



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0034229

(43) 공개일자 2021년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C23C 16/45527 (2013.01)
C23C 16/4408 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0115891

(22) 출원일자 2019년09월20일

심사청구일자 2019년09월20일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김형준

서울특별시 영등포구 국제금융로 79, 이동 201호 (여의도동, 한양아파트)

남태욱

서울특별시 송파구 가락로 187, 6동 305호 (송파동, 한양아파트)

(74) 대리인

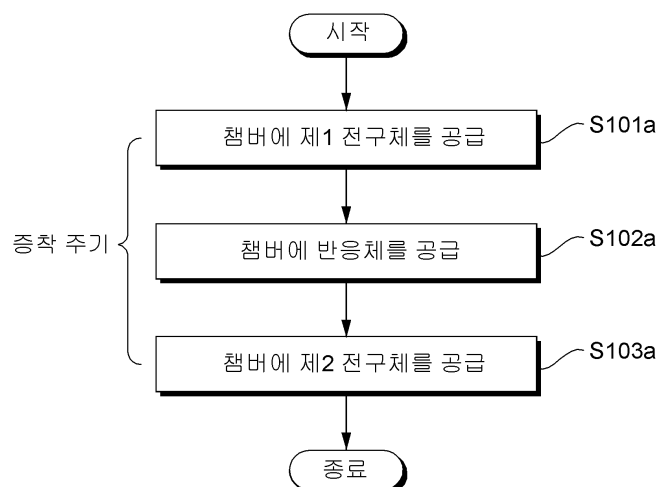
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 저온 원자층 증착법 기반의 영역 선택적 소수성 박막 증착 방법 및 장치

(57) 요약

본 실시예들은 기관의 일부 영역에 형성된 광촉매 위에 두 개의 전구체를 다른 시점에 각각 공급하는 원자층 증착법을 적용하여 소수성 박막을 형성하고, 소수성 박막을 자외선 처리함으로써, 선택적 영역에 대해 소수성 또는 친수성으로 개질할 수 있는 소수성 박막 증착 방법 및 장치를 제공한다.

대표도 - 도1a

(52) CPC특허분류

C23C 16/45534 (2013.01)

C23C 16/45536 (2013.01)

C23C 16/45548 (2013.01)

C23C 16/45553 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전구체와 반응체를 챔버에 공급하는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)을 이용한 소수성 박막 증착 방법에 있어서,

상기 챔버에 위치하는 기판에 제1 전구체를 공급하는 단계;

상기 챔버에 상기 반응체를 공급하는 단계; 및

상기 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계를 수행하여 소수성 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전구체를 공급하는 단계는,

상기 챔버에 위치하는 기판에 상기 제1 전구체를 공급하여 상기 기판에 상기 제1 전구체를 흡착시키는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 반응체를 공급하는 단계는,

상기 챔버에 상기 반응체를 공급하여 상기 제1 전구체와 상기 반응체를 반응시키고, 상기 흡착된 제1 전구체를 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막을 증착하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 전구체를 공급하는 단계는,

상기 챔버에 제2 전구체를 공급하여 상기 소수성 박막에 상기 제2 전구체를 흡착시키며, 상기 소수성 박막에서 소수성 화학종으로 변경되지 않은 일부 친수성 화학종을 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 개선하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 전구체를 공급하는 단계 이후에 상기 챔버에 상기 반응체를 다시 공급하는 단계를 수행하며,

상기 반응체를 다시 공급하는 단계는, 상기 소수성 박막에 남은 잔여 친수성 화학종과 상기 반응체를 반응시키고, 상기 소수성 박막으로부터 상기 잔여 친수성 화학종을 제거하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 반응체를 다시 공급하는 단계는,

상기 반응체와 다른 물질을 공급하여 상기 잔여 친수성 화학종을 제거하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 챔버에 위치하는 기관에 제1 전구체를 공급하는 단계 이후에 남은 제1 공급체를 퍼지하는 단계를 수행하고,

상기 챔버에 상기 반응체를 공급하는 단계 이후에 남은 반응체를 퍼지하는 단계를 수행하고,

상기 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계 이후에 남은 제2 전구체를 퍼지하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 전구체를 공급하는 단계 이전에 상기 기관의 일부에 광촉매제를 증착하는 단계;

상기 광촉매제가 증착된 기관에 상기 소수성 박막을 형성하는 단계; 및

상기 소수성 박막을 자외선 처리하여 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 친수성 특성으로 변경하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법.

청구항 9

전구체와 반응체를 챔버에 공급하는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)을 이용한 소수성 박막 증착 장치에 있어서,

챔버;

상기 챔버에 제1 전구체를 공급하는 제1 전구체 공급기;

상기 챔버에 제2 전구체를 공급하는 제2 전구체 공급기;

상기 챔버에 반응체를 공급하는 반응체 공급기; 및

상기 제1 전구체 공급기, 상기 제2 전구체 공급기, 및 상기 반응체 공급기의 동작 순서를 조절하는 제어부를 포함하며,

상기 챔버에 위치하는 기관에 소수성 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급하고, 상기 반응체를 공급한 후 상기 제2 전구체를 공급하도록 상기 제1 전구체 공급기, 상기 제2 전구체 공급기, 및 상기 반응체 공급기를 제어하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 챔버에 퍼지 기체를 공급하는 퍼지 기체 공급기를 포함하며,

상기 퍼지 기체 공급기는 상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급하고,

상기 퍼지 기체 공급기는 상기 반응체를 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급하고,

상기 퍼지 기체 공급기는 상기 제2 전구체를 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제1 전구체 공급기는, 상기 챔버에 위치하는 기관에 상기 제1 전구체를 공급하여 상기 기관에 상기 제1 전구체를 흡착시키고,

상기 반응체 공급기는, 상기 챔버에 상기 반응체를 공급하여 상기 흡착된 제1 전구체와 상기 반응체를 반응시키고, 상기 흡착된 제1 전구체를 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막을 증착하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 전구체는,

두 개의 질소 원자 사이에 질소 원자가 아닌 복수의 다른 원자가 연결되고, 상기 복수의 다른 원자의 주변에 소수성 화학종이 연결된 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 전구체는 1,2-Bis(diisopropylamino)disilane (BDIPADS)을 포함하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 제2 전구체 공급기는,

상기 챔버에 제2 전구체를 공급하여 상기 소수성 박막에 상기 제2 전구체를 흡착시키며, 상기 소수성 박막에서 소수성 화학종으로 변경되지 않은 일부 친수성 화학종을 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 개선하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제2 전구체는, 하나의 질소 원자에 질소 원자가 아닌 하나 이상의 다른 원자가 연결되고, 상기 다른 원자의 주변에 소수성 화학종이 연결되거나,

상기 제2 전구체는, 상기 하나의 질소 원자가 아닌 두 개의 질소 원자를 포함하고, 상기 두 개의 질소 원자는 질소 원자가 아닌 다른 원자를 공유하거나 직접 연결되는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 제2 전구체는 Diisopropylaminosilane (DIPAS)을 포함하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급하고, 상기 반응체를 공급한 후 상기 제2 전구체를 공급하고, 상기 제2 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 다시 공급하도록 상기 제1 전구체 공급기, 상기 제2 전구체 공급기, 및 상기 반응체 공급기를 제어하며,

상기 반응체 공급기는,

상기 소수성 박막에 남은 잔여 친수성 화학종과 상기 반응체를 반응시키고, 상기 소수성 박막으로부터 상기 잔

여 친수성 화학종을 제거하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 반응체 공급기는 두 개의 공간으로 구분되며, 상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급할 때와 상기 제2 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급할 때, 상이한 물질을 각각 공급하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

청구항 20

제9항에 있어서,

상기 챔버에 연결된 광원을 포함하며,

상기 광원은 상기 광촉매제가 기 설정된 영역에 증착된 기판에 상기 소수성 박막을 형성한 후에 상기 소수성 박막을 자외선 처리하여, 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 친수성 특성으로 변경하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명이 기술 분야는 원자층 증착법 기반의 소수성 박막 증착 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)은 전구체와 반응체가 순차적으로 분사되어, 기판 표면에서의 자기 제한적 표면 반응(Self-Limiting Reaction)을 통해 형성되는 공정으로, 나노미터 두께의 박막을 형성할 수 있다.

[0004] 영역 선택적 원자층 증착법(Area-Selective Atomic Layer Deposition, AS-ALD)은 별도의 기판 패터닝없이 나노미터 수준의 패턴을 바텀-업 방식으로 형성할 수 있다.

[0005] 기존의 영역 선택적 원자층 증착법은 화학종의 흡착을 억제할 수 있는 억제제(Inhibitor)를 기판에 흡착시키는 방식으로 구현하였다. 억제제로는 플라즈마 처리를 통한 기능화 및 SAM(Self-Assembled Monolayer) 등이 사용된다.

[0006] SAM은 기판 표면에 화학적 결합을 형성하는 헤드기(Head Group)와 기능성을 지니는 작용기(Functional Group)로 구성된다. 작용기(Functional Group)는 낮은 표면 에너지를 갖고 화학종의 화학적/물리적 흡착을 억제하며, ALD 공정에서의 전구체 흡착을 막는다.

[0007] SAM은 다양한 단점이 존재한다. 예를 들면 헤드기의 종류에 따라 기판에서의 흡착이 제한적이다. 별도의 흡착층을 필요로 한다. 기판 표면에서의 제어가 용이하지 않다. 양산에 적합한 대면적 기판 균일도를 확보하기 어렵다. 열적 안정성이 약하다. 포스트 공정에서 발생하는 탄소(Carbon), 불소(Fluorine) 부산물로 인한 소자의 오염 및 손상을 야기할 수 있다.

