

## 特長

- レール・トゥ・レール入力/出力
- 低消費電流：75 $\mu$ A最大
- $V_{CM} = V^- \sim V^+$ で $V_{OS}$ が390 $\mu$ V(最大)
- 高同相除去比：83dB最小
- 高 $A_{VOL}$ ：400V/mV最小
- 広い電源範囲：2V ~  $\pm$ 5V
- 低入力バイアス電流：6nA標準
- 120kHz 利得帯域幅積

## アプリケーション


- 電源電流センシング
- A/Dコンバータのドライブ
- テスト装置用アンプ

## 概要

LT<sup>®</sup> 1466L/LT1467Lは、デュアル/クワッドのバイポーラ・オペアンプで、高精度仕様のレール・トゥ・レール入力および出力動作が可能です。LT1466L/LT1467Lでは、特許取得済み手法を用いて、負電源側と正電源側の両方の入力段が調整されています。その結果、他のレール・トゥ・レール入力オペアンプより遥かに優れた最小83dBの同相除去を実現しています。10 k負荷での最小400V/mVの開ループ利得は、実質上すべての利得誤差を除去します。動作は3V、5V、および $\pm$ 5Vの電源電圧で規定されています。

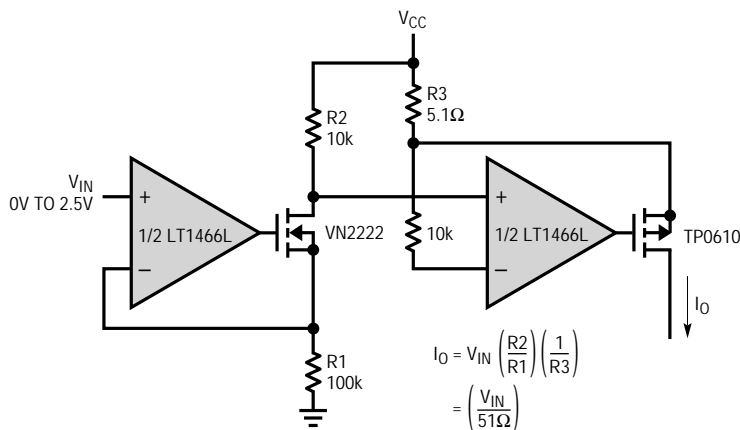
他のレール・トゥ・レール・アンプとは異なり、レール・トゥ・レール入力の全範囲にわたって最大390 $\mu$ Vの入力オフセット電圧が保証されています。以下のグラフは、LT1466L/LT1467Lの $V_{OS}$ 仕様を半分の電源電圧でのみ規定される競合デバイスと対比させたものです。これから分かるとおり、LT1466L/LT1467Lのリミットはいずれかの電源電圧付近の入力に対してより厳しくなります。

LT1466Lは標準デュアルのピン配置で8ピンPDIPおよびSO-8パッケージで供給されます。LT1467Lは標準クワッドのピン配置で16ピン細型SOパッケージで供給されます。

 LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
 RAIL-TO-RAILは日本モトローラ(株)の登録商標です。

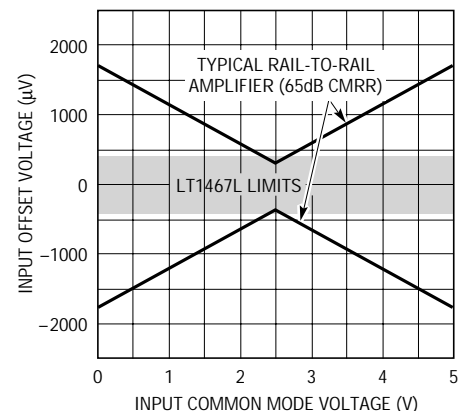
## 標準的応用例

可変電流源



1466L/67L TA01

ワーストケース $V_{OS}$ と入力同相電圧



1466L/67L TA02

# LT1466L/LT1467L

## 絶対最大定格

電源電圧 .....	± 8V
入力電流 .....	± 15mA
出力短絡時間( Note 1 ) .....	連続
規定温度範囲 .....	0 ~ 70

接合部温度 .....	150
保存温度範囲 .....	- 65 ~ 150
リード温度( 半田付け、10秒 ) .....	300

## パッケージ/発注情報

<p>N8 PACKAGE 8-LEAD PDIP</p> <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO</p> <p><math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 130^{\circ}\text{C}/\text{W}</math> (N)  <math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 190^{\circ}\text{C}/\text{W}</math> (S)</p>	ORDER PART NUMBER	<p>TOP VIEW</p> <p>S PACKAGE 16-LEAD PLASTIC SO</p> <p><math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 150^{\circ}\text{C}/\text{W}</math></p>	ORDER PART NUMBER
	LT1466LCN8 LT1466LCS8		LT1467LCS
	S8 PART MARKING		
	1466L		

インダストリアルおよびミリタリ・グレードに関してはお問い合わせください。

## 電気的特性

注記がない限り  $T_A = 25$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、 $0\text{V}$  ;  $V_S = 3\text{V}$ 、 $0\text{V}$  ;  $V_{CM} = V_O = 1/2$  電源電圧

