簡介 - MOSFET

- MOSFET INTRODUCTION
- DC PARAMETER
- AC PARAMETER
- POWER RELATED
- DATA SHEET EXAMPLE

CET CONFIDENTIAL

CHINO-EXCEL TECHNOLOGY
CHINO EXCEL TECHNOLOGY

MOSFET INTRODUCTION

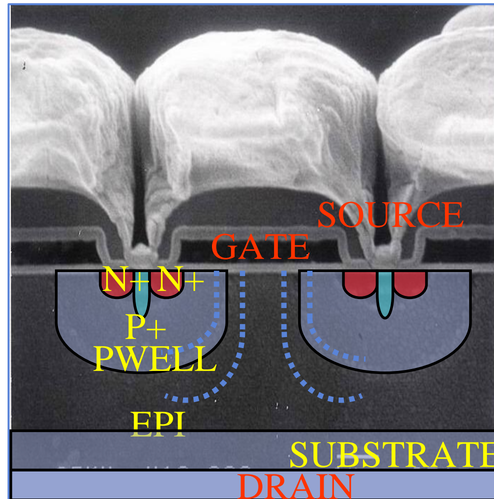
POWER MOSFET又稱DMOS(double diffused mos)在發展之前，唯一較高速、適中功率元件只有雙載子功率電晶體(POWER BJT) ，此元件爲達至一大電流的應用，因此與傳統MOS不同的是其電流流向爲垂直方向流動 。

雖然BJT可達到相當高的電流和耐壓額定，但它相對較高的基極驅動電流卻使周邊的線路設計顯得相當困難，再加上它容易發生二次崩潰，以及負崩潰溫度係數導致很難平行化此元件。基於這種缺點、POWER MOS在70年代發展之後就很的取代了BJT，POWER MOS不但沒有BJT的缺點，且在TURN-OFF也沒有少數載子的存在，使得操作速度可以更快，且具有很大的安全操作範圍，種種優勢使得POWER MOS 成爲許多應用上的主要元件。

