

デュアル50MHz、低ノイズ レール・トゥ・レールCMOSオペアンプ

特長

- 入力バイアス電流: 1pA (標準, 25°C)
- 低いオフセット電圧: 100μV (最大)
- 低いオフセット・ドリフト: 2.5μV/°C (最大)
- 0.1Hz~10Hzノイズ: 1.5μV_{P-P}
- スルーレート: 40V/μs
- 利得帯域幅積: 50MHz
- レール・トゥ・レールの出力振幅
- 電源範囲:
 - LTC6244: 2.8V~6V
 - LTC6244HV: 2.8V~±5.25V
- 低い入力容量: 2.1pF
- 8ピンMSOPおよび小型DFNパッケージで供給

アプリケーション

- フォトダイオード・アンプ
- チャージ・カップルド・アンプ
- 低ノイズ信号処理
- アクティブ・フィルタ
- 医療用計測
- 高インピーダンス・トランスジューサ・アンプ

概要

LTC[®]6244は、50MHzの利得帯域幅、40V/μsのスルーレート、1pAの入力バイアス電流、低入力容量、レール・トゥ・レール出力振幅を特長とする、デュアル高速ユニティゲイン安定CMOSオペアンプです。0.1Hz~10Hzノイズがわずか1.5μV_{P-P}で、1kHzで12nV/√Hz以下のノイズが保証されています。このようにACおよびノイズ特性が優れているうえに、広い電源電圧範囲で動作し、最大オフセット電圧がわずか100μV、最大オフセット・ドリフトがわずか2.5μV/°Cなので、フォトダイオード・アンプをはじめとする多くの高速信号処理アプリケーションに適しています。

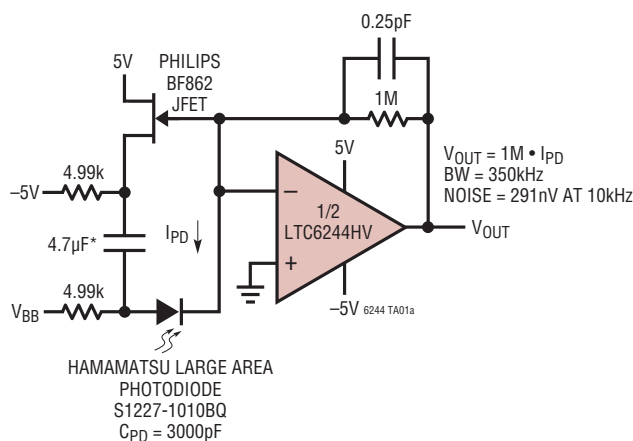
このオペアンプは、両方の電源レールの35mV以内に振幅する出力段を搭載しているため、低電圧電源アプリケーションにおいて信号のダイナミックレンジを最大限に広げることができます。入力同相範囲は負電源電圧まで拡張されています。このデバイスは3Vと5Vで完全に規定され、HVバージョンでは±5Vの電源での動作が保証されています。

LTC6244は8ピンMSOPパッケージで供給されます。また、小型のデュアル・ファインピッチ・リードレス (DFN) パッケージでも供給されるため、コンパクト設計にも対応できます。

LT、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。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。

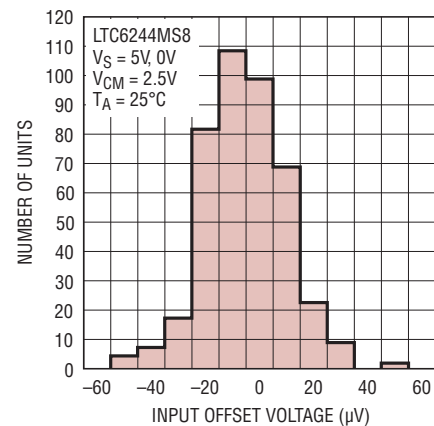
標準的応用例

非常に低ノイズの大面积フォトダイオード



*必要ならば、マイクロフォン用、薄膜、X7Rでよい

V_{OS}の分布



6244 TA01b

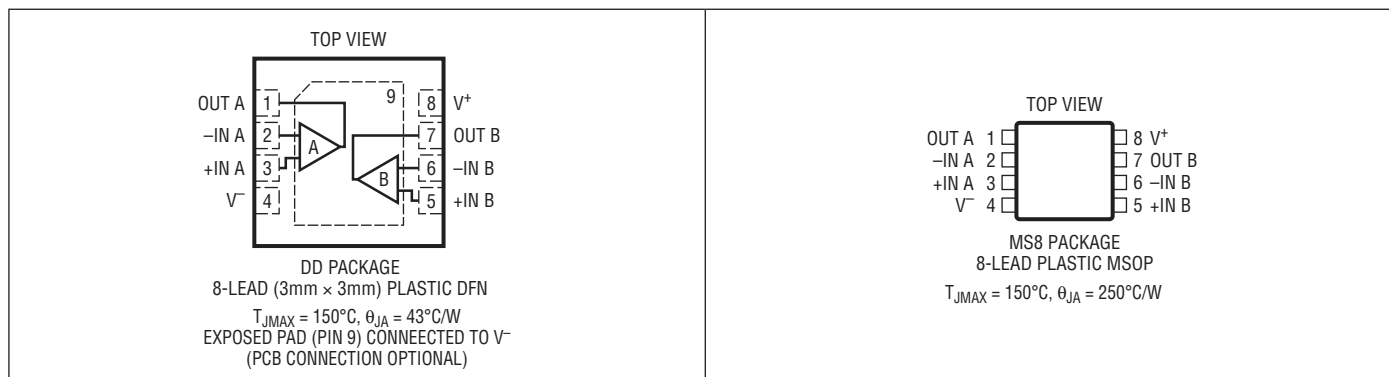
LTC6244

絶対最大定格 (Note 1)

全電源電圧($V^+ \sim V^-$ 間)	
LTC6244.....	7V
LTC6244HV.....	12V
入力電圧.....	($V^+ + 0.3V$) \sim ($V^- - 0.3V$)
入力電流.....	$\pm 10mA$
出力短絡時間 (Note 2).....	無期限
動作温度範囲	
LTC6244C.....	$-40^\circ C \sim 85^\circ C$
LTC6244I.....	$-40^\circ C \sim 85^\circ C$
LTC6244H.....	$-40^\circ C \sim 125^\circ C$

規定温度範囲 (Note 3)	
LTC6244C.....	$0^\circ C \sim 70^\circ C$
LTC6244I.....	$-40^\circ C \sim 85^\circ C$
LTC6244H.....	$-40^\circ C \sim 125^\circ C$
接合部温度.....	$150^\circ C$
保存温度範囲.....	$-65^\circ C \sim 150^\circ C$
リード温度 (半田付け、10秒).....	$300^\circ C$

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	規定温度範囲
LTC6244CDD#PBF	LTC6244CDD#TRPBF	LCCF	8-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	$0^\circ C$ to $70^\circ C$
LTC6244HVCDD#PBF	LTC6244HVCDD#TRPBF	LCGD	8-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	$0^\circ C$ to $70^\circ C$
LTC6244IDD#PBF	LTC6244IDD#TRPBF	LCCF	8-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC6244HVIDD#PBF	LTC6244HVIDD#TRPBF	LCGD	8-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC6244HDD#PBF	LTC6244HDD#TRPBF	LCCF	8-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$
LTC6244HVHDD#PBF	LTC6244HVHDD#TRPBF	LCGD	8-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$
LTC6244CMS8#PBF	LTC6244CMS8#TRPBF	LTCCM	8-Lead Plastic MSOP	$0^\circ C$ to $70^\circ C$
LTC6244HVCMS8#PBF	LTC6244HVCMS8#TRPBF	LCGF	8-Lead Plastic MSOP	$0^\circ C$ to $70^\circ C$
LTC6244IMS8#PBF	LTC6244IMS8#TRPBF	LTCCM	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC6244HVIMS8#PBF	LTC6244HVIMS8#TRPBF	LCGF	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $85^\circ C$
LTC6244HMS8#PBF	LTC6244HMS8#TRPBF	LTCCM	8-Lead Plastic MSOP	$-40^\circ C$ to $125^\circ C$

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。
非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

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

電氣的特性 (LTC6244C/I, LTC6244HVC/I)

●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。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}$ 、 0V 、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 4)	MS8 Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	40	100	μV
			●		225	μV
	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	DD Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	100	650	μV
			●		800	μV
V_{OS}	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	MS8 Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	40	160	μV
			●		275	μV
V_{OS}	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	DD Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	150	800	μV
			●		900	μV
				1.1	mV	
TC V_{OS}	Input Offset Voltage Drift, MS8 (Note 6)		●	0.7	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_{B}	Input Bias Current (Notes 4, 7)		●	1	75	pA
I_{OS}	Input Offset Current (Notes 4, 7)		●	0.5		pA
					75	pA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1.5		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$
e_{n}	Input Noise Voltage Density	f = 1kHz		8	12	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
i_{n}	Input Noise Current Density (Note 8)			0.56		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
R_{IN}	Input Resistance	Common Mode		10^{12}		Ω
C_{IN}	Input Capacitance Differential Mode Common Mode	f = 100kHz		3.5		pF
				2.1		pF
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	0	3.5	V
CMRR	Common Mode Rejection	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 3.5\text{V}$	●	74	105	dB
	CMRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	72	100	dB
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_{\text{O}} = 1\text{V to }4\text{V}$ $R_{\text{L}} = 10\text{k to }V_{\text{S}}/2$ 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	1000	2500	V/mV
			●	600		V/mV
	$V_{\text{O}} = 1.5\text{V to }3.5\text{V}$ $R_{\text{L}} = 1\text{k to }V_{\text{S}}/2$ 0°C to 70°C -40°C to 85°C		●	300	1000	V/mV
			●	200		V/mV
			150		V/mV	
V_{OL}	Output Voltage Swing Low (Note 9)	No Load	●	15	35	mV
		$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	●	40	75	mV
		$I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	●	150	300	mV
V_{OH}	Output Voltage Swing High (Note 9)	No Load	●	15	35	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	●	45	75	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	●	175	325	mV
PSRR	Power Supply Rejection	$V_{\text{S}} = 2.8\text{V to }6\text{V}$, $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	75	105	dB
	PSRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	73	100	dB
	Minimum Supply Voltage (Note 10)		●	2.8		V
I_{SC}	Short-Circuit Current		●	25	35	mA
I_{S}	Supply Current per Amplifier		●	6.25	7.4	mA

6244fa

LTC6244

電気的特性 (LTC6244C/I, LTC6244HVC/I)

●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。注記がない限り、 $V_S = 5\text{V}$ 、 0V 、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GBW	Gain Bandwidth Product	Frequency = 100kHz, $R_L = 1\text{k}\Omega$	● 35	50		MHz
SR	Slew Rate (Note 11)	$A_V = -2$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	● 18	35		V/ μs
FPBW	Full Power Bandwidth (Note 12)	$V_{\text{OUT}} = 3V_{\text{P-P}}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	● 1.9	3.7		MHz
t_s	Settling Time	$V_{\text{STEP}} = 2\text{V}$, $A_V = -1$, $R_L = 1\text{k}\Omega$, 0.1%		535		ns

(LTC6244C/I, LTC6244HVC/I)

