

관련 자료

자기 이방성을 프로그래밍할 수 있는 지능형 나노 복합 소재

2011. 8. 24

서울대학교

Programmin Magnetic Anisotropy in Polymeric Microactuators

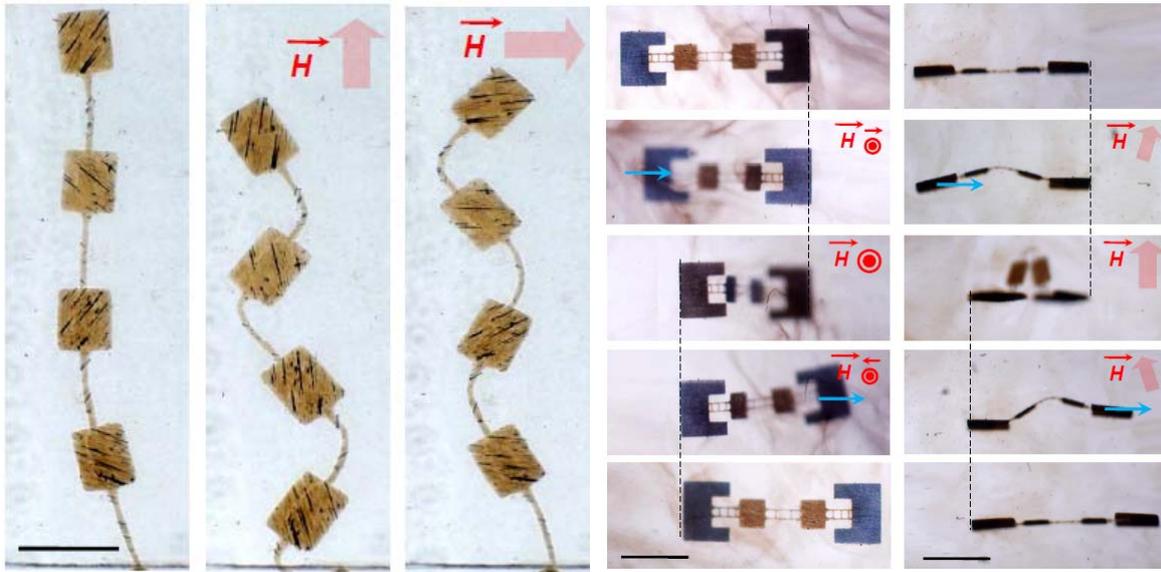
자기 이방성을 프로그래밍할 수 있는 지능형 나노 복합 소재

1. 연구 배경 및 현황

우주 공학 기술, 생명 공학 기술, 로봇 공학 기술 등이 발전하며 다양한 미세 복합 시스템들이 전 세계적으로 활발히 연구되고 있다. 미세 복합 시스템은 외부 환경에 따라 지능적으로 반응하며 다양한 기능을 수행할 수 있는 지능형 미세 소자들의 기능에 의해 그 역할이 결정되는데 기존의 소자들은 외부 환경에 대한 반응이 매우 단순하여 복잡한 기능을 수행하는데 많은 한계를 보여 왔다. 이를 해결하기 위해서는 미세 환경에서도 다양한 반응을 유도할 수 있도록 물질의 특성을 인공적으로 제어할 수 있는 지능형 신소재의 개발이 필연적으로 요구된다.

지능형 신소재를 개발하기 위해서 여러 연구 분야에서 다양한 제작 방법들이 시도되어 왔다. 나노 입자들을 매질 내에 가둬으로써 전기적, 화학적 혹은 물리적 특성을 전체적으로 향상시키는 나노 복합 소재나 외부의 전기적 신호에 반응하여 움직임을 보여주는 전기활성 고분자 (electroactive polymer) 소재 등이 그 대표적인 예이다. 하지만 이러한 기존의 소재들은 소재의 물성을 자유롭게 제어하거나 프로그래밍할 수 없기 때문에 외부 자극에 대한 반응이 한 방향으로 휘어짐과 같이 매우 단순하고 반응 속도가 느리다. 또한 실제 기능을 수행하는 소자를 제작하기 위해 매우 복잡한 공정 과정을 거쳐야 하며 구동을 위한 전기 기기를 소재에 직접 접촉시켜야 하므로 전기 화학적 환경에 매우 민감한 시스템에서는 구동시키기가 어렵다는 문제점들을 가지고 있다.

서울대학교 권성훈 교수 연구진은 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 기존의 나노 공정들과는 비교할 수 없을 정도로 매우 간단한 접근 방법으로 소재 내의 다양한 영역에 나노크기 수준으로 자기 이방성을 인공적으로 프로그래밍할 수 있는 기술을 세계 최초로 개발하였다. 본 연구에서는 자기 나노입자의 자기 조립 특성을 이용해 자기 이방성을 유도하고 고분자 광경화 기술을 이용하여 유도된 자기 이방성을 소재 내의 다양한 영역에 프로그래밍 하였으며, 개발된 소재를 이용해 신개념 마이크로 소자 및 생체 모사적 마이크로 로봇을 구현하였다. 본 연구 내용은 과학분야 최고 학술지인 Nature 자매지, Nature Materials (Impact factor: 29.897)의 2011년 9월호에 게재될 예정이다.



