

Fe 이온 주입을 통한 나노다이아몬드의 특성 분석

전일근^{1*}, 석재권¹, 송종한², 채근화², 김철성³, 이재용¹

¹연세대학교 물리학과, ²한국과학기술연구원 특성분석센터

³국민대학교 물리학과

1. 서론

Nanodiamond는 보통 중앙 부분에는 sp^3 결합으로 diamond구조를 가지고 외곽 부분은 sp^2 결합인 graphite구조를 가지는 물질이다. 이 nanodiamond를 제작하는 방법에 따라 sp^3/sp^2 비율에서 차이가 날 수 있다. 우리는 detonation 방법으로 만들어진 nanodiamond에 Fe 이온을 주입하여 그 구조와 자기적 성질이 어떻게 나타나는지에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

Silicon기판위에 detonation nanodiamond를 도포한 후 spin coating을 이용하여 시료를 만들었다. 이 시료의 두께를 측정하기 위하여 Scanning Electron Microscope(SEM)을 사용하여 알아 본 결과 약 200nm인 것을 알 수 있었다. 그 후 Fe 이온을 조사하는 데에 있어 에너지를 결정하기 위해 Stopping and Range of Ions in Matter(SRIM) simulation을 이용하였다. Simulation 결과를 토대로 40KeV와 80KeV의 에너지로 Fe 이온을 조사를 하였고 dose량을 $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{16}$ 으로 변화하면서 시료를 제작하였다.

3. 실험결과 및 고찰

이온 조사된 시료의 자기적인 특성 변화를 알아보기 위하여 Vibrating Sample Magnetometer(VSM)로 측정하였다. 그 결과 이온 조사를 하지 않은 시료와는 달리 이온 조사를 한 시료들은 상온에서 superparamagnetism 성향을 보였다. 그리고 Fe 이온의 조사량이 많아질수록 nanodiamond의 자기모멘트도 커진다는 것을 알 수 있었다. VSM을 통해 나온 Magnetic signal이 nanodiamond layer에서 측정된 것임을 확인하기 위하여 RBS측정을 했다. RBS 측정 결과에 의하면 대부분의 Fe 이온들이 nanodiamond layer에 존재하는 것을 확인하였다. 혹시 이온 조사한 Fe 이온의 상당량이 Silicon 기판에 존재하여 VSM의 Magnetic signal이 나온 게 아닌지를 확인하기 위하여 dose량이 1×10^{15} ions/cm²인 시료의 nanodiamond layer를 제거하고 RBS측정한 결과, Fe signal이 나오지 않아 VSM의 측정 결과는 nanodiamond layer의 Fe 이온 주입으로 인한 결과라는 것을 확인할 수 있었다. 높은 dose인 2×10^{16} ions/cm²인 시료는 layer가 제거가 되지 않아 확인하지 못하였다.

4. 결론

Dedonation 방법으로 만들어진 nanodiamond 시료에 Fe 이온 조사를 한 결과, superparmagnetim을 보인다는 것을 알 수 있었다. Fe 이온조사 시 발생하는 nanodiamond의 결합구조의 변화를 알아보기 위하여 XPS 측정을 할 것이다. 이때, 이온 조사량에 따른 sp^2/sp^3 비율을 깊이 별로 측정하여 nanodiamond의 구조가 어떻게 바뀌는지 알아볼 것이다. 그리고 XRD를 통해서 nanodiamond의 입자의 크기를 알아볼 예정이다. 여기서 확인한 내용을 TEM과 EELS를 통하여 Fe 이온이 nanodiamond layer에 어떻게 위치하는지 다시 확인할 예정이다.

5. 참고문헌

- [1] PRL 95, 097201 (2005)
- [2] Appl. Phys. Lett. 91, 051918 (2007)
- [3] PHYSICAL REVIEW B 77, 054418 (2008)