

シャットダウン機能付き、 135 μ A、14nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 、レール・トゥ・レール出力、 高精度オペアンプ

特長

- オフセット電圧：35 μ V（最大）
- 入力バイアス電流：110pA（最大）
- 消費電流：135 μ A
- レール・トゥ・レール出力振幅
- シャットダウン時の消費電流：12 μ A
- 電圧利得：120dB（最小）、 $V_S = \pm 15\text{V}$
- V_{OS} ドリフト：0.8 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ （最大）
- 入力ノイズ電圧：14nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- 2.7V \sim $\pm 18\text{V}$ の電源電圧動作
- 動作温度範囲：-40 $^\circ\text{C}$ \sim 85 $^\circ\text{C}$
- 省スペースの 3mm \times 3mm DFN パッケージ

アプリケーション

- 熱電対アンプ
- 高精度フォトダイオード・アンプ
- 計装アンプ
- 高精度のバッテリー駆動システム

説明

LT[®]6010 は、低ノイズと高精度入力性能に低消費電力とレール・トゥ・レール出力振幅を組み合わせたオペアンプです。

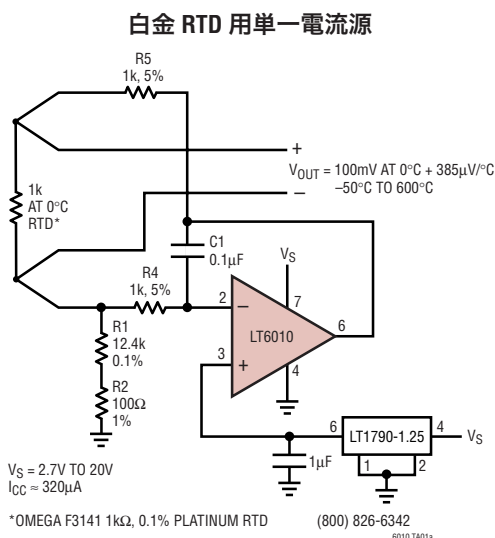
入力オフセット電圧は 35 μV 未満に調整されています。低ドリフトと優れた長期安定度により、全温度範囲と時間範囲で高精度が保証されます。さらに最大 110pA の入力バイアス電流と最小 120dB の電圧利得により、この高精度を全動作条件で維持します。

LT6010 は 2.7V \sim 36V のあらゆる電源電圧で動作し、5V 電源時の消費電流はわずか 135 μA です。省電力のシャットダウン・モードでは、消費電流が 12 μA に低減されます。出力電圧は両方の電源レールの 40mV 以内に振幅するので、低電圧の単一電源動作に適しています。

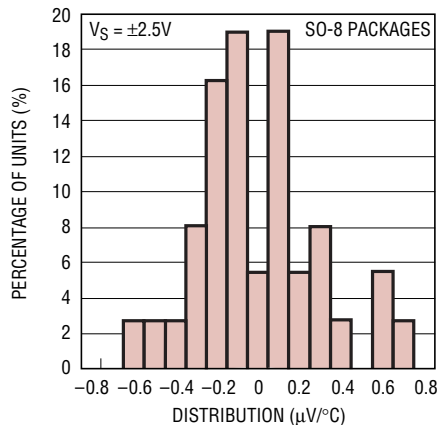
LT6010 は 5V と $\pm 15\text{V}$ の電源、-40 $^\circ\text{C}$ \sim 85 $^\circ\text{C}$ の温度範囲で完全に規定されています。SO-8 パッケージと省スペースの 3mm \times 3mm DFN パッケージで供給されます。また、このオペアンプには、デュアル・バージョン (LT6011) とクワッド・バージョン (LT6012) があります。

 LTC、LT はリニアテクノロジー社の登録商標です。

標準的応用例



オフセット電圧ドリフトの分布



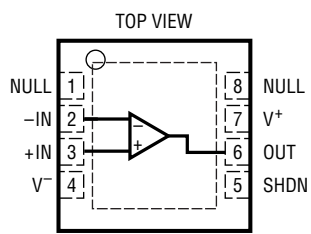
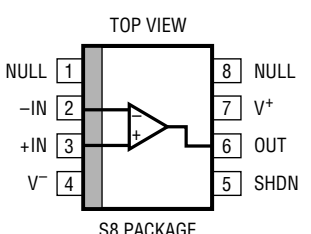
LT6010

絶対最大定格

(Note 1)

全電源電圧 ($V^+ \sim V^-$)	40V	最大接合部温度	
差動入力電圧 (Note 2)	10V	DD パッケージ	125°C
入力電圧、シャットダウン電圧	$V^+ \sim V^-$	S0-8 パッケージ	150°C
入力電流 (Note 2)	$\pm 10\text{mA}$	保存温度範囲	
出力短絡時間 (Note 3)	無期限	DD パッケージ	-65°C ~ 125°C
動作温度範囲 (Note 4)	-40°C ~ 85°C	S0-8 パッケージ	-65°C ~ 150°C
規定温度範囲 (Note 5)	-40°C ~ 85°C	リード温度 (半田付け、10 秒)	300°C

パッケージ/発注情報

 <p>DD PACKAGE 8-LEAD (3mm x 3mm) PLASTIC DFN $T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}$, $\theta_{JA} = 160^\circ\text{C/W}$ UNDERSIDE METAL INTERNALLY CONNECTED TO V^- (PCB CONNECTION OPTIONAL)</p>	ORDER PART NUMBER	 <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO $T_{JMAX} = 150^\circ\text{C}$, $\theta_{JA} = 190^\circ\text{C/W}$</p>	ORDER PART NUMBER
	LT6010CDD LT6010IDD LT6010ACDD LT6010AIDD		LT6010CS8 LT6010IS8 LT6010ACS8 LT6010AIS8
	DD PART MARKING*		S8 PART MARKING
LADU			6010 6010I 6010A 6010AI

* 温度等級は出荷時のコンテナのラベルで識別されます。
より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社にお問い合わせください。

電気的特性

● は全動作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。
注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}$ 、 0V ； $V_{CM} = 2.5\text{V}$ ； R_L は 0V に； $\text{SHDN} = 0.2\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 7)	LT6010AS8 $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	10	35	μV
			●		60	μV
			●		75	μV
		LT6010S8 $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	20	55	μV
		●		85	μV	
		●		110	μV	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift (Note 6)	LT6010ADD $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	20	60	μV
			●		85	μV
			●		100	μV
		LT6010DD $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●	30	80	μV
		●		110	μV	
		●		135	μV	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift (Note 6)	LT6010AS8, LT6010S8	●	0.2	0.8	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LT6010ADD, LT6010DD	●	0.2	1.3	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

