

◆ 특집 ◆ 초고속 레이저를 이용한 새로운 정밀가공 기술

반도체 및 디스플레이 산업에서의 레이저 가공 기술

Laser Processing Technology in Semiconductor and Display Industry

조광우¹, 박홍진¹✉
Kwang Woo Cho¹ and Hong Jin Park¹✉

¹ ㈜엘티에스 (LTS Co., Ltd.)

✉ Corresponding author: hjpark@ltsolution.com, Tel: 031-427-8492

Manuscript received: 2010.4.22 / Revised: 2010.4.30 / Accepted: 2010.5.7

Laser material processing technology is adopted in several industry as alternative process which could overcome weakness and problems of present adopted process, especially semiconductor and display industry. In semiconductor industry, laser photo lithography is doing at front-end level, and cutting, drilling, and marking technology for both wafer and EMC mold package is adopted. Laser cleaning and de-flashing are new rising technology. There are 3 kinds of main display industry which use laser technology – TFT LCD, AMOLED, Touch screen. Laser glass cutting, laser marking, laser direct patterning, laser annealing, laser repairing, laser frit sealing are major application in display industry.

Key Words: Laser Processing Technology (레이저 가공 기술), Semiconductor (반도체), FPD (평면디스플레이), Laser Patterning (레이저 패터닝), Laser Annealing (레이저 어닐링), Glass Cutting (유리 절단), Laser Repairing (레이저 리페어링), Laser Frit Sealing (레이저 프릿 실링), LGP Scribing (도광판 스크라이빙)

1. 서론

금융위기로 인한 전세계적인 경제불황으로 인해 2009년 반도체와 디스플레이 산업시장 규모는 전년에 비해 약 20%가량 감소한 각각 \$226B,¹ \$82.6B 이었다.² 그러나 2010년부터 반도체산업은 8.4%, FPD 시장은 13% 성장이 예상된다. 특히 FPD 시장 중 OLED TV는 2016년까지 매년 160%, e-book 49%, 옥외용 LCD 광고판 20%로 고성장을 이룰 것으로 예상되고 있다.² 고성장이 예상되는 이와 같은 기술들은 고밀도화와 미세가공의 필요성이 부각되고 있고 이에 부합하는 레이저가공기술이 주요 공정에 적용되고 있다.

반도체 산업에서 레이저 공정은 필수 공정으로 자리잡았고 그 응용의 예는 매우 커져가고 있다.

Lithography를 시작으로 wafer level에서 marking, drilling, cleaning, dicing 등의 응용이 적용되고 package level에서 lead frame cutting, marking, drilling, de-flashing 등의 공정이 Si, metal, mold, plastic, epoxy resin 등의 재료에 적용되고 있다.

Window 7의 발표는 PC 시장의 수요확대를 견인하여 DRAM, SDRAM 등 메모리 수요성장의 견인차 역할을 하고 있고 무선인터넷의 대중화로 인해 mobile 기기와 관련하여 음성 및 동영상 data 저장에 필요한 Flash memory의 수요가 폭발적인 증가세를 보이고 있다.

디스플레이 산업에서도 FPD와 mobile 기기의 보편화에 따라 레이저 응용기술이 주요 공정에서 적용되고 있으며 touch screen panel의 등장으로 더욱 적용범위가 넓어지고 있다. Laser ITO/FTO

patterning, Laser annealing, Glass cutting, Glass drilling, in-glass marking, Laser titling, Film cutting, LGP scribing 등이 전 공정에 걸쳐 적용되고 있다.

2. 반도체 산업에서의 레이저 가공 기술

반도체 공정은 주로 wafer 에 회로를 형성하는 전공정과 개별 chip 으로 packaging 하는 후공정으로 구별된다. 레이저 응용 기술은 전 공정, 후 공정에 두루 적용되고 있다. Fig. 1 은 반도체 공정에 적용되고 있는 주요 레이저 응용 기술이다.

