

EVALUATION KIT
AVAILABLE

概要

MAX2009可変RFプリディストータは、パワーアンプ(PA)の隣接チャネル電力比(ACPR)を改善するデバイスです。PAチェーンに利得と位相の伸縮を導入し、PAで発生する利得と位相の圧縮を補正します。最大入力電力レベルが+23dBmであり、かつ、可変範囲が広いことから、1200MHz～2500MHzの周波数帯域で動作するパワーアンプのACPRを最大で12dB、改善することができます。周波数が低い帯域については、MAX2009と同種のICであるMAX2010が対応しています。

MAX2009の特長は、入力電圧が上昇するにつれ、利得を最大7dB、位相を最大24°、伸縮できる点です。伸縮量は独立した2セットのコントロールで構成します。一方のセットで利得伸縮のブレークポイントとスロープを設定し、もう一方で同じパラメータを位相について設定します。これだけで静的設定による線形化を行わせることも可能ですし、高度な閉ループ型の動作とし、ソフトウェアによって歪み補正をリアルタイムに調節することもできます。シンプルなルックアップテーブルを用いてPAの温度ドリフトやPA負荷といったファクターの補正を行う、ハイブリッド補正モードもあります。

MAX2009のパッケージは28ピンの薄型QFNエクスポートドパッド(EP)パッケージ(5mm x 5mm)で提供されており、工業用拡張温度範囲(-40°C～+85°C)での動作が保証されています。

アプリケーション

WCDMA/UMTSとcdma2000、DCS1800、PCS1900の基地局

フィードフォワード型PAアーキテクチャ
デジタルベースバンド・プリディストーション
アーキテクチャ
軍用アプリケーション
WLANアプリケーション

MAXIM**1200MHz～2500MHz
可変RFプリディストータ****MAX2009**

特長

- ◆ ACPRを最大12dB改善*
- ◆ 利得と位相の伸縮量を独立に制御
- ◆ 利得の伸縮量：最大7dB
- ◆ 位相の伸縮量：最大24°
- ◆ 動作周波数範囲：1200MHz～2500MHz
- ◆ 優れた利得と位相の平坦性
- ◆ 群遅延<1.3ns(利得セクションと位相セクションの合計)
- ◆ 100MHz帯域での群遅延リップル：±0.04ns
- ◆ 最大入力：+23dBm
- ◆ オンチップの温度変動補正
- ◆ +5Vの単一電源動作
- ◆ 低消費電力：75mW(typ)
- ◆ 小型の28ピンThin QFNパッケージ

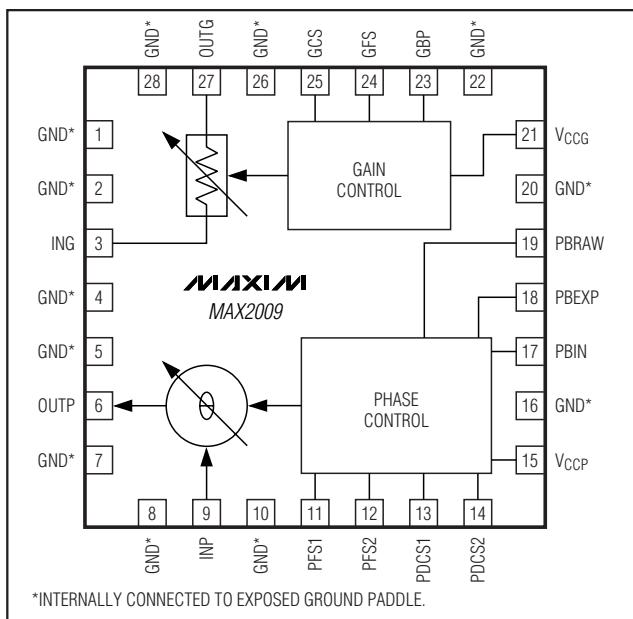
*性能は、アンプやバイアス、変調方式によっても変化します。

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX2009ETI-T	-40°C to +85°C	28 Thin QFN-EP*

*EP = Exposed paddle.

ファンクションダイアグラム/ ピン配置

**MAXIM**

本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。<http://japan.maxim-ic.com>

Maxim Integrated Products 1

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CCG} , V _{CCP} to GND	-0.3V to +5.5V
ING, OUTG, GCS, GFS, GBP to GND.....	-0.3V to (V _{CCG} + 0.3V)
INP, OUTP, PFS _— , PD _C S _— , PBRAW, PBEXP, PBIN to GND	-0.3V to (V _{CCP} + 0.3V)
Input (ING, INP, OUTP, OUTG) Level	+23dBm
PBEXP Output Current	±1mA

Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) 28-Pin Thin QFN-EP	
(derate 21mW/°C above +70°C)	1667mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°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

(MAX2009 EV kit; V_{CCG} = V_{CCP} = +4.75V to +5.25V; no RF signal applied; INP, ING, OUTP, OUTG are AC-coupled and terminated to 50Ω; V_{PF_S1} = open; PBEXP shorted to PBRAW; VPDCS1 = VPDCS2 = 0.8V; VPBIN = VGBP = VGCS = GND; VGFS = VCCG; TA = -40°C to +85°C. Typical values are at V_{CCG} = V_{CCP} = +5.0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CCG} , V _{CCP}	4.75	5.25		V
Supply Current	V _{CCP}		5.8	7	mA
	V _{CCG}		10	12.1	
Analog Input Voltage Range	PBIN, PBRAW	0	V _{CCP}		V
	GBP, GFS, GCS	0	V _{CCG}		
Analog Input Current	V _{GFS} = V _{GCS} = V _{PBRAW} = 0V	-2	+2		μA
	V _{GBP} = 0 to +5V	-100	+170		
	V _{PBIN} = 0 to +5V	-100	+220		
Logic-Input High Voltage	PDCS1, PDCS2 (Note 1)	2.0			V
Logic-Input Low Voltage	PDCS1, PDCS2 (Note 1)			0.8	V
Logic Input Current		-2	+2		μA

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(MAX2009 EV kit, V_{CCG} = V_{CCP} = +4.75V to +5.25V, 50Ω environment, P_{IN} = -20dBm, f_{IN} = 1200MHz to 2500MHz, V_{GCS} = +1.0V, V_{GFS} = +5.0V, V_{GBP} = +1.2V, V_{PBIN} = V_{PDSCS1} = V_{PDSCS2} = 0V, V_{PF_S1} = +5V, V_{PBRAW} = V_{PBEXP}, T_A = -40°C to +85°C. Typical values are at f_{IN} = 2140MHz, V_{CCG} = V_{CCP} = +5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Frequency Range		1200	2500		MHz
VSWR	ING, INP, OUTG, OUTP		1.3:1		
PHASE CONTROL SECTION					
Nominal Gain		-7.5			dB
Gain Variation Over Temperature	T _A = -40°C to +85°C	-1.4			dB
Gain Flatness	Over a 100MHz band	±0.1			dB
Phase-Expansion Breakpoint Maximum	V _{PBIN} = +5V	23			dBm
Phase-Expansion Breakpoint Minimum	V _{PBIN} = 0V	3.7			dBm
Phase-Expansion Breakpoint Variation Over Temperature	T _A = -40°C to +85°C	±1.3			dB
Phase Expansion	V _{PF_S1} = +5V, V _{PDSCS1} = V _{PDSCS2} = 0V, P _{IN} = -20 dBm to +23 dBm	23.7			Degrees
	V _{PDSCS1} = 5V, V _{PDSCS2} = 0V, V _{PF_S1} = +1.5V	14.2			
	V _{PDSCS1} = 0V, V _{PDSCS2} = 5V, V _{PF_S1} = +1.5V	9.2			
	V _{PF_S1} = 0V, V _{PDSCS1} = V _{PDSCS2} = +5V, P _{IN} = -20dBm to +23dBm	7.6			
Phase-Expansion Slope Maximum	P _{IN} = +15dBm	1.2			Degrees /dB
Phase-Expansion Slope Minimum	V _{PF_S1} = 0V, V _{PDSCS1} = V _{PDSCS2} = +5V, P _{IN} = +15dBm	0.4			Degrees /dB
Phase Slope Variation Over Temperature	P _{IN} = +15dBm, T _A = -40°C to +85°C	-0.1			Degrees /dB
Phase Ripple	Over a 100MHz band, deviation from linear phase	±0.15			Degrees
Noise Figure		7.5			dB
Absolute Group Delay	Interconnects de-embedded	0.7			ns
Group Delay Ripple	Over a 100MHz band	±0.03			ns
Parasitic Gain Expansion	P _{IN} = -20dBm to +23dBm	0.9			dB

