



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년10월12일  
(11) 등록번호 10-1784480  
(24) 등록일자 2017년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/324 (2017.01) C07C 205/06 (2006.01)  
C07D 251/54 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)  
H01L 29/06 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/324 (2013.01)  
C07C 205/06 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0060906  
(22) 출원일자 2016년05월18일  
심사청구일자 2016년05월18일  
(56) 선행기술조사문헌  
US20090221135 A1\*  
Corneliu Ghica et. al., "Silver Azide Nanoparticles Embedded into Silica as Energetic Nano-materials," Materials Science, vol. 21, No.3, pp 329-332 (2015)\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
인하대학교 산학협력단  
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)  
(72) 발명자  
최리노  
서울특별시 마포구 월드컵북로 502-37, 1102동 305호  
양희창  
인천광역시 남구 매소홀로309번길 32, 102동 470 1호  
이건형  
서울특별시 양천구 목동서로 38, 130동 1104호  
(74) 대리인  
김남식, 이인행

전체 청구항 수 : 총 3 항

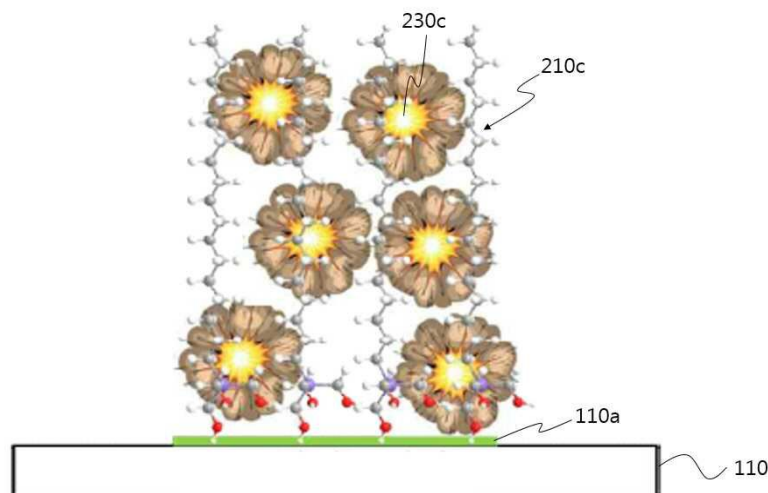
심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 초미세 부분 열처리 방법

(57) 요약

본 발명은 고온 공정이 필요한 특정 영역으로만 국한시켜 온도를 급속히 올릴 수 있는 신개념 열처리 기술로서, 나노빔 입자를 나노 구조체의 국부적인 영역 상에 선택적으로 배치하는 제 1 단계; 및 상기 나노빔 입자의 폭발 에너지를 이용하여 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 제 2 단계;를 포함하는 초미세 부분 열처리 방법을 제공한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

*C07D 251/54* (2013.01)

*H01L 21/02123* (2013.01)

*H01L 21/02603* (2013.01)

*H01L 29/0665* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

삭제

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

나노밤 입자를 나노 구조체의 국부적인 영역 상에 선택적으로 배치하는 제 1 단계; 및 상기 나노밤 입자의 폭발 에너지를 이용하여 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 제 2 단계;를 포함하고,

상기 제 1 단계는 상기 나노 구조체의 국부적인 영역 상에 상기 나노밤 입자가 결합된 지방산 유도체를 고정하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 단계는 상기 나노밤 입자가 결합된 지방산 유도체에 열을 인가하거나 자외선을 조사하여 상기 지방산 유도체를 연소시키고 상기 나노밤 입자를 폭발시킴으로써 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 단계를 포함하되,

