

新規設計用に推奨されていません。

この製品は外部ファウンドリによって製造されたマキシム製品ですが、今後その入手ができなくなりました。新設計用に推奨されていません。データシートは既存ユーザ向けのみに提供されています。

マキシムの代替品または他社のセカンドソースが入手可能な場合があります。この製品のクイックビューデータシートを参照するか、質問がありましたらテクニカルサポートにお問い合わせください。

詳細については[マキシムのアプリケーションテクニカルサポートにお問い合わせください](#)。

低ノイズ、高精度オペアンプ

概要

MAX427/MAX437は、 $2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (1kHz)の低広帯域ノイズ、 $15\mu\text{V}$ 以下の超低オフセット電圧($5\mu\text{V}$ typ)、 $0.8\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ の超低ドリフト性能($0.1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ typ)といった特長を兼備えた、 $\pm 15\text{V}$ のオペアンプです。 $2\text{k}\Omega$ 負荷を $\pm 12\text{V}$ で駆動した時の電圧利得は2000万倍、また、 600Ω 負荷を $\pm 10\text{V}$ で駆動した場合の電圧利得は1200万倍です。

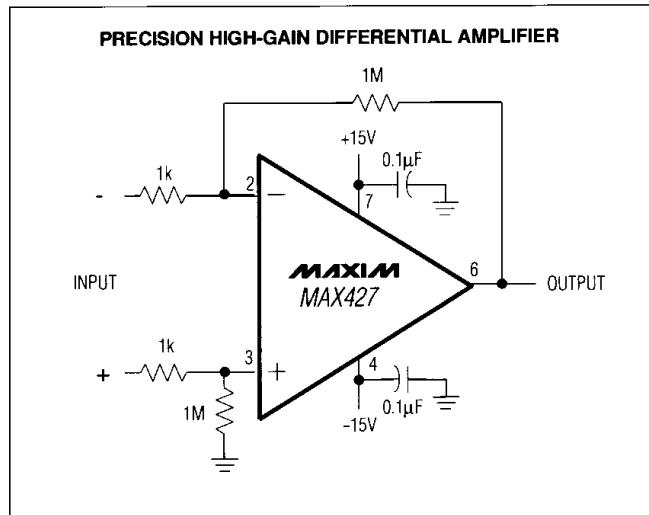
MAX427はユニティーゲイン安定動作で、8MHzの利得帯域幅、 $2.5\text{V}/\mu\text{s}$ のスルーレートを備えています。非補償のMAX437の利得帯域幅は60MHz、スルーレートは $15\text{V}/\mu\text{s}$ で、5以上の閉ループゲインで安定動作します。

$\pm 5\text{V}$ 電源からの動作で、より低ノイズ、低消費電力が要求されるアプリケーションには、MAX410/MAX412/MAX414のデータシートを参照して下さい。

アプリケーション

- 低ノイズ信号処理
- スレッショルド検出
- ストレインゲージ・アンプ
- マイクロホン・プリアンプ

標準動作回路



特長

- ◆最大オフセット電圧： $15\mu\text{V}$
- ◆最大ドリフト： $0.8\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- ◆低ノイズ性能：
 $4.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ max (10Hz)
 $3.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ max (1kHz)
- ◆高電圧利得：
700万倍 min(2kΩ負荷)
300万倍 min(600Ω負荷)
- ◆CMRR： 117dB (min)
- ◆60MHzの利得帯域幅(MAX437)

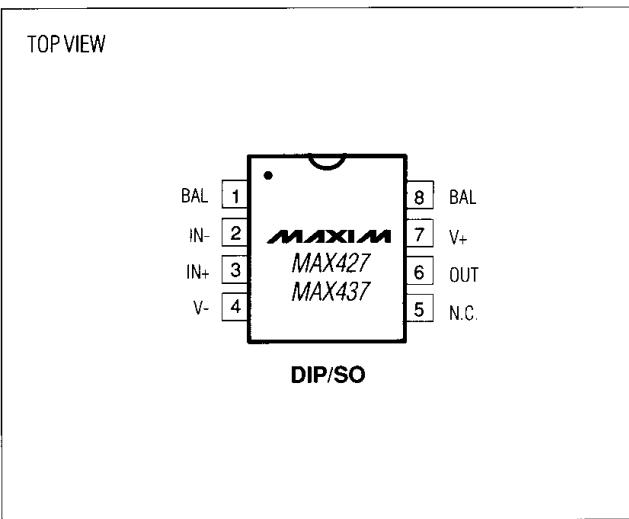
型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX427CPA	0°C to $+70^\circ\text{C}$	8 Plastic DIP
MAX427CSA	0°C to $+70^\circ\text{C}$	8 SO
MAX427C/D	0°C to $+70^\circ\text{C}$	Dice*
MAX427EPA	-40°C to $+85^\circ\text{C}$	8 Plastic DIP
MAX427ESA	-40°C to $+85^\circ\text{C}$	8 SO
MAX427MJA	-55°C to $+125^\circ\text{C}$	8 CERDIP**
MAX437CPA	0°C to $+70^\circ\text{C}$	8 Plastic DIP
MAX437CSA	0°C to $+70^\circ\text{C}$	8 SO
MAX437C/D	0°C to $+70^\circ\text{C}$	Dice*
MAX437EPA	-40°C to $+85^\circ\text{C}$	8 Plastic DIP
MAX437ESA	-40°C to $+85^\circ\text{C}$	8 SO
MAX437MJA	-55°C to $+125^\circ\text{C}$	8 CERDIP**

* Dice are specified at $T_A = +25^\circ\text{C}$, DC parameters only.

