

LF398

*Application Note 775 Specifications and Architectures of Sample-and-Hold
Amplifiers*



Literature Number: JAJA255



サンプル/ホールド増幅器の規格と内部構造

National Semiconductor
Application Note 775
Leon G. Melkonian
July 1992

1.0 はじめに

サンプル/ホールド(S/H)増幅器は、アナログ信号をトラッキング(追従)し、“ホールド”コマンドが与えられると、“ホールド”コマンドが実行された瞬間の入力信号の値をホールドし、アナログ記憶装置の機能を果たします。理想的なS/H増幅器は、どのような種類の入力信号でもトラッキングすることができ、ホールドコマンドが与えられると、信号の正確な値を遅延なしで出力に記憶させ、この値を半永久的に維持します。しかし残念ながら、理想的なS/H増幅器はまだ存在せず、特定のアプリケーションに合わせてS/H増幅器を選択しなければなりません。S/H増幅器の特性評価の方法、およびS/H規格が性能におよぼす影響についても熟知しなければなりません。さらに、内部構造は性能に大きな影響をおよぼすので、S/H増幅器用に使用する共通内部構造にも精通する必要があります。

本アプリケーション・ノートでは、S/H増幅器のさまざまな規格の意味と有意性および、いくつかの共通S/H内部構造と、性能がどのように内部構造の影響を受けるかについても説明しています。付録には、多数のS/H増幅器の主要規格をリストした表を掲載しました。S/Hの主な用途はデータ変換にあるので、規格を説明するときにこれらのアプリケーションにも述べてあります。

2.0 規格の意味

S/H規格を説明するとき、S/H増幅器の回路図を手元に用意すると便利です。Fig. 1に、開ループ構成の回路図を示しました。この構成については、のちに詳しく説明します。S/H増幅器には2つのモード(サンプルモードとホールドモード)および2つのモード間遷移(サンプルからホールドへ、およびホールドからサンプルへ)があるので、これらの4つのグループ別に規格を説明することにします。Fig. 2に、これらの2つのモードと2つのモード遷移を表わしたS/Hタイミング図を示します。

サンプル・モードの規格

オフセット電圧

オフセット電圧は、入力電圧が0で、S/H増幅器がサンプルモードにあるときの、出力電圧0からの偏差です。A/Dコンバータ・アプリケーションにおいて絶対精度を維持するには、オフセット電圧が1/2 LSBより小さくなければなりません。すなわち、次のようになります。

$$V_{OS} < \frac{FS}{2^{n+1}}$$

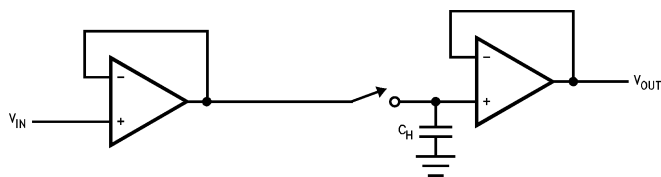
ここで、FSはフルスケール、nはアナログ・デジタル・コンバータ(ADC)の分解能です。多くのS/H増幅器は、オフセット電圧を0にできるようになっていますが、手動で0にする方法はコストが高くなる場合があります。オフセットは入力オフセット電圧として指定されることがあります。これはとくに、S/Hをユニティゲイン以外に構成する場合に有用です。

利得誤差

利得誤差は、S/H増幅器がサンプルモードのときの、入力電圧と出力電圧間の電圧差です(オフセット電圧による影響を除く)。ここでは、理想的なゲインはユニティゲインであると仮定します。A/Dアプリケーションに絶対精度が必要な場合、利得誤差は1/2 LSBより小さくなければなりません。すなわち、次のようになります。

