

ランダムさを有する金属チェッカーボードパターンの テラヘルツ波透過特性と有効誘電率

Transmission Properties and Effective Permittivity of Metallic Checkerboard Pattern with Randomness

阪大レーザー研¹, 信州大理² °高野 恵介¹, 奥井 雄一郎¹, 宮丸 文章², 萩行 正憲¹

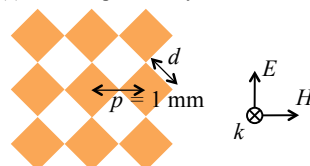
Osaka Univ.¹, Shinshu Univ.², °Keisuke Takano¹, Yuichiro Okui¹,

Fumiaki Miyamaru², and Masanori Hangyo¹

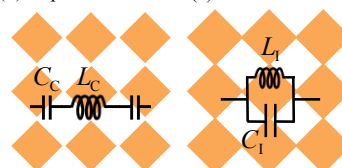
E-mail: ktakano@ile.osaka-u.ac.jp

金属チェッカーボードパターン(図 1(a))は自己相似型の構造をしており、金属が完全導体の場合バビネの原理から周波数依存性のないハーフミラー特性(透過率が 0.5)を有することが期待される。しかし、金属パッチ同士が接触していない場合(図 1(b))としている場合(図 1(c))では構造はわずかに違うだけであるのに、スペクトルは全く逆になることが知られている。つまり、図 1 で周期 p を一定に保ちながらパッチの辺の長さ d を変化させた場合、 $d = p/\sqrt{2}$ でスペクトルが突然変化し、ハーフミラー的な特性は得られない。我々は、パッチ同士がランダムに接触しその確率を変化させた場合の透過率を調べるために、市販プリンタで金属光沢インクを用いて紙上にチェッカーボードパターンを作製し、そのテラヘルツ透過スペクトルの d (印刷時の設定値)への依存性を調べた。 $p=1$ mm である。試料は精度の制約から接触点の割合はランダムさを有している。図 2 は、複素振幅透過率から求めた試料の有効誘電率(ϵ_1)と有効電気伝導度(σ_1)である。 $p=0.73$ - 0.74 付近でスペクトルに急激な変化が見られるのがわかる。この p の値付近が、パーコレーション閾値と考えられるが、この付近で誘電率は $\epsilon_1 \sim 1/\sqrt{\omega}$ というパーコレーション閾値特有の周波数依存性が見られる²⁾。この場合に電気伝導度は $\sigma_1 \sim \sqrt{\omega}$ が期待されるが、図 2(b)にははっきり見えてはいないものの、矛盾はしないと考えられる。このような特性は金属ナノ粒子から成る薄膜系でも観測されている³⁾。講演では、透過スペクトルの p 依存性やクラマース-クロニッヒ関係、周波数依存性のないビームスプリッターなどへの応用についても議論する。

(a) Self-complementary checkerboard



(b) Capacitive



(c) Inductive

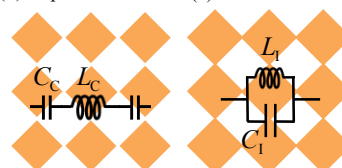


図 1 金属チェッカーボードパターン

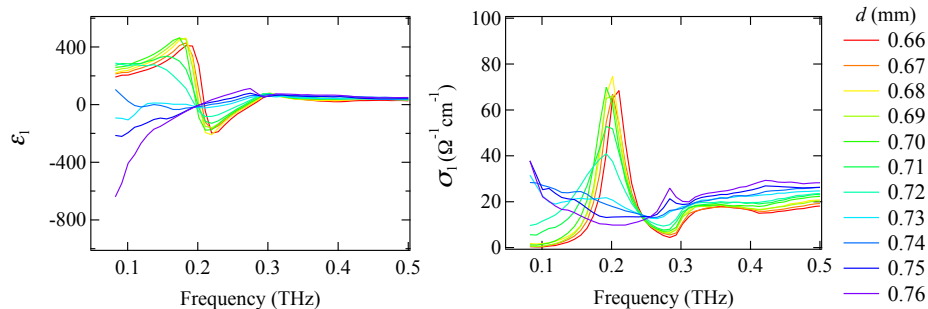


図 2 有効誘電率(ϵ_1)と有効電気伝導度(σ_1)の辺の長さ d 依存性

- 1) R. C. Compton *et al.*, Opt. Acta **31**, 515 (1984), 2) K. Kempa, Phys. Stat. Sol. RRL **4**, 218 (2010),
3) M. Walther *et al.*, Phys. Rev. B **76**, 125408 (2007)