D
G
S

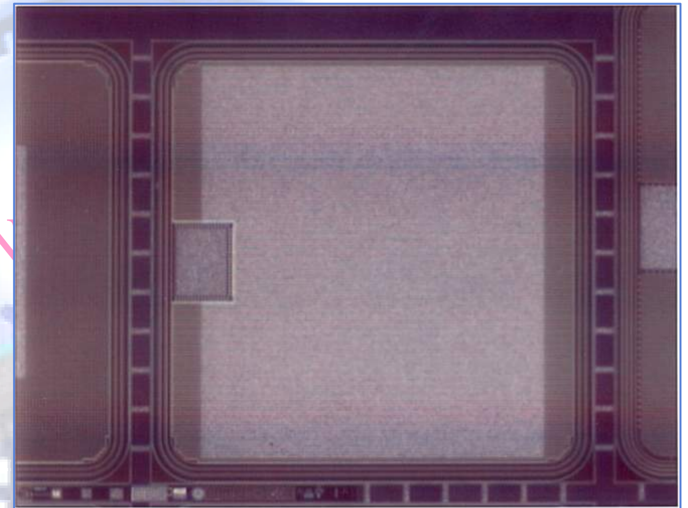
CET CONFIDENTIAL

MOSFET INTRODUCTION

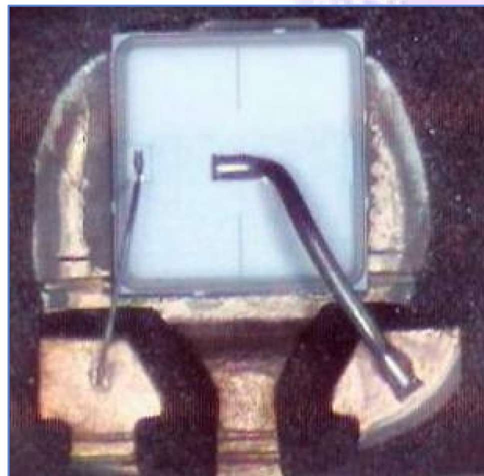


UNIT CELL SEM

CET CONFIDEN



TOP-VIEW



WIRE BOND

MOSFET 參數特性-DC PARAMETER

DC PARAMETER

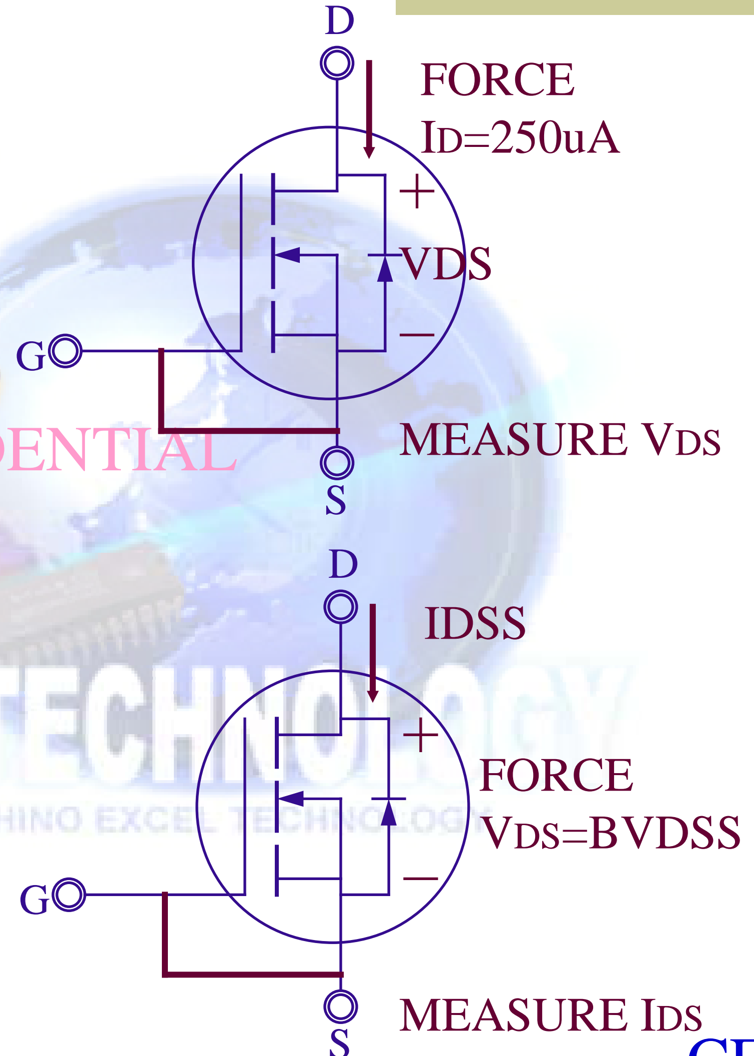
- BVDSS (V_{DS}) & LEAKAGE(I_{DSS})
- BVGSS (V_{GS}) & LEAKAGE(I_{GSS})
- ON-RESISTANCE ($R_{DS(ON)}$)
- THRESHOLD VOLTAGE ($V_{GS(TH)}$)
- FORWARD TRANSCONDUCTANCE (G_{FS})
- DIODE FORWARD VOLTAGE (V_{FSD})

CET CONFIDENTIAL
CHINO EXCEL TECHNOLOGY
CHINO EXCEL TECHNOLOGY

DC PARAMETER-BVDSS/IDSS

BVDSS:此爲Drain端 – Source端所能承受電壓值 ,主要受制內藏逆向二極體的耐壓,其測試條件爲 V_{GS}=0V , I_D=250 uA . 該特性與溫度成正比 .

CET CONFIDENTIAL

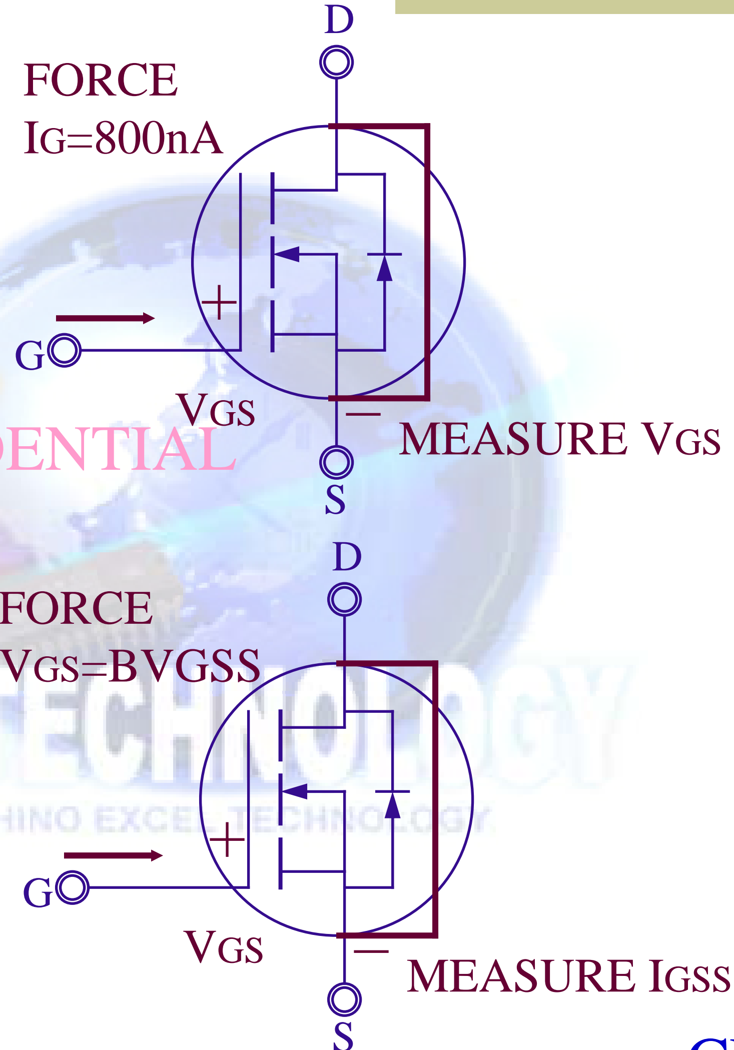


IDSS:即所謂的洩漏電流，通常很小，但是有時爲了確保耐壓，在晶片周圍的設計，多少會有洩漏電流成分存在，此最大可能達到標準值10倍以上。該特性與溫度成正比.

DC PARAMETER-BVGSS/IGSS

BVGSS:此為GATE端 – Source端的絕緣層所能承受電壓值，主要受制閘極氧化層的耐壓,其測試條件為 V_{DS}=0V ，I_{SGS}= 800 nA . 該特性與溫度無關.