●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。注記がない限り、 $V_S = 3\text{V}$ 、 0V 、 $V_{\text{CM}} = 1.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 4)	MS8 Package 0°C to 70°C	● 40	175		μV
		-40°C to 85°C	● 250	325		μV
	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	DD Package 0°C to 70°C	● 100	650		μV
		-40°C to 85°C	● 800	950		μV
V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	MS8 Package 0°C to 70°C	● 40	200		μV	
	-40°C to 85°C	● 300	350		μV	
i_B	Input Bias Current (Notes 4, 7)	DD Package 0°C to 70°C	● 1			pA
		-40°C to 85°C	● 75			pA
i_{OS}	Input Offset Current (Notes 4, 7)	DD Package 0°C to 70°C	● 0.5			pA
		-40°C to 85°C	● 75			pA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1.5		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$
e_n	Input Noise Voltage Density	f = 1kHz		8	12	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
i_n	Input Noise Current Density (Note 8)			0.56		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	● 0		1.5	V
CMRR	Common Mode Rejection	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 1.5\text{V}$	● 70	105		dB
	CMRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		● 68	100		dB
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_0 = 1\text{V}$ to 2V $R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$ 0°C to 70°C	● 200	800		V/mV
		-40°C to 85°C	● 100			V/mV
			● 85			V/mV
V_{OL}	Output Voltage Swing Low (Note 9)	No Load	● 12	30		mV
		$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	● 45	110		mV
V_{OH}	Output Voltage Swing High (Note 9)	No Load	● 12	30		mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	● 50	110		mV
PSRR	Power Supply Rejection	$V_S = 2.8\text{V}$ to 6V, $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	● 75	105		dB
	PSRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		● 73	100		dB
	Minimum Supply Voltage (Note 10)		● 2.8			V
I_{SC}	Short-Circuit Current		● 8	15		mA

電氣的特性 (LTC6244C/I, LTC6244HVC/I)

●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。注記がない限り、 $V_S = 3\text{V}$ 、 0V 、 $V_{CM} = 1.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_S	Supply Current per Amplifier			4.8	5.8	mA
GBW	Gain Bandwidth Product	Frequency = 100kHz, $R_L = 1\text{k}\Omega$		35	50	MHz

(LTC6244HVC/I)

●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。注記がない限り、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 0V 、 $V_{CM} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 4)	MS8 Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	50	220 275 375	μV μV μV	
		DD Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	100	700 800 1050	μV μV μV	
	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	MS8 Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	50	250 325 400	μV μV μV	
		DD Package 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	150	900 1000 1100	μV μV μV	
$TC V_{OS}$	Input Offset Voltage Drift, MS8 (Note 6)		●	0.7	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
I_B	Input Bias Current (Notes 4, 7)		●	1	75	pA pA	
I_{OS}	Input Offset Current (Notes 4, 7)		●	0.5	75	pA pA	
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1.5		μV_{P-P}	
e_n	Input Noise Voltage Density	f = 1kHz		8	12	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
i_n	Input Noise Current Density (Note 8)			0.56		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$	
R_{IN}	Input Resistance	Common Mode		10^{12}		Ω	
C_{IN}	Input Capacitance Differential Mode Common Mode	f = 100kHz		3.5 2.1		pF pF	
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	-5	3.5	V	
CMRR	Common Mode Rejection	$-5\text{V} \leq V_{CM} \leq 3.5\text{V}$	●	80	105	dB	
	CMRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	78	95	dB	
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = -3.5\text{V}$ to 3.5V $R_L = 10\text{k}$ 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	2500 1500 1200	6000	V/mV V/mV V/mV	
		$R_L = 1\text{k}$ 0°C to 70°C -40°C to 85°C	●	700 400 300	3500	V/mV V/mV V/mV	
	V_{OL}	Output Voltage Swing Low (Note 9)	No Load	●	15	40	mV
			$I_{SINK} = 1\text{mA}$ $I_{SINK} = 10\text{mA}$	●	45 360	75 550	mV mV
V_{OH}	Output Voltage Swing High (Note 9)	No Load	●	15	40	mV	
		$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$ $I_{SOURCE} = 10\text{mA}$	●	45 360	75 550	mV mV	

LTC6244

電気的特性 (LTC6244HVC/I)

●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。注記がない限り、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 0V 、 $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PSRR	Power Supply Rejection	$V_S = 2.8\text{V}$ to 10.5V , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	75	110	dB
	PSRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	73	106	dB
	Minimum Supply Voltage (Note 10)		●	2.8		V
I_{SC}	Short-Circuit Current		●	40	55	mA
I_S	Supply Current per Amplifier		●	7	8.8	mA
GBW	Gain Bandwidth Product	Frequency = 100kHz , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	35	50	MHz
SR	Slew Rate (Note 11)	$A_V = -2$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	18	40	V/ μs
FPBW	Full Power Bandwidth (Note 12)	$V_{\text{OUT}} = 3\text{V}_{\text{P-P}}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	1.9	4.25	MHz
t_s	Settling Time	$V_{\text{STEP}} = 2\text{V}$, $A_V = -1$, $R_L = 1\text{k}\Omega$, 0.1%		330		ns

(LTC6244H)

●は -40°C ~ 125°C の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 、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 4)	MS8 Package	●	40	125 400	μV μV
		DD8 Package	●	100	650 950	μV μV
	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	MS8 Package	●	40	160 400	μV μV
		DD8 Package -40°C to 125°C	●	150	800 1160	μV μV
$\text{TC } V_{\text{OS}}$	Input Offset Voltage Drift, MS8 (Note 6)		●	0.7	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_B	Input Bias Current (Notes 4, 7)		●	1	2	pA nA
I_{OS}	Input Offset Current (Notes 4, 7)		●	0.5	250	pA pA
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	0	3.5	V
CMRR	Common Mode Rejection	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 3.5\text{V}$	●	74		dB
	CMRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	72		dB
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_0 = 1\text{V}$ to 4V $R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$	●	350		V/mV
		$V_0 = 1.5\text{V}$ to 3.5V $R_L = 1\text{k}$ to $V_S/2$	●	125		V/mV
V_{OL}	Output Voltage Swing Low (Note 9)	No Load	●		40	mV
		$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	●		85	mV
		$I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$	●		325	mV
V_{OH}	Output Voltage Swing High (Note 9)	No Load	●		40	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	●		85	mV
		$I_{\text{SOURCE}} = 5\text{mA}$	●		325	mV

電气的特性 (LTC6244H)

●は -40°C ~ 125°C の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 、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PSRR	Power Supply Rejection	$V_S = 2.8\text{V}$ to 6V , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	75		dB
	PSRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	73		dB
	Minimum Supply Voltage (Note 10)		●	2.8		V
I_{SC}	Short-Circuit Current		●	20		mA
I_S	Supply Current per Amplifier		●	6.25	7.4	mA
GBW	Gain Bandwidth Product	Frequency = 100kHz , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	30		MHz
SR	Slew Rate (Note 11)	$A_V = -2$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	17		V/ μs
FPBW	Full Power Bandwidth (Note 12)	$V_{\text{OUT}} = 3\text{V}_{\text{P-P}}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	1.8		MHz

(LTC6244H)

●は -40°C ~ 125°C の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、 $V_S = 3\text{V}$ 、 0V 、 $V_{\text{CM}} = 1.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 4)	MS8 Package	●	40	175 400	μV μV
		DD8 Package	●	100	650 950	μV μV
	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	MS8 Package	●	40	160 400	μV μV
		DD8 Package	●	150	800 1200	μV μV
I_B	Input Bias Current (Notes 4, 7)		●	1	2	pA nA
I_{OS}	Input Offset Current (Notes 4, 7)		●	0.5	250	pA pA
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	0	1.5	V
CMRR	Common Mode Rejection	$0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 1.5\text{V}$	●	70		dB
	CMRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	68		dB
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = 1\text{V}$ to 2V $R_L = 10\text{k}$ to $V_S/2$	●	75		V/mV
V_{OL}	Output Voltage Swing Low (Note 9)	No Load $I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$	● ●		30 110	mV mV
V_{OH}	Output Voltage Swing High (Note 9)	No Load $I_{\text{SOURCE}} = 1\text{mA}$	● ●		30 110	mV mV
PSRR	Power Supply Rejection	$V_S = 2.8\text{V}$ to 6V , $V_{\text{CM}} = 0.2\text{V}$	●	75		dB
	PSRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	73		dB
	Minimum Supply Voltage (Note 10)		●	2.8		V
I_{SC}	Short-Circuit Current		●	5		mA
I_S	Supply Current per Amplifier		●	4.8	5.8	mA
GBW	Gain Bandwidth Product	Frequency = 100kHz , $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	28		MHz

LTC6244

電気的特性 (LTC6244HVH)

●は-40°C~125°Cの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、 $V_S = \pm 5\text{V}$ 、 $V_{CM} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage (Note 4)	DD8 Package	●	100	700 1050	μV μV
	V_{OS} Match Channel-to-Channel (Note 5)	DD8 Package	●	150	900 1165	μV μV
$TC V_{OS}$	Input Offset Voltage Drift, MS8 (Note 6)		●	0.7	2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_B	Input Bias Current (Notes 4, 7)		●	1	2	pA nA
			●	0.5	250	pA nA
	Input Noise Voltage	0.1Hz to 10Hz		1.5		μV_{P-P}
e_n	Input Noise Voltage Density	$f = 1\text{kHz}$		8	12	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
i_n	Input Noise Current Density (Note 8)			0.56		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
R_{IN}	Input Resistance	Common Mode		10^{12}		Ω
C_{IN}	Input Capacitance Differential Mode Common Mode	$f = 100\text{kHz}$		3.5		pF
				2.1		pF
V_{CM}	Input Voltage Range	Guaranteed by CMRR	●	-5	3.5	V
CMRR	Common Mode Rejection	$-5\text{V} \leq V_{CM} \leq 3.5\text{V}$	●	80	105	dB
	CMRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	78	95	dB
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_O = -3.5\text{V to } 3.5\text{V}$ $R_L = 10\text{k}$	●	2500 1000	6000	V/mV V/mV
		$R_L = 1\text{k}$	●	700 170	3500	V/mV V/mV
V_{OL}	Output Voltage Swing Low (Note 9)	No Load	●	15	40	mV
		$I_{SINK} = 1\text{mA}$	●	45	75	mV
		$I_{SINK} = 10\text{mA}$	●	360	550	mV
V_{OH}	Output Voltage Swing High (Note 9)	No Load	●	15	40	mV
		$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$	●	45	75	mV
		$I_{SINK} = 10\text{mA}$	●	360	550	mV
PSRR	Power Supply Rejection	$V_S = 2.8\text{V to } 10.5\text{V}$, $V_{CM} = 0.2\text{V}$	●	75	110	dB
	PSRR Match Channel-to-Channel (Note 5)		●	73	106	dB
	Minimum Supply Voltage (Note 10)		●	2.8		V
I_{SC}	Short-Circuit Current		●	40	55	mA
I_S	Supply Current per Amplifier		●		9.3	mA
GBW	Gain Bandwidth Product	Frequency = 100kHz, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	35	50	MHz
SR	Slew Rate (Note 11)	$A_V = -2$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	18	40	$\text{V}/\mu\text{s}$
FPBW	Full Power Bandwidth (Note 12)	$V_{OUT} = 3\text{V}_{P-P}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	1.9	4.3	MHz
t_s	Settling Time	$V_{OUT} = 2\text{V}$, $A_V = -1$, $R_L = 1\text{k}\Omega$	●	330		ns

電気的特性

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

Note 2: 出力が無期限に短絡されるときは、接合部温度を絶対最大定格以下に保つために、ヒートシンクが必要になることがある。

Note 3: LTC6244C/LTC6244HVC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いる。これらは-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されないし、QAサンプリングもおこなわれない。LTC6244I/LTC6244HVI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。LTC6244HIは-40°C~125°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 4: ESD (静電気放電) に敏感なデバイス。LTC6244の内部にはESD保護デバイスが多く使われているが、高電圧の静電気放電によりデバイスが損なわれたり、性能が低下することがある。ESDに対する適切な取り扱いに注意を払うこと。

Note 5: 整合性パラメータはLTC6244の2個のアンプ間の差である。CMRRとPSRRの整合性は次のように定義される。両アンプに対してCMRRとPSRRが $\mu\text{V/V}$ で測られる。両アンプ間の差が $\mu\text{V/V}$ で計算される。その結果はdBに換算される。

