

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。

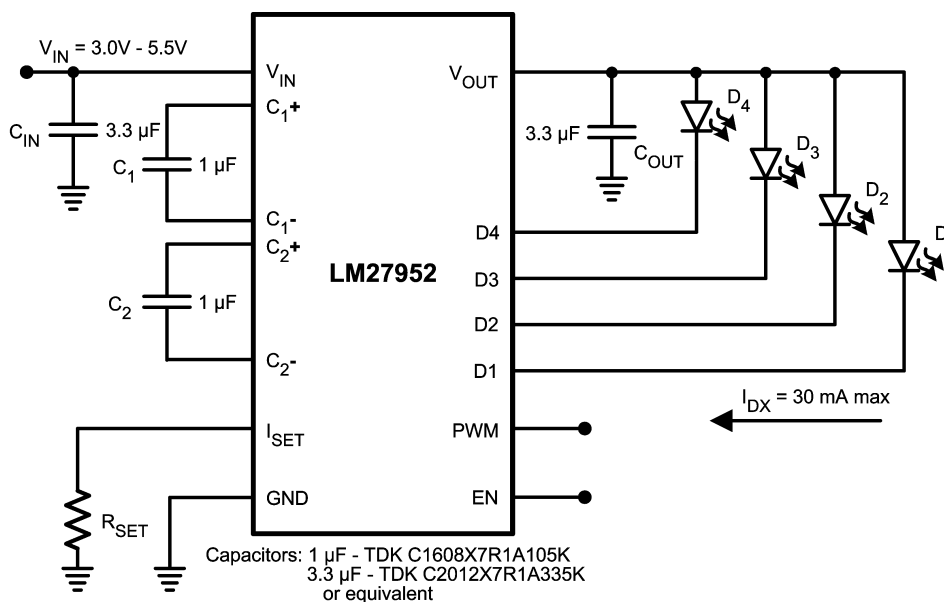
特長

- 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

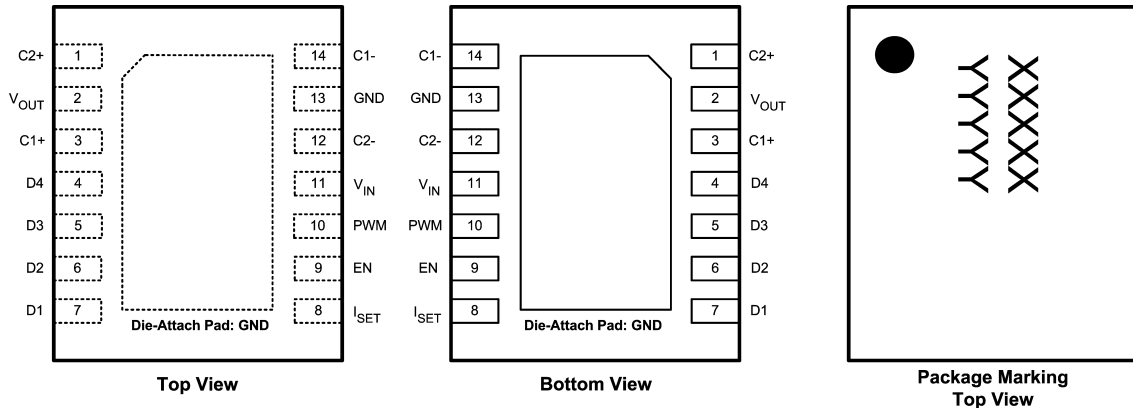
- 白色 LED を用いたディスプレイ用バックライト
- 白色 LED を用いたキーボード用バックライト
- 汎用 LED 照明

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。
 "XXXXXX"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。
 "YYYYYY"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。ロジック入力で、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。ロジック入力で、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 | XXXXXX | 1000 |
| LM27952SDX | LLP-14 | YYYYYY = 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。

