



## MAX9986の評価キット

**Evaluates: MAX9986**

### 概要

MAX9986の評価キット(EVキット)は、815MHz～995MHzの基地局ダウンコンバージョンミキサ MAX9986の評価を容易にします。このEVキットは完全実装および出荷時試験済みです。このEVキットの入力/出力ポートには50Ωの標準SMAコネクタを装備しているため、テストベンチでの評価を迅速かつ容易にします。

このドキュメントでは、デバイスを評価するために必要な試験機器リスト、機能検証用の簡単明瞭な試験手順、EVキット回路の説明、回路図、EVキットの部品表(BOM)、およびプリント基板の各層ごとのアートワークを紹介します。

このキットの価格や入手性については、0120-551-056のマキシムダラスダイレクト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周波数範囲：815MHz～995MHz
- ◆ LO周波数範囲：960MHz～1180MHz
- ◆ IF周波数範囲：50MHz～250MHz
- ◆ 変換利得：10dB
- ◆ IIP3：23.6dBm
- ◆ ノイズ指数：9.3dB
- ◆ LOバッファを内蔵
- ◆ スイッチで選択可能(SPDT)、2つのLO入力
- ◆ LO駆動：-3dBm～+3dBm
- ◆ LO1/LO2間アイソレーション：49dB
- ◆ 入力/出力ポートに50ΩのSMAコネクタ装備
- ◆ シングルエンドIF出力の4：1バラン

### 型番

PART	TEMP RANGE	IC PACKAGE
MAX9986EVKIT	T <sub>C</sub> = -40°C to +85°C**	20 Thin QFN-EP*

\*EP = エクスポートドパッド

\*\*T<sub>C</sub> = ケース温度

### 部品リスト

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1	1	10pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitor (0603) Murata GRM1885C1H100J
C2, C4, C7, C8, C10, C11, C12	7	82pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitors (0603) Murata GRM1885C1H820J
C3, C5, C6, C9, C13, C14	6	0.01μF ±10%, 50V X7R ceramic capacitors (0603) Murata GRM188R71H103K
C15	1	220pF ±5%, 50V C0G ceramic capacitor (0402) Murata GRM1555C1H221J
J1– J4	4	PC board edge-mount SMA RF connectors (flat-tab launch) Johnson 142-0741-856

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
L1, L2	2	330nH ±5% wire-wound inductors (0805) Coilcraft 0805CS-331XJBC
L3	1	30nH ±5% wire-wound inductor (0603) Coilcraft 0603CS-30NXJBC
R1	1	953Ω ±1% resistor (0603) Any
R2	1	619Ω ±1% resistor (0603) Any
R3	1	3.57Ω ±1% resistor (1206) Digi-Key 311-3.57FCT-ND
R4	1	47kΩ ±5% resistor (0603)
T1	1	4:1 transformer (200:50) Mini-Circuits TC4-1W-7A



# MAX9986の評価キット

## 部品リスト(続き)

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
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 MAX9986ETP <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

MAX9986のEVキットは、完全実装および出荷時試験済みです。適切なデバイス評価を実現するには、「接続およびセットアップ」の項の指示に従います。

## 必要とする試験機器

この項では、MAX9986の動作を検証するのに推奨される試験機器を挙げます。専らガイドが目的であり、置換えが可能な場合もあります。

- +5.0Vおよび300mAを供給可能なDC電源1台
- 700MHz～1500MHzの周波数範囲で10dBmの出力パワーを供給可能なRF信号発生器(HP 8648)3台
- 最低100kHz～3GHzの周波数範囲を備える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

## 接続およびセットアップ

この項では、EVキットの基本機能を試験するためのステップバイステップのガイドを行います。高いVSWR負荷の駆動による出力の損傷を防ぐための一般的な注意として、すべての接続が完了するまでは、DC電源またはRF信号発生器をターンオンしないでください。

この手順は、160MHz IFのためのハイサイド注入のLOによる910MHzのRF周波数での動作に限定されます。特定システムの周波数プランに基づいて試験周波数を選択し、それに応じて以下の手順を調整します。ミキサの試験セットアップ図については、図1を参照してください。