**Contact factory for availability and processing to MIL-STD-883.

ピン配置



低ノイズ、高精度オペアンプ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	.....	$\pm 22V$
Input Voltage (Note 1)	.....	$\pm 22V$
Output Short-Circuit Duration	.....	Continuous
Differential Input Voltage (Note 2)	.....	$\pm 0.7V$
Differential Input Current (Note 2)	.....	$\pm 25mA$
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$)	Plastic DIP (derate $9.09mW/^\circ C$ above $+70^\circ C$)	727mW
SO (derate $5.88mW/^\circ C$ above $+70^\circ C$)	.....	471mW
CERDIP (derate $8.00mW/^\circ C$ above $+70^\circ C$)	.....	640mW

Operating Temperature Ranges:	.....	.....
MAX427/MAX437C_A	.....	$0^\circ C$ to $+70^\circ C$
MAX427/MAX437E_A	.....	$-40^\circ C$ to $+85^\circ C$
MAX427/MAX437MJA	.....	$-55^\circ C$ to $+125^\circ C$
Junction Temperature Range	.....	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Storage Temperature Range	.....	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Lead Temperature (soldering, 10 sec)	.....	$+300^\circ C$

Note 1: For supply voltages less than $\pm 22V$, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Note 2: MAX427/MAX437 inputs are protected by back-to-back diodes. Current-limiting resistors are not used in order to achieve low noise. If differential input voltage exceeds $\pm 0.7V$, the input current should be limited to $25mA$.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_S = \pm 15V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Offset Voltage (Note 3)	V_{OS}		5	15		μV
Long-Term V_{OS} Stability (Notes 4, 5)	$V_{OS}/TIME$		0.2	1.0		$\mu V/Mo$
Input Bias Current	I_B		± 10	± 35		nA
Input Offset Current	I_{OS}		7	30		nA
Input Voltage Range	I_{VR}		± 11.0	± 12.5		V
Input Resistance – Common Mode	R_{INCM}		7			$G\Omega$
Input Noise Voltage (Notes 5, 6)	e_{NP-P}	0.1Hz to 10Hz	0.06	0.13		μV_{P-P}
Input Noise-Voltage Density (Note 5)	e_n	$f_0 = 10Hz$	2.8	4.5		nV/\sqrt{Hz}
		$f_0 = 1kHz$	2.5	3.8		
Input Noise-Current Density (Notes 5, 7)	i_n	$f_0 = 10Hz$	1.5	4.0		pA/\sqrt{Hz}
		$f_0 = 1kHz$	0.4	0.6		
Large-Signal Voltage Gain	A_{VO}	$R_L \geq 2k\Omega$, $V_O = \pm 12V$	7	20		$V/\mu V$
		$R_L \geq 1k\Omega$, $V_O = \pm 10V$	5	16		
		$R_L \geq 600\Omega$, $V_O = \pm 10V$	3	12		
Output Voltage Swing	V_O	$R_L \geq 2k\Omega$	± 13.0	± 13.8		V
		$R_L \geq 600\Omega$	± 11.0	± 12.5		
Open-Loop Output Resistance	R_O	$V_O = 0$, $I_O = 0$	70			Ω
Common-Mode Rejection Ratio	$CMRR$	$V_{CM} = \pm 11V$	117	130		dB
Power-Supply Rejection Ratio	$PSRR$	$V_S = \pm 4V$ to $\pm 18V$	110	130		dB
Gain-Bandwidth Product (Note 5)	GBP	$MAX427$, $f_0 = 100kHz$	5.0	8.0		MHz
		$MAX437$, $f_0 = 10kHz$, $AV_{CL} \geq 5$	45	60		
Slew Rate (Note 5)	SR	$MAX427$, $R_L \geq 2k\Omega$	1.7	2.8		$V/\mu s$
		$MAX437$, $R_L \geq 2k\Omega$, $AV_{CL} \geq 5$	11	17		
Power Dissipation	PD	$V_O = 0$	80	120		mW
Offset Adjustment Range		$R_P = 10k\Omega$		± 4.0		mV

ELECTRICAL CHARACTERISTICS(VS = $\pm 15V$, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Offset Voltage (Note 3)	V _{OS}		20	50		μV
Average Offset-Voltage Drift (Notes 5, 8)	TCV _{OS}		0.1	0.8		$\mu V/^{\circ}C$
Input Bias Current	I _B		± 20	± 60		nA
Input Offset Current	I _{OS}		15	50		nA
Input Voltage Range	IVR	MAX4_7C/E	± 10.5	± 11.8		V
		MAX4_7M	± 10.3	± 11.5		
Large-Signal Voltage Gain	AVO	R _L $\geq 2k\Omega$, V _O = $\pm 10V$	3.0	14.0		V/ μV
		R _L $\geq 1k\Omega$, V _O = $\pm 10V$	2.0	10.0		
Maximum Output-Voltage Swing	V _O	R _L $\geq 2k\Omega$	± 12.5	± 13.5		V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	V _{CM} = $\pm 10V$	112	126		dB
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V _S = $\pm 4.5V$ to $\pm 18V$	104	126		dB
Power Dissipation	PD		100	150		mW

Note 3: Input Offset Voltage measurements are performed by automatic test equipment approximately 0.5 sec after application of power.

Note 4: Long-Term Input Offset Voltage Stability refers to the average trend line of Offset Voltage vs. Time over extended periods after the first 30 days of operation. Excluding the initial hour of operation, changes in V_{OS} during the first 30 days are typically $2.5\mu V$ – refer to typical performance curve.

Note 5: Guaranteed by design.

Note 6: See the test circuit and frequency response curve for 0.1Hz to 10Hz tester in the *Applications Information* section.

