

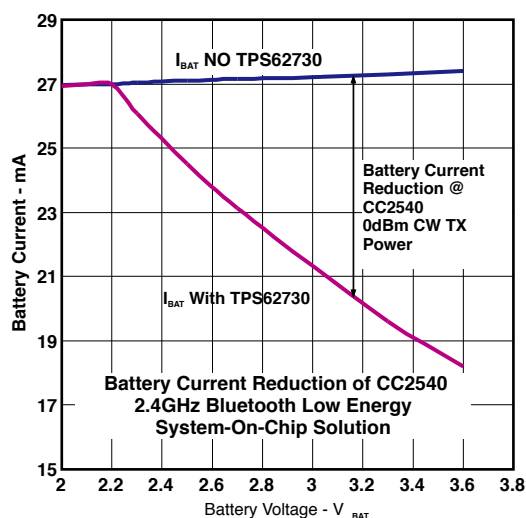
## 超低電力ワイヤレス・アプリケーション向け、 バイパス・モード付き降圧型コンバータ

### 特長

- 入力電圧範囲:  $V_{IN} = 1.9V \sim 3.9V$
- 超低消費電流バイパス・モード: 30nA (typ)
- DC/DCモード静止時消費電流: 25 $\mu$ A (typ)
- 内部の帰還分圧回路を切り離し可能
- $V_{IN} - V_{OUT}$ 間に2.1 $\Omega$ (typ)のバイパス・スイッチを内蔵
- DC/DCモードからバイパス・モードに自動遷移
- スイッチ周波数: 最大3MHz
- DC/DC効率: 最大95%
- オープン・ドレインのステータス出力 (STAT)
- 出力ピーク電流: 最大100mA
- 固定出力電圧: 2.1V
- 2.2 $\mu$ H/2.2 $\mu$ Fの小型外付け出力フィルタ部品で動作
- 出力リップル電圧が低減されるよう最適化
- 1 × 1.5 × 0.6mm<sup>3</sup>の小型SONパッケージ
- 最小の基板専有面積: 12mm<sup>2</sup>

### アプリケーション

- CC2540 Bluetooth Low Energy SoC (System-On-Chip) ソリューション



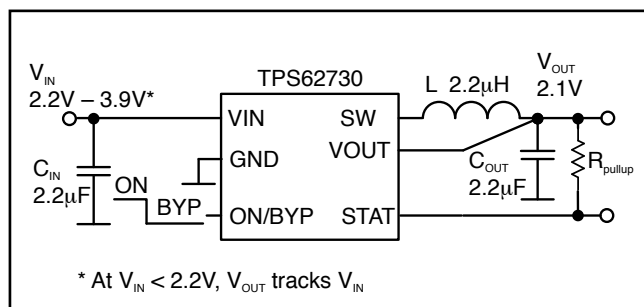
- 低電力ワイヤレス・アプリケーション
- RF4CE規格の近距離無線通信計測

### 概要

TPS62730は、超低電力ワイヤレス・アプリケーション用に最適化された、高スイッチング周波数の同期整流降圧型DC/DCコンバータです。TIの低電力ワイヤレス(1GHz未満および2.4GHz)RFトランシーバおよびSoC(System-On-Chip)ソリューションへの電源供給に最適化されています。TPS62730は、高効率の降圧変換により、TXおよびRXモード中のバッテリーからの消費電流を低減します。最大100mAの出力電流を供給でき、小型で低コストなチップ・インダクタおよびコンデンサを使用できます。1.9V~3.9Vの入力電圧範囲により、Li-SOCl<sub>2</sub>、Li-SO<sub>2</sub>、Li-MnO<sub>2</sub>などのリチウム1次電池、およびアルカリ電池2本での動作をサポートします。

TPS62730は、消費電流が標準で30nAの超低消費電力のバイパス・モードを備え、TIのCC2540 Bluetooth Low Energy SoCソリューションやCC430 SoCソリューションのスリープおよび低電力モードをサポートします。このバイパス・モードでは、内蔵の2.1 $\Omega$  (typ)バイパス・スイッチを介してDC/DCコンバータの出力コンデンサがバッテリーに接続されます。

DC/DC動作モードでは、2.1Vのレギュレーション出力電圧をシステムに供給します。TPS62730は、最大3MHzのスイッチ周波数により、出力リップル電圧が小さく、2.2 $\mu$ Fの小容量の出力コンデンサでも低ノイズで動作します。DC/DC動作中にバイパス・モードへと自動的に遷移することで、DC/DCコンバータ



が100%に近いデューティ・サイクルで動作したときに出力リップル電圧やノイズが増加するのを防ぎます。バッテリー電圧が遷移スレッシュホールド $V_{IT\_BYP}$ を下回ると、デバイスは自動的にバイパスモードになります。TPS62730は、 $10 \times 1.5\text{mm}^2$ の6ピンQFNパッケージで供給されます。



## 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、デバイスを導電性のフォームに入れる必要があります。

## 製品情報

$T_A$	部品番号 <sup>(1)</sup>	出力電圧[V] <sup>(2)</sup>	自動バイパス・モード遷移 スレッシュホールド $V_{IT\_BYP}$			注文番号	パッケージ 捺印
			$V_{IN}$ 上昇時の $V_{IT\_BYP}$ [V]	$V_{IN}$ 下降時の $V_{IT\_BYP}$ [V]	$V_{IT\_BYP}$ ヒステリシス [mV]		
-40°C ~ 85°C	TPS62730	2.10	2.25	2.20	50	TPS62730DRY	RP
	TPS62731 <sup>(2)</sup>	2.05	2.2	2.15	50	TPS62731DRY	RQ
	TPS62732 <sup>(2)</sup>	1.90	2.10	2.05	50	TPS62732DRY	RR
	TPS62734 <sup>(2)</sup>	2.10	2.28	2.23	50	TPS62734DRY	SL
	TPS62735 <sup>(2)</sup>	2.10	2.33	2.23	100	TPS62735DRY	SM

(1) DRYパッケージはテープ/リールで供給されます。1リールあたり3000個の供給の場合は、部品番号の末尾にRを追加します。1リールあたり250個の場合は、部品番号の末尾にTを追加します。

(2) 開発中の段階の製品です。詳細については、TIにお問い合わせください。

## 絶対最大定格

動作温度範囲内(特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

		MIN	MAX	単位
Voltage range <sup>(2)</sup>	$V_{IN}$ , SW, $V_{OUT}$	-0.3	4.2	V
	ON/BYP, STAT	-0.3	$V_{IN} + 0.3, \leq 4.2$	V
Temperature range	Operating junction temperature, $T_J$	-40	125	°C
	Storage, $T_{stg}$	-65	150	°C
ESD rating <sup>(3)</sup>	Human Body Model - (HBM)		2	kV
	Machine Model (MM)		150	V
	Charge Device Model - (CDM)		1	kV

(1) 絶対最大定格以上のストレスは、製品に恒久的・致命的なダメージを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あり、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) すべての電圧値は回路のグランド端子を基準としています。

(3) 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。

## 熱特性について

THERMAL METRIC <sup>(1)</sup>		DRY / 6 PINS	単位
$\theta_{JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	293.8	°C/W
$\theta_{Jc\text{top}}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	165.1	
$\theta_{JB}$	Junction-to-board thermal resistance	160.8	
$\psi_{JT}$	Junction-to-top characterization parameter	27.3	
$\psi_{JB}$	Junction-to-board characterization parameter	159.6	
$\theta_{Jc\text{bot}}$	Junction-to-case (bottom) thermal resistance	65.8	

(1) 従来の熱特性パラメータと新しい熱特性パラメータの詳細については、アプリケーション・レポート「IC Package Thermal Metrics」(SPRA953)を参照してください。

## 推奨動作条件

動作周囲温度 $T_A = -40 \sim 85^\circ\text{C}$ (特に記述のない限り)

	MIN	NOM	MAX	単位
Supply voltage $V_{IN}$	1.9		3.9	V
Effective inductance	1.5	2.2	3	$\mu\text{H}$
Effective output capacitance connected to $V_{OUT}$	1.0		10	$\mu\text{F}$
Operating junction temperature range, $T_J$	-40		125	°C
$T_A$ Operating free air temperature range	-40		85	

## 電気的特性

$V_{IN} = 3.0V$ 、 $V_{OUT} = 2.1V$ 、 $ON/BYP = V_{IN}$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 、標準値は $T_A = 25^{\circ}C$ での値(特に記述のない限り)、 $C_{IN} = 2.2\mu F$ 、 $L = 2.2\mu H$ 、 $C_{OUT} = 2.2\mu F$ 、パラメータ測定情報を参照

パラメータ		テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位	
<b>SUPPLY</b>							
$V_{IN}$	Input voltage range		1.9		3.9	V	
$I_Q$	Operating quiescent current	ON/BYP = high, $I_{OUT} = 0mA$ , $V_{IN} = 3V$ device not switching		25	40	$\mu A$	
		$I_{OUT} = 0mA$ , device switching, $V_{IN} = 3.0V$ , $V_{OUT} = 2.1V$		34			
		ON/BYP = high, Bypass switch active, $V_{IN} =$ $V_{OUT} = 2.1V$		23			
$I_{SD}$	Shutdown current, Bypass Switch Activated	ON/BYP = GND, leakage current into $V_{IN}^{(1)}$		30	550	nA	
		ON/BYP = GND, leakage current into $V_{IN}$ , $T_A = 60^{\circ}C^{(1)}$		110			
<b>ON/BYP</b>							
$V_{IH\ TH}$	Threshold for detecting high ON/BYP	$1.9\ V \leq V_{IN} \leq 3.9V$ , rising edge		0.8	1	V	
$V_{IL\ TH}$	Threshold for detecting low ON/BYP	$1.9\ V \leq V_{IN} \leq 3.9V$ , falling edge		0.4	0.6	V	
$I_{IN}$	Input bias Current			0	50	nA	
<b>POWER SWITCH</b>							
$R_{DS(ON)}$	High side MOSFET on-resistance	$V_{IN} = 3.0V$		600		m $\Omega$	
	Low Side MOSFET on-resistance			350			
$I_{LIMF}$	Forward current limit MOSFET high-side	$V_{IN} = 3.0V$ , open loop		410		mA	
	Forward current limit MOSFET low side			410		mA	
<b>BYPASS SWITCH</b>							
$R_{DS(ON)}$	Bypass Switch on-resistance	$V_{IN} = 2.1V$ , $I_{OUT} = 20mA$ , $T_{Jmax} = 85^{\circ}C$		2.9	3.8	$\Omega$	
		$V_{IN} = 3V$		2.1			
$V_{IT\ BYP}$	Automatic Bypass Switch Transition Threshold (Activation / Deactivation)	ON/BYP = high	TPS62730 (2.1V)	ON / falling $V_{IN}$	2.14	2.20	2.3
				OFF / rising $V_{IN}$	2.19	2.25	2.35
			TPS62731 (2.05V)	ON / falling $V_{IN}$	2.15		
				OFF / rising $V_{IN}$	2.20		
			TPS62732 (1.9V)	ON / falling $V_{IN}$	2.05		
				OFF / rising $V_{IN}$	2.10		
			TPS62734 (2.1V)	ON / falling $V_{IN}$	2.23		
				OFF / rising $V_{IN}$	2.28		
TPS62735 (2.3V)	ON / falling $V_{IN}$	2.23					
	OFF / rising $V_{IN}$	2.33					
<b>STAT Status Output (Open Drain)</b>							
$V_{TSTAT}$	Threshold level for STAT OUTPUT in % from $V_{OUT}$	ON/BYP = high and regulator is ready, $V_{IN}$ falling		95		%	
		ON/BYP = high and regulator is ready, $V_{IN}$ rising		98			
$V_{OL}$	Output Low Voltage	Current into STAT pin $I = 500\mu A$ , $V_{IN} = 2.3V$		0.4		V	
$V_{OH}$	Output High Voltage	Open drain output, external pullup resistor		$V_{IN}$			
$I_{LKG}$	Leakage into STAT pin	ON/BYP = GND, $V_{IN} = V_{OUT} = 3V$		0	50	nA	
<b>REGULATOR</b>							
$t_{ONmin}$	Minimum ON time	$V_{IN} = 3.0V$ , $V_{OUT} = 2.1V$ , $I_{OUT} = 0\ mA$		180		ns	
$t_{OFFmin}$	Minimum OFF time	$V_{IN} = 2.3V$		50		ns	
$t_{start}$	Regulator start up time from transition ON/BYP = high to STAT = low	$V_{IN} = 3.0V$ , $V_{OUT} = 3.0V$		50		$\mu s$	

