

2012-07-04

Rev 01

二极管的正向恢复效应对驱动器产生的影响

Winson Wei (魏炜)

CT-Concept Technologie AG - Switzerland

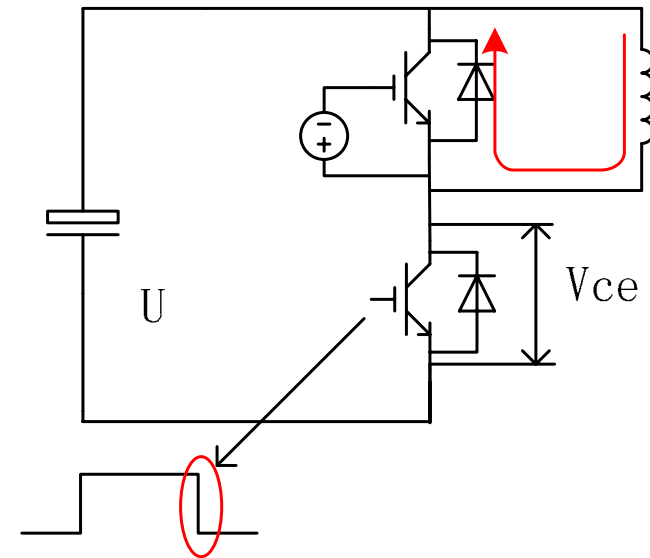
Wei.wei@igbt-driver.com

Mobile: 186-8878-5868

IGBT的续流二极管的正向恢复效应

IGBT的续流二极管的**反向恢复效应**被人们所熟知，而这种而这种二极管其实也存在**正向恢复效应**。

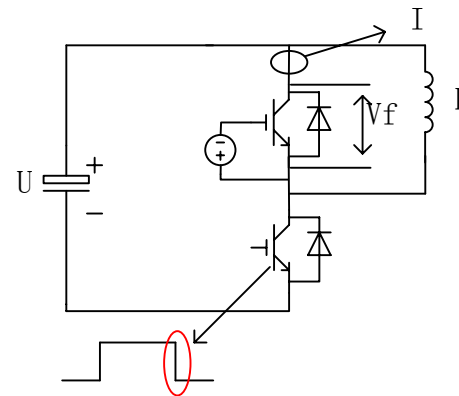
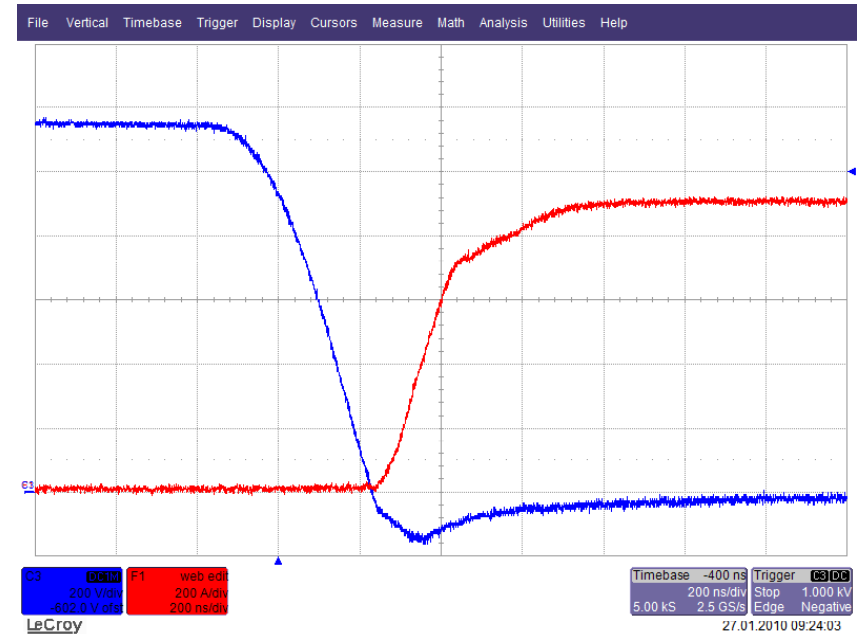
正向恢复效应发生的时刻：
正向恢复发生在二极管开通的时刻，如右图示，在下管IGBT关断的瞬间，IGBT的电流就要转移到上管的续流二极管，在这一瞬间，上管的二极管发生正向恢复过程。如右图红圈所示的时刻。



