

特長

- 昇圧/降圧フラクショナル・チャージポンプにより最大92%の効率
- 1~4LEDのメイン・ディスプレイ、1~2LEDのサブ・ディスプレイおよびRGB LEDのディスプレイ用の独立した電流/調光コントロール
- 3線シリアル・インタフェースを使ってプログラム可能なLED電流
- ±0.7%のLED電流のマッチング
- 低ノイズ固定周波数動作*
- 最少の外付け部品点数
- 自動ソフトスタートによる突入電流制限
- メイン・ディスプレイとサブ・ディスプレイ用の4つのプログラム可能な調光レベル
- RGBディスプレイ用に最大4096色の組み合わせ
- 低いシャットダウン電流: $I_{CC} < 1\mu A$
- 小型24ピン(4mm x 4mm) QFNパッケージ

アプリケーション

- 携帯電話
- ワイヤレスPDA
- マルチディスプレイのハンドヘルド機器

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

*米国特許6,411,531

概要

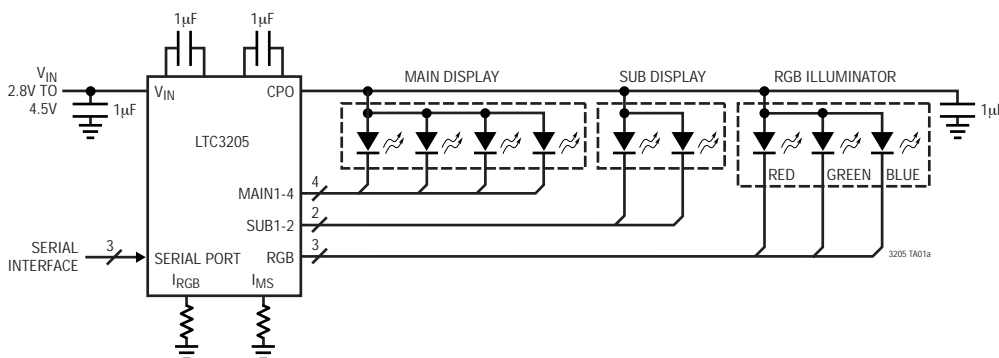
LTC®3205は高度に集積化されたマルチ・ディスプレイLEDコントローラです。このデバイスには高効率、低ノイズのフラクショナル昇圧/降圧チャージポンプが内蔵されており、メインとサブの白色LEDディスプレイおよびRGBカラーLEDディスプレイに電力を供給します。LTC3205は、完全な3パネル用LED電源と電流コントローラを構成するのに、4個の小型セラミック・コンデンサと2個の抵抗しか必要としません。

メイン、サブ、RGBの各ディスプレイの最大電流は1本の抵抗を使って独立に設定されます。各LEDの電流は内部の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ON/OFFの制御は3線のシリアル・インタフェースを通しておこないます。メインとサブのディスプレイには4つの調光レベルがあり、赤、緑、青のLEDには内部のPWMにより16の調光レベルが利用できるので、結果的に4096とおりの色の組み合わせになります。

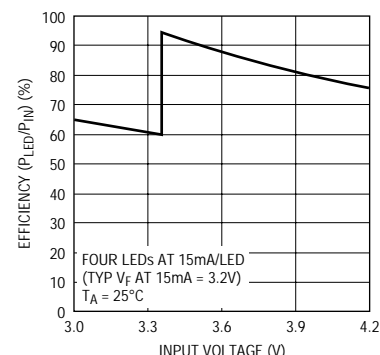
LTC3205のチャージポンプは V_{IN} とLEDの順方向電圧の状態に基づいて効率を最適化します。このデバイスは降圧モードで起動しますが、イネーブルされているLEDの電流源のどれかがドロップアウト状態になり始めると自動的に昇圧モードに切り替わります。内部回路が、起動時とモード切り替え時の突入電流と過度の入力ノイズを防ぎます。

LTC3205は24ピン(4mm x 4mm) QFNパッケージで供給されます。

標準的応用例



4-LEDメイン・パネルの効率と入力電圧



3205 TA01b

LTC3205

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} 、 DV_{CC} 、CPOからGND	- 0.3V ~ 6V
D_{IN} 、SCLK、 \overline{LD} 、STEPUP、ENRGB	- 0.3V ~ ($DV_{CC} + 0.3V$)
I_{CPO} (Note 4)	250mA
$I_{MAIN1-4}$ 、 $I_{SUB1, 2}$ (Note 4)	50mA
I_{RED} 、GREEN、BLUE (Note 4)	100mA
I_{MS} 、 I_{RGB} (Note 4)	1mA
CPO短絡時間	無期限
動作温度範囲 (Note 2)	- 40 ~ 85
保存温度範囲	- 65 ~ 125

パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>24-LEAD (4mm x 4mm) PLASTIC QFN</p> <p>$T_{JMAX} = 150^{\circ}C$, $\theta_{JA} = 37^{\circ}C/W$, $\theta_{JC} = 2^{\circ}C/W$</p> <p>EXPOSED PAD IS PGND (PIN 25)</p> <p>MUST BE SOLDERED TO PCB</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC3205EUF
	UF PART MARKING
	3205

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 $T_A = 25$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $DV_{CC} = 1.8V$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
入力電源						
	V_{IN} Operating Voltage		● 2.8		4.5	V
	DV_{CC} Operating Voltage		● 1.5		5.5	V
	I_{CC} Operating Current	$I_{CPO} = 0$, Step-Down Mode $I_{CPO} = 0$, Step-Up Mode		50 4.2		μA mA
	V_{IN} Shutdown Current				1	μA
	DV_{CC} Shutdown Current				1	μA
白色LED電流 (MAIN1 ~ MAIN4、SUB1、SUB2)						
	I_{MS} Servo Voltage	$25\mu A < I_{MS} < 75\mu A$	● 1.193 1.175	1.223	1.253 1.271	V V
	Full-Scale LED Current Ratio (I_{LED}/I_{MS})	MAIN1-MAIN4, SUB1, SUB2 Voltage = 1V	● 368	400	432	mA/mA
	Half-Scale LED Current Ratio (I_{LED}/I_{MS})	MAIN1-MAIN4, SUB1, SUB2 Voltage = 1V	● 184	200	216	mA/mA
	Quarter-Scale LED Current Ratio (I_{LED}/I_{MS})	MAIN1-MAIN4, SUB1, SUB2 Voltage = 1V	● 92	100	108	mA/mA
	LED Current Matching	Any Two MAIN or SUB Outputs		0.7		%
RGB LED電流 (RED、GREEN、BLUE)						
	I_{RGB} Servo Voltage	$25\mu A < I_{RGB} < 75\mu A$	● 1.193 1.175	1.223	1.253 1.271	V V
	LED Current Ratio (I_{LED}/I_{RGB})	RED, GREEN, BLUE Voltage = 1V	360	400	440	mA/mA
RGB PWM周波数						
	RGB LED Switching Frequency			3.5		kHz
	RGB PWM (Duty Factor) Range		0/15		15/15	%

3205i

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 $T_A = 25$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $DV_{CC} = 1.8V$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
チャージポンプ(CPO)						
	1:1 Mode Output Impedance			0.8		Ω
	2:3 Mode Output Impedance	$V_{IN} = 3V$, $V_{CPO} = 4.2V$ (Note 3)		2.5		Ω
	CPO Regulation Voltage	$I_{CPO} = 20mA$, 2:3 Mode		4.7		V
	CLK Frequency		0.6	0.8	1.1	MHz

D_{IN} 、SCLK、 \overline{LD} 、STEPUP、ENRGB

V_{IL}	Low Level Input Voltage		●		$0.15 \cdot DV_{CC}$	V
V_{IH}	High Level Input Voltage		●	$0.85 \cdot DV_{CC}$		V
I_{IH}	Input Current	D_{IN} , SCLK, \overline{LD} , STEPUP, ENRGB = DV_{CC}	●	-1	1	μA
I_{IL}	Input Current	D_{IN} , SCLK, \overline{LD} , STEPUP, ENRGB = 0V	●	-1	1	μA

