

## 研究成果（小テーマにつき2ページ以内でまとめてください）

サブテーマ名：A-3 高性能ディスプレイの測定、設計、評価技術の確立 小テーマ名：A-3-2 応答の基礎理論の確立および粘性係数測定法の開発		
サブテームリーダー（所属、役職、氏名）		
東北大学大学院工学研究科	助教授	宮下 哲哉
研究従事者（所属、役職、氏名）		
東北大学大学院工学研究科		倉富 雄平
財団法人21あおもり産業総合支援センター	研究員	岸本 匡史
財団法人21あおもり産業総合支援センター	研究員	柳沼 寛教
(株)日本マイクロニクス	共同研究員	工藤 司
(株)日本マイクロニクス	共同研究員	出羽 晴匡
研究の概要、新規性及び目標		
①研究の概要		
<p>液晶物性値のうち、3つの弾性定数、2つの誘電率、2つの屈折率、5つの粘性係数が液晶デバイスの性能を決める重要な材料パラメータである。特に、液晶の正確な動特性を計算・評価するためには、5つの粘性係数全ての値が重要である。ところが、粘性係数については、今まで正確な測定方法が確立していなかった。このため、従来は5つのうち1つの値のみで近似して計算を行っており、実デバイスの動特性シミュレーションは精度の低い計算しかできなかった。</p> <p>平行配向や垂直配向、ベンド配向の液晶デバイス設計時には、5つの粘性係数のうちで3つのパラメータが必要となる。そこで本研究では、この3つの粘性係数を正確に測定する方法を新たに確立することを目標とした。</p>		
②研究の独自性・新規性		
<p>従来、液晶の粘性係数を正確に測定する方法は確立していなかった。本研究の成果により、液晶デバイスの応答特性に必要な3つの粘性係数を、高精度に測定できる方法を世界で初めて明らかにした。そして、この測定方法を用いた、非常に簡単な装置で構成された高精度測定システムを開発した。この成果は、今後の世界標準的な測定方法となるものとして大いに有益である。</p>		
③研究の目標（各フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）		
<p>フェーズⅠ：5つの粘性係数の内、ベンド配向の動特性の計算に必要な3つの粘性係数を順番に明らかにする方法を確立する。</p> <p>フェーズⅡ：計算に必要な時間を短縮し、測定装置の世界標準機として実用できるレベルに最適化すると共に、その汎用性、信頼性を、あらゆる方向から検証していく。また、粘性係数の計算に必要なその他液晶物性値の正確な測定方法についても、確立する。</p>		
研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）		
<ul style="list-style-type: none"> <li>フェーズⅠ：ねじれない液晶配向において重要となる3つの粘性係数と、それを用いて得られる応答特性の関係を数値解析的に求め、ホモジニアス配向の場合、ON特性において回転粘性<math>\gamma_1</math>の影響が支配的であることを明らかにした。このことからON特性で<math>\gamma_1</math>を、OFF特性において<math>\eta_1</math>、<math>\eta_2</math>をそれぞれ分離して高精度に測定する方法を確立した。また、ON特性において応答波形が歪む問題を解析し、光の散乱が偏光を乱していることを明らかにした。これを、初期電圧を印加することで解決した。</li> <li>この測定方法をn型液晶にも適用し、VA配向を用いた測定方法を確立した。ここで、ON特性の初期において、応答波形が計算値と大きく異なって歪む問題を解析し、ねじれが発現していることを明らかにした。そこで、初期電圧の印加によりねじれを回避し、正確に測定できる手法を確立した。</li> <li>粘性係数の測定原理としては、p型・n型ともに確立することができた。</li> <li>フェーズⅡ：粘性係数のフィッティングプログラムに関して、計算アルゴリズムを見直し、関数記述の整理と簡素化、また内部パラメータの収束条件を柔軟に変化させることで、大幅に計算時間を短縮させることに成功した。ユーザインターフェースについても大きく変更を加えて、より実用レベルに近づけている。</li> </ul>		

測定装置に関しては、第1号試作機ではかなり大きい仕様であったが、第2試作においてデザインを一新して、無駄を省いた小型化を実現した。また光学測定信頼性に関しては、本体の各構成要素について性能評価を行い、受光部ノイズの除去、電圧発生器の出力インピーダンス強化等の改良を加えた。

光学応答特性の測定に関して、サンプルセル仕様及び液晶材料の条件によって、電圧波形に対応した歪みが発生する原因を解析し、最適な測定条件を明らかにした。

主な成果 具体的な成果内容：

液晶の粘性係数の測定に関して応答特性の数値解析を行い、p型液晶ではホモジニアス配向セルを、n型液晶ではVA配向セルを用いた測定原理を明らかにした。実用化に向けて測定上の問題を解析して、高精度な測定方法を確立。LVICとして商品化（日本マイクロニクス）

特許件数：国内2件、外国1件 論文数：0 口頭発表件数：15件

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

現在国内外で市販されている粘性係数測定装置は、回転粘性 $\gamma_1$ の測定のみである。これは、近似的に求められるものであり、実デバイスの応答特性の評価には不十分である。

したがって、本装置の様に複数の粘性係数を高精度に測定できる装置は市販されておらず、世界標準の測定システムとなりうるポテンシャルは十分にある。

2 実用化に向けた波及効果

本測定装置の実用化によって、液晶デバイスの開発、特に液晶材料の新規開発・評価において粘性係数の重要性を示すことで、液晶材料を検討する上で必ず付加される物性データになる可能性がある。そして幅広い範囲において粘性係数のニーズが高まれば、測定装置の認知度も必然的に高くなるのが期待できる。

残された課題と対応方針について

- ・ フィットングソフトに関して、現在は手動調整により最適解を求めており容易とは言い難い。今後は自動化を進めて、よりユーザの操作を簡便にする。また更なる高速化、及び様々な条件での計算信頼性の確認も進める。
- ・ 測定装置に関しては、温度制御・その他機能の付加などユーザのニーズに合わせた追加オプションも検討していく。
- ・ 光学応答測定、及び粘性係数測定の信頼性に関して、サンプルセル仕様含め不十分であり、様々な条件において確認する必要がある。
- ・ 粘性係数測定に必要なその他液晶物性値の高精度測定に関して、研究を進める。

	J S T負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	小計	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	小計	
人件費	57	2,132	12,333	14,237	7,928	2,162	38,849	2,894	8,386	525	1,418	6,520	4,515	24,258	63,107
設備費	0	2,438	3,176	3,759			9,373	1,000	1,000	0	5,000	0	500	7,500	16,873
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	3,911	3,570	3,252	4,522	1,449	16,704	1,600	12,800	0	5,000	10,000	500	29,900	46,604
旅費	25	432	1,090	289	862	243	2,941	0	0	0	0	0	700	700	3,641
その他	8	85	117	74	326	252	862	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,862
小 計	90	8,998	20,284	21,611	13,637	4,106	68,726	5,494	22,186	525	11,418	16,520	7,215	63,358	132,084

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T負担による設備：液晶応答速度測定用偏光顕微鏡、オシロスコープ

地域負担による設備：液晶粘性係数測定装置

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。