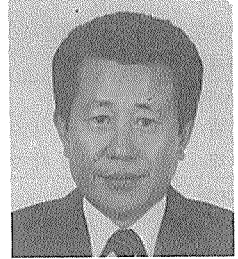


LCD생산기술과 제조장비 (Ⅱ)



김 치 락
한국반도체장비협회
장

편집자주 : 본 내용은 '91. 3 월호에 이어 연재되오니
참고하시기 바랍니다.

3. TFT-LCD의 生産技術과 製造裝備

가. TFT-LDC 생산기술

TFT (Thin Film Transistor) -LCD는 Ac-Matrix 생산방식 중의 하나로 분류되고 있으며, (단순 Matrix방식은 주로 액정재료의 조합으로서만 표시기능을 하지만) Active Matrix방식은 Transistor와 Diode 등의 제어소자를 액정재료와 조합하여 그 역할을 분담시킴으로 고품질의 표시가 가능하다. 물론, 이러한 여러 소자를 포함시켜서 가장 특성이 좋은 Transistor를 사용함으로써 제조에는 곤란한 점이 있지만 가장 좋은 화질을 얻을 수 있다.

TFT-LCD기술의 역사를 살펴보면, Active Matrix의 원리는 1969년에 미국의 RCA사(창시)가 제안하였으며, 액정의 구동방식으로 Ca세를 사용한 TFT의 원리가 확인되었으나 이러한 종류의 TFT 소자의 불안정성과 재료의 동성문제로서 현재까지 실용화하지 못하였다.

이에 대처하여 실용화된 기술은 a-Si(알루미늄화 실리콘) TFT와 POLY-Si TET이며, a-Si 방식은 여러가지 단계를 거쳐서 1979년에 비로서 TFT로 기능성이 부각되어 1986년에 3"(대각) 액정 Pocket TV로서 실용화되었고, 현재는 14"의 LCD의 시제에 머무르고 있다.

POLY-Si는 옛날부터 LSI의 Gate 전극재료로서 많이 사용되었으며, TFT-LCD로서는 1983년에 세계최초로 액정 Color TV로서 발표되었으며, 1984년부터 상용화되었다.

a-Si TFT와 POLY-Si TFT LCD : a-Si TET와 POLY-Si의 근본적인 차이점은 반도체 재료가 a-Si와 POLY-Si로 다르고, Gate전극과 반도체층의 상하 위치관계가 다르다는 이 두가지 점이다.

첫째의 차이점은 a-Si는 350°C 이하의 저온에서 대면적을 형성시키는 반면, 이동도가 0.1~1cm²/V.S로 적은 TFT의 구동능력으로 가동시키는데 비해, POLY-Si는 비교적 고온의 PROCESS를 필요로하여 기관종류 및 크기에 제한이 있으며, 이동도가 10~100cm²/V.S로 커서 Transistor의 구동능력이 크다는 것이다.

둘째로는 제조과정의 차이로서 a-Si TFT는 Plasma CVD장치를 사용하여 진공중에서 계속하여 Gate 절연막(SiN)과 a-Si를 퇴적하여 주는 방식으로 저온으로서 양호한 MOS계면을 얻을 수가 있다. Gate전극이 최하부에 위치함으로써 Self Align(자기조정) 구조는 얻을 수 없다.

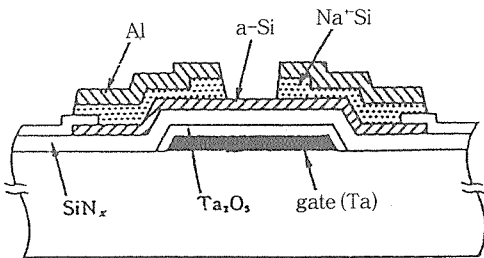
이에 반해 POLY-Si TFT는 LSI와 유사한 구조와 Process(생산과정)로서 ION을 타임시키는 방법을 사용하므로 용이하게 Self Align 구조가 가능하다.

이동도가 높은 것을 감안하여 고속 동작에 적합하고, MOS계면의 제어에는 일반적으로 사용하는 열산화법을 이용하므로 양호한 Gate절연막을 얻을 수 있는 반면에 100°C 이상의 고온 처리가 필요하여 고가의 대면적화는 곤란하며, 또한 석영과 같은 특수기판재료가 요구된다.

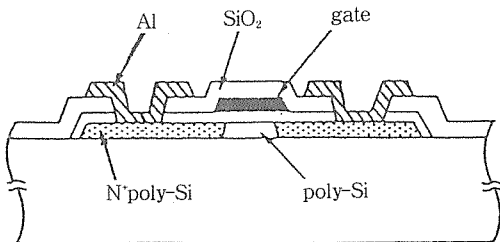
a-Si TFT와 POLY Si TFT와의 비교

구분	a-Si TFT	POLY-Si TFT
제조공정		
최고온도	350°C	1000°C 이상(고온)
기판재료	유리	석영
기판사이즈		
현재	30cm 각 이상	20cm 각 이하
미래	50cm 각 이상	30cm 각 이하
Device의 구조		
기본구조	역 Stacker 구조	Stacker 구조
SOURCE DRAIN	Self Align(自己整合)	Self Align(自己整合)
TR의 특성		
이동속도	0.1 1cm/V. S	10~100cm/V. S
On/Off비	10~10	10~10
Driver의 내장화	불가능	가능

TFT의 단면구조



a - Si TFT



POLY-Si TFT

결론적으로, a-Si TFT-LCD는 화소밀도가 비교적 높지 않아 대형화의 경향으로 발전되고 있으며, 최대 14" (대각) 까지 생산되고 있다. POLY Si TFT-LCD는 처리온도가 높아서 대면적화에 문제가 있으나, T, R의 구동능력이 높고 Self-Align 구조가 있어 미세화에 적합하고, LSI와 같은 기능을 보유하고 있어, 소형

LCD로 실용화되고 있다.

