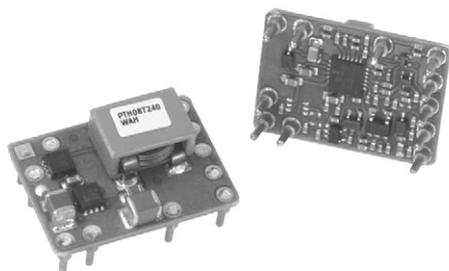


# 0.69V~5.5V/10A出力、4.5V~14V入力対応 非絶縁型パワー・モジュール (with TurboTrans™テクノロジー)

## 特長

- 最大出力電流：10A
- 入力電圧：4.5V ~ 14V
- 広い出力電圧調整範囲：0.69V ~ 5.5V
- 総合出力電圧変動：±1.5%
- 高い電力変換効率：最大 96%
- 出力過電流保護（ラッチなし、自動復帰）
- 動作温度範囲：-40°C ~ 85°C
- 安全規格：
  - UL60950、CSA 22.2 950、EN60950 VDE（認定待ち）
- on/off制御機能
- 差動出力電圧リモート・センス
- 調整可能な低電圧ロックアウト機能
- Auto-Track™シーケンス機能
- セラミック・コンデンサ・バージョン（PTH08T241Wのみ）
- TurboTrans™テクノロジー
- 超高速過渡動作対応設計  
最大300A/μs
- SmartSyncテクノロジー



## アプリケーション

- 複雑な複数電圧システム
- マイクロプロセッサ
- バス・ドライバ

## 概要

PTH08T240/241Wは10Aの出力電流定格を有する非絶縁型ハイパフォーマンス・パワー・モジュールです。このモジュールはフットプリントが小型化され、機能が強化されたPTHパワー・モジュール・シリーズの第2世代品です。PTH08T241Wはセラミック・コンデンサが使用されることに最適化されています。

4.5V~14Vの入力電圧レンジで動作し1個の抵抗を使用して出力電圧を0.69V~5.5Vの任意の値に設定できます。また広い入力電圧に対応しており、電圧設定がゆるやかな8V~12Vの中間配電バスを使用する高度なコンピューティング・アプリケーションやサーバ・アプリケーションに最適です。更に中間配電バスとして5V、8V、または12Vに厳密に設定されたアーキテクチャが適用される場合においても動作を可能とし、設計の柔軟性が向上しています。

このモジュールには、さまざまな機能が内蔵されています。シャットダウン機能は出力過電流および過熱時等のほとんどの負荷障害に対する保護を実現します。また差動出力電圧リモート・センス機能は厳しい要求電圧精度を実現します。更に調整可能な低電圧ロックアウト機能により起動電圧のしきい値をカスタマイズすることができます。Auto-Track™シーケンス機能は同時に複数のモジュールの起動・停止を非常に簡単に行えます。

PTH08T240/241WにはTurboTrans™とSmartSyncの新しいテクノロジーが内蔵されています（特許出願中）。TurboTrans 機能はモジュールの過渡応答を最適化すると同時に、電圧精度の仕様を満たすために必要な外部出力コンデンサ数を減らします。更に所定の出力コンデンサ数を使用する場合においてTurboTransを使用することでピーク電圧変動を減少させモジュールの過渡応答を大幅に改善します。SmartSyncを使用すると複

Auto-Track、TMS320は、テキサス・インスツルメンツの登録商標です。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては何なる責任も負いません。

数のモジュール間のスイッチング周波数を同期できます。その結果EMIノイズ対策を簡素化し、また入力コンデンサに要求される許容リップル電流値を緩和することができます。このモジュールは両面基板に表面実装されているため低背で高密度実装を実現できます。パッケージ・オプションには、スルーホール実装と表面実装の2種類があり、どちらも鉛(Pb)フリーおよびRoHS指令に準拠しています。

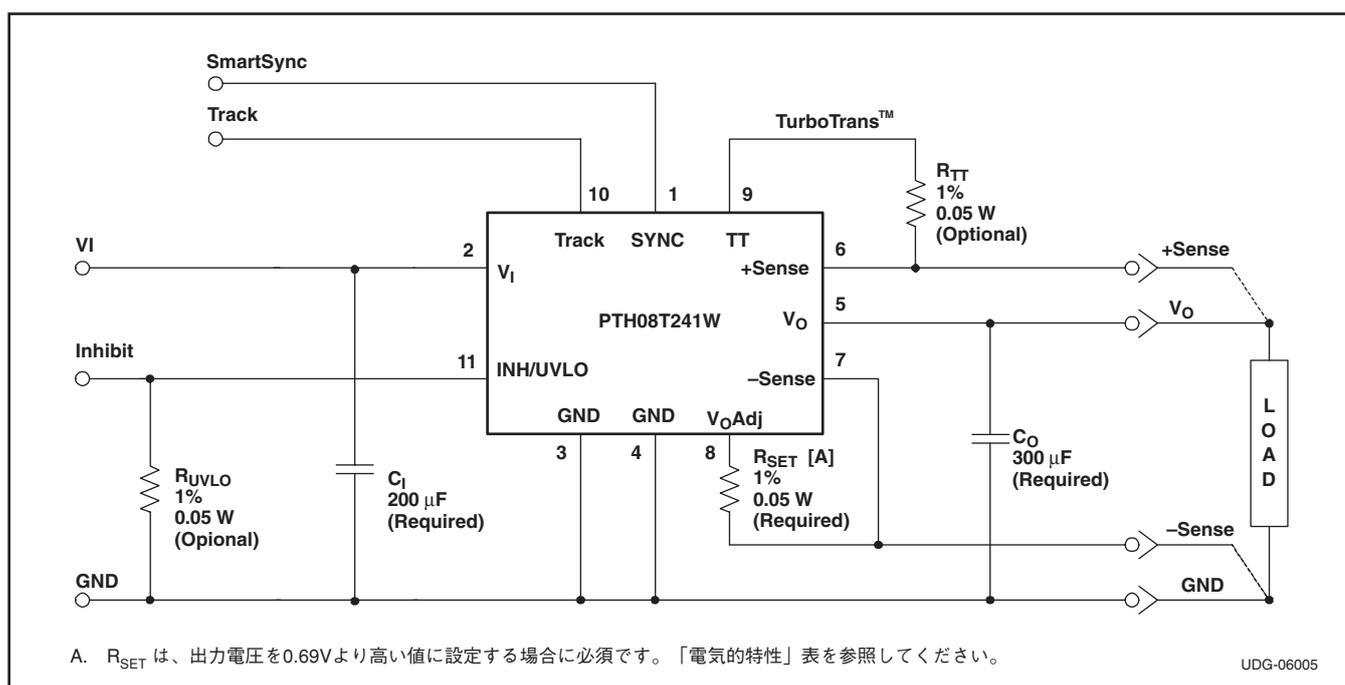
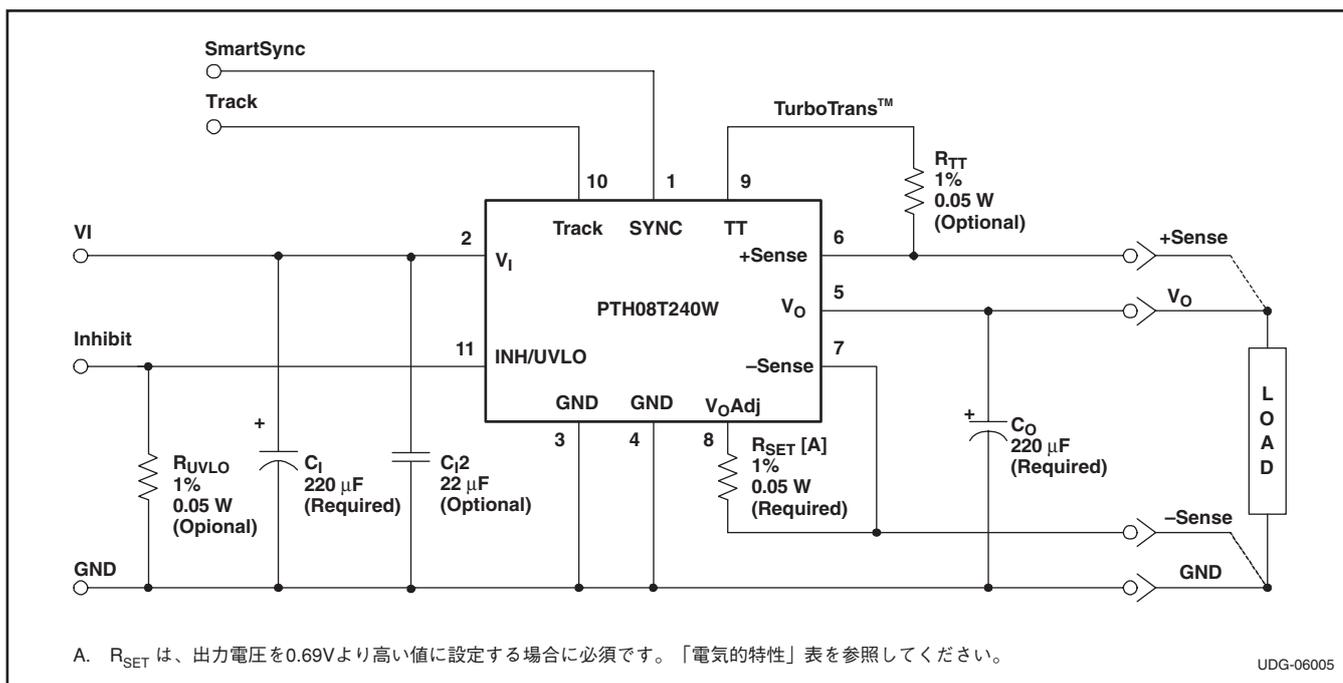


## 静電気放電対策

これらのデバイスは、限定的なESD（静電破壊）保護機能を内蔵しています。保存時または取り扱い時に、MOSゲートに対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡しておくか、デバイスを伝導性のフォームに入れる必要があります。

## ご発注の手引き

最新のパッケージ情報と発注情報については、このデータシートの末尾にある「付録：パッケージ・オプション」を参照するか、[www.ti.com](http://www.ti.com)、または[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp)にあるTIのWebサイトを参照してください。



## 環境定格と絶対最大定格

(電圧はGNDを基準)

				UNIT
$V_{Track}$	Track pin voltage			-0.3 to $V_I + 0.3$ V
$T_A$	Operating temperature range	Over $V_I$ range		-40 to 85
$T_{wave}$	Wave soldering temperature	Surface temperature of module body or pins for 5 seconds maximum.	suffix AH	235
			suffix AD	260
$T_{reflow}$	Solder reflow temperature	Surface temperature of module body or pins	suffix AS	235 <sup>(1)</sup>
			suffix AZ	260 <sup>(1)</sup>
$T_{stg}$	Storage temperature			-40 to 125
	Mechanical shock	Per Mil-STD-883D, Method 2002.3 1 msec, 1/2 sine, mounted	suffix AH & AD	500
			suffix AS & AZ	250
	Mechanical vibration	Mil-STD-883D, Method 2007.2 20-2000 Hz		15
	Weight			5 grams
	Flammability	Meets UL94V-O		

(1) 表面実装(SMD)パッケージ・バージョンを半田リフローするときは、モジュール、ピン、または内部コンポーネントのピーク温度が、規定の最大値を上回らないようにしてください。

## 電気的特性

### PTH08T240W

(特に指定がない限り)  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_I = 5\text{ V}$ 、 $V_O = 3.3\text{ V}$ 、 $C_I = 220\ \mu\text{F}$ 、 $C_O = 220\ \mu\text{F}$ 、 $I_O = I_O\ \text{max}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	PTH08T240W			UNIT		
		MIN	TYP	MAX			
$I_O$	Output current	Over $V_O$ range	25°C, natural convection		0	10	A
$V_I$	Input voltage range	Over $I_O$ range	0.69 ≤ $V_O$ ≤ 1.2		4.5	11 × $V_O$ <sup>(1)</sup>	V
			1.2 < $V_O$ ≤ 3.6		4.5	14	
			3.6 < $V_O$ ≤ 5.5		$V_O + 2$	14	
$V_{OAdj}$	Output voltage adjust range	Over $I_O$ range		0.69	5.5	V	
$V_O$	Set-point voltage tolerance			±0.5	±1 <sup>(2)</sup>	% $V_O$	
	Temperature variation	-40°C < $T_A$ < 85°C		±0.3		% $V_O$	
	Line regulation	Over $V_I$ range		±3		mV	
	Load regulation	Over $I_O$ range		±2		mV	
	Total output variation	Includes set-point, line, load, -40°C ≤ $T_A$ ≤ 85°C			±1.5 <sup>(2)</sup>	% $V_O$	
$\eta$	Efficiency	$I_O = 10\text{ A}$	$R_{SET} = 171\ \Omega$ , $V_I = 8\text{ V}$ , $V_O = 5.0\text{ V}$		95%		
			$R_{SET} = 1.21\text{ k}\Omega$ , $V_O = 3.3\text{ V}$		94%		
			$R_{SET} = 2.38\text{ k}\Omega$ , $V_O = 2.5\text{ V}$		92%		
			$R_{SET} = 4.78\text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.8\text{ V}$		90%		
			$R_{SET} = 7.09\text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.5\text{ V}$		88%		
			$R_{SET} = 12.1\text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.2\text{ V}$		87%		
			$R_{SET} = 20.8\text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.0\text{ V}$		85%		
	$V_O$ Ripple (peak-to-peak)	20-MHz bandwidth		10 <sup>(3)</sup>		mV <sub>PP</sub>	
$I_{LIM}$	Overcurrent threshold	Reset, followed by auto-recovery		20		A	

(1) 最大入力電圧は、( $V_O \times 11$ )に限定されるデューティ・サイクルまたは14Vのうち、どちらか小さい方です。最大許容入力電圧は、スイッチング周波数の関数であり、SmartSync機能を使用する場合は増加または減少する可能性があります。詳細については、アプリケーション情報のうち、「SmartSync」のセクションを参照してください。

(2) 設定ポイント電圧の公差は、 $R_{SET}$ の公差と安定性によって影響を受けます。規定された上限は、 $R_{SET}$ の公差が1%、なおかつ温度安定性が100 ppm/°Cまたはそれより良好な場合は、無条件で成立します。

(3) 1.7 V未満の出力電圧では、( $V_O \times 11$ )以上の入力電圧で動作する場合、リップルが(最大2×まで)上昇することがあります。入力電圧および周波数の制限については、アプリケーション情報のうち、「SmartSync」のセクションを参照してください。

# 電気的特性

## PTH08T240W

(特に指定がない限り)  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_I = 5\text{ V}$ 、 $V_O = 3.3\text{ V}$ 、 $C_I = 220\ \mu\text{F}$ 、 $C_O = 220\ \mu\text{F}$ 、 $I_O = I_{O\text{ max}}$

PARAMETER		TEST CONDITIONS		PTH08T240W			UNIT	
				MIN	TYP	MAX		
$t_{tr}$	Transient response	2.5 A/ $\mu\text{s}$ load step 50 to 100% $I_{O\text{ max}}$ $V_O = 2.5\text{ V}$	w/o TurboTrans $C_O = 220\ \mu\text{F}$ , Type C	Recovery time	35		$\mu\text{s}$	
$\Delta V_{tr}$				$V_O$ over/undershoot	165		mV	
$t_{trTT}$			w/ TurboTrans $C_O = 2000\ \mu\text{F}$ , Type C, $R_{TT} = 0\ \Omega$	Recovery time	130		$\mu\text{s}$	
$\Delta V_{trTT}$				$V_O$ over/undershoot	30		mV	
$I_{IL}$	Track input current (pin 10)	Pin to GND		$\bar{n}130^{(4)}$		$\mu\text{A}$		
$dV_{track}/dt$	Track slew rate capability	$C_O \leq C_O$ (max)		1		V/ms		
$UVLO_{ADJ}$	Adjustable Under-voltage lockout (pin 11)	$V_I$ increasing, $R_{UVLO} = \text{OPEN}$		4.3	4.45	V		
		$V_I$ decreasing, $R_{UVLO} = \text{OPEN}$		4.0	4.2			
		Hysteresis, $R_{UVLO} \leq 52.3\ \text{k}\Omega$		0.5				
Inhibit control (pin 11)	Inhibit control (pin 11)	Input high voltage ( $V_{IH}$ )		$V_I \bar{n} 0.5$	Open <sup>(5)</sup>	V		
		Input low voltage ( $V_{IL}$ )		-0.2	0.8			
		Input low current ( $I_{IL}$ ), Pin 11 to GND		-235		$\mu\text{A}$		
$I_{in}$	Input standby current	Inhibit (pin 11) to GND, Track (pin 10) open		5		mA		
$f_s$	Switching frequency	Over $V_I$ and $I_O$ ranges, SmartSync (pin 1) to GND		300		kHz		
$f_{SYNC}$	Synchronization (SYNC) frequency			240	400	kHz		
$V_{SYNCH}$	SYNC High-Level Input Voltage			2	5.5	V		
$V_{SYNCL}$	SYNC Low-Level Input Voltage			0.8		V		
$t_{SYNC}$	SYNC Minimum Pulse Width			200		nSec		
$C_I$	External input capacitance	Nonceramic		220 <sup>(6)</sup>		$\mu\text{F}$		
		Ceramic		22 <sup>(6)</sup>				
$C_O$	External output capacitance	w/o TurboTrans	Capacitance Value	Nonceramic	220 <sup>(7)</sup>		5000 <sup>(8)</sup>	$\mu\text{F}$
				Ceramic			500	
		Equivalent series resistance (non-ceramic)		7				m $\Omega$
		w/ TurboTrans	Capacitance Value		see table <sup>(7)(9)</sup>			
Capacitance $\times$ ESR product ( $C_O \times \text{ESR}$ )			1000	10000 <sup>(9)</sup>		$\mu\text{F} \times \text{m}\Omega$		
MTBF	Reliability	Per Telcordia SR-332, 50% stress, $T_A = 40^\circ\text{C}$ , ground benign		6.1		$10^6\ \text{Hr}$		

