

Ag와 유전체 다층박막을 이용하여 제작한 레이저 디스플레이용 거울의 광학적, 기계적 특성 연구

A study on optical and mechanical properties of laser display MEMS mirrors using enhanced Ag multilayers

임진성*, 정부영, 황보창권
인하대학교

문용권*, 고영철*, 정현구*, 최원경*, 이주현*, 이진호*
*삼성종합기술원

ljs780218@hotmail.com

레이저 디스플레이 시스템(laser display system)에서는 스크린에 신호를 주사하는 반사경으로 실리콘 평판을 이용한 MEMS(micro electro-mechanical system) 거울이 이용되고 있다. 가시광선 영역(450~650nm)에서 실리콘 기판의 반사율은 50 %이하로 레이저 디스플레이의 효율을 감소시킬 뿐만 아니라 고출력 레이저 빔을 MEMS mirror에 조사하였을 때 실리콘 기판에 레이저 빔이 흡수되어 system의 온도를 증가시키고 영상의 왜곡을 가져올 수 있다⁽¹⁾. 따라서 실리콘 기판의 반사율을 증가시켜야 하며, 반사율을 높이기 위하여 금속 박막과 유전체 다층박막을 이용하였다.

본 연구에서는 Ag 박막의 광학적, 기계적 특성을 조사하고, Si MEMS scanner 위에 Ag 금속 박막과 유전체 다층박막을 증착시켜 레이저 디스플레이용 고효율 MEMS scanner의 광학적, 기계적 특성을 조사하였다. Ag 박막의 특성을 조사하기 위한 방법으로 부착력 시험, NaCl 수용액 시험, 황화 가스 시험, aging 시험을 실시하였다. 기판과 Ag 박막의 부착력 향상을 위해 Cr, Ti 박막이 사용되었으며, 내구성 향상을 위해 Cu가 underlayer로 사용되었다^(2,3). NaCl 수용액 시험에서는 Cu의 존재로 인해 Ag 박막이 좋은 내구성을 보였으나 황화 가스 시험에서는 크게 차이가 발생하지 않았다. 그림 1은 [air|Ag|Cu|Ti|Si wafer] 시료의 RBS 분석 결과이다. Cu가 Ag를 뚫고 Ag의 표면으로 확산되는 것을 확인하였는데, 표면의 Cu의 존재로 인해 NaCl 수용액에서 내구성이 증가하였지만 aging 시험에서는 표면 Cu가 Ag 박막의 반사율을 저하하는 결과를 가져왔다. MEMS scanner의 반사율 향상을 위해 Ag와 유전체 다층박막을 사용하였으며, [air|(HL)²|Ag|Cu|Cr|Si wafer]와 같은 구조의 시료를 제작하여 Ag 박막과 동일한 부착력 시험, NaCl 수용액 시험, 황화 가스 시험, aging 시험을 실시하였다. 이 때 고굴절률 물질과 저굴절률 물질은 각각 TiO₂와 SiO₂를 사용하였다. 부착력 및 NaCl 수용액 시험 결과 Ag와 SiO₂의 경계면에서 상대적으로 부착력이 취약하다는 것을 알 수 있었으며, 황화 가스 시험(그림 2)과 aging 시험(그림 3)에서는 반사율의 변화가 거의 나타나지 않았고, 450 ~ 650 nm 영역에서 99 % 이상의 고반사율을 보였기 때문에 우수한 MEMS scanner 거울이 제작되었음을 알 수 있었다.