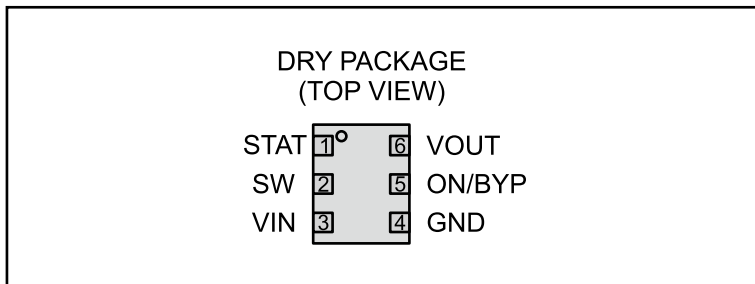
(1)  $V_{IN}$ ピンへのシャットダウン電流。内部リークを含みます。

## 電気的特性

$V_{IN} = 3.0V$ 、 $V_{OUT} = 2.1V$ 、 $ON/BYP = V_{IN}$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 、標準値は $T_A = 25^{\circ}C$ での値(特に記述のない限り)、 $C_{IN} = 2.2\mu F$ 、 $L = 2.2\mu H$ 、 $C_{OUT} = 2.2\mu F$ 、パラメータ測定情報を参照

パラメータ		テスト条件		MIN	TYP	MAX	単位
<b>OUTPUT</b>							
$V_{REF}$	Internal Reference Voltage			0.70			V
$V_{VOUT}$	VOUT Feedback Voltage Comparator Threshold Accuracy	$V_{IN} = 3.0V$	$T_A = 25^{\circ}C$	-1.5	0	1.5	%
			$T_A = -40^{\circ}C \text{ to } 85^{\circ}C$	-2.5	0	2.5	
	DC output voltage load regulation	$I_{OUT} = 1mA \text{ to } 50mA$ $V_{IN} = 3.0V$ , $V_{OUT} = 2.1V$		-0.01			%/mA
	DC output voltage line regulation	$I_{OUT} = 20mA$ , $2.4V \leq V_{IN} \leq 3.9V$		0.01			%/V
$I_{LK\_SW}$	Leakage current into SW pin	$V_{IN} = V_{OUT} = V_{SW} = 3.0V$ , $ON/Byp = GND^{(2)}$		0.0			100 nA

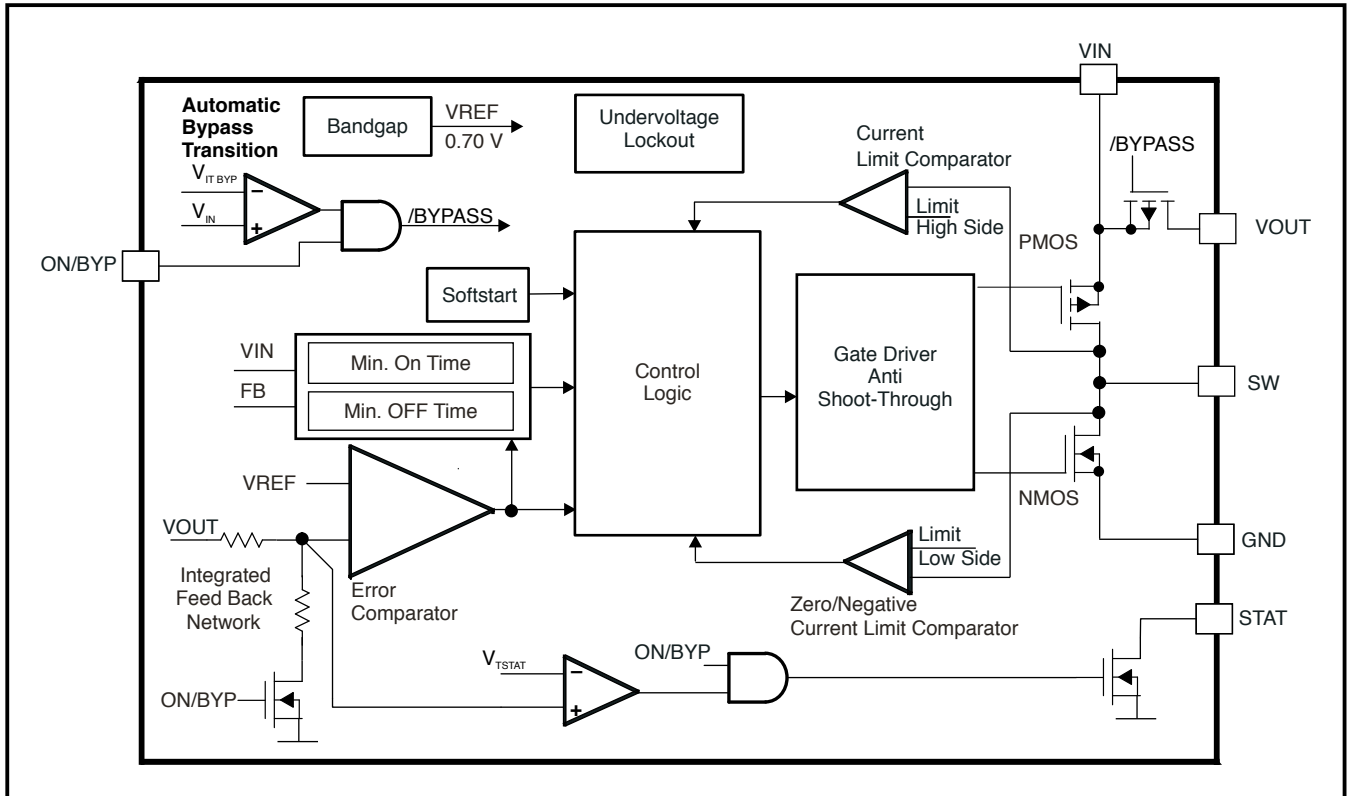
(2) 内部の分圧抵抗回路とVOUTピンは切り離されています。



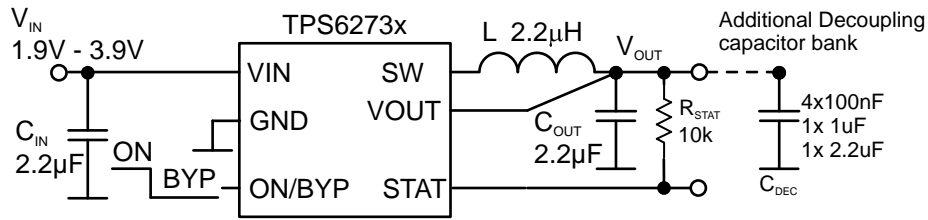
## ピン機能

ピン		I/O	説明
名前	NO		
VIN	3	PWR	$V_{IN}$ 電源ピン。このピンの直近にVIN端子の入力コンデンサを接続します。2.2 $\mu F$ のセラミック・コンデンサが必要です。
GND	4	PWR	GND電源ピン。このピンの直近に、入力および出力コンデンサのGND端子を接続します。
ON/BYP	5	IN	デバイスのモード選択ピンです。このピンをLowにすると、デバイスが強制的に超低電力バイパス・モードになります。DC/DCコンバータの出力は、内部バイパス・スイッチを介してVINに接続されます。このピンをHighにすると、DC/DCコンバータ動作がイネーブルになります。このピンは終端する必要があり、システムによって制御されます。CC2540の場合は、いずれかのP1.xポートに出力されるパワー・ダウン信号にこのピンを接続します(CC2540ユーザ・ガイドを参照)。
SW	2	OUT	スイッチ・ピン。内部MOSFETスイッチに接続されています。このピンにインダクタを接続します。
VOUT	6	IN	内部帰還分圧回路およびレギュレーション・ループ用の帰還ピン。このピンとVINとの間に、内部バイパス・スイッチが接続されています。このピンは、短いパターンで出力コンデンサに直接接続します。
STAT	1	OUT	アクティブ・ローのオープン・ドレインによるステータス出力。この出力は内部コンパレータによって駆動されます。ON/BYP = Lowのとき、このピンはハイ・インピーダンスです。ON/BYPがHighの場合、デバイスおよび内部VOUTコンパレータがアクティブになります。出力電圧がVOUTの公称値の93%を超えると、STATピンはLowになり、このスレッシュホールドを下回ると、ハイ・インピーダンスになります。使用しない場合、このピンはオープンにできます。

機能ブロック図



## パラメータ測定情報



$C_{IN}, C_{OUT}$ : Murata GRM155R60J225ME15D 2.2  $\mu$ F 0402 size  
 $C_{Load}$ : 4 x Murata GRM155R61A104KA01D 100nF  
 1 x 2.2  $\mu$ F GRM155R60J225ME15D  
 1 x 1  $\mu$ F GRM155R61A105KE15D  
 L: Murata LQM21PN2R2NGC 2.2  $\mu$ H, FDK MIPSZ2012 2R2

## 標準的特性

### グラフ一覧

			図
$\eta$	効率	対 出力電流	1
$\eta$	効率	対 入力電圧	2
$V_{OUT}$	出力電圧	対 出力電流	3
	出力電圧	対 入力電圧	4
$I_{SD}$	シャットダウン電流(バイパス・モード)	対 入力電圧	5
$I_Q$	動作時静止電流	対 入力電圧	6
$r_{DS(ON)}$	バイパス時ドレイン-ソース間オン抵抗	対 入力電圧および周囲温度	7
	PMOS静的ドレイン-ソース間オン抵抗	対 入力電圧および周囲温度	8
	NMOS静的ドレイン-ソース間オン抵抗	対 入力電圧および周囲温度	9
	バイパス・モードへの自動遷移	$V_{IN}$ 下降時	10
	バイパス・モードへの自動遷移	$V_{IN}$ 上昇時	11
	スイッチング周波数	対 $I_{OUT}$ 対 $V_{IN}$	12
$V_{OUT}$	出力リップル電圧	対 $I_{OUT}$ 対 $V_{IN}$	13
	PSRR	対 周波数	14
	ノイズ密度	対 周波数	15
	DC/DCモード動作	$I_{OUT} = 10\text{mA}$	16
		$I_{OUT} = 1\text{mA}$	17
		$I_{OUT} = 18\text{mA}$	18
		$I_{OUT} = 50\text{mA}$	19
	DC/DCモード動作のラインおよび負荷過渡特性		20
	入力電圧下降/上昇時の自動バイパス遷移		21
	DC/DCモードの $V_{OUT}$ AC負荷レギュレーション特性		22
	バイパス・モード動作時の $V_{OUT}$ 交流動作、 ON/BYP = GND		23
	スタートアップ動作		24
	スプリアス出力ノイズ		25
	バッテリー電流低減	対 バッテリー電圧	26
	モード遷移ON/BYP動作		27

