

입자빔 조사에 의한 다발형 단일벽 탄소나노튜브 네트워크의 전도도 변화

허성렬, 조정현, 임선택, 김곤호

서울대학교 에너지시스템공학부

탄소나노튜브 네트워크는 우수한 프린팅 능력, 유연성, 내구성 때문에 투명전극, 터치패널, 평판 디스플레이, 태양전지 분야에서 이용하는 ITO 필름의 대체 물질이다. 기존 연구에 따르면 탄소나노튜브 네트워크의 기계적 물성은 우수하지만 전도도는 ITO 필름보다 낮은 수준이다. 입자빔 조사는 탄소나노튜브끼리의 접합들을 만들어 낼 수 있다. 입자빔 조사를 통하여 탄소나노튜브 간 접촉 저항을 낮추어 탄소나노튜브 네트워크의 전도도를 높일 수 있다. 입자빔 조사에 의한 탄소나노튜브 네트워크의 전도도 변화를 관찰하기 위해 다발형 단일벽 탄소나노튜브 네트워크 박판을 이용하였다. 입자빔 조사는 빔에너지에 따라 유도결합형 플라즈마원과 한국원자력의학원(KIRAMS)의 사이클로트론 가속기를 이용하였다. DC 전위가 걸린 유도결합형 플라즈마원에서 20 eV ~ 7.5 keV의 저에너지 아르곤, 수소 이온빔을 시편에 조사하였고, KIRAMS의 가속기를 통해 10 MeV의 고에너지 양성자빔을 조사하였다. 저에너지 이온빔 조사 후, 탄소나노튜브 다발에서 결점 생성과 비결정질화를 관찰하였다. 결점 및 비결정질 생성의 결과, 탄소나노튜브 네트워크 박막의 전도도는 감소하였다. 반면, 고에너지 양성자빔 조사에서는 나노튜브끼리 접합 점을 형성하였고, 조사 전 면저항 110 kΩ/sq의 탄소나노튜브 네트워크 박막이 조사량 $8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 의 조사 후에 21 kΩ/sq로 감소함을 관찰하였다. 10 MeV 양성자 조사에서 조사량을 증가시킬수록 접합점이 늘어나고, 전도도가 향상됨을 확인하였다. 본 연구에서 고에너지 입자빔 조사를 통해 다발형 단일벽 탄소나노튜브 네트워크의 접합점을 늘릴 수 있고, 조사량 증가에 따라 접합점 개수를 늘릴 수 있음을 알아내었다. 고에너지 입자빔 조사를 통한 탄소나노튜브 네트워크의 접합점 증가는 나노튜브 간 접촉 저항을 낮춰, 전체 전도도를 향상시킬 수 있다.