



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월04일  
(11) 등록번호 10-2198340  
(24) 등록일자 2020년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/67 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)  
H01L 21/687 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/67017 (2013.01)  
C23C 16/45536 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0058576  
(22) 출원일자 2019년05월20일  
심사청구일자 2019년05월20일  
(65) 공개번호 10-2020-0133428  
(43) 공개일자 2020년11월30일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2000031069 A\*  
KR1020100033314 A\*  
KR1020180071477 A\*  
KR101106256 B1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
이관형  
서울특별시 서대문구 독립문로8길 54 천연뜨란채 106-1501  
이중영  
서울특별시 성동구 뚝섬로 310 한진타운아파트 103동 602호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김권석

전체 청구항 수 : 총 15 항

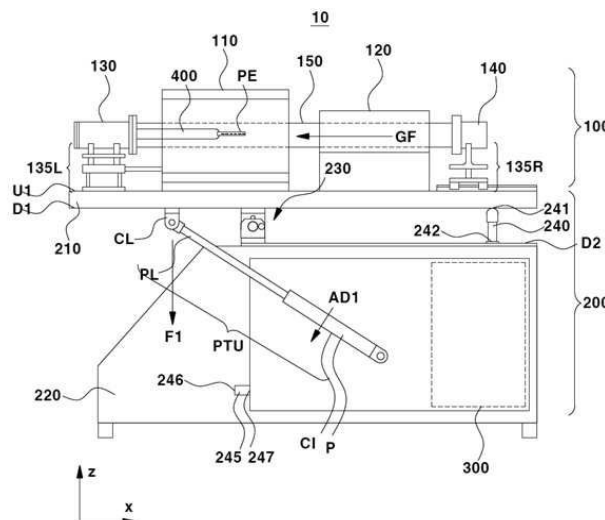
심사관 : 이선기

(54) 발명의 명칭 화학 기상 증착 시스템

(57) 요약

본 발명은 화학 기상 증착 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 화학 기상 증착 시스템은 피처리체가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버 및 상기 반응 챔버 내에서 상기 피처리체의 위치를 제어하는 샘플 홀더를 포함하는 화학 기상 증착 장치; 및 상기 화학 기상 증착 장치를 고정 및 지지하며, 상기 반응 챔버가 지면에 수직인 제 1 방향 또는 상기 지면과 수평한 제 2 방향에 정렬되도록 상기 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대를 포함하며, 상기 샘플 홀더는 제 1 단부와 제 2 단부를 포함하며, 상기 샘플 홀더의 제 1 단부는 상기 반응 챔버의 일단부에 고정되며, 상기 샘플 홀더의 상기 제 2 단부는 상기 제 1 방향과 상기 제 2 방향에서 상기 반응 챔버 내부로 공급될 기체의 흐름 방향과 평행하도록 상기 피처리체를 고정시킬 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

H01L 21/02274 (2013.01)

H01L 21/02315 (2013.01)

H01L 21/67098 (2013.01)

H01L 21/68764 (2013.01)

(72) 발명자

**강소정**

서울특별시 마포구 마포대로11길 50 래미안공덕4차  
아파트 406동 702호

**김한결**

경기도 용인시 기흥구 연남로 15 하마비마을동일하  
이빌2차아파트 206동 1701호

**정연준**

서울특별시 도봉구 우이천로 367 북한산코오롱하늘  
채아파트 104동 1302호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0509984

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 중소기업청

연구사업명 산학협력기술개발사업

연구과제명 2차원 반도체 제조를 위한 이동식 플라즈마 수직형 화학기상증착 장비 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.07.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

피처리체가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버 및 상기 반응 챔버 내에서 상기 피처리체의 위치를 제어하는 샘플 홀더를 포함하는 화학 기상 증착 장치; 및

상기 화학 기상 증착 장치를 고정 및 지지하며, 상기 반응 챔버가 지면에 수직인 제 1 방향 또는 상기 지면과 수평인 제 2 방향에 정렬되도록 상기 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대를 포함하며,

상기 샘플 홀더는 제 1 단부와 제 2 단부를 포함하며, 상기 샘플 홀더의 제 1 단부는 상기 반응 챔버의 일단부에 고정되며, 상기 샘플 홀더의 상기 제 2 단부는 상기 제 1 방향과 상기 제 2 방향에서 상기 반응 챔버 내부로 공급될 기체의 흐름 방향과 평행하도록 상기 피처리체를 고정시키고,

상기 샘플 홀더는

상기 반응 챔버의 일단부와 체결되는 연장 부재 및

상기 연장 부재와 탈부착이 가능한 일단부와 상기 일단부에 대향하는 자유부를 포함하는 로딩부를 포함하며,

상기 로딩부는 상기 피처리체의 일부 둘레를 따라 결합되는 적어도 하나 이상의 체결홈을 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

피처리체가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버 및 상기 반응 챔버 내에서 상기 피처리체의 위치를 제어하는 샘플 홀더를 포함하는 화학 기상 증착 장치; 및

상기 화학 기상 증착 장치를 고정 및 지지하며, 상기 반응 챔버가 지면에 수직인 제 1 방향 또는 상기 지면과 수평인 제 2 방향에 정렬되도록 상기 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대를 포함하며,

상기 샘플 홀더는 제 1 단부와 제 2 단부를 포함하며, 상기 샘플 홀더의 제 1 단부는 상기 반응 챔버의 일단부에 고정되며, 상기 샘플 홀더의 상기 제 2 단부는 상기 제 1 방향과 상기 제 2 방향에서 상기 반응 챔버 내부로 공급될 기체의 흐름 방향과 평행하도록 상기 피처리체를 고정시키고,

상기 장치용 거치대는

상기 화학 기상 증착 장치를 고정하는 고정 부재를 포함하는 제 1 테이블;

상기 제 1 테이블을 상기 제 1 방향에서 상기 제 2 방향으로 전환시키거나 상기 제 2 방향에서 상기 제 1 방향으로 전환시키기 위한 동력을 전달하는 동력 전달 부재를 포함하는 제 2 테이블; 및

상기 제 1 테이블의 수평 하단부와 상기 제 2 테이블의 수평 상단부를 연결하여 상기 제 1 테이블이 상기 제 1 방향 또는 상기 제 2 방향으로 정렬되도록 수평 회전축을 제공하며, 상기 동력 전달 부재로부터 전달되는 동력에 따라 상기 수평 회전축을 회전시키는 적어도 하나의 회전 전환 부재를 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 장치용 거치대는

상기 제 2 테이블의 수평 상단부에 고정되는 일단부와 상기 수평 회전축의 회전에 의해 상기 제 1 테이블의 상기 수평 하단부와 선택적으로 접촉하는 타단부를 포함하는 수직 댐퍼를 더 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

## 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 장치용 거치대는

상기 제 2 테이블의 수직 단부에 고정되는 일단부와 상기 수평 회전축의 회전에 의해 상기 제 1 테이블의 수평 하단부와 선택적으로 접촉하는 타단부를 포함하는 수평 댐퍼를 더 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

## 청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 회전 전환 부재는

상기 제 2 테이블에 고정되는 제 1 하단부, 상기 제 1 하단부와 대향하는 제 1 상단부 및 제 1 힌지 공을 포함하는 제 1 하부 수직 플레이트;

상기 제 1 하부 수직 플레이트와 소정 간격으로 이격 배치되며, 상기 제 2 테이블에 고정되는 제 2 하단부, 상기 제 2 하단부와 대향하는 제 2 상단부 및 제 2 힌지 공을 포함하는 제 2 하부 수직 플레이트;

상기 제 1 하부 수직 플레이트의 제 1 상단부와 상기 제 2 하부 수직 플레이트의 제 2 상단부 사이를 결합시키는 제 3 하단부, 상기 제 3 하단부와 대향하며 상기 제 1 테이블에 고정되는 제 3 상단부 및 제 3 힌지 공을 포함하는 상부 수직 플레이트;

상기 제 1 힌지 공, 상기 제 2 힌지 공 및 상기 제 3 힌지 공을 관통하여 회전축을 제공하는 힌지 부재를 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

## 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 상부 수직 플레이트는 수평 고정 홈과 수직 고정 홈을 더 포함하고,

상기 제 1 하부 수직 플레이트는 제 1 수평 고정 홈과 제 1 수직 고정 홈을 더 포함하고,

상기 제 2 하부 수직 플레이트는 제 2 수평 고정 홈과 제 2 수직 고정 홈을 더 포함하며,

상기 회전 전환 부재는

상기 제 1 수평 고정 홈, 상기 수평 고정 홈 및 상기 제 2 수평 고정 홈을 길이 방향으로 관통하여 장착되거나,

상기 제 1 수직 고정 홈, 상기 수직 고정 홈 및 상기 제 2 수직 고정 홈을 길이 방향으로 관통하여 장착되는 안정 핀을 더 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

## 청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 동력 전달 부재는

피스톤 및 상기 피스톤에 의해 수축 또는 팽창되는 피스톤 로드를 포함하는 유압실린더, 공압실린더 또는 이들의 조합을 포함하며,

상기 제 1 테이블이 상기 제 2 방향에서 상기 제 1 방향으로 정렬되도록, 상기 피스톤 로드가 회전 수축되어, 상기 수평 회전축이 시계 반대방향으로 90° 회전되고,

상기 제 1 테이블이 상기 제 1 방향에서 상기 제 2 방향으로 정렬되도록, 상기 피스톤 로드가 회전 팽창되어, 상기 수평 회전축이 시계 방향으로 90° 회전되는 화학 기상 증착 시스템.