シリアル・ポートのタイミング

t_{DS}	D_{IN} Valid to SCLK Setup			35		ns
t_{DH}	D_{IN} Valid to SCLK Hold			35		ns
t_L	SCLK Low Time			35		ns
t_H	SCLK High Time			35		ns
t_{LW}	\overline{LD} Pulse Width			35		ns
t_{CL}	SCLK to \overline{LD}			35		ns
t_{LC}	\overline{LD} to SCLK			0		ns

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。

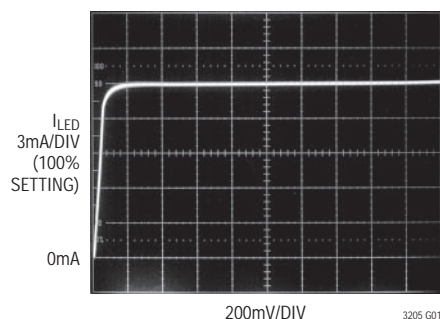
Note 3: 2:3モードの出カインピーダンスは $(1.5V_{IN} - V_{CPO})/I_{OUT}$ と定義される。

Note 2: LTC3205Eは、0 ~ 70 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 ~ 85 の動作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。

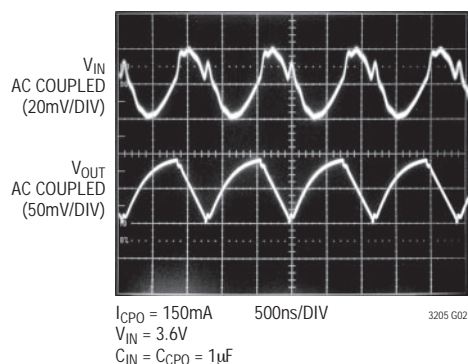
Note 4: 長期電流密度制限に基づく。

標準的性能特性

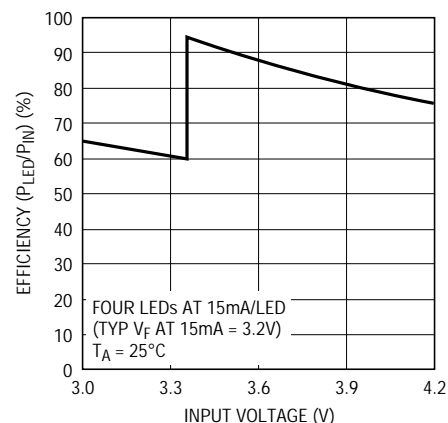
LEDピンのシンク電流と電圧



入力と出力のチャージポンプ・ノイズ

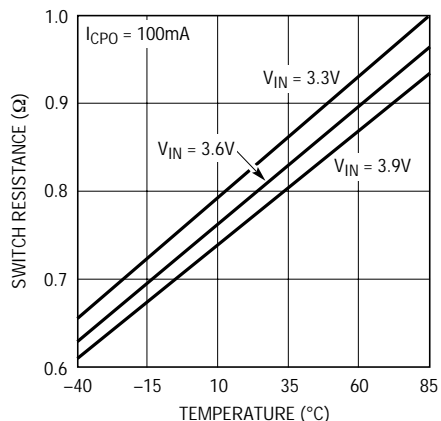


4-LEDメイン・パネルの効率と入力電圧



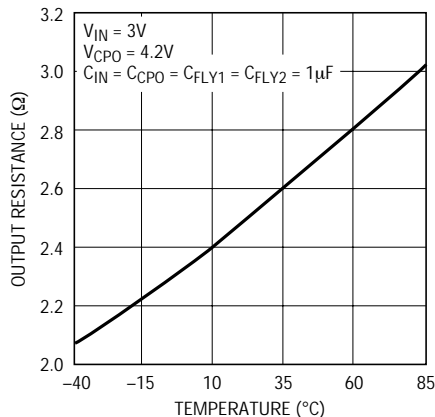
標準的性能特性

1:1モードのスイッチ抵抗と温度



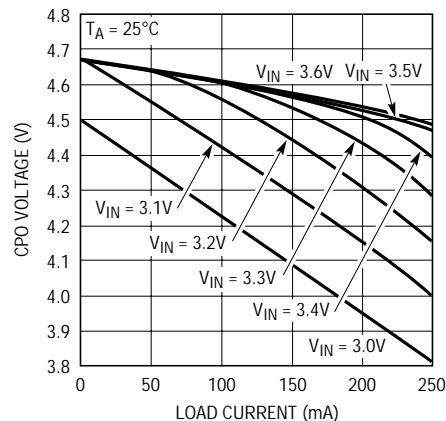
3205 G04

2:3モードのチャージポンプの開ループ出力抵抗と温度
($3/2V_{IN} - V_{CPO}$)/ I_{CPO}



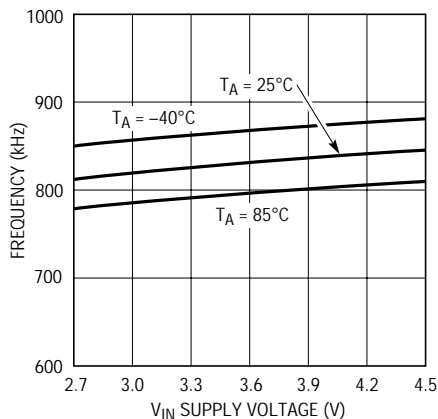
3205 G05

2:3モードのCPO電圧と負荷電流



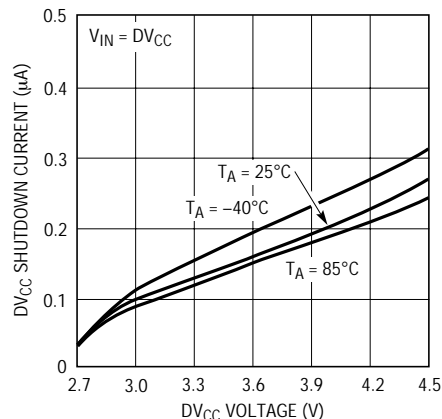
3205 G06

発振器周波数と電源電圧



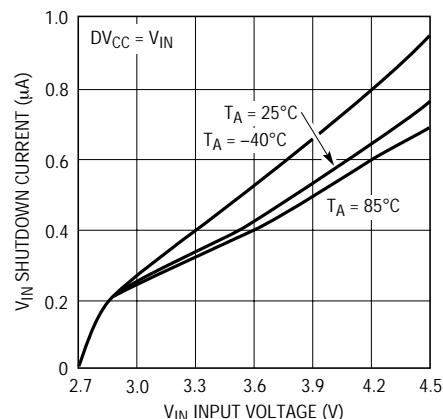
3205 G07

DV_{CC}シャットダウン電流と入力電圧



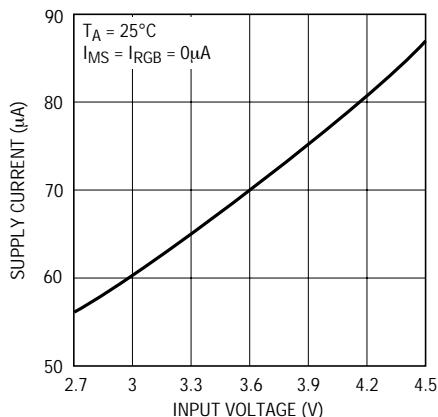
3205 G08

V_{IN}シャットダウン電流と入力電圧



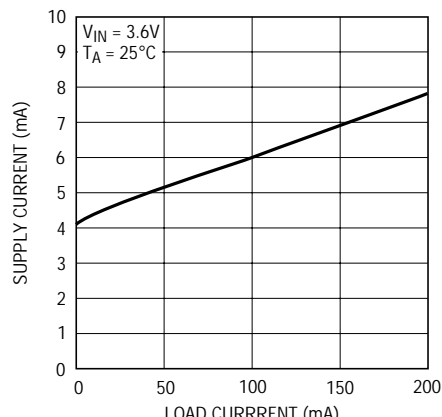
3205 G09

1:1モードの無負荷電源電流とV_{IN}



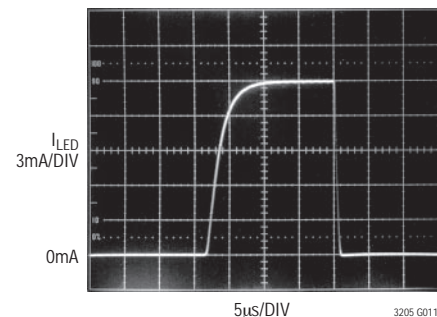
3205 G12

2:3モードの電源電流とI_{CPO}($I_{IN} - 3/2I_{CPO}$)