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(MAX2009 EV kit, V_{CCG} = V_{CCP} = +4.75V to +5.25V, 50Ω environment, P_{IN} = -20dBm, f_{IN} = 1200MHz to 2500MHz, V_{GCS} = +1.0V, V_{GFS} = +5.0V, V_{GBP} = +1.2V, V_{PBIN} = V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0V, V_{PF_S1} = +5V, V_{PBRAW} = V_{PBEXP}, T_A = -40°C to +85°C. Typical values are at f_{IN} = 2140MHz, V_{CCG} = V_{CCP} = +5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GAIN CONTROL SECTION					
Nominal Gain		-16	dB		
	V _{GCS} = 0V, V _{GFS} = +5V	-23			
	V _{GCS} = +5V, V _{GFS} = 0V	-8.5			
Gain Variation Over Temperature	T _A = -40°C to +85°C	-1			dB
Gain Flatness	Over a 100MHz band	±0.3			dB
Gain-Expansion Breakpoint Maximum	V _{GBP} = +5V	23			dBm
Gain-Expansion Breakpoint Minimum	V _{GBP} = +0.5V	-3			dBm
Gain-Expansion Breakpoint Variation Over Temperature	T _A = -40°C to +85°C	-0.3			dB
Gain Expansion	V _{GFS} = +5V, P _{IN} = -20dBm to +23dBm	6.6	dB		
	V _{GFS} = 0V, P _{IN} = -20dBm to +23dBm	3.6			
Gain-Expansion Slope	V _{GFS} = +5V, P _{IN} = +15dBm	0.5	dB/dB		
	V _{GFS} = +0V, P _{IN} = +15dBm	0.26			
Gain Slope Variation Over Temperature	P _{IN} = +15dBm, T _A = -40°C to +85°C	-0.04			dB/dB
Noise Figure		16			dB
Absolute Group Delay	Interconnects de-embedded	0.61			ns
Group Delay Ripple	Over a 100MHz band	±0.01			ns
Phase Ripple	Over a 100MHz band, deviation from linear phase	±0.07			Degrees
Parasitic Phase Expansion	P _{IN} = -20dBm to +23dBm	5			Degrees

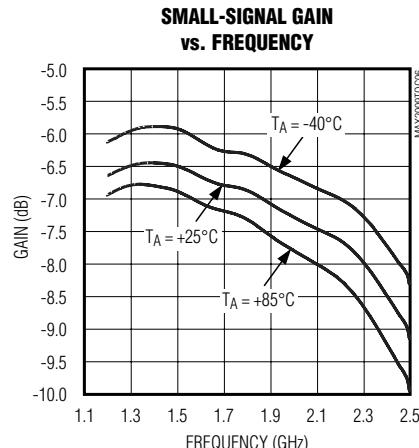
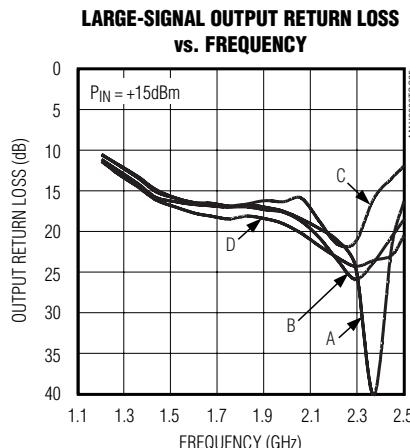
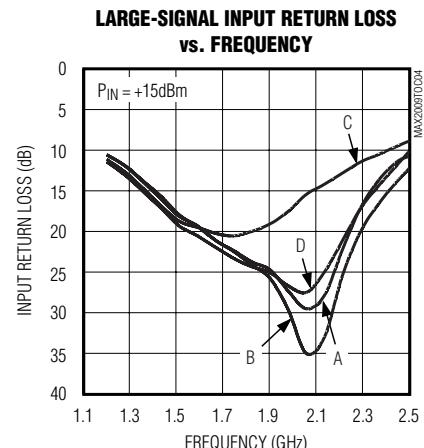
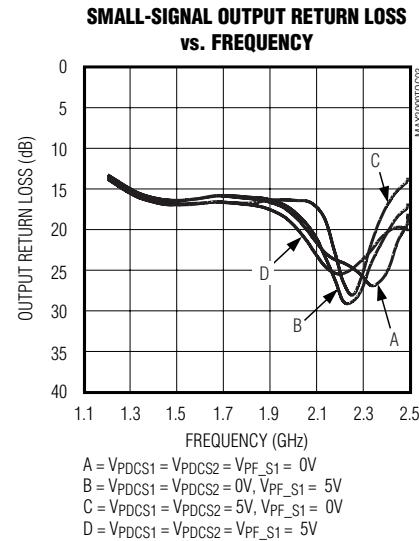
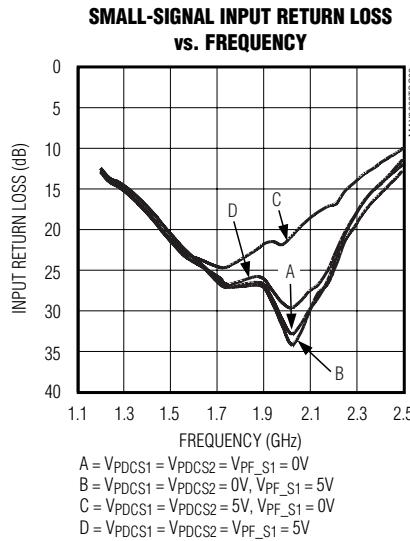
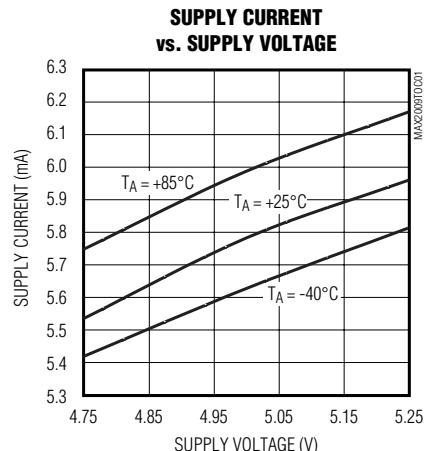
Note 1: Guaranteed by design and characterization.

Note 2: All limits reflect losses and characteristics of external components shown in the *Typical Application Circuit*, unless otherwise noted.

標準動作特性

Phase Control Section

(MAX2009 EV kit, $V_{CCP} = +5.0V$, $P_{IN} = -20dBm$, $V_{PBIN} = 0V$, $V_{PF_S1} = +5.0V$, $V_{PDGS1} = V_{PDGS2} = 0V$, $f_{IN} = 2140MHz$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

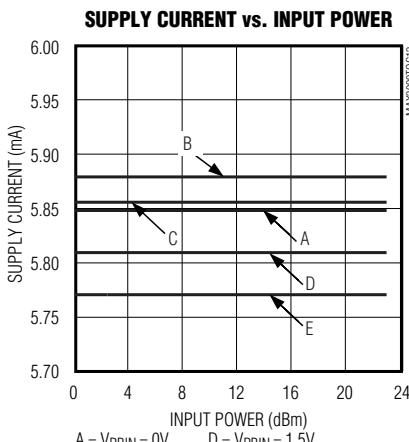
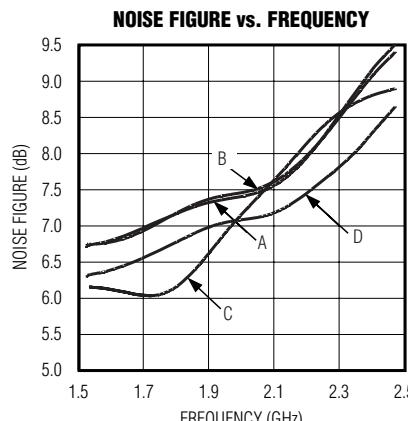
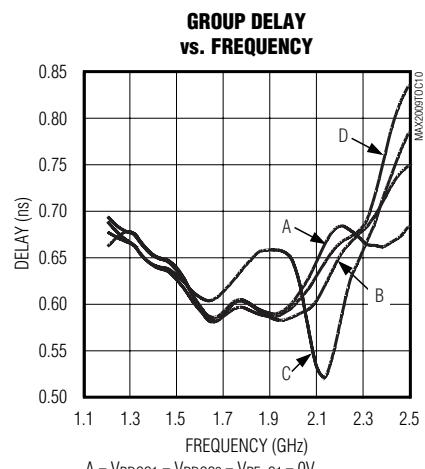
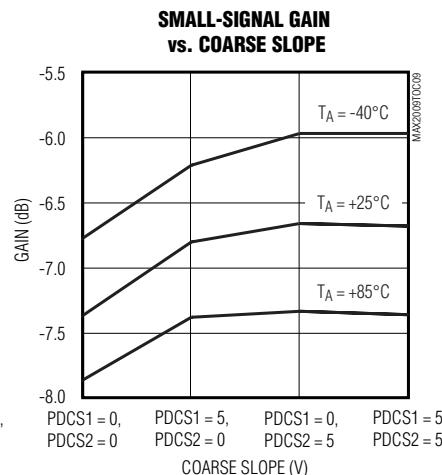
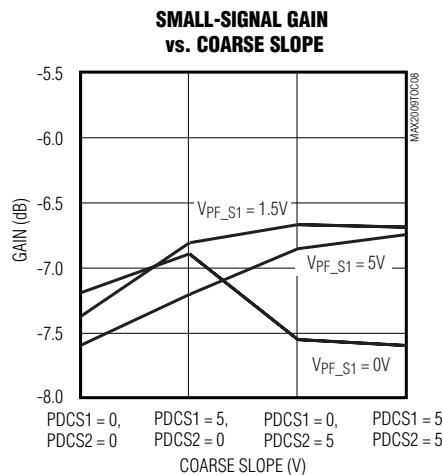
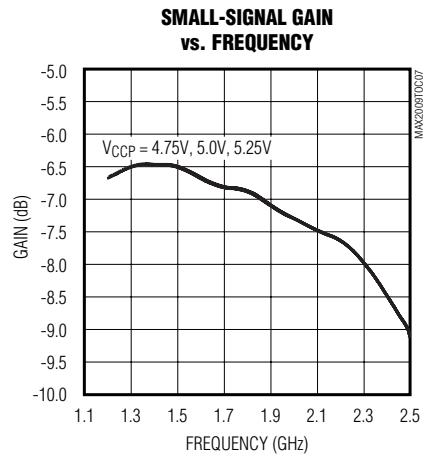


