

特長

低ノイズ

電圧ノイズ：2.2nV/√Hz

電流ノイズ：4.8pA/√Hz（正側入力）

広帯域幅（-3dB）：280MHz

公称ゲイン・レンジ：0~24dB（プリアンプ・ゲイン=6dB）

ゲイン・スケーリング：19.7dB/V

DCカップリング

シングルエンド入出力

高速汎用オペアンプ入力

電源：+5V/±2.5V/±5V

低消費電力：78mW（±2.5V電源）

アプリケーション

ゲイン・トリム

PETスキャナ

高性能AGCシステム

I/Q信号処理

ビデオ

産業用/医療用超音波機器

レーダ受信機

概要

AD8337は、低ノイズ、シングルエンド、デシベル・リニアの汎用可変ゲイン・アンプ（VGA）で、DCから100MHzまでの周波数で使用できます（-3dB帯域幅は280MHz）。ゲイン・レンジの全域にわたって帯域幅の均一性が維持され、出力換算ノイズが低いので、ゲイン・トリム・アプリケーションや高速ADCの駆動に最適です。

優れたDC特性と高速性を兼ね備えたAD8337は、産業用超音波機器、PETスキャナ、ビデオ・アプリケーションに特に適しています。両電源動作は、フォトダイオードやフォトマルチプライヤ（光電子増倍管）で生成される信号などの、負方向に振れるパルス信号のゲイン制御を可能にします。

AD8337は、24dBのゲイン・レンジを持つ、多機能で人気の高いアナログ・デバイス独自のX-AMP®アーキテクチャを採用しています。ゲイン制御インターフェースは、VCOMを基準にして、19.7dB/Vという精密なデシベル・リニア・スケーリングを提供します。

機能ブロック図

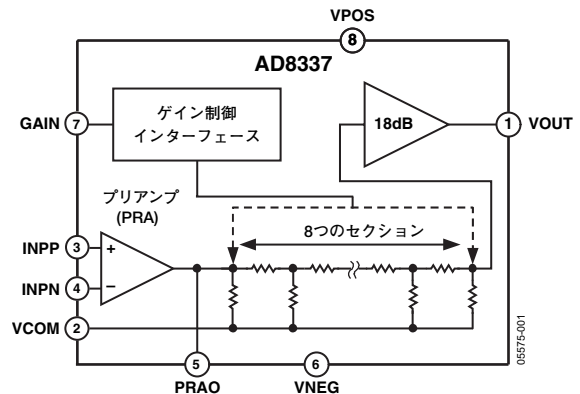


図1. 機能ブロック図

AD8337はプリアンプとして汎用の電流帰還型オペアンプ（PrA）を内蔵しており、反転あるいは非反転構成で動作させることが可能です。外付け抵抗を使用することによって、このプリアンプは6dB以上のゲインを持つ回路構成が可能です。AD8337の特長は、2つの外付け100Ω抵抗を使用して、2倍の非反転PrAゲインが得られることです。減衰器は24dBの範囲を持ち、出力アンプは8倍（18.06dB）の固定ゲインを持ちます。最低の公称ゲイン・レンジは0~24dBで、プリアンプ・ゲインの調整によって上下にシフトできます。複数のAD8337を直列に接続すれば、大きなゲイン・レンジが得られ、段間フィルタリングを行ってノイズと歪みを抑制し、オフセット電圧をゼロにすることができます。

AD8337の動作温度範囲は-40~+85℃で、3mm×3mm、8ピンのチップ・スケール・パッケージ（LFCSP）を採用しています。

アナログ・デバイス社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイス社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。

※日本語データシートはREVISIONが古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。
© 2005 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

REV. 0

目次

特長	1	出力段	19
アプリケーション	1	減衰器	19
機能ブロック図	1	単電源動作とACカップリング	19
概要	1	ノイズ	20
仕様	3	アプリケーション	21
絶対最大定格	5	プリアンプ接続	21
ESDに関する注意	5	非反転ゲイン構成	21
ピン配置と機能の説明	6	反転ゲイン構成	21
代表的な性能特性	7	容量性負荷の駆動	21
テスト回路	14	ゲイン制御に関する留意事項	22
動作原理	18	熱に関する留意事項	23
概要	18	プサイ (ψ)	23
プリアンプ	18	ボードのレイアウト	23
VGA	18	外形寸法	25
ゲイン制御	18	オーダー・ガイド	25

改訂履歴

9/05—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、 $V_S = \pm 2.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、PrAゲイン = +2、 $V_{COM} = GND$ 、 $f = 10MHz$ 、 $C_L = 5pF$ 、 $R_L = 500\Omega$ 、 20Ω のスナバ抵抗を含む。

表1

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
一般パラメータ					
−3dB小信号帯域幅	$V_{OUT} = 10mVp-p$		280		MHz
−3dB大信号帯域幅	$V_{OUT} = 1Vp-p$		100		MHz
スルーレート	$V_{OUT} = 2Vp-p$		625		V/ μs
	$V_{OUT} = 1Vp-p$		490		V/ μs
入力電圧ノイズ	$f = 10MHz$		2.15		nV/\sqrt{Hz}
入力電流ノイズ	$f = 10MHz$		4.8		pA/\sqrt{Hz}
ノイズ指数	$V_{GAIN} = 0.7V$ 、 $R_S = 50\Omega$ 、終端なし		8.5		dB
	$V_{GAIN} = 0.7V$ 、 $R_S = 50\Omega$ 、 50Ω でシャント終端		14		dB
出力換算ノイズ	$V_{GAIN} = 0.7V$ (ゲイン=24dB)		34		nV/\sqrt{Hz}
	$V_{GAIN} = -0.7V$ (ゲイン=0dB)		21		nV/\sqrt{Hz}
出力インピーダンス	DC~10MHz		1		Ω
出力信号範囲	$R_L \geq 500\Omega$ 、 $V_{supply} = \pm 2.5V$ 、+5V		$V_{COM} \pm 1.3$		V
	$R_L \geq 500\Omega$ 、 $V_{supply} = \pm 5V$		$V_{COM} \pm 3.8$		V
出力オフセット電圧	$V_{GAIN} = 0.7V$ (ゲイン=24dB)	−25	± 5	25	mV
動的性能					
高調波歪み	$V_{GAIN} = 0V$ 、 $V_{OUT} = 1Vp-p$				
HD2	$f = 1MHz$		−72		dBc
HD3			−66		dBc
HD2	$f = 10MHz$		−62		dBc
HD3			−63		dBc
HD2	$f = 45MHz$		−58		dBc
HD3			−56		dBc
入力1dB圧縮ポイント	$V_{GAIN} = -0.7V$ 、 $f = 10MHz$ (プリアンプによる制限)		8.2		dBm
	$V_{GAIN} = +0.7V$ 、 $f = 10MHz$ (VGAによる制限)		−9.4		dBm
ツートーン相互変調歪み (IMD3)	$V_{GAIN} = 0V$ 、 $V_{OUT} = 1Vp-p$ 、 $f_1 = 10MHz$ 、 $f_2 = 11MHz$		−71		dBc
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 1Vp-p$ 、 $f_1 = 45MHz$ 、 $f_2 = 46MHz$		−57		dBc
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2Vp-p$ 、 $f_1 = 10MHz$ 、 $f_2 = 11MHz$		−58		dBc
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2Vp-p$ 、 $f_1 = 45MHz$ 、 $f_2 = 46MHz$		−45		dBc
出力3次インターセプト	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 1Vp-p$ 、 $f = 10MHz$		34		dBm
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 1Vp-p$ 、 $f = 45MHz$		28		dBm
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2Vp-p$ 、 $f = 10MHz$		35		dBm
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2Vp-p$ 、 $f = 45MHz$		26		dBm
過負荷回復	$V_{GAIN} = 0.75V$ 、 $V_{IN} = 50mVp-p \sim 500mVp-p$		50		ns
群遅延変動	$1MHz < f < 100MHz$ 、フルゲイン・レンジ		± 1		ns

AD8337

パラメータ	条件	Min	Typ	Max	単位
動的性能$V_S = \pm 5V$					
高調波歪み	$V_{GAIN} = 0V$ 、 $V_{OUT} = 1V_{p-p}$				
HD2	$f = 1MHz$		-85		dBc
HD3			-75		dBc
HD2	$f = 10MHz$		-90		dBc
HD3			-80		dBc
HD2	$f = 35MHz$		-75		dBc
HD3			-76		dBc
入力1dB圧縮ポイント	$V_{GAIN} = -0.7V$ 、 $f = 10MHz$		14.5		dBm
	$V_{GAIN} = +0.7V$ 、 $f = 10MHz$		-1.7		dBm
ツートーン相互変調歪み (IMD3)	$V_{GAIN} = 0V$ 、 $V_{OUT} = 1V_{p-p}$ 、 $f_1 = 10MHz$ 、 $f_2 = 11MHz$		-74		dBc
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 1V_{p-p}$ 、 $f_1 = 45MHz$ 、 $f_2 = 46MHz$		-60		dBc
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2V_{p-p}$ 、 $f_1 = 10MHz$ 、 $f_2 = 11MHz$		-64		dBc
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2V_{p-p}$ 、 $f_1 = 45MHz$ 、 $f_2 = 46MHz$		-49		dBc
出力3次インターセプト	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 1V_{p-p}$ 、 $f = 10MHz$		35		dBm
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 1V_{p-p}$ 、 $f = 45MHz$		28		dBm
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2V_{p-p}$ 、 $f = 10MHz$		36		dBm
	$V_{GAIN} = 0$ 、 $V_{OUT} = 2V_{p-p}$ 、 $f = 45MHz$		28		dBm
過負荷回復	$V_{GAIN} = 0.7V$ 、 $V_{IN} = 0.1V_{p-p} \sim 1V_{p-p}$		50		ns
精度					
絶対ゲイン誤差	$-0.7V < V_{GAIN} < -0.6V$		0.7~3.5		dB
	$-0.6V < V_{GAIN} < -0.5V$	-1.25	± 0.35	+1.25	dB
	$-0.5V < V_{GAIN} < +0.5V$	-1.0	± 0.25	+1.0	dB
	$+0.5V < V_{GAIN} < +0.6V$	-1.25	± 0.35	+1.25	dB
	$+0.6V < V_{GAIN} < +0.7V$		-0.7~ -3.5		dB
ゲイン制御インターフェース					
ゲイン・スケールリング係数	$-0.6V < V_{GAIN} < +0.6V$		19.7		dB/V
ゲイン・レンジ			24		dB
インターセプト	$V_{GAIN} = 0V$		12.65		dB
入力電圧 (V_{GAIN}) 範囲	フォールドオーバーなし	$-V_S$		$+V_S$	V
入力インピーダンス			70		M Ω
バイアス電流	$-0.7V < V_{GAIN} < +0.7V$		0.3		μA
応答時間	24dBゲイン変化		200		ns
電源					
電源電圧	$V_{POS} \sim V_{NEG}$ (両電源または単電源動作)	4.5	5	10	V
$V_S = \pm 2.5V$					
静止電流	各電源 (V_{POS} と V_{NEG})	10.5	15.5	23.5	mA
消費電力	信号なし、 $V_{POS} \sim V_{NEG} = 5V$		78		mW
PSRR	$V_{GAIN} = 0.7V$ 、 $f = 1MHz$		-40		dB
$V_S = \pm 5V$					
静止電流	各電源 (V_{POS} と V_{NEG})	13.5	18.5	25.5	mA
消費電力	信号なし、 $V_{POS} \sim V_{NEG} = 10V$		185		mW
PSRR	$V_{GAIN} = 0.7V$ 、 $f = 1MHz$		-40		dB

絶対最大定格

表2

パラメータ	定格値
電圧	
電源電圧 (VPOS、VNEG)	±6V
入力電圧 (INPx)	VPOS、VNEG
ゲイン電圧	VPOS、VNEG
消費電力 (露出パッドは PCボードにハンダ付け)	866mW
温度	
動作温度	-40~+85°C
保存温度	-65~+150°C
リード・ピン温度 (ハンダ処理、60秒)	300°C
熱データ—4層JEDECボード	
エアー・フローなし (露出パッドは PCボードにハンダ付け)	
θ_{JA}	75.4°C/W
θ_{JB}	47.5°C/W
θ_{JC}	17.9°C/W
Ψ_{JT}	2.2°C/W
Ψ_{JB}	46.2°C/W

左記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

注意

ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。人体や試験機器には4000Vもの高圧の静電気が容易に蓄積され、検知されないまま放電されることがあります。本製品は当社独自のESD保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、回復不能の損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESDに対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。



AD8337

ピン配置と機能の説明



図2. 8ピンLFCSP

表3. ピン機能の説明

ピン番号	記号	機能
1	VOUT	VGA出力
2	VCOM	両電源用の共通グラウンド（単電源の場合はVPOS/2を印加）
3	INPP	プリアンプへの正側入力
4	INPN	プリアンプへの正側入力
5	PRAO	プリアンプ出力
6	VNEG	負側電源（両電源の場合は-VPOS、単電源の場合はGND）
7	GAIN	VCOMを中心とするゲイン制御入力
8	VPOS	正側電源