二极管的正向恢复效应的具体表现

右图为某品牌1700V/450A的IGBT模块具体测试波形。在关断下管IGBT瞬间，观测上管二极管的电流及电压。

可以看到，在二极管开通的时刻，二极管的阳极的电位比阴极要高，峰值大约150V，持续时间为300~400ns。



蓝色---电压
红色---电流

正向恢复效应与器件的关系

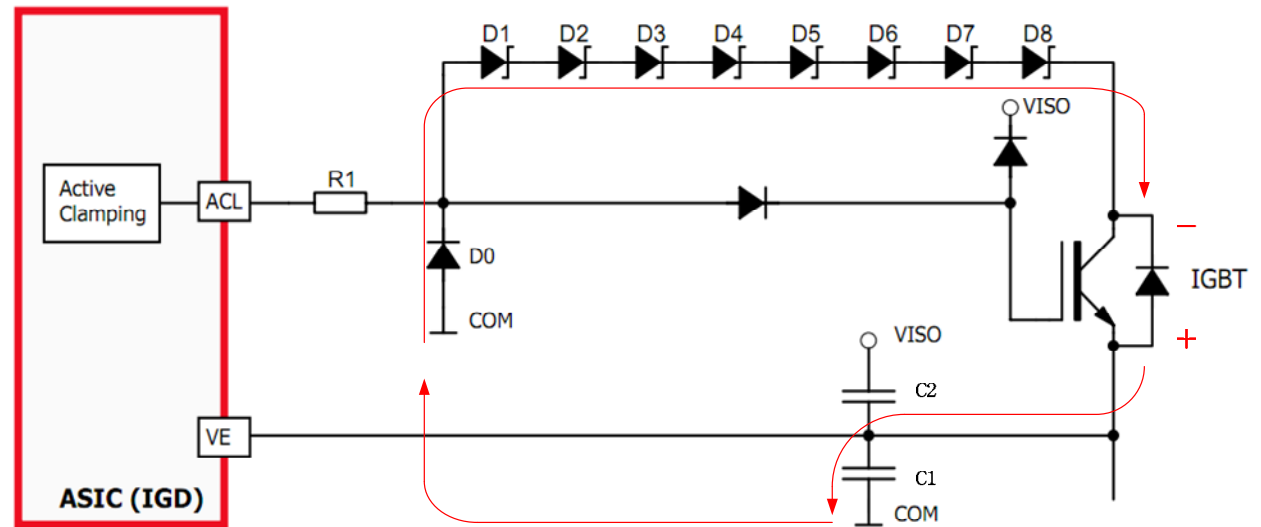
在这里我们不讨论产生二极管正向恢复现象的原因，不过可以这样认为，这是半导体器件的固有的属性。绝大多数情况下，正向恢复效应不会产生什么问题，所以通常很少被讨论。关于这个效应，有几个特点需要注意：

- ▶ 1. 二极管温度越高时，正向恢复效应越强烈，幅值及时间都会较长；
- ▶ 2. 电压越高，电流越大的器件，正向恢复效应越强；
- ▶ 3. 不同品牌的器件，即使是同一电压或电流等级，正向恢复效应程度也许会有所不同；

二极管正向恢复对SCALE2驱动器的影响(1)