1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

標準動作特性(続き)

Phase Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCP} = +5.0V$, $P_{IN} = -20\text{dBm}$, $V_{PBIN} = 0V$, $V_{PF_S1} = +5.0V$, $V_{PDGS1} = V_{PDGS2} = 0V$, $f_{IN} = 2140\text{MHz}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



INTERCONNECTS DE-EMBEDDED

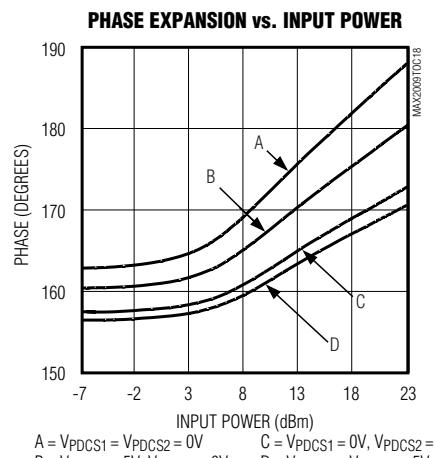
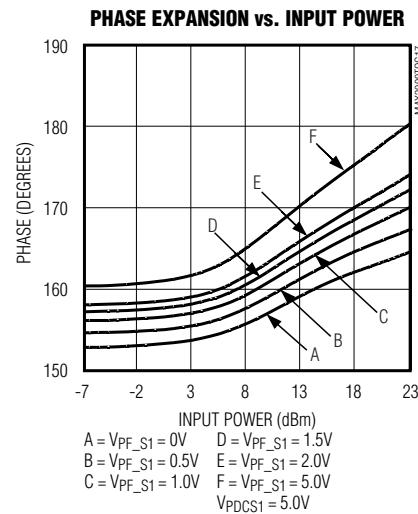
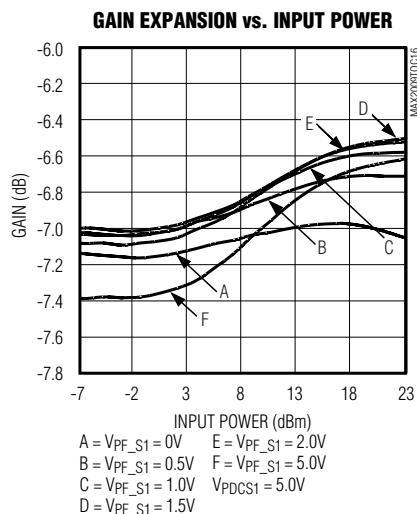
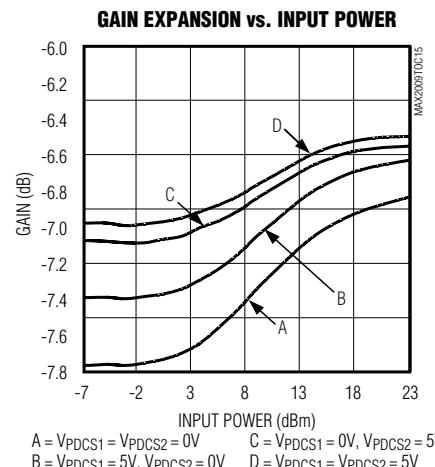
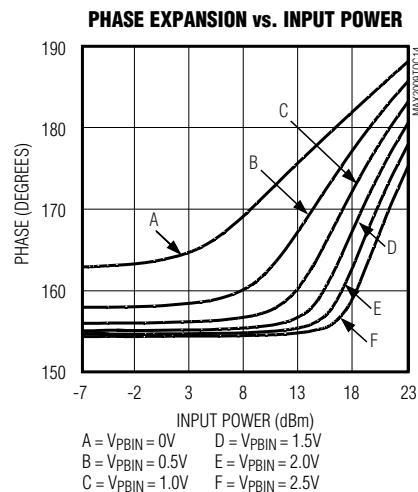
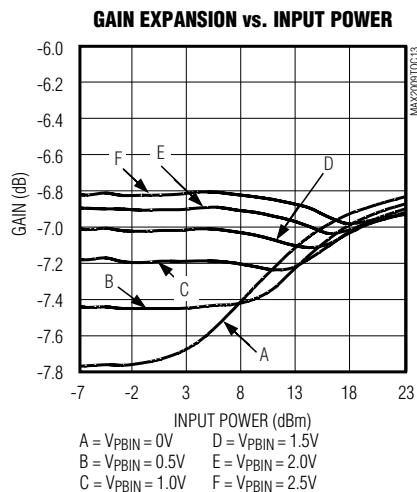
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性(続き)

Phase Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, V_{C CCP} = +5.0V, P_{IN} = -20dBm, V_{PBIN} = 0V, V_{PFS1} = +5.0V, V_{PDCS1} = V_{PDCS2} = 0V, f_{IN} = 2140MHz, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

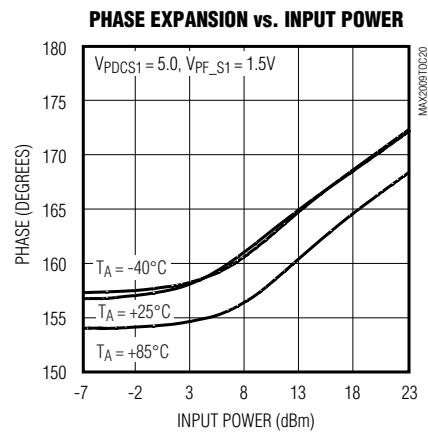
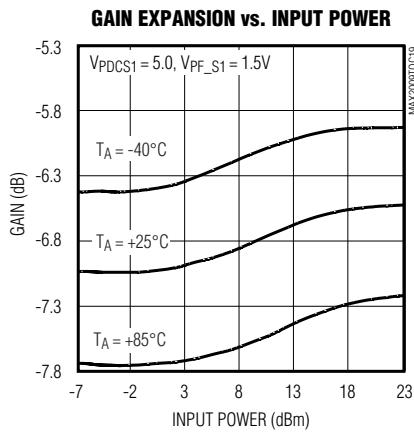


1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

標準動作特性(続き)

Phase Control Section (continued)

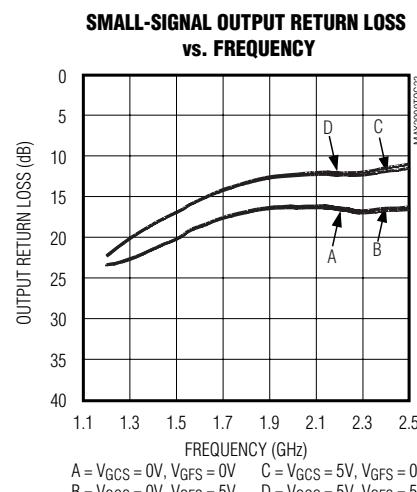
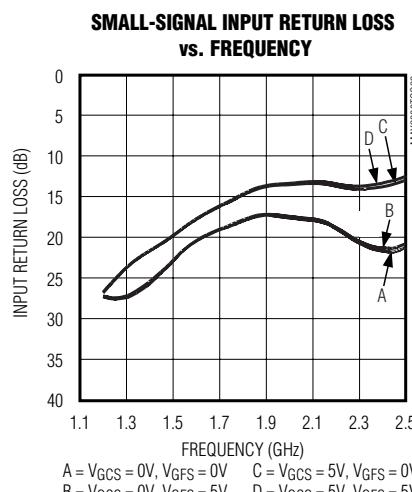
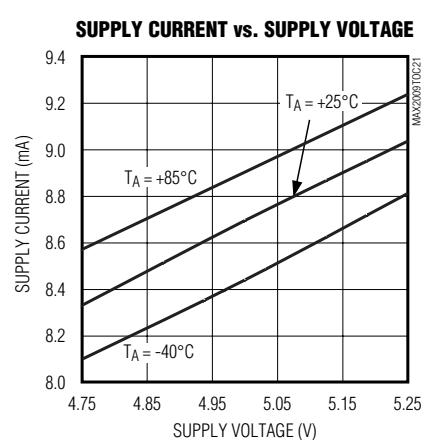
(MAX2009 EV kit, V_{CCP} = +5.0V, P_{IN} = -20dBm, V_{PBIN} = 0V, V_{PF_S1} = +5.0V, V_{PDSCS1} = V_{PDSCS2} = 0V, f_{IN} = 2140MHz, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



標準動作特性

Gain Control Section

(MAX2009 EV kit, V_{CCG} = +5.0V, P_{IN} = -20dBm, V_{GBP} = +1.2V, V_{GFS} = +5.0V, V_{GCS} = +1.0V, f_{IN} = 2140MHz, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



