

# 入力電圧範囲の広い 低ノイズの250mA昇降圧 チャージポンプ

## 特長

- 入力電圧 ( $V_{IN}$ ) 範囲: 2.7V ~ 38V
- $I_Q$ : 18 $\mu$ A (動作時)/4 $\mu$ A (シャットダウン時)
- 12V 入力 5V 出力時の効率: 81%
- モードが自動的に切り替わるマルチモード動作 (2:1、1:1、1:2)
- 低ノイズ、固定周波数動作
- ピンで選択可能な Burst Mode<sup>®</sup> 動作
- 出力電圧 ( $V_{OUT}$ ): 固定 3.3V、5V、または可変 (2.5V ~ 5V)
- 出力電流 ( $I_{OUT}$ ): 最大 250mA
- 過熱保護および短絡保護
- 動作接合部温度: 最大 150°C
- 熱特性の改善された 12ピン MSOP パッケージおよび高さの低い 12ピン (3mm×4mm) DFN パッケージ

## アプリケーション

- 自動車の ECU/CAN トランシーバの電源
- 産業用ハウスキーピング電源
- 低消費電力の 12V/5V 変換

LT、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear Technology およびリニアのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 概要

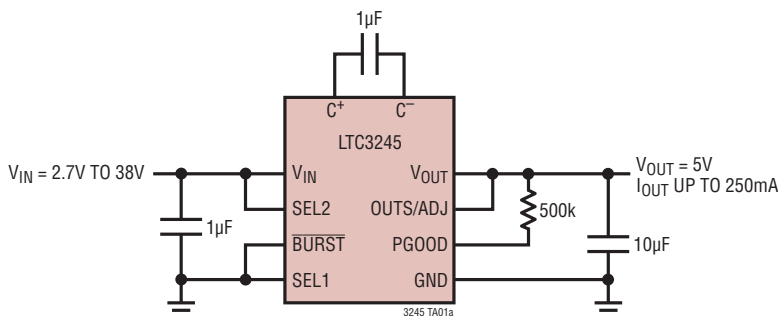
LTC<sup>®</sup>3245 は、2.7V ~ 38V の入力電圧から安定化出力 (3.3V、5V、または可変) を生成するスイッチト・キャパシタ型昇降圧 DC/DC コンバータです。このデバイスは、スイッチト・キャパシタの分数変換を使用して、広い入力電圧範囲にわたってレギュレーションを維持します。入力電圧と負荷の状態が変化するのに応じて内部回路が変換比を自動的に選択し、効率を最適化します。インダクタは必要ありません。

固有の固定周波数アーキテクチャにより、従来のチャージポンプ・レギュレータよりも低ノイズの出力を実現します。出力リップルがわずかに高くなることを代償に効率を最適化するため、このデバイスはピンで選択可能な Burst Mode 動作を備えています。

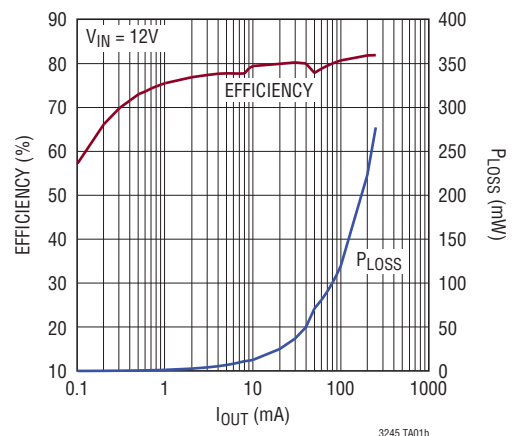
LTC3245 は動作電流が小さく (無負荷時は 20 $\mu$ A、シャットダウン時は 4 $\mu$ A)、外付け部品点数が少ない (3つの小型セラミック・コンデンサ) ので、スペースの制約がある低消費電力の自動車用/産業用アプリケーションに最適です。このデバイスは短絡保護機能および過熱保護機能を備えており、熱特性の改善された 12ピン MSOP パッケージおよび高さの低い 3mm×4mm の 12ピン DFN パッケージで供給されます。

## 標準的応用例

高効率安定化 5V 出力



5V<sub>OUT</sub> の効率と出力電流



# LTC3245

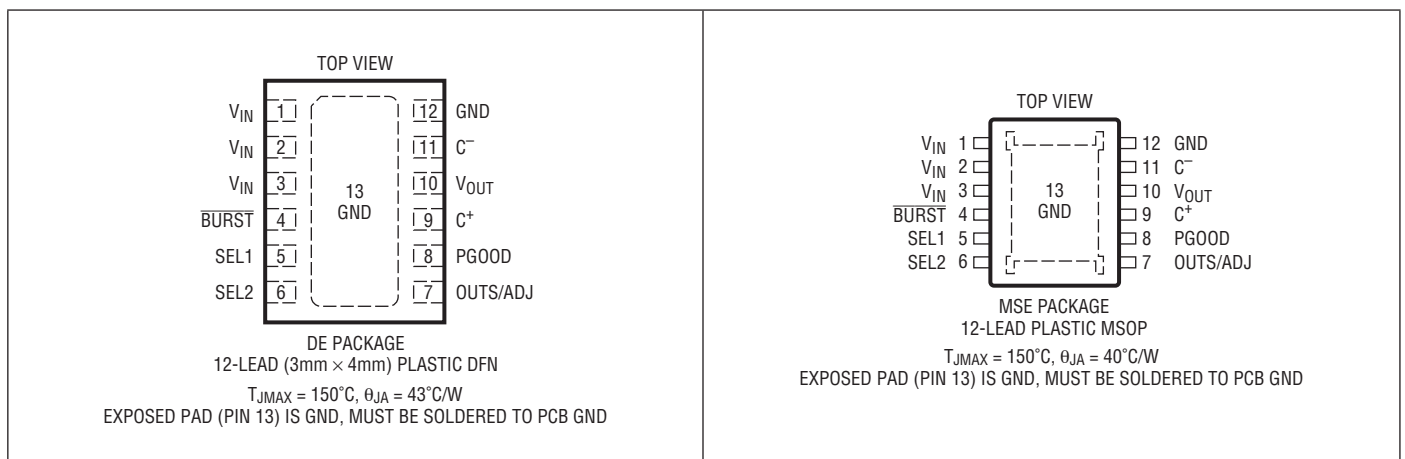
## 絶対最大定格 (Note 1)

$V_{IN}$ , SEL1, SEL2, $\overline{BURST}$	-0.3V ~ 38V
$V_{OUT}$ , OUTS/ADJ, PGOOD	-0.3V ~ 6V
$I_{PGOOD}$	2mA
$V_{OUT}$ の短絡時間	無期限

## 動作接合部温度範囲 (Note 2, 3)

(E/Iグレード)	-40°C ~ 125°C
(Hグレード)	-40°C ~ 150°C
(MPグレード)	-55°C ~ 150°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け, 10秒)	
(MSEのみ)	300°C

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC3245EDE#PBF	LTC3245EDE#TRPBF	3245	12-Lead (3mm × 4mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3245IDE#PBF	LTC3245IDE#TRPBF	3245	12-Lead (3mm × 4mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3245EMSE#PBF	LTC3245EMSE#TRPBF	3245	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3245IMSE#PBF	LTC3245IMSE#TRPBF	3245	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3245HMSE#PBF	LTC3245HMSE#TRPBF	3245	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LTC3245MPMSE#PBF	LTC3245MPMSE#TRPBF	3245	12-Lead Plastic MSOP	-55°C to 150°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。\* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

**電気的特性** ●は規定動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  の値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $C_{FLY} = 1\mu\text{F}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN}$	Operating Input Voltage Range		● 2.7		38	V
$V_{UVLO}$	$V_{IN}$ Undervoltage Lockout Threshold	$V_{IN}$ Rising $V_{IN}$ Falling	●	2.4 2.2	2.7	V V

