

超音波可変利得アンプ

概要

MAX2035は8チャンネル、可変利得アンプ(VGA)であり、超音波画像処理とドップラーアプリケーションを対象にして、高リニアリティ、広いダイナミックレンジ、および低ノイズ性能用に設計されています。各アンプは、差動入力および出力と50dB (typ)の総合利得範囲を備えています。また、VGAは10ビットADCとのインタフェースに適した超低出力換算ノイズ性能を備えています。

MAX2035のVGAは ± 0.5 dB未満の絶対利得誤差に最適化され、チャンネル間の超音波ビーム形成フォーカス誤差を最小限に抑制します。このデバイスの差動出力は、外付け受動アンチエイリアシングフィルタを通じて超音波ADCをじかに駆動するように設計されています。また、切替え可能なクランプも各アンプの出力に用意され、出力信号を制限するため、ADCのオーバドライブや飽和を防止します。

このデバイスのダイナミック性能は、歪みを最小にするように最適化され、2次高調波イメージに対応しています。このデバイスは、 $V_{OUT} = 1.5V_{p-p}$ および $f_{IN} = 5$ MHzにおいて-62dBcの2次高調波歪み規格と、 $V_{OUT} = 1.5V_{p-p}$ および $f_{IN} = 5$ MHzにおいて-52dBcの*超音波処理に特有なツートーン、3次相互変調歪み規格を満たしています。

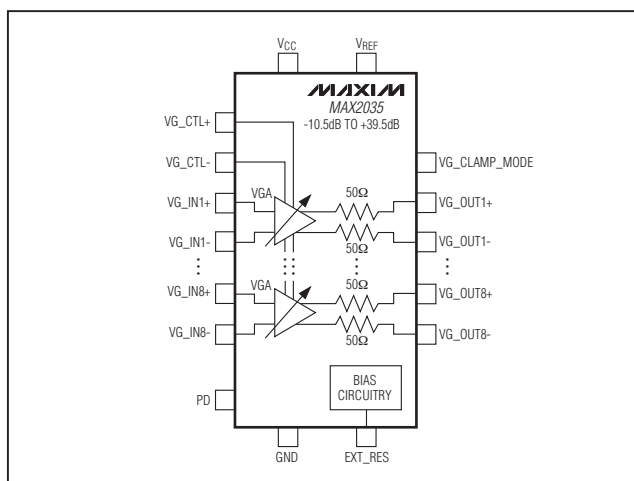
MAX2035は+5.0V電源で動作し、チャンネル当りの消費電力はわずか127mWです。このデバイスは、エクスポートパッド付きの100ピンTQFPパッケージで提供されます。電気的性能は、0°C ~ +70°Cの温度範囲で保証されています。

アプリケーション

超音波画像処理

ソナー

ファンクションダイアグラム



特長

- ◆ 8チャンネル構成
- ◆ 超音波画像処理アプリケーション用に高集積
- ◆ 超音波VGAおよびCWドップラービームフォーマのMAX2036とピンコンパチブル
- ◆ 最大利得、利得範囲、および出力換算ノイズを10ビットADCとのインタフェース用に最適化
 - 最大利得：39.5dB
 - 総合利得範囲：50dB
 - 5MHzで60nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ の超低出力換算ノイズ
 - 12ビットピンコンパチブル品はMAX2037/MAX2038
- ◆ 絶対利得誤差： ± 0.5 dB
- ◆ スイッチ可能な出力VGAクランプによってADCオーバドライブを排除
- ◆ ダイレクトADC駆動用完全差動VGA出力
- ◆ 可変利得範囲で50dBのダイナミックレンジを実現
- ◆ HD2：-62dBc ($V_{OUT} = 1.5V_{p-p}$ および $f_{IN} = 5$ MHzにおいて)
- ◆ *超音波処理に特有なツートーンのIMD3：-52dBc ($V_{OUT} = 1.5V_{p-p}$ および $f_{IN} = 5$ MHzにおいて)
- ◆ チャンネル当りの消費電力：127mW

*[アプリケーション情報]の項の「超音波処理に特有なIMD3規格」を参照してください。

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX2035CCQ-D	0°C to +70°C	100 TQFP-EP† (14mm x 14mm)	C100E-3
MAX2035CCQ-TD	0°C to +70°C	100 TQFP-EP† (14mm x 14mm)	C100E-3
MAX2035CCQ+D	0°C to +70°C	100 TQFP-EP† (14mm x 14mm)	C100E-3
MAX2035CCQ+TD	0°C to +70°C	100 TQFP-EP† (14mm x 14mm)	C100E-3

†EP = エクスポートパッド

+は鉛フリーパッケージを示します。

T = テープ&リールパッケージ

D = ドライパック

超音波可変利得アンプ

MAX2035

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, V_{REF} to GND-0.3V to +5.5V
 Any Other Pins to GND.....-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
 VGA Differential Input Voltage (V_{GIN+} - V_{GIN-}).....8.0V_{P-P}
 Analog Gain-Control Input Differential Voltage
 (V_{G_CTL+} - V_{G_CTL-}).....8.0V_{P-P}
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 100-Pin TQFP
 (derated 45.5mW/°C above +70°C).....3636.4mW

Operating Temperature Range.....0°C to +70°C
 Junction Temperature+150°C
 θ_{JC}+2°C/W
 θ_{JA}+22°C/W
 Storage Temperature Range-40°C to +150°C
 Lead Temperature (soldering, 10s)+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Figure 2, V_{CC} = V_{REF} = 4.75V to 5.25V, GND = 0V, PD = 0, no RF signals applied, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is 60pF, differential capacitance across the VGA outputs is 10pF, R_L = 1kΩ, T_A = 0°C to +70°C. Typical values are at V_{CC} = V_{REF} = 5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V _{CC}		4.75	5	5.25	V
V _{CC} External Reference Voltage Range	V _{REF}	(Note 2)	4.75	5	5.25	V
Total Power-Supply Current		Refers to V _{CC} supply current plus V _{REF} current	PD = 0	204	231	mA
			PD = 1	27	33	
V _{CC} Supply Current	I _{VCC}			192	216	mA
V _{REF} Current	I _{REF}			12	15	mA
Current Consumption per Amplifier Channel		Refers to V _{CC} supply current		24	27	mA
Differential Analog Control Voltage Range		Minimum gain		+2		V _{P-P}
		Maximum gain		-2		
Differential Analog Control Common-Mode Voltage	V _{CM}		2.85	3.0	3.15	V
Analog Control Input Source/Sink Current				4.5	5	mA
LOGIC INPUTS						
CMOS Input-High Voltage	V _{IH}		2.0			V
CMOS Input-Low Voltage	V _{IL}				0.8	V

