

Cu-MOCVD로 코팅된 수직 미세 거울면의 광 특성

Optical characterization of vertical micromirrors coated by Cu-MOCVD

이종현, 권호남

광주과학기술원 기전공학과, jonghyun@kjist.ac.kr

김광준

한국전자통신연구원 네트워크연구소

1. 서론

광통신의 파장다중화(WDM) 요구에 의해, 광 스위치의 역할이 중요시되고 있으나, 종래의 기계식 및 광전원리를 이용한 스위치의 경우, 소자의 크기 및 저 신뢰도 문제를 안고 있다. 한편, 미세 가공된 거울면을 가지는 MEMS형 스위치는 저 소비 전력 및 고 신뢰도의 특징을 가지므로, 광ADM(Add/Drop multiplexer) 용도로 응용되고 있다⁽¹⁾. 또한, 실리콘 기판위에 수직 미세 거울을 제작하여, 스위치 소자와 광섬유의 정렬을 한 평면상에서 하는 방식이 정렬 등의 편이를 위해 연구되고 있다⁽²⁾. 이 경우 실리콘 이온 건식 식각 (DRIE) 방식으로 MEMS 구조체와 수직 미세 거울을 동시 제작할 수 있으므로, 거울면을 평면으로 제작하여 회전하는 방식⁽³⁾보다 MEMS 공정에 있어서 널리 사용된다. 거울면의 반사율을 높이기 위해서는 수직거울의 측면에 양질의 코팅(coating)공정을 거쳐야 한다⁽²⁾. 그런데, sputtering과 evaporation과 같은 종래의 코팅공정으로는 양호한 표면의 거칠기 및 두께균일성을 얻기 곤란하다. 최근에 차세대 집적회로에 있어서 높은 세장비를 갖는 금속화 공정에서 낮은 선 저항 및 전자기동 현상이 거의 없는 Cu-MOCVD가 관심을 받고 있다⁽⁴⁾. 또한, 이 공정은 작은 홈을 완전히 채우는 성질 및 다양한 홈의 폭 및 깊이에 관계없이 일정하게 코팅되는 성질을 가지므로, 수직 거울의 측면에 금속을 입히는데 사용될 수 있다⁽⁵⁾. 본 논문에서는 수직 거울면에 높은 반사율을 갖는 금속을 균일하게 입히기 위해 MOCVD 공정으로 제작한 Cu 박막에 대하여 실험적으로 측정된 광학적 특성을 소개한다.

2. Cu 박막의 광학적 특성

그림 1에 약 100nm 두께를 갖도록 증착된 Cu 박막의 작은 알갱이 구조를 보였다. 순수한 Cu 박막의 두께 균일성은 양호하게 보이며, 이로서 반사막을 갖는 미세 수직 거울의 균일한 코팅으로서 매우 효과적임을 증명하고 있다. 공정온도 215°C 이하에서는 실험적인 step coverage가 90% 이상임을 나타내며, 이 값은 100nm의 두께를 갖는 박막에 있어서 약 0.05° 이하의 기울임 오차를 갖는 것을 의미한다. 215°C 이상의 온도에서는 높은 증착율을 얻을 수 있으나, step coverage가 나빠져서 미세 거울을 위한 균일한 금속 코팅으로서 응용될 수 없다. MOCVD 공정은 Cu 분자의 높은 이동도에 의해 표면 거칠기의 실험치가 약 21~27 nm이며, 어닐링 (annealing) 공정으로는 표면 거칠기가 향상되지 않음을 확인하였다. 그림 2(a)에 나타낸 바와 같이, 입사각 22.5° 와 45° 에 대해서 표면 거칠기에 의한 산란 손실은 수직 미세 거울면으로 응용하기에 충분히 작은 값인 0.03dB 보다 작은 것으로 추산되었다. 그림 2(b)는 1550nm의 파장에서 Cu의 복소 굴절계수인 0.624+8.24i를 가지고 예측된 거울면의 반사율을 나타내고 있다. 거울과 가까운 거리에 시준기(collimator)와 광섬유를 사용하여 Fresnel 반사실험을 수행하였으며, 측정에 사용된 광원은 1550nm의 파장을 갖는 DFB 레이저이며, 반사된 광량은 광 파워 측정기로 측정하였다. 반사율 실험에서 입사각 22.5° 와 45° 에 대해서 0.9 이상의 값을 얻을 수 있었으며, 이는 이론적인 값과 일치함을 알 수 있다. 또한 Cu 박막은 알루미늄과 유사한 반사율을 갖고 있으나, 높은 세장비를 갖는 미세거울의 측면에 균일하게 증착하다는 부가적인 장점이 있다. 100nm의 두께를 갖는 Cu 박막의

