

第6章 ミリ・メートルで回路の性能が 決まる！

高周波用プリント基板の 設計ポイント

田村 睦
Mutsumi Tamura

● 高周波プリント基板は設計前の構想が最も大切!!

広いリビングや子供部屋にゆったりとした寝室，そして物入れ…。自分の家を建てるときはいろんな思いが膨らみます。でも現実には，土地の面積や予算などの関係で，限られた条件の中で間取りを決めることになります。

時間をかけて何度も図面を引いて，やっと納得のいく間取りができたとしても，「ああすれば良かった」とか「こうすれば良かった」と，後から不満が出てくるものです。間取りはうまくできたものの，基礎工事の手抜きで家が傾いたり，揺れたりという最悪の結果になることもあります。

高周波プリント基板を作るのも，これとよく似ています。回路ブロックや部品の配置など最初の構想検討が不十分だと，回路の動作が不安定になったり，トラブルを解決するために何度もプリント基板を修正することになります。最初からやり直したほうが早かったということもあるくらいです。すべてのプリント基板設計に言えることですが，高周波プリント基板では特にこの傾向があります。

高周波基板を設計するときの注意点はたくさんあります。数十MHzで動作するラジコンの受信部のプリント基板のように，ラフにレイアウトして結線してもそこそこ動作する場合もあれば，12GHzを扱うCSチューナのように，部品パッドやプリント・パターン長による影響に細心の注意を払わなければならない場合もあります。

本章では，高周波基板を設計するときを意識すべき事柄を説明したのち，高周波回路設計の重要なポイントの一つであるプリント・パターンの長さやビアの位置が特性に与える影響について説明します。

高周波プリント基板を設計するために 知っておきたい事柄

● 高周波プリント基板を作るときの三つの心得

最近では，高周波回路とデジタル回路が同じプリント基板に実装されたシステムが増えました。

このようなプリント基板では，高周波回路部だけでなく何とか動作するものの，デジタル部を動かした途端に，回路動作が不安定になってしまうという問題が起きています。この原因の一つは，デジタル回路が発生するノイズの高周波回路への干渉です。

こういった事態に陥らないためには，高周波回路ブロックとデジタル回路ブロックを分離する方法を考えて，プリント基板を作る前にしっかりと構想を練ることがとても重要です。では，ここで高周波プリント基板を設計するときの心得をまとめておきましょう。

