

CAT4137

CMOS昇圧コンバータ - 白色LEDドライバ

説明

CAT4137は安定化出力電流を供給するDC/DC昇圧コンバータです。このデバイスは、1 MHzの固定スイッチング周波数で動作するため、小さな容量のセラミック・コンデンサやインダクタを外付けして使用できます。

直列に接続された白色LEDストリングを駆動し、固有の均一輝度およびマッチング特性を有するLEDを制御する安定化電流を供給します。外部抵抗R1で出力電流を設定し、2.2 Vから5.5 Vの広い入力電源電圧にわたって最大30 mAの電流をサポートできるため、バッテリー動作アプリケーションに最適です。

LED調光はDC電圧、ロジック信号、またはパルス幅変調(PWM)信号を使用して行うことができます。シャットダウン制御ピンで、デバイスを消費電流「ゼロ」のパワーダウン・モードに移行させることができます。

また、熱保護および過負荷電流制限に加えて、「オープンLED」フォールト状態時には、超低消費電力動作モードにも入ります。省スペース・アプリケーション向けに、低プロファイル(最大高さ1 mm)の5ピン薄型SOT23パッケージに収納されています。

特長

- 3 Vで最大5個の白色LEDを駆動
- 電力効率：最大87%
- 低静止グラウンド電流：0.1 mA
- 可変出力電流(最大30 mA)
- 高周波数動作：1 MHz
- 「ゼロ」電流シャットダウン・モード
- 最小2 V動作(2個のAAバッテリー)
- ソフトスタートによる起動
- オープンLED低消費電力モード
- 1.9 Vでの自動シャットダウン(UVLO)
- サーマル・シャットダウン保護
- 薄型SOT23 5ピン(最大高さ1 mm)
- Pbフリー、ハロゲン・フリー/BFRフリーでRoHSに適合

アプリケーション

- LCDバックライティング
- 携帯電話
- ハンドヘルド機器
- デジタル・カメラ



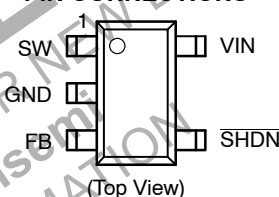
ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

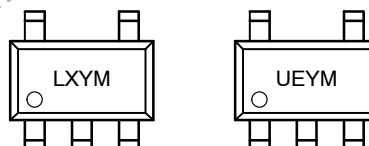


TSOT-23
TD SUFFIX
CASE 419AE

PIN CONNECTIONS



MARKING DIAGRAMS



LX = CAT4137TD-T3
UE = CAT4137TD-GT3
Y = Production Year (Last Digit)
M = Production Month (1-9, A, B, C)

ORDERING INFORMATION (Note 3)

Device	Package	Shipping (Note 4)
CAT4137TD-T3 (Note 1)	TSOT-23 (Pb-Free)	3,000/ Tape & Reel
CAT4137TD-GT3 (Note 2)	TSOT-23 (Pb-Free)	3,000/ Tape & Reel

1. Matte-Tin Plated Finish (RoHS-compliant).
2. NiPdAu Plated Finish (RoHS-compliant)
3. For detailed information and a breakdown of device nomenclature and numbering systems, please see the ON Semiconductor Device Nomenclature document, TND310/D, available at www.onsemi.com
4. For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

CAT4137

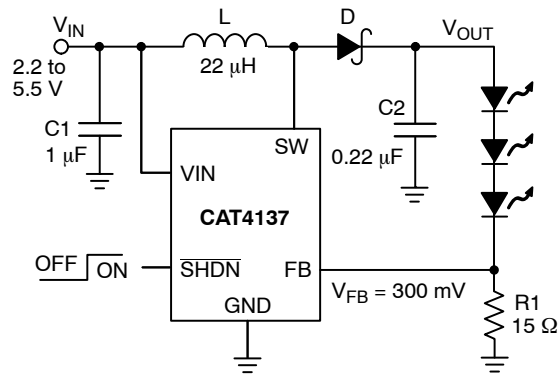


Figure 1. Typical Application Circuit

Table 1. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Rating	Unit
VIN, FB voltage	-0.3 to +7	V
SHDN voltage	-0.3 to +7	V
SW voltage	-0.3 to +40	V
Storage Temperature Range	-65 to +160	°C
Junction Temperature Range	-40 to +150	°C
Lead Temperature	300	°C

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

Table 2. RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

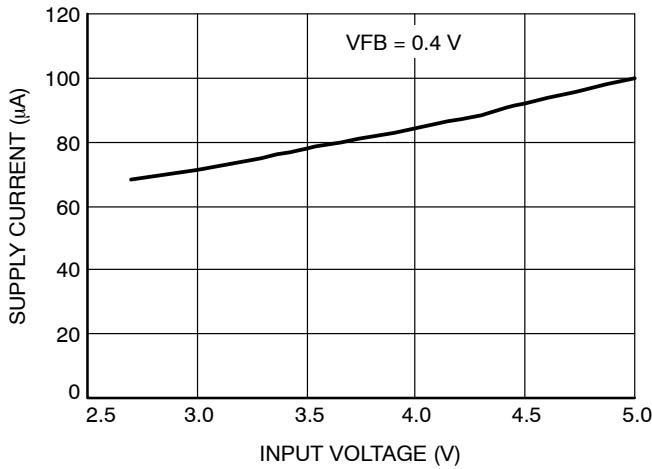
Parameter	Range	Unit
VIN	2.2 to 5.5	V
SW pin voltage	0 to 24	V
Ambient Temperature Range	-40 to +85	°C
LED Bias Current	1 to 30	mA

Table 3. ELECTRICAL OPERATING CHARACTERISTICS(V_{IN} = 3.6 V, ambient temperature of 25°C (over recommended operating conditions unless otherwise specified))