3245fa

**電気的特性** ●は規定動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  の値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $C_{FLY} = 1\mu\text{F}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$I_{VIN}$	$V_{IN}$ Quiescent Current SEL1 = SEL2 = 0V $V_{OUT}$ Enabled, BURST = 0V $V_{OUT}$ Enabled, BURST = $V_{IN}$	Shutdown, $V_{OUT} = 0\text{V}$ CP Enabled, Output in Regulation CP Enabled, Output in Regulation		4	8	$\mu\text{A}$	
				18	35	$\mu\text{A}$	
				20	40	$\mu\text{A}$	
$V_{OUT5\_BM}$	Fixed 5V Burst Mode Output Regulation (OUTS/ADJ Connected to $V_{OUT}$ , BURST = 0V, SEL2 = $V_{IN}$ , SEL1 = $V_{IN}$ ) (Note 5)	$5\text{V} \leq V_{IN} < 38\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 250\text{mA}$ $4\text{V} \leq V_{IN} < 5\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 150\text{mA}$ $3.3\text{V} \leq V_{IN} < 4\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 75\text{mA}$ $3\text{V} \leq V_{IN} < 3.3\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 45\text{mA}$	●	4.8	5.2	V	
			●	4.8	5.2	V	
			●	4.8	5.2	V	
			●	4.8	5.2	V	
$V_{OUT5\_LN}$	Fixed 5V Low Noise Output Regulation (OUTS/ADJ Connected to $V_{OUT}$ , BURST = $V_{IN}$ , SEL2 = $V_{IN}$ , SEL1 = $V_{IN}$ ) (Note 5)	$5\text{V} \leq V_{IN} < 38\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 200\text{mA}$ $4\text{V} \leq V_{IN} < 5\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 120\text{mA}$ $3.3\text{V} \leq V_{IN} < 4\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 60\text{mA}$ $3\text{V} \leq V_{IN} < 3.3\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 35\text{mA}$	●	4.8	5.2	V	
			●	4.8	5.2	V	
			●	4.8	5.2	V	
			●	4.8	5.2	V	
$V_{OUT33\_BM}$	Fixed 3.3V Burst Mode Output Regulation (OUTS/ADJ Connected to $V_{OUT}$ , BURST = 0V, SEL2 = $V_{IN}$ , SEL1 = $V_{IN}$ ) (Note 5)	$5\text{V} \leq V_{IN} < 38\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 250\text{mA}$ $4\text{V} \leq V_{IN} < 5\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 175\text{mA}$ $3.3\text{V} \leq V_{IN} < 4\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 110\text{mA}$ $2.7\text{V} \leq V_{IN} < 3.3\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 60\text{mA}$	●	3.17	3.43	V	
			●	3.17	3.43	V	
			●	3.17	3.43	V	
			●	3.17	3.43	V	
$V_{OUT33\_LN}$	Fixed 3.3V Low Noise Output Regulation (OUTS/ADJ Connected to $V_{OUT}$ , BURST = $V_{IN}$ , SEL2 = $V_{IN}$ , SEL1 = $V_{IN}$ ) (Note 5)	$5\text{V} \leq V_{IN} < 38\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 220\text{mA}$ $4\text{V} \leq V_{IN} < 5\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 140\text{mA}$ $3.3\text{V} \leq V_{IN} < 4\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 90\text{mA}$ $2.7\text{V} \leq V_{IN} < 3.3\text{V}$ , $I_{OUT} \leq 50\text{mA}$	●	3.17	3.43	V	
			●	3.17	3.43	V	
			●	3.17	3.43	V	
			●	3.17	3.43	V	
$V_{ADJ}$	OUTS/ADJ Reference Voltage (Note 4)	SEL2 = 0V, SEL1 = $V_{IN}$ , $I_{OUT} = 0\text{mA}$	●	1.176	1.200	1.224	V
$R_{CL}$	Load Regulation (Referred to ADJ)	SEL2 = 0V, SEL1 = $V_{IN}$		0.2		mV/mA	
$V_{PG\_RISE}$	PGOOD Rising Threshold	$V_{OUT}\%$ of Final Regulation Voltage		95	98	%	
$V_{PG\_FALL}$	PGOOD Falling Threshold	$V_{OUT}\%$ of Final Regulation Voltage		88	91	%	
$V_{PG\_LOW}$	PGOOD Output Low Voltage	$I_{PGOOD} = 0.2\text{mA}$	●	0.1	0.4	V	
$I_{PG\_HIGH}$	PGOOD Output High Leakage	$V_{PGOOD} = 5\text{V}$		-1	0	1	$\mu\text{A}$
$V_{LOW}$	BURST, SEL1, SEL2 Input Voltage		●	0.4	0.9	V	
$V_{HIGH}$	BURST, SEL1, SEL2 input Voltage		●	1.2	2	V	
$I_{LOW}$	BURST, SEL1, SEL2 Input Current	$V_{PIN} = 0\text{V}$		-1	0	1	$\mu\text{A}$
$I_{HIGH}$	BURST, SEL1, SEL2 Input Current	$V_{PIN} = 38\text{V}$		0.5	1	3	$\mu\text{A}$
$I_{SHORT\_CKT}$	$I_{V_{OUT}}$ Short-Circuit Current	$V_{OUT} = \text{GND}$			900	mA	
$R_{OUT}$	Charge Pump Output Impedance	2:1 Step-Down Mode 1:1 Step-Down Mode 1:2 Step-Up Mode ( $V_{IN} = 3.3\text{V}$ )		3		$\Omega$	
				3.5		$\Omega$	
				14		$\Omega$	
$f_{OSC}$	Oscillator Frequency		●	450	500	kHz	

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。このデバイスには、短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能がアクティブなとき接合部温度は  $150^\circ\text{C}$  を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

**Note 2:** LTC3245E は  $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$  の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$  の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTC3245I は  $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$  の動作接合部温度範囲で保証されている。LTC3245H は  $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$  の動作接合部温度範囲で保証されている。LTC3245MP は  $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$  の動作接合部温度範囲で保証されている。高い接合部温度は

動作寿命に悪影響を及ぼす。 $150^\circ\text{C}$  を超える接合部温度では動作寿命はディレーティングされる。これらの仕様を満たす最大周囲温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗および他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

**Note 3:** 接合部温度 ( $T_J$  ( $^\circ\text{C}$ )) は周囲温度 ( $T_A$  ( $^\circ\text{C}$ )) および電力損失 ( $P_D$  (W)) から次式に従って計算される。

$$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA}), \text{ここで、}\theta_{JA} \text{ (単位: } ^\circ\text{C/W)} \text{ はパッケージの熱インピーダンス。}$$

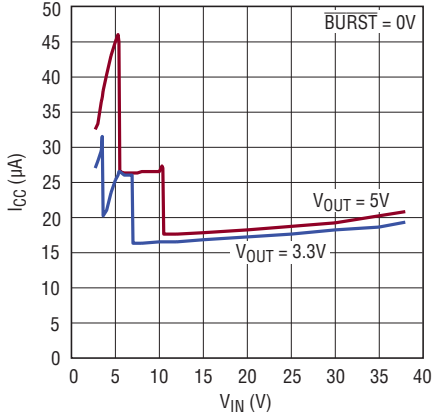
**Note 4:**  $V_{OUT}$  の設定範囲は  $2.5\text{V} \sim 5\text{V}$ 。詳細については「出力電圧の設定」のセクションを参照。

**Note 5:**  $150^\circ\text{C}$  の最大動作接合部温度を超えてはならない。入力電圧と出力電流の組み合わせによっては接合部温度が  $150^\circ\text{C}$  を超える可能性があるため、避けなければならない。最大動作条件の計算の詳細については「熱管理」のセクションを参照。

# LTC3245

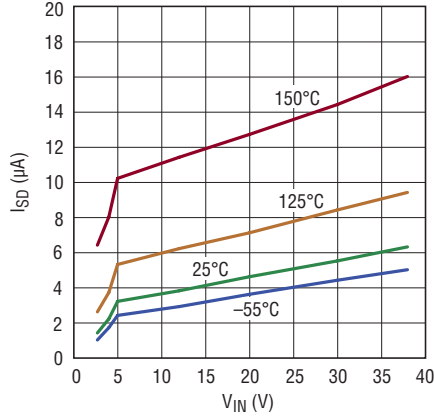
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

入力動作電流と入力電圧



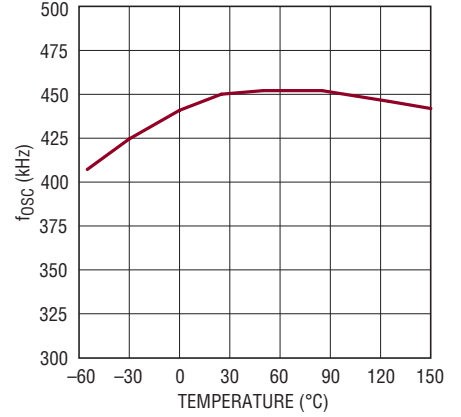
3245 G01

入力シャットダウン電流と  
入力電圧



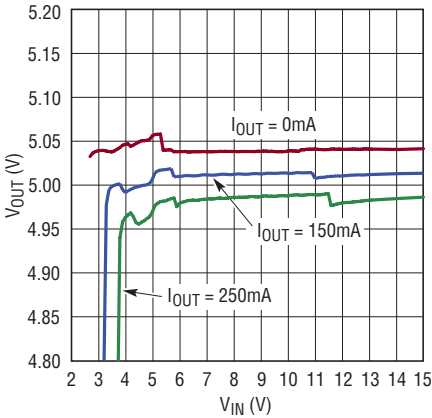
3245 G02

発振器周波数と温度



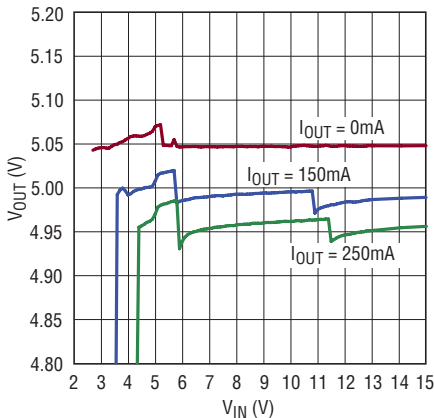
3245 G03

5V 固定出力電圧と入力電圧  
(Burst Mode 動作)



