

White paper of UIL test

1.1 What is UIS/UII

Avalanche Energy or Unclamped Inductive Switching, or Load Testing (UIS / UII)

表示在非钳位电感开关的测试方法下,器件承受雪崩击穿时的耗散能量的能力.

- 雪崩击穿

在 PN 结宽度较宽时,较高的反向电压还不足以产生过强的电场,但是由于载流子穿过结的路程较长,有些少数载流子在转移过程中获得了很高的速度,这些高速运动的载流子可能与共价键中的价电子发生碰撞,把价电子“撞”出共价键,产生新的电子-空穴对,这些新产生的载流子被电场加速后,又可能撞出其他的价电子,这样在较长的漂移路程上,新的载流子会雪崩式的倍增,导致电流急增。

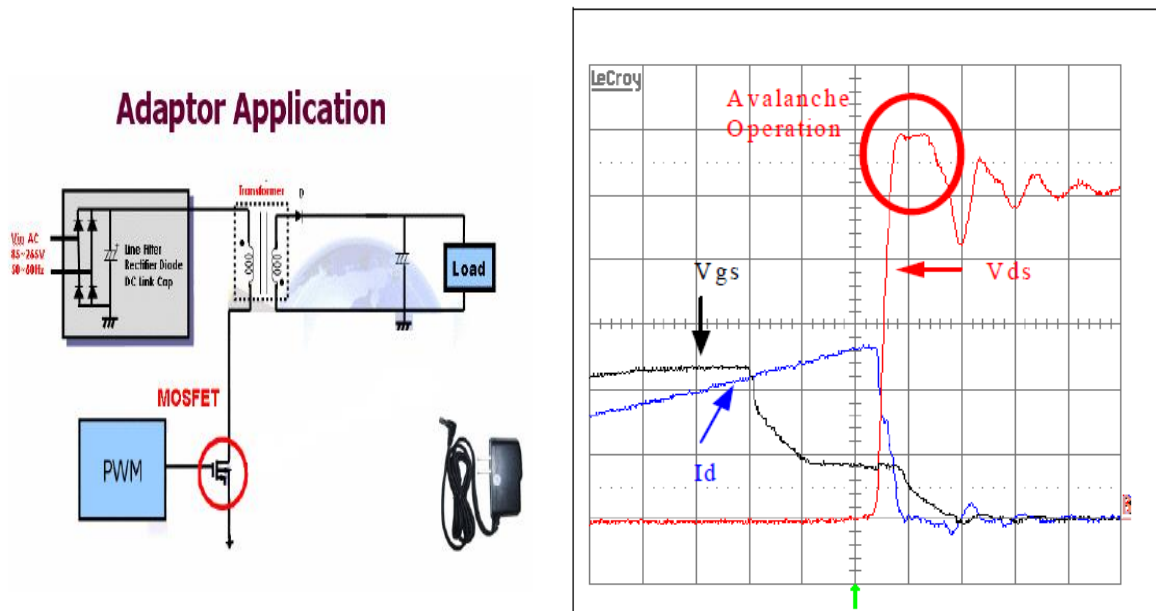
- 齐纳击穿

齐纳击穿的物理过程与雪崩击穿不同。当反向电压增大到一定值时,势垒区内就能建立起很强的电场,它能够直接将束缚在共价键中的价电子拉出来,使势垒区产生大量的电子-空穴对,形成较大的反向电流,产生击穿。把这种在强电场作用下,使势垒区中原子直接激发的击穿现象称为齐纳击穿

对于硅材料的 PN 结,一般击穿电压在 7V 以上的为雪崩击穿,4V 以下的为齐纳击穿。而在 4—7V 之间的击穿,可能两种机理都有。不论哪种击穿,击穿本身并没有破坏 PN 结,当反向电压降下来之后,其性能便得到恢复。击穿引起的破坏是由于电流未加限制,消耗在结上的功率过大,导致发热烧毁。