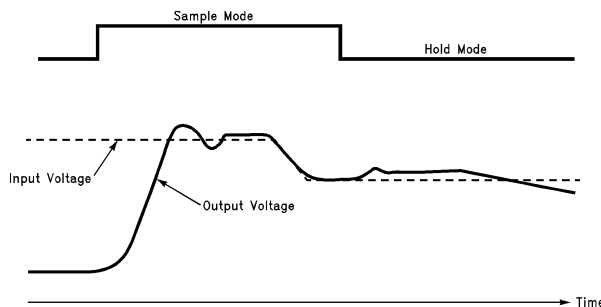
$$\Delta A_V = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{IN}} < \frac{1}{2^{n+1}}$$

ここで、nはコンバータの分解能です。



TL/H/11215-1

FIGURE 1. A Simple S/H Amplifier Consists of a Switch, Hold Capacitor, and Input and Output Buffers



TL/H/11215-2

FIGURE 2. S/H Timing Diagram Showing the Two Modes and the Two Transitions Between the Modes

VIP™はナショナル・セミコンダクター社の登録商標です。

利得直線性誤差

利得直線性誤差は、S/H遷移曲線の、始点と終点を結ぶ理想直線からの最大偏差です(オフセットおよび利得誤差の影響を除く)。S/Hに利得直線性誤差があると、スペクトルひずみが生じます。

全出力帯域幅

全出力帯域幅は、一般に2通りに定義されます。メーカーによっては、全出力帯域幅を、S/H増幅器の電圧利得がフルスケール入力の場合のdc利得に比べて3dB低下した周波数、と定義する場合があります。別のメーカーでは、全出力帯域幅は、S/Hのスルーレートの測定から算出します。この定義によれば、全出力帯域幅は、最大変化率がスルーレートに等しいフルスケール正弦波の周波数に等しくなります。これは次の式によって得られます。

$$BW_{fp} = \frac{SR}{2\pi V_p}$$

ここで、 $2V_p$ はフルスケール振幅、SRはS/Hのスルーレートです。

小信号帯域幅

小信号帯域幅は、S/H増幅器の電圧利得が、フルスケールよりはるかに小さい入力(フルスケールより20dBまたは40dB低い入力など)の場合のdc利得に比べて3dB低下した周波数です。小信号帯域幅は、一般に全出力帯域幅より大きくなります。このことは、全出力帯域幅がスルーレート制限されている場合に当てはまります。小信号帯域幅は、大振幅の高周波信号の変換を必要としないアプリケーションにとって重要です。これらのケースで全出力帯域幅規格に頼ると、実際より小さい帯域幅にならざるを得ません。

スルーレート

スルーレートは、S/H増幅器がサンプル・モードのときの、出力電圧の最大変化率です。スルーレートはホールド・コンデンサの値によって異なるので、ホールド・コンデンサが外付けの場合は、この容量を指定しなければなりません。スルーレートは、全出力帯域幅とS/Hのアクイジション時間に影響をおよぼすので、重要です。

サンプルからホールドへの遷移規格

アパーチャ時間

アパーチャ時間(アパーチャ遅延ともいう)は、各メーカーによって定義が異なる規格です。厳密な定義によれば、アパーチャ時間とは、ホールド・コマンドが与えられた後に、実際に、信号がホールド・コンデンサから切り離されるために必要な時間です(Fig. 3)。広義の定義によれば、アパーチャ時間とは、ホールド・コマンドを与えたときから、信号がホールド・コンデンサから完全に切断されるまでの時間です。2番目の定義には、ホールド・コマンドを与えたときから入力信号をホールド・コンデンサに接続するスイッチがオフにするまでのデジタル遅延も含まれています。

アパーチャ・ジッタとは異なり、アパーチャ時間は正弦信号の最大周波数を制限する要因にはなりません。正弦波信号では、アパーチャ時間によって生じる電圧誤差は、それ自身が、振幅変化または周波数変化としてではなく、位相変化として現れるからです。