- 1) パワーメータを910MHzに較正します。安全マージンを確保するために最低+20dBm定格のパワーセンサを使用するか、または必要に応じてパワーヘッドを保護するためにパッドを使用します。
- 2) 3つの各RF信号発生器のSMAケーブルのDUT側両端に3dBのパッドを接続します。このパッドによってVSWRを改善し、不整合による誤差を低減します。
- 3) パワーメータを使って、以下に従ってRF信号発生器を設定します。
  - RF信号源：910MHzをDUTに-5dBmとして入力(3dBパッドの前段では約-2dBm)
  - LO1信号源：1070MHzをDUTに0dBmとして入力(3dBパッドの前段では約3dBm)
  - LO2信号源：1069MHzをDUTに0dBmとして入力(3dBパッドの前段では約3dBm)
- 4) 信号発生器出力をディセーブルします。
- 5) (パッド付きの)RF源をRFINに接続します。
- 6) LO1およびLO2の信号源をEVキットのLO1入力とLO2入力にそれぞれ接続します。
- 7) 3dBパッドおよびIFOUTに接続されるケーブルの損失を測定します。損失は周波数に依存するため、160MHz(IF周波数)でこの試験を行います。すべての出力パワー/利得の計算において、この損失をオフセットとして扱います。
- 8) この3dBパッドをEVキットのIFOUTコネクタに接続し、ケーブルをパッドとスペクトルアナライザの間に接続します。

- 9) DC電源を+5.0Vに設定して、可能な場合には約300mAの電流制限値を設定します。出力電圧をディセーブルして、(必要な場合は電流計を通じて)電源をEVキットに接続します。電源をイネーブルします。EVキット側で+5.0Vとなるように電源を再調整します。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に接続して、LO1を選択します。
- 11) LOとRF源をイネーブルします。

### ミキサの試験

160MHzにおけるIF出力トーンを観測するために、スペクトルアナライザのセンターとスパンを調整します。そのレベルは、約+2.0dBmになるはずです(10dBの変換利得、3dBのパッド損失)。159MHzでのトーンもあります。このトーンはLO2に印加されるLO信号から発生するものです。160MHzと159MHzの信号間の抑圧量は、LOスイッチのアイソレーションです。なお、スペクトルアナライザの絶対振幅精度は、標準で±1dB位です。高精度が必要な場合は、パワーメータを使って絶対シングルトーンパワーレベルを測定します。

LOSELとのGND接続を切断します。すると実装されたプルアップ抵抗によってLOSELはハイにプルされ、LO2が選択されます。159MHz信号が増大する一方、160MHz信号が低下することを確認します。必要に応じてツートーンIP3を測定するには、結合器またはハイブリッドを使って2つのRF信号をRFINに印加して、試験セットアップを再設定します。未使用のLO入力は50Ωで終端します。

### 詳細

MAX9986は、RFおよびLOバラン、LOバッファ、IFアンプ、および単極双投(SPDT)LO入力選択スイッチを内蔵する高リニアリティダウンコンバータです。このEVキットの回路は、主に電源デカップリングコンデンサ、DCプロッキングコンデンサ、IFバラン、および誘導性チョークから構成されています。MAX9986のEVキットの回路によって完全な解析、およびデザインインが可能です。

### 電源デカップリングコンデンサ

コンデンサC2、C7、C8、およびC11は、高周波ノイズをフィルタリングするために使用される82pFの電源デカップリングコンデンサです。C3、C6、およびC9は、電源の低周波ノイズをフィルタリングするために使用されるこれより大容量の0.01μFのコンデンサです。

### DCプロッキングコンデンサ

MAX9986は、RFおよびLO入力にバランを内蔵しています。これらの入力のDCにおける抵抗はほぼゼロΩであるため、DCプロッキングコンデンサのC1、C10、

およびC12を使って、外部バイアスがグランドに直接シャントされることを防ぐことができます。

### LOバイアスおよび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R1(953Ω ±1%)とR2(619Ω ±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中に綿密に選択されました。R1とR2の値を大きくすると、DC電流を低減することができますが、デバイスは低性能レベルで動作することになります(「EVキットの改造」の項を参照)。

### 電流制限抵抗

抵抗R3は電源での電流制限用に使用され、標準で60mWを消費します。

### TAP回路

コンデンサC5は、2次の相互変調積をなくすことに役立ちます。

### LEXT

30nHの巻線インダクタのL3によってLO-IFおよびRF-IFのアイソレーションを改善します。アイソレーションが重要でない場合は、この端子をグランドに接続することができます。

