

箱形 UWB アンテナの基礎検討

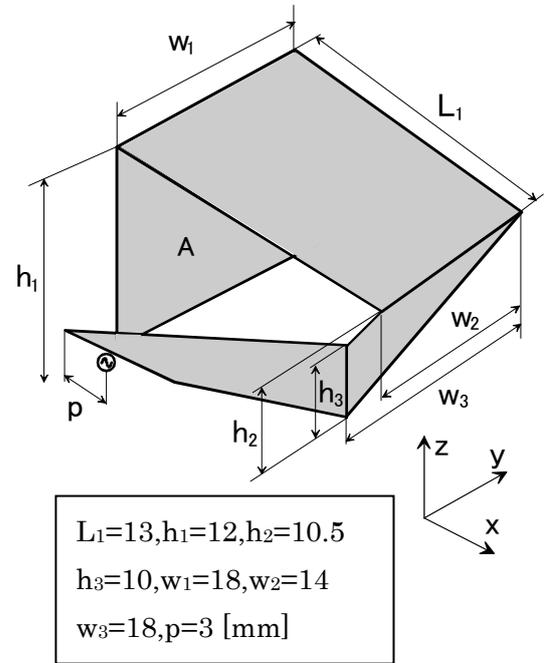
日大生産工 (院) ○中川 雄太
日大生産工 坂口 浩一

1. はじめに

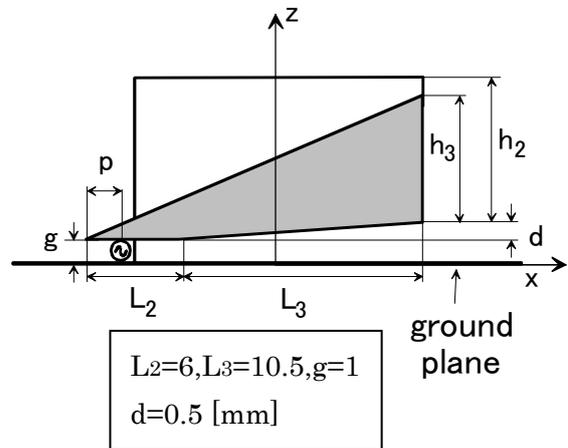
高速で大容量な近距離通信が可能な UWB (Ultra Wide Band) 技術が注目されている。UWB は非常に広範囲な周波数帯域 (3.1~10.6[GHz]) を有し、近距離であるほど高速で通信が行える^[1]という特徴がある。先に、テーパ状導体を卵形に湾曲させたアンテナを提案し、このアンテナが広帯域な特性を示すことを報告^{[2][3]}した。しかし、卵形という形状から外力に対する耐力が低いという問題があった。そこでアンテナ耐力を向上するために形状を箱形へと変形させ、また UWB 帯域での応用を目的に検討を行ってきた^{[4][5]}。本稿では更なるアンテナ耐力向上を目的とし、アンテナ内部に誘電体を挿入し耐力向上の可能性について検討を行った。また、実用化に向けた一検討としてアンテナを実際の回路に組み込むことを考え、アンテナ周囲に部品を想定した金属ブロックを配置し、アンテナの動作がどのように変化するかにあつての検討を行った。

2. アンテナの構成および解析方法

図 1 にアンテナ形状を示す。各部寸法は図中に示す。アンテナは金属板で構成しており、A 面の下部を接地させ、A 面の高さ $h_1=12$ [mm] の箇所で直角に折り曲げ、長さ $L_1=13$ [mm] の天井部を構成した。また幅 w_2 で天井部に対して直角 (A 面と平行) に折り曲げ、幅 w_3 の箇所でさらに直角に折り曲げ、この面の下部に給電部を設けた箱形構造としている。各所で折り曲げた理由は、給電部から



(a) 全体図



(b) 側面図 (xz 面)