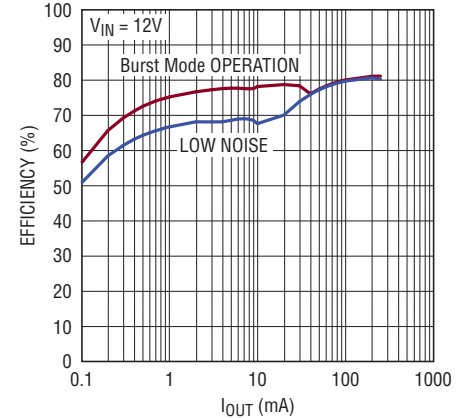
3245 G04

5V 固定出力電圧と入力電圧  
(低ノイズ動作)



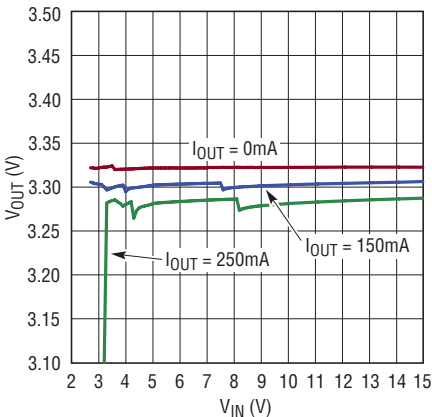
3245 G05

5V 固定出力の効率と出力電流



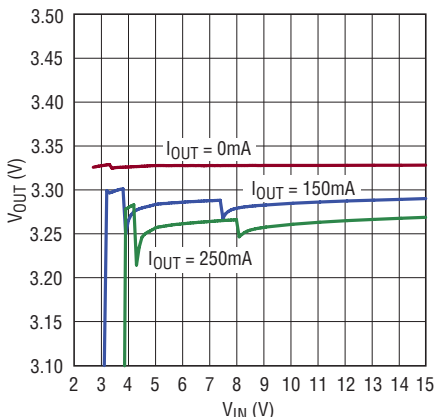
3245 G06

3.3V 固定出力電圧と入力電圧  
(Burst Mode 動作)



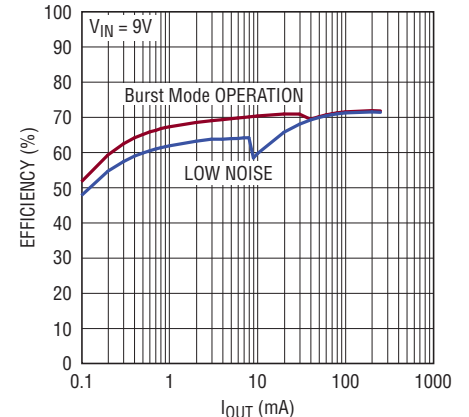
3245 G07

3.3V 固定出力電圧と入力電圧  
(低ノイズ動作)



3245 G08

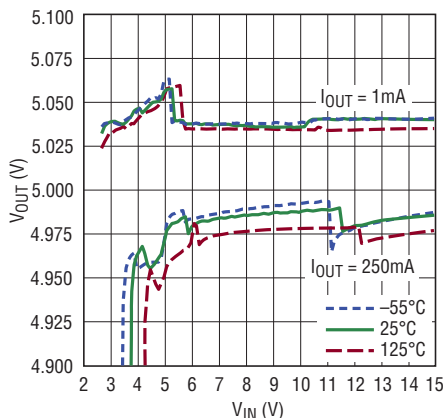
3.3V 固定出力の効率と出力電流



3245 G09

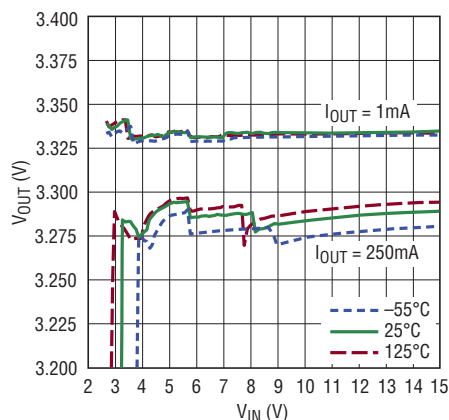
## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

