

特長

- 1倍、1.5倍、2倍のマルチモード・チャージポンプにより、最大94%の効率を達成
- 最大600mAの総出力電流
- LTC3209-1: 6つの25mAメイン、1つの400mAカメラおよび1つの15mA補助用LEDドライバとして使用可能な8つの電流源
- LTC3209-2: 5つの25mAメイン、2つの200mAカメラおよび1つの15mA補助用LEDドライバとして使用可能な8つの電流源
- 2線I²C™インターフェイスを使用してLEDのオン/オフ、輝度をプログラム可能
- チャージポンプ・モードの自動切り替えまたは固定モードによる電源生成
- 低ノイズ、固定周波数動作*
- ソフトスタート機能により、起動時およびモード切り替え時の突入電流を制限
- 短絡/熱/オープンショートをLEDを保護
- メイン・ディスプレイ向けに輝度を256段階でプログラム可能
- カメラ・ディスプレイ向けに輝度を16段階でプログラム可能
- 補助ディスプレイ向けに輝度を4段階でプログラム可能
- 20ピン (4mm×4mm) QFNパッケージ

アプリケーション

- QVGA+ディスプレイ搭載のビデオ/カメラ付き携帯電話

概要

LTC®3209-1/LTC3209-2は高度に集積化されたマルチ・ディスプレイLEDコントローラです。高効率で低ノイズのチャージポンプを備えており、メインディスプレイ、カメラおよび補助のLEDに電力を供給します。LTC3209-1/LTC3209-2は、4つの小型セラミック・コンデンサと1つの電流設定抵抗を使用するだけで、完全なLED電源と電流コントローラになります。

最大ディスプレイ電流は1本の外付け抵抗により設定されます。各LEDに供給する電流は内部の高精度電流源によって制御されます。すべてのディスプレイの調光とオン/オフはI²Cシリアル・インターフェイスを介して行われます。輝度の設定は、メイン・ディスプレイでは256段階、カメラでは16段階、また補助では4段階が可能です。

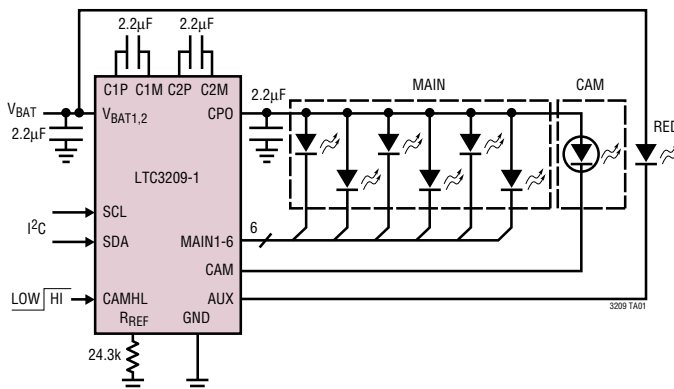
チャージポンプは、LED電流源の電圧に基づいて効率を最適化します。このデバイスは1倍モードで起動し、いずれかのイネーブルされたメインまたはカメラLED用電流源がドロップアウト状態になると、自動的に昇圧モードに切り替わります。最初のドロップアウトで1.5倍モードに切り替わり、次のドロップアウトで2倍モードに切り替わります。また、I²Cポートを介してデータ・ビットが更新されると1倍モードにリセットされます。LTC3209-1/LTC3209-2は20ピンQFN (4mm×4mm) パッケージで供給されます。

Δ、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

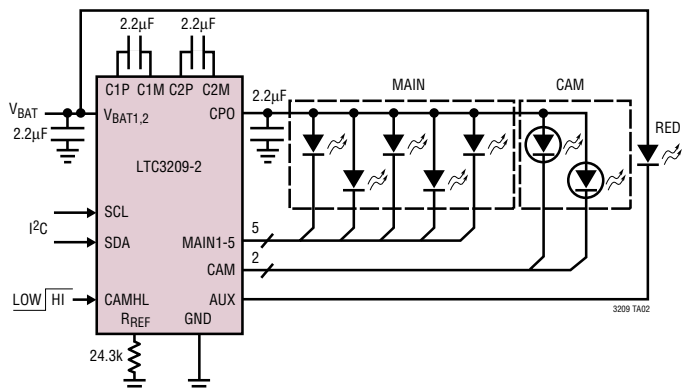
*6411531を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例

LTC3209-1: 6メイン/1カメラ駆動



LTC3209-2: 5メイン/2カメラ駆動



LTC3209-1/LTC3209-2

絶対最大定格

(Note 1)

| | |
|--|--------------------------------|
| V _{BAT} , DV _{CC} , CPO, GND | −0.3V~6V |
| SDA, SCL, CAMHL | −0.3V~(DV _{CC} +0.3V) |
| I _{CPO} (Note 4) | 700mA |
| I _{MAIN1-6} (Note 5) | 30mA |
| I _{AUX} (Note 5) | 30mA |

| | |
|------------------------------|-------------|
| I _{CAM1-2} (Note 5) | 250mA |
| I _{CAM} (Note 5) | 500mA |
| CPO, R _{REF} 短絡時間 | 無期限 |
| 動作温度範囲 (Note 2) | −40°C~85°C |
| 保存温度範囲 | −65°C~125°C |

パッケージ/発注情報

| | | | |
|--|-----------------|---|-----------------|
| <p>TOP VIEW</p> <p>UF PACKAGE 20-LEAD (4mm × 4mm) PLASTIC QFN</p> <p>T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 40°C/W EXPOSED PAD IS GND (PIN 21), MUST BE SOLDERED TO PCB</p> | | <p>TOP VIEW</p> <p>UF PACKAGE 20-LEAD (4mm × 4mm) PLASTIC QFN</p> <p>T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 40°C/W EXPOSED PAD IS GND (PIN 21), MUST BE SOLDERED TO PCB</p> | |
| ORDER PART NUMBER | UF PART MARKING | ORDER PART NUMBER | UF PART MARKING |
| LTC3209EUF-1 | 32091 | LTC3209EUF-2 | 32092 |
| <p>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.com/leadfree/</p> | | | |

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

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25°Cでの値。注記がない限り、V_{BAT1,2} = 3.6V, DV_{CC} = 3V, R_{REF} = 24.3k, C1 = C2 = C3 = C4 = 2.2μF。

| PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|-------------------------------------|---|-----|-----|-----|-------|
| V _{BAT} Operating Voltage | ● | 2.9 | | 4.5 | V |
| I _{VBAT} Operating Current | I _{CPO} = 0, 1x Mode, LED Disabled | | 0.4 | | mA |
| | I _{CPO} = 0, 1.5x Mode | | 2.7 | | mA |
| | I _{CPO} = 0, 2x Mode | | 4.5 | | mA |
| V _{BAT} UVLO Threshold | | | 1.5 | | V |
| DV _{CC} Operating Voltage | ● | 1.5 | | 4.5 | V |
| DV _{CC} Operating Current | DV _{CC} = 1.8V, Serial Port Idle | ● | | 1 | μA |
| DV _{CC} UVLO Threshold | | | 1 | | V |
| V _{BAT} Shutdown Current | DV _{CC} = 3V | ● | 3 | 7 | μA |

320912fa

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{BAT1,2} = 3.6\text{V}$ 、 $DV_{CC} = 3\text{V}$ 、 $R_{REF} = 24.3\text{k}$ 、 $C1 = C2 = C3 = C4 = 2.2\mu\text{F}$ 。

| PARAMETER | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|--|---|---------------------|---------------------|-----|---------------|
| White LED Current (MAIN1-6), 8-Bit Linear DAC | | | | | | |
| Full-Scale LED Current | MAIN = 1V | ● | 25 | 28 | 31 | mA |
| Minimum (1LSB) LED Current | MAIN = 1V | | | 110 | | μA |
| LED Current Matching | Any Two MAIN Outputs at 50% FS | | | 1 | | % |
| LED Dropout Voltage | Mode Switch Threshold, $I_{MAINx} = \text{FS}$ | | | 180 | | mV |
| White LED Current (CAM), LTC3209-1, 4-Bit Linear DAC | | | | | | |
| Full-Scale LED Current | CAM = 1V | ● | 360 | 400 | 440 | mA |
| Minimum (1LSB) LED Current | CAM = 1V | | | 26.8 | | mA |
| LED Dropout Voltage | Mode Switch Threshold, $I_{CAM} = \text{FS}$ | | | 400 | | mV |
| White LED Current (CAM1-2), LTC3209-2, 4-Bit Linear DAC | | | | | | |
| Full-Scale LED Current | CAM = 1V | ● | 180 | 200 | 220 | mA |
| Minimum (1LSB) LED Current | CAM = 1V | | | 13.3 | | mA |
| LED Current Matching | CAM1-2 at 50% FS | | | 1 | | % |
| LED Dropout Voltage | Mode Switch Threshold, $I_{CAM} = \text{FS}$ | | | 400 | | mV |
| AUX LED Current, 2-Bit Linear DAC | | | | | | |
| Full-Scale LED Current | AUX = 1V | ● | 12.5 | 13.75 | 15 | mA |
| Minimum (1LSB) LED Current | AUX = 1V | | | 4.4 | | mA |
| V_{OL} | $I_{AUX} = 1\text{mA}$; C0, C1 = High | | | 18 | | mV |
| Charge Pump (CPO) | | | | | | |
| 1x Mode Output Impedance | | | | 0.5 | | Ω |
| 1.5x Mode Output Impedance | $V_{BAT} = 3\text{V}$, $V_{CPO} = 4.2\text{V}$ (Note 3) | | | 2.7 | | Ω |
| 2x Mode Output Impedance | $V_{BAT} = 3\text{V}$, $V_{CPO} = 4.8\text{V}$ (Note 3) | | | 3.2 | | Ω |
| CPO Voltage Regulation | 1.5x Mode, $I_{CPO} = 2\text{mA}$ | | | 4.6 | | V |
| | 2x Mode, $I_{CPO} = 2\text{mA}$ | | | 5.1 | | V |
| CLOCK Frequency | | | | 0.85 | | MHz |
| SDA, SCL, CAMHL | | | | | | |
| V_{IL} (Low Level Input Voltage) | | ● | | $0.3 \cdot DV_{CC}$ | | V |
| V_{IH} (High Level Input Voltage) | | ● | $0.7 \cdot DV_{CC}$ | | | V |
| V_{OL} , Digital Output Low (SDA) | $I_{PULLUP} = 3\text{mA}$ | ● | | 0.16 | 0.4 | V |
| I_{IH} | SDA, SCL, CAMHL = DV_{CC} | ● | -1 | | 1 | μA |
| I_{IL} | SDA, SCL, CAMHL = 0V | ● | -1 | | 1 | μA |
| Serial Port Timing (Notes 6, 7) | | | | | | |
| t_{SCL} | Clock Operating Frequency | | | 400 | | kHz |
| t_{BUF} | Bus Free Time Between Stop and Start Condition | | 1.3 | | | μs |
| $t_{HD,STA}$ | Hold Time After (Repeated) Start Condition | | 0.6 | | | μs |
| $t_{SU,STA}$ | Repeated Start Condition Setup Time | | 0.6 | | | μs |
| $t_{SU,STO}$ | Stop Condition Setup Time | | 0.6 | | | μs |
| $t_{HD,DAT(OUT)}$ | Data Hold Time | | 0 | | 900 | ns |
| $t_{HD,DAT(IN)}$ | Input Data Hold Time | | 0 | | | ns |
| $t_{SU,DAT}$ | Data Setup Time | | 100 | | | ns |
| t_{LOW} | Clock Low Period | | 1.3 | | | μs |
| t_{HIGH} | Clock High Period | | 0.6 | | | μs |