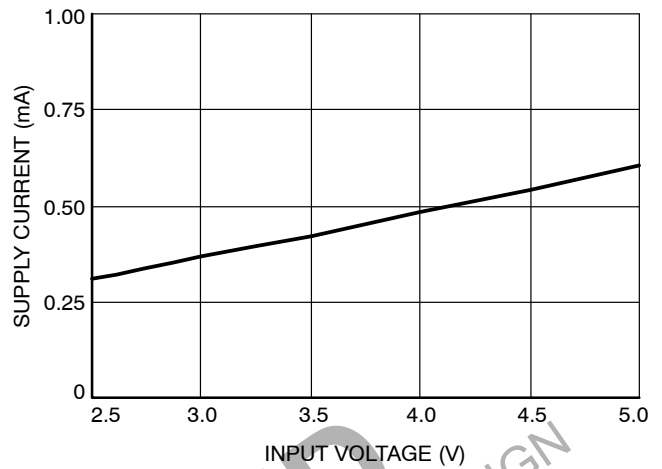
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
I _Q	Operating Current	V _{FB} = 0.3 V V _{FB} = 0.4 V (not switching)		0.4 0.1	1.5 0.3	mA
I _{SD}	Shutdown Current	V _{SHDN} = 0 V		0.1	1	μA
V _{FB}	FB Pin Voltage	3 LEDs with I _{LED} = 20 mA	285	300	315	mV
I _{FB}	FB pin input leakage			0.1	1	μA
I _{LED}	Programmed LED Current	R1 = 10 Ω R1 = 15 Ω R1 = 20 Ω	28.5 19 14.25	30 20 15	31.5 21 15.75	mA
V _{IH} V _{IL}	SHDN Logic High SHDN Logic Low	Enable Threshold Level Shutdown Threshold Level	0.4	0.8 0.7	1.5	V
F _{SW}	Switching Frequency		0.7	1.0	1.3	MHz
I _{LIM}	Switch Current Limit		250	300	400	mA
R _{SW}	Switch "On" Resistance	I _{SW} = 100 mA		1.0	2.0	Ω
I _{LEAK}	Switch Leakage Current	Switch Off, V _{SW} = 5 V		1	5	μA
T _{SD}	Thermal Shutdown			150		°C
T _{HYS}	Thermal Hysteresis			20		°C
η	Efficiency	Typical Application Circuit		86		%
V _{UVLO}	Undervoltage Lockout (UVLO) Threshold			1.9		V
V _{OV-SW}	Output Clamp Voltage	"Open LED" fault		29		V

TYPICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = 3.6\text{ V}$, $C_{IN} = 1.0\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 0.22\text{ }\mu\text{F}$, $L = 22\text{ }\mu\text{H}$ with 3 LEDs at 20 mA, $T_{AMB} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.)



**Figure 2. Quiescent Current vs. V_{IN}
(Not Switching)**



**Figure 3. Quiescent Current vs. V_{IN}
(Switching)**

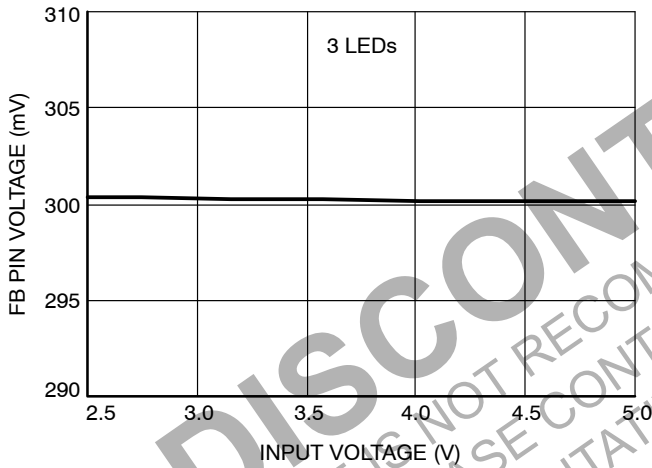


Figure 4. FB Pin Voltage vs. Supply Voltage

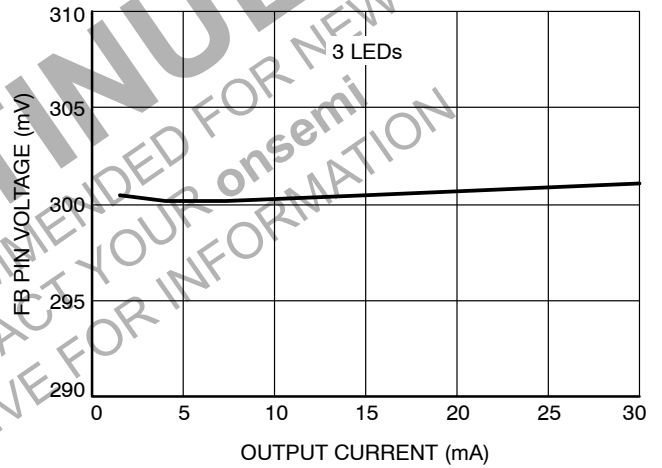
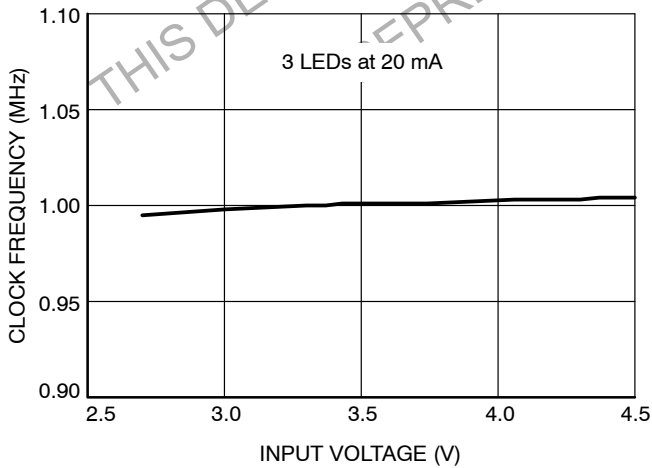
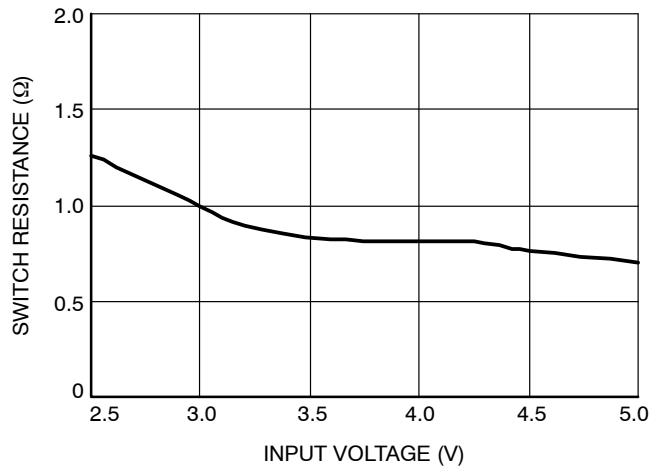


Figure 5. FB Pin Voltage vs. Output Current



**Figure 6. Switching Frequency vs. Supply
Voltage**



**Figure 7. Switch ON Resistance vs.
Input Voltage**

TYPICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = 3.6\text{ V}$, $C_{IN} = 1.0\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 0.22\text{ }\mu\text{F}$, $L = 22\text{ }\mu\text{H}$ with 3 LEDs at 20 mA, $T_{AMB} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.)

