

# LM3431

*Application Note 1764 LM3431 Evaluation Board*



Literature Number: JAJA369

## LM3431 評価ボード

### はじめに

LM3431 は昇圧型スイッチング・レギュレータとマルチチャネルの LED 電流コントローラを複合したデバイスです。LM3431 評価ボードは、8V から 18V を入力電圧として、8 個の直列 LED で構成されたストリングを 4 組並列にそれぞれ 140mA で駆動できるように設計されています。LM3431 の昇圧スイッチャは、効率ができるだけ高くなるように LED のカソード電圧をレギュレートする一方で、LED の順方向電圧に応じて出力電圧を変化させます。なお LM3431 は、LED 短絡保護と開放保護、過電流保護、オーバervoltage / アンダーボルテージ保護、サーマル・シャットダウンといったフォールト保護機能を内蔵しています。シャットダウンを発生させるまでの遅延時間を設定する DLY ピンをモニタするとエラーの発生がわかります。

評価ボード上の DIM ピンを使ってデジタルまたはアナログによる調光制御が可能です。PWM 調光周波数が 1kHz のときコントラストは最高 100 : 1、200Hz のときコントラストは最高 500 : 1 になります。

評価ボードは最高 70 °C の周囲温度でも動作するように設計されています。

評価ボードの回路図を Figure 2 に示します。代表的な波形と性能特性を Figure 3 ~ 8 に示します。

LM3431 はさまざまな LED の組み合わせとさまざまな電流を駆動できますが、最適な性能を得るには LED アレイごとに回路の変更が必要です。ただし、簡単な評価やデモを目的とする場合は、デフォルト設定を基にわずかな修正だけで対応可能です。変更方法は Table 2 ~ 3、および後述のとおりです。

LED 電流は性能を大幅に劣化させないでストリングあたり 100mA まで下げることができます。ストリング数は最大 4 個ですが、3 個あるいは 2 個に減らすことも可能です。直列 LED の個数は 6 個から 9 個です。

デフォルト以外の LED アレイを対象に回路を設計する場合、またはデバイスと設計に関する詳細情報が必要な場合は、LM3431 のデータシートを参照してください。

### 電源投入前の設定

LM3431 評価ボードに電源を投入する前に、いくつかの選択肢を決定してください。

最初に、デフォルトで設定されている LED 電流 140mA が、使用する LED の駆動に適切かどうかを判断します。異なる電流値で駆動したい場合は Table 2 を参考にしてください。所望の LED 電流値がリストアップされていない場合は LM3431 データシートを参照してください。電流値によっては、より大幅な回路変更が必要となる場合があります。

National Semiconductor  
Application Note 1764  
Allan Fisher  
2008 年 1 月



LM3431 評価ボードはデフォルトではチャンネル 1 から 4 がイネーブルの状態に設定されています。4 チャンネルすべてを使用しない場合は、ディスエーブルにすべきチャンネルのセンス抵抗 (R10 から R13) または NPN トランジスタ (Q2 から Q5) を最初に取り外してください。次に、Table 3 を参考に必要な変更を加えてください。Table 3 にはストリングあたりの LED 個数が少ない場合の変更方法もまとめてあります。

最後に、使用する調光信号の種類を選択します。デフォルトではデジタル調光制御モードを有効にする RMODE が実装されています。このモードを使う場合はデジタル PWM 信号を DIM ピンに与えます。調光信号の High レベルは 2.3V 以上でなければなりません。

アナログ電圧調光を有効にするには抵抗 RMODE を外し、アナログ信号を DIM ピンに与えます。アナログ・モードでは DIM ピンに与えた 0.37V から 2.5V の範囲のレベルに応じて調光のデューティ・サイクルが決まります。デフォルトの調光周波数は 1kHz です。この周波数を変更するには LM3431 のデータシートに従って C5 を変更してください。

デジタル調光モードでもアナログ電圧調光モードでも調光周波数範囲は 180Hz から 20kHz です。ただし、デフォルトの回路は 1kHz 以上の調光周波数には対応していません。評価ボードの変更が完了したら LED ストリングを Figure 2 のように接続します。各ストリングの先頭のアノードを VA ピンに接続し、各ストリングの最後のカソードを VC1 から VC4 にそれぞれ接続します。ターミナル・ポストではなく 8 ピンのヘッダに接続してもかまいません。ヘッダのピン配置を Figure 1 に示します。