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Figure 2, $V_{CC} = 4.75V$ to $5.25V$, $V_{CM} = 3/5 V_{CC}$, $V_{REF} = 5.0V$, $GND = 0V$, $PD = 0$, $VG_CLAMP_MODE = 1$, $f_{RF} = 5MHz$, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is $60pF$, differential capacitance across the VGA outputs is $10pF$, $R_L = 1k\Omega$, $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = V_{REF} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Large-Signal Bandwidth	f-3dB	V _{OUT} = 1.5V _{P-P} , 3dB bandwidth, gain = 20dB	Differential output capacitance is 10pF, capacitance to GND		17		MHz
			No capacitive load, R _L = 1kΩ		22		
Differential Input Resistance	R _{IN}			170	200	230	Ω
Input Effective Capacitance	C _{IN}	f _{RF} = 10MHz, each input to ground			15		pF
Differential Output Resistance	R _{OUT}				100		Ω
Maximum Gain					39.5		dB
Minimum Gain					-10.5		dB
Gain Range					50		dB
Absolute Gain Error			T _A = +25°C, -2.0V < VG_CTL < -1.8V		±0.6		dB
			T _A = +25°C, -1.8V < VG_CTL < +1.2V		±0.5		
			T _A = +25°C, +1.2V < VG_CTL < +2.0V		±1.2		
VGA Gain Response Time		50dB gain change to within 1dB final value			1		μs
Input-Referred Noise		VG_CTL set for maximum gain, no input signal			2		nV/√Hz
Output-Referred Noise		VG_CTL set for +20dB of gain	No input signal		60		nV/√Hz
			V _{OUT} = 1.5V _{P-P} , 1kHz offset		120		
Second Harmonic	HD2	VG_CLAMP_MODE = 1, VG_CTL set for +20dB of gain, f _{RF} = 5MHz, V _{OUT} = 1.5V _{P-P}		-55	-62		dBc
		VG_CLAMP_MODE = 1, VG_CTL set for +20dB of gain, f _{RF} = 10MHz, V _{OUT} = 1.5V _{P-P}			-62		
Third-Order Intermodulation Distortion	IMD3	VG_CLT set for +20dB of gain, f _{RF1} = 5MHz, f _{RF2} = 5.01MHz, V _{OUT} = 1.5V _{P-P} (Note 3)		-40	-52		dB

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Figure 2, $V_{CC} = 4.75V$ to $5.25V$, $V_{CM} = 3/5 V_{CC}$, $V_{REF} = 5.0V$, $GND = 0V$, $PD = 0$, $VG_CLAMP_MODE = 1$, $f_{RF} = 5MHz$, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is $60pF$, differential capacitance across the VGA outputs is $10pF$, $R_L = 1k\Omega$, $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = V_{REF} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Channel-to-Channel Crosstalk		$V_{OUT} = 1V_{P-P}$ differential, $f_{RF} = 10MHz$, VG_CTL set for $+20dB$ of gain		-80		dB
Maximum Output Voltage at Clamp ON		$VG_CLAMP_MODE = 0$, VG_CTL set for $+20dB$ of gain, $350mV_{P-P}$ differential input		2.2		V_{P-P} differential
Maximum Output Voltage at Clamp OFF		$VG_CLAMP_MODE = 1$, VG_CTL set for $+20dB$ of gain, $350mV_{P-P}$ differential input		3.4		V_{P-P} differential

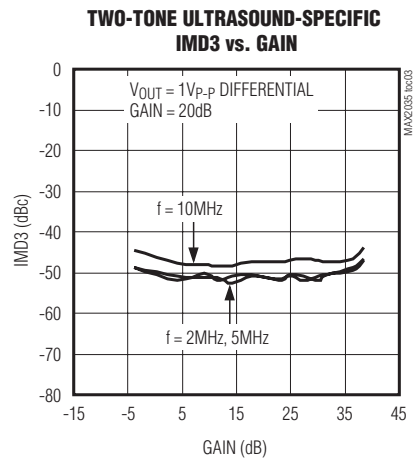
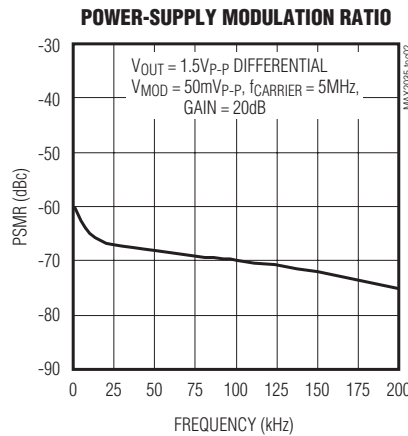
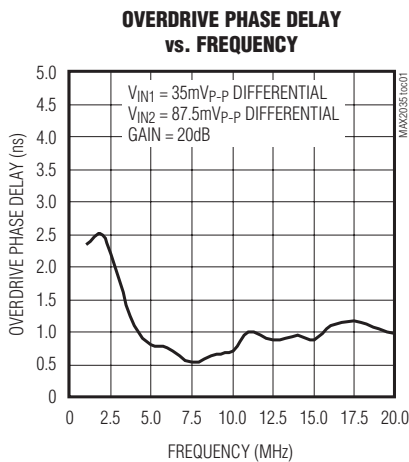
Note 1: Specifications at $T_A = +25^\circ C$ and $T_A = +70^\circ C$ are guaranteed by production test. Specifications at $T_A = 0^\circ C$ are guaranteed by design and characterization.

