

TNY284-290 TinySwitch-4 系列

具有線電壓補償過載功率的 節能型離線式切換開關

產品特色

靈活性更大，系統成本最低

- 採用額定電壓為 725 V 的 MOSFET
 - 增加 BV 調降餘裕
- 線電壓補償過載功率 – 無需使用額外元件
 - 顯著減少通用輸入電壓範圍內的最大過載變化
- 開啟 UV 臨界值 $\pm 5\%$ ：使用單一外部電阻器進行線電壓感測
- 簡單的開/關控制，無需迴路補償
- 可透過 BP/M 電容器值選擇不同的限電流
 - 較高的限電流可以提高峰值功率，而在開放式架構應用中可以最大化連續功率
 - 較低的限電流可以提高密封式轉換器/充電器的效率
 - 透過更換裝置來允許最佳的 TinySwitch™-4 選擇，無需重新設計其他電路
- 嚴格的 I^2t 參數公差可降低系統成本
 - 使 MOSFET 和磁性元件的利用率達到最大
- 導通時間延長 – 可延長低線電壓調節範圍/電壓維持時間 (Hold-up Time) 期間，進而降低輸入大電容
- 自偏壓式：無需偏壓繞組或偏壓元件
- 頻率抖動功能可降低 EMI 濾波器成本
- 接腳引出可簡化 PCB 散熱
- 源極接腳不帶電，EMI 會降低

增強的安全性和可靠性功能

- 具有自動恢復能力的精準磁滯回復過溫保護，可免去手動重設
- 自動重新啟動功能可於短路和開迴路故障狀態下傳輸 3% 以下的最大功率
- 使用選用的積納二極體實現輸出過壓關機保護
 - 使用選用的 UV 外部電阻器實現快速 AC 重設
- 所需元件極少，能夠提高可靠性並實現單面印刷電路板佈局
- 高頻寬提供無過衝的快速啟動以及優異的暫態負載響應
- 加大汲極與其他所有接腳之間的安規距離，進而改善現場工作的可靠性

EcoSmart™ – 高度節能

- 輕鬆符合全球所有節能法規
- 在 265 VAC 條件下，有偏壓繞組時的無負載消耗小於 30 mW，沒有偏壓繞組時則小於 150 mW
- 開/關控制可提供極輕負載的恆定效率 – 是符合必須遵循之 CEC 法規標準及 ErP 待機要求的最佳選擇

應用

- 電腦待機和其他輔助電源供應器
- DVD/PVR 和其他低功率機上盒解碼器
- 家電、工業系統及計量表等的電源供應器
- 行動/無線電話、PDA、數位相機、MP3/可攜式音訊、刮鬍刀等的充電器/轉換器

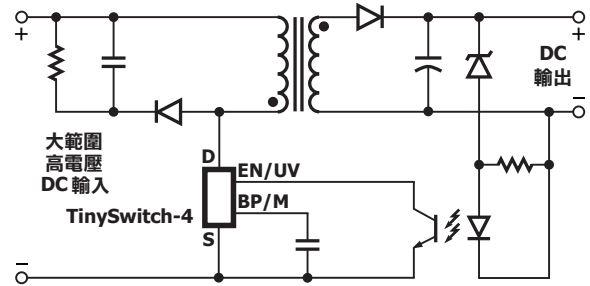


圖 1. 典型待機應用。

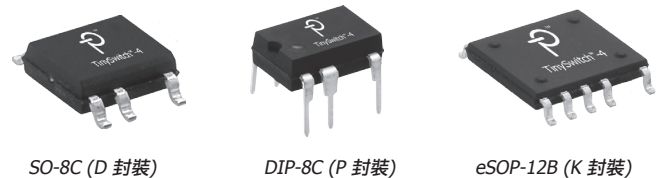


圖 2. 封裝選項。

輸出功率表

產品 ³	230 VAC $\pm 15\%$		85-265 VAC	
	轉換器 ¹	峰值或開放式架構 ²	轉換器 ¹	峰值或開放式架構 ²
TNY284P/D/K	6 W	11 W	5 W	8.5 W
TNY285P/D	8.5 W	15 W	6 W	11.5 W
TNY285K	11 W	15 W	7.5 W	11.5 W
TNY286P/D	10 W	19 W	7 W	15 W
TNY286K	13.5 W	19 W	9.5 W	15 W
TNY287P	13 W	23.5 W	8 W	18 W
TNY287D	11.5 W	23.5 W	7 W	18 W
TNY287K	18 W	23.5 W	11 W	18 W
TNY288P	16 W	28 W	10 W	21.5 W
TNY288D	14.5 W	26 W	9 W	19.5 W
TNY288K	23 W	28 W	14.5 W	21.5 W
TNY289P	18 W	32 W	12 W	25 W
TNY289K	25 W	32 W	17 W	25 W
TNY290P	20 W	36.5 W	14 W	28.5 W
TNY290K	28 W	36.5 W	20 W	28.5 W

表 1. 輸出功率表。

附註：

- 在典型無通風設計的密封式轉換器中，環境溫度為 $+50^\circ\text{C}$ 條件下所測出的最小連續功率。使用外部散熱片可增加功率能力。
- 在任何設計中的最小峰值功率能力或開放式架構設計中的最小連續功率 (請參閱「主要應用考量」)。
- 封裝：P：DIP-8C，D：SO-8C，K：eSOP-12B。請參閱「零件訂購資訊」。

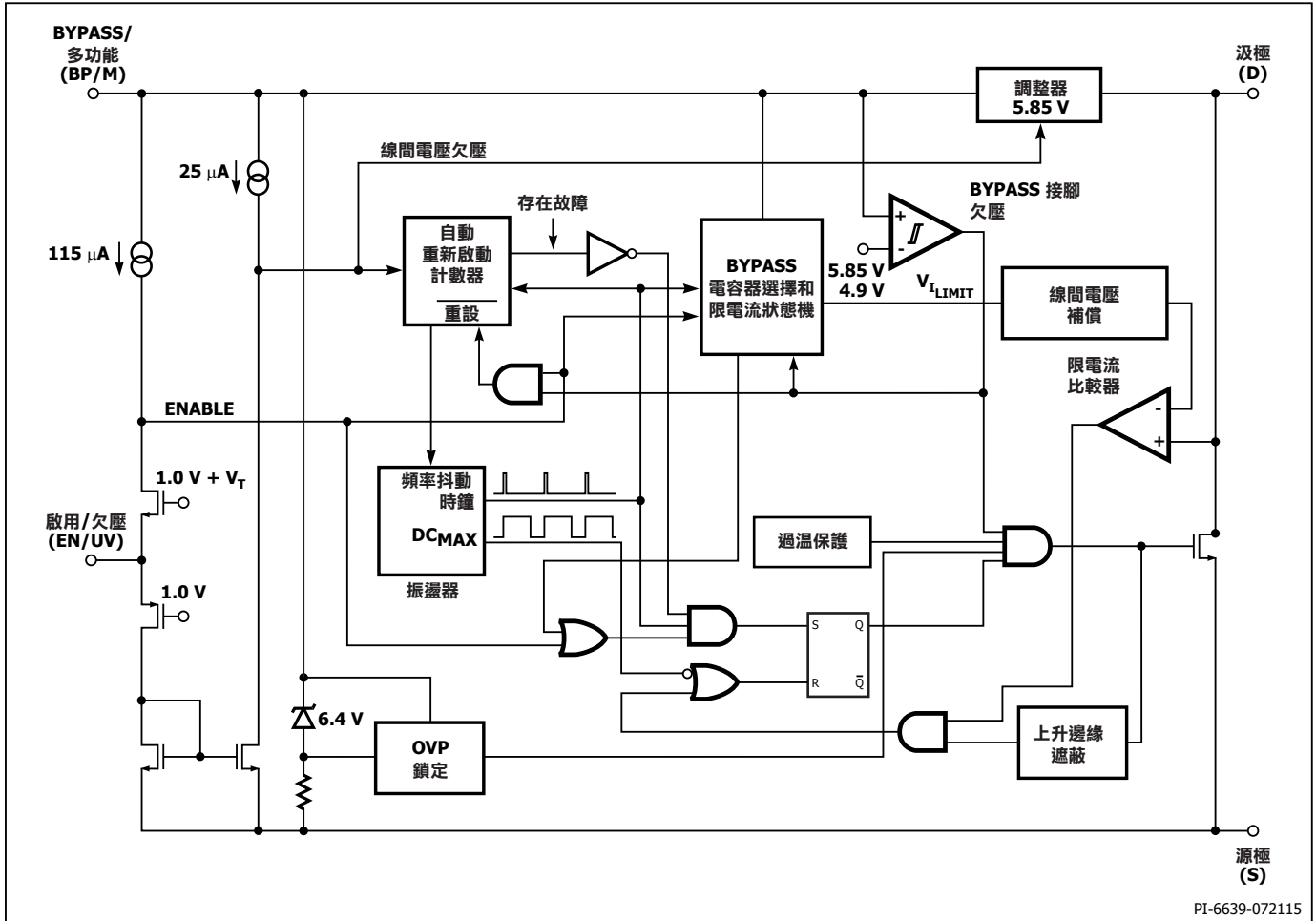


圖 3. 功能區塊圖。

接腳功能說明

汲極 (D) 接腳：

此接腳是功率 MOSFET 的汲極連接。它可提供內部工作電流，用於啟動和穩態操作。

BYPASS/多功能 (BP/M) 接腳：

此接腳具有多重功能：

- 它是內部所產生 5.85 V 電源供應之外部 BYPASS 電容器的連接點。
- 它是限電流值的模式選擇器，具體取決於所增加的電容值。使用 0.1 μF 電容器可產生標準限電流值。使用 1 μF 電容器會導致限電流降低至下一個較小裝置的限電流。使用 10 μF 電容器會導致限電流提高至下一個較大 TNY285-290 裝置的限電流。
- 它提供關機功能。在斷電期間，或利用 UV 功能並將外部電阻器連接至 BP/UV 接腳時，如果進入 BYPASS 接腳的電流超過 ISD，裝置將會鎖閉，直到 BP/M 電壓降至 4.9 V 以下，方法是將低於 I_{UV} 的 UV/EN 接腳電流減去重設磁滯電流（通常是 18.75 μA ）。在將積納二極體從 BYPASS/多功能接腳連接至偏壓繞組電源供應器的情況下，這可用於提供輸出過壓功能。

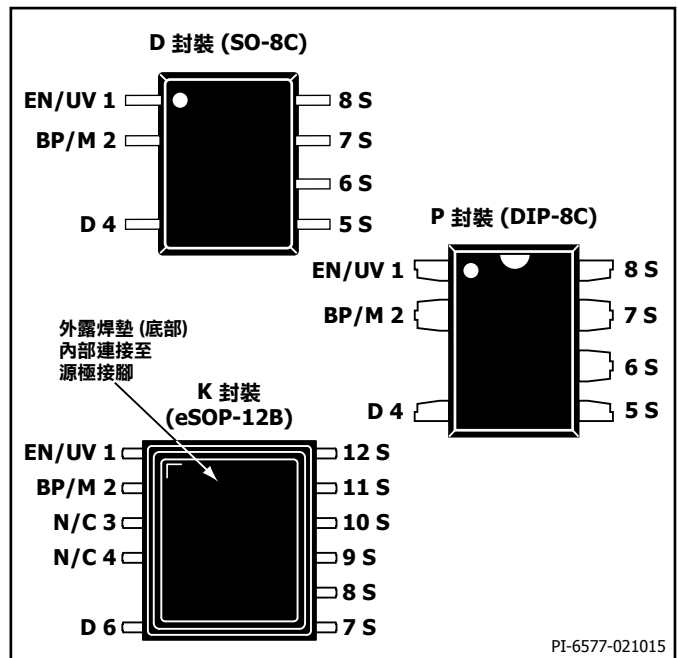


圖 4. 接腳配置

啟用/欠壓 (EN/UV) 接腳：

此接腳具有雙重功能：啟用輸入和線電壓欠壓感測。正常操作期間，此接腳可控制功率 MOSFET 的切換。如果從此接腳汲取的電流大於臨界值電流，則將終止 MOSFET 切換。從接腳抽取的電流降至臨界值電流以下時，即會恢復切換。臨界值電流的調變會減少組脈衝。臨界值電流介於 75 μA 和 115 μA 之間。

啟用/欠壓接腳還會透過連接至 DC 線電壓的外部電阻器，來感測線電壓欠壓狀況。如果沒有連接至此接腳的外部電阻器，TinySwitch-4 會偵測到此情況並停用線電壓欠壓功能。

源極 (S) 接腳：

此接腳會自內部連接到輸出 MOSFET 源極，以用於高電壓功率迴線和控制電路共用。

TinySwitch-4 功能說明

TinySwitch-4 將高壓功率 MOSFET 切換開關及電源供應器控制器結合在一部裝置中。與傳統的 PWM (脈波寬度調變器) 控制器不同，TinySwitch-4 使用簡單的開/關控制來調節輸出電壓。

這個控制器包含一個振盪器、啟用功能的電路 (感測和邏輯)、限電流狀態機、5.85 V 調整器、BYPASS/多功能接腳欠壓和過壓電路，以及限電流選擇電路、過溫保護、限電流電路、上升邊緣遮蔽和一個 725 V 功率的 MOSFET。此外，TinySwitch-4 還整合了其他電路，以實現線電壓欠壓感測、自動重新啟動、智慧型切換週期導通時間延長及頻率抖動等功能。圖 3 顯示含有最重要功能的功能塊圖。