3205 G10

RGB LEDのオン/オフ特性



3205 G011

ピン機能

MAIN1 ~ MAIN4 (ピン2、1、24、23) : メイン・ディスプレイの白色LED用電流源出力。メイン・ディスプレイの電流は I_{MS} ピンの抵抗によって制御されます。メイン・ディスプレイのLEDは、プログラムされたフルスケール電流の100%、50%、25%または0%に、ソフトウェアによる制御で設定することができます。表1と表2を参照してください。

C1⁺、C1⁻、C2⁺、C2⁻ (ピン5、4、6、3) : チャージポンプのフライング・コンデンサのピン。X5RあるいはX7Rの1 μ Fセラミック・コンデンサをC1⁺からC1⁻へ、さらにC2⁺からC2⁻へ接続します。

D_{IN} (ピン7) : 16ビットのシリアル・ポートの入力データ。シリアル・データはクロックごとに1ビットづつシフトされて入力され、LTC3205を制御します(表1を参照)。D_{IN}のロジック・レベルはDV_{CC}を基準にします。

SCLK (ピン8) : 16ビットのシリアル・ポートのクロック入力(図3を参照)。SCLKのロジック・レベルはDV_{CC}を基準にします。

\overline{LD} (ピン9) : 16ビットのシリアル・ポートのロード入力。 \overline{LD} の立下りエッジでコマンド・データがコマンド・ラッチにロードされます(図3を参照)。 \overline{LD} のロジック・レベルはDV_{CC}を基準にします。

ENRGB (ピン10) : このピンは、赤、緑、青の各電流源をイネーブまたはディスエーブするのに使います。ENRGBを“H”にすると、LTC3205は、シリアル・ポートを通して前もってプログラムされている色の組み合わせにしたがって、RGBディスプレイを照明します。メインとサブのディスプレイがオフで、ENRGBが“L”だと、LTC3205はシャットダウンされます。ENRGBのロジック・レベルはDV_{CC}を基準にします。

STEPUP (ピン11) : このピンをロジック“H”にすると、LTC3205のチャージポンプを2:3の昇圧モード動作に強制するので、デバイスが重要な通信をおこなっている間に1:1モードから2:3モードに切り替わる可能性を排除します。STEPUPのロジック・レベルはDV_{CC}を基準にします。

DV_{CC} (ピン12) : このピンはLTC3205のロジックの基準レベルを設定します。

I_{RGB} (ピン13) : このピンはRED、GREEN、BLUEの各LEDピンのLED電流の大きさをコントロールします。グ

ランドへの抵抗があれば、I_{RGB}ピンは1.223Vにサーボ制御されます。RED、GREEN、BLUEの各LEDの電流は、フルスケールにプログラムされているとき、I_{RGB}ピンの電流の400倍になります。(表1と表3を参照して下さい)

I_{MS} (ピン14) : このピンはメインとサブの両方のLEDディスプレイのLED電流の最大量をコントロールします。ランドへの抵抗があれば、I_{MS}ピンは1.223Vにサーボ制御されます。メインとサブのディスプレイのLEDの電流は、シリアル・ポートからどの設定が選択されているかにしたがって、I_{MS}ピンの電流の100倍、200倍、または400倍になります。

CPO (ピン15) : チャージポンプの出力。この出力を使って、白色、青色、および真の緑色の各LEDに電源を供給します。赤色LEDにはV_{IN}またはCPOから電力を供給することができます。X5RあるいはX7Rの低インピーダンスの(セラミック)1 μ F電荷保存コンデンサがCPOに必要です。

V_{IN} (ピン16) : チャージポンプの電源電圧。V_{IN}ピンは直接バッテリーに接続し、1 μ FのX5RまたはX7Rのセラミック・コンデンサを使ってバイパスします。

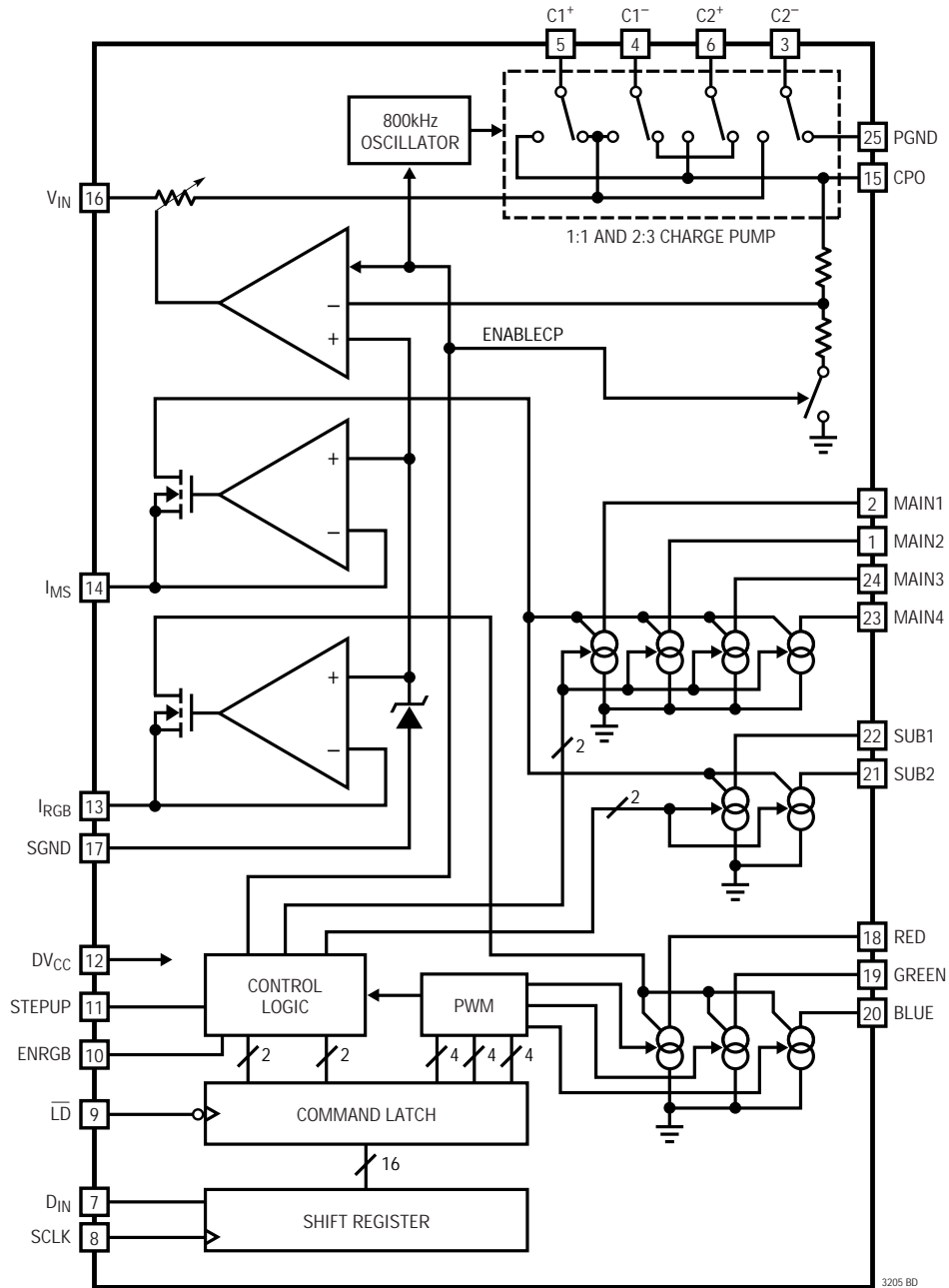
SGND (ピン17) : コントロール・ロジックのランド。このピンは低インピーダンスのランド・プレーンに直接接続します。

