

기상증착 다이아몬드 웨이퍼 제조시 잔류응력의 평가 및 영향 분석

Analytical Study of Residual Stress Effect in CVD Processed Diamond Wafer

정중현, 이소윤, 권동일, *백영준

서울대학교 재료공학부

*한국과학기술연구원 박막기술연구센터

서론

다이아몬드는 매우 높은 강도와 더불어 최고의 전기절연성과 열전도성을 갖추고 있기 때문에, 앞으로 수 W의 전력소모로 인한 열문제가 매우 심각해질 것으로 예상되는 MCM(MultiChip Module)의 패키지 재료로 사용 수요가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 이러한 미래수요에 대처하기 위해서 기상합성을 통해 다이아몬드 웨이퍼를 제조하는 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 기상합성법에서는 성장응력과 열응력으로 구분되는 잔류응력으로 인한 웨이퍼의 휨과 균열 문제가 존재하고 이는 다이아몬드 웨이퍼의 제조단가를 기하급수적으로 증가시키기 때문에, 원인규명을 위해서 잔류응력의 정확한 평가와 영향에 대한 해석이 필요하다.

실험방법

다이아몬드 후막에서 잔류응력의 두께의존성을 평가하기 위해서 MPACVD를 이용하여 기판온도 950°C에서 Si 기판에 다양한 두께의 막을 증착시킨 후 레이저 스캔을 이용한 곡률측정법과 라만기법을 이용하여 잔류응력을 평가하였다. 또한 비교를 위해서 수백 μm 두께의 후막을 증착한 후 레이저 빔 크기가 수 μm 인 마이크로 라만기법을 이용하여 두께 위치별로 잔류응력을 평가하였다. 곡률 측정용 시편에서는 다이아몬드 막을 에칭하고 Si 기판의 영구변형량을 측정하였다.

고찰 및 결론

잔류응력 평가를 위한 곡률측정법에서는 고온 증착시 Si 기판의 소성변형 때문에 실제 잔류응력에 의한 탄성곡률보다 기판이 더 많이 휘기 때문에 기존의 탄성해로는 정확한 평가가 불가능하다. 이 문제는 탄성빔이론에 소성변형기준을 도입하여 해석함으로써 증착후의 결보기 곡률과 다이아몬드 막 제거후의 영구변형에 의한 곡률에 대한 정보로부터 초기 증착시의 잔류응력과 Si의 시간의존적인 항복강도를 얻을 수 있다. 후막의 잔류응력 두께의존성은 막증착시간에 따른 증착환경의 변화로 인한 재료적 요인과 증착중에 연속적으로 일어나는 기판의 수축이나 굽힘에 의한 기계적 요인에 의한 영향으로 발생한다. 해석 결과 웨이퍼의 휨이나 균열의 발생유무 및 정도는 막내부에 존재하는 응력의 절대크기와 기율기에 직간접적인 영향을 미치는 재료적인 요인과 함께 기판의 탄성계수, 두께 및 막의 두께와 기판의 열전도도 및 열팽창계수의 크기에 의해 좌우되고 있다.