

越野 昌芳
M. Koshino

当社では独自の電極設計技術を駆使し、高性能な SAW (Surface Acoustic Wave) デバイスの開発を進めている。携帯電話をはじめとする移動体通信は最近急速に伸びており、ここでは新たなシステムに対応したデバイスも含め、最近の当社の移動体通信用 SAW デバイスを紹介する。

ADC (American Digital Cellular system) 用 RF (Radio Frequency) フィルタとして新たに開発した縦モード結合共振子に T 形接続 1 端子対共振子を接続した電極構成を用い低損失を実現した。欧州新システムの EGSM (Extended Global System for Mobile communication) 用の広帯 RF フィルタ、国内の PDC (Personal Digital Cellular system) 用 1.5 GHz RF フィルタを開発した。国内 PHS (簡易型携帯電話機) 用 IF (Intermediate Frequency) 用フィルタは独自の一方方向性変換器を採用し、良好な位相特性とイメージ抑圧性能を実現した。

Recently, the dissemination of mobile communications systems including handheld cellular phones has been rapidly expanding. This paper introduces recent surface acoustic wave (SAW) devices developed by Toshiba, including new system applications.

The radio frequency (RF) filter for the American digital cellular (ADC) system realizes very low insertion loss through the adoption of an original structure with a longitudinal mode coupled resonator and a T-connected 1-port resonator. We have also developed RF filters for the extended global system for mobile communication (EGSM) and for the personal digital cellular (PDC) system, as well as intermediate frequency (IF) filters for the personal handyphone system (PHS) incorporating original unidirectional transducers.

1 まえがき

移動体通信の加入者数は最近世界的に著しい伸びを示している。わが国においても 1994 年 4 月に実施された携帯電話の端末売り切りにより急速に普及し、2000 年には、1,000 万加入に達すると予測されている。自動車・携帯電話は 1980 年代のアナログ技術をベースにした第一世代方式、さらに 1990 年代のデジタル技術を基にした第二世代方式へと発展してきている。欧州および一部のアジアでは GSM (Global System for Mobile communication)、米国では ADC、また、わが国では PDC の各デジタルシステムが広まりつつある。この間、部品の小型化、高性能化、高密度実装技術の進歩などにより端末は大幅に小型化され、100cm³ 以下のものが出現しようとしている。

また新たなパーソナル移動通信サービス PCS (Personal Communication Services, 第 2.5 世代と言える。)として、国内では PHS が 1995 年 7 月からサービスを開始する予定である。欧州ではすでに DECT (Digital European Cordless Telecommunication) がスタートしており、米国では標準化が進みつつある。

このような状況のなかで、1970 年代にテレビの映像中間周波用フィルタとして実用化され、VTR、CATV など映像機器用で大量生産されている、SAW デバイスは、小型、高性能な特長を生かし、1980 年代後半以降、移動体通信機器への搭載が本格化し、特に最近のデジタル方式の機器ではシステムの実用化を左右するほどのキーデバイスになっている。

当社では X カット 112°Y 伝搬 LiTaO₃ 基板を用いたテレビ IF 用 SAW フィルタや、VTR の RF モジュレータ用 SAW 共振子を世界に先駆けて商品化し、民生用映像機器分野を中心につねにトップシェアを維持してきたが、移動体通信分野でも、ペイジャ用やコードレス電話用の RF フィルタを業界に先駆けて開発するなど高い実績をもつ。

ここでは、最近の移動体通信用の SAW デバイスの開発状況について紹介する。

2 SAW フィルタの原理と低損失化

水面に小石を投げ込むと波が発生し、だんだんと周辺に広がっていくが、この波は振幅が水面でもっとも大きく、水中

の基本的な機能は、受信帯域における高感度受信、送信帯域およびイメージなどの不要信号の抑圧である。また、TXフィルタの機能はミキサなどで発生する多くのスプリアス成分の除去である。

3.1 ADC 用 800 MHz 帯フィルタ

ADC 用 RF フィルタは従来のアナログ方式の AMPS 用と同一周波数帯域をもつ。図 4 に当社の ADC 用 RF フィルタの周波数特性を示す。主要特性は以下のとおりである。

