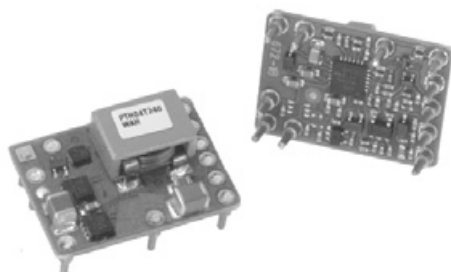


# 0.69V~3.6V/10A出力、2.2V~5.5V入力対応 非絶縁型パワー・モジュール (with TurboTrans™テクノロジー)

## 特 長

- 最大出力電流：10A
- 入力電圧：2.2V~5.5V
- 広い出力電圧調整範囲：0.69V~3.6V
- 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）
- プリバイアス・スタートアップ
- 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（PTH04T241W）
- 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

PTH04T240/241W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。PTH04T241Wは、セラミック・コンデンサの使用に対して最適化されています。

2.2V~5.5V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~3.6V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、2.5V、3.3V、または5Vの中間バス・アーキテクチャ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。

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。さらに調整可能な低電圧ロックアウト機能により、起動電圧のスレッシュホールド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。

PTH04T240/241Wには新しいテクノロジーTurboTrans™とSmartSyncが内蔵されています（特許出願中）。TurboTrans機能はレギュレータ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。さら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レギュ

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。

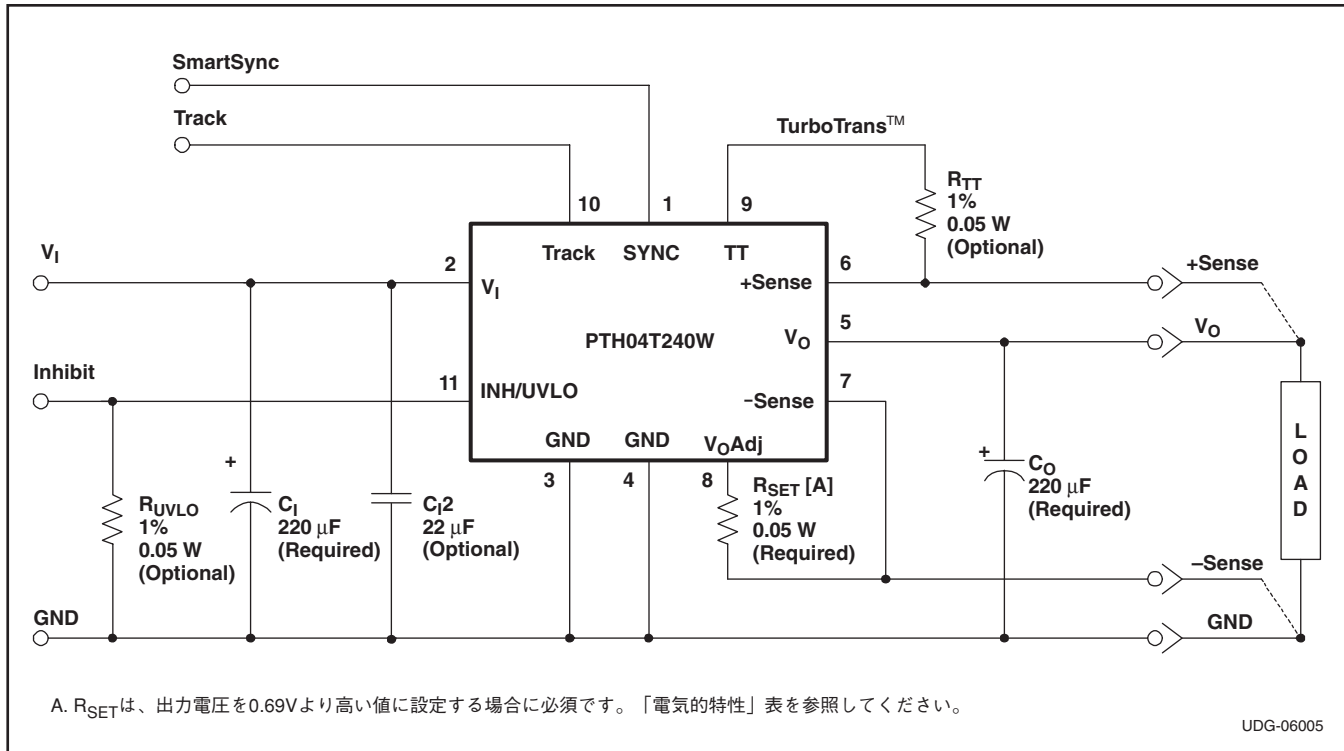
レータの過渡応答を大幅に改善します。SmartSyncを使用すると複数のモジュール間のスイッチング周波数を同期できます。その結果EMIノイズ対策を簡素化し、また入力コンデンサのRMS電流要件を緩和することができます。このモジュールは両面基板に表面実装されているため低背で高密度実装を実現できます。パッケージ・オプションにはスルー・ホール実装と表面実装の2種類があり、どちらも鉛 (Pb) フリーおよびRoHS指令に準拠しています。



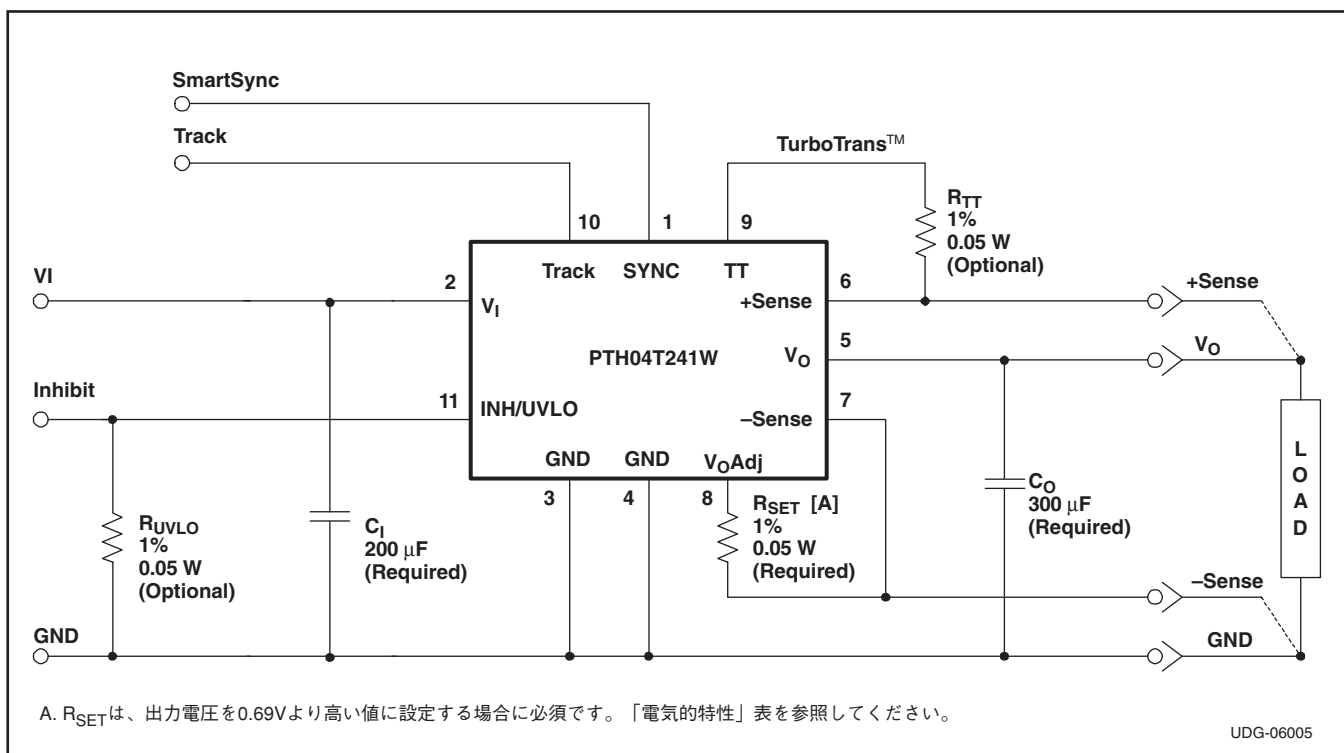
## 静電気放電対策

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。

### PTH04T240W



### PTH04T241W - セラミック・コンデンサ・バージョン



## ご発注の手引き

最新のパッケージおよびご発注情報については、このデータシートの巻末にある「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。

## データシート目次

DATASHEET SECTION	PAGE NUMBER
環境定格と絶対最大定格	3
電気的特性 (PTH04T240W)	4
電気的特性 (PTH04T241W)	6
端子機能	8
代表的特性 ( $V_I = 5V$ )	9
代表的特性 ( $V_I = 3.3V$ )	10
出力電圧調整	11
INPUT & OUTPUT CAPACITOR RECOMMENDATIONS	13
Turbo Trans™情報	17
低電圧ロックアウト機能 (UVLO)	22
ソフトスタート・パワーアップ	23
on/off制御機能	24
SYNCHRONIZATION (SMARTSYNC)	25
過電流保護	26
過熱保護	26
リモート・センス	26
AUTO-TRACK SEQUENCING	27
プリバイアス・スタートアップ	29
TAPE & REEL AND TRAY DRAWINGS	31

## 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	°C
$T_{reflow}$	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 $125$ <sup>(2)</sup>	
	Mechanical shock	Per Mil-STD-883D, Method 2002.3 1 msec, 1/2 sine, mounted	500	
	Mechanical vibration	Mil-STD-883D, Method 2007.2 20-2000 Hz	suffix AH & AD 20 suffix AS & AZ 15	G
	Weight		3.8	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、内部部品のピーク温度が、規定の最大値を上回らないようにしてください。
- (2) 出荷用のトレイまたはテープ・リールは、65°Cを超える温度でのベーキング時には使用しないでください。

## 電気的特性

### PTH04T240W

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS		PTH04T240W			UNIT
				MIN	TYP	MAX	
I <sub>O</sub>	Output current	Over V <sub>O</sub> range	25°C, natural convection		0	10	A
V <sub>I</sub>	Input voltage range	Over I <sub>O</sub> range		0.69 ≤ V <sub>O</sub> ≤ 1.7	2.2	5.5	V
				1.7 < V <sub>O</sub> ≤ 3.6	V <sub>O</sub> +0.5 <sup>(1)</sup>	5.5	
V <sub>O</sub> ADJ	Output voltage adjust range	Over I <sub>O</sub> range			0.69	3.6	V
V <sub>O</sub>	Set-point voltage tolerance				±0.5	±1 <sup>(2)</sup>	%V <sub>O</sub>
	Temperature variation	−40°C < T <sub>A</sub> < 85°C			±0.3		%V <sub>O</sub>
	Line regulaltion	Over V <sub>I</sub> range			±3		mV
	Load regulation	Over I <sub>O</sub> range			±2		mV
	Total output variation	Includes set-point, line, load, −40°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 85°C				±1.5 <sup>(2)</sup>	%V <sub>O</sub>
η	Efficiency	I <sub>O</sub> = 10 A	R <sub>SET</sub> = 1.21 kΩ, V <sub>O</sub> = 3.3 V	94%			
			R <sub>SET</sub> = 2.38 kΩ, V <sub>O</sub> = 2.5 V	92%			
			R <sub>SET</sub> = 4.78 kΩ, V <sub>O</sub> = 1.8 V	90%			
			R <sub>SET</sub> = 7.09 kΩ, V <sub>O</sub> = 1.5 V	88%			
			R <sub>SET</sub> = 12.1 kΩ, V <sub>O</sub> = 1.2 V	87%			
			R <sub>SET</sub> = 20.8 kΩ, V <sub>O</sub> = 1.0 V	85%			
			R <sub>SET</sub> = 689 kΩ, V <sub>O</sub> = 0.7 V	80%			
V <sub>O</sub> Ripple (peak-to-peak)		20-MHz bandwidth			20		mV <sub>pp</sub>
I <sub>LIM</sub>	Overcurrent threshold	Reset, followed by auto-recovery			20		A
t <sub>tr</sub>	Transient response	2.5 A/μs load step 50 to 100% I <sub>O</sub> max V <sub>O</sub> = 2.5 V	w/o TurboTrans C <sub>O</sub> = 220 μF, Type C R <sub>TT</sub> = open	Recovery time	80		μs
ΔV <sub>tr</sub>			V <sub>O</sub> over/undershoot	135		mV	
t <sub>trTT</sub>			w/ TurboTrans C <sub>O</sub> = 2000 μF, Type C, R <sub>TT</sub> = 0 Ω	Recovery time	200		μs
ΔV <sub>trTT</sub>			V <sub>O</sub> over/undershoot	27		mV	
I <sub>IL</sub>	Track input current (pin 10)	Pin to GND				−130 <sup>(3)</sup>	μA
dV <sub>track</sub> /dt	Track slew rate capability	C <sub>O</sub> ≤ C <sub>O</sub> (max)				1	V/ms
UVLO <sub>ADJ</sub>	Adjustable Under-voltage lockout (pin 11)	V <sub>I</sub> increasing, R <sub>UVLO</sub> = OPEN			1.95	2.19	V
		V <sub>I</sub> decreasing, R <sub>UVLO</sub> = OPEN			1.3	1.5	
		Hysteresis, R <sub>UVLO</sub> = OPEN				0.5	
Inhibit control (pin 11)	Input high voltage (V <sub>IH</sub> )				Open <sup>(4)</sup>		V
	Input low voltage (V <sub>IL</sub> )		−0.2		0.8		
	Input low current (I <sub>IL</sub> ), Pin 11 to GND		235				
I <sub>in</sub>	Input standby current	Inhibit (pin 11) to GND, Track (pin 10) open			5		mA
f <sub>s</sub>	Switching frequency	Over V <sub>I</sub> and I <sub>O</sub> ranges, SmartSync (pin 1) to GND			300		kHz
f <sub>SYNC</sub>	Synchronization (SYNC) frequency				240	400	kHz
V <sub>SYNCH</sub>	SYNC High-Level Input Voltage				2	5.5	V
V <sub>SYNCL</sub>	SYNC Low-Level Input Voltage					0.8	V
t <sub>SYNC</sub>	SYNC Minimum Pulse Width				200		ns
C <sub>I</sub>	External input capacitance	Nonceramic			220 <sup>(5)</sup>		μF
		Ceramic			22 <sup>(5)</sup>		