상기 제 1 단계에서, 상기 나노 구조체의 국부적인 영역은 히드록시기(-OH)가 도입된 친수성의 실리콘 기질표면을 포함하며, 상기 지방산 유도체는 지방산 카르복실(carboxyl) 말단을 아민계 혹은 실릴계로 치환한 구성을 포함함으로써, 상기 지방산 유도체는 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 선택적으로 자기 조립(self-assembling)된, 초미세 부분 열처리 방법.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 나노밤 입자는 RDX (1,3,5-trinitrohexahydro-s-triazine) 또는 TNT (trinitrotoluene)를 포함하며, 상기 나노밤 입자는 상기 지방산 유도체의 알리파틱(aliphatic) 사슬에 비공유 결합된, 초미세 부분 열처리 방법.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 단계는 상기 나노밤 입자와 상기 지방산 유도체의 블렌딩 용액을 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 선택적으로 도포하고 경화하는 단계는 포함하는, 초미세 부분 열처리 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 초미세 부분 열처리 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 Si 나노 구조체 공정 기술과 호환이 가능한 공정에 적용될 수 있는 열처리 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 반도체 공정의 미세화가 극단적인 나노수준(예를 들어, 10 nm 수준)으로 진행되면서 소자 제작은 점점 높은 공정 난이도와 비용이 요구되고 있다. 또한 미세 단위 소자들은 작은 디멘션(dimension) 때문에 후처리 공정에 의해 쉽게 열화 될 수 있다.

[0003] 특히 고온 퍼니스(furnace)나 RTP(Rapid thermal process) 등을 이용한 웨이퍼 전방위 열처리는 대상 영역 이외 소재들에 대한 열화를 유발할 수 있다. 예로써 소스/드레인(source/drain) 정션(junction)의 이온 주입(ion implant) 후 활성화(activation)는 1000℃ 이상의 고온 열처리가 필요한 공정인데, 게이트 스택(gate stack)

등 소자의 다른 부분의 성능을 열화시킬 수 있다.

[0004] 따라서, 열충격을 최소화하기 위한 대체 공정인 플래시 램프 열처리(flash lamp annealing), 레이저 열처리(laser anneal) 등은 도입하고 있으나, 설비 투자 비용이 높아 공정 비용을 상당히 증가시키고, 또한 열처리 필요 영역 이외 부분의 열화를 완전히 극복할 수는 없는 것으로 평가되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 고온 공정이 필요한 특정 영역으로만 국한시켜 온도를 급속히 올릴 수 있는 신개념 열처리 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 따른 초미세 부분 열처리 방법을 제공한다. 상기 초미세 부분 열처리 방법은 나노밤 입자를 나노 구조체의 국부적인 영역 상에 선택적으로 배치하는 제 1 단계; 및 상기 나노밤 입자의 폭발 에너지를 이용하여 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 제 2 단계;를 포함한다.

[0007] 상기 초미세 부분 열처리 방법에서, 상기 제 1 단계는 상기 나노 구조체의 국부적인 영역 상에 상기 나노밤 입자가 결합된 지방산 유도체를 고정하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 단계는 상기 나노밤 입자가 결합된 지방산 유도체에 열을 인가하거나 자외선을 조사하여 상기 지방산 유도체를 연소시키고 상기 나노밤 입자를 폭발시킴으로써 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 초미세 부분 열처리 방법의 제 1 단계에서, 상기 나노 구조체의 국부적인 영역은 히드록시기(-OH)가 도입된 친수성의 실리콘 기질표면을 포함하며, 상기 지방산 유도체는 지방산 카르복실(carboxyl) 말단을 아민계 혹은 실릴계로 치환한 구성을 포함함으로써, 상기 지방산 유도체는 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 선택적으로 자기 조립(self-assembling)될 수 있다.

[0009] 상기 초미세 부분 열처리 방법에서, 상기 나노밤 입자는 RDX (1,3,5-trinitrohexahydro-s-triazine) 또는 TNT (trinitrotoluene)를 포함하며, 상기 나노밤 입자는 상기 지방산의 알리파틱(aliphatic) 사슬에 비공유 결합될 수 있다.

