

# 325MHz、シングル/デュアル レール・トゥ・レール入力/出力、低歪み 低ノイズ高精度オペアンプ

## 特長

- 利得帯域幅積: 325MHz
- スルーレート: 140V/ $\mu$ s
- 広い電源電圧範囲: 2.5V~12.6V
- 高出力電流: 85mA
- 低歪み、5MHz: -80dBc
- 低電圧ノイズ: 3.5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- 両レールを含む入力同相範囲
- レール・トゥ・レール出力振幅
- 入力オフセット電圧(レール・トゥ・レール): 最大550 $\mu$ V
- 同相除去: 標準106dB
- 電源除去比: 標準105dB
- ユニティゲインで安定
- パワーダウン・ピン(LT1806)
- 動作温度範囲: -40°C~85°C
- シングル: SO-8および高さの低い(1mm)  
6ピンThinSOT™パッケージ
- デュアル: SO-8および8ピンMSOPパッケージ

## アプリケーション

- 低電圧、高周波信号処理
- A/Dコンバータのドライブ
- レール・トゥ・レールのバッファ・アンプ
- アクティブ・フィルタ
- ビデオ・ライン・ドライバ

LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

## 概要

LT<sup>®</sup>1806/LT1807は、シングル/デュアル、低ノイズ、レール・トゥ・レール入力/出力、ユニティゲイン安定のオペアンプで、325MHzの利得帯域幅積、140V/ $\mu$ sのスルーレートおよび85mAの出力電流という特長を備えています。低電圧、高性能の信号処理システム用に最適化されています。

LT1806/LT1807の歪みは5MHzで-80dBcと非常に低く、入力換算ノイズ電圧は3.5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ と低く、最大オフセット電圧は550 $\mu$ Vなので、高性能データ収集システムで使用することができます。

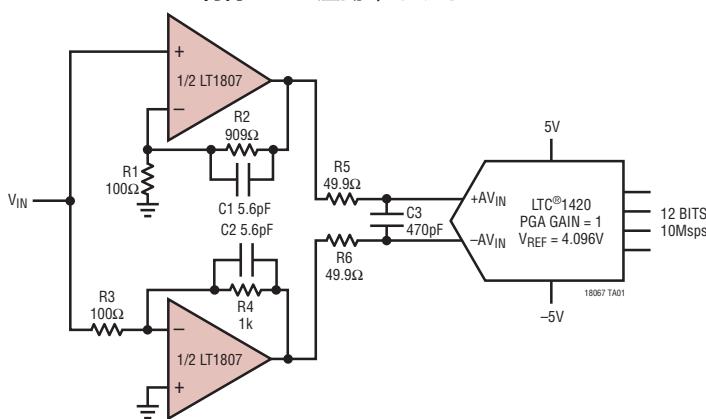
LT1806/LT1807の入力範囲は両電源レールを含み、出力は各電源レールの20mV以内まで振幅するので、低電源アプリケーションの信号ダイナミックレンジを最大にすることができます。

LT1806/LT1807は2.5V~12.6Vの電源に対して性能を維持し、3V、5Vおよび±5V電源で仕様が規定されています。入力は損傷を受けたり出力の位相反転を起こすことなく、電源レールを超えてドライブ可能です。

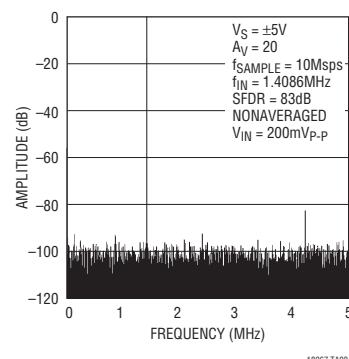
LT1806は標準オペアンプ・ピン配置の8ピンSOパッケージおよび6ピンTSOT-23パッケージで供給されます。LT1807は標準のデュアル・オペアンプ・ピン配置で、8ピンSOパッケージおよびMSOPパッケージで供給されます。これらのデバイスは多くのオペアンプのプラグイン互換品として使用することができます。入力/出力範囲と性能を改善することができます。

## 標準的応用例

利得が20の差動A/Dドライバ



4096ポイントのFFT応答

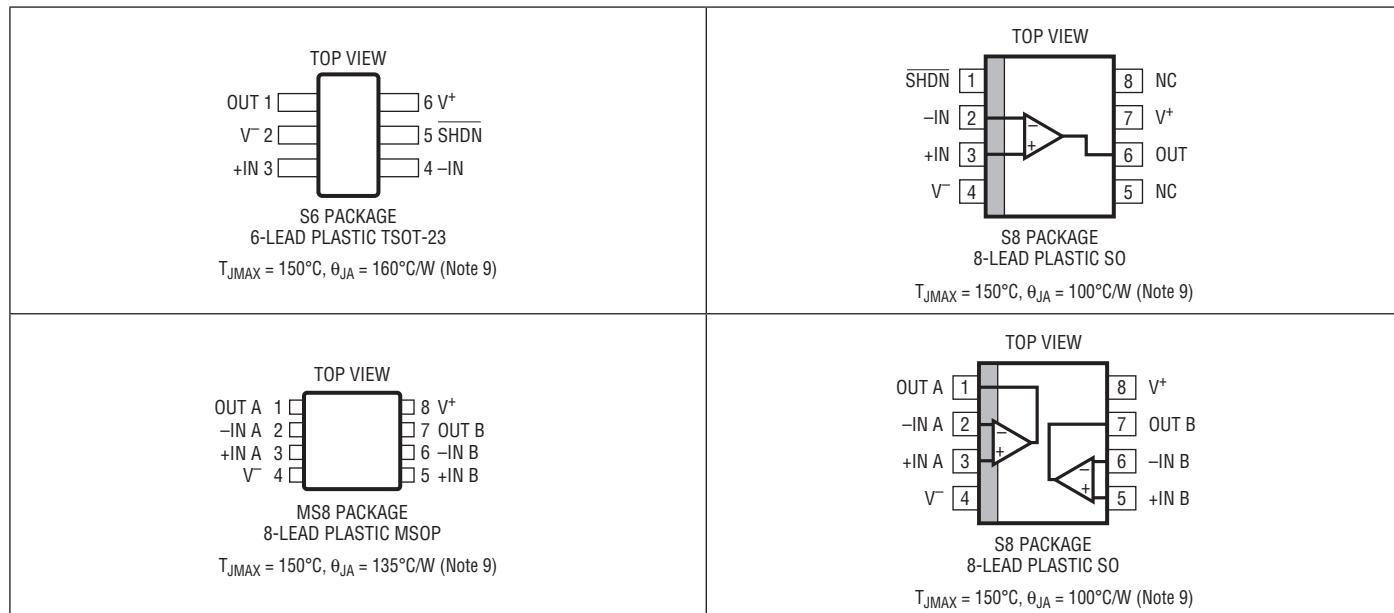


# LT1806/LT1807

## 絶対最大定格 (Note 1)

全電源電圧( $V^+ \sim V^-$ )	12.6V	規定温度範囲(Note 5)	-40°C~85°C
入力電圧 (Note 2)	$\pm V_S$	接合部温度	150°C
入力電流 (Note 2)	$\pm 10\text{mA}$	保存温度範囲	-65°C~150°C
出力短絡時間 (Note 3)	無期限	リード温度(半田付け、10秒)	300°C
動作温度範囲 (Note 4)	-40°C~85°C		

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	規定温度範囲
LT1806CS6#PBF	LT1806CS6#TRPBF	LTKN	6-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LT1806IS6#PBF	LT1806IS6#TRPBF	LTLN	6-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LT1806CS8#PBF	LT1806CS8#TRPBF	1806	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT1806IS8#PBF	LT1806IS8#TRPBF	1806I	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LT1807CMS8#PBF	LT1807CMS8#TRPBF	LTTP	8-Lead Plastic MSOP	0°C to 70°C
LT1807IMS8#PBF	LT1807IMS8#TRPBF	LTIV	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 85°C
LT1807CS8#PBF	LT1807CS8#TRPBF	1807	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT1807IS8#PBF	LT1807IS8#TRPBF	1807I	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreel/> をご覧ください。

## 電気的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}, 0\text{V}$ ;  $V_S = 3\text{V}, 0\text{V}$ ;  $V_{SHDN} = \text{開放}$ ;  $V_{CM} = V_{OUT} = \text{電源の}1/2$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	$V_{CM} = V^+$ $V_{CM} = V^-$ $V_{CM} = V^+$ (LT1806 TSOT-23) $V_{CM} = V^-$ (LT1806 TSOT-23)	100 100 100 100	550 550 700 700	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$	
$\Delta V_{OS}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ $V_{CM} = V^-$ to $V^+$ (LT1806 TSOT-23)	50 100	550 700	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$	
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		200	1000	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = V^+$ $V_{CM} = V^- + 0.2\text{V}$	-13	1 -5	4	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		6	17	$\mu\text{A}$
	Input Bias Current Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{CM} = V^+$ $V_{CM} = V^- + 0.2\text{V}$		0.03 0.05	1.2 3.0	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = V^+$ $V_{CM} = V^- + 0.2\text{V}$		0.03 0.05	0.6 1.5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_{OS}$	Input Offset Current Shift	$V_{CM} = V^- + 0.2\text{V}$ to $V^+$		0.08	2.1	$\mu\text{A}$
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		800		$\text{nV}_{\text{P-P}}$
$e_n$	Input Noise Voltage Density	$f = 10\text{kHz}$		3.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Noise Current Density	$f = 10\text{kHz}$		1.5		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
$C_{IN}$	Input Capacitance			2		$\text{pF}$
$A_{VOL}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_S = 5\text{V}, V_0 = 0.5\text{V}$ to $4.5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$ $V_S = 5\text{V}, V_0 = 1\text{V}$ to $4\text{V}$ , $R_L = 100$ to $V_S/2$ $V_S = 3\text{V}, V_0 = 0.5\text{V}$ to $2.5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	75 9 60	220 22 150	$\text{V/mV}$ $\text{V/mV}$ $\text{V/mV}$	
$CMRR$	Common Mode Rejection Ratio	$V_S = 5\text{V}, V_{CM} = V^-$ to $V^+$ $V_S = 3\text{V}, V_{CM} = V^-$ to $V^+$	79 74	100 95		$\text{dB}$ $\text{dB}$
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_S = 5\text{V}, V_{CM} = V^-$ to $V^+$ $V_S = 3\text{V}, V_{CM} = V^-$ to $V^+$	73 68	100 95		$\text{dB}$ $\text{dB}$
	Input Common Mode Range			$V^-$	$V^+$	$\text{V}$
$PSRR$	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}$ , $V_{CM} = 0\text{V}$	90	105		$\text{dB}$
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_S = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}$ , $V_{CM} = 0\text{V}$	84	105		$\text{dB}$
	Minimum Supply Voltage (Note 6)			2.3	2.5	$\text{V}$
$V_{OL}$	Output Voltage Swing Low (Note 7)	No Load $I_{SINK} = 5\text{mA}$ $I_{SINK} = 25\text{mA}$		8 50 170	50 130 375	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
$V_{OH}$	Output Voltage Swing High (Note 7)	No Load $I_{SOURCE} = 5\text{mA}$ $I_{SOURCE} = 25\text{mA}$		15 85 350	65 180 650	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$

# LT1806/LT1807

## 電気的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V, } 0\text{V}$ ;  $V_S = 3\text{V, } 0\text{V}$ ;  $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ;  $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = \text{電源の } 1/2$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current	$V_S = 5\text{V}$ $V_S = 3\text{V}$	$\pm 35$ $\pm 30$	$\pm 85$ $\pm 65$		mA mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier			9	13	mA
	Disable Supply Current	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$		0.40 0.22	0.9 0.7	mA mA
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$		150 100	350 300	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Shutdown Output Leakage Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$		0.1	75	$\mu\text{A}$
$V_L$	$\bar{\text{SHDN}}$ Pin Input Voltage LOW				0.3	V
$V_H$	$\bar{\text{SHDN}}$ Pin Input Voltage HIGH				$V^+ - 0.5$	V
$t_{\text{ON}}$	Turn-On Time	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V to } 4.5\text{V}, R_L = 100\Omega$		80		ns
$t_{\text{OFF}}$	Turn-Off Time	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V to } 0.3\text{V}, R_L = 100\Omega$		50		ns
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 6MHz		325		MHz
SR	Slew Rate	$V_S = 5\text{V}, A_V = -1, R_L = 1\text{k}, V_0 = 4\text{V}$		125		V/ $\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{OUT}} = 4V_{\text{P-P}}$		10		MHz
HD	Harmonic Distortion	$V_S = 5\text{V}, A_V = 1, R_L = 1\text{k}, V_0 = 2V_{\text{P-P}}, f_C = 5\text{MHz}$		-78		dBc
$t_S$	Settling Time	$0.01\%, V_S = 5\text{V}, V_{\text{STEP}} = 2\text{V}, A_V = 1, R_L = 1\text{k}$		60		ns
$\Delta G$	Differential Gain (NTSC)	$V_S = 5\text{V}, A_V = 2, R_L = 150$		0.015		%
$\Delta \theta$	Differential Phase (NTSC)	$V_S = 5\text{V}, A_V = 2, R_L = 150$		0.05		Deg

