

Si₃N₄/SiC 초미립복합재료의 고온강도향상에 관한 미세구조 분석

황 광 택, 오 근 호, 김 창 삼*, 정 덕 수*

한양대학교 무기재료공학과

*한국과학기술연구원 세라믹스연구부

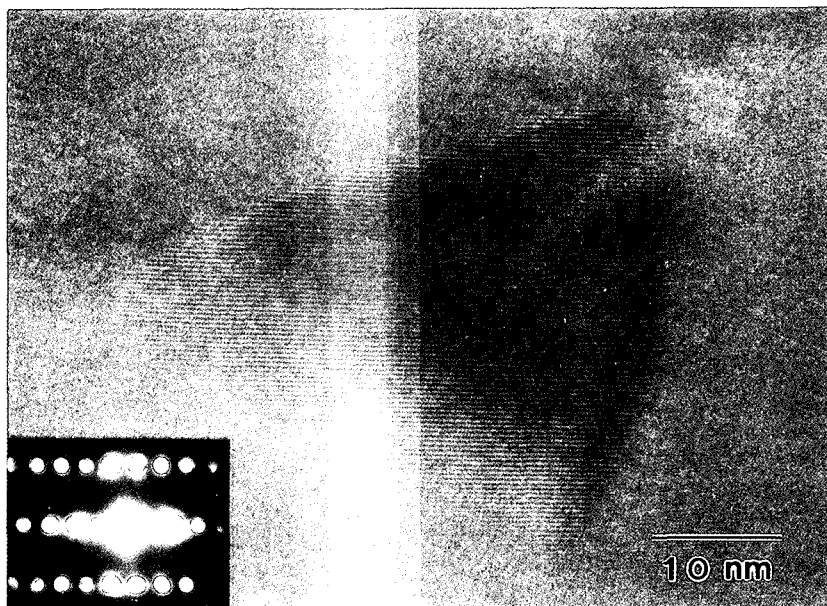
고온 구조용 재료로써 Si₃N₄는 파괴강도, 파괴인성, 내산화성 등의 물성들이 우수하여, 엔진이나 가스터빈 부품 등에 가장 많이 응용되고 있다. 그러나 Si₃N₄는 1200°C에서부터 현저한 강도저하가 일어나, 그 이상의 고온에서의 응용이 제한되고 있다. 이를 극복하기 위한 연구의 하나로 nano-size의 SiC 입자를 Si₃N₄ 기지상의 입내와 입계에 분산시키는 초미립복합재료가 개발되고 있으며, 본 연구에서는 첨가되는 SiC의 평균입자크기와 소결조제의 종류 및 양을 변화시킴으로써, 실온강도가 1400°C까지 유지되는 초미립복합재료를 제조하였다.

고온강도가 향상되는 mechanism을 설명하기 위하여 SEM, TEM, HREM 등의 전자현미경 관찰과 XRD, EDS 등의 분석을 실시하였다. 평균입경이 30 nm인 SiC를 20 vol% 첨가하고, 소결조제로서 4 wt% Y₂O₃를 사용한 조성에서 고온강도가 가장 높았다. 소결조제의 첨가에 의해 생성되는 비정질 입계상은 고온강도 열화를 나타내는 주원인이 되는데, 초미립복합재료는 입계상이 결정화되어 고온에서 강도가 유지될 수 있었으며, HREM으로 세개 결정립에 둘러싸인 삼중점이 결정화되었음을 확인하였고, microdiffraction으로 결정상이 α-Y₂Si₂O₇임을 알 수 있었다.

