

창립

40주년 학술대회

논문 87-F-20-4

무기질 a-Se₇₅Ge₂₅ 을 이용한 포토레지스트의 특성.

정동배, 이훈, 김태완*, 문익, 송준석 (광운대학 전자재료공학과)
김종빈 (조선대학 전자공학과)

The Characteristics of Photoresist using Inorganic a-Se₇₅Ge₂₅.

Hong-Bay Chung, Hun Huh, Tae-Wan Kim, Hyuk Hoon, Joon-Suk Song (Kwang Woon Univ., Electronic Material Eng. Dep., Jong-Been Kim (Josun Univ. Electronic Dep.)

Abstract

This paper is investigated on characteristics of photoresist using inorganic a-Se₇₅Ge₂₅. The sensitivity of negative photoresist showing insolubility against alkaline solution, with Ag-photodoped, is more prominent than that of positive photoresist used with only a-Se₇₅Ge₂₅. It is also showed that the contrast of negative photoresist, $\gamma = 2.9$, is more prominent than that of positive photoresist, $\gamma = 1.4$.

1. 서론

I.C Lithography의 고급화 추세는 미세 패턴을 적절한 photoresist를 사용해서 진행되고 있다. 즉, 습식 및 건식 에칭공정을 통해서 이루어지는 미세 패턴은 강노출 시스템 및 레지스트 재료의 자체개발에 의해서 발전되고 있다.

기존의 organic PR과는 달리 a-Se_{1-x}Ge_x 계 inorganic PR은 Electron-Beam Evaporator, sputtering, Thermal Evaporation에 의해서, 비록 박막형태의 제작에도 불구하고 읍수 개수가 높고¹⁾ 균일한 표면형성으로 광학적 간섭효과가 적고 정제파 효과(standing wave effect)²⁾를 줄임으로서 미세선풍 조절이 용이해서 그분야를 기대할 수 있다. 또한 Inorganic PR Se-Ge은 organic PR에 비해서 대비도 (contrast, γ)가 높고 이소안 광에너지 및 노광시간 변화에 대해서 패턴크기의 변형도인 공간상 변형도 (spatial variation)가 적어 높은 노출관용도 (exposure latitude)에 의해 선명한 미세패턴을 구할 수 있다.

이력한 Se-Ge PR은 Nagai와 Yoshikawa³⁾ 등에 의해서 Se-Ge에 박막의 선택적 에칭효과를 제안한 후 Koystyshin⁴⁾이 제시한 negative형 PR의 Ag 광학산현상을 근거로 photolithography에 적용 개발을 맹아여 왔다.

또한 최근에는 건식에칭방식을 사용함으로서 비등방성에칭효과에 의해 더욱 높은 분해능을 얻을 수 있었으며 노출방식을 ion beam⁵⁾이나 electron beam⁶⁾을 사용함으로서 200nm의 submicron pattern까지도 형성시킬 수 있는 재료로 관심을 불러 일으켰다.

그리므로 본 연구에서는 증착각도를 달리함으로써 나타나게되는 columnar⁷⁾ 구조를 이용해서 광학적 에칭속도의 증가를^{8,9)} 유도하고자 80°로 시편을 제작한 후 positive형 PR보다는 negative PR의 우수성을 확인한다.

2. 실험 방법

본 실험에서 사용한 시료는 광유기 특성이 우수한 a-Se₇₅Ge₂₅의 조성을 택하였다. 준비된 시료는 열증착방법 (thermal vacuum evaporator, 3x10⁻⁵ Torr)을 사용해서 Si wafer (p-type (100) 7 μ cm)와 유리기판(W. Germany, Superior) 위에 증착각도 80°로 제작하였다.

광노출에 따른 읍수등의 감도를 관찰하기 위해서 수온등 (H33CL-400W)을 이용한 자외선으로 광노출을 행하였다. 이때 광노출에 따른 읍수도의 변화는 spectrophotometer (shimazu, UV-240)를 사용해서 관찰하였다. Ag 광도¹⁰⁾ 남기되는 표면의 Ag는 산성용액으로 (HCl:HNO₃:H₂O = 1:1:3) 제거했으며 a-Se₇₅Ge₂₅은 0.6 Mole의 NaOH용액에서 에칭을 행하였다. 이때 에칭 후 남기되는 a-Se₇₅Ge₂₅ 박막의 두께를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