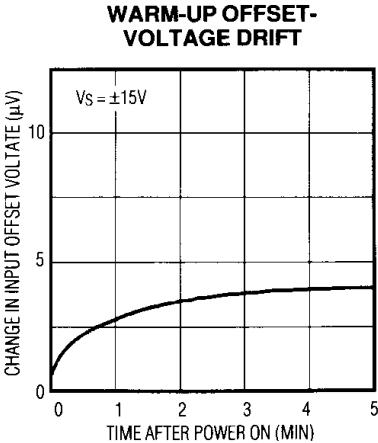
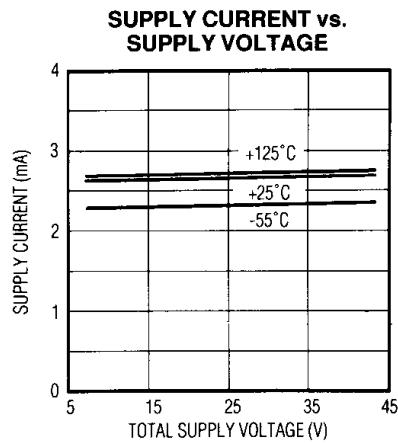
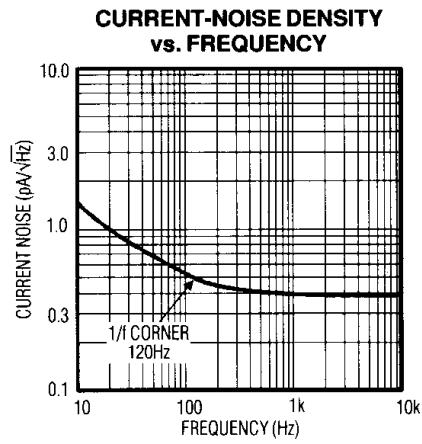
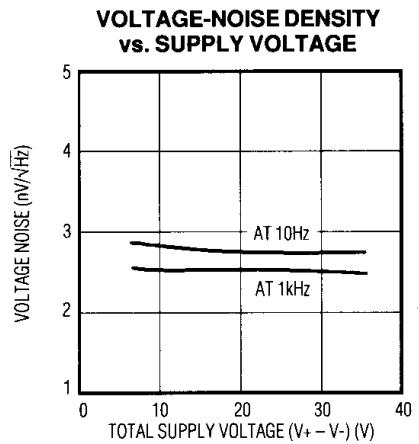
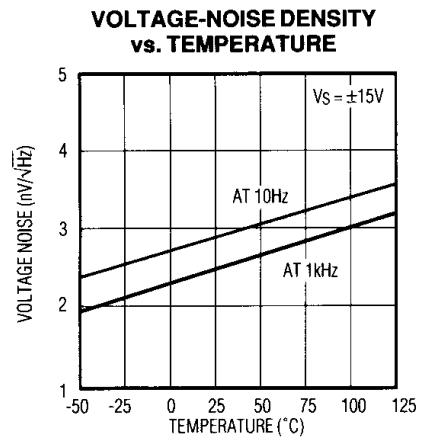
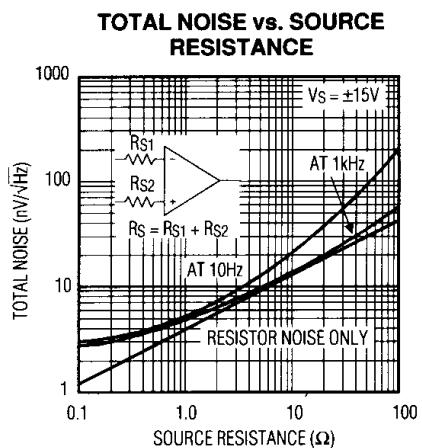
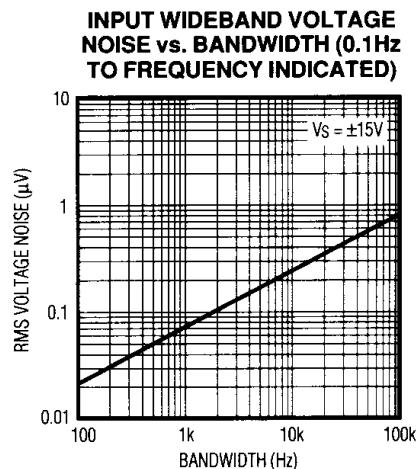
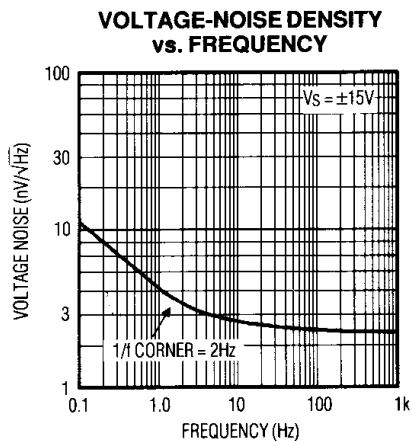
Note 7: See the test circuit for current noise measurement in the *Applications Information* section.

Note 8: The average input offset drift performance is within the specifications unnullled or when nulled with a pot having a range of $8k\Omega$ to $20k\Omega$. Contact factory for the availability of a higher-performance, 100% tested drift parameter of $0.4\mu V/^{\circ}C$ max.

低ノイズ、高精度オペアンプ

標準動作特性

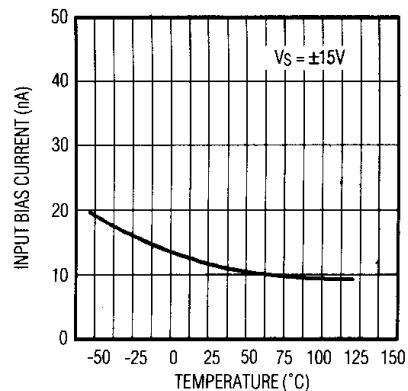
($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



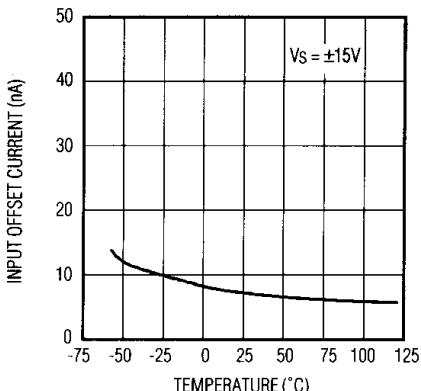
標準動作特性(続き)

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

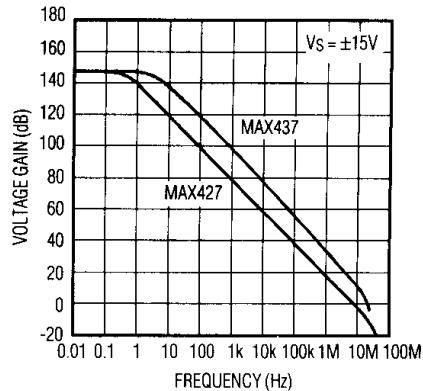
INPUT BIAS CURRENT vs. TEMPERATURE



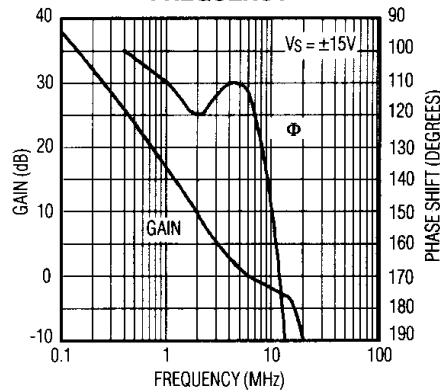
INPUT OFFSET CURRENT vs. TEMPERATURE



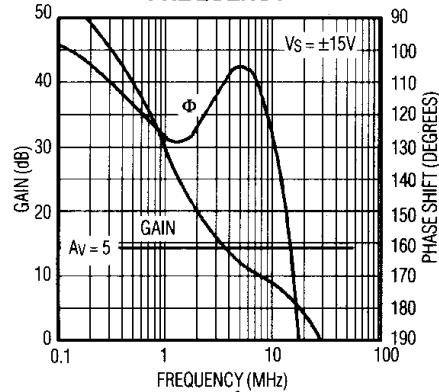
VOLTAGE GAIN vs. FREQUENCY



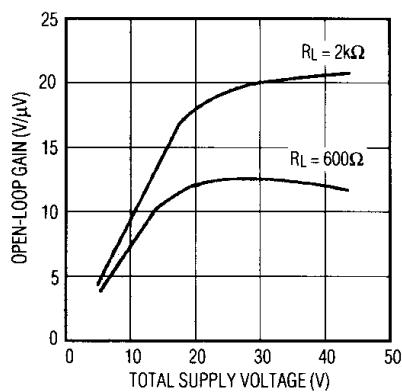
**MAX427
GAIN, PHASE SHIFT vs.
FREQUENCY**



