

TPS63822 および TPS638221 低静止電流、4A 昇降圧コンバータ

1 特長

- 入力電圧範囲: 1.8V ~ 5.5V
 - スタートアップ時の最低入力電圧: 2.0V
- V_{OUT} 範囲: 1.2V ~ 5.5V
- 出力電流
 - $V_{IN} \geq 2.5V$, $V_{OUT} = 3.3V$ で最大 3.5A
 - $V_{IN} \geq 3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ で最大 4A
- 全負荷範囲にわたって高効率を実現
 - 2.3 μ A の低動作時静止電流
 - $V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 100\mu$ A で 91.94% の効率 (昇降圧モード時)
 - $V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 2A$ で 95.33% の効率 (昇降圧モード時)
- 自動パワー セーブ モード、超音波モード、および強制 PWM モードを選択可能
- PG ピンによって指示されるウィンドウ機能付きパワーグッド
- 出力放電機能 (TPS638221 のみ)
- 1.2V ロジック I/O をサポート
- 安全性と堅牢な保護機能
 - 過熱保護
 - 入力および出力過電圧保護
 - シャットダウン時の完全な負荷接続解除
 - 順方向および逆方向の電流制限
 - ヒカップ保護
- 15 ボール WCSP パッケージ (2.029mm x 1.257mm)

2 アプリケーション

- システムのプリレギュレータ
- ポイント オブ ロード レギュレーション
- 光学モジュール
- 広帯域のネットワーク無線または SoC 電源

3 説明

TPS63822 と TPS638221 は低静止電流、代出力電流の昇降圧コンバータであり、標準バレー電流制限値は 6.5A です。静止電流 2.3 μ A で、4 個の低 $R_{DS(on)}$ MOSFET を採用しており、軽負荷から重負荷までの範囲で高効率を実現します。

入力電圧に応じて自動的に昇圧モード、降圧モード、昇降圧モード (入力電圧が出力電圧とほぼ等しい場合) で動作します。モード間の遷移は定義されたスレッシュホールドで発生し、モード間の不要な切り替えが避けられるので出力電圧リップルを減らすことができます。

このデバイスは動的応答が高速であるため、大きな負荷過渡が発生した場合でも、出力電圧を厳格にレギュレートできます。

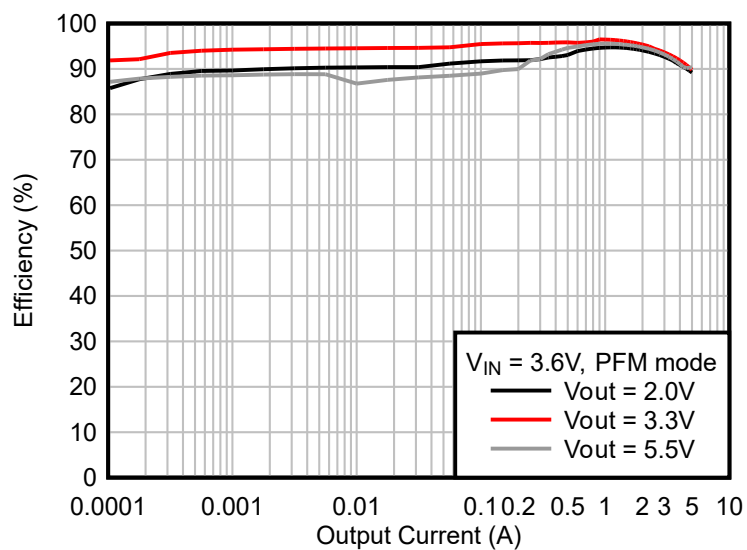
これらのデバイスは、WCSP で小型のソリューション サイズを実現しています。

製品情報

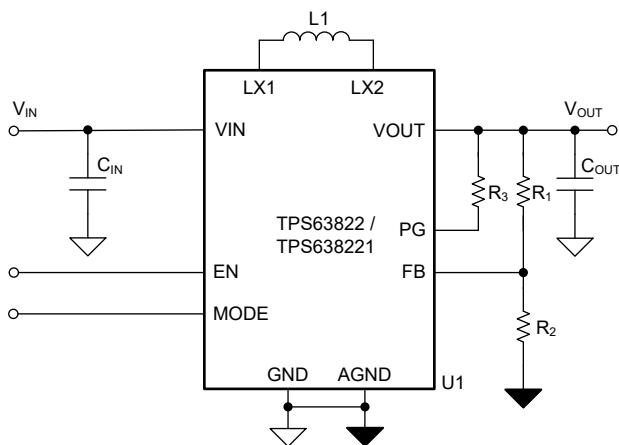
型番 ⁽¹⁾	パッケージ ⁽²⁾	パッケージ サイズ ⁽³⁾
TPS63822 ⁽⁴⁾	YBG (DSBGA, 15)	2.029mm × 1.257mm
TPS638221		

- 「[デバイス比較表](#)」を参照してください。
- 詳細については、[メカニカル](#)、[パッケージ](#)、および[注文情報](#)を参照してください。
- パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。
- 製品プレビュー。詳細は テキサス・インスツルメンツまでお問い合わせください。





効率と I_{OUT} との関係



アプリケーション概略図

目次

1 特長	1	8 アプリケーションと実装	14
2 アプリケーション	1	8.1 使用上の注意.....	14
3 説明	1	8.2 代表的なアプリケーション.....	14
4 デバイス比較表	4	8.3 電源に関する推奨事項.....	23
5 ピン構成および機能	5	8.4 レイアウト.....	23
6 仕様	6	9 デバイスおよびドキュメントのサポート	25
6.1 絶対最大定格.....	6	9.1 デバイス サポート.....	25
6.2 ESD 定格.....	6	9.2 ドキュメントのサポート.....	25
6.3 推奨動作条件.....	6	9.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	25
6.4 熱に関する情報.....	7	9.4 サポート・リソース.....	25
6.5 電気的特性.....	7	9.5 商標.....	25
6.6 代表的特性.....	8	9.6 静電気放電に関する注意事項.....	25
7 詳細説明	9	9.7 輸出管理に関する注意事項.....	25
7.1 概要.....	9	9.8 用語集.....	25
7.2 機能ブロック図.....	9	10 改訂履歴	26
7.3 機能説明.....	9	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報	27
7.4 デバイスの機能モード.....	13		

4 デバイス比較表

部品番号	出力放電
TPS63822YBGR ⁽¹⁾	なし
TPS638221YBGR	あり

(1) 製品プレビュー。詳細は テキサス・インスツルメンツまでお問い合わせください。

5 ピン構成および機能

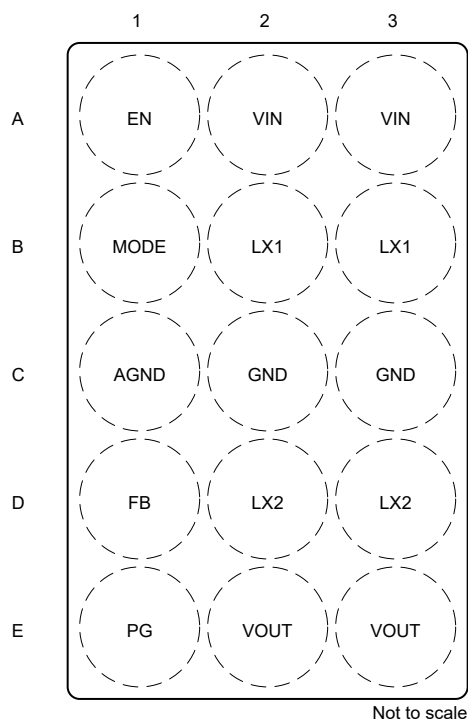


図 5-1. TPS63822、TPS638221 YBG パッケージ、15 ボール DSBGA (上面図)

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ ⁽¹⁾	説明
番号	名称		
A1	EN	I	デバイス イネーブル。このピンが High ロジック レベルになるとデバイスは有効化され、このピンが Low ロジック レベルになるとデバイスが無効化されます。
A2、A3	VIN	PWR	電力段の電源電圧
B1	モード	I	自動 PFM / PWM / 超音波モード選択 MODE = ロジック "Low"、自動 PFM モード MODE = ロジック "High"、FPWM モード MODE = フローティング、超音波モード
B2、B3	LX1	PWR	インダクタの接続
C1	AGND	—	アナログ グランド
C2、C3	GND	PWR	電源グランド
D1	FB	I	可変バージョンの電圧帰還。FB を AGND に接続した場合、出力電圧は 3.3V に固定されます。
D2、D3	LX2	PWR	インダクタの接続
E1	PG	O	パワー グッド インジケータとオープンドレイン出力。使用しない場合、このピンはフローティングのままにしておくことができます。
E2、E3	VOUT	PWR	コンバータの出力

(1) I = 入力、O = 出力、PWR = パワー

6 仕様

6.1 絶対最大定格

接合部動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
V_I	入力電圧 (VIN、LX1、LX2、VOUT、MODE、FB、EN、PG) ⁽²⁾	-0.3	6	V
V_I	10ns 未満の入力電圧 (LX1、LX2) ⁽²⁾	-0.7	8	V
T_J	動作時接合部温度	-40	150	°C
T_{stg}	保存温度	-65	150	°C

- (1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
- (2) 電圧値はすべて、特に記載のない限り、ネットワークのグランド端子を基準としています。

6.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 ⁽¹⁾	±2000	V
$V_{(ESD)}$	静電放電	デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠 ⁽²⁾	±500	V

- (1) JEDEC ドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。
- (2) JEDEC ドキュメント JEP157 には、250V CDM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

6.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

			最小値	公称値	最大値	単位
V_I	電源電圧		1.8		5.5	V
V_O	出力電圧		1.2		5.5	V
I_O	出力電流 ⁽¹⁾	$V_{OUT} = 3.3V, V_{IN} \geq 2.6V$			3.5	A
C_I	入力容量 ⁽²⁾		5			μF
C_O	出力容量 ⁽²⁾	$V_{OUT} = 3.3V, V_{IN} \geq 2.6V, I_{OUT} \leq 2A$	14	16		μF
L	インダクタンス		390	470	560	nH
T_A	動作温度範囲		-40		85	°C
T_J	動作ジャンクション温度範囲		-40		125	°C

- (1) このデバイスは、接合部温度が高温になるまでの短時間のみ最大推奨出力電流を維持できます。ユーザーは、最終アプリケーションの熱性能が最大出力電流をサポートできることを確認する必要があります。
- (2) DC バイアス効果を考慮した後の有効静電容量。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TPS63822 TPS638221	単位
		YBG (DSBGA)	
		15 ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	83.5	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	1.4	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	21.6	°C/W
ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	1.4	°C/W
ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	21.6	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『**半導体および IC パッケージの熱評価基準**』アプリケーション ノートを参照してください。