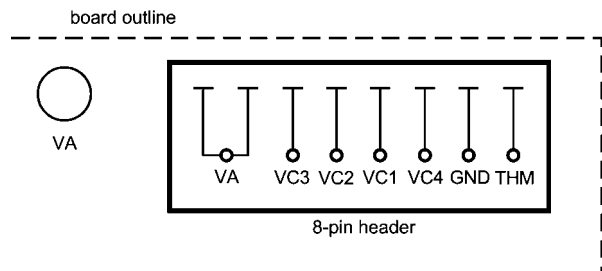
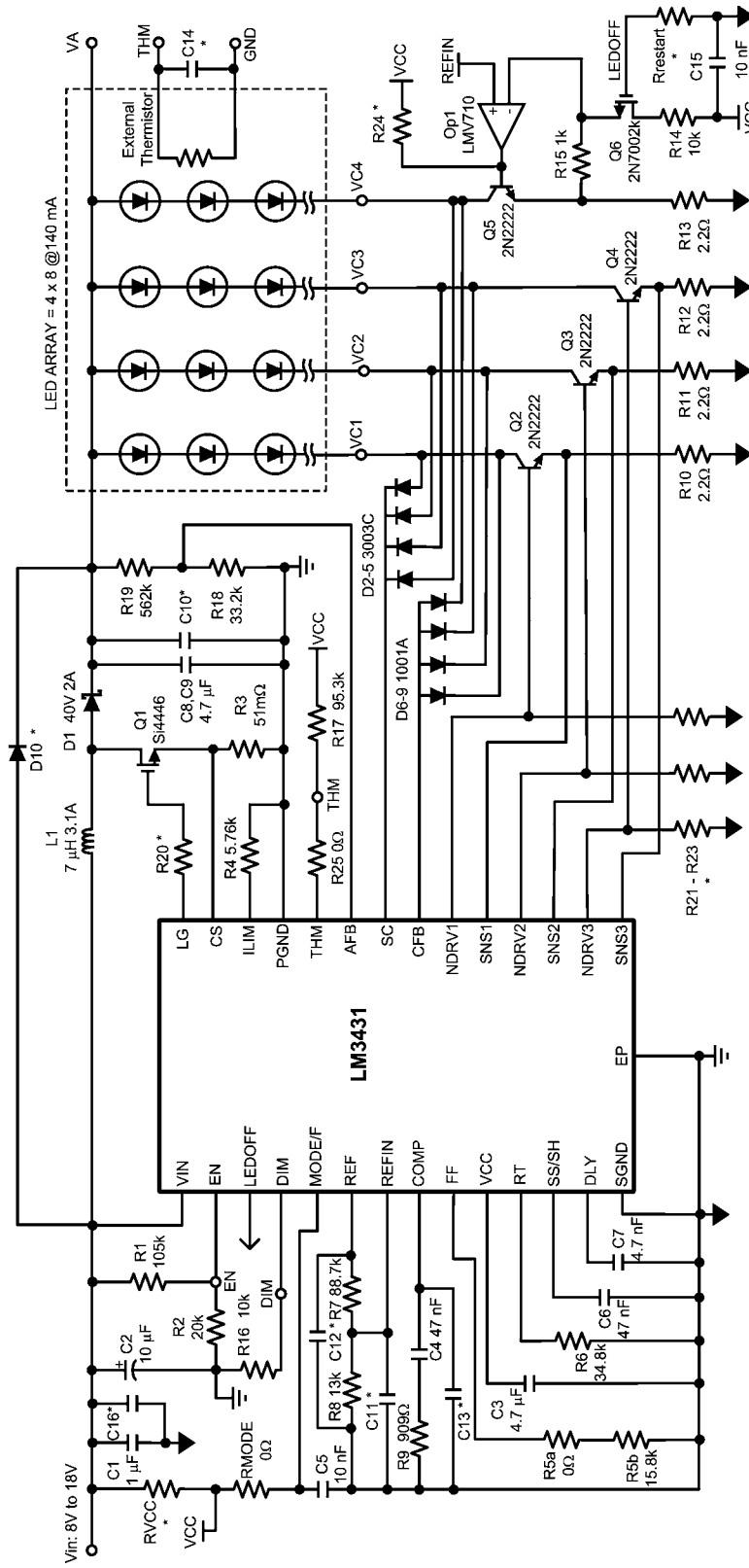


