

ご注意：この日本語データシートは参考資料として提供しており、内容が最新でない場合があります。製品のご検討およびご採用に際しては、必ず最新の英文データシートをご確認ください。

2000年8月



LMC6081

高精度 CMOS シングルオペアンプ

概要

LMC6081 は、単一電源動作が可能な高精度の低オフセット電圧オペアンプです。性能上の特長としては、超低入力バイアス電流、高電圧利得、電源電圧 GND 間の出力振幅、グラウンドを含む広い同相入力電圧範囲があげられます。さらに、低オフセット電圧も特長としているので、高精度回路システムに最適のデバイスといえます。

LMC6081 の他のアプリケーション例として、高精度全波整流器、積分器、リファレンス電圧回路、サンプル / ホールド回路があります。

製造には、ナショナル セミコンダクター社の先進のダブルポリシリコンゲート CMOS プロセスを採用しています。

なお、さらに低消費電力が要求される用途については、「LMC6061 高精度マイクロパワーオペアンプ」を参照下さい。

同一機能内蔵のデュアルおよびクワッドオペアンプについては、それぞれ LMC6082 と LMC6084 のデータシートを参照下さい。

特許出願中

特長

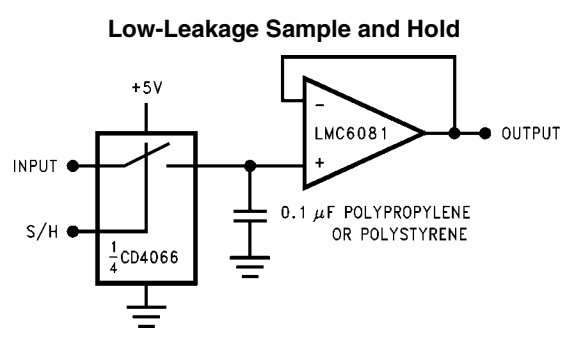
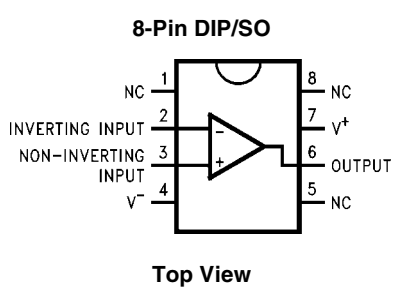
(特記のない限り Typ 値)

| | |
|----------------------------------|-------------|
| 低オフセット電圧 | 150 μ V |
| 4.5V ~ 15V の単一電源動作 | |
| 超低入力バイアス電流 | 10fA |
| 電源電圧に対して 20mV 以内の出力振幅 (100k 負荷時) | |
| V ⁻ を含む広い同相入力電圧範囲 | |
| 高電圧利得 | 130dB |
| 高ラッチアップ耐性 | |

アプリケーション

- 計測用アンプ
- フォトダイオードおよび赤外線検出器プリアンプ
- トランスデューサ用アンプ
- 医療用器具
- D/A コンバータ
- 圧電トランスデューサ用チャージアンプ

配置図



絶対最大定格 (Note 1)

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。
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照下さい。

| | |
|---|---|
| 差動入力電圧 | ±電源電圧 |
| 入出力端子電圧 | (V ⁺) + 0.3V、 (V ⁻) - 0.3V |
| 電源電圧 (V ⁺ - V ⁻) | 16V |
| V ⁺ への出力短絡 | (Note 10) |
| V ⁻ への出力短絡 | (Note 2) |
| リード温度 (ハンダ付け、10秒) | 260 |
| 保存温度範囲 | - 65 ~ + 150 |
| 接合部温度 | 150 |
| ESD 耐性 (Note 4) | 2 kV |
| 入力ピン電流 | ± 10 mA |

| | |
|--------|----------|
| 出力ピン電流 | ± 30 mA |
| 電源ピン電流 | 40 mA |
| 消費電力 | (Note 3) |

動作定格 (Note 1)

| | | | | |
|--------------------------------|--------------------|------|----------------|--------|
| 温度範囲 | LMC6081AI、LMC608II | - 40 | T _J | + 85 |
| 電源電圧 | | 4.5V | V ⁺ | 15.5V |
| 熱抵抗 (J _A)(Note 11) | N パッケージ、8ピンモールドDIP | | | 115 /W |
| | M パッケージ、8ピン表面実装 | | | 193 /W |
| 消費電力 (Note 9) | | | | |

DC 電気的特性

特記のない限り、すべての規格値は T_J = 25 で保証されます。太字の規格値は最大温度範囲において適用します。特記のない限り、V⁺ = 5V、V⁻ = 0V、V_{CM} = 1.5V、V_O = 2.5V、および R_L > 1M が適用されます。

