

# フッ素樹脂基板の特性と今後の可能性

日本ピラー工業(株) Ishida Kaoru  
石田 薫

AE事業部 プロセス部 部長  
〒669-1333 兵庫県三田市下内神字打場541-1  
☎079-567-2105

## 最近のフッ素基板の市場動向について

フッ素樹脂基板はフッ素樹脂が有する優れた電気特性の恩恵を受け、新しい高周波システムが導入されるたび、性能を優先する試作段階ではフッ素樹脂基板が採用されるが、量産を迎えるタイミングでは性能と多層加工性などの妥協点を考慮されて熱硬化性のエポキシ系樹脂を採用されるというプロセスを何度も経験してきた。しかしながら、ミリ波というこれまでの携帯電話などの用途に比べて10倍以上の周波数のアプリケーションではこれまでのような熱硬化性樹脂との妥協点を見出すことは非常に困難で、フッ素樹脂基板の市場規模が大きく伸びてきている。特に自動車の衝突防止用ミリ波レーダシステム(76GHz~

81GHz)は高級車から普及車へも展開が始まり、右肩上がりの予想がなされている(図1)<sup>1)</sup>。さらに次世代の携帯電話システムとして検討されている第5世代(5G)携帯電話システムにおいてもミリ波(28GHz~70GHz)の適用を想定されている<sup>2)</sup>。既に2019年には米韓で相次いでサービスインされ、また国内でも2019年9月から部分的にSub6と言われる6GHz以下の周波数を使用した運用で、2020年春からの商用サービスが開始され、28GHzや39GHzを用いた運用も2~3年後にはサービス開始の予定である(図2)。このようにミリ波を用いたアプリケーションが加速度的に広がりを見せる中、フッ素樹脂基板の需要も大きく伸びていく可能性が期待されている。

## なぜフッ素樹脂基板なのか

フッ素樹脂基板など回路基板に使用される有機樹脂材料は当然であるが、電氣的に絶縁性を示す誘電体である。ミリ波などの高周波用途において、誘電体基板材料に求められる重要なパラメータとしては比誘電率と誘電正接がある<sup>3)</sup>。比誘電率( $\epsilon_r$ )とは誘電体分子の中で部分的に+側の電位を持つ部分と-側の電位を持つ部分がある場合、誘電体に電圧を加えた際に印加される電界に応じてその+側と-側が配向(誘電分極)する度合いを表した数字である。もう一方の誘電正接( $\tan \delta$ )は

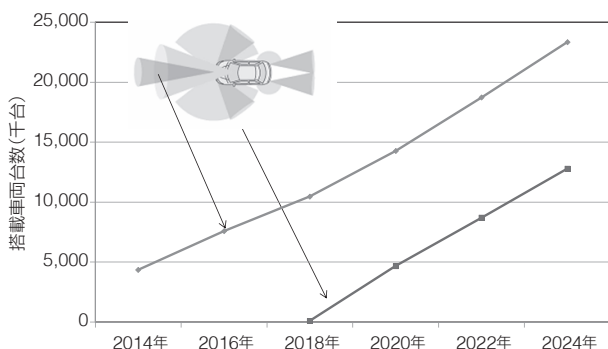


図1 ミリ波レーダー世界市場予測

(出典: 富士キメラ総研 「2014 次世代カーテクノロジーの本命予測」に基づく)

