

플라즈마 디스플레이 패널을 위한 레이저 직접 패터닝

Laser-Direct Patterning for Plasma Display Panel

안민영, 이경철, 이홍규, 이천
(Min Young Ahn, Kyoung Cheol Lee, Hong Kyu Lee, Cheon Lee)

Abstract

A mixture which was made from organic gel, glass powder and ceramic powder was masklessly etched for fabrication of barrier rib of PDP(Plasma Display Panel) by focused Ar⁺ laser($\lambda = 514 \text{ nm}$) and Nd:YAG($\lambda = 532, 266 \text{ nm}$) laser irradiation at the atmosphere. The depth of the etched grooves increases with increasing a laser fluence and decreasing a scan speed. Using second harmonic of Nd:YAG laser, the threshold laser fluence was 6.5 mJ/cm^2 for the sample of PDP barrier rib softened at 120°C . The thickness of $130 \mu\text{m}$ of the sample on the glass was clearly removed without any damage on the glass substrate by fluence of 19.5 J/cm^2 .

Key Words(중요 용어) : PDP (Plasma Display Panel), barrier rib (PDP의 격벽), maskless process (無 마스크 공정), etching rate (식각율)

1. 서론

차세대 평판 표시장치의 하나인 PDP(Plasma Display Panel)에 대한 관심은 날로 증가하고 있으며, 관련 업계에서는 가격 경쟁력 확보를 위한 생산성 향상과 원가 절감을 위하여 많은 노력을 하고 있다. 한편, 평판의 50" 이상의 대형화가 진행됨에 따라 기존의 공정 방법으로는 가격 경쟁력과 성능 향상 면에서 더욱 어려움을 겪고 있다. 특히 $200\mu\text{m}$ 이상의 격벽의 높이를 구현하기 위해서 현재, 적층 인쇄에 의해 격벽을 형성하고 있으나 해상도가 낮고 막 특성이 균일하지 않다는 단점이 있다. 이러한 격벽 형성법을 대체하기 위하여 sand-blasting 방법, squeezing 방법, photolithography 방법 등의 신공정이 개발되고 있으나, 레이저를 이용한 PDP 방전 셀의 직접 가공기술은 photomask를 사용하지 않으면서 격벽의 고정밀화와 고종횡비의 구현 및 전극의 패턴 형성에 있어서 기존의 방법과의 경쟁 속에서 우위를 확보하리라 기대된다.

2. 실험

2.1. 시료의 속성

본 연구에서는 PDP 격벽의 가공을 위하여 organic gel, glass powder, ceramic powder 등으로 혼합된 paste를 사용하였으며, 그에 대한 성분비는 표 1과 같다.

표 1. 레이저 직접 패턴에 사용된 PDP 격벽 paste의 구성비

Table 1. Product percentages of PDP barrier rib paste used at laser-direct patterning

	Product percentage
Lead Compounds	50%
Chrome Compounds	5%
Aluminum Oxide	27%

이 같은 paste를 인쇄기법을 통하여 13회 적층 시켰으며, 매회 두 시간 동안 120 °C와 600 °C에서 각각 건조와 소성의 열처리를 하였다.

2.2 실험 방법

그림 1은 본 연구에서 사용된 실험장치의 개략적 인 그림이다. 1064 nm의 기본파장을 제 2고조파($\lambda = 532 \text{ nm}$)와 제 4고조파($\lambda = 266 \text{ nm}$)로 가변 하여 사용한 Nd:YAG laser(반복율=10 Hz, pulse) 및 514 nm의 아르곤 이온 레이저(CW)를 사용하였으며, 집 속렌즈(focusing lens)를 통해 빔을 집속하였다. 시료위로 레이저 빔을 주사하기 위해 3축이 이동 가능한 x-y-z stage 와 controller를 이용하고 스테이지 위에 시료를 고정시켜 이동시켰다.