LTC3209-1/LTC3209-2

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{BAT1,2} = 3.6\text{V}$ 、 $DV_{CC} = 3\text{V}$ 、 $R_{REF} = 24.3\text{k}$ 、 $C1 = C2 = C3 = C4 = 2.2\mu\text{F}$ 。

| PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---------------|--------------------------|------|------|------|------------------|
| t_f | Clock Data Fall Time | 20 | | 300 | ns |
| t_r | Clock Data Rise Time | 20 | | 300 | ns |
| t_{SP} | Spike Suppression Time | 50 | | | ns |
| R_{REF} | | | | | |
| $V_{R_{REF}}$ | $R_{REF} = 24.3\text{k}$ | 1.20 | 1.23 | 1.26 | V |
| $R_{R_{REF}}$ | Reference Resistor Range | 20 | | 30 | $\text{k}\Omega$ |

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: LTC3209-1/LTC3209-2は、 $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 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。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の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。

Note 3: 1.5倍モードの出力インピーダンスは、 $(1.5V_{BAT} - V_{CPO})/I_{OUT}$ として定義される。2倍モードの出力インピーダンスは、 $(2V_{BAT} - V_{CPO})/I_{OUT}$ として定義される。

Note 4: 長期電流密度制限に基づく。10秒以内の絶対最大条件で10%以下の動作デューティ・サイクルを仮定している。連続動作の最大チャージポンプ電流は300mA。

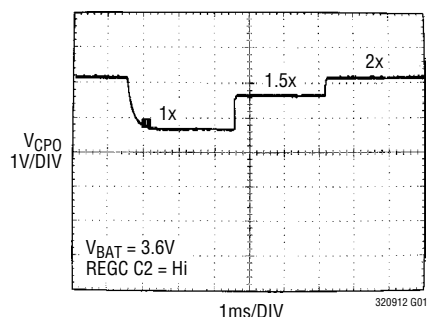
Note 5: 長期電流密度制限に基づく。

Note 6: すべての値は、 V_{IH} レベルと V_{IL} レベルを基準にしている。

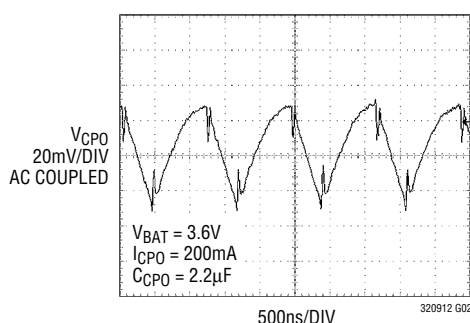
Note 7: 設計によって保証されている。

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

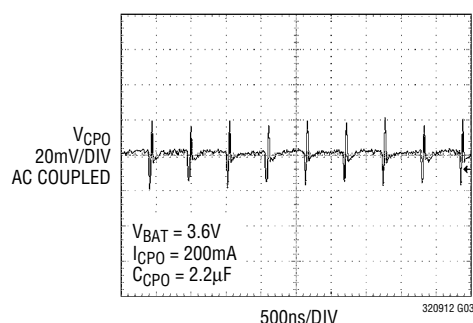
モード・スイッチの高速ドロップ
アウト時間



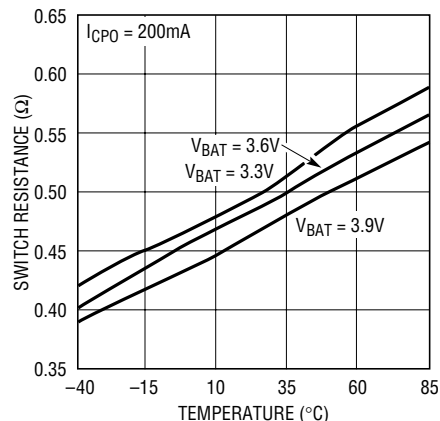
1.5倍モードのCPOリップル



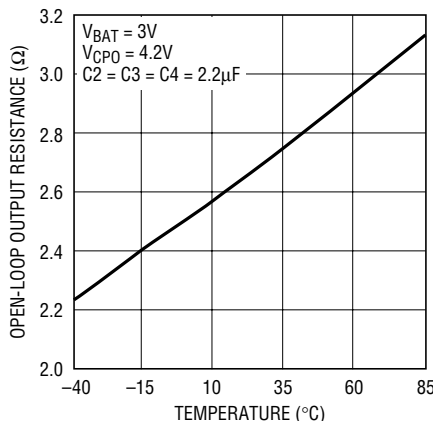
2倍モードのCPOリップル



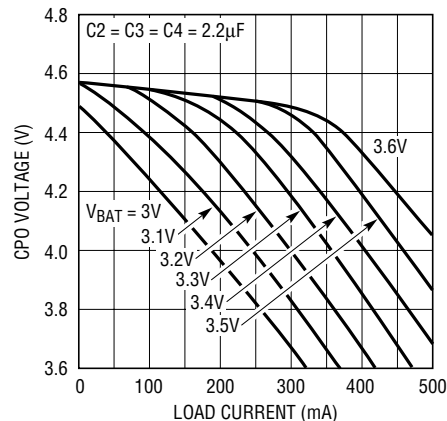
1倍モードのスイッチ抵抗と温度

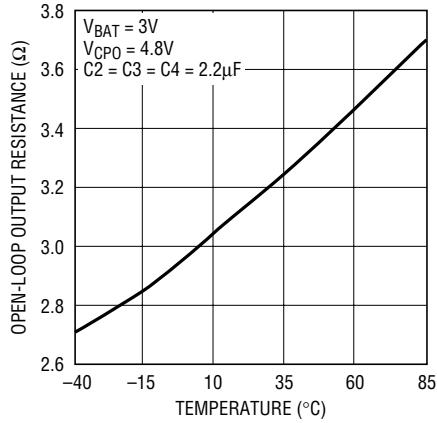


1.5倍モード・チャージポンプの
開ループ出力抵抗
($1.5V_{BAT} - V_{CPO}$)/ I_{CPO} と温度



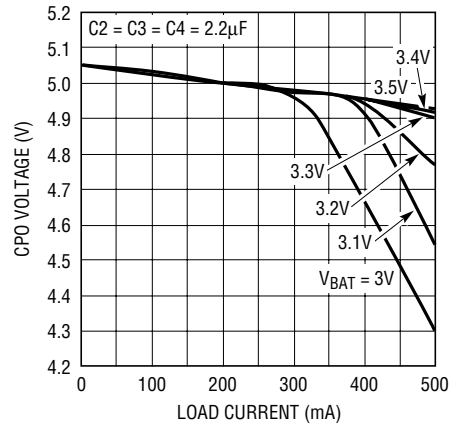
1.5倍モードのCPO電圧と
負荷電流



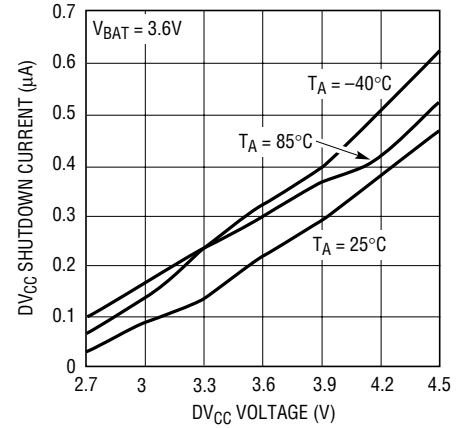
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 2倍モード・チャージポンプの
開ループ出力抵抗
($2V_{\text{BAT}} - V_{\text{CPO}}$)/ I_{CPO} と温度

