

## 세라믹스 관련 시장 전망과 첨단 세라믹스 분말 개발 동향

Interceram 최근호(Vol. 43, No. 2, 1994)의 "Some Remarks on Current Trends in the Market for Advanced Ceramic Powders"를 번역, 편집한 글임.

(울산대학교 재료공학과 김지순 교수, 편집위원)

### 1. 첨단 세라믹스 시장전망

최근의 전자통신 분야와 고도 전자산업, 수송수단의 고성능화, 일반 소비재의 고급화 등에 힘입어 첨단소재 시장은 향후 21세기 초에 이르기까지 가장 유망한 시장의 하나로 기대되고 있다. 유럽과 미주 지역, 극동간의 경쟁관계는 앞으로 신소재를 사용한 고품위 생산품에 의해 크게 영향을 받을 것이라는 것이 전문가들의 공통적인 견해이며, 특히 첨단 세라믹스 소재는 이 분야에서 중요한 역할을 담당케 될 것으로 예상된다.

현재 첨단 세라믹스 시장은 기능성 세라믹스가 약 80% 정도의 압도적인 시장 점유를 보이고 있으며, 13% 정도를 구조세라믹스가, 세라믹스 코팅 등의 분야가 나머지를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 기능성 세라믹스 시장의 우세는 최근의 전자산업의 눈부신 발전에 힘입어 2000년도까지는 크게 달라지지 않을 것으로 예상된다. 향후의 첨단 세라믹스 세계시장 규모에 대한 전망은, 미국의 경우 연간 9.1%의 성장율로 약 84억불 상단에 이를 것으로 추산되며, 구조 세라믹스 분야의 경우 그 성장이 더욱 빠를 것으로 예상되어, 연평균 13%의 성장율로 2000년도에는 약 10억불 이상의 시장이 형성될 것으로 예상되고 있다. 일본의 경우에는 2000년까지 총 570억불의 시장으로 팽창할 것으로 예상하고 있으며, 특히 에너지 보존과 환경보호 측면에서의 구조 세라믹스 사용이 점진적으로 증가할 것으로 기대되고 있다.

세라믹스 재료는 잘 알려져 있는 바와 같이 매우 우수한 내마모성과 고온 내열 특성, 내식성 등으로 고온 내연기관을 비롯한 열교환기, 내화재, 축수, 절삭공구 등에 널리 사용되고 있다. 그러나, 최근

일반적으로 친숙한 금속재료들을 비롯한 금속간 화합물과 초내열합금, 산화물 분산강화 합금, 복합재료 등의 개발로 말미암아 첨단 세라믹스 재료의 보다 광범위한 활용이 제한될 가능성이 높아 실험실적으로는 이미 입증된 바 있는 여러 첨단 세라믹스 소재의 실용화가 매우 시급한 형편이다. 이를 위해서는 무엇보다도 기능에 대한 단가의 비가 현실성을 충족시킬 수 있을 정도로 낮추어져야 할 것이며, 제품에 대한 신뢰성과 재현성이 보장되어야 할 것이다. 최근에는 이런 목적에 부응하여, 당초에는 기존의 소재를 단순히 세라믹스 소재로 100% 대체하고자 하던 생각을 바꾸어, 기존 소재를 보완하는 방법으로 투자의 위험성을 줄이고 특정 소재 문제를 해결하고자 하는 노력들이 다각적으로 시도되고 있다.

### 2. 세라믹스 분말 개발의 동향

품질과 신뢰성이 높은 세라믹스 제품 생산을 위해서는 고도로 정제된 원료 분말의 합성과 결합이 개재되지 않는 공정의 개발이 선결되어야 함은 주지의 사실이다. 최근의 세라믹스 분말 생산은 과거와는 달리 무엇보다도 단가의 효율성 문제를 크게 고려하고 있으며(과거의 무조건적인 품질 위주 가 아닌), 도기 및 자기 등의 전통 세라믹스 제품들의 고품질화를 위한 기존 원료분말들의 정제 또는 합성 등도 매우 활발히 이루어지고 있다. 또한, 고객이 요구하는 대로 입도분포와 입자형상을 맞추어 조립화(粗粒化, granulation) 등을 거쳐 바로 생산에 투입할 수 있도록 생산하는 형태도 많이 늘고 있다. 그 밖에도 응집이나 오염, 산화 등을 피할 수 있으며, 신속한 공정방법을 개발함으로써 품질과 경비 면의 이득을 동시에 얻고자 하는 노력이 경주되고 있다.

특히, 이와 같은 생산 공정의 개발에서 환경 문제가 과거와는 달리 매우 중요한 고려 요소로 인식되고 있다.

