

# 0.65V~5.5V/16A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)

## 特 長

- 最大出力電流：16A
- 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
- セラミック・コンデンサ・バージョン (PTH08T221Wのみ)
- TurboTrans™ テクノロジ
- 超高速過度条件に対応した設計：最大300A/μs
- SmartSyncテクノロジ
- Auto-Track™ シーケンス制御

## 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



TurboTrans、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如何なる責任も負いません。

## 概 要

PTH08T220/221Wは高性能な定格16Aの非絶縁型ハイパフォーマンス・パワー・モジュールです。これらのモジュールは、好評なPTHパワー・モジュール・ファミリーの第2世代を代表する製品であり、フットプリントが小型化され、機能が強化されています。PTH08T221W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。

PTH08T220/221Wは4.5V~14Vの入力電圧範囲で動作し、1個の抵抗で出力電圧を0.69V~5.5Vの範囲で任意の値に設定できます。このように入力電圧範囲が広いため、PTH08T220/221Wは、電圧調整がゆるやかな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。更に厳密に調整された5V、8V、あるいは12Vの中間配電バス・アーキテクチャにも対応するので、この広い入力電圧範囲により設計の自由度が高まります。

モジュールにはさまざま機能が組み込まれています。すなわち、シャットダウン機能は出力過電流および過熱等のほとんどの負荷障害に対して保護を実現します。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実行できます。

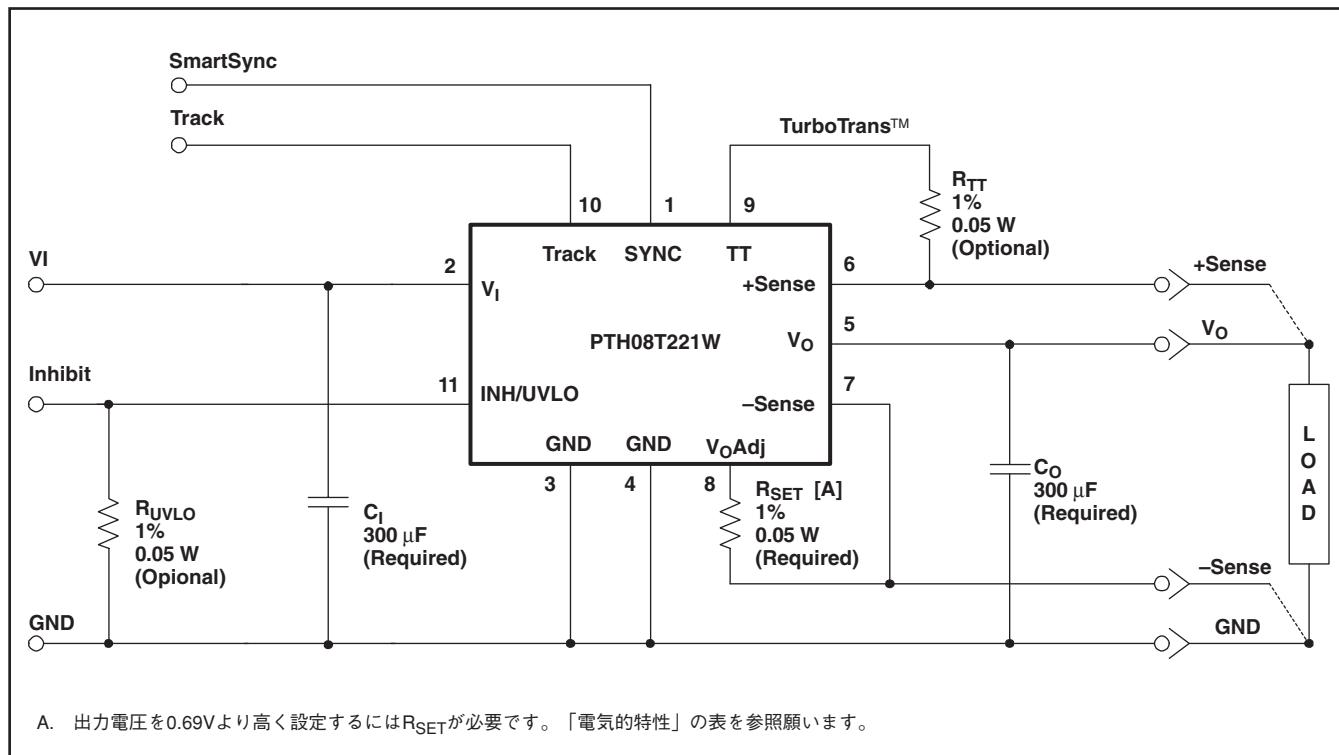
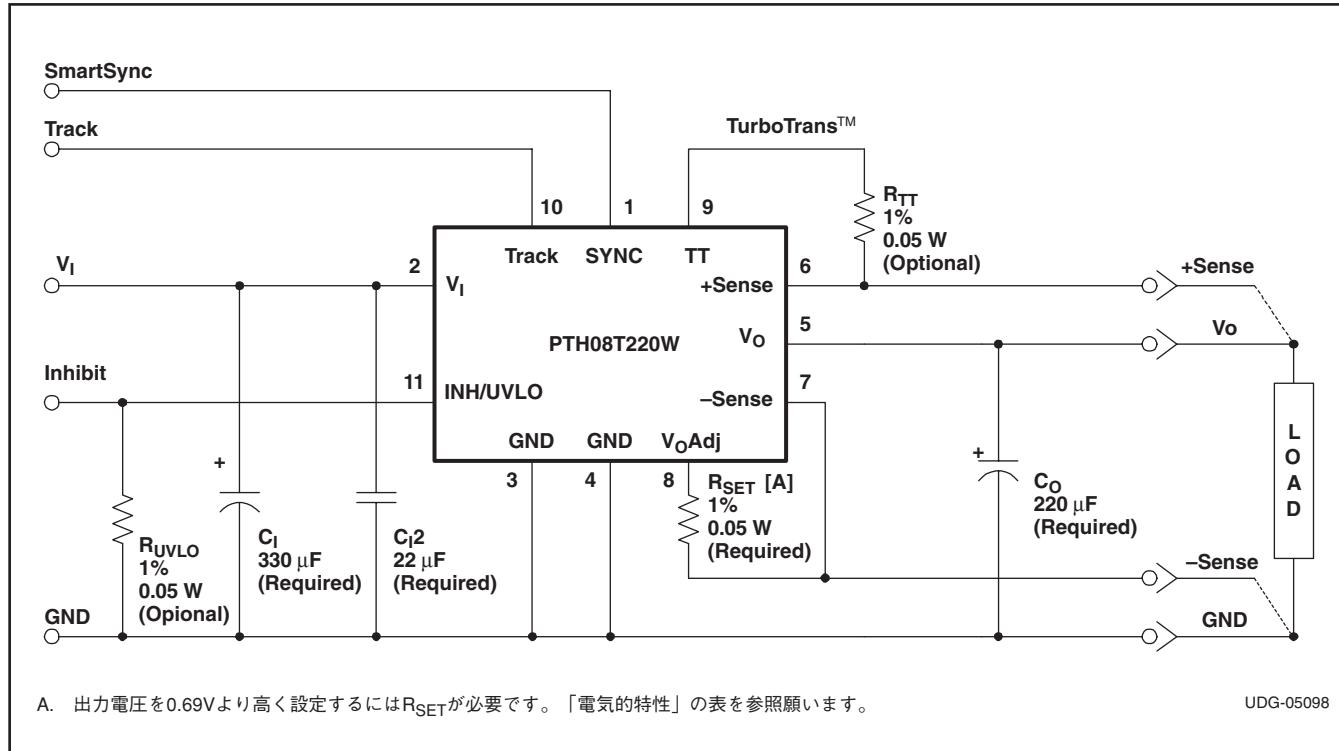
PTH08T220/221Wには、TurboTrans™ や SmartSync の新テクノロジが内蔵されています。（特許出願中）TurboTrans機能はレギュレータの過渡応答を最適化するとともに、目標の電圧精度仕様を満たすために必要な外付けの出力容量は低減されます。更に所定の出力コンデンサ数を使用する場合において TurboTransを使用することでピーク電圧変動を減少させ、モジュールの過渡応答を大幅に改善します。SmartSyncにより複数モジュールのスイッチング周波数を同期できるため、EMIノイズの抑制対策が簡単になり、入力容量のRMS電流条件が緩

和されます。モジュールは両面実装の構造を採用し、低背で高密度実装を実現しています。パッケージ・オプションにはスルーホール実装および表面実装の2種類があり、いずれも鉛(Pb)フリーおよびRoHSに対応しています。



## 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。



## オーダー情報

最新のパッケージとオーダー情報については、本データシートの巻末の「パッケージ・オプション資料」あるいはTIウェブサイト [www.ti.com](http://www.ti.com)をご覧ください。

## 環境定格および絶対最大定格

(Voltages are with respect to GND)

			UNIT
$V_{track}$	Track pin voltage		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.	260
			260
$T_{reflow}$	Solder reflow temperature	Surface temperature of module body or pins	235 <sup>(1)</sup>
			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	AH and AD suffix	500
		AS and AZ suffix	125
Mechanical vibration	Mil-STD-883D, Method 2007.2 20-2000 Hz		20
Weight			5 grams
Flammability	Meets UL94V-O		

(1) 表面実装パッケージ・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温度を上回らないようにしてください。

# 電気的特性 PTH08T220W

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 5 \text{ V}$ ,  $V_O = 3.3 \text{ V}$ ,  $C_I = 330 \mu\text{F}$ ,  $C_{I2} = 22 \mu\text{F}$ ,  $C_O = 220 \mu\text{F}$ , and  $I_O = I_O \text{ max}$  (特に記述がない限り)

PARAMETER	TEST CONDITIONS			PTH08T220W	UNIT
	MIN	TYP	MAX		
$I_O$ Output current	Over $V_O$ range	25°C, natural convection		0 16	A
$V_I$ Input voltage range	Over $I_O$ range	0.69 $\leq V_O \leq 1.2$	4.5	$V_O \times 11$ (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
Set-point voltage tolerance			$\pm 0.5$	$\pm 1$ (2)	$\%V_O$
Temperature variation	$-40^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$		$\pm 0.3$	$\%V_O$	
$V_O$ Line regulation	Over $V_I$ range		$\pm 3$	mV	
	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	$I_O = 16 \text{ A}$	$R_{\text{SET}} = 171 \Omega$ , $V_I = 8 \text{ V}$ , $V_O = 5.0 \text{ V}$	95%		
		$R_{\text{SET}} = 1.21 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 3.3 \text{ V}$	94%		
		$R_{\text{SET}} = 2.38 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 2.5 \text{ V}$	91%		
		$R_{\text{SET}} = 4.78 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.8 \text{ V}$	88%		
		$R_{\text{SET}} = 7.09 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.5 \text{ V}$	87%		
		$R_{\text{SET}} = 12.1 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.2 \text{ V}$ (1)	84%		
		$R_{\text{SET}} = 20.8 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.0 \text{ V}$ (1)	82%		
$V_O$ Ripple (peak-to-peak)	20-MHz bandwidth		15 (3)	$\text{mV}_{\text{PP}}$	
$I_{\text{LIM}}$ Overcurrent threshold	Reset, followed by auto-recovery		32	A	
$t_{\text{tr}}$	2.5 A/ $\mu\text{s}$ load step 50 to 100% $I_{\text{Omax}}$ $V_O = 2.5 \text{ V}$	without TurboTrans $C_O = 220 \mu\text{F}$ , Type C	Recovery time	70	$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{tr}}$			$V_O$ over/undershoot	150	$\text{mV}$
$t_{\text{trTT}}$		with TurboTrans $C_O = 2000 \mu\text{F}$ , Type C $R_{\text{TT}} = \text{short}$	Recovery time	130	$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{trTT}}$			$V_O$ over/undershoot	30	$\text{mV}$
$I_{\text{IL}}$ 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	$\text{V}/\text{ms}$	
$UVLO_{\text{ADJ}}$ 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 ( $V_{\text{IH}}$ )		Open (5)		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	$\text{mA}$	
$f_s$ Switching frequency	Over $V_I$ and $I_O$ ranges, SmartSync (pin 1) to GND		300	$\text{kHz}$	
$f_{\text{SYNC}}$ Synchronization (SYNC) frequency			240 400	$\text{kHz}$	
$V_{\text{SYNCH}}$ 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	$\text{nSec}$	

(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機能の使用により増加または減少される可能性があります。詳細な説明は「アプリケーション情報」の「SmartSync」節を参照願います。

(2) 設定ポイントの公差は、 $R_{\text{SET}}$ の公差および安定性に影響されます。規定の上限は、 $R_{\text{SET}}$ の公差が1%で温度安定性が100ppm/°C以内の場合、無条件に成立します。

(3) 出力電圧が1.7V以下では、入力電圧が $V_O \times 11$ より高い動作の場合、リップルが最大2倍まで増加します。入力電圧と周波数の限度については、「アプリケーション情報」の「SmartSync」節を参照願います。

(4) 10ピンの制御には、MOSFETや電源監視ICのような低漏れ電流(100nA未満)のオープン・ドライン・デバイスの使用を推奨します。開放電圧は $8_{\text{dc}}$ 未満です。

(5) このピンには外付けのブルアップ抵抗を接続しないでください。このピンがオープンの場合、モジュールは入力電力が印加されたときに動作します。このピンの制御には、低漏れ電流(<100nA)のMOSFETを推奨します。詳細な情報については、関連アプリケーション節を参照願います。

## 電気的特性

### PTH08T220W

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 5 \text{ V}$ ,  $V_O = 3.3 \text{ V}$ ,  $C_I = 330 \mu\text{F}$ ,  $C_{I2} = 22 \mu\text{F}$ ,  $C_O = 220 \mu\text{F}$ , and  $I_O = I_O \text{ max}$  (特に記述がない限り)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	PTH08T220W			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
$C_I$ External input capacitance	Nonceramic	330 <sup>(6)</sup>			$\mu\text{F}$
		22 <sup>(6)</sup>			
$C_O$ External output capacitance	without TurboTrans	Capacitance Value	Nonceramic	220 <sup>(7)</sup>	$\mu\text{F}$
			Ceramic	500	
	Equivalent series resistance (non-ceramic)			7	$\text{m}\Omega$
MTBF Reliability	with TurboTrans	Capacitance Value		see table <sup>(7)(9)</sup>	$\mu\text{F}$
		Capacitance $\times$ ESR product ( $C_O \times \text{ESR}$ )		1000	10000 <sup>(9)</sup>
					$\mu\text{F} \times \text{m}\Omega$
	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、330 $\mu\text{F}$ の電解コンデンサと22 $\mu\text{F}$ のセラミック・コンデンサが入力に必要です。電解コンデンサはリップル電流最小値700m Armsの定格が必要です。

(7) 正常に動作させるには、220 $\mu\text{F}$ の外付け出力コンデンサが必要です。TurboTrans<sup>TM</sup>(TT) テクノロジを使用する場合、最小出力容量条件は増加します。より詳しい説明は、関連する「アプリケーション情報」の節を参照願います。

(8) これはTurboTrans<sup>TM</sup>テクノロジを無視した場合の計算上の最大値です。

(9) TurboTrans<sup>TM</sup>テクノロジを使用する場合、正常に動作させるには出力容量の最小値が必要です。さらに、低ESRのコンデンサも必要になります。より詳しい説明は、関連する「アプリケーション情報」の節を参照願います。

## 電気的特性

### PTH08T221W (ceramic capacitors)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 5 \text{ V}$ ,  $V_O = 3.3 \text{ V}$ ,  $C_I = 300 \mu\text{F}$  ceramic,  $C_O = 300 \mu\text{F}$  ceramic, and  $I_O = I_O \text{ max}$  (特に記述がない限り)

