

# MAX9996の評価キット

## 概要

MAX9996の評価キット(EVキット)は、UMTS、DCS、およびPCS基地局ダウンコンバージョンミキサのMAX9996の評価を容易にします。この評価キットは、完全実装され出荷時に試験済みです。テストベンチで迅速かつ容易に評価するために、標準50Ω SMAコネクタがEVキットの入出力ポートに実装されています。

このデータシートには、デバイスの評価に必要な試験機器リスト、機能検証のためのわかりやすい試験手順、EVキット回路の説明、回路図、キットの部品表(BOM)、およびプリント基板各層のアートワークが記載してあります。

このキットの価格と入手性については、国内販売代理店にお問い合わせください。

## 特長

- ◆ 完全実装および試験済み
- ◆ RF周波数：1700MHz～2200MHz
- ◆ LO周波数：1900MHz～2400MHz
- ◆ IF周波数：40MHz～350MHz
- ◆ 変換利得：8.3dB
- ◆ IIP3：26.5dBm
- ◆ ノイズ指数：9.7dB
- ◆ LOバッファ内蔵
- ◆ スイッチ選択可能な(SPDT)2つのLO入力
- ◆ LO駆動：-3dBm～+3dBm
- ◆ LO1-LO2アイソレーション：43dB
- ◆ 入出力ポートに50ΩのSMAコネクタ装備
- ◆ シングルエンドIF出力用4：1バラン

## 型番

PART	TEMP RANGE	IC PACKAGE
MAX9996EVKIT	T <sub>C</sub> = -40°C to +85°C**	20 Thin QFN-EP*

\*EP = エクスポートパッド

\*\*T<sub>C</sub> = ケース温度

## 部品リスト

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1	1	4.0pF ±0.25pF, 50V C0G ceramic capacitor (0603) Murata GRM1885C1H4R0C
C2, C6, C7, C8, C10, C12	6	22pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitors (0603) Murata GRM1885C1H220J
C3, C5, C9, C11	4	0.01μF ±10%, 50V X7R ceramic capacitors (0603) Murata GRM188R71H103K
C4	1	10pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitor (0603) Murata GRM1885C1H100J
C13, C14	2	150pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitors (0603) Murata GRM1885C1H151J

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C15	1	150pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitor (0402) Murata GRP1555C1H151J
J1- J4	4	PC board edge-mount SMA RF connectors (flat-tab launch) Johnson 142-0741-856
L1, L2	2	470nH ±5% wire-wound inductors (0805) Coilcraft 0805CS-471XJBC
L3	1	10nH ±5% wire-wound inductor (0603) Coilcraft 0603CS-10NXJBC
R1	1	806Ω ±1% resistor (0603) Any

# MAX9996の評価キット

## 部品リスト(続き)

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
R2	1	549Ω ±1% resistor (0603) Any
R3	1	7.15Ω ±1% resistor (1206) Digi-Key 311-7.15FCT-ND
R4	1	47kΩ ±5% resistor (0603)
T1	1	4:1 transformer (200:50) Mini Circuits TC4-1W-7A
TP1	1	Large test point for 0.062in PC board (red) Mouser 151-107 or equivalent
TP2	1	Large test point for 0.062in PC board (black) Mouser 151-103 or equivalent
TP3	1	Large test point for 0.062in PC board (white) Mouser 151-101 or equivalent
U1	1	Active mixer IC (5mm x 5mm, 20-pin QFN, EP) Maxim MAX9996ETP <b>NOTE: U1 HAS AN EXPOSED PADDLE CONDUCTOR THAT REQUIRES IT TO BE SOLDER ATTACHED TO A GROUNDED PAD ON THE CIRCUIT BOARD TO ENSURE A PROPER ELECTRICAL/THERMAL DESIGN.</b>

