

低温焼成アクティブマトリクスLCD用高信頼性配向剤の開発

High Reliability Alignment Material for Active Matrix LCD Fabricated by Low Temperature Bake Processes

平井 剛
Tsuayoshi Hirai

熊野厚司
Atsushi Kumano

大槻重義
Shigeyoshi Otsuki

A new alignment material has been developed for Active Matrix Liquid Crystal Display (AM-LCD) which was fabricated with low temperature baking process. The alignment material exhibits high voltage holding ratio, low residual DC voltage and high reliability. The alignment material is suitable for high reliability plastic-film-based AM-LCD.

We prepared a plastic passive matrix color twisted nematic cell by using the alignment material and the color filter, which was fabricated by a Roll-to-Roll process. Thickness and weight of the plastic cell were about 1/6 and 1/10 respectively compared with those of conventional cell based on a glass substrate.

1 はじめに

プラスチック基板LCDは従来のガラス基板LCDに比べ、より薄く、軽く、丈夫なことから注目されている。

パッシブマトリクスとアクティブマトリクスプラスチックLCDが製造されているが、特にアクティブマトリクスプラスチックLCDは、高精細、高コントラスト、高速応答性などの優れた特性を有している。しかしながら、アクティブマトリクスプラスチックLCDを製造する上で、プラスチック基板の熱膨張、収縮が問題となることが知られており^{1,2)}、通常、アクティブマトリクスプラスチックLCDは低温焼成で製造されている。

アクティブマトリクスLCDにおいて、液晶分子の配列に用いられる配向剤の要求特性としては、高電圧保持率、低残留DC電圧、高信頼性が挙げられる。しかし配向剤を低温焼成した場合のこれらの特性は明らかでなかった。

本研究では、低温焼成においてもこれらの特性が良好な配向剤を開発し、実際の液晶セルでの検証結果を報告する。

2 実験

3種類の配向剤、AL1、AL2、AL3を用いて液晶セルを作製し、評価した。液晶セルは次の方法で作製した。

ITO (Indium Tin Oxide) 薄膜をコーティングしたガラス基板上に配向剤を塗布し、ホットプレート上150℃で20分間焼成した。この際の配向膜の膜厚は600 nmとした。次に基板上の配向膜をレーヨンによりラビングした。その後、ネマティック液晶を用いてTN (ツイステッドネマティック) 液晶セルを作製した。

液晶としては液晶A、液晶Bを使用した。ここで、液晶Bは液晶Aより大きな誘電率異方性 ($\Delta\epsilon$) を示すため、低電圧にて駆動する。

液晶配向性は、直交した偏光板の間に作製した液晶セルを挟み、バックライト照射下で目視観察した。

液晶セルの電気特性評価は、(株)東陽テクニカ製の装置を用いて電圧保持率、残留DC、イオン密度を測定して行った。

3 結果と考察

3.1 液晶セルの特性

これらの液晶セルのプレチルト角，電圧保持率 (VHR)，残留DC電圧の測定を行った。セルの作製には液晶Aを用いた。結果を表1に示す。配向剤AL3を用いた液晶セルはAL1，AL2を用いた場合と比べ高電圧保持率，低残留DC電圧であり，良好な特性を示した。

3.2 液晶セルの信頼性

配向剤AL1，AL2，AL3を用いた液晶セルの信頼性を評価した。液晶セルは液晶A，液晶Bの2種類にて作製した。

セルの信頼性評価方法を次に述べる。はじめに，セルに中間調電圧(液晶A:AC=2.1Vrms，液晶B:AC=1.5Vrms)を印加し，25°で直交させた偏光板にて観察した。次に，セルにオープン中70°にて交流+直流電圧(AC=10Vp-p+DC=2V)を印加した。その後，セルに中間調電圧を印加し，25°で直交させた偏光板にて観察した。液晶セルの目視での観察結果を図1に示す。液晶Aを用いたセルは100時間後でも欠陥は観察されないが，高 $\Delta\epsilon$ の液晶Bを用いたセルは下部右端に白いシミ状欠陥が観察された。欠陥の有無についてセルの観察結果を表2にまとめる。欠陥発生までの時間は使用する配向膜の種類に依存する。AL2もしくはAL3を使用することで液晶セルの信頼性を向上出来ることが判った。

