

# シングル/デュアル/クワッド 1.8V、13 $\mu$ A高精度 レール・トゥ・レール・オペアンプ

## 特長

- バッテリ駆動アプリケーションに最適
  - 低電圧: 1.8V~16V動作
  - 低電流: 16 $\mu$ A/アンプ(最大)
  - 小型パッケージ: DFN, MSOP, SSOP
  - 1.5 $\mu$ A(最大)までのシャットダウン(LT6000、LT6001DD)
- 低いオフセット電圧: 600 $\mu$ V(最大)
- レール・トゥ・レール入出力
- 1.8Vおよび5V電源で完全規定
- 動作温度範囲: -40°C~85°C
- シングル: DFN  
デュアル: MSOPおよびDFN  
クワッド: SSOPおよびDFN

## アプリケーション

- ガス検知
- 携帯用計測器
- バッテリまたはソーラー駆動システム
- 低電圧信号処理
- マイクロパワー・アクティブ・フィルタ

## 概要

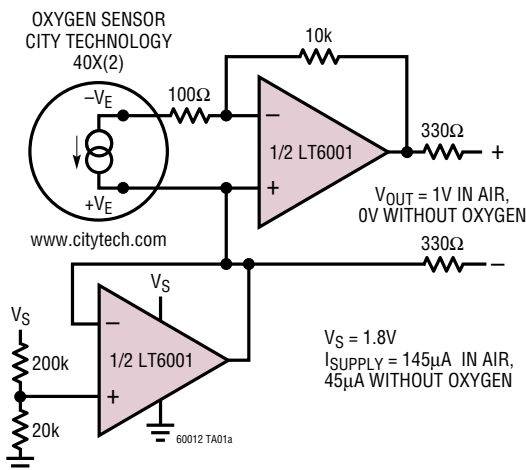
LT<sup>®</sup>6000/LT6001/LT6002は、シングル/デュアル/クワッド高精度レール・トゥ・レール入出力オペアンプです。常時オン・アプリケーションにおいてバッテリー寿命を最大限に延ばすように設計されたこれらのデバイスは、わずか13 $\mu$ Aの消費電流で最小1.8Vの電源で動作します。低電源電流かつ低電圧動作に加えて、600 $\mu$ V以下の入力オフセットが保証されているという高精度仕様を達成します。1.8V電源での性能は、全温度範囲で完全に規定され、保証されています。LT6000ならびにLT6001の10ピン・バージョンはシャットダウン機能を搭載しており、この機能によって非動作時にアンプをオフに切り替えることができるので、バッテリー寿命を延ばすことができます。

LT6000は小型のデュアルファインピッチ・リードレスDFNパッケージで供給されます。LT6001は8ピンMSOPパッケージで供給されますが、シャットダウン機能付きの10ピン・バージョンはDFNパッケージで供給されます。クワッドのLT6002は16ピンSSOPパッケージまたは16ピンDFNパッケージで供給されます。これらのデバイスはコマーシャル温度範囲とインダストリアル温度範囲で規定されています。

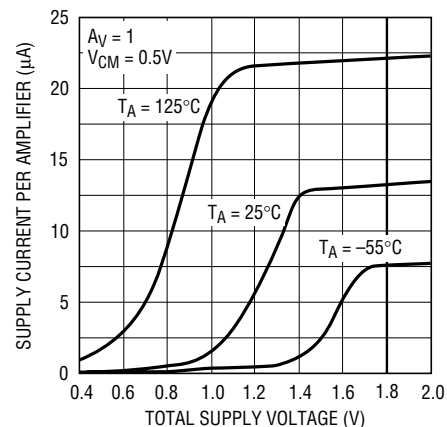
LT、LT、LTCはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

## 標準的応用例

マイクロパワー酸素センサ



起動特性  
電源電流と電源電圧



600012fa

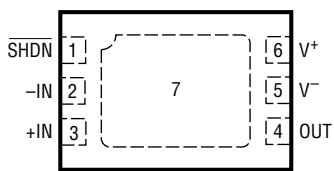
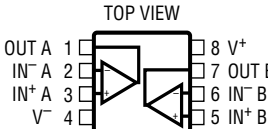
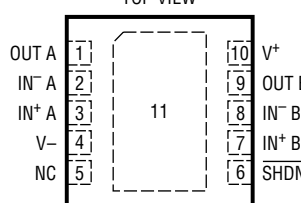
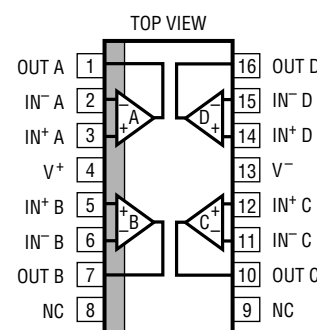
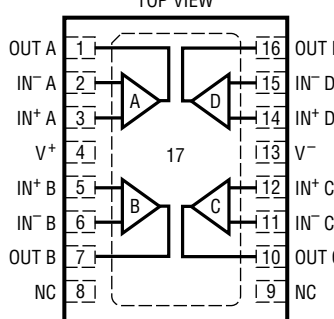
# LT6000/LT6001/LT6002

## 絶対最大定格 (Note 1)

全電源電圧 ( $V^+ \sim V^-$ ) .....	18V
入力電流 .....	$\pm 10\text{mA}$
SHDNピン電圧 (Note 7) .....	$V^- \sim V^+$
出力短絡時間 (Note 2) .....	無期限
動作温度範囲 (Note 3) .....	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
規定温度範囲 (Note 4) .....	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
接合部温度 .....	$150^\circ\text{C}$

接合部温度 (DFNパッケージ) .....	$125^\circ\text{C}$
保存温度範囲 .....	$-65^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$
保存温度範囲	
DFNパッケージ .....	$-65^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$
リード温度 (半田付け、10秒)	
MSOPおよびSSOPパッケージ .....	$300^\circ\text{C}$

## パッケージ/発注情報

 <p>DCB PACKAGE 6-LEAD (2mm × 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 160^\circ\text{C/W}</math> (NOTE 2) EXPOSED PAD (PIN 7) IS CONNECTED TO <math>V^-</math> (PIN 5)</p>		 <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP <math>T_{JMAX} = 150^\circ\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 250^\circ\text{C/W}</math></p>		 <p>DD PACKAGE 10-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 160^\circ\text{C/W}</math> (NOTE 2) EXPOSED PAD (PIN 11) IS CONNECTED TO <math>V^-</math> (PIN 4)</p>	
ORDER PART NUMBER	DCB PART MARKING*	ORDER PART NUMBER	MS8 PART MARKING*	ORDER PART NUMBER	DD PART MARKING*
LT6000CDCB LT6000IDCB	LCDM LCDM	LT6001CMS8 LT6001IMS8	LTBVD LTBVD	LT6001CDD LT6001IDD	LBVH LBVH
 <p>GN PACKAGE 16-LEAD NARROW PLASTIC SSOP <math>T_{JMAX} = 150^\circ\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 135^\circ\text{C/W}</math></p>		 <p>DHC PACKAGE 16-LEAD (5mm × 3mm) DFN <math>T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 160^\circ\text{C/W}</math> (NOTE 2) EXPOSED PAD (PIN 17) IS CONNECTED TO <math>V^-</math> (PIN 13)</p>			
ORDER PART NUMBER	GN PART MARKING	ORDER PART NUMBER	DHC PART MARKING*		
LT6002CGN LT6002IGN	6002 6002I	LT6002CDHC LT6002IDHC	6002 6002		
<b>Order Options</b> Tape and Reel: Add #TR Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF Lead Free Part Marking: <a href="http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/">http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/</a>					

\*温度等級は出荷時のコンテナで識別されます。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、弊社へお問い合わせください。

600012fa

電気的特性

●は全規定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。 $V_S = 1.8\text{V}$ 、 $0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = 0.5\text{V}$ 。注記がない限り、LT6000とLT6001DDでは $V_{SHDN} = V^+$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	LT6001MS8		200	600	$\mu\text{V}$
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●		800	$\mu\text{V}$
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●		950	$\mu\text{V}$
		LT6000DCB, LT6001DD, LT6002GN		250	750	$\mu\text{V}$
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●		1000	$\mu\text{V}$
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●		1200	$\mu\text{V}$
		LT6002DHC		300	900	$\mu\text{V}$
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●		1100	$\mu\text{V}$
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift (Note 5)	$V_{CM} = 0.5\text{V}$	●	2	5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		$V_{CM} = V^+$				
		LT6001MS8	●	400	1000	$\mu\text{V}$
					1300	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = 0.5\text{V}$	●	-5	-2	nA
		$V_{CM} = V^-$	●	-5	-2	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = V^+$	●	4	10	nA
		$V_{CM} = 0.5\text{V}$	●	0.2	1	nA
		$V_{CM} = V^-$	●	0.2	1	nA
$e_n$	Input Noise Voltage	$V_{CM} = V^+$	●	0.4	2	nA
		0.1Hz to 10Hz		1.2		$\mu\text{V}_{P-P}$
$i_n$	Input Voltage Noise Density	$f = 1\text{kHz}$		75		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$R_{IN}$	Input Current Noise Density	$f = 1\text{kHz}$		25		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
$C_{IN}$	Input Resistance	Common Mode ( $V_{CM} = 0\text{V}$ to $0.6\text{V}$ )		3.5		$\text{G}\Omega$
		Differential		10	25	$\text{M}\Omega$
$C_{IN}$	Input Capacitance			5		pF
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = 0\text{V}$ to $0.6\text{V}$ , $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	82	96	dB
		$V_{CM} = 0.1\text{V}$ to $0.6\text{V}$ , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●	82	96	dB
		$V_{CM} = 0\text{V}$ to $1.8\text{V}$	●	60	78	dB
	Input Voltage Range		●	0	1.8	V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 1.8\text{V}$ to $16\text{V}$	●	86	100	dB
		$V_{CM} = V_O = 0.5\text{V}$				
	Minimum Supply	$V_{CM} = V_O = 0.5\text{V}$	●	1.8		V
$A_{VOL}$	Large-Signal Gain	$V_O = 0.25\text{V}$ to $1.25\text{V}$		25	65	V/mV
		$R_L = 100\text{k}$ to GND		20		V/mV
		$R_L = 10\text{k}$ to GND	●	40	125	V/mV
		$R_L = 10\text{k}$ to GND	●	25		V/mV
$V_{OL}$	Output Swing Low (Note 6)	Input Overdrive = $30\text{mV}$				
		No Load	●	30	60	mV
$V_{OH}$	Output Swing High (Note 6)	$I_{SINK} = 100\mu\text{A}$	●	120	200	mV
		Input Overdrive = $30\text{mV}$				
		No Load	●	30	60	mV
		$I_{SOURCE} = 100\mu\text{A}$	●	140	225	mV
		$R_L = 10\text{k}$ to GND	●	160	250	mV

