

나노 입자 합성 및 섬유 제품에 대한 응용

1. 서 언

나노 입자는 나노 기술의 한 분야로서 최소 500nm이하의 모든 입자를 말한다. 나노 입자는 신재료, 약제, 환경 검출 및 환경 감시는 물론 섬유산업 등과 같은 다양한 분야에서 중요한 역할을 한다. 나노 입자는 특정 용도에 맞게 인위적으로 디자인 및 제조가 가능하다.

섬유분야에서 나노 입자는 수십 년만의 새로운 기술이며, 매우 중요한 원천기술 중 하나로서 널리 인정되고 있다. 섬유가공 분야에서 나노 입자 관련 기술의 개발은 섬유 산업 및 소비자 전반에 걸쳐 큰 영향을 미칠 것이다. 만약 나노 기술의 잠재적 장점이 안정적이며, 효과적인 방법으로 현실화가 될 수 있다면, 윤리적, 법적, 정치적 및 사회적 문제로 이슈화 될 필요가 있다. 본고는 섬유 분야에서 나노 입자의 합성 및 다양한 응용에 대해 다루고 있다.

나노 기술은 응용과학의 한 분야이며 넓고 다양한 분야에 영향을 줄 수 있다. 중요한 것은 $1\mu\text{m}$ 이하, 일반적으로 1~100nm 수준으로 제어하는 기술이다. 일본 Tokyo Science University의 노리오 타니구치 교수는 “나노 기술은 주로 하나의 원자 또는 분자에 의한 물질의 분리, 통합 및 분해 공정으로 구성되어 있다”고 정의한다. 나노 기술의 특징은 부피에 대한 표면적의 비가 매우 커 촉매작용과 같은 표면과 관련된 과학에 새로운 가능성을 열어준다. 많은 물리적 현상들이 시스템의 크기가 감소함에 따라 현저히 뚜렷해진다. 나노 기술이 비록 아직 초기단계이지만 섬유의 기능성 향상 증진에 매우 유용하다는 것은 이미 증명되었으며, 향상된 성능으로 인해 부가가치 및 수입이 증진될 수 있다. 본고는 나노 입자의 합성 및

섬유에 대한 응용 사례에 대해 소개하고 있다.

2. 본 론

2.1 나노 입자의 합성

나노 수준의 물질의 합성 방법은 2가지가 있다.

- top down 방식
- bottom up 방식

나노 물질을 제조하는 방법은 다음 6가지 방법이 널리 이용되고 있다.

- ① 플라즈마 아크
- ② 화학적 증기 증착
- ③ 전기 증착
- ④ 졸-겔 합성
- ⑤ 볼 밀링(ball milling)
- ⑥ 자연의 나노 입자 사용

①, ②방법의 경우, 기화에 의해 분자 및 원자가 분리되고, 조심스럽게 제어된 상태에서 규칙적으로 나노 입자가 증착되도록 한다. 전기 증착의 경우, 각 시료가 용액으로부터 증착되기 때문에 유사한 공정이 포함된다. 졸-겔 합성은 증착 전에 우선 다소 배향된다. 볼 밀링(ball milling)의 경우, 거대 결정 구조가 나노 결정 구조로 붕괴되나 물질의 원래 성질은 유지된다.

나노 수준의 입자는 투명하기 때문에 색상을 흐리게 하거나 섬유 시료의 명도를 변화시키지 않는다. 나노 입자는 2단계 공정으로 처리가 가능하다. 첫번째 단계는 새롭고 안정된 나노 물질의 제조로서, 우선적으로 입자 크기 변화에 기인하는 성질로부터 보호되어야 한다. 두 번째 단계는 얇은 박(foil),

에멀션 및 분산액으로 제조하여 섬유에 적용이 가능해야 하며, 가장 선호되는 것은 일반적인 가공 공정으로 처리가 가능한 방법이다.

부피에 비해 단면적이 매우 크기 때문에 섬유에 부착이 쉽고 내구성이 우수하다. 또한, 나노 입자 코팅은 통기성 및 촉감에 영향을 미치지 않는다. 가장 흔한 기능으로는 방추성, 방오성, 발수성, 대전성, 항균성 및 자외선 차단 등이 있다. 졸-겔 방법은 일반적인 공정 조건으로 가능하며 빠른 처리 및 섬유에 대한 손상이 없다는 몇 가지 장점이 있다. 금속산화물 또는 세라믹과 같은 나노 입자는 가공에 의해 섬유표면의 성질을 변화시키고 기능성을 부여한다.

2.2 자기정화 섬유(Self-cleaning textiles)

1990년 독일 the Bonn Institute의 Wihlem Barthlott는 연꽃 식물의 꽃잎 및 잎사귀의 청결성은 고밀도의 극히 작은 돌출부에 기인한 자기정화 특성에 기인한다는 것을 발견하였다. 이러한 돌출부위는 오염물질의 축적을 방지한다.

나노 은, 산화티탄(TiO_2) 및 산화아연(ZnO)은 자기정화 및 항균성을 부여하는데 사용된다. 금속 이온 및 금속 화합물은 어느 정도의 살균 효과를 가진다. 나노 입자를 사용함에 따라 단위면적당 입자수는 크게 증가한다. 또한 나노 입자의 사용은 일반적인 가공에서 발생되고 있는 환경문제를 극복할 수 있는 최선의 방법이다. 의류의 오염과 같은 문제는 자기정화 효과의 도움으로 극복될 것이다.