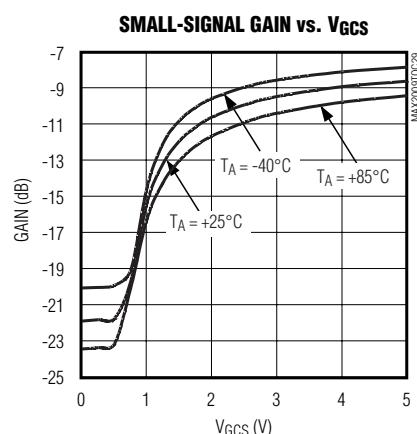
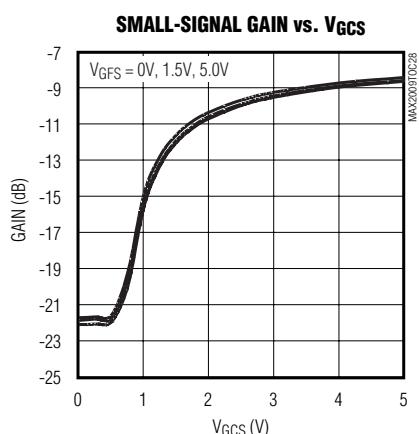
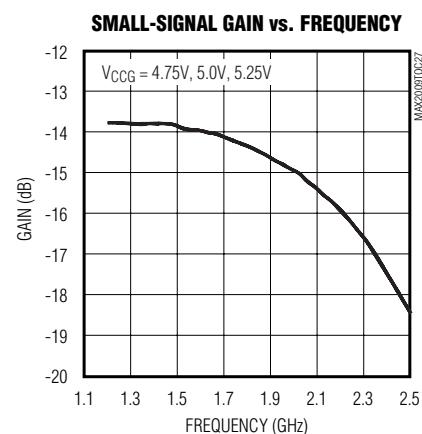
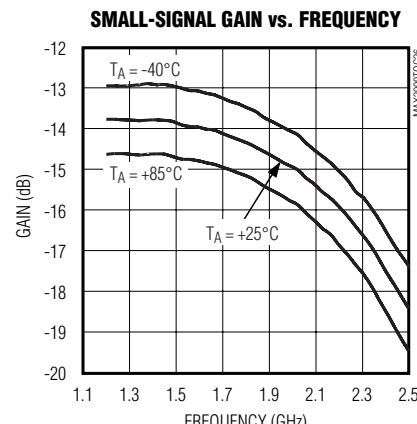
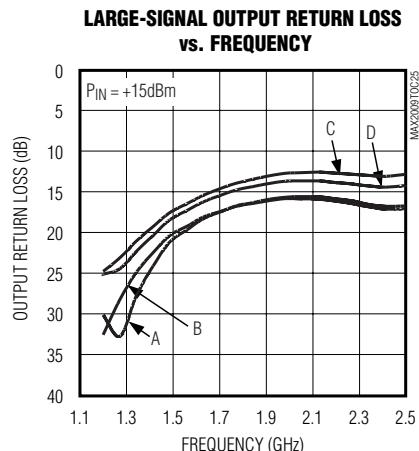
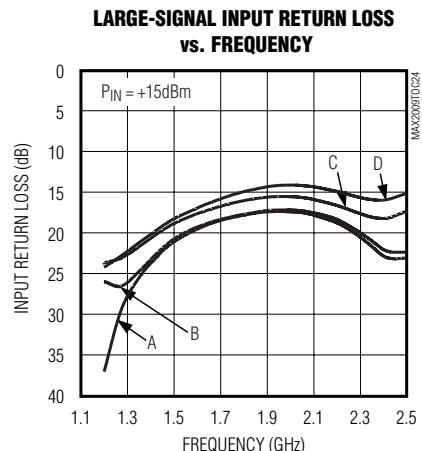
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性(続き)

Gain Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20\text{dBm}$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140\text{MHz}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

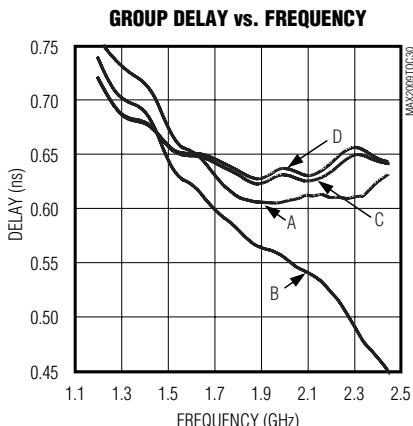


1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

標準動作特性(続き)

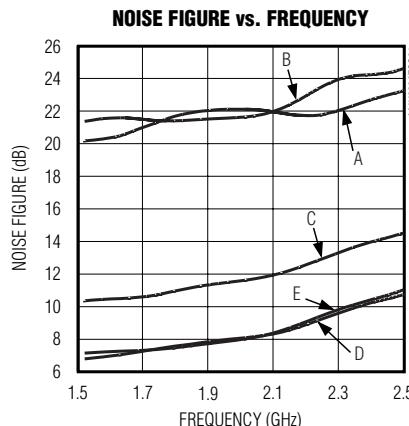
Gain Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20\text{dBm}$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140\text{MHz}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

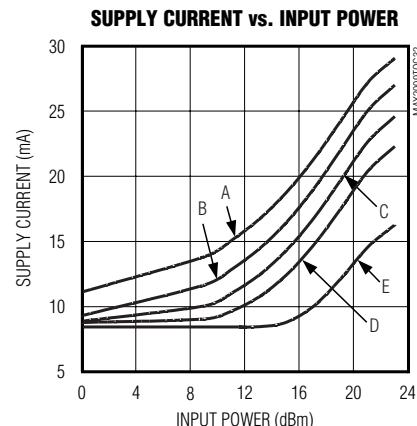


A = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 0V$ C = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 0V$
 B = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 5V$ D = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 5V$
 E = $V_{GCS} = 1.5V$, $V_{GFS} = 5V$

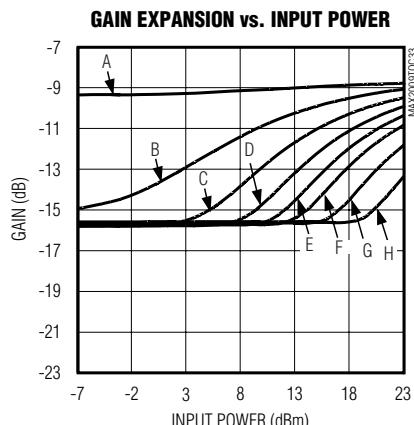
INTERCONNECTS DE-EMBEDDED



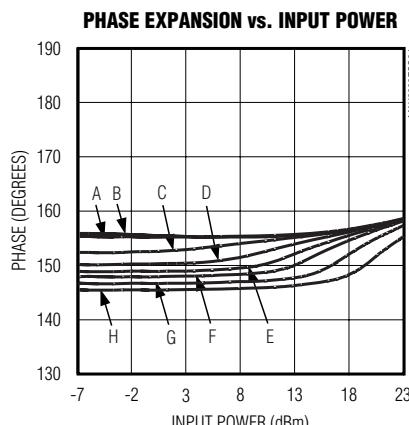
A = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 0V$ D = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 0V$
 B = $V_{GCS} = 0V$, $V_{GFS} = 5V$ E = $V_{GCS} = 5V$, $V_{GFS} = 5V$
 C = $V_{GCS} = 1.5V$, $V_{GFS} = 5V$



A = $V_{GBP} = 0V$ D = $V_{GBP} = 1.5V$
 B = $V_{GBP} = 0.5V$ E = $V_{GBP} = 3.0V$
 C = $V_{GBP} = 1.0V$



A = $V_{GBP} = 0V$ E = $V_{GBP} = 2.0V$
 B = $V_{GBP} = 0.5V$ F = $V_{GBP} = 2.5V$
 C = $V_{GBP} = 1.0V$ G = $V_{GBP} = 3.5V$
 D = $V_{GBP} = 1.5V$ H = $V_{GBP} = 5.0V$



A = $V_{GBP} = 0V$ E = $V_{GBP} = 2.0V$
 B = $V_{GBP} = 0.5V$ F = $V_{GBP} = 2.5V$
 C = $V_{GBP} = 1.0V$ G = $V_{GBP} = 3.5V$
 D = $V_{GBP} = 1.5V$ H = $V_{GBP} = 5.0V$

