

誘電体/磁性体からなる 電磁メタマテリアルの無線応用

Point 1. 非相反メタマテリアルを応用し、アンテナデバイスを高効率・小型化

Point 2. 単純な構造で、ビーム走査、円偏波など高付加価値なアンテナを実現

Point 3. 誘電体メタマテリアルを応用し、負屈折率平板レンズ、ゼロ屈折漏れ波アンテナを実現



自動車の衝突防止センサへの応用が進むミリ波アンテナ

本技術の内容

無線通信に使用されるマイクロ波よりもさらに直進性が高く情報伝達容量の多いミリ波は、次世(5G)の携帯電話や自動車向けの衝突防止レーダーへの応用が今後期待されています。しかし、まだまだアンテナデバイスが高価で、他の周波数帯と比べ応用がそれほど本格化していません。

コストダウン・小型化に有望とされているデバイスのタイプは、誘電体を伝送線路に用いた漏れ波アンテナとよばれるものです。従来の誘電体伝送線路を用いたアンテナは、反射波の影響を補正するための外部回路が必要など、デバイスが複雑化・電力消費の増大化などの問題がありました。これに対し、本特許技術は伝送線路自体をメタマテリアル化して反射波を積極的に利用しています。入射波による前方放射と反射波による後方放射が干渉して強め合い、効率や指向性が向上します(図2)。

また、本特許技術は、メタマテリアルの伝送線路に電磁石を隣接させて磁化を制御することで、単一デバイスでビーム走査角を制御できます(図3)。

円偏波で、衛星通信など付加価値の高い分野に応用

人工衛星の用途では、垂直/水平の電波ではなく、アンテナと衛星の向きに依存しにくい円偏波が使用されていますが、本特許では、曲率を持つ非相反メタマテリアル線路を用いて、ブロードサイド方向に指向性を持つ円偏波アンテナを実現しています(図4)。外部磁界を制御することにより、左/右偏波の切り替えが可能です。

課題① エネルギー効率が悪い

課題② ビーム走査のために制御回路が複雑になり装置の小型化に制約がある

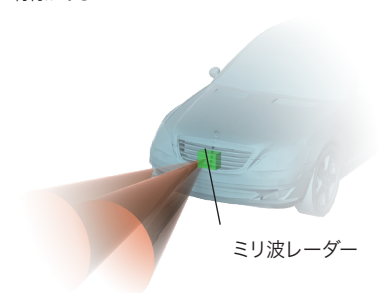
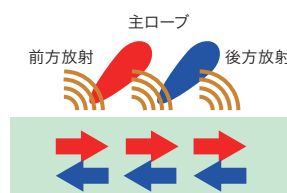


図1 自動車の衝突防止レーダーの現在の課題
自動車に配置するためには低コスト化の他にも、小型化が重要となってくる。また、交差点などで広視野角な検出を行うためにビーム走査が可能でなければならない。



本特許技術:非相反メタマテリアル線路

図2 伝送線路をメタマテリアル化して反射波を再利用する本特許技術の漏れ波アンテナ

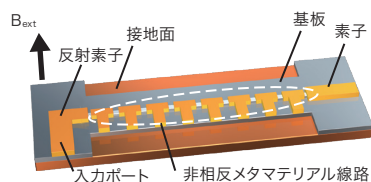


図3 本特許の非相反漏れ波アンテナ
磁界 B_{ext} を制御することでビームの走査角をコントロールできる。

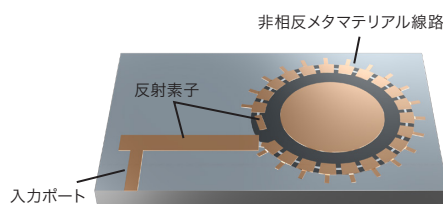


図4 円偏波アンテナの構造
非相反メタマテリアル線路を直線状ではなく円状にして、円偏波アンテナを実現している。



ミリ波・マイクロ波でのメタマテリアル基本ユニットを提案

従来技術との比較

メタマテリアルは、一定の周期構造を人工的に作り出し、真空よりも小さな屈折率の物質を作り出すなどして、新奇な光学部品の実現につながるとされています。本特許では、ミリ波・マイクロ波の領域で、ユニット式の三次元等方性メタマテリアルを提案しています。図5に示すような1cm程度のキューブ上の誘電体粒子を配置し、その12辺に細線を設置します。実際には、インダクタンスを増加させるために、細線長を大きくし断面積を小さくすることで、もう少し複雑な形状になっています。1つをユニットとして、三次元アレイ状に配置することで負屈折率レンズなどを実現しています。

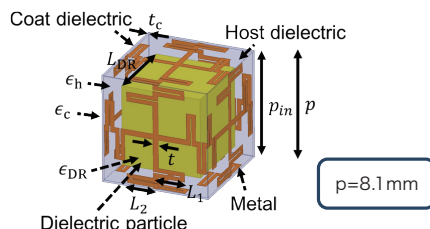
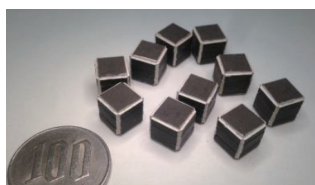
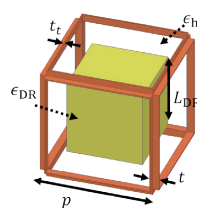


図5 誘電体粒子を用いた3次元等方性CRLHメタマテリアル(左、先行研究)とその外観写真(中央)。本特許の提案構造(右)。
 $p=8.1\text{ mm}$



部品数を削減したソリッドステートなミリ波アンテナで広がる応用範囲

産業応用のイメージ

本特許技術のミリ波アンテナは従来のものと比べ、機械的な動作部もなく部品数も少なくなるために、自動車の衝突防止レーダーに限らず、多様な情報通信デバイスにも応用できるものと考えられます。自動車への応用は信頼性・安全性の観点から最もハードルが高いものとなりますが、デバイス耐久性や耐熱性など各種の信頼性向上を高めていけば、本特許技術の高い優位性を発揮できるものと考えられます。

問い合わせ先

知的財産情報



京都工芸繊維大学 産学公連携推進センター 知的財産戦略室(研究推進・産学連携課知的財産係)
tel: 075-724-7039 / fax: 075-724-7030 / e-mail: chizai@kit.ac.jp

特許出願あり