

표면 처리를 통한 다이아몬드의 전계방출 효과 연구 (Field Emission Study of Surface Treated Diamond Film)

한상윤, 이종람, *백영준

포항공과대학교 재료금속공학과, *한국과학기술연구원

다이아몬드는 높은 열전도도와 화학적 안정성, 그리고 낮은 전자친화도등으로 인해 전계 방출 소자로써 많은 연구가 행해져 왔다. 특히 화학기상증착법으로 제작된 다이아몬드 박막은 낮은 구동전압과 높은 방출 전류의 특성을 나타내고 있다. 특히 전계 방출 효과가 물질의 표면에서 발생하므로 전계 방출 물질의 표면 특성과 전계 방출 특성의 연관성을 찾는 것이 무엇보다도 중요하다. 본 연구에서는 이온빔 표면 처리와 화학적 처리를 통한 전계 방출전류의 변화 및 표면에서의 물성변화를 관찰하였다. 이를 통하여 다이아몬드의 전계방출 메커니즘을 해석하려 하였다.

다이아몬드 박막은 MPCVD (Microwave Plasma Chemical Vapor Deposition) 방법으로 Si위에 증착하였으며 증착 두께는 2 um 였다. CH₄에H₂를 carrier gas로 사용하였고 기판의 온도는 900℃ 이상으로 하였다. 전계 방출 전류의 측정은 2극 구조로 polyimide film을 spacer로 사용하였으며 Keithley 487 Picoammeter를 이용하여 방출 전류를 측정하였다. 또한 측정시의 압력은 3×10^{-7} torr 이하로 유지하였다. 이온빔 처리는 질소를 이용하여 beam voltage와 irradiation 시간을 변화시키면서 방출전류의 변화를 관찰하였다. 그리고 aqua regia, HCl 등으로 화학적 처리를 하였다. 한편, 표면상태 변화 측정을 위해 AFM (Atomic Force Microscopy)와 다이아몬드 구조변화 관찰을 위한 Raman spectroscopy분석, 그리고 표면결합 분석을 위해 XPS (X-ray Photoelectron Spcetroscopy) 분석을 시행하였다.

표면의 화학적 처리와 전계방출과의 영향을 알아보기 위해 끓는 aqua regia와 HCl 처리를 하였으며, 그후 구동전압이 감소하고 방출전류가 증가하였다. AFM분석 결과 표면거칠기가 증가하였다. 이는 F-N 이론에서의 field enhancement 인자가 증가한 것으로 보인다. 또한 표면 cleaning에 의해서 non-diamond 물질이 제거된 것으로 보인다. 이와 함께 질소 이온빔을 조사시켜 표면의 상태변화에 의한 방출전류의 변화를 관찰하였다. 질소 이온의 beam voltage를 증가시키자 방출전류가 증가하기 시작하였고 일정 전압 이후에서는 saturation 되는 경향을 보였다. AFM측정 결과 표면거칠기와 표면적이 증가하였다. 그러나 Raman spectroscopy분석 결과 bulk에서의 bonding 결합의 변화는 보이지 않았다. 이상의 결과를 통해 다이아몬드 표면에서의 전자 방출현상을 해석하였다.

감사의 글 : 본 연구는 한국 과학재단 특정기초 연구지원사업 (과제번호 : 96-0300-46-3) 에 의해서 수행되었으며 이에 감사드립니다.