## クイックスタート

MAX9996のEVキットは、完全実装され出荷時に試験済みです。デバイスを正しく評価するために、「接続とセットアップ」の項の指示にしたがってください。

### 必要な試験機器

この項では、MAX9996の動作を確認するための推奨試験機器を列記します。これは単なる指針として示すもので、代替品を使用することも可能です。

- +5.0Vで300mAを供給可能なDC電源、1台
- 1GHz~3GHzの周波数範囲で10dBmの出力を供給可能なRF信号発生器(HP 8648など)、3台
- 周波数範囲が最小100kHz~3GHzのRFスペクトルアナライザ(HP 8561E)、1台
- RFパワーメータ(HP 437B)、1台
- パワーセンサ(HP 8482A)、1台

## 接続とセットアップ

この項では、EVキットの基本機能の試験に対する段階的な指針を記述します。高VSWR負荷の駆動に起因する出力損傷の一般的な予防策として、**すべての接続が終了するまではDC電源やRF信号発生器をオンにしないでください。**

この手順は、US PCS帯域(リバースチャネル: 1850MHz~1910MHz)、200MHz IF用ハイサイドインジェクションタイプLOの動作に特有のものです。試験周波数を具体的なシステムの周波数計画に基づいて選択し、以下の手順にしたがって調整してください。ミキサの試験セットアップ図については、図1をご覧ください。

- 1) パワーメータを1900MHzに対して校正してください。安全上の余裕を見込んで、定格+20dBm以上のパワーセンサを使用するか、または必要に応じて、パッドを使用してパワーヘッドを保護してください。
- 2) 3台のRF信号発生器のSMAケーブル各々のDUT端に3dBパッドを接続してください。このパッドは、VSWRを改善し、不整合に起因する誤差を減らします。
- 3) パワーメータを使い、下記にしたがってRF信号発生器を設定してください。
  - RF信号ソース: 1900MHzを-5dBmでDUTに供給(これは、3dBパッドの入力側では約-2dBmになります)。
  - LO1信号ソース: 2100MHzを0dBmでDUTに供給(これは、3dBパッドの入力側では約3dBmになります)。
  - LO2信号ソース: 2099MHzを0dBmでDUTに供給(これは、3dBパッドの入力側では約3dBmになります)。
- 4) 信号発生器出力をディセーブルしてください。
- 5) RFソース(パッド付き)をRFINに接続してください。
- 6) LO1およびLO2信号ソースをEVキットのそれぞれLO1およびLO2入力に接続してください。
- 7) IFOUTに接続される3dBパッドとケーブルとの損失を測定してください。損失は周波数に依存するため、これを200MHz(IF周波数)で試験してください。この損失をすべての出力電力/利得計算においてオフセットとして使用してください。
- 8) この3dBパッドをEVキットのIFOUTコネクタに接続し、このパッドからスペクトルアナライザにケーブルを接続してください。

- 9) DC電源を+5.0Vに設定し、可能であれば、電流制限を約300mAに設定してください。出力電圧をオフにし、電源を(必要に応じて電流計を介して)EVキットに接続してください。電源をオンにしてください。EVキットで+5.0Vが得られるように電源を再調整してください。ミキサに電流が流れると、電流計の両端に電圧降下が生じます。
- 10) LOSEL(TP3)をGNDに接続することによってLO1を選択してください。
- 11) LOおよびRFソースをオンにしてください。

### ミキサの試験

スペクトルアナライザの中心とスパンを調整して、200MHzでIF出力トーンを観察してください。レベルは、約+0.3dBmとなるはずですが(変換利得8.3dB、パッド損失3dB)。また、199MHzにはLO2に印加されたLO信号によるトーンもあります。200MHzと199MHzの信号間の抑制量はLOスイッチのアイソレーションです。スペクトルアナライザの絶対振幅精度は、通常、±1dB以下です。高精度が要求される場合は、パワーメータを使用して絶対シングルトーンパワーレベルを測定してください。

LOSELへのGNDの接続を切断してください。これを外すと、LOSELは基板上のプルアップ抵抗器によってハイに駆動されてLO2を選択します。199MHz信号が増加する一方で200MHz信号が減少することを確認してください。必要に応じて、コンバイナまたはハイブリッドを使って試験セットアップを再設定し、RFINに2つのRF信号を印加して2トーンIP3を測定してください。使用していないLO入力を50Ωで終端してください。

