

LM3407

Application Note 1763 LM3407 Evaluation Board Reference Design



Literature Number: JAJA368

LM3407 評価ボード・リファレンス回路

National Semiconductor
Application Note 1763
SW Wong
2008 年 1 月



はじめに

LM3407 は N チャネル・パワー MOSFET を内蔵したパルス幅変調 (PWM) フローティング降圧コンバータです。Lumileds の Luxeon[®] LED や OSRAM の Golden DRAGON[®] LED のようなハイパワー LED を駆動する、高精度の定電流出力を供給するために開発されました。スイッチング周波数は電流設定抵抗の値を調整することにより、300kHz から 1MHz の範囲で選択可能なため、小型の外付け部品を使用できます。LM3407 は、外付けの 1% 厚膜抵抗による電流設定抵抗を用い、入力電圧および動作温度の全範囲で定電流出力の精度を 10% 未満に確保するパルス・レベル変調

(PLM) 制御方式を採用しています。また、LED アレイの輝度を制御する標準的なロジック・レベルのパルスを入力できる DIM ピンを備えているため、高精度のハイパワー LED ドライバまたは定電流源として最適です。

本アプリケーション・ノートでは、LM3407 を用いて 350mA の定電流を供給し、6 個のハイパワー LED を直列接続した LED アレイを駆動する回路の設計例を紹介します。このボードには 22V ~ 30V の範囲の入力電圧を印加できます。回路図、PCB レイアウト、部品表、回路の設計基準を詳細に説明します。さらに、参考として代表的な性能および動作波形を示します。

