

집속 레이저 빔에 의한 PDP 격벽의 마스크리스 식각

안민영, 이경철, 이홍규, 최훈영, 이천

Maskless etching of the PDP barrier rib using focused laser beam

Ahn Min Young, Lee Kyoung Cheol, Lee Hong Kyu, Choi Hoon Young, Lee Cheon Inha University

Abstract - The PDP(Plasma Display Panel) barrier rib was fabricated by focused Ar⁺ laser ($\lambda=514\text{ nm}$) and Nd:YAG($\lambda=532, 266\text{ nm}$) laser irradiation. The depth of the etched groove increases with increasing a laser fluence, and decreasing a scan speed. Using the second harmonic of the Nd:YAG laser, the threshold laser fluence was 6.5 mJ/cm^2 for the sample of PDP barrier rib dried at $120\text{ }^\circ\text{C}$. The thickness of $150\text{ }\mu\text{m}$ of the sample on the glass was etched without any damage on the glass substrate by fluence of 19.5 J/cm^2 . The barrier rib sample on hot plate was etched by Nd:YAG laser(532 nm) as increasing a temperature of the sample. In this case, the etch rate was $95\text{ }\mu\text{m/s}$, $190\text{ }\mu\text{m/s}$ at room temperature, $175\text{ }^\circ\text{C}$ respectively.

표 1. 레이저 직접 식각에 사용된 PDP 격벽 paste의 성분비

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

	Product percentage
Lead Compounds	50 %
Aluminum Oxide	27 %
Chrome Compounds	5 %
E.T.C	18 %

이 같은 paste를 인쇄기법을 통하여 13회 적층 시켰으며, 매회 마다 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 건조시키거나 $600\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 소성시켰다. 그 결과 두께 약 $150\text{ } \sim 200\text{ }\mu\text{m}$ 의 박막이 형성되었다.

1. 서 론

PDP(Plasma Display Panel)에 대한 관심은 날로 증가하고 있으며, 관련업계에서는 가격 경쟁력 확보를 위한 생산성 향상과 원가 절감을 위하여 많은 노력을 하고 있다. 특히 격벽 형성은 PDP 프로세스 중에 가장 큰 특징을 가지는 프로세스로 패널의 비용·성능을 결정하는 중요한 요인이다. 현재 높이 $140\text{ }\mu\text{m}$, 폭 $70\text{ }\mu\text{m}$ 의 격벽을 구현하기 위해 screen 인쇄법, sand-blasting 법 등을 사용하고 있으며, 이러한 기존의 프로세스를 개량하는 것은 물론 새로운 제조 기술을 개발할 필요가 있다. 레이저를 이용한 PDP 방전 셀의 직접 가공기술은 마스크를 사용하지 않으면서 격벽의 고정세화와 고종횡비의 구현에 있어 기존의 방법들과의 경쟁 속에서 우위를 확보하리라 기대된다.

2. 본 론

2.1 실험

본 연구에서는 1064 nm 의 기본파를 고조파 발생기를 통하여 제 2고조파(532 nm)와 제 4고조파(266 nm)로 가변시킨 펄스타입(반복율 10 Hz)의 Nd:YAG laser와 파장이 514 nm 인 연속파타입의 Ar⁺ laser를 사용하여 PDP 격벽을 마스크의 사용 없이 직접 식각하였으며, 다음과 같은 시료와 실험 장치를 준비하였다.

2.1.1 시료의 구성

레이저를 이용한 PDP 격벽의 식각을 위하여 표 1과 같은 성분비의 혼합 paste를 사용하였다.

2.1.2 실험 방법

그림 1은 본 연구에서 사용된 실험장치의 개략적인 그림이다. 사용된 모든 장치는 무진동 광학테이블 위에 설치하였다. Nd:YAG laser(532 또는 266 nm , pulse)와 Ar⁺ laser(514 nm , CW)를 광원으로 사용하였으며, 집속렌즈를 통하여 빔을 집중시켰다. xyz축 스테이지 위에 열저항형 히터를 설치하였고, 히터에 시료를 고정시킨 후 PC로 스테이지를 제어하여 시료를 식각하였다.