1.2 Why test UIS/UII

在实际很多电源电路应用中,由于变压器电感以及线路中寄生的电感,都很容易产生造成 MOSFET 管发生 avalanche。比如在 adaptor 的应用中,在 Fig.2 的波形图中可以看到 Vds 端电压反冲,一旦超过 MOSFET 的 BVDS,就会发生雪崩击穿。如果 Mosfet 的 UIS 能力差点,就会损坏。所以这也是我们需要对 MOSFET 进行 UIS 测试的原因。



1.3 POWER MOSFET STRUCTURE

Mosfet 的典型结构图与等效电路参见图 3,4。可以看到 Mosfet 内部存在寄生的 BJT 以及 body diode，同时在 PN 结中存在结电容。

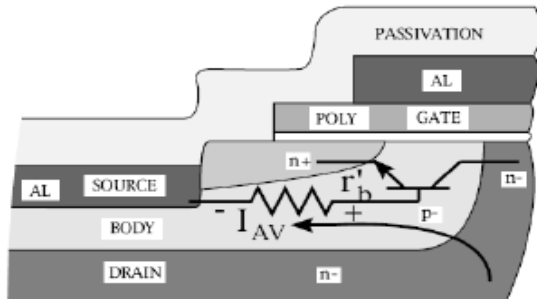


Fig.3 Mosfet Cross Section

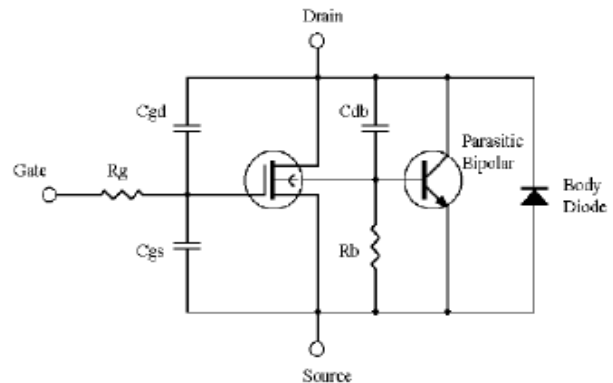
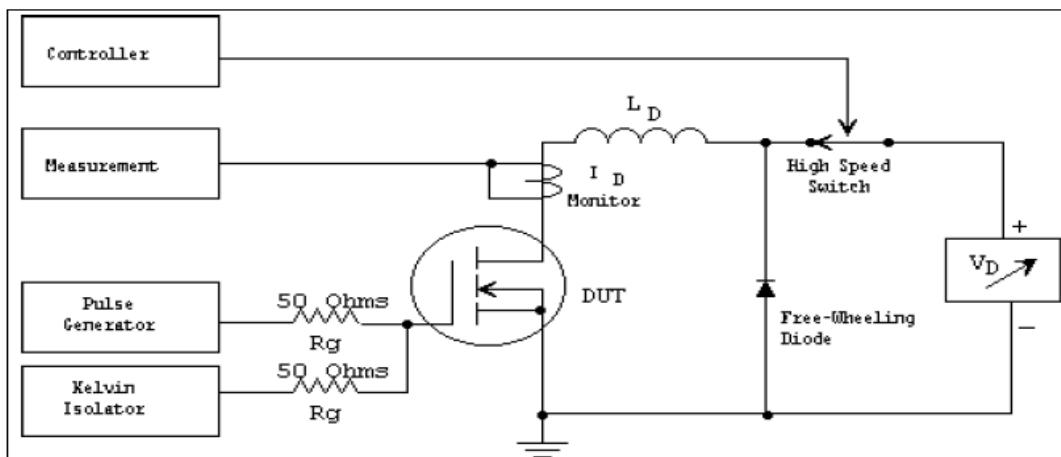


