

LT1806: ボード・スペースを節約する325MHz低ノイズ レール・トゥ・レールSOT-23オペアンプ - デザインノート 254

Glen Brisebois

この新製品で小型のLT[®]1806は、325MHzの利得帯域幅、3.5nV/√Hzの電圧ノイズ、100μVの入力オフセット電圧、レール・トゥ・レールの入出力の特長を備えたSOT-23パッケージで供給されるオペアンプです。このデバイスは3V、5V、および±5V電源で仕様が完全に規定されており、全温度範囲にわたって各レールで最大入力オフセット電圧850μVを保証しています。コマーシャル温度グレードおよびインダストリアル温度グレードがあります。

1M の相互インピーダンス・アンプにより、大面積のフォトダイオードで理論値に近いノイズ性能を達成

図1の回路に、LT1806を大面積の大容量フォトダイオードとともに使用した超低ノイズ・トランスインピーダンス・アンプを示します。LT1806は、高利得帯域幅および低ノイズという特長を備えているため使用されています。IFN147超低ノイズJFET¹は自身のI_{DSS}(V_{GS} = 0V)で動作し、標準相互コンダクタンスは40msです。ソースを接地した場合、JFETとそのドレイン抵抗(R5²)によって約8の電圧利得が設定されます。超低ノイズJFET利得段とLT1806低ノイズ・アンプを組み合わせることにより、超低入力ノイズ性能が達成されます。この回路の入力電圧ノイズの測定値は0.95nV/√Hzでした。図2では、図1の回路と競合モノリシック6nV/

√Hz JFETオペアンプのノイズ性能を比較しています。容量性ソースはどちらも680pFです。

大面積のフォトダイオード・トランスインピーダンス・アンプの全ノイズを低くするには、電圧ノイズと電流ノイズの両方を低くしなければならないのはなぜでしょうか？ それは、トランスインピーダンス回路のノイズ利得(電圧ノイズに適用されるが、電流ノイズや抵抗ノイズには適用されない)が、周波数とともに大幅に増加する(ノイズ利得 = 1 + Z_F/X_C)からです。計算例として、500pFフォトダイオードのインピーダンスが100kHzで3.2k の場合、同じ周波数での1M 相互インピーダンス回路のノイズ利得は314になります。1M抵抗の理論的なノイズ・フロアは130nV/√Hz(室温)であるため、0.41nV/√Hz(130nV/√Hz/314)以上のノイズであれば100kHzでの抵抗ノイズを超えます。超低電圧ノイズのディスクリートJFETが入手できますが、入力容量が高くなっています(INF147の場合、最大75pF)。幸運にも、JFETの入力容量はサンプルの大面積フォトダイオードの入力容量500pFに比べれば、比較的小さなものです。JFETの容量によって全体のノイズ利得が多少増加しますが、JFETは入力電圧ノイズがはるかに低いため、全容量およびノイズ利得が多少増加してもそれだけの価値がありま

