広帯域円形板状ループアンテナの形状の検討

<u>1.はじめに</u>

近年、高速で近距離通信が可能な UWB 技 術が注目され、これに対応したアンテナは数 多く発表されているが、ループタイプのアン テナの報告は少ない。著者らは先に円形板状 のループアンテナを提案し、比較的広帯域で 動作することを報告した^[1]。しかし実用には さらに低域の周波数帯域の改善が必要と考え られる。また携帯機器への搭載を考えると更 なる小形化も必要である。そこで本稿では、 提案したアンテナの帯域改善を目的に、アン テナ形状について検討を行った結果を報告す る。

<u>2.アンテナの構成および解析方法</u>

図1にアンテナ形状図を示す。本稿では(a) の基本形状^[1]の素子内ホール形状を変化させ た(b)の形状1と、素子内ホール形状は基本形 状で固定し、素子外縁を(c)のように変形させ た形状2について検討を行った。

形状1は、基本形状の半径rの内円形ホール の代わりに、ホール形状を楕円形に変え、a、 bの長さを変化させた。形状2は、基本形状の x軸上の素子外縁両端の座標(15,0)と(-15,0) に中心を持つ、短軸A、長軸Bの楕円形状で 素子を切削した。なおアンテナの給電はy軸 に平行に設けたギャップ間で直接給電してい る。また、解析にはモーメント法(Zeland IE3D)を用いた。本稿では整合動作帯域をリ ターンロス R.Lを用いR.L - 10[dB]と定義 した。アンテナの厚さは実験時の加工を考え 0.2[mm]とした。



A Study on the shape of Wideband Planar Loop Antenna Yuta NAKAGAWA and Koichi SAKAGUCHI

3.結果と検討

素子内ホール形状が帯域特性に及ぼす影響 について a、 b 寸法を変化させ検討した。紙 面の都合上結果は示さないが、a=8[mm]に固 定して b の長さを変化させ、内ホール形状を 横長楕円とした場合、低域での特性は基本形 状とほぼ変わらず、bを1~7 [mm] まで変化 させると b を長くするに従い 10[GHz]付近ま で動作帯域が広くなっていった。しかし、基 本形状での動作帯域よりは広くはならなかっ た。次に b=8[mm]に固定して a の長さを変化 させ、内ホール形状を縦長楕円とした場合の リターンロス特性を図2に示す。結果より a の長さによって最高動作周波数に変化が見ら れ、また 6[GHz]や 8[GHz]付近での整合状態 に大きな変化が見られるものの、今回の検討 範囲では 4[GHz]~10.5[GHz]以上の帯域にわ たって動作していることがわかる。このとき 最も広帯域で動作したのは a=1[mm]のときで あった。以上より内ホールの形状を変化させ ることは高域側の動作周波数に影響を及ぼす ことがわかった。

素子外縁形状の特性への影響を調べた。形 状2でB=8[mm]に固定し、Aを変化させたと きのリターンロス特性を図3に示す。結果よ リAを大きくしていくと動作帯域幅は変わら ず、動作帯域全体が高域側に移動することが わかる。以上より素子外縁を基本形状より切 削変形することによって、動作帯域幅を維持 しつつ動作帯域を変化できることがわかっ た。なお基本形状より高域側の帯域特性が改 善されている。以上の検討より、本稿では形 状1の寸法はa=1、b=8[mm]、形状2はA=2、 B=8[mm]とする。

次に電流分布と放射特性について検討す る。図4に基本形状の電流分布を示す。電流 はどの周波数でも、放射素子の外縁および内 ホールに沿うよう流れていることが確認でき る。このときの放射特性を図5に示す。電流



分布から予想されるように、一般的なループ アンテナ^[2]の放射と同様な特性が得られてい る。しかし、本アンテナ形状の場合、給電部 側のアンテナ素子面積が大きく、これとは内 ホールを挟み反対側の面積が狭いため、x 軸に 対し非対称なループ構造となっている。この ため yz 面ならびに xy 面の放射特性は非対称 な特性となる。なお紙面の都合上 yz 面の E 成分、xy 面の E 成分の放射特性は割愛した。

形状1および2の電流分布を図6に、yz面における基本形状を含めた放射特性(E 成分)を図7に示す。対象とした周波数は、本稿で共通な動作帯域内にある4、8、10[GHz]とした。図6を見ると、形状1と形状2ではどの周波数においても電流分布の基本的な傾向に違いは見られない。またこの分布は基本



図6 電流分布

形状の電流分とも大きな差はない。すなわち、 どの周波数においても素子外縁および内ホー ルに沿って電流が流れている。違いは内ホー ルならびに素子外縁の変形により生じた素子 の面積の変化による電流密度の変化である。 放射特性(図7)を見ると、各周波数におけ る素子形状による特性への影響がほとんどな



いことからも、アンテナ動作が理解できる。 しかし先のリターンロス特性と合わせ電流分 を見ると、本稿のアンテナ寸法では、内ホー ル形状は8および10[GHz]付近の整合に影響 していると考えられる。また結果より、素子 外縁の形状変化が放射特性に及ぼす影響は少 ないと考えられる。

以上の検討を基に、形状1と形状2を併せ た形状3を考えた。図8に形状3を示す。こ のリターンロス特性を他の形状も含め図9に 示す。結果より形状1と同じような特性とな り、動作帯域は他の形状と大きな差は見られ ないが、高域での特性改善となっている。ま た図10に示すとおり、放射特性も形状1と 同じような特性になった。形状1および形状 2の特性から考え、今後形状3の寸法の見直 しを行うことで、帯域全体の特性改善が行え るものと考えている。今後の検討課題である。

<u>4.まとめ</u>

本稿では広帯域円形板状ループアンテナの 帯域改善を、アンテナ素子形状から検討した。 その結果、内ホール形状はアンテナ最高動作 周波数に影響することを、素子外縁形状は動 作帯域全体の周波数決定に影響することを明 らかにした。またこれら内ホールならびに素 子外縁形状変化の組み合わせにより、先に報 告した基本形状より若干の帯域改善も行うこ とができた。本稿で扱った範囲の素子形状の 変化では、放射特性への影響は少ないことが わかった。今後、さらに形状の検討を進める 予定である。

<u>5.参考文献</u>

[1]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-1116,(2008)
[2]長谷部望,電波工学,コロナ社,(1995),
1~3章、5章