sn6010 6010fs

電気的特性

●は全動作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。
 注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}$ 、 0V ； $V_{CM} = 2.5\text{V}$ ； R_L は 0V に； $\text{SHDN} = 0.2\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{OS}	Input Offset Current (Note 7)	LT6010AS8 $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	20	110 150 200	μA μA μA
		LT6010S8 $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	40	200 300 400	μA μA μA
		LT6010ADD $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	20	200 300 400	μA μA μA
		LT6010DD $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	40	300 400 500	μA μA μA
I_B	Input Bias Current (Note 7)	LT6010AS8 $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	20	± 110 ± 150 ± 200	μA μA μA
		LT6010S8 $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	40	± 200 ± 300 ± 400	μA μA μA
		LT6010ADD $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	20	± 200 ± 300 ± 400	μA μA μA
		LT6010DD $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$ $T_A = -40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$	● ●	40	± 300 ± 400 ± 500	μA μA μA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		400		nV_{P-P}
e_n	Input Noise Voltage Density	$f = 1\text{kHz}$		14		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
i_n	Input Noise Current Density	$f = 1\text{kHz}$		0.1		$\mu\text{A}/\sqrt{\text{Hz}}$
R_{IN}	Input Resistance	Common Mode, $V_{CM} = 1\text{V to } 3.8\text{V}$		10	120	$\text{G}\Omega$
		Differential			20	$\text{M}\Omega$
C_{IN}	Input Capacitance			4		pF
V_{CM}	Input Voltage Range (Positive)	Guaranteed by CMRR	●	3.8	4	V
	Input Voltage Range (Negative)	Guaranteed by CMRR	●		0.7	1
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = 1\text{V to } 3.8\text{V}$	●	107	135	dB
	Minimum Supply Voltage	Guaranteed by PSRR	●	2.4	2.7	V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 2.7\text{V to } 36\text{V}$, $V_{CM} = 1/2V_S$	●	112	135	dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L = 10\text{k}$, $V_{OUT} = 1\text{V to } 4\text{V}$	●	300	2000	V/mV
		$R_L = 2\text{k}$, $V_{OUT} = 1\text{V to } 4\text{V}$	●	250	2000	V/mV
V_{OUT}	Maximum Output Swing (Positive, Referred to V^+)	No Load, 50mV Overdrive	●	35	55 65	mV mV
		$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$, 50mV Overdrive	●	120	170 220	mV mV
	Maximum Output Swing (Negative, Referred to 0V)	No Load, 50mV Overdrive	●	40	55 65	mV mV
		$I_{SINK} = 1\text{mA}$, 50mV Overdrive	●	150	225 275	mV mV

LT6010

電気的特性

● は全動作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。
 注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}$ 、 0V ； $V_{CM} = 2.5\text{V}$ ； R_L は 0V に； $\text{SHDN} = 0.2\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{SC}	Output Short-Circuit Current (Note 3)	$V_{OUT} = 0\text{V}$, 1V Overdrive (Source)	10 4	14		mA mA
		$V_{OUT} = 5\text{V}$, -1V Overdrive (Sink)	10 4	21		mA mA
SR	Slew Rate	$A_V = -10$, $R_F = 50\text{k}$, $R_G = 5\text{k}$ $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	0.06 0.05 0.04	0.09		V/ μs V/ μs V/ μs
GBW	Gain Bandwidth Product	$f = 10\text{kHz}$	250 225	330		kHz kHz
t_s	Settling Time	$A_V = -1$, 0.01%, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ to 3.5V		45		μs
t_r , t_f	Rise Time, Fall Time	$A_V = 1$, 10% to 90%, 0.1V Step		1		μs
I_{SHDN}	SHDN Pin Current	$\text{SHDN} \leq V^- + 0.2\text{V}$ (On)			0.25	μA
		$\text{SHDN} = V^- + 2.0\text{V}$ (Off)		15	25	μA
t_{SHDN}	SHDN Turn-On, Turn-Off Time	$\text{SHDN} = V^-$ (On) to $V^- + 2.0\text{V}$ (Off)		25		μs
		$\text{SHDN} = V^- + 2.0\text{V}$ (Off) to V^- (On)		25		μs
I_S	Supply Current	$\text{SHDN} \leq V^- + 0.2\text{V}$ (On) $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		135	150 190 210	μA μA μA
		$\text{SHDN} = V^- + 2.0\text{V}$ (Off)		12	25 50	μA μA

● は全動作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。
 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $V_{CM} = 0\text{V}$ 、 R_L は 0V に、 $\text{SHDN} = -14.8\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 7)	LT6010AS8 $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		10	60 80 110	μV μV μV
		LT6010S8 $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		20	85 120 160	μV μV μV
		LT6010ADD $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		20	85 105 135	μV μV μV
		LT6010DD $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		30	110 145 185	μV μV μV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Drift (Note 6)	LT6010AS8, LT6010S8 LT6010ADD, LT6010DD		0.2 0.2	0.8 1.3	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_{OS}	Input Offset Current (Note 7)	LT6010AS8 $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		20	110 150 200	pA pA pA
		LT6010S8 $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		40	200 300 400	pA pA pA
		LT6010ADD $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		20	200 300 400	pA pA pA

電気的特性

● は全動作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。
 注記がない限り、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $V_{CM} = 0\text{V}$ 、 R_L は 0V に、 $\text{SHDN} = -14.8\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{OS}	Input Offset Current (Note 7)	LT6010DD		40	300	pA
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C	●		400	pA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●		500	pA
I_B	Input Bias Current (Note 7)	LT6010AS8		20	± 110	pA
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C	●		± 150	pA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●		± 200	pA
		LT6010S8		40	± 200	pA
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C	●		± 300	pA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●		± 400	pA
		LT6010ADD		20	± 200	pA
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C	●		± 300	pA
$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	●		± 400	pA		
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		400		nV _{r-p}
e_n	Input Noise Voltage Density	$f = 1\text{kHz}$		13		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
i_n	Input Noise Current Density	$f = 1\text{kHz}$		0.1		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
R_{IN}	Input Resistance	Common Mode, $V_{CM} = \pm 13.5\text{V}$	50	400		G Ω
		Differential		20		M Ω
C_{IN}	Input Capacitance			4		pF
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	● ± 13.5	± 14		V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = -13.5\text{V}$ to 13.5V	●	115	135	dB
			●	112		dB
	Minimum Supply Voltage	Guaranteed by PSRR	●	± 1.2	± 1.35	V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = \pm 1.35\text{V}$ to $\pm 18\text{V}$	●	112	135	dB
A_{VOL}	Large-Signal Voltage Gain	$R_L = 10\text{k}$, $V_{OUT} = -13.5\text{V}$ to 13.5V	●	1000	2000	V/mV
		$R_L = 5\text{k}$, $V_{OUT} = -13.5\text{V}$ to 13.5V	●	600		V/mV
V_{OUT}	Maximum Output Swing (Positive, Referred to V^+)	No Load, 50mV Overdrive	●	45	80	mV
		$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$, 50mV Overdrive	●	140	195	mV
	Maximum Output Swing (Negative, Referred to 0V)	No Load, 50mV Overdrive	●	45	80	mV
		$I_{SINK} = 1\text{mA}$, 50mV Overdrive	●	150	250	mV
I_{SC}	Output Short-Circuit Current (Note 3)	$V_{OUT} = 0\text{V}$, 1V Overdrive (Source)	●	10	15	mA
		$V_{OUT} = 0\text{V}$, -1V Overdrive (Sink)	●	5	20	mA
			●	10	20	mA
			●	5		mA