PARAMETER	TEST CONDITIONS			PTH08T221W	UNIT
	MIN	TYP	MAX		
$I_O$ Output current	Over $V_O$ range	25°C, natural convection		0 16	A
$V_I$ Input voltage range	Over $I_O$ range	0.69 $\leq V_O \leq 1.2$	4.5	$V_O \times 11$ (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
Set-point voltage tolerance				$\pm 0.5$	$\pm 1$ (2) % $V_O$
Temperature variation	$-40^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$			$\pm 0.3$	% $V_O$
$V_O$ Line regulation	Over $V_I$ range			$\pm 3$	mV
	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	$I_O = 16 \text{ A}$	$R_{\text{SET}} = 171 \Omega$ , $V_I = 8 \text{ V}$ , $V_O = 5.0 \text{ V}$	95%		
		$R_{\text{SET}} = 1.21 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 3.3 \text{ V}$	94%		
		$R_{\text{SET}} = 2.38 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 2.5 \text{ V}$	91%		
		$R_{\text{SET}} = 4.78 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.8 \text{ V}$	88%		
		$R_{\text{SET}} = 7.09 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.5 \text{ V}$	87%		
		$R_{\text{SET}} = 12.1 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.2 \text{ V}$ (1)	84%		
		$R_{\text{SET}} = 20.8 \text{ k}\Omega$ , $V_O = 1.0 \text{ V}$ (1)	82%		
$V_O$ Ripple (peak-to-peak)	20-MHz bandwidth		15 (3)	$\text{mV}_{\text{PP}}$	
$I_{\text{LIM}}$ Overcurrent threshold	Reset, followed by auto-recovery		32	A	
$t_{\text{tr}}$	Transient response 2.5 A/ $\mu\text{s}$ load step 50 to 100% $I_O$ max $V_O = 2.5 \text{ V}$	without TurboTrans $C_O = 300 \mu\text{F}$ , Type A	Recovery time	70	$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{tr}}$			$V_O$ over/undershoot	150	mV
$t_{\text{trTT}}$		with TurboTrans $C_O = 1500 \mu\text{F}$ , Type A $R_{\text{TT}} = \text{short}$	Recovery time	200	$\mu\text{s}$
$\Delta V_{\text{trTT}}$			$V_O$ over/undershoot	65	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	$C_O \leq C_O$ (max)		1	$\text{V}/\text{ms}$	
$UVLO_{\text{ADJ}}$ 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 ( $V_{\text{IH}}$ )		Open (5)		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	

(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機能の使用により増加または減少される可能性があります。詳細な説明は「アプリケーション情報」の「SmartSync」節を参照願います。

(2) 設定ポイントの公差は、 $R_{\text{SET}}$ の公差および安定性に影響されます。規定の上限は、 $R_{\text{SET}}$ の公差が1%で温度安定性が100ppm/°C以内の場合、無条件に成立します。

(3) 出力電圧が1.7V以下では、入力電圧が $V_O \times 11$ より高い動作の場合、リップルが最大2倍まで増加します。入力電圧と周波数の限度については、「アプリケーション情報」の「SmartSync」節を参照願います。

(4) 10pinの制御には、MOSFETや電源監視ICのような低漏れ電流(100nA未満)のオープン・ドレイン・デバイスの使用を推奨します。開放電圧は $8_{\text{dc}}$ 未満です。

(5) このpinには外付けのブルアップ抵抗を接続しないでください。このpinがオープンの場合、モジュールは入力電力が印加されたときに動作します。このpinの制御には、低漏れ電流(<100nA)のMOSFETを推奨します。詳細な情報については、関連アプリケーション節を参照願います。

## 電気的特性

### PTH08T221W (ceramic capacitors)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 5 \text{ V}$ ,  $V_O = 3.3 \text{ V}$ ,  $C_I = 300 \mu\text{F}$  ceramic,  $C_O = 300 \mu\text{F}$  ceramic, and  $I_O = I_O \text{ max}$  (特に記述がない限り)

PARAMETER	TEST CONDITIONS			PTH08T221W	UNIT
	MIN	TYP	MAX		
$C_I$ External input capacitance		Ceramic	300 <sup>(6)</sup>		$\mu\text{F}$
$C_O$ External output capacitance	without TurboTrans	Capacitance Value	Ceramic	300 <sup>(7)</sup>	$\mu\text{F}$
	with 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、300 $\mu\text{F}$ の入力セラミック・コンデンサが必要です。

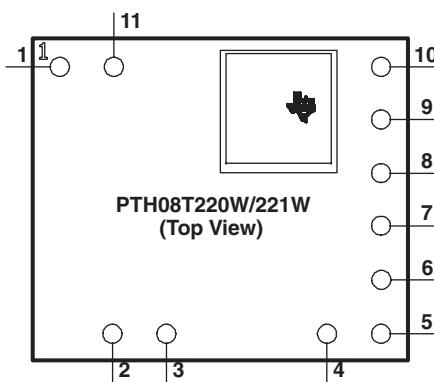
(7) 正常に動作させるには、300 $\mu\text{F}$ の外付け出力コンデンサが必要です。TurboTrans<sup>TM</sup>(TT) テクノロジを使用する場合、最小出力容量条件は増加します。より詳しい説明は関連する「アプリケーション情報」の節を参照願います。

(8) これはTurboTrans<sup>TM</sup>テクノロジを無視した場合の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の電圧入力ノード。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の電源出力です。
GND	3, 4	$V_I$ および $V_O$ の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> の基準もあります。
INH/UVLO <sup>(1)</sup>	11	INH/UVLO端子はオープン・コレクタ/ドレインの負論理入力であり、GNDを基準とします。この入力にローレベルのグランド信号を印加すると、モジュールの出力がディスエーブルされ、出力電圧がターンオフされます。インヒビット(INH)制御がアクティブになると、レギュレータによる引き込み電流が大幅に減少します。INH/UVLO端子がオープンの場合、有効な入力電力を印加するだけでモジュール出力が生成されます。 また、この端子は入力低電圧ロックアウト(UVLO)機能のプログラミングにも使用されます。この端子とGND(3ピン)間に抵抗を接続すると、UVLOのONスレシホールド電圧をデフォルト値より高く調整することができます。詳細は「アプリケーション情報」を参照願います。
$V_O$ Adj	8	0.69Vより高く出力電圧を設定する場合、この端子と7ピン(-Sense)の間に0.05W, 1%の抵抗を直接接続する必要があります。この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0.69V~5.5Vです。この端子をオープンにすると、出力電圧はデフォルトで最小値になります。出力電圧調整に関する詳細な情報は、関連する「アプリケーション情報」の節を参照願います。多数の標準的な出力電圧に対する推奨抵抗値を仕様表に示します。
+ Sense	6	Sense入力を使用すると、モジュールと負荷間の電圧降下を電圧調整回路によって補償することができます。+Sense端子は、最適な電圧精度が得られる負荷か、あるいはモジュール(5ピン)にて常に $V_O$ に接続します。
- Sense	7	Sense入力を使用すると、モジュールと負荷間の電圧降下を電圧調整回路によって補償することができます。最適な電圧精度を得るには、-Senseをモジュールにできるだけ近い位置(10cm以内)でGND(4ピン)と接続する必要があります。
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制御入力です。このピンは、入力電圧が印加されてから20ms後にアクティブになります。また、このピンの使用により、出力電圧を0Vから公称の設定ポイント電圧まで直接制御することができます。この範囲内で、モジュール出力電圧はTrack端子における電圧に対して電圧対電圧ベースで追従します。Track端子の制御電圧がこの範囲を上回った場合、モジュールの出力電圧は設定ポイント電圧になります。この機能により、同じ入力バスから電力供給され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、 $V_I$ に接続します。 注記：低電圧ロックアウト機能により、電源投入時ではモジュールの出力電圧はTrack端子の入力電圧に追従できません。詳細は関連する「アプリケーション情報」の節を参照願います。
TT	9	この入力端子により、レギュレータの過渡応答が調整されます。このTurboTrans™機能をアクティブにするには、この端子と6ピン(+Sense)間のモジュールにできるだけ近い位置で、1%, 50mWの抵抗を接続する必要があります。この機能を利用すると、同一の出力容量の値でピーク出力電圧の偏差を低減することができます。この端子を使用しない場合は、オープンにしてください。抵抗条件については、「アプリケーション情報」の「TurboTrans™抵抗表」から選択できます。この端子には、TurboTrans抵抗の値が0Ωすなわち短絡ないかぎり、外部容量を接続してはなりません。
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) これは右記の負論理です：オープン=通常動作、グランド=アクティブ。



## 代表的特性<sup>(1)(2)</sup>

### CHARACTERISTIC DATA ( $V_I = 12 \text{ V}$ )

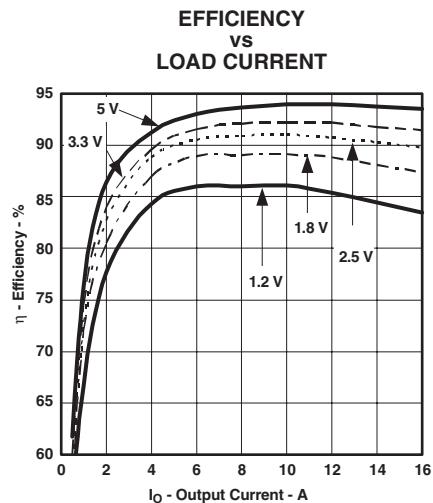


図 1

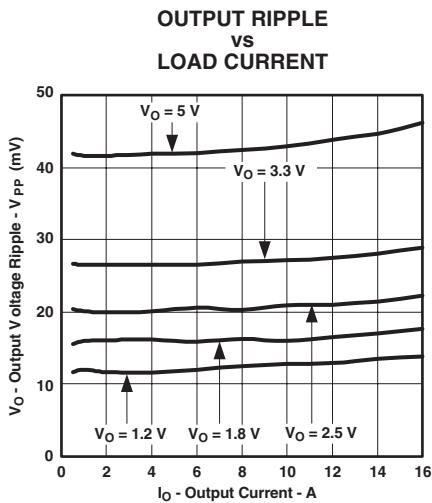


図 2

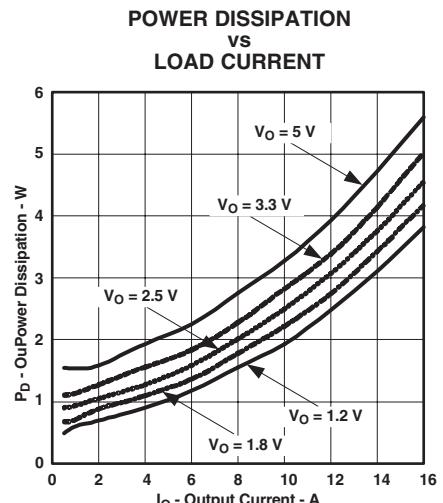


図 3

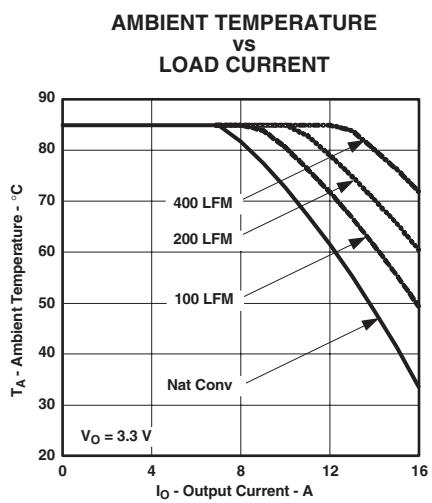


図 4

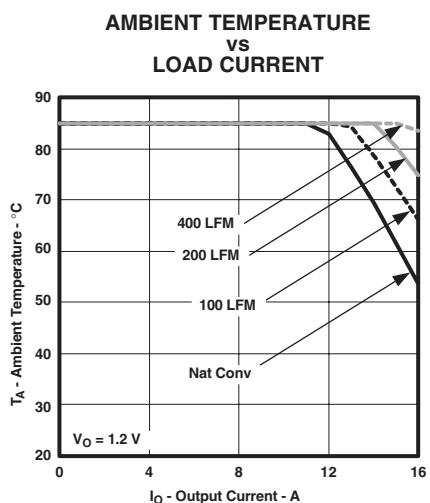


図 5

(1) この電気的特性データは、実際の製品を25°Cでテストして得られたものです。このデータはコンバータの代表的特性と考えられます。以上は図1、図2、図3に適用されます。

(2) 温度ディレーティング曲線は、内部部品の動作温度が弊社指定の最高動作温度以下になる条件を示します。このディレーティング制限は、2オンスの銅を使用した、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されています。表面実装パッケージ(ASおよびAZ)には、複数のビアを使用する必要があります。詳細は機構仕様を参照願います。以上は図4、図5に適用されます。

## 代表的特性<sup>(1)(2)</sup>

### CHARACTERISTIC DATA ( $V_I = 5 \text{ V}$ )

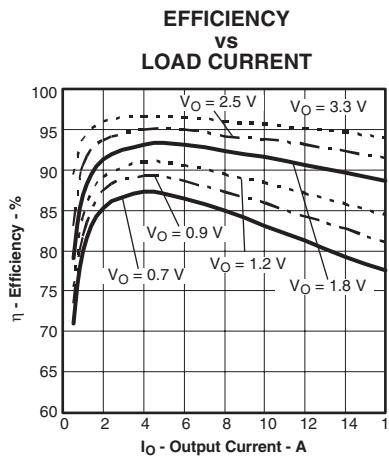


図 6

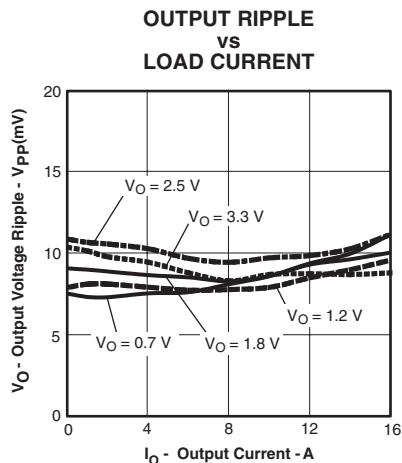


図 7

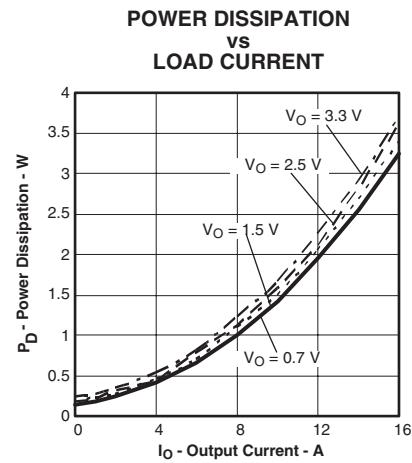


図 8

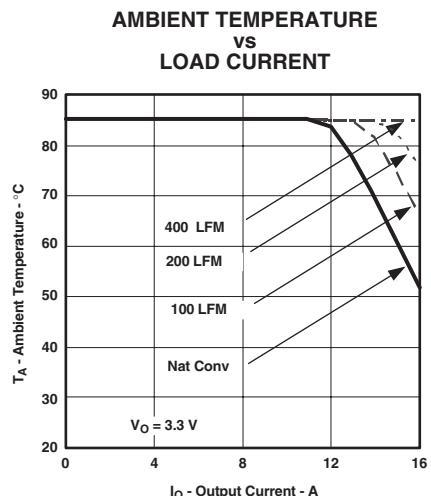


図 9

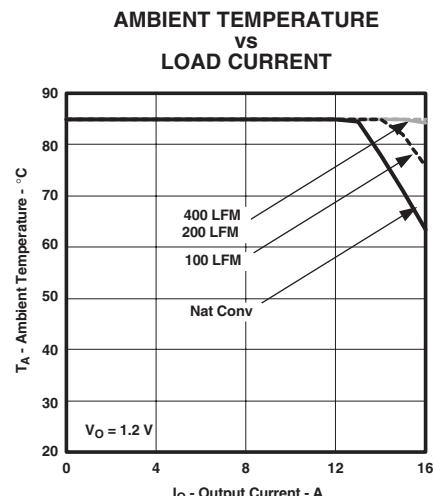


図 10

(1) この電気的特性データは、実際の製品を25°Cでテストして得られたものです。このデータはコンバータの代表的特性と考えられます。以上は図6、図7、図8に適用されます。

(2) 温度ディレイティング曲線は、内部部品の動作温度が弊社指定の最高動作温度以下になる条件を示します。このディレイティング制限は、2オンスの銅を使用した、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されています。表面実装パッケージ(ASおよびAZ)には、複数のビアを使用する必要があります。詳細は機構仕様を参照願います。以上は図9、図10に適用されます。

