

1. 라만 분광법을 통한 그래핀의 광학 특성 평가

≡ 태그	
날짜	

0.목표

1.이론

탄소 동소체란?

그래핀의 합성 방법

그래핀의 물리적 박리법

그래핀의 광학적 특성

라만분광분석

그래핀의 라만분석

2. 실험 방법

3. 결과 및 고찰

192293 탁민경

0.목표

흑연으로부터 물리적 박리법을 통해 단층 그래핀을 합성한 후, 라만 분광법을 통해 그래핀 시료를 평가해본다.

1.이론

탄소 동소체란?

- 탄소 원자로만 이루어진 물질

[동소체]

한 종류의 원자로만 이루어져 있으나 그 성질이 여러가지인 물질

1. 다이아몬드

- 탄소 원자 1개가 다른 탄소 4개와 정사면체 모양으로 결합한 그물구조
- 녹는점이 매우 높고, 가장 단단함

- c. 절연체
- 2. 풀러렌
 - a. C60 축구공 모양
 - b. 그래핀을 축구공모양으로 말았음.
 - c. 검은 갈색의 분자성 물질
 - d. 매우 안정된 구조, 온도와 압력에 강함
- 3. 그래핀
 - a. 탄소나노구조체의 기본구조
 - b. 1개의 탄소와 다른 탄소 3개가 결합한 그물구조
 - c. 한 층의 정육각형 모양
 - d. 자유 전자 1개 → 강도와 전기 전도성이 매우 큼
- 4. 흑연
 - a. 그래핀이 여러겹 → 층상구조
 - b. 각 평면이 쉽게 떨어짐
- 5. 탄소나노튜브
 - a. 그래핀을 원통형으로 말았음.
 - b. 나노미터 크기의 관모양
 - c. 열전도성이 큼

그래핀의 합성 방법

- 1. 흑연결정으로부터 그래핀 한 층을 분리하는 방법
- 2. 고온에서 탄소를 잘 흡착하는 전이금속을 촉매 층으로 이용하여 그래핀을 합성하는 화학기상증착법
- 3. 고온에서 결정에 흡착되어 있거나 포함되어 있던 탄소가 표면의 결을 따라 성장하는데 피성장법
- 4. 흑연을 산화시켜 용액 상에서 분리한 후 환원시키는 화학적 박리법
 - a. 흑연을 산화시키고 이온성 물질을 층간에 삽입시켜 층간거리를 넓혀 산화 흑연을 제조

- b. 흑연의 효과적 산화에 의한 층간거리를 조절하고 그래핀 표면에 결함을 최소화하여 박리하고 이를 효과적으로 최대한 sp² 탄소구조로 회복 시키는 것이 관건이다.

그래핀의 물리적 박리법

테이프나 Shear stress 등을 가하여 물리적인 방법으로 그래핀을 박리하는 방법이다. 이 방법으로는 연구에 필요한 양질의 그래핀을 얻을 수 있으나, 대면적이나 대량생산은 어렵다.

하지만 용액내에서 회전력을 가하여 흑연으로부터 그래핀을 박리하는 공정은 아직 초기단계이나 어느 정도 대량생산의 가능성을 보여주고 있다.