3209 G08

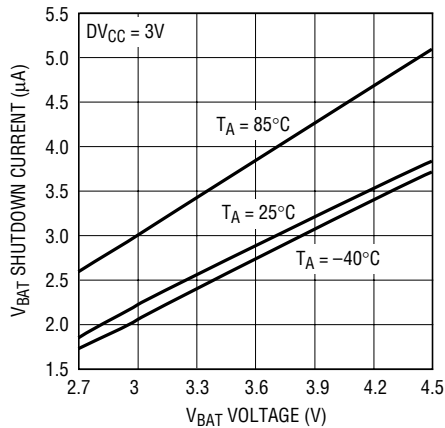
2倍モードのCPO電圧と負荷電流



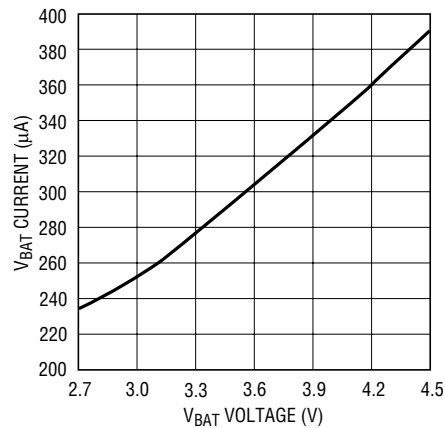
3209 G09

 DV_{CC} シャットダウン電流と
 DV_{CC} 電圧

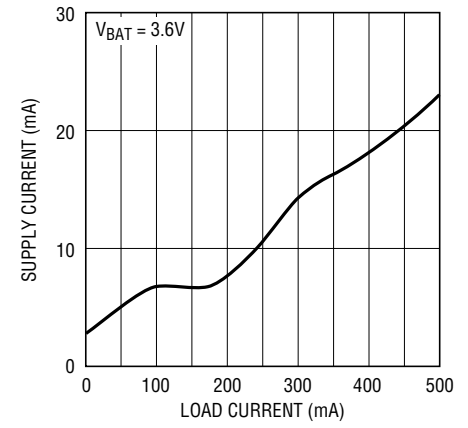
3209 G11

 V_{BAT} シャットダウン電流と
 V_{BAT} 電圧

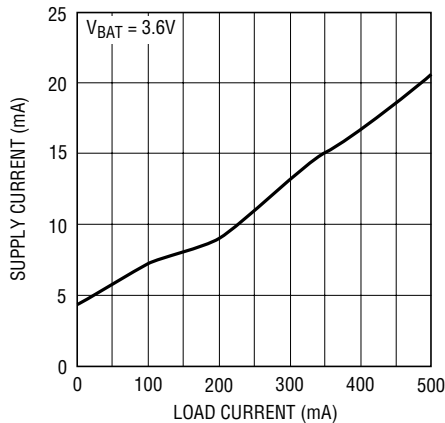
3209 G12

1倍モードの無負荷 V_{BAT} 電流と
 V_{BAT} 電圧

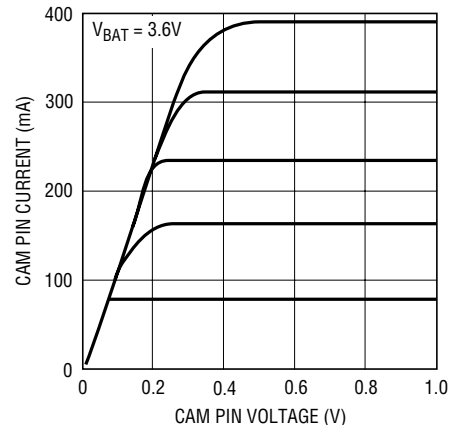
3209 G13

1.5倍モードの消費電流と
 I_{CPO} ($I_{\text{VBAT}} - 1.5I_{\text{CPO}}$)

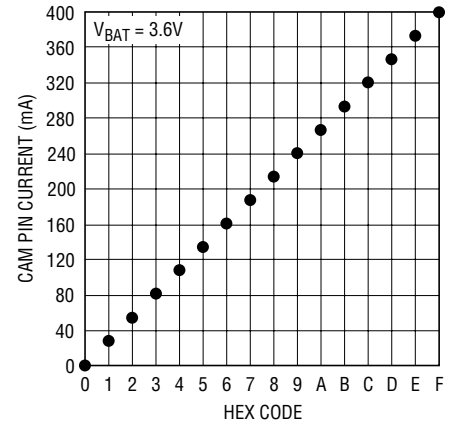
3209 G14

2倍モードの消費電流と
 I_{CPO} ($I_{\text{VBAT}} - 2I_{\text{CPO}}$)

3209 G15

LTC3209-1のCAMピンの電流と
CAMピンの電圧

3209 G22

LTC3209-1のCAMピンの電流と
入力コード

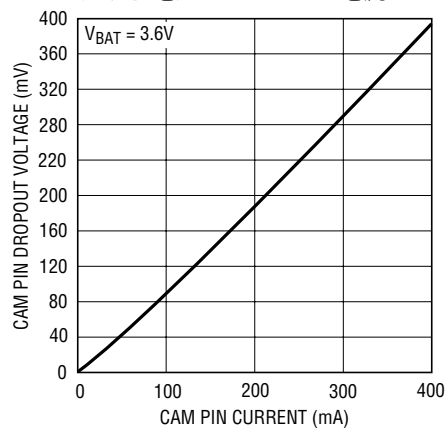
3209 G23

320912fa

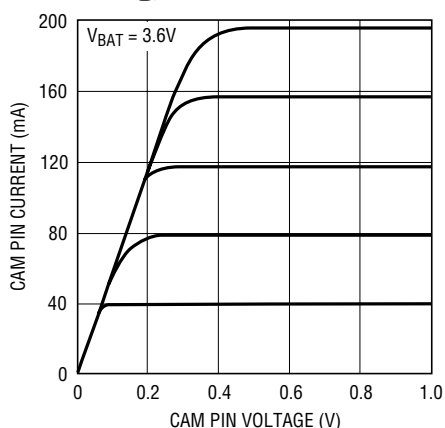
LTC3209-1/LTC3209-2

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

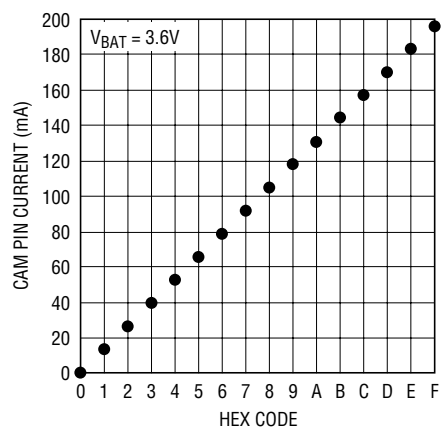
LTC3209-1のCAMピンのドロップ
アウト電圧とCAMピンの電流



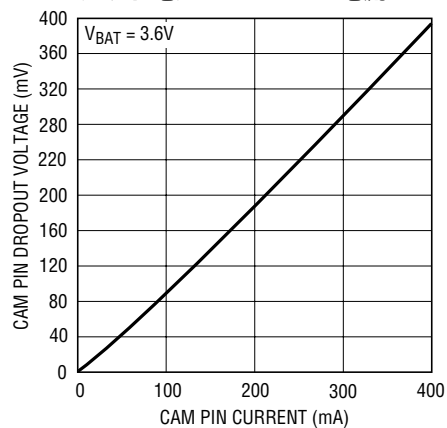
LTC3209-2のCAMピン電流とCAM
ピン電圧



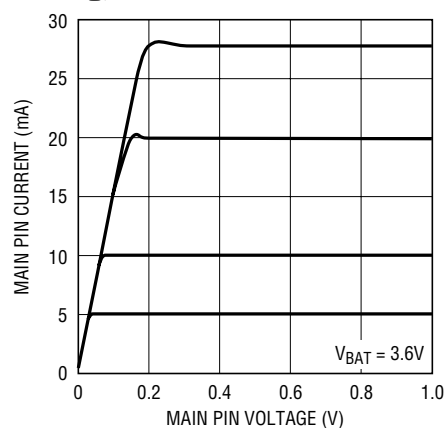
LTC3209-2のCAMピン電流と
入力コード



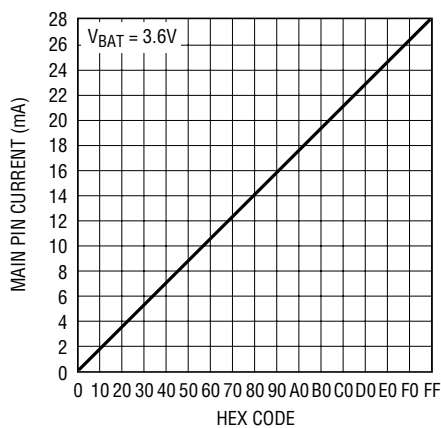
LTC3209-2のCAMピンのドロップ
アウト電圧とCAMピンの電流



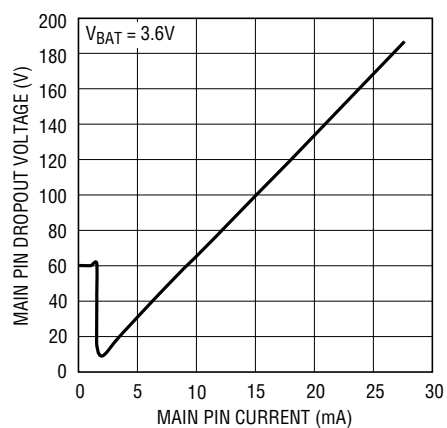
MAINピンの電流とMAINピンの
電圧



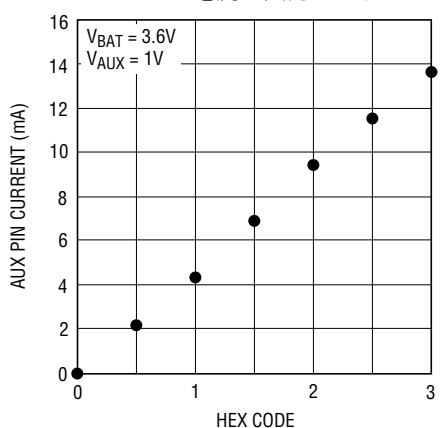
MAINピンの電流と入力コード



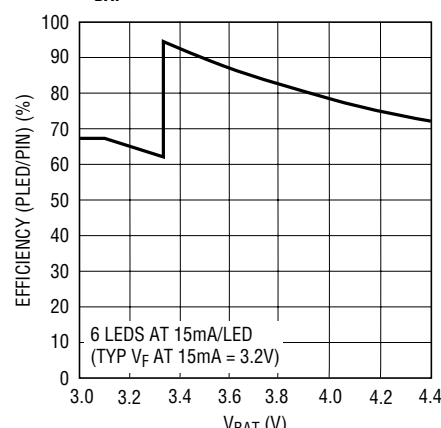
MAINピンのドロップアウト電圧
とMAINピンの電流



AUXピンの電流と入力コード



6LEDメインディスプレイ効率と
 V_{BAT}



320912fa

ピン機能 (LTC3209-1/LTC3209-2)

