Osaka University Knowledge Archive

Title	カイラルスメクチック液晶の層構造ダイナミックスに関する研究
Author(s)	中山, 敬三
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42106
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏　　名	中山敬三（なかやま　けいぞう）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　15456　号
学位授与年月日	平成12年3月24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	**カイラルスメクチック液晶の層構造ダイナミックスに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　吉野　勝美 （副査） 教　授　濱口　智尋　　教　授　尾浦憲治郎　　教　授　森田　清三 教　授　西原　　浩　　助教授　尾崎　雅則

論文内容の要旨

本論文は高速液晶デイスプレイ材料として重要なカイラルスメクチック液晶の層構造ダイナミックスに関する研究の成果をまとめたもので、12章から構成されている。

第1章では、カイラルスメクチック液晶はその分子構造により強誘電性液晶或いは反強誘電性液晶などの性質を示し、基礎科学的にもまた応用という立場からも極めて重要な材料であることを述べ、各章における主題の意義を明らかにしている。

第2章では従来不動と考えられてきたスメクチック層構造が電圧印加により回転する事を見出し、その回転現象を詳細に調べた結果、層回転を誘起する電圧パルスは非対称要素を含む波形であることを見出し、回転の特性は印加電圧のパルス波形によることを明らかにしている。

第3章では、反強誘電性液晶の電界誘起相転移の観察を詳細に行い、相転移過程が印加電界の周波数などに強く依存することを見出している。

第4章では、強誘電性液晶において電界によるシェブロン－ブックシェルフ構造間の層構造変化をX線回折測定を用いて調べ、この現象が層回転現象と密接に関係していることを明らかにしている。

第5章では、非強誘電相であり、また非反強誘電相でもあるスメクチックA相においても電界による層回転現象を見出し、これを詳細に調べるとともにそのメカニズムを議論している。

第6章では、前章までで見出した電界による層回転現象のメカニズムを検討し液晶分子のスイッチングの過程で層構造の再構築が行われるモデルを提案している。

第7章では、イオン性物質を混合したスメクチック液晶では直流電界によっても層構造が回転することを見出し、その詳細を明らかにしている。

第8章では、これらの層回転現象を積極的に利用する新しい光デバイスへの応用を提案している。

第9章では、スメクチック液晶の二種類の層構造を電界印加と光照射で制御する新しい光書き込みメモリーを提案している。

第10章では、液晶中のSiO_2粒子が交流電界印加により運動することを見出し、その温度依存性、周波数依存性等を明らかにしている。

第11章では、ナノスケールの径のSiO_2球を三次元的に集積して三次元周期構造を作製し、その規則的な周期孔中

への液晶の導入に成功し、これにより透過光のストップバンドが長波長側にシフトすること、温度に依存することを見出している。

第12章では、本研究で得られた成果を総括し本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

高速液晶デイスプレイデバイス材料として層構造をとるカイラルスメクチック液晶である強誘電性液晶、反強誘電性液晶などは極めて重要であるが、電界印加によりこのデバイスを駆動する時、分子そのものは応答し運動するが層構造は固定されたままで、全く動かないものとこれまで考えられてきた。本論文は電界印加下のカイラルスメクチック液晶を詳しく観測することにより、従来、不動と考えられてきた層構造が変化することを見出し、その詳細を明らかにしており、得られた成果を要約すると、以下の通りである。

(1) 純度の高いカイラルスメクチック液晶に非対称要素を含む波形の電圧パルスを印加すると層構造が回転し、回転方向は極性に依存すること、印加パルス数に比例して回転角が増加し、ついには180°以上も回転することを明らかにしている。しかし高分子強誘電性液晶の場合はカイラルスメクチック相でもこの様な回転は生じないことも見出している。

(2) 反強誘電性液晶において電界誘起相転移におけるドメイン成長過程が印加電界の周波数や材料に依存することを見出し、更に電界誘起相転移のしきい値電圧と層回転のしきい値電圧が一致することを明らかにしている。

(3) 強誘電性液晶のシェブロン構造とブックシェルフ構造間の電界印加による構造変化を調べ、変形の電界依存性と層回転の回転率の電圧依存性が類似していることを見出し、両者が関係した現象であることを明らかにしている。

(4) 非強誘電的なスメクチックA 相を呈する液晶でも非対称電界パルス印加により層構造が回転すること、しかしある角度で回転が飽和するがエレクトロクリニック効果により誘起されるチルト角よりも大きいことを見出している。

(5) 層構造の回転メカニズムとして、電界による液晶分子のスイッチング過程で層構造の再構築が行われ、液晶分子のスイッチングに伴い分子の運動方向とは逆向きの層構造の回転が生じるモデルを提案している。

(6) 純度の高い液晶では、直流電界の印加により層構造は回転しないが、イオン性不純物を添加することにより直流電界の印加でも層構造が回転することを見出し、この場合はイオンのフローが重要な役割を演じていることを明らかにしている。

(7) 層構造の回転が液晶の光軸の回転に対応することを利用した新しいメモリ効果を有する光デバイスを提案し、それを実証している。

(8) カイラルネマチック（N^*）－カイラルスメクチック（SmC^*）相転移を有する液晶では、層配列の電界依存性と光照射効果を利用する新しい光書き込みメモリが可能なことを提案し、それを実証している。

(9) 液晶中の液晶分子より遥かに大きい粒子の電界印加時の運動について調べ、運動様式が異方性を有し、等方相やネマチック相では曲線的に粒子は移動を行い、層構造を形成するスメクチック相では直線的な動きをすることを明らかにしている。

(10) ナノサイズ SiO_2 小球を三次元周期配列して作製した人工オパール薄膜の空隙中への液晶の導入に成功し、試料の温度を変化させることによりストップバンド波長が変化することを見出し、チューナブルフォトニック結晶の可能性を示した。

以上のように本論文は従来不動と考えられてきたカイラルスメクチック液晶の層構造が電界印加により回転することを見出し、その現象を詳細に調べメカニズムを明らかにするとともに、それを積極的に利用する新しい光デバイス応用を提案しており、液晶デイスプレイ分野に新しい展開をもたらすもので、電子工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。