図 1 アンテナ形状

接地位置までのアンテナ素子長を長くとり、かつアンテナ全体が大きくなるのを抑えるためである。なお解析はモーメント法 (Zeland IE3D), FDTD 法 (EEM-FDM) を用いて行

A Study on the UWB Antenna with the Shape of a Box

Yuta NAKAGAWA and Koichi SAKAGUCHI

っている。実験に使用したアンテナは厚さ 0.2[mm]の真鍮板で構成した。本検討においてリターンロス (R.L.) ≤ -10 [dB]で整合が取れているものと判断する。

3. 結果と検討

3. 1 アンテナ基本特性

本アンテナの基本特性を示す。リターンロス特性を図2に示す。実験, FDTD法の解析には 360×360 [mm]の有限接地板を用い, モーメント法は解析モデルの都合上無限接地板上で解析を行った結果となる。図より実験値, シミュレータごとの解析値は 3~12[GHz]にわたり傾向的に類似した特性となっている。図3に解析により求めた放射特性を示す。周波数変化により放射特性に影響が見られるが, 利得はどの周波数でも $\phi = 90^\circ$ 方向で約 +1[dBi]となる。

3. 2 アンテナ耐力向上についての検討

本アンテナは卵形^{[2][3]}から箱形^{[4][5]}へと変形を行いアンテナの外力に対する耐力向上を図ってきた。しかし, アンテナ全体を給電部と接地面のみで支えていることからまだ十分な耐力があるとは言い難い。そこで箱形という形状を活かし, アンテナを外力に対しより強い構造とすることを目的に, アンテナ内部を埋めるように誘電体を挿入することを考えた。図4に誘電体を装荷したモデル図を示す。誘電体は各辺の長さを $(x, y, z) = (12, 18, 11.5)$ [mm]とし, 比誘電率 2.7 のアクリルとした。誘電体挿入時の解析には FDTD法を使用した。誘電体を挿入したときのリターンロス特性を図5に示す。図2の基本特性と比較して, 誘電体を挿入することで特性に大きな影響が見られ, 4~5[GHz]帯の整合状態が悪化する。しかしながら動作帯域は大きく変化しておらず, アンテナ各部寸法を変更し特性の改善ができると考え, 更なる検討を行う予定

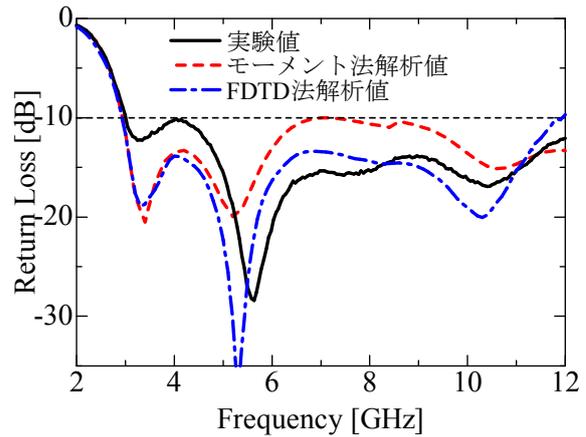


図2 実験, シミュレータごとのリターンロス特性

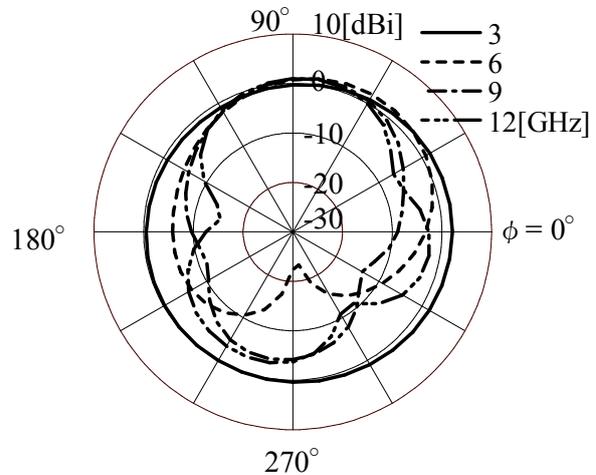


図3 放射特性 (解析値: xy面 E_θ)