### 詳細

MAX9996は、RFバランとLOバラン、LOバッファ、IFアンプ、およびSPDT LO入力選択スイッチを内蔵した高リニアリティダウンコンバータです。EVキット回路は、主に、電源デカップリングコンデンサ、出力コンデンサ、IFバラン、およびチョークコイルで構成されます。MAX9996のEVキットの回路を使用すると、詳細な解析と簡単なデザインインが可能になります。

### 電源デカップリングコンデンサ

コンデンサC2、C6、C7、およびC8は、22pFの電源デカップリングコンデンサで、高周波ノイズのフィルタリングに使用されます。C3、C9、およびC11は、電源の低周波ノイズのフィルタリングに使用される比較的大きい容量の0.01μFのコンデンサです。

### 出力コンデンサ

MAX9996は、RF入力とLO入口にバランを内蔵しています。これらの入力は、直流抵抗がほぼ0Ωであるため、外部バイアスがグラウンドにじかに短絡されないよう出力コンデンサC1、C10、およびC12が使用されます。

### LOバイアスとIFバイアス

内蔵のIFアンプとLOバッファのバイアス電流は、それぞれ、抵抗器R1(806Ω ±1%)とR2(549Ω ±1%)によって設定されます。これらの値は、リニアリティを最適化し消費電流を最小化するために出荷時の試験において注意して選択されています。R1とR2の値を増やすことによって直流電流を減らすことができますが、デバイスは低性能レベルで動作するようになります(「EVキットの変更」の項参照)。

### 電流制限抵抗器

抵抗器R3は、電源の電流制限に使用され、60mW(typ)を消費します。

### Tapネットワーク

コンデンサC5には、2次相互変調積を減衰させる効果があります。

### LEXT

10nHの巻線インダクタL3は、LO-IF間およびRF-IF間のアイソレーションを改善します。アイソレーションがそれほど重要でない場合は、このピンをグラウンドに接続することができます。

### IF±

MAX9996では、IP2システム性能を向上するために差動IF出力が採用されています。EVキットでは、200Ωの差動出力インピーダンスを50Ωのシングルエンド出力に変換してベンチ評価を容易にするために4:1のバランが使用されます。チョークコイルL1とL2はIF出力アンプに直流バイアスを供給し、C13とC14は電源をフィルタリングし、R3は電流を制限します。

差動IF出力は、比較的ハイインピーダンス(200Ω)であるため、部品の寄生成分の影響をより多く受けます。寄生並列容量を低減するために、大きい部品の直下のグラウンドプレーンを除去するのが一般的な方法です。

### LOSEL

EVキットには、LOポートを選択し易くするために47kΩのプルアップ抵抗器が内蔵されています。TP3をグラウンドに接続するとLO1が選択され、TP3をオープンのままにするとLO2が選択されます。TP3を外部ソースから駆動するためには、MAX9996デバイスのデータシートに記載された制限値にしたがってください。+5Vの電源電圧がない状態では、LOSELにロジック電圧を印加しないでください。この指示に従わない場合は、オンチップESDダイオードが導通してデバイスを損傷するおそれがあります。

# MAX9996の評価キット

## レイアウトに関して

MAX9996の評価基板は、基板レイアウトの指針として使用することができます。熱設計およびICの近くの部品配置については、特に注意してください。MAX9996パッケージのエクスポーズドパッド(EP)は、デバイスからの放熱経路となるとともにグランドプレーンに対してローインピーダンスの電氣的接続を行います。EPは、熱的および電氣的インピーダンスの小さい接触でプリント基板に取り付ける**必要があります**。これは、パッケージ裏面をプリント基板の上面金属グランドプレーンに半田付けするのが理想的です。別の方法として、EP直下のめっきされたビアを使ってEPを内部または下側グランドプレーンに接続することもできます。MAX9996のEVキットでは、EPが、等間隔で配置された9つの0.016インチ(約0.4mm)径のめっきスルーホールを使用して下側のグランドプレーンに接続されます。