### 5V 固定出力電圧と下降時入力電圧 (Burst Mode動作)



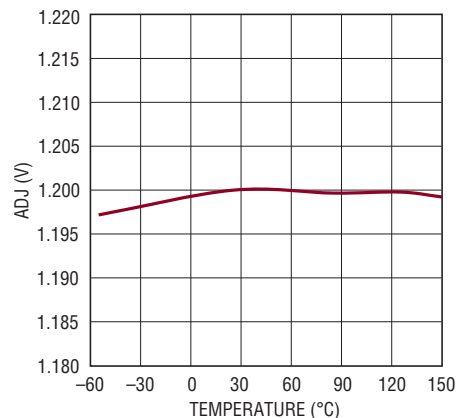
3245 G10

### 3.3V 固定出力電圧と下降時入力電圧 (Burst Mode動作)



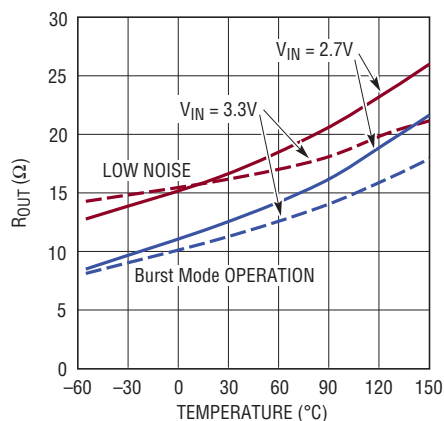
3245 G11

### ADJのレギュレーション電圧と温度



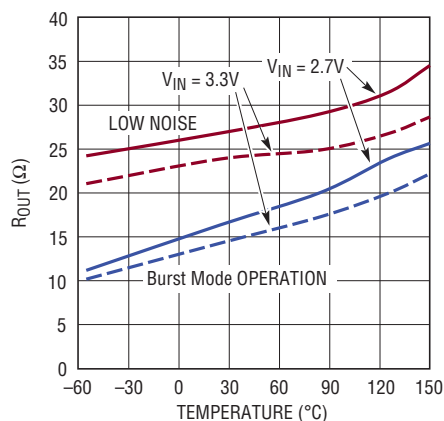
3245 G12

### 5V の出力インピーダンスと温度 (昇圧モード)



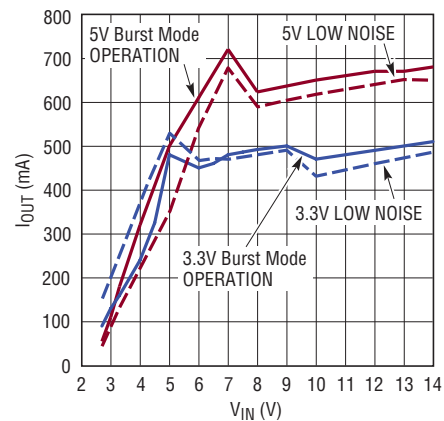
3245 G13

### 3.3V の出力インピーダンスと温度 (昇圧モード)



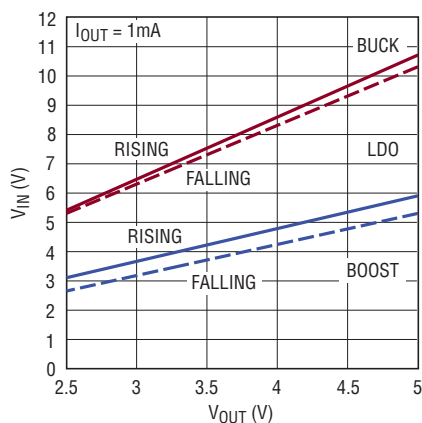
3245 G14

### 出力電流と入力電圧 (VOUTがレギュレーション電圧を5%下回る値)



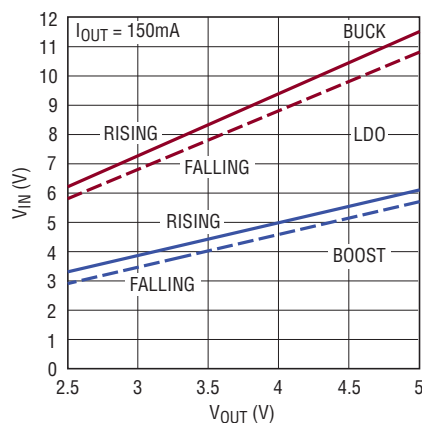
3245 G15

### 動作モード移行電圧と入力電圧



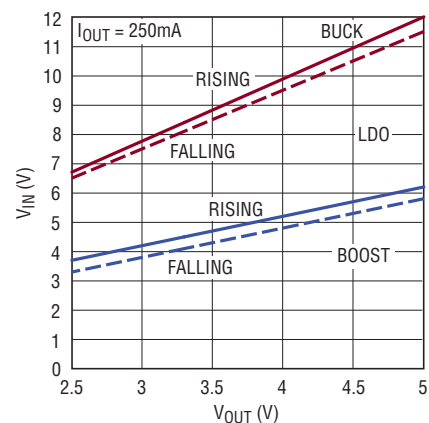
3245 G16

### 動作モード移行電圧と入力電圧



3245 G17

### 動作モード移行電圧と入力電圧

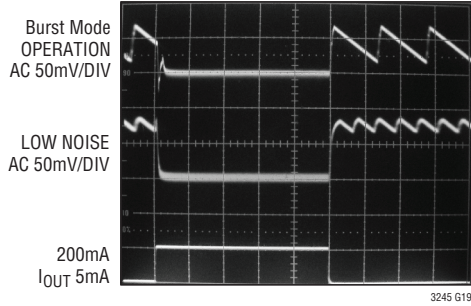


3245 G18

# LTC3245

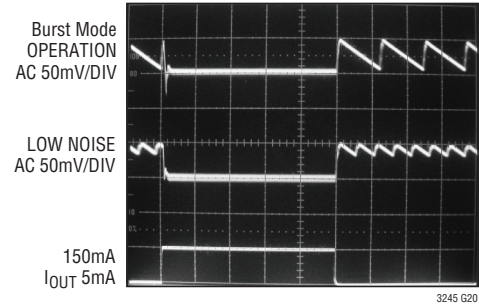
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

5Vの出カトランジェント応答



$V_{IN} = 12\text{V}$   
 $V_{OUT} = 5\text{V}$

3.3Vの出カトランジェント応答



$V_{IN} = 12\text{V}$   
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$

## ピン機能

**V<sub>IN</sub> (ピン1, 2, 3)** : 電源入力ピン。チャージポンプとICの制御回路両方の入力電圧。V<sub>IN</sub>ピンは2.7V～38Vで動作します。すべてのV<sub>IN</sub>ピンは互いに接続します。

**BURST (ピン4)** : Burst Modeのロジック入力。BURSTピンをロジック“H”にすると、チャージポンプは低ノイズの固定周波数動作になります。ロジック“L”にすると、チャージポンプはBurst Mode動作になり、低出力電流時の効率が向上します。BURSTピンにはグラウンドへの1μA (標準)のプルダウン電流が流れているので、38Vの入力をV<sub>IN</sub>にピンストラップすることが可能です。

**SEL1 (ピン5)** : ロジック入力ピン。SEL1/SEL2の動作ロジックについては表1を参照してください。SEL1ピンにはグラウンドへの1μA (標準)のプルダウン電流が流れているので、38Vの入力をV<sub>IN</sub>にピンストラップすることが可能です。

**SEL2 (ピン6)** : ロジック入力ピン。SEL1/SEL2の動作ロジックについては表1を参照してください。SEL2ピンにはグラウンドへの1μA (標準)のプルダウン電流が流れているので、38Vの入力をV<sub>IN</sub>にピンストラップすることが可能です。

表1. V<sub>OUT</sub>の動作モード

SEL2	SEL1	モード
“L”	“L”	シャットダウン
“L”	“H”	可変V <sub>OUT</sub>
“H”	“L”	5V固定
“H”	“H”	3.3V固定

**OUTS/ADJ (ピン7)** : V<sub>OUT</sub>検出/調整入力ピン。このピンは、5Vまたは3.3Vの固定出力のV<sub>OUT</sub>検出(OUTS)と、外部帰還による可変出力の調整(ADJ)の機能を行います。デバイスが可変モードでイネーブルされると、ADJピンは1.2Vにサーボ制御されます。(OUTS/ADJはSEL1ピンとSEL2ピンで選択される。表1を参照)

**PGOOD (ピン8)** : オープンドレインのパワーグッド・ロジック出力。V<sub>OUT</sub>が最終動作電圧の約6%になると、PGOODピンは高インピーダンスになります。PGOODは、外付け抵抗でV<sub>OUT</sub>やその他の低電圧源にプルアップします。

**C<sup>+</sup> (ピン9)** : フライイング・コンデンサの正極側の接続ピン。

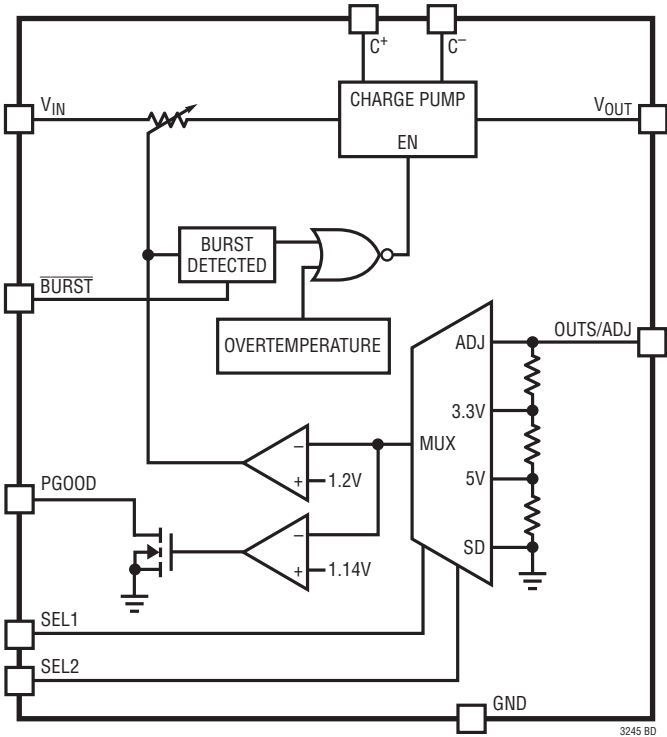
**V<sub>OUT</sub> (ピン10)** : チャージポンプの出力電圧。V<sub>IN</sub>がUVLOしきい値を下回ると、V<sub>IN</sub>からの接続は高インピーダンスになり、V<sub>OUT</sub>からV<sub>IN</sub>への逆漏れは生じません。V<sub>OUT</sub>はUVLOしきい値を上回るときのみ安定化されます。V<sub>OUT</sub>は2.5V～5Vに安定化するように設定することができます。

**C<sup>-</sup> (ピン11)** : フライイング・コンデンサの負極側の接続ピン。

**GND (ピン12、露出パッド・ピン13)** : グラウンド。パッケージの露出パッドはグラウンドになっており、正常な機能と定格の熱性能を確保するため、プリント回路基板のグラウンド・プレーンに半田付ける必要があります。

# LTC3245

## 簡略ブロック図



3245 BD



## アプリケーション情報

### 通常動作

LTC3245は、スイッチト・キャパシタによるDC/DC変換を使用することにより、インダクタ・ベースの回路における効率を向上するとともに、リニア・レギュレータのコストと簡易性の利点を実現します。LTC3245独自の固定周波数アーキテクチャにより、従来のスイッチト・キャパシタ・チャージポンプ・レギュレータよりも低ノイズの安定化出力とともに低入力ノイズを実現します。LTC3245は、内部スイッチ・ネットワークと分割変換比を使って、様々な $V_{IN}$ と出力負荷の条件で高い効率とレギュレーションを達成します。

内部制御回路により、 $V_{IN}$ と負荷の条件に基づいて適切な変換比が選択されます。このデバイスには3つの可能な変換モードがあります。2:1の降圧モード、1:1の降圧モード、および1:2の昇圧モードです。3つすべてのモードでの動作に必要なものは1個の外付けフライング・コンデンサだけです。 $V_{IN}$ が望みの $V_{OUT}$ の2倍より高い電圧の場合、2:1のモードを選択します。 $V_{IN}$ が $V_{OUT}$ の2倍と $V_{OUT}$ の間の電圧を下回る場合、1:1のモードを選択します。 $V_{IN}$ が望みの $V_{OUT}$ の電圧を下回る場合、1:2のモードを選択します。内部の負荷電流検出回路により、あらゆる負荷条件で出力レギュレーションを維持するため、必要に応じて変換比の切り替えポイントが制御されます。

