

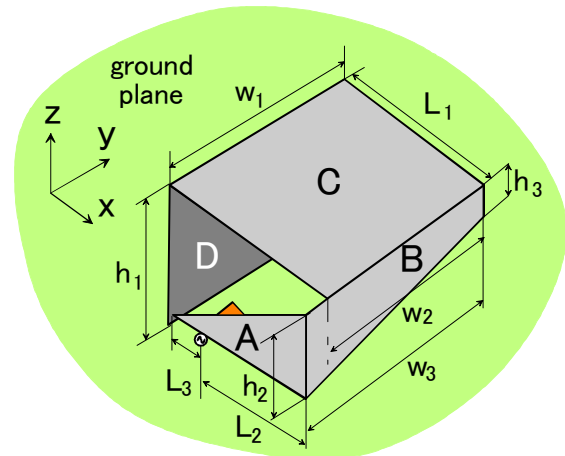
箱形 UWB アンテナの形状の検討

日大生産工（院） ○中川 雄太
日大生産工 坂口 浩一

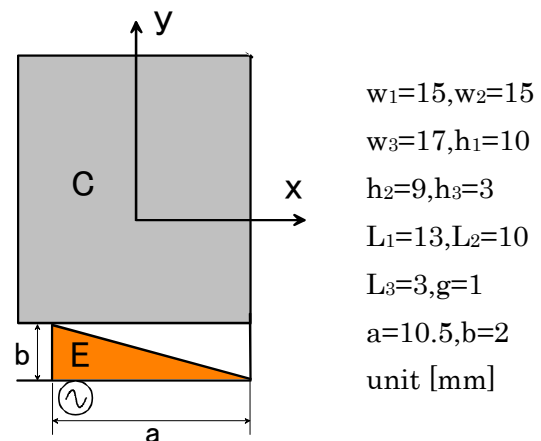
1. はじめに

近年，高速で近距離通信ができる UWB (Ultra Wideband) 技術が注目されている。UWB の特徴として，周波数帯域（3.1～10.6[GHz]）が非常に広く近距離での通信に適していることから，WPAN (Wireless Personal Area Network) 等への応用が期待される。UWB アンテナの形状や性能に対する要求は使用用途により多々あるが，本研究では簡易構造をした小形広帯域なアンテナの開発を目指し研究を行なっている。

これまでに，テーパのある金属板を八角形に折り曲げたアンテナが UWB 帯域で使用が可能であることが報告されている^{[1][2]}。しかしアンテナの構造上，外力に対する耐久力が低い弱点が存在した。そこで形状を検討し箱形とすることで広帯域特性を維持しながらその弱点を解決した^{[3][4][5]}。また形状の小形化をする際，小形化における整合状態の劣化に対し新たな素子（以下 E 面）を装荷することで，アンテナ最大寸法を大きくすることなくこれを解決した^[6]。本稿では E 面の動作について，素子上の電流分布や E 面の形状から検討する。



(a) 全体図



(b) xy 面

図1 アンテナ形状（基本寸法）

2. アンテナ構成及び解析方法

図1に本アンテナの形状図を示す。アンテナは接地板上に構成している。三角形形状からなる A 面の先端から L_3 の位置で給電しており，各部を直角に折り曲げることにより BCD 面を構成した箱形状とし，D 面の下部を接地させている。箱形状とすることで耐久力向上の他に，空間内に占めるアンテナ体積を

少なくしている。更に A 面の下辺に，接地板に対して並行となるよう E 面を構成した。E 面と接地板との間隔は $g=1[\text{mm}]$ である。図より，B 面と D 面は互いに並行であり，また C 面と E 面，接地板も互いに並行となるように構成した。アンテナの基本寸法は同図中に示した。実験用アンテナは真鍮板で作製し解析にはモーメント法（IE3D）を用いた。

A Study on the Structure of the Box Type UWB Antenna

Yuta NAKAGAWA and Koichi SAKAGUCHI

3. 結果と検討

E 面を装荷することによりアンテナの整合状態の改善に効果があることを示す．図 2 に解析により求めたリターンロス特性を示す．E 面を装荷することにより整合状態（Return Loss ≤ -10 [dB]）が改善され広帯域特性が得られていることが分かる．そこで E 面装荷によりアンテナの動作にどのような影響を与えるかについて検討を行なった．

3.1 電流分布

アンテナ素子上の電流分布を見ることにより，E 面の装荷におけるアンテナ動作への影響について検討を行なった．図 3 に E 面の有無による周波数ごとの電流分布を示す．なお紙面の都合上 xy 面，xz 面の電流分布のみを示す．xy 面を見ると，4[GHz]，6.4[GHz]共に E 面のエッジに強く電流が分布していることが分かるが，C 面の電流分布には E 面の有無による影響は見られない．また xz 面を見ると，6.4[GHz]において E 面を装荷することにより電流強度に若干の低下が見られるが，電流の流れ方が変わるといった急激な変化は見られない．以上のことから E 面を装荷したことによる影響は，給電部付近の電流分布にのみ影響し，その他の放射素子への影響は少ないことが分かった．

