

## PECVD로 성장된 a-Si<sub>(1-x)</sub>C<sub>x</sub>:H 박막의 광학적 특성 연구

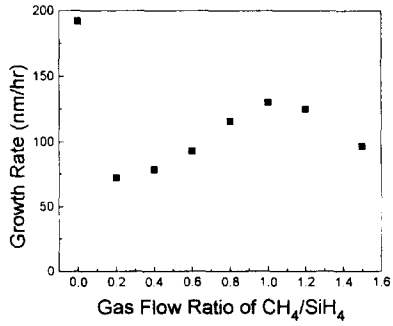
이상욱, 이호승, 최영순, 문종엽, 신동혁  
동국대학교 물리학과

SiC는 전자 이동속도가 높고, 항복 전압이 높으며, 화학적 안정성이 뛰어난 넓은 에너지 금지대역 (2.2~2.9eV)의 반도체 물질이어서 고온, 고전력 소자로서의 응용가능성이 크다. 그러나 단결정 성장 온도가 너무 높다는 점과 대면적 SiC기판의 부재, 기판의 생산원가가 비싸다는 점, 그리고 Si 위의 이중 증착시 격자 부합함에 의한 결정 결함과 계면상 void 형성의 문제는 SiC를 이용한 소자 연구 및 개발과 상업적 이용에 커다란 문제로 남아 있다. 한편, 결정성이 없는 비정질 물질은 상대적으로 낮은 온도에서 유리등의 기판위에 생성이 가능하다. a-SiC:H는 결정성 SiC의 우수한 전기적 특성을 유지하면서 대면적의 박막성장을 기대할 수 있다. 특히 a-SiC:H 박막에서 탄소원자의 조성비에 따라 광학적 에너지 띠 간격( $E_{opt}$ )이 변화한다는 사실이 알려져 있으므로<sup>[1]</sup>, 광전소자에의 응용에 큰 잠재성이 있다. 이러한 a-SiC:H 박막을 PECVD방식으로 성장한 뒤 광학적인 특성을 조사해 보았다.

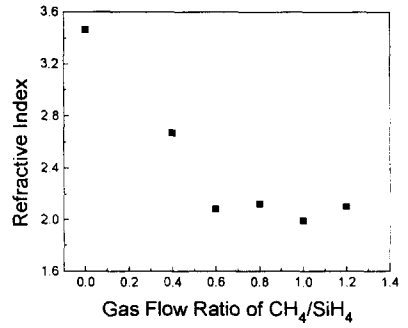
기판은 Corning-7059 유리를 이용하였으며 석영관의 반응 용기속에서 PBN 히터를 이용하여 300°C로 가열하고 전자기적 유도방식으로 50W의 rf 플라즈마를 형성하여 반응을 하였다. 압력은 0.4 Torr를 유지하며 반응개수비  $[CH_4]/[SiH_4]=x=0\sim 1.5$ 로 변화시켜 박막을 성장하였다. 수소의 첨가비는 반응개수에 대해 19였다.

[Fig.1]은 개스흐름비에 따른 박막의 성장률이다.  $x=0$  일 때 192nm/hr 였다가 메탄이 첨가된  $x=0.2$  일 때 성장률은 72nm/hr로 급격히 감소하였다. 그 이후  $x$ 가 증가함에 따라 성장률은 증가하다가  $x=1.0$ 에서 130nm/hr로 최대가 된후 점차 감소하였다. [Fig.2]는 굴절률의 변화이다.  $x=0$  일 때 굴절률( $n$ )은 3.5이며, 이후  $x$  증가시 2.0까지 감소하였다. 흡수계수를 측정하고 Tauc's plot으로 에너지 갭과 관련한 성질을 조사하였다.([Fig.3])  $x$ 가 0에서 1.0으로 증가함에 따라  $E_{opt}$ 은 1.4eV에서 2.7eV로 증가하였다.([Fig.4])

