

500mA出力電流、低ノイズ デュアルモード昇圧チャージポンプ

特長

- 選択可能なデュアルモード動作:1:1.5または1:2
- 高出力電流:最大500mA
- 低ノイズ固定周波数(1MHz/0.9MHz)動作*
- V_{IN} 範囲:2.7V~5.5V
- 可変出力電圧(LTC3203B)
- ユーザが選択可能な固定出力電圧:4.5V
または5V(LTC3203-1またはLTC3203B-1)
- 消費電流が120 μ Aの自動Burst Mode®動作(LTC3203-1)
- 全負荷での固定周波数動作(LTC3203B/LTC3203B-1)
- ソフトスタートにより、起動時の突入電流を制限
- 短絡/熱保護機能
- シャットダウン時に入力から負荷を切断
- シャットダウン電流:<1 μ A
- 10ピン3mm × 3mm DFNパッケージで供給

アプリケーション

- 携帯電話/PDA向けの高電流LEDバックライト電源
- 携帯電話のカメラライト電源
- 汎用3.3Vまたはリチウムイオンから5V電源
- USBオンザゴー機器

概要

LTC®3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は、2.7V~5.5V入力で最大500mAの負荷をドライブ可能な低ノイズの高効率チャージポンプDC/DCコンバータです。LTC3203ファミリーは外付け部品数が少ない(2個のフライング・コンデンサと V_{IN} と V_{OUT} に2個のバイパス・コンデンサ)ので、小型のバッテリ駆動アプリケーションに最適です。

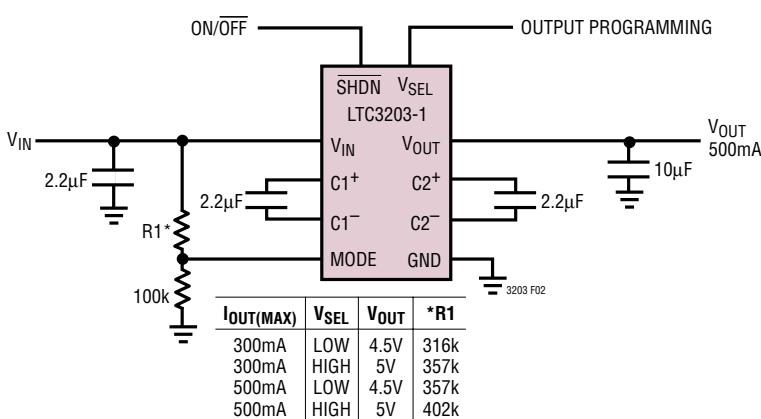
内蔵のソフトスタート回路により、起動時の過剰な突入電流を防止します。スイッチング周波数が高いので、小型の外付けコンデンサを使用可能です。LTC3203-1は軽負荷時の自動Burst Mode動作によって低消費電流を達成し、LTC3203B/LTC3203B-1は固定周波数で動作することによって入力ノイズを低く抑えます。

LTC3203-1/LTC3203B-1はユーザが選択可能な4.5Vまたは5Vの固定出力電圧を生成し、LEDまたはロジック回路に電力供給します。LTC3203BはFBピンを使用して所要の出力電圧を設定可能です。また、これらはチャージポンプの効率を最適化するために、2つのユーザ選択可能な変換モードを備えています。これらのデバイスは短絡および熱保護機能を搭載し、高さの低い(3mm×3mm)DFNパッケージで供給されます。

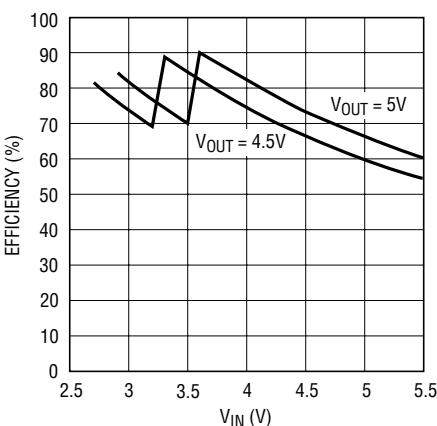
LT、LT、LTC、LTM、Burst Modeは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

*6411351を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例



負荷電流が300mAのときの効率と V_{IN}



3203 G05

32031f

LTC3203-1

LTC3203B/LTC3203B-1

絶対最大定格 (Note 1)

V_{IN} 、 V_{OUT} ～GND	-0.3V～6V
MODE、 $V_{SEL/FB}$ 、 \bar{SHDN}	-0.3V～ V_{IN} +0.3V
V_{OUT} 短絡時間	不定
I_{OUT} (Note 2)	500mA
動作温度範囲(Note 3)	-40°C～85°C
保管温度範囲	-65°C～125°C

パッケージ/発注情報

TOP VIEW	
C2+	1
V_{OUT}	2
C1+	3
\bar{SHDN}	4
$V_{SEL/FB}^*$	5
11	
C1-	10
GND	9
C2-	8
V_{IN}	7
MODE	6

DD PACKAGE
10-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC DFN
 $T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}, \theta_{JA} = 44^\circ\text{C/W}, \theta_{JC} = 3^\circ\text{C/W}$
EXPOSED PAD (PIN 11) IS GND, MUST BE SOLDERED TO PCB
* V_{SEL} ON LTC3203-1/LTC3203B-1. FB ON LTC3203B

ORDER PART NUMBER	DD PART MARKING
LTC3203EDD-1	LCFH
LTC3203BEDD-1	LCGY
LTC3203BEDD	LCGX

Order Options Tape and Reel: Add #TR
Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF
Lead Free Part Marking: <http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/>

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

●は全指定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は25°C、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $C1 = C2 = 2.2\mu\text{F}$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1						
V_{IN}	Input Voltage Range		●	2.7	5.5	V
I_{SHDN}	Shutdown Current	$\bar{SHDN} = 0\text{V}$, $V_{OUT} = 0\text{V}$	●		1	μA
R_{OL}	Open Loop Output Impedance	2x Mode (Note 4), $V_{IN} = 2.7\text{V}$, $V_{OUT} = 4.5\text{V}$ 1.5x Mode (Note 4), $V_{IN} = 3.6\text{V}$, $V_{OUT} = 4.5\text{V}$		2.0	3.0	Ω
f_{OSC}	CLK Frequency	Oscillator Free Running, 2x Mode Oscillator Free Running, 1.5x Mode		1.0		MHz
V_{MODEH}	MODE Input High Voltage		●	0.874	0.91	0.946
V_{MODEL}	MODE Input Low Voltage		●	0.788	0.82	0.852
V_{SHDNH}	SHDN Input High Voltage		●	1.3		V
V_{SHDNL}	SHDN Input Low Voltage		●		0.4	V
I_{MODEH}	MODE Input High Current		●	-1	1	μA
I_{MODEL}	MODE Input Low Current		●	-1	1	μA
I_{SHDNH}	SHDN Input High Current		●	-1	1	μA
I_{SHDNL}	SHDN Input Low Current		●	-1	1	μA

