

## 유기절연막을 이용한 고개구율 TFT-LCD의 공정개발 Development of High Aperature TFT LCD Process by Organic Insulator

이정호주임연구원, 노수귀주임연구원, 남효락선임연구원, 김치우수석연구원, 석준형연구원  
J.H. Lee, S.K. Rho, H.R. Nam, C.W. Kim, J.H. Souk

### 요약문

층간유기절연막으로 낮은유전상수의 유기절연막을 적용하여 평가하였다. 이러한 유기절연막은 TFT Channel부들 보호할뿐아니라, Data Line과 Pixel ITO사이에 절연물질로 응용할 수 있는데, 이러한 유기 절연막은 Spin-On-Glass방식으로 Coating이 가능하므로 고평탄성을 유지하면서, 높은두께를 제어하는데 용이하고, 유전율( $\epsilon$ )이 2.3~3.8정도로 낮기 때문에, Coupling Cap.을 최소화시킬수 있어, BM(Black Matrix)폭을 줄일 수 있으므로 개구율이 증가하게된다. 이러한 유기절연막을 적용하기위하여 아크릴(Acryl)과 PFCB(Perfluorecyclobutine)를 평가하여, TFT 특성 및 양호한 Panel특성을 확보하였다.

### Abstract

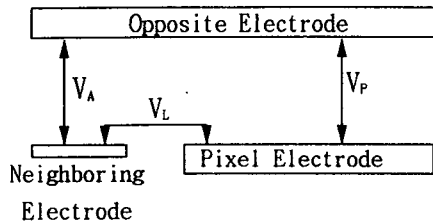
We were evaluated from organic insulator of low dielectric constants. This organic insulator material is not only conserve TFT channel but also used to insulator material to data line and pixel ITO electrode. This organic insulator material is possessed high flatness and we can coat by Spin-On-Glass type. And we can make high aperture device because minimized black matrix width from coupling cap to data line and pixel ITO electrode. This evaluation with acryl over coat and PFCB(perfluorecyclobutine) and we got good results.

### I. 서론

Personal Computer의 대중화가 빠른속도로 진행함에 따라, PC사용자는 좀더 가벼우면서도 고화질의 화면을 보기를 원한다. 그중에서 특히 고개구율은 고화질 Display를 위한 TFT-LCD접계의 주된 목표가 되고있다. 고개구율 설계에 있어서 층간 절연막으로 주로 이용되어 왔던  $\text{SiNx}$ 나  $\text{SiOx}$  등의 무기Metal은 유전율( $\epsilon$ )이 보통 6이상으로 높기 때문에, 이러한 무기막을 적용시 Data Line과 Pixel ITO간의 Electric Field차이에 의해서 발

생되는 Lateral Field Effect현상에 의해서, Coupling Cap.이 발생하고, 이러한 기생 Cap.은 광 Leak의 원인이 되었다. 따라서 광Leak현상을 방지하기 위해서는, BM(Black Matrix)으로 가려주게 되는데, 이는 고개구율 실현에 있어서 큰걸림돌이 되고 있다. 보통 광Leak현상을 방지하기 위해서는 Lateral Electric Field를 제거해야 하는데, 이러한 Electric Field는, 그림1-1)에서처럼 Pixel 전극과 주변전극사이의 전위차가, 주변전극과 대향전극과의 전위차보다 클 경우에, Lateral

Electric Field가 발생하여 광leak를 유발한다.



$V_A < V_L$  : Disclination Line Appeared  
 $V_A > V_L$  : Disclination Line Disappeared  
 $V_P$  : LC Threshold Voltage  
 그림1-1). Disclination Line 생성원리

이러한 문제는 설계나 구동으로 해결하기 매우 어렵다. 따라서 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 제시된 것으로, 낮은 유전율( $\epsilon \approx 3.0$ )의 Organic Material을 Pixel과 Data Line사이의 층간절연막으로 적용하여 Coupling Capacitance를 제어할 뿐아니라, TFT기판의 적층 구조의 단차를 평탄화하여 배향막 Rubbing시 발생하는 문제점도 해결할 수 있다.

