

## 特長

- 低ノイズ電圧: 1.9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- 低消費電流: 1.2mA/アンプ (最大)
- 低いオフセット電圧: 350 $\mu\text{V}$  (最大)
- 利得帯域幅積:
  - LT6233: 60MHz,  $A_V \geq 1$
  - LT6233-10: 375MHz,  $A_V \geq 10$
- 広い電源電圧範囲: 3V~12.6V
- レール・トゥ・レール出力振幅
- 同相除去比: 115dB (標準)
- 出力電流: 30mA
- 動作温度範囲: -40°C~85°C
- LT6233はシャットダウン時に消費電流を10 $\mu\text{A}$  (最大) に低減
- LT6233/LT6233-10は高さの低い (1mm) ThinSOT™ パッケージで供給
- デュアルのLT6234は8ピンSOパッケージと小型DFNパッケージで供給
- LT6235は16ピンSSOPパッケージで供給

## アプリケーション

- 超音波アンプ
- 低ノイズ、低消費電力の信号処理
- アクティブ・フィルタ
- A/Dコンバータのドライブ
- レール・トゥ・レール・バッファ・アンプ

## 概要

LT®6233/LT6234/LT6235は、1.9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ のノイズ電圧とわずか1.2mAの消費電流 (アンプ1個あたり) を特長とする、シングル/デュアル/クワッドの低ノイズ、レール・トゥ・レール出力、ユニティゲイン安定オペアンプです。ノイズと消費電流が非常に低く、利得帯域幅積が60MHz、スルーレートが17V/ $\mu\text{s}$ で、低電源電圧信号調整システム向けに最適化されています。LT6233-10はさらに高利得のアプリケーション向けに最適化されたシングル・アンプで、より広い利得帯域幅とより高いスルーレートを実現します。LT6233とLT6233-10は、消費電流を10 $\mu\text{A}$ 以下に低減するためのイネーブル・ピンを搭載しています。

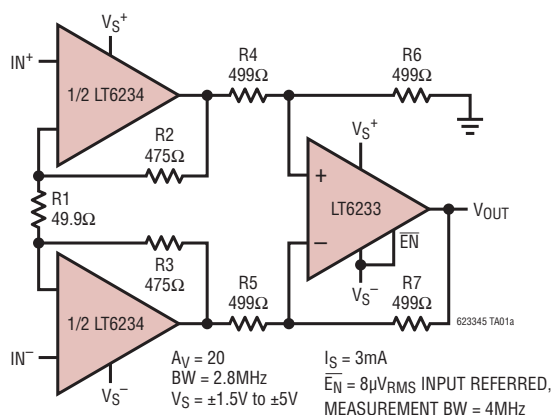
このアンプ・ファミリの出力は両方の電源レールの50mV以内には振幅するので、低電源アプリケーションにおいて信号ダイナミック・レンジを最大化することができます。このアンプ・ファミリは3.3V、5V、 $\pm 5\text{V}$ の各電源で規格されています。アンプ1個当たりの $e_n \cdot \sqrt{I_{\text{SUPPLY}}}$ 積が2.1で、最もノイズ効率の高いオペアンプの1つといえます。

LT6233/LT6233-10は6ピンTSOT-23パッケージ、デュアルLT6234は標準オペアンプ・ピン配置の8ピンSOパッケージで供給されます。LT6234は小型のデュアル・ファイン・ピッチ・リードレス・パッケージ (DFN) でも供給されるので、コンパクトなレイアウトに対応できます。LT6235は16ピンSSOPパッケージで供給されます。

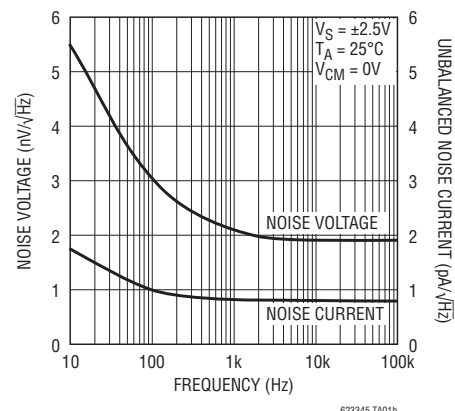
△、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

低ノイズ低消費電力計装アンプ



ノイズ電圧および  
不平衡ノイズ電流と周波数



623345fc

# LT6233/LT6233-10

## LT6234/LT6235

### 絶対最大定格 (Note 1)

全電源電圧 ( $V^+ \sim V^-$ ) .....	12.6V	接合部温度 (DDパッケージ) .....	125°C
入力電流 (Note 2) .....	$\pm 40\text{mA}$	保存温度範囲.....	$-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$
出力短絡時間 (Note 3) .....	無期限	保存温度範囲 (DDパッケージ) .....	$-65^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$
動作温度範囲 (Note 4) .....	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	リード温度 (半田付け、10秒) .....	300°C
規定温度範囲 (Note 5) .....	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$		
接合部温度.....	150°C		

### ピン配置

<div> <p>TOP VIEW</p> <p>OUT 1 6 <math>V^+</math></p> <p><math>V^-</math> 2 5 ENABLE</p> <p>+IN 3 4 -IN</p> <p>S6 PACKAGE</p> <p>6-LEAD PLASTIC TSOT-23</p> <p><math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 250^{\circ}\text{C/W}</math></p> </div>	<div> <p>TOP VIEW</p> <p>OUT A 1 8 <math>V^+</math></p> <p>-IN A 2 7 OUT B</p> <p>+IN A 3 6 -IN B</p> <p><math>V^-</math> 4 5 +IN B</p> <p>DD PACKAGE</p> <p>8-LEAD (3mm <math>\times</math> 3mm) PLASTIC DFN</p> <p><math>T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 160^{\circ}\text{C/W}</math></p> <p>UNDERSIDE METAL CONNECTED TO <math>V^-</math> (PCB CONNECTION OPTIONAL)</p> </div>
<div> <p>TOP VIEW</p> <p>OUT A 1 8 <math>V^+</math></p> <p>-IN A 2 7 OUT B</p> <p>+IN A 3 6 -IN B</p> <p><math>V^-</math> 4 5 +IN B</p> <p>S8 PACKAGE</p> <p>8-LEAD PLASTIC SO</p> <p><math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 190^{\circ}\text{C/W}</math></p> </div>	<div> <p>TOP VIEW</p> <p>OUT A 1 16 OUT D</p> <p>-IN A 2 15 -IN D</p> <p>+IN A 3 14 +IN D</p> <p><math>V^+</math> 4 13 <math>V^-</math></p> <p>+IN B 5 12 +IN C</p> <p>-IN B 6 11 -IN C</p> <p>OUT B 7 10 OUT C</p> <p>NC 8 9 NC</p> <p>GN PACKAGE</p> <p>16-LEAD NARROW PLASTIC SSOP</p> <p><math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 135^{\circ}\text{C/W}</math></p> </div>

## 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
LT6233CS6#PBF	LT6233CS6#TRPBF	LTAFL	6-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LT6233IS6#PBF	LT6233IS6#TRPBF	LTAFL	6-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LT6233CS6-10#PBF	LT6233CS6-10#TRPBF	LTAFL	6-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LT6233IS6-10#PBF	LT6233IS6-10#TRPBF	LTAFL	6-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LT6234CS8#PBF	LT6234CS8#TRPBF	6234	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT6234IS8#PBF	LT6234IS8#TRPBF	6234I	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LT6234CDD#PBF	LT6234CDD#TRPBF	LAET	8-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LT6234IDD#PBF	LT6234IDD#TRPBF	LAET	8-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LT6235CGN#PBF	LT6235CGN#TRPBF	6235	16-Lead Narrow Plastic SSOP	0°C to 70°C
LT6235IGN#PBF	LT6235IGN#TRPBF	6235I	16-Lead Narrow Plastic SSOP	-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。\*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。  
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/tapeandree/> をご覧ください。

## 電気的特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ； $V_S = 3.3\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ； $V_{CM} = V_{OUT} = \text{電源電圧の} 1/2$ 、 $\overline{\text{ENABLE}} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	LT6233S6, LT6233S6-10		100	500	$\mu\text{V}$
		LT6234S8, LT6235GN		50	350	$\mu\text{V}$
		LT6234DD		75	450	$\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 6)			80	600	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current			1.5	3	$\mu\text{A}$
		$I_B$ Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		0.04	0.3	$\mu\text{A}$
$I_{OS}$	Input Offset Current			0.04	0.3	$\mu\text{A}$
		Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz	220		nV <sub>P-P</sub>
$e_n$	Input Noise Voltage Density	$f = 10\text{kHz}$ , $V_S = 5\text{V}$		1.9	3	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Noise Current Density, Balanced Source Input Noise Current Density, Unbalanced Source	$f = 10\text{kHz}$ , $V_S = 5\text{V}$ , $R_S = 10\text{k}$		0.43		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 10\text{kHz}$ , $V_S = 5\text{V}$ , $R_S = 10\text{k}$		0.78		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	Input Resistance	Common Mode		22		M $\Omega$
		Differential Mode		25		k $\Omega$
$C_{IN}$	Input Capacitance	Common Mode		2.5		pF
		Differential Mode		4.2		pF
$A_{VOL}$	Large-Signal Gain	$V_S = 5\text{V}$ , $V_O = 0.5\text{V}$ to $4.5\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$	73	140		V/mV
		$V_S = 5\text{V}$ , $V_O = 0.5\text{V}$ to $4.5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	18	35		V/mV
		$V_S = 3.3\text{V}$ , $V_O = 0.65\text{V}$ to $2.65\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$	53	100		V/mV
		$V_S = 3.3\text{V}$ , $V_O = 0.65\text{V}$ to $2.65\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	11	20		V/mV
$V_{CM}$	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR, $V_S = 5\text{V}$ , $0\text{V}$	1.5		4	V
		Guaranteed by CMRR, $V_S = 3.3\text{V}$ , $0\text{V}$	1.15		2.65	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_S = 5\text{V}$ , $V_{CM} = 1.5\text{V}$ to $4\text{V}$	90	115		dB
		$V_S = 3.3\text{V}$ , $V_{CM} = 1.15\text{V}$ to $2.65\text{V}$	85	110		dB
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	$V_S = 5\text{V}$ , $V_{CM} = 1.5\text{V}$ to $4\text{V}$	84	115		dB

# LT6233/LT6233-10

## LT6234/LT6235

### 電気的特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ； $V_S = 3.3\text{V}$ 、 $0\text{V}$ ； $V_{CM} = V_{OUT} = \text{電源電圧の}1/2$ 、 $\overline{\text{ENABLE}} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 3\text{V to }10\text{V}$	90	115		dB
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	$V_S = 3\text{V to }10\text{V}$	84	115		dB
	Minimum Supply Voltage (Note 7)		3			V
$V_{OL}$	Output Voltage Swing Low (Note 8)	No Load		4	40	mV
		$I_{SINK} = 5\text{mA}$		75	180	mV
		$V_S = 5\text{V}$ , $I_{SINK} = 15\text{mA}$		165	320	mV
		$V_S = 3.3\text{V}$ , $I_{SINK} = 10\text{mA}$		125	240	mV
$V_{OH}$	Output Voltage Swing High (Note 8)	No Load		5	50	mV
		$I_{SOURCE} = 5\text{mA}$		85	195	mV
		$V_S = 5\text{V}$ , $I_{SOURCE} = 15\text{mA}$		220	410	mV
		$V_S = 3.3\text{V}$ , $I_{SOURCE} = 10\text{mA}$		165	310	mV
$I_{SC}$	Short-Circuit Current	$V_S = 5\text{V}$	$\pm 40$	$\pm 55$		mA
		$V_S = 3.3\text{V}$	$\pm 35$	$\pm 50$		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier Disabled Supply Current per Amplifier			1.05	1.2	mA
		$\overline{\text{ENABLE}} = V^+ - 0.35\text{V}$		0.2	10	$\mu\text{A}$
$I_{\overline{\text{ENABLE}}}$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Pin Current	$\overline{\text{ENABLE}} = 0.3\text{V}$		-25	-75	$\mu\text{A}$
$V_L$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Pin Input Voltage Low				0.3	V
$V_H$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Pin Input Voltage High		$V^+ - 0.35$			V
	Output Leakage Current	$\overline{\text{ENABLE}} = V^+ - 0.35\text{V}$ , $V_O = 1.5\text{V to }3.5\text{V}$		0.2	10	$\mu\text{A}$
$t_{ON}$	Turn-On Time	$\overline{\text{ENABLE}} = 5\text{V to }0\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_S = 5\text{V}$		500		ns
$t_{OFF}$	Turn-Off Time	$\overline{\text{ENABLE}} = 0\text{V to }5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_S = 5\text{V}$		76		$\mu\text{s}$
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = 1MHz, $V_S = 5\text{V}$ LT6233-10		55		MHz
				320		MHz
SR	Slew Rate	$V_S = 5\text{V}$ , $A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_O = 1.5\text{V to }3.5\text{V}$	10	15		V/ $\mu\text{s}$
		LT6233-10, $V_S = 5\text{V}$ , $A_V = -10$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_O = 1.5\text{V to }3.5\text{V}$		80		V/ $\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_S = 5\text{V}$ , $V_{OUT} = 3V_{P-P}$ (Note 9)	1.06	1.6		MHz
		LT6233-10, $\text{HD2} = \text{HD3} \leq 1\%$		2.2		MHz
$t_S$	Settling Time (LT6233, LT6234, LT6235)	0.1%, $V_S = 5\text{V}$ , $V_{STEP} = 2\text{V}$ , $A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$		175		ns