RED、GREEN、BLUE (ピン18、19、20) : RGB照明用LEDの電流源出力。RGB LEDの電流はI_{RGB}ピンの抵抗によって制御されます。RGB LEDはソフトウェアによるコントロールによって0/15 ~ 15/15の任意のデューティ・サイクルに独立に設定することができるので、LEDごとに16色、全体では4096色をイルミネータに与えることができます。表1と表3を参照してください。RGB LEDはチャージポンプ発振器の速度の1/240で変調されます。

SUB1、SUB2 (ピン22、21) : サブ・ディスプレイの白色LED用電流源出力。サブ・ディスプレイの電流はI_{MS}ピンの抵抗によって制御されます。サブ・ディスプレイのLEDは、フルスケールの100%、50%、25%または0%に、ソフトウェアによる制御で設定することができます。表1と表2を参照してください。

PGND (ピン25、露出パッド) : チャージポンプの電源ランド。このピンは低インピーダンスのランド・プレーンに直接接続します。

ブロック図



3205 BD

動作

パワー・マネジメント

効率を最適化するため、LTC3205のパワー・マネジメント・セクションにはCPOピンに電力を供給する2つの方法が備わっています。1:1直接接続モードと2:3昇圧モードです。LTC3205のメイン・ディスプレイとサブ・ディスプレイのどちらかがイネーブルされていると、パワー・マネジメント・システムは低インピーダンス・スイッチを使ってCPOピンを V_{IN} に直接接続します。 V_{IN} に印加される電圧が十分高くしてすべてのLEDにプログラムされた適切な電流が供給されていると、システムはこの「直接接続」モードにとどまり、最大効率が得られます。内部回路がMAINとSUBのすべての電流源を監視し、これらの電流源がプログラムされている電流をもはや供給できない「ドロップアウト」の開始点を検出します。バッテリー電圧が低下するにつれ、順方向電圧が最大のLEDが最初に「ドロップアウト」スレッシュホールドに達します。メイン・ディスプレイの4個のLEDまたはサブ・ディスプレイの2個のLEDのどれかがドロップアウト・スレッシュホールドに達すると、LTC3205は昇圧モードに切り替わり、自動的に2:3チャージポンプをソフトスタートさせます。固定周波数チャージポンプは V_{IN} 電源に生じるノイズ量を最小に抑えるように設計されています。

2:3昇圧チャージポンプには特許を取得した固定周波数アーキテクチャが使われており、低いノイズ・レベルで高い効率と大きな電力を両立させています。

赤、緑、または青のLEDがどんなデューティ・サイクルで点灯するようにプログラムされている場合でも、チャージポンプは連続的に動作します。

ソフトスタート機能

昇圧モードに切り替わるときの過度の突入電流と電源の垂下を防ぐため、LTC3205にはチャージポンプのソフトスタート機能が採用されています。CPOピンで使える電流は1.2msの期間にわたって直線的に増加します。

チャージポンプの強度

LTC3205が2:3昇圧モードで動作するとき、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て、利用可能な電流量を実効入力電圧 ($1.5V_{IN}$) と実効開ループ出力抵抗 (R_{OL}) から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 ($1.5V_{IN} - V_{CPO}$) に直接比例します。3.1Vの電源で白色LEDをドライブする例について考えてみましょう。LEDの順方向電圧が3.8Vで、電流源が100mAを必要とする場合、アドバンテージ電圧は $3.1V \cdot 1.5 - 3.8V - 0.1V$ 、つまりわずか750mVです。入力電圧が3.2Vに上がると、アドバンテージ電圧は900mVへジャンプし、利用可能な強度が20%向上することに注意してください。

図1から、利用可能な電流は次式で与えられます。

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

温度の関数としての標準的 R_{OL} 値を図2に示します。

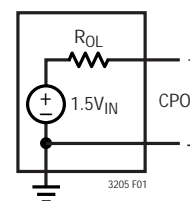


図1．等価開ループ回路

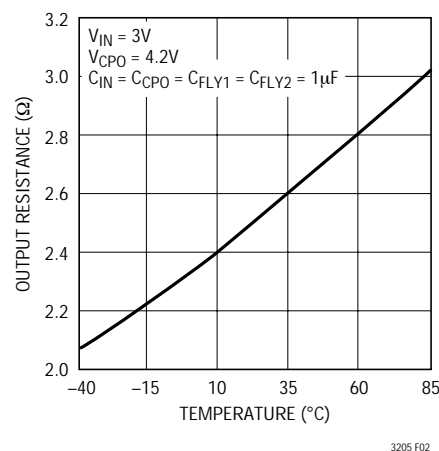


図2．標準的 R_{OL} と温度

ゼロ・シャットダウン電流

LTC3205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 V_{IN} に約400nA流れます。シャットダウン電流をゼロにする必要のあるアプリケーションでは、 DV_{CC} ピンをグランドにすることができます。こうすると、 V_{IN} 電流がゼロ近くまで減少します。

動作

内部ロジックにより、DV_{CC}がグランドになるとLTC3205はシャットダウンします。ただし、DV_{CC}を基準にしているすべてのロジック信号(D_{IN}、SCLK、 $\overline{\text{LD}}$ 、ENRGBおよびSTEPUP)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}またはそれより下(つまり、グランド)にする必要があることに注意してください。

シリアル・ポート

マイクロコントローラ互換のシリアル・ポートには、LTC3205のすべてのコマンド入力とコントロール入力があります。D_{IN}入力のデータはSCLKの立上りエッジでロードされます。D15が最初にロードされ、D0が最後にロードされます。すべてのビットがクロックによってシフトレジスタに入力されると、 $\overline{\text{LD}}$ を「L」にすることにより、コマンド・データはコマンド・レジスタにロードされます。このとき、コマンド・レジスタがラッチされ、LTC3205は新しいコマンド・セットにしたがって動作を開始します。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、動作可能な最小速度はありません。シリアル・ポートの動作を図3に示します。

シリアル・ポートのビットと多様なディスプレイの動作との対応関係を表1に示します。ビットD15とビットD14はメイン・ディスプレイの4個のLEDの輝度をコントロールします。ビットD13とビットD12はサブ・ディスプレイの2個のLEDの輝度をコントロールします。赤、緑、青の各LEDには4つのビットが割り当てられており、各LEDに16の輝度レベルのリニアな範囲が与えられます。

MAIN LED電流とSUB LED電流のプログラミング
メインとサブのディスプレイのコントロール・ビットのデコード方式を表2に示します。

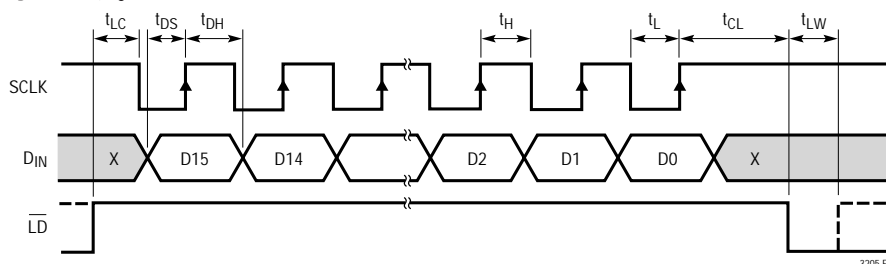


図3．シリアル・ポートのタイミング図

表1．シリアル・ポートのマッピング

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MAIN1-MAIN4 Current Level (Table 2)		SUB1-SUB2 Current Level (Table 2)		Blue LED Duty Cycle (Table 3)				Green LED Duty Cycle (Table 3)				Red LED Duty Cycle (Table 3)			

メインとサブの両方のディスプレイの電流レベルはI_{MS}ピンの電流の倍数を正確にミラーリングしてコントロールします。

メインとサブのディスプレイのLED電流は次の関係にしたがいます。

$$I_{\text{MAIN/SUB}} = N \frac{1.223\text{V}}{R_{\text{MAIN/SUB}}}$$

ここで、Nはどの電流設定が選択されているかにしたがって、400、200、100または0に等しくなります。R_{MAIN/SUB}はI_{MS}ピンの抵抗値です。スケール係数は人間の眼の視覚に合わせて擬似対数で間隔が設定されています(ゼロはシャットダウン時に必要な特別の場合です)。

