

## AD8631/AD8632

### 特長

単電源動作：1.8~6V

省スペースSOT-23、 $\mu$ SOICパッケージ

広帯域幅：5Vにおいて5MHz、1.8Vにおいて4MHz

低オフセット電圧：4mV Max、0.8mV typ

レールtoレール入/出力スイング

2V/ $\mu$ sのスルーレート（1.8V）

わずか225 $\mu$ Aの供給電流（1.8V）

### アプリケーション

携帯通信

携帯電話

センサー・インターフェース

アクティブ・フィルタ

PCMCIAカード

ASIC入力ドライバ

ウェアラブル・コンピュータ

バッテリー駆動デバイス

新世代電話

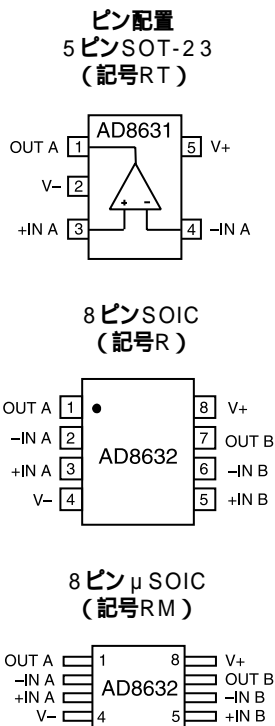
PDA (Personal Digital Assistant)

### 概要

AD8631は、1.8Vの低電圧単電源と低い供給電流、5ピンSOT-23パッケージで、高精度と広帯域を実現するオペアンプです。小型パッケージなのでセンサーの隣に設置することができ、外部ノイズの混入を低減できます。

AD8631/AD8632は、ゲイン帯域幅4MHz、1.8V電源で代表値0.8mVの電圧オフセット特性を備えた、レールtoレール入/出力のバイポーラ・アンプです。低い供給電流と低い電源電圧によって、バッテリー駆動のアプリケーションに理想的です。3V/ $\mu$ sのスルーレートを備えているので、ボイス・コーデックなどのASIC入力の駆動に好適です。

AD8631/AD8632は、拡張工業温度範囲（-40~+125）で仕様規定されています。シングル・アンプAD8631は、5ピンSOT-23表面実装型パッケージで供給されます。デュアル・アンプAD8632は、8ピンSOICおよび $\mu$ SOICパッケージで供給されます。



# AD8631/AD8632 - 仕様

電気的特性 (特に指示のないかぎり、 $V_S = 5V$ 、 $V_- = 0V$ 、 $V_{CM} = 2.5V$ 、 $T_A = 25$  )

パラメータ	記号	条件	Min	Typ	Max	単位
<b>入力特性</b>						
オフセット電圧	$V_{OS}$	- 40 $T_A$ + 125		0.8	4.0	mV
入力バイアス電流	$I_B$	- 40 $T_A$ + 125			6	mV
入力オフセット電流	$I_{OS}$	- 40 $T_A$ + 125			250	nA
入力電圧範囲	$V_{CM}$				500	nA
コモン・モード除去比	CMRR	$0 < V_{CM} < 5V$ , - 40 $T_A$ + 125	0	63	70	dB
大信号電圧ゲイン	$A_{VO}$	$R_L = 10k$ , $0.5V < V_{OUT} < 4.5V$ $R_L = 100k$ , $0.5V < V_{OUT} < 4.5V$ $R_L = 100k$ , - 40 $T_A$ + 125		25		V/mV
オフセット電圧ドリフト	$V_{OS}/T$			3.5		$\mu V/$
バイアス電流ドリフト	$I_B/T$			400		pA/
<b>出力特性</b>						
出力電圧スイング・ハイ	$V_{OH}$	$I_L = 100 \mu A$ - 40 $T_A$ + 125	4.965			V
出力電圧スイング・ロー	$V_{OL}$	$I_L = 1mA$ $I_L = 100 \mu A$ - 40 $T_A$ + 125	4.7			V
短絡電流	$I_{SC}$	$I_L = 1mA$ グラウンドに短絡、瞬時			35	mV
電源					200	mV
電源除去比	PSRR	$V_S = 2.2 \sim 6V$ - 40 $T_A$ + 125	75	90		dB
供給電流 / アンブ	$I_{SY}$	$V_{OUT} = 2.5V$ - 40 $T_A$ + 125	72	300	450	$\mu A$
ダイナミック特性					650	$\mu A$
スルーレート	SR	$1V < V_{OUT} < 4V, R_L = 10k$		3		V/ $\mu s$
GB積	GBP			5		MHz
セトリング・タイム	$T_S$	0.1%		860		ns
位相マージン	$m$			53		度
<b>ノイズ特性</b>						
電圧ノイズ	$e_{n,p-p}$	0.1 ~ 10Hz		0.8		$\mu V_{p-p}$
電圧ノイズ密度	$e_n$	$f = 1kHz$		23		nV/ $\sqrt{Hz}$
電流ノイズ密度	$i_n$	$f = 1kHz$		1.7		pA/ $\sqrt{Hz}$

仕様は予告なく変更されることがあります。

# AD8631/AD8632

**電気的特性** (特に指示のないかぎり、 $V_S = 2.2V$ 、 $V_- = 0V$ 、 $V_{CM} = 1.1V$ 、 $T_A = 25$  )

パラメータ	記号	条件	Min	Typ	Max	単位
入力特性						
オフセット電圧	$V_{OS}$	$-40 \quad T_A \quad +125$		0.8	4.0	mV
入力バイアス電流	$I_B$				6	nA
入力オフセット電流	$I_{OS}$				±150	nA
入力電圧範囲	$V_{CM}$		0		2.2	V
コモン・モード除去比	CMRR	$0 \quad V_{CM} \quad 2.2V,$ $-40 \quad T_A \quad +125$	54	70		dB
大信号電圧ゲイン	$A_{VO}$	$R_L = 10k$ 、 $0.5 < V_{OUT} < 1.7V$ $R_L = 100k$	47	25		dB
			50	200		V/mV
出力特性						
出力電圧スイング・ハイ	$V_{OH}$	$I_L = 100 \mu A$ $I_L = 750 \mu A$	2.165			V
出力電圧スイング・ロー	$V_{OL}$	$I_L = 100 \mu A$ $I_L = 750 \mu A$	1.9		35	V
					200	mV
電源						
供給電流 / アンブ	$I_{SY}$	$V_{OUT} = 1.1V$ $-40 \quad T_A < \quad +125$		250	350	$\mu A$
					500	$\mu A$
ダイナミック特性						
スルーレート	SR	$R_L = 10k$		2.5		V/ $\mu s$
GB積	GBP			4.3		MHz
位相マージン	$m$			50		度
ノイズ特性						
電圧ノイズ密度	$e_n$	$f = 1kHz$		23		nV/ $\sqrt{Hz}$
電流ノイズ密度	$i_n$	$f = 1kHz$		1.7		pA/ $\sqrt{Hz}$