3.3 9点電極セルの電気特性

欠陥発生の原因を明らかにするため，9点電極セルを用いて電気特性を評価した。このセル構造を図2に示す。それぞれの電極面積は1cm²で1番から9番まで番号付けを行った。3種類の配向剤(AL1，AL2，AL3)と液晶Bを用いて液晶セルを作製した。セルをストレス(AC=10Vp-

p+DC=2V 70°)前後で，中間調電圧(AC=1.5Vrms)にて観察した。セルの目視での観察結果を図3に示す。ストレス後，白い欠陥は番号7番から9番の電極のみに観察され，番号1番から6番の電極には観察されなかった。3種類の配向剤いずれを用いた場合でも，白い欠陥は番号7番から9番の電極にのみ観察された。

セルのストレス前後の電圧保持率を測定した。電圧保持率はAC=1.5V，フレーム周期167ミリ秒，23°で測定した。電圧保持率の経時変化を図4から図6に示す。図中のデータの番号は電極の番号を表している。配向剤AL1，AL2を用いた場合，電圧保持率は経時的に減少した。電圧保持率は白い欠陥が観察された番号7番から9番の電極で明らかに低下している。この結果から白い欠陥はセルの面内での局所的な電圧保持率の低下により発生していることが判る。

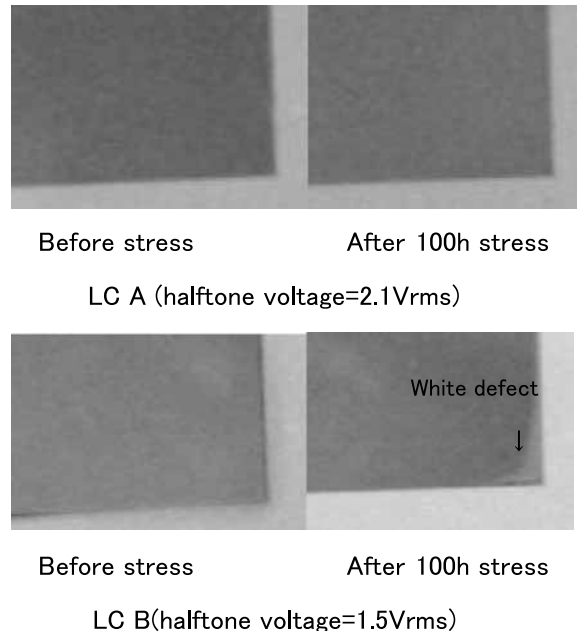


Fig. 1 Observation of LC cells prepared using AL1. Halftone voltage was applied to cells. LC alignment was observed with crossed polarizer at 25°.

Table 1 Properties of LC Cells

	Alignment material		
	AL1	AL2	AL3
LC	A		
Pretilt(°)	4		
VHR*(%)	96	98	>99
RDCV**(V)	0.2	0.1	<0.1

* Voltage holding ratio(VHR) AC=5V, at 60°, frame period=167msec.

** Residual DC voltage(RDCV)
Stress: DC=10V applied for 20min. at 60° + discharge for 1sec.
Measurement of RDCV: after 10 min. at 60°.

Table 2 Reliability test of alignment materials

LC	Alignment material	Applied stress time(h)				
		0	8	24	48	100
A	AL1	F	F	F	F	F
B	AL1	F	D	D	D	D
	AL2	F	F	D	D	D
	AL3	F	F	F	D	D

F: No defect was observed at halftone.

D: Defect was observed at halftone.

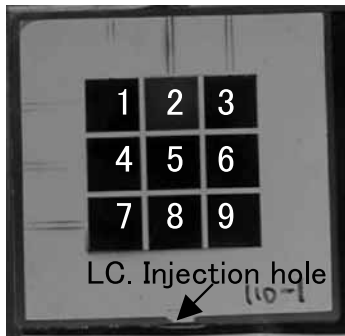


Fig. 2 Structure of 9-points electrode cell.
Each electrode was numbered from 1 to 9.

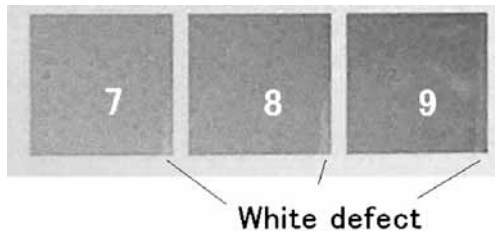


Fig. 3 Observation of 9-points electrode cell.
Cell was driven at halftone voltage
($V = 1.5V_{rms}$).

