

ラゲールガウシアンビームによるナノワイヤ回転運動誘起の FDTD 解析

FDTD analysis of the rotational motion of nanowires

induced by Laguerre-Gaussian beam

新潟大自然研¹, 新潟大工² ◯板花 侑耶¹, 岡 寿樹²Niigata Univ.¹, ◯Yuya Itahana¹, Hisaki Oka²

E-mail: h-oka@eng.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

Laguerre-Gaussian (LG)ビームはトポロジカル光波の一種であり、位相特異点を持ち、偏光に依存しない角運動量を示す[1]。LGビームを用いた応用研究は、光ピンセットによる材料加工や光通信などが挙げられ、特に角運動量を利用した物質の回転運動誘起は光渦特有の応用例でもあり注目を集めている。

LGビーム角運動量を用いた回転運動は、半導体[2]および金属ナノワイヤ[3]に対して既に実験による観測例が報告されている。特に金属ナノワイヤではプラズモン誘起による新たな力が利用できるため、ナノモーターへの応用等、その理論的解析が求められている。

本研究では、LGビームによる半導体および銀ナノワイヤの回転運動誘起について FDTD 法を用いて、特にプラズモン誘起が回転機構に与える影響を解析する。

2. 解析モデル

図1に解析モデルを示す。セルサイズは5nm、解析領域は1550nm×1000nm×1550nmとし、吸収境界条件はPMLを用いる。LGビームはx-z平面を光源として、y軸方向に伝搬させる。また、ナノワイヤは簡単のため50nm×50nm×1000nmの四角柱として解析領域中心に設置した。手始めとして屈折率2のZnO半導体ナノワイヤ[2]に見立てた微小ロッドに

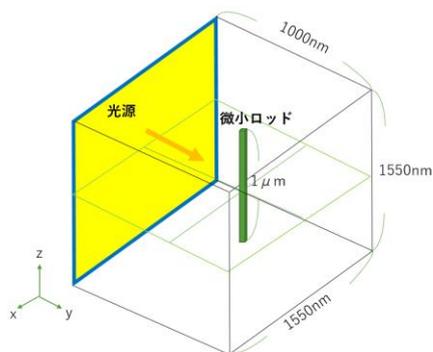


図1. 解析モデルの概念図

LGビームを照射し、その電界強度分布から1振動周期における時間平均トルクを求め、ナノワイヤの回転周期を見積もる。FDTD解析には市販のソフトウェア(Poynting)を用いた。

3. 結果

図2は、動径方向0、方位方向1のmode数を持つLGビームを照射した際のある時間におけるx-z平面の電界強度分布の解析結果である。このデータからナノワイヤの回転数は、x偏光LGビームに対し、周期564s、回転数0.0017回転/秒となった。実験ではおよそ0.1回転/秒という結果が報告されており、計算では入射光パワーおよびmode数が低いため、回転が遅いと考えられる。また実験との比較には溶液による粘性抗力も考慮しなければならない。

発表では、銀ナノワイヤの解析も行い、プラズモン誘起がナノワイヤの回転に及ぼす影響について報告する予定である。

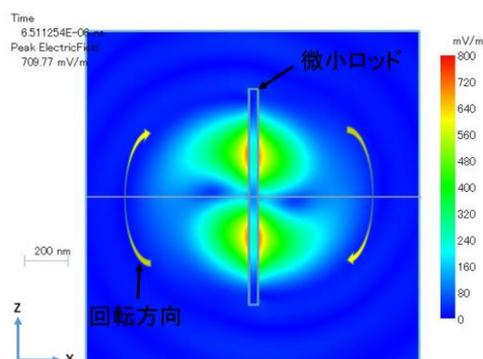


図2. x-z平面における電界強度分布

4. 参考文献

- [1] 尾松孝茂 “トポロジカル光波とその広がる可能性” 光学 42, 586 (2013).
- [2] L. Shi, J. Li, and T. Tao, Appl. Opt., **51**, 6398–6402 (2012).
- [3] Z. Yan and N. F. Scherer, J. Phys. Chem. Lett. **4**, 2937–2942 (2013).