

LM27952

LM27952 White LED Adaptive 1.5X/1X Switched Capacitor Current Driver



Literature Number: JAJSD8

LM27952

1.5倍/1倍スイッチト・キャパシタ型 白色 LED 電流ドライバ

概要

LM27952 はスイッチト・キャパシタを採用した白色 LED ドライバで、4 個までの LED をそれぞれ 30mA で駆動することができます。正確にレギュレートされた 4 系統の電流シンクによって LED 電流と輝度の優れたマッチングを実現しました。LED 駆動電流は外付けセンス抵抗によって設定可能です。LM27952 は入力電圧範囲 3.0V から 5.5V で動作し、必要な外付け部品は低コストのセラミック・コンデンサ 4 個のみです。

LM27952 はゲイン 1.5 またはゲイン 1 のチャージポンプ動作によって優れた効率を達成し、インダクタは必要ありません。LED 順方向電圧に応じてゲインを自動的に適切に選択するため、入力電圧範囲すべてにわたって高い効率が得られます。

LM27952 は固定周波数のプリレギュレーションを使用して入力に重畳する伝導ノイズを抑えています。スイッチング周波数は小型アプリケーションに最適な 750 kHz です。LM27952 のシャットダウン時の消費電流は 1μA 未満です。

LM27952 は、No-Pullback 14 ピンのリードレス・リードフレーム・パッケージ LLP-14 で供給されます。

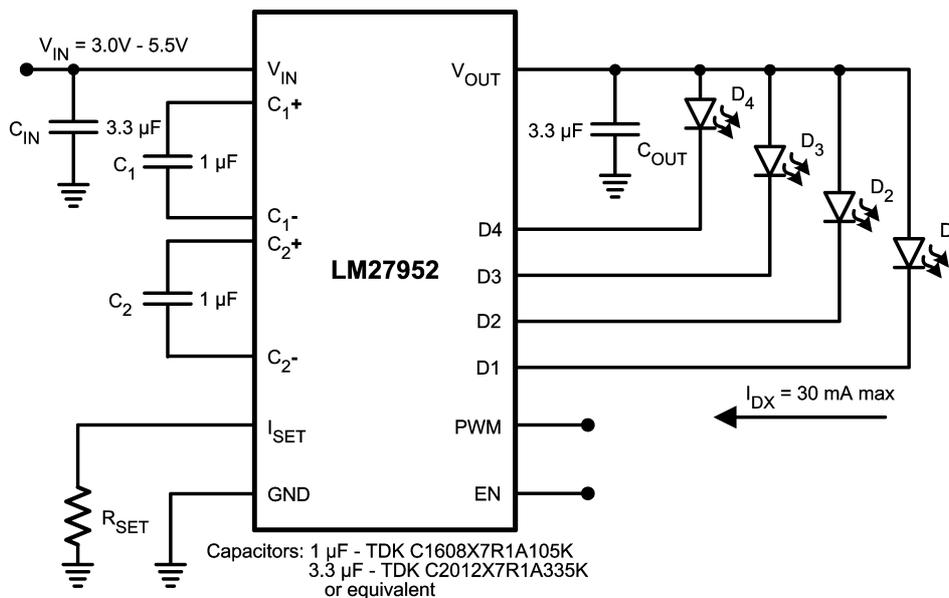
特長

- 4 個の LED をそれぞれ最高 30mA で駆動
- 0.2% (typ) の電流マッチング
- LED の順方向電圧に基づく 1.5 倍と 1 倍のゲイン切り替え
- 85% 以上のピーク効率
- 入力電圧範囲 3.0V から 5.5V
- PWM 輝度制御
- インダクタを必要としない省スペース・ソリューション
- 750 kHz 固定スイッチング周波数
- シャットダウン時電流 1μA 未満
- 14 ピン LLP パッケージ: 4.0 mm × 3.0 mm × 0.8 mm

アプリケーション

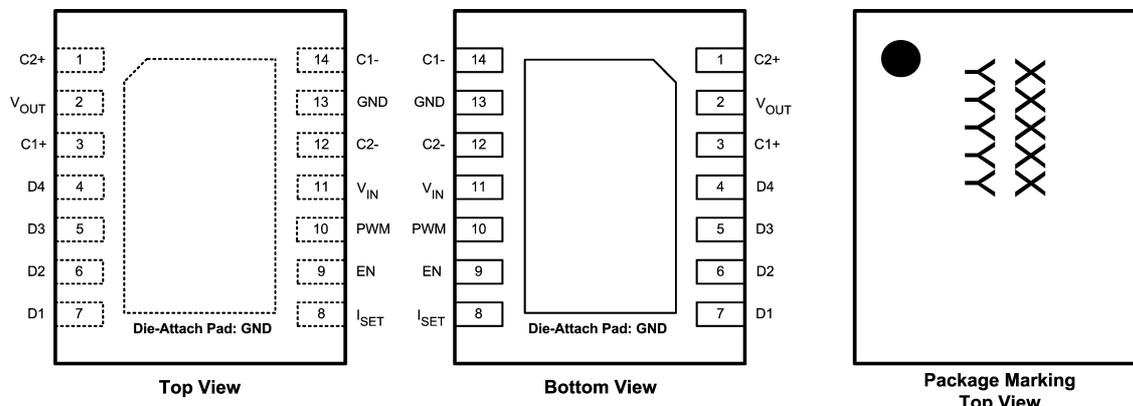
- 白色 LED を用いたディスプレイ用バックライト
- 白色 LED を用いたキーボード用バックライト
- 汎用 LED 照明

代表的なアプリケーション回路



ピン配置図

LM27952
14-pin No-Pullback Leadless Leadframe Package (LLP-14)
4mm x 3mm x 0.8mm
NS Package Number SDA14A



備考: パッケージの実際の物理的なマーキング位置はチップごとに異なります。
 "XXXXX"で記載したパッケージ・マーキングはダイのトレーサビリティ用コードです。
 "YYYYY"はデバイスの識別情報です(部品番号、電圧オプション、ほか)。
 デバイスIDコードについては下の「製品情報」の表を参照してください。

