

## Analysis of Stacked and Multi-layer Graphene for the Fabrication of LEDs

김기영<sup>1</sup>, 민정홍<sup>1</sup>, 장소영<sup>1</sup>, 이준엽<sup>2</sup>, 박문도<sup>2</sup>, 김승환<sup>3</sup>, 전성란<sup>3</sup>, 송영호<sup>3</sup>, 이동선<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>광주과학기술원, <sup>3</sup>한국광기술원

The research of graphene, a monolayer of carbon atoms with honeycomb lattice structure, has explosively increased after appeared in 2004. As a result, its high transmittance, mobility, thermal conductivity, and outstanding mechanical and chemical stability have been proved. Especially, many researches were executed about the field of transparent electrode highlighting material of substituting the indium tin oxide (ITO). In addition, qualitative and quantitative improvements have been achieved due to many synthesis methods were discovered. Among them, mostly used method is chemical vapour deposition of graphene grown on copper or nickel. The transmittance, mobility, sheet resistance, and other many properties are completely changed according to these two types of synthesis method of graphene. In this research, considering the difference of characteristics as the synthesis method of graphene, what types of graphene should be used and how to use it were studied. The stacked graphene harvested on copper and multi-layer graphene harvested on nickel were compared and analyzed, as a result, the transmittance of 90% and the sheet resistance of 70  $\Omega/\square$  was showed even though stacked graphene layers were 4 layers. The reason that could bring these results is lowered sheet resistance due to stacked monolayer graphenes. Moreover, light output power of the three stacked graphene spreading layer shows the highest value, but light-emitting diode with multi-layer graphene died out from 12mA due to also its high sheet resistance. Therefore, we need to clarify about what types of graphene and how to use the graphene in use.

**Keywords:** graphene, light-emitting diode, transparent electrode, sheet resistance, transmittance

## 다차원 구조의 그래핀-산화구리 나노선 복합 필러의 열전도도 특성

하인호, 이한성, 안유진, 박지선, 서문석, 조진우, 이철승

전자부품연구원 에너지나노소재연구센터

그래핀(graphene)은 탄소나노튜브(CNTs)에 비해 가격 경쟁력이 있고 우수한 광투과성과 전기 및 열 전도성을 갖고 있어 반도체 소재, 방열 소재, 접점 소재 등에 적용 가능성이 높은 재료로 주목받고 있다. 특히 모바일 디바이스의 소형화, 고집적화 등의 이슈로 인해 그래핀 소재의 방열 소재 적용을 위해 다양한 연구가 진행되고 있다. 한편 산화 구리 나노선(CuO Nanowire)은 전기 및 열전도도가 우수하고 1차원 나노 구조는 부피대비 큰 표면적, 종횡비가 커서 뛰어난 열전도 구조로서 방열 소재로 응용되기 좋은 조건을 갖고 있다. 본 연구에서는 2차원 구조의 그래핀 나노플레이트(Graphene Nanoplatelet)와 1차원 구조의 CuO NW를 하이브리드화를 통해 열전도도 향상을 개선시키고자 하였다. 소재 합성은 GNP에 Cu 무전해 도금을 진행한 후 열산화 방식을 적용하여 CuO NW를 직접 성장시키는 방식으로 진행하였다. 합성된 GNP-CuONWs 다차원 나노구조체의 열전도도 측정은 에폭시에 분산시켜 레이저 플래쉬법을 이용하였다. 미세 구조 관찰 결과, CuO NW 성장 거동은 열처리 온도 및 시간 그리고 O<sub>2</sub> 가스의 순환 환경이 주요인자로 작용하는 것을 확인하였다. 열전도도 향상은 다차원 구조의 특성으로 인해 면접촉과 선접촉이 동시에 이루어졌기 때문인 것으로 분석되었으며, 이러한 CuO NWs morphology와 열전도도 향상과의 상관 관계에 대해 논의할 것이다.

**Keywords:** Graphene, CuO NW, Cu electroless plating, 방열소재, 열전도도