## 電気的特性

●は0°C < T<sub>A</sub> < 70°Cの温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、V<sub>S</sub> = 5V, 0V; V<sub>S</sub> = 3.3V, 0V; V<sub>CM</sub> = V<sub>OUT</sub> = 電源電圧の1/2、ENABLE = 0V。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V <sub>OS</sub>	Input Offset Voltage	LT6233CS6, LT6233CS6-10 LT6234CS8, LT6235CGN LT6234CDD	● ● ●		600 450 550	μV μV μV
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		800	μV
V <sub>OS</sub> TC	Input Offset Voltage Drift (Note 10)	V <sub>CM</sub> = Half Supply	●	0.5	3.0	μV/°C
I <sub>B</sub>	Input Bias Current		●		3.5	μA
	I <sub>B</sub> Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		0.4	μA
I <sub>OS</sub>	Input Offset Current		●		0.4	μA
A <sub>VOL</sub>	Large-Signal Gain	V <sub>S</sub> = 5V, V <sub>O</sub> = 0.5V to 4.5V, R <sub>L</sub> = 10k to V <sub>S</sub> /2 V <sub>S</sub> = 5V, V <sub>O</sub> = 0.5V to 4.5V, R <sub>L</sub> = 1k to V <sub>S</sub> /2 V <sub>S</sub> = 3.3V, V <sub>O</sub> = 0.65V to 2.65V, R <sub>L</sub> = 10k to V <sub>S</sub> /2 V <sub>S</sub> = 3.3V, V <sub>O</sub> = 0.65V to 2.65V, R <sub>L</sub> = 1k to V <sub>S</sub> /2	● ● ● ●	47 12 40 7.5		V/mV V/mV V/mV V/mV
V <sub>CM</sub>	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR V <sub>S</sub> = 5V, 0V V <sub>S</sub> = 3.3V, 0V	● ●	1.5 1.15	4 2.65	V V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	V <sub>S</sub> = 5V, V <sub>CM</sub> = 1.5V to 4V V <sub>S</sub> = 3.3V, V <sub>CM</sub> = 1.15V to 2.65V	● ●	90 85		dB dB
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	V <sub>S</sub> = 5V, V <sub>CM</sub> = 1.5V to 4V	●	84		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	V <sub>S</sub> = 3V to 10V	●	90		dB
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	V <sub>S</sub> = 3V to 10V	●	84		dB
	Minimum Supply Voltage (Note 7)		●	3		V
V <sub>OL</sub>	Output Voltage Swing Low (Note 8)	No Load I <sub>SINK</sub> = 5mA V <sub>S</sub> = 5V, I <sub>SINK</sub> = 15mA V <sub>S</sub> = 3.3V, I <sub>SINK</sub> = 10mA	● ● ● ●		50 195 360 265	mV mV mV mV
V <sub>OH</sub>	Output Voltage Swing High (Note 8)	No Load I <sub>SOURCE</sub> = 5mA V <sub>S</sub> = 5V, I <sub>SOURCE</sub> = 15mA V <sub>S</sub> = 3.3V, I <sub>SOURCE</sub> = 10mA	● ● ● ●		60 205 435 330	mV mV mV mV
I <sub>SC</sub>	Short-Circuit Current	V <sub>S</sub> = 5V V <sub>S</sub> = 3.3V	● ●	±35 ±30		mA mA
I <sub>S</sub>	Supply Current per Amplifier Disabled Supply Current per Amplifier	ENABLE = V <sup>+</sup> – 0.25V	● ●		1.45	mA μA
I <sub>ENABLE</sub>	ENABLE Pin Current	ENABLE = 0.3V	●		–85	μA
V <sub>L</sub>	ENABLE Pin Input Voltage Low		●		0.3	V
V <sub>H</sub>	ENABLE Pin Input Voltage High		●	V <sup>+</sup> – 0.25		V
	Output Leakage Current	ENABLE = V <sup>+</sup> – 0.25V, V <sub>O</sub> = 1.5V to 3.5V	●	1		μA
t <sub>ON</sub>	Turn-On Time	ENABLE = 5V to 0V, R <sub>L</sub> = 1k, V <sub>S</sub> = 5V	●	500		ns
t <sub>OFF</sub>	Turn-Off Time	ENABLE = 0V to 5V, R <sub>L</sub> = 1k, V <sub>S</sub> = 5V	●	120		μs
SR	Slew Rate	V <sub>S</sub> = 5V, A <sub>V</sub> = –1, R <sub>L</sub> = 1k, V <sub>O</sub> = 1.5V to 3.5V LT6233-10, A <sub>V</sub> = –10, R <sub>L</sub> = 1k, V <sub>O</sub> = 1.5V to 3.5V	● ●	9 75		V/μs V/μs
FPBW	Full-Power Bandwidth (Note 9)	V <sub>S</sub> = 5V, V <sub>OUT</sub> = 3V <sub>P-P</sub> ; LT6233C, LT6234C, LT6235C	●	955		kHz

# LT6233/LT6233-10

## LT6234/LT6235

### 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、 $V_S = 5\text{V}, 0\text{V}$ ;  $V_S = 3.3\text{V}, 0\text{V}$ ;  $V_{CM} = V_{OUT} = \text{電源電圧の}1/2$ 、 $\text{ENABLE} = 0\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	LT6233IS6, LT6233IS6-10	●		700	$\mu\text{V}$
		LT6234IS8, LT6235IGN	●		550	$\mu\text{V}$
		LT6234IDD	●		650	$\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		1000	$\mu\text{V}$
$V_{OS\text{ TC}}$	Input Offset Voltage Drift (Note 10)	$V_{CM} = \text{Half Supply}$	●	0.5	3	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
$I_B$	Input Bias Current		●		4	$\mu\text{A}$
	$I_B$ Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		0.4	$\mu\text{A}$
$I_{OS}$	Input Offset Current		●		0.5	$\mu\text{A}$
$A_{VOL}$	Large-Signal Gain	$V_S = 5\text{V}, V_O = 0.5\text{V to } 4.5\text{V}, R_L = 10\text{k to } V_S/2$	●	45		$\text{V/mV}$
		$V_S = 5\text{V}, V_O = 0.5\text{V to } 4.5\text{V}, R_L = 1\text{k to } V_S/2$	●	11		$\text{V/mV}$
		$V_S = 3.3\text{V}, V_O = 0.65\text{V to } 2.65\text{V}, R_L = 10\text{k to } V_S/2$	●	38		$\text{V/mV}$
		$V_S = 3.3\text{V}, V_O = 0.65\text{V to } 2.65\text{V}, R_L = 1\text{k to } V_S/2$	●	7		$\text{V/mV}$
$V_{CM}$	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR				
		$V_S = 5\text{V}, 0\text{V}$	●	1.5	4	V
		$V_S = 3.3\text{V}, 0\text{V}$	●	1.15	2.65	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_S = 5\text{V}, V_{CM} = 1.5\text{V to } 4\text{V}$ $V_S = 3.3\text{V}, V_{CM} = 1.15\text{V to } 2.65\text{V}$	●	90		dB
			●	85		dB
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	$V_S = 5\text{V}, V_{CM} = 1.5\text{V to } 4\text{V}$	●	84		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 3\text{V to } 10\text{V}$	●	90		dB
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	$V_S = 3\text{V to } 10\text{V}$	●	84		dB
	Minimum Supply Voltage (Note 7)		●	3		V
$V_{OL}$	Output Voltage Swing Low (Note 8)	No Load	●		50	mV
		$I_{SINK} = 5\text{mA}$	●		195	mV
		$V_S = 5\text{V}, I_{SINK} = 15\text{mA}$	●		370	mV
		$V_S = 3.3\text{V}, I_{SINK} = 10\text{mA}$	●		275	mV
$V_{OH}$	Output Voltage Swing High (Note 6)	No Load	●		60	mV
		$I_{SOURCE} = 5\text{mA}$	●		210	mV
		$V_S = 5\text{V}, I_{SOURCE} = 15\text{mA}$	●		445	mV
		$V_S = 3.3\text{V}, I_{SOURCE} = 10\text{mA}$	●		335	mV
$I_{SC}$	Short-Circuit Current	$V_S = 5\text{V}$	●	$\pm 30$		mA
		$V_S = 3.3\text{V}$	●	$\pm 20$		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier		●		1.5	mA
	Disabled Supply Current per Amplifier	$\text{ENABLE} = V^+ - 0.2\text{V}$	●	1		$\mu\text{A}$
$I_{\text{ENABLE}}$	ENABLE Pin Current	$\text{ENABLE} = 0.3\text{V}$	●		-100	$\mu\text{A}$
$V_L$	ENABLE Pin Input Voltage Low		●		0.3	V
$V_H$	ENABLE Pin Input Voltage High		●	$V^+ - 0.2$		V
	Output Leakage Current	$\text{ENABLE} = V^+ - 0.2\text{V}, V_O = 1.5\text{V to } 3.5\text{V}$	●	1		$\mu\text{A}$
$t_{ON}$	Turn-On Time	$\text{ENABLE} = 5\text{V to } 0\text{V}, R_L = 1\text{k}, V_S = 5\text{V}$	●	500		ns
$t_{OFF}$	Turn-Off Time	$\text{ENABLE} = 0\text{V to } 5\text{V}, R_L = 1\text{k}, V_S = 5\text{V}$	●	135		$\mu\text{s}$
SR	Slew Rate	$V_S = 5\text{V}, A_V = -1, R_L = 1\text{k}, V_O = 1.5\text{V to } 3.5\text{V}$	●	8		$\text{V}/\mu\text{s}$
		LT6233-10, $A_V = -10, R_L = 1\text{k}, V_O = 1.5\text{V to } 3.5\text{V}$	●	70		$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth (Note 9)	$V_S = 5\text{V}, V_{OUT} = 3V_{P-P}$ ; LT6233I, LT6234I, LT6235I	●	848		kHz

