

# マイクロ波用誘電体フィルタ

(1979年～現在)

一般にフィルタとは、不要なものを取り除き、必要なものだけを取り出す役目をするものである。例えば、コーヒーサイフォンのフィルタの場合、不要なコーヒー豆を取り除き、必要なコーヒー液だけを取り出す役目をしている。

一方、電子回路で言うフィルタの場合は、不要な信号（電波）を取り除き、必要な信号だけを取り出す（通過させる）役目をする。携帯電話では800MHzや2GHzといったマイクロ波が使用されているが、誘電体フィルタは送受信に必要な周波数帯域のみを通過させ、不要な周波数帯域を遮断する役割を担っている。誘電体フィルタは誘電体セラミックスの高い誘電率を利用することで寸法を小型化できるため、今日の携帯電話の小型化に大きな貢献をしてきた。

誘電体フィルタは、携帯電話に代表されるマイクロ波通信機器のフィルタ（濾波器）として使用されてい

る。誘電体セラミックスの高い誘電率を利用することでフィルタ部品を小型化できるため、通信機器の小型・軽量化に大きな貢献をしてきた。図1に携帯電話で使用されている誘電体フィルタの使用位置を示す。

Key-words：携帯電話、フィルタ、マイクロ波、誘電体、小型化

注1 NTTドコモやエリクソン社などが開発した第3世代携帯電話(3G)の通信方式、384kbpsの高速データ通信が可能となり、動画・音声によるリアルタイム通信が可能である。

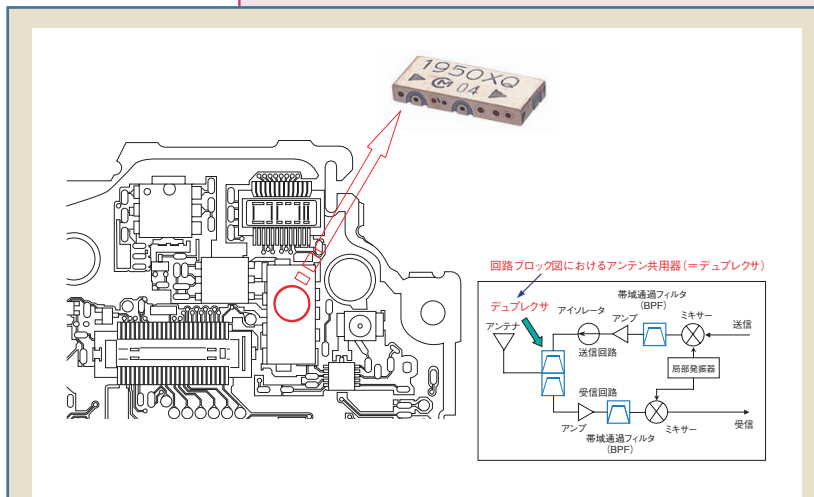


図1 携帯電話における誘電体フィルタの使用場所

W-CDMA<sup>注1)</sup> 端末では主にアンテナ共用器（デュプレクサ）として使用されている。分岐回路として機能し送信フィルタと受信フィルタで同じアンテナを使用できる。

## 1. 製品適用分野

マイクロ波通信機器のフィルタ

## 2. 適用分野の背景

携帯電話をはじめとする移動体通信の急速な発展に伴って、これらの通信機器に使用される電子部品にも小型・軽量化が強く求められてきた。こうした要求に応えるために開発されたのが誘電体フィルタである。その歴史は小型化の歴史とも言え、小型化を目指した開発が材料技術・加工技術・設計技術の多方面から精力的に行われてきた。図2に自動車電話、および携帯電話端末に使用されてきたアンテナ共用器（デュプレクサ）の小型化の変遷を示す。

## 3. 製品の特徴と仕様

通信機器には、必要な信号（電磁波）のみを通過させるフィルタ（濾波器）が必要となるが、マイクロ波用のフィルタの一つに誘電体フィルタがある。誘電体フィルタは、圧電素子を応用したフィルタとは異なり機械的な振動は全くなく、電磁波自体が誘電体共振器の中で共振している。誘電体内部においては、電磁波の波長が自由空間の $1/\sqrt{\epsilon_r}$  ( $\epsilon_r$ : 比誘電率) に短縮されるため共振系寸法を小さくすることができる。誘電体フィルタが通信機器に広く使用されるようになった理由は、こうした小型化効果とその優れた温度特性にある。