| Symbol | Parameter | Conditions | Typ (Note 5) | LMC6081AI Limit (Note 6) | LMC6081I Limit (Note 6) | Units | |
|-------------------|--|--|----------------------|--|--|-------------------|-------------|
| V _{OS} | Input Offset Voltage | | 150 | 350 800 | 800 1300 | μV Max | |
| TCV _{OS} | Input Offset Voltage Average Drift | | 1.0 | | | μV/ | |
| I _B | Input Bias Current | | 0.010 | 4 | 4 | pA Max | |
| I _{OS} | Input Offset Current | | 0.005 | 2 | 2 | pA Max | |
| R _{IN} | Input Resistance | | > 10 | | | Tera | |
| CMRR | Common Mode Rejection Ratio | 0V V _{CM} 12.0V V ⁺ = 15V | 85 | 75 72 | 66 63 | dB Min | |
| + PSRR | Positive Power Supply Rejection Ratio | 5V V ⁺ 15V V _O = 2.5V | 85 | 75 72 | 66 63 | dB Min | |
| - PSRR | Negative Power Supply Rejection Ratio | 0V V ⁻ - 10V | 94 | 84 81 | 74 71 | dB Min | |
| V _{CM} | Input Common-Mode Voltage Range | V ⁺ = 5V and 15V for CMRR 60 dB | - 0.4 | - 0.1 0 | - 0.1 0 | V Max | |
| | | | V ⁺ - 1.9 | V ⁺ - 2.3 V⁺ - 2.5 | V ⁺ - 2.3 V⁺ - 2.5 | V Min | |
| A _V | Large Signal Voltage Gain | R _L = 2 k (Note 7) | Sourcing | 1400 | 400 300 | 300 200 | V/mV Min |
| | | | Sinking | 350 | 180 100 | 90 60 | V/mV Min |
| | | R _L = 600 (Note 7) | Sourcing | 1200 | 400 150 | 200 80 | V/mV Min |
| | | | Sinking | 150 | 100 50 | 70 35 | V/mV Min |

DC 電气的特性 (つづき)

特記のない限り、すべての規格値は $T_J = 25$ で保証されます。太字の規格値は最大温度範囲において適用します。特記のない限り、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = 1.5V$ 、 $V_O = 2.5V$ 、および $R_L > 1M$ が適用されます。

| Symbol | Parameter | Conditions | Typ (Note 5) | LMC6081AI Limit (Note 6) | LMC6081I Limit (Note 6) | Units | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| V_O | Output Swing | $V^+ = 5V$ $R_L = 2k$ to $2.5V$ | 4.87 | 4.80 | 4.75 | V | |
| | | | | | 4.73 | 4.67 | Min |
| | | | | 0.10 | 0.13 | 0.20 | V |
| | | | | | | 0.17 | 0.24 |
| | | $V^+ = 5V$ $R_L = 600$ to $2.5V$ | | 4.61 | 4.50 | 4.40 | V |
| | | | | | | 4.31 | 4.21 |
| | | | | 0.30 | 0.40 | 0.50 | V |
| | | | | | | 0.50 | 0.63 |
| | | $V^+ = 15V$ $R_L = 2k$ to $7.5V$ | | 14.63 | 14.50 | 14.37 | V |
| | | | | | | 14.34 | 14.25 |
| | | | | 0.26 | 0.35 | 0.44 | V |
| | | | | | | 0.45 | 0.56 |
| $V^+ = 15V$ $R_L = 600$ to $7.5V$ | | 13.90 | 13.35 | 12.92 | V | | |
| | | | | 12.86 | 12.44 | Min | |
| | | 0.79 | 1.16 | 1.33 | V | | |
| | | | | 1.32 | 1.58 | Max | |
| I_O | Output Current $V^+ = 5V$ | Sourcing, $V_O = 0V$ | 22 | 16 | 13 | mA | |
| | | | | 10 | 8 | Min | |
| | | Sinking, $V_O = 5V$ | 21 | 16 | 13 | mA | |
| | | | | 13 | 10 | Min | |
| I_O | Output Current $V^+ = 15V$ | Sourcing, $V_O = 0V$ | 30 | 28 | 23 | mA | |
| | | | | | 22 | 18 | Min |
| | | Sinking, $V_O = 13V$ (Note 10) | 34 | 28 | 23 | mA | |
| | | | | | 22 | 18 | Min |
| I_S | Supply Current | $V^+ = +5V$, $V_O = 1.5V$ | 450 | 750 | 750 | μA | |
| | | | | 900 | 900 | Max | |
| | | $V^+ = +15V$, $V_O = 7.5V$ | 550 | 850 | 850 | μA | |
| | | | 950 | 950 | Max | | |

AC 電气的特性

特記のない限り、すべての規格値は $T_J = 25$ で保証されます。太字の規格値は最大温度範囲において適用します。特記のない限り、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = 1.5V$ 、 $V_O = 2.5V$ 、および $R_L > 1M$ が適用されます。

| Symbol | Parameter | Conditions | Typ (Note 5) | LMC6081AI Limit (Note 6) | LMC6081 Limit (Note 6) | Units |
|----------|---------------------------------|--|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|
| SR | Slew Rate | (Note 8) | 1.5 | 0.8 0.6 | 0.8 0.6 | V/ μ s Min |
| GBW | Gain-Bandwidth Product | | 1.3 | | | MHz |
| ϕ_m | Phase Margin | | 50 | | | Deg |
| e_n | Input-Referred Voltage Noise | F = 1 kHz | 22 | | | nV/ \sqrt{Hz} |
| i_n | Input-Referred Current Noise | F = 1 kHz | 0.0002 | | | pA/ \sqrt{Hz} |
| T.H.D. | Total Harmonic Distortion | F = 10 kHz, $A_V = -10$ $R_L = 2k$, $V_O = 8V_{PP}$ $\pm 5V$ Supply | 0.01 | | | % |

