

SmartJitter™ 多重模式之返馳式轉換控制器

概述

RT7738系列為強化高效能多重模式脈波寬度調變(PWM)之返馳式轉換控制器，並加入智慧型抖頻技術(SmartJitter™)之專利於控制器中。創新的智慧型抖頻技術，不僅可降低系統進入降頻模式所造成之電磁干擾，亦可消除輸出抖頻紋波。同時，RT7738兼具連續導通模式(CCM)及谷底切換之多重模式控制，達到產品效能升級之效益。對於能效要求日益嚴苛之趨勢，RT7738提供產品研發設計者最佳之選擇。

RT7738採用SOT-23-6/TSOT-23-6封裝，為電流模式脈波寬度調變控制器，提供適應性軟啟動功能，於開機期間隨負載變化自動調整軟啟動時間。RT7738更結合完整安全保護機制，並提供多項可編程設計功能，包含：可編程傳輸延遲時間補償、可編程輸出過電壓保護、可編程大電容Brown-in/Brown-out保護及(Bulk Cap.)過電壓保護。讓產品研發設計者得更靈活的设计應用對應的商品，以較少的零件數及較低的成本，開發設計高效節能AC/DC電源產品。

應用

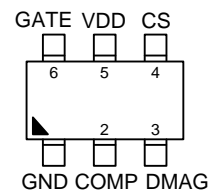
- 切換式 AC/DC 適配器
- 筆記本電腦適配器
- 電視及監視器應用
- PC 週邊設備

特點

- 具專利之智慧型抖頻技術
 - ▶ 改善切換式電源產生之電磁干擾
 - ▶ 消除輸出抖頻紋波
- 兼具連續導通模式及谷底切換之多重模式控制器
- 超低啟動電流 (<3μA)
- 精準過載保護
- 可編程傳輸延遲時間補償
- 可編程輸出過電壓保護
- 可編程大電容 Brown-in/Brown-out 保護
- 可編程大電容(Bulk Cap)過電壓保護
- 驅動能力：200mA–300mA
- 高雜訊抗擾
- 符合有害物質及無鹵素標準規定

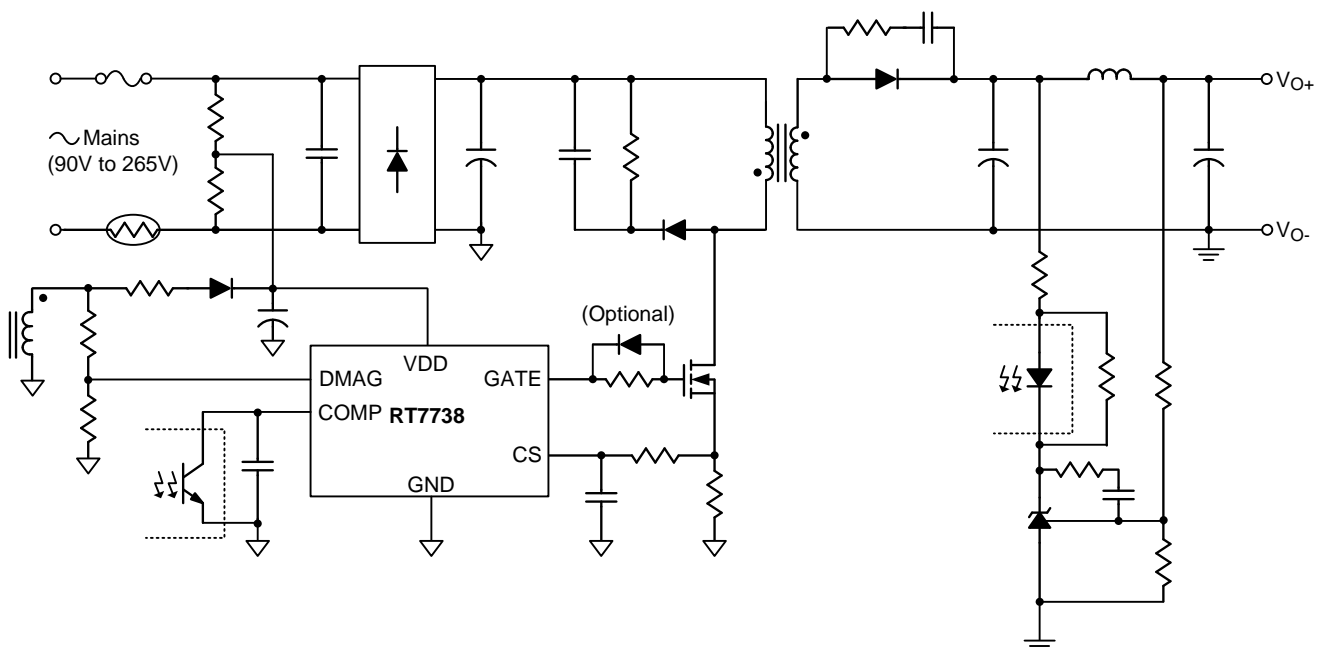
引腳圖

(TOP VIEW)

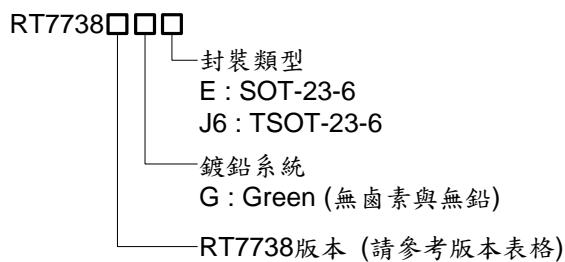


SOT-23-6 / TSOT-23-6

簡單應用電路



訂購訊息

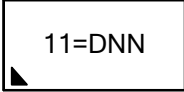


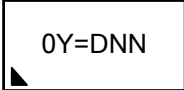
註釋:

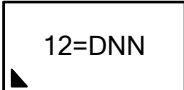
立錡科技公司綠色節能產品：

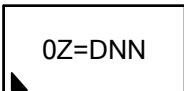
- ▶ 符合有害物質(RoHS) IPC/JEDEC J-STD-020 標準規定。
- ▶ 適用於錫鉛(SnPb)或無鉛(Pb-free) 焊接製程。

