

# LMP7717,LMP7718

*LMP7717/LMP7718 88 MHz, Precision, Low Noise, 1.8V CMOS Input,  
Decompensated Operational Amplifier*



Literature Number: JAJ SAR9

## LMP7717/LMP7718

### 88MHz、高精度、低ノイズ、1.8V CMOS 入力、非補償オペアンプ

#### 概要

LMP7717 (シングル)/LMP7718 (デュアル) の低ノイズ、CMOS 入力オペアンプは、消費電流がわずか 1.15mA ながら、5.8nV/Hz の低入力電圧ノイズ密度を実現しています。LMP7717/LMP7718 は、ゲイン 10 で安定に動作し、88MHz のゲイン帯域幅 (GBW) 積を実現します。電源電圧範囲は 1.8V ~ 5.5V で、単一電源で動作できます。LMP7717/LMP7718 はそれぞれフルシングルの出力段を備えています。両アンプとも LMP<sup>®</sup> 高精度アンプ・ファミリーの一員であり、各種の計測器アプリケーションに最適です。

LMP7717 ファミリーは、低電圧および低ノイズのシステムで最適性能を発揮するように設計されています。数フェムトアンペア・レンジの入力バイアス電流 (代表値) と、グラウンドを含む入力同相電圧範囲を備えた CMOS 入力段により、LMP7717/LMP7718 は高速の低電力センサ・アプリケーションに最適です。

LMP7717/LMP7718 はナショナル セミコンダクターの先進の VIP50 プロセスによって製造され、5 ピン SOT23 パッケージまたは 8 ピン SOIC パッケージで提供します。LMP7717 は 5 ピン SOT23 パッケージまたは 8 ピン SOIC パッケージとして提供します。LMP7718 は 8 ピン SOIC または 8 ピン MSOP パッケージとして提供します。

#### 特長

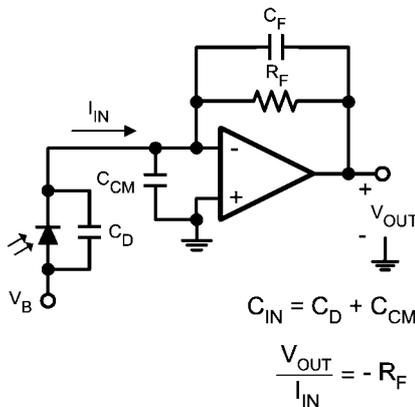
(特記のない限り 5V (typ) 電源)

入力オフセット電圧	± 150μV (max)
入力換算電圧ノイズ	5.8 nV/ Hz
入力バイアス電流	100fA
ゲイン帯域幅積	88MHz
電源電圧範囲	1.8V ~ 5.5V
消費電流 (チャネルあたり)	
LMP7717	1.15mA
LMP7718	1.30mA
フルシングルの出力振幅	
10k 負荷時	正負電源電圧の 25mV 以内
2k 負荷時	正負電源電圧の 45mV 以内
2.5V および 5.0V で特性を保証	
全高調波歪み	1kHz、600 で 0.04%
周囲温度範囲	- 40 ~ 125

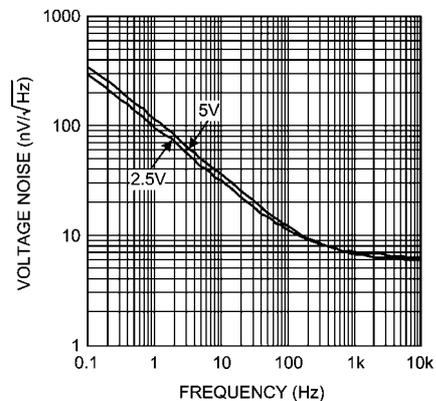
#### アプリケーション

ADC インタフェース  
 フォトダイオード・アンプ  
 アクティブ・フィルタとバッファ  
 低ノイズ信号処理  
 医療用測定機器  
 センサ・インタフェース・アプリケーション

#### 代表的なアプリケーション



Photodiode Transimpedance Amplifier



Input Referred Voltage Noise vs. Frequency

**絶対最大定格 (Note 1)**

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

**ESD 耐圧 (Note 2)**

人体モデル	2000V
マシン・モデル	200V
$V_{IN}$ 差動電圧	$\pm 0.3V$
電源電圧 ( $V^+ - V^-$ )	6.0V
入出力ピン電圧	$V^+ + 0.3V, V^- - 0.3V$
保存周囲温度範囲	- 65 ~ 150
接合部温度 (Note 3)	+ 150

**ハンダ付け情報**

赤外線または対流方式 (20 秒)	235
流動ハンダ付けリード温度 (10 秒)	260

**動作定格 (Note 1)**

温度範囲 (Note 3)	- 40 ~ 125
電源電圧 ( $V^+ - V^-$ )	$- 40 \leq T_A \leq 125$ 2.0V ~ 5.5V
	$0 \leq T_A \leq 125$ 1.8V ~ 5.5V
パッケージ熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ ) (Note 3)	
5  SOT23	180 /W
8  SOIC	190 /W
8  MSOP	236 /W

**2.5V 電気的特性 (Note 4)**

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 2.5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
$V_{OS}$	Input Offset Voltage			$\pm 20$	$\pm 180$ <b><math>\pm 480</math></b>	$\mu\text{V}$
$TC V_{OS}$	Input Offset Average Drift (Note 7)	LMP7717		-1.0	$\pm 4$	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LMP7718		-1.8		
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = 1.0V$ (Notes 8, 9)	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$	0.05	1 <b>25</b>	$\text{pA}$
			$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$	0.05	1 <b>100</b>	
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = 1.0V$ (Note 9)		.006	0.5 <b>50</b>	$\text{pA}$
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 1.4V$	83 <b>80</b>	94		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.0V \leq V^+ \leq 5.5V, V_{CM} = 0V$	85 <b>80</b>	100		dB
		$1.8V \leq V^+ \leq 5.5V, V_{CM} = 0V$	85	98		
CMVR	Input Common-Mode Voltage Range	CMRR $\geq 60$ dB CMRR $\geq 55$ dB	-0.3 <b>-0.3</b>		1.5 <b>1.5</b>	V
$A_{VOL}$	Open Loop Gain	$V_{OUT} = 0.15V$ to $2.2V$ , $R_L = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$	LMP7717	88 <b>82</b>	98	dB
			LMP7718	84 <b>80</b>	92	
		$V_{OUT} = 0.15V$ to $2.2V$ , $R_L = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$	LMP7717	92 <b>88</b>	110	
			LMP7718	90 <b>86</b>	95	
$V_{OUT}$	Output Swing High	$R_L = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$		25	70 <b>77</b>	mV from rail
		$R_L = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$		20	60 <b>66</b>	
	Output Swing Low	$R_L = 2$ k $\Omega$ to $V^+/2$		30	70 <b>73</b>	
		$R_L = 10$ k $\Omega$ to $V^+/2$		15	60 <b>62</b>	

**2.5V 電气的特性** (Note 4)

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 2.5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。(つづき)

$I_{OUT}$	Output Short Circuit Current	Sourcing to $V^-$ $V_{IN} = 200\text{ mV}$ (Note 10)	36 <b>30</b>	47		mA
		Sinking to $V^+$ $V_{IN} = -200\text{ mV}$ (Note 10)	7.5 <b>5</b>	15		
$I_S$	Supply Current per Amplifier	LMP7717		0.95	1.30 <b>1.65</b>	mA
		LMP7718 per channel		1.1	1.5 <b>1.85</b>	
SR	Slew Rate	$A_V = +10$ , Rising (10% to 90%)		32		V/ $\mu\text{s}$
		$A_V = +10$ , Falling (90% to 10%)		24		
GBWP	Gain Bandwidth Product	$A_V = +10$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$		88		MHz
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise	$f = 1\text{ kHz}$		6.2		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.01		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 1\text{ kHz}$ , $A_V = 1$ , $R_L = 600\Omega$		0.01		%

**5V 電气的特性** (Note 4)

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V^- = 0\text{V}$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions		Min (Note 6)	Typ (Note 5)	Max (Note 6)	Units
$V_{OS}$	Input Offset Voltage				$\pm 10$	$\pm 150$ <b><math>\pm 450</math></b>	$\mu\text{V}$
TC $V_{OS}$	Input Offset Average Drift (Note 7)	LMP7717			-1.0	$\pm 4$	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
		LMP7718			-1.8		
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = 2.0\text{V}$ (Notes 8, 9)	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$		0.1	1 <b>25</b>	pA
			$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$		0.1	1 <b>100</b>	
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = 2.0\text{V}$ (Note 9)			.01	0.5 <b>50</b>	pA
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0\text{V} \leq V_{CM} \leq 3.7\text{V}$		85 <b>80</b>	100		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$2.0\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ , $V_{CM} = 0\text{V}$		85 <b>80</b>	100		dB
		$1.8\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ , $V_{CM} = 0\text{V}$		85	98		
CMVR	Input Common-Mode Voltage Range	CMRR $\geq 60\text{ dB}$ CMRR $\geq 55\text{ dB}$		-0.3 <b>-0.3</b>		4 <b>4</b>	V
$A_{VOL}$	Open Loop Gain	$V_{OUT} = 0.3\text{V to } 4.7\text{V}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	LMP7717	88 <b>82</b>	107		dB
			LMP7718	84 <b>80</b>	90		
		$V_{OUT} = 0.3\text{V to } 4.7\text{V}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	LMP7717	92 <b>88</b>	110		
			LMP7718	90 <b>86</b>	95		

## 5V 電気的特性 (Note 4)

特記のない限り、すべてのリミット値は  $T_A = 25$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = 0V$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2 = V_O$  で保証されます。太字のリミット値は全動作温度範囲に適用されます。(つづき)

$V_{OUT}$	Output Swing High	$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	LMP7717	35	70	mV from rail
			LMP7718	45	80	
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		25	60	
	Output Swing Low	$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$	LMP7717	42	70	
			LMP7718	50	80	
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $V^+/2$		25	60	
$I_{OUT}$	Output Short Circuit Current	Sourcing to $V^-$ $V_{IN} = 200\text{ mV}$ (Note 10)	46	60	mA	
		Sinking to $V^+$ $V_{IN} = -200\text{ mV}$ (Note 10)	10.5	21		
$I_S$	Supply Current per Amplifier	LMP7717		1.15	1.40	mA
		LMP7718 per channel		1.30	1.70	
SR	Slew Rate	$A_V = +10$ , Rising (10% to 90%)		35		V/ $\mu$ s
		$A_V = +10$ , Falling (90% to 10%)		28		
GBWP	Gain Bandwidth Product	$A_V = +10$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$		88		MHz
$e_n$	Input-Referred Voltage Noise	$f = 1\text{ kHz}$		5.8		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input-Referred Current Noise	$f = 1\text{ kHz}$		0.01		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
THD+N	Total Harmonic Distortion + Noise	$f = 1\text{ kHz}$ , $A_V = 1$ , $R_L = 600\Omega$		0.01		%

**Note 1:** 絶対最大定格とは、デバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。動作定格とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能を保証するものではありません。保証されている仕様およびその試験条件については、「電気的特性」の表を参照してください。

