

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

概要

水晶リファレンスを使用したフェーズロックループ(PLL) VHF/UHFトランスミッタのMAX7044は、OOK/ASKデータの300MHz~450MHzの周波数範囲の送信用として設計されています。MAX7044は、2.7Vの電源電圧時に7.7mAの低消費電流で、最大100kbpsのデータ転送速度をサポートし、50Ω負荷に対して最大+13dBmの出力パワーを供給します。

MAX7044の水晶ベースのアーキテクチャは、より深い変調度、より高速な周波数セトリング、送信周波数のより広い許容範囲、および温度依存性の減少を提供することによって、SAWベースのトランスミッタ共通の多くの問題を解消します。また、MAX7044は、+2.1V~+3.6Vの低電源電圧動作を特長としています。これらの改良によって、MAX1470またはMAX1473などのスーパーヘテロダインレシーバと共にMAX7044を使用することで、より良好なレシーバの総合性能を向上させることが可能です。

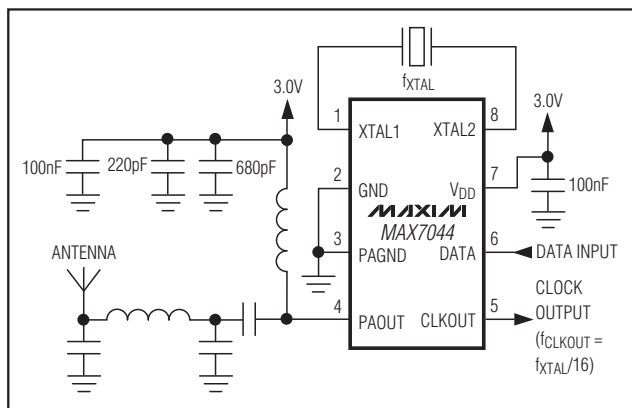
簡単な、単一入力のデータインタフェース、および水晶周波数の1/16のバッファされたクロック出力によって、MAX7044は、ほぼすべてのマイクロコントローラまたはコードホッピングジェネレータとの互換性を持っています。

MAX7044は、8ピンSOT23パッケージで提供され、-40°C~+125°Cの自動車用温度範囲で規定されています。

アプリケーション

- リモートキーレスエントリ(RKE)
- タイヤ空気圧の監視(TPM)
- セキュリティシステム
- ガレージ扉開閉器
- RFリモートコントロール
- ワイヤレスゲームコンソール
- コンピュータ用ワイヤレス周辺機器
- ワイヤレスセンサ

標準アプリケーション回路



特長

- ◆ 単一電源動作：+2.1V~+3.6V
- ◆ 送信データフォーマット：OOK/ASK
- ◆ データ転送速度：最大100kbps
- ◆ 50Ω負荷時出力パワー：+13dBm
- ◆ 低動作電源電流：7.7mA (typ)*
- ◆ 小型、低価格の水晶を使用可能
- ◆ 小型8ピンSOT23パッケージ(3mm x 3mm)
- ◆ 高速オン発振器のスタートアップ時間：250μs

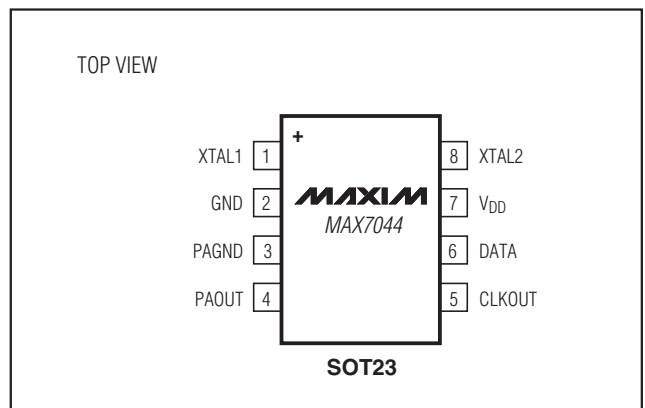
*デューティ・サイクル50%時(315MHz、2.7V電源、+13dBm出力パワー)

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX7044AKA+T	-40°C to +125°C	8 SOT23-8	AEJW

