

接点変調によるチェッカーボード型メタ表面の転移現象

利用者：京都大学大学院工学研究科 電子工学専攻 浦出 芳郎, 中西 俊博
研究支援者：京都大学 大村 英治, 井上 良幸

【研究目的】

平面上の金属構造で電磁波の反射、透過および吸収を制御することが近年注目を浴びておりメタ表面と呼ばれる。本研究では、自己相補的メタ表面の一種であるチェッカーボード型の金属構造において、接点に有限の大きさの抵抗膜をつける方法を提案し、電磁波応答を制御することを試みた。その結果、メタ表面の性質を大きくかえることができること、またよく知られているバビネの原理の拡張として理解できることを示した。

【成果】

本研究では、レーザ直接描画装置・電子線蒸着装置を用いて、金属アルミニウムでチェッカーボード構造を水晶上に作り、接点を薄いチタン膜で繋いだ構造を作成した。図1に必要となる構造のユニットセルと作製したメタ表面の光学顕微鏡写真を示す。これら構造に対して、テラヘルツ波の透過特性を計算機シミュレーションし(図2、参考文献[1])、微細加工したメタ表面をテラヘルツ時間領域分光法で計測した(図3、参考文献[2]にて学生論文賞2位受賞)。図2はチェッカーボード構造に垂直に直線偏光を入射した場合の透過率を3種のチェッカーボードに対して計算した結果を示す。図3に示した実験からも、抵抗付きの構造は透過特性が周波数にほとんど依存しない特異的な性質であることが分かった。これは、拡張したバビネの原理から推測される特性と一致しており、周波数依存性の無いユニークなメタ表面の作成に成功した。アンテナや検出器への応用の可能性が期待される。

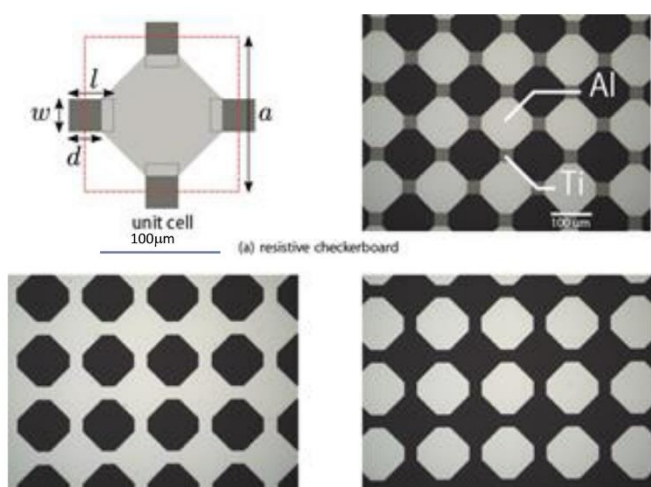


図1 左上図はユニットパターンで色の浅い部分がアルミニウムで濃い部分がチタンである。右上図は作成したチェッカーボード構造をもった自己相補型メタ表面の光学顕微鏡像。下図の二つは抵抗部を持たないチェッカーボード構造で、金属部分が接触したものと非接触のもの。

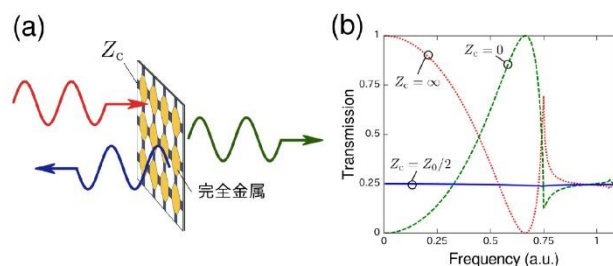


図2 (a) チェッカーボードへの電磁波入射。(b) 透過率の波長依存性のシミュレーション。チェッカーボードの接点が抵抗(青)、金属が接触(緑)、金属が非接触(赤)。

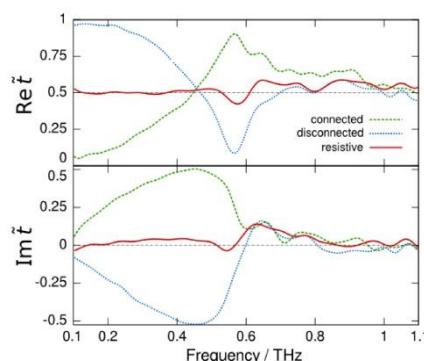


図3 テラヘルツ時間領域分光法での透過係数の実測。チェッカーボードの接点が抵抗(赤)、金属が接触(緑)、金属が非接触(青)。

【支援実施機関からのコメント】

支援内容を利用者と詳細に相談し、京大ハブで利用可能な多様な微細加工装置群から最適な方法を選択した。微細加工については未経験の学生にリソグラフィーの加工条件・剥離方法などの指導を行った。最終的には利用者自身で加工を完成し実験研究に利用できるまでに熟達した。

【参考文献等】

- [1] Phys. Rev. B., **88**, 205138 (2013).
[2] Metamaterials' 2014, Lyngby, Denmark, 2014/8/25.