



1.3Aスイッチ、 低入力電圧同期整流方式昇圧型コンバータ

特長

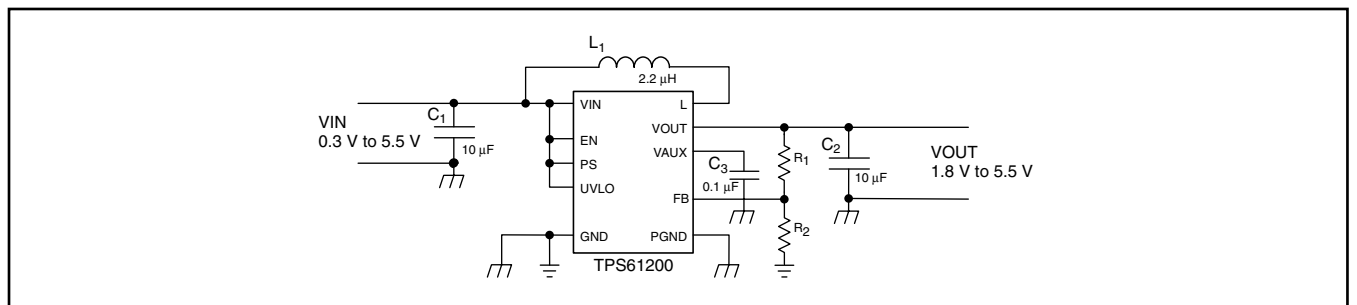
- 以下の条件で90%以上の効率：
 - 3.3Vで300mAの出力電流 ($V_{IN} \geq 2.4V$ 時)
 - 5Vで600mAの出力電流 ($V_{IN} \geq 3V$ 時)
- 昇圧モードとダウン・コンバージョン・モードの間を自動的に遷移
- 無負荷時自己消費電流：55 μ A未満
- 入力電圧0.5Vでも全負荷状態で起動可能
- 動作入力電圧範囲：0.3V～5.5V
- プログラミング可能な低電圧ロックアウト・スレッショールド電圧
- すべての動作条件下で動作可能な出力短絡保護
- 固定出力電圧製品および可変出力電圧製品：1.8V～5.5V
- パワーセーブ・モードにより低出力電力時の効率を向上
- 動作モードを固定周波数動作に設定可能
- シャットダウン中は電源と負荷を遮断
- 過熱保護回路
- コンパクトな3mm×3mmのQFN-10ピンパッケージ

アプリケーション

- 1/2/3セルのアルカリ、NiCd、NiMH電池、または1セルのリチウム電池で駆動されるすべての製品
- 燃料電池および太陽電池で駆動される製品
- 携帯用オーディオ・プレーヤー
- PDA
- 携帯電話
- 携帯用医療製品
- 白色LED

概要

TPS6120xデバイスは、1セル、2セル、または3セルのアルカリ、NiCd、NiMH電池、または1セルのリチウム・イオンまたはリチウム・ポリマー電池で駆動される製品に対して、電源ソリューションを提供します。また、低入力電圧での処理能力が重要となる燃料電池および太陽電池で駆動される製品でも使用できます。出力可能な電流は、入力と出力の電圧比に依存します。TPS6120xは、1セルのリチウム・イオン/リチウム・ポリマー電池の使用時に電池電圧が2.5Vまで低下するまでの間、5V出力で600mAまでの出力電流を供給する事が出来ます。この昇圧コンバータは、固定周波数のパルス幅変調 (PWM) 方式の制御方式に基づいて設計されており、同期整流の採用により最大の効率が得られています。低い負荷電流では、コンバータはパワーセーブ・モードで動作し、広い負荷電流範囲にわたって高い効率を



PowerPAD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。

維持します。パワーセーブ・モードをディスエーブルにして、コンバータを強制的に固定スイッチング周波数で動作させることもできます。平均入力電流は、最大で1500mAに制限されています。出力電圧を外部の抵抗デバイダを用いてプログラミングする可変電圧製品と、チップ内部で電圧設定が固定された固定電圧製品があります。コンバータはディスエーブルする事ができるので電池からの消費電流を最小限に抑えることができます。シャットダウン時には、負荷は電池から完全に切り離されます。TPS6120xは、3mm×3mmの10ピンQFN PowerPAD™パッケージ (DRC) で提供されます。



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。

供給オプション (1)

T _A	OUTPUT VOLTAGE DC/DC	PACKAGE MARKING	PACKAGE ⁽²⁾	PART NUMBER ⁽³⁾
-40°C to 85°C	Adjustable	BRR	10-Pin QFN	TPS61200DRC
	3.3 V	BRS		TPS61201DRC
	5 V	BRT		TPS61202DRC

- (1) 他の固定出力電圧製品の供給については、弊社までお問い合わせください。
 (2) 最新のパッケージおよびご注文情報については、このドキュメントの巻末にある「付録：パッケージ・オプション」を参照するか、またはTIのWebサイト (www.ti.com) をご覧ください。
 (3) DRCパッケージはテープされたリールで供給できます。デバイス・タイプの末尾にRを付けてください (TPS61200DRCR)。個数はリール当たり3000個です。ミニリールでの供給も可能です。デバイス・タイプの末尾にTを付けてください (TPS61200DRCT)。個数はリール当たり250個です。

絶対最大定格

動作温度範囲内 (特に記述のない限り) (1)

		TPS6120x	UNIT
V _I	Input voltage range on VIN, L, VAUX, VOUT, PS, EN, FB, UVLO	- 0.3 to 7	V
T _J	Operating junction temperature range	-40 to 150	°C
T _{stg}	Storage temperature range	-65 to 150	°C
ESD	Human Body Model (HBM) ⁽²⁾	4	kV
	Machine Model (MM) ⁽²⁾	200	V
	Charged Device Model (CDM) ⁽²⁾	1.5	kV

- (1) 絶対最大定格以上のストレスは、致命的なダメージを製品に与えることがあります。これはストレスの定格のみについて示しており、このデータシートの「推奨動作条件」に示された値を越える状態での本製品の機能動作は含まれていません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。
 (2) ESDテストは、該当するJESD22 JEDEC標準に従って実施されています。

定格消費電力

PACKAGE	THERMAL RESISTANCE θ _{JA}	POWER RATING T _A ≤ 25°C	DERATING FACTOR ABOVE T _A = 25°C
DRC	48.7 °C/W	2054 mW	21 mW/°C

推奨動作条件

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V _{SS}	Supply voltage at VIN	0.3		5.5	V
T _A	Operating free air temperature range	-40		85	°C
T _J	Operating virtual junction temperature range	-40		125	°C

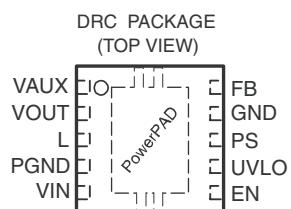
電気的特性

推奨温度範囲内および推奨入力電圧範囲内(周囲温度25°Cで標準)(特に記述のない限り)

DC/DC STAGE							
パラメータ		テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位	
V_I	Input voltage range		0.3		5.5	V	
V_I	Minimum input voltage at startup				0.5	V	
V_O	TPS61200 output voltage range		1.8		5.5	V	
V_{FB}	TPS61200 feedback voltage		495	500	505	mV	
V_{OUT}	TPS61201 output voltage	$V_{IN} < V_{OUT}$, PS = 1	3.27	3.3	3.33	V	
V_{OUT}	TPS61202 output voltage	$V_{IN} < V_{OUT}$, PS = 1	4.95	5.0	5.05	V	
f	Oscillator frequency		1250		1650	kHz	
I_{SW}	average switch current limit	$V_{OUT} = 3.3$ V	1200	1350	1500	mA	
	Rectifying switch on resistance	$V_{OUT} = 3.3$ V		180		m Ω	
	Main switch on resistance	$V_{OUT} = 3.3$ V		150		m Ω	
	Line regulation	$V_{IN} < V_{OUT}$, PS = 1		0.1%	0.5%		
	Load regulation	$V_{IN} < V_{OUT}$, PS = 1		0.1%	0.5%		
	Quiescent current	$I_O = 0$ mA, $V_{EN} = V_{IN} = 1.2$ V, $V_{OUT} = 3.3$ V, $V_{AUX} = 3.3$ V PS = 0		1	2	μ A	
			V_{IN}		50	70	μ A
			V_{OUT}		4	6	μ A
	Shutdown current	$V_{EN} = 0$ V, $V_{IN} = 1.2$ V		0.5	1.5	μ A	
			V_{AUX}		1	2	μ A
	Leakage current into L	$V_{EN} = 0$ V, $V_{IN} = 1.2$ V, $V_L = 1.2$ V		0.01	1	μ A	

CONTROL STAGE						
パラメータ		テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
V_{AUX}	Auxiliary Output Voltage		2.4		5.5	V
V_{IL}	EN input low voltage	$V_{IN} < 0.8$ V			$0.1 \times V_{IN}$	V
V_{IH}	EN input high voltage	$V_{IN} < 0.8$ V	$0.9 \times V_{IN}$			V
V_{IL}	EN input low voltage	0.8 V $\leq V_{IN} \leq 1.5$ V			$0.2 \times V_{IN}$	V
V_{IH}	EN input high voltage	0.8 V $\leq V_{IN} \leq 1.5$ V	$0.8 \times V_{IN}$			V
V_{IL}	EN input low voltage	$V_{IN} > 1.5$ V			0.4	V
V_{IH}	EN input high voltage	$V_{IN} > 1.5$ V	1.2			V
V_{IL}	PS input low voltage				0.4	V
V_{IH}	PS input high voltage		1.2			V
	EN, PS input current	Clamped on GND or V_{IN} ($V_{IN} < 1.5$ V)		0.01	0.1	μ A
V_{UVLO}	Undervoltage lockout threshold for turn off	V_{UVLO} decreasing	235	250	265	mV
V_{UVLO}	Undervoltage lockout threshold for turn on	V_{UVLO} increasing	330	350	370	mV
	UVLO input current	$V_{UVLO} = 0.5$ V			0.3	μ A
	Overvoltage protection threshold		5.5		7	V
	Overtemperature protection			140		$^{\circ}$ C
	Overtemperature hysteresis			20		$^{\circ}$ C