[0010] 상기 초미세 부분 열처리 방법의 상기 제 1 단계는 상기 나노밤 입자와 상기 지방산 유도체의 블렌딩 용액을 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 선택적으로 도포하고 경화하는 단계는 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0011] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일부 실시예에 따르면, 고온 공정이 필요한 특정 영역으로만 국한시켜 온도를 급속히 올릴 수 있는 신개념 열처리 기술을 제공함으로써 나노 구조체 제조 공정의 자유도를 획기적으로 높여 기존에 제조할 수 없었던 구조의 소자를 제작할 수 있음은 물론 비용도 현저히 줄일 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초미세 부분 열처리 방법을 개요적으로 도해하는 도면들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예들에 따른 초미세 부분 열처리 방법은 나노밤 입자를 나노 구조체의 국부적인 영역 상에 선택적으로 배치하는 제 1 단계 및 상기 나노밤 입자의 폭발 에너지를 이용하여 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 제 2 단계를 포함한다. 구체적인 예로서, 상기 제 1 단계는 상기 나노 구조체의 국부적인

영역 상에 상기 나노밤 입자가 결합된 지방산 유도체를 고정하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 단계는 상기 나노밤 입자가 결합된 지방산 유도체에 열을 인가하거나 자외선을 조사하여 상기 지방산 유도체를 연소시키고 상기 나노밤 입자를 폭발시킴으로써 상기 나노 구조체의 국부적인 영역에 열처리를 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0015] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초미세 부분 열처리 방법을 개요적으로 도해하는 도면들이다.
- [0016] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하면, 나노 구조체(110) 상에 포토마스크(120)를 배치하고 열린 공간(122)을 통하여 나노 구조체(110)의 국부적인 영역을, 예컨대, 히드록시기(-OH)가 도입된 친수성의 실리콘 기질표면(110a)으로 처리할 수 있다.
- [0017] 도 3a를 참조하면, 나노 구조체(110)의 국부적인 영역 상에 나노밤 입자(230)를 선택적으로 배치한다.
- [0018] 예를 들어, 나노밤 입자(230)가 결합된 지방산 유도체(210)가 나노 구조체(110)의 국부적인 영역 상에 고정될 수 있다. 이를 위하여, 나노밤 입자(230)와 지방산 유도체(210)의 블렌딩 용액을 나노 구조체(110)의 국부적인 영역에 선택적으로 도포하고 경화할 수 있다.
- [0019] 지방산 카르복실(carboxyl) 말단을 아민계(-NH<sub>2</sub>, NHR, NR<sub>2</sub>; R은 alkyl carbon) 혹은 실릴계(-SiOR<sub>3</sub>; R은 alkyl carbon)로 치환시켜 친수성 실리콘 기질표면(예, 히드록실, -OH 도입)에 선택적으로 자기조립(self-assembling)을 할 수 있는 지방산 유도체의 설계 및 합성할 수 있다.
- [0020] 도 3b는 지방산 유도체와 이의 말단을 치환 처리한 구성을 각각 도해하는 도면이다. 구체적으로, (a) 지방산 유도체(210a), (b) 지방산 카르복실(carboxyl) 말단(점선원)을 아민계(-NH<sub>2</sub>, NHR, NR<sub>2</sub>; R은 alkyl carbon)로 치환한 유도체(210b), (c) 지방산 카르복실(carboxyl) 말단(점선원)을 실릴계(-SiOR<sub>3</sub>; R은 alkyl carbon)로 치환한 유도체(210c)를 도시하였다. 나노밤 입자(230)는 지방산 유도체(210)의 알리파틱(aliphatic) 사슬에 비공유 결합될 수 있다.
- [0021] 도 3c는 나노밤 입자(230)의 다양한 상태를 개요적으로 도시한 도면이다. 나노밤 입자(230)는 RDX (1,3,5-trinitrohexahydro-s-triazine) 또는 TNT (trinitrotoluene)를 포함할 수 있다. 나노밤 입자(230a)는 150℃ 보다 낮은 온도에서 정상 상태를 유지하지만, 자외선을 조사하거나 열을 인가하면 나노밤 입자(230b)는 소위 점화 상태에 돌입하고, 결국 나노밤 입자(230c)는 발화되어 폭발 상태에 이르게 된다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, TNT(trinitrotoluene) 혹은 RDX(1,3,5-trinitrohexahydro-s-triazine) 등의 다양한 고에너지 물질 즉 나노밤 입자를 자기 조립 지방산에 삽입하여 용매 내에 분산화 및 안정화시켜 실리콘 표면에 도입하는 기술을 제공할 수 있다.
- [0023] 한편, 나노밤 입자의 표면 기능화를 통한 지방산 유도체와의 친화도(compatibility) 및 결합력 제어할 수 있다. 예를 들어, 나노밤 입자는 지방산의 알리파틱(aliphatic) 사슬에 비공유결합을 이용하여 안정화될 수 있다.
- [0024] 지방산 유도체와 나노밤 블렌딩 용액을 제조하고 이를 대상 기질 표면 위로 도포한 후, 선택 고정화할 수 있다. 필요(표면 열방출 및 기타 공정에서의 안정화) 시 지방산 유도체의 기질 표면 고정화 후 UV 경화를 통한 불포화 지방산 사슬 가교를 구현할 수 있다.
- [0025] 도 4 및 도 5를 참조하면, 나노밤 입자(230)의 폭발 에너지를 이용하여 나노 구조체(110)의 국부적인 영역에 열처리가 진행된다. 예를 들어, 나노밤 입자(230)가 결합된 지방산 유도체(210c)에 열을 인가하거나 자외선을 조사하여 지방산 유도체(210c)를 연소시키고 나노밤 입자(230)를 폭발시킴으로써 나노 구조체(110)의 국부적인 영역에 열처리를 수행할 수 있다.
- [0026] 고정화된 나노밤 입자(230) 주위로 열 또는 UV 조사를 통한 나노밤의 폭발 에너지와 지방산 유도체(210)의 연소를 통해 대상 기질 표면의 수십 nm 이하의 깊이에 걸친 영역(115)을 순간적으로 고온에 이르게 할 수 있다. 지방산 유도체(210)에 대한 나노밤 입자(230)의 농도 제어를 통해 500℃ 내지 1000℃의 온도 제어를 구현할 수 있다.
- [0027] 상술한 초미세 부분 열처리 방법은 지방산, 지방산유도체, 말단기능화 탄화수소 화합물 유도체와 폭발 에너지를 이용한 반도체 열처리 공정을 제공하며, 반도체 호환 패터닝 공정을 이용한 부분 열처리 개념을 제공한다. 이러한 초미세 부분 열처리 방법은 Si 나노 구조체 공정 기술과 호환이 가능한 패턴, 증착, 제거 공정의 개발에 적용될 수 있다.
- [0028] 또한, 상술한 초미세 부분 열처리 방법은 부분적인 열처리를 필요로 하는 소스/드레인 정션 활성화(junction