### IF±

MAX9986は、IP2のシステム性能を向上する差動IF出力を採用しています。このEVキットは4:1のバランを使って、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、ベンチ評価を容易にします。このEVキットは、IF出力アンプへDCバイアスを供給する誘導性チョークL1およびL2、電源のフィルタリングを行うためのC13およびC14、電流制限用のR3を備えています。

差動IF出力は比較的ハイインピーダンス(200Ω)であるため、部品の寄生成分からの影響をより強く受けます。通常、付随するシャントCの寄生を低減するために、大きな部品の真下にあるグランドプレーンを除去することを推奨します。

### LOSEL

このEVキットは、LOポートの選択を容易にするために47kΩのプルアップ抵抗を内蔵しています。TP3をグランドするとLO1が選択され、TP3をオープン状態にすると、LO2が選択されます。TP3を外部ソースから駆動するには、MAX9986デバイスのデータシートにおいて要求される制限値に従います。+5Vの電源電圧を印加せずに、ロジックレベルの電圧をLOSELに印加しないでください。印加を行うと、内蔵の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。

# MAX9986の評価キット

## レイアウトについて

MAX9986の評価ボードは基板レイアウトのガイドとなります。熱設計およびICの近くの部品配置については、細心の注意を払ってください。MAX9986パッケージのエクスポートドパッド(EP)はデバイスからの熱を伝導し、グランドプレーンとローインピーダンスの電気接続を行います。このEPは、低い熱および電気インピーダンスの接触で、プリント基板のグランドプレーンに取り付ける必要があります。理想的には、パッケージの裏面をプリント基板上の表面層の金属グランドプレーンに直接半田付けして、これを実現します。あるいは、EPの真下にあるメッキされた複数ビアのアレイを使って、EPを内層または最下面のグランドプレーンへ接続することができます。MAX9986のEVキットは、EPを低層のグランドプレーンに接続するために、等間隔に配置された直径0.016インチのメッキされた9個のスルーホールを使用します。

グランドプレーンの層間隔に依存しますが、寄生シャント容量を低減するために、場合によってはIF経路における大きな表面実装パッドの下にあるグランドプレーンを除去する必要があります。レイアウトは、L1、L2、およびL3からの結合を最小限に抑制するようなレイアウトにする必要があります。

## EVキットの改造

RFおよびLO入力は広帯域において整合されています。このため、815MHz～995MHzのRF帯(LO帯では960MHz～1180MHz)内の周波数で使用される回路を改造する必要はありません。

別のIFへの変更は、IF用フルアップインダクタ値を周波数に合わせて増減して、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の差動の200Ωとして見えます。容量値はIC、プリント基板、および

外付けIF部品の組合せに基づきます。ICの容量値はグランドに対して約1pF(差動0.5pF)であり、またプリント基板および外付け部品の容量値はグランドに対して約1pFです。この合計2pFの容量値は、ビアのインダクタL1およびL2によって対象の周波数で共振を起こします。このインダクタ値を求めるには、次式を使用します。

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

IF出力は約200MHzでの動作に同調されているため、330nHのインダクタを使用します。これより低いIF周波数の場合は(すなわち部品の値が大きい場合)、これが不可避の場合を除き、ケースサイズの大型化を代償として部品のQの値を維持します。

デバイスのDC電流を低減することができますが、性能は低下します。R1およびR2の値を大きくすると、電流が低減します。抵抗R1によってIFアンプの電流を設定し、またR2によって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953Ω、R2を619Ωに設定すると、それぞれ130mAおよび71mAのIF電流とLO電流になります。約21mAのその他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。これらの調整可能な電流を半減するには、R1およびR2の値を2倍にします。これを実行すると電流は約130mAに低減しますが、利得およびIP3はそれぞれ約0.3dBと2.5dB低下します。他的一部の性能値は、電流の低減によって低下または向上します。

デバイスのリニアリティはIFアンプおよびミキサのカスケード接続された性能の結果であるため、希望する最低電流で最高のIP3をもたらすR1およびR2の適切な組合せを綿密に選択します。