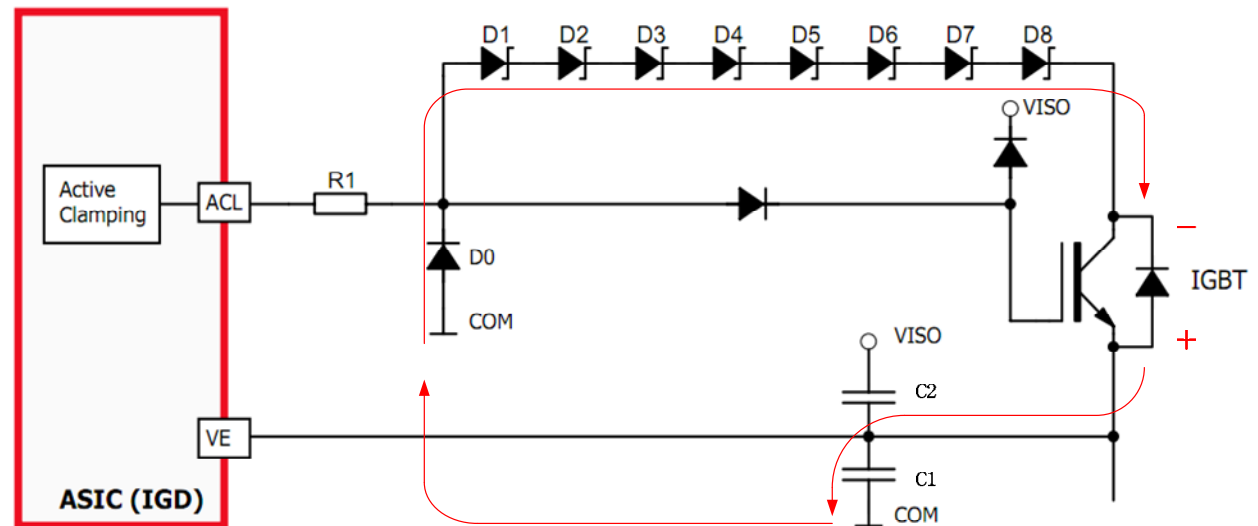
右图为SCALE2驱动器的有源钳位电路的示意图，根据上页所述的二极管正向恢复效应，在二极管开通瞬间，二极管的阳极的电位会比阴极高很多，并持续几百纳秒。

在此过程中，会产生如图所示的电流，图中红线所示路径为一个阻抗很低的路径，因此可以产生较大的电流。



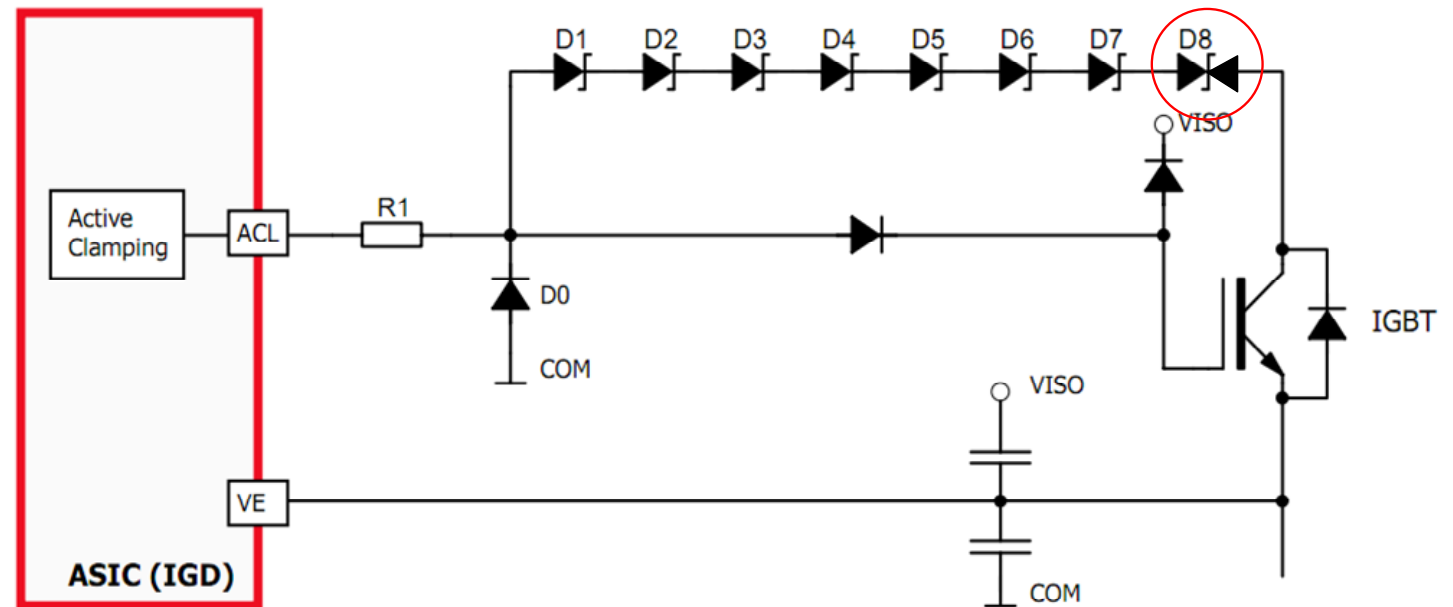
二极管正向恢复对SCALE2驱动器的影响(2)

