

# 高速高周波プリント基板向け フッ素樹脂材料の応用

AGC(株) <sup>Kasai Wataru</sup>  
笠井 渉

化学品カンパニー 応用商品開発部 複合材料開発室  
〒290-8566 千葉県市原市五井海岸10  
☎0436-23-3596

## フッ素樹脂とプリント基板用材料

フッ素樹脂は、その高分子鎖の中に含まれるフッ素原子の数による分類と、単独重合、共重合による分類の方法があり、それぞれ独自の性質が生じる。

フッ素樹脂の中でもプリント基板用材料として有望なものは、フッ素含有量が多いパーフルオロ樹脂である。パーフルオロ樹脂の中には、PTFE、PFA、FEPと言った樹脂が含まれる。フッ素含有量が多いと誘電特性や耐熱性が優れた樹脂となる。

パーフルオロ樹脂は柔軟で粘り強く、その表面不活性な物性から、離型性もよい。一方でこれらの特性はプリント基板用材料と言う観点からは不

利な条件であり、柔軟性=低剛性を補うためにガラスクロスなどへ含浸したり、離型性=低接着性を補うために物理的な凹凸の大きい、いわゆる粗い銅箔を使用したりすることが必要となる。

また、パーフルオロ樹脂を粉体として、フィラーとして活用する際にも、表面不活性な特性から、非常に分散のしにくい、つまり凝集しやすい特性を持っている。

当社は長年のフッ素樹脂の合成、製造技術を活かし、このパーフルオロ樹脂の一種に改質を加え、パーフルオロ樹脂の特性を活かしつつも高度な接着性と分散性を付与した、Fluon+™ EA-2000(以下EA-2000)を10年以上前に開発、上市している。

EA-2000は、柔軟性=低剛性こそパーフルオロ

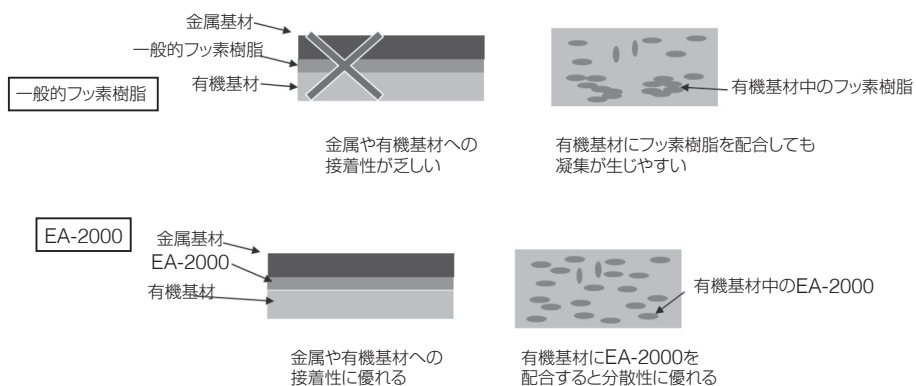


図1 EA-2000と一般的なフッ素樹脂との違い

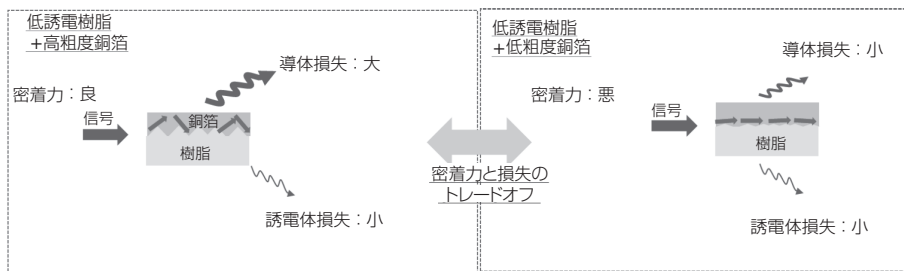


図2 導体損失、誘電体損失と密着力のトレードオフ

樹脂の特性が維持されているが、改質により、高い接着性と分散性を付与されている。そのため、金属基材と有機基材の接着層や、有機基材への低誘電添加剤として好適に使用することが可能である(図1)。

EA-2000は、フィルムおよびパウダーの形態で販売をされているが、本稿ではそれらを使用した、高速高周波プリント基板への応用について紹介したい。

### 既存低損失材料とフッ素樹脂複合材料との比較

昨今、スマートフォンにおける高周波用FPC基材として、モディファイドPI(以下mPI)や、液晶ポリマー(以下LCP)が用いられ始めている。

しかしこれらの材料にはそれぞれ性能面での課題が存在する。

mPIは一般のポリイミドの弱点である高い吸水性や高い誘電正接を改善したものである。水は非常に高い誘電率、誘電正接であるため、吸水後のポリイミドはこれらの値が大きく上昇し、結果として高周波の特性を損ねてしまう。

mPIは最適なモノマーを選定することにより吸水性や誘電正接を下げる改良を施したものである。しかしその改良の特性上、ガラス転移温度などの耐熱性や、機械特性が悪化する方向となり、FPC基材としての基本的な特性が損なわれてしまうため、その両立には困難が伴うと言われている。

一方でLCPは、ポリイミドの吸水性、誘電正接の高さを克服した材料として、近年、広がっている。一方、LCPにも課題はあり、その最たるも

のとして銅箔への密着性の低さ、と言われている。

一般的に、“低損失材料”と言われる際には、基材の誘電正接が議論されることが多い。誘電正接が低い材料は“低損失材料”であることに違いはないが、実際のプリント配線板の伝送路にした際に、“低伝送損失”であることとイコールではないことには留意が必要である。

図2は上記の内容を図に示したものである。伝送損失は、主に導体損失と誘電体損失に分けることができる(放射損失も存在するが、ここでは無視することとする)。

従来は、基材の誘電正接を小さくすることで、誘電体損失を小さくする取り組みがされてきた。しかしLCPのレベルの誘電正接(0.002~0.003)となると、誘電体損失はすでに十分小さくなり、結果的に導体損失の比率が大きくなっていく。

導体損失は主に導体と基材の界面で発生しており、導体の表面粗さが大きいほど、信号が流れる抵抗となるため、導体損失は大きくなる。

そのため導体損失を小さくするには粗さの小さい導体を使えばよいということになる。

しかし、導体の粗さは、粗いほど基材との物理的なアンカー効果が大きくなるため、逆に粗さが小さくなることはすなわち導体と基材との密着力が低下することになる。

LCPに限らず、一般的に誘電正接が小さいポリマーとは、ポリマーの主鎖および側鎖の分極の小さい低極性のポリマーであるが、それはすなわち、密着に寄与する官能基が少ないことを意味する。必然的に導体に対する密着力が低くなり、低粗度銅箔の使用が困難であるので、粗い導体を使うことになり結果的に導体損失の増加=伝送損失の増