스마트 섬유 소재의 제조와 전망 (2)

日本信州大學 纖維學部 機能高分子學科
白井汪芳, 木村 睦, 安達悅子

주요 목차

1. 서 언
2. 스마트 섬유 재료
3. 고도 정보화 기술과 스마트 섬유 재료
 3.1 전기 전도 섬유
 3.2 유전성 섬유 재료(誘電性 纖維材料)
 3.3 광 기능 섬유 재료
 3.4 자기 성능 섬유 재료
 3.5 옵트 일렉트로 텍스타일로
4. 건강, 복지, 의료용 섬유와 스마트 섬유 재료
 4.1 항균, 살균, 소취 섬유
 4.2 예방·치유 효과를 가진 스마트 섬유 소재
 4.3 인공 장기, 재생 의료와 스마트 섬유 소재
5. 결 언

3.2 유전성 섬유 재료(誘電性 纖維材料)

모든 섬유 재료는 전기적 절연체로서, 절연재로 이용되고 있다. 또, 실제적으로는 섬유의 대전을 억제하는 제전화 기술이 많이 개발되어 있다. 절연체에는 유전성, 일렉트래트, 압전성, 초전성(焦電性) 등의 특성이 있다. 섬유 재료를 가열한 상태에서 전계에 걸면 내부에서 분극하고, 전계가 걸린 채로 냉각하면 반영구적으로 분극된다. 일렉트래트 현상으로서, 예를 들면 양모에 P-t-부틸페놀 포름알데히드 수지를 함침한 섬유는 일렉트래트 필터로 실용화 되고 있다.

폴리우레탄, 폴리염화비닐과 같은 범용 절연체 폴리머의 겔이나 필름에 전장(예를 들면 500V)을 인가하면, 생체 근육에 필적하는 응답성 및 100% 이상의 대변형을 하는 것을 平井은 찾아내어 새로운 자율 응답 재료로 주목되고 있다. 전류는 10 μA 정도이기 때문에 종래의 자율 응답 시스템에 비하여 현저하게 에너지 손실이 적다. 또, 굴곡 변형 이외에 클로링, 클리핑도 생겨, 아메바 등 생물과 유사한 운동을 한다. 마이크로 밸브, 마이크로 펌프 등에 대한 응용이 고려되고 있

다.

더욱, 비이온성 범용 폴리머인 나노 파이버, 중공사화 등에 의하여 더욱 변형 효과의 향상이라던가 분리 막 등에 대한 새로운 자율 응답 스마트 섬유 시스템으로의 발전하는 것이라고 생각된다.

3.3 광 기능 섬유 재료

광 정보 통신 기능을 갖는 광 파이버는 장거리, 대용량의 공중 통신에 이용되고 있은 유리 광 파이버와 빛의 전도 손실이 크지만 낭창낭창하여 접속 등의 취급이 용이한 플라스틱 광 파이버(POF)로 대별되고 이미 실용화 되어 있다. 이들의 기능을 더욱 높인 스마트 광 파이버의 개발이 이어지고 있다. 谷口 등은 파이버형 유기 발광 다이오드를 만들어 펄스 전압을 인가하여 11Mbps 이상의 발광을 확인하고 있다.

본 기술을 포함한 유기 반도체 레자 발광체의 연구 개발은 일본 문부과학성의 長野上田 지구 지적 클러스터 創成事業인 산학 협동 프로젝트로 추진되고 있다. 축광, 발광 또 환경에 의하여 발광-소광, 변색하는 스마트 기능 직물도 옛날부터 연구되고 있는데 섬유 재료로 적극적으로 개발된 예는 많지는 않다.

