

Selective wet etching of a GaAs / Al_xGa_{1-x}As heterostructure with citric acid - hydrogen peroxide solution

문은아, 김이태, 이종남, 김해천*, 이재진*

포항공과대학교 재료금속공학과

* 한국전자통신연구소 화합물반도체연구부

1. 서론

E/D MESFET 및 PHEMT 소자는 AlGaAs 위의 GaAs cap 층을 선택적으로 에칭시킨 후(게이트 리세스 에칭) AlGaAs 층 위에 게이트를 형성시키면 GaAs 위에 형성시킬 때보다 Schottky barrier height가 증가되며, 최대 드레인 전류를 증가시킬 수 있다. 따라서 E/D MESFET 및 PHEMT 소자 제작시 선택에칭기술은 소자의 성능 및 생산수율에 결정적인 역할을 하는 중요한 공정이므로, GaAs / AlGaAs 에 대한 선택도가 높고 재현성 있는 에칭용액에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 AlGaAs etch stop layer 를 갖는 PHEMT 소자를 이용하여 citric acid - hydrogen peroxide 에칭용액의 혼합비 및 etch stop 층의 Al 조성에 따른 GaAs/AlGaAs 선택도를 분석하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 그림 1 에 나타난 바와 같이 500Å undoped GaAs cap 층 아래 Al 조성이 0.20, 0.23, 0.30, 1.0 인 4 종류의 AlGaAs 층을 etch stop 층으로 사용하는 AlGaAs/InGaAs/AlGaAs PHEMT 구조의 기판을 사용하였다. 50% citric acid 수용액과 30% 과산화수소를 각각 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 의 부피비(R)로 혼합한 용액으로 에칭시킨 다음 에칭된 깊이를 α -step 으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2, 3, 4, 5 는 Al 조성이 각각 0.20, 0.23, 0.30, 1.0 인 기판에 대한 에칭용액 조성에 따른 에칭깊이의 변화를 나타낸 것이다. Al 조성이 0.2 인 경우는 모든 에칭용액 조성에 대해 GaAs/AlGaAs 선택도가 없는 것으로 나타났으며, Al 조성이 각각 0.23, 0.30, 1.0 인 경우에는 부피비가 1:1 인 에칭용액에 의하여 500Å GaAs cap 층이 선택적으로 에칭되고 AlGaAs etch stop 층은 거의 에칭되지 않았다. AlGaAs 층의 Al 조성이 높아짐에 따라 선택도는 증가하는 경향을 나타내었는데 이것은 AlGaAs 표면에 형성되는 Al_xO_{1-x}의 Al 조성 증가로 인해 더욱 치밀한 산화막이 생성되어 효과적인 etch barrier로 작용하기 때문이다. 따라서 AlAs 층을 삽입한 경우에 가장 높은 선택도를 얻을 수가 있었다.

4. 결론

AlGaAs 의 Al 조성이 0.23, 0.3, 1.0 인 경우에 대하여 citric acid / H₂O₂ 부피비 (r)가 1:1 인 에칭 용액에서 AlGaAs 대하여 GaAs 만 선택적으로 에칭이 된다는 것을 알았다. 그러나 Al 조성이 0.2 와 같이 낮은 경우에는 선택도를 얻지 못했다. 이와 같이 Al 조성이 낮아 선택도를 얻을 수 없는 경우 또는 소자 특성을 향상시키기 위해 매우 높은 선택도를 얻고자 하는 경우에는 AlAs 층을 삽입하여 그 선택도를 높일 수가 있었다.

5. 참고문헌

- 1) H. J. Lee, M. S. Tae, K. Radhakrishnan, K. Prasad, J. Weng, S. F. Yoon, X. Zhou, H. S. Tan, S. K. Ting and Y. C. Leong, *Mat. Sci. and Engineering B*, 35 (1995) 230.
- 2) M. Tong, D. G. Ballegeer, A. Ketterson, E. J. Roan, K. Y. Cheng and I. Adesida, *J. Electron. Mater.*, 21 (1992) 9.

Layer	Material	Thickness (Å)	Doping
schottky	i-GaAs	500	-
Etch Stop Layer	i-Al _x Ga _{1-x} As	300	-
schottky	n-Al _{0.11} Ga _{0.89} As	100	1.0E+18/cm ³
Si planar doping	-	-	0.5E+12/cm ²
spacer	i-Al _{0.23} Ga _{0.77} As	30	-
channel	i-In _{0.23} Ga _{0.77} As	120	-
spacer	i-Al _{0.11} Ga _{0.89} As	30	-
Si planar doping	-	-	1.2E+12/cm ²
buffer	i-Al _{0.11} Ga _{0.89} As	500	-
superlattice	i-GaAs/i-Al _{0.11} Ga _{0.89} As ($\times 30$)	50/50 ($\times 30$)	-
buffer	i-GaAs	5000	-
substrate	i-GaAs	-	-

그림 1 Al_xGa_{1-x}As (x=0.2,0.23,0.3,1.0)의 에칭 stop 층을 갖는 PHEMT 소자의 구조

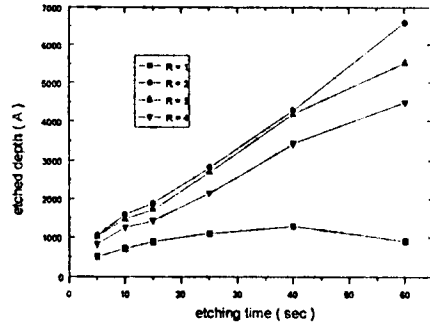


그림 2 Al 조성이 0.2 인 AlGaAs 층의 etchant 조성에 따른 에칭 속도의 변화

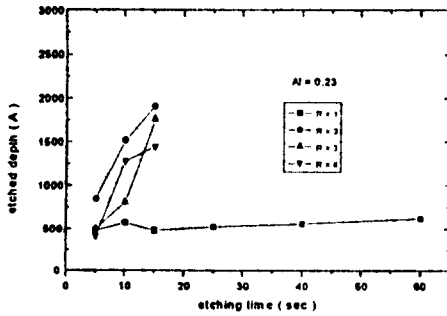


그림 3 Al 조성이 0.23 인 AlGaAs 층의 etchant 조성에 따른 에칭 속도의 변화

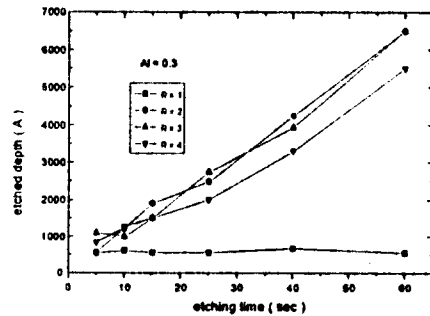


그림 4 Al 조성이 0.3 인 AlGaAs 층의 etchant 조성에 따른 에칭 속도의 변화

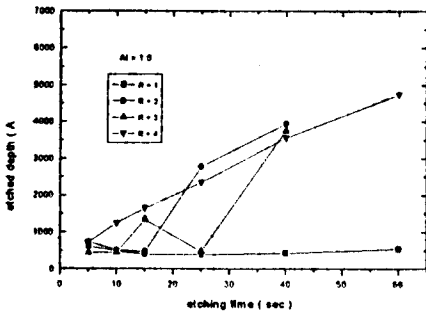


그림 5 Al 조성이 1.0 인 AlGaAs 층의 etchant 조성에 따른 에칭 속도의 변화