I_{GSS}:此為在閘極周圍所介入的氧化膜的洩極電流，此值愈小愈好，標準值約為10nA。當所加入的電壓，超過氧化膜的耐壓能力時，往往會使元件遭受破壞。



CET CONFIDENTIAL

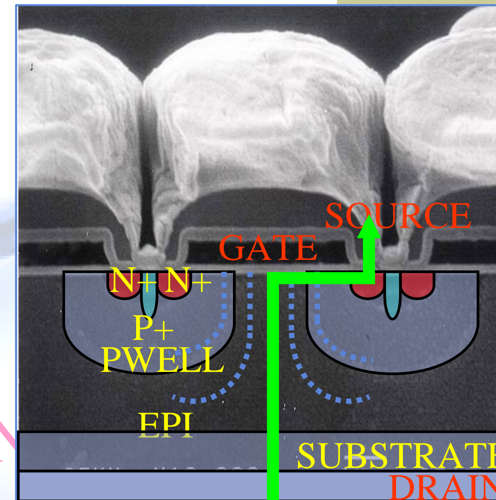
DC PARAMETER-RDSON

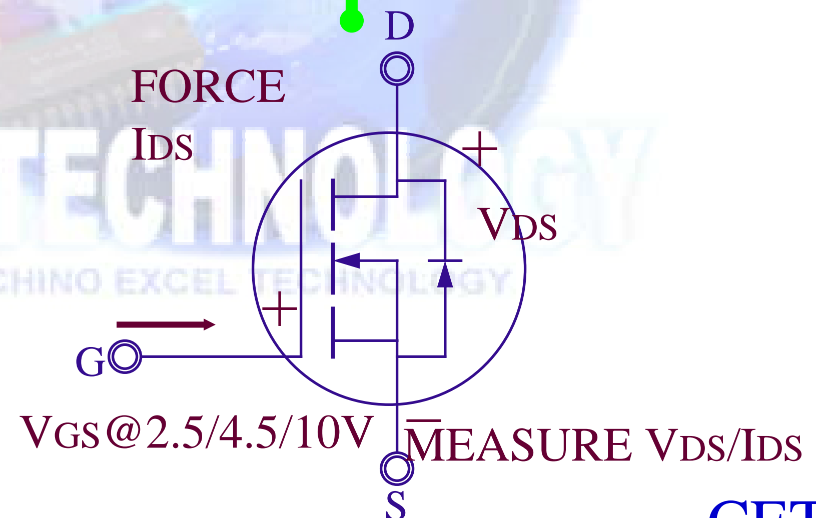
RDSON:導通電阻值 (ON-RESISTANCE)
低壓POWER MOSFET最受矚目之參數

RDS(on)=RSOURCE + RCHANNEL + RACCUMULATION + RJFET + R DRIFT(EPI) + RSUBSTRATE

低壓POWER MOSFET 導通電阻是由不同區域的電阻所組成，大部分存在於RCHANNEL，RJFET及REPI，在高壓MOS則集中於REPI。爲了降低導通電阻值，Mosfet晶片技術上朝高集積度邁進，在製程演進上，TRENCH DMOS以其較高的集積密度，逐漸取代PLANAR DMOS成爲MOSFET製程技術主流。該特性與溫度成正比.