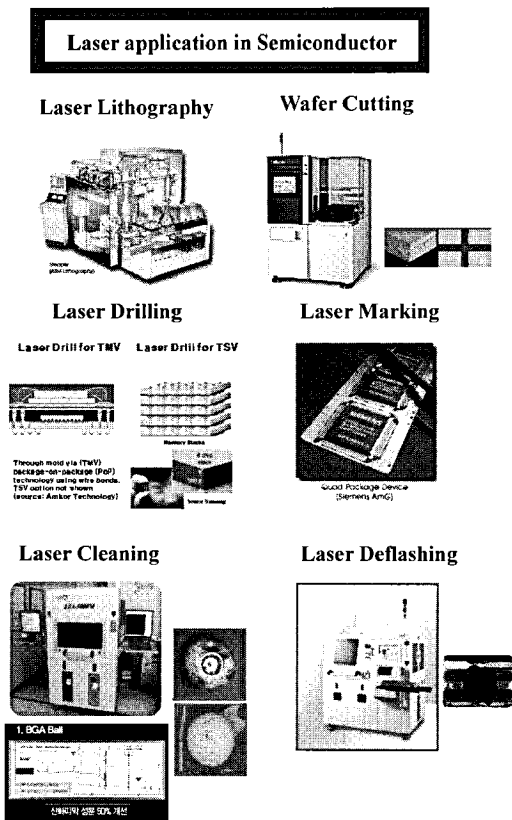


Fig. 1 Laser process technology adapted in semiconductor industry

2.1 Laser Photo Lithography

Wafer 에 회로를 형성하기 위한 리소그래피공정에서 DUV 파장의 excimer laser 를 탑재한 stepper 가 삼성, 하이닉스 등의 반도체 제조업체에서 사용되고 있고 일본과 미국의 외국 장비가 주를 이루고 있다. 특히 일본의 Nikon 의 장비 점유율이 전

체 시장의 50%에 육박하고 있다. 패턴의 미세화에 따라 고집적 반도체 제조를 위해 짧은 파장의 레이저 사용과 더불어 PSM(Phase Shift Masking) 등의 기술도 장비에 적용되고 있다.

노광방식은 스텝방법에서 스캔방법으로의 변화가 모색 중이다. Chip 크기가 증가함에 따라 노광면적이 커져 장비의 렌즈크기도 같이 증가할 필요성이 생겼다. 그러나 엑시머 레이저용 렌즈의 재료는 매우 고가일 뿐 아니라 대형렌즈를 정밀하게 가공하는 것 역시 기술적으로 매우 어려운 일이다. 스캔방식은 웨이퍼와 마스크를 동시에 이동하면서 미세 슬릿을 통해 노광하는 것으로 스캔방향으로 칩의 크기에 관계없이 노광이 가능하기 때문에 렌즈 크기 문제를 극복할 수 있다.^{3,4}

노광에 사용되는 photo mask 도 엑시머 레이저를 이용한 제조방법이 채택되고 있고 photo mask 제작 시 발생하는 불량도 레이저를 이용하여 repair 하고 있다.

2.2 Wafer marking, cutting, drilling

반도체 제조 공정에서 적용되는 레이저 marking 기술은 반도체 제조 공정변화에 따라 역시 변화하고 있다. 회로 형성 후 wafer 를 chip 으로 singulation 하고 개별 chip 단위로 packaging 을 하던 기존 방식 과 달리 wafer level 에서 반도체 후공정을 모두 진행한 후 개별 chip 으로 분리하는 WSCSP(Wafer Scale Chip Size Package)공법 적용으로 기존 방식에서 packaging 된 개별 chip 의 EMC mold 표면에 1064nm 파장의 laser 를 이용하여 모델 및 lot 정보를 marking 하던 것과 달리 wafer 의 back side 에 532nm 파장의 green laser 를 사용하여 marking 을 실시하고 있다. 기존 공정에서 marking 되는 글자 크기가 1mm 정도인데 비해 WSCSP 공정에서 글자 크기는 300 정도로 작기 때문에 더욱 정밀한 laser marking 기술이 필요하게 되었다. 현재 WSCSP 공정에서 marking character 높이는 100 정도까지 요구되어 지고 있다. 또한 SiP (System in Package)나 MCP(Multi Chip Package) 등의 새로운 package 에서는 EMC mold 의 두께가 얇아짐에 따라 laser marking depth control 이 필요해지고 있다.