Note 2: Noise performance of the device is dependent on the noise contribution from the supply to V_{REF} . Use a low-noise supply for V_{REF} . V_{CC} and V_{REF} can be connected together to share the same supply voltage if the supply for V_{CC} exhibits low noise.

Note 3: See the *Ultrasound-Specific IMD3 Specification* section.

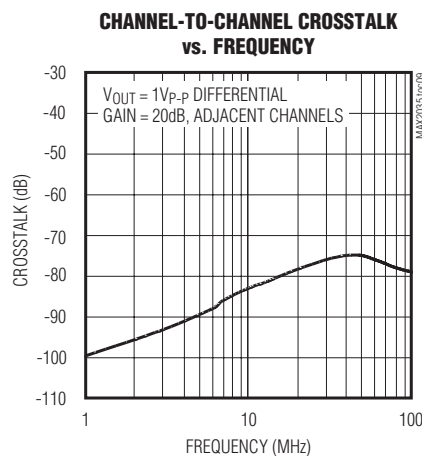
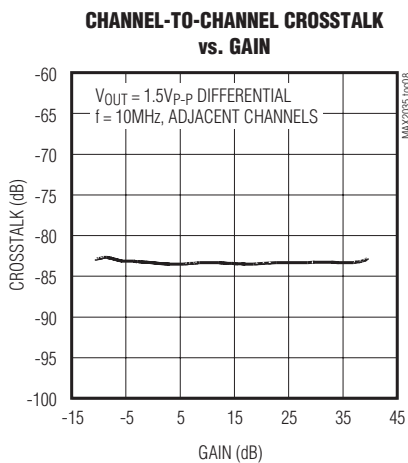
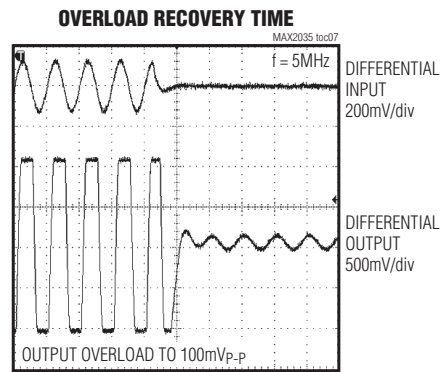
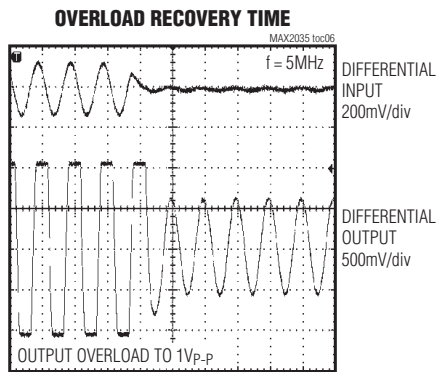
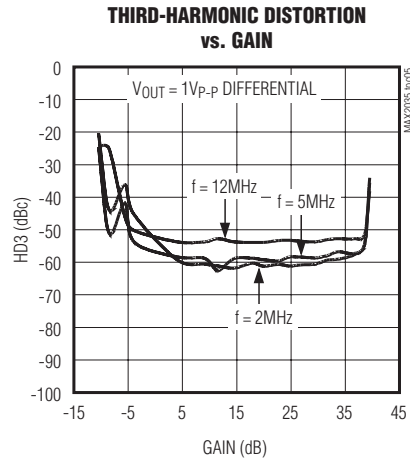
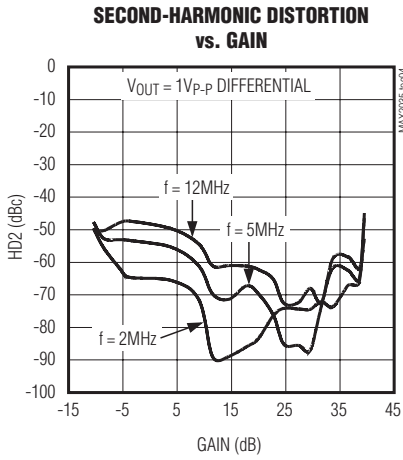
標準動作特性

(Figure 2, $V_{CC} = V_{REF} = 4.75V$ to $5.25V$, $GND = 0V$, $PD = 0$, $VG_CLAMP_MODE = 1$, $f_{RF} = 5MHz$, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is $60pF$, differential capacitance across the VGA outputs is $10pF$, $R_L = 1k\Omega$, $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = V_{REF} = 5V$, $V_{CM} = 3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



標準動作特性(続き)

(Figure 2, $V_{CC} = V_{REF} = 4.75V$ to $5.25V$, $GND = 0V$, $PD = 0$, $VG_CLAMP_MODE = 1$, $f_{RF} = 5MHz$, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is $60pF$, differential capacitance across the VGA outputs is $10pF$, $R_L = 1k\Omega$, $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = V_{REF} = 5V$, $V_{CM} = 3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

