

氮化鎵 (GaN) 接替矽 支持高能效、高頻電源設計

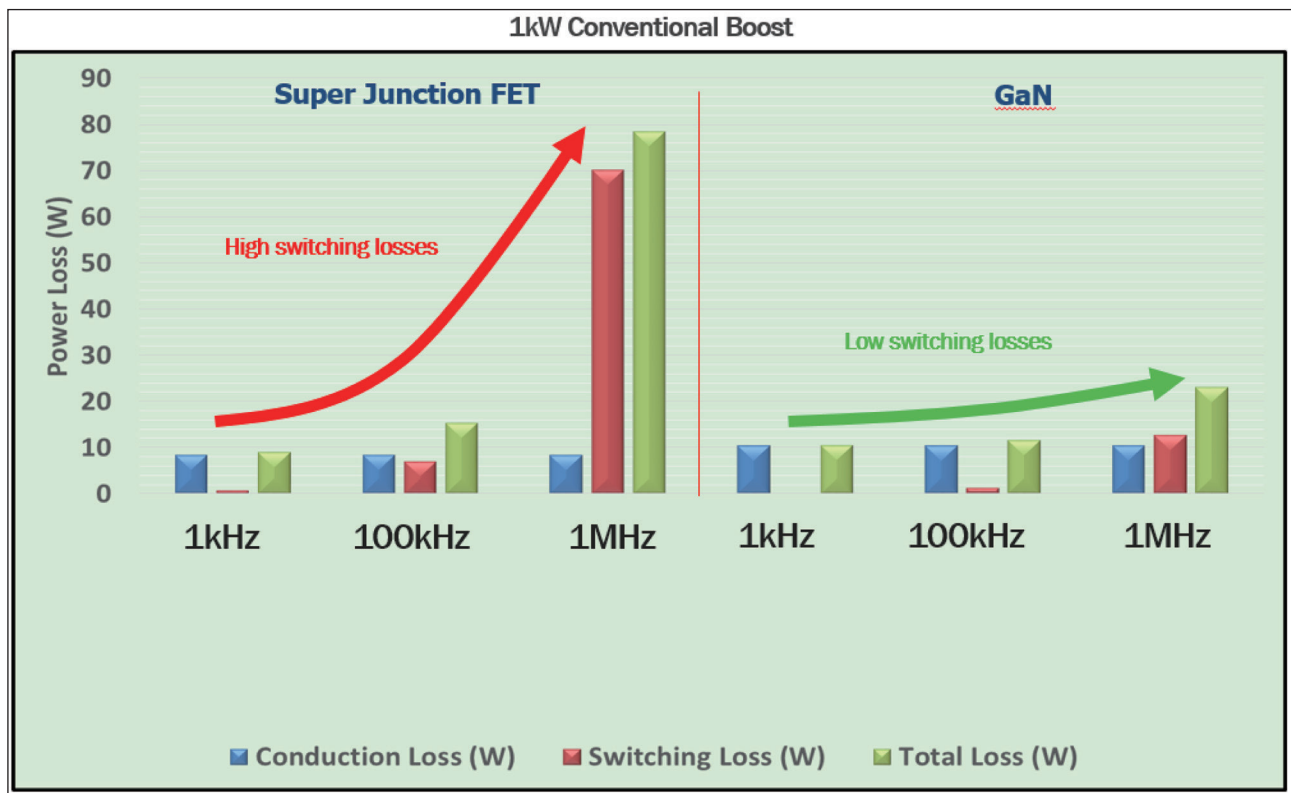
■作者：安森美半導體策略行銷總監 /Yong Ang

在所有電力電子應用中，功率密度是關鍵指標之一，這主要由更高能效和更高開關頻率驅動。隨著基於矽的技術接近其發展極限，設計工程師現在正尋求寬禁帶技術如氮化鎵 (GaN) 來提供方案。

對於新技術而言，GaN 本質上比其將取代的技術 (矽) 成本低。GaN 器件與矽器件是在同一工廠用相同的製造程式生產出。因此，由於 GaN 器件小於等效矽器件，因此每個晶片可以生產更多的器件，從而降低了每個晶片的成本。

