

# 2Aスイッチ搭載 ThinSOTの1.2MHz 昇圧DC/DCコンバータ

## 特長

- 1.2MHzのスイッチング周波数
- 高出力電圧:最大38V
- 広い入力範囲:2.3V~16V
- 低 $V_{CESAT}$ スイッチ:180mV/2A
- ソフトスタート
- 小型表面実装部品を使用
- 3.3V入力から5V/1Aを出力
- 5V入力から12V/600mAを出力
- 低いシャットダウン電流:<1 $\mu$ A
- LT1613、LT1930とピン互換
- 高さの低い(1mm)SOT-23 (ThinSOT™)パッケージ

## アプリケーション

- デジタルカメラ
- バッテリ・バックアップ
- LCDバイアス
- ローカル5Vまたは12V電源
- PCカード
- xDSL電源
- TFT-LCDバイアス電源

## 概要

LT<sup>®</sup>1935は、業界最高電力のSOT-23スイッチング・レギュレータです。前例のない2A、40Vスイッチを内蔵し、小さい実装面積で高い出力電流を供給できます。スペース重視のアプリケーション向けに設計されたLT1935は、1.2MHzでスイッチングを行い、高さ2mm以下の小さいコンデンサとインダクタを使用できます。NPNスイッチにより、電源電圧と関係なくわずか180mV/2Aの $V_{CESAT}$ を達成します。このため、3V入力時の最大電力レベルでも高い効率を達成できます。

内部補償された固定周波数電流モードPWMアーキテクチャにより、出力ノイズは低く予測可能で容易にフィルタリングできます。出力に低ESRセラミック・コンデンサを使用可能なので、ノイズをさらにミリボルト・レベルまで低減することができます。LT1935の高電圧スイッチは定格が40Vで、最大38Vの昇圧コンバータ、そしてSEPIC (Single-Ended Primary Inductance Converter) およびフライバック設計に最適です。このデバイスは3.3V電源から5V/最大1A、または、SEPIC設計で4個のアルカリ・セルから5V/550mAを生成することができます。

LT1935は5ピンSOT-23パッケージで供給されます。

、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

## 標準的応用例

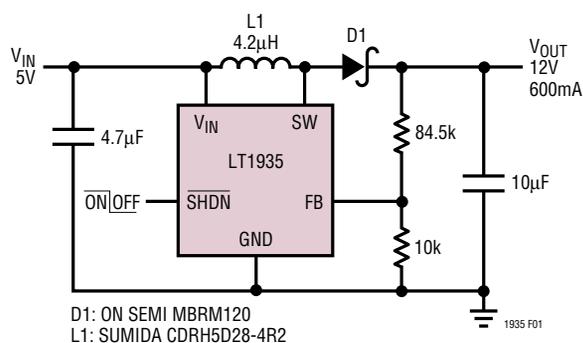
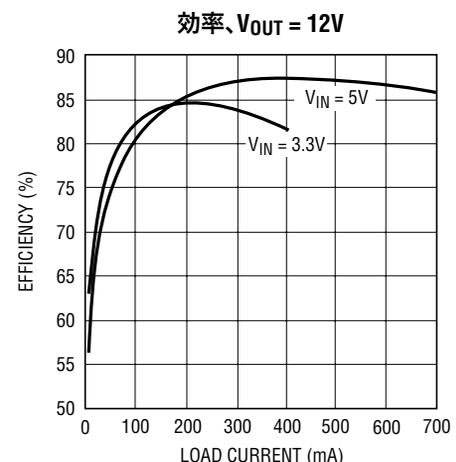


図1. 5Vから12V/300mAの昇圧DC/DCコンバータ



1935 F01b

1935f

# LT1935

## 絶対最大定格

(Note 1)

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| $V_{IN}$ 電圧          | 16V       |
| SW電圧                 | -0.4V~40V |
| FB電圧                 | 6V        |
| FBピンへ流れ込む電流          | ±1mA      |
| $\overline{SHDN}$ 電圧 | 16V       |
| 最大接合部温度              | 125°C     |
| 動作周囲温度範囲             |           |

(Note 2)..... -40°C~85°C  
 保存温度範囲..... -65°C~150°C  
 リード線を含むアセンブリの半田付けおよびリワークに関するJDEC Q20Bの規定に厳密に従うことを推奨します。