FIGURE 1. LED Connection, Top View Header Pinout

電源は VIN ピンと GND ピンに接続します。

すべての接続と極性を確認したら電源を投入します。入力電圧が代表値で 7.7V を超えると、EN ピンは UVLO スレッシュホールドを上回り、LM3431 がスタートアップします。EN ピンを Low にすると評価ボードはシャットダウンします。

8V to 18V input  
 700 kHz switching, 180 Hz – 1 kHz dimming  
 4 strings of 8 LEDs, 140 mA per string



\* = not installed

FIGURE 2. Complete LM3431 Eval Board Schematic

TABLE 1. Standard Bill of Materials

Ref #	Function	Description	Part Number	Manufacturer
IC1		Boost controller and LED driver	LM3431MHX	National Semiconductor
C1	Cin	1 $\mu$ F 50V B ceramic	GRM32RB11H105KA01	Murata
C2	Cin	10 $\mu$ F 50V electrolytic	UUD1H100MCL	Nichicon
C3	VCC	4.7 $\mu$ F 10V X7R ceramic	C2012X7R1A475M	TDK
C4	Comp	47nF 50V X7R ceramic	GRM21BR71H473KA01L3K	Murata
C5	MODE/F	10nF 10V COG ceramic	GRM2195C1H103JA01D	Murata
C6	SS	47nF 50V X7R ceramic	GRM21BR71H473KA01L3K	Murata
C7	DLY	4.7nF 50V COG ceramic	GRM2165C1H472JA01D	Murata
C8	VA	4.7 $\mu$ F 50V X7R ceramic	GRM32ER71H475KA88L	Murata
C9	VA	4.7 $\mu$ F 50V X7R ceramic	GRM32ER71H475KA88L	Murata
C10	VA	not installed	-	-
C11	REFIN bypass	not installed	-	-
C12	REF bypass	not installed	-	-
C13	Comp2	not installed	-	-
C14	THM	not installed	-	-
C15	OP1	10nF 10V COG ceramic	GRM2195C1H103JA01D	Murata
C16	Cin	not installed	-	-
D1	power diode	2A 40V Schottky diode	SS24	Vishay
D2-D3	SC	600mA dual cathode diode	CMPD3003C	Central Semiconductor
D4-D5	SC	600mA dual cathode diode	CMPD3003C	Central Semiconductor
D6-D7	CFB	250mA dual anode diode	CMPD1001A	Central Semiconductor
D8-D9	CFB	250mA dual anode diode	CMPD1001A	Central Semiconductor
D10	bypass diode	not installed	-	-
L1	power coil	7 $\mu$ H 3.1A inductor	MSS1038-702NL	Coilcraft
Op1	ch.4	rail to rail op amp	LMV710	National Semiconductor
Q1	Power FET	4A 40V N-channel MOSFET	Si4446DY	Vishay
Q2-Q5	regulator	40V 600mA NPN transistor	CXT2222A	Central Semiconductor
Q6	ch.4	60V 200mA N-channel MOSFET	2N7002K	Vishay
R1	EN uvlo set	105k 1%		
R2	EN uvlo set	20k		
R3	I sense	51mohm 0.5W 1%	WSL2010R0510F	Vishay
R4	I limit	5.76k 1%		
R5a	FF	0 $\Omega$		
R5b	FF	15.8k 1%		
R6	RT	34.8k		
R7	REFIN set	88.7k 1%		
R8	REFIN set	13.0k 1%		
R9	Comp	909 $\Omega$ 1%		
R10 - R13	LED sense	2.2 $\Omega$ 1%		
R14	ch.4	10k		
R15	ch.4	1k		
R16	DIM	10k		
R17	THM	95.3k		

Ref #	Function	Description	Part Number	Manufacturer
R18	AFB	33.2k		
R19	AFB	562k		
R20	HG	not installed	-	-
R21 - R23	NDRV	not installed	-	-
R24	ch.4	not installed	-	-
R25	THM hys	0Ω		
Rmode	MODE/F	0Ω		
Rrestart	restart select	not installed	-	-
RVCC		not installed	-	-

