

iCoupler 技術為 氮化鎵 (GaN) 晶體管帶來優勢

■作者：Robbins Ren/ ADI 現場應用工程師

大規模資料中心、企業伺服器或電訊交換站使得功耗快速成長，因此高效 AC/DC 電源對於電信和資料通信基礎設施的發展非常重要。但是，電力電子業界中的矽 MOSFET 已達到其理論極限。同時，近來氮化鎵 (GaN) 電晶體已成為能夠取代矽基 MOSFET 的高性能開關，從而可提高能源轉換效率和密度。為了發揮 GaN 電晶體的優勢，需要一種具有新規格要求的新隔離方案。

GaN 電晶體的開關速度比矽 MOSFET 要快得多，並可降低開關損耗，原因在於：

- 閘極電容和輸出電容更低。
- 較低的漏源極導通電阻 ($R_{DS(ON)}$) 可實現更高的電流操作，從而降低了傳導損耗。
- 無需體二極體，因此反向恢復電荷 (QRR) 低或為零。

GaN 電晶體支援大多數包含單獨功率因數校正 (PFC) 和 DC-DC 部分的 AC/DC 電源：前端、無電橋 PFC 以及其後的 LLC 諧振轉換器 (兩個電感和一個電容)。此拓撲完全依賴於圖 1 所示的半橋和全橋電路。

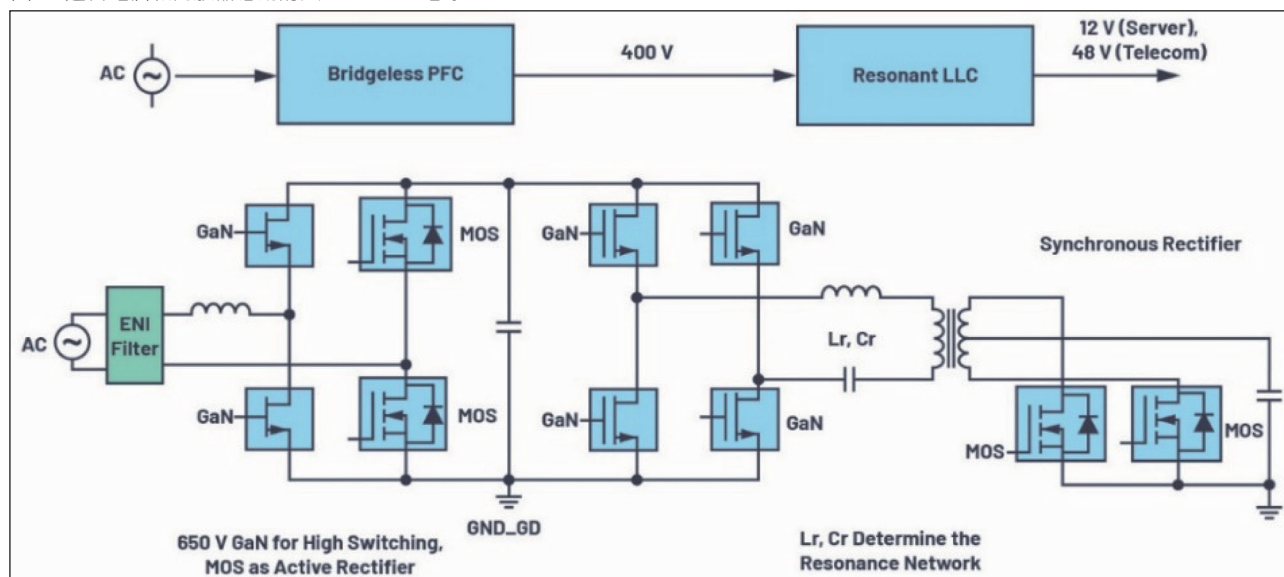
如果將數位訊號處理器 (DSP) 作為主控制器，並用 GaN 電晶體替換矽 MOSFET，就需要一種新的隔離技術來處理更高的開關頻率。這主要包括隔離式 GaN 驅動器。