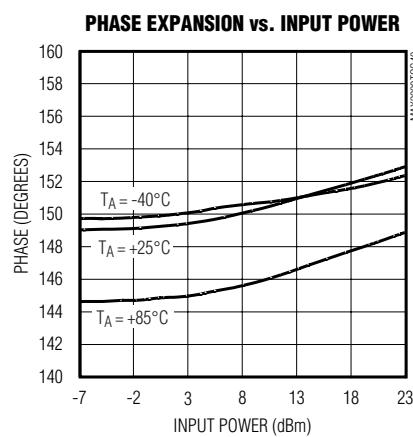
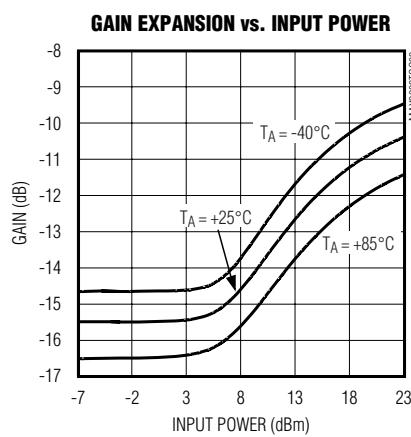
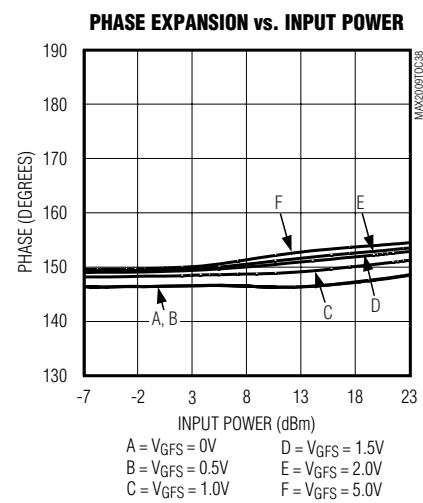
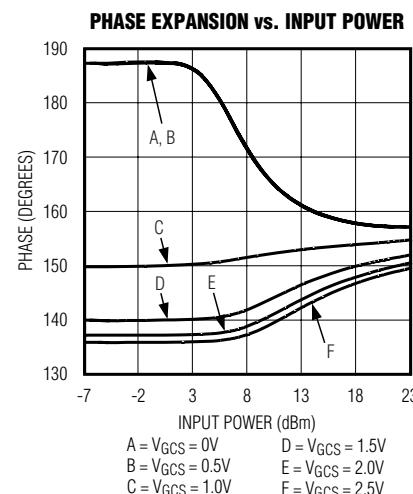
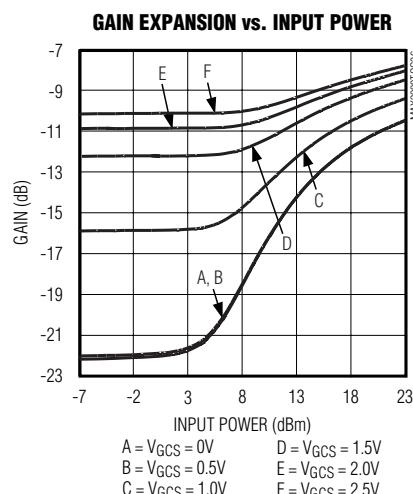
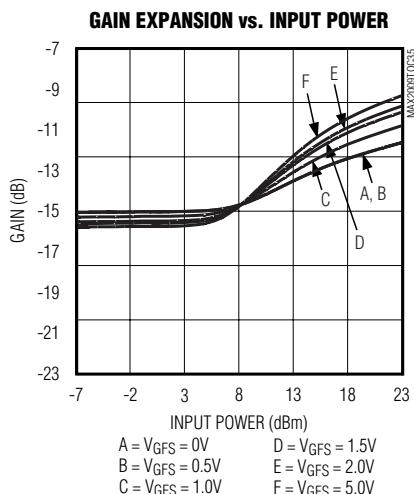
1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

標準動作特性(続き)

Gain Control Section (continued)

(MAX2009 EV kit, $V_{CCG} = +5.0V$, $P_{IN} = -20\text{dBm}$, $V_{GBP} = +1.2V$, $V_{GFS} = +5.0V$, $V_{GCS} = +1.0V$, $f_{IN} = 2140\text{MHz}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



1200MHz～2500MHz 可変RFプリディストータ

端子説明

端子	名称	機能
1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 16, 20, 22, 26, 28	GND	グランド。内部でエクスポートドパッドに接続されています。
3	ING	RF利得入力。INGは、OUTPに接続するか、カップリングコンデンサを取り付けます。INGはOUTGと交換可能です。
6	OUTP	RF位相出力。OUTPは、INGに接続するか、カップリングコンデンサを取り付けます。OUTPはINPと交換可能です。
9	INP	RF位相入力。INPにはカップリングコンデンサを取り付けます。INPはOUTPと交換可能です。
11	PFS1	位相スロープの微調整入力1。標準動作回路をご覧ください。
12	PFS2	位相スロープの微調整入力2。標準動作回路をご覧ください。
13	PDCS1	デジタル設定による位相スロープの粗調整レンジ入力1。論理ゼロとするとスロープがもっとも急峻になります。
14	PDCS2	デジタル設定による位相スロープの粗調整レンジ入力2。論理ゼロとするとスロープがもっとも急峻になります。
15	V _{CCP}	位相コントロール電源電圧。0.01μFのコンデンサにより、デバイスのできるだけ近くでグランドにバイパスさせます。位相セクションは、V _{CCG} なしでも動作します。
17	PBIN	位相ブレークポイントコントロール入力
18	PBEXP	位相伸縮出力。PBEXPをPBRAWに接続すると、PBINがブレークポイント制御電圧となります。
19	PBRAW	未補償位相ブレークポイント入力
21	V _{CCG}	利得コントロール電源電圧。0.01μFのコンデンサにより、デバイスのできるだけ近くでグランドにバイパスさせます。利得セクションは、V _{CCG} なしでも動作します。
23	GBP	利得ブレークポイントコントロール入力
24	GFS	利得スロープ微調整入力
25	GCS	利得スロープ粗調整入力
27	OUTG	RF利得出力。OUTGにはカップリングコンデンサを取り付けます。OUTGはINGと交換可能です。
EP	GND	グランド用エクスポートドパッド。EPはグランドプレーンに半田付けします。

詳細

MAX2009 可変プリディストータは、利得と位相の伸縮を導入することで、PAによる利得と位相の圧縮を補正し、高出力アンプのACPRを最大12dB、改善します。MAX2009では、伸縮の開始点(ブレークポイント)と伸縮速度(スロープ)を設定するだけの動作と、ソフトウェアによって歪み補正をリアルタイムに調節する動作が可能です。利得と位相のブレークポイントは、20dBという入力電力レンジのどこかに設定します。

位相伸縮スロープは、0.3°/dB～2.0°/dBの範囲で可変であり、最大で24°の位相伸縮が行えます。利得伸縮スロープは0.1dB/dB～0.6dB/dBの範囲で可変であり、最大で7dBの利得伸縮が行えます。

以下のセクションでは、クラスAアンプに適したチューニング方法を紹介します。アンプの動作クラスが異なる場合、まったく異なった設定方法が必要となる可能性があります。

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

位相伸縮回路

図1に、入力電力に対するPAの位相挙動を示します。入力電力がブレークポイントを下回っている間は、位相はほぼ一定となります。入力電力がブレークポイントを超えると、位相の圧縮が始まり、パワーアンプの線形性が落ちてきます。このAM-PM歪みを補正するため、MAX2009により、同じブレークポイントと逆スロープを持つ位相伸縮を行います。その結果、最終的な位相応答はフラットになります。

位相伸縮のブレークポイント

位相伸縮のブレークポイントの調節は、通常、PBIN端子にデジタルアナログ変換器(DAC)を接続して行います。0V~V_{CC}のPBIN入力電圧が、3.7dBm~23dBmのブレークポイント入力電力範囲に対応します。最大の効果を得るためにには、MAX2009の位相伸縮ブレークポイントがPAの位相圧縮ブレークポイントに等しくなるように設定する必要があります。

位相伸縮のスロープ

MAX2009の位相伸縮スロープは、PAの位相圧縮カーブのちょうど逆になるように設定しなければなりません。この設定は、PFS1とPFS2、PDCS1、PDCS2という端子を使って行います。PFS1端子とPFS2端子をAC結合によって可変コンデンサかバラクタダイオードに接続すると、位相伸縮スロープを微調整することが可能になります。このような使い方ではオフチップの

バラクタダイオードが推奨されていますが、特性のそろったバラクタダイオードに等しいバイアスをかけて使う必要があります。Electrical Characteristicsの表に示した位相スロープ範囲をカバーするためには、有効静電容量が2pF~6pFは必要です。

図2に示すように、PFS1とPFS2に取り付けたバラクタダイオードは、各端子を経由してそれぞれ3つの内部コンデンサに直列接続されることになります。PDCS1端子とPDCS2端子の論理レベルに応じてこの内部コンデンサを接続・切断するため、位相伸縮スロープが大きく変化するのです。位相伸縮スロープは、V_{PDCS1}とV_{PDCS2}が両方とも0Vのとき最大となります。位相チューニングを変更しても、小信号の利得に対する影響はほとんどありません。

利得伸縮回路

PAで発生する問題は位相圧縮だけではなく、図3に示すような利得圧縮(AM-AM)歪みもあります。PAの利得カーブは入力電力がブレークポイント以下ではフラットですが、入力電力がブレークポイントを超えると一定の比率(スロープ)で圧縮されていきます。この利得圧縮を補償するため、MAX2009により、同じブレークポイントと逆スロープを持つ利得伸縮を行います。その結果、PA出力における最終的な利得応答はフラットになります。