端子説明

端子	名前	説明
1	C2+	フライング・コンデンサ C2 を接続します。
2	V _{OUT}	プリレギュレート・チャージポンプ出力です。
3	C1+	フライング・コンデンサ C1 を接続します。
4	D4	LED のカソードを接続します。
5	D3	LED のカソードを接続します。
6	D2	LED のカソードを接続します。
7	D1	LED のカソードを接続します。
8	I _{SET}	電流設定端子です。このピンと GND の間に接続した抵抗 (R _{SET}) によってすべての LED の LED 電流が決まります。LED 電流 = $200 \times (1.25V \div R_{SET})$ 。
9	EN	イネーブル入力ピンです。ロジック入力、Low = シャットダウン、High = デバイス・イネーブルです。EN ピンとグラウンドの間に 150 k (typ) のプルダウン抵抗が内蔵されています。
10	PWM	電流可変用信号入力ピンです。ロジック入力、Low = オフ、High = オンです。パルス幅変調 (PWM) 信号をこのピンに与えることで、内部チャージポンプと V _{OUT} ノードをターンオフすることなく、レギュレート電流シンクを変調することができます。
11	V _{IN}	電圧範囲 3.0V から 5.5V の入力電圧を印加します。
12	C2-	フライング・コンデンサ C2 を接続します。
13	GND	電源グラウンドに接続します。
14	C1-	フライング・コンデンサ C1 を接続します。

製品情報

Order Number	Package Description	Package Marking	Supplied as Tape and Reel (Units)
LM27952SD	No-Pullback	XXXXX	1000
LM27952SDX	LLP-14	YYYYY = D005B	4500

絶対最大定格 (Note 1、2)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。
関連する電氣的信頼性試験方法の規格を参照ください。

V_{IN}	- 0.3V ~ + 6.0V
EN、PWM	- 0.3V ~ ($V_{IN} + 0.3V$) w/6.0V max
連続消費電力 (Note 3)	内部制限
接合部温度 ($T_{J-MAX-ABS}$)	150
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
リード温度 (ハンダ付け、5 秒)	260
ESD 耐圧 (Note 4) 人体モデル	2kV

動作定格 (Note 2、7)

電源入力電圧 (V_{IN})	3.0V ~ 5.5V
LED 電圧範囲	2.5V ~ 3.9V
接合部温度範囲 (T_J)	- 40 ~ + 115
周囲温度 (T_A) (Note 5)	- 40 ~ + 85

熱に関する情報

接合部から周囲への熱抵抗、 LLP-14 パッケージ (θ_{JA}) (Note 6)	45 /W
----------------------------------------------------------	-------

電氣的特性 (Note 2、7)

標準文字表記のリミット値は、 $T_A = 25$ で適用され、**太文字表記のリミット値は全動作温度範囲で適用されます** (- 40 ~ + 85)。特記のない限り、仕様は LM27952 の代表的アプリケーション回路 (1 ページ) に適用され、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V(EN) = 1.8V$ 、 $V(PWM) = 1.8V$ 、LED $\times 4$ 個、 $V_{DX} = 0.45V$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 3.3\mu F$ 、 $C_1 = C_2 = 1\mu F$ 、 $R_{SET} = 12.5k$ です。(Note 8)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
I_{DX}	LED Current Regulation	$3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ $R_{SET} = 12.5k\Omega$ $I_{VOUT} = 0mA$	19.32 (-8%)	21	22.68 (+8%)	mA
		$3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ $R_{SET} = 8.32k\Omega$ $I_{VOUT} = 0mA$		31		
		$3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ $R_{SET} = 24.9k\Omega$ $I_{VOUT} = 0mA$		11		
$I_{D-MATCH}$	LED Current Matching (Note 9)	$R_{SET} = 8.32k\Omega$		0.2	1	%
I_Q	Quiescent Supply Current	$D_{(1-4)} = OPEN$ $R_{SET} = OPEN$		1.3	1.7	mA
I_{SD}	Shutdown Supply Current	$3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ $V(EN) = 0V$		0.1	1	μA
V_{SET}	I_{SET} Pin Voltage	$3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$		1.25		V
I_{DX} / I_{SET}	Output Current to Current Set Ratio			200		
V_{HR}	Current Sink Voltage Headroom Requirement (Note 10)	$I_{DX} = 95\% I_{DX} (nom.)$ $R_{SET} = 8.32k\Omega$ ($I_{DX} nom. = 31mA$)		360		mV
		$I_{DX} = 95\% I_{DX} (nom.)$ $R_{SET} = 12.5k\Omega$ ($I_{DX} nom. = 21mA$)		240		
f_{SW}	Switching Frequency		525 (-30%)	750	975 (+30%)	kHz
V_{IH}	Logic Input High	Input Pins: EN, PWM $3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$	1.0		V_{IN}	V
V_{IL}	Logic Input Low	Input Pins: EN, PWM $3.0V \leq V_{IN} \leq 5.5V$	0		0.4	

電気的特性 (Note 2、7) (つづき)

標準文字表記のリミット値は、 $T_A = 25$ で適用され、**太文字表記のリミット値は全動作温度範囲で適用されます** (- 40 ~ + 85)。特記のない限り、仕様は LM27952 の代表的アプリケーション回路 (1 ページ) に適用され、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V(EN) = 1.8V$ 、 $V(PWM) = 1.8V$ 、LED \times 4 個、 $V_{DX} = 0.45V$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 3.3\mu F$ 、 $C_1 = C_2 = 1\mu F$ 、 $R_{SET} = 12.5k$ です。(Note 8)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
I_{IH}	Logic Input High Current	Input Pin: PWM $V(PWM) = 1.8V$		10		nA
		Input Pin: EN $V(EN) = 1.8V$ (Note 11)		12		μA
I_{IL}	Logic Input Low Current	Input Pins: EN, PWM $V(EN, PWM) = 0V$		10		nA
R_{OUT}	Charge Pump Output Resistance (Note 12)			3.3		Ω
V_{GDX}	1x to 3/2x Gain Transition Voltage Threshold on V_{DX}	V_{DX} Falling		450		mV
t_{ON}	Startup Time	$I_{DX} = 90\%$ steady state		330		μs