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。
T = テープ&リール

ピン配置



300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

MAX7044

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{DD} to GND	-0.3V to +4.0V	Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
All Other Pins to GND	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)	Storage Temperature Range	-60°C to +150°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		Junction Temperature	+150°C
8-Pin SOT23 (derate 8.9mW/°C above +70°C).....	714mW	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.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Typical Application Circuit, all RF inputs and outputs are referenced to 50Ω, V_{DD} = +2.1V to +3.6V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = +2.7V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
SYSTEM PERFORMANCE							
Supply Voltage	V _{DD}		2.1		3.6	V	
Supply Current (Note 2)	I _{DD}	f _{RF} = 315MHz	V _{DATA} at 50% duty cycle, (Notes 3, 4)	7.7	14.1	mA	
			PA on (Note 5)	13.8	25.4		
			PA off (Note 6)	1.7	2.8		
		f _{RF} = 433MHz	V _{DATA} at 50% duty cycle, (Notes 3, 4)	8.0	14.4		
			PA on (Note 5)	14.0	25.7		
			PA off (Note 6)	1.9	3.1		
Standby Current	I _{STDBY}	V _{DATA} < V _{IL} for more than WAIT time (Notes 4, 7)	T _A < +25°C	40	130	nA	
			T _A < +125°C	550	2900		
Frequency Range (Note 4)	f _{RF}		300		450	MHz	
Data Rate (Note 4)			0		100	kbps	
Modulation Depth (Note 8)		ON to OFF P _{OUT} ratio		90		dB	
Output Power, PA On (Notes 4, 5)	P _{OUT}	f _{RF} = 300MHz to 450MHz	T _A = +25°C, V _{DD} = +2.7V	9.6	12.5	15.4	dBm
			T _A = +125°C, V _{DD} = +2.1V	5.9	9.0	12.0	
			T _A = -40°C, V _{DD} = +3.6V	13.1	15.8	18.5	
Turn-On Time (Note 9)	t _{ON}	Oscillator settled to within 50kHz		220		μs	
		Oscillator settled to within 5kHz		450			
Transmit Efficiency with CW (Notes 5, 10)		f _{RF} = 315MHz		48		%	
		f _{RF} = 433MHz		47			
Transmit Efficiency with 50% OOK (Notes 3, 10)		f _{RF} = 315MHz		43		%	
		f _{RF} = 433MHz		41			

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

MAX7044

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Typical Application Circuit, all RF inputs and outputs are referenced to 50Ω, V_{DD} = +2.1V to +3.6V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = +2.7V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PHASE-LOCKED LOOP (PLL)						
VCO Gain				330		MHz/V
Phase Noise		f _{RF} = 315MHz	f _{OFFSET} = 100kHz	-84		dBc/Hz
			f _{OFFSET} = 1MHz	-91		
		f _{RF} = 433MHz	f _{OFFSET} = 100kHz	-82		
			f _{OFFSET} = 1MHz	-89		
Maximum Carrier Harmonics		f _{RF} = 315MHz		-50		dBc
		f _{RF} = 433MHz		-50		
Reference Spur		f _{RF} = 315MHz		-74		dBc
		f _{RF} = 433MHz		-80		
Loop Bandwidth				1.6		MHz
Crystal Frequency	f _{XTAL}			f _{RF} /32		MHz
Frequency Pulling by V _{DD}				3		ppm/V
Maximum Crystal Inductance				50		μH
Crystal Load Capacitance				3		pF
DATA INPUT						
Data Input High	V _{IH}			V _{DD} - 0.25		V
Data Input Low	V _{IL}				0.25	V
Maximum Input Current				10		μA
Pulldown Current				10		μA
CLKOUT OUTPUT						
Output Voltage Low	V _{OL}	I _{SINK} = 650μA (Note 4)			0.25	V
Output Voltage High	V _{OH}	I _{SOURCE} = 350μA (Note 4)		V _{DD} - 0.25		V
Load Capacitance	C _{LOAD}	(Note 4)			10	pF
CLKOUT Frequency				f _{XTAL} /16		Hz

Note 1: Supply current, output power, and efficiency are greatly dependent on board layout and PAOUT match.

Note 2: Production tested at T_A = +25°C with f_{RF} = 300MHz and 450MHz. Guaranteed by design and characterization over temperature and frequency.

Note 3: 50% duty cycle at 10kbps with Manchester coding.

Note 4: Guaranteed by design and characterization, not production tested.

Note 5: PA output is turned on in test mode by V_{DATA} = V_{CC}/2 + 100mV.

Note 6: PA output is turned off in test mode by V_{DATA} = V_{CC}/2 - 100mV.

