

黒体メタサーフェスのための有効媒質近似 Effective Medium Approximation (EMA) for Metasurface

東工大¹, [○]中村佑希¹, 當麻真奈¹, 梶川浩太郎¹

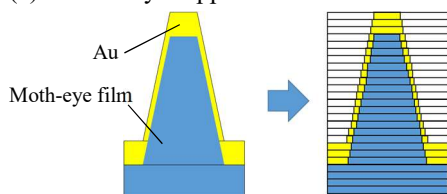
Tokyo Inst. Tech.¹, [○]Yuki Nakamura¹, Mana Toma¹, and Kotaro Kajikawa¹

E-mail: kajikawa@ee.e.titech.ac.jp

我々のグループでは、モスアイフィルムの微細構造を鋳型にした黒体メタサーフェスを報告した。^[1] モスアイフィルムは、ナノコーン構造を表面に持つ高分子フィルムで反射防止膜に用いられている。数値的な電磁界解析で、金で被覆したモスアイフィルムの光吸収メカニズムが明らかになっている。本研究では、有効媒質近似 (EMA) を用いることで、解析的に金で被覆したモスアイフィルムの光学特性を計算できるようにした。

EMA では、複数の誘電率を含む構造を有効誘電率 ϵ_{eff} の均一な構造に近似する。図 1 a に示すようにモスアイ構造を分割し、半径の異なる円柱の積層構造に近似した。通常の EMA では、ゲスト媒質に球を仮定した 3 次元の Maxwell-Garnett の式が用いられるが、本研究では円柱の積層構造に EMA を適用するため、ゲスト媒質を円柱とした 2 次元の Maxwell-Garnett の式を用いた。また、コアシェル円柱構造では、表面電荷密度を用いた EMA を考え、図 1 b のように単一の円柱構造に変換し、2 次元の EMA を適用した。図 2 に EMA を用いた解析的計算と FDTD (時間領域差分法) や FEM (有限要素法) で求めた吸収スペクトルを示す。波長 650nm より短波長側ではよく近似されており、波長が 650nm より長波長側では一致しないことが分かった。長波長側では金属の誘電率の絶対値が大きくなるため、EMA では近似できないことが考えられる。以上より、提案した EMA を用いることで金で被覆されたモスアイ構造の光学特性を解析的にシミュレーションできることを明らかにした。

(a) Multi-layer approximation of the moth-eye structure



(b) Approximation of core/shell cylinder

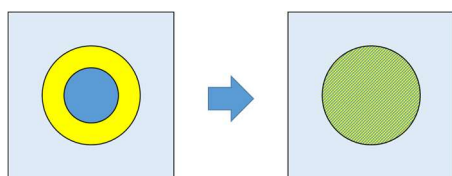


Fig 1. Structure used for calculation.

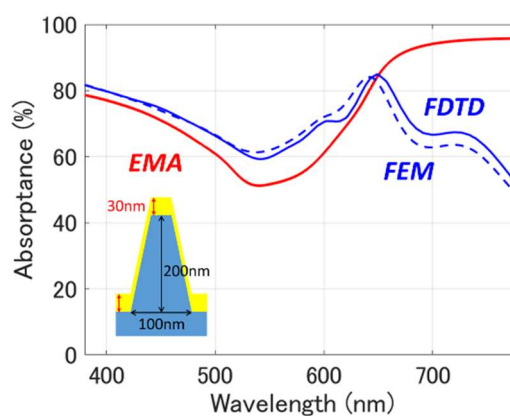


Fig 2. Simulated absorption spectra.

文献 : [1] M. Kobayashi *et al.*, Opt. Mat. Express Vol. 9, Issue 9, pp. 3744-3752 (2019)