

레이저 세정기에 의한 대면적 디퓨저에 흡착된 폴리머의 세정과 표면거칠기 개선

윤태림¹, 이영복¹, 안성준^{2*}

¹선문대학교 디스플레이반도체공학과

^{2*}선문대학교 스마트정보통신공학과

*e-mail:sjahn0@sunmoon.ac.kr

Cleaning of the Polymer Adhered to the Large-Area Diffuser and Improving Surface Roughness Using the Laser Cleaner

Tae Rym Yoon¹, Young Bok Lee¹, Seong Joon Ahn^{2*}

¹Dept. of Display and Semiconductor Engineering, Sun Moon University

^{2*}Dept. of Smart Information and Communications Engineering, Sun Moon University

요약

박막을 증착하는 챔버 내의 부품들은 주기적으로 누적된 잔존물들을 제거하여 지속적으로 공정을 진행할 수 있도록 최적의 조건을 유지해야 한다. 누적된 잔존물을 제거하는 기존의 sand blast 세정방법은 설비에 대한 투자 비용과 유지비용이 높을 발생할 뿐만 아니라 환경오염의 문제점이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고 보다 친환경적 세정공정인 레이저 세정기를 이용하여 디스플레이 장비 부품인 대면적 디퓨저에 흡착된 폴리머 세정의 공정능력과 세정된 대면적 디퓨저 표면의 거칠기를 개선하였다.

1. 서론

디스플레이 패널과 반도체 소자의 제작에는 수 많은 공정들이 필요하지만 박막을 증착하는 공정은 매우 중요하다. 등방성의 균일한 특성과 균일도(uniformity)가 우수한 박막을 증착하기 위하여 여러 가지의 공정 조건에 최적화가 필요하며 증착이 이루어지는 챔버 내부의 환경이 우선적으로 확보되어야 할 것이다. 이러한 환경은 챔버를 이루고 있는 부품들의 품질에 의해 좌우되며 일정 시간 장비를 가동하고 나면, 챔버 내부의 부품들에 누적된 잔존물들을 제거하여 지속적으로 박막을 증착할 수 있도록 최적의 조건을 유지한다. 일반적으로 대면적 부품들에 누적된 잔존물을 제거하는 sand blast 방법은 설비에 대한 투자 비용이 높고 유지비용이 지속적으로 발생할 뿐만 아니라 환경오염에 대한 문제점이 있다.

레이저 세정은 공정의 자동화가 용이하고, 가공 물질과 레이저 펄스와의 상호작용 시간이 짧아서 단단하고 열에 의한 변형이 쉬운 물질을 쉽게 가공할 수 있는 장점이 있으며 열원(heat source)의 펄스폭이 짧아서 열에 민감한 element의 가공에 적합하며 가공 부위에 레이저 빔을 국소적으로 집중시키기 때문에 에너지가 전달되는 부분이 매우 작아져서 가공 물질의 왜곡이나 수축을 방지할 수 있는 등 많은 장점을 가지고 있다[1]. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고

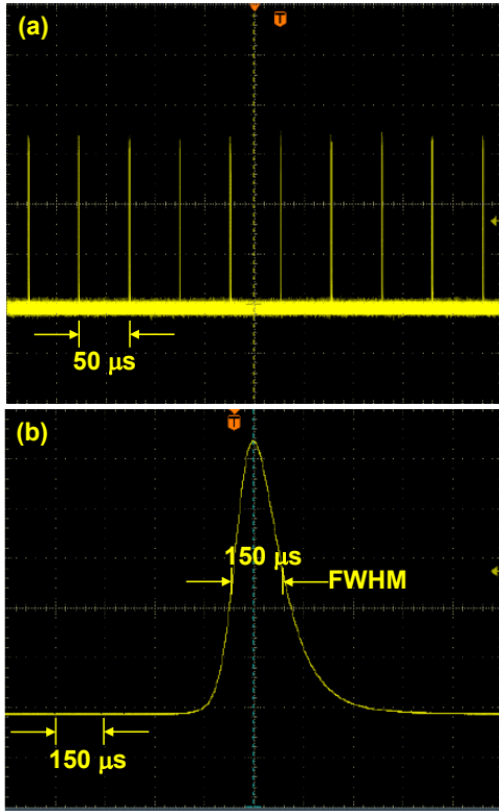
보다 친환경적 세정공정인 레이저 세정기를 이용하여 디스플레이 장비 부품인 대면적 디퓨저에 흡착된 폴리머 세정의 공정능력과 세정된 대면적 디퓨저 표면의 거칠기를 개선하였다.

