

# RF플라즈마CVD법에 의한 Diamond합성

오박 상현\*

이 덕중\*\*

\*경남대학교 전기공학과

\*\*인하대학교 전기공학과

## Synthesis of diamond thin films by R.F plasma CVD

\*Sang-hyun Park\*

Deok-Chool Lee\*\*

\*Kyungnam university

\*\*Inha university

### Abstract

Diamond thin films were synthesised from the mixed gases of CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub> on silicon substrate by R.F plasma CVD and films deposited were investigated by SEM, XRD and Raman spectroscopy. From these result, cubo-octahedral diamond particles were synthesised under the following condition : methane concentration, 1.0vol% ; pressure of reactor, 0.3torr ; R.F power, 500W ; reaction time, 20hr.

### 1. 서론

diamond의 기상합성법은 일본 무기재료연구소에서 제안한 이후 8년이 경과한 지금까지 다이아몬드박막에 관련된 많은 연구가 이루어졌으며 대표적인 방법으로는 microwave plasma CVD법과 EACD법, 열필라멘트법등이 있다. 유기·무기박막의 대표적인 합성법인 R.F plasma합성법은 1985년 일본 무기재료연구소의 Matusmato<sup>1)</sup>가 diamond film을 합성한 이후 거의 연구가 이루어지지 않았으며, diamond like carbon의 합성이 주류를 이루었다.

본 연구에서는 많이 보급되어 있고, 또한 제작기술이 간단한 무전극 R.F plasma CVD장치를 설계·제작하고 CH<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>혼합가스로 부터 S<sub>i</sub>기판위에 합성된 박막의 성질을 SEM, XRD, Raman Spectroscopy를 이용하여 조사·검토하였다.

### 2. 실험방법

그림 1은 무전극 R.F plasma CVD장치의 개략도이며, 석영반응관은 직경 50mm, 길이 500mm이며, working coil은 6.4Φ동관으로 외경 75Φ로 9T감아서 길이가 75mm가 되도록 하고, 집지축으로부터 1T감은 부분에 중간단자를 내었다. 반응관내에 석영판으로 기판지지대(25×25mm)를 설치하고, 기판온도는 CA열전대로 측정하였다. 기판은 S<sub>i</sub>

wafer를 1μm diamond paste로 연마한 후 사용하였으며, 실험조건은 표 1과 같다.

### 3. 실험결과

S<sub>i</sub>기판표면을 1μm diamond paste로 연마유·무에 따른 효과를 그림 2에 나타내었고, 각 조건에 따른 SEM사진을 그림 3에 나타내었다. 또한 대표적인 XRD결과를 ASTM card와 비교하여 표 2에 나타내었고, Raman shift를 그림 4에 표시하였다.

연마처리한 기판위에는 고밀도로 입자가 석출되어 films형태를 이루나, 별도처리하지 않은 기판위에는 석출밀도가 적어 particle형태를 이루고 있다. 반응관압력 0.15torr下에서 CH<sub>4</sub>농도 15%에서는 미립자의 집합체로 되며, 10%이하에서는 自型面을 가진 입자가 나타났고, 메탄농도가 적어짐에 따라 박막성장속도가 매우 감소하였다 수소유량을 증가시켜 반응관압력을 0.4torr로 증가시키면, 같은 양의 메탄유량에서도 미립자집합체로 되었으며, 이는 같은 고주파전력에서 반응관내압력이 증가함에 따라 플라즈마내의 전자온도가 낮아지기 때문이라 생각된다. 또한 수소와 메탄의 유량을 고정시키고, 배기밸브를 조절하여 반응관내압력을 증가시키면 박막성장속도는 증가하나, 비정질성분이 매우 증가하였다.

XRD분석에서는 메탄의 농도가 비교적 높으면 D(111) pick와 D(311) pick가 나타났으며, 메탄농도가 작아짐에 따라, D(111), D(220), D(311)의 pick가 나타났다.

Raman분석에서는 diamond pick이외에 비정질탄소와 흑연상탄소의 pick가 크게 나타났다.

### 4. 결론

RF플라즈마CVD법으로 메탄과 수소의 혼합가스로 부터 박막을 형성시키고, SEM, XRD, Raman Spectroscopy를 분석한 결과, 메탄농도 10~1vol%

반응관압력 0.15~0.4torr, 고주파전력 500W에서 diamond박막이 합성되었고, 합성된 diamond박막의 질을 높이기 위해서는 고주파전원의 용량이 커야한다는 것을 알았다.