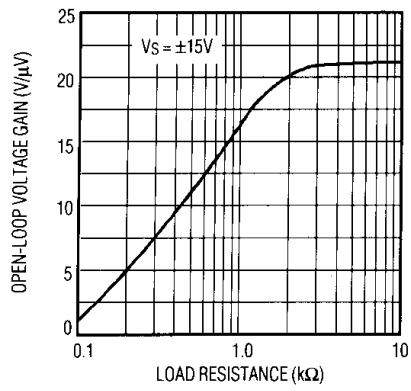
**MAX437
GAIN, PHASE SHIFT vs.
FREQUENCY**



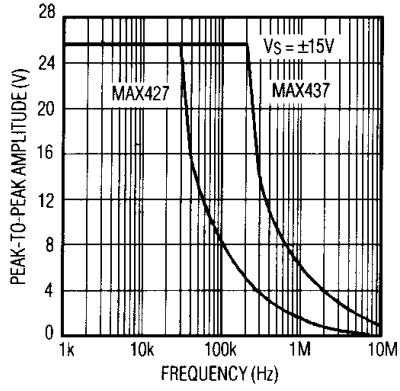
OPEN-LOOP VOLTAGE GAIN vs. SUPPLY VOLTAGE



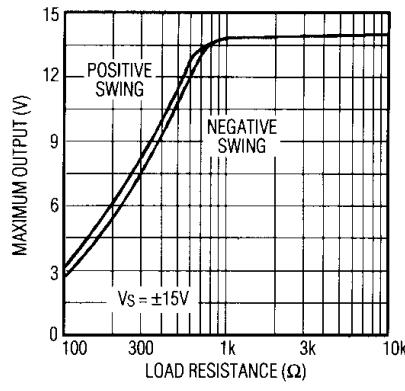
OPEN-LOOP VOLTAGE GAIN vs. LOAD RESISTANCE



MAXIMUM OUTPUT SWING vs. FREQUENCY



MAXIMUM OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD RESISTANCE

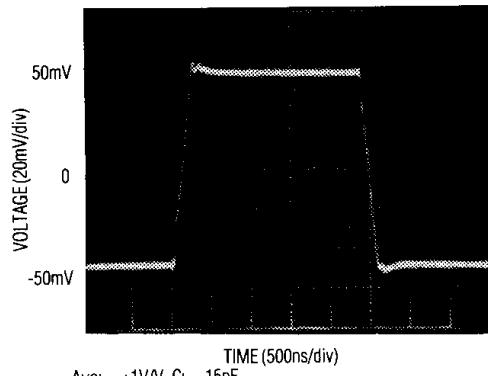


低ノイズ、高精度オペアンプ

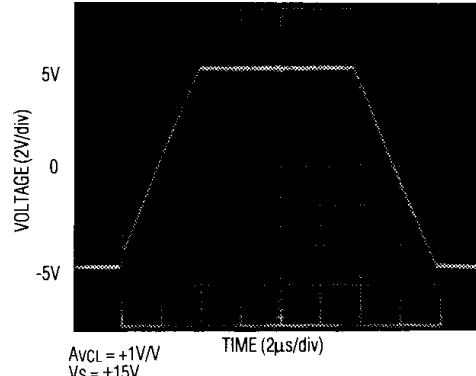
標準動作特性(続き)

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

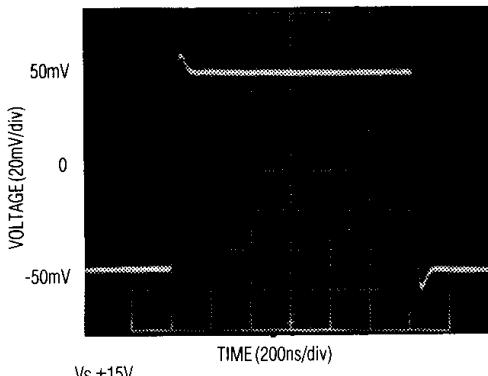
**MAX427
SMALL-SIGNAL TRANSIENT
RESPONSE**



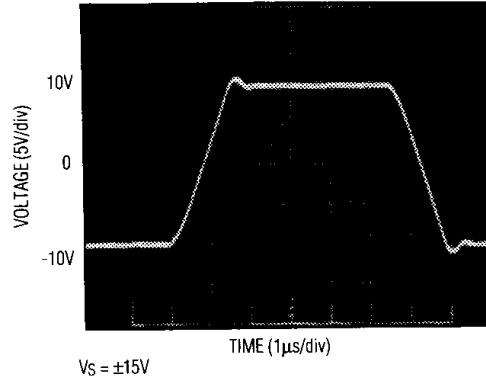
**MAX427
LARGE-SIGNAL TRANSIENT
RESPONSE**



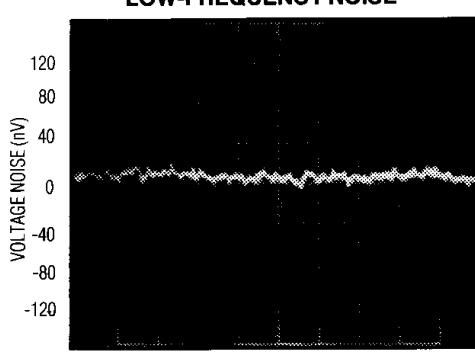
**MAX437
SMALL-SIGNAL TRANSIENT
RESPONSE**



**MAX437
LARGE-SIGNAL TRANSIENT
RESPONSE**



LOW-FREQUENCY NOISE



0.1Hz TO 10Hz PEAK-TO-PEAK NOISE

NOTE: (OBSERVATION TIME LIMITED TO 10 SECONDS.)