LT6010

電気的特性

●は全動作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。
 注記がない限り、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $V_{CM} = 0\text{V}$ 、 R_L は 0Ω に、 $\text{SHDN} = -14.8\text{V}$ 。(Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SR	Slew Rate	$A_V = -10$, $R_F = 50\text{k}$, $R_G = 5\text{k}$	0.08	0.11		V/ μs
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C	0.07			V/ μs
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C	0.05			V/ μs
GBW	Gain Bandwidth Product	$f = 10\text{kHz}$	275	350		kHz
t_s	Settling Time	$A_V = -1$, 0.01%, $V_{OUT} = 0\text{V}$ to 10V		85		μs
t_r , t_f	Rise Time, Fall Time	$A_V = 1$, 10% to 90%, 0.1V Step		1		μs
I_{SHDN}	SHDN Pin Current	$\text{SHDN} \leq V^- + 0.2\text{V}$ (On)			0.25	μA
		$\text{SHDN} = V^- + 2.0\text{V}$ (Off)		15	25	μA
t_{SHDN}	SHDN Turn-On, Turn-Off Time	$\text{SHDN} = V^-$ (On) to $V^- + 2.0\text{V}$ (Off)		25		μs
		$\text{SHDN} = V^- + 2.0\text{V}$ (Off) to V^- (On)		25		μs
I_S	Supply Current	$\text{SHDN} \leq V^- + 0.2\text{V}$ (On)		260	330	μA
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C			380	μA
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C			400	μA
		$\text{SHDN} = V^- + 2.0\text{V}$ (Off)		18	50	μA

Note 1: 絶対最大定格は、それを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: 入力にはバック・トゥ・バック・ダイオードと内部直列抵抗により保護されている。差動入力電圧が 10V を超える場合、入力電流は 10mA 未満に制限しなければならない。

Note 3: 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: LT6010C と LT6010I の両方とも -40°C ~ 85°C の温度範囲で動作することが保証されている。

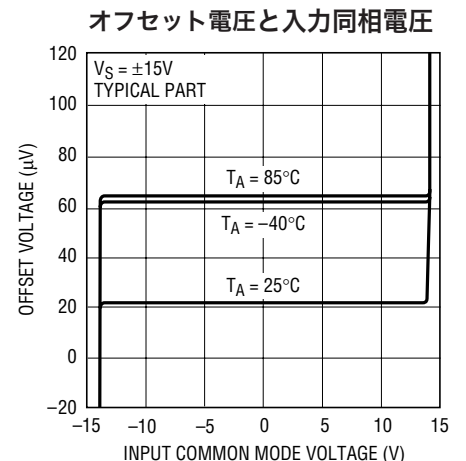
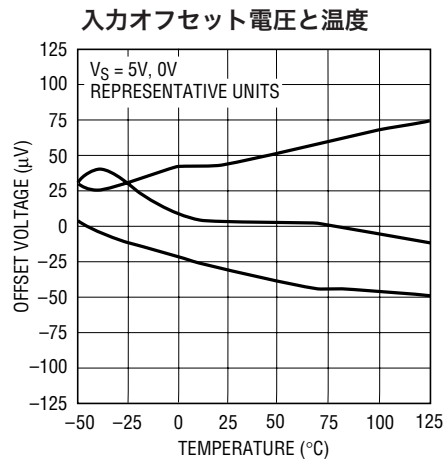
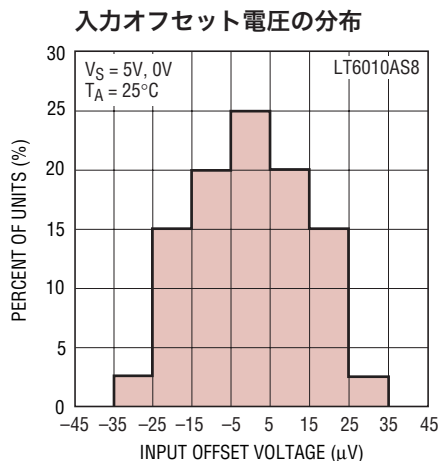
Note 5: LT6010C は 0°C ~ 70°C の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されており、 -40°C ~ 85°C の拡張温度範囲で性能仕様に適合するように設計され、特性が評価されており、性能仕様に適合すると予想されるが、これらの温度ではテストおよび QA サンプルングは行われない。LT6010I は -40°C ~ 85°C の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。

Note 6: 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 7: V_{OS} 、 I_B および I_{OS} の規定値はグレードおよびパッケージに依存する。それらの表記法を下表に示す。

	Standard Grade	A Grade
S8 Package	LT6010S8	LT6010AS8
DFN Package	LT6010DD	LT6010ADD