Reference

- 1) S.Matsumoto, J.Water.Sic.Lett., Vol.4, pp. 600~602, (1985)

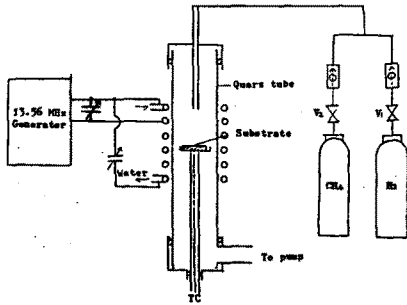


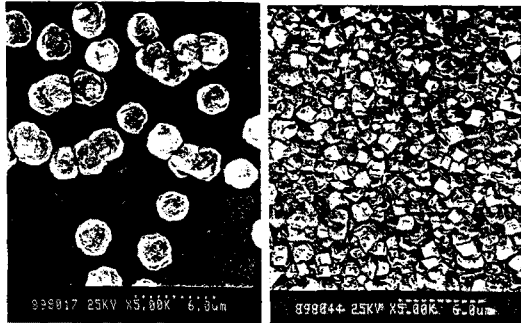
그림 1 실험장치 개략도.

기판	p-Si(111), p-Si(100)
반응가스	H <sub>2</sub> +CH <sub>4</sub>
관내압력	0.15~0.4 torr
CH <sub>4</sub> 농도	0.7~15 vol%
유량(H <sub>2</sub> )	50~400 STDcc/min
기판온도	540~610°C
반응시간	5~20 hr
인가전력	500 W

표 1 실험조건

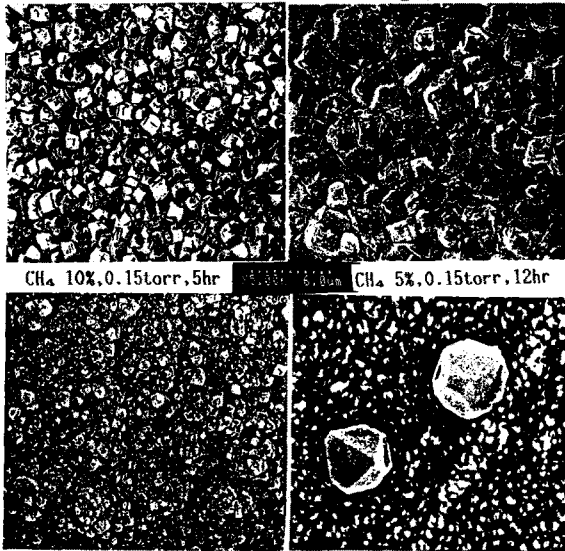
Thin films deposited on silicon substrate				ASTM 06-675 diamond		
Si(111)		Si(100)				
d(Å)	I/I <sub>1</sub>	d(Å)	I/I <sub>1</sub>	d(Å)	I/I <sub>1</sub>	hkl
2.054	100	2.063	100	2.06	100	111
1.257	25	1.259	39	1.261	25	220
1.079	21	1.079	23	1.0754	16	311

표 2 XRD로 계산한 면간격.



A No treated substrate. B. treated substrate using 1 μm diamond paste

그림 2 기판표면처리 영향을 보여주는 석출된 박막의 SEM사진.



CH<sub>4</sub> 3%, 0.4torr, 20hr CH<sub>4</sub> 1%, 0.4torr, 20hr

그림 3. 생성된 다이아몬드박막의 SEM 사진

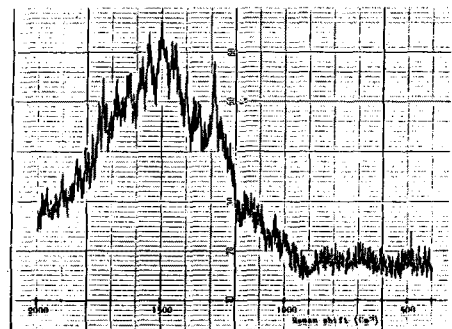
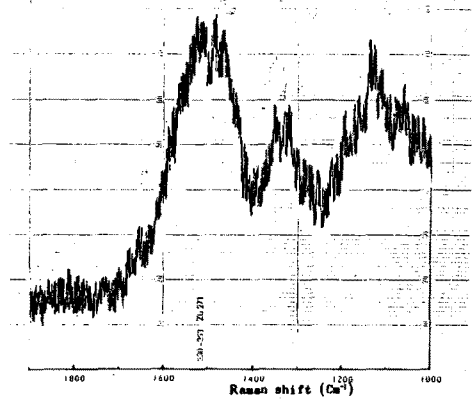


그림 4. 생성된 박막의 Raman spectra