典型隔離解決方案和要求

UART 通信隔離

從先前的類比控制系統轉變為 DSP 控制系統時，需要將脈寬調變 (PWM) 訊號與其他控制訊號隔離開來。雙通道 ADuM121 可用於 DSP 之間的

圖 1: 適合電信和伺服器應用的典型 AC/DC 電源。



UART 通信。為了儘量減小隔離所需系統的總體尺寸，進行電路板組裝時使用了環氧樹脂密封膠。小尺寸和高功率密度在 AC/DC 電源的發展過程中至關重要。市場需要小封裝隔離器產品。

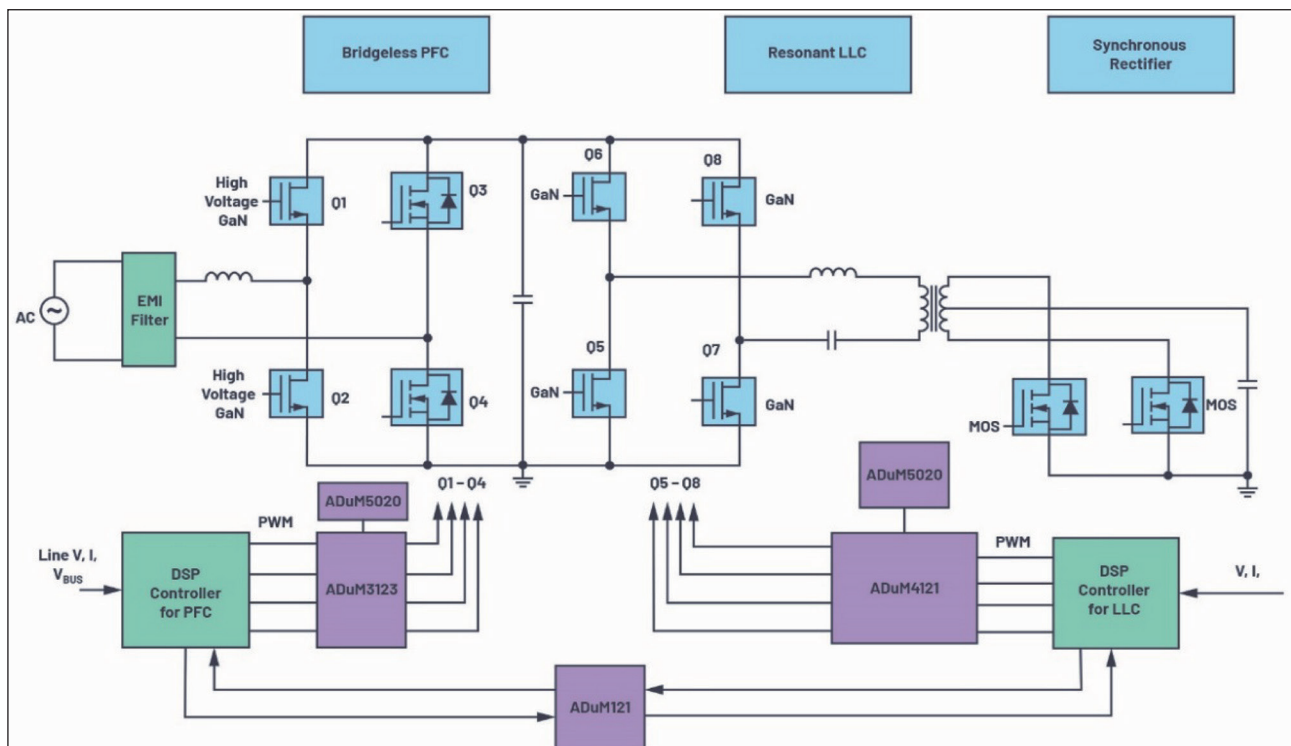
PFC 部分隔離

與使用 MOS 相比，使用 GaN 時，傳輸延遲 / 偏斜、負偏壓 / 箝位和 ISO 閘極驅動器尺寸非常重要。為了使用 GaN 驅動半橋或全橋電晶體，PFC 部分可使用單通道驅動器 ADuM3123，LLC 部分則使用雙通道驅動器 ADuM4223。

表 1: 驅動 GaN 半橋電晶體不同方法的比較

解決方案	技術	優點	挑戰	ADI 產品
整合高端和低端驅動器	電平轉換	最簡單的單晶片解決方案	大延遲時間、有限的 CMTI、外部自舉電路	
雙通道隔離集成驅動器	磁性	單晶片解決方案	犧牲佈局靈活性、需要時間給自舉電容充電	ADuM4223
單通道隔離驅動器	磁性	易於佈局、高 CMTI、低傳輸延遲 / 偏斜	需要外部輔助電源	ADuM3123、ADuM4121
隔離器和 isoPower	磁性	佈局靈活、負偏壓配置簡單、無自舉電路	成本高、EMI 問題	ADuM110+、ADuM5020

圖 2: 在 isoPower 元件中實現 UART 隔離和 PFC 部分隔離，需要採用 ISO 技術及其要求。



為隔離柵後的器件供電

ADI 的 isoPower 技術專為跨越隔離柵傳輸功率而設計，ADuM5020 精小型晶片解決方案採用該技術，能夠使 GaN 電晶體的輔助電源與閘極的輔助電源相匹配。

隔離要求

為了充分利用 GaN 電晶體，要求隔離柵極驅動器最好具有以下特性：

- 最大允許閘電壓 <7 V
- 開關節點下 $dv/dt > 100 \text{ kV/ms}$ ，CMTI 為 100 kV/

μs 至 $200\text{ kV}/\mu\text{s}$

■對於 650 V 應用，高低開關延遲匹配 $\leq 50\text{ ns}$

■用於關斷的負電壓箝位 (-3 V)

有幾種解決方案可同時驅動半橋電晶體的高端和低端。關於傳統的電平轉換高壓驅動器有一個說法，就是最簡單的單晶片方案僅廣泛用於矽基 MOSFET。在一些高端產品 (例如，伺服器電源) 中，使用 ADuM4223 雙通道隔離驅動器來驅動 MOS，以實現精小型設計。但是採用 GaN 時，電平轉換解決方案存在一些缺點，如傳輸延遲很大，共模瞬變抗擾度 (CMTI) 有限，用於高開關頻率的效果也不是很理想。相較於單通道驅動器，雙通道隔離驅動器缺少了佈局的靈活性。同時，也很難配置負偏壓。表 1 即針對這些方法進行了比較。

對於 GaN 電晶體，可使用單通道驅動器。ADuM3123 是典型的單通道驅動器，可使用齊納

二極體和分立電路提供外部電源來提供負偏壓 (可選)，如圖 3 所示。

新趨勢：客製化的隔離式 GaN 模組

目前，GaN 元件通常與驅動器分開封裝。這是因為 GaN 開關和隔離驅動器的製程不同。未來，將 GaN 電晶體和隔離柵驅動器整合到同一封裝中將會減少寄生電感，從而進一步增強開關性能。一些主要的電信供應商計畫自行封裝 GaN 系統，構建單獨的定制模組。從長遠來看，用於 GaN 系統的驅動器也許能夠整合到更小的隔離器模組中。如圖 4 所示，ADuM110N 等微型單通道驅動器 (低傳輸延遲、高頻率) 和 isoPower ADuM5020 設計簡單，可支援這一應用趨勢。

圖 3: 用於 GaN 電晶體的單通道、隔離式 isoCoupler 驅動器。

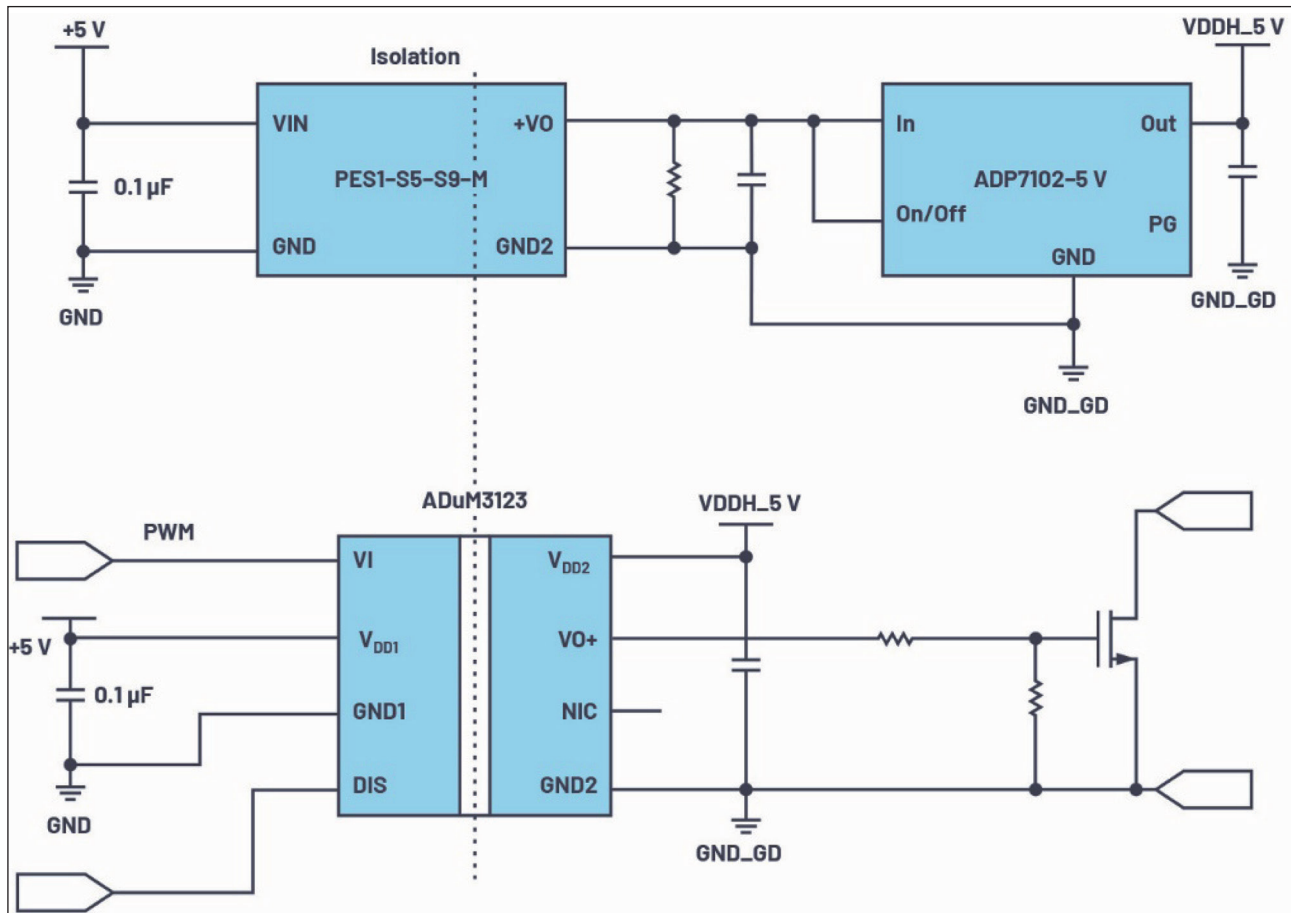
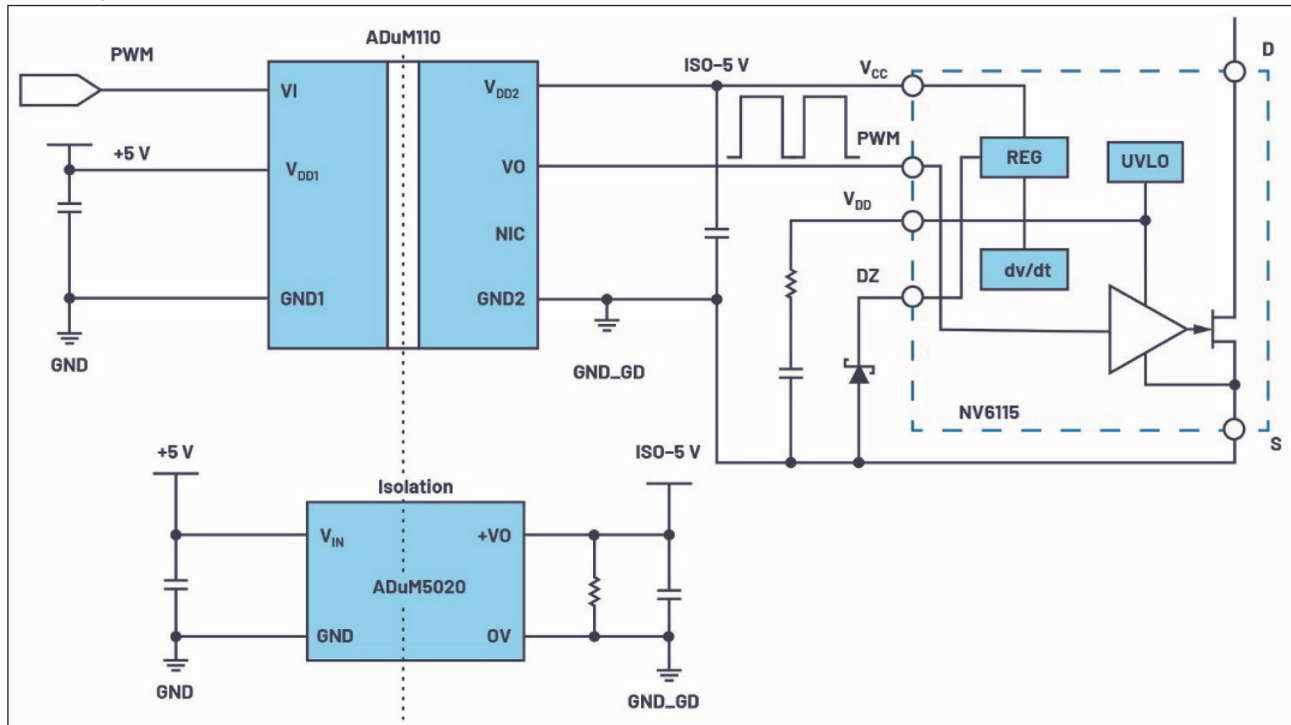


圖 4: iCoupler ADuM110N 和 isoPower ADuM5020 非常適合 Navitas GaN 模組應用。



結論

相較於傳統矽基 MOSFET，GaN 電晶體具有更小的元件尺寸、更低的導通電阻和更高的工作頻率等諸多優點。採用 GaN 技術可縮小解決方案的總體尺寸，且不影響效率。GaN 元件具有寬廣的應用前景，特別是在中高電壓電源應用中。採用 ADI 的 iCoupler® 技術驅動新興 GaN 開關和電晶體能夠帶來卓越的效益。

參考資料：

- Bismuth、Alain。“針對資料中心能源效率即將到來的硬體革命。”GaN Systems, Inc.，2020 年 4 月。
- “EiceDRIVER 1EDF5673K 和 1EDS5663H。”Infineon Technologies AG，2018 年 5 月。
- “GN001 應用簡報：如何驅動 GaN 增強模式 HEMT。”GaN Systems, Inc.，2016 年 4 月。
- Oliver、Stephen。“GaN 功率 IC：透過整合提升性能。”慕尼黑 Bodo 功率會議。Navitas，2017 年 12 月。CTA

ADI 推出汽車業界首款用於電動車之無線電池管理系統

Analog Devices, Inc. (ADI) 宣佈推出業界首款無線電池管理系統 (wBMS)，使汽車製造商能夠更靈活地將電動汽車平台擴展至多種車型，實現量產。作為首款用於量產電動汽車的無線電池管理系統，無線 BMS 將在通用汽車搭載 Ultium 電池平台的量產車輛中首度亮相。

ADI 的 wBMS 不需使用傳統線束，節省了高達 90% 的線束和高達 15% 的電池組體積，除提高設計彈性和可製造性外，同時不影響電池使用壽命中的里程數和精度。

ADI 的 wBMS 將電源、電池管理、射頻通訊和系統功能等所有積體電路、硬體和軟體整合在單一系統級產品內，透過採用 ADI 經驗證的業界領先 BMS 電池電芯測量技術支援 ASIL-D 安全性和模組層級安全性。藉由提高車輛使用壽命期間之精度，無線 BMS 系統可最大化單一電芯的能量利用率，進而實現優異的車輛續航里程，並支援安全且可持續的無鈷電池化學材料，如磷酸鐵鋰 (LFP)。