Note 7: Wait time: t_{WAIT} = (2¹⁶ × 32)/f_{RF}.

Note 8: Generally limited by PC board layout.

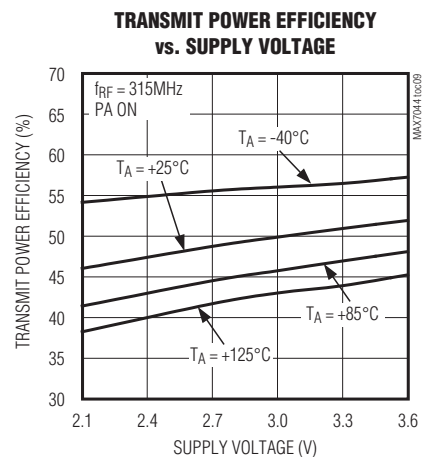
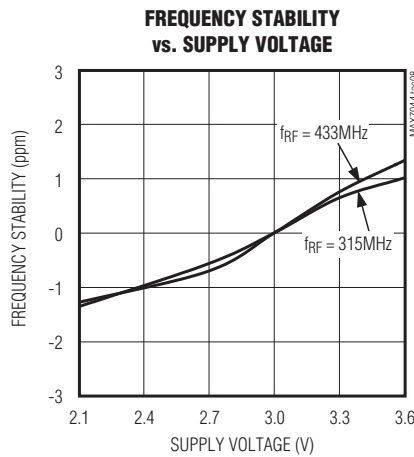
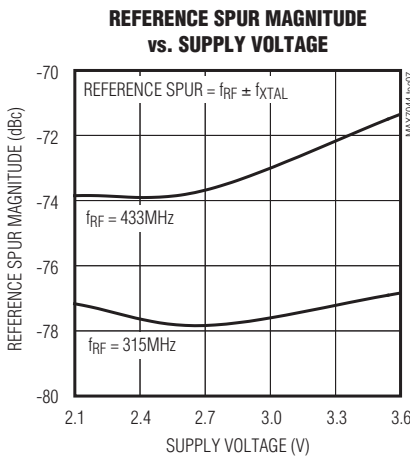
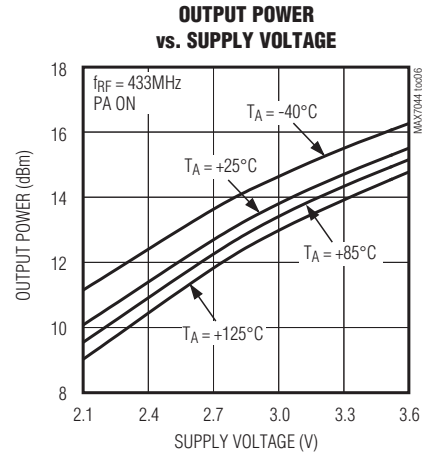
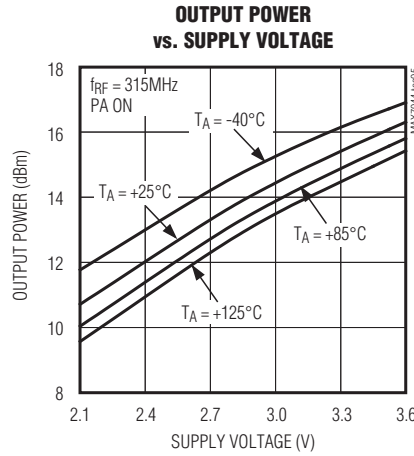
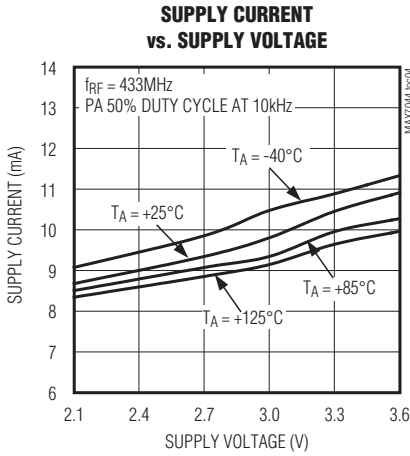
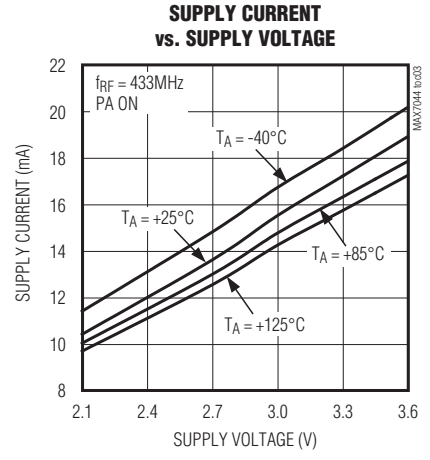
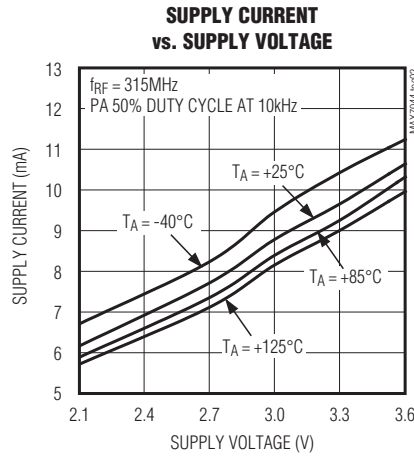
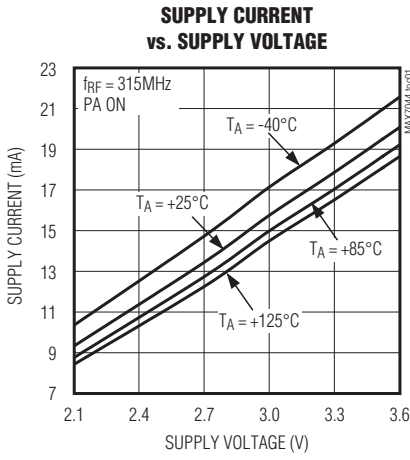
Note 9: V_{DATA} = V_{IL} to V_{DATA} = V_{IH} after V_{DATA} = V_{IL} for WAIT time: t_{WAIT} = (2¹⁶ × 32)/f_{RF}.