レギュレーションは、出力電圧を検出してサイクルごとの電荷の転送量を安定化することによって行われます。このレギュレーション方法では、従来のスイッチト・キャパシタ・チャージポンプよりも入力と出力のリップルがはるかに小さくなります。固定周波数の電荷転送により、従来のスイッチト・キャパシタ・チャージポンプよりも出力や入力のフィルタを追加する必要もはるかに小さくなります。

LTC3245にはBurst Mode動作ピンがあり、ユーザーは効率を上げるために出力リップルをとるか、低静止電流をとるかの選択を行うことができます。このデバイスには2つのSELピンがあり、シャットダウンとともに出力レギュレーション(5V固定、3.3V固定、または可変)を選択します。このデバイスにはソフトスタート機能があり、起動時の突入電流を制限します。また、短絡保護と過熱保護の機能も備わっています。

### $V_{OUT}$ のレギュレーションとモード選択

「簡略ブロック図」に示すように、このデバイスは制御ループを使ってチャージポンプの能力を調節し、出力に必要な電流に合わせます。このループの誤差信号は出力の蓄電コンデンサ

に直接保存されます。 $V_{OUT}$ の負荷が増加すると、 $V_{OUT}$ はわずかに低下し、出力電流が出力負荷に適合するまで転送される電荷の量が増加します。変換比に関係なく、このレギュレーション方法が適用されます。

最適な変換比は、 $V_{IN}$ 、 $V_{OUT}$ 、および出力負荷の条件に基づいて選択されます。デフォルトの変換比を選択するために2つの内部コンパレータが使用されています。各コンパレータは、増加する(減少する)出力負荷電流に比例して増加する(減少する)調整可能なオフセットを内蔵しています。このようにして、変換比の切り替えポイントが最適化され、レギュレーションを維持しながら、あらゆる電源と負荷の条件で最大効率を得られます。各コンパレータにはヒステリシスも備わっており、遷移点に達したときのモード間の発振が生じる傾向を抑えます。

### 低ノイズとBurst Mode動作

Burst Mode動作は $\overline{BURST}$ ピンを“L”に駆動することによって選択します。Burst Mode動作では、LTC3245は各サイクルで最小量の電荷を供給することにより、軽出力負荷時に $V_{OUT}$ をレギュレーション電圧より上に強制します。LTC3245が $V_{OUT}$ がレギュレーション電圧より高いことを検出すると、このデバイスは電荷の転送を停止し、低電流のスリープ状態になります。このスリープ状態の間、出力負荷は出力コンデンサから電力供給されます。このデバイスは、新たな電荷のバーストが必要になるだけ出力が十分に低下するまでスリープ状態を維持します。LTC3245はBurst Mode動作を行うことにより、軽負荷時にも高い効率を達成できます。出力負荷がサイクルごとに転送される最小電荷を超えると、デバイスは継続的に動作してレギュレーションを維持します。

バースト電流が多くの要素(電源、スイッチ能力、コンデンサの選択など)に依存する従来のチャージポンプとは異なり、LTC3245のバースト電流は安定化されているので、バースト出力のリップル電圧を比較的一定に保つことが可能であり、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ に対して標準で50mVです。

$\overline{BURST}$ ピンを“H”に駆動すると、LTC3245は低ノイズ動作になります。低ノイズ動作では、各サイクルで最小量の電荷が供給され、スリープ・ヒステリシスはBurst Mode動作に比べて小さくなります。この結果、バースト出力リップルが小さくなり( $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ に対して標準で20mV)、軽負荷時に固定周波数動作に移行します。

# LTC3245

## アプリケーション情報

### 短絡保護/過熱保護

LTC3245は短絡電流制限および過熱保護の機能を備えています。短絡状態の間、デバイスは自動的に出力電流を制限します。

LTC3245は、接合部温度が過熱しきい値（標準で175°C）を超えるとデバイスをシャットダウンする過熱保護の機能を備えています。すなわち、周囲温度が過度に高い場合や、IC内部に過度の電力損失が生じた場合にICを保護するサーマル・シャットダウン機能が備えられています。接合部温度が約165°Cまで下がると、電荷の転送が再開します。

過熱保護が作動しているとき、接合部温度は規定の動作温度範囲を超えています。過熱保護が想定しているのは、瞬間的な過負荷状態が通常動作の範囲外で発生した場合です。規定された最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがあります。

### ソフトスタート動作

起動時に過度の電流が $V_{IN}$ に流れるのを防ぐため、LTC3245にはソフトスタート回路が内蔵されています。出力の蓄電コンデンサに供給する電流量を約500 $\mu$ sにわたって直線的に増加させることにより、ソフトスタートを実現します。ソフトスタートは、デバイスがシャットダウン状態から解放されるたびにイネーブルされ、レギュレーション状態に達した直後にディセーブルされます。

### 出力電圧の設定(OUS/ADJピン)

LTC3245の出力電圧は、3.3V固定出力、5V固定出力、ならびに外付け抵抗分割器によって設定される可変出力と、非常に柔軟に設定できます。必要な出力安定化方法はSETピンによって選択されます。

固定出力を選択するには、図1に示すように、OUS (OUS/ADJピン)を $V_{OUT}$ に短絡するだけです。3.3V固定出力動作はSEL1ピンとSEL2ピンの両方を“H”に駆動することによってイネーブルされ、5V固定出力動作はSEL2を“H”に、SEL1を“L”に駆動することによって選択されます。SEL1とSEL2の

両方を“L”に駆動するとデバイスがシャットダウンし、 $V_{OUT}$ が高インピーダンスになります。

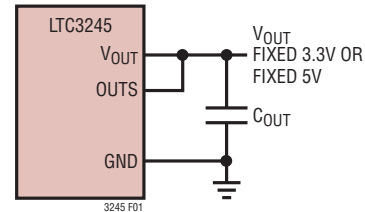


図1. 固定出力動作

可変出力の設定は、図2に示すように、ADJ (OUS/ADJピン)を $V_{OUT}$ とGNDの間の抵抗分割器に接続することによって行われます。可変出力動作はSEL1を“H”に、SEL2を“L”に駆動することによってイネーブルされます。SEL1とSEL2の両方を“L”に駆動するとデバイスがシャットダウンすることにより、 $V_{OUT}$ が高インピーダンスになります。

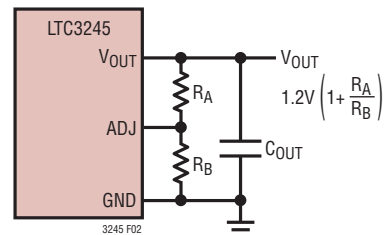


図2. 可変出力動作

可変動作を使用すると、出力( $V_{OUT}$ )は2.5V~5Vに安定化するように設定できます。設定範囲が制限されているので、 $V_{OUT}$ ピンがオーバーストレスになることなく $V_{OUT}$ に必要な動作電圧が得られます。

必要な可変出力電圧は、 $R_A$ と $R_B$ に対して次式を解くことによって設定されます。

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{V_{OUT}}{1.2V} - 1$$

$R_B$ を1k~1Mの範囲に設定し、 $R_A$ を求めます。無負荷時動作電流の合計に抵抗分割器の電流が加わることに注意してください。したがって、 $R_B$ の値を大きくするほど動作電流が小さくなります。

## アプリケーション情報

### 2:1の降圧チャージポンプの動作

入力電源が出力電圧の約2倍より高い場合、LTC3245は2:1の降圧モードで動作します。電荷の転送は2つのフェーズで行われます。最初のフェーズでは、フライング・コンデンサ(C<sub>FLY</sub>)がV<sub>IN</sub>とV<sub>OUT</sub>の間に接続されます。このフェーズでC<sub>FLY</sub>が満充電されて電流がV<sub>OUT</sub>に供給されます。次のフェーズでは、フライング・コンデンサ(C<sub>FLY</sub>)はV<sub>OUT</sub>とGNDの間に接続されます。最初のフェーズでC<sub>FLY</sub>に蓄積された電荷が次のフェーズでV<sub>OUT</sub>に転送されます。2:1の降圧モードの場合、入力電流は総出力電流の約半分になります。2:1での効率(η)とデバイスの電力損失(P<sub>D</sub>)はほぼ次のようになります。

$$\eta \equiv \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{IN} \cdot \frac{1}{2} I_{OUT}} = \frac{2V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$$P_D = \left( \frac{V_{IN}}{2} - V_{OUT} \right) I_{OUT}$$