## 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 동력 전달 부재는

상기 제 1 테이블(210)과 고정되며, 상기 피스톤 로드와 경첩 연결되어 회동 가능한 연장부를 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 연장부는 지면에 수직 길이 방향을 갖는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 화학 기상 증착 장치는,

상기 피처리체를 합성하는 반응 에너지 공급기 및 상기 피처리체의 표면 개질을 수행하는 플라즈마 발생기 중 적어도 하나 이상을 더 포함하고,

상기 반응 에너지 공급기 또는 상기 플라즈마 발생기 중 어느 하나가 선택적으로 상기 반응 공간에 인접하여 상기 피처리체에 관한 공정을 수행할 수 있도록, 상기 반응 에너지 공급기 또는 상기 플라즈마 발생기는 상기 반응 챔버의 길이 방향으로 이동 가능하게 상기 반응 챔버에 결합되는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는,

상기 반응 챔버의 외벽에 결합되어 상기 반응 챔버 내에 전위차를 발생시킬 수 있는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 반응 에너지 공급기는,

상기 반응 챔버가 통과되는 관통홀을 갖는 지지체; 및

상기 지지체에 결합되며 상기 반응 공간 내에 열 에너지 또는 광 에너지를 공급할 수 있는 가열 부재를 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 반응 챔버의 제 1 단부와 결합되는 제 1 마감 부재; 및

상기 제 1 마감 부재와 대향하며, 상기 반응 챔버의 제 2 단부와 결합되는 제 2 마감 부재를 더 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 피처리체는 2 차원 물질을 포함하며,

상기 2 차원 물질은 그래핀, 육방정 질화 붕소(hexagonal boron nitride), 실리콘(silicane), 흑린(black phosphorus), 보로핀(Borophene), 전이금속 칼코겐 물질, 산화물(oxide) 중 어느 하나 또는 이의 조합을 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

#### 청구항 16

피처리체가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버 및 상기 반응 챔버 내에서 상기 피처리체의 위치를 제어

하는 샘플 홀더를 포함하는 화학 기상 증착 장치를 고정 및 지지하며, 상기 반응 챔버가 지면에 수직한 제 1 방향 또는 상기 지면과 수평한 제 2 방향으로 정렬되도록 상기 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대로서,

상기 장치용 거치대는

상기 화학 기상 증착 장치를 고정하는 고정 부재를 포함하는 제 1 테이블;

상기 제 1 테이블을 상기 제 1 방향에서 상기 제 2 방향으로 전환시키거나 상기 제 2 방향에서 상기 제 1 방향으로 전환시키기 위한 동력을 전달하는 동력 전달 부재를 포함하는 제 2 테이블; 및

상기 제 1 테이블의 제 1 수평 단부와 상기 제 2 테이블의 제 1 수평 단부를 연결하여 상기 제 1 테이블이 상기 제 1 방향 또는 상기 제 2 방향으로 정렬되도록 수평 회전축을 제공하며, 상기 동력 전달 부재로부터 전달되는 동력에 따라 상기 수평 회전축을 회전시키는 적어도 하나의 회전 전환 부재를 포함하는 장치용 거치대.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화학 기상 증착 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 최근 다양한 전기적·광학적 성질을 갖는 2 차원 물질의 기술 응용범위가 확대되고, 상용화 가능성이 높아지고 있다. 상기 2 차원 물질이란 원자들이 단일 원자층 두께(약 1nm)를 가지고 평면에서 결정 구조를 이루는 물질을 지칭한다. 이러한 2 차원 물질은 전기적 특성에 따라 도체, 반도체, 부도체로 분류할 수 있으며, 대표적으로 도체 성질을 가지는 그래핀, 반도체 성질을 갖는 전이금속 칼코겐화합물 및 흑린, 그리고 부도체 성질을 갖는 육방정계 질화붕소가 있다. 상기 전이금속 칼코겐화합물은 전이금속과 칼코겐 원소로 이루어진 2차원 층상 구조를 갖는 화합물이다.

[0004] 상기 2 차원 물질을 다양한 산업 분야에 적용하기 위해서는 고품질의 대면적 소재 제조 방법이 필요하다. 일반적으로, 상기 2 차원 물질의 합성 방법으로서, 화학기상 증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD)이 많이 활용되고 있다. 상기 화학기상 증착법은 고온·저압에서 안정적인 가스를 공급하여 하나 이상의 기상의 전구체를 기판에 공급한 후, 상기 전구체와 상기 기판 표면의 화학반응을 통해서 2 차원 물질을 성장시키는 반응 챔버를 포함하는 장치(이하, 화학기상증착 장치라 칭함)를 통해 수행된다.

[0005] 상기 화학 기상 증착 장치는 기체가 수평으로 흐르는 수평 반응 챔버를 포함하는 수평형 CVD 장치와 기체가 수직으로 흐르는 수직 반응 챔버를 포함하는 수직형 CVD 장치로 분류된다. 상기 수평형 CVD 장치는 샘플 로딩이 쉽지만 반응 챔버의 직경이 클 경우 기체의 흐름이 중력의 영향을 받아 합성 물질이 불균일하게 성장될 수 있다. 반면, 상기 수직형 CVD 장치는 반응 챔버의 직경 크기에 상관없이 기체의 흐름이 균일하여 공급함으로써 합성 물질을 균일하게 성장시킬 수 있으나, 샘플 로딩이 공간적인 제약으로 인해서 상기 수평형 CVD 장치에 비해 복잡하고 어려울 수 있다.

[0006] 따라서, 상기 수평형 CVD 장치가 갖는 샘플 로딩의 용이함과 상기 수직형 CVD 장치가 갖는 대면적의 균일한 합성이 가능한 이점을 갖는 화학 기상 증착 장치의 개발이 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 샘플 로딩의 용이하며, 샘플 홀더의 교체가 가능하고, 다양한 환경적인 요인 통제 하에서 2차원 물질 합성이 가능하며, 대면적에 걸쳐서 균일한 2 차원 물질을 합성하기 위한 화학기상증착 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 전술한 이점을 갖는 화학 기상 증착 장치용 거치대를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 피처리체가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버 및 상기 반응 챔버 내에서 상기 피처리체의 위치를 제어하는 샘플 홀더를 포함하는 화학 기상 증착 장치; 및 상기 화학 기상 증착 장치를 고정 및 지지하며, 상기 반응 챔버가 지면에 수직한 제 1 방향 또는 상기 지면과 수평한 제 2 방향에 정렬되도록 상기 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대를 포함하며, 상기 샘플 홀더는 제 1 단부와 제 2 단부를 포함하며, 상기 샘플 홀더의 제 1 단부는 상기 반응 챔버의 일단부에 고정되며, 상기 샘플 홀더의 상기 제 2 단부는 상기 제 1 방향과 상기 제 2 방향에서 상기 반응 챔버 내부로 공급될 기체의 흐름 방향과 평행하도록 상기 피처리체를 고정시키는 화학 기상 증착 시스템이 제공될 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 샘플 홀더는 상기 반응 챔버의 일단부와 체결되는 연장 부재 및 상기 연장 부재와 탈부착이 가능한 일단부와 상기 일단부에 대향하는 자유부를 포함하는 로딩부를 포함하며, 상기 로딩부는 상기 피처리체의 일부 둘레를 따라 결합되는 적어도 하나 이상의 체결홈을 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 장치용 거치대는 상기 화학 기상 증착 장치를 고정하는 고정 부재를 포함하는 제 1 테이블; 상기 제 1 테이블을 상기 제 1 방향에서 상기 제 2 방향으로 전환시키거나 상기 제 2 방향에서 상기 제 1 방향으로 전환시키기 위한 동력을 전달하는 동력 전달 부재를 포함하는 제 2 테이블; 및 상기 제 1 테이블의 수평 하단부와 상기 제 2 테이블의 수평 상단부를 연결하여 상기 제 1 테이블이 상기 제 1 방향 또는 상기 제 2 방향으로 정렬되도록 수평 회전축을 제공하며, 상기 동력 전달 부재로부터 전달되는 동력에 따라 상기 수평 회전축을 회전시키는 적어도 하나의 회전 전환 부재를 포함할 수 있다. 상기 장치용 거치대는 상기 제 2 테이블의 수평 상단부에 고정되는 일단부와 상기 수평 회전축의 회전에 의해 상기 제 1 테이블의 상기 수평 하단부와 선택적으로 접촉하는 타단부를 포함하는 수직 댐퍼를 더 포함할 수 있다. 상기 장치용 거치대는 상기 제 2 테이블의 수직 단부에 고정되는 일단부와 상기 수평 회전축의 회전에 의해 상기 제 1 테이블의 수평 하단부와 선택적으로 접촉하는 타단부를 포함하는 수평 댐퍼를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 회전 전환 부재는 상기 제 2 테이블에 고정되는 제 1 하단부, 상기 제 1 하단부와 대향하는 제 1 상단부 및 제 1 힌지 공을 포함하는 제 1 하부 수직 플레이트; 상기 제 1 하부 수직 플레이트와 소정 간격으로 이격 배치되며, 상기 제 2 테이블에 고정되는 제 2 하단부, 상기 제 2 하단부와 대향하는 제 2 상단부 및 제 2 힌지 공을 포함하는 제 2 하부 수직 플레이트; 상기 제 1 하부 수직 플레이트의 제 1 상단부와 상기 제 2 하부 수직 플레이트의 제 2 상단부 사이를 결합시키는 제 3 하단부, 상기 제 3 하단부와 대향하며 상기 제 1 테이블에 고정되는 제 3 상단부 및 제 3 힌지 공을 포함하는 상부 수직 플레이트; 상기 제 1 힌지 공, 상기 제 2 힌지 공 및 상기 제 3 힌지 공을 관통하여 회전축을 제공하는 힌지 부재를 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 상부 수직 플레이트는 수평 고정 홈과 수직 고정 홈을 더 포함하고, 상기 제 1 하부 수직 플레이트는 제 1 수평 고정 홈과 제 1 수직 고정 홈을 더 포함하고, 상기 제 2 하부 수직 플레이트는 제 2 수평 고정 홈과 제 2 수직 고정 홈을 더 포함하며, 상기 회전 전환 부재는 상기 제 1 수평 고정 홈, 상기 수평 고정 홈 및 상기 제 2 수평 고정 홈을 길이 방향으로 관통하여 장착되거나, 상기 제 1 수직 고정 홈, 상기 수직 고정 홈 및 상기 제 2 수직 고정 홈을 길이 방향으로 관통하여 장착되는 안정 핀을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 동력 전달 부재는 피스톤 및 상기 피스톤에 의해 수축 또는 팽창되는 피스톤 로드를 포함하는 유압실린더, 공압실린더 또는 이들의 조합을 포함하며, 상기 제 1 테이블이 상기 제 2 방향에서 상기 제 1 방향으로 정렬되도록, 상기 피스톤 로드가 회전 수축되어, 상기 수평 회전축이 시계 반대방향으로 90° 회전되고, 상기 제 1 테이블이 상기 제 1 방향에서 상기 제 2 방향으로 정렬되도록, 상기 피스톤 로드가 회전 팽창되어, 상기 수평 회전축이 시계 방향으로 90° 회전될 수 있다. 상기 동력 전달 부재는 상기 제 1 테이블(210)과 고정되며, 상기 피스톤 로드와 경첩 연결되어 회동 가능한 연장부를 포함할 수 있다. 상기 연장부는 지면에 수직 길이 방향을 갖는다.
- [0017] 일 실시예에서, 상기 화학 기상 증착 장치는, 상기 피처리체를 합성하는 반응 에너지 공급기 및 상기 피처리체의 표면 개질을 수행하는 플라즈마 발생기 중 적어도 하나 이상을 더 포함하고, 상기 반응 에너지 공급기 또는 상기 플라즈마 발생기 중 어느 하나가 선택적으로 상기 반응 공간에 인접하여 상기 피처리체에 관한 공정을 수행할 수 있도록, 상기 반응 에너지 공급기 또는 상기 플라즈마 발생기는 상기 반응 챔버의 길이 방향으로 이동 가능하게 상기 반응 튜브에 결합될 수 있다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 플라즈마 발생기는, 상기 반응 튜브의 외벽에 결합되어 상기 반응 튜브 내에 전위차를 발생시킬 수 있는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함할 수 있다. 상기 반응 에너지 공급기는, 상기 반응 튜브가 통과되는 관통홀을 갖는 지지체; 및 상기 지지체에 결합되며 상기 반응 공간 내에 열 에너지 또는 광 에너지를 공급할 수 있는 가열 부재를 포함할 수 있다. 상기 반응 챔버의 제 1 단부와 결합되는 제 1 마감 부재; 및 상기



