

 <b>서울대학교</b>	<b>보도자료</b>			
	<b>보도일시: 2012. 11. 14(수) 조간부터 보도해주시기 바랍니다</b>			
	<b>배 포 일</b>	2012. 11. 12.(월)	<b>매 수</b>	5
<b>연구처 연구지원과</b>	<b>담당과장</b>	이상환	<b>배포부서</b>	기획처 홍보팀(02-880-5054)
	<b>자료문의</b>	응대원 김연상 교수(010-4227-7073, 031-888-9131)		

**액정 고무를 이용한 마이크로 펌프의 제작**  
**(One-piece micropumps from liquid crystalline core-shell particles)**

□ 출판저널

네이처 커뮤니케이션스 (Nature Communications) 2012. 11. 1(목) 온라인 판에 게재 됨.

□ 연구진

Eva-Kristina Fleischmann\*, Hsin-Ling Liang, Nadia Kapernaum, Frank Giesselmann, 서울대 융합과학기술대학원 Jan P. F. Lagerwall (SNU) 교수\*, Rudolf Zentel

□ 내용 및 의의

액정(liquid crystal)고무는 외부의 온도 변화만으로도 쉽게 모양이 바뀌는 특징이 있으며, 변형된 형태는 다시금 원상 복귀가 가능하다. 또한, 매우 가볍고 쉽게 찢어지지 않으며 원하는 형태로 가공하기 쉬운 특성을 갖고 있다. 이러한 장점을 기반으로 액정고무는 인공 근육 또는 플라스틱 기반의 마이크로 기계장치의 개발 등에 응용되고 있다.

본 연구진은 미세유체공정기술을 개발하여 액정고무로 된 초미세 마이크로 펌프를 제작하였다. 이 펌프는 얇은 껍질로 이루어진 구형 모양의 액정고무로, 연구진이 개발한 기술을 사용하면 수십 마이크로미터 에서 수십 밀리미터 지름의 구형 액정고무 펌프를 분당 100개 까지 만들 수 있다. 이 펌프를 사용하면 미세한 바이오칩 또는 잉크젯 토너 등에 정확한 토출량을 제어할 수 있는 극미세 펌프를 쉽게 제작할 수 있으므로, 3차원 미세유체공학 시스템의 획기적인 발전 가능성을 열어주었다고 할 수 있다.

□ 연구진 소개

Jan Lagerwall 교수는 2010년 9월에 서울대학교의 글로벌 우수 신진연구자 채용 노력에 의해 융합과학기술대학원의 조교수로 임용된 스웨덴 과학자로, 현재 차세대융합기술연구원(AICT)의 연구원으로도 활동하고 있다. 뛰어난 연구성과를 도출하고 있을 뿐 아니라, 현재 한국연구재단(NRF)의 한국과 EU간의 다양한 연구 교류사업에 상당한 기여를 하고 있다. 한국과 유럽의 연구자들간의 공동연구 프로그램의 한국측 파트너로 활발하게 활동하고 있으며, 프랑스 CEA 연구소, 독일 막스플랑크 연구소등의 유럽 연구자들과 우수한 한국연구자들의 교류에 힘쓰고 있다.

Eva-Kristina Fleischmann, Hsin-Ling 은 현재 독일에 있는 마인츠 요하네스 구텐베르크 대학교(Johannes-Gutenberg-University Mainz)에서 Rudolf Zentel 교수의 지도하에 재학중인 박사과정 학생이다. 그리고 Hsing-Ling Liang 은 서울대학교 융합과학기술대학원의 Jan Lagerwall 교수의 공동지도를 받고 있다.

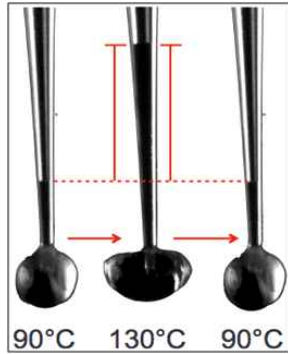
□ 연구비 지원 프로그램

이 연구는 독일연구재단(DFG, Germany Forschungsgemeinschaft, grant number Ze 230/19-1), 서울대학교-차세대융합기술연구원 재단 (SNU-AICT, grant number 490-2010024), 한국연구재단(NRF, grant number 490-20110016), 그리고 독일학술교류처(DAAD, H.L.L 과 J.L을 위한 study and visiting stipends)로부터 지원 받았다.

□ 관련사진



서울대학교 융합과학기술대학  
원 Jan Lagerwall 교수



액정고무 마이크로 펌프의 온도  
변화에 따른 형태 변화

관련 자료

액정고무를 이용한 마이크로 펌프의 제작  
(One-piece micropumps from liquid crystalline  
core-shell particles)

2012. 11. 12.