Note 10: V_{DATA} = V_{IH}. Efficiency = P_{OUT}/(V_{DD} × I_{DD}).

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

標準動作特性

(Typical Application Circuit, $V_{DD} = +2.7V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

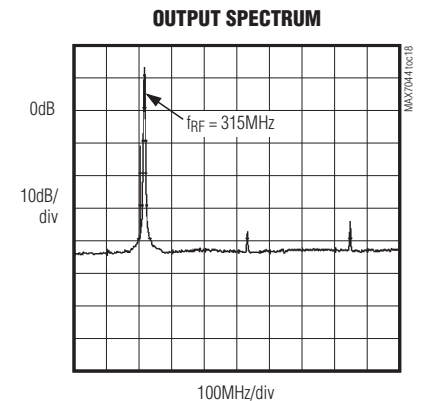
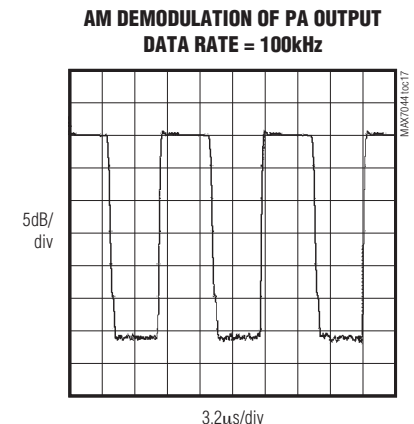
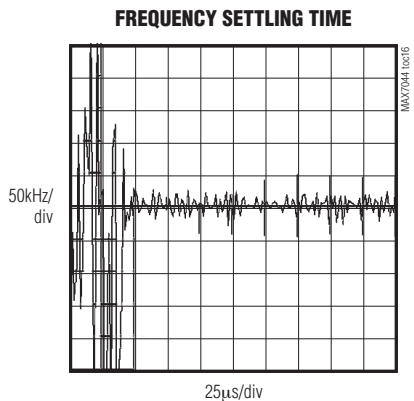
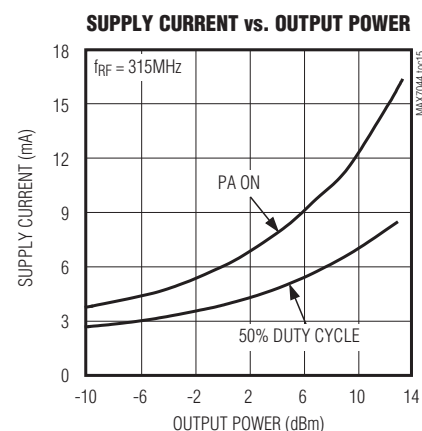
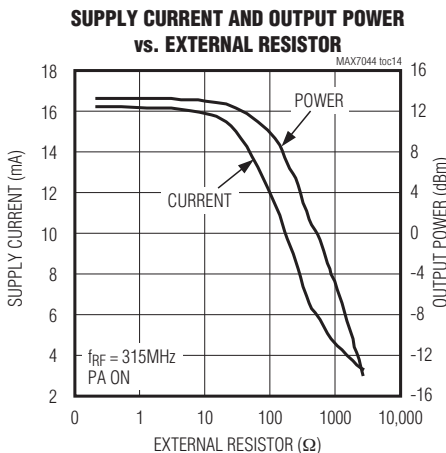
