

分割計算を用いた FDTD 法によるサブ波長構造からの 光散乱シミュレーション

Light scattering simulation by FDTD method with division calculation

宇大院工¹, 宇大 CORE², ○ 茨田 大輔^{1,2}, 喜入 朋宏², 川田 重夫^{1,2}, 早崎 芳夫^{1,2},
谷田貝 豊彦²

Grad. Sch. Eng., Utsunomiya Univ.¹, CORE, Utsunomiya Univ.² Daisuke Barada^{1,2}, Tomohiro
Kiire², Shigeo Kawata^{1,2}, Yoshio Hayasaki^{1,2}, Toyohiko Yatagai²

E-mail: barada@cc.utsunomiya-u.ac.jp

光の波長より十分小さいサブ波長構造を用いると、反射防止や偏光制御が可能なが知られている。しかし、その光学特性をミリメートル以上の広範囲で計算機シミュレーションする場合、格子点が非常に多くなる。そのため、周期境界条件が適用できるようなパターンしか計算することが難しい。本研究では、狭い範囲のサブ波長構造における結果を組み合わせることにより、広い範囲の光学特性を求める方法を検討する。

ある同一の構造物に入射場を適当な窓関数を用いて分割して照射し、それぞれで得られた電磁場を足し合わせると、元の入射場を照射した場合の結果と同じになる。ここで、窓関数の幅より外側に回折した電磁場の影響が少ないと見なせる場合、構造体の範囲を窓関数の幅に制限できる。

入射場として、ハン関数を用いることを考える。この関数は、窓関数の幅ずつ横面して重ね合わせた場合、Fig.1 の赤線のように、ある範囲において平面波となるような関数となる。サブ波長構造は、高さ 0–40nm、幅 20nm の矩形構造を 20nm 間隔で図中青線で囲われた領域に配置

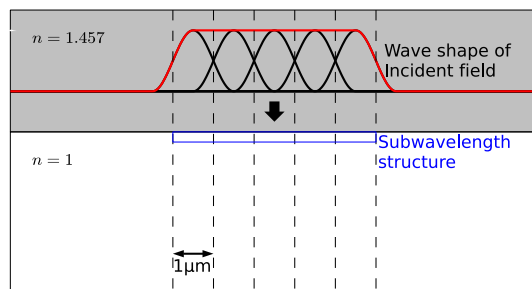


Fig. 1: Simulation condition

した。これを 1μm ずつ区切って二次元 FDTD 計算を行った。ただし、回折波を取得するため、計算領域は窓の外側に数 μm のマージンをとった。入射波は屈折率 1.457 の媒質側から照射し、屈折率 1 の媒質において電磁場を観察した。

構造を分割した場合のそれぞれの結果から得られた複素振幅和の散乱角スペクトルと元の構造を用いて計算した結果の比較を Fig.2 に示す。ここでは、45 度直線偏光を照射した場合の p 偏光と s 偏光の位相差を示している。図の白抜き四角のように、 $-0.5 < \sin \theta < 0.5$ (θ は散乱角) の範囲においては、ほぼ特徴をとらえていることがわかる。白抜き丸は、単位格子を並び替えた場合の結果であり、構造の並び替えにより、違いが現れることがわかる。このように、あらかじめ単位構造を計算しておけば、その組み合わせによって、ミリメートル以上の範囲における結果が得られる可能性が示された。

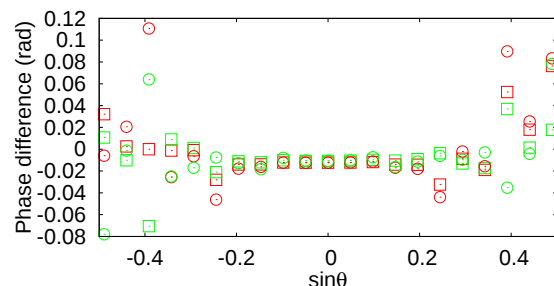


Fig. 2: Simulation results. Red and green open squares are results by division calculation and original method. Open circles are the result in case of rearranged structure.