標記資訊

RT7738GGE

 11= : Product Code
 DNN : Date Code

RT7738LGE

 0Y= : Product Code
 DNN : Date Code

RT7738AGE

 12= : Product Code
 DNN : Date Code

RT7738HGE

 0Z= : Product Code
 DNN : Date Code

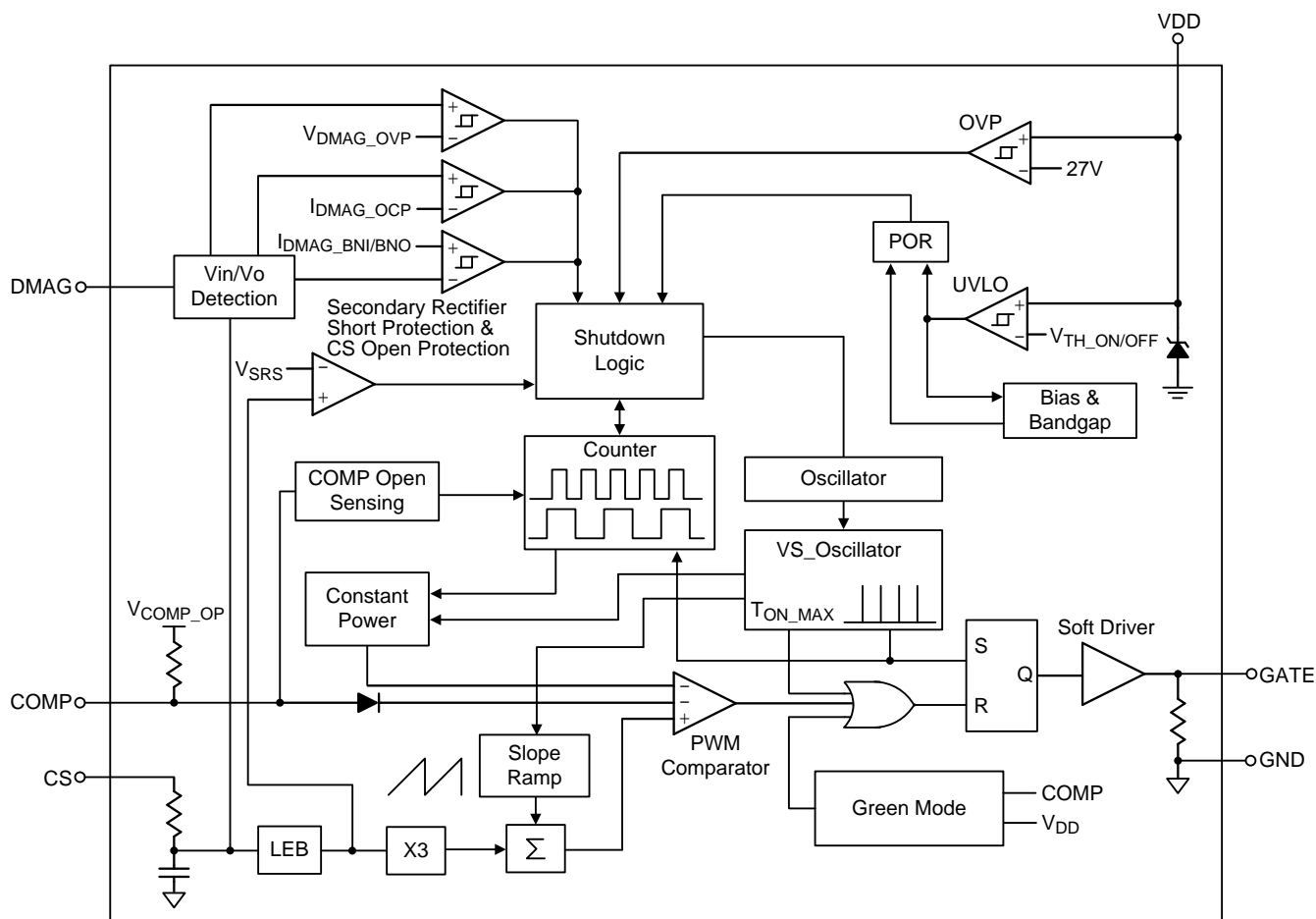
RT7738 版本表格

版本	RT7738G	RT7738L	RT7738A	RT7738H
頻率(fosc)	65kHz	65kHz	65kHz	100kHz
過載延遲時間@ fosc	60ms	60ms	30ms	39ms
內建 VDD 過壓保護	自動重啟	栓鎖	栓鎖	自動重啟
輸出電壓過壓保護	自動重啟	栓鎖	栓鎖	自動重啟
過載保護	自動重啟	自動重啟	栓鎖	自動重啟
次級側整流器短路保護	自動重啟	自動重啟	栓鎖	自動重啟
CS 腳位開路	自動重啟	自動重啟	栓鎖	自動重啟
大電容(Bulk Cap) 過電壓保護	自動重啟	自動重啟	自動重啟	自動重啟
內建過溫度保護	自動重啟	自動重啟	自動重啟	自動重啟

腳位功能描述

引腳編號		引腳名稱	引腳功能
SOT-23-6	TSOT-23-6		
1		GND	控制器的地端。
2		COMP	電壓回饋引腳。藉由光耦合器連結控制回路達到輸出調節。
3		DMAG	去磁引腳。藉由輔助線圈偵測輸入與輸出電壓訊號。
4		CS	電流感測引腳。電流感測電阻置於此引腳與地之間，用以設定電流限制。同時此引腳亦作為降頻模式之準位設定。
5		VDD	電源供應引腳。當VDD超過V _{TH_ON} ，控制器會開始動作，若低於V _{TH_OFF} ，控制器則停止動作。
6		GATE	柵極驅動輸出引腳。

功能區塊圖



操作資訊

多重模式脈衝寬度調變

RT7738為一多重模式脈衝寬度調變控制器，其內建一定頻振盪器，系統得操作於連續導通模式(CCM)。隨著負載降低進入不連續導通模式(DCM)，控制器之振盪器轉換為變頻控制之系統谷底切換(Valley Switching)模式。當負載更輕或空載時，控制器將進入綠能模式。RT7738內建多重控制模式得以優化系統工作於不同負載時之效能，達到系統能效升級之效益。

震盪器

內建65k/100kHz中心操作頻率及頻率抖動功能，提供更優化的電磁干擾(EMI)性能。並內建鋸齒波斜率補償、最大脈衝時間與過載保護。定義於fosc下之抖動範圍為Δf、抖動週期為T_{JIT}。為了得到較佳的效率，於輕載操作時，開關頻率將會進入綠能模式，其抖動範圍等比縮小、抖動週期亦等比增加。

前沿消隱

於電流感測引腳上，為了防止柵極訊號被切換產生的突波意外地中斷，當柵極訊號開啟時，前沿消隱延遲一段感測時間，避免突波使控制器誤偵測。

柵極驅動

為了改善低功率應用中電磁干擾與系統效率，RT7738嵌入圖騰式柵極驅動。當VDD非常低時，柵極驅動之下橋開關將被導通，用來預防在欠壓閉鎖時，外部功率開關意外地導通。

去磁引腳(DMAG)

去磁引腳藉由輔助線圈並聯分壓電阻得間接偵測輸入於大電容(Bulk Cap.)之電壓與輸出電壓。RT7738經由去磁引腳偵測之訊號，提供系統多元保護之功能，如：輸出過電壓保護、大電容Brown-in/Brown-out保護和大電容過電壓保護。

過載保護

長時間的逐週期電流限制將導致系統熱應力產生。為了進一步保護系統，RT7738內建特有的延長關閉週期技術，讓系統過載時，IC的功率損耗與熱應力平衡在一可接受的程度，直到故障移除。

CS 引腳開路保護

一旦CS引腳發生開路故障時，控制器將會於數個週期後關閉。

VDD 過壓保護

輸出電壓可粗略地藉由VDD引腳檢測，如檢測電壓達VOVP門檻，系統將在抗尖峰脈衝延遲後關閉。

回饋開路與光耦合器短路

當系統回饋開路與光耦合器短路時，有可能會觸發過電壓或過載保護，最後取決於哪個保護先啟動。

次級整流器短路保護

次級整流器短路時，因輸出電容放電至初級側，使得初級之尖峰電流極高，此時變壓器猶如漏感。尤其於高輸入電壓時，過載保護延遲時間內，流經MOSFET的電流極高。為了提供更好更容易的保護設計，RT7738偵測到次級整流器短路時，將於幾個週期之後關閉控制器。

輸出短路保護

RT7738藉由去磁引腳間接偵測之輸出訊號，實現快速輸出短路保護之功能。尤其在高輸入電壓時，發生短路保護時，功率損耗與熱應力將達到最小化。

最大額定值 (注釋一)

