

Whispering Gallery Mode 共振を利用したマイクロ球直径計測 —楕円体モデルの構築—

Measurement of Micro-Sphere Diameter Based on Whispering Gallery Mode Resonance

-Construction of the Model for Spheroidal Particle-

○林 晃平, 儲 博懐, 趙 正, 道畑 正岐, 高増 潔, 高橋 哲 (東大工)

K. Hayashi, B. Chu, Z. Zhao, M. Michihata, K. Takamasu, S. Takahashi (Univ. of Tokyo)

E-mail: hayashi.k@nanolab.t.u-tokyo.ac.jp

はじめに Whispering Gallery Mode(WGM)共振は、光が球の表面付近を周回し強く共振するような現象である(図1参照)。WGM共振は、一般に 10^8 以上の高いQ値($=\lambda/\Delta\lambda$)を持つことで知られている。この特徴をもつWGM共振を利用することで数~数十マイクロオーダーの球径の高精度計測手法を提案している。真球においてWGM共振を励起するのは、特定の波長をもつ光をうまく入射させたときに限る。そのような波長は球径および屈折率のみで決まり、その値は分散式(dispersion equation)を解くことで求まる。計測球に対するWGM共振波長を計測し、それらをもとに球径を推定する、というのがWGM共振を利用する計測の基礎原理である[1]。

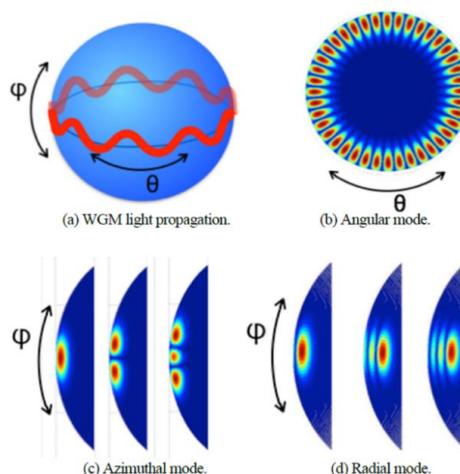


Fig.1 Whispering gallery mode

楕円体モデルへの拡張 WGM共振波長を決定する分散式を導出する際、対象の完全真球形および一様屈折率を仮定している。一方で、高精度で計測を行うには歪んだ球や屈折率が一様でない球に対して共振波長がどの程度ずれるかを定量的かつ先験的に評価する必要があり、そのためには理論解析が望ましい。しかし、そのような解析解はほとんど得られておらず、このような理論的脆弱性を改善すべく、球から回転楕円体(spheroid)へのモデル拡張を試みた。

結論と展望 回転楕円体と平面波との相互作用の解析[2][3]をもとに、回転楕円体の分散式を推定した。回転楕円体についても、ある特定の波長の光を照射すると強く共振することが確認できるが、その際に観測される分布は真球のWGM共振のような光が楕円体上を周回する電磁場分布とは異なる可能性が見出された。そこでさらに、シミュレーションを併用しつつ回転楕円体における光の共振現象についての理解を深めることを目指し、球計測手法としての完成度を高める。今後は回転楕円体に対して得られた知見を応用し、理論的なアプローチから計測の高精度化を目指す。

謝辞：本研究の一部は、公益財団法人スズキ財団および文科学省費補助金若手研究(A)(15H05505)の支援を受けたこと記して御礼申し上げます。

参考文献：[1] M.Michihata et al., Annals of the CIRP. **63**, 469-472 (2014).

[2] S. Asano et al., Appl. Opt. **14**, 29-49 (1975).

[3] Y. Han et al., Appl. Opt. **40**, 2501-2509 (2001).