



FDTD 法を用い光の屈折角を遠方界で再現するシミュレーション

株式会社 科学技術研究所 科学技術部 (<https://www.kagiken.co.jp>)

1. 解析概要 サブ波長スケール構造が加工された界面の光学特性研究の一環で行われる光学特性シミュレーションは FDTD 法が最も活用されている分野の一つである。本報告書では一定の入射角で 3 種類の平滑界面に入射する電磁波の屈折をシミュレーションした結果を報告する。

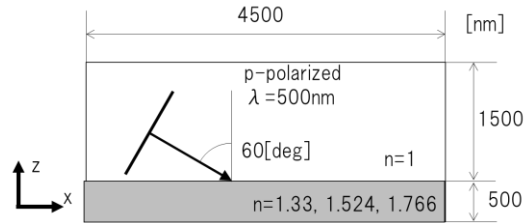


Fig.1 Simulation Model

2. 解析条件 解析対象の概形を Fig.1 に示す。解析領域は 2 次元の xz 面で x, z 方向の境界条件は全て無反射端として PML を設定した。W4500×H2000[nm]、メッシュ幅 5[nm]($\approx \lambda/100$) の解析領域内で入射角 60[deg]で p 偏光、波長 500[nm]の正弦波を真空から界面に向けて入射した。界面を成す媒質は水 (n = 1.33)、ガラス (n=1.524)、サファイア(n=1.766)を設定した。上記条件で電磁波解析ソフト KeyFDTD で解析し、定常状態における遠方界を 1 度刻みで算出した。

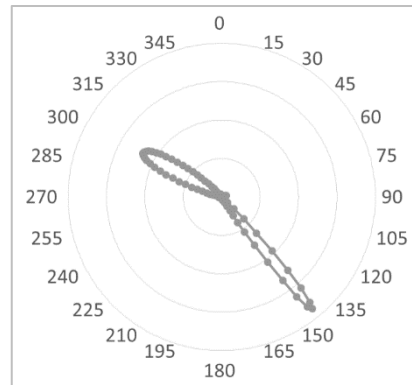


Fig2. Far Field (Water)

3. 解析結果 Fig.2~4 に得られた遠方界を z 軸方向を 0[deg]、x 軸方向を 90[deg]として示す。励振源は両側に平面波を励振するため 300[deg]にも伝搬成分が存在する。各チャートの第 4 象限の遠方界ベクトルの合成ベクトルが指す方向を屈折角として算出した。それぞれ屈折角水:39[deg]、ガラス:32[deg]、サファイア:26[deg]を得た。入射角と各媒質の屈折率から予想される屈折角は水:41[deg]、ガラス:35 [deg]、サファイア:29[deg]であり、解析結果は理論値より 2~3[deg]小さい値だが、実用上問題ない範囲で一致した。

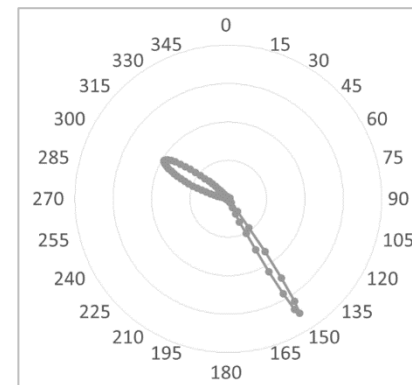


Fig3. Far Field (Glass)

4. まとめ 電磁波解析ソフト KeyFDTD を用いて光の界面における特性をシミュレートした。理論値と 2~3deg の誤差で屈折角が導出できることが確認された。

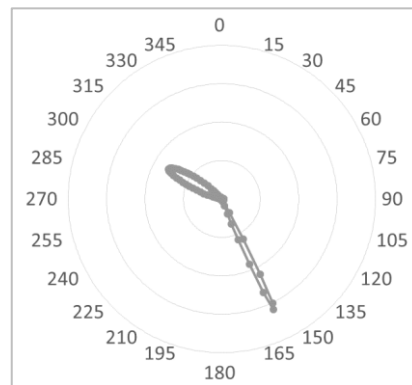


Fig4. Far field (Sapphire)