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: この規定値は高速自動テストの能力によって制限される。実際の標準的性能については、「標準的性能特性」の曲線を参照。

Note 8: 電流ノイズは式 $i_n = (2qI_b)^{1/2}$ で計算される。ここで、 $q = 1.6 \times 10^{-19}$ クーロン。最大50G Ω のソース抵抗のノイズが電流ノイズの寄与を支配する。「標準的性能特性」の「ノイズ電流と周波数」の曲線も参照。

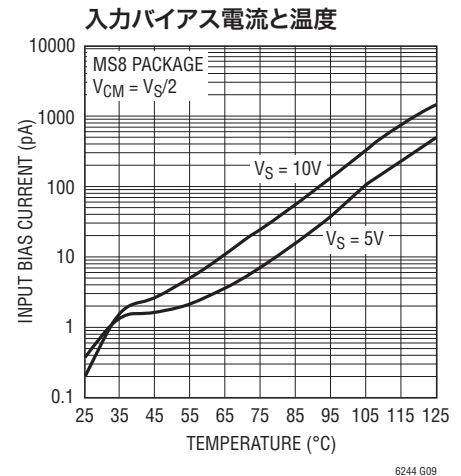
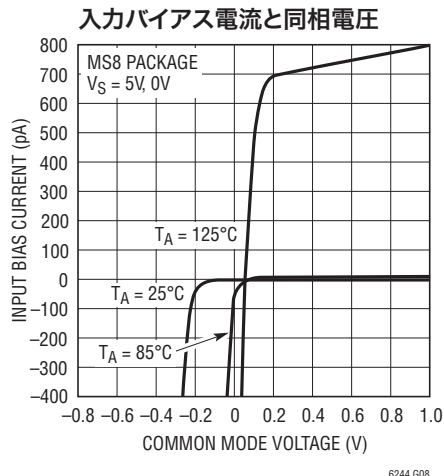
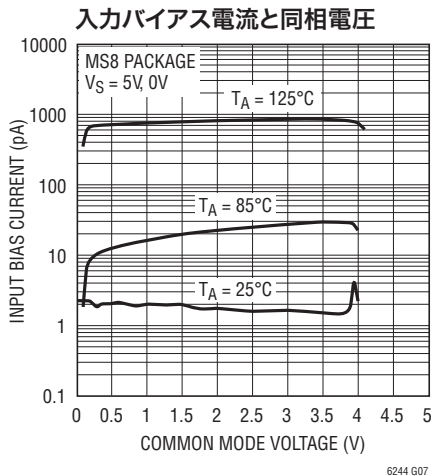
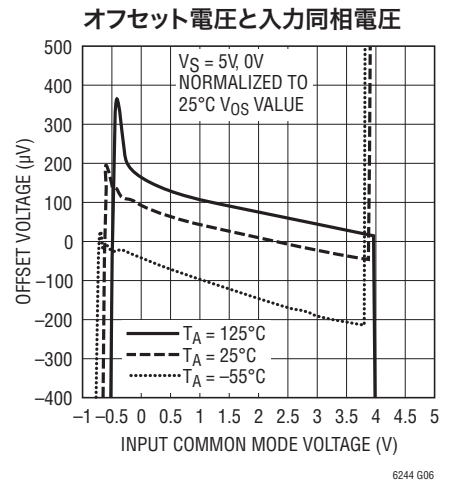
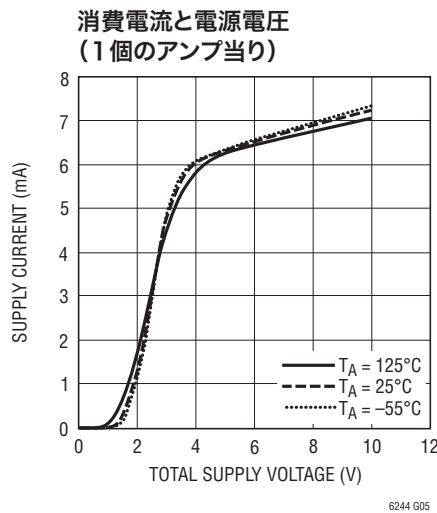
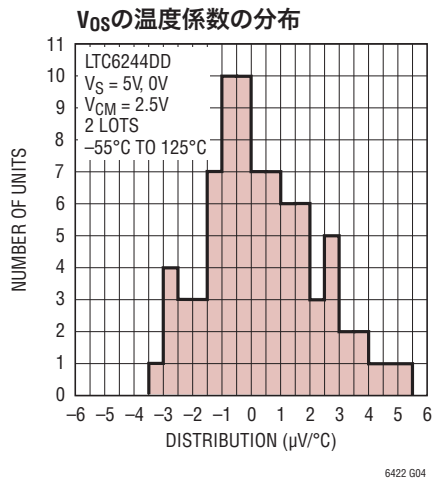
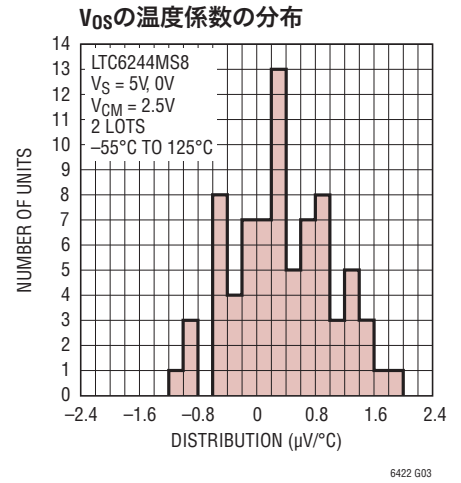
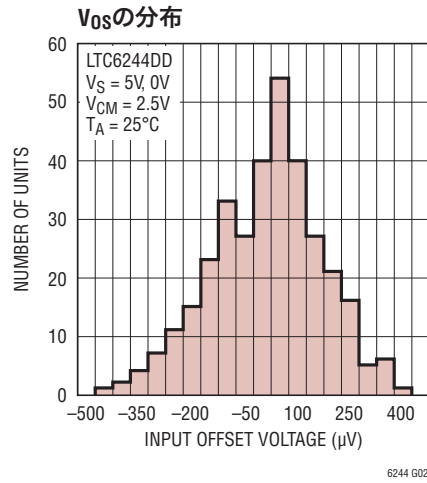
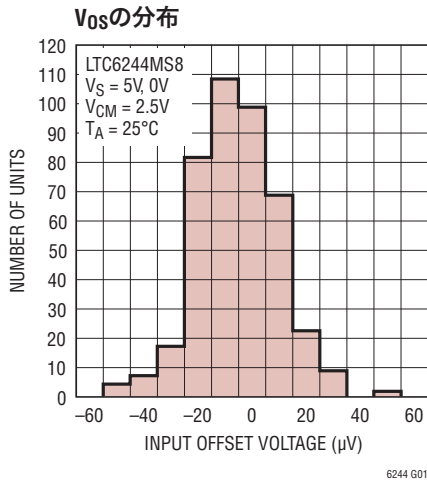
Note 9: 出力電圧振幅は出力と電源レールの間で測定される。

Note 10: 最小電源電圧は電源除去比のテストによって保証されている。

Note 11: スルーレートは $R_f = 1\text{k}\Omega$ と $R_G = 500\Omega$ を使い、-2の利得で測定される。 V_{IN} は $\pm 1\text{V}$ 、 V_{OUT} のスルーレートは-1Vと+1Vの間で測定される。LTC6244HV/LTC6245HVでは、 V_{IN} は $\pm 2\text{V}$ 、 V_{OUT} のスルーレートは-2Vと+2Vの間で測定される。

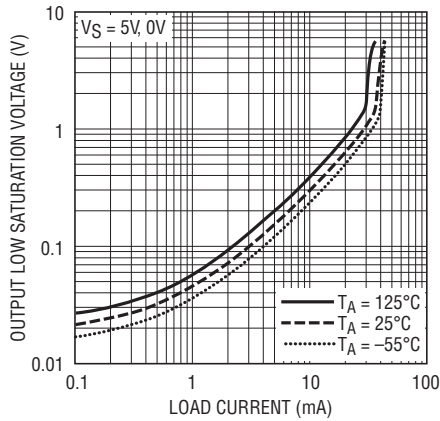
Note 12: 全電力帯域幅はスルーレートから計算される ($\text{FPBW} = \text{SR}/2\pi V_p$)。

標準的性能特性



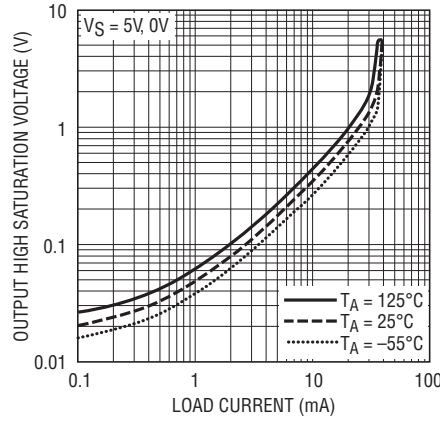
標準的性能特性

出力飽和電圧と負荷電流
(出力は高)



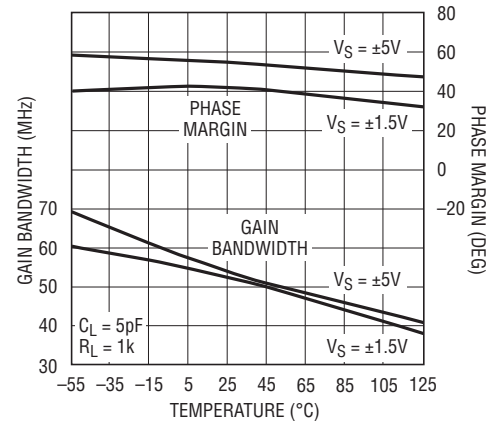
6244 G10

出力飽和電圧と負荷電流
(出力は低)