나. TFT와 LSI의 技術比較

1) 構造의 比較

TFT-LCD와 LSI의 구조적인 차이점은 LCD는 내열성이 적고 깨지기 쉬운 유리기판을 사용하며, LSI는 내열성이 좋고 단단한 Silicon을 사용하고 있으며, LCD는 기본요구 조건이 재질표면의 규격이 크다는 것이다.

LCD와 LSI의 전체회로 구성원리 및 회로(X, Y)는 대단히 유사하며, 핵심부품에 있어서는 LCD는 TFT이며, LSI는 Memory Cell이다.

TFT와 Memory Cell의 구조를 살펴보면, TFT는 유리기판 표면에 X(Gate)-Electrode가 형성되고 있으며, LSI도 X(Gate) 상에서 Source Electrode층이 있고, LCD는 Y(Source)-Electrode층이 있으며, LSI도 Source Electrodes 상에 Bit-Line(Source)가 있다.

TFT-LCD와 LSI의 技術 比較

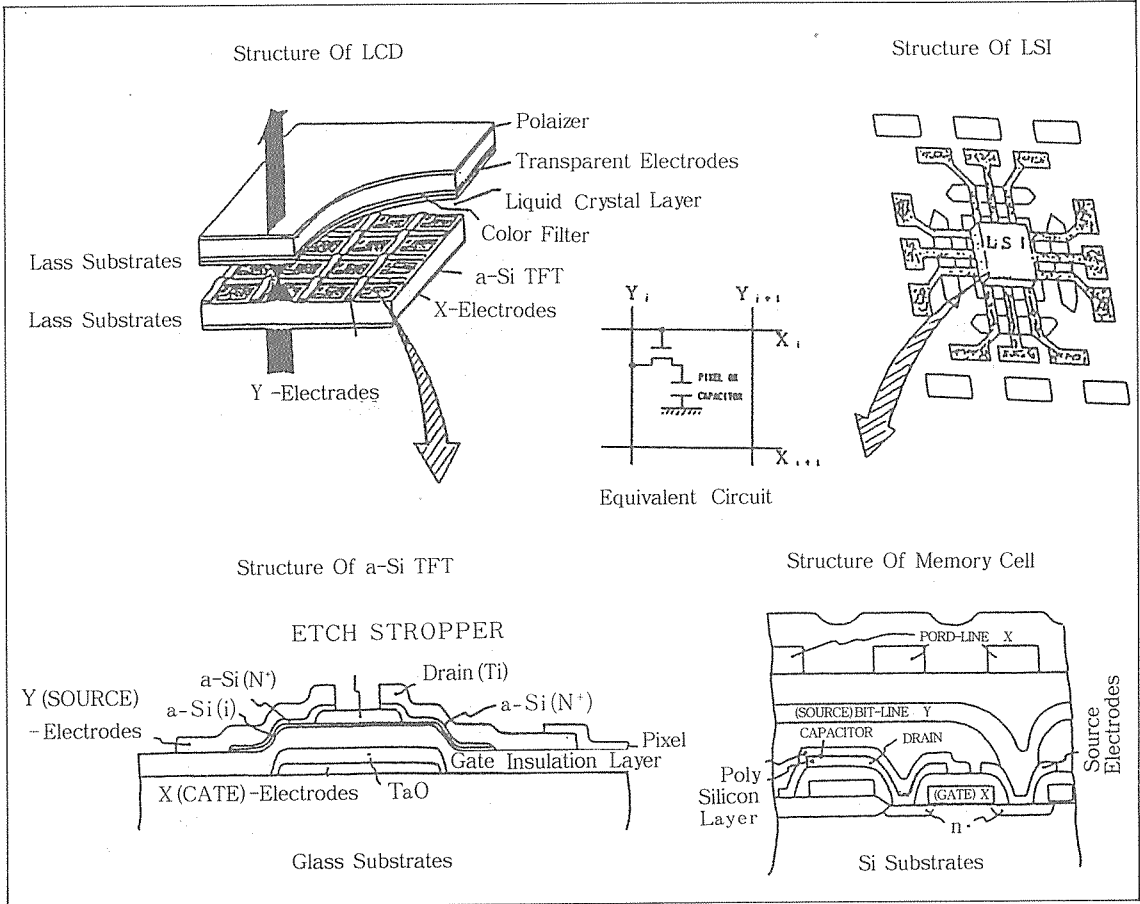
기술분야	TFT LCD	LSI
Number Of Masks	5~7	15~20
Design Rule	3~5μm	0.8μm
Integration Density	1~1.5 Million	4 Million
Panel/Device Size	300~700cm ²	~0.8cm ²
Yield Concept	Defect Free	Defect Statistics

2) 製造工程 및 裝備의 比較

Color TFT LCD의 제조공정은 통상 큰 유리기판을 이용하여 복수의 액정 Module을 제조한다. 하층의 유리기판에 Metal/Si를 Deposition하고 전극을 형성하여 TFT를 제조하고, 상층의 유리기판 ITO를 형성하고 Color Filter를 만든다. 그리고 배열층을 형성하고 열처리를 한 후에 접합하고, 분단하여 최후에 액정을 주입시키는 공정이다. 이러한 공정에서 TFT의 주요 생산공정은 집적회로 제조기술과 유사한 점이 많다.

