(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0058204
(43) 공개일자 2010년06월03일

(51) Int. Cl.
H05B 3/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0116938
(22) 출원일자 2008년11월24일
심사청구일자 2008년11월24일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
안동준
서울특별시 동작구 사당동 우성아파트 301동 1002호
(74) 대리인
특허법인다나

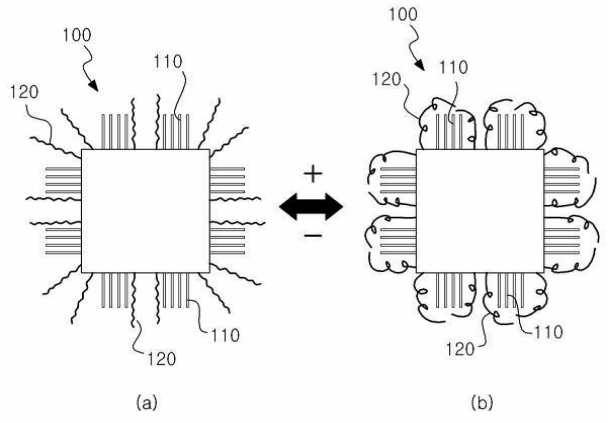
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 능동 제어 가능한 열 분산기

(57) 요 약

열 발산을 능동적으로 조절할 수 있는 장치가 제공된다. 상기 장치는 온도 조절이 필요한 부위에 나노와이어 및 자극 반응성 물질이 서로 근접하게 형성되어 있다. 나노와이어 및 자극 반응성 물질이 서로 근접하게 형성되어 있으면, 외부 자극을 조절함으로써 자극 반응성 물질이 나노와이어를 통한 열 전도를 능동적으로 조절할 수 있도록 할 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

열 발생이 수반되는 장치로서,

상기 장치 중 온도 조절이 필요한 부위에 나노와이어 및 자극 반응성 물질이 서로 근접한 위치에 형성되어 있는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노와이어는 금속 나노와이어, 반도체 나노와이어, 절연성 나노와이어; 또는 무기 나노와이어인 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노와이어는 금속 나노와이어인 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 자극 반응성 물질은 외부 자극에 의하여 분자 배향이 가역적으로 변화하는 물질인 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 외부 자극은 전기장, 자기장, 빛, 열 또는 pH인 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 외부 자극은 전기장인 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 전기장에 의해 분자 배향이 변화하는 자극 반응성 물질은 고분자 전해질인 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 고분자 전해질은 폴리(소듐 스티렌 설포네이트), 폴리아크릴산, 폴리에틸렌옥사이드 또는 이들의 유도체인 장치.

청구항 9

제4항에 있어서, 상기 외부 자극은 빛인 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 빛에 의해 분자 배향이 변화하는 자극 반응성 물질은 광-반응성 물질인 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 광-반응성 물질은 광스위치가 가능한 화합물(photoswitchable compound) 또는 이를 함유하는 폴리머인 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

광스위치가 가능한 화합물은 아조벤젠계 화합물(azobenzenes), 디아릴에텐계 화합물(diarylethenes), 디티에닐에텐계 화합물(dithienylethenes), 펄자이드계 화합물(fulgides), 펄지미드계 화합물(fulgimides), 스틸벤계 화합물(stylbenes), 스피로피란계 화합물(spiropyrans), 스피로옥사진계 화합물(spirooxazines), 페녹시나프타센 퀴논계 화합물(phenoxynaphthacene quinones) 및 이들의 유도체로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 화합물인 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 일반적으로 열 발산을 능동적으로 조절할 수 있는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 열 발산의 조절은 전자 장치를 비롯한 열 발생이 수반되는 모든 장치에서 공통적으로 요구되는 사항이다. 과도하게 높은 온도 또는 과도하게 낮은 온도는 장치의 오작동 또는 작동 효율의 저하를 야기하는 원인이 될 수 있다.

