

如何於應用中高效地測量出氮化鎵場效應電晶體 (eGaN® FET) 的性能



氮化鎵技術 - 市場發展新動力

隨著基於eGaN FET的轉換器的電路性能不斷提高，對電路性能的測量的要求也在提升。本文比較各種測量技術及對應用中的高性能氮化鎵場效應電晶體的性能進行評估。

頻寬對測量的影響

對基於氮化鎵場效應電晶體 (eGaN FET) 的轉換器進行評估時，例如測量半橋、汲極及閘極的典型波形圖 (包括上升及下降時間)、峰值過衝、欠激及過衝振鈴頻率，所採用的系統頻寬將直接影響測量的結果。測量系統通常具有低通特性，如圖1所示。相關系統頻寬的波形圖的振鈴頻率將影響測量的準確性，如圖2所示的原型，是採用Tektronix公司的2 GHz頻寬的MSO5204及1 GHz的TPP1000 探棒所測量出的低開關頻率 (500 kHz) 及高開關頻率 (10 MHz) 的原型。如果頻寬窄了，也可以測量出低頻電路板大部份的參數，而高頻電路板只可以在高系統頻寬 (500 MHz及1 GHz) 的設置下，測量出部份的死區時間。

測量技術對測量的影響

要取得可靠及具高保真度的波形，必需使用合適的探棒技術及具有低輸入電容和短接地環路連接的探棒。帶有長接地線的探棒非常方便，因為使用者可以在接地線的範圍內，做到接地連接和對很多的測量點進行探測。分散式電感會影響過衝及振鈴頻率的測量。圖3比較了長接地線 (鱷魚夾) 與短接地線 (彈弓夾) 的影響。短接地線可測量到振鈴頻率，波形平滑很多。雖然探棒線之間的相對位置是重要的 (短接地環路)，各線的確實位置對測量結果不會影響很大。圖3的“最

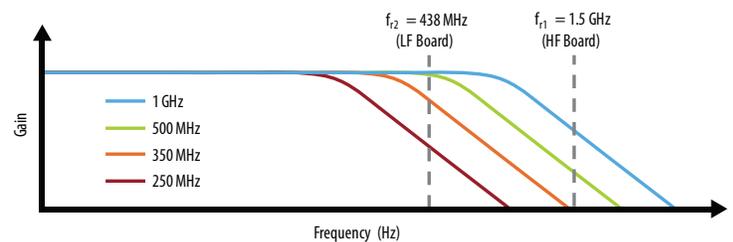
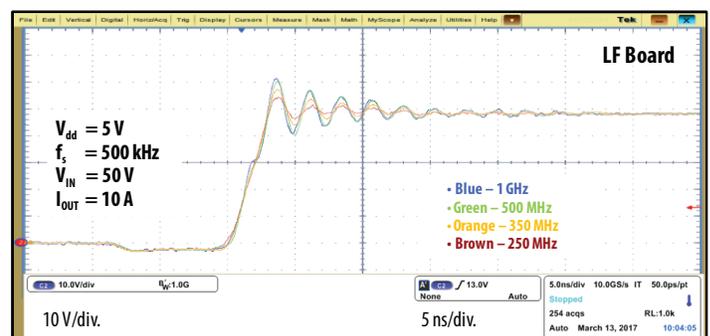
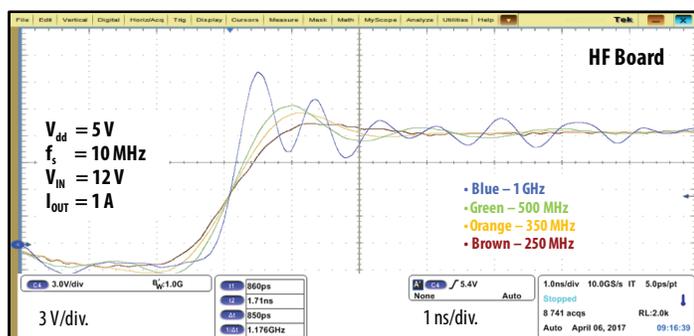


圖1: 典型的示波器及探測系統的低通特性。

遠點”與“近點”相比，前者距離eGaN FET較遠，但是，短接地環路使得各個波形差不多相同。

高共模信號下的差分測量

對於多種基於eGaN FET的功率電子電路諸如半橋來說，高共模差分電壓的測量非常重要，例如對高側開關的閘極-源極的測量。這裡的參考節點在低共模電壓與高共模電壓之間開關，及正常的差分探頭沒有所需的共模拒斥比 (CMRR) 來準確地測量出波形。於示波器採用數學模式是間接地測量出這些波形的其中一個方法，但缺點是通道不匹配、很差的共模抑制比，以及示波器的各個輸入發生超載共模電壓。要解決這些嚴苛的功率測量問題，使用隔離光測量系統，例如Tektronix公司的光隔離探棒IsoVu TIVM1，它具有業內領先的頻寬 (1 GHz)、良好的共模抑制比 (在100 MHz時，大於120 dB) 及輸入阻抗大。圖4展示，相比採用兩個探棒及使用示波器的數學函數 (從一個探棒減去另外一個探棒測量所得的結果)，採用這些隔離測量系統的優勢。