[0008] SAM의 단점을 극복하기 위한 새로운 억제제 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-0618804호 (2006.08.25)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 실시예들은 하나의 증착 주기 동안에 두 개의 전구체를 다른 시점에 각각 공급하는 원자층 증착법을 적용하여 소수성 박막을 형성함으로써, 소수성 특성을 개선하는 데 발명의 주된 목적이 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예들은 기판의 일부 영역에 형성된 광촉매 위에 소수성 박막을 형성한 후 자외선 처리함으로써, 선택적 영역에 대해 소수성 또는 친수성으로 개질하는 데 발명의 다른 목적이 있다.
- [0012] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 전구체와 반응체를 챔버에 공급하는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)을 이용한 소수성 박막 증착 방법에 있어서, 상기 챔버에 위치하는 기판에 제1 전구체를 공급하는 단계; 상기 챔버에 상기 반응체를 공급하는 단계; 상기 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계를 수행하여 소수성 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 방법을 제공한다.
- [0014] 상기 제1 전구체를 공급하는 단계는, 상기 챔버에 위치하는 기판에 제1 전구체를 공급하여 상기 기판에 상기 제1 전구체를 흡착시킬 수 있다.
- [0015] 상기 반응체를 공급하는 단계는, 상기 챔버에 상기 반응체를 공급하여 상기 제1 전구체와 상기 반응체를 반응시키고, 상기 흡착된 제1 전구체를 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막을 증착할 수 있다.
- [0016] 상기 제2 전구체를 공급하는 단계는, 상기 챔버에 제2 전구체를 공급하여 상기 소수성 박막에 상기 제2 전구체를 흡착시키며, 상기 소수성 박막에서 소수성 화학종으로 변경되지 않은 일부 친수성 화학종을 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 개선할 수 있다.
- [0017] 상기 제2 전구체를 공급하는 단계 이후에 상기 챔버에 상기 반응체를 다시 공급하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0018] 상기 반응체를 다시 공급하는 단계는, 상기 소수성 박막에 남은 잔여 친수성 화학종과 상기 반응체를 반응시키고, 상기 소수성 박막으로부터 상기 잔여 친수성 화학종을 제거할 수 있다.
- [0019] 상기 반응체를 다시 공급하는 단계는 상기 반응체와 다른 물질을 공급하여 상기 제2 전구체에 반응시킬 수 있다.
- [0020] 상기 챔버에 위치하는 기판에 제1 전구체를 공급하는 단계 이후에 남은 제1 공급체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0021] 상기 챔버에 상기 반응체를 공급하는 단계 이후에 남은 반응체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0022] 상기 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계 이후에 남은 제2 전구체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0023] 상기 챔버에 상기 반응체를 다시 공급하는 단계 이후에 남은 반응체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0024] 상기 소수성 박막 증착 방법은 상기 제1 전구체를 공급하는 단계 이전에 상기 기판의 일부에 광촉매제를 증착하는 단계; 상기 광촉매제가 증착된 기판에 상기 소수성 박막을 형성하는 단계; 및 상기 소수성 박막을 자외선 처리하여 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 친수성 특성으로 변경하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0025] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 전구체와 반응체를 챔버에 공급하는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)을 이용한 소수성 박막 증착 장치에 있어서, 챔버; 상기 챔버에 제1 전구체를 공급하는 제1 전구체 공급기; 상기 챔버에 제2 전구체를 공급하는 제2 전구체 공급기; 상기 챔버에 반응체를 공급하는 반응체 공급기; 및 상기 제1 전구체 공급기, 상기 제2 전구체 공급기, 및 상기 반응체 공급기의 동작 순서를 조절하는 제어부를 포함하며, 상기 챔버에 위치하는 기판에 소수성 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 소수성 박막 증착 장치를 제공한다.
- [0026] 상기 제어부는, 상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급하고, 상기 반응체를 공급한 후 상기 제2 전구체를 공급하도록 상기 제1 전구체 공급기, 상기 제2 전구체 공급기, 및 상기 반응체 공급기를 제어할 수 있다.
- [0027] 상기 제어부는, 상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급하고, 상기 반응체를 공급한 후 상기 제2 전구체를 공급하고, 상기 제2 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 다시 공급하도록 상기 제1 전구체 공급기, 상기 제

2 전구체 공급기, 및 상기 반응체 공급기를 제어할 수 있다.

- [0028] 상기 소수성 박막 증착 장치는 상기 챔버에 퍼지 기체를 공급하는 퍼지 기체 공급기를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 퍼지 기체 공급기는 상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급할 수 있다.
- [0030] 상기 퍼지 기체 공급기는 상기 반응체를 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급할 수 있다.
- [0031] 상기 퍼지 기체 공급기는 상기 제2 전구체를 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급할 수 있다.
- [0032] 상기 퍼지 기체 공급기는 상기 제2 전구체를 다시 공급한 후 상기 퍼지 기체를 공급할 수 있다.
- [0033] 상기 제1 전구체 공급기는, 상기 챔버에 위치하는 기관에 상기 제1 전구체를 공급하여 상기 기관에 상기 제1 전구체를 흡착시킬 수 있다.
- [0034] 상기 반응체 공급기는, 상기 챔버에 상기 반응체를 공급하여 상기 제1 전구체와 상기 반응체를 반응시키고, 상기 흡착된 제1 전구체를 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막을 증착할 수 있다.
- [0035] 상기 제1 전구체는, 두 개의 질소 원자 사이에 질소 원자가 아닌 복수의 다른 원자가 연결되고, 상기 복수의 다른 원자의 주변에 소수성 화학종이 연결될 수 있다.
- [0036] 상기 제1 전구체는 1,2-Bis(diisopropylamino)disilane (BDIPADS)를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 제2 전구체 공급기는, 상기 챔버에 제2 전구체를 공급하여 상기 소수성 박막에 상기 제2 전구체를 흡착시키며, 상기 소수성 박막에서 소수성 화학종으로 변경되지 않은 일부 친수성 화학종을 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 개선할 수 있다.
- [0038] 상기 제2 전구체는, 하나의 질소 원자에 질소 원자가 아닌 하나 이상의 다른 원자가 연결되고, 상기 다른 원자의 주변에 소수성 화학종이 연결될 수 있다.
- [0039] 상기 제2 전구체는, 상기 하나의 질소 원자가 아닌 두 개의 질소 원자를 포함하고, 상기 두 개의 질소 원자는 질소 원자가 아닌 다른 원자를 공유하거나 직접 연결될 수 있다.
- [0040] 상기 제2 전구체는 Diisopropylaminosilane (DIPAS)을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 반응체 공급기는, 상기 소수성 박막에 남은 잔여 친수성 화학종과 상기 반응체를 반응시키고, 상기 소수성 박막으로부터 상기 잔여 친수성 화학종을 제거할 수 있다.
- [0042] 상기 반응체 공급기는 두 개의 공간으로 구분되며, 상기 제1 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급할 때와 상기 제2 전구체를 공급한 후 상기 반응체를 공급할 때, 상이한 물질을 각각 공급할 수 있다.
- [0043] 상기 소수성 박막 증착 장치는 상기 챔버에 연결된 광원을 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 광원은 상기 광촉매제가 기 설정된 영역에 증착된 기관에 상기 소수성 박막을 형성한 후에 상기 소수성 박막을 자외선 처리하여, 상기 소수성 박막의 소수성 특징을 친수성 특성으로 변경할 수 있다.

발명의 효과

- [0045] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 기관의 일부 영역에 형성된 광촉매 위에 두 개의 전구체를 다른 시점에 각각 공급하는 원자층 증착법을 적용하여 소수성 박막을 형성하고, 소수성 박막을 자외선 처리함으로써, 선택적 영역에 대해 소수성 또는 친수성으로 개질할 수 있는 효과가 있다.
- [0046] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 도 1a 내지 도 1e는 본 발명의 실시예들에 따른 소수성 박막 증착 방법을 예시한 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 소수성 박막 증착 방법이 물질을 공급하는 시간을 예시한 타이밍도이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치를 예시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 형성한 소수성 박막의 물 접촉각을 예시한 도면