CP0 (ピン1/ピン1): LEDの電力供給に使用するチャージポンプ出力。X5RまたはX7Rの2.2 μ Fセラミック・コンデンサでグラウンドに接続します。

MAIN1~MAIN6 (ピン2、3、4、5、6、7、LTC3209-1): メイン・ディスプレイの白色LED用電流源出力。メイン・ディスプレイのLEDに供給する電流は、ソフトウェア制御と内蔵8ビット・リニアDACにより0mAから28mAまで256段階の設定が可能です。各出力はCPOに接続することにより、外部でディスエーブルすることができます。REGAのデータを0に設定するとすべてのMAIN出力がディスエーブルされます。

MAIN1~MAIN5 (ピン2、3、4、5、6、LTC3209-2): メイン・ディスプレイの白色LED用電流源出力。メイン・ディスプレイのLEDに供給する電流は、ソフトウェア制御と内蔵8ビット・リニアDACにより0mAから28mAまで256段階の設定が可能です。各出力はCPOに接続することにより、外部でディスエーブルすることができます。REGAのデータを0に設定するとすべてのMAIN出力がディスエーブルされます。

AUX (ピン8/ピン7): 補助ディスプレイLED用電流源出力。LEDに供給する電流は、ソフトウェア制御と内蔵2ビット・リニアDACにより0mAから13.75mAまで4段階の設定が可能です。ドロップアウト検出機能がなく、AUXをCPOに接続してもディスエーブルすることはできません。このピンは、I²Cシリアル・インターフェイスで制御する汎用出力としても使用できます。

V_{BAT2,1} (ピン9、18/ピン8、18): デバイス全体の電源。2つの専用のピンを使用してアナログ・セクションからチャージポンプを絶縁することにより、ノイズを低減しています。2つのピンは外部で一緒に結線し、2.2 μ Fの低ESRセラミック・コンデンサを使ってV_{BAT1}ピンの近くでバイパスする必要があります。V_{BAT2}ピンでは0.1 μ Fのコンデンサが必要です。

R_{REF} (ピン10/ピン9): このピンにより、すべてのディスプレイのLED電流の最大量を制御します。R_{REF}電圧は1.23Vになっており、24.3kの外付け抵抗を介してグラウンドに接続すると、すべてのディスプレイ用DACのリファレンス電流が設定され、公称値であるメインのフルスケール電流28mAおよびカメラの総フルスケール電流400mAが維持されます。R_{REF}用の抵抗値は20kから30kの範囲に制限されています。

DV_{CC} (ピン11/ピン10): デジタル入出力ライン全体の電源。このピンにより、LTC3209-1/LTC3209-2のロジック・リファレンス・レベルが設定されます。0.1 μ Fのコンデンサ

を使ってDV_{CC}とGNDをデカップルしてください。DV_{CC}ピンのUVLO回路は、DV_{CC}がUVLOスレッシュホールドを下回った場合にすべてのレジスタを強制的に0にします。

CAM1-2 (ピン11、12、LTC3209-2): カメラ1およびカメラ2ディスプレイの白色LED用電流源出力。2つのカメラLEDに供給する電流は、それぞれソフトウェア制御と内蔵4ビット・リニアDACにより0mAから200mAまで16段階の設定が可能です。2つの4ビット・レジスタを備えており、1つはカメラの高電流のプログラム、もう1つはカメラの低電流のプログラムに使用します。これらのレジスタはシリアル・ポートまたはCAMHLピンにより選択できます。各出力はCPOに接続することにより、ディスエーブルすることができます。REGBのデータを0に設定すると両方のCAM出力がディスエーブルされます(「アプリケーション情報」を参照)。

CAM (ピン12、LTC3209-1): カメラの白色LED用電流源出力。カメラのLEDに供給する電流は、ソフトウェア制御と内蔵4ビット・リニアDACにより0mAから400mAまで16段階の設定が可能です。2つの4ビット・レジスタを備えており、1つはカメラの高電流のプログラム、もう1つはカメラの低電流のプログラムに使用します。これらのレジスタはシリアル・ポートまたはCAMHLピンにより選択できます。各出力はCPOに接続することにより、ディスエーブルすることができます。REGBのデータを0に設定するとCAM出力がディスエーブルされます(「アプリケーション情報」を参照)。

CAMHL (ピン13/ピン13): このピンを“H”にするとカメラの高電流用のレジスタが選択され、“L”にするとカメラの低電流用のレジスタが選択されます。“H”から“L”へ変えることにより、チャージポンプが1倍モードに自動的にリセットされます。

SDA (ピン14/ピン14): I²Cシリアル・ポートのデータ入力。シリアル・データは1クロックごとにビット単位でシフトされ、LTC3209-1/LTC3209-2を制御します。このロジック・レベルはDV_{CC}を基準にしています。

SCL (ピン15/ピン15): I²Cシリアル・ポートのクロック入力。SCLのロジック・レベルはDV_{CC}を基準にしています。

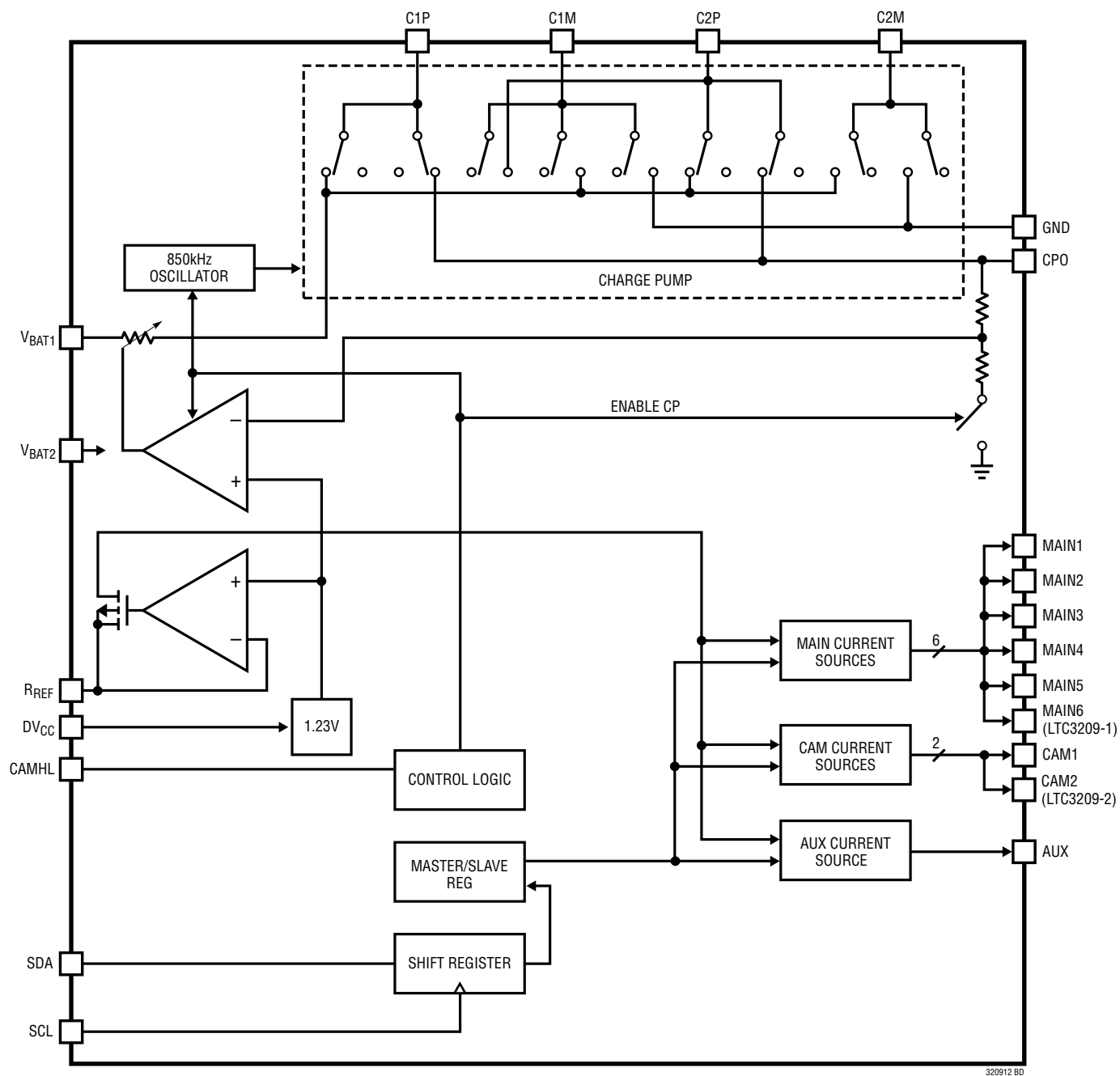
C1P、C2P、C1M、C2M (ピン20、19、17、16/ピン20、19、17、16): チャージポンプのフライング・コンデンサ用ピン。X5RまたはX7Rの2.2 μ Fセラミック・コンデンサをC1PとC1M間およびC2PとC2M間に接続してください。

