

## [II-7]

### 0.2 $\mu$ m MOSFET 제작을 위한 X-선 마스크 제작

최상수, 전영진, 이진호, 이상윤\*, 유형준, M. Gentili\*\*

한국전자통신연구원, \* 경북대학교 물리학과, \*\*CNR-IESS in Italy

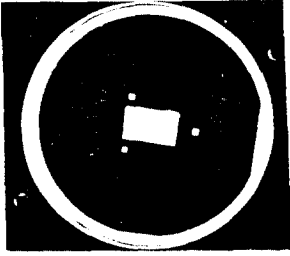
0.2 $\mu$ m 이하 선폭 수준의 소자(1GDRAM) 제작을 위한 리소그래피 기술로서 최근 전자빔 및 X-선 리소그래피 기술이 활발히 연구되고 있다. 전자빔 리소그래피 기술은 묘사 속도가 너무 늦어 VLSI 소자 제작에 사용되기 어렵다<sup>(1)</sup>. X-선 리소그래피는 0.2 $\mu$ m 해상도 및 소자의 심한 단차에서도 선폭을 변화없이 형성할 수 있으나 X-선 마스크 제작이 어렵다는 문제점을 갖고 있다<sup>(2)</sup>. 본 논문은 X-선 노광으로 0.2 $\mu$ m MOSFET 제작을 위한 X-선 마스크 제작 및 X-선 리소그래피 공정 연구에 관한 내용이다. 0.2 $\mu$ m MOSFET의 게이트 layer만을 미국 Wisconsin 대학 소재의 800MeV급 SOR에 장착된 XRS 200 X-선 스텝퍼를 사용하였으며, 그 이외의 layer는 광스텝퍼와의 mix and match 방법으로 소자를 제작하였다.

X-선 마스크의 제작은 (그림 1)과 같이 설계 제작한 2 $\mu$ m Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 박막의 브랭크 마스크를 사용하여 도금기본물질(Cr 0.1 $\mu$ m/Au 0.2 $\mu$ m)을 증착한 후, PMMA 전자빔 리소그래피 공정을 거쳐 X-선 흡수체인 Au 0.4 $\mu$ m을 도금하여 (그림 2)와 같이 제작하였다. (그림 3)은 브랭크 마스크에 사용되는 박막의 광투과 특성을 나타낸 것으로 중간정렬시 사용하는 He-Ne 레이저 파장대인 633nm에서 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>는 60%로 나타났으며, 도금기본물질이 증착된 상태에서는 광투과도가 15%로 감소하는 것으로 나타났다. 이것으로 Au 도금 후 반드시 도금기본물질을 제거해야 함을 알았다. (그림 4)는 변형가우시안 전자빔 리소그래피장치를 이용하여 0.6 $\mu$ m 두께의 PMMA 레지스트와 MIBK:IPA = 1:1 현상액을 사용하여 설계 선폭별 적정 에너지를 구한 것으로 설계 선폭이 클수록 후방산란전자의 영향이 많음을 알 수 있다. (그림 5)는 전자빔 리소그래피로 형성한 PMMA 0.2 $\mu$ m 선폭의 단면이며, (그림 6)는 X-선 흡수체를 형성하기 위해서 Au cyanide 용액에서 전류밀도 2.5mA/cm<sup>2</sup>에서 1분 동안 전기도금하여 형성된 0.2 $\mu$ m 게이트 패턴이다. (그림 7)는 200mJ/cm<sup>2</sup> X-선 에너지로 형성한 0.2 $\mu$ m 게이트 패턴으로 그 단면이 수직으로 형성되었다. (그림 8)은 최소 0.2 $\mu$ m 선폭이 0.5 $\mu$ m 단차 위에 선폭의 변화가 없이 잘 형성되었음을 보여준다.

Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 2 $\mu$ m 박막을 갖는 브랭크 마스크에 0.4 $\mu$ m Au X-선 흡수체를 갖는 0.2 $\mu$ m 게이트 X-선 마스크의 제작을 통해서 (그림 9)와 같은 nMOSFET의 특성을 얻었으며, 0.5 $\mu$ m 단차 상에서 선폭의 변화없이 패턴을 형성할 수 있음을 확인하였다.