이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 형성한 소수성 박막 위에서 ALD Pt 공정 진행한 SEM 및 XPS 결과를 예시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 자외선 처리 공정을 통해 선택적 소수성 박막을 형성하는 것을 예시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 자외선 처리 공정을 통해 형성한 선택적 소수성 박막의 접촉각을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0048] 이하, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하고, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다.
- [0049] 액체가 고체 표면과 만날 때 두 가지 현상이 나타난다. 액체가 물인 경우 표면에 젖어 표면과의 접촉각이 낮게 되는 성질을 친수성(Hydrophilicity)이라 하고, 젖지 않고 물방울이 형성되어 표면과의 접촉각이 커지는 성질을 소수성(Hydrophobicity)이라 한다.
- [0050] 본 명세서에 기재된 실시예들은 소수성 특성과 관련한 기술로서, 도료, 접착제, 섬유, 정밀화학, 전기전자, 자동차 및 금속, 유리 등 각종 산업에서 발수성, 발유성, 방오성, 윤활성, 비점착성, 저 표면장력 등 기능성 부여를 목적으로 사용될 수 있다. 예컨대, 반도체, LCD, MEMS, 광학 등 초정밀 전기전자분야에 대한 소수성 박막이 적용될 수 있다.
- [0051] 본 명세서에 기재된 실시예들은 저온 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD) 기반의 억제제(Inhibitor) 증착을 통하여 AS-ALD를 구현하는 공정 기술에 관한 것이다. 원자층 증착법은 전구체(Precursor)와 반응물(Reactant)을 순차적으로 분사하여 박막 표면에서 자기 제한적 성장(Self-Limiting Growth)을 기반으로 하는 공정이다. 나노 단위의 두께 조절이 가능하고 3차원 나노 구조체에 균일한 박막이 가능한 정도의 우수한 단차피복성과 대면적 두께 균일도를 확보할 수 있다.
- [0052] 도 1a 내지 도 1e는 본 발명의 실시예들에 따른 소수성 박막 증착 방법을 예시한 흐름도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 소수성 박막 증착 방법이 물질을 공급하는 시간을 예시한 타이밍도이다.
- [0053] 도 1a를 참조하면, 소수성 박막 증착 방법은 두 개의 전구체와 반응체를 챔버에 공급하는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)을 이용한다. 소수성 박막 증착 방법은 소수성 박막 증착 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0054] 소수성 박막 증착 방법은 챔버에 위치하는 기판에 제1 전구체를 공급하는 단계(S101a), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S102a), 및 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계(S103a)를 수행하여 소수성 박막을 형성한다.
- [0055] 소수성 박막 증착 방법은 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계(S103a) 이후에 챔버에 반응체를 다시 공급하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0056] 제1 전구체를 공급하는 단계(S101a)는, 챔버 내부에 위치하는 기판에 제1 전구체를 공급하여 기판에 제1 전구체를 흡착시킨다.
- [0057] 반응체를 공급하는 단계(S102a)는, 챔버에 반응체를 공급하여 제1 전구체와 반응체를 반응시키고, 흡착된 제1 전구체를 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막을 증착한다.
- [0058] 제2 전구체를 공급하는 단계(S103a)는, 챔버에 제2 전구체를 공급하여 소수성 박막에 제2 전구체를 흡착한다. 흡착된 제2 전구체는 소수성 화학종으로 변경되지 않은 일부 친수성 화학종을 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막의 소수성 특징을 개선한다.
- [0059] 반응체를 다시 공급하는 단계는, 챔버에 반응체를 공급하여 잔여 친수성 화학종과 반응체를 반응시켜 잔여 친수성 화학종을 제거한다. 잔여 친수성 화학종은 일종의 불순물이며, 흡착된 제2 전구체에 의해 개선된 소수성 박막에 남은 질소 화합물일 수 있다. 질소 화합물이 남아있는 상태에서 물방울을 떨어트릴 경우 박막 표면에 존재하는 질소 화합물과 물이 반응하여 OH 기를 만들 가능성이 있어, 소수성 박막 표면에서의 Si-H_x 종단(Termination)을 완벽하게 하기 어려울 수 있다.

- [0060] 챔버에 위치하는 기관에 제1 전구체를 공급하는 단계 이후에 남은 제1 공급체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다. 챔버에 반응체를 공급하는 단계 이후에 남은 반응체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다. 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계 이후에 남은 제2 전구체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다. 챔버에 반응체를 다시 공급하는 단계 이후에 남은 반응체를 퍼지하는 단계를 수행할 수 있다. 공급되는 퍼지 기체는 비활성 기체일 수 있다. 예컨대, 퍼지 기체는 Ar 등의 비활성 기체일 수 있다. 챔버의 출구를 통해 챔버 내에 남은 기체를 제거한다.
- [0061] 도 1b 내지 도 1e를 참조하면 소수성 박막 증착 방법은 반복 횟수를 기준 횟수와 비교한다. 기준 횟수는 기준 두께만큼 소수성 박막의 두께를 확보하기 위해 설정된 반복 수치이다.
- [0062] 도 1b를 참조하면, 소수성 박막 증착 방법은 챔버에 위치하는 기관에 제1 전구체를 공급하는 단계(S101b), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S102b), 반복 횟수와 제1 기준 횟수를 비교하는 단계(S103b), 및 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계(S104a)를 수행하여 소수성 박막을 개선한다. 단계 S101b와 단계 S102b를 반복하는 횟수는 제1 기준 횟수를 기준으로 설정한다. 소수성 박막 증착 방법은 하나의 증착 주기 동안에 단계 S101b, 단계 S102b, 단계 S103b, 및 단계 S104b를 수행할 수 있다.
- [0063] 도 1c를 참조하면, 소수성 박막 증착 방법은 챔버에 위치하는 기관에 제1 전구체를 공급하는 단계(S101c), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S102c), 반복 횟수와 제1 기준 횟수를 비교하는 단계(S103c), 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계(S104c), 및 반복 횟수와 제2 기준 횟수를 비교하는 단계(S105c)를 수행하여 소수성 박막을 개선한다. 단계 S101c와 단계 S102c를 반복하는 횟수는 제1 기준 횟수를 기준으로 하고, 단계 S104c를 반복하는 횟수는 제2 기준 횟수를 기준으로 설정한다. 소수성 박막 증착 방법은 하나의 증착 주기 동안에 단계 S101c, 단계 S102c, 단계 S103c, 단계 S104c, 및 단계 S105c를 수행할 수 있다.
- [0064] 도 1d를 참조하면, 소수성 박막 증착 방법은 챔버에 위치하는 기관에 제1 전구체를 공급하는 단계(S101d), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S102d), 반복 횟수와 제1 기준 횟수를 비교하는 단계(S103d), 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계(S104d), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S105d), 및 반복 횟수와 제2 기준 횟수를 비교하는 단계(S106d)를 수행하여 소수성 박막을 개선한다. 단계 S101d와 단계 S102d를 반복하는 횟수는 제1 기준 횟수를 기준으로 하고, 단계 S104d와 단계 S105d를 반복하는 횟수는 제2 기준 횟수를 기준으로 설정한다. 소수성 박막 증착 방법은 하나의 증착 주기 동안에 단계 S101d, 단계 S102d, 단계 S103d, 단계 S104d, 단계 S105d, 및 단계 S106d를 수행할 수 있다.
- [0065] 도 1e를 참조하면, 소수성 박막 증착 방법은 챔버에 위치하는 기관에 제1 전구체를 공급하는 단계(S101e), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S102e), 챔버에 제2 전구체를 공급하는 단계(S103e), 챔버에 반응체를 공급하는 단계(S104e), 및 반복 횟수와 제1 기준 횟수를 비교하는 단계(S105e)를 수행하여 소수성 박막을 개선한다. 단계 S101e 내지 단계 S104e를 반복하는 횟수는 제1 기준 횟수를 기준으로 설정한다. 소수성 박막 증착 방법은 하나의 증착 주기 동안에 단계 S101e, 단계 S102e, 단계 S103e, 단계 S104e, 및 단계 S105e를 수행할 수 있다.
- [0066] 소수성 박막 증착 방법은 증착 주기마다 소수성 박막의 두께와 기준 두께를 비교할 수 있다. 소수성 박막의 두께가 기준 두께를 만족하지 않으면, 도 1a 내지 도 1e 중에서 선택된 공정을 반복 수행한다. 소수성 박막의 두께가 기준 두께를 만족하면, 단일 층 형성 공정을 종료하고 다른 층을 형성하거나 전극을 증착하는 등의 후속 공정을 수행할 수 있다.
- [0067] 도 2를 참조하면, 하나의 증착 주기 동안에 t1에서 제1 전구체(A1)를 노출하고 t2에서 퍼지 기체(B)를 노출하고 t3에서 반응체(B)를 노출하고 t4에서 퍼지 기체(B)를 노출하고 t5에서 제2 전구체(A2)를 노출하고 t6에서 퍼지 기체(B)를 노출하고 t7에서 반응체(B)를 노출하고 t8에서 퍼지 기체(B)를 노출한다.
- [0068] 공정 조건을 예로 들면, 제1 전구체는 1,2-Bis(diisopropylamino)disilane (BDIPADS)이고, 제2 전구체는 Diisopropylaminosilane (DIPAS)이고, 반응체는 10 wt% 오존(O₃)이고, 공정 온도는 50 °C이고, 공정 사이클은 200 cycle일 수 있으나, 설계에 따라 다른 물질 또는 다른 수치가 적용될 수 있다.
- [0069] 소수성 박막 증착 방법에서 반응체를 다시 공급하는 단계는 제1 전구체에 반응시킨 반응체와 다른 물질을 공급하여 제2 전구체에 반응시킬 수 있다. 퍼지 기체도 퍼지 시점마다 다른 물질을 공급하여 챔버에 남은 기체를 제거할 수 있다.
- [0070] 소수성 박막 증착 방법은 영역 선택적 소수성 박막을 증착하기 위해서, 소수성 박막 공정의 선후에 일부 공정을 추가할 수 있다. 제1 전구체를 공급하는 단계 이전에 기관의 일부에 광촉매제를 증착하는 단계를 수행한다. 광촉매제가 증착된 기관에 소수성 박막을 형성하는 단계를 수행한다. 소수성 박막을 자외선 처리하여 소수성 박막

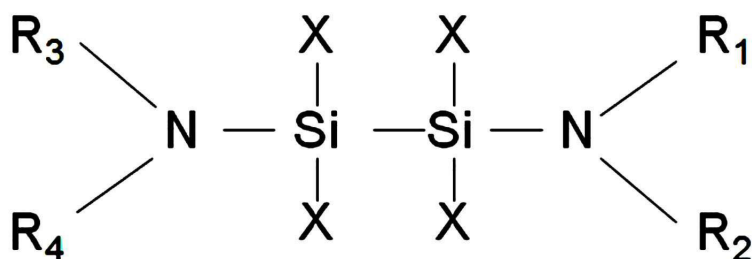
의 소수성 특징을 친수성 특성으로 변경할 수 있다.