(4) 10ピンの制御には、MOSFETや電圧監視 ICのような漏れ電流の少ない(100nA未満)オープン・ドレイン・デバイスの使用をお勧めします。開放電圧は、8Vdc未満です。

(5) この制御ピンには、内蔵プルアップ抵抗があります。このピンに対して、外付けのプルアップ抵抗を接続しないでください。このピンをオープンのままにした場合、このモジュールは入力電力が印加されているときに動作します。制御用に、漏れ電流の少ない(100nA未満)MOSFETをお勧めします。詳細については、アプリケーション情報のうち、該当するセクションを参照してください。

(6) 正常に動作させるには、220 $\mu\text{F}$ の入力電解コンデンサが必要です。電解コンデンサは、リップル電流最小値500mA rms(実効値)の定格を満たす必要があります。

(7)  $V_O \leq 3.45\text{ V}$ の場合は、基本動作を実現するために220 $\mu\text{F}$ の外付け出力コンデンサが必要です。 $V_O > 3.45\text{ V}$ の場合は、必要とされる最小出力容量は330 $\mu\text{F}$ に増えます。TurboTrans™ (TT) テクノロジを使用する場合は、必要とされる最小出力容量が大きくなります。詳細については、アプリケーション情報を参照してください。

(8) これは、TurboTrans™ テクノロジを無視した計算上の最大値です。TurboTrans™ 機能を使用する場合は、最小出力容量を増やす必要があります。

(9) TurboTrans™ テクノロジを使用する場合は、正常に動作させるために、最小値の出力容量が必要です。さらに、正常に動作させるには、ESR(等価直列抵抗)の小さいコンデンサが必要です。詳細については、アプリケーション・ノートを参照してください。

## 電気的特性

### PTH08T241W (セラミック・コンデンサ)

(特に指定がない限り)  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_I = 5\text{ V}$ 、 $V_O = 3.3\text{ V}$ 、 $C_I = 200\ \mu\text{F}$  セラミック、 $C_O = 300\ \mu\text{F}$  セラミック、 $I_O = I_{O\text{ max}}$

PARAMETER		TEST CONDITIONS		PTH08T241W			UNIT
				MIN	TYP	MAX	
$I_O$	Output current	Over $V_O$ range	25°C, natural convection		0	10	A
$V_I$	Input voltage range	Over $I_O$ range	$0.69 \leq V_O \leq 1.2$		4.5	$11 \times V_O^{(1)}$	V
			$1.2 < V_O \leq 3.6$		4.5	14	
			$3.6 < V_O \leq 5.5$		$V_O + 2$	14	
$V_{O\text{ADJ}}$	Output voltage adjust range	Over $I_O$ range		0.69	5.5	V	
$V_O$	Set-point voltage tolerance			$\pm 0.5$	$\pm 1^{(2)}$	$\%V_O$	
	Temperature variation	$-40^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$		$\pm 0.3$		$\%V_O$	
	Line regulation	Over $V_I$ range		$\pm 3$		mV	
	Load regulation	Over $I_O$ range		$\pm 2$		mV	
	Total output variation	Includes set-point, line, load, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$			$\pm 1.5^{(2)}$	$\%V_O$	
$\eta$	Efficiency	$I_O = 10\text{ A}$	$R_{\text{SET}} = 171\ \Omega$ , $V_I = 8\text{ V}$ , $V_O = 5.0\text{ V}$	95%			
			$R_{\text{SET}} = 1.21\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 3.3\text{ V}$	94%			
			$R_{\text{SET}} = 2.38\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 2.5\text{ V}$	92%			
			$R_{\text{SET}} = 4.78\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 1.8\text{ V}$	90%			
			$R_{\text{SET}} = 7.09\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 1.5\text{ V}$	88%			
			$R_{\text{SET}} = 12.1\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 1.2\text{ V}$	87%			
			$R_{\text{SET}} = 20.8\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 1.0\text{ V}$	85%			
$V_O$ Ripple (peak-to-peak)		20-MHz bandwidth		10 <sup>(3)</sup>		mV <sub>PP</sub>	
$I_{\text{LIM}}$	Overcurrent threshold	Reset, followed by auto-recovery		20		A	
$t_{\text{tr}}$	Transient response	2.5 A/ $\mu\text{s}$ load step 50 to 100% $I_{O\text{max}}$ $V_O = 2.5\text{ V}$	w/o TurboTrans $C_O = 200\ \mu\text{F}$ , Type A	Recovery time	35		$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{tr}}$			w/ TurboTrans $C_O = 1500\ \mu\text{F}$ , Type A $R_{\text{TT}} = \text{short}$	$V_O$ over/undershoot	165		mV
$t_{\text{trTT}}$				Recovery time	130		$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{trTT}}$			$V_O$ over/undershoot	30		mV	
$I_{\text{IL}}$	Track input current (pin 10)	Pin to GND			$-130^{(4)}$	$\mu\text{A}$	
$dV_{\text{track}}/dt$	Track slew rate capability	$C_O \leq C_{O\text{ (max)}}$			1	V/ms	
$UVLO_{\text{ADJ}}$	Adjustable Under-voltage lockout (pin 11)	$V_I$ increasing, $R_{\text{UVLO}} = \text{OPEN}$		4.3	4.45	V	
		$V_I$ decreasing, $R_{\text{UVLO}} = \text{OPEN}$		4.0	4.2		
		Hysteresis, $R_{\text{UVLO}} \leq 52.3\ \text{k}\Omega$		0.5			
Inhibit control (pin 11)	Input high voltage ( $V_{\text{IH}}$ )		$V_I - 0.5$	Open <sup>(5)</sup>	V		
	Input low voltage ( $V_{\text{IL}}$ )		$-0.2$	0.8			
	Input low current ( $I_{\text{IL}}$ ), Pin 11 to GND		$-235$			$\mu\text{A}$	
$I_{\text{in}}$	Input standby current	Inhibit (pin 11) to GND, Track (pin 10) open		5		mA	
$f_s$	Switching frequency	Over $V_I$ and $I_O$ ranges, SmartSync (pin 1) to GND		300		kHz	
$f_{\text{SYNC}}$	Synchronization (SYNC) frequency			240	400	kHz	
$V_{\text{SYNCH}}$	SYNC High-Level Input Voltage			2	5.5	V	
$V_{\text{SYNCL}}$	SYNC Low-Level Input Voltage				0.8	V	
$t_{\text{SYNC}}$	SYNC Minimum Pulse Width			200		nSec	

- 最大入力電圧は、 $(V_O \times 11)$ に限定されるデューティ・サイクルまたは14Vのうち、どちらか小さい方です。最大許容入力電圧は、スイッチング周波数の関数であり、SmartSync機能を使用する場合は増加または減少する可能性があります。詳細については、アプリケーション情報のうち、「SmartSync」のセクションを参照してください。
- 設定ポイント電圧の公差は、 $R_{\text{SET}}$ の公差と安定性によって影響を受けます。規定された上限は、 $R_{\text{SET}}$ の公差が1%、なおかつ温度安定性が100ppm/°Cまたはそれより良好な場合は、無条件で成立します。
- 1.7V未満の出力電圧では、 $(V_O \times 11)$ 以上の入力電圧で動作する場合、リップルが(最大2×まで)上昇することがあります。入力電圧および周波数の制限については、アプリケーション情報のうち、「SmartSync」のセクションを参照してください。
- 10ピンの制御は、MOSFETまたは電圧監視ICのような、漏れ電流の少ない(100nA未満)オープン・ドレイン・デバイスを使用をお勧めします。開放電圧は、8Vdc未満です。
- この制御ピンには、内蔵プルアップ抵抗があります。このピンに対して、外付けのプルアップ抵抗を接続しないでください。このピンをオープンのままにした場合、このモジュールは入力電力が印加されているときに動作します。制御用に、漏れ電流の少ない(100nA未満) MOSFETをお勧めします。詳細については、該当のアプリケーション・ノートを参照してください。

## 電気的特性

### PTH08T241W

(特に指定がない限り)  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_I = 5\text{ V}$ 、 $V_O = 3.3\text{ V}$ 、 $C_I = 200\ \mu\text{F}$  セラミック、 $C_O = 300\ \mu\text{F}$  セラミック、 $I_O = I_{O\text{ max}}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS		PTH08T241W			UNIT	
			MIN	TYP	MAX		
$C_I$ External input capacitance	Ceramic		200 <sup>(6)</sup>			$\mu\text{F}$	
$C_O$ External output capacitance	w/o TurboTrans	Capacitance Value	Ceramic		300 <sup>(7)</sup>	3000 <sup>(8)</sup>	$\mu\text{F}$
	w/ TurboTrans	Capacitance Value		see table <sup>(7)</sup>		5000	$\mu\text{F}$
		Capacitance $\times$ ESR product ( $C_O \times \text{ESR}$ )		100		1000	$\mu\text{F} \times \text{m}\Omega$
MTBF Reliability	Per Telcordia SR-332, 50% stress, $T_A = 40^\circ\text{C}$ , ground benign		6.1			$10^6\text{ Hr}$	

(6) 正常に動作させるには、200 $\mu\text{F}$ のセラミック入力コンデンサが必要です。

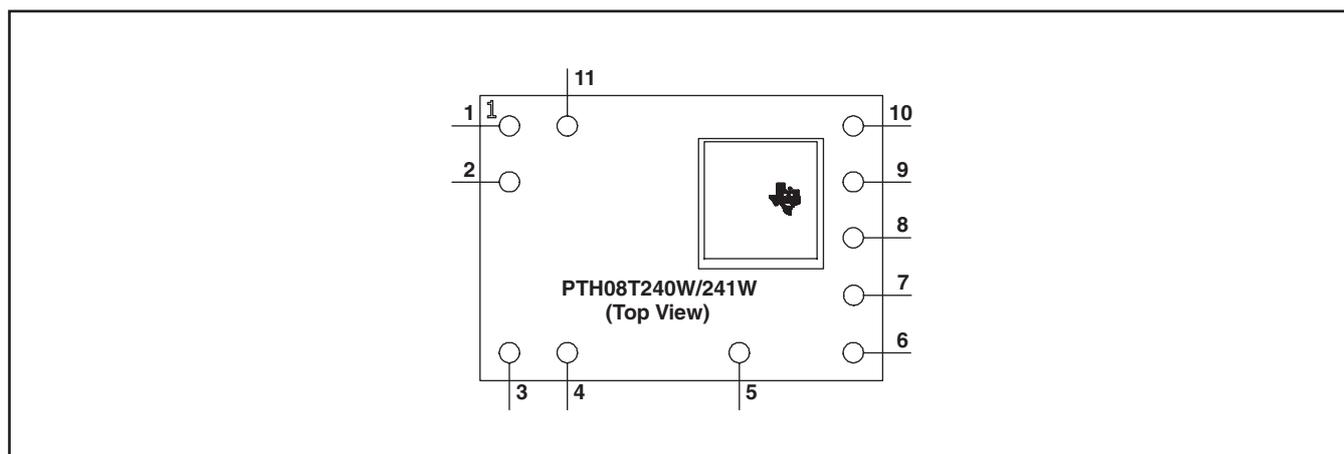
(7) 基本動作の場合、300 $\mu\text{F}$ のセラミック出力コンデンサが必要です。TurboTrans™(TT)テクノロジーを使用する場合は、必要とされる最小出力容量が大きくなります。さらに、正常に動作させるには、ESR(等価直列抵抗)の小さいコンデンサが必要です。詳細については、アプリケーション情報を参照してください。

(8) これは、TurboTrans™テクノロジーを無視した計算上の最大値です。

## 端子機能

TERMINAL		DESCRIPTION
NAME	NO.	
$V_I$	2	モジュールに対する正電圧入力ノード。コモンGNDを基準とします。
$V_O$	5	GNDを基準とした、電圧調整後の正電力出力。
GND	3, 4	$V_I$ および $V_O$ の各電力接続に対するコモン・グランド接続です。また、制御入力に対する0V <sub>dc</sub> の基準でもあります。
INH/UVLO <sup>(1)</sup>	11	Inhibitピンは、GNDを基準とした、オープン・コレクタ/ドレインの負論理入力です。この入力に対してLowレベルのグランド信号を印加した場合、モジュールの出力はディスエーブルになり、出力電圧が0になります。このInhibitによる制御がアクティブになった場合、レギュレータによる入力電流の引き込みは大幅に減少します。このInhibitピンをオープンのままにした場合、モジュールは有効な入力電力が印加されていれば常に出力を生成します。この入力はTTL論理デバイスに対応しないため、 $V_I$ など他の電圧に接続しないでください。  このピンは、入力低電圧ロックアウト (UVLO) のプログラミングにも使用されます。このピンとGND (ピン3) の間に抵抗を接続することで、UVLOのONスレッシュホールドを既定の値よりも高い値に調整できます。詳細については、「アプリケーション情報」を参照してください。
$V_O$ Adj	8	出力電圧を0.7Vより高い値に設定するには、このピンとピン8 (GND) の間に0.1W 1%の抵抗を直接接続する必要があります。抵抗の温度安定性は、100ppm/°C以内である必要があります。出力電圧の設定ポイント範囲は、0.7V~3.6Vです。回路をオープンのままにした場合、出力電圧はデフォルトで最小値になります。出力電圧調整の詳細については、該当するアプリケーション・ノートを参照してください。  仕様表に、多くの標準的な出力電圧に対する推奨抵抗値を示します。
+ Sense	6	Sense入力を使用することで、電圧調整回路によってモジュールと負荷の間の電圧降下を補償できます。電圧精度を高めるには、+Senseを負荷に近接した位置で $V_O$ に接続する必要があります。
- Sense	7	Sense入力を使用することで、電圧調整回路によってモジュールと負荷の間の電圧降下を補償できます。電圧精度を高めるには、-Senseをできる限り負荷に近い位置でGND (ピン4) に接続する必要があります。(10cm以内)
Track	10	これは、出力電圧を外部電圧に追従させるためのアナログの制御入力です。このピンは、入力電圧を印加してから標準20ms (ミリ秒) 後にアクティブになります。このピンを使用すると、出力電圧を0Vから公称の設定ポイント電圧までの範囲で直接制御できます。モジュールの出力電圧はこの範囲内で、Trackピンの電圧に対して電圧対電圧ベースで追従します。制御電圧がこの範囲を上回った場合、モジュールは設定電圧に調整されます。この機能により、同じ入力バスから電力供給されている他のモジュールと同時に、出力電圧を上げることができます。この入力を使用しない場合は、 $V_I$ に接続してください。  注：低電圧ロックアウト機能のため、このモジュールの出力は、電源投入時は自らの入力電圧に追従できません。詳細については、該当のアプリケーション・ノートを参照してください。
TT <sup>TM</sup>	9	この入力ピンにより、レギュレータの過渡応答を調整します。TurboTrans <sup>TM</sup> 機能をアクティブにするには、このピンとピン10 (+Sense) の間、モジュールに近接した位置に1%、50mWの抵抗を接続する必要があります。この機能を利用して、指定された出力容量値を目標に、出力電圧偏差のピーク値の低減を行います。このピンを使用しない場合は、オープンのままにしてください。このピンには絶対に外部容量を接続しないでください。抵抗の要件については、「アプリケーション情報」のTurboTrans <sup>TM</sup> 抵抗の表を参照してください。
SYNC	1	この端子により、モジュールのスイッチング周波数が外部クロック周波数に同期されます。このSmartSync機能は、EMIノイズの低減を目的とする、複数のPTH08T220/221Wモジュールのスイッチング周波数の同期に使用できます。この端子を使用しない場合はGND (3ピン) に接続します。詳細は「アプリケーション情報」を参照願います。

(1) オープン = 通常動作、グランド = 機能がアクティブ、という負論理を表します。



# 代表的特性 <sup>(1)(2)</sup>

## 特性データ ( $V_I = 12\text{ V}$ )

効率 vs 負荷電流

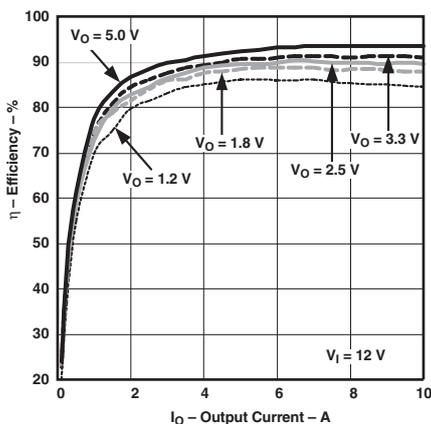


図 1

出力リップル vs 負荷電流

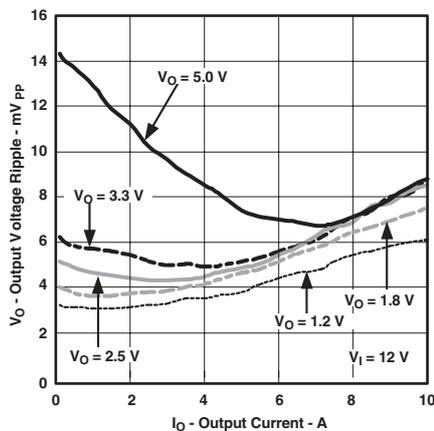


図 2

電力損失 vs 負荷電流

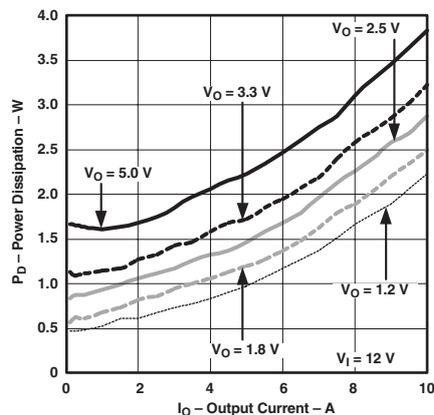


図 3

安全動作領域

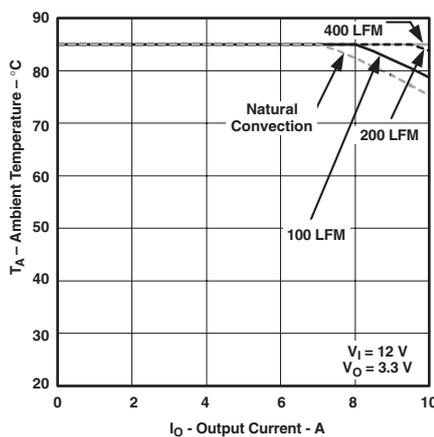


Figure 4.