# 標準的特性

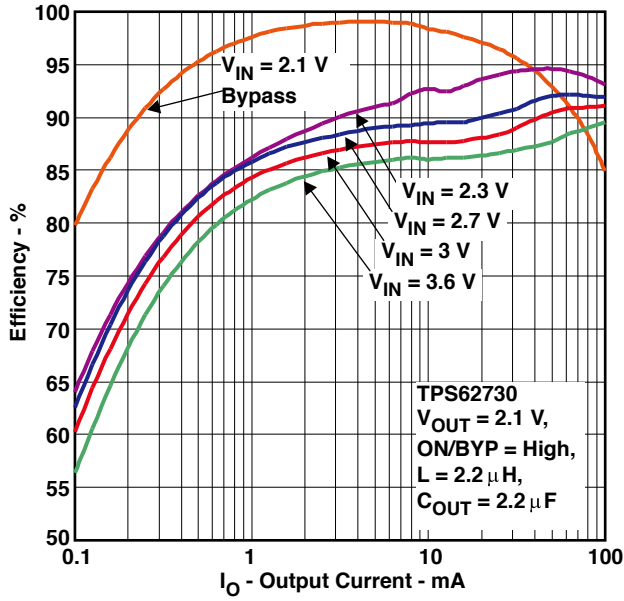


図 1. 効率 対 出力電流

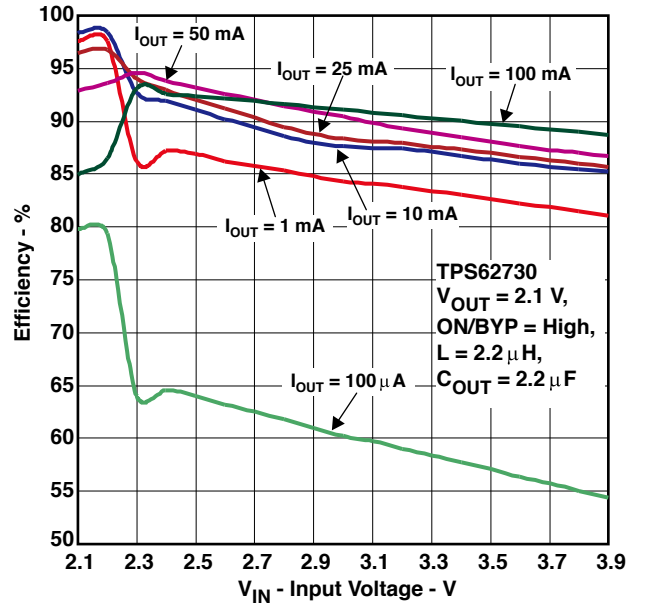


図 2. 効率 対 入力電圧

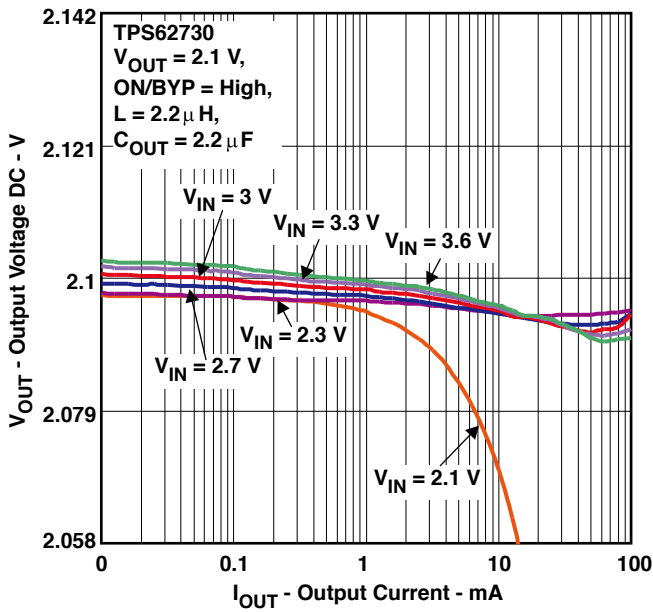


図 3. 出力電圧 対 出力電流

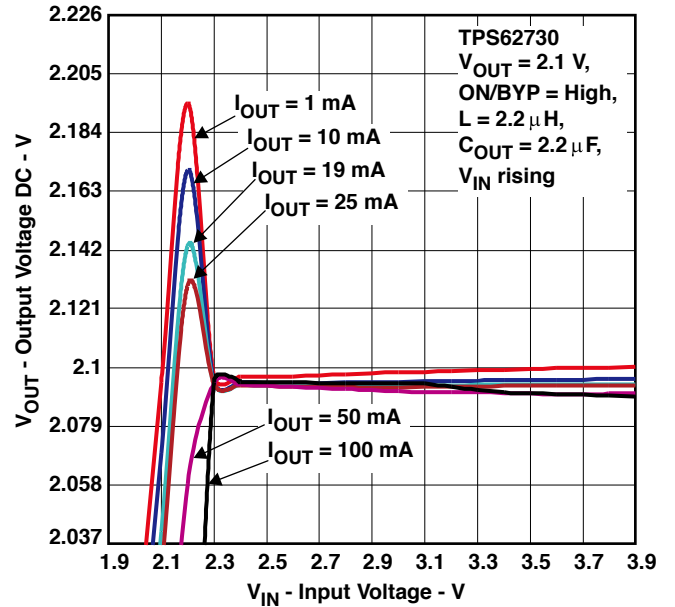


図 4. 出力電圧 対 入力電圧

# 標準的特性

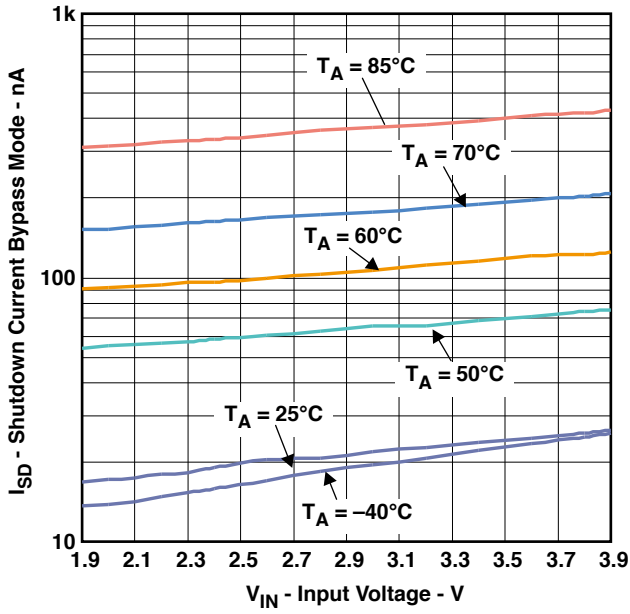


図 5. シャットダウン電流 (バイパス・モード) 対 入力電圧

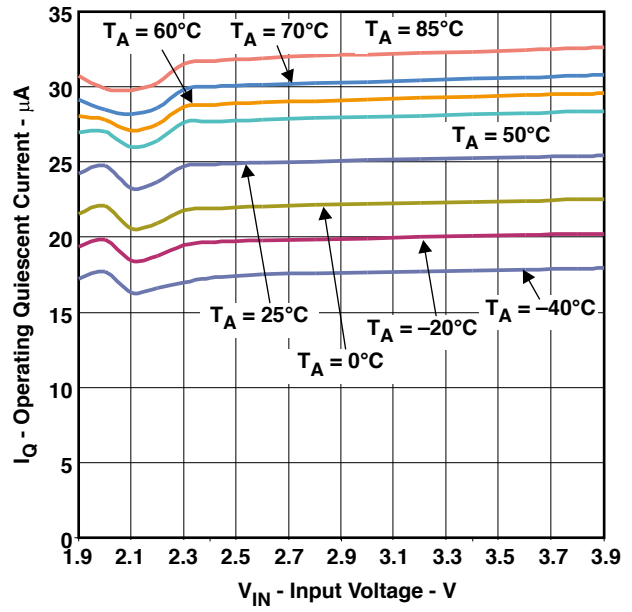


図 6. 動作時静止電流 対 入力電圧

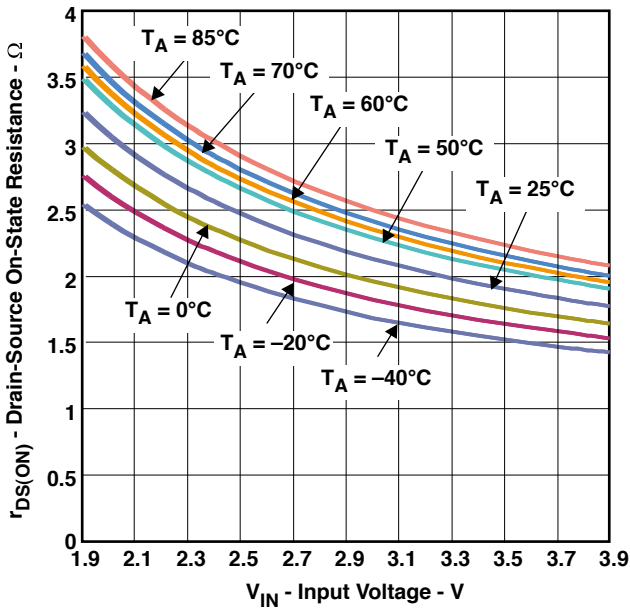


図 7. バイパス時  $r_{DS(ON)}$  対 入力電圧

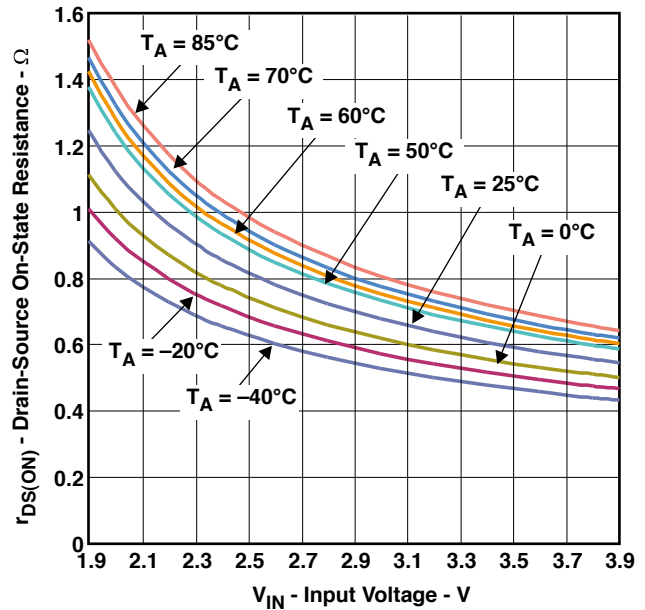


図 8. PMOS  $r_{DS(ON)}$  対 入力電圧



# 標準的特性

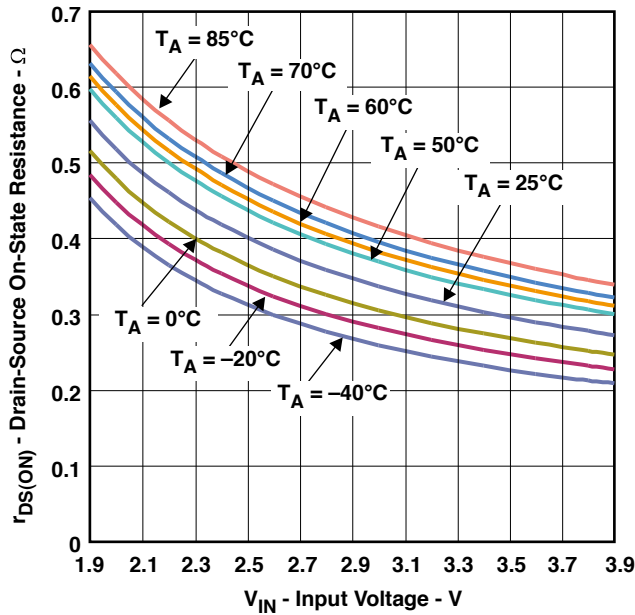


図 9. NMOS  $r_{DS(ON)}$  対 入力電圧

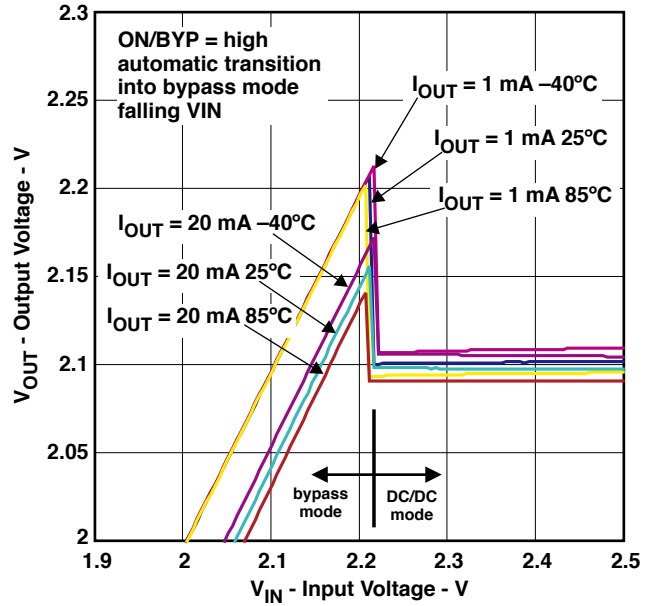


図 10. バイパス・モードへの自動遷移 -  $V_{IN}$  下降時

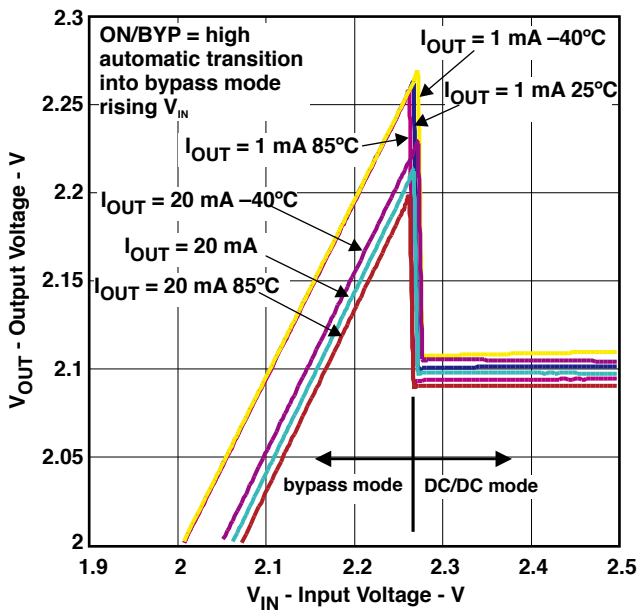


図 11. バイパス・モードへの自動遷移 -  $V_{IN}$  上昇時

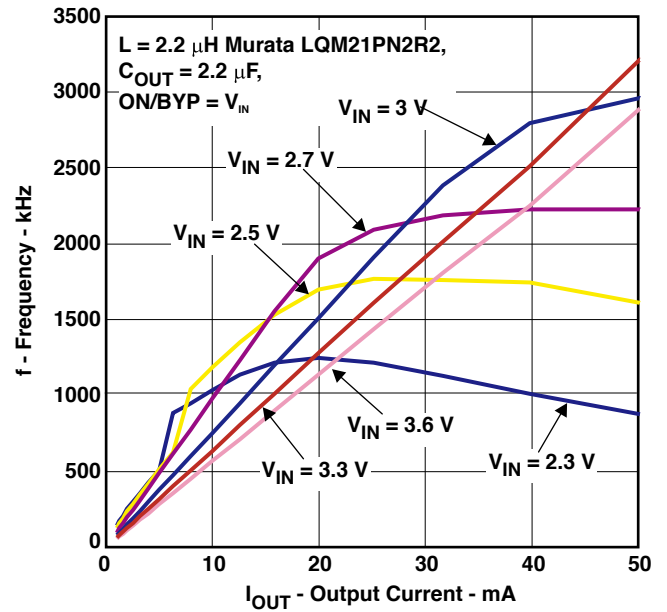


図 12. スイッチング周波数 対  $I_{OUT}$  対  $V_{IN}$

# 標準的特性

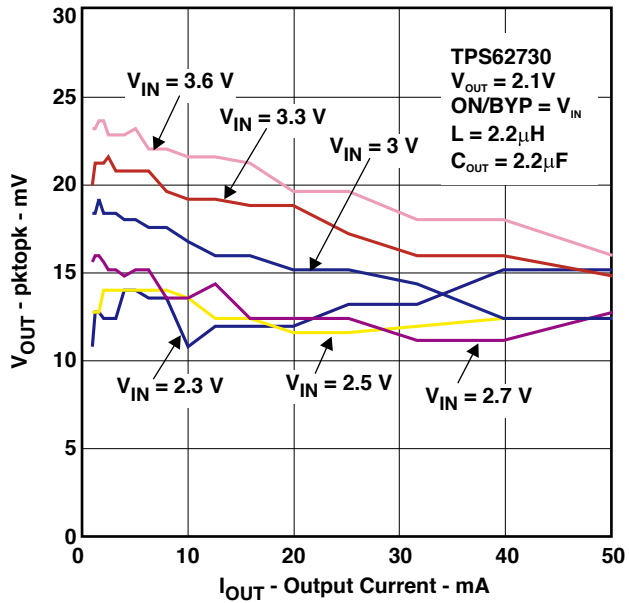


図 13.  $V_{OUT}$  対  $I_{OUT}$  対  $V_{IN}$

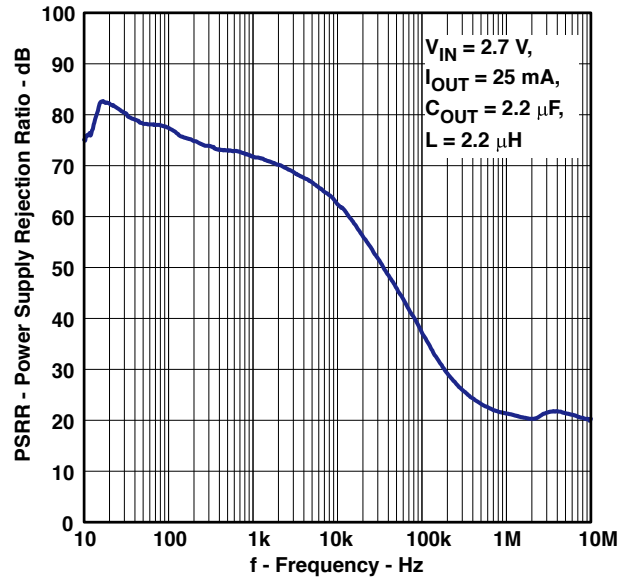


図 14. PSRR 対 周波数

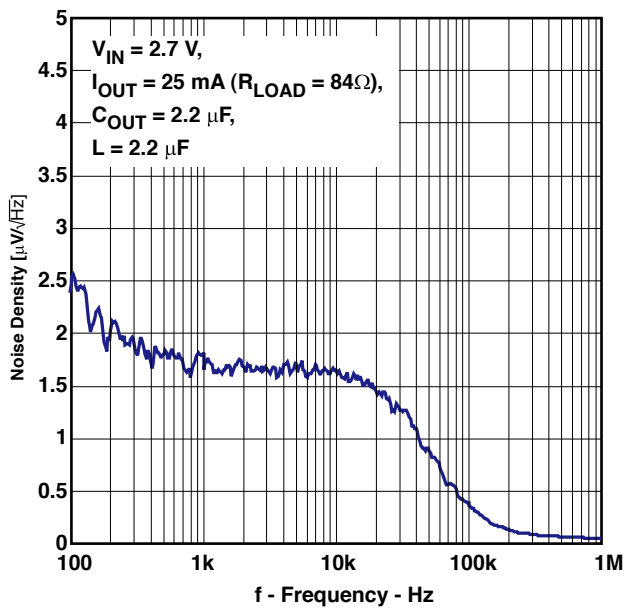


図 15. ノイズ密度 対 周波数

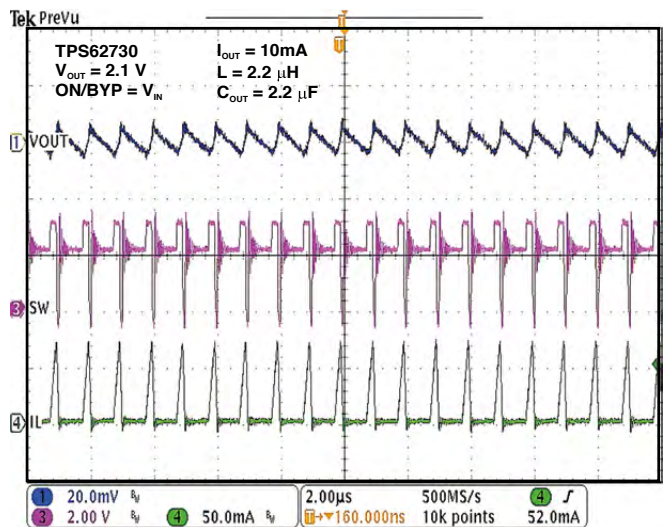


図 16. DC/DCモード動作、 $I_{OUT} = 10mA$

# 標準的特性

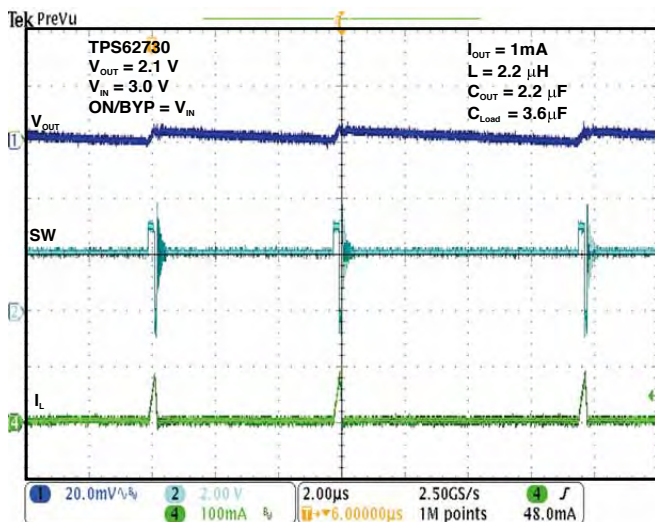


図 17. DC/DCモード動作、 $I_{OUT} = 1\text{mA}$

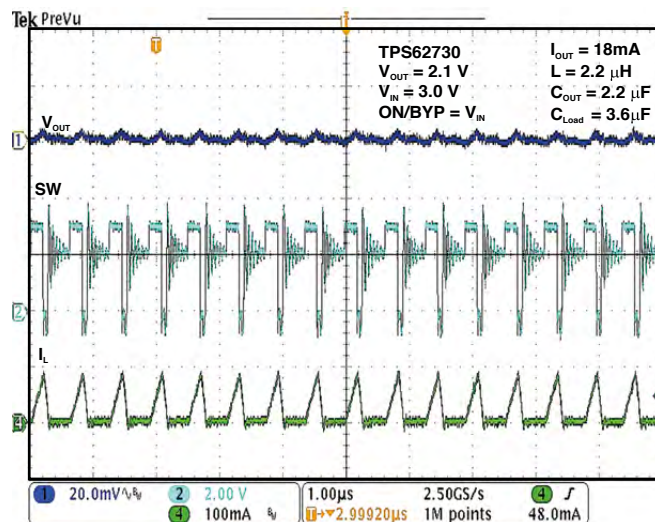


図 18. DC/DCモード動作、 $I_{OUT} = 18\text{mA}$

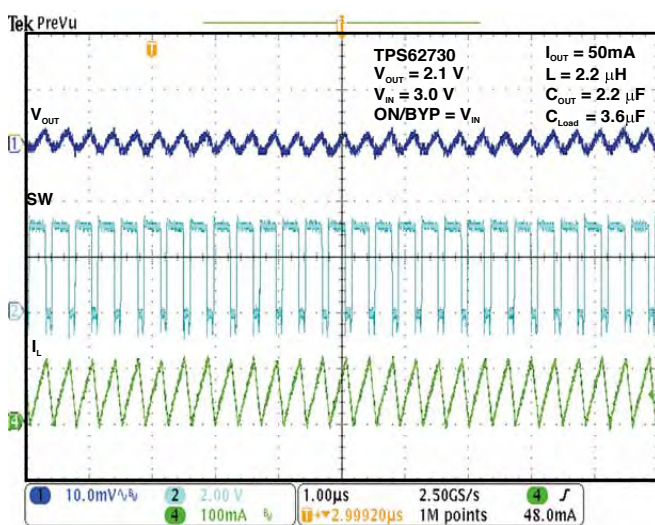


図 19. DC/DCモード動作、 $I_{OUT} = 50\text{mA}$

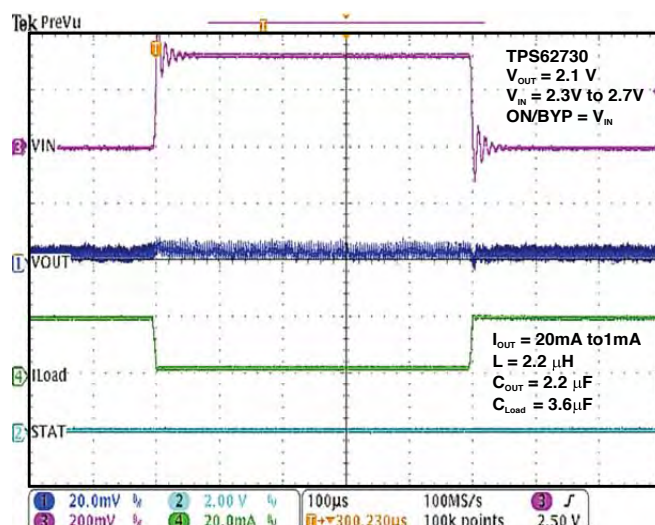


図 20. DC/DCモード動作のラインおよび負荷過渡特性

# 標準的特性

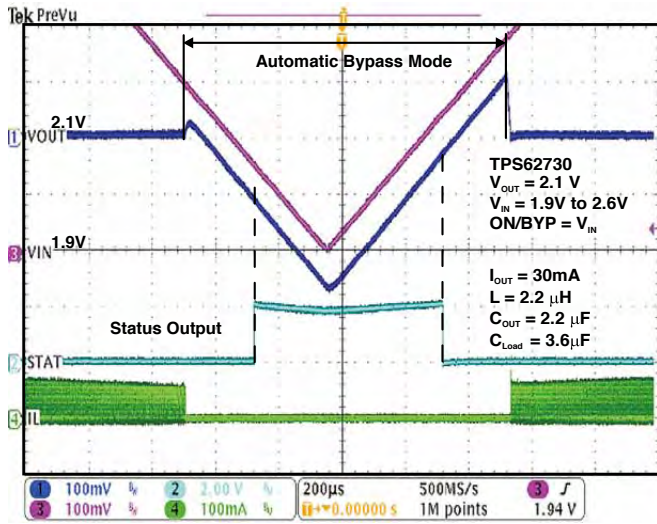


図 21. 入力電圧 $V_{IN}$ 下降/上昇時の自動バイパス遷移

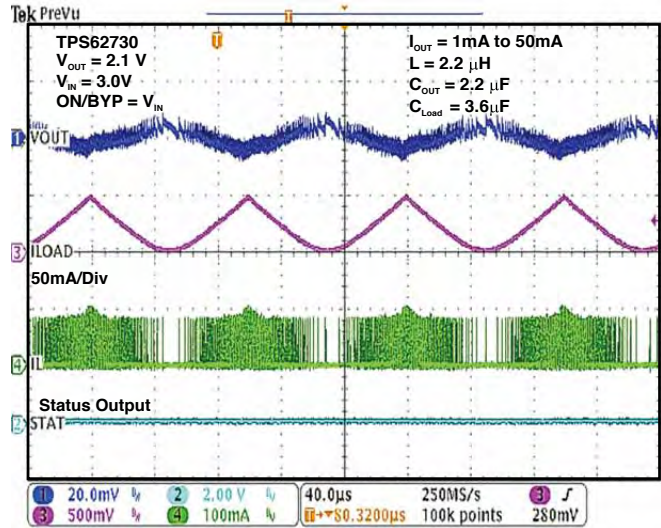


図 22. DC/DCモードの $V_{OUT}$  AC負荷レギュレーション特性

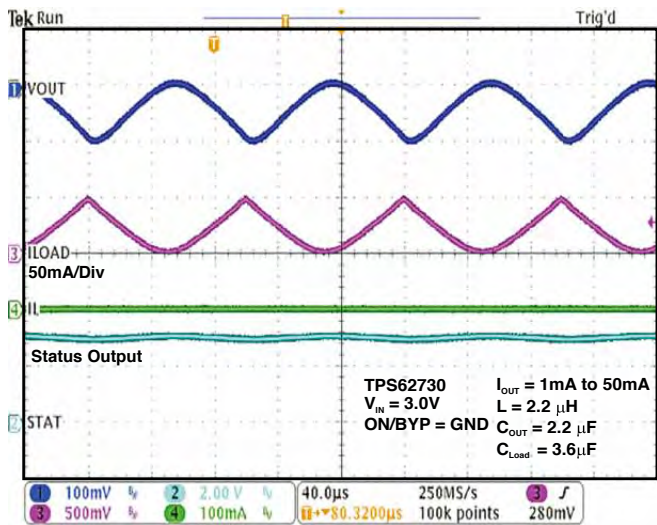