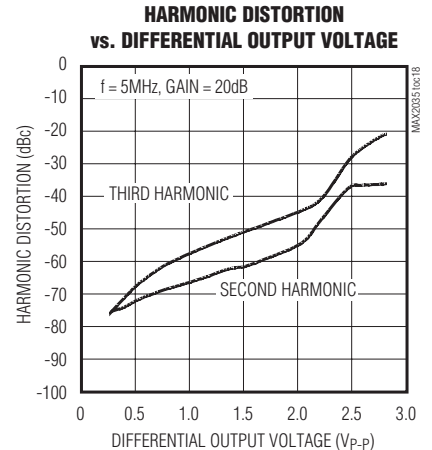
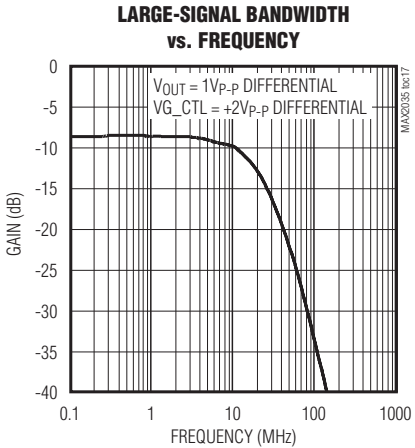
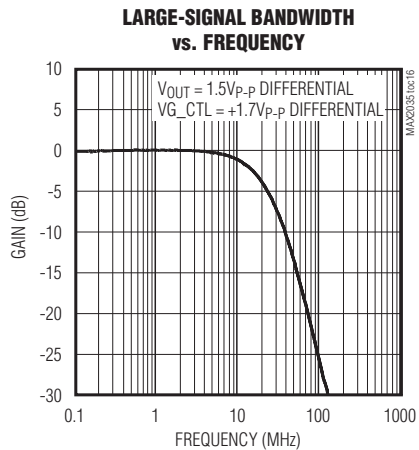
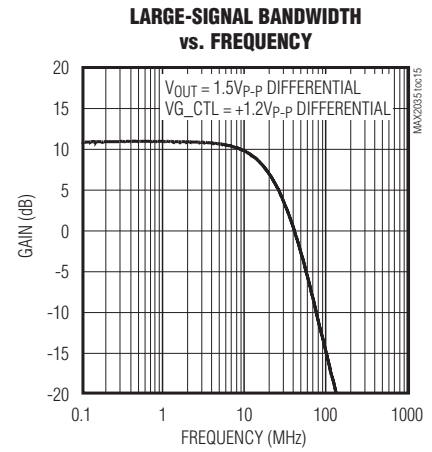
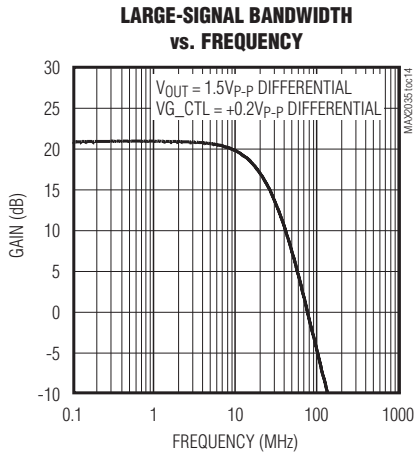
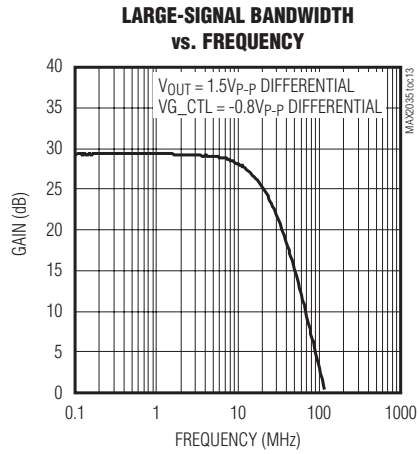
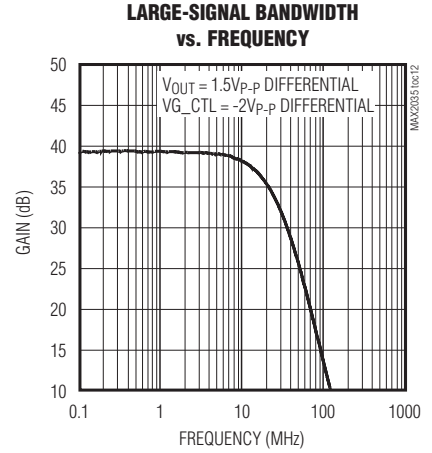
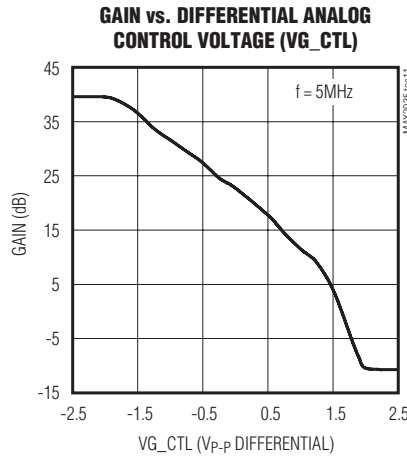
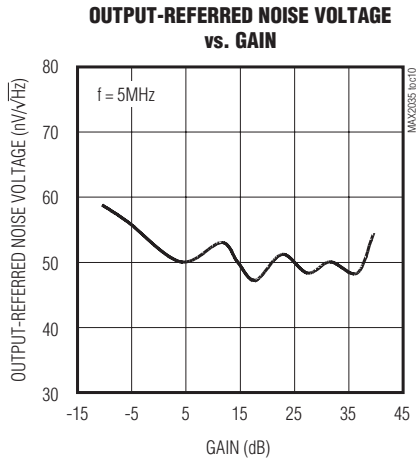