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	$V_{CM} = V^+$ $V_{CM} = V^-$		110 110	390 390	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
$\Delta V_{OS}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		75	345	$\mu\text{V}$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ , $V^+$ (Notes 3, 4)		150	550	$\mu\text{V}$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = V^+$		3	14	nA
		$V_{CM} = V^-$	-14	-6		nA
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		9	28	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = V^+$		0.6	3.6	nA
		$V_{CM} = V^-$		0.4	3.6	nA
$\Delta I_{OS}$	Input Offset Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		0.9	5.1	nA
	Input Bias Current Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^+$ (Note 4)		0.6	5.1	nA
		$V_{CM} = V^-$ (Note 4)		0.6	5.1	nA
$e_n$	Input Noise Voltage Density	$f = 1\text{kHz}$		45		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
$i_n$	Input Noise Current Density	$f = 1\text{kHz}$		0.05		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
$A_{VOL}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_S = 5\text{V}$ , $V_O = 0.5\text{V}$ to $4.4\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$	400	1500		$\text{V}/\text{mV}$
		$V_S = 3\text{V}$ , $V_O = 0.5\text{V}$ to $2.4\text{V}$ , $R_L = 10\text{k}$	250	1000		$\text{V}/\text{mV}$

## 電気的特性

注記がない限り  $T_A = 25$ 、 $V_S = 5V, 0V$  ;  $V_S = 3V, 0V$  ;  $V_{CM} = V_O = 1/2$ 電源電圧

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CMRR	Common Mode Rejection Ratio CMRR Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ , $V_S = 5V$	83	96		dB
		$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ , $V_S = 5V$ (Note 4)	80	93		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio PSRR Match (Channel-to-Channel)	$V_S = 2.3V$ to $12V$ , $V_{CM} = V_O = 0.5V$	90	105		dB
		$V_S = 2.3V$ to $12V$ , $V_{CM} = V_O = 0.5V$ (Note 4)	84	105		dB
$V_{OL}$	Output Voltage Swing LOW	No Load		32	60	mV
		$I_{SINK} = 0.5mA$		135	270	mV
		$I_{SINK} = 2.5mA$		235	470	mV
$V_{OH}$	Output Voltage Swing HIGH	No Load	$V^+ - 0.052$	$V^+ - 0.026$		V
		$I_{SOURCE} = 0.5mA$	$V^+ - 0.270$	$V^+ - 0.135$		V
		$I_{SOURCE} = 2.5mA$	$V^+ - 0.570$	$V^+ - 0.265$		V
$I_{SC}$	Short-Circuit Current		10	17		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier			60	75	$\mu A$

2

注記がない限り  $0 \leq T_A \leq 70$ 、 $V_S = 5V, 0V$  ;  $V_S = 3V, 0V$  ;  $V_{CM} = V_O = 1/2$ 電源電圧

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	$V_{CM} = V^+$	●	140	585	$\mu V$
		$V_{CM} = V^-$	●	140	585	$\mu V$
$V_{OS\ TC}$	Input Offset Voltage Drift (Note 2)		●	2	7	$\mu V/^\circ C$
$\Delta V_{OS}$	Input Offset Voltage Shift Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	80	500	$\mu V$
		$V_{CM} = V^-$ , $V^+$ (Notes 3, 4)	●	170	825	$\mu V$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = V^+$	●	8	16	nA
		$V_{CM} = V^-$	●	-16	-8	nA
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	16	32	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = V^+$	●	0.7	5.3	nA
		$V_{CM} = V^-$	●	0.5	5.3	nA
$\Delta I_{OS}$	Input Offset Current Shift Input Bias Current Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	0.8	7.5	nA
		$V_{CM} = V^+$ (Note 4) $V_{CM} = V^-$ (Note 4)	● ●	0.7 0.6	7.5 7.5	nA nA
$A_{VOL}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_S = 5V$ , $V_O = 0.5V$ to $4.4V$ , $R_L = 10k$	●	100	500	V/mV
		$V_S = 3V$ , $V_O = 0.5V$ to $2.4V$ , $R_L = 10k$	●	70	400	V/mV
CMRR	Common Mode Rejection Ratio CMRR Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ , $V_S = 5V$	●	80	96	dB
		$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ , $V_S = 5V$ (Note 4)	●	75	93	dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio PSRR Match (Channel-to-Channel)	$V_S = 2.3V$ to $12V$ , $V_{CM} = V_O = 0.5V$	●	80	105	dB
		$V_S = 2.3V$ to $12V$ , $V_{CM} = V_O = 0.5V$ (Note 4)	●	80	105	dB
$V_{OL}$	Output Voltage Swing LOW	No Load	●	42	80	mV
		$I_{SINK} = 0.5mA$	●	150	300	mV
		$I_{SINK} = 2.5mA$	●	270	540	mV
$V_{OH}$	Output Voltage Swing HIGH	No Load	●	$V^+ - 0.065$	$V^+ - 0.033$	V
		$I_{SOURCE} = 0.5mA$	●	$V^+ - 0.305$	$V^+ - 0.155$	V
		$I_{SOURCE} = 2.5mA$	●	$V^+ - 0.620$	$V^+ - 0.310$	V
$I_{SC}$	Short-Circuit Current		7	16		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier			70	85	$\mu A$