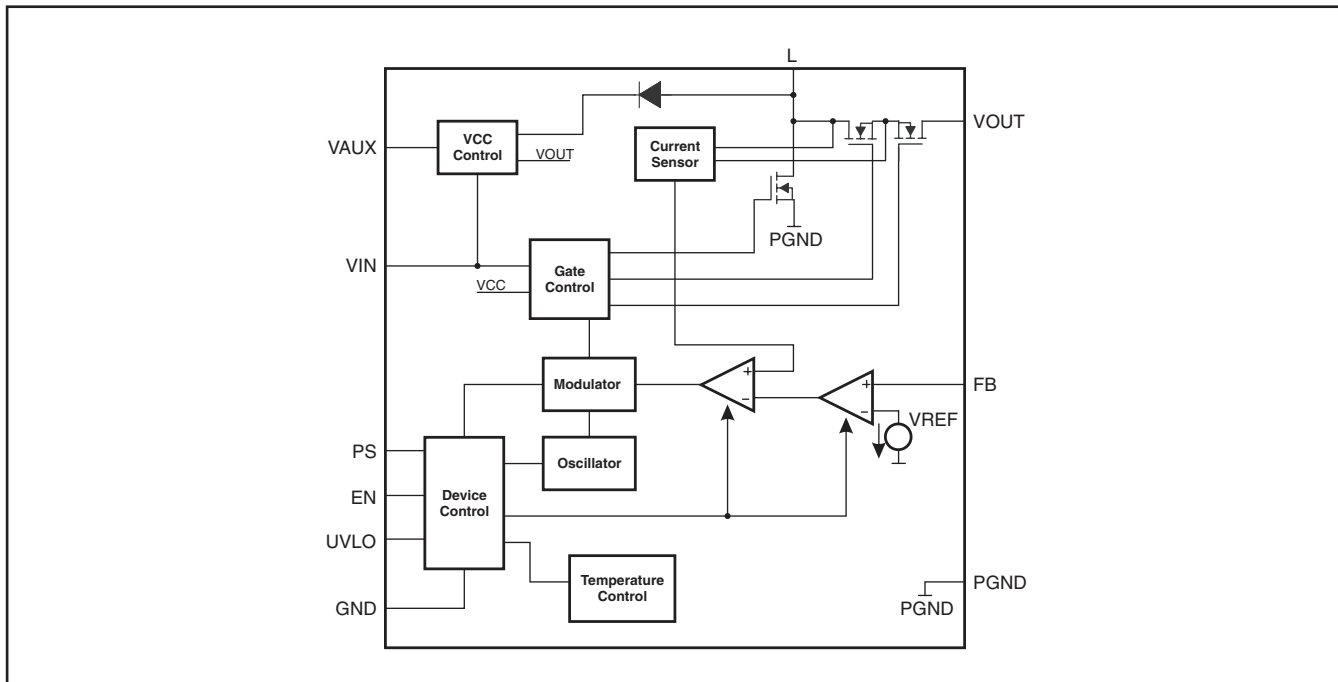
ピン配置



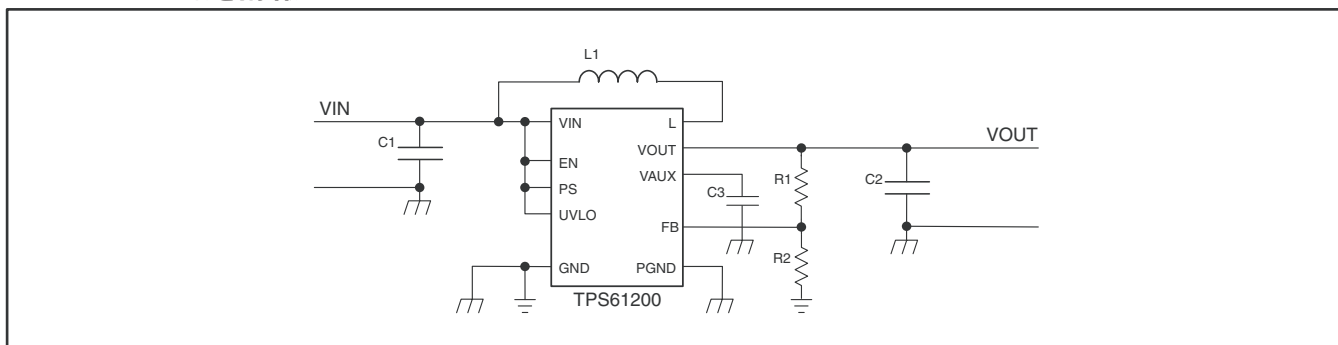
ピン機能

TERMINAL		I/O	説明
NAME	NO.		
EN	6	I	イネーブル入力(1:イネーブル、0:ディスエーブル)
FB	10	I	可変出力モデルの電圧フィードバック。固定出力電圧モデルではV _{OUT} に接続する必要があります。
GND	9		制御回路/ロジック回路・グラウンド
PS	8	I	パワーセーブ・モードのイネーブル/ディスエーブル(1:ディスエーブル、0:イネーブル)
L	3	I	インダクタを接続
UVLO	7	I	低電圧ロックアウト・コンパレータ入力。使用しない場合は、VAUXに接続する必要があります。
PGND	4		パワー・グラウンド
VIN	5	I	昇圧コンバータ入力電圧
VOUT	2	O	昇圧コンバータ出力
VAUX	1	O/I	内部制御回路用の電源
PowerPAD™			適切な許容損失値を実現するために、半田付けする必要があります。PGNDに接続してください。

機能ブロック図 (TPS61200)



パラメータ測定情報



部品リスト

COMPONENT REFERENCE	PART NUMBER	MANUFACTURER	VALUE
C1		any	10 μ F, X7R Ceramic
C2		any	2 x 10 μ F, X7R Ceramic
L1	LPS3015-222ML	Coilcraft	2.2 μ H

代表的特性

グラフ一覧

		FIGURE
Maximum output current	vs Input voltage	1
Efficiency	vs Output current (TPS61200), Power Save Enabled	2
	vs Output current (TPS61200), Power Save Disabled	3
	vs Output current (TPS61201), Power Save Enabled	4
	vs Output current (TPS61201), Power Save Disabled	5
	vs Output current (TPS61202), Power Save Enabled	6
	vs Output current (TPS61202), Power Save Disabled	7
	vs Input voltage (TPS61201), Power Save Enabled	8
	vs Input voltage (TPS61201), Power Save Disabled	9
	vs Input voltage (TPS61202), Power Save Enabled	10
	vs Input voltage (TPS61202), Power Save Disabled	11
	Output voltage	vs Output current (TPS61201)
vs Output current (TPS61202)		13
Waveforms	Output Voltage TPS61201, Power Save Mode Disabled	14
	Output Voltage TPS61202, Power Save Mode Disabled	15
	Output Voltage TPS61201, Power Save Mode Enabled	16
	Output Voltage TPS61202, Power Save Mode Enabled	17
	TPS61201 Load Transient Response	18
	TPS61202 Load Transient Response	19
	TPS61201 Line Transient Response	20
	TPS61202 Line Transient Response	21
	TPS61201 Startup after Enable	22
	TPS61202 Startup after Enable	23

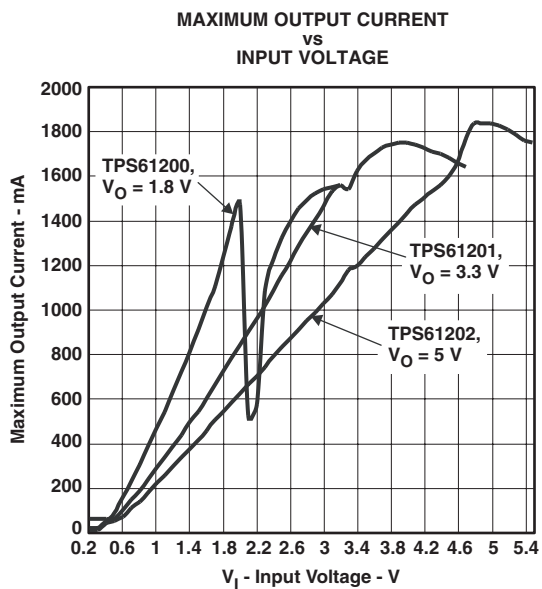


図 1

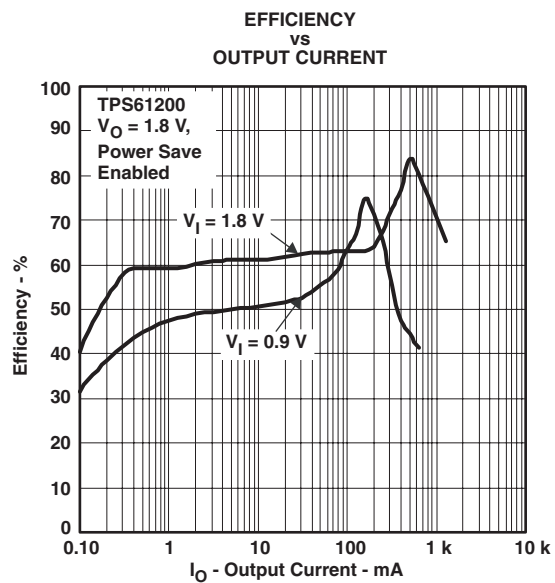
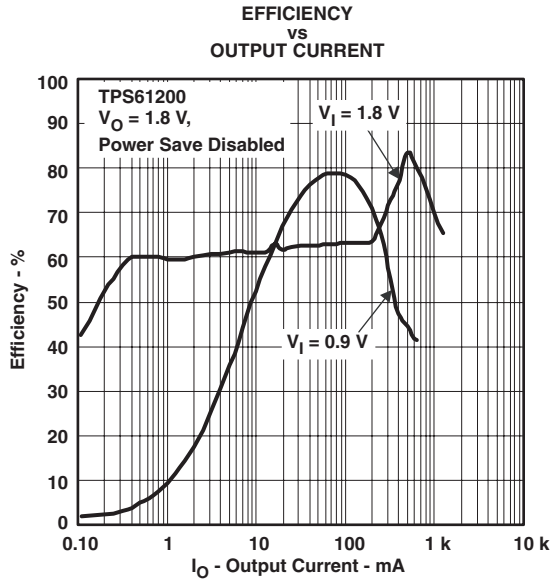
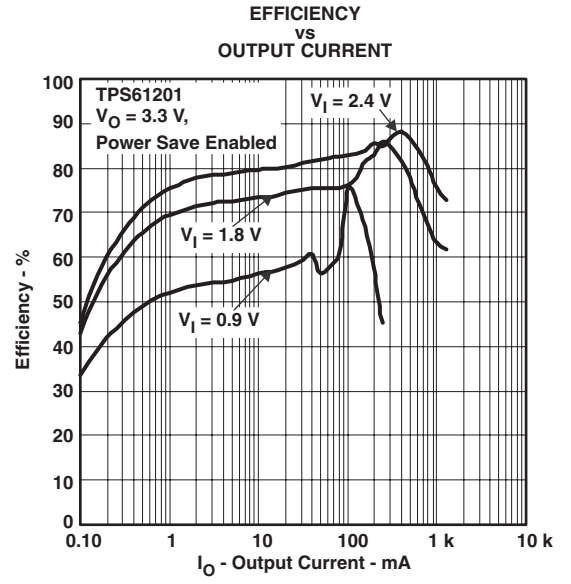