Wafer 에서 개별 chip 으로 분리시키기 위해 mechanical blade 또는 diamond saw 를 이용하고 wafer cutting 또는 dicing 을 실시하는 데 Si wafer 의 두께가 100 μm이하로 얇아지면서 chipping 과 crack,

delamination 이 발생된다. Wafer 두께가 얇아지면서 전통적인 sawing 의 feed rate 도 현저히 낮아져 productivity 를 고려한 새로운 가공 공법이 필요하게 되었다. 또한 신호전달 속도를 높이기 위해 사용되는 capacitance 가 낮은 low-k dielectric material 로 인해 기존 습식 공정에서는 품질에 악영향을 미치게 되었다.⁵ 이로 인해 dry process 이고 비 접촉 가공 방식인 laser 를 이용한 공법의 필요성이 대두되었다.

Thin wafer 는 UV laser ablation, “Stealth Dicing” 공법으로 full cutting 이 가능하며 thick wafer 는 low-k dielectrics, Cu interconnects, polyimide coatings, multiple metallic layer 등의 복합 구조로 구성되어 있어 mechanical blade 나 laser 모두 한번에 cutting 하기 어렵다. 다만 laser 를 이용하여 Si substrate 를 제외한 나머지 층을 scribing 하면 chipping 없이 기존 공정(10mm/s 이하)보다 빠른 600mm/s 의 가공 속도를 얻을 수 있다.

반도체업체들은 더 좁은 공간에 더 큰 용량과 다양한 기능을 가진 chip 을 넣기 위해 다양한 시도를 하고 있고 이러한 결과로 chip 간 연결을 위한 중간층을 줄이고자 WSP(Wafer level Processed Stack Package)기술이 개발되었다. 삼성전자가 세계 최초로 DRAM 공정에 기술 적용을 성공한 TSV(Through Silicon Via)는 wafer 에 레이저를 이용하여 via hole 을 가공하고 Cu 로 fill plating 하여 연결통로로 이용함으로써 기존 MCP 기술에서 층간 수십 microns 의 간격이 필요했던 것을 제거하였고 wire bonding 을 위한 공간도 없애면서 두께는 30%, 면적은 15% 감소시키고 배선길이 단축으로 인한 동작속도도 30% 이상 빠르게 하였다.

TMV(Through Mold Via) 또는 PoP(Package on Package)는 TSV 공법 등으로 만들어진 Chip 을 모듈화하는 공법이다. Laser 를 이용하여 mold 로 packaging 된 chip 의 표면을 drilling 하고 금속으로 plating 하여 chip 간 연결통로를 생성한다.

3. 디스플레이 산업에서의 레이저 가공 기술

3.1 TFT LCD 공정에서의 laser 가공 기술

TFT LCD 제조 공정에서 laser 는 cell 제조 공정부터 module 제조 공정까지 널리 적용되고 있다. Fig. 2 는 TFT LCD 공정에서의 대표적인 laser 응용 기술을 보여준다.