# LT1466L/LT1467L

## 電気的特性

注記がない限り  $T_A = 25$ 、 $V_S = \pm 5V$ 、 $V_{CM} = V_O = 0V$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	$V_{CM} = V^+$		120	475	$\mu V$
		$V_{CM} = V^-$		120	475	$\mu V$
$\Delta V_{OS}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		80	390	$\mu V$
	Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ , $V^+$ (Notes 3, 4)		150	685	$\mu V$
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = V^+$		3	14	nA
		$V_{CM} = V^-$	-14	-6		nA
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		9	28	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = V^+$		0.6	3.6	nA
		$V_{CM} = V^-$		0.4	3.6	nA
$\Delta I_{OS}$	Input Offset Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$		0.9	5.1	nA
		Input Bias Current Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^+$ (Note 4) $V_{CM} = V^-$ (Note 4)		0.6 0.6	5.1 5.1
$A_{VOL}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_O = \pm 4.25V$ , $R_L = 10k$	250	450		V/mV
	Channel Separation	$V_O = \pm 4.25V$ , $R_L = 10k$	120	130		dB
SR	Slew Rate	$A_V = -1$ , $R_L = \infty$	0.018	0.04		V/ $\mu s$
CMRR	Common Mode Rejection Ratio CMRR Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	88	102		dB
		$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ (Note 4)	82	99		dB
$V_{OL}$	Output Voltage Swing LOW	No Load		$V^- + 0.032$	$V^- + 0.060$	V
		$I_{SINK} = 0.5mA$		$V^- + 0.135$	$V^- + 0.270$	V
		$I_{SINK} = 2.5mA$		$V^- + 0.235$	$V^- + 0.470$	V
$V_{OH}$	Output Voltage Swing HIGH	No Load	$V^+ - 0.052$	$V^+ - 0.026$		V
		$I_{SOURCE} = 0.5mA$	$V^+ - 0.270$	$V^+ - 0.135$		V
		$I_{SOURCE} = 2.5mA$	$V^+ - 0.570$	$V^+ - 0.265$		V
$I_{SC}$	Short-Circuit Current		10	18		mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier			70	80	$\mu A$
GBW	Gain Bandwidth Product	$f = 1kHz$		120		kHz

注記がない限り  $0 \leq T_A \leq 70$ 、 $V_S = \pm 5V$ 、 $V_{CM} = V_O = 0V$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OS}$	Input Offset Voltage	$V_{CM} = V^+$	●	150	660	$\mu V$
		$V_{CM} = V^-$	●	150	660	$\mu V$
$\Delta V_{OS}$	Input Offset Voltage Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	90	500	$\mu V$
		Input Offset Voltage Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ , $V^+$ (Notes 3, 4)	●	180	900
$I_B$	Input Bias Current	$V_{CM} = V^+$	●	8	16	nA
		$V_{CM} = V^-$	●	-16	-8	nA
$\Delta I_B$	Input Bias Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	16	32	nA
$I_{OS}$	Input Offset Current	$V_{CM} = V^+$	●	0.8	5.3	nA
		$V_{CM} = V^-$	●	0.6	5.3	nA
$\Delta I_{OS}$	Input Offset Current Shift	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	0.9	7.5	nA
		Input Bias Current Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^+$ (Note 4) $V_{CM} = V^-$ (Note 4)	● ●	0.7 0.6	7.5 7.5
$A_{VOL}$	Large-Signal Voltage Gain	$V_O = \pm 4.25V$ , $R_L = 10k$	●	100	250	V/mV
	Channel Separation	$V_O = \pm 4.25V$ , $R_L = 10k$	●	120	130	dB
CMRR	Common Mode Rejection Ratio CMRR Match (Channel-to-Channel)	$V_{CM} = V^-$ to $V^+$	●	86	101	dB
		$V_{CM} = V^-$ to $V^+$ (Note 4)	●	80	98	dB

## 電気的特性

注記がない限り  $0 \leq T_A \leq 70$ 、 $V_S = \pm 5V$ 、 $V_{CM} = V_O = 0V$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OL}$	Output Voltage Swing LOW	No Load	●	$V^- + 0.042$	$V^- + 0.080$	V
		$I_{SINK} = 0.5mA$	●	$V^- + 0.150$	$V^- + 0.300$	V
		$I_{SINK} = 2.5mA$	●	$V^- + 0.270$	$V^- + 0.540$	V
$V_{OH}$	Output Voltage Swing HIGH	No Load	●	$V^+ - 0.065$	$V^+ - 0.033$	V
		$I_{SOURCE} = 0.5mA$	●	$V^+ - 0.305$	$V^+ - 0.155$	V
		$I_{SOURCE} = 2.5mA$	●	$V^+ - 0.620$	$V^+ - 0.310$	V
$I_{SC}$	Short-Circuit Current		●	7	18	mA
$I_S$	Supply Current per Amplifier		●	70	90	$\mu A$