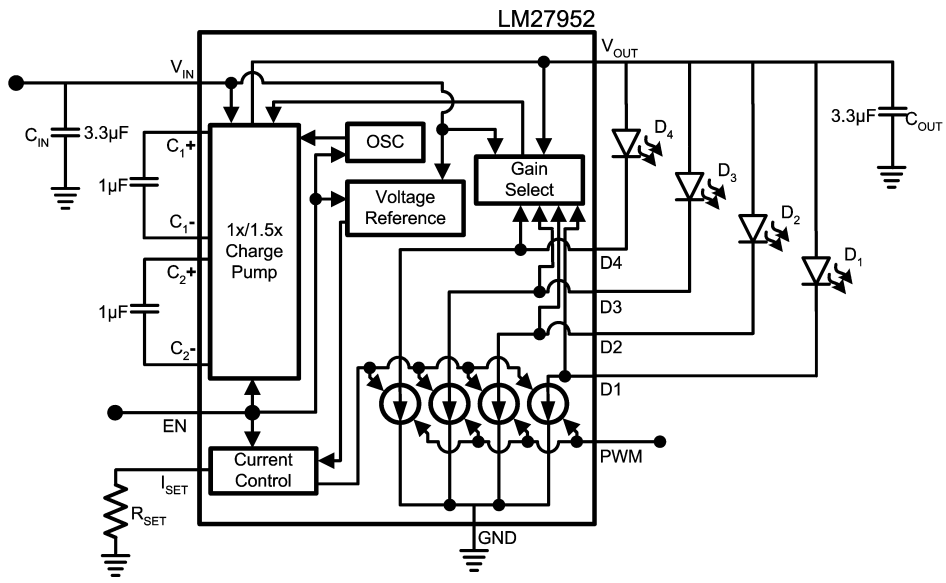
Note 10: ヘッドルーム電圧 = $V_{DX} - GND$ です。ヘッドルーム電圧要件が満たされない場合、LED 電流レギュレーションが低下します。

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。

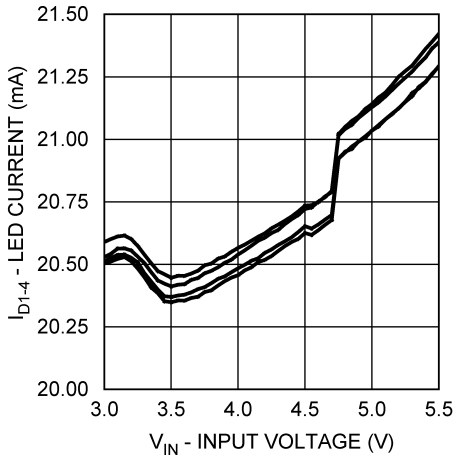
ブロック図



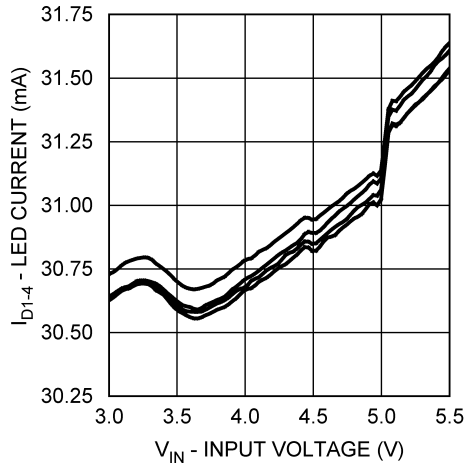
代表的な性能特性

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。

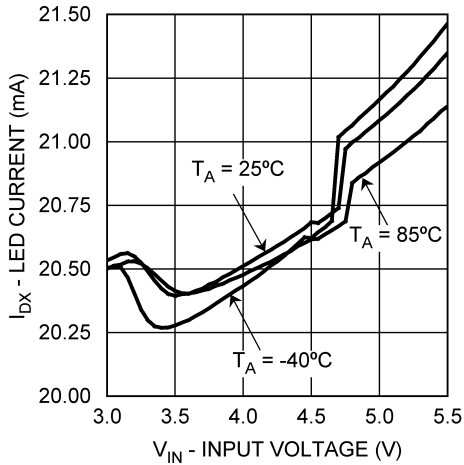
LED Current Regulation vs. Input Voltage



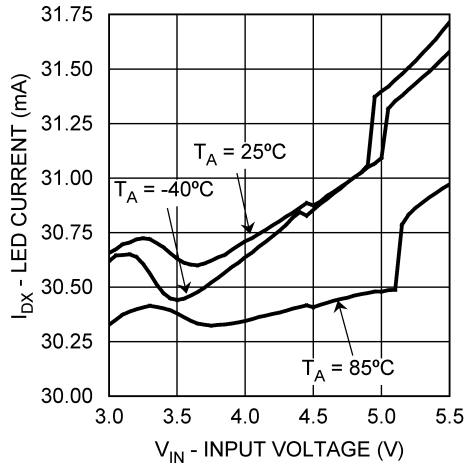
LED Current Regulation vs. Input Voltage



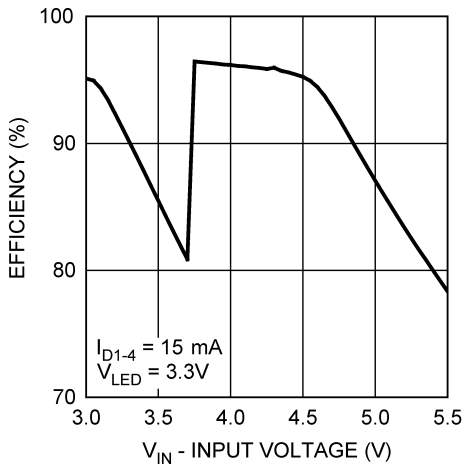
Average LED Current Regulation vs. Input Voltage



