

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

題となる。応答時間の測定方法について、東北大学とコア研究室が共同で標準化を検討しており、また、VHR の評価方法は駆動方法に依存している。駆動グループやコア研の材料評価グループと連携をとりながら、効率的な液晶材料開発を行っていく。

配向膜材料の開発については、OCB モードの液晶ディスプレイを作製するうえで、プレチルト角が大きい方が望ましい。これはスプレーバンド転移が起こりやすくなることと液晶の応答速度向上にも寄与すると考えられている。一方、プレチルトを大きくするとチルト角の経時変化の可能性が指摘されている。プレチルトが大きくてそれが経時変化しない安定な配向膜材料の開発が望まれている。このことから、フェーズ I における配向膜材料開発の目標物性値は下記の通りである。この値は当初予定していた最終目標値である。

(プレチルト角 : 10°)

配向膜材料 P I A-5570、P I A-5580、および P I A (テストサンプル) を開発し、コアおよびサブコア研究室に提供した。大きなチルト角と大きなアンカリングエネルギーを持つ配向膜材料を目標に特性を最適化した。

- ・ P I A-5570-03A : 物性値 (プレチルト角=9°)、数量 2500 g
- ・ P I A-5580-03A : 物性値 (プレチルト角=10°)、数量 500 g
- ・ P I A (テストサンプル) : 物性値 (プレチルト角=10°、微粒子含有)、数量 500 g

P I A-5570-03A は 6 インチ試作パネルに使用された。また、この配向膜材料については山形大学米竹教授にも提供し、ラビング条件と応答速度の関係について検討した (A-2-4 にて報告)。P I A (テストサンプル) は、微粒子 (二次粒子) がバンド配向転移核となることを期待して開発した材料である。

今後は次の 2 点についても検討する。実用的材料でどこまでプレチルト角が大きくなるか。配向膜の分子構造が応答速度に及ぼす影響-プレチルトを 10° 程度をめどとし、配向膜の構造を変えることによって応答速度が速くなるかどうか。

フェーズ II :

フェーズ I の検証評価を踏まえて、フェーズ II では目標物性値を下記の通り定めて開発に取組した。

目標値 : 電圧保持率 (VHR) : > 98% 応答速度 : < 4 msec

駆動電圧 : < ±6 V

動作温度 : 0 ~ 50°C

保存温度 : -30 ~ 80°C

安定した高チルト角 (10°) を持つ配向膜材料の開発を継続する。

目標値 : チルト角 : 10°

配向およびプレチルト角の均一性が高い

ラビング強度依存性が小さい

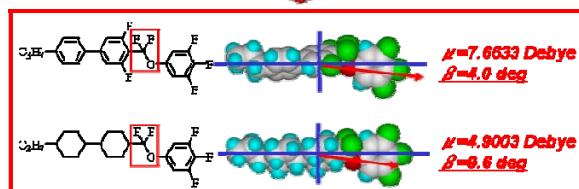
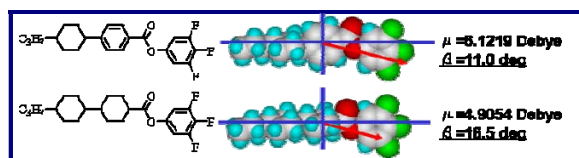
この結果、OCB モードに適した実用的な液晶材料と高プレチルト角を示す配向膜材料を開発した。また、開発の中で次の結論を得た。

[液晶材料]

- ・ OCB モードにおいては材料の弾性定数が物性に大きく影響を及ぼすと考え検証をした。透明温度、 $\Delta\epsilon$ 、弾性定数 K11 のバランスが重要であること、および大きな K11 と高い透明温度が応答時間とスプレーバンド転移時間に影響を及ぼすことを示した

- ・ 高い化学的安定性を示すフッ素系液晶材料 (透明温度 : 99°C、 Δn : 0.156、 $\Delta\epsilon$: 7.5) を開発した。応答速度は、立ち上り 0.85m秒、立ち下り 6.2m秒 (コア研究室測定条件) であった。[サブコア研究室が開発した新規化合物の添加や駆動系の改良などで、応答時間は更

高信頼性液晶化合物の分子デザイン



μ : dipole moment, β : angle between molecule long axis and dipole moment /MOPAC Ver.6.0 AM1.