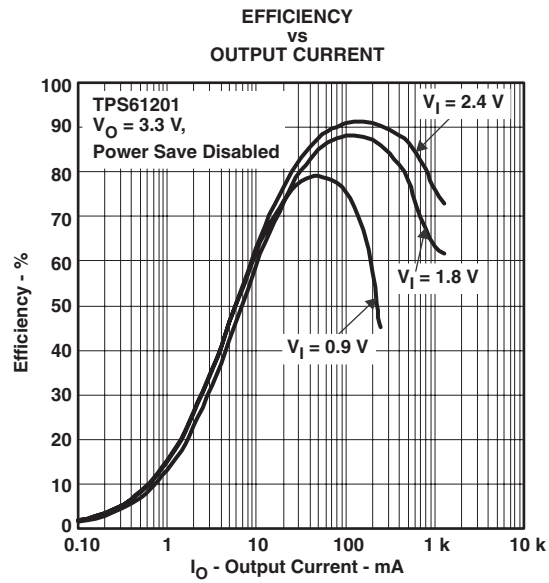
図 2



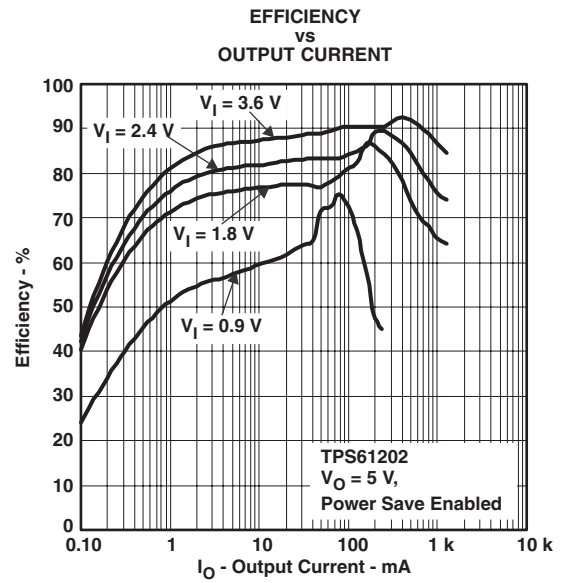
☒ 3



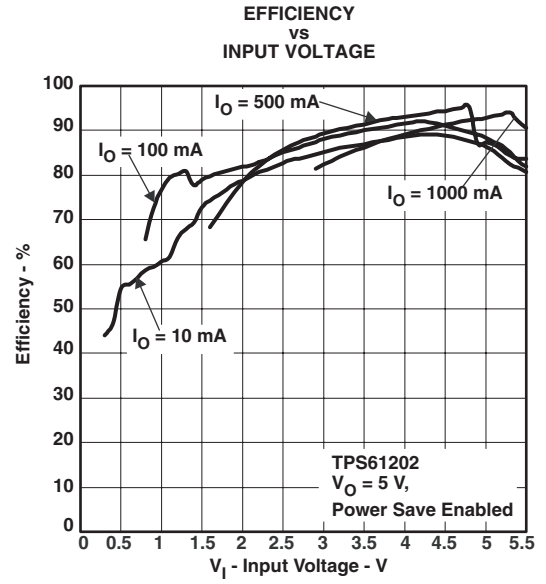
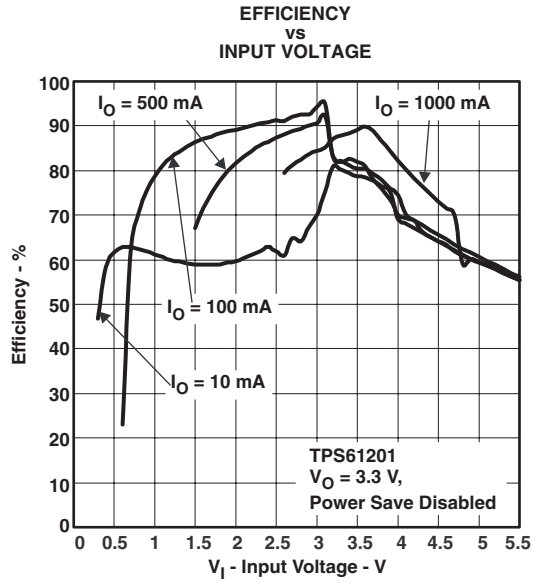
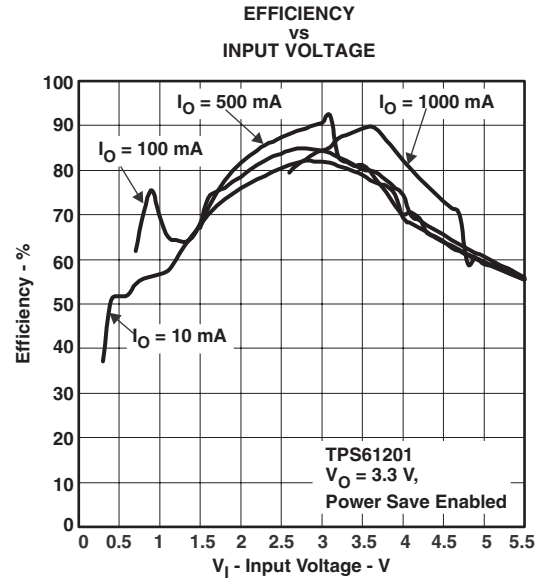
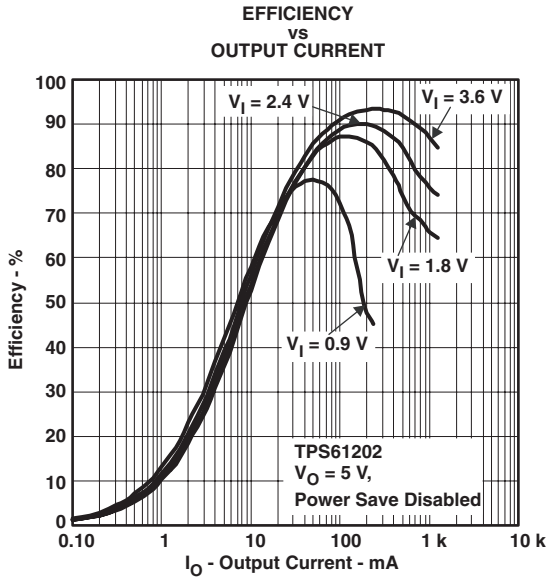
☒ 4