は全動作温度範囲の規格値を意味する。

Note 1: 出力が無限に短絡されるときは、接合部温度を絶対最大定格以下に抑えるために、ヒートシンクが必要な場合がある。

Note 2: このパラメータは100%テストされていない。

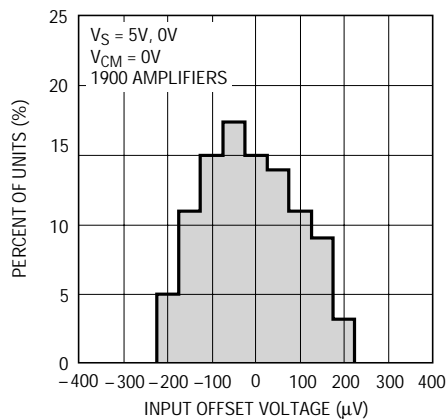
Note 3: 入力オフセット・マッチは、 $V_{CM} = V^-$ と $V_{CM} = V^+$ の両方で測定したアンプ間のオフセット電圧の差である。

Note 4: マッチング・パラメータは、アンプAとDおよびBとC間の差である。

2

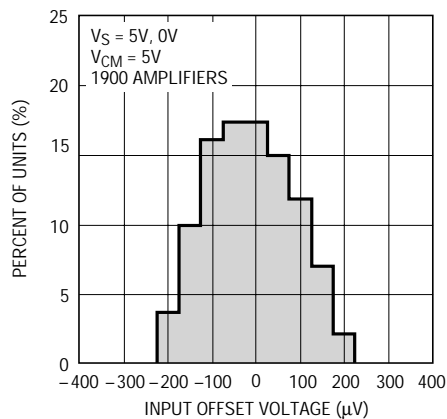
## 標準的性能特性

$V_{OS}$ 分布、 $V_{CM} = 0V$



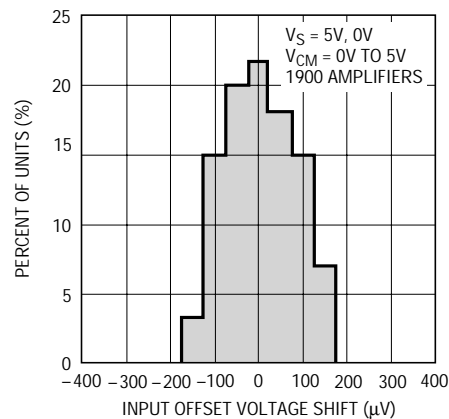
1466L/67L G01

$V_{OS}$ 分布、 $V_{CM} = 5V$



1466L/67L G02

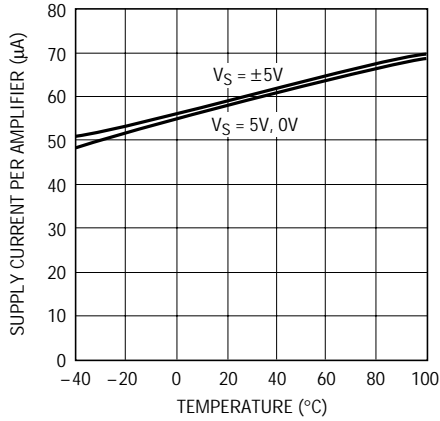
$V_{OS}$ シフト、 $V_{CM} = 0V \sim 5V$



1466L/67L G03

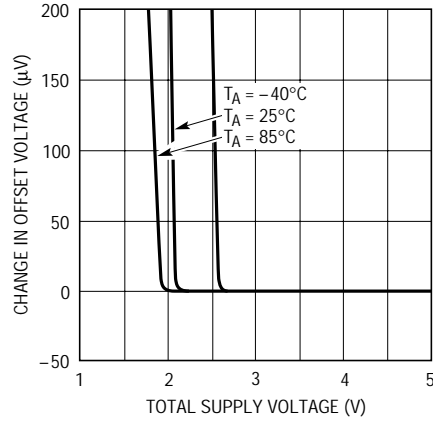
## 標準的性能特性

電源電流と温度



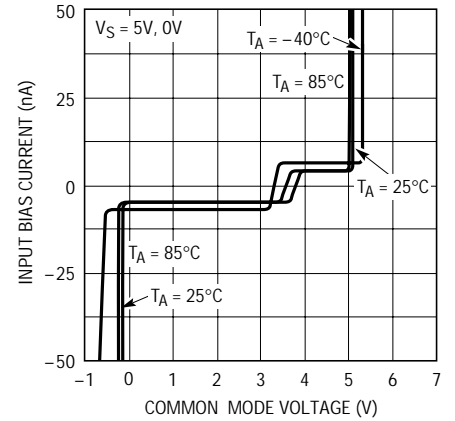
1466L/67L G04

最小電源電圧



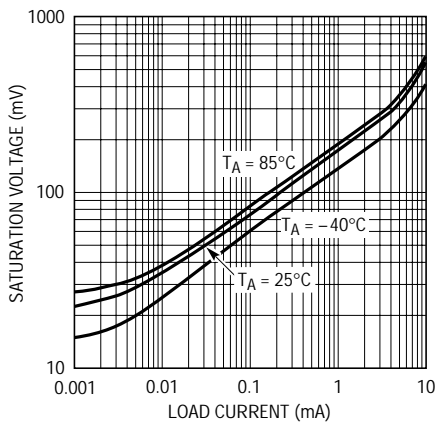
1466L/67L G05

入力バイアス電流と同相電圧



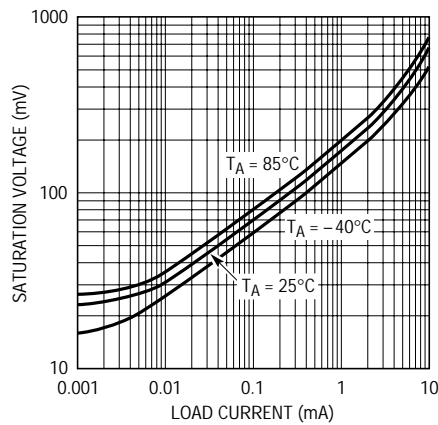
1466L/67L G06

出力飽和電圧と  
負荷電流(出力 "L")