	Organic Material		
	Polyimide	Acryl	BCB/PFCB
Thermal Expansion Coefficient (PPM)	47~49	30~80	52~90
Dielectric Constant	2.98	3.2	2.3~2.7
Volume Resistivity ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	$10^{16}$	$10^{15-16}$	$10^{19}$
Film Tensile Strength ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	11		86.7
Index Of Refraction	1.64	1.55	1.5
Glass Transition Temp.( $^{\circ}\text{C}$ )	330	-	> 350

Transmittance	> 90%(380~780nm)	> 90%(400~780nm)	> 90%(400~700nm, N2)
CHEMICAL RESISTANCE (XYLENE, 산, NMP등)		GOOD	GOOD

표1-1. 유기절연막의 일반적인 특성비교

본 논문에서는 유기절연막으로 Photo-Definable Material(Acryl)과 Dry-etchable Material(PFCB)을 Test하였고, 양호한 TFT특성을 확보하였다. 표.1-1)은 일반적으로 SiNx나 SiOx등 보다 낮은 유전율과 높은 평탄성을 갖는 층간절연막으로 일반적으로 응용할 수 있는 유기절연막의 특성 결과를 보여주고있다.

## II. 본 론

### Pixel Design과 Process Properties

#### 1) Pixel Design

그림1-2)에서처럼 Conventional한 TFT구조에 Organic Material인 Acryl과 PFCB를 기존의SiNx와 비교진행하여 Test하였다.

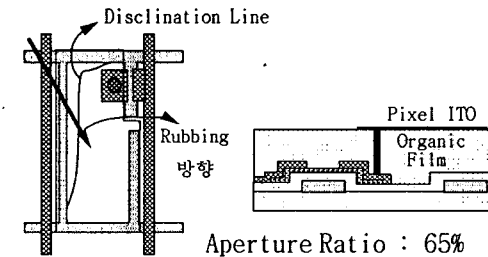


그림1-2) Conventional Pixel Design & Cross Section Of TFT

상기와같은 TFT구조는 층간보호막 Layer를 SiNx로 적용한 Design으로, 65%의 개구율을 획득하고있으나, 동일구조의 유기절연막을 적용하게되면 약15%이상의 고개구율을 얻을 수 있으며, Cross Talk측면에서도 상당히 좋은 결과를 얻었다.

#### 2) 단위공정특성

##### a. a-Si TFT제작특성

Etch-BackType의 TFT를 제작하기위해서 Gate

Pattern형성, Gate절연SiNx/a-Si/Ha-Si중착, Source/Drain Pattern형성하고, Channel부의 N+Layer를 Etch한다.

b. TFT보호용 층간절연막 제작공정

Data Line과 Pixel ITO와의 층간절연막으로 Polymer Film을 적용하여 Acryl과 PFCB를 적용하여 Pattern특성과 평탄성을 평가하였다. 표1-2)와 사진1-1,2)에서 보듯이 Acryl의 경우 공정Suitable 측면과 Pattern구현성측면에서 양호한반면, PFCB의 경우 Material측면에서 양호한 것으로 확인되었다.

	Acryl	PFCB
제작공정	세정(DI) Acryl Coating (t:2 $\mu$ m) 노광(300mj/cm <sup>2</sup> ) 현상(0.2% TMAH수용액) 전면노광 (400mj/cm <sup>2</sup> ) Curing(230C)	세정(DI) PFCB Coating (t:2.4 $\mu$ m) Curing(230C) PR Coating 노광 현상 Dry-Etch(SF <sub>6</sub> , O <sub>2</sub> ) Ashing PR Strip
단일막 투과율	90%이상	95%이상
평탄성	Good	Good

표1-2. 공정조건 및 기본특성

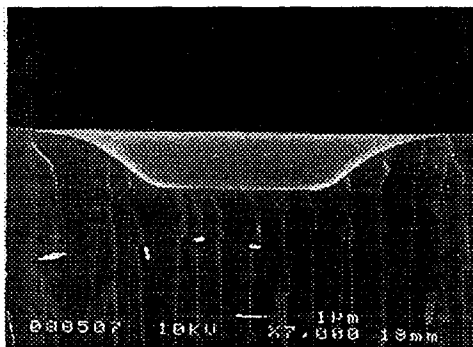


사진1-1). CrossSection Of Contact Hole

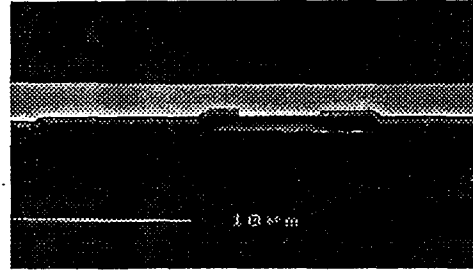
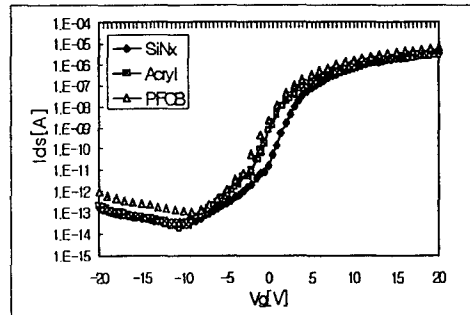