**Note 2:** 人体モデル適用規格 MIL-STD-883、Method 3015.7 マシン・モデル適用規格 JESD22-A115-A (ESD MM std. of JEDEC)  
電場 (界) 誘導帯電モデル適用規格 JESD22-C101-C (ESD FICDM std. of JEDEC)

**Note 3:** 最大消費電力は、 $T_{J(MAX)}$ 、 $J_A$  の関数として求めることができます。ある周囲温度での最大許容消費電力  $P_D$  は  $(T_{J(max)} - T_A) / J_A$  です。すべての数値は、プリント基板に直接ハンダ付けしたパッケージを対象とします。

**Note 4:** 「電気的特性」の値は、記載温度の工場出荷試験条件にのみ適用されます。工場試験条件で生じる自己発熱は、 $T_J = T_A$  となる程度にきわめてわずかです。「電気的特性」には、自己発熱により  $T_J > T_A$  となる条件下で保証されるパラメータ性能値は記載されていません。

**Note 5:** 代表 (typ) 値は特性評価時におけるパラメータの標準値 (norm) を表します。実際の代表値は、経時的に変化するとともに、アプリケーションや構成にも依存します。この代表値はテストされた値ではなく、出荷済みの製品材料に対する保証値ではありません。

**Note 6:** リミット値は 25 において 100% 検査されます。全動作温度範囲におけるリミット値は標準統計品質管理 (SQC) 手法によって決められた補正データを加味して保証されます。

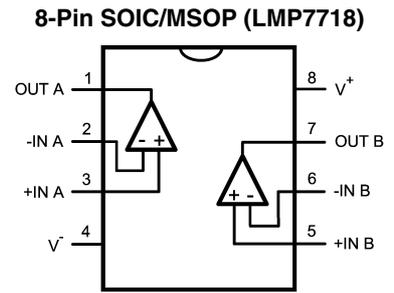
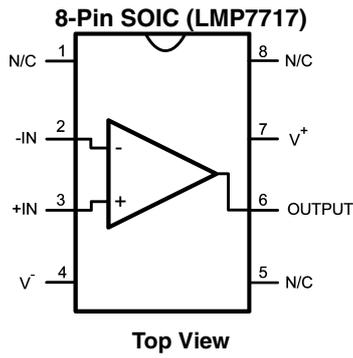
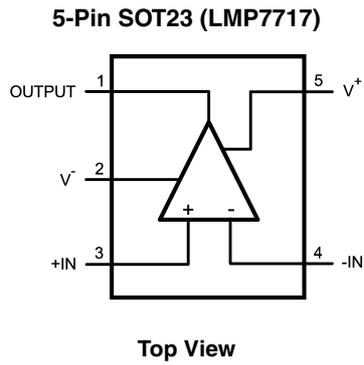
**Note 7:**  $V_{OS}$  の変化量を温度変化量で除算すると、オフセット電圧の平均ドリフト量が求められます。

**Note 8:** デバイスに向かって流れ込む電流を正方向の電流と定義しています。

**Note 9:** 入力バイアス電流と入力オフセット電流は設計により保証されています。

**Note 10:** 短絡試験は瞬時開ループ試験の 1 つです。短絡時間は 1.5ms です。

ピン配置図



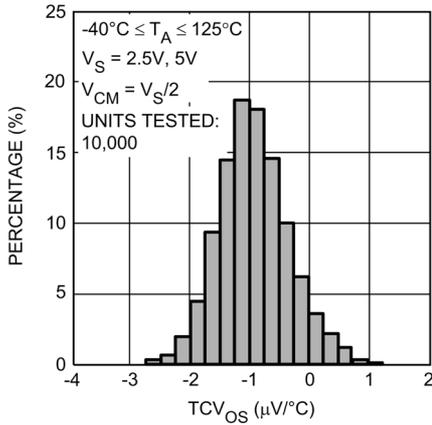
製品情報

Package	Part Number	Package Marking	Transport Media	NSC Drawing
5-Pin SOT23	LMP7717MF	AT4A	1k Units Tape and Reel	MF05A
	LMP7717MFE		250 Units Tape and Reel	
	LMP7717MFX		3k Units Tape and Reel	
8-Pin SOIC	LMP7717MA	LMP7717MA	95 Units/Rail	M08A
	LMP7717MAE		250 Units Tape and Reel	
	LMP7717MAX		2.5k Units Tape and Reel	
	LMP7718MA	LMP7718MA	95 Units/Rail	
	LMP7718MAE		250 Units Tape and Reel	
	LMP7718MAX		2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LMP7718MM	AP4A	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LMP7718MME		250 Units Tape and Reel	
	LMP7718MMX		3.5k Units Tape and Reel	

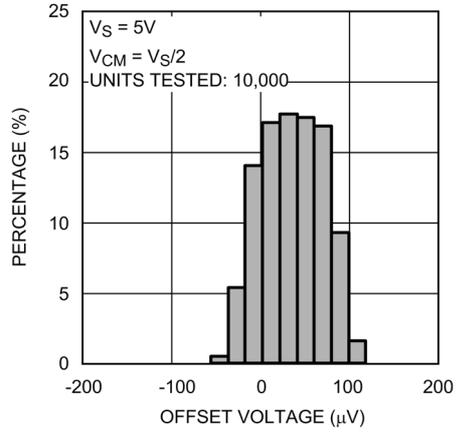
代表的な性能特性

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

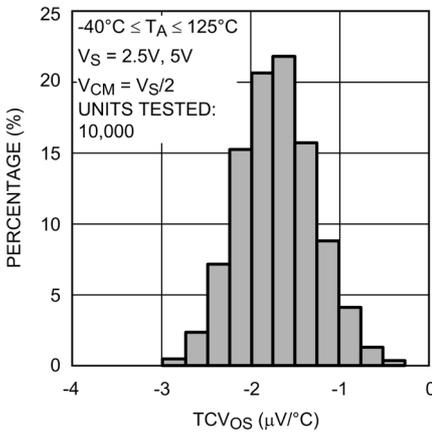
TCV<sub>OS</sub> Distribution (LMP7717)



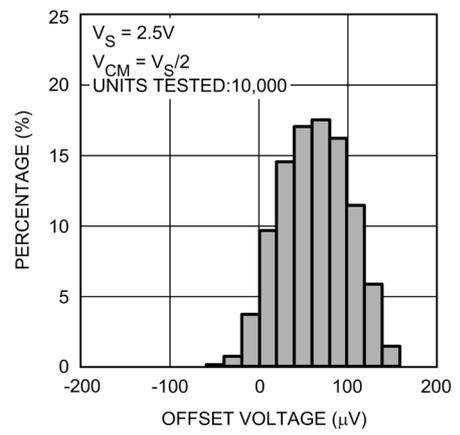
Offset Voltage Distribution



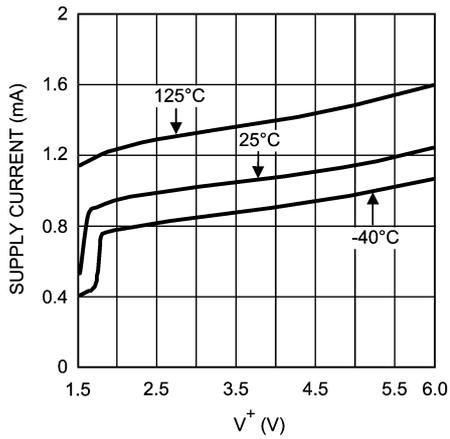
TCV<sub>OS</sub> Distribution (LMP7717)



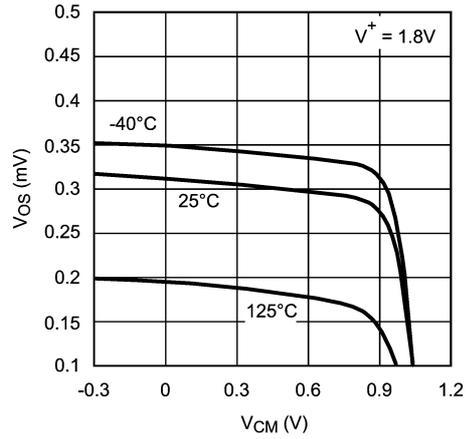
Offset Voltage Distribution



Supply Current vs. Supply Voltage (LMP7717)

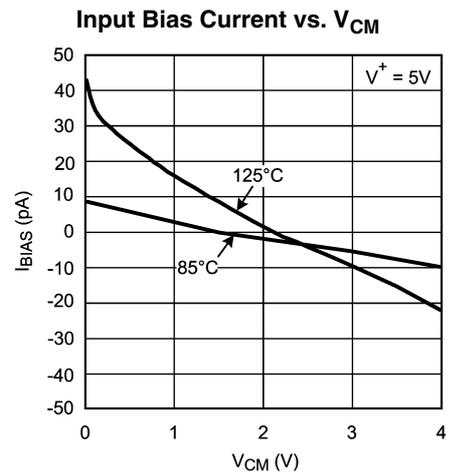
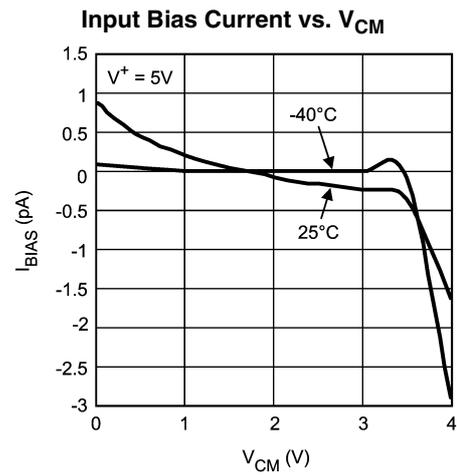
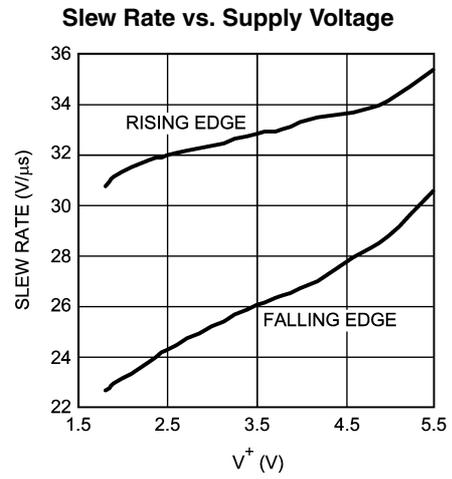
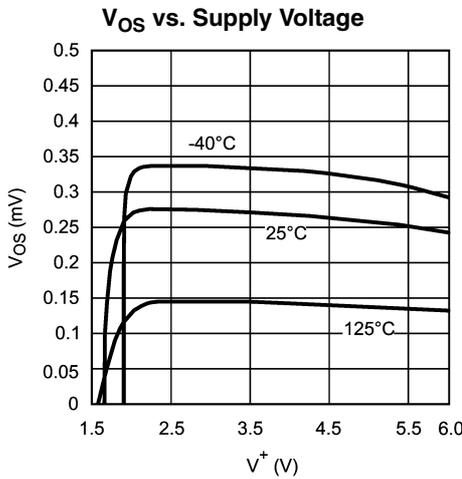
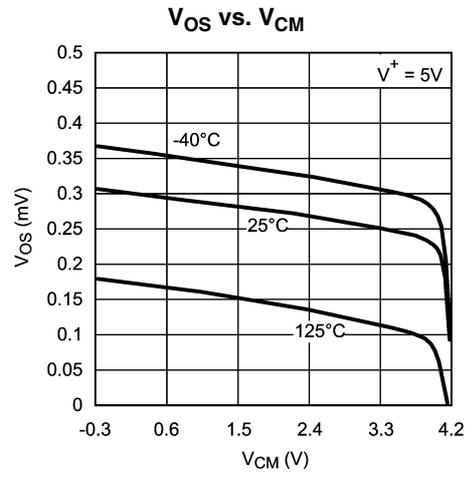
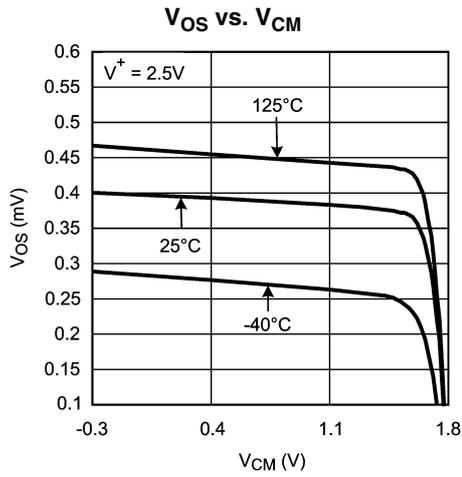