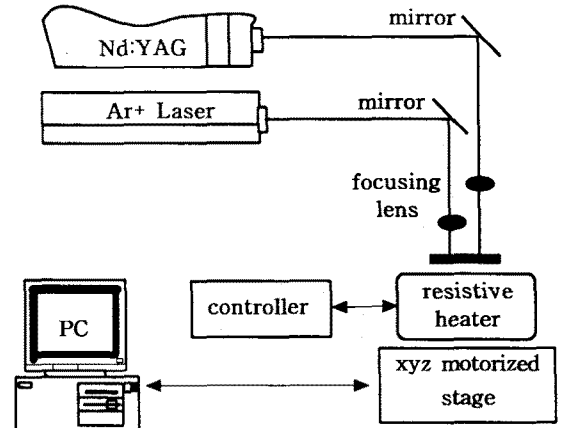


그림 1. PDP 격벽 식각을 위한 레이저 시스템의 개략도
Fig. 1. A schematic diagram of laser system for PDP barrier rib etching

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

2.2 결과

2.2.1 Nd:YAG 레이저에 의한 PDP 격벽의 식각(상온)

제 2고조파 파장을 사용했을 경우의 PDP 격벽의 식각 특성은 그림 2와 같이 laser fluence와 시료의 속성에 뚜렷한 의존성을 보였다. 그러나 제 4고조파에서는 식각의 경향성을 관측하기가 어려웠다.

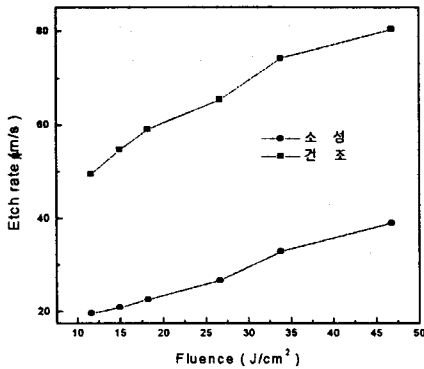


그림 2. Nd:YAG 레이저(532 nm)에 의한 PDP 격벽 시료의 레이저 fluence와 시료의 속성에 따른 식각율 (빔 주사속도=200 μm/s)

Fig. 2. The etch rate of the PDP barrier rib paste according to laser fluence and property of the sample using Nd:YAG laser (532 nm, beam scan speed=200 μm/s)

그림 3은 Nd:YAG 레이저(532 nm)에 의해 식각된 PDP 격벽 재료의 단면을 나타내는 주사 전자 현미경 사진이다. 유리 기판 위에 약 150 μm 적층된 격벽 paste가 유리기판의 손상 없이 식각 되었다.

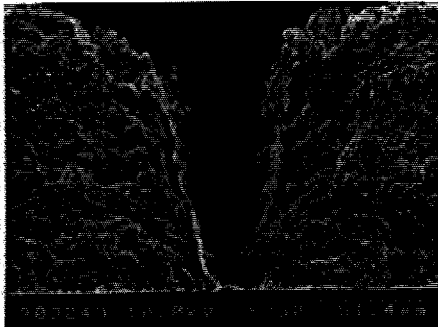


그림 3. Nd:YAG laser($\lambda = 532$ nm)에 의한 PDP 격벽 시료의 식각된 단면의 주사전자현미경 사진 (건조 시료, 레이저 fluence = 19.5 J/cm², 빔 주사속도 = 20 μm/s)

Fig. 3. A cross-sectional SEM image of PDP barrier rib etched by Nd:YAG laser (532 nm, dried sample, laser fluence = 19.5 J/cm², scan speed = 20 μm/s)

2.2.2 Nd:YAG 레이저에 의한 PDP 격벽의 식각(가열중)

Nd:YAG laser(532 nm)의 빔을 가열중인 PDP 격벽 시료에 조사를 시켰다. 그 결과 다음과 같이 약 100 °C 근처에서 식각된 깊이가 현저히 증가하기 시작하였다.