実効アパーチャ遅延時間

実効アパーチャ遅延時間は、ホールド・コマンドの発生から、ホールド・コンデンサ上に存在する最後の「ホールドされた」電圧の入力時の出現までの時間遅延です(Fig. 3)。正確なタイミングが必要な場合は、入力値が必要な瞬間より前に、ホールド・コマンドに「実効アパーチャ遅延時間」を与えておかなければなりません。

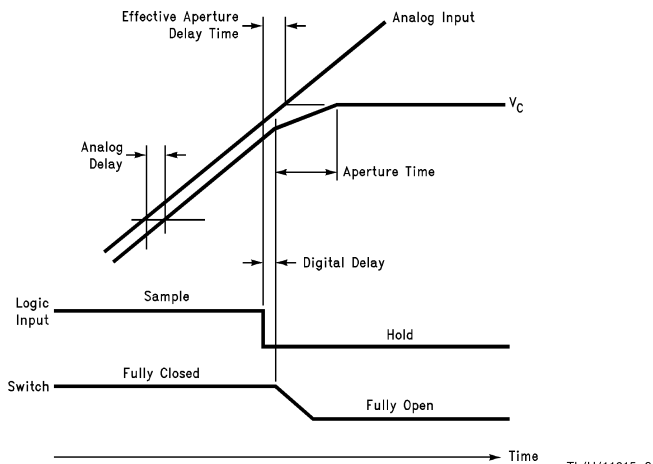


FIGURE 3. Aperture Time and Effective Aperture Delay Time

TL/H/11215-3

アパーチャ・ジッタ

アパーチャ・ジッタ(アパーチャ不確実性ともいう)は、アパーチャ時間の不確実性です。アパーチャ・ジッタは、ノイズがホールド・コマンド上に重畳して、タイミングに影響を与えることから生じます。アパーチャ・ジッタは、アパーチャ時間の標準偏差を表すrms値として指定されることが多くあります。

アパーチャ・ジッタは、S/Hによって正確にサンプリングすることができる最大周波数正弦信号の上限を設定します。精度を失わないようにするための経験則は、アパーチャ・ジッタ期間中は、信号を $\pm 1/2\text{LSB}$ より大きく変化させないことです。フルスケール正弦波信号 $V = A \sin(2\pi ft)$ を使用すると、次のようになります。

$$\frac{dV}{dt} = 2\pi fA \cos(2\pi ft) < \frac{\pm 1/2\text{LSB}}{t_{aj}}$$

ここで、Aはアナログ入力電圧範囲の半分、 t_{aj} はアパーチャ・ジッタです。 $1/2\text{LSB} = A/2^n$ なので(n はコンバータの分解能)次のようになります。

$$f < \frac{1}{2\pi \times 2^n \times t_{aj}}$$

この規則の使用例として、S/H増幅器のアパーチャ・ジッタが100psである12ビット・コンバータは、388kHzという高周波フルスケール信号を変換することができます。もちろん、これは、コンバータのサンプリング・レートがこの周波数の2倍以上高く、ナイキスト基準を満たすことができる場合に限り可能になります。

電荷転送(または電荷注入)

電荷転送(または電荷注入)は、ホールド・コマンドが与えられた後にスイッチをオープンした結果、ホールド・コンデンサへ転送される電荷の量です。電荷転送は、ホールド・コンデンサと、スイッチの役割を果たすトランジスタのゲートとの間の容量結合によって起こります。この電荷転送のため、出力にはホールド・ステップが発生します。ホールド・コンデンサが入力電圧を「監視」する構成では、電荷転送は入力電圧と相関があり、そのカーブは非線形関数になって、高調波ひずみが生じることがあります。

ホールド・ステップ

ホールド・ステップ(ベダスタルおよびサンプルからホールドへのオフセットともいう)は、サンプルからホールドへの遷移によって出力に現れる電圧変動分です(Fig. 4)。ホールド・ステップは、スイッチのオープンによるホールド・コンデンサへの電荷転送によって生じます。ホールド・ステップは、次の式によって電荷転送から判定することができます。

$$V_{HS} = \frac{Q}{C_H}$$

ここで、Qはホールド・コンデンサへ転送された電荷です。したがって、ホールド・コンデンサの値を増加すると、ホールド・ステップを低

減することができます。ただし、これを行うと、アキュイジション時間は長くなります。A/Dアプリケーションの場合は、ホールド・ステップはいかなる入力電圧でも、 $1/2\text{LSB}$ 未満であることが望ましいです。