仕様は予告なく変更されることがあります。

# AD8631/AD8632 - 仕様

電気的特性 (特に指示のないかぎり、 $V_S = 1.8V$ 、 $V_- = 0V$ 、 $V_{CM} = 0.9V$ 、 $T_A = 25$  )

パラメータ	記号	条件	Min	Typ	Max	単位
入力特性						
オフセット電圧	$V_{OS}$	$0 \quad T_A \quad 25$		0.8	4.0	mV
入力バイアス電流	$I_B$				6	mV
入力オフセット電流	$I_{OS}$				250	nA
入力電圧範囲	$V_{CM}$		0		$\pm 150$	nA
コモン・モード除去比	CMRR	$0V \quad V_{CM} \quad 1.8V,$ $0 \quad T_A \quad 125$			1.8	V
大信号電圧ゲイン	$A_{VO}$	$R_L = 10k \quad ,0.5 \quad V_{OUT} \quad 1.3V$ $R_L = 100k \quad ,0.5 \quad V_{OUT} \quad 1.3V$	49	65		dB
			40	200		V/mV
出力特性						
出力電圧スイング・ハイ	$V_{OH}$	$I_L = 100 \mu A$ $I_L = 750 \mu A$	1.765			V
出力電圧スイング・ロー	$V_{OL}$	$I_L = 100 \mu A$ $I_L = 750 \mu A$	1.5		35	V
					200	mV
電源						
電源除去比	PSRR	$V_S = 1.7 \sim 2.2V,$ $0 < T_A \quad 125$	68	86		dB
供給電流 / アンプ	$I_{SY}$	$V_{OUT} = 0.9V$ $0 \quad T_A \quad 125$	65	225	325	dB
					450	$\mu A$
						$\mu A$
ダイナミック特性						
スルーレート	SR	$R_L = 10k$		2		V/ $\mu s$
GB積	GBP			4		MHz
位相マージン	$m$			49		度
ノイズ特性						
電圧ノイズ密度	$e_n$	$f = 1kHz$		23		nV/ $\sqrt{Hz}$
電流ノイズ密度	$i_n$	$f = 1kHz$		1.7		pA/ $\sqrt{Hz}$

仕様は予告なく変更されることがあります。

# AD8631/AD8632

## 絶対最大定格<sup>1</sup>

電源電圧	6V
入力電圧 <sup>2</sup>	GND ~ $V_S$
差動入力電圧	$\pm 0.6V$
内部ワット損	
SOT-23 (RT)	熱抵抗のグラフ参照
SOIC (R)	熱抵抗のグラフ参照
$\mu$ SOIC (RM)	熱抵抗のグラフ参照
出力短絡時間	不定
保管温度範囲	
R, RM, RTパッケージ	- 65 ~ + 150
動作温度範囲	
AD8631/AD8632	- 40 ~ + 125
接合温度範囲	
R, RM, RTパッケージ	- 65 ~ + 150
ピン温度範囲 (ハンダ付け、60秒)	300

## 注

- 1 上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに永久的な損傷を与えることがあります。この定格はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上のデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長期間絶対最大定格条件に置くと、デバイスの信頼度に影響を与えることがあります。
- 2 6V未満の電源電圧では、入力電圧は電源電圧に限定されます。

パッケージ・タイプ	$J_A$ <sup>1</sup>	$J_C$	単位
5ピンSOT-23 (RT)	230	146	/W
8ピンSOIC (R)	158	43	/W
8ピン $\mu$ SOIC (RM)	210	45	/W

## 注

- 1  $J_A$ は最悪の条件について、すなわちSOT-23およびSOICパッケージを基板にハンダ付けした場合のものであります。

## オーダー・ガイド

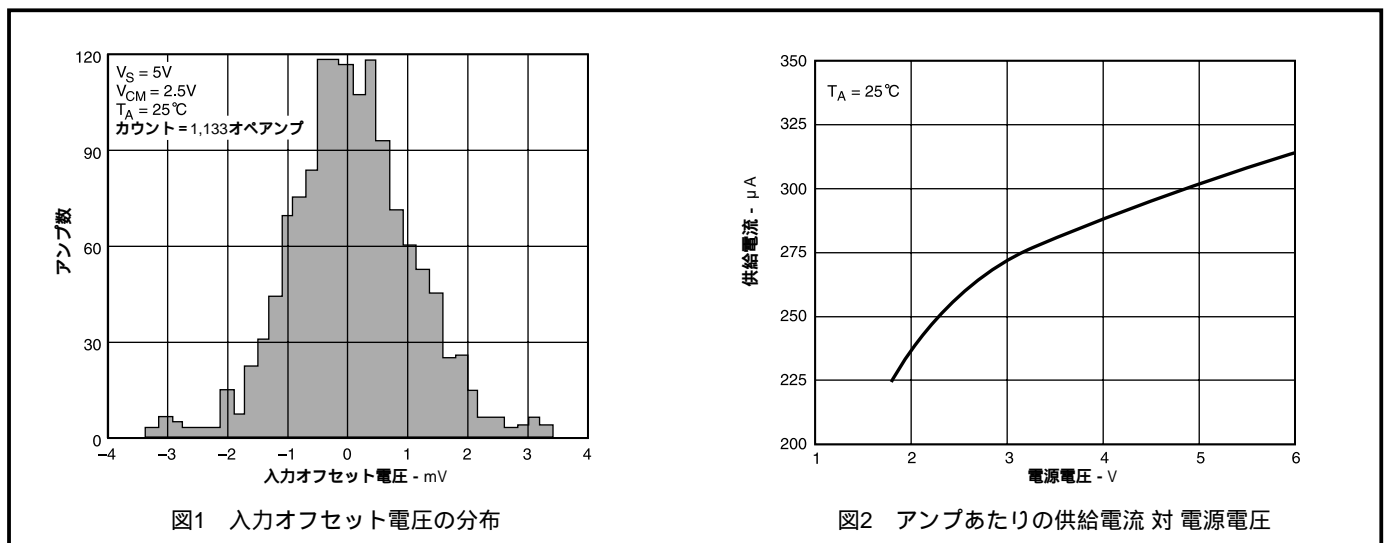
モデル	温度範囲	パッケージ	パッケージ・オプション	ブランド
AD8631ART <sup>1</sup>	- 40 ~ + 125	5ピンSOT-23	RT-5	AEA
AD8632AR	- 40 ~ + 125	8ピンSOIC	SO-8	
AD8632ARM <sup>2</sup>	- 40 ~ + 125	8ピン $\mu$ SOIC	RM-8	AGA

## 注

- 1 3,000ピースのリールによってのみ供給可能。
- 2 2,500ピースのリールによってのみ供給可能。

## 注意

ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。4000Vもの高圧の静電気が人体やテスト装置に容易に帯電し、検知されことなく放電されることがあります。本製品には当社独自のESD保護回路を備えていますが、高エネルギーの静電放電を受けたデバイスには回復不可能な損傷が発生することがあります。このため、性能低下や機能喪失を回避するために、適切なESD予防措置をとるようお奨めします。