(1) 最小入力電圧は、2.2Vまたは( $V_O + 0.5$ ) Vのうち、どちらか大きい方です。

(2) 設定ポイント電圧の公差は、RSET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、RSET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。

(3) 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・デバイスを使用をお勧めします。開放電圧は、 $V_I$ 未満です。

(4) 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。開放電圧は、3.5Vdc未満です。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。

(5) 正常に動作させるには、220 $\mu\text{F}$ の入力コンデンサが必要です。入力コンデンサは、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。RMSリップル電流を低減するために、さらに22 $\mu\text{F}$ のセラミック入力コンデンサを追加することをお勧めします。

## 電気的特性

### PTH04T240W

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS			PTH04T240W			UNIT
					MIN	TYP	MAX	
C <sub>O</sub>	External output capacitance	w/o TurboTrans	Capacitance Value	Nonceramic		220 <sup>(6)</sup>	3000 <sup>(7)</sup>	μF
				Ceramic			500	
			Equivalent series resistance (non-ceramic)			7		mΩ
	w/ TurboTrans	Capacitance Value			see table <sup>(8)</sup>		10000	μF
		Capacitance × ESR product (C <sub>O</sub> × ESR)			1000	10000 <sup>(8)</sup>		μF×mΩ
MTBF	Reliability	Per Telcordia SR-332, 50% stress, T <sub>A</sub> = 40°C, ground benign			4.5			10 <sup>6</sup> Hr

(6) 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。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、該当するアプリケーション情報を参照してください。

(7) 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。

(8) 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

### PTH04T241W (セラミック・コンデンサ)

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS		PTH04T241W			UNIT
				MIN	TYP	MAX	
$I_O$	Output current	Over $V_O$ range	$25^\circ\text{C}$ , natural convection	0		10	A
$V_I$	Input voltage range	Over $I_O$ range	$0.69 \leq V_O \leq 1.7$ $1.7 < V_O \leq 3.6$	2.2		5.5	V
$V_{O\text{ADJ}}$	Output voltage adjust range	Over $I_O$ range		0.69		3.6	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	$I_O = 10\text{ A}$	$R_{\text{SET}} = 1.21\text{ k}\Omega$ , $V_O = 3.3\text{ V}$		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%		
			$R_{\text{SET}} = 689\text{ k}\Omega$ , $V_O = 0.7\text{ V}$		80%		
	$V_O$ Ripple (peak-to-peak)	20-MHz bandwidth		20			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 $C_O = 300\text{ }\mu\text{F}$ , Type A $R_{\text{TT}} = \text{open}$	Recovery time	60		$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{tr}}$			w/ TurboTrans $C_O = 3000\text{ }\mu\text{F}$ , Type A $R_{\text{TT}} = \text{short}$	$V_O$ over/undershoot	110		mV
$t_{\text{trTT}}$				Recovery time	80		$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{trTT}}$				$V_O$ over/undershoot	33		mV
$I_{\text{IL}}$	Track input current (pin 10)	Pin to GND				$-130^{(3)}$	$\mu\text{A}$
$dV_{\text{track}}/dt$	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, $R_{\text{UVLO}} = \text{OPEN}$		1.95		2.19	V
		$V_I$ decreasing, $R_{\text{UVLO}} = \text{OPEN}$		1.30		1.50	
		Hysteresis, $R_{\text{UVLO}} = \text{OPEN}$		0.5			
	Inhibit control (pin 11)	Input high voltage ( $V_{\text{IH}}$ )				Open <sup>(4)</sup>	V
		Input low voltage ( $V_{\text{IL}}$ )		$-0.2$		0.8	
		Input low current ( $I_{\text{IL}}$ ), Pin 11 to GND		235			
$I_{\text{in}}$	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			ns
$C_I$	External input capacitance		Ceramic	200 <sup>(5)</sup>			$\mu\text{F}$

(1) 最小入力電圧は、2.2Vまたは( $V_O + 0.5$ )Vのうち、どちらか大きい方です。

(2) 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/ $^\circ\text{C}$ またはそれより良好な場合は、無条件で成立します。

(3) 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、 $V_I$ 未満です。

(4) 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。開放電圧は、3.5Vdc未満です。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。

(5) 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。

## 電気的特性

### PTH04T241W (セラミック・コンデンサ)

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

PARAMETER	TEST CONDITIONS			PTH04T241W			UNIT
				MIN	TYP	MAX	
$C_O$ External output capacitance	w/o TurboTrans	Capacitance Value	Ceramic	300 <sup>(6)</sup>		2000 <sup>(7)</sup>	$\mu\text{F}$
	w/ TurboTrans	Capacitance Value		see table <sup>(6)</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			4.5			$10^6\text{ Hr}$

(6) 基本動作の場合、 $300\text{ }\mu\text{F}$ 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、該当するアプリケーション情報を参照してください。

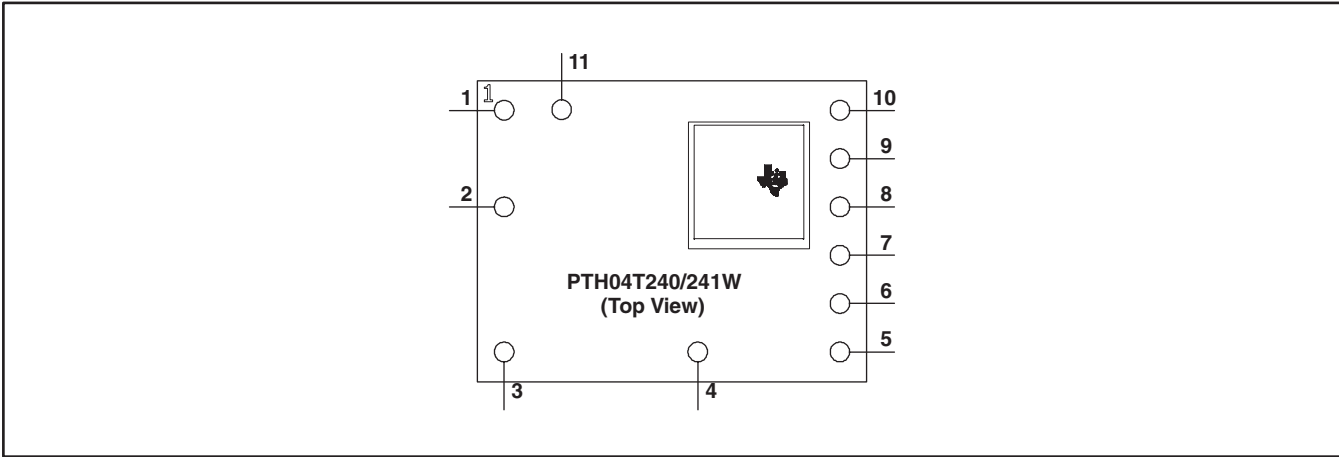
(7) これは、TurboTrans™ テクノロジを無視した計算上の最大値です。TurboTrans™ 機能を使用する場合は、最小出力容量を増やす必要があります。



端子機能

TERMINAL		DESCRIPTION
NAME	NO.	
V <sub>I</sub>	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 <sub>O</sub>	5	GNDを基準とした、電圧調整後の正電圧出力。
GND	3, 4	V <sub>I</sub> およびV <sub>O</sub> の各電力接続に対するコモン・グラウンド接続です。また、制御入力に対する0Vdc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レベルのグラウ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 (3ピン) の間に抵抗を接続することで、UVLOのONスレッショ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 <sub>O</sub> Adj	8	出力電圧を0.69Vより高い値に設定するには、このピンと7ピン(−Sense)の間に0.05W 1%の抵抗をモジュールに近接させて接続する必要があります。抵抗の温度安定性は、100ppm/°C以内であることが必要です。出力電圧の設定ポイント範囲は、0.69V〜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 <sub>O</sub> 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をできる限りモジュールに近い位置でGND (4ピン) 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で20ms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 <sub>I</sub> 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	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™機能をアクティブにするには、このピンと6ピン(+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。抵抗の要件については、「アプリケーション情報」のTurboTrans™抵抗の表を参照してください。TurboTrans抵抗の値が0Ω(短絡)である場合を除き、このピンには絶対に外部容量を接続しないでください。
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PTH04T240/241W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。詳細については、「アプリケーション情報」を参照してください。

(1) オープン = 通常動作、グラウンド = 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 ( $V_I = 5V$ )

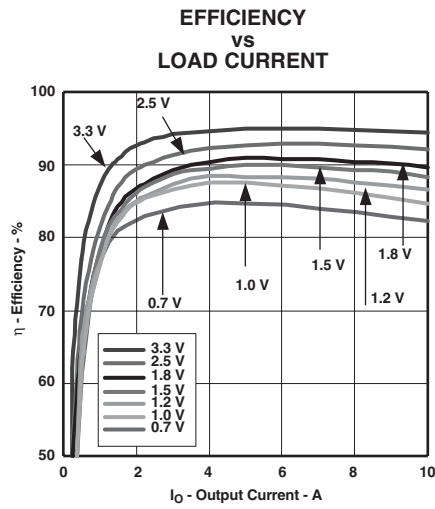


図 1

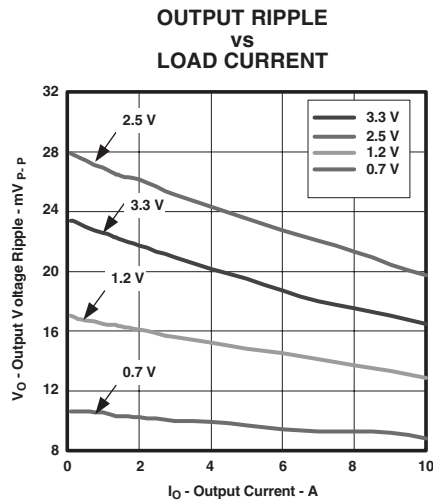


図 2

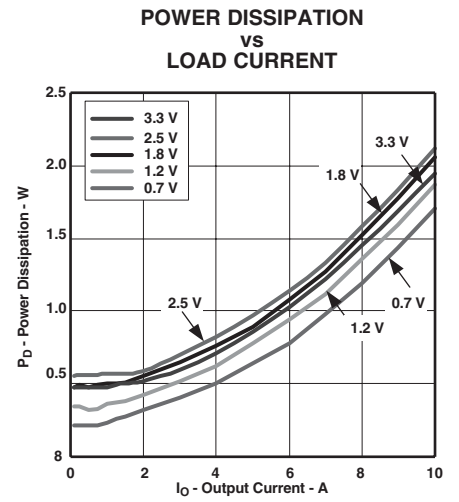


図 3

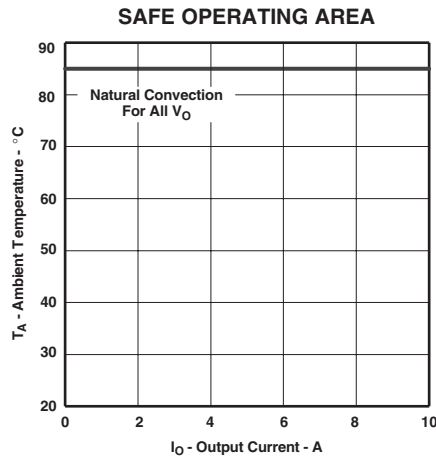


図 4

- (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 ( $V_I = 3.3V$ )

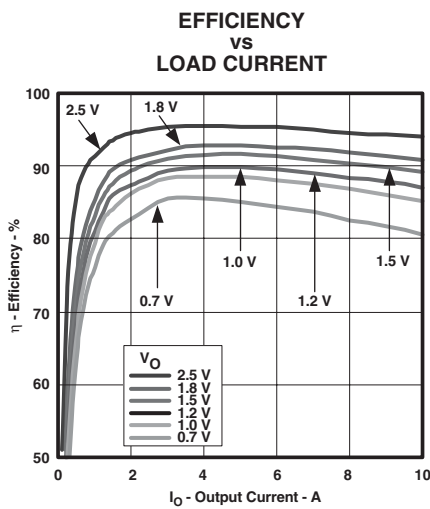


図 5

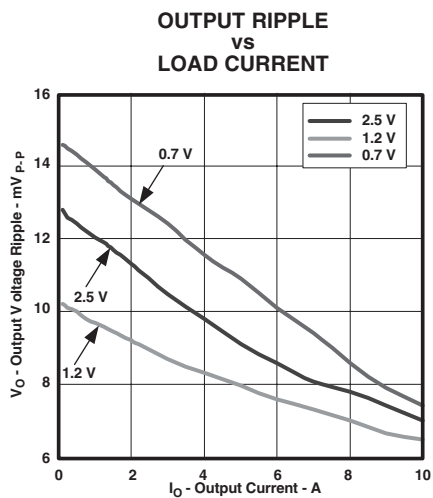


図 6

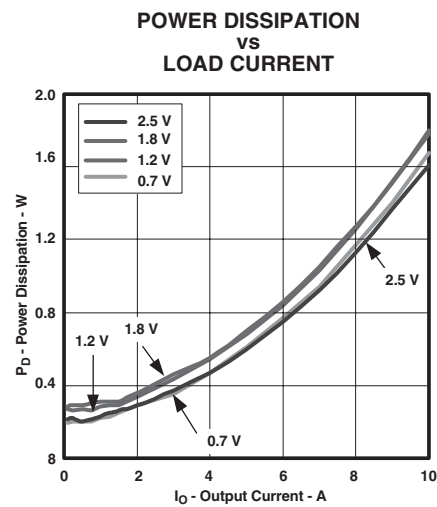


図 7

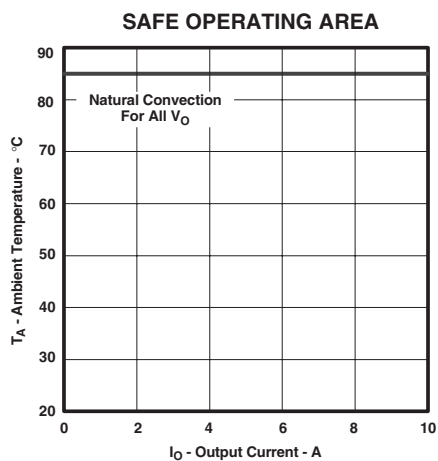


図 8

- (1) 電气的特性データは、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

## 出力電圧調整

V<sub>O</sub> Adjust制御ピン (8ピン) は、PTH04T240/241Wの出力電圧を設定します。調整範囲は0.69V~3.6Vです。調整方法として、単一の外部抵抗R<sub>SET</sub>を追加する必要があります。この抵抗は、V<sub>O</sub> Adjustと-Senseピンの間に直接接続する必要があります。表1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。