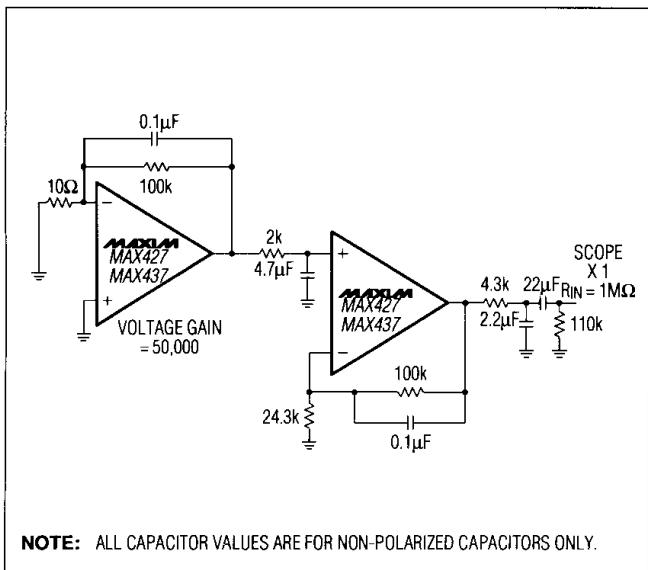


図1. 電圧ノイズのテスト回路(0.1Hz~10Hz)

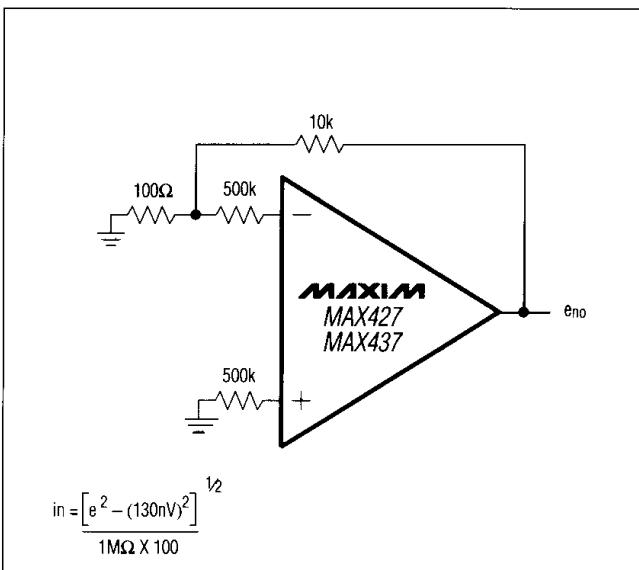


図2. 電流ノイズのテスト回路

アプリケーション情報

MAX427/MAX437は、2nFまでの負荷コンデンサ、±10Vの出力振幅で安定動作をします。より大きなコンデンサ負荷の場合、フィードバックループ内に50Ωの抵抗を直列に接続しデカッピングして下さい。MAX427はユニティーゲイン安定動作で、MAX437は5以上のゲインで安定動作をします。

入力端子における異なった金属の組合わせで起こる熱電圧により、ドリフト性能が低下します。最良の動作を行うためには、両入力に対する接続を同温度に維持して下さい。

オフセット電圧調整

入力オフセット電圧(V_{os})は、ウエハ一段階でトリミングされます。 V_{os} 調整が必要な場合、10kΩのトリム・ポテンショメータを使用することができます、TC V_{os} の性能を低下させることはできません(図3)。1kΩ~1MΩの間の他のトリムポットを使用することもできますが、TC V_{os} が僅かに低下(0.1μV/°Cから0.2μV/°Cに)します。 V_{os} を調整することにより(ゼロではなく)、ドリフトは約($V_{os}/300$)μV/°Cになります。10kΩのトリム・ポットを使用した場合の調整電圧範囲は±4mVです。範囲をもっと小さくし、調整感度を上げるには、固定抵抗と直列に低抵抗のトリムポットを接続して下さい。図4はその例で、調整範囲は±70μVとなっています。