評価ボード回路

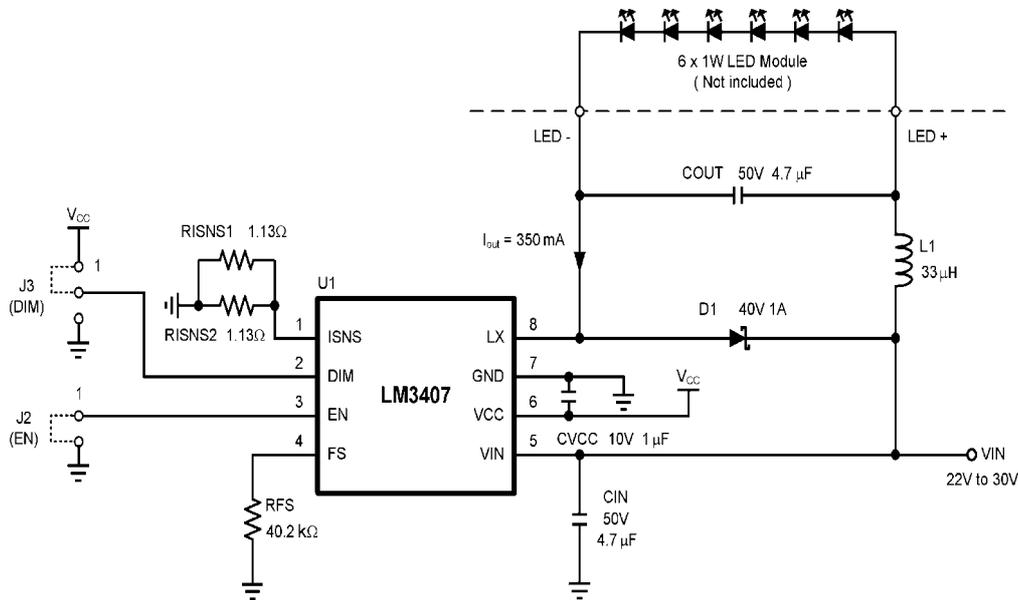


FIGURE 1. LM3407 Evaluation Board Schematic

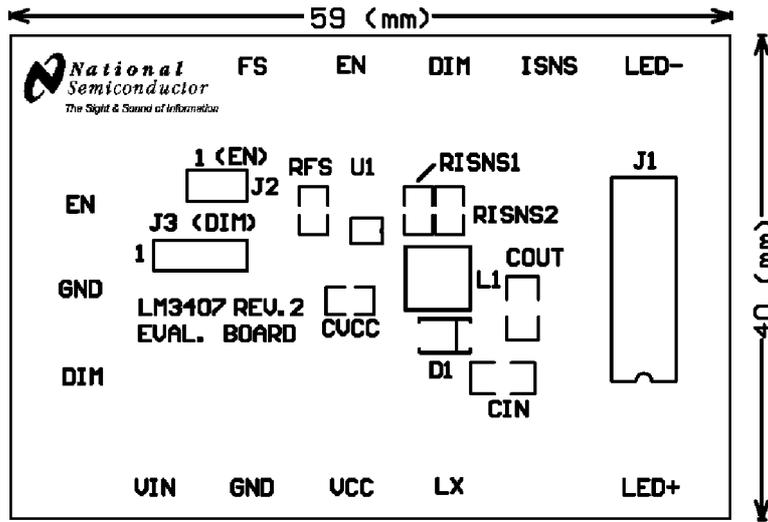


FIGURE 2. LM3407 Evaluation Board PCB Top Overlay

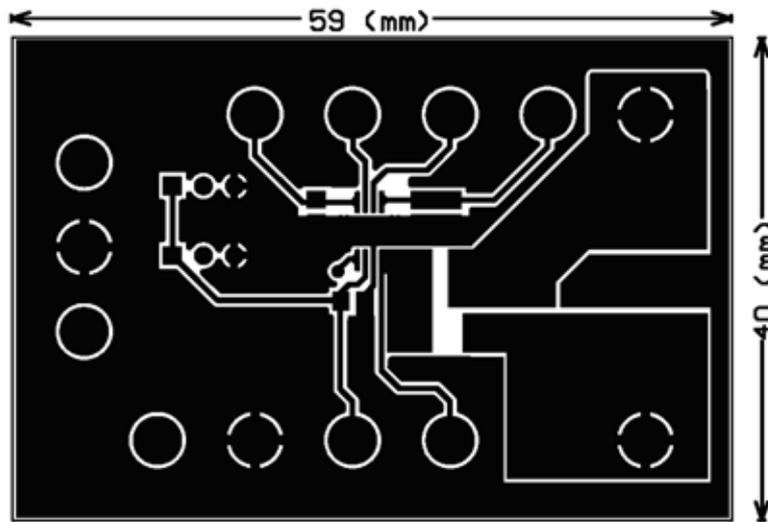


FIGURE 3. LM3407 Evaluation Board PCB Top View

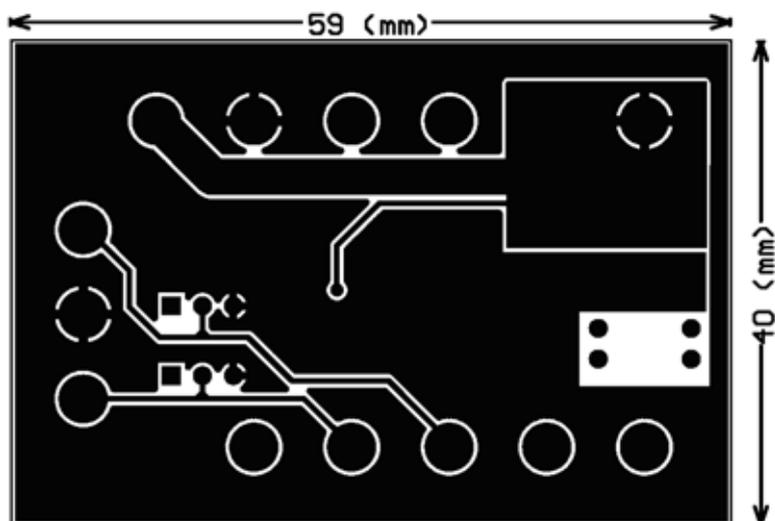


FIGURE 4. LM3407 Evaluation Board PCB Bottom View

評価ボードの簡単な設定手順

ステップ	手順	メモ
1	評価ボードのジャンパ・ピンをすべて外します。	
2	ハイパワー LED 6 個からなる LED アレイを J1 に接続します。	
3	電源出力を評価ボードの VIN 端子に接続します。	
4	電源の出力電圧を 24V に設定します。	V_{IN} は 30V を超えないようにしてください。
5	ボードの VCC 端子の電圧を確認します。	$V_{CC} = 4.5V \pm 3\%$ です。
6	J3 のピン 1 と 2 をジャンパで短絡します。	LED が点灯します。
7	電流計によって LED 電流 (I_{OUT}) を確認します。	$I_{OUT} = 350mA \pm 10\%$ です。
8	ジャンパによって J2 を短絡し、シャットダウン機能を確認します。	$I_{OUT} = 0$