사진1-2). 평탄화된 유기절연막Layer

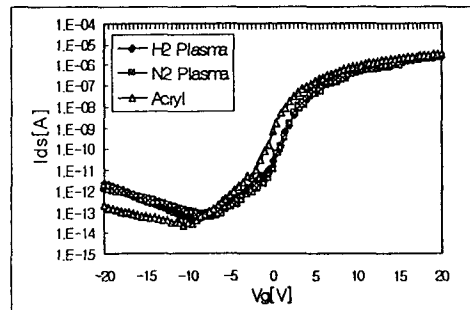
Results

1) Device Characteristics

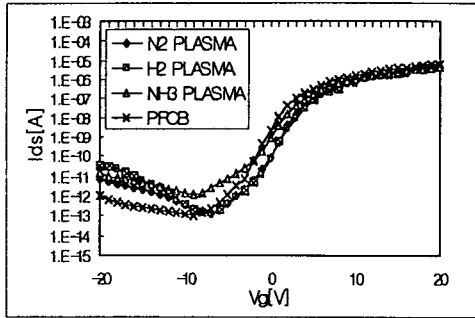
최근까지 일반적으로 적용해오고있는 SiNx와 유기절연막의 TFT의 Id-Vg특성을 비교해볼때, 유의차는 없으며, 특히 유기절연막Coating전 전처리로써 H2 Plasma나 N2 Plasma처리시, Off Current와 Threshold Voltage 특성이 극히 양호한 상태이나, On Currnt특성과 Mobility측면에서 열화되는것이 확인되었다.



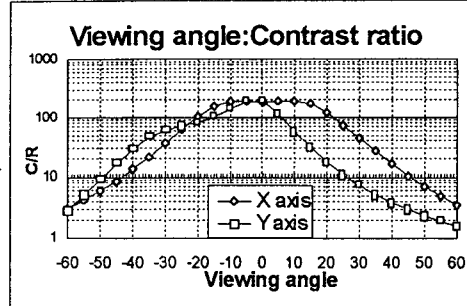
그래프 1-1). SiN/Acryl/PFCB비교특성



그래프1-2). Acryl대비 Plasma처리



그래프1-3).PFCB대비 Plasma처리



그래프1-4). 광특성측정결과 I (C/R)

## 2) Panel Display Characteristics

상기 유기절연막중에서 Acryl을 적용한 Cell의 광특성측정결과, Contrast가 15이상 향상되었는데<sup>1),2)</sup>, Black의 투과율이 현저하게 낮았다. Data Line과 Pixel사이의 Capacitance Coupling의 감소로, Storage Capacitor가없는 Pixel의 Cross-talk Factor를 “k”로 정할때

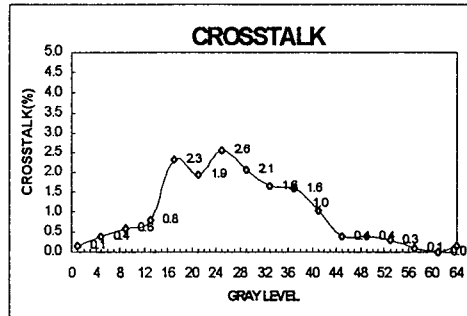
$$k = \frac{\text{SOURCE TO DRAIN CAP}}{\text{SOURCE TO DRAIN CAP} + \text{LIQUIDCRYSTAL CAP}} = \frac{C_{sd}}{C_{sd} + C_{lc}}$$

의 결과식<sup>2)</sup>에 의해

Cross Talk도 1.1%향상되었고, 잔상도 약해졌다. 투과율은 SiNx기판에 비하여 0.6%정도 감소하였는데, 이는 두께가 두껍고, 단파장쪽에서 투과율이 낮은원인이 있었기 때문에 감소한 것으로 보인다.