●は $0^\circ\text{C} < T_A < 70^\circ\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V, } 0\text{V}$ ;  $V_S = 3\text{V, } 0\text{V}$ ;  $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ;  $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = \text{電源の } 1/2$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$ $V_{\text{CM}} = V^+ (\text{LT1806 TSOT-23})$ $V_{\text{CM}} = V^- (\text{LT1806 TSOT-23})$	● ● ● ●	200 200 200 200	700 700 850 850	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
$V_{\text{OS TC}}$	Input Offset Voltage Drift (Note 8)	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$	● ●	1.5 1.5	5 5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
$\Delta V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$ $V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+ (\text{LT1806 TSOT-23})$	● ●	100 100	700 850	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^-, V_{\text{CM}} = V^+$	●	300	1200	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	● ●	1 -15	5 -5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V to } V^+ - 0.2\text{V}$	●	6	20	$\mu\text{A}$

## 電気的特性

●は $0^{\circ}\text{C} < T_A < 70^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}, 0\text{V}; V_S = 3\text{V}, 0\text{V}; V_{\text{SHDN}} = \text{開放}; V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = \text{電源の}1/2$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
	Input Bias Current Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	● ●	0.03 0.05	1.5 3.5	$\mu\text{A}$
$I_{\text{OS}}$	Input Offset Current	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	● ●	0.03 0.05	0.75 1.80	$\mu\text{A}$
$\Delta I_{\text{OS}}$	Input Offset Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$ to $V^+ - 0.2\text{V}$	●	0.08	2.55	$\mu\text{A}$
$A_{\text{VOL}}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_S = 5\text{V}, V_0 = 0.5\text{V}$ to $4.5\text{V}, R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$ $V_S = 5\text{V}, V_0 = 1\text{V}$ to $4\text{V}, R_L = 100\Omega$ to $V_S/2$ $V_S = 3\text{V}, V_0 = 0.5\text{V}$ to $2.5\text{V}, R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	● ● ●	60 7.5 45	175 20 140	$\text{V/mV}$ $\text{V/mV}$ $\text{V/mV}$
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$	● ●	77 72	94 89	$\text{dB}$
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$	● ●	71 66	94 89	$\text{dB}$
	Input Common Mode Range		●	$V^-$	$V^+$	V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}, V_{\text{CM}} = 0\text{V}$	●	88	105	$\text{dB}$
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_S = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}, V_{\text{CM}} = 0\text{V}$	●	82	105	$\text{dB}$
	Minimum Supply Voltage (Note 6)	$V_{\text{CM}} = V_0 = 0.5\text{V}$	●		2.3 2.5	V
$V_{\text{OL}}$	Output Voltage Swing Low (Note 7)	No Load $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SINK}} = 25\text{mA}$	● ● ●		12 60 180	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
$V_{\text{OH}}$	Output Voltage Swing High (Note 7)	No Load $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SOURCE}} = 25\text{mA}$	● ● ●		30 110 360	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current	$V_S = 5\text{V}$ $V_S = 3\text{V}$	● ●	$\pm 30$ $\pm 25$	$\pm 65$ $\pm 55$	$\text{mA}$
$I_{\text{S}}$	Supply Current per Amplifier		●		10 14	$\text{mA}$
	Disable Supply Current	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	● ●		0.40 0.22	$\text{mA}$
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	● ●		160 110	$\mu\text{A}$
	Shutdown Output Leakage Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●		1	$\mu\text{A}$
$V_L$	SHDN Pin Input Voltage Low		●		0.3	V
$V_H$	SHDN Pin Input Voltage High		●	$V^+ - 0.5$		V
$t_{\text{ON}}$	Turn-On Time	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ to $4.5\text{V}, R_L = 100\Omega$	●	80		ns
$t_{\text{OFF}}$	Turn-Off Time	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V}$ to $0.3\text{V}, R_L = 100\Omega$	●	50		ns
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 6MHz	●	300		MHz
SR	Slew Rate	$V_S = 5\text{V}, A_V = -1, R_L = 1\text{k}, V_0 = 4\text{V}$	●	100		$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_S = 5\text{V}, V_0 = 4\text{V}_{\text{P-P}}$	●	8		MHz

## 電気的特性

●は $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}, 0\text{V}$ ;  $V_S = 3\text{V}, 0\text{V}$ ;  $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ;  $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = \text{電源の1/2}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage	$V_{\text{CM}} = V^+$	●	200	800	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^-$	●	200	800	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^+$ (LT1806 TSOT-23)	●	200	950	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^-$ (LT1806 TSOT-23)	●	200	950	$\mu\text{V}$
$V_{\text{OS TC}}$	Input Offset Voltage Drift (Note 8)	$V_{\text{CM}} = V^+$	●	1.5	5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
		$V_{\text{CM}} = V^-$	●	1.5	5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
$\Delta V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	●	100	800	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$ (LT1806 TSOT-23)	●	100	950	$\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^-, V_{\text{CM}} = V^+$	●	200	1400	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$	●	1	6	$\mu\text{A}$
		$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	●	-16	-5	$\mu\text{A}$
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$ to $V^+ - 0.2\text{V}$	●	6	22	$\mu\text{A}$
	Input Bias Current Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$	●	0.02	1.8	$\mu\text{A}$
		$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	●	0.05	4	$\mu\text{A}$
$I_{\text{OS}}$	Input Offset Current	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$	●	0.02	0.9	$\mu\text{A}$
		$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	●	0.05	2.1	$\mu\text{A}$
$\Delta I_{\text{OS}}$	Input Offset Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$ to $V^+ - 0.2\text{V}$	●	0.07	3	$\mu\text{A}$
$A_{\text{VOL}}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_S = 5\text{V}, V_0 = 0.5\text{V}$ to $4.5\text{V}, R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	●	50	140	$\text{V/mV}$
		$V_S = 5\text{V}, V_0 = 1\text{V}$ to $4\text{V}, R_L = 100\Omega$ to $V_S/2$	●	6	16	$\text{V/mV}$
		$V_S = 3\text{V}, V_0 = 0.5\text{V}$ to $2.5\text{V}, R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	●	35	100	$\text{V/mV}$
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	●	75	94	$\text{dB}$
		$V_S = 3\text{V}, V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	●	71	89	$\text{dB}$
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	●	69	94	$\text{dB}$
		$V_S = 3\text{V}, V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	●	65	89	$\text{dB}$
	Input Common Mode Range		●	$V^-$	$V^+$	$\text{V}$
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}, V_{\text{CM}} = 0\text{V}$	●	86	105	$\text{dB}$
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_S = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}, V_{\text{CM}} = 0\text{V}$	●	80	105	$\text{dB}$
	Minimum Supply Voltage (Note 6)	$V_{\text{CM}} = V_0 = 0.5\text{V}$	●	2.3	2.5	$\text{V}$
$V_{\text{OL}}$	Output Voltage Swing Low (Note 7)	No Load $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SINK}} = 20\text{mA}$	●	15	70	$\text{mV}$
			●	65	150	$\text{mV}$
			●	170	400	$\text{mV}$
$V_{\text{OH}}$	Output Voltage Swing High (Note 7)	No Load $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SOURCE}} = 20\text{mA}$	●	30	130	$\text{mV}$
			●	110	240	$\text{mV}$
			●	350	700	$\text{mV}$
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current	$V_S = 5\text{V}$ $V_S = 3\text{V}$	●	$\pm 22$	$\pm 45$	$\text{mA}$
			●	$\pm 20$	$\pm 40$	$\text{mA}$
$I_s$	Supply Current per Amplifier		●	11	16	$\text{mA}$
	Disable Supply Current	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	0.4	1.2	$\text{mA}$
			●	0.3	1	$\text{mA}$

## 電気的特性

●は $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}, 0\text{V}; V_S = 3\text{V}, 0\text{V}; V_{\text{SHDN}} = \text{開放}; V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = \text{電源の}1/2$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$V_S = 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ $V_S = 3\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	● ●	170 120	450 400	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Shutdown Output Leakage Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	1.2		$\mu\text{A}$
$V_L$	SHDN Pin Input Voltage Low		●	0.3		V
$V_H$	SHDN Pin Input Voltage High		●	$V^+ - 0.5$		V
$t_{\text{ON}}$	Turn-On Time	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ to $4.5\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	●	80		ns
$t_{\text{OFF}}$	Turn-Off Time	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V}$ to $0.3\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	●	50		ns
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 6MHz	●	250		MHz
SR	Slew Rate	$V_S = 5\text{V}, A_V = -1, R_L = 1\text{k}, V_0 = 4\text{V}$	●	80		V/ $\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_S = 5\text{V}, V_0 = 4V_{\text{P-P}}$	●	6		MHz

$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。注記がない限り、 $V_S = \pm 5\text{V}, V_{\text{SHDN}} = \text{開放}; V_{\text{CM}} = 0\text{V}, V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$ $V_{\text{CM}} = V^+$ (LT1806 TSOT-23) $V_{\text{CM}} = V^-$ (LT1806 TSOT-23)	100 100 100 100	700 700 750 750	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$	
$\Delta V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$ (LT1806 TSOT-23)	50 50	700 750	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$	
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^-, V_{\text{CM}} = V^+$	200	1200		$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.2\text{V}$	-14	1 -5	5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.2\text{V}$ to $V^+$		6	19	$\mu\text{A}$
	Input Bias Current Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.2\text{V}$		0.03 0.05	1.4 3.2	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{\text{os}}$	Input Offset Current	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.2\text{V}$		0.03 0.04	0.7 1.6	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_{\text{os}}$	Input Offset Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.2\text{V}$ to $V^+$		0.07	2.3	$\mu\text{A}$
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		800		nVp-p
$e_n$	Input Noise Voltage Density	f = 10kHz		3.5		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Noise Current Density	f = 10kHz		1.5		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$C_{\text{IN}}$	Input Capacitance	f = 10kHz		2		pF
$A_{\text{VOL}}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_0 = -4\text{V}$ to $4\text{V}, R_L = 1\text{k}$ $V_0 = -2.5\text{V}$ to $2.5\text{V}, R_L = 100\Omega$	100 10	300 27		V/mV V/mV

# LT1806/LT1807

## 電気的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 。注記がない限り、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ； $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	83	106		dB
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^- \text{ to } V^+$	77	106		dB
	Input Common Mode Range		$V^-$	$V^+$		V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 2.5\text{V} \text{ to } 10\text{V}$ , $V^- = 0\text{V}$	90	105		dB
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V^+ = 2.5\text{V} \text{ to } 10\text{V}$ , $V^- = 0\text{V}$	84	105		dB
$V_{\text{OL}}$	Output Voltage Swing Low (Note 7)	No Load $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SINK}} = 25\text{mA}$	14 55 180	60 140 450		mV
$V_{\text{OH}}$	Output Voltage Swing High (Note 7)	No Load $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SOURCE}} = 25\text{mA}$	20 90 360	70 200 700		mV
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current		$\pm 40$	$\pm 85$		mA
$I_{\text{S}}$	Supply Current per Amplifier		11	16		mA
	Disable Supply Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	0.4	1.2		mA
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	150	350		$\mu\text{A}$
	Shutdown Output Leakage Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	0.3	75		$\mu\text{A}$
$V_L$	SHDN Pin Input Voltage Low				0.3	V
$V_H$	SHDN Pin Input Voltage High			$V^+ - 0.5$		V
$t_{\text{ON}}$	Turn-On Time	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V} \text{ to } 4.5\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	80			ns
$t_{\text{OFF}}$	Turn-Off Time	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V} \text{ to } 0.3\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	50			ns
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 6MHz	170	325		MHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_0 = \pm 4\text{V}$ , Measured at $V_0 = \pm 3\text{V}$	70	140		$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_0 = 8\text{V}_{\text{P-P}}$		5.5		MHz
HD	Harmonic Distortion	$A_V = 1$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_0 = 2\text{V}_{\text{P-P}}$ , $f_C = 5\text{MHz}$	-80			dBc
$t_s$	Settling Time	$0.01\%$ , $V_{\text{STEP}} = 8\text{V}$ , $A_V = 1$ , $R_L = 1\text{k}$	120			ns
$\Delta G$	Differential Gain (NTSC)	$A_V = 2$ , $R_L = 150$		0.01		%
$\Delta\theta$	Differential Phase (NTSC)	$A_V = 2$ , $R_L = 150$		0.01		Deg