6.5 電気的特性

T_J = -40°C ~ 125°C、V_{IN} = 2.0V ~ 5.5V。標準値は、V_{IN} = 3.6V、V_{OUT} = 3.3V、T_J = 25°C です (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電源						
V _{IN}	入力電圧範囲		1.8		5.5	V
V _{IT+}	正方向の UVLO スレッショルド電圧		1.8	1.9	2.0	V
V _{IT-}	負方向の UVLO スレッショルド		1.6	1.7	1.8	V
V _{HYS}	ヒステリシス電圧			200		mV
I _Q	V _{IN} への静止電流	V _{IN} = 3.6V、V _{EN} = 3.6V、V _{OUT} = 3.3V、 非スイッチング、T _J = -40°C ~ 85°C		2.3	4	μA
I _Q	V _{OUT} への静止電流	V _{IN} = 3.6V、V _{EN} = 3.6V、V _{OUT} = 3.3V、 非スイッチング、T _J = -40°C ~ 85°C		0.3	1	μA
I _{SD}	V _{IN} へのシャットダウン電流	V _{IN} = 3.6V、V _{OUT} = 0V、V _{EN} = 0V T _J = -40°C ~ 85°C		0.3	2.5	μA
I/O 信号						
V _{IT+}	正方向入力スレッショルド電圧	MODE、EN			0.82	V
V _{IT-}	負方向入力スレッショルド電圧	MODE、EN	0.33			V
V _{IM}	Mid レベル入力電圧	モード		0.6		V
I _{IH}	High レベル入力電流	モード	V _{MODE} = 1.2V	0.01	0.1	μA
I _{IL}	Low レベル入力電流	モード	V _{MODE} = 0V	0.01	0.1	μA
I _{IB}	入力バイアス電流	EN	V _{EN} = 0V ~ 5.5V	2.5	30	nA
R _{EN}	EN ピンのプルダウン抵抗	EN = Low		800		kΩ
電力段						
V _O	出力電圧範囲		1.2		5.5	V
V _{REF}	フィードバックレギュレーション電圧		0.792	0.800	0.808	V
	PFM バレー - DC オフセット	PFM 動作	0.7	1.5	2.5	%
	DC オフセット	超音波動作、V _{OUT} ≥ 2.5V	0.7	1.25	2.5	%
I _{FB_lkg}	FB ピンでのリーク電流				50	nA
	バレー スwitchング電流制限		5.7	6.5	7	A
	逆バレー スwitchング電流制限		-4.0	-3.3	-2	A
	ヒステリシス電流			800		mA
降圧側 R _{DS(on)}	降圧側のハイサイド MOSFET オン抵抗			11.6		mΩ
	降圧側のローサイド MOSFET オン抵抗			15.5		
昇圧側 R _{DS(on)}	昇圧側のハイサイド MOSFET オン抵抗			11.6		
	昇圧側のローサイド MOSFET オン抵抗			15.3		

6.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{IN}} = 2.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 。標準値は、 $V_{\text{IN}} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}$ 、 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ です (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{LKG}	VIN から LX1 へのリーク電流	EN = GND、 $V_{\text{IN}} = 5.5\text{V}$ 、 $V_{\text{LX1}} = 0\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$		0.03	4	μA
I_{LKG}	VOOUT から LX2 へのリーク電流	EN = GND、 $V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$ 、 $V_{\text{LX2}} = 0\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$		0.03	4	μA
I_{LKG}	LX1 から GND へのリーク電流	EN = GND、 $V_{\text{LX1}} = 5.5\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$		0.02	4	μA
I_{LKG}	LX2 から GND へのリーク電流	EN = GND、 $V_{\text{LX2}} = 5.5\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$		0.02	4	μA
I_{DISCHG}	出力放電電流	$V_{\text{IN}} = 3.0\text{V}$		160		mA
タイミング パラメータ						
t_{SS}	ソフト スタート時間		0.2	0.3	0.4	mS
$t_{\text{d(EN)}}$	EN ピンの立ち上がりエッジと出力電圧ランプの開始の間の遅延			200	240	μS
	超音波モードでのスイッチング周波数		24			kHz
PROTECTION						
$V_{\text{T+ (IOP)}}$	入力 OVP スレッシュホールド電圧		5.65	5.75	5.95	V
	入力 OVP ヒステリシス			100		mV
$V_{\text{T+ (OVP)}}$	出力 OVP スレッシュホールド電圧		5.65	5.75	5.95	V
	出力 OVP ヒステリシス			100		mV
$V_{\text{PG_TH_rising}}$	立ち上がりのパワー グッド スレッシュホールド			95		$\%$
$V_{\text{PG_TH_falling}}$	立ち下りのパワー グッド スレッシュホールド			90		$\%$
$V_{\text{PG_low}}$	パワー グッドの Low レベル出力電圧				0.36	V
I_{LKG}	PG ピンのリーク電流				0.03	μA
	ヒカップ オン時間			2		mS
	ヒカップ オフ時間			74		mS
	サーマル シャットダウン スレッシュホールド温度	T_J 立ち上がり		165		$^{\circ}\text{C}$
	サーマル シャットダウン ヒステリシス			20		$^{\circ}\text{C}$

6.6 代表的特性

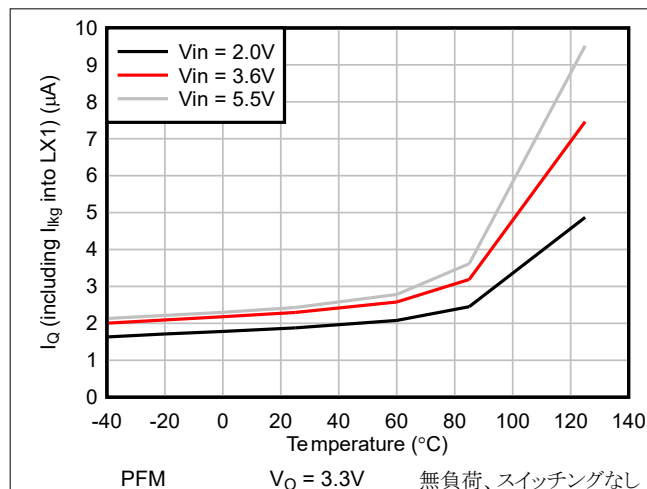


図 6-1. I_Q (LX1 へのリーケージを含む) と温度との関係

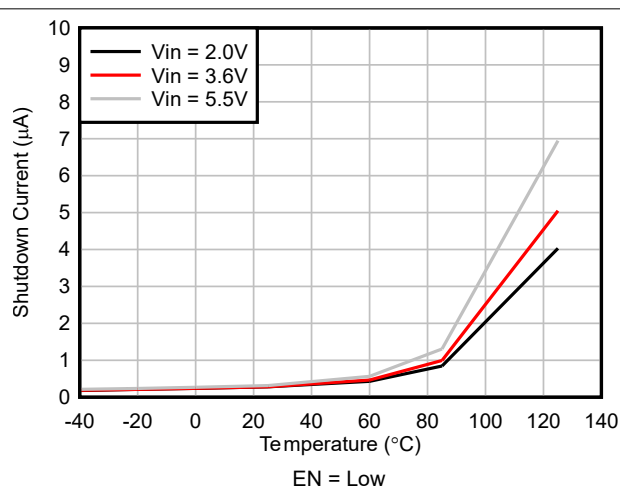


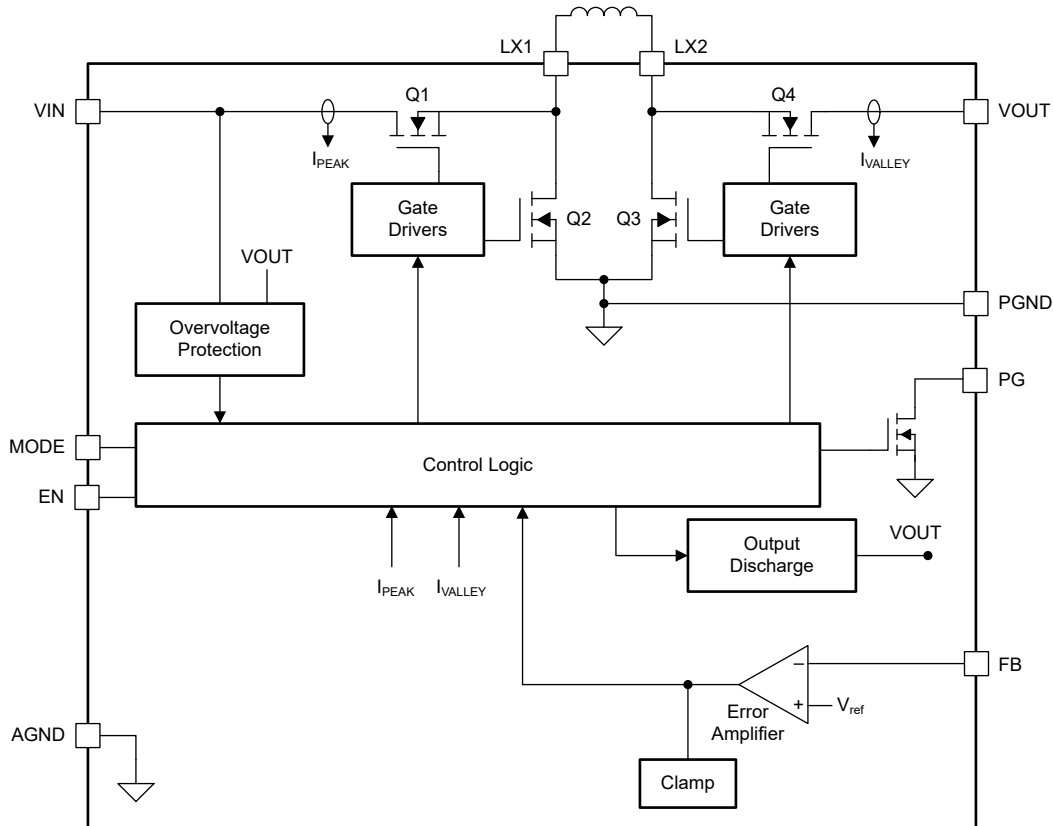
図 6-2. シャットダウン電流と温度との関係

7 詳細説明

7.1 概要

TPS63822 および TPS638221 デバイスは、低静止電流、高効率の昇降圧コンバータです。4 つのスイッチが内蔵されているため、あらゆる動作条件下で同期電力変換を維持できます。そのため、幅広い入力電圧と出力電流にわたって高効率の電力変換を実現できます。このデバイスは、動作条件に応じて、降圧、昇圧、昇降圧動作を自動的に切り替えます。このデバイスは、 $V_I > V_O$ のとき真の降圧コンバータとして、 $V_I < V_O$ のとき真の昇圧コンバータとして動作します。 $V_I \approx V_O$ のとき、デバイスは 3 サイクルの昇降圧モードで動作します。

7.2 機能ブロック図



7.3 機能説明

7.3.1 制御方式

デバイスは、動作条件に最適なスイッチング方式を自動的に選択します。安定した動作を確保するため、選択ロジックにはヒステリシスが含まれています (図 7-1 を参照)。

