

高周波センスによるアナログ設計

13 実装とプリント・パターン設計 (最終回)

広畑 敦
Atsushi Hirohata

高周波では、どんなにすぐれた素子や回路を採用しても、部品の寄生素子やプリント・パターン間の信号干渉など、回路図に示されないたくさんの要素によって、システムの性能や安定性が左右されます。

最終回は、高周波回路の性能を引き出すための実装方法やプリント・パターンの描き方について紹介しましょう。

電源ライン・インピーダンスの影響を軽減する方法

■ バイパス・コンデンサのインピーダンスの影響と回避法

● ON/OFF スイッチ付き BPF の例

図 13-1 に示すのは、帯域 10 M ~ 15 MHz の BPF (Band Pass Filter) を ON/OFF する回路です。まずは、この回路を例にして、高周波での周波数特性への影響と解決法を説明します。

BPF 部は、10 MHz 以下をカットする HPF (High Pass Filter) と 15 MHz 以上の周波数をカットする LPF (Low Pass Filter) を組み合わせたものです。現場では、このような組み合わせによるフィルタがよく使われています。

信号が通過するコンデンサ (C_6 , C_7 , C_8) は、信号周波数に対してインピーダンスが十分低くなるように、

0.01 μ F (10 MHz にて約 1.6 Ω) としています。

電源に接続された L_1 と L_2 は、BPF の構成部品とダイオードのバイアス用のインダクタとして機能しています。

L_5 はバイアス用です。LPF だけで考えると、このインピーダンスでは不足で、低い周波数に影響がありますが、全体の通過域特性 (10 MHz 以上) においてはあまり影響を与えません。

なお、BPF にダイオード・スイッチを接続するとき、次の 2 点を考慮する必要があります。

- ① スイッチ ON 時の BPF の通過損失や周波数特性に与える影響
- ② スイッチ OFF 時のアイソレーション、つまり入出力間やほかの回路への漏れ

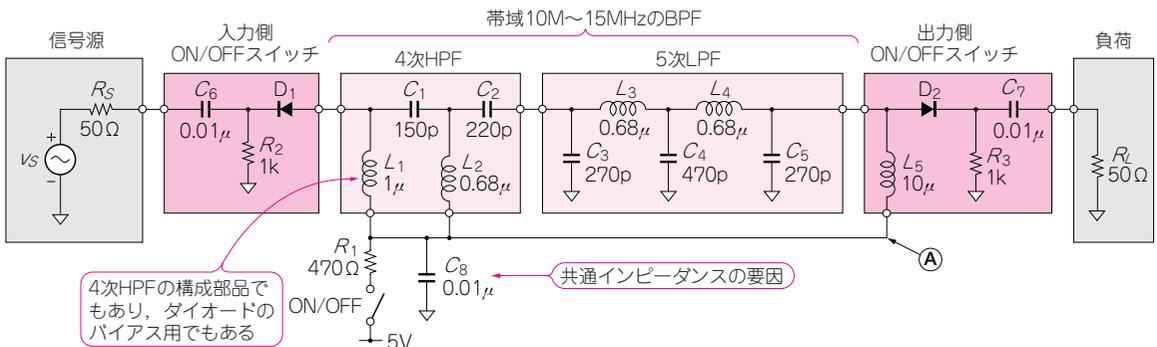
アイソレーション特性は、ダイオードの OFF 時のインピーダンスや実装時の配置、プリント・パターンなどに大きく影響を受けます。

● 通過域特性に影響を与える要因と改善策

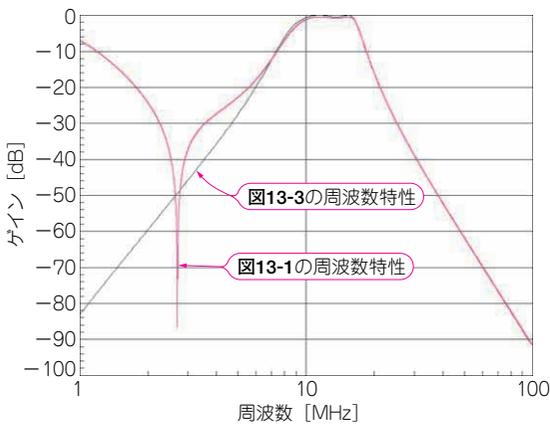
一見うまく動作しそうなこの回路において、フィルタの特性を劣化させる要因がいくつかあります。

図 13-2 に示すのは、図 13-1 の回路とその BPF 部だけ (図 13-3) の周波数特性をシミュレーションした結果です。実際には、ダイオードに流すバイアス電流の大きさによって、ダイオードによる損失が変化し