- (1) 電気的特性データは、25°C でテストした実際の製品から求めたものです。このデータは、コンバータのデータと考えられます。図1、図2、および図3に対して適用されます。
- (2) 温度デレーティング曲線は、内部コンポーネントの温度がメーカーの指定した最高動作温度以下になる条件を表します。このデレーティング制限は、2オンス (56.69 グラム) の銅を使用した、100mm × 100mmの両面基板に直接半田付けされたモジュールに対して適用します。表面実装パッケージ (AS、および AZ の各サフィックス) では、複数のビアを使用する必要があります。詳細については、メカニカル仕様を参照してください。これらは、図4に対して適用されます。

# 代表的特性 <sup>(1)(2)</sup>

## 特性データ ( $V_I = 5\text{ V}$ )

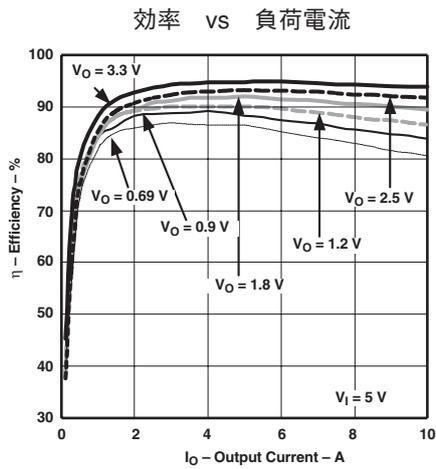


図 5

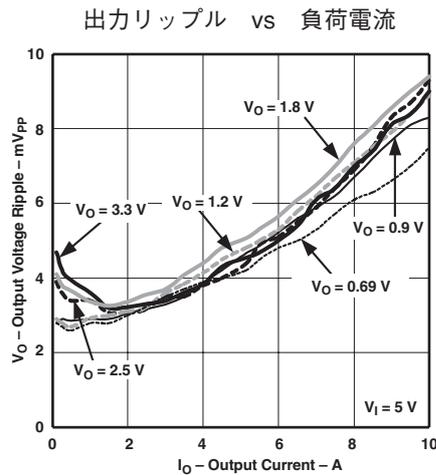


図 6

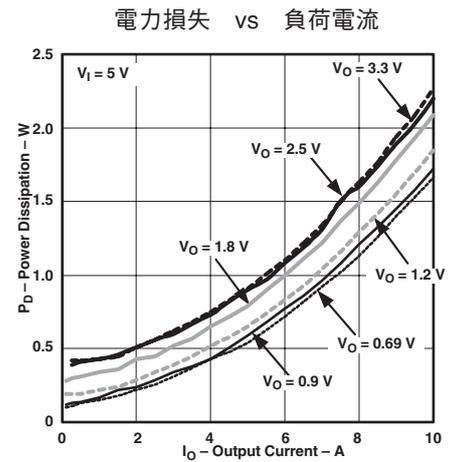


図 7

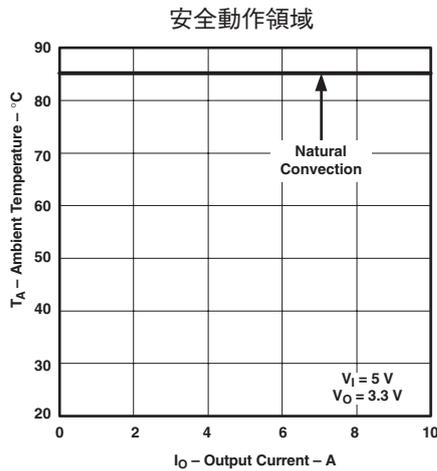


図 8

- (1) 電気的特性データは、25°C でテストした実際の製品から求めたものです。このデータは、コンバータの代表的データと考えられます。図5、図6、および図7に対して適用されます。
- (2) 温度ディレーティング曲線は、内部コンポーネントの温度がメーカーの指定した最高動作温度以下になる条件を表します。このディレーティング制限は、2 オンス (56.69 グラム) の銅を使用した、100mm×100mmの両面基板に直接半田付けされたモジュールに対して適用します。表面実装パッケージ (AS、および AZ の各サフィックス) では、複数のビアを使用する必要があります。詳細については、メカニカル仕様を参照してください。これらは、図8に対して適用されます。

## アプリケーション情報

### PTH08T240/241Wシリーズのパワー・モジュールに対応する推奨コンデンサ コンデンサ・テクノロジー

#### 電解コンデンサ

電解コンデンサを使用する場合は、高品質のコンピュータ用電解コンデンサをお勧めします。アルミ電解コンデンサは、2kHz~150kHzの周波数範囲にわたって妥当なデカップリングを達成し、-20°Cを上回る周囲温度に適しています。-20°C未満の場合、タンタル、セラミック、またはOs-Conタイプのコンデンサが必要です。

#### セラミック・コンデンサ

150kHzを上回る場合、アルミ電解コンデンサのパフォーマンスはあまり効果的ではありません。積層セラミック・コンデンサは、ESRが非常に低く、共振周波数はレギュレータの帯域幅を上回っています。これらを使用して、入力側のリップル電流を低減すると同時に、出力側の過渡応答を改善することができます。

#### タンタル、ポリマー・タンタル・コンデンサ

タンタル・タイプのコンデンサは、出力バス上でのみ使用でき、周囲温度が0°Cを下回るアプリケーションに推奨されます。AVX TPSシリーズとKemetのコンデンサ・シリーズは、より低いESR、より高い定格サージ、電力損失、および許容リップル電流特性を達成していることから、他のタンタル・タイプよりも推奨されます。ESRまたはサージ電流の定格を明示的に規定していないタンタル・コンデンサは、パワー・アプリケーションでは推奨されません。

## 入力コンデンサ (必須)

PTH08T241Wでは、セラミック・タイプの最小200 $\mu$ Fの入力容量が必要です。

PTH08T240Wでは、電解タイプの最小220 $\mu$ Fの入力容量が必要です。電解コンデンサのリップル電流定格は、 $V_0 < 3V$ の場合、少なくとも700mA<sub>rms</sub>である必要があります。 $V_0 < 3V$ の場合、少なくとも450mA<sub>rms</sub>である必要があります。RMSリップル電流を低減するには、オプションの22 $\mu$ F X5R/X7Rセラミックをお勧めします。

## 入力コンデンサに関する情報

入力コンデンサのサイズおよび値は、コンバータの過渡パフォーマンス能力によって決まります。この最小値は、応答性が高く、インダクタンスの小さい入力ソースを使用して、コンバータへの電力供給を行うことを想定しています。このソースは、十分な容量性デカップリング能力を備えていることと、PCBの電力プレーンおよびグランド・プレーンをとおしてコンバータに対して分配されていることが必要です。

セラミック・コンデンサは、モジュールの入力ピンのできるだけ近く(0.5インチ(1.3 cm)以内)に配置する必要があります。モジュール入力端の高周波リップル電圧を低減させるには、セラミック・コンデンサを追加する必要があります。これにより、電解コンデンサのリップル電流が低減し、さらに入力ソースに戻されるリップル電流の大きさも低減します。電解コンデンサのRMSリップル電流をさらに低減するために、セラミック・コンデンサを追加することができます。

ハイパフォーマンス・アプリケーションを対象とする場合や、入力ソースのパフォーマンスが低下する場合は、最小入力容量を680 $\mu$ Fまで増加させることをお勧めします。

入力コンデンサを選択するときの主要な考慮事項は、RMSリップル電流、温度安定性、および100m $\Omega$ 未満の等価直列抵抗(ESR)です。

通常のタンタル・コンデンサを、入力バスで使用することはお勧めできません。これらのコンデンサには、 $2 \times (\text{最大DC電圧} + \text{ACリップル})$ の推奨最小定格電圧が必要です。これは、信頼性を保証するための標準的な基準ですが、この要件を満たすのに十分な電圧定格に達しているタンタル・コンデンサは今のところありません。

動作温度が0°C未満の場合は、アルミ電解コンデンサのESRは増加します。このようなアプリケーションでは、Os-Con、ポリマー・アルミニウム、およびポリマー・タンタル・タイプを考慮する必要があります。

## 出力コンデンサ (必須)

PTH08T241Wでは、セラミック・タイプの最小300 $\mu$ Fの出力容量が必要です。

PTH08T240Wでは、アルミニウム、ポリマー・アルミニウム、タンタル、またはポリマー・タンタル・タイプの最小220 $\mu$ Fの出力容量が必要です。

実際の過渡要求によっては、最小値を上回る容量が要求されます。特定の容量の選定に関しては、このドキュメントの中にある「TurboTrans テクノロジー」のアプリケーション・セクション参照してください。

## 出力コンデンサに関する情報

出力コンデンサを選択するときの主要な考慮事項は、コンデンサのタイプ、温度安定性、およびESRです。TurboTrans機能を使用する場合は、容量  $\times$  ESRの積についても考慮する必要があります(次のセクションを参照)。

高周波バイパスのために追加したセラミック出力コンデンサは、できるだけ負荷の近くに配置しないと効果がありません。10 $\mu$ F未満のセラミック・コンデンサの値は、総出力容量の値を計算するときに含めることはできません。

動作温度が0 $^{\circ}$ C未満の場合は、アルミ電解コンデンサのESRは増加します。このようなアプリケーションでは、Os-Con、ポリマー・アルミニウム、およびポリマー・タンタル・タイプを考慮する必要があります。

## TurboTransの出力容量

TurboTransを使用すると、設計者はシステムの負荷設計要求に応じて、出力容量を最適化することができます。TurboTransの効果を最大にするには、高品質で超低ESRのコンデンサが必要です。TurboTransを使用する場合は、コンデンサの容量( $\mu$ F)  $\times$  ESR (m $\Omega$ )でコンデンサのタイプ(タイプ A、B、またはC)が決まります。これらの3つのタイプは、次のように定義されています。

タイプA = (100  $\leq$  容量  $\times$  ESR  $\leq$  1000) (セラミックなど)

タイプB = (1000  $<$  容量  $\times$  ESR  $\leq$  5000) (ポリマー・タンタルなど)

タイプC = (5000  $<$  容量  $\times$  ESR  $\leq$  10,000) (Os-Con など)

複数のタイプの出力コンデンサを使用する場合は、総出力容量の大半を形成するコンデンサ・タイプを選択します。C  $\times$  ESRの積を計算するときは、コンデンサのメーカーが発行するデータシートに記載されている最大ESR値を使用します。

出力でタイプA(セラミック)のコンデンサのみが使用されている場合は、PTH08T241Wを使用する必要があります。

動作の例:

容量が330 $\mu$ F、ESRが5m $\Omega$ のコンデンサの場合、C  $\times$  ESR積は1650 $\mu$ F  $\times$  m $\Omega$  (330 $\mu$ F  $\times$  5m $\Omega$ )になります。これはタイプBコンデンサです。容量が1000 $\mu$ F、ESRが8m $\Omega$ のコンデンサの場合、C  $\times$  ESR積は 8000 $\mu$ F  $\times$  m $\Omega$  (1000 $\mu$ F  $\times$  8m $\Omega$ )になります。これはタイプCのコンデンサです。

特定の容量の選定に関しては、このドキュメントの中にある「TurboTrans テクノロジー」のアプリケーション・セクション参照してください。

表1に、タイプとベンダーごとに、推奨されるコンデンサのリストを示します。「Output Bus/TurboTrans (出力バス/TurboTrans)」の列を参照してください。

## TurboTransを使用しない場合の出力容量

TurboTrans機能を使用しない場合は、最小ESRおよび最大コンデンサ制限は以下のとおりです。TurboTransを使用しない場合、システムの安定性が影響を受け、さらに多くの出力容量が必要になることがあります。

PTH08T240Wを使用する場合は、出力コンデンサ群全体の最小ESRを守る必要があります。出力コンデンサ群全体の最小ESR制限は7m $\Omega$ です。推奨される低ESRタイプのコンデンサのリストを表1に示します。

TurboTrans機能を使用せずにPTH08T241Wを使用する場合は、最大容量はセラミック・タイプの3000 $\mu$ Fです。容量が大きすぎると、システムの安定性が低下します。

TurboTrans機能を利用すると、システムの安定性と過渡応答が向上し、システムの過度応答設計要求を満たすために必要な出力コンデンサ容量を低減できます。

## 高速過渡負荷を想定した設計

DC/DCコンバータの過渡応答は、 $2.5\text{A}/\mu\text{s}$ の $di/dt$ による負荷トランジエントを使用して特性化されてきました。この負荷トランジエントに対する代表的な電圧偏差は、出力コンデンサに対して必須の最小値を使用した、「電気的特性」表に記載されています。トランジエントの $di/dt$ が増加するにつれて、コンバータのレギュレーション回路の応答は、最終的には出力コンデンサのデカップリング・ネットワークに依存するようになります。これは、トランジエント速度がその帯域幅の範囲を上回ったときに発生する、あらゆるDC/DCコンバータにとって固有の制約です。

ターゲット・アプリケーションがより高い $di/dt$ またはより低い電圧偏差を規定している場合、追加の低ESRセラミック・コンデンサによるデカップリングを通してのみ、その要求を達成で

きます。一般的に、 $100\text{A}/\mu\text{s}$ より速い率で負荷がステップ変動する場合は、複数の $10\mu\text{F}$ セラミック・コンデンサ、10個の $1\mu\text{F}$ のコンデンサ、および多数の高周波数セラミック・コンデンサ( $0.1\mu\text{F}$ 以下)を追加することにより、トランジエントの非常に高い周波数によるエッジを緩和できます。負荷に対するこれらのコンデンサのPCBの場所は重要です。DSP、FPGA、およびASICの各ベンダーは、最適パフォーマンスを達成するために必要なコンデンサのタイプ、場所、および容量を指定しています。低インピーダンスのバス、PCBの破損しない銅プレーン、および高周波数デバイスのできるだけ近くに配置されたコンポーネントは、過渡パフォーマンスを最適化する上で重要です。

Capacitor Vendor, Type Series (Style)	Capacitor Characteristics					Quantity			Vendor Part No.
	Working Voltage	Value ( $\mu\text{F}$ )	Max. ESR at 100 kHz	Max Ripple Current at 85°C (Irms)	Physical Size (mm)	Input Bus	Output Bus		
							No TurboTrans	TurboTrans (Cap Type) <sup>(2)</sup>	
Panasonic									
FC (Radial)	25 V	270	90m $\Omega$	755mA	10 × 12,5	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	EEUFC1E271
FC (Radial)	25 V	560	65m $\Omega$	1205 mA	12,5 × 15	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	EEUFC1E561S
FC(SMD)	25 V	470	65m $\Omega$	1200 mA	12,5 × 16,5	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	EEVFC1E471LQ
FK(SMD)	25 V	470	80m $\Omega$	850 mA	10 × 10,2	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	EEVFK1E471P
United Chemi-Con									
PTB(SMD) Poly-Tantalum	6.3 V	330	25m $\Omega$	2600 mA	7,3x4,3x2.8	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 4 <sup>(4)</sup>	C $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	4PTB337MD6TER ( $V_O \leq 5.1\text{V}$ ) <sup>(7)</sup>
LXZ, Aluminum (Radial)	25 V	330	90m $\Omega$	760 mA	10 × 12,5	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	LXZ25VB331M10X12LL
PS, Poly-Alum(Radial)	16 V	330	14m $\Omega$	5060 mA	10 × 12,5	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	1 ~ 3	B $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	16PS330MJ12
PXA, Poly-Alum(SMD)	16 V	330	14m $\Omega$	5050 mA	10 × 12,2	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	1 ~ 3	B $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	PXA16VC331MJ12TP
PS, Poly-Alum(Radial)	10 V	270	14m $\Omega$	4420 mA	8 × 11,5	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 2	B $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	10PS270MH11
PXA, Poly-Alum(Radial)	10 V	330	14m $\Omega$	4420 mA	8 × 12	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 2	B $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	PXA10VC331MH12
Nichicon, Aluminum									
HD (Radial)	25 V	220	72m $\Omega$	760 mA	8 × 11,5	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	UHD1E221MPR
PM (Radial)	25 V	330	95m $\Omega$	750 mA	10 × 15	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 1$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	UPM1E331MPH6
PM (Radial)	35 V	560	48m $\Omega$	1360 mA	16 × 15	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	$\geq 2$ <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	UPM1V561MHH6

表 1. 入出力コンデンサ<sup>(1)</sup>

- コンデンサ供給者の確認 この表に記載されているコンデンサの出荷状況を確認してください。出荷状況の限定、または製品の廃止が原因で、コンデンサ供給者は代替の型番を推奨することがあります。  
RoHS、鉛フリーと材質の詳細 材質の組成、RoHS 指令に関する状態、鉛フリーに関する状態、および製造プロセスの要件については、コンデンサ供給者に問い合わせてください。材質組成または半田付けの要件が更新された場合は、コンポーネントの指定、または型番の変化が発生する可能性があります。
- TurboTransで必須のコンデンサ。コンデンサの選定に関しては、アプリケーション情報のうち、TurboTrans関連のセクションを参照してください。  
コンデンサ・タイプ:
  - タイプ A = ( $100 \leq \text{容量} \times \text{ESR} \leq 1000$ )
  - タイプ B = ( $1,000 < \text{容量} \times \text{ESR} \leq 5,000$ )
  - タイプ C = ( $5,000 < \text{容量} \times \text{ESR} \leq 10,000$ )
- 入力に戻される高周波リップル電流を低減するには、必要な入力電解コンデンサ以外に、 $20\mu\text{F}$ 以上のセラミック・コンデンサも必要です。
- ESRが $15\text{m}\Omega \sim 30\text{m}\Omega$ の範囲になるセラミック以外の一連のバルク・コンデンサを出力バス上に配置する場合は、 $200\mu\text{F}$ 以上のセラミック・コンデンサを追加する必要があります。
- TurboTransでは、容量 × ESRの積が大きいため、アルミ電解コンデンサは推奨されていません。アルミ電解コンデンサと、高ESRコンデンサは、低ESRのコンデンサと組み合わせ使用できます。
- N/R - Not recommended (推奨しない) この電圧定格は、最小限の動作下限を満たしていません。
- このコンデンサの電圧定格とディレーティングにより、 $5.1\text{V}$ 以下の電圧専用です。