図 23. バイパス・モード動作時の $V_{OUT}$ 交流動作、 $ON/BYP = GND$

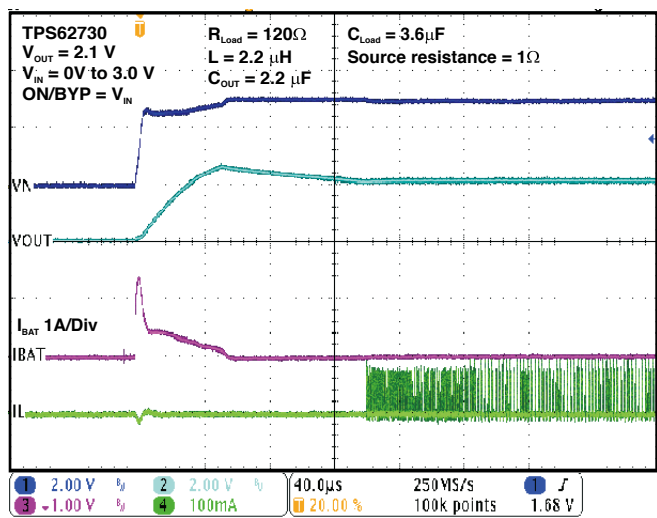


図 24. スタートアップ動作

# 標準的特性

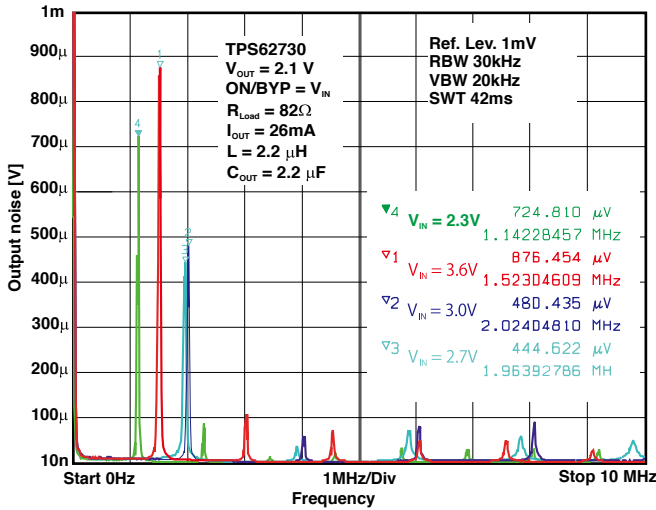


図 25. スプリアス出力ノイズ、TPS62730、 $I_{OUT} = 26\text{ mA}$

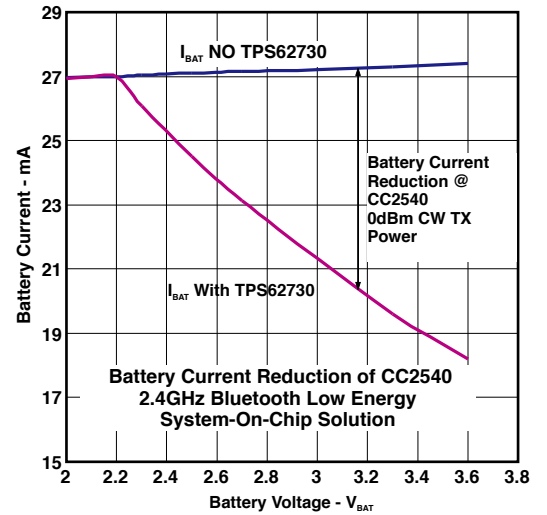


図 26. バッテリ電流の低減 対 バッテリ電圧

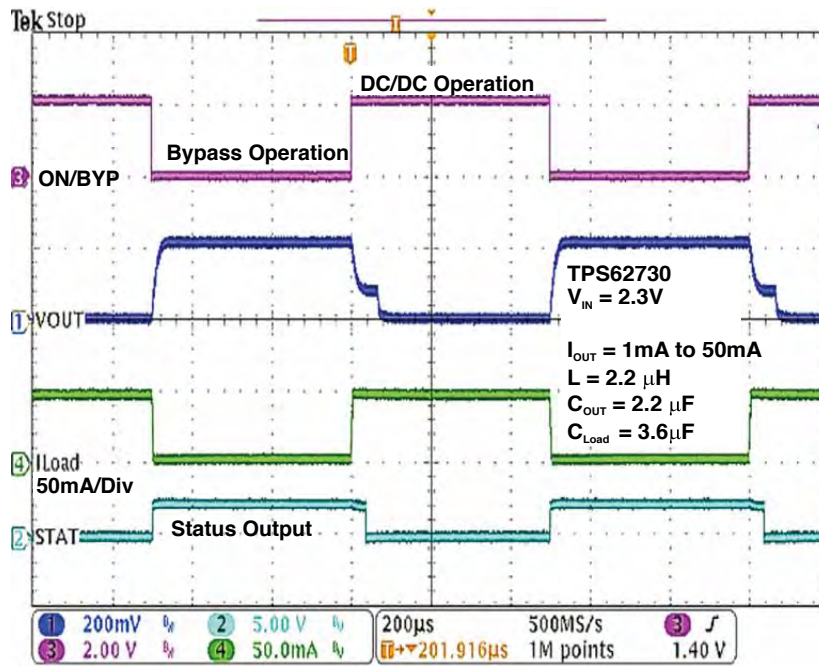


図 27. モード遷移ON/BYP動作

## アプリケーション情報

TPS62730は、高効率電圧変換用の同期整流方式降圧コンバータに、超低消費電力バイパス・スイッチを内蔵して組み合わせることで、最新のマイクロ・コントローラやRF ICが備える低電力モードをサポートします。同期降圧コンバータにはTIのDCS-Control™が搭載されています。これは、ヒステリシスおよび電圧モード制御アーキテクチャの利点を組み合わせた先進のレギュレーション・トポロジです。コンパレータ・ステージによって優れた負荷過渡応答を実現しながら、追加の電圧帰還ループによって高い直流電圧精度を確保します。DCS-Control™により、最大3MHzのスイッチング周波数を使用でき、優れた過渡および交流負荷レギュレーションを実現しながら、小型でコスト・パフォーマンスの高い外部部品で動作できます。TPS6273xデバイスには固定出力電圧オプションが用意され、わずか3個の外部部品だけを使用して最小のソリューション・サイズを実現できます。さらに、この降圧型コンバータは、負荷電流範囲全体にわたって出力電圧リップルが非常に低いため、RFアプリケーションでの使用に最適です。超低電力バイパス・モードでは、デバイスの出力VOUTが内部バイパス・スイッチを介して入力VINに直接接続されます。このモードでは、降圧コンバータがシャットダウンされ、標準でわずか30nAの入力電流しか消費しません。デバイスが超低電力バイパス・モードからRF送信用の降圧コンバータ動作に戻ると、レギュレータのすべての内部回路が、標準で50μsのスタートアップ時間(tStart)内にアクティブになります。この時間中、バイパス・スイッチはオンのままで、出力VOUTから入力VINへの接続は保持されています。DC/DCコンバータが安定し、動作準備ができると、内部バイパス・スイッチがオフになり、システムには出力コンデンサおよび他のデカップリング・コンデンサから電力が供給されます。VOUTに接続されたコンデンサが、降圧コンバータの公称出力電圧レベルまで放電されると、降圧コンバータが動作を開始します。出力電圧が内部誤差増幅器のスレッシュホールドを下回ると、スイッチ・パルスが開始され、DC/DCコンバータのハイサイド・スイッチがオンになります。ハイサイド・スイッチは、最小オン時間 $t_{ONmin}$ が経過して出力電圧が誤差増幅器のスレッシュホールドを超えるか、またはインダクタ電流がハイサイド・スイッチ電流制限に達するまでの間、オンに維持されます。ハイサイド・スイッチがオフになると、ローサイド・スイッチ整流器がオンになり、ハイサイド・スイッチが再度オンになるかインダクタ電流がゼロになるまでの間、インダクタ電流は減少します。コンバータは、軽負荷時はPFM (パルス周波数変調) モードで動作することにより、広い負荷電流範囲にわたって高い効率を維持します。PFMモードでは、デバイスはスイッチ・パルスのスキップを開始し、オン時間 $t_{ONmin}$ で単一パルスだけを生成します。TPS62730のPFMモードは、小型の外部部品を使用した場合でも出力リップル電圧が低くなるよう最適化されています。

オン時間 $t_{ONmin}$ は次の式で見積もることができます。