Note 1: 「絶対最大定格」とは、これを超えるとデバイスに損傷を与える可能性のあるリミット値を示します。「動作定格」とは、動作が保証されている各種条件のことです。「動作定格」は保証性能のリミット値を表しているわけではありません。保証性能のリミット値と関連する試験条件については、「電気的特性」の表を参照してください。

Note 2: 電圧値はすべて、GND 端子の電位を基準とします。

Note 3: サーマル・シャットダウン回路によりデバイスの損傷を防ぎます。 $T_J = 150$ (typ) でサーマル・シャットダウン状態に入り、 $T_J = 140$ (typ) で解除されます。

Note 4: 人体モデルでは、100pF のコンデンサから 1.5K の抵抗を介して各ピンへ放電させます。

Note 5: 消費電力が大きなアプリケーションかパッケージ熱抵抗が高いアプリケーション、またはその両方に該当する場合、最高周囲温度のデレーティングが必要となる場合があります。最高周囲温度 (T_{A-MAX}) は、最高動作接合部温度 ($T_{J-MAX-OP} = 115$)、アプリケーションにおけるデバイスの最大消費電力、およびアプリケーションにおけるデバイス/パッケージの接合部周囲熱抵抗に依存し、 $T_{A-MAX} = T_{J-MAX-OP} - (J_A \times P_{D-MAX})$ として与えられます。

Note 6: 接合部周囲熱抵抗 (J_A) は、JEDEC スタンダード JESD51-7 に示された条件とガイドラインのもとで実施した熱モデリング結果から得ています。試験基板は 4 層の FR-4 基板で、大きさは 102mm \times 76mm \times 1.6mm で、2 \times 1 のサーマルビア配列が設けられています。基板のグラウンド層の大きさは 50mm \times 50mm です。銅箔層の厚みは 36 μm /18 μm /18 μm /36 μm (1.5 オンス/1 オンス/1 オンス/1.5 オンス) です。シミュレーションにおける周囲温度は 22 で無風状態です。消費電力は 1W です。

LM27952 の J_A 値は、PWB 材料、レイアウト、環境条件によって、45 /W から 150 /W (トレースが広くない場合) の範囲をとり得ます。消費電力が大きなアプリケーション (高 V_{IN} 、大 I_{OUT}) では放熱問題には特別な注意が必要です。この件に関する詳細は **アプリケーション・ノート AN-1187 「リードレス・リードフレーム・パッケージ (LLP)」** と、このデータシートの「電力効率」セクションと「消費電力」セクションを参照してください。

Note 7: Min/Max リミット値は、設計、検査、統計的解析により保証されています。代表値は保証されていませんが、もっとも標準的と考えられる値を表しています。

Note 8: C_{IN} 、 C_{OUT} 、 C_1 、 C_2 : 電気的特性の設定では低 ESR の面実装セラミック・コンデンサ (MLCC) を使用しています。

Note 9: LED 電流マッチングは 2 つの式、 $[(I_{MAX} - I_{AVG}) \div I_{AVG}]$ と $[(I_{AVG} - I_{MIN}) \div I_{AVG}]$ を用いて算出しています。 I_{MAX} と I_{MIN} は各 Dx 電流の最大と最小、また I_{AVG} は 4 系統の電流シンク Dx の平均です。2 つの計算結果の大きいほうの値 (ワーストケース) をデバイスのマッチング値とみなしています。記載されている代表的仕様は、すべてのチップのマッチング値のもっとも標準的と考えられる値です。

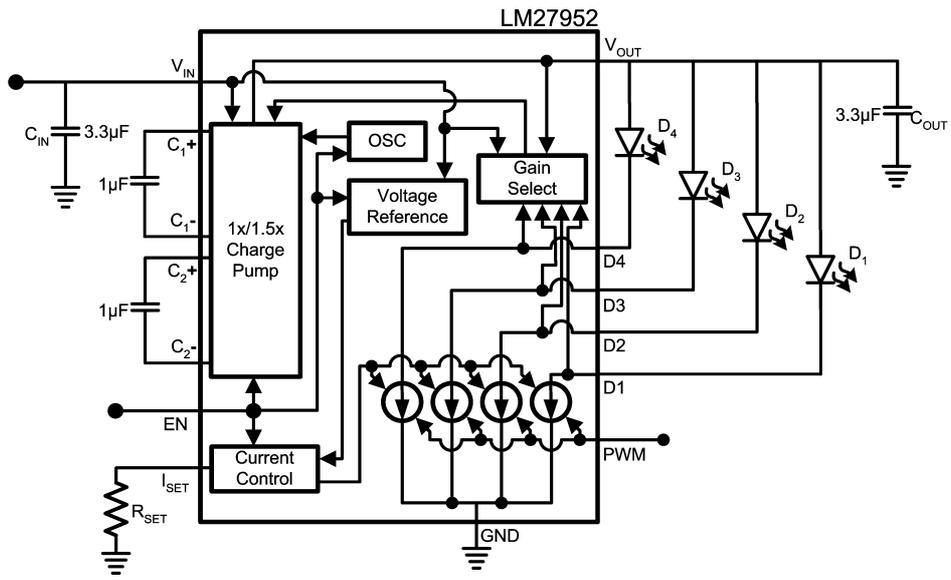
Note 10: ヘッドルーム電圧 = $V_{DX} - GND$ です。ヘッドルーム電圧要件が満たされない場合、LED 電流レギュレーションが低下します。