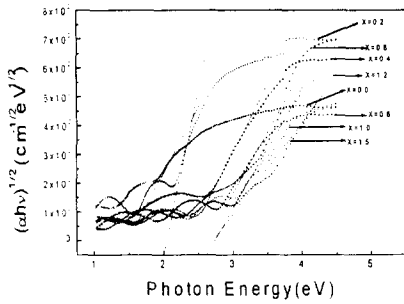
실리콘 박막 성장중에 메탄 개스를 첨가할 때 나타난 성장률의 점차적인 증가와 포화, 그리고 감소의 형태는 이미 여러 사람에게 의해 알려진 사실이다.<sup>[2]</sup> a-SiC 박막의 형성에 소요되는 개스의 증가에 따라 성장률이 증가하는 양상을 보이지만, 초기의 a-Si 박막의 성장률보다 작아지는 이유는 성장된 박막의 구조와 성질의 변화에 관련된 것으로 생각된다.  $x=0$  일 때  $n=3.5$ ,  $E_{opt}=1.4eV$ 로 a-Si 박막의 특성을 나타내었고  $x$ 가 점차 증가함에 따라  $n$ 은 2.0,  $E_{opt}$ 은 2.78eV 까지 변화하여 a-SiC:H 박막으로 바뀌어지는 과정을 볼 수 있다. 외부에서 조사되는 포톤의 에너지와 (포톤 에너지×흡수계수)<sup>1/2</sup>의 그래프 ([Fig.3])에서 선형구간의 기울기는  $x=0.2$ 로부터  $x$ 가 증가함에 따라 감소한다. [Fig.5]에는 흡수계수를 나타내었다.  $x=0.2$ 일 때 흡수계수가 최대이고 흡수대의 기울기도 가장 급격하다. 반면 흡수대의 파장분포는 가장 작다. 흡수확률은 Tauc's plot에서의 선형구간의 기울기로 대응되고 기울기는 원자의 배열성을 나타낸다<sup>[3]</sup>. [Fig.3]에서  $x=0.2$  일 때 흡수계수는 최대였고, 박막내의 원자의 배열성이 가장 높으며,  $x$ 가 증가함에 따라 비배열성은 증가하여 결국 초기  $x=0$ 에서의 a-Si과 비슷한 정도의 비정질 박막이 형성된다. 박막내 원자의 배열성이 가장 높은  $x=0.2$ 의 박막은 성장률이 가장 낮았었다. [Fig.6]은 Hall 방식으로 압전도도를 측정한 것이다.  $x$ 가 증가할수록 압전도도는 지수함수적으로 감소하였다. 전반적으로 압전도도가 높은 이유는 반응관 내의 잔류 질소에 의한 도핑 때문으로 생각된다.



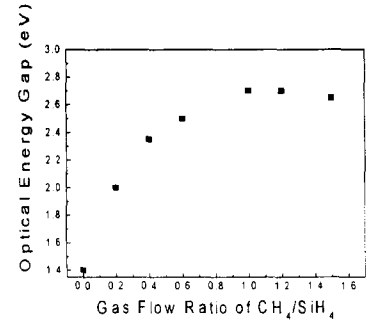
[Fig.1] Growth rate as a function of x



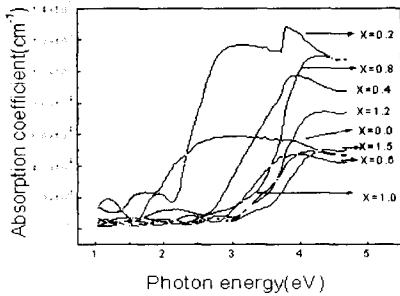
[Fig.2] Refractive index as a function of x



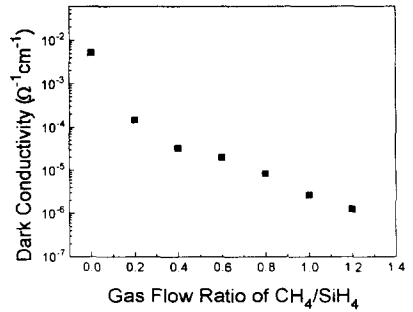
[Fig.3] Tauc's plots



[Fig.4] Optical energy gap as a function of x



[Fig.5] Absorption coefficient



[Fig.6] Dark conductivity as a function of x

- [1] V. Chu, J. P. Conde, N. Barradas. J. Appl. Phys. 78. 3164 (1995)
- [2] W. K. Choi, Y. M. Chan, R. Gopalakrishnan, J. Appl. Phys. 77, 827 (1995)
- [3] N. F. Mott and E. A. Davis, "Electronic Processes In Non-crystalline Materials", 2nd, Clarendon Press, Oxford, Chap. 6 (1979)