代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $V_S = \pm 2.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $R_L = 500\Omega$ 、 20Ω のスナバ抵抗を含む、 $f = 10MHz$ 、 $C_L = 2pF$ 、 $V_{IN} = 10mV_{p-p}$ 、非反転構成。

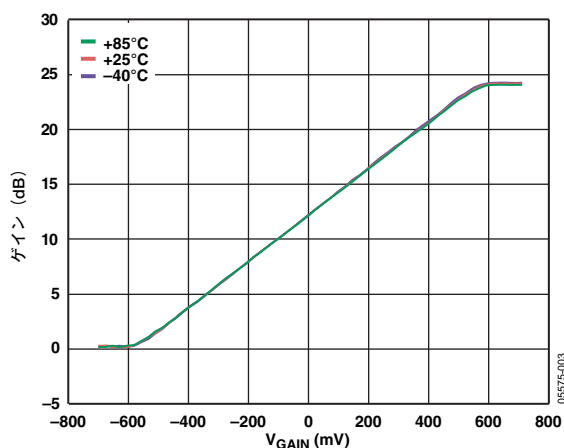


図3. 3つの温度での V_{GAIN} 対 ゲイン
(図44を参照)

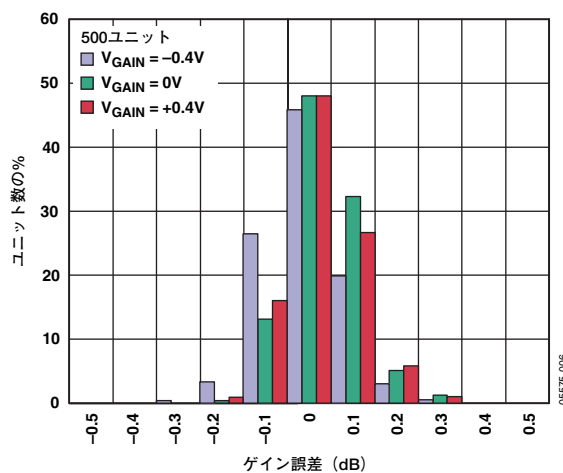


図6. V_{GAIN} の3つの値に対するゲイン誤差の
ヒストグラム

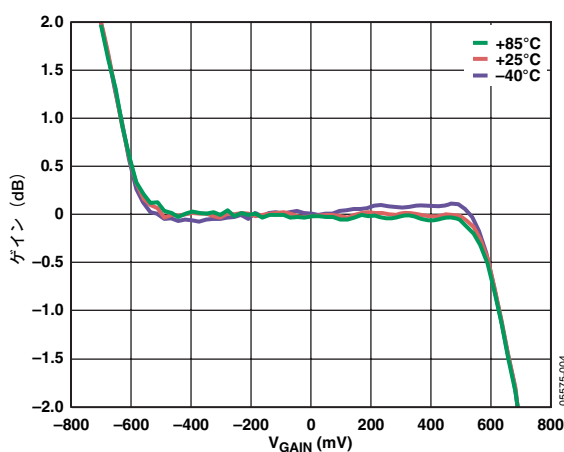


図4. 3つの温度での V_{GAIN} 対 ゲイン誤差
(図44を参照)

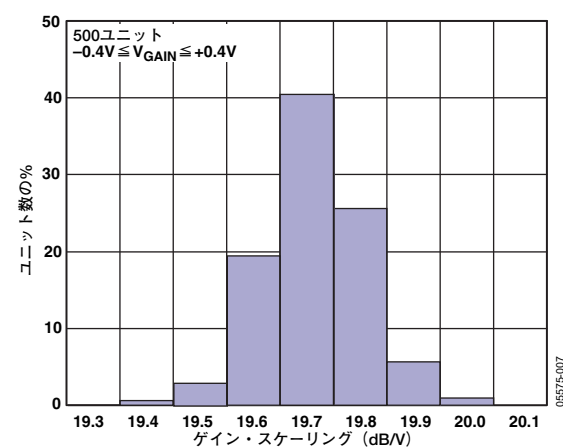


図7. ゲイン・スケーリングのヒストグラム

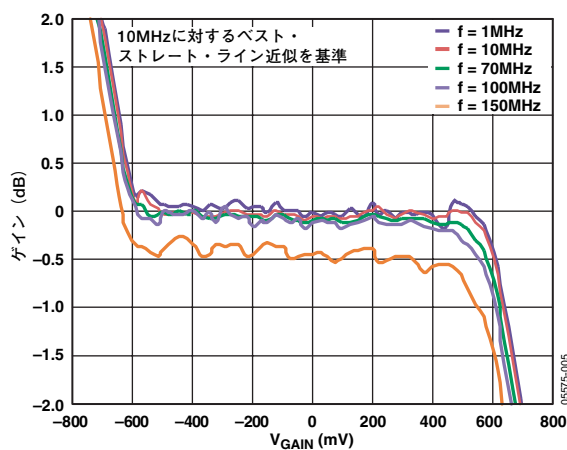


図5. 5つの周波数での V_{GAIN} 対 ゲイン誤差
(図44を参照)

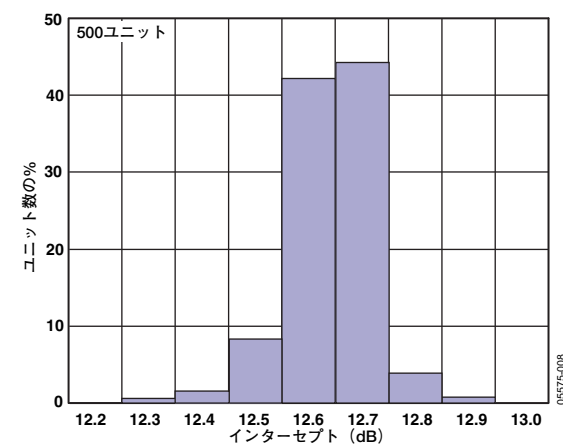


図8. インターセプトのヒストグラム

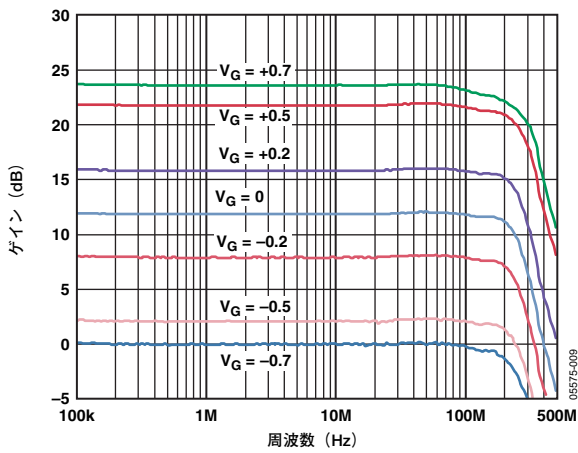


図9. V_{GAIN} の各値に対する周波数応答
(図45を参照)

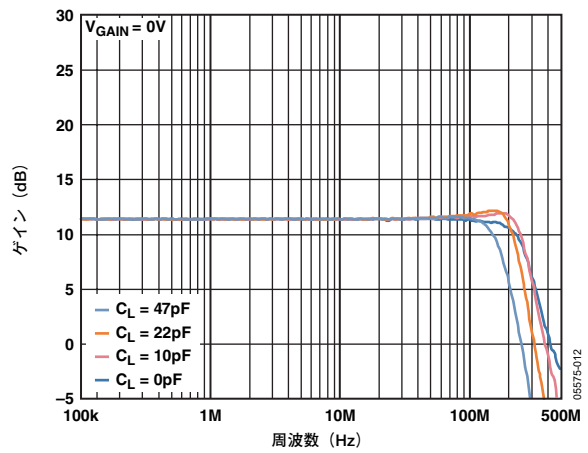


図12. C_{LOAD} の3つの値に対する周波数応答
(20Ω のスナバ抵抗付き、図45を参照)

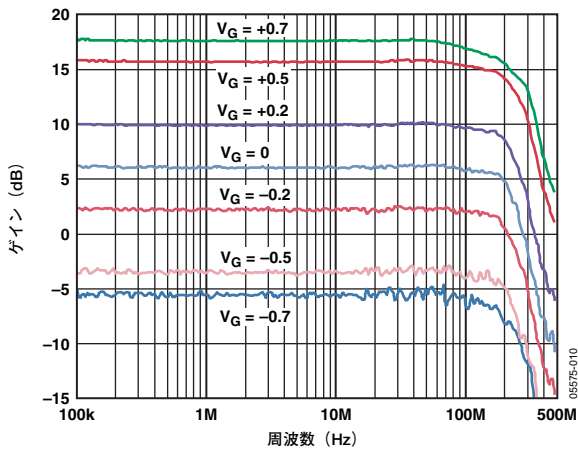


図10. V_{GAIN} の各値に対する周波数応答—反転入力
(図58を参照)

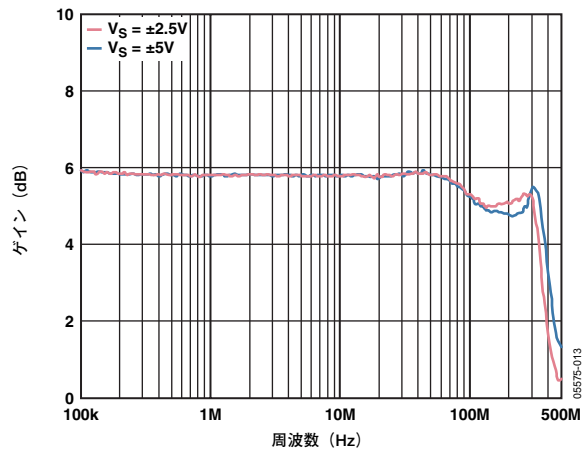


図13. 周波数応答—プリアンプ
(図46を参照)

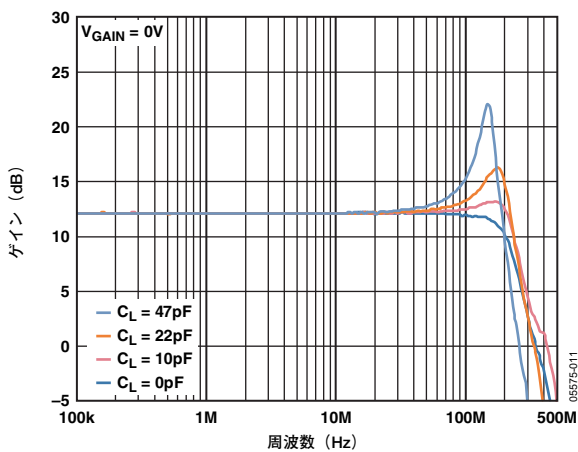


図11. C_{LOAD} の3つの値に対する周波数応答
(図45を参照)

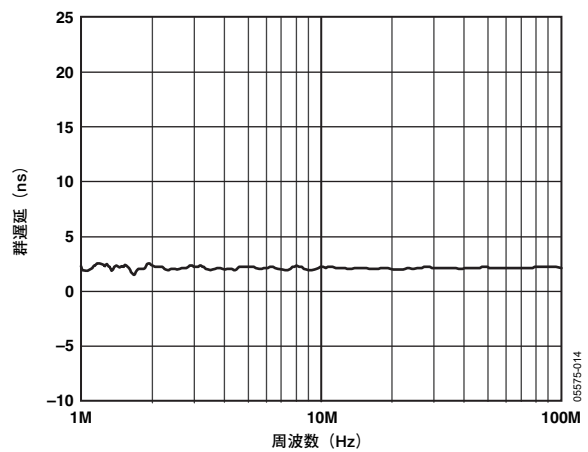


図14. 群遅延の周波数特性
(図47を参照)

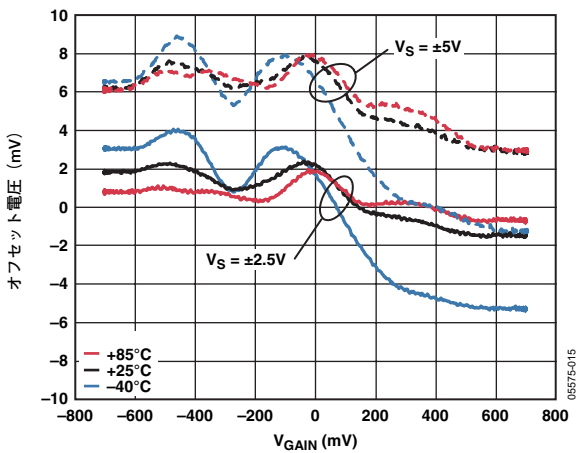


図15. 3つの温度でのV_{GAIN} 対 オフセット電圧 (図48を参照)