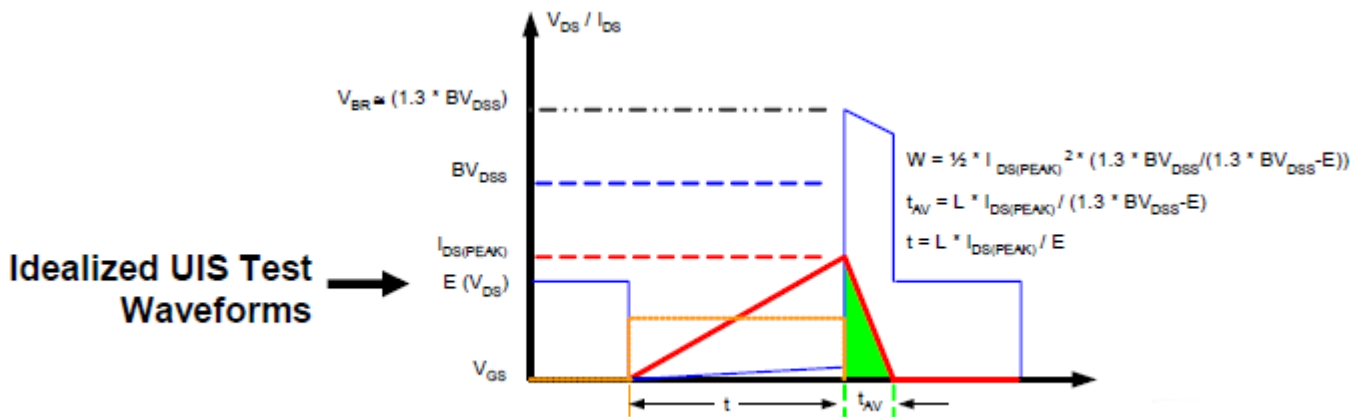
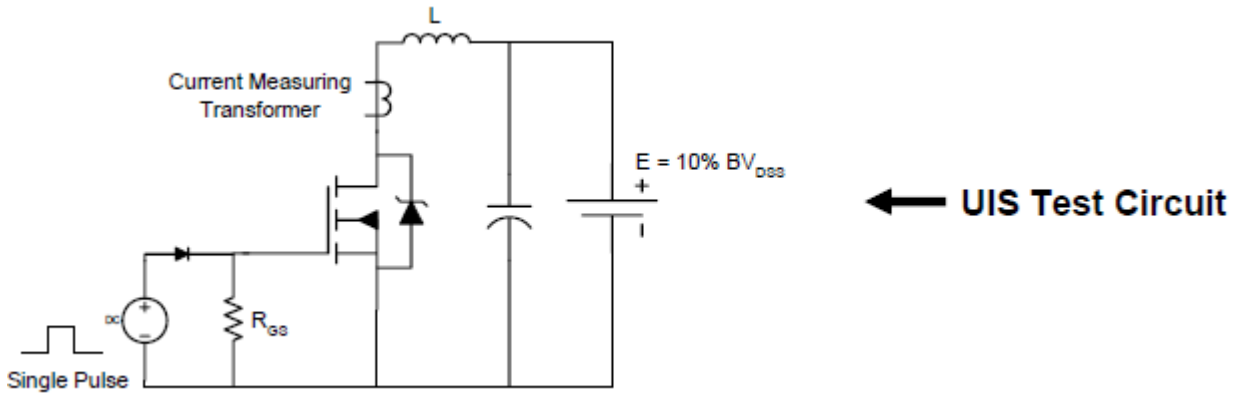
Fig.4 Equivalent Circuit

1.4 Symbols and Definitions

- “Avalanche”---雪崩击穿
 - 当 PN 结反向电压增加超过其 Breakdown 电压后产生的一种击穿方式;
- “Uis”---Unclamped Inductor Switching .
 - 和 UIL 一样,表示在非钳位电压的测试方法下承受雪崩击穿所产生能量的能力.
- “Eas”---Energy Avalanche Single Pulse
 - 表示单脉冲条件下的 Avalanche 能量值.
- “Ear”---Energy Avalanche Repetitive Pulse
 - 表示连续脉冲条件下的雪崩击穿的能量值.
- “Ias”---Current(I) Avalanche Single Pulse
 - 表示单脉冲条件下,器件在雪崩模式中所能承受的最大的 Ids.
- “Iar”---Current(I) Avalanche Repetitive Pulse
 - 表示连续脉冲条件下,器件在雪崩模式中所能承受的最大的 Ids.
- “Tav”---Time in Avalanche 雪崩击穿持续时间.
- “RPF”---Repetitive Pulse to Failure
 - 电流或者电感可以按照设定的步进增加,做连续的 UIS 测试,直到器件失效.

