

## [II-8]

# 도핑하지 않은 다이아몬드 박막의 전기전도 경로와 기구

이범주, 안병태, 백영준\*

한국과학기술원 재료공학과, \*한국과학기술연구원 박막기술연구센터

단결정 다이아몬드의 열전도도는 약  $22\text{W/cm}\cdot\text{K}$ 로 열전도도가 가장 큰 물질로 알려져 있으며, 비저항은  $10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ 이상의 높은 값을 갖는다. 대부분 열전도도가 큰 것으로 알려진 물질들은 Cu, Ag 등과 같이 전자의 흐름에 의하여 열이 전도되기 때문에 큰 전기전도도를 함께 갖는 것이 일반적이다. 그러나, 다이아몬드는 빠른 phonon의 이동에 의하여 열전도가 이루어지므로 전기적으로 절연 특성을 갖고면서도 큰 열전도가 가능하다. 단결정 다이아몬드는 고방열 절연체로써 이상적인 물질 특성을 보여준다.

전기절연성을 갖는 열전도층으로 다이아몬드를 이용하기 위해서는 저가로 제조가 용이한 화학기상증착법을 이용하여야 한다. 화학기상증착법으로 제조된 다결정 다이아몬드 박막의 열전도도는 약  $21\text{W/cm}\cdot\text{K}$ 로 여전히 매우 높은 값을 갖는 것으로 알려져 있지만, 비저항 값은 인위적으로 도핑을 전혀 하지 않은 상태에서도  $10^6\Omega\cdot\text{cm}$  정도의 낮은 값을 갖는다. 전혀 도핑을 하지 않았음에도 전도성을 갖는 특이한 특성을 다결정 다이아몬드가 보여 주고 있으므로 이에 대한 연구는 주로 전기 전도성의 원인을 규명하는데 집중되고 있다. 아직 명확한 전도 기구는 제안되고 있지 못하지만 전도성의 원인은 수소와 관련이 있고 전도는 표면을 통하여 이루어진다는 것이다. 산(acid)을 이용하여 다결정 다이아몬드 박막을 세척하면 전기 전도성이 사라지고 높은 저항값을 갖는 박막을 얻게 되는데 박막을 세척하는 공정은 박막의 표면만을 변화시키므로 표면에 있던 전기전도층이 용액 처리를 통하여 제거되므로 전도성이 사라진다고 생각하는 것이다.

그러나, 본 연구에서는 두께가 두꺼울수록 저항값이 증가하는 것이 관찰되었고 기존의 측정방식인 수평적인 저항 측정법에 대하여 수직적 방향으로 저항을 측정하면 저항값이 1/2 정도 작게 측정되었다. 다결정 다이아몬드에서 표면을 통하여 전류가 흐른다면 박막의 두께에 따른 변화가 나타나지 않아야 하고 수직적인 전류 측정법이 오히려 더 큰 저항을 보여 주어야 한다. 기존의 표면 전도 모델로는 설명되지 못하는 현상들이 관찰되었고 정확한 전기 전도 경로를 확인하기 위하여 전해 도금법으로 금속들이 석출되는 모습을 관찰하였다. 이 방법을 통하여 다결정 다이아몬드에서 전류는 결정입계를 통하여 전도됨을 알 수 있었다.

온도에 따른 다결정 다이아몬드의 전기전도도 변화를 관찰하였고 이로부터 활성화 에너지 값을 구할 수 있었다. 다결정 다이아몬드의 전도도는 온도에 따라서  $0.049\text{eV}$ 와  $0.979\text{eV}$ 의 두 개의 활성화 에너지를 갖는 구간으로 나뉘어졌다. 이로부터 다결정 다이아몬드에는 활성화 에너지 값이 다른 두 종류의 defect level이 형성되는 것으로 추정할 수 있고 이 낮은 defect level에 의하여 전도성을 갖는 것으로 생각된다.