ホールド・モード・セトリング時間

ホールド・モード・セトリング時間は、ホールド・コマンドが与えられた後に、指定されたエラー・バンド内で、出力をセトルするのに要する時間です。このエラー・バンドは、一般にフルスケール・ステップ入力の1%、0.1%、または0.01%と指定されます。A/Dコンバータ・アプリケーションの場合は、変換が開始される前に、 $\pm 1/2\text{LSB}$ 以内に出力をセトルする必要があります。アキュイジション時間、ホールド・モード・セトリング時間、およびA/D変換時間の総和によって、S/H-ADCシステムの最大サンプリング・レートが決まるので、その意味でもホールド・モード・セトリング時間は重要で(変換をバイプライン化した場合、サンプリング・レートはもっと速くなります)。

$$(f_s)_{\max} = \frac{1}{t_{aq} + t_{HS} + t_c}$$

サンプルからホールドへの過渡状態

サンプルからホールドへの過渡状態は、サンプルからホールドへの遷移のために出力に現れる過渡状態です。通常は、過渡状態の最大振幅が指定されます。デジタル・アナログ・コンバータの出力からグリッチを除去するのに用いるS/Hは、サンプルからホールドへの過渡状態が小さくしなければなりません。

ホールド・モードの規格

ホールド・コンデンサ・リーク電流

ホールド・コンデンサ・リーク電流は、S/H増幅器がホールド・モードのときに、ホールド・コンデンサへ(から)流れる電流です。リーク電流は、3つの成分からなります。すなわち、ホールド・コンデンサの誘電体からのリーク、アナログ・スイッチからのリーク、および出力増幅器の入力バイアス電流です(リーク電流は、必ずしもすべて同じ極性ではありません)。ドロープ・レートはホールド・コンデンサ・リーク電流に比例するので、この規格は重要です。

ドロープ・レート

ドロープ・レートは、ホールド・コンデンサからのリークのために出力電圧が変化するレートです。S/Hに内部ホールド・コンデンサがある場合、ドロープ・レートはデータ・シートに指定されます。ただし、ホールド・コンデンサを外部に追加しなければならない場合には、ドロープ・レートはホールド・コンデンサの値によって異なり、次の式から計算されます。

$$\frac{dV_{CH}}{dt} = \frac{I_L}{C_H}$$

ここで、 I_L はホールド・コンデンサ・リーク電流です。

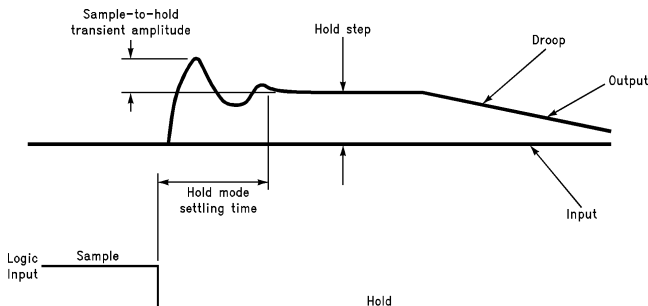


FIGURE 4. Sources of Error in Hold Mode and during the Sample-to-Hold Transition

TL/H/11215-4

サンプリングされた電圧を指定エラー・バンド内で長時間保持しななければならないアプリケーションでは、ドループ・レートは重要です。A/Dアプリケーションでは、変換時間中に出力を1/2 LSBより多くドループしないようにする必要があります。A/Dアプリケーションでは、S/Hの最大許容ドループ・レートは、次の式によって得られます。

$$\frac{dV_{CH}}{dt} < \frac{1}{2} \frac{\text{LSB}}{t_c} = \frac{FS}{(2^n + 1) t_c}$$