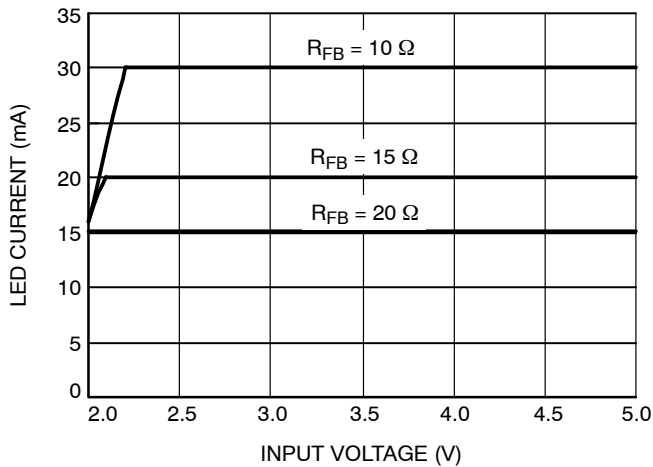


Figure 8. LED Current vs. Input Voltage
(3 LEDs)

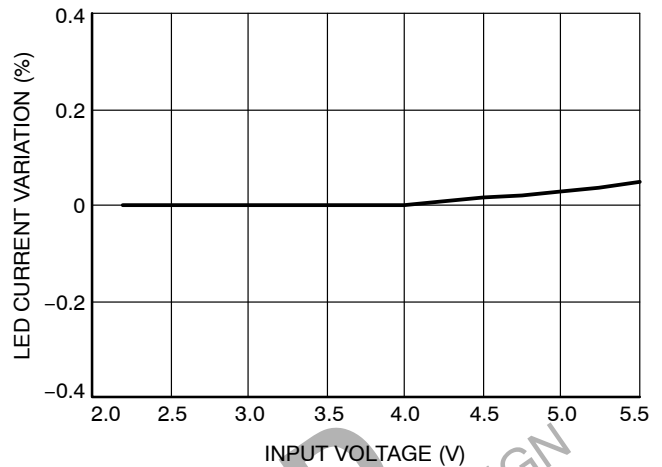


Figure 9. LED Current Regulation

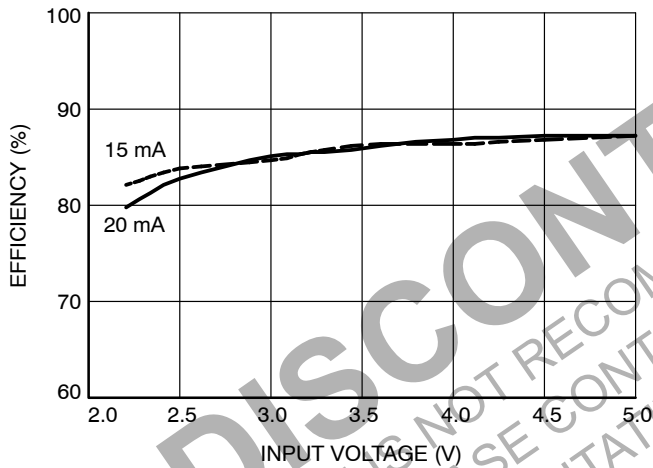


Figure 10. Efficiency across Supply Voltage
(3 LEDs)

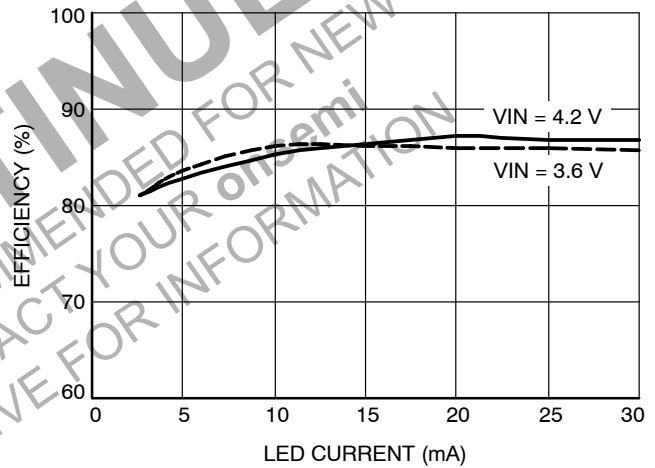


Figure 11. Efficiency across Load Current
(3 LEDs)

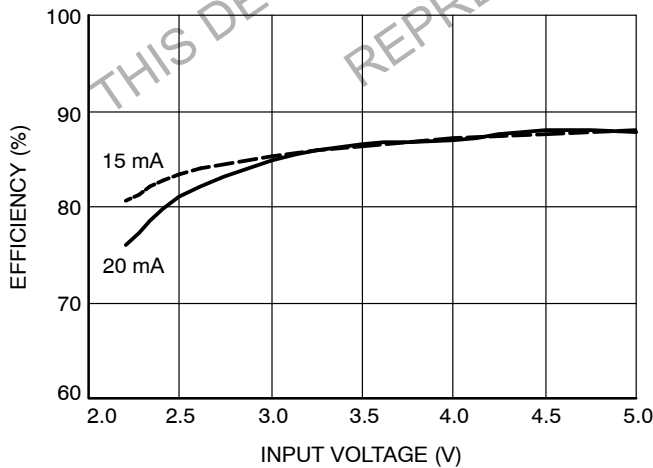


Figure 12. Efficiency across Supply Voltage
(4 LEDs)

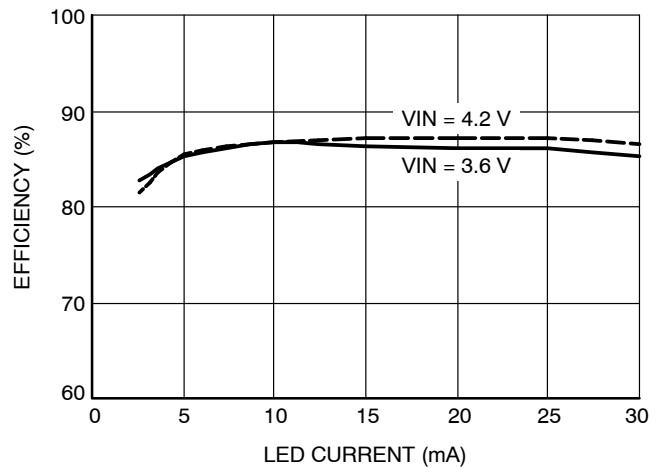


Figure 13. Efficiency across Load Current
(4 LEDs)

TYPICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = 3.6\text{ V}$, $C_{IN} = 1.0\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 0.22\text{ }\mu\text{F}$, $L = 22\text{ }\mu\text{H}$ with 3 LEDs at 20 mA, $T_{AMB} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.)