3.1.1 Glass cutting, ITO patterning, titling

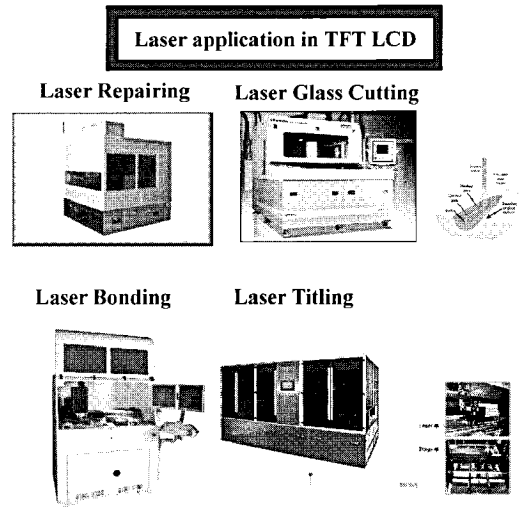


Fig. 2 Laser process technology in TFT LCD

FPD 의 주재료인 glass 원판의 크기가 대형/박판화 되면서 glass 원판에 cell 을 형성한 후 이를 제품의 완성단계의 공정에서 최종적으로 cutting 하는 새로운 glass cutting 방법이 요구되고 있다. 기존의 diamond wheel 가공 방법에 비해 laser cutting 방법은 절단면에 잔류 crack 이 없어 추가 공정이 필요치 않으며 잔류물 발생이 없어 cleaning 공정도 필요 없다. Laser glass cutting 은 주로 CO₂ laser 를 glass 에 조사하여 온도를 높인 뒤 air nozzle 이나 water jet 으로 급냉시키는 이른바 Quenching 공법을 이용하여 thermal shock 현상으로 glass 에 crack 을 생성시키고 이 crack 을 성장시키는 공법이다.

FPD 제조 공정 중 가장 활발하게 laser 기술이 적용되고 있는 공정은 ITO patterning 이다. 기존 wet-etch lithography 공정대신에 laser 를 이용하여 direct patterning 을 실시함으로써 공정 단축과 소모성의 고가 mask 사용이 필요없게 되었다. 이런 lithography 공정을 대체하는 또 다른 공정은 color filter 제조 공정 중 BM(Black Matrix) patterning 이다. LCD panel 이 점점 대형화되고 resolution 향상을 위해 cell 의 크기는 점점 작아지는 상황에서 기존의 wet-etch lithography 나 ink printing 방법은 수율이 낮아지는 문제가 발생하고 있다. 또한 lithography 공정에서 사용되는 photomask 는 glass 크기의 대형화에 따라 그 가격이 가파르게 오르고 있다. 이에 따라 BM 제조에 laser direct patterning 적용이 시도

되고 있다. 그러나 edge resolution 이 1um 이하이고 위치 정밀도는 수µm이하로 가공하여야 하기 때문에 아직 기술적인 문제 해결이 필요하다.

생산관리를 위해 glass 의 내부 혹은 표면에 glass ID, Veri code, OCR code 등을 marking 하는 ID marking 과 ID marking 을 위한 align mark 를 생성하는 align marking 기술도 활발하게 적용되고 있다. TFT, color filter 의 경우 레이저 노광방식을 이용한 titling 을 실시한다.

3.1.2 Laser repairing





TFT array 제조공정과 CF filter 공정, 그리고 cell 공정에서 각각의 마지막 단계에서는 검사와 패턴 불량에 대한 repair 를 실시한다. 패턴 불량은 lithography 공정을 거치면서 대형 glass 에 수 micron 의 선폭을 가진 미세 패턴을 형성하면서 발생하게 된다. 불량 유형을 크게 분류하면 open 성 불량과 short 성 불량으로 나뉘고 이런 결함을 repair 하기 위해 여러 파장의 레이저가 사용된다.⁶ Short 성 불량은 1~2 정도의 focusing beam 으로 해당부위를 제거함으로써 수리를 할 수 있다. Open 성 불량은 chamber 내에 도전성입자가 포함된 gas 를 주입시키고 laser 를 이용하여 repair 할 부위에 막을 형성하고 소성시키는 laser CVD(Chemical Vapor Deposition) 공법으로 repair 를 실시한다. Laser CVD 에서는 CW laser 를 사용하는데 비해 short 성 불량을 repair 할 때는 pulse laser 를 사용한다.

3.1.3 LGP patterning

TFT LCD 의 모듈 공정에서는 자체 발광되지 않는 LCD 의 특성 상 BLU(Back Light Unit)을 조립하게 된다. 그 중에 도광판 (LGP, Light Guide Panel)은 CCFL 광원에서 나오는 빛을 균일하게 전달시켜주는 중요한 기능을 수행한다. 도광판 표면에는 빛의 균일한 확산을 위해 일정 pattern 이 형성되어 있다. 이러한 pattern 은 여러 방법으로 형성된다.