- 供應輸入電壓，電源供應引腳(VDD)到地----- -0.3V to 30V
- 柵極引腳(GATE)到地----- -0.3V to 16.5V
- 去磁引腳(DMAG)，電壓回饋引腳(COMP)，電流感測引腳(CS)到地----- -0.3V to 6.5V
- 功率耗散， $P_D @ T_A = 25^\circ\text{C}$
 - SOT-23-6 ----- 0.38W
 - TSOT-23-6 ----- 0.32W
- 封裝熱阻抗 (注釋二)
 - SOT-23-6, θ_{JA} ----- 260.7°C/W
 - TSOT-23-6, θ_{JA} ----- 305.1°C/W
- 接合點溫度 ----- 150°C
- 焊接溫度 (焊接，10 sec.) ----- 260°C
- 儲存溫度範圍 ----- -65°C to 150°C
- 靜電耐受度 (注釋三)
 - 人體放電模式 (HBM) ----- 2.5kV
 - 機械放電模式 (MM) ----- 250V

建議操作條件 (注釋四)

- 供應輸入電壓， V_{DD} ----- 12V to 25V
- 接合點溫度範圍 ----- -40°C to 125°C
- 環境溫度範圍 ----- -40°C to 85°C

電氣特性

($V_{DD} = 15V, T_A = 25^\circ\text{C}$, 除非另外指定)

參數	符號	測試條件	最小	典型	最大	單位	
VDD 部分							
VDD 過壓保護門檻	V_{OVP}		26	27	28	V	
啟動門檻電壓	V_{TH_ON}	RT7738G/L/H	13.5	14.5	15.5	V	
		RT7738A	15	16	17		
關閉門檻電壓	V_{TH_OFF}		8.5	9	9.5	V	
VDD 保持模式開始門檻電壓	V_{DD_ET}	$V_{COMP} < 0.85V$	9.5	10	10.5	V	
VDD 保持模式結束門檻電壓	V_{DD_ED}	$V_{COMP} < 0.85V$	10	10.5	11	V	
栓鎖箝位電壓	V_{DD_LH}		--	5.5	--	V	
解栓鎖之門檻電壓	V_{LH_OFF}		--	5	--	V	
啟動電流	I_{DD_ST}	$V_{DD} < V_{TH_ON} - 0.1V$, $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	--	--	3	μA	
栓鎖操作電流	I_{DD_LH}	$T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	RT7738G/L/H	--	--	10	μA
			RT7738A	--	--	12	
操作供應電流	I_{DD_OP1}	柵極引腳開路， $V_{COMP} = 1.8V$	--	1.8	--	mA	
操作供應電流	I_{DD_OP2}	柵極引腳開路， $V_{COMP} = 1.4V$	--	1.4	--	mA	

參數	符號	測試條件	最小	典型	最大	單位	
I _{DD} 下抽電流	I _{DD_} ARP	於自動重啟期間 T _A = -40°C to 85°C	400	550	700	μA	
震盪器部分							
標準脈衝寬度調變頻率	f _{PWM}	V _{COMP} > V _{BS_ET}	RT7738G/L/A	60	65	70	kHz
			RT7738H	92	100	108	
最大導通時間	T _{ON_MAX}	V _{COMP} = V _{COMP_OP} ; f _{OSC} = 65kHz		--	11.6	--	μs
		V _{COMP} = V _{COMP_OP} ; f _{OSC} = 100kHz		--	7.5	--	
綠能模式之最小頻率	f _{GM_MIN}	V _{COMP} < V _{GM_ED}	RT7738G/L/A	--	22.5	--	kHz
			RT7738H	--	25	--	
脈衝寬度調變之抖頻範圍	Δf		--	±6	--	%	
脈衝寬度調變之抖頻週期	T _{JIT}	f _{PWM} = 65kHz		--	16	--	ms
		f _{PWM} = 100kHz		--	10.4	--	
頻率變動程度對 V _{DD} 之誤差	f _{DV}	V _{DD} = 9V to 23V	--	--	2	%	
頻率變動程度對溫度之誤差	f _{DT}	T _A = -30°C to 105°C	--	--	5	%	
回饋電壓引腳(COMP)部分							
開路電壓	V _{COMP_OP}	回饋電壓引腳開路	2.5	--	--	V	
回饋電壓引腳的短路電流	I _{ZERO}	V _{COMP} = 0V	--	0.125	--	mA	
回饋電壓引腳開路之保護延遲時間	T _{OLP}	f _{PWM} = 65kHz	RT7738G/L	--	60	--	ms
		f _{PWM} = 65kHz	RT7738A	--	30	--	
		f _{PWM} = 100kHz	RT7738H	--	39	--	
進入綠能模式門檻電壓	V _{GM_ET}		--	1.75	--	V	
結束綠能模式門檻電壓	V _{GM_ED}	RT7738G/L/A	--	1.6	--	V	
		RT7738H	--	1.55	--		
輸出短路之保護延遲時間	T _{D_} OSP	f _{PWM} = 65kHz ; RT7738G/L/A		--	16	--	ms
		f _{PWM} = 100kHz ; RT7738H		--	10.4	--	
電流感測(CS)部分							
電流限制之最大值	V _{CS_MAX}		0.39	0.4	0.41	V	
前沿消隱時間	T _{LEB}		350	450	550	ns	
次級整流器短路保護門檻電壓	V _{SRSP_TH}	RT7738G/L/A	0.8	0.9	1.0	V	
		RT7738H	1.0	1.1	1.2		
最大軟啟動時間	T _{SS}	RT7738G/L/A	--	16	--	ms	
		RT7738H	--	10.4	--		
柵極引腳(GATE)部分							
上升沿時間	T _R	C _L = 1nF	--	250	--	ns	
下降沿時間	T _F	C _L = 1nF	--	40	--	ns	
柵極輸出箝位電壓	V _{CLAMP}	V _{DD} = 23V	--	13	--	V	

參數	符號	測試條件	最小	典型	最大	單位
去磁引腳(DMAG)部分						
去磁引腳過電壓保護門檻電壓	V _{DMAG_OVP}		2.45	2.5	2.55	V
去磁引腳過電壓保護前遮蔽時間	T _{BK_OVP}	V _{CS} = 0.36V	--	3.7	4	μs
去磁引腳過電流保護門檻電流	I _{DMAG_OCP}		--	600	--	μA
去磁引腳啟動門檻電流	I _{DMAG_BNI}		--	145	--	μA
去磁引腳欠電流保護門檻電流	I _{DMAG_BNO}		--	132	--	μA
去磁引腳欠電流保護延遲時間	T _{D_BNO}	f _{PWM} = 65kHz	--	16	--	ms
		f _{PWM} = 100kHz				
過溫度保護部分						
開機前過溫度保護	T _{OTP_INTH}	晶片內之過溫度保護 (注釋五)	--	130	--	°C
開機後過溫度保護	T _{OTP_STTH}	晶片內之過溫度保護 (注釋五)	--	140	--	°C

注釋一： 元件應力若超過所列的“絕對最大額定值(Absolute Maximum Ratings)”可能會導致永久性的損壞。不僅應力額定值，元件功能操作於這些或任何其它情況下，超過規格所標明的操作部分則不被包含在內。長時間操作在絕對最大額定值時，會對產品的可靠度造成影響。