[0003] 특히 소형화된 전자 장치에 있어서 열 발산의 조절은 전자 장치의 작동 효율의 증진을 위해 매우 중요할 수 있다.

[0004] 지금까지 열 발산의 조절은 열 발산을 억제하거나 열 발산을 증가시키는 어느 일 방향으로만 이루어져왔다.

[0005] 그러나, 예컨대, 일정 온도 범위에서 최상의 작동 효율을 나타내는 전자 장치의 경우에는 외부 환경의 변화에 따라 열 발산을 억제하거나 또는 증가시킬 수 있을 때 최상의 작동 효율을 제공할 수 있을 것이다.

발명의 내용

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0006] 본 개시는 특히, 열 발생이 수반되는 장치로서 상기 장치 중 온도 조절이 필요한 부위에 나노와이어 및 자극 반

응성 물질이 서로 근접하게 형성되어 있는 장치에 관한 것이다.

[0007] 나노와이어는 종횡비(aspect ratio)가 1000 이상인 물질을 의미한다. 보다 구체적으로 폭 또는 직경이 수 내지 수십 나노미터의 나노 단위의 직경 이하로 제한되나, 길이는 제한되지 않는 와이어를 말한다.

[0008] 나노 와이어는 우수한 열 전도성을 갖고 있기 때문에 이들을 열 방사체(heat radiator)로 이용할 경우 열의 이동을 쉽게 유도할 수 있다. 따라서 나노 와이어를 열 발생이 수반되는 장치에 형성할 경우 상기 장치로부터 발생하는 열을 쉽게 발산시킬 수 있게 된다.

[0009] 열 전도를 위해 사용되는 나노와이어는 예를 들어, Fe, Ni, Cu, Zn, Au, Ag, Pt, 또는 Al 등과 같은 금속을 포함하는 금속 나노와이어; Si 와이어, GaN 와이어, GaAs 와이어, 또는 InP 와이어 등과 같은 반도체 나노와이어; SiO_2 와이어, TiO_2 와이어, 또는 ZnO 와이어 등과 같은 절연성 나노와이어; 또는 탄소섬유, 탄소나노튜브(CNT) 등과 같은 무기 나노와이어 등을 포함한 다양한 종류일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0010] 또한, 이에 제한되는 것은 아니나, 열 발생이 수반되는 장치에 있어서 열 전도를 위해 형성되는 나노와이어는 예컨대 열 전도성이 우수한 금속 계열 물질로 이루어진 것일 수 있다. 예컨대, 열 전도성이 우수한 구리 나노와이어를 장치에 형성함으로써 열 발산을 유도할 수 있다.

[0011] 그러나 열을 과다하게 발산시킬 경우 장치의 작동 효율에 문제가 생기는 경우도 있으므로, 외부 환경 변화에 따라 나노와이어의 열 발산을 능동적으로 제어할 필요성이 있다.

[0012] 본 개시에서는 열 발생이 수반되는 장치에 있어서 열전도를 위해 형성되는 나노와이어의 열 발산을 능동적으로 제어할 수 있는 수단으로서 상기 나노와이어와 근접한 위치에 자극 반응성 물질(stimuli-responsive substance)이 형성되어 있는 장치를 제공한다.