$$t_{ONmin} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times 260 \text{ ns} \quad (1)$$

したがって、PFMモードのピーク・インダクタ電流は次の式で近似できます。

$$I_{LPMpeak} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT})}{L} \times t_{ONmin} \quad (2)$$

ここで

$t_{ONmin}$  : ハイサイド・スイッチのオン時間[ns]

$V_{IN}$  : 入力電圧[V]

$V_{OUT}$  : 出力電圧[V]

L : インダクタンス[μH]

$I_{LPMpeak}$  : PFMインダクタ・ピーク電流[mA]

## ON/BYPモード選択

ON/BYPがHighになると、DC/DCコンバータがアクティブになります。正常動作を行うには、ON/BYPピンを終端する必要があり、フローティングにはできません。適切なモード選択を行うために、このピンはRFトランシーバまたはマイクロ・コントローラによって制御します。ON/BYPピンをLowにすると、消費電流が標準で30nAの超低電力バイパス・モードが選択されます。このモードでは、内部バイパス・スイッチがオンになり、DC/DCコンバータの出力がバッテリーVINに接続されます。内部制御回路全体、およびDC/DC出力段のハイサイド/ローサイドMOSFETを含め、他のすべての回路がオフになり、内部の分圧抵抗帰還回路は切り離されます。適切なモード選択を行うには、ON/BYPをマイクロ・コントローラで制御する必要があります。

## スタートアップ

デバイスにバッテリー電圧が供給されると、バイパス・スイッチがアクティブになります。ON/BYPピンがHighの場合、デバイスは、DC/DCコンバータが安定し、動作を開始するまでの間、バイパス・モードで動作します。スタートアップ中は、出力コンデンサおよび負荷のシステムで追加されたデカップリング・コンデンサを充電する為にバイパス・スイッチに高いピーク電流が流れる可能性があります。

## DC/DCからバイパス動作への自動遷移

ON/BYPピンをHighにすると、TPS62730はDC/DCと出力リップル電圧がゼロに低減するバイパス・モードとの間を自動遷移します。入力電圧が低下しDC/DCコンバータの出力電圧に近づく、DC/DCコンバータは100%に近いデューティ・サイクルで動作します。この動作状態では、スイッチング周波数が低下し始め、出力リップル電圧の増加につながります。VINのバッテリー電圧が、VIN下降時の自動バイパス遷移スレッシュホールド $V_{IT\ BYP}$ を下回ると、内部バイパス・スイッチがオンになります。DC/DCレギュレータがオフになるため、出力リップル電圧は生成されません。出力がバイパス・スイッチ経由で入力に接続されるため、出力電圧は、入力電圧から内部バイパス・スイッチでの電圧降下を減じた値に追従します。このモードでは、DC/DCコンバータの消費電流が標準で $23\mu A$ に低下します。入力電圧が上昇して、VIN上昇時のバイパス停止スレッシュホールド $V_{IT\ BYP}$ を超えると、DC/DCレギュレータがオンになり、バイパス・スイッチはオフになります。

## 内部電流制限

TPS62730では、ハイサイドおよびローサイドのMOSFETでの電流制限を内蔵し、DC/DCコンバータがアクティブなときに重負荷や短絡からデバイスを保護しています。スイッチに流れる電流は、電流制限コンパレータにより監視されます。ハイサイドMOSFETの電流が制限値に達すると、ハイサイドMOSFETがオフになり、ローサイドMOSFETがオンになって、インダクタの電流が減少します。ローサイドMOSFETスイッチの電流が減少して電流制限コンパレータのスレッシュホールドを下回ると、ハイサイドMOSFETスイッチは再びオンになる事ができます。消費電流を最小限に抑えるため、バイパス・スイッチは電流制限を備えていません。