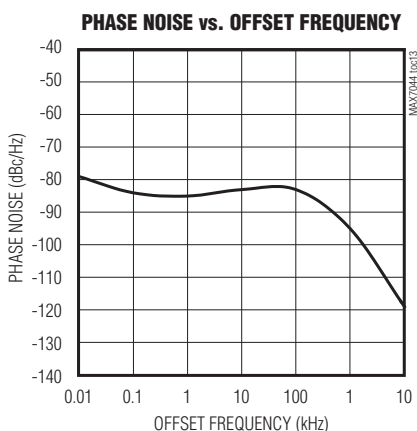
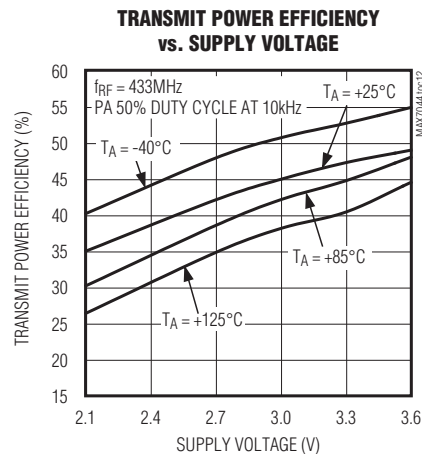
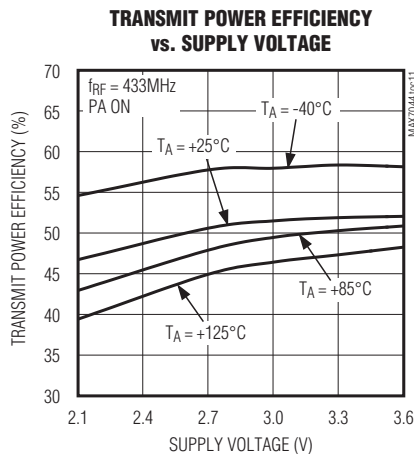
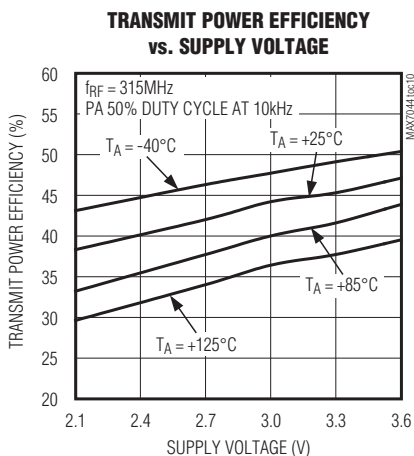


300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

MAX7044

標準動作特性(続き)

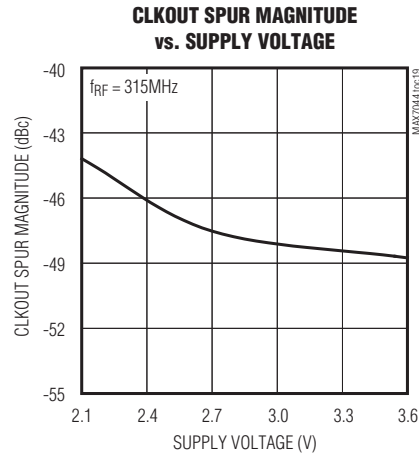
(Typical Application Circuit, $V_{DD} = +2.7V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)



300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

標準動作特性(続き)