아래 예시된 바와 같이 LCD와 LSI의 제조장비를 비교하여 보면, Deposition 및 Etching공정과 Lithography공정은 공통되는 기술분야에

LCD(a-Si TFT)와 Si-LSI의 構造比較



해당된다.

TFT의 독자적인 공정은 LSI에서는 MASK의 매수가 15~20매에 비해 TFT는 5~7매이며, Design Rule은 LSI는 0.8 μ m까지 미세화가 되고 있지만, TFT액정은 현재 3~5 μ m밖에 되지 않아서 액정 Module내의 결합은 Module 전체의 수율에 직접 영향을 주고 있어, 통상 LSI의 경우보다도 더욱 엄격한 조건이며, 여기에 부가하여 화면의 대형화라는 큰 문제를 수반하고 있다.

공정장비를 살펴보면, Photo Lithography 공정에서는 LCD는 ITO(Transparent Electrode)를 위한 공정이며, Ion타입공정에서는 LSI는 Ion Implanter를 사용하는 대신에 TFT는 그 표면이 비교적 커서 Ion Shower를 사용하며, Oxidation공정에 있어서도 TFT는 양극산

화(저온도) 처리이지만 LSI는 열산화 처리를 채택하고 있으며, 열처리에 있어서는 LCD는 Plasma Hydrogenation방식을 채용하고 있고, LSI는 Hydrogen Anneal방식을 채택하고 있다. Tester의 방식은 LCD의 Analog이며, LSI는 Digital방식이다.

3) 生産技術의 比較(LCD 대 IC)

분·야	L C D	I · C
Substrate	GLASS Thermal Shrinkage Process Temperature < 350C Contamination 200-300ppm Weak and Brittle No Standard	SILICON Thermally Stable Process Temp < 1200C Contamination < ppb Hard and Solid SEMI Standard
Size	Large Area > 300×400mm	Increase 150~200mm ϕ

분야	L C D	I · C
Leading Tech	THIN FILM DEPOSITION (a-Si/POLY-si) Transparent Electrode	MICROFABRICATION (Reduction Stepper) Dry Etching
Test & Repair	Guard Ring Analog Test Redundancy and Repair Automatic visual Panel Test	Digital Test Redundancy and Repair

(자료 : SHARP사)

4) 製造裝備의 比較 (TFT LCD 대 LSI 生産 工程)

Active Matrix LCD Process	Si-LSI Process
Cleaning Of Substrate	Cleaning Of Substrate
DEPO. & ETCH OF a-Si	
DEPO. & ETCH OF poly-Si	DEPO. & ETCH OF poly-Si
DEPO. & ETCH OF Insulator	DEPO. & ETCH OF Insulator
DEPO. & ETCH OF Metal	DEPO. & ETCH OF Metal
Photo Lithography	Photo Lithography
DEPO. & ETCH OF ITO (Transparent Electrode)	
ION Shower	Ion Implantation
LOW Temperature Oxidation (양극산화)	Thermal Oxidation
Plasma Hydrogenation	Hydrogen Anneal
Test & Repair	Test & Repair

(자료 : SHARP사)

다. a-Si TFT-LCD 生産 技術

1) a-Si TFT LCD의 製造 工程

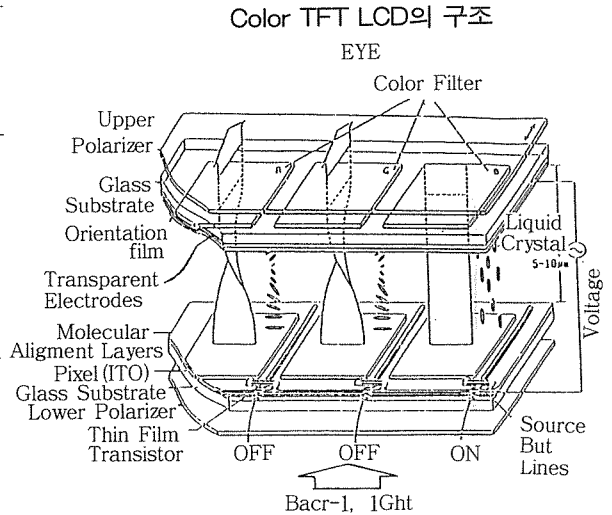
LCD의 제조공정은 TFT 제조 Line과 LCD 조립생산 Line으로 대별되며, TFT 제조 Line은 LSI의 제조공정과 유사하며, 사용되는 그 주요 장비도 LSI제조용 공정장비의 기본사양과는 동일하다.

a-Si TFT 생산공정에서 주요한 것은 Plasma CVD를 사용하여 진공상태에서 계속적으로 Gate 절연막(SiN)과 a-Si를 퇴적하여 주는 공정이며, 이 공정은 저온 Plasma CVD 방법으로 TFT가 필요로 하고 있는 비교적 양호한 절연막과 반도체막을 유리기판이 견딜 수 있는 온도에서 성막하는 것은 가능하지만 이 Plasma CVD 방법에는 아직도 많은 기술적인 문제가 있다.