3.2 E 面の形状変化

E 面装荷による C 面の電流分布への影響が少ないことが確認できた．そのため，整合状態の改善に至ったのは給電部付近の形状の変化が要因であると考えられる．そこで E 面の形状を変化させ特性改善に至った原因について検討した．E 面の左辺を図 4 のようにアンテナの左端から 2.5[mm]の位置で固定し a，b の長さを変化させた．a を変化させたときのリターンロス特性を図 5 に示す．図より a を長くするにつれ E 面の効果が現れ，a=10.5[mm] の場合が最も整合状態の改善に効果があることが分かる．b を変化させたときのリターンロ

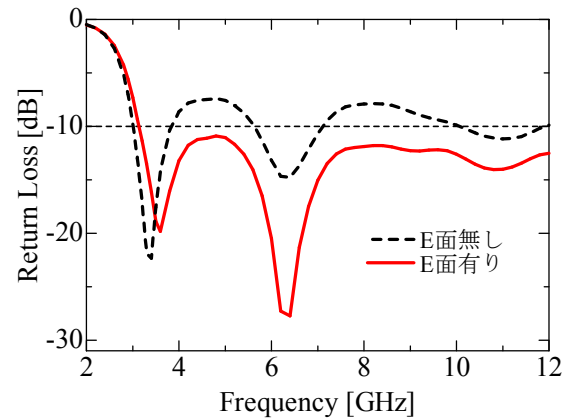


図 2 リターンロス特性（解析値）

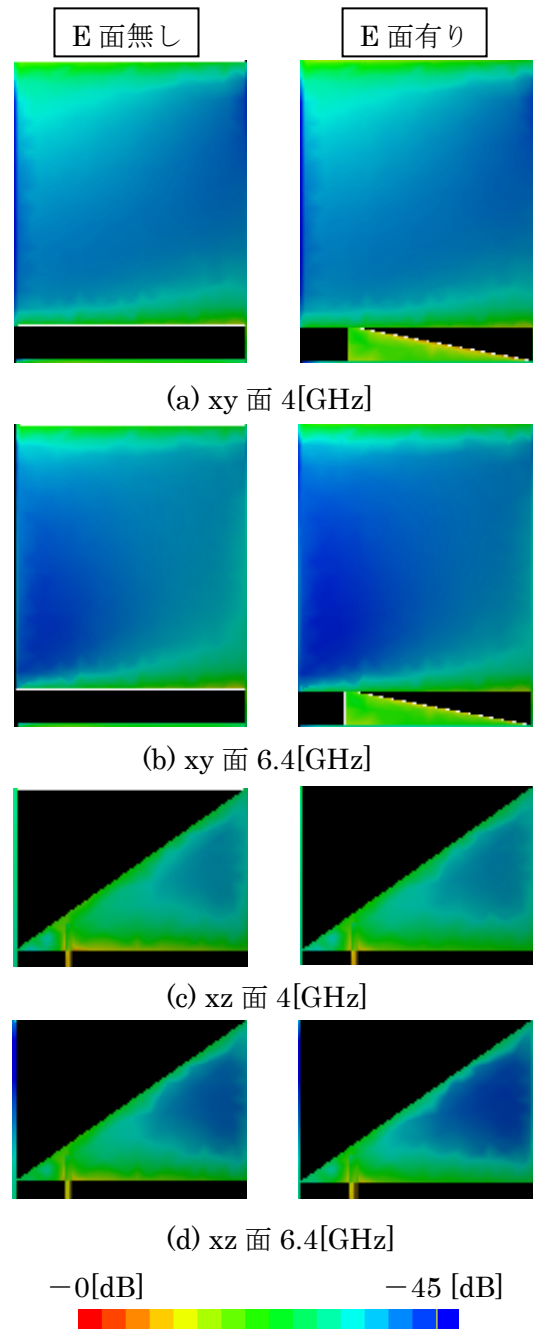


図 3 電流分布

ス特性を図6に示す。4～6[GHz]の低い周波数帯における整合状態は $b=3$ [mm] の場合が、6[GHz]以降の周波数においては $b=2$ [mm] の場合に最も効果があり、逆に $b=3$ [mm] とすると効果が薄れることが分かる。このことから E 面の面積を大きくするにつれ整合状態が改善されるが、 b 変化の場合のように長さを長くしすぎると逆に特性の劣化になることも分かった。E 面の形状に関しては他にも多数検討してきたが、今現在本稿で示した $a=10.5$ [mm] $b=2$ [mm] が最も整合状態の改善に効果がある。図7に図1の寸法でのリターンロス特性の実験値を示す。解析値は実験値をよく説明しており、解析の妥当性が確認できた。