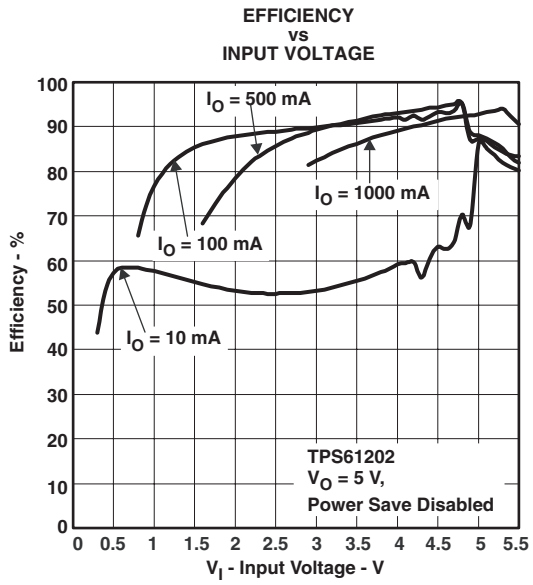


☒ 5

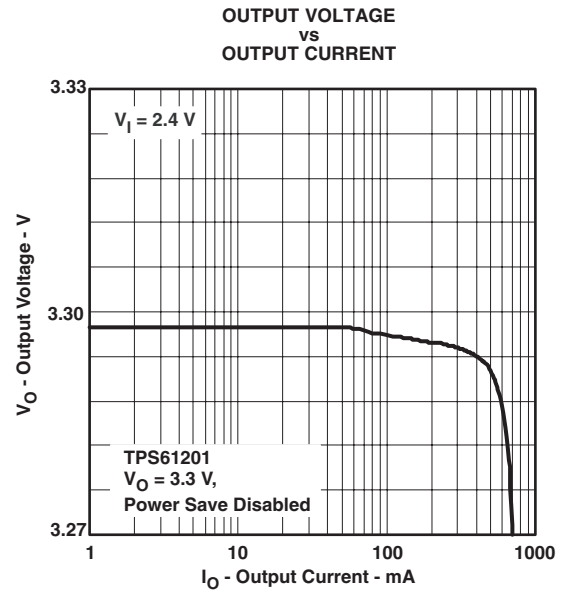


☒ 6

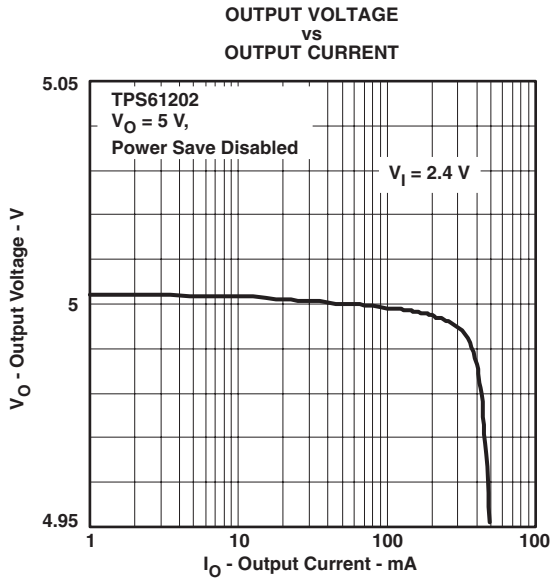




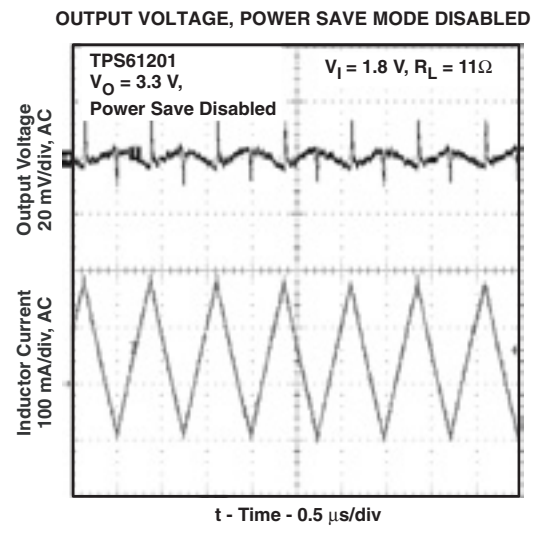
⊠ 11



⊠ 12

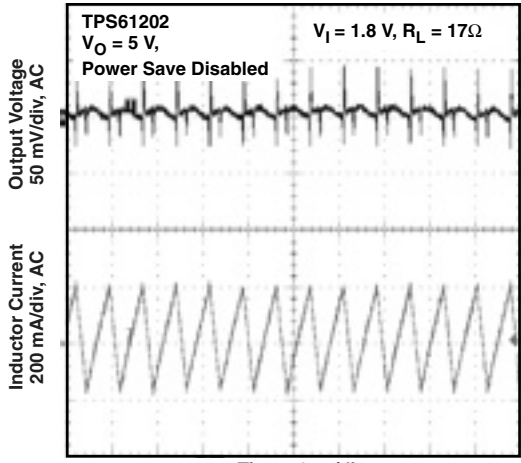


⊠ 13



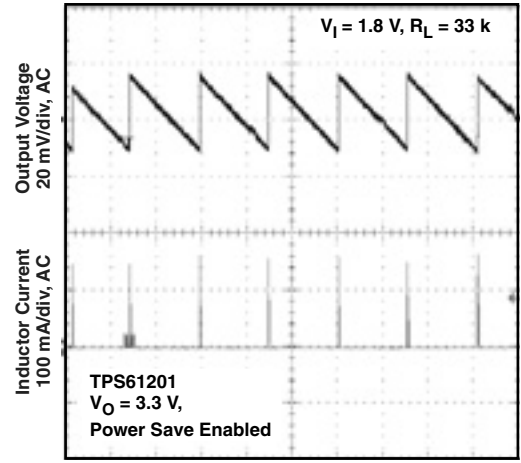
⊠ 14

OUTPUT VOLTAGE, POWER SAVE MODE DISABLED



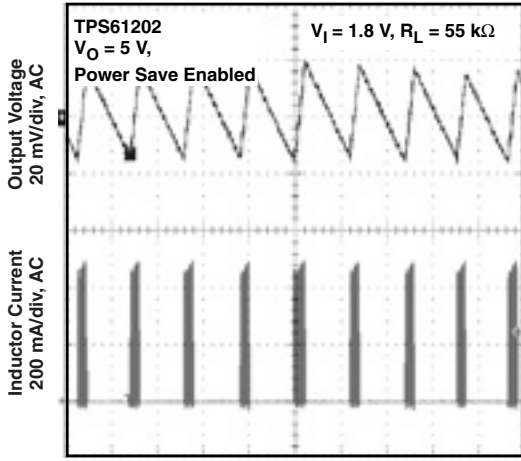
15

OUTPUT VOLTAGE IN POWER SAVE MODE



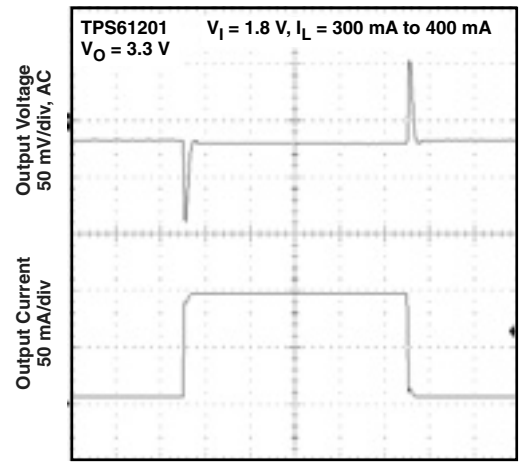
16

OUTPUT VOLTAGE IN POWER SAVE MODE



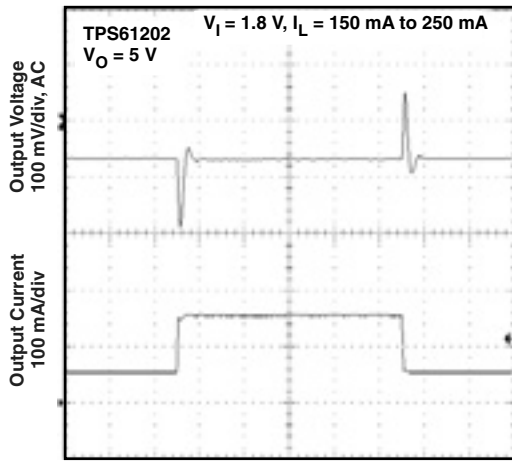
17

LOAD TRANSIENT RESPONSE



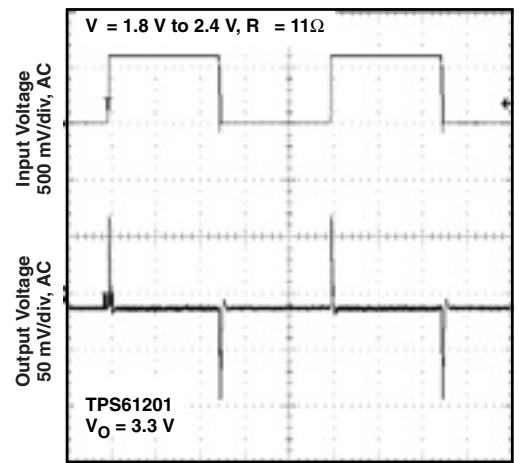
18

LOAD TRANSIENT RESPONSE



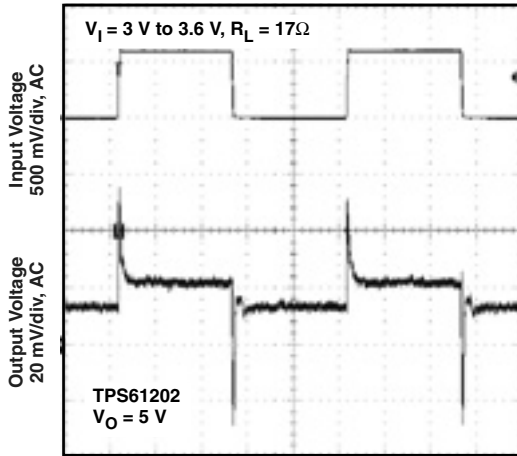
19

LINE TRANSIENT RESPONSE



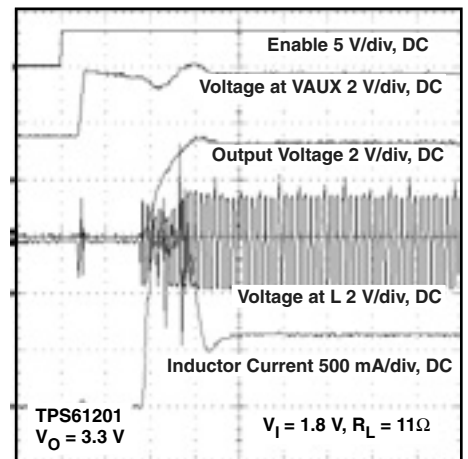
20

LINE TRANSIENT RESPONSE



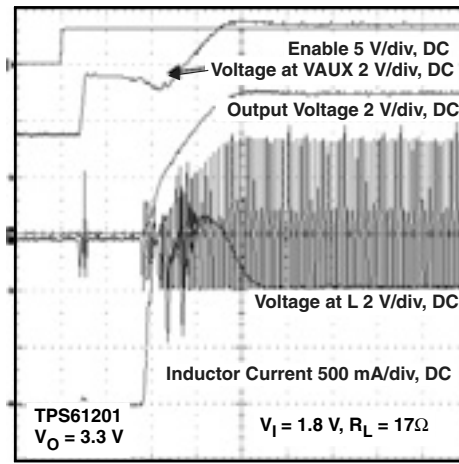
21

START-UP AFTER ENABLE



22

START-UP AFTER ENABLE



t - Time - 100 $\mu\text{s}/\text{div}$

☒ 23

詳細説明 制御回路

TPS6120xデバイスの制御は、平均電流モード制御のトポロジに基づいています。電圧制御ループで制御される高速電流制御ループにより、平均インダクタ電流のレギュレーションが行われます。制御回路は、入力および出力の電圧フィードフォワードも使用します。入力および出力の電圧変化が監視され、変動に応じてPWM変調回路のデューティ・サイクルを即時に変化させることで、それらの誤差への高速な応答を実現しています。電圧誤差増幅器は、FBピンから帰還入力を受け取ります。可変出力電圧の場合は、FBピンに抵抗電圧分圧器を接続する必要があります。固定出力電圧の場合は、FBを出力電圧に接続して、電圧を直接センスします。固定出力電圧製品では、トリミングされた内部抵抗分圧器を使用します。帰還電圧を内部の基準電圧の電圧と比較することで、安定した正確な出力電圧を生成します。

制御回路は、ピーク入力電流だけではなく、平均入力電流も検出しています。最大入力電力および最大ピーク電流を制御することにより、すべての動作可能な条件下で安全かつ安定した動作を実現できます。デバイスを過熱から保護するために、内部温度センサによる過熱保護回路が内蔵されています。