제 1 마감 부재와 대향하며, 상기 반응 챔버의 제 2 단부와 결합되는 제 2 마감 부재를 더 포함할 수 있다.

[0019] 일 실시예에서, 상기 피처리체는 2 차원 물질을 포함하며, 상기 2 차원 물질은 그래핀, 육방정 질화 붕소(hexagonal boron nitride), 실리센(silicenes), 흑린(black phosphorus), 보로핀(Borophene), 전이금속 칼코겐 물질, 산화물(oxide) 중 어느 하나 또는 이의 조합을 포함할 수 있다.

[0020] 다른 실시예에 따르면, 피처리체가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버 및 상기 반응 챔버 내에서 상기 피처리체의 위치를 제어하는 샘플 홀더를 포함하는 화학 기상 증착 장치를 고정 및 지지하며, 상기 반응 챔버가 지면에 수직한 제 1 방향 또는 상기 지면과 수평한 제 2 방향에 정렬되도록 상기 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대로서, 상기 장치용 거치대는 상기 화학 기상 증착 장치를 고정하는 고정 부재를 포함하는 제 1 테이블; 상기 제 1 테이블을 상기 제 1 방향에서 상기 제 2 방향으로 전환시키거나 상기 제 2 방향에서 상기 제 1 방향으로 전환시키기 위한 동력을 전달하는 동력 전달 부재를 포함하는 제 2 테이블; 및 상기 제 1 테이블의 제 1 수평 단부와 상기 제 2 테이블의 제 1 수평 단부를 연결하여 상기 제 1 테이블이 상기 제 1 방향 또는 상기 제 2 방향으로 정렬되도록 수평 회전축을 제공하며, 상기 동력 전달 부재로부터 전달되는 동력에 따라 상기 수평 회전축을 회전시키는 적어도 하나의 회전 전환 부재를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 화학 기상 증착 장치를 회전시키는 장치용 거치대 및 반응 챔버 내부로 공급될 반응 기체의 흐름 방향과 평행하도록 피처리체를 고정시키는 샘플 홀더를 활용함으로써, 샘플 로딩의 용이하며, 샘플 홀더의 교체가 가능하고, 다양한 환경적인 요인 통제 하에서 2차원 물질 합성이 가능하며, 대면적에 걸쳐서 균일한 2 차원 물질을 합성하기 위한 화학기상증착 시스템이 제공될 수 있다.

[0023] 또한, 2 개의 공정 이동 간의 오염 물질을 최소화하여 물질의 특성을 열화시키지 않으며 수율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 복잡한 반도체 공정을 단순화하고, 공정 온도를 낮추고, 공정 시간의 지연을 최소화할 수 있는, 물질 합성 및 표면 개질을 수행하는 화학 기상 증착 시스템을 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0025] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 시스템의 구성 블록도이다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 시스템의 사시도이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 장치를 회전시키기 위한 회전 전환 부재의 확대도이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 샘플 홀더의 평면도이고, 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 샘플 홀더의 측면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 샘플 기판을 거치하는 샘플 홀더의 사시도이다.

도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 샘플 홀더의 평면도이고, 도 6b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 샘플 홀더의 측면도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 샘플 기판을 거치하는 샘플 홀더의 사시도이다.

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 샘플 기판을 배치하는 예를 보여주는 도면이다.

도 9a 및 도 9b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 샘플 기판을 배치하는 예를 보여주는 도면이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 장치의 반응 에너지 공급기와 플라스마 발생기를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의



사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.

- [0028] 도면에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0029] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서 단수로 기재되어 있다 하더라도, 문맥상 단수를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이란 용어는 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [0030] 본 명세서에서 기관 또는 다른 층 "상에(on)" 형성된 층에 대한 언급은 상기 기관 또는 다른 층의 바로 위에 형성된 층을 지칭하거나, 상기 기관 또는 다른 층 상에 형성된 중간 층 또는 중간 층들 상에 형성된 층을 지칭할 수도 있다. 또한, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들에게 있어서, 다른 형상에 "인접하여(adjacent)" 배치된 구조 또는 형상은 상기 인접하는 형상에 중첩되거나 하부에 배치되는 부분을 가질 수도 있다.
- [0031] 본 명세서에서, "아래로(below)", "위로(above)", "상부의(upper)", "하부의(lower)", "수평의(horizontal)" 또는 "수직의(vertical)"와 같은 상대적 용어들은, 도면들 상에 도시된 바와 같이, 일 구성 부재, 층 또는 영역들이 다른 구성 부재, 층 또는 영역과 갖는 관계를 기술하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 용어들은 도면들에 표시된 방향뿐만 아니라 소자의 다른 방향들도 포괄하는 것임을 이해하여야 한다. 또한, 본 명세서에서, 사용되는 "2 차원 물질"은 여러 개의 원자 배열이 한 층을 이루고 이 층들이 적어도 하나 이상의 층으로 배열돼 있는 2 차원 구조의 모든 물질을 지칭한다.
- [0032] 이하에서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들(및 중간 구조들)을 개략적으로 도시하는 단면도들을 참조하여 설명될 것이다. 이들 도면들에 있어서, 예를 들면, 부재들의 크기와 형상은 설명의 편의와 명확성을 위하여 과장될 수 있으며, 실제 구현시, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 된다. 또한, 도면의 부재들의 참조 부호는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부재를 지칭한다.
- [0034] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 시스템(10)의 구성 블록도이고, 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 시스템(10)의 사시도이고, 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 장치를 회전시키기 위한 회전 전환 부재(230)의 확대도이다.
- [0035] 도 1a, 도 1b, 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 화학 기상 증착 시스템(10)은 화학 기상 증착 장치(100) 및 장치용 거치대(200)를 포함할 수 있다. 화학 기상 증착 장치(100)는 피처리체(PE)가 수용되는 반응 공간을 제공하는 반응 챔버(150) 및 반응 챔버(150) 내에서 피처리체(PE)의 위치를 제어하는 샘플 홀더(400)를 포함할 수 있다. 장치용 거치대(200)는 화학 기상 증착 장치(100)를 고정 및 지지하며, 반응 챔버(150)가 지면(수평방향, X방향)에 수직인 제 1 방향(수직 방향, Z방향) 또는 상기 지면과 수평한 제 2 방향(수평 방향, X방향)에 정렬되도록 화학 기상 증착 장치(100)를 회전시킬 수 있다.
- [0036] 샘플 홀더(400)는 반응 챔버(150)의 일단부에 고정되며, 상기 제 1 방향과 상기 제 2 방향에서 반응 챔버(150) 내부로 공급될 기체의 흐름 방향과 평행하도록 피처리체(PE)를 고정하여 지지할 수 있다. 도 1a에서 수평 방향의 반응 챔버(150) 및 도 2a에서 수직 방향의 반응 챔버(150) 내에서 피처리체(PE)가 샘플 홀더(400)를 통해 기체 주입 방향(GF)과 평행하게 배치됨으로써, 대면적 걸쳐서 균일하게 2차원 물질을 합성시킬 수 있다. 상세한 샘플 홀더(400)에 대한 설명은 도 4a 내지 도 4b 및 도 5를 참조한다.
- [0037] 다른 실시예에서, 도 1a에서 수평 방향의 반응 챔버(150) 그리고 도 2a에서 수직 방향의 반응 챔버(150) 내에서 피처리체(PE)가 샘플 홀더(400)를 통해 기체 주입 방향(GF)과 수직하게 배치될 수 있다. 상세한 샘플 홀더(400)에 대한 설명은 도 6a 내지 도 6b 및 도 7을 참조한다.
- [0038] 일 실시예에서, 장치용 거치대(200)는 화학 기상 증착 장치(100)를 고정하는 고정 부재(미도시함)를 포함하는 제 1 테이블(210), 제 1 테이블(210)을 상기 제 1 방향(수직 방향, Z방향)에서 상기 제 2 방향(수평 방향, X방향)으로 전환시키거나 상기 제 2 방향(수평 방향)에서 상기 제 1 방향(수직 방향)으로 전환시키기 위한 동력을 전달하는 동력 전달 부재(PTU)를 포함하는 제 2 테이블(220) 및 제 1 테이블(210)의 수평 하단부(D1)와 제 2 테이블(220)의 수평 상단부(U2)를 연결하여 제 1 테이블(210)이 상기 제 1 방향(수직 방향) 또는 상기 제 2 방향(수평 방향)으로 정렬되도록 수평 회전축을 제공하며, 동력 전달 부재(PTU)로부터 전달되는 동력에 따라 상기

수평 회전축을 회전시키는 적어도 하나의 회전 전환 부재(230)를 포함할 수 있다.