18067fc

## 電気的特性

●は $0^{\circ}\text{C} < T_{\text{A}} < 70^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_{\text{S}} = \pm 5\text{V}$ 、 $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ； $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage	$V_{\text{CM}} = V^{+}$	● ● ● ●	200	800	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^{-}$		200	800	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^{+}$ (LT1806 TSOT-23)		200	900	$\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^{-}$ (LT1806 TSOT-23)		200	900	$\mu\text{V}$
$V_{\text{OS TC}}$	Input Offset Voltage Drift (Note 8)	$V_{\text{CM}} = V^{+}$ $V_{\text{CM}} = V^{-}$	● ●	1.5 1.5	5 5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
$\Delta V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{\text{CM}} = V^{-}$ to $V^{+}$	● ●	100 100	800 900	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
		$V_{\text{CM}} = V^{-}$ to $V^{+}$ (LT1806 TSOT-23)				
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^{-}$ , $V_{\text{CM}} = V^{+}$	●	300	1400	$\mu\text{V}$
$I_{\text{B}}$	Input Bias Current	$V_{\text{CM}} = V^{+} - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^{-} + 0.4\text{V}$	● ●	-15	1 -6	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_{\text{B}}$	Input Bias Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^{-} + 0.4\text{V}$ to $V^{+} - 0.2\text{V}$	●	7	21	$\mu\text{A}$
		$V_{\text{CM}} = V^{+} - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^{-} + 0.4\text{V}$	● ●	0.03 0.04	1.8 3.8	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{\text{OS}}$	Input Offset Current	$V_{\text{CM}} = V^{+} - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^{-} + 0.4\text{V}$	● ●	0.03 0.04	0.9 1.9	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_{\text{OS}}$	Input Offset Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^{-} + 0.4\text{V}$ to $V^{+} - 0.2\text{V}$	●	0.07	2.8	$\mu\text{A}$
$A_{\text{VOL}}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_0 = -4\text{V}$ to $4\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$	● ●	80 8	250 25	$\text{V}/\text{mV}$ $\text{V}/\text{mV}$
		$V_0 = -2.5\text{V}$ to $2.5\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$				
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{\text{CM}} = V^{-}$ to $V^{+}$	●	81	100	$\text{dB}$
		$V_{\text{CM}} = V^{-}$ to $V^{+}$	●	75	100	$\text{dB}$
	Input Common Mode Range		●	$V^{-}$	$V^{+}$	V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V^{+} = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}$ , $V^{-} = 0\text{V}$	●	88	105	$\text{dB}$
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V^{+} = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}$ , $V^{-} = 0\text{V}$	●	82	106	$\text{dB}$
$V_{\text{OL}}$	Output Voltage Swing Low (Note 7)	No Load	●	18	80	$\text{mV}$
		$I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	●	60	160	$\text{mV}$
		$I_{\text{SINK}} = 25\text{mA}$	●	185	500	$\text{mV}$
$V_{\text{OH}}$	Output Voltage Swing High (Note 7)	No Load	●	40	140	$\text{mV}$
		$I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	●	110	240	$\text{mV}$
		$I_{\text{SOURCE}} = 25\text{mA}$	●	360	750	$\text{mV}$
$I_{\text{sc}}$	Short-Circuit Current		●	$\pm 35$	$\pm 75$	$\text{mA}$
$I_{\text{s}}$	Supply Current per Amplifier		●	14	20	$\text{mA}$
	Disable Supply Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	0.4	1.4	$\text{mA}$
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	160	400	$\mu\text{A}$
		Shutdown Output Leakage Current	●	1		$\mu\text{A}$
$V_{\text{L}}$	SHDN Pin Input Voltage Low		●		0.3	V
$V_{\text{H}}$	SHDN Pin Input Voltage High		●	$V^{+} - 0.5$		V
$t_{\text{ON}}$	Turn-On Time	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ to $4.5\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	●	80		ns
$t_{\text{OFF}}$	Turn-Off Time	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V}$ to $0.3\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	●	50		ns
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 6MHz	●	150	300	MHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$ , $V_0 = \pm 4\text{V}$ , Measure at $V_0 = \pm 3\text{V}$	●	60	120	$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_0 = 8\text{V}_{\text{P-P}}$	●	4.5		MHz

# LT1806/LT1807

## 電気的特性

●は $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ； $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$ $V_{\text{CM}} = V^+$ (LT1806 TSOT-23) $V_{\text{CM}} = V^-$ (LT1806 TSOT-23)	● ● ● ●	200 200 200 200	900 900 975 975	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
$V_{\text{OS TC}}$	Input Offset Voltage Drift (Note 8)	$V_{\text{CM}} = V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$	● ●	1.5 1.5	5 5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
$\Delta V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$ $V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$ (LT1806 TSOT-23)	● ●	100 100	900 975	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^-$ , $V_{\text{CM}} = V^+$	●	300	1600	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	● ●	-16	1.2 -5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$ to $V^+ - 0.2\text{V}$	●	6	23	$\mu\text{A}$
	Input Bias Current Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	● ●	0.03 0.04	2 4.5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{\text{OS}}$	Input Offset Current	$V_{\text{CM}} = V^+ - 0.2\text{V}$ $V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$	● ●	0.03 0.04	1.0 2.2	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$\Delta I_{\text{OS}}$	Input Offset Current Shift	$V_{\text{CM}} = V^- + 0.4\text{V}$ to $V^+ - 0.2\text{V}$	●	0.07	3.2	$\mu\text{A}$
$A_{\text{VOL}}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_0 = -4\text{V}$ to $4\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}\Omega$ $V_0 = -2\text{V}$ to $2\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	● ●	60 7	175 17	$\text{V/mV}$ $\text{V/mV}$
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$	●	80	100	$\text{dB}$
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)	$V_{\text{CM}} = V^-$ to $V^+$	●	74	100	$\text{dB}$
	Input Common Mode Range		●	$V^-$	$V^+$	$\text{V}$
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 2.5\text{V}$ to $10\text{V}$ , $V^- = 0\text{V}$	●	86	105	$\text{dB}$
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 10)		●	80	105	$\text{dB}$
$V_{\text{OL}}$	Output Voltage Swing Low (Note 7)	No Load $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SINK}} = 20\text{mA}$	● ● ●	20 65 200	100 170 500	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
$V_{\text{OH}}$	Output Voltage Swing High (Note 7)	No Load $I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$ $I_{\text{SOURCE}} = 20\text{mA}$	● ● ●	50 115 360	160 260 700	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current		●	$\pm 25$	$\pm 55$	$\text{mA}$
$I_s$	Supply Current per Amplifier		●	15	22	$\text{mA}$
	Disable Supply Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	0.45	1.5	$\text{mA}$
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	170	400	$\mu\text{A}$
	Shutdown Output Leakage Current	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	1.2		$\mu\text{A}$
$V_L$	SHDN Pin Input Voltage Low		●		0.3	$\text{V}$
$V_H$	SHDN Pin Input Voltage High		●	$V^+ - 0.5$		$\text{V}$
$t_{\text{ON}}$	Turn-On Time	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ to $4.5\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	●	80		$\text{ns}$

## 電気的特性

●は $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $V_{\text{SHDN}} = \text{開放}$ ； $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$t_{\text{OFF}}$	Turn-Off Time	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V to } 0.3\text{V}$ , $R_L = 100\Omega$	●	50		ns
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 6MHz	●	125	290	MHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_0 = \pm 4\text{V}$ , Measure at $V_0 = \pm 3\text{V}$	●	50	100	V/ $\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_0 = 8\text{V}_{\text{P-P}}$	●	4		MHz

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: 入力はバック・トゥ・バック・ダイオードにより保護されている。差動入力電圧が1.4Vを超える場合、入力電流は10mA未満に制限すること。このパラメータは設計および特性評価により性能仕様に適合することが保証されている。全数テストはされない。

Note 3: 出力が無期限に短絡されるときは、接合部温度を絶対最大定格より下に抑えるために、ヒートシンクが必要になることがある。

Note 4: LT1806C/LT1806IおよびLT1807C/LT1807Iは $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の動作温度範囲で動作することが保証されている。

Note 5: LT1806C/LT1807Cは、 $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。これらは $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の拡張温度範囲で性能仕様に適合するように設計され、特性が

評価されており、性能仕様に適合すると予想されるが、これらの温度ではテストされない、QAサンプリングも行われない。LT1806I/LT1807Iは $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。

Note 6: 最小電源電圧は電源除去比テストによって保証されている。

Note 7: 出力電圧振幅は出力と電源レールの間で測定される。

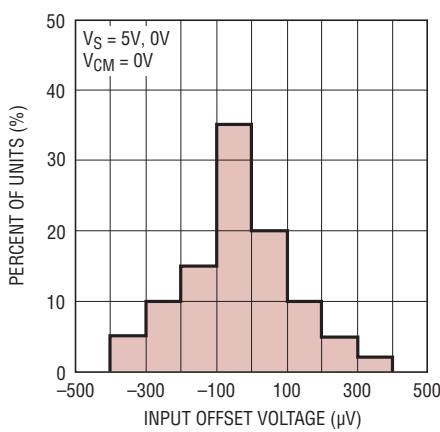
Note 8: このパラメータに対しては全数テストは実施されない。

Note 9: 熱抵抗はデバイスのV-ピンに接続されるPCボードのメタルの量に依存して変化する。「アプリケーション情報」の熱抵抗の表に示されているように、 $\theta_{JA}$ はV-ピンに接続される2寸スコット銅メタル・トレースの特定の量に対して規定されている。

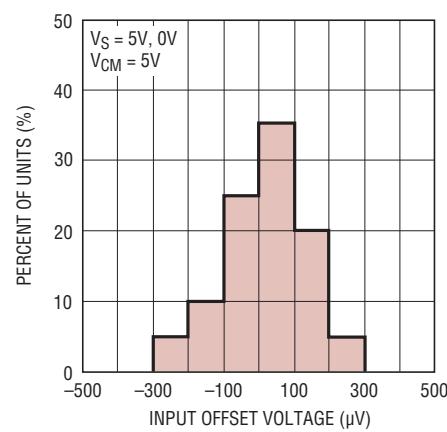
Note 10: 整合性パラメータはLT1807の2個のアンプ間の差である。

## 標準的性能特性

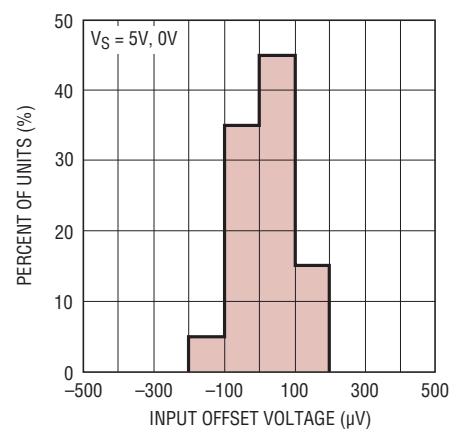
$V_{\text{OS}}$ の分布、 $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ (PNP段)



$V_{\text{OS}}$ の分布、 $V_{\text{CM}} = 5\text{V}$ (NPN段)



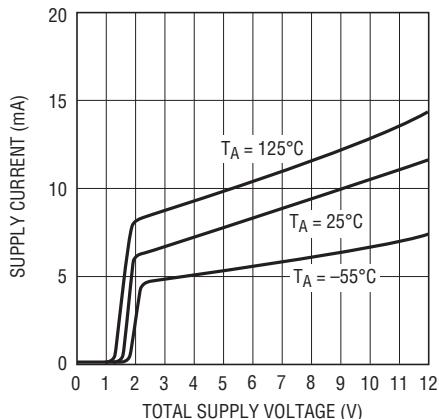
$V_{\text{CM}} = 0\text{V} \sim 5\text{V}$ の場合の  
 $\Delta V_{\text{OS}}$ のシフト



