

お客様各位

## 資料中の「ラピスセミコンダクタ」等名称の ラピステクノロジー株式会社への変更

2020 年 10 月 1 日をもって、ラピスセミコンダクタ株式会社の LSI 事業部門は、ラピステクノロジー株式会社へ分割承継されました。従いまして、本資料中にあります「ラピスセミコンダクタ株式会社」、「ラピスセミ」、「ラピス」といった表記に関しましては、全て「ラピステクノロジー株式会社」に読み替えて適用するものとさせていただきます。なお、会社名、会社商標、ロゴ等以外の製品に関する内容については、変更はありません。以上、ご理解の程よろしくお願いいたします。

2020年10月1日  
ラピステクノロジー株式会社

Dear customer

LAPIS Semiconductor Co., Ltd. ("LAPIS Semiconductor"), on the 1<sup>st</sup> day of October, 2020, implemented the incorporation-type company split (shinsetsu-bunkatsu) in which LAPIS established a new company, LAPIS Technology Co., Ltd. ("LAPIS Technology") and LAPIS Technology succeeded LAPIS Semiconductor's LSI business.

Therefore, all references to "LAPIS Semiconductor Co., Ltd.", "LAPIS Semiconductor" and/or "LAPIS" in this document shall be replaced with "LAPIS Technology Co., Ltd."

Furthermore, there are no changes to the documents relating to our products other than the company name, the company trademark, logo, etc.

Thank you for your understanding.

LAPIS Technology Co., Ltd.

October 1, 2020

# ML7416N-060 LSI

## デザインガイド

---

発行日 2015 年 8 月 7 日

## ご注意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) ラピスセミコンダクタは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。  
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もラピスセミコンダクタは負うものではありません。
- 3) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 4) 本資料に記載されております技術情報は、本製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、それをもって、当該技術情報に関するラピスセミコンダクタまたは第三者の知的財産権その他の権利を許諾するものではありません。したがって、上記技術情報の使用に起因して第三者の権利にかかわる紛争が発生した場合、ラピスセミコンダクタはその責任を負うものではありません。
- 5) 本製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など)および本資料に明示した用途への使用を意図しています。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ラピスセミコンダクタへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
  - ・輸送機器(車載、船舶、鉄道など)、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
  - ・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もラピスセミコンダクタはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ラピスセミコンダクタはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、ラピスセミコンダクタは一切の責任を負いません。本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をラピスセミコンダクタの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。

Copyright 2015 LAPIS Semiconductor Co., Ltd.

---

## ラピスセミコンダクタ株式会社

〒222-8575 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-4-8

<http://www.lapis-semi.com>

## はじめに

本デザインガイドではML7416を使って回路設計をする上での注意点、および無線特性の評価条件と測定結果例について記述されています。

本書のほかに対象商品のマニュアルを必要に応じてお読みください。

対象商品

ML7416 (920 MHz 帯)

・本書に記載された名称については、各開発メーカーの商標又は登録商標です。

## 表記法

分 類	表記法	説 明
● 数値	0xnn 0bnnnn	16 進数を表します。 2 進数を表します。
● アドレス	0xnnnn_nnnn	16 進数を表します。(0xnnnnnnnnn を示します)
● 単位	ワード, WORD バイト, BYTE メガ, M キロ, K キロ, k ミリ, m マイクロ, u ナノ, n セカンド, s (小文字)	1 ワード = 32 ビット 1 バイト = 8 ビット $10^6$ $2^{10}=1024$ $10^3=1000$ $10^{-3}$ $10^{-6}$ $10^{-9}$ 秒
● 用語	“H”レベル “L”レベル	電圧の高い側の信号レベルで、電気的特性で規定された $V_{IH}$ 、 $V_{OH}$ の電圧レベルを示します。 電圧の低い側の信号レベルで、電気的特性で規定された $V_{IL}$ 、 $V_{OL}$ の電圧レベルを示します。
● レジスタ説明図	読み書き属性: R は読み出し可能、W は書き込み可能なことを表します。 MSB: 8 ビットのレジスタ(メモリ)の最上位ビット LSB: 8 ビットのレジスタ(メモリ)の最下位ビット	

## 目次

ご注意 .....	I
はじめに.....	II
表記法 .....	III
目次.....	IV
1. バイパスコンデンサの挿入について .....	1
2. 水晶発振回路について .....	3
2.1. 基板上の回路定数（参考値） .....	3
2.2. 水晶発振回路を構成する際の諸注意 .....	4
3. TCXO入力端子について .....	5
4. PLLのループフィルタ定数について .....	6
5. VCOのタンク定数について .....	7
5.1. L1,C1 の決め方について .....	8
5.2. VCOタンク回路を構成する時の諸注意 .....	9
6. RFマッチング定数設計について .....	10
6.1. 送信側マッチング回路について .....	10
6.2. 受信側マッチング回路について .....	11
6.3. 920MHz帯での 250mW出力対応回路について .....	12
7. アンテナスイッチについて .....	13
8. 内蔵ADCについて .....	13
9. 部品の選定について .....	14
10. ボード設計上の諸注意 .....	15
11. 推奨回路例 .....	16
12. 部品表 .....	17
改版履歴.....	21