- [0039] 일 실시예에서, 장치용 거치대(100)는 제 2 테이블(220)의 수평 상단부(U2)에 고정되는 일단부(242)와 상기 수평 회전축의 회전에 의해 제 1 테이블(210)의 수평 하단부(D1)와 선택적으로 접촉하는 타단부(241)를 포함하는 적어도 하나의 수직 댐퍼(240)를 더 포함할 수 있다. 더하여, 장치용 거치대(200)는 제 2 테이블(220)의 수직 단부에 고정되는 일단부(247)와 상기 수평 회전축의 회전에 의해 제 1 테이블(210)의 수평 하단부(D1)와 선택적으로 접촉하는 타단부(246)를 포함하는 적어도 하나의 수평 댐퍼(245)를 더 포함할 수 있다.
- [0040] 수직 댐퍼(240)는 수직 방향에서 수평 방향으로 전환되는 제 1 테이블(210)로부터 전달되는 충격을 흡수하며, 제 1 테이블(210)이 수평 방향을 유지하도록 회전 전환 부재(230)와 함께 제 1 테이블(210)을 지지할 수 있다. 또한, 수직 댐퍼(240)는 상기 제 1 방향과 상기 제 2 방향에 수직하는 제 3 방향으로 서로 이격 배치될 수 있다. 수평 댐퍼(245)는 수평 방향에서 수직 방향으로 전환되는 제 1 테이블(210)로부터 전달되는 충격을 흡수하며, 제 1 테이블(210)이 수직 방향을 유지하도록 회전 전환 부재(230)와 함께 제 1 테이블(210)을 지지할 수 있다. 또한, 수평 댐퍼(245)는 상기 제 3 방향으로 서로 이격 배치될 수 있다.
- [0041] 도 3a와 도 3b를 참조하면, 회전 전환 부재(230)는 제 2 테이블(220)에 고정되는 제 1 하단부(DD), 제 1 하단부(DD)와 대향하는 제 1 상단부(UU) 및 제 1 힌지 공(235)을 포함하는 제 1 하부 수직 플레이트(232), 제 1 하부 수직 플레이트(232)와 소정 간격 배치되며, 제 2 테이블(220)에 고정되는 제 2 하단부(DD), 제 2 하단부(DD)와 대향하는 제 2 상단부(UU) 및 제 2 힌지 공(235')을 포함하는 제 2 하부 수직 플레이트(232'), 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 상단부(UU)와 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 상단부(UU) 사이를 결합시키는 제 3 하단부, 상기 제 3 하단부와 대향하며 제 1 테이블(210)에 고정되는 제 3 상단부 및 제 3 힌지 공(235)을 포함하는 상부 수직 플레이트(231) 및 제 1 힌지 공(235), 제 2 힌지 공(235) 및 제 3 힌지 공(235)을 관통하여 회전축을 제공하는 힌지 부재(237)를 포함할 수 있다.
- [0042] 일 실시예에서, 상부 수직 플레이트(231)는 수평 고정 홈(H)과 수직 고정 홈(V)을 더 포함하고, 제 1 하부 수직 플레이트(232)는 제 1 수평 고정 홈(233)과 제 1 수직 고정 홈(234)을 더 포함하고, 제 2 하부 수직 플레이트(232')는 제 2 수평 고정 홈(233')과 제 2 수직 고정 홈(234')을 더 포함할 수 있다.
- [0043] 회전 전환 부재(230)는 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 수평 고정 홈(233), 수평 고정 홈(H)과 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 수평 고정 홈(233')을 길이 방향으로 관통하여 장착되며, 수평 상태의 화학 기상 증착 장치(100)가 수직 방향으로 회전되는 것을 방지하는 안전 핀(236)를 더 포함할 수 있다. 또한, 도 3b와 같이, 안전 핀(236)이 선택적으로 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 수직 고정 홈(234), 수직 고정 홈(V)과 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 수직 고정 홈(234')을 길이 방향으로 관통하여 장착되는 경우, 수직 상태의 화학 기상 증착 장치(100)가 수평 방향으로 회전되는 것을 방지할 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, 도 1a와 도 2a와 같이, 화학 기상 증착 장치(100)가 수평 방향으로 유지되는 경우, 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 수평 고정 홈(233), 수평 고정 홈(H) 그리고 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 수평 고정 홈(233')이 길이 방향으로 안전 핀(236)의 관통 홈을 형성하지만, 도 3a에서와 같이, 상부 수직 플레이트(231)의 수직 고정 홈(V)이 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 수직 고정 홈(234)과 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 수직 고정 홈(234')의 방향과 불일치하여 안전 핀(236)이 장착될 수 있는 관통 홈이 형성되지 않는다. 반면, 도 1b와 도 2b와 같이, 화학 기상 증착 장치(100)가 수직 방향으로 유지되는 경우, 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 수직 고정 홈(234), 수직 고정 홈(V) 그리고 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 수직 고정 홈(234')이 길이 방향으로 안전 핀(236)의 관통 홈을 형성하지만, 도 3b에서와 같이, 상부 수직 플레이트(231)의 수평 고정 홈(H)이 제 1 하부 수직 플레이트(232)의 제 1 수평 고정 홈(233)과 제 2 하부 수직 플레이트(232')의 제 2 수평 고정 홈(233')의 방향과 불일치하여 안전 핀(236)이 장착될 수 있는 관통 홈이 형성되지 않는다.
- [0045] 일 실시예에서, 동력 전달 부재(PTU)는 실린더(CI), 실린더(CI) 내에 배치되는 피스톤(P) 및 피스톤(P)에 의해 수축 또는 팽창되는 피스톤 로드(PL)를 포함하는 유압 실린더, 공압 실린더 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 제 1 테이블(210)이 상기 제 2 방향(수평 방향)에서 상기 제 1 방향(수직 방향)으로 정렬되도록, 피스톤 로드(PL)가 회전 수축되어, 상기 수평 회전축(X)이 시계 반대방향으로 90° 회전되고, 제 1 테이블(210)이 상기 제 1 방향(수직 방향)에서 상기 제 2 방향(수평 방향)으로 정렬되도록, 피스톤 로드(PL)가 회전 팽창되어, 상기 수평 회전축(X)이 시계 방향으로 90° 회전될 수 있다. 구체적으로, 피스톤 로드(PL)이 수축하면서 동력 전달 부재(PTU)가 화살표방향(AD1)으로 회전 구동함으로써, 제 1 테이블(210)의 좌측 단부는 수직 아래 방향으로 힘(F1)을 받아, 제 1 테이블(210)은 상기 제 2 방향(수평 방향)에서 상기 제 1 방향(수직 방향)으로 회전될 수 있

다. 반면, 피스톤 로드(PL)이 팽창하면서 동력 전달 부재(PTU)가 화살표방향(AD2)으로 회전 구동함으로써, 제 1 테이블(210)의 좌측 단부는 수직 위 방향으로 힘을 받아, 제 1 테이블(210)은 상기 제 1 방향(수직 방향)에서 상기 제 2 방향(수평 방향)으로 회전될 수 있다.

[0046] 일 실시예에서, 동력 전달 부재(PTU)는 제 1 테이블(210)의 하단부와 고정되며, 피스톤 로드(PL)의 일단부와 경첩 연결되어 회동 가능한 연장부(CL)를 더 포함할 수 있다. 연장부(CL)는 지면에 수직 길이 방향을 가지며, 피스톤 로드(PL)와 회동 가능함으로써, 제 1 테이블(210)이 상기 제 2 방향(수평 방향)에서 상기 제 1 방향(수직 방향)으로 회전을 하거나 제 1 테이블(210)이 상기 제 1 방향(수직 방향)에서 상기 제 2 방향(수직 방향)으로 회전시킬 때, 회전 편차 없이 일정한 동력으로 제 1 테이블(210)을 회전시킬 수 있으며, 이로 인해 제 1 테이블(210)의 회전에 의해 발생할 수 있는 진동을 개선시킬 수 있다. 또한, 수직 방향의 연장부(CL)가 있는 경우, 수직 연장부(CL)를 사용하지 않는 경우보다 작은 동력으로 제 1 테이블(210)을 회전시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 수직 연장부(CL)는 제 1 테이블(210)을 구성하는 일부 구성 요소일 수 있다.

[0047] 일 실시예에서, 화학 기상 증착 장치(100)는 반응 챔버(150) 내에서 샘플 홀더(400)에 의해 지지되는 피처리체(PE)를 합성하는 반응 에너지 공급기(110)를 더 포함할 수 있다. 선택적으로, 화학 기상 증착 장치(100)는 반응 에너지 공급기(110)에 의해 합성된 피처리체(PE)의 표면 개질을 수행하는 플라즈마 발생기(120)를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 반응 에너지 공급기(110)를 통해 그래핀 성장 시 메탄 가스의 분해를 도와 카본이 낮은 온도에서 생성되면 그래핀의 성장 온도를 낮출 수 있으며, 플라즈마 발생기(120)를 통해 산소 라디칼을 그래핀 합성 중 발생시켜 그래핀 층 수나 결정립의 크기와 같은 특성을 제어할 수 있다.