## パッケージ/発注情報

|   |                   |
|---|-------------------|
| <p>TOP VIEW</p> <p>SW 1 5 <math>V_{IN}</math></p> <p>GND 2</p> <p>FB 3 4 <math>\overline{SHDN}</math></p> <p>S5 PACKAGE<br/>5-LEAD PLASTIC TSOT-23</p> <p><math>T_{jMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 113^{\circ}C/W,</math></p> | ORDER PART NUMBER |
|   | LT1935ES5         |
|   | S5 PART MARKING   |
|   | LTRX              |

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^{\circ}C$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 3V, V_{\overline{SHDN}} = V_{IN}$ 。(Note 2)

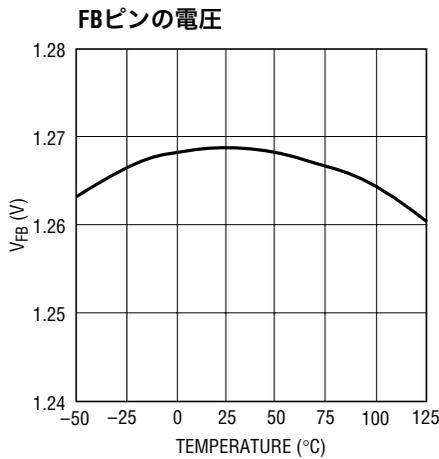
| PARAMETER                            | CONDITIONS                   |   | MIN   | TYP   | MAX   | UNITS |
|--------------------------------------|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| Feedback Voltage                     | Measured at the FB Pin       | ● | 1.240 | 1.265 | 1.280 | V     |
| Feedback Voltage Line Regulation     | $2.5V \leq V_{IN} \leq 16V$  |   |       | 0.01  |       | %/V   |
| FB Pin Bias Current                  | $V_{FB} = V_{REF}$           | ● |       | 12    | 60    | nA    |
| Undervoltage Lockout Threshold       |                              |   |       | 2.1   | 2.3   | V     |
| Maximum Input Voltage                |                              |   |       |       | 16    | V     |
| Switching Frequency                  |                              |   | 1     | 1.2   | 1.4   | MHz   |
| Maximum Duty Cycle                   |                              | ● | 85    | 93    |       | %     |
| Switch Current Limit                 | (Note 3)                     |   | 2     | 3.2   |       | A     |
| Switch Saturating Voltage            | $I_{SW} = 2A$                |   |       | 180   | 280   | mV    |
| Switch Leakage Current               | $V_{SW} = 5V$                | ● |       | 0.01  | 1     | μA    |
| $\overline{SHDN}$ Pin Input Current  | $V_{\overline{SHDN}} = 1.8V$ |   |       | 14    | 40    | μA    |
|                                      | $V_{\overline{SHDN}} = 0V$   |   |       |       | 0.1   | μA    |
| Operating Supply Current             | $V_{FB} = 1.5V$              |   |       | 3     |       | mA    |
| $\overline{SHDN}$ Supply Current     | $V_{\overline{SHDN}} = 0V$   |   |       | 0.1   | 1     | μA    |
| $\overline{SHDN}$ Input High Voltage |                              |   | 1.8   |       |       | V     |
| $\overline{SHDN}$ Input Low Voltage  |                              |   |       |       | 0.5   | V     |

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

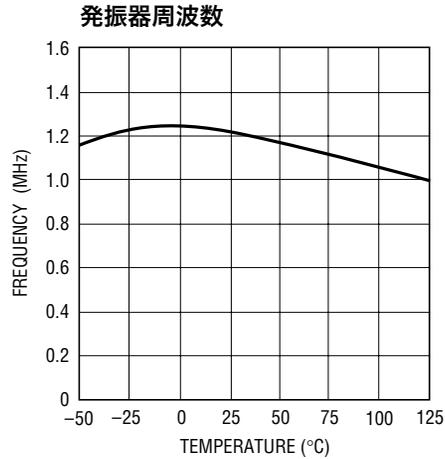
Note 3: 電流制限は設計および静的テストとの相関によって保証されている。

Note 2: LT1935ES5は0°C~70°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。-40°C~85°Cの動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