# アプリケーション情報

## 出力電圧の調整

$V_O$  Adj制御(8ピン)により、PTH08T220/221Wの出力電圧が設定されます。PTH08T220Wの出力電圧調整範囲は0.69Vから5.5Vです。調整には1個の外部抵抗 $R_{SET}$ を $V_O$  Adjと-Sense端子間に直接接続する必要があります。表1に、多数の標準的電圧に対する外部抵抗の標準値と、それによる実際の出力電圧を示します。

その他の出力電圧に必要な抵抗値については、次式(1)を用いて計算するか、あるいは単純に表2の範囲から選択することができます。図11に、この抵抗の配置方法を示します。

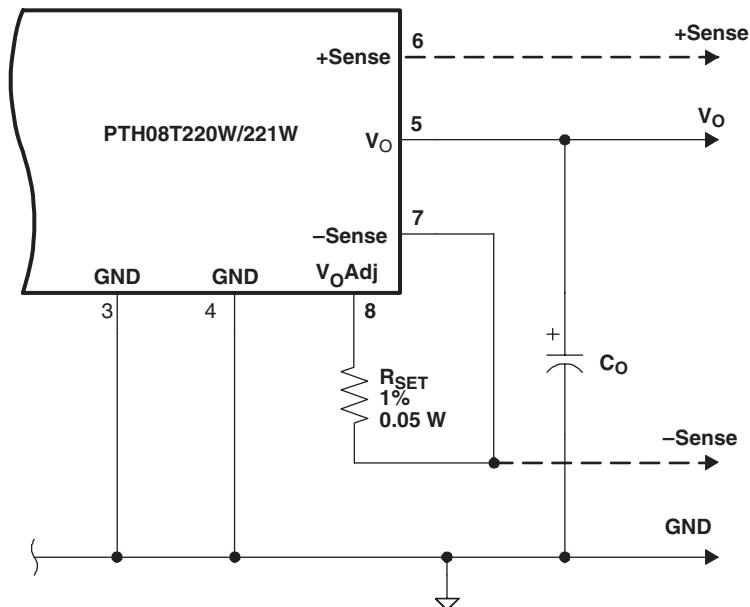
$$R_{SET} = 10 \text{ k}\Omega \times \frac{0.69}{V_O - 0.69} - 1.43 \text{ k}\Omega \quad (1)$$

$V_O$ (Standard)	$R_{SET}$ (Standard Value)	$V_O$ (Actual)
5.0 V <sup>(1)</sup>	169 $\Omega$	5.005 V
3.3 V	1.21 k $\Omega$	3.304 V
2.5 V	2.37 k $\Omega$	2.506 V
1.8 V	4.75 k $\Omega$	1.807 V
1.5 V	6.98 k $\Omega$	1.510 V
1.2 V <sup>(2)</sup>	12.1 k $\Omega$	1.200 V
1.0 V <sup>(2)</sup>	20.5 k $\Omega$	1.004 V
0.7 V <sup>(2)</sup>	681 k $\Omega$	0.700 V

表1. 標準出力電圧に対する抵抗 $R_{SET}$ の標準値

(1)  $V_O > 3.6V$ では、最小入力電圧は $(V_O + 2)$  Vになります。

(2) 最大入力電圧は、 $V_O \times 11$ あるいは14Vの低い方の値になります。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機能の使用により増減します。より詳しい説明は、「アプリケーション情報」の「SmartSync」節を参照願います。



- (1)  $R_{SET}$  : 0.05W, 許容誤差1%, 温度安定性100ppm/°C以内の抵抗を使用してください。この抵抗は専用の基板配線を使用して、8ピンと7ピン間で可能な限りレギュレータの近くにて直接接続してください。  
 (2)  $V_O$  Adjから+Sense, GND, あるいは $V_O$ のいずれにもコンデンサを接続しないでください。 $V_O$  Adj端子に容量を加えると、レギュレータの安定性に影響します。

図11.  $V_O$ 調整用抵抗の配置方法

<b><math>V_O</math> Required</b>	<b><math>R_{SET}(\Omega)</math></b>	<b><math>V_O</math> Required (V)</b>	<b><math>R_{SET}(\Omega)</math></b>
0.70 <sup>(1)</sup>	681 k	2.50	2.37 k
0.75 <sup>(1)</sup>	113 k	2.60	2.15 k
0.80 <sup>(1)</sup>	61.9 k	2.70	2.00 k
0.85 <sup>(1)</sup>	41.2 k	2.80	1.82 k
0.90 <sup>(1)</sup>	31.6 k	2.90	1.69 k
0.95 <sup>(1)</sup>	24.9 k	3.00	1.54 k
1.00 <sup>(1)</sup>	20.5 k	3.10	1.43 k
1.05 <sup>(1)</sup>	17.8 k	3.20	1.33 k
1.10 <sup>(1)</sup>	15.4 k	3.30	1.21 k
1.15 <sup>(1)</sup>	13.3 k	3.40	1.10 k
1.20 <sup>(1)</sup>	12.1 k	3.50	1.02 k
1.25 <sup>(1)</sup>	10.7 k	3.60	931
1.30	9.88 k	3.70 <sup>(2)</sup>	866
1.35	9.09 k	3.80 <sup>(2)</sup>	787
1.40	8.25 k	3.90 <sup>(2)</sup>	715
1.45	7.68 k	4.00 <sup>(2)</sup>	649
1.50	6.98 k	4.10 <sup>(2)</sup>	590
1.55	6.49 k	4.20 <sup>(2)</sup>	536
1.60	6.04 k	4.30 <sup>(2)</sup>	475
1.65	5.76 k	4.40 <sup>(2)</sup>	432
1.70	5.36 k	4.50 <sup>(2)</sup>	383
1.75	5.11 k	4.60 <sup>(2)</sup>	332
1.80	4.75 k	4.70 <sup>(2)</sup>	287
1.85	4.53 k	4.80 <sup>(2)</sup>	249
1.90	4.22 k	4.90 <sup>(2)</sup>	210
1.95	4.02 k	5.00 <sup>(2)</sup>	169
2.00	3.83 k	5.10 <sup>(2)</sup>	133
2.10	3.40 k	5.20 <sup>(2)</sup>	100
2.20	3.09 k	5.30 <sup>(2)</sup>	66.5
2.30	2.87 k	5.40 <sup>(2)</sup>	34.8
2.40	2.61 k	5.50 <sup>(2)</sup>	4.99

表2. 出力電圧設定ポイントごとの抵抗値(標準値)

(1) 最大入力電圧は、 $V_O \times 11$ あるいは14Vの低い方の値になります。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機能の使用により増減します。より詳しい説明は、「アプリケーション情報」の「SmartSync」節を参照願います。

(2)  $V_O > 3.6V$ では、最小入力電圧は  $(V_O + 2)V$ になります。

# PTH08T220/221Wパワー・モジュールで使用するコンデンサの推奨

## コンデンサ技術

### 電解コンデンサ

電解コンデンサを使用する場合は、高品質でコンピュータ・グレードのものを推奨します。アルミ電解コンデンサは2kHz～150kHzの周波数範囲で適度なデカップリング特性を示し、-20°C以上の周囲温度に適しています。-20°C以下の動作では、タンタル、セラミック、あるいはOSコン型コンデンサが必要になります。電圧を示します。

### セラミック・コンデンサ

アルミ電解コンデンサの特性は、150kHz以上になると低下します。積層セラミック・コンデンサはESRが非常に低く、その共振周波数はレギュレータの帯域幅より高いです。したがって、出力の過渡応答の改善とともに、入力に帰還されるリップル電流の低減にも使用できます。

### タンタル/ポリマー・タンタル・コンデンサ

タンタル型コンデンサは出力バスにおいてのみ使用でき、周囲温度が0°C以下のアプリケーションに推奨します。AVX TPSシリーズおよびKemetコンデンサ・シリーズは、その低ESR、高サージ定格、許容電力、および許容リップル電流のために、他の多くのタンタル型より推奨されます。ESRやサージ電流定格について明記していないタンタル・コンデンサは、パワー関係のアプリケーションに推奨できません。

## 入力コンデンサ（必須）

PTH08T221Wの入力には、最小で300μFのセラミック・コンデンサが必要です。

PTH08T220Wの入力には、22μFのX5R/X7Rのセラミック型および330μF電解型の各1個の組み合わせが必要です。電解コンデンサの許容リップル電流定格は、最小で950mA rmsが必要です。さらに $V_0 > 2.1V$ かつ $I_0 \geq 11A$ では、許容リップル電流定格を1500mA rmsに高める必要があります。

## 入力コンデンサ情報

入力コンデンサのサイズと値は、コンバータの過渡性能に応じて決まります。この最小値は、コンバータが応答性に優れた低インダクタンスの入力源で電力供給されることを前提としています。この入力源には十分に容量性デカップリングを施す必要があり、また入力源からモジュールまで基板の電源およびグランド・プレーン経由で電力供給する必要があります。

セラミック・コンデンサは、モジュールの入力端子に0.5インチ(1.3cm)以内で可能なかぎり近く配置します。モジュール入力における高周波リップル電圧を低減するには、セラミック・コンデンサを追加することが必要です。この追加により、電解コンデンサを通るリップル電流とともに、入力源に帰還されるリップル電流の量も減少します。さらに、セラミック・コンデンサの追加によって、電解コンデンサのRMSリップル電流条件も緩和することができます。

高性能アプリケーションや入力源の性能が低下する場合には、最小入力容量を680μFに増加することを推奨します。

入力コンデンサの選定で主に考慮すべきことは、RMSリップル電流定格、温度安定性、および100mΩ未満の等価直列抵抗(ESR)です。

一般的なタンタル・コンデンサは入力バス用に推奨できません。入力バス用のコンデンサには、 $2 \times (\text{最大DC電圧} + \text{ACリップル})$ の推奨最小電圧定格が必要です。この定格が信頼性を保証するための一般的な基準ですが、この条件を満たす十分な定格電圧のタンタル・コンデンサは見当たりません。

動作温度が0°Cを下回る場合、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には、OSコン、ポリ・アルミニウム、およびポリマー・タンタル型を検討する必要があります。

## 出力コンデンサ(必須)

PTH08T221Wの出力には、最小で300 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサが必要です。

PTH08T220Wの出力には、最小220 $\mu$ Fのアルミニウム、ポリマー・アルミニウム、タンタル、あるいはポリマー・タンタル型のコンデンサが必要です。

この最小値を上回る容量は、実際の過渡偏差条件で決まります。特定の容量選定には、本文書内の「TurboTransテクノロジ」節を参照願います。

## 出力コンデンサ情報

出力コンデンサの選定で主に考慮すべきことは、コンデンサの種類、温度安定性、およびESRです。TurboTrans機能を使用する場合は、容量×ESRの積も考慮する必要があります(次節参照)。

高周波のバイパス用に付け加えるセラミック・コンデンサは、できるだけ負荷の近くに配置して効果的に使用します。10 $\mu$ F未満のセラミック・コンデンサは、出力容量値の合計の算出に含みません。

動作温度が0°Cを下回る場合、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には、OSコン、ポリ・アルミニウム、およびポリマー・タンタル型を検討する必要があります。

## TurboTransを使用した場合の出力容量

TurboTransにより、設計者はシステムの過渡設計条件に応じて出力容量を最適化することができます。TurboTrans機能の効果を最大限に高めるには、高品質で超低ESRのコンデンサが必要です。また、TurboTransを使用する場合、コンデンサの容量( $\mu$ F)とESR( $m\Omega$ )の積により、タイプA、B、あるいはCのコンデンサ・タイプが定まります。これら3タイプは以下のように定義されます。

タイプA = (100  $\leq$  容量 × ESR  $\leq$  1,000) (例: セラミック)

タイプB = (1,000  $<$  容量 × ESR  $\leq$  5,000)

(例: ポリマー・タンタル)

タイプC = (5,000  $<$  容量 × ESR  $\leq$  10,000) (例: OSコン)

2種類以上のコンデンサを使用する場合、全出力容量の大半を占めるコンデンサ・タイプを選定してください。また、C × ESR積の計算では、コンデンサの製造元のデータシートにあるESRの最大値を使用してください。

PTH08T221Wを使用する場合は、タイプA(セラミック)コンデンサのみを出力に使用します。

実際例:

容量が330 $\mu$ F、ESRが5 $m\Omega$ のコンデンサは、C × ESR積が1,650 $\mu$ F ×  $m\Omega$  (330 $\mu$ F × 5 $m\Omega$ )になります。これはタイプBのコンデンサです。また、容量が1,000 $\mu$ F、ESRが8 $m\Omega$ のコンデンサは、C × ESR積が8,000 $\mu$ F ×  $m\Omega$  (1,000 $\mu$ F × 8 $m\Omega$ )になります。これはタイプCのコンデンサです。

特定の容量選定には、本文書内の「TurboTransテクノロジ」節を参照願います。

推奨コンデンサをタイプ別と製造者別で表3に示します。表内のOutput BUS / TurboTrans列を参照願います。

## 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、最小ESRおよび最大容量の限度を遵守する必要があります。また、TurboTransなしではシステムの安定性に影響が及ぼされ、より大きな出力容量が必要になります。

PTH08T220Wを使用する場合は、出力コンデンサ・バンク全体の最小ESRを遵守してください。出力コンデンサ・バンクの最小ESR限度は7 $m\Omega$ です。推奨する低ESRタイプのコンデンサを表3に示します。

PTH08T221WをTurboTrans機能なしで使用する場合、最大容量はセラミック型の3,000 $\mu$ Fになります。システムの安定性は大容量により低減されます。

TurboTrans機能を使用すると、システムの安定性が改善され、過渡応答が改善され、さらに過渡設計条件を満たすために要する出力容量が低減されます。

## 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、 $di/dt$ が2.5A/ $\mu$ sの負荷過渡変動を使用して特性化してきました。この負荷過渡に対する代表的な電圧偏差を、出力コンデンサの最小必要値を使って電気的特性の表に示しています。過渡の $di/dt$ が増加すると、コンバータの電圧調整回路の応答は、最終的に出力コンデンサのデカップリング回路網に依存するようになります。これは、あらゆるDC/DCコンバータに固有の制約であり、過渡速度がコンバータの帯域幅を超えたときに生じます。

ターゲットのアプリケーションで大 $di/dt$ あるいは小電圧偏差が指定されている場合、低ESRのセラミック・コンデンサを追加したデカップリングによってのみ、その条件が満たされます。一般に、100A/ $\mu$ sを超える負荷ステップについて、過渡の高周波エッジを緩和するには、複数の10 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサ、10個の1 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサ、および多数の高周波用セラミック・コンデンサ(0.1 $\mu$ F)の追加が必要になります。PCB上において、負荷に対するこれらのコンデンサの配

置は重要です。DSP、FPGA、およびASICの製造元は、最適性能に必要なコンデンサの種類、配置、および容量値を指定しています。最適の過渡性能を得るには、低インピーダンスのバス、途切れのないPCBの銅プレーン、および高周波デバイスに極力接近した部品配置が重要になります。

## コンデンサ表

表3に、数多くの製造元からの許容できるコンデンサの特性を示します。また、入力と出力のバスに必要なコンデンサの推奨数を、コンデンサの種類ごとに表3に示します。

表3は広範なコンデンサのリストではありません。他社のコンデンサは、それに相当する表内の仕様を利用できます。一覧のコンデンサは参考として示しています。RMSリップル電流定格とESR(100kHz時)は、最適なレギュレータ性能とコンデンサの長寿命化を保証するのに必要な重要パラメータです。