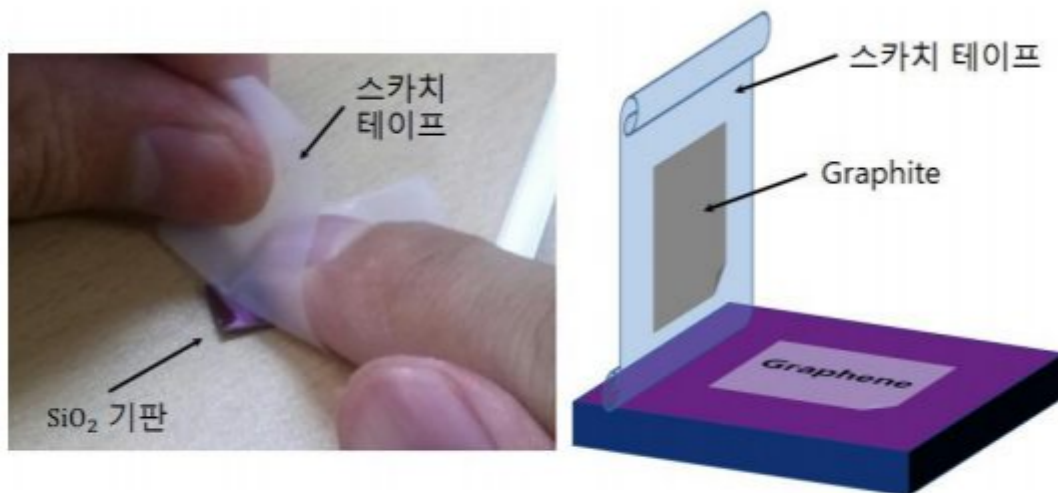


그림 1. 물리적 박리법 사진(왼쪽)과 모식도(오른쪽).

그림 1. 물리적 박리법 사진(왼쪽)과 모식도(오른쪽).

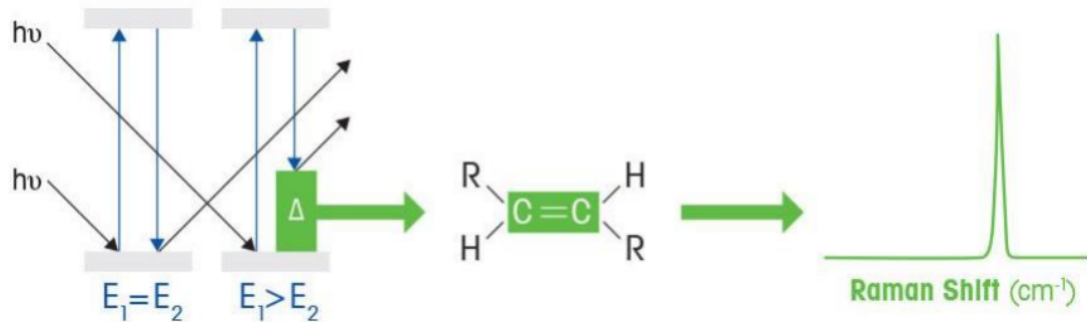
그래핀의 광학적 특성

그래핀의 연구가 활성화된 가장 큰 계기 중 하나는 산화실리콘(SiO₂) 박막으로 덮힌 실리콘 기판 위의 그래핀 시편을 광학현미경으로 관찰할 수 있다는 사실이다.

이는 그래핀과 산화실리콘 막에서의 다중반사에 의한 빛의 간섭 효과 때문이다.

라만분광분석

- 분자에 입사된 빛이 산란으로 방출될 때 입사된 빛 중 일부가 물질의 진동 에너지 만큼 phonon을 방출하여 에너지를 잃게 되는 라만 현상을 측정하여 분자구조에 관한 정보를 얻는 실험 방법
- 그래핀 또는 탄소나노튜브와 같은 그래핀 관련물질에 적용할 경우 당김, 도핑/결손 농도, 가장자리 모양, 층 수, 열전도도 등을 측정할 수 있다.