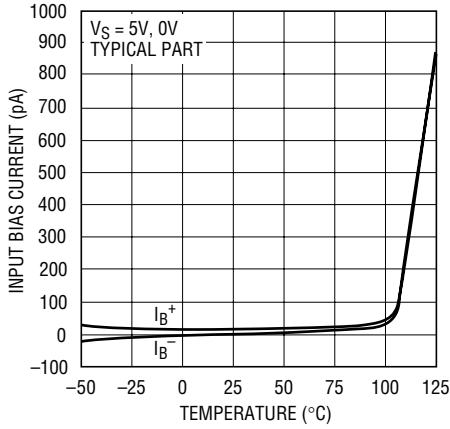
標準的性能特性



sn6010 6010fs

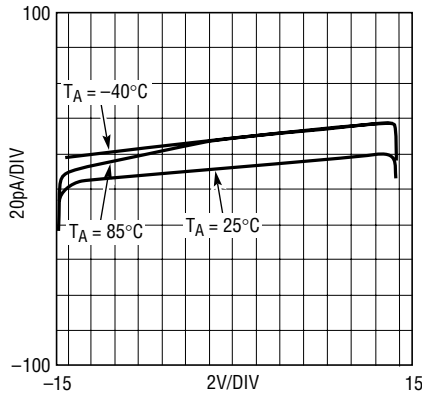
標準的性能特性

入力バイアス電流と温度



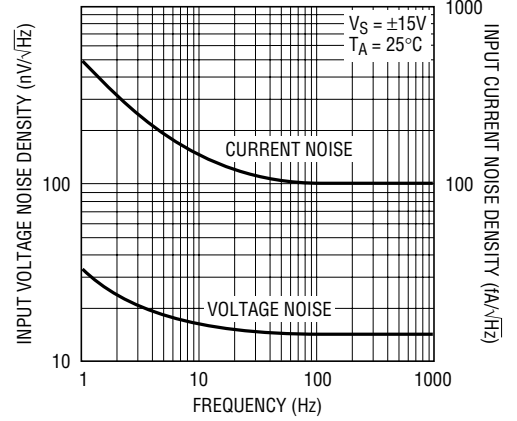
6010 G04

入力バイアス電流と
入力同相電圧



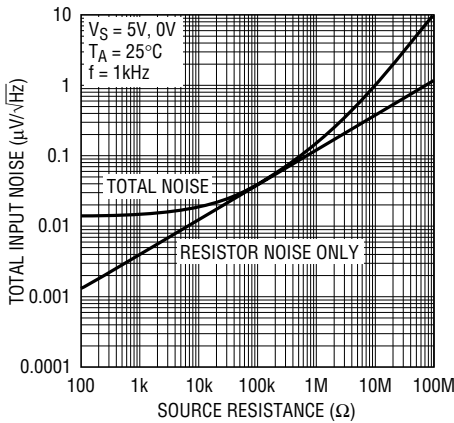
6010 G05

e_n , i_n と周波数



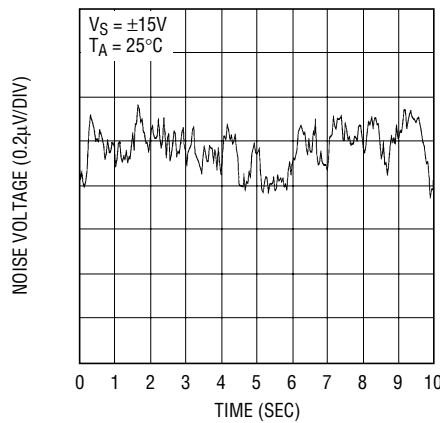
6010 G06

総入力ノイズとソース抵抗



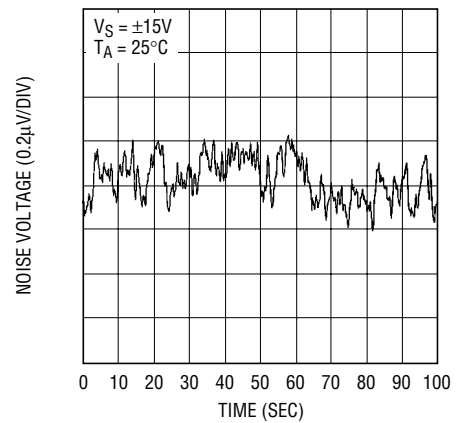
6010 G07

0.1Hz ~ 10Hz ノイズ



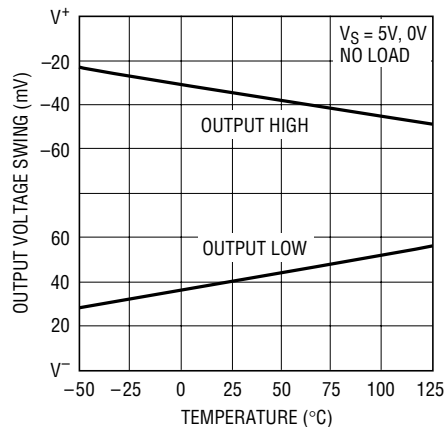
6010 G08

0.01Hz ~ 1Hz ノイズ



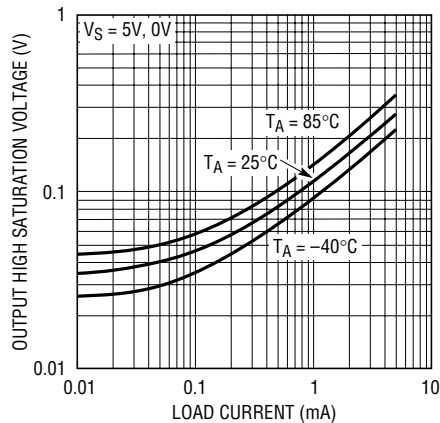
6010 G09

出力電圧振幅と温度



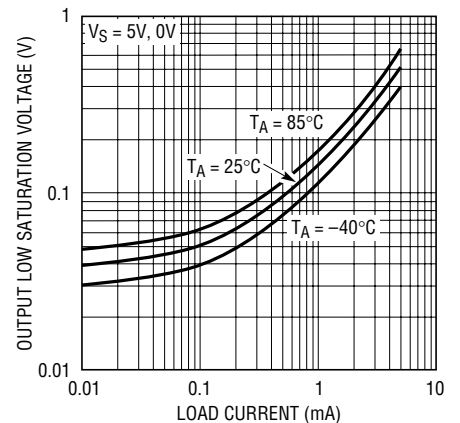
6010 G10

出力飽和電圧と負荷電流
(出力は "H")



6010 G11

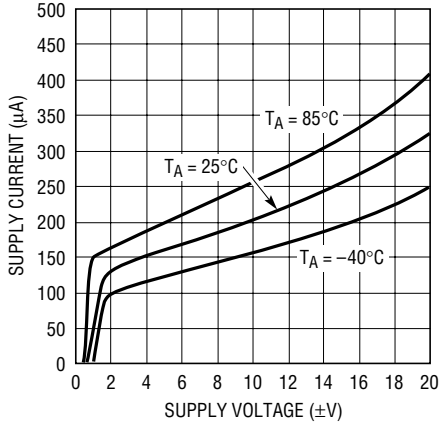
出力飽和電圧と負荷電流
(出力は "L")