グランドプレーンの間隙に応じて、IF経路にある大きい表面実装パッドでは、寄生並列容量を低減するためにパッドの下側のグランドプレーンを除去する必要があるかもしれません。

## EVキットの変更

RF入力とLO入力は、広帯域で整合されているため、1700MHz~2200MHzのRF範囲(1900MHz~2400MHzのLO範囲)においてはいかなる周波数に対しても回路変更は不要です。

異なるIFに合わせた再調整は、周波数に応じてIFプルアップインダクタの値を増減してスケール変換するのと同様に簡単です。IF出力は、コンデンサと並列な200Ω(差動)として見えます。容量は、IC、プリント基板、外付けIF部品の組合せに起因します。ICに起因する容量はグランドに対して約2pF(差動で1pF)ですが、プリント基板と外付け部品に起因する容量はグランドに対して

約0.75pFです。全容量2.75pFとバイアスインダクタL1とL2によって、所要の周波数で共振します。インダクタの値を決定するためには、次式を使用してください。

$$f_{IF} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

IF出力は約140MHzで動作するように調整されるため、470nHのインダクタが使用されます。IF周波数が低い(すなわち、部品の値が大きい)場合、ケースサイズの大型化が避けられなければこれを犠牲にして部品のQ値を維持してください。

デバイスのDC電流は低減することができますが、性能が低下します。電流の低減は、R1とR2の値を増加することによって行うことができます。抵抗器R1はIFアンプの電流を設定しますが、R2はミキサコアを駆動するLOバッファの電流を設定します。

R1を806Ωに設定しR2を549Ωに設定すると、IF電流とLO電流がそれぞれ100mAと90mAになります。これ以外に約24mAの電流が他の回路で使用されますが、これを低減することはできません。これらの電流を調整して半分に低減するためには、R1とR2の値を2倍にしてください。こうすると、電流が約120mAに減少しますが、利得とIP3はそれぞれ約0.35dBと4.7dB減少します。電流の減少によって、他の性能値のいくつかは低下または向上します。

デバイスのリニアリティはIFアンプとミキサをカスケード接続した結果の性能であるため、希望する最低電流で最高のIP3が得られるよう適正なR1とR2の組合せを注意して選択してください。

## 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	WEBSITE
Coilcraft	800-322-2645	www.coilcraft.com
Digi-Key	800-344-4539	www.digikey.com
Johnson	507-833-8822	www.johnsoncomponents.com
Mini-Circuits	718-934-4500	www.minicircuits.com
Murata	770-436-1300	www.murata.com