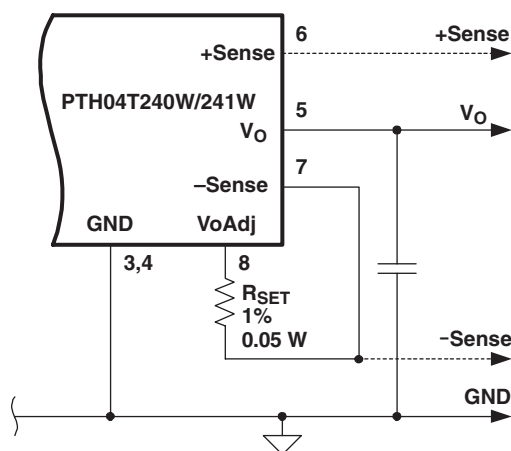
他の出力電圧に関しては、次の式を使用して必要な抵抗の値を計算するか、表2に掲載されている値の範囲から選択することができます。図9は、必要な抵抗の配置を示しています。

$$R_{SET} = 10 \text{ k}\Omega \times \frac{0.69}{V_O - 0.69} - 1.43 \text{ k}\Omega \quad (1)$$

V <sub>O</sub> (Standard) (V)	R <sub>SET</sub> (Standard Value) (kΩ)	V <sub>O</sub> (Actual) (V)
3.3 <sup>(1)</sup>	1.21	3.304
2.5 <sup>(1)</sup>	2.37	2.506
1.8 <sup>(1)</sup>	4.75	1.807
1.5 <sup>(1)</sup>	6.98	1.510
1.2	12.1	1.200
1	20.5	1.004
0.7	681	0.700

表 1. 標準的な出力電圧に対応するR<sub>SET</sub>の標準的な値

(1) 最小入力電圧は、2.2Vまたは (V<sub>O</sub>+0.5) Vのうち、どちらか大きい方です。



- (1) R<sub>SET</sub> : 公差1%、温度安定性100ppm/°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V<sub>O</sub> Adjust (8ピン) と -Sense (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) V<sub>O</sub> Adjust (8ピン) と+Sense (6ピン)、GND、またはV<sub>O</sub> (5ピン) の間には絶対に追加のコンデンサを接続しないでください。V<sub>O</sub> Adjustピンにコンデンサを追加すると、レギュレータの安定性に影響を及ぼします。

UDG-06043

図 9. V<sub>O</sub> Adjust抵抗の配置

V <sub>O</sub> Required (V)	R <sub>SET</sub> (kΩ)	V <sub>O</sub> Required (V)	R <sub>SET</sub> (kΩ)
0.70	681	1.80	4.75
0.75	113	1.85	4.53
0.80	61.9	1.90	4.22
0.85	41.2	1.95	4.02
0.90	31.6	2.00	3.83
0.95	24.9	2.10	3.40
1.00	20.5	2.20	3.09
1.05	17.8	2.30	2.87
1.10	15.4	2.40	2.61
1.15	13.7	2.50	2.37
1.20	12.1	2.60	2.15
1.25	10.7	2.70	2.00
1.30	9.88	2.80	1.82
1.35	9.09	2.90	1.69
1.40	8.25	3.00	1.54
1.45	7.68	3.10	1.43
1.50	6.98	3.20	1.33
1.55	6.49	3.30	1.21
1.60	6.04	3.40	1.10
1.65	5.76	3.50	1.02
1.70	5.36	3.60	0.931
1.75	5.11		

表 2. 出力電圧設定ポイントごとの抵抗値 (標準的な値)<sup>(1)</sup>

(1) 最小入力電圧は、2.2Vまたは (V<sub>O</sub> + 0.5)Vのうち、どちらか大きい方です。

# PTH04T240/241W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

### 電解キャパシタ

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℃を上回る周囲温度に適しています。-20℃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℃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)

PPTH04T241Wでは、セラミック・タイプの最小200μFの入力容量が必要です。

PTH04T240Wでは、最小220μFの入力容量が必要です。入力コンデンサのリップル電流定格は、少なくとも500mA<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22μF 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と値は、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の電圧プレーンおよびグランド・プレーンをとと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 (1.3cm) 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680μF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100mΩ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、 $2 \times (\text{最大DC電圧} + \text{ACリップル})$ の推奨最小電圧定格が必要です。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℃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)

PTH04T241W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。

PTH04T240W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・セクションを参照してください。

## 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°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過渡応答設計要求に応じて、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  $\leq$  1,000) (セラミックなど)

タイプB = (1,000 < 容量 $\times$ ESR  $\leq$  5,000)  
(ポリマー・タンタルなど)

タイプC = (5,000 < 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、PTH04T241W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・セクションを参照してください。

表3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の制限に従う必要があります。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。

PTH04T240W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3に示します。

TurboTrans機能を使用せずにPTH04T241W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、システムの過渡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ェントを使用して特性化されてきました。この負荷トランジェ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」の表に記載されています。トランジェントの $di/dt$ 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、トランジェ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、トランジェ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上での場所は重要です。DSP、FPGA、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。過渡パフォーマンスを最適化するには、低インピーダンスのバスと、途切れないPCB銅プレーンを使用し、コンポーネントを高周波デバイスのできるだけ近くに配置する必要があります。

Capacitor Vendor, Type Series (Style)	Capacitor Characteristics					Quantity			Vendor Part No.
	Working Voltage (V)	Value (μF)	Max ESR at 100 kHz (mΩ)	Max Ripple Current at 85°C (Irms) (mA)	Physical Size (mm)	Input Bus	Output Bus <sup>(2)</sup>		
							No Turbo-Trans	Turbo-Trans Capacitor Type <sup>(3)</sup>	
Panasonic									
SP series (UE)	6.3	220	15	3000	7,3×4,3	2	1 ≤ 2	B ≥ 1 <sup>(3)</sup>	EEFUE0J221R
FC (Radial)	6.3	390	117	555	8 × 11,5	1	≥ 1	N/R <sup>(4)</sup>	EEUFC0J391
FK (SMD)	6.3	470	160	600	10 × 10,2	1	≥ 1	N/R <sup>(4)</sup>	EEVFK0J471P
United Chemi-Con									
PTB, Poly-Tantalum(SMD)	6.3	330	25	2600	7,3×4,3×2,8	1	1 ≤ 3	C ≥ 2 <sup>(3)</sup>	6PTB337MD6TER
LXZ, Aluminum (Radial)	6.3	680	120	555	8 × 12	1	1	N/R <sup>(4)</sup>	LXZ6.3VB681M8X12LL
PS, Poly-Alum (Radial)	6.3	390	12	4770	8 × 11,5	1	≤ 1	B ≥ 2 <sup>(3)</sup>	6PS390MH11
PT Poly-Tantalum (SMD)	6.3	330	40	3000	7,3×4,3	1	1	N/R <sup>(4)</sup>	6PT337MD8TER
MVY, Aluminum (SMD)	10	680	150	670	10 × 10	1	1	B ≥ 2 <sup>(3)</sup>	MVY10VC681MJ10TP
PXA, Poly-Alum (Radial)	10 V	330	14	4420	8 × 12,2	1	1 ≤ 2	B ≥ 1 <sup>(3)</sup>	PXA10VC331MH12
Nichicon, Aluminum									
WG (SMD)	10	470	150	670	10 × 10	1	1	N/R <sup>(4)</sup>	UWG1A471MNR1GS
HD (Radial)	10	470	72	760	8 × 11,5	1	1	N/R <sup>(4)</sup>	UHD1A471MPR
Panasonic, Poly-Aluminum SE Series (SMD)	2.0	560	5	4000	7,3×4,3×4,2	N/R <sup>(5)</sup>	N/R <sup>(6)</sup>	B ≥ 2 <sup>(3)</sup>	EEFSE0J561R(V <sub>O</sub> ≤ 1.6V) <sup>(7)</sup>

表 3. 入力出力コンデンサ <sup>(1)</sup>

(1) 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。

(2) 追加の出力容量には、必須の $100\mu\text{F}$ のセラミック・タイプを含める必要があります。

(3) 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 = ( $100 < \text{容量} \times \text{ESR} \leq 1,000$ )
- タイプB = ( $1,000 < \text{容量} \times \text{ESR} \leq 5,000$ )
- タイプC = ( $5,000 < \text{容量} \times \text{ESR} \leq 10,000$ )

(4) 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て使用できます。

(5) N/R - Not recommended (推奨しない)。この電圧定格は、動作要件の下限を満たしていません。

(6) N/R - Not recommended (推奨しない)。TurboTransを使用しない場合、このコンデンサのESR値は最小要件を下回っています。

(7) 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。



Capacitor Vendor, Type Series (Style)	Capacitor Characteristics					Quantity			Vendor Part No.
	Working Voltage (V)	Value (μF)	Max ESR at 100 kHz (mΩ)	Max Ripple Current at 85°C (Irms) (mA)	Physical Size (mm)	Input Bus	Output Bus <sup>(2)</sup>		
							No Turbo- Trans	Turbo- Trans Capacitor Type <sup>(3)</sup>	
Sanyo									
TPE, POSCAP (SMD)	10	330	25	3300	7,3×4,3	1	1 ≤ 3	C ≥ 1 <sup>(8)</sup>	10TPE330MF
TPE, POSCAP (SMD)	2.5	470	7	4400	7,3×4,3	N/R <sup>(9)</sup>	≤1	B ≥ 2 <sup>(8)</sup>	2R5TPE470M7(V <sub>O</sub> ≤ 1.8V) <sup>(10)</sup>
TPD, POSCAP (SMD)	2.5	1000	5	6100	7,3×4,3	N/R <sup>(9)</sup>	N/R <sup>(11)</sup>	B ≥ 1 <sup>(8)</sup>	2R5TPD1000M5(V <sub>O</sub> ≤ 1.8V) <sup>(10)</sup>
SEP, OS-CON (Radial)	6.3	470	15	4210	10 × 12	1	1 ≤ 2	C ≥ 1 <sup>(8)</sup>	6SEP470M
SVPA, OS-CON (Radial)	6.3	470	19	4130	10 × 7,9	1	1 ≤ 2	C ≥ 2 <sup>(8)</sup>	6SVPA470M
SVP, OS-CON (SMD)	10	330	25	3700	10 × 7,9	1	1 ≤ 3	C ≥ 1 <sup>(8)</sup>	10SVP330MX
AVX, Tantalum									
TPM Multianode	10	330	23	3000	7,3×4,3×4,1	1	1 ≤ 3	C ≥ 2 <sup>(8)</sup>	TPME337M010R0035
TPS Series III (SMD)	10	330	40	1830	7,3×4,3×4,1	1	1 ≤ 6	N/R <sup>(12)</sup>	TPSE337M010R0040
TPS Series III (SMD)	4	1000	25	2400	7,3×6,1×3.5	N/R <sup>(9)</sup>	1 ≤ 5	N/R <sup>(12)</sup>	TPSV108K004R0035 (V <sub>O</sub> ≤ 2.1V) <sup>(13)</sup>
Kemet, Poly-Tantalum									
T520 (SMD)	10	330	25	2600	7,3×4,3×4,1	1	1 ≤ 3	C ≥ 2 <sup>(8)</sup>	T520X337M010ASE025
T530 (SMD)	6.3	330	15	3800	7,3×4,3×4,1	1	1 ≤ 2	B ≥ 2 <sup>(8)</sup>	T530X337M010ASE015 <sup>(10)</sup>
T530 (SMD)	4	680	5	7300	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	N/R <sup>(11)</sup>	B ≥ 1 <sup>(8)</sup>	T530X687M004ASE005 (V <sub>O</sub> ≤ 3.2V) <sup>(10)</sup>
T530 (SMD)	2.5	1000	5	7300	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	N/R <sup>(11)</sup>	B ≥ 1 <sup>(8)</sup>	T530X108M2R5ASE005 (V <sub>O</sub> ≤ 2.0V) <sup>(10)</sup>
Vishay-Sprague									
597D, Tantalum (SMD)	10	330	35	2500	7,3×5,7×4,1	1	1 ≤ 5	N/R <sup>(12)</sup>	597D337X010E2T
94SP, OS-CON (Radial)	6.3	390	16	3810	8 X 10,5	1	1 ≤ 2	C ≥ 2 <sup>(8)</sup>	94SP397X06R3EBP
94SVP OS-CON(SMD)	6.3	470	17	3960	8 × 12	1	1 ≤ 2	C ≥ 1 <sup>(8)</sup>	94SVP477X06F12
Kemet, Ceramic X5R	6.3	100	2	–	3225	1	1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	C1210C107M9PAC
(SMD)	6.3	47	2			1	≥ 2 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	C1210C476K9PAC
Murata, Ceramic X5R	6.3	100	2	–	3225	1	≥ 1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	GRM32ER60J107M
(SMD)	6.3	47				1	≥ 2 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	GRM32ER60J476ME20L
	16	22				1	≥ 5 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	GRM32ER61CE226KE20L
	16	10				1	≥ 1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	GRM32DR61C106K
TDK, Ceramic X5R	6.3	100	2	–	3225	1	≥ 1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	C3225X5R0J107MT
(SMD)	6.3	47				1	≥ 1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	C3225X5R0J476MT
	16	10				1	≥ 1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	C3225X5R1C106MT0
	16	22				1	≥ 1 <sup>(14)</sup>	A <sup>(8)</sup>	C3225X5R1C226MT

