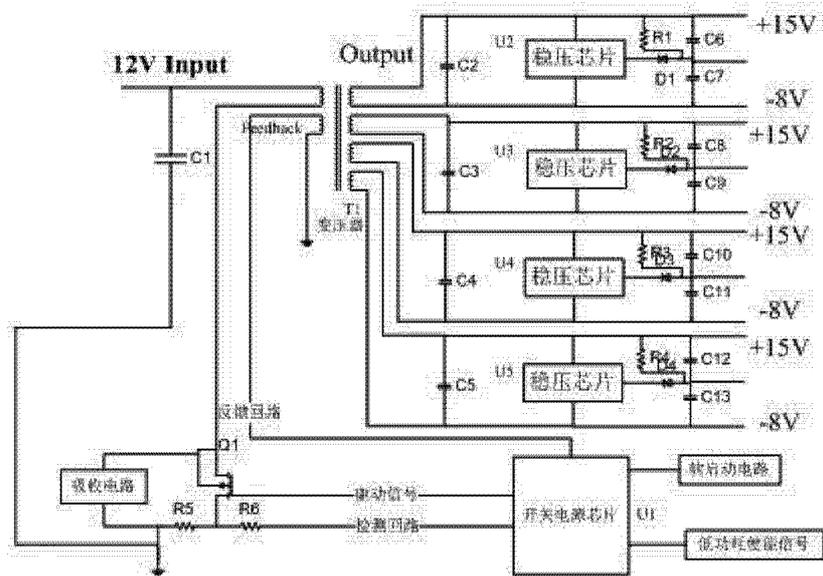


图 2

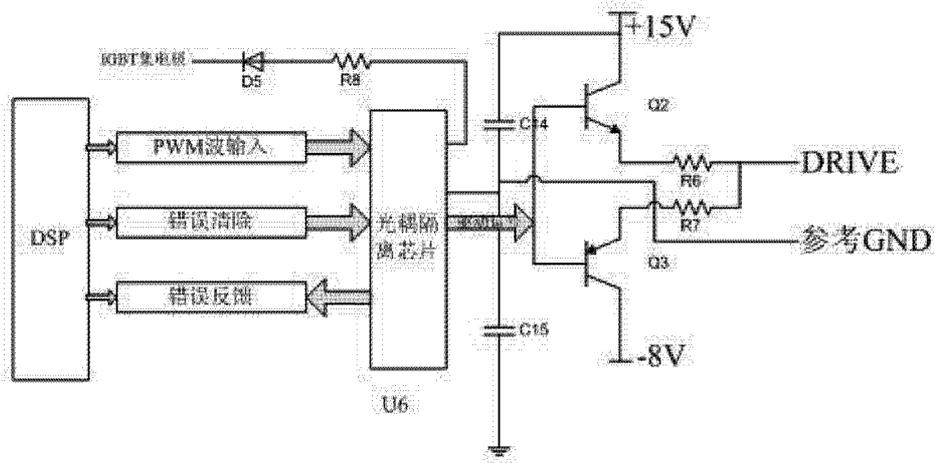


图 3