

論文の内容の要旨

1 申請者

防衛大学校 松林 一也

2 論文題目

無指向性の放射パターンを有する広帯域アンテナの小型化に関する研究

3 論文の内容の要旨

無指向性の放射パターンを有する広帯域アンテナは車両や船舶等の移動体の通信用、地上デジタルテレビの放送波や携帯電話用の通信波が届きにくい不感帯に設置される再送信用、放送波や通信波の送受信のための固定局用あるいは電子機器から放射される妨害波を測定するための EMI 測定用等、様々な場面で利用されている。これら広帯域アンテナにおいても、設置環境や用途に応じ様々な「小型化」が求められており、これまで多くの「小型」の広帯域アンテナが考案されてきた。本論文では、広帯域に亘り無指向性の放射パターン及び入力インピーダンスが一定となるモノコーンアンテナに着目し、モノコーンアンテナに付加素子を装荷すること等により電気的小型化及び寸法制約付小型化（地板の小型化及び低姿勢化）された無指向性の放射パターンを有する広帯域アンテナを実現することを目的とする。

第1章「序論」では、研究背景として、研究動向を確認するとともに広帯域アンテナへの要求項目を示し、小型化（電気的小型化及び寸法制約付小型化）の課題について述べ、本研究の目的と全体構成を示す。

第2章「小型・広帯域アンテナ」では、水平面内無指向性の放射パターンを有する小型・広帯域アンテナについて提案する。具体的には、モノコーンアンテナに長方形素子及び短絡素子を装荷することで比帯域幅が 159.8%以上、 $VSWR \leq 2$ となる下限周波数の波長で規格化した空間の占有体積が 0.0034 となり、モノコーンアンテナに比べ 69%小型化したアンテナを検討した。しかしながら、高い周波数領域での水平面の放射パターンが劣化したため、モノコーンアンテナに円板素子及び傾斜した短絡素子を装荷することで、この改善について検討した。結果として、比帯域幅 159.3%以上、占有体積 0.0025 の小型で広帯域の特性を有するアンテナを実現し、占有体積はモノコーンアンテナと比べ 73.4%減少することが確認できた。また、水平面の放射パターンの最大偏差が 3 dB 以下となる比帯域幅は改善し、広帯域に亘り無指向性の放射パターンとなることが分かった。なお、提案したアンテナは試作し、測定を実施することでシミュレーション結果の妥当性を示した。

第3章「地板が小型の広帯域アンテナ」では、広帯域の EBG（電磁バンドギャップ）を有する右手左手系複合（CRLH）同軸線路（CL）をモノコーンアンテナのチョーク構造に適用することで、地板が小型で水平面無指向性の放射パターンを有する広帯域アンテナにつ

いて、シミュレーションを用いた検討を行う。結果として、提案するアンテナは、3.1 GHz～10 GHz (105.3%以上) の間で $|S_{11}| \leq -10$ dB となる広帯域特性を有し、比帯域幅内において水平面の放射パターンの最大偏差が 3 dB 以下の無指向性の放射パターンを有することが確認できた。また、垂直面の放射パターンについては、広帯域に亘り 8 の字に近い放射パターンであった。次に CRLH CL チョーク構造上に設置したモノコーンアンテナに短絡素子を装荷することにより、その動作周波数の低減について検討した。短絡素子を装荷することにより、下限周波数は 2.4 GHz に低減し、無限地板上に設置したモノコーンアンテナと同程度の値 (2.1 GHz) となり、比帯域幅は 122.5% 以上となることが確認できた。しかしながら、水平面の放射パターンの最大偏差が 3 dB 以下となる比帯域幅については 89.7% に減少する結果となった。また、提案したアンテナは試作し、測定を実施することでシミュレーション結果の妥当性を示した。

第 4 章「低姿勢・広帯域アンテナ」では、水平面内無指向性の放射パターンを有する低姿勢で広帯域なアンテナについて提案する。第 2 章で提案したアンテナのモノコーン素子を台形状の平板素子に変更した上で、円板素子の直径、台形素子の下辺、短絡素子の直径及び角度を調整することにより低姿勢で広帯域特性を有するアンテナについて検討した。結果として、提案するアンテナが $VSWR \leq 2$ となる比帯域幅 77.7%、最低周波数の波長で規格化したアンテナ高さ 0.046 波長の低姿勢で広帯域の特性及び比帯域幅内において水平面の放射パターンの最大偏差が 3 dB 以下の無指向性の放射パターンを有することが確認できた。次に、台形素子及び短絡素子を Y 字形状に配置することで更なる低姿勢化について検討した。低姿勢化したモデルは、アンテナ高さが 0.034 波長、比帯域幅が 52.5% の低姿勢で広帯域の特性を有することが確認できた。また、放射パターンについては、比帯域幅に亘り水平面の放射パターンの最大偏差が 3 dB 以下となることが確認できた。最後にアンテナを試作し、測定することでシミュレーション結果の妥当性を示した。

以上、本論文は、モノコーンアンテナに付加素子を装荷すること等により無指向性の放射パターンを有する広帯域アンテナの電気的小型化及び寸法制約付小型化 (地板の小型化及び低姿勢化) について検討を行ったものである。これらのアンテナ及び設計技術は、様々な分野及び用途で利用可能であると思われる。

4 キーワード (5 個程度)

「広帯域」, 「アンテナ」, 「小型化」, 「電気的小型化」, 「寸法制約付小型化」