

LM3402

Application Note 1500 LM3402/02HV Demo Board



Literature Number: JAJA301

LM3402/02HV デモ・ボード

National Semiconductor
Application Note 1500
Chris Richardson
2007年6月



はじめに

LM3402/LM3402HV は制御された電流源を用いた降圧型レギュレータです。Luxeon™ I Emitter など、高消費電力を必要とする高輝度 LED (HBLED) スtringの駆動に対応しており、順方向電流は最大 500mA です。本デモ・ボードに LM3402 を搭載した場合の入力電圧範囲は 6V から 42V です。ピン互換の LM3402HV を使用した場合の上限電圧は 75V です。LED アレイを流れる一定電流を維持するためにコンパタの出力電圧は必要に応じて調整されます。LM3402/02HV は真のステップダウン・レギュレータで、出力電圧は、200mV (リファレンス電圧) の $V_{O(MIN)}$ から、最小オフ時間 (代表値で 300ns) で決まる $V_{O(MAX)}$ の範囲です。アレイ全体の順方向電圧が $V_{O(MAX)}$ を超えない限り、いかなる個数の LED に対してもレギュレート電流を維持します。

LM3402 の回路性能

LM3402 回路と部品リストは、順方向電圧がおよそ 3.5V (InGaN テクノロジーを使用した白、青、緑の LED で一般的) の単一 LED に 350mA の一定順方向電流を与えるように設計されています。24V ± 5% を入力電源として与えた場合、デモ・ボードは平均 LED 電流 I_F を 350mA の 10% 以内の範囲に維持します。リップル電流 i_F はピーク・ツー・ピークで 70mA 未満です。デモ・ボードのスイッチング周波数は、入力電圧が 6V から 42V の範囲で、600kHz ± 10% です。

LM3402HV の回路性能

LM3402HV 回路と部品リストは、順方向電圧がおよそ 3.5V の単一 LED に 350mA の一定順方向電流を与えるように設計されています。48V ± 5% を入力電源として与えた場合、デモ・ボードは平均 LED 電流 I_F を、350mA ± 5% の範囲に維持します。リップル電流 i_F はピーク・ツー・ピークで 70mA 未満です。デモ・ボードのスイッチング周波数は、入力電圧が 6V から 75V の範囲で、250kHz ± 10% です。

LED アレイの接続

LM3402/02HV デモ・ボードには、LED アレイのカソードとアノード接続用に、メス 6 ピン SIP コネクタ **J1** と 2 つの標準 94mil タレット・コネクタが実装されています。Figure 1 に **J1** のピン配置を示します。被覆をおよそ 1cm 剥いた単線の 18 ゲージまたは 20 ゲージ・ワイヤを使うと、ハンダ付けなしで **J1** に接続が可能です。

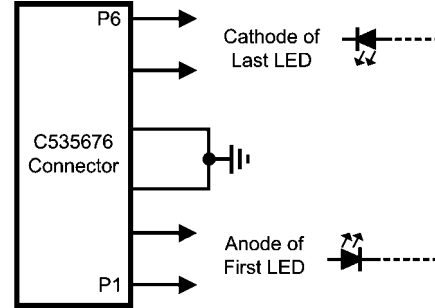


FIGURE 1.

LED 電流の設定

LED アレイに供給するデフォルトの順方向電流 I_{LED} は一般的な 1W LED の場合で 350mA です。この値を設定するには電流設定抵抗 R_{SNS} を次の式に従って変更します。

$$R_{SNS} = \frac{0.2 \times L}{I_F \times L + V_O \times t_{SNS} - \frac{V_{IN} - V_O}{2} \times t_{ON}}$$

$$t_{SNS} = 200 \text{ ns}$$

この抵抗は LED 電流の消費電力を扱えるだけの定格を備えていなければなりません。例えば、LED を 350mA に設定する誤差 5% の近傍値の抵抗は 0.56 です。定常状態でこの抵抗は $(0.352 \times 0.56) = 69\text{mW}$ を消費するため、1/8W 定格が必要です。

