

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

# ML7386/ML7386B アプリケーションマニュアル

---

発行日 2020 年 3 月 6 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ものです。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 2013 – 2020 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

本アプリケーションマニュアルは、ML7386/ML7386B における下記の調整機能について記述されています。

1. PLL 周波数補正機能について
2. VCO キャリブレーションについて
3. 送信パワー調整について

レジスタ設定及びPCB 設計については、下記のマニュアルが用意されておりますので、必要に応じてあわせてお読みください。

- ML7386/ML7386B データシート
- ML7386/ML7386B デザインガイド

・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

はじめに ..... i

表記法 ..... ii

目次 ..... iii

1. PLL 周波数補正機能について ..... 1

2. VCO キャリブレーションについて ..... 1

    2.1 VCO キャリブレーションを行う条件 ..... 1

    2.2 VCO キャリブレーションの種類と実行方法 ..... 2

    2.3 注意事項 ..... 3

3. 送信パワー調整について ..... 4

改版履歴 ..... 5

## 1. PLL周波数補正機能について

PLL 周波数微調補正機能(PLL\_FIT レジスタ:アドレス 0x07)をお使いいただくことにより、 $\pm 7.4\text{ppm}$  の範囲のリファレンスクロックの偏差に対して、RF 送信周波数を $\pm 0.1\text{ppm}$  以内に補正することが可能です。PLL\_FM レジスタ:アドレス 0x05 をお使い頂くことで $\pm 100\text{ppm}$  以上の補正が可能です。リファレンスクロックとして水晶振動子を利用する場合にお使い下さい。AT カット水晶振動子の周波数温度特性は3次曲線となります。ご使用温度に応じてPLL\_FIT レジスタで補正をかけることで、周波数温度特性をフラットにすることが可能となります。

## 2. VCO キャリブレーションについて

VCO の発振周波数は、チップインダクタやチップキャパシタ、PCB の浮遊容量、配線インダクタンス等により決定されます。VCO キャリブレーション(VCO CAL)とはこれらの製造バラツキを補正して、VCO を安定して発振できるように LSI 内部の容量を調整する機能です。

### 2.1 VCO キャリブレーションを行う条件

次の3つの場合には、必ず VCO キャリブレーションを実行して下さい。

#### I. 初めて装置を動作させるとき

装置起動時、VCO CAL 値(レジスタアドレス:0x11)は初期値(0x00)になっています。

VCO CAL を実行し、VCO CAL 値を取得して下さい。一度、取得した VCO CAL 値は上書き機能により書き込むことで VCO CAL 動作を省略することができます。

上書き機能はレジスタアドレス:0x11 の MSB に 1 を入力することで可能となります。

#### II. 前回 VCO CAL を実行した周波数から $\pm 1\text{MHz}$ を超える周波数に設定した場合 例.

前回の VCO CAL 実行周波数が  $426.25\text{MHz}$  の場合

$\text{Fr}f=425.25\sim 427.25\text{MHz}$  の範囲では同じ VCO CAL 値が利用可能となります。

$\text{Fr}f=430\text{MHz}$  に設定した場合には再度、VCO キャリブレーションを実行する必要があります。

#### III. 前回 VCO CAL を実行した温度から $\pm 60^\circ\text{C}$ の温度変化があった場合 例.

前回の VCO CAL 実行時の周囲温度= $0^\circ\text{C}$  の場合、

現在の周囲温度が $+60^\circ\text{C}$ を超えた場合には VCO キャリブレーションを実行する必要があります。

前回の VCO CAL 実行時の周囲温度= $+25^\circ\text{C}$  の場合には、 $-35^\circ\text{C}\sim +85^\circ\text{C}$  の範囲で同一の VCO CAL 値が利用できます。



## 2.2 VCO キャリブレーションの実行

VCO キャリブレーション(VCO CAL)には次の 2 種類の方法があります。  
基本的には、高精度なアクティブモードでの VCO キャリブレーションを推奨いたします。