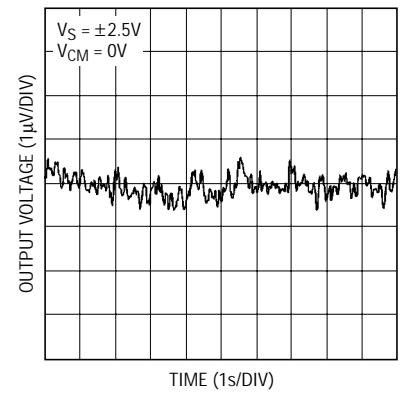
1466L/67L G07

出力飽和電圧と  
負荷電流(出力 "H")



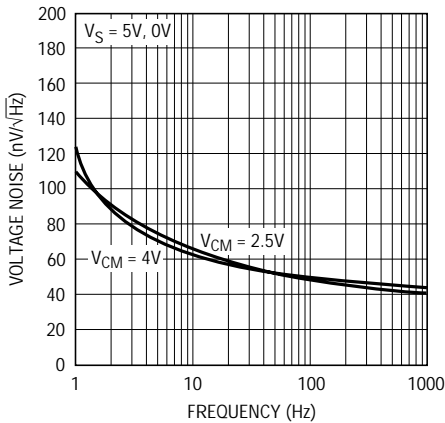
1466L/67L G08

0.1Hz ~ 10Hzの出力電圧ノイズ



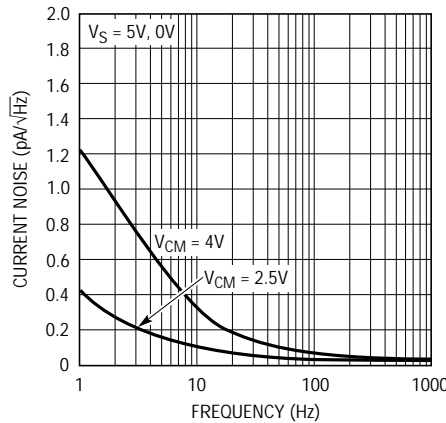
1466L/67L G09

電圧ノイズ・スペクトル



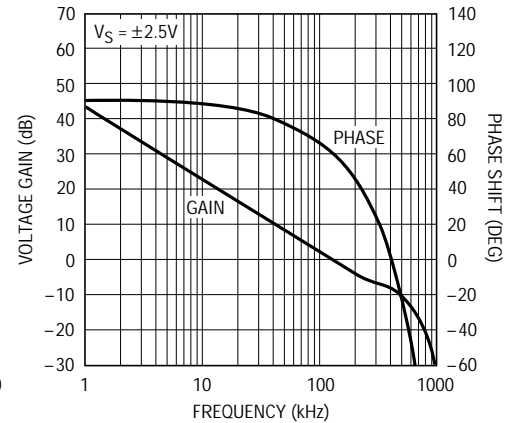
1466L/67L G10

電流ノイズ・スペクトル



1466L/67L G11

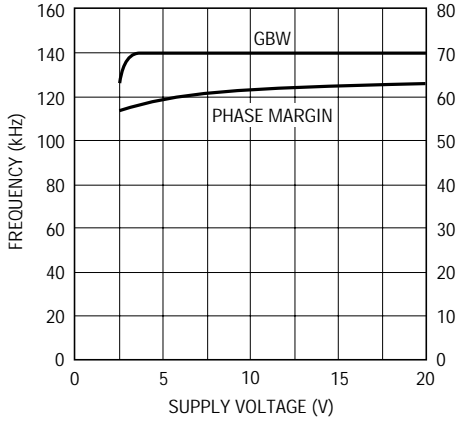
利得および位相シフトと周波数



1466L/67L G12

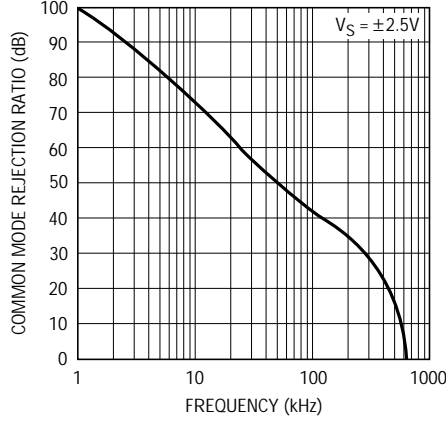
標準的性能特性

利得バンド幅および  
位相マージンと電源電圧



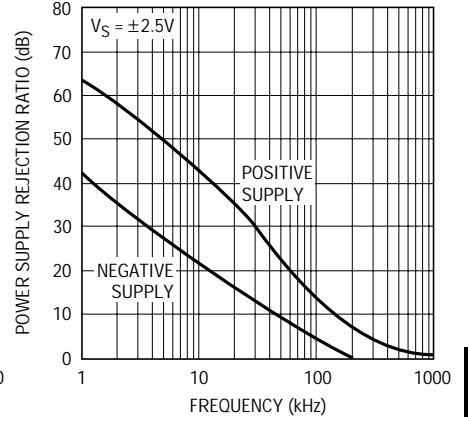
1466L/67L G13

同相除去比と周波数



1466L/67L G14

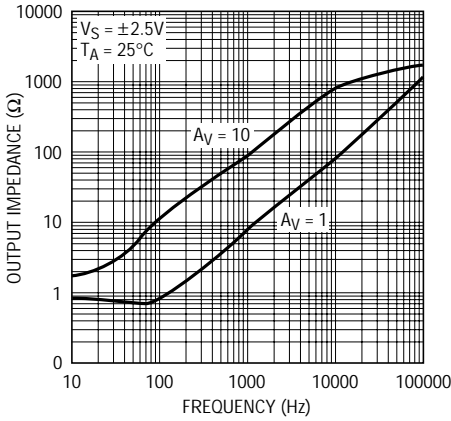
電源除去比と周波数



1466L/67L G15

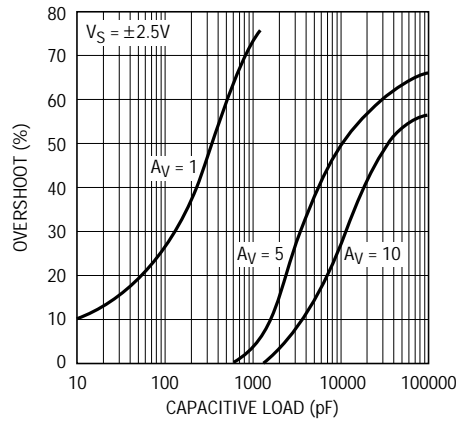