PWM 調光

デモ・ボード上の **DIM1** 端子は、LED アレイの輝度を変えるパルス幅変調信号の入力用です。LM3402/02HV を完全にイネーブルまたはディスエーブルするには、PWM ロジック信号の Low レベルは 0.8V 以下、High レベルは 2.2V 以上でなければなりません。PWM の最高周波数、最小 PWM デューティ・サイクル、最大デューティ・サイクルを Figure 2 に示します。PWM 周波数は LM3402/02HV のスイッチング周波数よりも少なくとも一桁以上低くなければなりません。時間 t_D は DIM ピンに High レベルを与えてから電流が出力されるまでの遅延時間を表します。 t_{SU} と t_{SD} は、出力電流が安定状態に上昇するまでに必要な時間と、ゼロにまで下がる時間をそれぞれ表します。標準的な LM3402/LM3402HV デモ・ボード回路の応答時間の代表値を「代表的な性能特性」に記載しています。

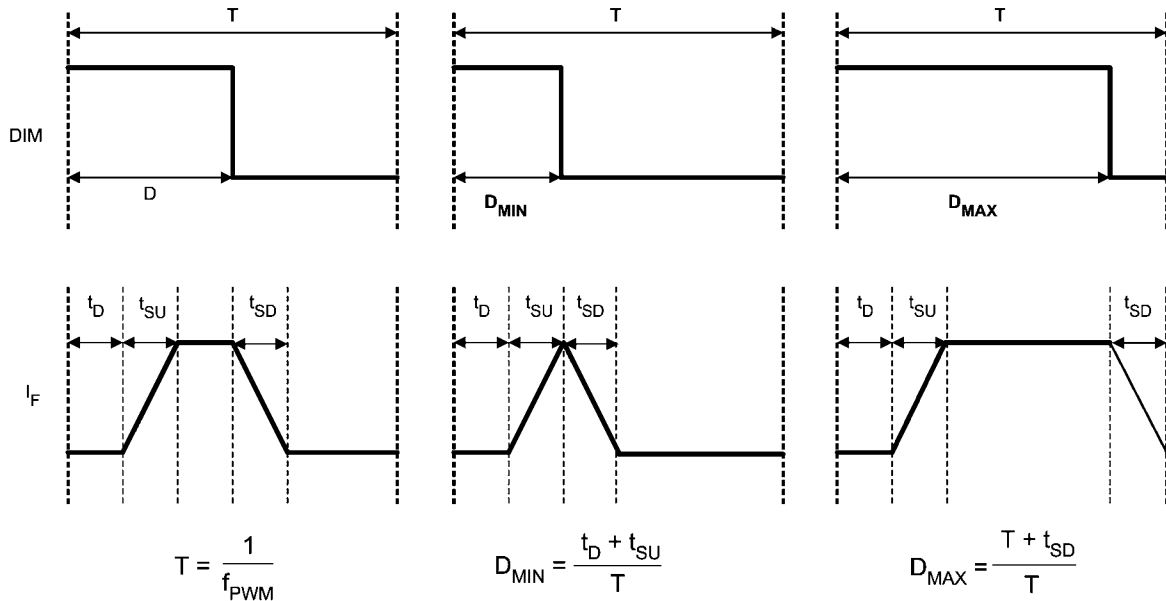


FIGURE 2. PWM Dimming Limits

DIM1 は直接制御となるため、**DIM1** に High を与えると LM3402/02HV はレギュレート電流を出力し、**DIM1** に Low を与えると電流出力はディスエーブルされます。**DIM1** を常に Low にしておくとも出力はディスエーブルされたままとなり、開放のまま使用すると LM3402/02HV はイネーブルの状態になります。**DIM1** はパワー-NFET のみをディスエーブルし、コンバータの応答時間に影響を与えないように他の回路ブロックには作用しません。

DIM2 端子は、外付けにした NFET **Q1** のゲートに接続して、PWM 輝度変調を行なうための端子です。**Q1** は標準部品としては実装されていませんので、**DIM2** 機能を用いるときには追加が必要です。**Q1** は LED 電流にパラレル・パスを与えます。外付け NFET は LM3402/02HV の内蔵 NFET よりも高速にターンオン / ターンオフするため、高い周波数に対して高速な応答を実現するとともに、PWM 変調信号に対して高い分解能が得られます。ただし、LED がオフのときも **Q1** には 100% の電流が流れるため、回路全体の効率は低下します。

