

5.5nV/√Hz ローノイズ, 500μA ローパワー 出力フルスイング CMOS オペアンプ

特徴

- 入力換算雑音電圧
 - f=10Hz 11nV/√Hz
 - f=1kHz 5.5nV/√Hz
- 消費電流 500μA typ.
- GB積 4.4MHz
- スルーレート 1.1V/μs
- 電源電圧
 - 単電源 1.8V to 5.5V
 - 両電源 ±0.9 to ±2.75
- 出力フルスイング (R_L=10kΩ) 50mV from rail
- グランドセンス
- 同相入力電圧範囲 V_{SS}-0.1V to V_{DD}-0.9V
- 入力オフセット電圧 2mV max.
- 入力オフセット電圧ドリフト 1.5μV/°C typ.
- 高 RF ノイズ耐性
- パッケージ SC-88A

アプリケーション

- ローノイズマイクアンプ
- フォトダイオードアンプ
- ショックセンサーアンプ
- 加速度センサーアンプ
- セキュリティ機器
- ワイヤレス LAN
- 通信機器

概要

NJU77806 は、1kHz で 5.5nV/√Hz という非常に小さい入力換算雑音電圧を実現した出力フルスイング CMOS オペアンプで、利得帯域幅積は 4.4MHz、スルーレートは 1.1V/μsec です。これらの低雑音・広帯域特性を備えながら、消費電流を 500μA という小さい値に抑えているため、バッテリー駆動などの消費電力を低く抑えたいアプリケーションにおいて低雑音と低消費を実現する電力効率の優れたシステム設計に最適です。

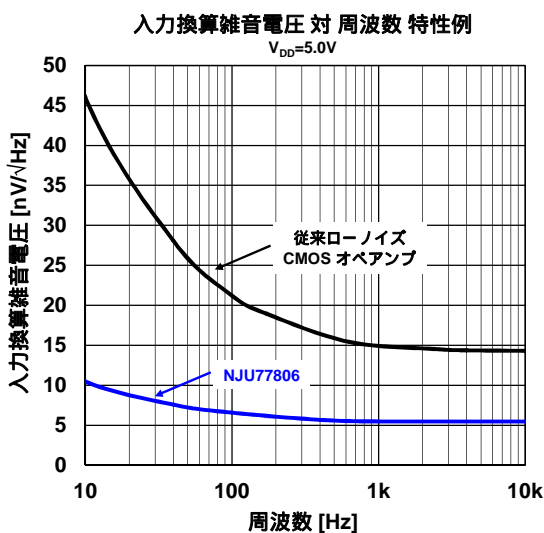
NJU77806 は、低周波数の 10Hz にてわずか 11nV/√Hz の極めて小さな入力換算雑音電圧を実現しています。消費電流 500μA という小さい値に抑えながら、1/f 雑音による低周波数領域の雑音悪化を抑えた高性能オペアンプです。これらの特性は低周波数を扱うアプリケーションの信号忠実度に有効であり、オーディオ、センサ・ベース、またはアクティブフィルタの用途に最適です。

NJU77806 は、1.8V から 5V 電源電圧範囲での特性を保証しています。低雑音、且つ低消費電流特性に加えて、1.8V からの低電圧動作も実現しているため、バッテリーの寿命を最大限に利用できます。

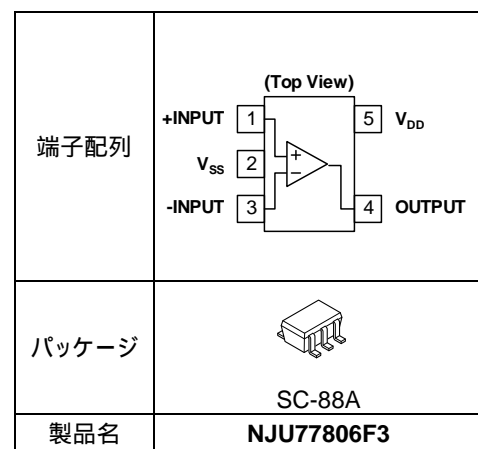
NJU77806 は、高い RF ノイズ耐性を備えており、携帯電話や無線などを使用する環境においても誤作動を起こしにくいように対策しています。

NJU77806 は、実装面積の小さい SC-88A パッケージで供給されます。この小型パッケージにより省スペース化を必要とするポータブル機器や携帯電話などのアプリケーションに最適です。

特性例



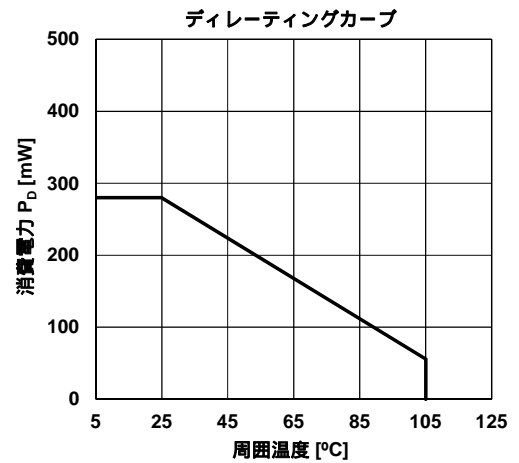
端子配列



■絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V_{DD}	7	V
同相入力電圧範囲	V_{ICM}	$V_{SS} - 0.3$ to $V_{DD} + 0.3$	V
差動入力電圧範囲 ⁽¹⁾	V_{ID}	± 7 ⁽²⁾	V
消費電力 ⁽³⁾ SC-88A	P_D	(2-layer) 280	mW
動作温度範囲	T_{opr}	-40 to +105	°C
保存温度範囲	T_{stg}	-55 to +125	°C