振盪器

典型的振盪器頻率在內部設為平均 132 kHz。從振盪器會產生兩個訊號：最大工作週期訊號 (DC_{MAX}) 以及指示各個週期開始的時脈訊號。

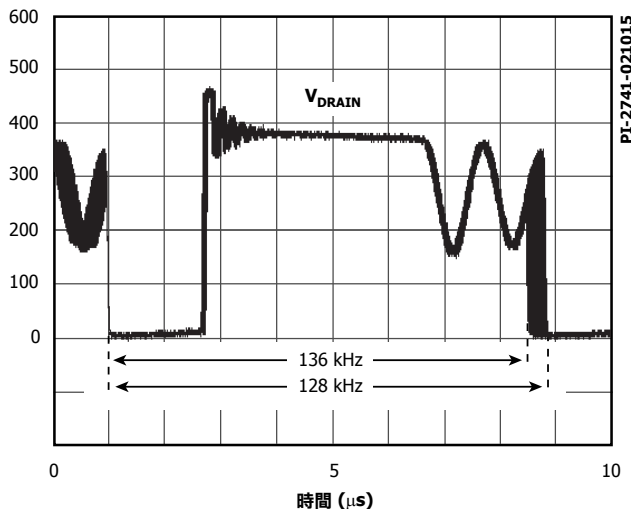


圖 5. 頻率抖動

振盪器整合了引入小幅度頻率抖動 (通常是 8 kHz 的峰值間頻率) 的電路，以將 EMI 輻射降至最低。頻率抖動的調變率設為 1 kHz，以最大程度地降低 EMI 的平均值與準峰值。測量頻率抖動時，應將示波器觸發設定在汲極電壓波形的下降邊緣。圖 5 中的波形展示了頻率抖動。

啟用輸入和限電流狀態機

啟用/欠壓接腳中的啟用輸入電流包含一個輸出電壓設為 1.2 V 的低阻抗源極耦隨器。流經源極耦隨器的電流限制在 115 μA 。當此接腳的輸出電流超過臨界值電流時，在啟用電路的輸出端會產生低邏輯層級 (停用)，直到此接腳的輸出電流降至臨界值電流以下。在每個週期開始時，會於時脈訊號的上升邊緣對此啟用電路輸出進行取樣。如果為高，會針對該週期開啟功率 MOSFET (啟用)。如果為低，則功率 MOSFET 會保持關閉 (停用)。由於僅在每個週期開始時執行取樣，因此將忽略在週期的其餘時間內啟用/欠壓接腳電壓或電流的後續變化。

在輕負載下，當 TinySwitch-4 可能於音頻範圍內進行切換時，限電流狀態機可減少離散數量的限電流。較低的限電流可將有效切換頻率提高至音頻範圍以上，同時降低變壓器磁通密度，包括相關的可聞雜訊。狀態機會監測啟用事件的順序以確定負載狀況，並相應調整離散數量的限電流等級。

在大多數操作條件下 (幾乎無負載時除外)，源極耦隨器的低阻抗可防止啟用/欠壓接腳中的電壓在停用狀態下降至遠低於 1.2 V 的水平。這可縮短通常與此接腳相連接之光耦合器的回應時間。

5.85 V 調整器和 6.4 V 分流電壓箝位電路

每當 MOSFET 關閉時，5.85 V 調整器就會從汲極接腳電壓汲取電流，將連接至 BYPASS 接腳的 BYPASS 電容器充電至 5.85 V。BYPASS/多功能接腳是內部供應電壓節點。當 MOSFET 開啟時，裝置會利用 BYPASS 電容器內儲存的能量進行運作。由於內部電路的功耗極低，因此，TinySwitch-4 可以依靠自汲極接腳汲取的電流持續運作。BYPASS 電容器值為 0.1 μF ，這對於高頻率去耦和能量儲存而言已經足夠。

此外，還存在 6.4 V 分流調整器，可以在透過外部電阻器為 BYPASS/多功能接腳提供電流時，將 BYPASS/多功能接腳的電壓箝制在 6.4 V。這有助於透過偏壓繞組從外部為 TinySwitch-4 供電，進而將無負載功耗降至遠低於 50 mW 的水平。

BYPASS/多功能接腳欠壓

當 BYPASS/多功能接腳電壓在穩態操作中降至 4.9 V 以下時，BYPASS/多功能接腳欠壓電路會停用功率 MOSFET。一旦 BYPASS/多功能接腳電壓在穩態操作中降至 4.9 V 以下，其必須回升至 5.85 V，才能啟用 (開啟) 功率 MOSFET。

過溫保護

過熱關機電路會感測晶片溫度。臨界值通常設為 142 $^{\circ}\text{C}$ (磁滯溫度為 75 $^{\circ}\text{C}$)。當晶片溫度上升至超過此臨界值時，功率 MOSFET 將一直停用，直到晶片溫度下降達 75 $^{\circ}\text{C}$ 時才會重新啟用功率 MOSFET。提供 75 $^{\circ}\text{C}$ (典型值) 的高磁滯溫度，用於防止 PC 板因持續故障而過熱。

限電流

限電流電路會感測功率 MOSFET 中的電流。如果該電流超出內部臨界值 (I_{LIMIT})，則會在該週期的剩餘時間內關閉功率 MOSFET。限電流狀態機可於中負載和輕負載下，減少離散數量的限電流臨界值。

開啟功率 MOSFET 後，上升邊緣遮蔽電路會在短期 (t_{LEB}) 內禁止使用限電流比較器。此上升邊緣遮蔽時間已設為適當的值，使得因電容和二次側整流器反向恢復時間引起的電流突波不會導致切換脈衝過早終止。

自動重新啟動

如果出現故障 (如輸出過載、輸出短路或開迴路狀況)，TinySwitch-4 會進入自動重新啟動運作模式。每次啟用/欠壓接腳被拉低時，振盪器所計時的內部計數器就會重設。如果啟用/欠壓接腳的拉低時間為 64 ms 以下，則功率 MOSFET 切換通常會停用 2.5 秒 (線電壓欠壓狀況除外，此情況下，功率 MOSFET 切換會一直停用，直到消除該狀況為止)。自動重新啟動功能會交替啟用和停用功率 MOSFET 的切換，直到消除故障狀況為止。圖 6 展示了在輸出短路狀況下的自動重新啟動電路運作。

在線電壓欠壓狀況下，功率 MOSFET 切換的停用時間會超過通常的 2.5 秒，直到線電壓欠壓狀況結束為止。

智慧型切換週期導通時間延長

智慧型切換週期導通時間延長會保持週期的開啟狀態，直到達到限電流，而不會在 DC_{MAX} 訊號變低後過早終止。此功能可降低維持穩壓所需的最小輸入電壓，進而延長電壓維持時間 (Hold-up Time) 期間並將所需大電容器的尺寸減至最小。在電源供應器啟動期間，導通時間延長會停用，直到電源供應器輸出達到穩壓為止。

線電壓欠壓感測電路

透過將外部電阻器從 DC 線路連接至啟用/欠壓接腳，可監控 DC 線電壓。在通電期間，或當功率 MOSFET 的切換在自動重新啟動期間停用

時，進入啟用/欠壓接腳的電流必須超過 25 μA ，才可啟動功率 MOSFET 的切換。在通電期間，如果存在線電壓欠壓狀況，則還將 BYPASS/多功能接腳保持在 4.9 V。之後，當線電壓欠壓狀況消除時，BYPASS/多功能接腳便會從 4.9 V 上升至 5.85 V。當功率 MOSFET 的切換在自動重新啟動模式下已停用且存在線電壓欠壓狀況時，自動重新啟動計數器會停止。這會將停用時間延長至通常的 2.5 秒以上，直到線電壓欠壓狀況結束為止。

線電壓欠壓電路還會偵測到無外部電阻器連接至啟用/欠壓接腳的情況 (進入接腳的電流小於約 2 μA)。此情況下，線電壓欠壓功能會停用。

TinySwitch-4 的運作

TinySwitch-4 裝置在限電流模式下運作。啟用後，振盪器會在每個週期開始時開啟功率 MOSFET。當電流上升至限電流時，或在達到 DC_{MAX} 限值時，MOSFET 就會關閉。由於 TinySwitch-4 設計的最高限電流等級和頻率是恆定的，傳輸至負載的功率就與變壓器的一次側電感以及一次側峰值電流的平方成正比。因此，電源供應器的設計涉及計算變壓器的一次側電感，以得出所需的最大輸出功率。如果根據功率等級適當選擇 TinySwitch-4，已計算電感中的電流將在達到 DC_{MAX} 限值之前上升至限電流。

啟用功能

TinySwitch-4 會感測啟用/欠壓接腳，以確定是否要繼續下一個切換週期。週期的順序用於確定限電流。一旦啟動週期，總是會完成該週期 (即便啟用/欠壓接腳在週期執行一半時變更狀態也如此)。此操作使得電源供應器的輸出電壓漣波由輸出電容器、每個切換週期的能量以及回授延遲時間決定。

透過對比電源供應器輸出電壓與參考電壓，啟用/欠壓接腳訊號產生於二次側。當電源供應器輸出電壓低於參考電壓時，啟用/欠壓接腳訊號會較高。在一般實作中，啟用/欠壓接腳由光耦合器驅動。光耦合器電晶體的集極連接至啟用/欠壓接腳，射極則連接至源極接腳。在待調節的整個 DC 輸出電壓中，光耦合器 LED 以串聯方式連接積納二極體。當輸出電壓超過目標調節電壓等級 (光耦合器 LED 壓降加上積納二極體電壓) 時，光耦合器 LED 將開始導電，以降低啟用/欠壓接腳的電壓。積納二極體可取代為 TL431 參考電路，以提高精確度。

使用限電流狀態機執行開/關操作

TinySwitch-4 的內部時鐘持續運作。在每個時鐘週期開始時，其將對啟用/欠壓接腳進行取樣，以確定是否實作切換週期，並根據多個週期的樣品順序來確定適當的限電流。在高負載下，狀態機會將限電流設為其最高值。在較輕負載下，狀態機會將限電流設為較低值。

在接近最大負載下，TinySwitch-4 會在其幾乎所有時鐘週期內導電 (圖 7)。在稍低負載下，它將「跳離」額外週期，以維持電源供應器輸出端的電壓調節 (圖 8)。在中等負載下，將跳離週期並降低限電流 (圖 9)。在極輕負載下，將進一步降低限電流 (圖 10)。僅會發生少部分的週期，以滿足電源供應器的功耗要求。

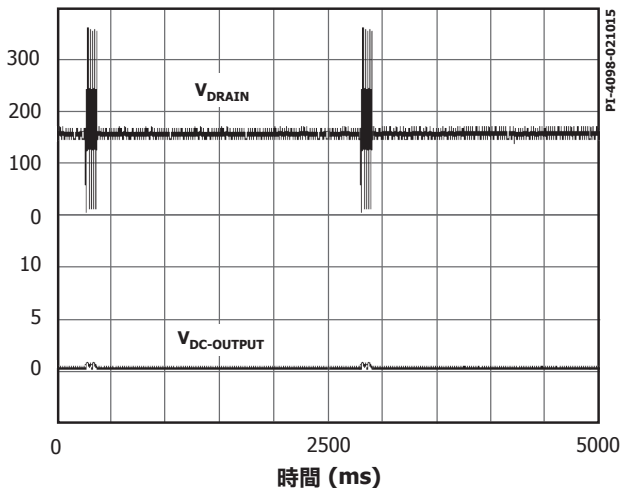


圖 6. 自動重新啟動模式

相比 PWM 控制，開/關控制方案的回應時間極快。這帶來嚴謹的調節效果和優異的暫態響應。

開機/斷電

TinySwitch-4 僅要求在 BYPASS/多功能接腳上安裝 0.1 μF 的電容器，即可以標準限電流值運作。由於其尺寸小，此電容器的充電時間便保持在絕對最小值，通常為 0.6 ms。選擇不同的限電流時，充電時間會因 BYPASS/多功能接腳電容器值而異。由於開/關回授具有高頻寬，因此，

電源供應器輸出端無過衝。將外部電阻器 (4 MW) 從正極 DC 輸入連接至啟用/欠壓接腳時，功率 MOSFET 切換將在通電期間出現延遲，直到 DC 線電壓超過臨界值 (100 V) 為止。圖 11 和圖 12 顯示已將和未將外部電阻器 (4 MW) 連接至啟用/欠壓接腳的應用中的通電時序波形。在啟動和過載情況下，當導通時間短於 400 ns 時，裝置會降低切換頻率，以維持對峰值汲極電流的控制。