6010 G12

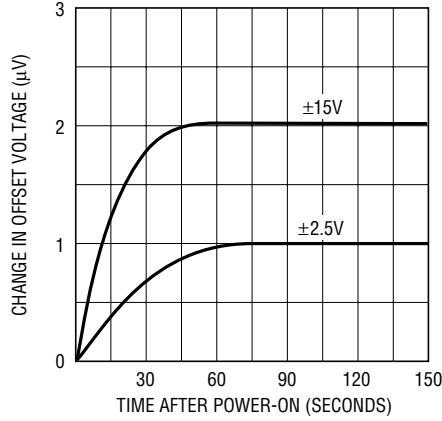
標準的性能特性

電源電流と電源電圧



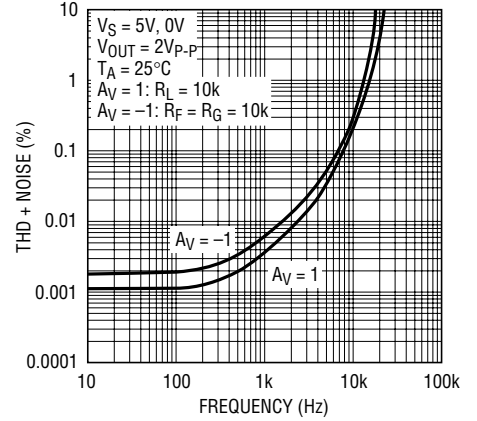
6010 G13

ウォームアップ・ドリフト



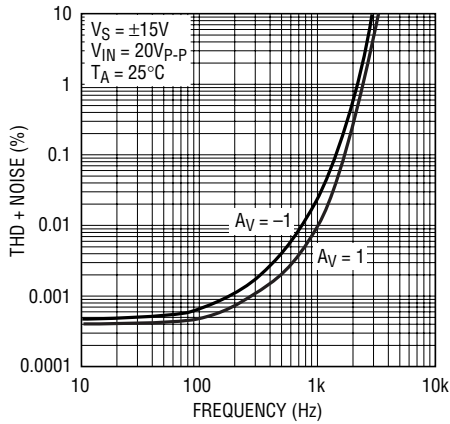
6010 G14

THD + ノイズと周波数



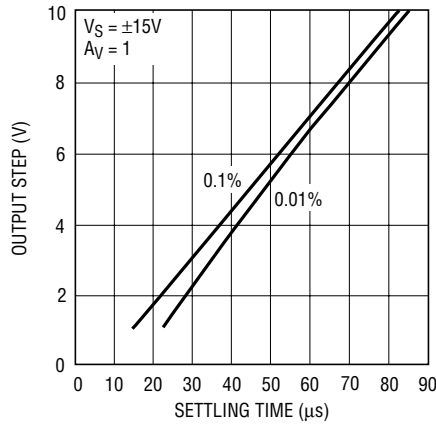
6010 G15

THD + ノイズと周波数



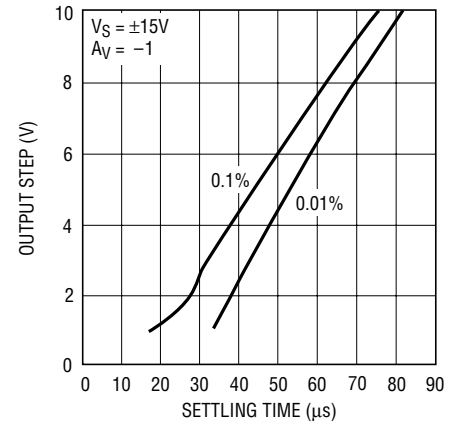
6010 G16

セトリング時間と出力ステップ



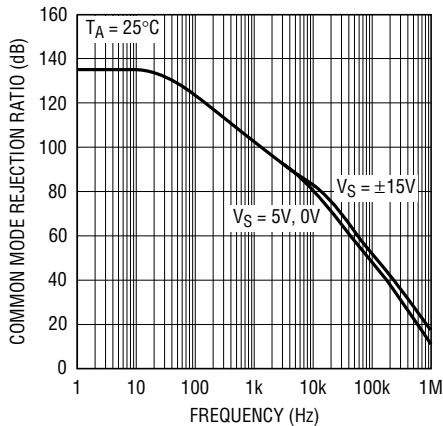
6010 G17

セトリング時間と出力ステップ



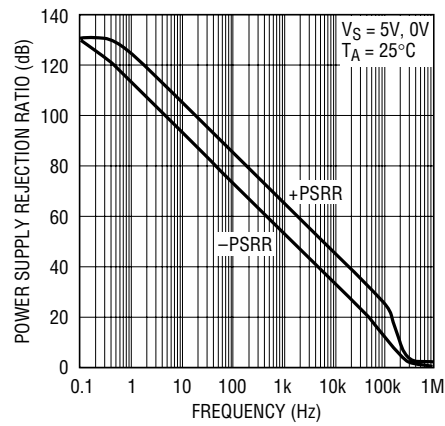
6010 G18

CMRR と周波数



6010 G20

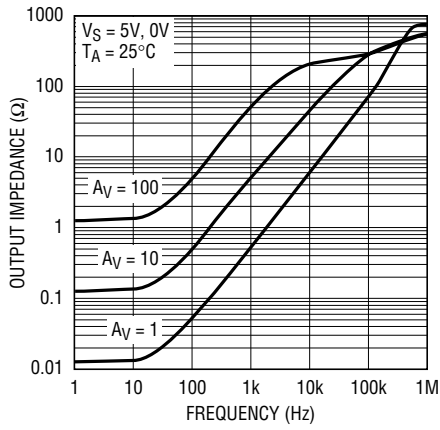
PSRR と周波数



6010 G21

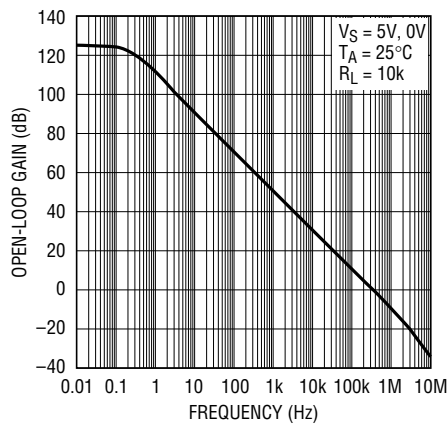
標準的性能特性

出カインピーダンスと周波数



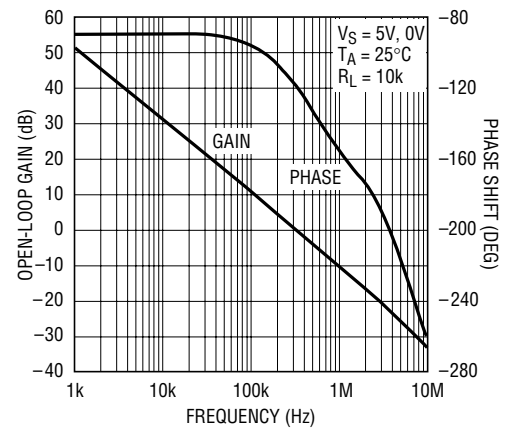
6010 G22

開ループ利得と周波数



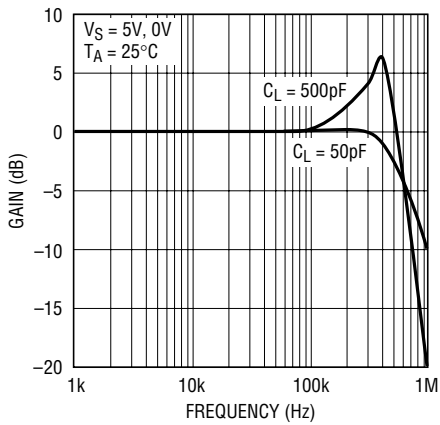
6010 G23

利得および位相と周波数



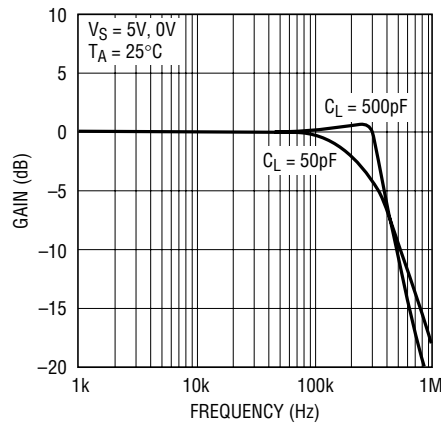
6010 G24

利得と周波数、 $A_V = 1$



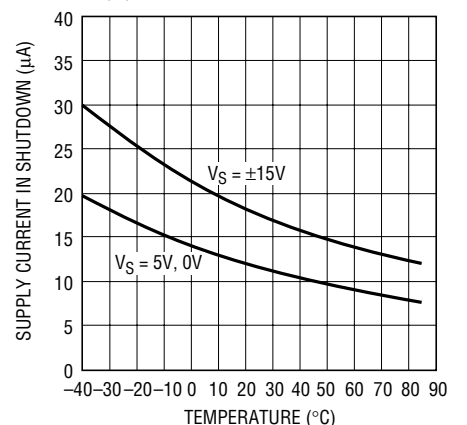
6010 G25

利得と周波数、 $A_V = -1$



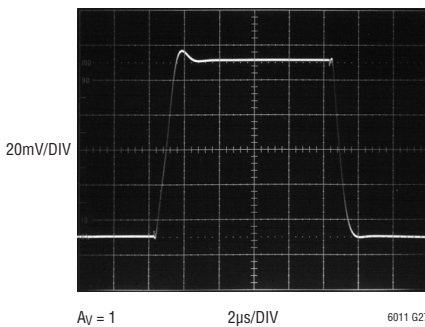
6010 G26

シャットダウン・モードの消費電流と温度



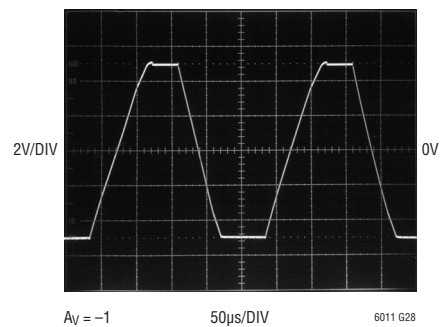
6010 G30

小信号過渡応答



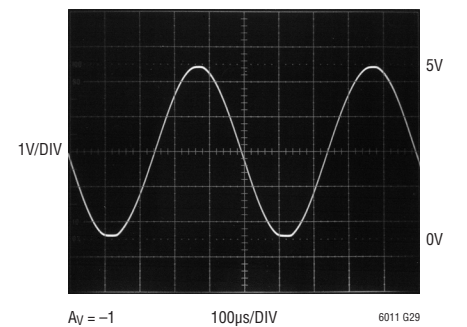
$A_V = 1$ 2μs/DIV 6011 G27

大信号過渡応答



$A_V = -1$ 50μs/DIV 6011 G28
 $V_S = \pm 15V$

レール・トゥ・レール出力振幅



$A_V = -1$ 100μs/DIV 6011 G29
 $V_S = 5V, 0V$

アプリケーション情報

入力精度の維持

LT6010 の入力精度を維持するには、アプリケーション回路や PC ボード・レイアウトによって、アンプの 20 μ V の標準オフセットに匹敵する誤差、またはそれ以上の誤差が持ち込まれないようにすることが必要です。入力接続間の温度差により数十マイクロボルトの熱電対起電力が発生することがありますので、入力ピンへの接続は短くし、互いに近接させ、発熱する部品から離します。ボードを横切る空気流により、温度差が発生することもあります。

入力バイアス電流が非常に低いので（標準 20pA）、高インピーダンスのソースや帰還抵抗でも高い精度を維持することができます。LT6010 の低入力バイアス電流は、内蔵キャンセレーション回路で実現されています。ウェーハ・テスト時には入力バイアス電流は低レベルになるように恒久的にトリミングされています。最大の精度を得るには、各入力ピンの入力抵抗を均衡させようとしないで、どちらの入力の抵抗もできるだけ低く保ってください。

PC ボードのリーク電流の方が LT6010 の入力バイアス電流より高くなる場合があります。たとえば、15V 電源ピンと入力ピン間の 10G Ω のリークにより 1.5nA が生じます。高インピーダンスのアプリケーションで過度のリークを防ぐには、入力同相電圧と同じ電位にドライブしたガードリングで入力ピンの周りを囲みます。

入力保護