注: 部品メーカーにお問い合わせする際にはMAX9996を使用していることをお知らせください。

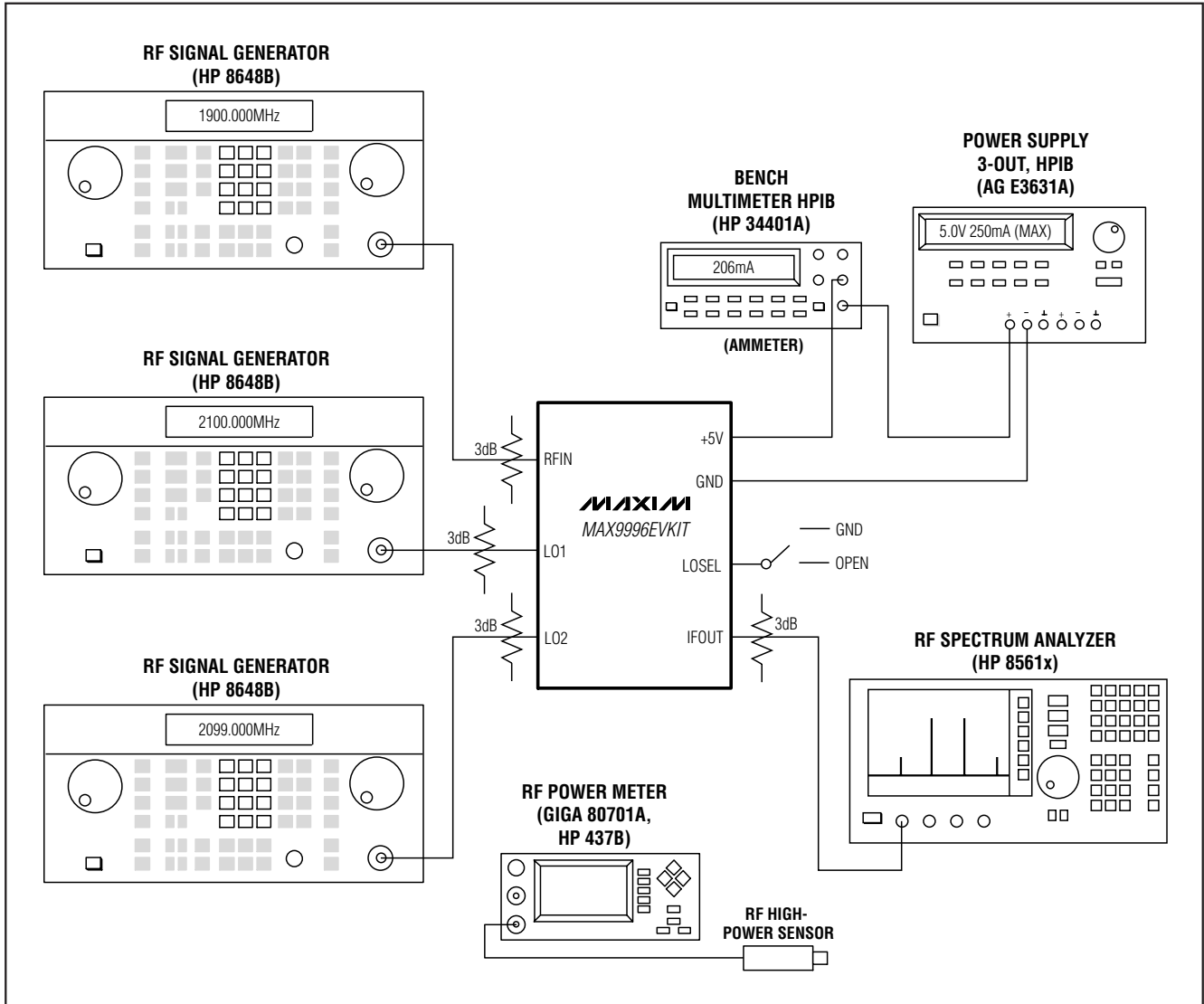


図1. 試験セットアップ図

# MAX9996の評価キット

Evaluates: MAX9996

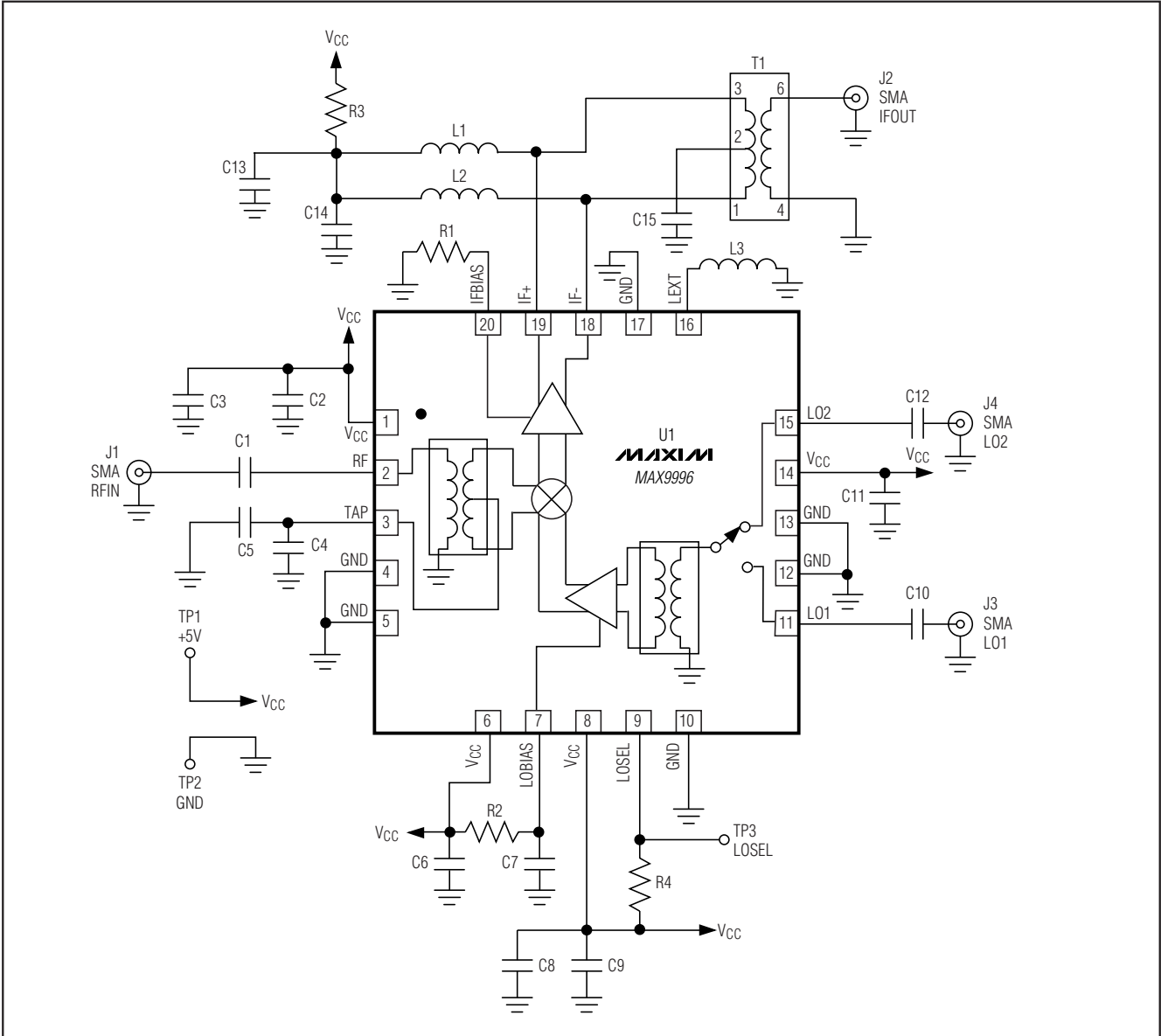


図2. MAX9996のEVキットの回路図

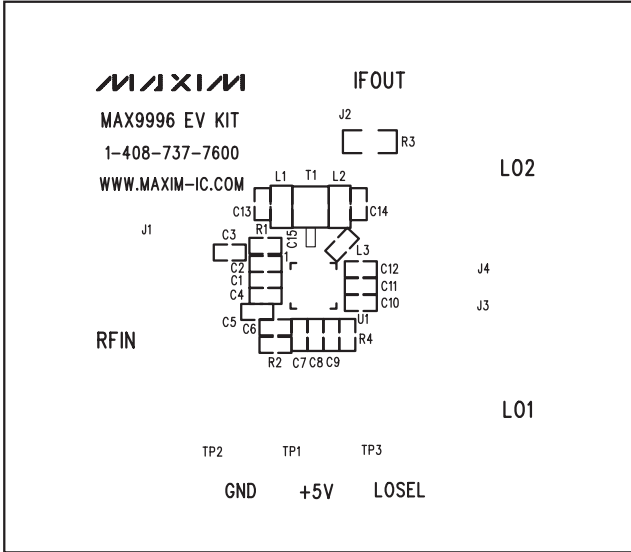