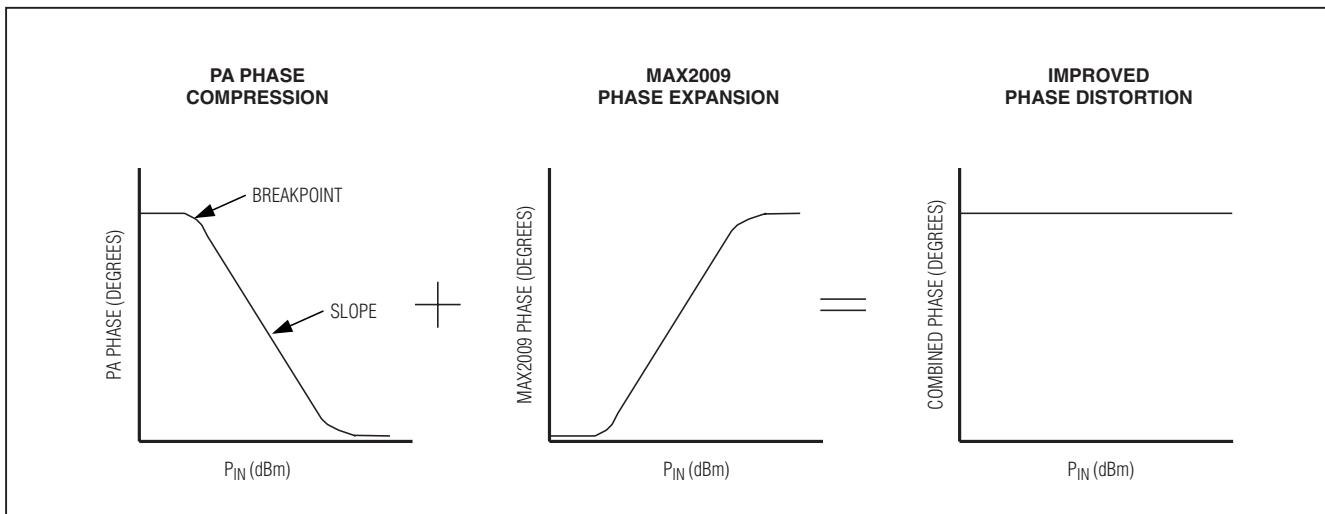


図1. PAによる位相圧縮を MAX2009 の位相伸縮でキャンセル

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

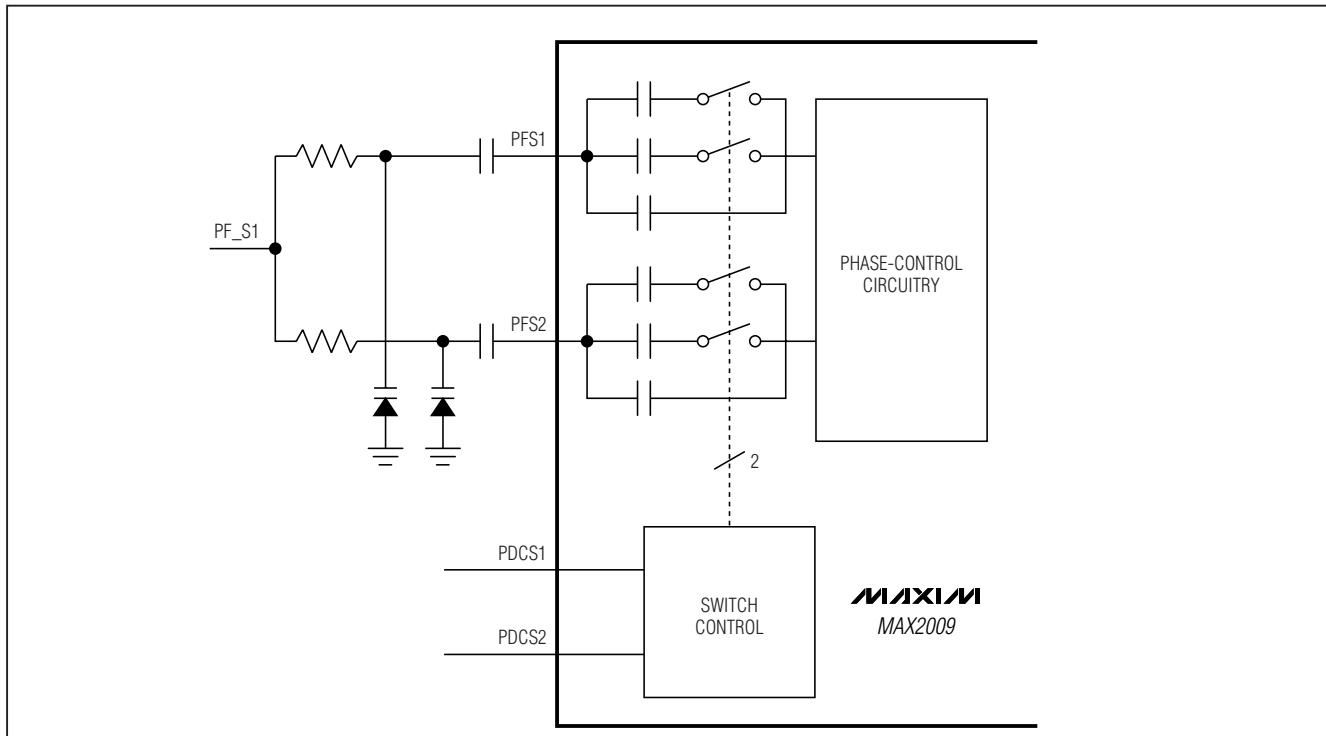


図2. 位相スロープ用内部回路(略図)

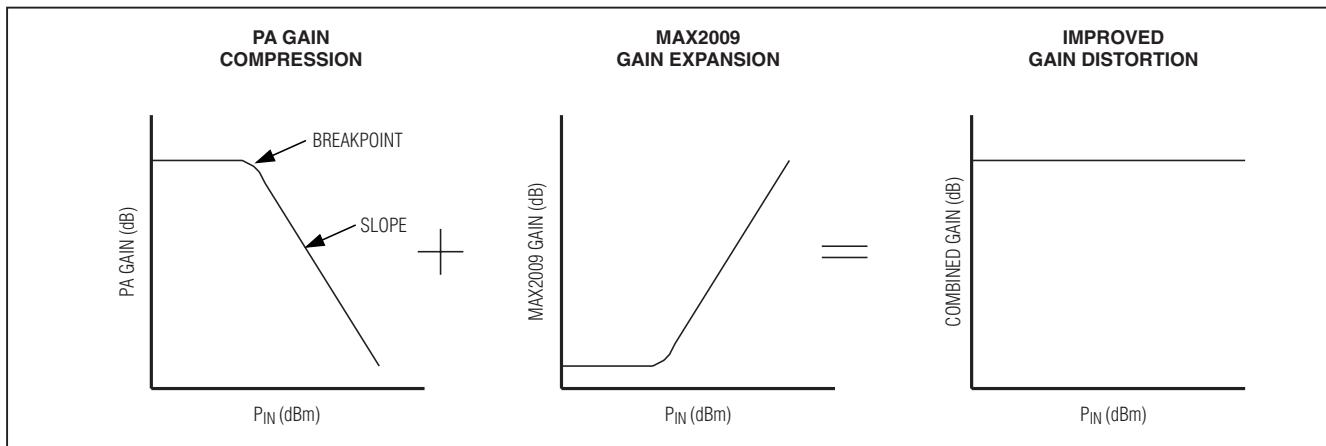


図3. PAによる利得圧縮をMAX2009の利得伸縮でキャンセル

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

利得伸縮のブレークポイント

利得伸縮のブレークポイントの調節は、通常、GBP端子にDACを接続して行います。0.5V~5VのGBP入力電圧が、3dBm~23dBmのブレークポイント入力電力範囲に対応します。最大の効果を得るためにには、MAX2009の利得伸縮ブレークポイントがPAの利得圧縮ブレークポイントに等しくなるように設定する必要があります。GBPによる制御を行っても、0.5V~5Vの範囲では、小信号の利得に対する影響はほとんどありません。

利得伸縮のスロープ

PAの利得圧縮を補償するためには、ブレークポイントを適切に設定するだけでなく、MAX2009の利得伸縮スロープも適切に調節する必要があります。利得伸縮スロープの設定には、次式を用います。

$$\text{MAX2009_SLOPE} = \frac{-\text{PA_SLOPE}}{1 + \text{PA_SLOPE}}$$

ただし、

MAX2009_SLOPEはMAX2009の利得セクションのスロープをdB/dB単位で表したもの

PA_SLOPEはPAの利得スロープをdB/dB単位で表したもの(圧縮挙動はマイナスの数値で表す)

利得伸縮スロープの調整では、GCS端子とGFS端子に加えるバイアス電圧を変化させます。GCSもGFSも入力電圧範囲は0V~V_{CC}であり、この範囲はスロープとして0.1dB/dB~0.6dB/dBほどに相当します。スロープが最大になるのはV_{GCS} = 0V、V_{GFS} = +5Vとしたとき、最小になるのはV_{GCS} = +5V、V_{GFS} = 0Vとしたときです。

GBP端子と異なり、GCS端子に対する利得伸縮スロープバイアスを変更すると挿入損失と雑音指数が変化します。GCS端子によってスロープを小さくすると、挿入損失が改善されるとともに雑音指数が低下します。GFS端子は挿入損失に影響を与えません。GFS端子では、GCS端子によって決定される定格スロープを-30%~+30%の範囲で調節することができます。