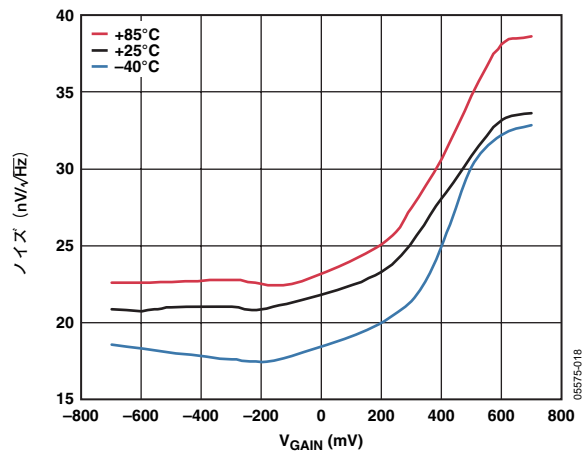


図18. 3つの温度でのV_{GAIN} 対 出力換算ノイズ (図50を参照)

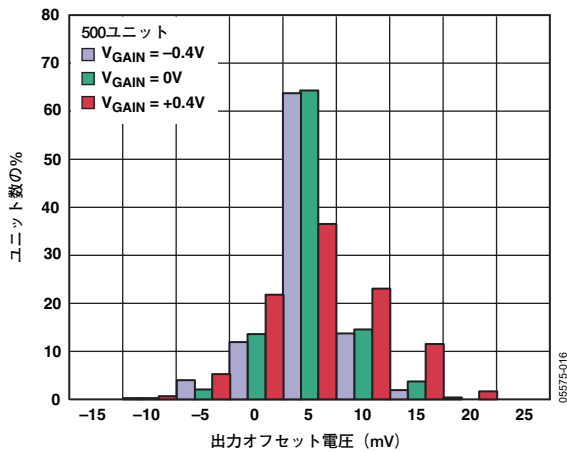


図16. V_{GAIN}の3つの値に対する出力オフセット電圧のヒストグラム

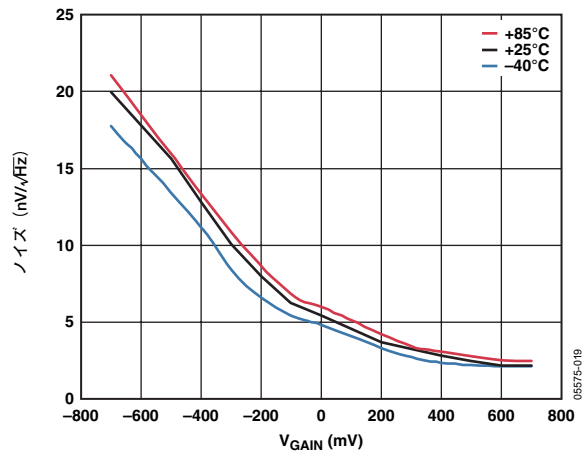


図19. 3つの温度での短絡時入力換算ノイズ (図50を参照)

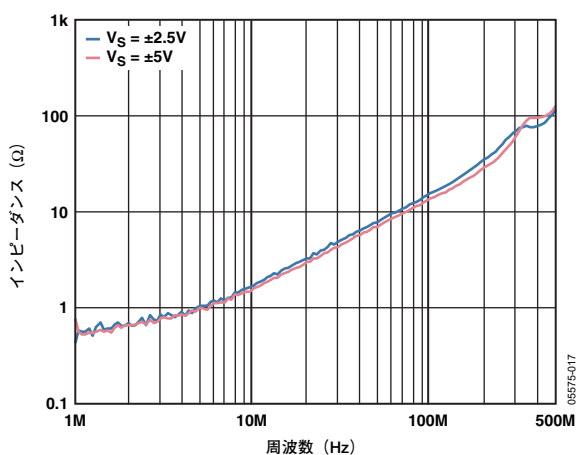


図17. VGA出力インピーダンスの周波数特性 (図49を参照)

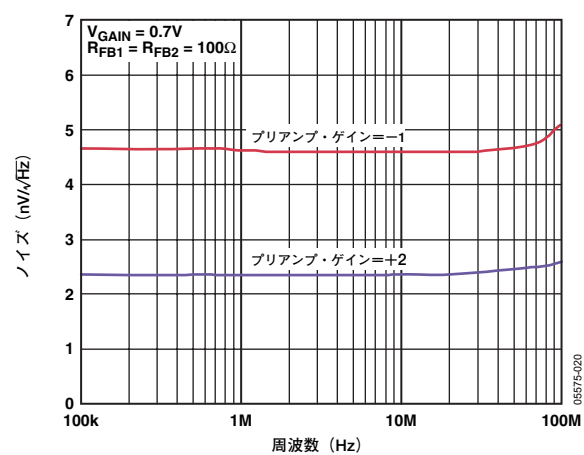


図20. 最大ゲインでの周波数 対 短絡時入力換算ノイズ (反転および非反転プリアンプ・ゲイン= -1および+2、図50を参照)

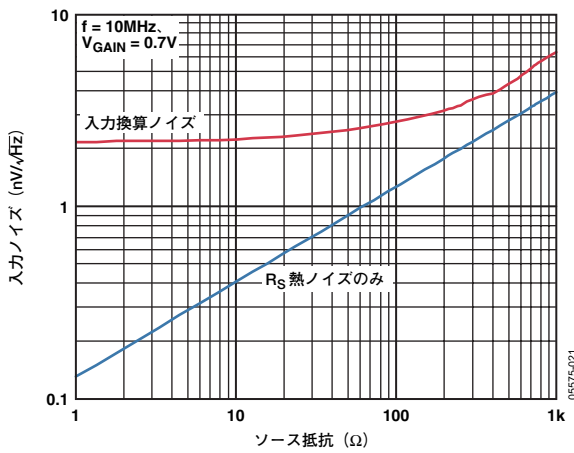


図21. R_S 対入力換算ノイズ
(図61を参照)

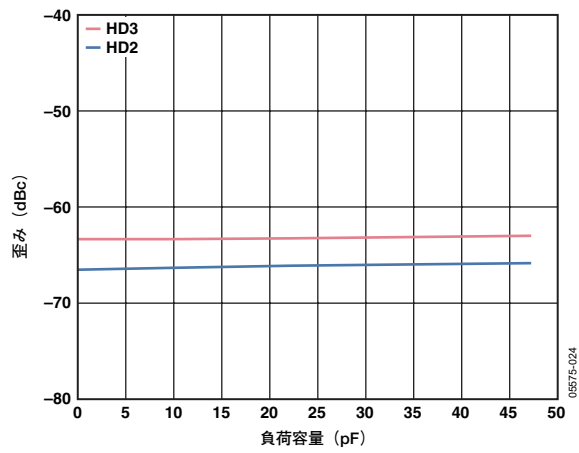


図24. 負荷容量対高調波歪み
(図52を参照)

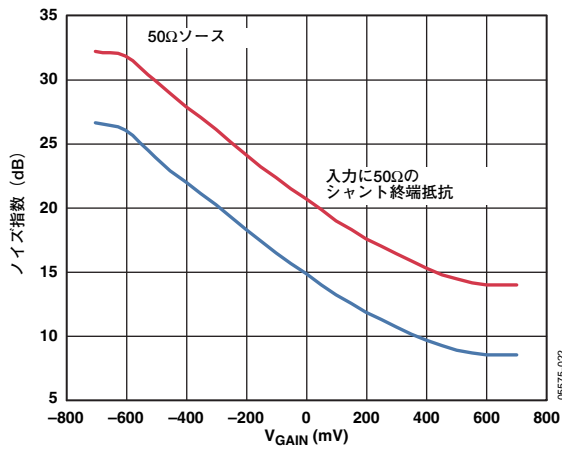


図22. V_{GAIN} 対ノイズ指数 (図51を参照)

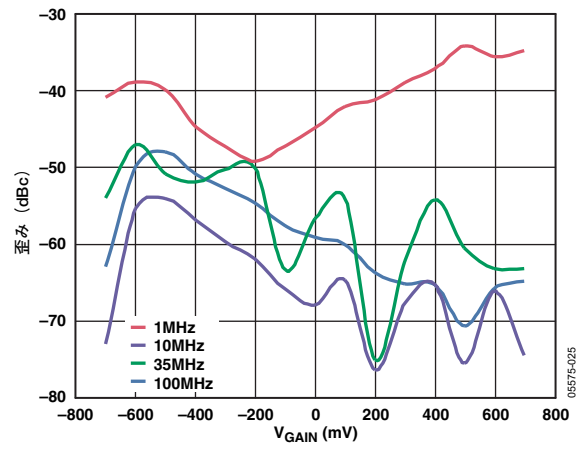


図25. 4つの周波数での V_{GAIN} 対HD2
(図52を参照)

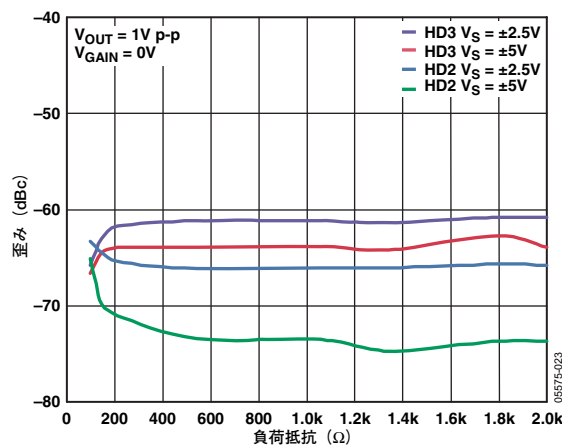


図23. R_{LOAD} と電源電圧 対高調波歪み
(図52を参照)

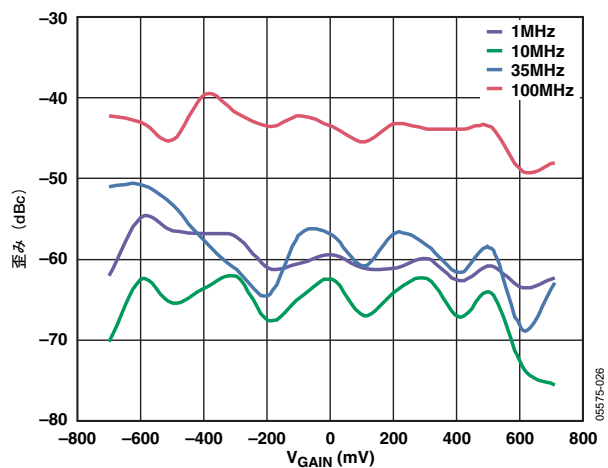


図26. 4つの周波数での V_{GAIN} 対HD3
(図52を参照)

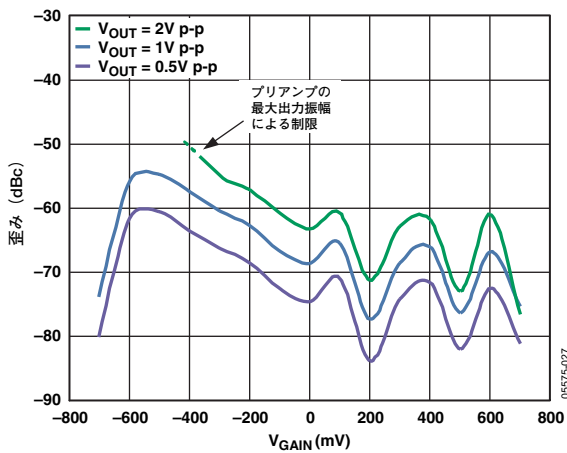


図27. 3つの出力電圧での V_{GAIN} 対 HD2 (図52を参照)

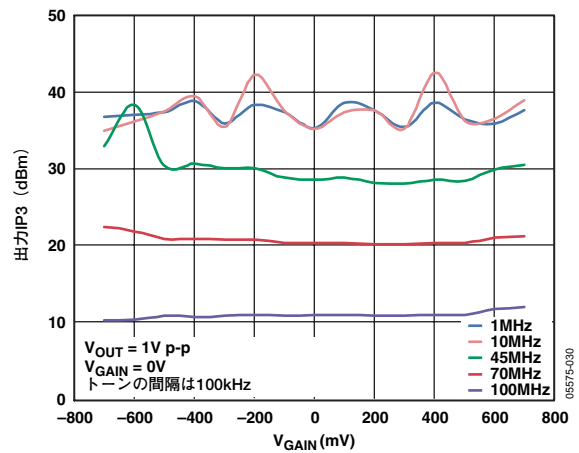


図30. 5つの周波数での V_{GAIN} 対 出力換算 IP3 (OIP3) (図64を参照)