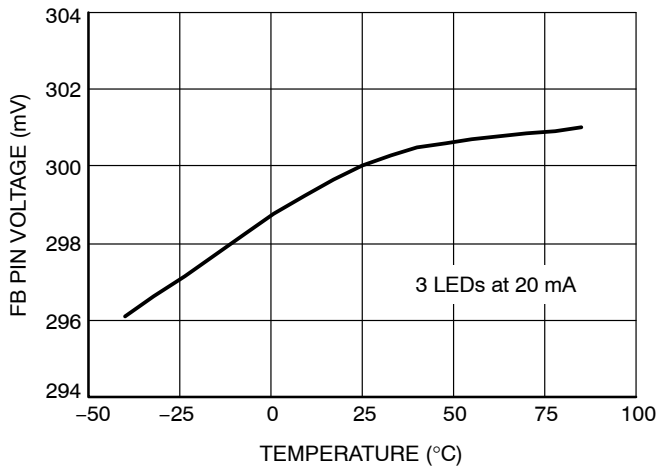


Figure 14. FB Pin Voltage vs. Temperature

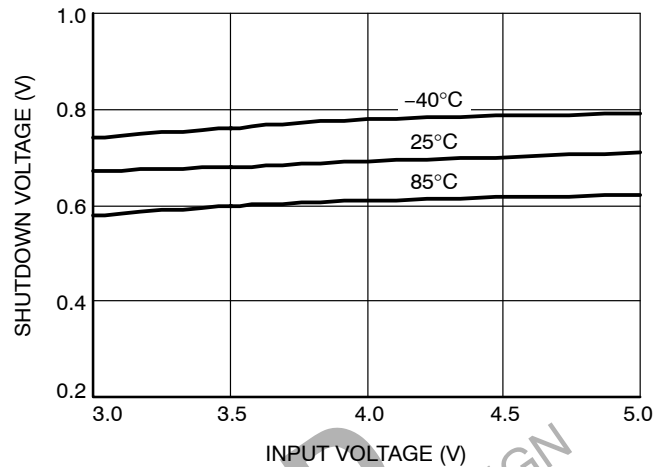


Figure 15. Shutdown Voltage vs. Input Voltage

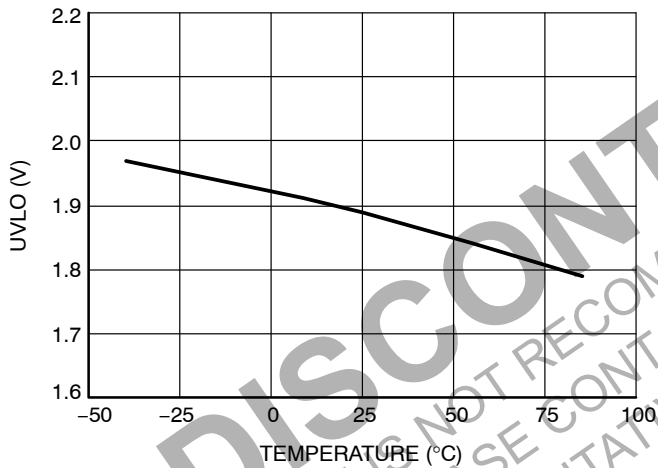


Figure 16. Under Voltage Lock Out vs. Temperature

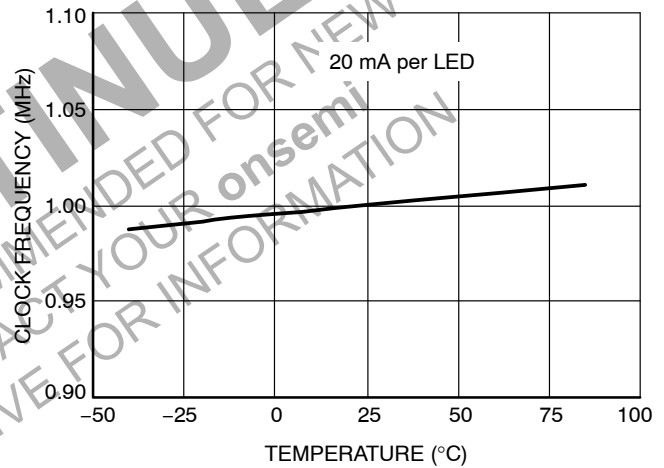
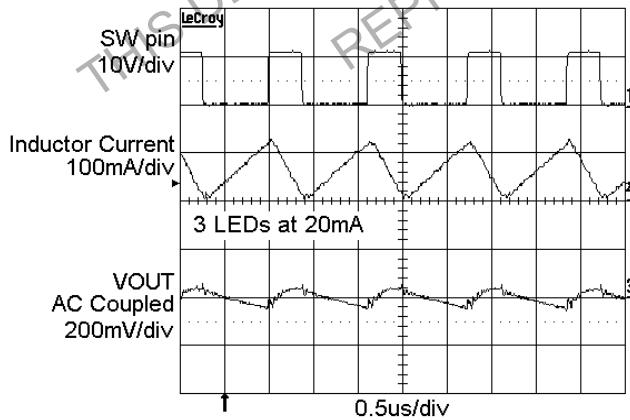
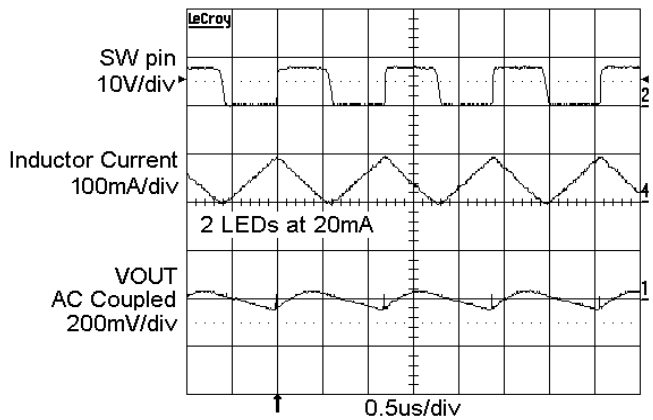


Figure 17. Switching Frequency vs. Temperature

Figure 18. Switching Waveforms
(3 LEDs in Series)Figure 19. Switching Waveforms
(2 LEDs in Series)

TYPICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = 3.6\text{ V}$, $C_{IN} = 1.0\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 0.22\text{ }\mu\text{F}$, $L = 22\text{ }\mu\text{H}$ with 3 LEDs at 20 mA, $T_{AMB} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.)

