DN06067/D

3個の300 mA MR16 LED を駆動するドライバ

ON Semiconductor®

http://onsemi.com

DESIGN NOTE

Table 1. DEVICE DETAILS

Device	Application	Input Voltage	Output Power	Topology	I/O Isolation
CAT4201	MR-16 LED Lamp	12 Vac	2.7 W	Step-down	None

Table 2. OTHER SPECIFICATIONS

	Output
Output Voltage	9.1 V
Nominal Input Power	3.4 W
Nominal Average Current	300 mA
Max Average Current	310 mA
Min Average Current	295 mA
Typical Efficiency	83%

Table 3. LED KEY SPECIFICATIONS

LED	Maximum Rating	Forward Voltage @ 350 mA	Typical Color	Typical Luminous Flux @ 350 mA
CREE Xlamp® XR-E	1 A/3.7 W	3.3 V	Cool White	107 lm

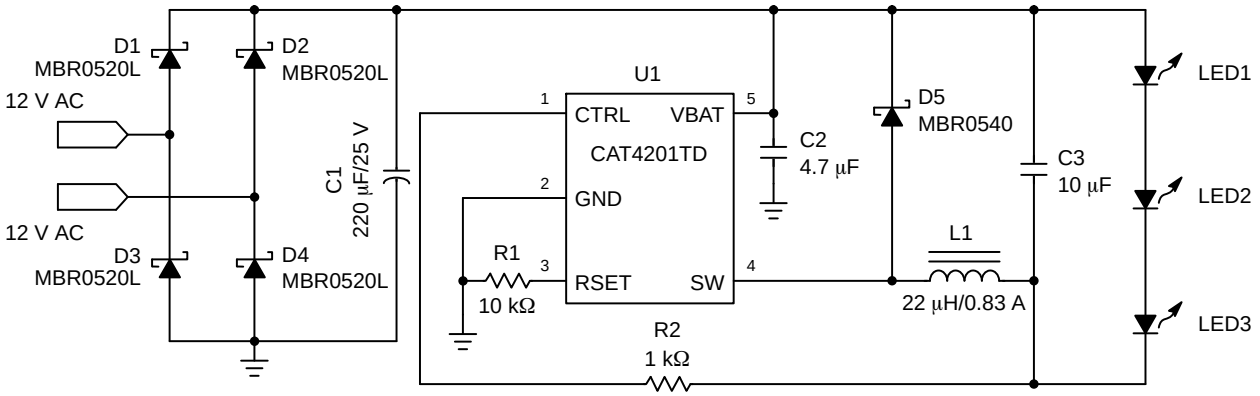


Figure 1. Schematic

回路の説明

CAT4201は、使いやすい降圧型の調光可能LEDドライバです。パッケージは5ピンのSOT−23であり、使用するディスクリート部品は10個以下(大部分は表面実装)で、基板全体はMR16電球の基部に十分収まるサイズです。VBAT、CTRL、SWの各ピンの電圧定格は40 Vで、適切な電圧で12個のLEDを駆動できます。RSETピンによって出力DC電流が決まります。CTRLは、調光信号の入力用です。SWは内部MOSFETからの出力です。

CAT4201ドライバは小型回路かつ高効率であり、強く推奨されます。スポット・ライトなどのアプリケーションでフィラメント電球を置き換える用途に最適です。

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2014



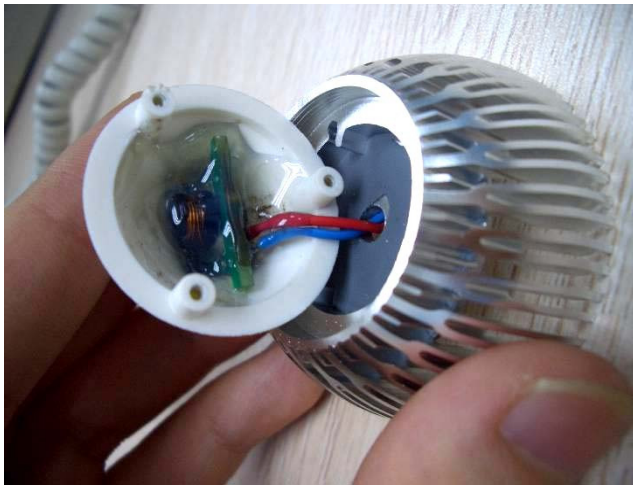


Figure 2. MR-16 LED Cases. Miniature LED Driver Board can be Embedded into the Base

