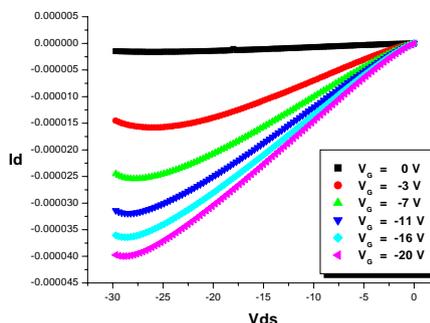


잉크젯과 단일벽 탄소 나노튜브(SWNT)를 이용한 저가의 플라스틱 칩 제조

유비쿼터스 사회가 도래하며 저가, 일회용의 전자 소자에 대한 대량 생산 수요가 고기능성의 미세전자 수요보다 몇몇 분야에서는 더욱더 증가하고 있다. 이에 따라 플렉시블하며 가볍고, 저가이며 필요로 하는 분야에서 편리하게 업무 수행이 충분히 가능한 전자소자에 대한 요구가 대두되고 있다. 특히 RFID(radio frequency identification) 태그, 플렉시블 정보표시 장치, 1회용 핸드폰, 전자종이 등이 현재 그 수요가 대두되고 있는 분야들 중 가장 상용화에 가까이 접근하고 있는 분야이다. 이들의 상용화를 위해서는 단순한 공정과 저비용으로 이들 소자 요소들을 제조할 수 있는 기술이 필요하며, 이러한 기술은 수조원이 투자된 기존의 실리콘 반도체 공정 장비와는 현저하게 차별되는 단순 인쇄기술이 적합한 기술로 개발되고 있다. 이와 같은 인쇄 기술을 이용한 전자소자 제작을 위해서는 기존의 실리콘이나 금속이 아닌 플라스틱이나 작은 분자들 같이 쉽게 가공이 가능한 새로운 소재들을 필요로 한다.

1986년 이후로 새로운 정보전자 소재로서 유기 반도체 및 도체들을 이용한 박막트랜지스터(TFT) 제조 기술이 활발히 연구되며 최근에는 잉크젯 프린팅 기술을 이용한 100% 고분자 및 유기분자로 제조된 저기능성의 전자 소자들 제작이 보고 되고 있다. 그러나 유기반도체 및 도체물질들은 각각 전하이동도($<10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)와 전기 전도성($<600 \text{ S/cm}$)이 각각 실리콘($<200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)과 금속($>6000 \text{ S/cm}$)에 비하여 현저하게 낮아 상대적으로 빠른 처리속도 및 고주파수가 요구되는 소자 제작까지 모두 인쇄 기술을 적용하는 것은 아직까지 요원한 상태이다. 이에 따라 이들 물질이 지닌 근원적인 문제 해결을 위하여 많은 연구가 집중되고 있는 가운데 1998년에 처음으로 반도체 SWNT를 활성층으로 이용한 TFT가 보고 되고, 금속성 SWNT의 전기 전도성이 금속에 상응함에 따라 이들을 이용한 빠른 처리속도와 고주파수가 요구되는 전자 소자 제작에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. SWNT는 손쉽게 n형과 p형의 소자 제작이 가능하고 특히 잘 배열된 SWNT를 이용한 TFT는 전하이동도가 $100,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상까지 가능하며 on/off 비는 10^6 이상, transconductance가 기존의 결정형 실리콘보다 높고, subthreshold swing이 결정형 실리콘보다 낮아, 고성능의 전자 소자 제작이 가능하다(*Nano Lett.*, **4**, 2031 (2004)). 현재 이러한 SWNT를 이용한 저가의 플렉시블 전자소자 제작을 위해서는 금속과 반도체 SWNT 혼합물에서 반도체 SWNT를 분리하는 방법에 대한 기술확보(*Science*, **344**, 301 (2003); *J. Am. Chem. Soc.*, **127**, 4497 (2005))와 분리된 금속 SWNT와 반도체 SWNT를 이용하여 다양한 기판위에 일정한 밀도와 방향으로 정확한 위치에 SWNT를 증착 시킬수 있는 저비용의 인쇄 기술(*Apple Phys. Lett.*, **86**, 243502 (2005)) 확보가 향후 3년내에 플라스틱 칩을 상용화 시킬 수 있는 연구로서 전 세계적으로 활발히 연구될 것으로 기대된다.



- All ink-jet printed TFT with all SWNT (Mobility : $23 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) -

<국립순천대학교 신소재응용공학부 조규진, e-mail: gcho@sunchon.ac.kr>