## 1. バイパスコンデンサの挿入について

電源系統図を図 1.1 に示します。

・電源系統図

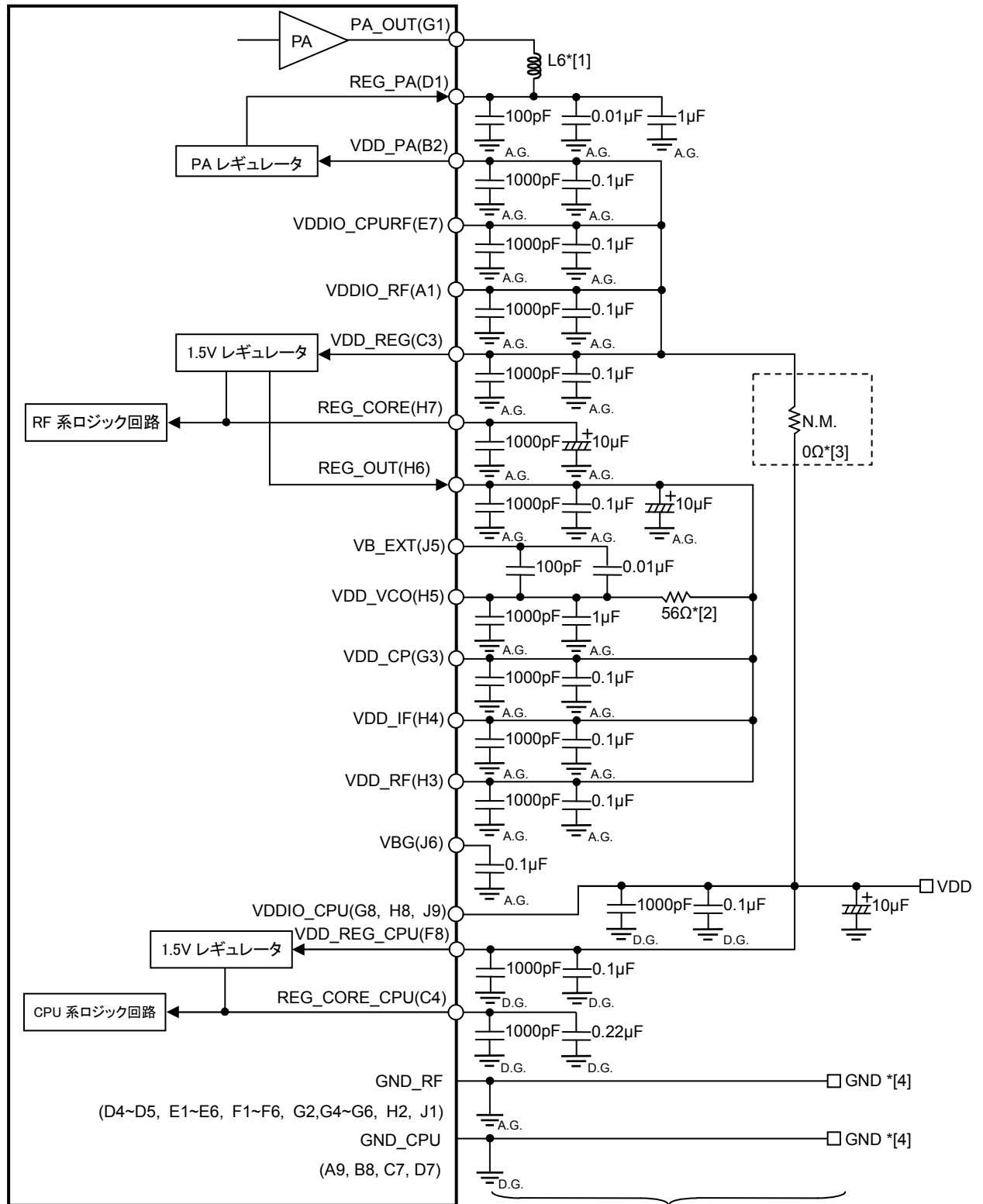


図 1.1 電源系統図



\*[1] IC 内パワーアンプの給電のため、RF チョーク(インダクタ)を介して PA\_OUT(G1)端子に DC 印加が必要です。

\*[2] VDD\_VCO(H5)端子から入り込む電源ノイズは、位相雑音レベルを増加させます。ACPR 特性又はスプリアス特性が不十分な場合には、抵抗(56Ω)を調整することで改善することがあります。

\*[3] RF 系電源への VDD 供給源の接続オプションとして示しています。

\*[4] 分離 GND (GND\_RF,GND\_CPU)の接続は、一点アース接続で共通 GND ノードへ接続することで RF 特性全般が良化することがあります。

バイパスコンデンサを挿入するにあたり、次の事項の配慮をお願いします。

VDD 及び GND 配線は他の信号線よりも幅の広い配線を使用し、配線抵抗を小さくしてください。

1. バイパスコンデンサは LSI ピン直近に配置して下さい。
2. バイパスコンデンサは、容量値の小さいものほど LSI ピン近くに配置して下さい。
3. VDD を印加する端子 (VDDIO\_CPU(G8, H8, J9)端子/VDD\_REG\_CPU(F8)端子)は共通配線とし、いずれの端子にも直接つながるように 10μF 程度のバイパスコンデンサを接続して下さい。コンデンサの種類はリーク電流の少ないタンタルコンデンサを推奨しますが、リーク電流が大きいても良い場合は別の種類でも問題ありません。
4. 1.5Vレギュレータの安定性確保のため、出力端子 (REG\_CORE(3)端子/REG\_OUT(2)端子)に 10μF 程度の容量が必要となります。
5. REG\_CORE(H7)端子/REG\_OUT(H6)端子には、10μF のタンタルコンデンサと並列で 1000pF の積層セラミックコンデンサを接続することを推奨いたします。
6. VBG(J6)端子は、バンドギャップリファレンス回路の基準電圧出力端子です。バンドギャップリファレンス回路が発生するノイズによるキャリア純度悪化を抑制するため、0.1μF の積層セラミックコンデンサを接続して下さい。
7. 一般的にセラミックコンデンサは、温度特性、電圧特性があります。使用電圧、使用温度を考慮し部品の選定をお願いします。バイパスコンデンサとしては CH 特性或いは B 特性を推奨いたします。
8. 本 IC は、低消費電力モード(スリープモード)が搭載されております。このモードでは LSI の消費電流が 2μA 程度となり、バイパスコンデンサのリーク電流が低消費電力化設計に大きな影響を与えます。極力リーク電流の低い部品選定をすることを推奨致します。

## 2. 水晶発振回路について

図 2.1 に標準的な水晶発振回路の構成例を示します。

ML7416 は 2 系統の水晶発振回路があります。32.768kHz、36MHz のそれぞれの水晶発振回路が安定に発振するために、CXIN(F9)、CXOUT(E9)および XIN(J7)、XOUT(J8)の各々の端子にコンデンサが必要です。最終的な定数の決定にあたっては、お客様のボードの浮遊容量も含めて評価を行い決定されることを推奨します。検討する項目としては、励振レベル、発振余裕度、周波数偏差、発振回路起動時間となります。