# AD8631/AD8632 - 代表的な性能特性

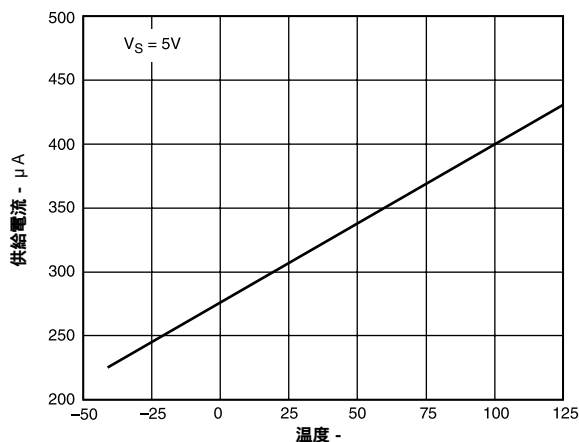


図3 アンプあたりの供給電流 対 温度

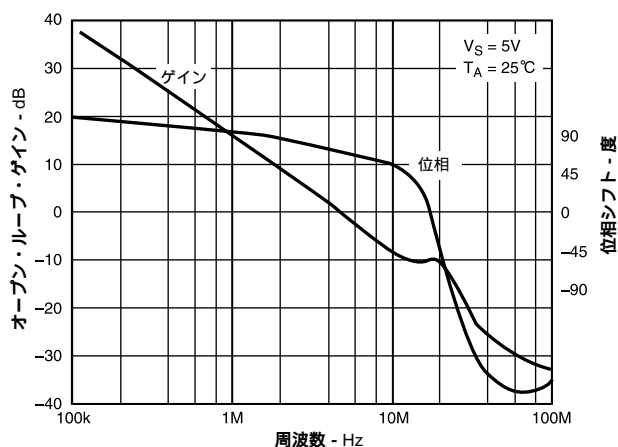


図6 オープン・ループ・ゲイン 対 周波数

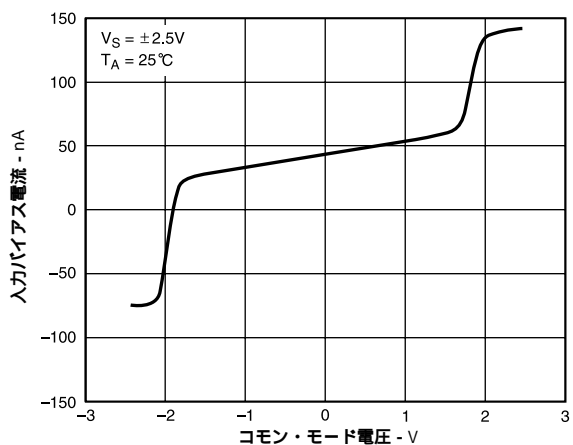


図4 入力バイアス電流 対 コモン・モード電圧

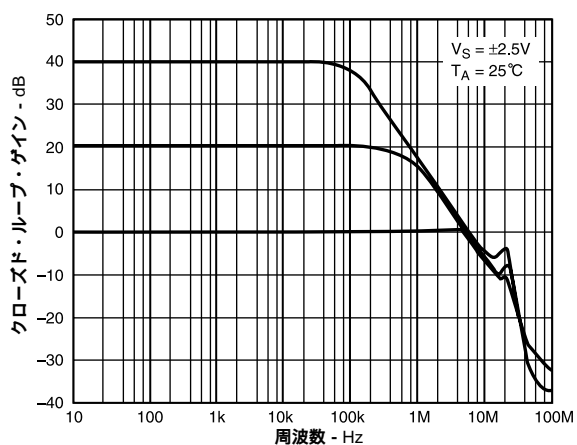


図7 クローズド・ループ・ゲイン 対 周波数

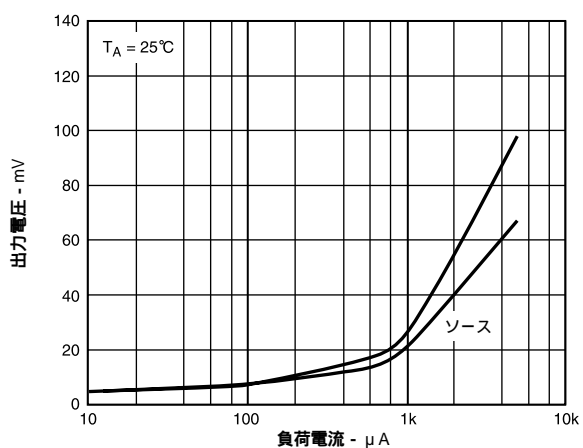


図5 電源レールまでの出力電圧 対 負荷電流

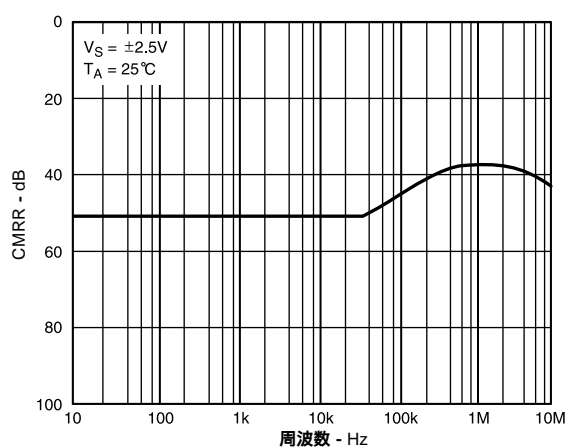


図8 CMRR 対 周波数

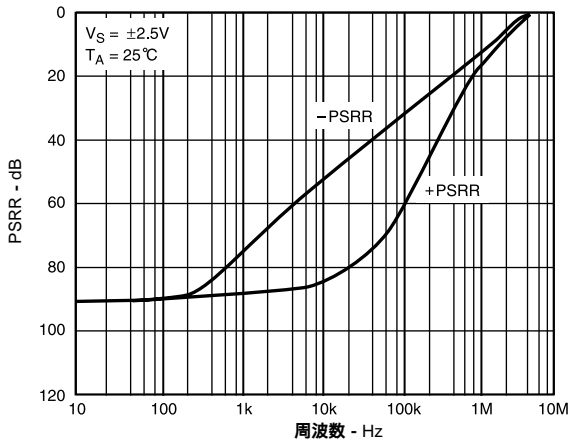


図9 PSRR 対 周波数

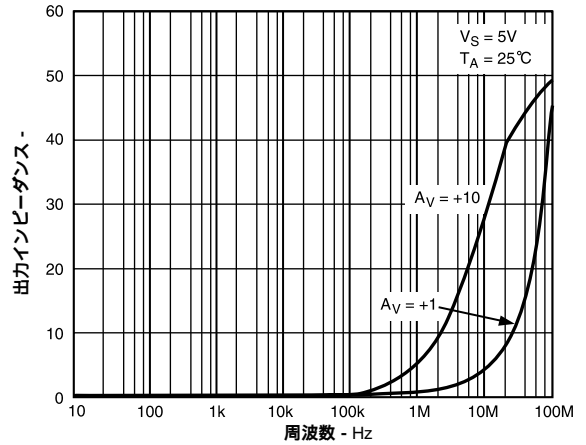


図12 出力インピーダンス 対 周波数

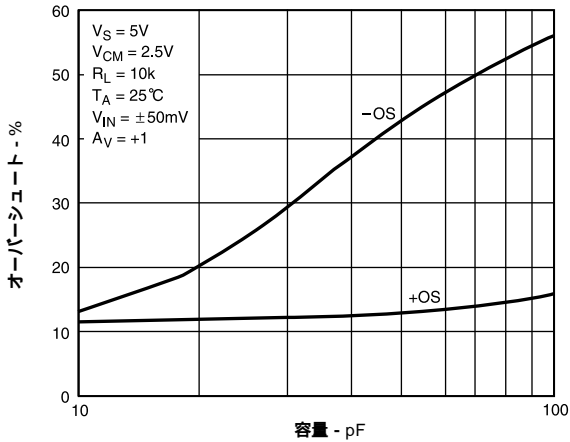


図10 オーバershoot 対 容量性負荷

