

CPW 型 ULPD アンテナの寸法パラメータに関する研究

Study on the Antenna Characteristics Affected by Each Dimension of a ULPD Antenna in CPW Type

加藤友将¹, 横山星馬², 柴田国明³, 三枝健二³, 高野忠³

Tomokatsu Kato¹, Seima Yokoyama², Kuniaki Sibata³, Kenji Saegusa³, Tadashi Takano³

Abstract: In order to manufacture the dipole antenna on a substrate, the ULPD antenna in CPW type is proposed. The characteristics of the antenna are analyzed in this paper. In addition, the proposed antenna was manufactured. The analysis results and measurement results were compared.

1. まえがき

ダイポールアンテナは線状アンテナの基本的なアンテナであり、基板上で構成することができれば、様々な場面で活用することが可能と考えられる。その特性を有するアンテナとして、先に超低姿勢の ULPD(Ultra Low Profile Dipole)アンテナ[1]が提案されている。これにさらに平坦性を持たせるために、プリント基板で構成することを本研究の目的としている。先の検討[2]では、基板のアンテナ部分にカバーを装着することにより高い利得、理想的な位相分布に近い電流位相分布を得ることができた。しかし、カバーや短絡ピンなどを使用しているため製作に手間がかかってしまう。

今回は製作の容易性を考慮し、カバー、短絡ピンを取り除いた状態で、各寸法が周波数等にどのような影響を与えるか解析を行った。また、提案アンテナを製作し実測を行うことで、解析結果との比較を行った。

2. 原理

図 1 の ULPD アンテナを、さらに平坦性を持たせるためにプリント基板で構成することを考え、図 2 のような構造のアンテナを提案した。提案アンテナは三本のストリップで構成され、上下のストリップは ULPD の外導体に、真ん中のストリップは内導体にそれぞれ対応しており、それらは左側で接続されている。給電点は図に示すように内導体の中心に設けている。

3. アンテナの解析モデル

本報告では、図 2 のアンテナについて解析を行う。なお、基板の比誘電率 $\epsilon_r=2.6$, 厚さ $h=1.5\text{mm}$ である。解析モデルの a, b, c の寸法を変化させた場合の解析を行い、そのアンテナ特性を見る。なお本研究では FDTD 法を用いて解析を行う。

4. アンテナの解析結果

4.1 寸法 b を変化させた場合の解析

寸法 $a=2\text{mm}$, $c=10\text{mm}$ と固定し、 b を変化させ解析を行った。その結果を図 3, 図 4 に示す。図 4 の解析周波数は各寸法の共振周波数の前後 0.05GHz を範囲とした。図 3 よりリターンロスは $b=12\text{mm}$

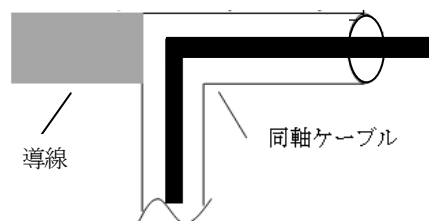


図 1 ULPD アンテナ

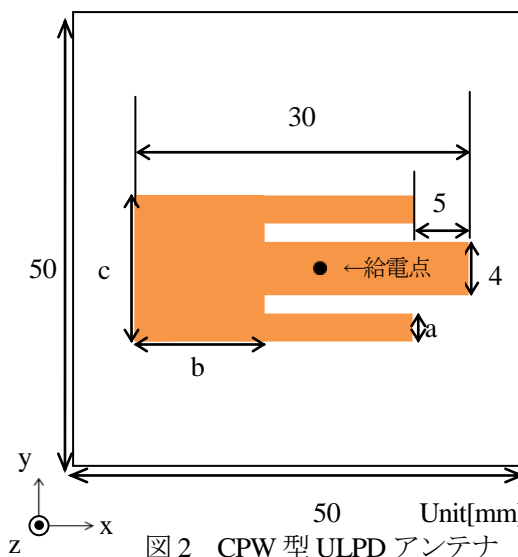


図 2 CPW 型 ULPD アンテナ

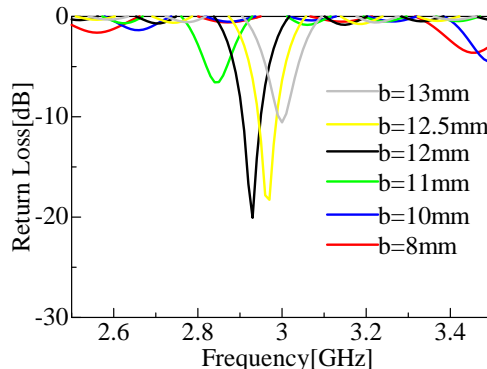


図 3 リターンロス特性(b 変化)

1: 日大理工・学部・子情 2: 日大理工・院(前)・電子 3: 日大理工・教員・電子

のとき一番低下していることがみてとれる. その値は-20.07dB であり, 利得は 1.19dBi であった. 図 4 から, より整合を目指すのならば $b=12\text{mm}$ と $b=12.5\text{mm}$ の間に整合点があると考えられるが, 寸法が細かくなってしまふ点, また現状 $b=12\text{mm}$ であっても-20.07dB と-10dB より低下してアンテナとして機能する点から, 寸法 b については 12mm が最適なパラメータであるといえる.