Note 1: 絶対最大定格とは、IC に破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。動作定格とは IC が機能する条件をいいますが、性能のリミット値を保証するものではありません。仕様および試験条件の保証値に関しては電气的特性を参照下さい。保証する規格項目は記載される試験条件下でのみ適用します。

Note 2: 単一電源および両電源での動作に適用します。周囲温度上昇時に連続短絡状態になると、150 の最大許容接合部温度を越える結果となります。 $\pm 30mA$ を超える出力短絡電流が長時間続くと、信頼性が低下することがあります。

Note 3: 最大許容消費電力 P_D は、 $T_{J(max)}$ 、 J_A 、 T_A (周囲温度) の関数です。任意の周囲温度における最大許容消費電力 P_D は、 $P_D = (T_{J(max)} - T_A) / J_A$ で表されます。

Note 4: 試験回路は、人体モデルに基づき直列抵抗 1.5k と 100pF のコンデンサからなる回路を使用しています。

Note 5: Typ 値は最も標準的な数値です。

Note 6: すべてのリミット値は、試験または統計解析により保証されます。

Note 7: $V^+ = 15V$ 、 $V_{CM} = 7.5V$ 、 R_L は 7.5V に接続します。電流ソース試験では 7.5V $V_O = 11.5V$ 、電流シンク試験では 2.5V $V_O = 7.5V$ を適用します。

Note 8: $V^+ = 15V$ 、10V のステップ入力を持つ電圧フォロワとして接続します。規定の数値は正と負のスルーレートのうちのいずれか遅い方です。

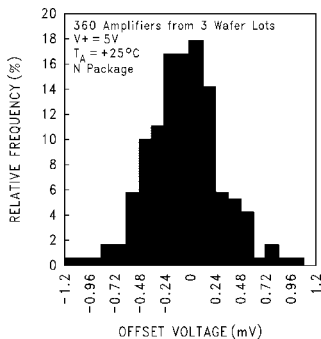
Note 9: 高温動作の場合、熱抵抗 J_A 、 $P_D = (T_J - T_A) / J_A$ に基づいて定格を下げる必要があります。

Note 10: 13V を超える V^+ に出力を短絡することは、信頼性を低下させるため避けて下さい。

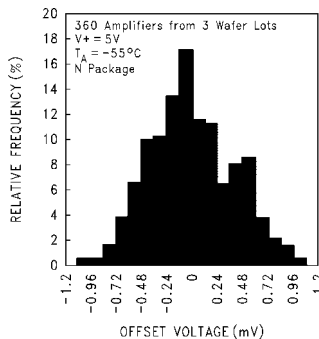
Note 11: すべての数値は、プリント基板に直接ハンダ付けするパッケージに適用します。

代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = \pm 7.5V$ 、 $T_A = 25$

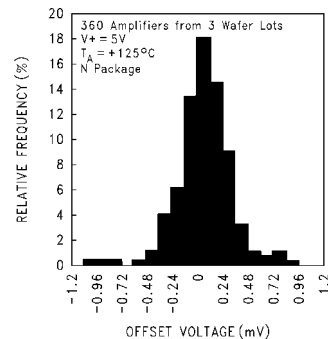
**Distribution of LMC6081
Input Offset Voltage
($T_A = +25$)**



**Distribution of LMC6081
Input Offset Voltage
($T_A = -55$)**

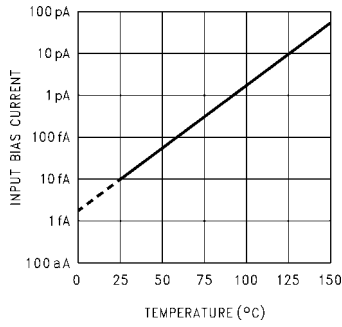


**Distribution of LMC6081
Input Offset Voltage
($T_A = +125$)**

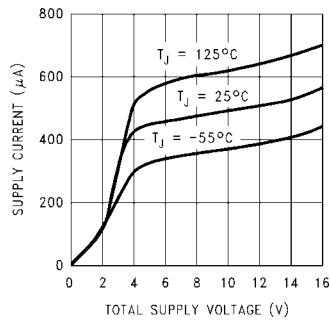


代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = \pm 7.5V$ 、 $T_A = 25$ (つづき)

