

나노CuO와 폴리아닐린을 결합한 태양복사선택흡수재료의 제조와 구조적특성

김룡운, 은경호

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《풍력과 조수력, 생물질과 태양에너지에 의한 전력생산을 늘이며 자연에너지의 리용범위를 계속 확대하여야 합니다.》

태양열리용체계의 효율을 높이는데서 태양복사선택흡수막은 아주 중요한 역할을 한다. 이상적인 태양복사선택흡수막은 자외선—가시광선대역에서 모든 복사를 흡수(반사율이 거의 0)하고 적외선대역에서 모든 복사를 반사시키는 재료이다. 그러나 이런 이상적인 흡수특성을 가진 재료는 없으며 따라서 이 특성에 가까운 흡수재료를 개발하기 위한 연구들[1—3]이 많이 진행되고있다.

본문에서는 열전도성과 열안정성, 부착력이 좋은 폴리아닐린(PANI)에 높은 흡수능과 복사능을 가진 CuO나노구조의 무기물을 결합시킨 나노복합물로서의 태양복사선택흡수재료를 제조하고 그 구조적특성을 연구하였다.

1. CuO-PANI나노복합재료의 제조

CuO-PANI를 제조하기 위하여 나노산화동(CuO)과 폴리아닐린(PANI), 초산, 과류산암모니움(APS), 이소프로필알콜(IPA)을 리용하였으며 제조과정은 다음과 같다.

0.01mol/L의 아닐린—초산용액 25mL에 200mg의 CuO나노결정분말을 첨가한 후 혼합물을 2min동안 초음파처리하고 0°C에서 30min동안 교반한 다음 0.01mol/L의 물폴림성과 과류산암모니움(APS) 25mL를 0°C에서 교반하면서 12h동안 반응시켰다.

그다음 침전물을 리과하고 증류수로 여러번 세척한 다음 65°C에서 6h동안 건조로에서 건조시켰다. 한편 CuO가 들어가지 않은 순수한 PANI를 중합하였다.

1.5mm 두께의 유리판(2.5×2.5cm²)을 아세톤과 증류수로 여러번 초음파세척하고 제조한 3mg의 CuO-PANI나노복합물을 1.5mL의 이소프로필알콜(IPA)에서 초음파분산한 다음 유리기판위에 분무도포하고 60°C에서 4h동안 진공건조시켰다.

2. 분석결과 및 해석

제조한 CuO-PANI막의 분자결정구조와 결합에너지, 결면형태를 X선회절분석기(《Rigaku-Miniflex》, X선: CuK α_1 -1.540 51 Å)와 푸리에변환적외선분광기(《Nicolet6700shj》), 주사전자현미경(《JSM-6610》, 20kV)으로 분석하였다.

1) X선회절에 의한 결정분석

CuO와 PANI, CuO-PANI나노재료의 X선회절(XRD)분석결과를 그림 1에 보여주었다. 그림 1에서 보는바와 같이 CuO에 대한 봉우리들은 CuO의 순수한 단사정계(공간군 C2/c; $a = 4.688\text{Å}$, $b = 3.422\text{Å}$, $c = 5.131\text{Å}$, $\beta = 99.506^\circ$)와 일치하며 (002)와 (111) 즉 2θ 가 35.4,

38.7°일 때의 봉우리들은 CuO가 고도로 배향된 결정나노구조라는것을 보여준다.

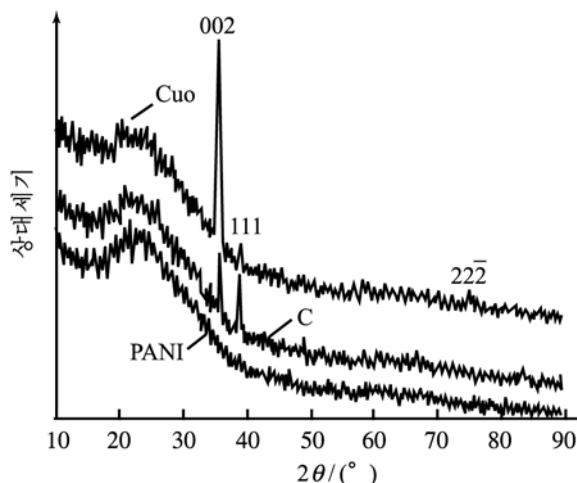


그림 1. CuO와 PANI, CuO-PANI나노재료의 XRD분석결과

2) 나노CuO와 PANI의 결합특성에 대한 FTIR스펙트르분석

나노CuO와 PANI의 결합특성을 푸리에변환적외선분광기(FTIR)로 분석하였다.(그림 2)