DIM2 のロジックは反転入力のため、**DIM2** に Low を与えたときに LM3402/02HV はレギュレート電流を出力し、**DIM2** に High を与えたときに出力はディスエーブルされます。**DIM2** を High レベルに固定すると LED はオフになります。LM3402/02HV はディスエーブルにはなりません。

低消費電力シャットダウン

OFF* 端子をグラウンドに接続すると、LM3402/02HV は低消費電力シャットダウン (代表値で 90 μ A) に移行します。通常動作をさせるには、この端子は開放のまま使用してください。

出力開回路

DIM1 端子を開放のまま、あるいは High に接続すると、入力電圧が 6V 以上に達するとすぐに LM3402/02HV は動作を開始します。電源が与えられていながら LED アレイが接続されていないと、出力電圧は入力電圧と等しい電圧に上昇します。回路の出力定格は 50V (LM3402) または 100V (LM3402HV) ですので問題は生じませんが、出力電圧が LED アレイの定常状態での順方向電圧よりも高くなっている状態のまま LED アレイを接続しないように注意してください。対策として、ツェナー・ダイオードとツェナー電流制限抵抗を **Z1** と **Rz** に実装する方法もあります。出力が予想せずにオープンとなった場合、**Z1** は逆バイアスとなり、CS ピン電圧を出力電圧に引き上げます。内蔵コンパレータは CS ピン電圧をモニタしているため、この場合、内蔵 NFET がディスエーブルされます。結果として過度の電圧が出力されることを防止できるとともに、インダクタ、内部 NFET、入力電源の熱ストレスを緩和する、低消費電力のヒカップ・モード (「ヒカップ」はしゃっくりの意味) に移行します。

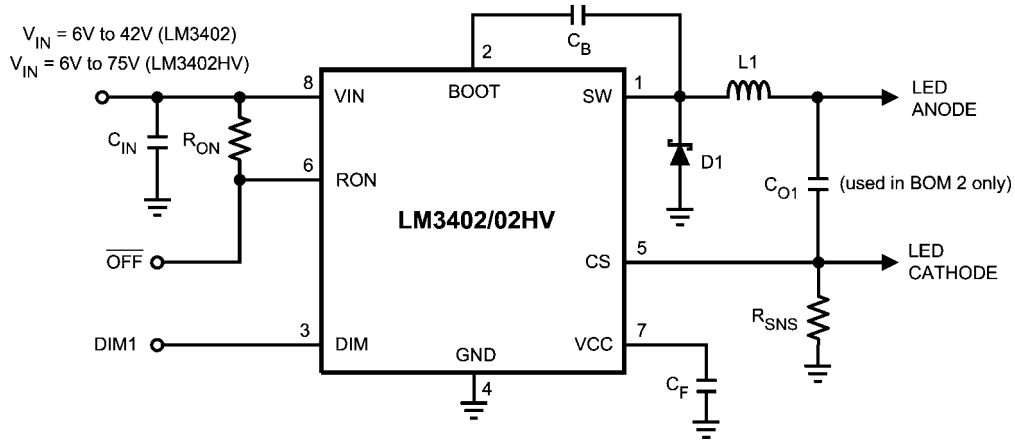


FIGURE 3. Standard Schematic

TABLE 1. BOM 1 (LM3402)

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty	Vendor
U1	LM3402	LED Driver	MSOP-8	42V, 0.5A	1	NSC
L1	SLF10145T-101M1R0	Inductor	10.1 x 10.1 x 4.5mm	100μH, 1A, 0.2Ω	1	TDK
D1	CMSH1-60M	Schottky Diode	SMA	60V, 1A	1	Central Semi
Cf	VJ0805Y104KXXAT	Capacitor	0805	100nF 10%	1	Vishay
Cb	VJ0805Y103KXXAT	Capacitor	0805	10nF 10%	1	Vishay
Cin	C3216X7R1H105M	Capacitor	1206	1μF 50V	1	TDK
Rsns	ERJ6BQFR56V	Resistor	0805	0.56Ω 1%	1	Panasonic
Ron	CRCW08054642F	Resistor	0805	46.4kΩ 1%	1	Vishay
Rz	CRCW08050R00F	Resistor	0805	0Ω	1	Vishay
DIM1, DIM2	160-1512	Terminal Silver	0.062"		2	Cambion
GND1, GND2, GND3, VIN, ISNS / C, Vo / A, SW	160-1026	Terminal Silver	0.094"		7	Cambion
J1	535676-5	Connector	Custom	6 Pins	1	Tyco/AMP