# LT6000/LT6001/LT6002

## 電気的特性

●は全規定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。 $V_S = 1.8\text{V}$ 、 $0\text{V}$ 、 $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = 0.5\text{V}$ 。注記がない限り、LT6000とLT6001DDでは $V_{\text{SHDN}} = V^+$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current	Short to GND	2	4		mA
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	1			
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	0.4			mA
		Short to $V^+$	0.7	2		
$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	0.4			mA		
$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	0.15				mA	
$I_S$	Supply Current per Amplifier	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$		13		16
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$			22	$\mu\text{A}$
					24	$\mu\text{A}$
	Total Supply Current in Shutdown (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$		0.8	1.5	$\mu\text{A}$
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 1.8\text{V}$		0	30	nA
		$V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$	-300	-200		nA
	Shutdown Output Leakage Current (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ ( $V^- \leq V_{\text{OUT}} \leq V^+$ )		20		nA
$V_L$	SHDN Pin Input Low Voltage (Note 7)				0.3	V
$V_H$	SHDN Pin Input High Voltage (Note 7)		1.5V			V
$t_{\text{ON}}$	Turn On Time (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ to $1.8\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$		400		$\mu\text{s}$
$t_{\text{OFF}}$	Turn Off Time (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 1.8\text{V}$ to $0\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$		100		$\mu\text{s}$
GBW	Gain Bandwidth Product (Note 8)	Freq = $1\text{kHz}$	32	50		kHz
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	28			
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	24			kHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $V_{\text{OUT}} = 0.25\text{V}$ to $1.5\text{V}$	9	15		V/ms
		Measure $0.5\text{V}$ to $1.25\text{V}$ , $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	7			
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	5			V/ms
FPBW	Full Power Bandwidth (Note 9)	$V_{\text{OUT}} = 1.25\text{V}_{\text{P-P}}$	2.3	3.8		kHz

電気的特性

●は全規定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。 $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_{OUT} = \text{電源電圧の}1/2$ 。注記がない限り、LT6000とLT6001DDでは $V_{SHDN} = V^+$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V <sub>OS</sub>	Input Offset Voltage	LT6001MS8		200	600	$\mu\text{V}$	
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●		800	$\mu\text{V}$	
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●		950	$\mu\text{V}$	
		LT6000DCB, LT6001DD, LT6002GN		250	750	$\mu\text{V}$	
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●		1000	$\mu\text{V}$	
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●		1200	$\mu\text{V}$	
		LT6002DHC		300	900	$\mu\text{V}$	
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●		1100	$\mu\text{V}$	
$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●		1300	$\mu\text{V}$			
$V_{CM} = V^+$	LT6001MS8			400	1000	$\mu\text{V}$	
					1300	$\mu\text{V}$	
		LT6000DCB, LT6001DD, LT6002GN		500	1200	$\mu\text{V}$	
				1550	$\mu\text{V}$		
$V_{CM} = V^+$	LT6002DHC			500	1300	$\mu\text{V}$	
					1700	$\mu\text{V}$	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift (Note 5)	$V_{CM} = V_S/2$		2	5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
I <sub>B</sub>	Input Bias Current	$V_{CM} = V_S/2$		-6	-2	nA	
		$V_{CM} = V^-$		-6	-2	nA	
		$V_{CM} = V^+$			4	12	nA
I <sub>OS</sub>	Input Offset Current	$V_{CM} = V_S/2$		0.2	1.2	nA	
		$V_{CM} = V^-$		0.2	1.2	nA	
		$V_{CM} = V^+$		0.4	2.4	nA	
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1.2		$\mu\text{V}_{P-P}$	
e <sub>n</sub>	Input Voltage Noise Density	f = 1kHz		75		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
i <sub>n</sub>	Input Current Noise Density	f = 1kHz		25		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$	
R <sub>IN</sub>	Input Resistance	Common Mode ( $V_{CM} = 0\text{V}$ to $3.8\text{V}$ )		3.5		G $\Omega$	
		Differential	●	8.5	25	M $\Omega$	
C <sub>IN</sub>	Input Capacitance			5		pF	
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = 0\text{V}$ to $3.8\text{V}$ , $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	90	105	dB	
		$V_{CM} = 0.1\text{V}$ to $3.8\text{V}$ , $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●	90	105	dB	
		$V_{CM} = 0\text{V}$ to $5\text{V}$	●	68	86	dB	
	Input Voltage Range			0	5	V	
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 1.8\text{V}$ to $16\text{V}$	●	86	100	dB	
		$V_{CM} = V_O = 0.5\text{V}$					
	Minimum Supply		●	1.8		V	
A <sub>VOL</sub>	Large-Signal Gain	$V_O = 0.5\text{V}$ to $4.5\text{V}$		30	60	V/mV	
		$R_L = 100\text{k}$ to $V_S/2$		25		V/mV	
		$R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$	●	16	25	V/mV	
		$R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$	●	10		V/mV	
		$R_L = 10\text{k}$ to GND		160	1000	V/mV	
		$R_L = 10\text{k}$ to GND	●	80		V/mV	
V <sub>OL</sub>	Output Swing Low (Note 6)	Input Overdrive = $30\text{mV}$					
		No Load	●	30	60	mV	
		I <sub>SINK</sub> = $100\mu\text{A}$	●	120	200	mV	
		I <sub>SINK</sub> = $500\mu\text{A}$	●	180	300	mV	

# LT6000/LT6001/LT6002

## 電気的特性

●は全規定温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。 $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$ 、 $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = \text{電源電圧の}1/2$ 。注記がない限り、LT6000とLT6001DDでは $V_{\text{SHDN}} = V^+$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{OH}}$	Output Swing High (Note 6)	Input Overdrive = 30mV				
		No Load	●	30	60	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 100\mu\text{A}$	●	140	225	mV
		$R_L = 10\text{k to GND}$	●	160	400	mV
$I_{\text{SC}}$	Short-Circuit Current	Short to GND		5	10	mA
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	4		mA
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●	3		mA
		Short to $V^+$		3.5	7.5	mA
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	2.5		mA
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●	1.5		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	15	18	$\mu\text{A}$
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●		24	$\mu\text{A}$
					27	$\mu\text{A}$
		$V_S = \pm 8\text{V}$	●	20	25	$\mu\text{A}$
					34	$\mu\text{A}$
	Total Supply Current in Shutdown (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$	●	3	5	$\mu\text{A}$
$I_{\text{SHDN}}$	$\text{SHDN}$ Pin Current (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 5\text{V}$	●	0	30	nA
		$V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$	●	-1000	-650	nA
	Shutdown Output Leakage Current (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 0.3\text{V}$ ( $V^- \leq V_{\text{OUT}} \leq V^+$ )	●	20		nA
$V_L$	$\text{SHDN}$ Pin Input Low Voltage (Note 7)		●		0.3	V
$V_H$	$\text{SHDN}$ Pin Input High Voltage (Note 7)		●	4.7		V
$t_{\text{ON}}$	Turn On Time (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 0\text{V to } 5\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$		400		$\mu\text{s}$
$t_{\text{OFF}}$	Turn Off Time (Note 7)	$V_{\text{SHDN}} = 5\text{V to } 0\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$		100		$\mu\text{s}$
GBW	Gain Bandwidth Product	Freq = 1kHz		40	60	kHz
		$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	35		kHz
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●	30		kHz
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $V_{\text{OUT}} = 0.5\text{V to } 4.5\text{V}$		11	18	V/ms
		Measure 1V to 4V, $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	●	8		V/ms
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	●	6		V/ms
FPBW	Full Power Bandwidth (Note 9)	$V_{\text{OUT}} = 4\text{V}_{\text{P-P}}$		0.87	1.4	kHz

**Note 1:** 絶対最大定格をそれを超えるとデバイスに永続的な損傷を与える可能性がある値。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:** 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。これは電源電圧と短絡しているアンプの数による。DDパッケージとDHCパッケージで規定される $\theta_{\text{JA}}$ は、PCBの最小限の熱放散メタル付きの場合である。ボードのすべての層で広いメタル面積を使用すると、この値は減少する。