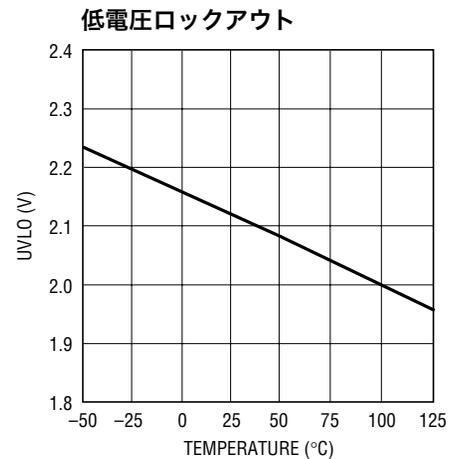
標準的性能特性



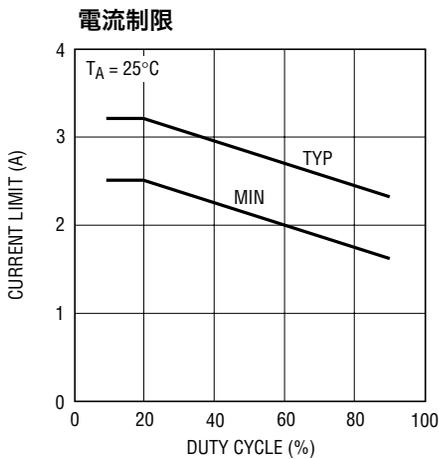
1935 G01



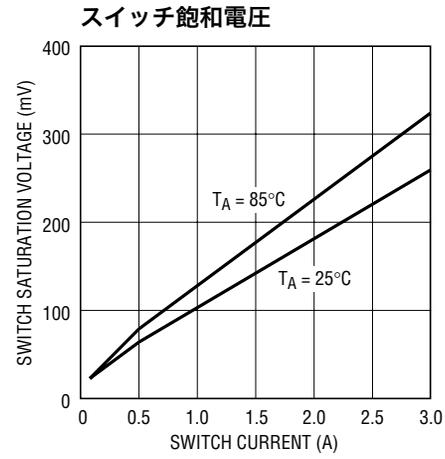
1935 G02



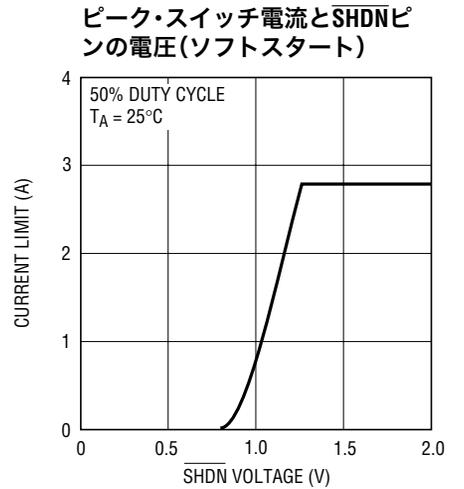
1935 G03



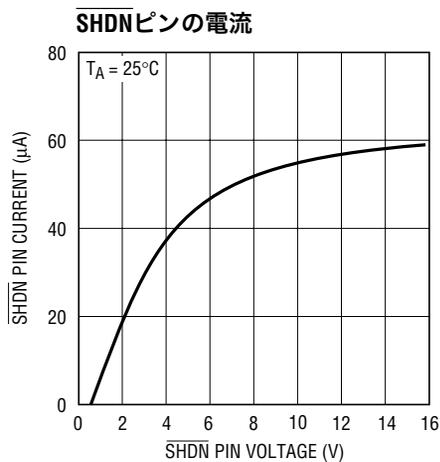
1935 G04



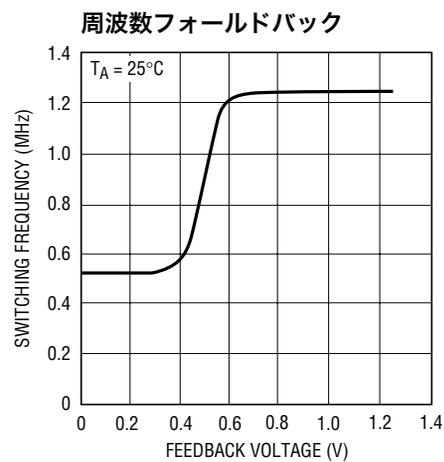
1935 G05



1935 G06



1935 G07



1935 G08

## ピン機能

**SW (ピン1):** スイッチ・ピン。インダクタ/ダイオードをここに接続します。このピンのトレース面積を小さくしてEMIを抑えます。

**GND (ピン2):** グランド。ローカル・グランド・プレーンに直接接続します。

**FB (ピン3):** 帰還ピン。リファレンス電圧は1.265Vです。ここに抵抗分割器のタップを接続します。FBのトレース面積をできるだけ小さくします。 $V_{OUT} = 1.265V(1 + R1/R2)$ に従って $V_{OUT}$ を設定します。

**SHDN (ピン4):** シャットダウン・ピン。デバイスをイネーブルするには1.8V以上の電圧に接続します。シャットダウンするにはグランドに接続します。このピンはソフトスタート機能も提供します。「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**V<sub>IN</sub> (ピン5):** 入力電源ピン。ローカルにバイパスする必要があります。

## ブロック図

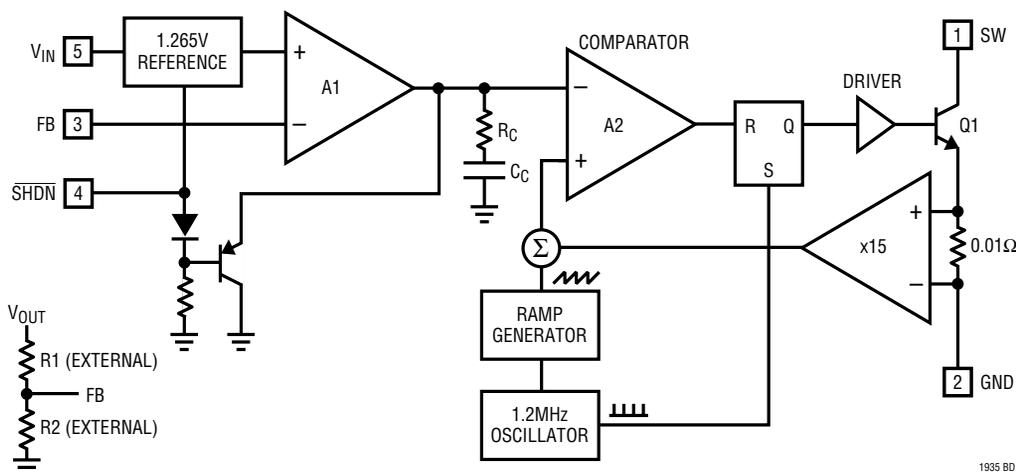