### 電気的特性

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	LT6233S6, LT6233S6-10		100	500	$\mu\text{V}$
		LT6234S8, LT6235GN		50	350	$\mu\text{V}$
		LT6234DD		75	450	$\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 6)			100	600	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current			1.5	3	$\mu\text{A}$
		$I_B$ Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		0.04	0.3	$\mu\text{A}$
$I_{OS}$	Input Offset Current			0.04	0.3	$\mu\text{A}$
		Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz	220		$\text{nV}_{P-P}$
$e_n$	Input Noise Voltage Density	$f = 10\text{kHz}$		1.9	3.0	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Noise Current Density, Balanced Source Input Noise Current Density, Unbalanced Source	$f = 10\text{kHz}$ , $R_S = 10\text{k}$		0.43		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 10\text{kHz}$ , $R_S = 10\text{k}$		0.78		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Input Resistance	Common Mode		22		$\text{M}\Omega$
		Differential Mode		25		$\text{k}\Omega$
$C_{IN}$	Input Capacitance	Common Mode		2.1		$\text{pF}$
		Differential Mode		3.7		$\text{pF}$
$A_{VOL}$	Large-Signal Gain	$V_O = \pm 4.5\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$	97	180		$\text{V}/\text{mV}$
		$V_O = \pm 4.5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$	28	55		$\text{V}/\text{mV}$
$V_{CM}$	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	-3		4	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = -3\text{V}$ to $4\text{V}$	90	110		dB
		CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	84	120		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 1.5\text{V}$ to $\pm 5\text{V}$	90	115		dB
		PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	84	115		dB
$V_{OL}$	Output Voltage Swing Low (Note 8)	No Load		4	40	$\text{mV}$
		$I_{SINK} = 5\text{mA}$		75	180	$\text{mV}$
		$I_{SINK} = 15\text{mA}$		165	320	$\text{mV}$
$V_{OH}$	Output Voltage Swing High (Note 8)	No Load		5	50	$\text{mV}$
		$I_{SOURCE} = 5\text{mA}$		85	195	$\text{mV}$
		$I_{SOURCE} = 15\text{mA}$		220	410	$\text{mV}$
$I_{SC}$	Short-Circuit Current		$\pm 40$	$\pm 55$		$\text{mA}$
$I_S$	Supply Current per Amplifier Disabled Supply Current per Amplifier	$\overline{\text{ENABLE}} = 4.65\text{V}$		1.15	1.4	$\text{mA}$
				0.2	10	$\mu\text{A}$
$I_{\text{ENABLE}}$	ENABLE Pin Current	$\overline{\text{ENABLE}} = 0.3\text{V}$		-35	-85	$\mu\text{A}$
$V_L$	ENABLE Pin Input Voltage Low				0.3	V
$V_H$	ENABLE Pin Input Voltage High		4.65			V
	Output Leakage Current	$\overline{\text{ENABLE}} = 4.65\text{V}$ , $V_O = \pm 1\text{V}$		0.2	10	$\mu\text{A}$
$t_{ON}$	Turn-On Time	$\overline{\text{ENABLE}} = 5\text{V}$ to $0\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$		900		ns
$t_{OFF}$	Turn-Off Time	$\overline{\text{ENABLE}} = 0\text{V}$ to $5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$		100		$\mu\text{s}$
GBW	Gain-Bandwidth Product	Frequency = $1\text{MHz}$ LT6233-10	42 260	60 375		$\text{MHz}$ $\text{MHz}$
		$A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_O = -2\text{V}$ to $2\text{V}$	12	17		$\text{V}/\mu\text{s}$
SR	Slew Rate	LT6233-10, $A_V = -10$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_O = -2\text{V}$ to $2\text{V}$		115		$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth	$V_{OUT} = 3V_{P-P}$ (Note 9)	1.27	1.8		$\text{MHz}$
		LT6233-10, $\text{HD2} = \text{HD3} \leq 1\%$		2.2		$\text{MHz}$
$t_S$	Settling Time (LT6233, LT6234, LT6235)	0.1%, $V_{STEP} = 2\text{V}$ , $A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$		170		ns

# LT6233/LT6233-10

## LT6234/LT6235

### 電気的特性

●は0°C < T<sub>A</sub> < 70°Cの温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、V<sub>S</sub> = ±5V、V<sub>CM</sub> = V<sub>OUT</sub> = 0V、 $\overline{\text{ENABLE}}$  = 0V。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V <sub>OS</sub>	Input Offset Voltage	LT6233CS6, LT6233CS6-10 LT6234CS8, LT6235CGN LT6234CDD	● ● ●		600 450 550	μV μV μV
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		800	μV
V <sub>OS</sub> TC	Input Offset Voltage Drift (Note 10)		●	0.5	3	μV/°C
I <sub>B</sub>	Input Bias Current		●		3.5	μA
	I <sub>B</sub> Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		0.4	μA
I <sub>OS</sub>	Input Offset Current		●		0.4	μA
A <sub>VOL</sub>	Large-Signal Gain	V <sub>O</sub> = ±4.5V, R <sub>L</sub> = 10k V <sub>O</sub> = ±4.5V, R <sub>L</sub> = 1k	● ●	75 22		V/mV V/mV
V <sub>CM</sub>	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	-3	4	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	V <sub>CM</sub> = -3V to 4V	●	90		dB
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	V <sub>CM</sub> = -3V to 4V	●	84		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	V <sub>S</sub> = ±1.5V to ±5V	●	90		dB
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	V <sub>S</sub> = ±1.5V to ±5V	●	84		dB
V <sub>OL</sub>	Output Voltage Swing Low (Note 8)	No Load I <sub>SINK</sub> = 5mA I <sub>SINK</sub> = 15mA	● ● ●		50 195 360	mV mV mV
V <sub>OH</sub>	Output Voltage Swing High (Note 8)	No Load I <sub>SOURCE</sub> = 5mA I <sub>SOURCE</sub> = 15mA	● ● ●		60 205 435	mV mV mV
I <sub>SC</sub>	Short-Circuit Current		●	±35		mA
I <sub>S</sub>	Supply Current per Amplifier Disabled Supply Current per Amplifier	$\overline{\text{ENABLE}}$ = 4.75V	● ●	1	1.7	mA μA
I <sub>ENABLE</sub>	ENABLE Pin Current	$\overline{\text{ENABLE}}$ = 0.3V	●		-95	μA
V <sub>L</sub>	ENABLE Pin Input Voltage Low		●		0.3	V
V <sub>H</sub>	ENABLE Pin Input Voltage High		●	4.75		V
	Output Leakage Current	$\overline{\text{ENABLE}}$ = 4.75V, V <sub>O</sub> = ±1V	●	1		μA
t <sub>ON</sub>	Turn-On Time	$\overline{\text{ENABLE}}$ = 5V to 0V, R <sub>L</sub> = 1k	●	900		ns
t <sub>OFF</sub>	Turn-Off Time	$\overline{\text{ENABLE}}$ = 0V to 5V, R <sub>L</sub> = 1k	●	150		μs
SR	Slew Rate	A <sub>V</sub> = -1, R <sub>L</sub> = 1k, V <sub>O</sub> = -2V to 2V	●	11		V/μs
		LT6233-10, A <sub>V</sub> = -10, R <sub>L</sub> = 1k, V <sub>O</sub> = -2V to 2V	●	105		V/μs
FPBW	Full-Power Bandwidth (Note 9)	V <sub>OUT</sub> = 3V <sub>P-P</sub> ; LT6233C, LT6234C, LT6235C	●	1.16		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、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0\text{V}$ 、 $\overline{\text{ENABLE}} = 0\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	LT6233IS6, LT6233IS6-10	●		700	$\mu\text{V}$
		LT6234IS8, LT6235IGN	●		550	$\mu\text{V}$
		LT6234IDD	●		650	$\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		1000	$\mu\text{V}$
$V_{OS\text{ TC}}$	Input Offset Voltage Drift (Note 10)		●	0.5	3	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
$I_B$	Input Bias Current		●		4	$\mu\text{A}$
	$I_B$ Match (Channel-to-Channel) (Note 6)		●		0.4	$\mu\text{A}$
$I_{OS}$	Input Offset Current		●		0.5	$\mu\text{A}$
$A_{VOL}$	Large-Signal Gain	$V_O = \pm 4.5\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$	●	68		$\text{V}/\text{mV}$
		$V_O = \pm 4.5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$	●	20		$\text{V}/\text{mV}$
$V_{CM}$	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	-3	4	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = -3\text{V}$ to $4\text{V}$	●	90		dB
	CMRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	$V_{CM} = -3\text{V}$ to $4\text{V}$	●	84		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 1.5\text{V}$ to $\pm 5\text{V}$	●	90		dB
	PSRR Match (Channel-to-Channel) (Note 6)	$V_S = \pm 1.5\text{V}$ to $\pm 5\text{V}$	●	84		dB
$V_{OL}$	Output Voltage Swing Low (Note 8)	No Load	●		50	mV
		$I_{SINK} = 5\text{mA}$	●		195	mV
		$I_{SINK} = 15\text{mA}$	●		370	mV
$V_{OH}$	Output Voltage Swing High (Note 8)	No Load	●		70	mV
		$I_{SOURCE} = 5\text{mA}$	●		210	mV
		$I_{SOURCE} = 15\text{mA}$	●		445	mV
$I_{SC}$	Short-Circuit Current		●	$\pm 30$		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier		●		1.75	mA
	Disabled Supply Current per Amplifier	$\overline{\text{ENABLE}} = 4.8\text{V}$	●	1		$\mu\text{A}$
$I_{\overline{\text{ENABLE}}}$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Pin Current	$\overline{\text{ENABLE}} = 0.3\text{V}$	●		-110	$\mu\text{A}$
$V_L$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Pin Input Voltage Low		●		0.3	V
$V_H$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Pin Input Voltage High		●	4.8		V
	Output Leakage Current	$\overline{\text{ENABLE}} = 4.8\text{V}$ , $V_O = \pm 1\text{V}$	●	1		$\mu\text{A}$
$t_{ON}$	Turn-On Time	$\overline{\text{ENABLE}} = 5\text{V}$ to $0\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$	●	900		ns
$t_{OFF}$	Turn-Off Time	$\overline{\text{ENABLE}} = 0\text{V}$ to $5\text{V}$ , $R_L = 1\text{k}$	●	160		$\mu\text{s}$
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_O = -2\text{V}$ to $2\text{V}$	●	10		$\text{V}/\mu\text{s}$
		LT6233-10, $A_V = -10$ , $R_L = 1\text{k}$ , $V_O = -2\text{V}$ to $2\text{V}$	●	95		$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full-Power Bandwidth (Note 9)	$V_{OUT} = 3V_{P-P}$ ; LT6233I, LT6234I, LT6235I	●	1.06		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。また、絶対最大定格状態が長時間続くと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** 入力にはバック・トゥ・バック・ダイオードによって保護されている。差動入力電圧が $0.7\text{V}$ を超える場合、入力電流は $40\text{mA}$ 未満に制限すること。

**Note 3:** 出力が無制限に短絡されるときは、接合部温度を絶対最大定格以下に抑えるために、ヒートシンクが必要な場合がある。

**Note 4:** LT6233C/LT6233I、LT6234C/LT6234I、およびLT6235C/LT6235I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:** LT6233C/LT6234C/LT6235C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おり、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の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し、QAサンプリングも行われない。LT6233I/LT6234I/LT6235I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:** マッチング・パラメータは、LT6235の2つのアンプAとDのあいだの差およびBとCのあいだの差、LT6234の2つのアンプのあいだの差である。CMRRとPSRRの整合性は次のように定義される。CMRRとPSRRは整合したアンプに対して $\mu\text{V}/\text{V}$ で測定される。この差は整合している側どうしのあいだで $\mu\text{V}/\text{V}$ 単位で計算され、その結果はdB値に変換される。

# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

## 電気的特性

**Note 7:** 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 8:** 出力電圧振幅は出力と電源レール間で測定される。

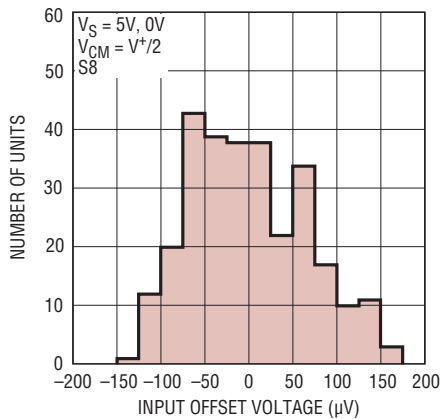
**Note 9:** フルパワー帯域幅はスルーレートから計算される。

$$FPBW = SR/2\pi V_P$$

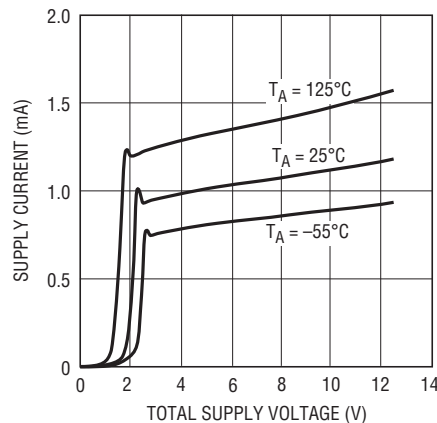
**Note 10:** このパラメータに対しては、全数テストは実施されない。

## 標準的性能特性 (LT6233/LT6234/LT6235)

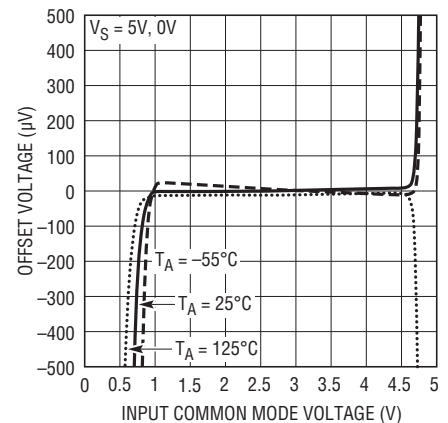
**$V_{OS}$ の分布**



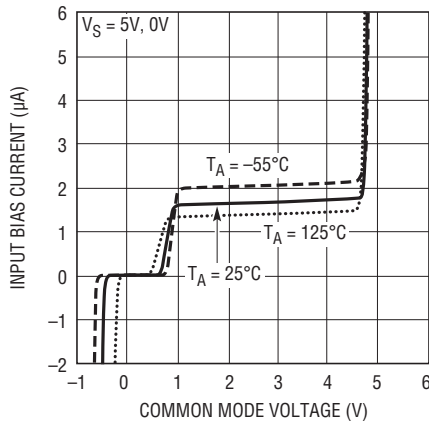
**消費電流と電源電圧  
(アンプ当たり)**



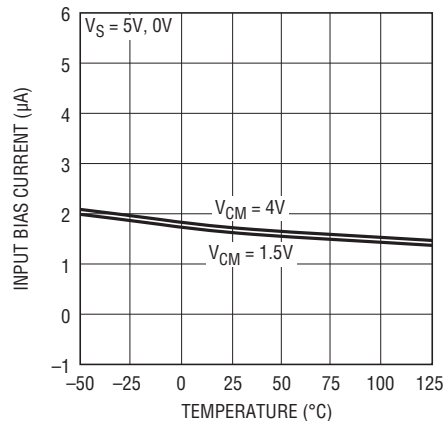
**オフセット電圧と入力同相電圧**



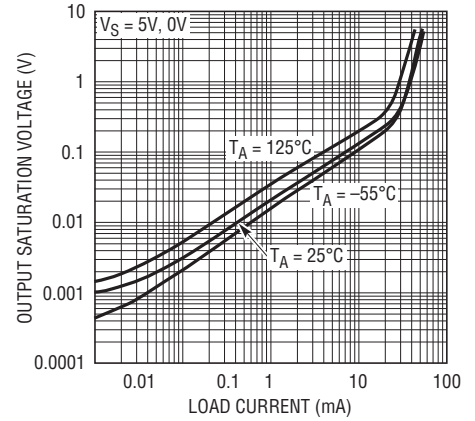
**入力バイアス電流と同相電圧**



**入力バイアス電流と温度**

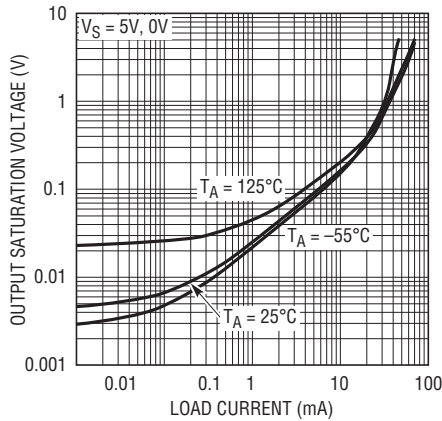


**出力飽和電圧と負荷電流  
(出力“L”)**

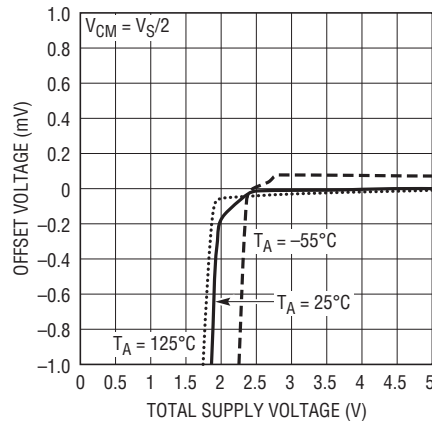


## 標準的性能特性 (LT6233/LT6234/LT6235)

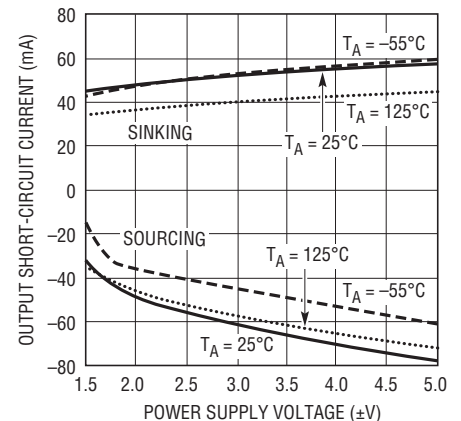
出力飽和電圧と負荷電流  
(出力“H”)



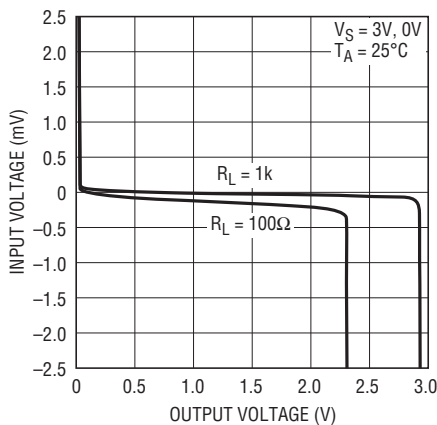
最小電源電圧



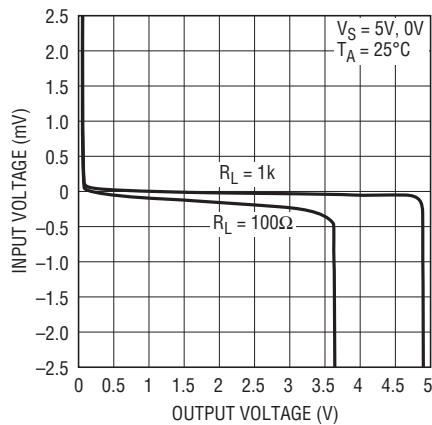
出力短絡電流と電源電圧



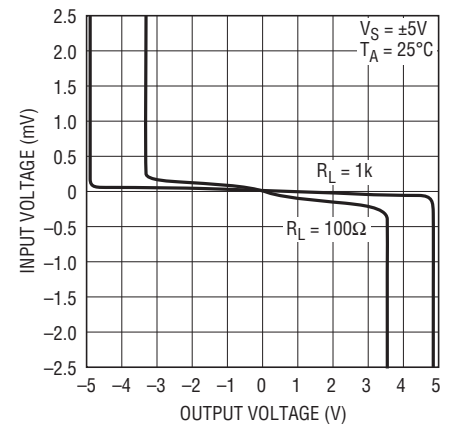
開ループ利得



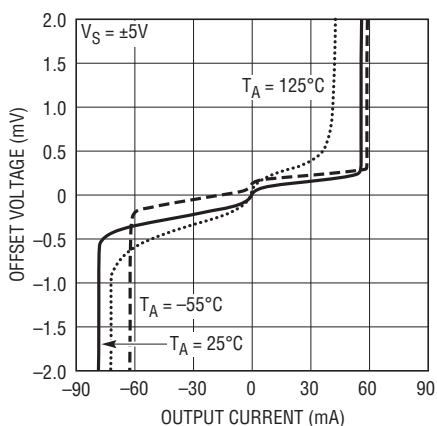
開ループ利得



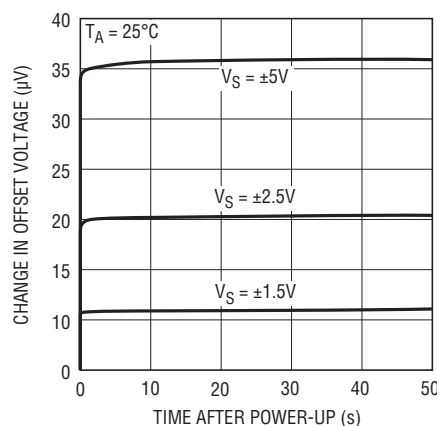
開ループ利得



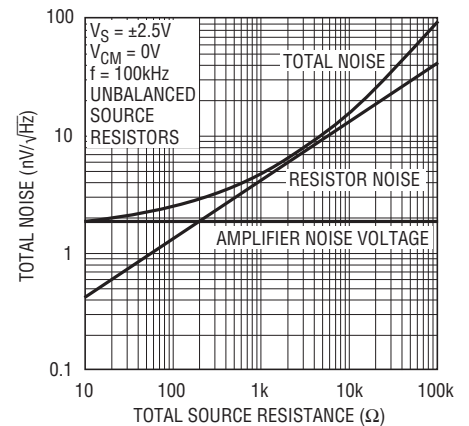
オフセット電圧と出力電流



ウォームアップ・ドリフトと時間



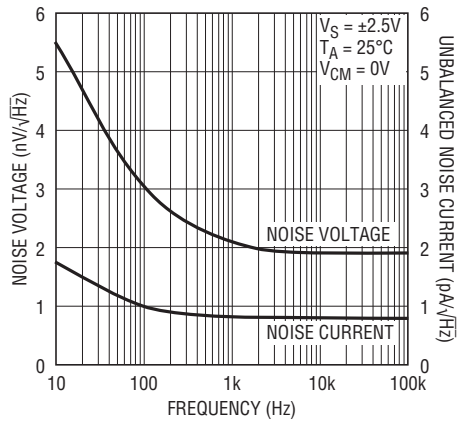
全ノイズと全ソース抵抗



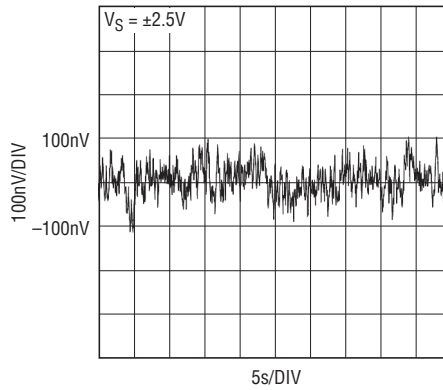
# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