V<sub>OS</sub> vs. V<sub>CM</sub>



代表的な性能特性 (つぎ)

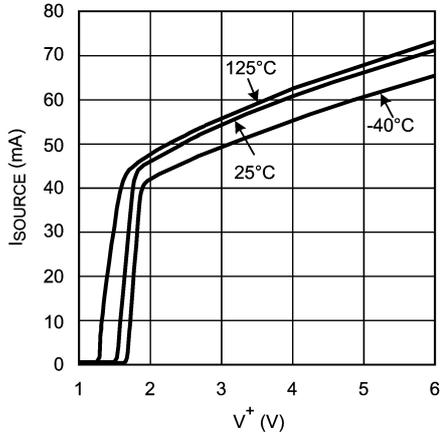
特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。



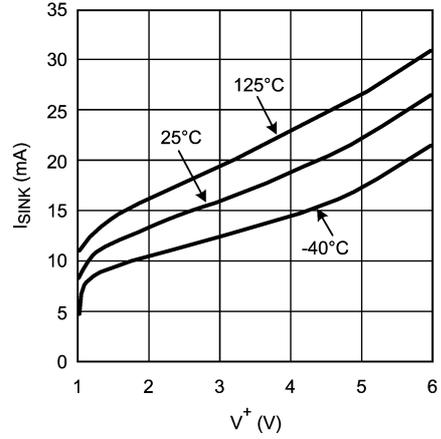
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

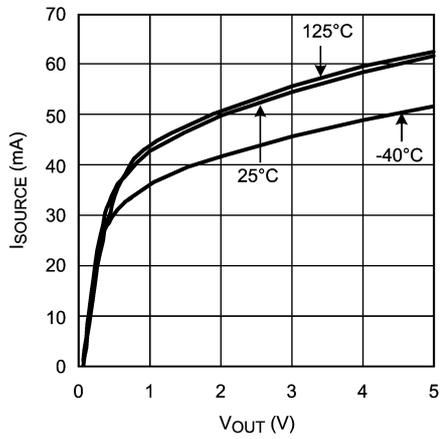
Sourcing Current vs. Supply Voltage



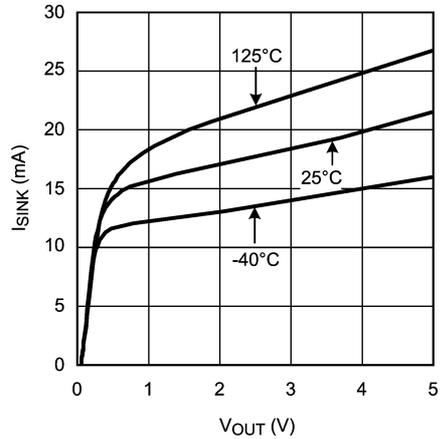
Sinking Current vs. Supply Voltage



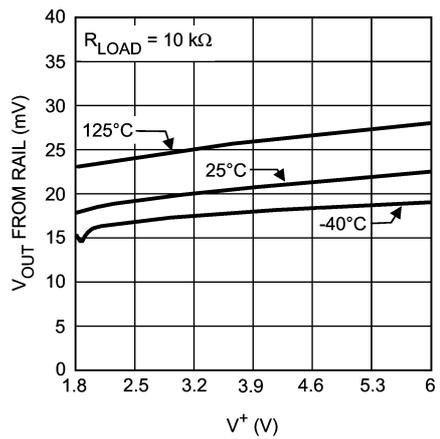
Sourcing Current vs. Output Voltage



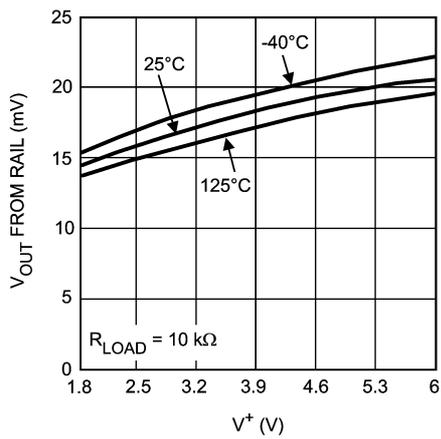
Sinking Current vs. Output Voltage



Positive Output Swing vs. Supply Voltage



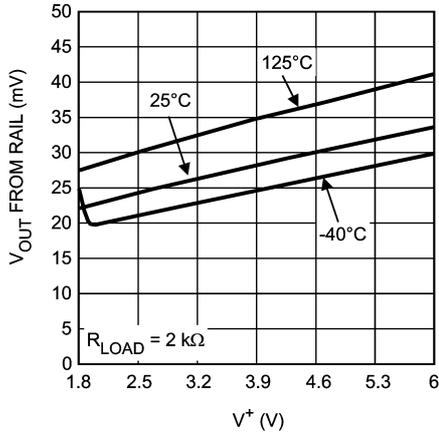
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



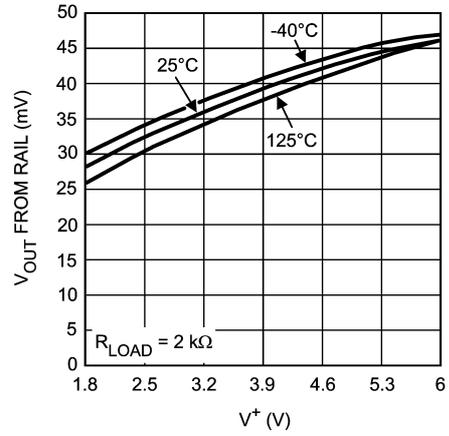
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

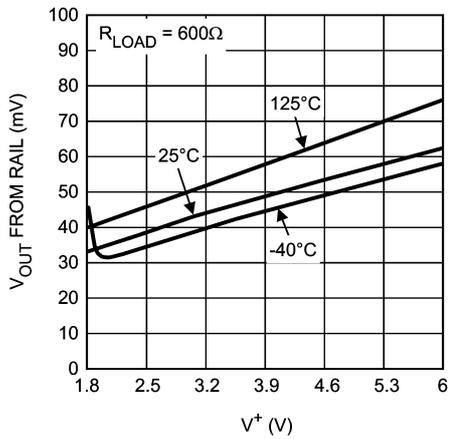
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



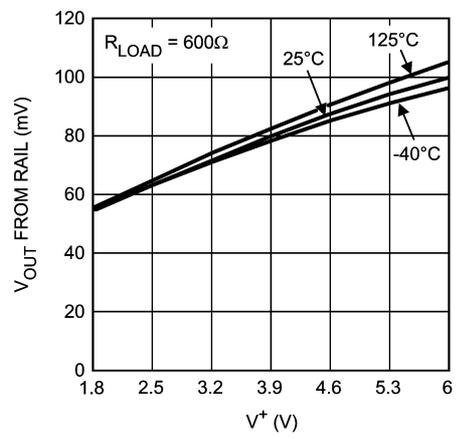
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



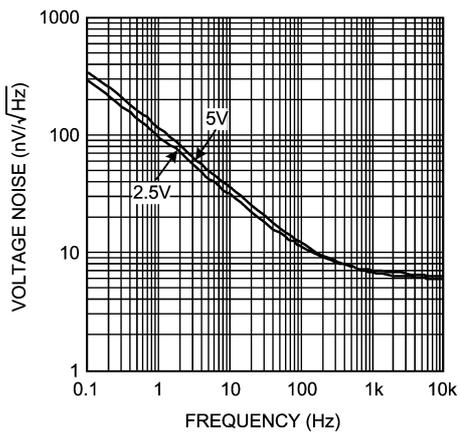
Positive Output Swing vs. Supply Voltage



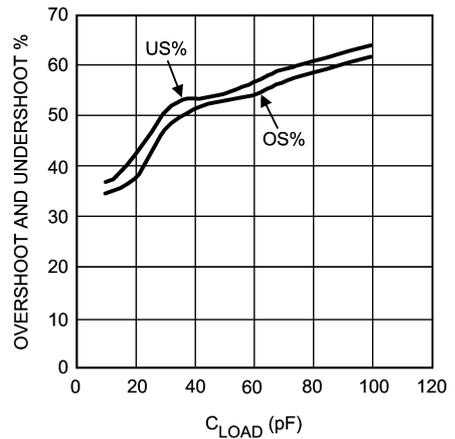
Negative Output Swing vs. Supply Voltage



Input Referred Voltage Noise vs. Frequency



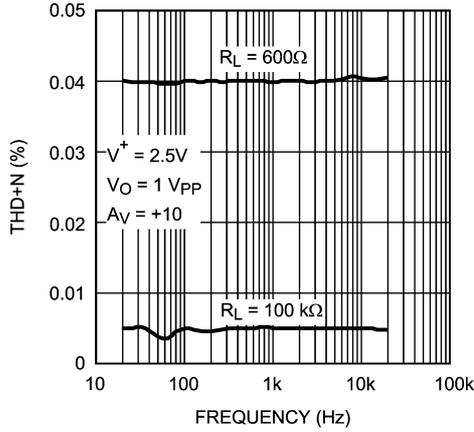
Overshoot and Undershoot vs. C\_LOAD



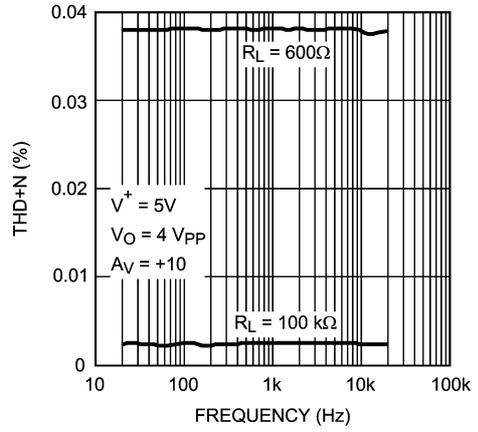
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