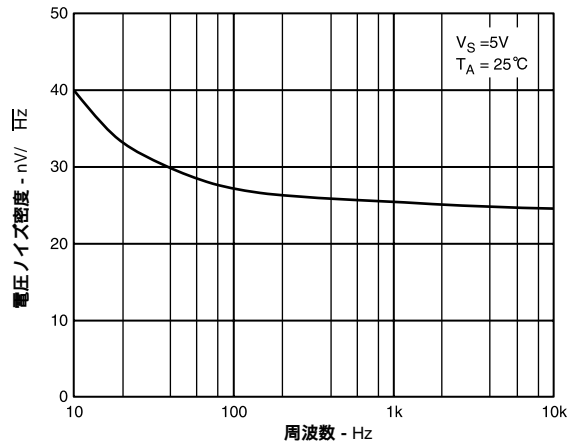


図13 電圧ノイズ密度 対 周波数

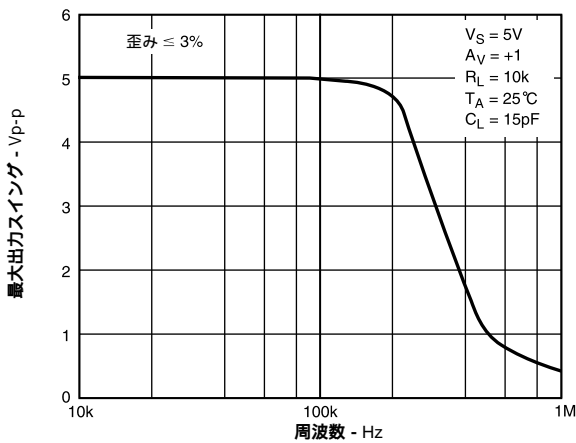


図11 出力スイング 対 周波数

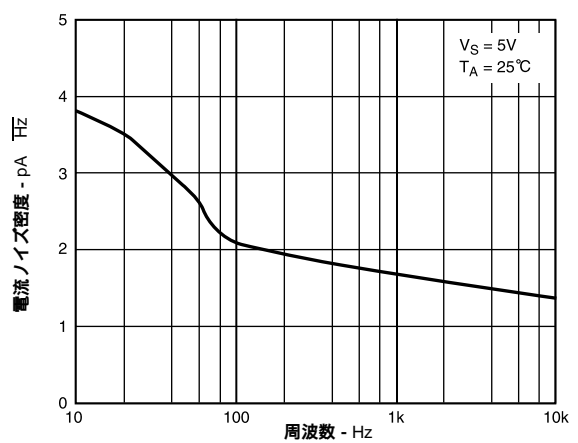


図14 電流ノイズ密度 対 周波数

# AD8631/AD8632

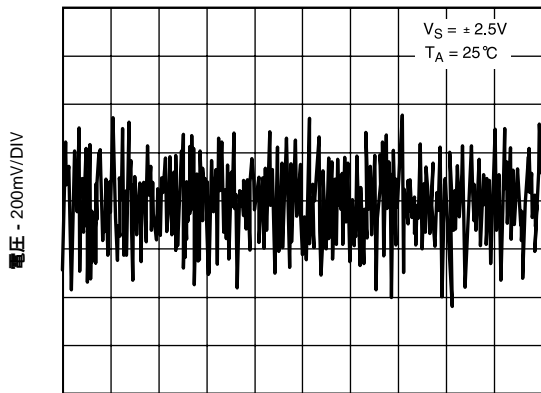


図15 0.1 ~ 10Hzノイズ

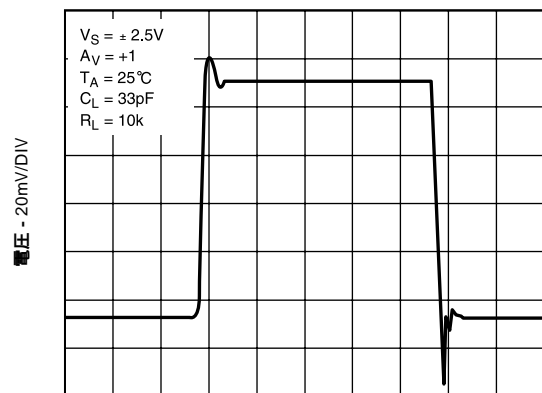


図17 小信号過渡応答

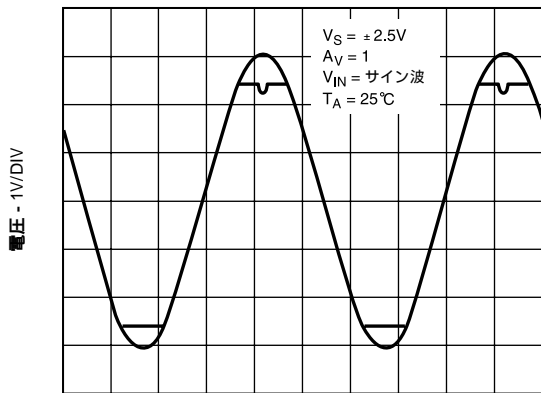


図16 位相反転なし

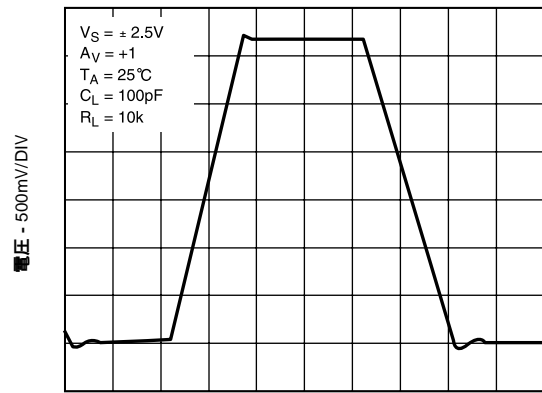


図18 大信号過渡応答

## 動作原理

AD863xは、1.8Vという低い電圧で動作可能なレールtoレールのオペアンプです。このファミリーは、XFCBと呼ばれるアナログ・デバイス的高速コンプリメンタリ・バイポーラ・プロセスによって製造されています。プロセスのトレンチは、各トランジスタを絶縁して寄生容量を最小に抑え、高速動作を実現しています。図19に、AD863xファミリーの概略図を示します。