電気的特性

●は全指定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は25°C、V_{IN} = 3.6V、C1 = C2 = 2.2μFでの値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
LTC3203-1/LTC3203B-1							
V _{OUT}	4.5V Output Voltage Range (V _{SEL} = 0V) (Note 5)	V _{IN} > 3.1V, I _{OUT} < 500mA	●	4.32	4.5	4.68	V
		V _{IN} > 2.9V, I _{OUT} < 350mA		4.32	4.5	4.68	V
		V _{IN} > 2.7V, I _{OUT} < 250mA		4.32	4.5	4.68	V
ΔV _{OUT} /ΔI _{OUT}	V _{OUT} Load Regulation	V _{IN} > 3.1V, I _{OUT} < 500mA	●	4.8	5	5.2	V
		V _{IN} > 3.1V, I _{OUT} < 400mA		4.8	5	5.2	V
		V _{IN} > 2.7V, I _{OUT} < 150mA		4.8	5	5.2	V
I _{CC}	No Load Operating Current (LTC3203-1)	I _{OUT} = 0mA, 2x Mode	●	120	300	300	μA
		I _{OUT} = 0mA, 1.5x Mode		100	300	300	μA
	No Load Operating Current (LTC3203B-1)	I _{OUT} = 0mA, 2x Mode	●	9	9	9	mA
		I _{OUT} = 0mA, 1.5x Mode		7	7	7	mA
V _{VSELH}	V _{SEL} Input High Voltage		●	1.3			V
V _{VSELL}	V _{SEL} Input Low Voltage		●		0.4		V
I _{VSELH}	V _{SEL} Input High Current		●	-1	1	1	μA
I _{VSELL}	V _{SEL} Input Low Current		●	-1	1	1	μA
LTC3203B							
V _{FB}	Feedback Servo Voltage	I _{OUT} = 0mA, 2.7V ≤ V _{IN} ≤ 5.5V	●	0.88	0.91	0.94	V
I _{FB}	FB Input Current	V _{FB} = 0.95V	●	-50	50	50	nA
ΔV _{FB} /ΔI _{OUT}	Load Regulation (Refer to FB Pin)	I _{OUT} = 100mA to 500mA, 2x Mode, V _{IN} = 3.6V I _{OUT} = 100mA to 500mA, 1.5x Mode, V _{IN} = 4V			0.08	0.08	mV/mA
I _{CC}	No Load Operating Current	I _{OUT} = 0mA, 2x Mode, 5V V _{OUT} Setting	●	9	9	9	mA
		I _{OUT} = 0mA, 1.5x Mode, 5V V _{OUT} Setting		7	7	7	mA

Note 1: 絶対最大定格の欄に示す値を超えるストレスがかかる場合は、デバイスが回復不能な損傷を受ける恐れがある。また、絶対最大定格状態が長時間続くと、デバイスの信頼性や寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: 長期電流密度制限に基づく。

Note 3: LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は、0°C～85°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°C～85°Cの動作温度範囲での仕様は、設計、特性評価、および統計的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 4: 安定化されていない出力(ウェハ・ソートに基づく)。

$$R_{OL} \equiv (2 \cdot V_{IN} - V_{OUT}) / I_{OUT}, \text{2倍モード}$$

$$R_{OL} \equiv (1.5 \cdot V_{IN} - V_{OUT}) / I_{OUT}, \text{1.5倍モード}$$

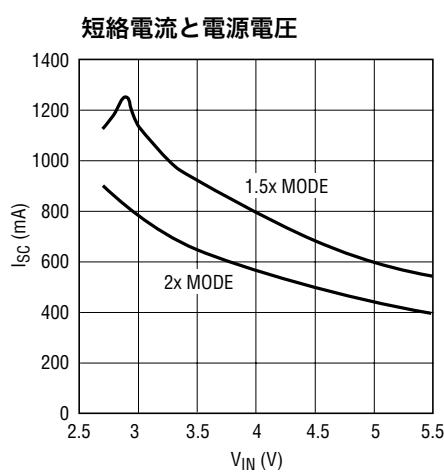
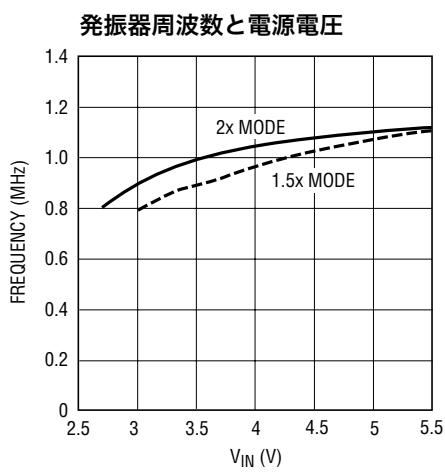
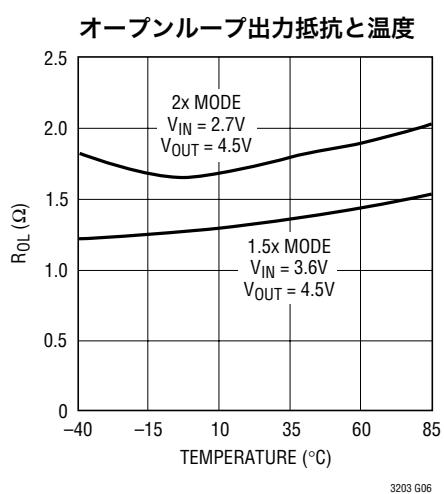
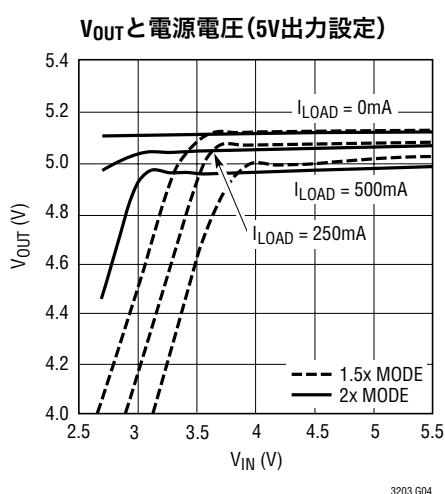
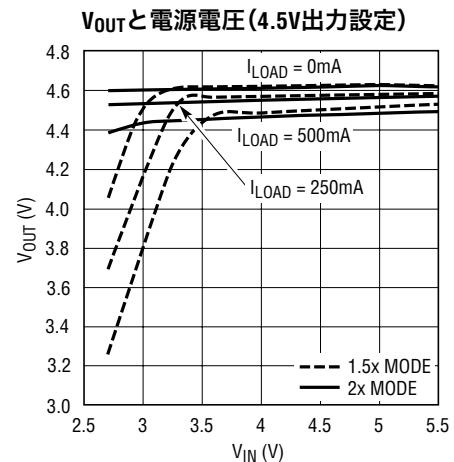
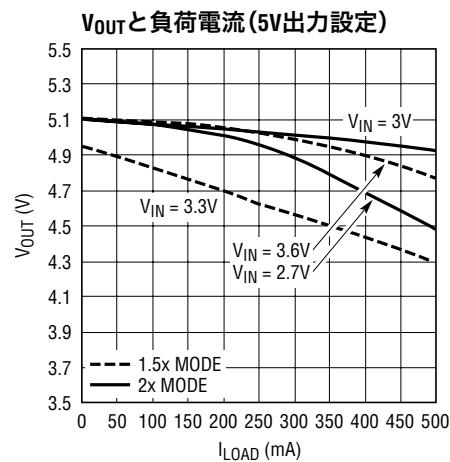
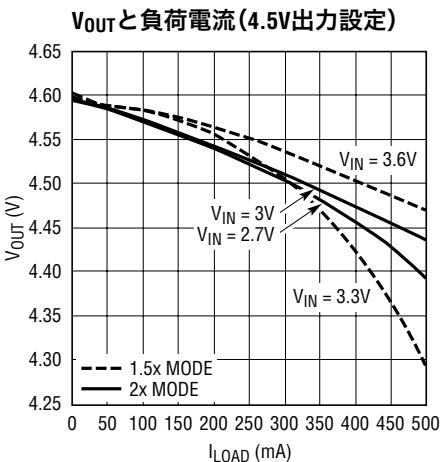
Note 5: 出力を安定化するには、R_{OL}に基づいて正しい変換モード(1.5倍または2倍)を選択する必要がある。

