

# 表面プラズモン共鳴法と光導波路分光法による

## 液晶セル中の液晶分子挙動に関する研究

五十嵐 彩\*

### Dynamic Behavior of Liquid Crystal Molecules in a Cell Studied by Surface Plasmon Resonance and Optical Wave Guide Spectroscopy

by Aya IKARASHI

本論文は、全反射減衰法による表面プラズモン共鳴法と光導波路分光法により、液晶セル中の液晶分子配向などの液晶分子挙動についての研究成果をまとめたものである。液晶セル中に含まれる不純物イオンは、焼き付き、保持率の低下、電圧変動などの液晶デバイス動作へ悪影響を及ぼすことが知られている。また、液晶セルの配向膜近傍ではこれら不純物イオンの配向膜への吸着や、配向膜からの液晶分子に対するアンカリングなど、複数の作用が複合的に生じているため、液晶分子挙動に関する解析が難しく、その有効な評価法が求められている。従来の液晶分子の配向評価法としては、電気測定（容量測定）、偏光透過光測定などがあるが、これらの測定法では、セル全体の平均的な分子配向の評価しかできず、セル界面や内部の詳細な情報について評価できていないのが現状である。

そこで、本論文では液晶セル界面の評価が可能な表面プラズモン共鳴法と液晶セル内部の評価が可能な光導波路分光法を同時に用いて研究を行なった。さらに実用的な見地から、表示画像の残像が残る「焼き付き」の観察、直流電圧連続印加時の経時変化、全反射減衰特性の周波数依存性などの測定を行い、液晶セル中の不純物イオンなどによる空間電荷分極

による影響についても検討を行った。一般に、液晶セルに直流電圧を長時間印加すると、不純物イオンの空間電荷分極によりセル内に逆電界が生じることが知られている。この逆電界は無電界に戻した後も空間電荷分極が緩和されるまで暫く存在し続け、この残留電界により焼き付くと考えられている。したがって、直流電圧印加前後で全反射減衰特性の共鳴角度測定を行うことで残留電界のチルト角への影響を観察することができると予想され、その実験の結果、直流電圧印加時の印加電圧値やセル温度の違いにより、全反射減衰特性が変化することが確認された。また、直流電圧連続印加時の経時変化を観察した結果、液晶分子のチルト角は印加時間とともに変化していることが明らかとなった。この結果は、セル中の空間電荷分極の形成の過程を示していると考えられ、それについて詳細に検討を行った。その結果、表面プラズモン共鳴法と光導波路分光法を用いることで、液晶セル内の液晶分子の配向分布について、非接触・非破壊でその場評価が可能となった。また、実際に液晶セル中の液晶分子の配向評価を電圧印加時においても行い、その結果を詳細に検討し、液晶セル中の空間電荷分極などに関する知見も得られ、液晶分子挙動の評価に非常

\*新潟大学自然科学研究科

現在 JVC・ケンウッド・ホールディングス株式会社  
〔新潟大学博士（工学）平成22年3月授与〕

に有効であることが示された。

本論文は七章から構成されており、第一章では、背景と目的、本論文の構成について述べている。第二章では、液晶分子の性質と、ネマチック液晶を液晶素子として用いる場合の物理について、本論文に関する部分をまとめている。第三章では、表面プラズモンと導波モードの励起条件と励起法、本測定に用いた測定系について述べている。第四章では、試料の作製方法について、基板準備、金電極形成、 $\text{SiO}_2$  配向膜の成膜、液晶セルの作製の詳細を説明している。第五章では、液晶セルの一般的な評価法である透過率測定により、セルの配向方向やプレチルト角、フレデリクス転移電圧を測定している。第六章では、直流電圧印加時の全反射減衰特性の角度依存特性を測定し、液晶セルの膜厚方向のチルト角分布を求めている。また、電圧スイープ時のキネティック特性

から配向膜近傍とバルク液晶の挙動の違いを明らかにし、第五章で求めたプレチルト角やフレデリクス転移電圧とほぼ一致することを確認している。また、内部電界の液晶分子への影響について、イオン量の異なる液晶セルの全反射減衰特性の比較を行っている。また、フリッカーや焼き付きの原因となる残留電界が全反射減衰特性から求められることを示している。さらに、印加電圧切断後初期状態に戻るまでの緩和過程について温度による違い、電圧印加時間による違いを調べている。第七章は、以上をまとめた結論を述べた。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、ご指導を賜りました加藤景三教授に深く感謝いたします。また、研究室の金子双男教授、新保一成准教授、馬場暁准教授のご指導に御礼申し上げます。