評価ボードの性能特性

Description	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Input Voltage	V_{IN}		22	24	30	V
Output Current	I_{OUT}	DIM pin connected to VCC	330	350	370	mA
Output Current Variation	ΔI_{OUT}	All V_{IN} and I_{OUT} Conditions	8		10	%
Efficiency		No. of LED = 6	93		96	%
		No. of LED = 4	90		95	%
		No. of LED = 2	85		92	%

設計手順

LED アレイの接続

LM3407 評価ボードは、LED アレイとのボード間接続を行う 6 ピンのメス SIP コネクタ (J1) を備えています。

Figure 5 に J1 のピン配置を示します。部品の損傷を防ぐため、LED アレイの極性を間違えたり、評価ボードを電源に接続したまま LED アレイの接続を変更しないでください。LED アレイには放熱用のヒートシンクを取り付け、必要に応じて強制空冷することを強く推奨します。

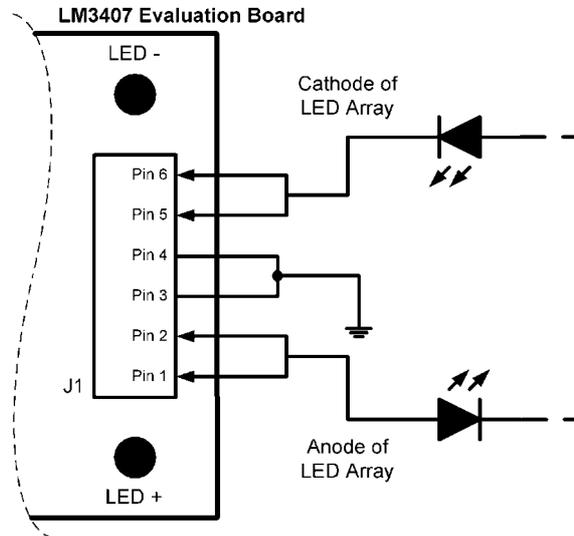


FIGURE 5. Connecting an LED Array to the LM3407 Evaluation Board

LED 電流の設定

評価ボードの出力電流は、電流設定抵抗 R_{ISNS1} をよび R_{ISNS2} を変更することによって調整できます。 R_{ISNS1} と R_{ISNS2} のデフォルト値は許容誤差 1% の 1.13 です。したがって R_{ISNS} の抵抗は 0.565 になります。この R_{ISNS} の値により出力電流 (I_{OUT}) は 350mA になります。 R_{ISNS} の値は次の式で求められます。

$$R_{ISNS} = \frac{0.198V}{I_{OUT}}$$

電流設定抵抗 (R_{ISNS1} と R_{ISNS2}) の値を選択するときは、抵抗の定格電力を超えていなかどうか確認することが重要です。例えば、 I_{OUT} を 350mA に設定した場合、定常状態における R_{ISNS1} と R_{ISNS2} による総消費電力は、 $(0.35A)^2 \times 0.565 = 69mW$ になるので、電力定格 1/8W の抵抗が適していることになります。