**Note 3:** LT6000C/LT6000I/LT6001C/LT6001IおよびLT6002C/LT6002Iは、 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で動作することが保証されている。

**Note 4:** LT6000C/LT6001C/LT6002C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ず、QAサンプリングも行われぬ。LT6000I/LT6001I/LT6002I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 5:** 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 6:** 出力電圧振幅は出力と電源レール間で測定される。

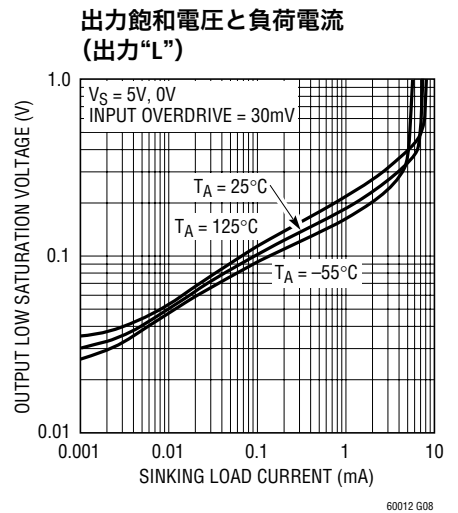
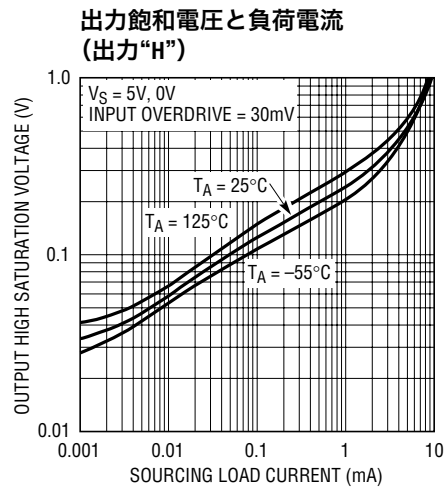
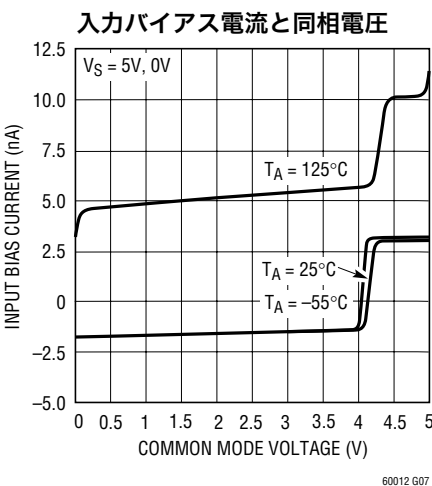
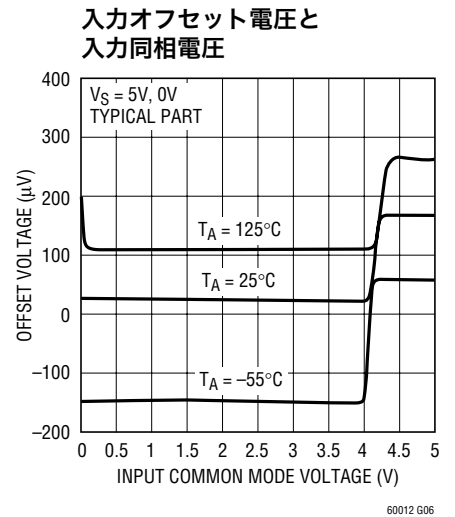
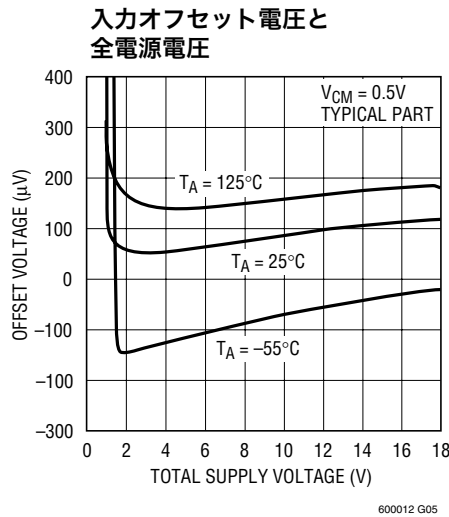
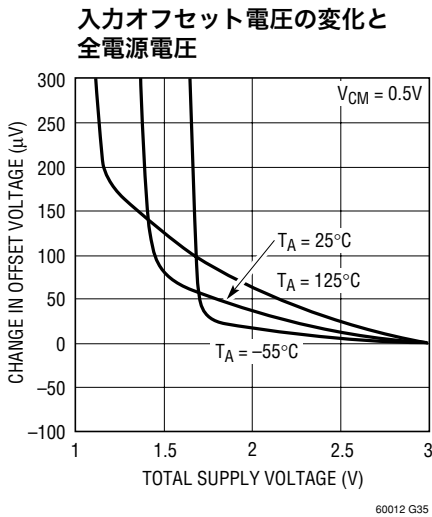
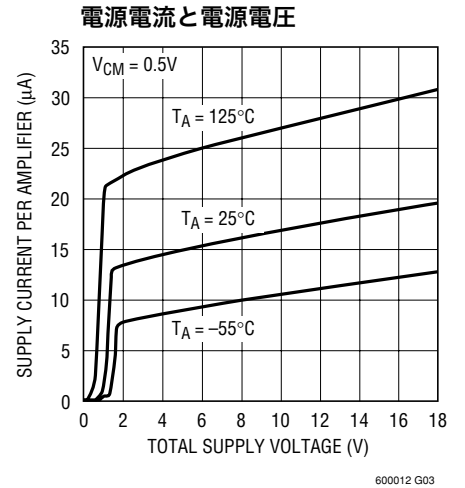
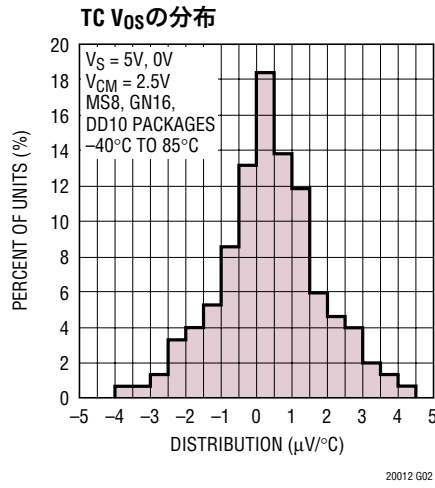
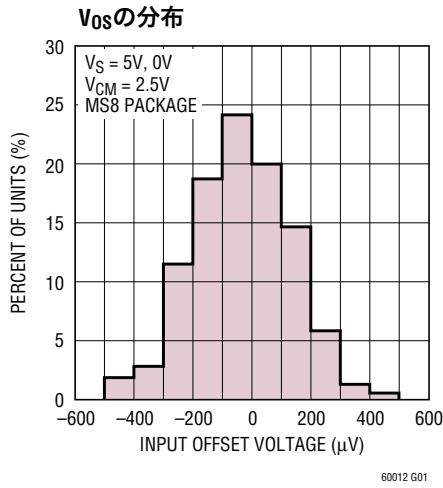
**Note 7:** これらの仕様は、LT6000またはシャットダウン機能付きのLT6001DDに適用される。

**Note 8:**  $V_S = 1.8\text{V}$ でのスルーレート、および $V_S = 5\text{V}$ でのGBWとの相関により保証されている。

**Note 9:** フルパワー帯域幅はスルーレートから計算される：

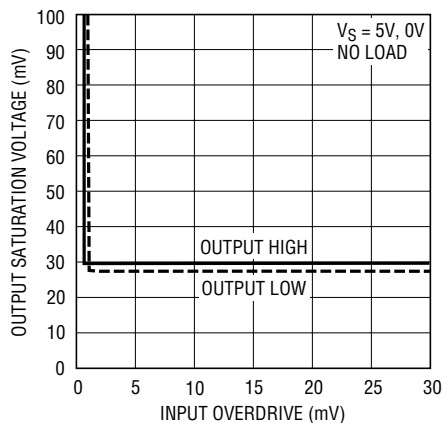
$$\text{FPBW} = \text{SR}/\pi V_{\text{P-P}}$$

標準的性能特性



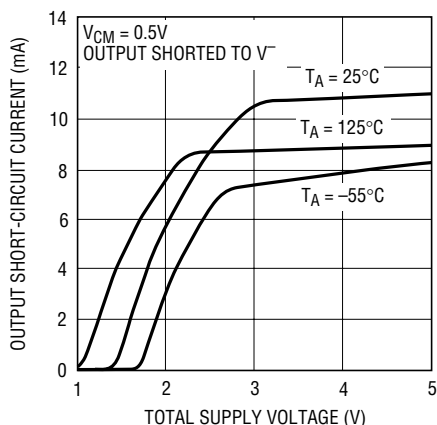
## 標準的性能特性

出力飽和電圧と  
入力オーバードライブ



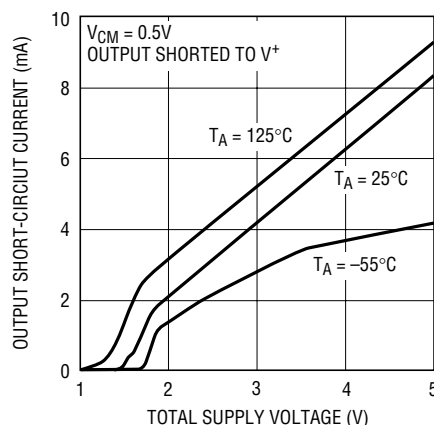
60012 G10

出力短絡電流と全電源電圧  
(ソース)