2. 레이저 세정기에 의한 폴리머의 세정

대부분의 폴리머는 적외선 영역(1.0~1.5 μm)의 파장에 대하여 반응성이 우수하기 때문에 세정공정의 광원으로 적외선 파장의 레이저를 선택하는 것이 좋다. 본 연구에서는 최대 출력이 ~80 W, 반복률(repetition rate)이 20~100 kHz, 반치폭(FWHM : Full Width Half Maximum)이 ~150 μs , 파장이 1.064 μm 인 펄스형 Nd:YAG 레이저 [2]를 레이저 세정기의 광원으로 선택하였다. 그림 1은 레이저 세정기의 광원으로 사용한 Nd:YAG 레이저의 펄스를 storage oscilloscope로 측정한 파형으로 반치폭이 ~150 μs 임을 알 수 있다. 레이저 세정기는 대면적 부품에 흡착된 폴리머(AIF) 잔존물을 제거하기 위하여 레이저의 power를 ~80 W로 고정시킨 다음 이송용 로봇에 탑재하였다. 그리고 세정기의 공간적 가공 능력을 확대하기 위하여 갈바노미터 주사 방식을 채택하였다.

시료에 대한 scanning과 세정의 효율성(생산성)을 최적화시키기 위하여 로봇의 이송 속도와 피치 간격을 3 mm/s

와 100 mm로 setting하고 갈바노미터의 scanning 속도를 100 mm/s로 유지하면서 대면적 부품의 세정을 실행하여 레이저 세정기의 세정능력을 평가였다.

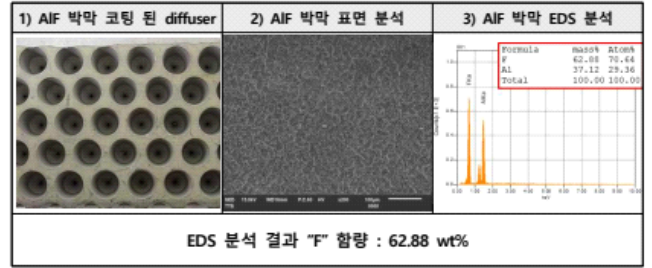


[그림 1] (a) Storage oscilloscope로 측정한 Nd:YAG 레이저의 펄스 반복율과 (b) Nd:YAG 레이저의 펄스폭.

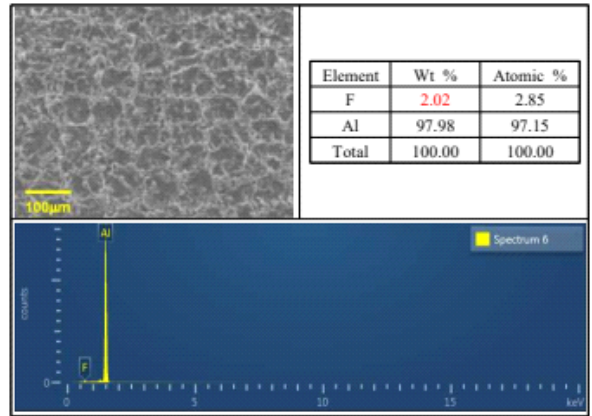
3. 실험 결과 및 토의

레이저 세정기의 power를 ~80 W, 로봇의 이송 속도와 피치 간격을 3 mm/s와 100 mm, 갈바노미터의 scanning 속도를 100 mm/s로 유지하여 디퓨저에 흡착된 AIF 폴리머를 세정하였다. 그림 2는 레이저 세정공정을 진행하기 전의 디퓨저의 EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) [3] 분석 결과로 “F”의 함량이 62.88 wt%였으며, 그림 3은 레이저 세정공정을 진행한 후의 디퓨저의 EDS 분석 결과로 “F”의 함량이 2.02 wt%이다. 이것은 레이저 세정공정이 기존의 sand blast 방법인 경우 5~6.5 wt%인 것과 비교해 볼 때, 매우 우수한 것을 알 수 있다. 그리고 레이저 반복율에 따른 세정능력의 의존성은 거의 없는 것으로 평가되었다.