動作原理

アプリケーション回路は簡潔な降圧コンバータです。ACアプリケーションでは、ブリッジ整流器を使用して入力を整流します。VBATとGNDは、電流リップルを低減するバルク・コンデンサC1の2つの端子に直接接続されています。最初のスイッチング・パルスの間に、内部MOSFETは直線的に増加する電流によりインダクタを充電し、MOSFETがオフに切り替えられるまでこの動作が続きます。2番目のパルスの間、MOSFETはオフになり、インダクタに蓄積された電流はショットキ・ダイオード(D5)を通じて放電され、次のスイッチング期間まで電流は減少し続けます。LEDのリップル電流を低減するために出力コンデンサを使用します。RSETは1.2 Vに安定化された電圧なので、RSETに接続された抵抗でRSET電流が決まります。RSET電流はCAT4201の出力電流にほぼ比例します。

回路の構成

VBATには−0.3〜+40 Vという電圧定格があるので、ブリッジからの入力電圧は24Vacまで安全に使用できます。入力電圧をより高いレベルに維持するには、大容量のC1が必要です。整流後のAC電流の変動が大きいと、出力電流がライン周波数の2倍の周波数で0までプルダウンされるため、出力電流は減少します。220 μFがこの設計では適切です。12 Vac入力を使用する場合は、C1の電圧定格を25 Vにする必要があります。ブリッジ整流器として、順方向電圧が低いMBR0520Lを選択しました。

出力リップルを低減する出力コンデンサC2として、少なくとも4.7 μFを使用することが推奨されます。より大きなC2を使用すると、出力リップルを効果的に抑制でき、出力電流を数mA大きくすることができます。ただし、全体の効率に対する寄与はそれほど大きいものではなく、また人間の目は高周波の変動を認識することはできないので、10 μFを上回る静電容量は必要ありません。約150 kHzという適切なスイッチング周波数に設定するために、Lの値を22 μHに設定することが推奨されます。LED電流の範囲は0〜350 mAなので、インダクタのRMS電流定格として約800 mAが適切です。

350 mAの出力電流を供給する場合でも、整流器を流れる合計連続電流は常に400 mA未満です。したがって、整流器の連続電流定格は0.5 Aで十分です。フリーホイーリング・ダイオードD5の両端にある電圧を注意深く観測すると、12 Vac入力の場合でも、20 Vを上回る電圧スパイクが発生しています。より高い入力電圧(15 Vなど)を印加すると、ダイオードへのストレスはさらに大きくなり、障害が発生するリスクが高くなります。したがって、D5の電圧定格を30 Vまたは40 Vにする必要があります。D5として、オン・セミコンダクターのショットキー整流器MBR0540を選択しました。

RSETピンを使用して、出力電流の値を構成します。RSET電圧は1.2 Vに安定化されます。RSETとGNDの間の抵抗によって、RSET電流が決まり、出力定電圧とほぼリニアな関係になります。

$$I_{LED} = 2500 \cdot I_{RSET} \qquad \text{(eq. 1)}$$

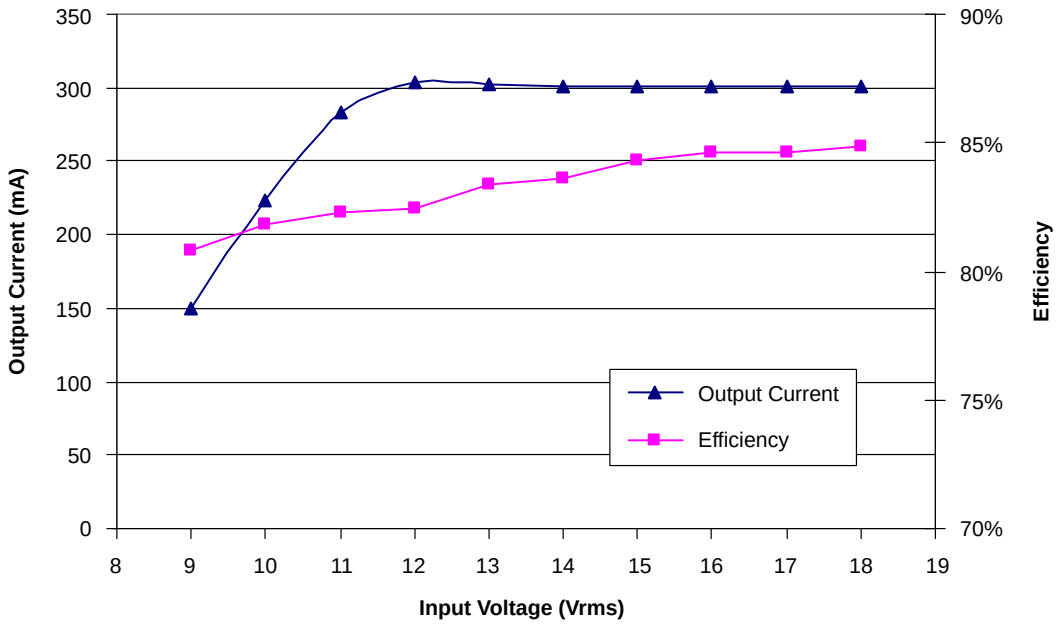
300 mA出力の場合を計算すると、I_{RSET} = 0.12 mAになります。RSETの抵抗値を10 kΩにする必要があります。