TABLE 2. BOM 2 (LM3402HV)

ID	Part Number	Type	Size	Parameters	Qty	Vendor
U1	LM3402HV	LED Driver	MSOP-8	75V, 0.5A	1	NSC
L1	SLF10145T-151MR79	Inductor	10.1 x 10.1 x 4.5mm	150 μ H, 0.8A, 0.2 Ω	1	TDK
D1	CMSH1-100M	Schottky Diode	SMA	100V, 1A	1	Central Semi
Cf	VJ0805Y104KXXAT	Capacitor	0805	100nF 10%	1	Vishay
Cb	VJ0805Y103KXXAT	Capacitor	0805	10nF 10%	1	Vishay
Cin	C3225X7R2A105M	Capacitor	1210	1 μ F 100V	1	TDK
Co1	C3216X7R1E225M	Capacitor	1206	2.2 μ F 25V	1	TDK
Rsns	ERJ6BQFR68V	Resistor	0805	0.68 Ω 1%	1	Panasonic
Ron	CRCW08051303F	Resistor	0805	130k Ω 1%	1	Vishay
Rz	CRCW08050R00F	Resistor	0805	0 Ω	1	Vishay
DIM1, DIM2	160-1512	Terminal Silver	0.062"		2	Cambion
GND1, GND2, GND3, VIN, ISNS / C, Vo / A, SW	160-1026	Terminal Silver	0.094"		7	Cambion
J1	535676-5	Connector	Custom	6 Pins	1	Tyco/AMP

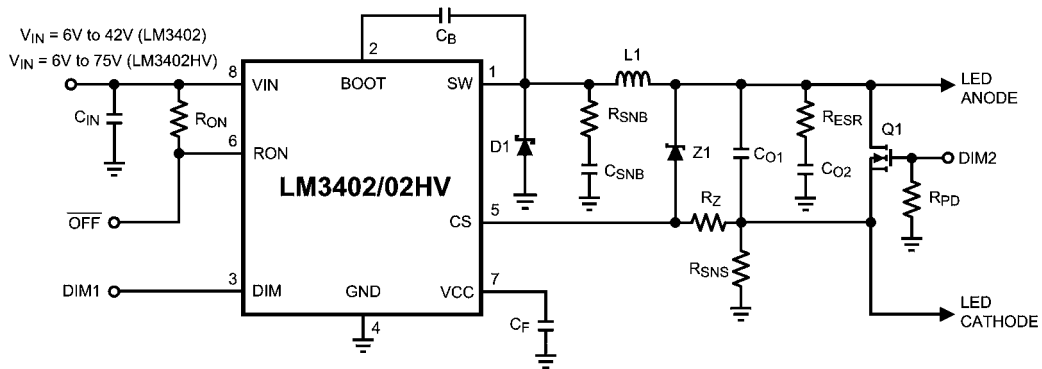
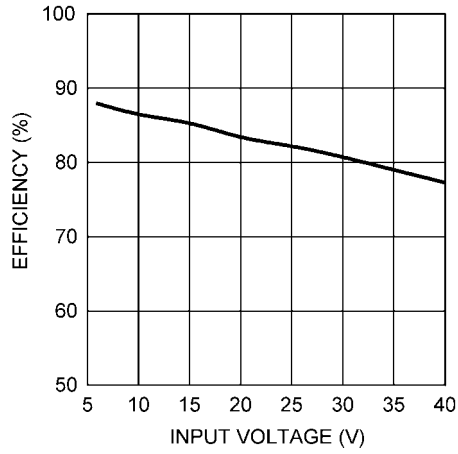


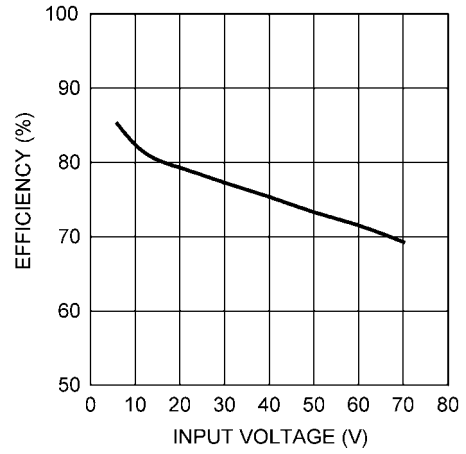
FIGURE 4. Complete Evaluation Board Schematic