# LT1806/LT1807

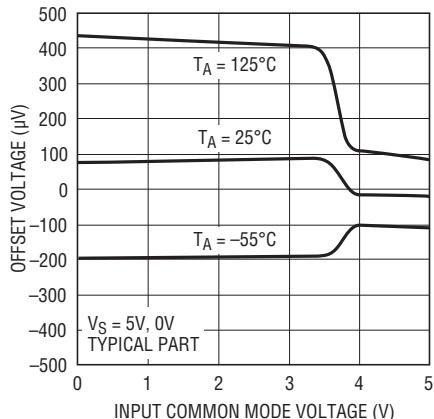
## 標準的性能特性

アンプ当たりの消費電流と  
電源電圧



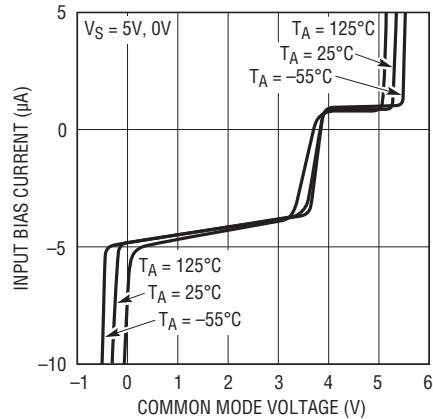
18067 G04

オフセット電圧と入力同相電圧



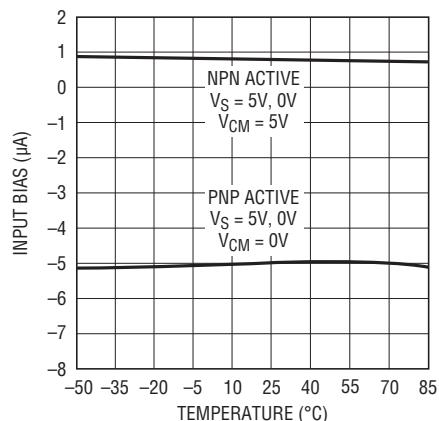
18067 G05

入力バイアス電流と同相電圧



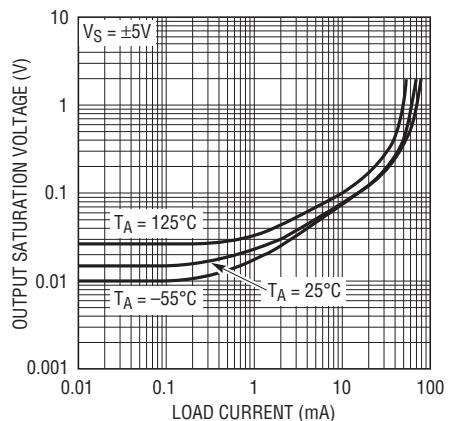
18067 G06

入力バイアス電流と温度



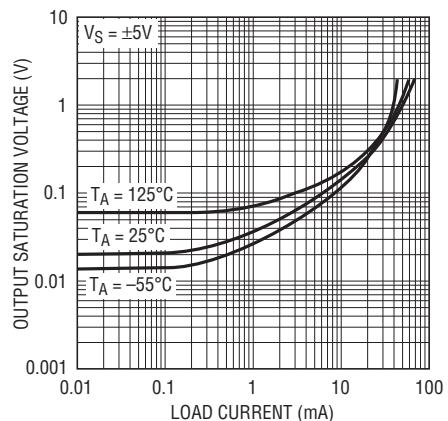
18067 G07

出力飽和電圧と負荷電流  
(出力は低)



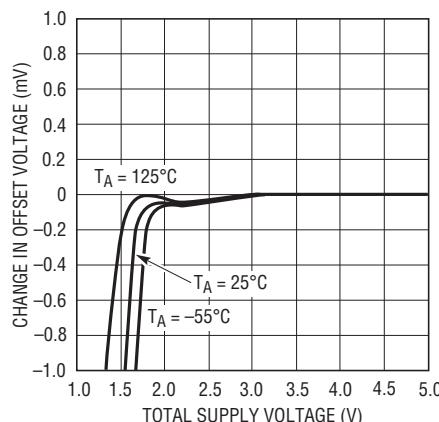
18067 G08

出力飽和電圧と負荷電流  
(出力は高)



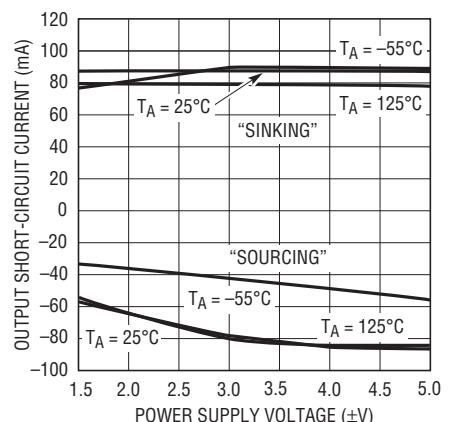
18067 G09

最小電源電圧



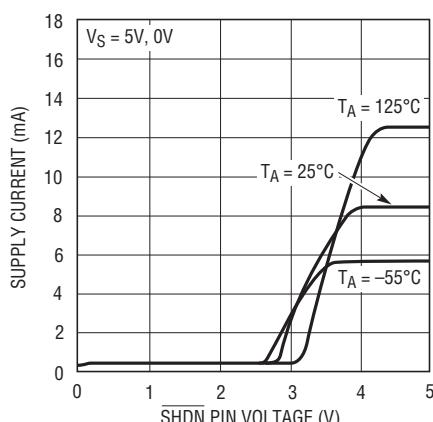
18067 G10

出力短絡電流と電源電圧



18067 G11

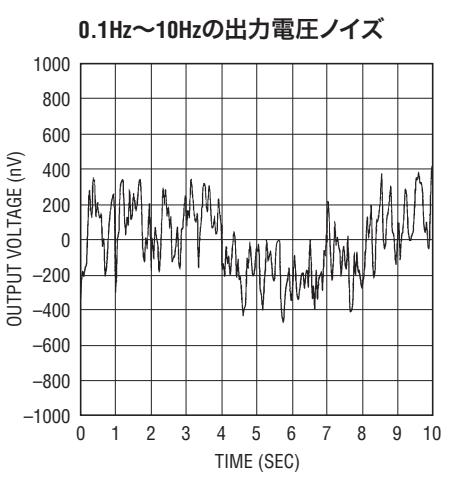
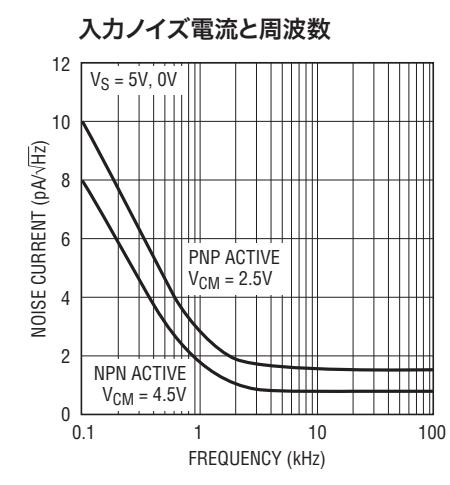
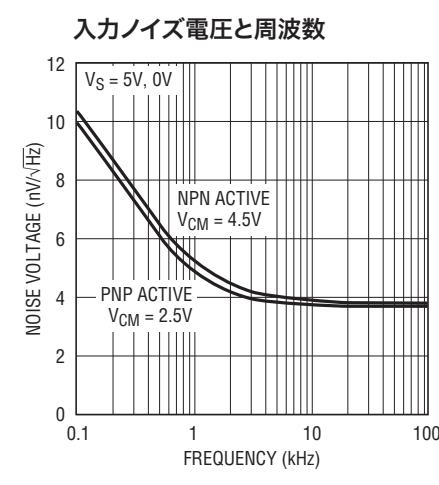
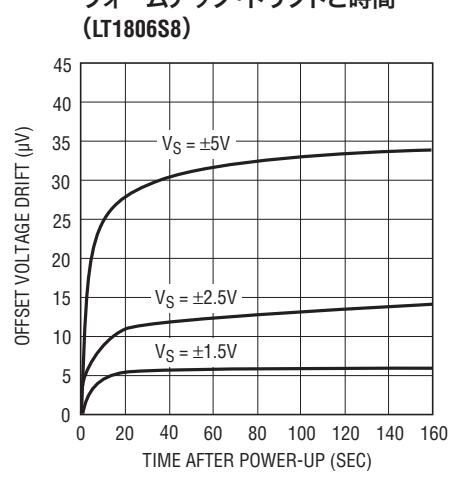
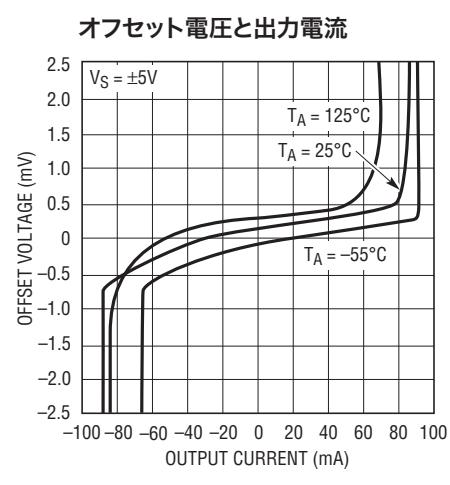
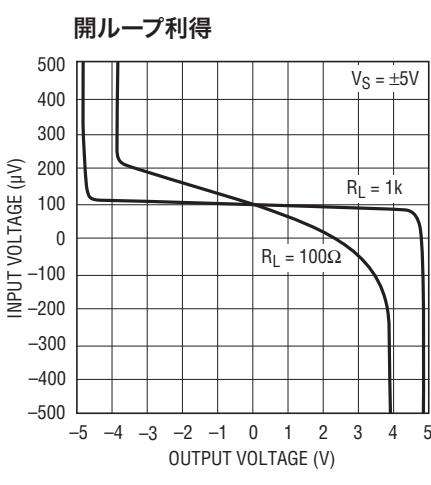
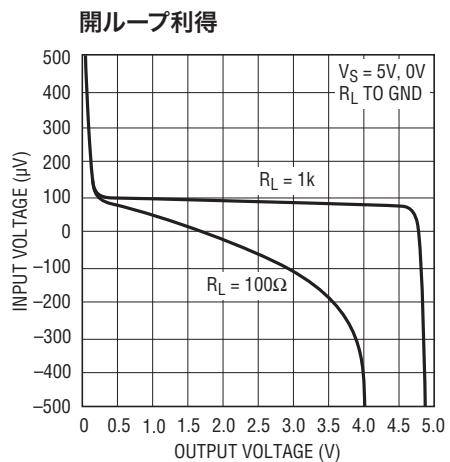
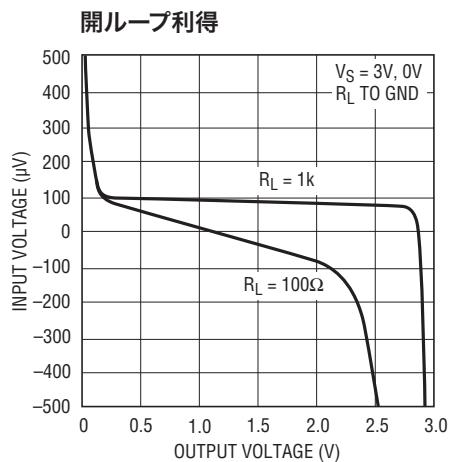
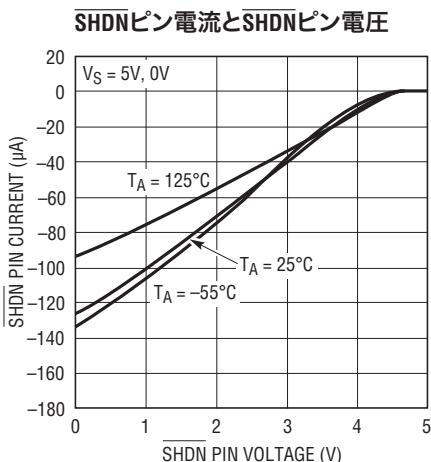
消費電流とSHDNピン電圧