2.3 항균 효과

나노 기술은 나노 입자의 크기에 기인하는 새로운 향상된 물리·화학·생

물학적 특성, 현상 및 기능성과 관련이 있다. 나노 은, 산화티탄(TiO_2) 및 산화아연(ZnO)은 자기정화 및 항균성을 부여하는데 사용된다. 은 화합물은 방부제 및 살균제로서 사용된다. 은 화합물은 피부에 접촉해 문제를 발생시키지 않으며, 피부 자극을 발생시키지 않는다. 콜로이드 용액에 포함된 은 나노 입자는 그람양성균 및 그람음성균 모두에 대해 매우 우수한 항균성을 지닌다. 공기 및 물속의 일부 산소가 금속이온과 촉매 반응으로 인해 활성산소로 변화되며, 나노 수준의 입자를 사용함에 따라 유기물질을 용해시켜 살균 효과를 나타내는 것으로 간주되고 있다. 또한, 단위 면적당 입자수가 증가하여 항균성이 극대화된다. 은 나노 입자는 화상, 데인 상처, 피부이식 등과 같은 건강 관련 제품에 적용이 가능하다.

2.4 자외선 차단 효과

의류의 역할 중 가장 중요한 기능성은 기후 환경으로부터 착용자를 보호하는 것이며, 유해한 햇빛으로부터 착용자를 보호하는 것도 이에 포함된다. 원단의 자외선 차단 성능은 염료, 안료, 소광제 및 자외선 흡수제(자외선 복사를 흡수하여 자외선이 직물로부터 피부로 투과되는 것을 막는 약제)가 존재할 경우 강화된다. 자외선 차단제로서 산화아연(ZnO)과 같은 금속 산화물은 유기 자외선 차단제에 비해 안정적이다. 따라서 나노 산화 아연을 사용할 경우, 표면적 증가 및 UV 영역에서의 강한 흡수로 인해 자외선 차단성이 강화된다.

2.5 화분 방지 가공

일본 Miyuki Keori사는 화분 방지 원단 및 의류를 시장에 선보이고 있다. 30nm 크기의 입자가 실 표면에 부착되어 있으며, 표면의 유연 가공 및

정전기 효과는 꽃가루 또는 먼지가 접근하지 못하도록 하는 효과를 부여한다. 이러한 효과는 정전기 방지 및 도전성 화합물(예 : fluoro alkyl-methacrylate 고분자)을 가진 고분자를 이용하여 얻어진다. 용도로는 코트, 블라우스, 모자, 장갑, 침구류 커버 등이 있다.

2.6 약취 제거 가공

약취 제거는 의류 및 양말류에 있어서 매우 중요한 연구 테마이다. 약취는 박테리아 성장에 의해 형성된다. 약취는 항균 가공, 약취 분자의 제거 및 향수를 이용한 억제 등의 방법을 이용하여 제거할 수 있다. 이러한 약취 제거에 사용 가능한 약제로 사이클로덱스트린이 있다. 사이클로덱스트린은 독특한 분자구조를 가지고 있다. 원형의 분자 구조 중 안쪽 구멍 부분은 소수성이며, 외부는 친수성으로 이루어져 있다. 소수성인 약취 분자는 사이클로덱스트린 안쪽 구멍의 소수성에 부착되고 세탁시 제거된다. Greenshield(대만)는 나노 기술 가공 제품으로 소취성 내의를 생산하고 있다. 이 제품은 나노 기술에 의해 생산된다.

2.7 나노 기술의 위험성

독물학자들은 연소 기관에서 배출되는 탄소 입자와 같은 나노 입자를 다루고 있다. 탄소 입자의 위험성에 대한 사실을 모른 채 1920년도에 이미 타이어 제조업자는 타이어의 성능을 높이기 위해 나노 입자, 카본블랙을 사용하였다. 나노 입자로 작아진 물질은 큰 입자 상태에서 나타난 특성과는 매우 다른 특성을 가질 수 있다. 예를 들면, 불투명한 입자가 투명하게 되는 경우(구리), 비활성 물질이 촉매가 되는 경우(백금), 안정된 물질이 연소성 물질이 되는 경우(알루미늄), 상온에서 고체가 액체로 변하는 경우(금),

절연체가 도전체가 되는 경우(실리콘) 등이 있다.

단순히 나노 물질의 존재 자체가 위험은 아니다. 이것은 단지 나노 물질이 위험적인 물질이 될 수 있으며, 특히 유동성 및 향상된 반응성으로 인해 위험적일 수 있다는 것이다.

3. 결 론

섬유 가공에 있어 나노 가공은 아직 초기단계이다. 나노 기술은 많은 도전과 기회를 갖고 있기 때문에 미래에 꼭 필요한 기술이다. 나노 입자의 인체에 대한 유해성을 정확히 평가하기 위해서는 가공, 저장, 응용, 잠재적 오염 및 폐기에 이르는 전반적인 평가가 필요하다. 나노 입자의 인체 및 환경에 대해 미치는 영향은 각 단계별로 다양하다.

나노 기술에 대한 가능성은 매우 크다. 일상생활에 미치는 나노 기술의 한계는 인간의 독창성에 따라 다양해 질 수 있다.

나노 기술의 발전은 느리지만 지속적으로 차세대 산업 혁명으로 인도할 것이다. 나노 기술은 분명 미래의 섬유 제품에 큰 가능성을 열고 있다.