Table 1 에 LGP patterning 의 여러 방법과 laser patterning 의 장점을 나타내었다. Laser 가공방법은 초기 장비 도입비용이 높고 낮은 생산성이 약점이나 가공 품질이 우수하고 수율이 높으며 운전비용이 저렴하다는 장점으로 채택되고 있다. 또한 CCFL 의 대체 광원으로 LED 가 사용되면서 이에 따른 도광판의 특성에 적합한 품질을 얻을 수 있어 주요한 공정으로 자리잡고 있으며 초박형 LGP 에 대응 가능한 유력한 공정으로 주목되고 있다.⁷

Table 1 Advantage of LGP laser patterning

Method	Laser	Printing	V-Cutting	Mold Injection
Processing Principle	With Laser Beam, Scribing designed pattern on surface of LGP 	Patterned Mask → Ink Squeezing 	V-Shape Grooving cross stripes patterning 	Injection by using Pattern-processed mold 
Pattern Shape	Bar Type, intaglio	Dot Type, emboss	V Type, Line Type/cross stripes, intaglio	Dot Type, emboss (Prism)
Brightness	108% ~	100% (Normalized)	-	-
Defect ratio	Low	High	High	High
R&D Time	Low	Long	Long	Long
Automation	Easy	Difficult	Difficult	Difficult
Mass Production	◎	△	X	X
Price Competiveness	◎	△	X	X

* △ Very hard, ◎ Very good, X impossible

Fig. 3 은 LED 광원 LCD TV 의 BLU 의 구조이다.

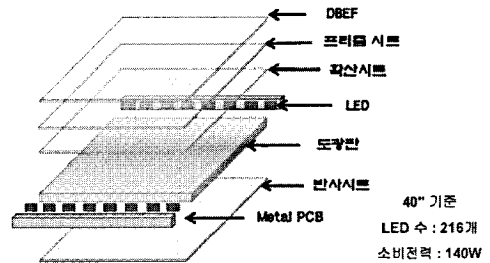


Fig. 3 Configuration of BLU

3.2 AMOLED 공정에서의 laser 가공 기술

차세대 FPD 기술로 부각되고 있는 AMOLED 는 기존의 TFT LCD 나 PDP 에 비해 빠른 응답속도, 정밀한 색재현력, 넓은 시야각 등의 장점을 가지고 있고 자체 발광으로 초박화가 가능하나 아직 대형화는 기술적으로 어려움이 있어 스마트폰이나 MP3 등의 소형 display 에 적용되고 있다. Fig. 4 는 대표적인 AMOLED 제조 공정에서의 laser 가공 기술을 나타내었다.

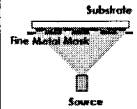
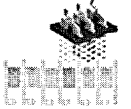
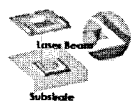
3.2.1 LITI, laser annealing

LCD 와 PDP 처럼 OLED 도 glass 원판에 pattern 형성을 하여 cell 을 제조하게 된다. AMOLED 는 유기층과 TFT 구조로 형성되고 각각의 공정에서 laser 는 중요한 역할을 하고 있다.

Table 2 는 유기층 제조 공정 중 RGB 유기층을 증착시키는 방법을 보여주고 있다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 방법은 mask 를 이용하여 선택 증착하는 thermal evaporation 으로 반도체와 디스플레이 산업에서 검증된 기술이기 때문에 OLED 공정에도

사용되고 있으나 pattern 의 정밀도가 ± 20 정도로 크고 최대 130ppi 의 해상도 구현이 문제점으로 지적되고 있다. 또한 FPD 의 추세인 대형화 적용이 어려워 대체 공법이 모색되고 있다. 이에 ink jet 을 이용한 printing 공법이 채택되었으나 고가의 특정 재료만을 사용해야 하고 역시 ± 15 의 패턴 정도와 150ppi 의 낮은 해상도는 여전히 문제점으로 남아 있다. LITI(Laser Induced Thermal Imaging)은 이런 문제점을 해결하는 공법으로 부상하고 있다. Plastic 의 donor film 에 형성된 RGB 유기층을 laser 를 조사하여 glass 위에 spin coat 으로 올려진 HTL(Hole Transport Layer)에 전사시키는 방법이다.