activation), 실리사이드화(silicidation), 구리/저유전율(copper/low-k) 메탈라인에서 구리의 선택적 열처리, 비정질 실리콘의 폴리실리콘화 등의 다양한 반도체 공정에 적용될 수 있으며, 현재 활발히 연구되고 있는 시?? 설(Sequential) 3D 적층소자의 상층부 열처리 공정에도 사용될 수 있다. 또한 현재 엑시머 레이저(excimer laser)를 사용하고 있는 디스플레이의 비정질 실리콘의 대면적 결정화에도 사용되어 제조비용을 크게 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

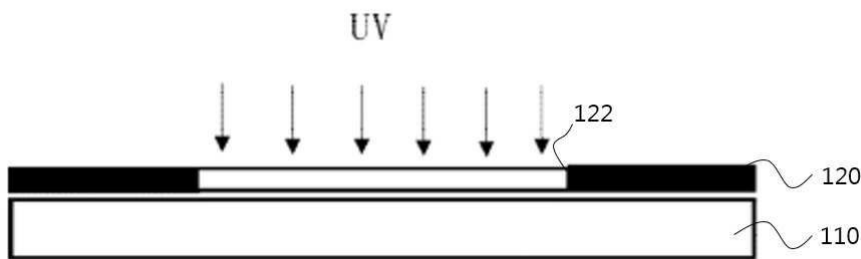
[0029] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