그래핀의 라만분석

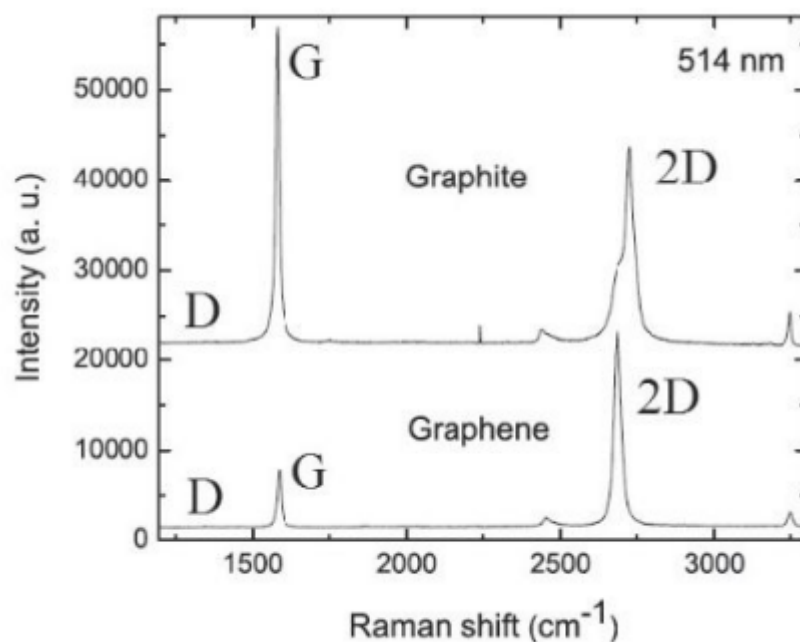


그림 3. 그래핀(Graphene)과 흑연(Graphite)에 대한 라만 피크 분포.

위 그림은 그래핀에서 관찰되는 비탄성 산란된 빛의 강도(Intensity) 및 잃어버린 에너지 크기를 나타내고 있다.

1. 1차 라만 현상으로 인한 G피크

1580cm⁻¹ 부근에 G라고 표기된 피크(peak)는 운동량이 0인 면내 포논 모드에 의해 생성되는데 흑연 관련물질들에서 공통적으로 나타나는 피크이기 때문에 흑연(Graphite)의 앞 글자인 G로 표기한다.

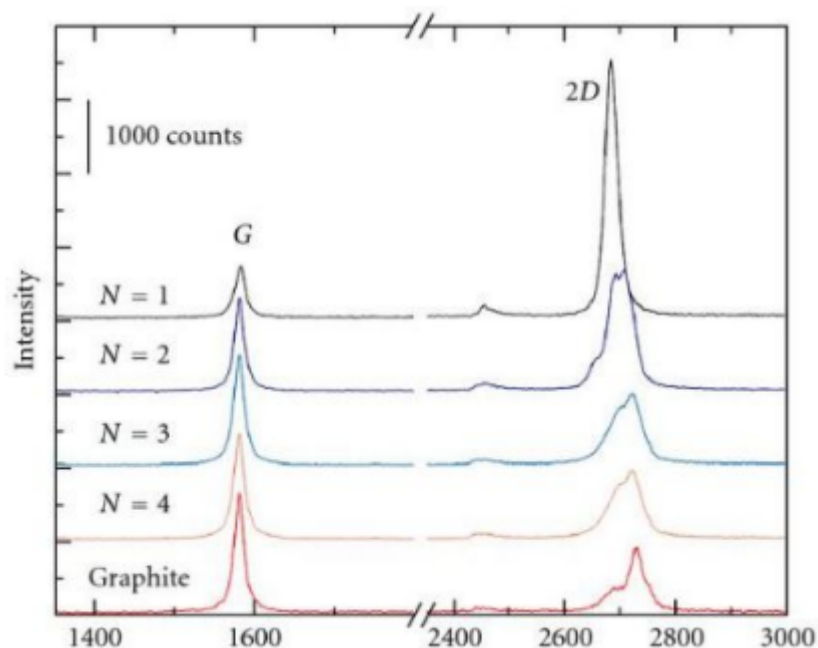
2. 결손 피크 D피크.

D라고 표기된 1350cm⁻¹ 부근의 피크는 1350cm⁻¹ 에너지를 갖는 포논에 의한 비탄성 산란과 결손(Defect)/치환지점 주변에서의 탄성산란이 순서에 상관없이 발생할 경우에 나타나며 결손/치환이 많이 된 구조물일수록 피크의 강도가 크게 나타난다.

3. 공명 라만 증강 효과에 의한 2D피크

2차 라만 산란 현상에 의한 봉우리들의 이중공명에 의해 나타난다.