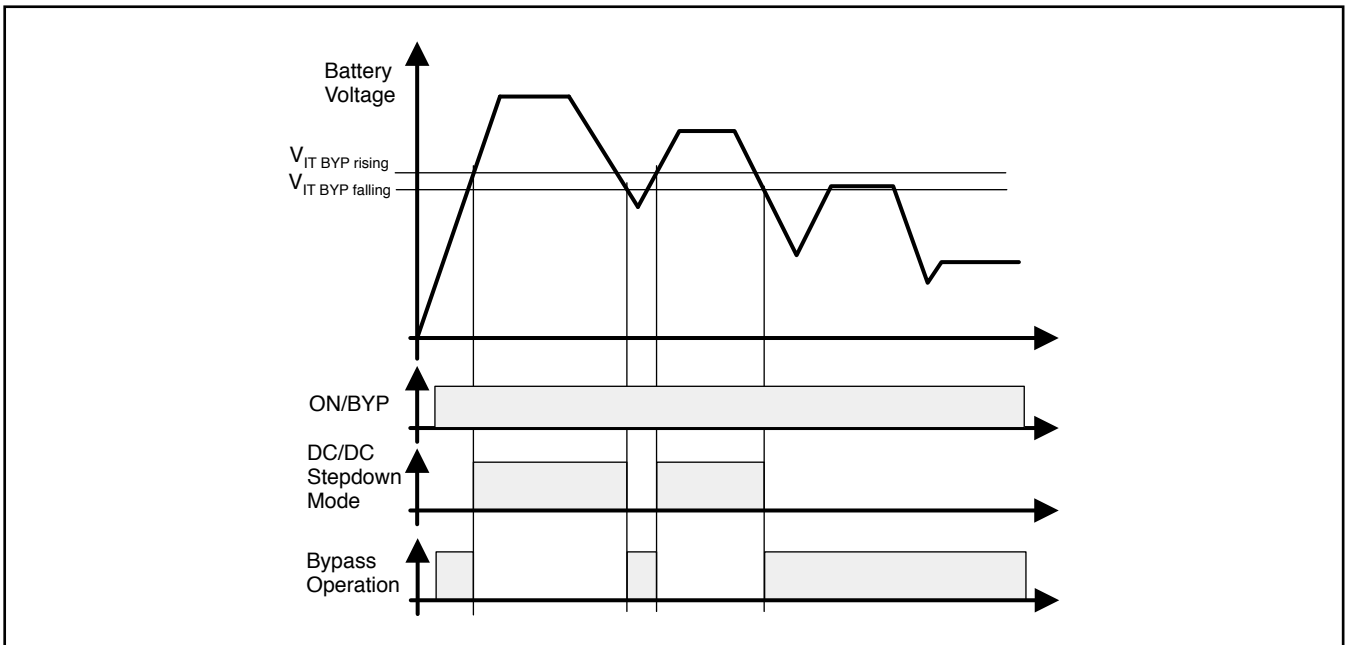


図 28. ON/BYP = High時の動作モード図

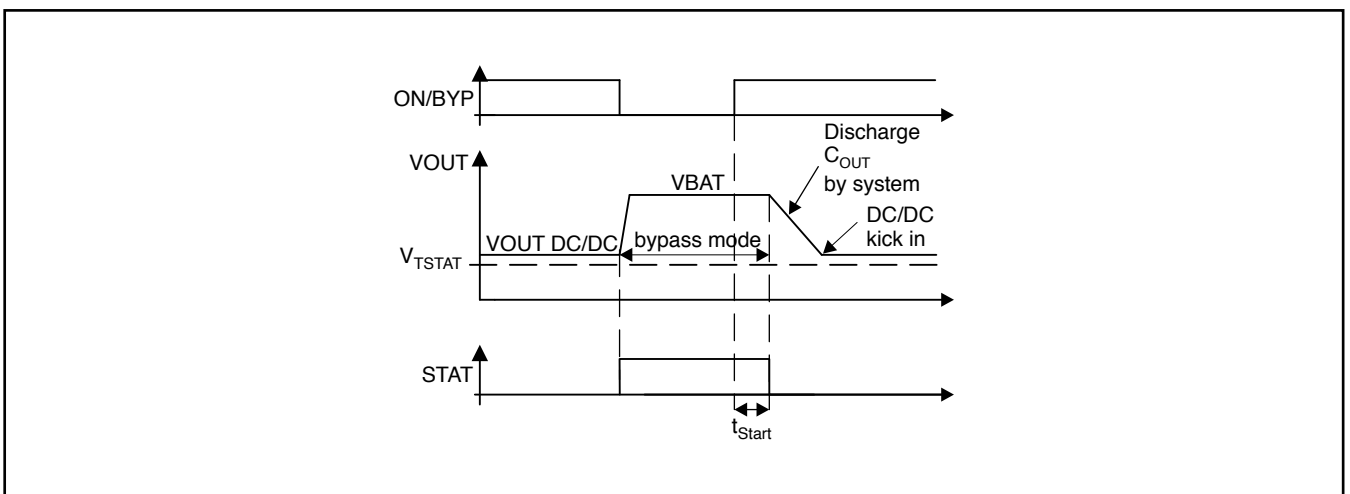


図 29. 信号状態図：ON/BYP、VOUT、STAT

# アプリケーション情報

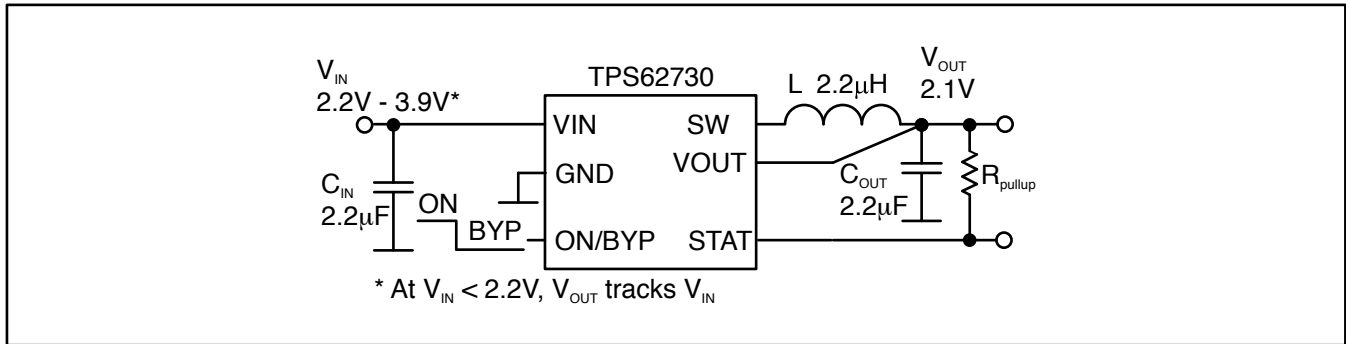


図 30. 標準的なアプリケーション

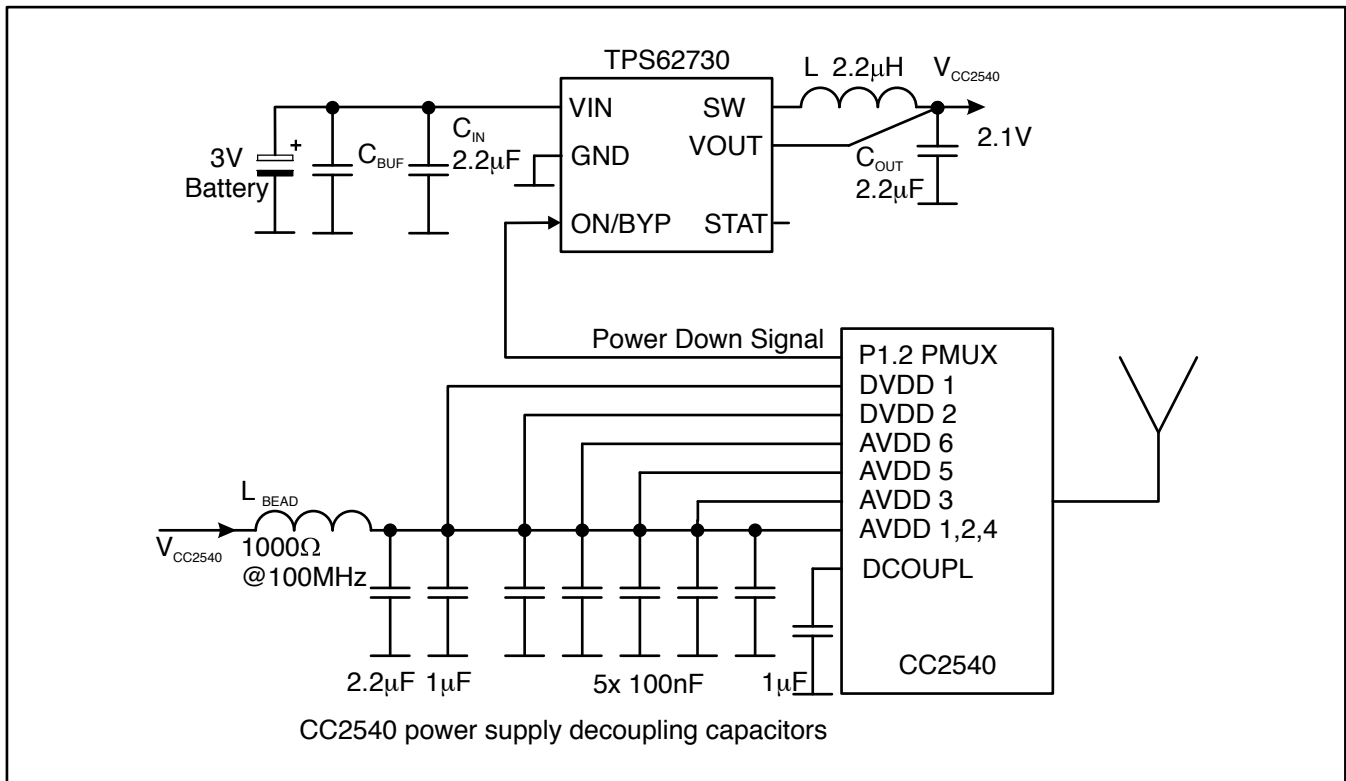


図 31. アプリケーション例：CC2540



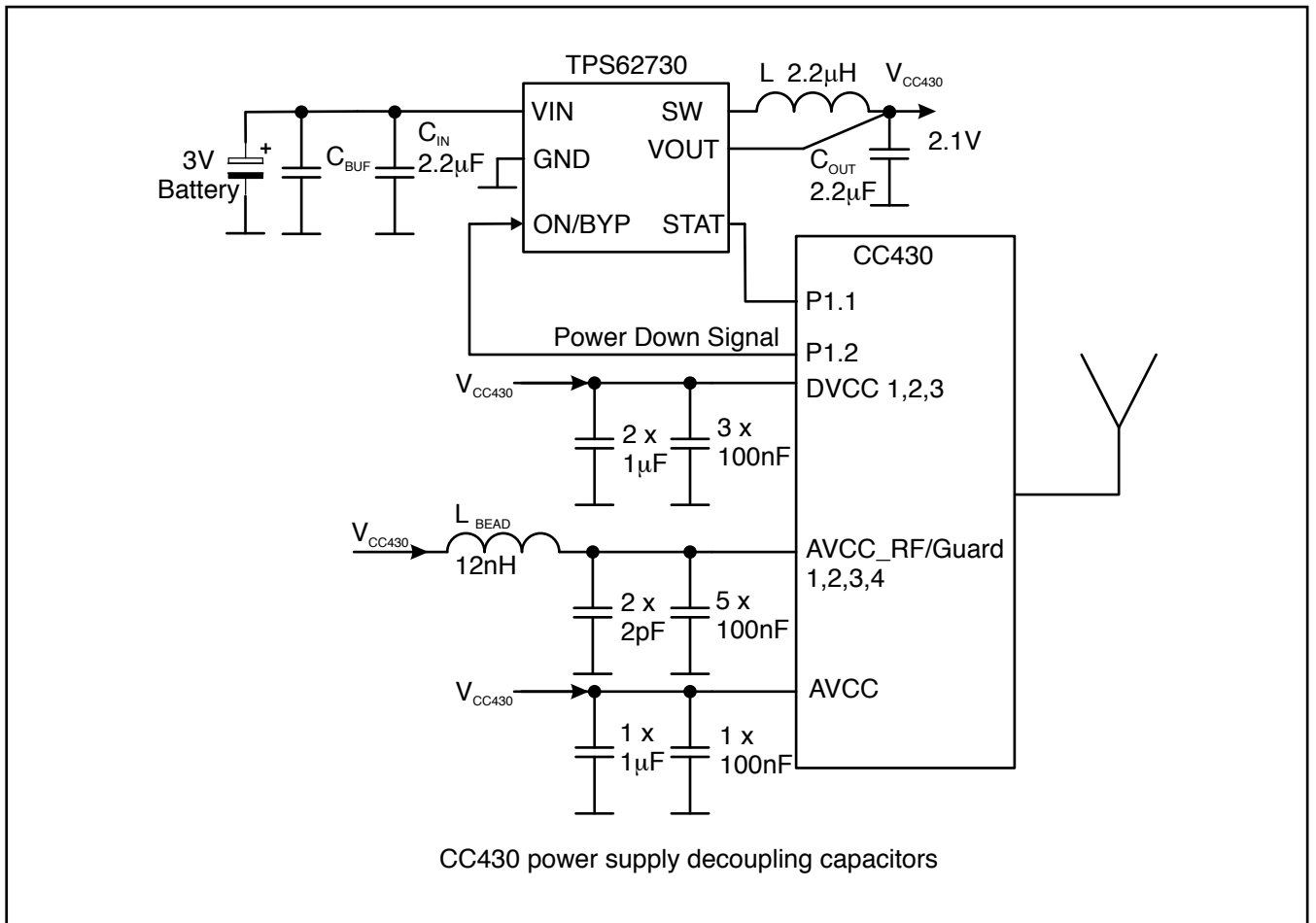


図 32. アプリケーション例：CC430

## 出力フィルタの設計 (インダクタおよび出力コンデンサ)

TPS62730は、実効値が1.5μH~3μHの範囲のインダクタンスと、実効値が1.0μF~10μFの範囲の出力容量で動作するように最適化されています。内部補償は、L = 2.2μHおよびC<sub>OUT</sub> = 2.2μFの出力フィルタとともに動作するように最適化され、LC出力フィルタのコーナー周波数は次のようになります。

$$f_c = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{(2.2\mu\text{H} \times 2.2\mu\text{F})}} = 72\text{kHz} \quad (3)$$