### 부호의 설명

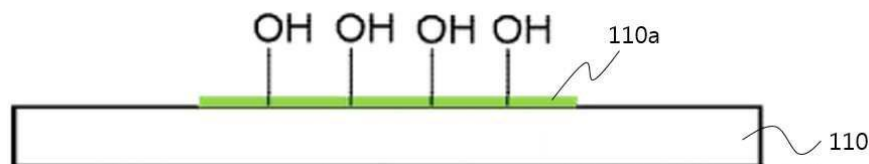
[0030] 110 : 나노 구조체  
210 : 지방산 유도체  
230 : 나노밤 입자

### 도면

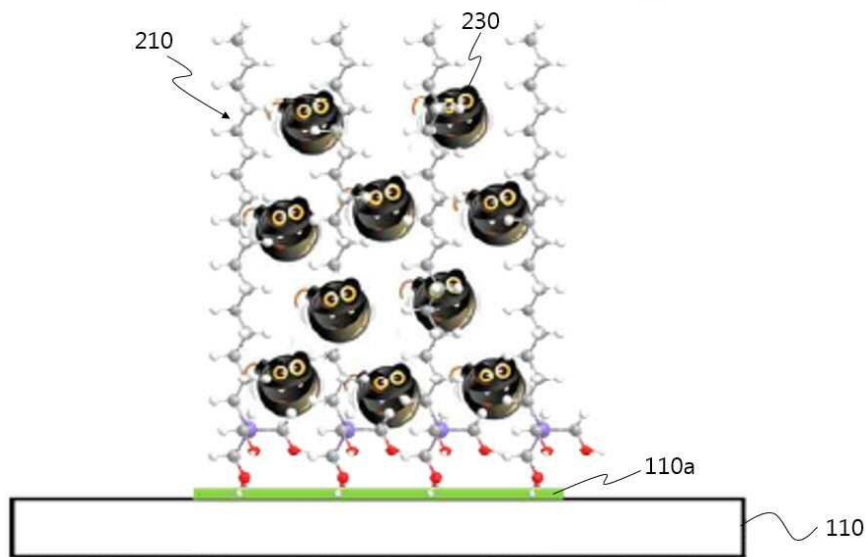