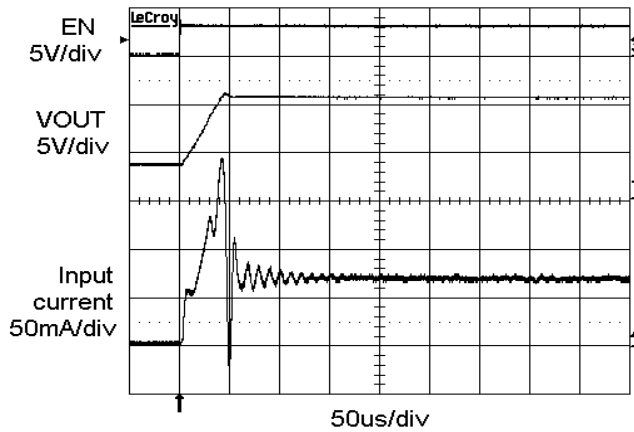


Figure 20. Power-up with 3 LEDs at 20 mA

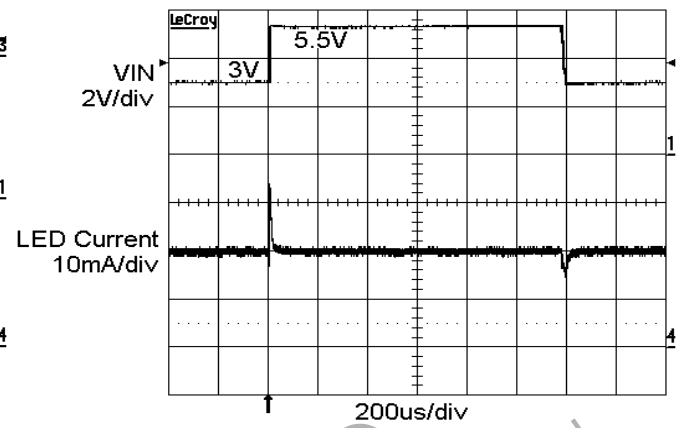


Figure 21. Line Transient Response
(3 V - 5.5 V)

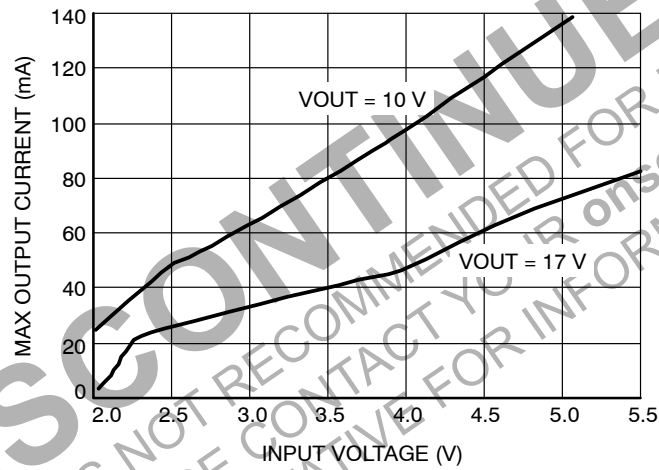


Figure 22. Maximum Output Current vs. Input Voltage

ピン説明

VINは内部ロジックの電源入力です。デバイスは2.2 Vから5.5 Vまでの電源電圧に対応しています。デバイスの近くでVINピンとGNDピンの間に、1 μ Fの小容量バイパス・セラミック・コンデンサを接続することを推奨します。低電圧ロックアウト(UVLO)回路は、電源が1.9 V以下になるたびに、デバイスをアイドル・モード(スイッチングを行わない)にします。

SHDNはシャットダウン・ロジックの入力です。このピン電圧を0.4 V以下にすると、デバイスはすぐにシャットダウン・モードに入り、消費電力がほぼゼロになります。電圧が1.5 V以上の場合、デバイスは完全にイネーブルされ動作状態になります。

GNDはグラウンド基準ピンです。このピンはPCBのグラウンド・プレーンに直接接続する必要があります。

SWピンは内部低抵抗パワー・スイッチのドレイン端子です。インダクタおよびショットキ・ダイオードのアノードをSWピンに接続する必要があります。SWピンに入るトレースは、ループ面積を最小にし、可能な限り短くする必要があります。このピンには、24 V以上でアクティブになる過電圧回路が内蔵されています。「オープンLED」フォールト状態の場合、デバイスは低消費電力モードに入り、SWピンは約30 Vにクランプされます。

FB帰還ピンは0.3 Vで安定化されます。FBピンとグラウンド間に接続された抵抗により、次式に従ってLED電流を設定します。

$$I_{LED} = \frac{0.3 V}{R1}$$

下側のLEDカソードはFBピンに接続されます。

Table 4. PIN DESCRIPTIONS

Pin #	Name	Function
1	SW	Switch pin. This is the drain of the internal power switch.
2	GND	Ground pin. Connect the pin to the ground plane.
3	FB	Feedback pin. Connect to the last LED cathode.
4	SHDN	Shutdown pin (Logic Low). Set high to enable the driver.
5	VIN	Power Supply input.

デバイス動作

CAT4137は、固定周波数(1 MHz)、低ノイズの誘導性昇圧コンバータで、負荷に定電流を供給します。高電圧の内部CMOSパワー・スイッチを使用して外部インダクタを励起します。パワー・スイッチがターンオフすると、インダクタの蓄積エネルギーが外部ショットキ・ダイオードを介して負荷に放出されます。

パワー・スイッチのオン/オフ・デューティ・サイクルは、内部で調整され、帰還ピン(FB)に接続された外部帰還抵抗の両端で0.3 Vの安定化定電圧を維持するように制御されます。外部抵抗値によってLEDバイアス電流($0.3 \text{ V}/R1$)が正確に設定されます。

初期起動中には、内部パワー・スイッチのデューティ・サイクルは、過剰な突入電流を防止し、「ソフトスタート」動作モードを提供するために制限されます。

通常動作中には、デバイスは最大5個の白色LEDに最大30 mAのバイアス電流を十分供給できます。

「オープンLED」フォールト状態の場合、帰還制御ループがオープンになると出力電圧は上昇し続けます。この電圧が24 Vを超えると、内部保護回路がアクティブになり、デバイスは超低消費電力の安全動作モードに入ります。加えて、内部クランピング回路はピーク出力電圧を29 Vに制限します。このフォールト状態がクリアされると、デバイスは自動的に通常動作を再開します。

デバイスが150°C以上の安全接合部温度範囲外で動作しないようにするために、熱過負荷保護回路が内蔵されています。熱過負荷状態では、デバイスは自動的にシャットダウンし、接合部温度が130°Cに冷却されてから通常動作が再開されます。

