

SAWデバイスを用いたRFモジュールの開発

Development of RF Module using SAW Device

奈良 誠
Makoto Nara

上 関 栄
Sakae Kamiseki

山 崎 正 樹
Masaki Yamazaki

太 田 一 也
Kazuya Ohta

得 能 啓 洋
Akihiro Tokunoh

特集
2

要 旨

近年、無線機のRF部はIC化が進んでいる。しかしながらSAWデバイスはICへの集積が困難である。このことから、JRCではSAWフィルタ周辺部分を小型モジュール化する開発を行ってきた。GPS受信機のフロントエンド部におけるモジュール化の要求に対して、SAWフィルタおよびLNA等の部品を一つに統合したフロントエンドモジュールを開発した。実装面積で従来比50%の小型化を実現した。また、携帯電話内蔵ワンセグTV用ノッチフィルタにおける小型・無調整化の要求に対して、パッケージ基板内にインダクタを内蔵した小型ノッチフィルタを開発した。小型・外付け部品無し・無調整でありながら、広い通過帯域と急峻な減衰特性を有するノッチフィルタを実現した。

Abstract

Recently, more and more wireless RF components have been incorporated into IC. However, it is difficult to integrate SAW devices into IC. This is why JRC has been working to integrate the SAW filter peripheral devices into a compact module. In response to the demand for modularized GPS receiver front-end, JRC has developed a front-end module that integrates components such as a SAW filter and LNA. The module mounting area is 50% smaller than previous models. Also, in response to the demand for a compact, adjustment-free One Segment TV notch filter mobile phone internal component, JRC has developed a compact notch filter with an inductor built into the package board. JRC has developed a notch filter that is compact, has no outside parts, and does not need adjustment, but also boasts a wide pass-band and a steep damping characteristic.

1. まえがき

現在、携帯電話をはじめとした無線機器にはGPSやワンセグ等の多くの機能が搭載されている。特に、無線機器のフロントエンド部においては高機能化が著しく進んでいる。その一方で、より一層の小型・軽量化が要求される。このため、出来るだけ多くの部品（機能）を単一パッケージ内に収容し、部品点数削減、小型化に加えて高性能化も同時に実現する試みが盛んに行われている。しかし、SAWフィルタについてはSi基板上のRF-ICとのモノリシック集積化は非常に困難である。今回、SAWフィルタ周辺部分を収容した2種類の小型モジュールを開発した。一つはGPS用のフロントエンドモジュールである。従来品に対して小型で設計が容易になる特徴を持つ。もう一つは携帯電話ワンセグ用ノッチフィルタである。従来品に対して小型で外付け部品が不要になる特徴を持つ。両モジュール共に、従来品と同等の電気特性であることを確認している。本稿では開発した2種類のモジュールについて、構造および性能について報告する。

2. GPS用フロントエンドモジュール

2.1 背景

GPS受信機のフロントエンド部には、微弱な信号を増幅するためのLNA、不要な電波を除去するためのSAWフィルタが実装されている。通常、これらの部品は個々に実装され、それぞれにマッチングをとるためのチップ部品が必要となる。このため、フロントエンド部における基板の占有面積が多くなり、またマッチング調整に費やす時間が発生する。この現状に対し、占有実装面積の縮小化及び設計の容易化を図るため、フロントエンド部のモジュール化が要求されている。この要求に対し、SAWフィルタ、LNA等の部品を一つに統合したモジュールを開発した。

2.2 製品概要

図1に開発したGPS用フロントエンドモジュールの外観写真を示す。本製品は、樹脂封止技術を採用することによって小型化を実現している。モジュールの外形は3.8mm×3.8mm×1.3mmと小型で、マッチング用インダクタやバイパスコンデンサなどのチップ部品8点がすべてモジュール内に蔵されているため外付け部品は不要である。本製品は、従来のディスクリット部品使用時に対して50%の小型化が

