

Fabrication and Electrochemical Analysis of Back-gate FET Based on Graphene for O₂ Gas Sensor

김진환¹, 최현광¹, 김종열², 임기홍³, 전민현^{1*}

¹인제대학교 나노시스템공학과, ²영남대학교 군사학과, ³삼성전자

본 연구에서는 최근 다양한 전자 소자로써의 연구가 진행되고 있는 그래핀을 SiO₂/Si 기판 위에 전자빔 식각(Electron-Beam Lithography)을 이용하여 후면 게이트 전극 구조의 그래핀 채널을 갖는 삼단자 소자를 형성하고 가스 유입이 가능한 진공 Probe Measurement System을 이용하여 금속 전극과 그래핀 간의 접촉저항(Rc) 및 길이가 다른 채널저항(Rch)를 구하고, 채널 길이, 가스 유량, 온도, 게이트 전압에 따른 I-V 변화를 측정함으로써, 후면 게이트 전극 구조의 그래핀 채널을 갖는 삼단자 소자의 가스 센서로서의 가능성을 연구하였다. 후면 게이트 전극 구조의 그래핀 채널을 갖는 삼단자 소자는 전자빔 식각(Electron-Beam Lithography)에 의해 패턴을 제작하고 Evaporator를 이용하여 전극을 증착 하였다. 소자의 소스(Source)와 드레인(Drain)은 TLM(Transfer Length Method)패턴을 이용하여 인접한 두 개의 전극 간 범위를 변화시키는 형태로 제작함으로써 소스-드레인간 채널 길이가 다르게 하였다. 이 때 전극의 크기는 가로, 세로 각각 20 μm , 40 μm 이며 전극간 간격은 20/30/40/50/60 μm 로 서로 다르게 배열 하였다. 제작된 그래핀 소자는 진공 Probe Measurement System 내에서 게이트 전압(VG)를 변화시킴으로써 VG 변화에 따른 소자의 특성을 평가하였는데, mTorr 상태의 챔버 내로 O₂ 가스를 주입하여 그래핀의 Dangling bond 및 Defect site에 결합 된 가스로 인한 전기적 특성의 변화를 측정하고, 이 때 가스의 유량을 50 sccm에서 500 sccm 까지 변화시킴으로써 전기적 특성 변화를 측정하여 센서 소자의 민감도를 평가하였다. 또한, 서로 다르게 배열한 소스-드레인 간의 채널 길이로 인하여 채널과의 접촉 면적에 따른 센서 소자의 민감도 또한 평가할 수 있었다. 그리고 챔버 내 온도를 77 K에서 400 K까지 변화시킴으로써 온도에 따른 소자의 작동 범위를 확인하고 소자의 온도의존성을 평가하였다.

Keywords: 그래핀, 후면 게이트 전극 구조, 가스 센서, 삼단자 소자