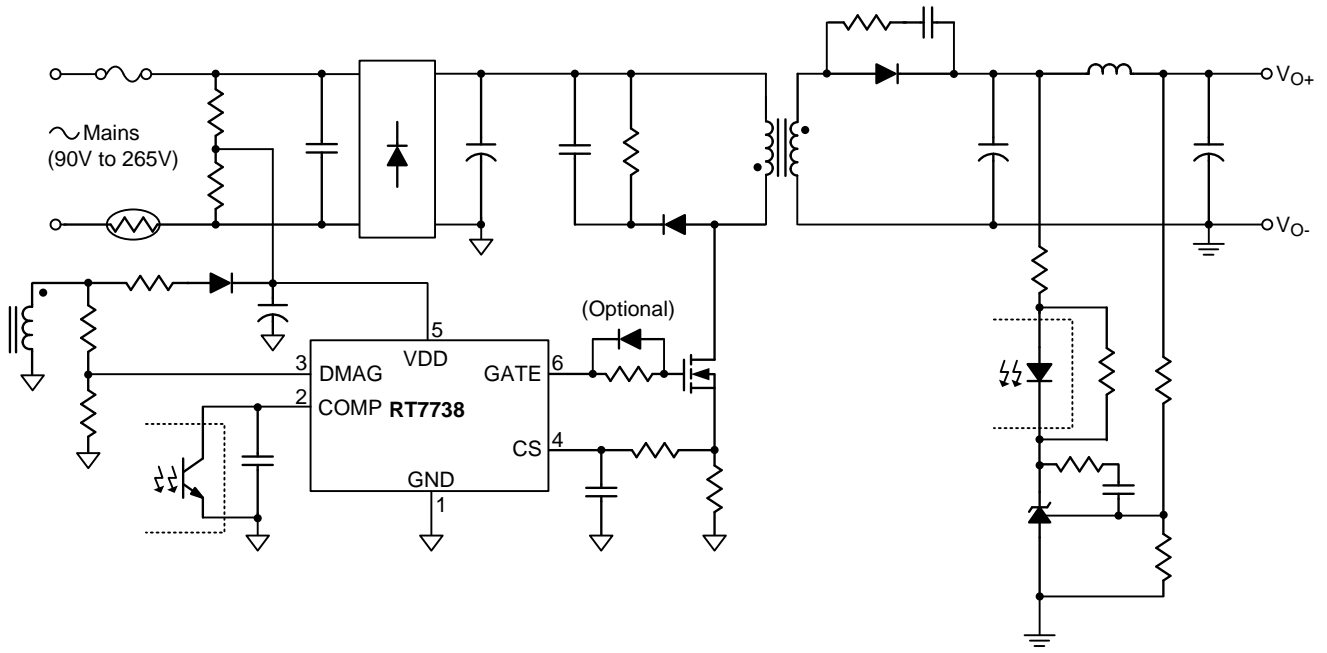
注釋二： θ_{JA} 是在 T_A 為 25°C 自然對流（靜止空氣中）下，並將元件安裝於符合 JEDEC 51-3 熱計量標準之低導熱係數測試板上所測得。

注釋三： 組件易受 ESD 影響，建議裝卸謹慎。

注釋四： 此元件不保證其操作條件以外的功能。

注釋五： 為設計保證。

典型應用電路



應用資訊

RT7738為一多重模式脈衝寬度調變之返馳式轉換控制器。系統依據負載條件反應至控制器回饋引腳，控制器將自動轉換於定頻連續導通模式(CCM)及谷底切換變頻操作模式。隨著負載降低，控制器隨之進入綠能模式、突發模式(Burst Mode)及VDD保持模式。RT7738自動化多重控制模式切換，以優化系統工作於不同負載時之效能。面對日益嚴苛之能效要求，RT7738提供產品研發設計者最佳返馳式轉換控制器選擇。

可編程傳輸延遲時間補償功能

RT7738提供可編程傳輸延遲時間補償功能。當系統開關晶體導通時，此時輔助繞組電壓為負壓，RT7738電壓箝位電路會輸出箝位電流將去磁引腳(DMAG)電壓箝位於零伏，且此箝位電流正比於輸入電壓，如圖1所示。RT7738透過增益比例於電流感測(CS)引腳輸出傳輸延遲補償電流，產品研發設計者可透過調整傳輸延遲補償電阻(RPDC)方式，補償不同輸出電壓所造成傳輸延遲誤差，達到系統高低壓輸入下維持相同之輸出電流、準確過載保護之目的。

電源工程師一開始設計得以RPDC為470Ω、CRC為100pF作為初始傳輸延遲時間補償之設定。如圖2所示，系統高低壓輸入下維持相同之輸出電流乃為所冀，如曲線(1)。傳輸延遲時間會因系統變壓器感量、開關晶體寄生電容值、開關晶體閘極上串聯電阻值.....等系統元件設計不同而使過載保護曲線於不同高低壓輸入而有所不同。若過載保護曲線如曲線(2)所示，得透過微調RPDC阻值增加作調整；若過載保護曲線如曲線(3)所示，得透過微調CRC容值增加作調整。電源工程師得透過傳輸延遲時間補償之設定調整RPDC及CRC以優化過載保護曲線，使過載保護曲線於不同高低壓輸入下維持相同之輸出電流。

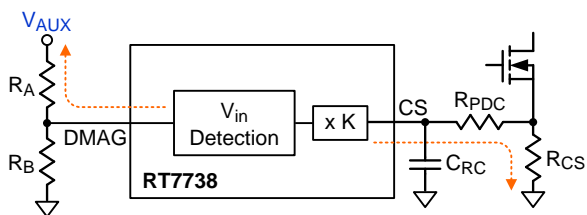


圖1. 傳輸延遲時間補償功能方塊圖

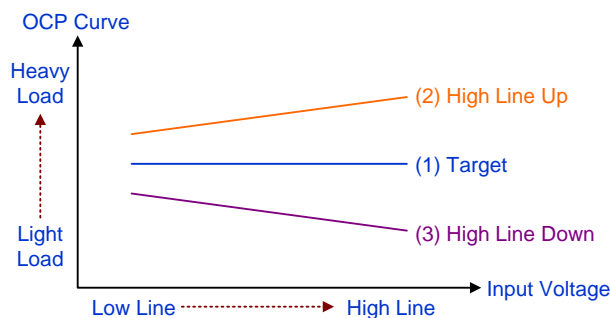


圖2. 過載保護曲線示意圖

智慧型抖頻技術(SmartJitter™)

常見的脈衝寬度調變控制器，會依據回饋電壓VCOMP，來達成綠能提升系統能效之功能。

輸出功率可表示為：

$$P_{O_DCM}(V_{COMP}) = \frac{1}{2} \times L_p \times \left(\frac{x_1 \times V_{COMP}}{R_{CS}} \right)^2 \times f_s(V_{COMP}) \times \eta$$

其中，Lp為變壓器之磁化電感；RCS為電流感測電阻；VCOMP為COMP引腳之回饋電壓；fs為功率開關的切換頻率；η為系統轉換效率以及x1為常數係數。

輸出功率為VCOMP回饋電壓的一個函數。於常見的PWM控制器中，頻率抖動功能通常是為了改善電磁干擾的問題，然而，頻率抖動範圍是取決於PWM的開關頻率。

當系統進入降頻模式，回饋電壓VCOMP、PWM開關頻率與輸出功率的關係式，在控制器及系統回授環路的閉迴路控制下操作至另一個新的穩定點。此新的穩定點會受到回饋電壓VCOMP、PWM開關頻率交互影響，而限制了抖頻的範圍，改善電磁干擾的功能亦因此打了折扣，如圖3所示。

