

TF-P039

실리콘 박막 증착을 위한 열필라멘트 화학 기상 증착 공정 중 발생하는 나노입자 특성에 관한 연구

최후미¹, 홍주섭², 김동빈¹, 유승완², 김찬수², 황농문², 김태성^{1,3,*}

¹성균관대학교 나노과학기술협동학부, ²서울대학교 재료공학부, ³성균관대학교 기계공학부

열필라멘트 화학 기상 증착 공정(HWCVD, hot wire chemical deposition)은 낮은 기판 온도에서 다결정 실리콘 박막을 빠른 속도로 증착할 수 있는 방법이다. 이는 후처리가 없어도 전기적 특성이 우수한 박막을 저온에서 얻을 수 있기 때문에 녹는점이 낮은 기판에 증착을 할 수 있으며 공정비용 절감 효과가 있다. 이러한 박막 증착 공정 중 기상 핵생성에 의해 나노 입자가 생성되며, 새로운 관점에서는 그 농도와 크기가 박막 성장에 중요한 변수로 작용한다. 따라서 공정조건의 변화에 따라 생성되는 나노 입자의 크기 분포를 실시간으로 분석하여 박막 형성의 최적 조건을 찾는 연구가 필요하다. 하지만 이러한 입자 발생 특성에 관한 연구는 기존에 밝혀진 반응 메커니즘으로 인해 수치해석적 연구는 체계적으로 진행되었으나 실험적 연구의 경우 적합한 측정장비의 부재로 인해 제한이 있었다. 따라서 본 연구에서는 저압에서 실시간으로 나노입자 분포를 측정할 수 있는 PBMS (particle beam mass spectrometer)를 이용하여 열필라멘트 화학 기상 증착 공정 중 발생하는 입자의 존재를 확인하고 특성을 분석하였다. 실리콘 나노 입자의 측정은 PBMS 장비의 진단 부분을 HWCVD 배기 라인에 연결하여 진행하였으며 반응기 내 샘플링 위치, 필라멘트 온도, 챔버 압력, 작동기체의 비율을 변수로 하여 진행하였다. 그 결과 실리콘 나노 입자는 양 또는 음의 극성을 가진 하전된 상태임을 확인 하였고, 측정 조건에 따라 일부 단일 극성으로 존재하였다. 한편, 필라멘트 온도가 증가할수록 하전된 나노입자의 최빈값은 감소하였다. 또한 반응 가스인 SiH₄ 농도가 증가할수록 최빈값은 농도에 비례하여 증가하였다. 이런 결과는 기존 HWCVD 실험에서 투과 전자 현미경(TEM)을 이용하여 분석한 실리콘 나노 입자의 크기 분포 결과와 경향이 일치함을 확인하였다. 본 연구를 통하여 확인된 하전된 나노 입자의 존재를 실험적으로 확인하였으며 추후 지속적 연구에 의해 이러한 하전된 나노 입자가 박막 형성에 기여 하는 것을 규명하고 박막 형성 조건을 최적화 하는데 중요한 역할을 할 것을 기대할 수 있다.

Keywords: HWCVD, PBMS, 실리콘 박막