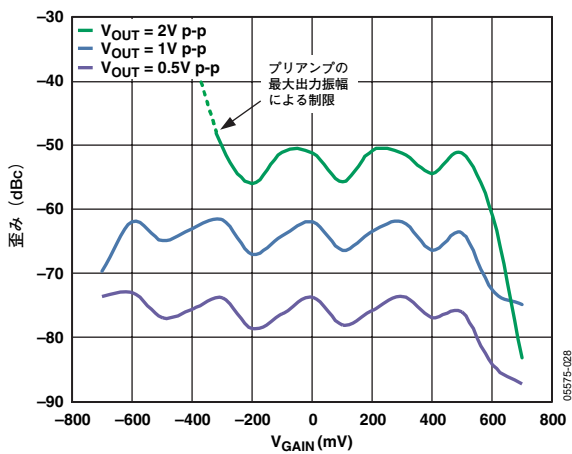


図28. 3つの出力電圧での V_{GAIN} 対 HD3 (図52を参照)

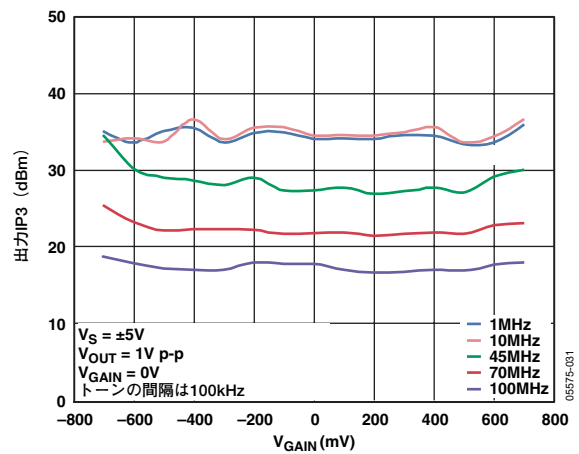


図31. 5つの周波数での V_{GAIN} 対 出力換算IP3 (OIP3) ($V_S = \pm 5V$ 、図64を参照)

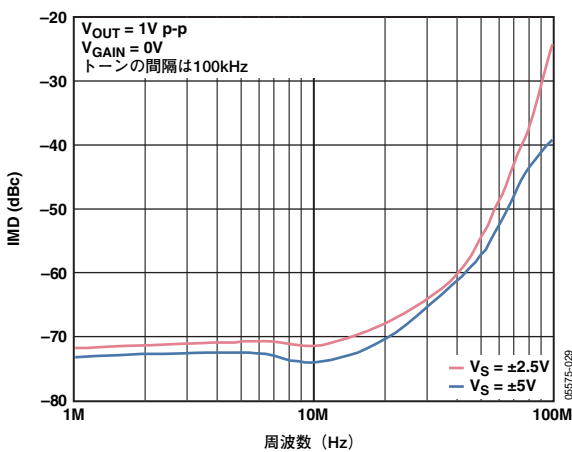


図29. IMD3の周波数特性 (図64を参照)

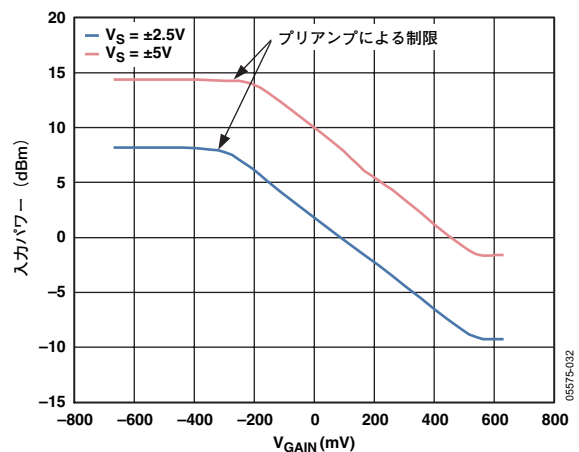


図32. V_{GAIN} 対 入力P1dB (IP1dB) (図63を参照)

AD8337

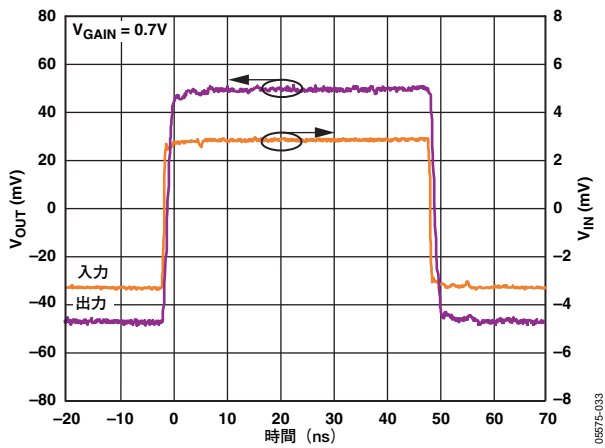


図33. 小信号パルス応答
(図53を参照)

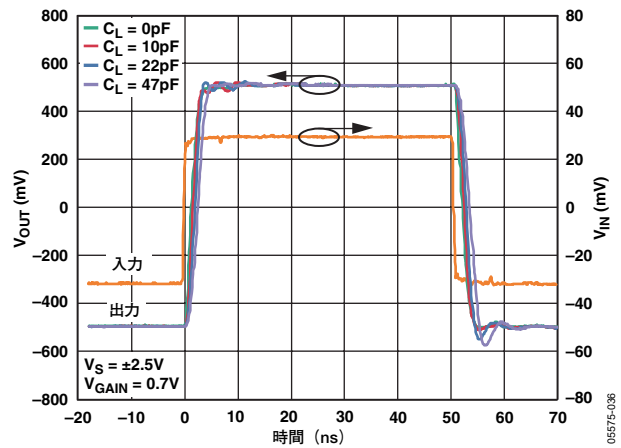


図36. 3つの容量性負荷に対する大信号パルス応答
(図53を参照)

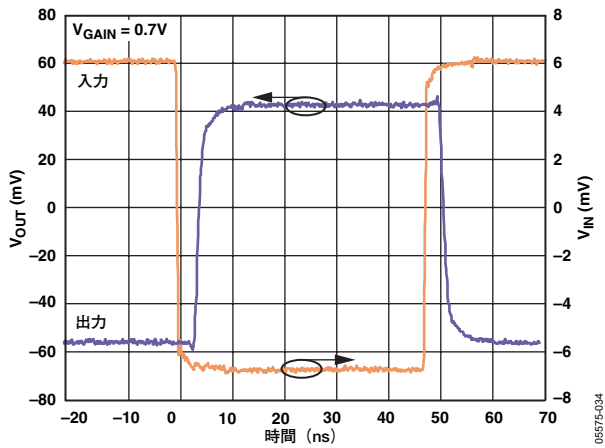


図34. 小信号パルス応答
(反転帰還、図59を参照)

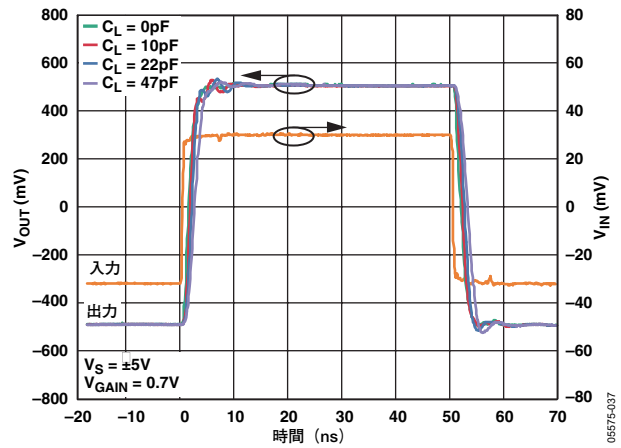


図37. 3つの容量性負荷に対する大信号パルス応答
($V_S = \pm 5V$ 、図53を参照)

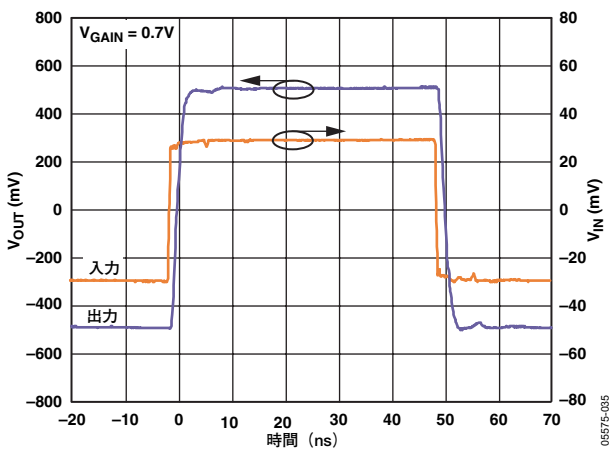


図35. 大信号パルス応答
(図53を参照)

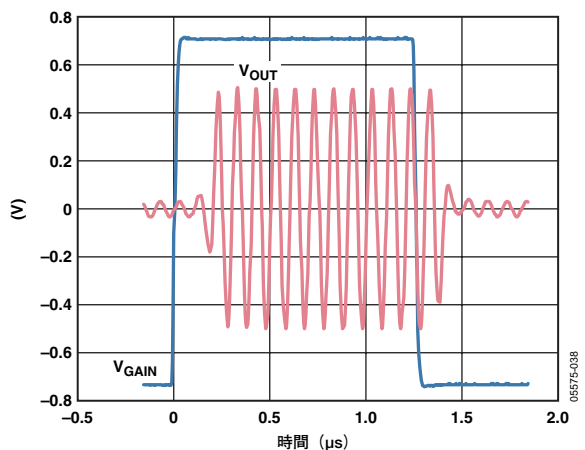


図38. ゲイン応答
(図54を参照)

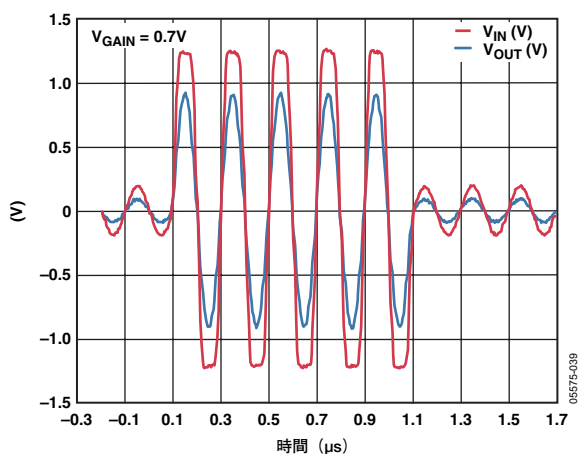


図39. プリアンプのオーバードライブ回復
(図55を参照)

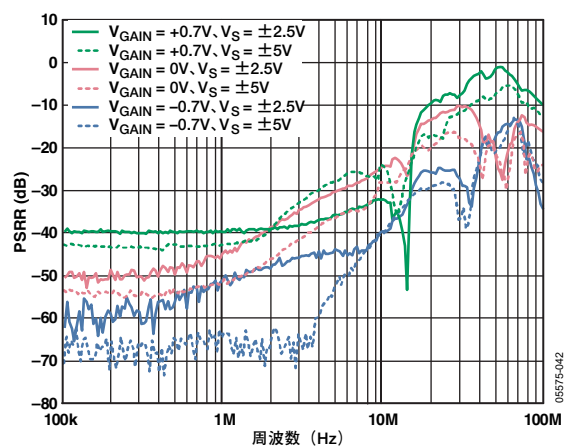


図42. 負側電源の周波数 対 PSRR
(図60を参照)

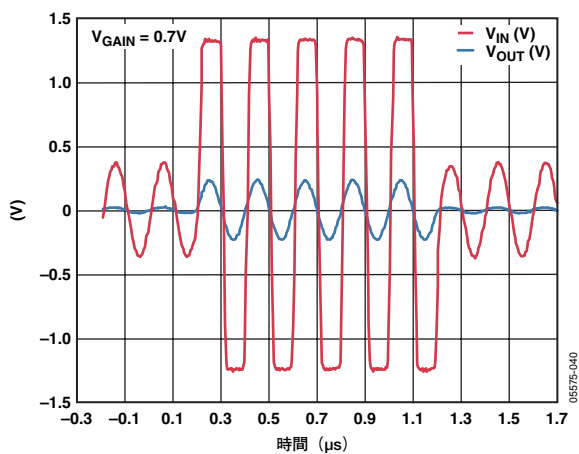


図40. VGAのオーバードライブ回復
(図56を参照)

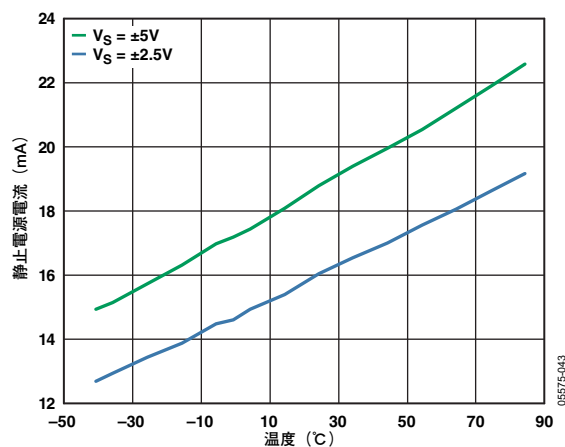


図43. 静止電源電流の温度特性
(図57を参照)