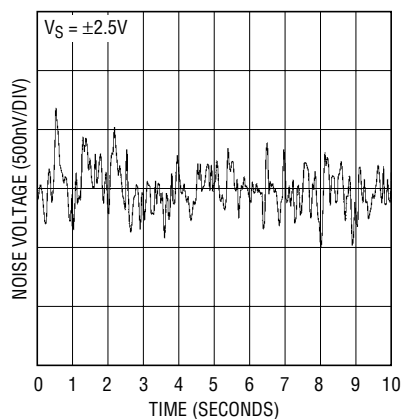
60012 G11

出力短絡電流と全電源電圧  
(シンク)



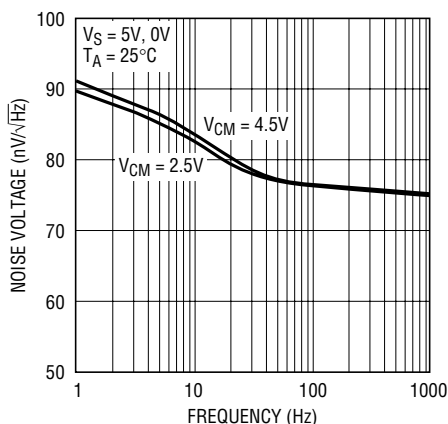
60012 G12

0.1Hz~10Hzの出力電圧ノイズ



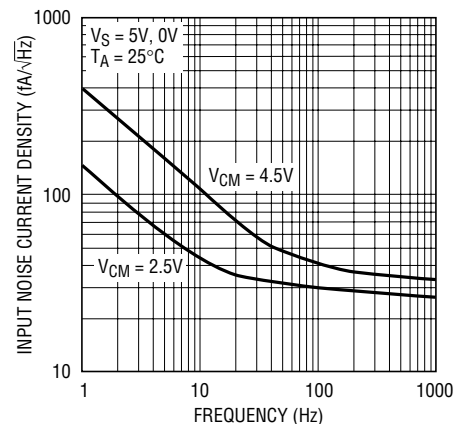
60012 G13

ノイズ電圧密度と周波数



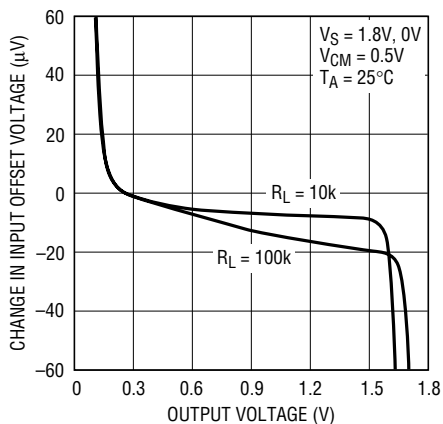
60012 G14

入力ノイズ電流と周波数



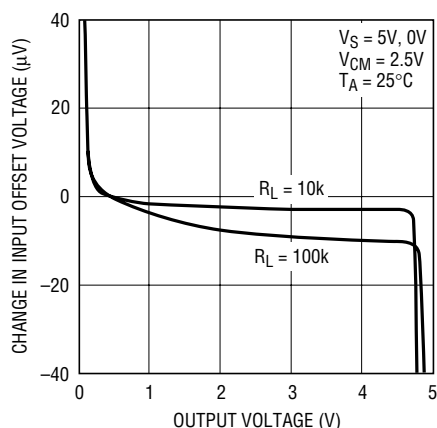
60012 G15

開ループ利得



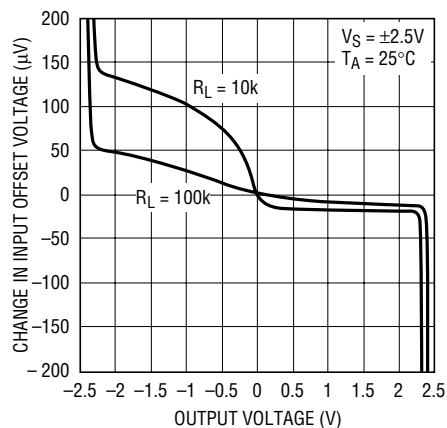
60012 G16

開ループ利得



60012 G17

開ループ利得

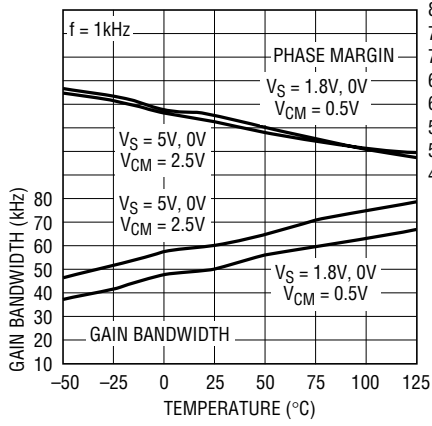


20012 G18



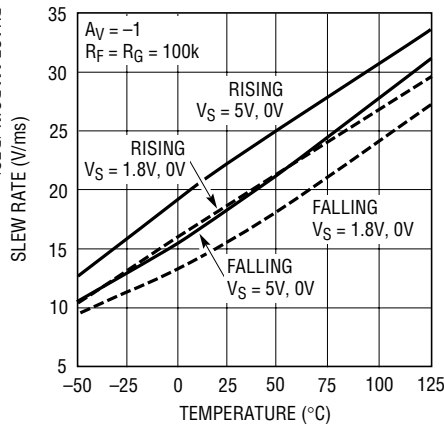
標準的性能特性

利得帯域幅および位相マージンと温度



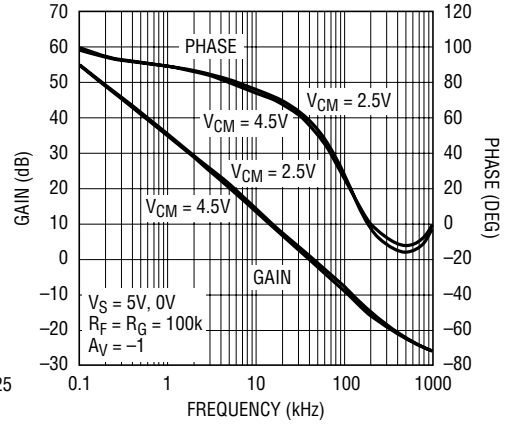
60012 G21

スルーレートと温度



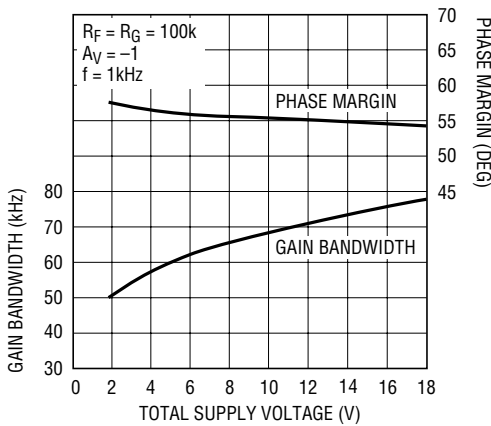
60012 G22

利得および位相と周波数



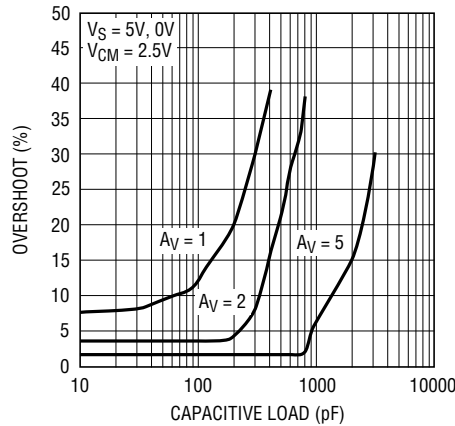
60012 G19

利得帯域幅および位相マージンと電源電圧



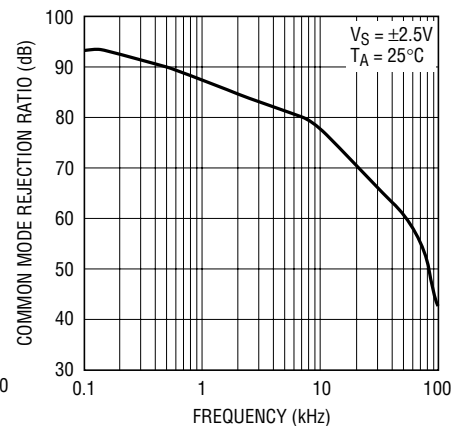
60012 G36

容量性負荷処理、オーバーシュートと容量性負荷



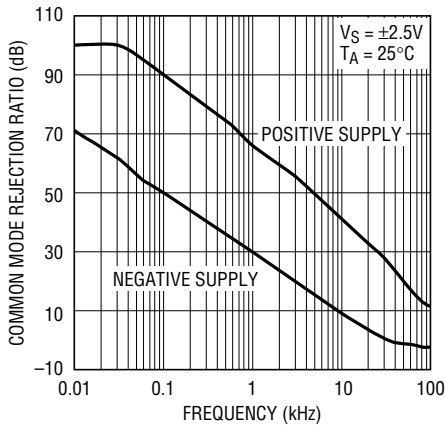
60012 G23

同相除去比と周波数