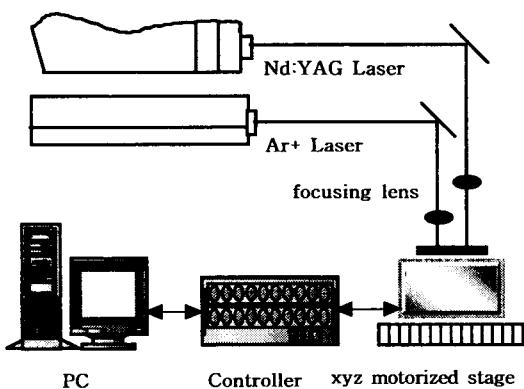


그림 1. 실험장치의 개략도

Fig. 1. Schematic diagram of experimental system

식각 된 흄의 깊이, 넓이, 단면모양을 관찰하기 위해 SEM (Scanning Electron Microscope) 을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Nd:YAG 레이저에 의한 PDP 격벽의 식각

제 2고조파 파장을 사용했을 경우의 PDP 격벽의 패터닝 특성은 그림 2와 같이 laser fluence와 시료의 속성에 뚜렷한 의존성을 보였다. 그러나 제 4고조파에서는 식각의 경향성을 관측하기가 어렵고, 이는 사용된 레이저의 파장이 짧아짐에 따라 빔의 광 에너지가 시료에 흡수되지 못하고 대부분 투과하였기 때문이라고 생각된다.

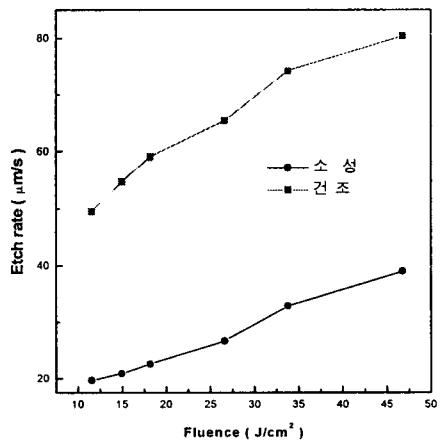


그림 2. Nd:YAG 레이저($\lambda = 532 \text{ nm}$)에 의한 PDP 격벽 시료의 레이저 fluence와 시료의 속성에 따른 식각율(빔 주사속도=200 $\mu\text{m}/\text{s}$)

Fig. 2. The etch rate of the PDP barrier rib paste according to laser fluence and property of the sample using Nd:YAG laser($\lambda = 532 \text{ nm}$) (beam scan speed=200 $\mu\text{m}/\text{s}$)

그림 3은 Nd:YAG 레이저 직접 패터닝에 의해 식각된 PDP 격벽 재료의 단면을 나타내는 주사 전자 현미경 사진이다. 유리 기판 위에 약 130 μm 적층된 격벽 paste가 유리기판의 손상 없이 식각되었다.

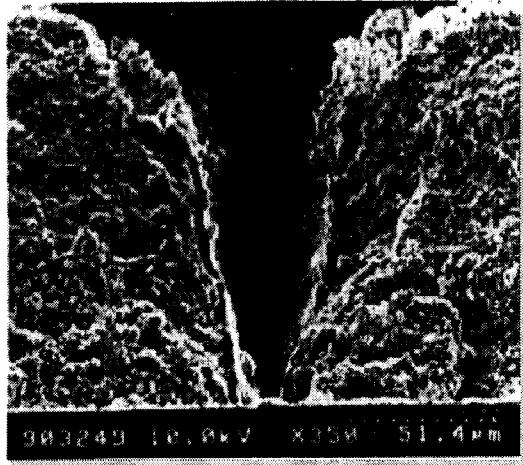


그림 3. Nd:YAG laser($\lambda = 532 \text{ nm}$)에 의한 PDP 격벽 시료의 식각된 단면의 주사전자현미경 사진 (건조시료, 레이저 fluence = 19.5 J/cm^2 , 빔 주사속도 = $20 \mu\text{m}/\text{s}$)

Fig. 3. A cross-sectional SEM image of PDP barrier rib sample etched by Nd:YAG laser($\lambda = 532 \text{ nm}$)
(softened sample, laser fluence = 19.5 J/cm^2 , beam scan speed = $20 \mu\text{m}$)

Nd:YAG 레이저의 사용된 파장에 따라, 식각이 시작될 때의 임계값들을 표 2에 나타내었으며, Nd:YAG 레이저의 532 nm의 파장을 사용했을 경우 laser fluence가 19.5 J/cm^2 에서 유리기판의 경계면 까지 (두께=130 μm) 식각 되었다.