Capacitor Vendor, Type Series (Style)	Capacitor Characteristics					Quantity			Vendor Part No.	
	Working Voltage	Value ( $\mu$ F)	Max. ESR at 100 kHz	Max Ripple Current at 85°C (Irms)	Physical Size (mm)	Input Bus	Output Bus			
							No Turbo-Trans	Turbo-Trans Cap Type <sup>(2)</sup>		
Panasonic										
FC (Radial)	25 V	1000	43m $\Omega$	1690mA	16 × 15	1	$\geq 2$ <sup>(3)</sup>	N/R <sup>(4)</sup>	EEUFC1E102S	
FC (Radial)	25 V	820	38m $\Omega$	1655mA	12 × 20	1	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	N/R <sup>(4)</sup>	EEUFC1E821S	
FC (SMD)	35 V	470	43m $\Omega$	1690mA	16 × 16,5	1	$\geq 1$ <sup>(3)</sup>	N/R <sup>(4)</sup>	EEVFC1V471N	
FK (SMD)	35 V	1000	35m $\Omega$	1800mA	16 × 16,5	1	$\geq 2$ <sup>(3)</sup>	N/R <sup>(4)</sup>	EEVFK1V102M	
United Chemi-Con										
PTB, Poly-Tantalum(SMD)	6.3 V	330	25m $\Omega$	2600mA	7,3×4,3×2.8	N/R <sup>(5)</sup>	1 ~ 4 <sup>(3)</sup>	C $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	6PTB337MD6TER ( $V_O \leq 5.1V$ ) <sup>(6)</sup>	
LXZ, Aluminum (Radial)	35 V	680	38m $\Omega$	1660mA	12,5 × 20	1	1 ~ 3 <sup>(3)</sup>	N/R <sup>(4)</sup>	LXZ35VB681M12X20LL	
PS, Poly-Alum (Radial)	16 V	330	14m $\Omega$	5060mA	10 × 12,5	1	1 ~ 3	B $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	16PS330MJ12	
PS, Poly-Alum (Radial)	6.3 V	390	12m $\Omega$	5500mA	8 × 12,5	N/R <sup>(5)</sup>	1 ~ 2	B $\geq 1$ <sup>(2)</sup>	6PS390MH11 ( $V_O \leq 5.1V$ ) <sup>(6)</sup>	
PXA, Poly-Alum (SMD)	16 V	330	14m $\Omega$	5050mA	10 × 12,2	1	1 ~ 3	B $\geq 2$ <sup>(2)</sup>	PXA16VC331MJ12TP	
PXA, Poly-Alum (Radial)	10 V	330	14m $\Omega$	4420mA	8 × 12,2	N/R <sup>(5)</sup>	1 ~ 2	B $\geq 1$ <sup>(2)</sup>	PXA10VC331MH12	

表3. 入力/出力コンデンサ<sup>(1)</sup>

(1) コンデンサ供給者への確認

この表に示すコンデンサが入手可能か確認願います。コンデンサ製造元は、限定期生産や製造中止の理由で代替バーツ番号を推奨する場合があります。RoHS、鉛フリー、および材質の詳細

材質構成、RoHSの状態、鉛フリーの状態、および製造工程条件については製造元に問合せ願います。材質構成や半田付け条件が更新された場合、部品の識別やバーツ番号が変更されることがあります。

(2) TurboTransで必要なコンデンサです。コンデンサの選定については「アプリケーション情報」の「TurboTransテクノロジ」節を参照願います。コンデンサ・タイプ

- タイプA = (100 < 容量 × ESR  $\leq$  1,000)
- タイプB = (1,000 < 容量 × ESR  $\leq$  5,000)
- タイプC = (5,000 < 容量 × ESR  $\leq$  10,000)

(3) 出力バス側の非セラミックのバルク・コンデンサのESRが15m $\Omega$ 以上、30m $\Omega$ 以下の場合、200 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサを1個追加する必要があります。

(4) アルミ電解コンデンサは、容量 × ESR積が大きいためTurboTransに推奨できません。アルミ電解コンデンサや高ESRコンデンサは、低ESRコンデンサと組み合せて使用できます。

(5) N/R: 推奨できません。電圧定格が最小動作電圧限度を満たしていません。

(6) このコンデンサの電圧定格では、動作電圧の80%以下の出力電圧にしか使用できません。

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	No Turbo-Trans	Turbo-Trans Cap Type <sup>(2)</sup>	
Nichicon, Aluminum PM (Radial)	25 V	1000	43mΩ	1520mA	18 × 15	1	≥ 2 <sup>(7)</sup>	N/R <sup>(8)</sup>	UPM1E102MHH6
	35 V	470	23mΩ	1820mA	10 × 20	1	≥ 2 <sup>(7)</sup>	N/R <sup>(8)</sup>	UHD1V471HR
Panasonic, Poly-Aluminum	2.0 V	390	5mΩ	4000mA	7,3×4,3×4,2	N/R <sup>(9)</sup>	N/R <sup>(9)</sup>	B ≥ 2 <sup>(10)</sup>	EEFSE0J391R(V <sub>O</sub> ≤ 1.6V) <sup>(11)</sup>
Sanyo TPE, Poscap (SMD) TPE, Poscap (SMD) TPD, Poscap (SMD) SEP, OS-CON (Radial) SEPC, OS-CON (Radial) SVP, OS-CON (SMD)	10 V	330	25mΩ	3300mA	7,3×4,3	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 3	C ≥ 1 <sup>(10)</sup>	10TPE330MF <sup>(11)</sup>
	2.5 V	470	7mΩ	4400mA	7,3×4,3	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 2	B ≥ 2 <sup>(10)</sup>	2R5TPE470M7(V <sub>O</sub> ≤ 1.8V) <sup>(11)</sup>
	2.5 V	1000	5mΩ	6100mA	7,3×4,3	N/R <sup>(9)</sup>	1	B ≥ 1 <sup>(10)</sup>	2R5TPD1000M5(V <sub>O</sub> ≤ 1.8V) <sup>(11)</sup>
	16 V	330	16mΩ	4700mA	10 × 13	1	1 ~ 2	B ≥ 1 <sup>(10)</sup>	16SEP330M
	16 V	470	10mΩ	6100mA	10 × 13	1	1 ~ 2	B ≥ 2 <sup>(10)</sup>	16SEPC470M
	16 V	330	16mΩ	4700mA	10 × 12,6	1	1 ~ 2 <sup>(7)</sup>	B ≥ 1 <sup>(10)</sup> (7)	16SVP330M
AVX, Tantalum TPM Multianode TPS Series III (SMD) TPS Series III (SMD)	10 V	330	23mΩ	3000mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 3 <sup>(7)</sup>	C ≥ 2 <sup>(10)</sup>	TPME337M010R0035
	10 V	330	40mΩ	1830mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 6 <sup>(7)</sup>	N/R <sup>(8)</sup>	TPSE337M010R0040 (V <sub>O</sub> ≤ 5V) <sup>(12)</sup>
	4 V	1000	25mΩ	2400mA	7,3×6,1×3,5	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 5 <sup>(7)</sup>	N/R <sup>(8)</sup>	TPSV108K004R0035 (V <sub>O</sub> ≤ 2.1V) <sup>(12)</sup>
Kemet, Poly-Tantalum T520 (SMD) T530 (SMD) T530 (SMD) T530 (SMD)	10 V	330	25mΩ	2600mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 3 <sup>(7)</sup>	C ≥ 2 <sup>(10)</sup>	T520X337M010ASE025 <sup>(11)</sup>
	6.3 V	330	15mΩ	3800mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	2 ~ 3	B ≥ 2 <sup>(10)</sup>	T530X337M010ASE015 <sup>(11)</sup>
	4 V	680	5mΩ	7300mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	1	B ≥ 1 <sup>(10)</sup>	T530X687M004ASE005 (V <sub>O</sub> ≤ 3.5V) <sup>(11)</sup>
	2.5 V	1000	5mΩ	7300mA	7,3×4,3×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	1	B ≥ 1 <sup>(10)</sup>	T530X108M2R5ASE005 (V <sub>O</sub> ≤ 2.0V) <sup>(11)</sup>
Vishay-Sprague 597D, Tantalum (SMD) 94SA, OS-CON (Radial) 94SVP OS-CON(SMD)	10 V	330	35mΩ	2500mA	7,3×5,7×4,1	N/R <sup>(9)</sup>	1 ~ 5	N/R <sup>(8)</sup>	597D337X010E2T
	16 V	470	20mΩ	6080mA	12 × 22	1	1 ~ 3	C ≥ 2 <sup>(10)</sup>	94SA477X0016GBP
	16 V	330	17mΩ	4500mA	10 × 12,7	2	2 ~ 3	C ≥ 1 <sup>(10)</sup>	94SVP337X06F12
Kemet, Ceramic X5R (SMD)	16 V	10	2mΩ	—	3225	1	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	C1210C106M4PAC
	6.3 V	47	2mΩ			N/R <sup>(9)</sup>	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	C1210C476K9PAC
Murata, Ceramic X5R (SMD)	6.3 V	100	2mΩ	—	3225	N/R <sup>(9)</sup>	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	GRM32ER60J107M
	6.3 V	47				N/R <sup>(9)</sup>	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	GRM32ER60J476M
	25 V	22				1	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	GRM32ER61E226K
	16 V	10				1	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	GRM32DR61C106K
TDK, Ceramic X5R (SMD)	6.3 V	100	2mΩ	—	3225	N/R <sup>(9)</sup>	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	C3225X5R0J107MT
	6.3 V	47				N/R <sup>(9)</sup>	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	C3225X5R0J476MT
	16 V	10				1	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	C3225X5R1C106MT0
	16 V	22				1	≥ 1 <sup>(13)</sup>	A <sup>(10)</sup>	C3225X5R1C226MT

表3. 入力/出力コンデンサ

(7) 出力バス側の非セラミックのパルク・コンデンサのESRが15mΩ以上、30mΩ以下の場合、200μFのセラミック・コンデンサを1個追加する必要があります。

(8) アルミ電解コンデンサは、容量 × ESR積が大きいためTurboTransに推奨できません。アルミ電解コンデンサや高ESRコンデンサは、低ESRコンデンサと組み合せて使用できます。

(9) N/R : 推奨できません。電圧定格が最小動作電圧限度を満たしていません。

(10) TurboTransで必要なコンデンサです。コンデンサの選定については「アプリケーション情報」の「TurboTransテクノロジ」節を参照願います。  
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)

(11) このコンデンサの電圧定格では、動作電圧の80%以下の出力電圧にしか使用できません。

(12) このコンデンサの電圧定格では、動作電圧の50%以下の出力電圧にしか使用できません。

(13) セラミック・コンデンサの合計容量値は、どのような組み合わせでも、PTH08T220Wで500μF, PTH08T221Wで5,000μFに制限されます。  
なお、PTH08T220Wのセラミックと非セラミックのすべてを含む合計容量は、10,000μFに制限されます。

## TurboTrans™テクノロジ

TurboTransテクノロジは、PTH/PTVファミリーのパワー・モジュールのT2世代で導入された機能です。TurboTransにより、外部抵抗を1個と外部容量を追加して、レギュレータの過渡応答が最適化されます。このテクノロジの利点には、出力容量の低減、負荷の過渡変動による出力電圧偏差の低減、超低ESR出力コンデンサを使用する場合の安定性の向上などがあります。目標の出力電圧偏差の実現に必要な出力容量は、TurboTrans機能を作動することで低減されます。同様に、TurboTransを使用すると、同一の出力容量に対する負荷の過渡変動による出力電圧偏差は低減されます。過渡電圧の許容範囲が厳しく、コンデンサのフットプリント面積が限られるアプリケーションでは、このテクノロジが非常に役立ちます。

## TurboTrans™の選択

TurboTrans機能を使用するには、+Sense端子(6pin)とTurboTrans端子(9pin)の間に抵抗 $R_{TT}$ を接続する必要があります。この抵抗値は、必要となる出力容量の値に直接対応します。すべてのT2製品で、TurboTransの使用の有無にかかわらず、出力容量を最小にする必要があります。PTH08T220Wの必要な最小容量は220 $\mu$ Fです。また、PTH08T221Wの必要な最小容量はセラミック型の300 $\mu$ Fです。TurboTransを使用する場合は、容量 $\times$ ESRの積が10,000 $\mu$ F $\times$ m $\Omega$ のコンデンサが必要になります。(容量( $\mu$ F)とESR(m $\Omega$ )を乗じて、容量 $\times$ ESR積を求めます。)この条件を満たす種々のコンデンサについては、本データシートの「コンデンサの選定」節を参照願います。

図12から図17に、所要の過渡電圧偏差を実現するために要する出力容量を示します。各図では、タイプA(セラミックなど)、タイプB(ポリマー・タンタルなど)、およびタイプC(OSコンなど)のタイプ別に、TurboTransの使用・不使用の場合について示しています。 $R_{TT}$ の適正値を算出するには、まず所要の過渡電圧偏差限度および過渡負荷ステップ幅を決定します。次に、使用する出力コンデンサのタイプを決めます。(複数のタイプのコンデンサを使用する場合、合計出力容量の大半を占めるコンデンサのタイプを選択します。)この情報をもとに、選択したコンデンサ・タイプに該当する図12から図17のチャートを使用しま

す。このチャートを利用するには、まず電圧偏差の最大限度(単位mV)を負荷ステップ幅(単位A)で除算します。この除算によりmV/Aの値が得られます。この値を該当チャートのY軸から探し出します。そこからチャートを水平方向に進み、With TurboTransプロットとの交点を求めます。この点から垂直に下がり、X軸上の値を読み取ります。その値が、最初に設定した所要の過渡電圧偏差を満たすために必要な最小容量 $C_0$ になります。必要な $R_{TT}$ の抵抗値は、式(2-4)を使用して計算するか、あるいはTurboTransの表(4-6)から得られます。TurboTransの表には、25%(4A)、50%(8A)、および75%(12A)の出力負荷ステップにおける過渡電圧偏差を実現するのに必要な、最小出力容量値およびそれに対応する $R_{TT}$ の値が記載されています。

このチャートは、特定の出力容量に対して達成し得る最小過渡電圧偏差を求める場合にも使用できます。出力容量をX軸上に選び、そこから垂直に上へ進んでWith TurboTransプロットとの交点を読み取ります。次に、そこから水平にY軸に進むと、その出力容量値に対する過渡電圧偏差限度が得られます。必要な $R_{TT}$ の抵抗値は、式(2-4)を使用して計算するか、あるいはTurboTransの表(4-6)から得られます。

例として、8A、50%の負荷過渡時に40mVの出力電圧偏差が求められる12Vアプリケーションについて考察しましょう。主として330 $\mu$ F、10m $\Omega$ の出力コンデンサが使用されるとしています。まず、12V、タイプBコンデンサのチャート(図14)を使用します。40mVを8Aで除算して、過渡電圧偏差(mV)÷過渡負荷ステップ(A)の5mV/Aが得られます。次に、Y軸上で5mV/Aを選び、そこから水平に進んでWith TurboTransプロットとの交点を求めます。この点からX軸まで垂直に下がると、約800 $\mu$ Fの必要な最小出力容量が得られます。また、この800 $\mu$ Fに対応する $R_{TT}$ 抵抗値は計算あるいは表5から求められ、約4.12k $\Omega$ になります。

TurboTransの効果を認識するため、Y軸上の5mV/Aから水平にWithout TurboTransプロットの交点を求めてください。そこから垂直に下がると、同じ過渡出力電圧限度に対して、最小で4,500 $\mu$ Fの出力容量が必要なことが分かります。この差がTurboTransの効果です。図18と図19に標準的なTurboTransの回路と波形を示します。

## PTH08T221W タイプA / セラミック・コンデンサ

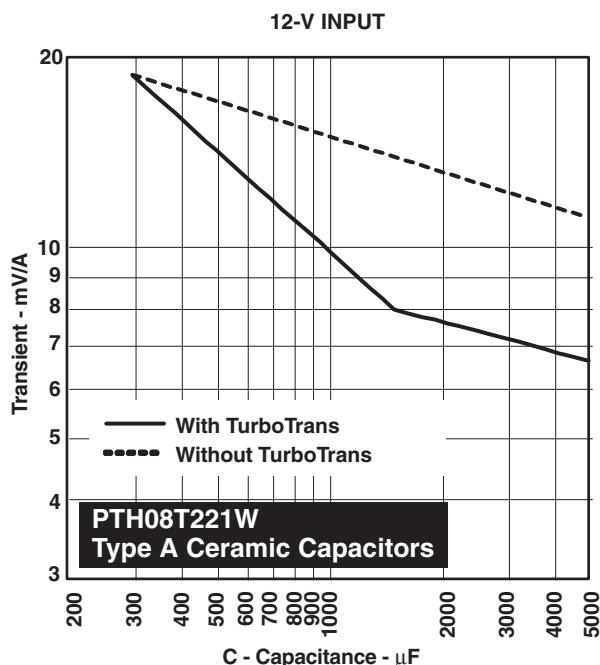


図 12. コンデンサ・タイプA,  
100  $\leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 1,000$   
(セラミックなど)

