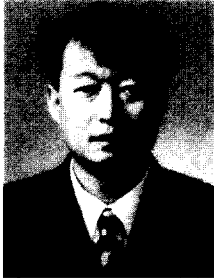




신 개념의 Nano 세라믹 입자 응력 제어기술



백운규
한양대학교

upaik@hanyang.ac.kr

나노입자재료기술(nano particulate materials technology)이란 요구기능을 극대화하는 다양한 구조의 나노 분말을 제조하고, 이를 미세구조 제어를 통해 벌크화하는 기술로서 21세기 첨단 신소재 산업을 주도할 핵심기술이다. 새로운 학문의 발견은 모든 학문과 기술적인 영역에 전반적인 발전을 가져다 줌과 동시에 필연적으로 새로운 학문적 갈등과 기술적 혼돈을 수반하게 된다. 나노입자재료기술로 인해 초래된 기술적인 어려움 중에는 나노입자의 응력 제어기술도 포함되어 있다.

반도체 웨이퍼 표면을 연마하는 CMP(Chemical Mechanical Polishing)용 slurry에서는 pattern design rule이 작아지고 금속배선층이 다층화 되어짐에 따라 복잡한 미세공정을 수행하고 웨이퍼에 micro-scratch를 발생시키지 않기 위해서는 slurry내 나노입자의 응력제어가 필요하다. 또한 MLCC(Multi-Layer Ceramic Capacitor) 분야에서는 세라믹 콘덴서 제조 기술이 급속도로 발전되어 오면서 소형화, 대용량화, 고부가가치화가 진행되어 왔는데, 장치산업의 발전과 더불어 coater를 사용한 두께 2 μm이하의 박막 성형체를 제조하였지만 나노입자의 응력제어 문제로 인하여 특성구현시 한계를 들어내고 있다. 따라서, 나노입자를 제어하기 위해서는 새로운 개념의 나노 입자 응력제어 기술이 필요하다.

기존의 colloid science는 양자화학이나 고진 물리학의 법칙들을 이용하였다. 그러나 기존의 콜로이드 입자에 적용되고 있는 입자 응력제어기술은 나노 입자에서 모두 적용되는 것은 아니다. 즉, 기존의 DLVO이론으로 설명

할 수 없는 이상 현상들이 나노입자에서 발견되었고 이들의 입자응력을 제어 할 수 있는 nano scale particle에 적용 할 수 있는 새로운 기술이 필요하게 된 것이다. 일반적으로 콜로이드의 안정화는 전체 interparticle potential energy ($V_{total}=V_{vdw}+V_{elect}+V_{steric}+V_{structural}$)에 의해 지배되는데, 종전까지는 입자 응력을 제어 하는 방법으로 V_{elect} , Electrostatic stabilization(입자간 정전기적 척력으로 입자를 분산시키는 방법)이나 V_{steric} , steric stabilization(입자에 흡착된 고분자의 steric hindrance에 의한 입자간 Van der Waals 인력을 극복시켜 분산시키는 방법)을 이용하였다. 하지만 실험적으로 발견된 다양한 structural forces라고 불리는 short-range forces가 입자의 interaction process에서 중요한 역할을 한다는 것을 알게 된 것이다. 즉, nano scale에서는 기존의 DLVO 이론에서 $V_{structural}$ 값이 suspension의 stability를 증가시키거나 떨어뜨리는 중요한 역할을 하는 factor로 작용한다는 것이다. 이 structural forces를 어떻게 제어하느냐가 바로 suspension내에서 nano 입자들의 응력을 제어하는 key technology인 것이다.

앞으로 나노 입자를 사용하는 MLCCs, MLCs, PDP, 저온소성기판재료, 구조재료, 연료전지, 압전소자 등 세라믹 산업에서의 제품특성향상 및 한계극복을 위해서는 콜로이드 입자와는 다른 거동을 보이는 나노입자의 응력제어에 대한 체계적이고 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.