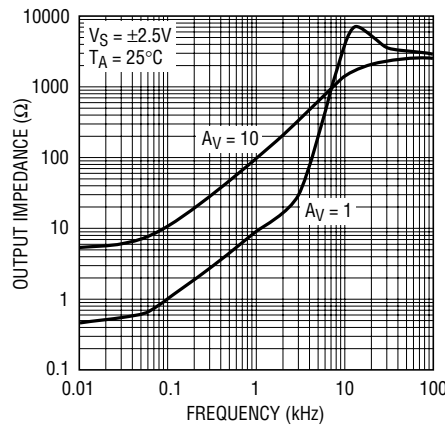
60012 G24

電源除去比と周波数



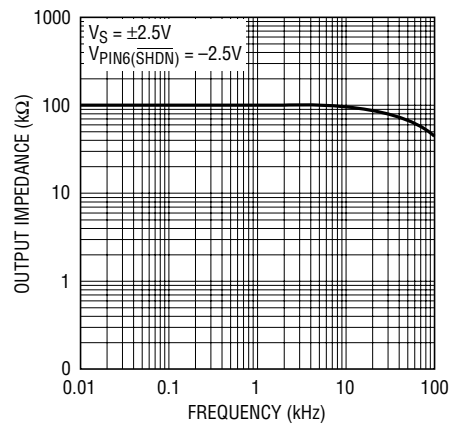
60012 G25

出力インピーダンスと周波数



60012 G26

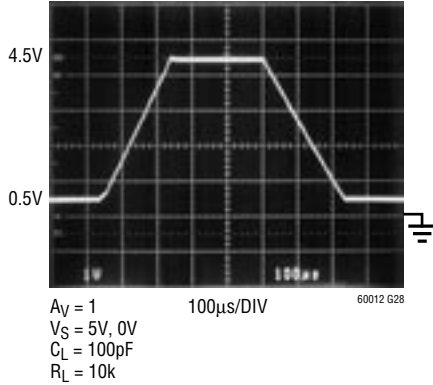
ディスエーブル時の出力インピーダンスと周波数 (LT6000/LT6001DD)



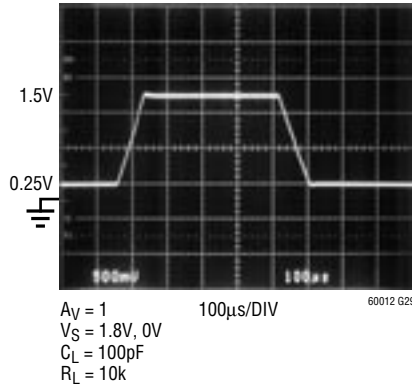
60012 G27

## 標準的性能特性

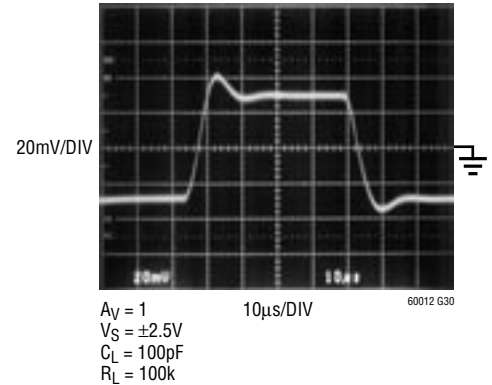
大信号応答



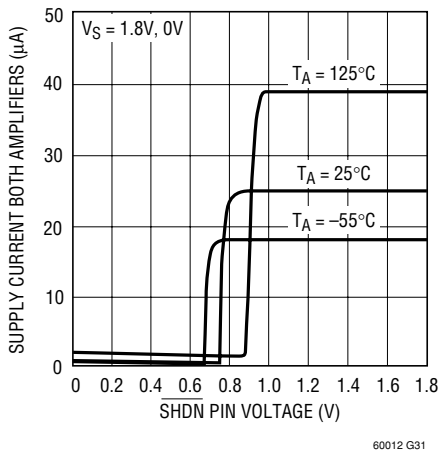
大信号応答



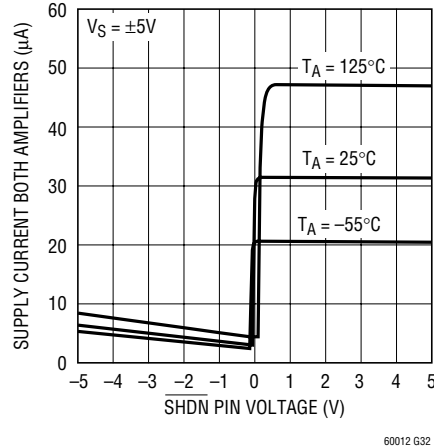
小信号応答



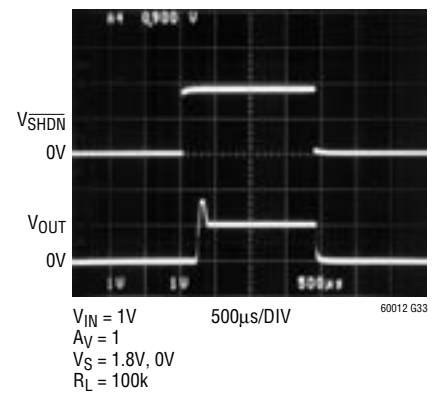
全電源電流とSHDNピン電圧 (LT6001DD)



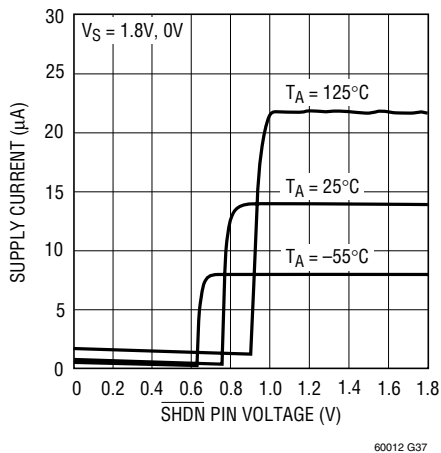
全電源電流とSHDNピン電圧 (LT6001DD)



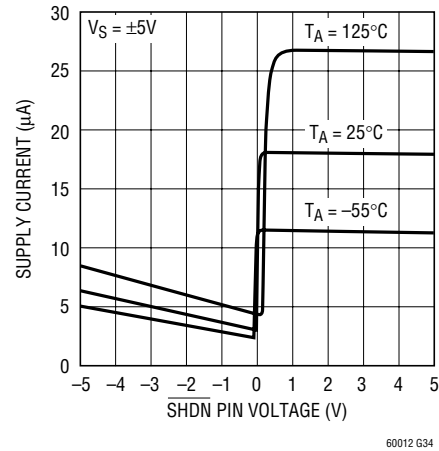
シャットダウン応答 (LT6000/LT6001DD)



電源電流とSHDNピン電圧 (LT6000)



電源電流とSHDNピン電圧 (LT6000)



簡略回路図

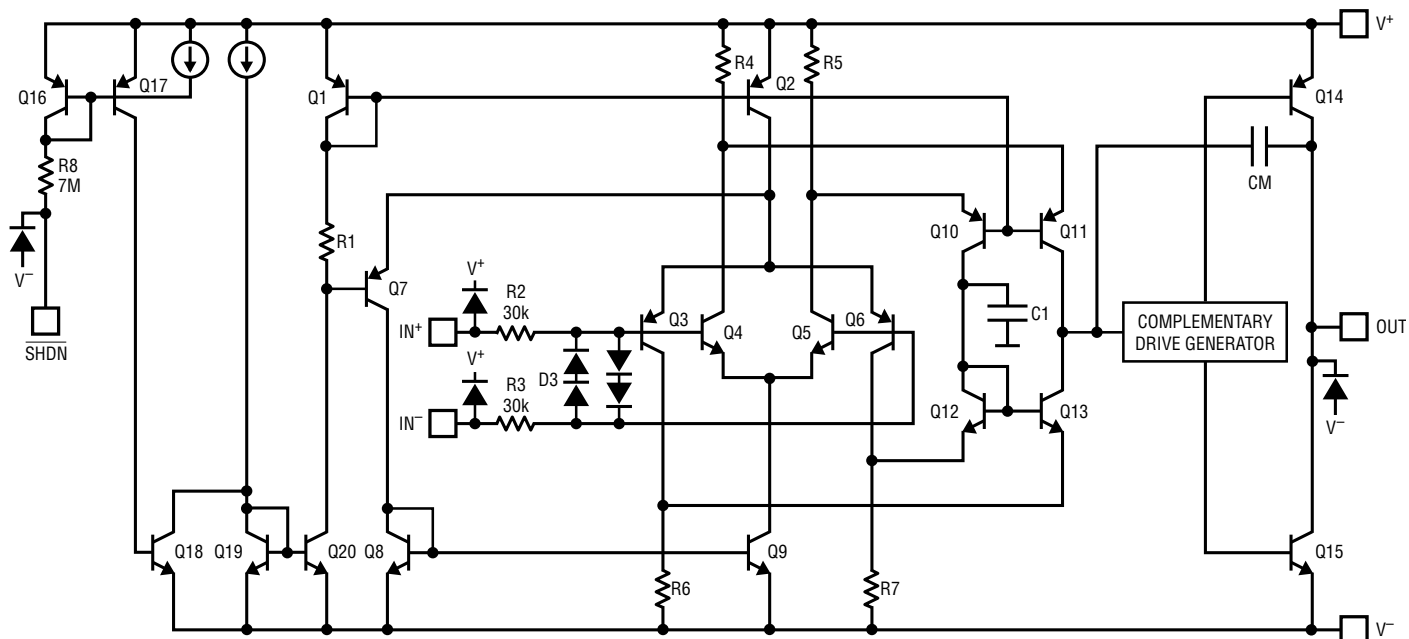


図1

アプリケーション情報

電源電圧

LT6000/LT6001/LT6002の正電源は、ピンから1インチ以内に小型コンデンサ(約0.01 $\mu$ F)を使用してバイパスする必要があります。重い負荷をドライブするときには、4.7 $\mu$ Fの電解コンデンサを追加しなければなりません。両電源を使用するときは、負電源ピンでも同様です。