- [0071] 형성된 소수성 박막은 기판 상에 1 nm 내지 20 nm 두께로 형성될 수 있으나, 요구되는 설계에 따라 다른 두께를 가질 수 있다.
- [0072] 본 실시예에 따른 소수성 박막 증착 방법은 ALD 박막 증착 기반의 소수성 박막 증착 기술으로써, 기판 종류에 상관없이 3차원 구조체에서도 우수한 증착 균일도를 확보할 수 있다. 얇은 박막의 증착을 통해 기판의 하이드록시기(Hydroxyl Group)와의 물리적 거리를 벌려 핵 성장 영역(Nucleation Site) 형성을 최소화할 수 있다. 매우 평탄한 표면 거칠기의 박막에서도 물 접촉각(Water Contact Angle)이 99° 범위를 만족하는 우수한 소수성 특성을 확보할 수 있다.
- [0073] 도 3 및 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치를 예시한 도면이다.
- [0074] 소수성 박막 증착 장치(10)는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD)을 이용하며 두 개의 전구체를 챔버에 공급하는 장치이다. 소수성 박막 증착 장치(10)는 챔버(100)에 위치하는 기판(110)에 소수성 박막을 형성한다.
- [0075] 기판(110)은 실리콘(Si, Silicon), 산화알루미늄(Al_2O_3 , aluminium oxide), 산화마그네슘(MgO, Magnesium oxide), 탄화규소(SiC, Silicon carbide), 질화규소(SiN, Silicon nitride), 유리(Glass), 석영(Quartz), 사파이어(Sapphire), 그래파이트(Graphite), 그래핀(Graphene), 폴리아미드(PI, Polyimide), 폴리에스테르(PE, Polyester), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, Poly(2,6-ethylenenaphthalate)), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA, Polymethyl methacrylate), 폴리우레탄(PU, Polyurethane), 플루오르폴리머(FEP, Fluoropolymers), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET), 면(Cotton), 셀룰로오스(Cellulose), 실크(Silk) 울(Wool), 케블러(Kevlar), 나일론(Nylon), 탄소섬유, 탄소가 함유된 전도성 섬유(conductive textile), 3차원 구조체의 나노선(Nano wire), 3차원 구조체의 나노점(Nano dot), 3차원 구조체의 분말(Powder), 플라스틱 및 바이오 생체 소자 등의 다양한 소재일 수 있다.
- [0076] 소수성 박막 증착 장치(10)는 챔버(100), 제1 전구체 공급기(210), 제2 전구체 공급기(220), 반응체 공급기(230), 및 제어부(300)를 포함한다. 소수성 박막 증착 장치(10)는 퍼지 기체 공급기(240), 광원(400), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0077] 챔버(100)는 밀폐 가능한 공간으로 입구와 출구를 갖는다.
- [0078] 제1 전구체 공급기(210), 제2 전구체 공급기(220), 반응체 공급기(230), 및 퍼지 기체 공급기(240)는 기체 공급기(200)에 해당하며, 공급로를 개폐하여 기체 공급을 조절한다. 공급로의 특정 구간을 공유할 수도 있다.
- [0079] 제1 전구체 공급기(210)는 챔버(100)에 제1 전구체를 공급한다.
- [0080] 제2 전구체 공급기(220)는 챔버(100)에 제2 전구체를 공급한다.
- [0081] 반응체 공급기(230)는 챔버(100)에 반응체를 공급한다.
- [0082] 퍼지 기체 공급기(240)는 챔버(100)에 퍼지 기체를 공급한다.
- [0083] 제어부(300)는 제1 전구체 공급기(210), 제2 전구체 공급기(220), 반응체 공급기(230), 및 퍼지 기체 공급기(240)에 연결되며, 제1 전구체 공급기(210), 제2 전구체 공급기(220), 반응체 공급기(230), 및 퍼지 기체 공급기(240)의 동작 순서를 조절한다.
- [0084] 제어부(300)는 제1 전구체를 공급한 후 반응체를 공급하고, 반응체를 공급한 후 제2 전구체를 공급하고, 제2 전구체를 공급한 후 반응체를 다시 공급하도록 제1 전구체 공급기, 제1 전구체 공급기(210), 제2 전구체 공급기(220), 및 반응체 공급기(230)를 제어할 수 있다.
- [0085] 퍼지 기체 공급기(240)는 제1 전구체 공급기(210)가 제1 전구체를 공급한 후, 반응체 공급기(230)가 반응체를 공급한 후, 제2 전구체 공급기(220)가 제2 전구체를 공급한 후, 반응체 공급기(230)가 반응체를 다시 공급한 후 퍼지 기체를 각각 공급할 수 있다.
- [0086] 반응체는 산소(O_2), 오존(O_3), 일산화 질소(NO) 및 아산화 질소(N_2O) 등의 산소를 포함하는 다양한 물질이 사용될 수 있다. 바람직하게 반응체는 오존을 사용할 수 있다.
- [0087] 본 실시예에서 ALD 공정을 통해 제1 전구체에 달려있는 아마이드(Amide) 리간드를 반응체를 이용하여 제거하고,

기존의 소수성 화학종이 중단된 (Termination) 것은 유지하여 박막의 소수성을 유지한다.

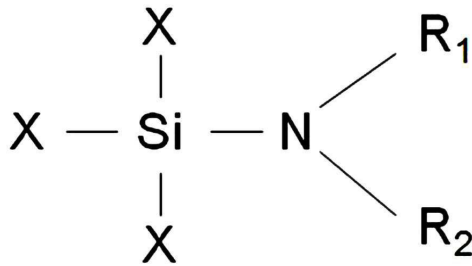
- [0088] 제1 전구체와 반응체를 이용하여 소수성 박막을 형성하고 나면, 소수성 박막의 일부 소수성 화학종에 포함된 일부 원소와 반응체가 다시 반응하여 새로운 친수성 화학종이 형성될 수 있다. 예컨대, 오존은 Si-H_x 의 수소와 반응하여 OH로 형성될 수 있다.
- [0089] 본 실시예는 제2 전구체를 통하여 소수성 화학종의 중단(Termination) 상태를 개선하여 박막의 소수성을 향상시킨다. 소수성 박막 내에 존재하는 잔여 친수성 화학종을 제2 전구체를 이용하여 제거하거나 제2 전구체를 노출한 이후에 잔여 친수성 화학종을 제2 전구체 및 반응체를 반응시켜 제거할 수 있다.
- [0090] 소수성 박막 증착 장치(10)는 챔버에 제1 전구체를 공급하여 기판에 제1 전구체를 흡착시킨다. 제1 전구체에 포함된 두 개의 질화 화학종 중에서 하나의 질화 화학종이 분리되고 제1 전구체가 기판에 결합한다.
- [0091] 소수성 박막 증착 장치(10)는 챔버에 반응체를 공급하여 흡착된 제1 전구체와 반응체를 반응시키고, 흡착된 제1 전구체를 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막을 증착한다.
- [0092] 소수성 박막 증착 장치(10)는 챔버에 제2 전구체를 공급하여 상기 소수성 박막에 제2 전구체를 흡착시키며, 소수성 박막에서 소수성 화학종으로 변경되지 않은 일부 친수성 화학종을 소수성 화학종으로 변경하는 방식으로 소수성 박막의 소수성 특징을 개선한다.
- [0093] 소수성 박막 증착 장치(10)는 소수성 박막에 남은 잔여 친수성 화학종과 반응체를 반응시키고, 소수성 박막으로부터 잔여 친수성 화학종을 제거한다. 잔여 친수성 화학종은 질화 화학종(Amino-Related Species)일 수 있다.
- [0094] 본 실시예가 사용하는 두 개의 전구체는 아미노실란계 전구체 기체일 수 있다. 제1 전구체는 화학식 1과 같이 표현될 수 있고, 제2 전구체는 화학식 2와 같이 표현될 수 있다.

화학식 1



- [0095]
- [0096] 제1 전구체는 두 개의 질소 원자 사이에 질소 원자가 아닌 복수의 다른 원자가 연결되고, 복수의 다른 원자의 주변에 소수성 화학종이 연결된다.
- [0097] 제1 전구체는 $\text{Si}_n\text{X}_{2n}(\text{N}(\text{R}_1\text{R}_2))(\text{N}(\text{R}_3\text{R}_4))$ 로 표현될 수 있다. $n = 2$ 이상인 자연수이다. X는 H, F, Cl, Br, I, CF_3 에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다. R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 $\text{C}_\alpha\text{H}_{2\alpha+1}$ 로 표현될 수 있다. α 는 1 이상의 자연수일 수 있다. R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 같거나 다를 수 있으며, CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 등을 포함할 수 있다. 바람직하게 제1 전구체는 1,2-Bis(diisopropylamino)disilane (BDIPADS)일 수 있다.
- [0098] 아미노실란계 전구체 기체($\text{Si} \geq 2$)는 반응이 가능한 아미드(Amide) 그룹을 제외한 나머지 종(Species)들을 20°C 내지 100°C 의 저온 영역 내에서 오존(O_3)과의 반응성이 없고 물과의 친화력이 없어 높은 접촉각을 유발하는 요소(Element)로 구현할 수 있다.
- [0099] 다른 실란(Silane) 구조체에서도 소수성 특징이 나타날 수 있으며, Si 이 외에도, Ti, Hf, Zr, Y, Al, Ge, Ga, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, W, Ta, La, Ce, Sn 등 다른 원소로 치환 가능하다.