RT7738系列應用立錡科技公司所有之智慧型抖頻技術。創新的抖頻技術，不僅改善於綠能模式下，切換式電源產生之電磁干擾，也消除了輸出抖頻紋波。

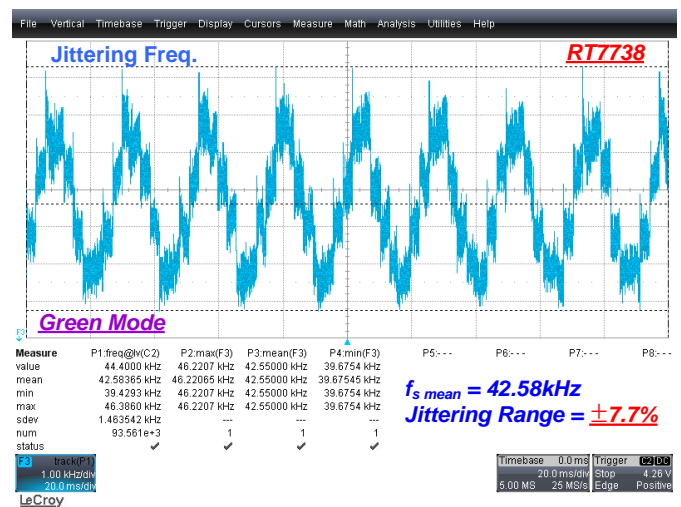
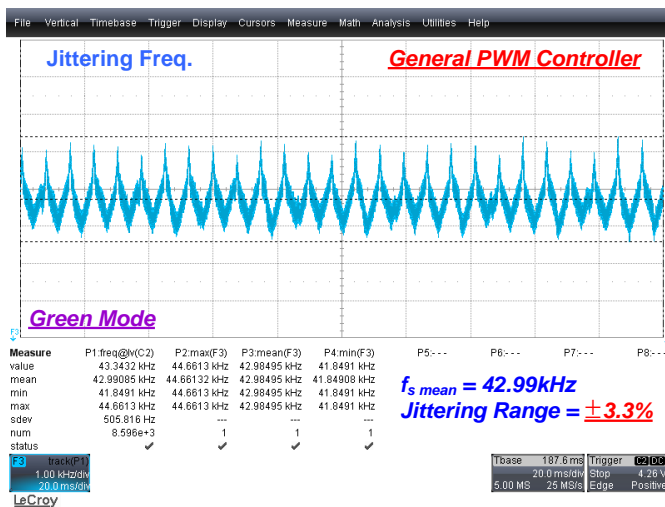
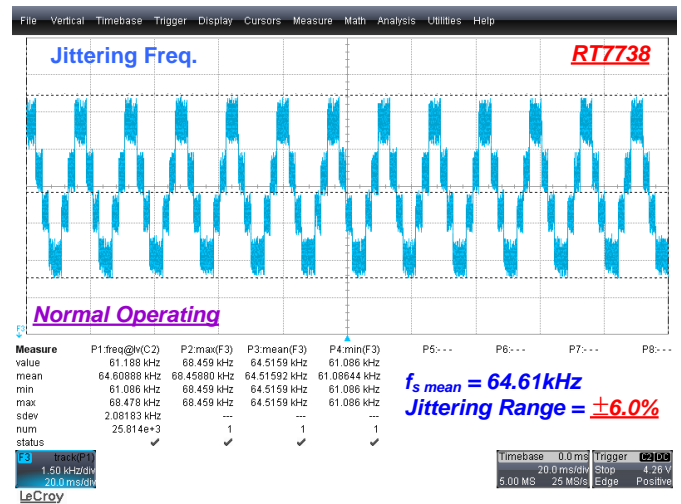
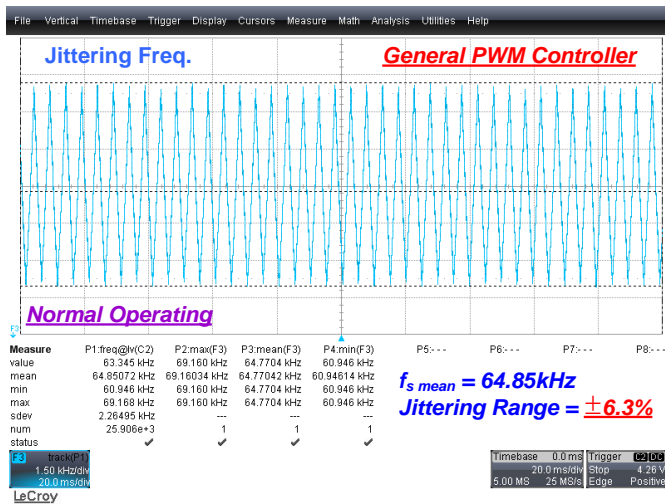


圖 3 綠能模式下之抖頻範圍：一般 PWM 控制器與 RT7738

去磁(DMAG)引腳電阻值設計

當系統開關晶體導通時，此時輔助繞組電壓為負壓，RT7738 電壓箝位電路會輸出箝位電流將去磁引腳電壓箝位於零伏，且此箝位電流正比於輸入電壓。RT7738 內建去磁引腳啟動門檻電流(I_{DMAG_BNI})、去磁引腳欠電流保護門檻電流(I_{DMAG_BNO})及去磁引腳過電流保護門檻電流(I_{DMGA_OCP})。設計者得透過去磁引腳電阻R_A及R_B設計，如圖4所示，得以間接設計大電容(Bulk Capacitor) Brown-in (V_{Bulk_Brown-in})、Brown-out (V_{Bulk_Brown-out})及過壓(V_{Bulk_OVP})保護。

$$R_A = \frac{V_{Bulk_Brown-in} \times N_A}{N_P \times I_{DMAG_BNI}}$$

RT7738 去磁引腳啟動門檻電流、去磁引腳欠電流保護門檻電流及去磁引腳過電流保護門檻電流為內建，而箝位電流正比於輸入電壓。故偵測大電容之輸入電壓

Brown-in、Brown-out及過壓保護當其中一項之保護電壓設定後，另二項保護電壓亦成比例設定完成。

大電容之輸入電壓Brown-out電壓(V_{Bulk_Brown-out})為：

$$V_{Bulk_Brown-out} = \frac{V_{Bulk_Brown-in} \times I_{DMAG_BNO}}{I_{DMAG_BNI}}$$

大電容之輸入電壓過壓保護電壓(V_{Bulk_OVP})為：

$$V_{Bulk_OVP} = \frac{V_{Bulk_Brown-in} \times I_{DMAG_OCP}}{I_{DMAG_BNI}}$$

當系統開關晶體截止時，藉由變壓器輔助繞組與二次側圈比之比例，加上輔助繞組上串接電阻R_A及R_B，去磁引腳透過R_A及R_B分壓得間接偵測輸出電壓目前狀況，如圖4所示。RT7738內建去磁引腳過壓(V_{DMAG_OVP})保護機制，設計者得透過此保護機制間接設計輸出電壓過壓保護(V_{O_OVP})：

$$R_B = \frac{V_{DMAG_OVP} \times R_A}{N_A \times (V_{O_OVP} + V_F) - V_{DMAG_OVP}} \times N_S$$