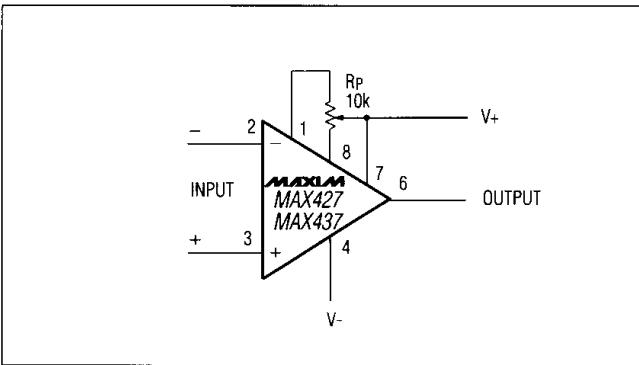


図3. オフセット電圧調整回路

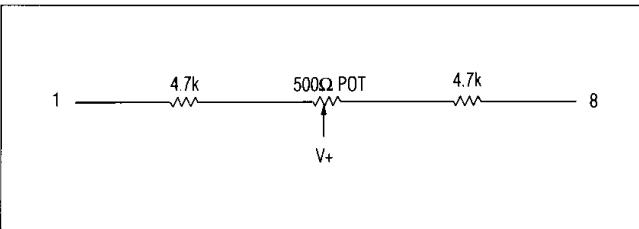


図4. オフセット電圧調整回路

低ノイズ、高精度オペアンプ

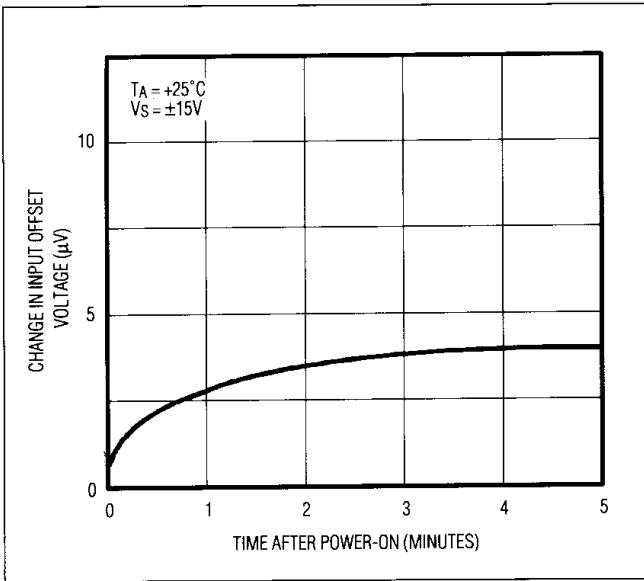
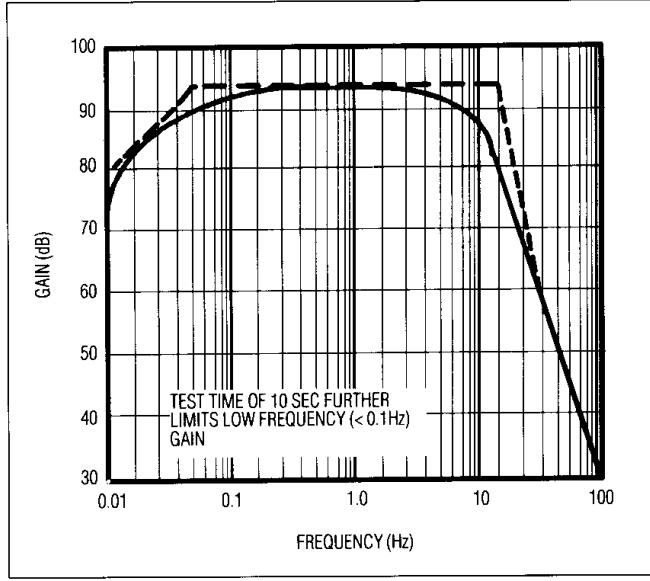


図5. ウォームアップ・オフセット電圧ドリフト

図6. 0.1Hz～10HzのV_{PP}ノイズ・テスタの周波数応答

ノイズ測定

0.1Hz～10Hzの範囲のMAX427/MAX437における60nV_{P-P}ノイズ規格を測定する際、以下の点に注意して下さい。

1. 少なくとも5分間、素子をウォームアップして下さい。図5に、パワーアップ後チップの温度が増加するに従って、 V_{os} が4μVに増加していく様子が示されています。 $10s$ の測定間隔においても、温度による影響は、10nVを越えてしまいます。
2. 同様の理由により、動きによって起こるものも含め、素子に気流がふれないようシールドして下さい。これにより、熱電対効果が最小限に抑えられます。
3. 図6に示されているように、0.1Hzのコーナーは1つのゼロによって確定されます。 $10s$ の最大テスト時間は0.1Hz以下の周波数帯域からノイズを削減するために、さらなるゼロとして動作します。
4. 数多くの素子のノイズを測定する際、ノイズ電圧密度テストが推奨されます。 $10Hz$ のノイズ電圧密度測定は、0.1Hz～10Hzのピーク-ピーク・ノイズ測定と相關関係がありますが、これは、両結果がホワイトノイズと $1/f$ のコーナ周波数の位置により決定されるからです。

ユニティーゲインバッファのアプリケーション (MAX427のみ)

図7に $R_f \leq 100\Omega$ 、また高速の大きな信号パルス(>1V)の入力動作での、回路と出力波形が示されています。

出力の高速の立上がりの間、入力保護ダイオードにより、出力は入力に短絡され、出力短絡保護回路によってのみ制限された電流は、信号発生器によって流されます。 $R_f \geq 500\Omega$ の時、出力はこの電流を扱うことができ($I_L \leq 20mA @ 10V$)、スムーズなトランジションが起こります。

$R_f \geq 2k\Omega$ の場合 R_f とアンプの入力コンデンサ(8pF)で作られたポールにより、さらなる位相シフトが起こり、位相マージンが減少します。 R_f と並列に小さい値のコンデンサ(20pF～50pF)を接続することにより、この問題は解決されます。

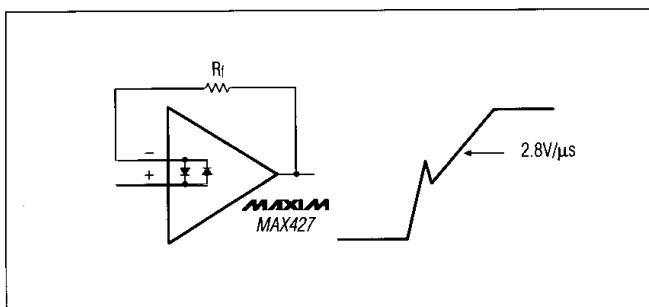


図7. ユニティーゲインバッファのパルス動作

低ノイズ、高精度オペアンプ

MAX427/MAX437

ノイズ

MAX427/MAX437は、超低ノイズのアンプで、高い自己消費電流で入力段を動作することにより、入力電圧ノイズ特性がかなり良くなっています。入力バイアスとオフセット電流は、通常自己消費電流が高くなるにつれて増加しますが、バイアス電流のキャンセル回路によって最小限に抑えられます。MAX427/MAX437の I_B と I_{os} は、+25°Cでそれぞれ±35nAと30nAで、これは特にソース抵抗が高い場合に重要です。

電圧ノイズは、バイアス電流の平方根に逆比例し、電流ノイズはバイアス電流の平方根に比例します。MAX427/MAX437の低ノイズ性能は、高ソース抵抗が使用された場合低下します。

$$\text{トータルノイズ} = [(電圧ノイズ)^2 + (\text{電流ノイズ} \times R_s)^2 + (\text{抵抗ノイズ})^2]^{1/2}$$

図8に、“ノイズvs.ソース抵抗(1kHz)”のグラフを示します。このプロットを広帯域ノイズ用に使用するためには、縦軸目盛に帯域幅の平方根をかけて下さい。MAX427/MAX437は $R_s < 1k\Omega$ で低入力ノイズ電圧を維持します。 $R_s > 1k\Omega$ の場合、トータルノイズは増加しますが、これは電流ノイズや電圧ノイズではなく、抵抗ノイズが大部分を占めています。 $R_s > 20k\Omega$ の場合のみ電流ノイズが支配的になります。電流ノイズは $R_s < 20k\Omega$ のアプリケーションでは重要ではありません。 $R_s < 10k\Omega$ では、MAX427/MAX437のトータルノイズは、MAX400/OP07より低くなっています。 R_s が増加した時、 $R_s = 15k\Omega \sim 40k\Omega$ でMAX427/MAX437とMAX400/OP07のノイズ特性がクロスします。