▶ 見た目に美しいこと

回路のつながりや信号の流れが，回路図だけでなくプリント基板にもきれいに表現されていることが重要です。得てして，そういった高周波基板は性能も良いものです。

▶ 手抜き設計をしない

単に部品間を結線しただけでは，回路はほとんど安定に動作しません。

▶ 時間勝負のプリント基板設計をしない

「時間がないから次の試作で何とかすればいいや」と，適当な気持ちで設計すると，いつまでたっても動作するプリント基板は完成しません。

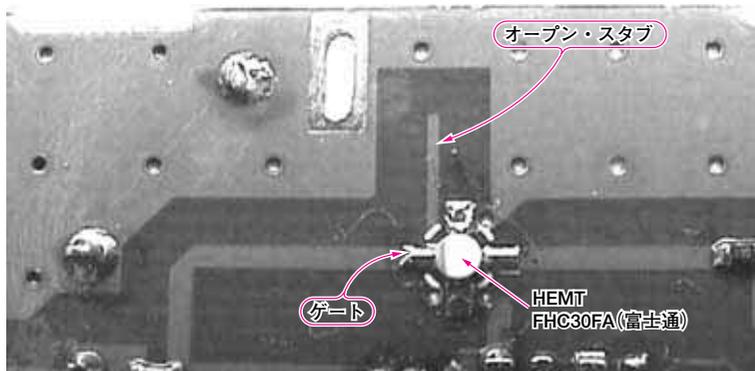
● 高周波プリント基板設計の常識

高周波基板を設計するとき知っておきたい具体的な事柄を下記にまとめてみました。

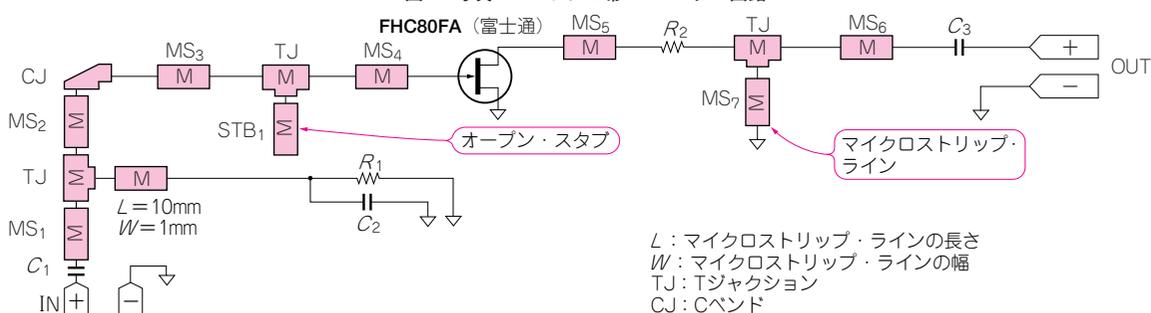
Keywords

グラウンド・ビア，HEMT，マイクロストリップ・ライン，オープン・スタブ，整合，RFアンプ，マイクロストリップ・エッジ・カップルドBPF，誘電率，波長短縮率，ガラス・エポキシ，実効誘電率， $\lambda/4$ マイクロストリップ・ライン，VSWR，スミス・チャート。

〈写真1〉高周波基板ではプリント・パターンで受動部品の機能が実現されている(1.5 GHz帯のRFアンプ)



〈図1〉写真1の1.5 GHz帯RFアンプの回路



L: マイクロストリップ・ラインの長さ
W: マイクロストリップ・ラインの幅
TJ: Tジャクション
CJ: Cベンド

▶プリント・パターンの長さが特性に影響する

最近では、伝送速度がGビットなんていう高速動作のデジタル回路も現れました。

これらのプリント基板は、**高周波の基板技術が基礎になって作られています**。例えば、高周波基板ではあたりまえのストリップ・ラインが高速デジタル信号の伝送線路用に使われていたり、線路の長さを調整して、伝播遅延時間の補正用としてライン長で調整しています。

高周波のプリント基板を設計した経験のない人が一番理解しにくいのが、**プリント・パターンの長さ**でしょう。高周波のプリント・パターンを描いて見るとわかると思いますが、部品配置によって大きく特性が変化します。

▶グラウンドは大きなベタにする

銅はく面全体がグラウンドの層を設けて、そこにビア接続する**ベタ・グラウンド**も、高周波回路のプリント基板の特徴です。これは高速デジタル基板にも共通して言えることです。

1本の細いプリント・パターンでグラウンドを描くのは、高周波では好ましくありません。

▶部品のグラウンド端子は最短でグラウンド層に接続する

部品のグラウンド端子のパッドのすぐ近くには、ビアを打ってグラウンド層と最短で接続します。

▶信号線は最短配線する

むやみに長く配線してはいけません。最短な結線が望まれます。

▶回路間の結合を小さくする

フィルタの入出力間やアンプの入出力間など、回路間を分離することを意識する必要があります。これは、オーディオ回路でいうクロストーク対策に相当します。

●高周波回路基板の設計ステップ

高周波基板の設計の手順をだまかに整理すると次のようになります。

- ①筐体の外形制約から基板寸法を決める
- ②プリント基板の外形やライブラリなどのデータを作成する
- ③高周波回路部と信号処理部の実装場所を決める

高周波部とアナログ/デジタル信号処理部に分けて実装します。分け方には次の二つの方法があります。

(a) 表と裏をそれぞれ高周波部とデジタル信号処理部に割り当てる…高周波回路部にデジタル回路のノイズが入りやすいため、高周波回路の裏側にデジタル回路を配置する場合には、同じ位置関係にならないよう十分注意する必要があります。

(b) 基板の半分を高周波部、半分を信号処理部に割り当てる…高周波部への制御信号の引き回し