同期整流動作

TPS6120xは、3個の内部NチャンネルMOSFETを使用し、すべての動作可能な条件下で同期整流方式による電力変換を行います。これにより、幅広い入力電圧および出力電力範囲で高い効率を維持することができます。

内蔵スイッチに流れる大電流によるグラウンド・シフトの問題を避けるために、2つの独立したグラウンド・ピンであるGNDおよびPGNDが使用されています。GNDピンは、すべての制御機能の基準電位点となります。パワー・スイッチは、PGNDに接続されています。PCB上では、両方のグラウンドを1箇所（理想的にはGNDピンの近くで）のみ接続する必要があります。3スイッチ・トポロジにより、コンバータのシャットダウン時には、負荷は入力電源から切り離されます。

ダウン・レギュレーション

通常、昇圧コンバータは、入力電圧よりも出力電圧の設定が高い場合のみ出力電圧にレギュレーションする事が出来ます。しかし、TPS6120xの動作は、通常の昇圧コンバータとは異なります。たとえば、新しいアルカリ電池2本を入力で使用し、合計電圧が3.2Vであるときに、出力を3Vにレギュレーションすることが可能です。また、出力電圧4.2Vの完全に充電されたリチウム・イオン電池から、順方向電圧3.6Vの白色LEDを駆動することもできます。これらのアプリケーションの要求を適切に制御するために、ダウン・コンバージョン・モードが実装されています。

入力電圧が出力電圧と等しくなるか、出力電圧より高くなると、コンバータは自動的にダウン・コンバージョン・モードに移行します。このモードでは、制御回路は2つの整流スイッチの動作を変更します。スイッチングでの整流動作を継続しながら、整流スイッチでの電圧降下を、出力電圧のレギュレーションに必要な大きさに制御します。これは、コンバータでの電力損失が増加することを意味します。熱設計の際には、この点を考慮する必要があります。

パワーセーブ・モード

パワーセーブ (PS) ピンを使用して、異なる動作モードを選択することができます。パワーセーブ・モードをイネーブルにするには、PSピンを“ロー”にします。パワーセーブ・モードは、軽負荷時の効率を高めるために使用します。パワーセーブ・モードをイネーブルにすると、平均インダクタ電流が約300mA以下、かつ出力電圧が公称値以上である場合に、コンバータは動作を停止します。出力電圧が公称値を下回ると、デバイスは現在の負荷条件で必要とされる値よりも高い電流値にプログラミングされた平均インダクタ電流でスイッチング動作を開始し、出力電圧を再び上昇させます。動作は1パルスまたは数パルスにわたって継続します。動作停止条件が再び満足されると、コンバータはスイッチング動作を停止します。

パワーセーブ・モードは、PSピンを“ハイ”に設定することでディスエーブルにできます。ダウン・コンバージョン・モードでは、パワーセーブ・モードが常にイネーブルであり、軽負荷時にデバイスを強制的に固定周波数動作にすることはできません。PS入力は、標準ロジックのスレッシュホールドをサポートしています。

注：PSは標準ロジック電圧で制御されます。Highにするには1.2V以上の電圧が必要です。電源電圧が1.2V未満になる場合はPSをVAUXかVOUTにプルアップしてください。

デバイス・イネーブル

TPS6120xは、ENを“ハイ”にすると動作を開始します。ENをGNDに設定すると、シャットダウン・モードに入ります。シャットダウン・モードでは、レギュレータはスイッチングを停止し、低電源電圧検出コンパレータを含むすべての内部制御回路がオフになり、負荷は入力から切り離されます。これは、シャットダウン中は出力電圧が入力電圧より低下する場合があることも意味します。コンバータのスタートアップ時には、電池から高いピーク電流が流れ込むのを避けるために、デューティ・サイクルとピーク電流が制限されます。

注：ENは標準ロジックでの固定電圧によるスレッシュホールドではなく、電源電圧に依存して変化します。使用する電源の電圧が低い場合のLowのスレッシュホールド電圧は非常に低い電圧となりますので標準ロジックやオープンコレクタによるプルダウンでは制御できなくなる場合があります。

ソフトスタートと短絡保護

イネーブルになると、デバイスは動作を開始します。最初は、主出力であるVOUTを接続せずに、VAUXのキャパシタだけを充電します。VAUXのキャパシタが約2.5Vまで充電されると、デバイスは通常の起動動作に切り替わります。これは、VOUTがオンになると、デバイスに接続された負荷に電力を供給しながらVOUTのキャパシタを充電する必要があることを意味します。入力での突入電流を防止しながら出力電圧を上昇させるために、起動時のスイッチ電流は低い値に制限され、平均電流の制限値を400mAからスタートし、出力電圧の上昇に比例してスイッチ電流の制限値を増加してゆきます。出力電圧が約1.2Vになると、電流制限は解除され、公称の電流制限値になります。出力電圧が増加しない場合、電流制限値は増加しません。タイマは実装されていません。このようにして、スタートアップ時の出力電圧オーバーシュート、および突入電流が最小限に保たれます。出力に大容量のキャパシタが接続された場合でも、デバイスは制御されたソフトスタートにより出力電圧を上昇させます。出力電圧が1.2V以上より上昇しない場合、デバイスは出力で短絡が発生していると見なし、デバイス自体とアプリケーションとを保護するために、電流制限を低い値のままに維持します。動作中に出力で短絡が発生すると、電流制限値は短絡時の出力の電圧値に従って低下します。

低電圧ロックアウト

低電圧ロックアウト機能により、UVLO端子の電圧が0.25Vを下回ると、VOUTの主出力の供給が停止されます。監視対象の電圧(たとえば、電源電圧など)に抵抗デバイダを使用して、監視対象電圧に対して任意のスレッシュホールド電圧をプログラミングできます。低電圧ロックアウト・モードに入った場合でも、デバイスはVAUXの電源電圧を引き続き保持し、この動作はENが“ロー”になるまでオフになりません。この低電圧ロックアウト機能は、コンバータの誤動作を防ぐために実装されています。

過熱保護

TPS6120xには、ICの内部温度を監視する温度センサが内蔵されています。温度が設定されたスレッシュホールド(電気的特性の表を参照)を超えると、デバイスは動作を停止します。設定されたスレッシュホールドよりもIC温度が低下すると、デバイスはすぐに動作を再開します。過熱保護に設定された温度でのICの不安定な動作を避けるために、スレッシュホールドにヒステリシスが設けられています。

アプリケーション情報

設計手順

TPS6120x DC/DCコンバータは、1セルから3セルまでのアルカリ、NiCd、NiMH電池などの0.7V~5.5Vの範囲の端子電圧を持つ電池で駆動されるシステムの電源用に設計されています。また、1セルのリチウム・イオンまたはリチウム・ポリマー電池により2.5V~4.2Vの標準電圧で駆動されるシステムでも使用できます。さらに、0.3V~5.5Vの標準出力電圧を持つ他の電圧源(太陽電池や燃料電池など)でも、TPS6120xを使用する事によりシステムに電源を供給できます。

出力電圧のプログラミング

TPS6120Xファミリーには、固定出力電圧モデルと可変出力電圧モデルがあります。固定出力電圧製品を適切に構成するためには、FBピンを使用して出力電圧をセンスします。これは、FBピンを直接VOUTに接続することを意味します。可変出力電圧モデルでは、外部抵抗デバイダを使用して出力電圧を調整します。デバイダ抵抗は、VOUT、FBおよびGNDの間に接続します。出力電圧がレギュレーションされている状態では、FBピンの電圧の標準値は500mVになります。出力電圧の推奨最大値は5.5Vです。デバイダ抵抗を流れる電流は、FBピンに流れ込む電流の約100倍以上に設定します。FBピンへの電流の標準値は0.01μAであり、FBとGNDの間の抵抗R₂にかかる電圧は標準で500mVです。この2つの値に基づき、デバイダ抵抗に流れる電流を1μA以上に設定するためにはR₂の値は500kΩ以下となります。この抵抗値は、200kΩ前後の値から選択することを推奨します。VOUTとFBの間に接続される抵抗R₁の値は、必要とされる出力電圧(V_{OUT})に従って、式1で計算できます。

$$R1 = R2 \times \left[\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right] \quad (1)$$

たとえば、必要な出力電圧が3.3Vとすると、R₂に180kΩを選択した場合には、R₁に1MΩの抵抗を選択します。

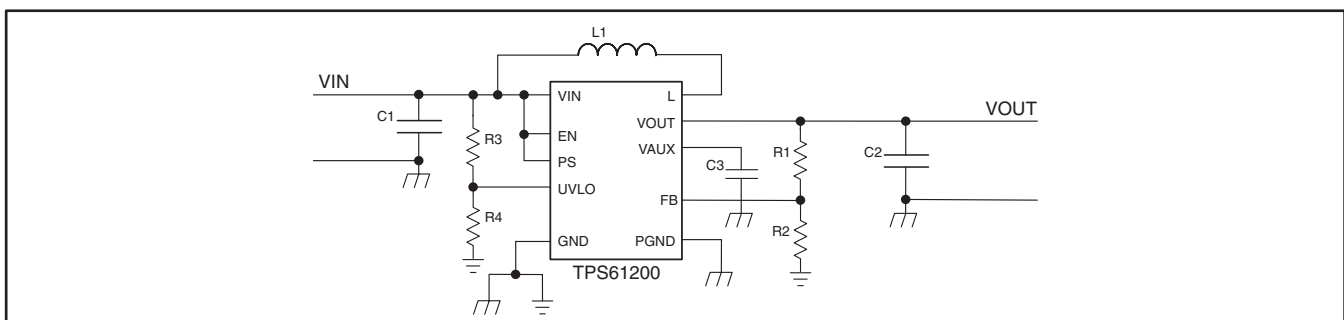


図 24. 可変出力電圧オプションに対する標準アプリケーション回路

UVLOスレッシュホールド電圧のプログラミング

電源電圧が過度に低下している場合、UVLO入力を使用して主出力をシャットダウンすることができます。内部の基準電圧のスレッシュホールドは標準で250mVです。電源電圧が250mVを下回ったらシャットダウンさせたい場合は、電源電圧を直接UVLOピンに接続します。それよりも高い電圧でシャットダウンさせたい場合は、デバイダ抵抗を使用します。図24のR3およびR4は、電源回路への入力電圧を監視する方法の例を示しています。抵抗デバイダを流れる電流は、UVLOピンに流れ込む電流の約100倍以上となる必要があります。UVLOピンへの電流の標準値は0.01μAであり、R4に発生する電圧は、IC内部で設定されたUVLO電圧スレッシュホールド(250mV)に等しくなります。したがって、R4の推奨値は約250kΩになります。抵抗R3の値は、必要とされるシャットダウン電圧(V_{INMIN})に従って、式2で計算できます。

$$R3 = R4 \times \left[\frac{V_{INMIN}}{V_{UVLO}} - 1 \right] \quad (2)$$

インダクタの選択

TPS6120Xデバイスが動作するためには、VINピンとLピンの間にインダクタを接続する必要があります。インダクタンスの最小値は、式3を使って見積もることができます。

$$L_{MIN} = V_{IN} \times 0.5 \frac{\mu S}{A} \quad (3)$$

式3では、昇圧モード動作での最小インダクタンス値L_{MIN}が計算されます。V_{IN}は最大入力電圧です。インダクタ値の推奨範囲は、1.5μH~4.7μHです。インダクタの最小値は式3でそれより低い値が得られたとしても1.5μHを下回らないようにします。入力および出力電圧範囲の全体にわたって最良のパフォーマンスを得るには、2.2μHの使用を推奨します。