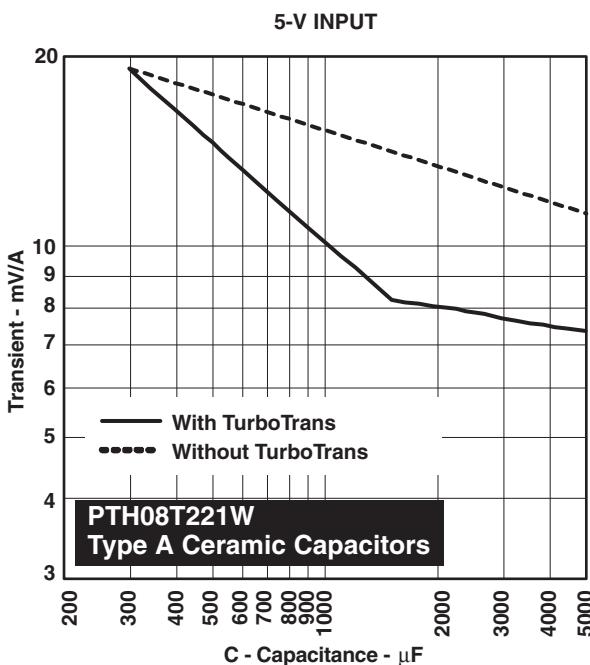


図 13. コンデンサ・タイプA,  
100  $\leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 1,000$   
(セラミックなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			12 Volt Input		5 Volt Input	
25% load step (4 A)	50% load step (8 A)	75% load step (12 A)	$C_0$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor (k $\Omega$ )	$C_0$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor (k $\Omega$ )
75	150	225	300	open	300	open
65	130	195	420	78.7	430	68.1
55	110	165	530	33.2	550	30.9
50	100	150	700	15.4	730	13.7
45	90	135	835	10.0	870	8.87
40	80	120	1000	5.76	1050	4.87
35	70	105	1250	2.10	1300	1.62
30	60	90	1730	short	4200	short

表 4. タイプAのTurboTrans  $C_0$ 値および $R_{TT}$ の選択表

### $R_{TT}$ 抵抗の選定

TurboTrans抵抗 $R_{TT}$ の値は、TurboTransプログラミング式(2)から求められます。

$$R_{TT} = 40 \times \frac{\left[ 1 - (C_0 / 1500) \right]}{\left[ (5 \times C_0 / 1500) - 1 \right]} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad (2)$$

ここで、 $C_0$ は単位 $\mu\text{F}$ の合計出力容量です。 $C_0$ 値が $1,500\mu\text{F}$ 以上の場合、 $R_{TT}$ は短絡( $0\Omega$ )にします。

安定性を保証するために、 $R_{TT}$ 抵抗値には対応する最小の出力容量が必要です。 $R_{TT}$ 値の算出には、図12および図13で求められた必要な最小出力容量値を用いる必要があります。

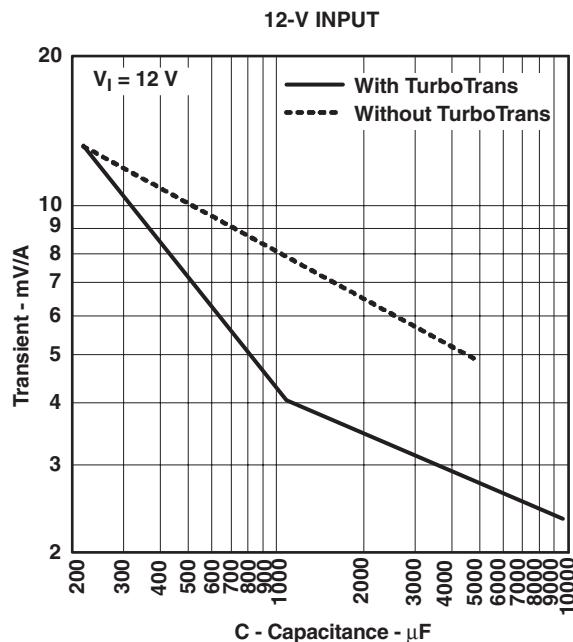


図 14. コンデンサ・タイプB,  
 $1,000 \leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 5,000$   
(ポリマー・タンタルなど)

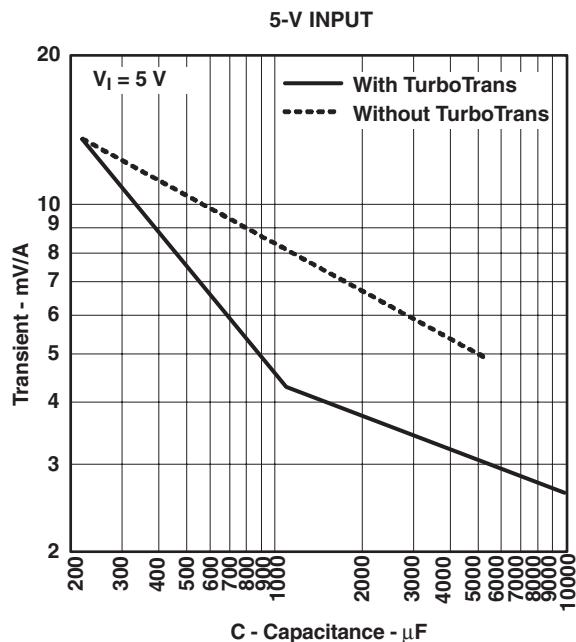


図 15. コンデンサ・タイプB,  
 $1,000 \leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 5,000$   
(ポリマー・タンタルなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			12 Volt Input		5 Volt Input	
25% load step (4 A)	50% load step (8 A)	75% load step (12 A)	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor (k $\Omega$ )	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor (k $\Omega$ )
65	125	190	220	open	220	open
50	100	150	270	132	270	132
40	80	120	330	56	330	56
30	60	90	470	20.5	500	17.4
25	50	75	600	10.5	650	8.25
20	40	60	800	4.12	900	2.32
15	30	45	1500	short	1700	short
10	20	30	7000	short	10000	short

表 5. タイプBのTurboTrans  $C_O$ 値および $R_{TT}$ の選択表

### $R_{TT}$ 抵抗の選定

TurboTrans抵抗 $R_{TT}$ の値は、TurboTransプログラミング式(3)から求められます。

$$R_{TT} = 40 \times \frac{\left[ 1 - (C_O/1100) \right]}{\left[ (5 \times C_O/1100) - 1 \right]} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad (3)$$

ここで、 $C_O$ は単位 $\mu\text{F}$ の合計出力容量です。 $C_O$ 値が $1,100\mu\text{F}$ 以上の場合は、 $R_{TT}$ は短絡( $0\Omega$ )にします。 $(C_O > 1,100\mu\text{F}$ の場合、式(3)でが負の値になります。)

安定性を保証するために、 $R_{TT}$ 抵抗値には対応する最小の出力容量が必要です。 $R_{TT}$ 値の算出には、図14および図15で求められた必要な最小出力容量値を用いる必要があります。

# PTH08T221W タイプC コンデンサ

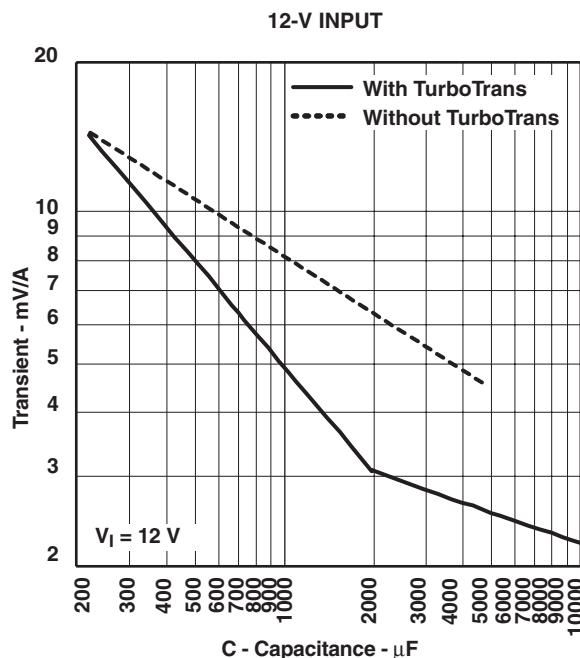


図 16. コンデンサ・タイプC,  
5,000  $\leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 10,000$   
(OSコンなど)

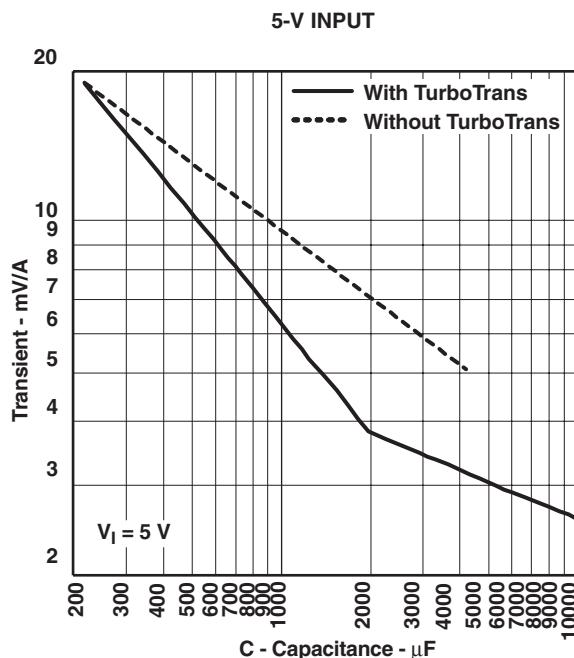


図 17. コンデンサ・タイプC,  
5,000  $\leq C(\mu\text{F}) \times \text{ESR}(\text{m}\Omega) \leq 10,000$   
(OSコンなど)

Transient Voltage Deviation (mV)			12 Volt Input		5 Volt Input	
25% Load Step (4 A)	50% Load Step (8 A)	75% Load Step (12 A)	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor (k $\Omega$ )	$C_O$ Minimum Required Output Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	$R_{TT}$ Required TurboTrans Resistor (k $\Omega$ )
65	125	190	220	open	220	open
50	100	150	270	274	330	121
40	80	120	330	121	550	34.8
30	60	90	470	48.7	630	26.1
25	50	75	600	28.7	800	16.2
20	40	60	800	16.2	1150	7.15
15	30	45	1300	5.11	1700	1.50
10	20	30	7500	short	10000	short

表 6. タイプCのTurboTrans  $C_O$ 値および $R_{TT}$ の選択表

## R<sub>TT</sub>抵抗の選定

$V_O \leq 3.45\text{V}$ のTurboTrans抵抗 $R_{TT}$ の値は、TurboTransプログラミング式(4)から求められます。 $V_O > 3.45\text{V}$ 時の $C_O$ および $R_{TT}$ の値については、弊社までお問合せ願います。

$$R_{TT} = 40 \times \frac{\left[ 1 - (C_O / 1980) \right]}{\left( \frac{(5 \times C_O) + 880}{1980} \right) - 1} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad (4)$$

ここで、 $C_O$ は単位 $\mu\text{F}$ の合計出力容量です。 $C_O$ 値が $1,980\mu\text{F}$ 以上の場合は、 $R_{TT}$ は短絡( $0\Omega$ )にします。 $(C_O > 1,980\mu\text{F})$ の場合、式(4)で $R_{TT}$ が負の値になります。)

安定性を保証するために、 $R_{TT}$ 抵抗値には対応する最小の出力容量が必要です。 $R_{TT}$ 値の算出には、図16および図17で求められた最小出力容量値を用いる必要があります。

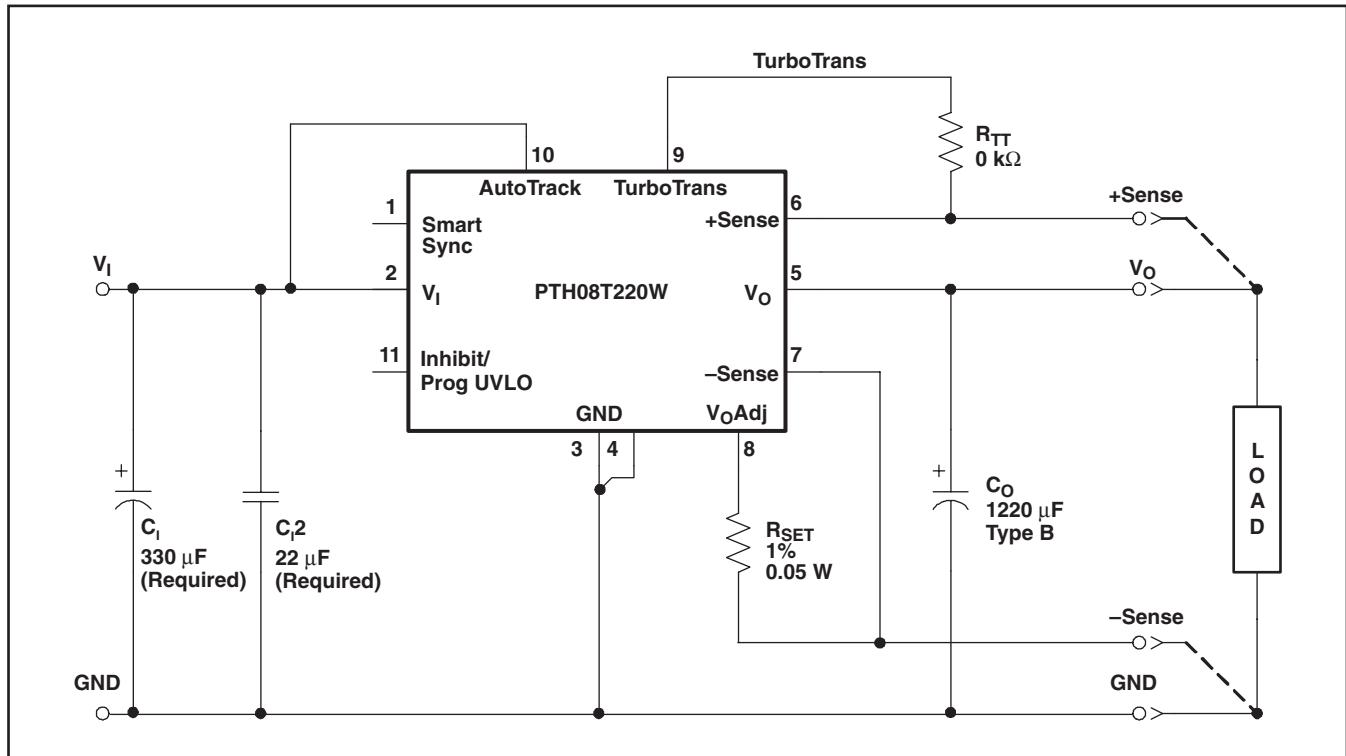


図 18. 標準的なTurboTrans™のアプリケーション回路図

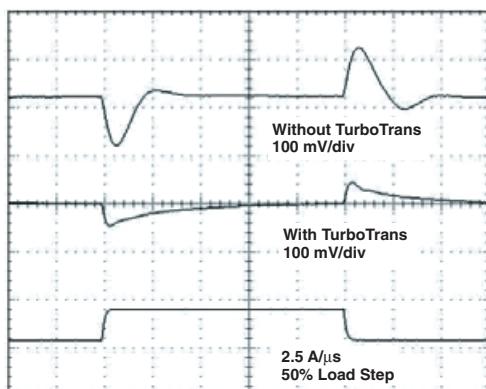


図 19. TurboTrans波形

## 低電圧ロックアウト(UVLO)の調整

PTH08T220/221Wパワー・モジュールには、入力低電圧ロックアウト(UVLO)機能が備えられています。UVLO機能により、適正な出力電圧の発生に十分な入力電圧になるまで、モジュールの出力が抑えられます。この抑制により、負荷回路にてモジュールによるクリーンかつ単調上昇する電源投入が可能になり、電源投入シーケンス時にレギュレータによる入力源からの引き込み電流が制限されます。

UVLO特性はONスレッシュホールド電圧( $V_{THD}$ )で定義されます。入力電圧がONスレッシュホールド電圧より低い場合、Inhibit機能は無視され、モジュールは出力を生成しません。ONとOFFのスレッシュホールド電圧差であるヒステリシス電圧は、500mVに設定されています。このヒステリシス電圧により、電源投入時の発振が防止されます。この発振は、モジュールが入力源から電流を引き込み始めたときの、入力電圧のわずかなドロープにより生じ得るものです。