나노CuO의 FTIR스펙트르분석결과를 보면 파수가 432, 500, 603 cm^{-1} 인 위치들에서 3개의 특성흡수띠들이 관측되었는데 이것은 나노CuO의 Cu—O신축진동방식에 해당되는 값들이다.

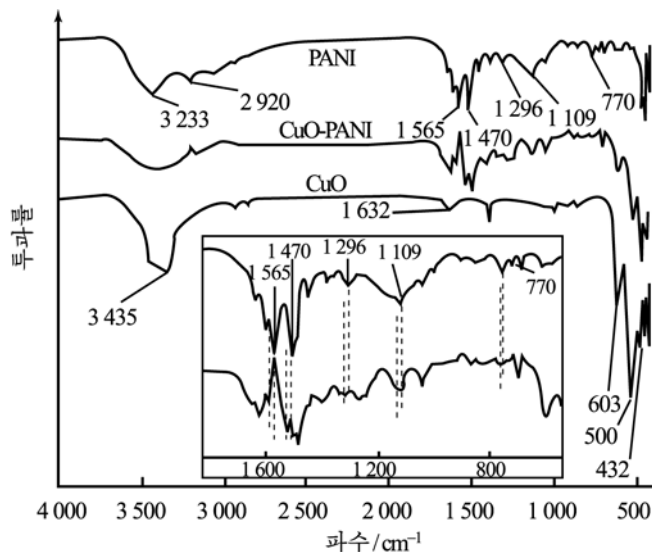


그림 2. 나노CuO와 CuO-PANI, PANI의 FTIR반사스펙트르

순수한 PANI에 대한 FTIR스펙트르분석결과를 보면 770 cm^{-1} 에서의 흡수띠는 =C—H 변각진동에 해당한것이고 1 296 cm^{-1} 과 1 109 cm^{-1} 에서의 흡수띠들은 각각 벤졸고리의 C—N신축진동방식과 PANI의 프로톤화모양에 해당한것들이다. 그리고 1 565와 1 470 cm^{-1} 에서의 흡수띠들은 각각 PANI의 C=N과 C=C신축진동방식에, 2 920과 3 233 cm^{-1} 에서의 흡수띠

들 역시 각각 C-H와 N-H신축진동방식들에 해당한것들이다.

CuO-PANI나노구조의 FTIR스펙트르분석결과를 보면 순수한 PANI에 대응하는 770, 1 109, 1 296, 1 470, 1 565 cm^{-1} 에서의 PANI흡수띠들이 파수가 큰쪽으로 약간 이동하였다. 그리고 2 920과 3 233 cm^{-1} 에서의 C-H와 N-H에 대응하는 흡수띠들은 약간 더 넓어졌다. 한편 나노CuO에 대응하는 432, 500, 603 cm^{-1} 에서의 흡수띠들은 파수가 작은쪽으로 약간 이동하였다.

이상에서 본바와 같이 개별적인 재료들에 대응한 흡수띠들이 변화된것은 CuO와 PANI사이에 결합이 이루어졌다는것을 확증해주고있다.

3) 표면형태와 원소분석

CuO, CuO-PANI와 PANI나노구조재료들의 표면과 원소분석결과를 그림 3에 주사전자현미경(SEM)사진과 함께 보여주었다.