네 종류의 자기 이방성이 프로그래밍된 마이크로 소자 (scale bar: 100um)

자기 이방성이 프로그래밍된 지능형 나노 복합 소재를 이용한 마이크로 로봇 (scale bar: 100um)

2. 연구 내용 및 방법

본 연구팀에서 개발한 자기 이방성을 프로그래밍할 수 있는 나노 복합 소재는 자기 나노입자의 자기 조립 특성과 본 연구실의 독자적 기술인 고분자 마이크로 입자 생성 기술을 이용하여 개발되었다. 이 기술을 이용하면 소재 내의 다양한 영역에 나노미터 크기 수준으로 인공적 자기 이방성을 프로그래밍할 수 있기 때문에 기존의 소재가 구현할 수 없는 획기적인 기능을 수행하는 새로운 개념의 지능형 소자를 개발할 수 있다.

자기 이방성이란 물질 내에서 일종의 자축 (magnetic axis)과 같은 역할을 수행하는 자기적 성질로 외부에서 자기장을 걸어주게 되면 물질이 자기 이방성의 방향으로 에너지를 갖게 된다. 자기 나노입자들은 외부 자기장을 걸어주었을 때 자기력선 방향을 따라 저절로 쇠사슬 모양으로 정렬되는 구조적 변화를 보여주는데, 이러한 구조적 변화가 나노입자가 포함된 물질의 자기 이방성을 결정하게 된다. 본 연구팀은 이러한 물리적 현상에서 착안하여, 빛을 쬐어주면 굳는 액체를 나노입자와 조합한 후 나노 입자의 자기

조립 방향을 제어함과 동시에 이러한 구조적 변화를 매질 내에 국소적으로 고정시킬 수 있는 독자적인 플랫폼을 개발하였다. 이를 이용해 소재 내 원하는 영역마다 자기 이방성을 순차적으로 프로그래밍할 수 있으며 그와 동시에 다양한 모양으로 미세 소자를 구성하는 부품을 제작할 수 있다. 연구팀의 연구 결과에 따르면 이렇게 제작된 소재는 외부 자기장에 대해 매우 다양한 방향으로 반응하는 획기적인 반응성을 보일 뿐만 아니라 반응 속도 또한 매우 빠른 것으로 나타났다.

이번에 개발된 나노 복합 소재는 외부 환경에 따른 소재의 기능을 프로그래밍할 수 있는 새로운 개념의 지능형 소재이다. 그 제작 방법과 구동 환경이 매우 간단한 것에 비해 기존의 소재가 구현하기 어려운 복잡한 기능들을 수행할 수 있고, 외부의 기기들과 직접적으로 접촉할 필요가 없는 자기력을 사용하기 때문에 전기 화학적 주변 환경에 민감한 우주 공학이나 생명 공학에 사용되는 정밀 소자들을 제작하는데 매우 유용할 것이라 예상된다.

3. 연구 성과 및 향후 계획

본 연구 결과는 나노입자의 합성과 입자의 배열의 구조적 변화를 통한 자기 이방성의 유도, 광학을 이용한 빛의 패턴 제어 등의 여러 가지 기술을 융합하고 창의적인 개념을 도입한 융합 과학적인 결과이다. 그러므로 한 분야에 국한되지 않고 다양한 학제 및 산업 분야에서 새로운 연구 주제들을 창발시킬 수 있을 것이라 기대된다.

본 연구팀이 이번에 개발한 기술은 고분자 기반의 소재 내에 자기 이방성을 나노미터 크기 수준으로 인공적으로 프로그래밍할 수 있는 기술이다. 기존의 반도체/멤스 공정으로는 매우 복잡한 과정을 거쳐서 제작해야 하는 각종 소자의 제작을 매우 용이하게 할 뿐만 아니라, 제작된 미세 부품 소자들은 단순한 구동 환경에서도 매우 복잡한 일을 수행할 수 있다. 그러므로 주변 환경이나 사용자에게 따라 반응하는 고 기능성 지능형 소재가 필요한 우주 항공분야, 에너지 분야, 지능형 마이크로 로봇 개발 분야 등에 적극적으로 활용될 수 있는 원천 기술로 중요성을 가진다.

본 연구 결과 및 진행 중인 응용 연구 등에 대한 결과들 또한 각종 국제 학술 대회에 초청되고 있으며 나아가 이번에 개발된 새로운 나노 복합 소재를 이용해 지능형 마이크로 소자를 비롯하여 생체모방형 마이크로 로봇 등의 개발에 응용할 계획이다.

요약:

서울대학교 권성훈 교수 연구진은 세계 최초로 나노 입자를 이용하여 소재 내에 자기 이방성을 인공적으로 프로그래밍할 수 있는 기술을 개발했다.

이 방법은 자기 나노 입자의 자기조립 특성을 이용하여 소재 내의 나노크기의 영역에 자기 이방성을 순차적으로 새겨나가는 기술. 기존의 자기 소재들은 외부 자기장을 걸어주었을 때 단순히 자석 방향으로만 반응하기 때문에 복잡한 소자를 구현하기 어려웠으나, 이번에 개발된 기술을 이용하면 균일한 자기장 안에서, 자기이방성이 프로그램 된 대로 여러 방향으로 반응할 수 있는 획기적인 지능형 소자를 제작할 수 있다. 연구진은 개발한 소재를 이용해 실제로 복잡한 움직임을 보여주는 마이크로 소자와 생체 모사적 마이크로 로봇을 구현하였으며, 이번 연구 성과는 '네이처 머티리얼스' 9월호에 발표될 예정이다.