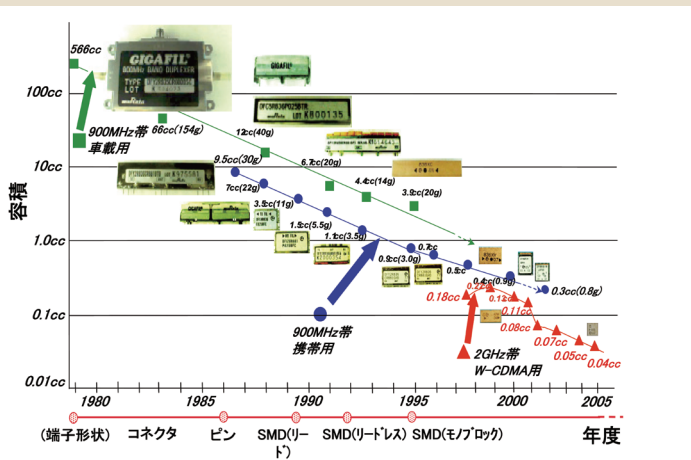


図2 誘電体フィルタの小型化の変遷（アンテナ共用器）

第3世代システム(W-CDMA)への移行により、使用周波数が900MHzから2GHzに替わっているが、商品化当初の1/1000以下の容積に小型化が進化した。

はじめて実用化された当時の自動車電話は、本体装置がトランクのスペースの大部分を占領する大きなものであった。本体装置の小型化のためにフィルタの小型化も強く求められ、この要求に応じて開発されたのが図3に示す金属ケース型誘電体フィルタである。この構造のフィルタによって従来の約1/8の大きさとなり、自動車電話の小型化と普及に大きく貢献した。この当時は、 $\text{MgTiO}_3\text{-CaTiO}_3$ 系セラミック ( $\epsilon_r=21$ ) が主に使用された。

その後、移動体通信システムの主流は携帯電話になり、さらなる小型化とともにプリント基板上に表面実装できることが求められた。これに応じて開発されたのが、図4に示す表面実装型誘電体フィルタである。材料としては、小型化を実現するために高誘電率材料が使用され、主に  $\text{BaO-PbO-Nd}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  系セラミックス ( $\epsilon_r=92$ ) が使用された。

携帯電話が高機能化するにつれて、誘電体フィルタのさらなる小型化、軽量化が求められた。こうした要請に応えるべく開発されたのが、図5に示すブロックタイプの一体型誘電体フィルタである。高度な材料技術と加工技術を結集し、W-CDMA用デュプレクサとして  $5.4\text{mm} \times 5.0\text{mm} \times 1.7\text{mm}$  のサイズを実現している。材料としては、 $\text{Ba}(\text{Sm}, \text{Nd})_2\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  系 ( $\epsilon_r=82$ ) や  $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}\text{-BaSm}_2\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  系セラミックス ( $\epsilon_r=47$ ) が主に使用され現在に至っている。

#### 4. 製法

基本構造としては、誘電体セラミックスの表面に銀、または銅電極を形成した構造であり、図3～5の着色部が電極に相当する部分である。図6に製法を示すが、一般的には固相法により合成されたセラミックス粉末を使用し、所定の形状に成形する。これを焼成した後、電極を形成し、目標のフィルタ特性が得られるようにチューニングを行う。小型・低背化の進展に伴い、同軸共振器の穴径が小さくなり、成形やチューニングに高い技術力が要求されている。

#### 5. まとめ

携帯機器の小型化に貢献した機能性セラミックスの代表例として、誘電体フィルタを紹介した。今後も材料・加工・設計の多方面から誘電体の特長を生かす研究開発が進められ、通信機器に広く使用されることを期待したい。

[連絡先] 立川 勉  
(株)村田製作所 材料開発センター  
〒520-2153 野洲市大篠原 2288

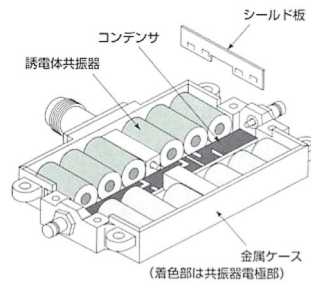


図3 金属ケース型誘電体フィルタ

金属ケース内に複数の誘電体共振器を向かい合わせに配置し、隣り合う共振器の間をシールド板で区切り、コンデンサによって共振器どうしを結合させた。

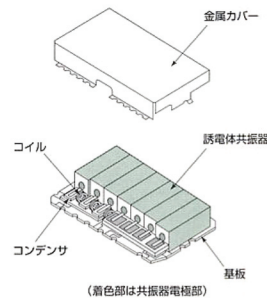


図4 表面実装型誘電体フィルタ

表面実装用の電極が形成された基板上に、複数の誘電体共振器とコンデンサやコイルなどの結合用部品が配置され、さらに全体が金属カバーで覆われている。

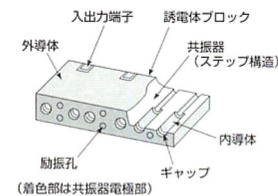


図5 ブロッカー一体型誘電体フィルタ（一部断面）

セラミックスのブロック1個だけで構成され、コンデンサやコイル、金属カバーといったものが一切使用されていない。

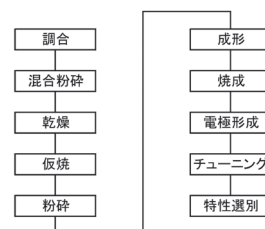


図6 誘電体フィルタの製造プロセス

$\text{BaCO}_3$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 等を素材料として混合粉碎し、仮焼により $\text{CO}_2$ 成分の除去と仮合成を行う。その後、成形法に応じたバインダー成分を混合し所定の形状に成形する。