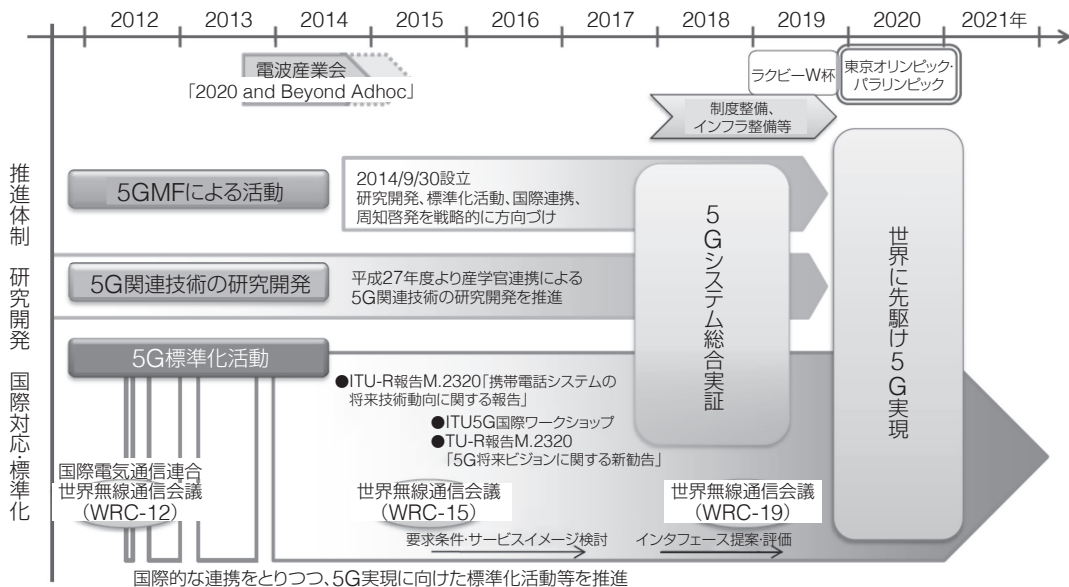


図2 第5世代(5G)携帯電話システムの導入ロードマップ  
 (出典：総務省ホームページ 「2020年代に向けたワイヤレスブロードバンド戦略」)

誘電体の誘電分極が交流電界を印加された場合に、追従できる能力を表した数字<sup>3)</sup>で、一般に有機系樹脂基板材料においては高い周波数で誘電率の高い材料ほど大きな値になる。

高周波基板上的の信号伝送における誘電体損失 $a_d$ は一般に $a_d=Kf\sqrt{\epsilon_r} \tan \delta$  ( $f$ は周波数、 $K$ は定数)で表され<sup>4)</sup>、比誘電率の平方根と誘電正接に比例しており、低損失化には低誘電率・低誘電正接特性が特に周波数が高いミリ波領域では重要となってくる。

ここで、図3に主な代表的な有機系樹脂を比誘電率と誘電正接でプロットしたマップを示す。これまで熱硬化性樹脂の代表格であるエポキシ樹脂は比誘電率が4程度で、誘電正接が0.02程度であるのに対して、フッ素樹脂の代表格であるPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)樹脂は有機樹脂の中では最も小さな比誘電率、誘電正接を示すためミリ波アプリケーションには最も適している材料であると言える。

### ● フッ素樹脂基板の種類、製法

当社で採用しているガラスクロスフッ素基板(図4)は、ガラスクロスにフッ素樹脂を含浸し、

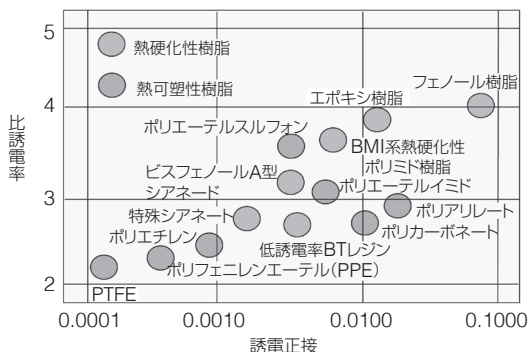


図3 代表的な有機系樹脂の比誘電率・誘電正接マップ

適切な厚みのプリプレグに構成し、銅箔で挟み込んで高温プレスを行うことで形成されている。一般には高周波特性の良い樹脂( $\epsilon_r=2.1, \tan \delta=0.0005@1\text{MHz}$ )<sup>5)</sup>と高周波特性に劣るガラスクロス( $\epsilon_r=6.8, \tan \delta=0.0035@1\text{MHz}$ )<sup>6)</sup>の比率で基板の誘電特性が決定され、当社基板材料においても樹脂比率が高い220シリーズは非常に優れた高周波特性( $\epsilon_r=2.2, \tan \delta=0.0007@10\text{GHz}$ )を実現している。一方で比較的ガラスクロスの比率の高い260シリーズは220シリーズには及ばないが優れた高周波特性( $\epsilon_r=2.6, \tan \delta=0.0018@10\text{GHz}$ )を