화학식 2



- [0100]
- [0101] 제2 전구체는 하나의 질소 원자에 질소 원자가 아닌 하나 이상의 다른 원자가 연결되고, 상기 다른 원자의 주변에 소수성 화학종이 연결된다.
- [0102] 제2 전구체는 하나의 질소 원자가 아닌 두 개의 질소 원자를 포함하고, 두 개의 질소 원자는 질소 원자가 아닌 다른 원자를 공유하거나 직접 연결될 수 있다.
- [0103] 제2 전구체는 $\text{Si}_n\text{X}_{2n+1}(\text{N}(\text{R}_1\text{R}_2))$ 로 표현될 수 있다. $n = 1$ 이상인 자연수이다. X는 H, F, Cl, Br, I, CH_3 , CF_3 에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다. X는 CH_Y ($Y=1,2,3$), CF_Y ($Y=1,2,3$) 등을 포함할 수 있다. R1 및 R2는 $\text{C}_\alpha\text{H}_{2\alpha+1}$ 로 표현될 수 있다. α 는 1 이상의 자연수일 수 있다. R1 및 R2는 같거나 다를 수 있으며, CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 등을 포함할 수 있다. 바람직하게 제2 전구체는 Diisopropylaminosilane (DIPAS)일 수 있다.
- [0104] 모노아미노실란계 전구체 기체($\text{Si} \geq 1$)는 반응이 가능한 아미드(Amide) 그룹을 제외한 나머지 종(Species)들을 20℃ 내지 100℃의 저온 영역 내에서 오존(O_3)과의 반응성이 없고 물과의 친화력이 없어 높은 접촉각을 유발하는 요소(Element)로 구현할 수 있다.
- [0105] 다른 실란(Silane) 구조체에서도 소수성 특징이 나타날 수 있으며, Si 이 외에도, Ti, Hf, Zr, Y, Al, Ge, Ga, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, W, Ta, La, Ce, Sn 등 대부분의 원소로 치환 가능하다.
- [0106] 제1 전구체가 기관에 흡착된 후 반응체가 공급되면 기관에 소수성 박막을 형성한다.
- [0107] 제 2 전구체는 소수성 박막 표면에 일부 존재하는 친수성 작용기(예컨대, -OH 등)를 소수성으로 변화시킨다. DIPAS 전구체를 예로 들면, DIPAS 전구체의 아미노 작용기(Amino Group)와 소수성 박막 표면의 친수성 작용기(-OH)가 반응하여, 두 물질의 화합물이 외부로 빠져나가게 되고, -OH가 있던 소수성 박막 표면에는 SiH_3 로 치환되어 소수성 박막으로 치환된다. 박막의 표면에 소수성 화학종(예컨대, SiH_3)이 남아 박막이 소수성을 띤다. 수 소기가 포함된 Si 기로 치환되고, 질화 화학종은 -OH와의 반응을 통해 부산물로써 제거된다.
- [0108] 20℃ 내지 100℃의 저온에서 공정이 진행되면, 일부 질화 화학종은 소수성 박막으로부터 분리되지 않을 수 있다. 개선된 소수성 박막에 불순물인 잔여 친수성 화학종이 존재할 수 있다. 다시 공급된 반응체는 잔여 친수성 화학종과 반응한다. 반응체와 반응한 잔여 질화 화학종은 소수성 박막으로부터 분리된다.
- [0109] 본 실시예에 의해 형성된 소수성 박막은 소수성 특성을 갖는 산화규소(SiO_x) 박막일 수 있다.
- [0110] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 형성한 소수성 박막의 물 접촉각을 예시한 도면이다. 두 개의 전구체를 활용한 표면 억제제 증착을 확인하기 위해 박막 증착 후의 물 접촉각(Water Contact Angle, WCA)을 측정하였다.
- [0111] 기관 상에 성장된 소수성 특성을 갖는 산화 규소 박막 표면에 물(Water) 10 μL 를 떨어트리고, 박막과 물 사이에 접촉각을 확인하는 실험에서, 도 5의 (a)를 참조하면 BDIPADS를 단일 전구체로 사용한 박막의 경우 WCA가 약 95°를 나타내고 있으나, 오존 분사를 통해 일부 Si-H_x 의 수소와 반응하여 OH로 형성된다. 본 실시예는 형성된 OH기를 완벽하게 패시베이션(Passivation)하기 위해 모노아미노실란(Monoaminosilane) 전구체인 DIPAS를 분사하여 해당 부분을 SiH_3 로 패시베이션시킴으로써 박막 표면을 소수성(Hydrophobic)으로 만든다.

- [0112] 도 5의 (b) 및 (c)를 참조하면 BDIPADS 등의 제1 전구체와 DIPAS 등의 제2 전구체를 사용하여 공정을 진행한 ALD SiO_x 의 WCA는 약 99° 가 나음을 확인할 수 있다. WCA는 전구체/반응물과의 흡착 정도를 간접적으로 나타내는 지표로써, WCA가 높을수록 전구체/반응물의 흡착이 억제된다.
- [0113] 본 실시예에 의해 형성된 소수성 박막은 액체와 소수성 박막 사이의 접촉각이 95.1° 내지 99.9° 범위를 만족할 수 있다. 바람직하게 접촉각은 99° 로부터 일정 오차 범위를 만족한다.
- [0114] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 형성한 소수성 박막 위에서 ALD Pt 공정 진행한 SEM(Scanning Electron Microscopy) 및 XPS(X-Ray Photoelectron Spectroscopy) 결과를 예시한 도면이다.
- [0115] 도 6의 (a)를 참조하면 일반 기판에서는 ALD Pt 공정을 통한 나노파티클(Nanoparticle)이 형성됨을 확인할 수 있으나, 도 6의 (b)를 참조하면 ALD SiO_x 가 증착된 기판 표면에서는 증착이 되지 않음을 확인할 수 있다.
- [0116] 도 6의 (c)를 참조하면 XPS 결과상에서도, 표면 증착된 Pt가 거의 존재하지 않음을 확인할 수 있다. 이를 통해 ALD SiO_x 증착을 통한 영역 선택성(Area Selectivity)이 확보됨을 확인할 수 있다.
- [0117] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 자외선 처리 공정을 통해 선택적 소수성 박막을 형성하는 것을 예시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치가 자외선 처리 공정을 통해 형성한 선택적 소수성 박막의 접촉각을 예시한 도면이다.
- [0118] AS-ALD는 억제제 증착을 통해 화학종의 표면 흡착을 억제할 수 있어야 한다. 또한 증착을 원하는 영역에 증착을 하기 위해서는 표면 흡착이 가능한 영역도 존재하여야 한다.
- [0119] 본 실시예는 ALD 공정 기반의 표면 개질로써, 모든 영역의 표면을 개질시킬 뿐만 아니라, 일부 영역의 표면을 개질시킬 수 있다.
- [0120] 도 7의 (a) 및 도 8의 (a)를 참조하면 본 실시예는 TiO_2 박막을 증착한 뒤 ALD SiO_x 를 증착하고, UV 처리를 하여 표면 개질이 가능한 공정을 확보한다. 기판 종류에 상관없이 ALD SiO_x 를 진행한 뒤에는 높은 WCA를 확인할 수 있다. 도 7의 (b), 도 8의 (b), 도 8의 (c)를 참조하면 UV를 처리한 후 WCA를 측정하였을 때에는, TiO_2 가 코팅된 부분에서만 선택적으로 친수성(Hydrophilic) 특성이 나오는 것을 확인할 수 있다. 영역 선택적으로 증착된 TiO_2 기판 표면에 ALD SiO_x 를 증착한 이후, UV 처리를 하게 된다면, 원하는 부분에만 증착이 가능한 AS-ALD 템플릿(Template)을 구현할 수 있다.
- [0121] 본 실시예에 따른 소수성 박막 증착 장치는 챔버에 연결된 광원을 포함할 수 있다. 광원은 광촉매제가 기 설정된 영역에 증착된 기판에 소수성 박막을 형성한 후에 소수성 박막을 자외선 처리하여, 소수성 박막의 소수성 특징을 친수성 특성으로 변경한다.
- [0122] 광촉매제는 기 설정된 밴드갭을 갖는 광촉매 특성을 갖는 물질이 사용될 수 있고, TiO_2 , ZnO , ZrO_2 등이 사용될 수 있다.
- [0123] 본 실시예에 따른 소수성 박막 증착 방법 및 장치는 다양한 장점을 갖는다. 기판 종류에 상관없이 증착이 가능하다. ALD 공정변수 및 횟수를 조절함에 따라 표면에서의 제거가 용이하다. 자기 제한적 표면 반응 기반으로 대면적 기판에서의 증착이 용이하다. SAM 대비 우수한 열적 안정성을 갖는다. C 나 F 원소가 없는 $-\text{SiH}_x$ 기반의 억제제를 사용하면, 포스트 공정에서 소자가 손상될 여지가 없다.
- [0124] 본 실시예에 따른 소수성 박막 증착 방법 및 장치는 서브 10 nm 이하의 패터닝 공정에서 리소그래피가 필요하지 않는 영역 선택적 증착을 통해 AS-ALD 공정을 보다 개선할 수 있다.
- [0125] 도 1a 내지 도 2에서는 각각의 과정을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나 이는 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 이 분야의 기술자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 도 1a 내지 도 2에 기재된 순서를 일부 변경하여 실행하거나 또는 하나 이상의 과정을 병렬적으로 실행하거나 다른 과정을 추가하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.
- [0126] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0127]