ここで、FSはADCのフルスケール電圧、nは分解能、 t_c はADC変換時間です。ホールド・コンデンサの値を大きくすると、ドループ・レートを低減することができますが、それによってアキュジション時間は長くなります。

フィードスルー減衰比

フィードスルー減衰比は、S/H増幅器がホールド・モードのときに出力に現れる入力信号の部分です。フィードスルー減衰比は、一般に入力信号の特定の周波数に対して指定されます。A/Dアプリケーションの場合、フィードスルーは全振幅入力に対して1/2 LSB未満でなければなりません。したがって、フィードスルー減衰比は少なくとも次のようになります。

$$A_F > 20 \log(2^n + 1) \text{ dB}$$

これは、 $A_F > 6(n + 1) \text{ dB}$ に簡略化できます。ここで、nはコンバータの分解能です。

ホールドからサンプルへの遷移規格

アキュジション時間

アキュジション時間は、いったんサンプル・コマンドが与えられてから、新しい入力電圧を獲得するのに要する最長時間です(Fig. 5)。出力電圧の最終値前後の指定エラー・バンド内に信号をセトルしたとき、信号を「獲得した」といいます。エラー・バンドは通常、0.1%、0.01%、1mV、または1/2 LSB(ADCが関与するアプリケーションの場合)です。アキュジション時間の最大値は、ホールド・コンデンサがフルスケール電圧変化へ充電しなければならぬときに起こります。アキュジション時間は、ホールド・コンデンサの値によって異なり、ホールド・コンデンサが外付けの場合は、この値を指定しなければなりません。容量が小さいホールド・コンデンサを選択すると、アキュジション時間を短縮することができますが、それによってホールド・ステップでドループ・レートが増加します。

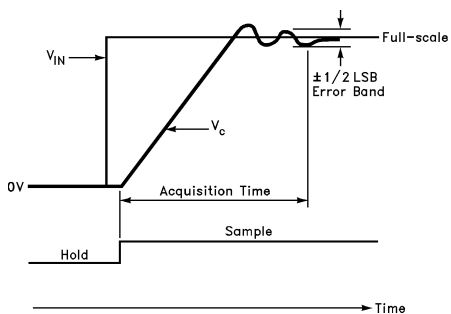
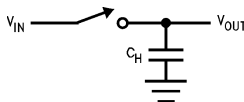


FIGURE 5. Acquisition Time

3.0 サンプル・アンド・ホールドの構成

システム・ブロック図の中でS/H増幅器に関して頻繁に用いられるシンボルは、コンデンサ接続の直列スイッチです(Fig. 6)。スイッチはデバイスのモードを制御することができ、コンデンサは電圧を格納することができますが、これらの部品だけを使用するS/Hは、非常に低い性能になります。このような構成の欠点を研究することによって、実用的なS/H増幅器を構成するための基本コアに追加する部品をより正確に評価することができます。



TL/H/11215-6

FIGURE 6. S/H Symbol

第一に、サンプル・モードでは、Fig. 6のS/Hのホールド・コンデンサの充電時間は、入力のソース・インピーダンスによって異なります。ソース・インピーダンスが大きいと、RC時定数が大きくなり、アキュジション時間は長くなります。この効果を改善するために、オペアンプで入力からホールド・コンデンサをバッファします(オペアンプが容量性負荷を駆動できるとします)。すると、アキュジション時間はソース・インピーダンスとは無関係になって、オペアンプの低い出力インピーダンスにより短くなります。

第二に、ホールド・モードでは、ホールド・コンデンサは負荷から充電します。したがって、ドループ・レートは負荷に依存し、非常に高くなることがあります。この問題を改善するため、オペアンプで出力からホールド・コンデンサをバッファします。すると、ドループ・レートは負荷とは無関係になり、オペアンプの大きな入力インピーダンスのために、実際やや低くなります。