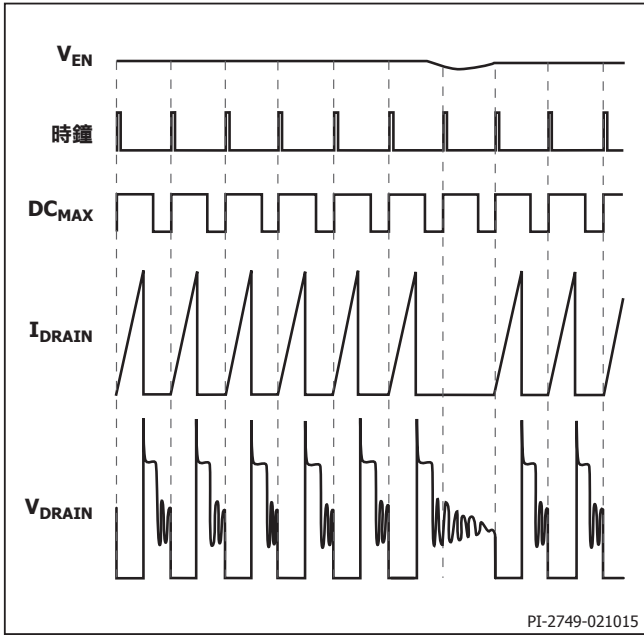


圖 7. 在接近最大負載下運作

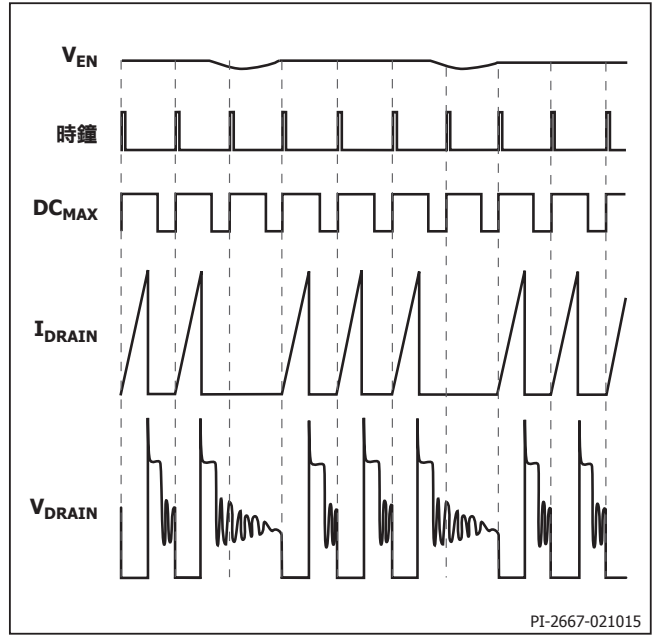


圖 8. 在較重負載下運作

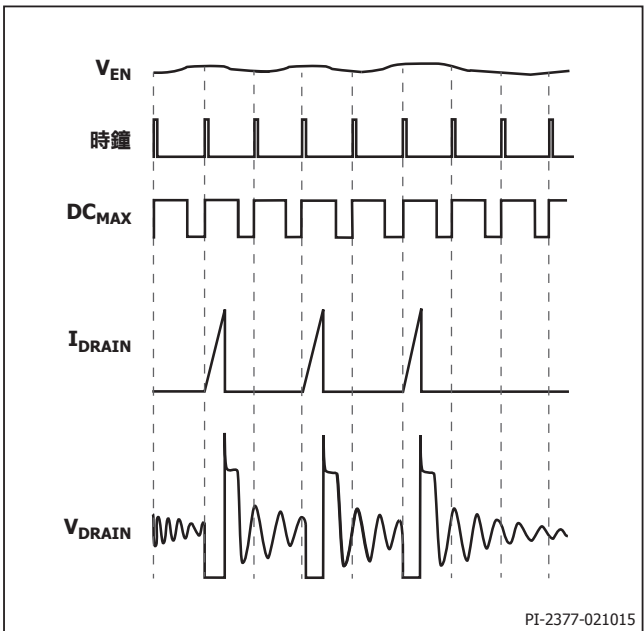


圖 9. 在中等負載下運作

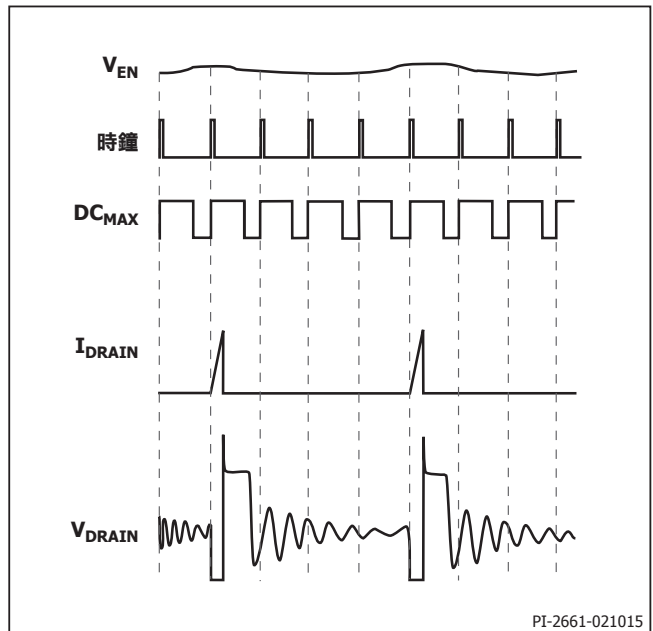


圖 10. 在極輕負載下運作

在斷電期間，如果使用外部電阻器，功率 MOSFET 將在無法調節輸出電壓後切換為 64 ms。功率 MOSFET 隨後保持關閉，不會有任何擾動，因為在線電壓較低時，欠壓功能會防止重新啟動。

圖 13 展示了典型的斷電時序波形。圖 14 展示了與待機應用中一樣的極慢斷電時序波形。此例中，外部電阻器 (4 MΩ) 已連接至啟用/欠壓接腳，以防止不需要的重新啟動。

無需使用偏壓繞組來為晶片提供功率，因為晶片直接從汲極接腳獲取功率 (請參閱「功能說明」)。這帶來兩個主要好處。首先，對於標準應用，這可免去偏壓繞組及相關元件的成本。其次，對於電池充電器應

用，電流-電壓特性通常可讓輸出電壓降至接近 0 V，同時仍可輸送功率。TinySwitch-4 無需順向偏壓繞組及其諸多相關元件便可實現這一目的。對於要求極低無負載功耗 (50 mW) 的應用，從偏壓繞組連接至 BYPASS/多功能接腳的電阻器可為晶片提供功率。建議提供的最小電流為 1 mA。此例中的 BYPASS/多功能接腳將於 6.4 V 下進行箝制。此方法將消除從汲極接腳獲取功率，進而減少無負載功耗並提高滿載效率。

限電流操作

每個切換週期在汲極電流達到裝置的限電流時終止。限電流操作提供良好的線電壓漣波拒斥，以及獨立於輸入電壓且相對恆定的功率輸送。

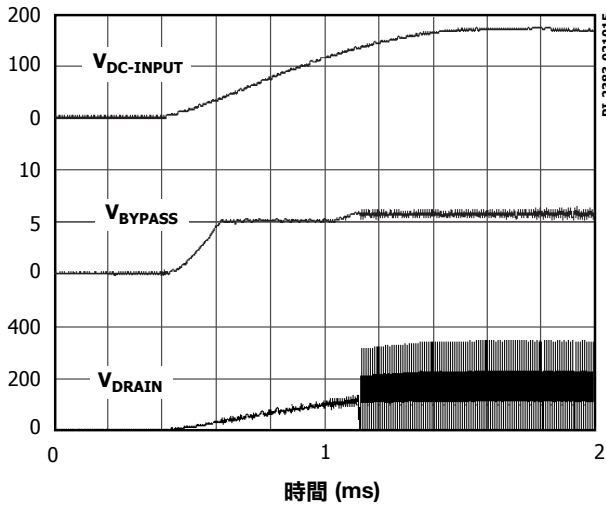


圖 11. 已將選用的外部 UV 電阻器 (4 MΩ) 連接至 EN/UV 接腳時的通電狀況

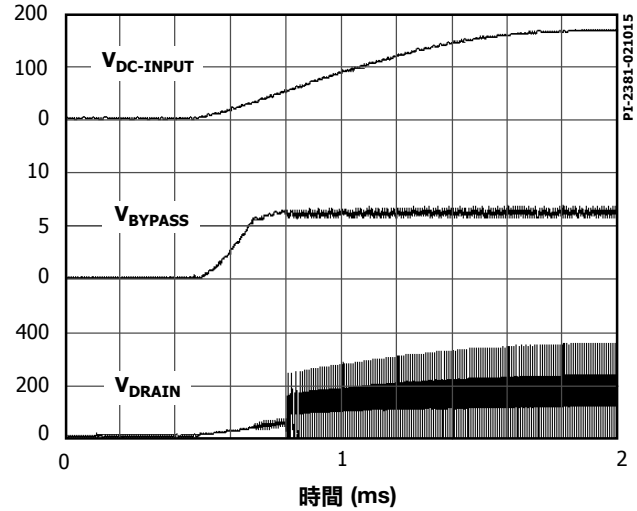


圖 12. 未將選用的外部 UV 電阻器連接至 EN/UV 接腳時的通電狀況

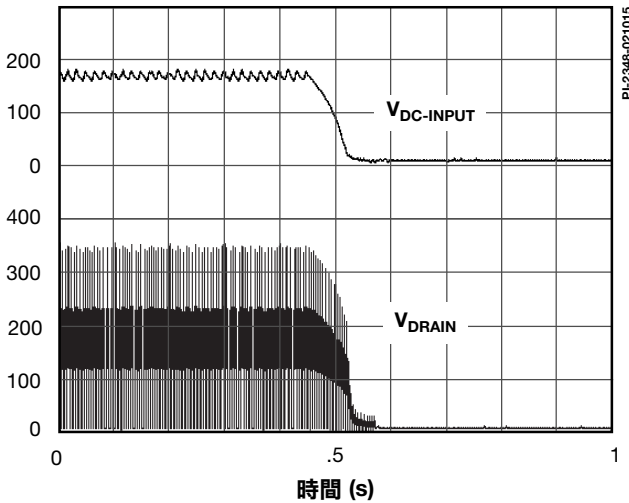


圖 13. 正常斷電時序 (無 UV)

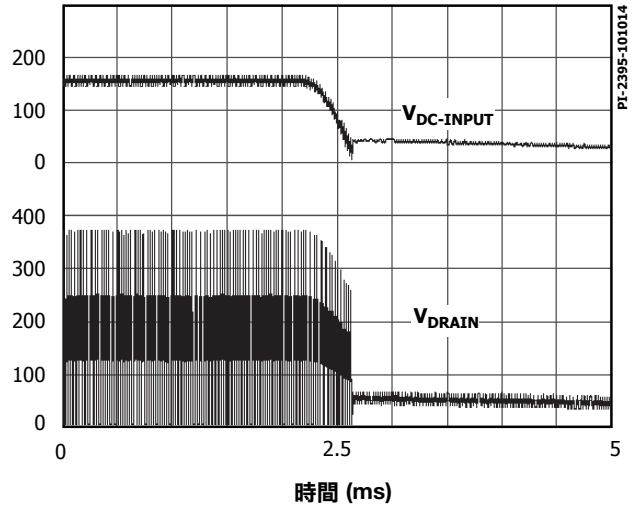


圖 14. 已將選用的外部 (4 MΩ) UV 電阻器連接至 EN/UV 接腳時的慢速斷電時序

BYPASS/多功能接腳電容器

BYPASS/多功能接腳可使用低至 0.1 μF 的陶瓷電容器，來對裝置的內部電源供應器進行去耦合。可使用較大尺寸的電容器來調整限電流。對於 TNY285-290，1 μF BYPASS/多功能接腳電容器將選擇與下一部較小裝置的標準限電流相等的較低限電流，10 μF BYPASS/多功能接腳電容器則選擇與下一部較大裝置的標準限電流相等的較高限電流。TNY290 的較高限電流通常設為 850 mA。TNY284 MOSFET 無法提高限電流，因此，此裝置不提供該功能。

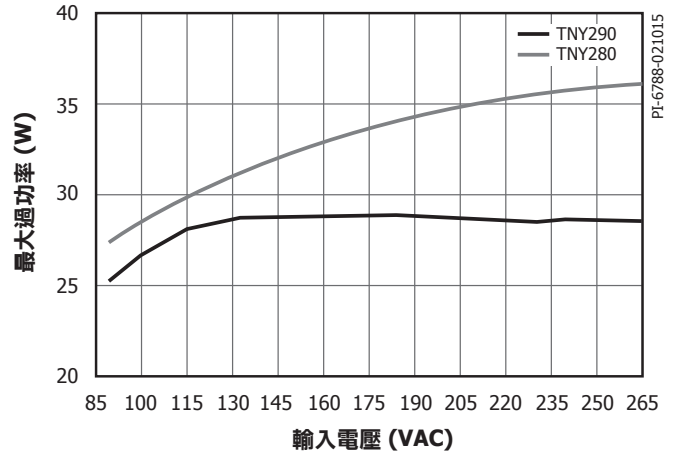


圖 15. 用作輸入電壓功能之 TinySwitch-4 與 TinySwitch-III 的最大過功率比較 (資料收集自 RDK-295 20 W 參考設計)