LTC3203-1

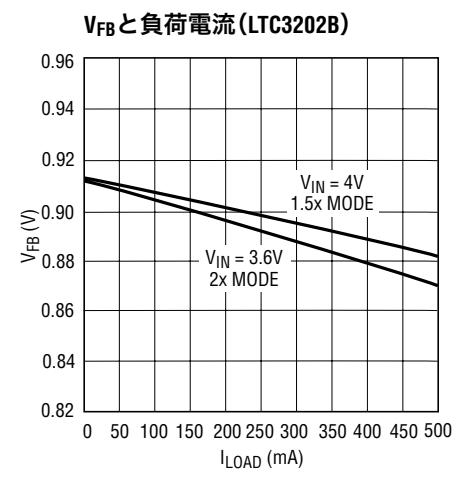
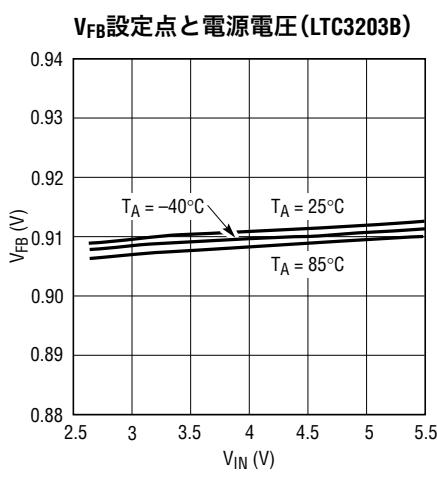
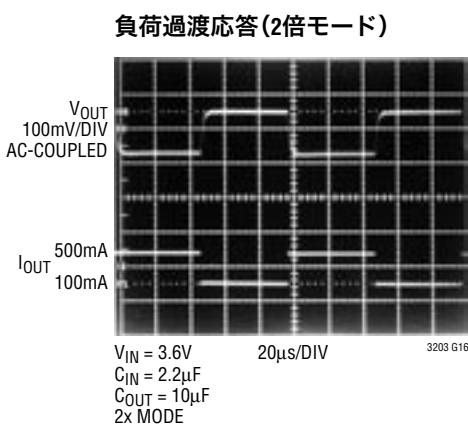
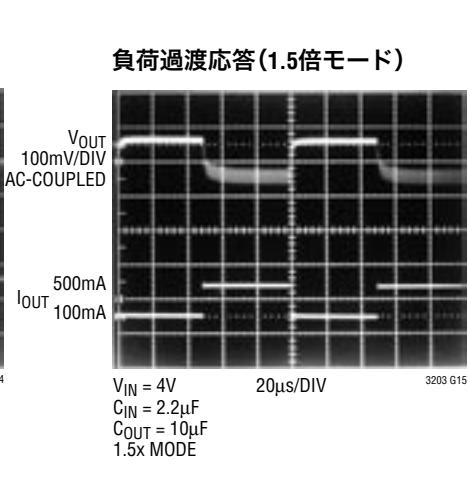
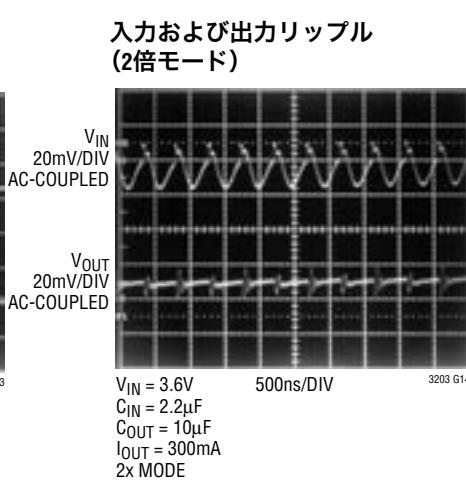
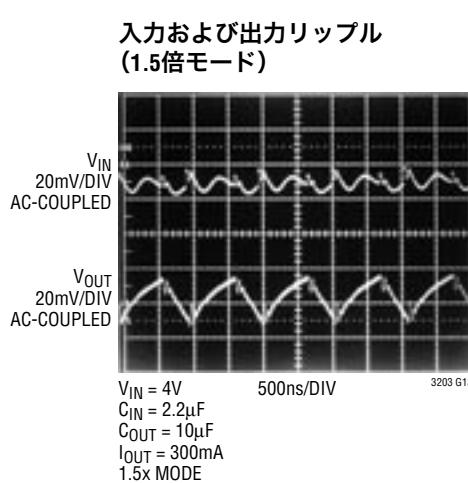
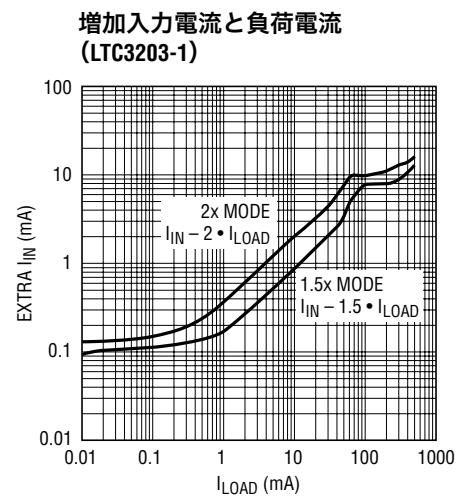
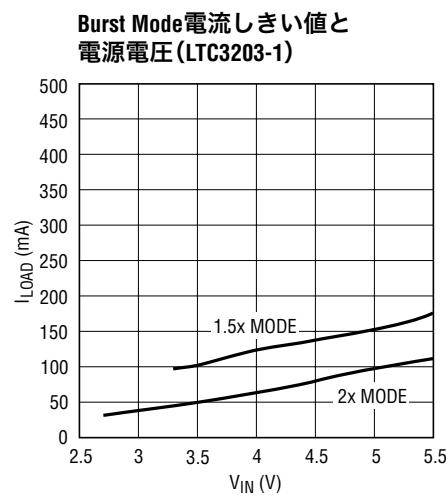
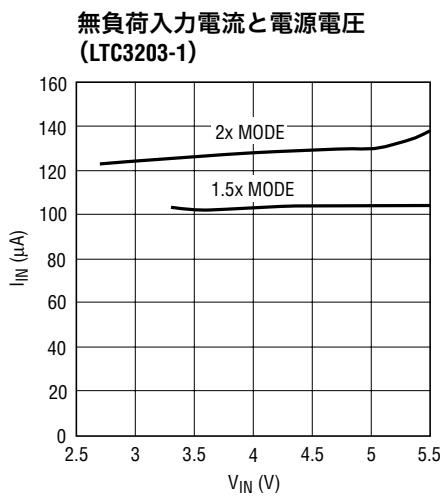
LTC3203B/LTC3203B-1

標準的性能特性

別途規定されない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $C1 = C2 = 2.2\mu\text{F}$