2

閉ループ出力インピーダンスと  
周波数



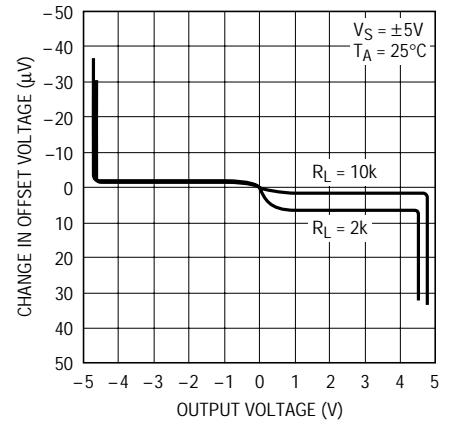
1466L/67L G16

容量性負荷駆動



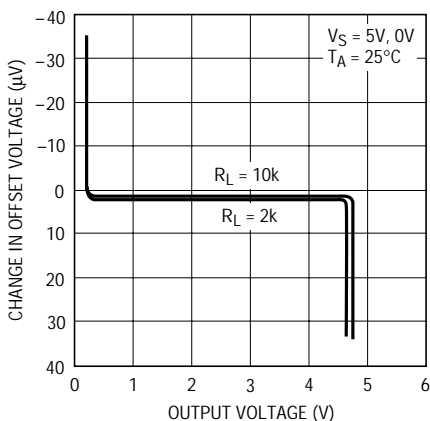
1466L/67L G17

電圧利得、 $V_S = \pm 5V$



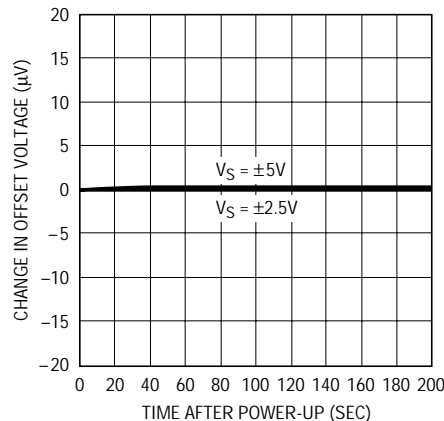
1466L/67L G18

電圧利得  $V_S = 5V, 0V$



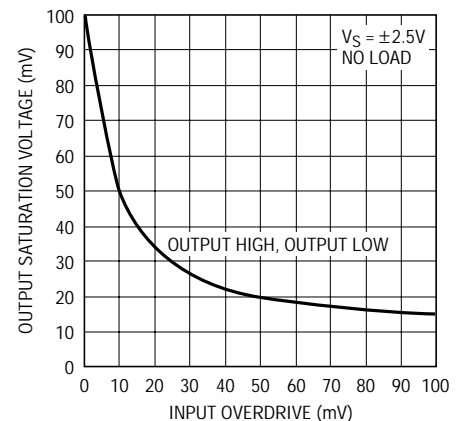
1466L/67L G19

入力オフセット・ドリフトと時間



1466L/67L G20

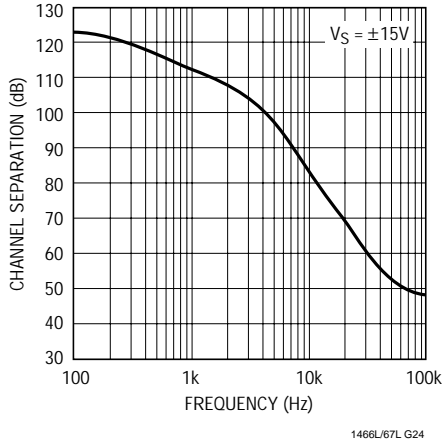
出力飽和電圧と  
入力オーバドライブ



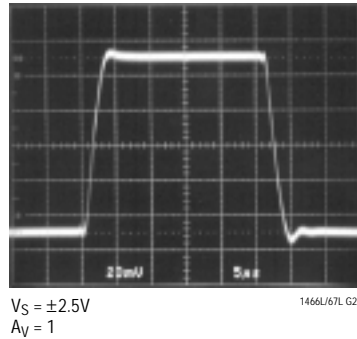
1466L/67L G21

## 標準的性能特性

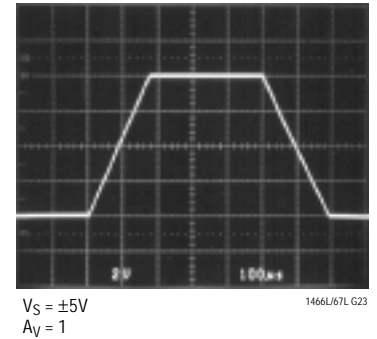
チャンネル・セパレーションと  
周波数



小信号応答  $V_S = \pm 2.5V$



大信号応答  $V_S = \pm 5V$



