

MPECVD법에 의한 단결정 다이아몬드 박막 성장

구 자춘*, 신 승도**, 김 형준***, 황 기웅*

* 서울대학교 전기공학과

** (주)한국야금

*** 서울대학교 무기재료공학과

다이아몬드의 우수한 기계적, 화학적, 물리적 특성은 공업적 응용 가능성이 광범위하다. 1980년대 이래로 활발한 연구가 진행되어온 저압에서의 다이아몬드 합성은 다결정 박막 형태로 형성될 수 있어 그 응용범위가 더욱 확대되었다. 주기율표 상에서 Si 이나 Ge 과 같은 4족 원소인 다이아몬드는 불순물 도핑에 의해서 반도체 특성을 띠기 때문에 차세대 반도체 재료로서 유망하다. 하지만, 다결정 형태의 다이아몬드박막은 박막 내부의 수 μm 의 미소결정들이 무질서하게 배열되어 있기 때문에 결정 경계 부분에서의 전기적특성이 불량하므로 실제적인 소자가공에 있어 제한이 있다. Si 이나 Ge 처럼 반도체 재료로서 광범위한 응용이 가능하려면 단결정 형태로 박막을 형성시켜야 하는데, 본 연구에서는 다이아몬드와 결정 구조와 격자간격이 유사한 단결정 $\beta\text{-SiC}$ 기판을 이용하여 MPECVD(Microwave Plasma Enhanced CVD)법으로 단결정 다이아몬드 박막을 합성하였다. $\beta\text{-SiC}$ 는 다이아몬드와 격자상수가 약 20% 정도 차이가 있는데,^[1] 기존의 실리콘 기판상 저압 다이아몬드 합성시 실리콘-다이아몬드 경계면에 무방향성 미소결정형태로 관측되기도 한다. 본 연구에서 기판으로 사용된 $\beta\text{-SiC}$ 는 CVD 법에 의해 직경 10mm 의 실리콘 웨이퍼상에 단결정 형태로 성장된 것이고, 반도체 세척공정을 거쳐 기판지지대에 장착하였다. 자세한 MPECVD장치의 설명은 참고문헌 [2]에 나타나 있고, 증착전 단결정 $\beta\text{-SiC}$ 기판은 기판 표면에 존재하는 자연산화막 및 불순물을 제거하기 위하여 수소플라즈마 처리를 30분 수행하고난 후 일정비율의 수소와 일산화탄소 혼합기체를 반응실에 주입, 마이크로파 방전에 의하여 다이아몬드 박막을 합성하였다. 그림 1 에 합성된 다이아몬드 박막의 형상이 보여진다. 저압 다이아몬드 박막 합성에서 실리콘 웨이퍼를 기판으로 이용하는 경우 일반적으로 다이아몬드 입자가 (111)면과 (100)면의 혼합형인 cubo-octahedral 형태의 무방향성 다결정 박막으로 형성되는데, 이 조건에서는 대부분이 (111)면만으로

이루어진 piramidal 형태의 입자들이 관측되었다. 특히, 박막 내의 모든 piramidal형 입자들의 <110> 방향과 기판으로 이용된 β -SiC 의 <110>방향이 일치하게 성장하였고, 입자와 입자 사이에 생성된 2 차 입자들도 같은 방향으로 배열되어 있는 것을 볼 수 있었다. 박막의 결정성은 micro-Raman Spectroscopy 로 측정하였는데, 다이아몬드의 특성 피크인 1332.5 cm^{-1} 의 피크를 확인하였다. 반응 기체에서 일산화 탄소가 20 vol.% 이상 혼합되고, 기판의 온도가 800°C 이하일 때에는 전형적인 무방향성 다결정 다이아몬드 박막이 형성되었다. 본 연구에서는 MPECVD 법에 의해 일산화탄소 농도가 10 vol.% 이하, 기판온도가 900°C 이상에서 단결정 β -SiC 위에 단결정 다이아몬드 박막의 성장 가능성을 제시해 주고 있다.

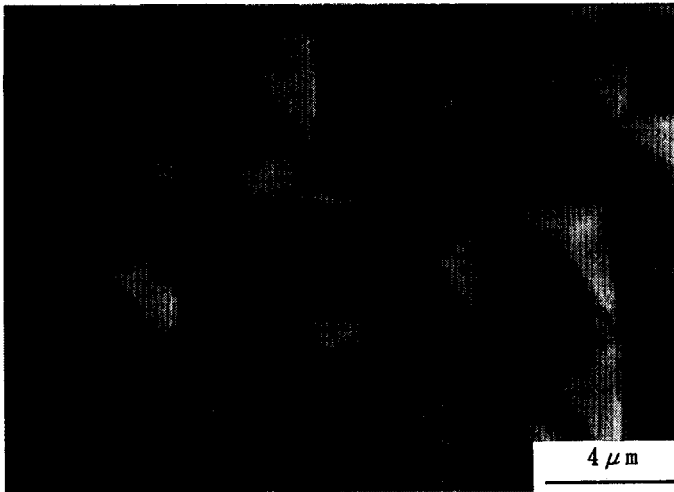


그림 1. β -SiC 위에 형성된 다이아몬드 박막 형상

(H_2 : 90 SCCM, CO : 10 SCCM, microwave power : 700 W, 반응실 압력 : 60 torr,
기판 온도 : 920°C , 증착 시간 : 8 시간)

참고문헌

- [1] B.R. Stoner and J.T. Glass, Appl.Phys.Lett. 60, 698 (1992)
- [2] 구 자춘, 오 정섭, 황 기웅, 전기학회논문지, 39, 624 (1990)