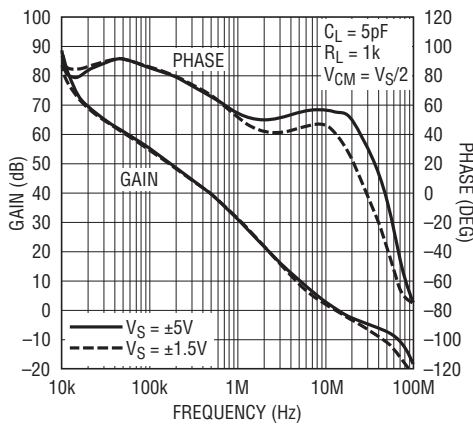
6244 G11

利得帯域幅
および位相マージンと温度



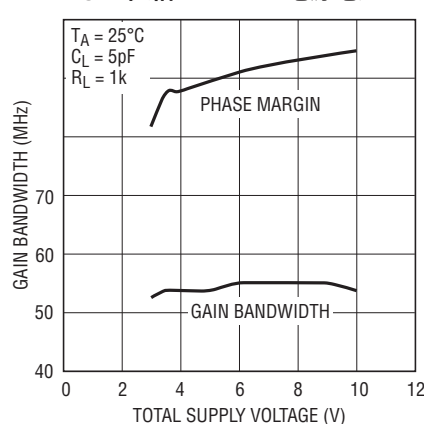
6244 G12

開ループ利得と周波数



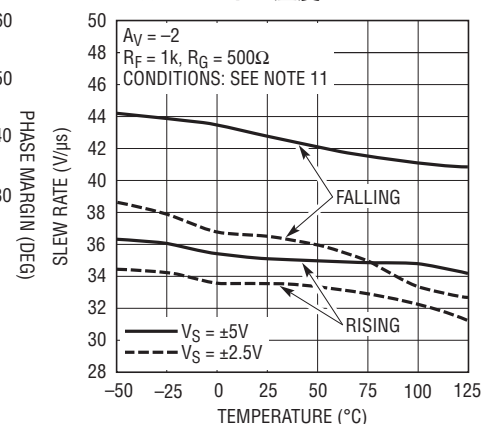
6244 G13

利得帯域幅
および位相マージンと電源電圧



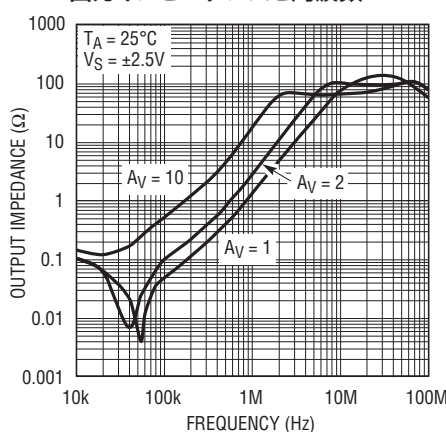
6244 G14

スルーレートと温度



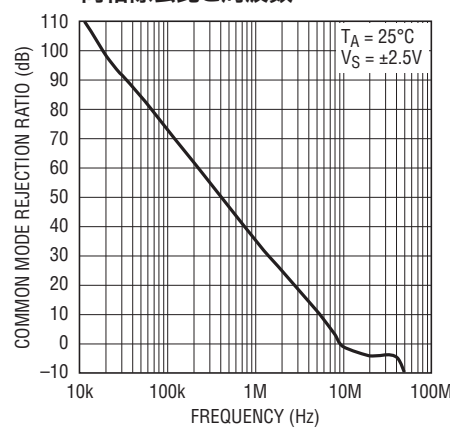
6244 G15

出力インピーダンスと周波数



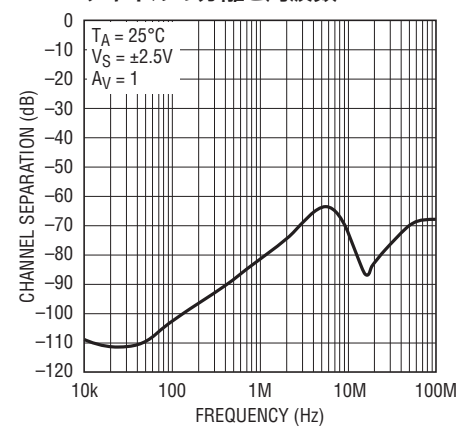
6244 G16

同相除去比と周波数



6244 G17

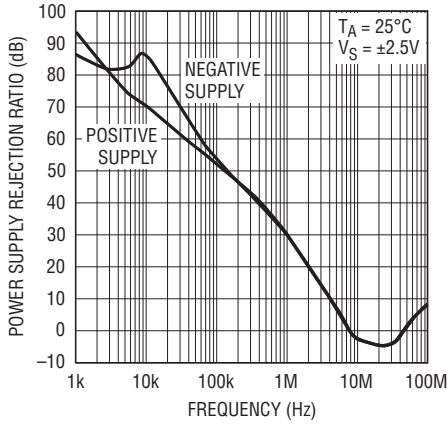
チャンネルの分離と周波数



6244 G18

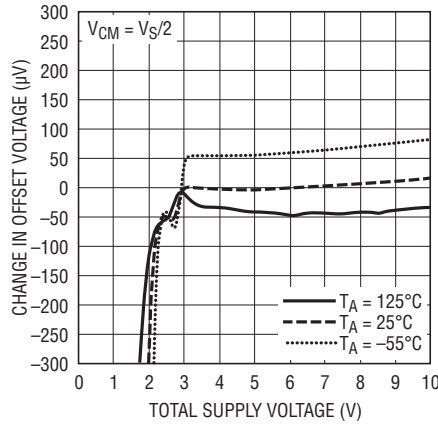
標準的性能特性

電源除去比と周波数



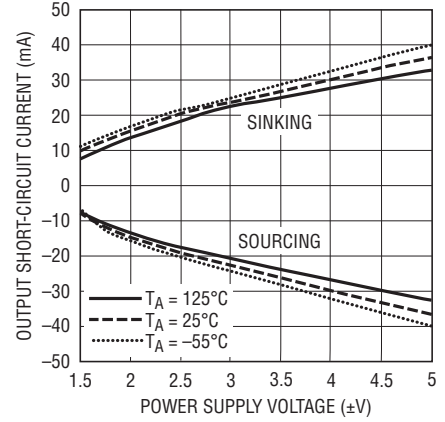
6244 G19

最小電源電圧



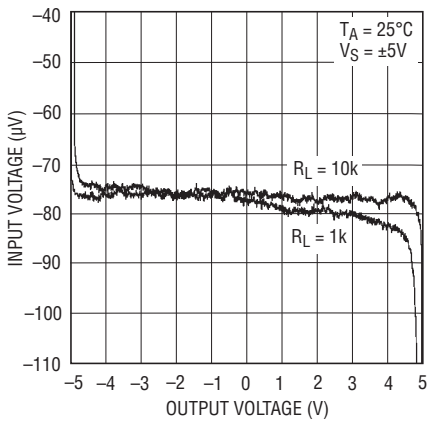
6244 G20

出力短絡電流と電源電圧



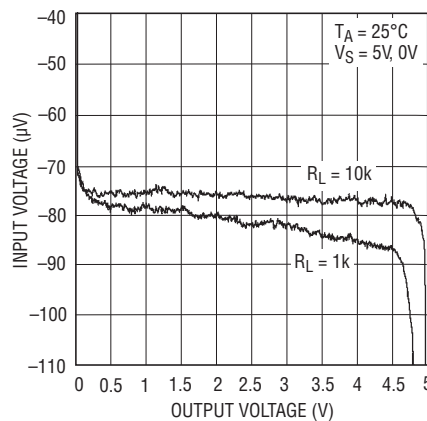
6244 G21

開ループ利得



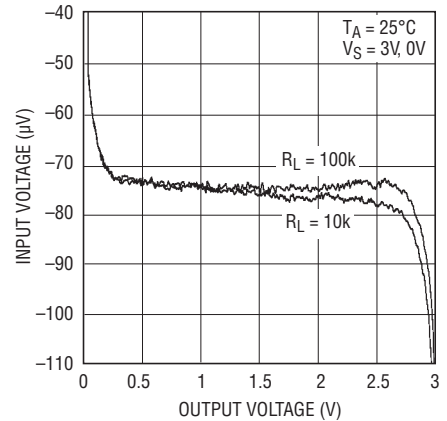
6244 G22

開ループ利得



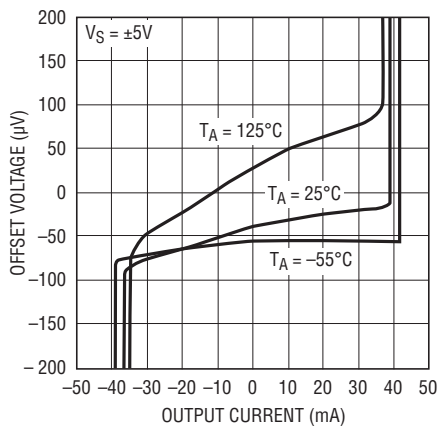
6244 G23

開ループ利得



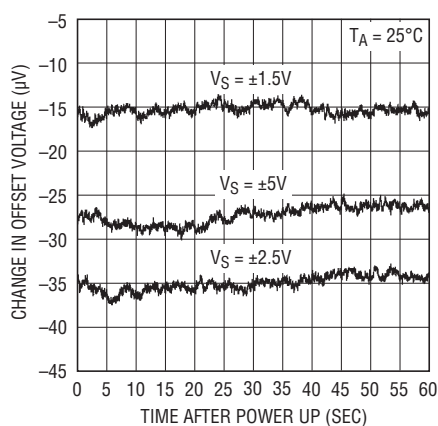
6244 G24

オフセット電圧と出力電流



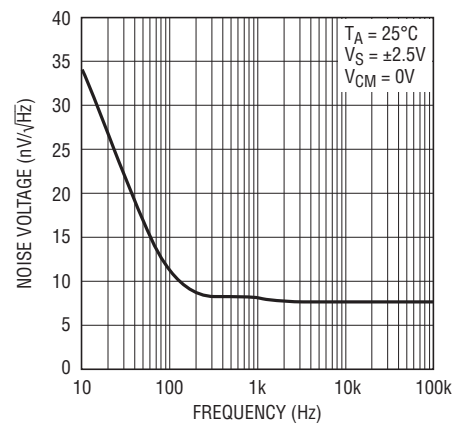
6244 G25

ウォームアップ・ドリフトと時間



6244 G26

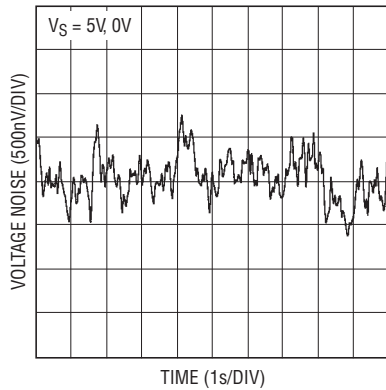
ノイズ電圧と周波数



6244 G27

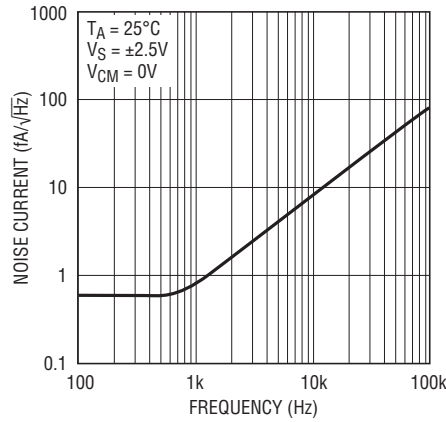
標準的性能特性

0.1Hz~10kHz電圧ノイズ



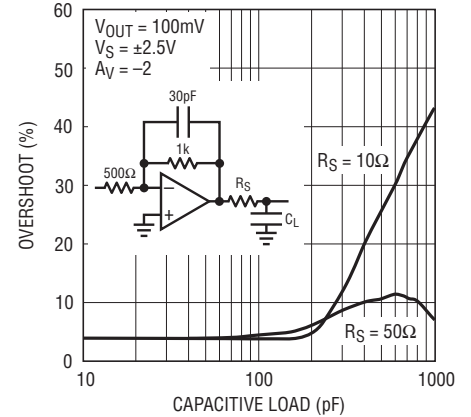
6244 G28

ノイズ電流と周波数



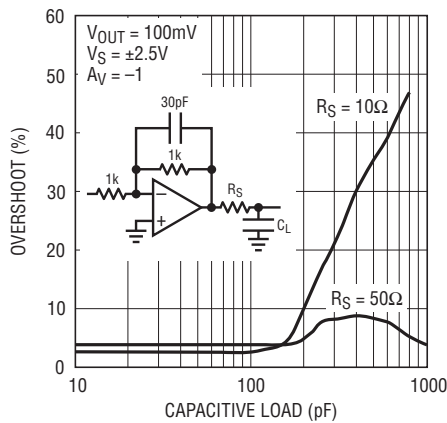
6244 G29

直列出力抵抗および
オーバーシュートと容量性負荷



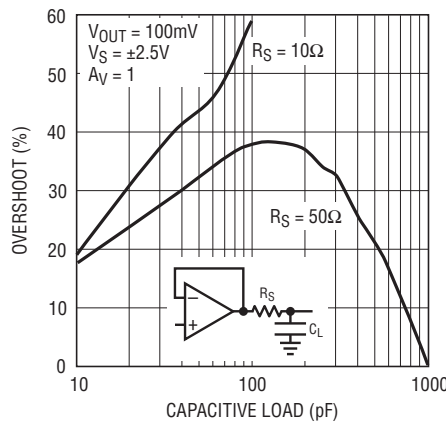
6244 G30

直列出力抵抗および
オーバーシュートと容量性負荷



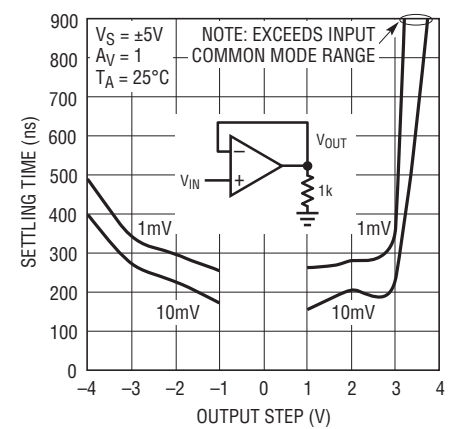
6244 G31

直列出力抵抗および
オーバーシュートと容量性負荷



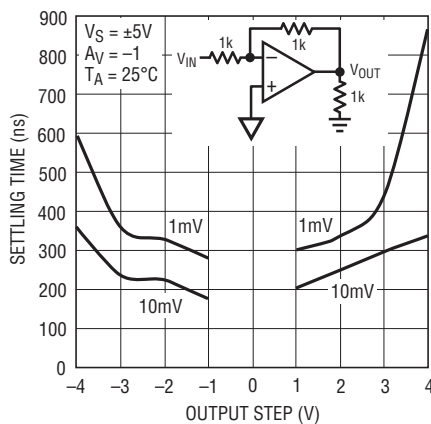
6244 G32

セトリング時間と出力ステップ
(非反転)