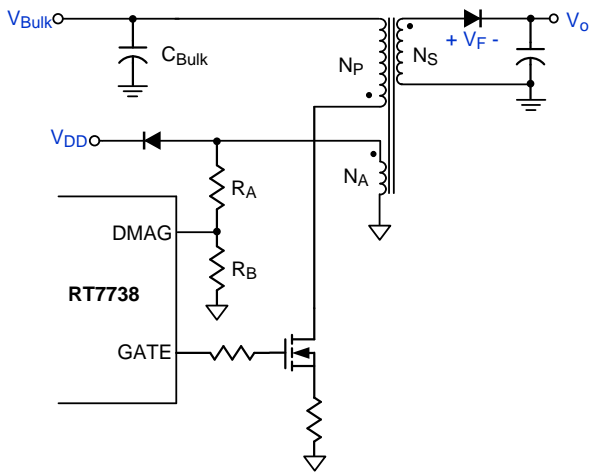


圖 4. 去磁引腳電阻值設計

主動式消隱時間

當系統開關晶體截止時，變壓器之漏感與一次側線圈尖峰電流會感應出震盪波形於去磁腳位上，如圖 5 所示。此震盪波形會使得去磁引腳誤觸過壓(V_{DMAG_OVP})保護機制，間接降低設計者得透過此保護機制間接設計輸出電壓過壓保護(V_{O_OVP})之準確度，亦可能導致控制器操作於不穩定的狀態下。隨著負載增加，此震盪之回覆時間亦隨之變長。因此，RT7738 提供主動式消隱時間

(Adaptive Blanking Time)以避去磁引腳誤觸過壓保護機制。消隱時間(T_{BK_OVP})會隨著尖峰感測電流準位(V_{CS_PK})變動。消隱時間可經由下列公式計算得到：

$$T_{BK_OVP} = 1\mu s + V_{CS_PK} \times 7.5(\mu s/V)$$

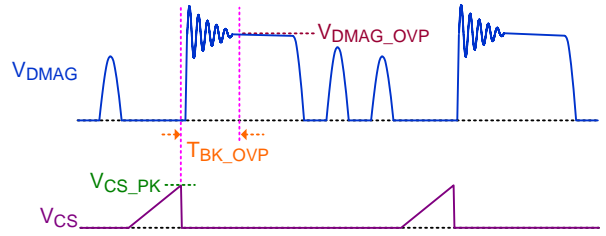


圖 5. 於去磁腳位上之震盪波形

啟動電路

於效率優化的前提下，建議將啟動電路與洩放電阻相互連接。如此，可更加省電，並快速地重置栓鎖保護狀態。圖 6 顯示了 I_{DD} 平均電流 I_{DD_Avg} 與洩放電阻 R_{Bleeding} 關係曲線。設計者可根據曲線去設計足夠的洩放電阻值。當系統進入打嗝模式(Hiccup)之後，為了延長關閉週期，並最小化功耗與熱耗，於進入自動重啟保護期間，控制器會下抽一微小電流 I_{DD_ARP}。因此，最高輸入電壓之啟動電流必需小於 I_{DD_ARP} (I_{DD_ARP}(min) = 400μA)。否則，一旦控制器進入自動重啟保護，V_{DD} 電容上的電壓將不會被 I_{DD_ARP} 拉至 V_{TH_OFF} 而重新開機，控制器的行為模式就會像進入栓鎖保護，或是觸發 V_{DD} 的 SCR。

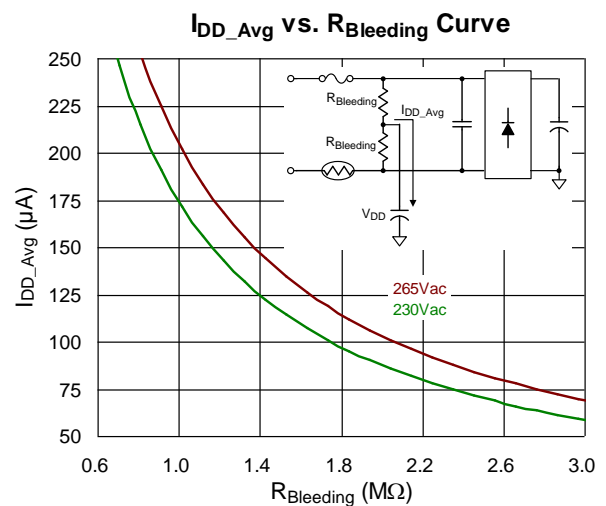
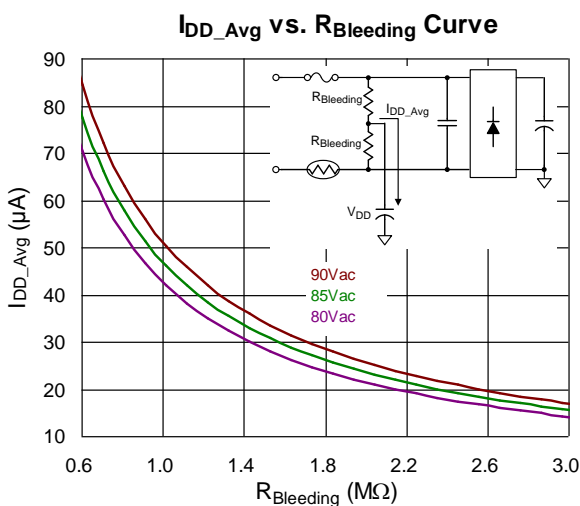


圖 6. I_{DD_Avg}與R_{Bleeding}關係曲線

自動重啟模式下 VDD 放電時間分析

圖7 顯示在自動重啟保護下，VDD與VGATE的波形圖(範例：過載保護)。在此模式，啟動電阻、VDD下抽電流與VDD並聯電容會影響重新啟動時間，而VDD引腳的放電時間 $t_{D_Discharge}$ 可由下列式子計算之：

$$t_{D_Discharge} = \frac{C_{VDD} \times (V_{DD_DIS} - V_{TH_OFF})}{I_{DD_ARP} - I_{ST}}$$

其中， C_{VDD} 為VDD並聯電容； V_{DD_DIS} 為進入自動重啟模式時，VDD當時的電壓； V_{TH_OFF} (典型為9V)為控制器欠電壓閉鎖門檻；而 I_{DD_ARP} (典型為550 μ A)為進入自動重啟模式時，VDD引腳的下抽電流； I_{ST} 為電源系統所設計之啟動電流。

注意：在最高輸入電壓條件下，啟動電流須設計小於 I_{DD_ARP} ，否則在自動重啟保護時，VDD會無法下降至 V_{TH_OFF} 來啟動下一個啟動週期，因而系統的行為模式會類似於栓鎖保護。

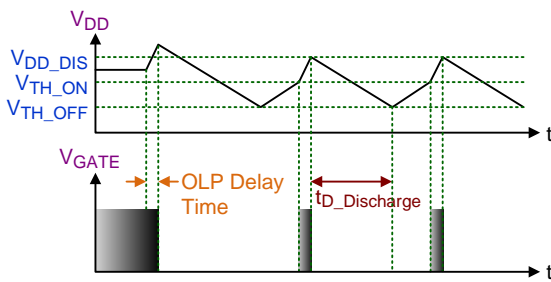


圖 7. 自動重啟模式(範例：過載保護)

VDD保持模式

VDD保持模式主要被設計在系統操作於輕載、空載或是負載瞬間變化的條件下，避免VDD掉至關閉門檻電壓 V_{TH_OFF} 。VDD保持模式有助於降低啟動電阻損耗，並達到規格上的啟動時間要求。同時亦使得輔助偏壓繞阻與暫態響應易於設計。相較於突發模式，VDD 保持模式會有較多的開關切換。因此，強烈地建議，當系統操作於輕載或空載下，應避免進入 VDD 保持模式。

輸出短路保護

RT7738藉由去磁引腳間接偵測輸出電壓與延遲時間(T_{D_OSP})，達到輸出短路保護機制。可將進入輸出保護後的輸入功耗減至最小，尤其于高輸入電壓下，特別顯著。