GCSバイアスによる調節量を大きくすると、望ましくない(残留)位相伸縮/圧縮挙動が発生することがあります。このような寄生挙動を最小化する最適バイアス電圧というものが存在します(通常はGCS = 1.0V)。最適電圧よりも高い制御電圧を加えると寄生位相展開が、低い制御電圧を加えると寄生位相圧縮が発生します。GFSは位相の挙動に影響を与えないことから、なるべくGFS端子によってスロープ制御を行うべきです。

アプリケーション情報

以下のセクションでは、クラスAアンプに適したチューニング方法を紹介します。アンプの動作クラスが異なる場合、まったく異なった設定方法が必要となる可能性があります。

利得伸縮と位相伸縮の最適化

PAのACPRを改善する場合、まず、位相セクションのAM-PM応答を最適化します。高周波用LDMOSアンプでは、ほとんどのケースで、AM-PM応答を改善するだけでACPRの改善の大半が達成できます。位相チューニング回路の典型例を図4に示します。ネットワークアナライザでパワースイープを行うと、短時間でAM-PM応答のリアルタイムチューニングが行えます。まず、PBINのチューニングを行い、PAの位相圧縮が始まるポイントに位相伸縮の開始点(ブレークポイント)を設定します。次に、PF_S1とPDCS1、PDCS2という制御端子を調節し、AM-PM応答を最適化します。これらの端子電圧の典型例も、図4に記載しています。

ACPRをさらに改善するためには、位相出力をプリアンプ経由で利得入力に接続します。プリアンプは、利得セクションが持つ高い挿入損失を補償するためのものです。図5が、MAX2009の位相セクションと利得セクションをカスケード接続し、ACPRをさらに改善する場合の標準動作回路です。まず、位相セクションのチューニングと同じように、GBP端子によって利得伸縮ブレークポイントをチューニングしてから、GCS端子とGFS端子によって利得伸縮を最適化します。GCSが原因の寄生位相応答を抑えるため、制御電圧をできるだけ1Vに近い値となるようにします。AM-PM応答の再調整が必要な場合もあります。

レイアウトの工夫

高周波回路では、プリント基板の設計がとても重要です。外付部品を最小限に抑えるため、プリント基板自体に若干のインダクタンスやキャパシタンスを持たせ、(MAX2009に対する)入出力VSWRを最適化する設計手法があります。位相セクションのPFS1端子とPFS2端子には、外部寄生に対する感度が高いという性質があります。そのため、トレースをなるべく短くし、端子のできるだけ近くにバラクタダイオードを取り付けます。トレースのこの部分の下にあるグランドプレーンを取り除くと、寄生静電容量をさらに削減することができます。最大の性能を得るには、パッケージ下にあるアースされたEPにグランドピンのトレースを直接接続してしまうことです。デバイスパッケージ下のEPをプリント基板グランドプレーンに均等に半田付けすると、信号のアースをとるとともに放熱経路を作ることができます。

1200MHz～2500MHz 可変RFプリディストータ

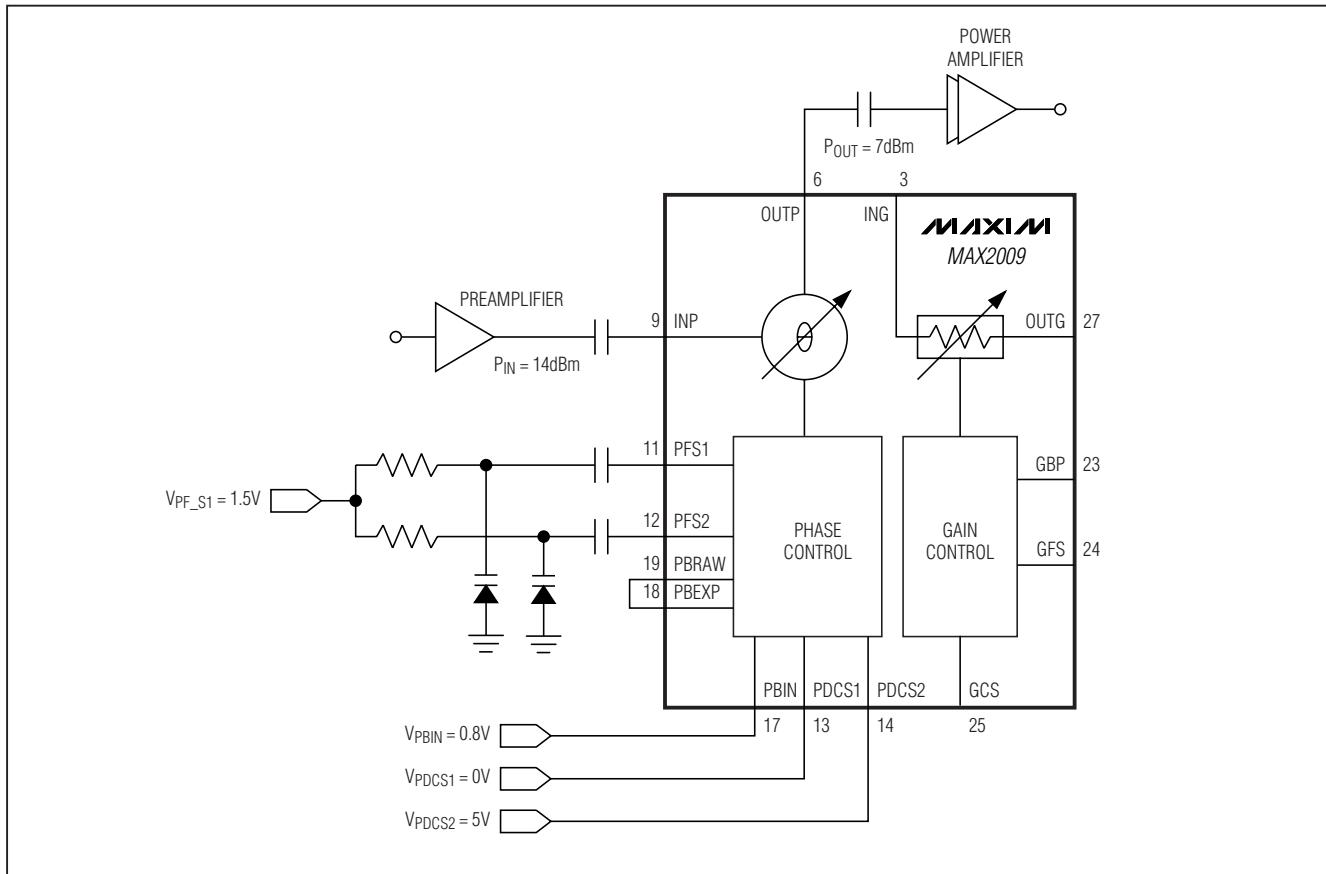


図4. AM-PM応答チューニング回路

電源バイパス

各V_{CC}端子を0.01μFのコンデンサでバイパスします。

エクスポートドパッドRF

MAX2009の28ピン薄型QFN-EPパッケージのエクスポートドパッド(EP)は、グランドへの低インダクタンスパスとして利用します。EPは、必ず、プリント基板のグランドプレーンに、直接、あるいはメッキした複数のビアホールを介して半田付けします。

表1. 標準動作回路の回路定数例

DESIGNATION	VALUE	TYPE
C1, C6, C8, C10	8.2pF ±0.25pF	0402 ceramic capacitors
C2, C3	1.5pF ±0.1pF	0402 ceramic capacitors
C4, C5	0.01μF ±10%	0603 ceramic capacitors
C7, C9	0.5pF ±0.1pF	0402 ceramic capacitors
R1, R2	1kΩ ±5%	0402 resistors
VR1, VR2	Skyworks SMV1232-079	Hyperabrupt varactor diodes