代表的な性能特性

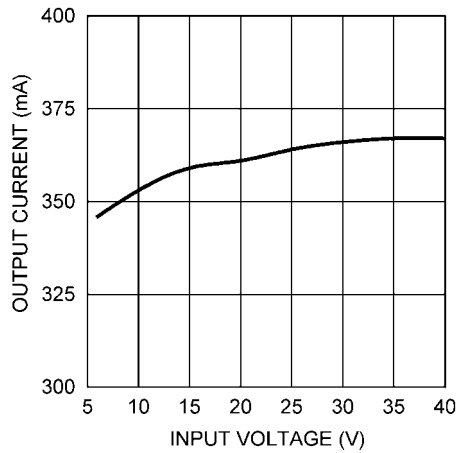
Efficiency for Table 1
 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $I_F = 350\text{ mA}$



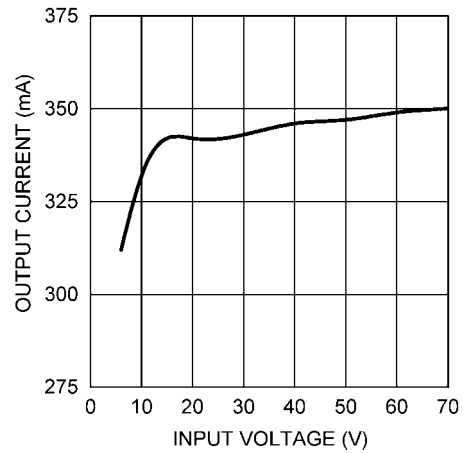
Efficiency for Table 2
 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $I_F = 350\text{ mA}$



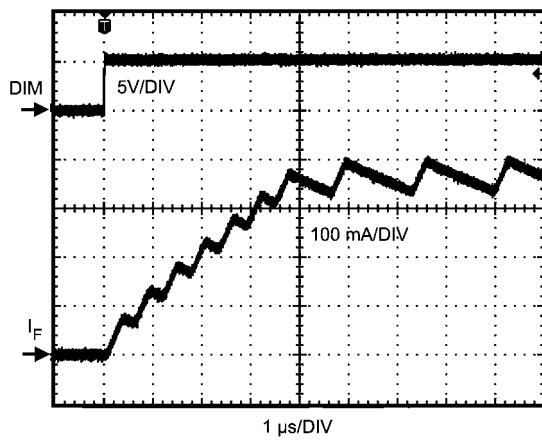
I_F vs V_{IN} for Table 1
 $T_A = 25^\circ\text{C}$



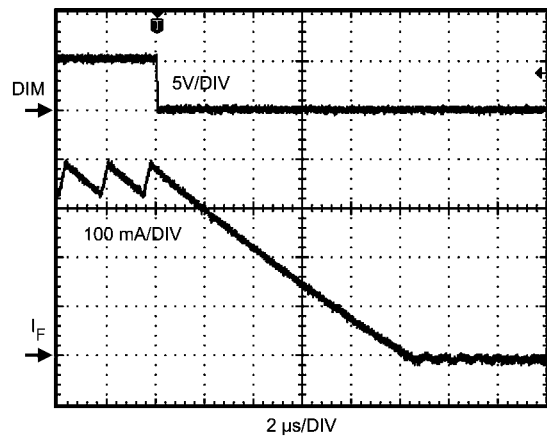
I_F vs V_{IN} for Table 2
 $T_A = 25^\circ\text{C}$