選択したインダクタンス値を用いて、安定動作状態におけるインダクタのピーク電流を計算できます。式4に、ピーク電流I_{LMAX}の計算方法を示します。

$$I_{LMAX} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{0.8 \times V_{IN}} + \frac{V_{IN} \times (V_{OUT} - V_{IN})}{2 \times V_{OUT} \times f \times L} \quad (4)$$

これは、インダクタを選択する際の電流定格に対して重要な値となります。また、負荷過渡応答時やエラー状態によってインダクタ電流が高くなる場合があることも考慮する必要があります。TPS6120xコンバータでは、次に示すサプライヤのインダクタ・シリーズで評価されています。

VENDOR	INDUCTOR SERIES
Coilcraft	LPS3015
	LPS4012
Murata	LQH3NP
Tajo Yuden	NR3015
Würth Elektronik	WE-TPC Typ S

表 1. インダクター一覧

キャパシタの選択

入力キャパシタ

レギュレータの過渡特性および電源回路全体のEMI特性を改善するために、4.7μF以上の入力キャパシタを推奨します。セラミック・キャパシタをICのVINおよびPGNDピンにできるだけ近づけて配置することを推奨します。

出力キャパシタ

出力キャパシタについては、小型セラミック・キャパシタをICのVOUTおよびPGNDピンにできるだけ近づけて配置することを推奨します。何らかの理由により、ICの近くに配置できない大容量キャパシタの使用がアプリケーションで必要な場合は、大容量キャパシタに並列に小容量のセラミック・キャパシタを使用することを推奨します。この小容量キャパシタは、ICのVOUTおよびPGNDピンにできるだけ近づけて配置してください。

式5を使用して推奨される最小出力容量を算出できます。

$$C_{OUT} = 5 \times L \times \frac{\mu F}{\mu H} \quad (5)$$

最低容量時でも計算された最小容量値以上の容量スペックを持つキャパシタを使用してください。これは、制御ループの安定性を保持するために必要です。最小ESRに関する追加要件はありません。また、出力容量値の上限はありません。大きなキャパシタを使用すると出力電圧リップルが低下し、負荷過渡事象中の出力電圧降下も小さくなります。

VAUXのキャパシタ

VAUXピンとGNDの間にキャパシタを接続する必要があります。このキャパシタは、制御電源電圧の維持とフィルタリングのために使用されます。このキャパシタは、スタートアップ中、主出力VOUTがオンになる前に充電されます。安定動作を確保するために、0.1μF以上の使用を推奨します。出力電圧が2.5Vより低い場合は、容量を1μF程度の大きさにする必要があります。このキャパシタはメイン・スイッチのスナバ・キャパシタとしても使用されるため、低ESRのセラミック・キャパシタを使用することが重要です。

レイアウトに関する考慮事項

すべてのスイッチング電源において、レイアウトは設計での重要なステップとなります。ピーク電流およびスイッチング周波数が高い場合には、特に重要です。レイアウトが注意深く行われていないと、レギュレータはEMI問題はもとより安定性の問題も生じさせることがあります。主要な電流パスおよびパワー・グランドには広く短い配線を使用してください。入力および出力キャパシタはインダクタと同様にできるだけICピンの近くに置かなければなりません。パワー・グランドには共通のグランド・ノードを使用し、制御グランドには別のノードを使用して、グランド雑音の影響を最小限に抑えます。これらのグランド・ノードは、ICのいずれかのグランド・ピンに近接した任意の場所に接続します。

フィードバック・デバイダは、ICの制御グランド・ピンにできるだけ近づけて配置してください。制御グランドをレイアウトする際には、短いパターンを使用し、パワー・グランドのパターンから離して配置することを推奨します。これにより、パワー・グランド電流と制御グランド電流の重畳によるグランド・シフトの問題を回避できます。

熱特性について

一般に、低プロファイル、ファインピッチの表面実装パッケージにICを実装する場合は、消費電力に特別な注意が必要です。熱結合、空気流、追加ヒートシンク、対流面、他の放熱部品の存在など、システムに依存する多くの問題により、特定の部品の消費電力制限が左右されます。

熱特性を向上させるための3つの基本的なアプローチを次に示します。

- PCB設計の消費電力容量の向上
- PCBへの部品の熱結合の改善
- システムへの空気流の導入

TPS6120xデバイスの最大推奨接合部温度(T_J)は、125°Cです。PowerPADを半田付けした場合、10ピンQFN 3×3パッケージ(DRC)の熱抵抗は $R_{\theta JA} = 48.7^\circ\text{C/W}$ です。仕様に規定されたレギュレータの動作温度範囲は、最大周囲温度 $T_A = 85^\circ\text{C}$ です。したがって、最大消費電力は約820mWです。アプリケーションでの最大周囲温度が低い場合は、さらに多くの電力を消費可能です。

$$P_{D(\text{MAX})} = \frac{T_{J(\text{MAX})} - T_A}{R_{\theta JA}} = \frac{125^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}}{48.7^\circ\text{C/W}} = 820 \text{ mW} \quad (6)$$

パッケージ・オプション

製品情報

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
TPS61200DRCR	ACTIVE	SON	DRC	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61200DRCRG4	ACTIVE	SON	DRC	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61200DRCT	ACTIVE	SON	DRC	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61200DRCTG4	ACTIVE	SON	DRC	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61201DRCR	ACTIVE	SON	DRC	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61201DRCRG4	ACTIVE	SON	DRC	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61201DRCT	ACTIVE	SON	DRC	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61201DRCTG4	ACTIVE	SON	DRC	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61202DRCR	ACTIVE	SON	DRC	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61202DRCRG4	ACTIVE	SON	DRC	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61202DRCT	ACTIVE	SON	DRC	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
TPS61202DRCTG4	ACTIVE	SON	DRC	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR

(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)、Pb-Free (RoHS Expert) 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。

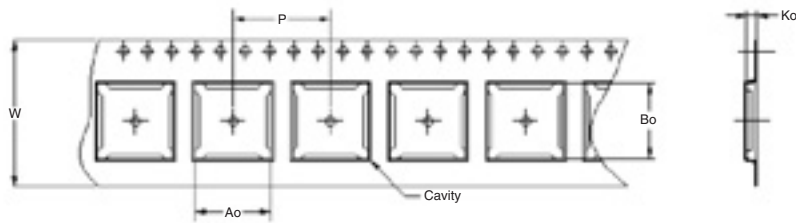
Pb-Free (RoHS)：TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

Pb-Free (RoHS Exempt)：この部品は、1) ダイとパッケージの間に鉛ベースの半田バンパ使用、または 2) ダイとリードフレーム間に鉛ベースの接着剤を使用、が除外されています。それ以外は上記の様にPb-Free (RoHS) と考えられます。

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

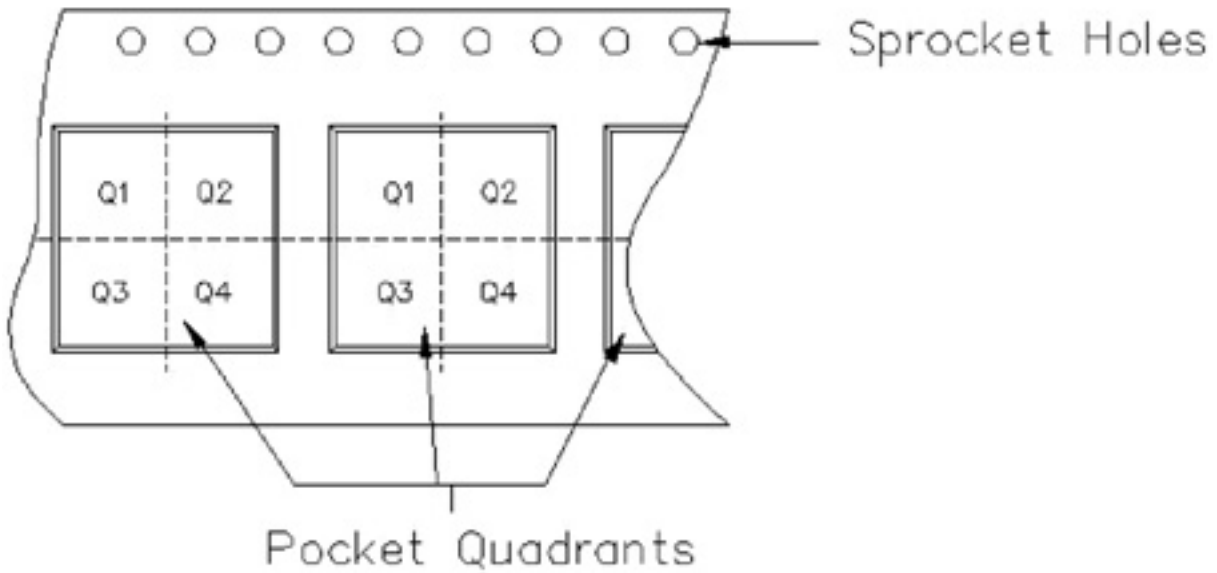
(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