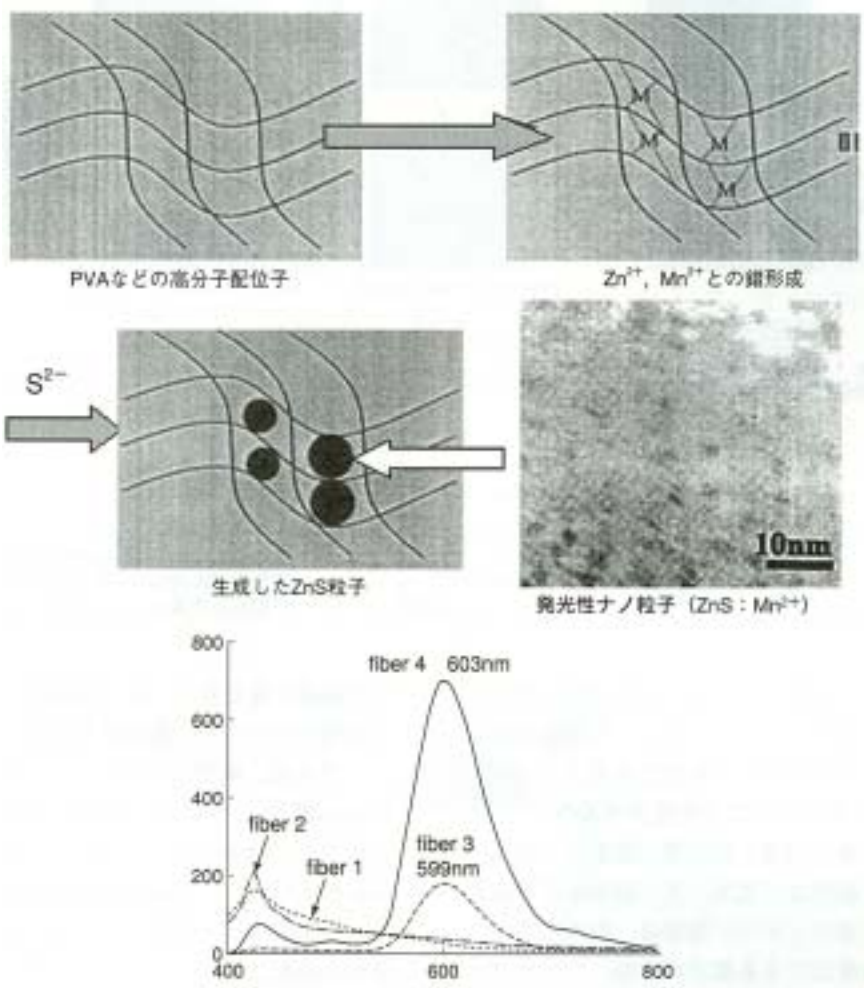
온도에서 변색하는 액정으로 가공한 도레이의 스키웨어가 오래 인상에 남아 있다. 빛, 온도, 습도, 압력 등 환경의 변화에 따라서 변색하는 카멜레온 섬유는 물질의 홑크로미즘, 서모크로미즘, 솔바트크로미즘, 일렉트로크로미즘 현상을 섬유에 도입하여 시스템화함에 의하여 실현하는 것이라고 생각된다.

필자 등의 연구 그룹에서는 최근, 섬유 내부에 축광 작용이 있는 나노 입자를 만들어 그의 발광성을 조사하였다. <그림 5>에 나타내듯이 폴리비닐알코올(PVA), 폴리아크릴산(PAA) 등의 착체 형성능이 있는 폴리머와 Zn(II) 이온 및 극미량의 Mn(II) 이온과의 혼합 금속 착체를 수용액 중에서 형성시켜 더욱이 S^{2-}를 반응시켜서 20 50nm 의 ZnS 나노 입자를 폴리머 속에 균일하게 넣어 습식 방사에 의하여 ZnS 나노 입자를 Mn^{2+} 도프된 클러스터를 갖는 PVA 섬유가 만들어 졌다. 이러한 섬유는 280nm 의 UV 조사에 의하여 핑크 및 청색의 발광을 하는 것이 확인되었다.

3.4 자기 성능 섬유 재료

자성을 가진 섬유는 지금까지 일반적으로 ① 금속, 합금, 산화물 등의 강자성체의

분말을 섬유 형성 고분자에 혼입한다 ② 자성 유체를 봉입한 마이크로 캡슐을 혼입한다 등의 후에 방사하여 자성 입자 혼합 섬유를 얻는 방법에 따라 얻었다.