したがって、実際のS/H増幅器には、スイッチとホールド・コンデンサのほかに、入力および出力バッファが必要です。この構成をとる2つの代表的なバリエーションである開ループ構成と閉ループ構成は、フィードバックしているか、していないかの点で異なります。

開ループ構成では(Fig. 7)、入力および出力バッファ・アンプはそれぞれボルテ・ジ・フォロウとして構成されます。このアーキテクチャの利点は動作スピードが速いという点にあります。すなわち、バッファ・アンプ間にフィードバックしていないので、セトリング時間が短くなります。逆に、この構成の欠点は精度が高くないという点にあります。すなわち、フィードバックしていないために、両方の増幅器のDC誤差が相殺されず加算されます。

高精度を要求するアプリケーションでは、ボルテ・ジ・フォロウ出力(Fig. 8)または積分器出力(Fig. 9)をもつ開ループ構成を使用することができます。フィードバックは開ループ構成に比べてS/Hの精度を著しく改善しますが、動作スピードの点でいくぶん劣ります。

開ループ構成でも、ボルテ・ジ・フォロウ出力付きの開ループ構成でも、電荷転送、したがってホールド・ステップは入力電圧に相関します。その理由は、ホールド・コンデンサが(入力バッファ・アンプを通じて)入力信号に接続しているからです。積分器出力付きの開ループ構成は、ホールド・コンデンサを入力信号の代わりに仮想グラウンドに接続することによって、この問題を解消します。したがって、電荷転送は一定になります。

開ループ構成の動作スピードと閉ループ構成の精度を組み合わせた新しい構成が、Fig. 10に示した電流多重化構成です。ナショナル・セミコンダクター社の高性能VIPTMサンプル/ホールド増幅器LF6197は、この構成を採用しています。この構成は、電荷注入キャンセル機能を備えているので、大きなホールド・ステップという欠点もなく、小型のホールド・コンデンサを使用して高スピードを得ることができます。

サンプル・モードでは、相互コンダクタンス入力段 g_{m1} (サンプル)は出力バッファへ接続され、スイッチS2およびS3はクロックされるの

で、ダミー・コンデンサ C_D は短絡され、ホールド・コンデンサの一方の端はグラウンドに接地されるので、ホールド・コンデンサを充電させることができます。ホールド・コマンドは入力段 g_{m2} (ホールド)を出力バッファに接続して、スイッチS2およびS3をオープンします。ホールド・コンデンサへの電荷注入によって生じる差動電圧は、ホールド・コンデンサと同じ値であるダミー・コンデンサへの電荷注入と等しい逆極性の電荷によって相殺されます。したがって、 g_{m2} の同相電圧除去によってホールド・ステップは大幅に小さくなります。