LT[®] LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

¹ 日本の2SK147と同等。

² I_{DSS}が約12mA以上のデバイスの場合、JFETが飽和しないようにするためにR5を100 に低減しなければならない。

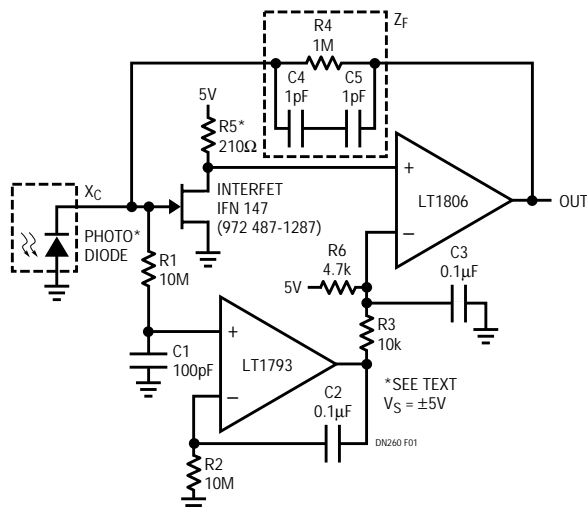


図1. 超低ノイズ、2.4GHz利得帯域幅、大面積フォトダイオード・アンプ

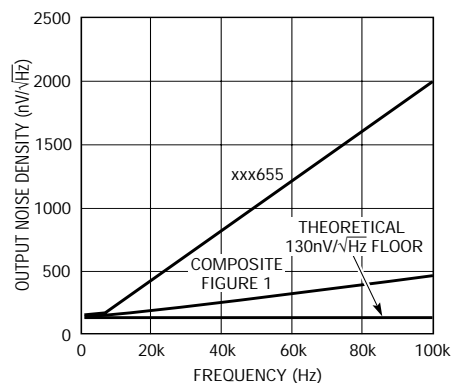


図2. コンポジット・アンプと競合オペアンプxxx655

す。表1および図3に、各種の大面積フォトダイオード(および、比較用の小面積SFH213)で達成される帯域幅とノイズ性能を示します。大面積の検出器によっても、アンプの利得帯域幅の要求が増大することに注意してください。表1の最終行に、660pFフォトダイオードからの650kHzの帯域幅を持つ1M トランスインピーダンス・アンプを示します。これは大きな帯域幅のようにみえないかもしれませんが、アンプで最低1.8GHzの利得帯域幅積を必要とします。

LT1793の役割はJFETを I_{DSS} 電流($V_{GS} = 0V$)でバイアスされた状態に保持することであり、全温度範囲にわたり最大入力オフセット電流が100pAと低いLT1793が選択されています。LT1793は、R1を通してJFETゲートの入力電圧をセンスし、LT1806の反転ピンによってこの電圧をゼロ調整し、R4を通してこの電圧を返します。R1C1とR3C3で形成される時定数は、LT1793のノイズ特性が全ノイズに追加されないことを保証しています。C1によってLT1793の低い電流ノイズをグランドに分流し、R3C3によってLT1793と抵抗のサーマル・ノイズをLT1806低ノ

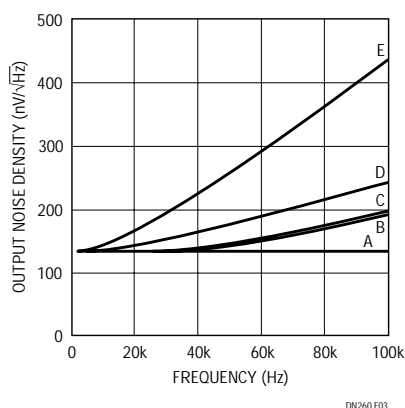


図3. 各種フォトダイオードの出力ノイズ・スペクトル

表1. 各種フォトダイオードに対するコンポジット・アンプの性能

	供給業者	製品番号	光学特性	$V = 0$ 時の標準容量	帯域幅の近似値
A	Siemens/Infineon 408-456-4071	SFH213	Fast IR PIN	11pF	250kHz
B	Siemens/Infineon 408-456-4071	BPW34B	Enhanced Blue PIN	72pF	390kHz
C	Opto-Diode 805-499-0335	ODD45W	Narrow IR GaAlAs	170pF	380kHz
D	Fermionics 805-582-0155	FD1500W	Extended IR InGaAs	300pF	500kHz
E	Siemens/Infineon 408-456-4071	BPW21	Visible Spectrum	660pF	650kHz

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j18067f.html>

イズ・オペアンプ入力から分離します。JFETゲートを0Vにすると、フォトダイオードの逆バイアスがなくなり、暗電流問題が解消されることに注目してください。

一見したところでは、JFET回路がオペアンプ・ループに利得を追加し、これが通常は問題を引き起こすため、この回路が安定動作するようには見えません。回路が安定動作する(しかも、かなり小さなマージンで)理由は、数百Hz以上の周波数では利得がユニティゲインより大きいためです。帰還インピーダンス値が比較的高く(1M および0.5pF)、JFETの最小入力容量が75pFであるため、この回路の利得は300kHz以上の周波数では最小150となります。LT1806は、325MHz利得帯域幅、ユニティゲイン安定オペアンプであり、300kHz以上の周波数で十分に安定動作を維持でき、このときの利得は約19(150/8)です。JFET回路の利得は8なので、コンポジット・アンプの利得帯域幅は約2.4GHzになることに注目してください。また、開ループ利得が高速ループで2,400,000(8・300,000)、低速ループで350,000,000,000(3,500,000・300,000/3)となることも特長といえます。これらの数値、および利得帯域幅と1Mの帰還抵抗によって、フォトダイオードからアンプ入力を見たときのインピーダンスが決まります。

まとめ

LT1806は、SOT-23パッケージで卓越した帯域幅と低ノイズを提供します。レール・トゥ・レール入出力によって、このオペアンプは有効ダイナミック・レンジを容易に適用し、最大化することができます。小型パッケージのため、PCBスペースが貴重な場合は最適なオペアンプとなっています。上記のコンポジット・フォトダイオード・アンプは、LT1806が厳しい要求条件を満足することを示す一例にすぎません。身近にある厳しい要求条件についても検討してみてください。

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6 秀和紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn254f 0401 6K • PRINTED IN JAPAN


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2001