

## 電圧リファレンスの長期ドリフトとヒステリシスに注意

デザインノート 229

John Wright

新型マイクロパワーLT<sup>®</sup>1461およびLT1790低損失バンドギャップ電圧リファレンスは温度係数と精度だけではなく、長期ドリフトとヒステリシス(温度サイクルに起因する出力シフト)にも優れています。長期ドリフトとヒステリシスはシステムの精度を制限する可能性があります。他メーカーではこれらの仕様を無視したり不適切に規定していることがあります。システムの較正によりTCおよび初期精度誤差を除去することができますが、長期ドリフトとヒステリシスを除去するには頻繁に較正を行うしかありません。LT1236のようなサブサーフェス・ツェナー・リファレンスは、最良の長期ドリフトとヒステリシスを備えています。これらの新型バンドギャップ・リファレンスとは異なり、低出力電圧、低電源電流、および低動作電源ではありません。

### 長期ドリフトの嘘

加速高温試験に基づき、信じがたい長期ドリフト仕様を掲げるメーカーがあります。これは作為的な嘘です！加速高温試験により長期ドリフトを推定することはできません。長期ドリフトを決定する唯一の方法は、該当する時間間隔で測定することです。不適切な方法では非常に楽観的な数値が提示され、高温での測定値から加速係数を導出するために次に示すアレニウスの式を使用しています。

$$A_F = e^{K \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$$

ここで、 $E_A$  = 活性化エネルギー(0.7と仮定)

$K$  = ボルツマン定数

$T_2$  = テスト条件(°K)

$T_1$  = 条件温度(°K)

この方法がいかに不合理であることを示すために、この計算値をLT1461の実際のデータと比較してみましょう。30での1000時間の標準長期ドリフトは60ppmです。130での1000時間の標準長期ドリフトは120ppmです。アレニウスの式によれば、加速係数は767であり、推定される“偽”の長期ドリフトは30で0.156ppm/1000時間となります。2.5Vリファレンスの場合、これは1000時間後の0.39μVのシフトに相当します。ピーク・ツー・ピーク出力ノイズがこの数値より大きい場合、これを判断するのは困

難(つまり測定不能)です。実際のところ、実験室における現時点で最良のリファレンスの長期ドリフトは1.5μV/moです。この性能は特別なヒート・テクニックを利用し、LTZ1000のような最良のサブサーフェス・ツェナー・リファレンスでしか得られません。

競合リファレンスの測定値は主張している値よりも500倍悪い

“現実世界”のアプリケーションに近いIPCボードにデバイスを半田付けして、長期ドリフト・データをとりました。これらのボードは前処理を行っていません。 $T_A = 30$ の恒温槽に入れ、8.5桁DVMにより出力を定期的にスキャンして測定しました。図1および図2にLT1461S8-2.5およびSOT-23 LT1790S6-2.5の標準的な長期ドリフトを示します。当初は変化が最も大きく、1時間ごとにデータをとりましたが、数百時間後に頻度を下げたのでデータ・ポイント数は減少しています。図3に競合リファレンスの長期ドリフトを示します。この競合リファレンスのデータシートでは、長期ドリフトを0.2ppm/kHrと規定しています。測定データによれば、このリファレンスのドリフトは60ppm/kHr ~ 150ppm/kHrであり、これは主張している値

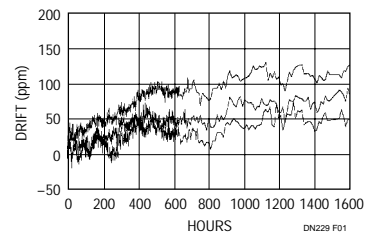


図1. LT1461S8-2.5Vの長期ドリフト

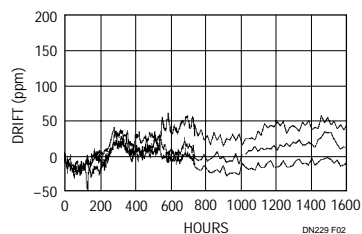


図2. LT1790SOT23-2.5Vの長期ドリフト

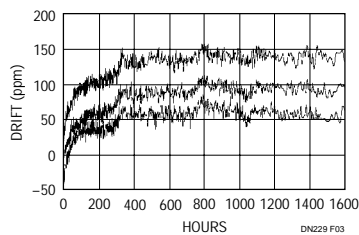


図3. XXX291S8-2.5Vの長期ドリフト

より300～750倍悪い値です。

リファレンスをPCボードに半田付けした後でPCボードを前処理すると、長期ドリフトを低減することができます。PCボードを25 または高温で動作させると、初期ドリフトが安定します。このPCボードの「バーンイン」により、動作開始後数百時間に発生する出力シフトをなくすることができます。その後の出力電圧の変動は一般に対数的であり、1000時間以後の変化は1000時間以前に比べ小さくなる傾向があります。出力電圧変動が減少する特性があるため、長期ドリフトは $\text{ppm}/\sqrt{\text{kHr}}$ で規定されます。

