

業務用無線機用RFLSIモジュールの開発

Development of RFLSI module for Public Safety Radio

渡 辺 修 安 食 收 原 口 哲
Osamu Watanabe Osamu Ajiki Akira Haraguchi

要 旨

当社では、多品種の業務用無線機を開発している。業務用無線機の無線部として幅広く利用可能なモジュールを開発した。無線部、ADDA変換部、信号処理部、制御部を1つのRFLSIにまとめ、VCO、電源部とともにPC板に実装しモジュール化した。デジタル信号処理にて高い隣接CH選択度を実現し、また、LSI化によりモジュール外形サイズは、25 (W) mm×25 (D) mm×3 (H) mm、同等機能の回路にてPC板面積比1/10を実現した。本モジュール専用の評価ボードを用意し、無線部開発期間の短縮、効率化に利用可能である。

Abstract

JRC has developed various types of public safety radio equipments, including modules that have a wide range of uses as the transmitter/receiver of public safety radio systems. The transmitter/receiver, ADDA converter, signal processor, and controller are included in one RFLSI which is mounted on a PC board together with the VCO and power unit to make a module. Digital signal processing achieves high neighboring channel selectivity. By putting the above functions in an LSI, the external shape and size could be made [width 25mm × depth 25mm × height 3mm], 1/10 the area of a PC board that has equivalent functions. A proprietary evaluation board for this module has been prepared, which can be used to make the development of transmitter/receivers quicker and more efficient.

1. ま え が き

近年、無線機のアーキテクチャ変革が激しく進んでいる。変革の進むアーキテクチャを業務用無線機に適用していくには用途ごとの無線機規格を考慮した設計を加える必要がある。

当社では、多品種の業務用無線機器を開発しており、今後、次の対応が必要である。

- ・ 高い無線性能への対応
⇒デジタル処理化、ソフト処理化による高精度化が必要。
- ・ 無線機本体の小型化
⇒内部回路の小型化が必要。
- ・ 開発の効率化、期間短縮
⇒コアとなる技術のプラットフォーム化

以上の要求に対応するべく、業務用無線機に必要な無線部機能を大規模LSIの中に取り込み、小型のPC板上に実装しモジュール化した業務用無線機用RFLSIモジュール（以下本モジュール）を開発したので報告する。

2. 動作概要

図1に開発した本モジュールの外観図を示す。端子形状はBGAを採用し、外形サイズは、25 (W) mm×25 (D) mm×3 (H) mmである。

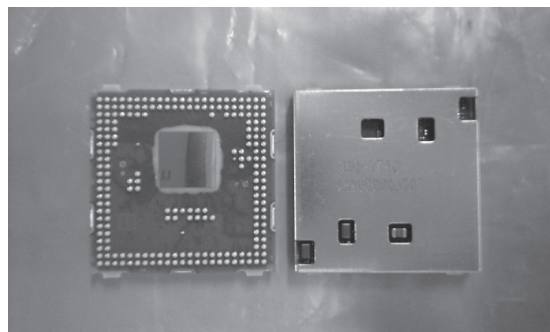


図1 RFLSIモジュール（半田面、部品面）

Fig.1 RFLSI module (SS, PS)

図2に本モジュールのブロック図を示す。表1に本モジュールの機能・性能を示す。主な構成部品はRFLSI、VCO、電源IC、である。主たる機能はRFLSI内蔵の機能である。図3に使用例を示す。本モジュールは、外部のホストコントローラ（以下、SOC）とともに使用し、SOCとUARTを介し接続し、SOCからコマンドを受信して本モジュール内部の各ブロックを制御するためのCPUを内蔵する。無線機アンテナからの受信信号、及び送信信号は、本モジュール内のPLL及び外部に接続したVCOによりローカル信号を発生し、内部のミキサにより周波数変換、さらに、ADC、DACを介しシリアルインタフェースにてSOCと接続する。