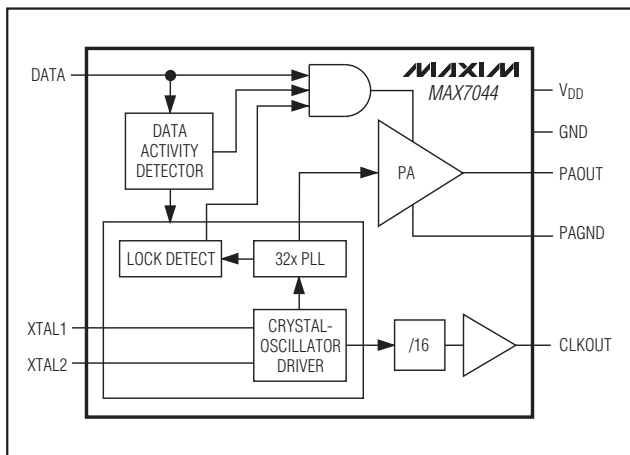
(Typical Application Circuit, $V_{DD} = +2.7V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 1)



端子説明

端子	名称	機能
1	XTAL1	水晶入力1。 $f_{XTAL} = f_{RF}/32$ 。
2	GND	グラウンド。システムのグラウンドに接続してください。
3	PAGND	パワーアンプ(PA)のグラウンド。システムのグラウンドに接続してください。
4	PAOUT	パワーアンプの出力。PA出力は、アンテナの出力整合ネットワークの一部となる電源電圧へのプルアップインダクタが必要です。
5	CLKOUT	バッファ付きクロック出力。CLKOUTの周波数は $f_{XTAL}/16$ です。
6	DATA	OOKデータ入力。DATAはまた、パワーアップ状態を制御します(「シャットダウンモード」の項を参照)。
7	V_{DD}	電源電圧。可能な限り端子の近くに配置した100nFのコンデンサでGNDへバイパスしてください。
8	XTAL2	水晶入力2。 $f_{XTAL} = f_{RF}/32$ 。

ファンクションダイアグラム



詳細

MAX7044は、300MHz~450MHzの周波数帯で動作する高集積ASKトランスミッタです。このICは、送信ソリューションを完成させるための少数の外付け部品を必要とします。MAX7044は、完全なPLLおよび高効率なパワーアンプを内蔵しています。このデバイスは、自動的に低電力のシャットダウンモードになり、データ入力にデータが検出された時にパワーアップします。

シャットダウンモード

MAX7044は、データ(DATA)入力が規定の時間(待ち時間)の期間にトグルされなかった場合にデバイスを低電力モードにする、自動シャットダウンモードを備えています。

待ち時間は、水晶の 2^{16} クロックサイクルです。これは、315MHzのRF周波数の場合に約6.66ms、および433MHzのRF周波数の場合に4.84msの待ち時間に相当します。

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

MAX7044

その他の周波数については、以下の式によって待ち時間を計算してください。

$$t_{\text{WAIT}} = \frac{2^{16} \times 32}{f_{\text{RF}}}$$

ここで、 t_{WAIT} は、シャットダウンまでの待ち時間、 f_{RF} はRF送信周波数です。

デバイスがシャットダウン中の時、DATAの立上がりエッジで水晶およびPLLのウォームアップが開始されます。データ送信が可能になる以前に、水晶およびPLLは、220 μ sのセトリング時間を必要とします。MAX7044の220 μ sのターンオン時間は、水晶発振器のスタートアップ時間が大部分を占めています。発振器が動作を開始すると、1.6MHzのPLLループの帯域幅によって、パワーアンプのトグル期間の高速な周波数回復を可能にしています。

デバイスの動作中、データライン上の各エッジで内部のカウンタはゼロにリセットされ、カウンタは再度カウントを開始します。データライン上でどちらのエッジも検出されない場合、カウンタは、カウント終了値(2^{16} のクロックサイクル)に到達し、デバイスをシャットダウンモードにします。カウンタがカウントを終了する以前に、データライン上にエッジが存在する場合、カウンタはリセットされ、このプロセスは最初から開始されます。

フェーズロックループ

PLLブロックは、位相検出器、チャージポンプ、内蔵型ループフィルタ、VCO、非同期32xクロック分周器、および水晶発振器を内蔵しています。このPLLでは、外付け部品は完全に不要です。キャリアと水晶周波数の関係は次式によって与えられます。

$$f_{\text{XTAL}} = f_{\text{RF}}/32$$

PLLがロックされるまで、ロック検出回路はパワーアンプの送信を抑制します。さらに、このデバイスは、リファレンス周波数が喪失した場合にパワーアンプを停止します。

パワーアンプ(PA)