超音波可変利得アンプ

MAX2035

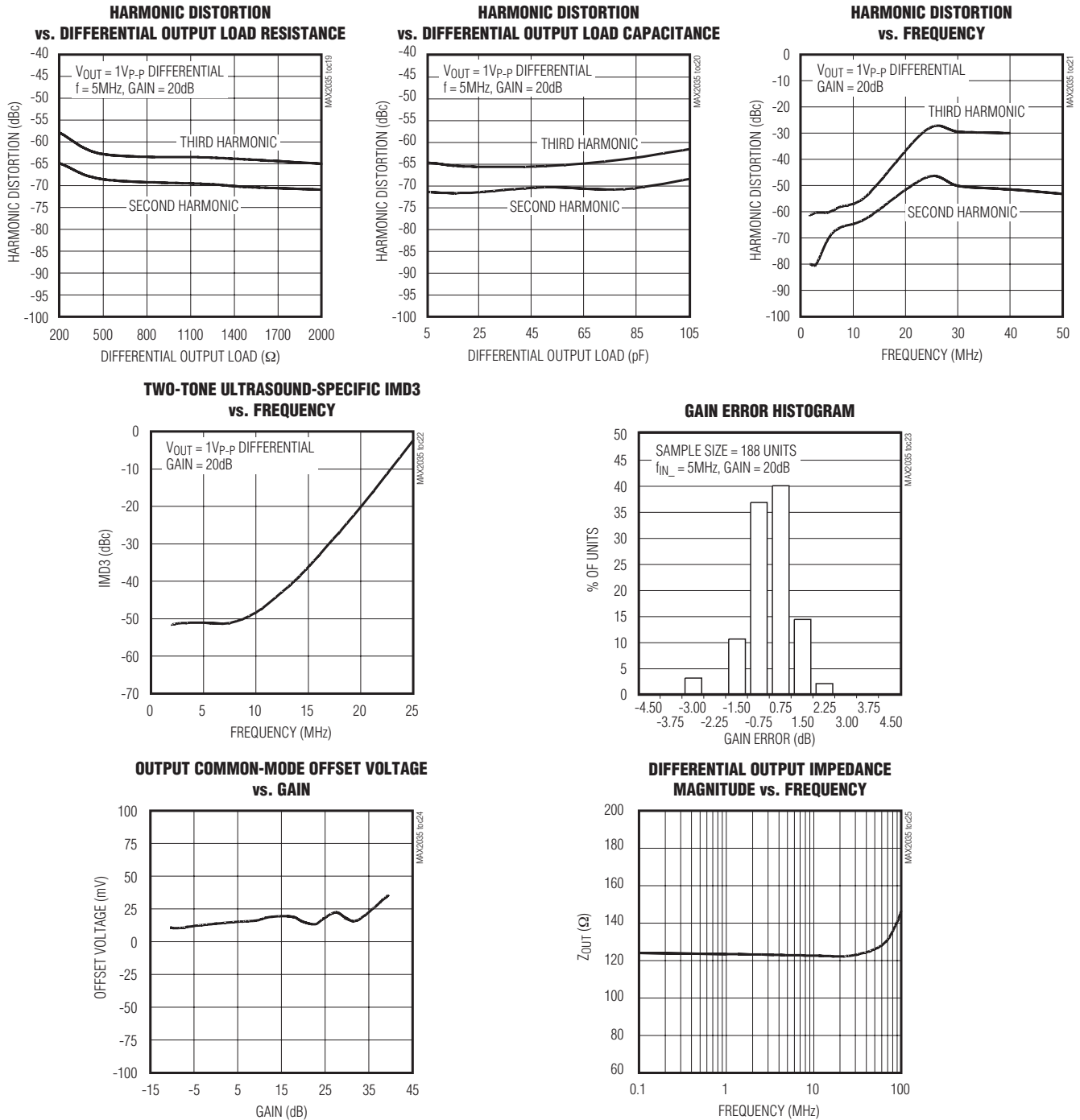
標準動作特性(続き)

(Figure 2, $V_{CC} = V_{REF} = 4.75V$ to $5.25V$, $GND = 0V$, $PD = 0$, $VG_CLAMP_MODE = 1$, $f_{RF} = 5MHz$, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is $60pF$, differential capacitance across the VGA outputs is $10pF$, $R_L = 1k\Omega$, $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = V_{REF} = 5V$, $V_{CM} = 3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



標準動作特性(続き)

(Figure 2, $V_{CC} = V_{REF} = 4.75V$ to $5.25V$, $GND = 0V$, $PD = 0$, $VG_CLAMP_MODE = 1$, $f_{RF} = 5MHz$, capacitance to GND at each of the VGA differential outputs is $60pF$, differential capacitance across the VGA outputs is $10pF$, $R_L = 1k\Omega$, $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$. Typical values are at $V_{CC} = V_{REF} = 5V$, $V_{CM} = 3.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



超音波可変利得アンプ

MAX2035

端子説明

端子	名称	機能
1, 2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 41, 43, 44, 45, 47, 48, 51, 55, 58, 59, 64, 65, 66, 69, 73, 76, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 88-92, 96, 97, 98	GND	グラウンド
3	VGIN3-	VGAチャンネル3反転差動入力
4	VGIN3+	VGAチャンネル3非反転差動入力
8	VGIN4-	VGAチャンネル4反転差動入力
9	VGIN4+	VGAチャンネル4非反転差動入力
13	EXT_C1	外部補償。4.7 μ Fのコンデンサをグラウンドに接続してください。
14	EXT_C2	外部補償。4.7 μ Fのコンデンサをグラウンドに接続してください。
15	EXT_C3	外部補償。4.7 μ Fのコンデンサをグラウンドに接続してください。
16, 39, 42, 46, 54, 72, 82, 87	V _{CC}	5V電源。各V _{CC} 電源を0.1 μ Fのコンデンサで(ピンのできる限り近くで)グラウンドにバイパスしてください。
17	VGIN5-	VGAチャンネル5反転差動入力
18	VGIN5+	VGAチャンネル5非反転差動入力
22	VGIN6-	VGAチャンネル6反転差動入力
23	VGIN6+	VGAチャンネル6非反転差動入力
27	VGIN7-	VGAチャンネル7反転差動入力
28	VGIN7+	VGAチャンネル7非反転差動入力
32	VGIN8-	VGAチャンネル8反転差動入力
33	VGIN8+	VGAチャンネル8非反転差動入力
37, 93	V _{REF}	5Vリファレンス電源。GNDに0.1 μ Fのコンデンサで(ピンのできる限り近くで)バイパスしてください。デバイスのノイズ性能は電源からV _{REF} へのノイズの影響に依存します。V _{REF} 用に低ノイズ電源を使用してください。V _{CC} 用の電源が低ノイズ特性を示す場合は、V _{CC} とV _{REF} を相互に接続して同じ電源電圧を共用させることができます。
38	EXT_RES	外付け抵抗器。7.5k Ω の抵抗器をグラウンドに接続してください。
40	PD	パワーダウンスイッチ。デバイスをパワーダウンモードに設定する場合は、PDをハイに駆動してください。通常動作の場合はPDをローに駆動してください。
49	VGOUT8+	VGAチャンネル8非反転差動出力
50	VGOUT8-	VGAチャンネル8反転差動出力
52	VGOUT7+	VGAチャンネル7非反転差動出力
53	VGOUT7-	VGAチャンネル7反転差動出力
56	VGOUT6+	VGAチャンネル6非反転差動出力
57	VGOUT6-	VGAチャンネル6反転差動出力
60	VGOUT5+	VGAチャンネル5非反転差動出力