LTC3205は最大6個の白色LED(メイン・ディスプレイ用に4個、サブ・ディスプレイ用に2個)に電力を供給できますが、どのアプリケーションでも6個揃える必要があるということではありません。メインLED用の4つの出力とサブLED用の2つの出力のどれでも、未使用の出力をCPOに接続してディスエーブルすることができます。

表2．メインとサブのディスプレイの電流レベル

D15 D13	D14 D12	FRACTION OF FULL-SCALE CURRENT (%)
0	0	0
0	1	25
1	0	50
1	1	100

動作

メインまたはサブのディスプレイの未使用のLEDピン6本の白色LEDピン(MAIN1~MAIN4、SUB1およびSUB2)のどれでも電圧がドロップアウトすると、LTC3205は1:1モードから2:3チャージポンプ・モードに切り替わります。未使用のLEDピンが未接続のままだと、または接地されていると、そのピンは自動的にドロップアウトするので、LTC3205はチャージポンプ・モードに強制されます。この問題を避けるため、MAINとSUBのディスプレイの未使用のLEDピンはCPOに接続します。ただし、この構成でも電力は浪費されません。LEDピンの電圧がCPOの約1V以内のとき、そのLED電流はスイッチ・オフされ、20 μ Aの微小テスト電流だけが残ります。MAINとSUBの各LEDピンのブロック図を図4に示します。RED、GREENおよびBLUEの各ピンはチャージポンプの状態に影響を与えることはないので、使用しない場合、フロートさせても、あるいは接地してもかまいません。

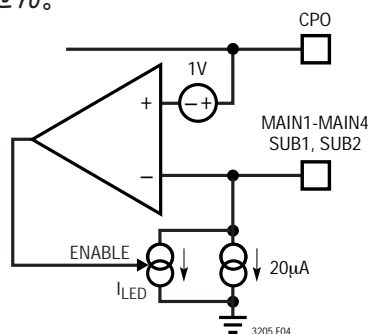


図4. MAINパネルとSUBパネルのLEDをディスエーブルする内部回路

RGBイルミネータ・ドライバ

赤、緑、青のLEDのデューティ・サイクルは、1/15刻みで0/15(オフ)~15/15(完全にオン)の範囲で個別に設定することができます。可能な16の輝度レベルの組み合わせにより、全部で4096色のRGBインジケータLEDを実現できます。

アプリケーション情報

マイクロコントローラへのインタフェース

LTC3205のシリアル・ポートはMC68HC11タイプのマイクロコントローラのシリアル・ポートに直接接続することができます。マイクロコントローラはマスタ・デバイスとして構成設定し、そのクロックのアイドル状態は“H”(MC68HC11ファミリーの場合、MSTR = 1、CPOL = 1およびCPHA = 1)に設定します。推奨する構成設定とデータ・フローの方向を図5に示します。

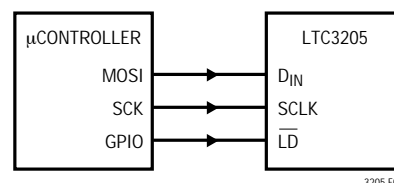


図5. マイクロコントローラとのインタフェース

表3. RGBのデューティ・サイクル

D11 D7 D3	D10 D6 D2	D9 D5 D1	D8 D4 D0	HEX CODE	DUTY CYCLE (%)
0	0	0	0	0	0/15
0	0	0	1	1	1/15
0	0	1	0	2	2/15
0	0	1	1	3	3/15
0	1	0	0	4	4/15
0	1	0	1	5	5/15
0	1	1	0	6	6/15
0	1	1	1	7	7/15
1	0	0	0	8	8/15
1	0	0	1	9	9/15
1	0	1	0	A	10/15
1	0	1	1	B	11/15
1	1	0	0	C	12/15
1	1	0	1	D	13/15
1	1	1	0	E	14/15
1	1	1	1	F	15/15

赤、緑、青のLEDのデコード方式を表3に示します。

赤、緑、青のLEDのフルスケール電流は、メイン・パネルとサブ・パネルの場合と同様に、 I_{RGB} ピンの電流によってコントロールされます。 I_{RGB} ピンは1.223Vに安定化されており、LED電流は正確に I_{RGB} 電流の倍数です。

RGBパネルのLED電流は次の関係にしたがいます。

$$I_{RED, GREEN, BLUE} = 400 \frac{1.223V}{R_{RGB}}$$

ここで、 R_{RGB} は I_{RGB} ピンの抵抗の値です。

アプリケーション情報

データがデバイスの中にシフトされた後、そのデータをロードするのに、 \overline{LD} 信号のための別のI/Oラインが必要であることを注意してください。 \overline{LD} 信号の立下りエッジでコマンド・データがコマンド・レジスタにラッチされます。 \overline{LD} が「L」になると、LTC3205は直ちに新しいコマンド・データに従って動作を開始します。マイクロコントローラにこの機能が予め備わっていない場合、マイクロコントローラの任意の汎用I/Oラインを構成設定して、 \overline{LD} ピンをコントロールすることができます。

V_{IN} 、CPOコンデンサの選択

LTC3205と一緒に使われるコンデンサの種類と容量により、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など、いくつかの重要なパラメータが定まります。ノイズやリップルを減らすには、 V_{IN} とCPOの両方に等価直列抵抗(ESR)の小さな多層セラミック・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。CPOのコンデンサの値により、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支配されます。このコンデンサ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。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。

$$V_{\text{RIPPLE-P}} \approx \frac{I_{\text{OUT}}}{3f_{\text{OSC}} \cdot C_{\text{OUT}}}$$

ここで、 f_{OSC} はLTC3205の発振器周波数(標準1MHz)で、 C_{OUT} はCPOの電荷保存用出力コンデンサです。出力コンデンサの種類と値の両方がLTC3205の安定性に大きく影響することがあります。LTC3205はリニア制御ループを使ってチャージポンプの強度を調節し、出力に必要な電流とつり合わせます。このループの誤差信号は電荷保存用出力コンデンサに直接保存されます。この電荷保存用コンデンサは制御ループの支配的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性を防ぐには、出力コンデンサがすべての状態で少なくとも $0.6\mu\text{F}$ の容量を保つことが重要です。同様に、出力コンデンサのESRが大きすぎると、LTC3205のループ安定性を低下させる傾向があります。LTC3205の閉ループ出力抵抗は0.6になるように設計されています。負荷電流が 100mA 変化すると、出力電圧は約 60mV だけ変化します。出力コンデンサのESRが0.6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ローloffしなくなり、負荷過渡応答が劣化して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

は一般に例外的にすぐれた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すぐれた安定性が得られます。 C_{OUT} の値により出力リップルの大きさが支配されるのと同様、 C_{IN} の値により入力ピン(V_{IN})に現れるリップルの大きさが支配されます。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にあってもLTC3205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。非重複時間は短いので(約 25ns)、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、入力電流変化とESRの積による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、セラミック・コンデンサはESR特性が並外れて優れているので再度推奨します。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LTC3205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 (0.4 インチ)のPC基板のトレースを使って、 10nH のインダクタをPC基板上に作るすることができます。

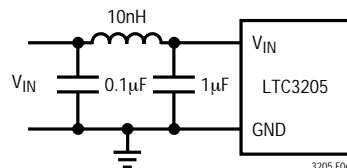


図6. 10nH のインダクタ(約 1cm の配線)を使った入力ノイズの低減

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LTC3205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強度を支配します。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 $0.7\mu\text{F}$ 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の素材で作られたコンデンサは $-40 \sim 85$ で容量のほとんどを維持しますが、Z5UあるいはY5Vタイプのコンデンサは同じ範囲でかなりの容量を失います。

3205i

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全条件にわたって、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よりも大きな容量を与え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図4に示します。

表4．コンデンサの推奨メーカー

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

負荷が非常に軽いアプリケーションでは、スペースやコストを節約するため、フライング・コンデンサを小さくすることができます。2:3フラクショナル・チャージポンプの最小出力抵抗の理論値は次式で与えられます。

$$R_{OL(MIN)} = \frac{1.5V_{IN} - V_{OUT}}{I_{OUT}} = \frac{1}{2f_{OSC}C_{FLY}}$$