図2. ブロック図

## 動作

LT1935は固定周波数の電流モード制御方式を使って、優れたライン・レギュレーションとロード・レギュレーションを実現します。図2のブロック図を参照すると動作をよく理解できます。発振器の各サイクルの開始点で、SRラッチがセットされ、パワー・スイッチQ1をオンします。スイッチ電流に比例した電圧が安定化ランプへ加算され、その和がPWMコンパレータA2の正端子に与えられます。この電圧がA2の負入力のレベルを超すと、SRラッチはリセットされ、パワー・スイッチをオフします。A2の負入力のレベルは誤差アンプA1によって設定され、帰還

電圧と1.265Vのリファレンス電圧の差を単に増幅したものです。このようにして、誤差アンプは正しいピーク電流レベルを設定し、出力を安定化された状態に保ちます。誤差アンプの出力が増加すると出力に供給される電流が増加します。誤差アンプの出力が減少すると供給される電流が減少します。A1の出力のクランプ(示されていない)により、スイッチ電流は3Aに制限されます。A1の出力はSHDNピンの電圧にもクランプされており、起動時にピーク・スイッチ電流を制御することによりソフトスタート機能を与えます。

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

高周波数パワー・アプリケーション用のインダクタを使用してください。飽和電流定格が少なくとも2Aのものにします。RMS電流定格(これは通常インダクタの発熱に基づいています)は、アプリケーションでインダクタを流れる平均電流より高くします。最高の効率を得るには、直列抵抗を100mΩより小さくします。