### 1:1の降圧チャージポンプの動作

入力電源が出力電圧の約2倍より低く、設定された出力電圧より高い場合、LTC3245は1:1の降圧モードで動作します。この安定化方法はリニア・レギュレータに非常に似ています。発振器の周期のほとんどで、電荷がV<sub>IN</sub>からV<sub>OUT</sub>に直接供給されます。電荷の転送は、この周期の終了時に一時的に中断されます。電荷の転送を中断することにより、安定性とトランジェント応答が改善されます。1:1の降圧モードの場合、入力電流は総出力電流にほぼ等しくなります。したがって、1:1での効率(η)とデバイスの電力損失(P<sub>D</sub>)はほぼ次のようになります。

$$\eta \equiv \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{IN} \cdot I_{OUT}} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) I_{OUT}$$

### 1:2の昇圧チャージポンプの動作

入力電源が出力電圧より低い場合、LTC3245は1:2の昇圧モードで動作します。電荷の転送は2つのフェーズで行われます。最初のフェーズでは、フライング・コンデンサ(C<sub>FLY</sub>)がV<sub>IN</sub>とGNDの間に接続されます。このフェーズでC<sub>FLY</sub>は満充電されます。次のフェーズでは、フライング・コンデンサ(C<sub>FLY</sub>)はV<sub>IN</sub>とV<sub>OUT</sub>の間に接続され、最初のフェーズでC<sub>FLY</sub>に蓄積された電荷がV<sub>OUT</sub>に転送されます。1:2の昇圧モードの場合、入力電流は総出力電流のほぼ2倍になります。したがって、1:2での効率(η)とデバイスの電力損失(P<sub>D</sub>)はほぼ次のようになります。

$$\eta \equiv \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{IN} \cdot 2I_{OUT}} = \frac{V_{OUT}}{2V_{IN}}$$

$$P_D = (2V_{IN} - V_{OUT}) I_{OUT}$$

1:2の昇圧モードでの動作では、デバイスは常にBurst Mode動作を行うので、駆動は制限されます。Burst Mode動作は、出力リップルが大きくなることを代償にドロップアウトの開始を遅らせるために行われます。

### PGOOD出力の動作

LTC3245にはオープンドレインのパワーグッド(PGOOD)出力ピンがあります。デバイスがシャットダウンまたはUVLO状態(V<sub>IN</sub> < 2.2V (標準))の場合、PGOODは低インピーダンスでグラウンドに接続されます。V<sub>OUT</sub>がレギュレーション電圧の95% (標準)まで上昇すると、PGOODは高インピーダンスになります。V<sub>OUT</sub>がシャットダウンするか、または過負荷状態によってPGOODしきい値(標準で91%)を下回るまで、PGOODは高インピーダンスに保たれます。PGOODと正の低電圧ロジック電源(V<sub>OUT</sub>など)の間にプルアップ抵抗を接続することにより、有効なパワーグッド状態を知らせることができます。PGOODに大きなプルアップ抵抗を使用し、PGOODとGNDの間にコンデンサを接続することにより、必要に応じてPGOOD信号を遅延させることができます。

### V<sub>OUT</sub>のリップルとコンデンサの選択

LTC3245と一緒に使用されるコンデンサの種類と容量により、レギュレータの制御ループの安定性、出力リップル、チャージポンプの能力など、いくつかの重要なパラメータが決まります。

## アプリケーション情報

固定周波数モードで動作する場合、与えられた負荷電流に対する出力リップルの大きさが $C_{OUT}$ の値によって直接制限されます。 $C_{OUT}$ のサイズを大きくすると出力リップルが小さくなります。

出力のノイズとリップルを低減するため、 $C_{OUT}$ に低ESR(等価直列抵抗が $0.1\Omega$ 未満)のセラミック・コンデンサ( $10\mu\text{F}$ 以上)を使用することを推奨します。タンタル・コンデンサとアルミ・コンデンサは、セラミック・コンデンサと並列に使用して総容量を増加することができますが、ESRが大きいため単独で使用することは推奨しません。

$C_{OUT}$ の種類と値の両方がLTC3245の安定性に大きく影響することがあります。「ブロック図」に示すように、このデバイスは制御ループを使ってチャージポンプの能力を調節し、出力に必要な電流に合わせます。このループの誤差信号は出力の蓄電コンデンサに直接保存されます。この蓄電コンデンサは制御ループの主ポールを形成するのにも寄与します。リングングや不安定動作を防ぐには、出力コンデンサがあらゆる条件で少なくとも $4\mu\text{F}$ の容量を維持することが重要です(「セラミック・コンデンサの選択のガイドライン」を参照)。

同様に、出力コンデンサのESRが大きすぎると、LTC3245のループ安定性が低下する傾向があります。このデバイスの閉ループの出力抵抗は、5V出力では $0.3\Omega$ に、3.3V出力では $0.2\Omega$ になるように設計されています。負荷電流が250mA変化すると、出力電圧は約1.5%だけ変化します。出力コンデンサのESRが閉ループのインピーダンスより大きいと、閉ループ周波数応答は単純な1ポールの場合のようにロールオフなくなり、負荷トランジエント応答が悪くなったり不安定になることがあります。セラミック・コンデンサは、一般に並外れたESR特性を持っており、密な基板レイアウトと組み合わせると優れた安定性および負荷トランジエント性能が得られます。

### $V_{IN}$ コンデンサの選択

LTC3245で採用されている固定周波数アーキテクチャでは、従来の安定化チャージポンプよりも入力ノイズ・フィルタリングの必要性はるかに小さくなります。LTC3245の入力電流は、動作モードに応じて、サイクルごとに $I_{OUT} \sim 0\text{mA}$ の範囲で変化する可能性があります。ESRを小さくすると、入力電流の変化によって生じる電圧ステップが低減されますが、コンデンサの容量の絶対値によってリップルのレベルが決まります。入力バイパスに必要な容量の合計と種類は、印加される電源のイ

ンピーダンスならびに $V_{IN}$ ノードにもともとあるバイパスに大きく依存します。入力ノイズを最適化してリップルを低減するため、 $C_{IN}$ のバイパスに低ESRセラミック・コンデンサを使用することを推奨します。 $C_{IN}$ のセラミック・コンデンサと並列に電解コンデンサやタンタル・コンデンサを使って総容量を増加することはできますが、電解コンデンサやタンタル・コンデンサはESRが大きいため、入力バイパスに単独で使用することは推奨しません。LTC3245は $1\mu\text{F}$ 未満のコンデンサで動作しますが、電源のインピーダンスによっては、入力ノイズが出力まで通り抜けることにより性能が低下する可能性があります。最高の性能を得るには、 $C_{IN}$ の総容量を $1\mu\text{F}$ 以上にすることを推奨します。

### フライング・コンデンサの選択

警告：フライング・コンデンサの電圧はLTC3245の起動時に反転することがあるので、フライング・コンデンサにはタンタルやアルミのような有極性コンデンサは決して使用しないでください。フライング・コンデンサには必ずセラミック・コンデンサを使用してください。フライング・コンデンサによってチャージポンプの能力が決まります。定格出力電流を得るためには、設定された $V_{OUT}$ に等しいバイアス電圧のときの全動作温度でフライング・コンデンサが $0.4\mu\text{F}$ 以上の容量を持つ必要があります(「セラミック・コンデンサの選択のガイドライン」を参照)。アプリケーションが100mA以下の出力電流しか必要としない場合、フライング・コンデンサの最小値は $0.15\mu\text{F}$ まで低減できます。セラミック・コンデンサの電圧定格は $V_{OUT} + 1\text{V}$ 以上にします。

### セラミック・コンデンサの選択のガイドライン

コンデンサは材質が異なると、温度や電圧が上がるにつれて異なった率で容量を失います。たとえば、X5RまたはX7Rの材料で製造されたセラミック・コンデンサは $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の範囲で容量のほとんどを維持できますが、Z5U型またはY5V型のコンデンサは同じ範囲でかなりの容量を失います(標準で60%~80%の損失)。Z5UおよびY5Vのコンデンサは電圧係数も非常に高く、定格電圧が印加されるとさらに60%以上の容量を失うことがあります。したがって、異なるコンデンサを比較するときは、規定の容量値を検討するより、与えられたケースサイズに対して得られる容量を比較する方が多くの場合適切です。たとえば、定格電圧および定格温度の条件において、0805ケースに入った、 $4.7\mu\text{F}$ 、10VのY5Vセラミック・コ

## アプリケーション情報

コンデンサは、同じケースで供給される1 $\mu$ F、10VのX5RまたはX7Rよりも容量が大きいとは限りません。実際、バイアスおよび温度の全範囲にわたって、1 $\mu$ F、10VのX5RまたはX7Rセラミック・コンデンサは4.7 $\mu$ F、10VのY5Vよりも大きな容量が得られます。全動作温度および全バイアス電圧にわたって要件を満たす最小容量を確保するのにどの値のコンデンサが必要かを決定するには、コンデンサ・メーカーのデータシートを調べます。セラミック・コンデンサのメーカーとその連絡先を以下に示します。