ここで、 f_{OSC} はスイッチング周波数(800kHz標準)で、 C_{FLY} はフライング・コンデンサの値です。スイッチ抵抗がさらに加わるため、チャージポンプは理論上の限界よりも通常弱いことに注意してください。ただし、負荷が

非常に軽いアプリケーションでは、最初にコンデンサ値を決定するときのガイドラインとして上式を使うことができます。

レイアウトの検討事項とノイズ

LTC3205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向上し、あらゆる条件で十分なレギュレーションが得られます。推奨レイアウト構成を図7に示します。

フライング・コンデンサのC1⁺、C2⁺、C1⁻、C2⁻の各ピンにはエッジ・レートの非常に高い波形が現われます。これらのピンのdv/dtが大きいと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ことがあります。フライング・コンデンサがLTC3205の近くに配置されていないと(つまり、ループで囲まれた面積が大きいと)、磁界が発生することがあります。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LTC3205のピンの中に置かれた、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LTC3205まで連続して伸びた切れ目の無いグランド・プレーンに戻します。

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、チャージポンプの中であれ、電流源の中であれ、失われた電力を表します。数学的に述べると、電力効率は次式で与えられます。

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

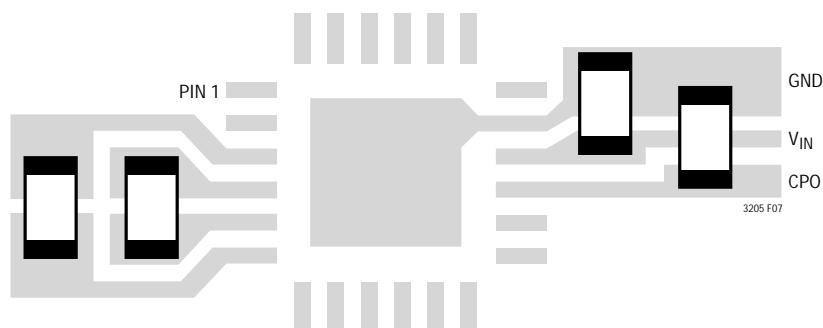


図7．単層PCBの最適レイアウト

アプリケーション情報

LTC3205の効率は実際に使われている動作モードに依存します。LTC3205はパス・スイッチとして動作し、メインまたはサブのディスプレイのLEDのひとつがドロップアウトするまでは V_{IN} 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与えられます。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。

$$\eta = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{V_{LED} \cdot I_{LED}}{V_{IN} \cdot I_{IN}} \approx \frac{V_{LED}}{V_{IN}}$$

これは入力電流がLED電流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、LTC3205の消費電流は無視できるので、上式は有効です。たとえば、 $V_{IN} = 3.9V$ 、 $I_{OUT} = 20mA \cdot 6個のLED$ 、 $V_{LED} = 3.6V$ のとき、測定された効率は92.2%ですが、これは理論的計算値の92.3%に非常に近い値です。

LEDがどれかドロップアウトすると、LTC3205は昇圧モードに切り替わります。2:3の分数比のチャージポンプを採用しているため、LTC3205は倍電圧のチャージポンプによって達成されるよりも高い効率を実現します。

2:3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・レギュレータの電力効率に似ています。こうなるのは、2:3フラクショナル・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2:3チャージポンプでは、電力効率は次式で与えられるでしょう。

$$\eta_{IDEAL} = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{V_{LED} \cdot I_{LED}}{V_{IN} \cdot \frac{3}{2} I_{LED}} = \frac{V_{LED}}{1.5 V_{IN}}$$

熱管理

入力電圧が高く、出力電流が最大の場合、LTC3205内の電力消費がかなり大きくなる可能性があります。接合部温度が約160°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基板への十分な熱接続をおこなってください。PGNDピン(中央の露出パッド)をグランド・プレーンへ接続し、デバイスの下に隙間なく連続したグランド・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。

輝度コントロール

LTC3205にはメインとサブのディスプレイ用に対数的に間隔をとった3つの輝度設定が用意されていますが、別の手段で輝度をコントロールすることもできます。外部の電圧源を使って電流を I_{MS} ピンまたは I_{RGB} ピンに注入して輝度をコントロールする方法の一例を図8に示します。たとえば、R1とR2が50kだと、 V_{CNTRL} を0Vから2.5Vに掃引するにつれ、LED電流は20mAから0mAの範囲で変化するでしょう。

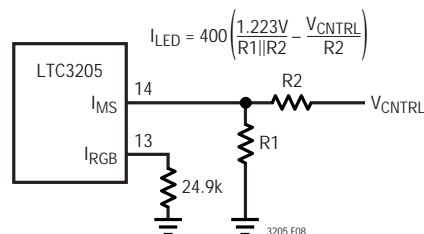


図8．別のリニアな輝度コントロール

代わりに、デジタル出力しか利用できない場合、設定の数は単に V_{CNTRL} をデジタル信号に接続することにより、3から6へと2倍にすることができます。1.8Vのロジック電源の場合、図9に示されている回路のLED電流の設定は2.5mA、5mA、7.5mA、10mA、15mAおよび20mAです。このトポロジーを任意のビット数にまで拡張して、RGBパネルに適用することもできます。

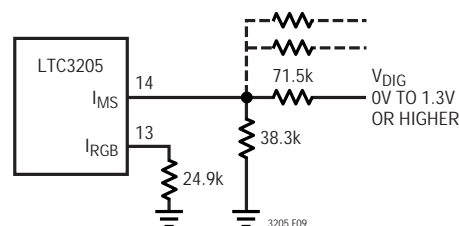


図9．代わりのデジタル輝度コントロール

最後に、PWM輝度コントロールは、図10に示されているように、PWM信号を I_{MS} プログラミング抵抗に与えることにより実現することもできます。この信号は0V(完全にオン)から1.3Vを超す任意の電圧(完全にオフ)の範囲にします。

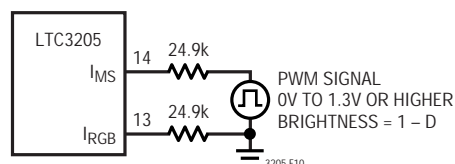
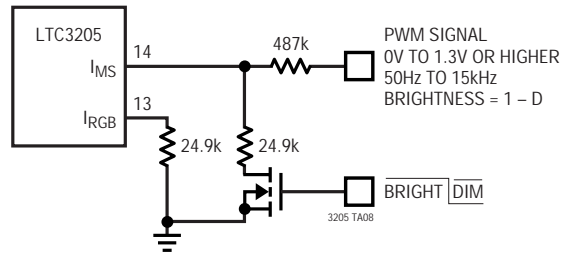