10: 소수성 박막 증착 장치

100: 챔버

200: 기체 공급기

210: 제1 전구체 공급기

220: 제2 전구체 공급기

230: 반응체 공급기

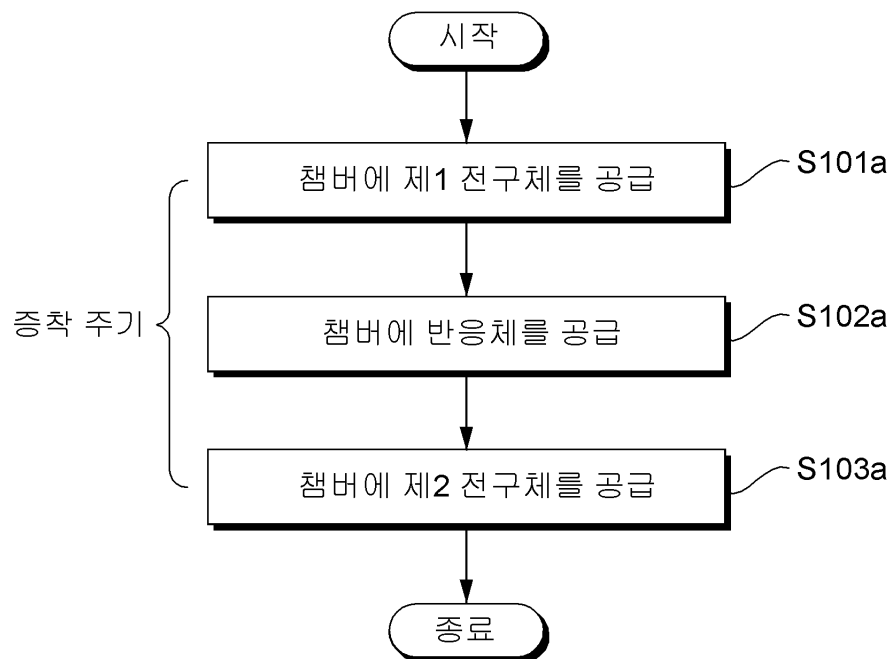
240: 퍼지 기체 공급기

300: 제어부

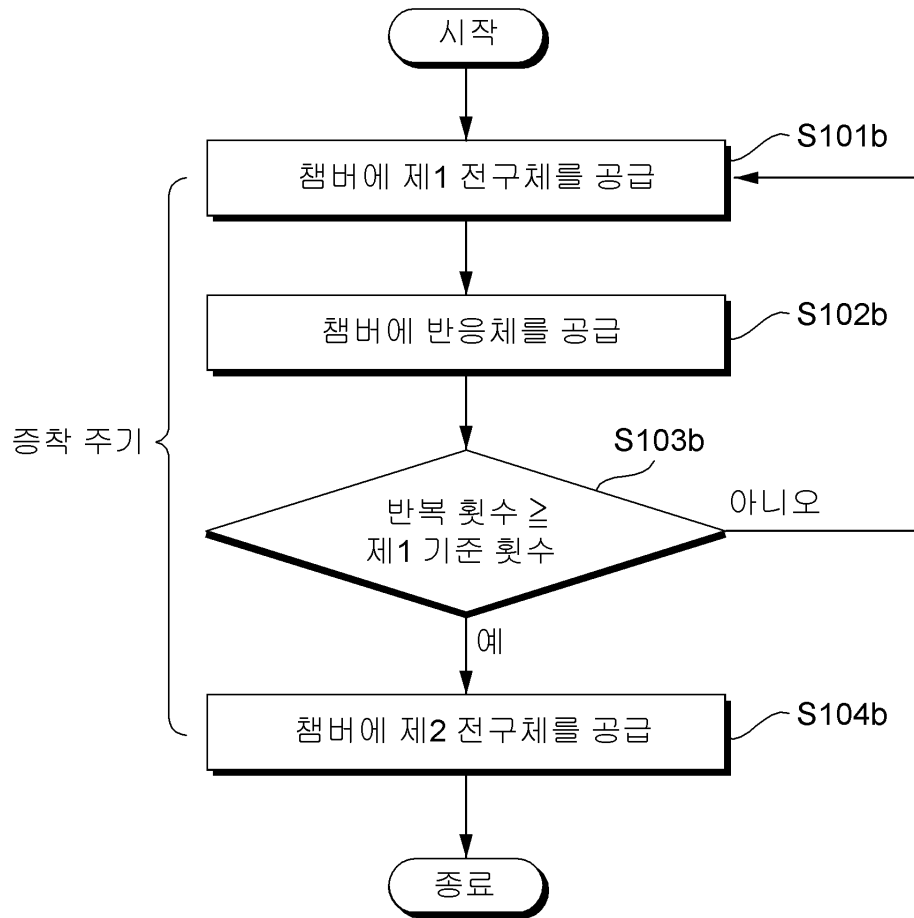
400: 광원

도면

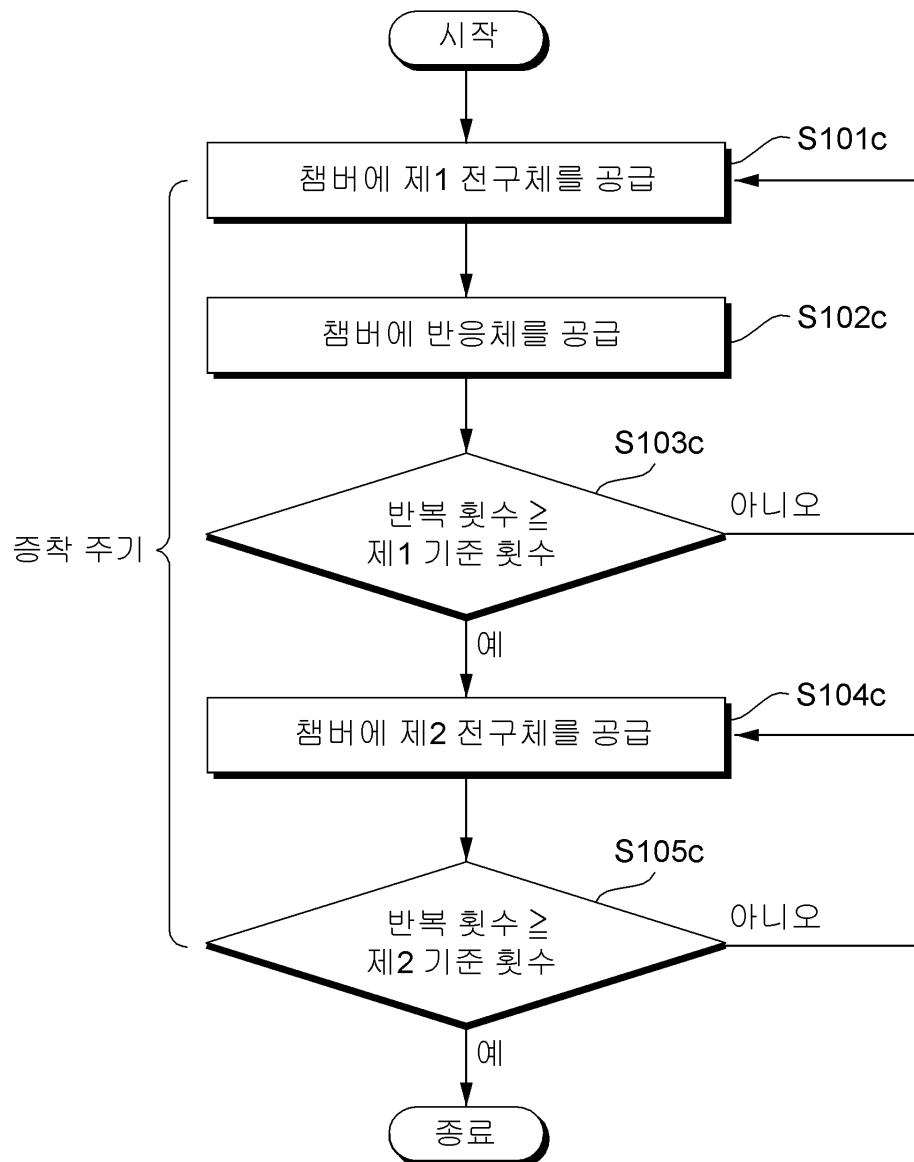