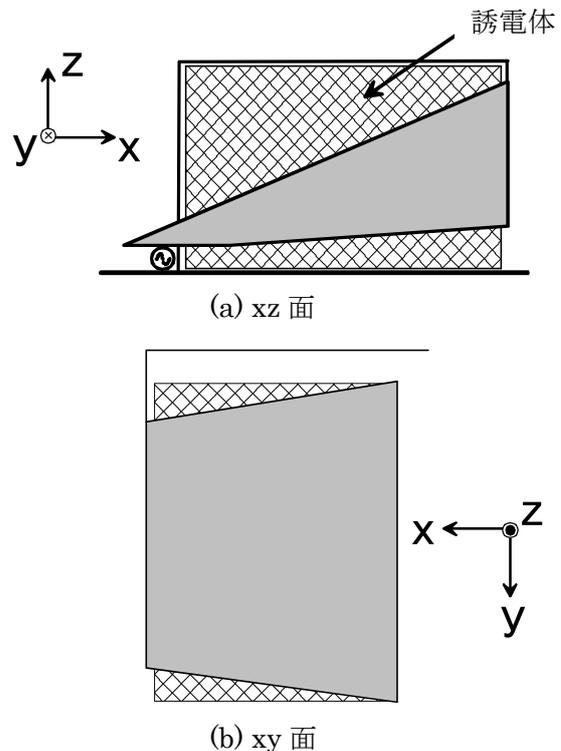


図4 誘電体挿入モデル図

である。また最低動作周波数が 2.7[GHz]まで下がった理由として、誘電体を挿入したことによる波長短縮が起こったためであると考えられる。以上の検討から、アンテナ内部へ誘電体を挿入することで、動作帯域を維持しつつアンテナの外力に対する耐力をより上げられることが分かった。

3. 3 実装を想定した場合の一検討

本アンテナを実装する場合、アンテナを回路内部や他の装置の近くに設置して使用すること等が想定される。しかしアンテナ周囲の環境によってアンテナ自体の特性が劣化することが考えられる。本稿では周囲の環境によるアンテナの特性変化を検討する目的で、アンテナ周囲に部品を想定した直方体金属ブロックを配置し特性への影響について検討を行った。図6に金属ブロック配置図を示す。金属ブロックをアンテナから 10[mm]離し、配置位置を A, B, C, D と変化させた。金属ブロックの寸法は $(x, y, z) = (11, 11, 6)$ [mm]とした。z 方向 6[mm]はアンテナ高 12[mm]に対し半分の高さとなる。図7に金属ブロック配置箇所を変えたときのリターンロス特性の実験値を示す。なお比較のため金属ブロックを配置していない基本特性も同図に示す。図より位置 D において 4 [GHz]付近における特性の劣化が見られるがその他の位置では大きな変化はない。動作帯域全体で見て、本稿で設定した条件下では金属ブロック配置によるリターンロス特性への影響は少ないと考える。結果は示さないがアンテナと金属ブロックの間隔を 5[mm]とした場合、位置 A においても 4[GHz]付近で特性の劣化が見られた。金属高変化を行ったところ、アンテナ高とほぼ同等の 11[mm]とすると特性に大きな劣化が見られた。また金属ブロックを A~D の 4箇所同時に配置した場合の検討も行ったところ、位置 D のみに配置したような特性の劣化