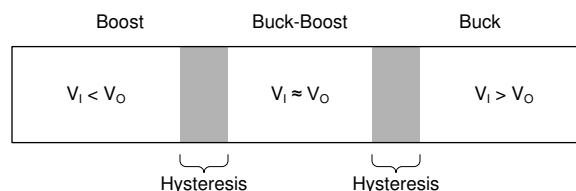


図 7-1. スwitchング方式の選択

7.3.1.1 降圧動作

$V_I > V_O$ になると、このデバイスは降圧コンバータのようにスイッチングを行います。

- Q1 はスイッチです。
- Q2 は整流器です。
- Q3 は永続的にオフです。
- Q4 は永続的にオンです。

図 7-2 を参照してください。降圧動作中、1 つのスイッチング サイクルは、オンとオフの 2 つのフェーズで構成されています。

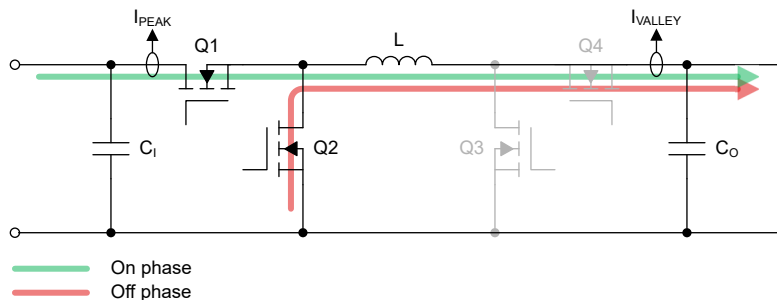


図 7-2. 降圧スイッチの構成

7.3.1.2 昇圧動作

$V_I < V_O$ になると、このデバイスは昇圧コンバータのようにスイッチングを行います。

- Q1 は永続的にオンです。
- Q2 は永続的にオフです。
- Q3 はスイッチです。
- Q4 は整流器です。

図 7-3 を参照してください。昇圧動作中、1 つのスイッチング サイクルは、オンとオフの 2 つのフェーズで構成されています。

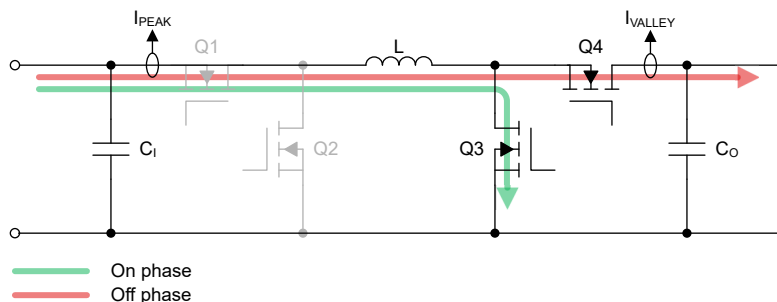


図 7-3. 昇圧スイッチの構成

7.3.1.3 昇降圧動作

$V_I \approx V_O$ の場合、4 つのトランジスタすべてが連続的にスイッチングします (図 7-4 を参照)。降圧動作中、1 つのスイッチング サイクルは、オン、整流、オフの 3 つのフェーズで構成されています。

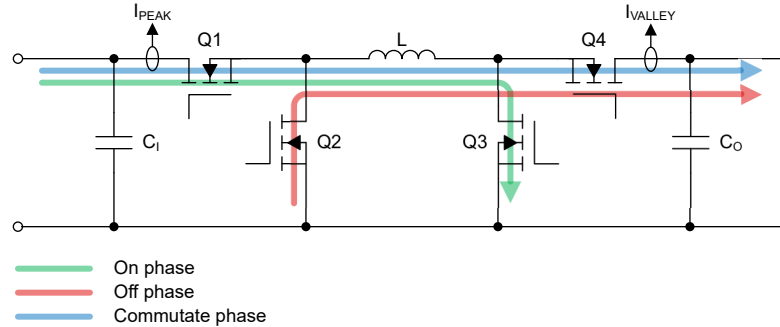


図 7-4. 昇降圧スイッチの構成

7.3.2 動作モード

TPS63822 および TPS638221 には、パルス周波数変調 (PFM) モード、強制パルス幅変調 (FPWM) モード、超音波モードの 3 つの動作モードがあります。これらのモードは、MODE ピンで以下のように構成します。

- MODE ピン = ロジック "Low": PFM モード
- MODE ピン = ロジック "High": FPWM モード
- MODE ピン = フローティング: 超音波モード

消費電力を低減するために、MODE ピンのステータスは起動中に読み取られ、ラッチされます。デバイスの動作が開始されると、MODE ピンに加えられた変更は無視されます。

7.3.2.1 PFM 動作

広範囲の動作条件にわたって効率を高めるために、デバイスは中出力電流および大出力電流でのパルス幅変調 (PWM) から低出力電流でのパルス周波数変調 (PFM) に自動的に切り替わります。

- PWM 動作中、デバイスは連続的にスイッチングを行い、各スイッチング サイクルのデューティ サイクルを調整することで、出力電圧をレギュレートします。
- PFM 動作中、デバイスはスイッチングしないときの周期で隔てられた単一パルスでスイッチングします。PFM 動作では、低出力電流時に効率が向上します。スイッチング損失が発生しない場合、内部回路のほとんどがディスエーブルになるため、静止消費電力が低減されます。コンパレータは、エラー アンプの出力電圧を、事前定義された PFM スレッシュホルド電圧と比較します。

PFM モードをイネーブルにするには、MODE ピンをロジック "Low" にプルします。

表 7-1. 強制 PWM と PFM の性能の比較

性能パラメータ	最適な動作モード
低消費電力性能	PFM
中電力効率と大電力効率	違いなし
DC 出力電圧精度	強制 PWM
過渡応答	強制 PWM
出力電圧リップル	強制 PWM

7.3.2.2 強制 PWM 動作 (FPWM)

強制 PWM 動作中、このデバイスはすべての動作条件に PWM を使用します。強制 PWM 動作は、パワーセーブ モード動作よりも出力電圧リップルが小さく、過渡応答が良好ですが、低出力電流では効率が低下します (表 7-1 を参照)。

起動中 (つまり、コンバータの出力が初めてパワーグッドに達するまで)、このデバイスは強制 PWM 動作を禁止することに注意してください。

FPWM モードを有効にするには、MODE ピンをロジック "High" にします。

7.3.2.3 超音波モード動作

PFM 動作中、スイッチング間隔は動作条件に応じて変化します。通常、デバイスで使用するセラミック コンデンサは圧電性なので、特定の動作条件によって可聴ノイズが発生する可能性があります。このデバイスには超音波モード機能があり、スイッチング周波数を強制的に可聴範囲外にします。軽負荷時に超音波モードをイネーブルにした場合、デバイスの電力変換効率がわずかに低下する可能性があることに注意してください。

超音波モードを有効にするには、MODE ピンをフローティングにします。

7.3.3 低電圧誤動作防止 (UVLO)

デバイスがシャットダウン モードにない場合、VIN ピンの入力電圧は継続的に監視されます。UVLO は、コンバータ動作を停止または開始するのみです。UVLO は、デバイス動作中のデバイスのブラウンアウトを回避します。VIN ピンの電源電圧が UVLO の負方向スレッシュホールドを下回った場合、コンバータは動作を停止します。VIN ピンの電源電圧が UVLO 立ち上がりスレッシュホールドより高く回復した場合、コンバータは動作に戻ります。

7.3.4 イネーブルとソフト スタート

入力電圧が UVLO スレッシュホールドを上回り、EN ピンが 0.82V を上回ると、デバイスがイネーブルになります。

起動時の突入電流と出力電圧のオーバーシュートを最小限に抑えるため、このデバイスはソフトスタート機能を備えています。出力電圧が 1.2V 未満になると、デバイスのスイッチピーク電流制限は 3A (標準値) にクランプされます。

7.3.5 保護機能

7.3.5.1 入力電圧保護 (IVP)

特定の動作条件では、電流がデバイスの出力から入力に流れる可能性があります。たとえば、この種の電流が出力から入力へ流れる場合、動的電圧スケーリング中に出力が低い電圧まで低下し、VOUT ピンが出力コンデンサから電流をシンクする場合があります。このような状態では、デバイスに電力を供給する電圧源が電流をシンクできない場合、VIN ピンの電圧が制御不能に上昇する可能性があります。

入力電圧を許容範囲内に維持するために、VIN ピンの電圧が 5.75V を超えると、デバイスはスイッチングを停止します。VIN ピンの電圧が 5.65V を下回ると、デバイスは自動的にスイッチングを再開します。

7.3.5.2 出力電圧保護 (OVP)

このデバイスには、デバイスの損傷防止に役立つ出力過電圧保護機能が組み込まれています。VOUT ピンで出力電圧スレッシュホールド 5.75V に達すると、保護機能によりコンバータの電力段がオフになり、スイッチング ノードがハイ インピーダンスになります。VOUT ピンの電圧が 5.65V を下回ると、デバイスは自動的にスイッチングを再開します。

7.3.5.3 電流制限モードおよび過電流保護

このデバイスにはクランプ回路があり、過負荷時にスイッチ電流を制限します。

過負荷になると、デバイスの消費電力が増加し、温度が上昇します。デバイスが過熱した場合、サーマル シャットダウン機能によってコンバータがオフになります。デバイスの温度が下がると、サーマル シャットダウン機能によってコンバータが自動的に再びオンになります。したがって、恒久的な過負荷状態では、冷却してから加熱するため、デバイスは定期的にオンとオフを切り替えることができます。

7.3.5.4 出力短絡保護機能 (ヒカッパ)

このデバイスは、ヒカッパモードに移行することで出力短絡保護機能を実装します。ソフト スタートアップ時間の後、このデバイスは出力電圧を監視します。出力短絡が発生し、出力電圧が 1.2V 未満になり、スイッチ電流制限が 2ms 間 (標準値) トリガされると、デバイスはスイッチングを 74ms (標準値) 間シャットダウンし、その後ソフト スタートを繰り返します。出力短絡または過電流状態において、ヒカッパ モードはデバイスの合計消費電力を低減するのに役立ちます。

7.3.5.5 サーマル シャットダウン

デバイスにはサーマル シャットダウン機能があり、接合部温度が **165°C** よりも高い場合にはコンバータがオフになります。接合部温度が **145°C** よりも低くなると、デバイスは自動的にコンバータを再度オンにします。

7.3.6 パワー グッド

このデバイスにはパワーグッド機能があり、DC/DC コンバータの出力がレギュレーション状態かどうかを示します。このデバイスは、出力電圧が公称値の **95%** を超えるとパワーグッド状態を検出し、出力電圧が公称値の **90%** を下回るときにパワーノットグッド状態を検出します。

パワーノットグッド状態が発生すると、デバイスは **PG** ピンをロジック "**Low**" に設定します。

PG 信号は、**250μs** (標準値) の遅延後に有効になります。**VIN** ピンの電圧が **UVLO** 立ち上がりを上回り、**EN** ピンがロジック "**High**" にプルされ、デバイスはアクティブ状態を維持します。

7.3.7 負荷切断

デバイスのシャットダウン中、入力 は出力から切り離されます。このように出力と入力の間の接続を解除することで、出力から入力、または入力から出力への電流の流れを防止できます。

7.3.8 出力放電

TPS638221 は、**EN** ピンがロジック "**Low**" のとき、出力を素早く放電させるためにアクティブ プルダウン電流を供給します。出力放電機能により、電源のオン / オフのシーケンスがスムーズになります。このデバイスを電力多重化などの用途で使用する場合は、出力放電機能に注意してください。出力放電回路により、マルチプレクサ出力とグラウンドの間に一定の電流経路が形成されるためです。

また、**TPS638221** は **VIN** **UVLO** 立ち下がりスレッショルドがトリガされ、超軽負荷ではないときに放電電流を供給します。放電回路は、**VIN** が **1V** 付近に低下するまで動作します。

7.4 デバイスの機能モード

このデバイスには、オフとオンの 2 つの機能モードがあります。**VIN** ピンの電圧が **UVLO** スレッショルドより高く、**EN** ピンに高いロジック レベルが印加されると、デバイスは **ON** モードに移行します。**VIN** ピンの電圧が **UVLO** スレッショルドを下回るか、**EN** ピンに低いロジック レベルが印加されると、デバイスは **OFF** モードに移行します。