レール・トゥ・レール特性

LT6000/LT6001/LT6002は、負電源から正電源までの入力信号範囲で完全に機能します。このアンプの簡略回路図を図1に示します。入力段は2個の差動アンプ(PNP段Q3/Q6およびNPN段Q4/Q5)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段は、負電源から正電源より約1V低い電圧までの間の同相電圧( $V_{CM}$ )でアクティブになります。 $V_{CM}$ が正電源に近づくと、トランジスタQ7がQ2のテール電流を電流ミラーQ8/Q9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なくなります。

次の段は折り返しカスケードと電流ミラーで、入力段の差動信号をシングルエンド出力に変換します。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。相補ドライブ・ジェネレータは、レール・トゥ・レールで振幅する出力トランジスタに電流を供給します。

入力

入力バイアス電流は、どの段がアクティブかによって決まります。入力バイアス電流の極性は、入力同相電圧によって異なります。PNP段がアクティブだと、入力ピンから入力バイアス電流が流れ出します。NPN段がアクティブだと、電流は逆方向に流れます。非反転および反転のソース・インピーダンスを等しくすることにより、入力バイアス電流に起因するオフセット誤差を最小限に抑えることができます。

## アプリケーション情報

入力オフセット電圧は、どの入力段がアクティブかによって決まりますが、両方の入力段で調整され、PNP段では最大でも600 $\mu$ Vが保証されます。入力オフセット電圧は、両方の入力段で調整されることによって、全同相範囲(CMRR)で通常400 $\mu$ Vとなり、アンプの精度が維持されます。

LT6000/LT6001/LT6002の入力段は位相反転保護機能を内蔵しており、入力が負電源レールを2V下回っても出力が逆極性になるのを防止します。入力ピンには30kの保護抵抗が内蔵されているため、入力がV<sub>-</sub>より下げられた場合、または大きな差動信号が印加された場合に、電流が過大になることはありません。入力が正電源レールを超える場合には、入力電流を10mAに制限する必要があります。

### 出力

LT6000/LT6001/LT6002の出力は、無負荷の正電源レールの30mV以内、無負荷の負電源レールの30mV以内に振幅することができます。正電源レールの30mV以内または負電源レールの30mV以内の入力電圧をモニタするときには、出力がクリップされない利得を選択する必要があります。LT6000/LT6001/LT6002は、単一5V電源で通常10mAをソースすることができ、「電気的特性」で注記するとおり、ソース電流は単一1.8V電源では4mAまで減少します。

出力が強制的にV<sub>-</sub>を下回ると、出力からV<sub>-</sub>の通常逆バイアスされているサブストレート・ダイオードは、無制限に電流を流します。この電流が過渡的なもので100mAに制限されていれば、デバイスは損傷を受けません。

### 起動特性と出力飽和特性

マイクロパワー・オペアンプは、起動時や出力飽和時の特性がマイクロパワーではなくなることがあります。このため、制限された電流源を破壊する可能性があり、最悪の場合、システムを公称電圧まで立ち上げるのに十分な電源電流を供給できなくなる場合があります。また、出力飽和時に、デバイスは過度の電流を流して電源電圧を低下させ、レール・トゥ・レール性能を劣化させることがあります。図1は、3つの制限されたケースにおけるLT6000/LT6001/LT6002の起動特性を示します。これらの回路を図2に示します。1つの回路は正のオフセットを生成し、“H”に飽和した状態が出力されます。もう1つの回路は負のオフセットを生成し、“L”に飽和した状態が出力され、最後の回路では電源電圧の1/2が出力されます。いずれの場合も電源電流は良好に制御され、出力がどちらのレールの状態でも過電流にはなりません。

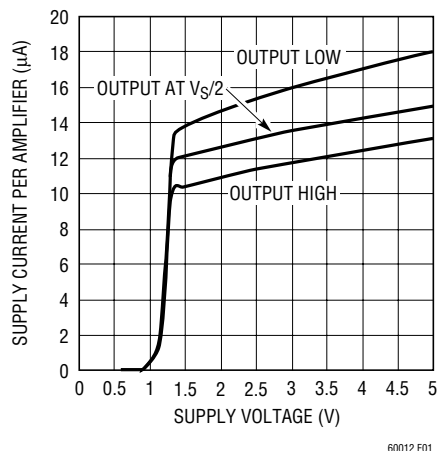


図1. 起動特性

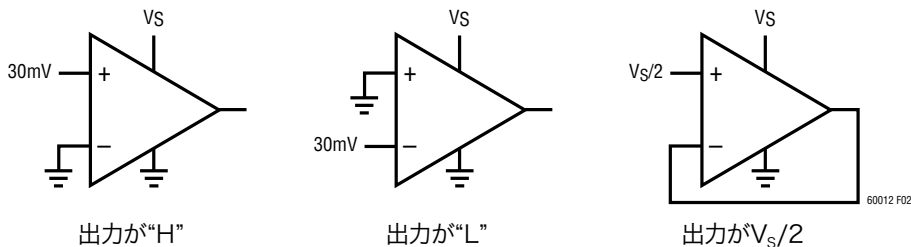


図2. 起動特性用回路

## アプリケーション情報

LT6000/LT6001/LT6002の出力は、各レールの30mV以内に正しく振幅できるので、実際、過度な電源電流は流れません。図3は、デュアルのLT6001を他社のデバイスと比較したものです。両方のオペアンプはユニティゲインで、出力は各レールまでドライブされています。電源電流は、オペアンプがリニア動作中で、各レールまでドライブされたときの値を示しています。図3から分かるように、他社のデバイスの電源電流は出力がどのレールに達するかに応じて3倍や5倍に増加しますが、LT6001には實際上、過度な電流は流れません。

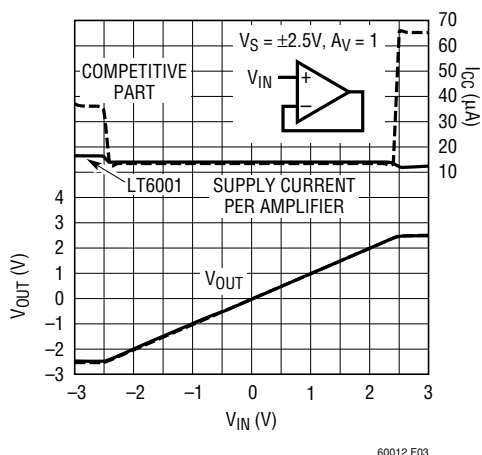


図3.  $V_{OUT}$ および $I_{CC}$ と入力電圧

### 利得

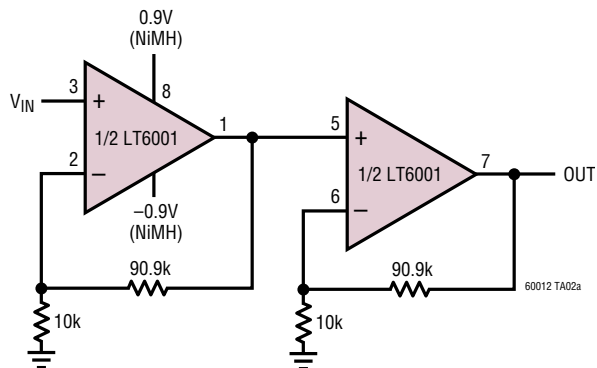
出力が電流をソースしているときには、開ループ利得は負荷とはほとんど関係がありません。これにより、負荷がグラウンドに戻される単一電源のアプリケーションでの性能が最適化されます。様々な負荷に対する開ループ利得の標準性能曲線により詳細が示されています。