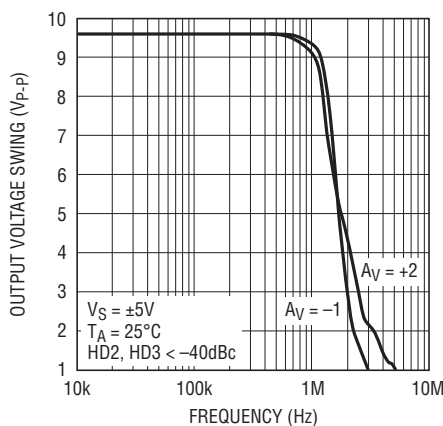
6244 G33

セトリング時間と出力ステップ
(反転)



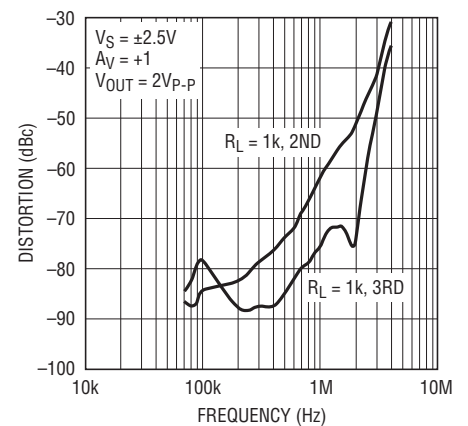
6244 G34

最大歪みなし出力信号と周波数



6244 G35

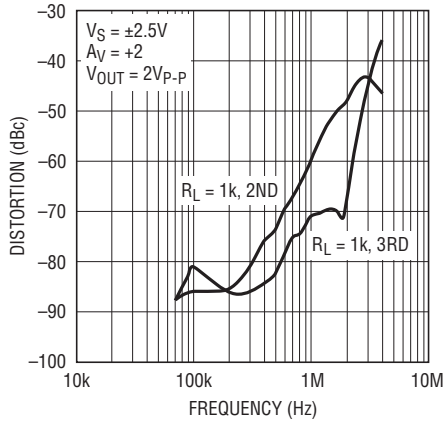
歪みと周波数



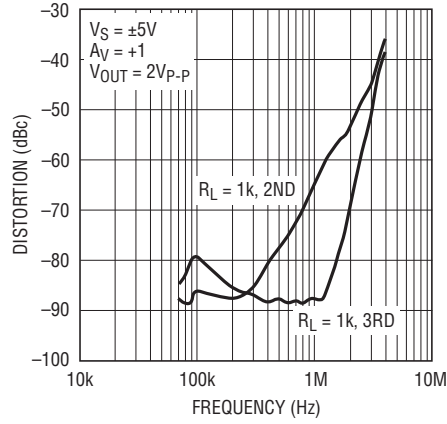
6244 G36

標準的性能特性

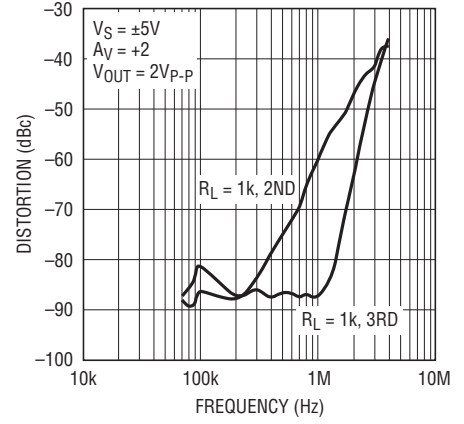
歪みと周波数



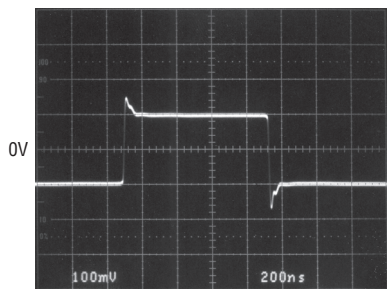
歪みと周波数



歪みと周波数



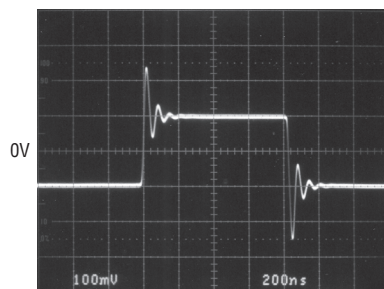
小信号応答



$V_S = \pm 2.5V$
 $A_V = 1$
 $R_L = \infty$

200ns/DIV 6244 G40

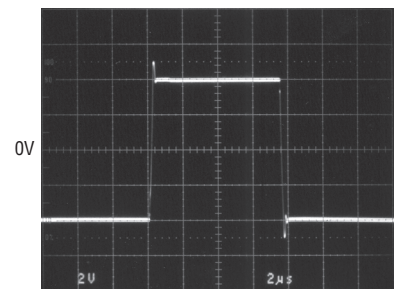
小信号応答



$V_S = \pm 2.5V$
 $A_V = 1$
 $R_L = \infty$
 $C_L = 75pF$

200ns/DIV 6244 G41

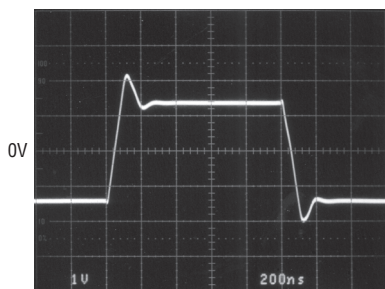
大信号応答



$V_S = \pm 5V$
 $A_V = 1$
 $R_L = \infty$

2µs/DIV 6244 G42

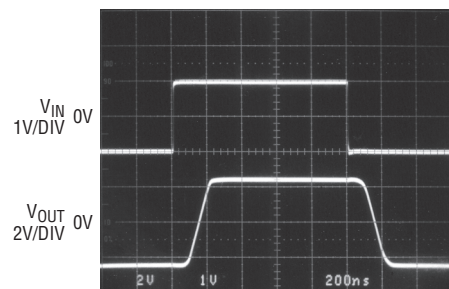
大信号応答



$V_S = \pm 2.5V$
 $A_V = -1$
 $R_L = 1k$

200ns/DIV 6244 G43

出力オーバードライブからの回復



$V_S = \pm 2.5V$
 $A_V = 3$
 $R_L = 3k$

200ns/DIV 6244 G44

アプリケーション情報

アンプの特性

図1はLTC6244の簡略回路図で、一对の低ノイズ入力トランジスタM1とM2が含まれています。簡単な折り返しカスコードのQ1、Q2およびR1、R2により、入力段は負電源レールまで振幅することができます。また、差動ドライブ・ジェネレータへのレベルシフトを行います。入力段のレーザー・トリミングにより、オフセット電圧が低く抑えられています。

コンデンサC1は、アンプの利得帯域幅を損なうことなく、ユニティ・クロス周波数を下げ、周波数安定性を向上させます。コンデンサC_M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・レールで振幅させるトランジスタM3とM4に信号を与えます。

図2の写真は、電圧フォロワとして接続されているアンプの、入力オーバードライブに対する出力応答を示しています。負方向に変化する入力信号がV⁻よりダイオードの電圧降下分だけ低い電位より上にある場合、位相の反転は生じません。V⁻よりダイオードの電圧降下分だけ低い電位をさらに負方向に超える入力信号の場合、直列抵抗R_Sを使って電流を3mAに制限し、位相の反転を避けます。

入力同相電圧範囲はV⁻～(V⁺-1.5V)です。ユニティゲイン電圧フォロワのアプリケーションでは、正電源レールの1V下に達する信号を与えてこの範囲を超えると、出力に低レベルの不安定性が生じることがあります。アンプに数百マイクロアンペアの負荷を与えると、この不安定性が減少するか、除去されます。

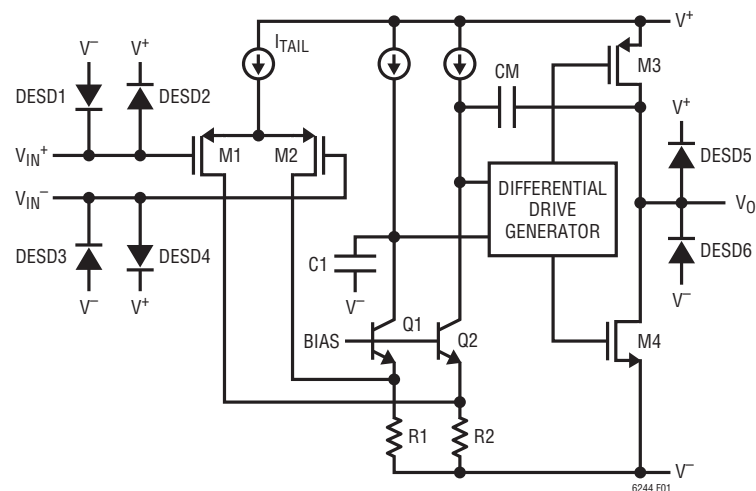


図1. 簡略回路図

ESD

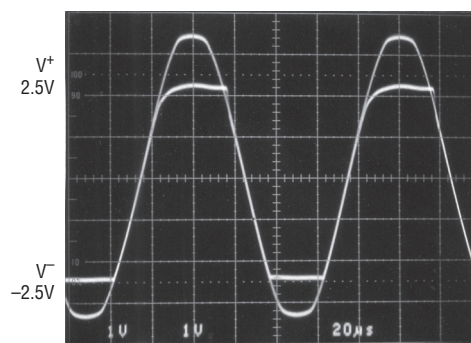
LTC6244のすべての入力と出力には、図1に示されているように、逆バイアスされたESD保護ダイオードが備わっています。これらのダイオードは4kVまでのESDスパイクに対してアンプを保護します。これらのピンがどちらかの電源を超えた電圧に強制されると、無制限の電流がこれらのダイオードを通して流れます。この電流トランジェントが1秒以下で、100mA以下に制限されていればデバイスは損傷を受けません。

アンプの入力バイアス電流はこれらのESDダイオードのリーク電流です。「標準的性能特性」に示されているように、このリーク電流は温度とアンプの同相電圧に応じて変化します。