(1) F. J. Hohn, SPIE Vol. 1263(1990), pp152-163

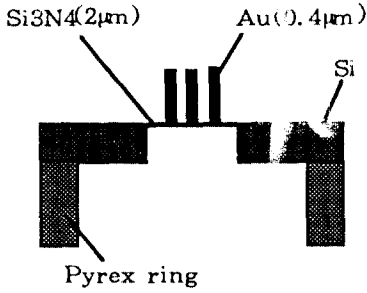
(2) F. Cerrina, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 31(1992) pp. 4178-4184



(그림 1) 사용된 X-선 브랭크 마스크 layout



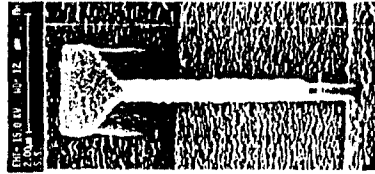
(그림 5) 전자빔 리소그래피로 형성한 PMMA 0.2µm 패턴 단면



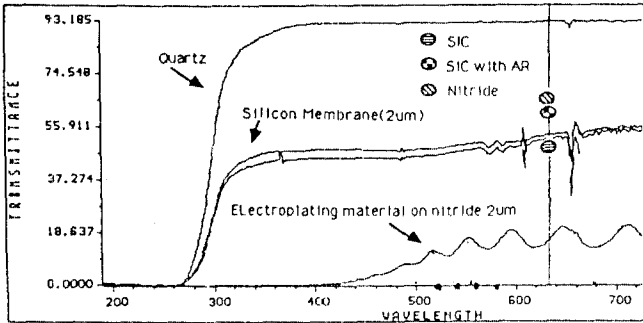
(그림 2) 제작한 X선 마스크의 구조



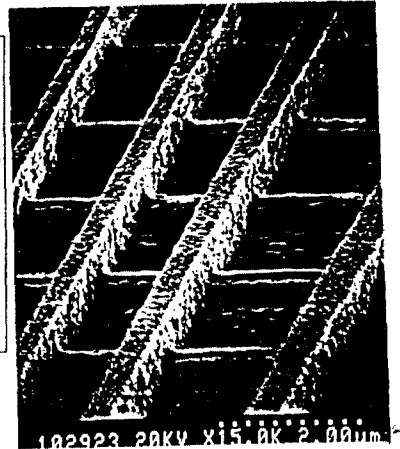
(그림 6) 전기도금후 0.2µm 게이트 패턴



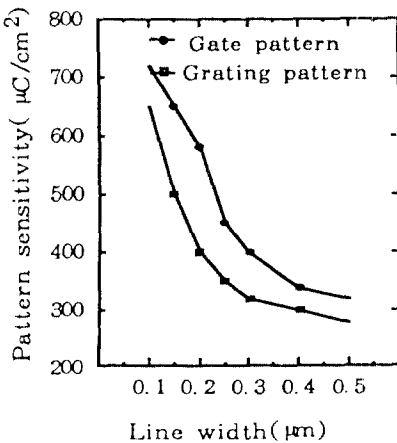
(그림 7) X-선 리소그래피로 형성한 0.2µm 게이트 패턴



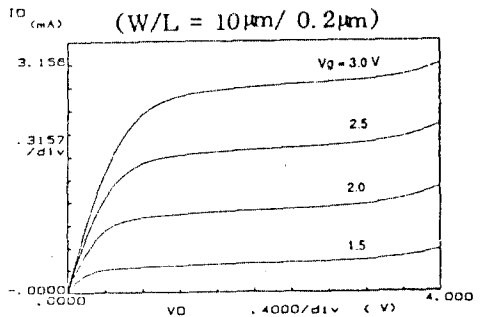
(그림 3) 박막 종류별 광투과 특성



(그림 8) 0.5µm 단차에서 X-선 리소그래피로 형성한 테스트 패턴



(그림 4) 선폭크기에 따른 적정에너지



(그림 9) XRL로 제작한 nMOSFET의 특성