

はじめに

誘電率および透磁率の正および負による分類図を 1 に示します。自然界に存在する物質の誘電率 ϵ および透磁率 μ は図 1 中の I のエリアに分類されます。I のエリアに示す材料の誘電率 ϵ および透磁率 μ はともに正の値を示します。誘電体や金属を周期的に配置することで自然界に存在しない負の誘電率および負の透磁率を示すメタマテリアルが検討されています。誘電率もしくは透磁率一方のみが負となると入射した電磁波は急激に減衰します(図 1 中の II および IV の領域)。一方、誘電率および透磁率が共に負となる材料中は、電磁波が伝搬できます。ともに負の材料は、メタマテリアルや左手系材料と呼ばれています。

メタマテリアルは負の屈折率を示すことから図 2 に示すようなスーパーレンズや自然界にある材料では実現不可能であったアンテナやフィルター等も実現可能です。メタマテリアルの設計には、複雑な電磁界シミュレーションや測定を用いる方法等が検討されていますが、広周波数帯域に渡り、複素比誘電率や複素比透磁率を推定することが困難であることが知られています。簡易電磁界シミュレーション結果から正および負の誘電率を有する材料の複素比誘電率および複素比透磁率を容易かつ広帯域に渡り推定するための基礎検討を行いました。

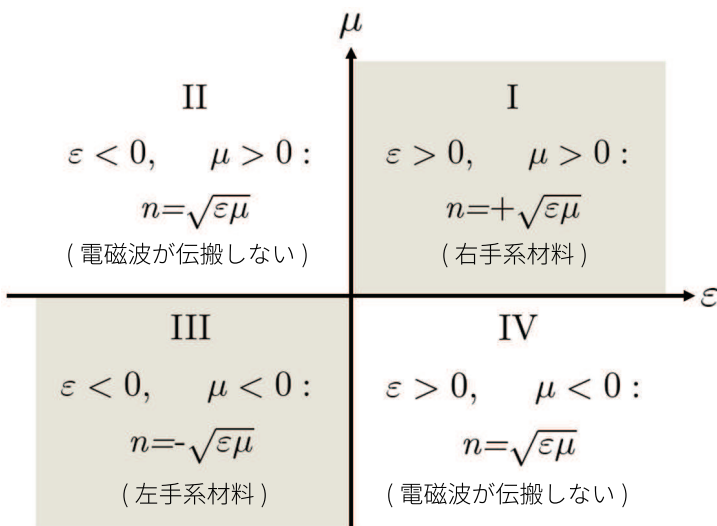


図 1 誘電率および透磁率の分類

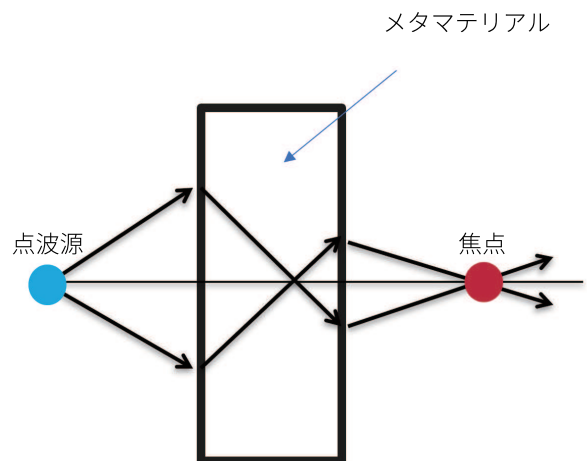


図 2 メタマテリアルの利用例 (スーパーレンズ)

検討手法および検討結果

負の誘電率および負の透磁率を有する均一材料を電磁界シミュレーション上に作成し、電磁波が入射する面の反対側の面を完全導体で短絡した場合および開放境界とした場合2種の複素入力インピーダンスを求めます。2種の複素入力インピーダンスより、伝搬定数および特性インピーダンスを算出することができます。算出した2つの値は、ともに複素量であり、誘電率の積および商の形式を有しており複素比誘電率および複素比透磁率を一意に決定することができます。

誘電率 $\epsilon = -2.0 - j0.0$ および透磁率 $\mu = -1.0 - j0.0$ の均一材料を作成し、検討を行いました。シミュレーションで得た特性インピーダンスから推定した複素誘電率および複素透磁率を図3に示します。本結果より、0.1～2.0GHzと広帯域にわたりシミュレーションで作成した負の誘電率および透磁率のモデルの複素比誘電率および複素比透磁率が得られました。

関連発表等

[1] 花澤 理宏、田畑 裕也 “電磁界シミュレーションを用いた材料定数測定に関する基礎検討,” 電子情報通信学会ソサイエティー大会 C2-27 (2014-9).

[2] 花澤 理宏、田畑 裕也 “電磁界シミュレーションを用いた材料定数測定における各種条件の影響,” 電子情報通信学会総合大会 C2-86 (2015-3).

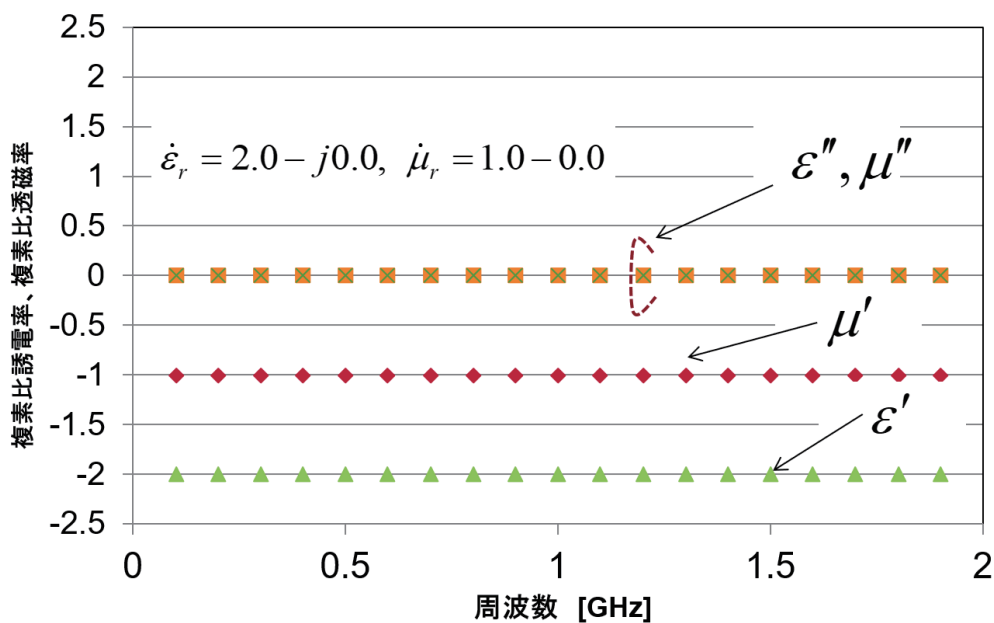


図3 シミュレーション結果から推定した左手系材料の複素比誘電率および複素比透磁率

お問い合わせ

Email: ctech.marketing.ga@ul.com



Empowering Trust™

ULの名称、ULのロゴ、ULの認証マークは、UL LLCの商標です。©2021
本内容は一般的な情報を提供するもので、法的並びに専門的助言を与えることを意図したものではありません。