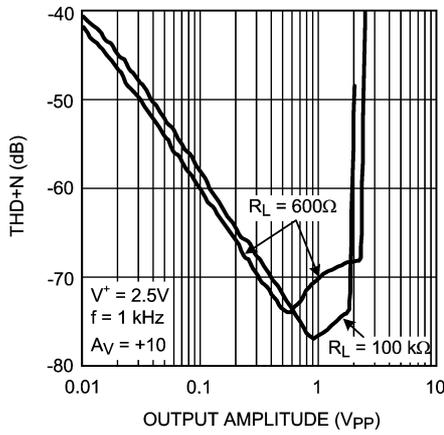
THD+N vs. Frequency



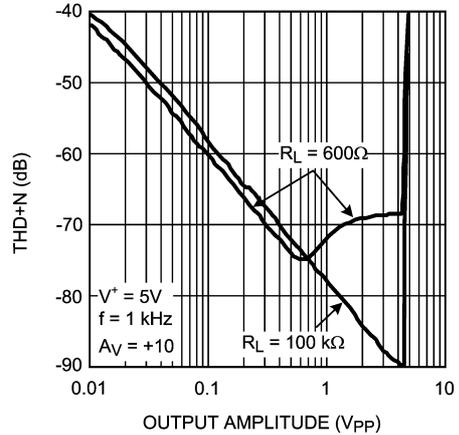
THD+N vs. Frequency



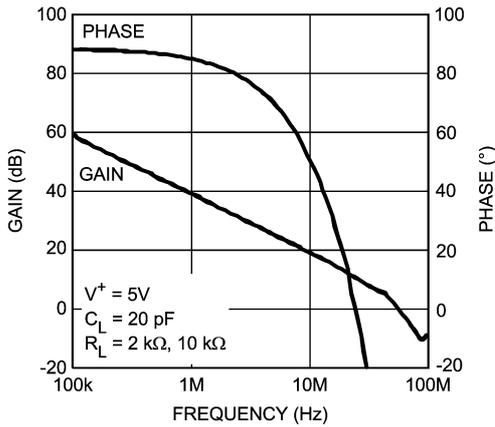
THD+N vs. Peak-to-Peak Output Voltage ( $V_{OUT}$ )



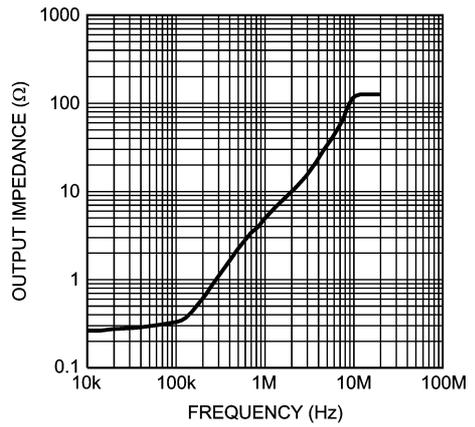
THD+N vs. Peak-to-Peak Output Voltage ( $V_{OUT}$ )



Open Loop Gain and Phase



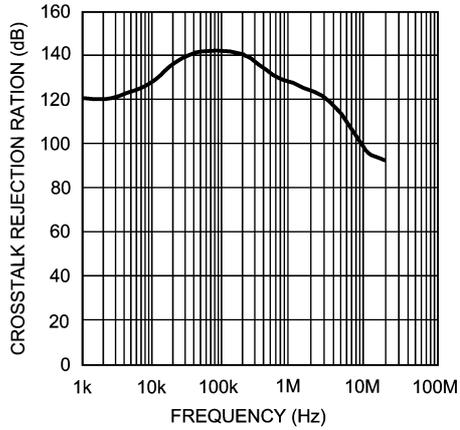
Closed Loop Output Impedance vs. Frequency



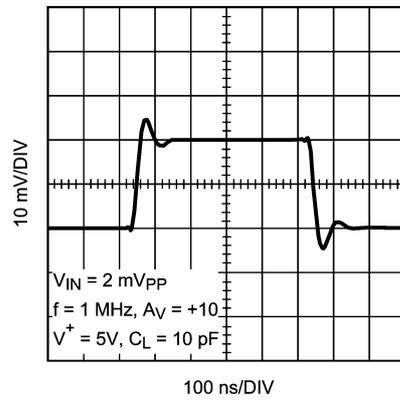
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

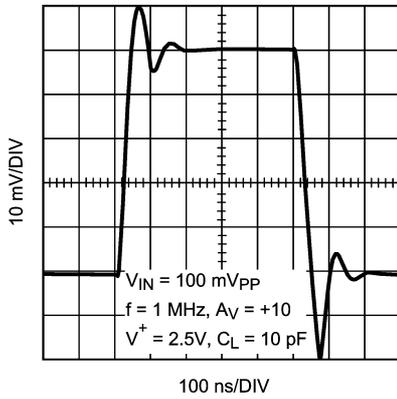
Crosstalk Rejection



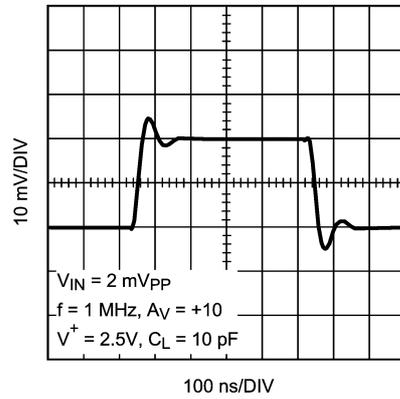
Small Signal Transient Response,  $A_V = +10$



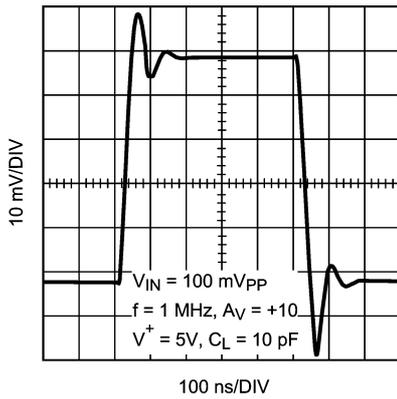
Large Signal Transient Response,  $A_V = +10$



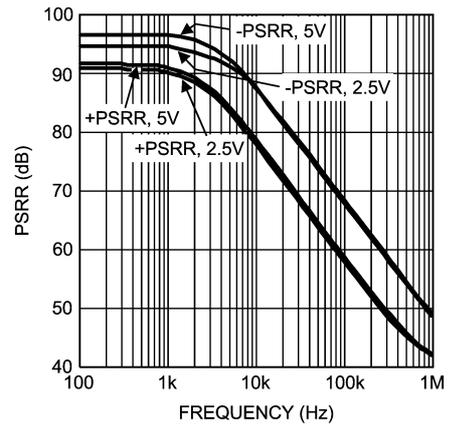
Small Signal Transient Response,  $A_V = +10$



Large Signal Transient Response,  $A_V = +10$



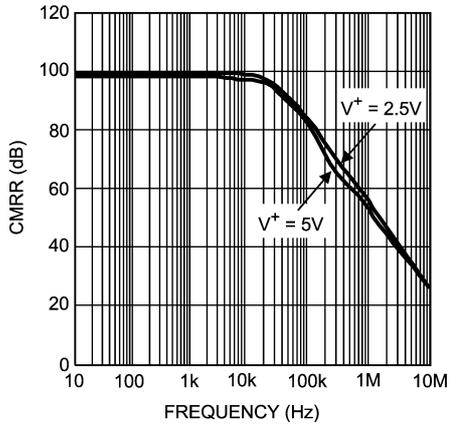
PSRR vs. Frequency



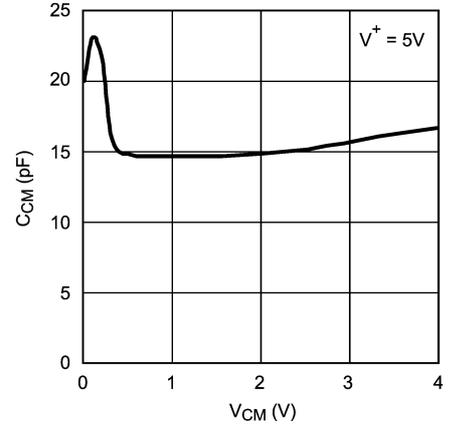
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $T_A = 25$ 、 $V^- = 0$ 、 $V^+ = 5V$ 、 $V_S = V^+ - V^-$ 、 $V_{CM} = V^+ / 2$  です。

CMRR vs. Frequency



Input Common Mode Capacitance vs.  $V_{CM}$



## アプリケーション情報

### LMP7717/LMP7718 の特長

#### 低消費電流で広帯域

LMP7717/LMP7718 は、消費電流を 1.15mA という小さい値に抑えながら、ゲイン 10 で 88MHz の GBW を備えた高性能オペアンプです。このため、LMP7717 はデータ・アキュイジション・アプリケーションの広帯域アンプとして理想的です。

適切な補償を加えることにより、LMP7717 は  $\pm 1$  のゲインで動作できると同時に、完全に補償されたアンプのスレーレートを超越する高速のスレーレートを維持できます。消費電力は LMP7715 と同等ながら帯域幅とスレーレートの高速化を実現しています。

#### 低入力換算ノイズと低入力バイアス電流

LMP7717/LMP7718 は非常に小さい入力換算電圧ノイズ密度を備えています (1kHz で 5.8nV/√Hz)。CMOS 入力段により、微小入力バイアス電流 (100fA) と低入力換算電流ノイズ (0.01pA/√Hz) が保証されます。これらの特性は信号品質の維持に有用であり、このため LMP7717/LMP7718 はオーディオまたはセンサベースのアプリケーションに最適です。

#### 低電源電圧

LMP7717 および LMP7718 は、2.5V および 5V 電源での動作時の性能が保証されます。これらは、2.0V ~ 5.5V の電源電圧で、-40 ~ 125 の周囲温度での動作が保証されているため、バッテリーの寿命を最大限に利用できます。また LMP7717/LMP7718 は、1.8V の電源電圧において 0 ~ 125 の温度環境での動作も保証されているため、低電圧のアプリケーションに最適です。

#### RRO およびグラウンド検知

フルスイングの出力振幅が可能のため、最大のダイナミック・レンジが得られます。これは、低い電源電圧で動作させるときに特に重要です。革新的な正帰還回路を使用して、出力段の電流駆動能力が高められています。このため、LMP7717/LMP7718 は 1.8V 電源において 40mA を超える電流をソースできます。他方、この特長によりコンパレータとしての性能は制限されるため、LMP7717/LMP7718 を開ループ構成で使用することは推奨しません。同相入力範囲には負電源レールが含まれるため、単一電源でグラウンド・レベルでの直接検知が可能です。

#### 小型パッケージ

LMP7717 および LMP7718 はパッケージの占有面積が小さいため、プリント基板上の省スペースが図れ、携帯電話、ページャ、その他の携帯システムなどのエレクトロニクス製品の小型設計が可能になります。信号源とオペアンプ間のトレースが長いと、信号経路にノイズを受けやすくなります。