CET CONFIDENTIAL

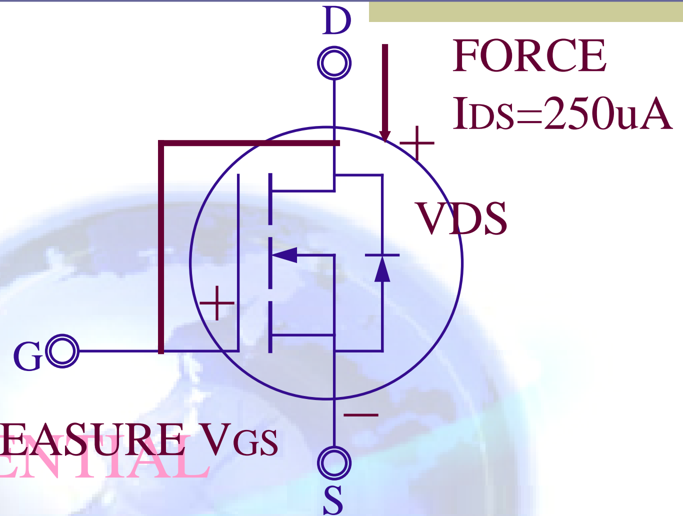


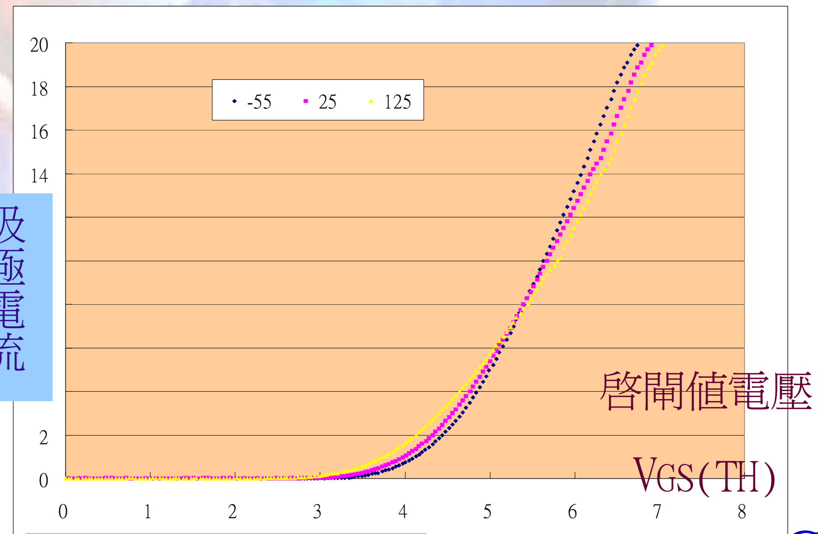


DC PARAMETER-VTH

VTH:使 POWER MOS 開始導通的輸入電壓稱 THRESHOLD VOLTAGE。由於電壓在VGS(TH)以下， POWER MOS 處於截止狀態，因此， VGS(TH) 也可以看成耐雜訊能力的一項參數。 VGS(TH) 愈高，代表耐雜訊能力愈強，但是，如此要使元件完全導通，所需要的電壓也會增大，必須做適當的調整，一般約為 2~4V，與 BJT導通電壓 VBE=0.6V比較，其耐雜訊能力相當良好。該特性與溫度成反比.

CET CONFIDENTIAL

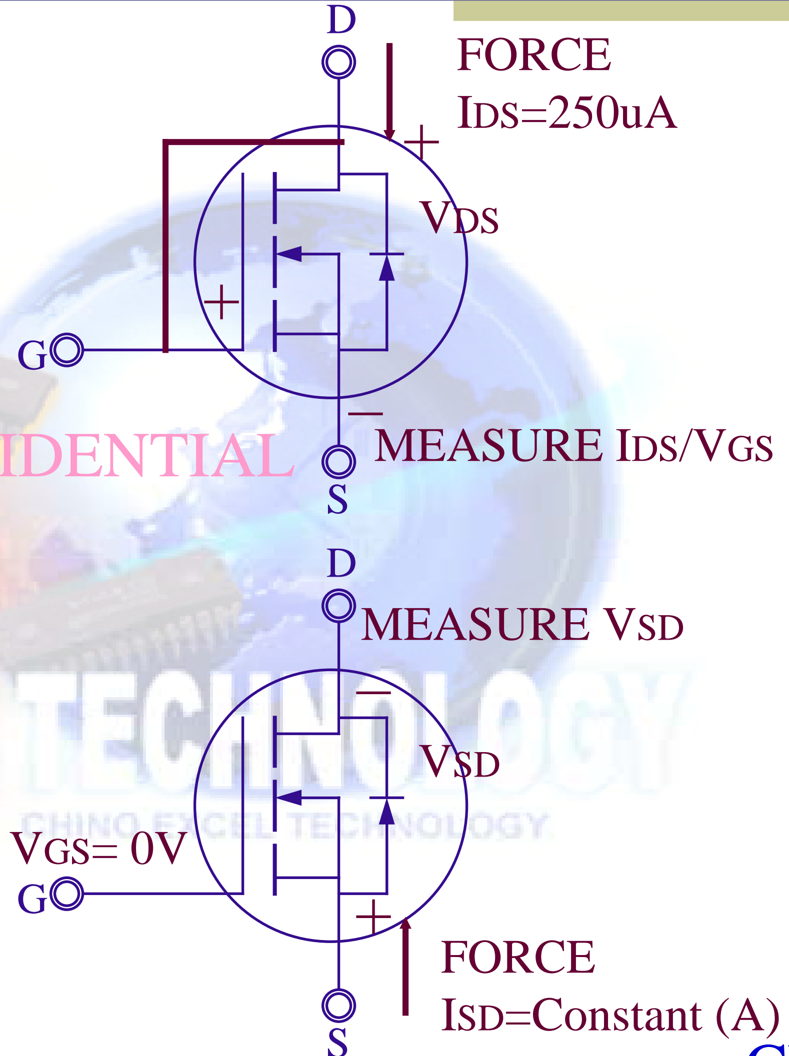




DC PARAMETER- GFS/VDS

GFS：代表輸入與輸出的關係即GATE電壓變化,DRAIN電流變化值,單位爲S.當汲極電流愈大,GFS也會增大.在切換動作的電路中,GFS值愈高愈好.

VFSD:此爲二極體爲順方向電流流通時的電壓降.



CET CONFIDENTIAL

MOSFET 參數特性 - AC PARAMETER

- AC PARAMETER
  - DYNAMIC CHARACTERISTICS
    CISS , COSS ,CRSS
  - GATE CHARGE
    QG/QGS/QGD
  - TURN-ON/OFF DELAY TIME
    TD (ON) /TD (OFF)
  - RISE / FALL TIME
    TR /TF

CET CONFIDENTIAL

AC PARAMETER - CISS , COSS ,CRSS

CISS : 此爲POWER MOS在截止狀態下的閘極輸入容量，爲閘--源極 間容量CGS與閘--汲極間容量CGD之和。特別是CGD爲空乏層 容量。其導通時的最大值，即是VDS=0V時。