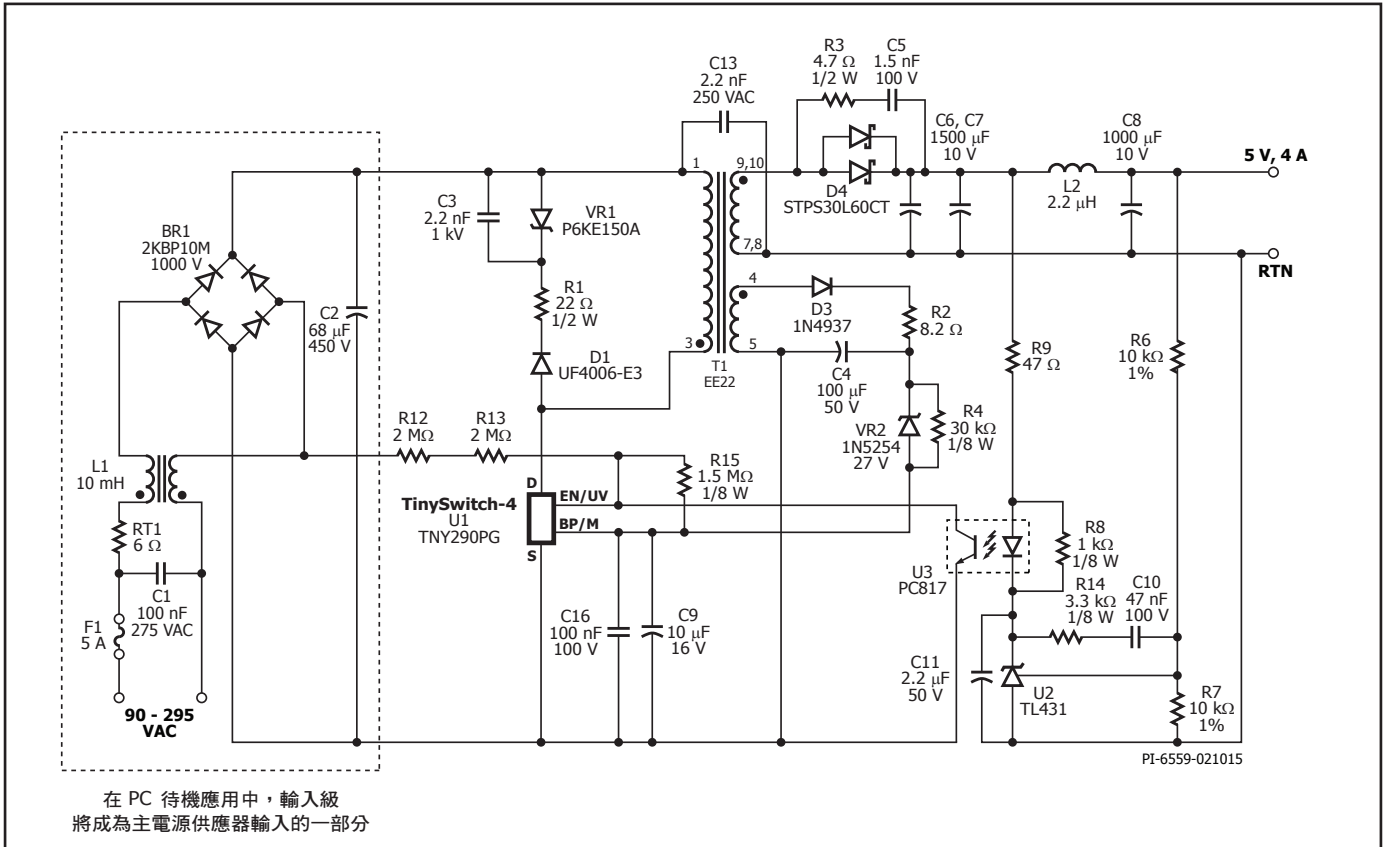


圖 16. TNY290PG, 5 V, 4 A 通用電壓輸入電源供應器

應用範例

圖 16 中顯示的電路是一種低成本、高效率的返馳式電源供應器，經設計可在使用 TNY290PG 的通用電壓輸入範圍內提供 5 V、4 A 輸出。

該電源供應器提供欠壓鎖閉、一次側感測的輸出過壓關機鎖定保護、高效率 (80% 以上) 和極低的無負載功耗 (265 VAC 下，小於 50 mW)。使用簡單的積納二極體參考和光耦合器回授即可實現輸出調節。

經過整流和濾波的輸入電壓會套用到 T1 的一次側繞組。變壓器一次側的另外一端則會由 U1 中的整合式 MOSFET 驅動。二極體 D1、C3、R1 和 VR1 組成箝位電路，進而將汲極接腳上的漏電感關閉電壓尖波限制為安全值。

輸出電壓由 TL431 U2 調節。當輸出電壓漣波超過 U2 (CATHODE D6) 與光耦合器 LED 順向壓降的總和時，電流將流入光耦合器 LED。這會導致光耦合器的電晶體汲取電流。當此電流超過啟用接腳臨界值電流時，會禁止下一個切換週期。當輸出電壓降至回授臨界值以下時，會允許發生導通週期，並且透過調整啟用週期的數目，可維持輸出調節。當負載減少時，啟用週期的數目會減少，進而降低有效切換頻率並調整有負載時的切換損失。這可提供極輕負載下幾乎恆定的效率，是符合節能要求的理想之選。

由於 TinySwitch-4 裝置是完全自行供電的，因此，變壓器上無需輔助或偏壓繞組。然而，透過增加偏壓繞組，可配置輸出過壓保護功能，進而防止負載發生開回授迴路故障。

當發生過壓狀況，使得偏壓電壓超過 VR2 與 BYPASS/多功能接腳電壓的總和時，電流會開始流入 BYPASS/多功能接腳。當此電流超過 I_{SD} 時，TinySwitch-4 的內部關機鎖定電路即會啟動。當流經 R12 和 R13 的啟用/欠壓接腳電流在每個 AC 線電壓半週期降至 18.75 μ A 以下時，便會重設此狀況。因此，圖 16 的配置中過壓故障為非鎖定模式。透過將 R12 和 R13 連接至 C2 的正端，可實現鎖定過壓保護，但這樣做會提高待機功耗。在展示的範例中，開啟迴路時，OVP 在 17 V 的輸出電壓下運作。

為降低無負載輸入功耗，還可使用偏壓繞組來為 TinySwitch-4 裝置供電。電阻器 R4 會將電流供入 BYPASS/多功能接腳，藉此禁用通常會在內部 MOSFET 關閉期間維持 BYPASS/多功能接腳電容器電壓 (C7) 的內部高電壓電流源。這可將此設計在 265 VAC 下的無負載功耗從 140 mW 降至 40 mW。

欠壓鎖閉由 DC 匯流排與 U1 的啟用/欠壓接腳之間連接的 R5 進行配置。如果存在，將禁止切換，直到啟用/欠壓接腳中的電流超過 25 μ A 為止。這便允許在正常工作輸入電壓範圍內設計啟動電壓，進而防止在異常低電壓狀況下以及移除 AC 輸入電壓時出現輸出擾動。

除了用於差模 EMI 的簡單輸入 pi 濾波器 (C1、L1、C2) 外，此設計還在變壓器中採用 E-Shield™ 遮蔽技術來減少共模 EMI 位移電流，同時將 R2 和 C4 用作阻尼網路來減弱高頻率變壓器振盪。這些技術與 TNY288 的頻率抖動相結合，為此設計帶來優異的傳導性與輻射性 EMI 效能，使得餘裕達到 12 dB μ V 以上，由此符合 EN55022 B 級傳導性 EMI 限制。

為實現設計靈活性，可選擇 C7 的值，以便從 U1 的 3 個限電流選項中選擇一個。這可讓設計人員選擇適用於應用的限電流。

- 標準限電流 (I_{LIMIT}) 透過 0.1 μ F BYPASS/多功能接腳電容器進行選擇，且普遍用於典型的密封式轉換器應用。
- 使用 1 μ F BYPASS/多功能接腳電容器時，限電流會降低 ($I_{LIMITred}$ 或 $I_{LIMIT-1}$)，使得裝置有效值電流降低，並因此提高效率，但會影響最大功率能力。這最適用於必須將功耗降至最低且對散熱要求很高的設計。
- 使用 10 μ F BYPASS/多功能接腳電容器時，限電流會提高 ($I_{LIMITinc}$ 或 $I_{LIMIT+1}$)，進而為散熱狀況允許時需要更高峰值功率或連續功率的應用擴大功率能力。

相容的 TinySwitch-4 系列相鄰產品之間的限電流進一步提高了靈活性。特定裝置中降低的限電流等於下一部較小裝置的標準限電流，提高的限電流則等於下一部較大裝置的標準限電流。

主要應用考量

TinySwitch-4 與 TinySwitch-III

表 2 比較了 TinySwitch-4 與 TinySwitch-III 之間的功能和效能差異。TinySwitch-4 在接腳上與 TinySwitch-III 相容，且具有改進的功能。僅需最少的設計工作便可將其用於新設計中。除了功能增強外，TinySwitch-4 還提供 eSOP-12B (K) 和 SO-8C (D) 這兩個新封裝，以滿足各種應用需求。

功能	TinySwitch-III	TinySwitch-4
BV_{DSS}	700 V	725 V
線電壓補償 OCP	N/A	是
OCP 變更通常為 85 VAC 到 265 VAC	>40%	<15%
UV 臨界值	25 μ A \pm 10%	25 μ A \pm 5%
V_{BP} 重設電壓	通常為 2.6 V	通常為 3.0 V
封裝	DIP-8C (P), SMD-8C (G)	DIP-8C (P), eSOP-12B (K), SO-8C (D)

表 2. TinySwitch-III 與 TinySwitch-4 之間的比較

TinySwitch-4 設計考量

輸出功率表

本產品規格型錄輸出功率表 (表 1) 展示了最小實際連續輸出功率等級，在以下假定的條件下可獲得該等級：

1. 在 85 VAC 輸入下的最小 DC 輸入電壓為 100 V 或以上，或在 230 VAC 輸入下為 220 V 或以上，或者在使用倍壓器時為 115 VAC。輸入電容值應經過調整，以符合這些 AC 輸入設計標準。
2. 效率為 75%。
3. 產品規格型錄最小值為 I^2f 。
4. 變壓器一次側電感公差為 \pm 10%。
5. 輸出反射電壓 (V_{OR}) 為 135 V。
6. 使用快速 PN 整流器二極體時的唯一電壓輸出為 12 V。
7. 暫態 K_p^* 值為 0.25 的連續導通模式操作。
8. 為峰值與開放式架構功率欄選擇了更高的限電流，為轉換器欄則選擇了標準限電流。
9. 零件安裝於板上，源極接腳焊接在足夠大的銅箔上，且/或使用散熱片將源極接腳的溫度維持在 110 $^{\circ}$ C 或以下。
10. 開放式架構設計的環境溫度為 50 $^{\circ}$ C，密封式轉換器則為 40 $^{\circ}$ C。

* 值小於 1 時， K_p 是漣波與峰值一次側電流之比。建議使用大於或等於 0.25 的暫態 K_p 限制，以防因切換週期過早終止而導致功率能力降低。這會防止在 MOSFET 開啟時超過初始限電流 (I_{IMIT})。

表 3 提供每個系列產品在三種可選限電流值時傳輸的最小實際功率，以供參考。這裡假定是開放式架構操作 (不受散熱條件限制)，且在其他方面與上述情況相同。這些編號有助於識別要為特定裝置和輸出功率要求而選擇的正確限電流。

過壓保護

TinySwitch-4 提供的輸出過壓保護使用內部鎖定，大約 5.5 mA 的臨界值電流流入 BYPASS/多功能接腳時會觸發該鎖定。除內部濾波器外，BYPASS/多功能接腳電容器構成外部濾波器，以提供雜訊耐受性來防止意外觸發。若要 BYPASS 電容器像高頻濾波器那樣有效，電容器應儘量靠近裝置的源極和 BYPASS/多功能接腳。

峰值輸出功率表

產品	230 VAC \pm 15%			85-265 VAC		
	$I_{LIMIT-1}$	I_{LIMIT}	$I_{LIMIT+1}$	$I_{LIMIT-1}$	I_{LIMIT}	$I_{LIMIT+1}$
TNY284P	9.1 W	10.9 W	9.1 W	7.1 W	8.5 W	7.1 W
TNY285P	10.8 W	12 W	15.1 W	8.4 W	9.3 W	11.8 W
TNY286P	11.8 W	15.3 W	19.4 W	9.2 W	11.9 W	15.1 W
TNY287P	15.1 W	19.6 W	23.7 W	11.8 W	15.3 W	18.5 W
TNY288P	19.4 W	24 W	28 W	15.1 W	18.6 W	21.8 W
TNY289P	23.7 W	28.4 W	32.2 W	18.5 W	22 W	25.2 W
TNY290P	28 W	32.7 W	36.6 W	21.8 W	25.4 W	28.5 W

表 3. 三個可選限電流等級的最小實際功率

若要實現 OVP 功能的最佳效能，建議使用 15 V-30 V 範圍內相對較高的偏壓繞組電壓。這樣可以最大限度地減少偏壓繞組上因漏電感導致的錯誤電壓，並確保在為 BYPASS/多功能接腳供電以減少無負載功耗的無負載運作期間保持適當的電壓。

選擇高於偏壓繞組電壓約 6 V 的積納二極體電壓 (22 V 偏壓繞組為 28 V)，可以為大部分設計提供較好的 OVP 效能，但可以進行調整，以補償漏電感中的變化。插入一個與偏壓繞組二極體串聯的低值 (10 Ω 至 47 Ω) 電阻器和/或圖 16 中 R7 和 R3 所示的 OVP 積納二極體，可以增加其他濾波。與 OVP 積納二極體串聯的電阻器也會限制流入 BYPASS/多功能接腳的最大電流。

