

탄소나노튜브를 이용한 고휘도 x선원용 전자빔원 개발

김선규, 조성오

한국과학기술원 원자력 및 양자공학과

본 연구팀은 나노급 의료영상장치를 위한 고휘도 마이크로빔 x-선원을 개발 중이다. 고휘도 마이크로빔 x-선원을 위해서는 x-선 타겟을 때리는 전자빔 직경이 $5\ \mu\text{m}$ 이하이면서도 빔 전류가 약 $30\ \mu\text{A}$ 이상인 고휘도 전자빔이 필요하다. 이를 위해 탄소나노튜브 팁을 이용한 고휘도 전자빔원을 개발 중이며, 개발 중인 탄소나노튜브 팁을 이용한 고휘도 전자빔원의 설계 및 기초실험결과를 보고한다. 한편 x-선 타겟부에서의 전자빔의 크기를 줄이기 위해 전자현미경에서 사용되고 있는 이중 집속렌즈 형태의 전자빔 광학계를 설계하였다. 설계를 바탕으로 $0.2\ \text{mm} \times 0.25\ \text{mm}$, $0.38\ \text{mm}$, $0.4\ \text{mm}$ 두께의 텅스텐을 에칭하여 전계 방출에 흔히 쓰이는 정렬된 다중벽 탄소나노튜브를 코팅하도록 음극을 주문 제작하였다. 그리드 전극은 super-drilling 방식을 이용하여 제작하였으며 직경은 $0.01\sim 0.1\ \text{mm}$ 로 하였다. 그래서 각각 제작된 탄소나노튜브 음극과 그리드 전극과 형광판을 이용하여 전자빔 인출실험을 수행하였다. 음극과 그리드 전극 사이의 전압은 $1\ \text{kV}$ 로 하였으며 그리드전극과 형광판 사이에서는 $80\ \text{kV}$ 로 하였다. 그리고 진공이 $10^{-5}\ \text{torr}$ 에서 실험이 이루어졌다. 또한 EGUN CODE를 이용하여 직경이 서로 다른 네 종류의 다중벽 탄소나노튜브 팁에서 발생하는 전자빔의 궤적 및 발생전류량을 계산함으로써 실험결과와 비교하였다. 탄소나노튜브 팁을 이용한 전자빔 인출 실험결과 등에 관해 보고한다.