Table 2 Deposition of Organic material

ITEM	Thermal Evaporation (Shadow Mask)	Ink-Jet Printing	LITI
Materials	Small Molecule (SM)	Polymer (LEP)	LEP, SM, Hybrid
Pattern Accuracy	Small Molecule (SM)	$\pm 15 \mu\text{m}$	$\pm 2.5 \mu\text{m}$
Resolution	$\sim 130 \text{ ppi}$	$\sim 150 \text{ ppi}$	$\sim 300 \text{ ppi}$
Aperture Ratio (Top Emission)	40-50%	$\sim 60\%$	70-80%
Advantage	- Verified technology - Use high quality SM	- Possible large panel - Economically beneficial	- Large panel, high resolution - Dry process, multi layer process
Drawback	- Small panel	- Only possible with liquid type polymer	- Need to develop system
Configuration			

TFT-LCD 에서와 마찬가지로 OLED 도 glass 에 TFT(Thin Film Transistor)를 형성할 때 a-Si 이 사용된다. 그러나 a-Si 는 crystalline Si 에 비해 전자 이동도가 $0.5\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 로 낮아 응답속도가 느려져 동영상 구현에 문제점을 발생시킨다. Laser 를 이용한 LTPS(Low Temperature Poly-Silicon)공정으로 a-Si 을 결정화(crystallization)하여 이런 문제점을 해결하고 있다. Pulse laser 인 excimer laser 를 사용하는 ELA(Excimer Laser Annealing)⁸ 과 CW DPSSL annealing 방식이 이용되고 있다. LTPS 의 장점은 a-Si 에 비해 빠른 $200\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 정도의 전자 이동도를 가지며 이로 인해 TFT feature 크기를 작게 할 수 있어 해상도를 높게 할 수 있고 적은 전원 소모, driver chip 탑재 가능으로 module 크기를 작게 할 수 있으며 개구율도 증가된다.⁹

3.2.2 Laser frit sealing, glass cutting

TFT 전극과 유기막 형성 공정 후에는 외부 공기와 습기로부터 cell 을 보호하기 위해 봉지(Encapsulation)를 실시한다. 봉지기술이 진화하면서 OLED 의 두께에도 변화가 있었는데 현재 약 2mm 정도 두께인 OLED 는 cell 주위를 film 으로 봉지하던 예전에는 약 4mm 였고 frit glass 를 열로 녹여 glass 를 sealing 하는 기법으로 1mm 이하의 두께도 가능하게 되었다. 그런데 열을 이용한 공법은 OLED 전체에 300°C 이상의 열을 전달함으로 신뢰성에 문제가 발생하게 된다. Laser frit sealing 은 IR wavelength 의 CW laser 를 국부위치에만 조사시켜 sealing 할 수 있다.

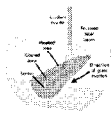
봉지가 완료된 OLED 는 glass 원판에서 개별소자로 분리되어야 하며 TFT-LCD 와 PDP 제조 공정과 동일한 laser cutting 공법이 OLED 제조 공정에 도 적용된다.

