

[I-22]

단결정 Si기판상에서의 다이아몬드 근사단결정막의 성장
(Highly Oriented Textured Diamond Film Growth on
Single Crystal Si Substrate)

백 영준

한국과학기술연구원, 세라믹스연구부

다이아몬드가 가지고 있는 우수한 특성을 반도체소자제작에 응용하기 위한 가장 큰 문제점은 다이아몬드의 단결정박막의 성장이 힘들다는 것이다. 이종기판상에서의 다이아몬드단결정막을 합성하기 어려운 이유는 다음의 세가지로 볼 수 있다. 첫째, 다이아몬드와 격자상수가 비슷한 기판이 매우 드물다는 것이다. 둘째, 다이아몬드의 기상합성의 특징으로 이종기판상에서 다이아몬드의 핵형성이 매우 힘들다는 것이다. 즉 다이아몬드의 핵을 형성시키기 위해서는 기판의 표면에 다이아몬드분말에 의한 표면연마 등 특별한 방법에 의한 처리가 필요하다는 것이다. 그런데 이러한 방법에 의한 핵형성방법에 의해서는 다이아몬드핵과 기판과의 일정한 방향관계를 기대하기 힘들다. 셋째, 다이아몬드의 표면에너지가 매우 높아 기판위에서 다이아몬드입자가 2차원성장을 하기 힘들다는 점이다. 이러한 점들이 다이아몬드의 단결정막의 성장을 매우 힘들게 하고 있다.

최근 플라즈마에 접해 있는 기판에 음의 직류전원을 연결하여 다이아몬드의 핵밀도를 매우 증가시킬 수 있는 방법이 제안되었고, 이를 이용하여 다이아몬드의 입자들이 일정방향으로 배열되어 있는 막의 성장이 보고되었다. 이는 탄소를 함유하고 있는 양이온들을 기판표면으로 가속시켜 표면부에 탄소함유층을 만들어 다이아몬드의 핵밀도를 증가시켜 증과 동시에 다이아몬드핵이 기판과 일정한 방향관계를 가질 수 있도록 하여 주고 있다.

본 연구에서는 다이아몬드입자가 일정방향으로 배열되어 있는 근사단결정막의 성장조건에 대해 살펴보았다. 근사단결정막의 성장은 두과정에 의해 이루어진다. 첫 단계는 Si 기판과 일정방향관계를 갖는 핵을 형성시켜주기 위해 음의 직류 bias를 걸어 플라즈마에서 표면처리하

는 단계이다. 이 단계에서 형성된 다이아몬드의 핵의 상당분률이 Si 기판과 일정방향관계를 갖는다. 다음단계로 일정방향관계를 갖는 다이아몬드의 핵들만을 선택적으로 성장시키는 과정이다. 다이아몬드막은 입자들이 주상의 형태를 이루며 성장하게 된다. 이때 주상입자를 구성하는 일정조건이 있으며 다이아몬드막이 성장함에 따라 이 조건에 맞는 집합조직(texture)을 형성하게 된다. 따라서 Si 기판과 일정방향관계를 갖는 핵들을 성장시키려면 일정한 집합조직을 형성하는 조건에서 다이아몬드막을 성장시켜야 한다.

본 연구에서는 window 형태의 microwave PACVD 방법을 사용하여 다이아몬드를 성장시켰다. 사용한 Si 기판은 각각 (100)과 (111) 면방향의 것을 사용하였다. 핵형성단계에서의 합성조건은 수소에 메탄이 4%이상 들어 있는 기체를 이용하였고, 합성시 음의 bias는 150-250V로 하였다. 핵형성 후 다이아몬드의 성장은 각각의 집합조직의 형성에 맞는 조건을 이용하였다. (100)과 (111) 기판 모두 일정방향으로 잘 배열된 근사단결정박막이 성장하였다. 집합조직형성조건에 따른 막의 성장거동의 변화를 관찰하였으며, 입자의 배향성은 XRD와 Raman spectroscopy를 이용하여 분석하였다.