重要な情報および免責事項：このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行わないものとさせていただきます。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。



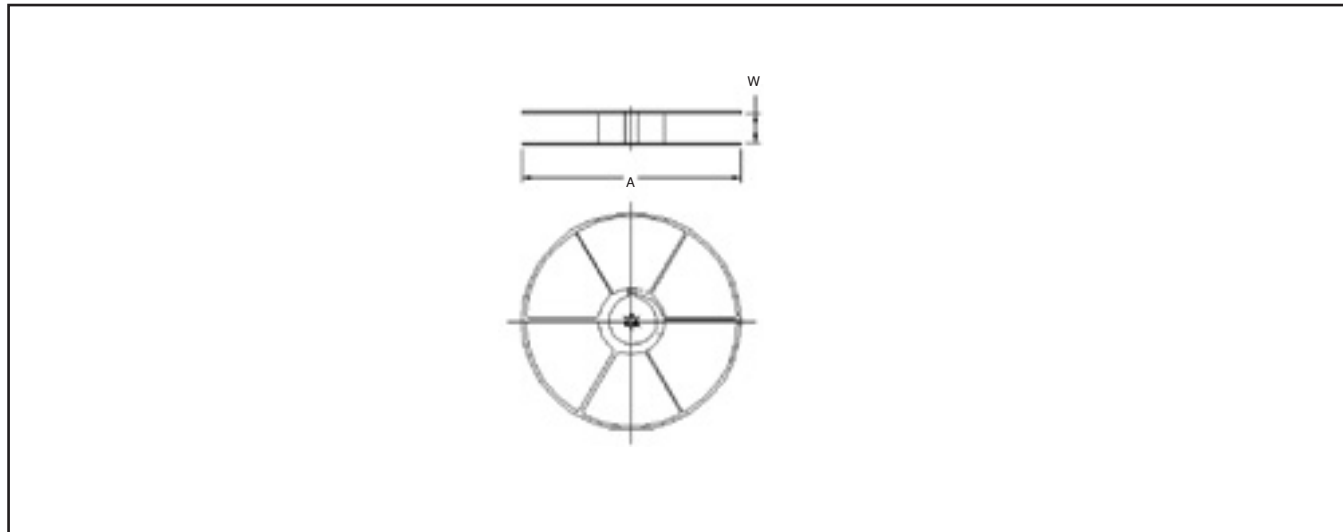
Carrier tape design is defined largely by the component length, width, and thickness.

Ao = Dimension designed to accommodate the component width.
Bo = Dimension designed to accommodate the component length.
Ko = Dimension designed to accommodate the component thickness.
W = Overall width of the carrier tape.
P = Pitch between successive cavity centers.



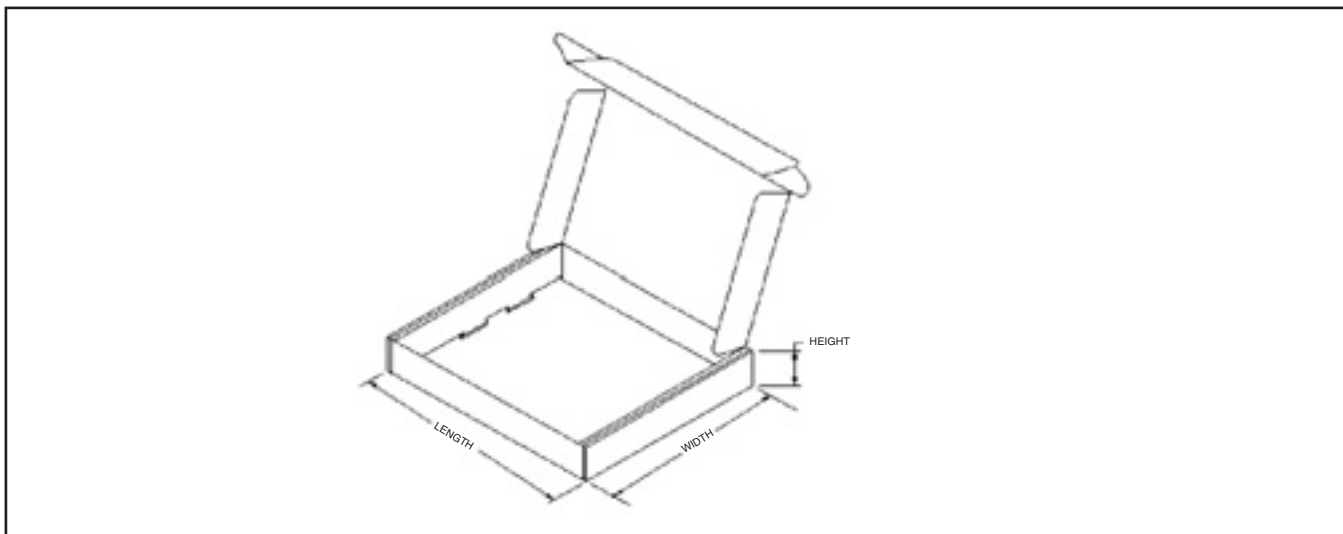
テープ/リール情報

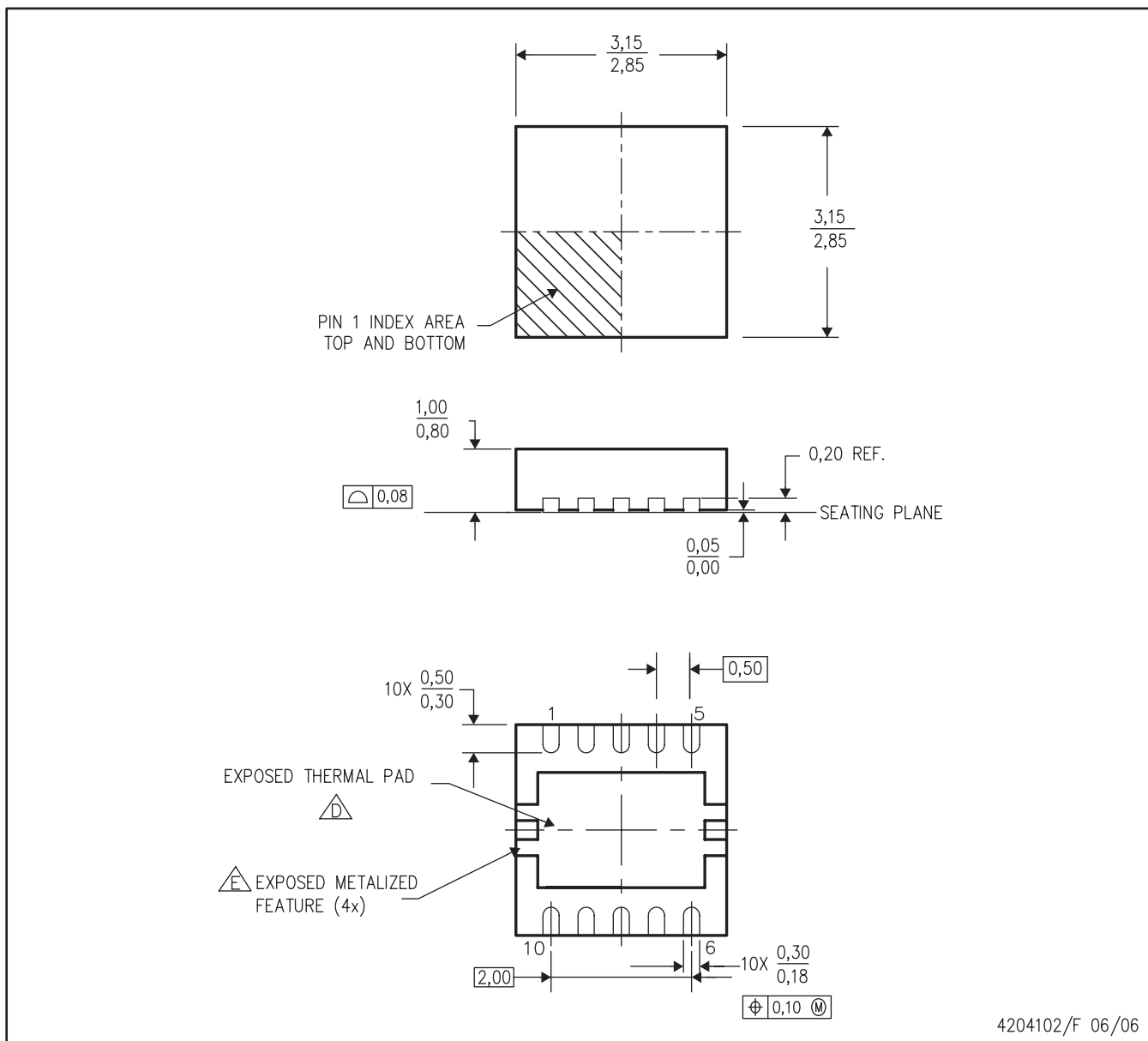
Device	Package	Pins	Site	Reel Diameter (mm)	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS61200DRCR	DRC	10	FRB	330	12	3.3	3.3	1.6	8	12	Q2
TPS61200DRCT	DRC	10	FRB	330	12	3.3	3.3	1.6	8	12	Q2
TPS61201DRCR	DRC	10	FRB	330	12	3.3	3.3	1.6	8	12	Q2
TPS61201DRCT	DRC	10	FRB	330	12	3.3	3.3	1.6	8	12	Q2
TPS61202DRCR	DRC	10	FRB	330	12	3.3	3.3	1.6	8	12	Q2
TPS61202DRCT	DRC	10	FRB	330	12	3.3	3.3	1.6	8	12	Q2



テープ/リール・ボックス情報

Device	Package	Pins	Site	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS61200DRCR	DRC	10	FRB	342.9	336.6	20.64
TPS61200DRCT	DRC	10	FRB	342.9	336.6	20.64
TPS61201DRCR	DRC	10	FRB	342.9	336.6	20.64
TPS61201DRCT	DRC	10	FRB	342.9	336.6	20.64
TPS61202DRCR	DRC	10	FRB	342.9	336.6	20.64
TPS61202DRCT	DRC	10	FRB	342.9	336.6	20.64