[air|Al|Cr|MEMS scanner], [air|Ag|Cr|MEMS scanner], [air|(HL)|Ag|Cu|Cr|MEMS scanner]의 구조를 가지는 MEMS scanner에 대해 레이저 상해 시험을 실시하였다. 최대출력 5 Watt의 제 2 고조파 Nd-YAG laser가 사용되었다. [air|Al|Cr|MEMS scanner]의 시료에 대해서는 2.4 Watt에서 레이저에 의한 상해가 나타났으며(그림 4), 이때 빔 사이즈는 대략 직경이 0.35 mm 이었다. 하지만 [air|Ag|Cr|MEMS scanner]와 [air|(HL)|Ag|Cu|Cr|MEMS scanner]의 시료에 대해서는 최대 출력 5 Watt에서도 전혀 레이저 빔에 의한 손상이 나타나지 않다. 다만 pin hole 등 결함 부위에 레이저 빔이

조사되었을 때 레이저에 의한 결함이 발생하는 것으로 보아서 [air(HL)²|Ag lunderlayer|MEMS scanner]의 구조가 고효율 MEMS scanner 거울이 될 것으로 예상할 수 있었다.

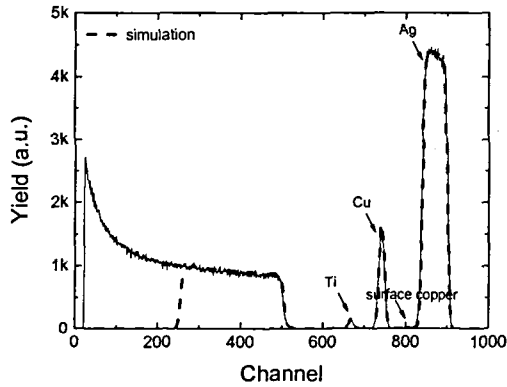


그림 1. RBS 측정

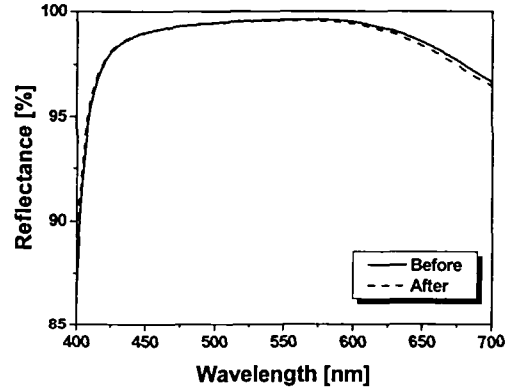


그림 2. 황화가스 시험

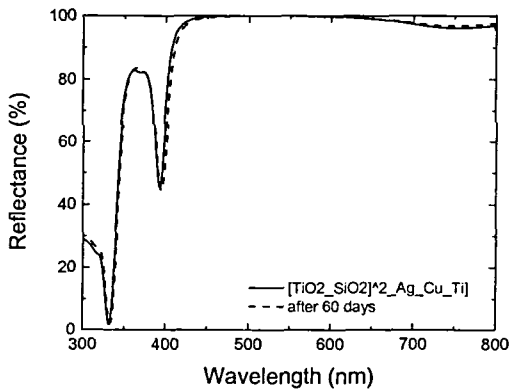


그림 3. 60일 보관하고 측정한 반사율 변화

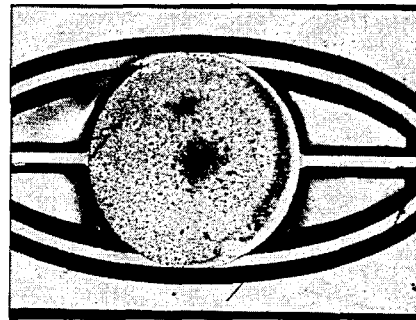


그림 4. 레이저 파워에 따른 상해 이미지

T
P

참고문헌

1. J. H. Lee, Y. K. Mun, S. W. Do, Y. C. Ko, D. H. Kong, B. S. Choi, J. M. Kim, C. W. Hong, D. Y. Jeon, "Laser TV for Home Theater", SPIE, **4657**, 138~144 (2002).
2. D. Y. Song, R. W. Sprague, H. Angus Macleod, and Michael R. Jacobson, "Progress in the development of a durable silver-based high-reflectance coating for astronomical telescopes", Appl. Opt. **24**, 1164~1170 (1985).
3. W. D. Kimura, "Absorptance characteristics of silver and silver-on-copper mirrors", Appl. Opt, Vol **26**, 2450~2455 (1987).