

第2部 実践編

超高周波から
パワエレまで

第7章

電子回路のアナログ性能を100%引き出すために



紙からガラエポまで！ プリント基板材料のいろいろ

小峰 俊男 Toshio Komine

本稿ではプリント基板の材料特性や構造、性能や品質に影響するパラメータを解説します。

20 GHzを超える5Gやミリ波レーダ用途、100℃以上の厳しい温度環境で利用される車載用途などでは、プリント基板の性能や信頼性が要求されます。

回路基板の性能や品質を上げるには、ICや部品の選定、基板設計だけではなく、基板の絶縁層となる材料の選定や、プリント・パターン形状、構造も重要なファクタになります。

筆者の小峰さんは30年以上プリント基板の開発や製造技術の確立、品質管理に携わってきた職人さんです。材料特性や基板構造を理解した上で、基板メーカーを選定することが大切です。 **〈編集部〉**

材質と用途

プリント基板に使用される材料は、銅張積層板(どぅぱりせきそうばん)と呼ばれます。材料の種類を表1に示します。片面、両面、多層など、電子機器の用途に応じて使い分けされています。

これらの材料の代表的な特性値や用途を表2にまとめます。

● 紙基材系

片面材料は、クラフト紙などにフェノール樹脂を含浸し銅はくを載せて積層した紙フェノール銅張積層板です。FR-1やXPCなどのグレードがあり、ゲーム機やデジタル家電などに使われています。

● コンポジット系

コンポジット基材(CEM-3)と呼ばれる銅張積層板は、上下にガラス布基材、内部はガラス不織布基材、混成構造のエポキシ樹脂が使われています [図1(a)]。不織布を使っているので、コストが低いです。

構造的に、ガラス・エポキシ銅張積層よりガラス布基材の枚数が少ないので、打ち抜き加工性に優れています。ドリル加工でも負荷が軽減されドリル寿命が延び、加工コストを抑えることができます。

耐熱性の面でもFR-4と同等レベルに達していることから、代替材としてデジタル家電などにも利用されています。

● ガラス・エポキシ樹脂系

ガラス・エポキシ銅張積層板は、電子機器の高性能化に伴い幅広い分野で使われています。ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸したガラス布基材を数枚重ね、その上下に銅はくを載せて成形した構造になっています [図1(b)]。FR-4と呼ばれるグレードです。片面、両面、多層の構成など数多く使用されているプリント基板の材料で、ガラエポ基材とも呼ばれます。

最近では、環境問題から自己消炎性(難燃性)機能を有するハロゲン(臭素)を含まない材料(ノンハロ材)も多くなり、このFR-4のグレードは、臭素を含む材料がFR-4.0、ノンハロ材がFR-4.1に区別されるようになりました。

● ガラス/高機能樹脂系

第5世代移動通信(5G)など超高速通信が要求されて

表1 プリント基板に適した材料

高周波対応仕様のガラス布や銅はくを選べる高機能樹脂系やフッ素樹脂系材料もある

系 列	構成分類	材 質	品質
紙基材系	片面基板材料	クラフト紙等・フェノール樹脂	XPC, FR-1など
コンポジット系	両面基板材料	ガラス布/ガラス不織布・エポキシ樹脂	CEM-3
ガラス/エポキシ樹脂系	両面・多層基板材料	ガラス布(Eガラス)・エポキシ樹脂	FR-4(FR-4.0, FR-4.1)
ガラス/高機能樹脂系	多層基板材料	ガラス布(同上)・高機能樹脂(PPE, BTなど)	—
ガラス/フッ素樹脂系	フッ素樹脂基板材料	ガラス布(同上)・フッ素樹脂	PTFE

【セミナー案内】 [実習セミナー] [講師実演] 実習・ダイレクト・サンプリングFM SDRの製作「トランジスタ技術」連載連動企画

— 高性能ソフトウェア・ラジオをFPGA上に実装する

【講師】 林 輝彦 氏, 8/10(土) 28,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>