露出パッド (ピン21/ピン21): システム・グラウンド。露出パッドはPCボードのグラウンド・プレーンに接続してください。

320912fa

LTC3209-1/LTC3209-2

ブロック図



320912fa

動作

LTC3209-1は6つのメイン出力、1つのカメラ出力、および1つの補助出力を備えています。LTC3209-2は5つのメイン出力、2つのカメラ出力、および1つの補助出力を備えています。

パワーマネージメント

LTC3209-1/LTC3209-2は、スイッチトキャパシタ型チャージポンプを使用して、CPOを入力電圧の2倍の5.1Vまで昇圧します。このデバイスは1倍モードで起動します。このモードでは、 V_{BAT} がCPOに直結されます。1倍モードでは、効率を最大にできノイズを最小に抑えることができます。LTC3209-1/LTC3209-2は、メインまたはカメラLED用電流源がドロップアウト状態になるまで1倍モードを維持します。電流源の電圧が低下してプログラムされた電流を供給できなくなると、ドロップアウト状態になります。ドロップアウトが検出されると、LTC3209-1/LTC3209-2は1.5倍モードに切り替わります。その後、CPO電圧は上昇し始め V_{BAT} の1.5倍の4.6Vに到達しようとします。次のドロップアウトが検出されると2倍モードに切り替わり、CPO電圧は V_{BAT} の2倍の5.1Vに到達しようとします。このデバイスは、 I^2C ポートを介してDACのデータ・ビットが更新されるか、CAMHL信号の立下りエッジで1倍モードにリセットされます。

2フェーズの非重複クロックを使ってチャージポンプのスイッチを起動します。2倍モードでは、フライング・コンデンサが V_{BAT} から1つおきのクロック・フェーズで充電され、入力電流のリプルとCPO電圧のリプルを最小に抑えます。1.5倍モードでは、最初のクロック・フェーズでフライング・コンデンサは直列に充電され、2番目のクロック・フェーズでは V_{BAT} に並列に積まれます。このフライング・コンデンサの充放電は850kHzの固定周波数で繰り返されます。

LED電流源により供給される電流は、それぞれ I^2C ポートを介してプログラムされたDACにより制御されます。

ソフトスタート

最初に、このデバイスがシャットダウン状態の場合、 V_{BAT1} とCPOが小電流スイッチで接続されます。このため、 V_{BAT1} はCPO出力のコンデンサを緩やかに充電し、大きな充電電流の発生を抑えます。

またLTC3209-1/LTC3209-2は、チャージポンプにソフトスタート機能を備えており、昇圧モードに切り替わったときに過度の突入電流や電源の落ち込みが発生しないようにしています。CPOピンで得られる電流は、125 μ s(標準)にわたって直線的に上昇します。ソフトスタートは、1.5倍モードと2倍モードへの切り替わりの開始時に発生します。

チャージポンプの能力

LTC3209-1/LTC3209-2が1.5倍モードと2倍モードのいずれかで動作する場合、チャージポンプをテブナンの等価回路としてモデル化し、実効入力電圧と実効開ループ出力抵抗(R_{OL})から利用可能な電流量を求めることができます(図1)。

R_{OL} は、スイッチング項($1/(2f_{OSC} \cdot C_{FLY})$)、内部スイッチ抵抗、スイッチング回路の重なり合わない期間などのいくつかの要因に依存します。ただし、与えられた R_{OL} に対し、利用可能な電流量はアドバンテージ電圧(1.5倍モードでは $1.5V_{BAT} - CPO$ 、2倍モードでは $2V_{BAT} - CPO$)に正比例します。

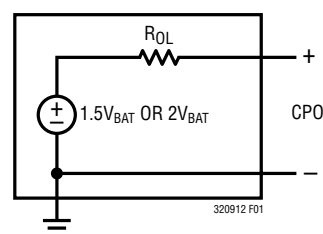


図1. チャージポンプの開ループのテブナン等価回路

動作

3.1Vの電源で白色LEDをドライブする例について考えて見ます。LEDの順方向電圧が3.8Vで、電流源が100mAを必要とする場合、1.5倍モードのアドバンテージ電圧は $3.1V \cdot 1.5 - 3.8V - 0.1V$ 、つまり750mVです。入力電圧が3.2Vに上昇すると、アドバンテージ電圧は900mVに跳ね上がり、利用可能な能力が20%向上することに注目してください。図1から、1.5倍モードの利用可能な電流は次式で与えられます。

$$I_{OUT} = \frac{1.5V_{BAT} - V_{CPO}}{R_{OL}}$$

2倍モードの利用可能な電流は次式で与えられます。

$$I_{OUT} = \frac{2V_{BAT} - V_{CPO}}{R_{OL}}$$

この場合のアドバンテージ電圧は $3.1V \cdot 2 - 3.8V - 0.1V = 2.3V$ になることに注意してください。2倍モードでは R_{OL} 値が大きくなりますが、利用可能な最大電流が大幅に向上します。

温度の関数としての標準的 R_{OL} 値を図2と図3に示します。

シャットダウン電流

シャットダウンは、すべての電流源のデータ・ビットがゼロになった場合、または DV_{CC} が DV_{CC} のUVLOスレショルドを下回った場合に発生します。

LTC3209-1/LTC3209-2はシャットダウン電流が非常に低くなるように設計されていますが、シャットダウン時には V_{BAT} から約3μA程度流れます。LTC3209-1/LTC3209-2は、 DV_{CC} ピンをグランドに接続すると、内部ロジックによってシャットダウンモードになります。ただし、 DV_{CC} (SCL、SDA、CAMHL)を基準としているすべてのロジック信号は、これらのピンの絶対最大定格に違反しないように、 DV_{CC} またはそれを下回る値(グランド等)である必要があります。

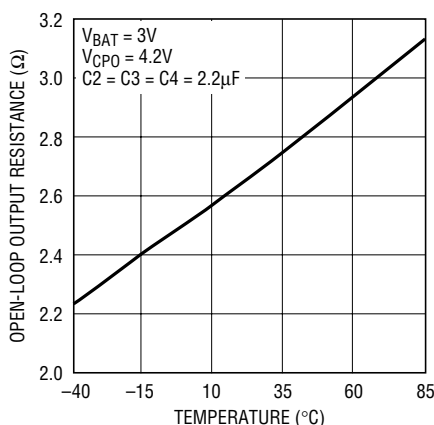


図2. 1.5倍モードの標準的 R_{OL} と温度

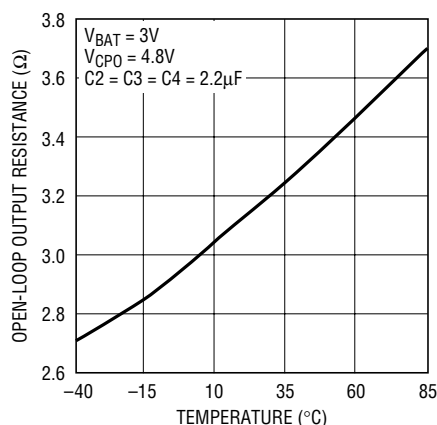


図3. 2倍モードの標準的 R_{OL} と温度

動作

シリアル・ポート

マイクロコントローラ互換のI²Cシリアル・ポートには、LTC3209-1/LTC3209-2のすべてのコマンド入力とコントロール入力が備わっています。SDA入力のデータはSCLの立上りエッジでロードされます。D7が最初にロードされ、D0が最後にロードされます。3つのデータ・レジスタと1つのアドレス・レジスタがあります。すべてのアドレス・ビットがクロックによってアドレス・レジスタに入力されると、アクノリッジが発生します。データ・レジスタにデータが書き込まれると、ストップ・ビットの後にロード・パルスが生成されます。このロード・パルスによって、データ・レジスタのすべてのデータがDACレジスタに転送されます。この時点でLED電流の値は新たな設定値に変更されます。シリアル・ポートはスタティック・ロジック・レジスタを使用するので、動作させるのに最小速度の制限はありません。

メイン用電流源

LTC3209-1

メイン用電流源は6つです。これらの電流源は電流制御用に8ビットのリニアDACを備えています。 $R_{REF}=24.3k$ の場合、出力電流の範囲は256段階で0mAから28mAまでになります。

1つのブロックがオールゼロのデータ・ワードを受け取った場合、その電流源はディスエーブルされます。そのブロックの消費電流はゼロまで減少します。さらに、未使用のLED出力ピンはCPOに接続することで電流源出力をオフにして、動作電流を10 μ A(標準)まで減少させることができます。

LTC3209-2

メイン用電流源は5つです。これらの電流源は電流制御用に8ビットのリニアDACを備えています。 $R_{REF}=24.3k$ の場合、出力電流の範囲は256段階で0mAから28mAまでになります。

1つのブロックがオールゼロのデータ・ワードを受け取った場合、その電流源はディスエーブルされます。そのブロックの消費電流はゼロまで減少します。さらに、未使用のLED出力ピンはCPOに接続することで電流源出力をオフにして、動作電流を10 μ A(標準)まで減少させることができます。

カメラ用電流源

LTC3209-1

カメラ用電流源は1つです。この電流源は電流制御用に4ビットのリニアDACを備えています。出力電流の範囲は16段階で0mAから400mAまでになります($R_{REF}=24.3k$)。

このブロックがオールゼロのデータ・ワードを受け取った場合、電流源はディスエーブルされます。そのブロックの消費電流はゼロまで減少します。さらに、未使用のLED出力ピンはCPOに接続することで電流源出力をオフにして、動作電流を10 μ A(標準)まで減少させることができます。このピンは、未使用時にドロップアウトの誤検出を防ぐためフロートさせておくことはできません。