#### 再現性を制限するヒステリシス

リファレンスをPCボードに半田付けすると、温度上昇とそれに続く冷却により、出力に影響を及ぼすストレスが発生します。電圧リファレンスに繰り返し温度サイクルを加えると、チップに非弾性的なストレスが加わり、出力電圧は25での初期値に戻ることができなくなります。機械的ストレスは、シリコン・チップ、プラスチック・パッケージ、およびPCボード間の熱膨張係数の差に起因します。この誤差は「熱によって誘起されるヒステリシス」として知られており、ppmで表します。この誤差は変動的であり、以前の熱の変移を記憶するため除去できません。ヒステリシスは温度の変移が大きくなるほど悪くなり、ダイの取付けやパッケージの種類により異なります

#### ヒステリシス - しばしば「欠落している」スペック

大部分のメーカがヒステリシス仕様を無視していますが、高精度設計ではヒステリシス仕様が重要になることがあります。ヒステリシスを図で示すために、多数のリファレンスをPCボード上にIRリフローで半田付けし、ボードを85で「ヒート・ソーク(これにより、すべてのボードが等しい温度で初期化されたこととなります。)」しました。温度は、85、25、-40の間を複数回サイクルし、25での出力電圧をすべて記録しました。

#### データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1461xi.html>

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1790i.html>

各温度の安定化時間は30分でした。LT1461S8-2.5およびSOT-23のLT1790S6-2.5の25におけるワーストケースの出力電圧の変動を、それぞれ図4と図5に示します。ある競合リファレンスのデータシートにはヒステリシスに関する記述はありませんでしたが、測定結果を図6に示します。

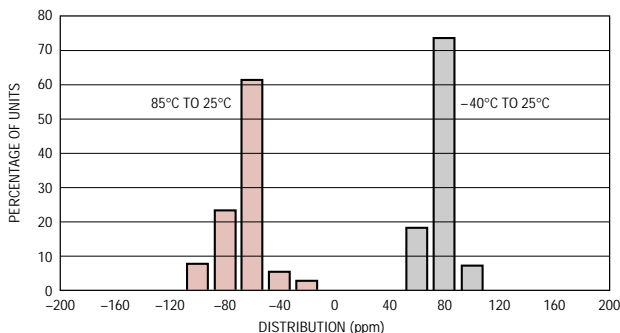


図4.LT1461S8-2.5インダストリアル温度範囲でのヒステリシス

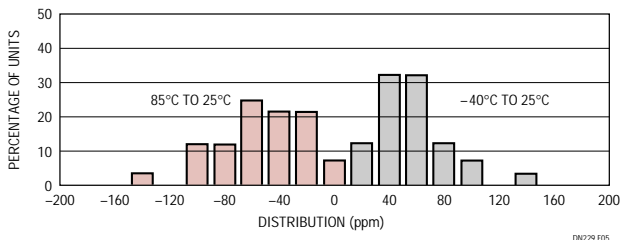


図5.LT1790S6-2.5インダストリアル温度範囲でのヒステリシス

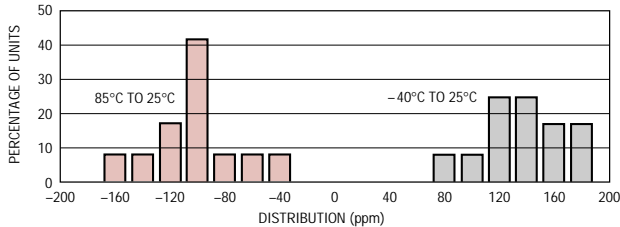


図6.XX780S8-2.5インダストリアル温度範囲でのヒステリシス

#### まとめ

リニアテクノロジーの電圧リファレンスの仕様は誇張がなく正確に規定されています。大きな誤差を引き起こすおそれのある不備を隠すために、重要な仕様を意図的に欺いたり、除去しているメーカの電圧リファレンスとは異なります。

新型のLT1461およびLT1790は、システム精度を決定するすべての仕様が優れています。除外したり隠しているものはありません。

## リニアテクノロジー株式会社

162-0814 東京都新宿区新小川町 1-14 NAOビル5F  
TEL(03)3267-7891 FAX(03)3267-8510  
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn229f 0400 54K • PRINTED IN JAPAN

  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2000