圧力センサ開発に向けた金ナノ粒子添加液晶の光応答の圧力依存性解析

Analysis of Pressure Dependence of Optical Response in Gold Nanoparticle-Doped Liquid Crystal toward Development of Pressure Sensor

阪府大院理 [1]，阪府大院工 [2]，阪府大 LAC-SYS 研 [3]，京大防災研 [4]
○大間知誠也 [1,2,3]，林康太 [1,2,3]，石倉諒汰 [2,3]，田村守 [1,3]，床波志保 [2,3]，西嶋一欽 [4]，飯田琢也 [1,3]
Grad. Sch. Sci.[1], Grad. Sch. Eng.[2], RILACS[3] of Osaka Pref. Univ., DPRI, Kyoto Univ.[4]
○Seiya Oomachi [1,2,3], Kota Hayashi [1,2,3], Ryota Ishikura [2,3], Mamoru Tamura [1,3],
Shiho Tokonami [2,3], Kazuyoshi Nishijima[4], Takuya Iida [1,3]
E-mail: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

構造物の空力特性を評価する手法の一つに、流体力学のスケーリング則に基づき、構造物の模型と人工風を用いた風洞実験がある。しかし、風洞実験は大型の風洞が主であり、小型化かつ低コスト化が望まれている。また、構造物の模型に作用する圧力を測定する際に全箇所に導圧チューブを配線することは小型化を妨げ、風洞実験の自由度を制限する要因となっている。そこで我々は、構造表面への圧力印加による光学応答変化を計測する配線フリーの測定法を実現するため、金属ナノ構造中の局在表面プラズモン(LSP)の協力現象とコレステリック(Ch)液晶の光応答に着目した。たとえば、高密度に集積された金属ナノ粒子中の LSP の協力現象による長波長シフトや、輻射緩和率の増大のよる広帯域化[1]、プラズモンと有機分子の強結合に関する研究が近年盛んである[2, 3]。一方で、Ch 液晶は、分子の螺旋構造のピッチが温度・濃度・圧力に依存して小さくなると短波長シフトを示すことが知られている。本研究では、これらの特徴に注目し、風洞実験で用いる圧力センサの開発を視野に、金ナノ粒子(AuNP)を内部にドープした Ch 液晶圧力センサ(LCPS)を作製し、光応答の圧力特性を系統的に解析した。

本実験では、Fig. 1 (a)に示すように、スペーサーとポリマーシートで金ナノ粒子を添加した Ch 液晶(AuNP-LCPS)を挟み込んだセルを、スライドガラスでさらに挟み込み、上部から荷重が均一に加わるような測定系を作製し、正立型顕微鏡で反射像と反射スペクトルを計測した。その結果、Fig. 1 (b)(c)に示すように、圧力の有無及び金ナノ粒子有無により LCPS の反射光の色が変化することを確認した。また、Fig. 1 (d)に示すように、AuNP-LCPS の反射スペクトルを観察すると、低濃度領域では圧力の変化によりピーク波長が短波長シフトし、AuNP 添加によりピークシフトの敏感性が向上することを見出した。一方で、AuNP が高濃度の時はシフト量が減少することも分かった。得られた結果は、圧力印加による LSP の長波長シフトと、Ch 液晶の短波長シフトの２つの性質が密接に関わることにより、圧力依存性を制御できる可能性を示唆している。本研究は、新しい圧力測定法の開発に新たな知見を与える重要な取組である。

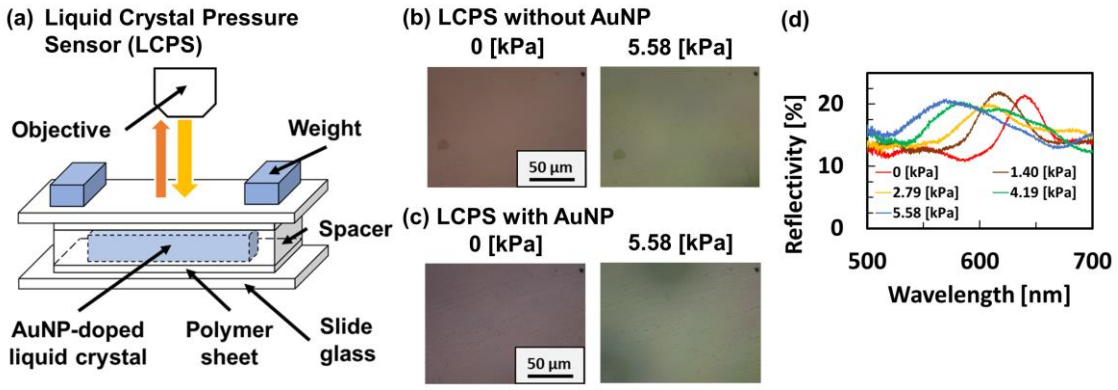

Fig. 1 Schematic illustrations of a gold nanoparticle (AuNP)-doped liquid crystal pressure sensor (LCPS). Optical reflect images of (b) LCPS without AuNP and (c) AuNP-LCPS in the presence and the absence of pressure. (d) Reflection spectra of AuNP-LCPS for different pressure values.

[1] S. Tokonami, T. Iida, et al. *J. Phys. Chem. C.*, **117**, 15247 (2013).
[2] T. Iida, Y. Aiba, H. Ishihara, *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 053108 (2011).
[3] J. Li, K. Ueno, H. Uehara, J. Guo, T. Oshikiri, H. Misawa, *J. Phys. Chem. Lett.*, **7**, 2786 (2016).