

“계면제어에 의한 초임계성능 세라믹스 개발” 총론

글 _ 김해두
한국기계연구원 부설 재료연구소

“계면제어에 의한 초임계성능 세라믹스 개발”이라는 소재원천 과제가 시작된지 벌써 일년이 지나 2년차 중간 지점에 있다. 본 과제의 주된 목적은 기계구조용 세라믹 소재가 사용되는 각 산업별 메가트렌드를 분석하여 각 산업의 미래수요를 파악, 미래에 필요한 소재를 개발하는 것이 주요 목적이다.

기계구조세라믹 소재가 사용되는 반도체/디스플레이 산업, 자동차 산업, 정밀기계 산업, 철강 산업 등은 우리나라 수출주도형 산업의 대들보 역할을 하는 국가 기간산업이며, 동시에 국제적 경쟁력을 갖추고 있다.

이와 같은 국제경쟁력을 지속적으로 유지하기 위해서는 각 해당 산업의 메가트렌드를 만족하는 소재가 원활히 공급되어야 한다.

예로서 반도체 산업의 향후 메가트렌드는 회로선폭 미세화, 웨이퍼 대구경화, 공정 고순도화 등으로 요약할 수 있다. 이러한 메가트렌드를 만족시키기 위해서는 고밀도 플라즈마 사용, 18인치 대구경 웨이퍼 채용, 세라믹치구의 고순도화 등 반도체를 제조하는 공정의 환경 변화가 요구되며, 이와같은 환경변화를 만족시키기 위해서는 이러한 환경변화에 대응할 수 있는 고밀도 플라즈마에 견디는 세라믹 소재, 18인치 웨이퍼를 취급할 수 있는 대형 세라믹 소재, 극고순도 세라믹 소재 등의 개발이 선결되어야 한다.

향후에 필요한 소재는 현재의 임계특성치를 향상시켜야 하며, 이는 사용환경이 점점 가혹해지고, 좀 더 정밀해지기 때문이다. 동시에 기존소재가 가지고 있는 특성에 두가지 이상의 유용한 특성을 부여하며 새로운 응용을 창

출할 수 있도록 소재의 특성을 맞춤 재단할 필요가 있다.

이와 같은 초임계특성을 부여하기 위해서는 계면제어 (Interface Engineering)기술이 필요하다. 계면의 구조, 화학, 석출물, 방향성 등을 제어하여야 소재의 최적 특성을 얻을 수 있으며, 특히 계면에 대해 micron order에서 nanometer scale로 이해 정도를 심화시킬 경우 새로운 특성의 소재 개발이 가능할 것이다.

동시에 수요 산업계에서 이와 같은 우수한 세라믹 소재를 광범위하게 사용하기 위해서는 제조비용이 싼 공정 개발이 필요하다. 구조세라믹 소재의 특성이 우수함에도 널리 사용되지 못하는 원인 중에 하나가 가격 경쟁력이므로 저가 공정 개발이 필수적으로 선결되어야 한다.

최근 우리나라 독자적으로 인공위성을 발사하기 위해 외나로도에 나로우주센터를 건립하여 2009년 중반 발사를 예정하고 있으며, 향후 항공 우주 분야가 국가적으로 유망한 산업이 될 것이다. 항공우주 분야는 특히 선진 강대국들이 독점하는 분야로서 관련 소재들은 전략 물자로 구분되어 있다. 항공 우주 소재의 key word는 경량, 비강도이므로 가장 기본되는 소재는 세라믹(SiC, C) 섬유이다. SiC 섬유 개발, SiC 섬유 이용 Preform 개발, 섬유강화 CMC 복합재료의 치밀화 기술 등은 향후 국가 중요 산업인 항공우주산업의 자립을 위해 필수적으로 선결되어야 할 소재기술이다.

본 소재원천 과제는 상기에 열거된 각 산업군에서 필요로 하는 소재를 개발하는 것이 주요 목적이다. 과제 구성은 1세부 과제(KICET 이성민, KIST 박상환, KAIST 김도경, 인하대 김형순, 서울시립대 김영욱)에서는 반도체



체/디스플레이산업에서 필요로 하는 소재 개발, 2세부과제(KIMS 김해두, 성균관대 김득중, 서울대 홍성현, 고려대 임대순)에서는 정밀기계, 자동차 산업 등에서 필요로 하는 고강도, 고인성, 내마모, 저비용 소재 개발, 3세부과제(KICET 류도형, KIER 우상국, KAERI 박지연, 국민대 이기성, 영남대 윤당혁)에서는 항공우주 분야에서 필요로 하는 경량, 비강도 소재 개발을 주로 담당하고 있다.

좀더 세부적으로 설명하자면 1세부 과제에서는 플라즈마에 더 잘 견디는 소재 개발, 내플라즈마 특성 평가 방법 개발, 고열전도 AIN 소재 개발, 열전도도/전기전도도가 제어된 AIN 소재 개발, 고순도 반응소결 SiC 소재 개발, 극고순도 SiC 소재 개발, 전기전도도가 제어된 SiC 소재 개발 등의 세부 과제를 수행하여, 향후 새로운 수요에 대비 혹은 창출하고자 한다.

2세부과제에서는 가격적으로 저렴한 공업용 실리콘 분말로부터 고강도/고경도/내마모/저비용 특성을 갖는 질화규소 소재, 사이알론 소재를 개발하고 있다. 내마모특성을 향상하기 위해 SiC 소재의 표면을 탄소층으로 원자

단위로 제어하여 마찰계수를 극히 낮은 소재를 개발하고 있으며, 소결 도중 입성장을 억제하여 나노 스케일의 입경을 갖으면서도 이론밀도에 가깝게 소결된 소재 등을 개발하고 있다.

3세부과제에서는 SiC 섬유, 프리폼, 섬유 강화 CMC 복합재료의 치밀화 기술 등을 개발하여 향후 항공 우주 산업, 원자력 산업, 가전 산업 등의 수요에 대비하고자 한다.

본 과제는 1단계 4년 동안 새로운 특성의 소재를 개발하며, 2단계부터는 산업계와 실용화에 착수할 예정이다.

●● 김해두



- 1979년 연세대학교 세라믹공학과 학사
- 1980년 영국 Sheffield 대학 공학석사
- 1987년 독일 Aachen 공대 공학박사
- 1997년-1998년 미국 ORNL 방문연구원
- 1999년-2001년 국립창원대학교 겸임교수
- 2008년-현재 국립경상대학교 겸임교수
- 1988년-현재 한국기계연구원 부설 재료연구소(KIMS) 엔지니어링세라믹 그룹