Capacitor Vendor, Type Series (Style)	Capacitor Characteristics					Quantity			Vendor Part No.
	Working Voltage	Value (μF)	Max. ESR at 100 kHz	Max Ripple Current at 85°C (Irms)	Physical Size (mm)	Input Bus	Output Bus		
							No TurboTrans	TurboTrans (Cap Type) <sup>(2)</sup>	
Panasonic, Poly-Aluminum	2.0 V	390	5mΩ	4000 mA	7,3×4,3×4,2	N/R <sup>(6)</sup>	N/R <sup>(6)</sup>	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	EEFSE0J391R (V <sub>O</sub> ≤ 1.6V) <sup>(8)</sup>
Sanyo									
TPE, Poscap (SMD)	10 V	330	25mΩ	3000 mA	7,3 × 4,3	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 3	C ≥ 2 <sup>(2)</sup>	10TPE330MF
TPE Poscap(SMD)	2.5 V	470	7mΩ	4400 mA	7,3 × 4,3	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 2	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	2R5TPE470M7 (V <sub>O</sub> ≤ 1.8V) <sup>(8)</sup>
TPD Poscap (SMD)	2.5 V	1000	5mΩ	6100 mA	7,3 × 4,3	N/R <sup>(6)</sup>	1	B ≥ 1 <sup>(2)</sup>	2R5TPD1000M5 (V <sub>O</sub> ≤ 1.8V) <sup>(8)</sup>
SEP, Os-Con (Radial)	16 V	330	16mΩ	4700 mA	10 × 13	≥ 1 <sup>(3)</sup>	1 ~ 3	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	16SEP330M
SP Oscon ( Radial)	16 V	270	18mΩ	4400 mA	10 × 11,5	≥ 1 <sup>(3)</sup>	1 ~ 3	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	16SP270M
SEPC, Os-Con (Radial)	16 V	270	11mΩ	5000 mA	8 × 13	≥ 1 <sup>(3)</sup>	1 ~ 2	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	16SEPC270M
SVP, Os-Con (SMD)	16 V	330	16mΩ	4700mA	10 × 12,6	≥ 1 <sup>(3)</sup>	1 ~ 3 <sup>(4)</sup>	B ≥ 2 <sup>(2)(4)</sup>	16SVP330M
AVX, Tantalum									
Series III	10 V	330	40mΩ	1828 mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 6 <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	TPSE337M010R0040 (V <sub>O</sub> ≤ 5.1V) <sup>(7)</sup>
TPM Multianode	10 V	330	23mΩ	3000 mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 3 <sup>(4)</sup>	C ≥ 2 <sup>(4)(2)</sup>	TPME337M010#0023 (V <sub>O</sub> ≤ 5.1V) <sup>(7)</sup>
TPS Series III (SMD)	4 V	1000	35mΩ	2405	7,3 × 5,7	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 5 <sup>(4)</sup>	N/R <sup>(5)</sup>	TPSV108K004R0035 (V <sub>O</sub> ≤ 2.1V) <sup>(8)</sup>
Kemet, Poly-Tantalum									
T520 (SMD)	10 V	330	25mΩ	2600 mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 4 <sup>(4)</sup>	C ≥ 2 <sup>(2)</sup>	T520X337M010ASE025
T530 (SMD)	6.3 V	330	15mΩ	3800 mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(6)</sup>	2 ~ 3	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	T530X337M006ASE015 (V <sub>O</sub> ≤ 5.1V) <sup>(8)</sup>
T530 (SMD)	4 V	680	5mΩ	7300 mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(6)</sup>	1	B ≥ 1 <sup>(2)</sup>	T530X687M004ASE005 (V <sub>O</sub> ≤ 3.5V) <sup>(8)</sup>
T530 (SMD)	2.5 V	1000	5mΩ	7300 mA	7,3 × 4,3	N/R <sup>(6)</sup>	1	B ≥ 1 <sup>(2)</sup>	T530X108M2R5ASE005 (V <sub>O</sub> ≤ 2.0V) <sup>(8)</sup>
Vishay-Sprague									
597D, Tantalum (SMD)	16 V	220	40mΩ	2300 mA	7,2×5,7×4,1	N/R <sup>(6)</sup>	1 ~ 5	C ≥ 2 <sup>(2)</sup>	597D227X16E2T
94SP, Os-con (Radial)	16 V	270	18mΩ	4400mA	10 × 10,5	≥ 1 <sup>(3)</sup>	1 ~ 3	C ≥ 2 <sup>(2)</sup>	94SP277X0016FBP
94SVP Os-Con(SMD)	16 V	330	17mΩ	4500 mA	10 × 12,7	≥ 1 <sup>(3)</sup>	1 ~ 3	B ≥ 2 <sup>(2)</sup>	94SVP337X016F12
Kemet, Ceramic X5R (SMD)	16 V	10	2mΩ	—	3225	≥ 2 <sup>(3)</sup>	≥ 1 <sup>(9)</sup>	A <sup>(2)</sup>	C1210C106M4PAC
	6.3 V	47	2mΩ	—	3225	N/R <sup>(10)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	C1210C476K9PAC
Murata, Ceramic X5R (SMD)	6.3 V	100	2mΩ	—	3225	N/R <sup>(10)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	GRM32ER60J107M
	6.3 V	47	—	—	3225	N/R <sup>(10)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	GRM32ER60J476M
	25 V	22	—	—	3225	≥ 1 <sup>(13)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	GRM32ER61E226K
	16 V	10	—	—	3225	≥ 2 <sup>(13)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	GRM32DR61C106K
TDK, Ceramic X5R (SMD)	6.3 V	100	2mΩ	—	3225	N/R <sup>(10)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	C3225X5R0J107MT
	6.3 V	47	—	—	3225	N/R <sup>(10)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	C3225X5R0J476MT
	16 V	10	—	—	3225	≥ 2 <sup>(13)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	C3225X5R1C106MT0
	16 V	22	—	—	3225	≥ 1 <sup>(13)</sup>	≥ 1 <sup>(11)</sup>	A <sup>(12)</sup>	C3225X5R1C226MT

表 1. 入出力コンデンサ(続き)

- (8) このコンデンサの電圧定格により、出力電圧が動作電圧の80%以下である出力用途でのみ使用可能です。
- (9) セラミック・コンデンサのどの値を組み合わせる場合も、PTH08T240Wでは500μF、PTH08T241Wでは5000μF以下に制限されます。セラミック・タイプと、セラミック以外のタイプを組み合わせる場合は、PTH08T240Wの総容量は10,000μF以下に制限されます。
- (10) N/R - Not recommended (推奨しない) この電圧定格は、最小限の動作下限を満たしていません。
- (11) セラミック・コンデンサのどの値を組み合わせる場合も、PTH08T240Wでは500μF、PTH08T240WおよびPTH08T241Wでは5000μF以下に制限されます。セラミック・タイプと、セラミック以外のタイプを組み合わせる場合は、PTH08T240Wの総容量は10,000μF以下に制限されます。
- (12) TurboTransで必須のコンデンサ。コンデンサの選定に関しては、アプリケーション情報のうち、TurboTrans関連のセクションを参照してください。  
コンデンサ・タイプ:  
● タイプ A = (100 ≤ 容量 × ESR ≤ 1000)  
● タイプ B = (1,000 < 容量 × ESR ≤ 5,000)  
● タイプ C = (5,000 < 容量 × ESR ≤ 10,000)
- (13) 入力に戻される高周波リップル電流を低減するには、必要な入力電解コンデンサ以外に、20μF以上のセラミック・コンデンサも必要です。

## TurboTrans™テクノロジー

TurboTransテクノロジーは、PTH/PTVファミリー・パワー・モジュールのT2 (TurboTrans) 世代で採用された機能です。TurboTrans機能は、1個の外部抵抗を使用して、外部容量が付いているレギュレータの過渡応答を最適化します。このテクノロジーの利点は、必要な出力容量を減らし、負荷トランジエントによる出力電圧の偏差を最小限に抑え、超低ESR出力コンデンサを使用した場合の安定性を向上させることです。TurboTrans機能が有効になっている場合は、ターゲットの出力電圧偏差の仕様を満たすために必要な出力容量が減ります。同様に、TurboTrans機能が有効になっている場合は、外部容量が一定であっても、負荷トランジエントに続く出力電圧の偏差の振幅が低減します。トランジエントの電圧公差を抑制する必要があるアプリケーションや、コンデンサによるフットプリント面積を最小限に抑える必要があるアプリケーションには、このテクノロジーはとても有効です。

## TurboTrans™の選択

TurboTransを活用するには、+Senseピン(6ピン)と TurboTransピン(9ピン)の間に、抵抗 $R_{TT}$ を接続する必要があります。抵抗の値は、必要な出力容量に直接関係します。あらゆるT2製品では、TurboTransを活用するかどうかにかかわらず、最小値の出力容量が必要です。PTH08T240Wでは、必要とされる最小容量は220 $\mu$ Fです。PTH08T241Wでは、最小300 $\mu$ Fのセラミック・タイプの容量が必要です。TurboTransを使用する場合は、容量 $\times$  ESRの積が10,000 10,000 $\mu$ F $\times$  m $\Omega$ 以下であるコンデンサが必要です。(容量( $\mu$ F)とESR(m $\Omega$ ))を乗算すると、容量 $\times$  ESRの積が求められます。この条件を満たすさまざまなコンデンサについては、このデータシートの「入出力コンデンサ」を参照してください。

図9～図14に、TurboTransを使用した場合と使用しない場合に関して、希望の電圧偏差を満たすために必要な出力容量を示します。ここでは、いくつかのコンデンサ・タイプを想定しています。タイプA(たとえば、セラミック)、タイプB(たとえば、ポリマー・タンタル)、およびタイプC(たとえば、Os-Con)です。 $R_{TT}$ の適切な値を計算するには、最初に、必要とされるトランジエント電圧偏差と、トランジエント負荷のステップ・レベルを決定します。次に、どのタイプの出力コンデンサを使用するかを決定します(複数のタイプの出力コンデンサを使用する場合は、

総出力容量の大半を形成するコンデンサ・タイプを選択します)。この情報を考慮した上で、図9～図14のうち、選択したコンデンサ・タイプに対応する図を使用します。これらの図を使用するには、最初に電圧偏差の最大限度(mV)を、負荷のステップ・レベル(アンペア)で除算します。この結果、mV/A単位の値が得られます。この値を、該当する図のY軸で見つけます。グラフで、“With TurboTrans”(TurboTrans有効)と表示されている線を参照してください。その場所から、そのトランジエント電圧偏差を満たすために必要な最小容量 $C_0$ を示している、X軸の値を読み取ります。その後、式を使用して計算するか、TurboTransの表から選択を行う方法で、必要な抵抗値 $R_{TT}$ を求めることができます。TurboTransの表には、25%(2.5A)、50%(5A)、および75%(7.5A)という、トランジエント電圧偏差に関するいくつかの値を満たすために必要な出力容量と、それに対応する $R_{TT}$ の値の両方が掲載されています。

この図は、一定の出力容量から達成可能なトランジエント電圧偏差を決定する目的で使用することもできます。出力容量をX軸から選択し、“With TurboTrans”(TurboTrans有効)曲線でそれに対応するポイントを読み取り、Y軸に移動して、その出力容量に相当するトランジエント電圧偏差の限度を読み取ります。式を使用して計算するか、TurboTransの表から選択を行う方法で、必要な抵抗値 $R_{TT}$ を求めることができます。

たとえば、12Vのアプリケーションで、5A、つまり50%の負荷トランジエントが発生したときに偏差を50mVに抑える必要があるとしましょう。330 $\mu$ F、10m $\Omega$ の出力コンデンサがその大半を占めているとします。12V、タイプBのコンデンサに相当する図11を使用します。50mVを5Aで除算すると、トランジエント負荷ステップあたりのトランジエント電圧偏差として、10mV/Aという値が得られます。Y軸で10mV/Aを選択し、“With TurboTrans”(TurboTrans有効)という線を参照します。この場所からX軸に向かって垂直に下がると、必要な最小容量として、約680 $\mu$ Fが読み取れます。その後、680 $\mu$ Fに必要な $R_{TT}$ 抵抗値を計算するか、表3から選択します。必要な $R_{TT}$ 抵抗値は、約7.32 k $\Omega$ です

“With TurboTrans”(TurboTrans無効)という線まで10mV/Aのマーキングをたどると、TurboTransの利点がわかります。そのポイントから垂直に下がると、同じトランジエント偏差の限度を達成するには、最小3000 $\mu$ Fの出力容量が必要であることがわかります。これが、TurboTransの利点です。

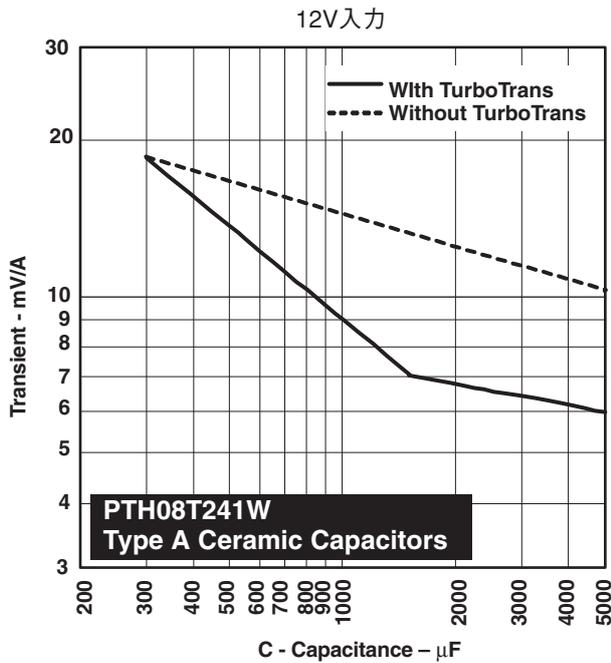


図 9. コンデンサ・タイプA、 $100 \leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 1000$  (セラミックなど)

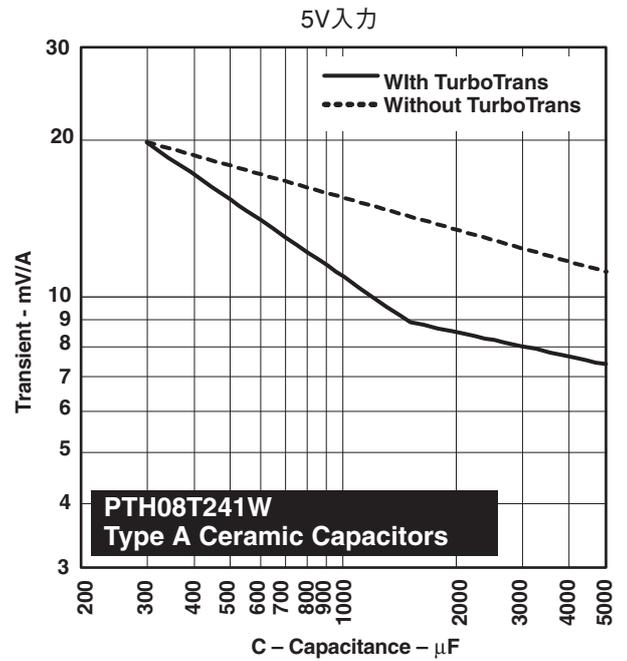


図 10. コンデンサ・タイプA、 $100 \leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 1000$  (セラミックなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			12-V Input		5-V Input	
25% load step (2.5 A)	50% load step (5 A)	75% load step (7.5 A)	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor ( $\Omega$ )	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor ( $\Omega$ )
50	100	150	300	open	300	open
45	90	135	310	1180	370	140
40	80	120	380	118	470	49.9
35	70	105	470	47.5	610	23.2
30	60	90	610	22.6	830	10.0
25	50	75	830	10.0	1200	2.61
20	40	60	1220	2.49	3050	short

表 2. タイプA : TurboTrans使用時の $C_O$ の値と必要な $R_{TT}$ の選定表

### 抵抗 $R_{TT}$ の選定

TurboTransの抵抗値 $R_{TT}$ は、TurboTransのプログラミング機能に基づいて計算できます。式1を参照してください。

$$R_{TT} = 40 \times \frac{[1 - (C_O/1500)]}{[(5 \times C_O/1500) - 1]} \quad (\text{k}\Omega) \quad (1)$$

ここで、 $C_O$ は総出力容量 ( $\mu\text{F}$ ) です。1500 $\mu\text{F}$ 以上の $C_O$ の値では、 $R_{TT}$ は、短絡を意味する $0\Omega$ にする必要があります。

安定性を保証するために、一定の抵抗値 $R_{TT}$ に対して、最小の出力容量が必要です。 $R_{TT}$ の値は、上記のコンデンサ — 過渡応答図から求めた、必要な最小出力容量を使用して計算する必要があります。