3.3 放射特性

図8に図1の寸法でのアンテナの天頂方向における利得の周波数特性を示す。E面を装荷していないときの8[GHz]での利得は E_θ 成分が 1.87[dBi]、 E_ϕ 成分が 5.33[dBi]、E面装荷時では E_θ 成分が 2.34[dBi]、 E_ϕ 成分が 5.49[dBi]であり、E面を装荷することによる利得への影響は少ない。図9に一例として図1の寸法での放射特性 E_θ 成分を示す。なお、どの観測面においても E 面の有無が指向性に与える影響は少ない。まず xz 面を見ると $\theta=0^\circ \sim 90^\circ$ 方向に約 0[dBi]程の利得で放射されているが 6, 8, 10[GHz]で -30° 方向に極端に利得の低い点を確認できる。これは 6, 8, 10[GHz]における D 面の電流が他の面に比べ弱いことや、C 面の両側のエッジに沿った電流が互いに逆向きであること等が要因であると考えている。yz 面の放射は主に AB 面のエッジに沿った電流からの放射となる。xy 面を見るとどの周波数でも $\phi=60^\circ \sim 90^\circ$ 方向の利得変化は少なく他の方向に比べ比較的良好な放射特性を示している。以上より、E面装荷により利得、指向性へ大きな影響を与えることなく整合状態の改善が可能であることが確認できた。

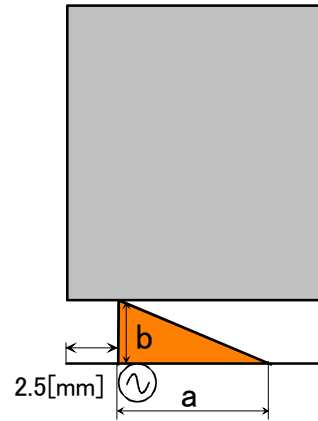


図4 E面変化モデル図

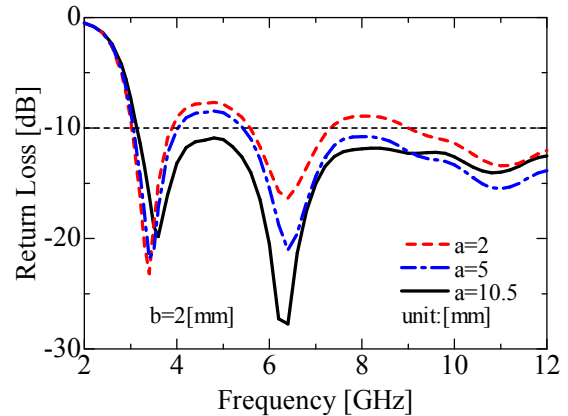


図5 リターンロス特性(a 変化)

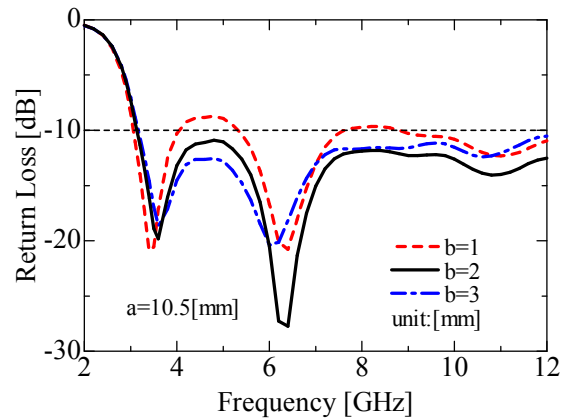


図6 リターンロス特性(b 変化)

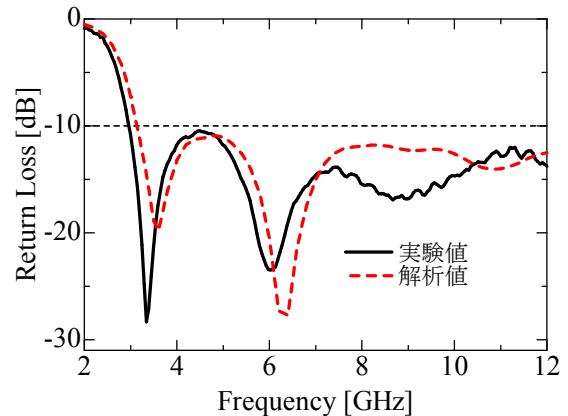


図7 リターンロス特性

4. まとめ

本稿では、E面の動作について検討を行なった。検討の結果、整合状態の改善における要因はE面の形状に依存し、E面装荷におけるその他の放射素子の動作には大きな影響はないことを電流分布、放射特性から確認した。またE面の形状は検討した中で $a=10.5[\text{mm}]$ 、 $b=2[\text{mm}]$ の場合が最も整合状態の改善に至った。しかしまだE面の動作原理を明らかにすることができていない。そのため、これを明らかにすることでE面の最適形状を決定できるものと考えており今後の課題である。