### I. アクティブモードでの VCO キャリブレーション

高精度で安定した VCO キャリブレーションを実現します。

レジスタ設定手順を以下に示します。

アドレス [HEX]	値 [HEX]	Read/ Write	状態	注記
0x00	0x00	Write	Idle 状態へ	書き込み後、0.1ms の Wait
0x17	0x02	Write	PA 出力を強制 OFF	
0x00	0x18	Write	アクティブ状態へ移行	書き込み後、2.8ms の Wait
0x12	0x01	Write	アクティブ状態での VCO CAL 実行	書き込み後、1.5ms の Wait
0x12	0x00	Read	VCO CAL の完了確認	※2.3 参照 LD 端子電圧の確認も実施
0x11	0x??	Read	VCO CAL 値のリード	
0x00	0x00	Write	Idle 状態へ戻す	書き込み後、0.1ms の Wait
0x17	0x0?	Write	PA 出力モード再設定	0x00:1mW モード、0x01:10mW モード
0x00	0x18	Write	アクティブ状態へ移行	書き込み後、2.8ms の Wait

※上記は VCO キャリブレーションに必要なレジスタ設定のみを示しています。その他レジスタ設定は事前に設定しておく必要があります。

### II. アイドルモードでの VCO キャリブレーション

アイドルモードで VCO キャリブレーションを実行し、自動でアイドルモードに戻ります。  
前項のアクティブモードでの VCO キャリブレーションに比べ精度が劣ります。

レジスタ設定手順を以下に示します。

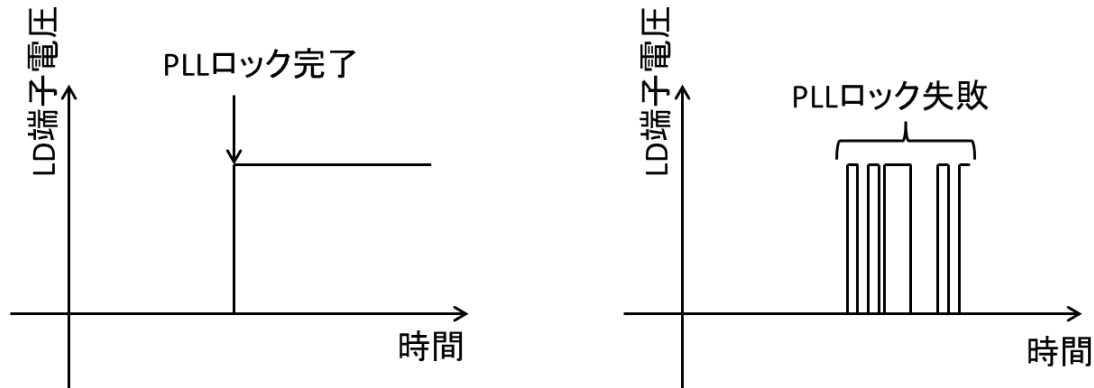
アドレス [HEX]	値 [HEX]	Read/ Write	状態	注記
0x00	0x00	Write	Idle 状態へ	書き込み後、0.1ms の Wait
0x12	0x02	Write	アイドル状態での VCO CAL 実行	書き込み後、3.3ms の Wait
0x12	0x00	Read	VCO CAL の完了確認	※2.3 参照 LD 端子電圧の確認も実施
0x11	0x??	Read	VCO CAL 値のリード	
0x00	0x18	Write	アクティブ状態へ移行	書き込み後、2.8ms の Wait

※上記は VCO キャリブレーションに必要なレジスタ設定のみを示しています。その他レジスタ設定は事前に設定しておく必要があります。

### 2.3 VCOキャリブレーションの確認

以下の条件を満たしたとき、VCO キャリブレーションは正常に完了しています。

- レジスタアドレス 0x12 の値が 0x00 に戻っている
- レジスタアドレス 0x11 の値が 10 進数で 0 または 63 ではない
- アクティブモード時に LD(8)端子=High となって安定している (Low 又は Low/High を繰り返していない)



正常完了時(左)と失敗時(右)の LD 端子波形

上記のいずれかを満たさない場合は、VCO キャリブレーションが失敗しています。

このような現象が見られた場合はハードリセット(RSTN 端子を H→L→H 制御)を実行して下さい。

(※ML7386 データシートのタイミング-電源起動を参照)

