

メタ・サーフェス反射板を用いたアンテナの高性能化に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-10-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 村上, 靖宜 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/8864

博士論文内容の要旨

専攻名.....システム設計工学専攻

講座名.....電子システム講座

氏名 村上 靖宜

1 論文題目 (英文の場合は、和訳を付記すること)

.....メタ・サーフェス反射板を用いたアンテナの高性能化に関する研究

2 要 旨 (和文 2,000 字程度又は英文 800 語程度にまとめること。)

自然界に存在する物質では実現できない特性を、人工的に実現した表面をメタ・サーフェスと呼ぶ。そのメタ・サーフェスは 1968 年に旧ソビエト連邦の物理学者 V.G.Veselago が提唱した誘電率 ϵ 、透磁率 μ が同時に負の値となる物質であるメタマテリアルの一種である。メタマテリアルの特性として、負の屈折率などがあるが、特に表面の特性の一つとして完全磁気導体特性(PMC: Perfect Magnetic Conductor)がある。PMC 特性とは、通常の PEC(Perfect Electric Conductor)では実現できない反射位相 0° の特性のことである。メタ・サーフェスは PMC 特性をある特定の周波数帯に限り実現でき、実現したメタ・サーフェスを人工磁気導体(AMC: Artificial Magnetic Conductor)と呼ぶ。また、メタ・サーフェスの反射位相は周波数特性をもち反射位相 0° 以外も実現できることが明らかになっている。

また、アンテナの普遍的な課題として、小型化や薄型化が上げられる。さらに、通信容量の爆発的な増加に伴いアンテナの特性の高性能化も必要である。これらの要求に対して、アンテナ単体での設計では、自然界に存在する特性の影響で実現が困難なものが存在する。その一例として反射板付アンテナの反射板とアンテナ間距離がある。この距離は $1/4$ 波長とすることにより、反射波と直接波の同相が実現でき高利得なアンテナが設計できるが、 $1/4$ 波長以下にすると特性が劣化する。そのため反射板付アンテナの薄型化は困難であった。しかし、自然界にない特性を有するメタ・サーフェスを反射板として利用することによりアンテナの厚さをより $1/4$ 波長薄く設計できる低姿勢化を実現できる。これらの自然界にない特性をもつメタ・サーフェスを組み合わせたアンテナ設計をすることにより、従来の設計では実現出来ない構成を実現できるためメタ・サーフェス

専攻名	システム設計 工学専攻	講座名	電子システム 講座	氏名	村上 靖宜
<p>の研究が盛んに行われている。</p> <p>本論文では、メタ・サーフェス反射板付アンテナに着目し最適な構成について明らかにする。メタ・サーフェス反射板付アンテナに関する研究は盛んに行われているが、多くの検討において反射板の構成パラメータなど固定されており、各パラメータが特性に及ぼす影響や最適な構成も明確ではない。</p> <p>また、本論文ではメタ・サーフェスは地板と周波数選択板(FSS; Frequency Selective Surface)および誘電体基板を用いて構成する。この構造はPMC特性をもつ構造で良く用いられるマッシュルーム構造と異なりビア(金属ピン)をもたない簡易な構造であり、誘電体基板上に金属をプリントすることにより製作できるため製造コストを低くすることができる。本論文ではこの構成におけるメタ・サーフェスの低姿勢設計と帯域特性も明らかにする。</p> <p>本論文は全8章で構成される。</p> <p>第1章では本論文の背景と目的および概要を述べている。</p> <p>第2章では現在明らかにされているメタ・サーフェスの特性とアンテナに対する適用について説明している。</p> <p>次に第3章と第4章では、反射板として利用される人工磁気導体反射板自体の設計法および低姿勢化について明らかにしている。アンテナ全体の厚さを低姿勢に設計するためには、AMC反射板自体を1/4波長より低姿勢に設計する必要がある。</p> <p>まず、第3章では誘電体基板の影響を考慮したAMCの設計法を明らかにし、誘電体基板の比誘電率を変化させた場合の低姿勢効果と帯域特性へ及ぼす影響を明らかにしている。また、AMCが比誘電率の波長短縮分より大きい低姿勢化ができることを示している。</p> <p>第4章では、誘電体基板の損失がAMCの特性に及ぼす影響について述べている。さらに損失性誘電体によるAMCの設計限界と特性変化を明らかにしている。</p> <p>第5章から第7章までは、メタ・サーフェスをアンテナに適用させた場合の構成について述べている。反射板を用いたアンテナの高利得化とビーム方向制御のために最適な構成について検討している。さらに基本アンテナであるダイポールアンテナを用いた場合とより広帯域な特性をもつ板状ダイポールアンテナについて検討している。</p> <p>まず、第5章では、AMC反射板付ダイポールアンテナの最適構成について明らかにしており、ユニットセルの配置範囲を最適にすることにより高利得化が可能であることを示している。さらにAMCの厚さ、ユニットの形状などの構成パラメータがアンテナ特性に及ぼす影響も明らかにしている。</p> <p>第6章では、アンテナをダイポールアンテナに対してより広帯域特性を有する板状ダイポールアンテナを用いた場合の解析を行っている。さらにAMC反射板の反射位相を調節</p>					

専攻名	システム設計 工学専攻	講座名	電子システム 講座	氏名	村上靖直
..... することにより帯域特性を改善できることを示している。					
..... 第7章では、メタ・サーフェス反射板を用いたビーム方向制御アンテナの構成について明らかにしている。通常のリフレクトアレーに比べ狭い開口面積でかつ近接したアンテナ配置である構成でのビーム方向制御を実現している。さらに、メタ・サーフェス反射板の相対位相を調節することにより、サイドローブの低減が出来ることを示している。					
..... 最後に第8章では、本研究を総括して、まとめとする。					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					