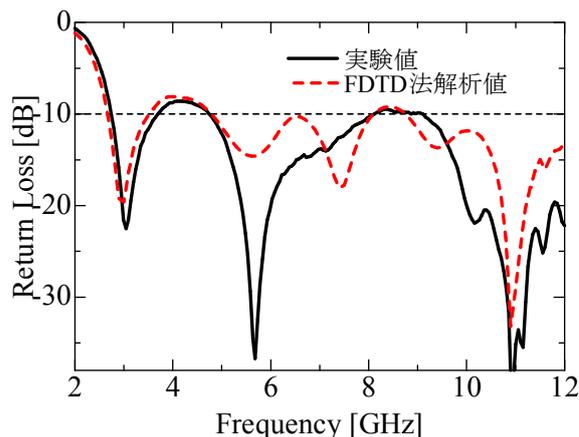


図5 リターンロス特性 (誘電体挿入)

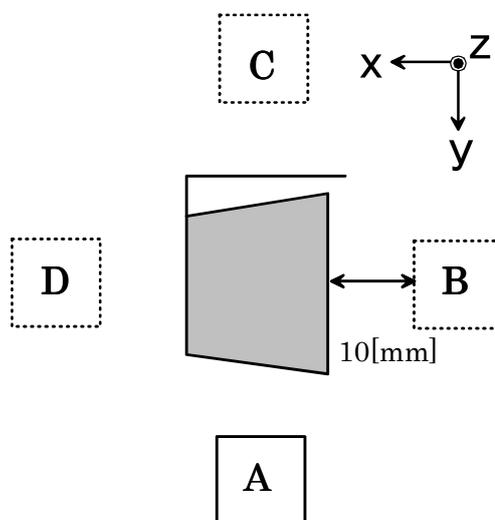


図6 金属ブロック配置モデル図

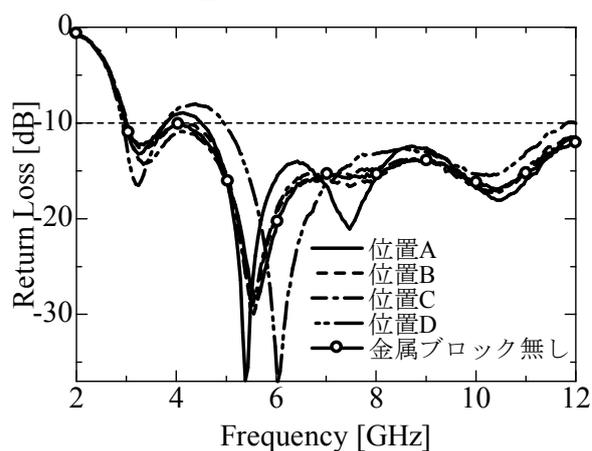


図7 リターンロス特性
(金属ブロック位置変化)

は見られたもののブロックの数が増えたことによる極端な劣化は見られなかった。今後金属ブロックの寸法を変化させる等、条件を変えた更なる検討を行う予定である。図8に放射特性の一例として 8[GHz] での各観測面に

おける特性を示す。結果よりアンテナと金属ブロックの間隔が 10[mm]であれば影響は少ないと考える。

4. まとめ

本稿では、アンテナの外力に対する耐力を更に向上させるための一つの提案としてアンテナ内に誘電体を挿入した。結果、誘電体を入れることでリターンロス特性に劣化は見られたもののアンテナ各部寸法を変更することで改善可能と考え、本提案を用いることによるアンテナ耐力をより上げられること分かった。また、アンテナ周囲の環境を考慮し、実用化を想定した一つの検討として、アンテナ周囲に金属ブロックを配置したときの特性に与える影響について検討を行った。結果、アンテナと金属ブロックの間隔が 10[mm]、金属ブロック高が 6[mm]であれば金属ブロック配置位置によるリターンロス、放射特性共に