### 2.1. 산화물 세라믹스

$Al_2O_3$ (알루미나)는 산화물 세라믹스 중에서 가장 널리 알려져 있으며 그 용도 또한, 내화물, 절삭공구, 연마재, 전자산업에서의 기판재료 등으로 매우 광범위한 재료이다. 최근에는  $AlN$ 과  $ZrO_2$ , 기타 세라믹스 기지 복합재료들의 개발로 말미암아 이들과 경쟁관계에 있다고는 하나,  $Al_2O_3$ 는 가격이 매우 저렴하고 분말 생산공정이 비교적 단순할 뿐만 아니라, 최근 개발되고 있는  $Al_2O_3$  소재들의 물성 개선이 계속 이루어지고 있어 타 산화물계 세라믹스에 대한 우위는 당분간 계속될 것으로 예상된다. 최근의  $Al_2O_3$  시장의 큰 변화는, 기존의 생산업체 외에 중국과 남미의 업체들이 저가품으로 세계시장에 크게 진출하고 있으며, 과거 통상적으로 사용되어 오던 연마재의 질적 수준을 크게 상회하는 새로운 연마능을 갖는 연마재의 수요가 급증함에 따라 고품위  $Al_2O_3$ 에 대한 연구 개발이 경쟁적으로 이루어지고 있다.

독일의 H.C. Starck사는 최근 sol-gel법으로  $Al_2O_3$  기지에 cubic-BN이 분산된 복합재료를 개발하였고, 미국의 Ceralox사는 고기능성 절삭공구와 자기기록 매체용으로 사용될 수 있는 submicron 입도분포의 초고순도(99.999%)  $Al_2O_3$  분말을 개발, 시판하고 있다. 또한, 호주의 Doral Resources Ltd.사는 호주, 일본, 한국, 대만 및 유럽 등지의 내화물 산업체를 겨냥하여, 일본과 합작으로 서부 호주에 연산 1만톤 규모의 용융 알루미나 공장을 세웠으며, 곧 생산 규모를 2배로 올릴 뿐 아니라 용융  $ZrO_2$  공장도 아울러 건축할 계획을 갖고 있다.

$ZrO_2$ (지르코니아)의 소비 성장은 현재 세계 경제 성장율을 상회하는 5% 이상으로 알려져 있으며, 1995년도에 약 3만 5천톤에 이를 것으로 추산되고 있다. 특히 성장이 두드러진 분야는 thermal barrier coating과 전자산업분야인 것으로 알려져 있다. 영국의 Tioxide Specialties Ltd.사에서는 플라즈마를 이용한 기상합성반응으로 70 nm 크기의 초미립 지르코니아를 생산하여, 이미 강도와 인성이 뛰어난 제품을 시판하고 있으며, solid electrolyte로서의 활용을 위한 연구를 진행하고 있다.

### 2.2. 비산화물 세라믹스

SiC(탄화규소)는 발열체 및 축로용으로 대량 사용되고 있는 대표적인 고온 내열 세라믹스로서 여러가지 합성방법이 알려져 있으나, 지금까지는 주로 Acheson Process라 알려져 있는 carbothermal reduction 방법으로 제조되어 왔다. 최근에는 이와 같은 기존의 공정을 단가면과 환경보호 측면에서 유리하도록 개선하고자하는 노력이 경주되고 있으며, 독일의 ESK사와 같은 경우가 그 대표적인 예라 할 수 있다. 같은 독일의 H. C. Starck사는 평균입도  $7\mu m$  이하 순도 99.995%의 고순도  $\beta$ -SiC를 개발하였으며, 미국의 Norton Electronics사는 Fe불순물의 농도가 1 ppm 미만인 Si/SiC 소재를 개발하였다. Advanced Refractory Materials사(미국)는 핵산업분야를 위한 초미립 SiC 분말을 시판하고 있으며, Electro Abrasives사(미국)는 미국내에서 향후 ISO 세계규격이 될 것으로 예상되는 FEPA(Federation of European Producers of Abrasives) 표준규격에 상응하는 SiC 분말을 생산하는 유일한 업체로 알려져 있다. 미국의 Superior Graphite사는 과거의 Acheson Process와는 다른 electrothermal process를 사용하여 연속공정을 통한 생산을 가능케 하여, 연산 120톤 규모의 미세결정 형태의  $\beta$ -SiC를 개발하였다. 최근 일본 도시바 세라믹스사는 반도체 분야에 사용하기 위하여 고순도(Fe, Ni, Al<1 ppm) SiC 분말의 pilot 생산을 개시하였다.

$Si_3N_4$ (질화규소)는 내화재 또는 연마매체로 뿐만 아니라 내연기관과 같은 고기능성 구조재료로서 크게 기대되고 있는 소재이다. 원료의 합성은 직접질화법이나 carbothermal reduction, 기상합성법 등 여러가지 방법이 알려져 있다. 미국의 Ceradyne사는 최근 Costa Mesa의 기존 플랜트를 확장할 것이라 발표한 바 있으며, 미국의 Dow Chemical Company는 DOE(Dept. of Energy)로부터 저 cost의 고품질  $Si_3N_4$  분말개발을 위한 지원업체로 선정되었다.

AlN(질화알루미늄)은 열전도도가 높고 전기절연성이 매우 우수하여 최근 차세대 기판재료로서 크게 각광을 받고 있다. 미국의 Dow Chemical Company는 1996년 후반부터의 생산을 목표로 Midland에 연산 1100톤 규모의 AlN 분말 공장의 건축을 개시하였다. 프랑스의 Elf Atochem사도 tape-casting 공정에 적합한 고순도 AlN 분말을 개발 중에 있다.