도면1a



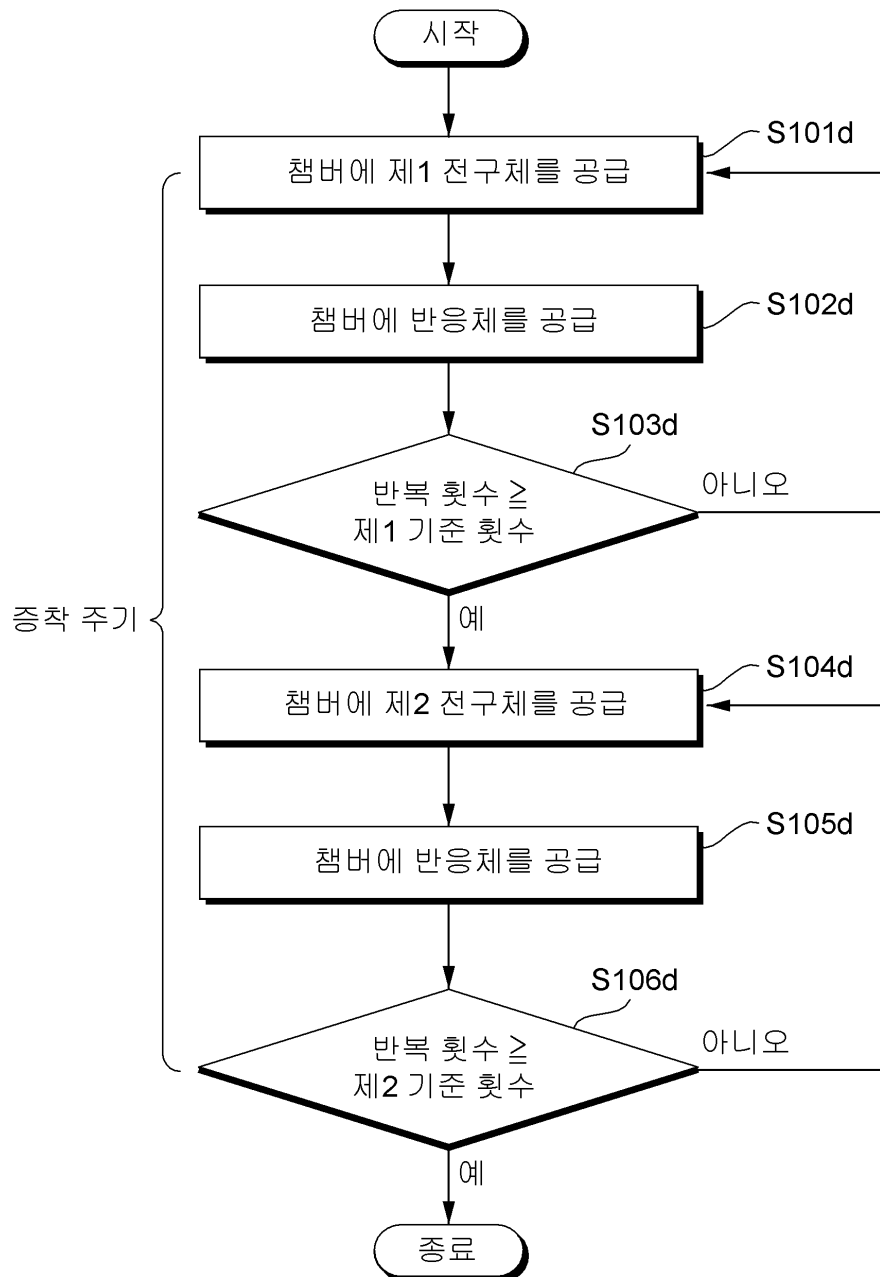
도면1b



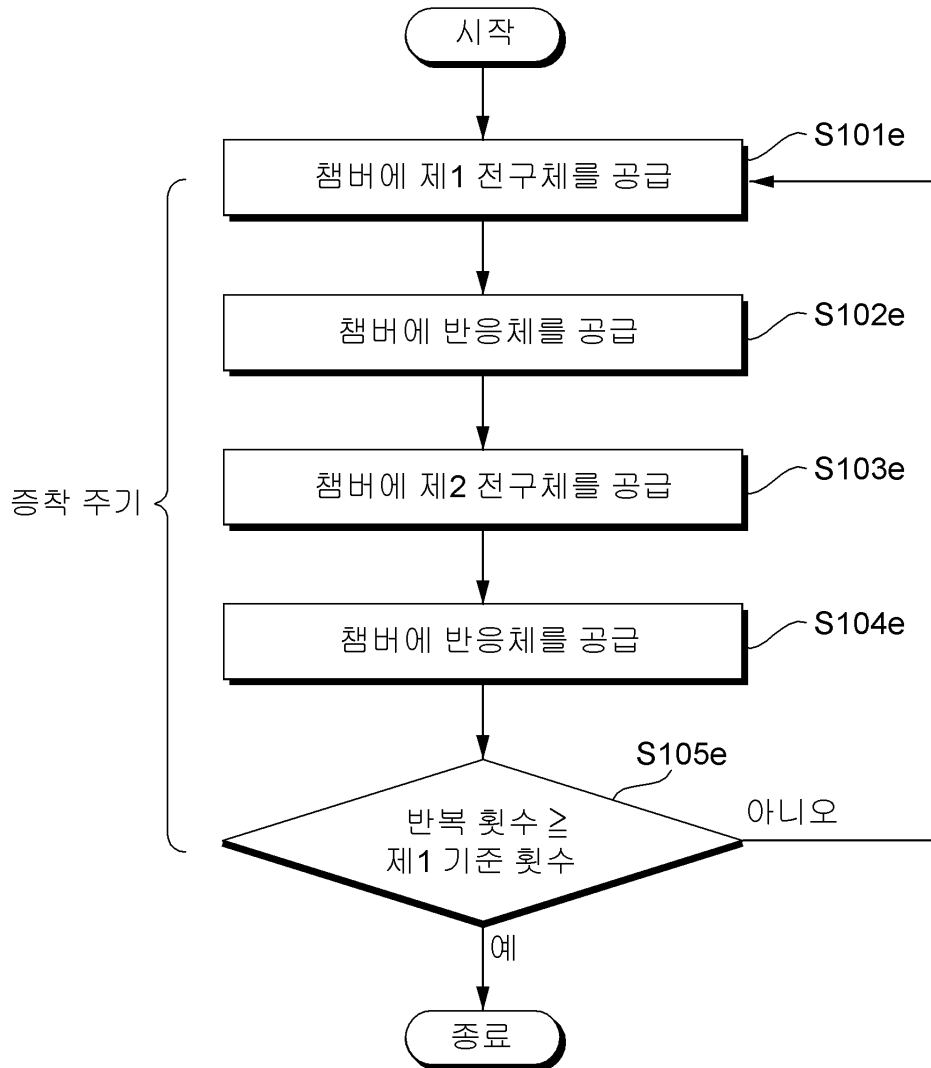
도면1c



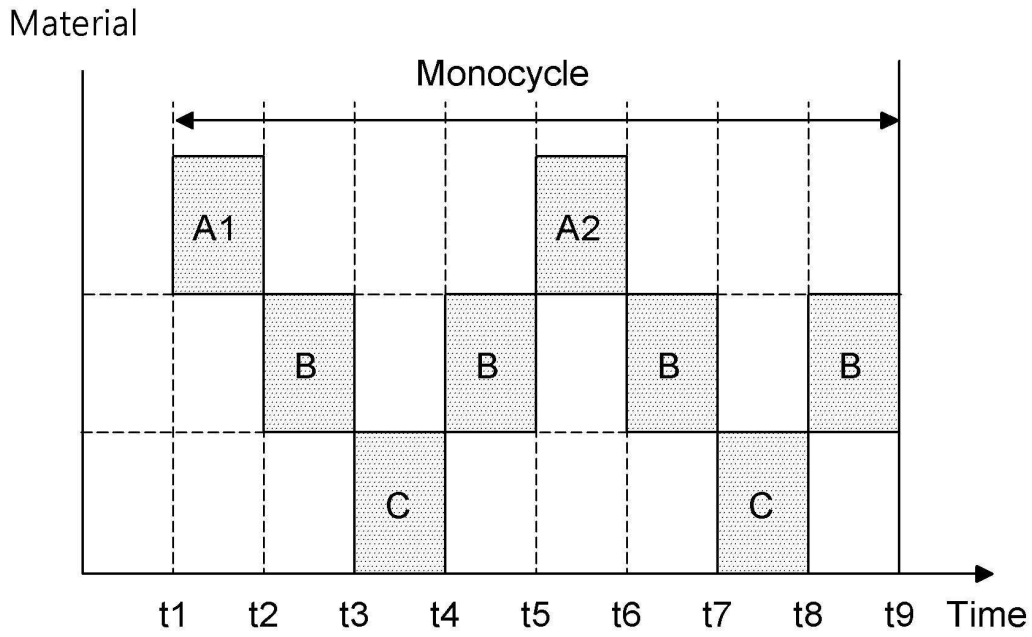
도면1d



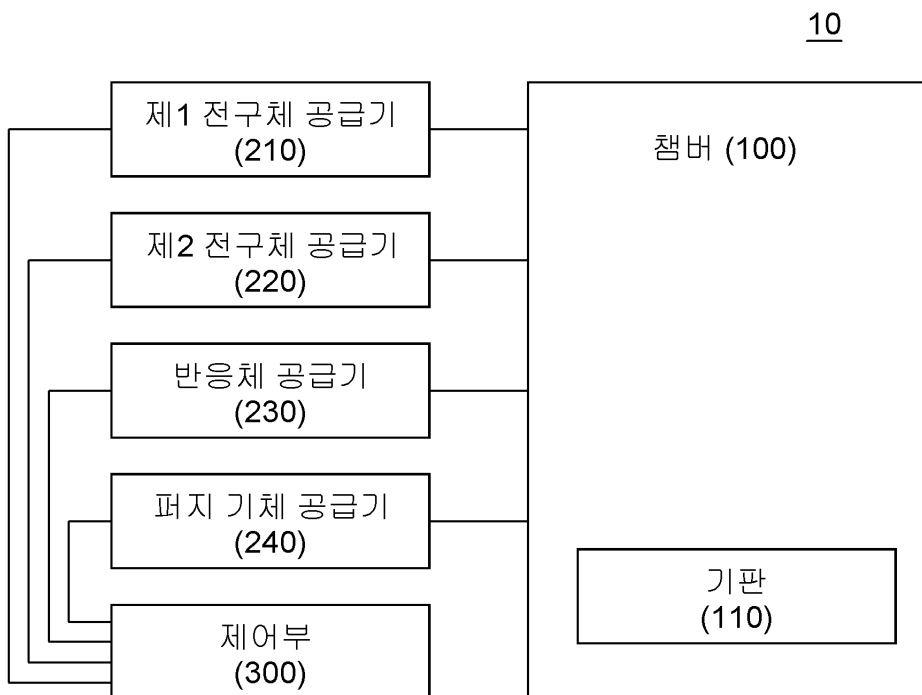
도면1e



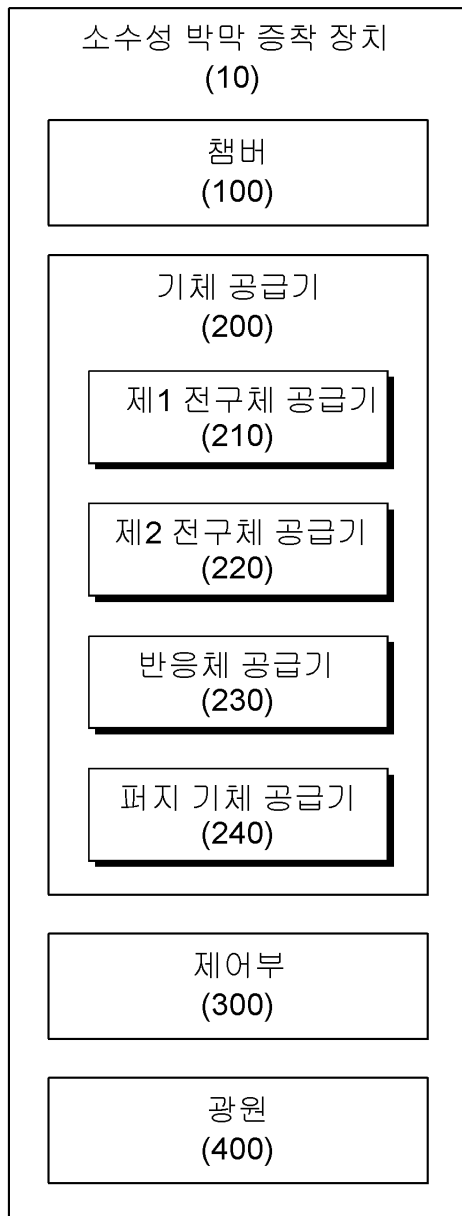