[0048] 일 실시예에서, 반응 챔버(150)는 길이 방향으로 연장되고 내부에 피처리체(PE)가 수용되는 반응 공간을 제공할 수 있다. 또한, 반응 챔버(150)는 원통형 또는 각형일 수 있으나, 본 발명에서 반응 챔버(150)의 형태는 이들에 제한되지 않는다. 반응 에너지 공급기(110) 및 플라즈마 발생기(120) 중 어느 하나가 선택적으로 반응 공간에 인접하여 피처리체(PE)에 관한 공정을 수행할 수 있도록 반응 에너지 공급기(110) 또는 플라즈마 발생기(120)는 제 1 테이블(110) 상단에 고정된 레일(미도시함)을 통해서 반응 챔버(150)의 상기 길이 방향으로 이동 가능하게 반응 챔버(150)에 결합될 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에서, 피처리체(PE)는 원자들이 한 층으로 배열되어 있는 구조를 갖는 2 차원 물질로서, 수 나노 미터 이하의 두께를 가지므로 유연하고 투명한 소재에 활용성이 높다. 여기서, 상기 2 차원 물질은 원자 한 층 또는 수 층으로 이루어진 층들이 반데르발스의 약한 결합으로 적층된 반데르발스 물질(van der Waals materials) 또는 층간 물질(layered materials)를 의미한다. 예컨대, 반데르발스 물질은 그래핀(graphene), 육방정 질화 붕소(hexagonal boron nitride), 산화물(oxide), 전이금속칼코겐(transition metal chalcogenide, 예, MoS<sub>2</sub>, WS<sub>2</sub>, MoSe<sub>2</sub>, WSe<sub>2</sub>, ReS<sub>2</sub>, ReSe<sub>2</sub>, MoTe<sub>2</sub>, WTe<sub>2</sub>, ZrS<sub>2</sub>, ZrSe<sub>2</sub>, NbS<sub>2</sub>, NbSe<sub>2</sub>, GaSe, GaTe, InSe, Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>), 흑린(black phosphorus), 실리신(Silicene) 및 보로핀(Borophene) 중 어느 하나 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 이러한 2 차원 물질의 합성 기술은 2 차원 물질의 산업화에 가장 필수적인 요소이다. 특히, 다양한 특성을 가지는 2 차원 물질의 합성을 통해, 상기 2 차원 물질의 특성 변화 및 성장이 동시에 달성될 수 있다. 또한, 상기 2 차원 물질의 표면 특성을 변화시켜 상기 2 차원 물질의 특성을 제어할 수 있다. 이러한 상기 2 차원 물질의 특성을 다양하게 제어함으로써, 필요한 용도에 맞는 2 차원 물질이 만들어질 수 있다. 그러나, 본 발명에서, 피처리체(PE)는 2 차원 물질에 한정되지 않는다.

[0050] 반응 챔버(150)는 유리, 석영, 스테인레스, 알루미늄, 사파이어, 및 세라믹 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 반응 챔버(150)는 고주파가 투과할 수 있는 유전체로 구성될 수 있다. 반응 챔버(150)가 석영과 같이 자외선이 바로 투과할 수 있는 재질을 선택하는 경우, 자외선을 바로 피처리체(PE)에 공급됨으로써, 살균 효과를 가질 수 있다. 그러나, 본 발명에서, 반응 챔버(150)의 재질은 이들에 한정되지 않으며, 경우에 따라서, 전기 절연성이 좋아 전기 부품으로 많이 사용되는 폴리카보네이트(polycarbonate) 및 폴리에틸렌(polyethylene)과 같은 합성수지를 사용할 수도 있으며, 에폭시(epoxy)로 충전된 유리 적층물을 사용할 수도 있다. 상기 표면 개질은 단계적 에칭(layer-by-layer etching), 도핑(doping), 결함 생성(defect generation), 표면 정리(surface cleaning), 친수성 조절(control of hydrophilicity) 중 적어도 하나일 수 있다.

[0051] 반응 에너지 공급기(110)는 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition; CVD) 방식, 원자 층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식 및 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition, PVD) 방식 중 어느 하나를 이용하여 피처리체(PE)를 합성할 수 있다. 상기 CVD 방식은 상압 화학적 증착(Atmospheric Pressure CVD, APCVD), 저압화학적증착(Low Pressure CVD, LPCVD), 플라즈마 화학적 증착(Plasma Enhanced CVD, PECVD) 및 유기금속기상증착법(Metal-organic CVD, MOCVD) 중 어느 하나를 이용할 수 있으며, 상기 PVD 방식은 열증발진공증

착법(Thermal evaporation deposition), 스퍼터링증착법(Sputtering deposition) 및 이온빔보조증착법(Ion-beam assisted deposition) 중 어느 하나를 이용할 수 있다. 그러나, 본 발명은 이들 방식에 제한되지 않는다.

- [0052] 일 실시예에서, 화학 기상 증착 시스템(100)는 반응 챔버(150)의 제 1 단부와 결합되는 제 1 마감 부재(130) 및 제 1 마감 부재(130)와 대향하며, 반응 챔버(150)의 제 2 단부와 결합되는 제 2 마감 부재(140)를 더 포함할 수 있다. 또한, 제 2 마감 부재(140)와 결합되어 반응 챔버(150) 내부로 공정 가스를 주입하는 가스 공급부(미도시함) 및 제 1 마감 부재(130)와 결합되어 반응 챔버(150)의 외부로 가스를 배출시키는 배기부(미도시함)를 더 포함할 수 있다. 제 1 마감 부재(130)는 제 1 고정부(135L)에 의해 지지되며, 제 2 마감 부재(140)는 제 2 고정부(135R)에 의해 지지됨으로써, 길이 방향의 반응 챔버(150)를 수평 또는 수직 방향으로 유지시킬 수 있다.
- [0053] 일 실시예에서, 화학 기상 증착 장치(100)는 플라즈마 발생기(120)에 제어 신호 또는 전력을 공급하고, 반응 챔버(150)의 내부로 플라즈마 공정 가스가 공급되거나 상기 반응 튜브 외부로 상기 플라즈마 공정 가스가 배출되도록 상기 가스 공급부 또는/및 상기 배기부를 제어하는 플라즈마 제어기(미도시함)를 더 포함할 수 있다.
- [0054] 또한, 화학 기상 증착 장치(100)는 반응 에너지 공급기(110)에 제어 신호 또는 전력을 공급하고, 반응 에너지 공급기(110)의 이동을 제어하며, 반응 챔버(150) 내부로 반응 공정 가스가 공급되거나 반응 챔버(150) 외부로 상기 반응 공정 가스가 배출되도록 상기 가스 공급부 또는/및 상기 배기부를 제어하는 반응 제어기(미도시함)를 더 포함할 수 있다.
- [0055] 상기 반응 제어기 및 상기 플라즈마 제어기는 하나의 제어 모듈(300)로서 구현되어, 제 2 테이블(300)의 내부 공간에 배치 및 고정될 수 있다. 제어 모듈(300)은 전반적인 화학 기상 증착 장치(100)를 제어하는 모듈로서 적어도 하나의 프로세서 칩, 소프트웨어 또는 이들의 집합체로 구현될 수 있다. 예컨대, 상기 제어 모듈은 반응 챔버(150)의 반응 공간 내에 배치된 피처리체(PE)의 합성 및 표면 개질이 수행될 수 있도록, 반응 에너지 공급기(110), 플라즈마 발생기(120), 상기 가스 공급부 또는/및 상기 배기부 중 적어도 하나를 제어할 수 있다. 더불어, 상기 반응 제어기 또는 상기 플라즈마 제어기는 입력 모듈, 출력 모듈 및 전력 공급 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0056] 제어 모듈(300)은 후술할 입력 모듈에 의해 선택된 플라즈마 처리의 종류 또는/및 상기 선택된 플라즈마 처리를 위한 입력 파라미터(예: 기체 종류/유량, 주파수, 전력, 시간)에 대한 정보를 상기 입력 모듈로부터 수신하고, 상기 선택된 플라즈마 처리를 위한 입력 파라미터를 결정할 수 있다.
- [0057] 또한, 제어 모듈(300)은 상기 선택된 플라즈마 처리에 대응하는 주파수를 갖는 전력이 플라즈마 발생기(120)로 공급될 수 있도록 전력 공급 모듈(미도시함)을 제어할 수 있다. 상기 제어 모듈은 상기 선택된 플라즈마 처리에 대응하는 기체 유량이 외부에서 반응 챔버(150)로 공급되도록 제어할 수 있다. 상기 제어 모듈은 상기 선택된 플라즈마 처리에 따라 기결정된 시간 동안 플라즈마가 형성되도록 플라즈마 발생기(120)를 제어할 수 있다. 상기 전력 공급 모듈은 상기 제어 모듈의 제어에 따라, 상기 선택된 플라즈마 처리에 대응하는 전력을 플라즈마 발생기(120)에 공급할 수 있다.
- [0058] 반응 챔버(150)는 내부에 피처리체가 배치되며, 상기 전력 공급 모듈로부터 공급받은 상기 선택된 플라즈마 처리에 대응하는 전력과 상기 제어 모듈의 제어에 따라 유입되는 공정 가스(예: 반응 가스 또는 플라즈마 처리를 위한 가스)를 기반으로, 기결정된 시간 동안 화학 반응 또는 플라즈마를 발생시켜서, 피처리체(PE)의 특성을 변화시킬 수 있다. 플라즈마 처리(PE)는 플라즈마 상태에서 발생하는 이온중에 의해 물리적 반응 기구와 플라즈마 상태에서 발생하는 중성중에 의한 화학적 반응 기구 중 적어도 하나에 의해 수행될 수 있다.
- [0059] 상기 입력 모듈은 화학 기상 증착 시스템(100)의 동작 제어를 위한 입력 데이터를 발생시키고 이를 상기 제어 모듈로 제공할 수 있다. 상기 입력 모듈은 키 패드(key pad), 키보드, 기구 물리적 또는 전기 기계식 스위치(예: 스위치 기어, 압력 스위치, 푸시 버튼 스위치, 돔 스위치), 터치 패드(정압/정전), 터치 패널, 조그 휠, 조그 스위치, 음성인식 장치 또는 이들의 조합으로 구성될 수 있다. 하지만, 본 발명에서 입력 모듈(40)의 구성은 이들에 한정되지 않는다.
- [0060] 예컨대, 사용자 인터페이스 또는 사용자 입력(혹은 조작)에 의해, 피처리체의 특성 변화와 관련된 다수의 플라즈마 처리들 중 어느 하나가 선택될 때, 상기 입력 모듈은 선택된 플라즈마 처리와 관련된 입력 파라미터에 대한 정보를 상기 제어 모듈로 제공할 수 있다. 상기 선택된 플라즈마 처리는 단계적 에칭(layer-by-layer etching), 도핑(doping), 결함 생성(defect generation), 표면 정리(surface cleaning), 친수성 조절(control of hydrophilicity) 중 하나일 수 있고, 상기 입력 파라미터는 상기 선택된 플라즈마 처리를 위한 기체 종류/유량, 주파수, 전력 및 시간 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.