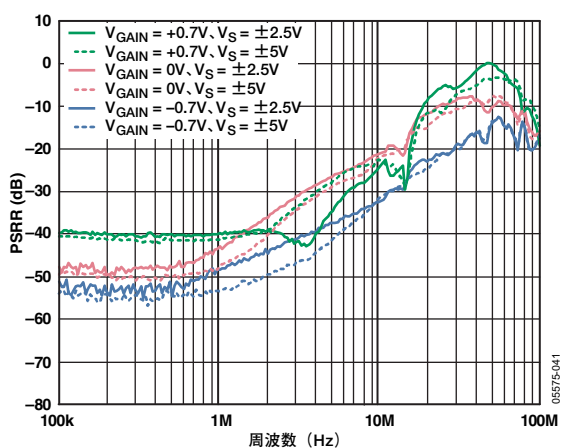


図41. 正側電源の周波数 対 PSRR
(図60を参照)

テスト回路

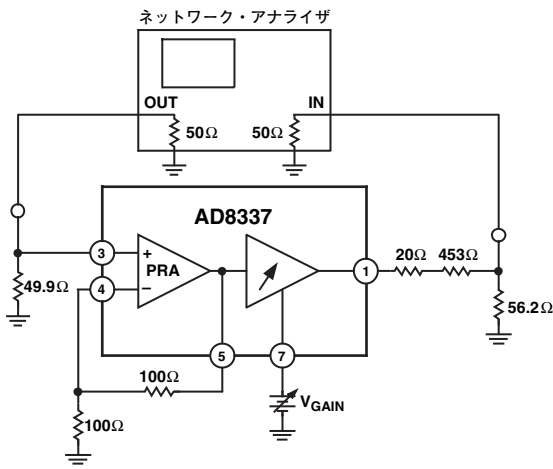


図44. V_{GAIN} 対 ゲインとゲイン誤差

05575-044

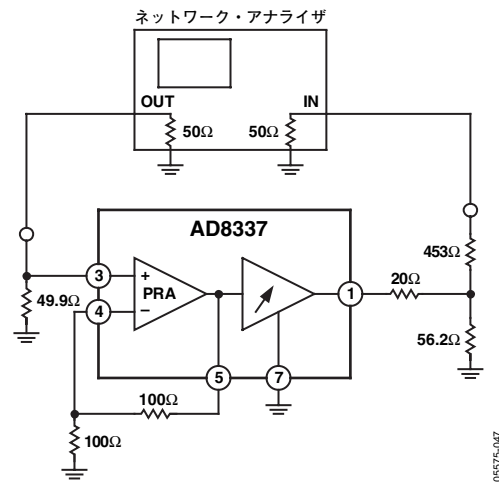


図47. 群遅延

05575-047

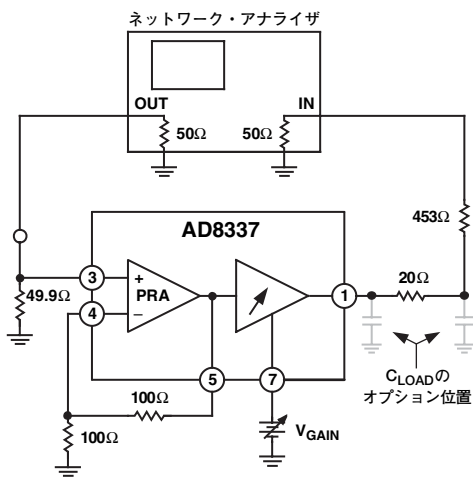


図45. 周波数応答

05575-045

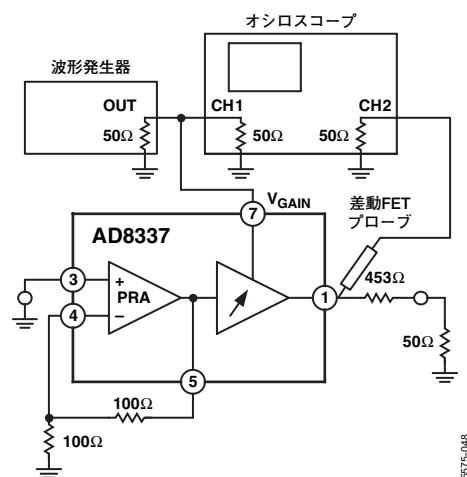


図48. オffset電圧

5575-048

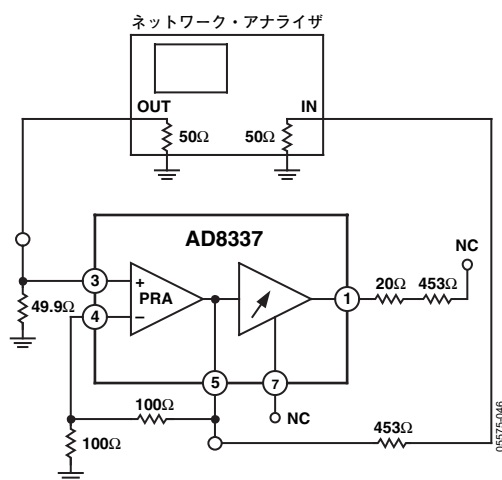


図46. 周波数応答—プリアンプ

05575-046

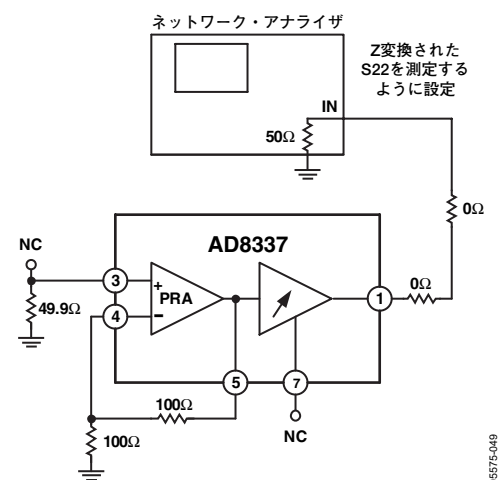


図49. 出力抵抗の周波数特性

35575-049

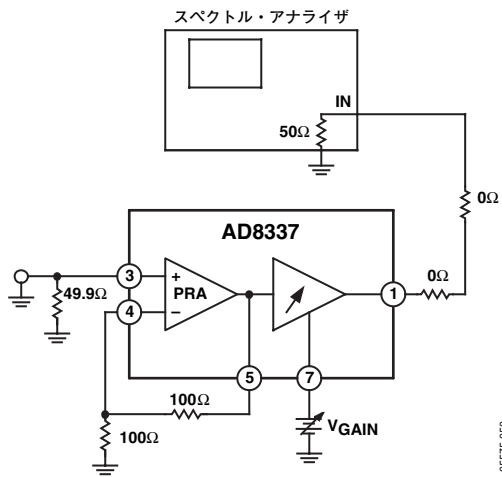


図50. 入力換算ノイズと出力換算ノイズ

05575-050

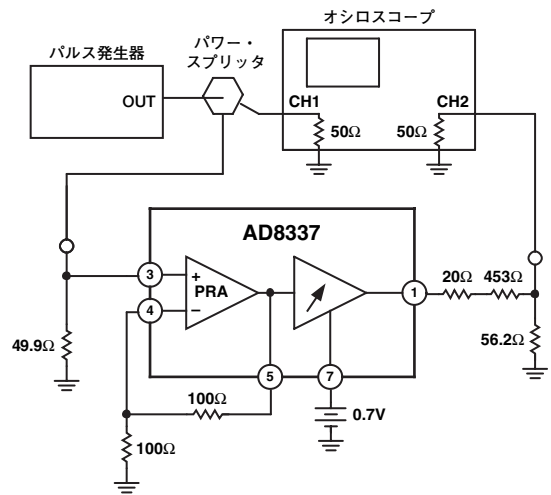


図53. パルス応答

35575-053

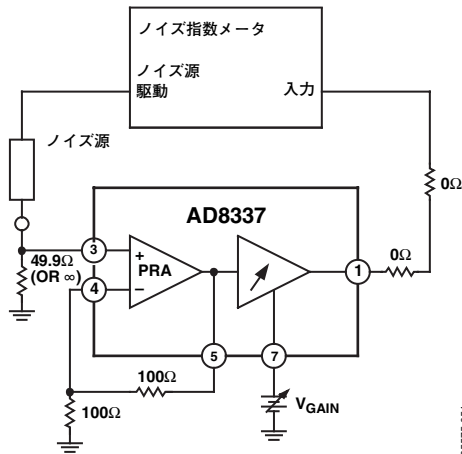


図51. V_{GAIN} 対ノイズ指数

05575-051

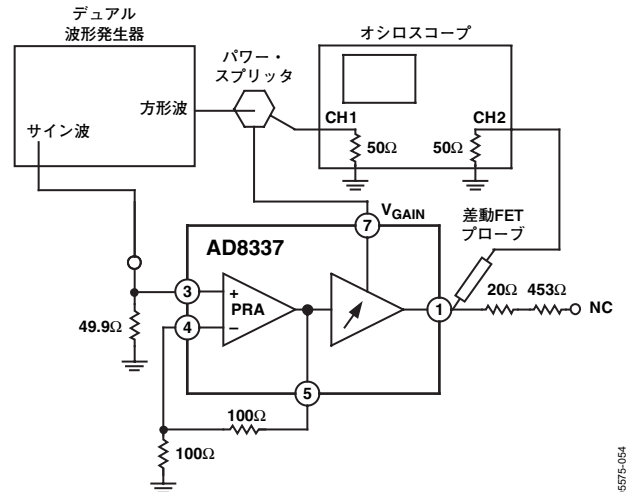


図54. ゲイン応答

35575-054

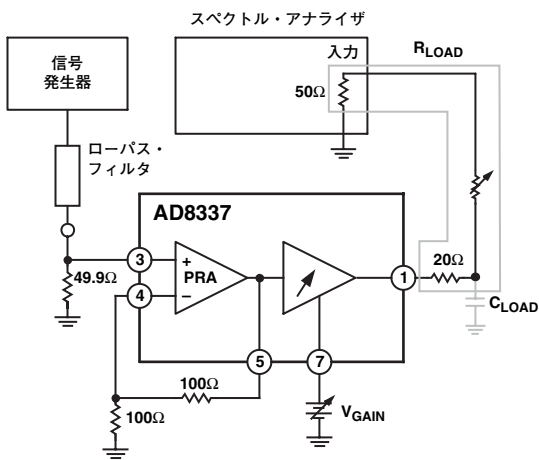


図52. 高調波歪み

05575-052

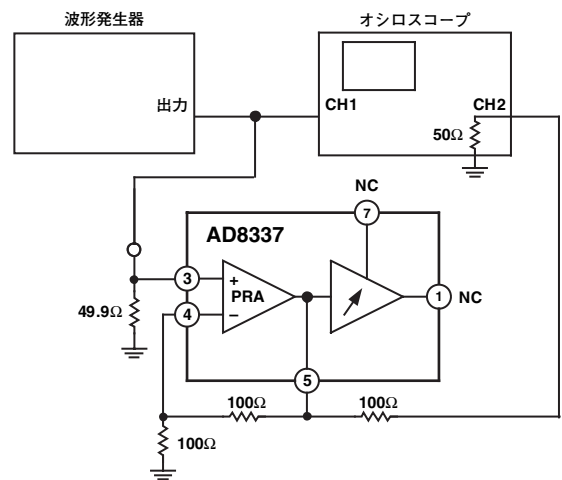


図55. プリアンプのオーバードライブ回復

05575-055

AD8337

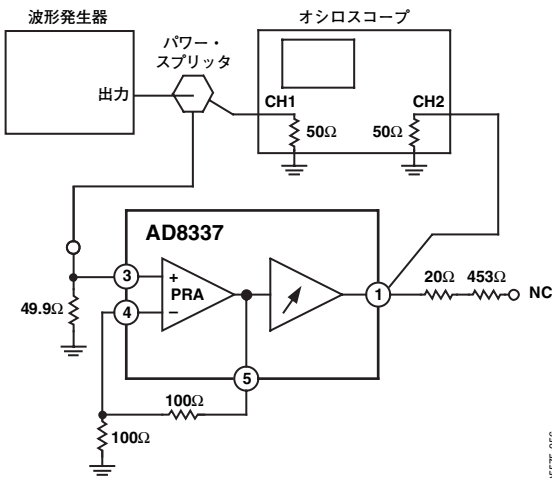


図56. VGAのオーバードライブ回復

05575-056

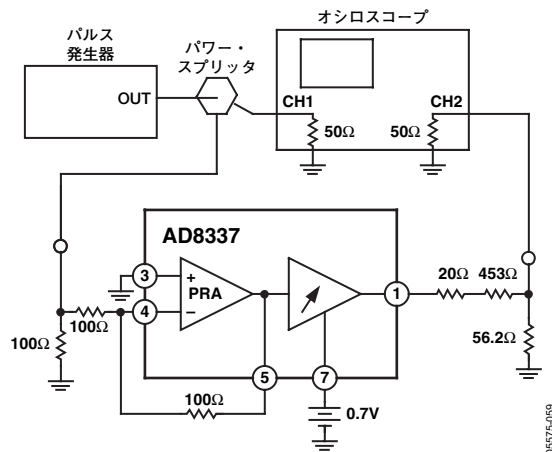


図59. パルス応答—反転帰還

05575-059

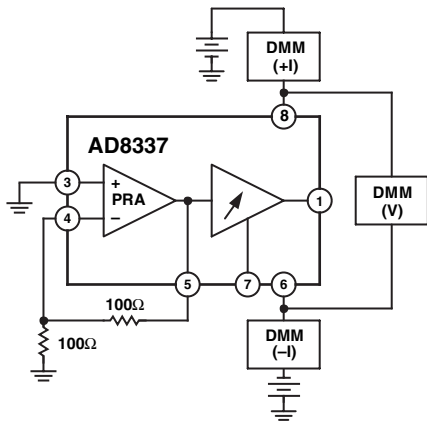


図57. 電源電流

05575-057

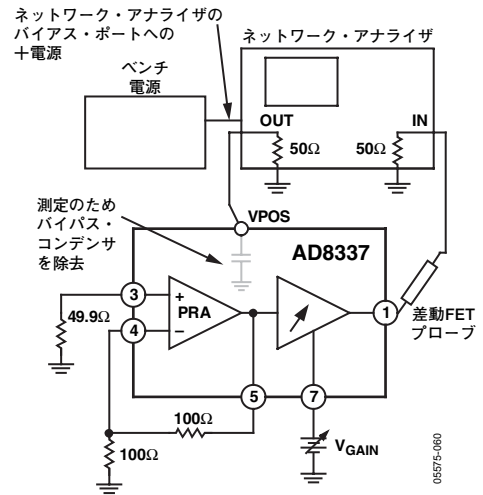


図60. PSRR

05575-060

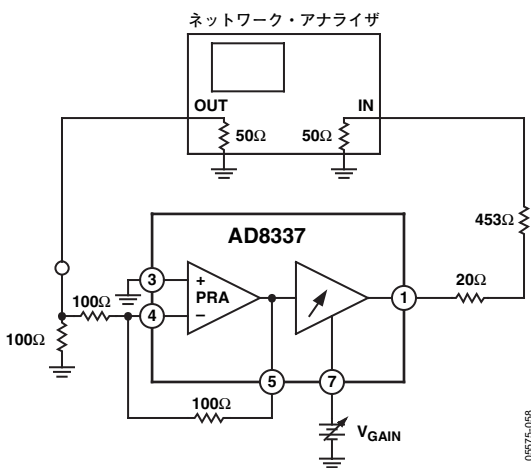


図58. 周波数応答—反転帰還

05575-058

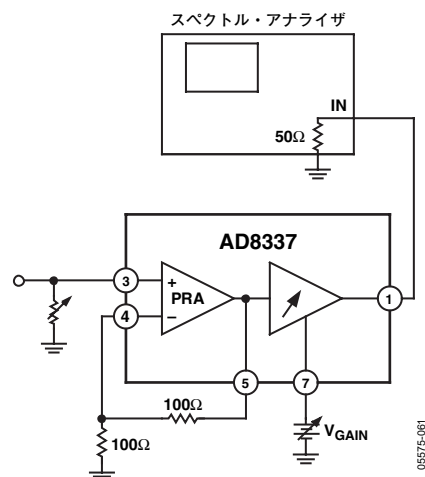


図61. R_S 対入力換算ノイズ

05575-061

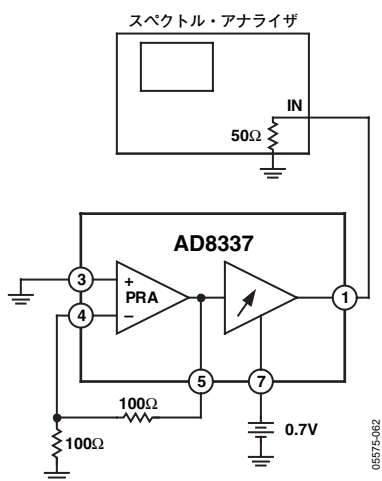


図62. 短絡時入力ノイズの周波数特性

05575-062

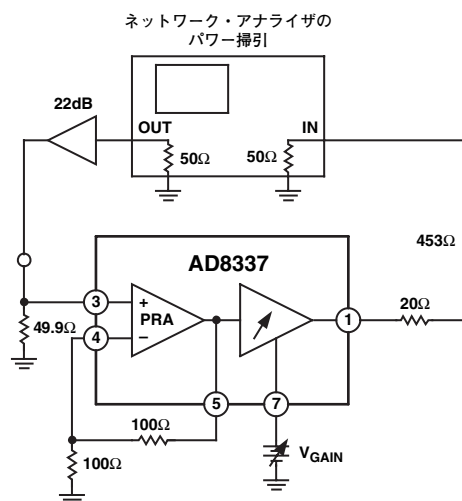


図63. V_{GAIN} 対 IP1dB

05575-063

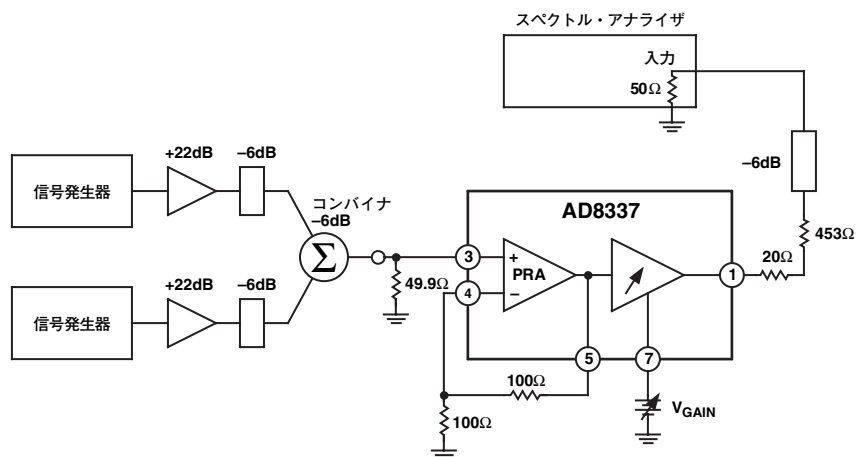


図64. IMDとOIP3

05575-064

動作原理

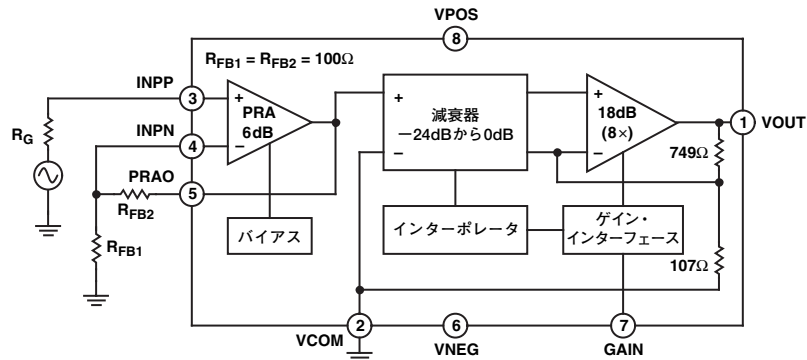


図65. ブロック図とピン配置

概要

AD8337は、低ノイズ、シングルエンド、デシベル・リニアの汎用可変ゲインアンプ (VGA) で、100MHzまでの周波数で使用できます。アナログ・デバイス独自の誘電体絶縁相補型バイポーラ・プロセスを用いて製造されています。帯域幅はDC～280MHzであり、低DCオフセット電圧と0～24dBの理想的な公称ゲイン・レンジを特長としています。無負荷時電流は約15.5mA、消費電力は+5Vの単電源または±2.5Vの両電源でわずか78mWです。図65にAD8337の回路ブロック図を示します。

プリアンプ