MAX7044のPAは、高効率、オープンドレイン、スイッチモードのアンプです。PAは、適切な出力整合ネットワークを使用することで、小型ループプリント基板トレースアンテナおよびあらゆる50 Ω アンテナを含む、様々なインピーダンスを駆動することができます。50 Ω の特性インピーダンスを持つアンテナ用の出力整合ネットワークは、「標準アプリケーション回路」中に示されています。出力整合ネットワークは、キャリアの高調波を抑制し、アンテナインピーダンスをPAOUTに最適なインピーダンスに変換します(約125 Ω)。

出力整合ネットワークが適切に調整された時、パワーアンプは高効率にパワーを送信します。「標準アプリケーション回路」では、+2.7Vの電源電圧時に7.7mAの消費電流で+13dBmの電力を送信します。従って、全効率は、パワーアンプ自身の54%以上の効率によって48%となります。

バッファ付きクロック出力

MAX7044は、マイクロコントローラまたは周波数ホッピングジェネレータへの容易なインタフェース用として、バッファ付きのクロック出力(CLKOUT)を提供します。CLKOUTの周波数は、水晶周波数の1/16です。315MHzのRF送信周波数では、9.84375MHzの水晶を使用して615.2kHzのクロック出力が提供されます。433.92MHzのRF周波数では、847.5kHzのクロック出力用として13.56MHzの水晶が使用されます。

デバイスがシャットダウンモードの時、クロック出力は無効です。デバイスは、内部のデータアクティビティ検出器によってシャットダウンモードになります(「シャットダウンモード」の項を参照)。データ入力にデータが検出されると、クロック出力は、約220 μ s後に安定します。

アプリケーション情報

出力パワー調整

抵抗を追加することによって、-15dBmまで出力パワーを調整することが可能です(図1中の R_{PWADJ} を参照)。パワー調整抵抗の追加によって、消費電力も減少します。「標準動作特性」の項中の「Supply Current and Output Power vs. External Resistor (供給電流と出力パワー 対 外付け抵抗)」および「Supply Current vs. Output Power (供給電流 対 出力パワー)」のグラフを参照してください。図1に示すように、低周波および高周波の両方のデカップリングコンデンサの追加は必須です。

水晶発振器

MAX7044の水晶発振器は、XTAL1とXTAL2ピン間に約3pFの容量値を持つものとして設計されています。異なる負荷容量で発振するように設計された水晶が使用される場合、水晶は、意図した動作周波数から引き離され、従って、リファレンス周波数の誤差をもたらします。大きな差動負荷容量で動作するように設計された水晶は、リファレンス周波数をより高く引き上げます。例えば、10pFの負荷容量によって動作するように設計された

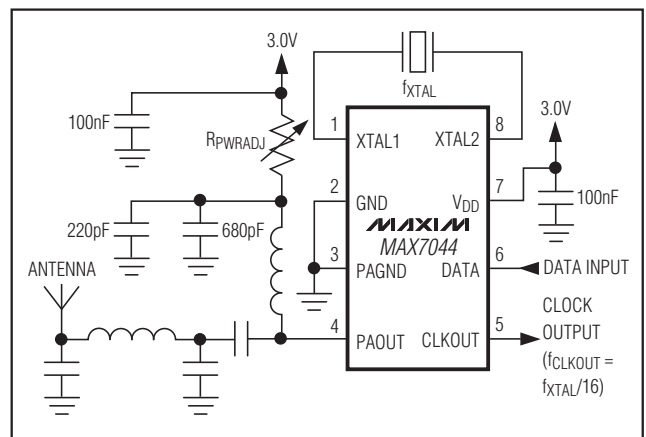


図1. 出力パワー調整回路

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

MAX7044

9.84375MHzの水晶は、MAX7044によって9.84688MHzで発振し、その結果、トランスミッタは、315.0MHzではなく、約100kHzまたは320ppmの誤差を持つ315.1MHzで送信することになります。