## 標準的性能特性 (LT6233/LT6234/LT6235)

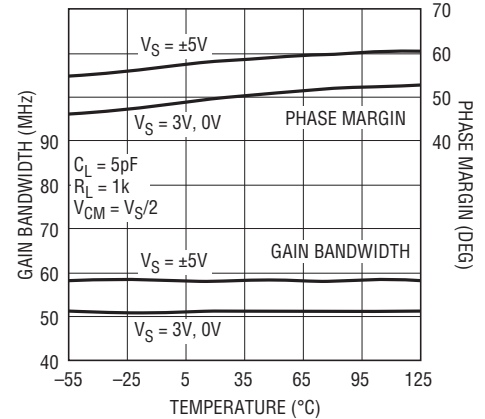
ノイズ電圧および  
不平衡ノイズ電流と周波数



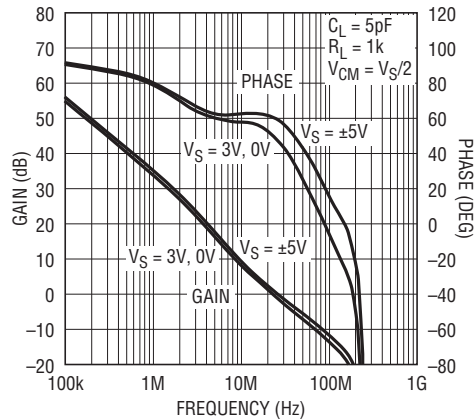
0.1Hz~10Hzの出力電圧ノイズ



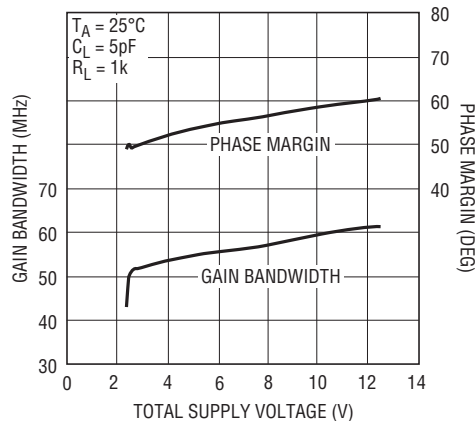
利得帯域幅および  
位相マージンと温度



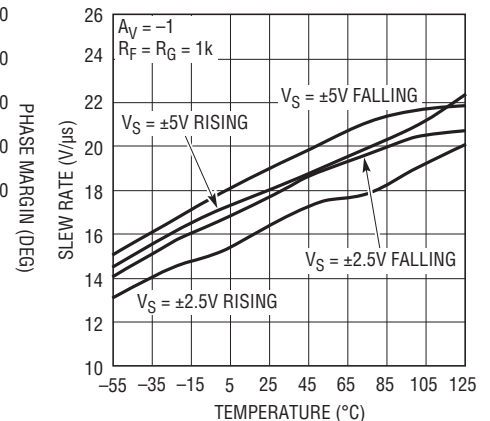
開ループ利得と周波数



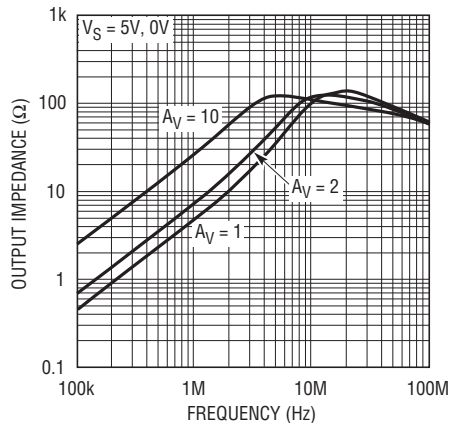
利得帯域幅および  
位相マージンと電源電圧



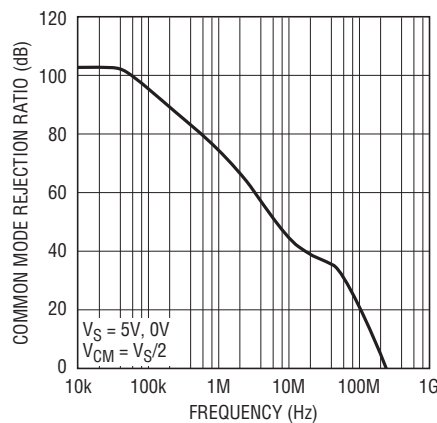
スルーレートと温度



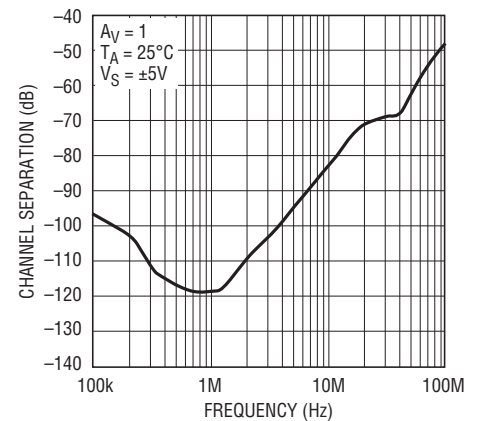
出力インピーダンスと周波数



同相除去比と周波数



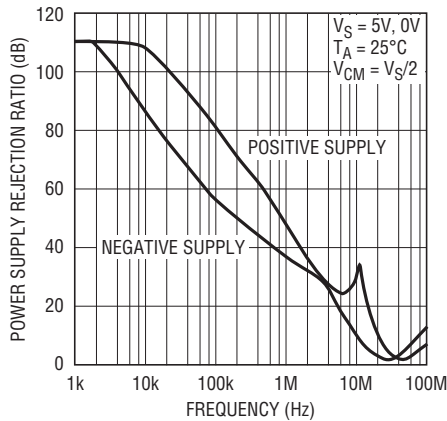
チャネル分離と周波数



623345fc

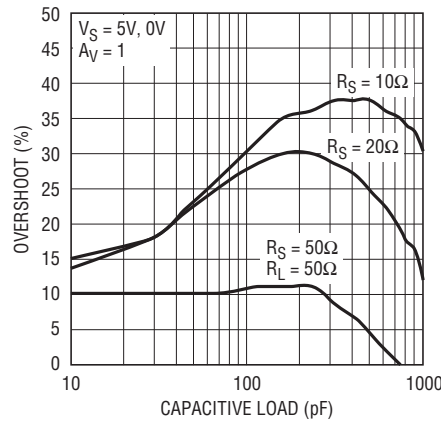
## 標準的性能特性 (LT6233/LT6234/LT6235)

電源除去比と周波数



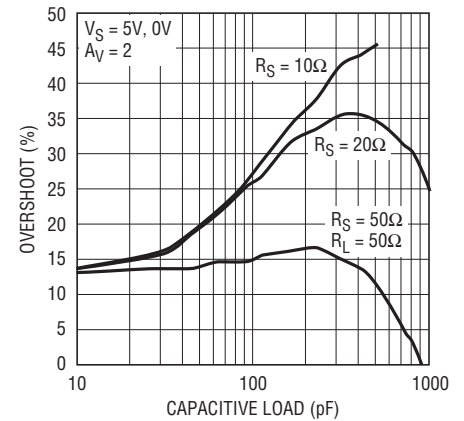
623345 G25

直列出力抵抗および  
オーバーシュートと容量性負荷



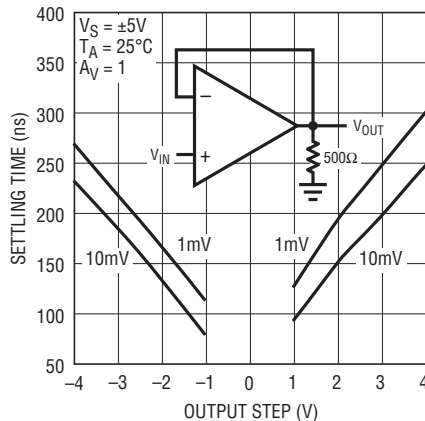
623345 G26

直列出力抵抗および  
オーバーシュートと容量性負荷



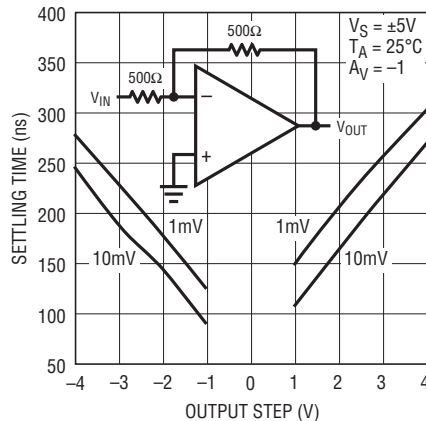
623345 G27

セトリング時間と出力ステップ  
(非反転)



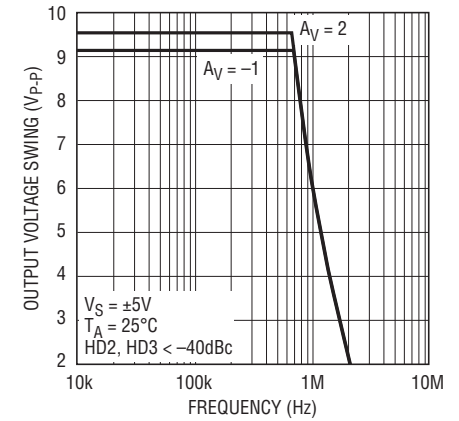
623345 G28

セトリング時間と出力ステップ  
(反転)



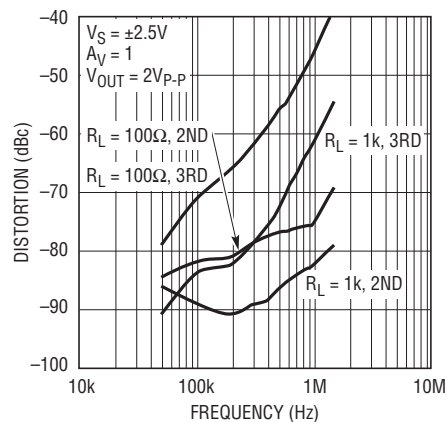
623345 G29

最大歪みなし出力信号と周波数



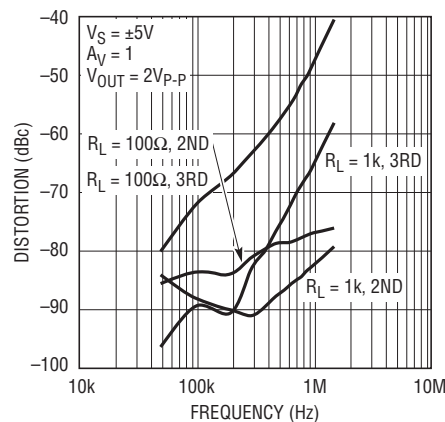
623345 G30

歪みと周波数



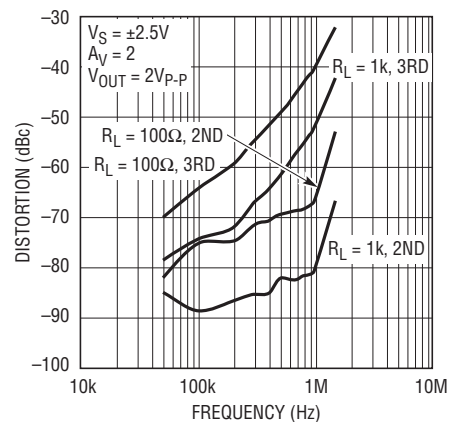
623345 G31

歪みと周波数



623345 G32

歪みと周波数



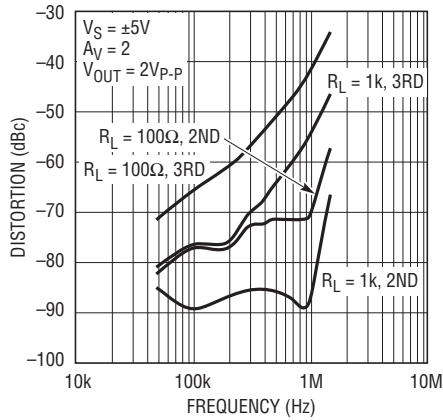
623345 G33

623345fc

# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

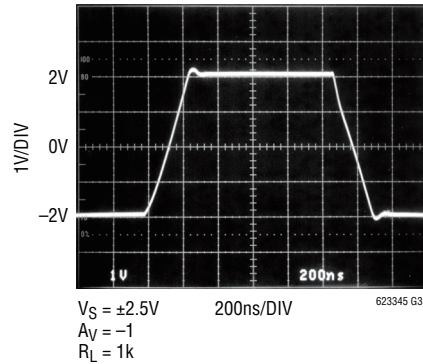
## 標準的性能特性 (LT6233/LT6234/LT6235)