일본은 1990년 봄부터 대각 10인치급의 Color TFT LCD 제품화하기 시작하였으나, 아직 양산체제에 돌입하지 못하고 있다. 그 이유는 10인치급 Color TFT LCD를 양산할 수 있는 생산기술이 완성되지 않았기 때문이다. 즉 양산용 장비와 재료의 표준화가 아직 되어 있지 않다.

그래서, 제 1차의 양산목표를 '92~'93년에 설정하고 생산기술 개발에 박차를 가하고 있다.

현재, a-Si TFT LCD는 비교적 양산기술이 개발되어 있으며, a-Si TFT LCD의 생산공정, 소요장비 및 개선할 기술분야를 살펴보면 아래와 같다.



a-Si TFT-LCD PROCESS FLOW (제조공정)

① TFT PROCESS

Process Flow	Processing Method	Problem To be Solved
TFT Formation Glass	Color Filter Formation Glass	
Metal Electrode (Cr, Ta)	Color filter	Photo resist (P, R)
a-Si/SiN		Sputter
Transparent Electrode (ITO)	Transparent Electrode (ITO)	(P, R)
		Plasma CVD
		(P, R)
		Sputter

② LCD PROCESS

Process Flow	Processing Method	Problem To Be Solved
Orientation Film	Offset Printing	Heat resistivity
Orientation Film	Rubbing	Obstruction Of Static Electricity
Alignment	Alignment	High Precision alignment
LC Injection	Vacuum Injection	Heat Resistivity, High Response
LCD Panel Test	LCD Tester	High Seppd, Auto Discrimi
Driver Mounting	TAB Mounting	Nasion, Redundancy, Repair
Module	Controller	High Density
Final Test	Tester	Thin, Low Power
Delivery	Ageing	High Speed Auto Discrimination

(자료 : SHARP사)

a-Si TFT-LCD의 生産技術과 製造裝備

현재까지 TFT-LCD (10인치 COLOR 기준) 제조에 사용되고 있는 장비를 보면, 노광장치로 주로 사용하고 있는 것은 광학식 Stepper와 Mirror식 Projection aligner이다. TFT의 Thin Film 공정에는, In Line Sputter와 Double Side Plasma CVD장비를 사용하고 있으며, Etching 공정으로서는 Pattern Accuracy가 0.5 μ m 이상이고, 자동식 Handling장치를 갖춘 장비가 요구되고 있다.

Test와 Repair 분야에 있어서는 아직도 자동식 검사장비가 개발되지 않고 있으며, Repair

TFT-LCD 제조장비의 개발요구 조건

생산기술 / 장비	개발요구 조건
○Micro fabrication Lithography	○Butting Accuracy 증가 ○Dimension Stability 보완
○Stepper/Aligner	○High Throughput
○Etching/Cleaning	○Uniformity & Throughput Pattern Accuracy : <0.5 μ m
Dry Etcher CleaningStation	○High Selection DryEtcher ○Process Monitor (End Point)
○Thin Film Deposition	○Uniformity & Throughput수직형(재질기준)
CVD/Sputter	○Process Monitor ○In Line-Sputter ○Double Sided Plasma CVD방식
○Test/Repairing ATE Repair M/C	○Test with guard ○Automatic Inspection ○Automatic Visual Test and Repairing

ring용 장비도 자동화가 필요로 하고 있다. 제 1차 양산('92~'93년)을 위해 일본의 LCD업체들이 요구하는 제조장비의 개발 요구조건을 살펴보면 아래와 같다.

라. POLY-Si TFT의 生産技術

1) 現在の 生産工程

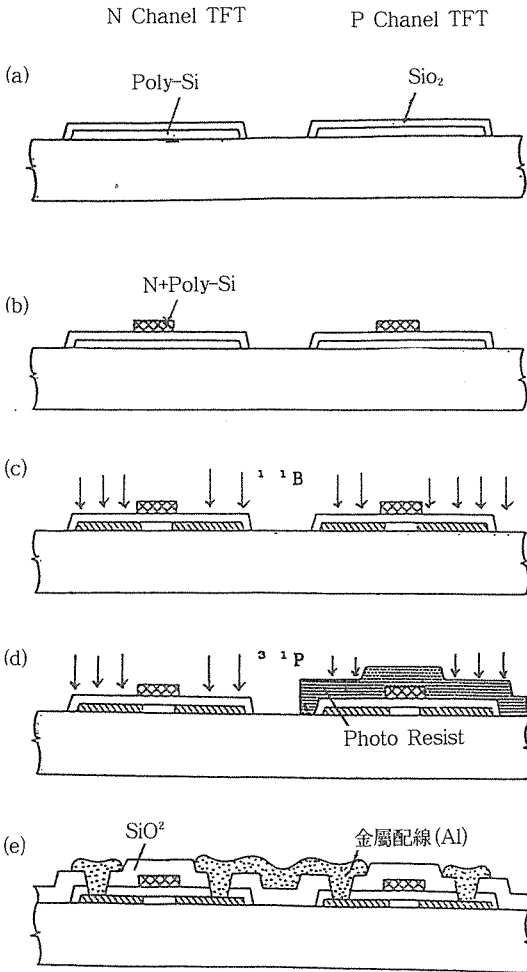
현재 POLY-Si (다결정 실리콘) TFT의 제조에는 주로 고온처리방법이 사용되고 있으며, 석영기판을 사용하여 1,000°C 이상의 열처리가 가능하며, 우수한 T.R의 특성을 실현시킬 수 있으며, 표시부만을 제조하는 경우에는 편극성 TFT만으로서 좋으나, Drive를 내장시키는 경우에는 소모전력 삭감과 안전고속동작화 때문에 CMOS의 구성이 필요로 하게된다.