LTC3209-2

カメラ用電流源は2つです。各電流源は電流制御用に4ビットのリニアDACを備えています。各電流源の出力電流の範囲は16段階で0mAから200mAまでになります($R_{REF}=24.3k$)。

このブロックがオールゼロのデータ・ワードを受け取った場合、電流源はディスエーブルされます。そのブロックの消費電流はゼロまで減少します。さらに、未使用のLED出力ピンはCPOに接続することで電流源出力をオフにして、動作電流を10 μ A(標準)まで減少させることができます。各ピンは、未使用時にドロップアウトの誤検出を防ぐためフロートさせておくことはできません。

補助用電流源

補助用電流源は1つです。この電流源は電流制御用に2ビットのリニアDACを備えています。出力電流の範囲は4段階(オフ、33%、67%、100%)で0mAから13.75mAまでになります。補助出力にはドロップアウト検出機能がないため、CPOに接続してもディスエーブルすることはできません。

このブロックがオールゼロのデータ・ワードを受け取った場合、電流源はディスエーブルされ、そのブロックの消費電流はゼロまで減少します。この出力は、I²C制御のオープンドレインのデジタル汎用出力としても使用できます。

動作

CAMHL

CAMHLピンにより、フラッシュ・アプリケーションにおいて、I²Cポートに再アクセスすることなくカメラの高電流用レジスタを即座に選択できます。CAMHLを“L”にすると、カメラの電流範囲はカメラの低電流用4ビットレジスタにより制御されます。CAMHLを“H”にすると、電流範囲はカメラの高電流用4ビットレジスタにより制御されます。CAMHLを“H”にした場合、ドロップアウトの遅延は150msから2msに短縮され、必要に応じてチャージポンプのモードを即座に変更できます。CAMHLを“H”から“L”にすると、チャージポンプは1倍モードにリセットされます。

熱保護

LTC3209-1/LTC3209-2は熱保護機能を搭載しています。接合部温度が150°C程度になるとサーマル・シャットダウンが発生します。サーマル・シャットダウンが発生すると、接合部温度が15°C程度低下するまで、すべての電流源とチャージポンプがディスエーブルされます。このサーマル・シャットダウンはフォールトが修復されるまで繰り返されます。

R_{REF}電流設定レジスタ

電流設定レジスタはR_{REF}ピンとグラウンドのあいだに接続されます。この抵抗は3つのすべてのディスプレイ（メイン、カメラ、補助）のフルスケール電流を設定します。抵抗値は次式から得られます。

$$MAIN = \frac{1.23V}{R_{REF}} \cdot 550$$

$$CAM = \frac{1.23V}{R_{REF}} \cdot 7900 \quad (LTC3209-1)$$

$$CAM = \frac{1.23V}{R_{REF}} \cdot 3950 \quad (LTC3209-2)$$

$$AUX = \frac{1.23V}{R_{REF}} \cdot 272$$

24.3k(誤差1%)の抵抗により、メイン用電流源に28mA、カメラ用電流源に(合計で)400mA、補助用電流源に13.75mAのフルスケール電流を供給します。

この入力、グラウンドへ短絡したり10kより小さい抵抗を接続した場合でも保護されます。フォールトが検出されると、基準電流アンプが電流制限されます。さらに、電流源出力とチャージポンプがディスエーブルされます。

モードの切り替え

LTC3209-1/LTC3209-2は、LEDピンでドロップアウト状態が検出されると1倍モードから1.5倍モードに自動的に切り替わり、続いて2倍モードに切り替わります。電流源の電圧が低下してプログラムされた電流を供給できなくなると、ドロップアウトが発生します。モードが切り替わるのは、ドロップアウトが発生してから150ms経過してからです。この遅延により、LEDの温度が上がって最終的な順方向電圧値に到達できます。このドロップアウト遅延は、REGCレジスタのDrop2msビットC2をプログラムするか、カメラLEDの制御時にCAMHLピンを“H”に切り替えることによって2msに短縮することができます。

このモードは、I²Cポートを介してデータ・ビットが更新されるか、CAMHLが“H”から“L”に切り替わると1倍モードに自動的に戻ります。このデバイスが、I²Cで1.5倍モードまたは2倍モードに強制的に設定され固定電圧の電源として動作している場合には、I²Cで更新されるまでモードは切り替わりません。

動作

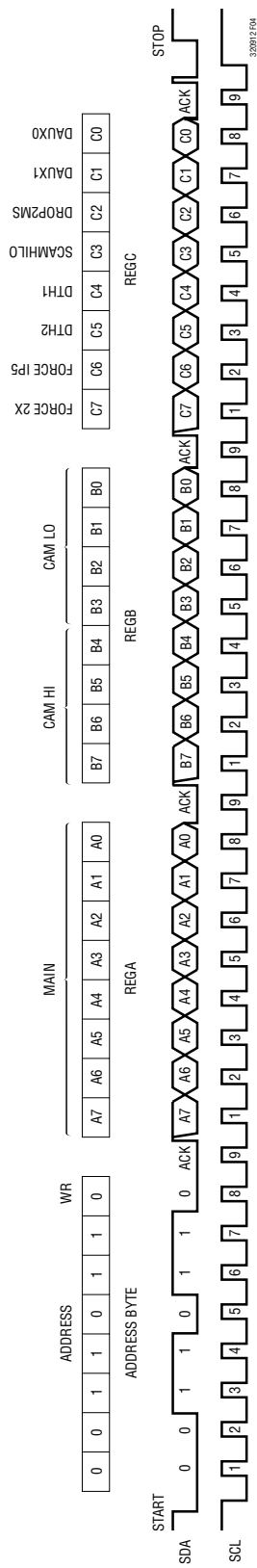


図4. ビット割り当て

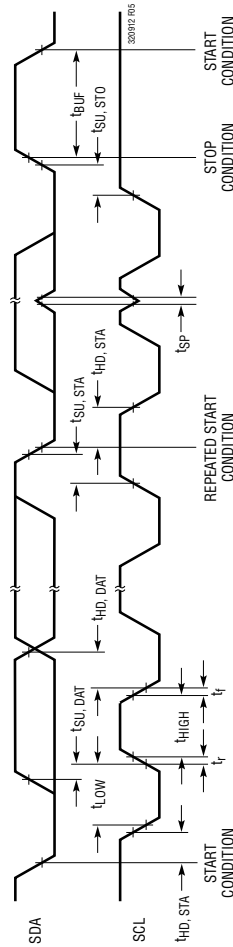


図5. タイミング・パラメータ

LTC3209-1/LTC3209-2

動作

REGA, MAIN LED 8-Bit DAC Data

| MSB | | | | | | | LSB |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 |
| MAIN D7 | MAIN D6 | MAIN D5 | MAIN D4 | MAIN D3 | MAIN D2 | MAIN D1 | MAIN D0 |

REGB, CAMERA LED 4-Bit High and 4-Bit Low DAC Data

| MSB | | HIGH BITS | | LSB | MSB | | LOW BITS | LSB |
|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|
| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | B0 |
| CAM D3 | CAM D2 | CAM D1 | CAM D0 | CAM D3 | CAM D2 | CAM D1 | CAM D0 | CAM D0 |

REGC, AUX Data and Option Byte

| MSB | | | | | | | LSB |
|----------|----------|---|------|----------|---------|-------|-------|
| C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | C0 |
| Force2x | Force1p5 | Dth2 | Dth1 | Scamhilo | Drop2ms | DAUX1 | DAUX0 |
| DAUX0 | | AUX DAC Data (LSB) | | | | | |
| DAUX1 | | AUX DAC Data (MSB) | | | | | |
| Drop2ms | 1 | Changes Dropout Time from 150ms to 2ms | | | | | |
| | 0 | Dropout Time is 150ms Unless CAMHL is Enabled and High | | | | | |
| Scamhilo | 1 | Selects CAM High Register, Disables CAMHL Pin | | | | | |
| | 0 | Selects CAM Low Register, Enables CAMHL Pin | | | | | |
| Dth1 | 0 | Must Always be 0 (Test Mode) | | | | | |
| Dth2 | 0 | Must Always be 0 (Test Mode) | | | | | |
| Force1p5 | 1 | Forces Charge Pump into 1.5x Mode, CPO Regulates at 4.6V | | | | | |
| | 0 | Enables Mode Logic to Control Mode Changes Based on Dropout Signal | | | | | |
| Force2x | 1 | Forces Charge Pump into 2x Mode, Overrides Force1p5 Signal, CPO Regulates at 5.1V | | | | | |
| | 0 | Enables Mode Logic to Control Mode Changes Based on Dropout Signal | | | | | |

I²C インタフェース

LTC3209-1/LTC3209-2は、標準I²C 2線インタフェースを使ってホスト(マスタ)と通信します。バス信号相互のタイミング関係をタイミング図(図5)に示します。2つのバスラインSDAとSCLは、バスが使用されていないとき“H”にする必要があります。これらのラインには外付けのプルアップ抵抗または、LTC1694 SMBus アクセラレータなどの電流源が必要です。

LTC3209-1/LTC3209-2は受信するだけの(スレーブ)デバイスです。

バスの速度

I²Cポートは最大400kHzの速度で動作するように設計されています。ポートにはタイミング遅延が内蔵されており、I²Cに準拠したマスタ・デバイスから呼び出されたとき正しく動作するように保証します。バスが損傷した場合でもグリッチを抑制するように設計された入力フィルタも備えています。

動作

STARTとSTOP条件

バス・マスタはSTART条件を送って通信開始をスレーブ・デバイスに知らせます。

START条件はSCLを“H”に保ったままSDAを“H”から“L”に遷移させて発生させます。マスタはスレーブとの通信を終了したら、SCLを“H”に保ったままSDAを“L”から“H”に遷移させてSTOP条件を送信します。この後、バスは別のI²Cデバイスとの通信のために自由に使えます。