DIM Pin Enable Table 1

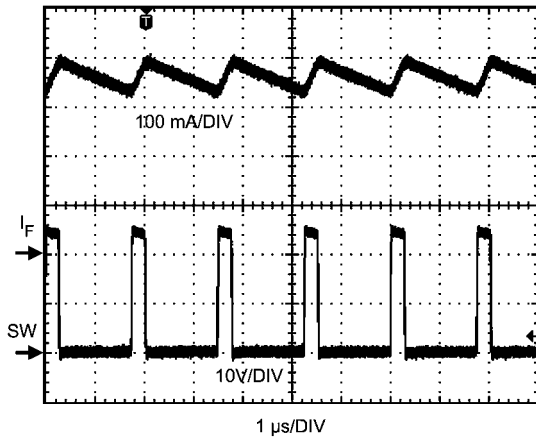


DIM Pin Disable Table 1

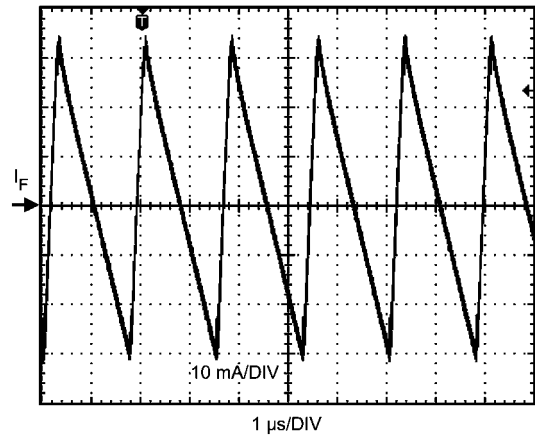


代表的な性能特性(つづき)