中心周波数(f_0)	836.5 MHz
通過域最小損失	1.7 dB
通過域 VSWR (電圧定在波比)	2.0
Duplex 帯域減衰量	30 dB

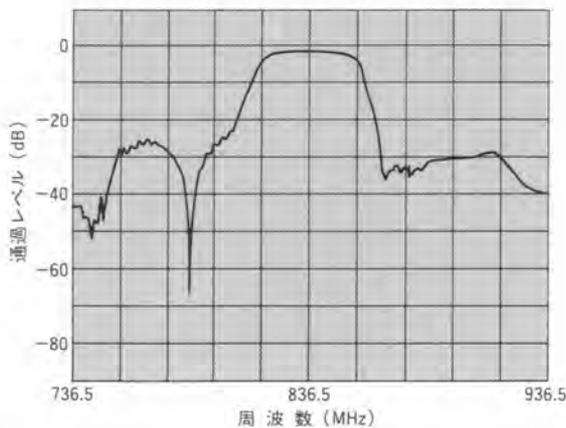


図 4. ADC 用 RF フィルタの周波数特性 中心周波数は 836.5 MHz で最小挿入損失は 1.7 dB である。

Frequency characteristics of RF filter for ADC handheld phones

従来この用途の SAW フィルタは、縦モード結合型フィルタを 2 段カスケードに接続したタイプやラダー型フィルタが用いられてきた。前者は減衰量を確保するために 2 段接続するため、通過域の損失も劣化するという欠点があった。また、後者は通過域近傍の減衰特性は良いが広帯域の減衰が乏しいという欠点があった。このフィルタは、新たに開発した縦モード結合型フィルタに T 形接続 1 端子対共振子を組み合わせ合わせた構造を用いることにより、低損失でかつ通過域近傍から広帯域にわたってバランスのとれた減衰特性を確保している。圧電基板には高い電気機械結合係数をもつ擬似弾性表面波(L-SAW)モードのニオブ酸リチウムを採用した。また、パッケージは 3.8 mm 角の LCC (Leadless Chip Carrier) 6 タイプを用い小型化を図った。

3.2 EGSM 用フィルタ

欧州のデジタル方式である GSM は急速に伸びているが、これに伴うセル内の加入者容量の拡大に対応し、使用帯域幅を現行の 25 MHz から 35 MHz に広げようとする動きがある。それに伴い送信帯域と受信帯域の間のガードバンド

は 20 MHz から 10 MHz に狭まる。これが EGSM である。これに用いられる RF フィルタとしては、広帯域で急峻な減衰スローブ特性が要求される。当社はこの動きにいち早く対応し、RX 段用 SAW フィルタを開発した。図 5 が EGSM 用フィルタの周波数特性である。主要特性は以下のとおりである。

中心周波数(f_0)	942.5 MHz
通過域最小損失	1.5 dB
通過域 VSWR	2.5
Duplex 帯域減衰量	27 dB

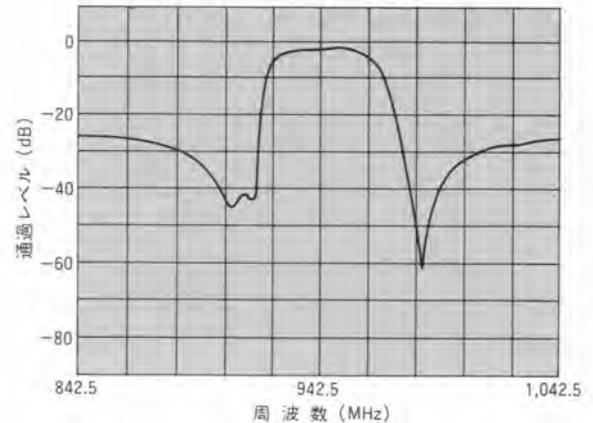


図 5. EGSM 用 RF フィルタの周波数特性 中心周波数は 942.5 MHz で最小挿入損失は 1.5 dB である。

Frequency characteristics of RF filter for EGSM handheld phones

このフィルタは使用温度範囲の $-20^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 全体にわたって通過域と減衰域の性能を確保するため、温度特性のよい L-SAW モードのタンタル酸リチウム基板を採用した。また、急峻なスローブ特性を実現するため電極構成はラダー型接続を用いた。また、広い通過域を確保するためには 1 端子対共振子の容量比を下げる必要があるため電極膜厚の厚化を行った。パッケージは 3.8 mm 角の LCC6 タイプを用いた。

3.3 PDC 用フィルタ

国内のデジタル携帯電話方式である PDC は 800 MHz 帯と 1.5 GHz 帯で運用されている。1.5 GHz 帯のような高周波の SAW フィルタの製造にはサブミクロンの電極形成技術が必要となる。図 6 に PDC 用 TX フィルタの周波数特性を示す。主要特性は以下のとおりである。