PTH08T220/221WモジュールのUVLO機能により、ONスレッシュホールド電圧を限定的に調整できます。この調整は、Inhibit/UVLO Prog制御端子(11ピン)で1個の抵抗を用いて行います(図20参照)。11ピンがオープンの場合、ONスレッシュホールド電圧は内部でデフォルト値の4.3Vに設定されます。

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、ONスレッシュホールド電圧を高める必要があるかもしれません。スレッシュホールド電圧を調整すると、入力バスが指定された調整電圧まで完全に上昇しなかった場合に、モジュールの出力を抑えることができます。

式(5)により、 $V_{THD}$ を新しい値に調整するために必要な $R_{UVLO}$ の値が求められます。デフォルト値は4.3Vであり、それより高い値のみに調整できます。

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

表7に、様々なONスレッシュホールド電圧に対する $R_{UVLO}$ の標準抵抗値を示します。

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

表7. 様々な $V_{THD}$ 値に対する $R_{UVLO}$ の標準抵抗値

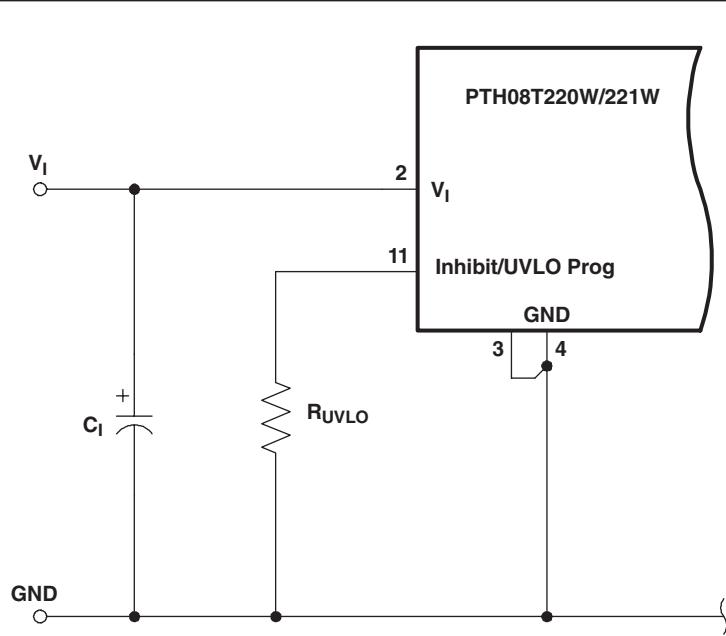


図20. 低電圧ロックアウト調整抵抗の配置

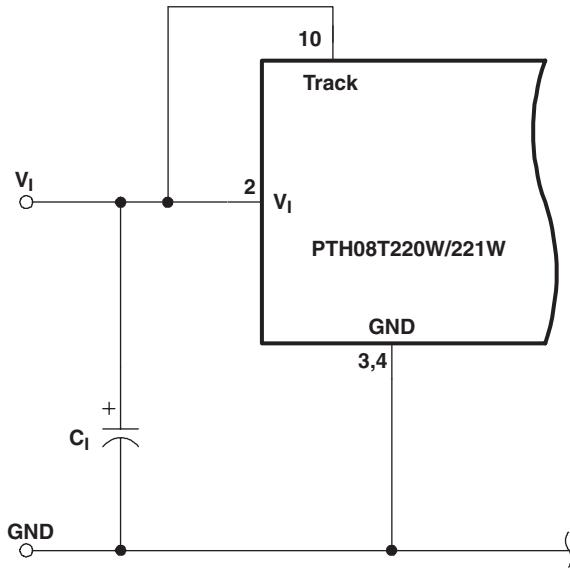


図 21. Auto-Track機能の無効化

### ソフトスタート電源投入

Auto-Track機能により、複数のPTH/PTVモジュールをTrack端子で直接制御できます。ただし、スタンダードアローン構成の場合、あるいはAuto-Track機能を使用しない場合は、Track端子を入力電圧に直接接続する必要があります(図21参照)。

Track端子を入力電圧に接続すると、Auto-Track機能は完全に無効になります。この無効化により、内部のソフトスタート回路のみの制御でモジュールの電源を投入できます。ソフトスタート制御で電源投入すると、出力電圧はより速く、よりリニアに設定ポイントまで上昇します。

有効な入力電圧が印加された瞬間から出力電圧が上昇し始める間に、ソフトスタート制御により短い遅延時間(標準で2ms～10ms)が生じます。

その後、出力電圧は徐々にモジュールの設定ポイント電圧まで上昇します。図22にPTH08T220/221Wのソフトスタート電源投入特性を示します。ここでは、12V入力バスおよび3.3V出力の構成で動作しています。図22の波形は、10Aの定電流負荷およびAuto-Track機能はディスエーブルで測定されています。入力電圧が立ち上がり始めるときの入力電流の急峻な立ち上がりは、入力容量への充電電流によるものです。電源投入は15ms以内で完了しています。

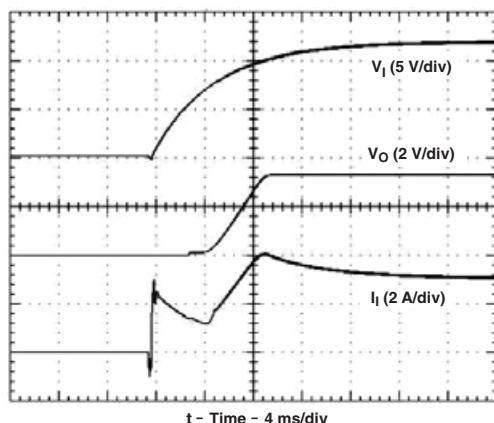


図 22. 電源投入時の波形

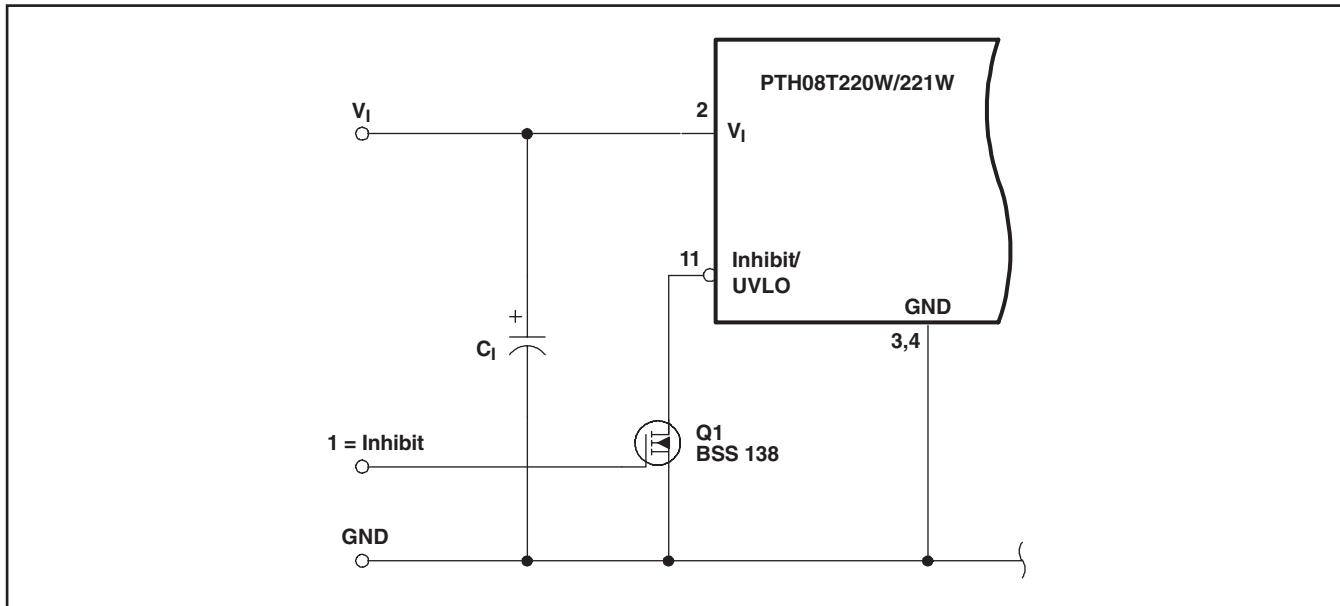


図 23. On/Off Inhibit制御回路

### On/Off Inhibit (インヒビット制御) 機能

出力電圧のオン/オフ制御を要するアプリケーションに対応して、PTH08T220/221WにはInhibit制御端子が備えられています。このインヒビット機能は、レギュレータの出力電圧をターンオフする必要がある場合に使用できます。

Inhibit端子をオープンにした場合、パワー・モジュールは通常動作を行い $V_I$ とGND間に有効な入力電圧があれば、調整された電圧が出力されます。

図23にインヒビット機能の標準的なアプリケーションを示します。ディスクリート・トランジスタのQ1に着目してください。Inhibit入力は内部でプルアップされています。したがって、Inhibit端子にプルアップ抵抗を外付けしてはなりません。また、

この入力はTTL論理デバイスとの互換性がありません。そのため、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・トランジスタによる制御を推奨します。

Q1をオンすると、Inhibit制御端子にローレベルが印加され、モジュールの出力がディスエーブルされます。次にQ1をオフすると、モジュールのソフトスタート電源投入シーケンスが開始され、15ms以内に調整された出力電圧が生成されます。図24に、Q1のターンオフ後の出力電圧および入力電流の標準的な立ち上がり波形を示します。ここで、Q1のターンオフは $V_{INH}$ 波形の立ち上がりに相当します。波形は10Aの低電流負荷で測定しました。

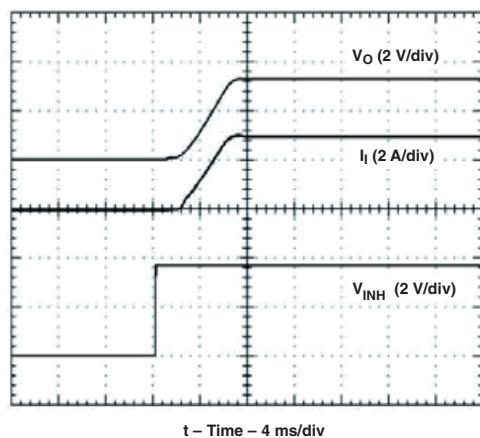


図 24. Inhibit制御による電源投入応答

## 過電流保護

負荷の異常に対する保護として、モジュールにはすべて出力過電流保護機能が備えられています。レギュレータの過電流スレッシュホールド値を上回る負荷の場合、レギュレータの出力電圧はシャットダウンされます。シャットダウン後、モジュールは定期的にソフトスタート電源投入を開始して復帰を試行します。この試行はhiccupモード動作と呼ばれ、負荷の異常が解消されるまで、シャットダウンと電源投入のサイクルがモジュールにて繰り返されます。この間、異常な負荷へ流入する平均電流は著しく低減されます。負荷の異常が解消されると、モジュールは自動的に通常動作に復帰します。

## 過熱保護 (OTP)

サーマル・シャットダウン機能により、モジュールの内部回路は過剰な高温から保護されます。内部の温度上昇は、エアーフローの低下や周囲温度の上昇に起因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ると、モジュールのInhibit制御が内部でローに下げられます。その結果、出力はオフになります。外部出力コンデンサが負荷回路によって放電されるにつれて、出力電圧は低下します。復帰は自動的に行われ、ソフトスタート電源投入で開始されます。検知温度がトリップ・ポイントを約10°C下回ると、復帰が開始されます。

過熱保護はレギュレータを熱的ストレスから保護する最後の手段です。サーマル・シャットダウン温度付近での動作は推奨されません。また、モジュールの長期信頼性も損ないます。周囲温度とエアーフローの最悪ケースに対応した規定の安全動作領域(SOA)内で、常にレギュレータを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・センスにより、モジュールの出力と負荷間の正電圧パスおよびリターンパスにおけるIR電圧降下がすべて補償されます。そのため、モジュールの負荷レギュレーション特性が向上します。IR電圧降下は、低抵抗のピンと配線を流れる出力電流により生じます。センス端子を接続した状態で、 $V_O$ およびGND端子間で直接測定した電圧と、両Sense端子間で測定した電圧との差が、レギュレータにより補償されているIR電圧降下になります。この値は0.3V以下に制限する必要があります。+Sense端子(6ピン)を負荷の正電圧側の端子に接続すると、その接続点における負荷レギュレーション特性が向上します。最適な性能を得るには、-Sense端子(7ピン)をモジュールの近く(10cm以内)でGND端子(4ピン)と接続する必要があります。

リモート・センス機能を負荷に対して使用しない場合は、+Sense端子を $V_O$ (5ピン)に、-Sense端子をモジュールのGND(4ピン)に接続してください。

リモート・センス機能は、レギュレータ出力に直列に配置されることがある、非線形部品や周波数依存性部品による順方向電圧降下を補償する目的で設計されていません。そのような部品の例として、OR接続用ダイオード、フィルタ用コイル、フェライト・ビーズおよびヒューズなどがあります。これらの部品がリモート・センス配線に含まれると、実質的にレギュレーション制御ループ内に配置されたことになり、レギュレータの安定性に悪影響を及ぼすことがあります。

## SmartSync

SmartSync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ことができる機能です。所要の周波数に設定した外部発振器でSmartSync端子を駆動すると、接続されているすべてのモジュールが設定した周波数に同期されます。同期周波数は240kHzから400kHzの範囲内で、モジュールの公称値のスイッチング周波数よりも高くも低くも設定できます。同一バスから電力供給されているモジュールを同期すると、入力電源に反射

されるビート周波数が除去され、EMIのフィルタリング条件も緩和されます。低ビート周波数(通常10kHz以下)を除去すると、EMIフィルタは同期周波数のみを減衰するように設計できます。また、パワー・モジュールの位相をシフトして同期することで、リップル電流を最小化し、入力容量条件を緩和することもできます。図25に、D型フリップフロップを使用して、2個のモジュールの位相を180°シフトして同期した標準的回路を示します。

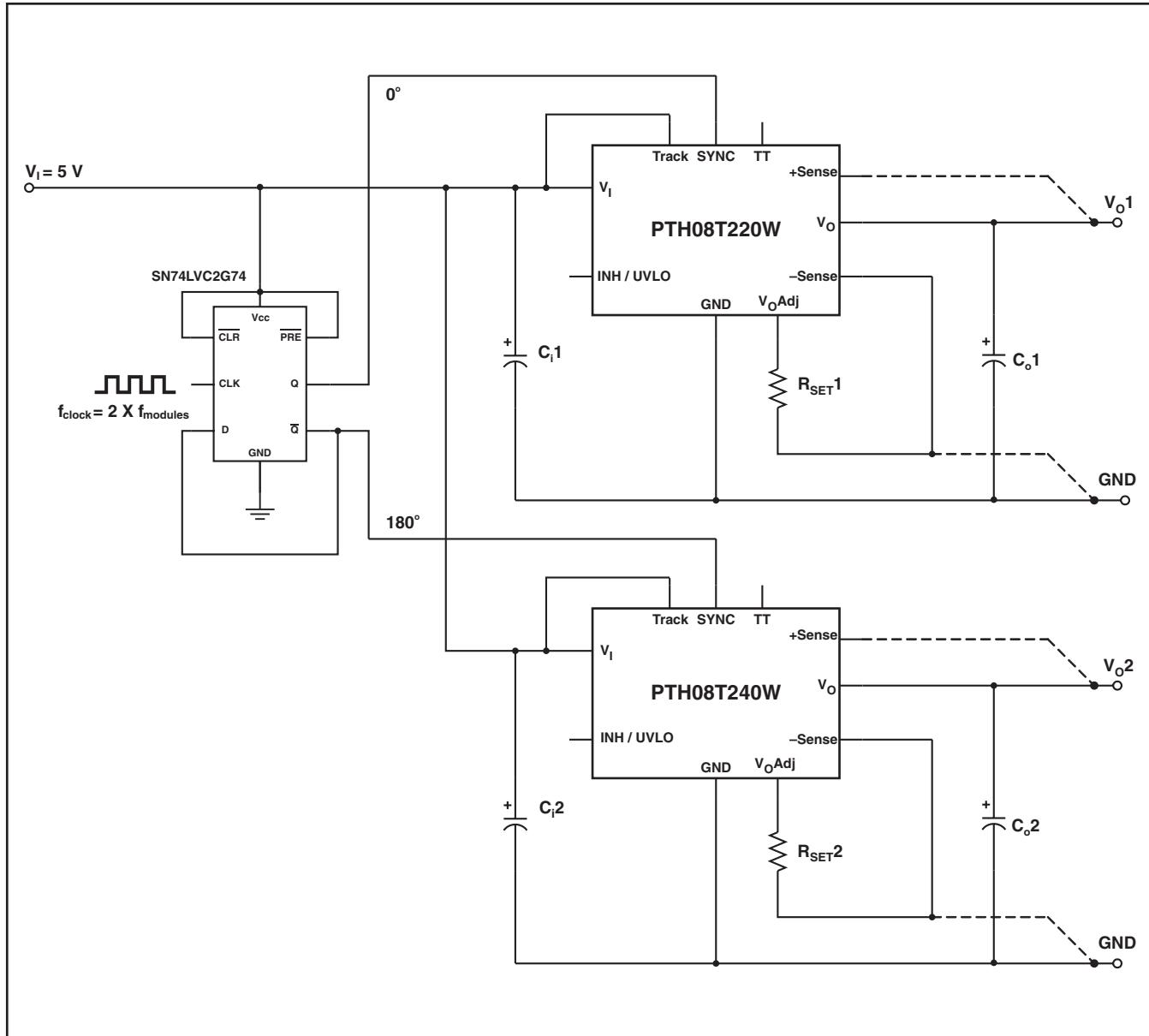


図 25. SmartSyncの回路図

適正な同期を行える最大入力電圧には、デューティ・サイクル上の制限があります。SmartSyncを使用する場合、最大許容入力電圧は出力電圧とスイッチング周波数の関数になります。動作上、最大入力電圧はスイッチング周波数に反比例します。高い周波数に同期させると、入力電圧範囲の制限が大きくなります。一定の周波数について、最大入力電圧は出力電圧によりどのように変化するか図26に示します。