Note 11: EN ロジック入力 High 電流 (I_{IH}) は、EN ピンと GND ピンの間に存在する 150k (typ) 内蔵プルダウン抵抗によるものです。

Note 12: 開ループ出力抵抗 (R_{OUT}) はチャージポンプ内の全電圧損失をモデルにしています。 R_{OUT} は、電気的特性の表に記載されている仕様を超える場合に、チャージポンプの出力 V_{OUT} 電圧と低 V_{IN} かつ大 I_{OUT} 条件下でのデバイスの最大電流能力の導出に使用します。 $V_{OUT} = (G \times V_{IN}) - (R_{OUT} \times I_{OUT})$ 。この式の中で、 G はチャージポンプのゲイン・モード、 I_{OUT} は全入力電流 (アクティブな Dx 電流シンクすべてと V_{OUT} から引き込まれる電流すべての合計) です。

Note 13: ターンオン時間は、EN 信号が High になったあと、 V_{OUT} の出力電圧が最終値の 90% に達するまでです。

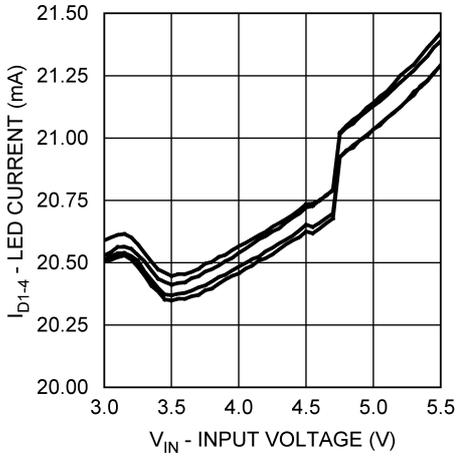
ブロック図



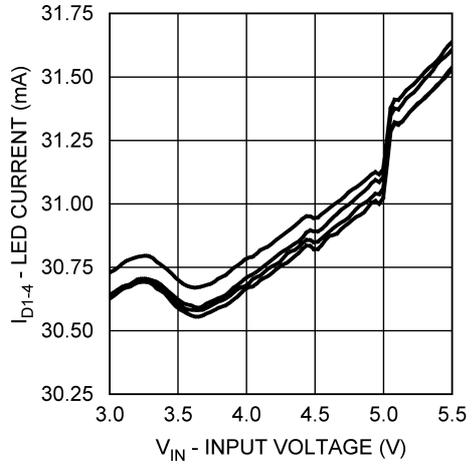
代表的な性能特性

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、4LEDs、 $V_{DX} = 0.45\text{V}$ 、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{EN} = V_{IN}$ 、 $V_{PWM} = V_{IN}$ 、 $C_1 = C_2 = 1\mu\text{F}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 3.3\mu\text{F}$ です。コンデンサは低 ESR 多層セラミック・コンデンサ (MLCC) です。

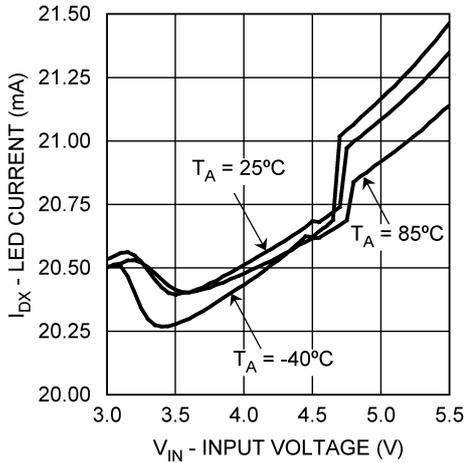
LED Current Regulation vs. Input Voltage



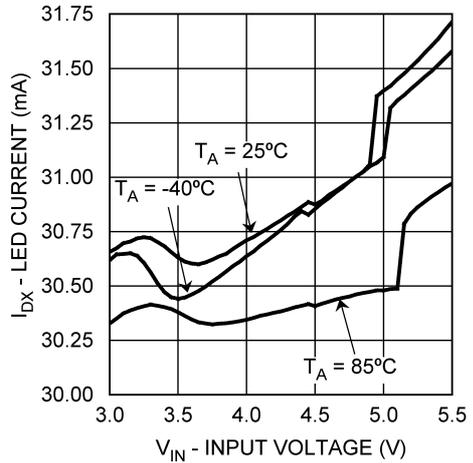
LED Current Regulation vs. Input Voltage



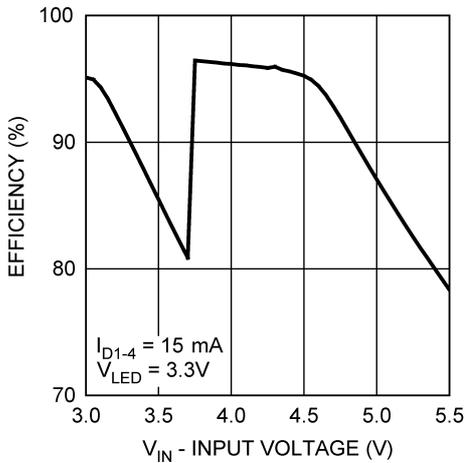
Average LED Current Regulation vs. Input Voltage



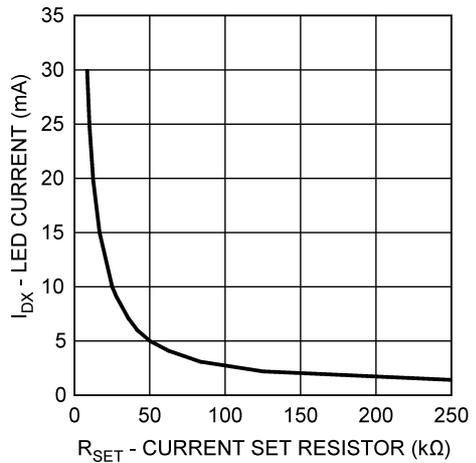
Average LED Current Regulation vs. Input Voltage



