

CNT(carbon nanotube)를 활용한 난연 코팅

미국 표준기술연구소(National Institute of Standards and Technology, NIST)에서 다중벽 탄소나노튜브(multi-walled carbon nanotube)를 활용하여 가정용 가구 및 인테리어 제품용으로 활용되는 폼(foam) 제품용 난연코팅 기술을 개발하였다. 탄소나노튜브로 코팅된 우레탄 폼은 미가공 폼에 비해서 가연성이 35% 감소되었으며, 또한 화재 확산을 야기하는 화염을 발생시키는 폼의 용융을 방지할 수 있다고 한다

미국에서 연간 6,700 가정에서 가구로 인한 화재가 발생하고 있으며, 이로 인한 사망자 수는 약 480명이다. 미국방재협회(National Fire Protection Association)에 따르면 2006년과 2010년 사이에 주택 화재로 인한 사망자 수는 거의 20% 정도 증가하였다고 한다.

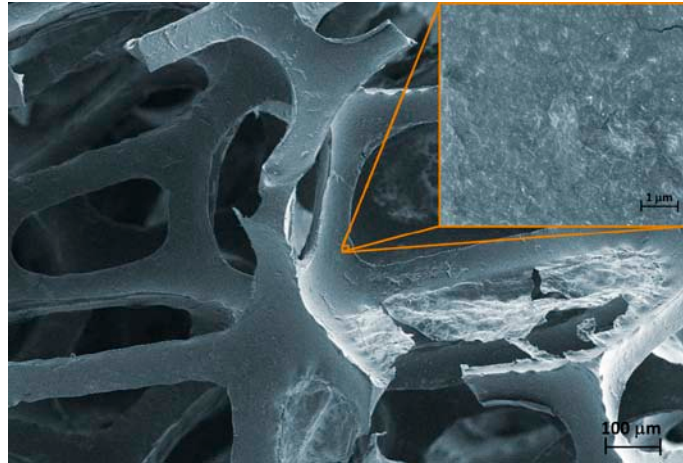
본 기술의 혁신적인 부분은 두 개의 고분자 층 사이에 탄소나노튜브를 삽입하여, 이 3중구조체를 4층으로 겹치는 것이다. 이 코팅은 사람 머리카락의 직경의 100분의 1보다 더 얇으며, 난연기능을 하는 탄소나노튜브가 균일하게 분포하는 것이 특징이다. 또한 이 기술은 탄소나노튜브 외에도 여러 유형의 나노입자를 사용하여 다양한 분야에서 활용할 수 있는 표면코팅 기술로 적용할 수 있다.

NIST 연구진은 3층구조체 방법을 개발하기 전에 다양한 방식의 2층구조의 코팅 방법을 실험하였다. 실험한 모든 2중구조 코팅 방법은 다음과 같은 3개의 핵심 목표를 만족시키는데 실패했다.

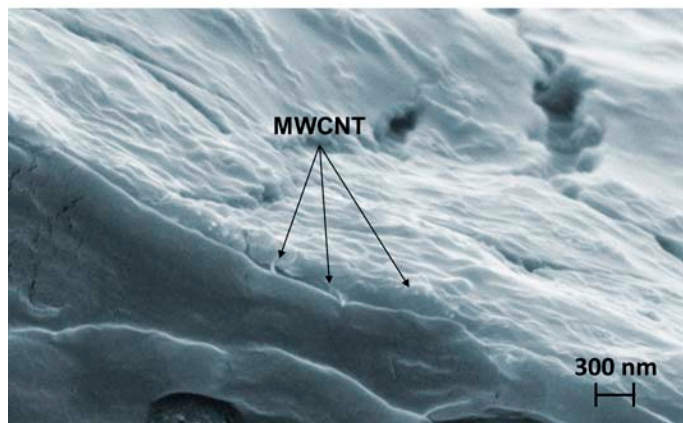
- 폼의 다공성 표면을 완전히 덮을 것
- 탄소나노튜브의 균일한 분포
- 가공 방법의 실용성

탄소나노튜브는 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 관 모양을 형성하고 있는 독특한 튜브형태를 가지고 있어 2중 구조에서는 폼 표면을

위에 강하게 부착되지 않았다.



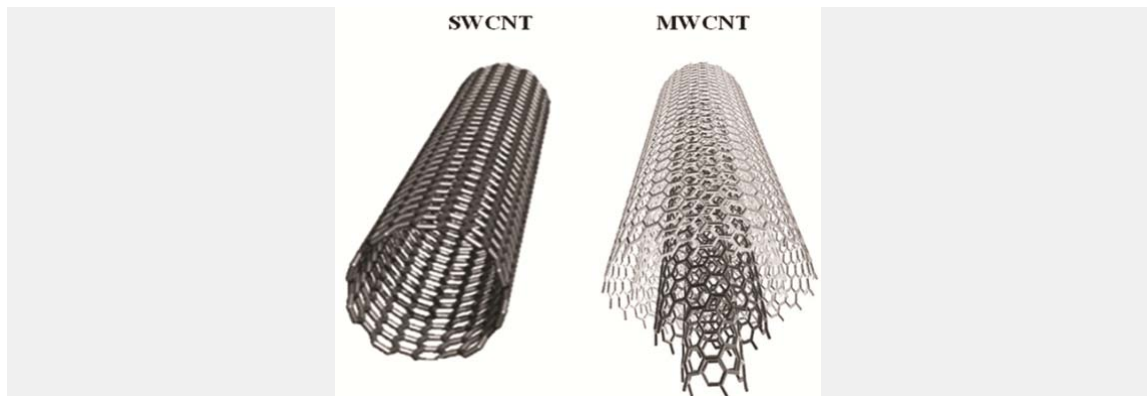
(a) 5,000 배



(b) 100,000 배

<그림 1> CNT 코팅 폼 소재의 주사전자현미경 이미지

이를 해결하기 위해 NIST 연구진은 세포 배양 분야에서 DNA 분자를 고정하기 위해 사용하는 기술을 이용하였다. 이는 탄소나노튜브 외부에 질소를 포함하는 아민 그룹을 도입하는 방법으로, 아민기 도입 탄소나노튜브는 균일하게 분산되어 아래 위로 존재하는 고분자와 강하게 부착되었다. 이러한 결과로 탄소나노튜브의 급속 열 확산 능력을 코팅에 활용할 수 있게 되었다.



<그림 2> 탄소나노튜브 이미지

탄소나노튜브를 활용한 난연코팅은 가정용 인테리어 제품에 일반적으로 사용되는 브롬화 난연제(brominated flame retardant)보다 우수한 난연성을 부여할 수 있다. 특히 탄소나노튜브로 코팅된 품이 매우 높은 온도에 노출될 때 탄화층을 형성하여 품이 용융되는 것을 막는 보호막 역할을 한다.

이와 같은 난연기술은 주택 화재의 3분의 1을 차지하는 인테리어 가구와 관련된 화재를 감소시킬 수 있을 것이다.

♣ R&D magazine 2014.1.15 뉴스(<http://www.rdmag.com>)