- (1) 差動入力電圧は+INPUT 端子と-ININPUT 端子の電位差です。
 (2) 電源電圧が 7V 以下の場合は、電源電圧と等しくなります。
 (3) 消費電力は $T_a=25^\circ\text{C}$ の時に IC で消費できる電力値で、JEDEC 標準規格に準拠して測定された値です。 $T_a>25^\circ\text{C}$ で使用する場合、その値は 1°C につき $P_D/(T_{stg}(\text{MAX})-25)[\text{mW}/^\circ\text{C}]$ の割合で減少します。
 2-layer: EIA/JEDEC 仕様基板(76.2x114.3x1.6mm, 2 層, FR-4)実装時



■推奨動作条件($T_a=25^\circ\text{C}$)

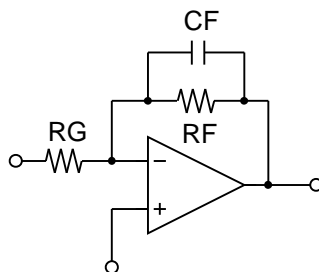
項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V_{DD}		1.8	-	5.5	V

■電気的特性(指定なき場合には $V_{DD}=1.8V$ to $5.0V$, $V_{SS}=0V$, $V_{ICM}=V_{DD}/2$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
DC 特性						
消費電流	I_{DD}	無信号時	-	500	650	μA
入力オフセット電圧	V_{IO}		-	0.7	2	mV
入力オフセット電圧ドリフト	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	$T_a = -40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	1.5	-	$\mu V/^\circ C$
入力バイアス電流	I_B		-	1	-	pA
入力オフセット電流	I_{IO}		-	1	-	pA
入力容量	C_{IN}		-	17	-	pF
電圧利得	A_V	$R_L=10k\Omega$ to $V_{DD}/2$	70	100	-	dB
同相信号除去比	CMR	$V_{ICM}=-0.1V$ to $V_{DD}-0.9V$	70	100	-	dB
電源電圧除去比	SVR	$V_{DD}=1.8V$ to $5.5V$	70	100	-	dB
同相入力電圧範囲	V_{ICM}	CMR \geq 70dB	-0.1	-	$V_{DD}-0.9$	V
最大出力電圧	V_{OH}	$R_L=10k\Omega$ to $V_{DD}/2$ $I_{source}=1.5mA$	$V_{DD}-0.1$ $V_{DD}-0.15$	$V_{DD}-0.05$ $V_{DD}-0.1$	- -	V
	V_{OL}	$R_L=10k\Omega$ to $V_{DD}/2$ $I_{sink}=1.5mA$	- -	0.05 0.1	0.1 0.15	
AC 特性						
スルーレート	SR	$G_V=14dB$	-	1.1	-	V/ μs
利得帯域幅積	GBP	$G_V=40dB$, $f=100kHz$	-	4.4	-	MHz
ユニティゲイン周波数	f_T	$G_V=40dB$	-	2.4	-	MHz
入力換算雑音電圧	V_{NI}	$f=1kHz$ $f=10Hz$	- -	5.5 11	- -	nV/ \sqrt{Hz}
	$V_{NI(PP)}$	$f=0.1Hz$ to $10Hz$	-	0.25	-	μV_{pp}
全高調波歪率 + ノイズ	THD+N	$G_V=20dB$, $f=1kHz$, LPF=80kHz $V_{DD}=5.0V$, $V_O=4V_{pp}$	-	0.005	-	%
		$V_{DD}=1.8V$, $V_O=1.5V_{pp}$	-	0.01	-	

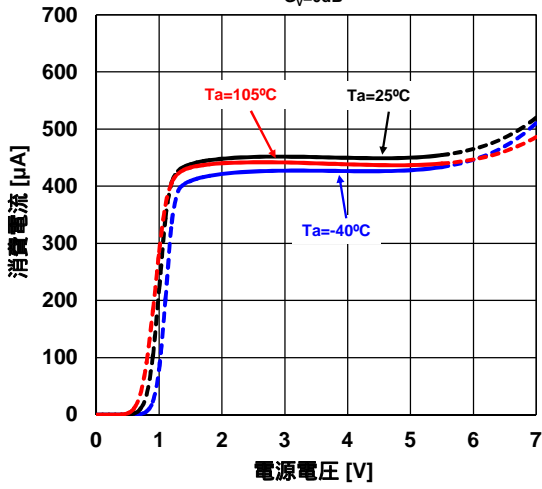
使用上の注意

回路利得は 14dB(5 倍)以上が実用的です。ボルテージフォロワでは発振防止に十分な配慮をしてください。14dB 以下で使用する場合は、発振防止のために帰還抵抗: R_F と並列に 20pF の補償容量: C_F を挿入してください。詳しい説明についてはアプリケーションノートの”入力容量”を参照ください。