## オプション部品

回路図に示した部品のうち、いくつかは未実装でオプションです。これら部品は通常は不要ですが、アプリケーションによっては実装が必要となる場合があります。C10は、出力容量を増やしたいとき、あるいは多くの小型コンデンサを並列で使うときに使用します。C11とC12はリファレンス電圧のノイズ・フィルタです。REF\_INピンにノイズが存在するとLED電流にノイズが現れます。スイッチング・ノイズの大きさ、使用するNPNの種類、さらにはLED電流の許容ノイズ量から、これらコンデンサの実装を判断します。C13は第二補償コンデンサで、ESRの大きな出力コンデンサを使用したときに必要です。詳細はデータシートを参照してください。D10はスタートアップ時にVINからVAの間に電流パスを形成します。インダクタをバイパスすれば、パワーオン時にVAがVIN以上に上昇することを防ぎます。D10が実装されていないと、条件によってはスタートアップ時にOVPフォールトが発生する場合があります。R20はNFET Q1のゲート・ドライブ抵抗です。ゲート・ドライブの立ち上がり / 立ち下がり を緩やかにしてスイッチング・ノイズを抑えたいときに、R20を10Ωを上限として使います。なおR20を実装するには、R20パッド間のトレースを最初に切断してください。R21～R23はNDRVのプルダウン抵抗です。300Ω～1kΩの範囲の抵抗を実装するとLEDの電流ノイズを抑えられます。これらの抵抗はNFET電流レギュレータを駆動したときに最も効果的です。RVCCはVCCとVINとを接続します。5V入力アプリケーションではVCCをプルアップするためにRVCCに4.7kΩを実装してください。そのようなアプリケーションでは、追加入力容量C16も必要となる場合があります。Rrestartは自動リスタート機能を有効にします。自動リスタートは4つのLEDチャンネルすべてを使用する際は有効にできません。3チャンネル以下をドライブする場合、Rrestartに0Ω抵抗を実装すると、フォールト・シャットダウン発生後にLM3431をリスタートする自動リスタート機能が有効になります。RMODEは調光制御を前述のとおり選択します。低電流アプリケーションを対象に、SOT-23サイズのNFETに適したもうひとつのQ1パッドを設けてあります。外付けのNTCサーミスタは、THMパッドとSGNDターミナル・ポストの間か、8ピン・ヘッダの7ピンと8ピンの間のいずれかに接続します。サーミスタはLED温度の監視に使用します。R17の抵抗値が実装されているとき、サーミスタ抵抗が31kΩ以下になるとLM3431はスタンバイに移行します。例えば、サーミスタの抵抗値が25Ωで680kΩ、温度係数が4125の場合、シャットダウン温度は110℃です。R25はTHM機能のヒステリシス抵抗です。デフォルト値は0Ωで、リスタート・ヒステリシスは10Ωです。R25を実装するとTHMヒステリシスはデータシートの説明に従って大きくなります。C14は外部サーミスタ電圧のノイズ・フィルタとして実装します。

## LED スtringのオプション

デフォルト以外のLEDアレイを駆動するときに必要な部品の変更をTable 2～3に示します。これらは140mAでのLED Vfの代表値が3.2Vと仮定したときの値です。表は変更作業を単純化するためにまとめたものであって、最適な性能を与えることを目的とはしていません。そのためいずれの変更もデフォルトLEDアレイの場合に比べて最大コントラスト比が下がります。最高性能を得るにはすべての部品値を検討してください。表に記載のR5は、回路図に記載されているR5aとR5bの合計値です。最高性能を得るには、具体的なアプリケーションの入力電圧、調光周波数、LED電流を基にR5の値を調整してください。

TABLE 2. LED Current Settings (nc = no change)

LED current	R7	R8	R5
160mA	78.7k	13k	nc
130mA	100k	13k	17.4k
115mA	115k	13k	18.7k
100mA	93.1k	9.09k	20k

TABLE 3. LED Array Options at 140mA Setting (nc = no change)

