



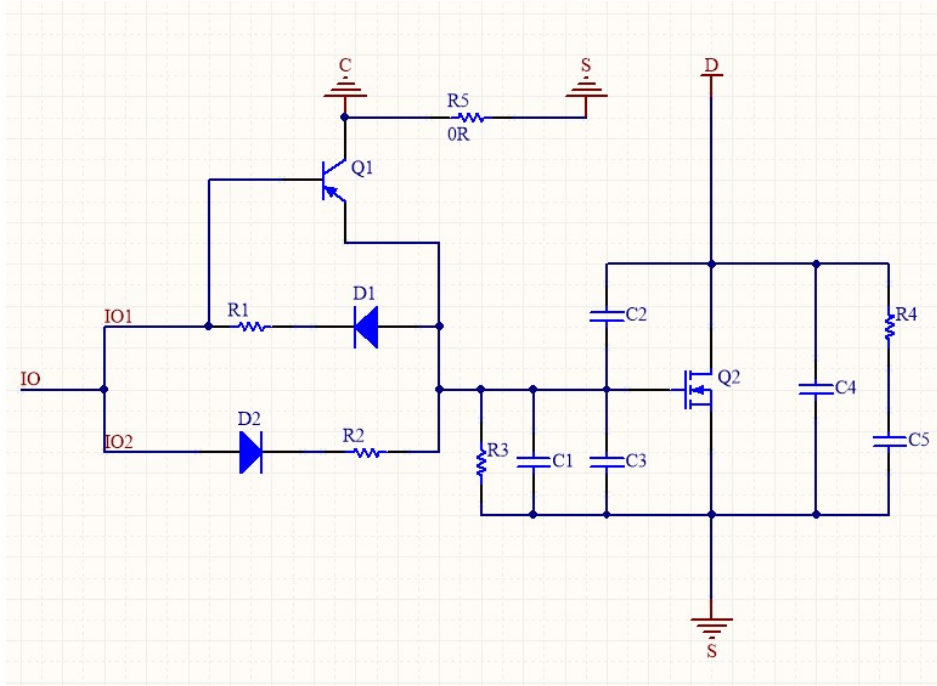
SHENZHEN CLOUDCHILD TECHNOLOGY CO.,LTD

深圳云潼科技有限公司

MOSFET 应用 电路 说明

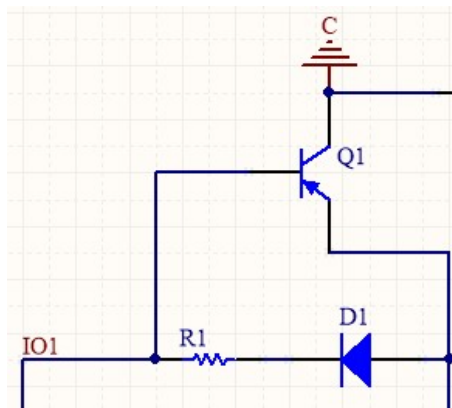
针对车用MOSFET安全应用，在车用系统中，各种应用工况复杂，容易出现意想不到的工况出现；在功率器件领域中，各种复杂工况导致功率器件误开启，这是不可容忍的误动作；通过对芯片端和功率器件端导致误开启的理论分析，得出误开启主要是芯片端IO的电流和功率器件端动态特征导致门极震荡导致的；本应用通过控制芯片端IO的电流来控制IO口电压和功率端减小母线电压波动、D极电压变化、D极电流变化导致门极震荡来解决功率器件误开启状态；

本文件主要解释相应电路原理功能说明，供汽车领域的MOSFET应用开发参考使用；



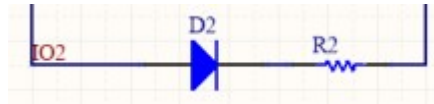
驱动电路原理图

本驱动电路原理图通过IO口输出特征电压和电流关系，MOS开关过程中工作特征从应用上解决功率器件阈值电压低的问题；实际应用中IO口的输出电压偏高使MOS阈值电压不够，导致MOS误开启



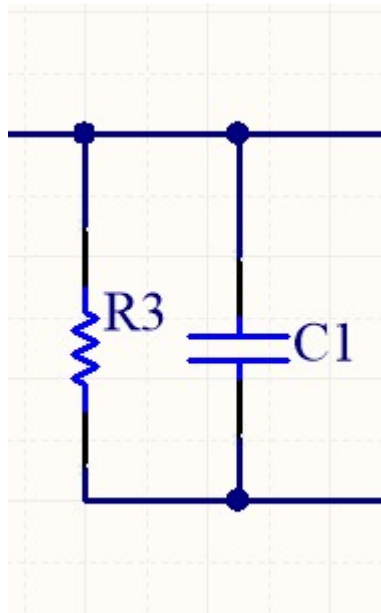
IO1是放电回路

放电回路原理：当IO口输出低电平时，Q1导通，门极电荷通过Q1/R1放电；主要由ICE、IR1、IBE三部分组成；IO口放电电流 $I=IR1+IBE$ ，由于IO口电流决定IO口输出电压，控制IO电流将控制IO电压；Q1参数高频三极管如9015，D1参数快恢复二极管如1N4148，R1参数根据实际调整（尽可能小）