適切なインダクタ値を選択すると、最大スイッチ電流の1/3のリプル電流になります。

$$L = 3 (V_{IN}/V_{OUT}) (V_{OUT} - V_{IN}) / (I_{MAX} \cdot f)$$

$I_{MAX}$ は2Aの最大スイッチ電流、 $f$ はスイッチング周波数です。低いデューティ・サイクル(70%未満)では、物理的に小さなインダクタを使うには、この値をいくらか下げることができます。

インダクタのいくつかの製造元とLT1935に最適なインダクタの製品番号を表1に示します。

表1. インダクタの製造元

| Supplier           | Model Prefix                                    |
|--------------------|---|
| Sumida             | CDRH4D18, CDRH4D28,<br>CDRH5D18, CDRH5D28, CR43 |
| Coiltronics/Cooper | SD10, SD12, SD18, SD20                          |
| Würth Elektronik   | WE-PD2S, WE-PD3S, WE-PD4S                       |
| Coilcraft          | MSS5131, MSS6132, DO1608                        |

### ダイオードの選択

On SemiconductorのMBRM120のような、電流定格が1A以上のショットキー整流器を使います。その20Vの逆電圧定格はほとんどのアプリケーションで十分です。もっと高い出力電圧では、30Vまたは40Vのダイオードが必要かもしれません。

### コンデンサの選択

ESR(等価直列抵抗)の低いコンデンサを使います。ほとんどの場合、多層セラミック・コンデンサが最適です。これらは小型パッケージで高い性能(非常に低いESR)を与えます。X5RまたはX7Rの種類だけ使います。これらは温度と印加される電圧の全範囲で容量を維持します。他の適切な種類には、パワー・アプリケーション向けに仕様が定められている低ESRのタンタル・コンデンサ、さらに三洋電機のPOSCAPやパナソニックのSPCAPなどの新しいタイプのコンデンサがあります。

LT1935の入力をバイパスするには4.7μFのセラミック・コンデンサを使います。スイッチング・レギュレータには低インピーダンスの入力電源が必要なことに注意してください。LT1935回路が電源から数インチ以上離れていると、追加のバルク容量が必要になるかもしれません。低ESRのコンデンサが近くにあれば、入力バイパス・コンデンサは2.2μFに減らすことができます。

出力コンデンサは過渡負荷が生じたとき出力をサポートし、LT1935の制御ループを安定化します。値の選択の出発点として標準的応用回路を見てください。一般に、負荷電流が高く、入力電圧が低いと、高い出力容量が必要です。

図1の回路の過渡応答を図3に示します。負荷は200mAから400mAにステップさせ、再度200mAに戻しています。過渡性能は出力容量を増加させて改善することができますが、出力とFBピンの間に位相リード・コンデンサが必要になることがあります。出力コンデンサを20μFに増やしたときの過渡応答を図4に示します。図5は、位相リード・コンデンサによってさらに改善されたことを示しています。