図られている。

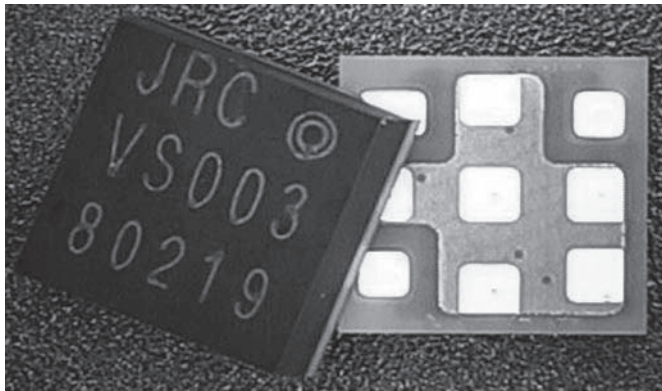


図1 GPSフロントエンドモジュールの外観写真
Fig.1 External appearance of GPS front-end module

表1に本製品の仕様を示す。低消費電流が特長であり、PND、携帯電話、カメラ用途に適している。

表1 GPSフロントエンドモジュールの仕様

Table 1 Specifications of the front-end module for GPS

	Min.	Typ.	Max.
周波数 [MHz]	1.57542 ± 1.023		
電源電圧 [V]	2.5	2.8	3.6
動作電流 [mA]	—	3	4
利得 [dB]	14	16	—
雑音指数 [dB]	—	1.8	2.3
P_{-1dB} [dBm]	-19	-16.5	—

2.3 モジュール構成

図2に本製品のブロック図を示す。SAW/LNA/SAWの構成で、前段のSAWフィルタには、受信した電波が微弱であることに考慮して低挿入損失特性を持つSAWフィルタを配置している。後段のSAWフィルタには、GPS周波数帯近傍にある携帯電話の電波からの干渉を抑圧させるために高減衰特性のSAWフィルタを配置している。LNAには、低消費電流かつ高利得・低雑音特性であるものを用いている。

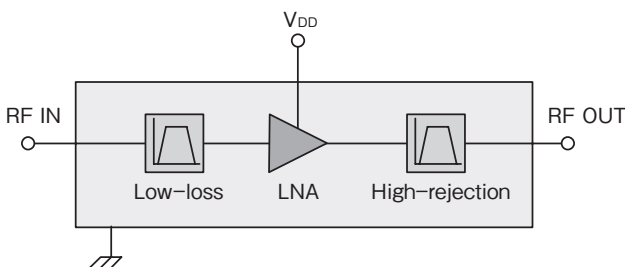


図2 モジュールのブロック図
Fig.2 Module block diagram

2.4 電気特性

図3にモジュールの周波数特性、図4に1dB利得圧縮時入力電力 (P_{-1dB}) 特性、図5に入力3次インターセプトポイント

ト (IIP3) 特性を示す。GPS周波数帯における利得16.2dB, $P_{-1dB}=-15dBm$, $IIP3=-3dBm$ の良好な特性が実現されている。また、800MHz帯における減衰量は67dB, 1.9GHz帯における減衰量は56dBであり、高減衰特性が得られていることが確認できる。

