

延伸と屈曲ワイヤーグリッドによるフリースタンド型の負の屈折率物質

Freestanding negative index materials made of periodic stretched and bended wire

阪市大院工 [○](M1)姫野拓真, 速水重輝, (M2)青石宗一郎, (M2)太田一輝, 菜嶋茂喜

Osaka City Univ., [○]T. Himeno, S. Hayami, S. Aoishi, K. Ohta, and S. Nashima

E-mail : nashima@a-phy.eng.osaka-cu.ac.jp

テラヘルツ波 (THz 波) はセンシングやイメージングなど様々な応用が期待されており, 多様な THz 波の制御方法が求められている. メタマテリアルを用いた負の屈折率物質は特異な光学特性を示すことから, THz 波の応用の幅を広げることが期待される. THz 波領域における代表的な負の屈折率物質として人工負磁性体である分割リング共振器(Split-Ring Resonator : SRR)と人工負誘電体である金属ロッドを組み合わせたものや, より構造が簡単なペアカットワイヤーなどが報告されているが, 実用化に向けては容易な大面積化が課題となる. これに対し, 同グループの先行研究により, ワイヤーを網目状に織られた金網(Wire Cloth Mesh : WCM)の屈曲構造が SRR と同様の磁気応答を示すことが報告された[1,2]. WCM はフリースタンド型で大面積の入手が容易というメリットがある. そこで本研究では, 延伸されたワイヤーの周期構造体であるワイヤーグリッド(Wire Grid : WG)と, 屈曲構造を持つワイヤーの周期構造体(Bended-Wire-Grid : BWG)を組み合わせた複合体(Double-Negative-Materials : DNM)を考え, 負の屈折の可能性について FDTD 法による電磁界計算を用いて調べた.

Fig. 1 に提案する DNM の構造と THz 波パルスの入射配置を示す. 計算系について, 光源(中心波長 $300\ \mu\text{m}$, パルス幅 $100\ \mu\text{m}$)と検出器の間に試料を配置することで垂直入射時の透過率を計算した. 計算対象は, WG, BWG, それらを組み合わせた DNM の 3 つである. Fig. 2 に各メタマテリアルの透過率の計算結果, BWG と WG の透過率の積を示す. DNM の透過率を BWG と WG の透過率を掛け合わせたものと比較すると, BWG が磁気共鳴を示す $1\ \text{THz}$ の少し高周波側で飛躍的に増大することが確認できる. これはインピーダンス整合が増大していると考えられる. このピーク周波数において, 3 層に積層化した DNM に対し, 斜入射時の伝搬を計算した結果を Fig. 3 に示す. 図より, DNM 中の THz 波が負の屈折を示す方向に伝播しているのが分かる. 発表では構造パラメータの依存性の結果を紹介し, 屈折率の制御範囲について報告するつもりである.

[1] 菜嶋 他, 第 15 回プラズモニクスシンポジウム (2018 年 2 月, 大分).

[2] 青石 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018 年 9 月, 名古屋).

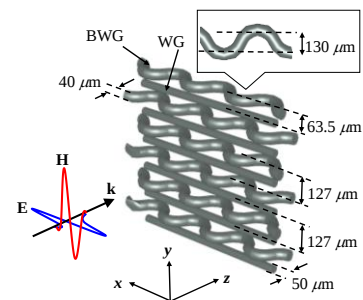


Fig. 1 Structure of proposed DNM.

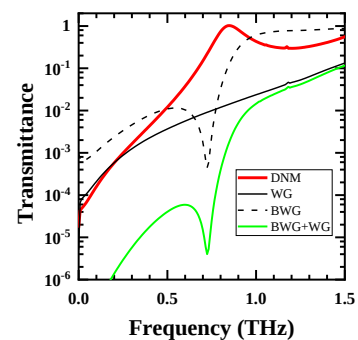


Fig. 2 Transmittance of BWG, WG, and DNM at normal incidence.

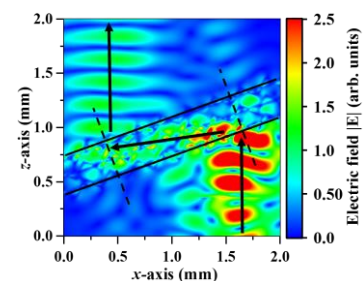


Fig. 3 Electric field distribution at AOI = 20 deg.