

방 근태, 박재철, 홍성태, 박상현*

영진전문대학 전자과

* 경남대학교 전기공학과

1. 서론

저압기상합성법에 의한 다이아몬드합성은 탄화수소-수소 및 일산화탄소-수소를 반응기체로한 열CVD법과 플라즈마CVD법을 중심으로 많은 연구가 이루어져왔다. 다이아몬드박막의 고속 성장에 관한 연구는 주로 열 CVD법에 의하여 이루어져왔으며, 최근 Y.Hirose등은 열필라멘트법으로 다이아몬드박막의 성장율을 $40 \mu\text{m/h}$ 로 고속성장을 이룩하였다.

한편, 마이크로웨이브 플라즈마CVD법에 의한 다이아몬드박막의 성장율은 열필라멘트CVD법에 비하여 매우 낮으며, $\text{CH}_4\text{-H}_2$ 혼합가스를 반응기체로한 경우, 다이아몬드박막의 성장율은 약 $1\text{-}2 \mu\text{m/h}$ 정도이다.

본 보고에서는 마이크로웨이브 플라즈마CVD법으로 CH_3CHO 등 산소를 포함한 유기화합물을 탄소원으로 하여 다이아몬드박막을 합성하고, 다이아몬드박막의 성장율을 조사하였다.

2. 실험방법

종래의 2.45GHz 마이크로웨이브 플라즈마CVD장치를 이용하고, 탄소원으로 CH_3CHO , CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 를 사용하고, 이들 유기화합물을 기화시켜 수소가스와 혼합하여 반응관에 유입시켰으며, 필요에 따라 소량의 산소를 첨가하였다.

실험은 $18 \times 18\text{mm}$ Si(100)웨이퍼를 기판으로 사용하고, 마이크로파전력 $750\text{-}950\text{W}$, 반응압력 $60\text{-}80\text{torr}$, 수소유량 $100\text{-}200\text{sccm}$, 기판온도 $930\text{-}1000^\circ\text{C}$, 반응시간 $5\text{-}12$ 시간의 조건으로 행하였다.

석출물은 금속현미경, SEM, Raman분광기로 조사하였으며, 박막의 성장율은 석출물의 단면을 금속현미경으로 사진촬영하여 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 수소에 대한 CH_3OH 의 농도가 3.5% 인 혼합기체로부터 얻어진 석출물의 SEM사진과 Raman분석결과를 나타내었다. 1333 cm^{-1} 에 다이아몬드 특유의 피크가 나타나있고, 이때 석출물의 성장속도는 $1.8 \mu\text{m/h}$ 가 되었다.

그림 2는 CH_3CHO 를 탄소원으로 사용하여 수소에 대한 CH_3CHO 의 농도를 2% , 3.5% , 5% (미량의 산소첨가)로 증가하였을 때 석출되는 박막의 SEM사진이고, 그림2-d는 그림2-b조건에서 무연마 Si기판 위에 석출되는 입자의 SEM사진이며, 입자의 크기는 약 $77 \mu\text{m}$ 이고, 박막의 성장율은 $4 \mu\text{m/h}$ 이지만, 입자의 성장율은 $15 \mu\text{m/h}$ 가 되었다. 그림 3은 이들 박막의 Raman 분석결과이며, 수소에 대한 CH_3CHO 의 농도가 낮을수록 다이아몬드의 결정성이 좋아짐을 알 수 있고, 석출물내에는 비 다이아몬드탄소가 거의 없음을 알 수 있다. 그림4는 수소에 대한 CH_3CHO 농도의 변화에 따른 석출물의 성장율을 나타낸 것으로 CH_3CHO 의 농도가 3.5% 일 때 최대성장율인 $4 \mu\text{m/h}$ 를 나타내며, CH_3CHO 의 농도가 이보다 높거나, 낮아지면 박막의 성장율은 감소하였다. 그림 5는 수소에 대한 CH_3CHO 의 농도가 5% 로 비교적 고농도일 때 소량의 산소첨가 유무에 따라 석출된 박막의 Raman분석결과이다. 산소를 첨가함에 따라 비다이아몬드상 탄소성분이 매우 적어지고, 다이아몬드의 성분이 증가됨을 알 수 있다.

4. 결론

CH_3CHO 를 탄소원으로 사용하고 마이크로웨이브 플라즈마CVD법으로 다이아몬드박막을 Si 기판 위에 성장시키는 경우 비교적 質이 좋은 diamond를 얻을 수 있었으며, 입자의 성장속도는 $15 \mu\text{m/h}$, 박막의 성장속도는 $4 \mu\text{m/h}$ 로 종래에 비하여 매우 증가하였음을 알 수 있었다.