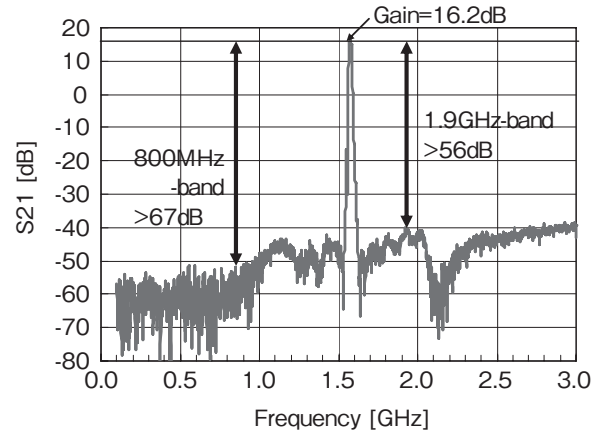


図3 モジュールの周波数特性
Fig.3 Frequency response of the module

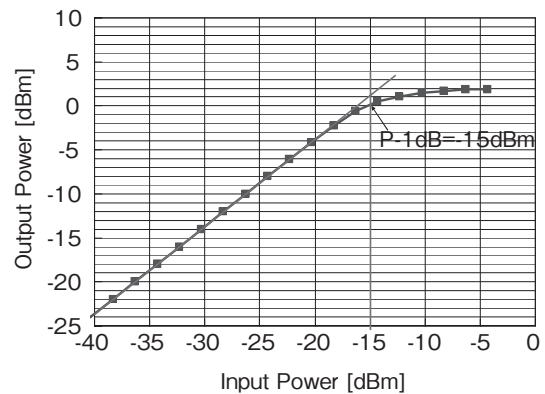


図4 モジュールの P_{-1dB} 特性
Fig.4 P_{-1dB} gain compression point of the module

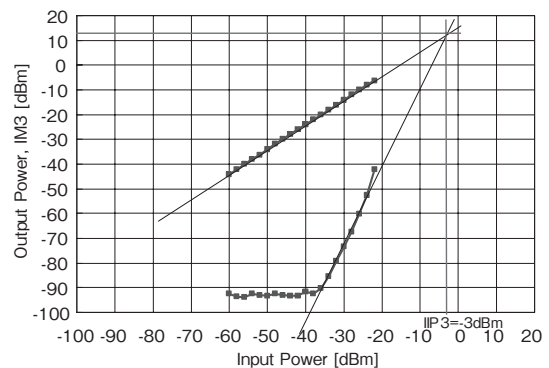


図5 モジュールのIIP3特性
Fig.5 Input 3rd order Intercept point of the module

3. 携帯電話ワンセグ用ノッチフィルタ

3.1 背景

近年、携帯電話の多機能化が進み、地上波デジタルモバイル放送（ワンセグ）の受信対応機種が数多く販売されている。また、海外では同様の携帯端末向けモバイルTV放送（DVB-Hシステム等）の実用化も進んでいる。このような中、携帯電話にワンセグチューナを搭載した場合、携帯電話の送信波とワンセグ放送の受信波の干渉が問題となる。ワンセグ放送の受信感度の確保及び誤動作防止のため、ワンセグチューナ側へ携帯電話送信波の廻り込みを除去するノッチフィルタが必要である。図6にノッチフィルタの概要を示す。微弱なワンセグ放送の受信帯域近傍に、強電界を有する携帯電話送信帯域が隣接しており、ワンセグ放送の受信帯域での低損失及び携帯電話送信帯域での高減衰量かつ急峻なカットオフ特性を持つノッチフィルタが必要となる。

