

マイクロ波デバイス設計

情報電気電子工学科 福迫 武

1. 緒言

GHz オーダーの電気信号を用いるマイクロ波回路（高周波回路）は通信および半導体産業を支える重要な技術であり、コンピュータの高速化、無線化が進むと共に、全国及び熊本県の多くの半導体メーカー、材料メーカー、携帯電話、コンピュータ関連メーカーには、その技術導入または、技術向上に力を入れているところが多い。

そこで、学生実験の一テーマとして、マイクロ波デバイスの設計を行うことにする。設計は、コンピュータ上で行い、続いてプリント基板の作成を行い、GHz帯の発振器とダイオードによる検波を通して作成や測定を行い、さらに考察することにより、回路長オーダーの波長をもつ信号特有の振る舞いとその応用について学び、面白さを感じてもらおう内容をめざす。

2. 実施概要

作成するデバイスは、誘電体（絶縁体）基板上に作成される平面型の回路で、プリント基板上に通常作成される。ただし、この実験では、時間短縮のため、エッチングは行わず、銅箔テープをカッターで切って基板上に銅箔パターンを作成する。基板はガラスエポキシ基板（FR-4）である。

パターンの設計は、フリーのマイクロ波シミュレータ Sonnet Lite (<http://www.sonnetusa.com>)を用いる。これにより、回路パターンを入力することで、入出力特性が即座に得られるので設計に便利である。かつ、電流分布を可視的に表示できるため、実験だけでは分からない高周波数特有の概念である電流の強さの場所への依存性が分かり、動作原理の検討に役に立つ。これは、波長の短さゆえの性質であるが、デバイスの動作を理解する上での重要な概念である。概略を図1に示す。この例はマイクロ波共振器の設計例である。

シミュレーションソフトで設計の後実験に移る。実験に使用するデバイスは、前述の通りである。この例は、マイクロ波アンテナの入力特性の測定例である。発振器とアンテナの間には方向性結合器があり、アンテナの入力端子からの反射波の強さを周波数ごとに測定している、反射波の少ない周波数がアンテナの動作周波数ということが分かる。反射波の高周波信号は検

波器を通して、電圧計で測定できる。

3. 結び

周波数が高くなると、回路長に対して波長が短くなり、信号が波としての性質をもつことを理解し、その動作を応用することがマイクロ波工学である。その理解は、コンピュータの動作速度の向上や、携帯電話等の無線通信機器の動作の理解や、開発で重要な概念であり、それに長けた技術者が多くの企業で求められている。そのような人材輩出に少しでも繋がれば幸いである。

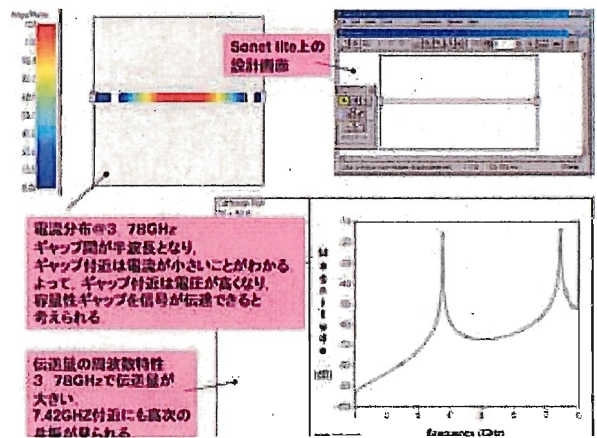


図1：Sonnet Lite によるシミュレーション例

左：パッチアンテナ
右：測定系の写真



図2：FR-4基板上に作成した小型パッチアンテナとその測定の様子。