2700cm⁻¹ 부근에 있는 2D로 표기된 피크는 1305cm⁻¹ 에너지를 갖는 포논에 의한 비탄성 산란이 2번 연이어서 발생할 경우 나타나기 때문에 해당 피크는 1350cm⁻¹의 두 배인 2700cm⁻¹ 부근에서 나타난다



2. 실험 방법

(1) 그래핀의 물리적 박리

- 세척한 실리콘 웨이퍼 준비
- 흑연을 스카치 테이프를 이용하여 물리적으로 박리

- 수 번의 반복을 통해 제조된 테이프 위 그래핀을 실리콘 웨이퍼에 부착

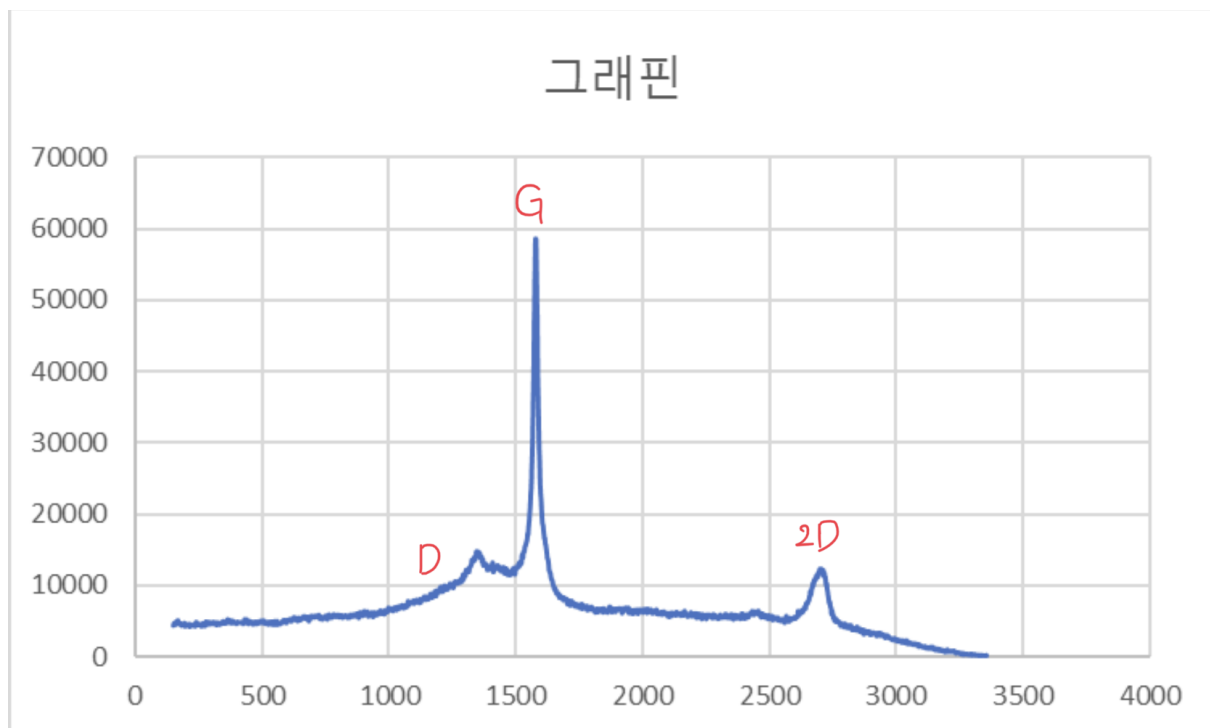
(2) 라만을 통한 분석

- 타이레놀 샘플을 통한 라만분석기의 보정
- 레이저 세기, 반복 횟수 및 데이터 수집 모드를 설정한 후 라만 분석

