

Synthesis and Application of Millimeter-Long Silicon Nanowires

박원일[†], Charles M. Lieber^{*}

한양대학교 신소재공학부; ^{*}Department of Chemistry and Chemical Biology,
and Division of Engineering and Applied Science, Harvard University
(wipark@hanyang.ac.kr[†])

Ultralong nanowires whose lengths go over macroscopic length scales and reach the size of integrated systems, can be exploited as the basis for complex electronic circuits and functional nanosystems by the direct integration of a large number of device elements into a single wire. For example, the electronic sensor arrays based on nanometer-diameter but millimeter-length scale wires would provide the potential for the real-time monitoring of molecule-protein interactions at a single particle level along the millimeter-scale region simultaneously. To this end we report the controlled synthesis of millimeter-long silicon nanowires (SiNWs) by accelerating the rate-limiting step in vapor-liquid-solid (VLS). Quantitative analysis showed that the average length of 1-hour grown SiNWs is ~1.8 mm, and that the longest ones reach 3.5 mm while the diameters are uniform along the wires. TEM study revealed that millimeter-long SiNWs grow along the $\langle 110 \rangle$ direction without exhibiting diameter-dependent preference, in contrast to the general SiNW growth behavior of a preference for growth along the $\langle 110 \rangle$ direction in the smaller diameter SiNWs and along the $\langle 111 \rangle$ direction in larger SiNWs with a crossover diameter of ~20 nm. In addition, p-type SiNWs were synthesized by introducing diborane (B₂H₆) as a doping source, and transport measurements demonstrated uniform electrical properties along the entire length of wires. Electronic uniformity of millimeter-long SiNWs was further exploited to show multiplexed electrical sensing of cancer marker proteins. The detailed growth mechanism for the millimeter-long SiNWs will also be discussed.

Keywords: Si nanowires, Field-effect transistors, Biosensors

디스플레이용 투명전도성 박막재료의 최근 연구동향

송풍근[†], 조상현

부산대학교 재료공학부
(pksong@pusan.ac.kr[†])

가시광역의 높은 투과율 및 고 전기전도성을 동시에 만족하는 투명전도성 산화물은 다양한 디스플레이소자의 투명전극재료로서 사용되어지고 있다. 최근 정보통신분야의 비약적인 발전과 함께, 각종 디스플레이소자의 기능도 고도화 및 다양화되어지고 있기 때문에, 이러한 표시 소자들의 핵심부 품소재중의 하나인 투명전극재료에 대하여 요구되어지는 물성 또한 고 기능화 되어 지고 있다. 한편, 실용화된 대표적인 투명전극재료는 In₂O₃에 Sn을 치환 고용시킨 ITO가 재료의 물성 및 가공특성이 뛰어나기 때문에 가장 많이 사용되어지고 있으나, In의 수요증가에 따른 가격상승은 원재료의 공급 불안을 초래하였으므로 이에 대한 해결방안을 모색하기 위하여 산학연을 중심으로 다양한 연구가 진행되고 있다. 우선, ITO를 대체할 수 있는 차세대 투명전극재료로서 원재료가 풍부하며 무독성이므로 재료코스트와 친환경적인 관점에서 ITO와 비교하여 우월성을 가지는 ZnO를 베이스로 하는 연구가 활발하게 진행되어지고 있다. 하지만 이러한 차세대 투명전극재료는 실용성 투명전극재료로서 양산화 하기까지는 아직 물성 면에서 ITO와 비교하여 아직 그 한계성이 존재한다고 사료된다. 따라서 단기적인 해결 방안의 하나로서 기존의 실용화 투명전극재료인 ITO 타겟의 고기능화를 통한 ITO 박막의 재료코스트 저감은 매우 의미가 있다고 생각된다.

본 강연에서는 마그네트론 스퍼터링법을 사용한 투명전도성박막 합성에 있어서 다음과 같은 최근의 연구결과를 발표할 예정이다. 1) ITO박막의 합성공정에서 타겟 사용효율을 결정짓는 이상방전의 제어가 박막 물성에 미치는 영향, 2) ITO 대체 투명전극재료로서의 AZO, GZO, InSbO₄ 박막, 3) Flexible 기판용 투명전극재료의 합성 및 물성평가 등.

Keywords: 마그네트론 스퍼터링, ITO, AZO, GZO, Flexible 기판