Efficiency vs. Input Voltage



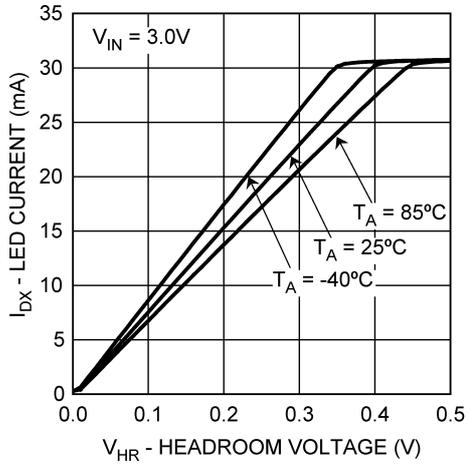
LED Current vs. R_SET



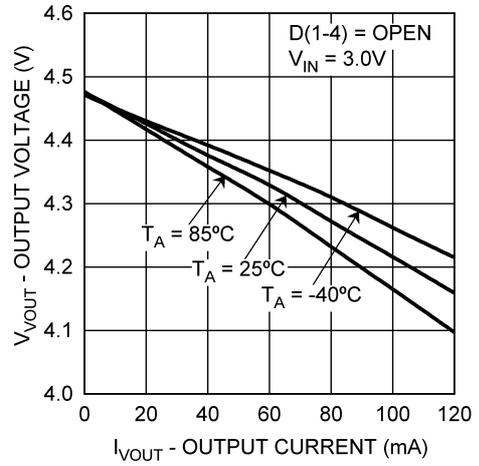
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、4LEDs、 $V_{DX} = 0.45\text{V}$ 、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{EN} = V_{IN}$ 、 $V_{PWM} = V_{IN}$ 、 $C_1 = C_2 = 1\mu\text{F}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 3.3\mu\text{F}$ です。コンデンサは低 ESR 多層セラミック・コンデンサ (MLCC) です。

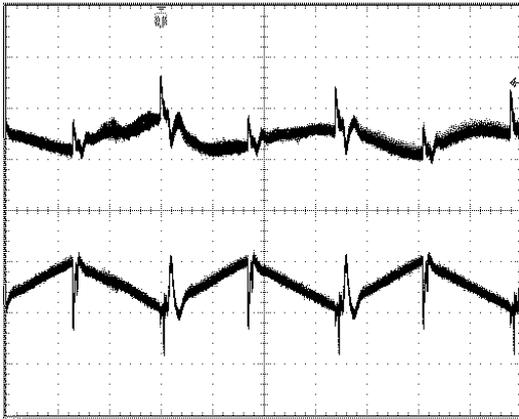
LED Current vs. V_{HR}



Output Voltage vs. Output Current

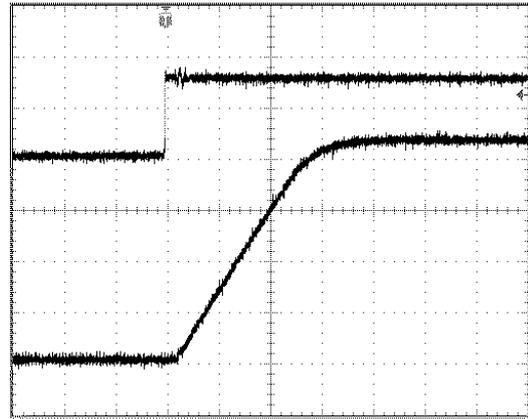


Input and Output Voltage Ripple



$V_{IN} = 3.6\text{V}$, Load = 15mA/LED, 4 LEDs
 CH1 (TOP): V_{IN} ; Scale: 20mV/Div, AC Coupled
 CH2 (BOTTOM): V_{OUT} ; Scale: 20mV/Div, AC Coupled
 Time scale: 400ns/Div

Startup Response



$V_{IN} = 3.6\text{V}$, Load = 20mA/LED, 4 LEDs
 CH1 (TOP): V_{EN} ; Scale: 1V/Div
 CH2 (BOTTOM): V_{OUT} ; Scale: 1V/Div
 Time scale: 100 μs /Div

アプリケーション情報

回路の説明

LM27952 は、小型ディスプレイのバックライトに使用される白色 LED の駆動に最適化された、1.5 倍 / 1 倍 CMOS チャージポンプです。LM27952 は、各 LED で最大 30mA をシンクすることができる 4 本の定電流入力を備えます。電流シンクの良好なマッチングを図っているため各 LED を流れる電流は実質的に等しく、ディスプレイ全体で均一な輝度を実現します。

LED は V_{OUT} によって駆動され、電流は 4 本の電流シンク・ピンに流れます。LED 駆動電流は電流設定ピン I_{SET} に接続した抵抗 R_{SET} で設定します。LED 輝度は専用の PWM 入力ピンにパルス幅変調 (PWM) 信号を与えて調節します。

チャージポンプ

1.5 倍 / 1 倍チャージポンプの入力には V_{IN} が与えられ、レギュレートされたチャージポンプ出力は V_{OUT} ピンから出力されます。LM27952 の推奨入力電圧範囲は 3.0V から 5.5V です。レギュレートを行うチャージポンプは、開ループと閉ループの両方のモードで動作します。デバイスを開ループ・モードで動作させた場合、 V_{OUT} の電圧はゲインに入力電圧を乗じた値になります。デバイスを閉ループ・モードで動作させた場合は、 V_{OUT} の電圧はレギュレートされた 4.5V (typ) になります。チャージポンプのゲインは、LED 順方向電圧と負荷に基づいて、レギュレーションを維持するために自動的に切り替えられます。このような動作によってチャージポンプは、可能な限り広い入力電圧範囲にわたってもっとも効率的なゲイン (1 倍) を保ち、バッテリーの消費電力を抑えます。