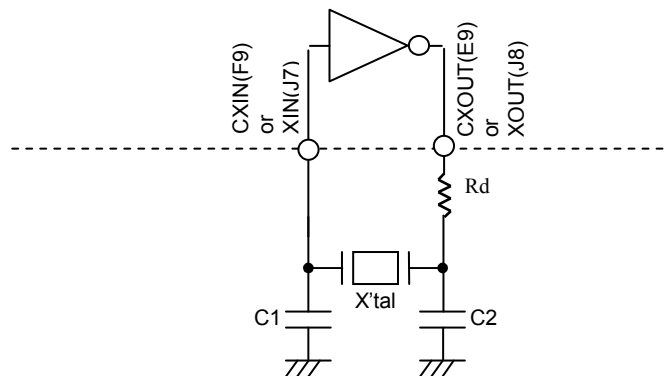


図 2.1 水晶発振回路構成例

### 2.1. 基板上の回路定数(参考値)

実基板にて、水晶振動子メーカーにマッチング特性取得依頼を行うことを推奨致します。  
参考のため、弊社評価ボードにおけるマッチング定数を以下に示します。

表 2.1.1 水晶振動子別のマッチング定数

振動子型名	周波数	等価直列 抵抗 max[Ω]	負荷 容量 (pF)	定数(参考値)			動作条件	
				Rd (Ω)	C1 (pF)	C2 (pF)	電源電圧範囲 VDDIO(V)	温度範囲 (°C)
TFX-03	32.768kHz	90k	9.0	51k	18	18	1.8 to 3.6	-40 to +85
FCX-06	36MHz	60	7	22	4.7	4.7	1.8 to 3.6	-40 to +85
NX2016SA	36MHz	60	6	100	4.7	4.7	1.8 to 3.6	-40 to +85

#### 【注意】

上記の回路定数は、参考値であり、その内容を保証するものではありません。

## 2.2. 水晶発振回路を構成する際の諸注意

水晶発振回路を構成するにあたり、次の事項の御配慮をお願いします。

1. C1, C2 の外付部品値は、使用する水晶振動子の規格により設定する必要があります。
2. 基板の寄生 LCR 成分を減らして安定発振動作を得るため、C1, C2 の外付部品は CXIN(F9), CXOUT(E9), XIN(J7), XOUT(J8)端子のできるだけ近くに配置してください。
3. RF リファレンスクロック 36MHz は、温度変動、電源電圧変動、経年変化を含め  $\pm 20\text{ppm}$  の精度を確保して下さい。
4. 他の信号線と交差させないで下さい。
5. 大電流が流れる信号線を近くに配線しないで下さい。
6. 発振回路のコンデンサの接地点は常に GND と同電位となるようにし、大電流が流れる GND には接続しないで下さい。
7. 発振回路から信号をとりださないで下さい。
8. 水晶振動子の等価直列抵抗(ESR)値により周波数が変動します。RF リファレンスクロック 36MHz の周波数変動が大きい場合には RF 部の ML7396B の【OSC\_ADJ】レジスタ(B0 0x0B)により個別調整を行なってください。

### 3. TCXO入力端子について

使用する TCXO の特性は以下を満足するものをご使用下さい。

- 出力負荷 :  $10\text{k}\Omega/10\text{pF}$
- 出力レベル:  $0.8\text{Vpp}\sim 1.5\text{Vpp}$
- 周波数精度:  $\pm 20\text{ppm}$  以下

内蔵のバイアス回路により TCXO(G7)端子に DC バイアスが印加されております。外付け TCXO と TCXO(G7) 端子間には、下図のように  $1000\text{pF}$  のコンデンサで DC カットをしてください。

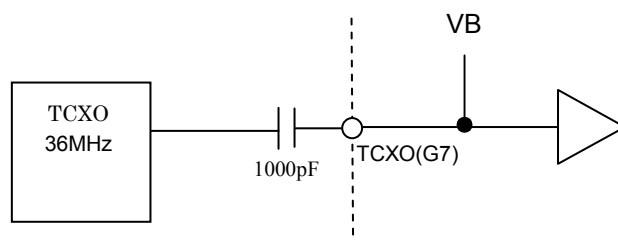


図 3.1 外部発振回路構成例

#### 4. PLLのループフィルタ定数について

図 4.1 に PLL ループフィルタの回路図を示します。使用するデータレートによって C8,R3 の値を変更する必要があり、良好な位相雑音特性を得るため表 4.1 で示された部品定数をお使い下さい。

部品については温度特性がフラットで温度係数が管理されたものを選択してください。コンデンサについては、高誘電率型や半導体型は誤差が大きく温度特性も非線型のものがありますので使用しないで下さい。

ノイズの混入を防ぐため、ループフィルタ部品(C8,R3,C9)は極力 LP1(J2)端子に近づけて配置(5mm 以内を推奨)してください。またこの端子にはリファレンスクロック配線などノイズ源となる配線を近づけないで下さい。

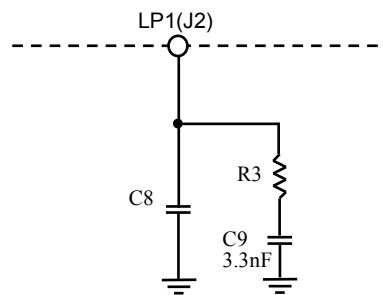


図4.1 ループフィルタ構成例

表4.1 ループフィルタ定数の代表値

	データレート	
	200kbps 以下	400kbps
C8	47pF	10pF
C9	3.3nF	3.3nF
R3	8.2k $\Omega$	13k $\Omega$

## 5. VCOのタンク定数について

図 5.1 に VCO のタンク回路図を示します。VCO の発振周波数は次式で決定されます。

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ここで、L はインダクタ L1、PCB の配線インダクタタンスや LSI 内部インダクタタンスの総和となります。  
また C は容量 C1、PCB の配線容量、LSI 内部容量(キャリブレーション容量を含む)の総和となります。

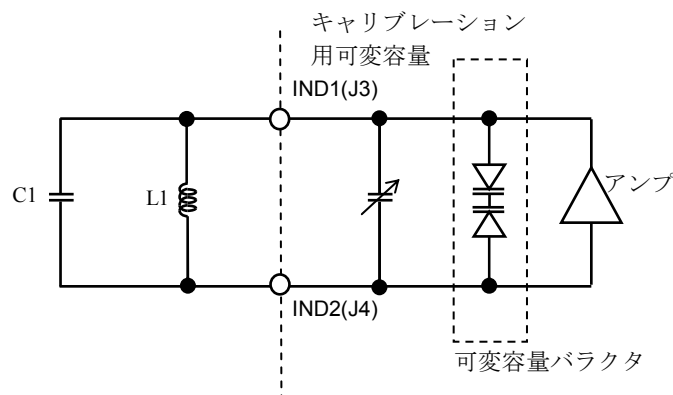


図 5.1 VCO タンク構成例

### 5.1. L1, C1 の決め方について

VCO タンク回路 L1, C1 の定数調整手順を以下に示します。

1. 使用周波数範囲の中心周波数に設定し、常温でのアイドル状態で VCO キャリブレーションを実行します。
2. 【VCO\_CAL】レジスタ(B0 0x1C)で取得した VCOCAL 値が、10 進数で 64 付近になるように L1 及び C1 を調整します。
  - VCO\_CAL 値を下げる場合には L1 又は C1 のいずれかまたは両方を小さくします。
  - VCO\_CAL 値を上げる場合には L1 又は C1 のいずれかまたは両方を大きくします。