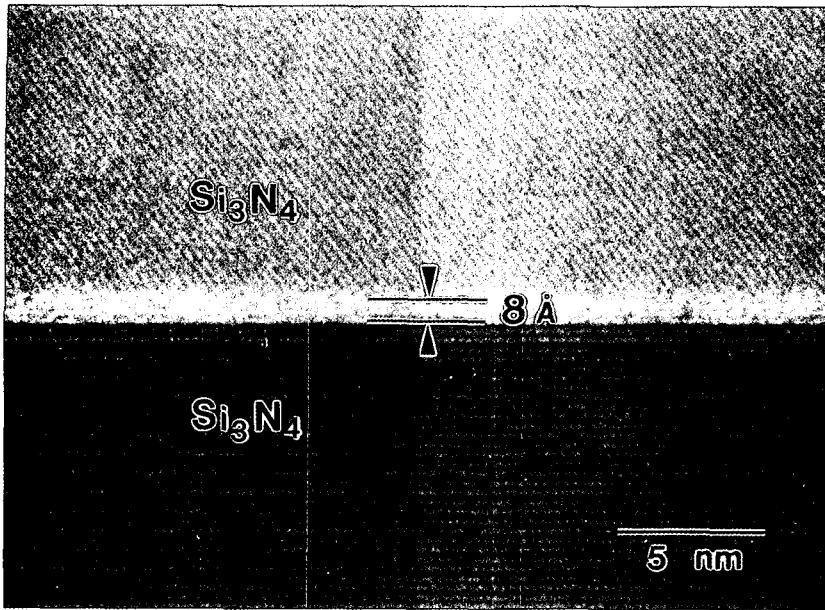
입계상 결정화가 고온강도의 향상에 기여하지만 입계상 전체가 완전히 결정화되지 않고 Si₃N₄ 입계에 비정질상의 층이 평행두께로 남아 있어, 입계상 결정화만으로 고온강도증진을 설명할 수 없다. 또 다른 mechanism은 SiC 입자에 의한 효과이다. 입계에 존재하는 많은 SiC 입자들이 기지상과 비정질상 없이 직접결합하는 미세구조를 가지고 있어, 결정화 후에도 남아있는 비정질층의 미끄러짐에 의한 고온강도 열화를 억제하는 역할을 하여 1400°C까지 강도를 유지할 수 있는 것으로 판단된다.



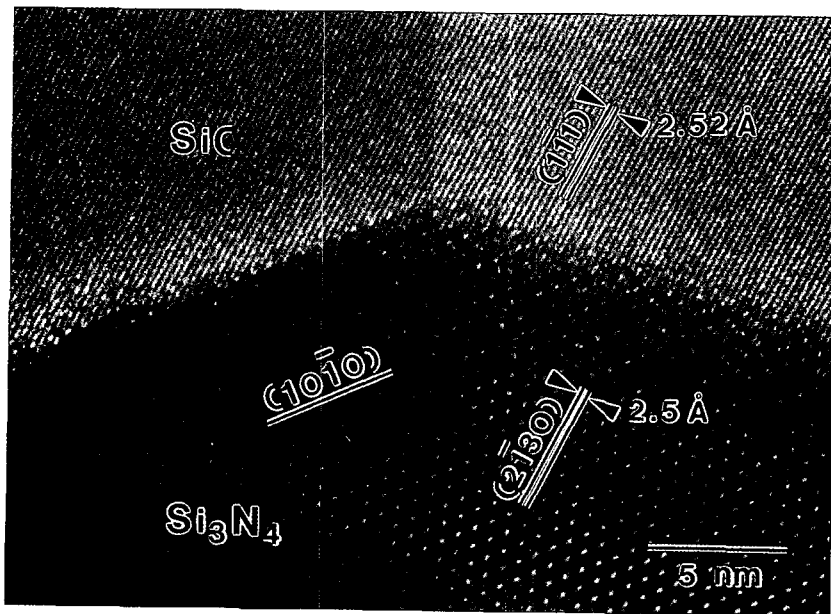
TEM micrograph showing that SiC particles are distributed both inside Si₃N₄ grains and at grain boundaries.



HREM image and microdiffraction of triple junction; secondary crystalline phase is α -Y₂Si₂O₇.



HREM image of $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Si}_3\text{N}_4$ grain boundary with amorphous layer.



Interfacial structure without amorphous layer between Si_3N_4 and intergranular SiC .