標準的性能特性



LTC3203-1

LTC3203B/LTC3203B-1

ピン機能

C2⁺(ピン1): フライング・コンデンサ2の陽極端子(C2)。

V_{OUT}(ピン2): 安定化された出力電圧。最高性能を得るためにには、できるだけピンに近い位置に置いた低ESRセラミック・コンデンサを介してV_{OUT}をバイパスさせる必要があります。このコンデンサは、あらゆる条件下で4.7μFを超える容量を持つものでなければなりません。

C1⁺(ピン3): フライング・コンデンサ1の陽極端子(C1)。

SHDN(ピン4): アクティブ“L”シャットダウン入力。SHDNを“L”にすると、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は低電流シャットダウン・モードになります。SHDNピンは未接続にしないでください。

V_{SEL}(ピン5)(LTC3203-1/LTC3203B-1): 出力電圧選択入力。V_{SEL}をロジック0にするとV_{OUT}は4.5Vの安定化出力となり、ロジック1にすると5Vの安定化出力となります。V_{SEL}ピンは未接続にしないでください。

FB(ピン5)(LTC3203B): 帰還ピン。このピンの電圧は、出力を安定させるために誤差アンプによって内部基準電圧(0.91V)と比較されます。出力電圧をプログラムするには、V_{OUT}とFBの間に外部抵抗分圧器を置く必要があります。

MODE(ピン6): モード選択入力。MODEピンの電位がV_{MODEH}よりも高い場合、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は1.5倍モードで作動し、チャージ・ポンプの効率が高くなります。MODEピンの電位がV_{MODEL}よりも低い場合、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は2倍モードで動作し、チャージ・ポンプの出力電圧が高くなります。

V_{IN}(ピン7): 入力電源電圧。V_{IN}は、2.2μFよりも大きい低ESRセラミック・コンデンサを使用してGNDにバイパスする必要があります。

C2⁻(ピン8): フライング・コンデンサ2の陰極端子(C2)。

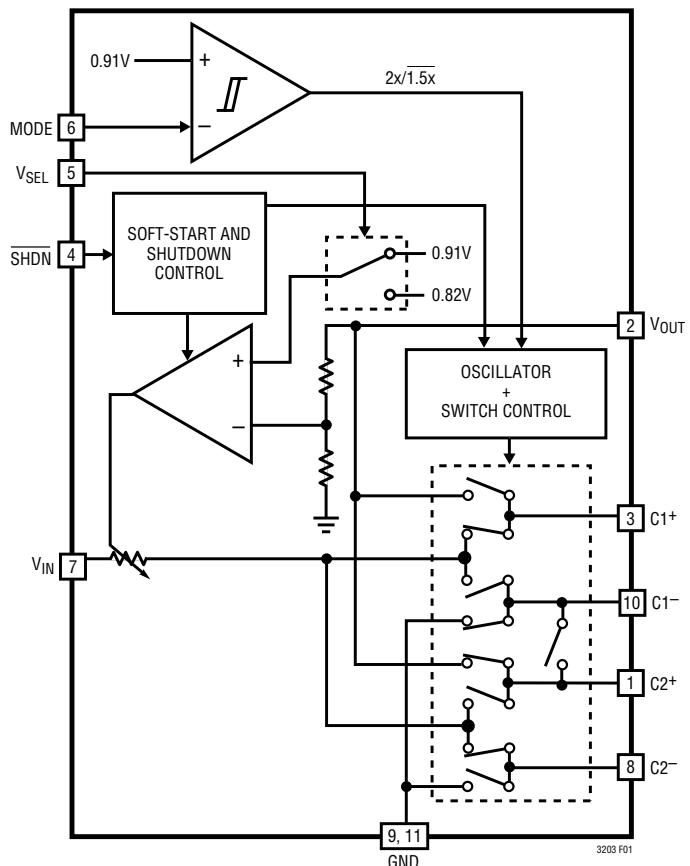
GND(ピン9): グランド。このピンは、低インピーダンスのグランド・プレーンへ直接接続する必要があります。

C1⁻(ピン10): フライング・コンデンサ1の陰極端子(C1)。

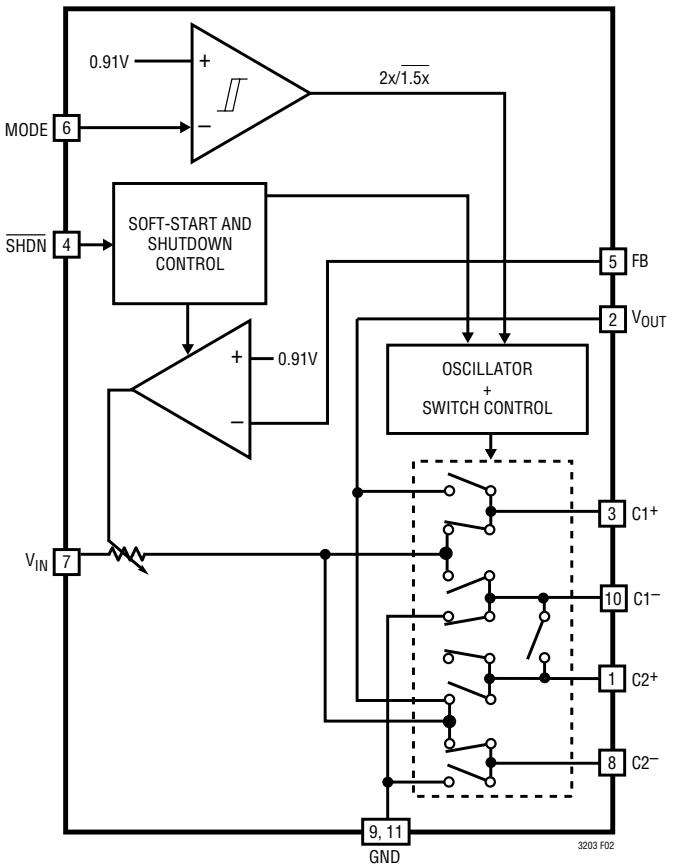
露出パッド(ピン11): グランド。良好な電気的接触性と定格熱性能を得るためにには、このピンをPCBに半田付けする必要があります。

ブロック図

LTC3203-1/LTC3203B-1



LTC3203B



LTC3203-1

LTC3203B/LTC3203B-1

動作

LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は、スイッチト・キャパシタ型のチャージ・ポンプを使用して V_{IN} を昇圧し、安定化出力電圧を得ます。電圧の安定化は、抵抗分圧器を通じて出力電圧を検知し、誤差信号に基づいてチャージ・ポンプの出力電流を調節することによって行います。チャージ・ポンプ・スイッチは、二相非重複クロックで作動させます。フライング・コンデンサの充電と放電の標準周波数は、1MHz(2倍モード)または0.9MHz(1.5倍モード)です。固有のアーキテクチャにより、入力ノイズができるだけ低く抑えながら比較的安定した入力電流を維持しています。

動作モード

LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1チャージ・ポンプは、1.5倍モードと2倍モードで電圧を変換することができます。

1.5倍モードでは、最初のクロック・フェーズで2個のフライング・コンデンサを直列で充電し、次のクロック・フェーズでこれらを並列にして V_{IN} に直列に接続します。また、2倍モードでは2個のフライング・コンデンサをクロック・フェーズごとに交互に V_{IN} で充電し、1つのコンデンサを V_{IN} で充電している間に、もう1つのコンデンサを V_{IN} に直列に接続して出力に接続します。2つのフライング・コンデンサが異なる位相で動作することにより、入力および出力リップルの両方が最小限に抑えられます。LTC3203-1は軽負荷時にはBurst Modeで動作し、消費電流を減らします。