バイトのフォーマット

LTC3209-1/LTC3209-2に送られる各バイトは8ビット長でなければならず、その後にLTC3209-1/LTC3209-2からアクノリッジ・ビットを返すための追加のクロック・サイクルが続く必要があります。データは最上位ビット (MSB) からLTC3209-1/LTC3209-2に送ります。

アクノリッジ

アクノリッジ信号はマスタとスレーブ間のハンドシェークに使われます。スレーブ (LTC3209-1/LTC3209-2) によって生成されるアクノリッジ (アクティブ“L”) は、情報の最新のバイトが受信されたことをマスタに知らせます。アクノリッジに関連したクロック・パルスはマスタによって生成されます。マスタはアクノリッジ・クロック・サイクルのあいだにSDAライン (“H”) を解放します。スレーブ側はSDAラインをプル・ダウンし、それをアクノリッジ・クロック・パルスが“H”の間安定して“L”に保つ必要があります。

スレーブ・アドレス

LTC3209-1/LTC3209-2は製造時プログラムされた0011011という7ビット・アドレスにだけ応答します。LTC3209-1/LTC3209-2は書き込み専用デバイスなので、アドレス・バイトの8番目のビット (R/W) はLTC3209-1/LTC3209-2が認識できるように0にする必要があります。このためアドレスは、最下位ビットが0で8ビットの長さになります。正しい7ビット・アドレスが与えられてもR/Wビットが1だと、LTC3209-1/LTC3209-2は応答しません。

バスの書き込み動作

START条件と7ビットのアドレス、それに続くライト・ビットR/W=0によって、マスタはLTC3209-1/LTC3209-2との通信を開始します。アドレスがLTC3209-1/LTC3209-2のアドレスと一致すると、このデバイスはアクノリッジを返します。するとマスタは最上位のデータ・バイトを送ります。LTC3209-1/LTC3209-2は再度アクノリッジを返し、このサイクルがさらに2回繰り返され、合計でアドレスが1バイト、データが3バイトになります。各データ・バイトはアクノリッジが返されると内部のホールディング・ラッチに転送されます。3つのデータ・バイトがすべてLTC3209-1/LTC3209-2に転送された後、マスタはSTOP条件を使って通信を終了することができます。代わりに、マスタはREPEAT-START条件を開始してI²Cバス上の別のチップを呼び出すこともできます。このサイクルは無期限に継続可能で、LTC3209-1/LTC3209-2は受信した有効データの最後の入力を記憶します。バス上のすべてのチップが呼び出されて有効データが送られるとグローバルなSTOP条件を送ることができ、LTC3209-1/LTC3209-2は受信したデータを使ってすべてのレジスタを更新します。

状況によっては、I²Cバスのデータが損われることがあります。このような場合、LTC3209-1/LTC3209-2は受信した最後の完全なデータ・セットだけを保存して適切に応答します。たとえば、LTC3209-1/LTC3209-2が正常に呼び出されてデータを受信中にSTOP条件が誤って発生したと仮定します。LTC3209-1/LTC3209-2はこのSTOP条件を無視し、新しいSTART条件、正しいアドレス、新しい一組のデータ、およびSTOP条件が送信されてくるまで応答しません。

同様に、LTC3209-1/LTC3209-2が以前に呼び出され有効なデータが送られてきてもSTOPで更新されない場合、1つの例外を除いて、REPEAT-STARTが何回発生したかに関係なく、バス上に現れたどのSTOPにも応答します。REPEAT-STARTが与えられ、LTC3209-1/LTC3209-2が呼び出されたことを正常にアクノリッジする場合、新しいデータ・バイトをすべて受信してアクノリッジするまでLTC3209-1/LTC3209-2はSTOPに応答しません。

LTC3209-1/LTC3209-2

アプリケーション情報

V_{BAT}、C_{PO}コンデンサの選択

LTC3209-1/LTC3209-2に使われるコンデンサの種類と値により、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、最小起動時間などいくつかの重要なパラメータが決定されます。

ノイズやリップルを減らすため、CV_{BAT}とC_{PO}の両方に等価直列抵抗 (ESR) の小さなセラミック・コンデンサ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・コンデンサはESRが大きいため推奨できません。

C_{PO}の値により、与えられた負荷電流に対する出力リップルの大きさが直接制御されます。C_{PO}のサイズを大きくすると、起動電流が増えた場合に、出力リップルが減少します。1.5倍モードのピーク・トゥ・ピーク出力リップルはおおよそ次式で与えられます。

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

ここで、f_{OSC}はLTC3209-1/LTC3209-2の発振器周波数(標準850kHz)、C_{PO}は出力の蓄電コンデンサです。

2倍モードでは、クロックの両方のサイクルで負荷電流が供給されることにより、出力リップルが非常に小さくなります。

出力コンデンサの種類と値の両方がLTC3209-1/LTC3209-2の安定性に大きく影響することがあります。ブロック図に示されているように、LTC3209-1/LTC3209-2は制御ループを使ってチャージポンプの能力を調節し、必要な出力電流に合わせます。このループの誤差信号は出力コンデンサに直接保存されます。この出力コンデンサは、制御ループの支配的ポールとしての役割も果たします。リングングや不安定動作を防ぐには、出力コンデンサがすべての状態で少なくとも1μFの容量を維持することが重要です。

さらに、出力コンデンサのESRが大きすぎると、LTC3209-1/LTC3209-2のループ安定性を低下させる傾向があります。出力コンデンサのESRが160mΩ以上あると、閉ループ周波数応答は単純な1ポールの場合のようにはロールオフしなくなり、負荷過渡応答が悪くなったり不安定になることがあります。多層セラミック・チップ・コンデンサは一般に非常にすぐれたESR特性をもっています。密な基板レイアウトとMLCCを組み合わせると非常

に良い安定性が得られます。C_{PO}の値により出力リップルの大きさが制御されるのと同様、CV_{BAT}の値により入力ピン(V_{BAT})に現れるリップルの大きさが制御されます。チャージポンプが入力充電フェーズあるいは出力充電フェーズのどちらであってもLTC3209-1/LTC3209-2への入力電流は比較的一定ですが、クロックの非重複期間中はゼロに下がります。非重複期間は短い(25ns以内)ので、これらの欠けた部分「切れ込み」は入力電源ラインをわずかに乱すだけです。タンタルのようなESRが大きいコンデンサでは、入力ノイズが大きくなることに注意してください。したがって、ESRが小さいセラミック・コンデンサを推奨します。図6に示されているように、非常に小さな直列インダクタを通してLTC3209-1/LTC3209-2に電力を供給することにより、入力ノイズをさらに減らすことができます。10nHのインダクタにより高速電流ノッチが除去されるので、入力電源への電流負荷がほぼ一定になります。コストを下げるため、約1cmのPC基板のトレースを使って、10nHのインダクタをPC基板上に作ることもできます。

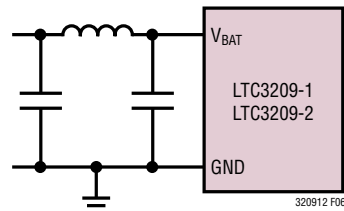


図6. 入力ノイズの低減に使われた10nHのインダクタ (約1cmの配線)

フライング・コンデンサの選択

注意: フライング・コンデンサの電圧はLTC3209-1/LTC3209-2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あるいはアルミのような有極性コンデンサは決して使わないでください。フライング・コンデンサには必ずセラミック・コンデンサを使ってください。

フライング・コンデンサはチャージポンプの能力を制御します。定格出力電流を達成するために、各フライング・コンデンサには少なくとも1.6μFの容量が必要です。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、X7Rの素材で作られたセラミック・コンデンサは-40°C~85°Cの温度範囲で容量のほとんどを維持しますが、Z5UまたはY5Vのタイプのコンデンサは同じ温度範囲でかなりの容量を失います。

320912fa

アプリケーション情報

Z5UおよびY5Vのコンデンサは電圧係数も非常に劣り、定格電圧が印加されると60%以上の容量を失うことがあります。したがって、異なったコンデンサを比較するとき、規定容量値を比較するより、与えられたケース寸法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範囲にわたって、0603ケースに入った、1 μ F、10VのY5Vセラミック・コンデンサでは、同じケースで供給される0.22 μ F、10VのX7Rよりも大きな容量が得られるとはかぎりません。最小容量を全温度および全電圧にわたって確保するにはどの値のコンデンサが必要かを決定するには、コンデンサの製造元のデータシートを調べる必要があります。

セラミック・コンデンサの製造元とその連絡先を表1に示します。

表1. 推奨するコンデンサの製造元

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

レイアウトの検討事項とノイズ

LTC3209-1/LTC3209-2によって高いスイッチング周波数と過渡電流が生じるので、基板のレイアウトには注意が必要です。適切なグランド・プレーンと、すべてのコンデンサへの配線を短くすることにより性能が向上し、あらゆる条件で適正なレギュレーションが得られます。

フライング・コンデンサのC1P、C2P、C1M、C2Mの各ピンには、エッジ・レートの高い波形が現われます。これらのピンのdv/dtが大きい場合、隣接するプリント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。また、フライング・コンデンサがLTC3209-1/LTC3209-2の近くに配置されていない(つまり、ループで囲まれた面積が大きい)場合、磁界が発生する可能性もあります。容量性のエネルギー転移を防ぐには、ファラデー・シールドを使うことができます。これは、敏感なノードとLTC3209-1/LTC3209-2のピンの上に配置する接地されたプリント配線です。高品質のACグランドを確保するには、それをLTC3209-1/LTC3209-2まで連続して伸びたグランド・プレーンに戻します。