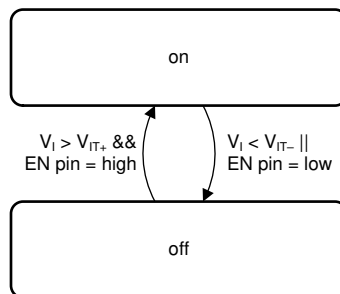


図 7-5. デバイスの機能モード

8 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

8.1 使用上の注意

TPS63822 および TPS638221 デバイスは、低静止電流、高効率、大電流の昇降圧コンバータで、入力電圧が出力電圧より高い、低い、または出力電圧と等しいアプリケーションに適しています。スイッチのバレー インダクタ電流は、標準値 6.5A に制限されています。

8.2 代表的なアプリケーション

8.2.1 3.3V 出力電源

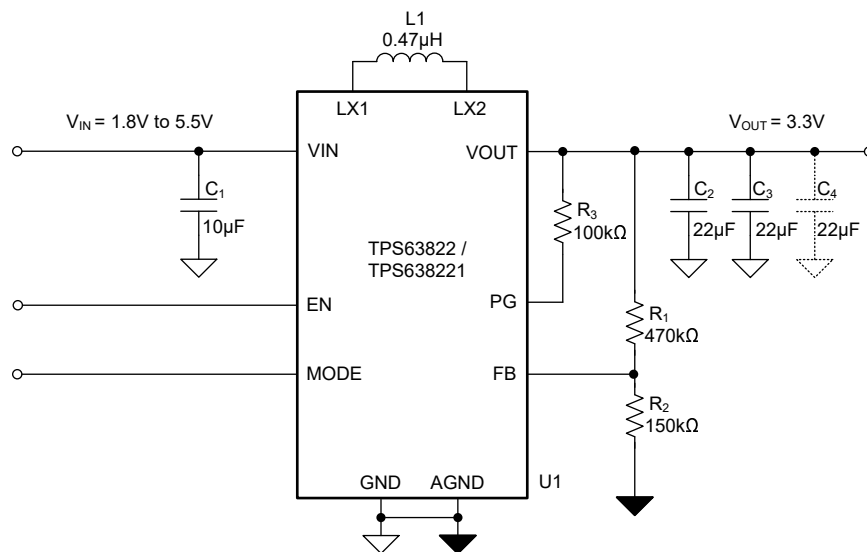


図 8-1. 代表的なアプリケーション回路図

8.2.1.1 設計要件

この例では、表 8-1 に記載されている設計パラメータを使用します。

表 8-1. 設計パラメータ

設計パラメータ	記号	数値の例
入力電圧	V_I	2.0V ~ 5.5V
出力電圧	V_O	3.3V
出力電流	I_O	最大 4A ($V_I \geq 3.0V$ の場合)

8.2.1.2 詳細な設計手順

8.2.1.2.1 インダクタの選択

Ti は、TPS63822 および TPS638221 デバイスを 0.47µH インダクタとともに使用することを推奨します。高い効率を得るには、直流抵抗 (DCR) とコア損失が低いインダクタを使用します。

インダクタの飽和電流は、アプリケーションの最大インダクタ電流を上回る必要があります。ワーストケースおよび過渡動作条件に十分なマージンを含めるには、アプリケーションで最大インダクタ電流よりも **20%** 以上大きい飽和電流を持つインダクタを使用します。インダクタ内の最大電流は、デバイスが昇圧モードで動作している場合に発生し、以下の条件が当てはまります。

- 入力電圧は最小値です。
- 出力電圧は最大値です。
- 出力電流は最大値です。

最大インダクタ電流を計算するには、まず式 1 を使用して昇圧動作中の最大デューティ サイクルを計算します (最大インダクタ電流が発生する場合)。

$$D = \frac{V_O - V_I}{V_O} \quad (1)$$

ここで、

- D はデューティ・サイクル
- V_I は入力電圧です
- V_O は出力電圧です。

次に、最大インダクタ電流を計算するには、式 2 を使用します。

$$I_{LM} = \frac{I_O}{\eta(1-D)} + \frac{DV_I}{2fL} \quad (2)$$

ここで、

- I_{LM} は、ピーク インダクタ電流です
- I_O は出力電流です
- η はコンバータの効率です (アプリケーション曲線から値を使用するか、90% と仮定)
- D はデューティ サイクルです (次で計算)
- V_I は入力電圧です
- f はスイッチング周波数 (1.5MHz と仮定)
- L はインダクタンスです (0.47μH を使用)

過渡条件で十分なマージンを確保するために、計算された最大電流よりも **20%** 以上高い飽和電流定格を持つインダクタを使用します。

8.2.1.2.2 出力コンデンサの選択

TI では、14μF の最小出力キャパシタンス (DC バイアスの影響を含む) を推奨しています。2 つの 22μF、10V セラミックコンデンサは、 $V_{IN} \geq 2.6V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 、 $I_{OUT} \leq 2.0A$ の代表的なアプリケーション向けに設計されています。より高い V_{OUT} またはより大きい I_{OUT} を使用する場合は、22μF のセラミックコンデンサ 3 個または 47μF のセラミックコンデンサ 2 個が適しています。出力のスイッチング ノイズを最小限に抑えるため、小さなセラミックコンデンサ (100nF が標準値) を 2 つのメイン出力コンデンサと並列に接続し、小さなセラミックコンデンサを V_{OUT} ピンのできるだけ近くに配置します。小型コンデンサは寄生インダクタンスが小さく、2 つのメイン出力コンデンサより高い周波数をフィルタリングする場合により効果的です。

実効容量は、「推奨動作条件」の推奨値に従って決定されていることを確認してください。一般に、DC バイアスの影響を考慮すると、有効キャパシタンスが小さくなります。出力キャパシタンスの選択は、主にサイズと過渡動作のトレードオフであり、キャパシタンスが大きいほど過渡応答のオーバーシュート / アンダーシュートが減少し、過渡応答時間が長くなります。表 8-2 に、使用可能な出力コンデンサの一覧を示します。

表 8-2. 推奨コンデンサー一覧

コンデンサ [μF]	定格電圧 [V]	ESR [mΩ]	部品番号	メーカー ⁽¹⁾	サイズ(メートル)
22	10	4	GRT188R61A226ME13D	Murata	0603 (1608)
47	10	4	LMK316ABJ476ML-T	Taiyo Yuden	1206 (3216)

(1) 「セクション 9.1.2」を参照してください。

8.2.1.2.3 入力コンデンサの選択

TI では、5μF の最小入る力キャパシタンス (DC バイアスの影響を含む) を推奨しています。10μF、6.3V、または 22μF、10V セラミック コンデンサは一般的なアプリケーション向けに設計されています。入力電源がコンバータから数 cm 以上離れている場合は、追加のバルク容量を追加します (通常は 47μF 電解またはタンタル コンデンサが選択されます)。

表 8-3. 推奨入力コンデンサー一覧

コンデンサ [μF]	定格電圧 [V]	ESR [mΩ]	部品番号	製造元	サイズ(メートル)
10	6.3	4	GRM188R60J106ME84D	Murata	0603 (1608)
22	10	4	GRT188R61A226ME13D	Murata	0603 (1608)

8.2.1.2.4 出力電圧の設定

出力電圧は、外部抵抗デバイダによって設定されます。抵抗分圧器は、V_{OUT}、FB、GND の間に接続する必要があります。帰還電圧は公称 800mV です。

ローサイド抵抗 R₂ (FB と GND の間) を 200kΩ よりも低く維持します。ハイサイド抵抗 (FB と V_{OUT} の間) R₁ は、式 3 で計算されます。

$$R1 = R2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) \quad (3)$$

ここで、

- V_{FB} = 800 mV

FB を AGND に接続した場合、出力電圧は 3.3V に固定されます。

表 8-4. 標準的な出力電圧用の抵抗の選択

V _{OUT}	R1	R2
3.3V	470kΩ	150kΩ
5V	680kΩ	130kΩ

8.2.1.3 アプリケーション曲線

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。

表 8-5. アプリケーション特性曲線のための部品

リファレンス	説明	部品番号	製造元
C1	コンデンサ、10 μ F、6.3V、0603、セラミック	GRM188R60J106ME84D	Murata
C2, C3	コンデンサ、22 μ F、10V、0603、セラミック	GRT188R61A226ME13D	Murata
L1	インダクタ、0.47 μ H、7.6m Ω	XFL4015-471MEC	Coilcraft
U1	IC	TPS638221YBGR	テキサス インストルメンツ

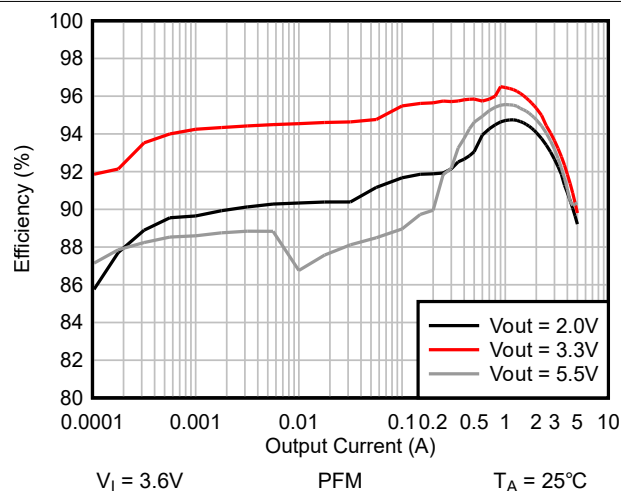


図 8-2. 効率と出力電流との関係

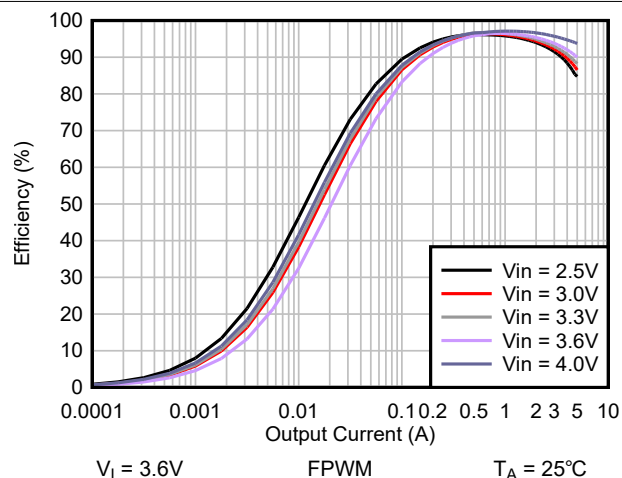


図 8-3. 効率と出力電流との関係

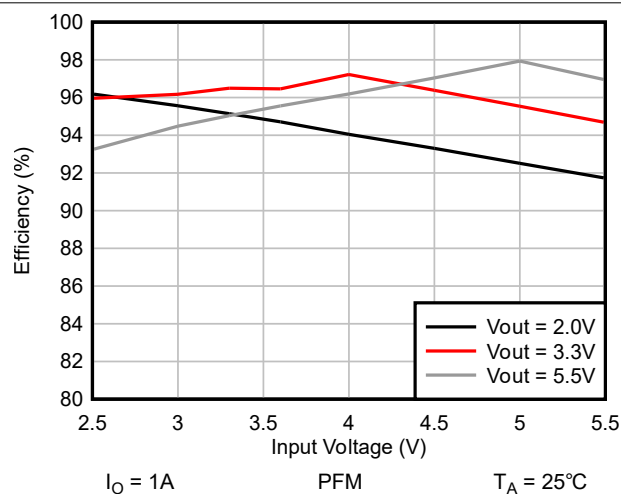


図 8-4. 効率と入力電圧との関係

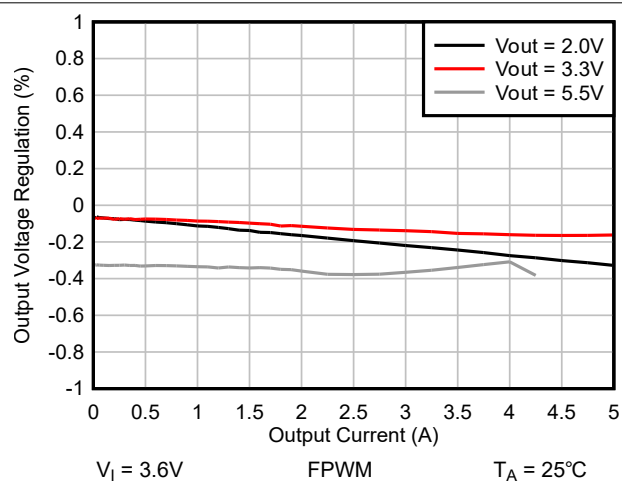


図 8-5. ロードレギュレーション

8.2.1.3 アプリケーション曲線 (続き)