例えば400kHz、1.2Vの出力電圧で動作するモジュールの場合、最大入力電圧は10Vになります。最大入力電圧を上回ると、出力リップル電圧および出力電圧変動の増加につながります。

図26に示すように、入力電圧が6Vを下回ると、同期周波数範囲の全体にわたって最小出力電圧まで動作することができます。同期周波数範囲の限度については、「電気的特性」表を参考照願います。

## Auto-Track™機能

Auto-TrackはPTH/PTVファミリーで独自の機能であり、すべてのPOLA製品で利用できます。またAuto-Trackは、電源投入および電源遮断に合わせた出力電圧のシーケンス制御を要する回路を簡素化する目的で設計されています。電源投入時における複数電源のシーケンス制御機能は、TMS320™ DSPファミリー、マイクロプロセッサ、およびASICなどのデュアル電源VLSI ICを使用する複雑なミックス・モードのアプリケーションに必要不可欠です。

## Auto-Track™の動作方法

Auto-Trackにより、モジュールの出力電圧がTrack制御端子における電圧に追従します(1)。この制御電圧範囲は、0Vからモジュールの設定ポイント電圧間に限定されます。Track端子の電圧が設定ポイント電圧を上回っても、モジュール出力は設定ポイント電圧にとどまります(2)。例えば、2.5VのレギュレータのTrack端子が1Vの場合、調整済み出力は1Vになります。しかし、Track端子電圧が3Vに上昇しても、調整済み出力は2.5Vを上回りません。

Auto-Track制御下では、モジュールの調整済み出力はTrack端子の電圧に対し、電圧対電圧ベースで追従します。多数のモジュールのTrack端子を相互に接続すると、それらの出力電圧は電源投入と電源遮断時に共通の信号に追従します。この信号として、外部で生成したマスタ・ランプ波形や、別の電源回路の出力電圧が使用できます(3)。利便性を高めるために、Track端子の内部にRC充電回路が備えられています。この回路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。

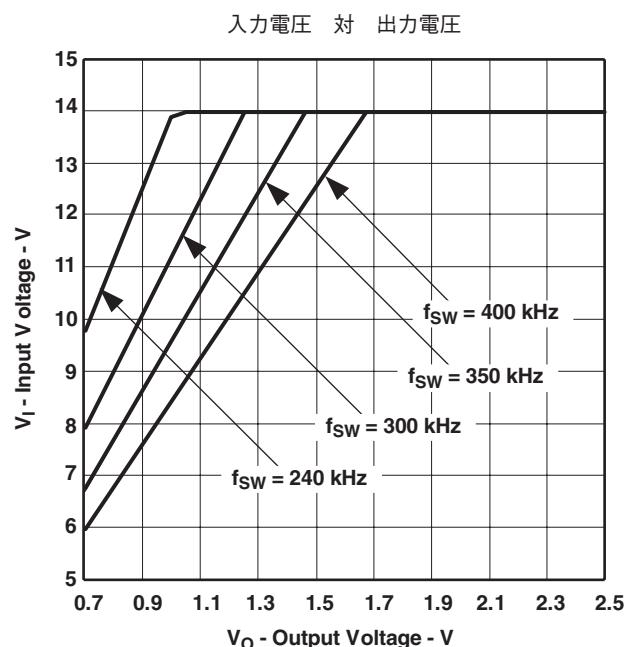


図 26

## 代表的なアプリケーション

基本的なAuto-Trackの実装により、多数のAuto-Track準拠モジュールを同時に電圧シーケンス制御することができます。2個以上のモジュールのTrack入力を接続すると、すべてのTrack入力が共通の集合的RCランプ波形に追従させられ、共通のTrack制御信号で電源投入シーケンスを同時制御することができます。この制御信号源には、電源投入リセット電圧監視ICのようなオープン・コレクタ(あるいはオープン・ドレイン)デバイスが使用できます。図27のU3を参照願います。

電源投入シーケンスを連携させるには、Track制御端子を最初にグランド電位に下げる必要があります。この操作は、入力電力がモジュールに印加されると同時に、それより前に行います。グランド電位信号は、入力電力の印加後少なくとも20ms維持します。この短い期間に、モジュールは内部ソフトスタートの初期化を完了する時間を与えられ<sup>(4)</sup>、出力電圧を生成することができます。時間遅延回路を内蔵する低価格の電源電圧監視ICが、電源投入時のTrack入力の自動制御部品として最適です。

TL7712電源電圧監視IC(U3)を使用して、PTH08T220/221Wモジュールの電源投入シーケンスを連携制御する方法を図27に示します。TL7712A監視ICの出力は、入力電圧が3.6Vを上回るとアクティブになり、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十分前に、グランド電位信号を共通Track制御端子にアサートします。このグランド信号は、入力電圧がU3の電圧スレッシュホールドの4.3Vを上回った後の約28msの間維持されます。この28msという時間はコンデンサで制御されます。2.2 $\mu$ FのC<sub>T</sub>により、モジュールが内部のソフトスタートの初期化を完了するのに十分な遅延時間が得られます。各モジュールの出力電圧は、Track制御電圧が立ち上がるまで0Vにとどまります。U3がグランド信号を解除すると、Track制御電圧は自動的に上昇します。

この上昇により、各モジュールの出力電圧は他のモジュールとともに、その設定ポイント電圧に達するまで上昇します。図28に、入力電圧が回路に印加された後の出力電圧波形を示します。波形V<sub>O1</sub>およびV<sub>O2</sub>は、それぞれ2つのパワー・モジュールU1(3.3V)およびU2(1.8V)の出力電圧波形を示します。V<sub>TRK</sub>、V<sub>O1</sub>およびV<sub>O2</sub>は、ともに望ましい同時電源投入時の立ち上がり特性を示しています。

同じ回路で電源遮断シーケンスも制御できます。入力電圧がU3の電圧スレッシュホールドを下回ると、グランド電位信号が共通Track制御端子に再送出されます。この信号によりTrack入力が0Vに下げられ、図29に示すように、各モジュール出力は追従するよう強制されます。電源遮断は通常、入力電圧が各モジュールの低電圧ロックアウトを下回る前に完了します。これは重要な制約です。モジュールが入力電圧の存在しないことを検知すると、その出力がTrack入力に印加されている電圧に追従できなくなります。電源遮断シーケンスの間、モジュールの出力電圧の立ち下がりは、Auto-Trackのスルーレート能力により制限されます。

## Auto-Track™の使用に関する注記

- モジュールが設定ポイント電圧に調整される前に、Track端子電圧がモジュールの設定ポイント電圧を上回ることができるようになります。
- Auto-Track機能は、電源投入時のほとんどのランプ波形を追跡することができ、1V/msの最大ランプ速度に対応します。
- Track端子に印加できる絶対最大電圧は、入力電圧V<sub>I</sub>になります。
- モジュールのソフトスタートの初期化が完了するまで、モジュールはTrack制御入力電圧に追従できません。初期化には、有効な電圧がモジュールの入力に印加されてから20msかかります。この間、Track端子はグランド電位に保つことを推奨します。
- Auto-Track機能は、Track端子を入力電圧V<sub>I</sub>に接続するとディスエーブルされます。Auto-Trackがディスエーブルの場合、出力電圧は入力電力が印加された後で、ソフトスタートの立ち上がりレートに従って上昇します。
- Auto-Track端子は、モジュール出力電圧の長期定常動作の電圧調整に使用してはなりません。

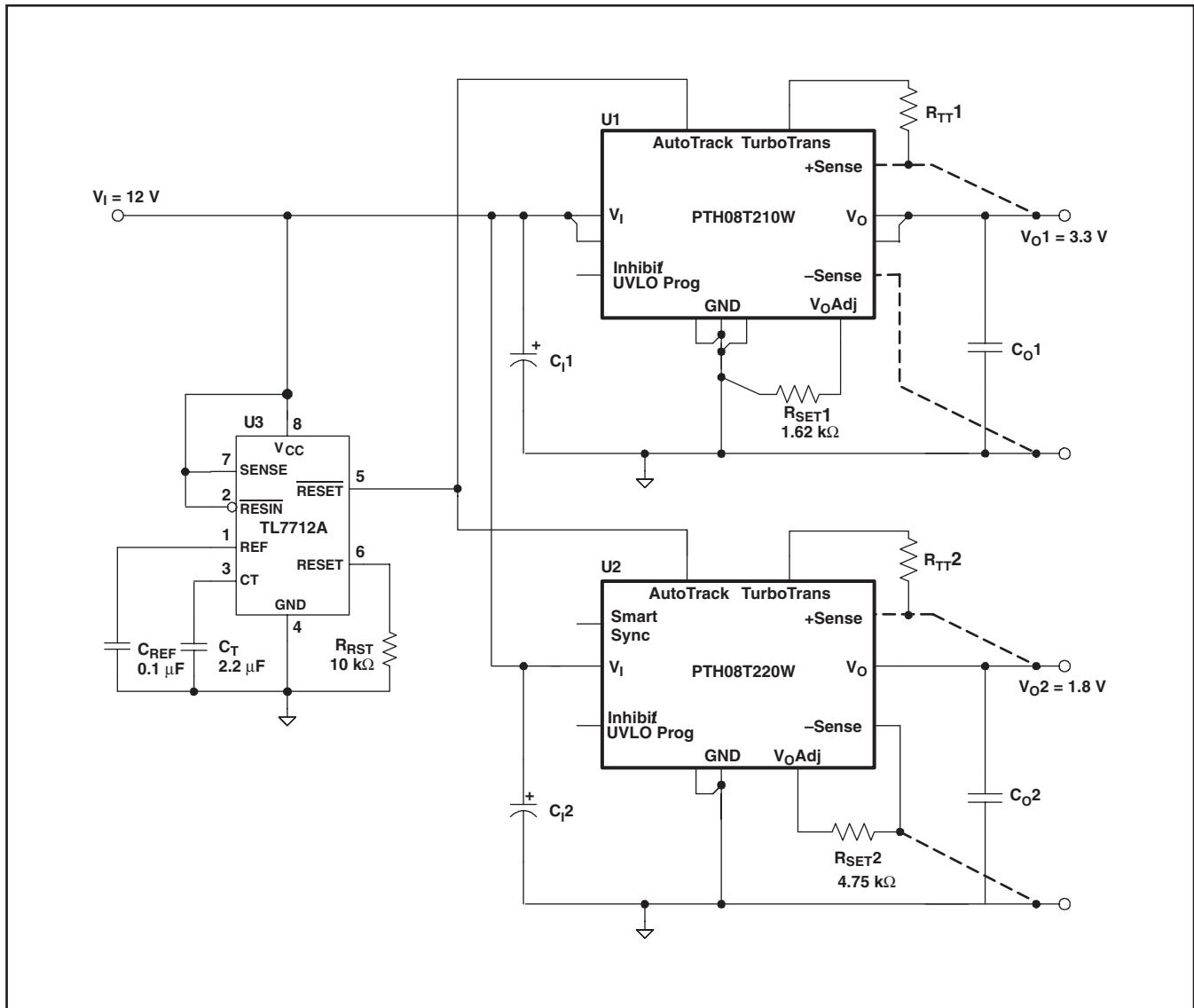


図 27. Auto-Trackを使用した電源投入および電源遮断のシーケンス制御

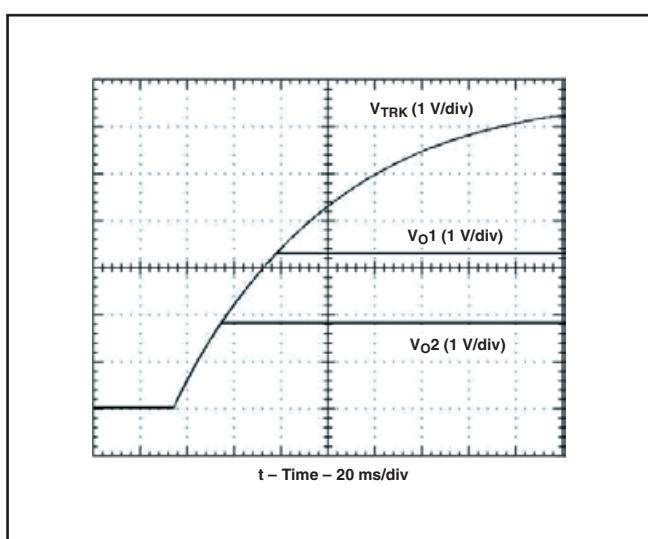


図 28. Auto-Trackによる同時電源投入

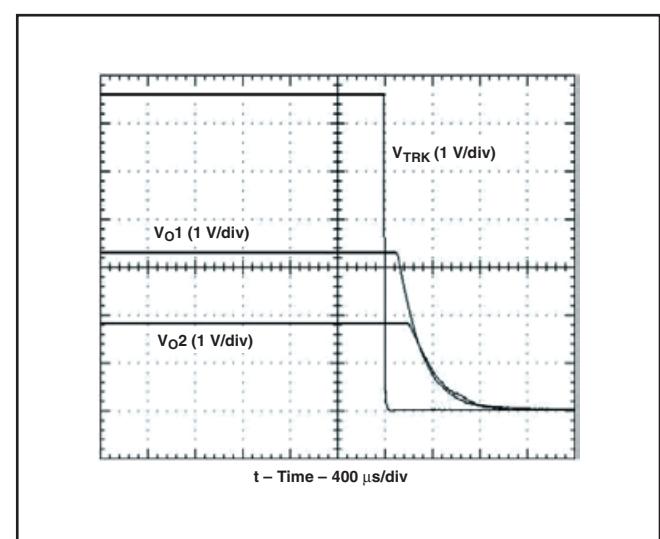


図 29. Auto-Trackによる同時電源遮断

## プレバイアス・スタートアップ機能

プレバイアス・スタートアップ状態は、パワー・モジュールの出力がアクティブになる前に、その出力に他の電圧が存在することで生じます。この状況は、FPGAやASICといったデュアル電源のロジック部品を経由して、別電源からの電流が還流する複雑なデジタルシステムではよくあります。別の還流経路として、デュアル電源の電源投入シーケンス配置の一部でクランプ・ダイオードを経由する場合があります。また、プレバイアスにより、同期整流器を備えるパワー・モジュールで問題が生じことがあります。この種のモジュールが、ほとんどの動作状態にて出力電流のシンクとソースを行なうからです。