18067 G12

18067fc

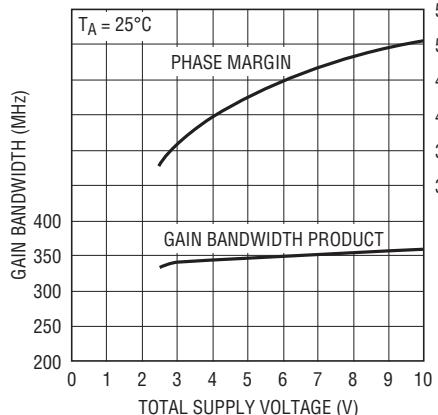
## 標準的性能特性



# LT1806/LT1807

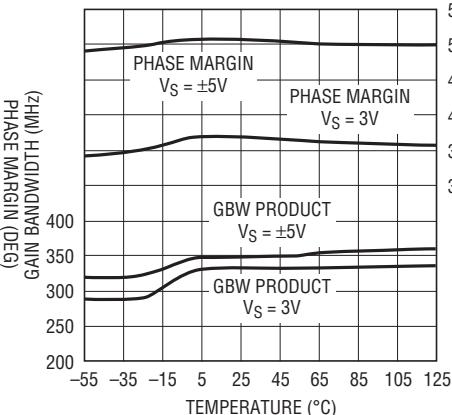
## 標準的性能特性

利得帯域幅および位相マージンと電源電圧



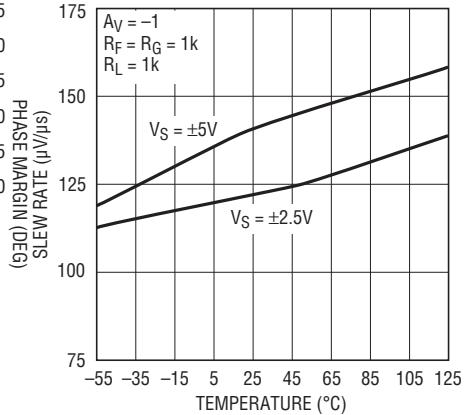
18067 G22

利得帯域幅および位相マージンと温度



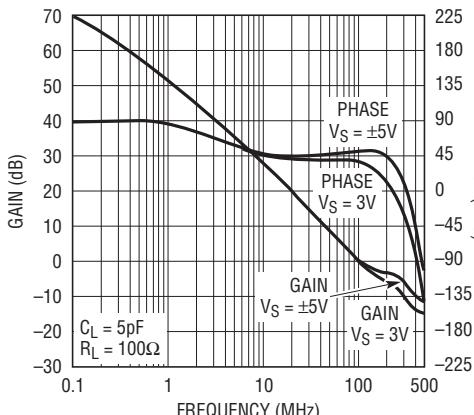
18067 G23

スルーレートと温度



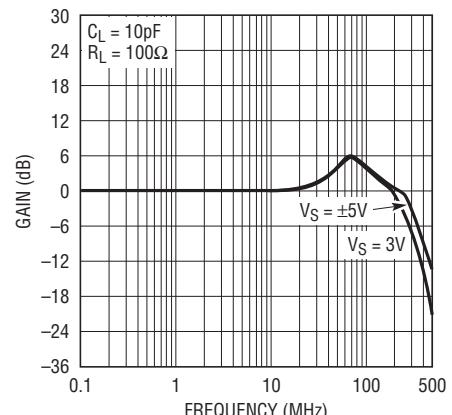
18067 G24

利得および位相と周波数



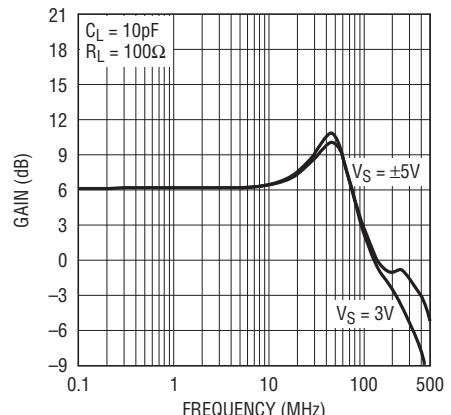
18067 G25

利得と周波数 ( $A_V = 1$ )



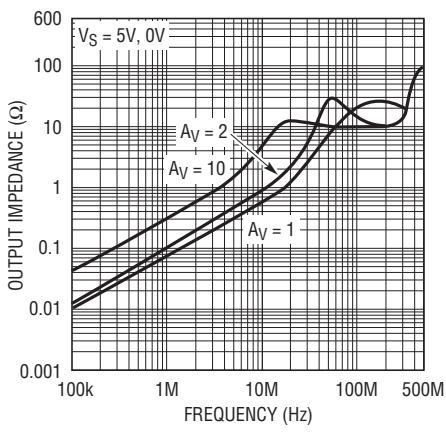
18067 G26

利得と周波数 ( $A_V = 2$ )



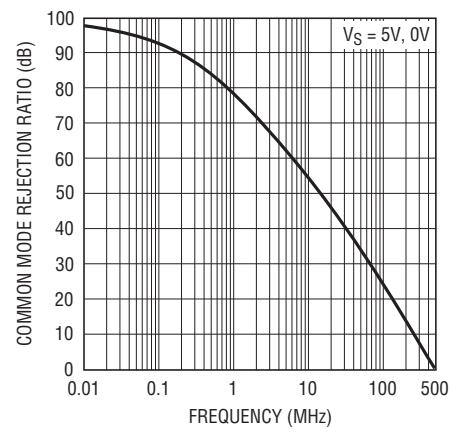
18067 G27

出力インピーダンスと周波数



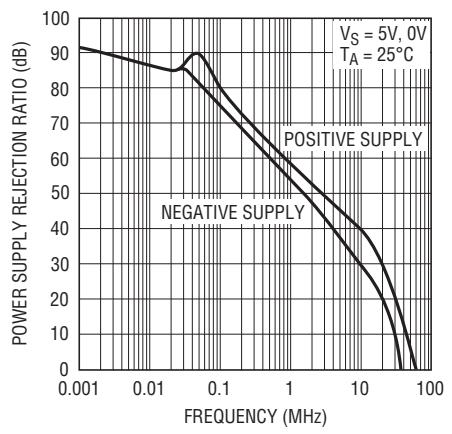
18067 G28

同相除去比と周波数



18067 G29

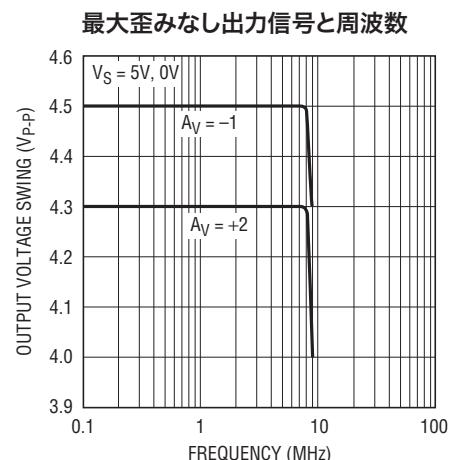
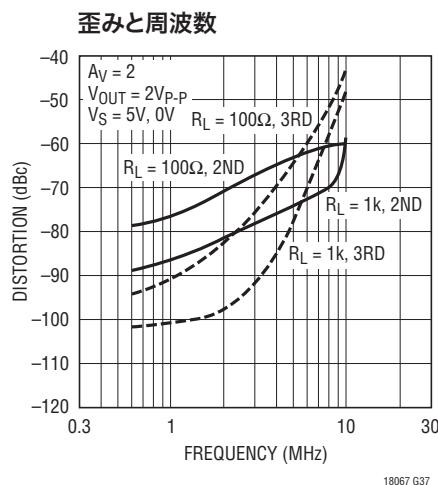
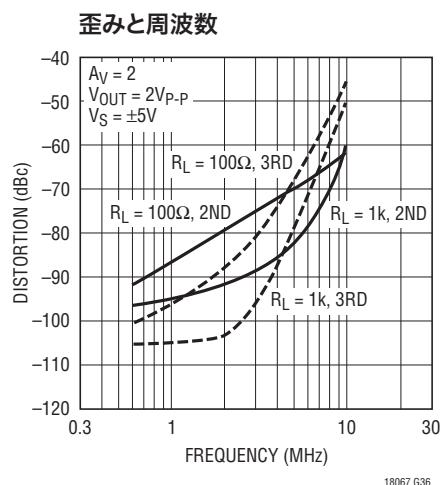
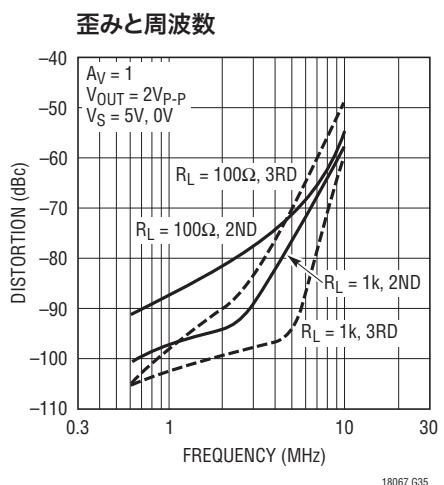
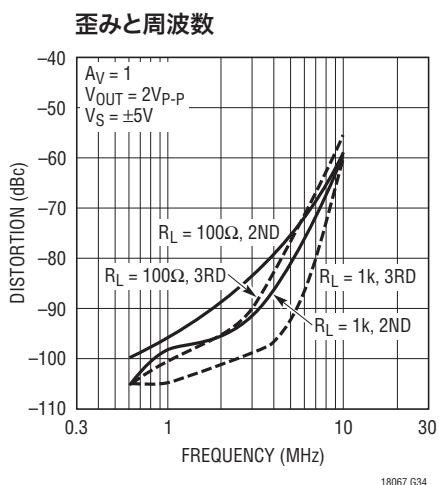
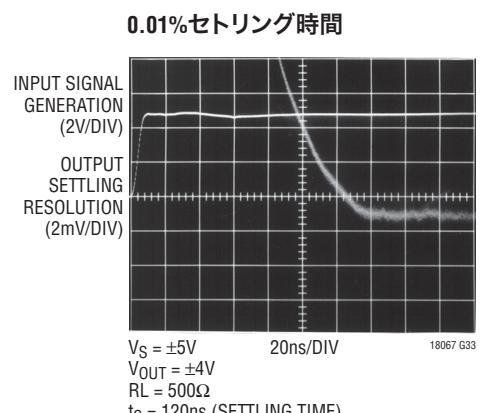
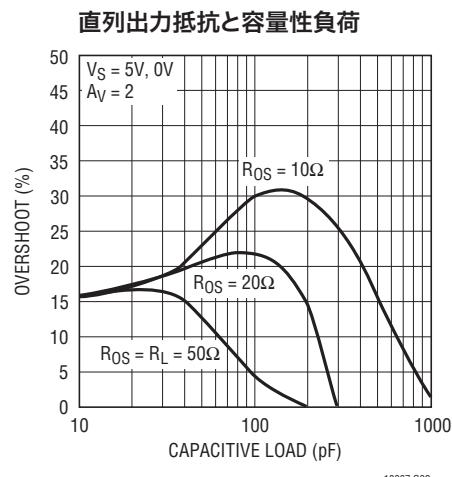
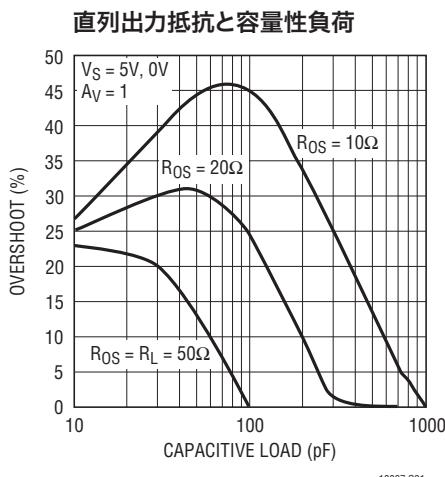
電源除去比と周波数



18067 G30

18067fc

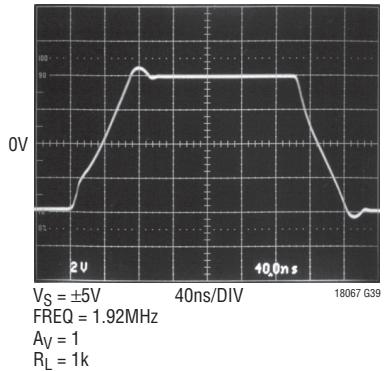
## 標準的性能特性



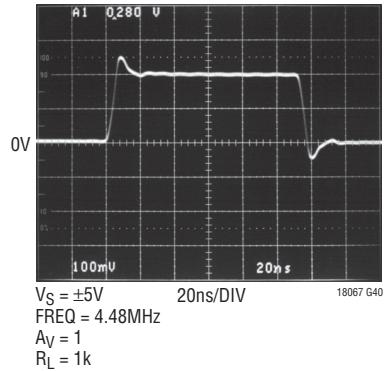
# LT1806/LT1807

## 標準的性能特性

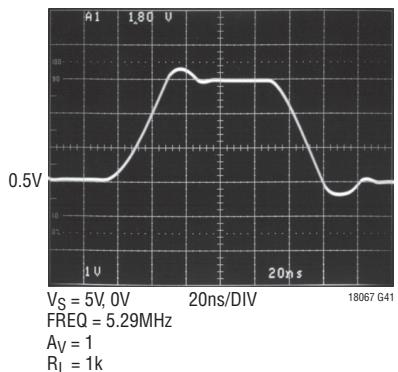
±5V大信号応答



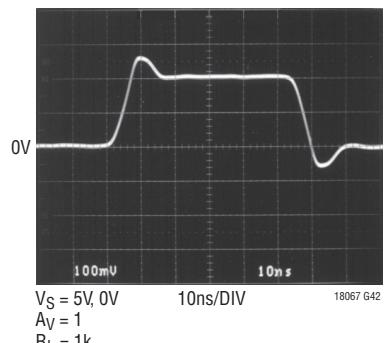
±5V小信号応答



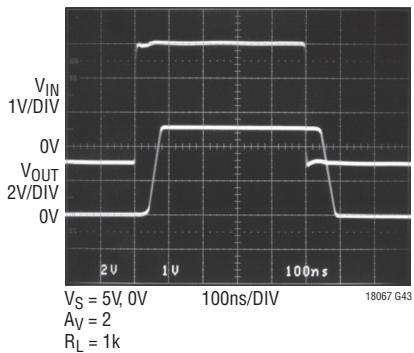
5V大信号応答



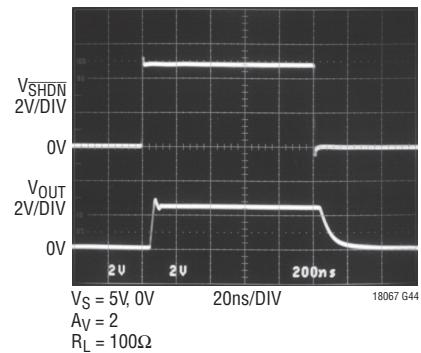
5V小信号応答



出力オーバードライブからの回復



シャットダウン応答



18067fc

## アプリケーション情報

### レール・トゥ・レール特性

LT1806/LT1807の入力と出力の信号範囲は負電源から正電源まで含みます。アンプの簡略回路を図1に示します。入力段は2個の差動アンプ(PNP段Q1/Q2およびNPN段Q3/Q4)によって構成されており、これらは異なった同相入力電圧範囲でアクティブになります。PNP差動ペアは負電源と約1.5Vほど正電源より低い電圧の間でアクティブです。入力電圧が正電源に向かって近づいていくと、トランジスタQ5がテール電流 $I_1$ を電流ミラーQ6/Q7に振り分け、NPN差動ペアを起動します。正電源までの入力同相範囲の残りの部分ではPNPペアはアクティブではありません。