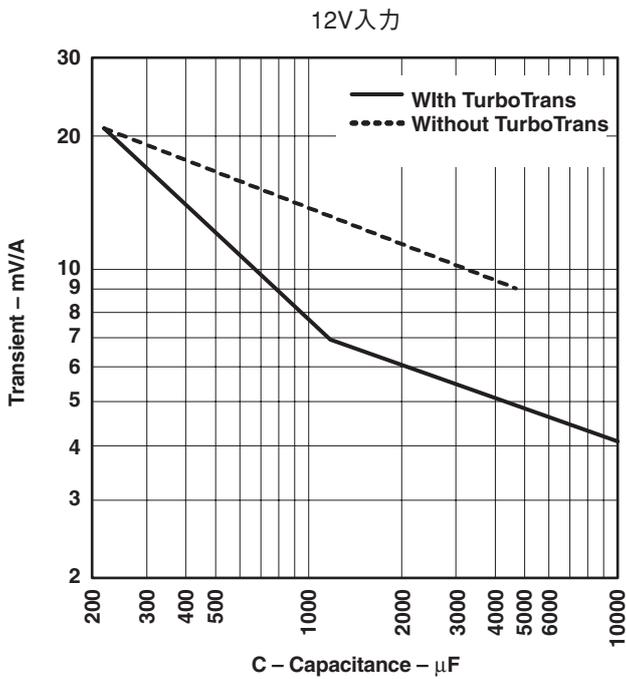


図 11. コンデンサ・タイプB、 $1000 \leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 5000$  (ポリマー・タンタルなど)

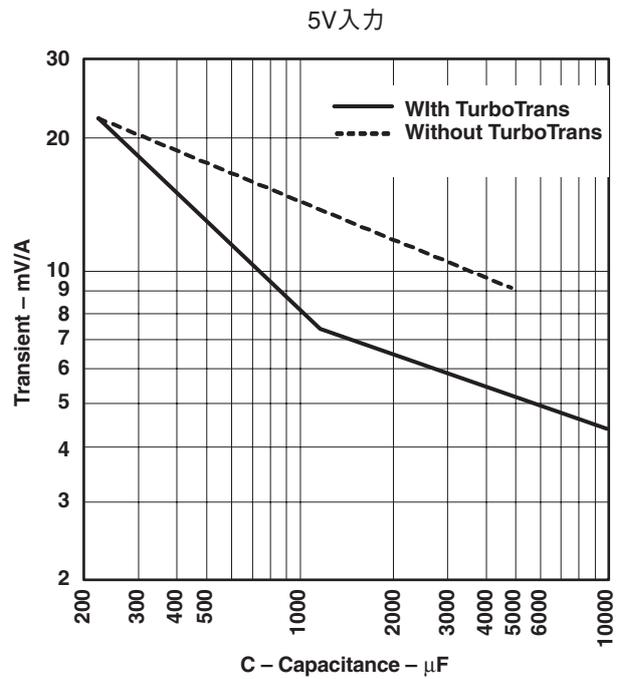


図 12. コンデンサ・タイプB、 $1000 \leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 5000$  (ポリマー・タンタルなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			12-V Input		5-V Input	
25% load step (2.5 A)	50% load step (5 A)	75% load step (7.5 A)	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor ( $\text{k}\Omega$ )	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor ( $\text{k}\Omega$ )
55	110	165	220	open	220	open
40	80	120	330	57.6	360	42.2
35	70	105	400	30.9	450	23.7
30	60	90	510	16.2	560	12.7
25	50	75	680	7.32	750	5.49
20	40	60	1000	1.58	1050	0.536
15	30	45	2100	short	2600	short
10	20	30	10500	short	exceeds limit	—

表 3. タイプB：TurboTrans使用時の $C_O$ の値と必要な $R_{TT}$ の選定表

### 抵抗 $R_{TT}$ の選定

TurboTransの抵抗値 $R_{TT}$ は、TurboTransのプログラミング機能に基づいて計算できます。式2を参照してください。 $V_O$ が3.45Vを上回る場合は、 $C_O$ と $R_{TT}$ の値について、TIまでお問い合わせください。

$$R_{TT} = \frac{40 \times [1 - (C_O/1100)]}{[(C_O/220) - 1]} \quad (\text{k}\Omega) \quad (2)$$

ここで、 $C_O$ は総出力容量 ( $\mu\text{F}$ ) です。1100 $\mu\text{F}$ 以上の $C_O$ の値では、 $R_{TT}$ は、短絡を意味する0 $\Omega$ にする必要があります ( $C_O$ が1100 $\mu\text{F}$ を上回る場合は、 $R_{TT}$ の結果は負になります)。

安定性を保証するために、一定の抵抗値 $R_{TT}$ に対して、最小の出力容量が必要です。 $R_{TT}$ の値は、上記のコンデンサ - 過渡応答図から求めた、必要な最小出力容量を使用して計算する必要があります。

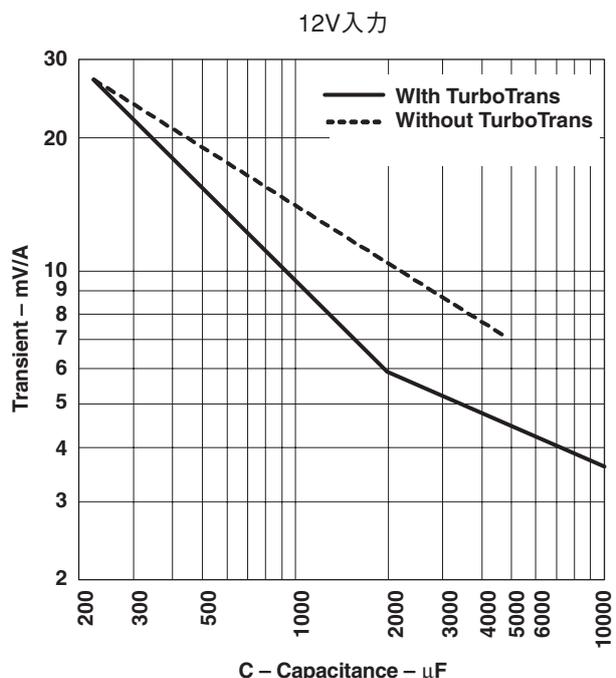


図 13. コンデンサ・タイプC、 $5000 < C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 10,000$  (Os-Conなど)

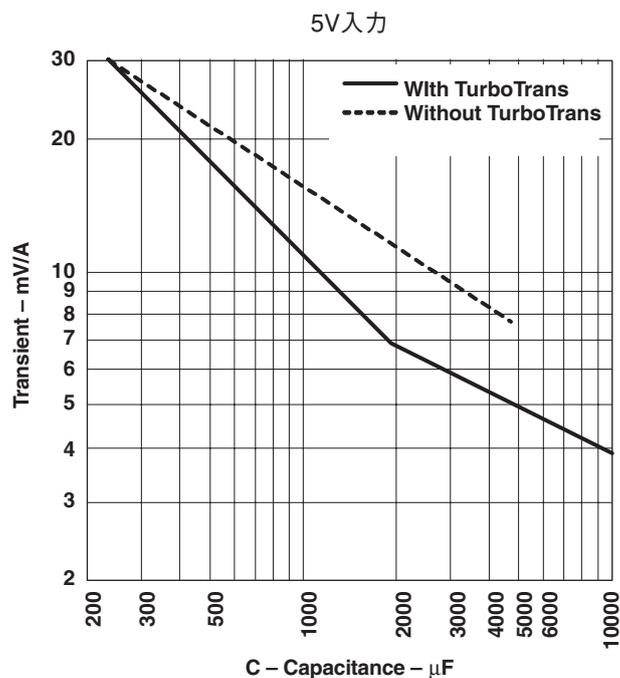


図 14. コンデンサ・タイプC、 $5000 < C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 10,000$  (Os-Conなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			12-V Input		5-V Input	
25% load step (2.5 A)	50% load step (5 A)	75% load step (7.5 A)	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor ( $\text{k}\Omega$ )	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor ( $\text{k}\Omega$ )
75	150	225	220	open	250	1300
60	120	180	270	294	330	133
45	90	135	400	68.1	480	45.3
35	70	105	580	31.6	700	21.5
30	60	90	720	20.0	860	13.7
25	50	75	950	11.8	1150	7.68
20	40	60	1300	5.23	1550	2.61
15	30	45	2000	short	2800	short
10	20	30	7400	short	exceeds limit	—

表 4. タイプC：TurboTrans使用時の $C_O$ の値と必要な $R_{TT}$ の選定表

### 抵抗 $R_{TT}$ の選定

TurboTransの抵抗値 $R_{TT}$ は、TurboTransのプログラミング機能に基づいて計算できます。式3を参照してください。 $V_O$ が3.45Vを上回る場合は、 $C_O$ と $R_{TT}$ の値について、TIまでお問い合わせください。

$$R_{TT} = \frac{40 \times [1 - (C_O/1980)]}{\left[\left(\frac{(5 \times C_O) + 880}{1980}\right) - 1\right]} \quad (\text{k}\Omega) \quad (3)$$

ここで、 $C_O$ は総出力容量 ( $\mu\text{F}$ ) です。1980 $\mu\text{F}$ 以上の $C_O$ の値では、 $R_{TT}$ 負、短絡を意味する0 $\Omega$ にする必要があります ( $C_O$ が1100 $\mu\text{F}$ を上回る場合は、 $R_{TT}$ の結果は負になります)。

安定性を保証するために、 $R_{TT}$ の値は、上記のコンデンサ 一過渡応答図から求めた、必要な最小出力容量を使用して計算する必要があります。

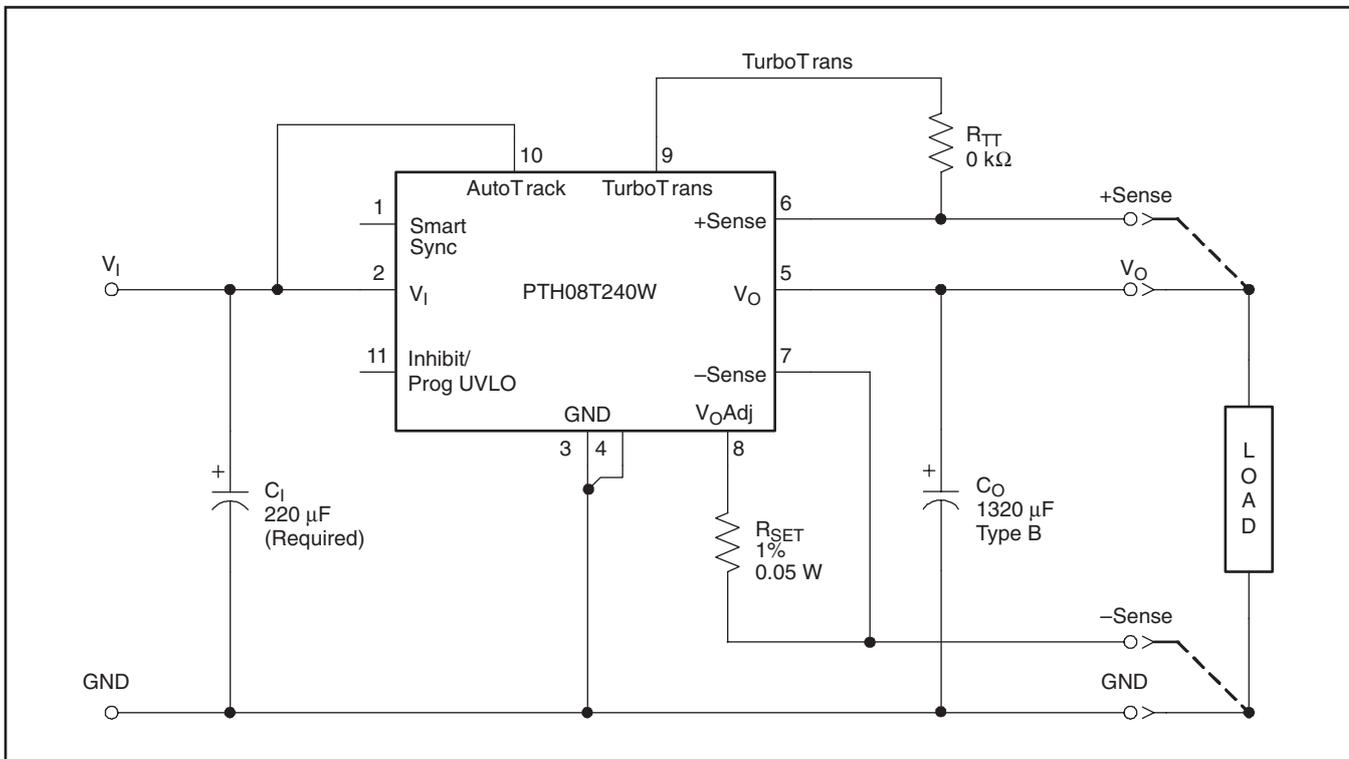


図 15. TurboTrans™の代表的アプリケーション

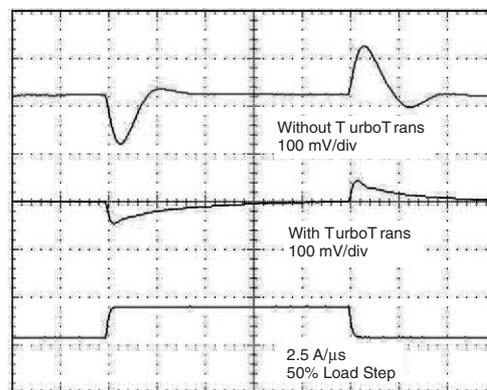


図 16. TurboTransの代表的波形

## 出力電圧調整

$V_O$  Adjust制御ピン (8ピン) は、PTH08T240/241Wの出力電圧を設定します。調整範囲は0.69V~5.5Vです。調整方法として、単一の外部抵抗 $R_{SET}$ を追加する必要があります。この抵抗は、 $V_O$  Adjustと  $-Sense$ ピンの間に直接接続する必要があります。表5は、多くの標準的な電圧に対する外部抵抗の標準的な値、および各抵抗値が提供する実際の出力電圧を示しています。

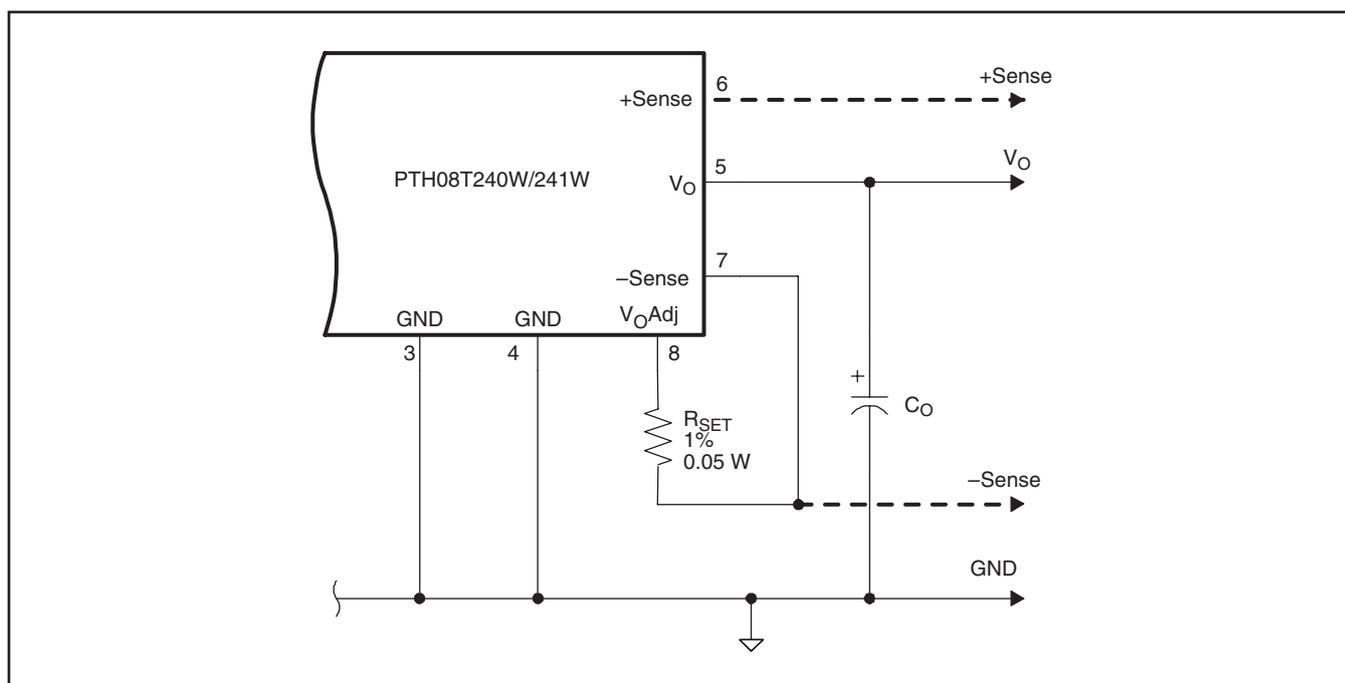
他の出力電圧に関しては、次の式を使用して必要な抵抗の値を計算するか、表6に掲載されている値の範囲から選択することができます。図17は、必要な抵抗の配置を示しています。

$$R_{SET} = 10 \text{ k}\Omega \times \frac{0.69}{V_O - 0.69} - 1.43 \text{ k}\Omega \quad (4)$$

$V_O$ (Standard)	$R_{SET}$ (Standard Value)	$V_O$ (Actual)
5.0 V <sup>(1)</sup>	169 $\Omega$	5.01 V
3.3 V	1.21 k $\Omega$	3.30 V
2.5 V	2.37 k $\Omega$	2.51 V
1.8 V	4.75 k $\Omega$	1.81 V
1.5 V	7.15 k $\Omega$	1.49 V
1.2 V <sup>(2)</sup>	12.1 k $\Omega$	1.20 V
1 V <sup>(2)</sup>	20.5 k $\Omega$	1.00 V
0.7 V <sup>(2)</sup>	681 k $\Omega$	0.700 V

