広帯域円形板状ループアンテナの一検討

1. はじめに

近年, 高速での近距離無線システムに適応 可能な UWB (Ultra Wide Band) 技術が注目 されている. UWB アンテナの特徴として広範 囲な周波数帯域(3.1~10.6[GHz])を持つこ とが挙げられ、さまざまな形状のアンテナが 研究されている^[1]. 実用化を考え UWB アンテ ナを携帯機器等へ搭載することを視野に入れ た場合、小形な形状であることが求められる. 先に円形板状ループアンテナ(以下形状1) が広帯域(動作帯域: 4.1~10.2[GHz])で動 作することを報告した[2]. このアンテナは板状 素子で構成していることから素子の厚さのみ を考慮した薄型なアンテナとなる. また先の 報告[2]のアンテナの動作帯域改善を行った形 状[3](以下形状2)は、形状1から各部寸法を 変更し素子上の電流制御のためx軸に平行に スリットを装荷したもので、動作帯域は3.8~ 11.6[GHz]となった. しかし, UWB アンテナ として使用するためには最低動作周波数の更 なる改善が必要であった.またアンテナの動 作原理についての十分な検討は行われていな かった.本稿では、動作原理を明らかにする 目的で,アンテナ素子上の電流分布を二通り の方法で解析し、本アンテナの動作を検討し た.

2. アンテナの構成および解析方法

図1に形状1のモデルを示す.各部寸法は 図中に示す. UWB アンテナに求められる最低 動作周波数である 3[GHz]を考慮した半径であ 日大生産工(院) ○中川 雄太 日大生産工 坂口 浩一





図2 形状2

ホール(以下内ホールと呼ぶ)を設け, y軸 に平行にギャップgを設けた簡易な構造とし としている.給電はギャップg間で行ってい る. なお本検討における R の値は 15[mm]一 る R=15[mm]の円形素子の内部に、半径 r の 定とした. また図2は形状1の x 軸に平行に

> A Study on the Shape of Wideband Planar Loop Antenna – Part II Yuta NAKAGAWA and Koichi SAKAGUCHI

スリットを設け, さらに内ホール寸法と位置 を調整した形状2のモデル図である. なお解 析にはモーメント法を用い自由空間内で行っ た.また実験アンテナは厚さ 0.2[mm]の真鍮 板で構成した.本検討ではリターンロス≦-10[dB]で整合が取れているものと判断する.

<u>3. 結果と検討</u>

図3に形状1のワイヤーグリッドモデルを 示す.本検討においてはアンテナを873個の 要素から構成した.図中には主要な要素番号 (Element Number)を示す.それぞれエッ ジに沿った電流解析ルートを決め,要素番号6 ~53をルートA,158~205をルートBとし た.図4に形状1におけるそれぞれのルート での周波数ごとの電流分布を示す.横軸に要 素番号,縦軸に電流振幅,電流位相をそれぞ れ示している.なお一波長ループアンテナの 場合アンテナ上の電流振幅は給電部側とその 反対側でおおよそ最大となり,位相は逆位相 となることが知られている.図4(a)の振幅特 性を見ると,給電部付近の要素 6~10 で高い



図3 形状1のワイヤーグリッドモデル



振幅を示し4,6[GHz]では要素番号30~37で 最低となり、給電部と反対側の要素 53 でまた 大きくなる. 位相特性を見ると 4[GHz]では給 電部付近とその反対側でほぼ逆位相となって いることが分かる.また同図(b)を見ると振幅 特性において、4[GHz]では要素番号 185 で最 小となり、給電部付近の要素 203、給電部と反 対側の要素 158 でほぼ最大値を示す。また位 相特性は、4[GHz]において給電部とその反対 側では逆位相となっている. これは一波長ル ープアンテナと同等な動作であることを示 し、4[GHz]において形状1が一波長ループア ンテナに近い動作をしていると考えられる. 本アンテナは設計最低周波数が3[GHz]である ことから 6, 8, 10[GHz]においては, 周波数 に対しアンテナ長が長く見えるために一波長 ループアンテナの電流分布と違った電流分布 になっていることが分かる.

次に、本アンテナは形状1から動作帯域改 善のため形状2へと形状変化させて特性の検 討を行ってきた[3]. 図5に各形状のリターンロ ス特性を示す.形状1からアンテナ各部寸法 を変更しスリットを装荷することで広帯域と なっている. リターンロス特性から形状1と 形状2を比較すると 10[GHz]付近でアンテナ 動作が異なっていると考えられる. そこで形 状1と形状2のアンテナ動作を比較するた め、アンテナ面上の電流分布の解析を行った. 図6に周波数ごとの電流分布を示す. 図の明 るい部分が比較的電流が強く分布し、電流振 幅が高いことを示している. 4[GHz]では形状 1,形状2共に給電部からアンテナ外縁部, ギャップ部から内ホール下部に強く電流が分 布している.形状2においてはスリットの周 りにも比較的分布しておりスリット装荷にお ける電流制御の影響が見られる. スリット装 荷による違いは見られるものの振幅特性にお いて形状1と形状2では大きな違いが無いこ とが分かる.またこれは一般的な一波長ルー



プアンテナに近い電流振幅を示していると見 ることができる.8[GHz]を見ると,形状1, 形状2共に4[GHz]に比べ面内にも電流が比較 的強く分布していることが分かる.これより 8[GHz]においては4[GHz]の分布と比較する と異なった動作となっていると考えられる. 10[GHz]を見ると形状1は給電部から内ホー ル上部,素子外縁部に強く分布しているが内 ホール下部に強い分布は見られない.形状2 は内ホール下部にも強い分布が見られ、形状 1とは異なる電流分布となっている.この部 分での動作が異なっており, 高域側の動作帯 域が改善されたと考える. 位相特性に関して は、形状1と形状2では内ホールの周長が異 なり,スリットを装荷していること等から形 状ごとに異なっていると考えられる. 図7に 形状2のインピーダンス特性を示す.本アン テナの実験は有限接地板上で電気影像を用い て行った.なお実験における動作帯域は4.0~ 11.5[GHz]となる. インピーダンス値はやや異 なるものの類似した動作をしているものと考 える. また, 電流分布が放射特性に与える影 響を調べるため、図8に解析により求めた放 射特性の一例を示す. アンテナが x 軸に対し て非対称構造となっており放射特性も左右非 対称となっている.8、10[GHz]においては、 アンテナ素子上の電流分布の変化により 30°, 150°方向で放射の弱い点が見られる. またどの周波数でも約+4[dBi]の利得となる.

<u>4. まとめ</u>

本稿ではアンテナ上の電流分布を二つの方 法で解析し,本アンテナの動作を検討した. 電流振幅,位相から形状1の動作を検討した ところ,設計周波数に近い4[GHz]では給電点 とその反対側で電流がほぼ最大,位相が逆位 相となっていることから,一波長ループアン テナに近い動作をしていることが分かった. また,アンテナ面内の電流分布から動作を検 討した結果,形状1,形状2で10[GHz]の内 ホール下部の電流分布に違いが見られ,アン テナ動作が異なっておりこれが広帯域化に影 響していると考えられる. 参考文献

- [1]例えば 宮崎,坂口: "UWB 用フィン型アンテナの構成に関する検討",第40回日本大学生産工学部学術講演会,2007,pp81-84
- [2]坂口 浩一: "広帯域円形板状ループアンテナ",2008 年電子情報通信学会総合大会, B-1-116
- [3]中川,坂口:"広帯域円形板状ループアンテナの基礎検討",2009年電子情報通信学会総合大会, B-1-115







図8 放射特性(形状2:yz面 E_{ϕ})