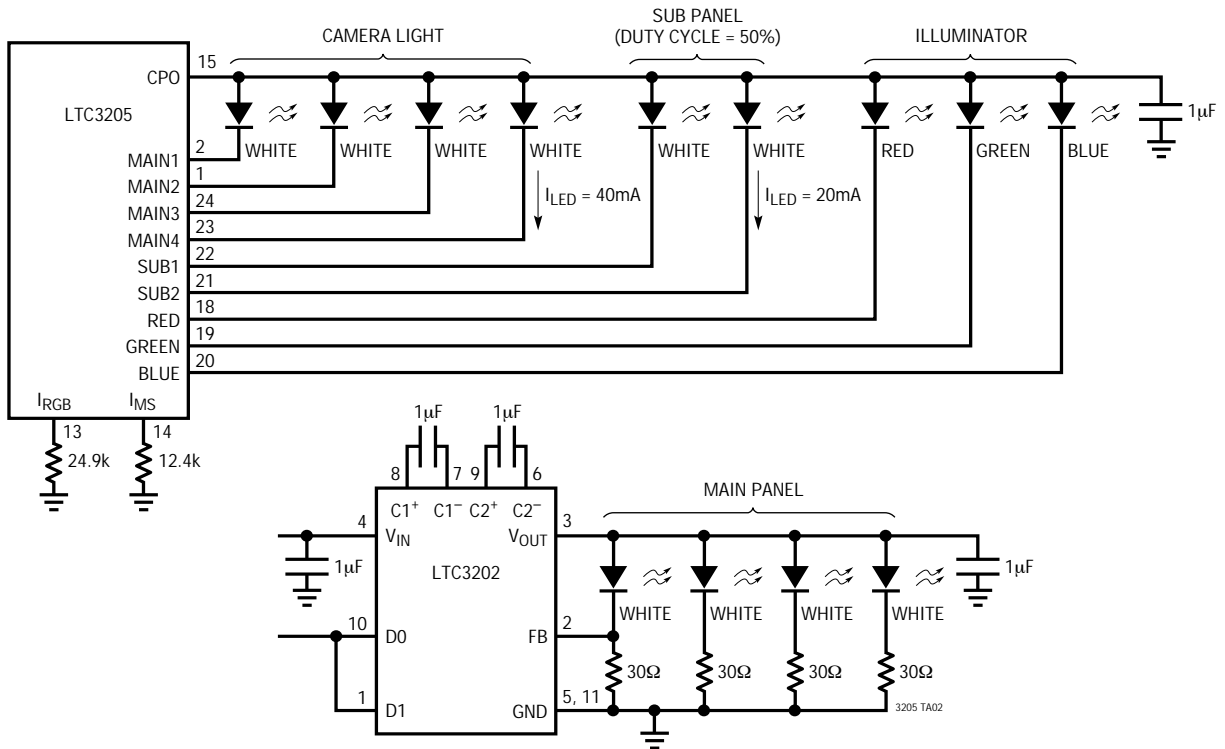
図10．メインとサブのディスプレイのPWM輝度コントロール

標準的応用例

超低輝度のメインとサブのディスプレイ

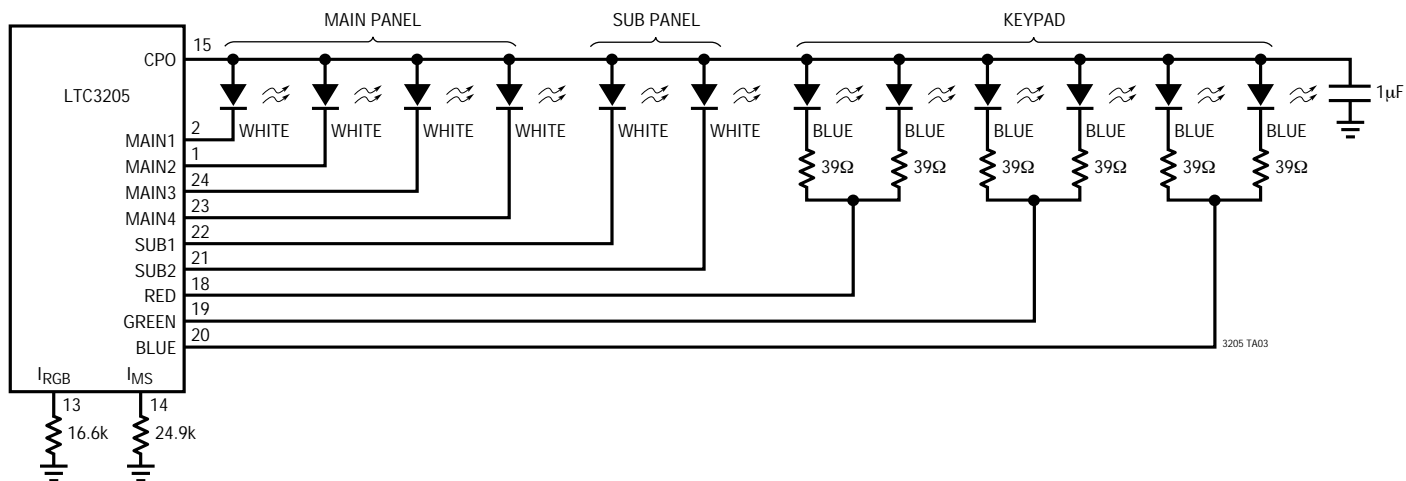


すべてチャージポンプのメイン、サブ、RGB、およびカメラ・ライトのコントローラ

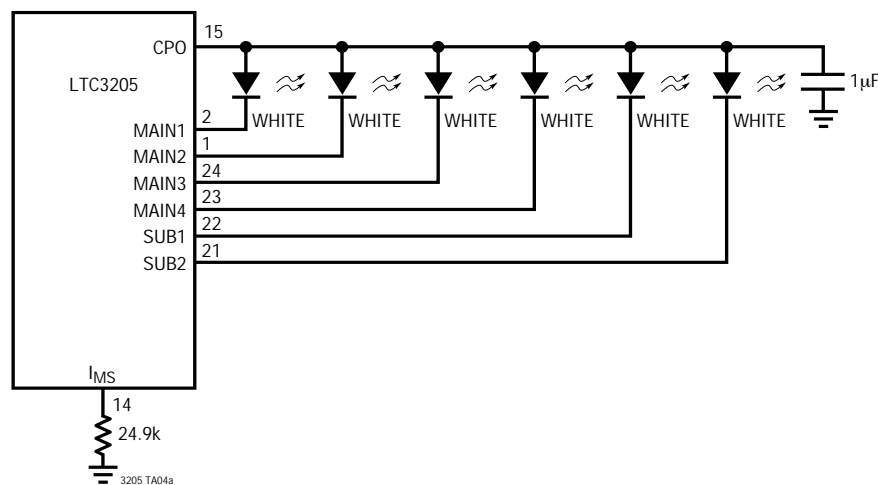


標準的応用例

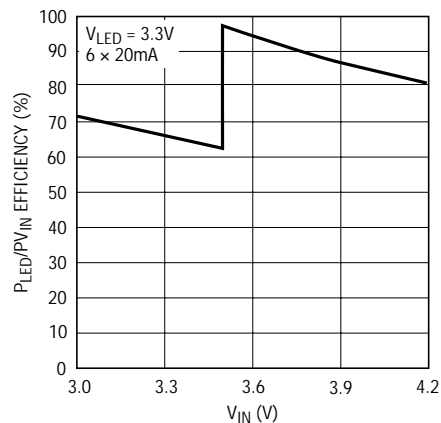
メイン、サブ、およびキーパッドのイルミネーション



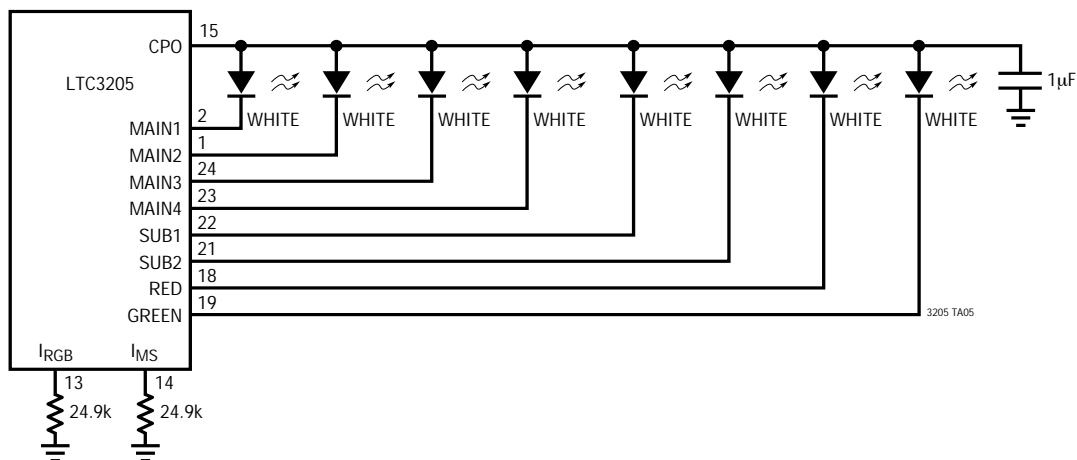
高効率20mA × 6LEDのカメラ・ライト



効率と入力電圧

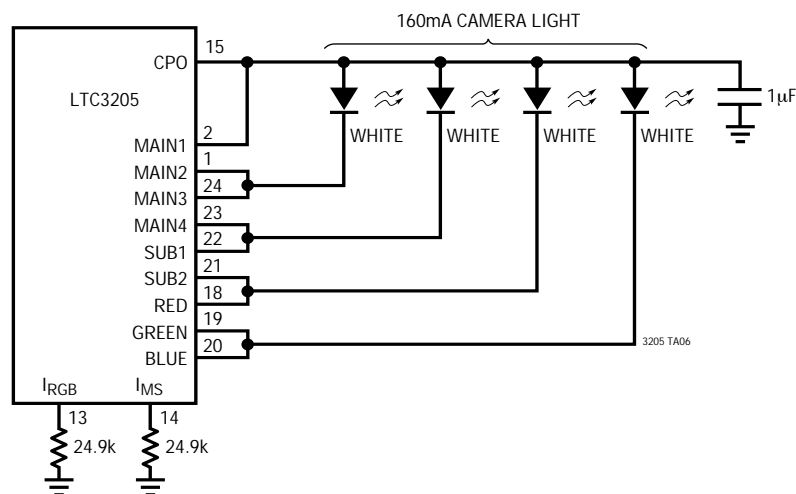


8LEDのスタンドアローン型カメラ・ライト



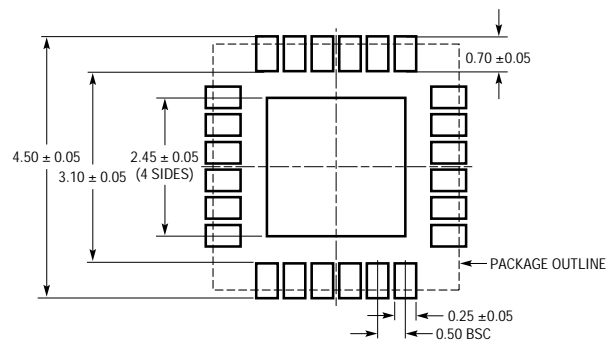
標準的応用例

4LEDの160mAスタンドアローン型カメラ・ライト

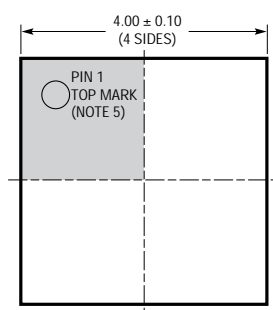


パッケージ寸法

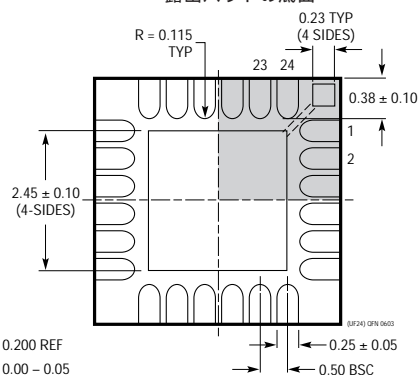
UFパッケージ
24ピン・プラスチックQFN (4mm × 4mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1692)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



露出パッドの底面

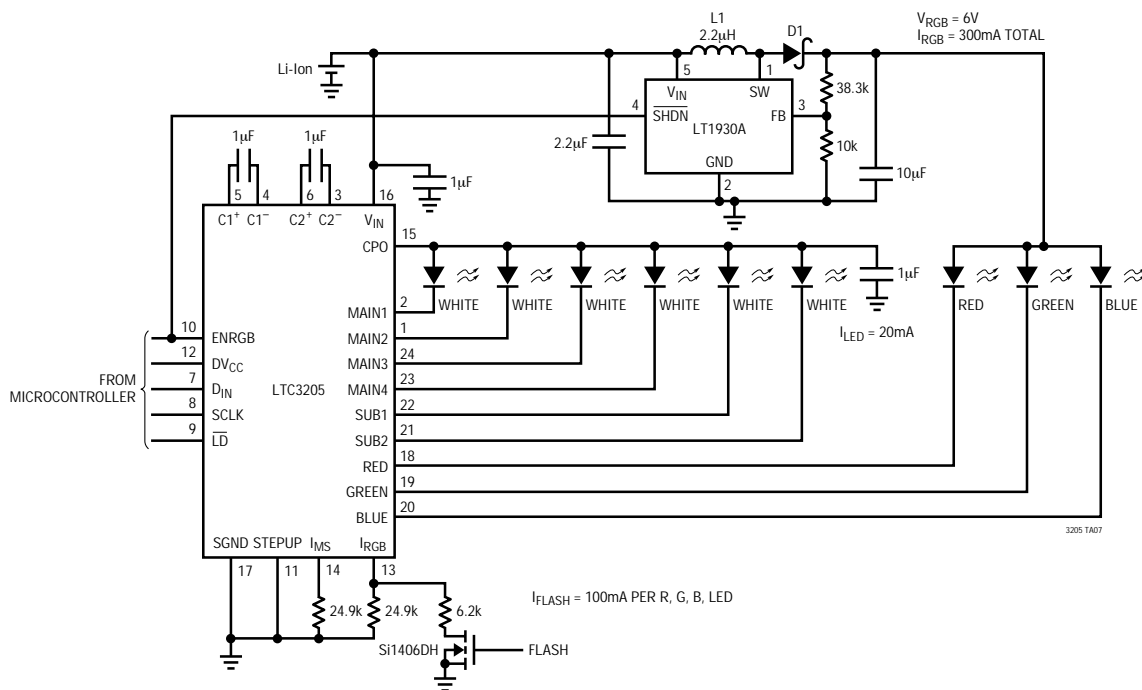


NOTE :

- 図はJEDECパッケージ外形MO-220のバリエーション(WGGD-X)にするよう提案されている(承認待ち)
- すべての寸法はミリメートル
- 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
- 露出パッドは半田メッキとする
- 網掛けの領域はパッケージのトップとボトムのパイン1の位置の参考に過ぎない
- 図は実寸とは異なる

標準的応用例

RGBディスプレイのカメラ・ライトとしての使用



関連製品

製品番号	説明	注釈
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} : $\leq 1\mu A$ 、10ピンMS
LTC1911-1.5	250mA (I_{OUT})、1.5MHz、高効率降圧チャージポンプ	75%の効率、 V_{IN} :2.7V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$:1.5V/1.8V、 I_Q :180 μA 、 I_{SD} : $\leq 10\mu A$ 、MS8
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} : $\leq 1\mu A$ 、ThinSOT TM