表 1 主な機能と性能

Table 1 General functions and characteristics

項 目		内 容
無線部	周波数変換器 (ミキサ)	・送信用 RF用 IFイメージリジェクション用
	PLL	・RF用 ・IF用 ・制御／サンプリングクロック用
ADDA 変換部	DAC	・送信用 ・汎用 電力制御用 周波数制御用
	ADC	・受信用 ・汎用 外部信号検出用 内部温度検出用
信号 処 理部	デジタル直交 変復調器	・送信用直交変調器 ・受信用直交復調器
	レート変換器	・送信データ用CICフィルタ ・受信データ用CICフィルタ
制御部	CPU	・8 bit RISCコア (最大80MHz動作) ・ROM ・RAM
	デジタル インタフェース	調歩同期式シリアルインタ フェース (UART) デジタル送受信データ用シ リアルインタフェース
		汎用 I / O

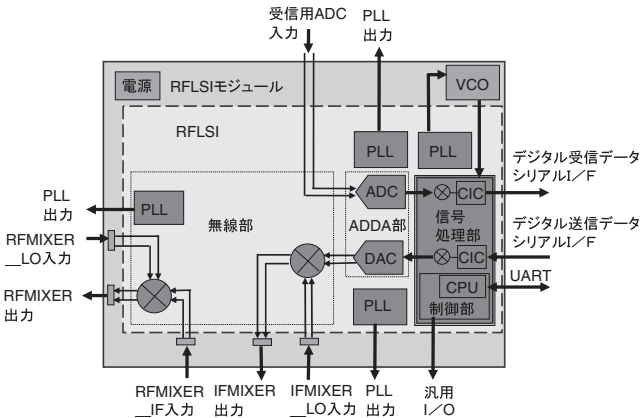


図2 RFLSIモジュール ブロック図
Fig.2 RFLSI module block diagram

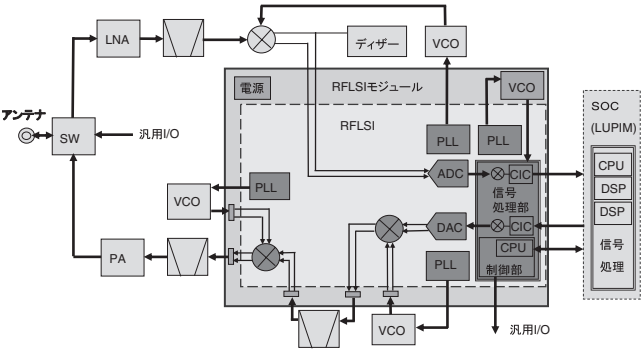


図3 RFLSIモジュール 使用例
Fig.3 Sample of using RFLSI module

3. 特長

3.1 高い無線性能

図4に受信部使用例を示す。本モジュールは受信用に高性能ADCを採用した。高速サンプリングによりプロセス利得の拡大、及びディザー信号の注入によりADCのダイナミックレンジを拡大した。さらに、SOCにてデジタル受信データをデジタル処理することにより、アナログのチャンネルフィルタなしで高い隣接CH選択度性能を実現した。

プロセス利得後のADCの有効DR
 = ADCの有効DR + プロセス利得
 = 87dB
 (>65dB 隣接CH選択度要求性能の例)