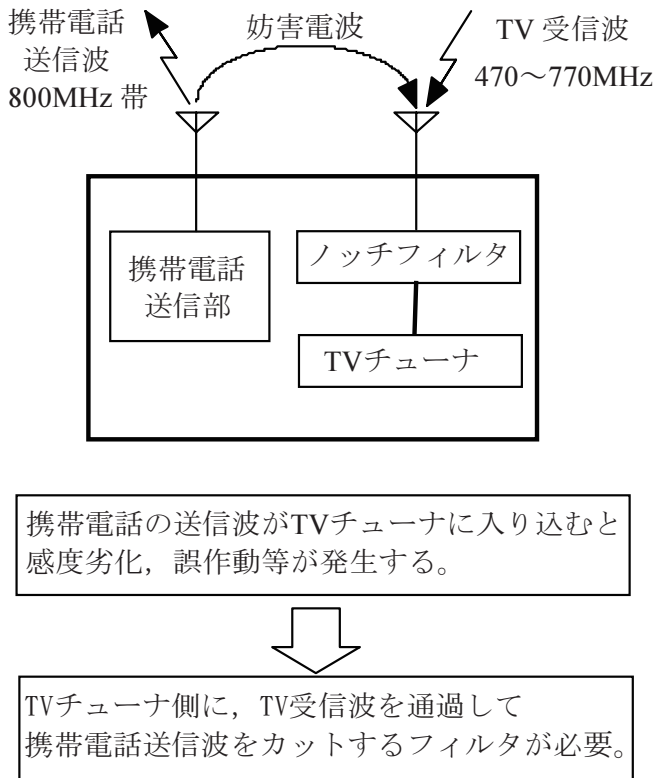


図6 ノッチフィルタの概要
Fig.6 Outline of the notch filter

3.2 製品概要

表2に本製品の仕様を、図7に外観を示す。本製品の特徴は、パッケージ基板にLTCCを使用し、従来外部素子として数個必要であったインダクタを基板に内蔵したことである。これにより、2.0mm×1.6mm×0.7mmの小型サイズ、良好な電気特性、セットの部品点数及び実装面積の削減、無調整化等を実現した。

表2 ノッチフィルタ仕様

Table 2 Specifications of the notch filter

項目	周波数 [MHz]	実力値	規格
TV受信波通過損失	470~710	1.0dB	1.5dB以下
	470~770	2.0dB	2.5dB以下
携帯電話送信波減衰量	830~840	43dB	40dB以上
	1752.4~1782.4	45dB	35dB以上
	1922.6~1977.4	53dB	45dB以上
	2350~2450	40dB	35dB以上

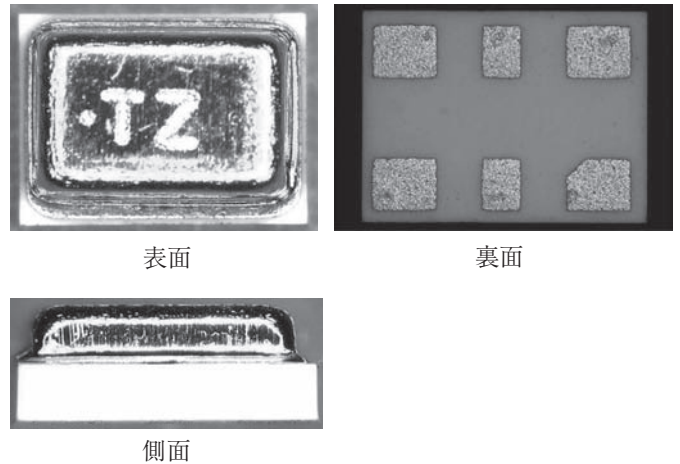


図7 ノッチフィルタ外観写真
Fig.7 External appearance of the notch filter

3.3 構造

図8にノッチフィルタの構造図を示す。小型、高性能、無調整を実現するため、インダクタ内蔵LTCC基板をパッケージ基板に使用し、その基板の上にSAWチップをフリップチップ実装する構造とした。また、金属キャップを用いた気密封止構造とすることで長期安定性を得ている。次にLTCC基板について説明する。本ノッチフィルタはSAW共振子とコイルとの共振特性を応用し特性を得ている。このため、低損失かつ急峻なカットオフ特性を得るためには性能の良いインダクタが必要である。このため、インダクタを形成する導体に低抵抗材料が使用可能なLTCC基板を使用して高Qインダクタを基板内部に構成した。

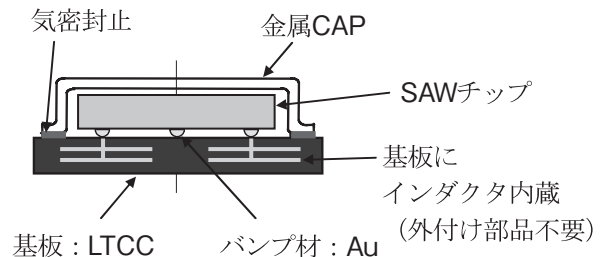
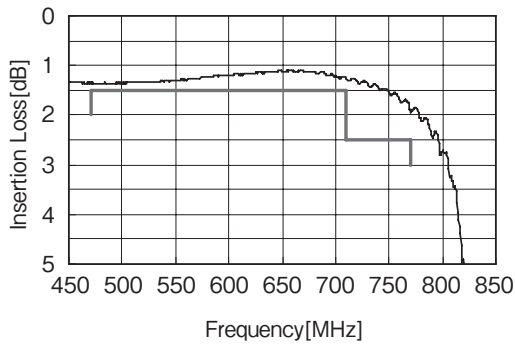