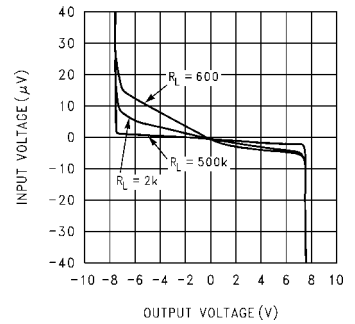
Input Bias Current vs Temperature



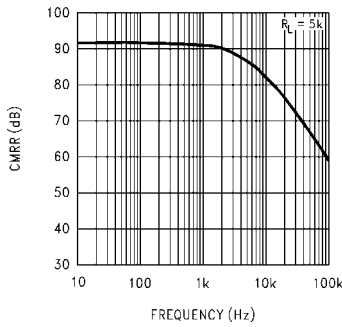
Supply Current vs Supply Voltage



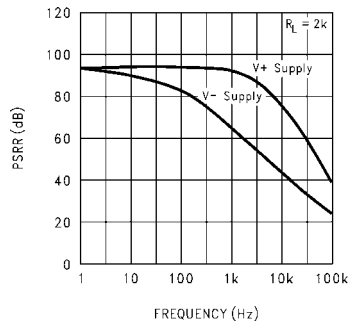
Input Voltage vs Output Voltage



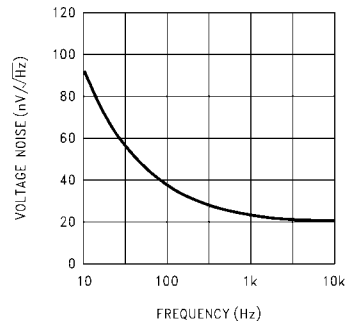
Common Mode Rejection Ratio vs Frequency



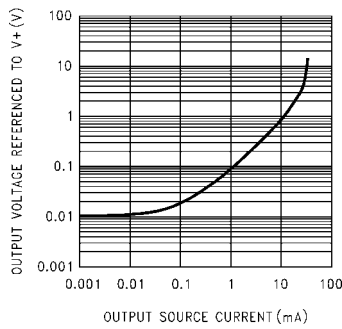
Power Supply Rejection Ratio vs Frequency



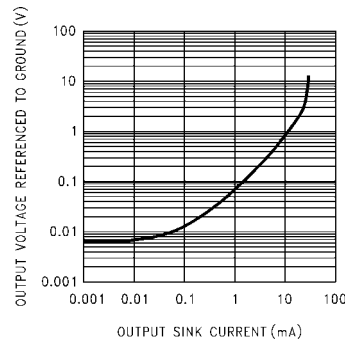
Input Voltage Noise vs Frequency



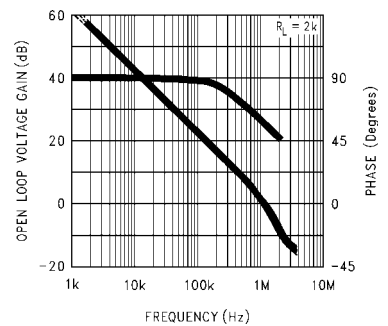
Output Characteristics Sourcing Current



Output Characteristics Sinking Current

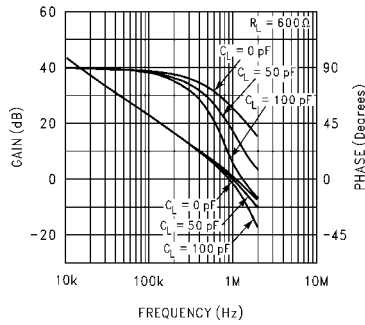


Gain and Phase Response vs Temperature (-55 ~ +125)

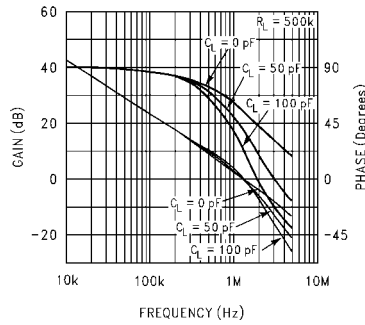


代表的な性能特性 特記のない限り、 $V_S = \pm 7.5V$ 、 $T_A = 25$ (つづき)

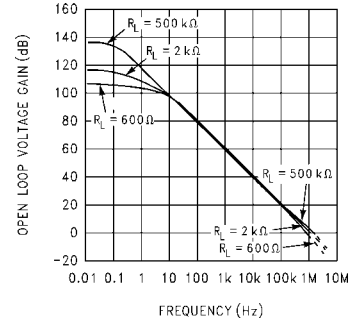
Gain and Phase Response vs Capacitive Load with $R_L = 600$



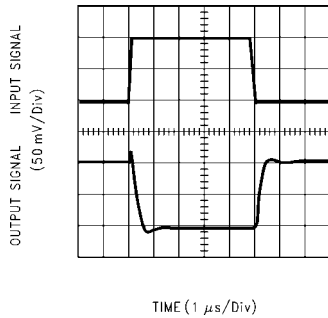
Gain and Phase Response vs Capacitive Load with $R_L = 500 k$



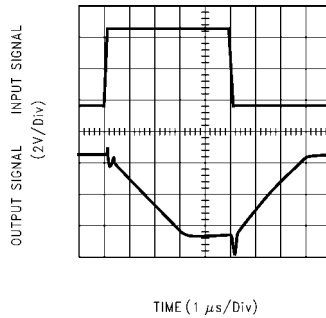
Open Loop Frequency Response



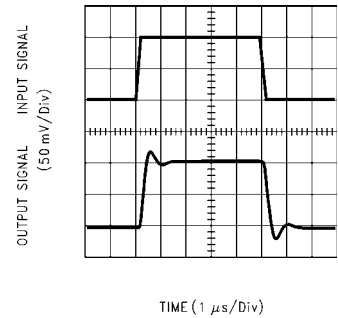
Inverting Small Signal Pulse Response



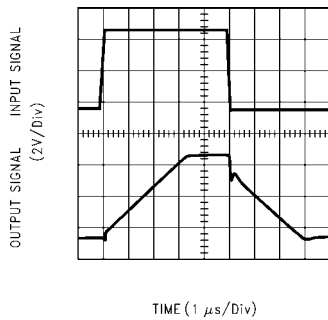
Inverting Large Signal Pulse Response



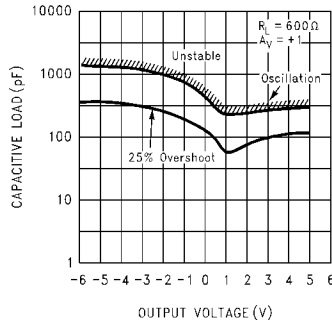
Non-Inverting Small Signal Pulse Response