歪みと周波数



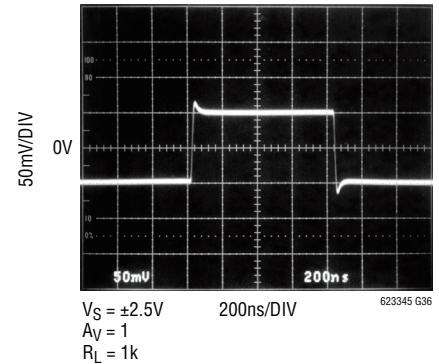
623345 G34

大信号応答



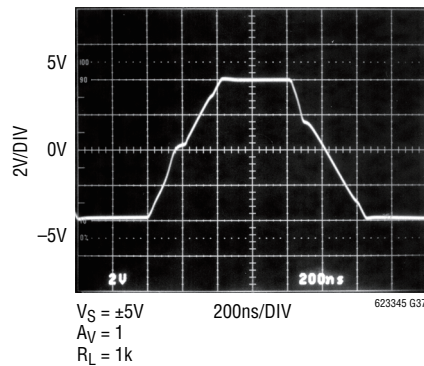
623345 G35

小信号応答



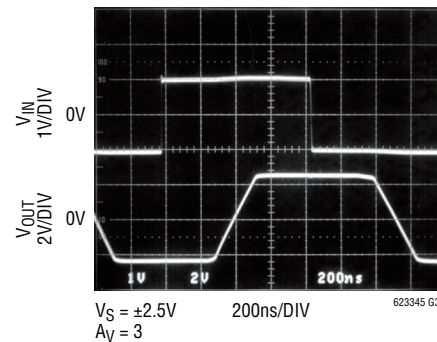
623345 G36

大信号応答



623345 G37

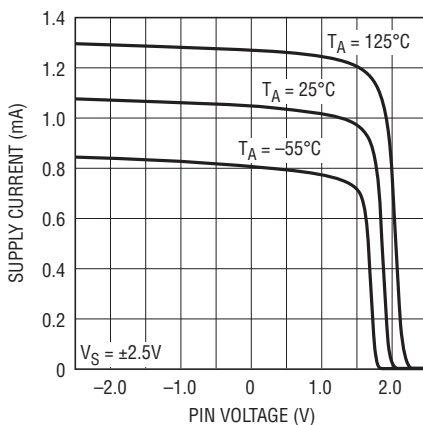
出力オーバードライブからの回復



623345 G38

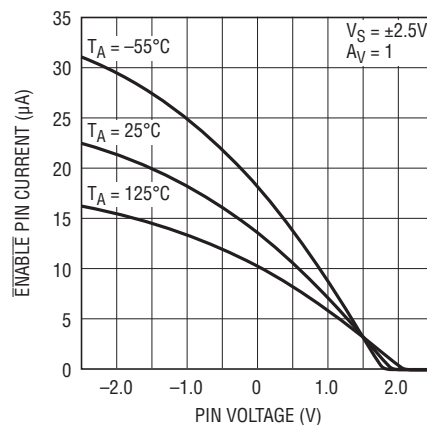
## (LT6233) $\overline{\text{ENABLE}}$ の特性

消費電流と $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンの電圧



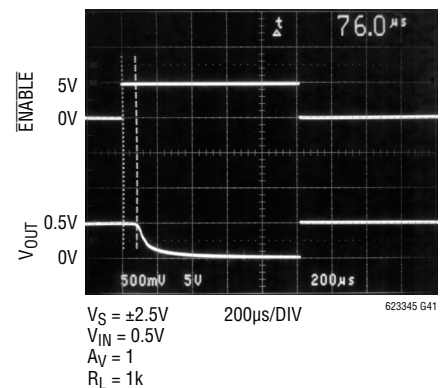
623345 G39

$\overline{\text{ENABLE}}$ ピンの電流と  
 $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンの電圧



623345 G40

$\overline{\text{ENABLE}}$ ピンの応答時間



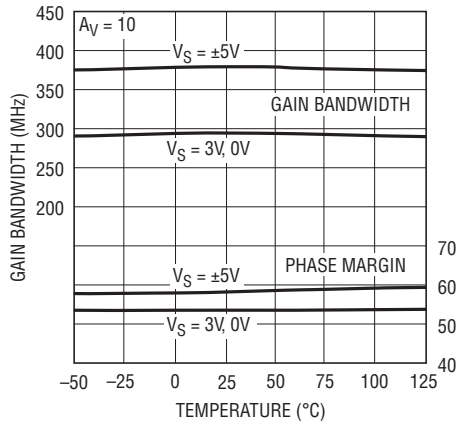
623345 G41

623345fc



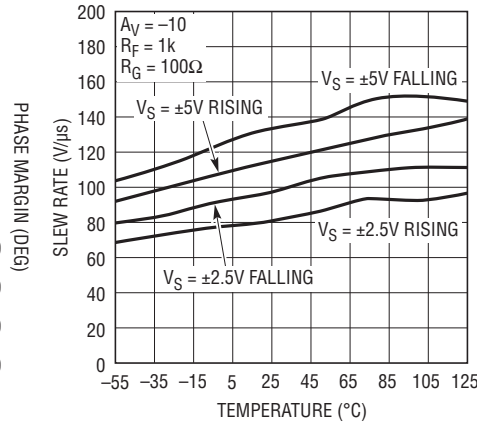
## 標準的性能特性 (LT6233-10)

利得帯域幅および  
位相マージンと温度



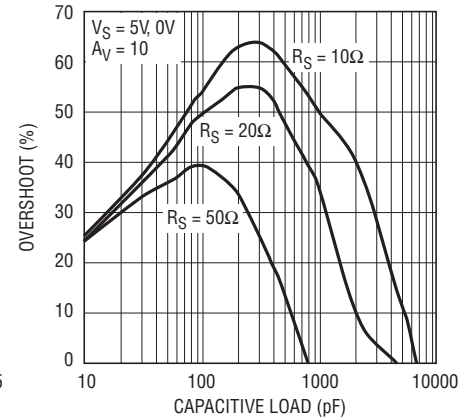
623345 G42

スルーレートと温度



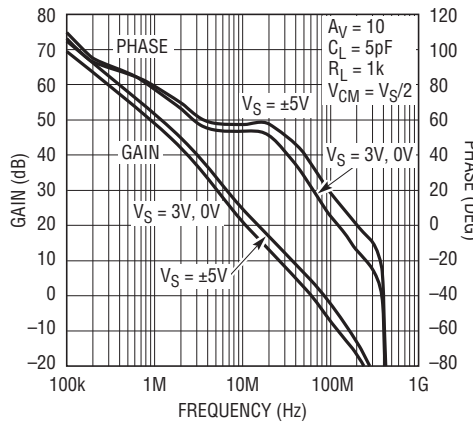
623345 G43

直列出力抵抗および  
オーバーシュートと容量性負荷



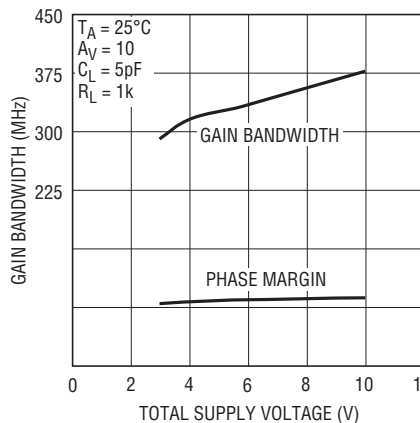
623345 G44

開ループ利得および位相と周波数



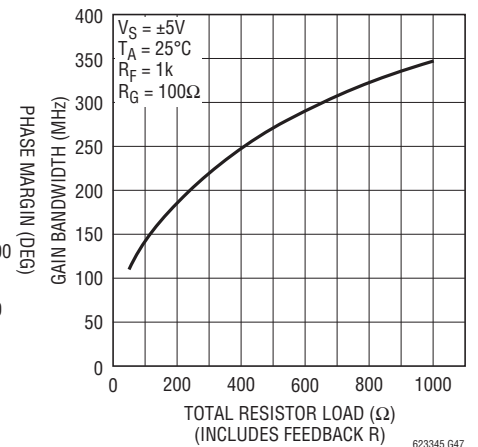
623345 G45

利得帯域幅および  
位相マージンと電源電圧



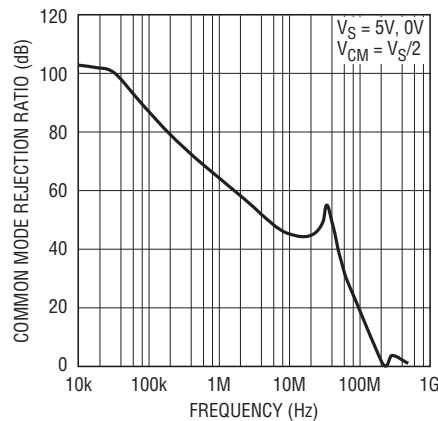
623345 G46

利得帯域幅と抵抗負荷



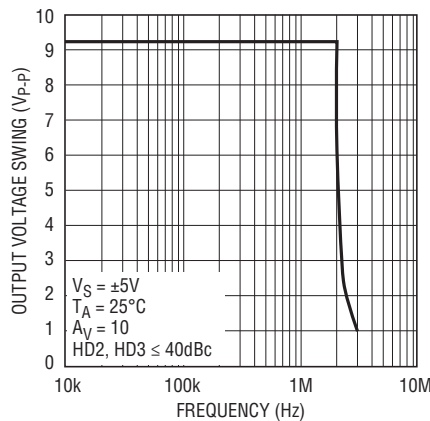
623345 G47

同相除去比と周波数



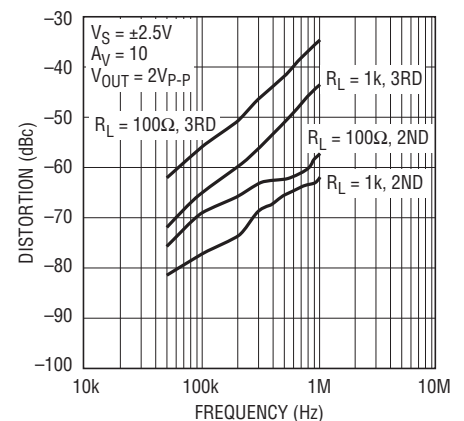
623345 G48

最大歪みなし出力と周波数



623345 G49

2次および3次の高調波歪みと  
周波数



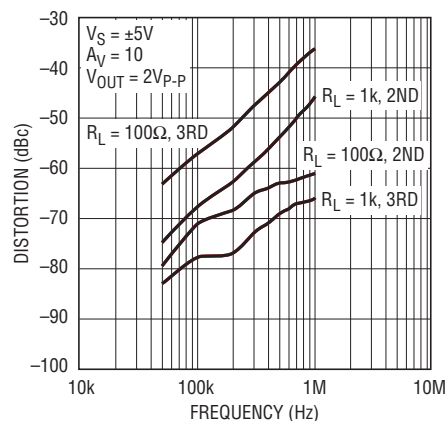
623345 G50

623345fc

# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

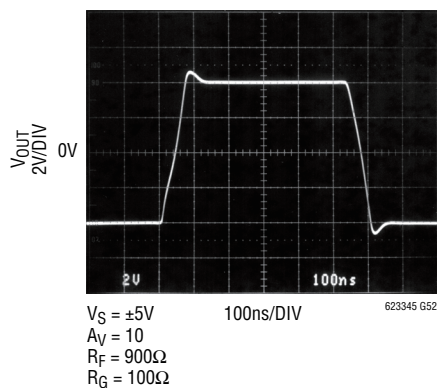
## 標準的性能特性 (LT6233-10)

2次および3次の高調波歪みと  
周波数



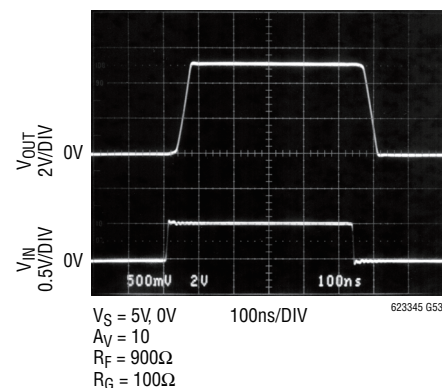
623345 G51

大信号応答



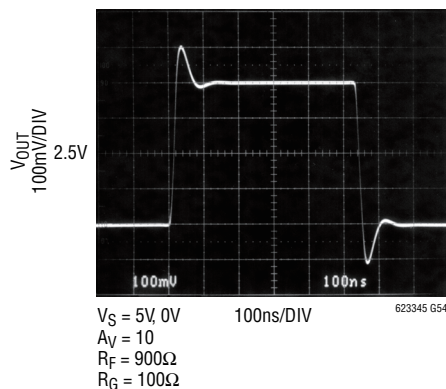
623345 G52

出力過負荷からの回復



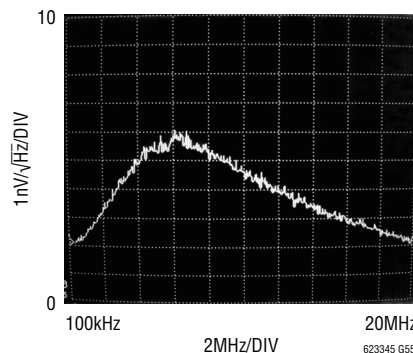
623345 G53

小信号応答



623345 G54

入力基準の高周波ノイズの  
スペクトル



623345 G55



## アプリケーション情報

### アンプ特性

1対の低ノイズ入力トランジスタQ1およびQ2を持つ、LT6233/LT6234/LT6235の簡略回路図を図1に示します。単純な電流ミラーQ3/Q4は差動信号をシングルエンド出力に変換するもので、これらのトランジスタは全体的なノイズへの寄与を低減するために縮退されています。