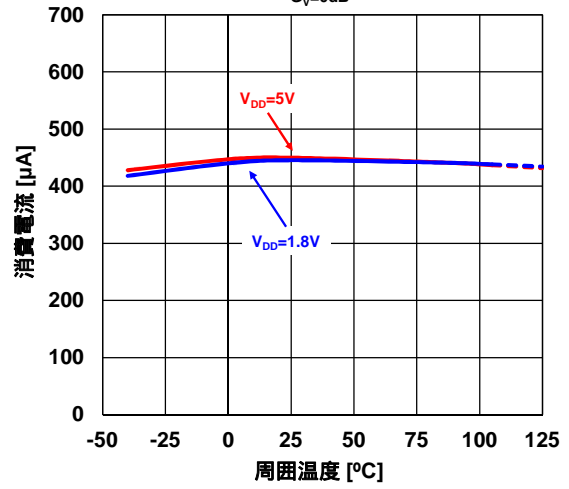


■特性例

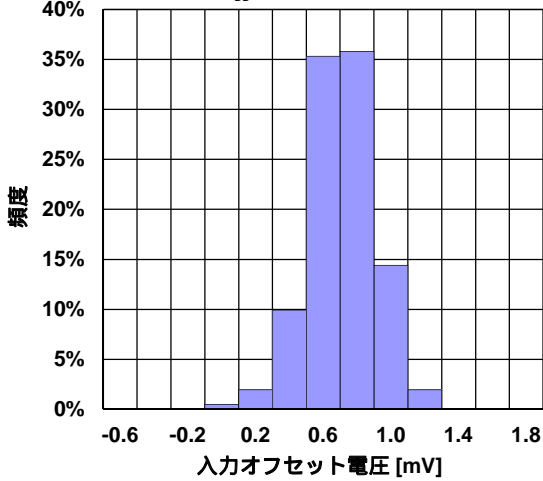
消費電流 対 電源電圧
G_v=0dB



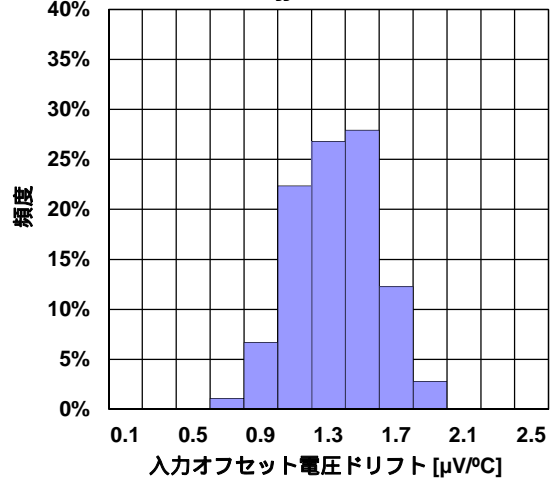
消費電流 対 周囲温度 特性例
G_v=0dB



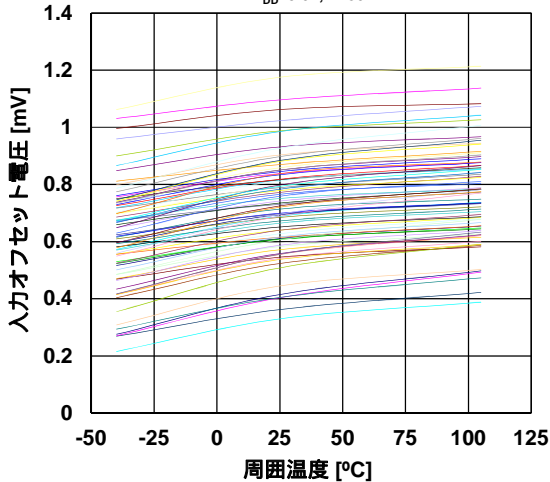
入力オフセット電圧分布 特性例
V_{DD}=5.0V, Ta=25°C, n=195



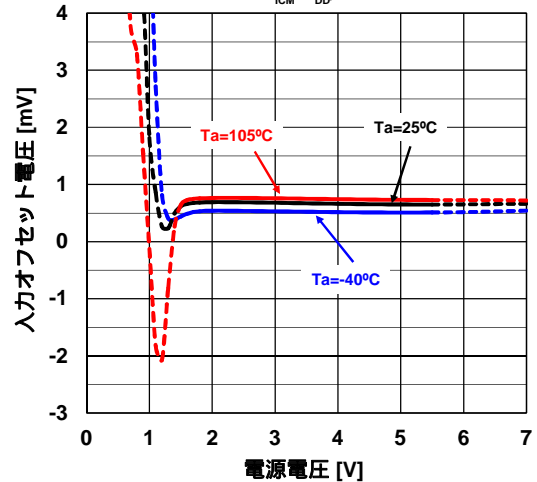
入力オフセット電圧温度ドリフト分布 特性例
V_{DD}=5.0V, n=179



入力オフセット電圧 対 周囲温度 特性例
V_{DD}=5.0V, n=80



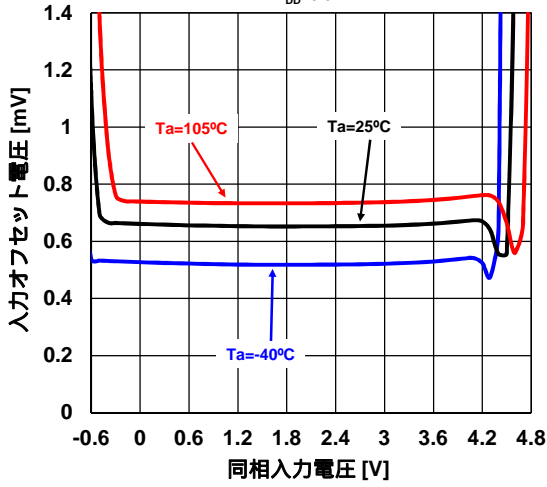
入力オフセット電圧 対 電源電圧 特性例
V_{ICM}=V_{DD}/2



■特性例

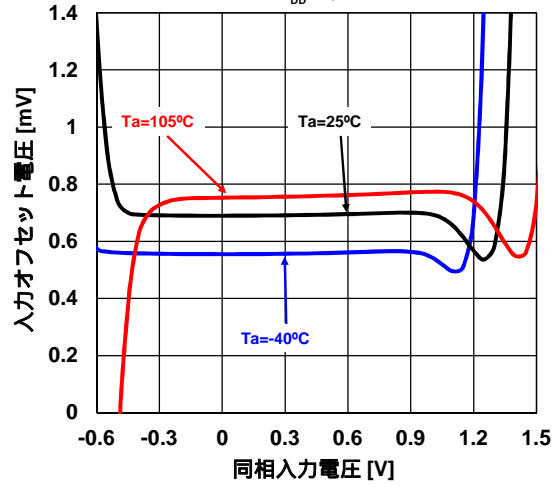
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例