物理的に小さな LMP7717/LMP7718 のパッケージを使えば、オペアンプは信号源の近くに配置でき、ノイズを拾いにくくなり、信号品質を維持できます。

#### 非補償型 LMP7717 の使用

##### 非補償オペアンプの利点

完全に補償されたオペアンプは、 $\pm 1$  の低いゲインにおいても動作の安定性を確保するように設計されています。この大幅な補償により、比較的使いやすいオペアンプが提供されます。非補償オペアンプは、最大の帯域幅とスレーレートを得られるように設計されています。この点が大きなメリットになります。

LMP7717/LMP7718 の安定した動作には、 $\pm 10$  のゲインが必要です。しかし、外部補償ネットワーク (単純な RC ネットワーク) を用いて、 $\pm 1$  のゲインでの安定性を確保し、しかも高いスレーレートを維持することができます。LMP7717 のボード線図と、LMP7717 に最も近い同等のユニティ・ゲイン安定オペアンプの LMP7715 の線図を比較すると、LMP7717 の帯域幅が明らかに増加しています。いずれの線図も出力負荷として 20pF と 10k $\Omega$  を並列に組み合わせたとときの値です。

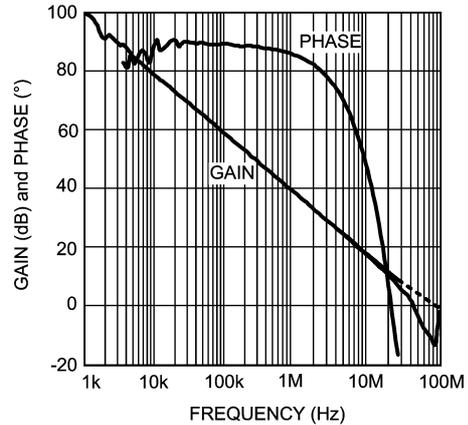


FIGURE 1. LMP7717  $A_{VOL}$  vs. Frequency

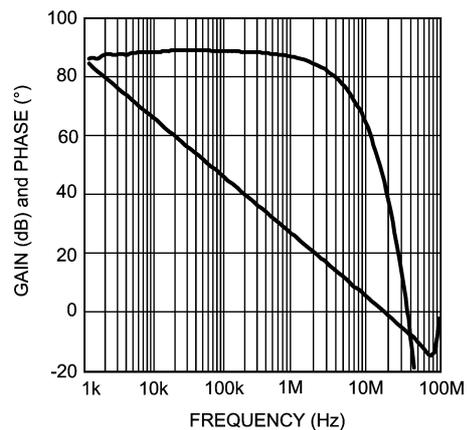


FIGURE 2. LMP7715  $A_{VOL}$  vs. Frequency

Figure 1 の LMP7717 の帯域幅は、Figure 2 の LMP7715 に比べてはるかに広く、非補償 LMP7717 の帯域幅は、LMP7715 の 5 倍です (88MHz 対 17MHz)。

#### 非補償オペアンプとは

ユニティ・ゲイン安定オペアンプと、非補償オペアンプの相違を Figure 3 に示します。このボード線図は、理想的な 2 ポール・システムを想定しています。Figure 3 に示されるように、非補償オペアンプのドミナント・ポールは、ユニティ・ゲイン安定オペアンプより高い周波数  $f_1$  にあります。ユニティ・ゲイン安定オペアンプでは  $f_d$  です。これは、ユニティ・ゲイン安定オペアンプと同じ消費電力を維持しながらオペアンプの速度能力を高めるために行われています。LMP7717/LMP7718 のドミナント・ポールは 8.6Hz です。ユニティ・ゲイン安定の LMP7715/LMP7716 のドミナント・ポールは 1.6Hz です。

アプリケーション情報 (つぎ)

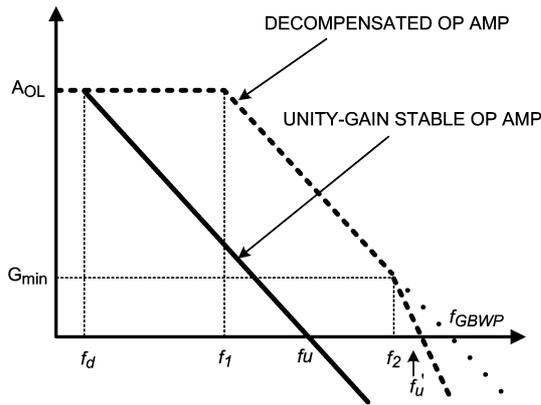


FIGURE 3. Open Loop Gain for Unity-Gain Stable Op Amp and Decompensated Op Amp

ドミナント・ポールの周波数がより高くなった結果、次のようになります。

1. DC 開ループ・ゲイン ( $A_{VOL}$ ) がより高い周波数まで拡張
2. より広い開ループ帯域幅
3. オペアンプ内の補償容量が減少したことによるスルーレートの向上

LMP7717/LMP7718 の第 2 の開ループ・ポール ( $f_2$ ) は、45MHz に生じます。ユニティ・ゲイン ( $f_u'$ ) は、第 2 のポール後の 51MHz に生じます。理想的な 2 ポール・システムでは、第 2 のポールの位置で 45 の位相余裕があります。LMP7717/LMP7718 では、第 2 のポールの近くに寄生ポールが形成され、0 に近い位相余裕になります。したがって、LMP7717/LMP7718 は安定性を確保するためには、10 以上の開ループ・ゲインで動作させるか、外部補償を追加する必要があります。

LMP7715 では、ゲイン帯域幅積は 17MHz になります。曲線は  $f_d$  と、第 2 のポールの下に発生する  $f_u$  との間では一定です。

LMP7717/LMP7718 では、 $GBW = 88\text{MHz}$  であり、 $f_1$  と  $f_2$  との間で一定です。 $f_2$  にある第 2 のポールは、 $A_{VOL} = 1$  の前で発生します。したがって、 $f_u'$  は 51MHz で発生し、これは 88MHz の  $GBW$  周波数よりかなり前の位置です。非補償オペアンプでは、ユニティ・ゲイン周波数と  $GBW$  は等しくありません。 $G_{min}$  は、安定性を保証する最低ゲインです。LMP7717/LMP7718 では、これはゲイン 10 つまり 20dB です。

入力進み遅れ補償

どのようなゲインでも LMP7717/LMP7718 の安定な動作を確保するために推奨される補償方法は、進み遅れ補償です。回路に補償部品を追加することにより、ユーザーはループ・ゲインが 0dB まで低くなったときも十分な位相余裕があることを保証し、ユニティ・ゲイン・オペアンプより優れた特性を維持するための帰還機能を実現できます。Figure 4 は、進み遅れ補償の構成を示します。必要な補償部品として、 $R_C$  と  $C$  のみが追加されます。

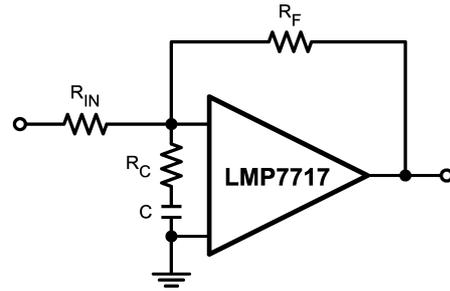


FIGURE 4. LMP7717 with Lead-Lag Compensation for Inverting Configuration

補償ネットワーク値の計算方法には、帰還係数  $F$  と呼ばれる項を導入する必要があります。帰還係数  $F$  は、オペアンプの入力ピン間の帰還電圧  $V_A - V_B$  の、オペアンプ出力電圧  $V_{OUT}$  に対する比率です。

$$F = \frac{V_A - V_B}{V_{OUT}}$$

帰還理論により、古くから知られるオペアンプの帰還式は、次のようになります。

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{A}{1 + AF}$$

$A$  はアンプの開ループ・ゲインであり、 $AF$  はループ・ゲインです。オペアンプの解析で非常に重要です。通常は  $AF \gg 1$  なので、上記の式は次のようになります。

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{1}{F}$$

進み遅れ補償の式の導出は、本データシートの扱う範囲を超えています。式の導出は、先に挙げた帰還式に基づきます。Figure 4 の回路の帰還係数の逆数は、次の式になります。

$$\frac{1}{F} = \left( 1 + \frac{R_F}{R_{IN}} \right) \left( \frac{1 + s(R_C + R_{IN} \parallel R_F) C}{1 + sR_C C} \right) \quad (1)$$

ここで、 $1/F$  のポールは次の位置に生じます。

$$f_p = \frac{1}{2\pi R_C C} \quad (2)$$

$1/F$  のゼロは次の位置に生じます。

$$f_z = \frac{1}{2\pi(R_C + R_{IN} \parallel R_F) C} \quad (3)$$

アプリケーション情報 (つづき)

$$\frac{1}{F} \Big|_{f=0} = 1 + \frac{R_F}{R_{IN}} \quad (4)$$

低周波数における Figure 4 の回路ゲインは  $-R_F/R_{IN}$  ですが、帰還係数  $F$  は回路ゲインと同じではありません。帰還係数は帰還理論から導出され、反転構成でも非反転構成でも同じです。つまり、低周波数における帰還係数は、非反転構成のゲインと等しくなります。

$$\frac{1}{F} \Big|_{f=\infty} = \left(1 + \frac{R_F}{R_{IN}}\right) \left(1 + \frac{R_{IN} \parallel R_F}{R_C}\right) \quad (5)$$

上記の式より次のことがわかります。

- $1/F$  のゼロは、 $1/F$  のポールより低い周波数の位置に発生します。
- 低周波数における  $1/F$  の値は、 $1 + R_F/R_{IN}$  です。
- この方法では、新たに 1 つのポールと 1 つのゼロが生成されます。
- この生成されたポールとゼロのペアは、次の 2 つの目的があります。

$G_{min} = 10$  の要件を満たすために、開ループ・ゲイン曲線 A と交差する前の、より高い周波数における  $1/F$  の値を上げます。LMP7717 では、良好な安定性を保つために、過補償が必要になることがあります。

ループ位相遅延を増加させることなく、上記の  $1/F$  値の上昇を達成します。

$1/F$   $G_{min}$  の制約は、開ループ・ゲイン A と  $1/F$  の交差する場所の近くでのみ満足する必要がある点に注意してください。その他の場所では、 $1/F$  は必要に応じて整形できます。 $1/F$  ポールは、開ループ・ゲイン A との交点より前に発生する必要があります。

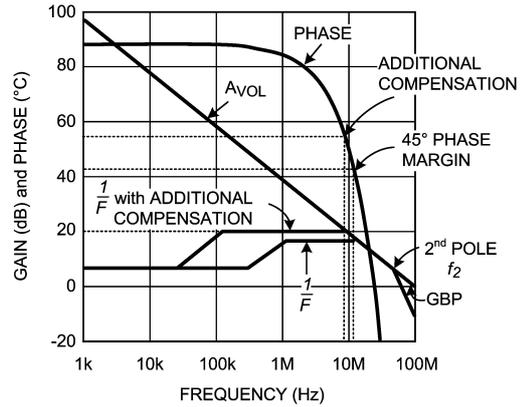
十分な位相余裕を確保するために、次の 2 つのルールに従うことを推奨します。

**ルール 1**  $1/F$  と開ループ・ゲイン A は、45° の最小位相余裕がある周波数で交差するものとします。過補償が必要なときは、A と  $1/F$  の交点は位相余裕が 45° を超える周波数に設定すると、回路の安定性が高まります。