## 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	WEBSITE
Coilcraft	800-322-2645	<a href="http://www.coilcraft.com">www.coilcraft.com</a>
Digi-Key	800-344-4539	<a href="http://www.digikey.com">www.digikey.com</a>
Johnson	507-833-8822	<a href="http://www.johnsoncomponents.com">www.johnsoncomponents.com</a>
Mini-Circuits	718-934-4500	<a href="http://www.minicircuits.com">www.minicircuits.com</a>
Murata	770-436-1300	<a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>

注：これらの部品メーカーにお問い合わせする際には、MAX9986を使用していることをお知らせください。

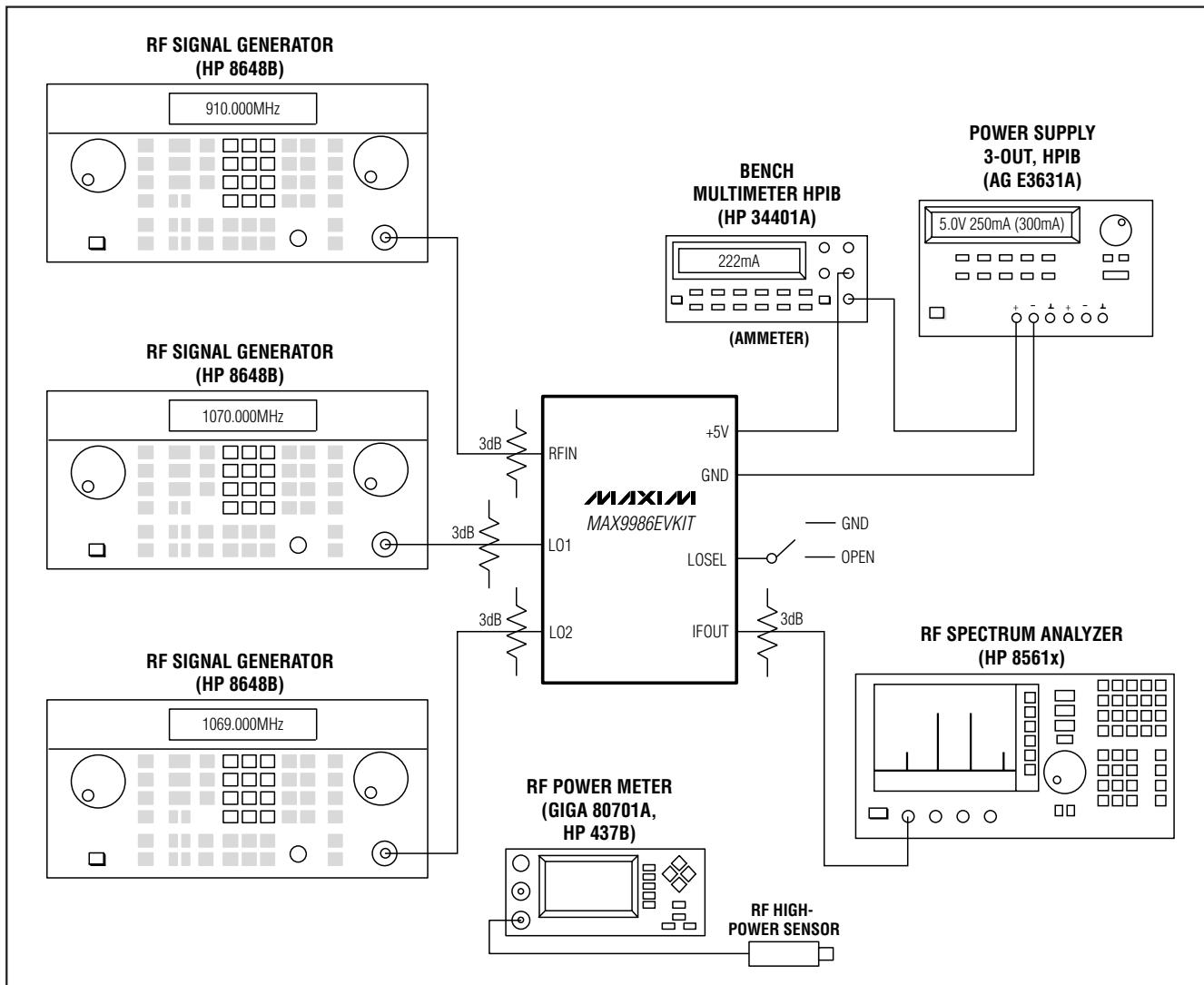


図1. 試験セットアップ図

# MAX9986の評価キット

## Evaluates: MAX9986

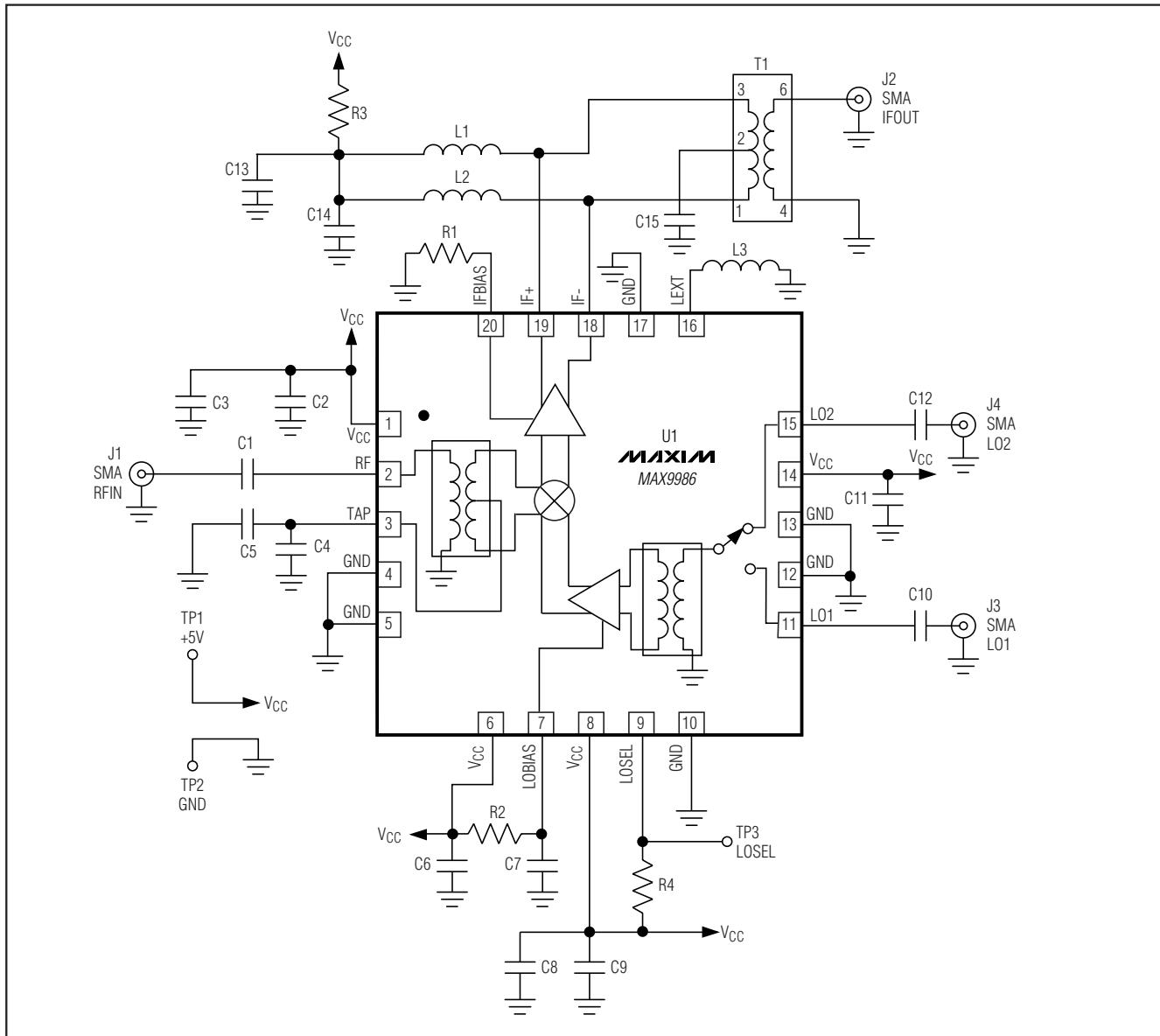


図2. MAX9986のEVキット回路図

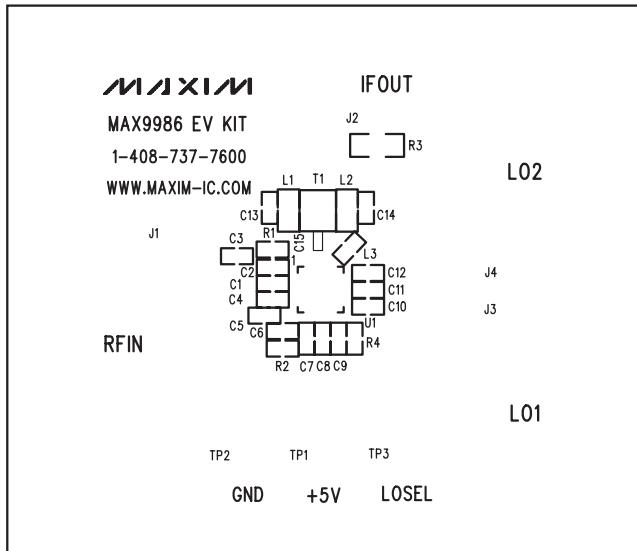