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。

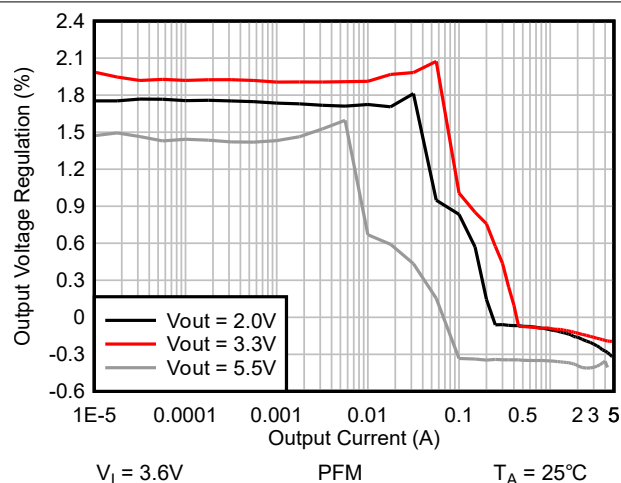


図 8-6. ロードレギュレーション

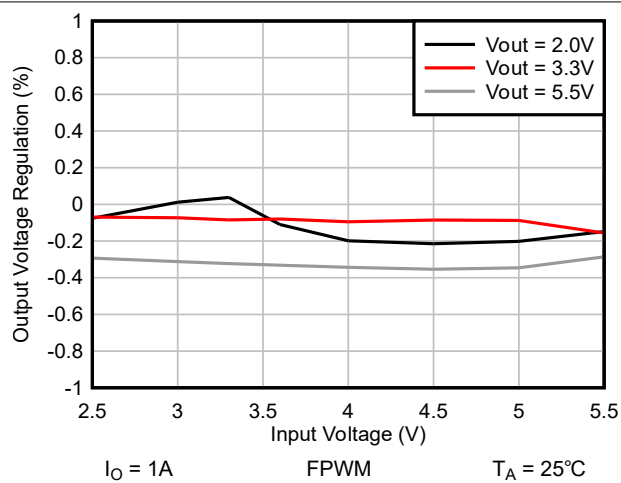
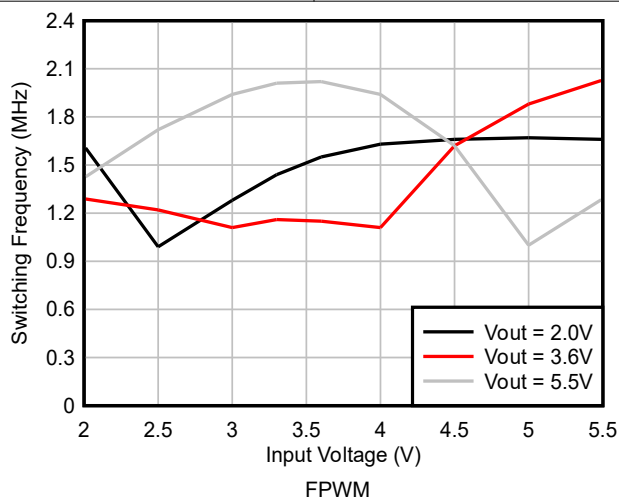


図 8-7. ラインレギュレーション



$I_O = 1A$
 V_I 立ち上がり

$T_A = 25^\circ C$

図 8-8. スイッチング周波数と入力電圧との関係

8.2.1.3 アプリケーション曲線 (続き)

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。

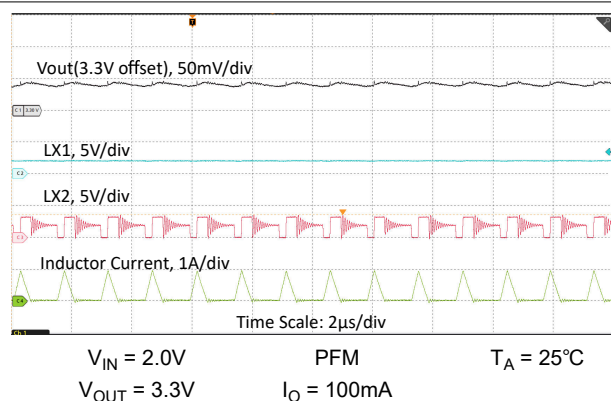


図 8-9. 定常状態 (昇圧動作時)

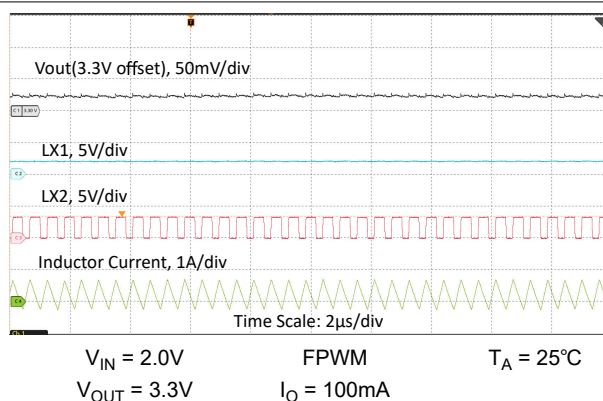


図 8-10. 定常状態 (昇圧動作時)

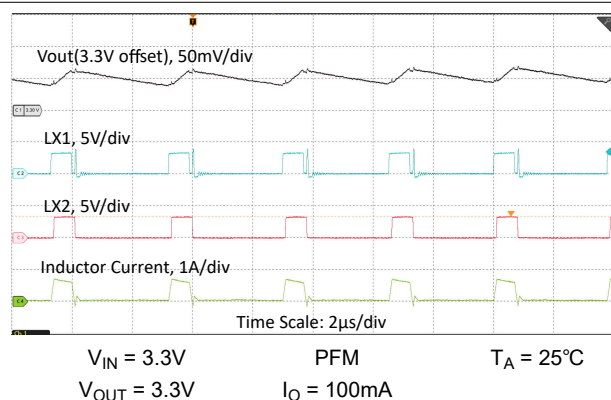


図 8-11. 定常状態 (昇降圧動作時)

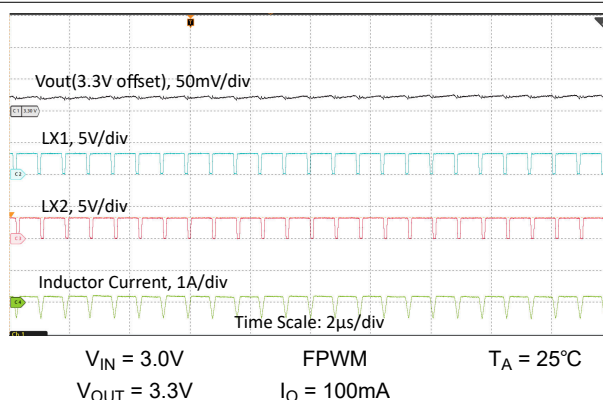


図 8-12. 定常状態 (昇降圧動作時)

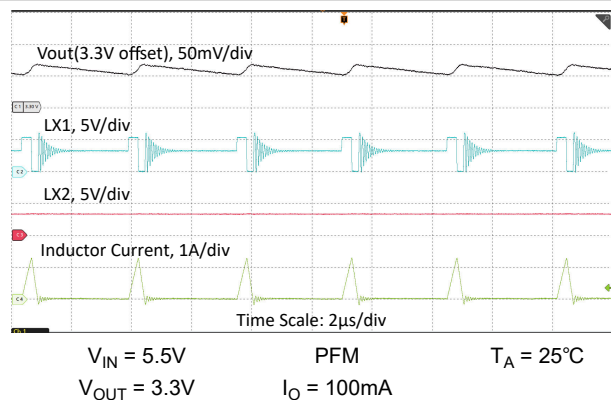


図 8-13. 定常状態 (降圧動作時)

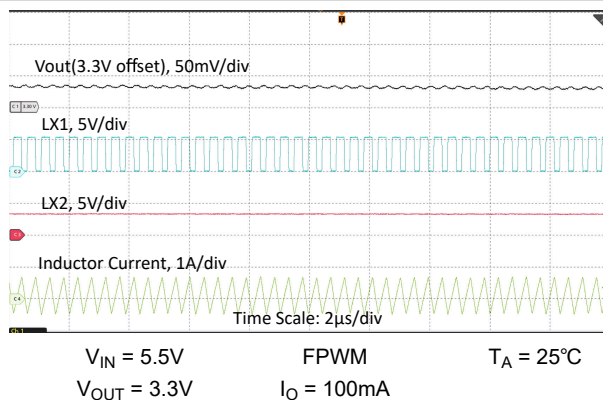


図 8-14. 定常状態 (降圧動作時)

8.2.1.3 アプリケーション曲線 (続き)

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。

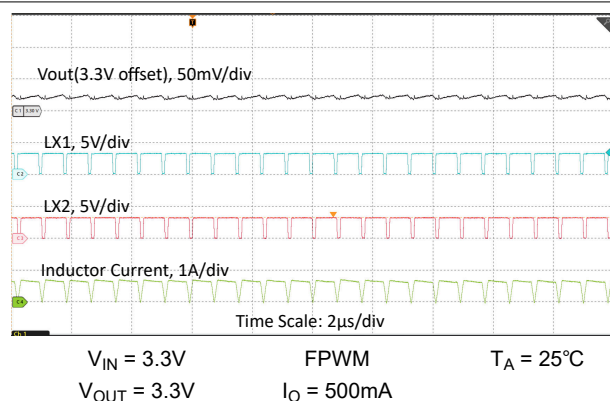


図 8-15. 定常状態 (昇降圧動作時)