COSS : 此爲汲極--源極間的電容量，也可以說是內藏二極體在逆向偏壓時的容量。

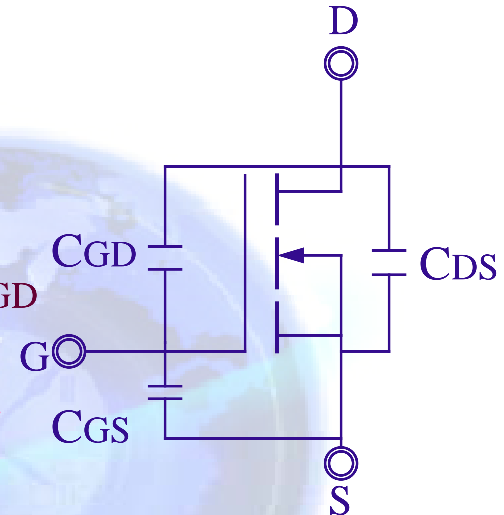
CRSS : 此爲汲極--閘極間的電容量，此對於高頻切換動作最有 不良影響。爲了提高元件高頻特性，CGD要愈低愈好。

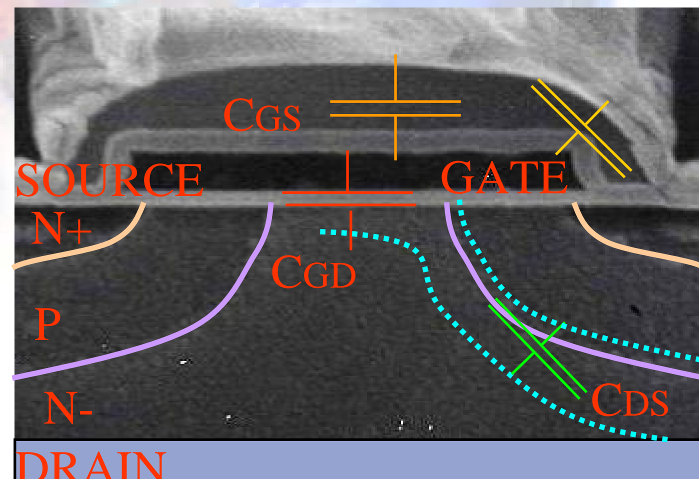
CISS = CGS+CGD

COSS = CDS+CGS //CGD

CRSS = CGD

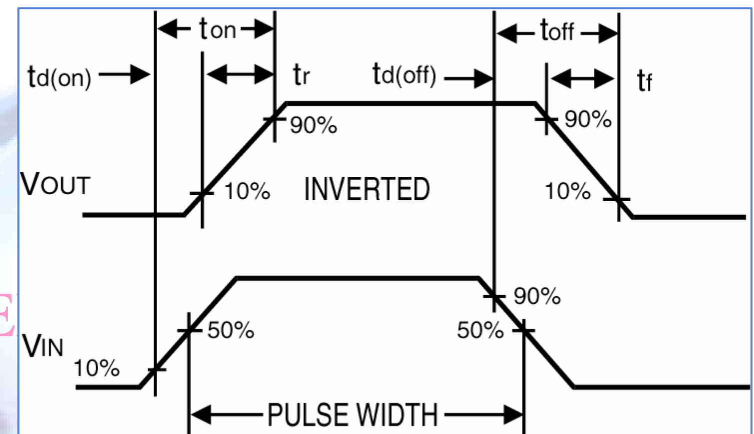
CET CONFIDENTIAL





AC PARAMETER- (TD(ON/OFF)&T(RISE/FALL))

導通時間 TON :
此爲導通延遲時間TD(ON)與上升時間TR的和。由閘極電壓上昇至10%到VDS由於ON而下降至90%之值爲止的時間，稱之爲TD(ON) ，而進一步至VDS成爲10%之值爲止的時間稱之爲TR。此一導通時間與閘極電壓以及信號源的阻抗有很大的關係，大致上成爲TON 》RG/VGS的關係。



CET CONFIDE

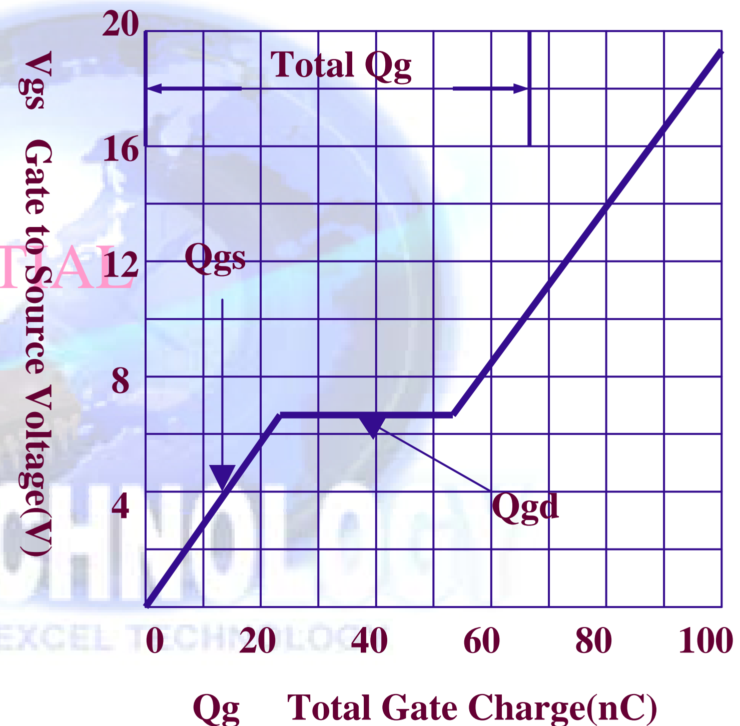
截流時間 TOFF :
此爲截流時間TD(OFF)與下降時間TF之和。由閘極電壓下降至90%開始，至VDS成爲OFF而上昇至10%之值爲止的時間。稱之爲TD(OFF) ，更進一步至VDS上昇至90%爲止的時間，稱之爲TF 。此一截流時間TOFF也與導通時間一樣與信號源阻抗及閘極電壓有很大關係。大致上可以用TOFF 》RG/VGS表示。