中心周波数(f_0)	1,441 MHz
通過域最小損失	3 dB
通過域 VSWR	2.1
Duplex 帯域減衰量	25 dB

このフィルタには温度特性のよい L-SAW モードのタンタル酸リチウム基板を使用し、縦モード結合型フィルタを 2

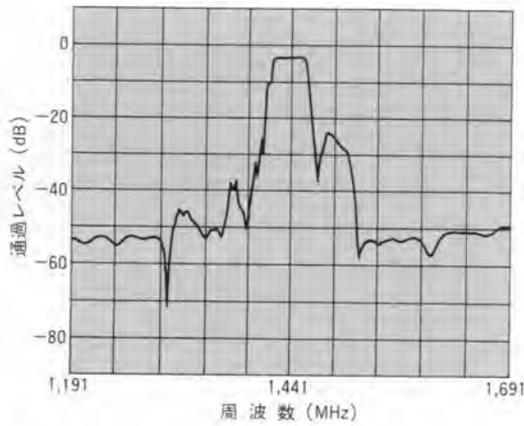


図6. PDC用RFフィルタの周波数特性 中心周波数は1,441 MHzで最小挿入損失は3 dBである。
Frequency characteristics of RF filter for PDC handheld phones

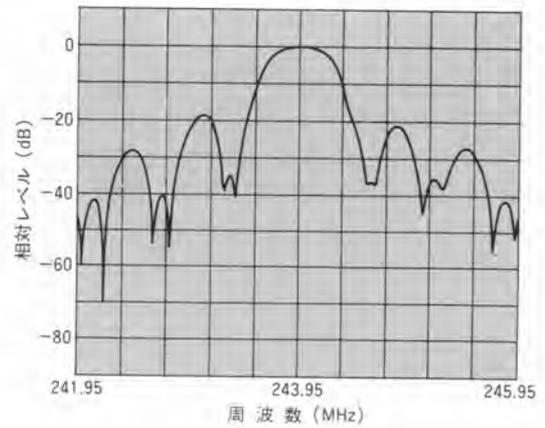


図7. PHS用IFフィルタの周波数特性 中心周波数は243.95MHzで最小挿入損失は4 dBである。
Frequency characteristics of IF filter for PHS terminals

段カスケード接続する方式を用い、GHz帯では従来にない減衰特性の急峻性と広い帯域にわたって良好な減衰量を得ている。電極のラインアンドスペースは $0.7\mu\text{m}$ であり、パターンニングはi線ステップによる露光とRIE(Reactive Ion Etching)を用いた。パッケージは3.8 mm角のLCC6タイプである。

4 PHS用IFフィルタ

IFフィルタの主な機能は隣接チャネルなどの近傍のチャネルの信号の抑圧とイメージ信号の除去である。

PHS用端末では、1.9 GHz帯のRF信号は250 MHz帯の第一IF段に変換され、さらに10 MHz帯の第二IF段に変換された後復調される。チャネル間隔は300 kHzで従来のアナログシステムでの10~30 kHzに比べ、IFフィルタは広帯域で位相の直線性が要求される。PHSシステムの第一IFフィルタはSAWフィルタが唯一適用可能な技術であり、その性能が端末の性能に大きく影響を与える。当社はいち早くPHS用IFフィルタの開発に着手し良好な特性を実現した。

図7はその周波数特性である。主要特性は以下のとおりである。

中心周波数(f_0)	243.95 MHz
3 dB 帯域幅	520 kHz
通過域最小損失	3.8 dB
隣接チャネル減衰量	32 dB
イメージ帯域減衰量	65 dB
通過域群遅延リプル	150 ns

このフィルタの電極構成は一方方向性変換器を入出力に用いたトランスバーサル型を採用し、その一方方向性変換器の電極構造として当社独自に開発した1/8-1/8-3/8 λ 幅電極を用い

ている。この構造は他の一方方向性変換器に比べ、外部の移相器が不要のため使いやすく、また電極パターンが1層であるため製作プロセスが複雑にならないですむと言う特長をもつ。群遅延リプルは従来この応用に用いられていた共振子型に比較して1/5になっており、位相ひずみを大幅に改善している。また、電極対数の最適化と重みづけ方法のくふうにより13.3×6.5 mm LCC12パッケージに納めている。

5 あとがき

最近の移動体通信用SAWフィルタとして、新たに開発した電極構成法による低損失なADC用RFフィルタ、欧州新システムのEGSM用RFフィルタ、国内PDC用準マイクロ波帯フィルタ、また独自の一方方向性変換器を用い良好な位相特性を実現したPHS用IFフィルタについて紹介した。

移動体通信はこれまでの音声中心のサービスからデジタル技術を生かした、高品質なデータ伝送の提供といったマルチメディアの一つとしての位置付けになっていくと考えられる。また、第三世代の移動体通信である、世界統一システムFPLMTS(Future Public Land Mobile Telecommunication System)についても各国で方式検討が進められている。このような流れの中で、システムのキーコンポーネントであるSAWデバイスはますます重要になると予想されるため、よりいっそうの高性能化、小型化、高機能化を図ってきたい。



越野 昌芳 Masayosi Koshino

1980年入社。弾性表面波デバイスの開発、設計、製造技術に従事。現在、電子デバイス事業部要素部品技術担当課長。Electron tubes & Device Div.