に短縮できた]

- ・ 分子軌道計算により、結合基をエステル基からジフルオロメチレンオキシ基 (CF₂O) に置き換えれば分子のダイポールモーメントと分子慣性主軸とのなす角 β が小さくなり、 $\Delta\epsilon$ が大きくなると考えた。CF₂Oが $\Delta\epsilon$ の増大に寄与することを示した

[配向膜材料]

- ・ 高いプレチルト角はスプレイ／バンド転移電圧の低電圧化に有効であるが、配向均一性やラビング強度が劣る。
- ・ 表面エネルギーが異なる二種類のポリアミック酸を混合した配向膜材料（ハイブリット化）は焼成時に層分離構造を形成する。これにより、液晶配向性に加え、電気特性、印刷性をも向上できることを示した
- ・ 脂環構造を導入することで側鎖構造の剛直性が増し、これが高いプレチルト角（最大10°）を安定化させることがわかった。

また、プレチルト角の均一性を向上させるために、二つの検証を行った。①配向膜材料中のポリアミック酸の濃度を最適化した(6%→4%未満)。②溶媒組成を最適化して、印刷性を向上させた (NMP:GBL:BC = 30:30:35 →

19:53:23 を検討)。あわせて、プレチルト角がより小さいポリアミック酸系配向膜材料PIA-5540（濃度：4%、5%、6%）、および低温焼成用配向膜材料PIA（テストサンプル）も提供した。不均一の要因の一つが印刷方向にワニスが偏る（押しやられる）ことと考え、配向膜材料中のポリアミック酸の重合度を下げることも考案した（未検証）。最終的に溶質濃度と溶媒組成の最適化で問題を解決できることがわかった。PIA-5570（4%）が最良の特性を示し（プレチルト角：5.8±0.1度）、膜厚（36nm±4nm）でのプレチルト角のバラツキを±0.1度に抑えることに成功した。電圧ドロップおよび透過率のバラツキに変換するとそれぞれ、6.4V±0.05V、および±0.032%であった。この材料が15インチパネルの試作に採用された。

今後の取組：

小型OCBモード液晶ディスプレイの高速応答液晶材料開発であり、弘前大学とチッソ石油化学が連携して医療用ディスプレイに使用する新規液晶材料等の開発を行う。こうした取組により、大企業では取り組みしないニッチトップな小型液晶デバイスメーカーの創出が青森県内に期待され、また、東北化学薬品、アンデス電気、東芝メディア機器、エーアイエス、東北デバイスなど県内企業がモニター実装組立、駆動回路製造、バックライトシステム製造、ブラックマトリクス基板製造などの部品製造組立により、雇用面で新たに30名～50名の雇用創出が期待できる。

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-3-1：現行測定法の課題抽出と解決

- (1) 反射型特性評価技術の開発（高精度光度計測評価）と2軸型電気光学特性評価技術の確立（高精度広視野角測定）を統合して、「現行測定法の課題抽出と解決」として体系化し 反射型液晶ディスプレイにおいて、その反射特性（散乱特性）をゴニオメトリックス方式で測定する測定装置を開発する。
- (2) 反射型液晶パネルのリタデーション測定装置開発については、装置開発メーカーの透過型によるリタデーション測定装置のノウハウを応用し、さらに電気光学特性を測定する機能も付加する。
- (3) フィールド・シーケンシャルOCB液晶を始めとして、種々の高速応答液晶ディスプレイにおいて、より

層分離化・プレチルト角発現のメカニズム