減少無負載功耗

由於 TinySwitch-4 從 BYPASS/多功能接腳電容器自行供電，變壓器上無需提供輔助或偏壓繞組即可實現此目的。自供電時，無負載功耗在 265 VAC 輸入電壓條件下通常小於 150 mW。增加一個偏壓繞組可將此功耗降到 50 mW 以下，方法是從較低的偏壓電壓給 TinySwitch-4 供電，並禁用內部高電壓電流源。為達到此目標，可選擇電阻器 (圖 16 中的 R8) 的值，以提供產品規格型錄汲極供應電流。實際上，由於低負載下偏壓電壓的降低，請以相當於比產品規格型錄最大電流高 40% 的值開始，然後增加電阻器的值以提供最低的無負載功耗。

可聞雜訊

TinySwitch-4 中所使用的週期跳離運作模式，會在變壓器中產生音頻分量。為抑制產生此可聞雜訊，設計變壓器時應使峰值鐵芯磁通密度低於 3000 高斯 (300 mT)。遵照這個準則，並採用標準的變壓器浸凡立水製造技術，基本上就能消除可聞雜訊。請勿對變壓器採用真空浸漬方式，這會引起較高的一次側電容，因而導致更大損失。也可使用更高的磁通密度，然而應在設計核准前，使用量產變壓器樣品仔細評估可聞雜訊效能。

使用諸如 Z5U 等電介質的陶瓷電容器在用於箝位電路時，也可能會產生可聞雜訊。此時，可嘗試將其更換為採用其他不同電介質或構造的电容器 (例如，薄膜類型的電容器)。

TinySwitch-4 佈局考量

佈局

請參閱圖 17，以瞭解建議的 TinySwitch-4 電路板佈局。

單點接地

從輸入濾波電容器到連接至源極接腳的銅箔使用單點接地連接。

BYPASS 電容器 (C_{BP})

BYPASS/多功能接腳電容器的位置必須緊鄰 BYPASS/多功能和源極接腳。

如果選擇 0.1 μ F 的 BYPASS 電容器，則其應是高頻陶瓷類型 (例如，具有 X7R 電介質)。必須將其直接置於啟用和源極接腳之間，才能對進入 BYPASS 接腳的外部雜訊進行濾波。如果選擇 1 μ F 或 10 μ F 的 BYPASS 電容器，則應額外新增一個 0.1 μ F 的電容器並跨接在 BYPASS 和源極接腳上，以提供雜訊濾波 (請參閱圖 17)。

啟用/欠壓接腳

將連接至啟用/欠壓接腳的 Trace 保持較短，並在可行的情況下，儘量遠離所有源電位上的其他 Trace 和節點，包括但不限於 BYPASS、汲極和偏壓供電二極體陽極節點。

一次側迴路面積

連接輸入濾波電容器、變壓器一次側及 TinySwitch-4 的一次側迴路的面積應儘可能小。

一次側箝位電路

使用箝位電路來限制關閉時汲極接腳上的峰值電壓。在一次側繞組上使用 RCD 箝位電路或積納二極體 (約 200 V) 和二極體箝位電路，可以達到此目的。為了降低 EMI，應儘量縮短從箝位元件至變壓器和 TinySwitch-4 之間的迴路。

散熱考量

源極接腳自內部連接到 IC 導線架，並提供從裝置中去除熱量的主路徑。因此，所有源極接腳應連接至 TinySwitch-4 下的銅箔，以便不僅作為單點接地，也兼有散熱片的功能。由於此銅箔連接至無干擾的源極節點，因此銅箔應儘可能大，以便更好地散熱。軸式輸出二極體也如此，連接至陰極的 PCB 區域應儘可能大。

Y 電容器

Y 電容器應該直接置於一次側輸入濾波電容器正端到變壓器二次側的共用/迴線端之間。這樣的放置方式會將高幅度共模突波電流引離 TinySwitch-4 裝置。注意 - 如果使用輸入 π (C-L-C) 形 EMI 濾波器，其中的電感器應該置於輸入濾波電容器的負端之間。

光耦合器

將光耦合器實體放置在接近 TinySwitch-4 的位置，以儘量減少一次側 Trace 長度。讓高電流、高電壓汲極和箝位 Trace 遠離光耦合器，以防止噪聲干擾。

輸出二極體

為獲得最佳效能，連接二次側繞組、輸出二極體與輸出濾波電容器的迴路區域應儘可能小。此外，應在二極體的陽極與陰極端提供足夠的銅箔，以進行散熱。最好在靜態陰極端子處保留更大的銅箔。大的陽極區域可以增加高頻輻射 EMI。

PC 板漏電流

TinySwitch-4 旨在最佳化功率範圍內，尤其是待機/無負載條件下的能源效率。因此已儘量減少電流消耗，以達到此效能。例如，啟用/欠壓接腳欠壓功能有一個低臨界值 (約 1 μ A)，以偵測是否存在欠壓電阻器。

當 PC 板組裝位於控制良好的生產設施中時，流入啟用/欠壓接腳的寄生漏電流通常大大低於此 1 μ A 臨界值。但是，高濕度條件加上電路板和/或封裝污染 (來自免清洗焊劑或其他污染物)，可以降低表面電阻率，足以讓大於 1 μ A 的寄生電流流入啟用/欠壓接腳。這些電流可以從接近啟用/欠壓接腳位置的較高電壓裸露焊墊流入，例如防止設計啟動的 BYPASS/多功能接腳焊墊。透過將電阻器從高電壓軌連接至啟用/欠壓接腳來利用欠壓鎖閉功能的設計不受影響。

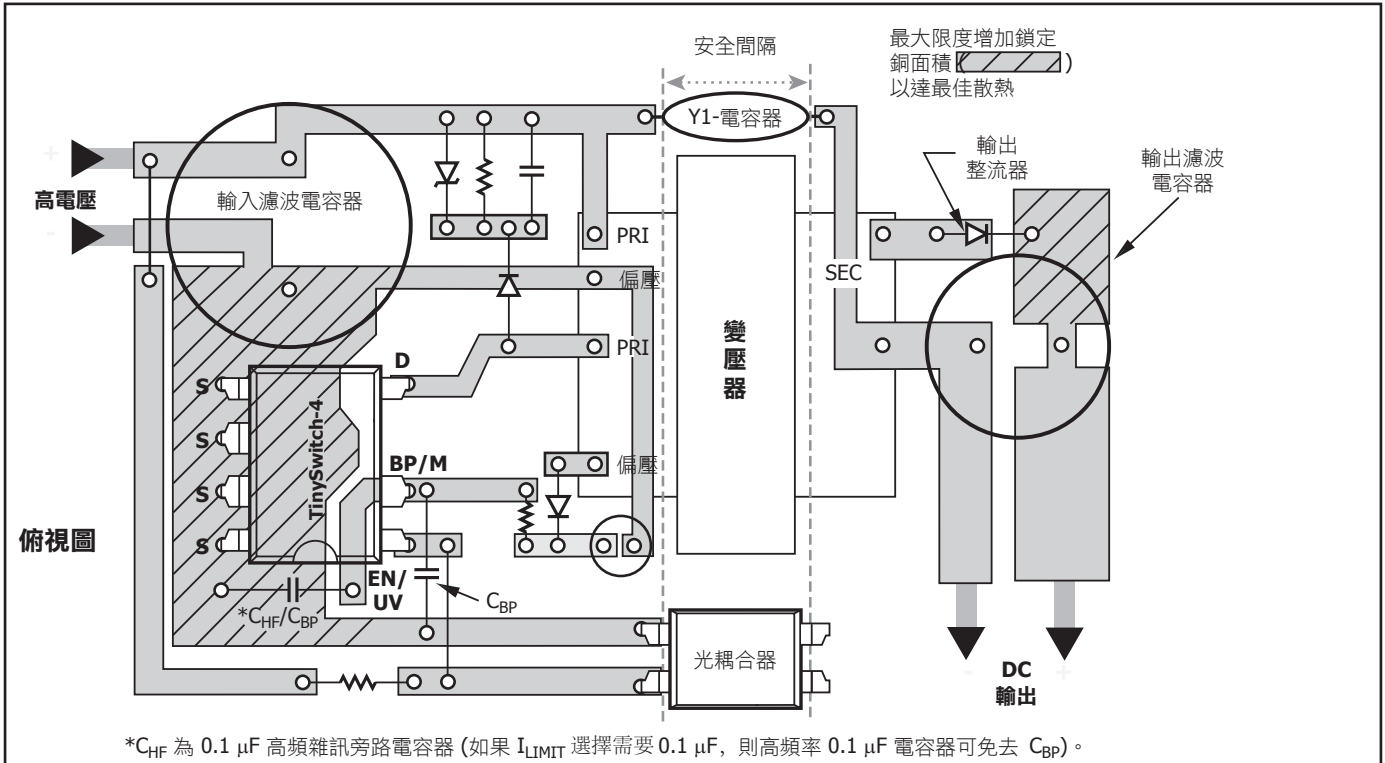


圖 17. 具有欠壓鎖閉電阻器的 TinySwitch-4 的建議電路板佈局

如果 PC 板組裝設施中的污染級別未知，應用為開放式架構，或在高污染度環境中運作，且設計不採用欠壓鎖閉功能，則應新增一個從啟用/欠壓接腳連接至源極接腳的 390 kΩ 選用電阻器，以確保流入啟用/欠壓接腳的寄生漏電流遠遠低於 1 μA。

請注意，依照供應商準則施加免清洗焊劑的表面絕緣電阻 (SIR) 的值通常遠大於 10 MΩ，不會導致此問題。

快速設計檢查清單

如同一切電源供應器設計，所有 TinySwitch-4 設計都應該經過實際驗證，以確保在最差條件下不會超出元件規格。強烈建議至少要進行以下測試：

1. 最大汲極電壓 – 確認在最高輸入電壓和峰值 (過載) 輸出功率條件下， V_{DS} 不會超過 675 V。此電壓與 725 V BV_{DSS} 規格之間的 50 V 餘裕讓設計者可以對設計進行多種變化。

2. 最大汲極電流 – 在最高環境溫度、最大輸入電壓和峰值輸出 (過載) 功率條件下，確認啟動時的汲極電流波形，查看是否有變壓器飽和的任何徵兆以及過大的上升邊緣電流突波。在穩態條件下重複操作，並確認上升邊緣電流突波在 $t_{LEB(MIN)}$ 結束時低於 $I_{LIMIT(MIN)}$ 。在所有情況下，最大汲極電流應低於指定的絕對最大額定值。
3. 散熱檢查 – 在指定的最大輸出功率、最小輸入電壓和最大環境溫度下，確認 TinySwitch-4、變壓器、輸出二極體和輸出電容器未超出溫度規格限制。TinySwitch-4 不同零件的 $R_{DS(ON)}$ 有所差異 (如產品規格型錄中所指定)，因此應留有足夠的散熱餘裕。考慮到這些差異，在低線電壓和最大功率條件下，建議 TinySwitch-4 源極接腳的最高溫度為 110 °C。

絕對最大額定值^{1,4}

汲極電壓	-0.3 V 至 725 V
汲極峰值電流：	
TNY284	400 (750) mA ²
TNY285	560 (1050) mA ²
TNY286	720 (1350) mA ²
TNY287	880 (1650) mA ²
TNY288	1040 (1950) mA ²
TNY289	1200 (2250) mA ²
TNY290	1360 (2550) mA ²
EN/UV 電壓	-0.3 V 至 9 V
EN/UV 電流	100 mA
BP/M 電壓	-0.3 V 至 9 V
儲存溫度	-65 °C 至 150 °C
最大接面溫度 ³	-40 °C 至 150 °C
焊接溫度 ⁴	260 °C

附註：

1. 所有電壓均參考源極，TA = 25 °C。
2. 當汲極電壓同時低於 400 V 時，允許使用較高的峰值汲極電流。
3. 通常由內部電路限制。
4. 1/16 英寸。焊接時間為 5 秒。
5. 在不導致產品永久損壞的情況下，可以一次套用一個指定的最大額定值。在絕對額定值情況下長時間運行可能影響產品可靠性。

熱阻

熱阻：P 封裝：

(θ_{JA})	70 °C/W ² ; 60 °C/W ³
$(\theta_{JC})^1$	11 °C/W
D 封裝：	
(θ_{JA})	100 °C/W ² ; 80 °C/W ³
$(\theta_{JC})^1$	30 °C/W
K 封裝：	
(θ_{JA})	45 °C/W ² ; 38 °C/W ³
$(\theta_{JC})^4$	2 °C/W

附註：

1. 在接近塑膠介面的源極接腳上測量。
2. 焊接至 0.36 sq. in. (232 mm²)、2 oz. (610 g/m²) 銅箔。
3. 焊接至 1 sq. in. (645 mm²)、2 oz. (610 g/m²) 銅箔。
4. 外殼溫度在底部裸露的焊墊上測量得出。