대표적인 CMOS POLY-Si TFT의 제조과정을 보면(도표참조) POLY-Si를 열산화하여 Gate절연막 SiO₂를 형성하고(a), 이때에는 열산화후의 POLY-Si의 막 두께가 중요하므로, 막이 얇을수록 양호한 TFT의 전기적 특성을 얻을 수 있지만 극단적으로 얇게하면 금속배선과 양화한 접촉(Contact)을 할 수 없어서 통상 수백(A)를 설정한다.

N+ POLY-Si의 Gate전극을 형성(b)후, 전체면에 보론-이온을 주입시킨다(c) 그리고, P Channel TFT에만 Photo Resist를 피복하고, N Channel TFT에는 인-이온을 고농도로 주입한다(d). N Channel TFT에는 보론과 인-이온을 쌍방에서 주입시키는 인(린)쪽이 상대적으로 많으면 N Channel은 문제없이 작동되며, 이에 의해 Mask의 수가 줄고 생산공정(Process)이 간략화되며, 수율의 향상도 도모할 수 있다.

이러한 고온처리공정 POLY-Si TFT는 기본적으로 LSI 생산기술을 답습한 것이므로 우수한 특성과 안정성을 실현시켜주는 반면에, 석영을 기초재료로 사용하기 때문에 대면적화, 저 Cost화에 대응하기에는 문제가 있다. 석영기판의 가격은 규격이 커질수록 지수관수적으로 고가가 되고, 또한 30cm 각 이상의 석영은 안정적인 가용성인 희박하다. 그러나 LCD의

CMOS POLY-Si TFT의 제조과정



규격만 적으면 이 문제는 현저히 적어진다. POLY-Si TFT의 이러한 특징때문에 소형, 고정밀 LCD에 사용된다.

2) TFT-LCD開發과 生産技術 方向

TFT-LCD와 LSI의 개발과 생산기술의 차이점 :

- 유리의 재질은 열역학적으로 Silicon에 비해서 불안정하다.
- LCD의 재질의 규격은 LSI보다 상당히 크며, 또한 규격 표준화가 되어 있지 않다.
- LSI에 있어서 Intergration에 의해서 그 기능과 가치를 증가시킬 수 있지만, LCD는 제한되어 있다.

LCD에 있어서 Pixel을 Intergration 할 수 있는 범위는 제한되어 있다. 즉, 이상한 선은 4M(HDTV)이다. 그리고 이 수준을 도달하기 위한 R&D 연구가 거의 완료되었으며, 이러한 LCD의 재질이 LSI에 비해 상당히 크기 때문에 LCD의 생산 Line은 그 특징으로서 1995년까지 그에서 $3\mu\text{m}$ 수준에 머무를 것이다.

LCD의 생산기술의 연구방향 :

- Silicon Micro Fabrication 기술을 LCD 제조에 적용
- 거대한 면의 Uniformity처리와 재료비의 저하에 대한 연구
- 열팽창 및 Distortion의 방지를 위한 저온 처리 방법의 연구
- 생산성의 증가와 생산공정 향상에 대한 연구
- Test와 Repair 기술의 연구

LCD 생산에 있어서 주요 유의점 :

- 불안정하고 깨지기 쉬운 유리의 생산처리
- LSI와 비교, LCD생산성 향상이 크게 필요
- 재료비의 절감
- 재료(유리)가 커서 자동 이송장치 필요

3) 未來의 生産技術과 製造裝備

生産工程과 새 製造裝備

상기한 고온처리(1000°C 이상)를 600°C 이하의 저온에서 POLY-Si TFT를 제조할 수 있는 연구가 활발하여지고 있다. 600°C 이하에서 POLY-Si TFT가 제조될 수 있다면 석영을 대용하여 일반유리기판을 사용할 수 있게 된다. 그렇게 되면, 대면적화 및 Cost문제가 동시에 해결될 수 있다. 소형 고정밀 LCD의 사용한계를 벗어나서 대형 LCD까지 Cover할 수 있는 가능성이 생기며, 또한 Drive 내장의 이점도 활용할 수 있다.

그러나, 이러한 기술을 달성하기에는 많은 기술적인 난관이 있다.

우선, 최대의 문제는 열산화법을 사용하지 않고 양호한 MOS 계면과 Gate절연막을 실현시킬 수 있을까 하는 것이고, Gate전극을 밑으로 하는 구조로하면 a-Si TET와 동일하며, 진

공중에서 MOS계면을 형성할 수 있을까 하는 기술적인 문제이다.

고속동작의 특징을 살리기 위해서 Self-Alignment를 가능하게 하기위해 Gate를 위에 들 필요가 있다. 이를 가능하게 할 수 있는 일례로서는 ECR CVD로 SiO₂의 Gate절연막을 형성시켜 사용한다. ECR CVD는 Plasma공조를 이용하기 때문에 에너지의 분포가 저에너지 한 쪽에만 집중되어서 Si표면을 손상시키지만, 그러나 깨끗한(Clean) 고진공 분위기로 표면의 청정화 처리를 하면 MOS계면이 형성될 수 있다.