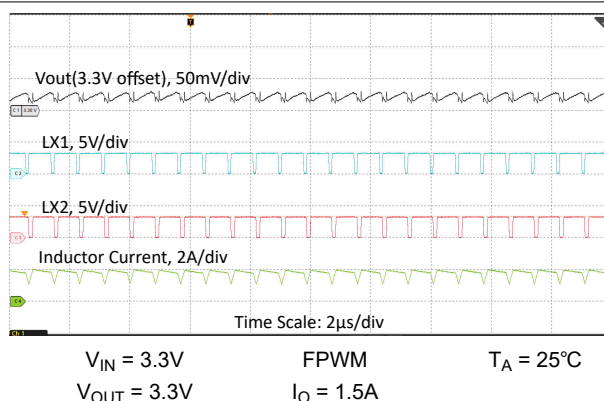


図 8-16. 定常状態 (昇降圧動作時)

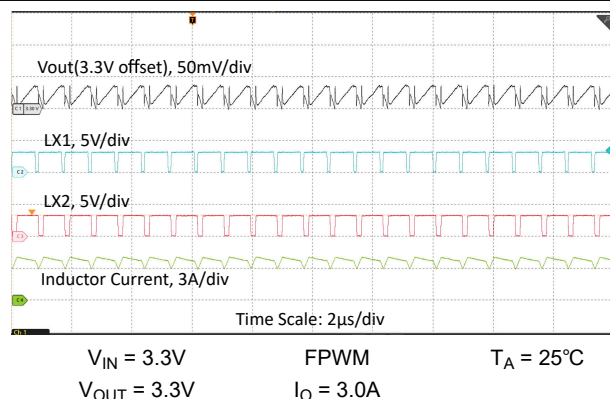


図 8-17. 定常状態 (昇降圧動作時)

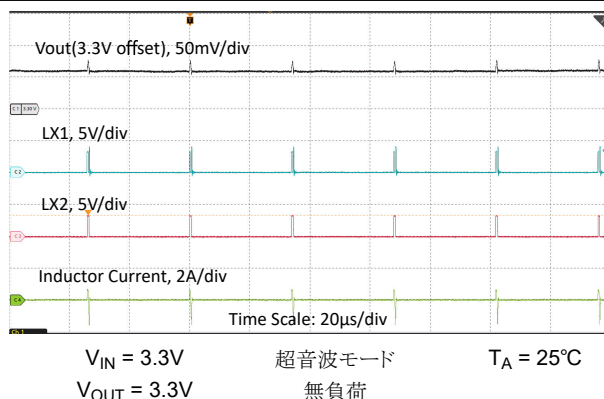


図 8-18. 定常状態 (昇降圧動作時)

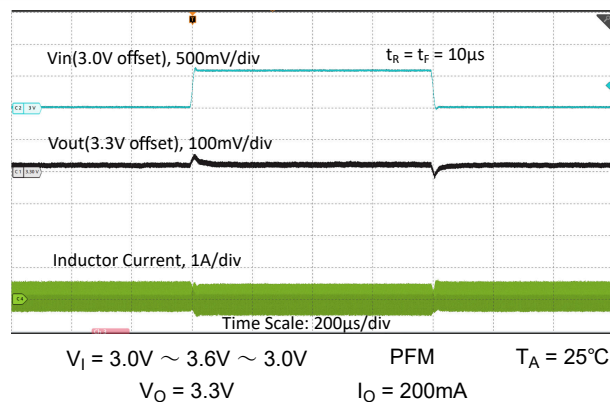


図 8-19. ライン過渡応答

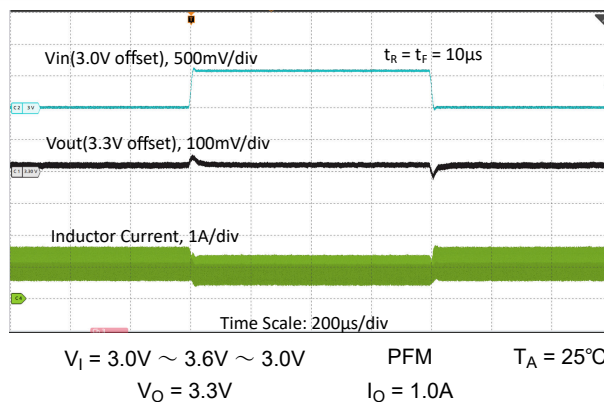


図 8-20. ライン過渡応答

8.2.1.3 アプリケーション曲線 (続き)

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。

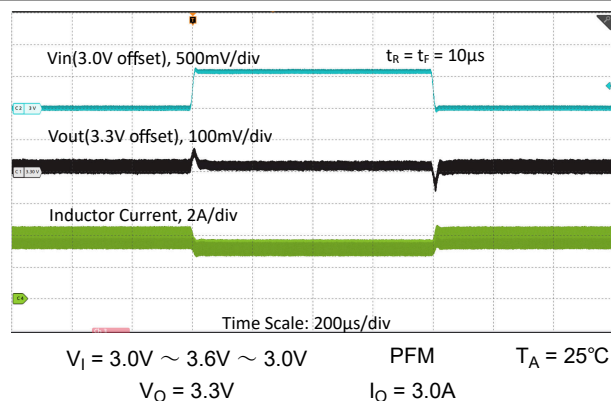


図 8-21. ライン過渡応答

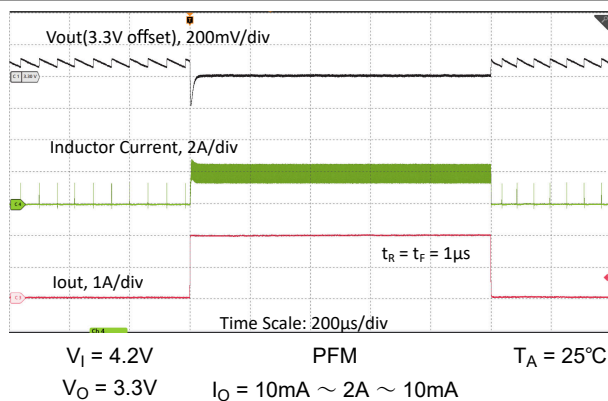


図 8-22. 負荷過渡応答 (降圧)

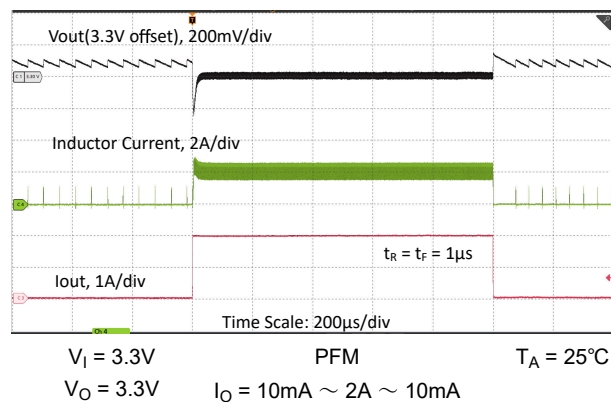


図 8-23. 負荷過渡応答 (昇降圧)

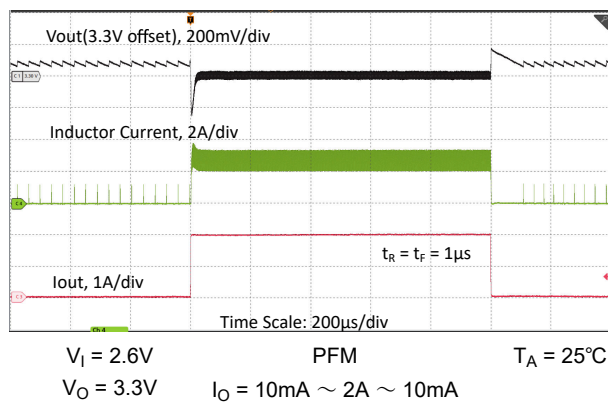


図 8-24. 負荷過渡応答 (昇圧)

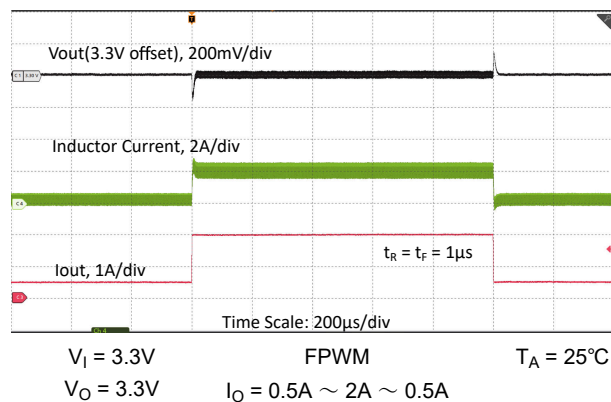


図 8-25. 負荷過渡応答 (昇降圧)

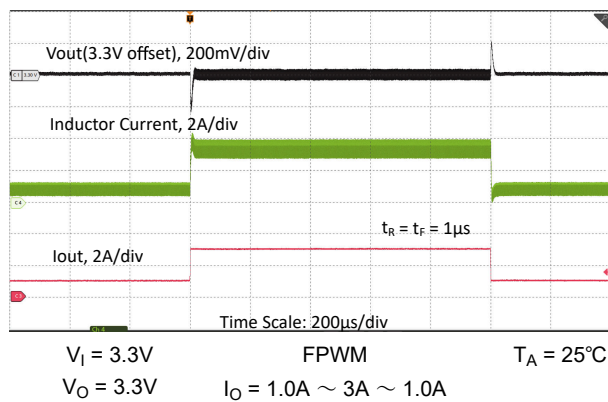
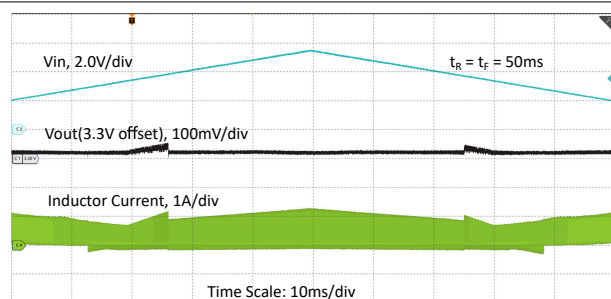


図 8-26. 負荷過渡応答 (昇降圧)

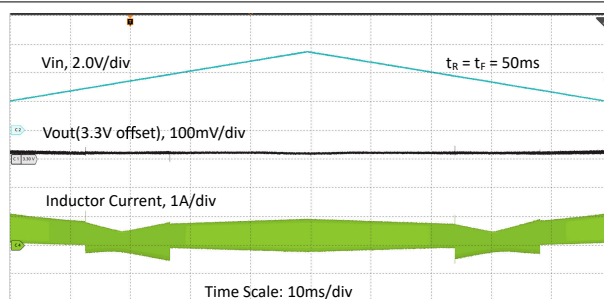
8.2.1.3 アプリケーション曲線 (続き)

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。



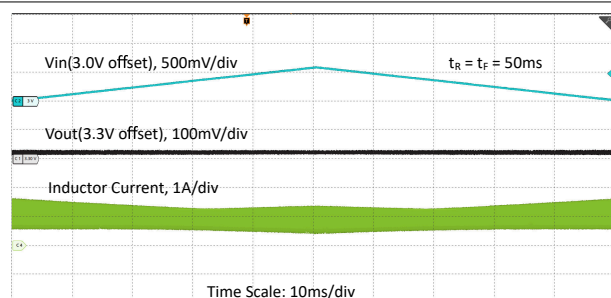
$V_I = 2.0V \sim 5.5V \sim 2.0V$ PFM $T_A = 25^\circ C$
 $V_O = 3.3V$ $R_{LOAD} = 10\Omega$