図9には、0.1Hz～10Hzのピーク-ピーク・ノイズが示されています。ここでは抵抗ノイズは無視でき、 $i_n \propto 1/\sqrt{f}$ のため、電流ノイズ(i_n)が重要になります。MAX400/OP07とのクロスオーバーは、バランスまたはアンバランスのソース抵抗が使用されるかにより、 $R_s = 3k\Omega \sim 5k\Omega$ の間で起こります(3kΩで I_B 及び I_{os} のエラーは V_{os} の3倍)。 $R_s > 3k\Omega$ の場合(ゲインエラーが重要な時を除いて)、MAX400/OP07の方が、MAX427/MAX437より低周波数のアプリケーション用に適しています。図10に10Hzのノイズが示されていますが、予想通り、結果は前の2つの図の間にあります。

参考のため、信号源の標準ソース抵抗が表1に示されています。

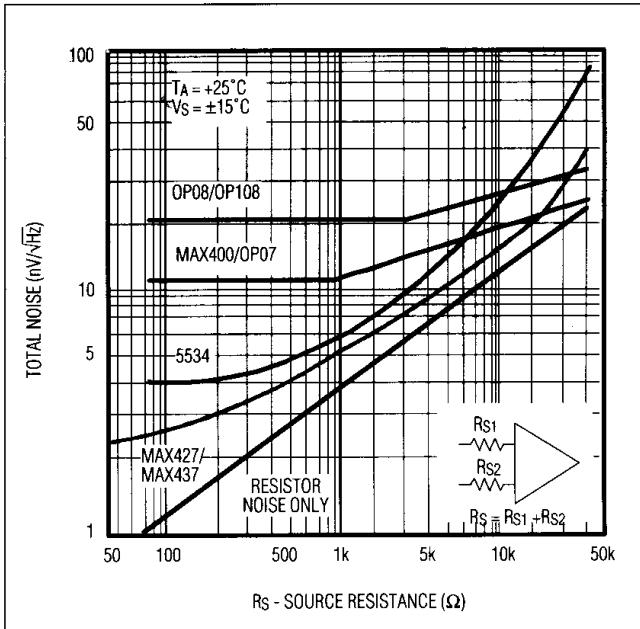


図8. ノイズvs.ソース抵抗(1kHz、抵抗ノイズを含む)

表1. 信号源vs. ソース抵抗

信号源	ソース抵抗	特長
ストレイン ゲージ	<500Ω	低周波アプリケーションで用いられる。
磁気 テープヘッド	<1500Ω	直接接続した場合、自己磁化問題を低減するために、 I_B が低いことが重要。MAX427の I_B は無視できます。
リニア可変の 差動トランジ	<1500Ω	ラフなサーボフィードバックのアプリケーションで用いられる。重要なバンド幅は、400Hz～5kHz。

低ノイズ、高精度オペアンプ

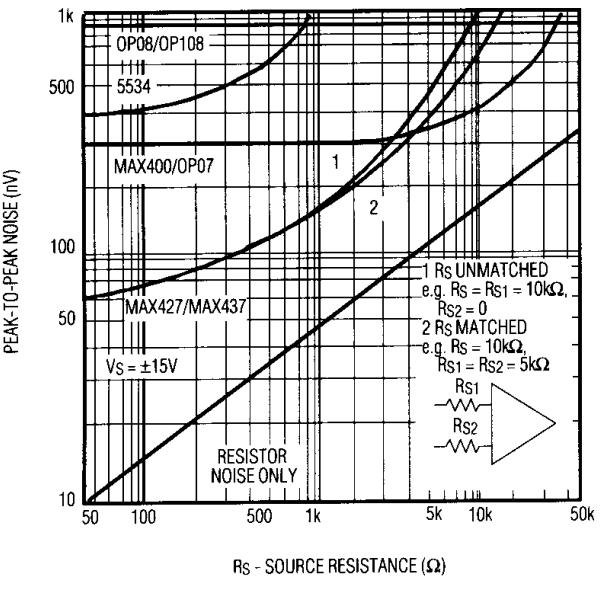


図9. ピーク-ピークノイズ(0.1Hz ~ 10Hz)vs. ソース抵抗
(抵抗ノイズを含む)

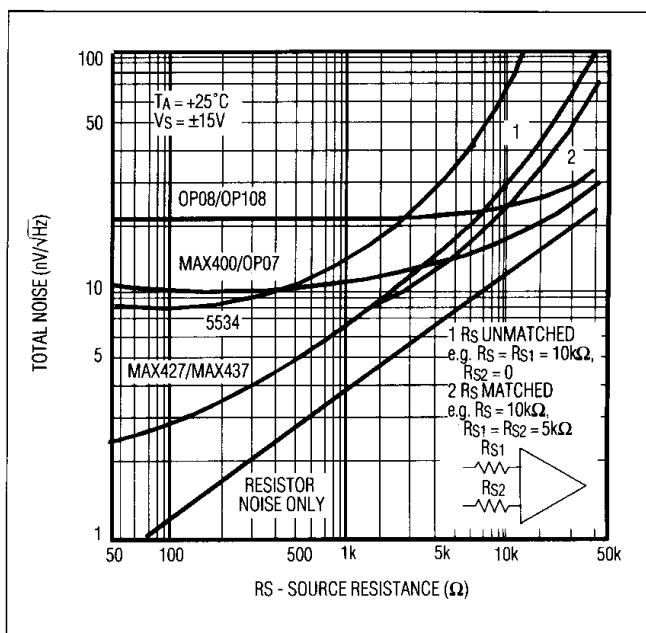
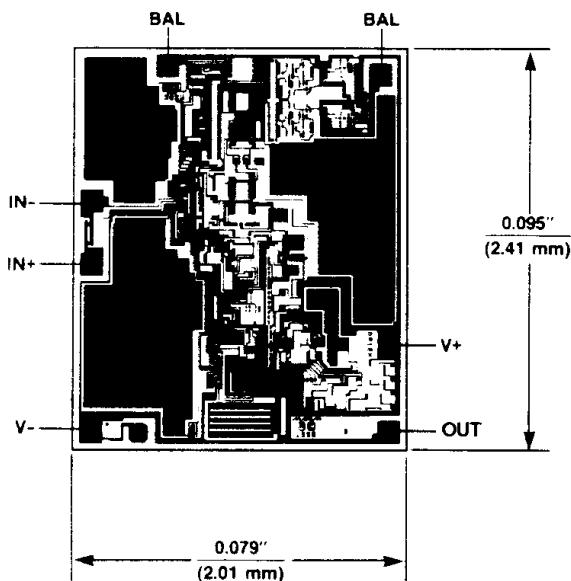


図10. 10Hz ノイズvs. ソース抵抗(抵抗ノイズを含む)