事実上、発振器はあらゆる水晶を引き込みます。水晶の固有周波数は、実際には規定の周波数より下ですが、規定の負荷が接続された時、水晶は引き込まれ、規定の周波数で発振します。この引き込みは、負荷容量の規格に計上されています。水晶の電気的パラメータが既知である場合、追加される引き込み量を計算することができます。周波数引き込みは次式によって与えられます。

$$f_p = \frac{C_m}{2} \left(\frac{1}{C_{case} + C_{load}} - \frac{1}{C_{case} + C_{spec}} \right) \times 10^6$$

ここで：

f_p は、ppm単位の水晶体周波数の引き込み量です。

C_m は、水晶の等価容量です。

C_{case} は、ケースの容量です。

C_{spec} は、規格上の負荷容量です。

C_{load} は、実際の負荷容量です。

水晶が規格通りの負荷となる時、すなわち、 $C_{load} = C_{spec}$ の時、周波数引き込みはゼロに等しくなります。

50Ωへの出力整合

MAX7044のPAは、50Ωのシステムに整合している場合、 $V_{DD} = 2.7V$ で、最大+13dBmの出力電力を供給することができます。PAの出力は、外付けのインピーダンス整合および適切なバイアス用プルアップインダクタンスを必要とする、オープンドレインのトランジスタです。PAから V_{DD} へのプルアップインダクタンスは、PA出力の容量成分との共振、PAのバイアスの提供、および V_{DD} へのRFのエネルギー結合を減少させるための高周波チヨークという3つの主要な目的を持っています。出力整合ネットワークのトポロジは、「標準アプリケーション回路」中に示されています。整合ネットワークは、高次の高調波の減衰を提供する帯域通過フィルタを形成することに加えて、PAの出力において、50Ωの負荷を約125Ωに変換します。

プリント基板ループアンテナへの出力整合

使用目的によって、MAX7044のパワーアンプ出力を、小型ループアンテナに整合したインピーダンスにする必要があります。通常、アンテナは、長方形、円形、

または正方形のパターンのプリント基板上の銅トレースで作られています。アンテナは、損失成分と放射成分から成るインピーダンスを持つことになります。高い放射効率を達成するために、損失成分を最小化させながら、放射成分は可能な限り高くする必要があります。さらに、ループアンテナは、ループアンテナに関連する固有のループインダクタンスを持つことになります(アンテナが、グラウンドに終端されていると仮定)。例えば、標準的なアプリケーションにおいて、放射インピーダンスは0.5Ω以下、損失性インピーダンスは0.7Ω以下、インダクタンスは、約50nH~100nHです。

整合ネットワークの目的は、パワーアンプの出力を小型ループアンテナと整合させることです。従って、整合用部品は、アンテナの低い放射、および抵抗性成分を、PA出力の非常に高い値に変換します。これによって、高い効率を得ることができます。小型ループアンテナの低い放射、損失成分は、50Ωのネットワークより高いQの整合ネットワークを構成することになり、従って、高調波が低下します。

レイアウトについて

適切に設計されたプリント基板は、あらゆるRF/マイクロ波回路に必要な不可欠です。パワーアンプの出力で、インピーダンス制御されたラインを使用し、損失と放射を最小化するために、これらを可能な限り短くしてください。高周波では、波長の約1/20以上のトレース長は、アンテナになります。例えば、315MHzで2インチのトレースは、アンテナとして動作する可能性があります。

また、トレースを短くすることは、寄生インダクタンスを減少させます。一般に、1インチのプリント基板のトレースは、20nHの寄生インダクタンスを付加します。寄生インダクタンスは、実効インダクタンスに甚大な影響を及ぼす可能性があります。例えば、100nHのインダクタが接続されている0.5インチのトレースは、10nH、または10%の余分なインダクタンス分を付加します。

寄生インダクタンスを減少させるために、より広いトレースおよび信号トレースの下に、全面グラウンドまたはパワープレーンを使用してください。全面グラウンドプレーンを使用することで、約20nH/インチから約7nH/インチに寄生インダクタンスを減少させることができます。また、すべてのGNDピンを低インダクタンスの接続によってグラウンドに接続し、すべての V_{DD} 接続に近接させたデカップリングコンデンサを配置してください。

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

チップ情報

PROCESS: CMOS

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
8 SOT23	K8SN+1	21-0078

MAX7044

300MHz~450MHz高効率、 水晶ベース、+13dBm ASKトランスミッタ

MAX7044

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
3	6/09	「型番」中の品番の鉛フリーへの変更および「パワーアンプ(PA)」の項中の訂正を実施	1, 7

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

Maximは完全にMaxim製品に組み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。Maxim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。

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