入力段は、2つの並列コンプリメンタリ差動ペアにより構成されます。その1つはNPNペア (Q1とQ2) で、もう1つはPNPペア (Q3とQ4) です。R7、R8、R9、R10における電圧降下はレールtoレール動作によって低く抑えられています。オペアンプの大きなゲイン段は、トランジスタQ5、Q6、Q8、Q9により構成されるダブル・フォールデッド・カスコードです。出力段は、レールtoレールとしても動作し、Q14によってドライブされます。トランジスタQ13、Q10はレベル・シフタとして動作し、1.8Vでの動作時にも余裕が得られます。Q13のベースの電圧が上昇すると、Q18は電流のシンクを開始します。Q13のベースの電圧が降下すると、D16とQ15を流れるI<sub>B</sub>が減少し、Q17のV<sub>BE</sub>が増加し、続いてQ20のソース電流が増加します。

また、出力段では、出力抵抗がエミッタ結合の構成となっているため、負荷抵抗に依存するゲインを与えます。100µA

をソース/シンクするときの出力スイングは、各レールにつき35mVです。

入力バイアス電流特性は、コモン・モード電圧に依存しません (図4)。入力電圧がV<sub>CC</sub>の1V下となるとPNPペア (Q3とQ4) がオフとなります。

1kΩの入力抵抗R1とR2はダイオードD7とD8とともに入力ペアをアバランシェによる損傷から保護します。

AD863xファミリーは、入力信号が電源を0.6V以上上回るまで位相反転を生じません。0.6Vまでのスレシヨルドを超えた場合には、余分な電流はESDダイオードD1-D2またはD3-D4を介して入力ピンを流れます。このような異常な電流は、外部直列抵抗によって5mA以下に抑える必要があります。

## 低電圧動作

### バッテリー電圧放電

AD8631は、1.8Vという低電圧で動作します。一般的なバッテリーでの放電終了時の電圧でも動作可能なので、バッテリー駆動アプリケーションに理想的です。表1に、いくつかの代表的なバッテリーの定格および放電終了時の電圧を示します。



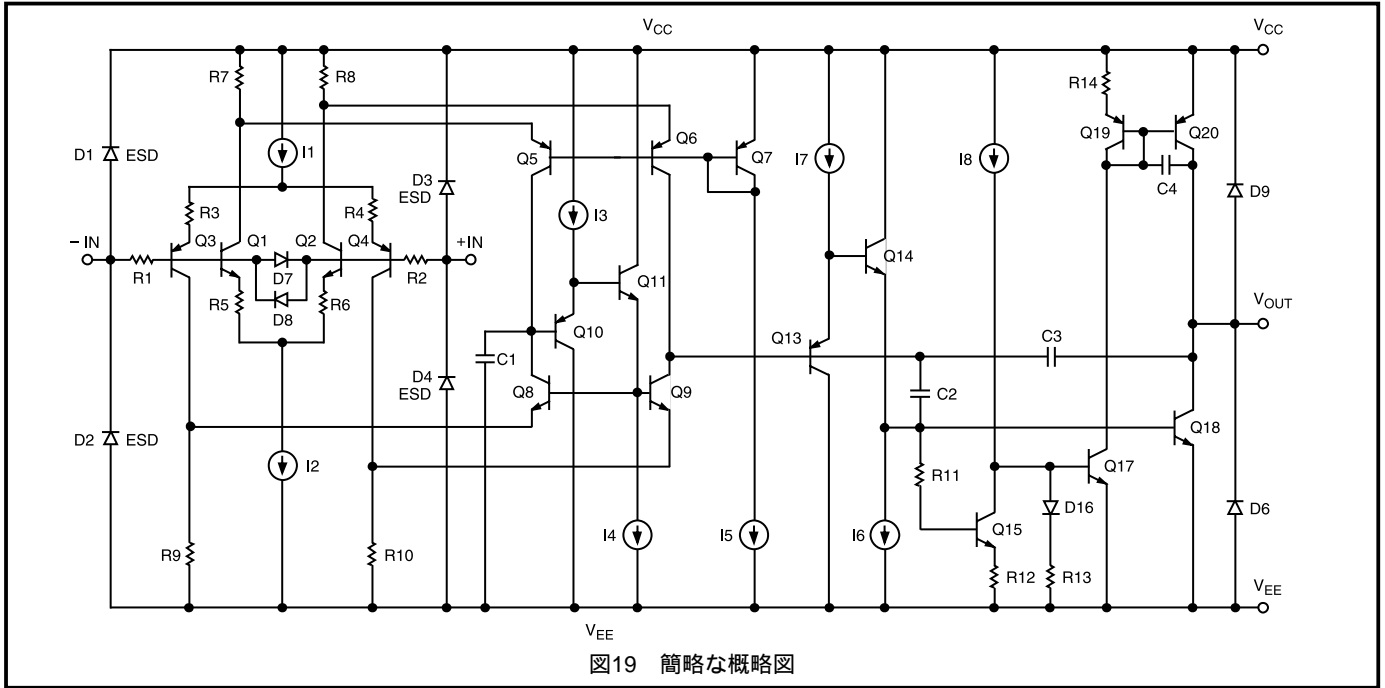
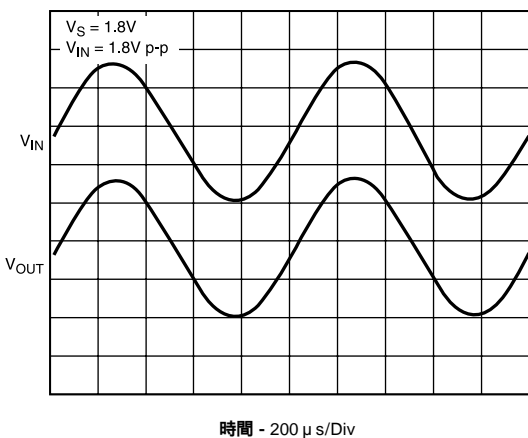


表1 代表的なバッテリーの寿命電圧範囲

バッテリー	定格電圧 (V)	放電終了時の電圧 (V)
鉛蓄電池	2	1.8
リチウム	2.6 ~ 3.6	1.7 ~ 2.4
NiMH	1.2	1
NiCd	1.2	1
炭素-亜鉛	1.5	1.1