ノイズ

LTC6244は0.1Hz～10Hzの領域で低い1/fノイズを示します。このノイズは1.5μV_{p-p}しかないので、これらのオペアンプは、ゼロドリフト・アンプが(それらの入力サンプリング特性のため)おそらく適していない、高インピーダンスで低周波数の多様なアプリケーションに使うことができます。

1kHzを超える周波数領域でも、LTC6244は良いノイズ電圧性能を示します。この周波数領域では、ノイズは特定のアプリケーションの全ソース抵抗によって簡単に支配されることがあります。



入力オーバードライブが大きなフォロワのV_{OUT}とV_{IN}

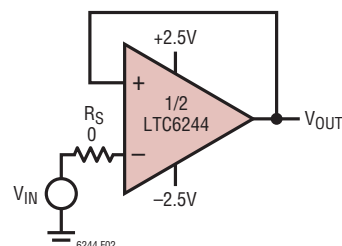


図2. ユニティ・ゲイン・フォロワのテスト回路

アプリケーション情報

具体的には、これらのアンプは4k Ω の抵抗のノイズを示します。これは、ソース抵抗と帰還抵抗をこの値以下に保つ(つまり $R_S + R_G \parallel R_{FB} \leq 4k\Omega$)ことが望ましいということを意味します。この全ソース・インピーダンスより上では、ノイズ電圧はアンプによって支配されません。

ノイズ電流は式 $i_n = \sqrt{2qIB}$ から推算することができます。ここで、 $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ クーロンです。 $\sqrt{4kTR\Delta f}$ と $R_S \sqrt{2qIB\Delta f}$ を等しいと置くことにより、50G Ω より小さいソース抵抗ではアンプのノイズがソース抵抗によって支配されることが示されます。「標準的性能特性」の「ノイズ電流と周波数」の曲線を参照。

低い1/fノイズと低い入力容量を同時に得るため、独自の設計技法が使われています。高いソース抵抗と帰還抵抗でアンプが使われるとき、低い入力容量が重要です。アンプのテール電流源(図1の I_{TAIL})からの高周波ノイズは入力容量を通して結合し、これらの大きなソース抵抗と帰還抵抗の両端に現れます。

安定性

これらのオペアンプのノイズ性能が優れているのは、差動対の大きな入力デバイスのためと考えられます。数百キロヘルツ以上では、放置しておくことにより入力容量によってアンプの安定性の問題が生じることがあります。オペアンプの周囲のフィードバックが抵抗性(R_F)だと、 R_F 、ソース抵抗(R_S)、ソース容量(C_S)、およびアンプの入力容量によってポールが生じます。

利得の低い構成で、 R_F と R_S がキロオームの範囲だと(図3)、このポールにより過剰な位相シフトが生じることがあり、おそらく発振が起きます。 R_F に並列に小さなコンデンサ C_F を追加するとこの問題がなくなります。

低い入力バイアス電流の実現

DDパッケージはリードレスなので、パッケージの下でPCBに接合します。デバイスをPCBに接合するとき使われる半田フラックスはリーク電流経路を形成することがあり、デバイスの入力バイアス電流性能を低下させることがあります。バックサイド・パドルが内部でV₊に接続されているので、すべての入力に影響を受けます。入力電圧が変化するにつれ、またはV₊が変化すると、リーク経路が形成され、観察される入力バイアス電流が変化することがあります。バイアス電流を最小にしたい場合、MS8パッケージのLTC6244を使います。

フォトダイオード・アンプ

フォトダイオードは2つに分類することができます。高い容量(30pF~3000pF)の大面积フォトダイオードと、相対的に低い容量(10pF以下)の小面積フォトダイオードです。最良の信号対雑音性能を得るため、フォトダイオードの電流を電圧に変換するのに、反転オペアンプと帰還抵抗で構成されるトランスインピーダンス・アンプが最も広く使われています。低ノイズ・アンプの設計では、大面积フォトダイオード用アンプの場合はオペアンプの入力電圧ノイズを下げることに多くの注意を払う必要があります。他方、小面積フォトダイオード用アンプの場合はオペアンプの入力電流ノイズと寄生容量に多くの注意を払う必要があります。

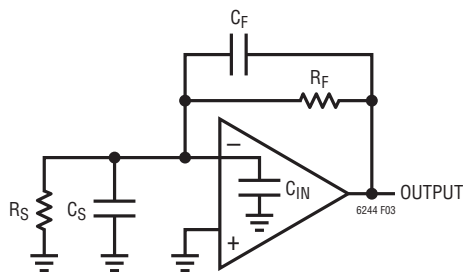


図3. 入力容量の補償

アプリケーション情報

大面積フォトダイオード用アンプ

簡単な大面積フォトダイオード・アンプを図4aに示します。このフォトダイオードの容量は3650pF(公称3000pF)で、これは回路のノイズ性能に大きな影響を与えます。たとえば、10kHzでのフォトダイオードの容量は4.36kΩのインピーダンスに等しいので、帰還抵抗が1MΩのオペアンプ回路のノイズ利得はその周波数で $NG = 1 + 1M/4.36k = 230$ です。したがって、LTC6244の入力電圧ノイズは $NG \cdot 7.8nV/\sqrt{Hz} = 1800nV/\sqrt{Hz}$ として出力に現れ、これは回路の出力ノイズ・スペクトル(図4b)に明らかに見ることができます。オペアンプの電流ノイズ、つまり利得抵抗の $130nV/\sqrt{Hz}$ をまだ計算に入れていないことに注意してください。とはいえ、これらはオペアンプの電圧ノ

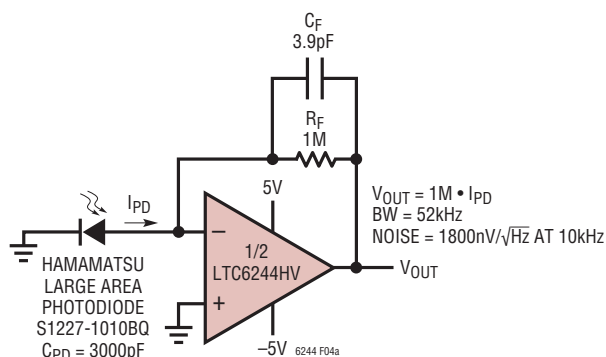


図4a. 大面積フォトダイオード用トランスインピーダンス・アンプ

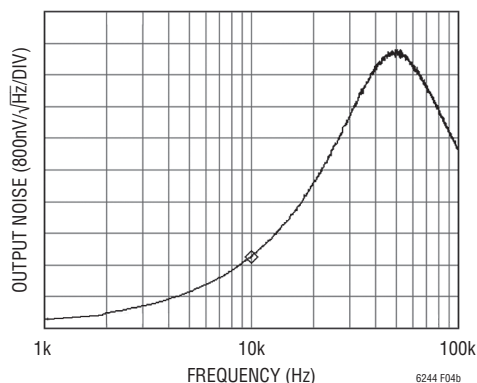


図4b. 図4aの回路の出力ノイズ・スペクトル密度。10kHzでは、 $1800nV/\sqrt{Hz}$ の出力ノイズのほとんど全部が、LTC6244の $7.8nV$ の電圧ノイズと、フォトダイオードの高容量を見込む1M帰還抵抗の高いノイズ利得に起因する。

イズとノイズ利得に比べると明らかに取るに足りないものです。参考までに、この回路のDC出力オフセットは約 $100\mu V$ 、帯域幅は52kHz、全ノイズの測定値は100kHzの測定帯域幅で $1.7mV_{RMS}$ でした。

この回路を改良した回路を図5aに示します。この回路では大きなダイオード容量が $1nV/\sqrt{Hz}$ のJFETでブートストラップされています。このデプレッション型JFETの V_{GS} は約 $-0.5V$ なので、 R_{BIAS} により、このJFETはちょうど1mAを超えるドレイン電流で動作するよう強制されます。図示されているように接続すると、フォトダイオードには V_{GS} の逆バイアスが加わるので、その容量は前の場合よりわずかに低くなりますが(測定値は2640pF)、最も顕著な効果はブートストラップによるものです。新しい回路の出力ノイズを図5bに示します。10kHzでのノイズは今や $220nV/\sqrt{Hz}$ であり、1M帰還抵抗の $130nV/\sqrt{Hz}$ のサーマル・ノイズ・フロアは低い周波数では識別可能です。つまり、オペアンプの $7.8nV/\sqrt{Hz}$ が実効的にJFETの $1nV/\sqrt{Hz}$ によって置き換えられたのです。これは、1M帰還抵抗はもはや大きなフォトダイオードの容量を「見返さない」ためです。代わりに、帰還抵抗はJFETのゲート容量、オペアンプの入力容量、および(合計約10pF)いくつかの寄生容量を見返します。大きなフォトダイオード容量は低ノイズJFETのゲート-ソース電圧に作用します。以前のように10kHzでサンプル計算すると、フォトダイオードの容量は $6k\Omega$ のように見えますので、JFETの $1nV/\sqrt{Hz}$ により $1nV/6k = 167fA/\sqrt{Hz}$ の電流ノイズが生じます。この電流ノイズは必然的に1M帰還抵抗を通して流れますので、出力では $167nV/\sqrt{Hz}$ として現れます。抵抗の $130nV/\sqrt{Hz}$ (RMSとして)を加えると、全ノイズ密度の計算値は $210nV/\sqrt{Hz}$ となり、図5bのノイズの測定値と良く合致します。もう一つの顕著な改善点として、ブートストラップにより補償帰還容量を減らすことが可能になったので、帯域幅が今や350kHzを超えます。ブートストラップは、ゲート電流が数ピコアンペア増える以外、アンプのDC精度には影響を与えないことに注意してください。

この回路には1つだけ短所があります。ほとんどのフォトダイオード回路は、印加される逆バイアス(それが0V、5V、または200Vであれ)の大きさを設定する能力を必要とします。この回路の逆バイアスは、JFETによって支配され、約0.5Vに固定されます。

アプリケーション情報

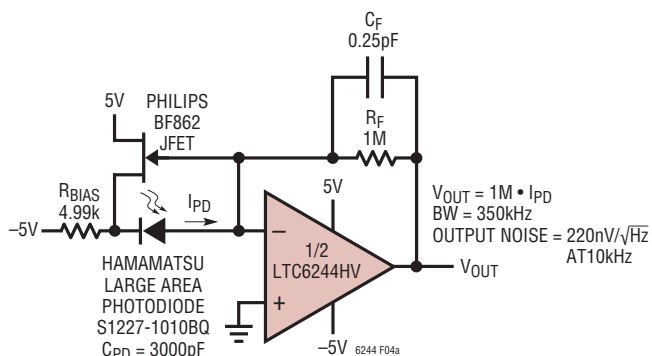


図5a. 大面積ダイオードのブートストラップ

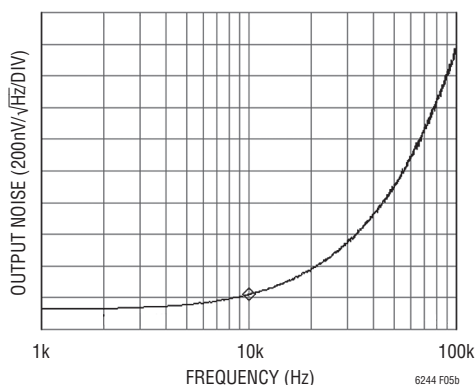


図5b. 図5aの出力ノイズ・スペクトル密度。この簡単なJFETブートストラップはノイズ(および帯域幅)を大幅に改善する。10kHzでのノイズ密度は $220\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ となり、約8.2分の1への減少である。これは主にJFETの $1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ でオペアンプの $7.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ を置き換えたブートストラップ効果による