変換モードは、効率、使用可能な出力電流、 V_{OUT} リップルなどを考慮して選択する必要があります。 V_{IN} が一定の範囲にある間は1.5倍モードの方が効率は良くなりますが、使用できる電流は小さくなります。逆に2倍モードでは使用できる電流が大きくなりますが、効率は下がります。さらに、2倍モードでは2個のフライング・コンデンサが異なる位相で動作するため、出力リップルが小さくなります。

一般に V_{IN} が低いときには2倍モードを、 V_{IN} が高いときには1.5倍モードを選択します。 V_{IN} と MODE 入力ピンの間に抵抗分圧器を接続することにより、MODE 入力を使用

して V_{IN} のしきい値を精密にプログラムし、 V_{IN} が低下し始めたときに、その値でチャージ・ポンプを1.5倍モードから2倍モードへ切り替えたり、その逆の操作をしたりすることができます。MODEピンにはヒステリシスがあるので、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1上で2つのモードが間断なく切り替わってしまうことはありません。

出力電圧プログラミング

LTC3203-1/LTC3203B-1には V_{SEL} 入力ピンがあり、これを用いて安定化出力電圧を 4.5V または 5V にプログラムすることができます。4.5V V_{OUT} は白色LEDのドライブに使用でき、5V の安定化出力はロジック回路の電源として使用できます。

LTC3203Bには V_{SEL} ピンの代わりに FB ピンがあり、これにより、外部抵抗分圧器を使用して出力電圧をプログラムすることができます。

シャットダウン・モード

\overline{SHDN} を “L” にすると、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1 はシャットダウン・モードになります。最初にチャージ・ポンプが停止されますが、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1 は引き続き 5 μ A の電流を消費します。 V_{OUT} が完全に 0V になってしまふとこの電流は 1 μ A 未満に低下し、さらに V_{OUT} と V_{IN} の接続が解除されます。 \overline{SHDN} ピンは高インピーダンスの CMOS 入力なので、絶対に未接続にしないでください。

Burst Mode動作

軽負荷時の電力変換器の消費電流を小さくするために、LTC3203-1は自動Burst Modeで動作する機能を備えています。Burst Mode動作は、出力負荷電流が、内部的にプログラムされたしきい値未満に低下すると開始されます。Burst Mode動作が開始されると LTC3203 は内部発振器を停止してスイッチング損失を小さくし、低電流状態に入ります。この状態はスリープ状態と呼ばれ、この状態における消費入力電流は約 120 μ A に過ぎません。

動作

出力電圧が低下してバースト・コンパレータのヒステリシスを超えるとスリープモードは解除され、通常の固定周波数動作が開始されます。出力負荷が依然として Burst Mode しきい値未満のままであれば出力コンデンサが再充電され、LTC3203は再びスリープ状態に入ります。このBurst Mode しきい値は、 V_{IN} 、 V_{OUT} 、および出力蓄積コンデンサの選択によって変化します。

短絡/熱保護

LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1には、短絡電流制限機能と過熱保護機能が組み込まれています。短絡状態にある間、LTC3203は出力電流を自動的に約1Aに制限します。温度が高くなったり、デバイスの過熱を招く程度に入力電圧が高くなったりした場合は、接合部温度が150°Cを

超えた時点でサーマル・シャットダウン回路がチャージ・ポンプを停止します。この回路は、接合部温度が約135°Cまで戻った時点でチャージ・ポンプを作動させます。LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は、 V_{OUT} の短絡状態が解消されるまで、ラッチアップやチップの損傷を招くことなく、何度も繰り返しサーマル・シャットダウン機能を起動します。

ソフトスタート

起動時に V_{IN} に過電流が流れるのを防ぐために、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1にはソフトスタート回路が組み込まれています。ソフトスタートは、約250μsの間に出力電荷蓄積コンデンサへの電流量を比例的に増加させることによって行われます。

LTC3203-1 LTC3203B/LTC3203B-1

アプリケーション情報

電源効率

1.5倍モードにおけるLTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1の電源効率(η)は、実効入力電圧が実入力電圧の1.5倍あるリニア・レギュレータの電源効率と同じです。これは、1.5倍分数変換チャージ・ポンプの入力電流が、負荷電流の約1.5倍あるためです。理想的な安定化1.5倍チャージ・ポンプの電源効率は次式で求められます。

$$\eta_{1.5X\text{Ideal}} = \frac{P_{\text{OUT}}}{P_{\text{IN}}} = \frac{V_{\text{OUT}} \cdot I_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}} \cdot 1.5I_{\text{OUT}}} = \frac{V_{\text{OUT}}}{1.5V_{\text{IN}}}$$

同様に、2倍モードにおける効率は、実効入力電圧が実入力電圧の2倍あるリニア・レギュレータの効率と同じです。理想的な安定化電圧ダブルの電源効率は次式で求められます。

$$\eta_{2X\text{Ideal}} = \frac{P_{\text{OUT}}}{P_{\text{IN}}} = \frac{V_{\text{OUT}} \cdot I_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}} \cdot 2I_{\text{OUT}}} = \frac{V_{\text{OUT}}}{2V_{\text{IN}}}$$

中電圧ないし高電圧の出力におけるLTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1のスイッチング損失と消費電流は無視できる程度の値なので、上記の式が適用できます。

上の2つの式から明らかなように、 V_{IN} が同じであれば、1.5倍モードの方が2倍モードよりも効率が良くなります。

LTC3203B出力電圧のプログラミング(FBピン)

LTC3203-1/LTC3203B-1には出力電圧をプログラムするための内部抵抗分圧器がありますが、LTC3203Bもプログラム可能で、外部抵抗分圧器を介して任意の電圧に設定することができます。このデバイスはMODEの電位が V_{MODEL} よりも低い時に電圧倍増チャージ・ポンプとして動作するので、この場合、出力電圧を使用可能な入力電圧の2倍より高くすることはできません。同様に、MODEの電位が V_{MODEH} よりも高い時に得ることのできる出力電圧は、使用可能入力電圧の1.5倍未満です。図1に分圧器の接続方法を示します。

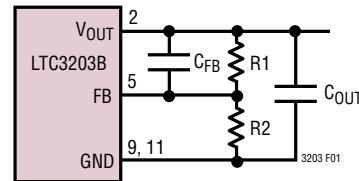


図1. LTC3203B出力電圧のプログラミング

分圧器の比は次の式から得られます。

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{\text{OUT}}}{0.91V} - 1 \text{ or } V_{\text{OUT}} = \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) \cdot 0.91V$$

分圧器合計抵抗の代表的な値は、数kΩから1MΩの範囲です。大きな値の抵抗R1とR2から生じる極の影響と、FBピンの入力容量による影響を相殺するために、補償コンデンサ(CFB)が必要です。最良の結果を得るには、R1またはR2が10kを超える場合はCFBを5pFとする必要がありますが、R1とR2がともに10k未満の場合は省略可能です。

LTC3203Bは、電流を制御するように構成することもできます。図2に示すように、白色LEDアプリケーションにおけるLED電流は、帰還設定電圧とセンス抵抗との比率によってプログラムされます。残りのLEDの電流は、基準LEDとの類似性と、センス抵抗両端のバラスト電圧によって制御されます。