4.2 寸法 a, c を変化させた場合の解析

寸法 $b=12\text{mm}$ と固定し, ストリップ間隔を変えずに寸法 a, c を変化させた際の解析結果を図 5 に示す. 寸法 a のみを変化させたものも解析している. その理由として, 寸法 a, c のどちらにも周波数, 及びインピーダンスを変化させる要素があるのかを確認するために行った. 図 5 より, リターンロス $a=2\text{mm}$, $c=10\text{mm}$ のとき一番低下していることがみてとれる.

図 3, 図 5 を見ると, b, c を変化させたときに比べて a のみを変化させたときには, 共振周波数に大きな変化が見られない. そのため, 図 1 での導線部分が周波数に影響を与えていると考えられる.

5. 実験結果

4 章の結果より $a=2\text{mm}$, $b=12\text{mm}$, $c=10\text{mm}$ と $a=2\text{mm}$, $b=13\text{mm}$, $c=10\text{mm}$ のときの 2 種類の寸法のアンテナを製作し実測を行った. この 2 組の寸法を選択した理由は, 製作が容易な寸法, リターンロスが-10dB 以上低下していることの 2 点である. その実測結果を図 6 に示す. 図 6 から, 前者の解析と実測結果の差は共振周波数差 $=0.14\text{GHz}$, リターンロスの差 $=8.21\text{dB}$ とよみとれる. 解析結果とわずかに違いはあるものの, 3GHz 付近で-10dB より低下している結果となった. 後者の解析と実測結果の差は共振周波数差 $=0.01\text{GHz}$, リターンロスの差 $=0.32\text{dB}$ となり, 解析結果との差はほとんどみられなかった. 両者の結果に差が生じた理由として, 製作精度や給電方法の違いが考えられる.

6 まとめ

今回, カバー, 短絡ピンを取り除いた状態での CPW 型 ULPD アンテナの各寸法を変化させ, そのアンテナ特性をみた. また 2 種の寸法のアンテナを製作し実測を行った. 解析により寸法 a が寸法 b, c に比べ共振周波数に与える影響が大きいことを確認した. 次に, 実際にアンテナを製作し, 解析との比較結果を得た. 両者には最大で共振周波数差 $=0.14\text{GHz}$, リターンロスの差 $=8.21\text{dB}$ の差異がみられた.

今後, 他の寸法のアンテナも自作し実測を行うことにより解析の有用性を確認していく必要があると考える. また, カバーを外したことにより利得が低下しているため, カバー, 短絡ピンを装着せず高利得化を目指していく.

7 参考文献

[1]A.Thunvichit et al, "Ultra Low Profile Dipole Antenna with a Simplified Feeding Structure and a Parasitic Element" Trans. of Institute of Electrocncics, Information and Communication and Communication Engineers, vol.89-B,no2,pp.576-580,2006
 [2]岩本裕太, 他, 2013 年度日本大学理工学部学術講演会, M-2

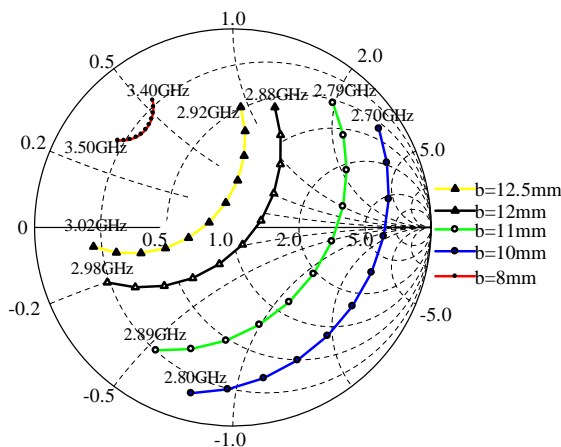


図 4 スミスチャート(b 変化)

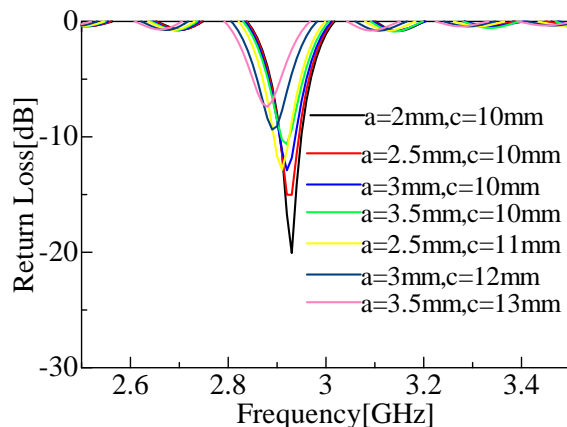


図 5 リターンロス特性(a, c 変化)

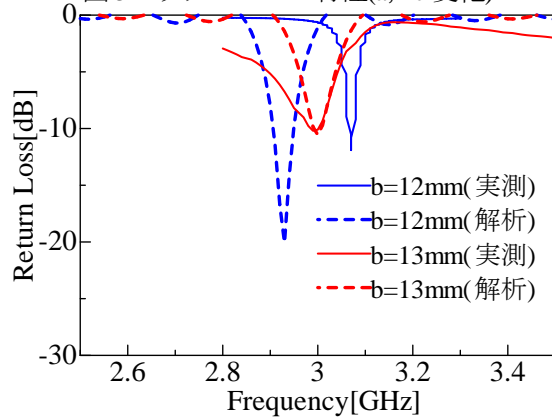


図 6 実測結果