

차세대 나노 박막 다원계 모물질 설계, 합성 기술

문경일, 신승용

한국생산기술연구원

산업이 고도화, 다원화, 세계화되고 있는 현대사회는 다기능성, 고물성, 극한 내구성을 가지며 환경 친화적이면서 에너지 효율을 극대화시킬 수 있는 다기능 소재의 개발을 요구하고 있다. 이러한 시점에서 다양한 물성을 동시에 발현이 가능한 코팅 소재는 향후 미래에 중요한 원천 소재로서 주목되고 있다. 특히, 환경에 의해 쉽게 물성 및 구조의 변화가 쉬운 종래의 코팅소재와는 달리, 다양한 외부환경에서도 미세 구조 및 물성을 안정적으로 유지할 수 있는 신개념의 코팅 소재의 개발이 절실히 요구되고 있다. 이를 위해서는 코팅소재의 다 성분화가 필수적이다. 최근의 코팅 기술은 2가지 이상의 물성, 특히 서로 상반되는 물성을 동시에 구현할 수 있는 소재의 개발을 요구하고 있다. 이러한 물성의 구현을 위하여 더 많은 성분으로 구성되며 더욱 복잡한 조직으로 구성된 코팅층에 대한 개발이 진행이 필요하다.

본 연구에서 목표로 하는 신개념의 원천소재기술은 4성분계 이상의 원료 물질을 단일 타겟으로 제조하여, 단순한 공정으로서 단일 코팅층 내에 다양한 성분과 10 nm 미만 크기의 나노 결정립/나노 비정질로 구성된 나노 복합 구조의 형성이 가능하도록 하는 기술을 개발하고자 한다. 이를 통해 복합기능 3 이상의 다기능성 부여는 물론, 그림 1에 정리된 기존 코팅재에서 결여된 특성을 포함한 극한 기능성(광대역 윤희성, 전자 이동 제어에 의한 온도 저항 계수 및 전기 저항 조절, 고온 열적 안정성, 내산화성, 고열전도율, 초저마찰/내구성/초고경도성 등)의 구현이 가능한 복잡한 형태의 나노 복합 코팅층 소재 개발이 가능하도록 하는 기술이다. 또한 기존 코팅재의 구조적 결함을 통해 발생하는 내식성 문제를 방지할 수 있는 기술이다. 다성분계 모물질의 개발이 중요한 이유는 다수의 성분 원소를 합금 상태로 형성시킴으로서, 단일 소스에 의해 다양한 원소를 동시에 스퍼터링 및 증착이 가능하도록 할 수 있다는 장점을 가지기 때문이다. 특히, 타겟의 미세구조를 나노구조화 하는 것을 통해, 스퍼터링 yield의 차이가 큰 원소일지라도 균일하게 증착시킬 수 있는 방법을 개발하고자 한다. 또한 다수의 타겟을 이용하여 균일한 다성분 코팅층 형성하는 기존의 PVD 코팅방법으로는 다수의 성분타겟을 사용함으로써 장비의 복잡성, 코팅의 재현성, 대형화 등의 문제점을 본질적으로 갖고 있다. 이를 위한 해결 방법으로 본 발표에서는 3가지 이상의 다기능성 구현을 위한 가장 중요한 원천기술이라 할 수 있는 다성분계 타겟 모물질 제조 기술의 개발 진행 사항에 대해 소개하고자 한다.

Keywords: 나노복합코팅, 다원계 모물질, 다기능성, 저마찰 코팅, 내식성 코팅