$V_{DD}=5.0V$



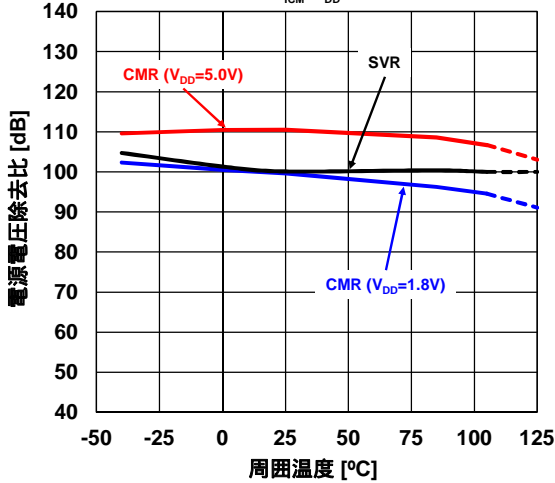
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例

$V_{DD}=1.8V$



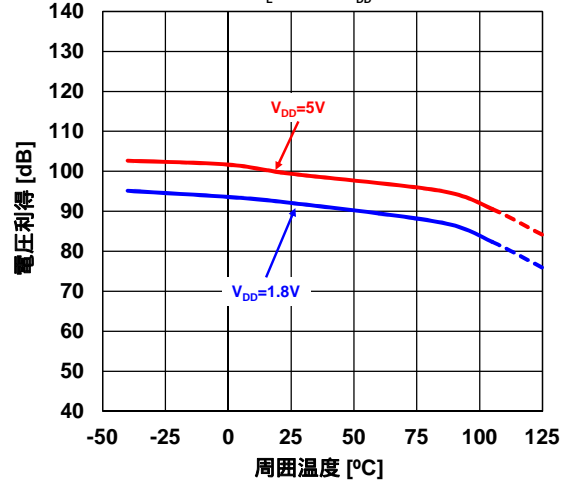
同相信号 / 電源電圧除去比 対 周囲温度 特性例

$V_{ICM}=V_{DD}/2$



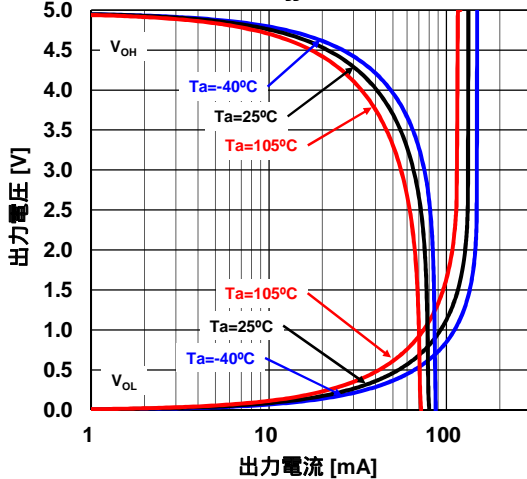
電圧利得 対 周囲温度 特性例

$R_L=10k\Omega$ to $V_{DD}/2$



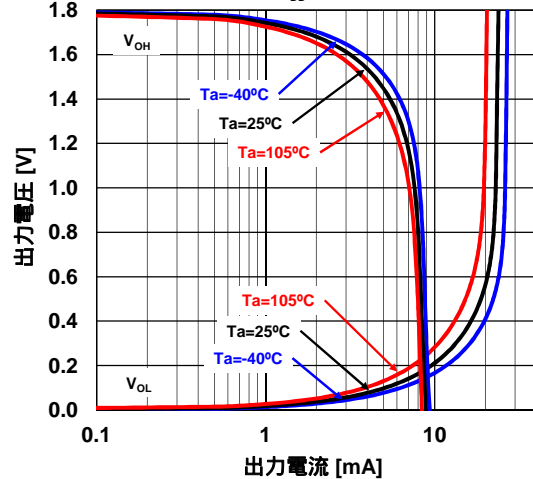
最大出力電圧 対 出力電流 特性例

$V_{DD}=5.0V$



最大出力電圧 対 出力電流 特性例

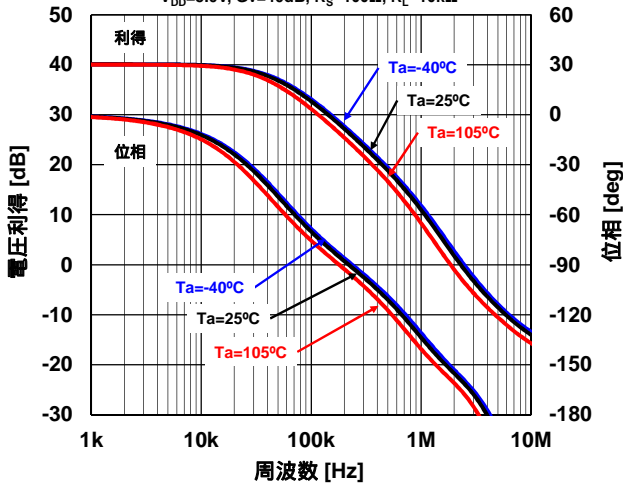
$V_{DD}=1.8V$



■特性例

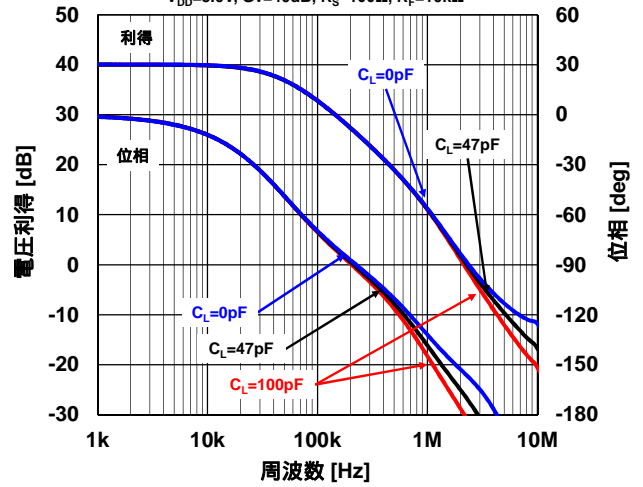