3.2.3 Laser repair, glass marking

AMOLED 공정 중 발생하는 불량은 OLED 불량, LTPS 불량, 진행성 불량으로 구분된다.¹⁰ Table 3 은 AMOLED 불량 별 발생공정과 검출방법을 기술하고 있다. 불량들은 점등검사 및 가속시험에서 대부분 screening 할 수 있으나, 신뢰성에 영향을 줄 수 있다. Laser repair 는 LTPS 기판제작 중에 발생하는 오염물 (Photo 공정 잔류물, 기판에 남아있거나 공정 중 장비로부터 오염되는 particle)이나 OLED 증착공정 중 발생하는 각종 오염물이 OLED 소자의 양극-음극간 단락(short)을 유발한

Laser application in AMOLED

Laser Glass Cutting



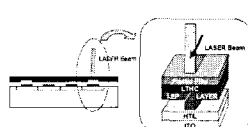
Laser Annealing



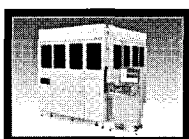
Laser Frit Sealing



LITI



Laser Repairing



Laser In-Glass Marking

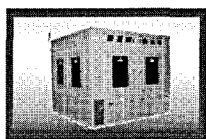


Fig. 4 Laser process technology in AMOLED

경우 laser 를 이용해 단락의 원인을 제거하는 방법이다.

Repair 공정은 cell 상태에서도 실시하고, 부품 조립을 한 module 상태에서도 실시한다. 5"이하에서는 repair 에 투입되는 비용이 module 폐기 비용보다 커질 수 있다. 그러나 5"이상에서는 경제적인 효과가 매우 크므로 laser repair 공정을 적극 도입하고 있다.¹⁰ 나노초의 레이저가 주로 사용되고 있으나 재질의 열 영향 등으로 피코초 레이저나 펄스 초 레이저의 사용이 시도되고 있다.

Table 3 Classification of defect in AMOLED manufacturing

Sort of Defect	Process	Detect Method	Affection to reliability	
OLED	Particle	Organic layer	Lighting	Dark spot.
	Mask scar	EML depo.	Lighting	Dark spot, Pixel shrink
	Encap. faulty	Encapsulation	Lighting	Impct resistance, Lifetime, Pixel shrink
	Align error	EML depo.	Lighting	Discoloring
LTFS	Pattern error	Pattern	Pattern	Bright Line, Dark spot
	Particle on Emission layer	Photo	Lighting	Dark spot
	Property faulty		Lighting	Display uniformity (strip)
Progressive	Pixel shrink	Encapsulation	Aging	Brightness & Shorten lifetime
	Dark spot		Aging	Decrease emission area, Brightness & Shorten lifetime, Dark spot
	Non-emission pixel	Photo, depo.	Aging	Dark spot

OLED 도 생산관리를 위해 TFT-LCD 나 PDP 와 같이 glass 내/외부에 ID, OCR marking 과 합판을 위한 align marking 이 실시되고 있다.

3.3 Touch screen 공정에서의 laser 가공 기술

Touch screen 의 등장으로 휴대전화를 포함한 mobile 기기는 새로운 변화의 길을 걷고 있다. 과거 ATM, 키오스크 등 산업용 제품에 한정되었으나 최근 휴대폰의 touch screen 비중이 확대되면서 급성장하고 있다. 이후 MP3 등 mobile 기기, 가전에 이르기까지 다양한 응용으로 확대되면서 하나의 새로운 트렌드로 자리잡아 가고 있는 상황이다.

Table 4 Comparison of touch panel

	Resistive	Capacitive	Infrared	Ultra sonic
Touch method	Finger, stylus pen etc.	Finger	Finger	Finger, stylus pen etc.
Light transmissivity	<85%	>90%	100%	>92%
Advantage	Low cost	High transmissivity	Large panel	Large panel
Drawback	Low transmissivity	No reaction for nail, hand with globe	High cost	Pollution of sensor, Weakness to water
Technology level	Low	High	High	High
Multi touch	O	O	X	X
Application	Navigation, PDA, Mobile phone, Potable video game	KIOSK, ATM, Mobile phone, Potable video game	POS, potable video game	KIOSK, ATM, electronic blackboard

Table 4 는 touch panel 의 방식 비교표이다. 이러한 touch panel 에는 투명전극으로 ITO film 이 사용되고 회로의 patterning 을 위해 laser 가 사용된다. ITO film 의 substrate 에 따라 patterning 에 사용되는 laser 의 파장도 달라지는데 glass 인 경우 UV laser 가 주로 사용되고 PET film 인 경우에는 IR laser 를 사용한다. 또한 ITO film 과 polarization film 은 panel 의 크기에 맞게 roll 에서 분리되어야 하는데 laser 를 이용한 cutting 방식이 점점 적용되는 추세이다.