1対の相補共通エミッタ段Q14/Q15はレール・トゥ・レールの出力振幅を可能にし、出力段を構成します。コンデンサC1とC2はローカル・フィードバック・ループを形成し、高周波数での出力インピーダンスを下げます。これらのデバイスはリニアテクノロジーの独自の高速コンプリメンタリ・バイポーラ・プロセスを使って製造されます。

### 電力損失

LT1806/LT1807アンプは小型パッケージでありながら高速で出力電流が大きいので、チップの接合部温度が150°Cを超えないように保証する必要があります。LT1806はSO-8パッケージまたは6ピンSOT-23パッケージで供給され、LT1807はSO-8パッケージまたは8ピンMSOPパッケージで供給されます。

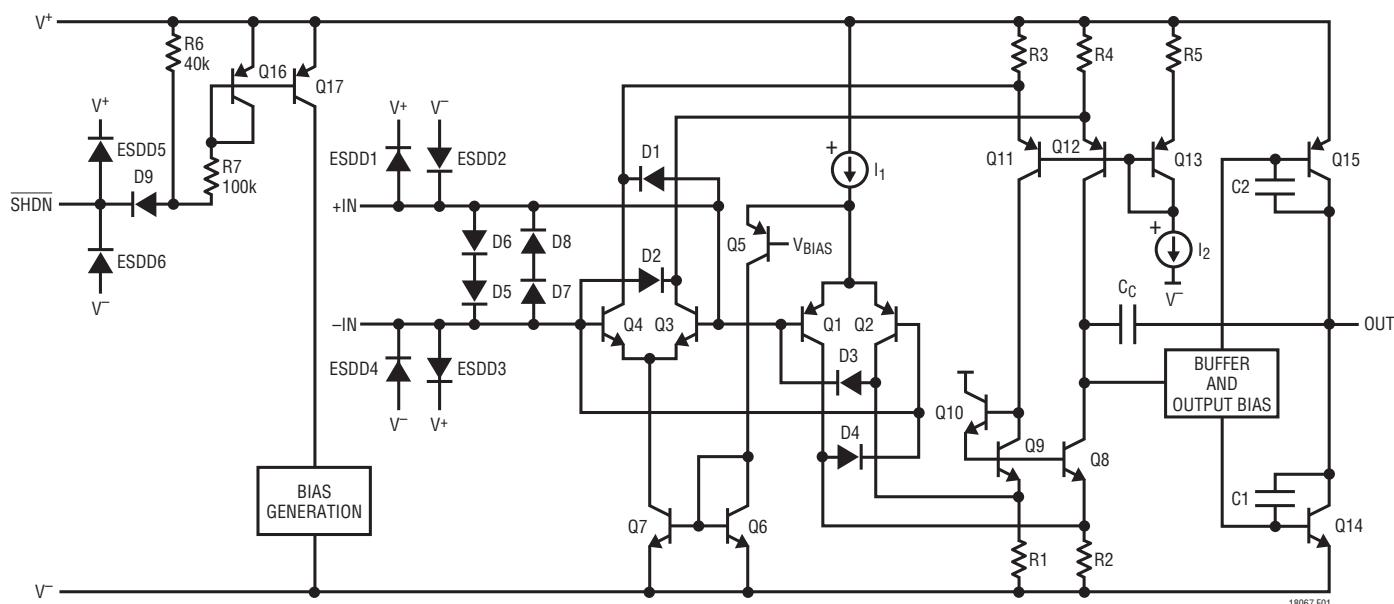


図1. LT1806の簡略回路図

## アプリケーション情報

全てのパッケージのV<sup>-</sup>電源ピンはリードフレームに溶接されており、グランド・プレーンや大きなメタル・トレースに接続されると熱伝導を上げます。メタル・トレースとメッキ・スルーホールを使って、デバイスの発生する熱をPCボードの裏面に放散することができます。たとえば、2オンスの銅の3/32インチFR-4ボードでは、SO-8パッケージのLT1807のピン4に接続された合計660平方ミリメートル(PCボードの各面で330平方ミリメートル)のメタル領域により、熱抵抗θ<sub>JA</sub>は約85°C/Wになります。V<sup>-</sup>ピンに接続している電源ライン以外にヒートシンクとして機能する追加のメタル・トレースが無いと、熱抵抗は約105°C/Wになるでしょう。V<sup>-</sup>に接続するメタルの異なる面積に対する、各種パッケージの熱抵抗の詳細を表1、表2および表3に示します。

表1. LT1806、6ピンTSOT-23パッケージ

銅面積 表側(㎟)	基板面積 (㎟)	熱抵抗 (接合部から周囲)
270	2500	135°C/W
100	2500	145°C/W
20	2500	160°C/W
0	2500	200°C/W

デバイスは表側に実装。

表2. LT1806/LT1807、SO-8パッケージ

銅面積		基板面積 (㎟)	熱抵抗 (接合部から周囲)
表側(㎟)	裏側(㎟)		
1100	1100	2500	65°C/W
330	330	2500	85°C/W
35	35	2500	95°C/W
35	0	2500	100°C/W
0	0	2500	105°C/W

デバイスは表側に実装。

表3. LT1807、8ピンMSOPパッケージ

銅面積		基板面積 (㎟)	熱抵抗 (接合部から周囲)
表側 (㎟)	裏側 (㎟)		
540	540	2500	110°C/W
100	100	2500	120°C/W
100	0	2500	130°C/W
30	0	2500	135°C/W
0	0	2500	140°C/W

デバイスは表側に実装。

熱抵抗T<sub>J</sub>は周囲温度T<sub>A</sub>および電力損失P<sub>D</sub>から次式にしたがって計算されます。

$$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA})$$

IC内の電力損失は電源電圧、出力電圧、および負荷抵抗の関数です。与えられた電源電圧に対して、ワーストケースの電力損失P<sub>D(MAX)</sub>は最大静止電源電流およびどちらかの電源電圧の半分の出力電圧(または最大振幅が電源電圧の1/2より小さい場合は最大振幅)で生じます。P<sub>D(MAX)</sub>は次式で与えられます。

$$P_D(MAX) = (V_S \cdot I_S(MAX)) + (V_S/2)2/R_L$$

例: V<sup>-</sup>ピンに接続された追加の熱放散プレーンなしに、面積が2500平方ミリメートルのPCボードに実装されたSO-8パッケージのLT1807の熱抵抗θ<sub>JA</sub>は105°C/Wになります。±5V電源で動作し、両方のアンプが同時に50Ωの負荷をドライブしているとき、ワーストケースの電力損失は次式で与えられます。

$$\begin{aligned} P_D(MAX) &= 2 \cdot (10 \cdot 14mA) + 2 \cdot (2.5)^2/50 \\ &= 0.28 + 0.25 = 0.53W \end{aligned}$$

## アプリケーション情報

デバイスを動作させることができる最大周囲温度は次式のとおりです。

$$\begin{aligned} T_A &= T_J - (P_{D(\text{MAX})} \cdot 105^\circ\text{C}/\text{W}) \\ &= 150^\circ\text{C} - (0.53\text{W} \cdot 105^\circ\text{C}/\text{W}) = 94^\circ\text{C} \end{aligned}$$

さらに高い周囲温度で動作させるには、V<sup>-</sup>ピンに接続するメタルの面積を増やして、表2に示されているようにパッケージの熱抵抗を下げます。

### 入力オフセット電圧

オフセット電圧はどの入力段がアクティブかに依存して変化しますが、最大オフセット電圧は550μVより小さいことが保証されています。アンプの精度を維持するため、全入力同相範囲(CMRR)にわたるV<sub>OS</sub>の変化は、単一の5Vと3Vの電源では550μVより小さくなるように制限されています。

### 入力バイアス電流

入力バイアス電流の極性は、入力段が動作する、与えられた入力同相電圧に依存します。PNP入力段がアクティブだと、入力バイアス電流は入力ピンから流れ出します。NPN入力段がアクティブになると、入力バイアス電流は入力ピンに流れ込みます。入力オフセット電流は入力バイアス電流より小さいので、入力ピンのソース抵抗を整合させると全オフセット誤差が減少します。

### 出力

LT1806/LT1807は大きな出力電流を供給できるので、短絡電流制限は約85mAに設定されており、デバイスの損傷を防ぎます。出力が連続して短絡しているとき、ICの接合部温度を150°Cの絶対最大定格より低く保つように注意が必要です(「電力損失」のセクションを参照してください)。アンプの出力には逆バイアスされたダイオードがあり、各電源に接続されています。出力がどちらかの電源を超えた電圧に強制されると、無制限の電流がこれらのダイオードを流れます。この電流が過渡的なもので、100mA以下に制限されていればデバイスは損傷を受けません。

### オーバードライブ保護

入力電圧が電源を超えると、2対の交差しているダイオードD1～D4が、出力の極性の反転を防ぎます。入力電圧がどちらかの電源を700mVだけ超えると、ダイオードD1/D2またはダイオードD3/D4がオンして、出力を適切な極性に保ちます。位相反転保護が適切に動作するには、入力電流を5mA以下に制限する必要があります。アンプが過度にオーバードライブされる場合、外部抵抗を使ってオーバードライブ電流を制限します。

## アプリケーション情報

LT1806/LT1807の入力段は1.4V以上の大きな差動入力電圧に対しても、1対のバック・トゥ・バック・ダイオードD5/D8によって保護されています。これらのダイオードは入力トランジスタのエミッタ-ベースのブレーカダウンを防ぎます。これらのダイオードを流れる電流は、アクティブ状態のとき10mA以下に制限する必要があります。ワーストケースの差動入力電圧は、ユニティゲインの構成で、出力がグランドに短絡されている状態で入力がドライブされるときに一般に生じます。さらに、アンプは、各ピンに接続された1対の保護ダイオードESDD1～ESDD6によって、全てのピンが最大3kVのESD放電に対して保護されています。これらのダイオードは図1に示されているように電源に接続されています。

### 容量性負荷

LT1806/LT1807は広帯域幅で低歪みのアプリケーション用に最適化されています。ユニティゲイン構成では約20pFの容量性負荷をドライブすることができ、もっと高い利得ではさらに大きな負荷をドライブすることができます。大きな容量性負荷をドライブするときは、出力と容量性負荷の間に $10\Omega \sim 50\Omega$ の抵抗を接続してリングングや発振を防ぐ必要があります。抵抗が容量性負荷を分離して安定性を保証するように、フィードバックは依然出力からとる必要があります。容量性負荷のグラフは、特定の直列抵抗を使って容量性負荷をドライブするときのアンプの過渡応答を示しています。

### フィードバック・コンポーネント

フィードバックを使って利得を設定するとき、フィードバック抵抗と反転入力の全容量によって形成されるポールによって安定性が低下しないように注意する必要があります。たとえば、2個の1k抵抗と3pFの容量(部品およびPCボード)を使って設定した、非反転利得が2のLT1806/LT1807では、おそらく過渡応答にリングングが生じるでしょう。106MHzにポールが形成され、アンプのクロスオーバ周波数が約70MHzのとき、位相マージンは34度減少します。3pF以上のコンデンサをフィードバック抵抗の両端に接続すると、リングングや発振が止まります。

### SHDNピン

LT1806にはSHDNピンがあり、電源電流を0.9mA以下に減らします。SHDNピンを“L”に引き下げるとき、デバイスをパワーダウンする信号が発生します。このピンを接続しないでおくと、図1に示されているように、40kの内部プルアップ抵抗により、デバイスは完全に動作状態に保たれます。出力はシャットダウンの間、高インピーダンスになり、ターンオン時間とターンオフ時間は100ns未満です。入力は1対のバック・トゥ・バック・ダイオードによって保護されているので、シャットダウン・モード時に入力間の信号振幅が1.4Vより大きいと、入力信号は出力にフィードスルーされます。