スイッチング周波数の設定

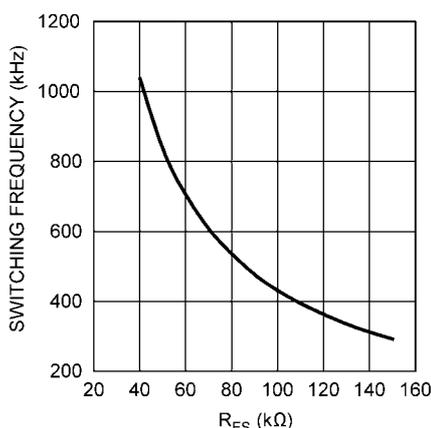
LM3407 評価ボードのスイッチング周波数は、周波数設定抵抗 R_{FS} の値を調整してプログラムすることができます。評価ボードにあらかじめ取り付けられている R_{FS} のデフォルト値は 40.2k です。この抵抗では、スイッチング周波数が 1MHz になります。電流を適切に制御するには、300kHz ~ 1MHz の範囲のスイッチング周波数を推奨します。スイッチング周波数は次式によって見積もれます。

$$f_{SW}[kHz] = \frac{40 \times 10^6}{R_{FS}} + 40$$

40k R_{FS} 150k の場合 :

R_{FS} の値を簡単に選択できるように、 R_{FS} に対する f_{SW} のプロットを示します。

Switching Frequency VS. R_{FS}
($T_A=25^\circ\text{C}$)



LM3407 は製品内部に補償回路があるため、フィードバック補償のための外付け部品が必要ありません。この評価ボードに実装された部品は、22V ~ 30V の入力電圧範囲で 6 個のハイパワー LED を駆動できるように最適化されています。これとは異なる条件の場合、例えば入力電圧や負荷の条件を変えたい場合には、安定動作のために L_1 および R_{FS} を変更する必要があるかもしれません。

インダクタとダイオードの選択

正確な定電流を得るために、あらゆる条件で LM3407 を連続モード (CCM) で動作させる必要があります。通常、インダクタのリップル電流の振幅はできる限り小さくしなければなりません。プリント回路基板の大きさに制約がない場合、インダクタンスの値を大きくした方が出力電流の精度を高められます。しかし、回路の物理的サイズを最小化するには、コンバータが常に CCM で動作し、インダクタのピーク電流が飽和電流の制限を超えない範囲で、物理外形が最小となるインダクタを選択します。インダクタのリップル電流およびピーク電流は次式で計算できます。

インダクタのピーク・ツー・ピーク・リップル電流：

$$I_{L(\text{ripple})} = \frac{V_{IN} - (n \times V_F) - 0.198 \left(1 + \frac{1}{R_{ISNS}}\right) \times (n \times V_F)}{L \times V_{IN} \times f_{SW}}$$

ピーク・インダクタ電流：

$$I_{L(\text{peak})} = \frac{0.198}{R_{ISNS}} + \frac{I_{L(\text{ripple})}}{2}$$

n は LED ストリング内の LED 数、 V_F は 1 個の LED の順方向電圧です。

必要な最小インダクタンスは、アプリケーションごとに次式で計算できます。

$$L_{\min} = \frac{V_{IN} - (n \times V_F) - 0.198 \times \left(1 + \frac{1}{R_{ISNS}}\right) \times (R_{ISNS} \times n \times V_F)}{0.197 \times V_{IN} \times f_{SW}}$$

評価ボードは 6 個の LED からなる LED アレイの駆動を目的に設計されているため、スイッチング周波数 1MHz、入力電圧範囲 22V ~ 30V で CCM 動作を確保するインダクタのデフォルト値は 33 μH になります。入力電圧や LED の個数が異なるアプリケーションでは、正確な出力電流を得るために、インダクタのインダクタンスの変更が必要な場合があります。Table 1 にスイッチング周波数 500kHz および 1MHz におけるインダクタの推奨インダクタンスを示します。

評価ボード回路の出力ダイオードは、出力電圧と電流に応じて選択されています。ダイオードの定格逆方向電圧はレギュレータの入力電圧より高く、定格ピーク電流はインダクタの予想される最大電流よりも大きくなければなりません。順方向電圧降下の小さいショットキ・ダイオードを使用すると、消費電力を低減し変換効率を向上できます。

TABLE 1. Suggested Inductance Value of the Inductor

Inductor selection table for $f_{SW} = 500 \text{ kHz}$, $C_{OUT} = 4.7 \mu\text{F}$ (1 μF for 1 LED)