表 5. 標準的な出力電圧に対応する $R_{SET}$ の標準的な値

- (1) 最小入力電圧は、 $(V_O + 2)$  Vです。
- (2) 最大入力電圧は、 $(V_O \times 11)$  Vと14Vのうち、どちらか小さい方です。最大許容入力電圧は、スイッチング周波数の関数であり、Smart Sync機能を使用する場合は増加または減少する可能性があります。詳細については、「Smart Sync」のアプリケーション・セクションを参照してください。



- (1)  $R_{SET}$ : 公差1%、温度安定性100ppm/ $^{\circ}$ C以内の0.05W抵抗を使用します。基板上で専用の配線を用意して、抵抗を8ピンと7ピンの間で直接接続し、レギュレータのできるだけ近くに配置してください。
- (2) コンデンサを $V_O$  Adjustから $+Sense$ 、GND、または $V_O$ のいずれかに接続しないでください。 $V_O$  Adjustピンに追加したすべてのコンデンサは、レギュレータの安定性に影響を及ぼします。

図 17.  $V_O$  Adjust 抵抗の配置

$V_O$ Required	$R_{SET}$	$V_O$ Required	$R_{SET}$
0.700 <sup>(1)</sup>	681 k $\Omega$	1.950	4.05 k $\Omega$
0.750 <sup>(1)</sup>	113 k $\Omega$	2.100	3.46 k $\Omega$
0.800 <sup>(1)</sup>	61.3 k $\Omega$	2.250	2.99 k $\Omega$
0.850 <sup>(1)</sup>	41.7 k $\Omega$	2.400	2.61 k $\Omega$
0.900 <sup>(1)</sup>	31.4 k $\Omega$	2.500	2.38 k $\Omega$
0.950 <sup>(1)</sup>	25.1 k $\Omega$	2.700	2.00 k $\Omega$
1.000 <sup>(1)</sup>	20.8 k $\Omega$	2.850	1.76 k $\Omega$
1.050 <sup>(1)</sup>	17.8 k $\Omega$	3.000	1.56 k $\Omega$
1.100 <sup>(1)</sup>	15.4 k $\Omega$	3.150	1.38 k $\Omega$
1.150 <sup>(1)</sup>	13.6 k $\Omega$	3.300	1.21 k $\Omega$
1.200 <sup>(1)</sup>	12.1 k $\Omega$	3.450	1.07 k $\Omega$
1.250	10.9 k $\Omega$	3.600	941 $\Omega$
1.300	9.88 k $\Omega$	3.750 <sup>(2)</sup>	825 $\Omega$
1.350	9.03 k $\Omega$	3.900 <sup>(2)</sup>	720 $\Omega$
1.400	8.29 k $\Omega$	4.100 <sup>(2)</sup>	593 $\Omega$
1.450	7.65 k $\Omega$	4.200 <sup>(2)</sup>	536 $\Omega$
1.500	7.09 k $\Omega$	4.350 <sup>(2)</sup>	455 $\Omega$
1.550	6.59 k $\Omega$	4.500 <sup>(2)</sup>	381 $\Omega$
1.600	6.15 k $\Omega$	4.650 <sup>(2)</sup>	312 $\Omega$
1.650	5.76 k $\Omega$	4.800 <sup>(2)</sup>	249 $\Omega$
1.700	5.40 k $\Omega$	5.000 <sup>(2)</sup>	171 $\Omega$
1.750	5.08 k $\Omega$	5.100 <sup>(2)</sup>	135 $\Omega$
1.800	4.78 k $\Omega$	5.250 <sup>(2)</sup>	83 $\Omega$
1.850	4.52 k $\Omega$	5.400 <sup>(2)</sup>	35 $\Omega$
1.900	4.27 k $\Omega$	5.500 <sup>(2)</sup>	5 $\Omega$

表 6. 出力電圧設定ポイントごとの抵抗値

- (1) 最大入力電圧は、 $(V_O \times 11)$ と14Vのうち、どちらか小さい方です。最大許容入力電圧は、スイッチング周波数の関数であり、Smart Sync 機能を使用する場合は増加または減少する可能性があります。詳細については、「Smart Sync」のアプリケーション・セクションを参照してください。
- (2)  $V_O$ が3.6 Vを上回る場合は、最小入力電圧は、 $(V_O + 2)$  Vです。

## 低電圧ロックアウト機能 (UVLO)

パワー・モジュールPTH08T240/241Wには、入力低電圧ロックアウト (UVLO) 機能が内蔵されています。UVLO機能は、有効な出力電圧を生成するために十分な入力電圧が供給されるまでは、このモジュールの動作を防止します。この結果、モジュールは、負荷回路にスムーズな電源投入を提供できます。また、電源投入シーケンスの間に、レギュレータの入力ソースから引き込む電流の大きさを制限することにもなります。

UVLO特性は、ONスレッショールド電圧 ( $V_{THD}$ ) によって決まります。電圧がONスレッショールドを下回っている場合は、Inhibit制御は無効になり、モジュールは出力を生成しません。ヒステリシス電圧は、ONとOFFそれぞれのスレッショールド電圧間の差です。これは500mVに設定されています。モジュールが入力ソースから電流を取り出し始めたときに、入力電圧がわずかに低下した状況で発振動作する可能性があります。このヒステリシスはそのようなスタートアップ時の発振動作を防止します。

PTH08T240/241WモジュールのUVLO機能を使用すると、ONスレッショールド電圧を、限られた範囲で調整できます。この調整を行うには、Inhibit/UVLOProg制御ピン (11ピン) を使用します。11ピンをオープンのままにした場合は、ONスレッショールド電圧は、既定値である4.3Vに内部で設定されます。このONスレッショールドを5Vより高い値に設定した場合は、既定のヒステリシス設定は500mVになります。この結果、最小の入力電圧 (仕様を参照) が印加された時点で、モジュールが調整された出力を生成することが保証されます。

モジュールが、厳密に調整された12Vバスから電力を供給される場合は、このONスレッショールドを上げる必要が生じることがあります。その場合は、入力バスが規定の調整電圧まで完全に上昇できないと、モジュールの動作が停止します。

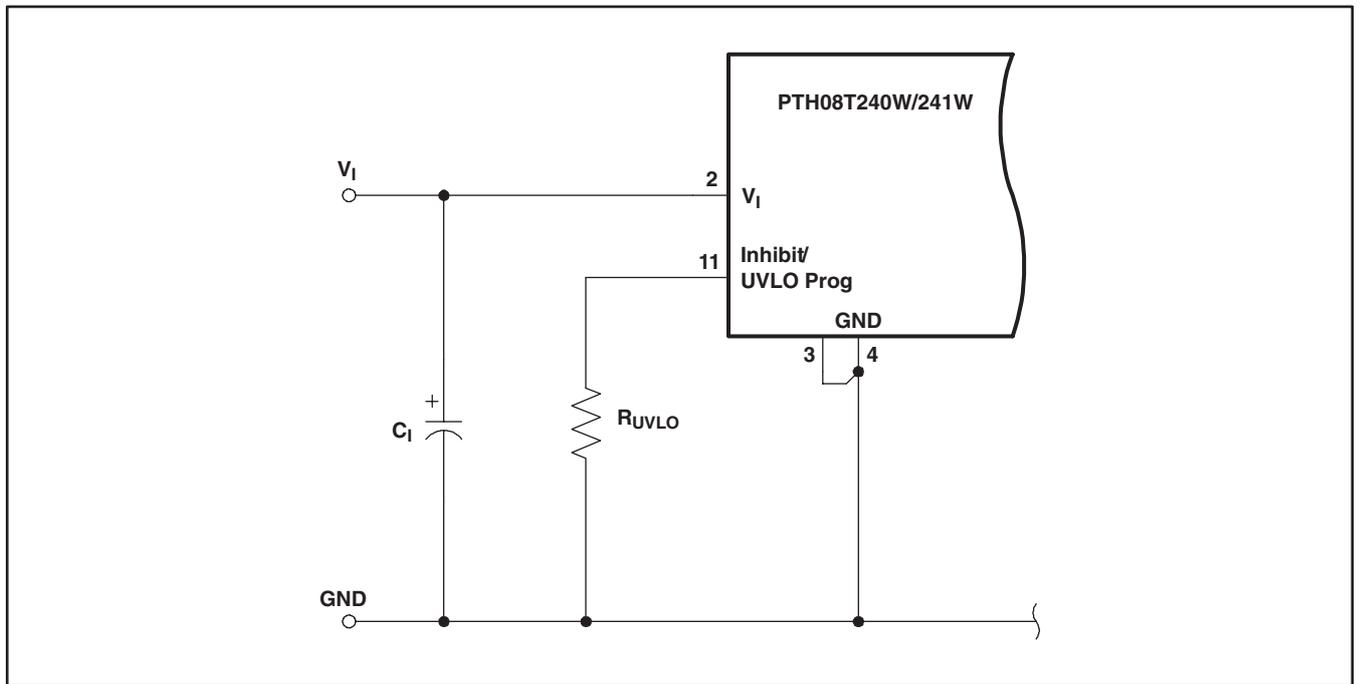


図 18. Undervoltage Lockout Adjustment Resistor Placement

式5を使用して、 $V_{THD}$ を新しい値に調整するために必要な  $R_{UVLO}$ を決定できます。既定値は4.3Vであり、これより高い値に調整することだけが可能です。

$$R_{UVLO} = \frac{9690 - (137 \times V_I)}{(137 \times V_I) - 585} \quad (\text{k}\Omega) \quad (5)$$

### 計算値

表7に、ONスレッショールド電圧( $V_{THD}$ )のさまざまなオプションに対応する、 $R_{UVLO}$ の標準的な抵抗値の一覧を示します。

$V_{THD}$ (V)	$R_{UVLO}$ (k $\Omega$ )
5.0	88.7
5.5	52.3
6.0	37.4
6.5	28.7
7.0	23.2
7.5	19.6
8.0	16.9
8.5	14.7
9.0	13.0
9.5	11.8
10.0	10.5
10.5	9.76
11.0	8.87

表 7.  $V_{THD}$ の設定値に対応する  $R_{UVLO}$ の標準値

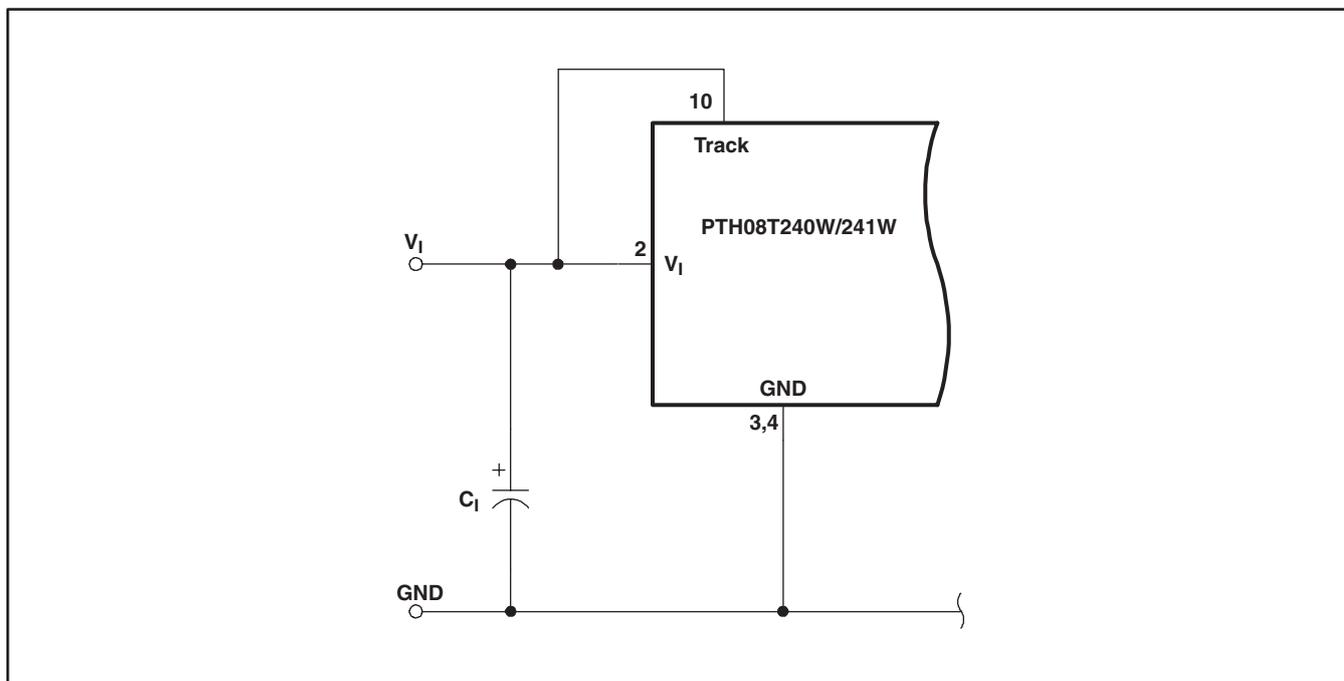


図 19. Defeating the Auto-Track Function

## 非絶縁型パワー・モジュール PTH/PTV ファミリーの特徴

### ソフトスタート・パワーアップ

Auto-Track機能により、Trackピンから複数のPTH/PTVモジュールのパワーアップを直接制御できます。ただし、スタンダロン構成の場合、またはAuto-Track機能を使用していない場合は、Trackピンを、入力電圧 $V_I$ に直接接続する必要があります(図 19 を参照)。

Trackピンを入力電圧に接続した場合、Auto-Track機能は永続的に無効になります。この結果、モジュールは完全に、内部のソフトスタート回路の制御下でパワーアップすることになります。ソフトスタート制御下で電源投入する場合、出力電圧は急速およびよりリニアなレートで、設定ポイントまで立ち上がります。

有効な入力電圧が印加された瞬間から、出力電圧を立ち上げるまでに、ソフトスタート制御により、短い遅延(通常は2ms~10ms)が発生します。

その後、出力は徐々に、モジュールの設定ポイント電圧まで立ち上がります。図20に、PTH08T240/241のソフトスタート・パワーアップ特性を示します。これは、12V入力バスを、3.3V出力の構成で動作させた状態です。波形は、10Aの定電流負荷を使用し、Auto-Track機能を無効にして測定したものです。入力電圧が立ち上がりを開始した時点で、入力電流の初期の立ち上がりが発生しているのは、入力コンデンサに流れ込む充電電流を表しています。パワーアップは、15msの間に完了しています。

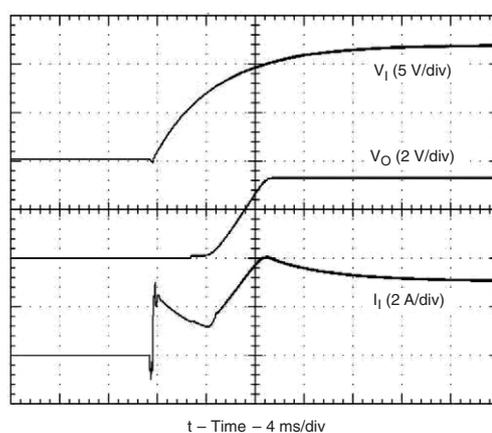


図 20. Power-Up Waveform

## 過電流保護

負荷の異常に対する保護を提供するために、すべてのモジュールに出力過電流保護が内蔵されています。レギュレータの過電流スレッシュホールドを上回る負荷を接続した場合、レギュレータの出力はシャットダウンします。シャットダウン後、モジュールはソフトスタート・パワーアップを開始することにより定期的に回復を試みます。これは、“hiccup”（一時中断）モードと呼ばれます。負荷の異常が取り除かれるまで、モジュールはシャットダウンとパワーアップのサイクルを繰り返し実行します。この期間中、異常状態の負荷に対して流入する平均電流は大幅に低減されます。異常が取り除かれた後、モジュールは自動的に回復し、通常動作に戻ります。

## 過熱保護 (OTP)

過熱シャットダウン・メカニズムは、過度に高い温度から、モジュールの内部回路を保護します。通気量の低下、または周囲温度の上昇が原因で、内部温度が上昇することがあります。内部温度がOTPスレッシュホールドを上回った場合、モジュールのInhibit制御は、内部で“low”になります。この結果、出力はターンオフとなります。負荷回路によって、外部出力コンデンサが放電するにつれて、出力電圧は低下します。回復は自動的であり、ソフトスタート・パワーアップによって開始されます。検出される温度がトリップ・ポイントを約 $10^{\circ}\text{C}$ 下回った時点で、この回復が発生します。

過熱保護は、レギュレータに対する熱ストレスを防止するための最終メカニズムです。過熱シャットダウン温度ちょうどまたはその付近での動作は、モジュールの長期的な信頼性を低下させる可能性がありますので推奨しません。周囲温度と通気のワーストケース条件を想定し、レギュレータを常に安全動作領域 (SOA) の範囲内で動作させてください。

## on/off制御機能

出力電圧のon/off制御機能を必要とするアプリケーションに対応するために、PTH08T240/241Wでは、出力インヒビット制御ピンを用意しています。この制御（インヒビット）機能は、レギュレータからの出力電圧をターンオフする必要がある状況で使用できます。

Inhibitピンをオープンのままにした場合、パワー・モジュールは正常動作し、有効なソース電圧が $V_I$ に供給されている（GNDを基準として）状況では、調整された出力を提供します。

図21に、インヒビット機能の代表的アプリケーションを示します。ディスクリート・トランジスタ (Q1) に注目してください。このInhibit入力は、専用の内蔵プルアップ抵抗を用意しています。Inhibitピンに対して、外付けのプルアップ抵抗を接続しないでください。この入力は、TTLロジック・デバイスとの互換性がありません。制御の目的で、オープン・コレクタ（またはオープン・ドレイン）のディスクリート・トランジスタを使用することをお勧めします。