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

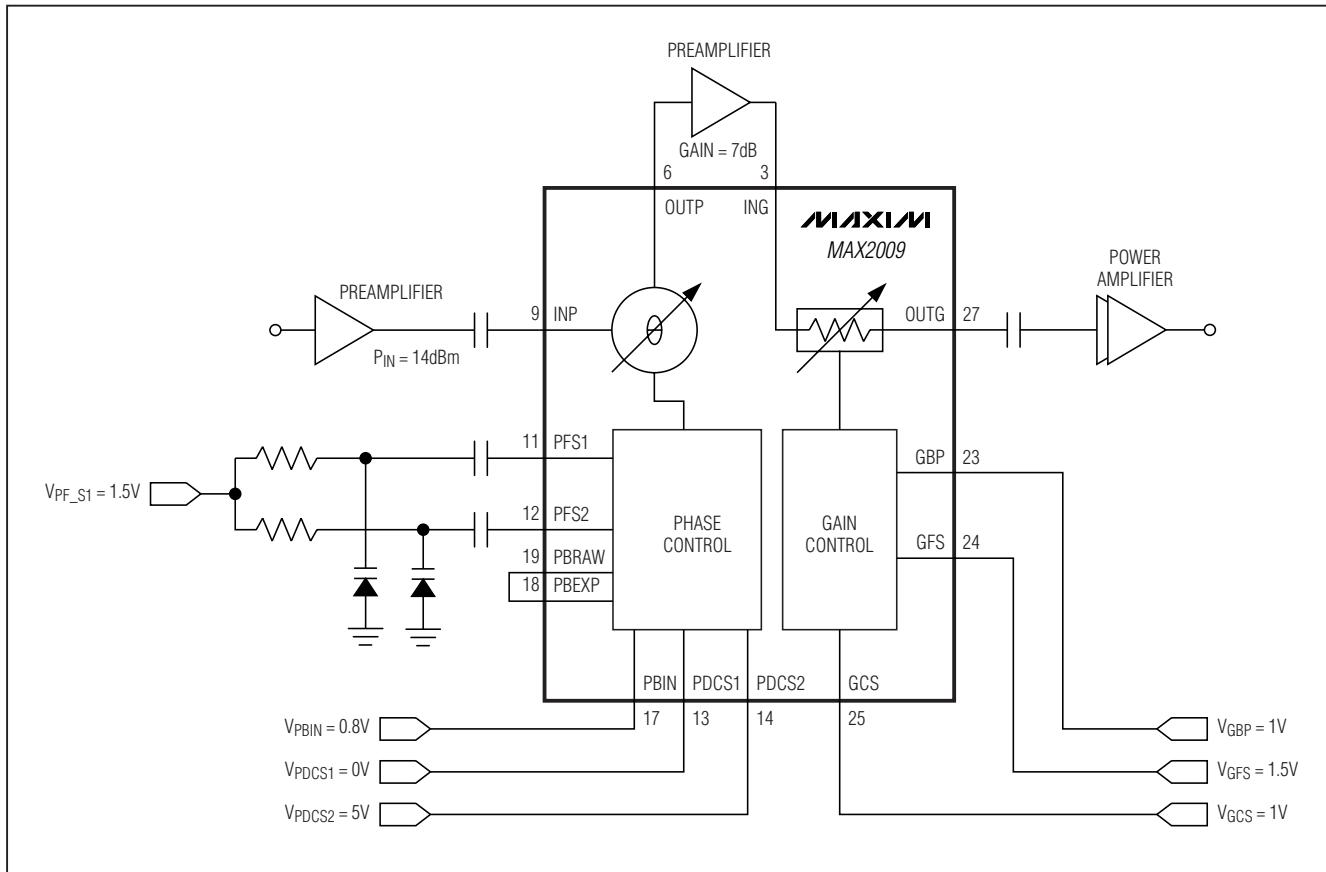
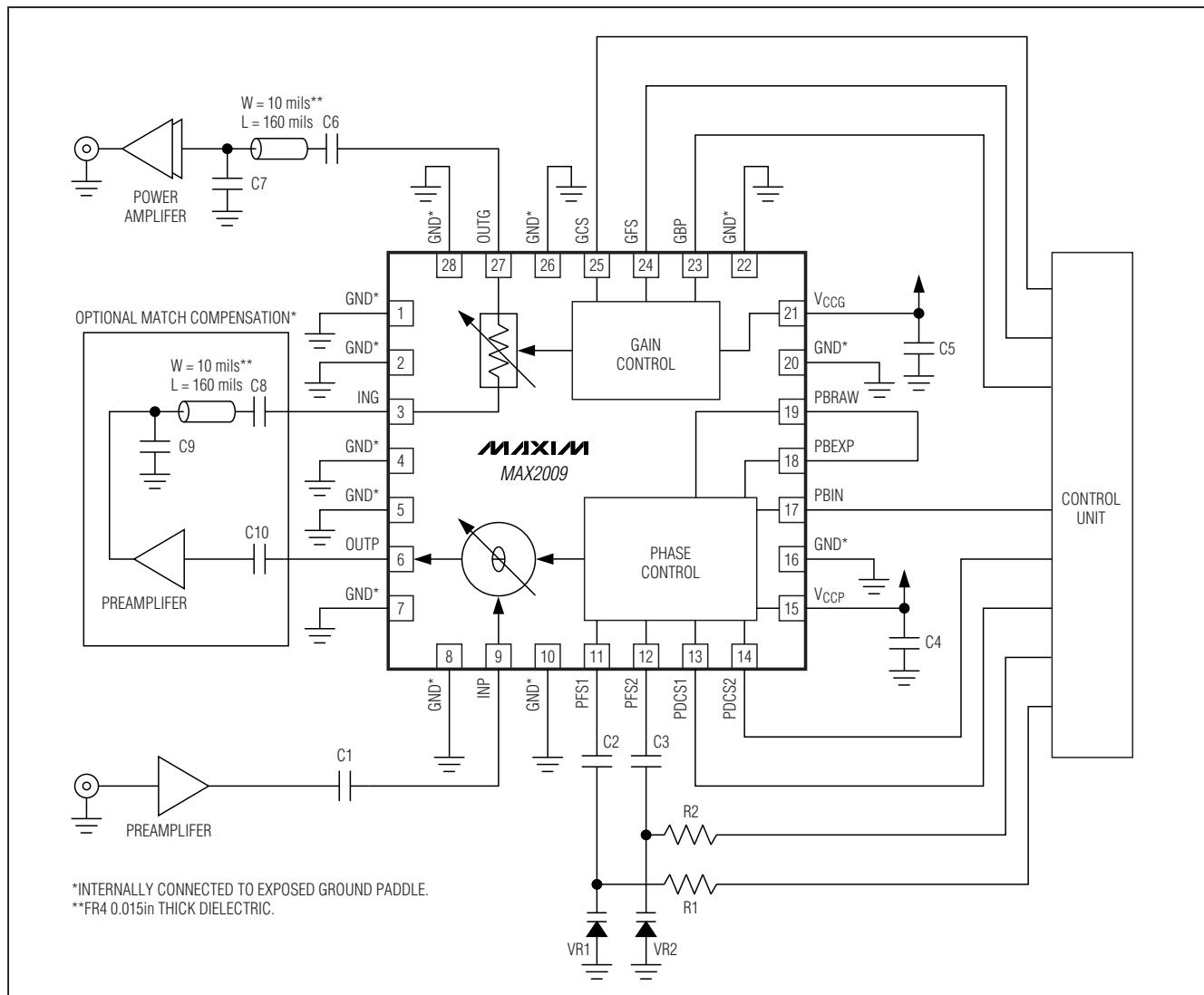


図5. MAX2009による位相と利得の最適化回路

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

標準動作回路



チップ情報

TRANSISTOR COUNT:

Bipolar: 160

CMOS: 240

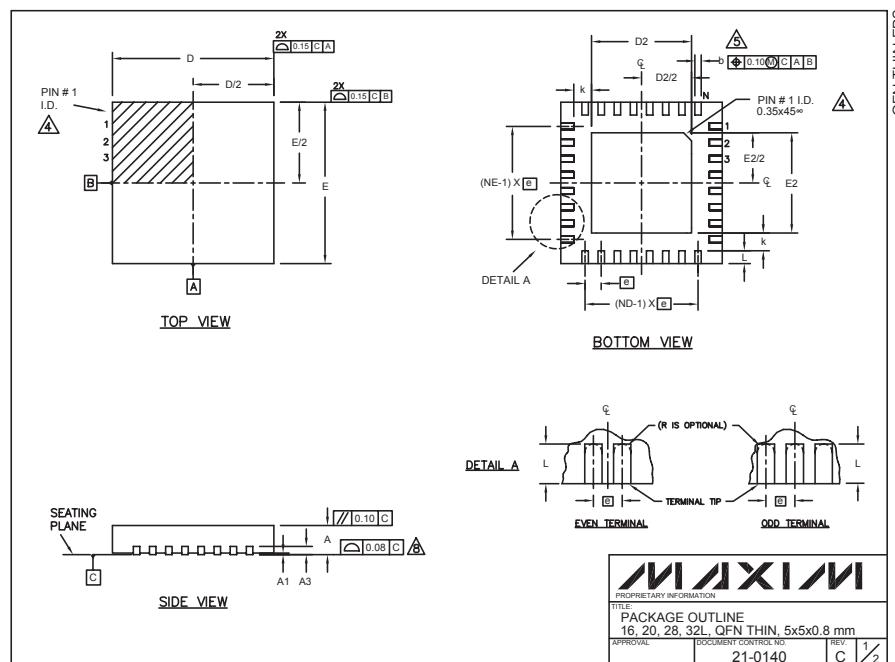
PROCESS: BiCMOS

1200MHz ~ 2500MHz 可変RFプリディストータ

MAX2009

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、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)



COMMON DIMENSIONS												EXPOSED PAD VARIATIONS					
PKG.	16L 5x5			20L 5x5			28L 5x5			32L 5x5			PKG. CODES	D2		E2	
	MIN.	NOM.	MAX.		MIN.	NOM.	MAX.										
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	T1655-1	3.00	3.10	3.20	
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	T2055-2	3.00	3.10	3.20	
A3	0.20	REF.		T2855-1	3.15	3.25	3.35										
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30	T2855-2	2.80	2.70	2.80	
D	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.80	5.00	5.10	4.80	5.00	5.10	T3255-2	3.00	3.10	3.20	
E	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.80	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10					
e	0.80	BSC.		0.65	BSC.		0.60	BSC.		0.50	BSC.						
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-					
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50					
N	16			20			28			32							
ND	4			5			7			8							
NE	4			5			7			8							
JEDEC	WHHB			WHHC			WHHD-1			WHHD-2							

NOTES:

1. DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
3. N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
4. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JESD 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
5. DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.
6. ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
7. DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
8. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
9. DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220.
10. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.

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。マキシムは隨時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

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

19