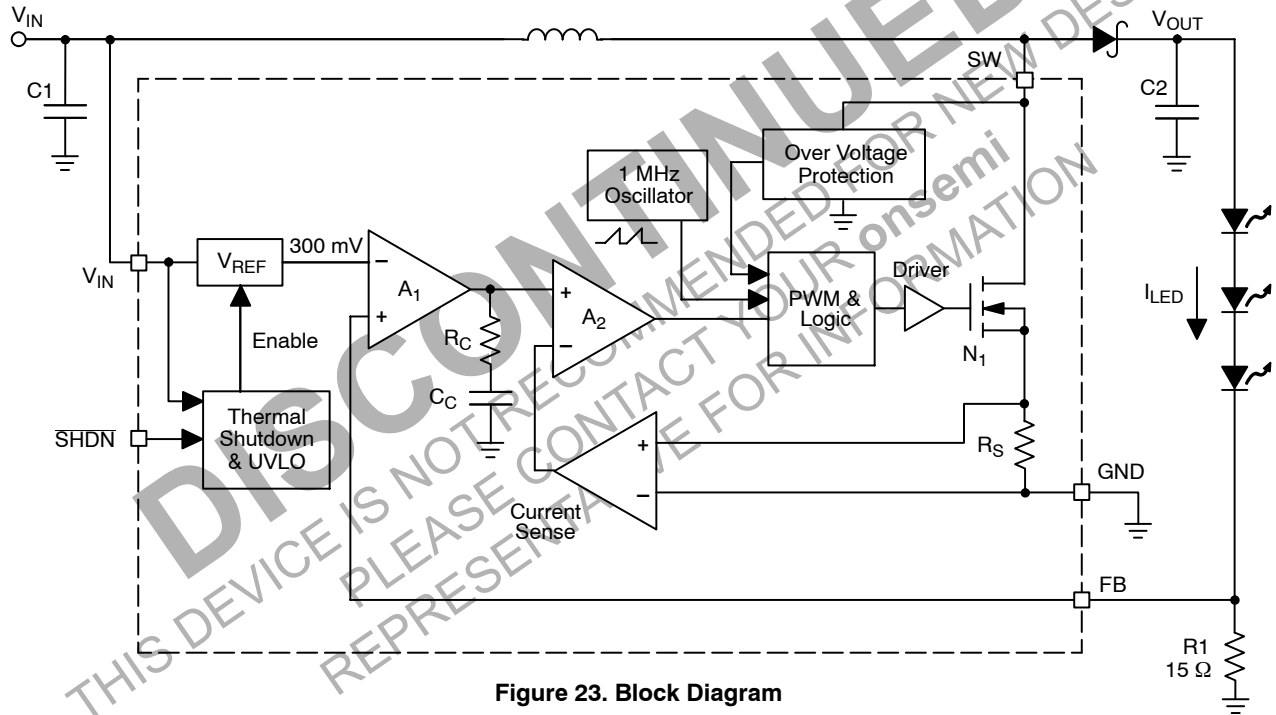


Figure 23. Block Diagram

アプリケーション情報

外部部品の選択

コンデンサ

CAT4137では、入力に1 μF 、出力に0.22 μF の小容量セラミック・コンデンサしか必要ありません。出力コンデンサは定格30 V以上が必要です。通常の状態では、1 μF の入力コンデンサで十分です。より高い出力電力を必要とするアプリケーションには、2.2 μF や4.7 μF といったより大きな容量のコンデンサが適しています。全温度範囲で安定しているため、X5RおよびX7Rのコンデンサ・タイプが最適です。

インダクタ

大部分のCAT4137アプリケーションには、22 μH インダクタが推奨されます。効率が重要な場合は、より低い直列抵抗を持つインダクタンスが適しています。多くのベンダからの各種インダクタ・タイプを使用できます。Figure 24に各種インダクタ・タイプが負荷の全範囲において、どのように効率に影響を与えるかを示します。

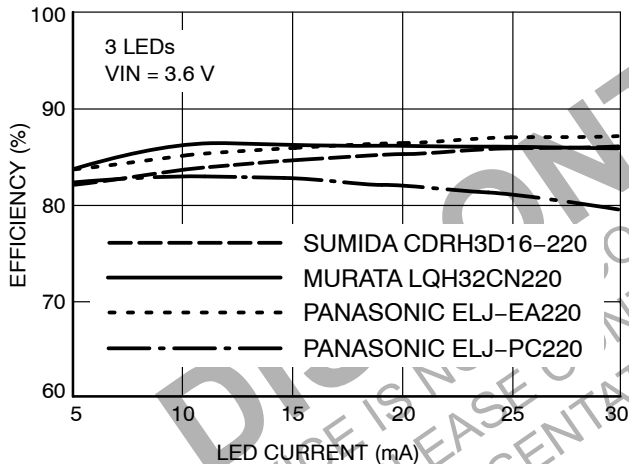


Figure 24. Efficiency for Various Inductors

ショットキ・ダイオード

ショットキ・ダイオードの電流定格は、ダイオードを流れるピーク電流より高くなければなりません。ショットキ・ダイオードの性能は、一定電流での順方向電圧で定格が定められています。最高の効率を達成するには、この順方向電圧が可能な限り低くなければなりません。ドライバは1 MHzで動作しているため応答時間も重要です。大部分のアプリケーションには、Central Semiconductor社のショットキ CMDSH2-3 (定格200 mA)またはCMDSH-3 (定格100 mA)が推奨されます。

LED電流設定

LED電流は帰還ピン(FB)とグラウンド間の外部抵抗で設定されます。次の等式は抵抗と電流の関係を与えます。

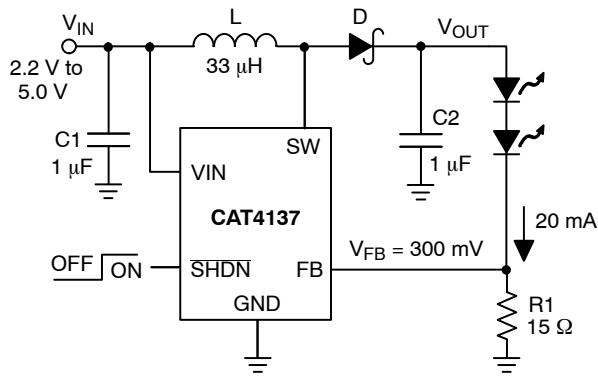
$$R1 = \frac{0.3 \text{ V}}{\text{LED current}}$$

Table 5. RESISTOR R1 AND LED CURRENT

LED Current (mA)	R1 (Ω)
5	60
10	30
15	20
20	15
25	12
30	10

CAT4137

代表的アプリケーション



L: Sumida CDRH3D16-330
D: Central CMDSH2-3 (rated 30 V)
C2: Taiyo Yuden GMK212BJ105KG-T (rated 35 V)

Figure 25. CAT4137 Driving Two LEDs

最高の性能を得るために、2-LEDアプリケーションには、33 μ Hのインダクタと1 μ Fの出力コンデンサが推奨されます。

2-LED構成では、CAT4137には2個のAAアルカリ電池またはLi-ionバッテリーから電源を供給できます。

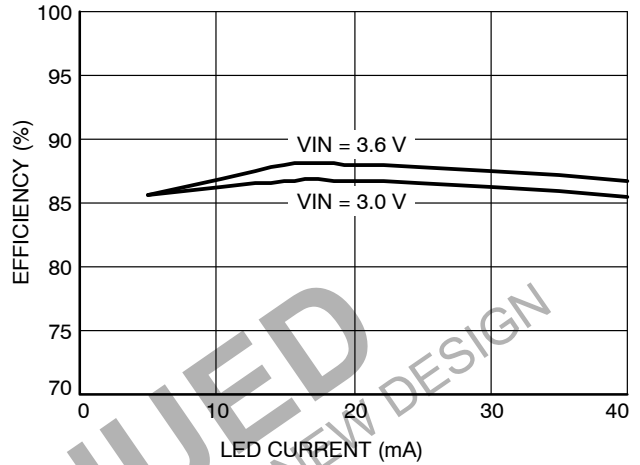


Figure 26. Efficiency vs. LED Current, Two LEDs

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

調光制御

LED輝度の制御には、いくつかの方法があります。

SHDNピンのPWM信号

LED輝度調光は、PWM信号をSHDN入力に印加して行うことができます。LED電流はターンオン/ターンオフを繰り返すため、平均電流はデューティ・サイクルに比例します。100%デューティ・サイクル、SHDN常時ハイは、LEDに公称電流が流れている状況に相当します。Figure 27および28に、50%デューティ・サイクルの1 kHzおよび4 kHz信号をSHDNピンに印加した様子を示します。PWM周波数範囲は100 Hz~10 kHzです。推奨PWM周波数範囲は100 Hz~4 kHzです。