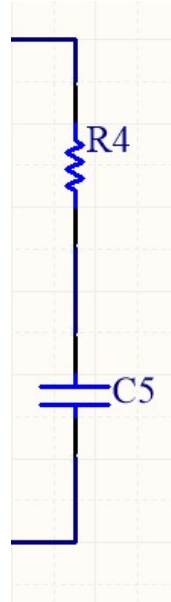
IO2是充电回路

充电电路和阈值电压低导致MOS误开通无关，D1参数1N4148,R2 参数10R，根据实际上升时间调整；



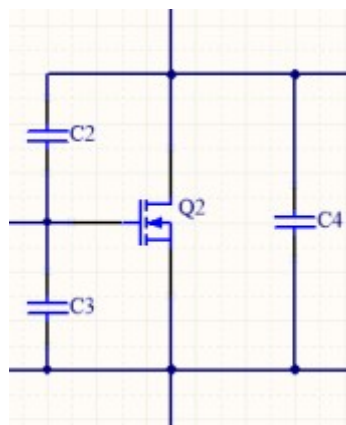
G极、S极的滤波网络

G极、S极滤波网络吸收门极震荡回路，R3参数100K以内，C2参数10nF以内；根据实际应用调整



D极、S极的滤波网络

D极、S极滤波网络作用减小MOS关断过程中D极电压和电流变化引起的门极震荡，R4参数10R以内，C5参数10nF以内，根据实际应用适当调整



MOS的寄生电容

C2、C3、C5寄生电容，D极电压变化和电流变化会通过C2将电荷量反馈到G极



接地回路

R5可根据实际选择是否需要，R5在实际应用中也不是绝对的0R，门极放电电荷有一定的吸收作用

Table 36. Output voltage characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Unit
$V_{OL}^{(1)}$	Output low level voltage for an I/O pin when 8 pins are sunk at same time	CMOS port ⁽²⁾ , $I_{IO} = +8\text{ mA}$ $2.7\text{ V} < V_{DD} < 3.6\text{ V}$	-	0.4	V
$V_{OH}^{(3)}$	Output high level voltage for an I/O pin when 8 pins are sourced at same time		$V_{DD}-0.4$	-	
$V_{OL}^{(1)}$	Output low level voltage for an I/O pin when 8 pins are sunk at same time	TTL port ⁽²⁾ $I_{IO} = +8\text{ mA}$ $2.7\text{ V} < V_{DD} < 3.6\text{ V}$	-	0.4	
$V_{OH}^{(3)}$	Output high level voltage for an I/O pin when 8 pins are sourced at same time		2.4	-	
$V_{OL}^{(1)(4)}$	Output low level voltage for an I/O pin when 8 pins are sunk at same time	$I_{IO} = +20\text{ mA}$ $2.7\text{ V} < V_{DD} < 3.6\text{ V}$	-	1.3	
$V_{OH}^{(3)(4)}$	Output high level voltage for an I/O pin when 8 pins are sourced at same time		$V_{DD}-1.3$	-	
$V_{OL}^{(1)(4)}$	Output low level voltage for an I/O pin when 8 pins are sunk at same time	$I_{IO} = +6\text{ mA}$ $2\text{ V} < V_{DD} < 2.7\text{ V}$	-	0.4	
$V_{OH}^{(3)(4)}$	Output high level voltage for an I/O pin when 8 pins are sourced at same time		$V_{DD}-0.4$	-	

输出电压特征示例（STM32F103）

从示例中可以看出，IO口输出电压特征大小实际上是和IO口上输出和输入电流有关；



在应用中:

1、MOS在关断状态，IO口输出低电平；但是实际上IO口输出的不是绝对的地电平；IO口与S极之间会有一个压差；以上图输出电压特征示例为例范围大致在0.4V~1.3V之间，这个电压和电流大小成正比关系，8mA-0.4V,20mA-1.3V;

2、在MOS关断过程中，由于D极上的电压变化和电流变化，电荷量会通过寄生电容C2反馈到G极引起G极震荡；如果流经IO口的放电电流偏大将容易导致IO口电压偏高，从而导致MOS误开启，功率器件体现出阈值电压不够；

3、解决阈值电压低的问题的主要点是IO口的关断电压上:

A:要降低IO口的电压就要降低IO1上的电流，G极震荡导致Q1导通， $V_{EB}=0.7V$ ，流经IO1的电流 $I=(0.7V-V_{D1})/R1$,通过控制R1的大小可以控制IO1的电流大小；

B:G极震荡本质是由于D极电压及电流变化导致电荷量通过C2反馈到G极；通过匹配合适的R4/C5、R3/C1组成的滤波电路来减小反馈电荷量来减小G极的震荡幅值来减小IO1电流的大小，降低IO口输出电压；使得功率器件误开启；