ECR CVD를 사용하면 AP CVD에 비해 계면전하밀도를 한단계(행) 이상을 감소시킬 수 있어 열산화를 사용하지 않고 저온에서 충분히 그 수준을 얻을 수 있다.

둘째 문제로서는 POLY-Si의 결정성에 있다.

고온처리에서 1000°C 이상의 열산화중에서는 POLY-Si의 결정체의 확보가 중요한 문제로 대두된다. 이때문대 순도가 높은 결정성이 좋은 POLY-Si을 고진공중에서 형성하는 방법은 600°C 전후에서 수십시간 이상 Anneal하여 결정미경(직경)을 크게하는 저온 고상 성장법 또는 Argon Laser 및 Excimer Laser 드아의 Laser 광을 이용하여 결정성장을 촉진시키는 Laser Anneal방법 등을 연구하고 있으며, 현재 좋은 연구결과가 나오고 있다.

이외에도 저온 Process TFT는 많은 기술적인 문제를 내포하고 있으나, 현재 기술개발중이다. 그리고, 고온 Process POLY-Si TFT와 a-Si TFT의 쌍방의 장점을 같이 합하여 주는 가능성을 가진 기술도 개발하고 있다. 또한 LSI 기술도 이러한 새로운 TFT분야 개척을 위해 응용할 가능성도 있다.

4. 일본의 LCD 生産事業과 技術現況

가. 生産現況(10" Color TFT-LCD基準)

일본은 1990년 봄부터 대각 10인치급 Color TFT LCD의 제품화를 시작하였으며, 제 1기 양산은 1992~1993년에 본격화 할 전망이다.

이 시대의 양산공장의 Line 구성은 유리기판의 크기에 의거 두개의 생산방식으로 나누어지게되며, 하나는 약 30cm² 각의 기판에서의 10인치급 1매의 Panel을 제조하는 방식과 또 다른 하나는 30×40cm²정도의 기판에서 2매의 Panel을 제조하는 방법이다.

현재 1매씩 제조하는 방법을 채용하고 있는 회사는 HITACHI이며, 2매씩 제조하는 방식을 채택하는 회사는 SHARP, NEC, DTI 등이다. 이러한 제조방식의 선택 차이가 생기는 이유는 기 도입된 장비종류에 좌우되나, 주요원인은 제조장비의 Cost의 계산방법 차이에 있다.

1매 제조방식을 채택한 HITACHI는 10" Pannel의 제조능력을 양자를 동일하게 본다면, 1매 제조방식에 비해 2매 제조방식은 소요장비의 Cost가 1.5~2매가 비싸다고 한다.

장비의 가격뿐만 아니라 Cleaning Room의 면적도 증가되며, 기술적인 측면에서는 Color-filter를 형성하는 보통기판과 TFT를 형성하는 기판의 맞춤이 보다 힘들다고 한다. 또한 1매의 Pannel의 불량시는 다른 1매도 사용할 수 없다고 한다.

실제 1매 Line에서는 TFT기판과 보통기판의 합성, Cell화, 실장검사 등의 공정을 1매의 Pannel에 처리하므로 장치의 7~8할 정도가 내장된다.

이와 반대로 1개 유리가판에서 2매의 Panel을 제조하고 있는 SHARP, DTI 등의 회사는 현재의 기판의 규격을 약 30×30cm²에서 약 30×40cm²로 크게 하여 2개의 Panel을 제조하면 장비 Cost의 증가분과 Cleaning Room의 추가 부담을 흡수할 수 있으며, 현재 DTI가 건설 중인 생산 Line은 30×40cm²의 유리기판에서 2매를 제조하는 방식으로서, 유리의 절단을 Seal을 생산 Line은 30×40cm²의 유리기판에서 2매를 제조하는 방식으로서, 유리의 절단을 Seal을 시킨 후는하며, 자동화 Line은 먼지가 문제인 TFT 형성공정에서만 설치한다는 것이다.

제조장비를 약 200억원을 투입할 생산 Line의 유리기판의 처리능력은 30×40cm²로 약 25

판매(/년)로서 10인치급 Panel로 환산하면 약 50만매(/년)가 생산된다. SHARP의 현공정(천리) 30×30cm²의 1매방식 Line이지만 현재 건설중인 공장(삼중)은 2매방식으로 추진하고 있다. '95년도에는 2매 방식에서 4매 방식으로 전개될 가능성도 있다.

현재 각사는 10"급 Color TFT LCD의 Modul 가격을 25만~30만엔으로 목표를 설정하고 있지만 우선 '92~'93년에는 10만엔 정도로 하여 제 1기 양산시기로 하고 '95년을 제 2기 양산시기로 하여 2단계에 걸쳐 5만엔으로 하락시키는 방안이 현실적인 것으로 판단하고 있다.

제 2기 양산 Line에 대한 일본업체의 Concept는 현재까지 아직 나타나지 않고 있다. 즉, 제조설비 Device구조, 실장방식의 혁신적인 기술, 양산효과에 의한 구성재료의 저 Cost 등이다.