L1, C1 の値によって、PLL のロックできる周波数範囲や VCO の位相ノイズ・温度特性等も影響を受けます。定数決定に当たっては、それらを含めた特性に対して十分な評価を実施頂く事をお勧めいたします。

【注意】

PLL が正常にロックするためには、使用環境の全ての条件下で、VCO\_CAL 値が 1～126(10 進)の範囲を取る必要があります。

表 5.1.1 に L1, C1 の代表値を示します。

表 5.1.1 VCO タンク定数の周波数帯域別の代表値

	920MHz 帯
L1	3.9nH
C1	3.9pF

【注意】

上記の回路定数は、参考値であり、その内容を保証するものではありません。

## 5.2. VCOタンク回路を構成する時の諸注意

VCO タンク回路を構成するにあたり、次の事項の御配慮をお願いします。

1. PCBの配線容量、配線インダクタンスにより発振周波数が変動するため、VCOタンクを構成する部品L1,C1からIND1(J3)端子、IND2(J4)端子までは極力短くなるよう配置(2mm以内を推奨)下さい。
2. 図5.2.1に示すようにPA\_OUT(G1)端子より20mWを超えるRF信号が出力されます。この信号がL1,C1に混入するとPLLのロック外れが起こることがありますので次の対策をしてください。
  - 2.1. 図5.2.2のようにVCOタンクのインダクタL1とPAのチョークインダクタL6が磁氣的に結合しないよう、90度に配置してください。
  - 2.2. L1とL6はそれぞれの接続端子近くに配置して、互いに近づく方向には配置しないで下さい。
  - 2.3. RFラインに搭載するマッチング回路のレイアウトをL1に近くなる方向にしないで下さい。

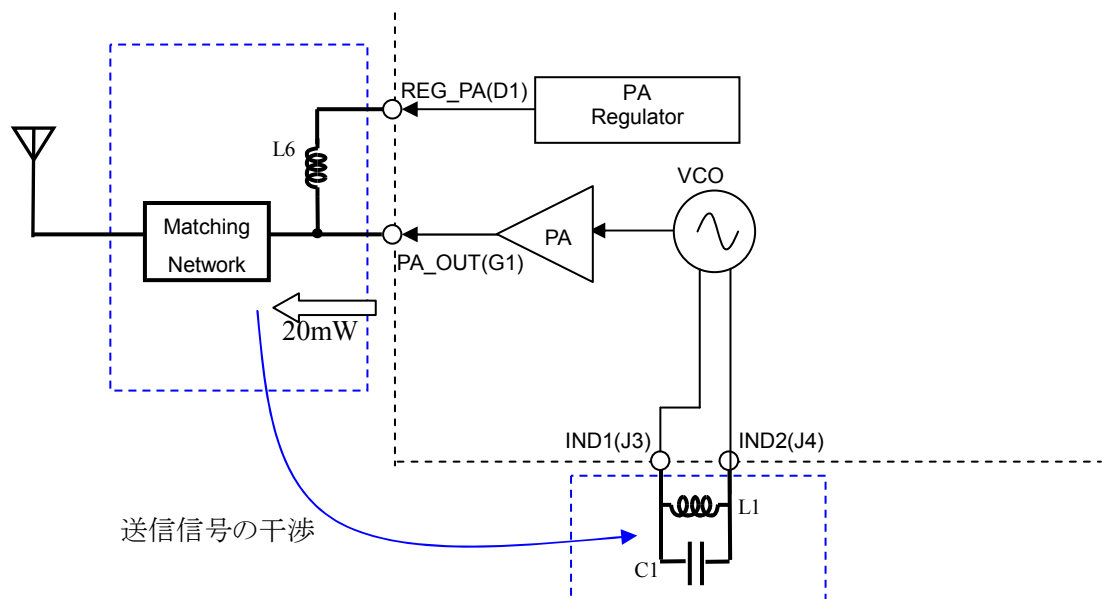


図 5.2.1 VCO タンク回路構成時の注意

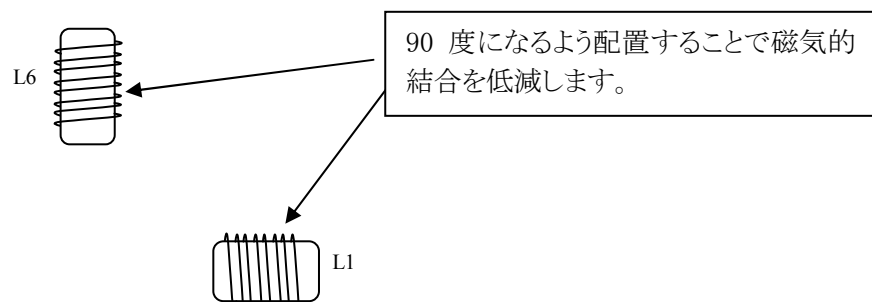


図 5.2.2 VCO インダクタとPAのチョークコイルの配置例



## 6. RFマッチング定数設計について

表 6.1 に参考のため、PA\_OUT(G1)端子及び LNA\_P(H1)端子のインピーダンス特性を示します(925MHz の場合)。これはマッチング回路を付けていない状態での LSI 端子のインピーダンスになります。マッチング回路によりアンテナ端で  $50\Omega$  になるように調整してください。

表 6.1 RF インピーダンスの測定値 (925MHz 動作時)

		$R+jX [\Omega]$
PA (PA_OUT 端子)	13dBm 設定時	$14.85 - j0.75$
	10dBm 設定時	$14.9 - j2.6$
	0dBm 設定時	$1.85 - j18.6$
LNA (LNA_P 端子)		$5.85 - j73.25$

### 【注意】

上記の測定結果は、参考値であり、その内容を保証するものではありません。

### 6.1. 送信側マッチング回路について

図 6.1.1 に送信のマッチング回路構成を示します。送信側は、REG\_PA(D1)端子より PA 用電位が出力され、この電位は PA 給電のためチョークコイル L5 を介して PA\_OUT(G1)端子にバイアスされます。また、L7,C16 と L9,C17 で構成される並列共振回路及び L8,C20 と L10,C21 で構成される直列共振回路は、高調波を抑制するためのトラップフィルタです。