メーカー	Webサイト
AVX	www.avxcorp.com
Kemet	www.kemet.com
村田製作所	www.murata.com
太陽誘電	www.t-yuden.com
TDK	www.tdk.com

### レイアウトに関する検討事項

LTC3245によって高いスイッチング周波数とトランジェント電流が生じるので、最適な性能を引き出すには基板のレイアウトに注意が必要です。適正なグランド・プレーンを与え、すべてのコンデンサへの配線を短くすれば性能が最適化され、ノイズが低減されるので、あらゆる条件で十分なレギュレーションが得られます。

外付け抵抗分割器を接続してLTC3245を使用する場合、ADJ (OUTS/ADJピン) ノードまでの浮遊容量を最小限に抑えることが重要です。ADJからC<sup>+</sup>またはC<sup>-</sup>までの浮遊容量は性能を大幅に低下させるので、最小限に抑えるか必要に応じてシールドします。

### 熱管理

LTC3245内の電力損失により、接合部-周囲間温度が40°C/W以上の速度で上昇します。最大接合部温度を下げるには、PC基板に十分な熱接続を行うことを推奨します。ダイ・パッド(ピン13)を複数のビアを使ってデバイスの下の大きなグランド・プレーンに接続すると、パッケージとPC基板の熱抵抗を大きく減らすことができます。基板レイアウトに不備があり、ダイ・パッド(ピン13)を大きなグランド・プレーンに接続しないと、接合部-周囲間熱インピーダンスが40°C/Wを大幅に超える可能性があります。

力動作範囲が広いので、規定動作接合部温度を超えてサーマル・シャットダウンに達する可能性もあります。20V未満の入力電圧に対して150°Cを超えない動作接合部温度を確保する、供給可能な出力電流と温度の関係を図3に示します。

図3はワーストケースの動作条件を想定しています。動作条件によっては、デバイスは、150°Cの動作接合部温度を超えることなく、示された値より大きな電流を供給することができます。図3の制約の外側で動作させる場合、ユーザーの責任で、LTC3245の規定動作接合部温度を長時間超えないように、ワーストケースの動作条件(温度と電力)を計算してください。「2:1の降圧チャージポンプの動作」、「1:1の降圧チャージポンプの動作」、および「1:2の昇圧チャージポンプの動作」のセクションでは、各モードの電力損失(P<sub>D</sub>)を計算する式が与えられています。

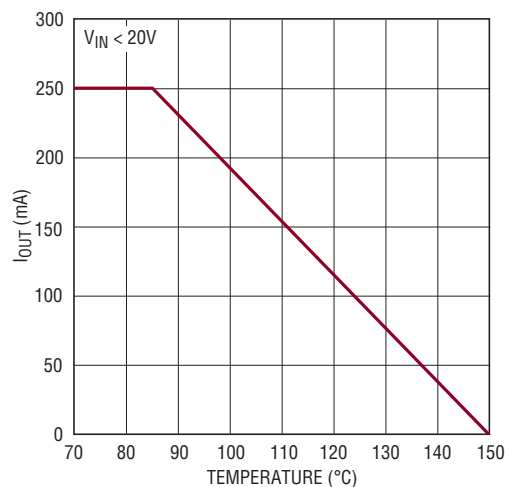


図3. 供給可能な出力電流と温度

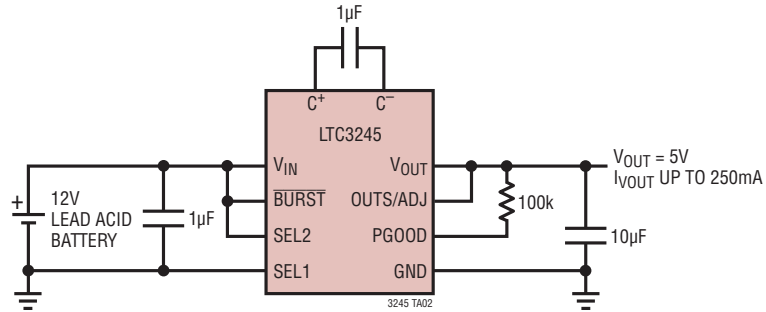
たとえば、通常動作時の最大電力損失(P<sub>D</sub>)を1.2Wとすると、接合部-周囲間温度は次の値に上昇します。

$$\text{接合部-周囲間温度} = 1.2\text{W} \cdot 40^\circ\text{C/W} = 48^\circ\text{C}$$

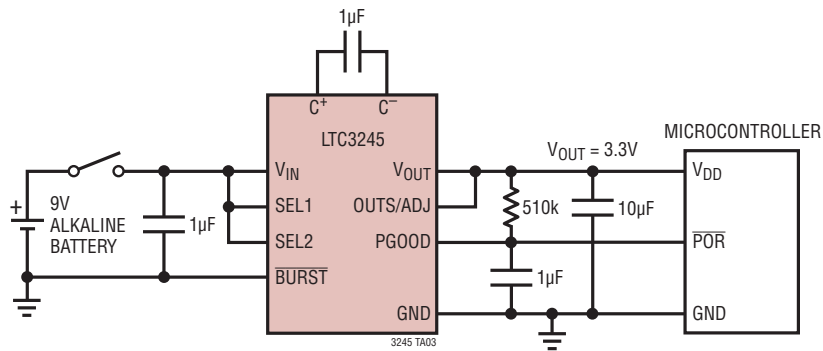
したがって、接合部温度が150°C未満を維持する場合、この状態での周囲温度が102°Cを超えることはなく、周囲温度が約127°Cを超えると、デバイスはサーマル・シャットダウンからの出入りを繰り返します。

## 標準的応用例

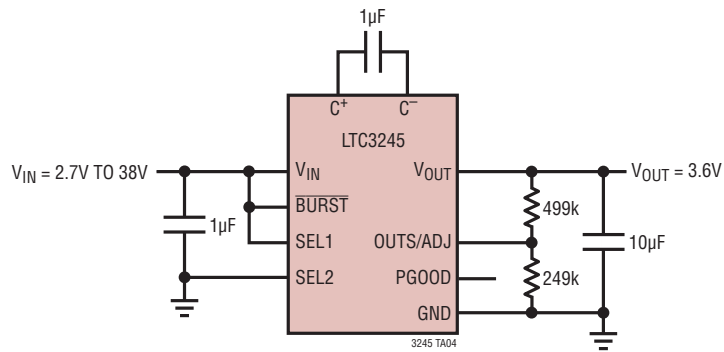
安定化された低ノイズ5V出力



入力が9Vアルカリ電池の高効率3.3Vマイクロコントローラ電源  
(パワーオン・リセット遅延付き)