[0013] 상기 자극 반응성 물질은 외부 환경의 변화에 따라 그의 특성이 가역적으로 변화하는 모든 물질을 말한다. 자극 반응성 물질은 단일의 화합물, 폴리머, 특정 화합물을 함유하는 폴리머, 화합물들의 혼합물 등일 수 있다. 여기에서 외부 환경을 변화시키는 자극은 상기 자극 반응성 물질의 특성에 영향을 줄 수 있는 모든 자극을 의미하며, 예를 들어, 전기장, 자기장, 빛, 열, pH 등을 포함한다. 자극 반응성 물질의 종류에 따라 반응하는 자극의 종류는 달라지며, 일부 자극 반응성 물질은 둘 이상의 자극이 복합될 때 그 특성이 변화한다. 또한, 이러한 자극에 따라 가역적으로 변화하는 특성은 분자 배향, 그에 따른 물질의 길이, 크기 또는 모양과 같은 물리적 또는 화학적 구조나 물리적, 전기적, 또는 화학적 특성일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0014] 한 구체예에서, 상기 자극 반응성 물질은 외부 자극에 반응하여 분자 배향이 가역적으로 변화하여 여러가지 특성이 변화하는 자극 반응성 물질일 수 있다. 예컨대, 외부 자극의 변화에 따라 분자 배향이 가역적으로 변화함으로써 그 물질의 길이와 모양이 수축 또는 확장할 수 있다. 일례로, 외부 자극의 변화에 따라 분자 배향이 가역적으로 변화하는 자극 반응성 물질을 나노와이어와 근접한 위치에 형성시킬 경우, 자극 반응성 물질은 외부 자극의 변화에 따라 수축 또는 확장됨에 따라 나노와이어의 열 발산을 조절할 수 있도록 한다.

[0015] 상기 자극 반응성 물질의 외부 자극의 변화에 의한 특성의 변화의 정도 및 변화의 방향성은 그 물질의 종류에 따라 각기 다르므로, 열 발산을 조절하는 방식 또한 달라질 수 있다. 또한, 상기 자극 반응성 물질의 외부 자극의 변화에 의한 특성의 변화의 정도 및 변화의 방향성은 나노와이어와 근접한 위치에 형성되는 자극 반응성 물질의 형성 위치나 길이 등에 따라서도 달라질 수 있으며, 열 발산을 조절하는 방식 또한 이에 따라 조절할 수 있을 것이다.

[0016] 한 구체예에서, 자극 반응성 물질은 전기장에 따라 분자 배향이 변화하는 고분자전해질일 수 있다. 고분자전해질은 전해질 그룹을 포함하는 반복 단위를 갖는 폴리머를 말한다. 따라서 고분자전해질은 전해질(염) 및 폴리머(고분자량 화합물)의 특성 모두와 유사하다. 고분자전해질은 하전되어 있는 상태이므로 전기장의 유무, 방향성, 강도 등에 따라 그 구조, 안정성, 분자간 상호작용 등이 변화할 수 있다.

[0017] 예를 들어, 고분자전해질과 나노와이어가 전기장 하에 있는 경우에는 고분자 전해질은 전기장의 방향성 또는 강

도에 따라 확장 또는 수축할 수 있다. 고분자 전해질의 구조가 확장 또는 수축됨에 따라 열 발산을 조절할 수 있다. 고분자전해질의 구조의 변화는 고분자전해질의 종류, 하전된 전하의 크기와 종류, 전기장의 유무, 방향성 또는 강도 등이 여러가지 요인에 조절될 수 있다. 따라서 열 발산을 조절하고자 하는 장치의 종류 및 사용 환경 등에 따라 적합한 고분자전해질을 선택하고, 전기장의 방향성 또는 크기를 조절함으로써 원하는 대로 장치의 열 발산을 조절할 수 있을 것이다.

[0018] 고분자 전해질을 이용한 나노와이어의 열 발산의 제어는 나노와이어에 대해서 고분자전해질을 어떠한 위치에 어떠한 방향으로 형성하는지에 따라 달라질 수도 있다. 예컨대, 외부 자극이 전기장이고, 전기장의 방향이 항상 일정하게 형성되는 장치의 경우, 만일 전기장이 가해지는 방향과 일치하는 방향으로 상기 고분자 전해질과 나노와이어가 형성되어 있는 경우 전기장이 가해질 때 고분자 전해질이 확장되고, 이에 따라 나노와이어를 통한 열 발산이 자유롭게 이루어질 수 있으며, 전기장이 가해지지 않을 때에는 고분자 전해질은 수축된 형태를 취하고 있어 나노와이어를 통한 열 발산을 억제하게 된다. 따라서 전기장의 방향성을 고려하여 나노와이어와 고분자 전해질의 형성 위치를 설계하는 것은 전기장을 통한 열 발산의 제어에 있어서 중요한 요소가 될 수 있다.