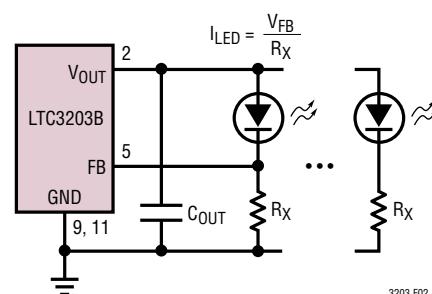


図2. LTC3203B出力電流のプログラミング

この構成では、シグナルLEDのインピーダンスが小さく、電流設定抵抗Rxをはるかに下回るので、帰還率($\Delta V_{\text{OUT}}/\Delta I_{\text{OUT}}$)は1に近い値を取ります。

アプリケーション情報

したがって、この構成ではループ利得が最も高く、閉ループ出力抵抗が最も小さくなります。同様に、安定性を確保するために、最大の出力容量も必要になります。

実効開ループ出力抵抗(R_{OL})

チャージ・ポンプの実効開ループ出力抵抗(R_{OL})は極めて重要なパラメータで、チャージ・ポンプの強度を決定します。このパラメータの値は、発振器の周波数(f_{osc})、フライング・コンデンサの値(C_{FLY})、非重複時間、内部スイッチ抵抗(R_S)、外部コンデンサのESRなど、多くの要素に影響されます。

最大使用可能出力電流

図3は、どうすればLTC3203-1/LTC3203B/ LTC3203B-1をテブナン等価回路としてモデル化できるかを示しています。

この場合、使用可能な最大出力電流と電圧は、実効開ループ出力抵抗、 R_{OL} 、実効出力電圧 $1.5 V_{IN}$ (1.5倍モード)または $2 V_{IN}$ (2倍モード)から計算できます。図3によれば、使用可能電流は次式から得られます。

$$I_{OUT} = \frac{1.5V_{IN} - V_{OUT}}{R_{OL}} \ln 1.5x \text{ mode}$$

$$I_{OUT} = \frac{2V_{IN} - V_{OUT}}{R_{OL}} \ln 2x \text{ mode}$$

上の2つの式から明らかなように、 V_{IN} と R_{OL} が同じであれば、2倍モードの時の方が1.5倍モードの時よりも大きい出力電流が得られます。

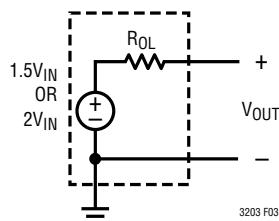


図3. チャージ・ポンプ開ループ・テブナン等価回路

MODEピンのプログラミング

抵抗分圧器をMODEピンに接続することにより、チップがモードを切り替える V_{IN} 電圧を正確にプログラムすることができます。

V_{IN} が増加していくとMODEピンの電圧が V_{MODEH} を超え、チップは2倍モードから1.5倍モードに切り替わります。 V_{IN} が低下を始めるとMODEピンの電圧が V_{MODEL} を下回り、チップは2倍モードに戻ります。MODEピンの抵抗比は、切り替え点においても出力が最大 I_{OUT} で安定状態を保つことができるよう選ばなければなりません。

$$1.5 \cdot V_{IN(1.5x)} - V_{OUT} > I_{OUT} \cdot R_{OL}(1.5x)$$

1.5倍モードで V_{IN} が最小となるのは切り替え点で、その値は次の式で得られます。

$$V_{IN} = V_{MODEL} \cdot \left(\frac{R_{MODE1}}{R_{MODE2}} + 1 \right)$$

したがって、

$$\begin{aligned} & 1.5 \cdot V_{MODEL} \cdot \left(\frac{R_{MODE1}}{R_{MODE2}} + 1 \right) \\ & > R_{OL(1.5x)(MAX)} \cdot I_{OUT(MAX)} + V_{OUT(MIN)} \\ & \frac{R_{MODE1}}{R_{MODE2}} > \frac{V_{OUT(MIN)} + R_{OL(1.5x)(MAX)} \cdot I_{OUT(MAX)}}{1.5 \cdot V_{MODEL}} - 1 \end{aligned}$$

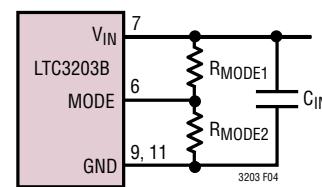


図4

LTC3203-1

LTC3203B/LTC3203B-1

アプリケーション情報

与えられた例、すなわち出力許容差 $\pm 4\%$ で5Vの出力設定、最大負荷電流500mAの場合、

$$\frac{R_{MODE1}}{R_{MODE2}} > 4$$

MODEピンの抵抗比が上の値であれば、チップは出力を安定させた状態でモードを切り替えることができます。

V_{IN}、V_{OUT}のコンデンサ選択

LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1においては、使用するコンデンサのスタイルと容量が、レギュレータ制御ループの安定性、出力リップル、チャージ・ポンプの強度、最小スタートアップ時間など、いくつかの重要なパラメータを決定します。

ノイズとリップルを減らすには、C_{IN}とC_{OUT}の両方に低等価直列抵抗(ESR)の積層セラミック・チップ・コンデンサ(MLCCs)を使用することを推奨します。タンタル・コンデンサやアルミニウム・コンデンサは、ESRが大きいので推奨できません。

1.5倍モードでは、C_{OUT}の値が、与えられた負荷電流に対する出力リップルの量を直接支配します。C_{OUT}のサイズを大きくすれば出力リップルは小さくなりますが、それと引き換えに最小ターンオン時間が長くなり、スタートアップ電流も大きくなります。1.5倍モードにおけるピーク間出力リップルは次式で与えられます。

$$V_{RIPPLE(P-P)} = \frac{I_{OUT}}{3f_{OSC} \cdot C_{OUT}}$$

ここで、f_{OSC}はLTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1の発振器周波数で(通常0.9MHz)、C_{OUT}は出力電荷蓄積コンデンサです。

2倍モードでは、2個のフライング・コンデンサが異なる位相で動作するので、出力リップルは極めて小さくなります。2個のフライング・コンデンサのどちらかがV_{OUT}に接続されている場合、V_{OUT}はほとんど平坦になります。

出力コンデンサのタイプと値は、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1の安定性に大きく影響します。ブロック図に示すように、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1は、制御ループを使用して、出力に必要な電流に見合うようにチャージ・ポンプの強度を調整します。このループの誤差

信号は、出力電荷蓄積コンデンサ上に直接保存されます。電荷蓄積コンデンサは制御ループの主要極としての役割も果たします。リンギングや不安定化を防ぐためには、出力コンデンサが、あらゆる条件下において少なくとも4.7μFの容量を保つことが重要です。セラミック・コンデンサの実際の容量は、通常、DC電圧でバイアスをかけると低下し、異なるタイプのコンデンサでは容量の低下程度が異なります。セラミック・コンデンサを選択する場合は、必要なDC電圧でバイアスをかけた時でも十分な容量を有していることを確認する必要があります。

同様に、出力コンデンサのESRが大きすぎると、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1のループ安定性は低下する傾向があります。LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1の閉ループ出力抵抗は0.27Ωになるように設計されています(1.5倍モード時)。負荷電流が100mA変化すると、出力電圧は約27mV変化します。出力コンデンサのESRが0.27Ω以上あると、閉ループ周波数応答は単純な单極の場合のようにロールオフしなくなり、負荷過渡応答が悪化したり動作が不安定になったりすることがあります。通常、積層セラミック・チップ・コンデンサのESR性能は極めて優れており、基板レイアウトが良好であれば、非常に良好な安定性と負荷過渡性能を実現できます。C_{OUT}の値によって出力リップルの量が支配されるのと同じように、入力ピン(V_{IN})に現れるリップルの量はC_{IN}の値によって決まります。LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1への入力電流は、チャージ・ポンプが入力充電フェーズにあるときも出力充電フェーズにあるときも比較的安定していますが、クロックの非重複期間中はゼロになります。このため入力電源ラインには電流が欠落した「ノッチ」部分が生じますが、クロックの非重複時間は短いので(約40ns)、生じる乱れはごくわずかです。タンタルのようにESRが大きいコンデンサでは入力ノイズが大きくなり、その値は入力電流の変化量とESRの積に等しくなります。セラミック・コンデンサは優れたESR性能を有しているので、この点からもセラミック・コンデンサの使用が推奨されます。図5に示すように、非常に小さな直列インダクタを介してLTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1に電源を供給すれば、さらに入力ノイズを低減することができます。

アプリケーション情報

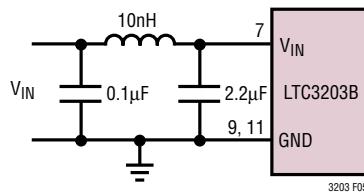


図5. 10nHのインダクタを使用した入力ノイズの低減

10nHのインダクタは高速電流ノッチを除去し、入力電源への電流負荷をほぼ一定にします。この10nHインダクタは約1cm(0.4インチ)のPC基板トレースを使ってPC基板上に作成できるので、コストを節約できます。

フライング・コンデンサの選択

警告: LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1の起動時に電圧極性が反転する恐れがありますので、タンタル・コンデンサやアルミニウム・コンデンサなどの有極性コンデンサをフライング・コンデンサとしての使用は、絶対に避けてください。フライング・コンデンサには、必ず低ESRのセラミック・コンデンサを使用してください。

フライング・コンデンサは、チャージ・ポンプの強度を決定します。定格出力電流を得るために各フライング・コンデンサに、少なくとも2.2μFのコンデンサを使用する必要があります。

異なる素材のセラミック・コンデンサでは、高温または高電圧環境下における容量の低下率が異なります。たとえば、X7Rという素材で作られたコンデンサは−40°Cから85°Cの範囲でほとんど容量に変化がありませんが、Z5UやY5Vと呼ばれるタイプのものは同じ範囲で大きく容量が低下します。Z5UやY5Vコンデンサは電圧係数も悪く、

定格電圧印加時に60%以上容量が低下することがあります。したがって、異なったコンデンサを比較するときには、ほとんどの場合、仕様に定められた容量値を比較するよりも、使用ケース寸法に対して得られる容量を比較する方が適切な方法です。たとえば、0805ケースに組み込まれた4.7μF、10VのY5Vセラミック・コンデンサは、定格電圧および定格温度の全条件にわたり、同じケースで供給される1μF、10VのX5RやX7Rよりも容量が小さくなることがあります。実際、バイアス範囲や温度範囲全域にわたって、1μF、10VのX5RまたはX7Rの方が4.7μF、10VのY5Vコンデンサよりも使用可能な容量は大きくなります。すべての動作温度範囲とバイアス電圧範囲にわたって最低限の容量を確保するには、コンデンサの製造元のデータシートを調べて、どのような容量のコンデンサが必要かを決定する必要があります。

セラミック・コンデンサの製造元とその連絡先を以下に示します。

AVX	www.avxcorp.com
Kemet	www.kemet.com
Murata	www.murata.com
Taiyo Yuden	www.t-yuden.com
Vishay	www.vishay.com
TDK	www.component.tdk.com

LTC3203-1 LTC3203B/LTC3203B-1

アプリケーション情報

熱管理

入力電圧が高く、出力電流が最大値に達した場合、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1はかなりの電力を消費します。接合部温度が約150°Cを超えると、サーマル・シャットダウン回路が自動的に出力を停止します。最大接合部温度を下げるには、PC基板への良好な熱接続が必要です。DFNパッケージのGNDピン(ピン9)と露出パッド(ピン11)を、2層からなるPC基板上のデバイスの下にあるグランド・プレーンに接続すれば、パッケージとPC基板の熱抵抗を大幅に減らすことができます。

レイアウトに関する検討

LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1では高いスイッチング周波数と過渡電流が生じるので、最大限の性能を得るために基板レイアウトを慎重に検討する必要があります。本当の意味でのクランド・プレーンを確保し、すべての外部コンデンサの配線を短くすれば、性能を向上させ、あらゆる条件下で安定した出力を得ることができます。

フライング・コンデンサ・ピンC1⁺、C2⁺、C1⁻、C2⁻には、エッジ・レートの非常に高い波形が現れます。これらのピンのdV/dtが大きい場合は、隣接するプリント基板配線との間にエネルギーの容量性結合を生じる可能性があります。フライング・コンデンサがLTC3203の近くにない場合は(つまり、ループ面積が大きい場合)、磁界が生成される可能性もあります。容量性結合によるエネルギー

の移動は、ファラデー・シールドを使って防ぐことができます。これは、敏感なノードとLTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1のピンの間を接続する、グランドされたPCトレースです。高品質のACグランドを実現するには、LTC3203-1/LTC3203B/LTC3203B-1まで切れ目なく続く連続したグランド・プレーンにこれを戻す必要があります。性能の低下を防ぐには、フライング・コンデンサのトレースとFBトレースを離して配置するか、FBトレースをシールドする必要があります。

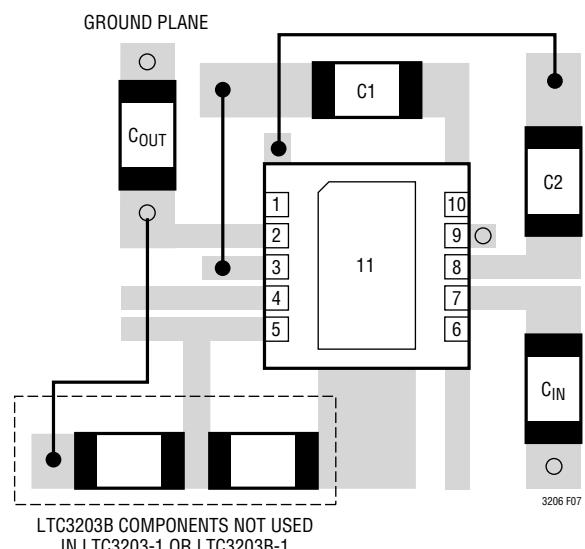
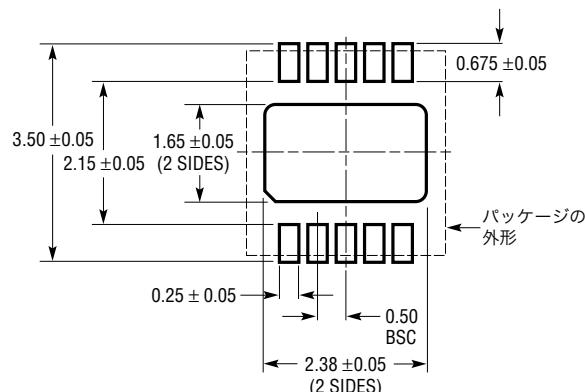