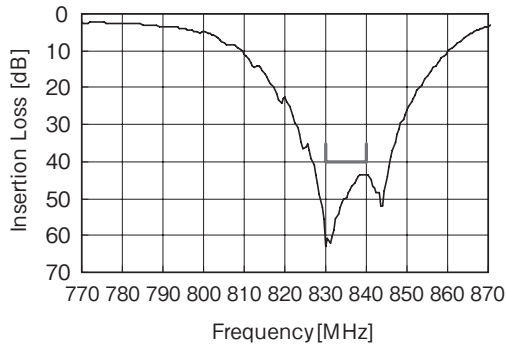
図8 ノッチフィルタ構造図 (断面図)
Fig.8 Schematic diagram of the notch filter (cross section)

3.4 電気特性

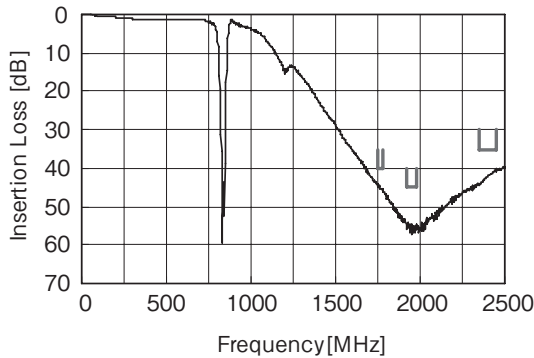
Qの高いSAW共振子及びLTCC内蔵インダクタを使用し、それぞれを最適化設計することで、従来品の外部素子に巻き線コイルを使用したタイプと同等で良好な特性を得た。図9に周波数特性を示す。ワンセグ放送のTV受信波帯域(470MHz~710MHz及び710MHz~770MHz)での挿入損失約1dB及び約2.0dB, 携帯電話送信帯域(830MHz~840MHz)での減衰量43dBと低損失, 高減衰, 急峻なカットオフ特性を実現した。同時に1.7GHz, 1.9GHz, 2.4GHz帯域の減衰量も十分に確保した。なお上記は、外部素子無しでの2.0mm×1.6mm×0.7mmサイズ素子単体で実現している。



(a) TV受信波帯域通過特性
(a) TV band frequency response



(b) 携帯電話送信波帯域通過特性
(b) Cellular band frequency response



(c) 0 - 2500MHz通過特性
(c) 0 - 2500MHz frequency response

図9 ノッチフィルタ周波数特性図

Fig.9 Frequency responses of the notch filter

4. あとがき

本稿では、SAWフィルタとその周辺部品を小型モジュール化した2種類の開発事例について報告した。ともに小型サイズでありながら良好な電気的特性を実現した。モジュール化したことでマッチング調整等の必要が無くなり、装置への組み込みが容易になる。今後、さらに高集積化, 高機能化が進むことが予想され、IC化が困難なSAWデバイスをモジュール化する流れは、ますます進むと思われる。

用語一覧

- ノッチフィルタ: 帯域阻止濾波器
- ワンセグ: 携帯電話, 移動体端末向け1セグメント部分受信サービス
- DVB-H: Digital Video Broadcasting - Handheld
- IIP3: Input 3rd order Intercept Point (入力3次インターセプトポイント)
- LNA: Low Noise Amplifier (低雑音増幅器)
- LTCC: Low Temperature Co-fired Ceramic (低温同時焼成セラミックス)
- PND: Personal Navigation Device
- P-1dB: Input Power at 1dB Gain Compression point (1dB利得圧縮時入力電力)
- SAW: Surface Acoustic Wave (表面弾性波)