電圧利得/位相 対 周波数 特性例

$V_{DD}=5.0V, G_v=40dB, R_S=100\Omega, R_f=10k\Omega$



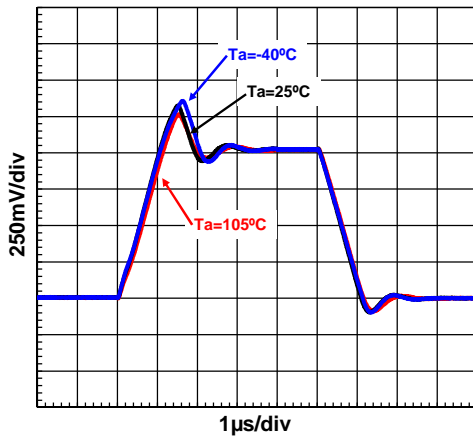
電圧利得/位相 対 周波数 特性例

$V_{DD}=5.0V, G_v=40dB, R_S=100\Omega, R_f=10k\Omega$



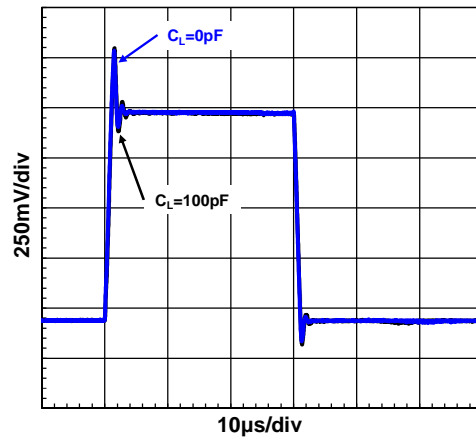
パルス応答 特性例

$V_{DD}=5.0V, G_v=14dB$



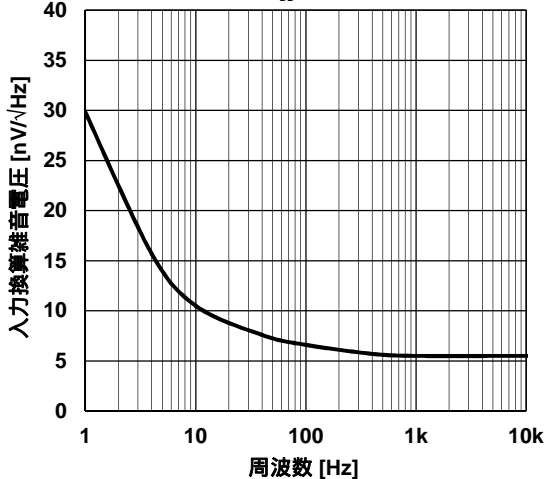
過渡応答 特性例

$V_{DD}=5.0V, G_v=14dB$



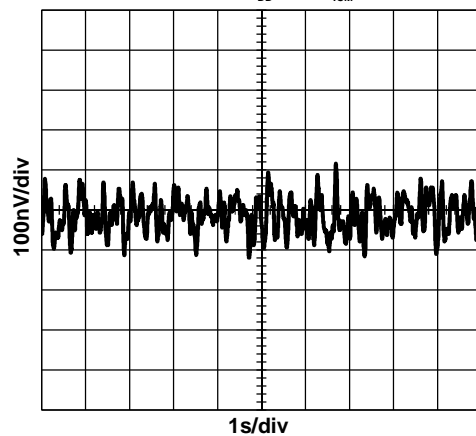
入力換算雑音電圧 対 周波数 特性例

$V_{DD}=5.0V$

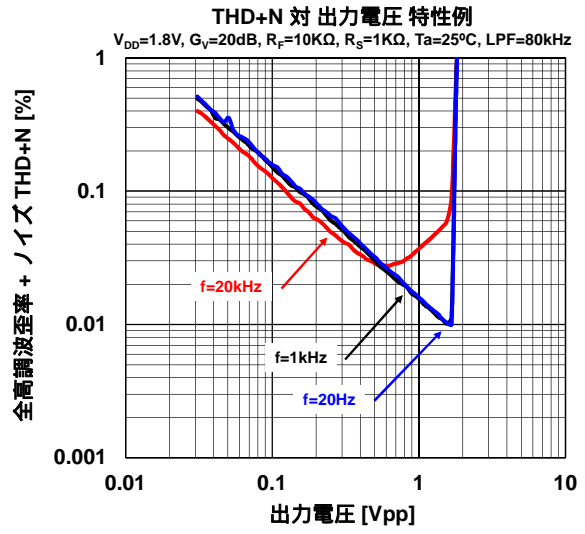
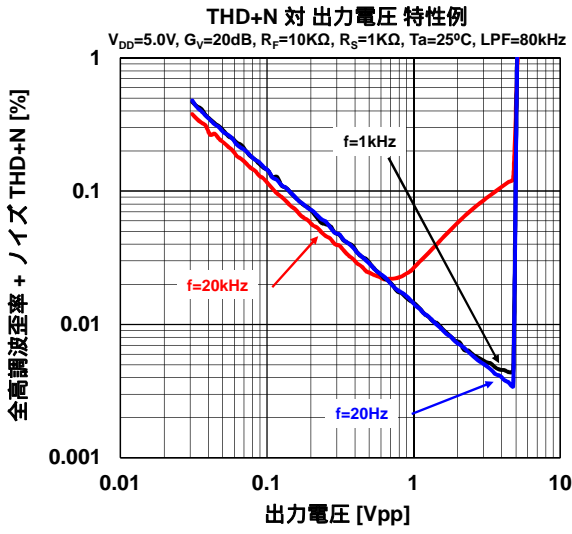