図3. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 上面シルクスクリーン

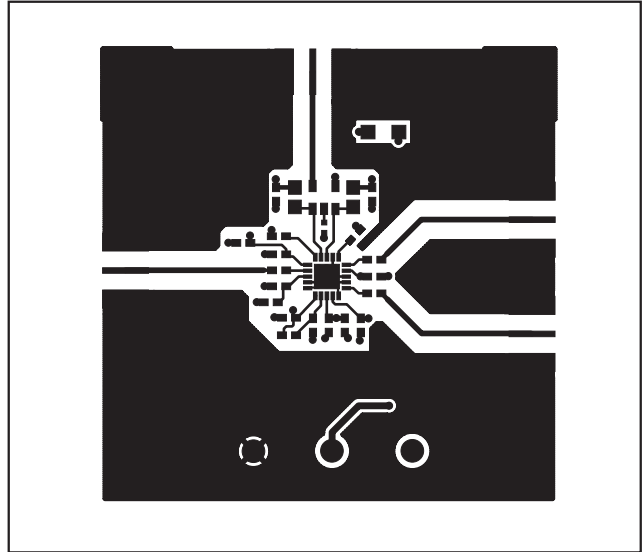


図5. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 上層の金属

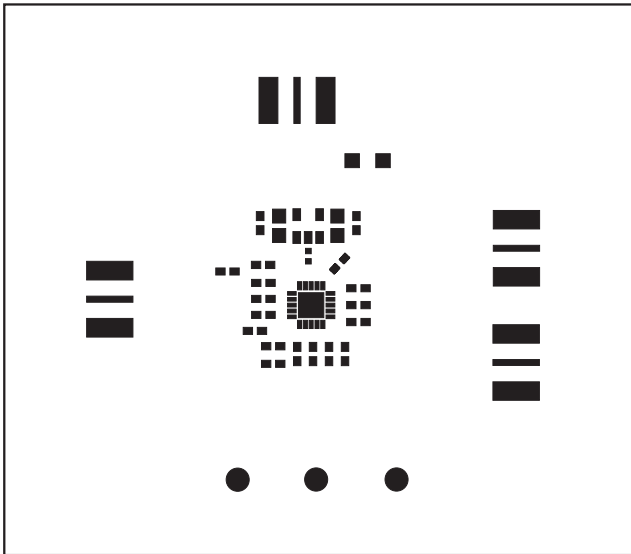


図4. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 上面の半田マスク