表 3. 入力/出力コンデンサ

(8) 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 ≤ 1,000)
- タイプB = (1,000 < 容量 × ESR ≤ 5,000)
- タイプC = (5,000 < 容量 × ESR ≤ 10,000)

(9) N/R - Not recommended (推奨しない)。この電圧定格は、動作要件の下限を満たしていません。

(10) 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。

(11) N/R - Not recommended (推奨しない)。TurboTransを使用しない場合、このコンデンサのESR値は最小要件を下回っています。

(12) 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て使用できます。

(13) 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50%以下である出力用途でのみ使用可能です。

(14) セラミック・コンデンサの値の組み合わせは、「電氣的特性」表に記載されているとおりに制限されます。

## 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、負荷トランジェ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、負荷トランジェントに続く出力電圧の偏差の振幅が低減します。トランジェ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。PTH04T240Wでは、必要とされる最小容量は220 $\mu$ Fです。PTH04T241W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 $\mu$ F $\times$  m $\Omega$ 未満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)。この条件を満たさず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10～図15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ェント電圧偏差と、トランジェ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10～図15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、そのトランジェ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、トランジェ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ェ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ェ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、5Vのアプリケーションで、5A、つまり50%の負荷トランジェ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。5V、タイプBコンデンサに相当する図12を使用します。50mVを5Aで除算すると、トランジェント負荷ステップあたりのトランジェ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760 $\mu$ Fが読み取れます。その後、760 $\mu$ Fに必要な $R_{TT}$ 抵抗値を計算するか、表5から選択します。必要な $R_{TT}$ 抵抗値は、約4.99k $\Omega$ です。

“Without 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、同じトランジェント偏差の限度を達成するには、最小2700 $\mu$ 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。

PTH04T241W - タイプAセラミック・コンデンサ

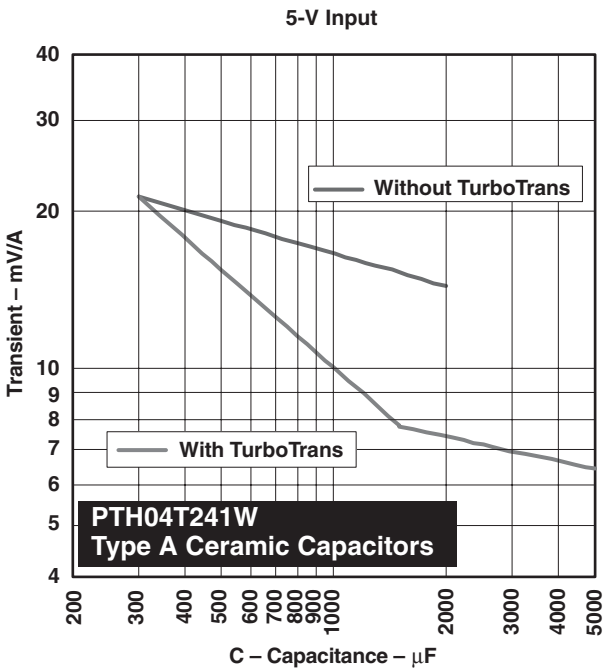


図 10. コンデンサ・タイプA,  
100 ≤ C(μF) × ESR(mΩ) ≤ 1,000  
(セラミックなど)

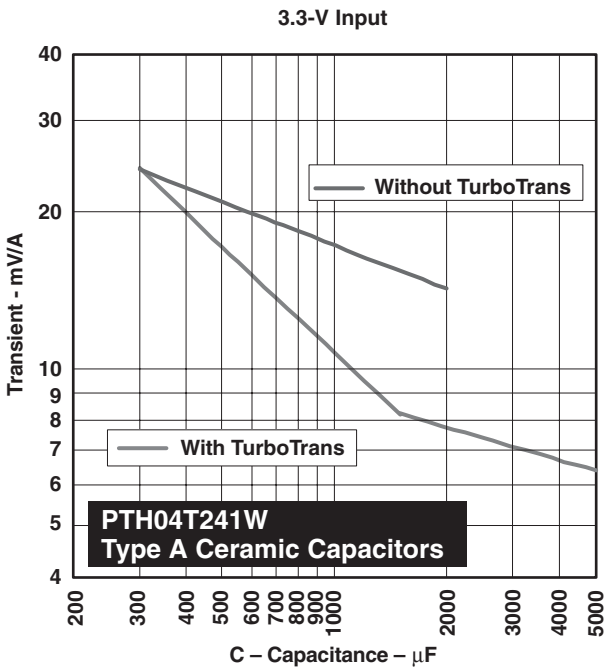


図 11. コンデンサ・タイプA,  
100 ≤ C(μF) × ESR(mΩ) ≤ 1,000  
(セラミックなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			5-V Input		3.3-V Input	
25% load step (2.5 A)	50% load step (5 A)	75% load step (7.5 A)	C <sub>O</sub> Minimum Required Output Capacitance (μF)	R <sub>TT</sub> Required TurboTrans Resistor (kΩ)	C <sub>O</sub> Minimum Required Output Capacitance (μF)	R <sub>TT</sub> Required TurboTrans Resistor (kΩ)
60	120	180	300	open	300	open
50	100	150	340	232	390	97.6
40	80	120	500	40.2	550	30.1
30	60	90	770	12.4	840	9.76
25	50	75	1030	5.11	1100	4.02
20	40	60	1460	0.274	1700	short
18	36	54	2420	short	2830	short

表 4. タイプA：TurboTrans使用時のC<sub>O</sub>の値と必要なR<sub>TT</sub>の選定表

抵抗R<sub>TT</sub>の選定

TurboTrans抵抗値R<sub>TT</sub>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。

$$R_{TT} = 40 \times \frac{[1 - (C_O/1500)]}{[(5 \times C_O/1500) - 1]} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad (2)$$

ここで、C<sub>O</sub>は総出力容量 (μF) です。1500μF以上のC<sub>O</sub>の値では、R<sub>TT</sub>は、短絡を意味する0Ωにする必要があります。(C<sub>O</sub>が1500μFを上回る場合は、R<sub>TT</sub>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<sub>TT</sub>に対して、最小の出力容量が必要です。R<sub>TT</sub>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。

## PTH04T240W - タイプBコンデンサ

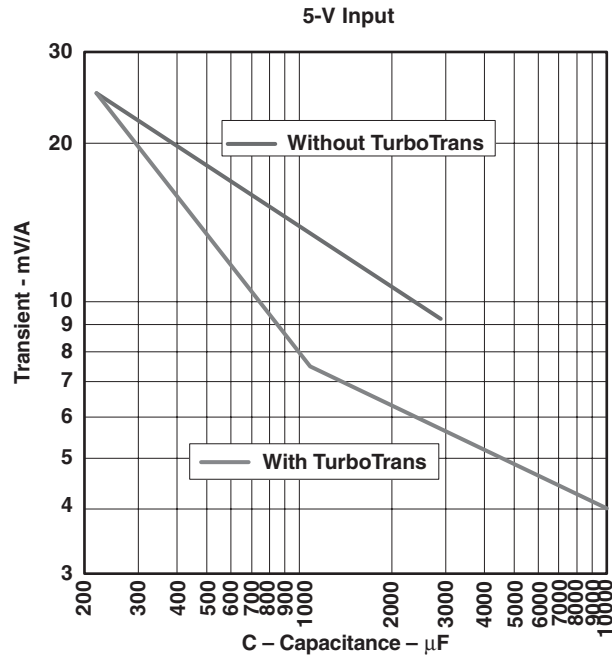


図 12. コンデンサ・タイプB、  
1,000 < C(μF) × ESR(mΩ) ≤ 5,000  
(ポリマー・タンタルなど)

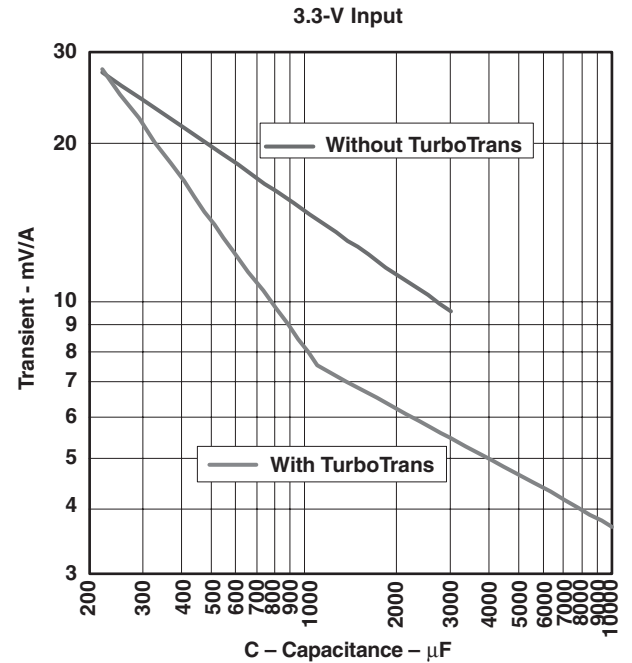


図 13. コンデンサ・タイプB、  
1,000 < C(μF) × ESR(mΩ) ≤ 5,000  
(ポリマー・タンタルなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			5-V Input		3.3-V Input	
25% load step (2.5 A)	50% load step (5 A)	75% load step (7.5 A)	C <sub>O</sub> Minimum Required Output Capacitance (μF)	R <sub>TT</sub> Required TurboTrans Resistor (kΩ)	C <sub>O</sub> Minimum Required Output Capacitance (μF)	R <sub>TT</sub> Required TurboTrans Resistor (kΩ)
70	140	210	220	open	220	open
60	120	180	240	464	270	158
50	100	150	300	80.6	330	56.2
40	80	120	410	30.1	450	24.3
30	60	90	600	10.7	620	9.53
25	50	75	760	4.99	780	4.64
20	40	60	1050	0.75	1050	0.75
15	30	45	2400	short	2250	short
10	20	30	10000	short	7900	short

表 5. タイプB：TurboTrans使用時のC<sub>O</sub>の値と必要なR<sub>TT</sub>の選定表

### 抵抗R<sub>TT</sub>の選定

TurboTrans抵抗値R<sub>TT</sub>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。

$$R_{TT} = \frac{40 \times [1 - (C_O / 1100)]}{[(C_O / 220) - 1]} \quad (\text{k}\Omega) \quad (3)$$

ここで、C<sub>O</sub>は総出力容量(μF)です。1100μF以上のC<sub>O</sub>の値では、R<sub>TT</sub>は、短絡を意味する0Ωにする必要があります。(C<sub>O</sub>が1100μFを上回る場合は、R<sub>TT</sub>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<sub>TT</sub>に対して、最小の出力容量が必要です。R<sub>TT</sub>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。

PTH04T240W - タイプCコンデンサ

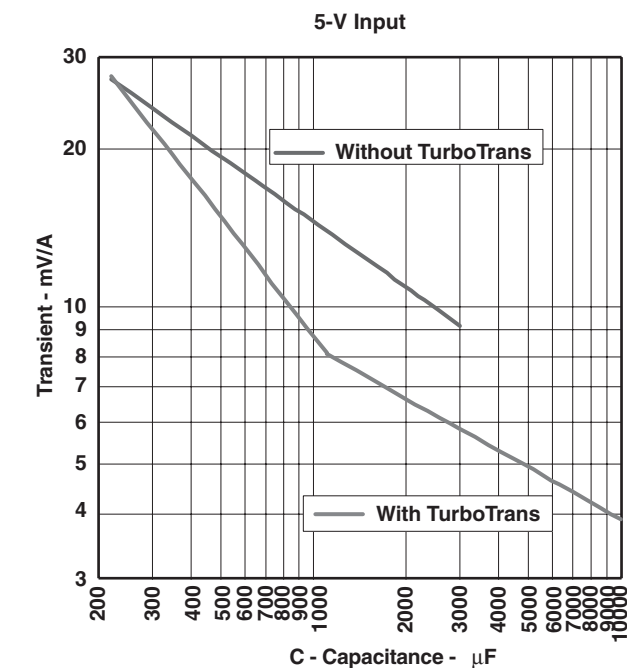


図 14. コンデンサ・タイプC、  
 $5,000 < C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 10,000$   
(OSコンなど)

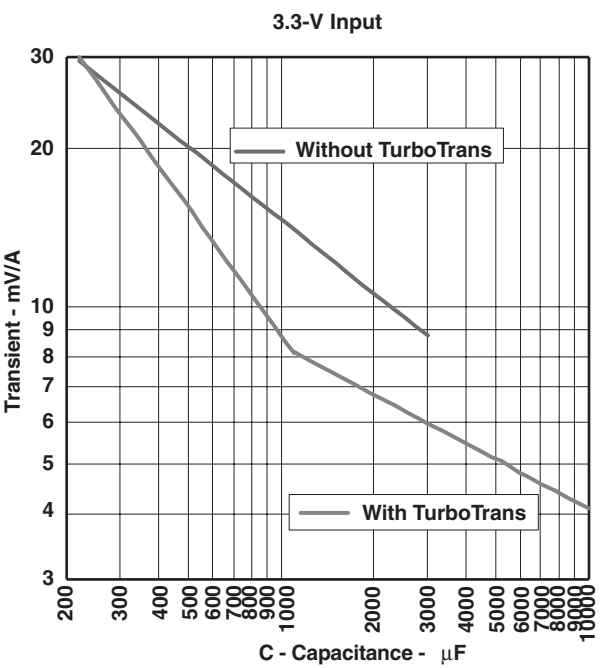


図 17. コンデンサ・タイプC、  
 $5,000 < C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 10,000$   
(OSコンなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			5-V Input		3.3-V Input	
25% load step (2.5 A)	50% load step (5 A)	75% load step (7.5 A)	C <sub>O</sub> Minimum Required Output Capacitance (μF)	R <sub>TT</sub> Required TurboTrans Resistor (kΩ)	C <sub>O</sub> Minimum Required Output Capacitance (μF)	R <sub>TT</sub> Required TurboTrans Resistor (kΩ)
75	150	225	220	open	220	open
60	120	180	270	137	290	95.3
50	100	150	350	49.9	360	42.2
40	80	120	460	21.5	480	19.1
30	60	90	680	7.32	680	7.32
25	50	75	860	3.09	860	3.09
20	40	60	1150	short	1200	short
15	30	45	2750	short	3000	short
10	20	30	9300	short	above maximum	N/A

