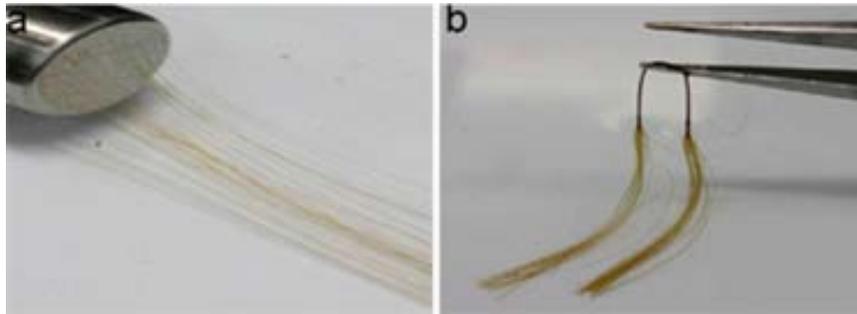


그래핀 산화물을 이용한 스마트 텍스타일

호주와 아일랜드 연구진은 그래핀 산화물(grapheme oxide)을 사용하여 스마트 텍스타일(smart textile)에 적합한 새로운 타입의 강하고 유연한 실을 개발하였다. 그래핀 산화물로 만들어진 실은 강하고 높은 전기전도성을 가지고 있을 뿐만 아니라 현재까지 보고된 그래핀 기반의 구조 중에서 가장 높은 정전용량(capacitance)을 가지고 있다.



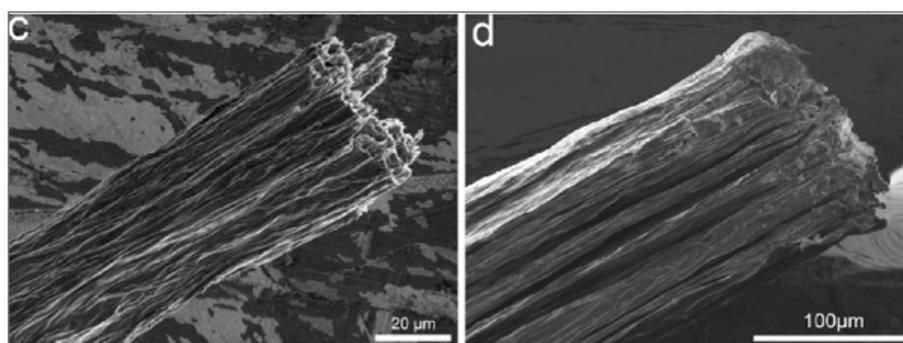
<그림 1> 그래핀 산화물을 이용한 실

- a) 멀티홀(multihole) 방사노즐을 사용하여 제조한 그래핀 산화물 실
- b) 건조 후에는 개별 필라멘트로 쉽게 분리됨.

스마트 텍스타일에는 전기전도성과 함께 강하고 유연하며 가벼운 특성을 가진 섬유와 실을 필요로 한다. 이러한 스마트 섬유는 텍스타일 내에서 전극의 일부로서 역할을 하고 있으며, 만약 커패시터와 배터리의 역할도 통합적용한다면 에너지를 효율적으로 저장할 수 있어야 한다. 이 분야에서 탄소나노튜브와 그래핀을 사용한 실이 개발되어 큰 진보를 이루었지만, 이들 섬유의 대부분은 여전히 연구가 필요한 상황이다. 특히 개발된 섬유에서 측정된 정전용량은 그래핀 기반 구조가 가질수 있는 이론적인 값인 550 F/g에 훨씬 미치지 못하는 265 F/g 정도가 가장 높은 수준이다.

최근, 호주 Wollongong 대학 연구진은 그래핀 산화물과 환원된 그래핀 산

화물을 사용하여 섬유와 원사를 만드는데 성공했다. 이 섬유는 매우 유연하고 가벼울 뿐만 아니라 410 F/g의 높은 전기화학적 정전용량을 가진다. 지금까지 그래핀 기반의 커패시터의 3차원 구조들은 주로 그래핀 ‘페이퍼(papers)’와 마이크로-슈퍼커패시터로 이루어진 것이었으며, 그 자체로 흥미로운 특성을 가지고는 있지만 스마트 텍스타일용으로는 실용적이지 않았다. 이번 연구를 통해 최초로 그래핀 산화물을 사용하여 전기적 특성을 향상시킨 구조체가 개발된 것이다.



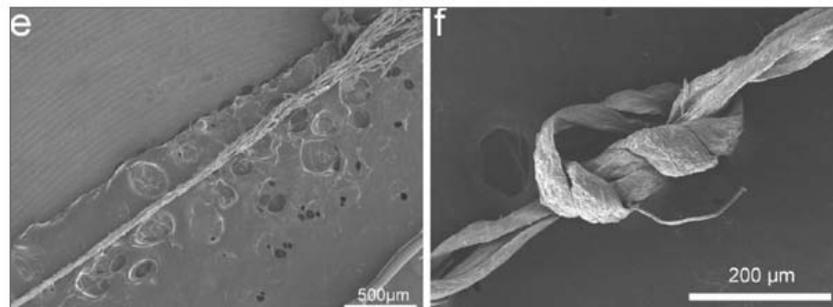
<그림 2> FE-SEM 이미지

- (c) 불균일한 모양을 가진 그래핀 산화물 섬유
- (d) 수많은 가닥의 그래핀 산화물 섬유로 구성된 실

이번 연구진은 매우 큰 그래핀 산화물 시트의 액정으로부터 그래핀 실을 제조하는 새로운 습식방사 기술을 사용하였다. 이렇게 만들어진 그래핀 산화물 실은 무제한적인 길이로 만들어질 수 있고, 다공성이면서도 치밀한 구조를 가지고 있으며, 강하고 유연한 특성을 가지고 있다. 이 실은 스마트 텍스타일 내에서 슈퍼 커패시터의 구성요소로 직접적으로 사용될 수 있으며, 29 GPa 이상의 영률(Young's modulus)을 가질 정도로 매우 강하다. 또한 약 2500 S/m의 높은 전기 전도성을 나타내며, 매우 큰 표면적을 가지고 있다(그래핀 산화물의 경우 약 2600 m²/g, 환원된 그래핀 산화물의 경우 약 2210 m²/g). 섬유를 통해서 이온이 저항 없이 상당히 빠르게 이동할 수 있기 때문에 그래

핀 산화물 전극당 410 F/g의 높은 커패시턴스를 달성할 수 있다.

연구진에 따르면, 그래핀 산화물로 만들어진 실은 재생가능하고 착용할 수 있는 차세대 다기능성 에너지 저장 시스템에 매우 유용하게 적용될 수 있을 것이며, 또한 제조 방법이 간단하고 대량생산하는데 적합하여 실용적이라고 한다.



(e) an unweaved graphene oxide yarn and (f) a loosely knotted yarn, demonstrating how flexible the as-prepared structures are. Courtesy: ACS Nano

<그림 3> 그래핀 산화물 실

(e) 그래핀 산화물 실 사진

(f) 그래핀 산화물 실로 매듭을 지어 구조가 유연함을 보여주는 사진

♣ nanotechweb.org Mar 6, 2014