LT6010 は、どちらの入力にも 500 Ω 抵抗が直列に接続されているとともに、入力デバイス間にバック・トゥ・バック・ダイオードが内蔵されています。

この内蔵保護回路により、10V の差動入力電圧に対して入力電流が（最大許容値の）約 10mA に制限されます。10V より大きな差動入力が見込まれるアプリケーションでは、追加の外部直列抵抗を使って入力電流を 10mA に制限します。たとえば、各入力に 1k Ω 抵抗を直列に接続すると、30V の差動電圧に対して保護することができます。

入力同相範囲

LT6010 の出力は、各電源レールの近くまで振幅することができますが（レール・トゥ・レール出力）、入力段は $V^- + 1V$ と $V^+ - 1.2V$ の間で動作するように制限されています。この同相範囲を超えると、利得は 0 に低下しますが、位相は反転しません。

総入力ノイズ

LT6010 アンプは、インピーダンスが 20k Ω ~ 1M Ω のセンサ（ソース）でドライブされる時、無視できるノイズしかシステムに寄与しません。この範囲では、総入力ノイズはソースの 4kTR_S ノイズによって支配されます。ソース・インピーダンスが 20k Ω より小さい場合、非常に低いソース・インピーダンスでは、アンプの入力電圧ノイズは 14nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ の最小ノイズで寄与し始めます。ソース・インピーダンスが 1M Ω より大きい場合、アンプの入力電流ノイズにこの高インピーダンスを掛けたものが寄与し始め、最終的には支配的になります。総入力ノイズのスペクトル密度は、次のように計算することができます。

$$v_{n(\text{TOTAL})} = \sqrt{e_n^2 + 4kTR_S + (i_n R_S)^2}$$

ここで、 $e_n = 14\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、 $i_n = 0.1\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、 R_S は（ソース・インピーダンスを含む）入力の総インピーダンスです。

アプリケーション情報

オフセット電圧調整

LT6010 の入力オフセット電圧と温度変化に伴うドリフトは電気的特性で規定されているようにウェーハ・テスト時に低いレベルに絶えずトリミングされます。ただし、 V_{OS} をさらに調整したいときは、 $50k\Omega$ ポテンショメータでヌルにすることができ、しかも温度によるドリフトの劣化は生じません。0 以外の値に値をトリミングすると、 $(V_{OS}/300\mu V)\mu V/^{\circ}C$ のドリフトが生じます。

たとえば、 V_{OS} を $300\mu V$ に調整すると、ドリフトの変化は $1\mu V/^{\circ}C$ になります。 $50k\Omega$ ポテンショメータによる調整範囲は、約 $\pm 0.9mV$ です (図 1A および 1B を参照)。小さなポテンショメータを固定抵抗と組み合わせるとヌル化の感度と分解能を改善することができます。下図の構成では、ヌル・レンジは約 $\pm 150\mu V$ です (図 2A および 2B を参照)。

標準的な調整

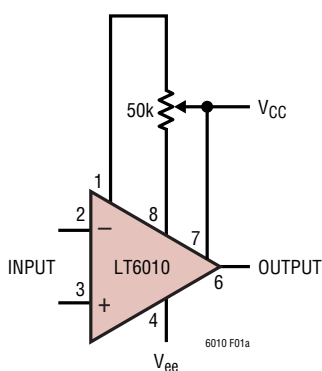


図 1A

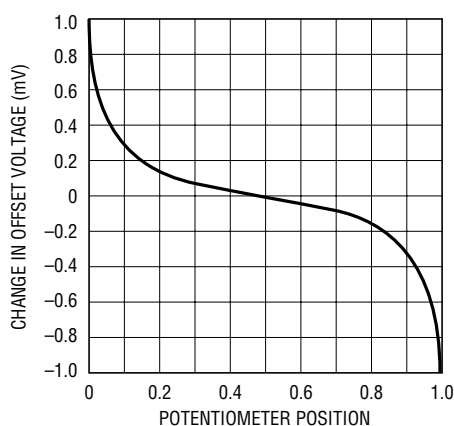


図 1B

感度調整の改善

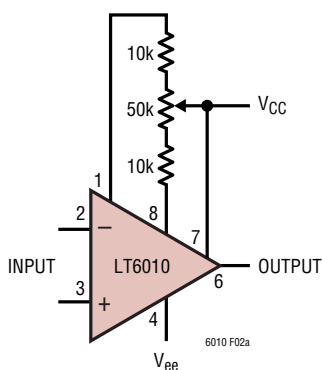


図 2A

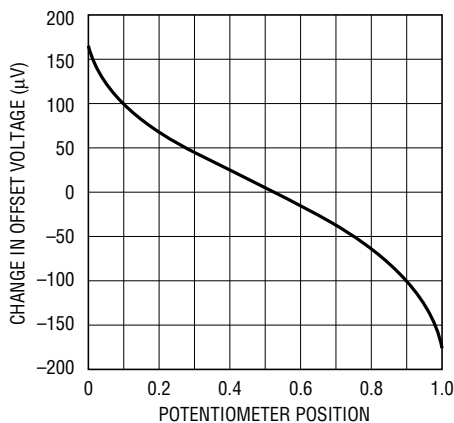


図 2B

アプリケーション情報

シャットダウン

LT6010 をシャットダウン・モードにして電力を節約することができます。SHDN ピンが負電源を 0.2V 未満だけ超えるようにバイアスされていると、デバイスは正常に動作します。V⁻ を 2V 以上超えてプルすると、電源電流は約 12μA に降下し、オペアンプをシャットダウンします。