도면2



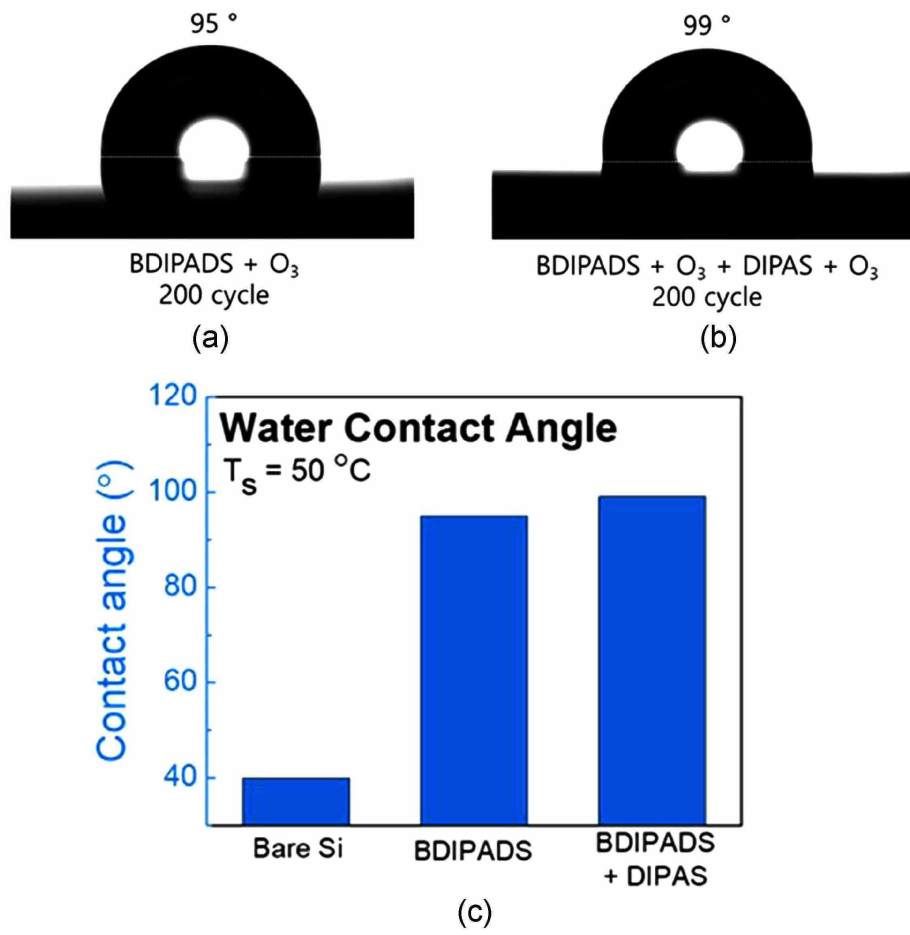
도면3



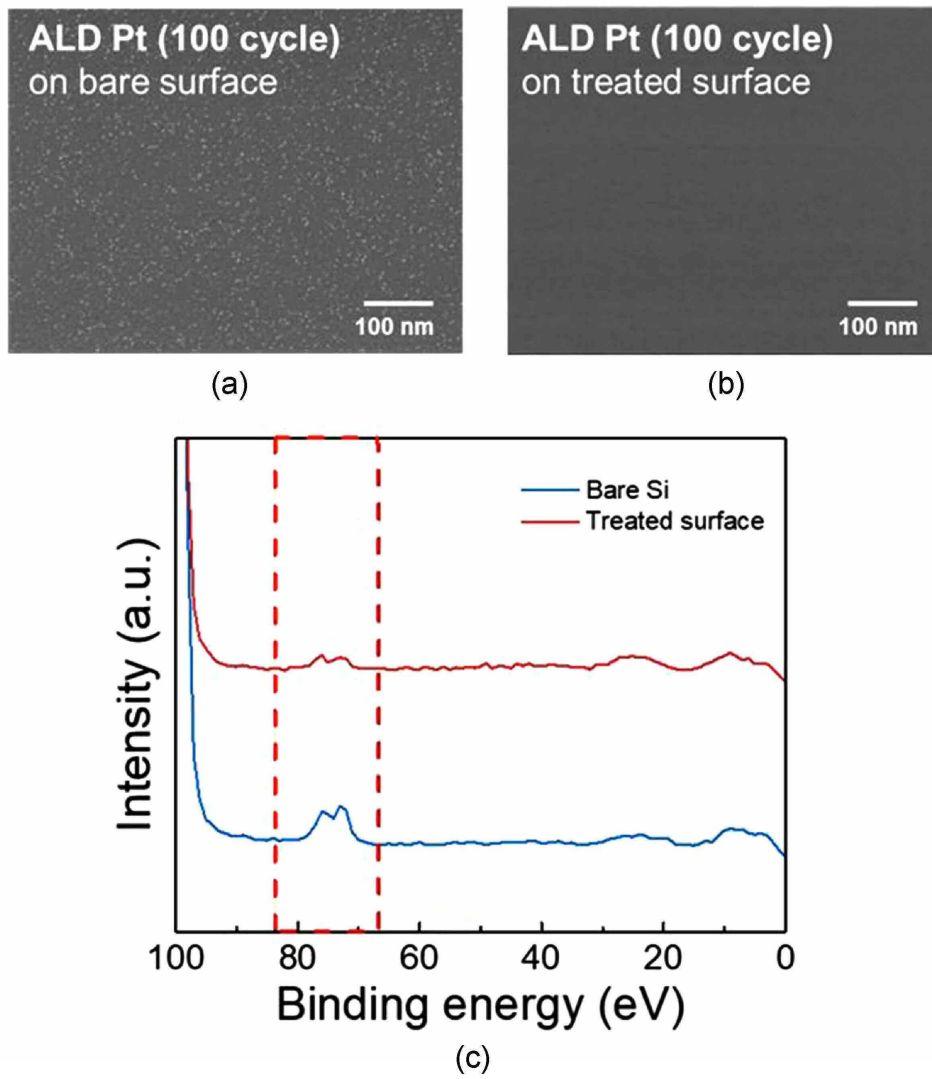
도면4



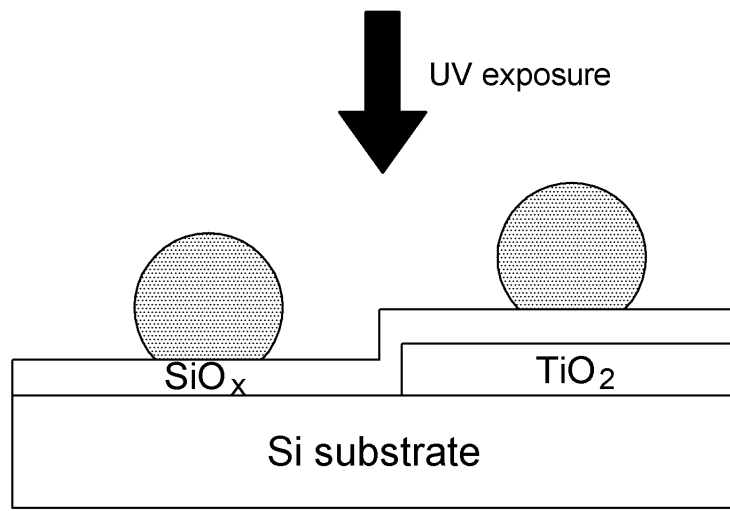
도면5



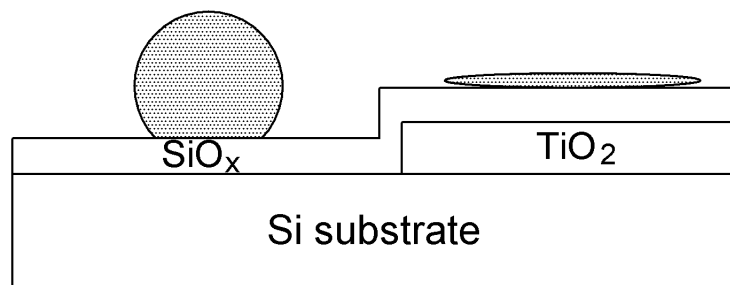
도면6



도면7



(a)



(b)

도면8