[0019] 고분자전해질의 구체적인 예로 폴리(소듐 스티렌 설포네이트), 폴리아크릴산, 폴리에틸렌옥사이드 또는 그의 유도체 등을 들 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 고분자전해질의 예는 당업계에 공지되어 있으며, 임의의 고분자를 고분자전해질로 제조하는 방법 또한 당업계에 공지되어 있다.

[0020] 다른 구체예에서, 상기 자극 반응성 물질은 광-반응성 물질일 수 있다. 광-반응성 물질은 빛에 의해 물질의 구조, 길이, 강도 등의 특성이 가역적으로 변화하는 물질로서, 예를 들어 광스위치가 가능한 화합물(photoswitchable compound) 또는 이를 함유하는 폴리머를 포함한다.

[0021] 광스위치가 가능한 화합물은 빛에 의해 분자 배향이 변형됨으로써둘 또는 그 이상의 안정한 구조로 가역적으로 변동될 수 있는 화합물로서, 아조벤젠계 화합물(azobenzenes), 디아릴에텐계 화합물(diarylethenes), 디티에닐에텐계 화합물(dithienylethenes), 펄자이드계 화합물(fulgides), 펄지미드계 화합물(fulgimides), 스틸벤계 화합물(stylbenes), 스피로피란계 화합물(spiropyrans), 스피로옥사진계 화합물(spirooxazines), 페녹시나프타센 퀴논계 화합물(phenoxynaphthacene quinones) 및 이들의 유도체 등을 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0022] 광스위치가 가능한 화합물로서, 예컨대 아조벤젠계 화합물을 설명한다. 아조벤젠계 화합물은 광이성체화 반응의 중심으로서 하나 이상의 -N=N- 이중 결합을 포함한다. 상기 이중 결합을 기준으로, 아조벤젠계 화합물은 두 가지 상이한 기하학적 배위, 즉 트랜스 이성체와 시스 이성체 형태를 갖는다. 일반적으로 아조벤젠계 화합물은 자외선 영역의 파장에 노출되면 시스 이성체 형태로, 가시광선 영역의 파장에 노출되면 트랜스 이성체 형태로 가역적으로 전환된다. 광이성체 반응에 의한 화합물의 기하학적 구조의 변화는 광 반응성 물질의 구조 변화를 일으킬 수 있다. 따라서 광스위치가 가능한 화합물을 포함하는 광 반응성 물질은 본 개시에서 목적하는 나노와이어의 열 발산 제어를 위한 자극 반응성 물질의 하나로 사용될 수 있다.

[0023] 상기 광스위치가 가능한 화합물을 포함하는 광 반응성 폴리머를 제조하기 위해서는 어떠한 폴리머라도 이용할 수 있다. 광스위치가 가능한 화합물을 폴리머에 도입하기 위해서는 예를 들어, 이들과 결합 가능한 작용기를 폴리머에 부여한 후 광스위치가 가능한 화합물과 결합시키는 방법을 이용함으로써 용이하게 수행할 수 있다. 예컨대, 아조벤젠계 화합물을 포함하는 광 반응성 폴리머는 아조벤젠 함유 폴리아크릴산 에스테르, 아조벤젠 함유 폴리아크릴산 아미드, 아조벤젠 함유 폴리비닐알콜 등을 포함하나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0024] 나노와이어와 자극 반응성 물질이 형성되는 위치는 열 발생이 수반되는 장치 중 온도 조절이 필요한 부위일 수 있다. 예를 들어, 나노와이어와 자극 반응성 물질이 형성되는 위치는 온도의 적정성이 가장 요구되는 부위일 수 있다. 나노와이어와 자극 반응성 물질을 형성하기에 적절한 위치는 열 발산 조절이 요구되는 장치의 종류 및 열 발생의 위치 등에 따라 달라질 것이다. 예컨대, 전자 장치에서 마이크로칩은 열이 많이 발생할 뿐만 아니라 작동 효율을 결정짓는 부품이므로 마이크로칩을 둘러싸고 있는 케이싱에 나노와이어와 자극 반응성 물질을 형성할 수 있을 것이다.