**ルール 2**  $1/F$  のポールは、開ループ・ゲイン A との交点より少なくとも 1 デイカド下に設定するものとします。これは、 $F$  のゼロである、 $1/F$  のポールによる完全に 90° の位相進みを得るためです。これによって、 $1/F$  と A が互いに交差するときに、ゼロの効果が完全に中和されることが保証されます。

**LMP7717 の進み遅れ補償の計算**

Figure 5 は Figure 1 と同じグラフですが、コンセプトをわかりやすく示すために  $A_{VOL}$  と位相曲線をスムーズな線として引き直し、進み遅れ補償の算出に使用する主要なパラメータを明確に示しています。



**FIGURE 5. LMP7717/LMP7718 Simplified Bode Plot**

10V/V 未満のゲインで安定した動作を確保するために、外部補償を備えた回路のゲイン余裕が 0dB のときに 45° の位相余裕が得られるところまで、高周波数における開ループ・ゲイン余裕を削減する必要があります。帰還係数  $F$  のポールとゼロは、高周波数でのゲイン余裕を制御します。 $F$  と  $A_{VOL}$  間の距離がゲイン余裕です。したがって、ユニティ・ゲイン・ポイント (0dB) は、 $F$  が  $A_{VOL}$  曲線と交差する点です。

使用例では、 $-1$  のゲインでは  $R_{IN} = R_F$  です。したがって、低周波数では  $F = 6\text{dB}$  です。高周波数では、 $F$  の最小値は 45° の位相余裕では 18dB です。式 5 から、次の値が得られます。

$$\left(1 + \frac{R_F}{R_{IN}}\right) \left(1 + \frac{R_{IN} \parallel R_F}{R_C}\right) = 18\text{ dB} = 7.9$$

次に、 $R_F = R_{IN} = R$  と設定します。これらの値を使用して  $R_C$  を求めると、 $R_C = R/5.9$  となります。C の値は抵抗間の比率に影響しないことに注意してください。いったん抵抗の値が設定されると、 $F$  のポールの位置を設定する必要があります。この設計では、 $R_F$  と  $R_{IN}$  の抵抗値として 2k が選択されています。したがって、 $R_C$  の値は 2k / 5.9 に最も近い標準値の 330 に設定されます。

式 2 を書き変えて最小コンデンサ値を求めると、次の式が得られます。

$$C = 1/(2 f_p R_C)$$

帰還係数曲線  $F$  は、約 12MHz で  $A_{VOL}$  曲線と交差します。したがって、 $F$  のポールは 1.2MHz より大きくなることはありません。この値と  $R_C = 330$  を使用すると、C の最小値は 390pF です。Figure 6 を見ると、オーバーシュートが過剰ですが、デバイスは安定していることがわかります。Figure 7 に示すように、C が 2.2nF に増加してもリンギングは改善されていません。

アプリケーション情報 (つづき)

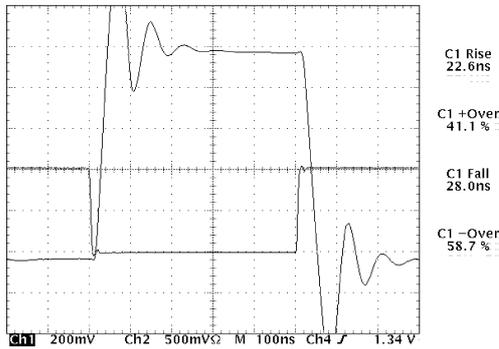


FIGURE 6. First Try at Compensation, Gain = - 1

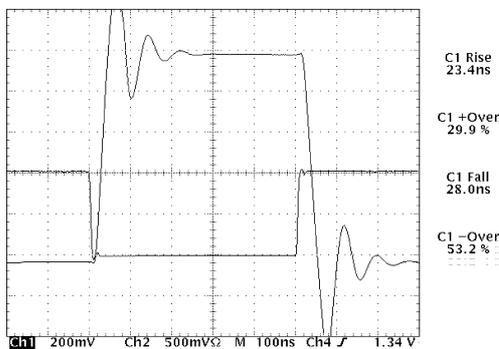


FIGURE 7. C Increased to 2.2 nF, Gain = - 1

望ましいオーバーシュート特性を得るには、ある程度の過補償が必要です。18dB で  $A_{VOL}$  曲線と交差する代わりに、2dB の過補償を使用すると、 $A_{VOL}$  曲線は 20dB で交差します。20dB つまり 10V/V として式 5 を使用すると、最も近い  $R_C$  の標準値は 240 です。次に示す 2 つの波形は、 $C = 390\text{pF}$  と 2.2nF の新しい抵抗値を示しています。Figure 9 は、最終の補償と合わせて良好な 1MHz の方形波の応答を示しています。

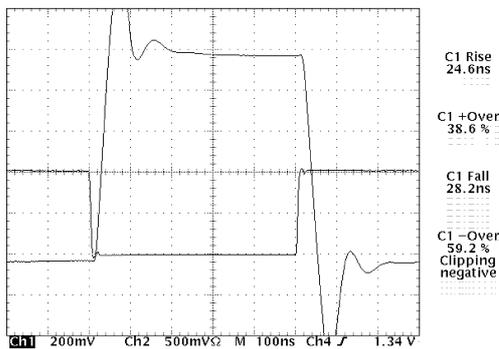


FIGURE 8.  $R_C = 240$  and  $C = 390\text{ pF}$ , Gain = - 1

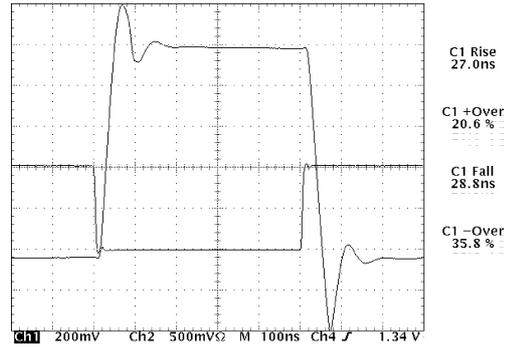


FIGURE 9.  $R_C = 240$  and  $C = 2.2\text{ nF}$ , Gain = - 1

まとめると、- 1 のゲインに対して LMP7717 を補償するために次のような手順が取られました。

1.  $R_C$  と  $C$  の値がボード線図から計算され、期待される位相余裕の 45 が得られました。これらの値は、 $R_{IN} = R_F = 2\text{k}$  を基にして計算されました。これらの計算から、 $R_C = 330$  および  $C = 390\text{pF}$  の値が得られました。
2. リンギングを減らすために、 $C$  を 2.2nF まで大きくしたことで帰還係数  $F$  のポールが  $A_{VOL}$  曲線からより離れた位置に移動しました。
3. まだリンギングが多すぎたため、2dB の過補償が  $F$  に追加されました。これは、 $R_C$  を 240 に下げることによって実施されました。

LMP7715 は、LMP7717 を完全に補償させたデバイスです。同じ回路構成を使用し、補償ネットワークだけを取り除いた場合の結果を Figure 10 に示します。

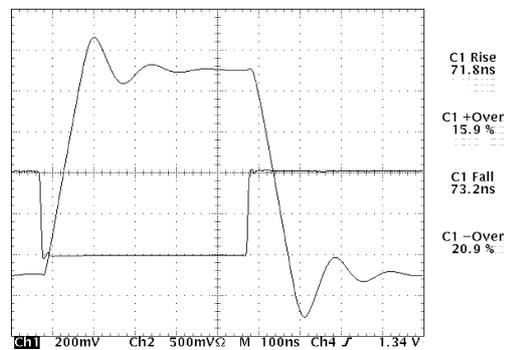


FIGURE 10. LMP7715 Response

大信号応答では、立ち上がりおよび立ち下がり時間はオペアンプのスレーテで決まります。LMP7717 と LMP7715 は非常に似ていますが、立ち上がりおよび立ち下り時間は LMP7717 の方が LMP7715 の約 2.5 倍の速さになっています。これは、LMP7717 が非補償オペアンプであり、ゲイン - 1 で使用しても外部補償の優れた技術によりスピードが確保されるためです。

アプリケーション情報 (つづき)

非反転補償

非反転アンプでも、同じ理論を適用して必要な補償が行われます。- 1 のゲインの反転構成を設定する場合、F の値は 2 です。非反転構成の場合は、F と実際のゲインの値は同じになり、これが非反転構成の補償を難しくしています。Figure 4 に示すものと同じ回路を使用して、非反転動作用に回路を設定した場合 (+ 2 のゲイン)、この回路は、ゲインの増加を補償するために入力を振幅の半分に設定した反転構成と同様の性能を示します。結果を Figure 11 に示します。

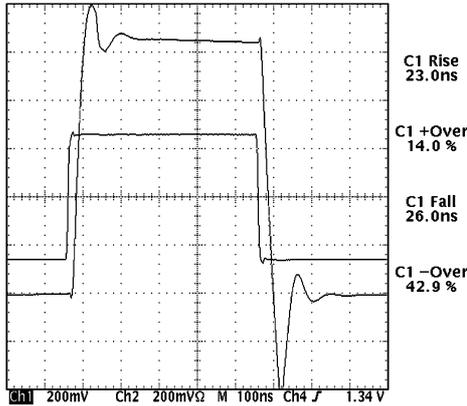


FIGURE 11.  $R_C = 240$  and  $C = 2.2$  nF, Gain = +2

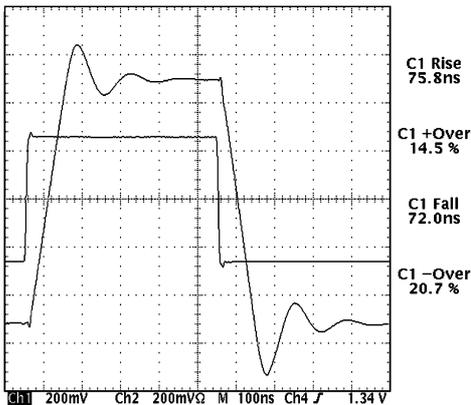


FIGURE 12. LMP7715 Response Gain = +2

Figure 11 に示された応答は、Figure 9 の応答と似ています。実際には、このデバイスは非反転構成でわずかに速度が速くなります。 $R_C$  の値を 200 程度に減らすことにより、負のオーバーシュートを減らすことができますが、立ち上がり立ち下がり時間が多少長くなります。別の選択肢は、入力信号と低抵抗を直列に接続する方法です。Figure 12 は、補償なしの LMP7715 の性能を示しています。ここでも、非補償デバイスは完全に補償されたオペアンプのほぼ 2.5 倍の速さを実現しています。

安定性を確保するのが最も難しいオペアンプ構成は、+ 1 のゲインです。適切な補償により、LMP7717/LMP7718 はこの構成でも使用可能であり、しかも完全に補償された部品より速い速度を維持できます。Figure 13 は、これらのデバイスのゲイン = 1、つまりバッファ構成を示します。