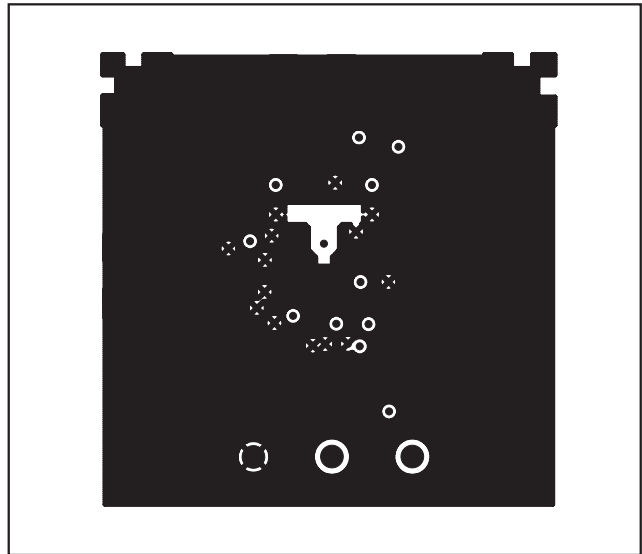


図6. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 内層2(GND)

# MAX9996の評価キット

Evaluates: MAX9996

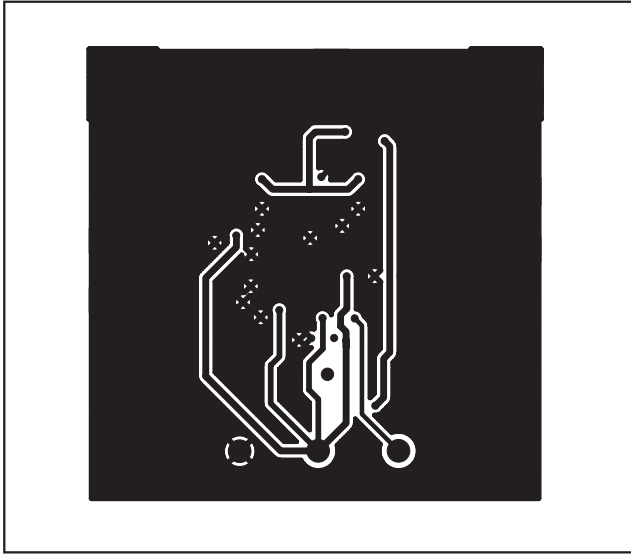


図7. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 内層3(配線)