- 注： A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。寸法と許容差はASME Y14.5M-1994に従っています。
 B. 図は予告なく変更することがあります。
 C. SON (Small Outline No-Lead) パッケージ構成
 △D 最良の熱特性および機械的特性を得るには、パッケージのサーマル・パッドを基板に半田付けする必要があります。
 露出したサーマル・パッドの寸法に関する詳細は、製品データシートを参照してください。
 △E 金属被覆部分は、サプライヤのオプションであり、パッケージ上に存在しない場合もあります。

サーマルパッド・メカニカル・データ

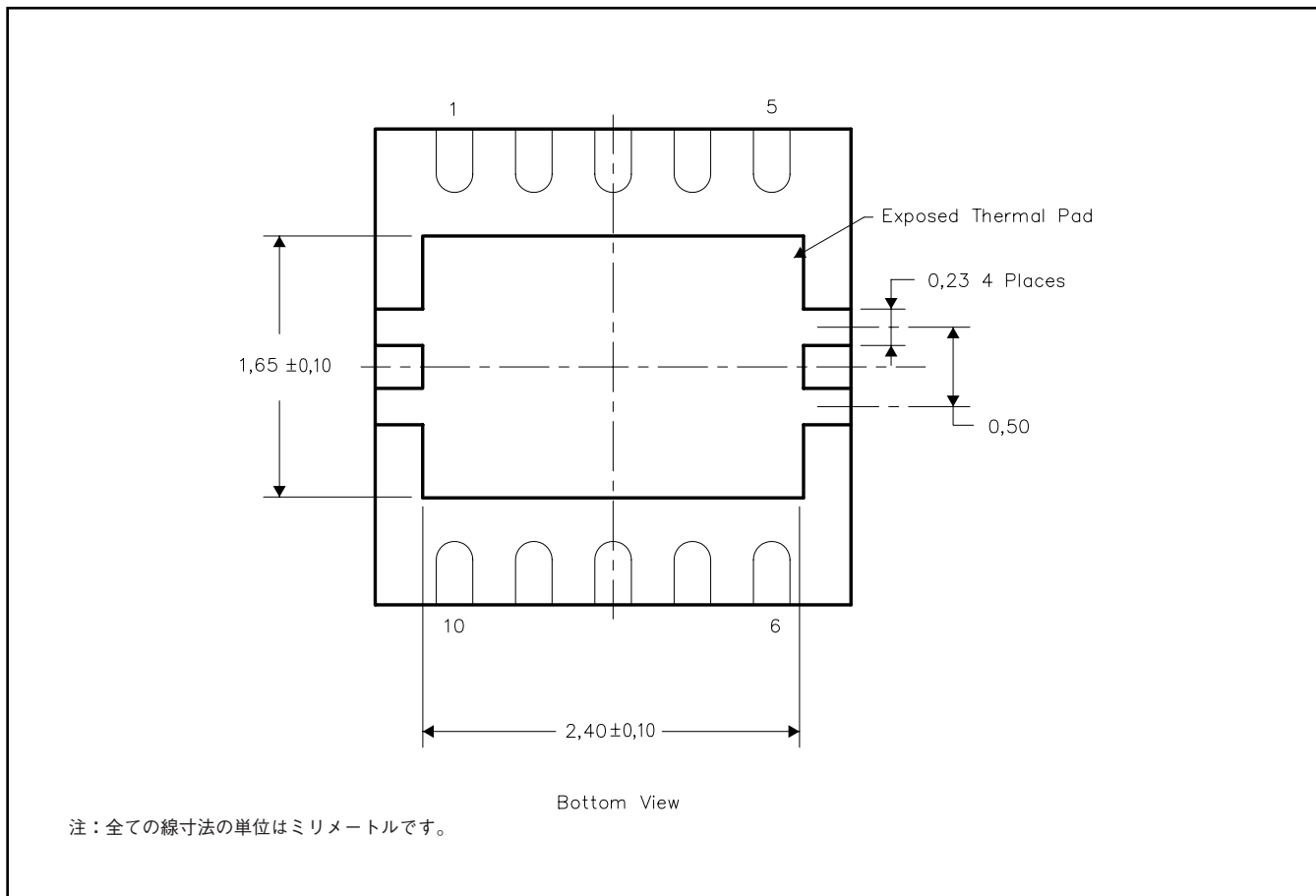
DRC (S-PDSO-N10)

熱特性について

このパッケージには、外部ヒートシンクに直接接続するように設計された、露出したサーマルパッドが装備されています。このサーマルパッドは、プリント基板 (PCB) に直接半田付けする必要があります。半田付け後は、PCBをヒートシンクとして使用できます。また、サーマルビアを使用して、サーマルパッドをグランドプレーンまたは電源プレーン (いずれか適切な方)、あるいはPCB内に設計された特別なヒートシンク構造に直接接続することができます。この設計により、ICからの熱伝導が最適化されます。

QFN (Quad Flatpack No-Lead) パッケージとその利点については、アプリケーションレポート『Quad Flatpack No-Lead Logic Packages』 (Texas Instruments文献番号SCBA017) を参照してください。このドキュメントは、ホームページ www.ti.com で入手できます。

このパッケージの露出したサーマルパッドの寸法を次の図に示します。

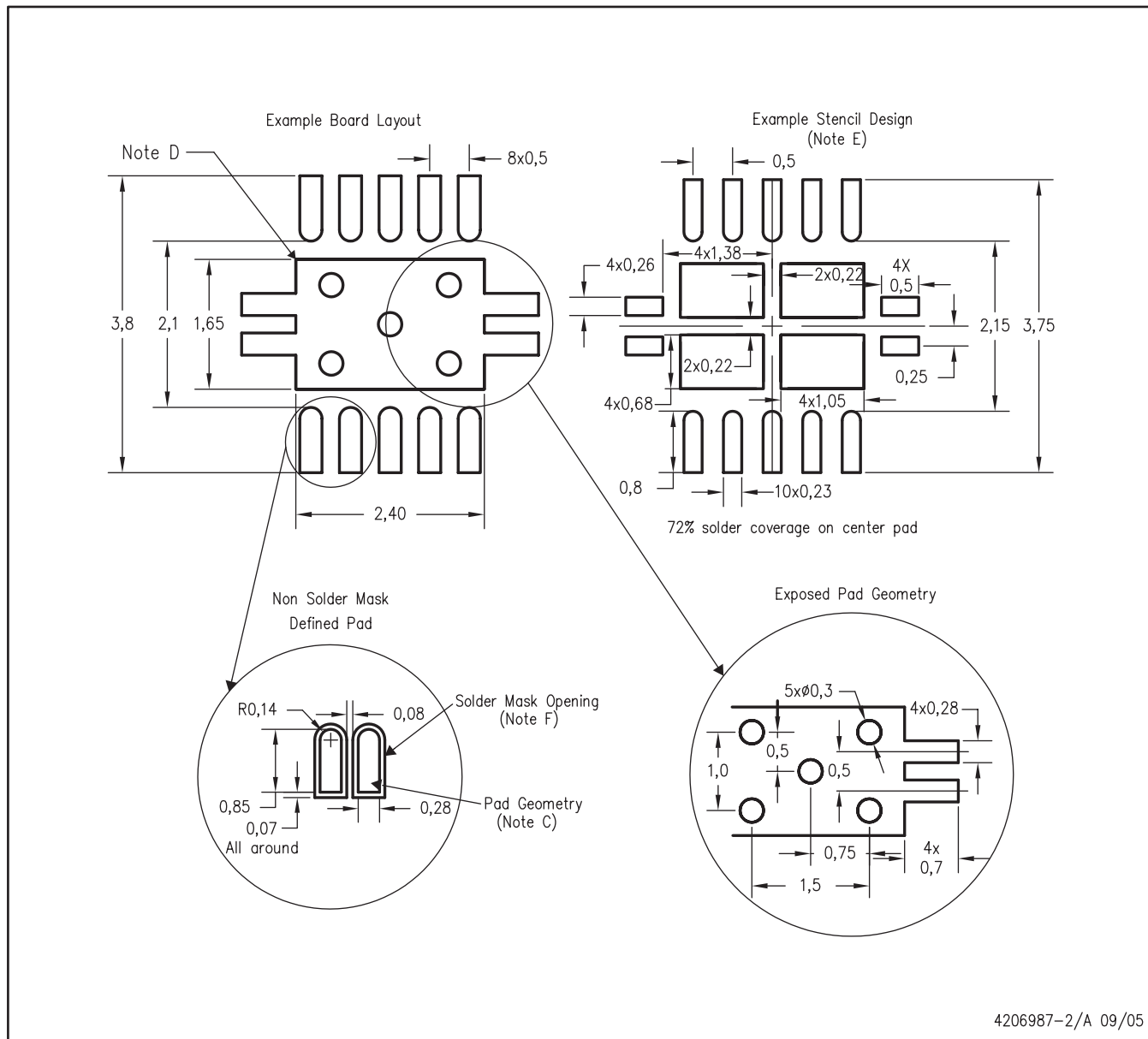


サーマルパッド寸法図

LAND PATTERN

DRC (S-PDSO-N10)

PLASTIC SMALL OUTLINE



- 注： A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。
 B. 図は予告なく変更することがあります。
 C. 代替設計については、資料IPC-7351を推奨します。
 D. このパッケージは、基板上のサーマル・パッドに半田付けされるように設計されています。熱に関する具体的な情報、ビア要件、および推奨基板レイアウトについては、アプリケーション・ノート『Quad Flat-Pack Packages』(TI文献番号SCBA017、SLUA271)および製品データシートを参照してください。これらのドキュメントは、ホームページwww.ti.comで入手できます。
 E. レーザ切断開口部の壁面を台形にし、角に丸みを付けることで、ペーストの離れがよくなります。ステンシル設計要件については、基板組み立て拠点にお問い合わせください。ステンシル設計上の考慮事項については、IPC 7525を参照してください。
 F. 信号パッド間の半田マスク・ウェブ最小許容差については、基板組み立て拠点にお問い合わせください。

(SLVS577A)

ご注意

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

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

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

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

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

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

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

2. 温・湿度環境

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

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

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

6. 汚染

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

以上