본 실험에서 사용한 레이저 빔의 spot 크기는 ~1 μm로 파워밀도는 ~2.0×10¹² W/cm²임을 고려해 볼 때, 시료의 표면이 용융되거나 기화되는 현상이 발생한다. 레이저를 이

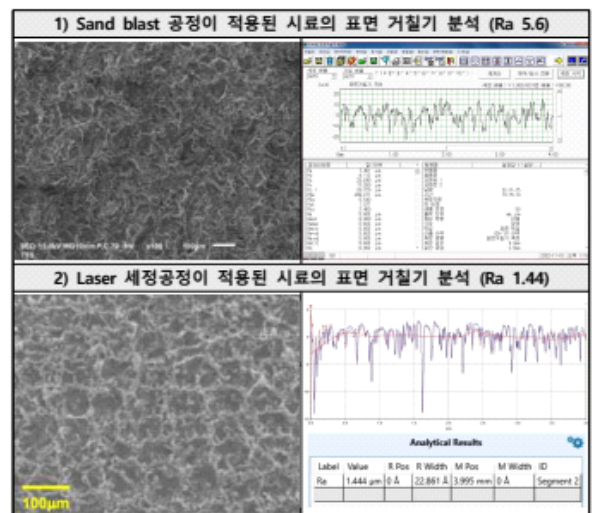


[그림 2] 레이저 세정공정을 진행하기 전의 디퓨저 형태와 AIF 박막이 coating된 디퓨저의 EDS 분석 결과.



[그림 3] 레이저 세정공정을 진행한 후, 디퓨저의 EDS 분석 결과.

용하여 세정공정을 진행할 경우, 공정 진행 후 레이저에 의한 시료의 물리적 손상을 고려해야 한다. 물리적 손상은 부품들의 수명과 유지 보수 작업에 영향을 줄 뿐만 아니라 파티클 생성의 근원이 되어 장비의 가동율을 저하시킨다. 본 연구에서는 디퓨저 표면 위에 누적된 폴리머를 sand blast 공정과 레이저 세정공정으로 제거한 후, Accretech사의 Surfcom 1400G Flatness로 각각의 공정에 따른 시료의 표면거칠기 [4]를 측정하였다.



[그림 4] Sand blast 공정과 레이저 세정공정을 진행한 후, 디퓨저의 표면 형상과 표면거칠기.

그림 4는 sand blast 공정과 레이저 세정공정에 따른 디퓨저의 표면거칠기이다. 레이저 세정공정을 진행한 다음 표면거칠기 값은 $1.44 \mu\text{m}$ 로서 sand blast 공정 후, 표면거칠기 값 $5.6 \mu\text{m}$ 보다 물리적 손상이 적음을 알 수 있다. 이것은 기존 방식인 sand blast보다 표면거칠기가 상당히 많이 감소하여 레이저 세정공정이 sand blast 공정보다 표면거칠기 관점에서 더 우수하다고 평가할 수 있다.

참고문헌

- [1] H. Beyer, W. Ross, R. Rudolph, A. Michaelis, J. Uhlenbusch, W. Viol, "Interaction of CO₂ laser pulses of microsecond duration with Al₂O₃ ceramic substrates", Journal of Applied Physics, Vol.70, No.1, pp.75-81, 1991.
- [2] G. Zhu, Z. Xu, Y. Jin, X. Chen, L. Yang, J. Xu, D. Shan, Y. Chen, B. Guo, "Mechanism and application of laser cleaning: A review", Optics and Laser in Engineering, Vol.157, No.6, 107130, 2022.
- [3] M. Xue, C. S. Li, "Synthesis and Characterization of Novel ALF₃ Cubes", Nano, Vol.10, No.5, 1550071, 2015.
- [4] D. Yang, J. Zou, "Precision Analysis of Flatness Measurement Using Laser Tracker", International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol.23, No.7, pp.721-732, 2022.