ソフトスタート

LM27952 はソフトスタート回路を内蔵し、デバイスをイネーブルにした瞬間の突入電流を制限します。ソフトスタートは内部電圧リファレンスを制御しながらターンオンする回路を用いています。LM27952 のスタートアップ時間は、ソフトスタート機能が存在するため、およそ 330 μ s (typ) です。

イネーブル・ピンと PWM ピン

LM27952 はロジック入力の制御ピンを 2 本備えます。両方のピンともにアクティブ High ロジック (HIGH = ON) です。イネーブル・ピン (EN) とグラウンド間には内蔵プルアップ抵抗 (150k typ) が接続されています。パルス幅変調ピン (PWM) にはプルアップもプルダウンも接続されていません。

EN ピンはデバイス全体をイネーブルにするピンです。このピンの電圧を Low ($< 0.4V$) にするとデバイスはシャットダウン・モードに移行します。シャットダウン・モードではすべての内部回路はオフになり、デバイスはわずかな電源電流しか消費しません ($< 1\mu A$ typ)。EN ピンの電圧を High ($> 1.0V$) にするとデバイスはチャージポンプをアクティブにし、出力電圧を公称値に向けてレギュレートします。

PWM ピンは LED の輝度制御を行うロジック入力の専用ピンです。このピンの電圧を Low ($< 0.4V$) にすると電流シンクはオフになって LED に電流は流れません。このピンの電圧を High ($> 1.0V$) にすると電流シンクはオンになり、 I_{SET} ピンに接続された抵抗によって設定される電流レベルにレギュレートされます。

LED 電流の設定

$D_1 \sim D_4$ に接続された 4 個の LED を流れる電流は、適切な大きさの抵抗 (R_{SET}) を I_{SET} ピンと LM27952 のグラウンドの間に単純に接続するだけで、必要なレベルに設定することができます。LED 電流は I_{SET} ピンを流れる電流に比例し、 I_{SET} 電流の 200 倍の大きさになります。内部アンプの帰還ループによって I_{SET} ピンの電圧は 1.25V (typ) に設定されます。以上の説明をまとめると次の式が得られます。

$$I_{Dx} = 200 \times (V_{SET} / R_{SET})$$

$$R_{SET} = 200 \times (1.25V / I_{Dx})$$

LED 輝度の調整 (PWM 制御)

知覚される LED 輝度を調節するには、肉眼では分からない高速な周期で電流をオン・オフする PWM 制御信号を LM27952 の PWM ロジック入力ピンに与えます。この場合、知覚される全体的な輝度は、PWM 信号のデューティ・サイクル (D = 各 PWM サイクルで LED がオンになるパーセント時間) に比例します。単純な例を説明します。デューティ・サイクル 50% の PWM 信号を与えて LED をそれぞれ 15mA で駆動したときに知覚される LED 輝度は、LED を連続的な 15mA の電流で駆動した場合のおよそ半分になります。

PWM 信号の最低推奨周波数は 100Hz です。これは先低い周波数を与えるときとちがって感じられることがあります。PWM 信号の最高推奨周波数は 1kHz です。これは先高い周波数を与えると、内部電流ドライバ回路に干渉を引き起こしたり、可聴ノイズを発生させる原因になります。レギュレーション制御ループが存在しますので、最小オン時間が 30 μ s より短くならないように、PWM ピンに与える最高周波数と最小デューティ・サイクルを選択しなければなりません。PWM 信号を PWM ピンではなく EN ピンに与える場合は、LM27952 のスタートアップ時間 (330 μ s typ) と制御ループ遅延 (30 μ s) の両方が収まるように、最高周波数と最小デューティ・サイクルを選択しなければなりません。

好ましい輝度調整方法は、EN 電圧を連続的にオンを維持したまま PWM 信号を専用の PWM 入力ピンに与えるやり方です。このような制御方法の利点は、信号を逆に制御した場合から理解されます。すなわち、PWM 信号をマスター・イネーブルピン (EN) に接続するとチャージポンプがオンとオフを繰り返します。チャージポンプがオンになることに、内部容量と外部容量の両方を再充電するため突入電流が発生します。突入電流によってデバイスの入力には電流スパイクと電圧低下が発生します。PWM 信号を PWM ロジック入力ピンに与えれば、チャージポンプは連続的に動作を維持しますので、入力ノイズが大幅に増えることはありません。

PWM 信号を EN ピンに接続しなければならない場合は、チャージポンプのターンオン遷移応答を抑える手段が必要です。入力コンデンサの容量を大きくする、抵抗がフェライト・ビーズまたはその両方を直列に挿入する、などの方法が考えられます。発生する電流スパイクと電圧低下が許容できるのであれば、PWM 信号を EN ピンに接続したほうが消費電流は下がります。EN ピンに対する PWM 信号が Low のときは、LM27952 がシャットダウンされ、入力電流はわずか数 μA になります。EN ピンをイネーブルに固定する方法より先この制御方法のほうが、時間平均で見た入力電流が小さくなります。

最大シンク電流、最高 LED 電圧、最低入力電圧

LM27952 は、LED の順方向電圧が 3.5V 以下 (室温) であれば、入力電圧 3.0V にて 4 個の LED をそれぞれ 30mA で駆動することができます。

LM27952 の LED 駆動能力を簡潔に表したこの一文には、LED 駆動回路の設計検証に必要な重要なアプリケーション・パラメータとして、LED 電流 (I_{LED})、アクティブな LED の個数 (N)、LED 順方向電圧 (V_{LED})、および最低入力電圧 (V_{IN-MIN}) がすべて含まれています。

次の式は LM27952 の全シンク電流能力の導出に使用します。

$$I_{LED_MAX} = ((1.5 \times V_{IN}) - V_{LED}) / ((N \times R_{OUT}) + k_{HR}) \quad (\text{式 1})$$

$$I_{LED_MAX} = ((1.5 \times V_{IN}) - V_{LED}) / ((N \times 3.3) + 12mV/mA)$$

アプリケーション情報 (つづき)