SHDNピンのスイッチング波形PWM

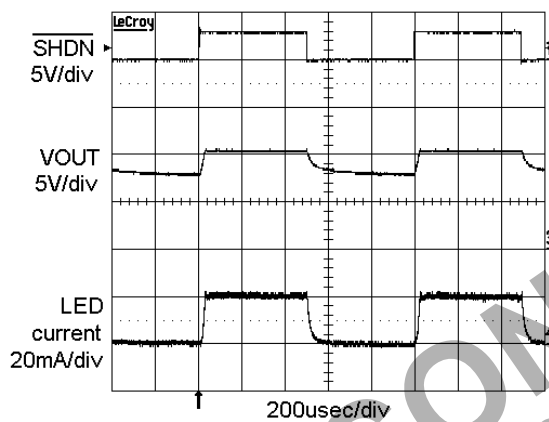


Figure 27. PWM at 1 kHz

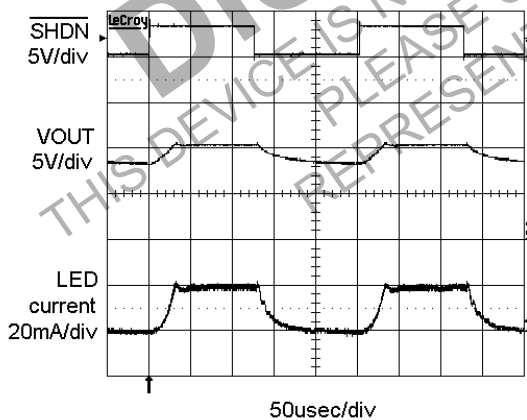


Figure 28. PWM at 4 kHz

フィルタされたPWM信号

フィルタされたPWM信号は、可変DC電圧としてLED電流の制御に使用できます。Figure 29に、CAT4137のFBピンに接続されたPWM制御回路を示します。PWM信号の電圧振幅は0 V~2.5 Vです。LED電流は0~22 mAの範囲で調光できます。PWM信号周波数は非常に低い周波数から最高100 kHzの範囲で変化できます。

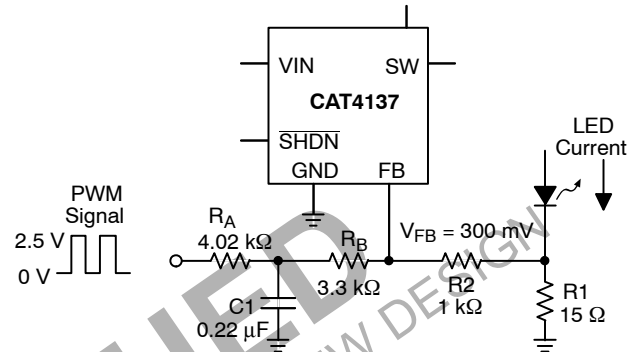


Figure 29. Circuit for Filtered PWM Signal

0 V DCまたは0%デューティ・サイクルのPWM信号では、最大LED電流は約22 mAです。100%デューティ・サイクルのPWM信号では、LED電流は0 mAになります。

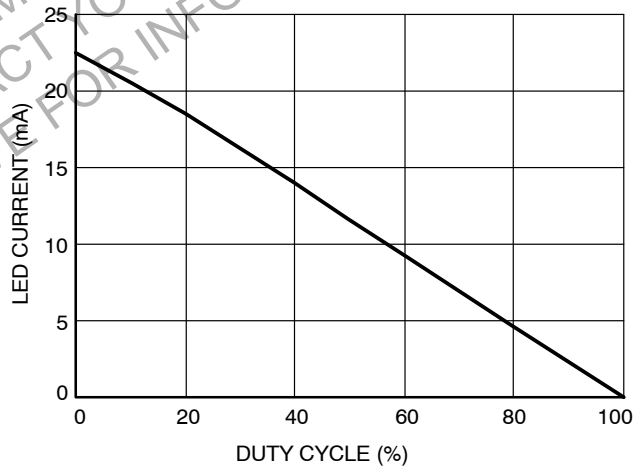


Figure 30. LED Current vs. Duty Cycle

オープンLED保護

「オープンLED」フォールト状態の場合、CAT4137は出力電圧が約24 Vに達するまで、出力電圧を最大電力で昇圧し続けます。出力が24 Vを超えると、内部回路が直ちにデバイスを超低消費電力モードに移行させ、総入力消費電力は10 mW未満になります。

低消費電力モードでは、入力供給電流は標準2 mAに低下します。

内部クランピング回路は、以降の出力電圧を約29 Vに制限します。この動作モードでは、外部保護ツェナー・ダイオードが不要です。この保護方式は、デバイスを外部ショットキ・ダイオードの誤動作(オープン回路)からも完全に保護します。