AD8337が内蔵する汎用の電流帰還型オペアンプは、プリアンプとして使用してX-AMP®のラダー・ネットワーク減衰器をバッファできます。他のオペアンプと同様、ゲインは外付け抵抗を使用して設定されます。プリアンプは、6dB (2倍) のゲインを持つ非反転構成で、外付けのゲイン抵抗には100Ωを用いて仕様規定されています。プリアンプのゲインは、 R_{FB2} に大きな抵抗値を使用して増やすことができますが、代わりに帯域幅とオフセット電圧が悪影響を受けます。 R_{FB2} の値は100Ω以上の値を用いてください。これは、 R_{FB2} の値と内部補償コンデンサによって3dB帯域幅が決定されるため、値を小さくするとプリアンプの安定性を損なうことがあります。AD8337はDCカップリングされるため、プリアンプのゲインを大きくすると、オフセット電圧が増大します。オフセット電圧を補償するには、INPN入力と電源電圧の間に抵抗を接続します。オフセットが負の場合は、抵抗値は負側電源に接続されます。トリマ・ネットワークを使用すれば、調整が容易になります。

大きなゲインでは、 R_{FB1} に値の小さい抵抗を選択すると全体的なノイズが減少します。 $R_{FB1}=20\Omega$ でかつ $R_{FB2}=301\Omega$ の場合、プリアンプ・ゲインは16倍 (24.1dB) であり、入力換算ノイズは約 $1.5nV/\sqrt{Hz}$ になります。この値のゲインでは、全体的なゲイン・レンジが18dB増加するため、ゲイン・レンジは18～42dBになります。

VGA

このX-AMPは、デシベル・リニアなゲイン特性のアーキテクチャによって、レーザ・アプリケーションに最適なダイナミック・レンジを提供します。図65によれば、信号経路は、24dBの可変減衰器とそれに続く18dBの固定ゲイン・アンプで構成され、VGAのゲイン・レンジは合計で-6～+18dBとなります。プリアンプを6dBのゲインに設定すると、複合ゲイン・レンジは0～24dBになります。

VGAに6dBゲインのプリアンプを加えると、次の厳密なゲイン法則が成立します。

$$\text{Gain(dB)} = \left[19.7 \times \frac{\text{dB}}{\text{V}} \times V_{\text{GAIN}} \right] + \text{ICPT(dB)}$$

ここで、公称インターセプト (ICPT) は12.65dBです。

ICPTは、プリアンプのゲインが増加するにつれて増加します。たとえば、プリアンプのゲインが6dB増加した場合、ICPTは18.65dBまで増加します。上の式は統計的なデータに基づく厳密なゲイン法則を示しますが、特定のゲイン設定に対して20dB/Vというスロープを使用して、信号レベルをすばやく概算できます。たとえば、0.3Vの V_{GAIN} 変化に対するゲイン変化を、20dB/Vのスロープを使用して求めた場合は6dB、19.6dB/Vという厳密なスロープを使用して求めた場合は5.91dBとなり、その差はわずか0.09dBとなります。

ゲイン制御

ゲイン制御インターフェースは、高インピーダンス入力を提供し、VCOMピンを基準にします (単電源アプリケーションでは、最適な振幅を得るために電源電圧の1/2である $[V_{\text{POS}} + V_{\text{NEG}}]/2$ を基準にします)。両電源を使用する場合、VCOMはグラウンドに接続します。ゲイン・レンジのミッドポイントは、VCOMピン上の電圧によって決まります。グラウンド基準の設計では、 V_{GAIN} 範囲は-0.7～+0.7Vであり、ゲイン制御の大部分のデシベル・リニア部分は-0.6～+0.6Vの間にあります。 V_{GAIN} 範囲の中心80%では、一般にゲイン誤差は±0.2dB未満です。ゲイン制御電圧は、ゲイン・フォールドオーバーなしに、正側/負側レールまで増減できます。

ゲイン・スケーリング係数（ゲイン・スロープ）は、20dB/Vに設計されています。このようにスロープが比較的低いため、GAIN入力上のノイズが過度に増幅されることはありません。VGAは乗算器として機能するため、GAIN入力がゲイン制御ピン上の不要なノイズにより誤って出力信号を変調しないように注意してください。入力インピーダンスが高いため、GAIN入りに簡単なローパス・フィルタを追加して、不要なノイズを取り除くことができます。

出力段

出力段は、18dBの固定ゲインを持つ、クラスAB、電圧帰還、相補型のエミッタ・フォロアであり、速度と帯域幅はプリアンプに類似しています。出力デバイスのACベータ・ロールオフと-3dB帯域幅を超える帰還の固有低減によって、プリアンプと出力段の出力ピンに対するインピーダンスはインダクタンス的であるように見えます（周波数の増加によりインピーダンスも増加します）。AD8337に用いられる高速出力アンプは大きな電流を駆動できますが、その安定性は容量性負荷の影響を大きく受けます。値の小さい直列抵抗をつなぐと、容量性負荷の影響を緩和できます（「アプリケーション」を参照）。