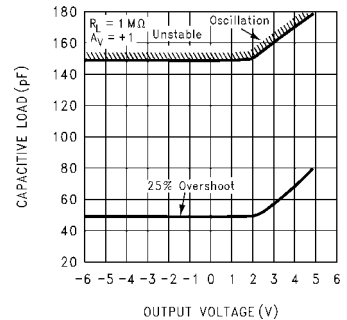
Non-Inverting Large Signal Pulse Response



Stability vs Capacitive Load, $R_L = 600$



Stability vs Capacitive Load $R_L = 1 M$



アプリケーション・ヒント

アンプ回路技術

LMC6081 では斬新なオペアンプ回路設計を採用しており、大きな負荷をドライブする場合でも電源電圧 GND 間の出力振幅が維持できます。出力段は内部積分器から直接取り込むため、ブッシュ型ユニティゲインの出力バッファ段に頼ることなく、低出力インピーダンスと高利得の両方が得られます。また、独自のフィードフォワード補償設計手法の採用により、従来のマイクロパワーオペアンプより広範な動作条件にわたり安定動作を実現していま

す。これらの特長により、超低消費電力クラスの一般製品に比べて設計が容易になり、高速化を実現しています。

入力容量の補償

一般に、LMC6081 などの超低入力電流アンプでは、大きな値のフィードバック (帰還) 抵抗を用います。

アプリケーション・ヒント (つづき)

LMC6081 は広範な動作条件にわたり非常に安定していますが、大きな値のフィードバック抵抗を用いる場合は、必要なパルス応答を得るために特別な注意が必要です。位相マージンは、大きなフィードバック抵抗や小さな値の入力容量でも、トランスデューサ、フォトダイオード、および回路基板の寄生容量により減少します。

高入力インピーダンスが必要な場合は、LMC6081 の入力ラインのガードを推奨します。これにより、リークだけでなく浮遊入力容量も低減します (高インピーダンスワーク用 PC 基板レイアウトの項参照)

入力容量の影響は、コンデンサを付加することにより補償することができます。下記の条件を満足するコンデンサ C_f をフィードバック抵抗まわりに付加して下さい (Figure 1 参照)。

$$\frac{1}{2\pi R_1 C_{IN}} \geq \frac{1}{2\pi R_2 C_f}$$

または

$$R_1 C_{IN} = R_2 C_f$$

一般に、 C_{IN} の値を正確に決定することは容易ではありませんから、希望するパルス応答が得られるまで、 C_f の値を実験的に変えてみる必要があります。入力容量の補償についての詳細は、LMC660 と LMC662 のデータシートを参照下さい。

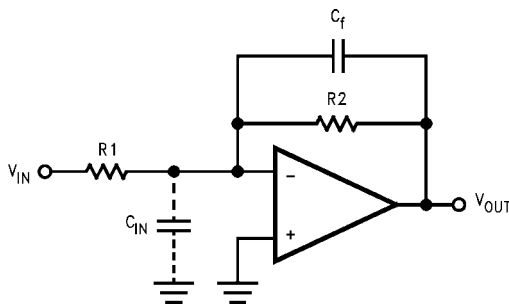


FIGURE 1. Cancelling the Effect of Input Capacitance

容量性負荷許容差

電源電圧 GND 間出力振幅をもつオペアンプには、すべて出力段に電圧利得が付加されており、通常、積分段には補償コンデンサが付加されています。この場合、主極の周波数位置はアンプの抵抗性負荷によって左右されますから、適切な抵抗性負荷を容量性負荷に並列接続すると、容量性負荷のドライブ能力を最大限に高めることができます (標準特性曲線を参照)。

多くの場合、容量性負荷を直接接続すると、オペアンプの位相マージンが低減します。オペアンプの出力インピーダンスと容量性負荷が組み合ると、フィードバックループに極が生じます。この極は、アンプのユニティゲインクロスオーバー周波数における位相遅れを生じさせ、発振やアンダーダンパルス応答の原因となります。Figure 2a に示すように、オペアンプは、2、3 の部品を付加するだけで、容量性負荷を間接的に容易に駆動することができます。