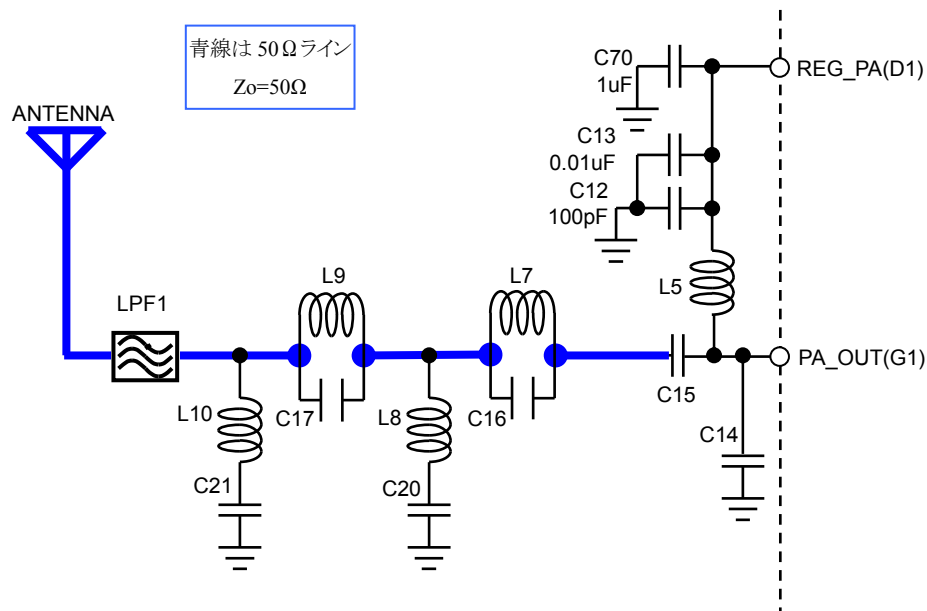


図 6.1.1 送信マッチング回路の構成例

表 6.1.1 に使用する周波数帯域における回路定数の代表値を示します。

表 6.1.1 周波数帯域と送信マッチング回路の代表値

	920MHz 帯
C12	100pF
C13	0.01uF
C14	2.2pF
C15	120pF
C16	1.0pF
C17	1.0nF
C20	2.0pF
C21	2.0pF
C70	1.0uF
L5	9.5nH
L7	2.9nH
L8	2.9nH
L9	2.9nH
L10	2.9nH
LPF1	0Ω (short)

【注意】

上記の回路定数は、参考値であり、その内容を保証するものではありません。

## 6.2. 受信側マッチング回路について

受信側は、C44,C43,L4 にて、以下のように T 形マッチング回路を構成しております。

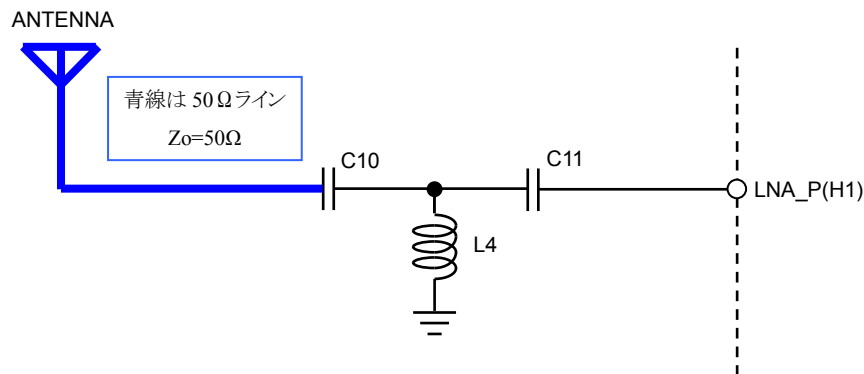


図 6.2 受信マッチング回路の構成例

各定数は使用する周波数帯域によって、以下のようになります。

表 6.2.1 周波数帯域と受信マッチング回路の代表値

	920MHz 帯
C10	1.0pF
C11	100pF
L4	9.1nH

【注意】

上記の回路定数は、参考値であり、その内容を保証するものではありません。

### 6.3. 920MHz帯での 250mW出力対応回路について

250mW の出力は、ARIB STD-T108 で指定された 920MHz 帯で許可されています。PA\_OUT(G1)端子出力にディスクリート回路によるパワーアンプを接続する事で対応可能となります。