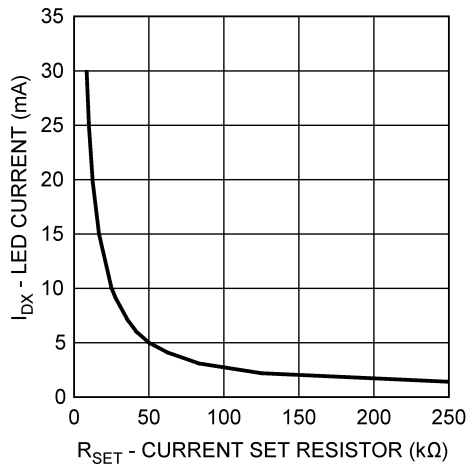
Average LED Current Regulation vs. Input Voltage



Efficiency vs. Input Voltage



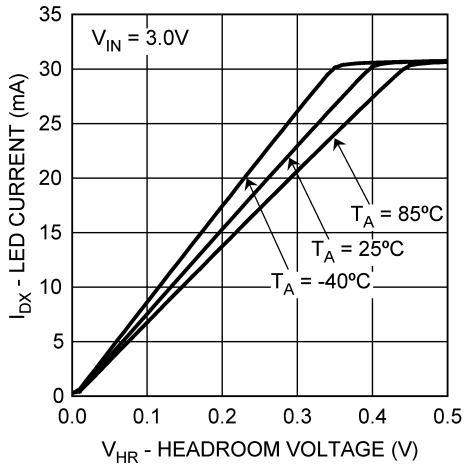
LED Current vs. R_SET



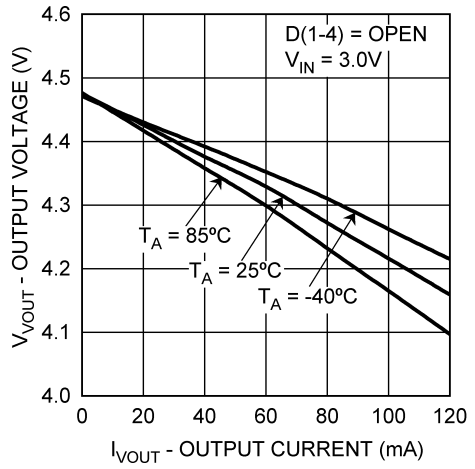
代表的な性能特性 (つづき)

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。

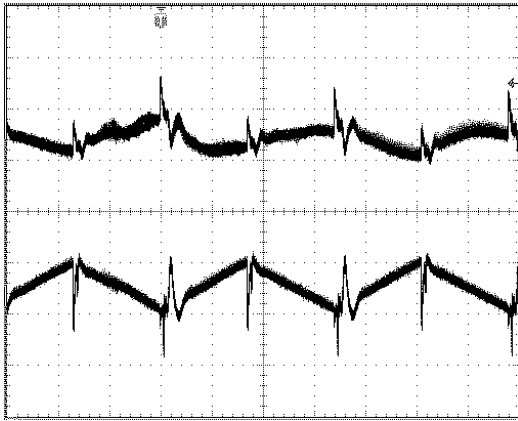
LED Current vs. V_{HR}



Output Voltage vs. Output Current

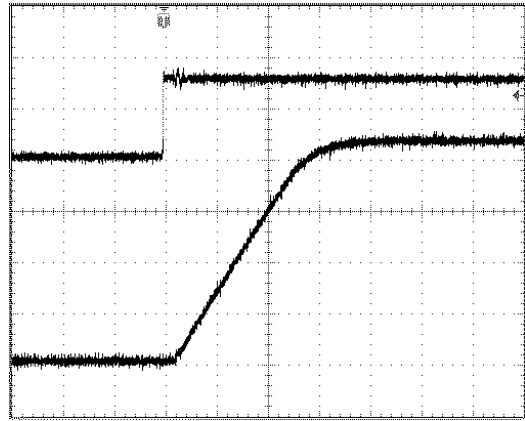


Input and Output Voltage Ripple



$V_{IN} = 3.6\text{V}$, 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 °C に対して $\pm 15\%$ 、X5R: - 55 ~ 85 °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 °C に対して + 22% / - 82%、Z5U: + 10 ~ + 85 °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 1μF の Y5V または Z5U コンデンサが、わずか 0.1μF 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 °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 °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。

