

# EMC規格適合用パッシブフィルタの基礎

Don MacArthur

はじめに

現役のEMCエンジニアまたは製品設計者の役割の1つは、イミュニティとエミッションのさまざまなEMC規格に製品が合格できるよう、回路に追加するフィルタ設計ができることである。主な規格には、IEC 61000-4-2 のESDイミュニティ、IEC 61000-4-3の放射RFイミュニティ、IEC 61000-4-4 の電気的高速過渡ノイズイミュニティほか、放射エミッション(RE)や伝導エミッション(CE)など、いろいろな国際規格がある。

EMIフィルタは、EMC規格適合を達成するため適切なシールドとともに使われることが多い。フィルタの目的は、RF電流がエネルギーの局所的な供給源に戻る低インピーダンスの経路を確立すること、および／または高いインピーダンスを提供してRF電流がケーブル沿いに流れるのを防ぐことの両方である。しかし特定の状況で適切なフィルタを選択するのは、特にEMC分野が初めての人や、しばらく遠ざかっていた人にとってはわかりにくい。現役のEMCエンジニアなら、特定の用途で最適なフィルタ構成とは何なのか、また、ある周波数、回路インピーダンス、回路の他のパラメータという条件で部品をどうやって正しく選べばよいか、自問することもあるだろう。また、エミッションやイミュニティ試験に合格するため、自身のフィルタ設計でどうすれば減衰量を増やすことができるかについても知りたいだろう。スケジュールが厳しく製品出荷日が刻々と迫ってくるときに、EMC規格適合のための適切なフィルタ設計方法を学ぶのは無理である。そんな状況に陥った場合、EMC規格適合用パッシブフィルタの基礎について述べた本稿は、わからないことを究明し、最適なパッシブ部品を迅速に見つけて製品を日程通りに出荷するのに役立つだろう。

## 1. EMC 規格適合用パッシブフィルタの基礎

### パッシブ・ローパスフィルタ

**幸**いなことに、EMC 規格適合のためのフィルタ設計は想像するほどむずかしくはない。ほとんどの場合、EMC 規格適合を達成するために必要なのは、パッシブ・ローパス（低帯域通過）フィルタを回路にどうやって取り付ければよいか、ということだけである。ハイパス（高帯域通過）フィルタ、バンドパス（帯域通過）フィルタ、バンドリジェクト（帯域除去）フィルタなど他のタイプのパッシブフィルタは、EMC 業務ではローパスフィルタほど一般的ではないので本稿では扱わない。そういった他のタイプの詳細については、参考文献を参照していただきたい。残念なことに、回路インピーダンスは必ずしも十分理解されているとは限らず、あるいは理解が不可能というわけではないが、EMC 規格適合試験に合格するために選択すべきパッシブ・ローパスフィルタ部品の値を選定することは、より困難になっている。これは、ケーブルのインピーダンスが変化するRE試験中、ケーブルはエミッションを最大化するために再配置されているので、ケーブルから発生する共通モード電流によるエミッションが存在するという状況である（参考文献 [1]）。

負荷インピーダンスが不明の場合、フィルタを正確にモデル化することは不可能である。ローパスフィルタの設計が適切かどうかを

知る唯一の方法は、EMC 規格適合試験中の試行錯誤による実験であり、より望ましいのは設計開発サイクルのごく初期に異なるローパスフィルタ部品の値を試用することである。この実験作業の効果を最大にするため、本番の適合性試験を社外の施設で実施する前に、自社試験設備にて予備適合性試験中に実験を行うほうがよい。自社のEMC試験設備で予備適合性試験をセットアップする方法の詳細については参考文献 [3] を参照していただきたい。

ローパスフィルタは、特定の有意な周波数より低い周波数は簡単に通過させ、その有意な周波数より高い周波数は大きく減衰させるというフィルタである。パッシブ・ローパスフィルタは、単純な分圧器である。つまり抵抗とコンデンサ、インダクタ（またはフェライト）とコンデンサの組み合わせで構成される増幅機能のない機器で、時には前述の部品わずか1つから構成されていることもある。例えば、不要な信号を抑制するために必要なのは、基準グランドへのラインを横断して置かれた、抵抗もインダクタも組み込まれていない1個のコンデンサだけ、ということもある。部品1個のフィルタを使用する利点は、物理的にわずか1つのデバイスだけが必要なので基板スペースも同様に少なく済み、コストダウンにもつながることである。多素子のフィルタは、関係する周波数範囲が非常に広く、単一部品のフィルタでは完全に減衰させるのが不可能な場合に有用である。