図3. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト — 表面層のシルクスクリーン

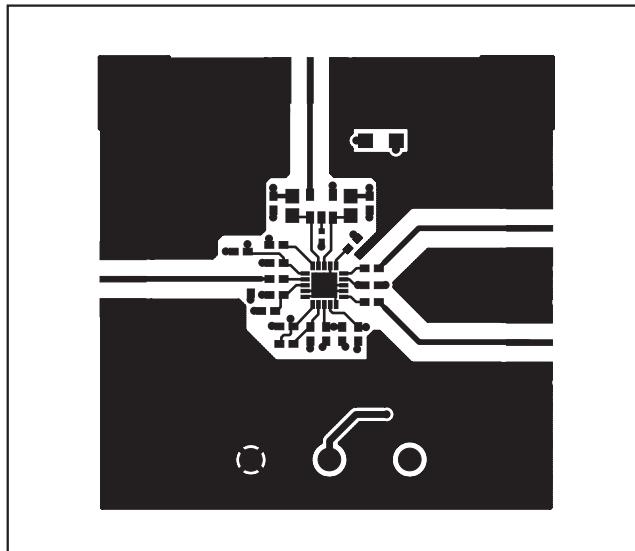


図5. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト — 表面層のメタル

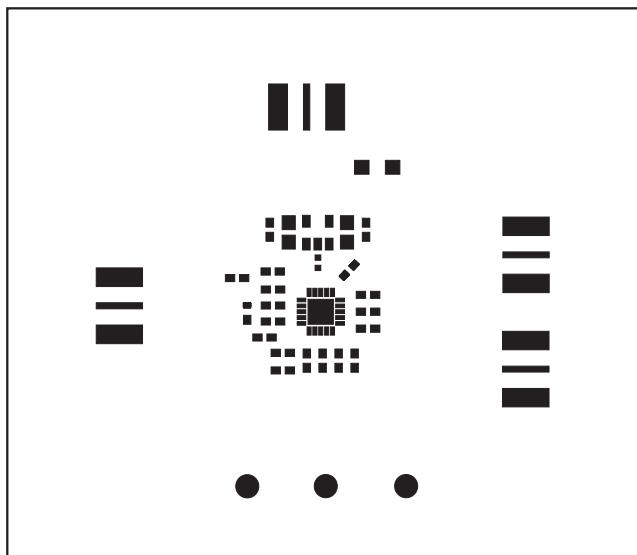


図4. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト — 表面層の半田マスク

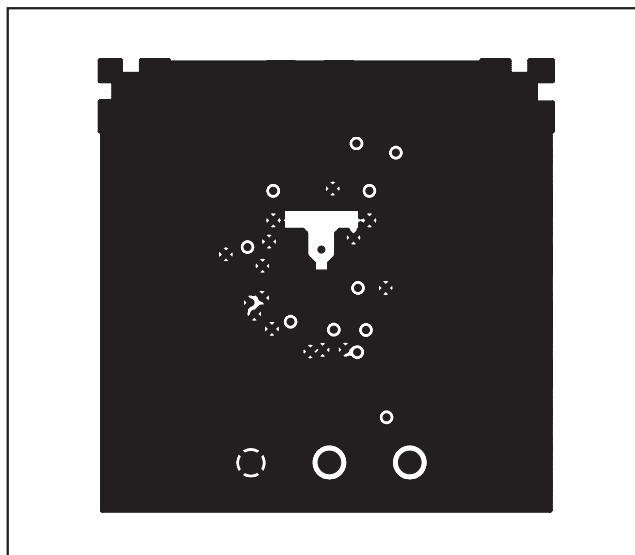


図6. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト — 内層2(GND)