[0025] 상기 자극 반응성 물질과 나노와이어는 서로 근접한 위치에 형성된다. "서로 근접한"이라 함은 자극 반응성 물질이 나노와이어를 통한 열 전도를 능동적으로 조절할 수 있을 거리만큼 이들이 근접하게 존재하는 것을 말한다. 자극 반응성 물질이 나노와이어에 과도하게 근접하게 위치해 있을 경우에는 자극의 변화가 없는 경우에

도 나노와이어를 통한 열 발산을 제한할 가능성이 있고, 자극 반응성 물질이 나노와이어로부터 멀리 떨어져 있는 경우에는 자극의 변화에도 불구하고 나노와이어를 통한 열 발산을 제어하지 못하게 된다. 서로 근접한 위치를 형성하는 거리는 특정 값으로 제한되지 아니하며, 나노와이어 또는 자극 반응성 물질의 길이; 또는 자극 반응성 물질의 길이나 모양 등을 변화시키는 자극의 강도, 방향성 등의 변수에 따라 달라질 것이다.

[0026] 상기 자극 반응성 물질과 나노와이어가 서로 근접한 위치에 형성될 때 이들의 배열 방식은 제한되지 아니한다. 예를 들어 자극 반응성 물질과 나노와이어가 상호교대로 배열되거나, 수 개의 자극 반응성 물질과 수 개의 나노와이어가 상호교대로 배열될 수 있다.

[0027] 나노와이어와 자극 반응성 물질은 당업계에 공지된 통상의 방법으로 열 발생이 수반되는 장치에 부착 또는 형성할 수 있다.

[0028] 한 구체예에서, 나노와이어가 금속 물질로 형성되는 경우, 나노와이어와 자극 반응성 물질이 형성되는 적절한 위치를 선정하고, 상기 부위에 금속 나노와이어를 직접 성장시킬 수 있다. 다르게는 나노와이어와 자극 반응성 물질이 형성되는 대상체가 금속으로 형성되어 있거나 코팅되어 있는 경우, 이 금속을 산화시켜 나노와이어를 형성함으로써 복잡한 나노와이어 성장 또는 부착 과정 없이 나노와이어가 형성되어 있는 장치를 얻을 수 있게 된다.

[0029] 나노와이어는 열 발산이 잘 이루어질 수 있도록 정렬되어 있을 수 있다. 정렬된 나노와이어의 합성은 당업계에 공지된 기술을 이용하여 수행될 수 있다. 예컨대, 전기장 또는 자기장 하에서 나노와이어를 성장시킴으로써 나노와이어를 한 방향으로 정렬 합성할 수 있다.

[0030] 다른 구체예에서, 나노와이어 또는 자극 반응성 물질의 부착은 화학적 링커를 통해 수행될 수 있다. 예컨대, 나노와이어 또는 자극 반응성 물질이 부착될 장치의 표면을 특정 작용기가 결합된 형태로 개질하고, 상기 소정의 특정 작용기와 결합할 수 있는 작용기로 개질된 나노와이어 또는 자극 반응성 물질을 반응시켜 양자를 결합시킬 수 있다.

[0031] 나노와이어와 자극 반응성 물질의 형성 순서는 어떠한 것이 선행되던지 간에 관계 없다. 한 구체예에서는, 장치의 금속 표면 상에 나노와이어를 먼저 형성한 후에, 자극 반응성 물질을 화학적 링커를 통해 결합시킬 수 있다.