## 標準的応用例

### A/D コンバータのドライブ

LT1806/LT1807の0.01%までのセトリング時間は(100MHzで出力インピーダンスが $20\Omega$ のとき2Vのステップ信号に対して)60nsなので、高速A/Dコンバータをドライブするのに最適です。LT1806/LT1807は入力と出力がレール・トゥ・レールであり、低い電源電圧で動作するので、単一電源アプリケーションにも最適です。このデータシートの表紙のアプリケーションに示されているように、LT1807は利得20で10Msps、12ビットのLTC1420 ADCをドライブします。LT1420を差動でドライブすると、A/Dコンバータの信号対ノイズ比(SNR)と全高調波歪み(THD)を最適化することができます。ローパス・フィルタ(R5、

R6およびC3)により、入力信号からくるノイズまたは歪み積が減少します。これらの部品は歪みを増加させることがあるので、高品質のコンデンサおよび抵抗(NPOチップ・コンデンサおよび金属皮膜表面実装抵抗)を使います。コンバータのサンプリングによって生じる電圧グリッチはLT1807によってバッファされるので、グリッチを急速にセトリングするアンプの性能は、システムのスプリアスのないダイナミック・レンジに影響を与えます。非反転利得を2に設定して、LTC1420をドライブしているLT1806を図2に示します。FFT応答は92dBより良く、スプリアスのないダイナミックレンジSFDRを示しています。

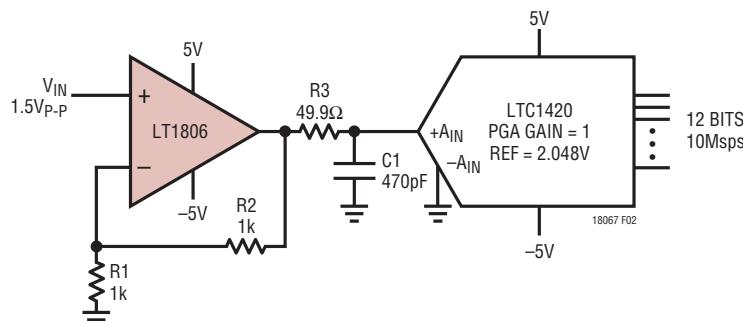


図2. 非反転A/Dドライバ

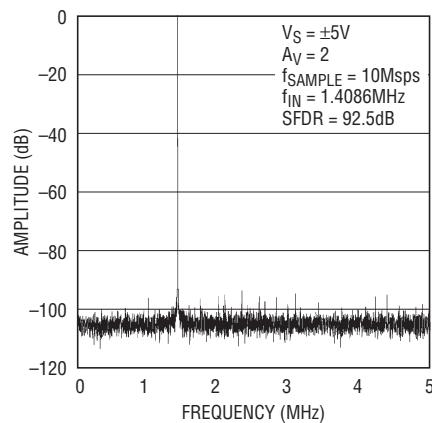


図3. 4096ポイントのFFT応答

## 標準的応用例

### 単一電源ビデオ・ライン・ドライバ

LT1806/LT1807は広帯域レール・トゥ・レールのオペアンプで、出力電流が大きいので、低電源電圧のアプリケーションでビデオ信号をドライブすることができます。電力損失を抑えるためのAC結合を有する単一電源ビデオ・ライン・ドライバを図4に示します。抵抗R1とR2は入力および出力をレベルシフトして最大信号振幅を提供するために使用されています。75Ωラインとバック終端抵抗R5の整合が原因で6dB減衰したV<sub>OUT</sub>の

信号を回復させるために、R3とR4により利得が2に設定されます。バック終端により、負荷から来る信号の反射が除去されます。入力終端抵抗R<sub>T</sub>はオプションであり、入力ラインの整合が必要な場合にのみ使用します。C1、C2、C3の値は、輝度信号の垂下が最小となるように選択します。要求条件がそれほど厳しくない場合は、コンデンサの値を小さくできます。5V電源のときドライバの-3dB帯域幅は約90MHzで、ピーキングの量はコンデンサC4の値に依存して変化します。

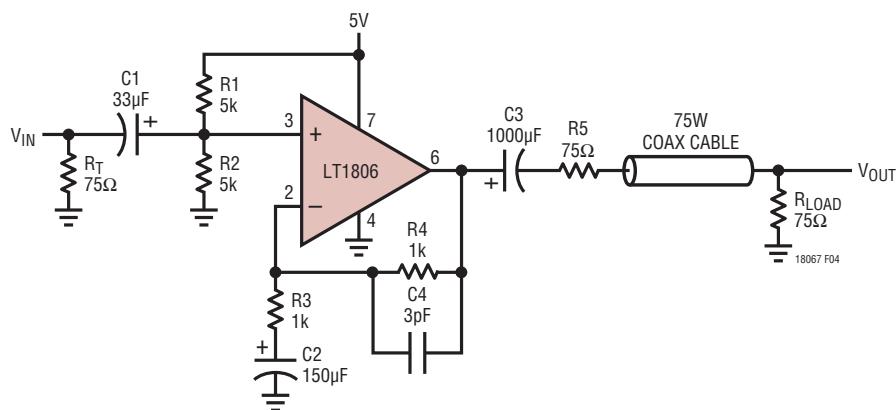


図4. 5V単一電源ビデオ・ライン・ドライバ

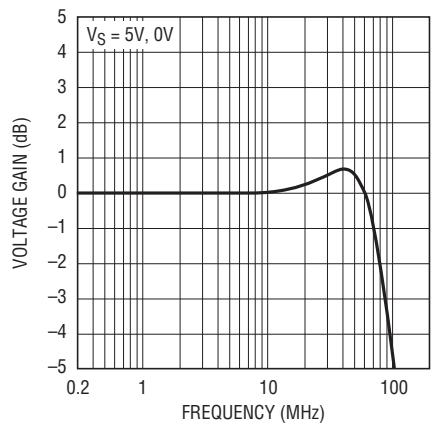


図5. ビデオ・ライン・ドライバの周波数応答

## 標準的応用例

### 単一3V電源、4MHz、4次バタワース・フィルタ

LT1806/LT1807の低電圧動作、低歪み、およびレール・トゥ・レール出力の利点を利用して、図6に示されているように、アンチエイリアシングに適した低歪みフィルタを構成することができます。

3V電源では、LT1807を使って構成されたフィルタのパスバンドは2.5Vp-pの信号に対して4MHzで、70dBを超えるトップバンドは100MHzの周波数までです。出力のDCオフセット電圧を小さくするためのオプションとして、図6に示されているように、365Ωの直列抵抗とバイパス・コンデンサをアンプの非反転入力に接続します。

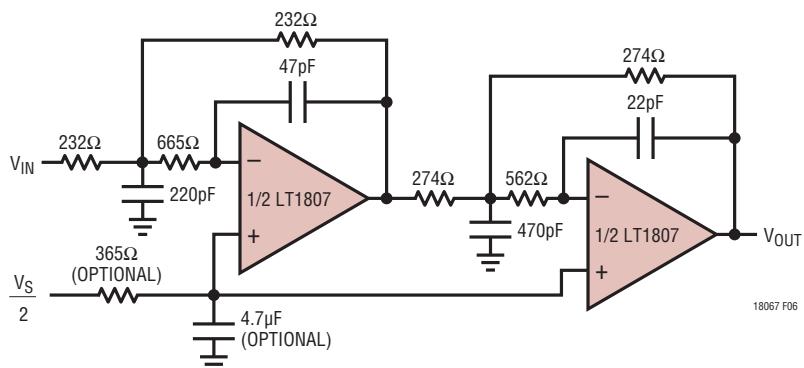


図6. 単一3V電源、4MHz、4次バタワース・フィルタ

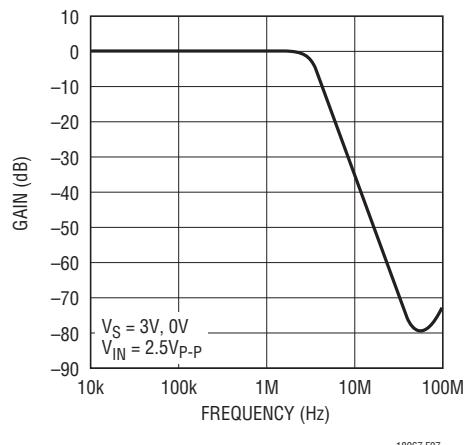


図7. フィルタの周波数応答

## 標準的応用例

### 方形波出力と正弦波出力の1MHz直列共振水晶発振器

古典的な1MHzの直列共振水晶発振器を図8に示します。直列共振時には水晶は低インピーダンスで、正帰還接続が直列共振周波数での発振の原因です。他の経路によるRCフィードバックが、回路がDC動作点に安定化して発振を止めるのを防いでいます。コンパレータの出力は1MHzの方形波で、ジッタの測定値は5V電源では28psRMSで、3V電源では40psRMSです。ただし、水晶の他の側面として、高速エッジと水晶の容量によって生じる小さな高周波グリッチ(図9の真中のトレース)を除けば、みごとな正弦波を発生します。正弦波の振幅の安定性は、この正弦波が基本的には方形波

をフィルタしたものであるという事実によって保たれます。正弦波発振器に通常付随する振幅制御ループは直ちに必要ではありません。<sup>1</sup>この正弦波をバッファしてフィルタすることにより、利用することができます。これはLT1806に組み込まれた機能です。このデバイスはQが5のバンドパス・フィルタとして構成されており、正弦波を整形し、バッファするのに適しています。歪みは2次高調波と3次高調波に対して-70dBcと-60dBcで測定されました。

<sup>1</sup> 振幅はコンパレータの出力振幅のリニアな関数になります。これは電源に依存するので、制御可能です。ここで重要な差異は、追加の振幅安定化ループはどれも、発振しない領域の回避およびクリッピングという古典的課題に直面することがないということです。

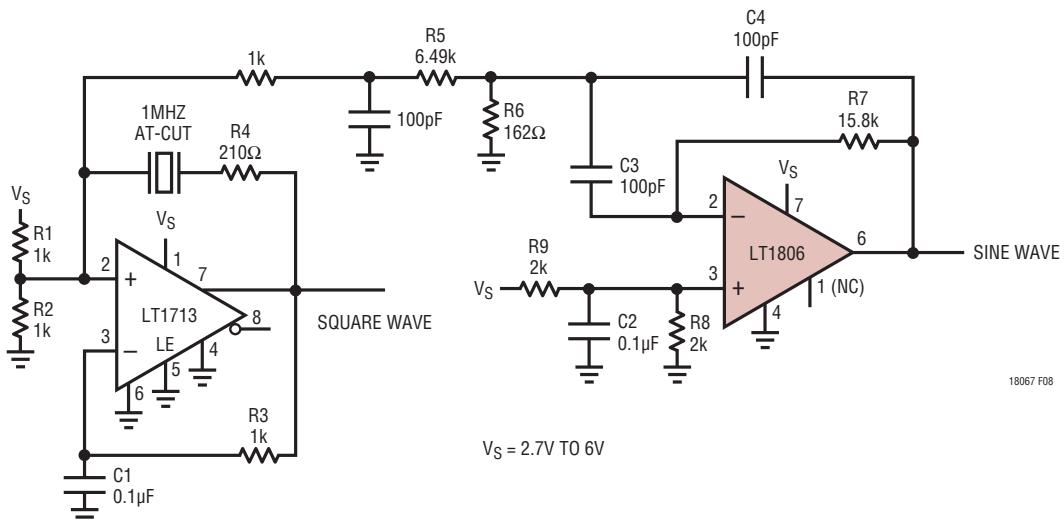


図8. LT1713コンパレータは直列共振水晶発振器として構成されている。  
LT1806オペアンプはQ = 5のバンドパス・フィルタに構成されており、 $f_c = 1\text{MHz}$