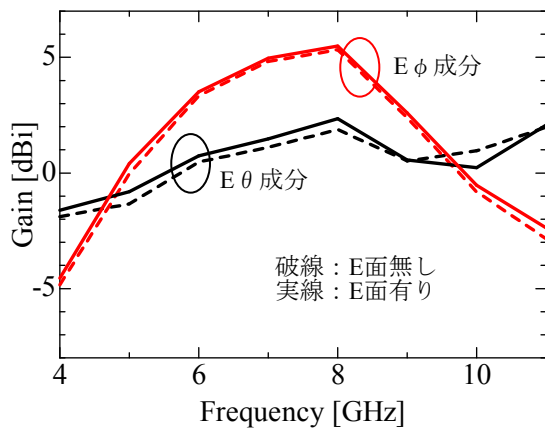


図8 天頂方向利得特性（解析値）

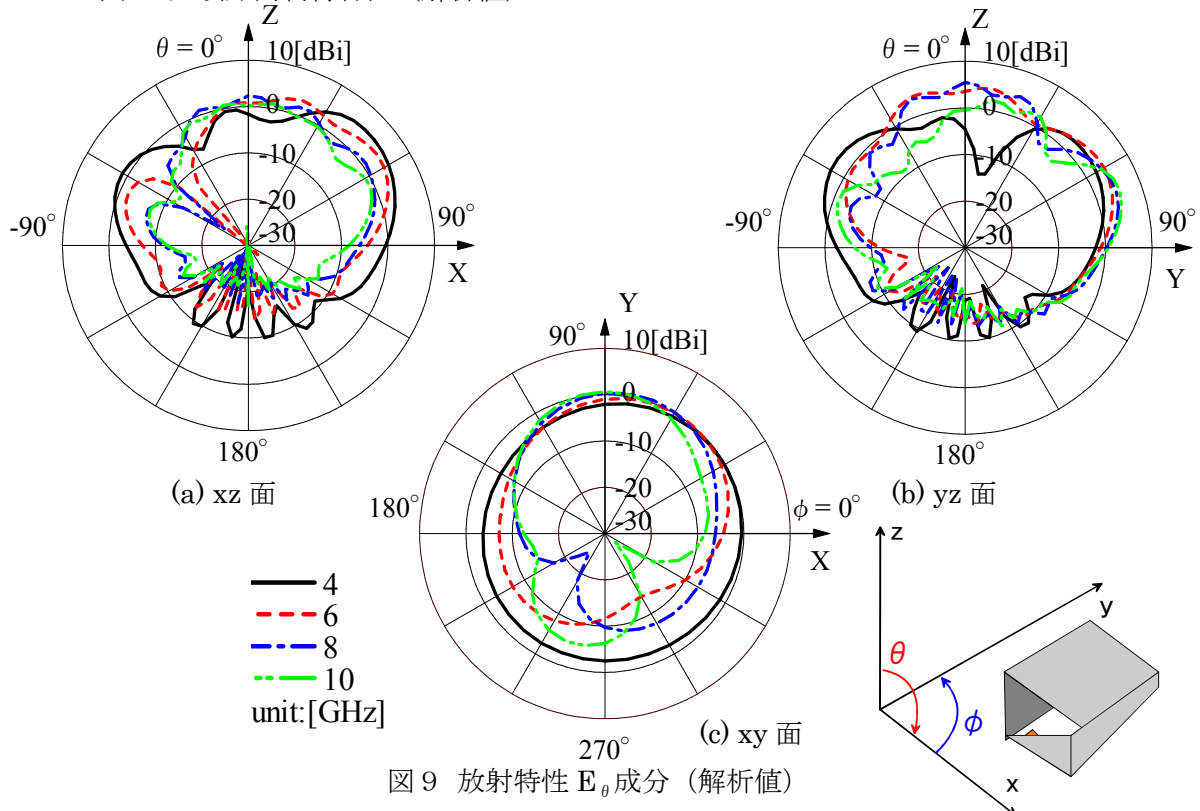


図9 放射特性 E_θ 成分（解析値）

「参考文献」

- [1]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, (2005)
- [2]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, (2005)
- [3]坂口, :“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, (2008)
- [4]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, (2009)
- [5]中川, 坂口: “箱形UWB アンテナの基礎検討”, 第42回日本大学生産工学部学術講演会, 2009, pp.103-106, (2009)
- [6]中川, 坂口: “湾曲板状アンテナの小形化に関する一検討”, 2010年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-137, (2010)