

형태변환형 투명 전극에 적용 가능한 그래핀-ITO 적층 필름 형성 및 특성 평가에 관한 연구

김장아¹, Atul Kulkarni², 황태현³, 김태성^{1,3}

¹성균관대학교 성균나노과학기술원, ²성균관대학교 물리학과, ³성균관대학교 기계공학부

최근 그래핀의 대면적 합성 및 롤투롤 전사 공정의 개발로 그래핀의 상용화가 가시화 되고 있다. 하지만, 그래핀의 독특한 특성인 선형적이고 밴드갭이 없는 에너지 띠 분포 때문에 반도체 소자로서의 직접적인 적용에는 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 돌파구로써, 그래핀 복합체의 연구와 개발이 활발히 진행되고 있으며 본 연구에서는 그래핀 복합 적층 구조를 다룬다. 이는 디스플레이, 초고속 반도체 소자, 고성능 광전자소자 및 초고감도 센서 등 다양한 분야에 대한 그래핀의 실용화 가능성이 높아진 것을 의미한다. 특히, 높은 가시광 투과도와 낮은 면저항으로 기존 투명 전극에 대표적으로 사용되고 있는 ITO (Indium Tin Oxide)를 그래핀으로 대체하는 것에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 그래핀이 높은 전자이동도를 가지는 것에 비하여 비저항과 투과도 측면에 있어서는 ITO의 성능을 뛰어넘지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 ITO가 가지는 취약점인 기관과의 약한 접착력, 높은 취성, 기관과의 열팽창률 차이 등의 공정상 문제점을 극복하고자 하였다. 그래핀 복합 적층 필름은 플라스틱 기관 (PET) 위에 열 화학기상증착법(Cheical Vapor Deposition, CVD)을 이용하여 합성한 그래핀을 전사하고, ITO 용액을 도포한 다음 다시 그래핀을 씌워 제작하여 샌드위치 구조(sandwich structure)를 형성하였다. 완성된 필름은 광학적, 전기적 특성 분석을 수행하였다. 광학적 분석으로는 라만 분광을 이용한 그래핀 품질평가와 파장대에 따른 광 투과도, 그리고 반사도 측정을 하였으며, 전기적 특성은 면저항을 측정함으로써 분석한다. 결함이 적고, 대면적에 걸쳐 한 층을 이루어야 하는 고품질 그래핀의 요구사항에 따라 라만 분광의 G, 2D, D 띠를 분석하였다. G와 2D 띠의 비율을 통해 그래핀의 층 수를, D 띠의 강도를 통해 결함의 유무를 판단하였다. 또한, 가시광 영역에서 90% 이상의 광 투과도를 보여야 하는 투명 소자의 요구사항 달성을 정도를 UV-VIS를 이용하여 확인하였다. 마지막으로, 제작한 필름의 면저항 또한 4-프로브 멀티미터를 이용하여 측정하고, 일반적인 터치스크린의 면저항인 500 Ω /sq를 만족하는지 평가하였다.

Keywords: 그래핀, 그래핀 복합체, ITO, CVD