AC PARAMETER - QG , QGS , QGD

POWER MOS 的切換動作過程可以說是一種電荷移送現象。由於閘極完全是由絕緣膜覆蓋，其輸入阻抗幾乎是無限大，完全看輸入電容量的充電/放電動作來決定切換動作的狀態。

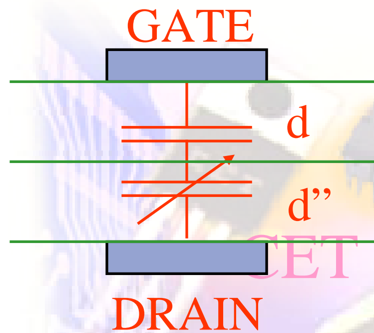
POWER MOS 在導通前可以分-- 啓閘值電壓之前/開始導通/完全導通三種狀態.
啓閘值電壓：在電壓達到啓閘值電壓之前，輸入電容量幾乎是與閘極電容量CGS相等。在閘極正下方的汲極領域的空乏區會擴展，閘極- -汲極間的電容量與電極間距離有關。在導通的初期狀態，由於有Miller效應，輸入電容量的變化很 複雜。當汲極電流愈增加時，Av也會增加，Miller效應會愈明顯。隨著汲極電流的增大，負載電阻的壓降也會增大，使加在POWER MOS 的電壓下降。

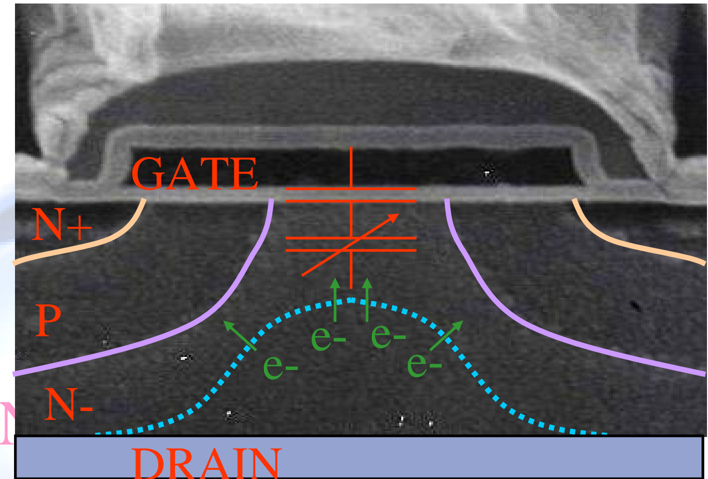
CET CONFIDENTIAL



AC PARAMETER - QG , QGS , QGD

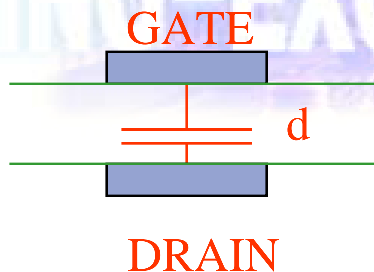
開始導通：當所加的電壓VDS有變化時，空乏層的厚度d也會發生變化。

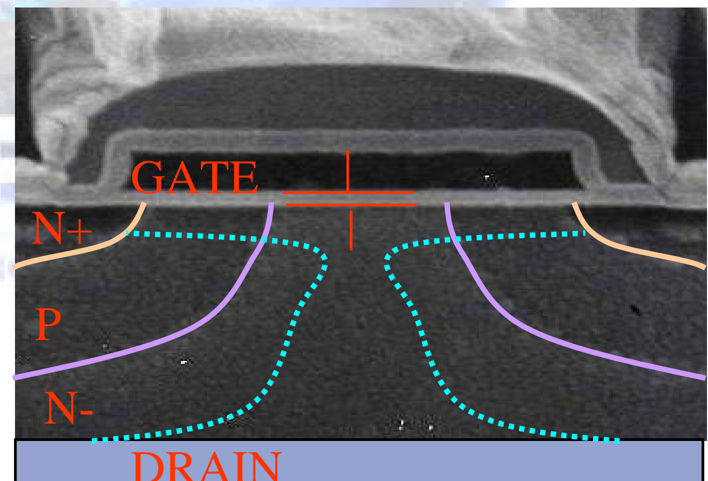




CET CONFIDENTIAL

完全導通：在完全導通時，輸入電容量可以視爲CGD與CGS之和。





MOSFET 參數特性 – POWER RELATED

- POWER RELATED
  - POWER DISSAPATION
  - CURRENT RATING
  - MAXIMUM CURRENT REATIHG
  - AVALANCHE

CET CONFIDENTIAL

CHINO-EXCEL TECHNOLOGY
CHINO EXCEL TECHNOLOGY

POWER RELATED-POWER DISSAPATION

P_D:爲元件上所能承受電功率.其運算式爲:

$P_D(max) = (T_J - T_C) / R_{\theta JC}$

$P_D(max) = (150℃ - 25℃) / 2.1 ℃/W$

$= 60 W$

CET CONFIDENTIAL

T_J = 元件接合溫度.