0.1Hz to 10Hz 雑音電圧波形 特性例

$f=0.1Hz \text{ to } 10Hz, V_{DD}=5.0V, V_{ICM}=2.5V$



■特性例



■アプリケーションノート

■トランスインピーダンスアンプ

NJU77806 は、CMOS 入力段で構成されているので、きわめて高い入力インピーダンスを備えています。合わせて、低消費電流にも関わらずに低雑音特性であるため、バッテリー駆動機器など低消費電力が必要とされるトランスインピーダンス・アプリケーションに最適なオペアンプです。代表的なトランスインピーダンス・アンプを図 1 に示します。アンプの出力電圧は $V_{OUT} = I_{IN} \cdot R_F$ の式で求められます。アンプの出力振幅は制限があるので、 I_{IN} のすべての値が検知できるように R_F を選択してください。

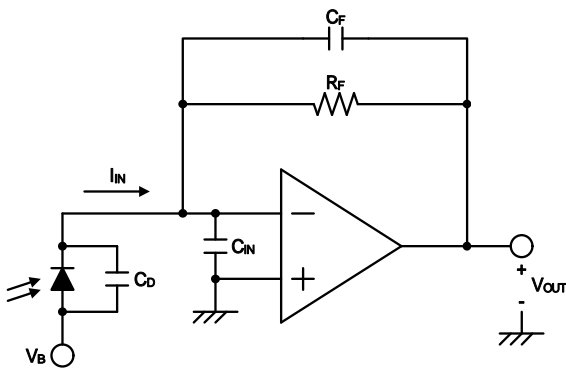


図 1. トランスインピーダンスアンプ

下図にトランスインピーダンス・アンプ回路において、 C_D はフォトダイオードの寄生容量、 C_{IN} はアンプの入力容量です。これらの容量は高周波において動作を不安定にさせます。発振が起こらないように、トランスインピーダンス・アンプの回路設計には注意が必要です。回路の安定性の確保と周波数応答の制御を目的に、補償容量 C_F を R_F に並列に追加します。出来るだけフラットな二次応答を実現するために、 R_F と C_F は次式を使って求めます。

$$C_F = \sqrt{\frac{C_{IN} + C_D}{GBP \times 2\pi \times R_F}}$$

■バンドパスフィルタ付きマイクロフォン、オーディオアンプ

NJU77806 は、低消費電流にも関わらず 10Hz の低周波領域において $11nV/\sqrt{Hz}$ の優れた低入力換算雑音電圧を実現しております。加えて、低電圧動作、広い利得帯域幅積、および、低高調波歪の特性を備えているためマイクロホンやオーディオのプリアンプ・アプリケーションに最適です。500 μ A の低消費電流であるためバッテリー駆動の消費電力を抑えたいポータブル機器において、NJU77806 は低消費設計、且つ、低雑音設計に最適な選択肢です。

図 2、および図 3 にマイクロホンやオーディオ・プリアンプの反転増幅回路と非反転増幅回路を示します。図 2 は反転増幅回路で、10k Ω の帰還抵抗 R_2 と 1k Ω の入力抵抗 R_1 が使われているため、-10 倍の利得が得られます。図 3 は、非反転増幅回路で、10k Ω の帰還抵抗 R_2 と 1k Ω の入力抵抗 R_1 が使われているため、11 倍の利得が得られます。C1 および R1 によってローパス・フィルタのカットオフ周波数が決まります。また、C2 および R2 によってハイパス・フィルタのカットオフ周波数が決まります。従いまして、R1 および R2 により利得を決定し、C1 および C2 を調整することで所望の帯域のみを通過・増幅させるバンドパス・フィルタ付きマイクロホン、オーディオ・プリアンプを構成することが出来ます。

