

モアレ型メタ表面に基づく螺旋位相板の数値的検討

Numerical approach to spiral wave plate based on moire-type metasurface

○大野 誠吾, 石原 照也(東北大院理)

○Seigo Ohno, Teruya Ishihara (Dept. of Physics, Tohoku Univ.)

E-mail: seigo@m.tohoku.ac.jp

モアレは周期的パターンの干渉であることから、平面上に周期的に形成されることの多いメタマテリアルやメタ表面と相性がよい。これまで金属板対の重なりによるモアレをもとに、空間的に位相変調をもたらすメタ表面の設計手法としてモアレ型メタ表面を提案してきた[1]。一方で、空間的に螺旋状の波面を持った光渦は光の新たな自由度として盛んに研究が進められている。位相特異点が回折限界よりも小さくなることから光源に光渦を用いた超高分解能顕微鏡など応用面でも注目を集めている。光渦生成のための光学素子の一つに、透明な媒質を螺旋状に加工した螺旋位相板があるが、透明な材料の限られる THz 帯では、材料の選定とその立体的な加工技術が必要となる[2]。本研究では、モアレ型メタ表面を用いることでこのような螺旋位相板を実現できないか数値的に検討した。

金属円板を三角格子に並べた金属円板配列 (図 1) を 2 つ用意し、間に誘電体層をはさみ重ねる (図 2) ことを考える。このとき 1 枚目の金属円板配列を 2 枚目のそれに対してわずかに回転させることで図 3 に見るようなモアレ超格子パターンが生じる。半径 $90 \mu\text{m}$ 、格子間隔 $400 \mu\text{m}$ の金属円板配列の間に $50 \mu\text{m}$ の誘電体層($n=1.6$)がある場合について、この超格子に対する円偏光の光学応答を FDTD 法を用いて数値的に調べた。ただし、膨大な計算リソースの消費を回避するため、モアレ超格子の局所的な応答は、その上下の円板の相対位置で決まると仮定し、それらが周期的に並んだ系の計算結果を用いた。回転角 0.03 rad. で重ねたとき、入射した円偏光の逆回り成分の 0.64 THz における透過強度、位相分布を図 4 に示す。これを見ると中心付近の円板同士が直上で重なっている部分では透過せず、暗点となっておりそれを周回するように位相が 4π 分布している。また、それを取り囲む 6 つの小さな暗点の周囲では位相が逆向きに 2π 分布している。このことは、このメタ表面がこの 2 種類の暗点の周辺でそれぞれ 2 次、1 次的光渦に対する位相板として機能する可能性を示している。

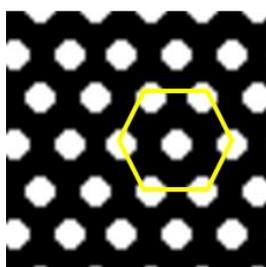


図1 金属円板配列

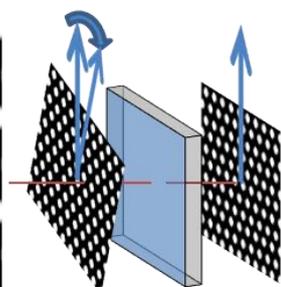


図2 回転して重ねる

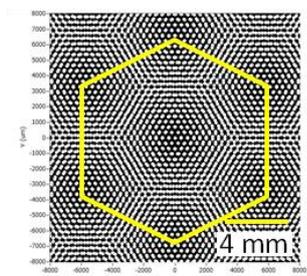


図3 モアレパターン

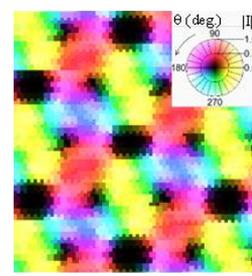


図4 透過強度位相分布

[1] 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-C6-7

[2] K. Miyamoto, K. Suizu, T. Akiba, T. Omatsu, Appl. Phys. Lett. **104**, 261104 (2014)