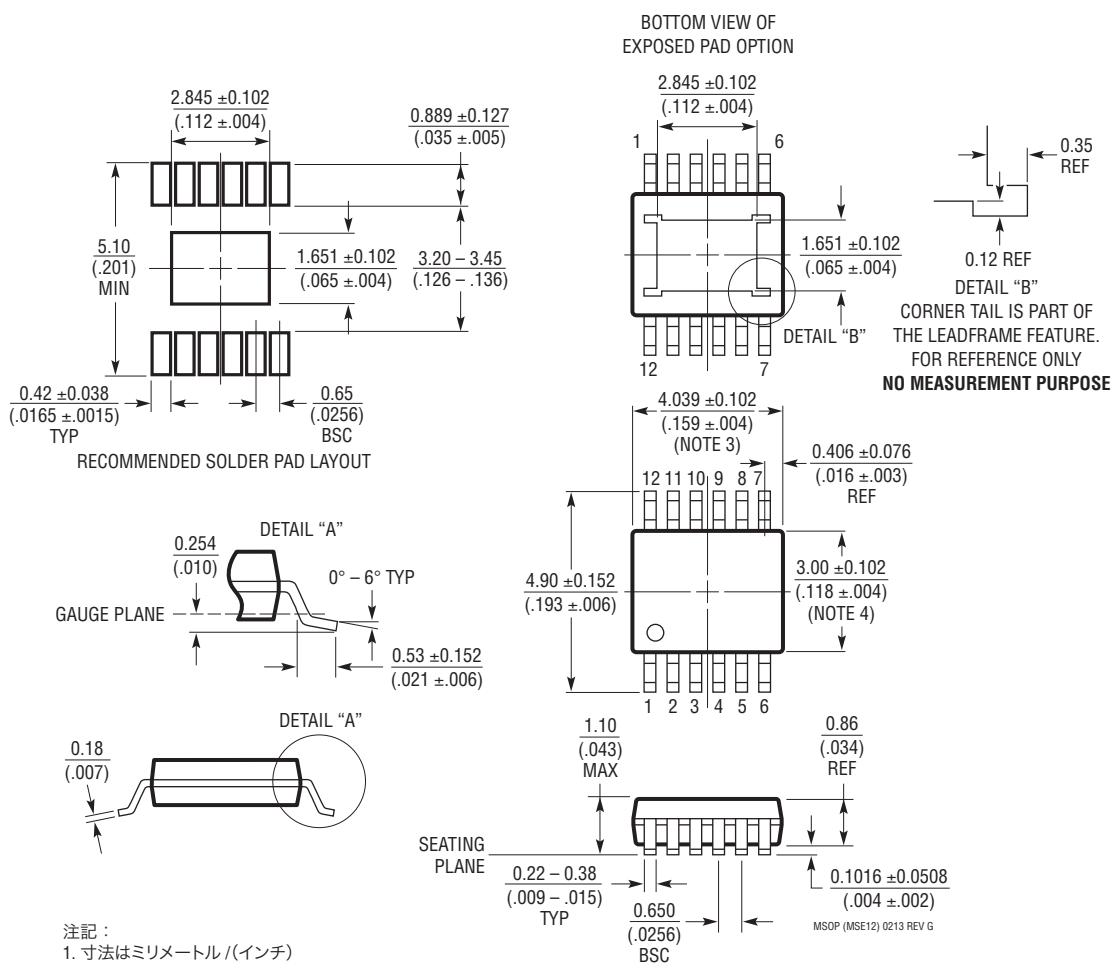
入力範囲の広い低ノイズ3.6V電源



パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

**MSE Package**  
**12-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1666 Rev G)



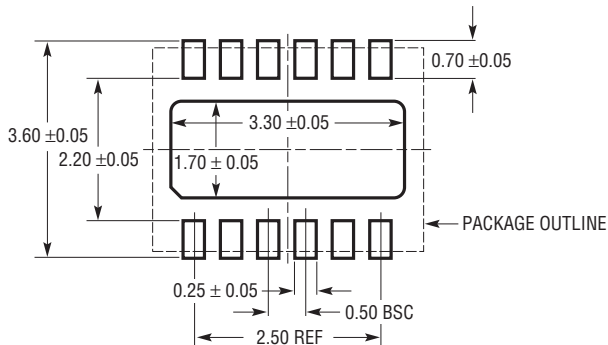
注記：

1. 寸法はミリメートル/（インチ）
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない  
 モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まないリード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
5. リードの平坦度（成形後のリードの底面）は最大 0.102mm (0.004") であること
6. 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含まない。  
 E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (.010") を超えないこと。

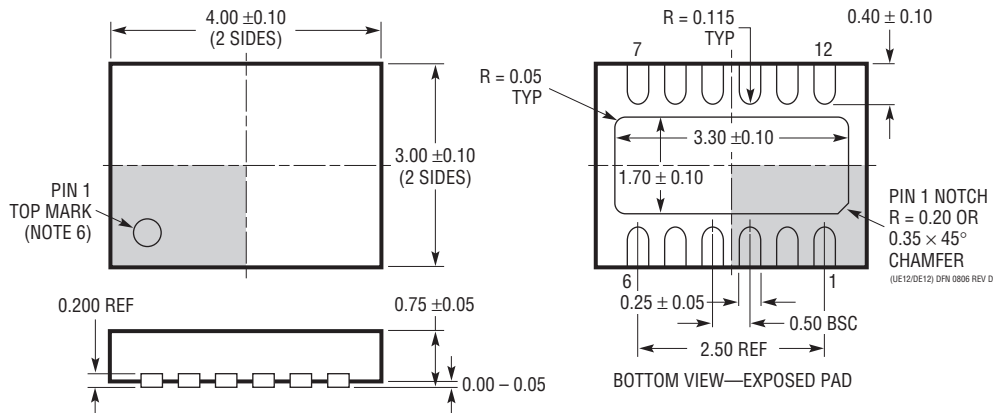
## パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

### DE/UE Package 12-Lead Plastic DFN (4mm × 3mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1695 Rev D)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS  
APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED



注記：

1. 図は JEDEC パッケージ・アウトライン MO-229 のバージョンのバリエーション (WGED) として提案。
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない



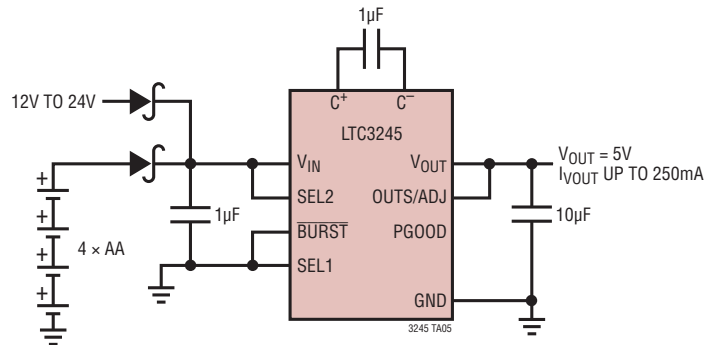
## 改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	7/13	「発注情報」の表のMSOPパッケージにMPグレードを追加。 MPグレードを追加するため、Note 2を変更。	2 3

# LTC3245

## 標準的応用例

入力電圧範囲が広いバッテリー・バックアップ付き5V電源



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<a href="#">LTC1751-3.3/</a> <a href="#">LTC1751-5</a>	100mA、800kHz安定化ダブル	$V_{IN}: 2V \sim 5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 3.3V/5V$ 、 $I_Q = 20\mu A$ 、 $I_{SD} < 2\mu A$ 、MS8パッケージ
<a href="#">LTC1983-3/</a> <a href="#">LTC1983-5</a>	100mA、900kHz安定化インバータ	$V_{IN}: 3.3V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = -3V/-5V$ 、 $I_Q = 25\mu A$ 、 $I_{SD} < 2\mu A$ 、ThinSOT™パッケージ
<a href="#">LTC3200-5</a>	100mA、2MHz低ノイズ・ダブル/ 白色LEDドライバ	$V_{IN}: 2.7V \sim 4.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5V$ 、 $I_Q = 3.5mA$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、ThinSOTパッケージ
<a href="#">LTC3202</a>	125mA、1.5MHz低ノイズ・フラクショナル 白色LEDドライバ	$V_{IN}: 2.7V \sim 4.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5.5V$ 、 $I_Q = 2.5mA$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、DFN、MSパッケージ
<a href="#">LTC3204-3.3/</a> <a href="#">LTC3204B-3.3/</a> <a href="#">LTC3204-5/</a> <a href="#">LTC3204B-5</a>	(2mm×2mm)DFNパッケージの低ノイズ 安定化チャージポンプ	$V_{IN}: 1.8V \sim 4.5V$ (LTC3204B-3.3)、 $2.7V \sim 5.5V$ (LTC3204B-5)、 $I_Q = 48\mu A$ 、Burst Mode動作のないBバージョン、6ピン(2mm×2mm)DFNパッケージ
<a href="#">LTC3440</a>	600mA ( $I_{OUT}$ )、2MHz同期整流式昇降圧 DC/DCコンバータ	95%の効率、 $V_{IN}: 2.5V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 2.5V$ 、 $I_Q = 25\mu A$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、10ピンMSパッケージ
<a href="#">LTC3441</a>	大電流、マイクロパワー、1MHz同期整流式昇降圧 DC/DCコンバータ	95%の効率、 $V_{IN}: 2.5V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 2.5V$ 、 $I_Q = 25\mu A$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、DFNパッケージ
<a href="#">LTC3443</a>	大電流、マイクロパワー、600kHz同期整流式昇降圧 DC/DCコンバータ	96%の効率、 $V_{IN}: 2.4V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 2.4V$ 、 $I_Q = 28\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、DFNパッケージ
<a href="#">LTC3240-3.3/</a> <a href="#">LTC3240-2.5</a>	3.3V/2.5V昇圧/降圧チャージポンプ・ DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 1.8V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 3.3V/2.5V$ 、 $I_Q = 65\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、(2mm×2mm)DFNパッケージ
<a href="#">LTC3260</a>	低ノイズの2電源反転チャージポンプ	$V_{IN}$ 範囲: $4.5V \sim 32V$ 、 $I_Q = 100\mu A$ 、100mAチャージポンプ、50mA正電圧LDO、50mA負電圧LDO
<a href="#">LTC3261</a>	高電圧、低 $I_Q$ の反転型チャージポンプ	$V_{IN}$ 範囲: $4.5V \sim 32V$ 、 $I_Q = 60\mu A$ 、100mAチャージポンプ

3245fa