T_C = 外殼溫度.

$R_{\theta JC}$ = 晶片至外殼的熱電阻

POWER RELATED-CURRENT RATING

I_D : 爲元件所能提供最大連續電流.

I_D 運算式:

$I_D = \sqrt{[P_D / R_{DSON}(MAX)]}$

$I_D = \sqrt{[60W / 5*2.5\Omega]}$

$= 2A$

*$P_D =$ @T_J=150℃

*$R_{DSON}(MAX) = R(T)*R_{DSON}(MAX)$

CET CONFIDENTIAL

CHINO-EXCEL TECHNOLOGY
CHINO EXCEL TECHNOLOGY

MAXIMUM CURRENT RATING

I_{DM} : 爲元件所能承受瞬間最大電流.

I_{DM}運算法 :
關於I_{DM}值 ,該值乃是根據 R_{DSON} – 溫度曲線圖和熱阻曲線 計算得知.

1.由SINGLE PULSE 300uS代入 FIGURE 得知 R(T)約等於 0.15.

2.$R_{\theta JC}(T) = R_{\theta JC} * R(T)$
$= 2.1℃/W * 0.15$
$= 0.315 ℃/W$

3.$P_{DM} = (T_J - T_C)/R_{\theta JC}(T)$
$= (150℃ - 25℃)/0.315 ℃/W$
$= 396℃/W.$

4.$I_{DM} = \sqrt{[P_{DM}/R_{DSON}(max)]}$
$= \sqrt{(396℃/W / 10.5\Omega)}$
$= 6$ A .

CET CONFIDENTIAL

MOSFET 參數特性 – POWER DISSAPATION

EAS AVALANCHE ENERGY 計算公式如下:

EAS = 1/2*L*I*I[V(BR)DSS/(V(BR)DSS-VDD)]

= 1/2 *60 mH *2 A *2A * [600/(600-50)]

=120 mJ

EAS=雪崩能量

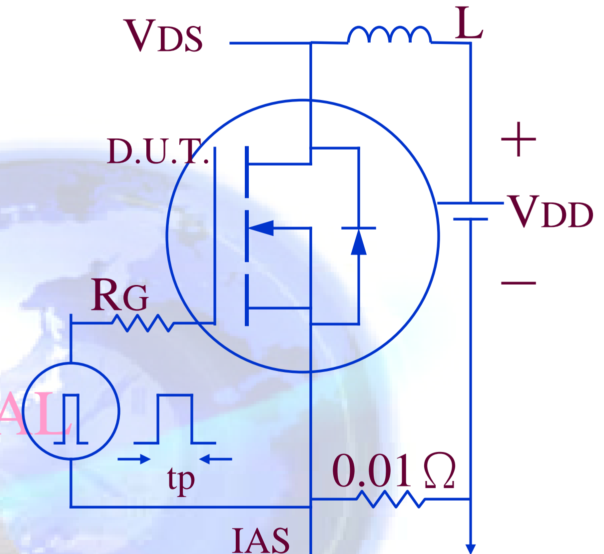
L=電感值

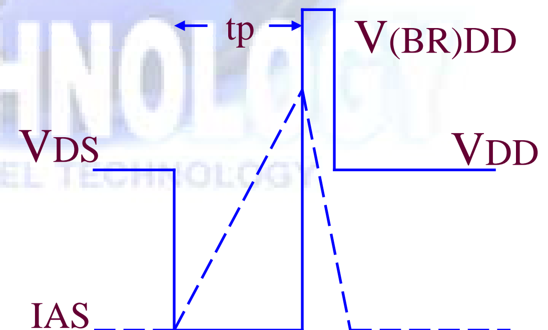
I=電感峰值電流

BVDSS=雪崩擊穿電壓

VDD=電源電壓.

CET CONFIDENTIAL





MOSFET DATA SHEET -CEP(B)02N6

CEP02N6/CEB02N6

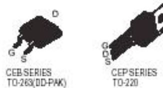
Sep. 2002

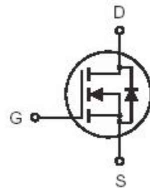
4

N-Channel Logic Level Enhancement Mode Field Effect Transistor

FEATURES

- 600V, 2A, $R_{DS(ON)}$=5Ω @V_{GS}=10V.
- Super high dense cell design for extremely low $R_{DS(ON)}$.
- High power and current handling capability.
- TO-220 & TO-263 package.





ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Tc=25°C unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Limit	Unit
Drain-Source Voltage	V_{DS}	600	V
Gate-Source Voltage	V_{GS}	±30	V
Drain Current-Continuous	I_D	2	A
-Pulsed	I_{DM}	6	A
Drain-Source Diode Forward Current	I_S	6	A
Maximum Power Dissipation @Tc=25°C	P_D	60	W
Derate above 25°C		0.48	W/°C
Operating and Storage Temperautre Range	T_J, T_{STG}	-55 to 150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	2.1	°C/W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	62.5	°C/W

4-2

CEP02N6/CEB02N6

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tc=25°C unless otherwise noted)

4

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
DRAIN-SOURCE AVALANCHE RATING[a]						
Single Pluse Avalanche Energy[c]	E_{AS}			125		mJ
Avalanche Current	I_{AR}			2		A
Repetitive Avalanche Energy	E_{AR}			5.4		mJ
OFF CHARACTERISTICS						
Drain-Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	V_{GS} = 0V, I_D = 250µA	600			V
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	V_{DS} = 600V, V_{GS} = 0V			25	µA
Gate-Body Leakage	I_{GSS}	V_{GS} = ±30V, V_{DS} = 0V			±100	nA
ON CHARACTERISTICS[a]						
Gate Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250µA	2		4	V
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(ON)}$	V_{GS} =10V, I_D = 1A		3.8	5.0	Ω
On-State Drain Current	$I_{D(ON)}$	V_{GS} = 10V, V_{DS} = 10V	2			A
Forward Transconductance	g_{FS}	V_{DS} = 50V, I_D = 1A		1.2		S
SWITCHING CHARACTERISTICS[b]						
Turn-On Delay Time	$t_{D(ON)}$	V_{DD} = 300V, I_D = 2A, V_{GS} = 10V, R_{GEN}=18Ω		18	35	ns
Rise Time	t_r			18	35	ns
Turn-Off Delay Time	$t_{D(OFF)}$			50	90	ns
Fall Time	t_f			16	40	ns
Total Gate Charge	Q_g	V_{DS} =480V, I_D = 2A, V_{GS} =10V		20	25	nC
Gate-Source Charge	Q_{gs}			2		nC
Gate-Drain Charge	Q_{gd}			12		nC

4-3

MOSFET DATA SHEET -CEP(B)02N6

CEP02N6/CEB02N6

4

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C=25°C unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
DYNAMIC CHARACTERISTICS [b]						
Input Capacitance	C_{iss}	V_{DS} =25V, V_{GS} = 0V f =1.0MHz		250		pF
Output Capacitance	C_{oss}			50		pF
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}			30		pF
DRAIN-SOURCE DIODE CHARACTERISTICS [a]						
Diode Forward Voltage	V_{SD}	V_{GS} = 0V, I_S =2A			1.5	V

Notes
a.Pulse Test:Pulse Width≤300 μs, Duty Cycle≤ 2%.
b.Guaranteed by design, not subject to production testing.
c. L=60mH, I_{AS}=2.0A, V_{DD}=50V, R_G=25Ω, Starting T_J=25°C

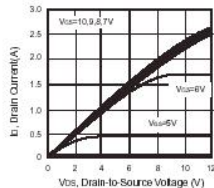


Figure 1. Output Characteristics

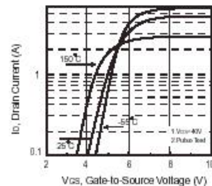


Figure 2. Transfer Characteristics

CEP02N6/CEB02N6

4

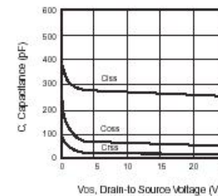


Figure 3. Capacitance

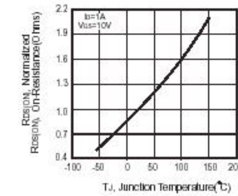


Figure 4. On-Resistance Variation with Temperature

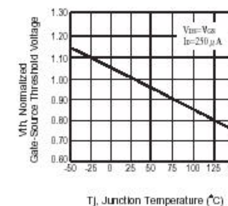


Figure 5. Gate Threshold Variation with Temperature

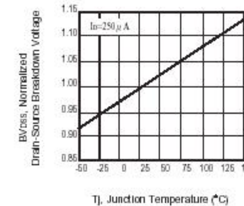


Figure 6. Breakdown Voltage Variation with Temperature

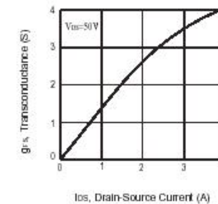


Figure 7. Transconductance Variation with Drain Current

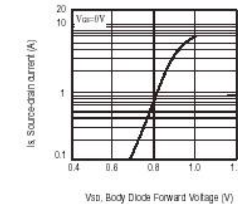


Figure 8. Body Diode Forward Voltage Variation with Source Current

MOSFET DATA SHEET -CEP(B)02N6

CEP02N6/CEB02N6

4

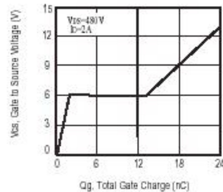


Figure 9. Gate Charge

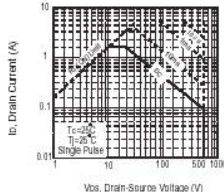


Figure 10. Maximum Safe Operating Area

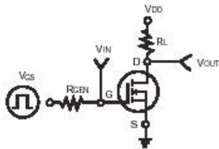


Figure 11. Switching Test Circuit

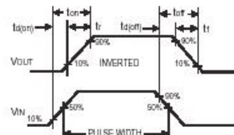


Figure 12. Switching Waveforms

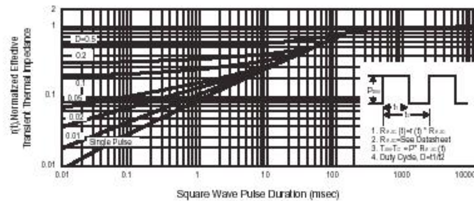


Figure 13. Normalized Thermal Transient Impedance Curve

4-6