

誘電層を挿入した不平衡給電スパイラルアンテナの 小型化・高周波化の検討

青木英恵、早坂淳一*、増本博、荒井賢一*、山口正洋
(東北大、*電磁研)

Dielectric layer inserted single-feed spiral antenna for miniaturization and high frequency use
Hanae Aoki, Jun-ichi Hayasaka, Hiroshi Masumoto, Ken-ichi Arai and Masahiro Yamaguchi
(Tohoku Univ., *Denjiken)

はじめに

身の回りの移動通信機器の小型化が進み、ユビキタス電源による非接触給電・センシング技術への需要が拡大している。多機能化に対応する使用周波数帯の広帯域化により、デバイスにおける各周波数帯のアンテナ素子の占める体積率増加が問題となっている。チューニングによるアンテナ1つあたりの広帯域化が検討される一方で、4G 携帯電話システムの0.7-2.6 GHz 帯域で使用されるアンテナ素子の外形寸法は最小で数 cm との報告がある¹⁾。スパイラル形状のアンテナは磁界型アンテナとして知られ、キャパシタを含む回路の共振を利用して数 100 MHz 帯のアンテナとして動作する。これを小型化し、インダクタンス(L)やキャパシタンス(C)成分が小さくなれば、GHz 帯の共振およびそれにとまなう反射損失の減少が期待される。本研究では、さらに小さい全形 4.2 mm の超小型積層スパイラルアンテナ素子を作製し、高周波電磁気特性を評価した。また、誘電挿入層 SiO_2 が高周波アンテナ特性に与える影響について考察した。

実験方法

本研究では、まず電磁界シミュレーション(HFSS, Ver.15.0)を用いて、高周波帯で放射するスパイラルアンテナの構造を設計した。スパイラルの外形、内径、線幅、線間隔、巻数をパラメーターとして 4, 17, 32 GHz の多帯域で反射損失の極小を示す、外径 1.78 mm の小型スパイラルアンテナを設計した。アンテナは、リフトオフにより 320 nm-Pt/300 nm- SiO_2 /320 nm-Pt/基板 SiO_2 の多層構造を作製した。1 GHz における挿入層の SiO_2 の誘電率は、6, $\tan \delta$ は 0.02 であった。素子の高周波電磁気特性は、VNA(Agilent, N5244A)とウェハプローブ(Cascade microtech, Infinity GS250)により 0.1-30 GHz の範囲で評価した。

実験結果と考察

図 1 に、(a)反射損失および(b)インピーダンスの周波数依存性を示す。(a)から、反射損失の実測値(実線)と、同じアンテナモデルでの計算値(点線)は 4, 17 GHz の極小点が一致した。このアンテナは高インピーダンスアンテナであるが、反射損失の極小値におけるインピーダンスの実部は 50Ω 付近まで減少している。アンテナ部の電界分布から、低周波側ではアンテナの LC 共振、高周波側では波長共振に起因すると考えられる。アンテナの M-I-M 積層部の容量成分を減少させた結果 $t = 0.6 \mu\text{m}$ (点線)では、極小を示す周波数が $t = 0.3 \mu\text{m}$ の結果(破線)と比較して高周波側にシフトし、その変化量は C の変化量と対応することが分かった。以上、良好な性能が得られた周波数帯について、今後磁性薄膜の効果を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) J. Kumar et al., proc. of 2014 IEEE GCWCN, (2014) 229.

謝辞

実験の遂行にあたりご助言をいただいた、ラナジット・サイ先生および遠藤恭先生に深く感謝申し上げます。

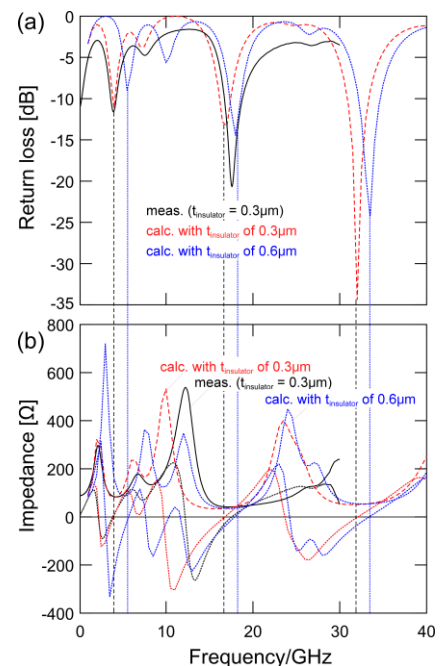


Fig.1 The frequency dependence of return loss (a) and Impedance (b).