図 6.3.1 に、その構成例を示します。

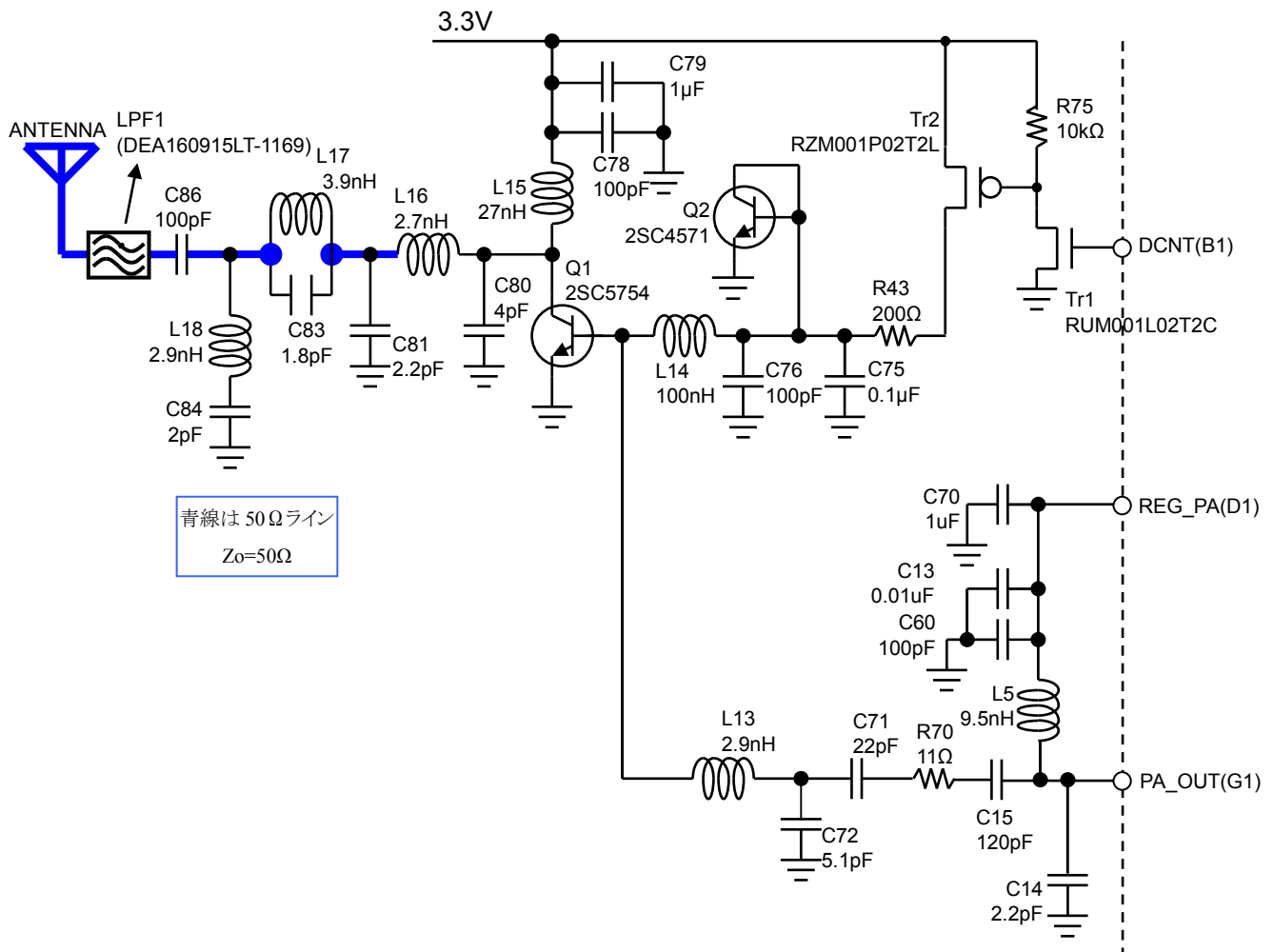


図 6.3.1 920MHz 帯 250mW 出力対応回路の構成例

#### 【注意】

Q2 は温度補償回路となっておりますので、なるべく Q1 の近くに配置して下さい。

## 7. アンテナスイッチについて

図 7.1 にダイバーシティ機能を使う場合のアンテナスイッチの接続を示します。ダイバーシティ機能を使用しない場合には SPDT スイッチをご使用下さい。

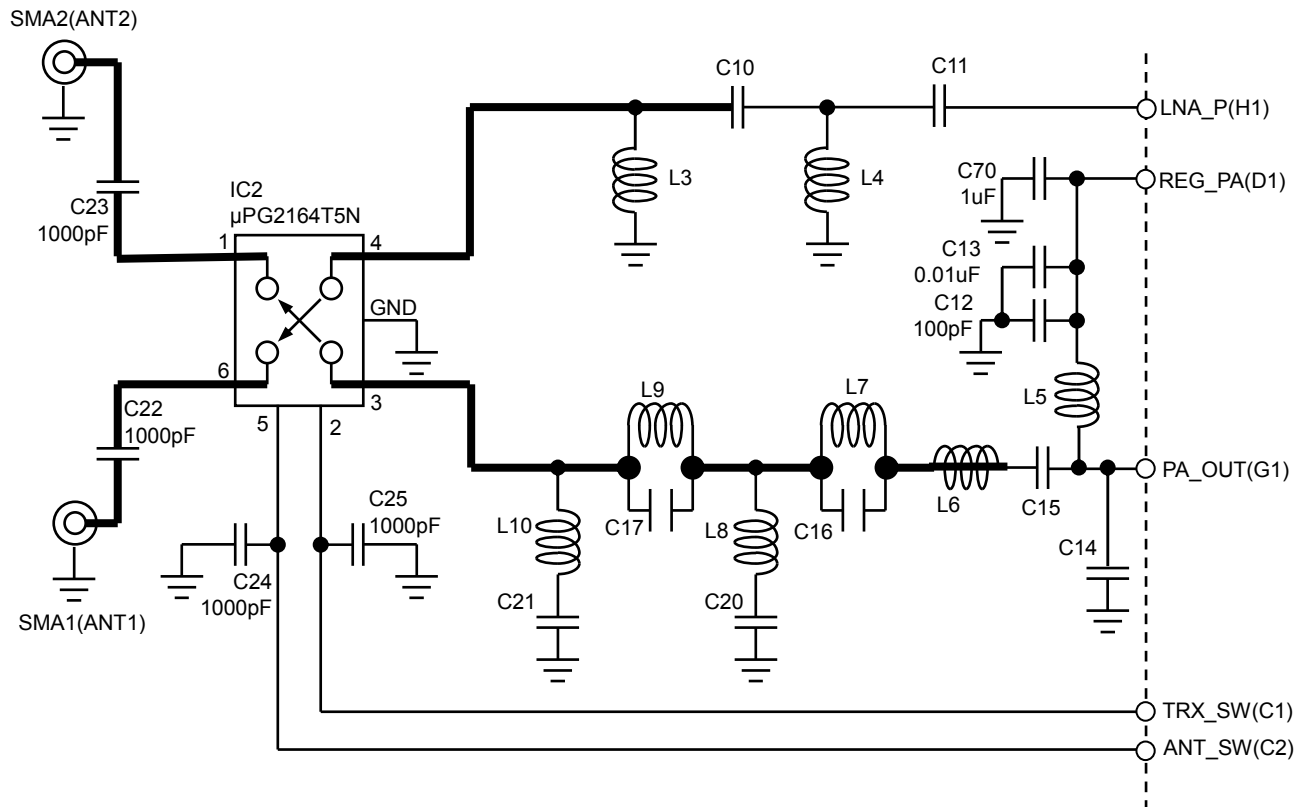


図 7.1 アンテナスイッチの接続回路例

## 8. 内蔵ADCについて

内蔵の ADC には、20pF (Typ) の内部キャパシタがあり、ADCn (n=0~2) から入力される電圧によって電荷がチャージされます。DC 電圧レベル観測を AD 変換して使用する場合、0.22uF 以上の外部キャパシタを接続することで、入力インピーダンスに関係なく電圧レベルをチャージすることができます。図 8.1 に接続図を示します。