解決策は図6aの回路に示されているとおりで、これはコンデンサ/抵抗のペアを使ってブートストラッピングのACの利点を利用可能にし、他方、フォトダイオードに対して異なった逆DC電圧を可能にします。JFETは依然として同じ電流で動作しますが、任意の逆バイアスをフォトダイオードに印加することができます。フォトダイオードの逆バイアスが0Vの回路の出力ノイズ・スペクトルを図6bに示します。図4aの元の回路と同様、ここでもフォトダイオードの容量は 3650pF です。この0Vバイアスのノイズ・プロットは、フォトダイオードの容量とは無関係に、ブートストラッピングだけが10kHzで $1800\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ から $291\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ への6.2:1のノイズ減少の要因であることを示しています。ただし、逆バイアスを与えることにより、フォトダイオードの容量をここでは任意に減少させることができ、また、フォトダイオードを

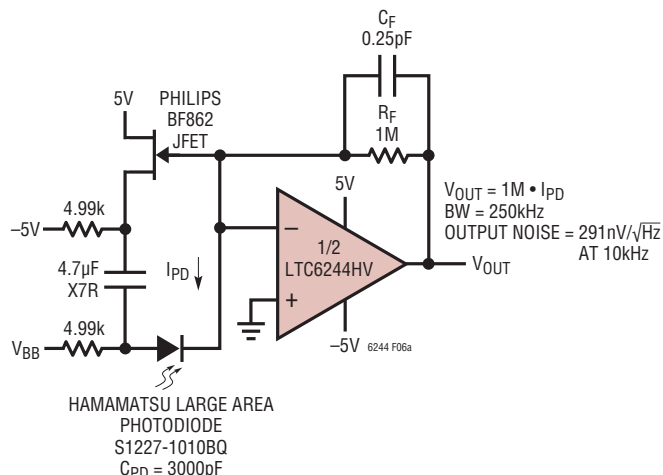


図6a. コンデンサと抵抗の追加により、任意のフォトダイオード・バイアス電圧 V_{BB} を印加しながら、ブートストラッピングの利点が活かされる

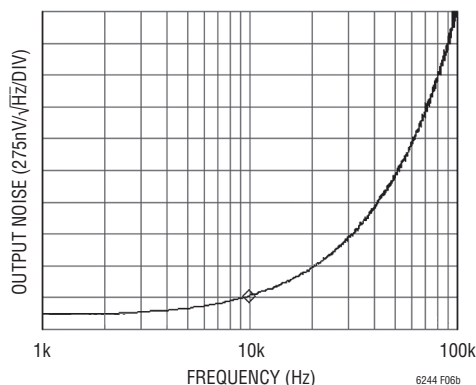


図6b. 図6aの回路の出力スペクトル(フォトダイオードのバイアスは0V)。図4aの元の回路と同様、フォトダイオードの容量はバックアップである。ただし、これは逆バイアスを与えて任意に減少させることができる。このプロットは、ブートストラッピングだけで10kHzのノイズ密度を6.2:1の割合で、 $1800\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ から $291\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ に減少させたことを示している。

逆向きにして、正方向または負方向に変化する出力のためにカソードまたはアノードのどちらの接続でもサポートすることができます。

このデータシートの最後のページの回路は、4個のJFETを並列に接続してノイズをさらに減らし、10kHzで $152\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ を達成したことを示しています。これは図4aの基本的なフォトダイオード回路のノイズの12分の1です。

アプリケーション情報

小面積フォトダイオード用アンプ

小面積フォトダイオードの容量は非常に低く、一般に10pF以下で、1pF以下のものさえあります。それらは容量が低いので、大面積フォトダイオードに比べて、高い周波数では近似的に電流ソースになります。小面積フォトダイオード用アンプの設計における困難な課題の1つは、電圧ノイズが問題にならずに電流ノイズが支配的になるように、入力容量を低く保つことです。LTC6244を使った簡単な小面積フォトダイオード・アンプを図7に示します。アンプの入力容量は C_{DM} と1つの C_{CM} (なぜなら、+入力は接地されているから)からなり、合計約6pFで

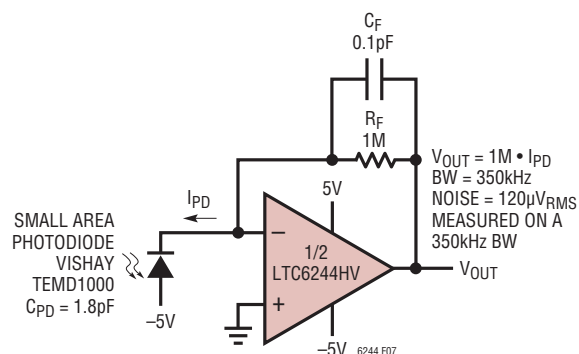


図7. 通常のTIA構成のLTC6244

す。小さなフォトダイオードの容量は1.8pFなので、アンプの入力容量が支配的容量となります。小さな帰還コンデンサは実際の部品(AVXのAccu-Fシリーズ)ですが、オペアンプのリード、抵抗および寄生容量と並列になるので、実際の合計帰還容量は約0.4pFになるでしょう。このことが重要な理由は、これが回路の補償と(オペアンプの利得帯域幅とともに)回路の帯域幅を設定するからです。示されている回路の帯域幅は350kHzで、その帯域幅で測定した出力ノイズは120 μ V_{RMS}です。

図8aの回路により、わずかに改善がなされます。動作は依然としてトランスインピーダンス・モードで、 R_F が利得を1M Ω に設定します。ただし、利得が3の非反転入力段A1が挿入されており、A2によって担われる通常の反転段が後に続きます。これにより何が達成されるか注意してください。アンプの入力容量は $R_2:R_1$ のフィードバックによってブーツストラップされ、A1の入力 C_{DM} (3.5pF)の影響を除去し、1つの C_{CM} (2.1pF)しか残しません。ピン5、6および7のオペアンプが入力アンプとして選択され、(+)入力の余分なピン間容量を除去します。MSOPパッケージの隅のピン容量はわずか約0.15pFです。この非反転構成を使うことにより、入力容量が最小に抑えられます。

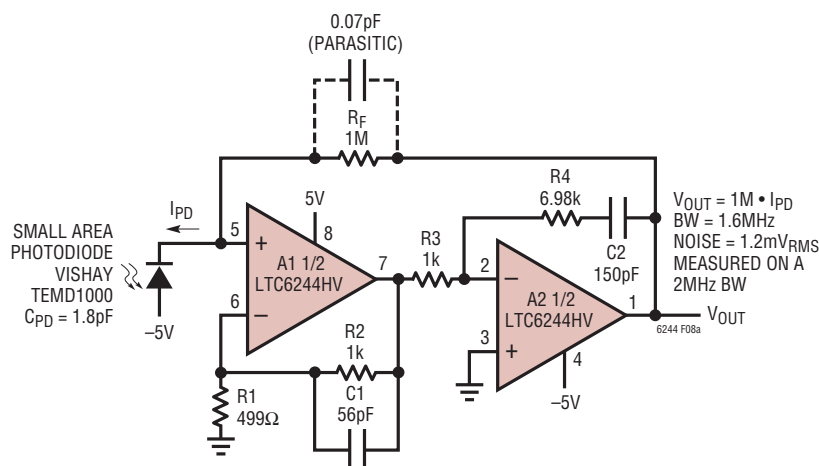


図8a. 帯域幅を上げるため両方のオペアンプを利用。A1はループ内で3の利得を与え、利得帯域幅積を増加させる。これにより、A1の入力間の C_{DM} がブーツストラップされ、アンプの入力容量が減少する。A2により反転が行われるので、フォトダイオードは非反転入力を見込む。ピン5は隅にあるので選択され、1つのピン容量が取り除かれた。

アプリケーション情報

アンプの入力の全容量は、1つの C_{CM} (2.1pF) とフォトダイオードの容量 C_{PD} (1.8pF) の和、つまり寄生容量も入れて約4pFになります。たとえば、1MHzでのシャント・インピーダンスは $X_C = 1/(2\pi fC) = 39.8k\Omega$ なので、1MHzでのノイズ利得は $NG = 1 + R_f/X_C = 26$ です。このアンプの入力電圧ノイズは、 $R_1 \sim R_3$ の影響、2番目の段のノイズ、および電圧ノイズは周波数とともに上昇するという事実を考慮すると、約 $15nV/\sqrt{Hz}$ です。ノイズ利得を入力電圧ノイズに掛けると、 $26 \cdot 15nV/\sqrt{Hz} = 390nV/\sqrt{Hz}$ の電圧ノイズによる出力ノイズ密度を与えます。しかし、図8bのノイズ・スペクトル密度の曲線は、1MHzで $782nV/\sqrt{Hz}$ の出力ノイズを示しています。余分の出力ノイズは、(帰還インピーダンスを掛けた) 入力電流ノイズによります。したがって、図8aの回路は帯域幅を広げますが、ノイズの利点は与えません。ただし、ここでの $1.2mV_{RMS}$ のノイズは、前の例の350kHzの帯域幅の代わりに、2MHzの帯域幅で測定されることに注意してください。

低ノイズ完全差動バッファ/アンプ

差動信号調整回路では、かなりのノイズを回路にロードまたは追加することなく、差動ソースをモニタする必要のあること

がよくあります。さらに、かなりの帯域幅にわたる低レベル信号に利得を加えることは極めて有用です。低ノイズ、高インピーダンスの差動アンプの代表的アプリケーションはRFID(無線周波数識別)受信機のベースバンド回路です。UHF RFID受信機のベースバンド信号は一般に、差動出力インピーダンスが $100\Omega \sim 400\Omega$ の復調器の出力の低レベル差動信号です。この信号の帯域幅は1MHz以下です。

図9aの回路はLTC6244を使って低ノイズ完全差動アンプを構成しています。アンプの利得、入力インピーダンスおよび-3dB帯域幅は独立に定めることができます。望みの利得が分っていれば、入力インピーダンスと-3dB帯域幅、 R_G 、 C_F および C_{IN} を、図9bに示されている式から計算することができます。このアンプの同相利得は1に等しく($V_{OUTCM} = V_{INCM}$)、抵抗の整合には依存しません。図9aの回路の部品の値は、970kHz、利得 = 5、入力インピーダンスが4kの差動アンプを実現します。出力の差動DCオフセットは標準で $500\mu V$ 以下です。差動入力を基準にしたノイズ電圧密度を図10に示します。1MHz帯域幅の全入力換算ノイズは $16\mu V_{RMS}$ です。

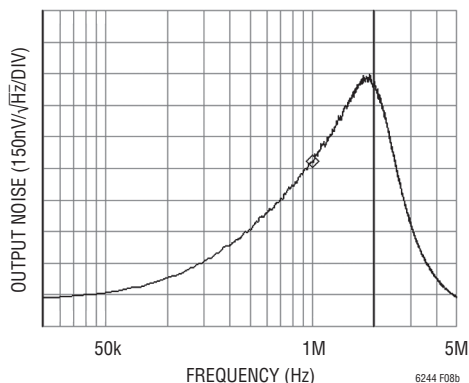


図8b. 図8aの回路の出力ノイズ・スペクトル。1MHzのノイズは $782nV/\sqrt{Hz}$ で、ほとんどが周波数とともに増加する入力電流ノイズに起因する