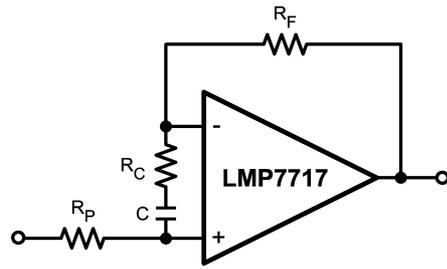


FIGURE 13. LMP7717 with Lead-Lag Compensation for Non-Inverting Configuration

Figure 13 は、式 5 に実験室での実験結果を加味して求められた構成です。 $R_P$  は式 5 には含まれていませんが、ゲイン = + 1 で高い性能を得るために、入力段に別のポールを導入するために必要です。 $R_{IN} =$  のときの式 5 は、次のようになります。

$$\left( 1 + \frac{R_F}{R_C} \right) = 18 \text{ dB} = 7.9$$

$R_F$  に 2k を使用して  $R_C$  を算出すると、 $R_C = 2000/6.9 = 290$  となります。 $R_C$  に最も近い標準値は 300 です。実験室での調整の結果、 $R_C = 330$  および  $R_P = 1.5k$  になります。非反転ピンの入力容量と  $R_P$  とで、LMP7717 の補償に別のポールが追加されます。このポールを追加し、1/F の補償をわずかに減らす ( $R_C$  の抵抗値を少し大きくする) ことにより、+ 1 のゲインについて最適な応答が得られます。Figure 14 は、Figure 13 の回路の応答を示します。Figure 15 は、補償なしで  $R_P = R_F = 0$  であるバッファ構成のときの LMP7715 の応答を示しています。

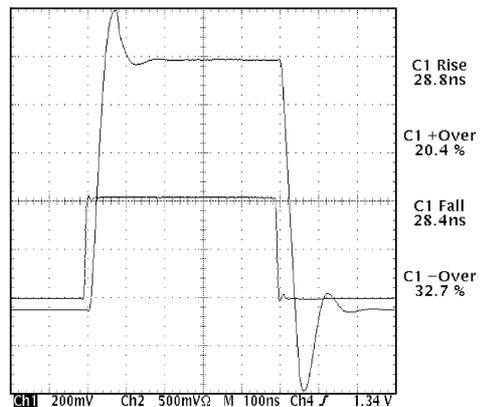


FIGURE 14.  $R_C = 330$  and  $C = 10$  nF, Gain = +1

アプリケーション情報 (つづき)

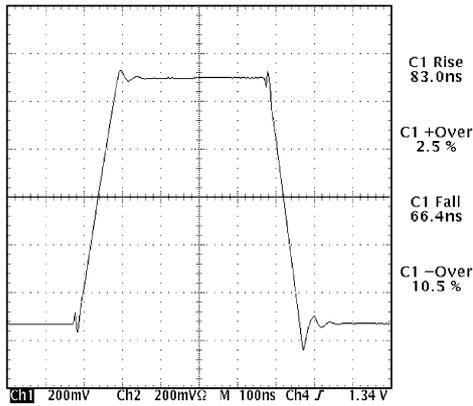


FIGURE 15. LMP7715 Response Gain = +1

非補償オペアンプを使用すると、補償された同等のデバイスより速度が上がります。しかも電力消費の増加はありません。上記の実験は、 $R_F = 2k$  に設定して行われました。この値は、LMP7717/LMP7718 で容易に駆動するのに十分に大きな値であり、しかも PCB とオペアンプの両方の寄生容量の影響を最小に抑えるのに十分に小さな値です。

**Note:** LMP7717/LMP7718 を使用するとき、適切な高周波の PCB レイアウトにする必要があります。これらのデバイスの GBW は 88MHz であり、このため GBW が 17MHz である補償されたデバイスを使用する場合、PCB レイアウトの重要性が増えています。

トランスインピーダンス・アンプ

LMP7717 と LMP7718 のいずれにとっても非常に良いアプリケーションは、トランスインピーダンス・アンプです。88MHz の帯域幅積を持つこれらのデバイスは、光による高速データ伝送に理想的です。本データシートの最初のページの回路は、トランスインピーダンス・アンプとして使用する LMP7717/LMP7718 の評価に使われる回路です。唯一の相違は、 $V_B$  がデバイスの  $V_{CC}$  に接続されているため、ダイオードの方向が最初のページに示された回路とは逆になっている点です。

トランスインピーダンス構成における LMP7717/LMP7718 の限界をチェックするために、評価では非常に高速な部品が使われています。フォト・ダイオード部品番号は OSI Optoelectronics の PIN-HR040 です。このデバイスのダイオード容量は、2.5V バイアス (仮想接地と  $V_{CC}$  間) を使用している場合わずか 7pF です。このダイオードの立ち上がり時間は 1nsec です。光源にはレーザー・ダイオードを使用しました。レーザー・ダイオードはオン・オフ時間が 5nsec 未満です。選定された高速の光学部品により、トランスインピーダンス・アンプとしての LMP7717 を正確に評価できました。ナショナル セミコンダクター製の非補償アンプ評価ボード PN 551013271-001 A を使い、若干の変更が必要なだけで削除すべきレースはありません。

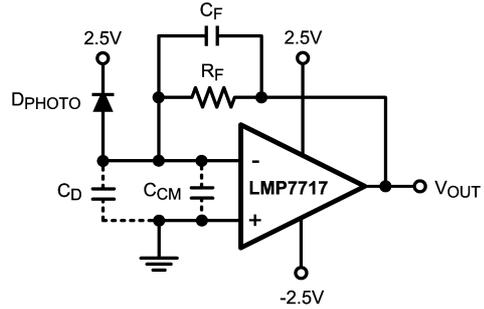


FIGURE 16. Transimpedance Amplifier

Figure 16 はトランスインピーダンス・アンプの完全な回路図です。ただし電源バイパス・コンデンサだけは表示されていません。  $C_D$  はデータシートに記載されているフォト・ダイオードの容量を表しています。  $C_{CM}$  はオペアンプの同相入力容量です。 LMP7717 についてはこのデータシートの「代表的な性能特性」の最後の図に示されています。 Figure 16 では、LMP7717 の反転入力ピンは仮想接地になっています。ダイオードは 2.5V ラインに接続されていますが、電源ラインは AC グラウンドのため、  $C_D$  はグラウンドに接続されます。

Figure 17 では、トランスインピーダンス・アンプの帰還係数  $F$  を導き出すために必要な回路を示しています。この図では  $C_D + C_{CM} = C_{IN}$  です。したがって、設計者はダイオード容量とオペアンプ入力容量を必ず知っておく必要があります。容量がモデルに含まれると、フォトダイオードは理想に近い電流源になります。これはどのような種類の回路でしょうか?  $C_F$  が無い場合、入力コンデンサと帰還抵抗しかありません。この回路は微分器です。微分器回路はもともと不安定なので補償する必要があります。この場合、  $C_F$  が回路を補償します。

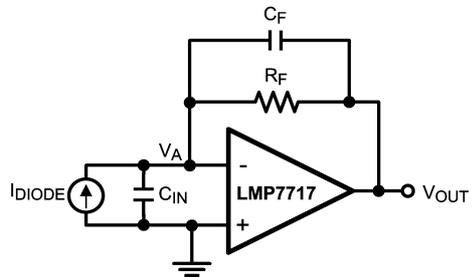


FIGURE 17. Transimpedance Feedback Model

## アプリケーション情報 (つづき)

帰還理論  $F = V_A/V_{OUT}$  を使うことにより、これが分圧回路となり、次の式が得られます。

$$F = \frac{1 + sC_F R_F}{1 + sR_F (C_F + C_{IN})}$$

ノイズ・ゲインは  $1/F$  です。これは微分器なので、ゼロを挿入する必要があります。ゼロの位置は次のとおりです。

$$f_z = \frac{1}{1 + sR_F (C_F + C_{IN})}$$

安定化のために  $C_F$  が追加されています。この部品の追加により、回路にポールが追加されます。ポールの位置は次の通りです。

$$f_p = \frac{1}{1 + sC_F R_F}$$

最大の帯域幅を得て、なお安定性を確保するためにはオープン・ループ・ゲイン  $A$  にポールを配置しなければなりません。さらに補償を追加するためには  $C_F$  の値を大きくするのが普通ですが、回路の帯域幅が狭くなります。そのため、 $A = 1/F$ 、つまり  $AF = 1$  です。  $A$  のは次のようになります。

$$A = \frac{\omega_{GBW}}{\omega} = \frac{f_{GBW}}{f}$$

$f_{GBW}$  の式はデバイスのゲイン帯域幅積です。ユニティ・ゲインで安定なデバイスでは、これは  $A = 1$  となる周波数です。LMP7717 の場合は  $f_{GBW} = 88\text{MHz}$  となります。  $A$  と  $F$  を乗算すると次の式が得られます。

$$AF \Big|_{f_p} = \frac{f_{GBW}}{f} \times \frac{1 + sC_F R_F}{1 + sR_F (C_F + C_{IN})} =$$

$$\frac{f_{GBW}}{f} \times \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{C_F R_F}{C_F R_F}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_F (C_F + C_{IN})}{C_F R_F}\right)^2}} = 1$$

上記の式では  $s = j$  です。式における実際の振幅を求めるために、実数部と虚数部を自乗して平方根を計算します。  $F$  および  $A$  の交点では、次のようになります。

$$\omega = \frac{1}{C_F R_F}$$

若干の代数操作の後、上記の式は次のようになります。

$$1 + \left(\frac{C_F + C_{IN}}{C_F}\right)^2 = 8\pi^2 f_{GBW}^2 R_F^2 C_F^2$$

上記の式での未知数は  $C_F$  だけです。この式を解くためには、 $C_F$  の 4 乗を扱う必要があります。この式に表計算シートを使って、既知の値をすべて入力する方法があります。繰り返し計算を行って、両側が等しくなる  $C_F$  の値を導き出します。これが  $C_F$  の求める値であり、当然  $C_F$  に最も近い標準値を使用します。

実験確認する前に、トランスインピーダンス・アンプの伝達関数を見出し、単位を にする必要があります。

$$V_{OUT} = \frac{-R_F}{1 + sC_F R_F} \times I_{DIODE}$$

LMP7717 は  $R_F = 10\text{k}$  および  $100\text{k}$  に対して評価されました。  $10\text{k}$  の帰還抵抗はゲインがいくらか小さく、  $100\text{k}$  の場合は非常に高いゲイン構成となります。まず最初に  $R_F = 10\text{k}$  とします。 Input Common Mode Capacitance vs.  $V_{CM}$  の関係を示すグラフから、その動作点に対する  $C_{CM}$  を選定すると、  $15\text{pF}$  となります。正負 2 電源の場合、  $V_{CM} = 2.5\text{V}$  に対して、  $C_{IN} = 22\text{pF}$ 、  $f_{GBW} = 88\text{MHz}$  となります。  $C_F$  を解くと、計算値は  $1.75\text{pF}$  となり、  $1.8\text{pF}$  を選択して使用します。ポール周波数を確認すると  $8.8\text{MHz}$  であり、これはこのデバイスで推奨される最小ゲインにおいて適切な値です。安定にするために過補償が必要であり、最終的に選択された  $C_F$  の値は  $2.7\text{pF}$  です。この値にすると、ポールは  $5.9\text{MHz}$  に移動します。 Figure 18 および Figure 19 は、  $1\text{V}$  出力振幅のときに実験で得られた立ち上がりおよび立ち下がり時間を示しています。レーザー・ダイオードは熱効果によりリズの開始点および終了点が全く異なるため駆動が難しく、このため範囲が 2 つに分かれて示されています。