높은 반사율은 박막의 좋은 특성의 평탄도 및 응집도에 기인하며, 대기중에서 6개월이상 관측하였을 때 반사율의 저하 및 부식 현상은 발견되지 않았다.

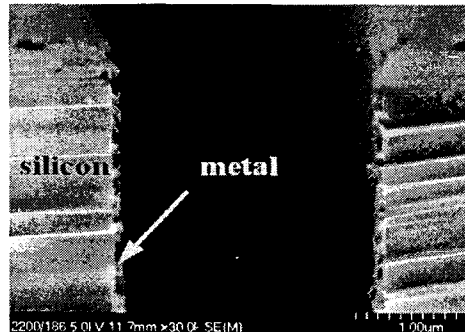


Fig. 1. SEM image of the cross-sectional view of the line and space patterns fabricated onto the SOI wafer with deposited Cu.

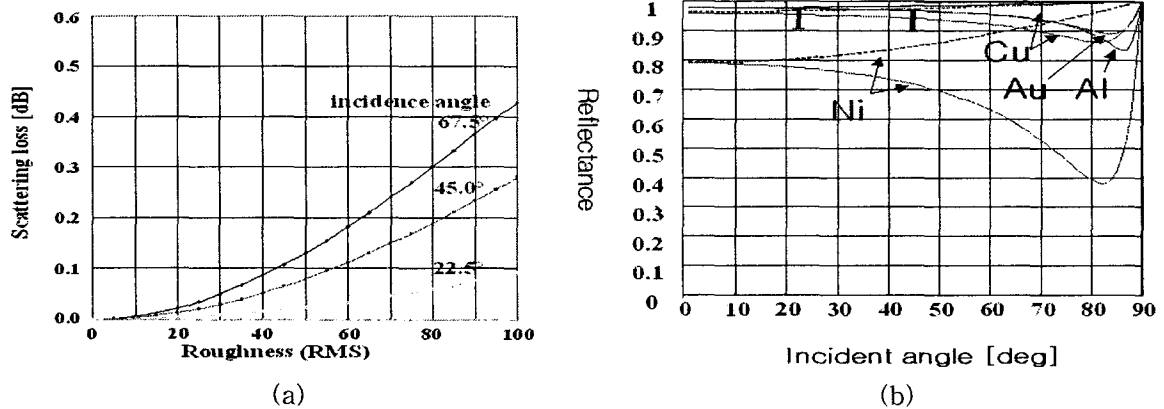


Fig. 2. Optical characteristics of Cu film. (a) Scattering loss estimation with respect to the incident angle and surface roughness of Cu thin film, and (b) Experimental (unpolarized: I) and theoretical (TE: upper dotted, TM: lower solid) reflectivity of Cu thin film at 1550nm.

3. 결론

MOCVD로 제작한 Cu 박막은 낮은 산란 손실 및 높은 반사 특성을 보이므로, MEMS형 광 스위치의 수직 미세 거울면의 제작공정에 활용할 수 있다.

후기

본 연구는 한국전자통신연구원의 연구비 지원으로 수행되었으며, 소자의 제작에 필요한 기술적 지원을 해주신 넥스텍솔루션스와 LG Elite에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이종현, 대한전자공학회지, 제 28권, 제 3호, pp. 51-61. (2001)
2. C. Marxer et al., J. MEMS, vol.6, no.3, pp.277-285 (Sept 1997)
3. S. S Lee et al., J. Lightwave Technol., vol.17, no.1, pp.7-13 (Jan 1999)
4. B. Naik, et al., J. Crystal Growth, vol.193, pp.133-147 (1988).
5. J. H. Lee et al., MOEMS 2001. pp.127-128.