系統頻寬	250 MHz	350 MHz	500 MHz	1 GHz
死區時間	×	×	✓	✓
振鈴頻率	×	×	×	×
過衝	×	×	×	×
上升時間	×	×	×	×

系統頻寬	250 MHz	350 MHz	500 MHz	1 GHz
死區時間	✓	✓	✓	✓
振鈴頻率	✓	✓	✓	✓
過衝	×	×	✓	✓
上升時間	✓	✓	✓	✓

圖2: 測量系統頻寬對測量開關節點的影響。

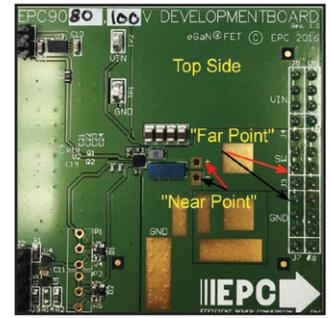
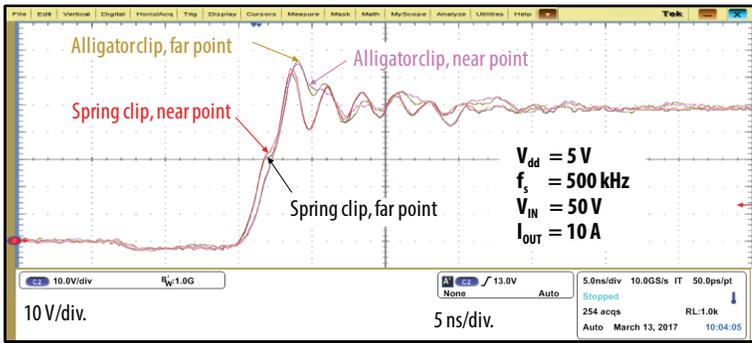


圖3: 測量技術及所選的測量點的影響。

總結

本文分享了對基於氮化鎵場效應電晶體(eGaN FET)的功率轉換器設計進行測量時所需要考慮的各種因素,包括頻寬、探測技術及適當地使用高頻寬隔離探棒對測量的影響。

如表1所示,目前各種最先進的測量系統(頻寬為1 GHz)已經可以測量出大部份基於eGaN FET的轉換器設計的特性。此外,為了取得準確的測量結果,使用具有低輸入電容及短接地環路的探棒是非常重要的。當電路設計師更瞭解針對特定應用的測量系統的要求,並且採用更優越的測量技術,就可以發揮基於eGaN FET的設計的最高性能了。

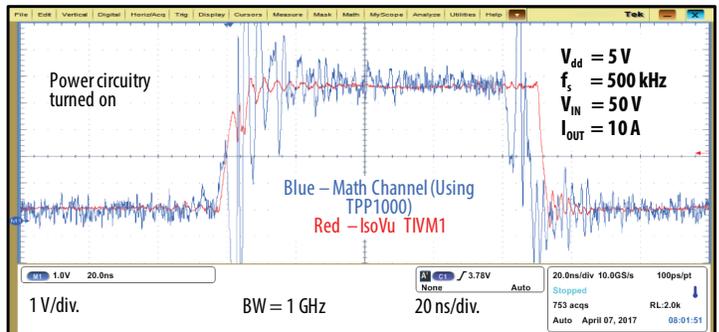
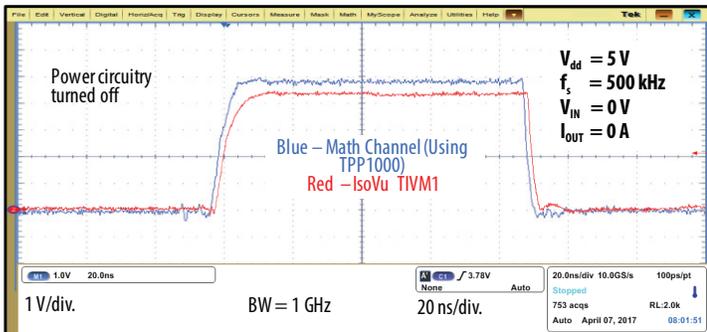


圖4: 高共模開關信號對高側元件的差分電壓的影響: 採用數學模式的兩個探棒與採用光隔離探棒IsoVu TIVM1的比較。

晶片尺寸	器件型號	C _{oss} (pF)	Q _{gd} (nC)	R _{DS(on)} (mΩ)	BW (GHz) (最小值)	t _{rise/fall, system} (ns)
Small	EPC8010	25	0.06	160	> 1	< 0.25
Medium	EPC2016C	210	0.55	16	0.5-1	1.5- 2
Large	EPC2001C	430	1.2	7	0.5	2- 3
XL	EPC2022	840	2.4	3.2	0.5	3- 4

表1: 根據eGaN FET尺寸所估計的系統要求。