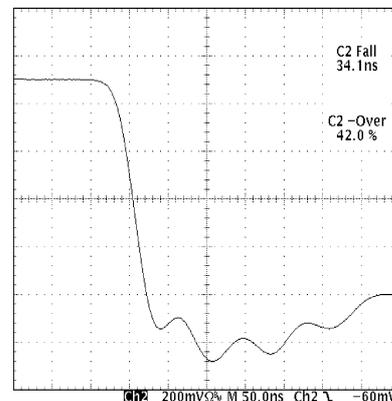


FIGURE 18. Fall Time

## アプリケーション情報 (つぎ)

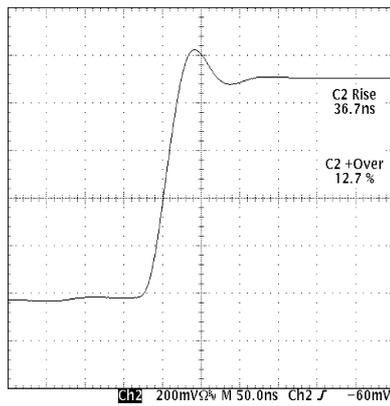


FIGURE 19. Rise Time

Figure 18 に示されるオン時間中のリングングおよび隆起はレーザーによるものです。レーザーの駆動レベルが高くなると、熱特性による光の変化とともに、光源でリングングが生じます。隆起は熱特性によるものです。

100k の帰還抵抗を使って  $C_F$  を解くと、計算値は 0.54pF になります。ゲインを大きくした場合の問題の 1 つに、 $C_F$  の値が小さなりすぎる点があります。0.5pF のコンデンサを使うと、その測定値は 0.64pF でした。0.64pF とするとポールの位置は 2.5MHz になります。Figure 20 は出力が 1V の応答を示しています。

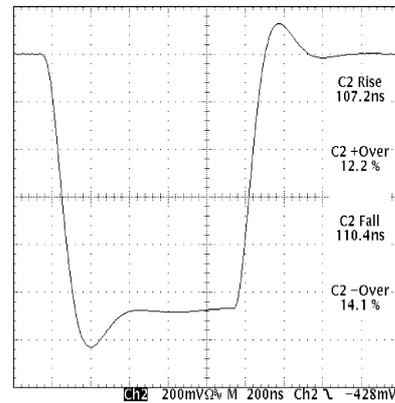
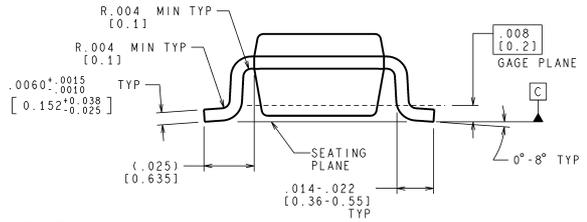
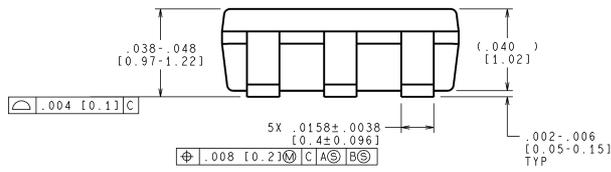
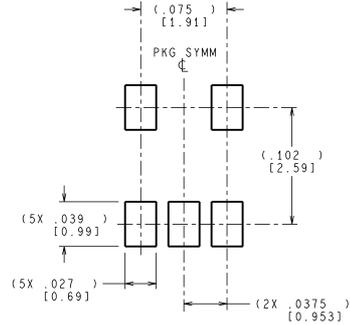
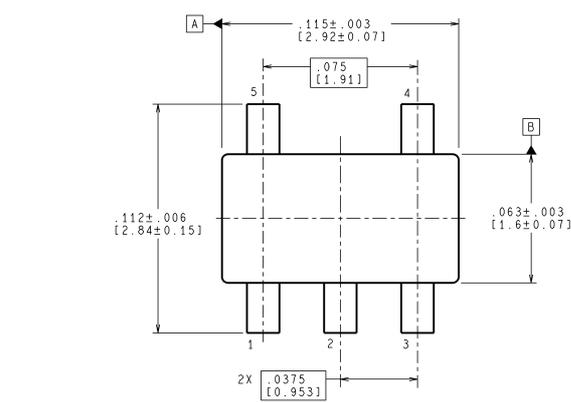


FIGURE 20. High Gain Response

トランスインピーダンス・アンプは LMP7717 の非常に良いアプリケーションの 1 つです。100k の帰還抵抗とする高いゲインで使用しても、帯域幅は 1MHz を十分に上回ります。10k の帰還抵抗構成に対して少し過補償とすること以外は、LMP7717 の使用は非常に簡単でした。この評価に使われた基板レイアウトが優れていたことは勿論です。

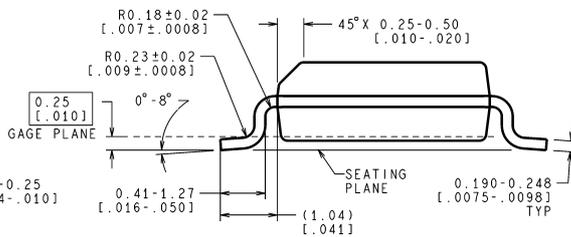
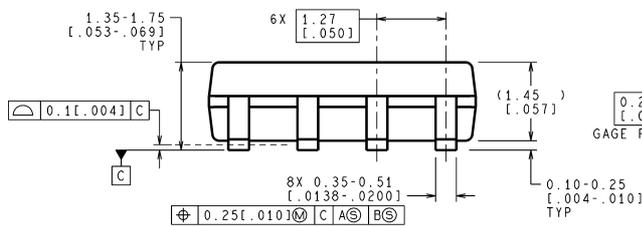
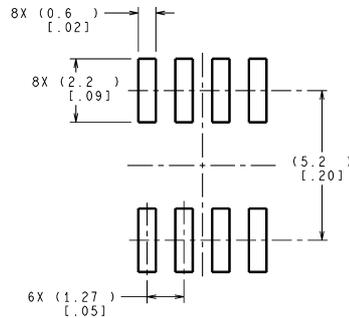
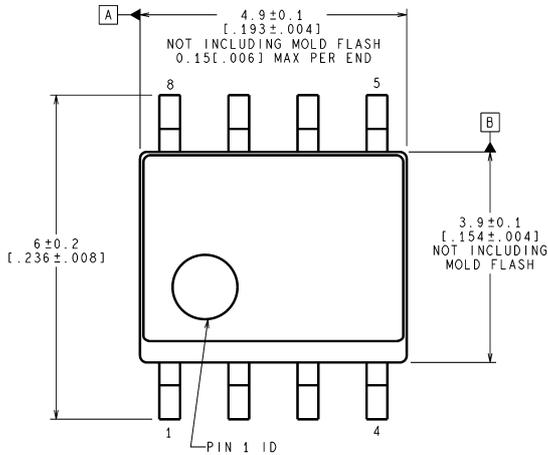
外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



CONTROLLING DIMENSION IS INCH  
VALUES IN [ ] ARE MILLIMETERS  
DIMENSIONS IN ( ) FOR REFERENCE ONLY

MF05A (Rev C)

5-Pin SOT23  
NS Package Number MF05A



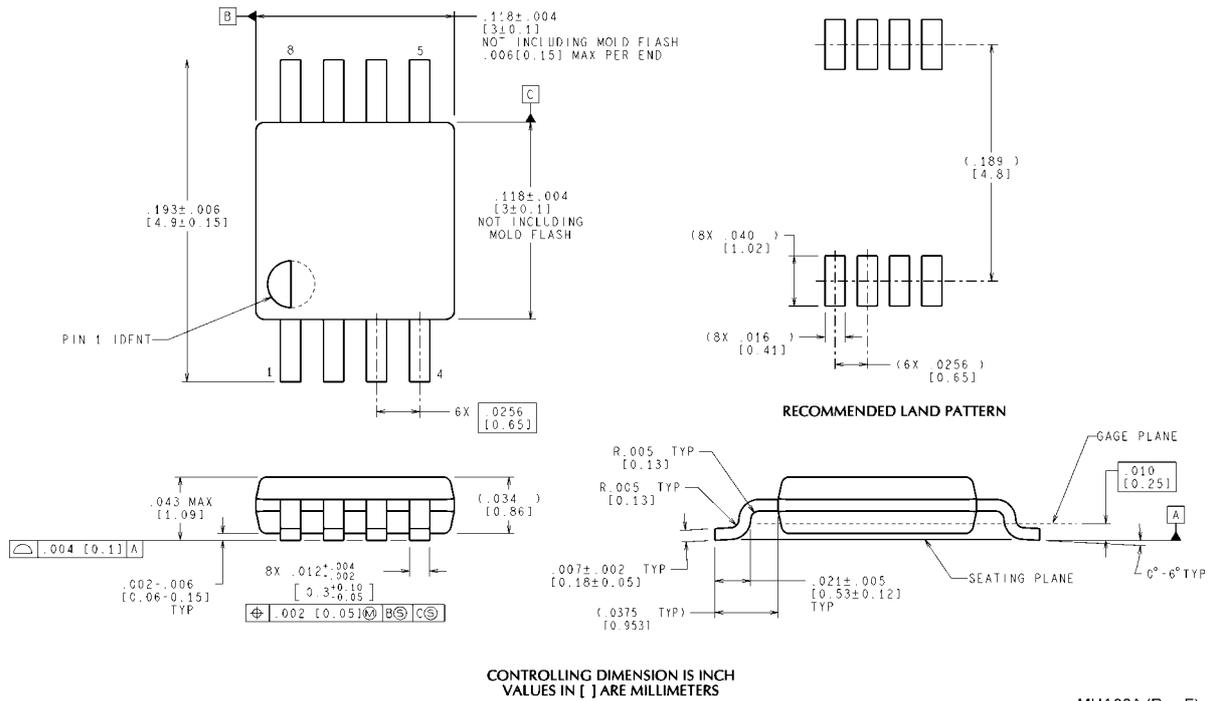
CONTROLLING DIMENSION IS MILLIMETER  
VALUES IN [ ] ARE INCHES  
DIMENSIONS IN ( ) FOR REFERENCE ONLY

M08A (Rev K)

8-Pin SOIC  
NS Package Number M08A

単位は millimeters

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) ( つづき)



8-Pin MSOP  
NS Package Number MUA08A

MUA08A (Rev F)

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター 社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター 社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター 社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター 社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター 社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター 社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター 社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター 社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター 社の製品は、ナショナル セミコンダクター 社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクター のロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2007 National Semiconductor Corporation  
製品の最新情報については [www.national.com](http://www.national.com) をご覧ください。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

[www.national.com/jpn/](http://www.national.com/jpn/)

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
    - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
  4. 機械的衝撃
    - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
  5. 熱衝撃
    - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
  6. 汚染
    - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
    - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上