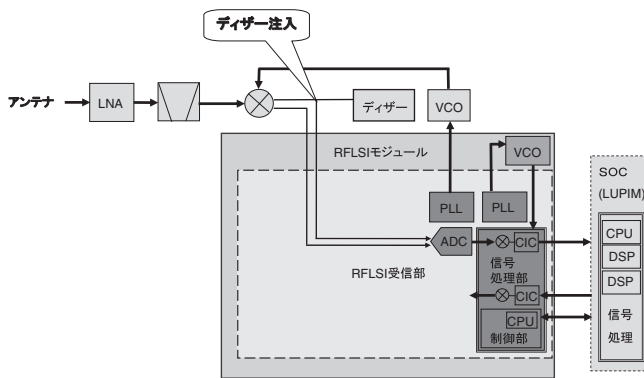


図4 RFLSIモジュール 受信部使用例

Fig.4 Sample of using RFLSI module receiving part

3.2 小型化

本モジュールの断面を図5に示す。半田面にRFLSI, BGAを実装し、部品面に他電気部品を実装した。RFLSIはフリップチップ実装工法を採用した。

図6にRFLSIの電極配置を示す。RFLSIの電極は微小ピッチ(200um)である為、モジュールに採用するPC板は高精度PC板を採用した。

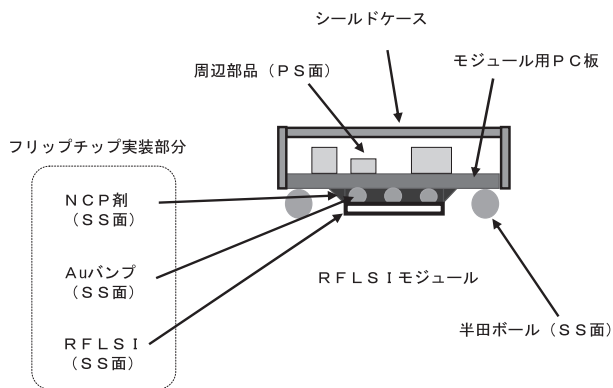


図5 RFLSIモジュール 断面図

Fig.5 RFLSI module sectional view

RFLSIのPAD(電極)配置
 200um PAD pitch

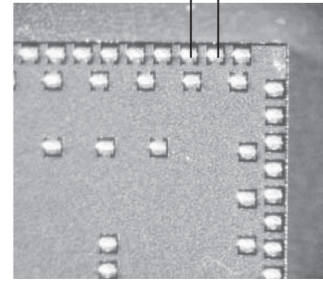


図6 RFLSIの電極配置

Fig.6 RFLSI pad Layout

図7に高精度PC板レイアウトの例を示す。以下の仕様を満足している。

- ・ライン&スペース 100um
- ・先端の矩形化
- ・スルーホール 100um

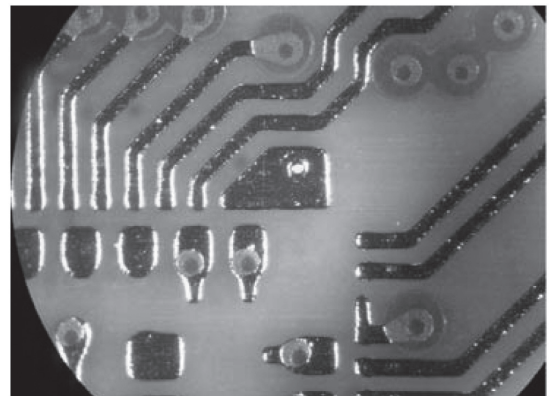


図7 高精度PC板レイアウトの例

Fig.7 High precise PC board layout

小型PC板上に、RF回路、デジタル回路が混在し、アイソレーション確保が重要であるため、電気部品間、パターン引き回しについて、電磁界解析、PC板CAD設計を同時に進め、実機の製造前段階で、アイソレーションの確認を実施した。図8に電磁界解析の例を示す。

