

論文の内容の要旨

1 申請者

防衛大学校 水谷 智一

2 論文題目

広帯域特性を有する直交偏波無指向性アンテナの小型化構造に関する研究

3 論文の内容の要旨 (博士:2,000 字程度)

近年、通信・放送システムの多様化・高速化に伴い、広い帯域幅を利用した通信・放送システムの普及が進んでいる。これらの広帯域アンテナでは、設置スペースの制約、風圧荷重に対応するため、細径かつ小型な特性が求められている。また、移動体の姿勢変化や天候等の影響により伝搬特性が変化するため、水平面内無指向性であることや偏波ダイバーシチ技術も重要である。従来の直交偏波共用化手法は、各偏波素子を鉛直方向上下に並べた構造としているため、アンテナ素子高が大きくなる。従って、同軸上に各偏波素子を配置することができれば、アンテナ素子高の低減が可能となる。以上より、本論文における研究目的を広帯域・小型な直交偏波無指向性アンテナの検討とする。

第2章では、基礎検討として水平偏波素子の内部に垂直偏波素子を挿入した直交偏波共用化手法について検討した。まず、無給電素子を装荷した Halo アンテナの内部にダイポールアンテナを挿入することで比帯域幅が 8% (791 ~ 857 MHz)、アンテナ素子径、素子高はそれぞれ、 0.13λ 、 0.47λ となり、広帯域特性を維持しながらアンテナの小型化を実現した。しかしながら、ダイポールアンテナ励振時において高い周波数領域の放射パターンについては、水平面の放射パターンが劣化する結果となった。そこで Halo アンテナ及び無給電素子のギャップ部分の反対側に2本の短絡素子を装荷することで、垂直偏波素子の水平面の放射パターンを改善し、両偏波で無指向性の放射パターンを有することを確認した。結果として、比帯域幅 8.8%、占有体積 0.0057 と広帯域で小型な直交偏波無指向性アンテナを実現した。

第3章では、Halo アンテナにギャップ角の異なる4個の無給電素子を鉛直方向上下に装荷することにより、従来の広帯域 Halo アンテナの更なる広帯域化について検討した。結果として、提案するアンテナは細径な特性を維持しながら、 $|S_{11}| \leq -10$ dB となる比帯域幅が 11.9% (774 - 872 MHz) となり、装荷する無給電素子の数を増やすことにより 8%以上の広帯域化を達成した。また、水平偏波で水平面内無指向性の放射パターンを有することを確認した。

第4章では、無給電素子の位置を Halo アンテナの外側に配置することで、素子高を大幅に低減した小型かつ広帯域な Halo アンテナについて検討した。Halo アンテナを2

重殻構造にした場合、無給電素子の高さ、両素子のギャップ角度及び幅を変化させることによりインピーダンス調整を行うことができる。しかしながら、インピーダンスが低いため、 $VSWR \leq 2$ に整合させることが困難であった。そのため、Halo素子のステップアップ比を調整することにより、キルクを $VSWR \leq 2$ に整合させることができた。結果として、2重殻Haloアンテナは占有体積が0.0013、比帯域幅は9.3%となり、比帯域幅を維持しながら、アンテナ素子高を3分の1以下に低減することができた。次に、2重殻Haloアンテナの鉛直方向上下に2個の無給電素子を装荷することで更なる広帯域化について検討した。結果として、2重殻Haloアンテナに2個の無給電素子を装荷したアンテナが、 $VSWR \leq 2$ となる比帯域幅は17.9% (834 – 998 MHz)、アンテナ素子径、素子高はそれぞれ、 0.14λ 、 0.26λ となり、占有体積が0.0039と小型で広帯域の特性を有することを示した。また、放射パターンについては、両検討モデルとも動作帯域内において水平偏波で水平面内無指向性の放射パターンを有することが確認できた。

第5章では、垂直偏波素子の広帯域・小型化について検討を行った。平面ループスロットアンテナを円筒状に折り曲げることにより、高さ123 mm×直径10 mmとなる細径な円筒ループスロットアンテナについて検討した。スロットの間隔、ギャップ幅及びループ部から末端部までの長さを変化させることにより $VSWR \leq 2$ で入力インピーダンスを調整できることが分かった。結果として、円筒ループスロットアンテナの比帯域幅は30.7% (779 – 1061 MHz)、素子径、素子高はそれぞれ、 0.025λ 、 0.32λ と広帯域かつ細径なアンテナを実現し、水平偏波素子内部に挿入する条件を満たす垂直偏波アンテナが得られた。また、動作帯域内において垂直偏波で水平面内無指向性の放射パターンを有することを確認した。

第6章では、第4章で提案した水平偏波素子と、第5章で提案した垂直偏波素子を組み合わせた広帯域かつ小型な直交偏波アンテナについて検討した。また、第2章においてHaloアンテナ及び無給電素子のギャップ部分の反対側に各2本の短絡素子を装荷することで、垂直偏波素子の水平面の放射パターンを改善し、両偏波で無指向性の放射パターンとすることを確認した。よって、提案アンテナにおいても水平偏波素子に短絡素子を装荷した。結果として、 $|S_{11}|, |S_{22}| \leq -10$ dBとなる比帯域幅は15.8% (804 – 942 MHz)、アンテナ素子径、素子高はそれぞれ、 0.13λ 、 0.34λ となり、2個の無給電素子を装荷した2重殻Haloアンテナと円筒ループスロットアンテナを組み合わせることにより、広帯域かつ小型な直交偏波無指向性アンテナを実現した。

4 キーワード (5個程度)

「偏波共用アンテナ」「Haloアンテナ」「ループスロットアンテナ」「広帯域化」
「小型化」