図 8-27. ライン スweep (PFM)



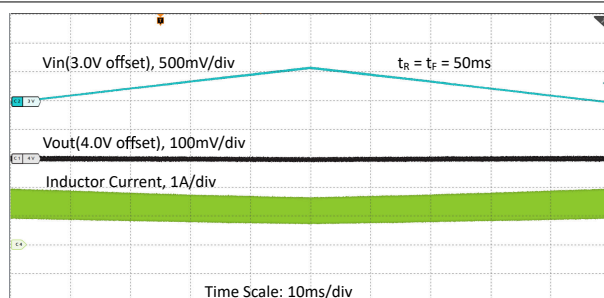
$V_I = 2.0V \sim 5.5V \sim 2.0V$ FPWM $T_A = 25^\circ C$
 $V_O = 3.3V$ $R_{LOAD} = 10\Omega$

図 8-28. ライン スweep (FPWM)



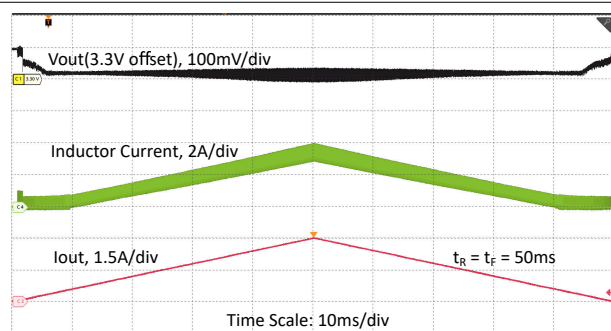
$V_I = 3.0V \sim 3.6V \sim 3.0V$ FPWM $T_A = 25^\circ C$
 $V_O = 3.3V$ $I_O = 1.0A$

図 8-29. ライン スweep (FPWM、完全な昇降圧時)



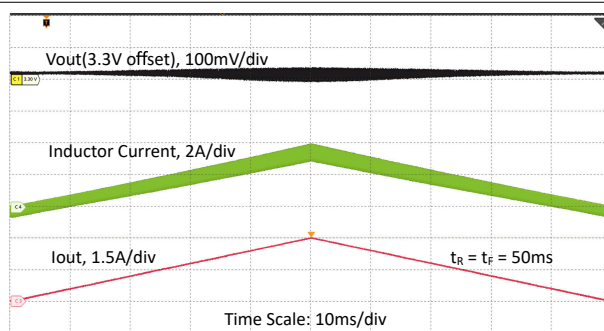
$V_I = 3.0V \sim 3.6V \sim 3.0V$ FPWM $T_A = 25^\circ C$
 $V_O = 4.0V$ $I_O = 1.0A$

図 8-30. ライン スweep (FPWM、完全な昇圧時)



$V_I = 3.3V$ PFM $T_A = 25^\circ C$
 $V_O = 3.3V$ $I_O = 0A \sim 3A \sim 0A$

図 8-31. 負荷スweep (PFM)



$V_I = 3.3V$ FPWM $T_A = 25^\circ C$
 $V_O = 3.3V$ $I_O = 0A \sim 3A \sim 0A$

図 8-32. 負荷スweep (FPWM)

8.2.1.3 アプリケーション曲線 (続き)

表 8-5 に、以降のページに記載されている測定に使用された部品を示します。

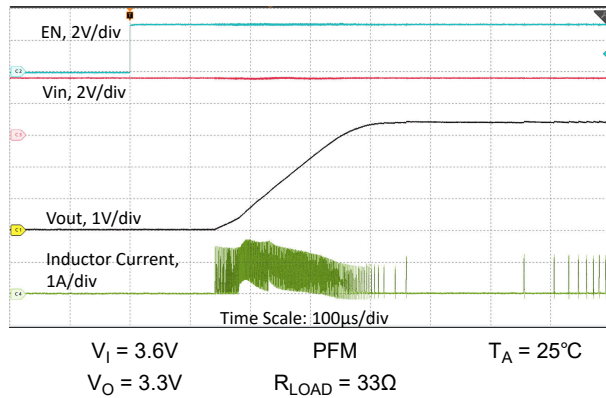


図 8-33. スタートアップ波形 (軽負荷時)

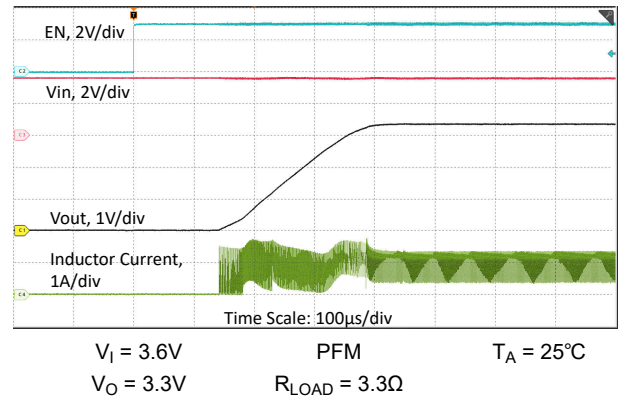


図 8-34. スタートアップ波形 (重負荷時)

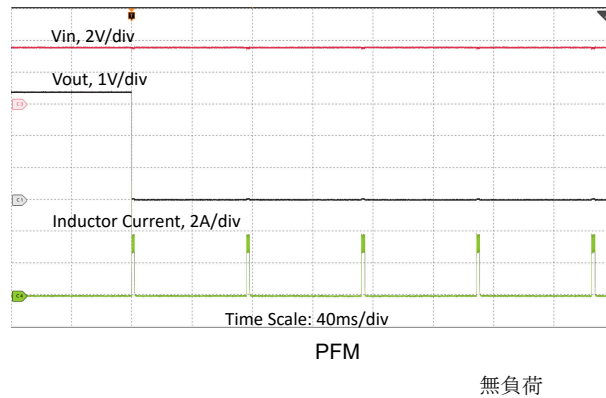


図 8-35. 出力短絡保護

8.3 電源に関する推奨事項

TPS63822 および TPS638221 は、1.8V ~ 5.5V の範囲の DC 電源電圧で動作するように設計されています。入力電源がデバイスから数センチ以上離れている場合、TI ではセラミック バイパス コンデンサにバルク容量を追加することを推奨しています。バルク容量の一般的な選択肢は、47µF 電解コンデンサです。

8.4 レイアウト

8.4.1 レイアウトのガイドライン

デバイスの性能を最大限に引き出すには、適切な PCB レイアウトが必要です。TI は以下の基本原則に従うことを推奨します。

- 入力および出力ループ面積を最小限に抑えるため、入力および出力コンデンサはデバイスの近くに配置します。
- 合計入力キャパシタンスを構成するために、サイズの異なる複数のコンデンサを組み合わせる場合、デバイスのできるだけ近くに最も小さいコンデンサを配置します。出力キャパシタンスにも同じことが当てはまります。
- 寄生抵抗とインダクタンスを最小限に抑えるため、PCB パターンは短く広く保ちます。
- FB に接続されているセンストレースは信号トレースです。これらのトレースは、LX1 および LX2 ノードから離して配置します。
- 次の PCB 層スタック (または同様のもの) を使用します。
 - 第 1 層 (上層): すべての部品とすべての電源パターン

- 第2層 (内層): 信号
- 第3層 (内層): 信号
- 第4層 (底層): グランド プレーン

セクション 8.4.2 に、アプリケーション曲線のすべての測定データに使用される PCB レイアウトの例を示します。

8.4.2 レイアウト例

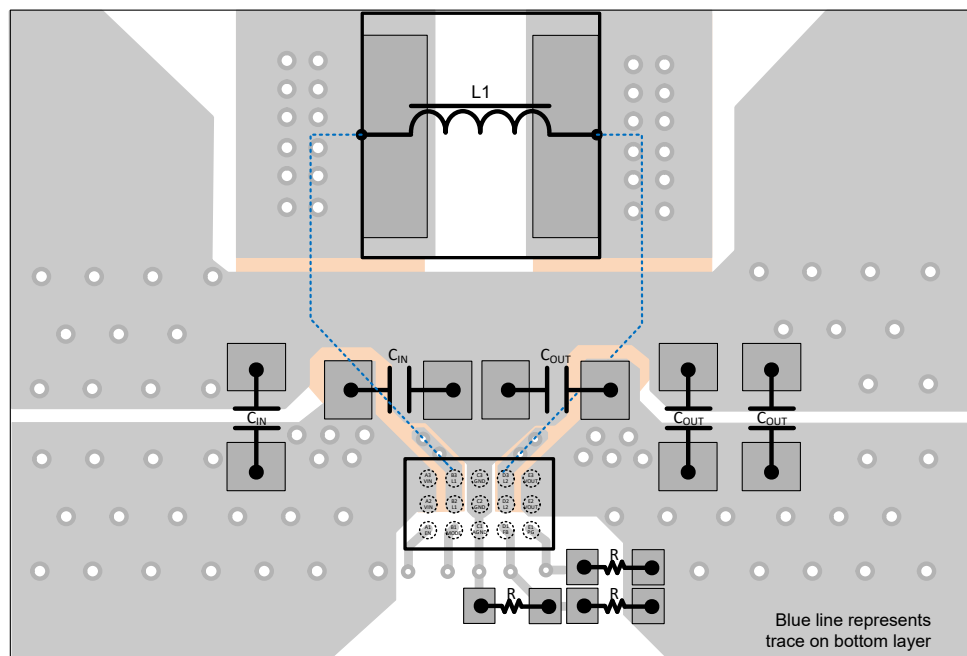


図 8-36. TPS638221 デバイスの推奨 PCB レイアウト

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 デバイス サポート

9.1.1 サードパーティ製品に関する免責事項

サードパーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サードパーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サードパーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

9.1.2 サード・パーティ製品に関する免責事項

サード・パーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サード・パーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サード・パーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

9.2 ドキュメントのサポート

9.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス・インスツルメンツ、『[TPS63820EVM ユーザーガイド](#)』

9.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

9.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ [E2E™ サポート・フォーラム](#) は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

9.5 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

9.6 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

9.7 輸出管理に関する注意事項

受領者は、ソフトウェアを含む製品または技術データ (米国、EU、その他の輸出管理規則で定義される)、または他の適用される国内規制によって制限されている制御製品を含む、非開示義務 (該当する場合) に基づき開示者から受け取った製品、または当該技術の直接製品を、米国または他の適用法によって輸出または再輸出が制限または禁止されている地域へ、米国商務省およびその他の管轄官庁から事前の許可を得ることなく、意図的に輸出または再輸出しないことに同意します。

9.8 用語集

テキサス・インスツルメンツ用語集

この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

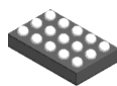
10 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