VIN/V	Number of LED						
	1	2	3	4	5	6	7
5	22 μH						
10	22 μH	22 μH					
15	22 μH	22 μH	22 μH				
20	22 μH	33 μH	22 μH	22 μH	22 μH		
25	22 μH	33 μH	33 μH	22 μH	22 μH	22 μH	
30	22 μH	47 μH	33 μH	33 μH	33 μH	22 μH	22 μH

Inductor selection table for $f_{SW} = 1 \text{ MHz}$, $C_{OUT} = 4.7 \mu\text{F}$ (1 μF for 1 LED)

5	22 μH						
10	22 μH	22 μH					
15	22 μH	22 μH	22 μH				
20	22 μH						
25	22 μH						
30	22 μH	33 μH	22 μH				

LED の調光

評価ボード回路の電流出力 (I_{OUT}) をディスエーブルするには、2つの方法があります。LM3407 評価ボードの電流出力は、DIM または EN ピンのいずれかをグラウンドに接続することによってディスエーブルできます。EN ピンをグラウンドに接続すると、内部のリニア・レギュレータが停止し、消費電力が最低に保たれます。DIM ピンをグラウンドに接続した場合は、LM3407 の電流出力のみがディスエーブルされ、内部の発振器および制御回路は動作を続けるため高速に再起動できます。

通常LEDアレイの調光は、評価ボードのDIM端子にLM3407を周期的にイネーブルおよびディスエーブルさせるロジック・レベルのパルス列を印加して、LEDアレイに対する平均 I_{OUT} を調整することによって行います。LEDの色特性は駆動電流に深く関係するため、電流設定抵抗の調整によって調光を行うと色温度がずれます。したがって、LEDアレイの輝度を効率的に制御するには PWM 調光を使用してください。PWM 調光は、周波数は固定のまま LED のオン / オフ期間の比率を調整することによって行います。

評価ボードの DIM 端子は LM3407 の DIM ピンに直接接続されており、LEDアレイ調光のための PWM 信号を入力します。LM3407 を適切にイネーブルおよびディスエーブルするために、PWM 調光信号は最大 1V の論理 Low、最低 2V の論理 High 信号とする必要があります。DIM 端子は、

400k の抵抗によって内部でグラウンドにプルダウンされているため、開放のままにしないで論理 High または Low のいずれかに接続してください。定常状態における平均 LED 駆動電流は次式で与えられます。

$$I_{OUT(AVG)} = D_{DIM} \times \frac{0.198}{R_{ISNS}}$$

PWM 調光の制約

Figure 6 に PWM 調光の最大周波数、最小デューティ・サイクル、最大デューティ・サイクルを示します。調光周波数の最大値は、LM3407 のスイッチング周波数 f_{SW} の 1/50 を超えないようにしてください。目に見えるちらつきを防ぐために、100Hz より低い調光周波数は推奨できません。

Figure 6 の T は PWM 調光信号の周期です。t_D は調光信号の論理 High から、電流が出力されはじめるまでの遅延時間を表します。t_{SU} と t_{SD} は、それぞれ出力電流がゼロから定常状態まで、および定常状態からゼロに達するのに必要な時間です。この図からわかるように、調光信号の最小デューティ・サイクルは出力電流の t_{SU} と t_{SD} の合計より短くならないようにしてください。