在这个过程中，电流会向C1充电，因此VE的电位会被抬升，这意味着，VE与VISO之间的电压被减小了，也就是，VISO与VE间的被稳压的+15V电压被放电。在实际应用中，这个过程是周期性发生的，与开关频率同步，因此，从宏观上看，驱动器副边的+15V会出现下跌的情形，当它跌落至12V时，驱动器会触动欠压保护。



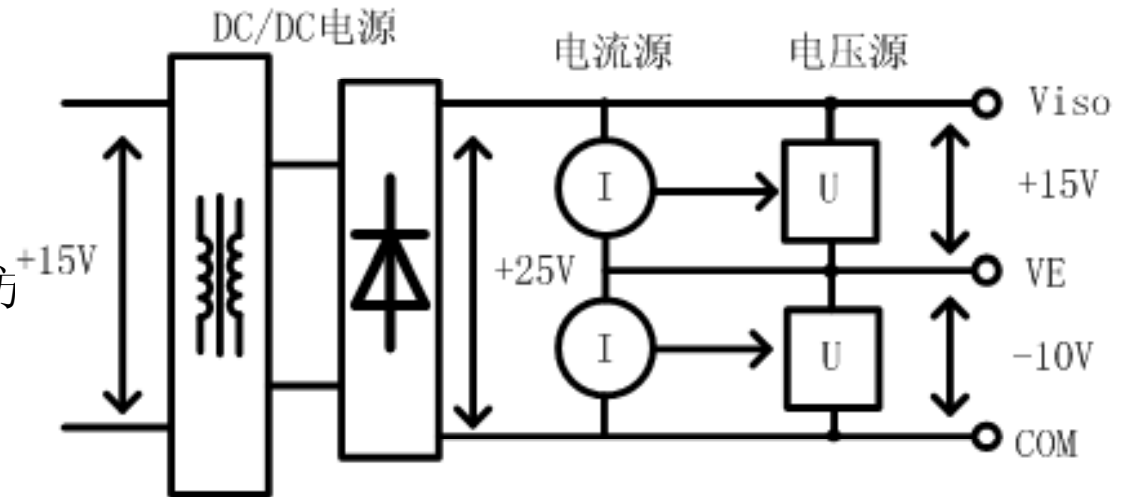
解决办法

在有源钳位的路径上，放置一个双向TVS，即可以阻断上述的电流路径，这个问题就被解决了。



副边稳压电路的介绍

驱动器原方的供电为+15V，经过DC/DC处理后得到+25V，这个电压是开环的，这意味着，如果原方+15V波动，这个+25V也会波动。



SCALE-2副边的ASIC将+25V分割成+15V及-10V，其中+15V是被稳压的，这是一个闭环电路，如果Viso与VE之间的电压不是+15V，则内部电流会调整使得输出电压稳定在+15V；而-10V则是开环的，是不稳压的。VE管脚是芯片“造”出来的，内部是靠电流源来控制输出的电压源。Viso是+15V，VE是0V，COM是-10V。

这种稳压的方法与常见的用稳压二极管或者三端稳压电压电路是完全不同的。