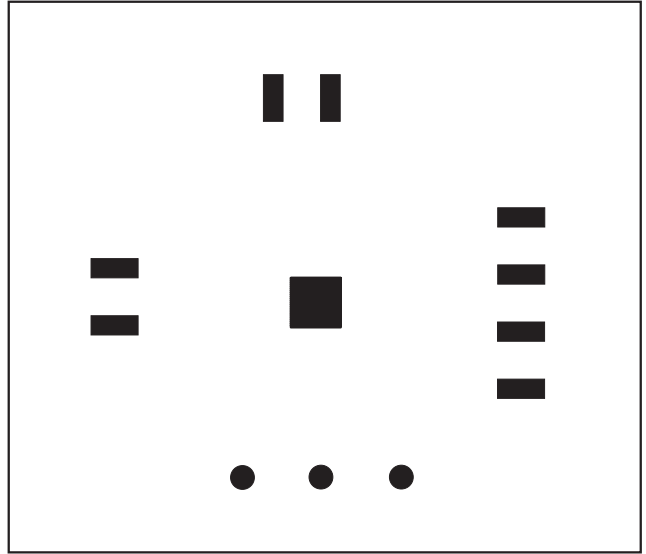


図9. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 下面の半田マスク

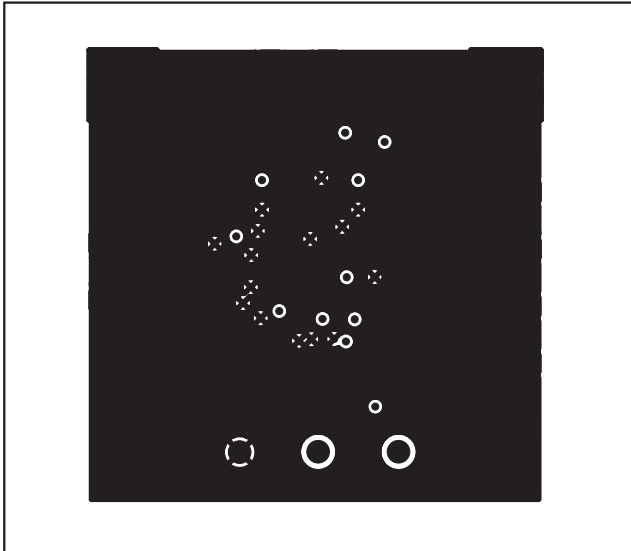


図8. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 下層の金属

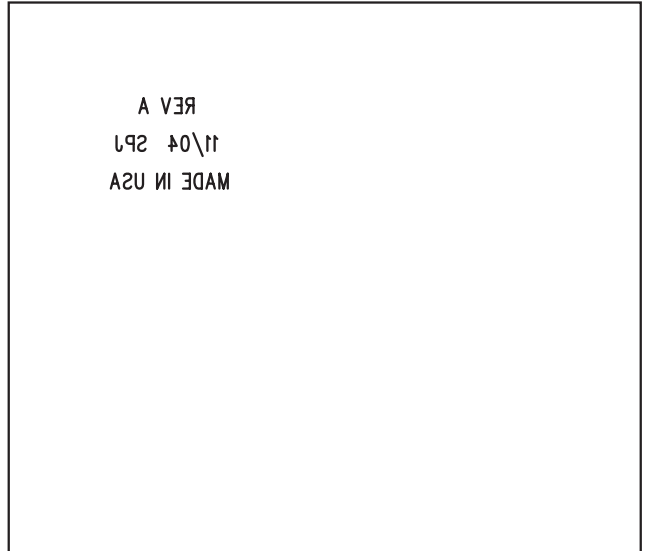


図10. MAX9996のEVキットのプリント基板レイアウト — 下面シルクスクリーン

## 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。

8 \_\_\_\_\_ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2005 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved.

**MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.