RSETの抵抗値をこれより小さくすると、出力電流は増加すると考えられますが、安定した動作を達成するために、少なくとも8.0 kΩを使用することを推奨します。入力電圧が十分高い場合(例えば、15 Vac)、RSETを8.2kに設定することができ、この値によって少なくとも350 mAの出力が保証されます。

CTRLによって、R2経由でLEDのカソードに印加される電圧が導出されます。R2の値はそれほど厳格なものではありません。

性能と特性

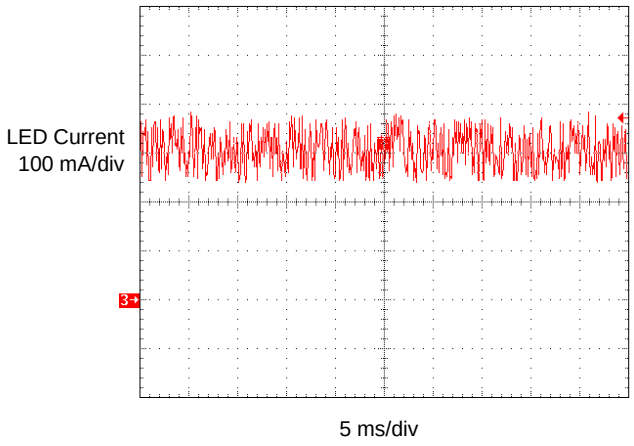
*1. 入力電圧に対する出力電流および効率の関係**



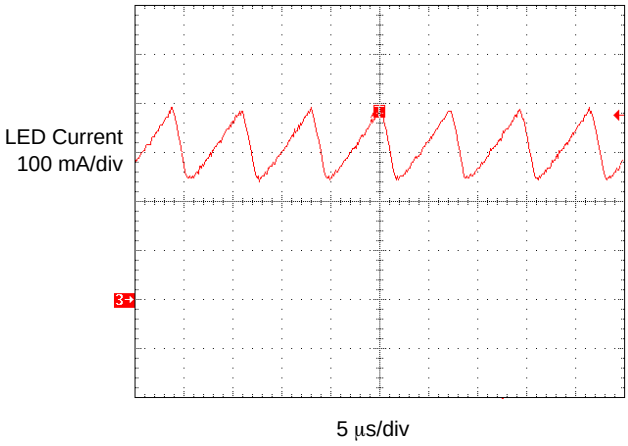
*Equipment: Global Specialties 1506 AC isolated variable AC line supply; Voltech PM1000 AC Power analyzer; Tektronix TDS754D digital phosphor oscilloscope; Tektronix TCP202 current probe; Agilent 34401A multimeter.

*2. LED電流の波形**

V_{IN} = 12 Vac、50 Hzの場合に、この資料の1ページ目にある回路図に従って回路を構成します。



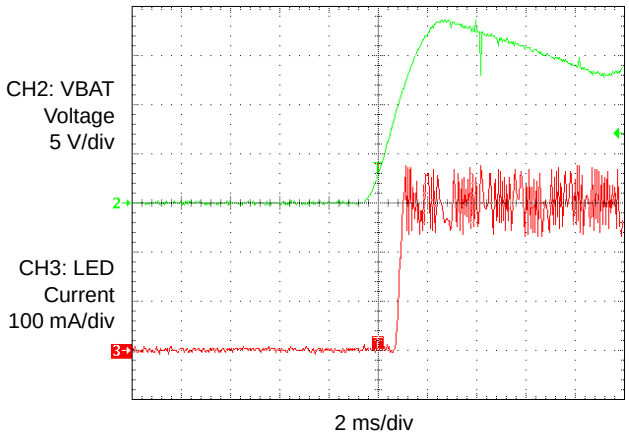
ACライン入力に起因する、非常に低い周波数(AC周波数の2倍、つまり、この例では2 × 50 Hz)の変動がLED電流で発生します。