높은 광유기효과를 얻기 위해 80°로 증착된 a-Se₇₅Ge₂₅ 박막 포토레지스트의 광특성을 조사하기 위해 광노출시간에 따른 자외선 읍수도의 변화를 고찰하였다. 그림 1에서 볼수 있듯이 positive형으로 사용된 경우 320 nm 부근의 광장영역에서 민감한

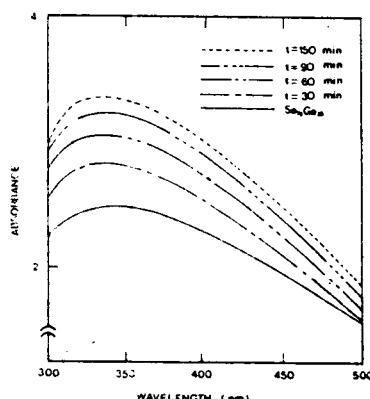


그림 1. 80°로 층착된 a-Se₇₅Ge₂₅ 포지티브 PR
박막의 흡수 스펙트라.

Fig. 1. Spectra of absorption at 80° obliquely deposited positive a-Se₇₅Ge₂₅ photoresist films.

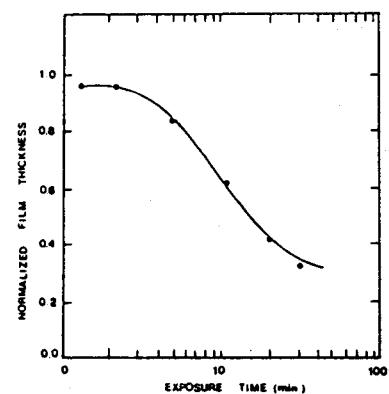


그림 3. a-Se₇₅Ge₂₅ 포지티브 포토레지스트 박막의
노광특성.

Fig. 3. Exposure characteristic of positive a-Se₇₅Ge₂₅ photoresist film.

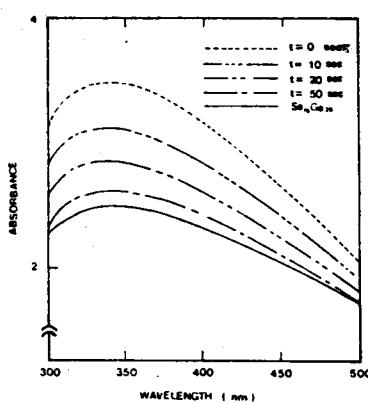


그림 2. 80°로 층착된 a-Se₇₅Ge₂₅ 네가티브 PR
박막의 흡수 스펙트라.

Fig. 2. Spectra of absorption at 80° obliquely deposited negative a-Se₇₅Ge₂₅ photoresist films.

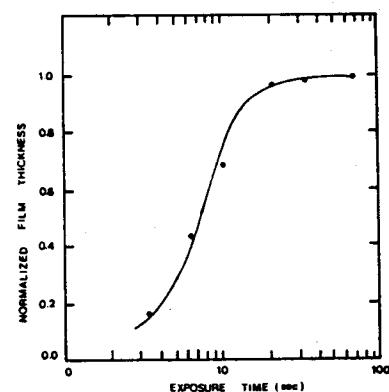


그림 4. a-Se₇₅Ge₂₅ 네가티브 포토레지스트 박막의
노광특성.

Fig. 4. Exposure characteristic of negative a-Se₇₅Ge₂₅ photoresist film.

흡수반응률을 나타내고 있다. 이러한 흡수반응률이 크다 는 PR의 연상학적 의미는 기판표면으로부터의 난만사 및 정상파로 각자를 줄임으로서 미세선풍의 조절이 용이하다는 잇점을 갖고 있다. 그러나, positive 영인 경우 PR로 작용하기 위한 물질구조 변형에 따른 노광시간이 너무 길다는 단점을 갖고 있다.

그림 2는 negative PR로 사용하기 위한 Ag 광도 팅 시간에 따른 흡수도 변화를 나타낸 것이다. 그림 1과 유사하게 320 nm 파장영역에서 가장 큰 민감도를 나타내고 있다.