[0032] 본 개시는 첨부된 도면을 참조하면 보다 명확해 질 것이다. 그러나, 본 개시는 이에 제한되는 것이 아니라, 다양하게 구현되고 실현될 수 있음을 이해할 것이다.

[0033] 당업자는 또한 여기에 개시된 내용이 단지 예시일 뿐, 이에 제한되지 아니하며, 다른 방식으로 구현될 수 있음을 이해할 것이다.

[0034] 이하, 도 1을 참고하여 능동적인 열 발산 조절이 가능한 장치에 대해 예시적으로 설명한다.

[0035] 도 1은 나노와이어와 자극 반응성 폴리머가 서로 근접하게 형성되어 있는 장치에 외부 자극을 가하여 자극 반응성 폴리머를 수축 또는 확장시킴으로써 열 발산을 조절하는 과정을 나타낸 예시적인 개략도이다.

[0036] 도 1을 참고하면, 열 발생이 수반되는 장치(100) 중 온도 조절이 필요한 부위에 나노와이어(110)와 자극 반응성 폴리머(120)가 서로 근접한 위치에 형성되어 있다. 도 1에서는 열 발산이 잘 이루어질 수 있도록 정렬되어 있는 나노와이어(110)를 예시적으로 도시하고 있다. 도 1의 자극 반응성 폴리머(120)는 자극의 방향성, 강도 등에 따라 수축 또는 확장되는 특성을 갖는 폴리머를 예시적으로 도시한 것이다. 도 1에서 "+/-"로 표시된 기호는 자극 반응성 폴리머(120)의 수축 또는 확장을 이끄는 자극의 유무, 방향성, 강도 등의 변화를 나타낸다.

[0037] 도 1의 (a)에서 볼 수 있는 바와 같이, 자극 반응성 폴리머(120)가 확장된 형태를 취하게 되면, 나노와이어(110)를 통한 열 발산이 자유롭게 이루어진다. 예를 들어, 자극 반응성 폴리머(120)가 전기장에 반응하는 고분자 전해질인 경우, 이러한 자극 반응성 폴리머(120)를 확장시키는 방향으로 전기장이 형성되도록 자극 반응성 폴리머(120)의 형성 위치를 설정한다. 이러한 경우 전기장이 형성됨에 따라 자극 반응성 폴리머(120)가 확장됨으로써 열의 발산이 잘 이루어질 수 있도록 할 수 있다.

[0038] 반대로 도 1의 (b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 자극 반응성 폴리머(120)가 수축된 형태를 취하게 되면, 나노와이어(110)를 통한 열 발산이 제어된다. 예를 들어, 자극 반응성 폴리머(120)가 전기장에 반응하는 고분자 전해질이고, 이러한 자극 반응성 폴리머(120)를 확장시키는 방향으로 전기장이 형성되어 있는 경우 전기장의 방향성을 반대로 변경하게 되면 자극 반응성 폴리머(120)가 수축됨으로써 열의 발산이 억제되게 된다.

[0039] 나노와이어(110)와 자극 반응성 폴리머(120)가 서로 근접한 위치에 형성되어 있는 이와 같은 장치(100)는 자극의 유무, 방향성, 강도 등을 변화시킴에 따라 능동적으로 열의 발산을 조절할 수 있게 하므로, 열 발생이 수반되는 다양한 장치에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 나노와이어 및 자극 반응성 폴리머가 서로 근접한 위치에 형성되어 있는 장치에 자극을 가하여 자극 반응성 폴리머를 수축 또는 확장시킴으로써 열 발산을 조절하는 과정을 나타낸 예시적으로 나타낸 개략도이다.

[0041] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0042] 100: 장치 110: 나노와이어

[0043] 120: 자극 반응성 폴리머

도면

도면1