表 6. タイプC：TurboTrans使用時のC<sub>O</sub> の値と必要なR<sub>TT</sub> の選定表

抵抗R<sub>TT</sub>の選定

TTurboTrans抵抗値R<sub>TT</sub>は、TurboTransのプログラミング機能に基づいて計算できます。式4を参照してください。

$$R_{TT} = \frac{40 \times [1 - (C_O/1100)]}{[(C_O/220) - 1]} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad (4)$$

ここで、C<sub>O</sub>は総出力容量 (μF) です。1100μF以上のC<sub>O</sub>の値では、R<sub>TT</sub>は、短絡を意味する0Ωにする必要があります。(C<sub>O</sub>が1100μFを上回る場合は、R<sub>TT</sub>の結果は負になります)。

安定性を保証するために、R<sub>TT</sub>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。

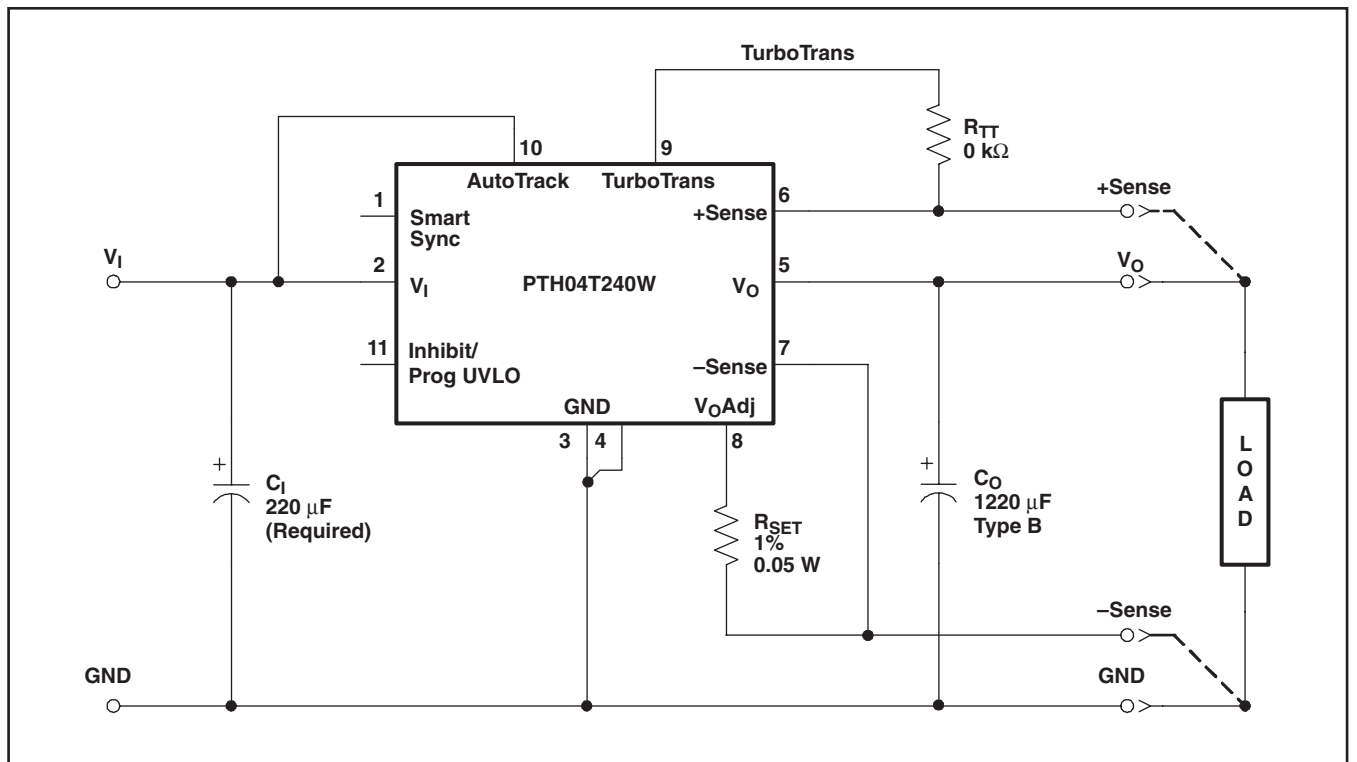


図 16. TurboTrans™の代表的アプリケーション

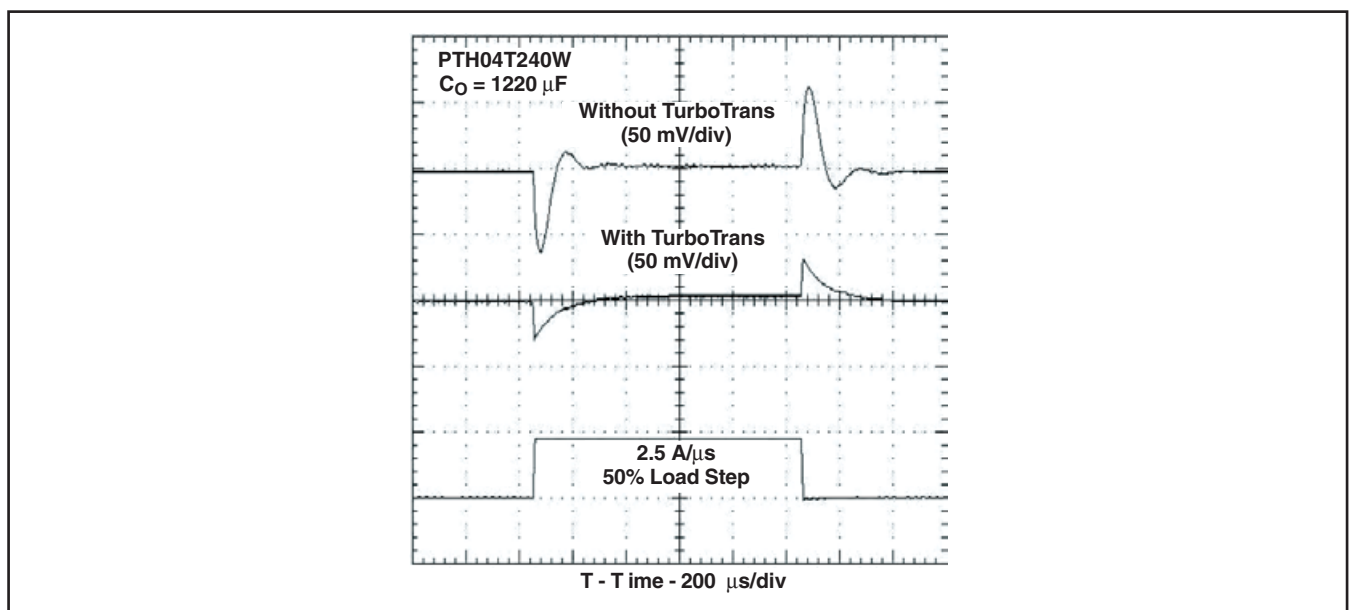


図 17. TurboTransの代表的波形

低電圧ロックアウト機能 (UVLO)

パワー・モジュールPTH04T240/241W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。ULVO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スレッシュホールド電圧 (V<sub>THD</sub>) によって決まります。電圧がONスレッシュホ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ュホ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。

PTH04T240/241WモジュールのUVLO機能を使用すると、ONスレッシュホールド電圧を、限られた範囲で調整できます。この調整は、Inhibit/UVLO Prog制御ピン (11ピン) で1個の抵抗を

使用して行います (図18を参照)。11ピンをオープンのままにした場合、ONスレッシュホールド電圧は、既定値である1.95Vに内部で設定されます。モジュールが、厳密に調整された5Vバスから電力を供給される場合は、このONスレッシュホ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。

式5を使用して、V<sub>THD</sub>を新しい値に調整するために必要なR<sub>UVLO</sub>を決定できます。既定値は1.95Vで、これより高い値に調整することだけが可能です。

R<sub>UVLO</sub> = (68.54 - V<sub>THD</sub>) / (V<sub>THD</sub> - 2.07) kΩ (5)

表7に、ONスレッシュホールド電圧 (V<sub>THD</sub>) のさまざまな値に対応する、R<sub>UVLO</sub>の標準的な抵抗値の一覧を示します。

V <sub>THD</sub> (V)	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
R <sub>UVLO</sub> (kΩ)	154	71.5	53.6	33.2	26.7

表 7. V<sub>THD</sub> の設定値に対応するR<sub>UVLO</sub>の標準値

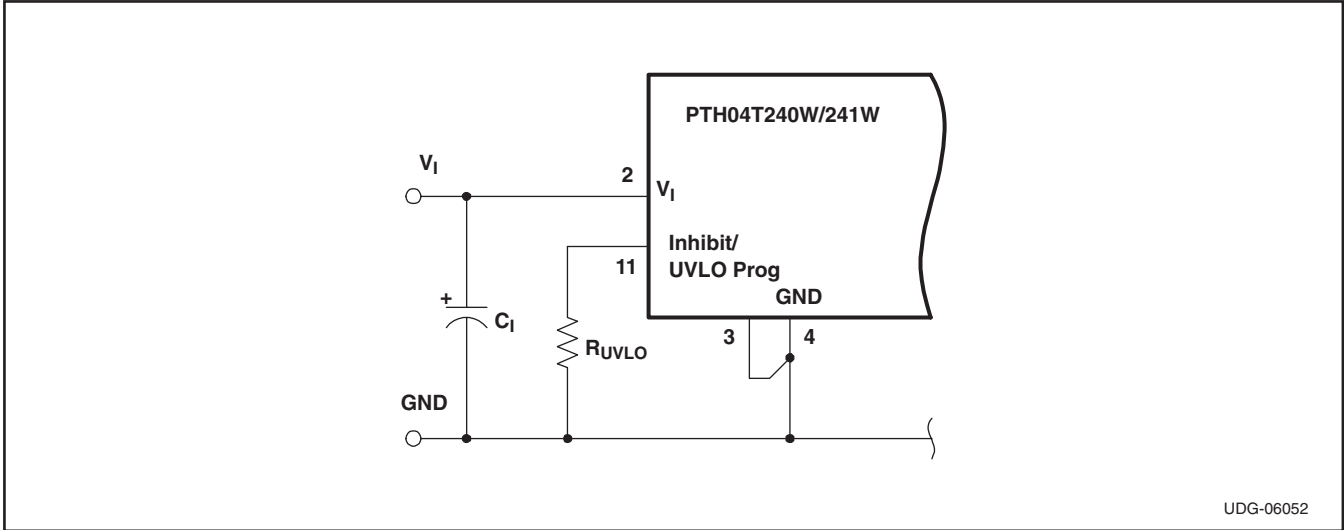


図 18. 低電圧ロックアウト調整用抵抗の配置



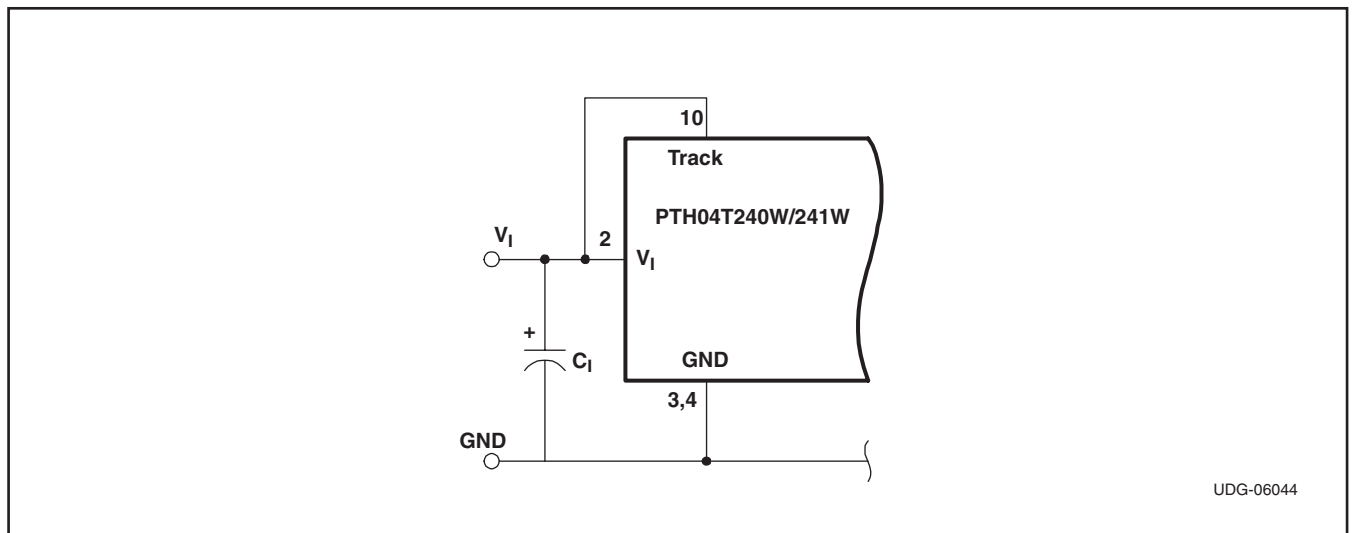


図 19. Auto-Track機能の無効化

## 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、スタンバイ構成の場合、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 ~ 7ms) 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、PTH04T240/241Wのソフトスタート・パワーアップ特性を示します。これは、5V入力バスを、1.8V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、20msの間に完了しています。