그러나 negative 영인 경우 positive 영 PR과는 달리 광노출시간이 적게 소요됨에도 불구하고 흡수도 차이의 변화가 크게 나타남을 알 수 있다. 그림 1, 2에서 알 수 있듯이 a-Se₇₅Ge₂₅의 negative 영과 positive 영 PR은 320 nm의 파장에서 가장 큰 광도를 나타내므로 레지스트 구조변형을 위한 노출 방식은 i-line의 광원을 사용하는 것이 바람직하다. 이처럼 Mid-UV의 단파장의 광원에 적합한 레지스트의 경우 기판에서의 외절 (diffraction) 현상을 막을 수 있으며 $R=2NA/\lambda$ (R :resolution, NA :Numerical Aperture, λ :Wavelength)의 분야능과 파장각의 상호관련식으로 부터 단파장의 광원을 사용함에 따라 고분야능을 기대할 수 있고 높이 대선풍율 (height-to-width ratio)을 증가시킬 수 있으므로 선택조절이 용이할 수 있다.

그림 3은 positive 인 경우 광노출에 따른 애칭 후 남겨되는 포도 레지스트 두께와의 관계를 살펴본 것으로 광노출시간을 증가시킨에 따라서 애칭 후 남겨되는 a-Se₇₅Ge₂₅ 박막두께는 감소함을 나타낸다. positive 영 경우 광노출 후 애칭에 따른 남는 두께 측정으로 본 애칭속도는 작다. 극선 기울기로 부터 얻을 수 있는 positive 영 PR의 대비도 (r)는 1.4였다.

그림 4는 negative 영으로 사용된 a-Se₇₅Ge₂₅ PR의 경우 광노출에 따른 애칭 후 남겨되는 PR 두께와의 관계를 살펴본 것이다. a-Se₇₅Ge₂₅ 박막위에 위치한 Ag층의 광도 팅을 위한 광노출 시간을 증가 시킴에 따라서 애칭 후 남겨되는 PR두께는 증가함을 나타내다가 30 sec부터 포화되기 시작해서 50 sec 이후 부터는 완전 포화됨을 보여 주고 있다. negative 영인 경우에도 positive 영에 비해서 순간적인 애칭 속도가 크게 나타남을 알 수 있다. 즉, negative 영인 경우 NaOH 용액에서 애칭을 한후 남겨되는 PR 두께 측정으로 부터 얻어지는 극선의 기울기는 positive 영보다도 더욱 더 급경사를 이루고 있음을 알 수 있다. 이때 대비도 (r)는 2.9로서 positive 영 보다도 높은 값을 나타냈다.

4. 결론

이상의 결과로 부터 a-Se₇₅Ge₂₅ 박막을 이용한 PR의 특성을 확인하였다. Inorganic a-Se₇₅Ge₂₅ PR은 320 nm에서 가장 높은 흡수도 차이 즉, 감도가 우수하므로 i-line에 적당한 PR 재료이다. 특히, positive 영보다는 negative 영인 경우에 더욱 더 민감한 흡수도 변화를 나타내므로 positive 영에 비해 높은 감도(sensitivity)를 갖고 있다.

또한, positive 인 경우 대비도는 $r = 1.4$ 이고 negative 인 경우에는 $r = 2.9$ 로 negative 영이 우수하므로 a-Se₇₅Ge₂₅의 PR은 negative 영이 미세패턴 형성에 적합하다.

Reference

1. H. Nagai, A. Yoshikawa, Y. Toyoshima, O. Ochi and Y. Mizushima, Applied Physics, Letters, Vol. 28, No. 3, p. 145 (1976)
2. L.F. Thompson, C.G. Willson, M.J. Bowden, Introduction to Microlithography, p. 44 (1983)
3. H. Nagai, A. Yoshikawa, Y. Mizushima, Appl. Phys. Lett. Vol. 29, No. 10, p. 677 (1976)
4. M.T. Kostryshin, E.V. Michailovskaya and D.F. Romanenko, Sov. Phys. Solid St., Vol. 8, p. 451 (1965)
5. A. Wagner, D. Bara, T. Venkatesan, J. Vac. Sci. Tech., Vol. 19, No. 4, p. 1363 (1981)
6. R. Feder, E. Spiller and J. Topalian, J. Vac. Sci. Tech., Vol. 12, No. 6, p. 1332 (1975)
7. B. Singh, S. Rajagopalan and D.K. Pandya, J. Non-Cryst., Solid. Vol. 35 & 36, p. 1053 (1980)
8. 유희관, 이운, 이영중, 정용배, 전자재료, 반도체 및 CAD 학술대회논문집, p. 258 (1987, 5)
9. 유희관, 이운, 정용배, 전기학회논문지, Vol. 36, No. 2, p. 50 (1987)