アプリケーション情報

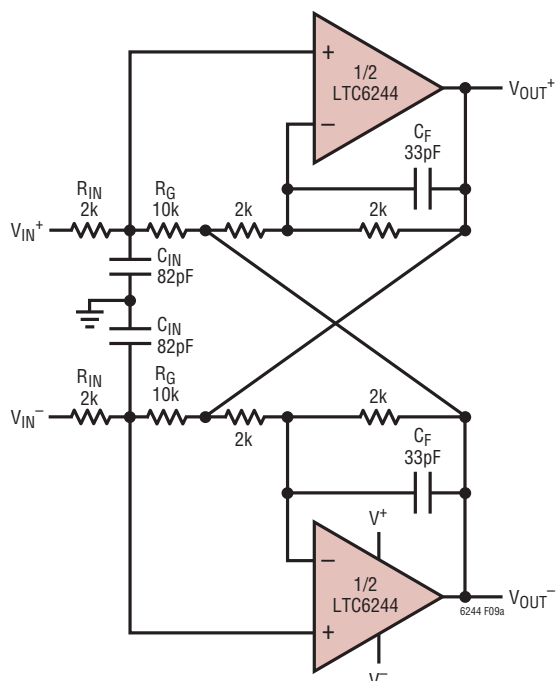


図9a. 低ノイズの完全差動バッファ/アンプ
($f_{-3dB} = 970\text{kHz}$, 利得 = 5, $R_{IN} = 4\text{k}$)

$$\text{入力インピーダンス} = 2 \cdot R_{IN}$$

$$\text{利得} = \frac{V_{OUT+} - V_{OUT-}}{V_{IN+} - V_{IN-}} = \frac{R_G}{R_{IN}}$$

$$\text{最大利得} = \frac{5\text{MHz}}{f_{3dB}}$$

$$C_F = \frac{1}{4398 \cdot f_{3dB} \cdot (\text{Gain} + 2)}$$

$$C_{IN} = \frac{\text{Gain} + 2}{8.977 \cdot \text{Gain} \cdot R_{IN} \cdot f_{3dB}}$$

$$f_{3dB} = \frac{1}{\sqrt{4000 \cdot \pi^2 \cdot R_G \cdot C_F \cdot C_{IN}}}$$

図9b. 図9aの回路設計のための式

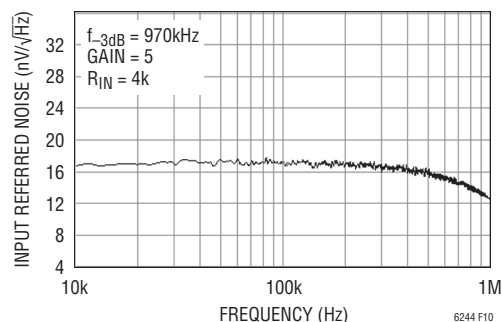


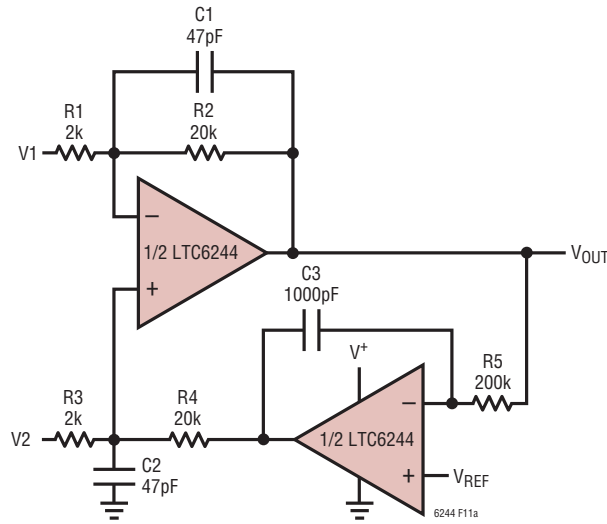
図10. 差動入力を基準にしたノイズ

低ノイズAC差動アンプ

広帯域のセンサーやトランスジューサの信号の調整では、数ヘルツから数百キロヘルツの周波数範囲の低レベルAC差動信号に利得を与えるのに、低ノイズ・アンプがよく使われます。さらに、アンプは同相AC信号を除去する必要があり、その入力インピーダンスは差動ソース・インピーダンスより高くします。代表的アプリケーションは、ソナー、音波および超音波システム、プロセス管理やロボティックスの変位測定用LVDT(リニア可変差動トランス)で使われる圧電センサーです。

図11aの回路は低ノイズの単一電源AC差動アンプです。アンプの低周波数-3dB帯域幅は抵抗 R_5 とコンデンサ C_3 で設定され、上側の-3dB帯域幅は R_2 と C_1 で設定されます。入力同相DC電圧はグラウンドから V^+ まで変化することができ、出力DC電圧は V_{REF} 電圧と同じです。アンプの利得は抵抗 R_2 の抵抗 R_1 に対する比です($R_4 = R_2$ および $R_3 = R_1$)。図11aの回路の部品の値は、利得が10に等しく、図11bに示されている入力換算の電圧ノイズ密度が $12\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ の800Hz~160kHz ACアンプを実現します。入力換算の全広帯域ノイズは、500Hz~200kHzの帯域幅で $4.5\mu\text{VRMS}$ です。

アプリケーション情報



$$V_{OUT} = GAIN \cdot (V2 - V1) + V_{REF}$$

$$GAIN = \frac{R2}{R1} \quad R3 = R1, R4 = R2, C1 = C2$$

$$BANDWIDTH = f_{HI} - f_{LO}$$

$$f_{HI} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R2 \cdot C1}, \quad f_{LO} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R5 \cdot C3}$$

図11a. 低ノイズAC差動アンプ
(帯域幅: 800Hz~160kHz、利得 = 10)

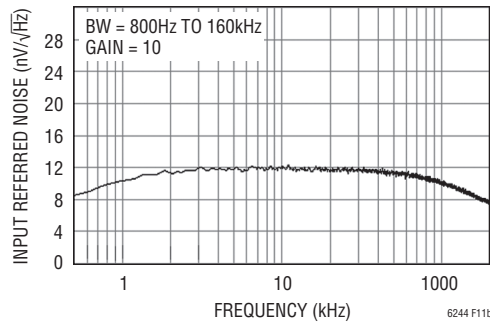
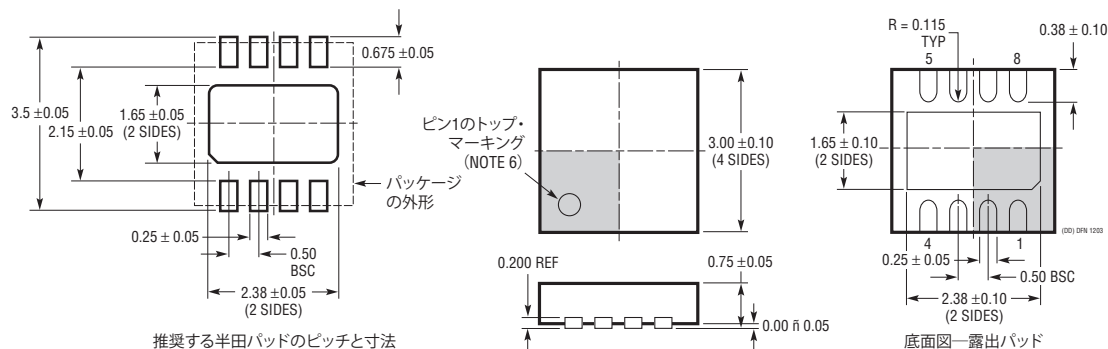


図11b. 入力換算ノイズ

パッケージ

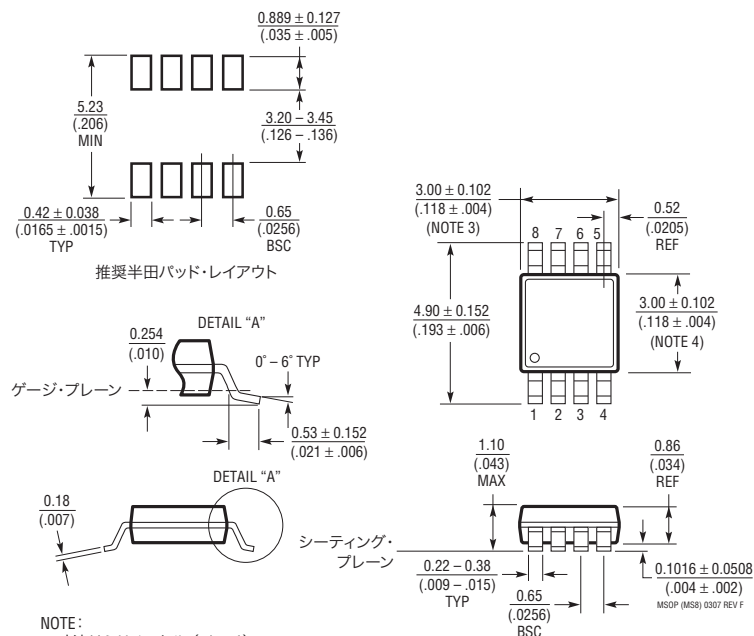
DDパッケージ
8ピン・プラスチックDFN (3mm×3mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1698)



NOTE:

1. 図はJEDECのパッケージ外形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トップとボトムのピン1の位置の参考に過ぎない

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



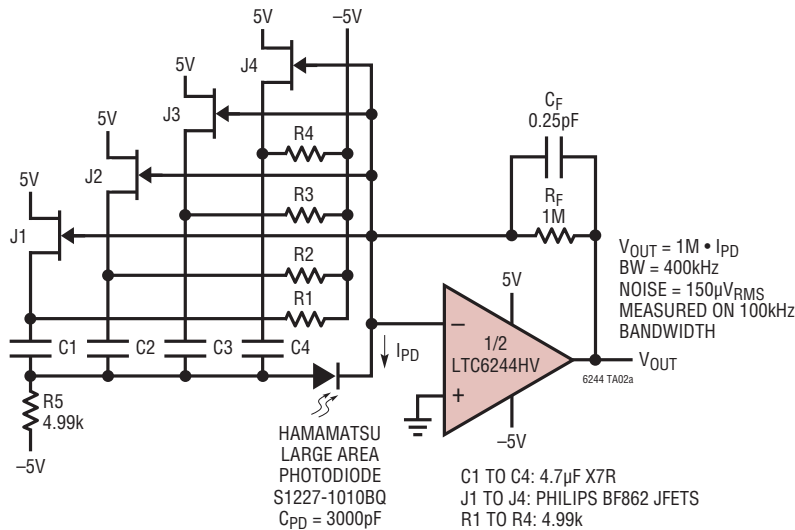
NOTE:

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(成形後のリードの底面)は最大0.102mm (0.004")であること

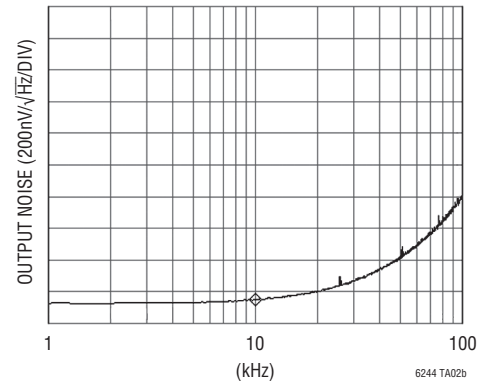
LTC6244

標準的応用例

超低ノイズ大面積フォトダイオード用アンプ



フォトダイオード用アンプの
出力ノイズ・スペクトル密度



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1151	±15Vゼロドリフト・オペアンプ	デュアル高電圧動作: ±18V
LT1792	低ノイズ精密JFETオペアンプ	6nV/√Hzノイズ、±15V動作
LTC2050	ゼロドリフト・オペアンプ	2.7V動作、SOT-23
LTC2051/LTC2052	デュアル/クワッドのゼロドリフト・オペアンプ	LTC2050のデュアル/クワッド・バージョン、MS8/GN16パッケージ
LTC2054/LTC2055	シングル/デュアルのゼロドリフト・オペアンプ	LTC2050/LTC2051のマイクロパワー・バージョン、SOT-23パッケージとDDパッケージ
LTC6087/LTC6088	デュアル/クワッドの14MHz CMOSオペアンプ	レール・トゥ・レール、低コスト
LTC6240/LTC6241/ LTC6242	シングル/デュアル/クワッドの 18MHz CMOSオペアンプ	低ノイズ、レール・トゥ・レール

6244fa