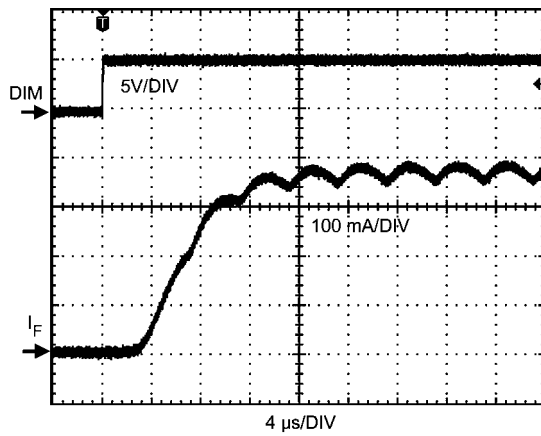
Switching Waveforms for Table 1



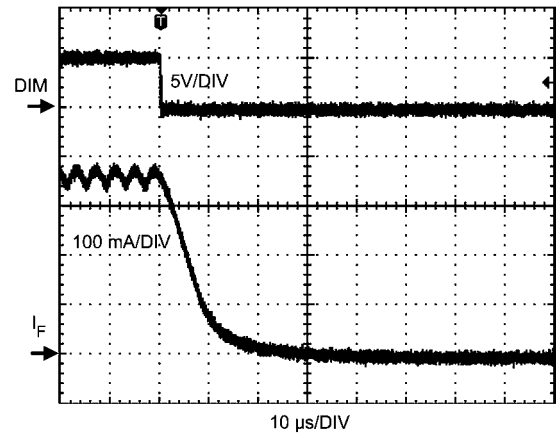
Output Ripple Current Table 1



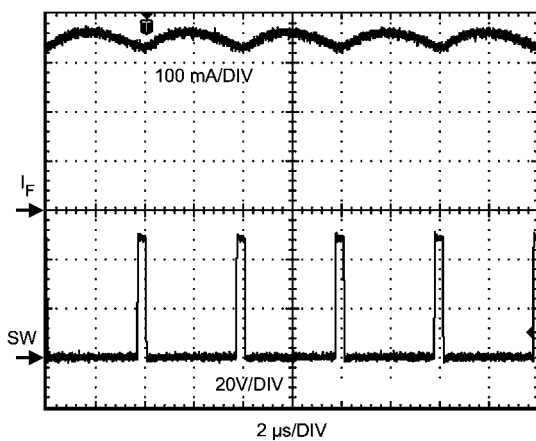
DIM Pin Enable Table 2



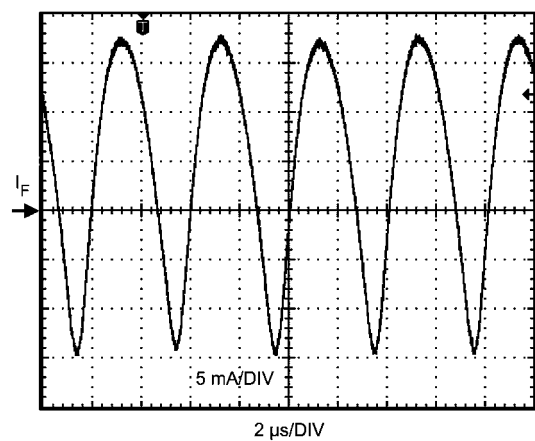
DIM Pin Disable Table 2



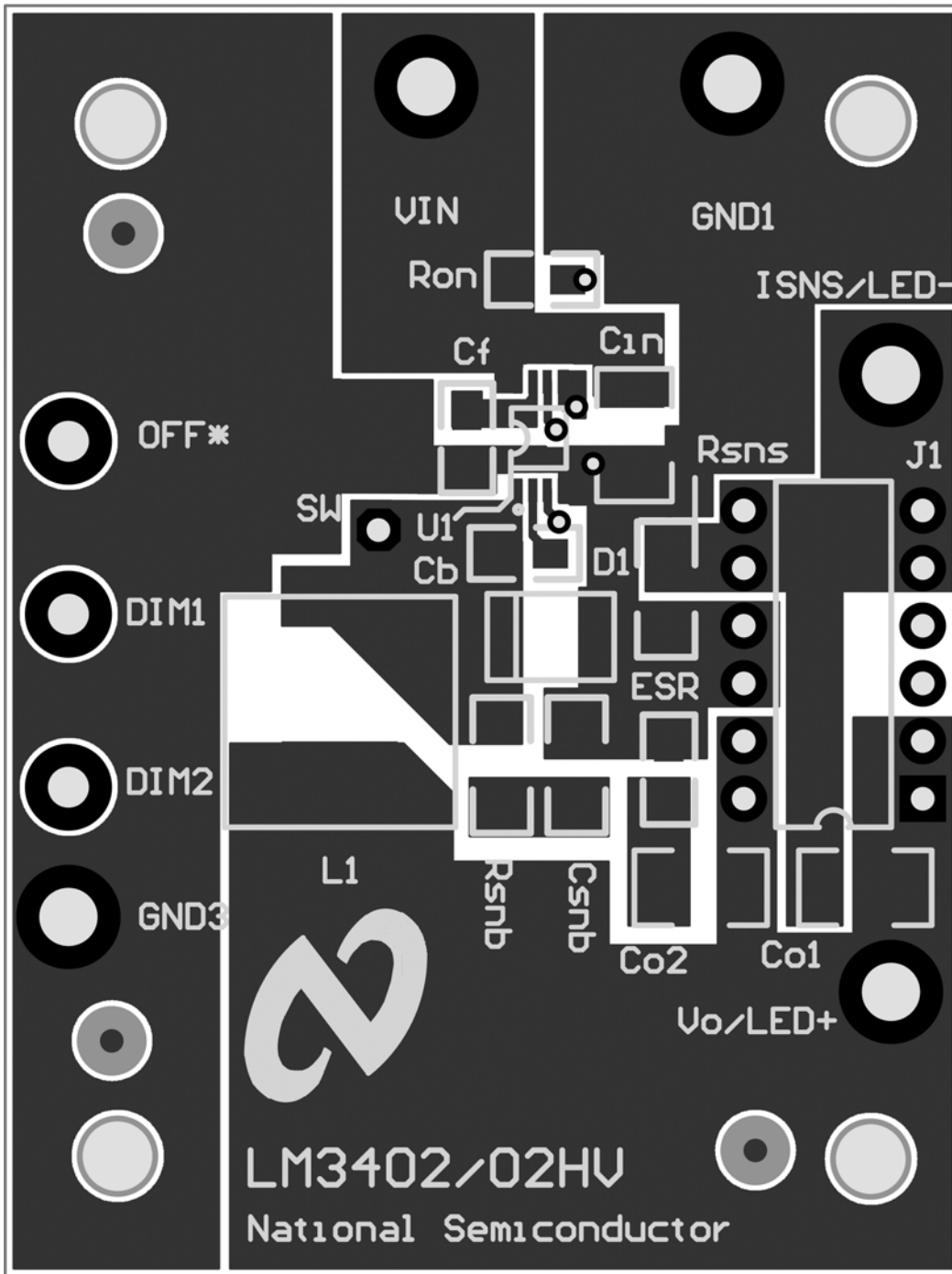