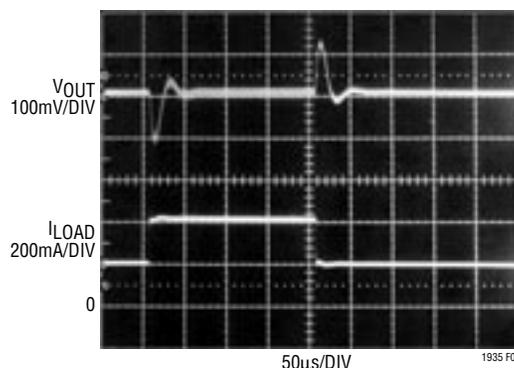


図3. 図1の回路の過渡応答、 $C_{OUT} = 10\mu F$

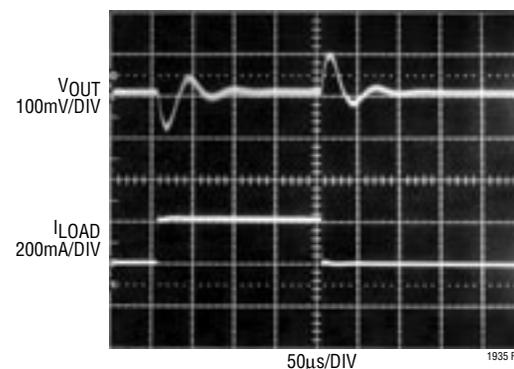


図4.  $C_{OUT} = 20\mu F$ での過渡応答

## アプリケーション情報

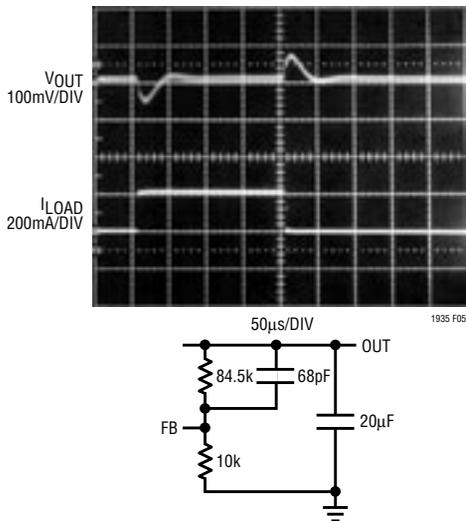


図5. 68pFの位相リード・コンデンサを使ったときの過渡応答

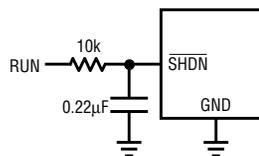
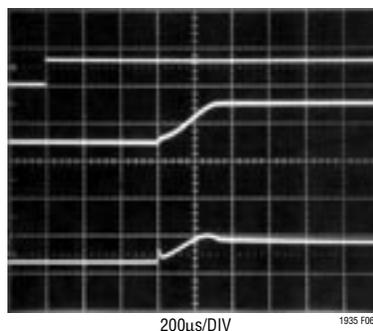
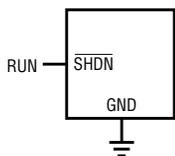
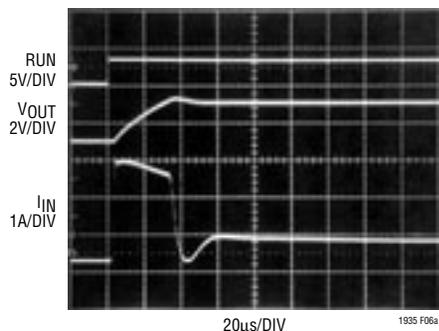


図6. 抵抗とコンデンサをSHDNピンに追加すると起動時ピーク入力電流が減少。 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $C_2 = 20\mu F$ 、出力負荷 =  $10\Omega$ 。

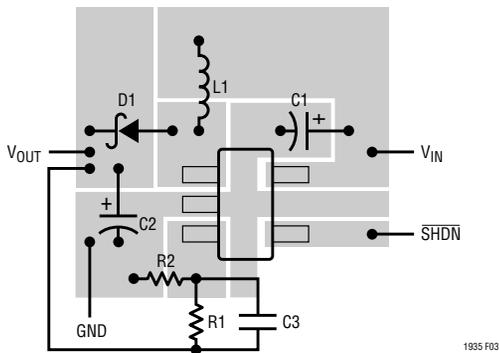


図7. 推奨レイアウト

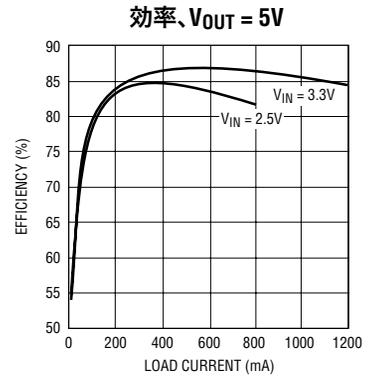
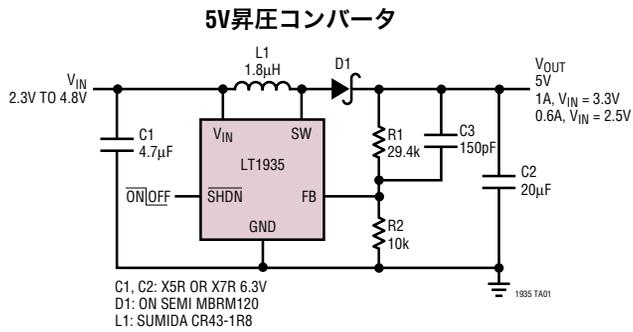
### ソフトスタート