減衰器

VGA減衰器の入力抵抗は、通常265Ωです。デフォルトのプリアンプ帰還回路 $R_{FB1} + R_{FB2}$ が200Ωであると想定すれば、有効なプリアンプ負荷は約114Ωです。減衰器は8つの3.01dBセクションで構成されており、減衰範囲は合計で-24.08dBとなります。減衰器の後には、8倍（18.06dB）のゲインを持つ固定ゲイン・アンプがあります。このようにゲインが比較的低いため、出力オフセットは全温度範囲にわたって20mVよりかなり低く抑えられます。プリアンプ・オフセットが増幅されると、オフセットは最大ゲインで最大になります。図65に示すように、VCOMピンが出力のコモン・モード・リファレンスとなります。

単電源動作とACカップリング

AD8337を5V単電源で動作させる場合、VCOM用のバイアス電源は、きわめて低インピーダンスの2.5Vリファレンスとしてください（特にDCカップリングを使用する場合）。デバイスがDCカップリングされた場合、VCOMソースは、バイアス電流に加えて、プリアンプとVGAの動的負荷電流を処理できなければなりません。

プリアンプ入力をACカップリングするには、バイアス回路とバイパス・コンデンサを、反対極性の入力ピンに接続する必要があります。VCOMピン用のバイアス・ジェネレータは、プリアンプ帰還回路とVGA減衰器に動的電流を提供する必要があります。5V単電源アプリケーションで、低インピーダンスの2.5V電源を他で使用していない場合は、ADR431などのリファレンスと優れたオペアンプで適切なVCOMソースを提供することができます。

ノイズ

$$e_{n-out} = \sqrt{(R_S \times A_t)^2 + (e_{n-PrA} \times A_t)^2 + (i_{n-PrA} \times R_S)^2 + (e_{n-Rfb1} \times \frac{Rfb2}{Rfb1} \times A_{VGA})^2 + (e_{n-Rfb2} \times A_{VGA})^2 + (e_{n-VGA} \times A_{VGA})^2} \quad (1)$$

プリアンプの正側入力の合計入力換算電圧と電流ノイズは、約 $2.2\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と $4.8\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ です。VGA出力換算ノイズは、低ゲインにおいて約 $21\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ です。この結果を8倍というVGA固定ゲイン・アンプのゲインによって分割すると、 $2.6\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ になります（これはVGA入力と呼ばれます）。この値には、VGAゲイン設定抵抗のノイズも含まれます。この電圧がプリアンプのゲイン2によって再び分割された場合、プリアンプ入力を基準とするVGAノイズは約 $1.3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ となります。このことから、プリアンプの寄与は（ 100Ω のゲイン設定抵抗を含めて）約 $1.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と判断できます。2つの 100Ω 抵抗のそれぞれプリアンプの出力での寄与は $1.29\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ です。ゲイン抵抗ノイズを差し引くと、プリアンプのノイズは約 $1.55\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ になります。

式1は、最大ゲイン（24dBまたは16倍）での出力換算ノイズを求める計算です。ここで、 A_t はプリアンプ入力からVGA出力までの合計ゲイン、 R_S はソース抵抗、 e_{n-PrA} はプリアンプの入力換算電圧ノイズ、 i_{n-PrA} はINPPピンでのプリアンプの電流ノイズ、 e_{n-Rfb1} はRfb1の電圧ノイズ、 e_{n-Rfb2} はRfb2の電圧ノイズ、 e_{n-VGA} はVGAの入力換算電圧ノイズ（低ゲイン、出力換算ノイズを8倍の固定ゲインで分割）です。

$R_S=0$ 、 $R_{FB1}=R_{FB2}=100\Omega$ 、 $A_t=16$ 、 $A_{VGA}=8$ と仮定すると、ノイズは次のような簡単な形になります。

$$e_{n-out} = \sqrt{(1.75 \times 16)^2 + 2(1.29 \times 8)^2 + (1.9 \times 8)^2} = 35\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}} \quad (2)$$

この結果を16で割ると、入力短絡時の合計入力換算ノイズは $2.2\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ となります。このプリアンプを上と同じ $R_{FB1}=R_{FB2}=100\Omega$ を用いて反転構成で使用した場合も e_{n-out} は変化しません。しかし、この場合ゲインが6dB下がるため、入力換算ノイズは2倍に増えて約 $4.4\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ になります。これは、すべてのノイズ・ジェネレータの出力に対するノイズ・ゲインは変化しないものの、非反転構成では（+2）であったプリアンプのゲインが反転構成では（-1）となるためです。これにより、入力換算ノイズが2倍に増えます。

アプリケーション

プリアンプ接続

非反転ゲイン構成

AD8337プリアンプは、汎用の電流帰還型オペアンプであり、 $R_{FB2} \geq 100\Omega$ の値に対して安定しています。非反転帰還接続については、図66を参照してください。

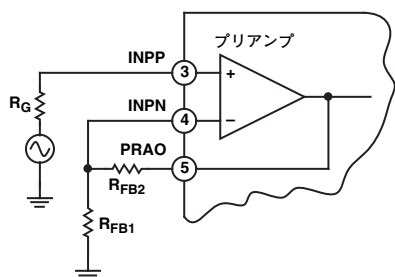


図66. 非反転ゲイン用に構成されたAD8337プリアンプ

プリアンプ・ゲインは、2つの表面実装抵抗によって設定されます。6dBゲイン用のプリアンプと、デフォルトのゲイン・レンジが0~24dBのデバイスが、いずれも100Ωで構成されます。

プリアンプ・ゲイン ≥ 2 の場合は、 $R_{FB2} \geq 100\Omega$ と $R_{FB1} \leq 100\Omega$ の値を選択します。 R_{FB2} の値を大きくすれば、帯域幅が減ってオフセット電圧が増えますが、値を小さくすれば安定性を損ないます。 $R_{FB1} \leq 100\Omega$ ならば、ゲインが増加し、入力換算ノイズが減少します。

反転ゲイン構成

負パルスの極性反転を必要とするアプリケーションや、電流シンクを必要とする波形に対しては、プリアンプを反転ゲイン・アンプとして構成できます。バイポーラ電源で構成したプリアンプは、同相入力電圧のレベル・シフトを必要とせず正または負の入力電圧を増幅します。図67は、反転ゲイン動作に構成したAD8337を示します。

AD8337は非常に高周波のデバイスであるため、回路ボードのレイアウトに注意しなければ、安定性の問題が生じます。プリアンプの安定性は、INPNピン周辺の寄生容量による影響を受けます。プリアンプ・ゲインの抵抗 R_{FB1} と抵抗 R_{FB2} は、4番ピン(INPN)のできるだけ近くに配置して、浮遊容量を最小限に抑えてください。

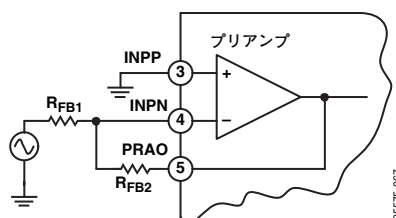


図67. 反転ゲイン用に構成されたAD8337プリアンプ

容量性負荷の駆動

AD8337では帯域幅が広いために、アンプのゲインがロールオフし始めるにつれて、出力ピンでの浮遊容量が周波数応答のピーキングを引き起こすことがあります。図68に、 $\pm 2.5V$ 電源と $V_{GAIN}=0V$ を使用して、負荷容量の2つの値によるピーキングを示します。

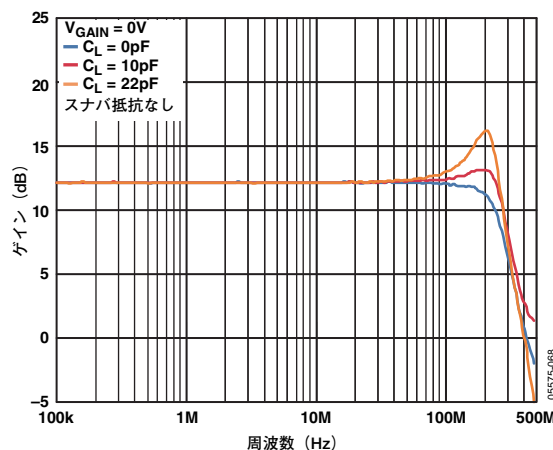


図68. 出力容量の2つの値に対する周波数応答のピーキング ($\pm 2.5V$ 電源、スナバ抵抗なし)

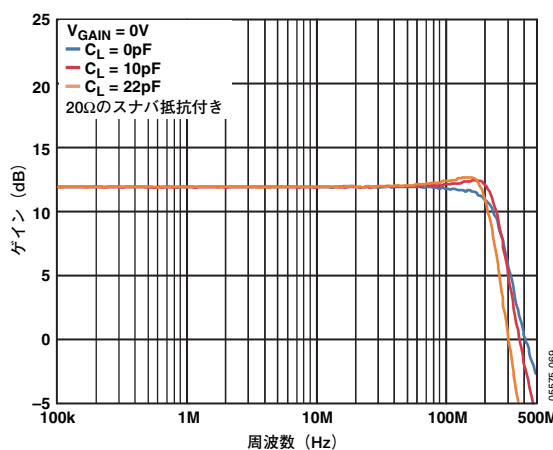


図69. 出力容量の2つの値に対する周波数応答 (20Ωのスナバ抵抗付き)

時間領域では、図70と図72に示すように、出力ピンでの浮遊容量によって過渡信号のエッジにオーバーシュートが発生することがあります。オーバーシュートの振幅は、過渡信号のスルーイング (図示せず) の関数でもあります。図70と図72で使用した入力パルスの遷移時間は、アンプの高速応答時間を示すために、意図的に300psと早い値に設定されています。遷移時間の遅い信号では、オーバーシュートの生成が少なくなります。

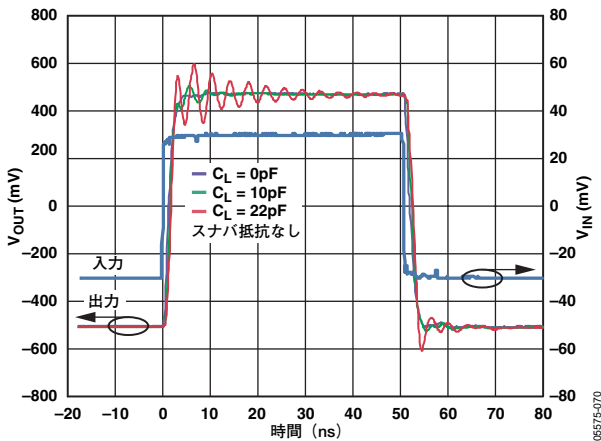


図70. 出力容量の2つの値に対するパルス応答 (±2.5V電源、スナバ抵抗なし)

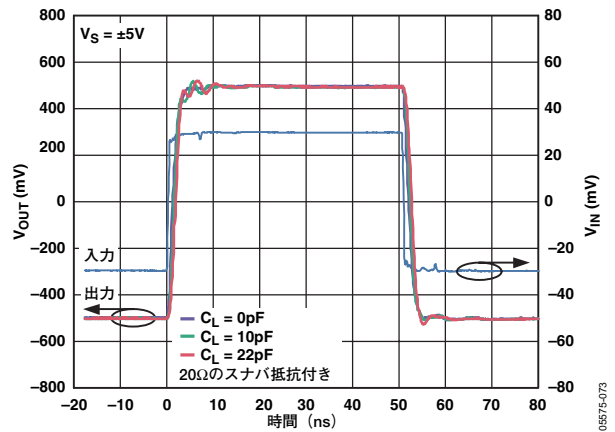


図73. 出力容量の2つの値に対するパルス応答 (±5V電源、20Ωのスナバ抵抗)

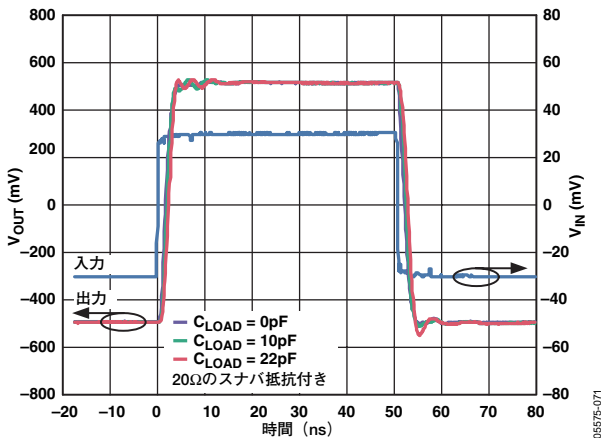


図71. 出力容量の2つの値に対するパルス応答 (±2.5V電源、20Ωのスナバ抵抗)