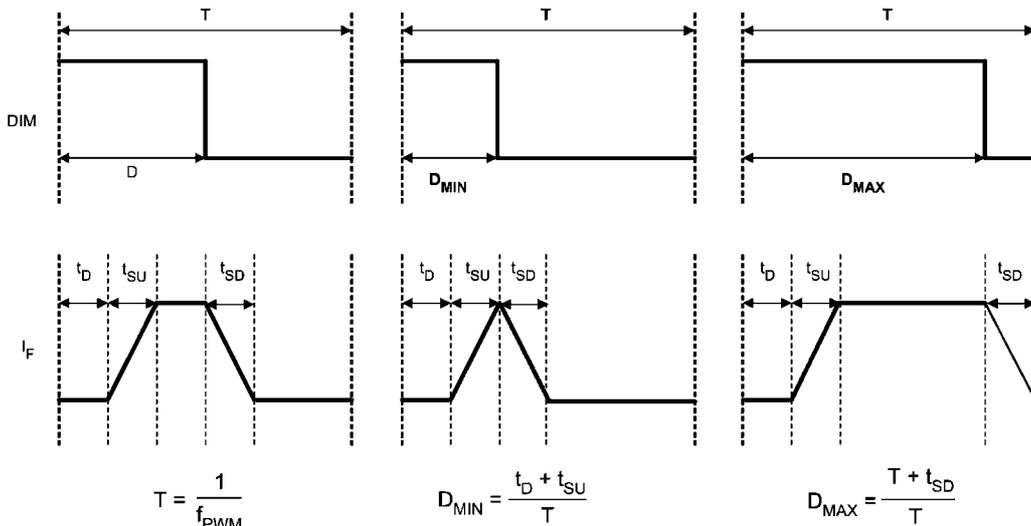


FIGURE 6. Limits of the PWM Dimming Signal

プリント基板のレイアウト指針

PCB上の銅配線パターンは抵抗と寄生インダクタンスを持ち、配線パターンが長ければ長いほど抵抗もインダクタンスも増加します。これらの寄生素子はスイッチング・ノードに電圧および電流スパイクを生じさせ、回路全体の性能を劣化させます。LM3407の性能を最適化するための経験則として、部品間の接続はできる限り短く、直接行うようにします。平均電流は、平均スイッチ電流を検出して制御するため、電流設定抵抗 RISNS1 と RISNS2 はできる限り LM3407 の近くに配置して銅配線パターンの寄生インダクタンスを低減するとともに、ノイズを受けないようにする必要があります。LXピン、ダイオード D1、インダクタ L1、出力コンデンサ COUT の間の接続はできる限り短くして、

LXピンの電圧スパイクを抑えます。LM3407の内部リニア・レギュレータ用の出力フィルタ・コンデンサ CVCC は、VCCピンの近くに配置することを推奨します。入力フィルタ・コンデンサ CIN は、L1 および D1 のカソードの近くに配置してください。CIN から VIN ピンまでの配線パターンが長い場合は、VIN ピンのそばに 0.1 μ F のコンデンサを追加してノイズをフィルタリングします。通常動作では LM3407 が発熱するため、熱対策を講じないとデバイスに損傷を与える場合があります。スイッチング電源のレイアウト問題の詳細については、アプリケーション・ノート AN-1149「スイッチング電源のレイアウト・ガイドライン」を参照してください。

部品リスト

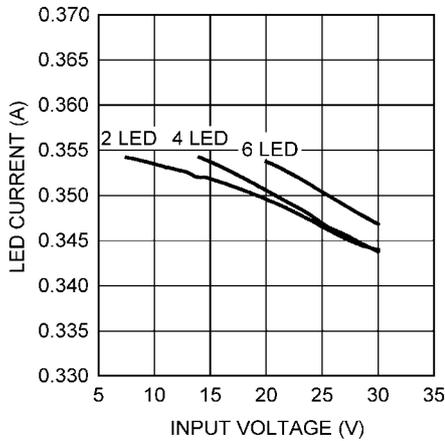
Designation	Description	Package	Manufacture Part #	Vendor
U1	LED Driver IC, LM3407	eMSOP-8	LM3407	NSC
L1	Inductor 33 μ H 0.58A	4.0 x 4.0 x 1.8 (mm)	LPS4018-333ML	Coilcraft
	* Inductor 33 μ H 0.56A	4.8 x 4.3 x 3.5 (mm)	CR43NP-330K	Sumida
D1	Schottky Diode 40V 1.0A	DO-214AC (SMA)	SS14	Vishay
CIN, COUT	Cap MLCC 50V 4.7 μ F X7R	1210	GRM32ER71H475K88L	Murata
CVCC	Cap MLCC 10V 1.0 μ F X5R	0805	GRM188R61A105KA61D	Murata
RISNS1, RISNS2	Chip Resistor 1.13 Ω 1%	0805	CRCW08051R13F	Vishay
RFS	Chip Resistor 40.2k Ω 1%	0805	CRCW08054022F	Vishay
J1	6-pin Connector	DIP-12	535676-5	Tyco Electronics
J2	2-way Jumper System	2.54 (mm) Pitch		
J3	3-way Jumper System	2.54 (mm) Pitch		
VCC, GND, EN, DIM, ISNS, LX	Terminal pin	2.29 (mm) Dia.	160-1026	Cambion
VIN, GND	Terminal pin	1.57 (mm) Dia.	160-1512	Cambion
PCB	LM3407 Evaluation Board	59 x 40 (mm)		NSC
J3	2-pin Jumper			

