



Title	液晶セル中における弾性波の伝搬特性とその応用に関する研究
Author(s)	井上, 勝
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43454
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	井上 勝
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17095 号
学位授与年月日	平成14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	液晶セル中における弾性波の伝搬特性とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 吉野 勝美
	(副査) 教授 尾浦憲治郎 教授 森田 清三 教授 八木 哲也 助教授 尾崎 雅則

論文内容の要旨

第1章では、液晶の性質を概観するとともに、弾性波を用いたデバイスの応用に必要となる伝搬特性の解析的検討の重要性を述べ、本論文の目的を明らかにした。また、弾性波を用いたデバイスの様々な応用について検討するとともに、液晶の音響的性質を述べ、各章における主題の意義を明らかにした。

第2章では、セル構造中を伝搬するLamb波及びSH波の伝搬特性の理論的検討を行った。
解析に当たっては、ネマティック液晶の異方性を導入し、液晶ダイレクタが弾性波の伝搬特性に影響を与えることについて検討した。また、非圧電体へ有効に弾性波を励振させるために、層状構造におけるトランスデューサの動作特性について述べた。

第3章では、セル構造中を伝搬する弾性波を用いて、粘性流体と液晶の物性評価を行った結果について述べた。シリコンオイルの粘度測定から本測定システムの有効性を示し、ネマティック液晶の粘性異方性を評価した結果について述べた。また、スマートディスプレイ液晶の層圧縮弾性率を評価する方法について検討した結果を説明した。

第4章では、セル構造中を伝搬する弾性波を用いて、ネマティック液晶、強誘電性液晶及びシリコンオイルの電気粘性効果を測定した結果について述べた。ネマティック液晶は液晶ダイレクタの配向が、強誘電性液晶はダイレクタと層構造が電気粘性効果の主要な要因となっていることを示した。また、シリコンオイルの電気粘性効果は、これら液晶とは異なることについて説明した。

第5章では、セル構造中を伝搬する弾性波を用いて、ネマティック液晶のダイレクタの配向状態を評価する方法について検討した。弾性波の液体中の侵入長から、ガラス基板界面でのダイレクタの配向状態を観察していることについて説明した。

第6章では、弾性波により液晶セル中に誘起されるドメインを用いて、弾性的特性の評価を行った結果について述べた。液晶セル中に誘起されるドメインをストリーミング効果により説明し、ドメインの周期から液晶セル中を伝搬する弾性波の位相速度評価について検討した。また、分散形トランスデューサを用いると液晶セル中に一様なドメインが形成されることを示し、スイッチング素子としての評価について検討した。

第7章では液晶セル中の弾性波伝搬特性とその応用に関する第2章から第6章までの研究結果を総括して本研究の結論を述べた。

論文審査の結果の要旨

液晶表示デバイスは、現在の情報化社会の中にあってマンマシンインターフェースのキーデバイスとして不可欠のものである。更なる次世代高性能液晶表示デバイス実現にとって、液晶材料の物性評価と実際の液晶セル内における分子配列、分子ダイナミクスの評価が極めて重要であり、これらの新しい評価技術の確立が求められている。そこで、本論文は、液晶セル構造中を伝搬する弾性波を用いて、液晶の物性評価と、液晶と弾性波の相互作用を用いた応用について検討しており、得られた成果を要約すると、以下の通りである。

- (1) 固体/液体/固体の3層セル構造中を伝搬するSH波及びLamb波の伝搬特性の理論的検討を行っている。解析に当たっては、ネマティック液晶の異方性を考慮し、液晶ダイレクタと弾性波の伝搬特性の関係について、数値解析結果から説明している。また、非圧電体へ有効に弾性波を励振させるために、圧電体を含む層状構造におけるすだれ状トランスデューサ(IDT)の動作特性を明らかにしている。
- (2) セル構造中を伝搬する弾性波を用いて、粘性流体と液晶の物性評価を行っている。等方性粘性流体であるシリコンオイルの粘度を測定し、本測定システムが微量の試料で有効に測定できることを示している。また、ネマティック液晶の粘度が液晶の配向状態に依存することを明らかにするとともに、スマートディスプレイ液晶の弾性定数を評価する方法についても検討している。
- (3) セル構造中の弾性波の伝搬特性を用いて液晶の電気粘性効果の測定を行い、ネマティック液晶の電気粘性効果が液晶ダイレクタの配向方向と密接に関係していることを明らかにするとともに、強誘電性液晶の電気粘性効果は、ダイレクタの配向方向と層構造の両方に関係していることを見出している。また、シリコンオイルの電気粘性効果についての結果も示している。
- (4) ネマティック液晶のダイレクタの配向変化が弾性波の伝搬に影響を与えることを用いて、液晶分子の配向状態の評価を行った結果を示している。数値解析と実験の結果から、ガラス基板界面近傍での液晶分子の配向状態が評価できることを明らかにしている。
- (5) 弾性波によって液晶セル中に誘起されるドメインを用いた位相速度評価とスイッチング素子への応用を提案している。液晶セル中に誘起されるドメインは、音響ストリーミング効果によって特徴づけられることを明らかにしている。また、ドメイン周期の観察結果から、液晶セル中の位相速度評価について検討している。更に、分散形トランスデューサを用いることにより液晶セル中に一様なドメインが形成されることを示し、ドメインを用いたスイッチング素子を提案している。

以上のように本論文は、2枚のガラス基板によって構成された液晶セル構造中を伝搬する弾性波を用いた液晶の物性評価と、液晶と弾性波の相互作用を用いた新しい応用の可能性について検討し、液晶デバイス開発に不可欠な液晶物性評価とデバイス特性評価に新しい手法を提案しており、次世代表示デバイスとしての液晶ディスプレイに新たな展開をもたらすものであり、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。