### レールtoレール入/出力

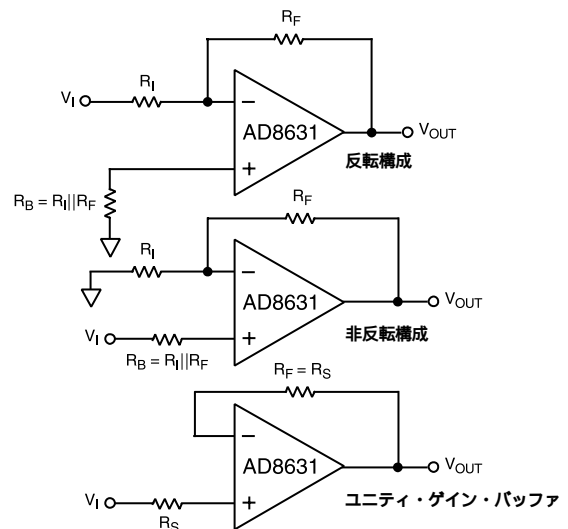
AD8631は、1.8Vという低い電源電圧からのレールtoレールの入/出力が可能であるという、際立った性能を特長としてします。アンプの電源を1.8Vに設定して、入力を1.8Vp-pに設定でき、クリップを発生させずに出力を両側のレールまでスイングさせることができます。図20に、ユニティ・ゲインにおいて周波数を1kHz、 $V_S = 1.8V$ 、 $V_{IN} = 1.8Vp-p$ とした場合の入/出力のオシロスコープによる波形を示します。



### 入力バイアスにおける配慮

入力バイアス電流 ( $I_B$ ) は、理論値と異なる現実のパラメータであり、すべてのアンプに影響を与えます。 $I_B$ はある程度影響を与えるオフセットを生成します。このオフセット電圧は、 $I_B$ が負のフィードバック抵抗  $R_F$  を通るときに生成されます。 $I_B$ が250nA (最悪の場合) であり、 $R_F$ が100k である場合には、これに対応して生成されるオフセット電圧は25mV ( $V_{OS} = I_B \times R_F$ ) となります。

$R_F$ が小さくなるほど生成されるオフセット電圧が小さくなることは明らかです。図21に示すような補償抵抗  $R_B$  を用いることにより、この降下を最小限に抑えられます。入力バイアス電流が最小化された場合にも、わずかなオフセット誤差を生じさせる入力オフセット電流 ( $I_{OS}$ ) に留意する必要があります。図21に、 $I_B$ によって起こるオフセット誤差を最小化するための3つの異なる構成を示します。



# AD8631/AD8632

## 容量性負荷のドライブ

### 容量性負荷 対 ゲイン

ほとんどのアンプでは、容量性の負荷による位相の遅れが加わって位相余裕が劣化するため、容量をドライブすることが困難です。出力における大きな容量はオーバーシュートを増大させ、アンプのステップ応答におけるリングングを増大させて、デバイスの安定性にまで影響を及ぼすことがあります。アンプが発振を生じずにドライブできる容量性負荷の値は、ゲイン、電源電圧、入力信号、温度その他の要因により異なります。ユニティ・ゲインは、容量性の負荷をドライブする場合に最も困難な構成です。しかし、AD8631は、比較的優れた容量ドライブ能力を持っています。図22に、AD8631がさまざまなゲインにおいて不安定とならずに容量性負荷をドライブできる範囲を示します。このグラフは、すべての $V_{SY}$ について当てはまります。

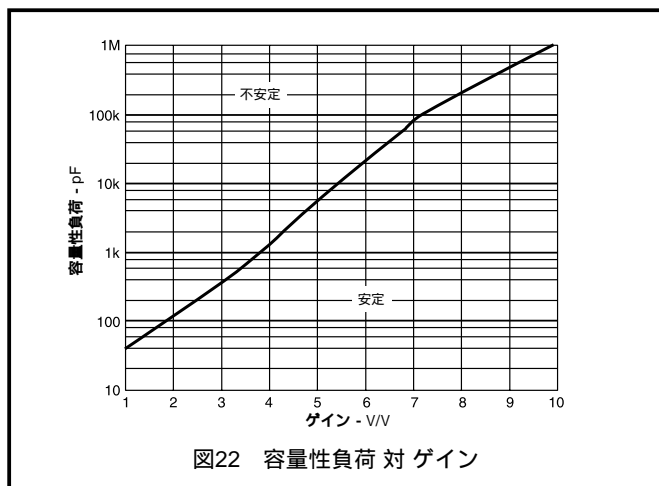


図22 容量性負荷 対 ゲイン

容量性負荷をドライブするためのループ内補償テクニック  
低いゲインの構成で容量をドライブするときには、発振を防止するために図23に示すようなループ内補償のテクニックを推奨します。

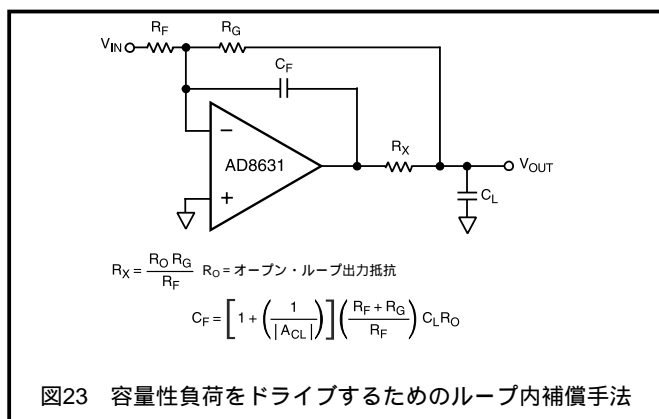


図23 容量性負荷をドライブするためのループ内補償手法

容量性負荷をドライブするためのスナッパー・ネットワーク補償

負荷容量が大きくなると、オーバーシュートおよびセトリング・タイムが増大し、デバイスのユニティ・ゲイン帯域幅が減少します。図24に、10k の抵抗と600pFのコンデンサを並列に接続した負荷を、周波数90kHzに設定された入力とユニティ・ゲインでドライブする場合の、非反転構成におけるAD8631の例を示します。

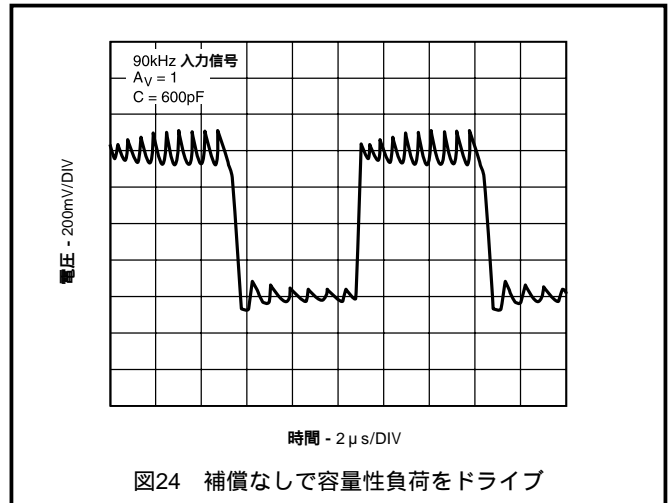


図24 補償なしで容量性負荷をドライブ

直列に接続されたR-C回路をデバイスの出力からグラウンドに接続する「スナッパー・ネットワーク」により、このリングングとオーバーシュートは大きく低減できます。図25は、ネットワークの設定を示し、図26は「スナッパー」ネットワークが付加された場合での出力応答が改善される様子を示します。