柵極電阻

圖8顯示典型應用電路中， R_G 主要用來緩和柵極驅動回路所產生的振鈴突波。所以應用系統中， R_G 的值必需要考慮到電磁干擾與效率後適當地選擇。

RT7738內建一放電電阻 R_{ID} 並聯於柵極引腳上，預防MOSFET發生任何不確定情況。一旦柵極引腳與MOSFET柵極端斷路，於漏極與柵極寄生電容 C_{GD} 之殘餘能量，就會釋放至柵極與源極寄生電容 C_{GS} ，MOSFET可能因此被誤觸發，造成MOSFET的損壞。因此，建議於MOSFET柵極端與地端之間增加外部放電電阻 R_{ED} ，使漏極與柵極寄生電容 C_{GD} 之殘餘能量藉由外部電阻放電，避免MOSFET被誤觸發。

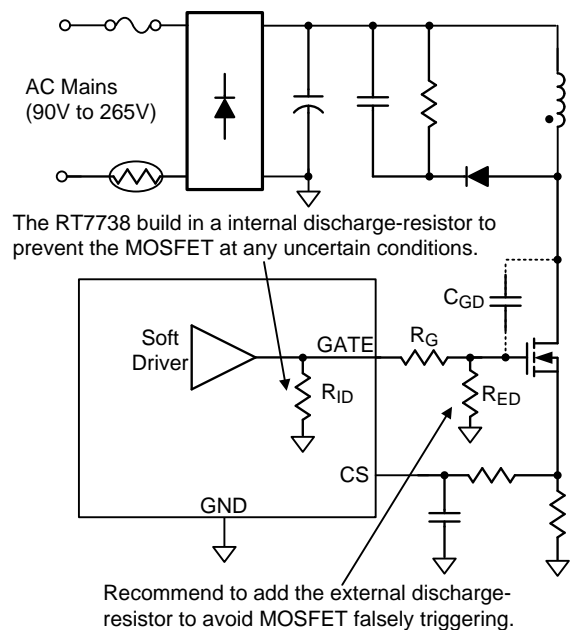


圖 8. 柵極電阻應用說明

回饋電阻

減低並聯於光耦旁之電阻損耗可提高輕載效率，如圖9所示。由於小回饋電阻電流、並聯穩壓器(Shunt Regulator)的選擇(例如:TL-431)與並聯穩壓器其最小調節電流間的設計必須小心考慮，確保在較小的陰極電流下並聯穩壓器也能正常調節輸出電壓。

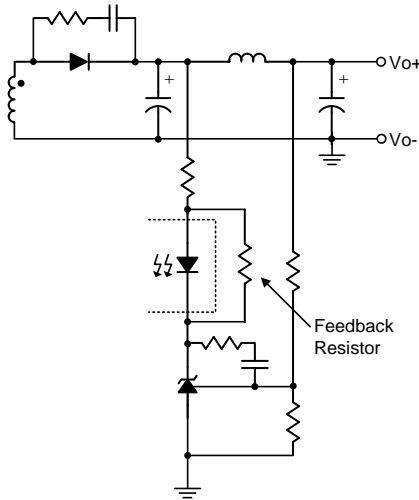


圖9. 回饋電阻示意

各引腳之負壓突波

當控制器引腳發生負壓(<0.3V)時，可能造成負壓電流注入基板並破壞控制器或電路被誤觸發。舉例來說，於電流感測引腳(CS)上的負突波電壓有可能來自不良的電路板佈局，或是電感性電流感測電阻。因此，建議增加R-C濾波器，避免電流感測引腳損壞，如圖10所示。於電路設計時，適當的電路板佈局和元件選擇，皆必須經過詳細規劃與思量。

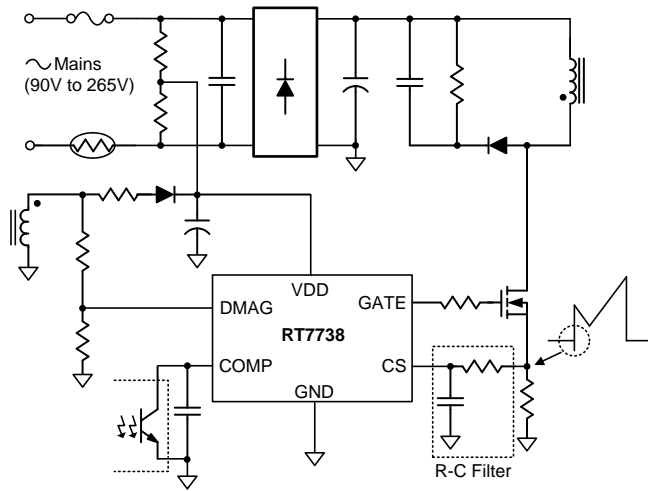


圖 10. R-C 濾波器於 CS 引腳

過溫度保護(OTP)

RT7738提供內部OTP功能，以保護控制器本身遭受熱應力造成永久性破壞。不建議此功能使用於精確的過溫度控制。

當IC啟動後於開關切換前會先偵測控制器其周溫OTP是否低於設定值T_{OTP_INTH} (典型值為130°C)，若控制器周溫高於T_{OTP_INTH}則控制器會進入保護狀態，控制器將無

任何開關切換訊號輸出。若控制器周溫低於T_{OTP_INTH}則控制器可正常開機運作，控制器於開關切換訊號輸出後OTP準位自動轉態設定為T_{OTP_STTH}(典型值為140°C)。即控制器正常開機後OTP保護點為T_{OTP_STTH}，當控制器週溫過高觸發OTP後，控制器進入保護機制，控制器即會關閉，直到溫度下降；同時，如果VDD達到關閉門檻電壓V_{TH_OFF}，控制器將會進入打嗝模式直到過溫度故障條件移除，控制器周溫低於T_{OTP_INTH}，控制器才能再正常運作。

熱的考慮

於連續操作下，切勿超過最大絕對接面溫度。最大功率耗散將取決於IC封裝熱阻、電路板佈局、周圍環境的對流速度和接面與環境之間的溫差。最大功率耗散可由下式得之：

$$P_{D(MAX)} = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$$

其中，T_{J(MAX)}為最大接面溫度，T_A為環境溫度以及θ_{JA}為接面到環境之間的熱阻抗。

建議的操作條件規格，最大接面溫度為125°C。接面至環境的熱阻抗θ_{JA}取決於電路板佈局。以SOT-23-6封裝來說，於JEDEC 51-3量測標準的單層導熱性測試板上量測，其熱阻抗為260.7°C/W。以TSOT-23-6封裝來說，於JEDEC 51-3量測標準的單層導熱性測試板上量測，其熱阻抗為305.1°C/W。於25°C之最大功率耗散即可被計算出：

$$P_{D(MAX)} = (125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) / (260.7^{\circ}\text{C}/\text{W}) = 0.38\text{W for SOT-23-6 封裝}$$

$$P_{D(MAX)} = (125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) / (305.1^{\circ}\text{C}/\text{W}) = 0.32\text{W for TSOT-23-6 封裝}$$