0.22uF 未満の外部キャパシタを使用した場合、測定精度は低下します。

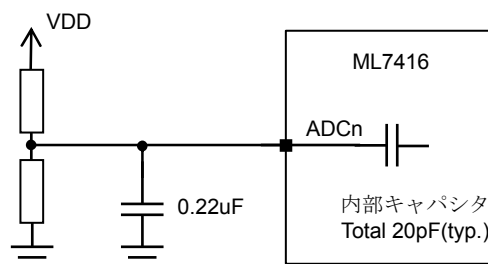


図 8.1 内蔵 ADC 接続図

## 9. 部品の選定について

- アンテナ

表 9.1 に示すスペックのアンテナを推奨します。

使用条件・環境条件・実装条件により、指向性特性の最適なものを選択して下さい。アンテナは、GND 等の実装条件により影響を受けますので、外部要因も考慮に入れた設計が必要です。

アンテナ搭載にあたっての詳細は、別途お客様のボードの形状・浮遊容量も含めてご使用のアンテナメーカーに問い合わせることを推奨します。

表 9.1 推奨アンテナ特性

周波数帯	920MHz帯
帯域内 VSWR	2.0MAX
公称インピーダンス	50 $\Omega$

- インダクタ

- 受信側及び VCO タンク回路に用いるインダクタについては高周波用積層タイプのインダクタを使用してください。村田製作所製 LQG15HS シリーズを推奨します。

- 送信側のインダクタは高 Q インダクタを使用してください。

村田製作所製 LQW15AN シリーズを推奨します。

- コンデンサ

温度特性として CH 特性或いは B 特性の利用を推奨いたします。

特に無線特性に影響を与える部分には、温度係数が  $0 \pm 60 \text{ppm}/^\circ\text{C}$  以下の CH 特性の利用を推奨致します。

- 抵抗

温度による抵抗値の変化が小さいものを使用してください。

- 水晶振動子

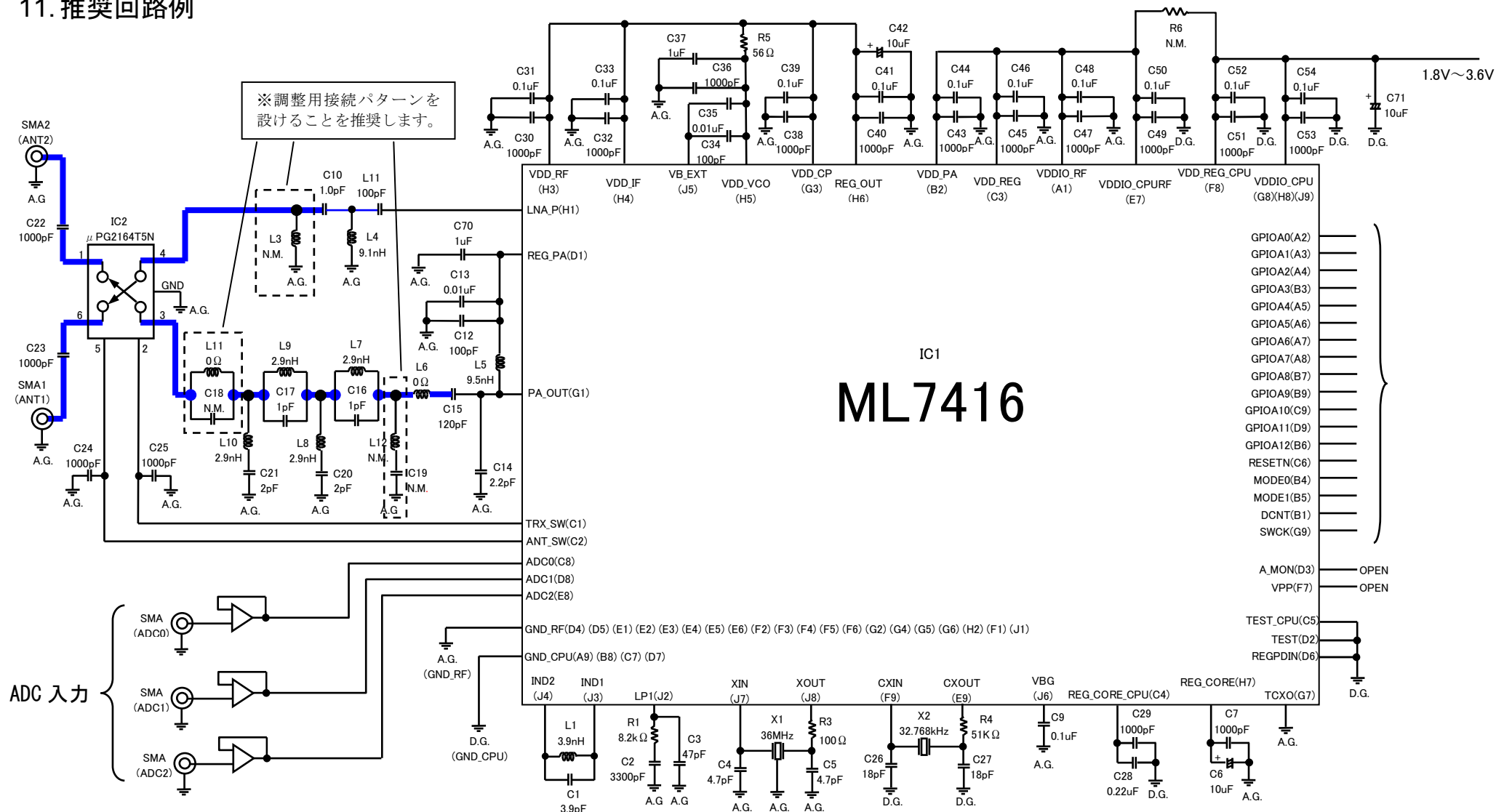
32.768kHz の水晶発振回路として発振余裕度を 5 倍以上に大きくとる必要がある場合、負荷容量は 9pF 以下、等価直列抵抗は 90 k  $\Omega$  以下のものを使用してください。

## 10. ボード設計上の諸注意

ボード設計において、RF 特性を最適化するには、通常のマッチング回路の調整だけでなく、回路パターンの構成、部品配置にも配慮する必要があります。以下に一例を注意事項として示します。

- 電源・GND 配線パターン  
RF 系の電源・GND 端子に接続する電源・GND 配線はできるだけ強化する必要があります。GND 配線は特にインピーダンスを低くする必要があります。その際に電源・GND パターンと RF 信号線（特に VCO タンク回路）の干渉を低くするように、VCO タンク回路部品の下層、周辺に配慮したパターンにする必要があります。
- RF 信号線のパターン  
ご使用のアンテナに合わせて、調整する必要があります。一般的な  $50\Omega$  アンテナの場合、送受信マッチング回路の配線は  $50\Omega$  にインピーダンス調整します。
- 部品配置の最適化  
LO 周波数が受信あるいは送信アンテナに漏れることにより、RF 特性へ影響がでるため、VCO タンク回路に用いる L (L1) , C (C1) の部品配置と送受信マッチング回路部品の配置位置には配慮する必要があります。それぞれの部品はできるだけ IC に近づけることが望ましいですが、同時に VCO タンク回路と送受信マッチング回路が互いに干渉を受けないように、配線間距離、層間での距離に配慮して寄生キャパシタによるカップリングの影響を低減する必要があります。