## MAX9986の評価キット

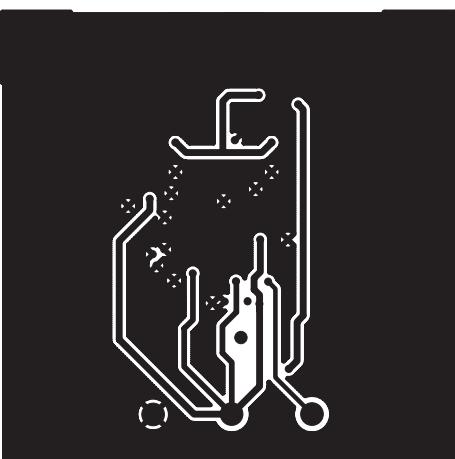


図7. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト —  
内層3(配線)

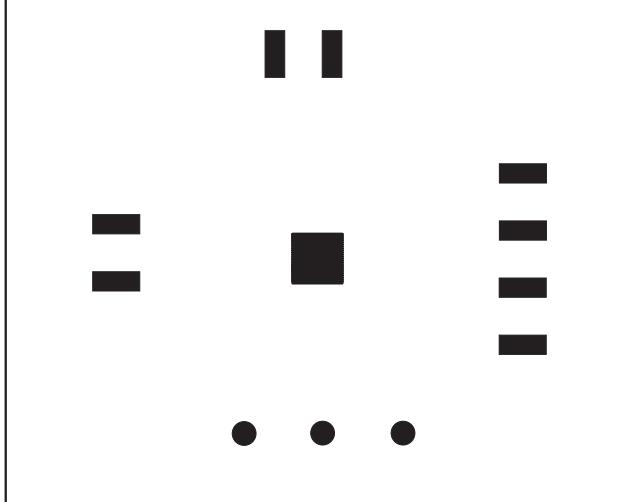


図9. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト —  
裏面層の半田マスク

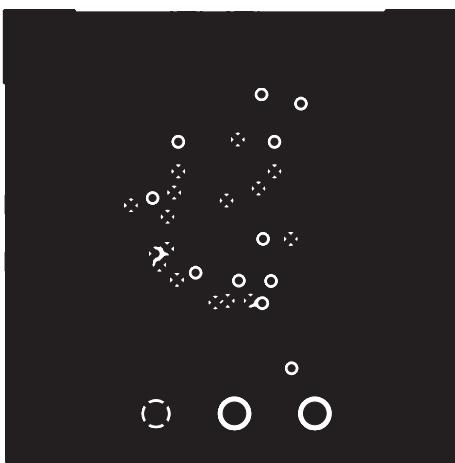


図8. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト —  
裏面層(メタル)

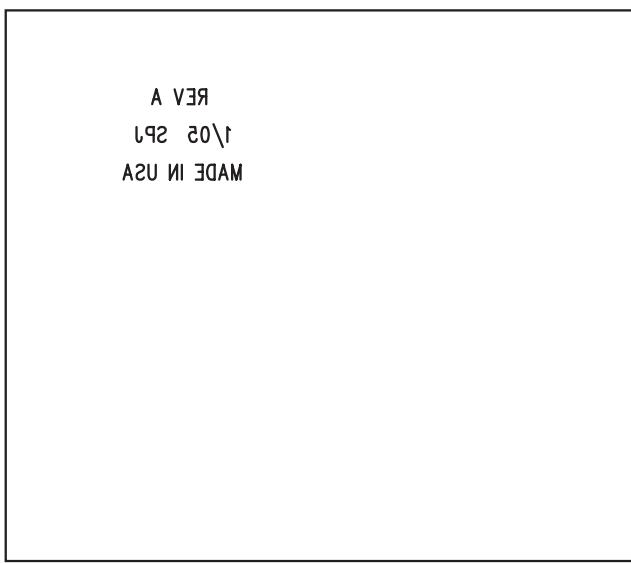


図10. MAX9986のEVキットのプリント基板レイアウト —  
裏面層のシルクスクリーン

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。

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, Inc.