Switching Waveforms for Table 2



Output Ripple Current Table 2

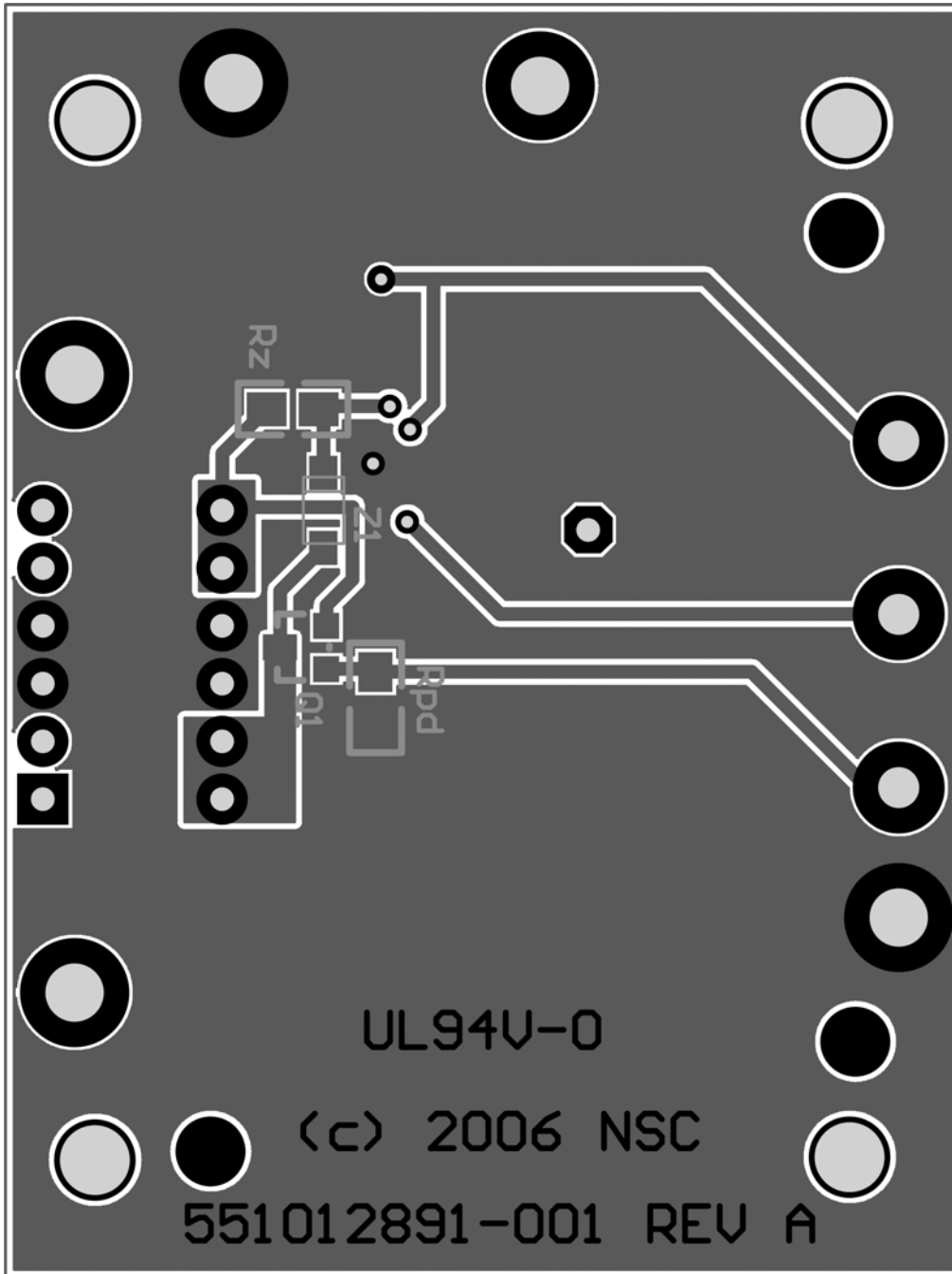


レイアウト



Top Layer and Top Overlay

レイアウト(つづき)



Bottom Layer and Bottom Overlay

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方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、保証もしくは承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