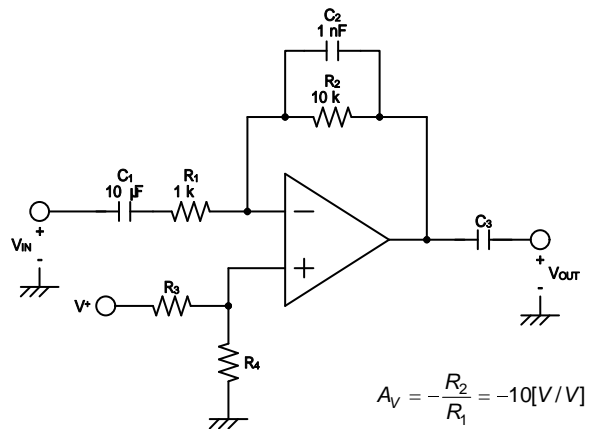


図 2. 反転マイクロフォン・オーディオアンプ

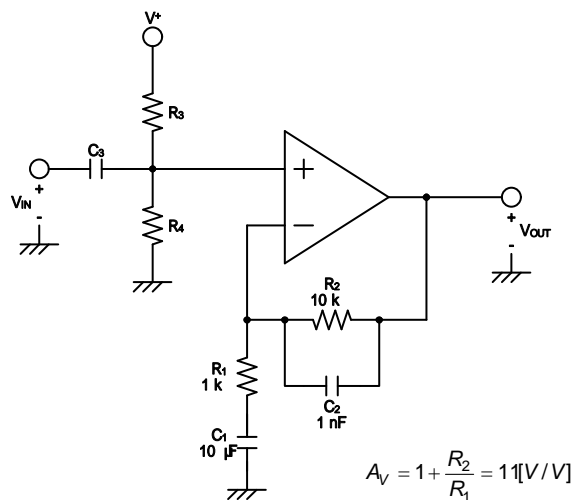


図 3. 非反転マイクロフォン・オーディオアンプ

■アプリケーションノート

■入力容量

CMOS 入力段は入力バイアス電流が極めて低い一方で、入力換算雑音電圧が大きいという性質を備えております。NJU77806 は 500 μ A の低消費電流にもかかわらず 5.5nV/ \sqrt Hz の低入力換算雑音電圧を実現しています。このような性能を達成するために大きな CMOS 入力段を採用しています。そのため、NJU77806 の代表的な入力容量は、17pF 程度となっています。この入力容量はゲイン抵抗や帰還抵抗など他のインピーダンスと組み合わせさせて、アンプの入力部に周波数応答における極を形成します。この極は低周波および DC ではアンプの出力特性にはほとんど影響を及ぼしませんが、高周波になるにつれて大きな影響が出ます。高周波において、この極の存在は位相余裕を減少させ、ゲイン・ピーキングを招きます。入力容量を補償して安定性を高くするために帰還抵抗の値に合わせた補償容量を帰還パスに追加して安定性を高くすることを推奨します。

図 4 は代表的な反転アンプ例です。図 4 において帰還抵抗の選択は図 5 に示しますように、帰還抵抗が大きいときは周波数帯域が狭く、大きなゲイン・ピーキングを持ちます。他方、帰還抵抗が小さい場合では周波数帯域は広く、ゲイン・ピーキングも小さくなります。従って、帰還抵抗の値を小さくすることを推奨します。更に、ゲイン・ピーク特性を減少させるために帰還抵抗 R_F に補償容量 C_F を並列に追加する方法があります。図 6 に、周波数応答における補償容量 C_F の影響を示します。20pF の容量を追加するとゲイン・ピーキングを除去できます。この補償容量 C_F の値は、選択した帰還抵抗および寄生容量等の値に合わせて適切に調整する必要があります。

NJU77806 は $G_v=14$ dB(5 倍)以上での使用を推奨していますが、これらのテクニックを用いることで図 7 の過渡応答特性に示しますように、低い回路利得でも発振安定度を向上することが可能です。

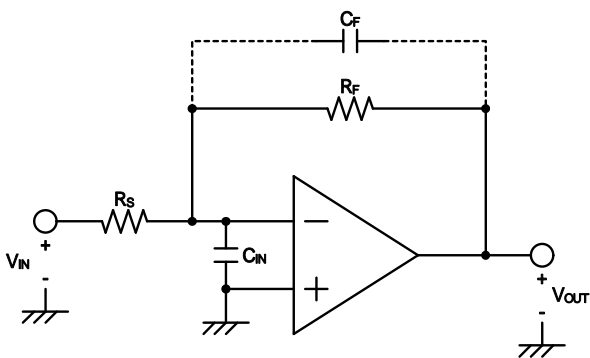


図 4. 反転アンプ

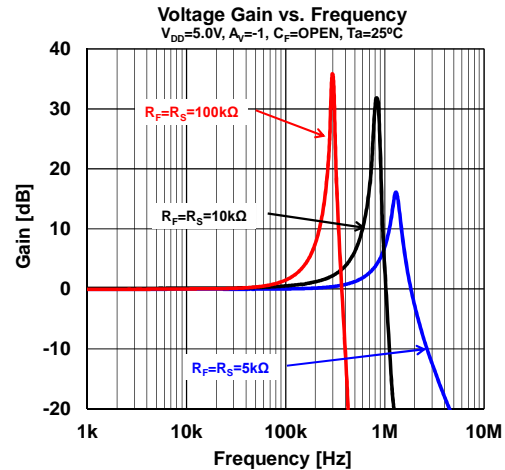


図 5. 異なる R_F 、 R_S における周波数特性

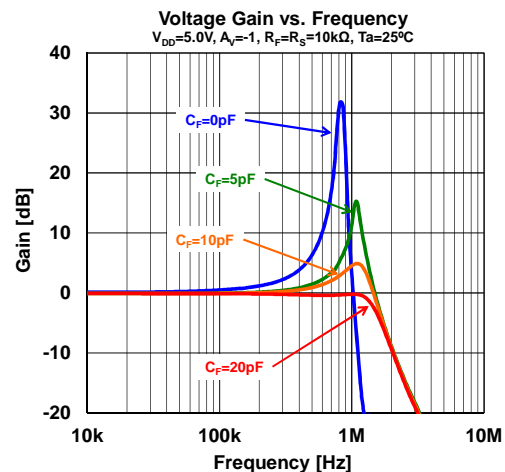


図 6. 異なる C_F における周波数特性

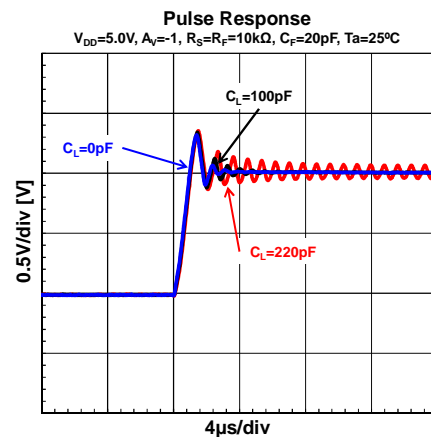


図 7. 異なる C_L における過渡応答特性

■アプリケーションノート

■容量性負荷の駆動

ボルテージ・フォロワ構成は、容量性負荷から最も影響を受けやすい回路構成です。アンプ出力に接続されている容量性負荷とアンプの出力インピーダンスの組合せによって、位相余裕を減らす位相遅れが発生します。位相余裕が減少すると、リングングが発生した状態か、もしくは発振に至ります。

