

## TEM을 이용한 파인 세라믹 복합재료의 미세조직과 파괴거동

이병택

공주대학교 공과대학 신소재 공학부

첨단 구조세라믹스 연구의 최대과제는 재료고유의 측면에서 볼 때 금속소재에 비해 파괴인성이 낮기 때문에 이 파괴인성을 개선하여 신뢰성이 높은 소재를 개발하는 점과 원료 및 제조공정을 적절하게 조절하여 소재단가를 낮추어야 한다는 점이다. 그리고 신뢰성을 향상시키기 위한 비 파괴검사 기술의 개발이 요구된다. 특히 파괴인성을 향상시키기 위한 방책으로 조직제어법과 복합화 기술을 생각할 수 있으며 이 모두 미세조직의 제어에 의해서만 실현될 수 있다. 즉 파괴의 근원이 되는 미소 Crack들의 전파거동을 미세조직과 함께 명확히 관찰할 수 있다면 대상소재의 특성향상을 위한 새로운 조직제어방향을 설정할 수 있기 때문이다.

세라믹스에서 종래에 제시되었던 파괴인성기구는 대부분이 확실한 실험적 근거가 미미한 상태에서 단지 모델로 제시되어 왔다. 실제 이들 파괴인성기구를 규명하는 일은 그리 용이하지 않으며, TEM에 의한 정밀한 연구 없이는 불가능하다. 따라서 파괴강도 또는 파괴인성을 향상시키기 위한 기본모델은 미세조직의 정확한 관찰과 이를 통한 조직제어 및 파괴인성기구의 유도에 의해 실현될 수 있다.

결국 우수한 기계적 특성을 갖는 세라믹스소재를 개발하기 위해서는 각각의 공정 및 합성조건에서 제조된 세라믹스를 정밀하게 평가하는 기술이 요구되며, 특히 grain size가 금속보다 매우 미세한 세라믹스 소재의 경우 고성능의 TEM에 의한 평가기술이 절실히 요구된다. 이러한 의미에서 본 강연에서는 전형적인 조직을 보여 주는 첨단 구조용 세라믹재료의 미세구조와 파괴거동을 TEM 및 HRTEM에 의해 연구한 결과를 소개하고자 한다.

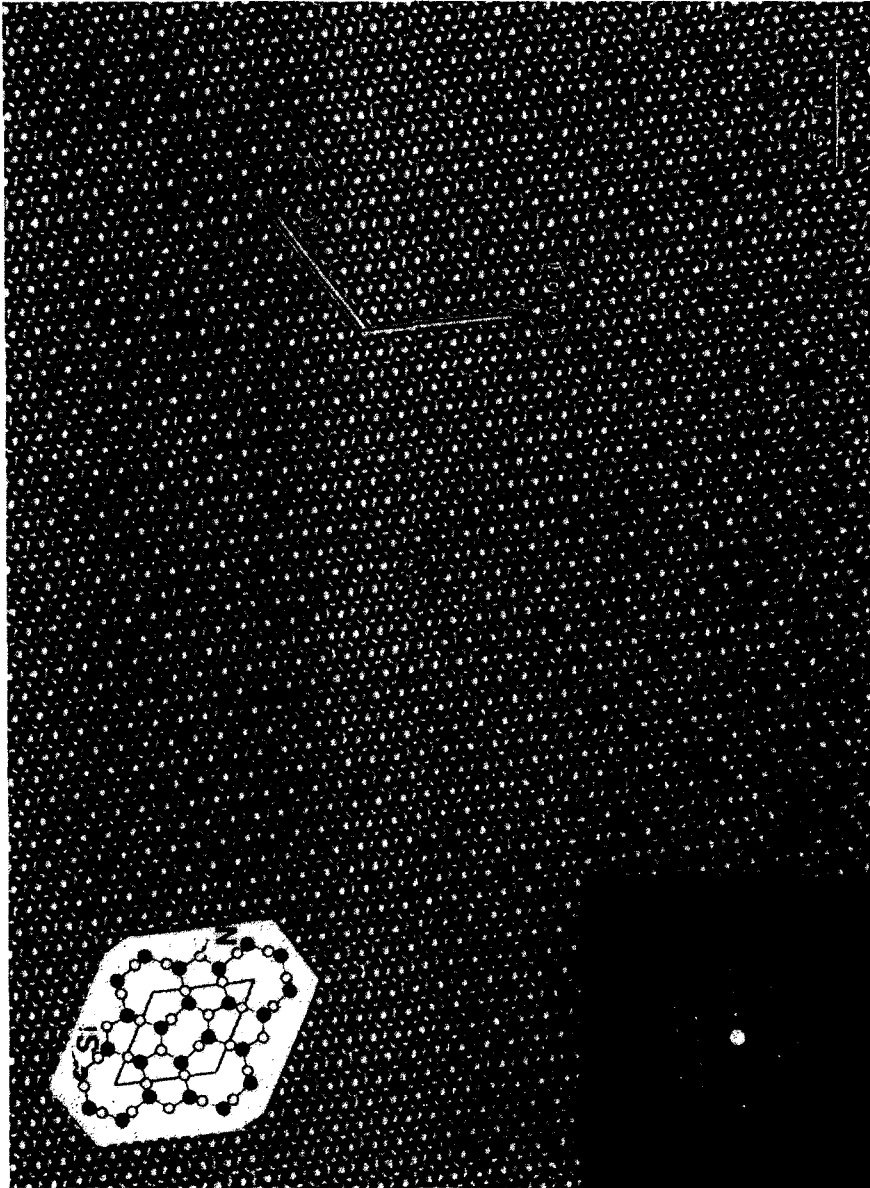


Fig. 1.  $\text{Si}_3\text{N}_4$ - $\text{SiC}_w$  복합세라믹재료의  $\text{Si}_3\text{N}_4$  입자를 고분해능 전자현미경으로 관찰한 결과로 회절도형에서 알 수 있는 바와 같이  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 의 [011] 전자선 입사방향에서 관찰한 image이다. Image내에 표시된 unit cell은 좌 상부의 model에 대응되며 검은 점들은 Si원자위치에 대응된다.



Fig.2.  $\text{Si}_3\text{N}_4$ - $\text{SiC}_w$  복합세라믹재료내에 micro-indentation으로 도입된 crack의 전파를 보여 주는 image로 사진에서 “I” 및 “ $\text{SiC}_w$ ”는 각각 indentation site 와 SiC whisker가 image에 수직으로 배열된 상태를 보여 준다. Crack의 전파는 SiC whisker와 상호작용을 일으키며 전파하는데 crack bridging과 deflection mechanism이 작용하여 파괴인성을 크게 향상시킬 수 있다.