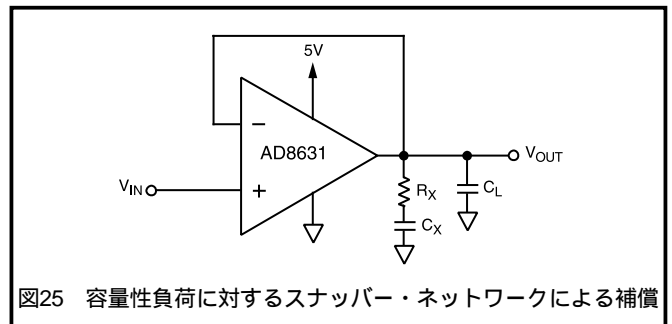


図25 容量性負荷に対するスナッパー・ネットワークによる補償

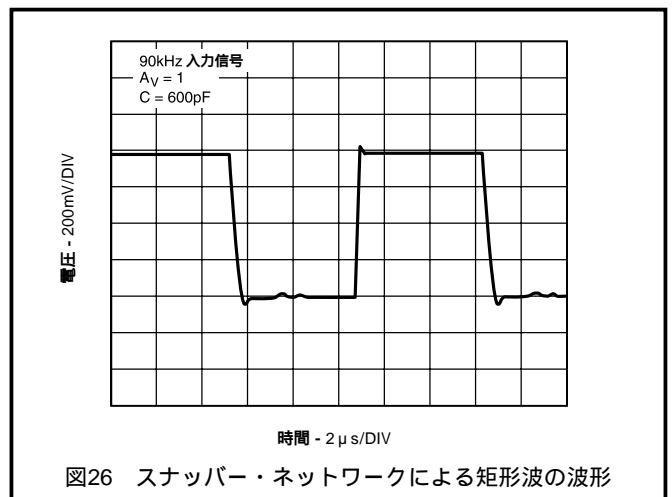


図26 スナッパー・ネットワークによる矩形波の波形

ネットワークは負荷コンデンサ $C_L$ と並列に動作し、付加される位相の遅れを補償します。ネットワークの実際の抵抗およびコンデンサの値は経験的に決定する必要があります。表IIに、大きな容量性負荷に対するスナッパー・ネットワークの値を示します。

表II 大容量性負荷に対するスナッパ・ネットワークの値

$C_{LOAD}$	$R_x$	$C_x$
600pF	300	1nF
1nF	300	1nF
10nF	90	8nF

### 全高調波歪み + ノイズ

AD863xファミリーは、全高調波歪みが低く、オーディオ・アプリケーションに理想的なアンプです。図27は、THD + Nのグラフを示したのですが、1.8V電源に対し1kHzで最大0.02%です。全高調波歪み + ノイズは、すべての電源範囲にわたって低く抑えられています。

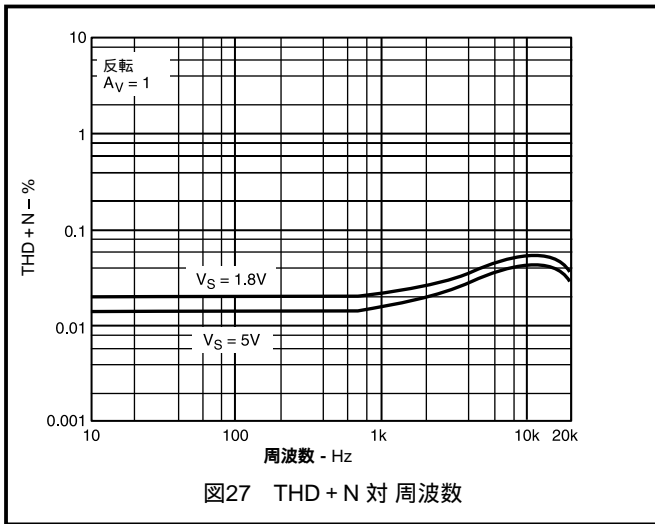


図27 THD + N 対 周波数

### AD8632ターンオン・タイム

低電圧で低消費電力のAD8632は、今までにないターンオン・タイムを実現します。これは、 $V_{SY} = 5V$ について500nsであり、供給電流の低さ（アンプあたり300  $\mu A$  typ）を考えると際立っています。図28は、AD8632の双方のチャンネルを以下のように構成した場合のオシロスコープ波形です。チャンネルAの入力信号は2.5V、チャンネルBの入力信号はグラウンドです。上側の波形は電源電圧であり、下側の波形はアンプのチャンネルAの応答を反映したものです。

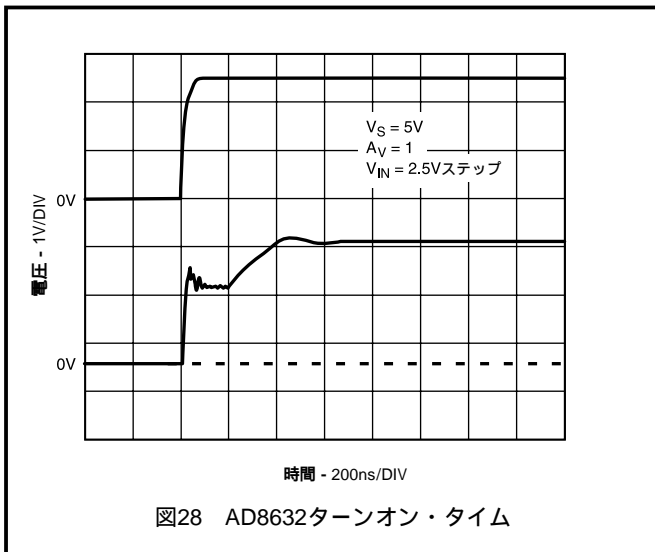


図28 AD8632ターンオン・タイム

### マイクロパワー・リファレンス電圧ジェネレータ

多くの単電源の回路は、電源電圧の半分のバイアスをかけた回路により構成されます。これらの場合では、仮想のグラウンド・リファレンスがアンプによりバッファされた分圧器によって生成されます。図28に、このような回路の概略図を示します。2つの1Mの抵抗がリファレンス電圧を生成し、1.8Vの電源からの引き込み電流はわずか0.9  $\mu A$ です。反転端子からオペアンプの出力に接続されたコンデンサは、バイパス・コンデンサをリファレンス出力に接続できるように補償します。このバイパス・コンデンサにより、リファレンス・グラウンドに対するACグラウンドが確立できます。