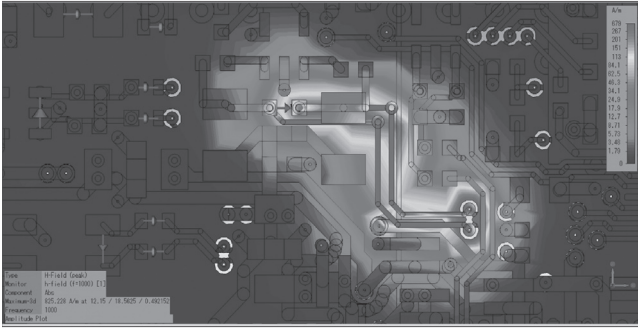


図8 電磁界解析例

Fig.8 Sample of Electromagnetic field analysis

図9に、本モジュールによる無線部の小型化の例を示す。比較の為、本モジュールを並べた。四角で囲まれた範囲全てを本モジュール1個にて置き換え可能である。

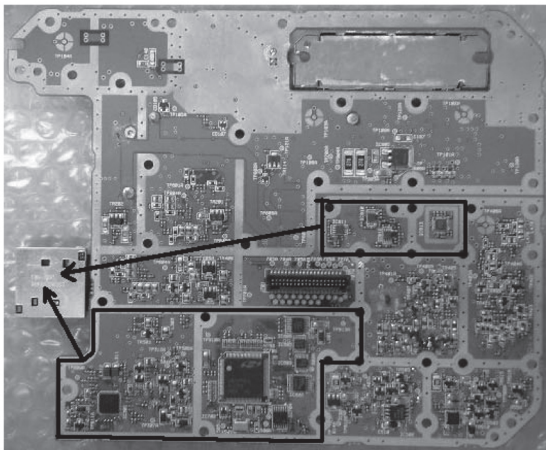


図9 RFLSIモジュールによる小型化の例

Fig.9 Sample of downsizing by RFLSI module

四角で囲まれた部分（送信部、受信部小信号部分）について、実装面積を1/10に小型化した。

3.3 プラットフォーム化

本モジュールは、無線システムのハード、ソフト、設計ノウハウに関するコア技術をRFLSIモジュールに集約、蓄積し、業務用無線機の共通プラットフォームとして展開し、開発期間の短縮、効率化を図ることを目的としている。次の方法により本モジュールのプラットフォーム化を推進している。

- ・業務用無線機の全ての周波数帯に共通化することは理想であるが、一部部品の制約から要求仕様の周波数帯域に区切ってモジュールの共通化を図っている。
- ・本モジュール用の評価ボードの概観を図10に示す。本評価ボードにてモジュール単体にて動作確認が可能である。但し、RFPLLとともに使用するVCOは、モジュール同様、要求仕様の周波数毎に異なる為、実装スペースのみ用意した。

- ・評価用ボードを使用の際、モジュールの内部設定用ツール（ソフト）を用意した。RS232Cを有するPC上で使用し専門の開発ツールを必要としない。

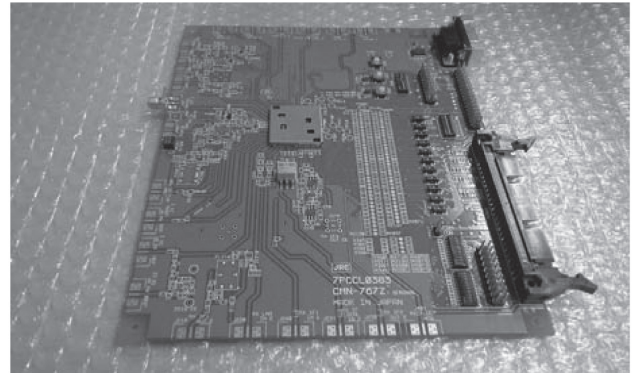


図10 RFLSIモジュール評価用ボード

Fig.10 Evaluation board for RFLSI module

4. あとがき

本モジュールを利用した業務用無線機の開発が開始され、これら開発のスピードアップ、品質向上に貢献している。今後は、本モジュールのさらなる性能向上、および利用機種種の拡大を図り、業務用無線機設計のノウハウの集約、蓄積を本モジュールにて重ねていく。

蓄積したノウハウの展開を図り、開発の更なる効率化、期間短縮を図っていく。

用語一覧

ADC : Analog to Digital Converter
AMP : Amplifier
BGA : Ball Grid Array
BPF : Bandpass Filter
CAD : Computer Aided Design
CH : Channel
CIC : Cascaded Integrator Comb
CPU : Central Processing Unit
DAC : Digital to Analog Converter
DR : Dynamic Range
I/F : Interface
LNA : Low Noise Amplifier
PA : Power Amplifier
PLL : Phase Locked Loop
PC : Personal Computer
PS : Part Side
QDEMOD : Quadrature Demodulator
QMOD : Quadrature Modulator
RAM : Random Access Memory
RF : Radio Frequency
RFLSI : Radio Frequency Large Scale Integrate
RISC : Reduced Instruction Set Computer
ROM : Read Only Memory
SOC : System on a Chip
SS : Solder Side
UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter
VCO : Voltage Cntrlled Oscillator