유기 재료 공학 Exam #1 모범답안

1. Top down method : Nano lithography로 대표됨, high controllability, 하지만 가격이 비싸고 beam의 파장 영역의 한계로 구조 조절 가능한 크기의 한계가 존재, 사용할 수 있는 물질의 종류에 제한이 있다

Bottom up method : nucleation growth – self assembly 과정을 거쳐 fabrication. 공정이 간단. 비용을 상대적으로 줄일수 있으며, 원자 레벨에서부터 조립하여 나노 사이즈의 조절에 유리, top down method 보다 더 작은 구조를 만들어 낼 수 있다.

나노 사이즈에서는 물질의 특성이 변하기 때문에 이를 이용하여 다양한 application도 기대할 수 있다. 이를 이용하여 기존의 top-down method를 이용하여 만들어져 왔던 반도체와 전자 부품뿐 아니라 사이즈 별로 발광 스펙트럼이 변하는 특성을 이용하여 발광 소자, 레이저, 그리고 넓은 표면적을 이용한 촉매와 생체 재료 등에 이용이 가능하다.

채점기준

Top-down, Bottom-up method에 관한 설명 4점

Top-down의 단점을 언급 3점

Application에 대해 언급 3점

합계 10점

잘못된 설명일 경우 그에 따른 감점

Application에 대해 언급이 단순 제시에 그칠 경우 감점

1. (1) 사이즈가 작아질수록 에너지 밴드가 연속적인 형태에서 불연속적인 형태로 변화한다. 반도체의 경우 밴드갭이 증가하고 금속의 경우 Kubo gap이 나타나게 된다.

채점기준

나노 스케일에서 에너지 밴드가 불연속적 형태로 나타남을 표현 ~3점

이유를 적절하게 설명하면 ~2점

합계 5점

이유를 언급하지 않을 경우 감점

(2) 상온에서는 bulk 물질의 conductivity는 옴의 법칙을 따른다. 그러나 나노 사이즈로 가면 물질의 kubo gap은 증가하고 밴드는 discrete해지면서 열 에너지가 그 갭을 극복하지 못하면 옴의 법칙을 더 이상 따르지 않고 VI곡선이 step형식을 띄게 된다.

채점기준

Step형식을 띄게 한다는 것을 언급하면 ~3점

이유를 적절히 설명하면 ~2점

합계 5점

스텝형식이 된다는 말을 빼고 밴드갭 관점으로 설명하여 conductivity의 감소를 설명하면 2점

 (3) 나노 사이즈에서는 표면적이 커지고, 그만큼 dangling bond가 증가하여 열역학 적으로 불안정한 상태가 된다. 그래서 더 낮은 온도에서도 액체상태가 더 안정한 상태가 되기 때문에 녹는 점이 사이즈가 작아짐에 따라 점차 낮아지는 경향을 보인다.

채점 기준

온도에 따른 변화를 제대로 말하면 ~2점

그 이유를 제대로 설명하면 ~3점

합계 5점

(4) Diamagnetic material은 모든 전자들이 쌍을 이루고 있어 spin의 up-down이 상쇄되어 외부 자기장에 대한 자화가 일어나지 않고 faraday 유도에 의해 반대 방향으로의 자화가 아주 작은 값으로 일어난다. 그러나 나노 사이즈에서는 개수가 적어서 완전한 상쇄가 일어나지 않는다. 그로 인해 diamagnetism을 잃게 된다.

채점 기준

사이즈 감소에 따른 magnetic properties의 변화 ~3점

이유 설명 (faraday 유도 필수) ~2점

합계 5점

1. 오렌지에서 붉은색으로 변화 red shift- Ag는 반도체 QD의 경우와는 달리 band gap이 없고, bulk material과 동일하게 continuum 형성, 대신 surface plasmon reasonance에 의해 영향 받음. Incident wave에 의해 electron cloud가 oscillation하게 된다. 이러한 경우 아래 식으로부터 Extinction은 반지름이 증가하는 경우 파장이 증가한다.



반지름을 증가시킨다 3점

Ag의 color가 나타나는 원리 설명 7점

합계 10점

1. 1) phonon : a quantized mode of vibration occurring in a rigid crystal lattice, such as the atomic lattice of a solid

photon : the elementary particle responsible for electromagnetic phenomena, the carrier of electromagnetic radiation of all wavelengths

채점 기준

각각에 대해 제대로 설명하면 3점

2) colloid : a type of mechanical mixture where one substance is dispersed evenly throughout another.

emulsion : a type of colloid, liquid-liquid

suspension : a type of colloid, liquid-solid

 채점 기준

각 1점씩 합계 3점

3) Oswald ripening : 사이즈가 큰 particle의 에너지 상태가 사이즈가 작은 particle보다 낮아 더 안정하기 때문에, 사이즈가 작은 particle은 solution state로 녹아들어가는 반면 큰 particle은 점점 더 크기가 성장하는 현상.



Coalescence : surface tension을 줄이기 위해 동일한 성분의 2 phase domain이 서로 접하여 하나의 큰 phase domain을 형성하는 현상.

채점 기준

각각에 대해 제대로 설명하면 4점

Ostwald ripening과 coalescence를 구분하여 설명하지 않으면 감점

현상에 대한 이유가 부족하게 제시됐을 경우 감점

5.

(1) 

채점 기준

3개 항목 이상 대비하여 제시하면 10점

각 항목이 부실할 경우 감점

(2) Microemulsion은 High surface area를 가지고 있으나, surfactant의 작용으로 인해 interface tension이 매우 낮은 값을 가지고 많은 수의 nanoparticle의 형성으로 인한 엔트로피의 증가때문에 깁스 프리 에너지가 특성 r의 영역에서 최하값을 가지게 된다. 그 부분에서 열역학적으로 안정하기 때문에 microemulsion은 크기의 변화없이 안정한 상태로 존재하게 된다. 반면 emulsion은 r이 작아짐에 따라 깁스 프리 에너지가 커지는 형태를 보여 단지 kinetically 안정한 상태로만 존재하게 된다.

채점 기준

열역학적 차이에 관한 설명 10점

Surfactant의 영향으로 interface tension이 줄어든다는 이롞, 엔트로피의 증가, 특정영역에서 G가 최소값을 갖는 다는 주장(혹은 그래프)이 뒷받침 되지 않을 경우 감점

1. ex) Electrolyte를 첨가한다. – head group area가 좁아지는 효과

Hydrocarbon의 길이가 긴 surfactant를 사용한다.

등 2가지 이상의 타당한 설명의 설명 및 이론적 근거가 충분할 경우 20점

충분한 설명 및 이론적 근거가 부족할 경우 각각 감점

1. 구현하는 방법은 다양하기 때문에 과학적인 논리성과 이론적인 베이스만 갖춰지면 됨. 단 학부레벨 과정에서 배운 지식을 이용하여 검토하더라도 불가능한 process를 제시하였을 경우에 감점.

하나의 예시) 물과 같은 hydrophilic solvent에 surfactant를 넣어 micelle을 형성. MMA와 같은 monomer와 initiator를 넣으면 micelle안으로 투입되고 이 상태에서 polymerization. Styrene과 같은 monomer를 다시 투입하고 polymerization을 하면 core/shell구조의 nanosphere가 만들어진다. 적당한 solvent로 PMMA만 선택적으로 제거하고 surfactant를 제거하면 hollow nanosphere를 형성할 수 있다.

채점 기준

제시한 방법이 과학적으로 타당하면 ~20점

1. 채점기준 : 적절한 comment만 작성하면 10점