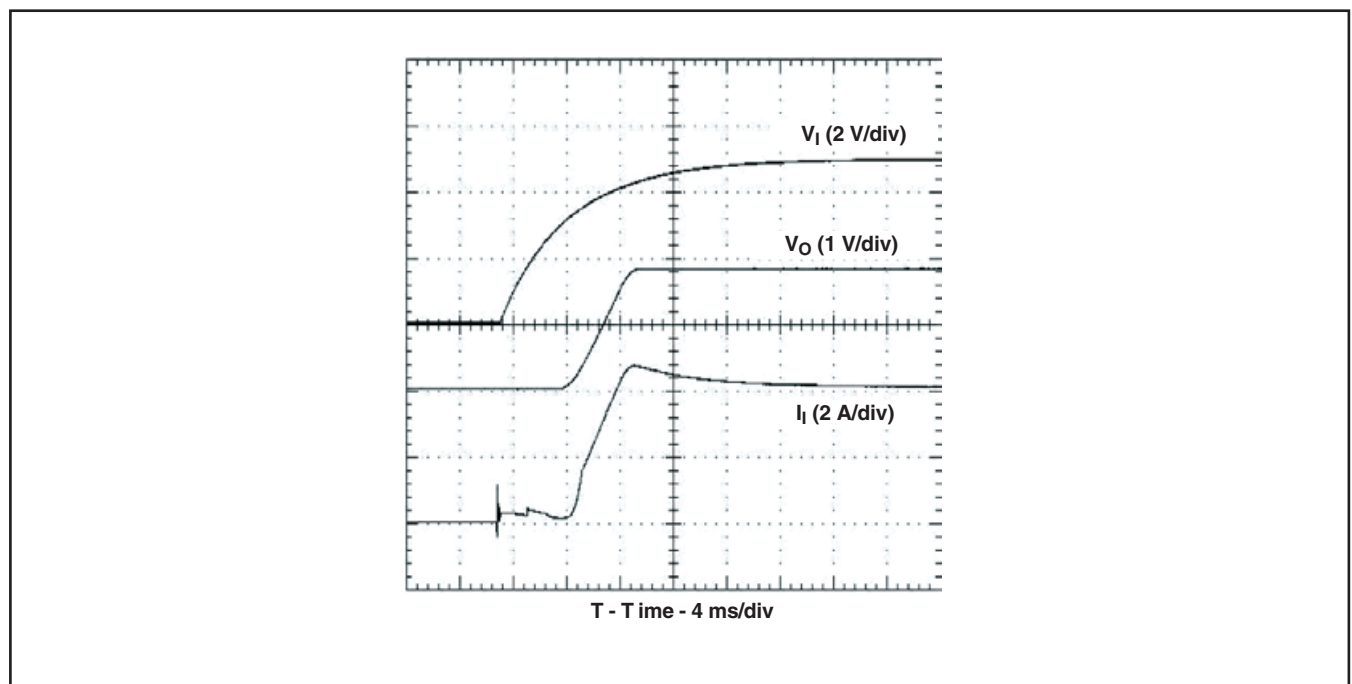
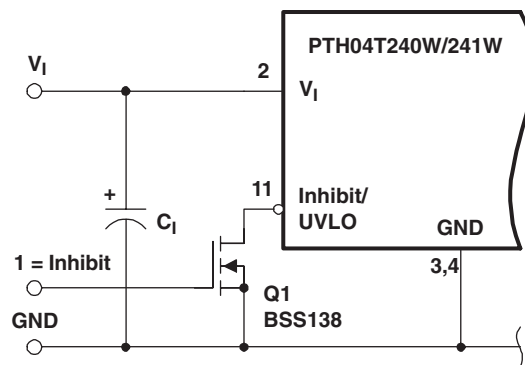


図 20. パワーアップ波形



UDG-06045

図 21. On/Off インヒビット制御回路

## 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、PTH04T240/241Wでは、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オフに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、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、TTLロジック・デバイスとの互換性はありません。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。

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、40ms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。

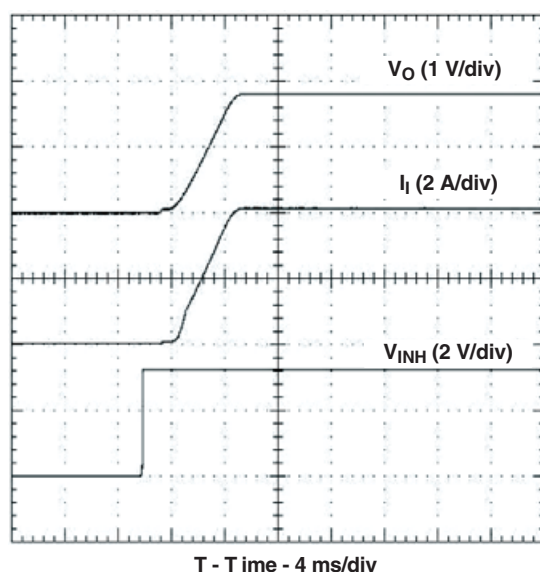


図 22. Inhibit制御からのパワーアップ応答

Smart Syncは、複数のパワー・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



## 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ョ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スレッショ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、出力はオフになります。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°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。

## 差動出力電圧リモート・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。出力電流が少量のピン抵抗および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位置でGND (4ピン) に接続する必要があります (10cm以内)。

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。

## Auto-Track™機能

AAuto-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 (POLA) 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2電圧VLSI IC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、電源投入時に適切に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、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24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<sup>(4)</sup>、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24に、供給電圧監視ICであるTPS3808 (U3) を使用して、5V PTH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0.8Vを上回った段階でTPS3808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・スレッショ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の電圧スレッショールドである4.65Vを上回った後、約27msが経過するまで、グラウンド信号が維持されます。この27msという期間は、コンデンサC3によって制御されます。4700pF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25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<sub>O1</sub>とV<sub>O2</sub>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<sub>TRK</sub>、V<sub>O1</sub>、V<sub>O2</sub>の立ち上がりは、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の電圧スレッショ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26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入力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™の使用法に関する注意

1. 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。
2. 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。
3. 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。

4. 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制御入力に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ピンをグランド電位に維持しておくことをお勧めします。
5. 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。
6. 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。

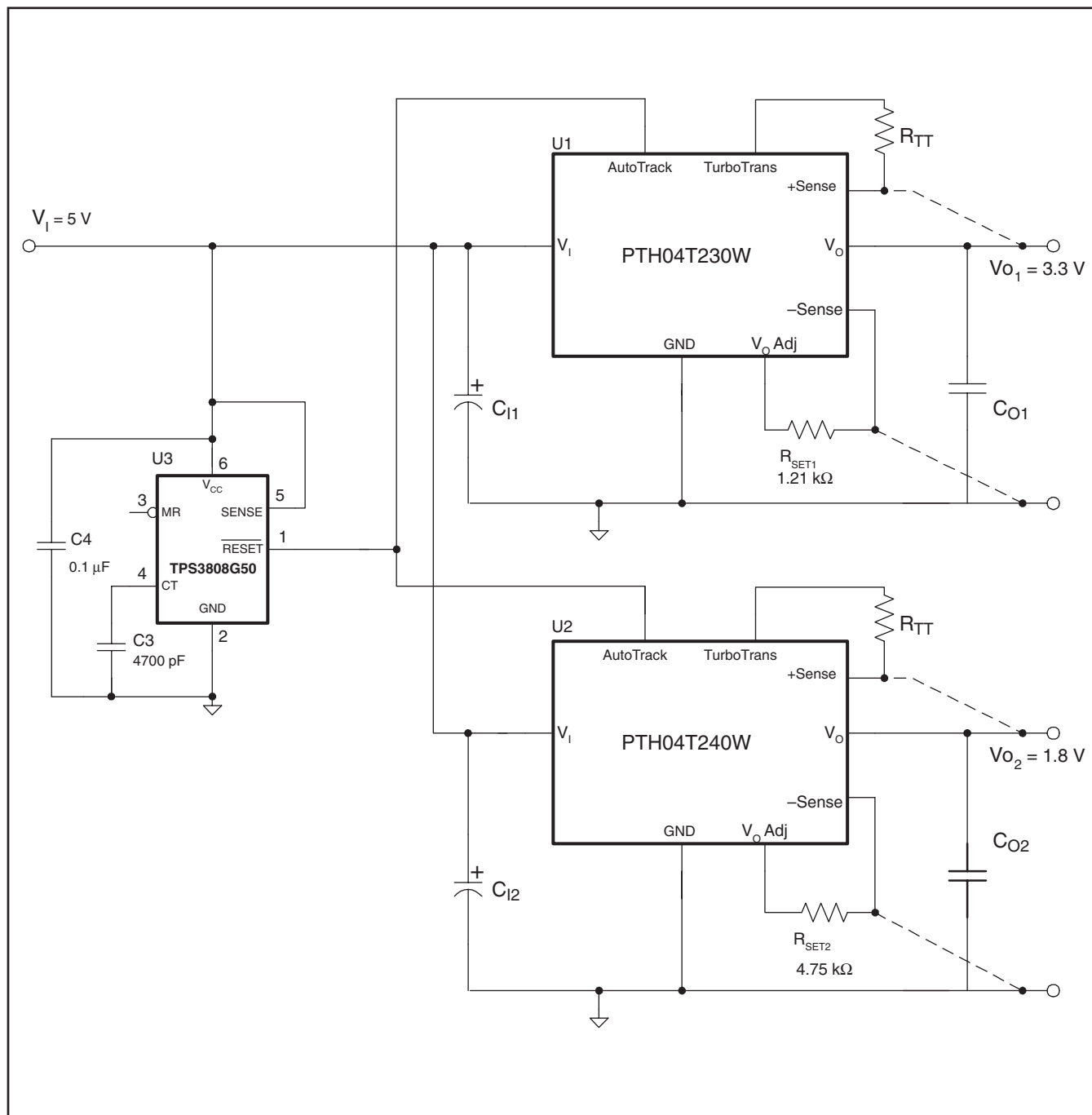


図 24. Auto-Trackを使用したパワーアップとパワーダウンでのシーケンス制御回路

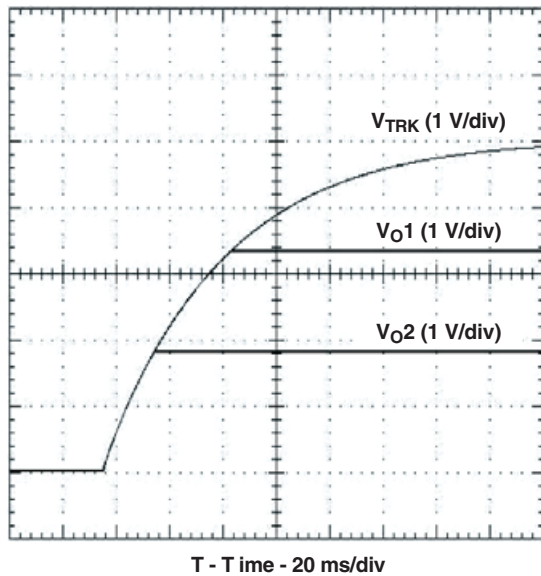


図 25. Auto-Track制御を使用した同時パワーアップ

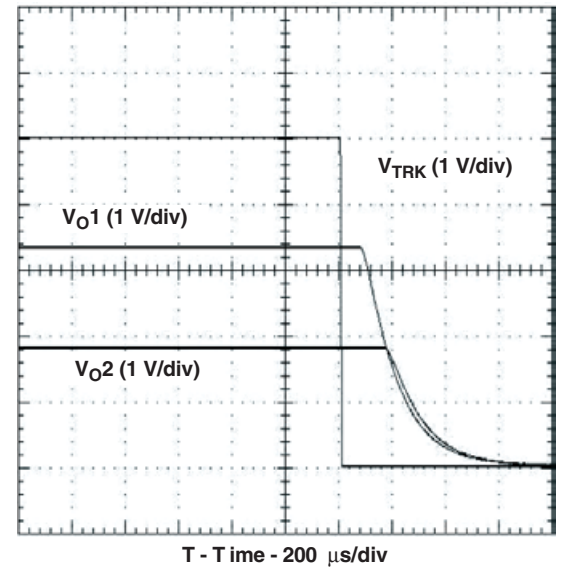


図 26. Auto-Track制御を使用した同時パワーダウン

## プリバイアス・スタートアップ機能

パワー・モジュールの出力がアクティブになる前に、パワー・モジュールの出力に対して外部電圧が存在した場合、プリバイアス・スタートアップ状態が発生します。複雑なデジタル・システムではFPGAやASICのような2電源ロジック・コンポーネントを通して他の電力ソースから電流が逆供給される時、この現象がよく発生します。もう1つの経路は、2電源によるパワーアップ・シーケンス構成の一部として使用されているクランプ・ダイオードです。同期整流器を内蔵しているパワー・モジュールでは、プリバイアスが問題を引き起こす可能性があります。ほとんどの動作状況では、このようなタイプのモジュールは出力電流のシンクとソースの両方を実行できるからです。

PTHファミリーのパワー・モジュールは同期整流器を内蔵していますが、起動時<sup>(1)</sup>、またはInhibitピンが“Low”レベルに維持されている間は電流をシンクしません。ただし、この機能を確実に動作させるためには、特定の条件を維持する必要があります<sup>(2)</sup>。図27では、プリバイアス・スタートアップ機能を実証するアプリケーションを示しています。図28に起動波形を示します。出力電圧が、内部ダイオードを通した逆供給電圧を上回るまでは、出力電流 ( $I_O$ ) はごくわずかな値にとどまっています。

プリバイアス・スタートアップ機能は、Auto-Trackと互換性がありません。モジュールがAuto-Trackの制御下にある場合は、出力電圧が逆供給ソースを下回ると、モジュールは電流をシンクします。プリバイアス・ホールドオフが機能することを保証するために、モジュールに対して入力電力を印加するときに、2つのアプローチのうちどちらかに従う必要があります。Auto-Track機能を無効にするか<sup>(3)</sup>、またはInhibitピンを使用してモジュールの出力を（少なくとも50msにわたって）オフします。どちらのアプローチでも、起動時にTrackピンの電圧が設定ポイント電圧を上回ります。

1. 起動には、出力が立ち上がる前の短い遅延（約10ms）も含まれます。その後、モジュール内部のソフトスタート制御下で、出力電圧の立ち上がりが続きます。出力電圧が、設定ポイント電圧とTrackピン電圧のどちらか低い方まで立ち上がった段階で、起動は完了します。
2. 電力が最初にレギュレータに印加される段階でレギュレータが電流をシンクしないように（たとえInhibit制御ピンにグラウンド信号が印加されているとしても）、パワーアップ・シーケンスとパワーダウン・シーケンスの全体を通して、入力電圧は常に出力電圧を上回っている必要があります。
3. 電源投入直後にモジュールのTrackピンに対して自らの設定ポイント電圧を上回る電圧を印加することにより、Auto-Track機能を無効にできます。このことは、Trackピンを $V_I$ に接続する方法で、容易に実行できます。