シャットダウン・モードでは、LT6010 オペアンプの出力は入力とは絶縁されていません。したがって、このシャットダウン機能は多重化アプリケーションには使用することができません。

SHDN ピンには、内部 85kΩ 抵抗が用意されています。SHDN 電圧源が負電源より 2V 以上上回っていれば、電圧源と SHDN ピン間に外部直列抵抗を置いて SHDN ピン電流を低減することができます (図 3 を参照)。推奨値の例は、表 1 を参照してください。ここに挙げた抵抗値を使用すると、SHDN ピンの電圧を負電源より 2V 上げることができます。

表 1

V _{SHDN} (V)	R _{SHDN} (kΩ)
2	NONE
3	77k
4	153k
5	230k

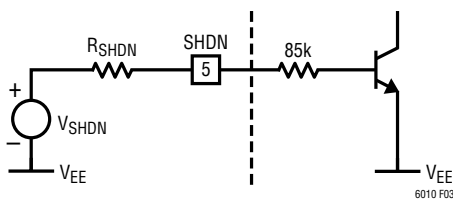


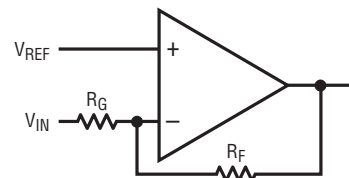
図 3

容量性負荷

LT6010 は 500pF までの容量性負荷をユニティゲインでドライブすることができます。このアンプをもっと高い利得構成で使用すると、容量性負荷ドライブ能力が増大します。出力と負荷の間に小さな直列抵抗を入れると、アンプがドライブできる容量がさらに増大します。

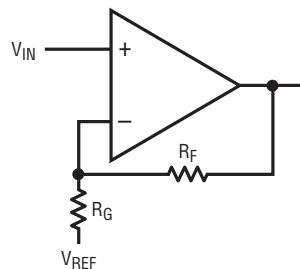
レール・トゥ・レール動作

LT6010 の出力は、どちらの電源レールでも電源レールの数ミリボルト以内まで振幅することができますが、入力はできません。ただし、ほとんどのオペアンプ構成で、入力の振幅は出力のそれよりも小さくする必要があります。オペアンプの基本構成、オペアンプの入力で何が生じるか、さらにオペアンプにレール・トゥ・レール入力が必要か否かを図 4 に示します。レール・トゥ・レールのオペアンプは入力精度の仕様が通常は劣るので、どうしても必要なときだけレール・トゥ・レールのオペアンプを選択してください。



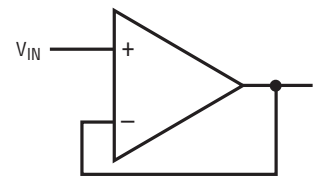
反転: $A_V = -R_F/R_G$
オペアンプの入力は変化せず、DC バイアス点 V_{REF} に固定されている

入力がレール・トゥ・レールである必要はない



非反転: $A_V = 1 + R_F/R_G$
入力は V_{IN} だけ変化するが、出力はさらに変化する

入力がレール・トゥ・レールでなくてもよいことがある

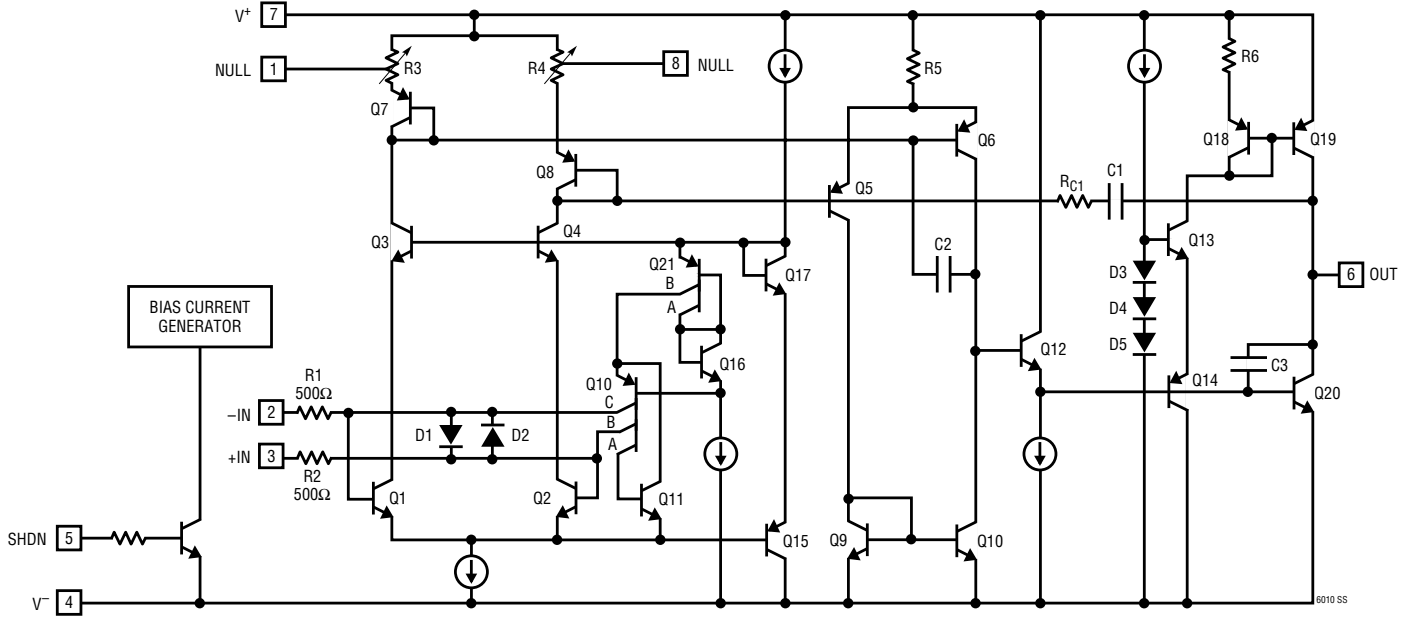


非反転: $A_V = 1$
入力は出力と同じだけ変化する

回路全体がレール・トゥ・レールで動作するためには入力はレール・トゥ・レールでなければならない

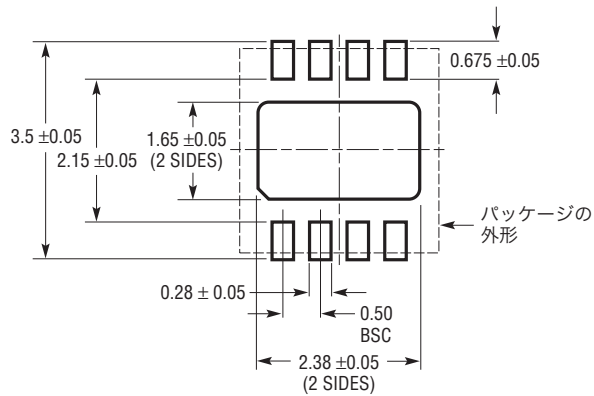
図 4. レール・トゥ・レール出力を行うのにレール・トゥ・レール入力を必要としないオペアンプ構成