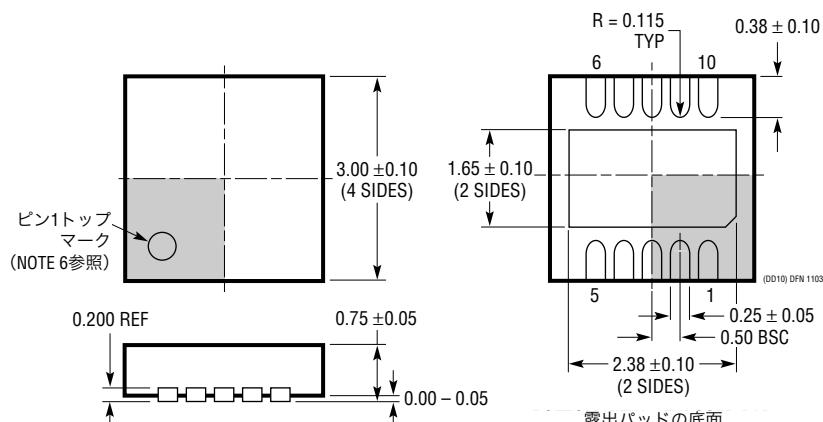
図6. 推奨レイアウト

パッケージ寸法

**DDパッケージ
10ピン・プラスチックDFN(3mm×3mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1699)**



推奨半田パッド・ピッチおよび寸法



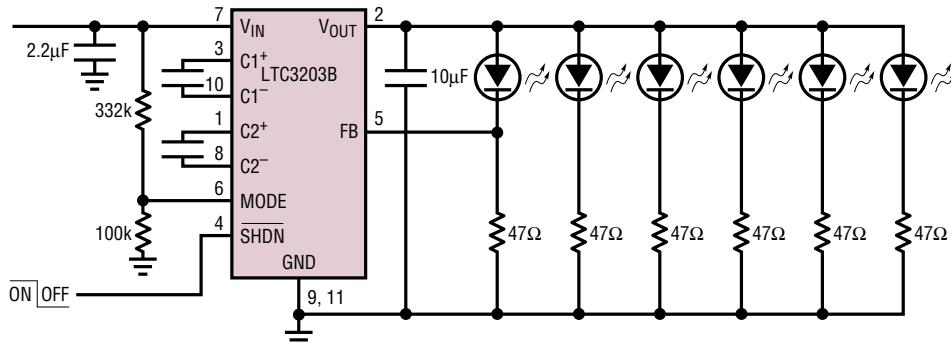
NOTE:

1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインMO-229のバリエーションWEED-2に含めるよう提案されている。
2. 図は実寸とは異なる。
3. すべ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。
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トップとボトムのピン1の位置の参考に過ぎない。

LTC3203-1

LTC3203B/LTC3203B-1

標準的応用例



関連製品

製品番号	概要	備考
LT®1618	定電流、定電圧、1.4MHz高効率昇圧レギュレータ	最大16個の白色LED、V _{IN} :1.6V~18V、V _{OUT(MAX)} =34V、I _Q =1.8mA、I _{SD} ≤1μA、10ピンMSパッケージ
LTC1911-1.5	250mA (I _{OUT})、1.5MHz高効率降圧チャージ・ポンプ	効率75%、V _{IN} :2.7V~5.5V、V _{OUT(MIN)} =1.5V/1.8V、I _Q =180μA、I _{SD} ≤10μA、MS8パッケージ
LT1932	定電流、1.2MHz高効率白色LED昇圧レギュレータ	最大8個の白色LED、V _{IN} :1V~10V、V _{OUT(MAX)} =34V、I _Q =1.2mA、I _{SD} ≤1μA、ThinSOT™パッケージ
LT1937	定電流、1.2MHz高効率白色LED昇圧レギュレータ	最大4個の白色LED、V _{IN} :2.5V~10V、V _{OUT(MAX)} =34V、I _Q =1.9mA、I _{SD} ≤1μA、ThinSOT、SC70パッケージ
LTC3200-5	低ノイズ、2MHz安定化チャージ・ポンプ 白色LED ドライバ	最大6個の白色LED、V _{IN} :2.7V~4.5V、V _{OUT(MAX)} =5V、I _Q =8mA、I _{SD} ≤1μA、ThinSOTパッケージ
LTC3201	低ノイズ、1.7MHz安定化チャージ・ポンプ 白色LED ドライバ	最大6個の白色LED、V _{IN} :2.7V~4.5V、V _{OUT(MAX)} =5V、I _Q =6.5mA、I _{SD} ≤1μA、10ピンMSパッケージ
LTC3202	低ノイズ、1.7MHz安定化チャージ・ポンプ 白色LED ドライバ	最大8個の白色LED、V _{IN} :2.7V~4.5V、V _{OUT(MAX)} =5V、I _Q =5mA、I _{SD} ≤1μA、10ピンMSパッケージ
LTC3204-3.3/LTC3204B-3.3 LTC3204-5/LTC3204B-5	2×2DFN使用の低ノイズ安定化チャージ・ポンプ ("B"バージョンにはBurst Mode機能はありません)	V _{IN} :1.8V~4.5V (LTC3204/LTC3204B-3.3)、2.7V~5.5V (LTC3204/LTC3204B-5)、I _{OUT} =50mA (LTC3204/LTC3204B-3.3)、150mA (LTC3204/LTC3204B-5)、6ピン2×2DFNパッケージ
LTC3205	マルチディスプレイLEDコントローラ	効率92%、V _{IN} :2.8V~4.5V、I _Q =50μA、I _{SD} ≤1μA、4mm×4mm QFNパッケージ
LTC3206	高集積マルチディスプレイLEDコントローラ	効率92%、V _{IN} :2.7V~4.5V、I _Q =180μA、I _{SD} ≤1μA、4mm×4mm QFNパッケージ
LTC3251	500mA (I _{OUT})、1MHz~1.6MHzスペクトル拡散 降圧チャージ・ポンプ	効率85%、V _{IN} :3.1V~5.5V、V _{OUT} :0.9V~1.6V、I _Q =9μA、I _{SD} ≤1μA、10ピンMSパッケージ
LTC3405/LTC3405A	300mA (I _{OUT})、1.5MHz同期降圧DC/DCコンバータ	効率95%、V _{IN} :2.7V~6V、V _{OUT(MIN)} =0.8V、I _Q =20μA、I _{SD} ≤1μA、ThinSOTパッケージ
LTC3406/LTC3406B	600mA (I _{OUT})、1.5MHz同期降圧DC/DCコンバータ	効率95%、V _{IN} :2.5V~5.5V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =20μA、I _{SD} ≤1μA、ThinSOTパッケージ
LTC3440	600mA (I _{OUT})、2MHz同期昇降圧コンバータ	効率95%、V _{IN} :2.5V~5.5V、V _{OUT(MIN)} =2.5V、I _Q =25μA、I _{SD} ≤1μA、10ピンMSパッケージ
LT3465/LT3465A	ショットキー内蔵の1.2MHz/2.7MHz白色LED 昇圧コンバータ	最大6個の白色LED、V _{IN} :12.7V~16V、V _{OUT(MAX)} =34V、I _Q =1.9mA、I _{SD} <1μA、ThinSOTパッケージ

ThinSOTはLinear Technology社の商標です。