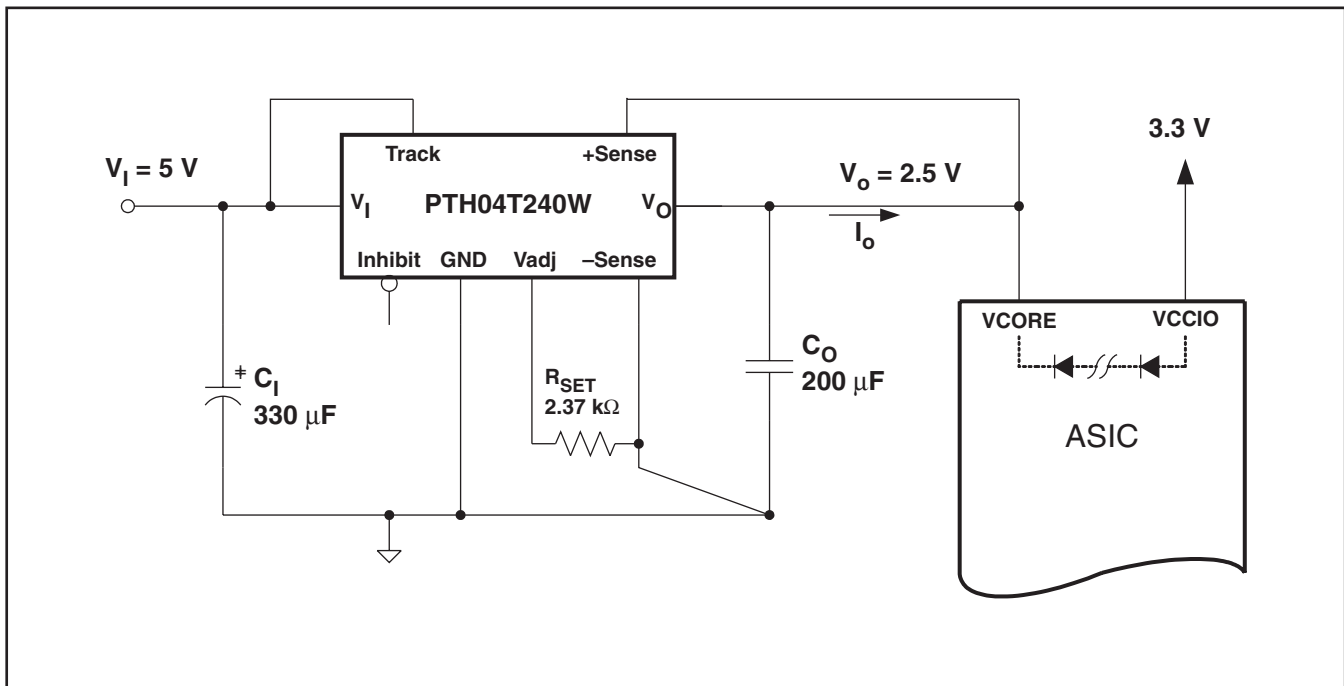


図 27. プリバイアス・スタートアップを実証するアプリケーション回路

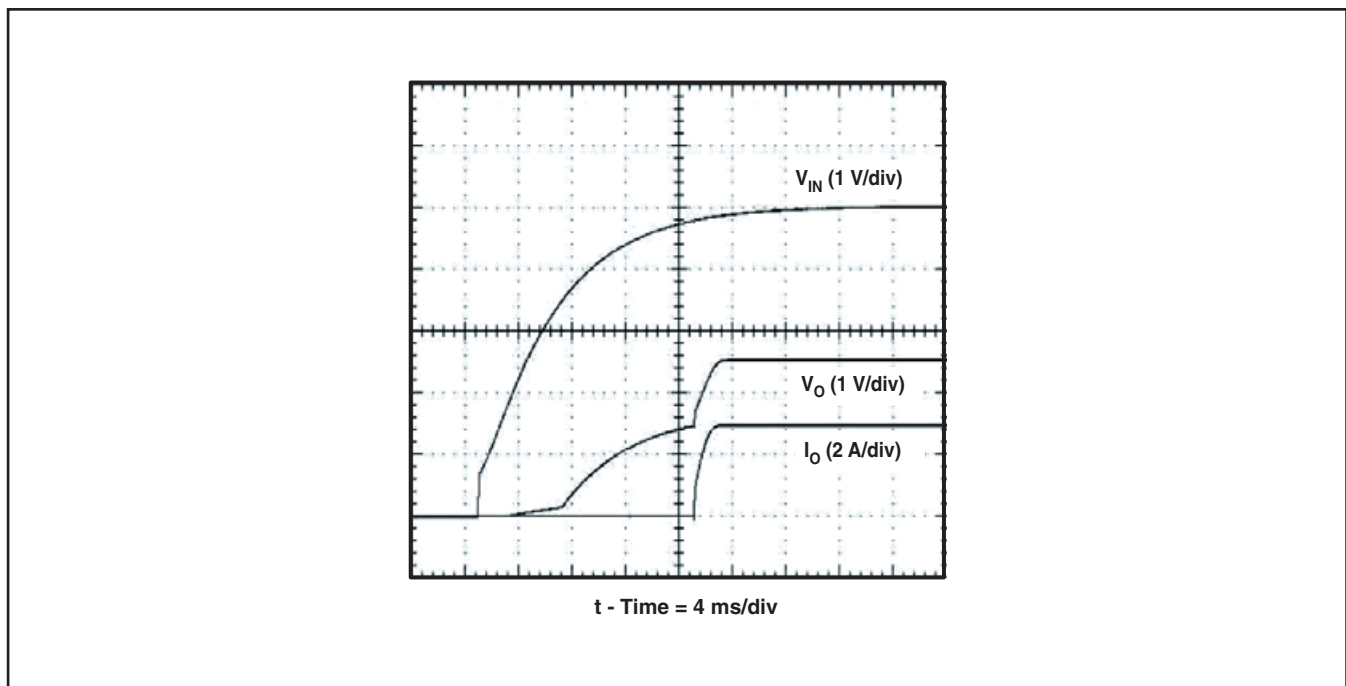
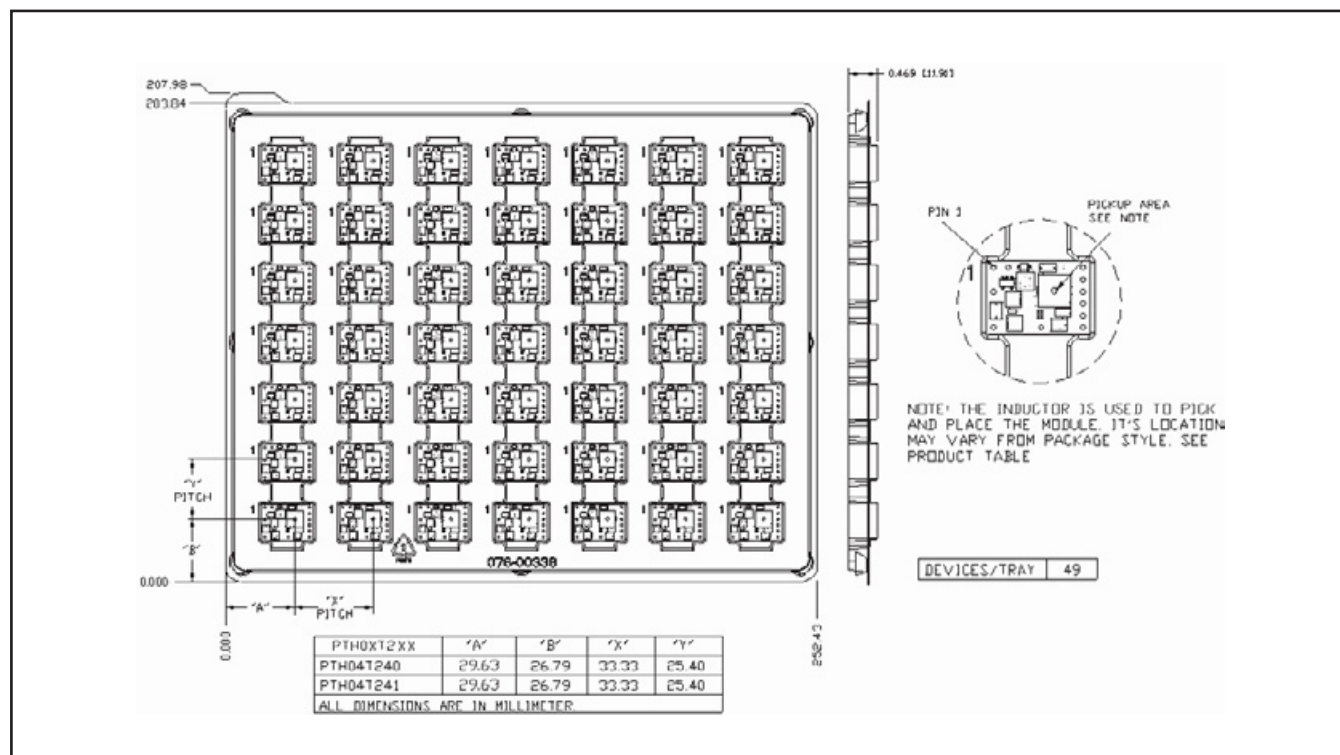
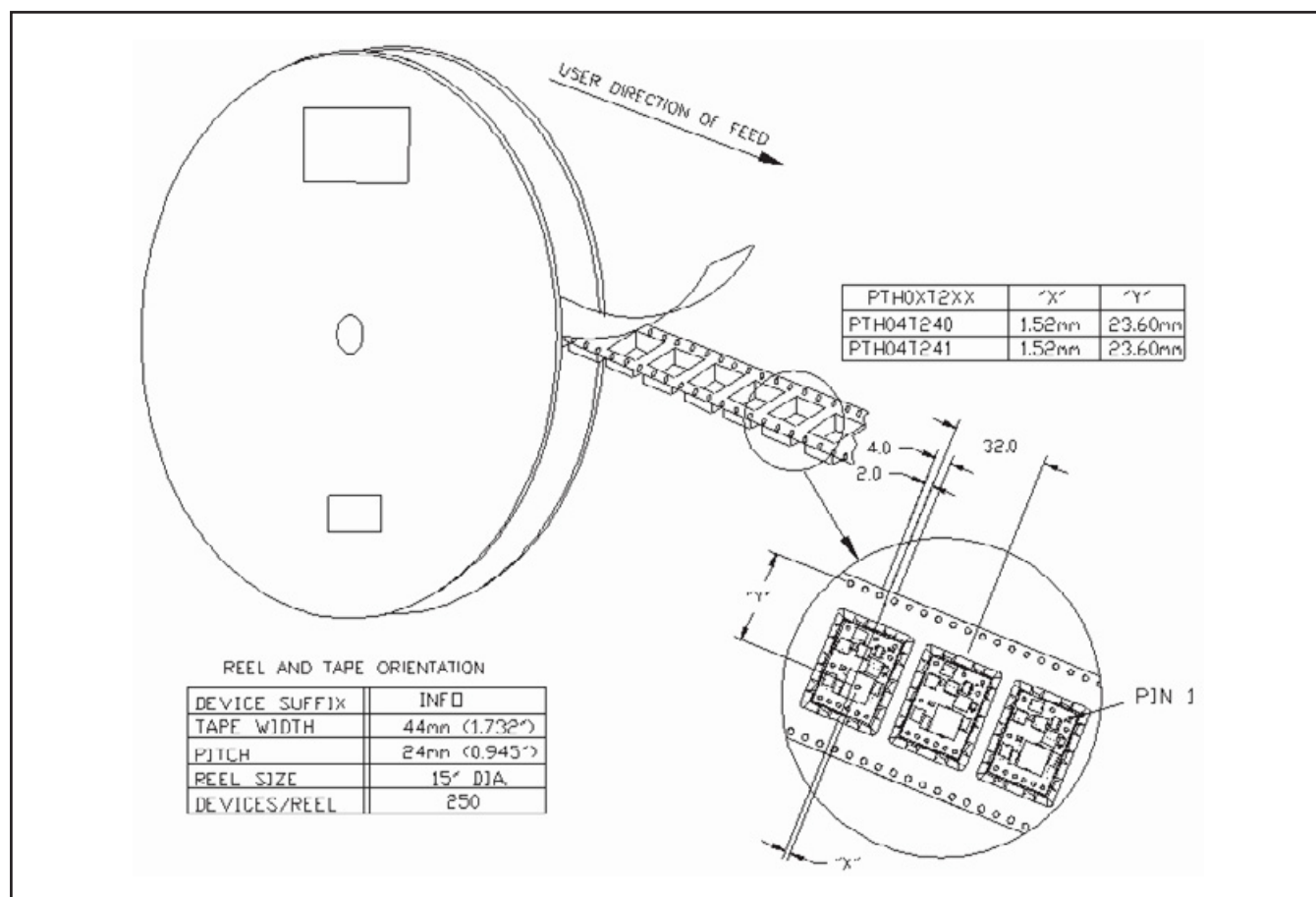


図 28. プリバイアス・スタートアップ波形

## テープ・リールおよびトレイ図



## PACKAGING INFORMATION

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>
PTH04T240WAD	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAY	11	49	TBD	Call TI	Call TI
PTH04T240WAS	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAZ	11	49	TBD	Call TI	Level-1-235C-UNLIM
PTH04T240WAST	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAZ	11	250	TBD	Call TI	Level-1-235C-UNLIM
PTH04T240WAZ	ACTIVE	DIP MOD ULE	BAZ	11	49	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH04T240WAZT	ACTIVE	DIP MOD ULE	BAZ	11	250	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH04T241WAD	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAY	11	49	TBD	Call TI	Call TI
PTH04T241WAS	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAZ	11	49	TBD	Call TI	Call TI
PTH04T241WAST	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAZ	11	250	TBD	Call TI	Call TI
PTH04T241WAZ	PREVIEW	DIP MOD ULE	BAZ	11	49	TBD	Call TI	Call TI
PTH04T241WAZT	PREVIEW	DIP MOD ULE	BAZ	11	250	TBD	Call TI	Call TI