參數	符號	條件 源極 = 0 V ; T _J = -40 至 125 °C 請參閱圖 18 (除非另有指定)		最小值	典型值	最大值	單位
控制功能							
標準模式下的輸出頻率	f _{OSC}	T _J = 25 °C 請參閱圖 5	平均值	124	132	140	kHz
			峰值間頻率抖動		8		
最大工作週期	DC _{MAX}	S1 開啟		62	67		%
EN/UV 接腳上方關閉臨界值電流	I _{DIS}			-150	-122	-90	μA
EN/UV 接腳電壓	V _{EN}	I _{EN/UV} = 25 μA		1.8	2.2	2.6	V
		I _{EN/UV} = -25 μA		0.8	1.2	1.6	
汲極供應電流	I _{S1}	EN/UV 電流 > I _{DIS} (MOSFET 未切換) 請參閱附註 A			330		μA
		I _{S2}	EN/UV 開路 (MOSFET 於 f _{OSC} 切換) 請參閱附註 B	TNY284		360	
	TNY285				410	440	
	TNY286				430	470	
	TNY287				510	550	
	TNY288				615	650	
	TNY289		715	800			
TNY290		875	930				

參數	符號	條件 源極 = 0 V ; $T_j = -40$ 至 125 °C 請參閱圖 18 (除非另有指定)	最小值	典型值	最大值	單位	
控制功能 (續)							
BP/M 接腳 充電電流	I_{CH1}	$V_{BP/M} = 0$ V, $T_j = 25$ °C 請參閱附註 C 和 D	-6.5	-4.5	-2.5	mA	
	I_{CH2}	$V_{BP/M} = 4$ V, $T_j = 25$ °C 請參閱附註 C 和 D	-4.7	-2.8	-1.4		
BP/M 接腳電壓	$V_{BP/M}$	請參閱附註 C	5.6	5.85	6.3	V	
BP/M 接腳 電壓磁滯	$V_{BP/MH}$		0.80	0.95	1.20	V	
BP/M 接腳 分流電壓	V_{SHUNT}	$I_{BP} = 2$ mA	6.0	6.4	6.85	V	
EN/UV 接腳線電壓欠壓 臨界值	I_{LUV}	$T_j = 25$ °C	23.75	25	26.25	μA	
EN/UV 接腳 – 重設磁滯 (BP/M 接腳電流大於 I_{SD} 時 進行鎖閉後)		$T_j = 25$ °C 請參閱附註 G	3	5	8	μA	
電路保護							
標準限電流 (BP/M 電容器 = 0.1 μF) 請參閱附註 D	I_{LIMIT}	$di/dt = 50$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY284P/D/K	233	250	267	mA
		$di/dt = 55$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY285P/D/K	256	275	294	
		$di/dt = 70$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY286P/D/K	326	350	374	
		$di/dt = 90$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY287P/D/K	419	450	481	
		$di/dt = 110$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY288P/D/K	512	550	588	
		$di/dt = 130$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY289P/K	605	650	695	
		$di/dt = 150$ mA/μs $T_j = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY290P/K	698	750	802	

參數	符號	條件		最小值	典型值	最大值	單位
		源極 = 0 V ; $T_J = -40$ 至 125 °C 請參閱圖 18 (除非另有指定)					
電路保護 (續)							
降低的限電流 (BP/M 電容器 = 1 μ F) 請參閱附註 D	$I_{LIMITred}$	di/dt = 42 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY284P/D/K	196	210	233	mA
		di/dt = 50 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY285P/D/K	233	250	277	
		di/dt = 55 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY286P/D/K	256	275	305	
		di/dt = 70 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY287P/D/K	326	350	388	
		di/dt = 90 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY288P/D/K	419	450	499	
		di/dt = 110 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY289P/K	512	550	610	
		di/dt = 130 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY290P/K	605	650	721	
提高的限電流 (BP/M 電容器 = 10 μ F) 請參閱附註 D	$I_{LIMITinc}$	di/dt = 42 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E 和 F	TNY284P/D/K	196	210	233	mA
		di/dt = 70 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY285P/D/K	326	350	388	
		di/dt = 90 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY286P/D/K	419	450	499	
		di/dt = 110 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY287P/D/K	512	550	610	
		di/dt = 130 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY288P/D/K	605	650	721	
		di/dt = 150 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY289P/K	698	750	833	
		di/dt = 170 mA/ μ s $T_J = 25$ °C 請參閱附註 E	TNY290P/K	791	850	943	

參數	符號	條件 源極 = 0 V ; $T_J = -40$ 至 125 °C 請參閱圖 18 (除非另有指定)		最小值	典型值	最大值	單位
電路保護 (續)							
功率係數	I^2f	標準限電流， $I^2f = I_{LIMIT(TYP)}^2$ $\times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25$ °C	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.12 \times I^2f$	A^2Hz
		降低的限電流， $I^2f = I_{LIMITred(TYP)}^2$ $\times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25$ °C	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.16 \times I^2f$	
		提高的限電流， $I^2f = I_{LIMITinc(TYP)}^2$ $\times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25$ °C	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.16 \times I^2f$	
初始限電流	I_{INIT}	請參閱圖 21 $T_J = 25$ °C， 請參閱附註 G	TNY284-287	$0.77 \times I_{LIMIT(MIN)}$			mA
		請參閱圖 22 $T_J = 25$ °C， 請參閱附註 G	TNY288-290	$0.725 \times I_{LIMIT(MIN)}$			
上升邊緣 遮蔽時間	t_{LEB}	$T_J = 25$ °C 請參閱附註 G		170	215		ns
限電流延遲時間	t_{ILD}	$T_J = 25$ °C 請參閱附註 G 和 H			150		ns
過熱關機 溫度	T_{SD}			135	142	150	°C
過熱關機磁滯溫度	T_{SDH}				75		°C
BP/M 接腳關機臨界值電流	I_{SD}			4	6.5	9	mA
BP/M 接腳關機重設臨界電壓	$V_{BP/M(RESET)}$			1.6	3.0	3.6	V
輸出							
開啟狀態 電阻	$R_{DS(ON)}$	TNY284 $I_D = 25$ mA	$T_J = 25$ °C		28	32	Ω
			$T_J = 100$ °C		42	48	
		TNY285 $I_D = 28$ mA	$T_J = 25$ °C		19	22	
			$T_J = 100$ °C		29	33	
		TNY286 $I_D = 35$ mA	$T_J = 25$ °C		14	16	
			$T_J = 100$ °C		21	24	

參數	符號	條件 源極 = 0 V ; $T_j = -40$ 至 $125\text{ }^\circ\text{C}$ 請參閱圖 18 (除非另有指定)		最小值	典型值	最大值	單位
輸出 (續)							
開啟狀態 電阻	$R_{DS(ON)}$	TNY287 $I_D = 45\text{ mA}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		7.8	9.0	Ω
			$T_j = 100\text{ }^\circ\text{C}$		11.7	13.5	
		TNY288 $I_D = 55\text{ mA}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		5.2	6.0	
			$T_j = 100\text{ }^\circ\text{C}$		7.8	9.0	
		TNY289 $I_D = 65\text{ mA}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5	
			$T_j = 100\text{ }^\circ\text{C}$		5.8	6.7	
		TNY290 $I_D = 75\text{ mA}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.6	3.0	
			$T_j = 100\text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5	
關閉狀態汲極 漏電流	I_{DSS1}	$V_{BP/M} = 6.2\text{ V}$ $V_{EN/UV} = 0\text{ V}$ $V_{DS} = 560\text{ V}$ $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ 請參閱附註 I	TNY284-286		50	μA	
			TNY287-288		100		
			TNY289-290		200		
	I_{DSS2}	$V_{BP/M} = 6.2\text{ V}$ $V_{EN/UV} = 0\text{ V}$	$V_{DS} = 375\text{ V}$, $T_j = 50\text{ }^\circ\text{C}$ 請參閱附註 G 和 I		15		
崩潰電壓	BV_{DSS}	$V_{BP} = 6.2\text{ V}$, $V_{EN/UV} = 0\text{ V}$, 請參閱附註 J, $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	725				V
汲極供應電壓			50				V
f_{osc} 下的自動 重新啟動導通時間	t_{AR}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 請參閱附註 K		64			ms
自動重新啟動 工作週期	DC_{AR}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		3			%

附註：

- A. I_{S1} 是無負載時裝置控制器電流消耗的精準估計值，因為這些條件下的工作頻率非常低。無負載時裝置總消耗為 I_{S1} 與 I_{DSS2} 的總和。
- B. 由於輸出 MOSFET 正在切換，因此很難將切換電流與汲極供應電流隔離開來。替代方案是測量 6.1 V 下的 BYPASS/多功能接腳電流。
- C. BYPASS/多功能接腳並非用作外部電路供應電流的來源。
- D. 為確保限電流正確，建議使用標準 0.1 μ F/1 μ F/10 μ F 電容器。此外，在目標應用的環境溫度內，BP/M 電容器值公差應等於或優於以下所示。最小與最大電容器值由特性保證。

標準 BP/M 接腳電容器值	相對於標準 電容器值的公差	
	最小值	最大值
0.1 μ F	-60%	+100%
1 μ F	-50%	+100%
10 μ F	-50%	NA

- E. 對於其他 di/dt 值下的限電流，請參閱圖 25。
- F. TNY284 沒有提高的限電流值，但透過使用 10 μ F BYPASS/多功能接腳電容器，限電流就與使用 1 μ F BYPASS/多功能接腳電容器時的限電流相同 (降低的限電流值)。
- G. 此參數源自特性。
- H. 此參數源自 I_{LIMIT} 規格中所示的 1 倍和 4 倍 di/dt 時測量的限電流變更。
- I. I_{DSS1} 是在 80% 的 BV_{DSS} 和最大工作接面溫度的最差條件下的關閉狀態漏電流規格。 I_{DSS2} 是最差應用條件下 (整流後的 265 VAC) 的典型規格，用於無負載功耗計算。
- J. 可透過將汲極接腳電壓升至 (但不超過) BV_{DSS} 最小值，來根據 BV_{DSS} 規格最小值檢查崩潰電壓。
- K. 自動重新啟動導通時間與振盪器有相同的溫度特性 (與頻率成反比)。