## アプリケーション情報

### レール・トゥ・レール動作

LT1466L/LT1467Lは、入力および出力段の両方の設計とも従来のオペアンプとは異なります。図1に簡略図を示します。入力段は、PNP段Q1-Q2とNPN段Q3-Q4の2個の差動アンプで構成されており、これらは入力同相範囲の異なる部分でアクティブになります。各入力段はオフセット電圧が調整されています。コンプリメンタリ出力構成(Q12-Q13)を用いて、レール・トゥ・レールで振幅する出力段を形成しています。これらのデバイスはリニア

テクノロジー独自のコンプリメンタリ・バイポーラ・プロセスを駆使して製造されており、出力デバイスQ12およびQ13できわめて近似したDCおよびAC特性が保証されています。

まず入力段を見ると、Q5は電流源 $I_1$ からの電流を2つの入力段の間で切り替えます。入力同相電圧 $V_{CM}$ が負の電源電圧に接近している場合は、Q5が逆バイアスされ $I_1$ からの電流はPNP差動ペアQ1-Q2のテール電流になりま

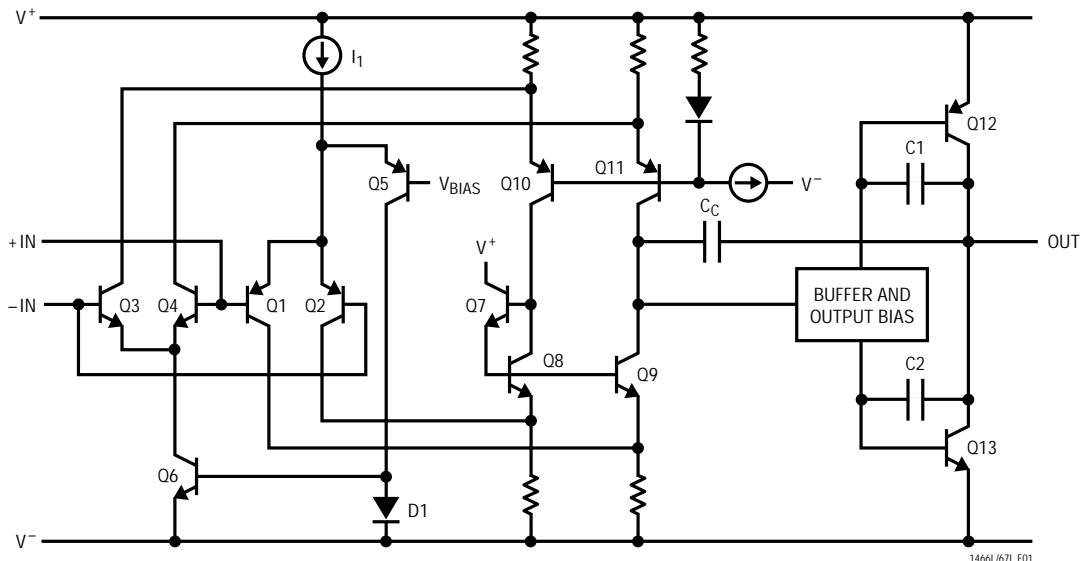


図1. 簡略図



## アプリケーション情報

す。一方、 $V_{CM}$ が正の電源電圧に接近している場合、PNP Q1-Q2はオフにバイアスされます。ついで、 $I_1$ からの電流がQ5を通して電流ミラーD3-Q6に流れ、NPN差動ペアQ3-Q4にテール電流を供給します。 $V_{CM}$ がQ5のベース電圧と等しいとき、すなわち正の電源電圧から約1.3V低い電圧にバイアスされるときに、出力段間で切替えが行われます。