Fig. 5 는 Touch screen 제조에 적용되는 laser 공법의 대표적인 예이다.

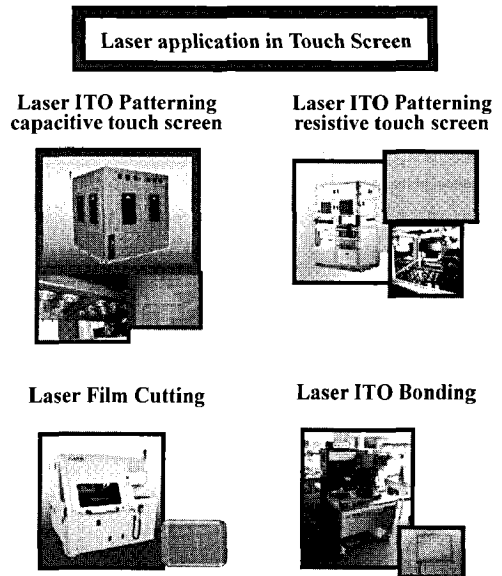


Fig. 5 Laser process technology in Touch Screen

4. 결론

반도체 산업과 디스플레이 산업에 적용되고 있는 laser 가공 기술들은 고밀도화와 미세가공의 필요성에 따라 기존 공법을 대체하고 있으며 새로운 공정으로 채택되어 제품의 품질과 수율을 높이는 중요한 역할을 수행하고 있다. CO₂ laser 나 Nd:YAG 등이 주로 사용되어 왔으나 재료에 열영향을 줄이기 위해 excimer laser 와 피코초 레이저, 펄스 초 레이저 등의 적용이 시도되고 있다. Laser 가공 기술은 미국, 독일, 일본 등에 비해 기술 수준이 낮은 편이나 최근 몇 년 사이 외국 기술을 국산화에 성공하는 등 그 기술의 폭이 좁혀지고 있다. 반도체와 디스플레이 산업은 국내 기술이 세계 기술을

선도하는 수준에 도달했기 때문에 이제 적용되는 laser 가공 기술도 점점 발전하리라 예상된다. 또한 이 기술들은 LED, solar cell 등의 산업에도 적용되어 보다 빠른 시일 내에 주요공정이 될 것이며 해당 산업을 빠르게 발전시킬 것이다.

참고문헌

1. SIA, www.sia-online.org
2. DisplaySearch, www.displaysearch.com
3. "Semiconductor Manufacturing Process," AUK, www.auk.co.kr
4. Kim, S. T., Yang, D. S., Park, H. W. and Kim, T. H., "Technology in semiconductor industry and technology trend of photoresist," Polymer Science and Technology, Vol. 16, No. 1, pp. 4-19, 2005.
5. Albalak, R. J., "Laser Singulation and Scribing Technologies," ChipScale Review, 2005.
6. No, C. R. and Han, K. W., "Studies on the laser applications in the flat panel display," Spring Annual Meeting of Korean Society of Laser Processing, pp. 105-113, 2001.
7. Park, H. J., "New laser application technology in LED, Solar, Display, Semiconductor and Bio industry," 20th Anniversary of Optical Society of Korea Winter Annual Meeting, 2010.
8. Herbst, L., Simon, F., Rebhan, U., Osmanow, R. and Fechner, B., "New Technology for Creation of LTPS with Excimer Laser Annealing," Proc. of Asia Display/IMID, Paper No. 17-4, 2004.
9. Kim, H. J. and Kang, M. K., "Poly-Si(LTPS) TFT-LCD," Samsung Electronics, 2005.
10. Yang, J. H. and Yoon, J. K., "Reliability evaluation and defect of AMOLED," Information Display, Vol. 8, No. 5, pp. 11-21, 2007.