在固定T_{J(MAX)}與熱阻抗θ_{JA}下，最大功率耗散將依據環境操作溫度來決定。圖11為減額曲線，提供設計者瞭解環境溫度升高對最大功率耗散的影響。

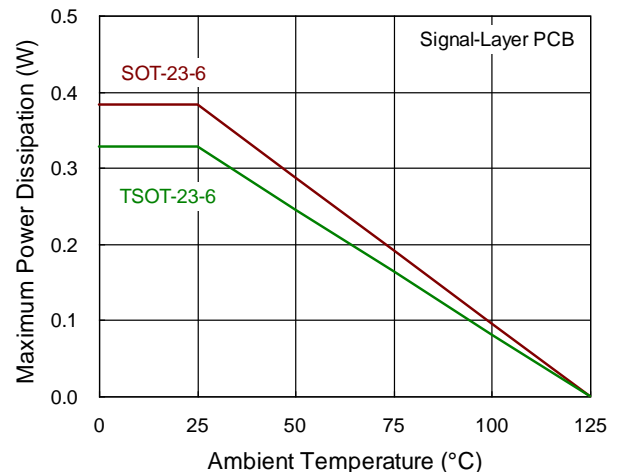


圖11. 最大功率耗散之減額曲線

電路板佈局的考慮

於切換式電源供應器中，良好的電路板佈局可減輕未知雜訊干擾以及電磁干擾問題。當你想要設計一個切換式電源供應器，請參閱圖 12 及以下電路板佈局的設計準則。

- ▶ 電流路徑(1)經過大型電容，變壓器，MOSFET，電流感測電阻最後回到電容，這是一條高頻的電流回路。勢必要盡可能地越短越好，如此可降低雜訊的耦合，並且要遠離其它較低電壓的走線，尤其是IC控制電路的路徑。
- ▶ 路徑(2)為RCD鉗位元吸收電路，這也是高頻的電流回路。儘量地讓它越短越好。

- ▶ 將大型電容(a)，MOSFET(b)，輔助繞阻(c)和IC控制電路(d)的地回路路徑分開，可減少雜訊、輸出紋波和電磁干擾的問題。然後將地回路路徑在大型電容端(a)連接再一起。這些地路徑的面積必須要夠大。
- ▶ 放置旁路電容時，應盡可能的接近IC。
- ▶ 為了減少走線的寄生電感與電磁干擾，次級側繞阻，輸出二極體與輸出濾波電容之回路走線距離應該越短越好。此外，二極體陽極端與陰極端的銅面積要夠大，易於散熱。

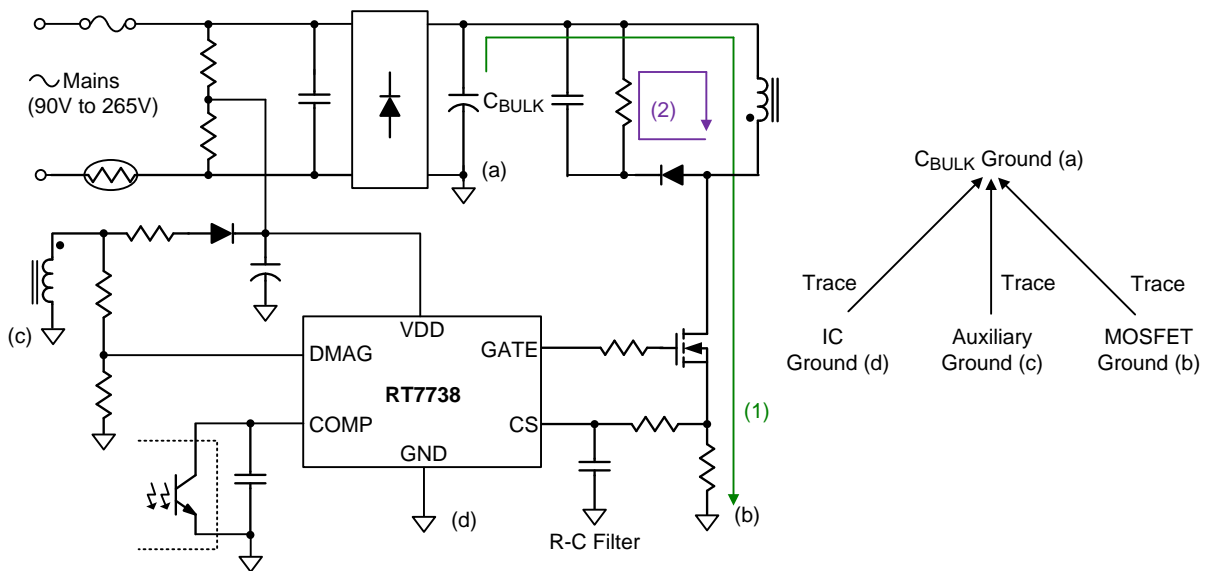
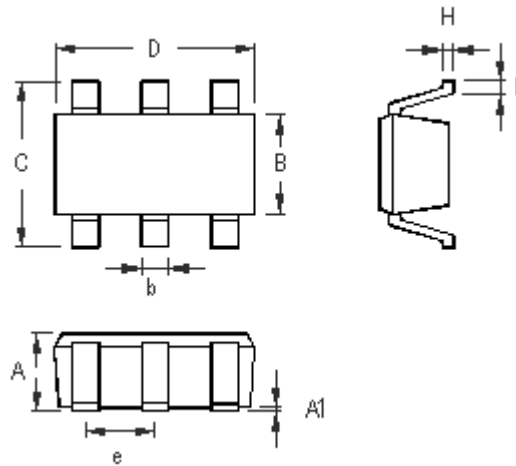


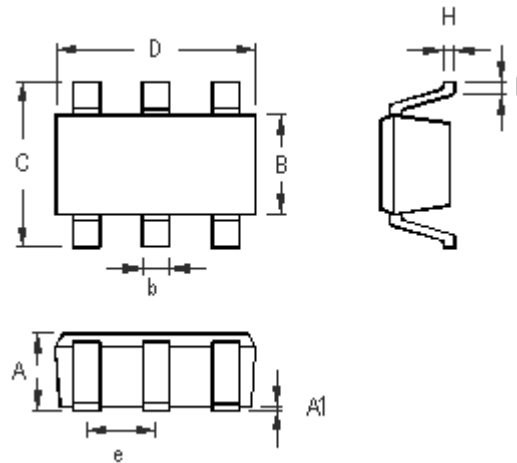
圖 12. 電路板佈局設計準則

外型尺寸



符號	尺寸 (mm)		尺寸 (inch)	
	最小	最大	最小	最大
A	0.889	1.295	0.031	0.051
A1	0.000	0.152	0.000	0.006
B	1.397	1.803	0.055	0.071
b	0.250	0.560	0.010	0.022
C	2.591	2.997	0.102	0.118
D	2.692	3.099	0.106	0.122
e	0.838	1.041	0.033	0.041
H	0.080	0.254	0.003	0.010
L	0.300	0.610	0.012	0.024

SOT-23-6 表面鑲嵌封裝



符號	尺寸 (mm)		尺寸 (inch)	
	最小	最大	最小	最大
A	0.700	1.000	0.028	0.039
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
B	1.397	1.803	0.055	0.071
b	0.300	0.559	0.012	0.022
C	2.591	3.000	0.102	0.118
D	2.692	3.099	0.106	0.122
e	0.838	1.041	0.033	0.041
H	0.080	0.254	0.003	0.010
L	0.300	0.610	0.012	0.024

TSOT-23-6 表面鑲嵌封裝

Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: (8863)5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.

Copyright © 2014 Richtek Technology Corporation. All rights reserved. **RICHTEK** is a registered trademark of Richtek Technology Corporation

www.richtek.com

DS7738-P00 April 2014

Datasheet Revision History

Version	Date	Item	Description
P00	2014/04/08		First Edition