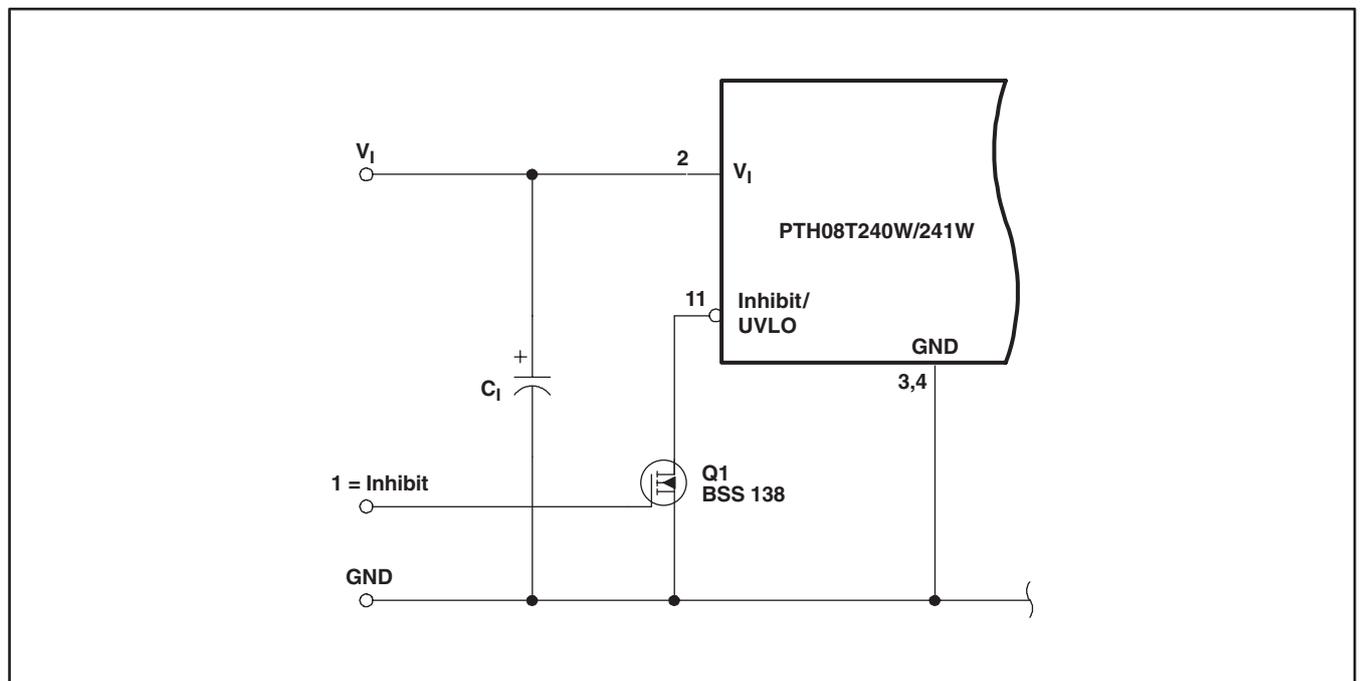


図 21. On/Off Inhibit Control Circuit

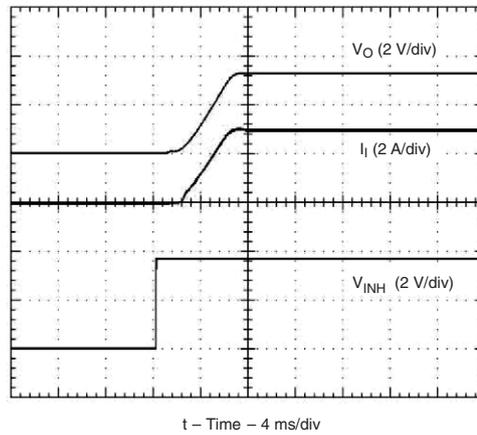


図 22. Power-Up Response from Inhibit Control

Q1をオンにすると、Inhibit制御ピンに対して“low”の電圧が印加され、モジュールの出力はディスエーブルになります。その後、Q1をオフにすると、モジュールはソフトスタートパワーアップ・シーケンスを実行します。レギュレーション出力電圧が、15ms以内に生成されます。図22に、Q1をオフにした後の、出力電圧と入力電流の代表的な立ち上がりを示します。Q1をオフにすることは、波形 $V_{INH}$ の立ち上がりに対応しています。これらの波形は、10Aの定電流負荷を使用して測定したものです。

### 差動出力電圧のリモート・センス

差動リモート・センス機能を使用すると、正の経路または帰路のどちらかでモジュールの出力と負荷の間に発生したあらゆる“IR”による電圧降下を補正できるので、モジュールのロードレギュレーションパフォーマンスが向上します。出力電流が少数のピンとトレース抵抗を経由して流れる結果、IRによる電圧降下が発生します。Senseピンが接続されている場合、 $V_O$ およびGNDピンの間で直接測定された電圧と、Senseピン相互間で測定された電圧の差が、レギュレータが補正しようとする

IR電圧降下の量であることがわかります。この値は、最大でも0.3Vに制限されていることが必要です。 $+Sense$  (6ピン)を正の負荷ピンに接続すると、接続ポイントにおけるロードレギュレーションが向上します。最適な動作を実現するには、 $-Sense$  (7ピン)をモジュールに近い(10cm以内)GND (4ピン)に接続する必要があります。

負荷でリモート・センス機能を使用しない場合は、 $+Sense$ ピンを $V_O$  (5ピン)に接続し、 $-Sense$ ピンをモジュールGND (4ピン)に接続します。

リモート・センス機能は、コンバータの出力と直列に配置されているノンリニアまたは周波数依存のコンポーネントに起因する順方向電圧降下を補正する目的で設計されたものではありません。OR接続した複数のダイオード、フィルタ・コイル、フェライト・ビーズ、およびヒューズがこれに該当します。リモート・センス接続の中にこれらのコンポーネントを含めた場合、実質的にそれらを電圧調整の制御ループ内に配置したのと同じことを意味し、レギュレータの安定性に悪影響を及ぼす可能性があります。

## Smart Sync

Smart Syncは、複数のモジュールを共通の周波数に同期させる機能です。目的の周波数に設定した1台の外部発振器にSmart Syncピンを接続すると、接続されているすべてのモジュールが、選択された周波数に同期します。同期周波数は、240kHz~400kHzの範囲内において、モジュールの公称スイッチング周波数より高く、または低くすることもできます(周波数の限度については、「電気的特性」表を参照)。同じバスから電力を供給されている複数のモジュールを同期すると、入力電

源に対してビート周波数が戻されることを防止し、EMIフィルタリングの要求を緩和することができます。低いビート周波数(通常は10kHz未満)を取り除くと、EMIフィルタが同期周波数だけを減衰するようになります。ソースの電流供給と、入力容量の要求を最小限に抑えるために、位相をずらしてパワー・モジュールを同期することもできます。図23に、Dフリップフロップを使用し、2つのモジュールの位相を180°ずらして同期する標準的な回路を示します。

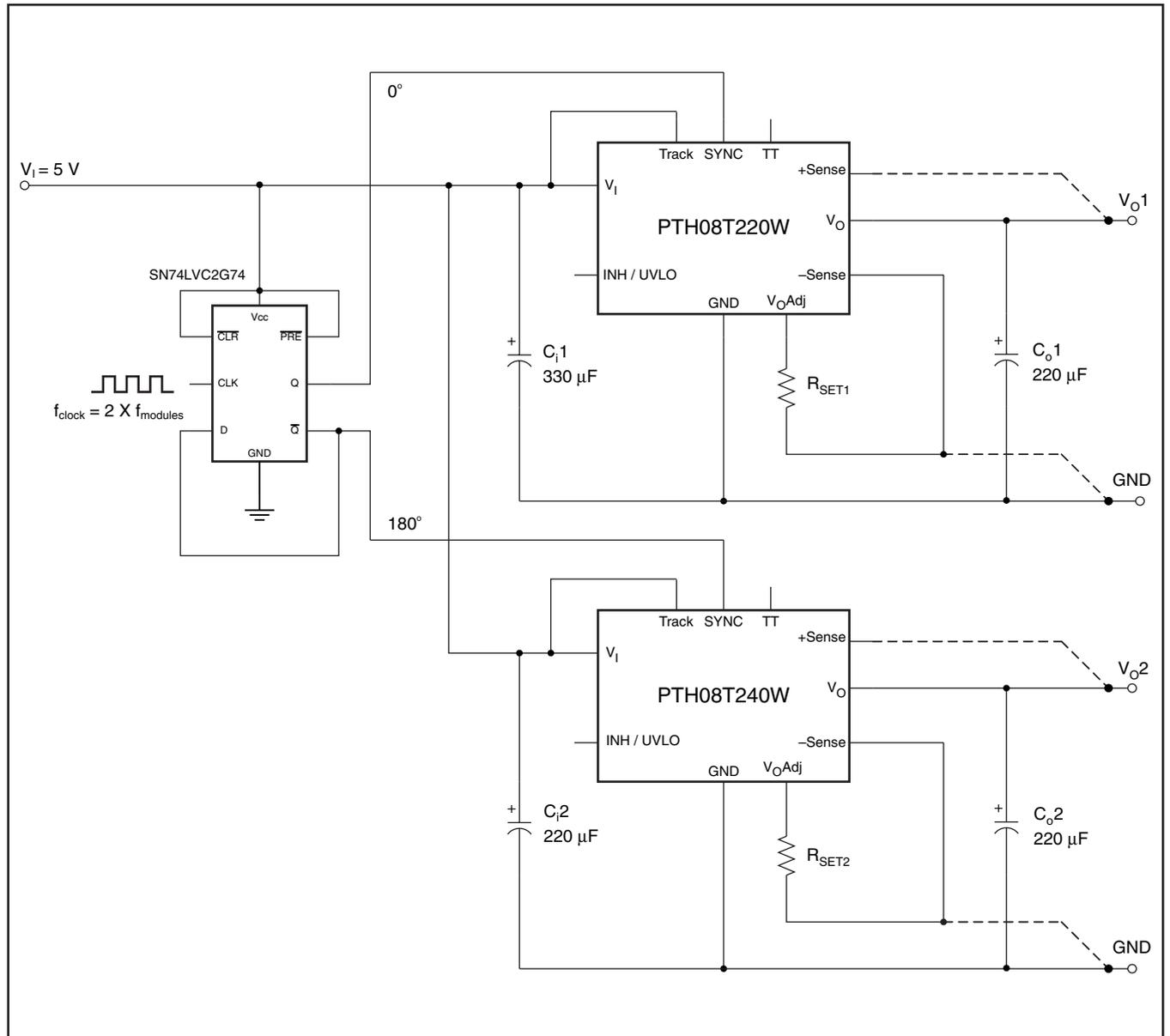


図 23. Smart Sync Schematic

入力電圧 vs 出力電圧

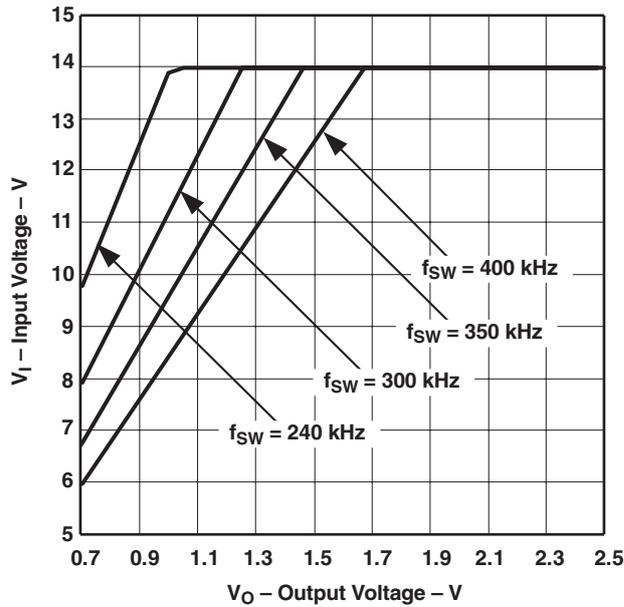


図 24

正常に同期を取るために許容される最大入力電圧は、デューティ・サイクルによって制限されます。Smart Syncを使用する場合は、最大許容入力電圧は、出力電圧およびスイッチング周波数の関数として変化します。動作上は、最大入力電圧は、スイッチング周波数に反比例します。より高い周波数に同期する場合は、入力電圧範囲に対する制限が強くなります。特定のスイッチング周波数を対象として、出力電圧に基づいて最大入力電圧がどのように変化するかを図24に示します。

たとえば、モジュールが400kHzで動作し、出力電圧が1.2 Vである場合は、最大入力電圧は10Vになります。最大入力電圧を上回った場合は、出力リップル電圧が上昇し、出力電圧の変動も大きくなります。

図24に示すように、入力電圧が6Vを下回る場合も、同期周波数範囲全体で、最小出力電圧まで低下して動作することは可能です。同期周波数範囲およびパルスの限度については、「電氣的特性」表を参照してください。

## Auto-Track™機能

Auto-Track機能は、PTH/PTVファミリー独自のものであり、すべてのPoint-of-Load Alliance製品で利用できます。Auto-Trackは、各モジュールでのパワーアップおよびパワーダウンに合わせて出力電圧のシーケンス制御をするために必要とされる回路の規模を簡素化する目的で設計されました。パワーアップ時に複数の供給電圧をシーケンス制御する機能は、TMS320™DSPファミリー、マイクロプロセッサ、ASICのように複数の電源電圧を使用する複雑なミックスドシグナル・アプリケーションでは一般的な要求です。

## Auto-Track™の動作方法

Auto-Trackは、モジュールの出力電圧を、Track制御ピンに供給される電圧に強制的に追従させることによって機能を果たします<sup>(1)</sup>。この制御範囲は、0Vからモジュールの設定ポイント電圧の間に限定されています。Trackピンの電圧が設定ポイント電圧を上回った時点で、モジュールの出力は、自らの設定ポイントにとどまります<sup>(2)</sup>。たとえば、2.5VのレギュレータでTrackピンが1Vだった場合、調整された出力は1Vになります。Trackピンの電圧が3Vまで立ち上がった場合、調整された出力が2.5Vを上回ることはありません。

Auto-Trackの制御下にある場合、モジュールからのレギュレーション出力は、Trackピンの電圧に対し、電圧対電圧ベースで追従します。これらのモジュールを多数用意し、それらのTrackピンを互いに接続した場合、パワーアップとパワーダウンの期間中、出力電圧は共通の信号に追従します。制御信号として、外部で生成されたマスター・ランプ波形、または他の電源回路からの出力電圧を使用できます<sup>(3)</sup>。利便性を考慮し、Trackの入力側は内部RC充電回路を内蔵しています。これは、モジュールの入力電圧とは独立して動作し、電源投入時に適切な立ち上がり波形を生成します。

## 代表的アプリケーション

Auto-Trackの基本的な実行により、多数のAuto-Track準拠モジュールを同時に電圧制御できます。複数のモジュールのTrack入力を接続すると、それらのTrack入力は、共通の合成RCランプ波形に強制的に追従するようになり、共通のTrack制御信号を使用して、それらのモジュールのパワーアップ・シーケンスを調整できるようになります。この調整を行うには、パワーアップ・リセット電圧監視ICのようなオープン・コレクタ(またはオープン・ドレイン)デバイスを使用します。図25のU3を参照してください。

パワーアップ・シーケンスを調整するには、Track制御を最初はグラウンド電位まで引き下げることが必要です。入力電力をモジュールに印加するとき、またはそれより前にこの作業を実行する必要があります。また、モジュールへの入力電力の印加を開始した後、グラウンド電圧を少なくとも20msにわたって維持してください。この短い時間があればモジュールは内部でソフトスタートの初期化を完了するための時間を確保でき(4)、これにより出力電圧を生成することが可能になります。遅延機能を内蔵した低コストの供給電圧監視ICは、パワーアップ時のTrack入力を自動的に制御するための理想的なコンポーネントです。

図25に、供給電圧監視ICであるTL7712A(U3)を使用して、PTH08T240/241Wモジュールのシーケンス・パワーアップを調整する方法を示します。入力電圧が3.6Vを上回った段階でTL7712Aの監視出力はアクティブになり、入力電圧がモジュールの低電圧ロックアウト・スレッシュホールドに達する前に、このICが共通のTrack制御に対してグラウンド信号をアサート(グラウンド・レベルの電圧を出力)できるようにします。入力電圧がU3の電圧スレッシュホールドである4.3Vを上回った後、約28msが経過するまで、グラウンド信号が維持されます。この28msという期間は、コンデンサ $C_T$ によって制御されます。2.2 $\mu$ Fという値により、モジュールは内部でソフトスタートの初期化を完了するための十分な遅延が得られます。Track制御電圧が立ち上がるのを許可されるまで、各モジュールの出力電圧は0にとどまります。U3がグラウンド信号を出力しなくなった後、Track制御電圧は自動的に立ち上がります。この結果、それぞれが自らの設定ポイント電圧に達するまで、各モジュールの出力電圧は他のモジュールと同期して立ち上がります。

図26に、入力電圧を回路に印加した後の出力電圧の波形を示します。 $V_{O1}$ と $V_{O2}$ の各波形は、2個のパワー・モジュールU1(3.3V)とU2(1.8V)それぞれの出力電圧を表しています。 $V_{TRK}$ 、 $V_{O1}$ 、および $V_{O2}$ は立ち上がりを示し、目的とする同時電源電圧立ち上がり特性を達成しています。

同じ回路でパワーダウン・シーケンスも実行されます。入力電圧がU3の電圧スレッシュホールドを下回った時点で、共通のTrack制御に対してグラウンド信号が再度印加されます。この結果、図27に示すように、Track入力は0Vに下がり、各モジュールの出力も強制的にそれに追従します。入力電圧がモジュールの低電圧ロックアウトを下回る前に、通常はパワーダウン(電源遮断)が完了します。これは、重要な制約です。入力電圧が存在しないとモジュールが認識した段階で、モジュールの出力は、Track入りに印加されている電圧に追従できなくなります。パワーダウン・シーケンスの間は、モジュールの出力電圧の低下はAuto-Trackのスルー・レートの機能によって制限されます。