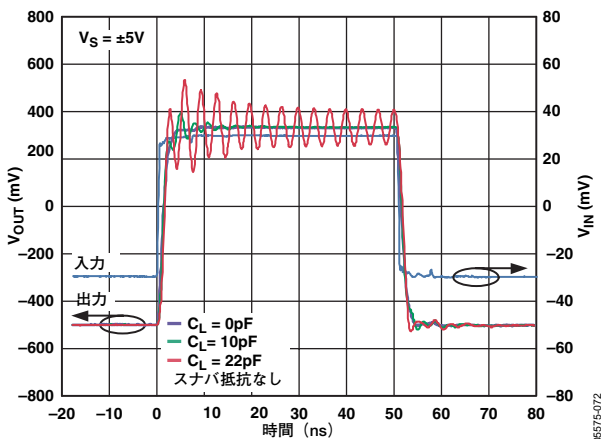


図72. 出力容量の2つの値に対する大信号のパルス応答 (±5V電源、スナバ抵抗なし)

出力の浮遊容量の影響を緩和するには、値の小さいスナバ抵抗 R_{SNUB} を、出力ピンのできるだけ近くに直列に接続します。図69、図71、図73では、20Ωのスナバ抵抗により動的性能が改善されているのがわかります。 R_{SNUB} は、ゲインを $R_{LOAD} \div (R_{SNUB} + R_{LOAD})$ という比率で少し減らします。これは、A/Dコンバータなどの高インピーダンス負荷で使用した場合には非常に小さな損失です。他の負荷の場合は、 R_{SNUB} の別の値を経験的に決定できます。本データシートの「代表的な性能特性」に示す曲線のすべてのデータは、20Ωのスナバ抵抗を使用して得られたものです。

浮遊容量の影響を回避するには、PCボードのレイアウトに注意することが最善の方法です。AD8337の出力ピンに接続する受動部品やデバイスは、パッケージのできるだけ近くに配置してください。

なお、それほど重要ではありませんが、プリアンプの出力は負荷容量にも敏感です。しかし一般に、抵抗RFB1と抵抗RFB2の直列接続が、プリアンプに接続される唯一の負荷です。オーバーシュートが生じた場合は、スナバ抵抗を挿入することで、VGA出力の場合と同じ方法で緩和できます。

ゲイン制御に関する留意事項

代表的なアプリケーションでは、GAIN入力に印加される電圧は、DCまたは比較的低周波の信号です。AD8337では入力インピーダンスが高いため、複数のデバイスを並列に接続できます。これは、キャリブレーション調整などに使用されるVGAのアレイに便利です。

DCや、ゆっくりと変化するランプ条件のもとでは、図3に示すように、ゲインはゲイン制御電圧にトラッキングします。しかし多くの場合、 V_{GAIN} 入力によって影響を受ける他の作用も考慮しなければなりません。

他のVGAと同様、AD8337においても、 V_{GAIN} 電圧の全範囲にわたって観察すると、オフセット電圧効果が複雑な波形として現われることがあります。GAIN入力とその電圧範囲から掃引される間に、複数の原因によって各デバイスはユニークな V_{OS} プロファイルを持ちます。図15に示すオフセット電圧プロファイルは、その代表的な例です。 V_{GAIN} 入力電圧が変調された場合、出力はオフセット電圧のDCプロファイルと V_{GAIN} との積であり、図74に示すように、スコープ上では小さなAC信号として観察できます。図74では、 V_{GAIN} 入力に印加される信号は1kHzランプであり、出力電圧信号は4mVp-pを若干下回ります。

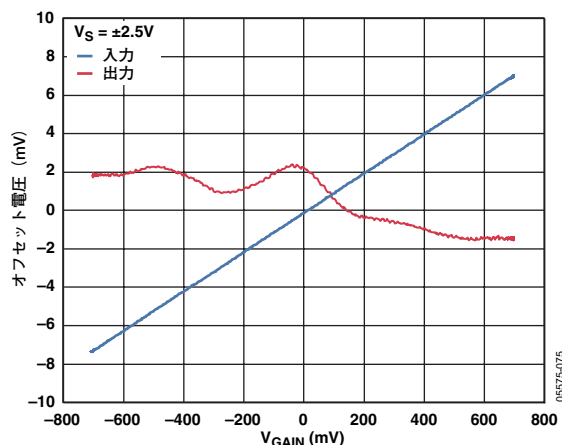


図74. 1kHzランプに対する V_{GAIN} 対 オフセット電圧

図74に示す波形のプロファイルは、DCから約20kHzまでの広い信号範囲にわたって整合性があります。20kHzより上では、図75に示すように、小さな内部回路許容誤差の影響によって2次アーチファクトが生成されることがあります。これらのアーチファクトは、インターポレータ回路のセトリングと時定数によって生じ、出力では図75に示す電圧スパイクとして現われません。

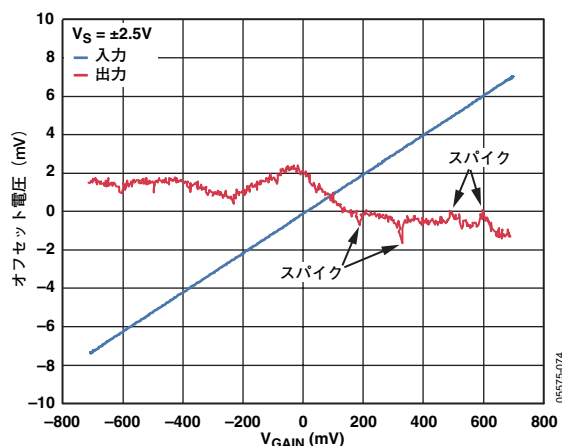


図75. 50kHzランプに対する V_{OS} プロファイル

特定の状況のもとでは、(オフセット・プロファイル+スパイク)と V_{GAIN} との積は、対象信号帯域内のコヒーレント・スプリアス信号であり、所望の信号とは区別できません。一般に、GAINピンに印加されるランプが緩やかであればあるほど、スパイクは小さくなります。多くのアプリケーションでは、これらの影響は良性であり、問題にはなりません。

熱に関する留意事項

AD8337などのチップ・スケール・パッケージの熱性能は、TSSOPやQFSPなどのリード線付きの大きなデバイスとはかなり異なります。大きなパッケージでは、熱はボンディング・ワイヤとデバイス・ピンによってできる経路を通じ、熱伝導によってチップから除去されます。チップ・スケール・パッケージでは、この熱伝導メカニズムは、パッケージの上面と側面からの大気放射と、デバイスの取付け面上の金属ハンダ・パッドを通じて行われます。

θ_{JC} は、集積回路のデータシートに見られる伝統的な熱メトリックです。チップからの熱伝導は3次元ダイナミックであり、ボンディング・ワイヤ、ピン、パッケージの6つの表面がその経路になります。チップ・スケール・パッケージはサイズが小さいため、通常 θ_{JC} は測定せず、熱力学の法則を使用して計算します。

表2に記載したAD8837の θ_{JC} 値は、タブがボードにハンダ付けされ、デバイスの下側には別に3つのグラウンド・レイヤが4つ以上のビアによって接続されているものと仮定しています。パッドがハンダ付けされていないデバイスでは、 θ_{JC} はほぼ2倍の138°C/Wになります。

プサイ (ψ)

表2には、古典的なシート指定 ψ_{JT} (トップへのプサイ接合) のサブセットを記載しています。 θ_{JC} は、チップからケースへの熱伝導のメトリックであり、パッケージの6つの外表面に関係します。 $\psi_{(XY)}$ は、シート値のサブセットであり、接合部 (チップ) から6つの面それぞれへの温度勾配です。 ψ は面ごとに異なることがありますが、パッケージのトップは実際にはチップから数分の1mmしか離れていないため、パッケージの表面温度は、チップ温度に非常に近くなります。チップ温度は、消費電力と ψ_{JT} との積として求められます。上面温度と消費電力は容易に測定できるため、チップ温度も容易に計算できます。たとえば、180mWの消費電力と5.3°/Wの ψ_{JT} では、チップ温度は表面温度よりも1°C弱だけ高くなります。

ボードのレイアウト

AD8337は高周波デバイスであるため、ボードのレイアウトは重要です。VCOMピンへの優れたグラウンド・プレーン接続が非常に重要です。グラウンド・プレーンを通じての出力から入力へのカップリングは、高周波数においてピーキングを引き起こすことがあります。

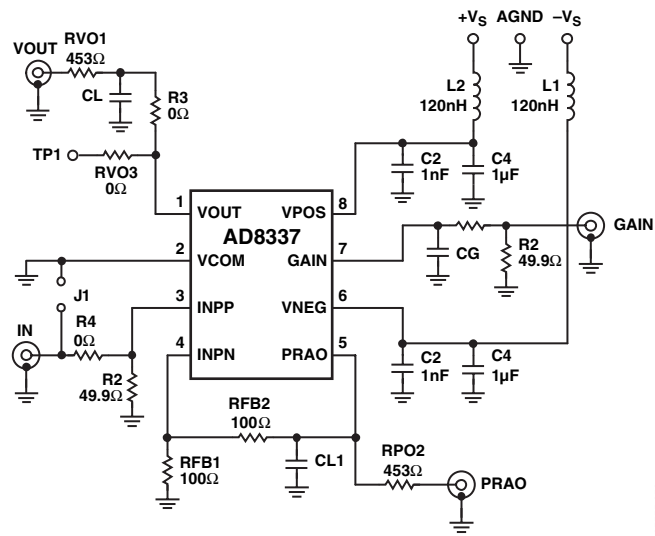


図76. 回路図—評価用ボード

05575-076

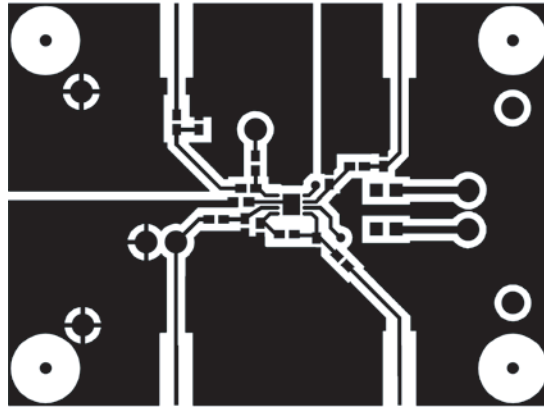


図77. 評価用ボード—部品面

05575-077

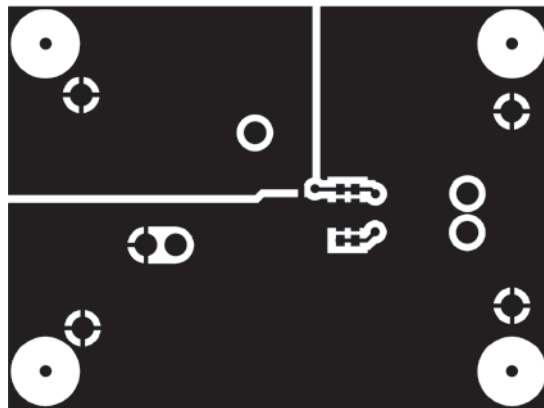


図78. 評価用ボード—配線面

05575-078

外形寸法

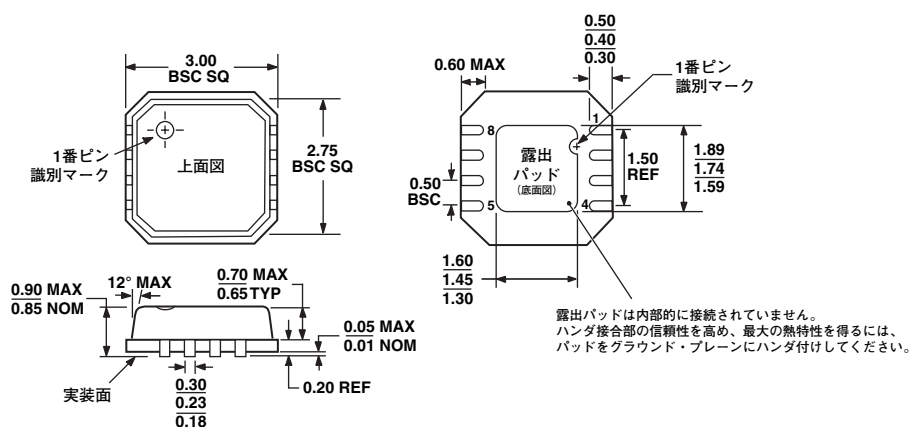


図79. 8ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP_VD]
3mm×3mmボディ、極薄、デュアル・リード
(CP-8-2)
寸法単位：mm

オーダー・ガイド

モデル	温度範囲	パッケージ	パッケージ・オプション	マーキング
AD8337BCPZ-REEL ¹	-40～+85°C	8ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP_VD]	CP-8-2	HVB
AD8337BCPZ-REEL7 ¹	-40～+85°C	8ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP_VD]	CP-8-2	HVB
AD8337BCPZ-WP ¹	-40～+85°C	8ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP_VD]	CP-8-2	HVB
AD8337-EVAL		評価用ボード		

¹ Z=鉛フリー製品。