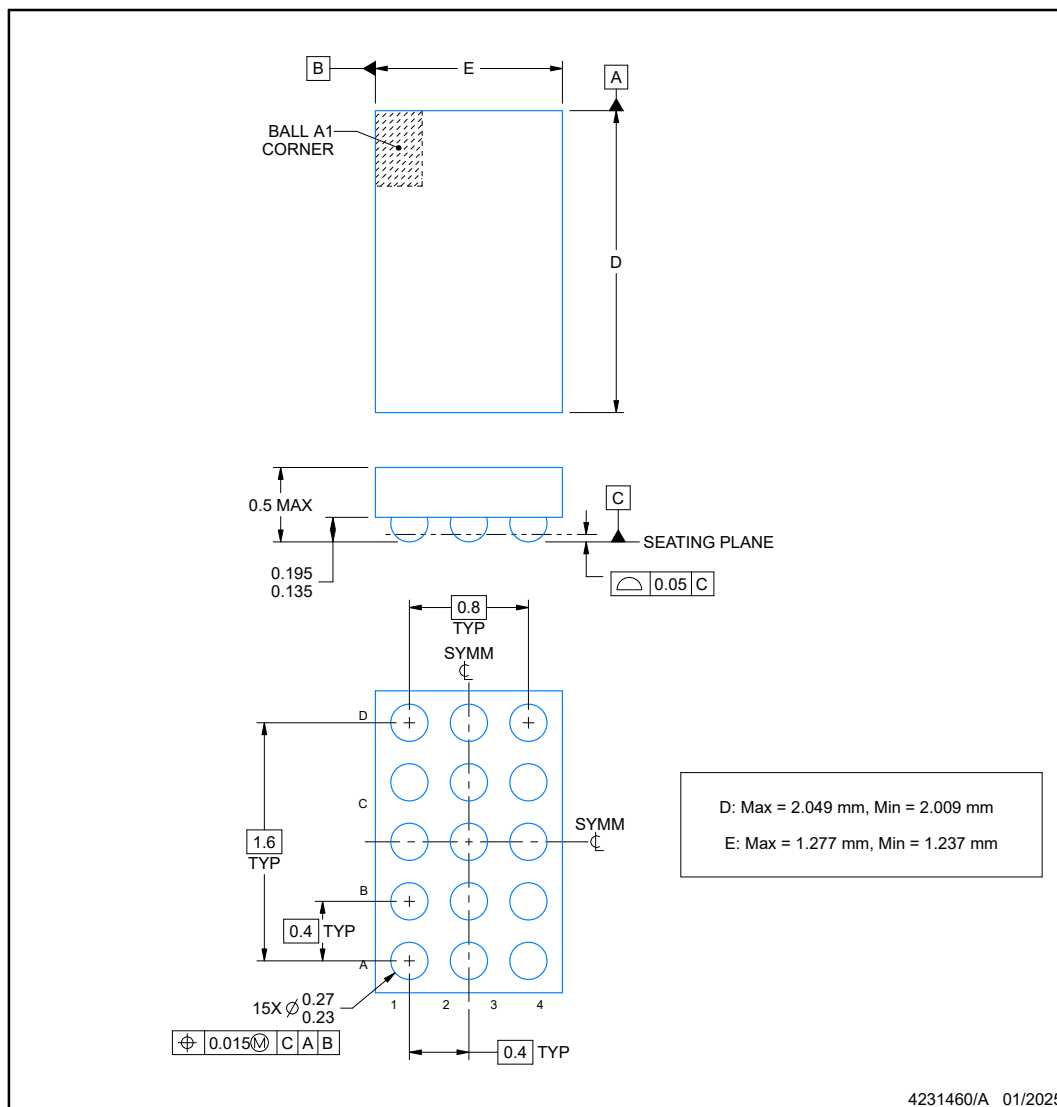
日付	改訂	注
September 2026	*	初版リリース

11 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

**YBG0015-C01****PACKAGE OUTLINE****DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY

**NOTES:**

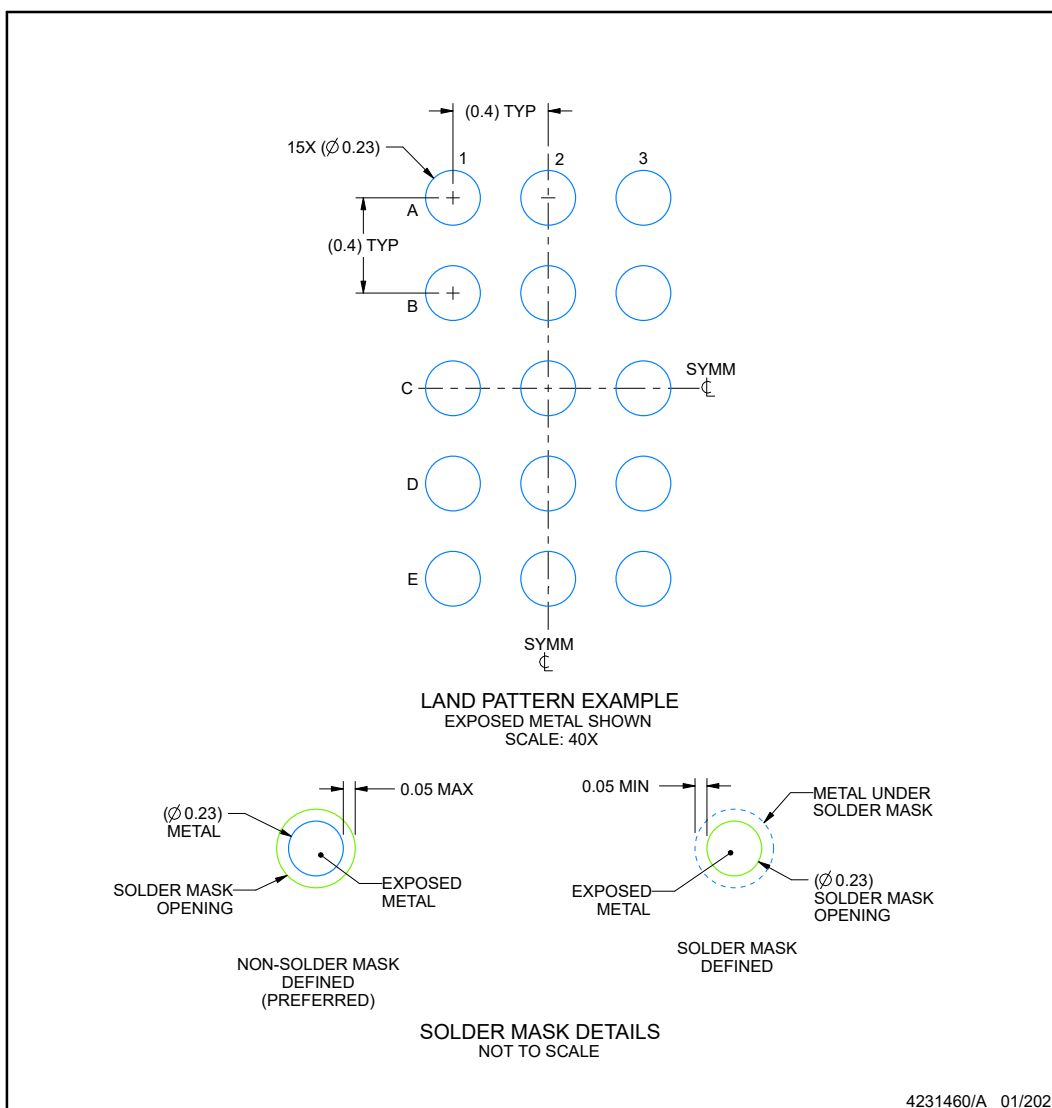
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

YBG0015-C01

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY

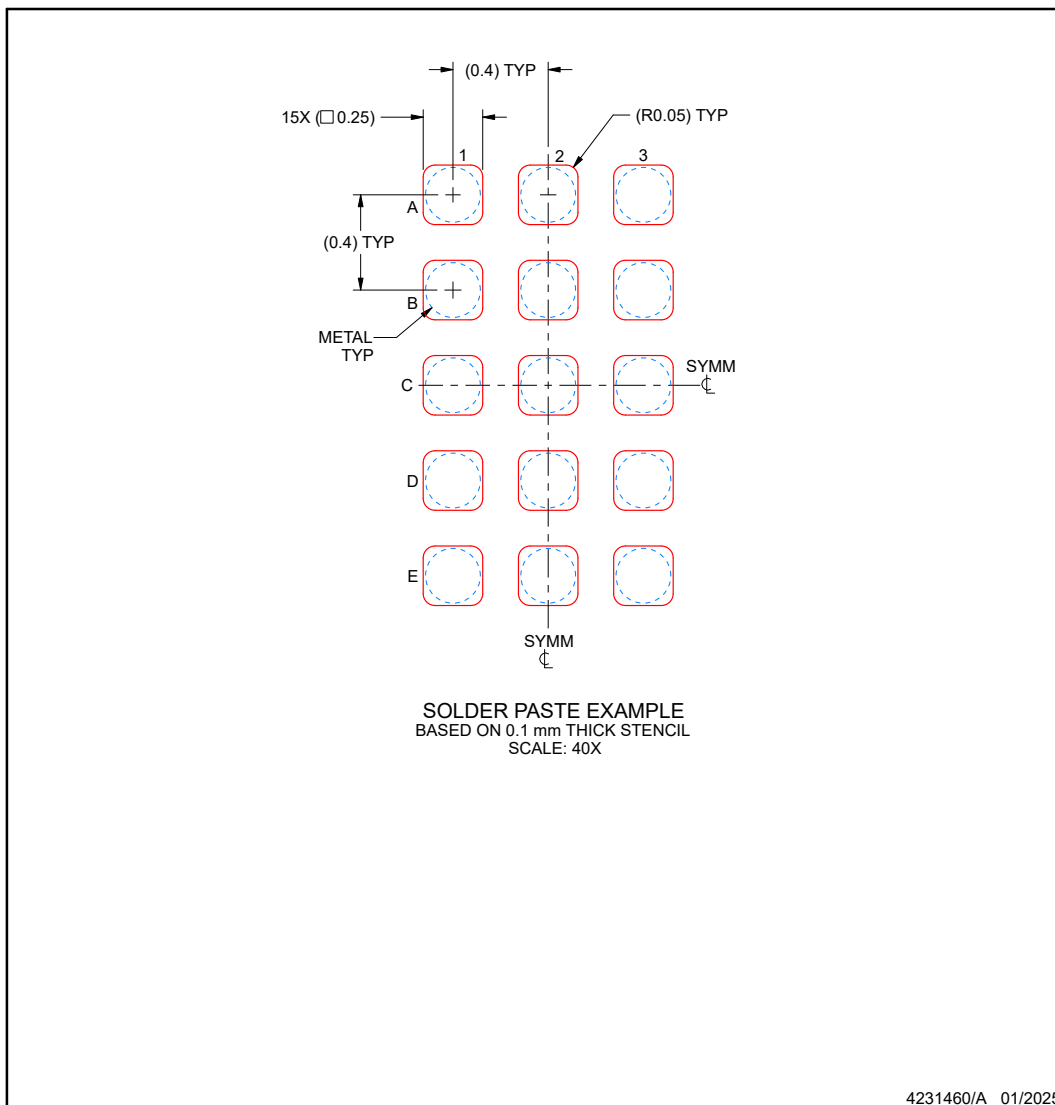


NOTES: (continued)

- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.
See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN**YBG0015-C01****DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TPS638221YBGR	Active	Production	null (null)	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-	22U

- (1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- (2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- (3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- (4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- (5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- (6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

重要なお知らせと免責事項

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

これらのリソースは、TI 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 TI 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、TI は一切の責任を拒否します。

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 TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI 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。TI 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、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI 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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月