GaN 有許多性能優勢，包括遠高於矽的電子遷移率 (3.4eV 對比 1.1eV)，這使其具有比矽高 1000 倍的電子傳導效率的潛力。值得注意的是，GaN 的門極電荷 (QG) 較低，並且由於必須在每個開關週期內對其進行補充，因此 GaN 能夠以高達 1 MHz 的頻率工作，效率不會降低，而矽則難以達到 100 kHz 以上。此外，與矽不同，GaN 沒有體二極體，其在 AlGaN / GaN 邊界表面的 2DEG 可以沿相反方向傳導電流 (稱為“第三象限”操作)。因此，GaN

圖 1：GaN 經優化實現快速開關



沒有反向恢復電荷 (QRR)，使其非常適合硬開關應用。

GaN 確實具有有限的雪崩能力，並且比矽更容易受到過電壓的影響，因此極其適用於漏 - 源電壓 (VDS) 鉗位元在軌電壓的半橋拓撲。無體二極體使 GaN 成為硬開關圖騰柱功率因數校正 (PFC) 的很好的選擇，並且 GaN 也非常適用於零電壓開關 (ZVS) 應用，包括諧振 LLC 和有源鉗位反激。

45 W 至 65 W 功率水準的快速充電適配器將得益於基於 GaN 的有源鉗位反激，而基於 LLC 的 GaN 用於 150 W 至 300 W 的高端筆記型電腦電源適配器中，例如用於遊戲的筆記型電腦。在這些應用中，使用 GaN 技術可使功率密度增加一倍，從而使適配器更小、更輕。特別地，相關的磁性元器件能夠減小尺寸。例如，電源變壓器內核的尺寸可從 RM10 減小為 RM8 的薄型或平面設計。因此，在許多應用中，功率密度增加了一倍甚至三倍，達 30 W / in³。

在更高功率的應用中，例如為伺服器、雲和電信系統供電的電源，尤其是基於圖騰柱 PFC 的電源，採用 GaN 可使能效超過 99%。這使這些系統能夠滿足最重要的 (和嚴格的) 能效標準，如 80+ titanium。

驅動 GaN 器件的方法對於保護相對敏感的柵極氧化物至關重要。在器件導通期間提供精確調節的門極驅動幅值尤為重要。實現此目的的一種方法是添加低壓降穩壓器 (LDO) 到現有的矽 MOSFET 門極驅動器中。但這會損害門極驅動性能，因此，最好使用驅動 GaN 的專用半橋驅動器。

更具體地說，矽 MOSFET 驅動器的典型傳輸延遲時間約為 100 ns，這不適合驅動速度在 500 kHz 到 1 MHz 之間的 GaN 器件。對於此類速度，理想情況下，傳輸延遲應不超過 50 ns。

由於電容較低，因此在 GaN 器件的漏極和源極之間有高電壓轉換率。這可能導致器件過早失效甚至發生災難性故障，尤其是在大功率應用中。為避免這種情況，必須有高的 dv / dt 抗擾度 (在 100

V / ns 的範圍內)。

PCB 會對 GaN 設計的性能產生實質性影響，因此經常使用 RF 型佈局中常用的技術。我們還建議對門極驅動器使用低電感封裝 (如 PQFN)。

安森美半導體的 NCP51820 是業界首款半橋門極驅動器，專門設計用於 GaN 技術。它具有調節的 5.2 V 門極驅動，典型的傳輸延遲僅為 25 ns。它具有高達 200 V / ns 的 dv / dt 抗擾度，採用低電感 PQFN 封裝。

圖 2：NCP51820 高性能、650 V 半橋門極驅動器用於 GaN 電源開關



最初採用 GaN 技術並增長的將是如低功率快速充電 USB PD 電源適配器和遊戲類筆記型電腦高功率適配器等應用。這主要歸因於有控制器和驅動器可支援需要高開關頻率的這些應用，從而縮短了設計週期。隨著合適的驅動器、控制器和模組方案可用於伺服器、雲和電信等更高功率的應用，那麼 GaN 也將被採用。CTA