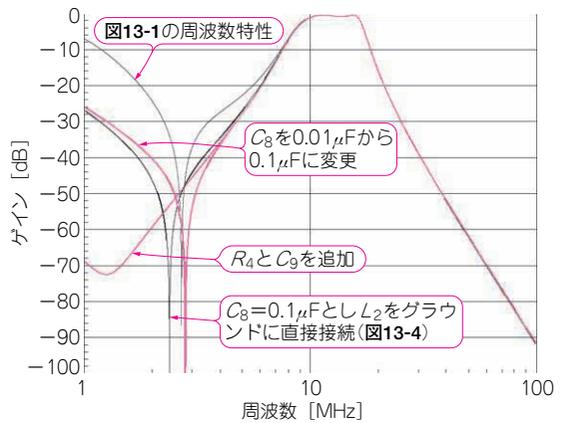
〈図 13-1〉ダイオード・スイッチの高周波特性と電源ラインの共通インピーダンスの影響を見る例題回路



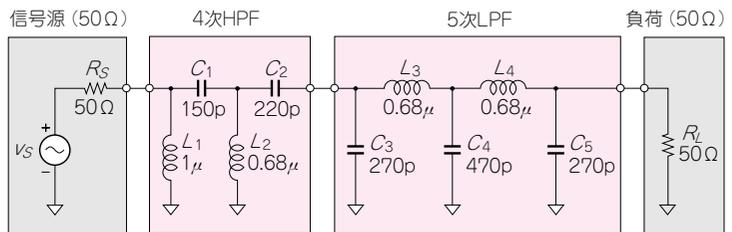
〈図13-2〉 図13-1のスイッチ部の有無と周波数特性の変化(シミュレーション)



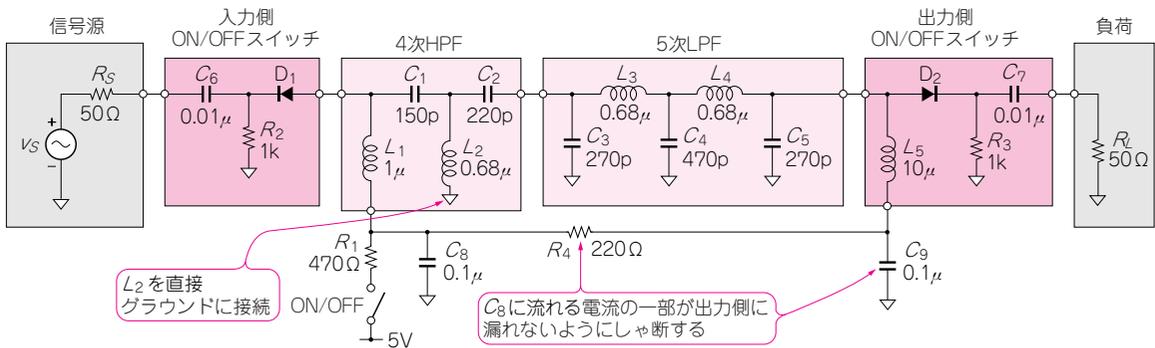
〈図13-5〉 図13-4の回路の周波数特性解析(シミュレーション)



〈図13-3〉 図13-1のBPF部の周波数特性を解析する回路



〈図13-4〉 L_1 と L_2 のグラウンド側の共通インピーダンスを小さくする方法



ますが考慮していません。

図13-2からわかるように、ダイオード・スイッチを実装したことによって、低い周波数での減衰特性が悪化しています。

● C_8 による共通インピーダンスが原因

この原因の一つは、低い周波数領域で C_8 の交流インピーダンスが上がり、図の点Aのラインがグラウンドと等価でなくなったことにあります。 C_8 の容量を上げると、低域でインピーダンスが下がり、少し改善されます。

このことから、 C_8 などのバイパス・コンデンサは、減衰域の周波数の信号に対しても、インピーダンスが十分低くなるように容量を選ぶ必要があることがわか

ります。

図13-1では、 C_8 が L_1 と L_2 のグラウンド側の共通インピーダンスとなり、また C_8 に流れるはずの信号の一部が L_5 を通して出力側に漏れてきます。

● 改善の方法

図13-4に示すように、 L_1 と L_2 のグラウンド側が共通インピーダンスをもたないように、 L_2 を直接グラウンドに接続します。

さらに、 L_1 と L_5 の間を抵抗 (R_4) やインダクタで分離して、 C_9 のバイパス・コンデンサで L_5 側を独立させます。 図13-5に、図13-4の回路のシミュレーション結果を示します。