2つの入力ペアのコレクタ電流は、Q7からQ11で構成される第二段で合成されます。アンプの電圧利得の大部分はこの段で形成されます。第二段目の出力はバッファされて、出力デバイスQ12とQ13に加えられます。コンデンサC1とC2は出力デバイス周辺でローカル帰還ループを形成し、高周波における出力インピーダンスを低下させます。コンデンサ $C_C$ がアンプのバンド幅を設定します。

### 入力オフセット電圧

アンプには2つの入力段があるため、入力オフセット電圧はどの段がアクティブになるかどうかに従って変化します。アンプが段間で切り替わると、オフセット電圧は上昇、下降、あるいは平坦になります。LT1466L/

LT1467Lでは、特許取得済み手法を用いて、負電源側と正電源側の両方の入力段が調整されています。その結果、他のレール・トゥ・レール入力オペアンプよりはるかに優れた最小で83dBの同相除去を実現しています。

### オーバードライブ保護

LT1466L/LT1467Lは入力電圧がいずれかの電源電圧を超えたときに、出力の極性が反転するのを防止する回路を備えています。これらの回路が正しく動作するには、入力負電源より低いときは -10mA、入力が正電源より高いときは0.5mAに入力電流を制限しなければなりません。また、アンプが過度にオーバードライブされるときには、外部抵抗を使用して電流を制限しなければなりません。

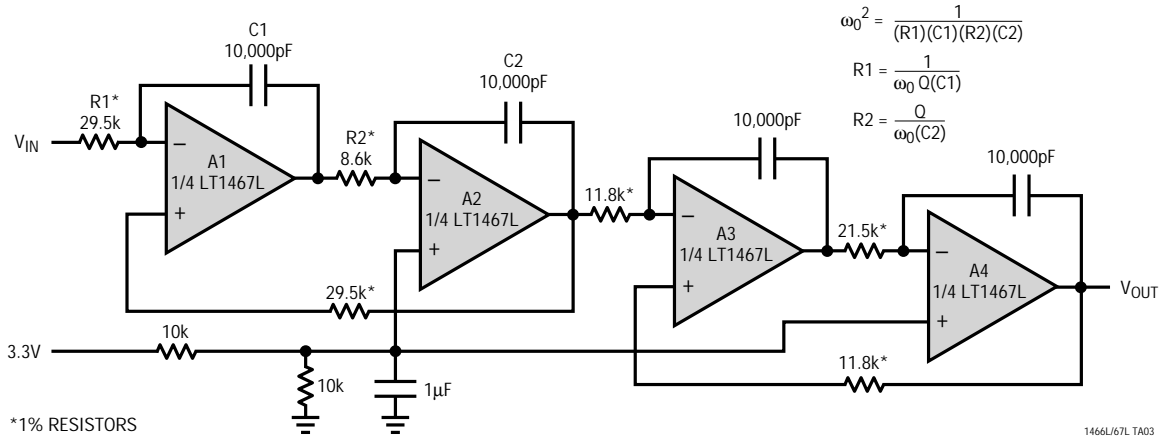
### 出力

LT1466L/LT1467Lの出力電圧振幅および電流シンク能力は、標準性能曲線に示すとおり、入力のオーバードライブに影響されます。いずれかのレールの100mV以内の電圧をモニタするときは、出力がクリップされない利得を選択しなければなりません。

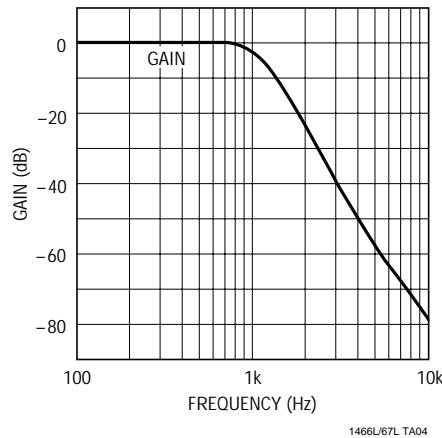
# LT1466L/LT1467L

## 標準的応用例

LT1467Lを使用した4ポール、1kHz、3.3V、単一電源状態可変フィルタ



4次バターワース・フィルタの周波数応答



## 関連製品

PART NUMBER	DESCRIPTION	COMMENTS
LTC®1152	Rail-to-Rail Input and Output, Zero-Drift Op Amp	High DC Accuracy, 10µV $V_{OS(MAX)}$ , 100nV/°C Drift, 0.7MHz GBW, 0.5V/µs Slew Rate, Maximum Supply Current 3mA
LT1366/LT1367	Dual/Quad Precision, Rail-to-Rail Input and Output Op Amps	475µV $V_{OS(MAX)}$ , 400kHz GBW, 0.13V/µs Slew Rate, Maximum Supply Current 520µA per Op Amp
LT1498 /LT1499	Dual/Quad, 10MHz Rail-to-Rail Input and Output Op Amps	High Speed, 5V/µs Slew Rate, 475µV $V_{OS(MAX)}$ from $V^+$ to $V^-$ , Max Supply Current 2.2mA per Op Amp