

**초고진공 전자공명 화학기상증착법을 이용한
Si_{1-x}Ge_x 박막의 저온에피성장
(Low-temperature heteroepitaxial growth of Si_{1-x}Ge_x
using Ultrahigh Vacuum - Electron Cyclotron Resonance
Chemical Vapor Deposition)**

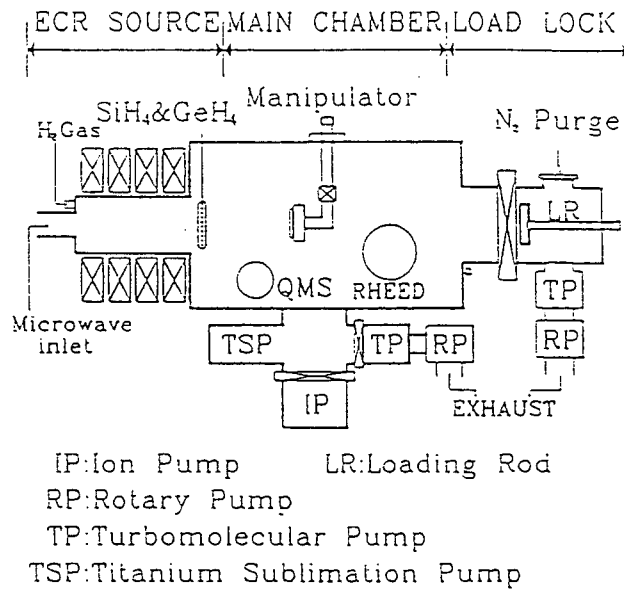
주성재, 황석희*, 황기현, 윤의준, 황기웅*
서울대학교 무기재료공학과
*서울대학교 전기공학과

Si_{1-x}Ge_x(이하 SiGe)는 Si와 Ge이 원자수준에서 균일하게 섞여있는 고용체(solid solution)를 일컫는다. Si_{1-x}Ge_x 저온에피성장기술을 확보하면 기존의 Si 반도체 제조공정에 접목할 수 있으면서, Si으로 만든 소자에 비해 뛰어난 성능을 갖는 소자를 제조할 수 있으므로 최근 초미의 관심이 되고 있다(1).

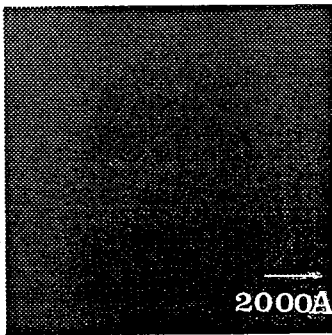
본 실험에서는 기초진공도를 약 1×10^{-9} torr로 유지할 수 있는 초고진공 화학기상증착장치에서 ECR 수소플라즈마를 사용하여 SiGe 저온에피 성장을 수행하였다(그림 1). 반응기에 유입되는 기체로는 H₂, SiH₄, GeH₄ 를 사용하였으며, 성장온도는 440°C, 성장압력은 3 - 4 mTorr였다. 기판에 가해주는 DC bias, 전자석에 가해주는 bobbin 전류, 마이크로파 전력 등은 각각 이전에 수행된 무전위(dislocation - free) 저온 Si에피성장의 최적조건인 +100V, 40A, 50W 로 유지하였다(2). 성장이 끝난 직후 반응기에 장착된 in - situ RHEED로 박막의 결정성을 확인하였으며, TEM관찰로 박막의 결정성 확인 및 결합생성여부를 관찰하였다. 박막의 두께와 조성은 RBS로 측정하였다.

Ge함량 25% 이하인 박막을 TEM으로 관찰한 결과 Matthews - Blakeslee 의 mechanical equilibrium theory 에 의한 임계두께(critical thickness)(3)보다 두꺼워도 격자이완(misfit relaxation)이 일어나지 않은 무전위 박막을 얻었음을 확인하였다(그림 2). 그러나 DC bias를 낮추거나, 마이크로파 전력 또는 bobbin 전류를 증가시켜서 기판에 입사되는 ion 의 flux/energy를 증가시키면 박막에 결합이 생성되었으며 격자이완이 촉진됨을 관찰하였다. 한편 440°C, +100V, 50W, 40A에서 GeH₄ 유량을 증가시켜서 박막의 Ge함량을 증가시키면서 성장속도를 측정한 결과 Ge함량이 증가함에 따라 성장속도가 증가하는 현상을 관찰하였다(그림 3). 이러한 경향은 저온 thermal UHV-CVD에서의 결과와 유사하며(4), ECR 플라즈마를 사용한 본 실험에서도 수소탈착이 속도결정단계라는 것을 보여준다.

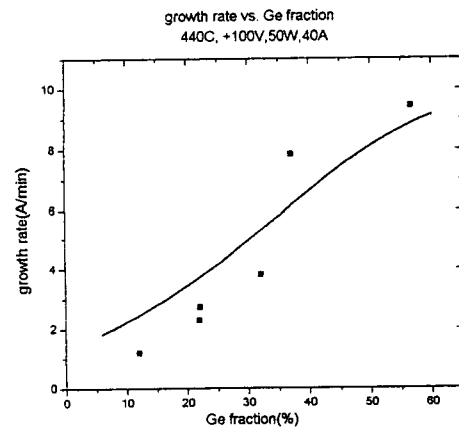
본 연구는 아직 진행중에 있으며, 앞으로의 실험은 플라즈마 변수를 변화시켜 기판에 입사되는 ion의 flux/energy를 증가시켰을 때의 Ge함량증가에 따른 성장속도의 변화양상 및 격자이완 촉진여부를 중점적으로 연구할 계획이다.



<그림 1> UHV - ECRCVD 장비의 개략도



<그림 2> plan - view TEM 사진



<그림 3> Ge함량에 따른 성장속도의 변화

*** 참고 문헌 ***

- 1) B. S. Meyerson, "UHVCVD growth of Si and SiGe alloys", Proc. IEEE, 80, 1592(1992)
- 2) H. S. Tae, S. H. Hwang, S. J. Park, E. J. Yoon, and K. W. Hwang, "Low - temperature silicon epitaxy by ultrahigh vacuum electron cyclotron resonance chemical vapor deposition", Appl. Phys. Lett., 64, 1021(1994)
- 3) J. W. Matthews, S. Mader, and T. B. Light, "Accommodation of misfit across the interface between crystals of semiconducting elements or compounds", J. Appl. Phys., 41, 3800(1970)
- 4) B. S. Meyerson, K. J. Uram, and F. K. LeGoues, "Cooperative growth phenomena in silicon/germanium low - temperature epitaxy", Appl. Phys. Lett., 53, 2555(1988)