SHDNピンを使ってLT1935をソフトスタートさせることができ、起動時の最大入力電流が減少します。SHDNピンをランプさせるため、このピンは外付けのRCフィルタを通してドライブします。ソフトスタート回路を使った場合と使わない場合の起動波形を図6に示します。ソフトスタートを使わないと、入力電流のピークが約3Aになります。ソフトスタートを使うと、ピーク電流は1Aに減少します。大きなRC時定数を選択すると、オーバーシュートなしに、出力を安定化するのに必要な電流までピーク起動電流を減らすことができます。SHDNピンが1.8Vに達したとき100µAを供給できるように抵抗の値を選択します。

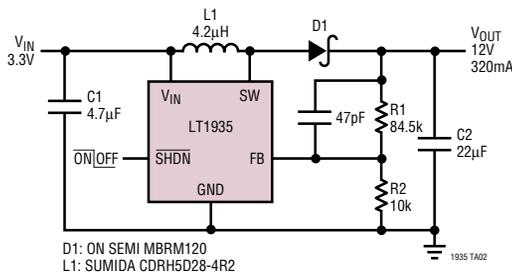
### レイアウトのためのヒント

LT1935は高速で動作するので、ボードのレイアウトに細心の注意が必要です。レイアウトに注意を払わないと記載されているとおりの性能を得られません。推奨部品配置を図7に示します。グラウンド・ピンの銅面積を大きくとります。これにはダイの温度を下げる効果があります。