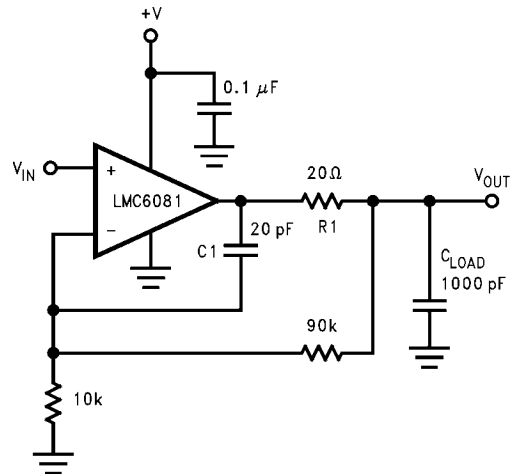


FIGURE 2a. LMC6081 Noninverting Gain of 10 Amplifier, Compensated to Handle Capacitive Loads

Figure 2a の回路の R_1 と C_1 は、出力信号の高周波成分をアンプの反転入力にフィードバックすることにより、位相マージンの損失を防ぐように作用してフィードバックループ全体の位相マージンを保護します。

容量性負荷のドライブ機能を高めるには、 V^+ に対してプルアップ抵抗を用います (Figure 2b 参照)。通常、 $500\mu\text{A}$ 以上を伝導するプルアップ抵抗を用いると、大幅に容量負荷応答が高まります。プルアップ抵抗の数値は、希望の出力振幅を持つアンプの電流シンク機能に基づき決定します。アンプのオープンループ利得もプルアップ抵抗の影響を受けます (電気的特性を参照)。

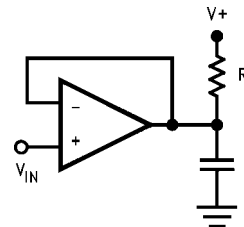


FIGURE 2b. Compensating for Large Capacitive Loads with a Pull Up Resistor

高インピーダンスワーク用 PC 基板レイアウト

一般に知られているように、リーク電流を 1000pA 以下にして動作させる回路では、PC 基板のレイアウトに特別な注意が必要です。また、LMC6081 の超低入力バイアス電流 (通常 10fA 未満) を利用する場合には、優れたレイアウトが不可欠です。幸いにも、リーク電流を少なくする手法は極めて簡単です。まず、許容できるほど低く思われる場合でも、PC 基板の表面リーク電流を無視しないことです。これは、高湿度、ほこり、汚れの状態では、表面リークがかなりの量になるためです。

アプリケーション・ヒント (つづき)

表面リークの影響を最小限に抑えるためには、LMC6081 の入力部のまわり、およびオペアンプ入力部に接続のコンデンサ、ダイオード、導線、抵抗、リレーなど端子のまわりを完全にガードリングで囲みます (Figure 3 参照)。ただし、さらに効果を上げるためには、PC 基板の両面にガードリングを取り付け、PC 箔をアンプの入力部と同じ電圧に接続します (同じ電位の 2 ポイント間にはリーク電流は流れません)。例えば、PC 基板のパターンとパッド間抵抗が 10^{12} (一般に非常に大きな抵抗値と見なされる) の場合、パターンが入力部パッドに隣接している 5V バスであれば、5pA のリーク電流が発生します。この結果、LMC6081 の性能が 1/100 に低下します。ただし、ガードリングを入力部の 5mV 以内に保てば、 10^{11} の抵抗でもリーク電流は 0.05pA に過ぎません。標準オペアンプ構成におけるガードリングの代表的な接続方法については、Figure 4a、4b、4c を参照下さい。

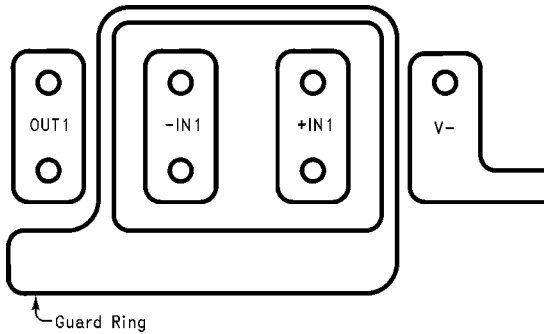
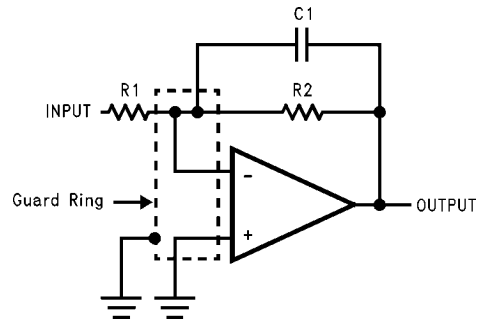
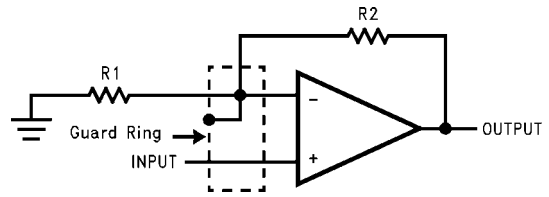


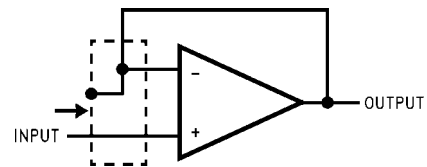
FIGURE 3. Example of Guard Ring in P.C. Board Layout