### インダクタの選択

インダクタの値は、ピーク・ツー・ピーク・リップル電流、PWMからPFMへの遷移点、出力電圧リップル、および効率に影響を与えます。選択するインダクタは、直流抵抗と飽和電流の定格を満たしている必要があります。インダクタのリップル電流(ΔI<sub>L</sub>)は、インダクタンスが高いほど小さくなり、V<sub>IN</sub>またはV<sub>OUT</sub>が高いほど大きくなります。式(4)では、静的な負荷条件での最大インダクタ電流を計算します。インダクタの飽和電流定格は、式(5)で計算される最大インダクタ電流よりも大きい必要があります。

$$\Delta I_L = V_{out} \times \frac{1 - \frac{V_{out}}{V_{in}}}{L \times f} \quad (4)$$

$$I_{Lmax} = I_{outmax} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (5)$$

ここで

f = スイッチング周波数

L = インダクタの値

ΔI<sub>L</sub> = ピーク・ツー・ピークのインダクタ・リップル電流

I<sub>Lmax</sub> = 最大インダクタ電流

高周波コンバータアプリケーションでは、効率は基本的にインダクタの交流抵抗(つまり、Q値)によって影響を受け、さらにインダクタのDCR値にもある程度影響を受けます。高効率動作を実現するには、スイッチング周波数で25以上のQ値を持つインダクタを選択するよう注意が必要です。インダクタンス値を大きくすると、RMS電流が小さくなりますが、過渡応答が悪くなります。通常、インダクタの物理的なサイズが等しければ、インダクタンスが大きいほどインダクタの飽和電流が小さくなります。

コイルの合計損失は、直流抵抗R<sub>(DC)</sub>での損失と、以下の周波数依存成分から構成されています。

- コア材料での損失(特に高スイッチング周波数で生じる、磁気ヒステリシス損)
- 表皮効果による導体内の追加損失(高周波数での電流偏移)
- 近接する巻線での磁界損失(近接効果)
- 放射損失

TPS62730コンバータでは、次に示す各種サプライヤのインダクタ・シリーズが使用されています。

インダクタンス [μH]	寸法 [mm <sup>3</sup> ]	インダクタの種類	サプライヤ
2.2	2.0 × 1.2 × 1.0	LQM21PN2R2NGC	Murata
2.2	2.0 × 1.2 × 1.0	MIPSZ2012	FDK

表1. インダクター一覧

### DC/DC出力コンデンサの選択

TPS62230では、DCS-Control™制御方式により、小型のセラミック・コンデンサを使用できます。低ESR値のセラミック・コンデンサは出力電圧リップルが最小となるため、これを推奨します。出力コンデンサには、X7RまたはX5R誘電体が必要です。Y5VおよびZ5U誘電体コンデンサは、温度によって容量が大幅に変動するだけでなく、高い周波数では抵抗が大きくなります。軽負荷電流時には、コンバータはパワーセーブ・モードで動作し、出力電圧リップルは出力コンデンサ容量とPFMピーク・インダクタ電流に依存します。

### 追加のデカップリング・コンデンサ

出力コンデンサに加えて、TPS62730の出力には、さらにいくつかのデカップリング・コンデンサが接続されます。これらのデカップリング・コンデンサは、RFトランスミッタまたはマイクロ・コントローラの近くに配置します。これらのデカップリング・コンデンサの合計容量は最小限に抑え、リファレンス・デザインで使用された値を超えないようにする必要があります(図31および図32を参照)。DC/DC動作からバイパス・モードへのモード遷移中は、出力V<sub>OUT</sub>のコンデンサが、内部バイパス・スイッチ経由でバッテリー電圧V<sub>IN</sub>まで充電されます。バイパス・モードからDC/DC動作へのモード遷移中は、DC/DCが動作を開始するまでの間、これらのコンデンサをシステム電源電流によって公称出力電圧スレッシュホールドまで放電する必要があります。出力およびデカップリング・コンデンサ内の電荷の変化量は、式(6)に従って計算できます。出力およびデカップリング・コンデンサの充電/放電によるエネルギー損失は、式(7)に従って計算できます。

$$dQ_{C_{OUT\_CDEC}} = C_{C_{OUT\_CDEC}} \times (V_{IN} - V_{OUT\_DC\_DC}) \quad (6)$$

$$E_{Charge\_Loss} = \frac{1}{2} \times C_{C_{OUT\_CDEC}} \times (V_{IN}^2 - V_{OUT\_DC\_DC}^2) \quad (7)$$

ここで

dQ<sub>C<sub>OUT\_CDEC</sub></sub> : 出力およびデカップリング・コンデンサをV<sub>OUT\_DC\_DC</sub>からV<sub>IN</sub>まで(およびその逆に)充電/放電するために必要な電荷の変化量

C<sub>C<sub>OUT\_CDEC</sub></sub> : デバイスのV<sub>OUT</sub>ピン上の合計容量(出力コンデンサとデカップリング・コンデンサを含む)

V<sub>IN</sub> : 入力(バッテリー)電圧

V<sub>OUT\_DC\_DC</sub> : 公称DC/DC出力電圧V<sub>OUT</sub>

## 入力コンデンサの選択

降圧コンバータは入力電流がパルス状になるという特徴を持つため、デバイスの適切な機能を維持するために入力電圧スパイクを最小限に抑えるには、入力電圧を最適にフィルタリングする低ESRの入力コンデンサが必要です。ほとんどのアプリケーションでは、 $2.2\mu\text{F}\sim 4.7\mu\text{F}$ のセラミック・コンデンサを推奨します。入力電圧を最適にフィルタリングするために、入力コンデンサの容量は特に制限なく増やすことができます。

テスト済みの入力/出力コンデンサの一覧を表2に示します。

## 入力バッファ・コンデンサの選択

小容量のセラミック入力コンデンサに加えて、電圧降下およびリップル電圧の低減のために、より大容量のバッファ・コンデンサ $C_{\text{Buf}}$ の使用を推奨します。Li-SOC12、Li-SO2、Li-MnO2などのバッテリーを使用する場合には、バッテリーの内部インピーダンスを考慮する必要があります。これらの種類のバッテリーは、放電状態に応じて内部インピーダンスが増加する傾向があり、多くの場合、わずかに数mAの出力電流しかサポートできません。したがって、DC/DC動作中（RF送信時など）にバッテリー電圧を安定させるため、バッファ・コンデンサの使用が推奨されます。DC/DC動作中にTPS62730の入力で電圧降下が生じると、システム電力の低減という降圧型コンバータの利点に悪影響が及びます。さらに、電圧が降下してデバイスの最小推奨動作電圧を下回ると、システムが予期せず停止する場合があります。いずれの場合も、バッテリー稼働時間の短縮につながります。最高の性能を実現し、バッテリーから最大限のエネルギーを得るために推奨される手順は、DC/DC動作中の電圧降下を $50\text{mV}_{\text{pp}}$ 未満に抑えられるバッファ・コンデンサ値を選択することです。このコンデンサ値は、使用するバッテリーの種類、RF送信中の消費電流、および送信時間に大きく依存します。

容量 [ $\mu\text{F}$ ]	サイズ	コンデンサの種類	サプライヤ
2.2	0402	GRM155R60J225	Murata

表 2. コンデンサー一覧

## ループ安定性のチェック

回路と安定性の評価の第一段階は、定常状態の観点から以下の信号を観測することです。

- スイッチング・ノードSW
- インダクタ電流 $I_L$
- 出力リップル電圧 $V_{\text{OUT(AC)}}$

これらは、スイッチング・コンバータの評価時に測定する必要がある基本的な信号です。スイッチング波形に大きなデューティ・サイクル・ジッタが現れたり、出力電圧またはインダクタ電流に発振が見られたりする場合は、レギュレーション・ループが不安定な可能性があります。これは多くの場合、基板レイアウトおよびL-Cの組み合わせに起因するものです。

レギュレーション・ループの評価における次のステップとして、負荷過渡応答をテストします。負荷過渡状態の発生からハ

イスайдMOSFETがオンになるまでの時間、出力コンデンサは負荷に必要な電流をすべて供給する必要があります。 $V_{\text{OUT}}$ は、 $\Delta I_{(\text{LOAD})} \times \text{ESR}$ に等しい量だけ直ちにシフトされます。ここで、ESRは $C_{\text{OUT}}$ の等価直列抵抗です。 $\Delta I_{(\text{LOAD})}$ によって $C_{\text{O}}$ の充電または放電が開始され、レギュレータが $V_{\text{OUT}}$ を定常状態値に戻すために使用する帰還誤差信号が生成されます。この結果は、デバイスがPWMモードで動作しているときに最も簡単に解釈できます。

この復帰時間の間、 $V_{\text{OUT}}$ のセトリング・タイム、オーバーシュート、リングングを監視することで、コンバータの安定性を判断する助けとなります。リングングがなければ、ループは通常45度以上の位相余裕を持ちます。

回路のダンピング係数には、温度に依存するいくつかの抵抗性パラメータ（MOSFETの $r_{\text{DS(on)}}$ など）が直接関係しているため、ループ安定性の分析は、入力電圧範囲、負荷電流範囲、温度範囲のそれぞれ全体にわたって行う必要があります。

## レイアウトについての考慮事項

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。特にRF設計では、PCBレイアウトに十分な注意を払う必要があります。基板レイアウトでは、仕様で規定された特性が得られるよう配慮が必要です。レイアウトに注意しなければ、ラインや負荷のレギュレーションがうまくいかない場合や、安定性およびEMIの問題、RF回路への干渉などが生じる場合もあります。低インダクタンス、低インピーダンスのグラウンド・パスを用意することが重要です。そのため、メインの電流パスには幅広く短いパターンを使用してください。入力コンデンサは、インダクタや出力コンデンサと同様にできるだけICピンの近くに配置する必要があります。グラウンド・ノイズの影響を小さくするために、電源GNDノードは共通で使用し、別のノードを信号GNDとして使用します。GNDピンへの共通パスには、小さな信号成分と出力コンデンサからの大電流の両方が流れます。グラウンド・ノイズを避けるために、このパスはできる限り短くしてください。 $V_{\text{OUT}}$ ラインは出力コンデンサに接続し、ノイズの多い部品やパターン（SWラインなど）から遠ざけて配置します。

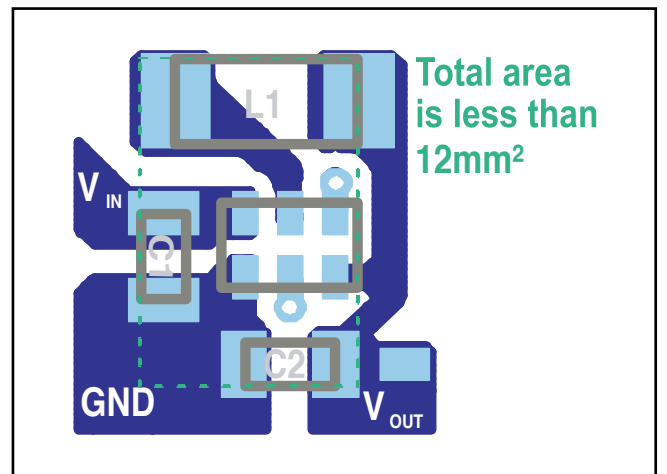


図 33. TPS62730の推奨PCBレイアウト

# パッケージ情報

## 製品情報

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>	Samples (Requires Login)
TPS62730DRYR	ACTIVE	SON	DRY	6	5000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	
TPS62730DRYT	ACTIVE	SON	DRY	6	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	

<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)、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プ使用、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。