日本の 主要 10인치級 TFT LCD 製造 LINE

구분	SHARP		HITACHI		NEC	
	천리(구)	천리(신)	무원(구)	무원(신)	육천	가고사마
공장위치	가동중	91.4(예)	88.10	검토중	85년	90년도(예)
가동시기	3·6"	6·10"	5·10"	10 & 12.5"	4.3·9.3"	4.3·9.3"
주요생산(판넬의 대략)	불명	구의 5매	월 1만매	불명	2천매/월	2천매/월
최대능력(10" 기준환산)	30×30	30×35	30×30	30×30	30×35	30×35
사용유리(기판 cm ²)	1매	2매	1매	1매	2매	2매
생산방식(1매 또는 2매)	광학식 Stepper	광학식 Stepper	Projection (Micro)	Projection	Stepper	Stepper
노광장치	불명	270(제 1기)	100(장비)	미정	50-60(누계)	100(제 1기)
투자규모	소형생산	93까지 10"주로 생산	90면달 10"급 1천매/월	제 1기 양산공장	개발적 시제 Line	제 1기 양산공장

가격을 95년까지 보급가격 5만엔으로, 약 1/5의 이하로 하락시키는 것이다. 어떻게 하면 될 것인가 그 해결방법은, 한개의 유리기판에서 복수의 Panel을 생산하는 방식이라고 판단하고 있다.

투자금액, 유리기판의 투입매수 및 수율 등을 계산하여 Module가격을 계산한 결과, 한개의 유리기판에서 10인치급 1매씩 생산시에는 수율이 100%되더라도 Module단가를 5만엔으로 실현하기 힘들다는 결론이다. 그러나 한개의 유리기판에서 2매씩을 생산하는 경우에는 60%의 수율으로도 5만엔의 단가를 실현할 수 있다는 결론이다.

건물과 설비를 합하여 150억엔을 투자시, 유리기판의 처리능력은 18만매/년으로 150억엔을 5년내에 회수하는 것을 기준하고, 매년 95억엔의 매출을 올리는 전제로 계산한 것이다.

제조장비는 시판용(양산용)으로 사용하는 기준으로 상기와 같은 조건을 전제하여 1매씩을 제조할 경우에는 수율을 100%라도 Module의 단가는 약 6만엔 가량이 된다. 그러므로 '95년도의 5만엔 단가의 실현은 불가능하다.

10인치 COLOR TFT-LCD生産投資 대 회収

(단위: 억엔)

년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
고정비	38	28	21	16	12
감가상각					
변동비					
TFT기판	24	22	20	18	16
보통기판	12	11	10	9	8
기타	10	11	12	13	14
이익	11	23	32	39	45
합계	95	95	95	95	95

총투자 150억엔, 연간 18만매 유리기판 투입가능, 유리기판의 가격은 35cm²각으로 설정, 투자는 5년내에 회수로 추정

나. LCD製造의 事業性(10인치 Color TFT L CD生産 Line 基準)

일본은 1995년에는 대각 10인치급의 TFT Color 액정의 Module 가격이 5만엔이 될 것이라고 한다. 현재 30만엔 판매되고 있는 이 가

다. 生産技術과 問題點

1) 製造裝置 概念詞義의 変更없이 2枚 製造方式 可能

10인치급 Color TFT액정 Module의 가격을 5만엔대로 실현시키려면 한개의 유리기판에서

2매의 Panel을 생산할 필요가 있다. 현재 일반적 유리기판의 크기가 30~35cm각이기 때문에 이 기판에서 2매를 생산한다는 것은 문제가 있다. 그러나, 유리기판의 대형화도 간단하지 않다. 즉, 제조장치의 기본개념(사양)을 큰 변경시키지 않으면 안된다는 것이다. 문제는 이러한 장비의 개발에는 3~5년이 소요된다는 것이며, 이것이 바로 대형 Panel 생산을 추진하고 있는 회사들이 안고 있는 문제이다. 그러나, 현존장비로서는 장비 기본개념의 변경없이, 유리기판의 처리가능한 규격의 크기는 30×40cm까지이므로, 장비제조 업체는 30×40cm의 유리기판을 사용하여 2매의 Panel을 제조할 수 있는 장비를 개발생산할 수 있으며, 단지 유리기판의 Holder의 사양 변경문제만 있다.

그리고 이 유리기판의 규격은 현재 사용하고 있는 유리기판의 크기와 별로 차이가 없어서 구성품, Resist의 재료 및 기타 재료비의 변경업시 30×40cm의 기판에서 2매의 Panel을 생산하는 것은 비교적 용이하며, 생산비도 별로 증가가 없을 것으로 판단된다.

2) 缺陷密度 및 収率의 向上

그러면 10인치급으로서 60%의 수율이 가능할 것인가, 이것을 검증하기 위해서 10인치급의 수율에 관해서 현재의 실력을 95년 목표시점까지 발전사항을 분석하여 볼 필요가 있다.

현재의 생산기술 실력은 결합밀도는 0.01개/cm이며, 수율은 21%이다. 이런사항에서는 Module가격은 30만엔정도가 된다. 3인치의 TFT의 기술적인 발전과정을 고찰하여 보면, 4년전에 3인치의 TFT-LCD의 제조기술 실력의 결합은 0.1개/cm로 수율이 25%여서 그 당시에는 상당한 후평을 받았다.