<sup>(1)</sup> 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。

<sup>(2)</sup> 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。

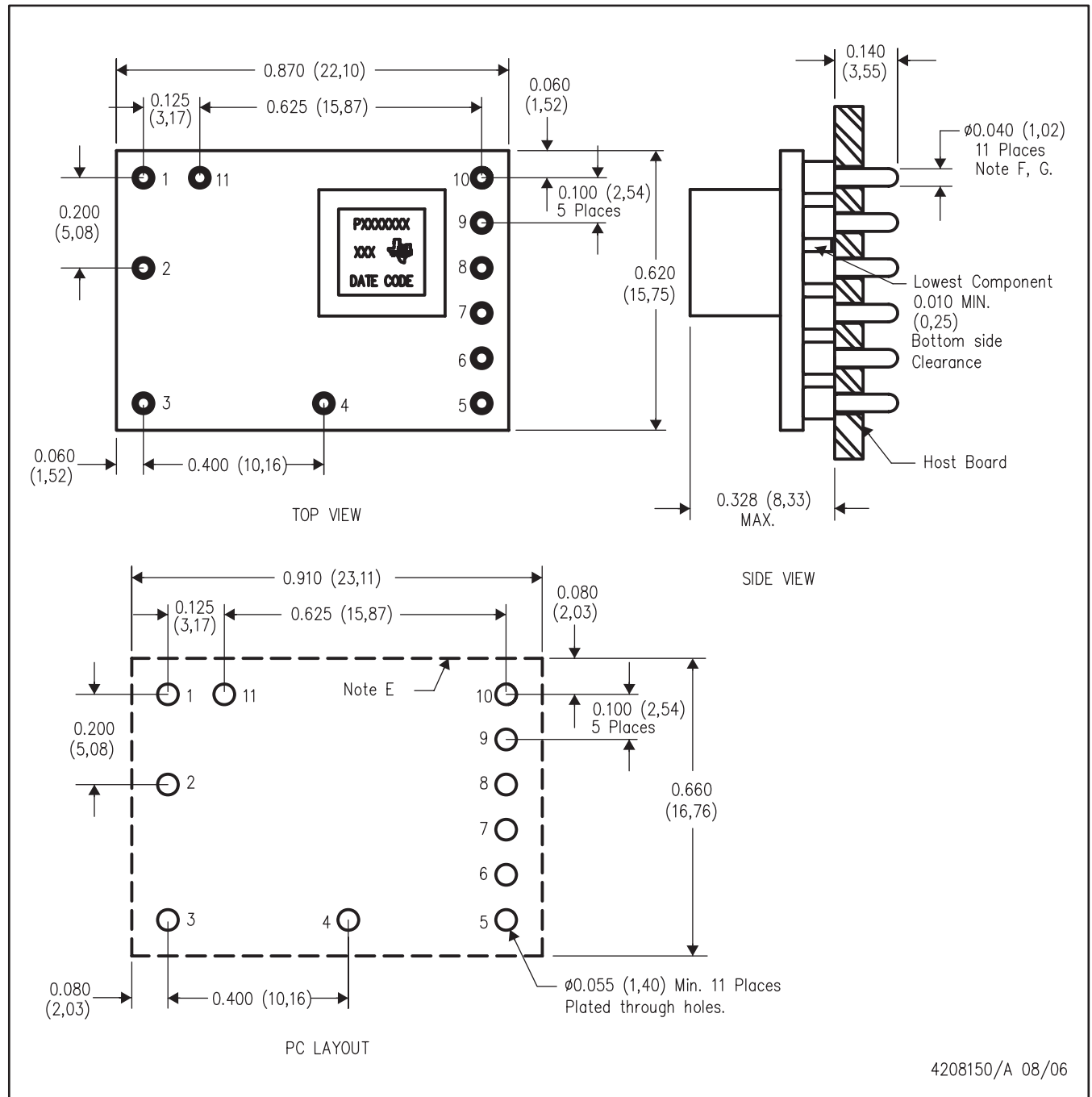
**TBD** : Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

**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。

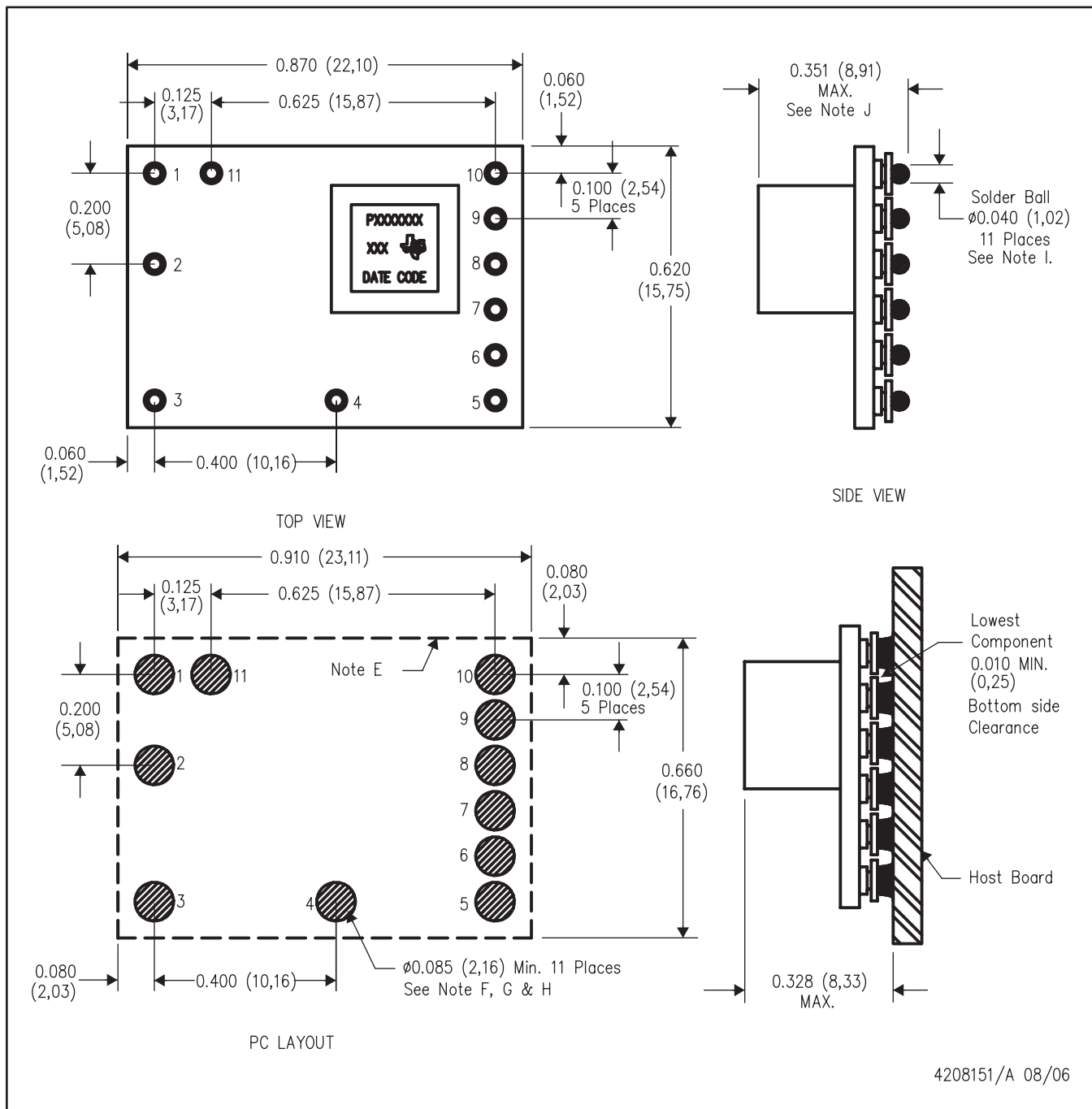
**Green (RoHS & no Sb/Br)** : TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素(Br)およびアンチモン(Sb)をベースとした難燃材を含まない(均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない)ことを意味しています。

<sup>(3)</sup> 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う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。



- 注： A. 全ての線寸法の単位はインチ(ミリメートル)です。  
 B. 図は予告なく変更することがあります。  
 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. ユーザーのコンポーネントを配置しないことが推奨されている領域です。  
 F. ピンの直径は0.040インチ (1.02mm)、隔離ショルダの直径は0.070インチ (1,78mm) です。  
 G. 全てのピンの材質 - 銅合金  
 仕上げ - ニッケル上に錫(100%)メッキ



4208151/A 08/06

注：A. 全ての線寸法の単位はインチ(ミリメートル)です。

B. 図は予告なく変更することがあります。

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. ユーザーのコンポーネントを配置しないことが推奨されている領域です。

F. 電源ピンを接続するには、入力ピン、グラウンド・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ンに対して内径(I.D.) 0.025インチ (0.63mm) 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：0.080インチ (2.03mm) ~ 0.085インチ (2.16mm)

ペースト検査用の厚さ：0.006インチ (0.15mm)

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 - ニッケル上に錫 (100%) メッキ

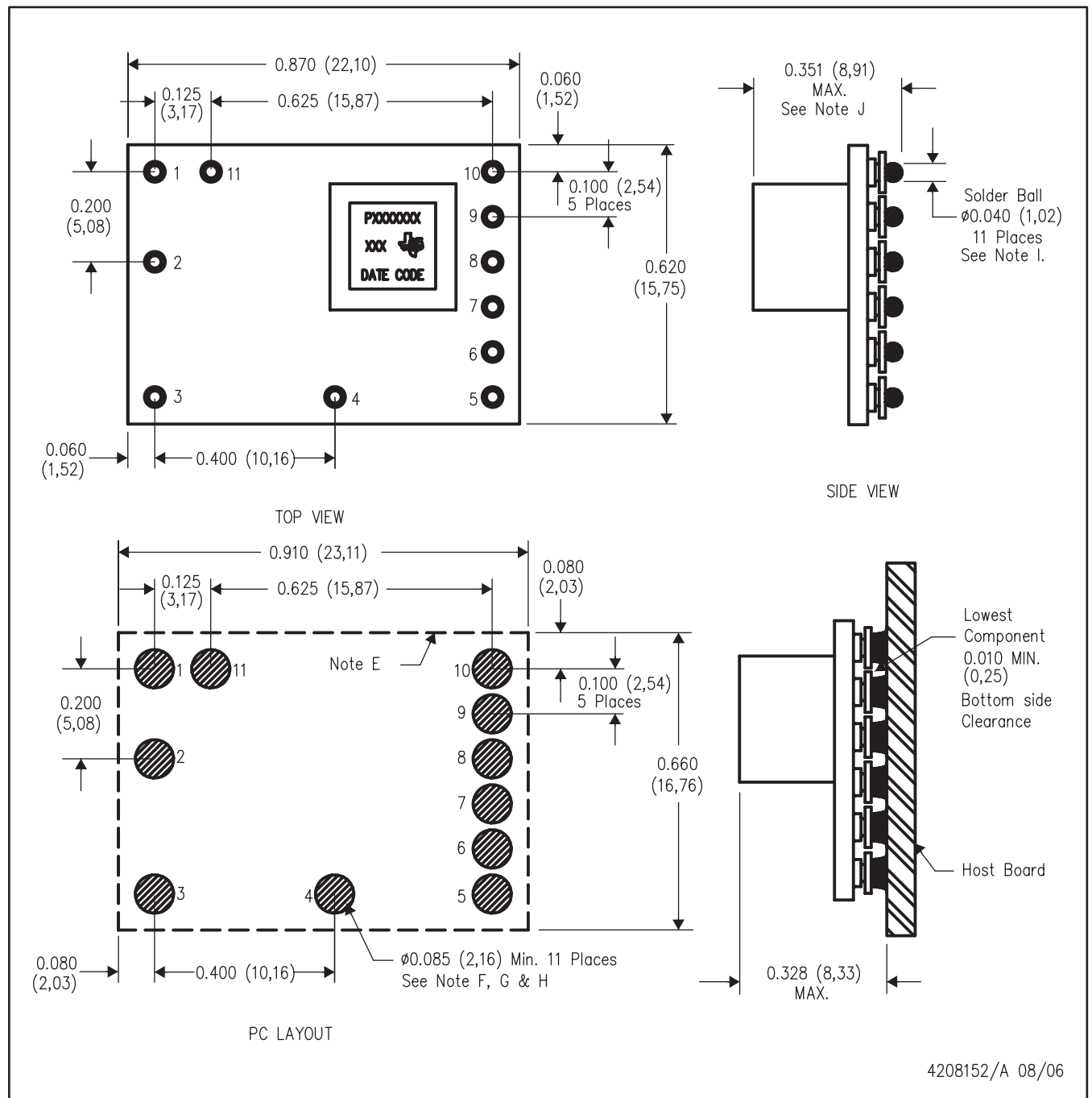
半田ボール - 製品データシートを参照。

J. 半田リフローの前の寸法です。

# メカニカル・データ

BAZ (R-PDSS-B11)

DOUBLE SIDED MODULE



- 注： A. 全ての線寸法の単位はインチ(ミリメートル)です。  
 B. 図は予告なく変更することがあります。  
 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. ユーザーのコンポーネントを配置しないことが推奨されている領域です。  
 F. 電源ピンを接続するには、入力ピン、グラウンド・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ンに対して内径(I.D.)0.025インチ(0.63mm)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：0.080インチ(2.03mm)～0.085インチ(2.16mm)  
 ペースト検査用の厚さ：0.006インチ(0.15mm)  
 H. パッドのタイプ：半田マスク限定。  
 I. これは、鉛フリー半田ボール設計です。  
 仕上げ - ニッケル上に錫(100%)メッキ  
 半田ボール - 96.5 Sn/3.0 Ag/0.5 Cu  
 J. 半田リフローの前の寸法です。

(SLTS276A)

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated