

シミュレーター自身の実用化には至らなかったが、そのための萌芽と考え、プロジェクト終了後も、得られた成果の継承と発展を続けたい。シミュレーションの再現確認と、他の系への適用可能性を検討する必要がある。粗視化分子モデルとフルアトムモデルの両面から検討し、発展的に他の競争的資金などへの応募課題へと展開したい。

小テーマ名：A-2-3 配向膜の構造とチルト角の相関説明

[[配向膜構造と液晶分子配向の相関に関する検討]]から変更]

液晶の表示モードの一つである OCB モードの高速化のためには、液晶の物性値の改善と共に、液晶ディスプレイ基板と液晶の界面相互作用の制御が不可欠である。従って界面の調整法と液晶の応答速度との相関を評価することが重要である。さらに、液晶ディスプレイの大画面化に向けた ODF 工程においては界面と液晶流動との相関が求められており、界面特性に関する系統的な検討が必要であるため、液晶分子と直接接する配向膜の分子構造に着目し、応答特性、液晶流動に関する系統的な検討を行った。

フェーズ I :

様々な液晶モードが存在する中で、OCB (Optically Compensated Bend) モードは、視野角特性と応答特性に非常に優れた特徴を有している。本研究では TN モード、OCB モードの液晶セルを製作し、応答特性を中心にラビング強度との関係を調べた。ビング装置ならびに応答速度評価装置を作製し、ラビング強度の増加に伴い安定した応答速度を示し、ポリイミド配向膜の側鎖分率の増加に伴い、応答速度が増加することを明らかにした。図 1, 2 に液晶に 5CB を用いた場合のラビング強度と立ち上がり速度、立ち下り速度との関係を示す。t_{on} は印加電圧を上げると短くなっているが、t_{off} は印加電圧を上げると長くなっている。

図 3, 4 に OCB モード用に調整された液晶を用いたセルの応答がラビング強度によって変化する様子が示してある。図 3, 4 で特徴的なのは、応答速度に最小値を与えるラビング強度が存在するという点である。ラビングが不十分でも過剰でも応答速度が落ち、最適なラビング強度の存在を示唆する重要な結果である。

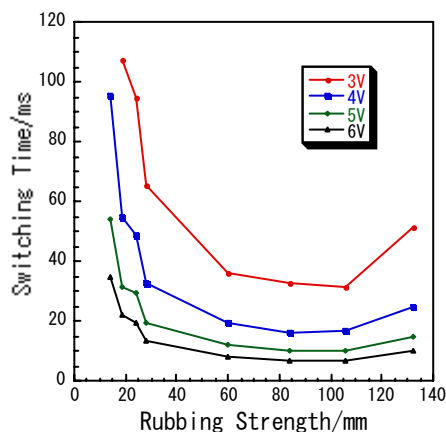


図 3 OCB 液晶セルのラビング強度に対する立ち上がり応答時間

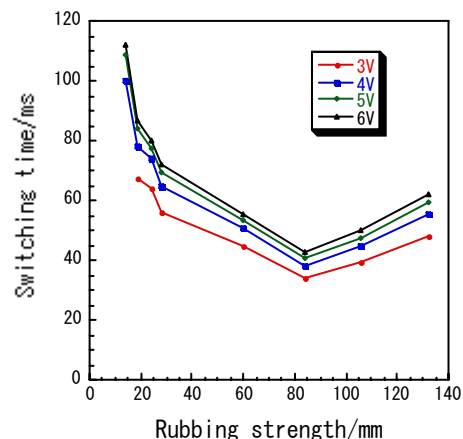


図 4 OCB 液晶セルのラビング強度に対する立ち下がり応答時間

フェーズ II :

フェーズ II では、分子構造（特に側鎖の分率）の異なるポリイミド配向膜を合成して、ガラス基板上に塗布したときの界面構造とプレチルト角、応答速度およびスプレイ・ベンド転移との間の相関を明らかにし、液晶の高速化に効果的な配向膜の分子構造に関する知見を得ることを目標に取組した。

その結果、側鎖に液晶基を導入した OCB モード用ポリイミド配向膜の分子構造と応答速度の関係を明らかにすることを目的として、側鎖を有するジアミンの仕込み比を変えて、側鎖の量を系統的に変化させたポリイミドの合成を行った。現在までに側鎖置換率 10, 30, 50% の 3 種のポリイミドを合成した。合成したポリイミドを用いてラビング強度の異なる液晶セルを作製し、プレチルト角と応答速度測定を行なった。スプレイ・ベンド転移に関しては、側鎖置換率およびラビング強度の異なる配向

膜上でのスプレイ・バンド転移速度を測定した。

さらに、フィルムスペーサーを用いてスプレイ・バンド転移速度とラビング方向の関係について検討した。ポリイミド側鎖はプレチルト角の発現に重要な役割を担い、側鎖分率の増加はプレチルト角を増大することが分かった。