그러나, 4년후인 현재는 0.01개/cm이다. 그리고, 95년도의 결합밀도는 0.001개/cm 될 것이다. TFT LCD Maker에 있어서 당면목표는 10인치급의 LCD의 수율은 50%를 달성하는 것이며, 이는 가능하다고 판단하며, 5년후에는 75%를 달성하여야 한다. 그래야만 10인치 Panel 1가 가격이 5만엔대로 하락한다.

그러면, 95년도의 기대되는 결합밀도는 0.0

02개/cm 정도이며, 10인치 Panel의 수율은 75%이다. 이러한 기술적인 목표달성을 위해서는 새로운 생산기술, 제조장비의 개발 및 10인치 TFT Panel의 수율을 향상시키는 것은 단지 생산기술에만 있는 것이 아니다. 대형 Panel의 배선저항 및 박막의 균일성 등 특유의 문제가 있다. 그러므로 수율의 향상은 용이한 문제가 아니다.

TFT에 관한 동작도 MOS 동작이론에서 정상적 설명밖에 하지 못하고 있으며, 미지의 파라미터가 많다. 이러한 이유에서 LSI 기술자가 TFT는 반도체가 아니라고 극언을 한 바 있다.

그러나, 최근 2~3년간 TFT에 관한 이론, Process의 이해가 크게 진정되어 현재 결합밀도 0.01개/cm의 수준에 도달하였다. 기술향상은 계속될 것은 틀림이 없다. TFT LCD의 거대한 수요가 반드시 TFT에 관한 새로운 이해(생산)에 대응하는 제조장비가 개발될 것이다.

라. 投資枚率과 生産費의 節減

대형 TFT Panel의 가격 5만엔대에 들어가면 세계의 연간 수요 1000만매로 달할 것으로 추정되며, 2매의 제조방식으로 수율 60% 실현시, 연간 18만매 이사아의 기판을 투입하는 10인치급 생산 Line은 50개 정도가 필요하다.

전세계의 15개사가 이를 공급할 경우, 1개사가 약 500억엔을 투자하는 공장을 건설하여야 한다. 이러한 최신 산업의 실현을 위해서는 많은 기술적 혁신을 필요로 하며, 기판규격의 표준화를 포함하여 장비 및 재료 Maker의 협조가 보다 중요하다.

1990년중에 10~14인치 TV의 생산이 발표되고 20인치 TV의 시제작을 하고 있는 시대를 맞이하므로 차세대의 LCD의 생산기술은 한 유리기판에서 2매 제조방식이 아니라 4매 제조방식(45cm각 사용), 또는 45×55cm의 기판을 사용하여 14인치 Panel 2매를 제조하는 Line의 필요성이 생기게 되어 유리기판의 대형화에 박차를 가하게 될 것이다.

1) 10" COLOR LCD의 生産技術(費用節減)의 展望

10인치급 Color TFT LCD의 보급단가 5만 원대를 성취시킬 1995년도의 TFT LCD 기술 수준을 예상하여 보면, 유리기판의 규격은 30×40cm의 기판을 사용하여 2매의 Panel을 취하는 방식으로 POLY-Si TFT의 제조방식이 될 것이며, Panel의 규격을 30×40인치로 Stitching Lithography의 기술을 활용하게 될 것이다.

그리고, 화질의 결정소자인 Pixel의 능력은 (즉, Pixel의 통합능력에 한계가 있음) 4M DRAM의 능력과 동일하게 될 것이다. 여기에 응용된 생산기술은 Silicon Microfabrication이 될 것이며, 특히 Pixel의 Density를 약 2,500/cm, Pitch를 약 200 μ m을 이루기 위해서도 LSI의 Microfabrication의 생산기술을 채용하게 될 것이다. 결함도 즉, 수율의 향상을 위해서는 자동식 결함수리 기술을 도입하고, Redundancy의 Design은 Multi-Layer 접속을 위해 각 Pixel에 이중 TFT가 만들어질 것이고, 마스크의 수도 5~7개 정도가 될 것이다.

이상은 1995년도까지 Direct View Color LCD에 대한 개발 및 기술수준이며, 생산비의 절감을 위해서 생산기술 개발 및 자재의 표준화가 필요하며, 이를 위해 현재 추진되고 있는

사항을 고찰하여 보면

유리기판의 규격의 표준화 : 양산은 즉, 장비가 양산이 되므로 제조장비의 가격저하, 또한 완전자동식 이송장치는 수율을 증가시킨다.

자료비의 절감(공정처리 표면이 큼) : Photo resist(현재 Spin coating 방식) 새로운 효율적인 Coating방법과 장비의 개발이 필요

-DI Water와 Etchant는 고효율적인 Dry Cleaning과 Dry Etching 장비의 개발 필요

결함밀도수의 축소(수율의 향상) : 향상된 청정기술 및 장비의 도입

-자동식 Testing와 수리

-자동식 Tester와 자동식 육안검사 및 수리용 검사장비의 개발

참고사항

本報告書 作成에는 아래와 같은 문헌을 參考 및 引用하였습니다.

-SEMICONDUCTOR WORLSD(月刊)

-SEMI 會誌(月刊)

-KEY TECH IN 1990's LCD, (SHARP社)

-NIKKEI B. P "PLAT PANEL DISPLAY"

-NOMURA RESEARCH INSTITUTE(LCD 資料)

-POLY-Si TFT LCD, (SEICO-EPSON社)

-NIKKEI MICRO DEVICE(月刊)