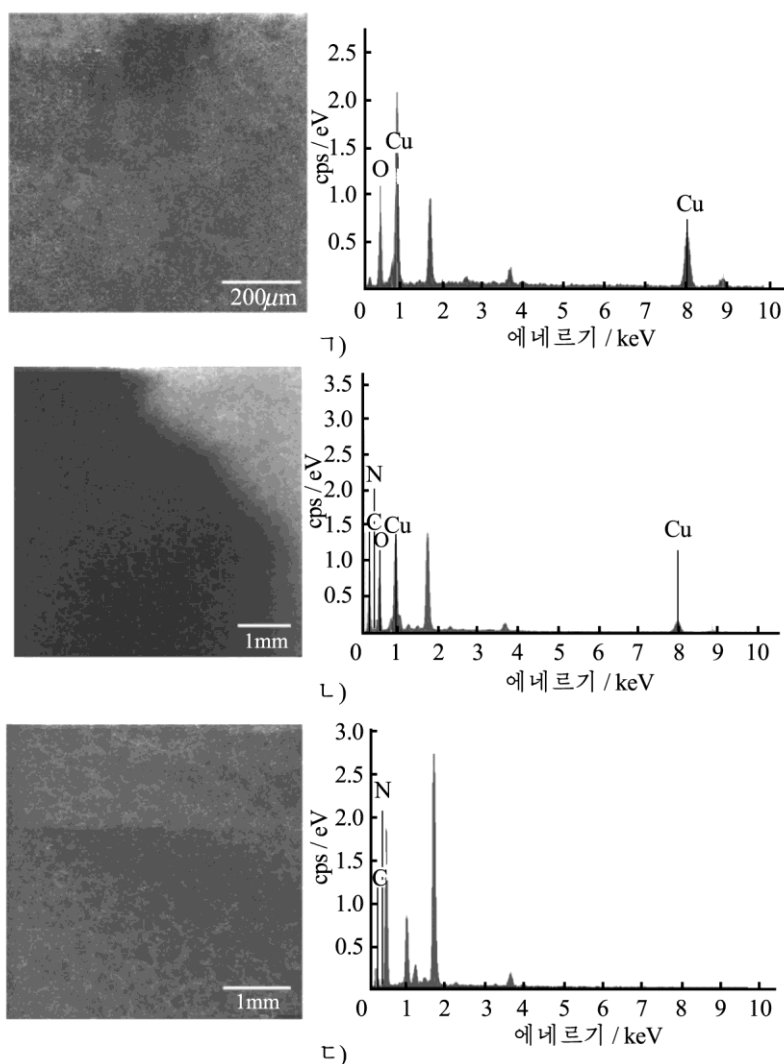


그림 3. 태양복사선택흡수재료의 표면과 원소분석결과

㉠) CuO, ㉡) CuO-PANI, ㉢) PANI

SEM사진에서 보여주는바와 같이 막결면은 균일하며 태양복사선택 흡수재료인 CuO-PANI나노구조에서 Cu, O, C, N과 같은 원소들이 존재한다는것을 알수 있다.

맺 는 말

제자리중합과 간단한 분무도포방법을 리용하여 매우 높은 선택성을 가진 CuO-PANI 태양복사선택 흡수재료를 개발하였다.

CuO는 나노결정이며 CuO와 PANI사이에 결합이 이루어져 CuO-PANI나노복합물이 형성되었다는것을 XRD분석과 FTIR스펙트르분석으로 확증하였다. 주사전자현미경을 리용하여 분무도포방법으로 형성한 막이 균일하며 그속에 해당 원소들과 복합물이 존재한다는것을 립증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 은경호; 태양열동력학, 김일성종합대학출판사, 103~111, 주제102(2013).
- [2] G. Katumba et al.; Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 92, 1285, 2008.
- [3] Z. Y. Nuru et al.; Solar Energy, 120, 123, 2015.

주제109(2020)년 12월 5일 원고접수

The Fabrication and Structural Properties of Solar Radiation Selective Absorption Material Incorporated with Nano CuO and Polyaniline

Kim Ryong Un, Un Kyong Ho

We investigated the fabrication and structural properties of solar radiation selective absorption materials, nanocomposites, incorporating inorganic materials of CuO nanostructures with high absorption and emissivity on high thermal conductive, thermal stabile and adhesive polyaniline (PANI).

Keywords: solar selective absorber, CuO, polyaniline