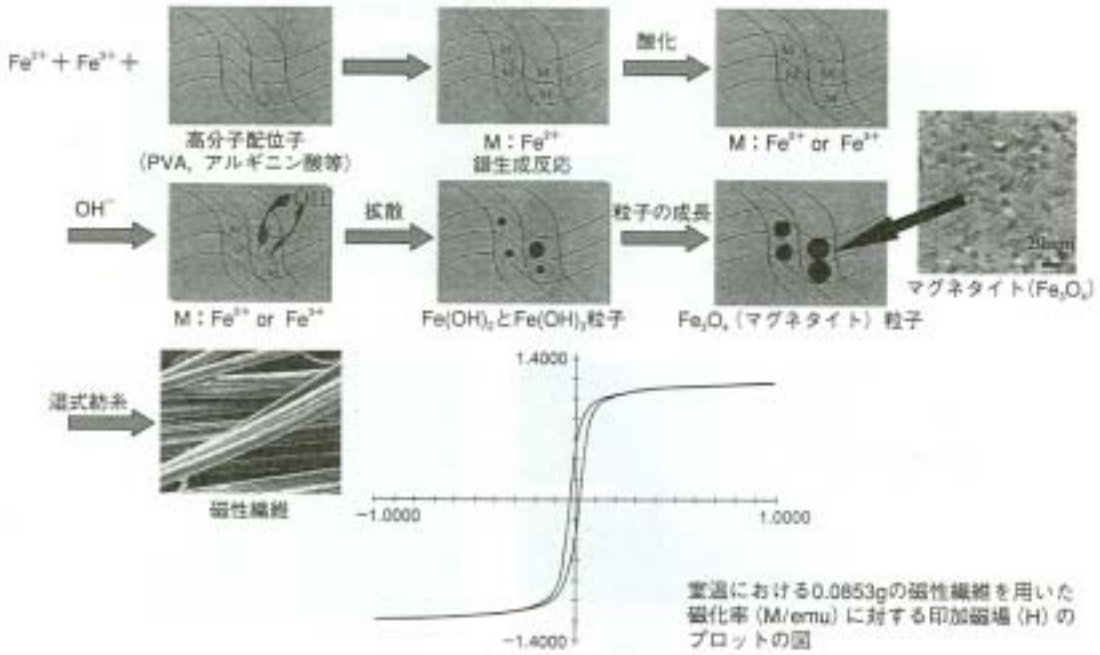
<그림 5> PVA 섬유 중에 형성된 발광성 Mn^{2+}에서 도프된 ZnS 나노 입자와 그 280nm 에서 여기된 발광 스펙트럼

그러나 이러한 방법으로는 강도의 저하 등이 일어나는 일이 있다. 우리 연구그룹은 폴리비닐알코올(PVA)이나 알긴산 등의 Fe(III) 착체 폴리머와 Fe(II) 이온을 Fe(III)와 등량 혼합하여 산화 후, 알칼리성으로 하여 Fe(II)-Fe(III)의 산화물 마그네타이트를 형성시켰다. 그 결과, 가장 강자성의 입자 직경 20nm 부근에 분산하는 마그네타이트가 얻어져 응용 연구가 행해지고 있다.

<그림 6>에 마그네타이트 초미립자 혼합 폴리비닐알코올(PVA) 섬유의 제조법과 자기적 성질을 나타냈다.

자성체를 형성시킨 후, 자장에서 연신하여 자화시켜 자발 분극되는 것도 가능

할 것이다. 극저온이지만 유기의 분자 자성체에 대하여도 옛날부터 주목되고 있다. 유기 섬유 자체가 자성을 가진 섬유 재료의 개발도 또 중요하다. 자성 섬유는 센서, 분리 회수 기능, 반응 속도 컨트롤 등 많은 인텔리전트 기능을 가진 스마트 섬유 재료로 기대할 수 있다.



<그림 6> 자성 나노 입자를 함유한 폴리비닐알코올(PVA) 섬유의 제조와 자기적 성질

3.5 옵트 일렉트로 텍스타일로

전자, 이온 전도, 광 전도, 유전성, 발광、발색 등, 자성 등 전기, 빛, 자기 등의 기번 기능을 갖는 파이버 개발은 다음의 2 차원、3 차원의 계층화에 의한 기능의 증폭, 파이버상 디바이스/직물, 3 차원 직물 디바이스로 전개할 수 있다. 이들의 시스템화에 의하여 플렉시블 디바이스, 인체 센싱/진단과 같은 웨어러블 센서, 모니터링, 디스플레이, 통신, 웨어러블 배터리, 엑츄에이터 등 섬유 구조 속으로 디바이스 또는 분자 디바이스 도입 등을 실현하는 것이 가능하다고 생각한다.

(다음에 계속)

(출처 : 加工技術, 2004 No. 6)