* 代替サプライヤ

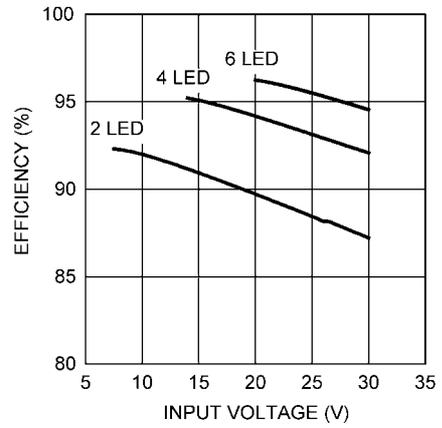
代表的な性能と波形

特記のない限り、すべての特性グラフおよび波形は $T_A = 25$ で測定したものです。

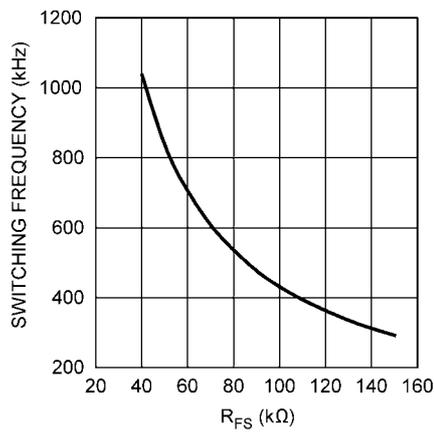
Efficiency vs Input Voltage
($T_A = -40^\circ\text{C}$)



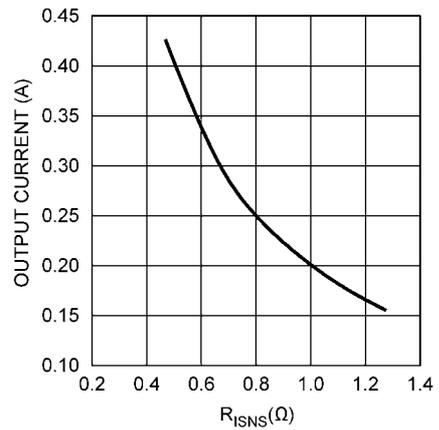
Efficiency vs Input Voltage
($T_A = 25^\circ\text{C}$)



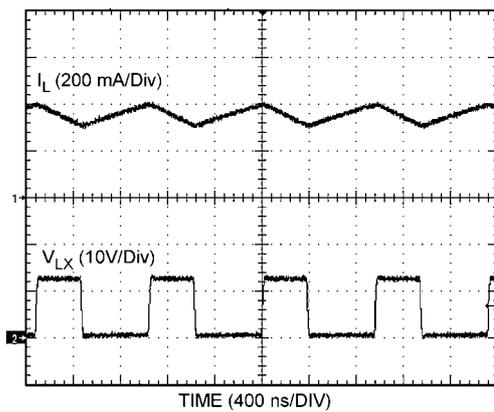
Efficiency vs Input Voltage
($T_A = 125^\circ\text{C}$)



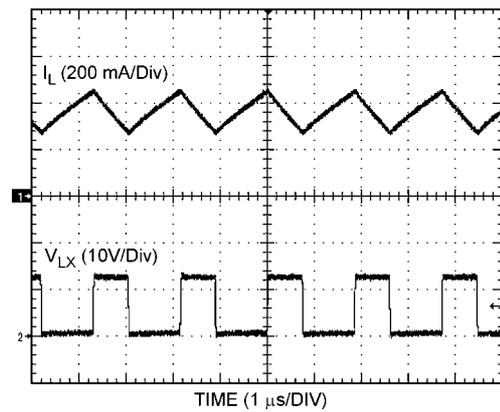
Output Current vs Input Voltage
($T_A = 25^\circ\text{C}$)