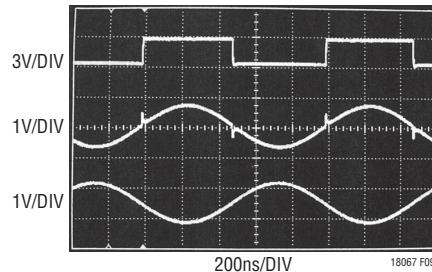
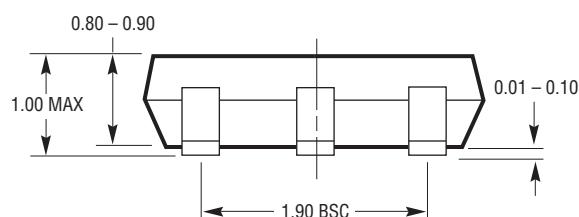
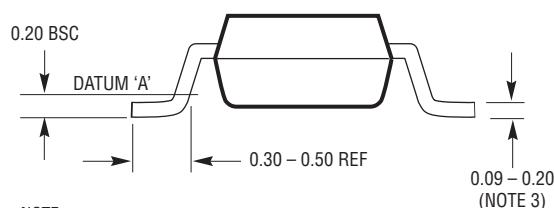
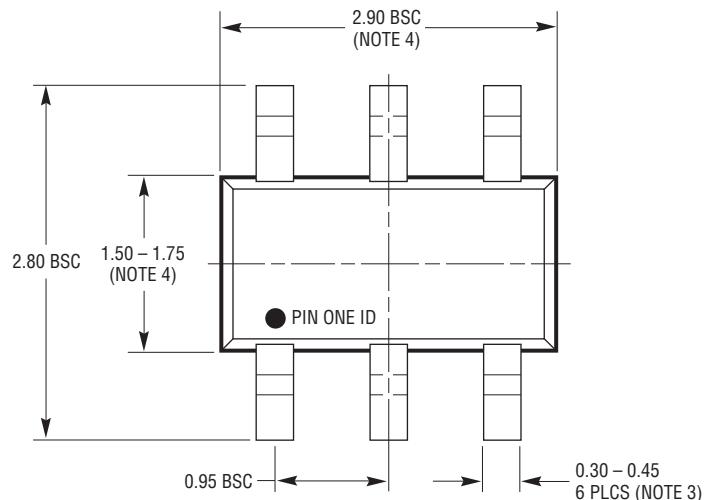
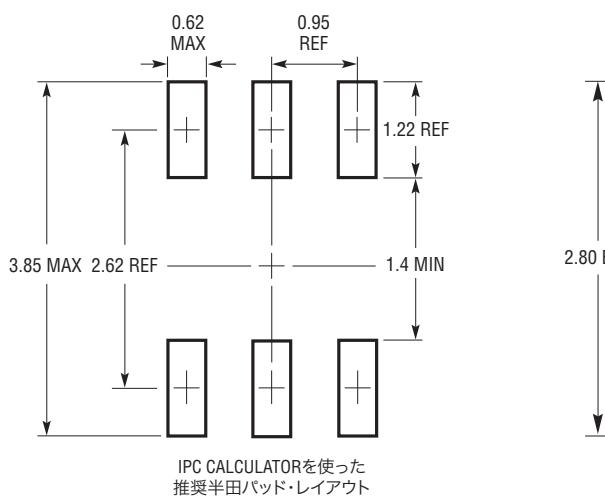


図9.  $V_S = 3V$ のときの発振器波形上のトレースはコンパレータの出力である。  
真中のトレースは水晶からLT1713のピン2へのフィードバックである。下のトレースは  
LT1806によってバッファされ、反転され、Qが5のバンドパス・フィルタを通っている。

## パッケージ

**S6パッケージ  
6ピン・プラスチックTSOT-23**  
(Reference LTC DWG # 05-08-1636)



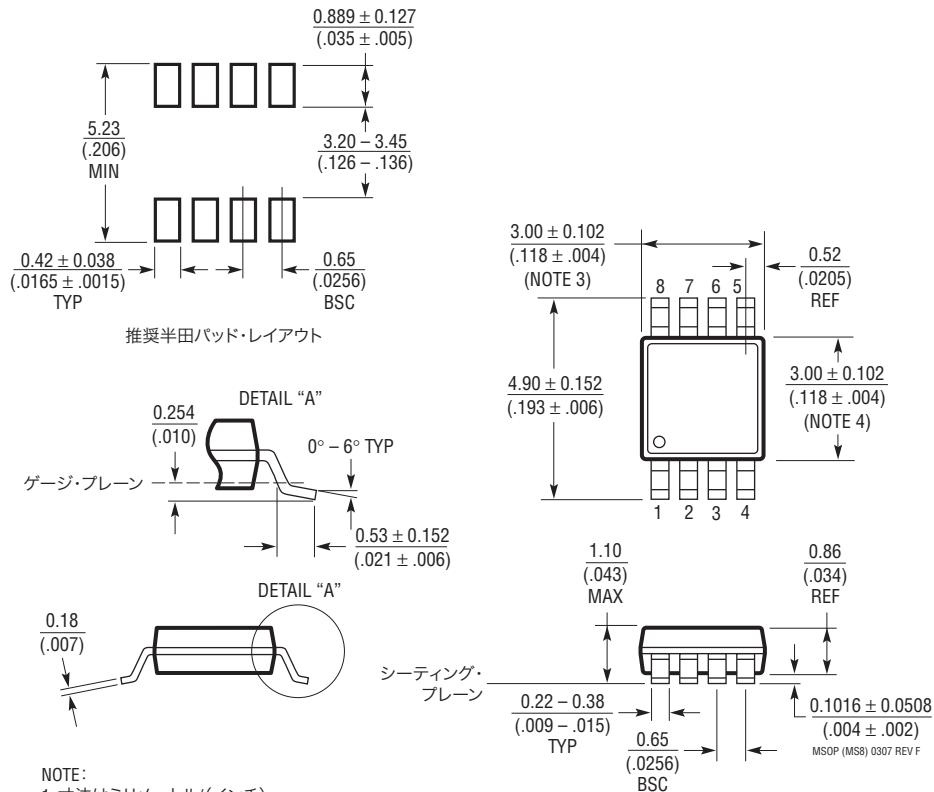
**NOTE:**  
 1. 寸法はミリメートル  
 2. 図は実寸とは異なる  
 3. 寸法には半田を含む  
 4. 寸法にはモールドのバリやメタルのバリを含まない  
 5. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない  
 6. JEDECパッケージ参照番号はMO-193

S6 TSOT-23 0302 REV B

# LT1806/LT1807

## パッケージ

**MS8パッケージ  
8ピン・プラスチックMSOP**  
(Reference LTC DWG # 05-08-1660 Rev F)

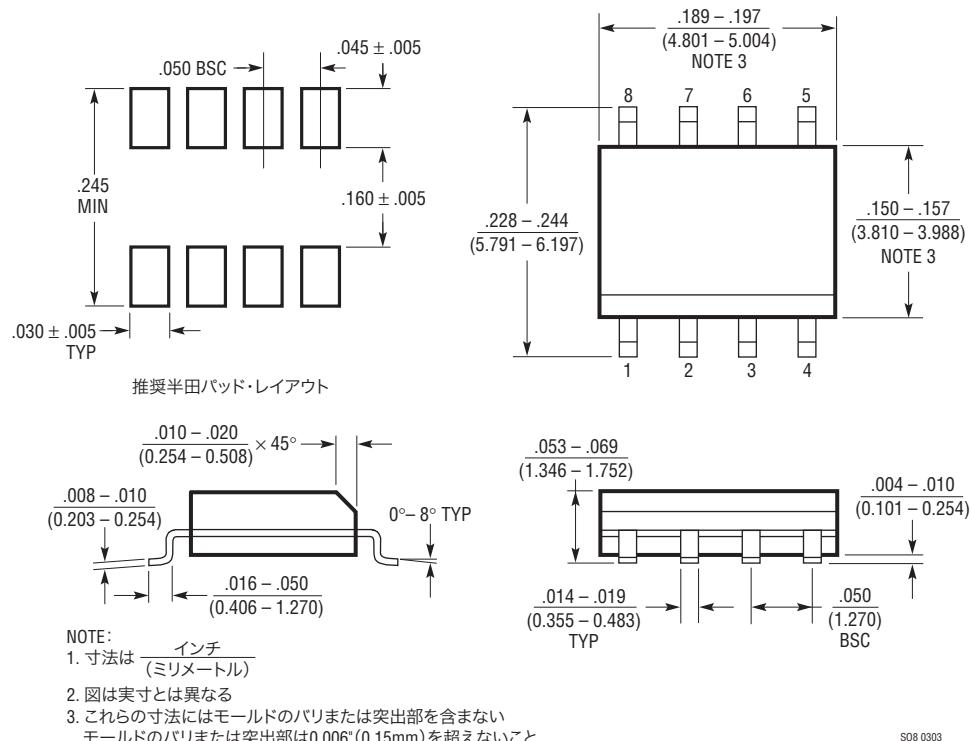


NOTE:

- 寸法はミリメートル/(インチ)
- 図は実寸とは異なる
- 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない  
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで $0.152\text{mm}(0.006")$ を超えないこと
- 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない  
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで $0.152\text{mm}(0.006")$ を超えないこと
- リードの平坦度(整形後のリードの底面)は最大 $0.102\text{mm}(0.004")$ であること

## パッケージ

**S8/パッケージ**  
**8ピン・プラスチック・スマール・アウトライン(細型0.150インチ)**  
(Reference LTC DWG # 05-08-1610)



# LT1806/LT1807

## 標準的応用例

### FET入力、高速、高利得フォトダイオード・アンプ

フォトダイオードに応用された高速、高利得のトランジスタインピーダンス・アンプを図10に示します。JFETバッファは入力バイアス電流が非常に低く高速なのでここに使われています。LT1097と2N3904がJFETを $I_{DSS}$ にバイアスして、オフセットをゼロにし、電圧ノイズを最小にします。JFETはLT1806をドライブし、 $R_F$ が高速ループをJFETの入力に戻して閉じ、トランジスタインピーダンス利得を設定します。C4により高速ループの位相マージンが改善されます。出力電圧ノイズ密度は、 $R_F$ を短絡した状態で、 $9nV/\sqrt{Hz}$ と測定されました。 $R_F$ を100kから1Mまで変化させて、10MHzの帯域幅にわたって測定した全出力ノイ

ズは1mVRMS以下でした。図4には様々な $R_F$ の値で達成された結果が示されており、図11には $R_F = 499k$ での時間領域の応答が示されています。

表4. 様々な $R_F$ で、1.2Vの出力ステップで達成された結果

$R_F$	10% to 90% RISE TIME	-3dB BANDWIDTH
100k	64ns	6.8MHz
200k	94ns	4.6MHz
499k	154ns	3MHz
1M	263ns	1.8MHz

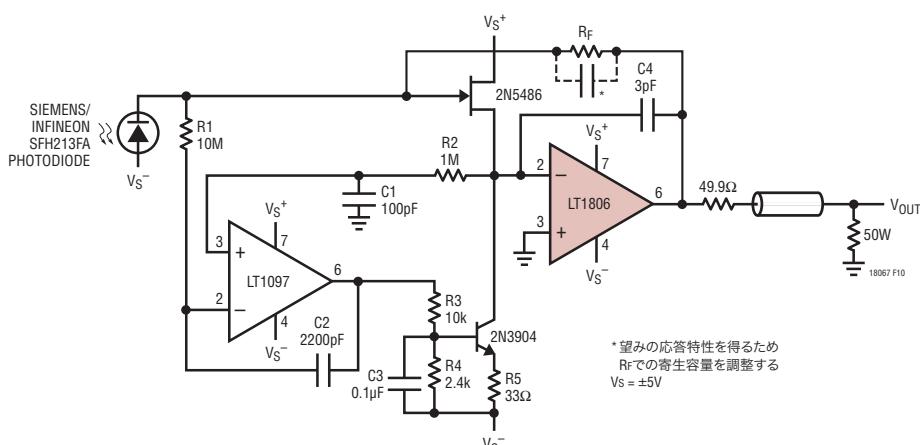


図10. 高速、高利得フォトダイオード・アンプ

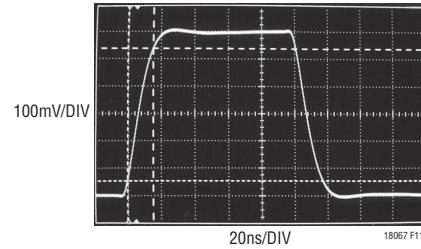


図11.  $R_F = 499k$ でのステップ応答

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1395	400MHz電流帰還アンプ	スルーレート: 800V/ $\mu$ s、シャットダウン
LT1399	300MHzトリプル電流帰還アンプ	利得平坦性: 150MHzまで0.1dB、シャットダウン
LT1632/LT1633	デュアル/クワッド45MHz、45V/ $\mu$ sレール・トゥ・レール入力および出力のオペアンプ	高DC精度: 1.35mV $V_{OS}$ (最大)、出力電流: 70mA、最大消費電流: 5.2mA/アンプ
LT1809/LT1810	シングル/デュアル180MHzレール・トゥ・レール入力および出力のアンプ	スルーレート: 350V/ $\mu$ s、シャットダウン、低歪み: 5MHzで-90dBc
LT1812/LT1813	3mA、100MHz、750V/ $\mu$ sオペアンプ	高スルーレート
LT1818/LT1819	9mA、400MHz、2500V/ $\mu$ sオペアンプ	超高スルーレート
LT6200/LT6201	165MHzレール・トゥ・レール入力および出力、0.95nV/ $\sqrt{Hz}$ 低ノイズ・オペアンプ	最小ノイズ
LT6202/LT6203	100MHzレール・トゥ・レール入力および出力、1.9nV/ $\sqrt{Hz}$ オペアンプ	$I_{CC} = 2.5mA$

18067fc