端子説明(続き)

端子	名称	機能
61	VGOUT5-	VGAチャンネル5反転差動出力
62	VG_CTL-	VGAアナログ利得制御反転入力
63	VG_CTL+	VGAアナログ利得制御非反転入力
67	VGOUT4+	VGAチャンネル4非反転差動出力
68	VGOUT4-	VGAチャンネル4反転差動出力
70	VGOUT3+	VGAチャンネル3非反転差動出力
71	VGOUT3-	VGAチャンネル3反転差動出力
74	VGOUT2+	VGAチャンネル2非反転差動出力
75	VGOUT2-	VGAチャンネル2反転差動出力
77	VGOUT1+	VGAチャンネル1非反転差動出力
78	VGOUT1-	VGAチャンネル1反転差動出力
86	VG_CLAMP_MODE	VGAクランプモードイネーブル。VGAクランプをイネーブルするためには、VG_CLAMP_MODEをローに駆動してください。VGA出力は差動2.2V _{p-p} (typ)にクランプされます。VGAクランプモードをディセーブルするためには、VG_CLAMP_MODEをハイに駆動してください。
94	VGIN1-	VGAチャンネル1反転差動入力
95	VGIN1+	VGAチャンネル1非反転差動入力
99	VGIN2-	VGAチャンネル2反転差動入力
100	VGIN2+	VGAチャンネル2非反転差動入力
—	EP	エクスポーズパッド。エクスポーズパッドを複数のビアを使ってグラウンドプレーンに半田付けしてください。

詳細

MAX2035のVGAは、高リニアリティ、広いダイナミックレンジ、および低出力ノイズ性能に最適化されているため、このデバイスは超音波画像処理アプリケーションに最適です。また、VGAの経路は、10MHzにおいて-80dBのチャンネル間クロストーク、および超音波システムの最小チャンネル間フォーカス誤差に対して±0.25dBを下回る絶対利得誤差を示します。各VGA経路は、アナログ利得の調整用回路、ADC駆動用の差動出力ポート(VGOUT₊、VGOUT₋)付き出力バッファ、およびクワッドLNAのMAX2034にじかにインタフェースするのに最適な差動入力ポート(VGIN₊、VGIN₋)を備えています。詳しくは「ファンクションダイアグラム」を参照してください。

VGAは、-10.5dB~+39.5dBの可変利得範囲を備えており、50dB (typ)の全ダイナミックレンジを実現します。VGAの利得は差動利得制御入力VG_CTL+とVG_CTL-によって調整することができます。差動利得制御入力電圧を、最大利得に対しては-2Vに設定し、最小利得に対しては+2Vに設定してください。差動アナログ制御コモンモード電圧は3.0V (typ)です。

VGAクランプ

ADCのオーバドライブや飽和を防止するために、VGA出力信号を制限するクランプが備えられています。VGA差動出力を2.2V_{p-p}にクランプする場合は、VG_CLAMP_MODEをローに設定してください。クランプをディセーブルする場合は、VG_CLAMP_MODEをハイに設定してください。

パワーダウン

このデバイスは、PDによってパワーダウンすることもできます。パワーダウンモードの場合はPDをロジックハイに設定してください。パワーダウンモードでデバイスに流れる全消費電流は27mAです。通常動作の場合はPDをロジックローに設定してください。

過負荷回復

また、このデバイスは、一般的な超音波入力バッファ画像処理アプリケーションに見られる大入力信号状態で過負荷から迅速に回復するよう最適化されています。送信に関わる過負荷からの高速回復時間の説明については、「標準動作特性」項を参照してください。

超音波可変利得アンプ

アプリケーション情報

外部補償

内蔵バイアス回路のバイパスには外部補償が必要です。EXT_C1、EXT_C2、およびEXT_C3の各ピン(ピン13、14、15)からグランドに個別に4.7 μ Fのコンデンサをできる限り近づけて接続してください。

外付けバイアス抵抗器

内蔵バイアス回路のバイアスを設定するためには、EXT_RESに外付け抵抗器が必要です。EXT_RES (ピン38)からグランドに7.5k Ω の抵抗器をできる限り近づけて接続してください。

アナログ入力および出力の結合

標準的なアプリケーションでは、MAX2035は低ノイズのアンプ(MAX2034などの)から駆動されており、通常はADC (オクタルADCのMAX1434など)へのディスクリート差動アンチエイリアシングフィルタを駆動しています。MAX2035の差動入力インピーダンスは200 Ω (typ)です。差動出力は1k Ω の差動負荷抵抗を駆動することができます。差動出力インピーダンスは100 Ω です。差動出力には約3Vのコモンモードバイアスが加えられています。次段のコモンモード入力範囲が異なる場合は、これらの差動出力をAC結合してください。

超音波処理に特有なIMD3規格

通常の通信規格と異なり、超音波処理に特有なIMD3ツー-tone規格では2つの入力トーンの振幅が等しくありません。この測定では、 f_1 は生体組織からの反射を表し、 f_2 は血液からの反射を表します。血液からの反射は振幅が25dB (typ)低いいため、測定値は他よりも25dB低い一方の入力トーンで規定されます。問題となる($f_1 - (f_2 - f_1)$)のIMD3積は超音波アプリケーションに望ましくないドップラー誤差信号として現れます(図1参照)。