(a) Inverting Amplifier



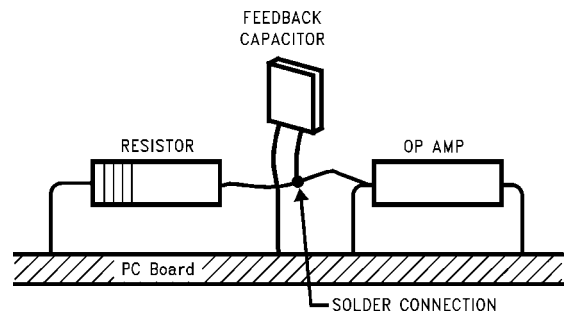
(b) Non-Inverting Amplifier



(c) Follower

FIGURE 4. Typical Connections of Guard Rings

小数の回路のためにだけ PC 基板のレイアウトを行うのが不適切である場合、PC 基板上のガードリングより先更に優れたもう 1 つの手法があります。基板にアンプの入力ピンを挿入せずに、空中で折り曲げて空気を絶縁体として利用することです。空気は優れた絶縁体です。この場合、PC 基板構成における利点のいくつかを放棄しなければなりません、時にはポイントツーポイントの空中結線 (Figure 5 参照) を用いる価値は十分にあります。



(入力ピンは PC 基板から持ち上げ、構成素子に直接ハンダ付けします。他のピンは、すべて PC 基板に接続します。)

FIGURE 5. Air Wiring

ラッチアップ

CMOS デバイスは内部の寄生 SCR 効果のため、ラッチアップを起こし易い傾向があります。これは、I/O ピンが SCR のゲート端子と同じように機能し、最小電流でも SCR のゲート端子がトリガされるためです。LMC6061 と LMC6081 では、I/O ピンの許容サージ電流は 100mA です。容量からリーク電流が I/O ピンに流れ込まないように、抵抗を付加する必要があります。また、SCR と同様、ラッチアップモードの保持電流を最小限にして下さい。電源ピンに電流リミッタを付加することもラッチアップ対策に有効です。

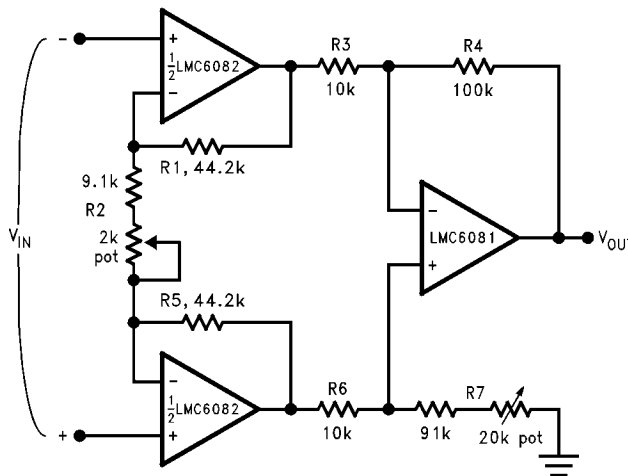
単一電源アプリケーションの例

($V^+ = 5.0 V_{DC}$)

LMC6081 の非常に高い入力インピーダンスと低消費電力は、バッテリー駆動の計測用アンプに最適です。この種のアプリケーション例には、ハンドヘルド pH 測定器、分析医療計器、磁界検出器、

ガス検出器、シリコンベース圧カトランスデューサなどのアンプがあります。

Figure 6 は計測用アンプ回路の構成例です。この回路は、 10^{14} 以上の高差動および同相入力インピーダンス、 $A_V = 1000$ で 0.01% の利得精度、およびブリッジソースの不平衡抵抗が 1k の優れた CMRR を特長としています。入力電流は 100fA 以下、オフセットドリフトも $2.5\mu V/$ 以下です。 R_2 により、CMRR を低下させずに広範囲にわたり利得を容易に調整できます。 R_7 は CMRR の初期調整に用い、高精度の抵抗を使用しなくても最大の CMRR が得られます。温度に対する優れた CMRR を得るには、低ドリフト抵抗を使用します。



If $R_1 = R_5$, $R_3 = R_6$, and $R_4 = R_7$; then

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R_2 + 2R_1}{R_2} \times \frac{R_4}{R_3}$$

$A_V = 100$ for circuit shown ($R_2 = 9.822k$).

FIGURE 6. Instrumentation Amplifier

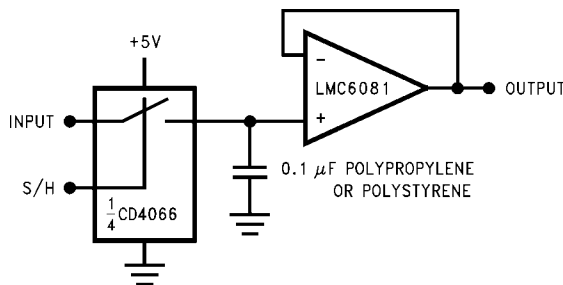


FIGURE 7. Low-Leakage Sample and Hold

単一電源アプリケーションの例 (つづき)