서울대학교

## 1. 연구배경 및 현황

마이크로전자기계 시스템은 이미 우리 삶의 일부분이 되고 있으며, 자동차 에어백의 가속도계 센서, 드롭 온 디맨드형 잉크 분사 인쇄기, 의학용 바이오 센서 등 가시적으로는 잘 보이지 않는 응용분야에서 널리 사용되고 있다. 기술의 발전에 따른 우리의 일상은 점점 더 작은 사이즈의 기계장치를 요구 하고 있다. 이러한 점에서 마이크로 전자기계 장치를 구동할 수 있는 액츄에이터는 매우 중요하다.

이를 위하여 다양한 형태로 제작이 가능하고 간단하게 작동 될 수 있는 액츄에이터의 개발과 그 신소재의 필요성이 대두되고 있다. 현재까지는 실리콘, 형상기억 합금, 압전물질 등을 사용하여 마이크로전자기계 장치가 제작되고 있다. 최근에는 형상기억 고분자들이 매우 각광을 받았다. 이 고분자들은 저렴한 가격과 생태학적인 적합성, 좋은 탄성력, 쉽게 손상되지 않는 특성을 장점으로 갖고 있다. 특히, 액정고무는 고무가 갖는 기계적 특성과 액정이 갖는 전기적 특성을 바탕으로 하여 마이크로 전자기계 액츄에이터 제작에 필요한 강력한 후보로 각광 받고 있다.

## 2. 연구내용 및 결과

액정상태를 만드는 메조겐(mesogen)과 고분자 사슬을 합쳐서 액정고무를 만들면, 불규칙적으로 엉켜있던 고분자 사슬의 방향이 메조겐(mesogen)이 액정상을 만드는 모양으로 정렬된다. 한편, 액정 상태에 있는 분자들에게 열을 가하면, 이 분자들은 열 에너지에 의하여 매우 심한 요동을 치게 된다. 결과적으로, 액정상태를 잃어버리고 무작위적인 정렬상태를 갖는다.

액정고무에서도 이와 유사한 현상이 발생한다. 액정고무에 열을 가하게 되면 메조겐(mesogen)들이 무작위 정렬상태를 갖게 되고, 이와 연결된 고분자사슬 또한 그 방향성을 잃어버리게 된다. 액정고무에서 고분자 사슬의 미시적인 움직임은 결과적으로 전체적인 고무의 형태를 바꾼다. 그리고 온도를 내리면 바뀐 고무의 형태는 원 상태로 돌아오게 된다. 이와 같은 액정고무의 '온도에 따라 모양이 변화되는 성질'은 인공 근육 또는 플라스틱 발동기의 제작 등에 응용되고 있다.

본 연구진은 미세유체공학 공정기술을 개발하여 액정고무로 이루어진 초 미세 마이크로 펌프를 제작하였다. 이 마이크로 펌프는 얇은 껍질로 이루어진 구형 모양의 액정고무로, 연구진이 개발한 기술을 사용하면 수백 마이크로미터 또는 수십 밀리미터 지름을 갖는 구형 고무껍질을 분당 100개 까지 만들 수 있다. 연구진은 액정고무 펌프에 마이크로 단위의 관을 삽입하고, 펌프 내부에 액체를 채웠다. 그리고 액정고무의 '온도에 따라 모양이 변화되는 성질'을 사용하여, 외부의 온도 변화만으로 액정고무 마이크로 펌프가 반복적이고 안정적으로 내부 액체를 빨아올릴 수 있음을 실험적으로 보였다. 미세유체공학에서는 작은 펌프를 사용하여 액체를 추출하거나 삽입하는 것이 매우 중요하다.

더욱이 이 펌프들은 구동을 위하여 기판 또는 추가적인 기계장치를 필요로 하지 않으며, 원하는 각도에서 입/배출구를 위한 미세 관을 액정고무에 쉽게 삽입할 수 있다. 연구진이 개발한 공정기술과 액정고무 마이크로 펌프를 사용하면 현재 기술로는 쉽게 만들 수 없는 삼차원 미세유체공학시스템 및 장치의 현실화를 시킬 수 있다.

## 3. 연구성과 및 향후 계획

- ✓ 1 마이크로 미터이내의 사이즈를 갖는 마이크로 펌프 제작
- ✓ 밸브가 필요 없고, 외부자극 (온도 또는 빛)로 펌프를 작동 시킬 수 있음
- ✓ 분당 100개의 액정고무 마이크로 펌프를 제작할 수 있음
- ✓ 금속 나노입자, 또는 초상자성 입자가 삽입된 초미세 액정고무 펌프를 제작할 수 있음