LTC3209のPC基板のレイアウト設計では、以下のガイドラインに従う必要があります。

- 露出パッドは、放熱とノイズ対策のためのメッキされたスルホール・ビアを使ってしっかりとした低インピーダンスのグランド・プレーンに接続された、大きな銅プレーンに半田付けする必要があります。
- 入力コンデンサと出力コンデンサ(C1とC4)は、このデバイスの近くに配置する必要があります。
- フライング・コンデンサ(C2とC3)は、このデバイスの近くに配置し、各ピンからコンデンサのパッドまで伸びるトレースの幅はできるだけ広くする必要があります。
- V_{BAT}のトレースとCPOのトレースは幅を広くして、インダクタンスを最小化し大きな電流に対応できるようにする必要があります。
- LEDのパッドは大きくし、別のメタル層に接続することで放熱性を確保する必要があります。

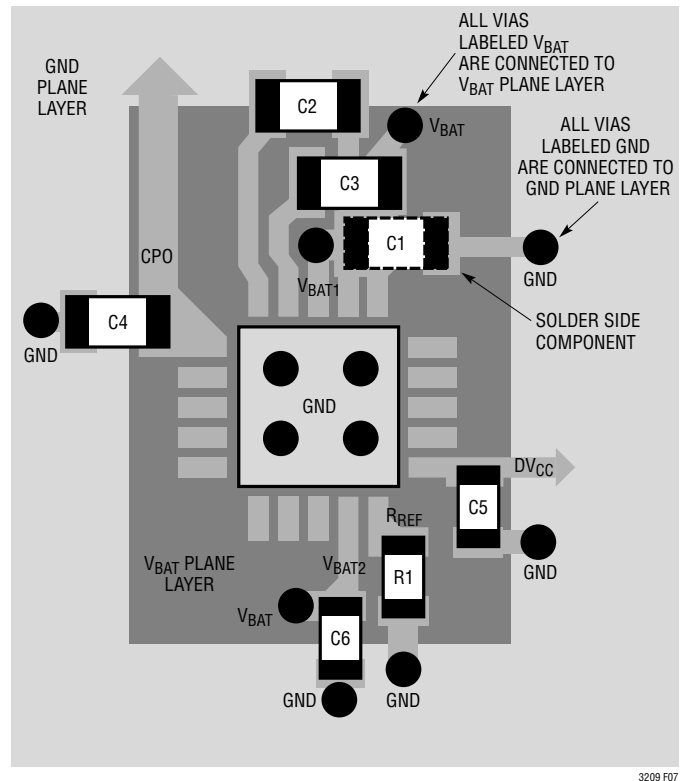


図.7 PC基板のレイアウト例 (LTC3209-1)

アプリケーション情報

電力効率

白色LEDドライバ・チップの電力効率(η)を計算するには、LEDの電力を入力電力と比較します。これら2つの数値の差は、チャージポンプまたは電流源で失われた電力を表します。数学的に表すと、電力効率は次式で与えられます。

$$\eta = \frac{P_{LED}}{P_{IN}}$$

LTC3209-1/LTC3209-2の効率は実際に使われている動作モードに依存します。LTC3209-1/LTC3209-2はパス・スイッチとして動作し、 I_{LED} ピンでドロップアウトが検出されるまでは V_{BAT} をCPOに接続することを思い出してください。この機能により、与えられた入力電圧とLEDの順方向電圧に対して可能な最適効率が得られます。スイッチとして動作しているとき、効率は次のように近似されます。

$$\eta = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{(V_{LED} \cdot I_{LED})}{(V_{BAT} \cdot I_{BAT})} = \frac{V_{LED}}{V_{BAT}} \quad (1x \text{ Mode})$$

これは入力電流がLED電流の合計に非常に近くなるためです。

中程度の出力電力から高い出力電力では、LTC3209-1/LTC3209-2の消費電流は無視できるので、上式は有効です。

LEDピンでドロップアウトが検出されると、LTC3209-1/LTC3209-2はチャージポンプを1.5倍モードでイネーブルします。

1.5倍昇圧モードの効率は、実効入力電圧が実際の入力電圧の1.5倍あるリニア・レギュレータの効率に似ています。それは、1.5倍チャージポンプの入力電流は負荷電流の約1.5倍だからです。理想的な1.5倍チャージポンプでは、電力効率は次式で与えられます。

$$\eta_{IDEAL} = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{(V_{LED} \cdot I_{LED})}{(V_{BAT} \cdot (1.5) \cdot I_{LED})} = \frac{V_{LED}}{(1.5 \cdot V_{BAT})}$$

(1.5x Mode)

同様に、2倍昇圧モードの効率は、実効入力電圧が実際の入力電圧の2倍あるリニア・レギュレータの効率に似ています。理想的な2倍チャージポンプでは、電力効率は次式で与えられます。

$$\eta_{IDEAL} = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{(V_{LED} \cdot I_{LED})}{(V_{BAT} \cdot (2) \cdot I_{LED})} = \frac{V_{LED}}{(2 \cdot V_{BAT})}$$

(2x Mode)

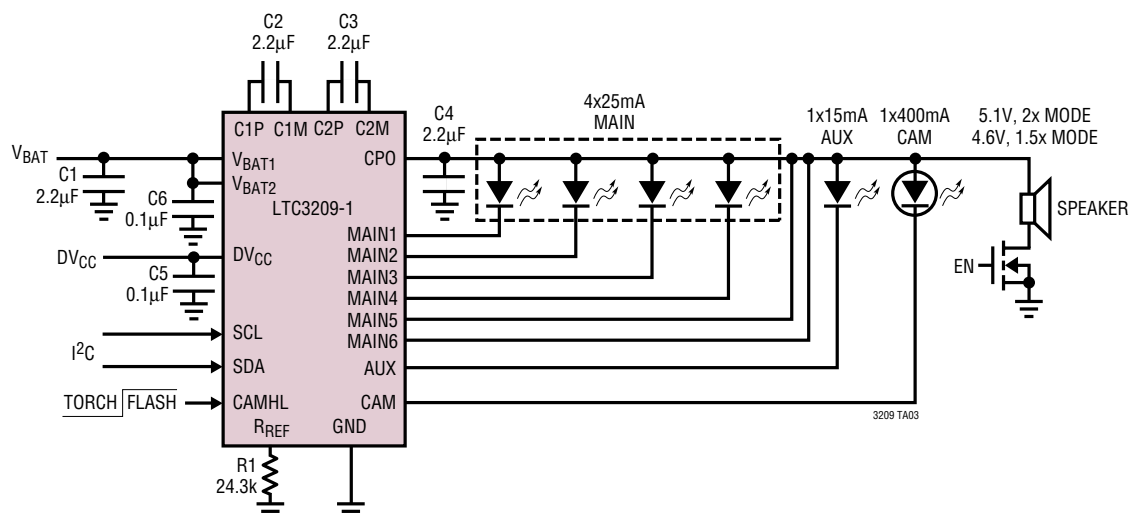
熱管理

入力電圧が高く、出力電流が最大の場合、LTC3209-1/LTC3209-2内の電力消費がかなり大きくなる場合があります。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出力電流源とチャージポンプを自動的に停止します。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ってください。露出パッドをグランド・プレーンに接続し、デバイスの下にしっかりとしたグランド・プレーンを確保すると、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。

LTC3209-1/LTC3209-2

標準的応用例

4LEDのメイン、1LEDのサブ、400mAのカメラ用LEDのコントローラと制御出力



関連製品

| PART NUMBER | DESCRIPTION | COMMENTS |
|-------------|---|--|
| 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、 $V_{IN}: 2.7V \sim 4.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5V$ 、 $I_Q = 8mA$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、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、 $V_{IN}: 2.7V \sim 4.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5V$ 、 $I_Q = 6.5mA$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、10ピンMSパッケージ |
| LTC3202 | 低ノイズ、1.5MHz、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、 $V_{IN}: 2.7V \sim 4.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5V$ 、 $I_Q = 5mA$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、10ピンMSパッケージ |
| LTC3205 | マルチディスプレイLEDコントローラ | 92%の効率、 $V_{IN}: 2.8V \sim 4.5V$ 、 $I_Q = 50\mu A$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、 $4mm \times 4mm$ QFNパッケージ |
| LTC3206 | I ² CマルチディスプレイLEDコントローラ | 92%の効率、400mAの連続出力電流、最大11個の白色LED、 $4mm \times 4mm$ QFNパッケージ |
| LTC3208 | 高電流、ソフトウェア設定可能なマルチディスプレイ LEDコントローラ | 95%の効率、 $V_{IN}: 2.9V \sim 4.5V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5.5V$ 、 $I_Q = 280\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、 $5mm \times 5mm$ QFN-32パッケージ |
| LTC3214 | 500mAカメラLEDチャージポンプ | 94%の効率、 $V_{IN}: 2.9V \sim 4.5V$ 、 $I_Q = 300\mu A$ 、 $I_{SD} < 2.5\mu A$ 、500mAの出力電流、10ピン $3mm \times 3mm$ DFNパッケージ |
| LTC3215 | 700mA低ノイズ高電流LEDチャージポンプ | $V_{IN}: 2.9V \sim 4.4V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 5.5V$ 、 $I_Q = 300\mu A$ 、 $I_{SD} < 2.5\mu A$ 、 $3mm \times 3mm$ DFNパッケージ |
| LTC3216 | 1A低ノイズ高電流白色LEDドライバ | 93%の効率、1Aの出力電流、12ピン $3mm \times 4mm$ DFNパッケージ、低電流/高電流を個別に設定 |
| LTC3217 | 600mA低ノイズ、マルチLEDカメラライト | $V_{IN}: 2.9V \sim 4.4V$ 、 $I_Q = 400\mu A$ 、4つの出力、16ピン $3mm \times 3mm$ DFN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 | 85%の効率、 $V_{IN}: 3.1V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT}: 0.9V \sim 1.6V$ 、 $I_Q = 9\mu A$ 、 $I_{SD} \leq 1\mu A$ 、10ピンMSパッケージ |
| LTC3440 | 600mA (I_{OUT})、2MHz同期式昇降圧 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 |

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

320912fa