

Si(111) 표면위에 에피택셜 Fe-실리사이드 형성에 있어서 Ti-interlayer의 역할

김건호, 이종덕, 박원우, 한상욱
경상대학교 물리학과 및 기초과학연구소

현재까지 단결정 Si(111) 표면위에 β -FeSi₂를 성장시키기 위한 많은 연구가 수행되었다. 그러나 대부분의 연구 결과들은 형성된 대다수의 Fe-실리사이드 막내에는 에피택셜 β -FeSi₂와 더불어 다양한 상(Fe₃Si, FeSi, α -FeSi₂ 등)의 Fe-실리사이드가 공존하며, 에피택시로 성장한 Fe-실리사이드 막의 두께는 상당히 제한적임을 나타내고 있다. 이러한 이유들 중의 하나로 Fe/Si(111) 계면의 초기 반응에 의하여 형성된 Fe-실리사이드의 상이 실리사이드 성장과정에 있어서 주된 역할을 한다는 사실이다.

본 연구에서는 Fe/Si(111) 계면의 초기 반응을 억제하여 직접 에피택셜 β -FeSi₂를 성장시키기 위하여 Si(111) 기판과 Fe 막사이에 Ti-interlayer 층을 이용하였다. 본 실험을 위하여 electron gun evaporation을 이용하여 깨끗한 Si(111) 표면위에 약 20Å의 Ti를 증착한후 200Å의 Fe을 증착하여 Fe/Ti/Si(111) 시료를 준비하였으며, Fe/Ti/Si(111) 계에 있어서 Ti-interlayer 역할은 x-선 광전자 분광기(X-ray photoelectron spectroscopy ; XPS)와 투과전자현미경(transmission electron microscopy ; TEM)을 이용하여 조사하였다. XPS를 이용하여 Fe/Ti/Si(111) 시료의 열처리 온도(300°C, 500°C, 600°C, 700°C)에 따른 Si-2p, Fe-3p 그리고 Ti-2p core level의 결합에너지 변화와 각 core level 피이크의 상대적분강도(relative integral intensity)의 변화를 분석하여 Fe-실리사이드의 형성, 다양한 상의 형성에 따른 Fe 및 Si 원자의 표면 농도변화 그리고 Fe 층과 Ti 층의 반전(inversion) 등을 조사하였으며, 이와 더불어 시료 표면에서 얻은 Fe의 L₃M₂₃M₂₃, L₃M₂₃M₄₅ 그리고 L₃M₄₅M₄₅ Auger 피이크의 열처리 온도에 따른 상대적분강도 변화와 각 Auger 피이크를 구성하는 성분 피이크들의 운동에너지 변화를 조사하여 Fe-실리사이드의 형성과 관련하여 Fe와 Si 원자사이의 charge transfer 효과를 조사하였다. 그리고 TEM 분석을 통하여 Fe/Ti/Si(111) 계에서의 Fe-실리사이드 상의 형성여부와 Fe/Si계면의 격자 정합성 그리고 Fe 층과 Ti 층의 반전 등을 조사하였다. 이 분석결과들로부터 Fe/Si(111) 계면에서 Fe-실리사이드 상의 형성에 있어서 Ti-interlayer의 역할과 열처리 온도에 따른 Ti-interlayer의 확산정도 및 Ti/Si(111) 계면에서의 초기 반응 등을 조사하였다.