

N-004

효과적인 일함수 조절을 위한 그래핀-고분자의 적층 구조

차명준¹, 김유석¹, 정민욱³, 송우석¹, 정대성², 이수일¹, 안기석³, 박종윤^{1,2*}

¹BK21 Physics Research Division, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, ²Department of Energy Science, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, ³Thin Film Materials Research Group, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), Daejeon 305-600, Korea

그래핀은 뛰어난 기계적, 화학적, 광학적, 전기적 특성을 가지고 있는 2차원 물질로, 대면적 합성법과 전사 공정을 통해 다양한 기판에서의 사용이 가능해지면서 차세대 전자 소자로 활용하기 위한 활발한 연구가 이루어지고 있다. 디스플레이, 태양전지의 전극과 전계 효과 트랜지스터의 채널로 적용한 연구에서 우수한 결과들을 보이고 있다. 특히, 금속/금속 산화물 전극은 염료 감응형 태양전지와 유기 발광 다이오드 구조에서 화학적으로 불안정할 뿐 아니라 일함수가 고정되어 쇼트키 접촉이 형성되면 저항을 낮추기 어렵지만, 그래핀은 금속/금속 산화물 전극보다 화학적으로 안정하고 일함수의 조절이 가능해 옴 접촉 형성에 용이하다. 그래핀의 일함수를 조절하는 연구는 크게 공유결합과 비공유 결합을 이용한 방법이 시도된다. 공유 결합을 이용한 방법은 합성과정에서 그래핀의 구조에 내재된 결함 혹은 새로운 결함을 형성하여 다른 원소를 첨가하는 방법이다. 이러한 방법은 그래핀의 결함 영역에서 작용하기 때문에 그래핀 전자 구조의 높은 수준 조절을 위해선 그래핀 구조의 파괴가 동반된다. 반면, 비공유 결합을 이용한 방법은 전하 이동 도핑 효과를 이용해 그래핀의 전자 구조를 제어하는 방법으로, 금속/금속산화물/기능기와 그래핀의 적층으로 복합 구조를 형성하는 방법이다. 금속/금속 산화물과의 복합구조는 안정적인 p-형 도핑이 보고되었지만, n-형 도핑은 대기중의 수분, 산소 그리고 기판과의 상호작용에 의해 대기중에서 불안정해 추가적인 피막공정이 요구된다. 기능기를 이용한 적층 구조는 그래핀과 기판사이의 상호작용 혹은 그래핀 전자 구조를 다양한 기능기를 이용해 제어하는 것으로, 이극성을 가진 자기정렬 단일층(self-assembled monolayers)이 대표적인 방법이다. 공간기(spacer)의 길이나 말단기(end group)의 종류로 p-형과 n-형의 도핑 수준을 제어할 수 있지만, 흡착기(chemisorbing groups)의 반응성이 기판의 화학적, 물리적 표면상태에 의존하기 때문에 기판 선택이 제약되며 전처리 공정이 요구될 수 있는 한계가 있다. 본 연구에서는 다양한 기판에 적용가능한 용액 공정을 이용해 그래핀과 고분자를 적층하였고, 안정적이고 효과적으로 일함수를 낮추는 구조를 확인하였다.

Keywords: 그래핀, 도핑, 일함수 조절, 그래핀 전극, n형 그래핀, 그래핀 습윤도