簡略図

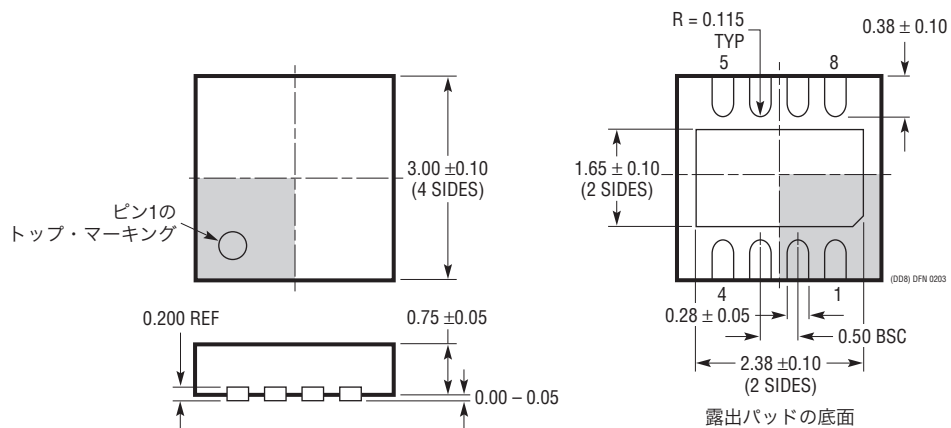


パッケージ寸法

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



推奨する半田パッドのピッチと寸法

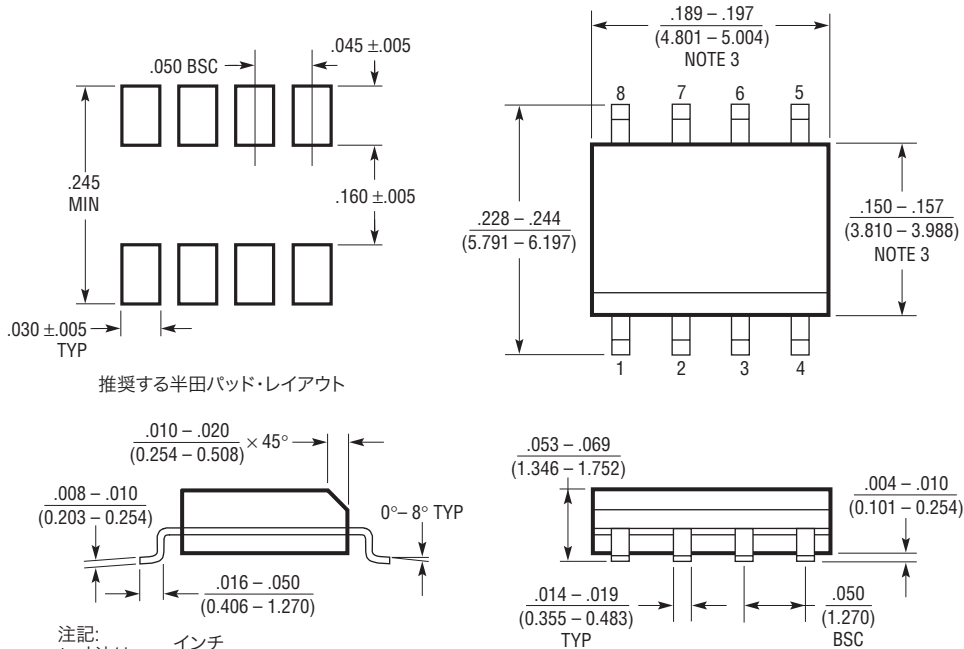


注記:

1. 図面はJEDECのパッケージ外形M0-229のバリエーション (WEED-1) に適合
2. すべての寸法はミリメートル
3. パッケージの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
4. 露出パッドは半田メッキとする

パッケージ寸法

S8 パッケージ
8ピン・プラスチック小型 (細型 0.150 インチ)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1610)



推奨する半田パッド・レイアウト

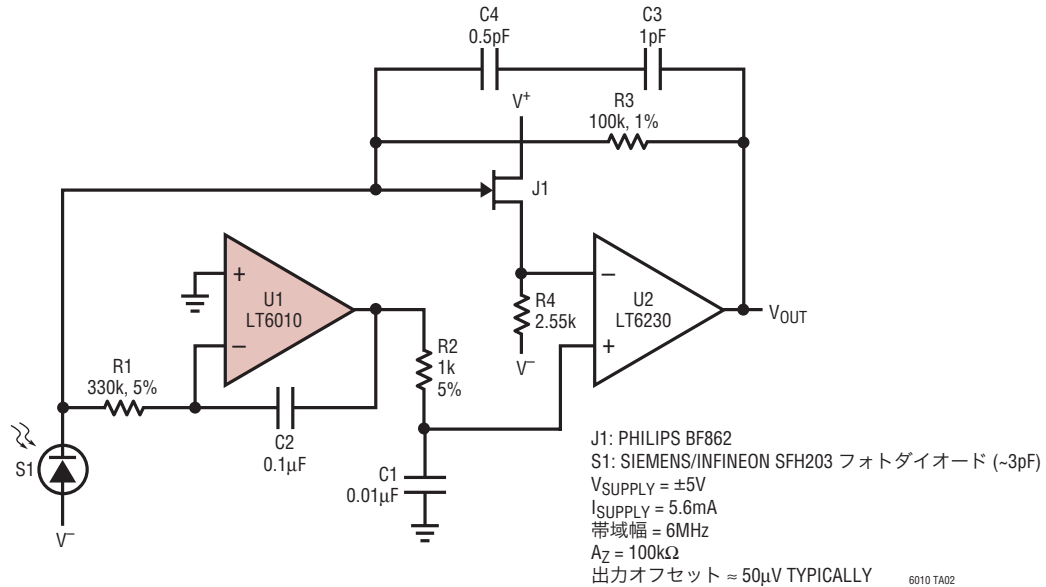
- 注記:
1. 寸法は、 $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
 2. 図は実寸とは異なる
 3. これらの寸法には、モールドのバリまたは突出部を含まない。
モールドのバリまたは突出部は、 0.15mm ($0.006''$) を超えないこと

S08 0303

LT6010

標準的応用例

高精度 JFET 入力トランスインピーダンス・フォトダイオード・アンプ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT6011/6012	デュアル/クワッド高精度オペアンプ	135µA、レール・トゥ・レール出力
LT1001	低消費電力、ピコアンペア入力高精度オペアンプ	250pA 入力バイアス電流
LT1880	レール・トゥ・レール出力、ピコアンペア入力高精度オペアンプ	最大 1000pF までの C _{LOAD}

sn6010 6010fs