

수직 적층 실리콘 나노와이어 어레이 제작 공정 개발

김태환, 이상민*
경희대학교, *경희대학교

djddk177@khu.ac.kr, *sangmlee@khu.ac.kr

Development of Fabrication Process for Vertically Stacked Silicon Nanowire Arrays

Tae Hwan Kim, Sang Min Lee*
Kyung hee Univ., * Kyung hee Univ.

요약

최근 실리콘 나노와이어는 뛰어난 전기적, 광학적, 기계적 특성으로 인해 초소형 센서 제작에 있어 다양한 구성 요소로 연구되고 있다. 본 논문에서는 top-down 제작에서 습식 산화 및 나노리소그래피 공정을 제외하기 위해 deep reactive ion etching (DRIE)의 레시피를 조절하고 기존 MEMS lithography 방법만을 활용한 공정 방식을 제안하고, 실제 공정을 통해 검증한다.

I. 서론

실리콘 나노와이어는 우수한 전기적, 광학적, 기계적 특성을 지니고 있어 다양한 분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있다[1]. 다층 실리콘 나노와이어의 경우, 높은 통합 밀도와 높은 surface-to-volume ratio로 인해 매우 민감한 특성을 가지고 있어 그 활용도가 높다[2-3]. 본 논문에서는 deep reactive ion etching (DRIE)만을 활용하는 단순화된 수직 적층 나노와이어 제작 방식을 제안한다.

II. 본론

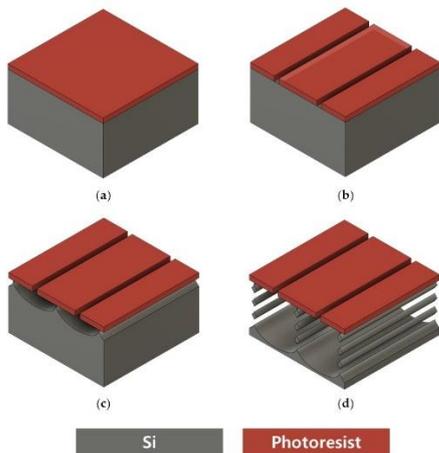


그림 1. 수직 적층 실리콘 나노와이어 제작 공정: (a) 포토레지스트 코팅; (b) 실리콘 나노와이어를 위한 마스크 패턴링; (c) BOSCH 공정을 이용한 실리콘 DRIE; (d) 제작된 수직 적층 실리콘 나노와이어

그림 1은 제안된 수직 적층 실리콘 나노와이어의 개선된 Top-down 제작 공정도이다. 습식 산화로 진행하던 수직 적층 실리콘 나노와이어의 분리를 DRIE만을 활용하여 진행하기 위해 DRIE의 BOSCH 공정 레시피를 조절한다. BOSCH 공정에서 부유된 실리콘 나노와이어를 제작하기 위해 실리콘 식각 시간, platen power, 그리고 C4F8 가스 유량을 조정했다. 식각 시간을 늘려 라디칼에 의한 등방성 식각을 증가시켜 scallop 크기를 키웠고, platen power를 높여 이온의 에너지를 증가시켜 비등방성 식각을 강화했다. 동시에, C4F8 가스 유량을 늘려 폴리머 증착을 늘려 식각 profile을 수직으로 유지했다.

III. 결론

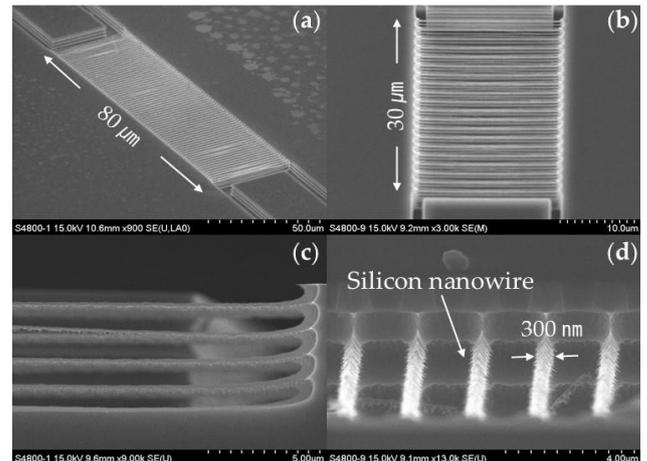


그림 2. 제작된 실리콘 나노와이어 SEM 이미지: (a) 2×80 어레이; (b) 3×20 어레이; (c) 4×12 어레이의 근접 측면 이미지; (d) SiNW 표면의 근접 이미지

실리콘 나노와이어의 치수와 구조적 안정성은 SEM 을 사용하여 분석되었으며, 대표 이미지가 그림 2 에 포함되어 있다. SEM 분석 결과, 그림 2 에서 확인할 수 있듯이, 수정된 BOSCH 공정 레시피와 기존 MEMS lithography 기술을 활용하여 다양한 3 차원 실리콘 나노와이어 어레이가 정밀하고 균일하게 제작된 것을 확인하였다. 어레이는 두 개의 층(그림 2-(a)), 세 개의 층(그림 2-(b)), 네 개의 층(그림 2-(c))으로 수직 적층된 형태와 여러 줄의 실리콘 나노와이어를 특징으로 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터사업의 연구결과로 수행되었음"(IITP-2024-RS-2024-00438239)

참 고 문 헌

- [1] Brönstrup, G.; Jahr, N.; Leiterer, C.; Csáki, A.; Fritzsche, W.; Christiansen, S. Optical Properties of Individual Silicon Nanowires for Photonic Devices. *ACS Nano* 2010, 4, 7113–7122, doi:10.1021/nn101076t.
- [2] Cao, A.; Sudhölter, E.J.R.; de Smet, L.C.P.M. Silicon Nanowire-Based Devices for Gas-Phase Sensing. *Sensors (Switzerland)* 2014, 14, 245–271.
- [3] Le Borgne, B.; Pichon, L.; Salaun, A.C.; Le Bihan, B.; Jolivet-Gougeon, A.; Martin, S.; Rogel, R.; de Sagazan, O. Bacteria Electrical Detection Using 3D Silicon Nanowires Based Resistor. *Sens Actuators B Chem* 2018, 273, 1794–1799, doi:10.1016/j.snb.2018.07.101.