また、側鎖の分率は応答時間に影響を及ぼし、置換率が増加すると垂直からバンドの転移時間は遅くなるが、スプレイ・バンド配向転移速度は速くなることから、置換率は両者のバランスを考えた最適分率を選択する必要がある。スプレイ・バンド転移はポリエステルフィルムスペーサー界面で多く発生し、ラビングと逆方向に速く進行することが明らかとなり、転移核の形成に関する重要な知見が得られた。ポリイミド側鎖の影響について、さらに系統的な検討を行うことが次の課題である。

今後の取組：

スプレイ・バンド転移がスペーサー、側鎖置換率並びにラビング方向に大きく依存することが明らかとなり、転移核としてのスペーサーの役割、配向膜の分子設計の重要性が示唆されたので、今後、スペーサーの形状と種類、側鎖の分子構造の異なる配向膜などの観点から、スプレイ・バンド転移の高速化を実現する因子について系統的に検討していくこととしている。

小テーマ名：A-2-4 実用的な液晶材料と高プレチルト角の配向膜材料の開発

〔『駆動モードの研究に対応するための材料供給』から変更〕

OCBモードに適した液晶材料および配向膜材料を開発した。化学構造や組成を最適化し、高 Δn 、高 $\Delta \epsilon$ 、高信頼性を持つ実用的な液晶材料と、安定な高プレチルト角を示す実用的な配向膜材料とを見出した。また、研究の中で、液晶材料や配向膜材料の物性とOCB表示素子の特性との関連を考察した。

フェーズ I：

フェーズ Iにおける液晶組成物開発の目標物性値を下記の通り定めて開発に取組した。

- 1) VHR : 98%以上
- 2) 応答時間 : 4 msec以下 (セル厚; 6 μ m、印加電圧; 2-6 V)
- 3) 動作温度範囲 : 10-40 $^{\circ}$ C
- 4) 駆動電圧 : \pm 6 V
- 5) 保存温度 : 0 $^{\circ}$ C~80 $^{\circ}$ C

フッ素含有液晶化合物を主成分とする液晶組成物JD-5003XXおよびJD-5003LAをコアおよびサブコア研究室に提供した。化学的に安定、かつ高速応答を示す液晶組成物を目標に特性を最適化した。

- ・ JD-5003XX : 物性値[NI=99.2 $^{\circ}$ C、 $\Delta n=0.156$ (25 $^{\circ}$ C、 $\lambda=589$ nm)、 $\Delta \epsilon=7.5$ 、粘度=42.8 mPa \cdot sec (20 $^{\circ}$ C)]、数量280 g
- ・ JD-5003LA : 物性値[NI=100.4 $^{\circ}$ C、粘度=46.7 mPa \cdot sec (20 $^{\circ}$ C)、ピッチ=8 μ m]、数量30 g

JD-5003XXは6インチ・デモパネルに使用された。JD-5003LAはJD-5003XXに光学活性化化合物を添加し、ピッチを8 μ mに調整したものである。液晶組成物の螺旋構造とバンド配向転移の関係を検討するための材料である。

JD-5003XXにおいて発泡現象が確認された。脱泡性が悪く液晶をセルに注入できない、あるいは気泡が表示素子に残存するという問題が発生した。コア研究室での検討(真空度、減圧時間等)およびチッソ石油化学(株)の検討によっても原因を特定できなかった。組成物調製(混合)の工程を変更することで対処した。原因の科学的究明は今後の検討に持ち越す。

また、液晶材料JD-5005XX、およびJD-5006XXを開発した。いずれも弘前大学に送付済みであり、今後OCBセルに注入して評価を行う。

- ・ JD-5005XX : 物性値[NI=71.1 $^{\circ}$ C、 $\Delta n=0.121$ (25 $^{\circ}$ C、 $\lambda=589$ nm)、 $\Delta \epsilon=7.1$ 、粘度=24.8 mPa \cdot sec (20 $^{\circ}$ C)] 10 g
- ・ JD-5006XX : 物性値[NI=82.0 $^{\circ}$ C、 $\Delta n=0.130$ (25 $^{\circ}$ C、 $\lambda=589$ nm)、 $\Delta \epsilon=6.7$ 、粘度=27.0 mPa \cdot sec (20 $^{\circ}$ C)] 10 g

他の物性値を犠牲にし低粘性を強調した材料であり、FS-OCBモードのポテンシャルを確認することを目的に開発を行った。試作パネルに使用したJD-5003XXの粘度に比べて大幅に粘度が低下している。今後、コア研究室で検討が進められている15インチパネル用の液晶材料選定が重要な課