NJU77806 は低入力換算雑音電圧を実現するために大きな CMOS 入力段を採用しており、ボルテージフォロワ時に発振を生じることなく駆動出来る容量性負荷は 33pF 程度です。このため、使用する回路利得は 14dB(5 倍)以上が実用的となっております。

しかしながらボルテージ・フォロワ構成において容量性負荷を駆動するテクニックとして図 8 に示すアイソレーション抵抗:R_{ISO} を使用する方法があります。この R_{ISO} と容量性負荷:C_L が極を形成し、位相遅れの緩和、またはシステム全体の位相余裕の増加が得られます。R_{ISO} を高抵抗にすると出力電圧はより安定します。ただし、R_{ISO} を高抵抗にすると最大出力振幅範囲、出力短絡電流が低下するとともに、出力での最大信号周波数帯域も低下します。

NJU77806 の代表的な R_{ISO} の値は 330Ω 以上が実用的です。図 9 に R_{ISO}=330Ω での容量性負荷に対する過渡応答を示します。図 10 に、ボルテージ・フォロワ構成において安定動作のために必要なアイソレーション抵抗 R_{ISO} 対 容量性負荷 C_L のグラフを示します。発振を防ぐために、容量性負荷に応じて下右図に示す抵抗値以上のアイソレーション抵抗を挿入してください(図の抵抗値は基板の寄生容量を最小にした場合の目安の値です)。

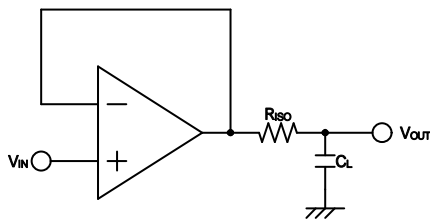


図 8. 容量性負荷のアイソレーション

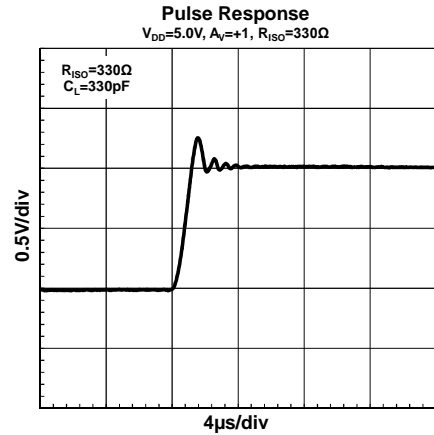


図 9. 過渡応答特性(R_{ISO}=330Ω)

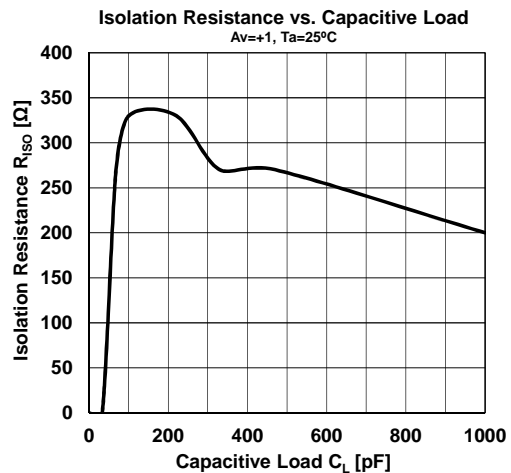
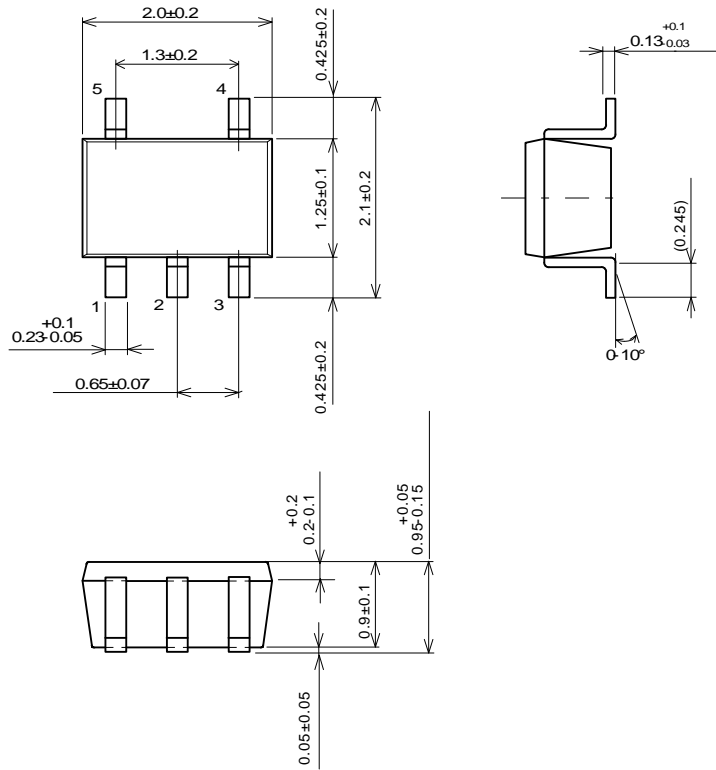


図 10. 容量性負荷安定のためのアイソレーション抵抗

■パッケージ外形図



単位: mm

SC88A パッケージ

<注意事項>
 このデータブックの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。