- [0061] 일부 실시예에서, 상기 입력 파라미터 값은 플라즈마 처리의 종류뿐만 아니라 특성을 변화시키려는 피처리체의 종류에 따라서 변경될 수 있다. 예를 들어, 그래핀에 대해 플라즈마 에칭을 하는 경우의 입력 파라미터(예: 기체 종류/유량, 주파수, 전력 및 시간)하고 전이금속 칼코겐에 대해 플라즈마 에칭을 하는 경우의 입력 파라미터는 서로 상이하게 설정될 수 있다.
- [0062] 상기 출력 모듈은 동작 제어를 위한 출력 데이터를 상기 제어 모듈로부터 수신하고, 이를 처리할 수 있다. 상기 출력 모듈은 LCD(Liquid Crystal Display) 디스플레이 같은 표시 장치, 스피커, LED 표시등, 또는 이들의 조합으로 구성될 수 있다. 하지만, 본 발명에서 상기 출력 모듈의 구성은 이들에 한정되지 않는다. 일부 실시예에서, 상기 입력 모듈과 상기 출력 모듈은 하나의 디스플레이 장치로 통합될 수 있다. 예컨대, 디스플레이 장치에서 터치 입력이 발생되면, 터치 입력에 대응하는 출력 결과가 표시될 수 있다.
- [0063] 일 실시예에서, 제 1 테이블(210) 상에 배치되는 반응 에너지 공급기(110), 플라즈마 발생기(120), 제 1 마감 부재(130) 및 제 2 마감 부재(140) 중 적어도 하나는 레일 같은 가이드 부재와 결합되어, 이동 가능할 수 있다. 예컨대, 수평 방향에서 좌우 이동 가능하고, 수직 방향에서 상하 이동이 가능하다.
- [0064] 이러한 화학 기상 증착 시스템(10)은 근거리 증착과 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)와 같은 공정이 적용 가능하다. 상기 근거리 증착은 두 종류의 기판(원료 물질이 도포된 소스 기판과 반도체가 성장하는 타겟 기판)을 사용하게 된다. 원료 물질인 Mo, W 등의 전이금속을 sputter/evaporator로 기판에 증착하여 금속박막 공급원으로 사용하고, 타겟 기판의 윗면이 소스 기판을 향하도록 위치시킨다. 이후 비활성 기체를 흘리며 퍼니스를 가열하고, 목표온도에 도달 시 반응 기체 (O<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>S 등)를 흘려주어 2차원 반도체를 합성하는 방법이다. 상기 MOCVD는 Mo(CO)<sub>6</sub>과 W(CO)<sub>6</sub>와 같은 유기 금속 원료와 칼코겐 원료를 기체 상태로 반응시켜 기판 위에 박막을 형성하는 방법이다. 상기 유기 금속 원료를 가열하여 기화시킨 후 반응 챔버 내부에 공급하여 공정을 진행한다. 본 발명의 화학 기상 증착 시스템에 유기 금속 원료의 가열 및 제어/공급이 가능한 시스템(예: bubbler)을 추가 장착하여 대면적 기판에 2차원 반도체의 박막 형성이 가능하다.
- [0066] 일 실시예에서, 화학 기상 증착 시스템(10)을 이용하여 2차원 물질을 합성하기 위한 동작을 살펴보면, 먼저 반응 챔버(150)를 수평 방향으로 정렬한 후 샘플 홀더(400)를 이용하여 소스 기판과 타겟 기판을 로딩하고, 샘플 로딩 후에 유압 실린더 같은 동력 전달 부재(PTU)를 이용하여 수평 상태의 반응 챔버(150)를 수직 방향으로 회전시켜서 2차원 물질 합성이 가능하다. 또한, 샘플 홀더(400)가 기체의 주입 방향과 평행하게 기판을 지지하도록 설계되어 기체가 샘플 기판에 균일하게 퍼질 수 있다.
- [0067] 따라서, 수평 상태에서 반응 챔버(150)의 내부의 샘플 로딩이 용이하며, 샘플 홀더의 간편한 교체が可能하고, 다양한 환경적인 요인 통제 하에서 2차원 물질 합성이 가능하며, 대면적에 걸쳐서 균일한 2 차원 물질을 합성할 수 있다.
- [0069] 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 샘플 홀더의 평면도이고, 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 샘플 홀더의 측면도이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 피처리체(PE)를 거치하는 샘플 홀더(400)의 사시도이다.
- [0070] 도 4a, 도 4b 및 도 5를 참조하면, 일 실시예에서, 샘플 홀더(400)는 반응 챔버(150)의 일단부와 체결되는 연장 부재(410) 및 연장 부재(410)와 탈부착이 가능한 일단부와 타단부를 포함하는 로딩부(420)를 포함할 수 있다. 또한, 로딩부(420)의 타단부는 자유단으로서, 피처리체(PE)의 일부 둘레를 따라 결합되는 적어도 하나 이상의 체결홈(LG)을 포함할 수 있다. 도 4a 내지 도 4b에서는 하나의 체결홈(LG)을 예시로 들었지만, 피처리체(PE)를 수용하는 자유단의 로딩부(420)의 두께(t)에 따라 복수 개의 체결홈(LG)들이 상기 자유단에 형성될 수 있다.
- [0071] 체결홈(LG)에 기체가 축적되어 기체의 움직임을 방해하는 현상을 최소화하기 위한 홀(H)이 추가될 수 있다. 일 실시예에서, 반응 챔버(150) 내로 흐르는 기체가 체결홈(LG)에 고이지 않도록, 적어도 하나 이상의 홀(H)이 체결홈(LG)내에 배열될 수 있다. 체결홈(LG)에 홀(H)이 없는 경우, 반응 챔버(150) 내로 흐르는 기체가 체결홈(LG)에 고여서 상대적으로 체결홈(LG) 또는 체결홈(LG)과 인접한 부분에 기체의 농도가 증가하게 되며, 이로 인해 전면적으로 균일하게 피처리체(PE) 상에 2차원 물질의 합성이 어려울 수 있다.
- [0072] 다른 실시예에서, 샘플 홀더(400)의 연장 부재(410) 및 로딩부(420)의 적어도 일부는 중공을 가지며, 상기 중공은 연장 부재(410)를 따라 로딩부(420)로 연장되어, 체결홈(LG)과 연결될 수 있다. 따라서, 샘플 홀더(400)의 중공을 통해서 반응 챔버(150) 내로 흐르는 기체가 흐를 수 있으며 이로 인해 체결홈(LG)에 기체가 고이지 않게 될 수 있다.
- [0073] 일 실시예에서, 원료 기체와 샘플 홀더(400)의 반응에 의한 샘플의 영향을 최소화하기 위하여 로딩부(420)의 재

질은 석영(또는 반응성이 적은 다른 물질)으로, 연장 부재(410)는 샘플 홀더 및 장비의 안정성을 확보하기 위하여 SUS(혹은 가볍고 강도가 우수한 물질)를 포함할 수 있다. 또한, 로딩부(420)와 연장 부재(410)의 탈부착이 가능하여 로딩부(420)의 교체가 가능하고 여러 형태의 로딩부(420)를 사용하여 다양한 공정이 가능하다.

[0074] 또한, 로딩부(420)의 집게 형상 구조가 길이 방향과 평행하게 형성될 수 있으며, 하기 도 6a 내지 도 6d와 같이 로딩부(420)의 집게 형상 구조가 길이 방향과 수직하게 형성될 수 있다.

[0076] 도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 샘플 홀더의 평면도이고, 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 샘플 홀더의 측면도이며, 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반응 챔버 내에 샘플 기판을 거치하는 샘플 홀더의 사시도이다.

[0077] 도 6a 내지 도 6b의 샘플 홀더(400)는 로딩부(420)의 집게 형상 구조가 길이 방향과 수직하게 형성되는 것을 빼고, 도 4a 내지 도 4b의 샘플 홀더(400)와 동일하므로, 모순되지 않는 한 도 6a 내지 도 6b의 샘플 홀더(400)의 상세한 설명은 도 4a 내지 도 4b의 샘플 홀더(400)의 설명을 참조할 수 있다.

[0079] 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 반응 챔버 내에 복수의 샘플 기판을 배치하는 예를 보여주는 도면이고, 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 반응 챔버 내에 복수의 샘플 기판을 배치하는 예를 보여주는 도면이다.

[0080] 도 8a를 참조하면, 하나의 샘플 홀더(400) 내에 복수의 체결홈들(LG)을 이용하여 소스 기판(SS) 및 타깃 기판(TG)을 기체의 흐름과 평행하게 배치할 수 있다. 구체적으로, 제 1 체결홈들(LG)에 소스 기판(SS)을 배치하고, 제 2 체결홈들(LG)에 타깃 기판(TG)을 배치함으로써, 하나의 샘플 홀더(400)를 이용하여 소스 기판(SS)과 타깃 기판(TG)을 서로 대향시켜 이격 배치시킬 수 있다.