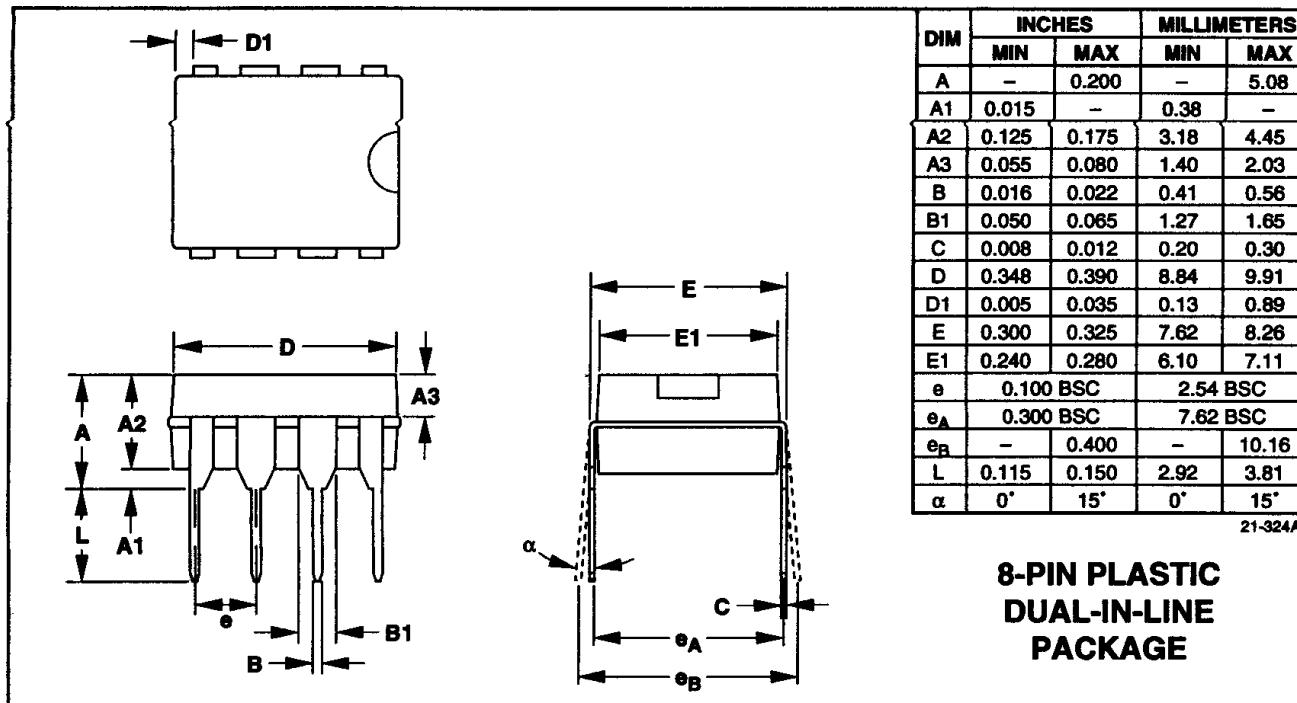
チップ構造図



MAX427/MAX437

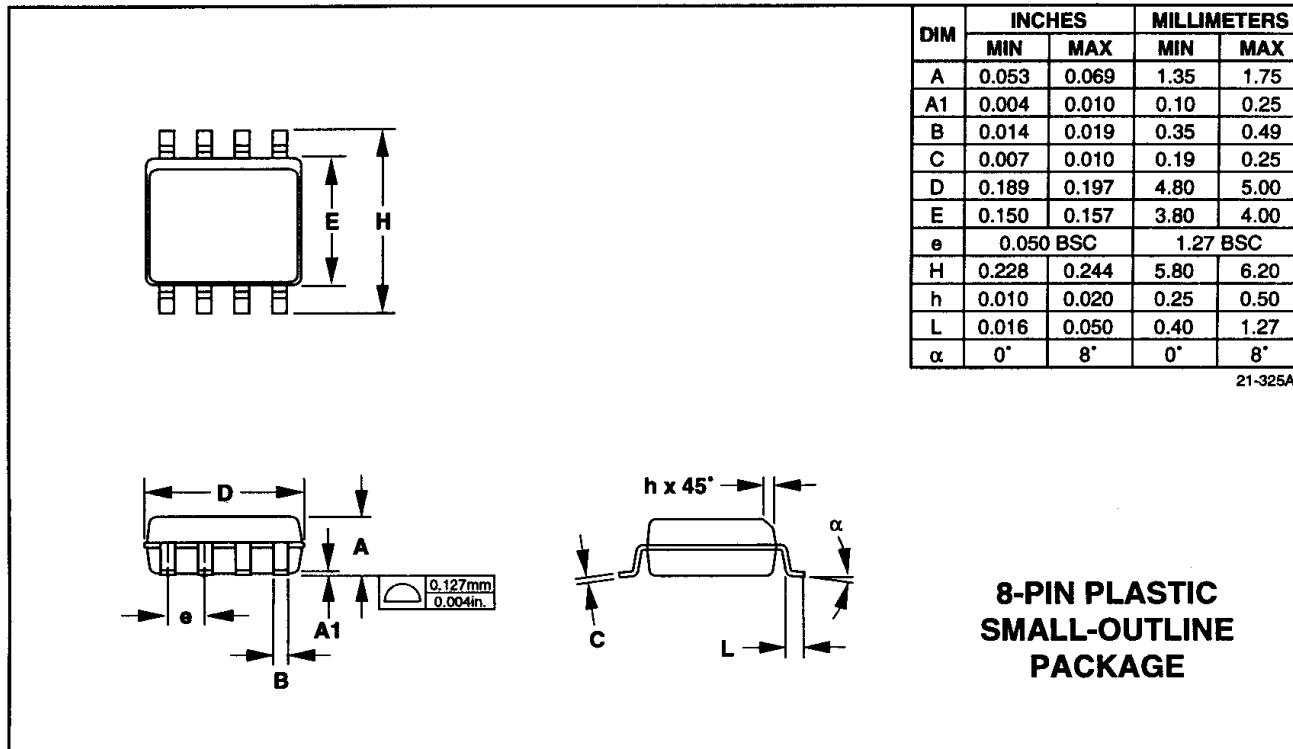
SUBSTRATE CONNECTED TO V-

パッケージ



低ノイズ、高精度オペアンプ

パッケージ(続き)



販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
TEL.(03)3232-6141 FAX.(03)3232-6149

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600