### シャットダウン

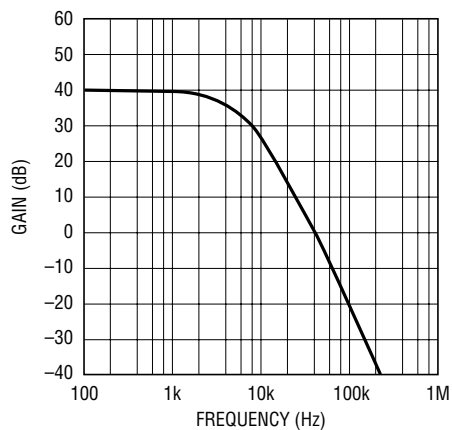
シングルのLT6000および10ピンのデュアルのLT6001は、デバイスをディスエーブルして消費電流を低減し、出力をハイ・インピーダンスにするシャットダウン機能を備えています。これらのデバイスは、 $\overline{SHDN}$ ピンを $V^-$ の0.3V以内にとするとシャットダウンさせることができます。これらのアンプは、 $\overline{SHDN}$ ピンを $V^-$ の0.3V以内にとするとシャットダウンすることが保証されています。この正確な切り替え点は電源電圧の関数になります。「標準的性能特性」の電源電流とシャットダウン・ピン電圧のグラフを参照してください。シャットダウンすると、全電源電流は約0.8 $\mu$ Aに、出力リーク電流は20nA ( $V^- \leq V_{OUT} \leq V^+$ )になります。通常動作時には、 $\overline{SHDN}$ ピンは $V^+$ に接続してください。 $\overline{SHDN}$ ピンをフロートさせておくことができませんが、 $\overline{SHDN}$ ピンの寄生リーク電流が1 $\mu$ Aを超えると、デバイスを誤ってシャットダウンしてしまうことがあります。

## 標準的応用例

利得100のアンプ  
(30 $\mu$ Aの電源電流でGBWが400kHz)

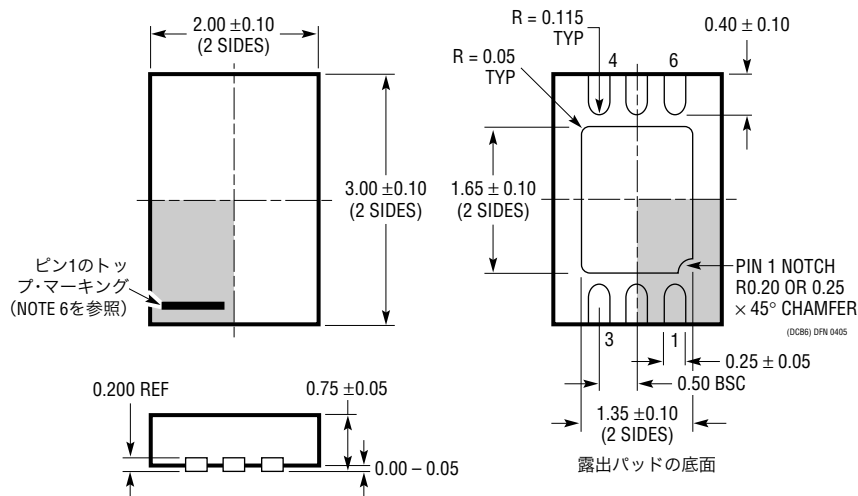
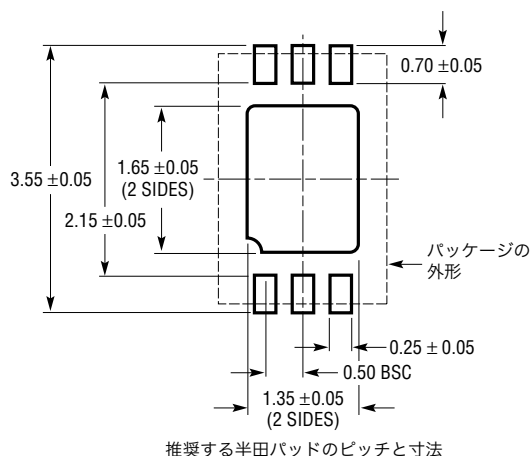


利得と周波数



パッケージ寸法

DCBパッケージ  
6ピン・プラスチックDFN(2mm×3mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1715)

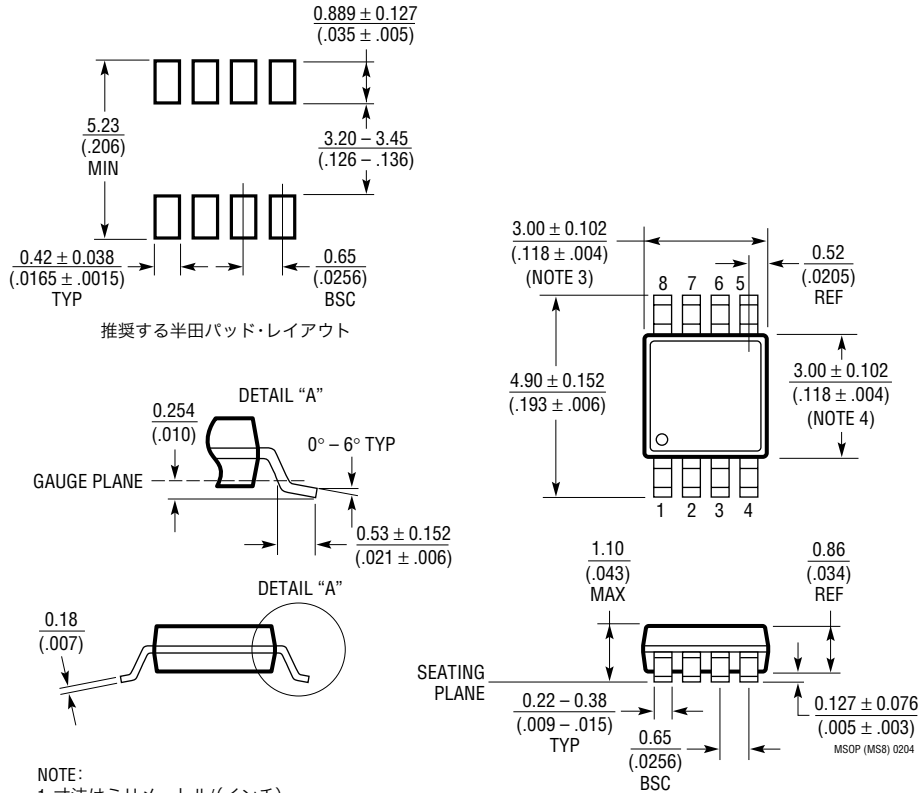


- NOTE:
1. 図はJEDECパッケージ外形M0-229のバリエーションになる予定
  2. 図は実寸とは異なる
  3. すべての寸法はミリメートル
  4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。モールドのバリは (もしあれば) 各サイドで0.15mmを超えないこと
  5. 露出パッドは半田メッキとする
  6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

# LT6000/LT6001/LT6002

## パッケージ寸法

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



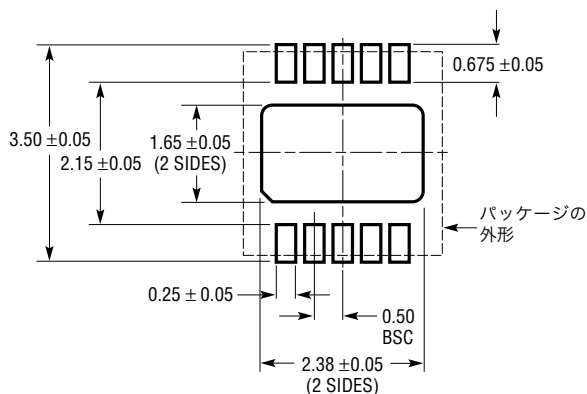
**NOTE:**

1. 寸法はミリメートル/(インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 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0.152mm (0.006")を超えないこと
4. 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0.152mm (0.006")を超えないこと
5. リードの平坦度(整形後のリードの底面)は最大0.102mm (0.004")であること

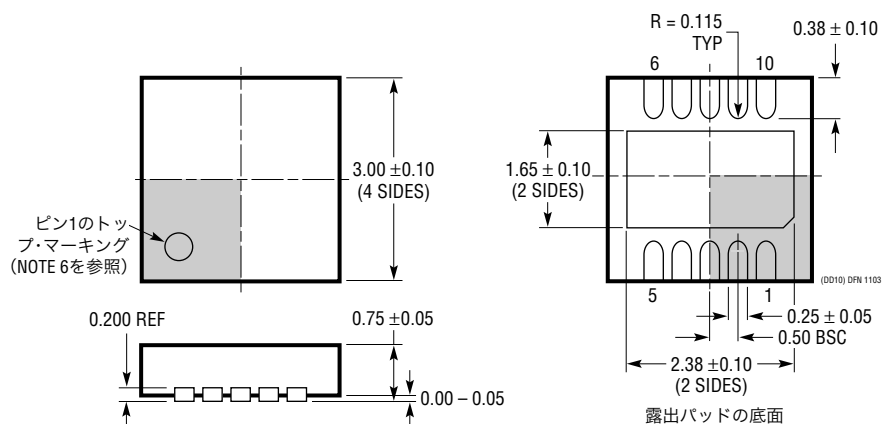


パッケージ寸法

DDパッケージ  
10ピン (3mm×3mm) プラスチックDFN  
(Reference LTC DWG # 05-08-1699)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