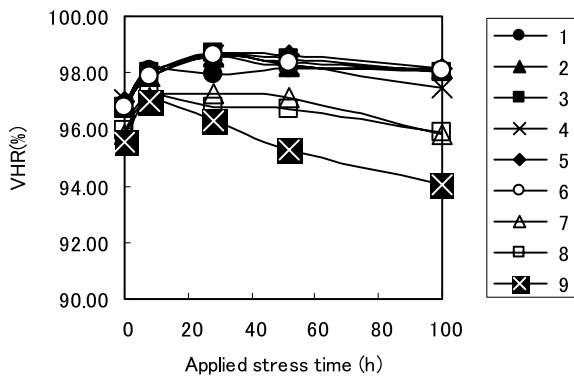


Fig. 4 Changes of VHR(AL1).

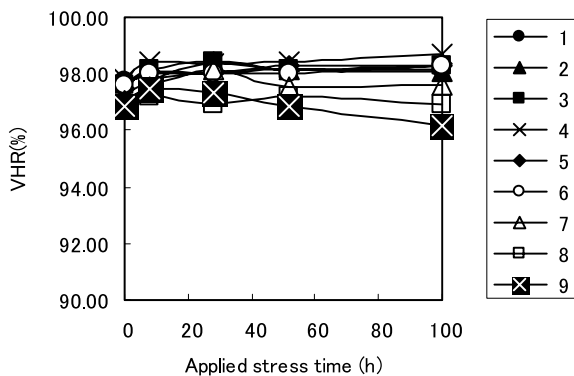


Fig. 5 Changes of VHR(AL2).

9点電極セルの電圧保持率平均値の経時変化を図7に示す。配向剤AL2もしくはAL3を用いた場合、電圧保持率平均値は経時でほとんど変化していない。これらの結果より、白い欠陥の発生は経時での電圧平均値低下ではなく、セルの面内の電圧のバラつきにより起こることがわかる。

このような電圧のバラつきがなぜ起こるか確かめるため、ストレス後の9点電極セルのイオン密度を測定した。結果を図8に示す。図中で中心部に近い程、液晶セル内のイオン密度が低いことを表している。配向剤AL1よりAL2もしくはAL3を用いた方がイオン密度が小さく、イオン密度のバラつきがほとんど無いことがわかる。電圧のバラつきは図9のようにセル中のイオン性の不純物の分布により起こると考えられる。配向膜と不純物の相互作用について考えると、配向膜と不純物の相互作用が弱い場合、電圧印加後不純物の局在化が起こる。相互作用が強い場合局在化が起こりにくい。AL3と不純物の相互作用はAL1、AL2より強く、不純物の局在化が起こりにくいと考えられる。

3.4 カラーTNセルの作製

最後に、著者らは配向剤AL3とRoll-to-Rollプロセスに

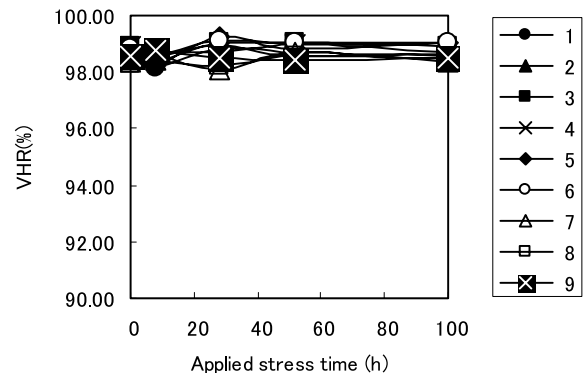


Fig. 6 Changes of VHR(AL3).

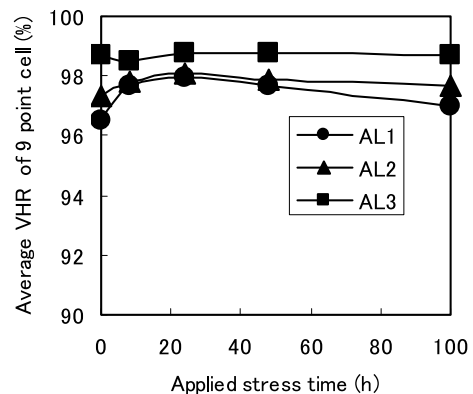


Fig. 7 Changes of VHR average values of 9-points cell for applied stress time.