[0081] 도 8b를 참조하면, 두 개의 샘플 홀더들(400)를 각각 반응 챔버의 일단부에 고정시키고, 자유단에는 소스 기판(SS)과 타깃 기판(TG)을 고정시켜, 소스 기판(SS)과 타깃 기판(TG)을 기체의 흐름과 평행하게 하도록 하며, 서로 대향시켜 이격 배치시킬 수 있다.

[0082] 도 9a를 참조하면, 도 6a 내지 도 6d 같이 집게 형상 구조가 길이 방향과 수직하게 형성된 샘플 홀더(400) 내에 복수의 체결홈들(LG)을 이용하여 소스 기판(SS) 및 타깃 기판(TG)을 기체의 흐름과 수직하게 배치할 수 있다. 구체적으로, 제 1 체결홈들(LG)에 소스 기판(SS)을 배치하고, 제 2 체결홈들(LG)에 타깃 기판(TG)을 배치함으로써, 하나의 샘플 홀더(400)를 이용하여 소스 기판(SS)과 타깃 기판(TG)을 서로 대향시켜 이격 배치시킬 수 있다.

[0083] 도 9b를 참조하면, 두 개의 샘플 홀더들(400)를 각각 반응 챔버의 일단부에 고정시키고, 자유단에는 소스 기판(SS)과 타깃 기판(TG)을 고정시켜, 소스 기판(SS)과 타깃 기판(TG)을 기체의 흐름과 수직하게 하도록 하며, 서로 대향시켜 이격 배치시킬 수 있다.

[0085] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따른 화학 기상 증착 장치의 반응 에너지 공급기(110)와 플라즈마 발생기(120)를 설명하기 위한 도면이다.

[0086] 도 10a를 참조하면, 반응 에너지 공급기(110)는 반응 챔버(150)가 통과되는 관통홀을 갖는 지지체(HT) 및 지지체(HT)에 결합되며 반응 공간(S) 내부에 열 에너지 또는 광 에너지를 공급할 수 있는 가열 부재(미도시함)를 포함할 수 있다. 또한, 지지체(HT)는 상기 가열 부재로부터의 열 에너지 또는 광 에너지를 반응 챔버(150)로 전달할 수 있다. 상기 가열 부재는 저항선 또는 유도 가열을 위한 코일이 패턴을 가지며 지지체(HT) 내벽 또는 외벽에 형성될 수 있다. 그러나, 본 발명에서, 상기 반응 에너지 발생 소스는 이들에 제한되지 않는다. 예컨대, 상기 가열 부재는 할로젠 램프 또는 전도성을 갖는 금속 박막이 증착된 면상 발열체가 이용될 수 있다.

[0087] 또한, 반응 에너지 공급기(110)는 관통홀을 통해 반응 챔버(150)의 길이 방향(예: x 방향)으로 이동하도록 하기 위해, 반응 챔버(150)의 연장 방향으로 이동하는 것을 안내하는 적어도 하나의 안내부(GR1, GR2)가 결합될 수 있다. 예컨대, 반응 에너지 공급기(110)는 바퀴 형태 또는 슬라이드 형태의 레일을 통해 안내되어 이동될 수 있다. 또는 반응 에너지 공급기(110)는 제 1 테이블(210) 상에 나사 및 볼트 같은 고정 부재를 통해 고정될 수 있다.

[0088] 도 10b를 참조하면, 플라즈마 발생기(120)는 반응 챔버(150)의 외벽에 결합되어 반응 챔버(150) 내부에 전위차를 발생시킬 수 있는 제 1 전극(G1) 및 제 2 전극(G2)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제 3 전극(G3)이 더 포함될 수 있다. 제 1 전극(G1), 제 2 전극(G2) 및 제 3 전극(G3)은 반응 챔버(150)를 둘러싸는 환형 전극일

수 있다. 그러나, 본 발명에서 이들에 한정되지 않는다.

- [0089] 제 1 전극(G1), 제 2 전극(G2) 및 제 3 전극(G3)은 반응 챔버(150)의 길이 방향으로 서로 이격되어 반응 챔버(150)의 외벽에 결합될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 전극(G1), 제 2 전극(G2) 및 제 3 전극(G3)은 일체화되어 구현될 수 있으며, 제 1 전극(G1)과 제 2 전극(G2) 사이 그리고 제 2 전극(G2)과 제 3 전극(G3) 사이는 절연체로 분리될 수 있다. 또한, 제 1 전극(G1) 및 제 3 전극(G3)은 접지와 연결되며 제 2 전극(G2)은 교류 전원 또는 직류 전원과 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 전극(G1) 및 제 3 전극(G3)은 교류 전원 또는 직류 전원과 연결되며 제 2 전극(G2)은 접지와 연결될 수 있다.
- [0090] 제 1 전극(G1) 및 제 3 전극(G3)은 접지와 연결되어 제 2 전극(G2)을 통해 교류 전원 또는 직류 전원이 공급되거나, 제 2 전극(G2)이 접지와 연결되고 제 1 전극(G1) 및 제 3 전극(G3)을 통해 교류 전원 또는 직류 전원이 공급되거나 교류 전원 또는 직류 전원이 공급됨으로써, 반응 공간(S) 내에서 플라스마의 분포가 대칭적으로 유지될 수 있다. 반면, 제 3 전극(G3)이 없는 환경에서, 제 1 전극(G1)이 접지와 연결되고 제 2 전극(G2)을 통해 교류 전원 또는 직류 전원이 공급되거나, 제 2 전극(G2)이 접지와 연결되고 제 1 전극(G1)을 통해 교류 전원 또는 직류 전원이 공급될 때, 반응 공간(S) 내에서 플라스마의 분포가 비대칭적으로 유지될 수 있다.
- [0091] 플라스마 발생기(120)는, 제 1 전극(G1), 제 2 전극(G2) 및 제 3 전극(G3) 중 적어도 하나를 반응 챔버(150)에 고정시키는 고정 부재(BT)를 더 포함할 수 있다. 고정 부재(BT)는 볼트, 스크류, 나사 중 어느 하나일 수 있지만 이들에 제한되지 않는다. 4 개의 고정 부재(BT)가 반응 챔버(150)와 결합되어, 제 1 전극(G1), 제 2 전극(G2) 또는 제 3 전극(G3)은 각각 일체형으로 반응 챔버(150)에 고정될 수 있다. 그러나, 4 개의 고정 부재(BT)는 하나의 예시일 뿐, 전극마다 4 개 이하 또는 4 개 이상의 고정 부재(BT)가 사용될 수 있다.
- [0092] 본 발명의 다른 실시예에서, 전극(G1), 제 2 전극(G2) 또는 제 3 전극(G3)은 일체형 대신 하기 도 3c와 같이, 상하로 분리될 수 있다. 이하, 전극(G1), 제 2 전극(G2) 또는 제 3 전극(G3)는 분리형 전극이라 칭하다.
- [0094] 전술한 실시예들에 따르면, 반응 에너지 공급기(110)와 플라스마 발생기(120)를 하나의 반응 챔버(150)를 통해, 반응 공간을 제공함으로써, 증착 같은 합성 공정 후 공기에 대한 노출 없이 표면 개질을 할 수 있고, 합성 중 예외 위치(in-situ)에서 플라스마 처리가 가능함으로써 안정성이 높은 이점을 가질 수 있다. 종래의 방식은 물질 합성 후 공기 중에 노출된 상태에서 표면 개질을 위한 공정 장비로 이송됨으로써, 합성된 물질에 원하지 않는 도핑이나 오염의 가능성이 있다. 또한, 본 발명의 플라스마 발생기는 원료 분해를 가능하게 저온 공정을 구현할 수 있고, 동시에 표면 처리 가능하다는 이점을 갖는다.
- [0096] 일반적으로, 2차원 반도체 물질 합성은 화학 기상 증착 장비를 이용하여 고상의 전구체를 증발시켜 전이금속과 칼코겐 원소를 공급함으로써 수행될 수 있다. 수평형 화학 기상 증착 장비의 경우, 샘플 로딩이 용이하지만, 샘플을 수용하는 반응 챔버의 직경이 클 경우 기체의 흐름이 중력의 영향을 받기 때문에 합성 물질이 불균일하게 성장될 수 있다. 반면, 수직형 화학 기상 증착 장비의 경우 챔버의 직경 크기와 상관없이 균일한 기체 흐름을 제공할 수 있기 때문에 합성 물질이 균일하게 성장시킬 있으나, 샘플 로딩이 수평형 화학 기상 증착 장비 비해 복잡하고 어렵다.
- [0097] 전술한 바와 같이, 본 발명의 화학 기상 증착 시스템(10)은, 반응 챔버(150)를 수평으로 유지한 후 샘플 기판을 로딩하고, 이후 2차원 물질 같은 물질을 합성하기 위해서 반응 챔버(150)를 수직으로 회전시킴으로써, 샘플 로딩이 용이하고 균일한 합성이 가능하다. 또한, 본 발명의 화학 기상 증착 시스템(10)에서 수평 또는 수직 상태의 반응 챔버 내부로 공급될 반응 기체의 흐름 방향과 평행하도록 피처리체를 지지하는 샘플 홀더(400)를 제안하고 있으며, 플라스마 발생기(120)를 선택적으로 추가할 수 있으며, 플라스마 발생기(120)를 이용한 저온 합성이 가능하다. 또한, 플라스마 발생기(150)를 추가하더라도 반응 에너지 공급기(110)와 동일한 반응 챔버(150)를 공용으로 사용가능하기 때문에, 반응 챔버(150) 내의 합성한 피처리체를 플라스마 처리하기 위한 다른 반응 챔버로 번거롭게 이동시킬 필요없이, 본 발명의 화학 기상 증착 장치(100)는 하나의 반응 챔버(150) 내에서 합성 및 플라스마 처리가 가능하다.
- [0099] 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