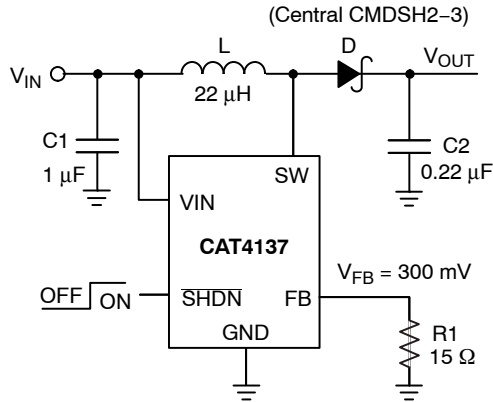


Figure 31. Open LED Protection

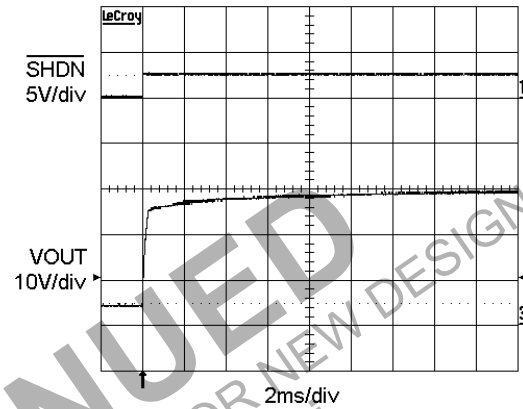


Figure 32. Open LED Power-up Waveforms

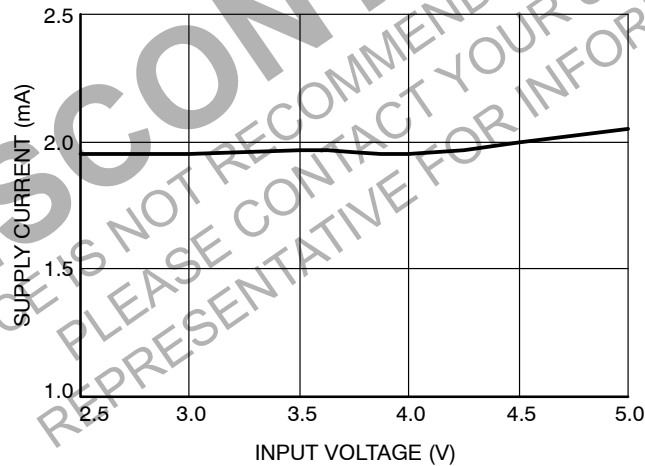


Figure 33. Open LED Supply Current vs. VIN

ボード・レイアウト

CAT4137は高周波スイッチング・レギュレータです。高周波スイッチング電流を流すトレースは、EMI、リップル、およびノイズを全体的に抑えるために、ボードのレイアウトを注意深く行う必要があります。Figure 34に示す太線は、スイッチング電流経路を表します。これらすべてのトレースは、寄生インダクタンスと寄生抵抗を最小化するために、十分に短くかつ幅広くする必要があります。Figure 34に示すループは、CAT4137の内部スイッチが閉じているときの電流経路に相当します。Figure 35では、

CAT4137のスイッチが開いているときの電流ループを示します。両方のループとも面積はできるだけ小さくしなければなりません。

コンデンサC1は可能な限りVINピンとGNDの近くに配置する必要があります。コンデンサC2は個別にトップLEDアノードに接続します。CAT4137の下側のグラウンド・プレーンで、コンデンサを直接グラウンドに接続できます。抵抗R1はCAT4137のGNDピンに直接接続し、スイッチング電流ループやその他の部品と共用してはなりません。

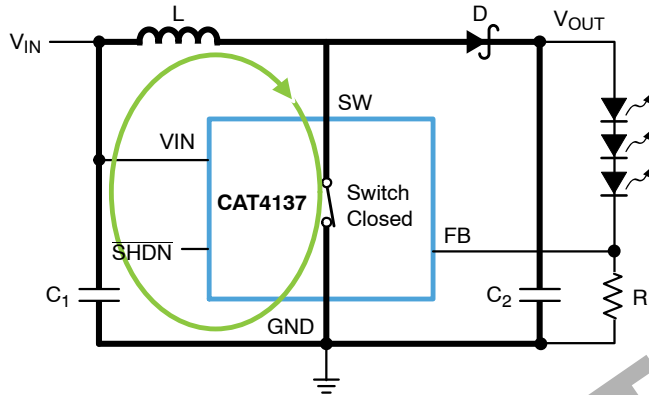


Figure 34. Closed-switch Current Loop

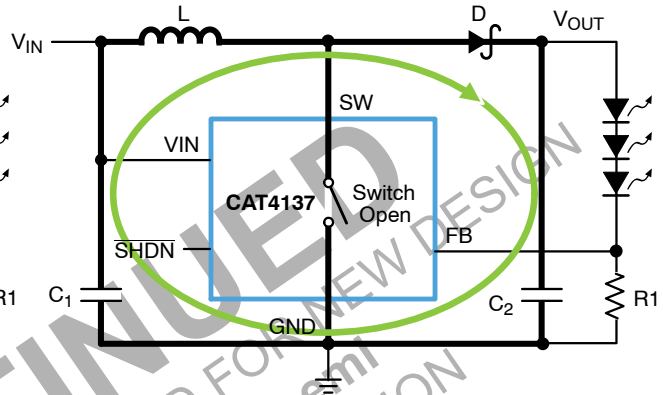
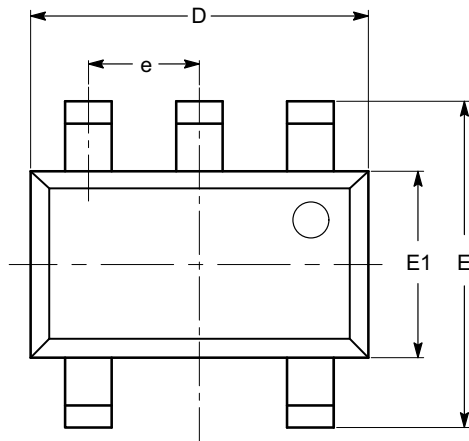


Figure 35. Open-switch Current Loop

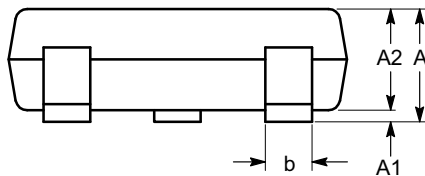
TSOT-23, 5 LEAD
CASE 419AE-01
ISSUE O

DATE 19 DEC 2008

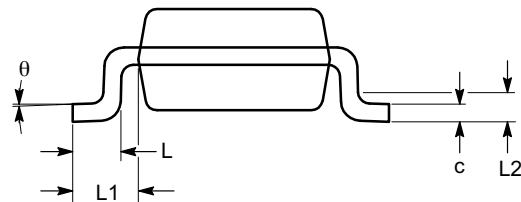


TOP VIEW

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A			1.00
A1	0.01	0.05	0.10
A2	0.80	0.87	0.90
b	0.30		0.45
c	0.12	0.15	0.20
D	2.90 BSC		
E	2.80 BSC		
E1	1.60 BSC		
e	0.95 TYP		
L	0.30	0.40	0.50
L1	0.60 REF		
L2	0.25 BSC		
θ	0°		8°



SIDE VIEW



END VIEW

Notes:

- (1) All dimensions are in millimeters. Angles in degrees.
- (2) Complies with JEDEC MO-193.

DOCUMENT NUMBER:	98AON34392E	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red.
DESCRIPTION:	TSOT-23, 5 LEAD	PAGE 1 OF 1

onsemi and Onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba onsemi or its subsidiaries in the United States and/or other countries. onsemi reserves the right to make changes without further notice to any products herein. onsemi makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does onsemi assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. onsemi does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

onsemi, **Onsemi**, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as-is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

ADDITIONAL INFORMATION

TECHNICAL PUBLICATIONS:

Technical Library: www.onsemi.com/design/resources/technical-documentation
onsemi Website: www.onsemi.com

ONLINE SUPPORT: www.onsemi.com/support

For additional information, please contact your local Sales Representative at
www.onsemi.com/support/sales