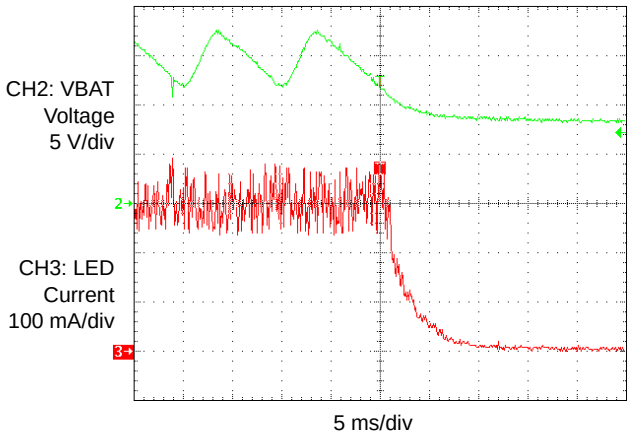


より大きいC1、またはより高いV_{IN}を使用すると、AC関連のリップル電流はさらに平坦になります。

*3. 起動時とパワーダウン時の過渡応答**

V_{IN} = 12 Vac、50 Hzの場合に、この資料の1ページ目にある回路図に従って回路を構成します。





*Equipment: Global Specialties 1506 AC isolated variable AC line supply; Voltech PM1000 AC Power analyzer; Tektronix TDS754D digital phosphor oscilloscope; Tektronix TCP202 current probe.

結論

このデザイン・ノートに記載した情報は、CAT4201を使用して、3個のMR−16 LEDを採用したランプを設計するときに必要なさまざまな要素を網羅しています。CAT4201を使用すると、MR−16と互換性のあるアダプタの製作で、フットプリントをより小さく、部品点数を少なくすることができます。

コスト削減やプリント基板縮小をさらに進めるために、コンデンサやインダクタの値を小さくしたり、CTRL抵抗を取り除くことが可能です。小型のバルク・コンデンサを使用すると、平均出力電流の電圧降下が大きくなるので推奨されませんが、輝度がそれほど高くないアプリケーション(200〜250 mA)には適しています。この設計で出力電流をより大きくするには、順方向電圧の小さい高品質のLEDを選択することが非常に重要です。

参考文献

[1] Data Sheet CAT4201: 350 mA High Efficiency Step Down LED Driver
[2] Data Sheet MBR0520L: 0.5 A, 20 V Schottky Rectifier
[3] Data Sheet MBR0540: 0.5 A, 40 V Schottky Rectifier

Table 4. BILL OF MATERIALS

Part	Specifications and Ratings	Manufacturer
CAT4201TD	SOT−23, 40 V, 350 mA	ON Semiconductor
MBR0520L	0.5 A, 20 V SMT Schottky Rectifier, V_f = 0.38 V	ON Semiconductor
MBR0540	0.5 A, 40 V SMT Schottky Rectifier, V_f = 0.51 V	ON Semiconductor
LEDs	CREE Xlamp 7090 XR−E, Cool White, Group Q5	Cree
L1	22 μH, 0.9 A, 0.83 A (Isat.) Shielded 4 × 4 × 1.8 mm (LPS4018−223)	Coilcraft
C1	220 μF, 25 V	Panasonic
C2	4.7 μF, 25 V 1206 Ceramic	TDK
C3	10 μF, 16 V Ceramic	TDK
R1	10 kΩ 1/8 W SMT−0805, 1%	−
R2	1 kΩ 1/8 W SMT−0805, 5%	−

XLamp is a registered trademark of Cree, Inc

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303−675−2175 or 800−344−3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303−675−2176 or 800−344−3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800−282−9855 Toll Free USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81−3−5817−1050

ON Semiconductor Website: **www.onsemi.com**

Order Literature: http://www.onsemi.com/orderlit

For additional information, please contact your local Sales Representative

DN06067JP/D