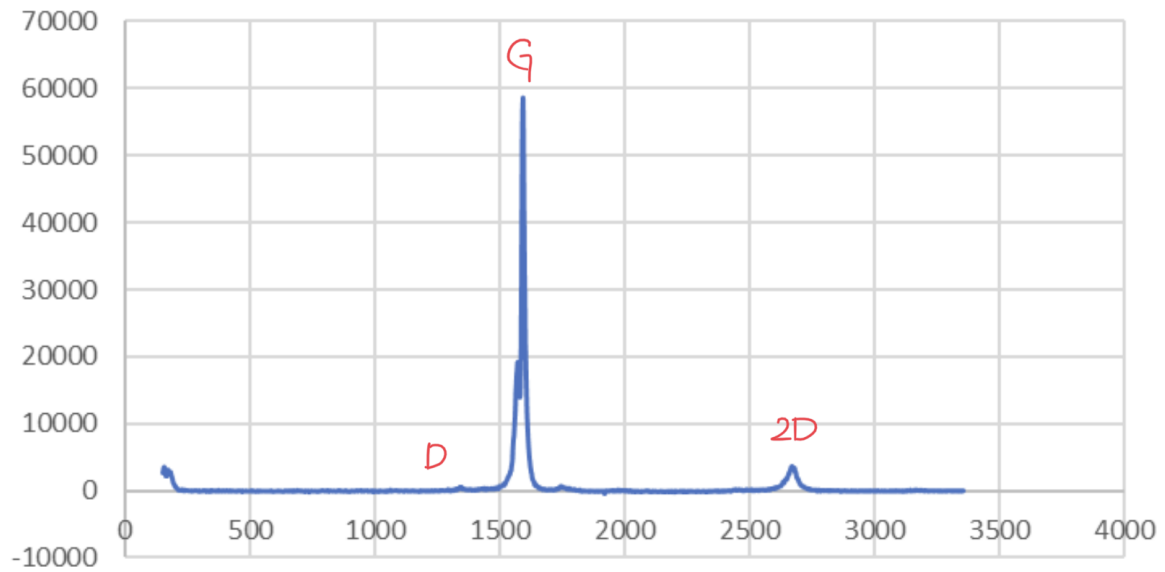
3. 결과 및 고찰

(1) 라만분석 결과를 그래프로 작성 후, D밴드, G밴드, 2D밴드를 표시하시오.

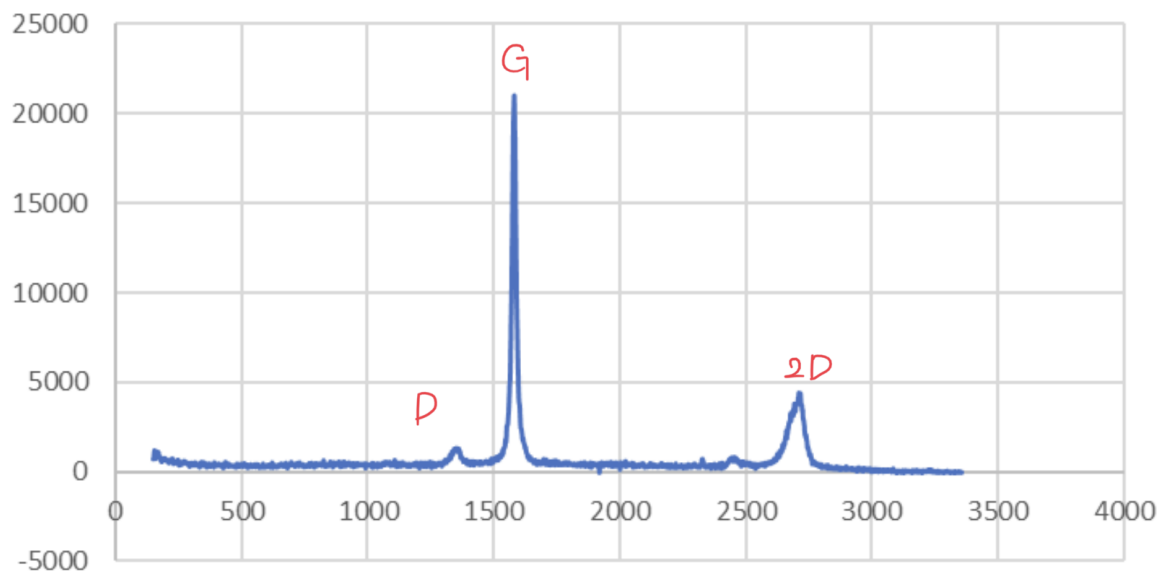
(2) 라만분석 결과에서 IG/ID를 바탕으로 결정화도를 비교하시오



탄소나노튜브



흑연



결정화도는 I_d/I_g 의 비율에 extinction coefficient를 고려해서 계산하면 알 수 있는데, extinction coefficient가 모두 동일하다고 가정하면, 비율을 대략적으로 그래핀 1/6, 탄소나노튜브 1/20, 흑연 1/4로 볼 수 있어, 결정화도는 다음과 같은 양상을 보인다고 볼 수 있다.
 흑연 > 그래핀 > 탄소나노튜브