1.5 Test Circuit/Waveform





1.6 Test Procedure

1.6.1 RPF

在 CP 取 5*5block =25die .FT 是随机选取 25pcs 做 RPF,分别取 25 颗的 RPF 中心值乘于 80%,做为量产测试时的 Id;

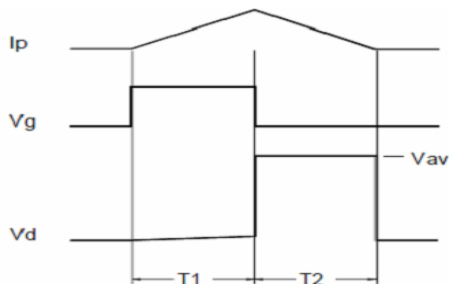
1.6.2 UIS 测试条件的设置

- 如果额定的 Vgs>10V, Gate Voltage (VGS)=10V ;
- 如果额定的 Vgs <=10V, Vgs=80%*Rated Vgs;
- 如果额定的 BV_DSS<100V, Drain Voltage (VDD)= Rated BV_DSS;
- 如果额定的 BV_DSS>=100V, Drain Voltage (VDD)=100V
- 一般情况下 Rgs 选择为 25ohm

1.6.3 UIS 失效判定

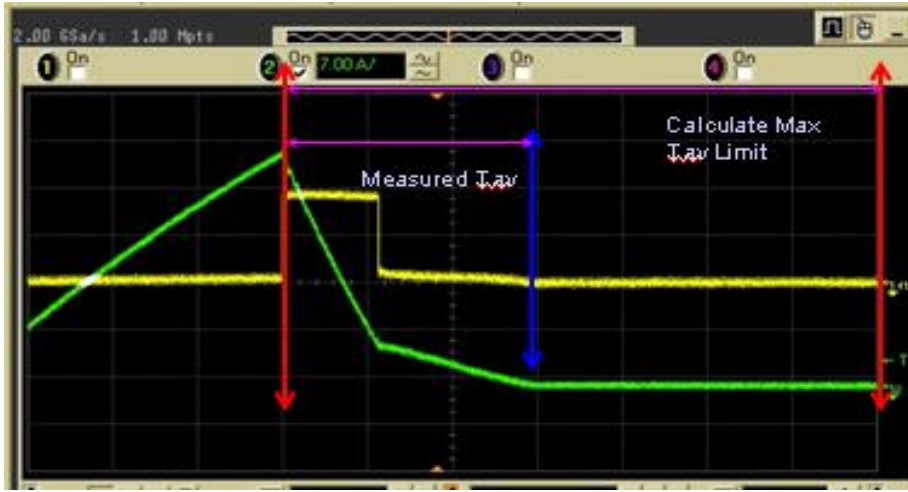
1.1.2(Tav)

见 Fig.7,理想值计算公式: $T2=L*Ip/Vdut$, $T1=L*Ip/VDD$, $E=1/2*I*I*L$.对于产线上来讲, 使用 T2 来判定可以关闭波形显示, 从而节省测试时间, 提高 UPH。



2.Vds Droop

在有些情况下，T2 判定仍然是 PASS，但是器件其实已经坏了。如 Fig.8 所示,如果采用 T2 来判定,则实际测量的 T2 还是在计算范围内,是 Pass 的.但是用 Vds Droop 就可以筛选出.



为了更好的做筛选,可以把这两个条件同时作为判断依据.

- END -