コンデンサC1はユニティ・クロス周波数を下げ、アンプの利得帯域幅を狭めることなく周波数安定性を向上させます。コンデンサC<sub>M</sub>はアンプ全体の利得帯域幅を設定します。差動ドライブ・ジェネレータは、出力をレール・トゥ・レールで振幅するトランジスタQ5およびQ6に電流を供給します。

### 入力保護

これらのアンプの+入力と-入力の間にはバック・トゥ・バック・ダイオードD1とD2が接続されており、差動入力電圧が $\pm 0.7V$ に制限されます。LT6233/LT6234/LT6235の入力には、入力トランジスタと直列に接続された抵抗は搭載されていません。この手法は、過大な電流を生じる過電圧から入力デバイスを保護するのによく使われます。これらの抵抗を追加すると、これらのアンプの低ノイズ電圧を大幅に悪化させることになります。たとえば、 $100\Omega$ の抵抗を各入力に直列に接続すると $1.8nV/\sqrt{Hz}$ のノイズが発生し、アンプの全ノイズ電圧は $1.9nV/\sqrt{Hz}$ から $2.6nV/\sqrt{Hz}$ に上昇します。入力差動電圧が $\pm 0.7V$ を超すと、保護ダイオードを流れる定常電流が $\pm 40mA$

に制限されます。これは、 $\pm 0.7V$ を超えるオーバードライブの1ボルト当たりの保護抵抗が $25\Omega$ 必要であることを意味します。これらの入力ダイオードには、保護抵抗が無くても、アンプのスルーレートのオーバードライブによる過渡電流やクリッピングを処理できるだけの十分な耐性があります。

図2の写真は、電圧フォロワとして接続されたアンプでの入力オーバードライブに対する出力応答を示します。入力信号が“L”のとき、電流ソースI<sub>1</sub>が飽和し、差動ドライブ・ジェネレータがQ6を飽和させるので、出力電圧はV<sup>-</sup>まで振幅します。入力は、トランジスタQ2が電流ミラーQ3/Q4に飽和するまで正側に振幅することができます。飽和が発生すると、出力は位相反転をしようとしませんが、ダイオードD2が帰還接続を通して信号ソースから出力に電流を流します。出力は、入力からダイオードの電圧降下分を下回る電圧にクランプされます。この写真では、入力信号発生器は約20mAに制限されています。

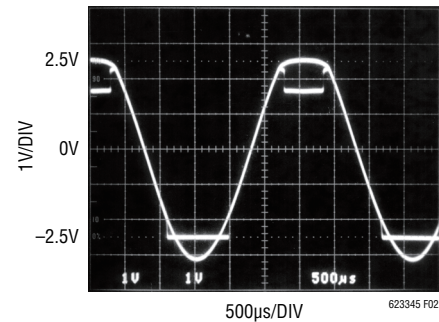


図2.  $V_S = \pm 2.5V$ 、 $A_V = 1$ で大きくオーバードライブ

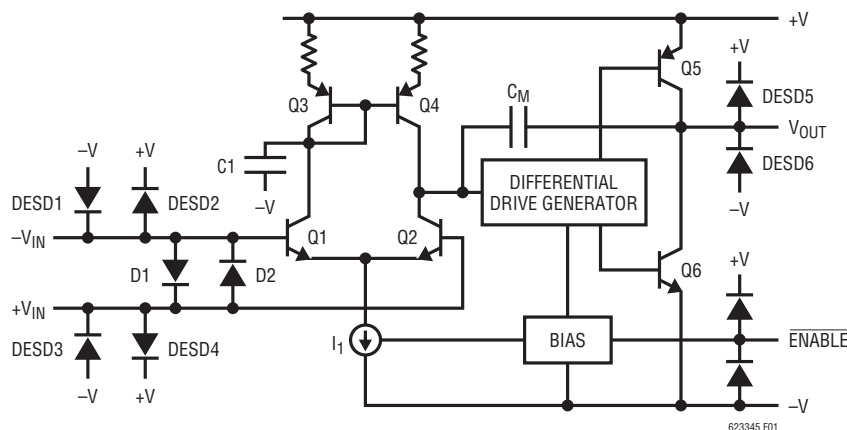


図1. 簡略回路図

### アプリケーション情報

接続されたアンプが $A_V \geq 2$ の利得である場合、非常に重いオーバードライブで出力が反転する可能性があります。この反転を防ぐには、入力オーバードライブを電源レールより0.5V高い電圧までに制限してください。

#### ESD

LT6233/LT6234/LT6235の全ての入力と出力には、図1に示すように、逆バイアスされたESD保護ダイオードが備わっています。これらのピン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。

#### ノイズ

LT6233/LT6234/LT6235のノイズ電圧は $225\Omega$ の抵抗の電圧に相当し、ノイズをできるだけ下げるには、ソース抵抗と帰還抵抗の合計をこの値以下に抑える（つまり $R_S + R_G \parallel R_{FB} \leq 225\Omega$ ）のが理想的です。 $R_S + R_G \parallel R_{FB} = 225\Omega$ の場合、アンプの全ノイズは次のようになります。

$$e_N = \sqrt{(1.9\text{nV})^2 + (1.9\text{nV})^2} = 2.69\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$$

この抵抗値より下ではノイズはアンプに左右されますが、 $225\Omega \sim 30\text{k}\Omega$ の範囲では抵抗の熱雑音に左右されます。全抵抗値が $30\text{k}\Omega$ を超えてさらに増加すると、アンプのノイズ電流に全抵抗値を掛けたものが最終的にノイズを左右します。

$e_N \cdot \sqrt{I_{\text{SUPPLY}}}$ の積は、低ノイズのアンプを評価するための興味深い指標です。 $e_N$ が低い低ノイズ・アンプの多くは、 $I_{\text{SUPPLY}}$ 電流が大きくなります。できるだけ低い消費電流で低ノイズ電圧が要求されるアプリケーションでは、この積から性能を判断することができます。LT6233/LT6234/LT6235の $e_N \cdot \sqrt{I_{\text{SUPPLY}}}$ 積は1つのアンプ当たりわずか2.1ですが、同等のノイズ仕様のアンプは $e_N \cdot \sqrt{I_{\text{SUPPLY}}}$ 積が13.5もあるものが一般的です。

アンプのノイズの詳細な説明については、LT1028のデータシートを参照してください。

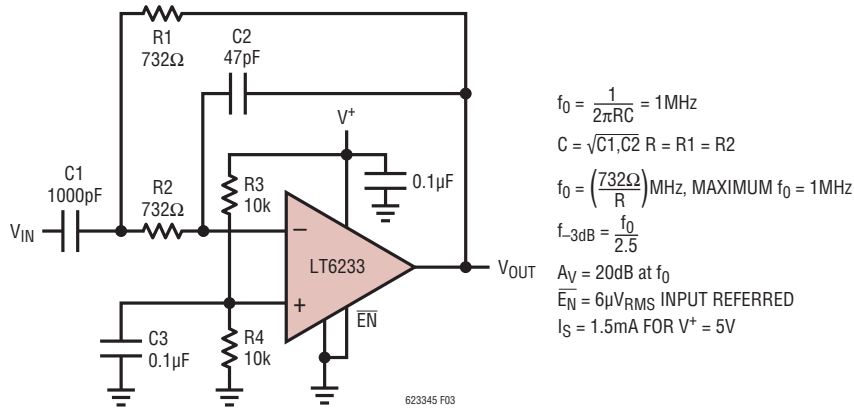
#### イネーブル・ピン

LT6233およびLT6233-10には、アンプを最大 $10\mu\text{A}$ の消費電流にシャットダウンする $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンがあります。アンプを通常の消費電流で動作させるには、 $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンを“L”にする必要があります。消費電流をシャットダウンするには、 $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンを $V^+$ の0.35V以内の“H”にする必要があります。これは簡単なゲート・ロジックで実行できますが、そのロジックとLT6233を異なる電源で動作させる場合には注意が必要です。この場合には、プルアップ抵抗を接続したオープンドレイン・ロジックを使用することによって、アンプをオフにしておくことができます。「標準的性能特性」のグラフを参照してください。

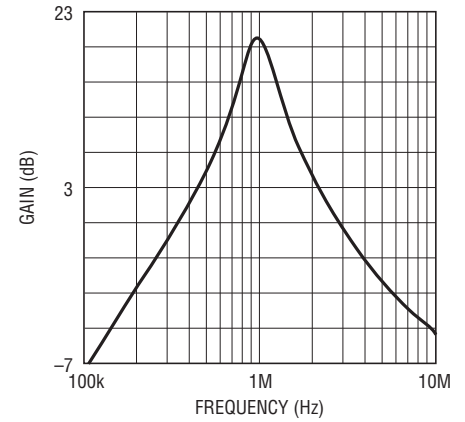
ディスエーブルされたときの出力リーク電流はごくわずかですが、出力電圧が入力電圧をダイオードの電圧降下分だけ超えると、入力保護ダイオードD1およびD2に電流が流れ込む可能性があります。