## Auto-Track™の使用方法に関する注意

- 調整された設定ポイント電圧をモジュールがレギュレートする前に、Trackピンの電圧はモジュールの設定ポイント電圧より高い値まで立ち上がるように設定しておく必要があります。
- Auto-Track機能は、電源投入時にほぼすべての電圧ランプを追跡します。また、最大1V/msのランプ速度と互換性があります。
- Trackピンに印加できる絶対最大電圧は、入力電圧 $V_I$ と同じ値です。
- モジュールは自らのソフトスタート初期化を完了するまでは、Track制御入力電圧に追従できません。モジュールが、自らの入力に対して有効な電圧が印加されていることを検出した時点から初期化が完了するまでに、約20msを要します。この期間中、Trackピンをグラウンド電位に維持しておくことをお勧めします。
- Auto-Track機能を無効にするには、Trackピンを入力電圧( $V_I$ )に接続します。Auto-Trackが無効になっている場合、入力電力が印加された後、出力電圧は自らのソフトスタート・レートに従って立ち上がります。
- モジュールの出力電圧を調整し、長期的に安定した状態で動作させるという目的では、Auto-Trackピンを使用しないでください。

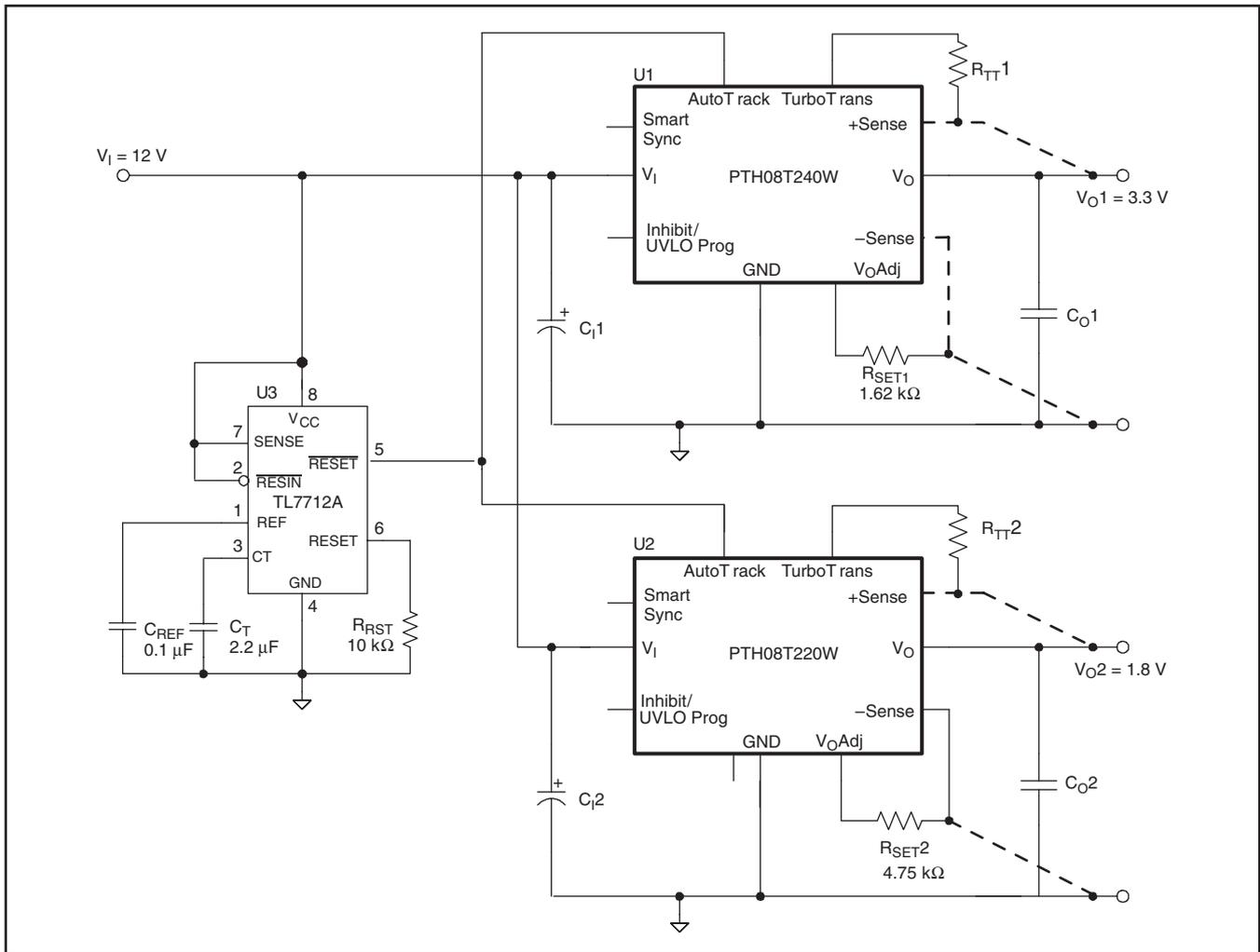


図 25. Auto-Trackを使用したパワーアップとパワーダウンでのシーケンス制御回路

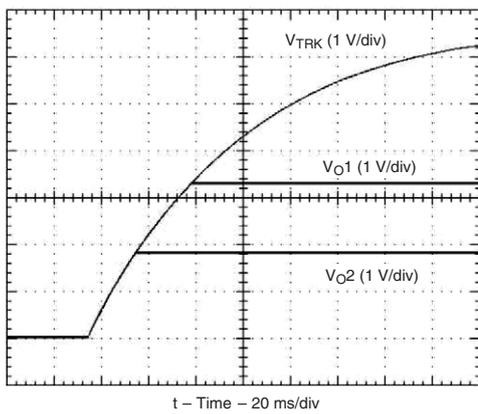


図 26. Auto-Track制御を使用した同時パワーアップ

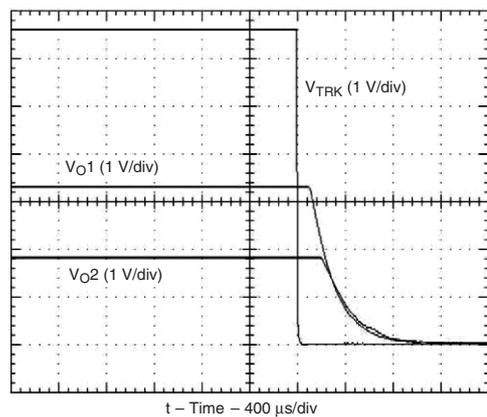


図 27. Auto-Track制御を使用した同時パワーダウン

## 付録：パッケージ・オプション パッケージ情報

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>
PTH08T240WAD	ACTIVE	DIP MOD ULE	EBS	11	49	Pb-Free (RoHS)	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH08T240WAH	ACTIVE	DIP MOD ULE	EBS	11	49	TBD	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH08T240WAS	ACTIVE	DIP MOD ULE	EBT	11	49	TBD	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH08T240WAST	ACTIVE	DIP MOD ULE	EBT	11	250	TBD	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH08T240WAZ	ACTIVE	DIP MOD ULE	EBT	11	49	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH08T240WAZT	ACTIVE	DIP MOD ULE	EBT	11	250	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH08T241WAD	PREVIEW	DIP MOD ULE	EBS	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T241WAH	PREVIEW	DIP MOD ULE	EBS	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T241WAS	PREVIEW	DIP MOD ULE	EBT	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T241WAST	PREVIEW	DIP MOD ULE	EBT	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T241WAZ	PREVIEW	DIP MOD ULE	EBT	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T241WAZT	PREVIEW	DIP MOD ULE	EBT	11		TBD	Call TI	Call TI

(1) マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

**ACTIVE**：製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

**LIFEBUY**：TIによりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。

**NRND**：新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TIでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

**PREVIEW**：デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

**OBSOLETE**：TIによりデバイスの生産が中止されました。

(2) エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free (RoHS) およびGreen (RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent> でご確認ください。

**TBD**：Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

**Pb-Free (RoHS)**：TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

**Green (RoHS & no Sb/Br)**：TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素(Br)およびアンチモン(Sb)をベースとした難燃材を含まない(均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない)ことを意味しています。

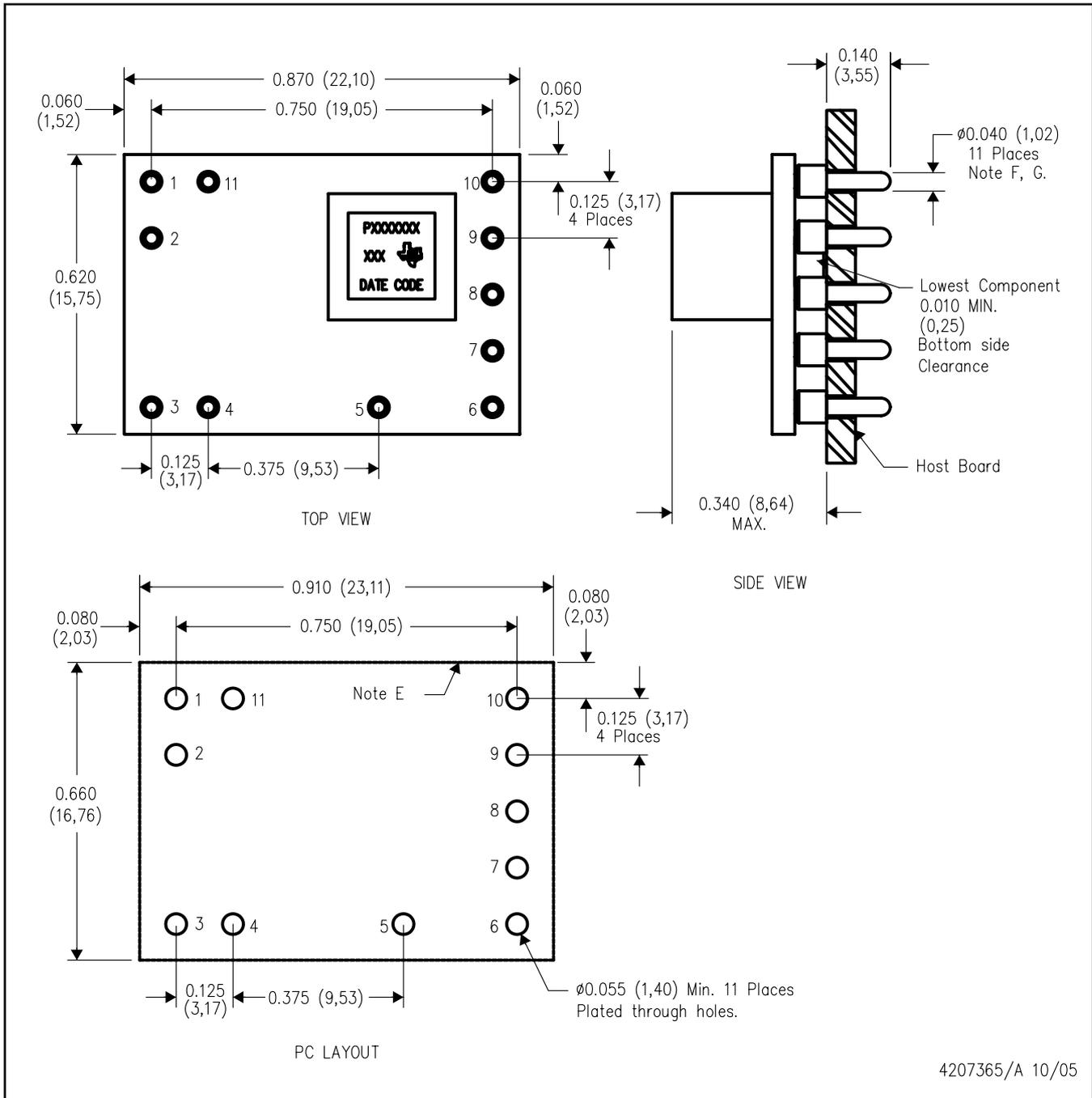
(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

**重要な情報および免責事項**：このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行わないものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TIでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TIおよびTI製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

# メカニカル・データ

EBS (R-PDSS-T11)

DOUBLE SIDED MODULE



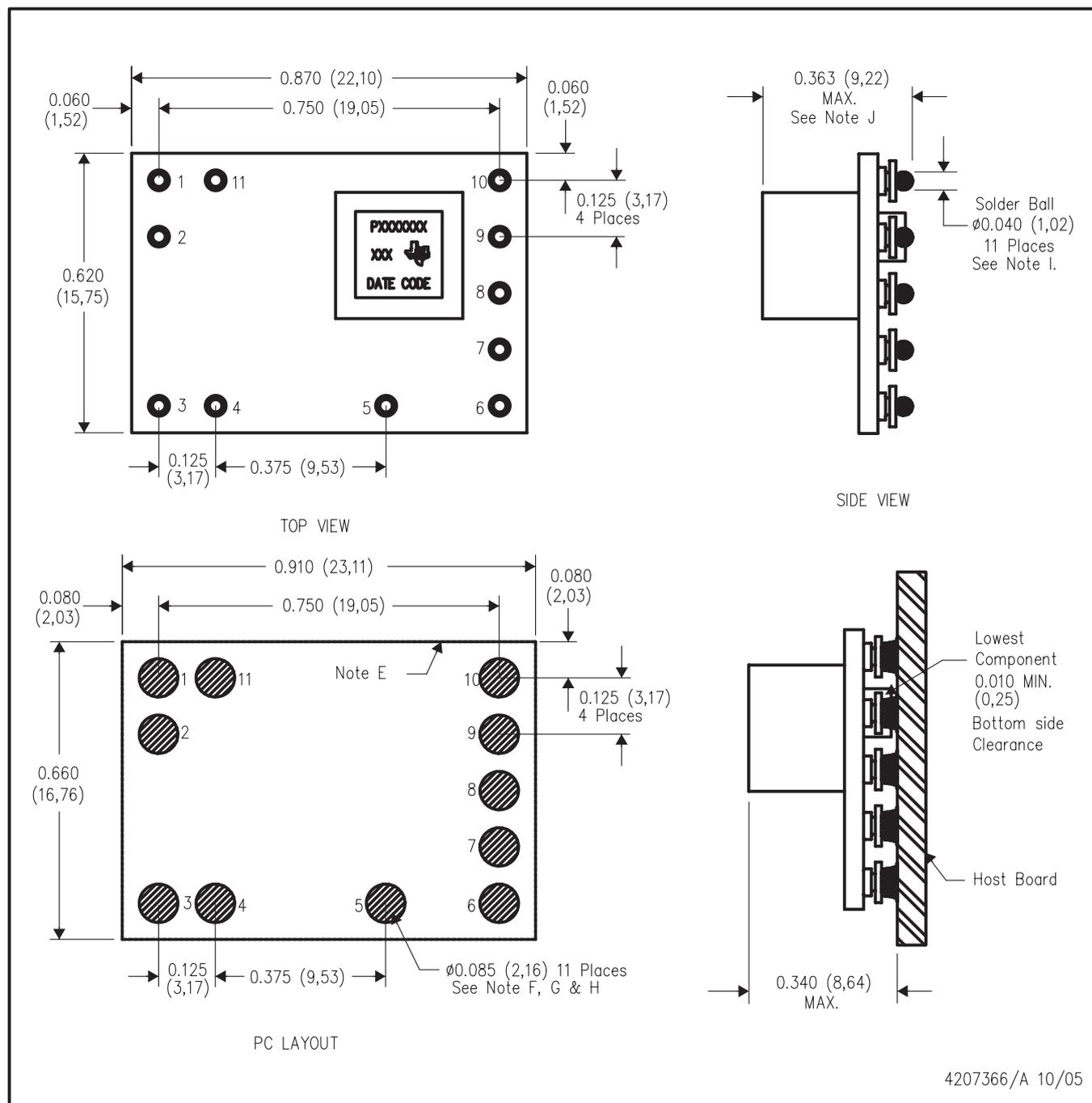
4207365/A 10/05

- 注： A. 全ての線寸法の単位はインチ (mm) です。  
 B. この図は、通知なく変更されることがあります。  
 C. 小数点以下2桁の精度は、 $\pm 0.030$  ( $\pm 0.76$  mm) です。  
 D. 小数点以下3桁の精度は、 $\pm 0.010$  ( $\pm 0.25$  mm) です。  
 E. ユーザー・コンポーネントを配置しないことが推奨される領域。  
 F. ピンの直径は、0.040 インチ (1.02 mm) であり、隔離ショルダーの直径は 0.070 インチ (1.78 mm) です。  
 G. 全てのピンの材質 - 銅合金  
 仕上げ - 錫 (100%) にニッケル・メッキ

# メカニカル・データ

EBT (R-PDSS-B11)

DOUBLE SIDED MODULE



4207366/A 10/05

- 注： A. 全ての線寸法の単位はインチ (mm) です。  
 B. この図は、通知なく変更されることがあります。  
 C. 小数点以下2桁の精度は、 $\pm 0.030$  ( $\pm 0.76$  mm) です。  
 D. 小数点以下3桁の精度は、 $\pm 0.010$  ( $\pm 0.25$  mm) です。  
 E. ユーザー・コンポーネントを配置しないことが推奨される領域。  
 F. 電源ピンを接続するには、入力ピン、グランド・ピン、および出力ピン (または電気的な同等要素) が増えるたびに、内部層にある電源プレートに対して内径 (I.D.) 0.025インチ (0.63 mm) のビアを複数使用する必要があります。  
 G. ペースト検査用開口部：0.08インチ (2.03 mm) ~ 0.085インチ (2.16 mm)。  
 ペースト検査用の厚さ：0.006インチ (0.15 mm)。  
 H. パッドのタイプ：半田マスク限定。  
 I. 全てのピンの材質 - 銅合金  
 仕上げ - 錫 (100%) にニッケル・メッキ  
 半田ボール - 製品データシートを参照。  
 J. 半田リフロー前の寸法。

(SLTS264B)

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといたします)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといたします)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメータに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。

前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

温度: 0 ~ 40 °C、相対湿度: 40 ~ 85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260 °C以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

### 6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上