#### 도면1



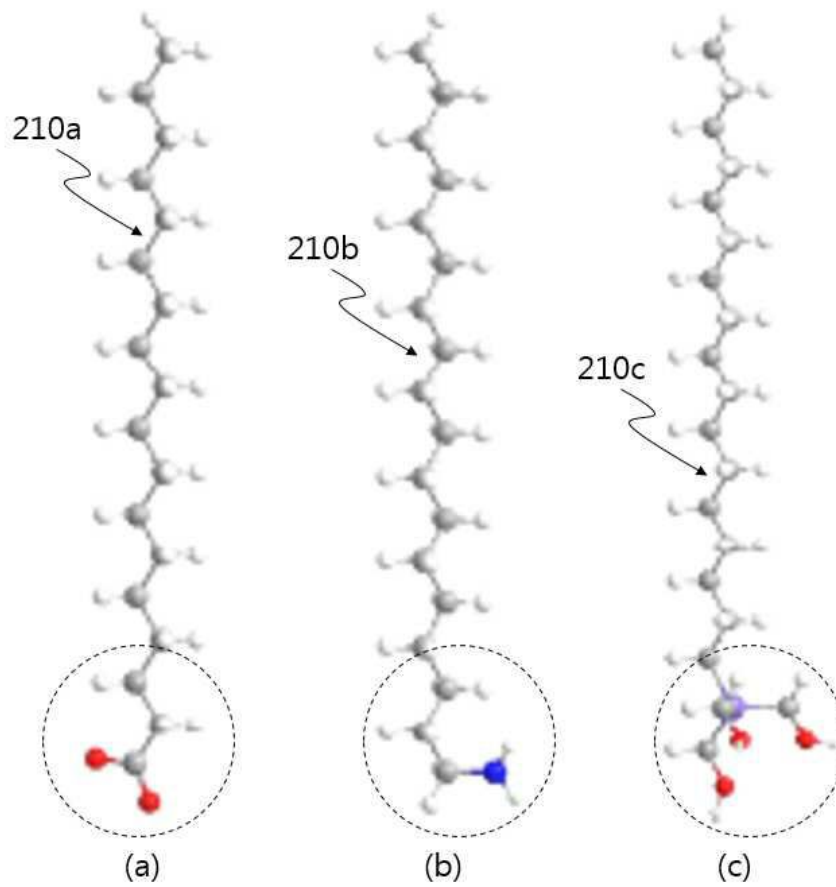
#### 도면2



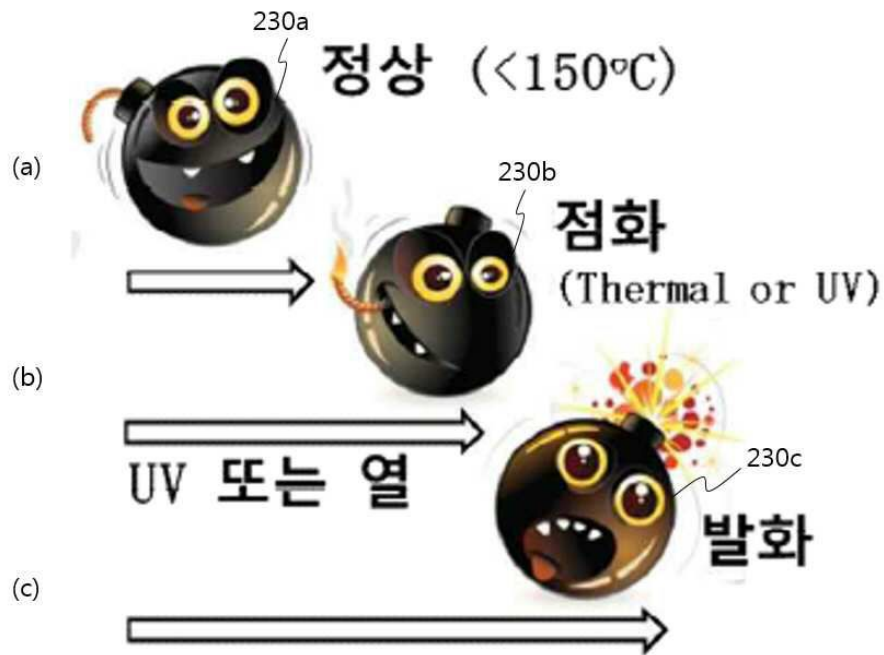
도면3a



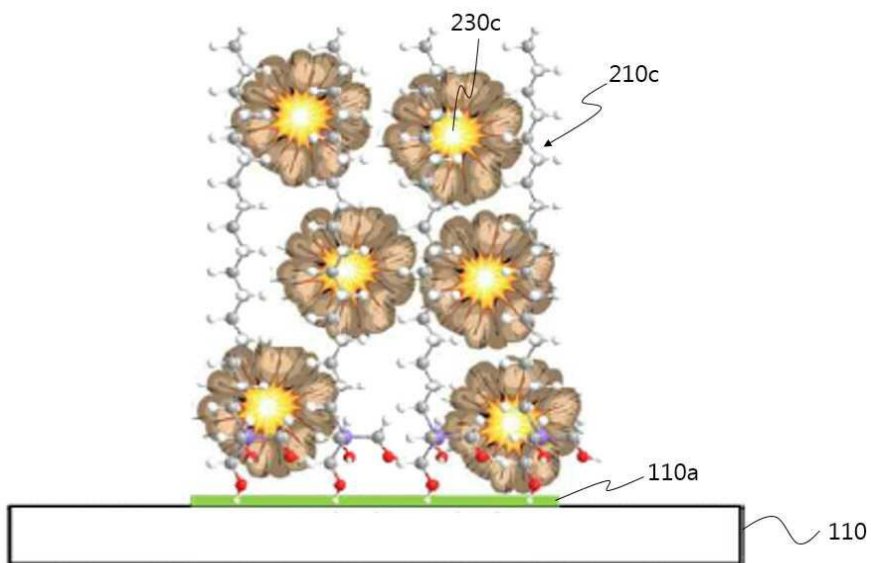
도면3b



도면3c



도면4



도면5