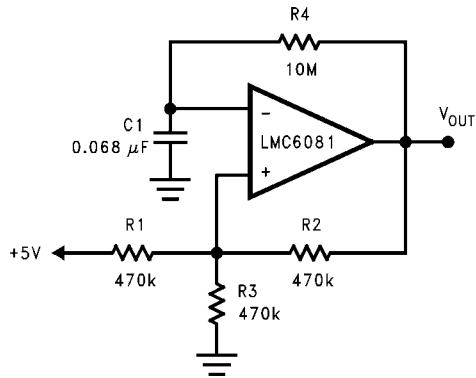
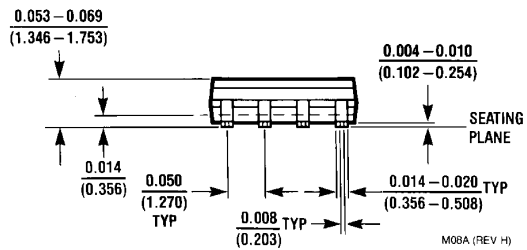
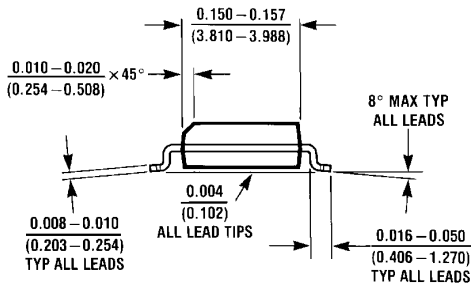
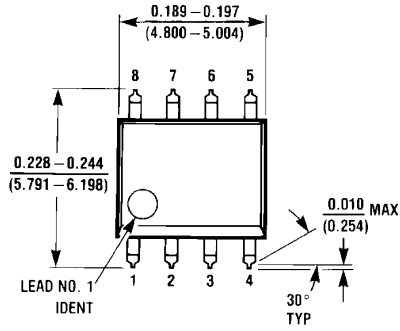


FIGURE 8. 1 Hz Square Wave Oscillator

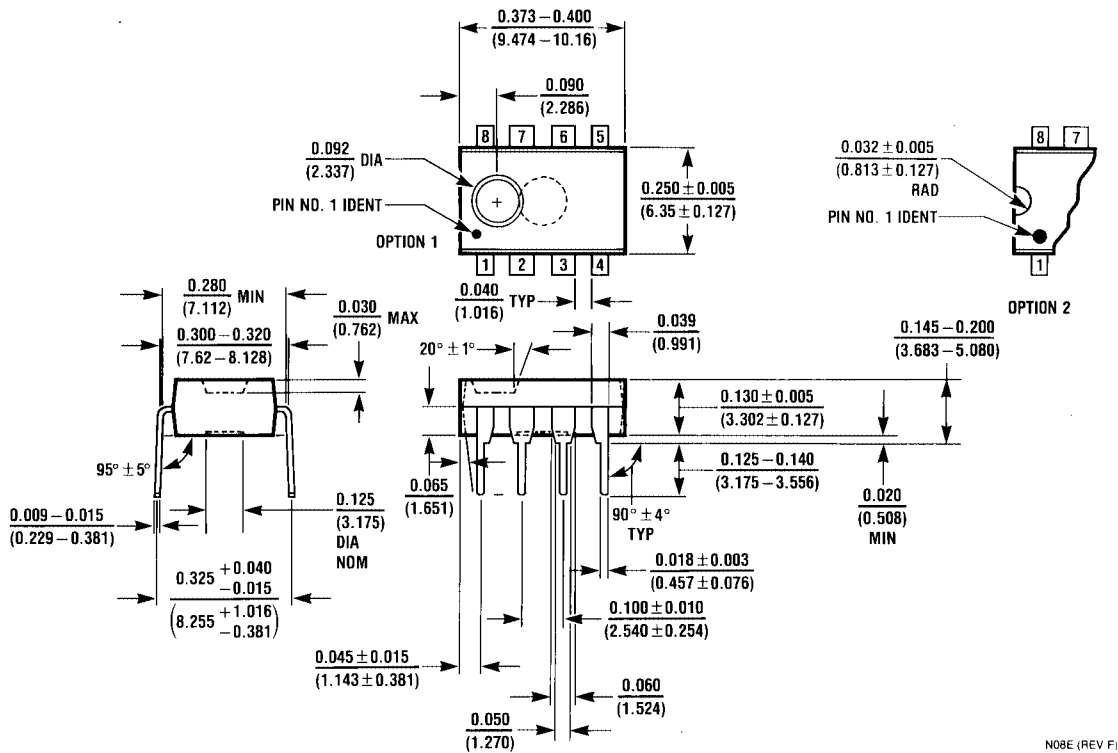
製品情報

| Package | Temperature Range | NSC Drawing | Transport Media |
|------------------------|--|-------------|-----------------------|
| | Industrial - 40 ~ + 85 | | |
| 8-Pin Molded DIP | LMC6081AIN LMC6081IN | N08E | Rail |
| 8-Pin Small Outline | LMC6081AIM, LMC6081AIMX LMC6081IM, LMC6081IMX | M08A | Rail Tape and Reel |

外形寸法図 特記のない限り inches(millimeters)



8-Pin Small Outline Package
Order Number LMC6081AIM, LMC6081AIMX, LMC6081IM or LMC6081IMX
NS Package Number M08A



8-Pin Molded Dual-In-Line Package
Order Number LMC6081AIN or LMC6081IN
NS Package Number N08E

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。

1. 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。
2. 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。

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。

<http://www.national.com/JPN/>

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。



0120-666-116