

抵抗接続金属メッシュのブロードバンドテラヘルツ応答

The broadband terahertz response of a metal mesh structure with sheet resistance

阪大レーザー研

○花井 研一郎, 原田 寛史, 高野 恵介, 吉村政志, 中嶋 誠

ILE Osaka Univ.

○K. Hanai, H. Harada, K. Takano, M. Yoshimura, and M. Nakajima

E-mail: hanai-k@ile.osaka-u.ac.jp

入射偏向に対して等方的で互いに補対関係にある構造を持つ二つの 2 次元金属周期構造を考える．二つの構造で生じる散乱波が同振幅で逆位相となるというバビネの原理から，二つの構造に対する電磁波の複素透過係数 t_1 と t_2 も $t_1 + t_2 = 1$ という補対関係にあることが示される．金属構造が自らの補対構造が自らと重なる自己補対構造であれば， $t_1 = t_2$ ゆえに透過係数は周波数無依存で $1/2$ となり，同時にエネルギー吸収係数 $A = 1/2$ が得られる．自己補対構造はその金属部分と開口部分の形状が等しいため，それぞれからの散乱波が互いに打ち消し合った結果，2 次元構造表面から放射されずに吸収される．本研究では，同様の広帯域応答が，自己補対構造に限定されないことを示す．

金属正方形が互いに角を接して並ぶチェッカーボード構造は自己補対構造の一つである^{1,2)}．電場が集中する金属正方形接触部のインピーダンスが，金属部と開口部からの散乱波が互いに打ち消される条件を満たせば周波数無依存応答が発現する．すなわち，一部分に電場が集中して透過する構造を用いれば，電場集中部のインピーダンス制御による広帯域動作の発現が示唆される．そこで，図 1(a)に示す一辺 $10\ \mu\text{m}$ の十字型の完全導体構造を $1\ \mu\text{m}$ 角の厚さのない抵抗膜で接続したメッシュ構造のテラヘルツ波応答のシミュレーションを行った．図 1(b)に抵抗膜のインピーダンスを 0 ， ∞ ，および $Z_0/2 = 188\ \Omega$ (Z_0 は真空のインピーダンス)としたときの複素透過係数の実部を示す．抵抗部のインピーダンスを 0 および ∞ としたときの構造は十字構造配列およびメッシュ構造に等しく，共鳴周波数よりも十分低周波では透過係数の実部は 1 および 0 に近い値をそれぞれ示す．電磁波が十字構造配列を透過するときには，隣り合う十字構造の間に電場が集中するため，この部分のインピーダンスが全体の応答を支配する．図 1(b)に示すように抵抗部のインピーダンスを $188\ \Omega$ としたとき，共鳴周波数より十分低周波では自己補対構造と同様に透過係数の実部は周波数無依存に 0.5 を示す．自己補対構造でなくとも周波数無依存の電磁場応答は実現可能で，広帯域ボロメーターやセンシングデバイスなどのより多様な構造設計への応用が期待できる．

1) Y. Urade *et al.*, Phys. Rev. Lett. **114**, 237401 (2015). 2) K. Takano *et al.*, Opt. Exp. **20**, 24787 (2014).

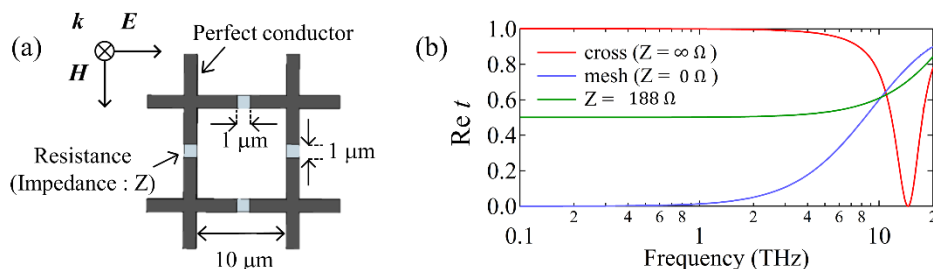


図 1 (a)計算モデルと(b)接続部抵抗が $Z = 0$ ， ∞ ， $188\ \Omega$ のときの複素透過係数実部．