## 標準的応用例

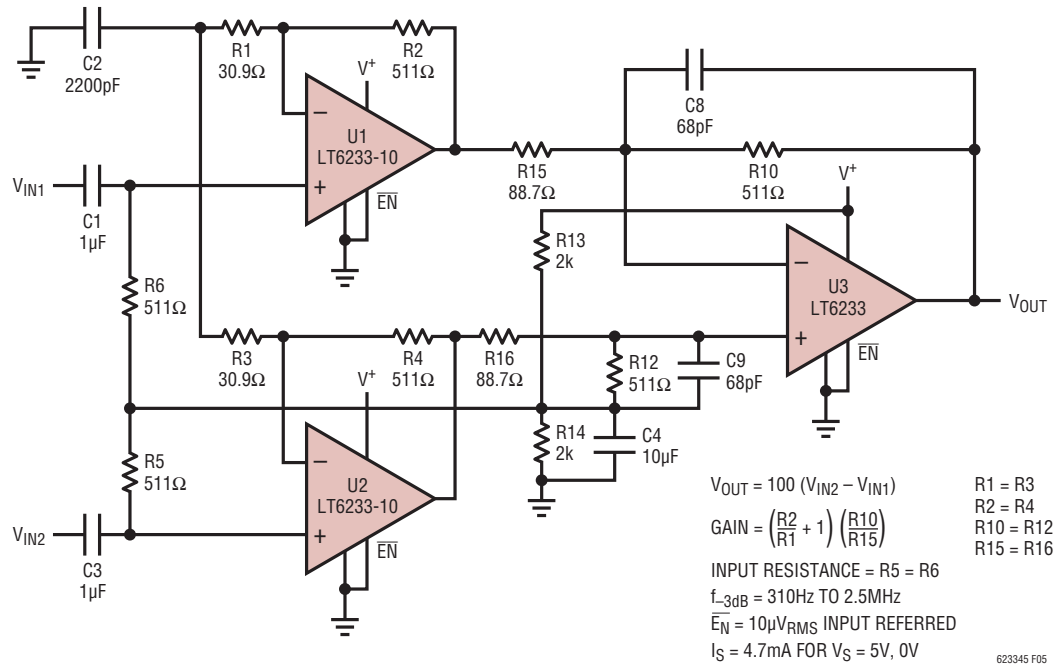
### 利得10の単一電源、低ノイズ、低消費電力バンドパス・フィルタ



バンドパス・フィルタの  
周波数応答プロット



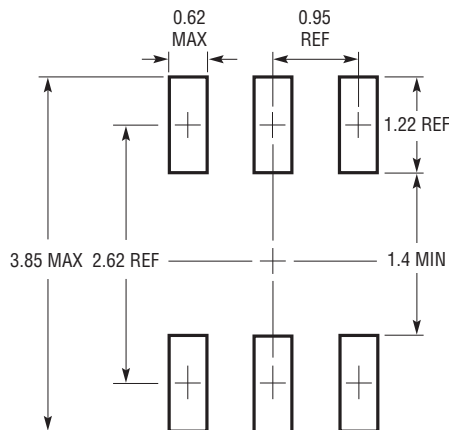
### 利得100の低消費電力、低ノイズ、単一電源、計装アンプ



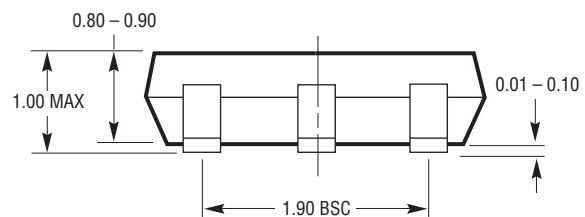
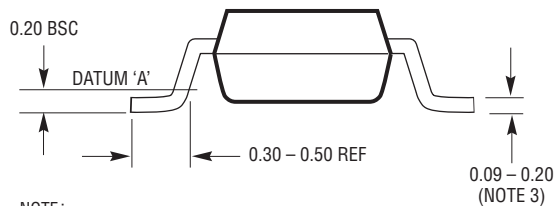
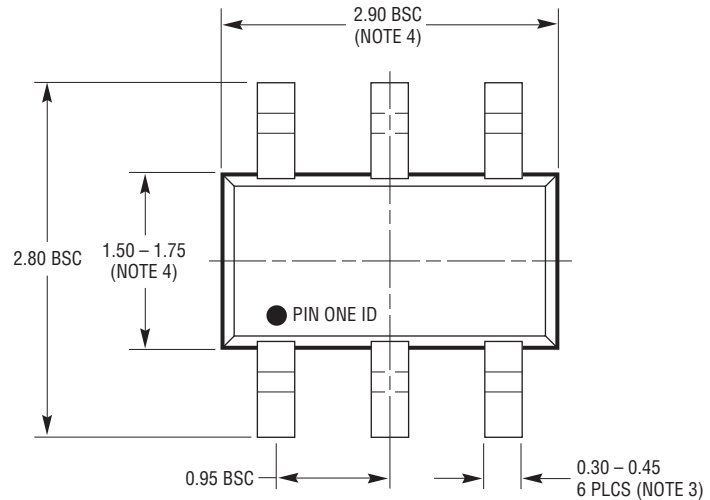
# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

## 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)



IPC CALCULATORを使った  
推奨半田パッド・レイアウト



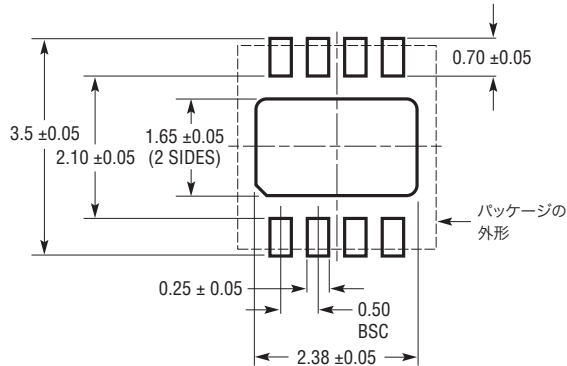
S6 TSOT-23 0302

#### NOTE:

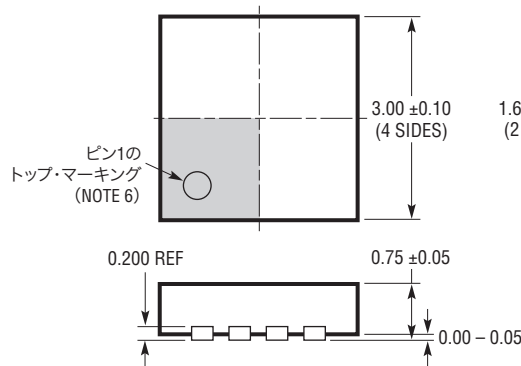
1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはメッキを含む
4. 寸法にはモールドのバリやメタルのバリを含まない
5. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない
6. JEDEC/パッケージ参照番号はMO-193

## パッケージ

DDパッケージ  
8ピン・プラスチックDFN (3mm×3mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1698 Rev C)



推奨する半田パッドのピッチと寸法  
半田付けされない領域には半田マスクを使用する



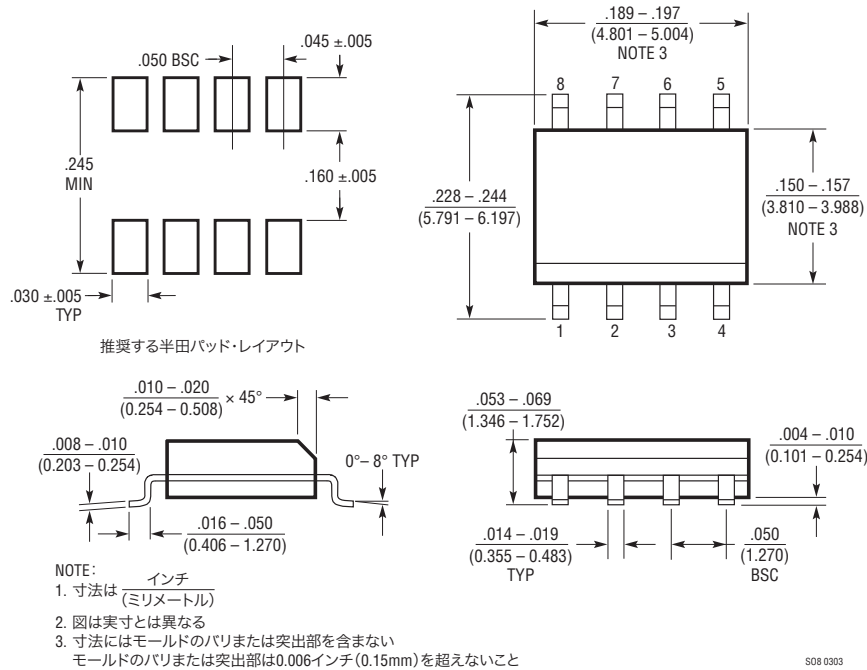
NOTE:

1. 図はJEDEC/パッケージ外形MO-229のバリエーション(WEED-1)になる予定
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは (もしあれば) 各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

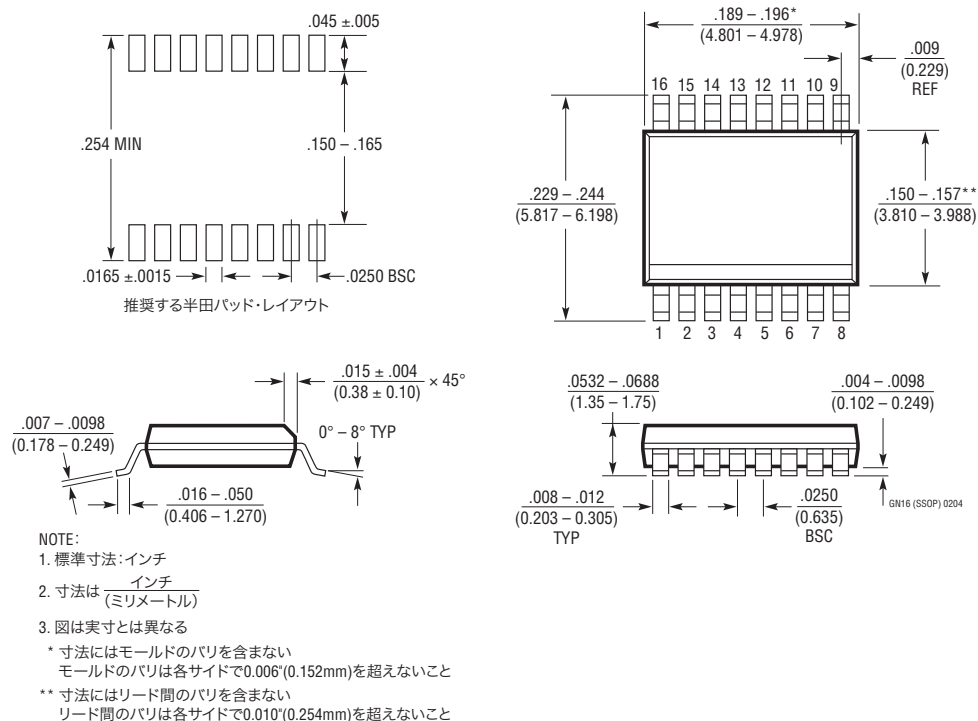
# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

## パッケージ

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



### GNパッケージ 16ピン・プラスチックSSOP(細型0.150インチ) (Reference LTC DWG # 05-08-1641)



623345fc

改訂履歴 (改訂履歴はRev Cから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	01/11	「標準的的性能特性」のグラフG40のY軸ラベルを改訂 「アプリケーション情報」の「イネーブル・ピン」セクションを更新	14 18

# LT6233/LT6233-10 LT6234/LT6235

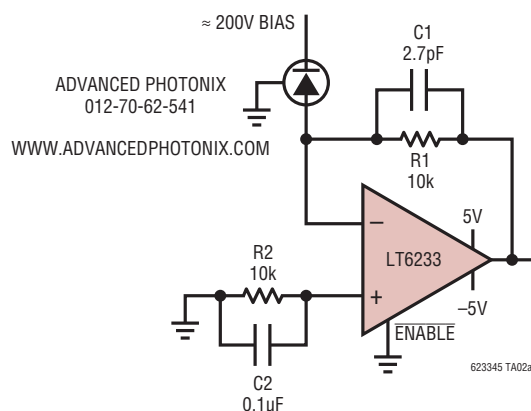
## 標準的応用例

LT6233は、電流電圧変換利得がR1によって10kΩに設定されたトランスインピーダンス・アンプに応用されます。LT6233がこのアプリケーションに最適な理由は、入力オフセット電流および電圧が小さいこと、および低ノイズであることです。これは、10kの抵抗の室温での固有熱雑音が $13\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ または $1.3\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ であるのに対して、LT6233では $2\text{nV}$ と $0.8\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ にしかないためです。したがって、電圧ノイズと電流ノイズの両方に関しては、LT6233の方が利得抵抗よりも実際に小さくなります。

この回路では、カソードが約200Vにバイアスされたアバランシェ・フォトダイオードを使用しています。フォトダイオードに光

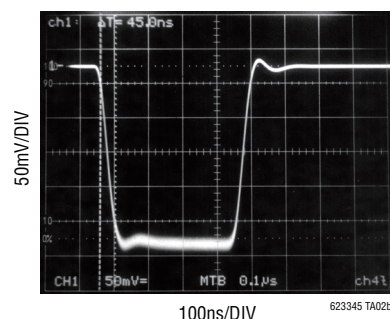
が照射されると、フォトダイオードはアンプ回路に流れ込む電流 $I_{PD}$ を発生します。アンプの出力が負になって両方の入力の均衡を保ちます。したがって、伝達関数は $V_{OUT} = -I_{PD} \cdot 10\text{k}$ になります。C1によって、安定性および良好なセトリング特性が確保されます。出力オフセットは $500\mu\text{V}$ より良好な値が測定されましたが、このように測定値が小さい理由の1つは、R2がバイアス電流のDC効果を相殺するからです。C2でR2の熱雑音をシャントしたときの出力ノイズの測定値は、20MHzの測定帯域幅で $1\text{mV}_{P-P}$ を下回っています。オシロスコープの写真に示されているように、立ち上がり時間が $45\text{ns}$ であり、信号の帯域幅が $7.8\text{MHz}$ であることがわかります。

### 低消費電力アバランシェ・フォトダイオード・トランスインピーダンス・アンプ $I_S = 1.2\text{mA}$



OUTPUT OFFSET =  $500\mu\text{V}$  TYPICAL  
BANDWIDTH =  $7.8\text{MHz}$   
OUTPUT NOISE =  $1\text{mV}_{P-P}$  (20MHz MEASUREMENT BW)

### フォトダイオード・アンプの時間領域応答



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1028	シングル、超低ノイズの50MHzオペアンプ	$0.85\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
LT1677	シングル、低ノイズのレール・トゥ・レール・アンプ	3V動作、2.5mA、 $4.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、 $V_{OS}$ :最大 $60\mu\text{V}$
LT1806/LT1807	シングル/デュアル、低ノイズ325MHzレール・トゥ・レール・アンプ	2.5V動作、 $V_{OS}$ :最大 $550\mu\text{V}$ 、 $3.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
LT6200/LT6201	シングル/デュアル、低ノイズ、165MHz	$0.95\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、レール・トゥ・レール入出力
LT6202/LT6203/LT6204	シングル/デュアル/クワッド、低ノイズのレール・トゥ・レール・アンプ	$1.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、最大3mA、利得帯域幅:100MHz