Inductor Current @ $f_{SW} = 1\text{MHz}$
($V_{IN} = 12\text{V}$, 2LEDs, $L = 33\mu\text{H}$)



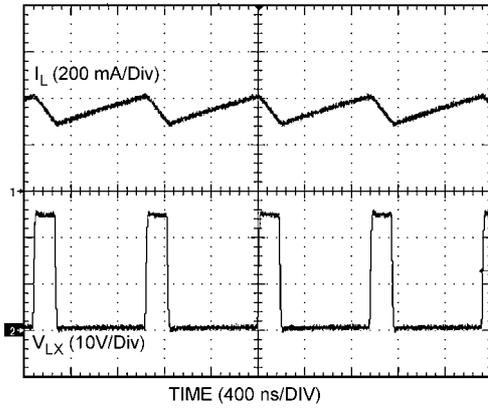
Inductor Current @ $f_{SW} = 500\text{kHz}$
($V_{IN} = 12\text{V}$, 2LEDs, $L = 33\mu\text{H}$)



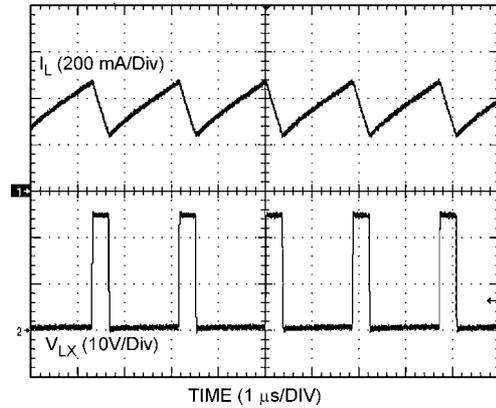
代表的な性能と波形 (つづき)

特記のない限り、すべての特性グラフおよび波形は $T_A = 25$ で測定したものです。

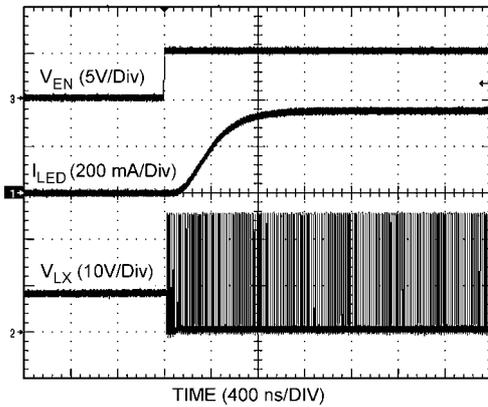
Inductor Current @ $f_{SW} = 1\text{MHz}$
($V_{IN}=24\text{V}$, 2LEDs, $L=33\mu\text{H}$)



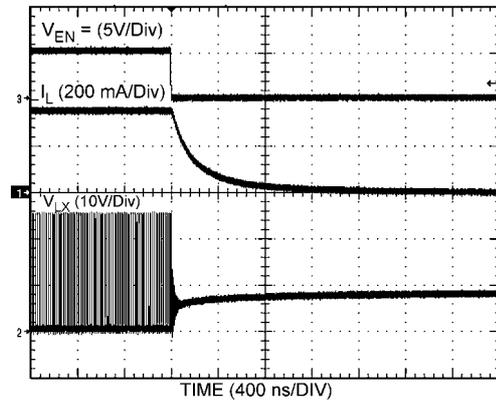
Inductor Current @ $f_{SW} = 500\text{kHz}$
($V_{IN}=24\text{V}$, 2LEDs, $L=33\mu\text{H}$)



DIM Pin Enable
($V_{IN}=24\text{V}$, 2LEDs, $L=33\mu\text{H}$, $f_{SW} = 500\text{kHz}$)



DIM Pin Disable
($V_{IN}=24\text{V}$, 2LEDs, $L=33\mu\text{H}$, $f_{SW} = 500\text{kHz}$)



このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター社の製品の販売か使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター社の製品は、ナショナル セミコンダクター社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクターのロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2010 National Semiconductor Corporation

製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータブックもしくはデータシートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上