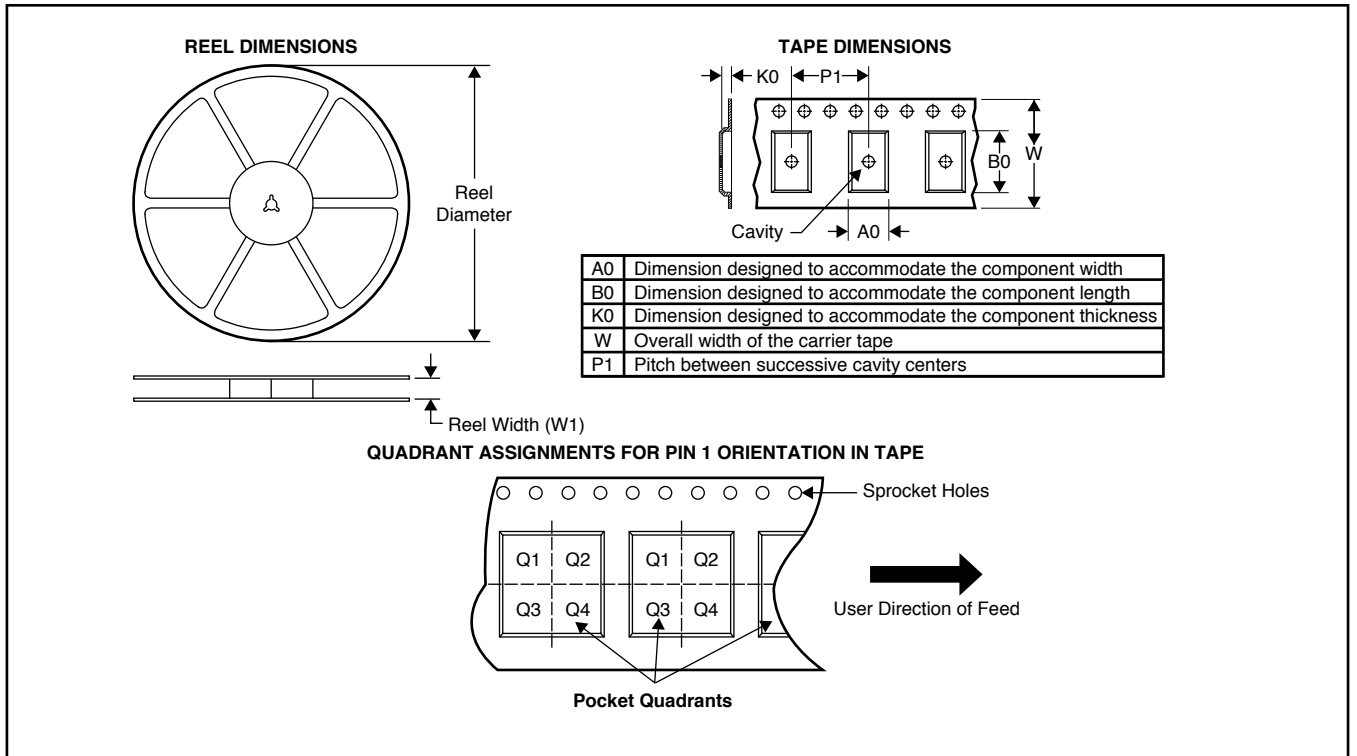
**Green (RoHS & no Sb/Br)**: TIにおける“Green”は、“Pb-Free” (RoHS互換) に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン (Sb) をベースとした難燃材を含まない (均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない) ことを意味しています。

<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いません。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。

TIは、いかなる場合においても、かかる情報により発生した損害について、TIがお客様に1年間に販売した本書記載の問題となった TIパーツの購入価格の合計金額を超える責任を負いかねます。

パッケージ・材料情報  
 テープおよびリール・ボックス情報

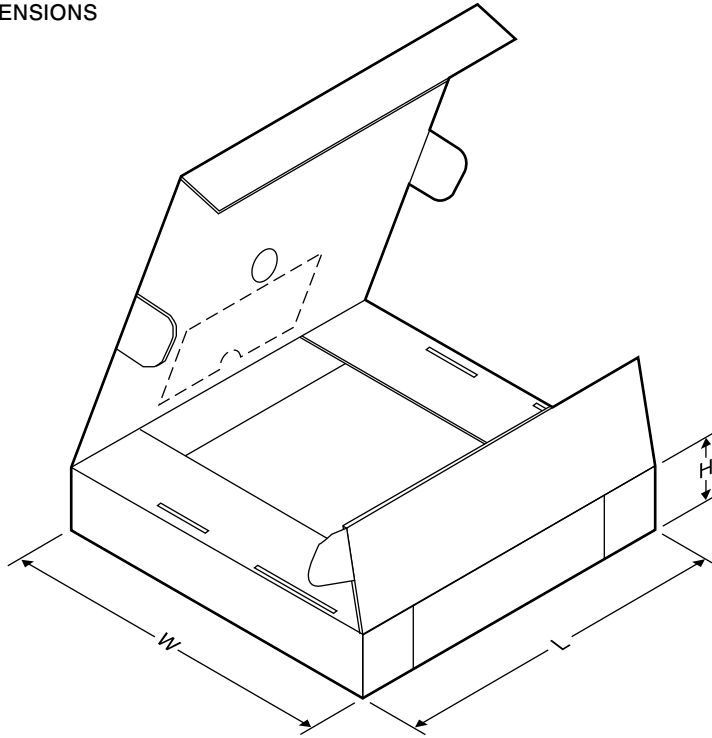


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS62730DRYR	SON	DRY	6	5000	179.0	8.4	1.2	1.65	0.7	4.0	8.0	Q1

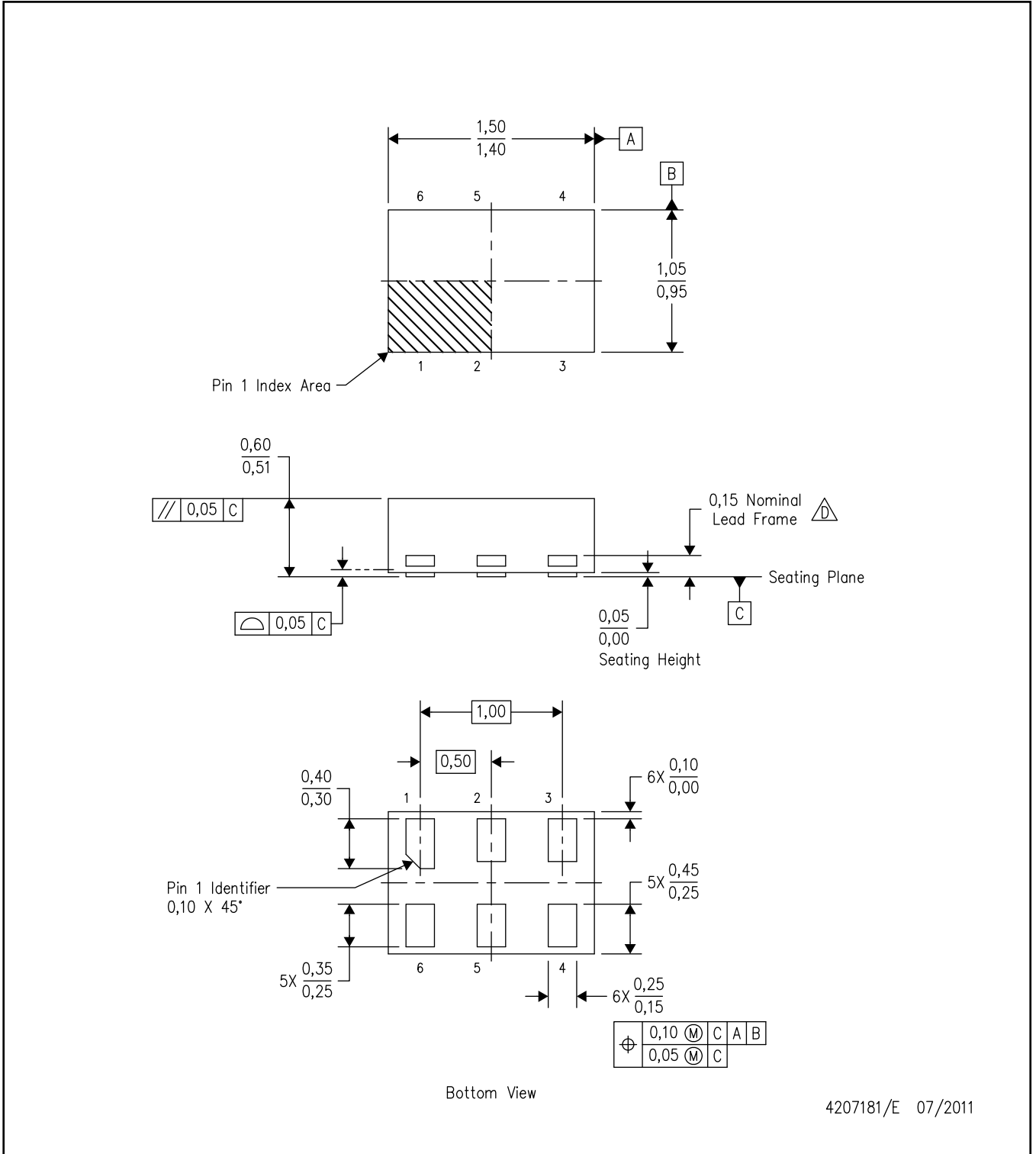
## パッケージ・材料情報

### TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS62730DRYR	SON	DRY	6	5000	203.0	203.0	35.0



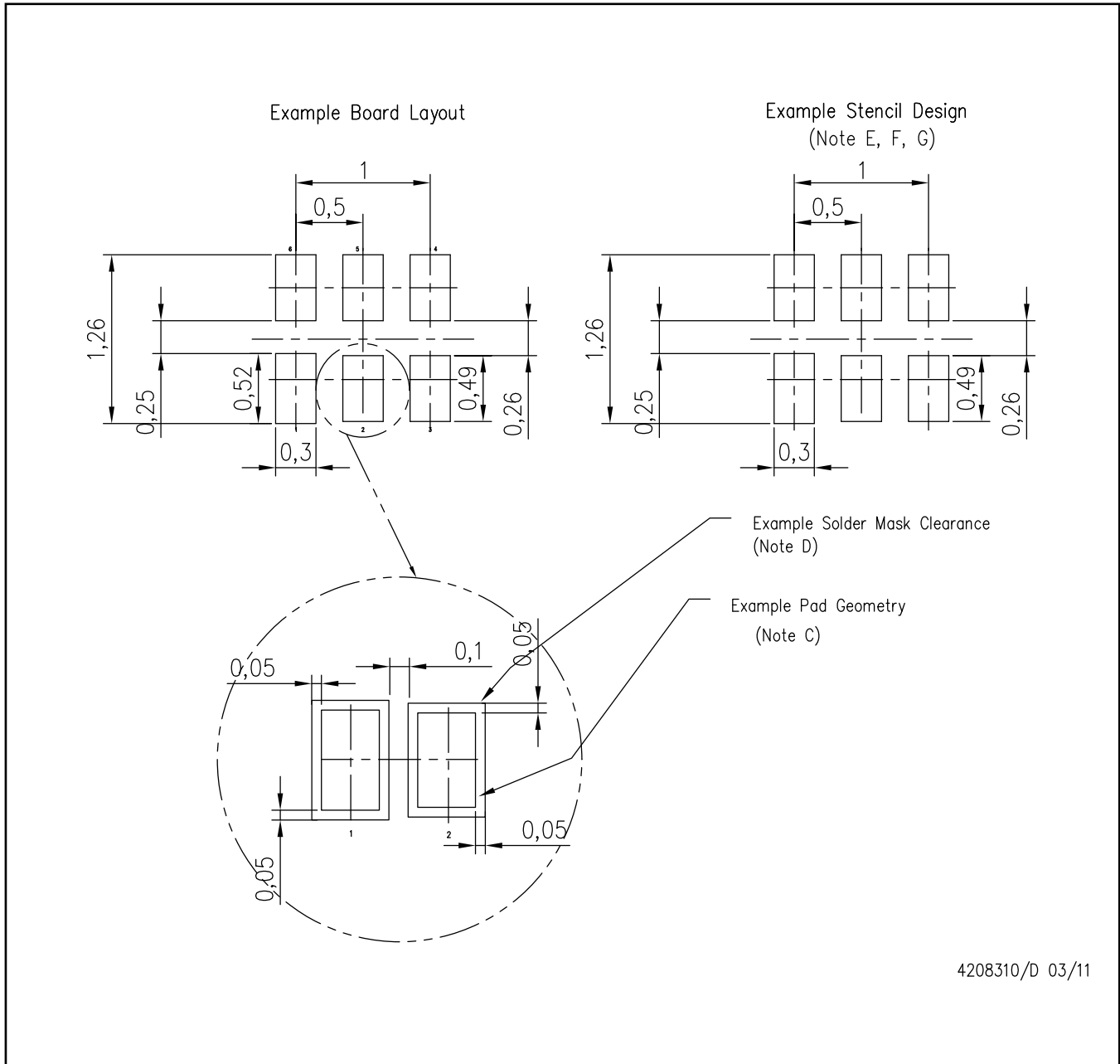
注： A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。寸法と許容差はASME Y14.5M- 1994に従っています。

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

$\Delta$  代替リード・フレーム設計によって、パッケージ側面の露出したリード・フレーム部分は存在しない場合もあります。

E. JEDEC MO-287 variation UFAD に準拠。



- 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. 代替設計には、IPC-7351規格を推奨します。  
 D. 信号パッド間および信号パッド周囲の半田マスク許容差については、基板組み立て拠点にお問い合わせください。  
 E. ステンシルの最大の厚みは、0.127mm(5mil)。全ての線寸法の単位はミリメートルです。  
 F. 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. サイド・アパーチャ寸法は、許容面積比が0.66を超える場合、ランドに重なります。ステンシルの製造工程により、より小さな開口部で十分なリリースを確保できる場合は、サイド・アパーチャ寸法を縮小してもかまいません。



# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）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といいます)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。

TI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。

TI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。

TI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おりません。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たり、保証もしくは是認するということの意味しません。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TI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。TI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。

TI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TI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おられません。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おられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしているとして特別に指定した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 © 2012, 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℃、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℃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