R_{OUT} - 出力抵抗。チャージポンプ出力 V_{OUT} 端で電圧低下を引き起こすチャージポンプの内部損失をモデル化したパラメータです。電圧低下の大きさはチャージポンプの全出力電流に比例するため、損失パラメータは抵抗としてモデル化されます。LM27952 の出力抵抗は代表値で 3.3 Ω です ($V_{IN} = 3.0V$, $T_A = 25^\circ C$)。式で表すと

$$V_{OUT} = 1.5 \times V_{IN} - N \times I_{LED} \times R_{OUT} \quad (\text{式 2})$$

k_{HR} - ヘッドルーム定数。適切なレギュレーションに必要な電流シンク両端の最低電圧をモデル化したパラメータです。最低電圧は設定した LED 電流に比例し、この定数の単位は mV/mA です。LM27952 の k_{HR} の代表値は 12mV/mA です。式で表すと

$$(V_{OUT} - V_{LED}) > k_{HR} \times I_{LED} \quad (\text{式 3})$$

R_{OUT} の式 (式 2) と k_{HR} の式 (式 3) とを組み合わせ、 I_{LED} について解くと、" $I_{LED-MAX}$ " の式 (式 1) が導かれます。最大 LED 電流は最低入力電圧と LED 順方向電圧に強く依存します。アプリケーションの最低入力電圧を高めるか、順方向電圧が低い LED を選択すれば、出力電流能力の向上が図れます。また、過度の消費電力もアプリケーションの出力電流能力を制限します。

コンデンサの選択

LM27952 を動作させるには、4 個の外付けコンデンサが必要です。小型、低価格、きわめて低い等価直列抵抗 (ESR、20m Ω typ) の特徴を持つ、表面実装型の多層セラミック・コンデンサを推奨します。一般に、タンタル・コンデンサ、OS-CON コンデンサ、アルミ電解コンデンサは、セラミック・コンデンサに比べて ESR が大きいので、LM27952 には適当ではありません。

通常の LM27952 アプリケーションには、X7R または X5R 温度特性を持つセラミック・コンデンサを推奨します。これらコンデンサは、許容誤差が小さい ($\pm 10\%$ 程度)、温度に対する容量変動が小さい (X7R: - 55 ~ 125 $^\circ C$ に対して $\pm 15\%$ 、X5R: - 55 ~ 85 $^\circ C$ に対して $\pm 15\%$)、電圧係数が一般に小さいといった特徴を備えています。

Y5V、Z5U 温度特性のコンデンサは、LM27952 には適当ではありません。この温度特性を持つコンデンサは、一般に、許容誤差が大きい (+ 80%、- 20%)、温度に対する容量変動が大きい (Y5V: - 30 ~ + 85 $^\circ C$ に対して + 22% / - 82%、Z5U: + 10 ~ + 85 $^\circ C$ に対して + 22% / - 56%) などの性質があります。条件によっては、公称 1 μF の Y5V または Z5U コンデンサが、わずか 0.1 μF の容量に変化してしまうときもあります。Y5V と Z5U コンデンサは、そのような好ましくない容量変動を生じるため、LM27952 の最小容量要件を満たさないおそれがあります。

出力コンデンサの定格電圧は、10V 以上必要です。他のすべてのコンデンサはアプリケーションの最高入力電圧以上の電圧定格を備えていなければなりません。

Dx 並列接続による駆動電流の倍増化

1 個または 2 個の LED を大電流で駆動するにはシンク電流入力 $D_1 \sim D_4$ をひとつに接続します。この回路構成では、等しい値の 4 本のシンク電流が並列になって単一の LED を駆動します。各シンク電流入力を通る電流が必要な全 LED 電流の 25% になるように LED 電流を設定します。たとえば、単一 LED に 60mA を流したい場合、それぞれのシンク電流入力を通る電流が 15mA になるように R_{SET} を選択します。同様に、 $D_1 \sim D_4$ 入力を使って 2 個の LED を並列に駆動 ($D_1 \sim D_2$ と $D_3 \sim D_4$) する場合は、必要な LED 電流の 50% がそれぞれのシンク電流入力を通るように R_{SET} を選択します。

なお、シンク電流入力を並列に接続しても LM27952 の内部動作には影響ありません。また前述の「電気的特性」および各リミット値にも変更は生じません。利用可能なダイオード出力電流、最大ダイオード電圧、「電気的特性」の表に記載されているすべての仕様は、標準的な 4 個の LED を使ったアプリケーション回路と同様に、シンク入力並列構成にも適用されます。

電力効率

通常 LED ドライバの効率は、デバイスが引き込む電力 (PIN) と LED で消費される電力の比として扱われます。入力電流は、1.5 倍 / 1 倍チャージポンプがあるため、チャージポンプ・ゲインに出力電流 (全 LED 電流) を乗じた値になります。単純な近似を行う場合は内部回路が消費する電流を無視して、LM27952 の効率は次のように求められます。

$$P_{LED} = N \times V_{LED} \times I_{LED}$$

$$P_{IN} = V_{IN} \times I_{IN}$$

$$P_{IN} = V_{IN} \times (\text{Gain} \times N \times I_{LED} + I_Q)$$

$$E = (P_{LED} \div P_{IN})$$

I_Q を無視することで得られる効率はわずかに高くなりますが、その差は複数の LED をフルパワーで駆動したときにほんのわずかで、ここで定義した効率は、LED 電圧に独立しているという点に着目してください。LED 電圧の違いは回路で消費される電力に影響せず、また通常は、LED の輝度とも関連しません。より詳細な解析を行う場合は、効率を検討するより先、回路で消費される電力 ($V_{IN} \times I_{IN}$) を検討することを推奨します。

熱保護回路

接合部温度が 150 $^\circ C$ (typ) を超えると内部熱保護回路が LM27952 をディスエーブルします。この機能は、過度の消費電力が発生した場合に、ダイ温度の上昇によるデバイスの損傷を防ぎます。接合部温度が 140 $^\circ C$ (typ) より低くなるとデバイスは通常動作に戻ります。接合部温度を規定の動作定格内に収めるために、適切な熱伝導を与えるボード・レイアウトが不可欠です。