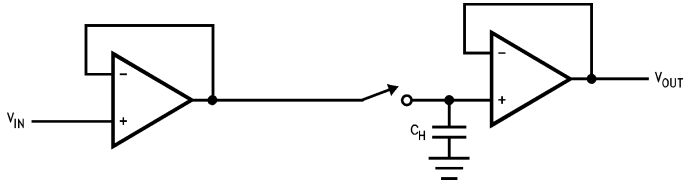


FIGURE 7. Open-Loop Architecture

TL/H/11215-7

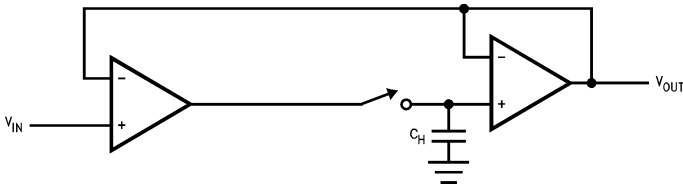


FIGURE 8. Closed-Loop Architecture with Follower Output

TL/H/11215-8

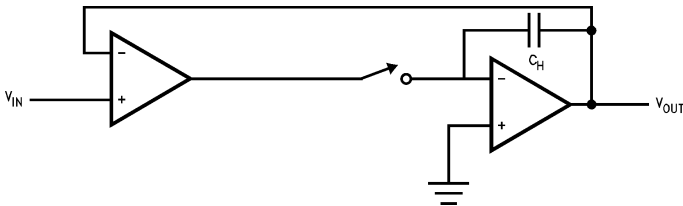


FIGURE 9. Closed-Loop Architecture with Integrator Output

TL/H/11215-9

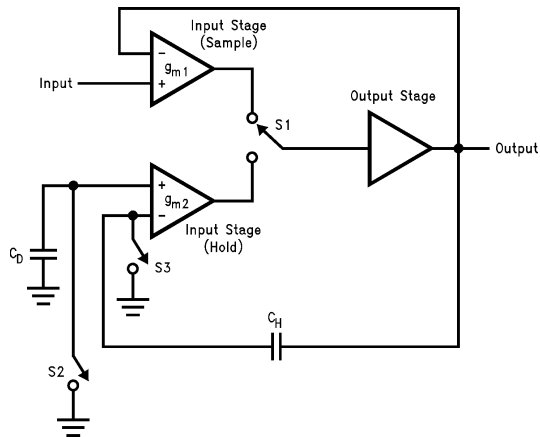


FIGURE 10. Current Multiplexed Architecture

TL/H/11215-10

4.0 結論

特定アプリケーションのためのS/H増幅器を選択するには、S/Hの規格の決め方と、どの規格がシステムの性能に影響をおよぼすかについて理解しておく必要があります。S/H増幅器を比較する際には、テスト条件と規格の定義でさえもメーカーによって異なる場合があることも認識しておく必要があります。規格の意味を明確に理解しておけば、さまざまな規格の定義を使用してテストされたS/Hを比較するのが容易になります。

付録

以下は、ナショナル セミコンダクター社のS/H増幅器の規格値を示した表です。アキュジション時間の値や、ほかのホールド・コンデンサ値および異なる精度でのホールド・モード・セトリング時間の値などの追加情報は、データシートに記載されています。

SPECIFICATIONS FOR SELECTED S/H AMPLIFIERS

Spec (Note 1)	LF398	LH4860*	LF6197*
Architecture	Closed-Loop, Follower Output	Closed-Loop, Integrator Output	Current Multiplexed
Input Offset Voltage	g 2 mV	g 0.5 mV	g 3 mV
Gain Error	0.004%	g 0.005%	0.03%
Small Signal BW		16 MHz	25 MHz
Slew Rate		300 V/ms	145 V/ms
Aperture Time	200 ns	6 ns	4 ns
Aperture Jitter		35 p ₉ rms	8 p ₉ rms
Hold Step (Note 2)	g 1.0 mV	g 2.5 mV	g 10 mV
Hold Mode Settling Time to 0.01%	1 ms	60 ns	50 ns
Hold Capacitor Leakage Current	30 pA	5 pA	6 pA
Drop Rate		g 0.5 mV/ms	0.6 mV/ms
Feedthrough Attenuation Ratio at 1 kHz	90 dB		83 dB
Acquisition Time to 0.1% (Notes 3, 4)	4 ms	100 ns	130 ns

Note 1: 表はこれらの規格の代表値を表示しています。

Note 2: LF398: $C_H = 0.01\mu\text{F}$, $V_{OUT} = 0\text{V}$ 。

Note 3: $\Delta V_{OUT} = 10\text{V}$ 。

Note 4: LF398: $C_H = 1000\text{pF}$ 。

Note 5: * の製品はすでに廃品種。

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。

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 <http://www.nsjk.co.jp/>

製品に関するお問い合わせはカスタマ・レスポンス・センタのフリーダイヤルまでご連絡ください。



0120-666-116



この紙は再生紙を使用しています

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上