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

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

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

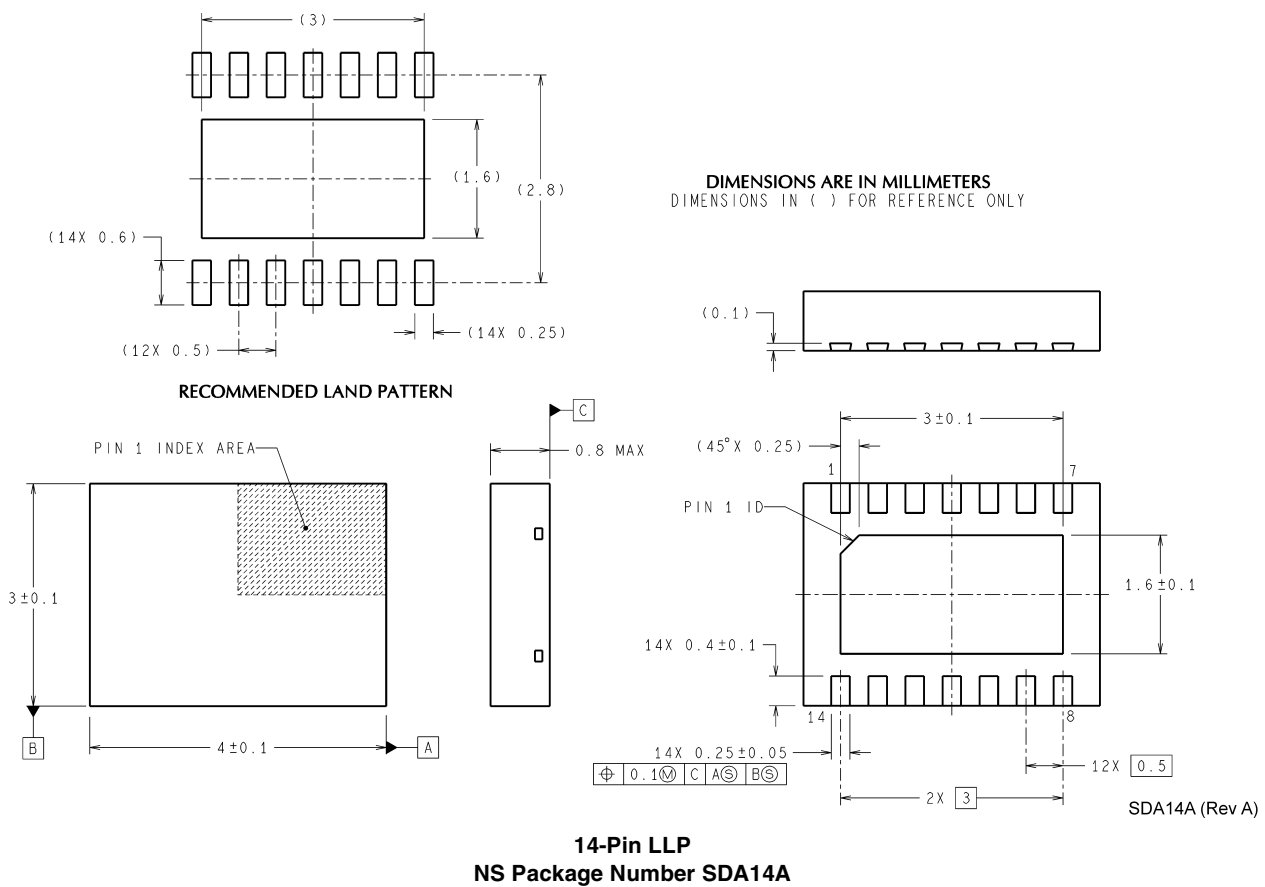
接合部温度定格は周囲温度定格に優先します。LM27952 は、デバイスの接合部温度が最大動作定格 115 °C を超えない限りにおいて、周囲温度定格を逸脱した環境でも動作可能です。消費電力が高い場合か熱抵抗が高く接合部温度が 115 °C を超える場合は、最高周囲温度定格のデレーティングが必要です。

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)



ナショナルは記述したいかなる回路についても、その使用に関して責任を負うものではありません。特許の使用許諾を与えることを意味するものではありません。ナショナルは当該回路および仕様を任意の時点で予告なく変更する権利を有します。製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

- 生命維持用の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。

禁止物質不使用に関する適合

ナショナル セミコンダクターの製品および梱包材料は、CSP-9-111C2 規格 (Customer Products Stewardship Specification)、CSP-9-111S2 規格 (Banned Substances and Materials of Interest Specification) の規約に準拠しており、CSP-9-111S2 に定義された禁止物質を使用しておりません。

鉛フリー製品は RoHS 指令に対応しております。

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/

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。