PTHファミリーのパワー・モジュールには同期整流器が備えられていますが、スタートアップ時<sup>(1)</sup>やInhibit端子がローの場合は、電流を引き込みません。ただし、この機能を十分に動作させるには、ある種の条件を満たす必要があります<sup>(2)</sup>。図31に、プレバイアス・スタートアップ機能が働いているアプリケーションを示します。また図30に、そのスタートアップ波形を示します。ここで、別電源から固有ダイオードを経由して出力に逆印加される電圧を出力電圧が上回るまで、出力電流が無視できる大きさであることに注目してください。

プレバイアス・スタートアップ機能はAuto-Track機能と相容れません。モジュールがAuto-Track制御下にある場合、出力電圧が逆印加電圧よりも低いと、モジュールは電流を引き込みます。プレバイアス問題を確実に防止するには、モジュールに入力電力が供給されるときに、以下の2アプローチうちの1つを行う必要があります。すなわち、Auto-Track機能をディスエーブルにするか<sup>(3)</sup>、あるいはInhibit端子でモジュール出力をオフ(少なくとも50ms)します。いずれのアプローチによっても、スタートアップ時にTrack端子電圧が設定点電圧よりも高くなります。

1. スタートアップ時には短い遅延(約10ms)が出力電圧の立ち上がりに先行しており、その後でモジュール内部のソフトスタートに制御される出力電圧の上昇が続きます。出力電圧が設定ポイント電圧あるいはTrack端子電圧のいずれか低い方を上回ると、スタートアップは終了します。
2. 電力がモジュールに最初に供給されたとき(Inhibit端子にグランド電位信号が印加されている場合でも)、レギュレータが電流を引き込まないように保証するには、電源投入および電源遮断の期間全体で入力電圧が出力電圧よりも常に高い必要があります。
3. 電源投入時に即座にモジュールのTrack端子に設定点電圧よりも高い電圧を印加すると、Auto-Track機能はディスエーブルされます。この設定は、Track端子をに接続するだけで容易に実現できます。

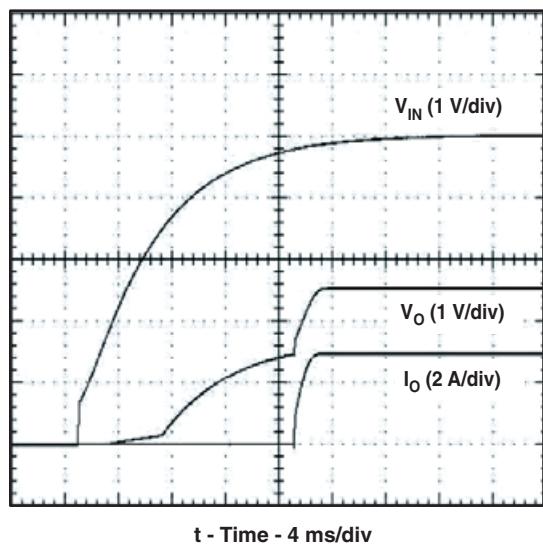
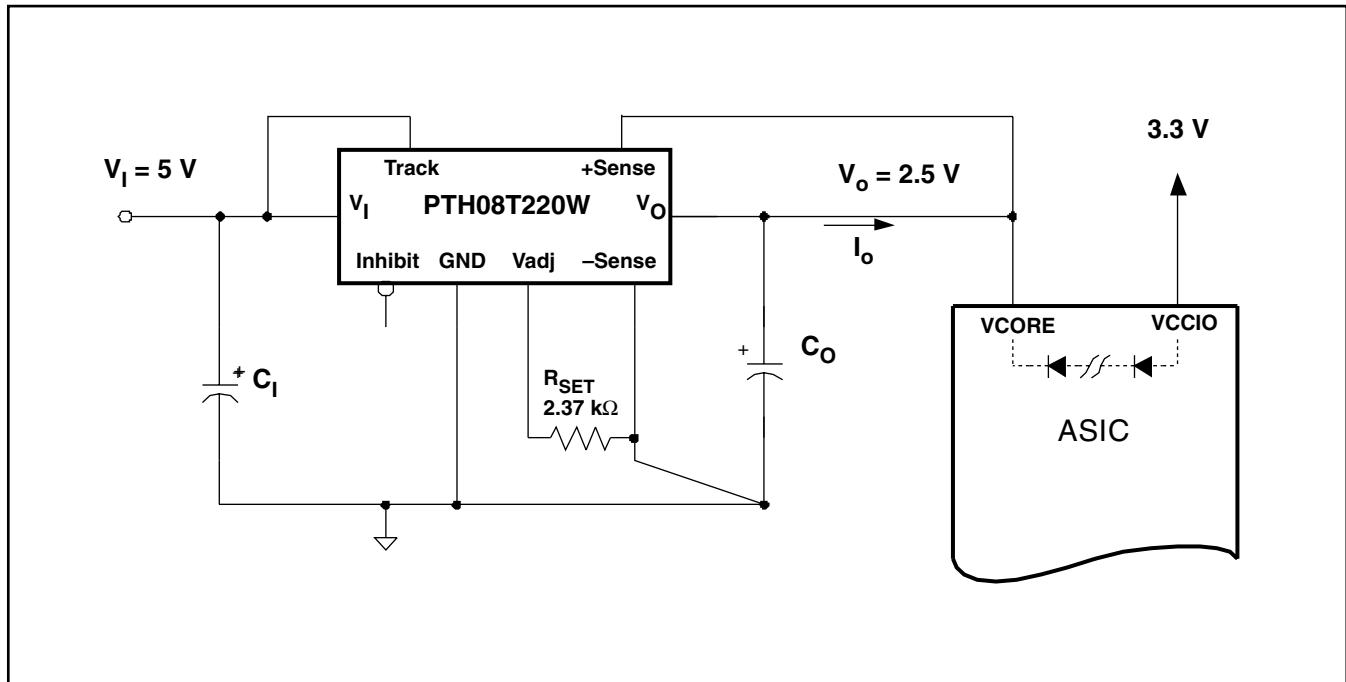


図 30. プレバイアス・スタートアップの波形



## 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>
PTH08T220WAD	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAS	11	42	Pb-Free (RoHS)	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH08T220WAH	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAS	11	42	TBD	Call TI	N / A for Pkg Type
PTH08T220WAS	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAT	11	42	TBD	Call TI	Level-1-235C-UNLIM
PTH08T220WAST	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAT	11	250	TBD	Call TI	Level-1-235C-UNLIM
PTH08T220WAZ	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAT	11	42	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH08T220WAZT	ACTIVE	DIP MOD ULE	EAT	11	250	Pb-Free (RoHS)	Call TI	Level-3-260C-168 HR
PTH08T221WAD	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAS	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T221WAH	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAS	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T221WAS	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAT	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T221WAST	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAT	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T221WAZ	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAT	11		TBD	Call TI	Call TI
PTH08T221WAZT	PREVIEW	DIP MOD ULE	EAT	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。

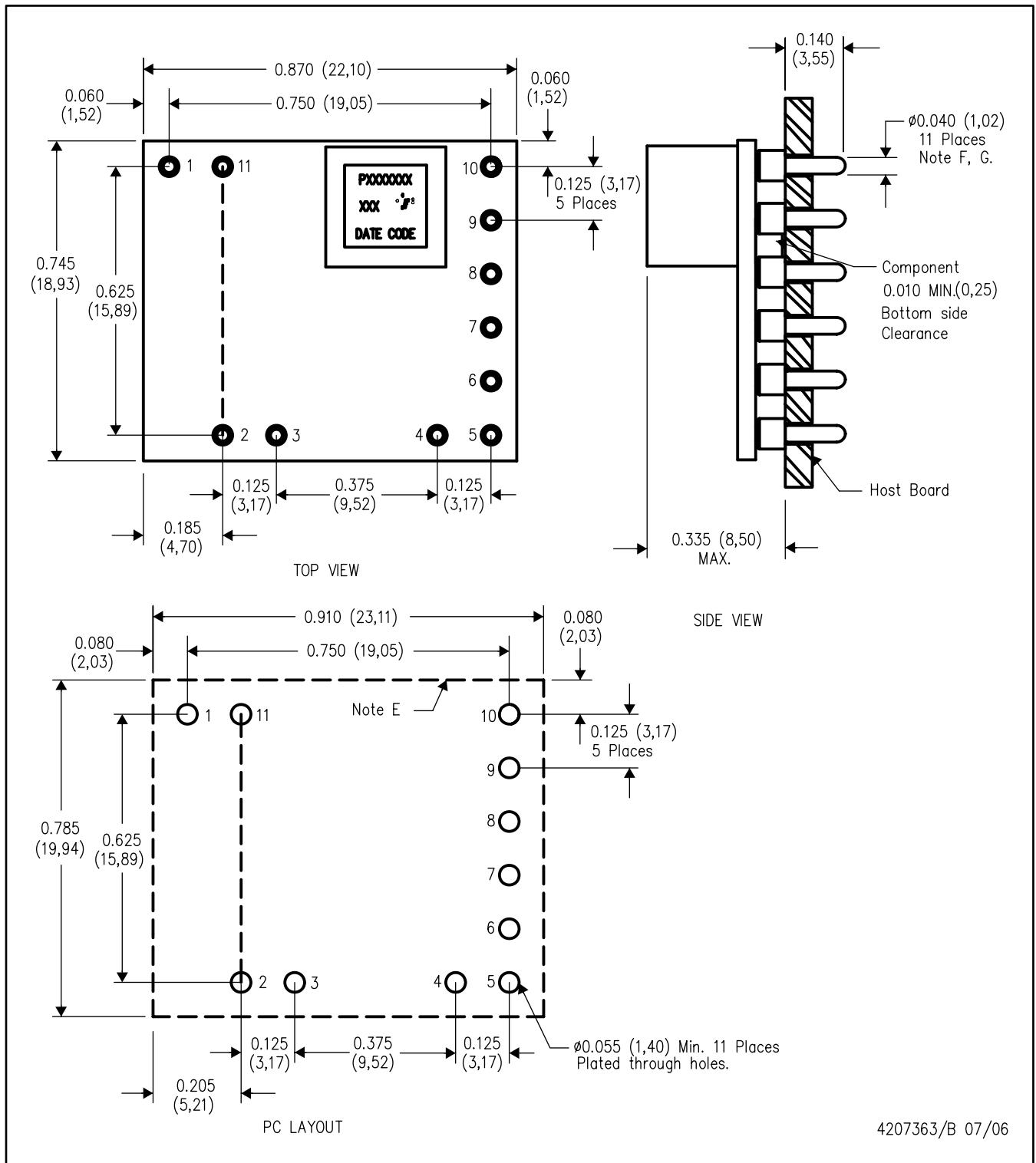
(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

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。

## メカニカル・データ

## EAS (R-PDSS-T11)

## DOUBLE SIDED MODULE

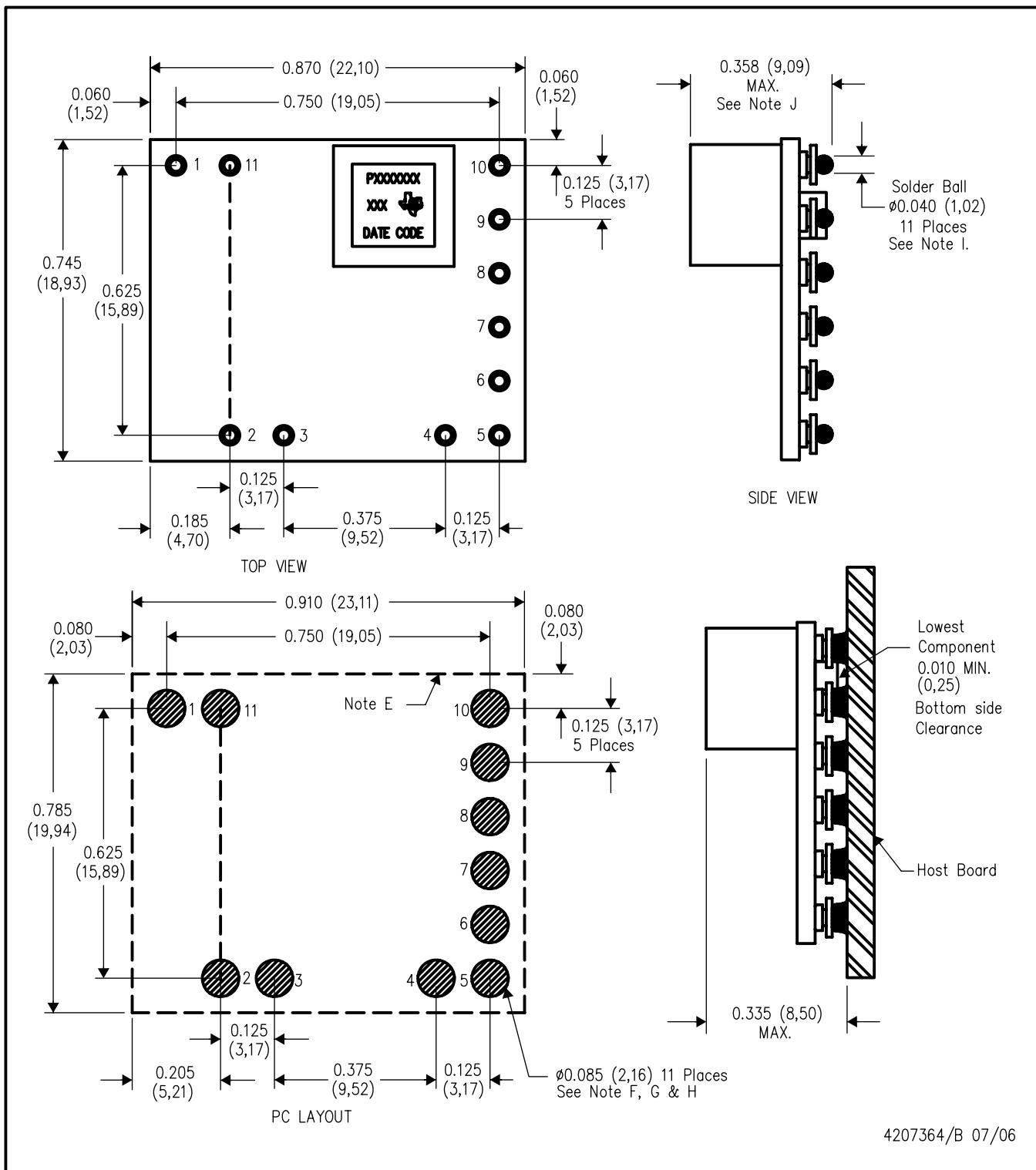


注：A. すべての線寸法はインチ(ミリメートル)単位です。  
B. 本図は予告なく変更することがあります。  
C. 小数点以下2桁の精度は $\pm 0.030$  ( $\pm 0.76$ mm) です。  
D. 小数点以下3桁の精度は $\pm 0.010$  ( $\pm 0.25$ mm) です。  
E. この領域内にユーザ部品は配置しないことを推奨します。  
F. ピンの直径は0.040インチ(1.02mm), 離隔ショルダの直径は0.070インチ(1.78mm)  
G. 全ピンの仕様 材質：銅アロイ  
仕上げ：ニッケル上に錫(100%) メッキ。

# メカニカル・データ

EAT (R-PDSS-B11)

DOUBLE SIDED MODULE



注: A. すべての線寸法はインチ(ミリメートル)単位です。

B. 本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±0.030 (±0.76mm) です。

D. 小数点以下3桁の精度は±0.010 (±0.25mm) です。

E. この領域内にユーザ部品は配置しないことを推奨します。

F. 電源ピンの接続には、入力、グランド、出力(または電気的に出力相当ピン)について、複数のピアを内部の0.025 (0.63mm) IDの電源ブレーンに対して使用します。

G. ベースト・スクリーン開口部: 0.080 (2.03mm) ~ 0.085 (2.16mm)  
ベースト・スクリーン厚: 0.006 (0.15mm)

H. パッド形式: 半田マスクによる。

I. 全ピンの仕様 材質: 銅アロイ  
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. 半田リフロー前の寸法です。

(SLTS252D)

## 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默示保証、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、明示的または默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](http://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