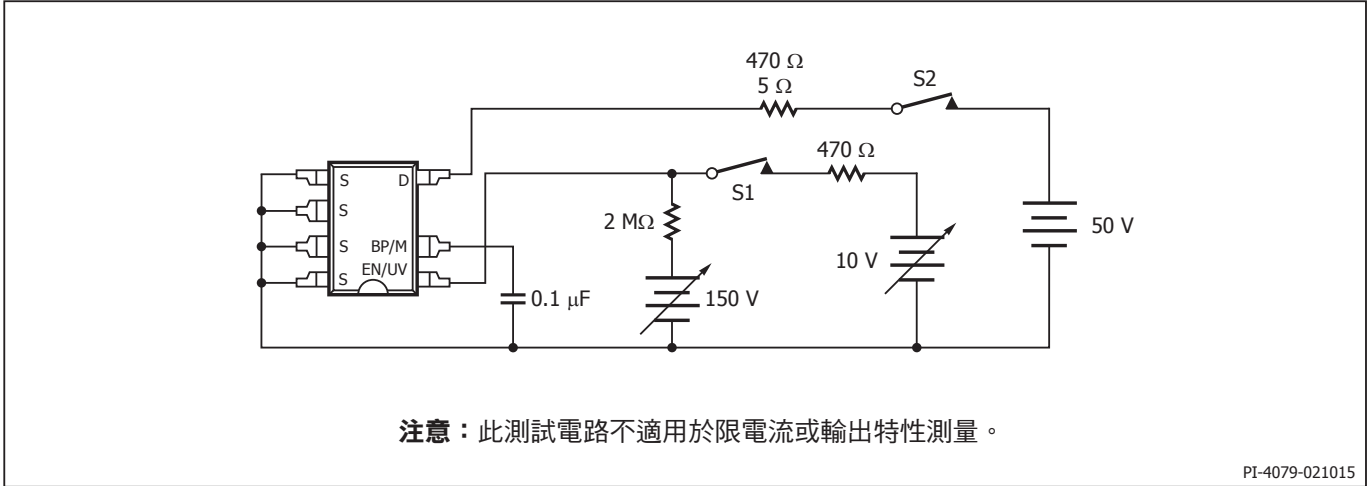


圖 18. 一般測試電路。

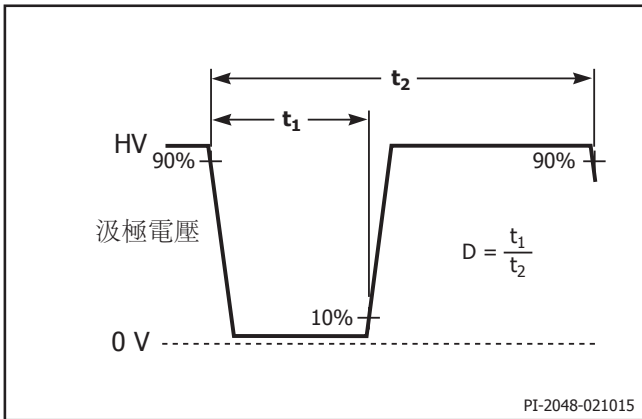


圖 19. 工作週期的測量。

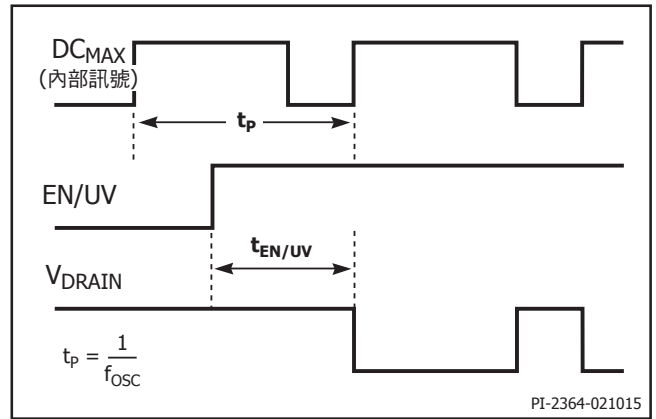


圖 20. 輸出啟用計時。

典型效能特性

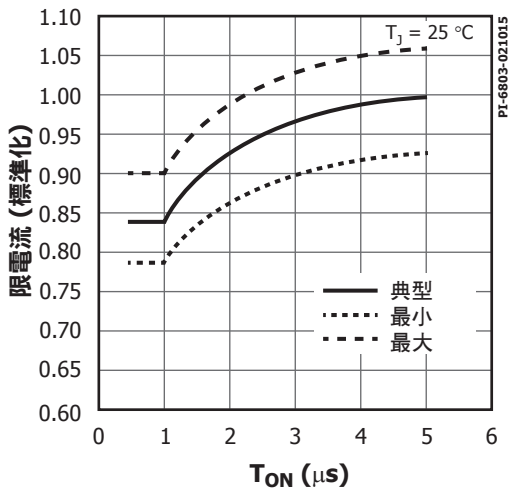


圖 21. 限電流與 TNY284~287 T_{ON} 關係圖。

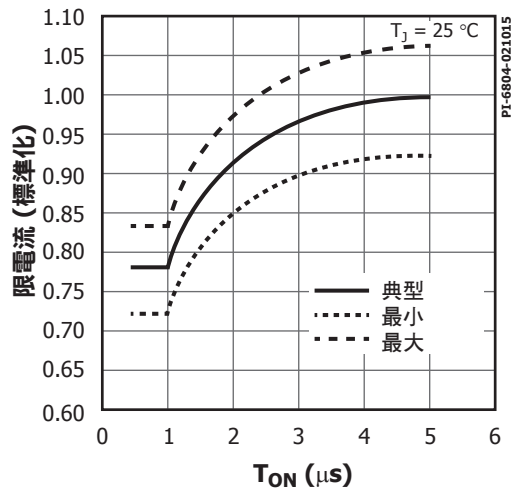


圖 22. 限電流與 TNY288~290 T_{ON} 關係圖。

典型效能特性 (續)

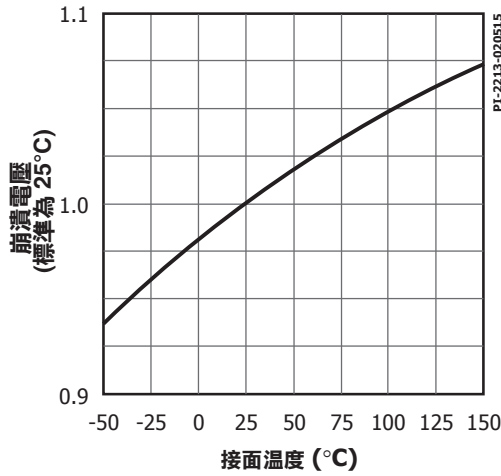


圖 23. 崩潰電壓與溫度關係圖。

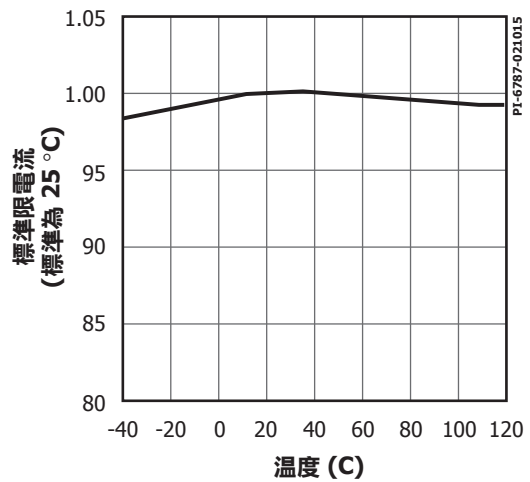


圖 24. 標準限電流與溫度關係圖。

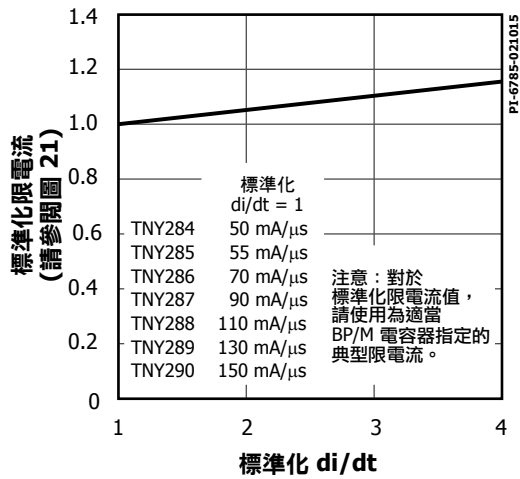


圖 25. 標準限電流與 di/dt 關係圖。

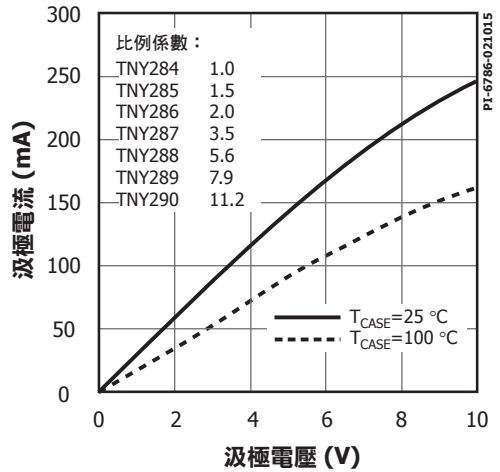


圖 26. 輸出特性。

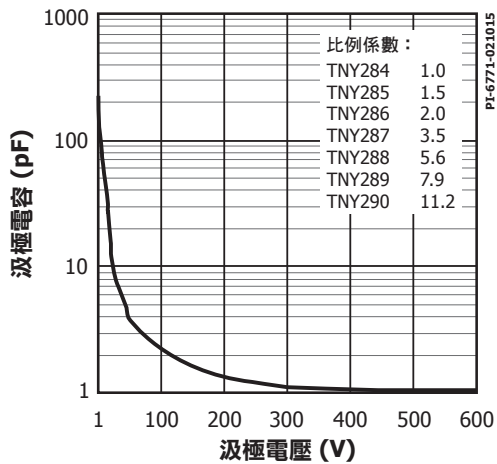


圖 27. C_{oss} 與汲極電壓關係圖。

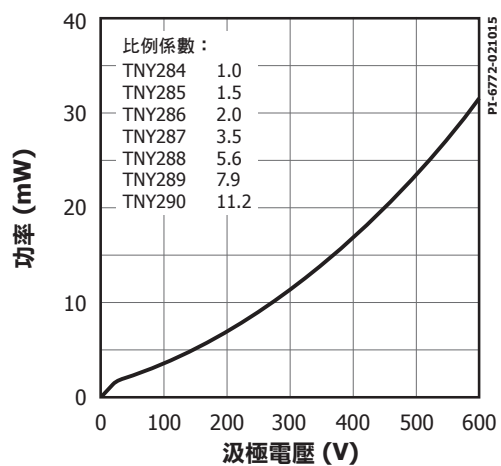


圖 28. 汲極電容功率。

典型效能特性 (續)

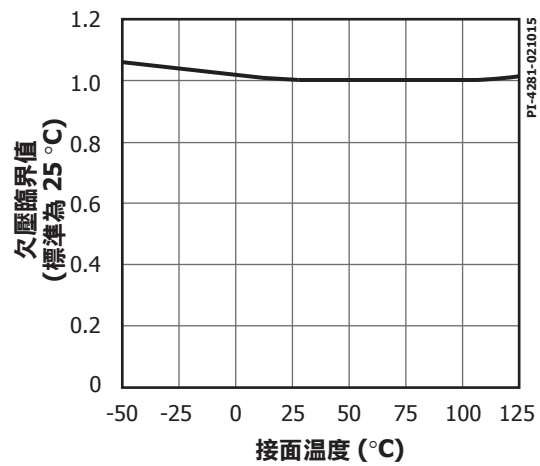
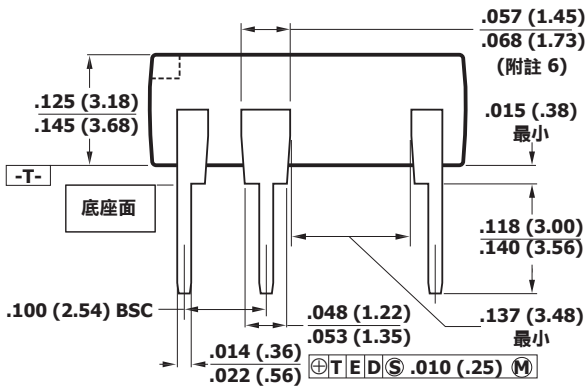
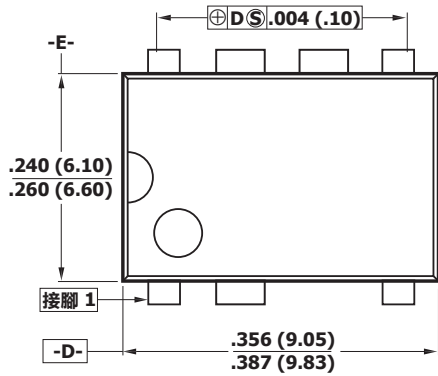


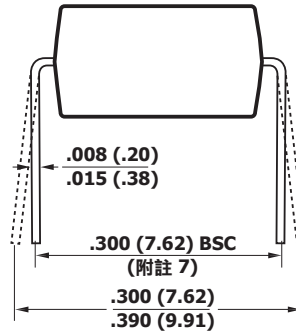
圖 29. 欠壓臨界值與溫度關係圖。

DIP-8C



附註：

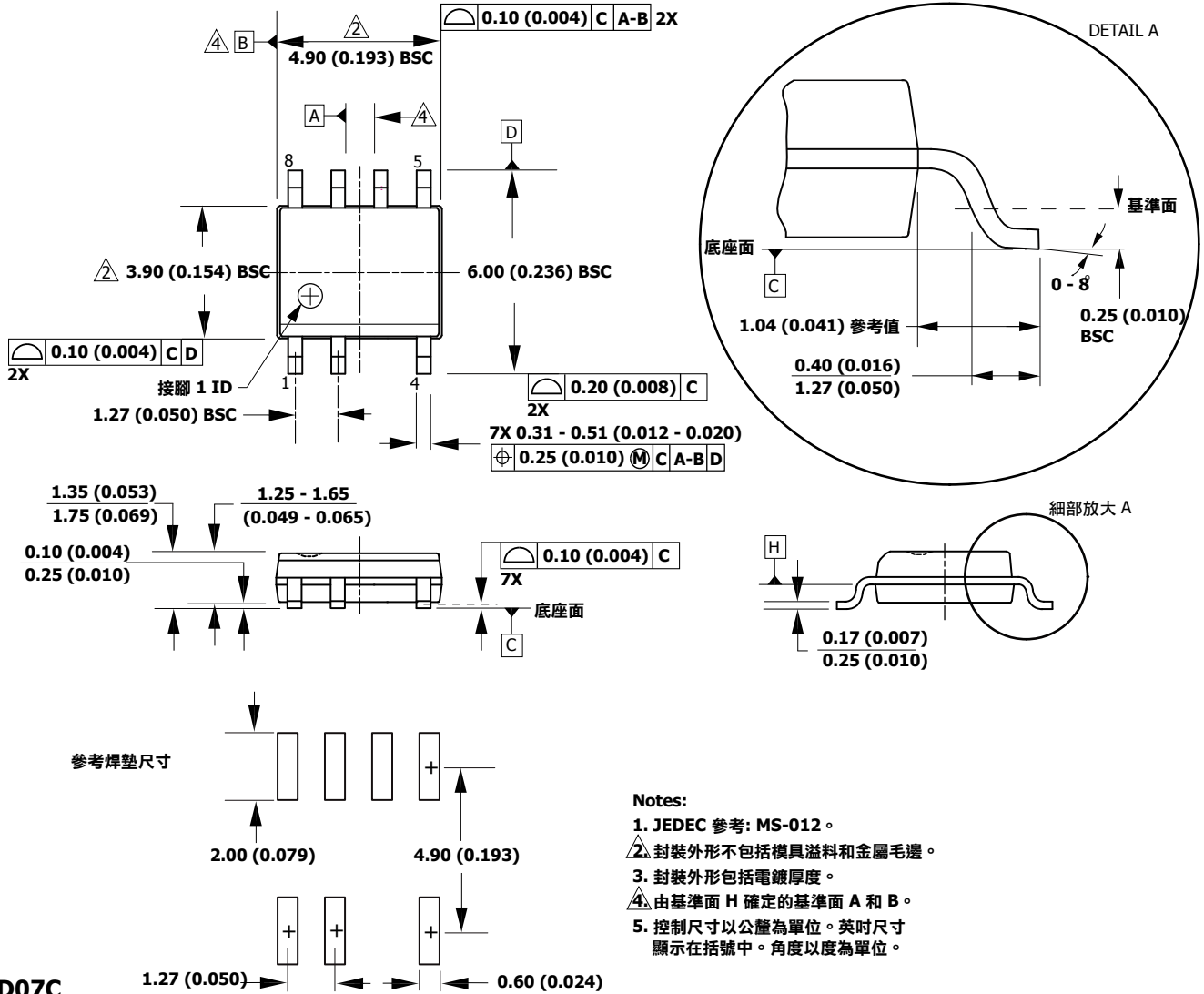
1. 封裝尺寸符合針對 .300 英寸排距之標準雙列直插 (DIP) 封裝的 JEDEC 規格 MS-001-AB (Issue B 7/85)。
2. 控制尺寸以英寸為單位。括號內顯示公釐單位的尺寸。
3. 註明的尺寸不含模具溢料或其他突起物。模具溢料或突起物每側不應超過 .006 (.15)。
4. 接腳位置開始編號為「接腳 1」，然後以逆時針方向繼續編號至「接腳 8」(俯視)。凹槽和/或凹處幫助固定接腳 1。
5. 封裝本體上用於略過引線位置的最小金屬間隔為 .137 英寸 (3.48 公釐)。
6. 封裝本體上測得的引線寬度。
7. 將引線約束為與平面 T 垂直時測得的引線間距。



P08C

PI-3933-081716

SO-8C (D 封裝)

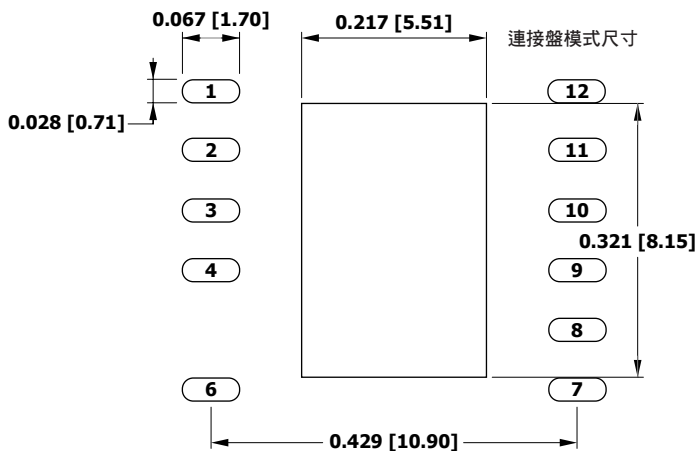
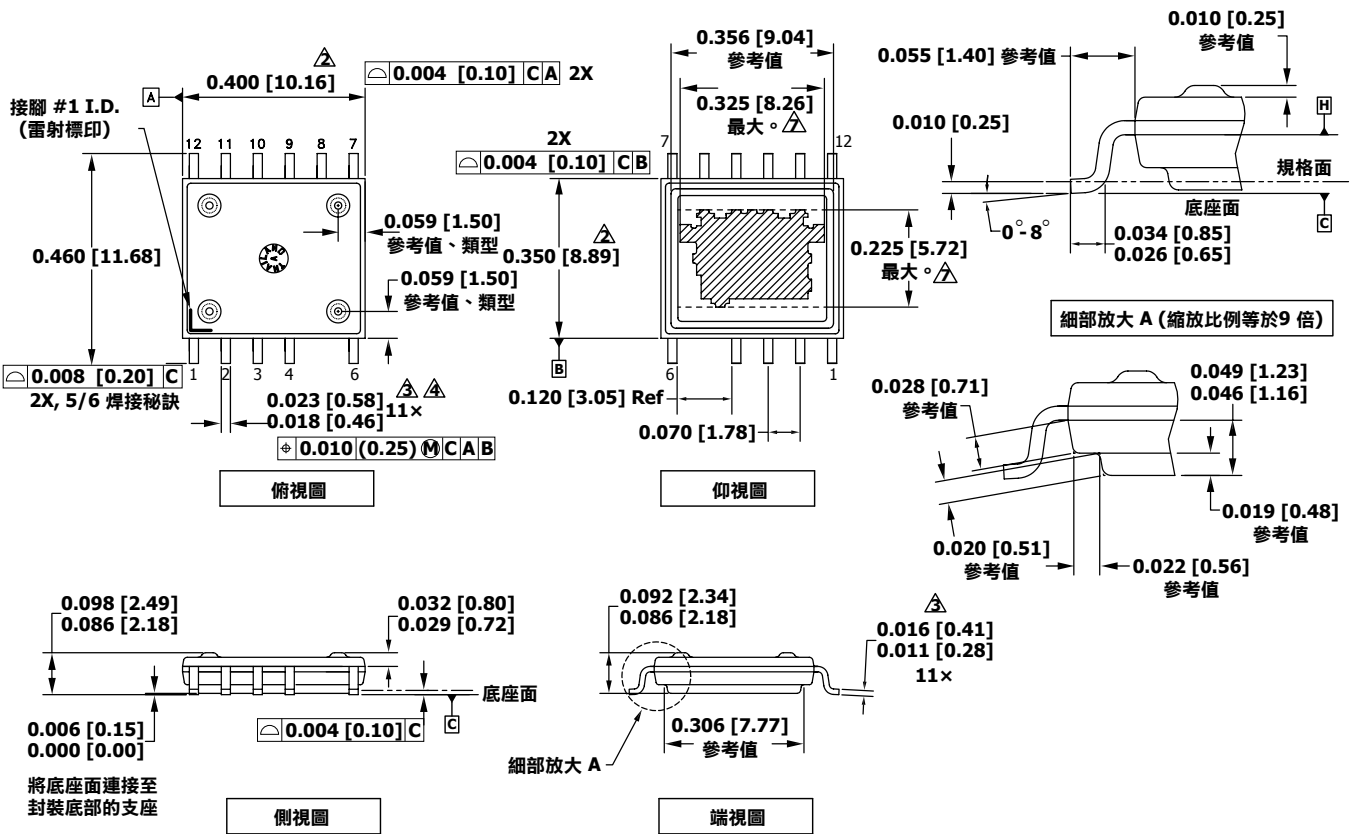


- Notes:
1. JEDEC 參考: MS-012。
 2. 封裝外形不包括模具溢料和金屬毛邊。
 3. 封裝外形包括電鍍厚度。
 4. 由基準面 H 確定的基準面 A 和 B。
 5. 控制尺寸以公釐為單位。英吋尺寸顯示在括號中。角度以度為單位。

D07C

PI-4526-012315

eSOP-12B (K 封裝)

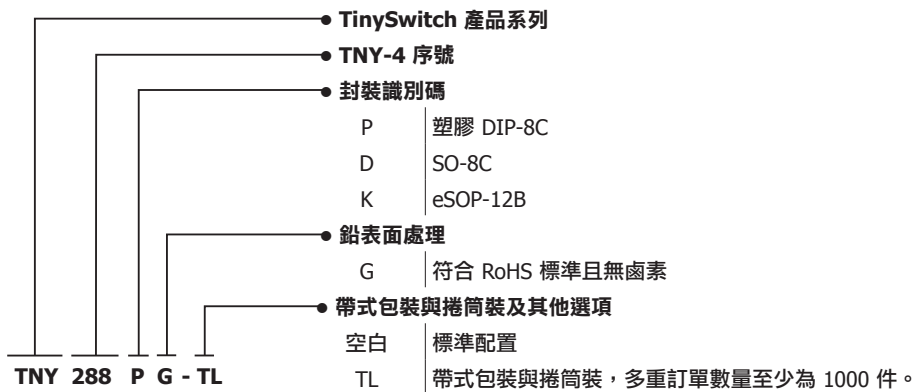


附註：

- 根據 ASME Y14.5M-1994 假定尺寸及公差。
- 塑膠體最外層所註明的尺寸，不包括模具溢料、拉桿毛邊、澆口毛邊及導線接頭溢料，但包括塑膠體頂端與底端之間的所有不相符項目。每側最大模具突起物為 0.007 [0.18]。
- 註明的尺寸包括電鍍的厚度。
- 不包括導線接頭溢料或突起物。
- 控制尺寸，以英寸 [公釐] 為單位。
- 以基準面 H 確定的基準面 A 和 B。
- 外露焊墊一般位於基準面 A 和 B 的中心線。註明的「最大」尺寸同時包括大小和位置公差。

PI-5748a-020515

零件訂購資訊



附註

修訂	附註	日期
A	初始版本。	2012 年 9 月
B	新增了 TNY288DG 封裝。更新了表 1 中 TNY287K 和 TNY288D 峰值或開放式架構的值。	2013 年 8 月
C	更正了第 15 頁的 I_{INIT} 參數。使用新品牌風格進行了更新。	2015 年 2 月
C	對功能區塊圖進行了些微更正。	2015 年 7 月
D	更新了每個 PCN-16232 的 PDIP-8C (P 封裝)。	2016 年 8 月

如需最新更新資訊，請參考我們的網站：www.power.com

Power Integrations 保有隨時對其產品進行變更以提升可靠性或可製造性的權利。Power Integrations 對因使用此處所述的任何裝置或電路所造成的損失概不負責。Power Integrations 在本文中不提供任何保證，並明確否認所有保證，包括但不限於對適售性、特定目的之適用性以及不侵犯第三方權利的默示保證。

專利資訊

Power Integrations 的一項或多項美國及國外專利 (或可能正在申請的美國及國外專利) 可能涵蓋本文件中所示的產品和應用 (包括產品外部的變壓器結構和電路)。www.power.com 上提供了 Power Integrations 專利的完整清單。Power Integrations 將某些特定專利授權給客戶，詳情請參閱 <http://www.power.com/ip.htm>。

生命支援政策

未經 Power Integrations 總裁明確的書面許可，不可將 Power Integrations 產品用作生命支援裝置或系統的關鍵元件。具體說明如下：

1. 生命支援裝置或系統係指 (i) 透過外科手術植入人體的裝置，或 (ii) 支援或維持生命的裝置，以及 (iii) 根據合理推斷，遵循使用指示正確使用而無法正常執行功能時，會導致使用者重大傷害或死亡的裝置。
2. 關鍵元件係指生命支援裝置或系統中，根據合理推斷，無法正常執行功能時會導致生命支援裝置或系統出現故障，或是影響其安全或有效性的任何元件。

PI 標誌、TOPSwitch、TinySwitch、SENZero、SCALE-iDriver、Qspeed、PeakSwitch、LYTSwitch、LinkZero、LinkSwitch、InnoSwitch、HiperTFS、HiperPFS、HiperLCS、DPA-Switch、CAPZero、Clampless、EcoSmart、E-Shield、Filterfuse、FluxLink、StakFET、PI Expert 和 PI FACTS 均為 Power Integrations, Inc. 的商標。其他商標為其個別公司之財產。©2016, Power Integrations, Inc.

Power Integrations 全球銷售支援地點

全球總部

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, USA.
總機：+1-408-414-9200
客戶服務：
電話：+1-408-414-9665
傳真：+1-408-414-9765
電子郵件：usasales@power.com

中國 (上海)

中國上海漕溪北路 88 號
聖愛廣場 2410 室
郵遞區號：200030
電話：+86-21-6354-6323
傳真：+86-21-6354-6325
電子郵件：chinasales@power.com

中國 (深圳)

中國深圳南山區科技南八道 2 號路豪
威大廈 17 樓，郵遞區號：518057
電話：+86-755-8672-8689
傳真：+86-755-8672-8690
電子郵件：chinasales@power.com

德國

Lindwurmstrasse 114
80337 Munich
Germany
電話：+49-895-527-39110
傳真：+49-895-527-39200
電子郵件：eurosales@power.com

德國

HellwegForum 1
59469 Ense
Germany
電話：+49-2938-64-39990
電子郵件：igbt-driver.sales@power.com

印度

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052 India
電話：+91-80-4113-8020
傳真：+91-80-4113-8023
電子郵件：indiasales@power.com

義大利

Via Milanese 20, 3rd.Fl.
20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy
電話：+39-024-550-8701
傳真：+39-028-928-6009
電子郵件：eurosales@power.com

日本

Kosei Dai-3 Bldg.
2-12-11, Shin-Yokohama,
Kohoku-ku
Yokohama-shi, Kanagawa
222-0033 Japan
電話：+81-45-471-1021
傳真：+81-45-471-3717
電子郵件：japansales@power.com

韓國

RM 602, 6FL
Korea City Air Terminal B/D, 159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,
Seoul, 135-728, Korea
電話：+82-2-2016-6610
傳真：+82-2-2016-6630
電子郵件：koreasales@power.com

新加坡

51 Newton Road
#19-01/05 Goldhill Plaza
Singapore, 308900
電話：+65-6358-2160
傳真：+65-6358-2015
電子郵件：singaporesales@power.com

台灣

台灣台北市內湖路內湖路 1 段
318 號 5 樓
郵遞區號：11493
電話：+886-2-2659-4570
傳真：+886-2-2659-4550
電子郵件：taiwansales@power.com

英國

Cambridge Semiconductor
(Power Integrations 旗下公司)
Westbrook Centre, Block 5, 2nd Floor
Milton Road
Cambridge CB4 1YG
電話：+44 (0) 1223-446483
電子郵件：eurosales@power.com