



Title	液晶超薄膜の電氣的・機械的性質とセンサ応用に関する研究
Author(s)	中野, 和行
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44950
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	なか の 野 かず ゆき 中 野 和 行
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 8 7 2 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電子工学専攻
学 位 論 文 名	液晶超薄膜の電氣的・機械的性質とセンサ応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉野 勝美 (副査) 教 授 八木 哲也 教 授 尾浦憲治郎 教 授 森田 清三 教 授 栖原 敏明 助教授 尾崎 雅則

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、液晶自己保持膜、液晶転写膜及びサンドイッチセルという界面状態が異なる3種類の液晶薄膜を用いて、液晶本来の分子ダイナミクスとそれに及ぼす界面効果に関する研究成果をまとめたもので本文8章から構成されている。

第1章では、液晶の一般的性質について概観し、固体との界面を持たない液晶自己保持膜を用いた液晶本来の物性研究の重要性を述べるとともに、デバイス応用の観点から液晶の分子ダイナミクスに界面効果が及ぼす影響について検討する必要性を述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、強誘電性液晶自己保持膜の電界誘起振動を光学的に検出することにより、各相での液晶本来の分子ダイナミクスを明らかにしている。

第3章では、ゲスト分子であるフォトクロミック色素の光異性化がホスト液晶の電界誘起振動特性に及ぼす影響を明らかにし、そのメカニズムを論じている。

第4章では、強誘電性液晶自己保持膜の電界誘起振動スペクトルに圧力やガス雰囲気及ぼす影響を測定し、圧力変化に対して強誘電性液晶自己保持膜の共振周波数が極めて大きな変化を示すこと、また、共振周波数はエタノール、トルエンなどの雰囲気に対しても可逆的な変化を示すことを明らかにしている。

第5章では、熱効果型の赤外線受光素子である Golay セルのフレキシブル反射膜に可撓性に優れた液晶自己保持膜を用い、その特性を評価した結果について述べている。液晶自己保持膜を用いた Golay セルは従来の Golay セルに比べ幅広い動作周波数を有することや、液晶自己保持膜に起因する共振特性を示すことを明らかにしている。

第6章では、強誘電性液晶自己保持膜をガラス基板上に転写することにより作製した強誘電性液晶転写膜を用いて、分子ダイナミクスへの界面効果の影響を測定した結果について述べている。分極反転電流の膜厚依存性の測定から、200層程度までは界面アンカリングの作用によって液晶分子の分極反転挙動が制限されることを明らかにしている。

第7章では、異種の液晶薄膜を積層した新しい液晶素子を提案し、その作製方法と構造評価の結果について述べている。層間隔の温度依存性の測定から、積層したそれぞれの薄膜が層構造を崩さずに独立に存在することを明らかにしている。

第8章では、導電性高分子液晶 PDAPB12 の配向特性に界面効果が及ぼす影響について調べ、液晶相の発現及び配

向状態はセル厚や降温条件に大きく依存することを明らかにしている。

第9章では、液晶自己保持膜の電氣的・機械的性質とセンサ応用に関する第2章から第8章までの研究結果を総括して、本研究の結論としている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、従来の液晶の研究がサンドイッチセルに入った界面の影響を強く受けたもので行われているのに対し、極めて薄い液晶自己保持膜を作製して電界誘起振動を光学的に検出することにより、液晶本来の分子ダイナミクスとそれに及ぼす界面効果、更に、液晶自己保持膜のセンサなどへの応用に関する研究の成果をまとめたもので、得られた成果を要約すると次の通りである。

- (1) 液晶自己保持膜の電界誘起振動を光学的に検出することにより液晶本来の分子ダイナミクスを観測する新しい方法を提案し、**SmA** 相においてはエレクトロクロミック効果による分子運動が起きていること、**SmC***相においてはゴールドストーンモードと呼ばれる層法線を軸とした液晶分子の方位角回転運動が起きていることを確認し、また、**SmC***相における液晶自己保持膜の電界誘起振動は、**SmA** 相と比べて振動振幅が著しく大きく、かつ振動波形も異なることを見出している。
- (2) フォトクロミック色素の光異性化が分子ダイナミクスに及ぼす影響について測定し、ゲスト分子の光異性化によって電界誘起振動の振幅が減少し、共振周波数が低周波数側にシフトすることを見出し、また、ゲスト分子の光異性化による強誘電性液晶自己保持膜の共振周波数のシフト量は色素濃度に対して非線形性を示すことを明らかにしている。
- (3) 液晶自己保持膜振動の圧力やガス雰囲気依存性について測定した結果、圧力に対しては、100 kPa から 6 Pa まで減圧することにより共振周波数が約 500%シフトすることを見だし、エタノール雰囲気に対しては約 1.1%、トルエン雰囲気に対しては約 3.0%の共振周波数シフトが得られること、また、**C₆₀** をドーブすることによりエタノール雰囲気に対する共振周波数シフト量が増大することを明らかにし、センサ応用が可能であることを示している。
- (4) 液晶自己保持膜を **Golay** セルのフレキシブル反射膜として用いる新しい赤外線検出素子を考案し、センサとしての基礎的特性を測定し、従来のものに比べて非常に優れていることを示している。
- (5) 液晶自己保持膜を基板上に転写して界面効果が分子ダイナミクスに及ぼす影響を直接的にモニタする新しい手法を考案し、基板界面から 200 層程度までは界面アンカリングの作用によって分極反転挙動が制限されていることを明らかにしている。
- (6) 液晶自己保持膜の転写という技法を用いて異種の液晶薄膜の積層を提案し、その作製に成功している。
- (7) 三重結合を有する主鎖型導電性高分子液晶 **PDAPB12** の液晶性や配向特性に基板界面、基板のラビング処理とその強さなどが著しい影響を及ぼすことを明らかにしている。

以上のように、本論文は液晶自己保持膜の電界誘起振動など電氣的・機械的性質を詳細に測定することによって強電性液晶などの分子ダイナミクスの理解を大きく進めるとともに、圧力、雰囲気、赤外線など各種の新しいセンサ応用を提案し、それを実証しており、電子工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。