その後、“2.2 VCO キャリブレーションの実行”をやり直す、または外付けの L,C をデザインガイド参照の上、調整下さい。

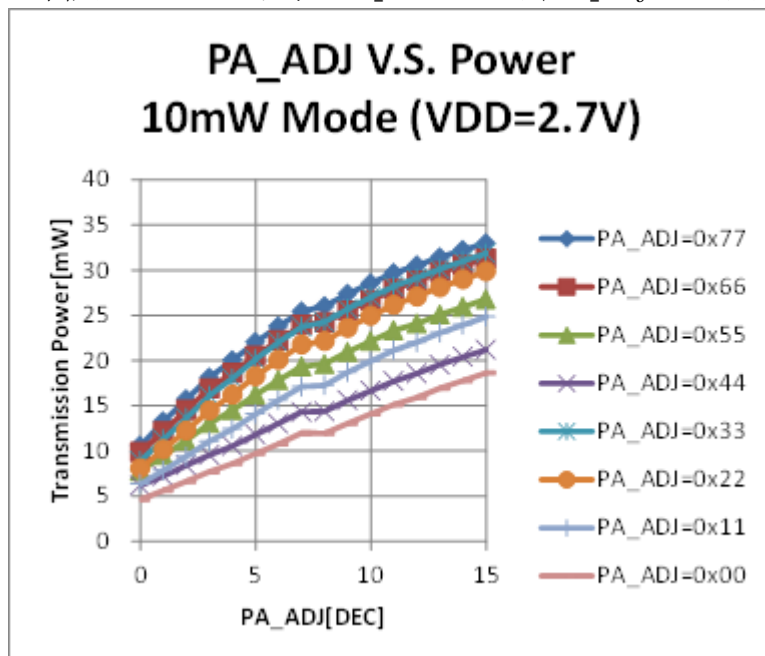
### 2.4 注意事項

- VCO キャリブレーションを実行する場合は、上記の手順に従ってください。
- 製造時にはデザインガイドを参照の上、VCO のタンク定数の最適化を行ってください。

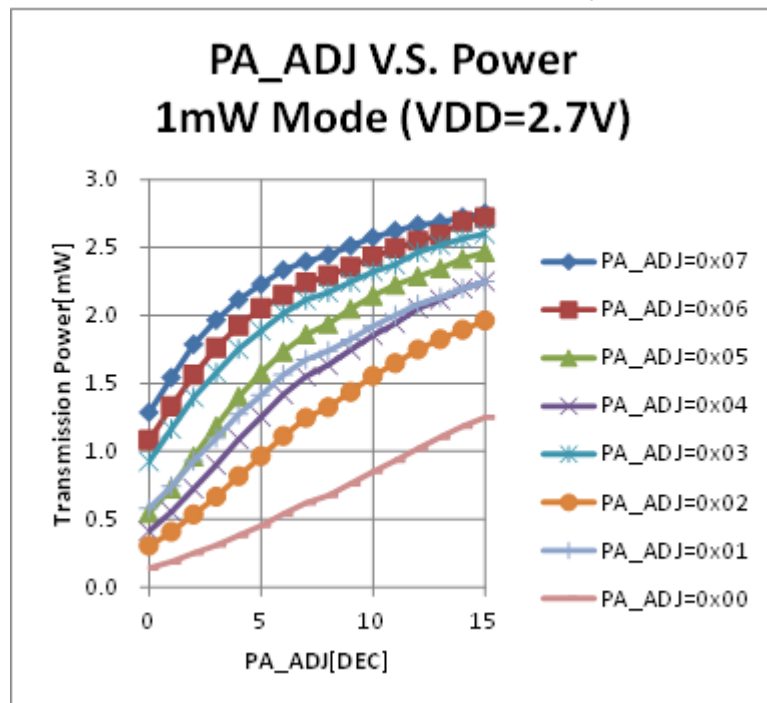
### 3.送信パワー調整について

PA\_BIAS レジスタ(アドレス 0x16)及び PA\_ADJ レジスタ(アドレス 0x10)により送信パワーを調整することが可能です。

下記に 10mW モード時の PA\_BIAS レジスタ/PA\_ADJ レジスタに対する送信パワー特性を示します。



下記に 1mW モード時の PA\_BIAS レジスタ/PA\_ADJ レジスタに対する送信パワー特性を示します。



#### 【注意】

上記の回路定数は、特定サンプルにおいて評価した参考値であり、その内容を保証するものではありません。

## 改版履歷

[illegible]