消費電力

消費電力 ($P_{DISSIPATION}$) と接合部温度 (T_J) の近似値は次の式から得られます。 P_{IN} は 1.5 倍 / 1 倍チャージポンプで発生する電力、 P_{LED} は LED が消費する電力、 T_A は周囲温度、 θ_{JA} は LLP-14 パッケージの周囲接合部熱抵抗です。 V_{IN} は LM27952 の入力電圧、 V_{LED} は公称 LED 順方向電圧、 I_{LED} は LED の設定電流です。

$$P_{DISSIPATION} = P_{IN} - P_{LED}$$

$$= [\text{Gain} \times V_{IN} \times (4 \times I_{LED})] - (V_{LED} \times 4 \times I_{LED})$$

$$T_J = T_A + (P_{DISSIPATION} \times \theta_{JA})$$

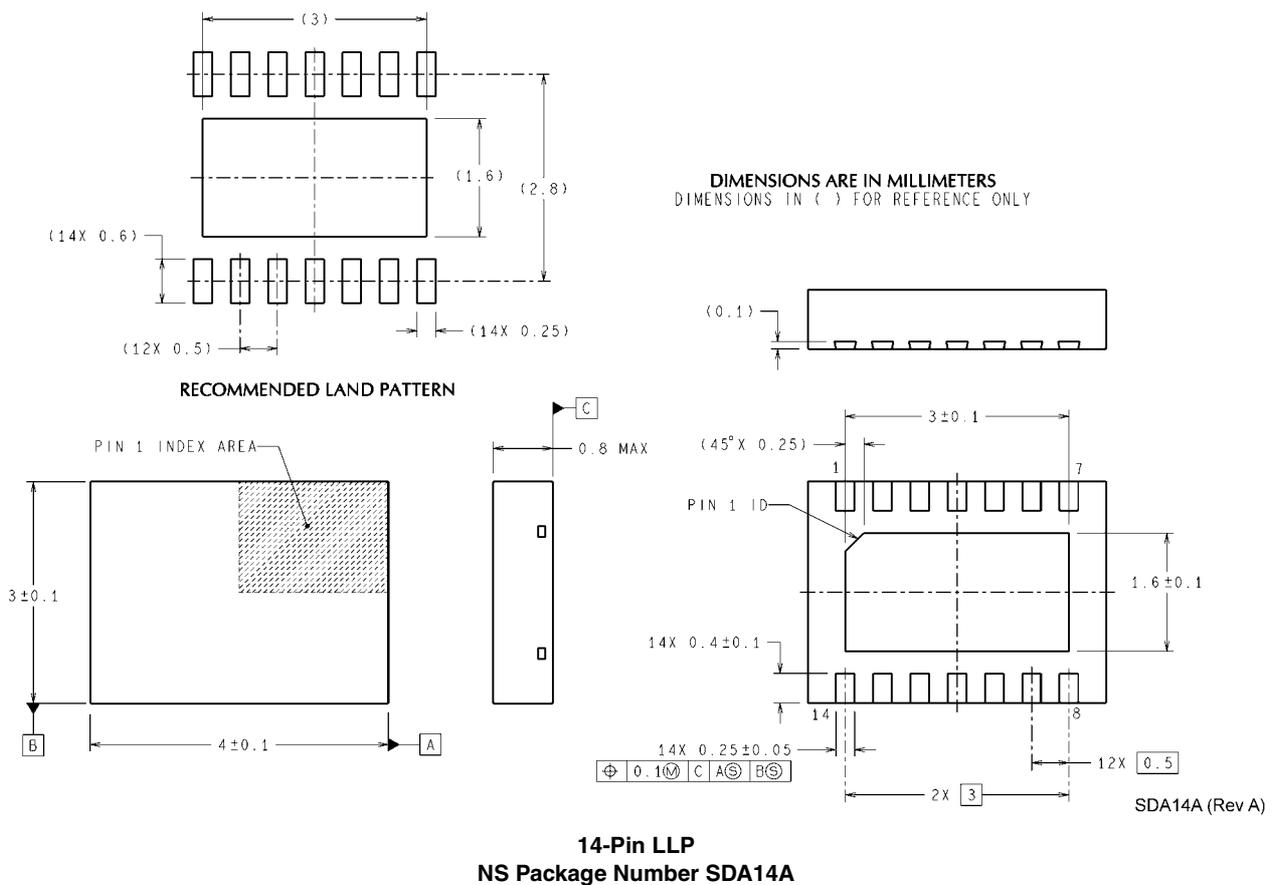
接合部温度定格は周囲温度定格に優先します。LM27952 は、デバイスの接合部温度が最大動作定格 115 $^\circ C$ を超えない限りにおいて、周囲温度定格を逸脱した環境でも動作可能です。消費電力が高い場合か熱抵抗が高く接合部温度が 115 $^\circ C$ を超える場合は、最高周囲温度定格のデレーティングが必要です。

プリント基板レイアウトの考慮事項

LLP はリードフレームを用いたチップ・スケール・パッケージ (CSP) の一種で、きわめて優れた熱特性を備えています。パッケージの中心部には 3.0mm × 1.6mm の露出 DAP (ダイ・アタッチ・パッド) があります。露出パッドは、PCB のサーマル・ランドにハンダ付けした場合に、低い熱抵抗が得られるという利点があります。

ナショナル セミコンダクターは、PCB レイアウト設計の際にパッケージと PCB サーマル・ランドの大きさを 1:1 にすることを強く推奨します。熱伝導性をさらに高めるには、グラウンドに接続したスルーホールを PCB サーマル・ランドに設けてください。LLP パッケージの実装方法の詳細については当社アプリケーション・ノート AN-1187 を参照してください。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



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が使用、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 © 2006 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るとか、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