ITEMS	SiNx적용	유기절연막적용
CONTRAST RATIO	172	187
CROSS TALK(%): MAX	3.7	2.6
잔상(50℃)	30분후발생 (진함)	30분후발생 (미약함)
COLOR REPRODUCTION(%)	63.0	66.3
투과율(%)	7.2~7.4	6.5~6.8

표1-3). Pane특성결과표



그래프1-5). 광특성측정결과 II. (Cross Talk)

## 3) Problems & Action Item

상기 Process적용시 발생하는 것으로 크게 Contact저항(Data Metal과 Pixel ITO계면의 Contact Hole에서의 Sheet Resistance)이 높아 발생하는 Signal Delay현상이 발생하는 것과, 유기절연막을 이용하여 보호막을 형성하고, 하부 Gate 절연막을 Etch시 발생하는 Undercut현상에 의한, Gate Line Open문제가 발생되었다.

Contact저항이 높은 원인을 다각도로 확인한 결과, S/D Metal이 Cr 단일막일경우 발생되었고, 원인은 유기절연막속에 다량 함유하고 있는 H<sub>2</sub>O에 의한 CrOx형성 및 유기절연막 Coating후 Resist Etch 시 Open부위에서의 잔류유기막(C,H등이 주성분으로 ~수 A 정도의 두께)에 의한 원인으로 확인되었다. 따라서 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 ITO두께증가, Depo전 세정Skip, S/D Metal변경, Ar Plasma처리, O<sub>2</sub> Plasma 처리등을 실시한 결과 S/D Metal변경(Mo+W내지 Cr/ITO의 이중Metal적용<sup>3)</sup>) 및 Ar Plasma처리한 조건에서 안정한 Contact저항을 확보하였다.

또한 Gate절연막Etch시 발생하는 Under-cut문제는 Passivation Layer 형성전에 PR을 이용하여 Gate절연막을 우선Etch하는 방법(사진1-3) 과 Gate절연막Etch후 유기절연보호막을 O<sub>2</sub> Plasma에 의한 추가Ashing실시에 의한 2step Etch로 Step - Coverage를 해결하였다.(사진1-4)

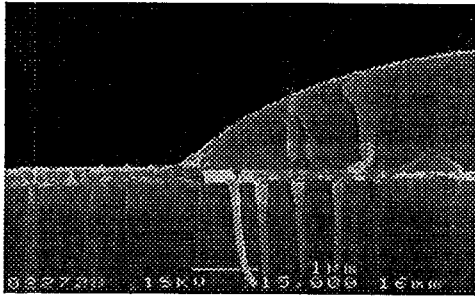


사진1-3).보호막형성전 Gate절연막 우선Etch.

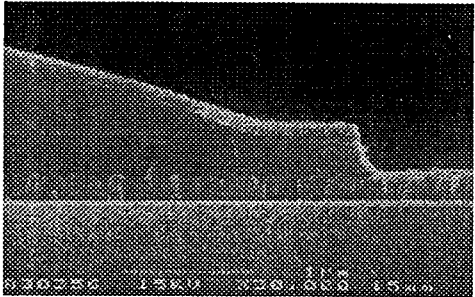


사진1-4).GATE절연막후 O<sub>2</sub> PLASMA처리

#### Reference

- 1) .M.Sakamoto,T.Ukita,A.Maeda,S.Ohi NEC Corp., Kanagawa,Japan SID 96 Digest.681-684.
- 2) .M. AmatoPhilipslaboratories,Briarcliff,NY SID 93 Digest.375-378
- 3) .M. Shinjou,H.Nakamura,Y.Hatta,T.Nakagawa,T. Yukawa and Ugai Hosiden CorporatonResearch & Development Center.AMLCD'96/IDW'96 201-204.

### III. 결 론

광Leak의 원인인 Pixel ITO와 Data Line사이의 Capacitance에의한 Coupling을 유전율이  $\epsilon \approx 3$ 인 유기절연막을 적용하여 제거하고, 동시에 평탄화가 가능한 Process를 개발함으로써, 고개구율을 실현할 수 있고, 광leak가 줄어 Black의 투과율이 낮아져 결과적으로 C/R이 증가하게되었고, Cross Talk도 양호한 결과를 얻었다.

향후 유기절연막을 이용하여 Data Line과 Pixel ITO를 Overlap시켜 개구율을 대폭 증가시킬 수 있고, BM On TFT등과 같은,고품위Process개발에 Mask수를 증가시키지 않은 개발Item에 응용할수있을 것으로 기대된다.