2 Strings				
# of LEDs	R19	R3	R5	R6
6	432k	80m	24.9k	43.2k
7	499k	90m	28.7k	26.7k
8	nc	70m	30.1k	23.2k
3 Strings				
6	432k	nc	28k	43.2k
7	499k	nc	24.3k	nc
8	nc	nc	20k	nc
9	634k	nc	19.1k	30.1k
4 Strings				
6	432k	nc	19.1k	43.2k
7	499k	nc	16.9k	nc
9	634k	40m	14.3k	nc

評価ボードの代表的性能

特記のない限り次の条件が適用されます。Vin = 12V、Ta = 25℃、LED アレイ = 8 個の LED で構成されたストリングあたり 140mA のストリングを 4 組並列で接続。LED 部品番号：日亜化学工業 NFSW036BT。

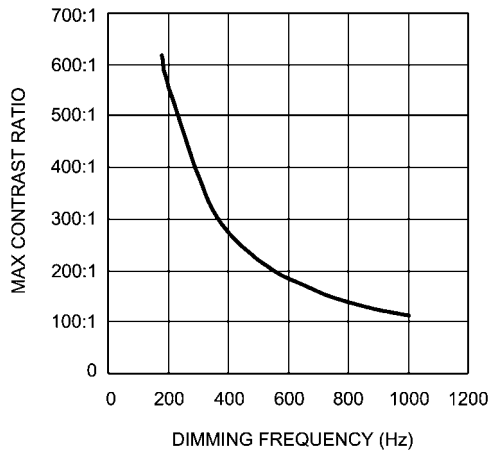


FIGURE 3. Maximum Contrast Ratio vs. Dimming Frequency

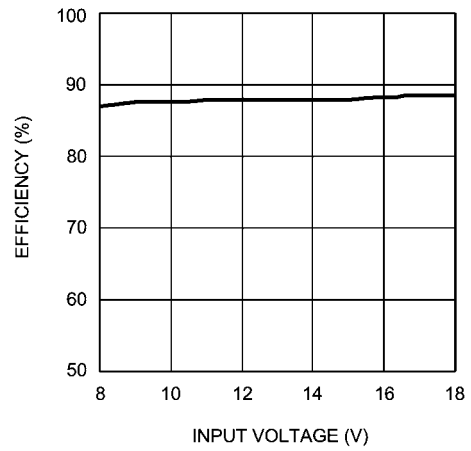


FIGURE 6. Efficiency vs. Input Voltage

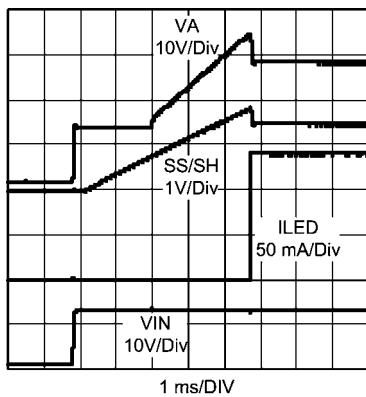


FIGURE 4. Power-On Startup Waveforms

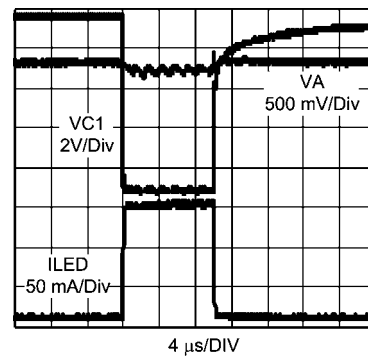


FIGURE 7. Typical Dimming Waveforms (1kHz at 1% duty)

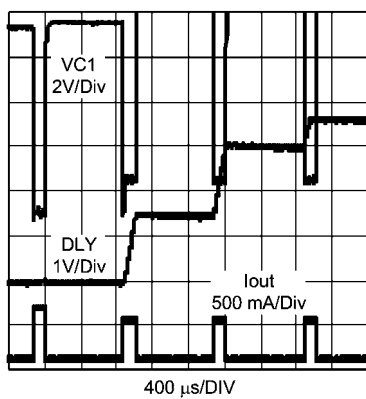


FIGURE 5. Fault Delay Waveforms (one LED open)