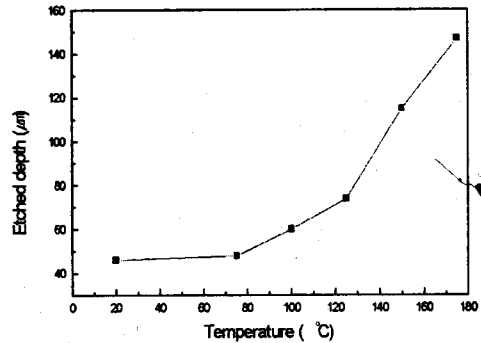


그림 4. Nd:YAG laser(532 nm)에 의한 PDP 격벽(가열중)의 온도에 따른 식각 깊이 (건조시료, fluence=97.5 J/cm², 빔주사속도 = 200 μm/s)

Fig. 4. Etched depth according to temperature of PDP barrier rib using Nd:YAG laser(532 nm) (dried sample, fluence=97.5 J/cm², scan speed =200 μm/s)

2.2.3. 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/cm²), 빔 주사속도 200 μm/s 의 조건에서, 유리 기판 위에 약 170 μm 적층된 격벽 paste가 기판의 손상 없이 식각 된 것을 나타낸다.

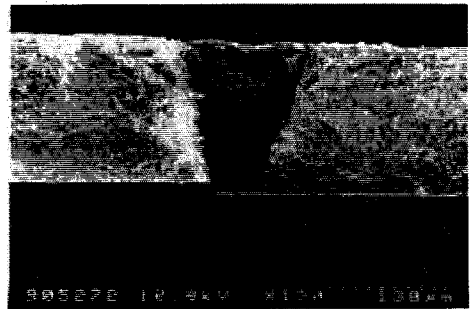


그림 5. Ar⁺ laser($\lambda = 514$ nm)에 의한 PDP 격벽 시료의 식각 된 단면의 주사전자현미경 사진 (건조시료, 레이저 출력 밀도 = 32 MW/cm², 빔 주사 속도 = 200 μm/s)

Fig. 5. A cross-sectional SEM image of PDP barrier rib sample etched by Ar⁺ laser(514 nm) (dried sample, laser power density=32 MW/cm², beam scan speed = 200 μm/s)

3. 결 론

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

[참 고 문 헌]

- Nd:YAG 레이저를 사용할 경우, 제 4고조파(266nm) 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/cm²일 때 식각이 시작되었으며, 19.5 J/cm²일 때 유리기판의 경계면 까지(격벽 두께 150 μm) 식각 되었다. Nd:YAG laser(532 nm)를 사용하여 가열중인 시료를 식각 했을 때, 시료의 온도 175 °C에서의 식각율(190 μm/s)이 상온에서의 식각율(95 μm/s)보다 약 3배 증가 하였다.

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

- [1] A.Desmur, "Pulsed laser etching of silicon". J.Appl.Phys. 76, 1994
- [2] W.Westlake, "Substrate selective deposition and etching of silicon thin films", J.Appl.Phys. 77, 1995
- [3] R. Nowak, "Nd:YAG-laser-induced wet chemical etching of titanium and stainless steel". Sensors and Actuators, A 51, 1995
- [4] M.S.Minsky, "Room-temperature photoenhanced wet etching of GaN", Appl.Phys.Lett, 68 (11), 1996
- [5] U.Streller, "High efficiency in dry etching of Si for wavelengths around 120 nm", Appl.Phys.Lett, 69 (20), 1996
- [6] O.Yavas, "High-speed maskless laser patterning of indium tin oxide thin films", Appl.Phys.Lett, 73 (18), 1998