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} : $\leq 1\mu A$ 、ThinSOT、SC70
LTC3200-5	低ノイズ、2MHz、安定化されたチャージポンプ 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} : $\leq 1\mu A$ 、ThinSOT
LTC3201	低ノイズ、1.7MHz、安定化されたチャージポンプ 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} : $\leq 1\mu A$ 、10ピンMS
LTC3202	低ノイズ、1.5MHz、安定化されたチャージポンプ 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} : $\leq 1\mu A$ 、10ピンMS
LTC3251	500mA (I_{OUT})、1MHz ~ 1.6MHz、拡散スペクトラム 降圧チャージポンプ	85%の効率、 V_{IN} :3.1V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$:0.9V ~ 1.6V、 I_Q :9 μA 、 I_{SD} : $\leq 1\mu A$ 、10ピンMS
LTC3405/ LTC3405A	300mA (I_{OUT})、1.5MHz同期式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} :2.7V ~ 6V、 $V_{OUT(MIN)}$:0.8V、 I_Q :20 μA 、 I_{SD} : $\leq 1\mu A$ 、ThinSOT
LTC3406/ LTC3406B	600mA (I_{OUT})、1.5MHz同期式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} :2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$:0.6V、 I_Q :20 μA 、 I_{SD} : $\leq 1\mu A$ 、ThinSOT
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 ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$:2.5V、 I_Q :25 μA 、 I_{SD} : $\leq 1\mu A$ 、10ピンMS
LT3465/ LT3465A	ショットキ内蔵1.2MHz/2.7MHz	最大6個の白色LED、 V_{IN} :12.7V ~ 16V、 $V_{OUT(MAX)}$:34V、 I_Q :1.9mA、 I_{SD} : $< 1\mu A$ 、ThinSOT

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

3205i