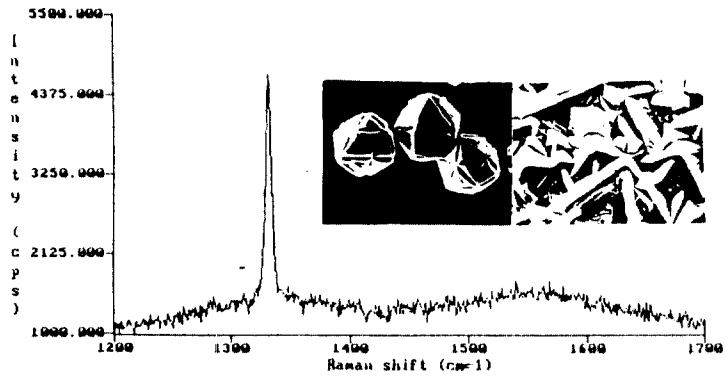


그림 1. CH₃OH로부터 얻어진 석출물의 SEM사진과 Raman스펙트럼

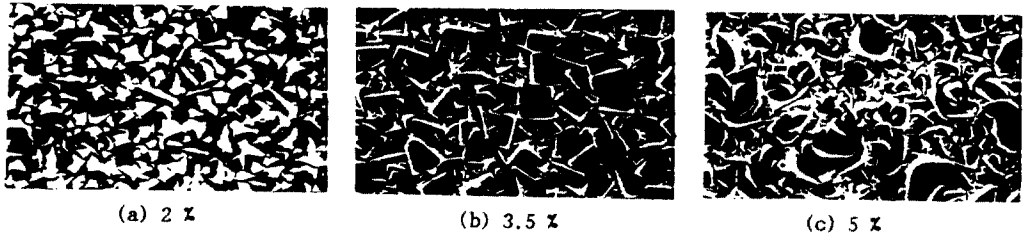


그림 2. CH₃CHO/H₂ 농도에 따른 석출물의 SEM사진

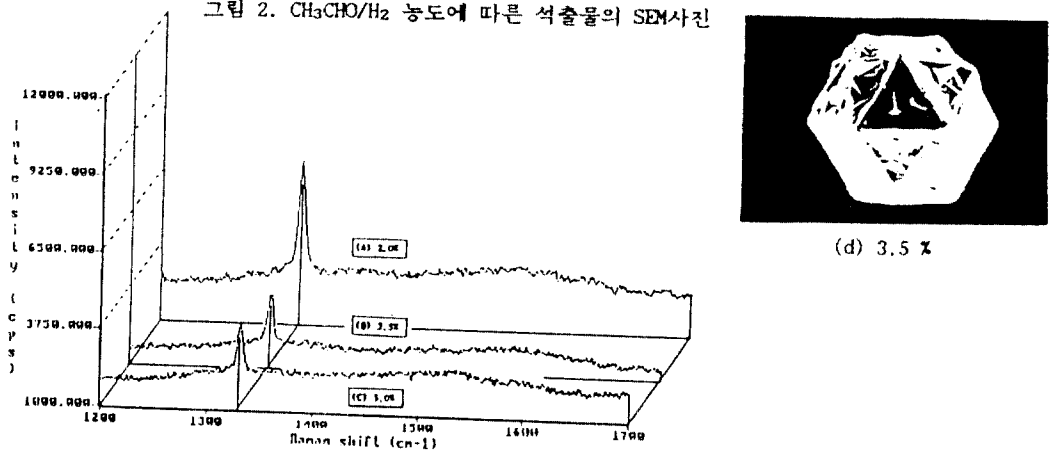


그림 3. 수소에 따른 CH₃CHO의 농도에 따른 석출물의 Raman스펙트럼

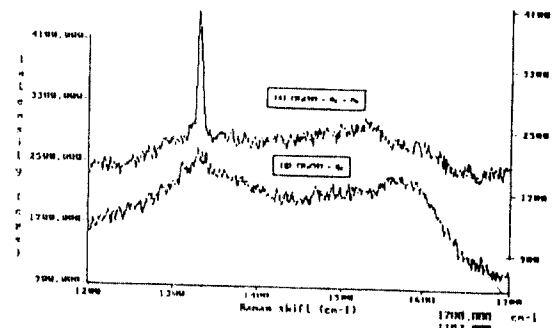
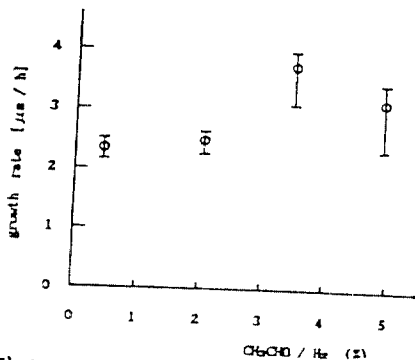


그림 4. CH₃CHO/H₂ 농도에 따른 박막의 성장률 그림 5. 산소첨가 유무에 따른 석출물의 Raman스펙트럼