PCBレイアウト

MAX2035のピン配置は、デバイスとその関連ディスクリート部品の物理的なレイアウトがきわめてコンパクトになるように最適化されています。このデバイスの標準的なアプリケーションでは、複数の信号処理チャンネルを扱うために複数のデバイスを近接させて実装する場合があります。

MAX2035のTQFP-EPパッケージのエクスポーズドパッド(EP)は、ダイに対して低熱抵抗経路を提供します。MAX2035が実装されるPCBは、EPからの放熱経路となるように設計することが重要です。また、EPから電気的なグランドまでを低インダクタンス経路としてください。EPは、PCB上で、じかに、もしくはめっきされたビアホールのアレイを経由してグランドプレーンに必ず半田付けする必要があります。

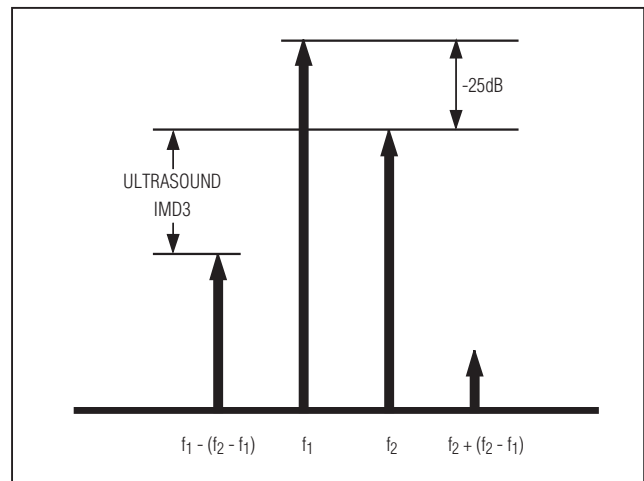


図1. 超音波IMD3測定法

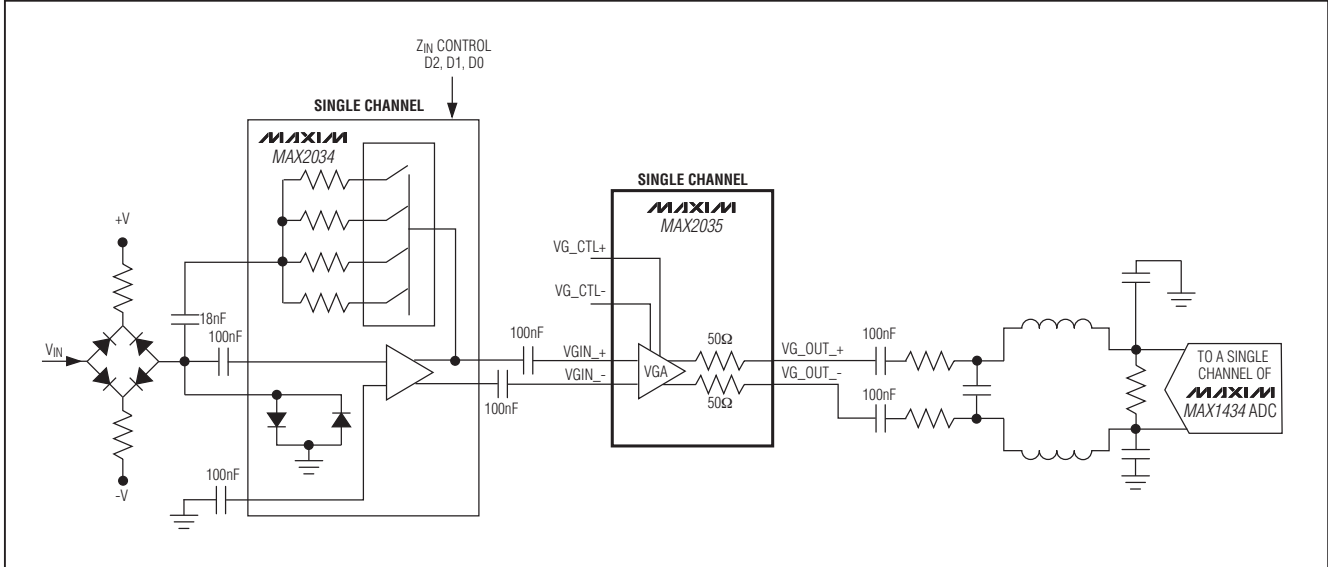
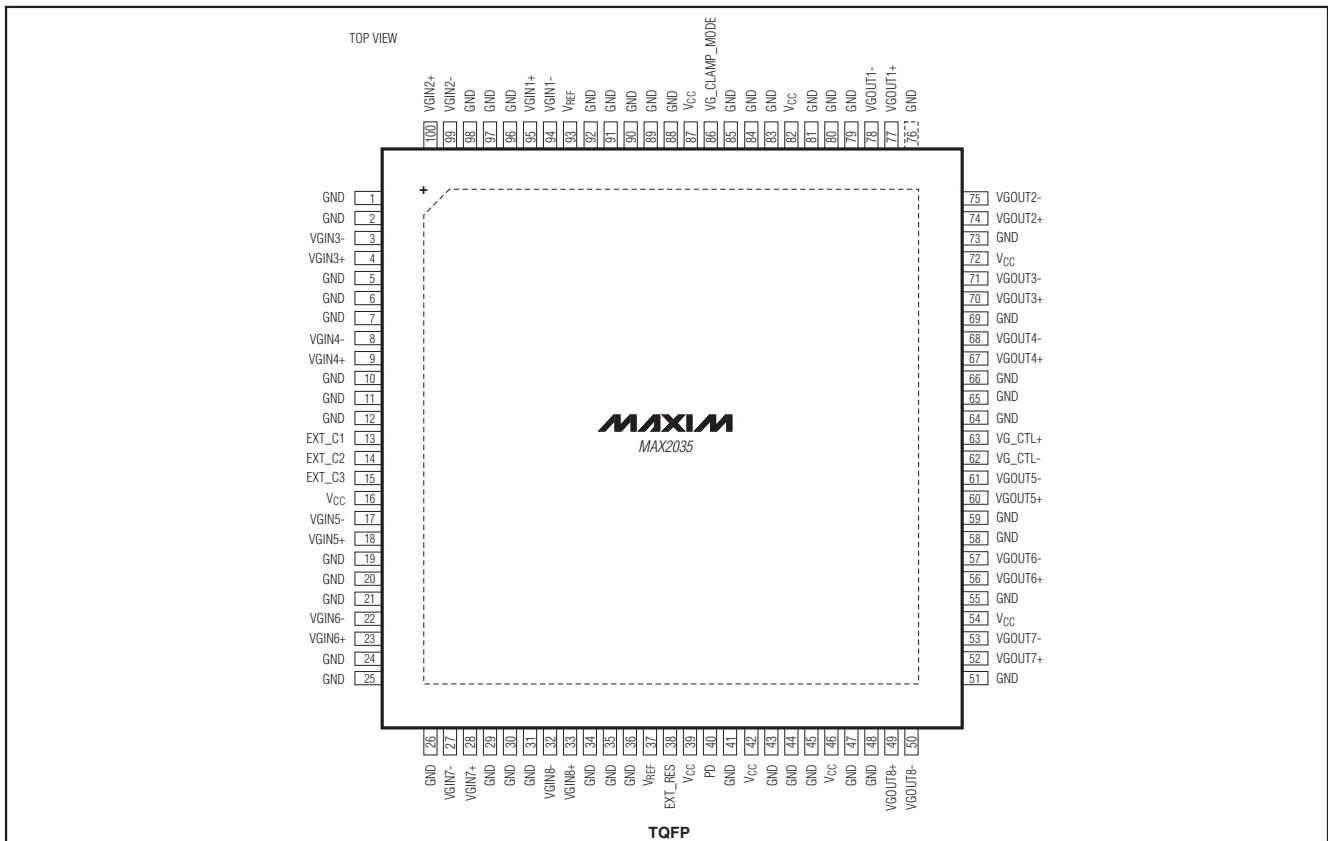