## 11. 推奨回路例



### 【注意】

- ・上記の回路定数は、参考値でありその内容を保証するものではありません。
- ・水晶振動子を使う場合、TCXO(G7)端子は接地して下さい。TCXOを使う場合、XIN(J7),XOUT(J8)端子は接地して下さい。

## 12. 部品表

部品番号	型番・定数値	メーカー	備 考
L1	4.7nH	村田製作所	LQG15HS相当品(1005タイプ) ※使用する周波数帯によって、定数が変わります。*1
	4.3nH		
	3.9nH		
L3	N.M.	村田製作所	村田 LQG15HS相当品(1005タイプ)
L4	9.1nH	村田製作所	村田 LQG15HS相当品(1005タイプ) ※使用する周波数帯によって、定数が変わります。*1
	-		
L5	9.5nH	村田製作所	LQW15AN相当品(1005タイプ)
L6	0Ω	-	ジャンパーチップ抵抗器 KOA RK73Z 1E相当品(1005タイプ)
L7	2.9nH	村田製作所	LQW15AN相当品(1005タイプ)
L8	2.9nH	村田製作所	LQW15AN相当品(1005タイプ)
L9	2.9nH	村田製作所	LQW15AN相当品(1005タイプ)
L10	2.9nH	村田製作所	LQW15AN相当品(1005タイプ)
L11	0Ω	-	ジャンパーチップ抵抗器 KOA RK73Z 1E相当品(1005タイプ)
L12	N.M.	-	LQW15AN相当品(1005タイプ)
C1	3.9pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ) ※使用する周波数帯によって、定数が変わります。*1
	4.3pF		
C2	3300pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C3	47pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ) ※使用するデータレートによって、定数が変わります *2
	10pF		
C4	4.7pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ) ※使用する水晶振動子によって、定数が変わります。*3
	-	村田製作所	
C5	4.7pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ) ※使用する水晶振動子によって、定数が変わります。*3
	-	村田製作所	
C6	10uF	NEC	E/SVシリーズ相当品 タンタル 10V以上
C7	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C9	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C10	1.0pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C11	100pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C12	100pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C13	0.01uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C14	2.2pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C15	120pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C16	1pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C17	1pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C18	N.M.	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C19	N.M.	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C22	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C23	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C24	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C25	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C26	18pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C27	18pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C28	0.22uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)



## 部品表(つづき)

部品番号	型番・定数値	メーカー	備 考
C29	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C30	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C31	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C32	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C33	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C34	100pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C35	0.01uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C36	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C37	1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C38	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C39	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C40	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C41	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C42	10uF	NEC	E/SVシリーズ相当品 タンタル 10V以上
C43	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C44	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C45	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C46	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C47	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C48	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C49	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C50	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C51	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C52	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C53	1000pF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C54	0.1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C70	1uF	村田製作所	GRM155相当品(1005タイプ)
C71	10uF	NEC	E/SVシリーズ相当品 タンタル 10V以上
R1	8.2KΩ	KOA	RK73B 1E相当品(1005タイプ)
R3	100Ω	KOA	RK73B 1E相当品(1005タイプ)
R4	51KΩ	KOA	RK73B 1E相当品(1005タイプ)
R5	56Ω	KOA	RK73B 1E相当品(1005タイプ)
R6	N.M.	KOA	RK73B 1E相当品(1005タイプ)

## 部品表(つづき)

部品番号	型番・定数値	メーカー	備 考
IC1	<b>ML7416</b>	ラピスセミコンダクタ	RF-LSI
IC2	<b>μ PG2164T5N</b>	ルネサスエレクトロニクス	高周波スイッチ
SMA(ANT1)	<b>HRM-300-134B</b>	HRS	SMAコネクタ
SMA(ANT2)	<b>HRM-300-134B</b>	HRS	SMAコネクタ
SMA(ADC0)	<b>HRM-300-134B</b>	HRS	SMAコネクタ
SMA(ADC1)	<b>HRM-300-134B</b>	HRS	SMAコネクタ
SMA(ADC2)	<b>HRM-300-134B</b>	HRS	SMAコネクタ
X1	<b>FCX-06</b>	RIVER ELETEC	36MHz水晶振動子
	<b>NX2016SA</b>	NDK	
X2	<b>TFX-03</b>	RIVER ELETEC	32.768KHz水晶振動子 音叉型

\*1: 5.1 章の表 5.1.1 を参照してください。

\*2: 4 章の表 4.1 を参照してください。

\*3: 2. 1 章の表 2.1.1 を参照してください。

## 【注意】

上記の回路定数は、参考値であり、その内容を保証するものではありません

下記に、250mW 対応回路の送信部の部品表を示します。

部品番号.	型番、定数値	メーカー	備考
L5	9.5nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
L8	N.M.	-	-
L9	N.M.	-	-
L10	N.M.	-	-
L11	N.M.	-	-
L12	N.M.	-	-
L13	2.9nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
L14	100nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
L15	27nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
L16	2.7nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
L17	3.9nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
L18	2.9nH	村田製作所	LQW15AN 相当品. (1005 )
C14	2.2pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C15	120pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C70	1uF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C13	0.01uF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C12	100pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C71	22pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C72	5.1pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C75	0.1uF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C76	100pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C78	100pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C79	1uF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C80	4pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C81	2.2pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C83	1.8pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C84	2.0pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
C86	100pF	村田製作所	GRM155 相当品. (1005 )
R70	11Ω	KOA	RK73B 1E 相当品. (1005)
R75	10kΩ	KOA	RK73B 1E 相当品. (1005)
LPF1	DEA160915LT-1169	TDK	Low Pass Filter
Q1	2SC5754	ルネサス エレクトロニクス	NPN シリコン RF トランジスタ
Q2	2SC4571	ルネサス エレクトロニクス	NPN シリコトランジスタ
Tr1	RUM001L02	ローム	Nch MOSFET
Tr2	RZM001P02T2L	ローム.	Pch MOSFET

[illegible]