光学領域における不可視な誘電体円柱

Homogeneous Dielectric Cylinders Invisible at Optical Frequency

東工大工　○小林佑輔，梶川浩太郎
Tokyo Tech. ○Yusuke Kobayashi, Kotaro Kajikawa
Email:kobayashi.y.bt@m.titech.ac.jp

物体を透明化するクローキングの研究が広く行われている。クローキングは通常、物体を設計された媒質で覆うことによって実現される。これには、クローキング媒質中で光を迂回させる方法とクローキング媒質により物体の光散乱を低減する方法がある。我々は、クローキング媒質で覆うことなしにある屈折率と半径を持つ円柱を不可視化できることを見出したので報告する。

図 1 に示すように、等方性誘電体円柱の屈折率と半径を網羅的に調べて、どのような条件でこの現象が起きるかを調べた。計算では、Mie 散乱理論によって等方性誘電体円柱の散乱効率Q_{sca}を算出した。図 2 に TE 偏光入射光に対して等方性誘電体円柱の屈折率とサイズパラメータ$(= 2\pi r/\lambda)$を変化させたときの散乱効率の計算結果を示す。一般的に、円柱からの光散乱は円柱の半径が大きくなるにつれて増大していくが、計算結果からその傾向に反して屈折率が 2.7 から 3.8 の範囲で散乱効率が充分小さくなっていることがわかる。実在物質では GaAs, Si, AlAs 等の物質がこの屈折率をもつ。光散乱を低減するクローキングでは対象物とクローキング媒質の双極子放射が打ち消すことによる。FDTD による磁界の解析結果からこれらの円柱構造でも見られることがわかった。この現象はマイクロ波領域で誘電率の非常に大きな物質で報告されている[1]が、光学周波数領域において実在物質でこの効果が発見されたのは初めてである。

[1]M. V. Rybin, D. S. Filnov, P. A. Belov, Y. S. Kivshar, and M. F. Limonov: Sci. Rep. **5** (2015) 08774.

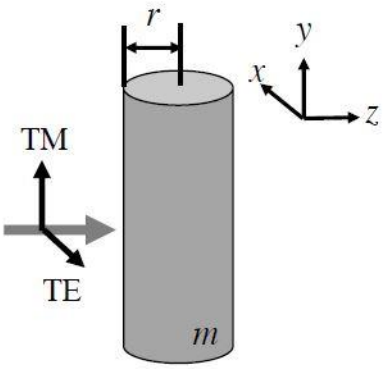

図 1　計算モデル

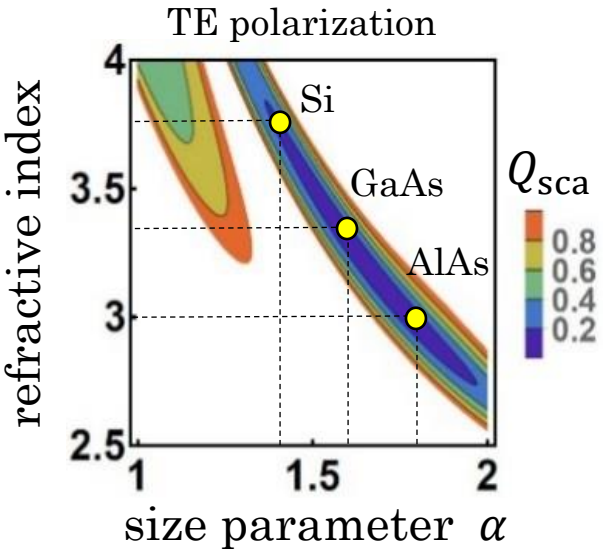

図 2　計算結果の一例