

솔루션 플라즈마를 이용한 이종 원소 카본 나노시트의 합성 Synthesis of Heteroatom-Carbon Nanosheets by Solution Plasma Process

현광룡^{a,*}, 정광후^b, 박일초^b, 이정형^b, 한민수^b, 김성중^b, Nagahiro Saito^c

^a목포해양대학교 해군사관학부(E-mail:kyhyun@mmu.ac.kr), ^b목포해양대학교 기관시스템공학부,
^c일본 나고야대학교 재료공학과

초 록: 탄소 재료는 뛰어난 물성에서 다양한 재료로의 응용이 기대되고 있다. 특히, 이종 원소 함유 카본 재료는 전기적 특성과 촉매성의 발현 등 새로운 기능을 카본 재료에 부여할 수 있어서 연료 전지, 에너지 저장, 태양 전지 등에서의 응용이 기대되고 있다. 최근, 용액 중의 저온 플라즈마인 솔루션 플라즈마(solution plasma process)를 이용하여 벤젠 용액 등에서 탄소 재료 합성에 성공하였다. 그러나 기존의 연구에서는 솔루션 플라즈마 프로세스를 이용하여 합성한 이종원소 카본은 전도성이 낮아 이종원소의 함유량을 낮추는 고온의 열처리가 필요했다. 따라서 본 연구에서는 우수한 물리적 전기적 특성을 갖는 그래핀(graphene)과 같은 이종 원소 카본 나노시트(heteroatom carbon nanosheets)의 합성 및 메커니즘(mechanism)에 대해 검토하였다.

다양한 이종원소를 포함한 유기용매 안에 바이폴라 펄스 전원에 의한 전압을 두 텅스텐 전극 간에 인가하고, 솔루션 플라즈마를 생성하여 이종원소 카본 재료를 합성했다. 플라즈마 생성은 텅스텐 봉을 전극으로 사용하고 전압을 2.0 kV, 펄스 주파수를 200 kHz, 펄스 폭을 1.0 μ s, 전극 간 거리를 1.5 mm에서 일정하게 유지하며 200 mL 유기용매 중에서 방전시키는 것으로 재료를 합성했다. 플라즈마 방전 후, 필터를 이용하여 흡인 여과한 뒤 200°C에서 1 시간 동안 건조 시켰다. 건조 후의 이종원소 카본의 물리적 특성을 원소 분석, X선 회절 법(XRD), 저항률 측정, 투과형 전자 현미경(TEM) 및 라만 분광법, 전자 현미경(SEM), X-선광전자분광기(XPS)등을 이용하여 카본의 형상 및 특성을 분석하였다. 그 결과 다양한 이종원소를 포함한 유기용매 중 2-pyrrolidone을 사용했을 때, 이종 원소 카본 나노시트를 합성하는데 성공하였다. 또한, 이 연구 방법을 통해서 솔루션 플라즈마 프로세스를 통한 카본 나노시트 합성의 메커니즘을 규명하였다