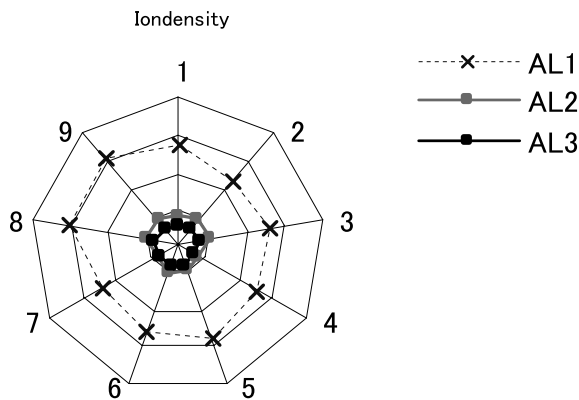
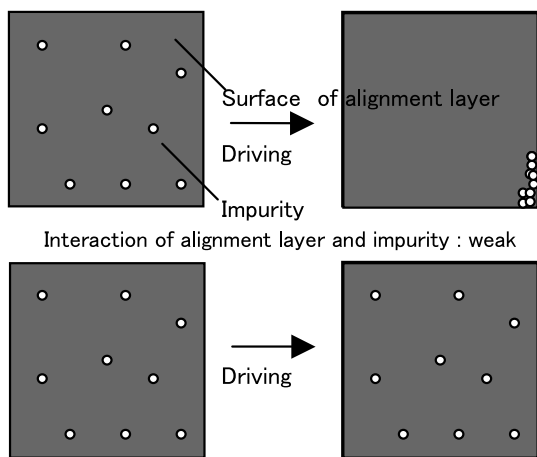


Fig. 8 Ion densities of 9-electrode cells after stress.
Stress: AC+DC Voltage(AC=10Vp - p+DC=2V)
in oven at 70 for 100h.



Interaction of alignment layer and impurity : strong
Fig. 9 Images of localization of impurities in LC cell.

て製造したカラーフィルタ³を用い、プラスチックパッシブマトリックスカラー-TNセルを作製した。TNセルの外観を図10に示す。従来のガラスセルとの比較を表3に示す。従来のガラスセルと比べ、厚さは約6分の1、重量は10分の1であり、プラスチックセルならではの薄く、軽いセルを作製することが出来た。

4 結論

低温焼成により作製されたアクティブマトリクスLCD用配向剤の信頼性についてこれまで報告例が無かった。開発した配向剤は低温焼成で作製される高信頼でより薄くより軽いアクティブマトリクスプラスチックLCD用途に最適である。

開発した配向剤を用いてプラスチックパッシブマトリクス

Table 3 Comparison of properties between plastic cell and glass cell

	Plastic cell	Glass cell
Size(inch)	2.0	
Thickness(mm)	0.24	1.40
Weight(g)	1.2	12.0
Resolution(ppi)	50	-

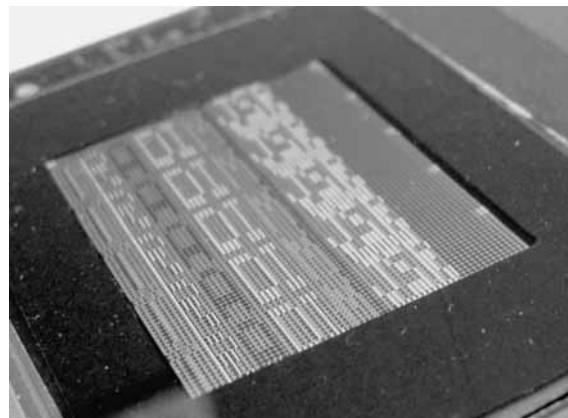


Fig. 10 Photograph of demonstration of plastic passive matrix color TN cell using AL3.

スカラー-TNセルを作製したところ、従来のガラスセルと比べ厚さは約6分の1、重量は10分の1であった。

謝辞

本研究は経済産業省、産業総合研究所の支援を受けた。カラー-TNセルの作製についてはNEC液晶テクノロジー株式会社にご協力頂いた。関係者各位に感謝致します。

発表先

Proceedings of IDW/AD '05, FMC p-10, (2005) p. 1377.

文献

- 1) Y. Okada, A. Ban, M. Okamoto, W. Oka, Y. Matsuda, S. Shibahara: SID '02 Digest, (2002) p. 1204.
- 2) B. S. Kim, M. Hong, Y. U. Lee, M. S. Ryu, T. Y. Choi, J. M. Huh, J. H. Seo, W. J. Lee, A. N. Park, S. G. Rho, S. I. Kim, J. S. Lim, K. Chung: SID '04 Digest, (2004) p. 19.
- 3) T. Eguchi, A. Sonehara, A. Sugizaki, T. Ito, A. Kumano, T. Takahashi: IDW '04, (2004) p. 579.