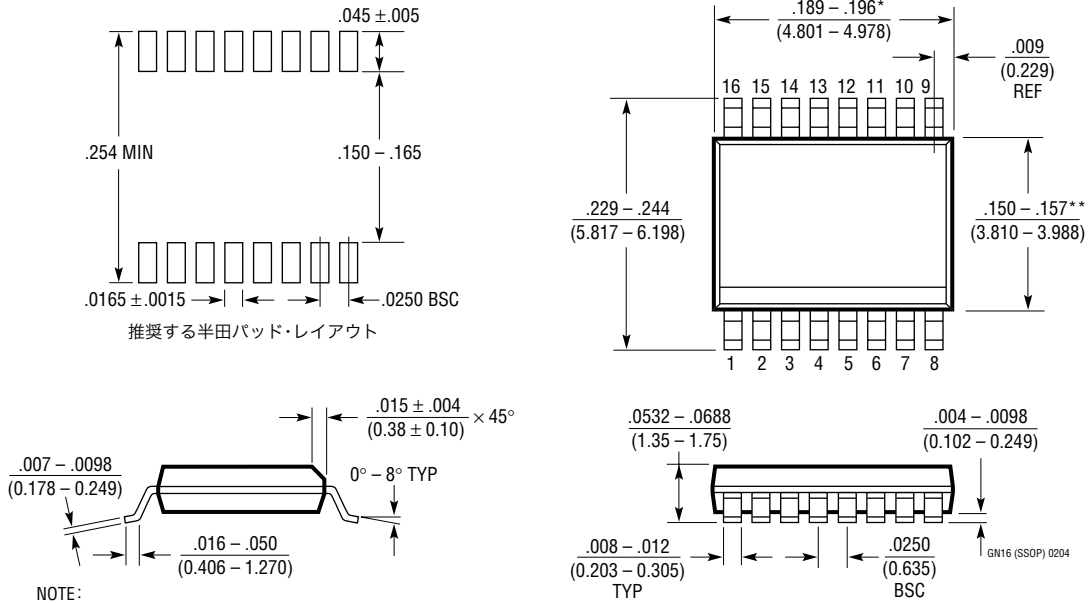
NOTE:

1. 図はJEDECパッケージ外形M0-229のバリエーション (WEED-2) になる予定。  
バリエーションの指定の現状についてはLTCのWebサイトのデータシートを参照
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

# LT6000/LT6001/LT6002

## パッケージ寸法

**GNパッケージ**  
**16ピン細型プラスチックSSOP**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1641)

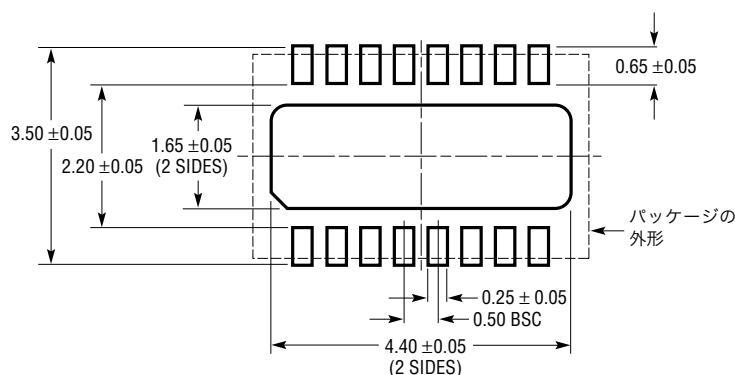


**NOTE:**

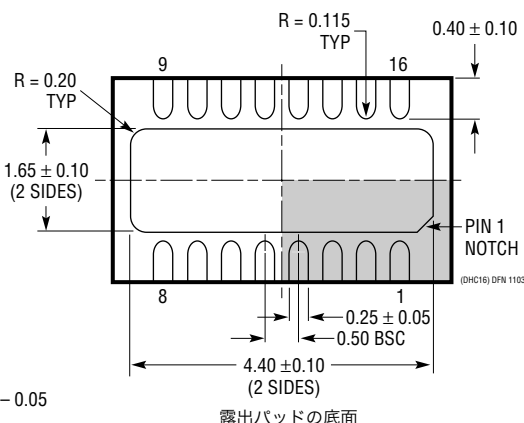
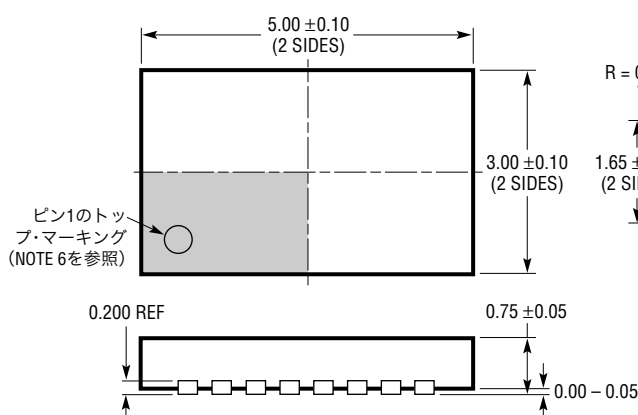
- 標準寸法: インチ
  - 寸法は  $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
  - 図は実寸とは異なる
- \*寸法にはモールドのバリを含まない。モールドのバリは各サイドで  $0.006^*$  ( $0.152\text{mm}$ ) を超えないこと
- \*\*寸法にはリード間のバリを含まない。リード間のバリは各サイドで  $0.010^*$  ( $0.254\text{mm}$ ) を超えないこと

パッケージ寸法

DHCパッケージ  
16ピン(5mm×5mm)プラスチックDFN  
(Reference LTC DWG # 05-08-1706)



推奨する半田パッドのピッチと寸法

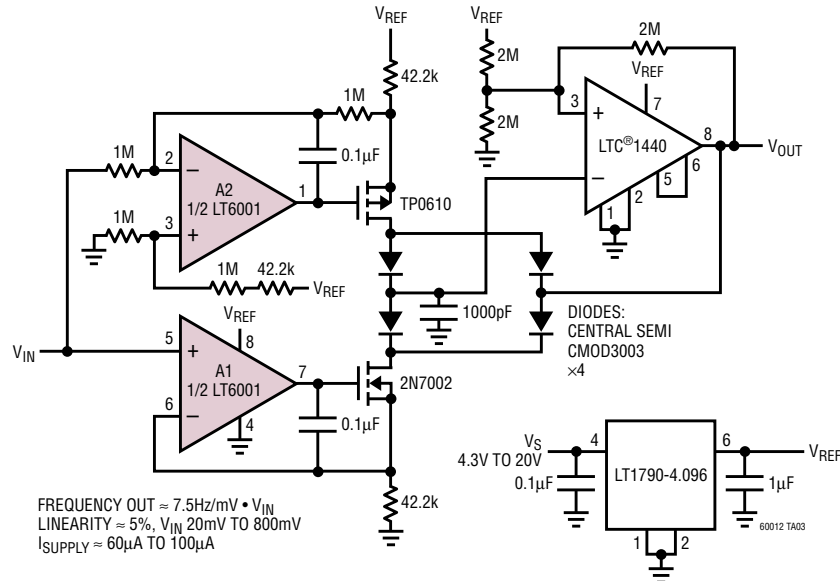


NOTE:

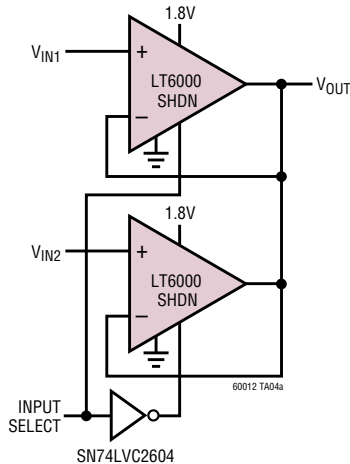
1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインM0-229のバージョンのバリエーション (WJED-1) として提案
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。  
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

## 標準的応用例

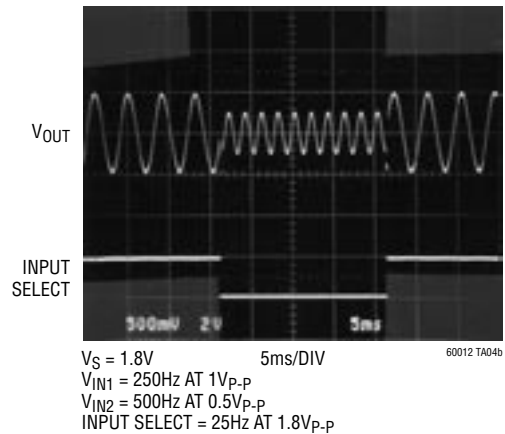
### 低電力V/Fコンバータ



### MUXアンプ



### MUXアンプの波形



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT2178/LT2179	17µAデュアル/クワッド単一電源オペアンプ	$V_{OS(MAX)}$ : 120µV、利得帯域幅=60kHz
LT1490A/LT1491A	50µAデュアル/クワッドOver-The-Top <sup>®</sup> レール・トゥ・レール入出力オペアンプ	$V_{OS(MAX)}$ : 950µV、利得帯域幅=200kHz
LT1494/LT1495/LT1496	最大1.5µA、シングル/デュアル/クワッドOver-The-Top 高精度レール・トゥ・レール入出力オペアンプ	$V_{OS(MAX)}$ : 375µV、利得帯域幅=2.7kHz
LT1672/LT1673/LT1674	最大2µA、 $AV \geq 5$ 、シングル/デュアル/クワッドOver-The-Top 高精度レール・トゥ・レール入出力オペアンプ	利得5で安定、利得帯域幅=12kHz
LT1782	マイクロパワーOver-The-Top SOT-23レール・トゥ・レール入出力オペアンプ	SOT-23、 $V_{OS(MAX)}$ : 800µV、 $I_S=55\mu\text{A}$ (最大)、利得帯域幅=200kHz、シャットダウン・ピン

Over-The-Topはリニアテクノロジー社の登録商標です。

60012fa