図2. 標準的なチャンネル当りの超音波画像処理アプリケーション

ピン配置

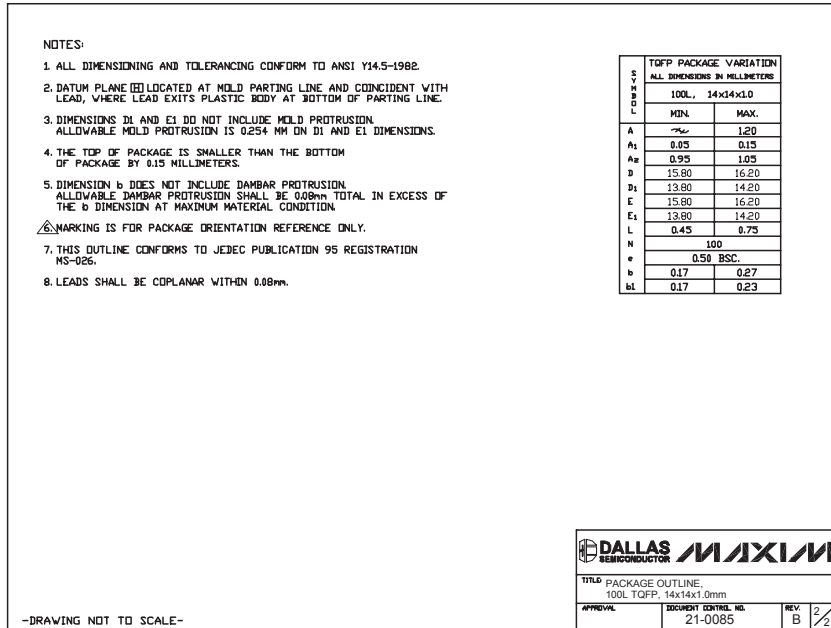
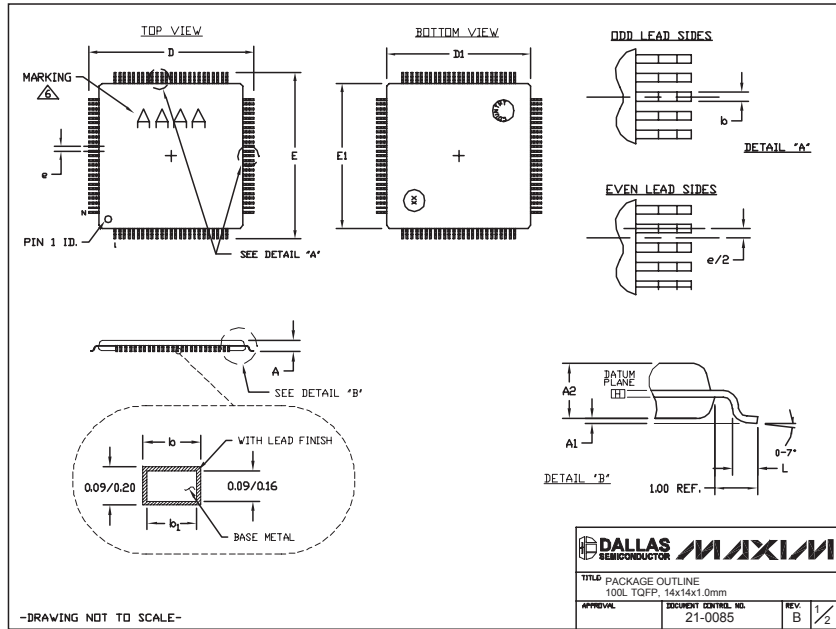


超音波可変利得アンプ

MAX2035

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

12 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2006 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.