大きな影響は見られなかった。引き続き実用化を見据えた検討を行っていく予定である。

参考文献

- [1]前田 忠彦：“UWB アンテナ技術：ユビキタス超高速通信のためのアンテナ伝搬・評価技術と展望”，電子情報通信学会論文誌 B Vol.J-88-B, No.9, 2005, pp.1586-1600
- [2]坂口, 金久保, 長澤, 長谷部：“湾曲板状アンテナ”，2005 年電子情報通信学会総合大会, B-1-67
- [3]坂口, 長澤, 長谷部：“UWB 用湾曲板状アンテナ”，2005 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-156
- [4]坂口 浩一：“箱形 UWB アンテナ”，第 41 回日本大学生産工学部学術講演会, 2008, pp.79-80
- [5]中川, 坂口, 長谷部：“湾曲板状アンテナの形状に関する検討”，2009 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-86

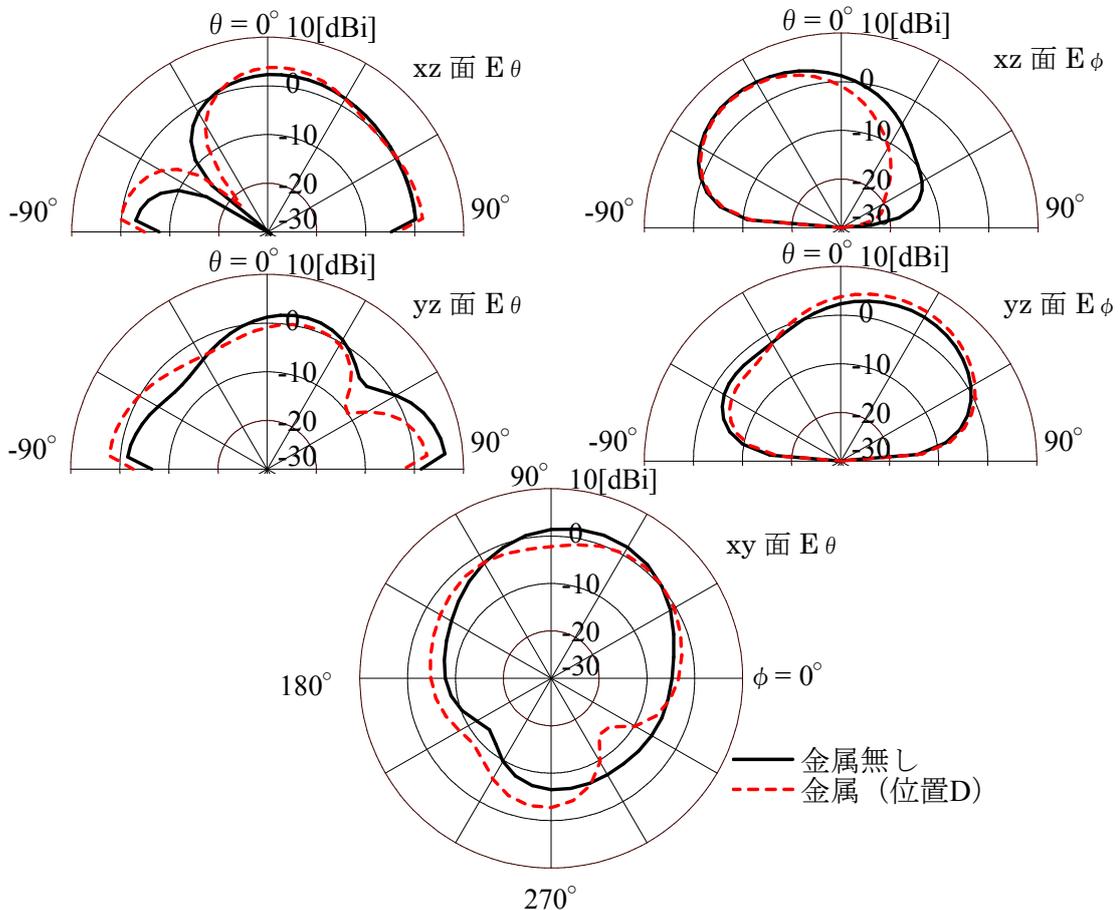


図 8 放射特性 (解析値 : 8[GHz])