표 2. Nd:YAG Laser에 의한 PDP 격벽 시료의 식각 임계값.

Table 2. The etching threshold value of PDP barrier rib sample by Nd:YAG laser.

파장 (nm)	Sccn Speed ($\mu\text{m/sec}$)	시료 속성	Fluence
532	200	건조	6.5 mJ/cm^2
266	200	건조	1.82 J/cm^2
266	200	소성	2.08 J/cm^2

3.2 Ar+ 레이저에 의한 PDP 격벽의 식각

그림 4는 Ar+ 레이저 직접 패터닝에 의해 식각된 PDP 격벽 재료의 단면을 나타내는 주사 전자 현미경 사진이다. Ar+ 레이저 출력 800 mW (출력 밀도 32 MW/cm^2), 빔 주사속도 $200 \mu\text{m}/\text{s}$ 의 조건에서, 유리 기판 위에 약 $170 \mu\text{m}$ 적층 된 격벽 paste가 기판의 손상 없이 식각 된 것을 나타낸다.

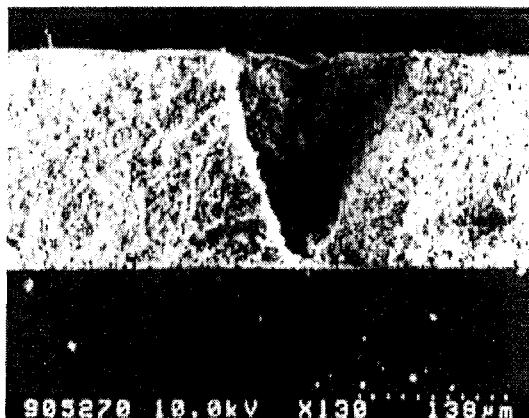


그림 4. Ar+ laser($\lambda = 514 \text{ nm}$)에 의한 PDP 격벽 시료의 식각된 단면의 주사전자현미경 사진 (건조시료, 레이저 출력 밀도 = 32 MW/cm^2 , 빔 주사 속도 = $200 \mu\text{m}/\text{s}$)

Fig. 4. A cross-sectional SEM image of PDP barrier rib sample etched by Ar+ laser($\lambda = 514 \text{ nm}$)
(softened sample, laser power density = 32 MW , beam scan speed = $200 \mu\text{m}/\text{s}$)

4. 결론

Nd:YAG 레이저($\lambda = 266, 532 \text{ nm}$, pulse)와 Ar+ 레이저 ($\lambda = 514 \text{ nm}$, CW)를 이용하여 대기 중에서 PDP 격벽을 직접 패터닝 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- Nd:YAG 레이저를 사용할 경우, 제 4고조파(266 nm)보다는 제 2고조파(532 nm)의 빔을 사용하는 것이 본 연구에서 사용된 PDP 격벽 시료의 식각에 유리했으며, 건조된 시료에 대하여 laser fluence가 6.5 mJ/cm^2 일 때 식각이 시작되었으며, 19.5 J/cm^2 일 때 유리기판의 경계면 까지(격벽 두께 130 μm) 식각되었다.

- Ar⁺ 레이저를 이용하여 PDP 격벽을 패터닝한 경우 레이저 power 밀도 32 MW/cm², 빔 주사속도 200 μm/s에서 유리 기판의 경계면 까지 식각 되었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 및 과학기술부에서 시행한 국가개발 선도기술사업(G7)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 현

1. R.Nowak, S. Metev, G. Sepold, "Nd:YAG-laser-induced wet chemical etching of titanium and stainless steel", Elsevier Science, 1995.
2. P. Levy, M. Bianconi, and L. Correra, "Wet etching of Al₂O₃ for selective patterning of microstructures using Ar⁺ ion implantation and H₃PO₄", J.Electrochem. Soc. Vol. 145, No. 1, 1998.
3. A. Desmur, "Pulsed laser etching of silicon: Dopant profile modification and dopant desorption induced by surface melting", J. Appl. Phys. 76(5), september 1994.
4. W. Westlake, "Substrate selective deposition and etching of silicon thin films", J. Appl. Phys. 77 (2), 15 January 1995.
5. 이경철, 이천, "레이저에 의한 포토레지스트의 마스크리스 패터닝", 대한전기학회 논문집 1998.11.