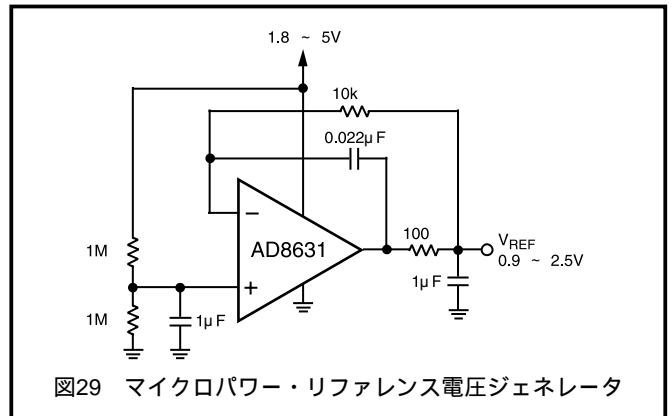


図29 マイクロパワー・リファレンス電圧ジェネレータ

### マイクロフォン・プリアンプ

AD8631は、マイクロフォン・アンプに理想的です。図30に、この例を示します。

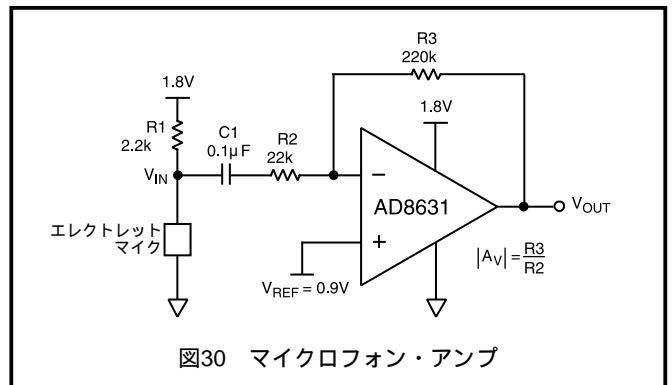


図30 マイクロフォン・アンプ

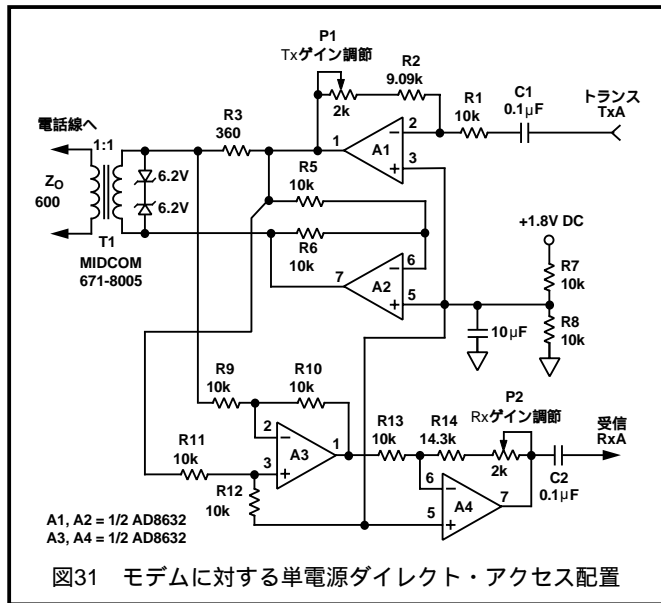
R1はエレクトレット・マイクをバイアスするのに用いられ、C1はアンプからの電圧をブロックします。アンプのゲインの大きさは、 $R2 = 10 \times R1$ のときにおおよそ $R3/R2$ となります。電圧のスイングを最大とするためには $V_{REF}$ を $1/2 \times 1.8V$ とする必要があります。

### 電話回線インターフェースへの直接アクセスのための配置

図31に、600通信システムにおける1.8Vの送/受信電話のインターフェースを示します。これにより、トランス結合された600の回線で全二重通信を異なる形で実行できます。アンプA1はモデム出力ドライブの要求あわせて調整できるゲインを供給します。A1およびA2の双方は、トランスへの信号供給において可能な最大の信号を供給できるように構成されます。アンプA3は、以下の2つの理由から差動アンプとして構成されます。(1) 送信信号が受信信号と干渉しないようにし、また、(2) A4による増幅のために通信ラ

# AD8631/AD8632

インから受信信号を抽出します。A4のゲインは、A1をモデムの入力信号の要求に合わせるのと同様の方法で調整できます。標準的な抵抗の値によりSIP (Single In-line Package) フォーマットの抵抗アレイが使用できます。AD8631/AD8632の、省スペースな5ピンSOT-23、8ピン $\mu$ SOIC、8ピンSOICパッケージをこの回路と組み合わせて、コンパクトなソリューションが実現します。



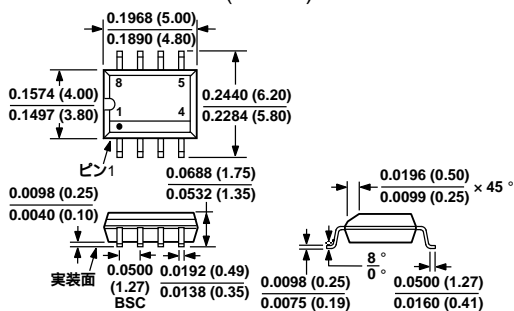
## SPICEモデル

AD8631のSPICEモデルが供給されており、当社のwebサイト <http://www.analog.com> からダウンロードできます。マクロ・モデルは、オフセット電圧、入力コモン・モード電圧、レールtoレール出力スイングなどのAD8631のさまざまなパラメータを正確にシミュレートします。マクロ・モデルの、レールtoレールのアンプにおいて重要な機能である出力電圧対出力電流の特性は、AD8631の実際の動作と同様です。また、モデルは、GB積、位相余裕、入力電圧ノイズ、CMRRとPSRR対周波数、過渡応答などのAC特性を正確にシミュレートします。この高精度なモデルにより、AD8631のマクロ・モデルは、あらゆるアンプの中で最も信頼性があり現実の振る舞いを正確に反映したモデルの一つになっています。

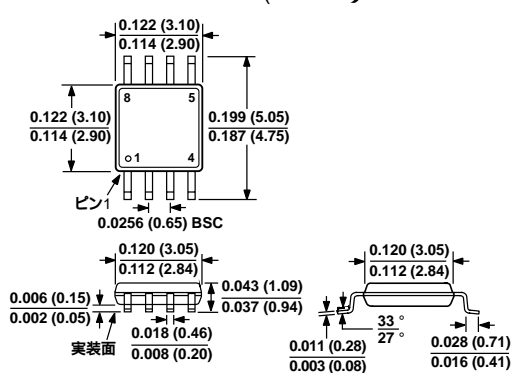
## 外形寸法

サイズはインチと (mm) で示します。

### 8ピン狭体SOIC (SO-8)



### 8ピン $\mu$ SOIC (RM-8)



### 5ピンSOT-23 (RT-5)