標準的応用例

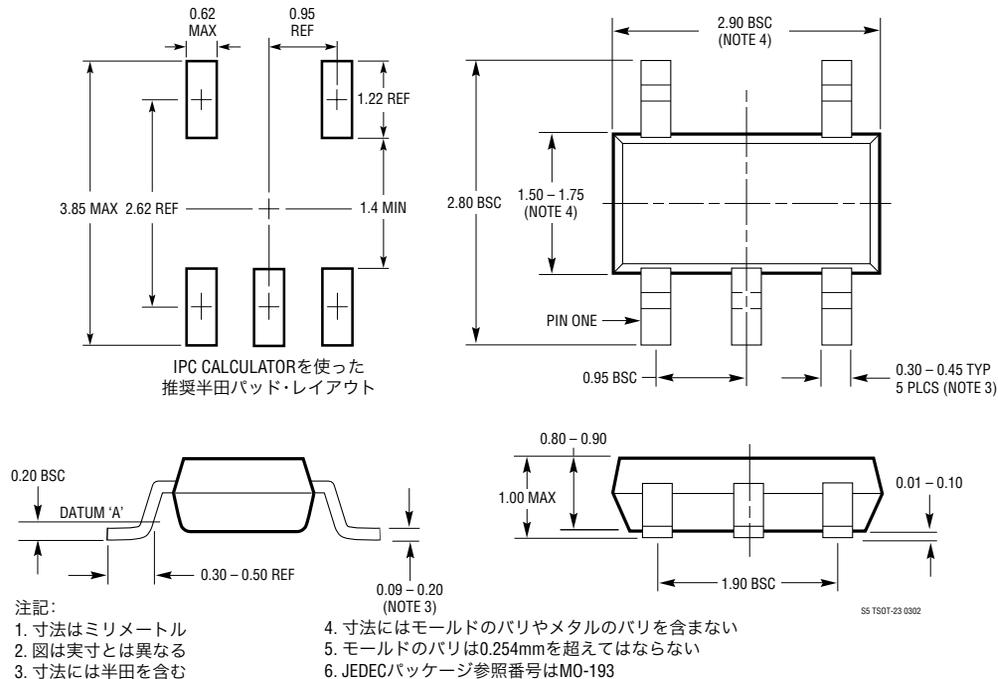


### 3.3Vから12Vへの昇圧コンバータ



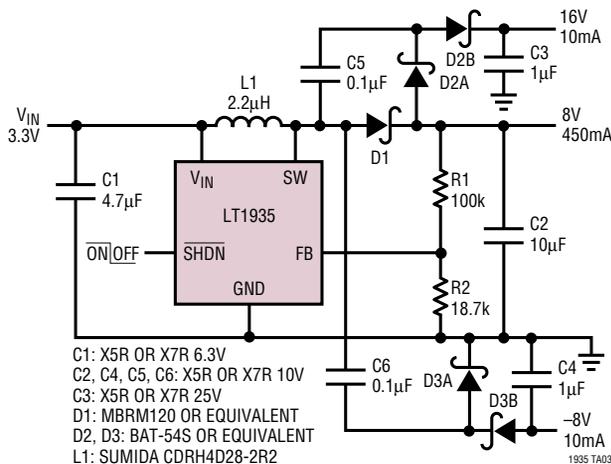
パッケージ寸法

### S5パッケージ 5ピン・プラスチックTSOT-23 (Reference LTC DWG # 05-08-1635)

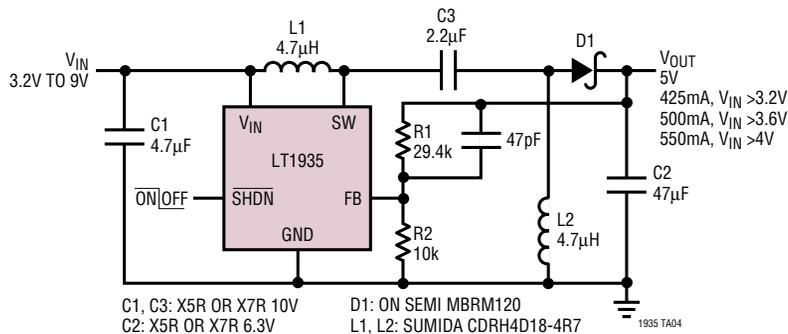


## 標準的応用例

### 8V、16Vおよび-8VのTFT LCD電源



### 5V SEPICコンバータ



## 関連製品

| 製品番号             | 説明  | 注釈   |
|------------------|---|--|
| LT1618           | 1.5A ( $I_{SW}$ )、1.25MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ               | $V_{IN}$ : 1.6V~18V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 35V、 $I_Q$ : 1.8mA、 $I_{SD}$ : <1µA、MS、DFNパッケージ        |
| LT1930/LT1930A   | 1A ( $I_{SW}$ )、1.2MHz/2.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ           | $V_{IN}$ : 2.6V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 34V、 $I_Q$ : 4.2mA/5.5mA、 $I_{SD}$ : <1µA、ThinSOTパッケージ |
| LT1943           | クワッド出力、2.6A降圧、2.6A昇圧、0.3A昇圧、0.4A反転1.2MHz TFT DC/DCコンバータ | $V_{IN}$ : 4.5V~22V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 40V、 $I_Q$ : 10mA、 $I_{SD}$ : <35µA、TSSOP-28Eパッケージ     |
| LT1946/LT1946A   | 1.5A ( $I_{SW}$ )、1.2MHz/2.7MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ         | $V_{IN}$ : 2.45V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 34V、 $I_Q$ : 3.2mA、 $I_{SD}$ : <1µA、MS8パッケージ          |
| LTC3400/LTC3400B | 600mA ( $I_{SW}$ )、1.2MHz、同期式昇圧DC/DCコンバータ               | $V_{IN}$ : 0.85V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 5V、 $I_Q$ : 19µA/300µA、 $I_{SD}$ : <1µA、ThinSOTパッケージ   |
| LTC3401/LT3402   | 1A/2A ( $I_{SW}$ )、3MHz、同期式昇圧DC/DCコンバータ                 | $V_{IN}$ : 0.5V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 6V、 $I_Q$ : 38µA、 $I_{SD}$ : <1µA、MSパッケージ               |
| LTC3425          | 5A ( $I_{SW}$ )、8MHz、マルチフェーズ同期式昇圧DC/DCコンバータ             | $V_{IN}$ : 0.5V~4.5V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 5.25V、 $I_Q$ : 12µA、 $I_{SD}$ : <1µA、QFNパッケージ         |
| LT3436           | 3A ( $I_{SW}$ )、1MHz、34V昇圧DC/DCコンバータ                    | $V_{IN}$ : 3V~25V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 34V、 $I_Q$ : 0.9mA、 $I_{SD}$ : <6µA、TSSOP-16Eパッケージ       |
| LT3467/LT3467A   | 1.1A ( $I_{SW}$ )、1.3MHz/2.1MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ         | $V_{IN}$ : 2.6V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ : 40V、 $I_Q$ : 1.2mA、 $I_{SD}$ : <1µA、ThinSOTパッケージ       |

1935f