

실리콘 기판위의 증착된 AAO Barrier Layer의 Cl₂/BCl₃ Neutral Beam Etching

김찬규^{a*}, 민경석^a, 오종식^a, 염근영^{a,b}

^a성균관대학교 신소재공학부(E-mail:chankyu.k@gmail.com), ^b성균나노과학기술원 대학원

초 록 : 본 연구에서는 실리콘 기판위의 형성된 AAO (Anodic Aluminum Oxide)의 barrier layer를 Cl₂/BCl₃ gas mixture에서 Neutral Beam Etching (NBE)과 Ion Beam Etching (IBE)로 각각 식각한 후 그 결과를 비교하였다. 이온빔의 경우 나노사이즈의 AAO pore의 charging에 의해 pore 아래쪽의 위치한 barrier layer를 어떤 식각조건에서도 제거하지 못하였다. 하지만, charging effect가 없고, 높은 중성화율을 나타내는 low angle forward reflected 방식의 neutral beam etching (NBE)에서는 BCl₃-rich Cl₂/BCl₃ gas mixture인 식각조건에서 AAO pore에 휘발성 BO_xCl_y를 형성하면서 barrier layer를 제거할 수 있었다.

1. 서론

AAO는 nano device뿐만 아니라 nanostructures를 이용한 magnetic data storage, optoelectronic device, sensors를 제조하기 위한 template 및 mask로써 최근 광범위 하게 연구되고 있다. 그러나 AAO 형성 시 생기게 되는 반구형 모양의 barrier layer는 물질(substance)과 기판과의 direct physical and electrical contact을 방해하기 때문에 해결해야 할 가장 큰 문제점 중 하나로 알려져 있다.

2. 본론

본 연구에서는 AAO의 barrier layer를 효과적으로 제거하기 위하여 charging effect가 없고, 높은 중성화율을 나타내는 low angle forward reflected 방식의 NBE system을 이용하여 barrier layer를 제거하였다. 또한 reactive ion의 charging effect가 barrier layer를 제거하는데 미치는 영향을 분석하기 위하여 ion beam etching (IBE) system을 이용하였다. 그리고 BCl₃ gas가 AAO barrier layer etching mechanism에 어떠한 작용을 하는지 관찰하기 위해 Cl₂/BCl₃ gas mixture에 따른 식각 특성을 관찰하였다.

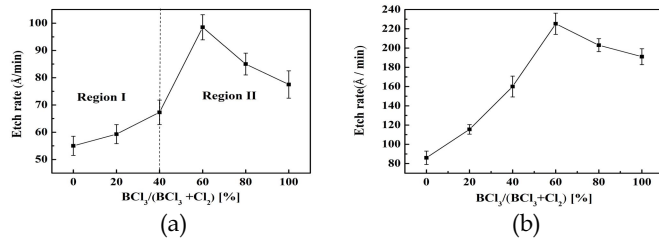


Figure 1. Etch rate of AAO depth (a) for neutral beam etching as a function of Cl₂/BCl₃ gas mixing ratio and (b) for ion beam etching as a function of Cl₂/BCl₃ gas mixing ratio.

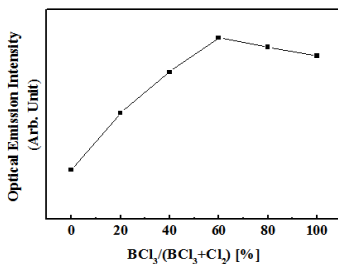


Figure 2. Optical emission intensity of Cl radical intensity as a function of Cl₂/BCl₃ gas mixing ratio.

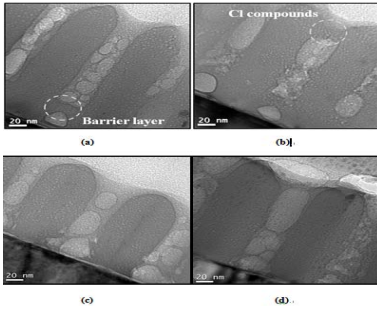


Figure 3. Cross-section TEM images of AAO on Si (a) before etching barrier layer (b) after etching for neutral beam of pure Cl_2 (c) after etching for neutral beam of pure BCl_3 (d) after etching for neutral beam Cl_2/BCl_3 gas mixture.

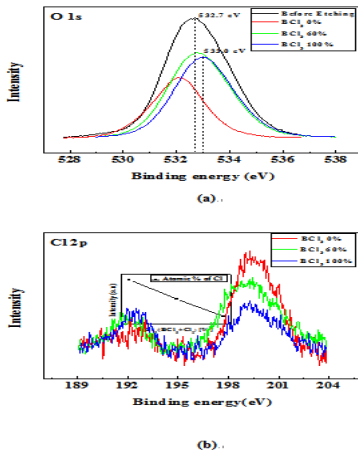


Figure 4. XPS narrow scan spectra of AAO etched Cl_2/BCl_3 gas mixing ratio. (a) O, (b) Cl.

3. 결론

IBE으로 barrier layer를 제거할 경우에는 Charging effect로 barrier layer가 제거되지 않음을 알 수 있었지만 NBE의 경우에는 극성을 갖고 있지 않은 energetic particle에 의하여 etching이 진행되면서 IBE과는 다르게 표면에 surface charging이 없기 때문에 AAO의 bottom에 존재하게 되는 barrier layer가 식각되는 것으로 사료된다. 또한 Cl_2/BCl_3 gas의 partial pressure에 따른 pore diameter의 유지 및 size control에 대한 가능성을 확인하였다. Pure Cl_2 식각 시에 표면에 형성되는 Cl compound로 인하여 barrier layer가 제거되지 않았음을 알 수 있었으며, Pure BCl_3 로 식각했을 경우에는 barrier layer는 제거되었지만, Pore diameter가 BCl_3 에 의한 자발적인 반응으로 인하여 넓어지는 것을 알 수 있었다. BCl_3 의 첨가량이 60 % 일 때, etch rate이 가장 높음을 알 수 있었고 기관과의 direct physical and electrical contact을 방해하는 barrier layer가 가장 빠른 시간에 제거됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1. N. Y. Kwon, K. H. Kim, J. H. Heo and I. S. Chung, J. Vac. Sci. Technol. A, 27, 803 (2009).
2. X. Zhao, U. J. Lee, S. K. Seo and K. H. Lee, Materials Science and Engineering C, 29, 1156 (2009).
3. T. Xu, G. Zangari and R. M. Metzger, Nano letters, 2, 37 (2002).
4. D. A. Brevnov, M. Barela, M. E. Piyasena, G. P. Lopez and P. B. Atanassov, Chem Mater, 16, 682 (2004).
5. A. P. Li, F. Müller, A. Briner, K. Nielsch and U. Gösele, J. Appl. Phys, 84, 6023 (1998).
6. H. Masuda, H. Asoh, M. Watanabe, K. Nishio, M. NaKao and T. Tamamura, Adv. Mater, 13, 189 (2001).
7. J. K. Hong, K. H. Kim, J. H. Heo, and I. S. Chung, Thin Solid Films, 518, 4572 (2010).
8. A. N. Belov, ISSN 1063-7826. semiconductor, 42, 1519 (2008).