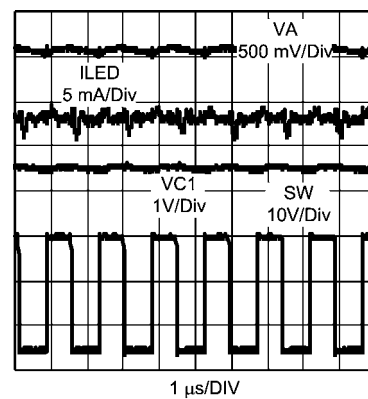


FIGURE 8. Boost Switching Waveforms

PCB レイアウト

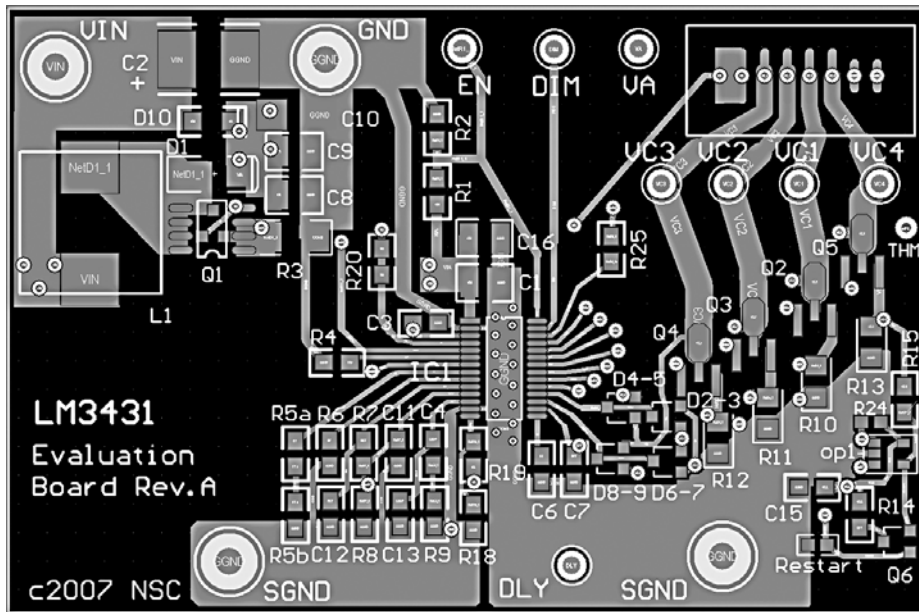


FIGURE 9. Top Side PCB Layout

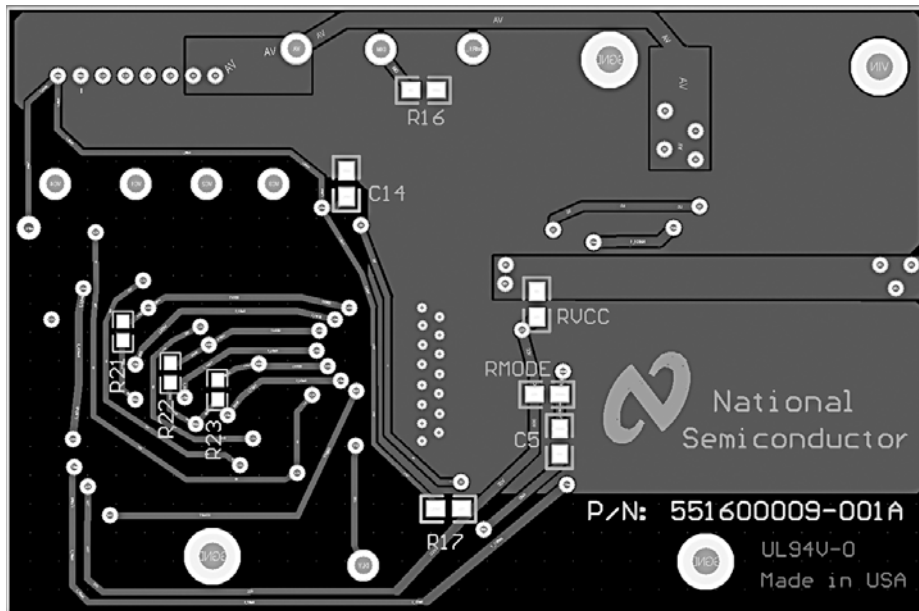


FIGURE 10. Bottom Side PCB Layout

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](http://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/](http://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おりません。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、それを超過し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もありません。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もありません。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