## 부호의 설명

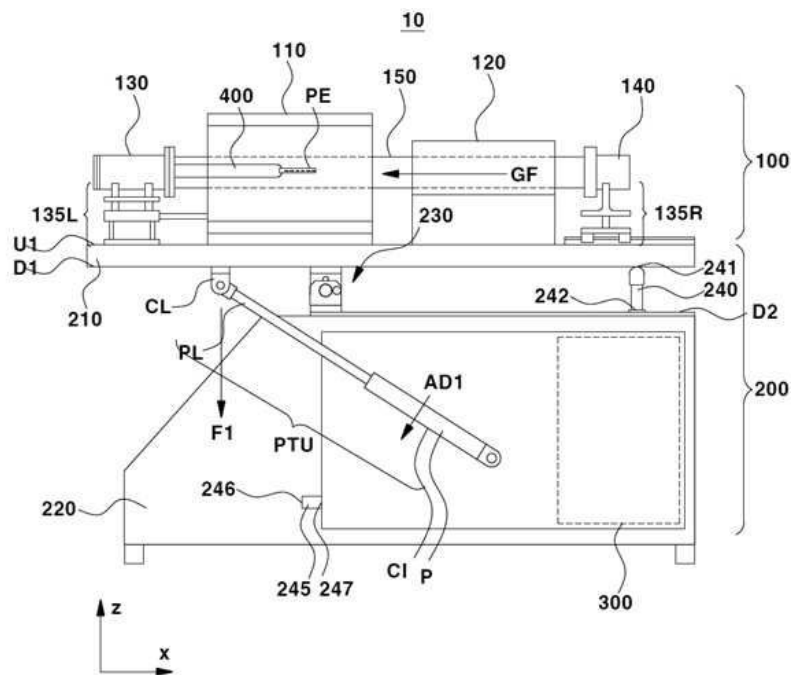
- [0101] 10: 화학 기상 증착 시스템



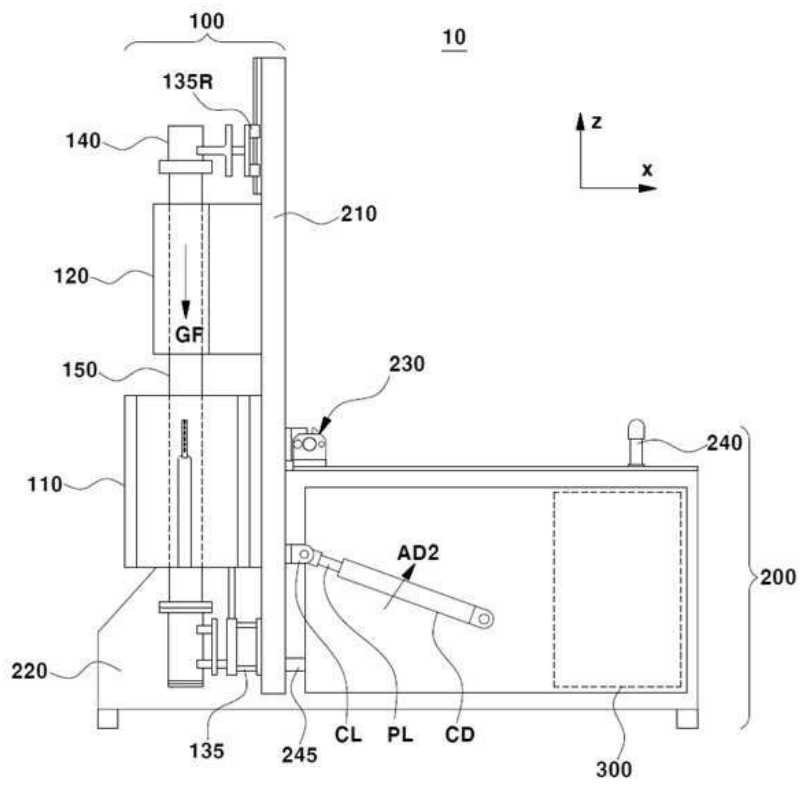
- 100: 화학 기상 증착 장치
- 120: 제 1 테이블
- 130: 제 1 마감 부재
- 140: 제 2 마감 부재
- 150: 반응 챔버
- 200: 장치용 거치대
- 210: 제 1 테이블
- 220: 제 2 테이블
- 230: 회전 전환 부재
- 400: 샘플 홀더
- PE: 피처리체
- PTU: 동력 전달 부재
- PL: 피스톤 로드
- CL: 연장부

도면

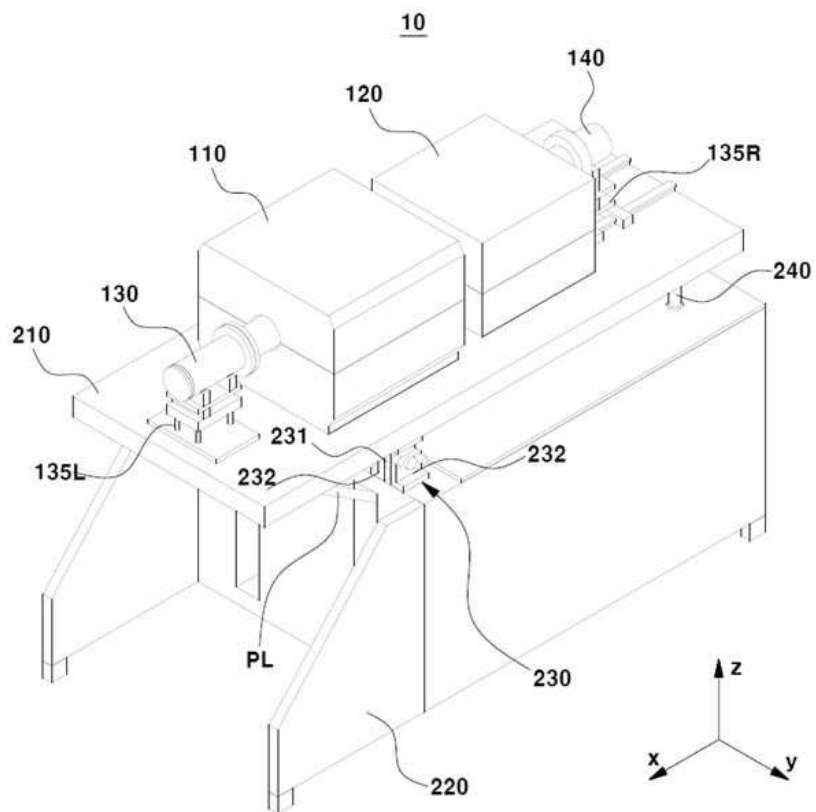
도면1a



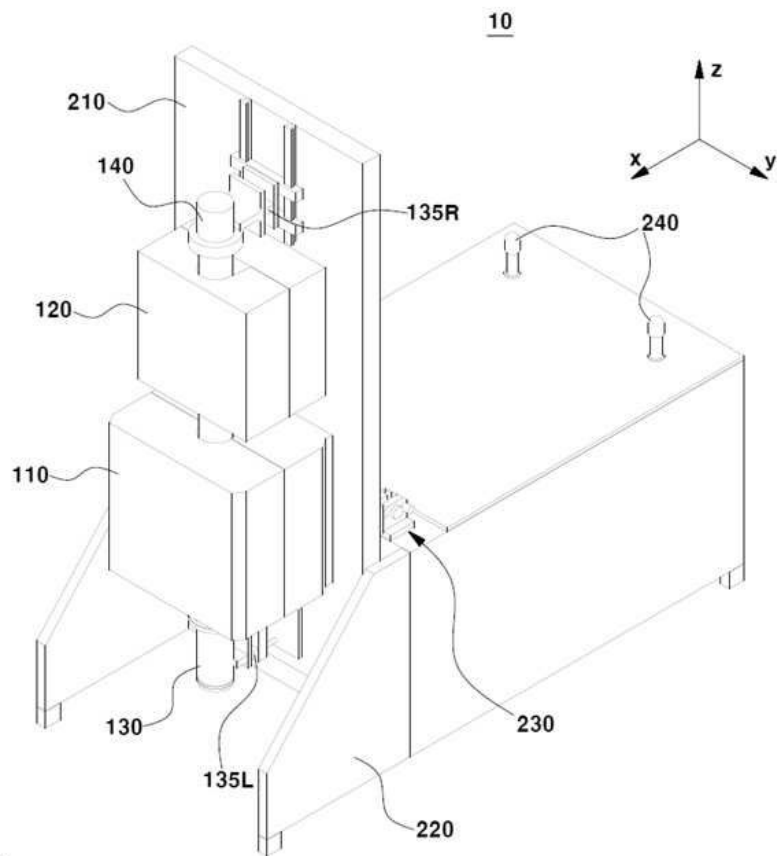
도면1b



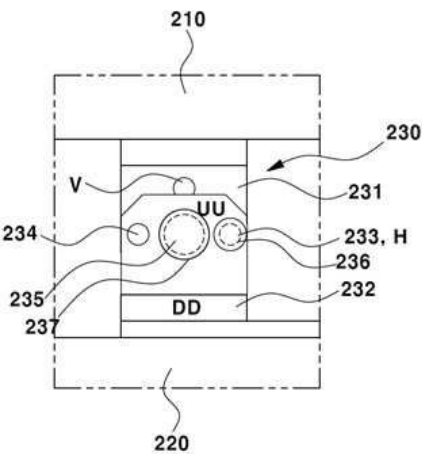
도면2a



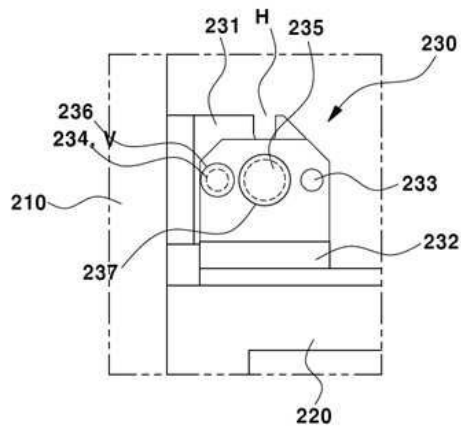
도면2b



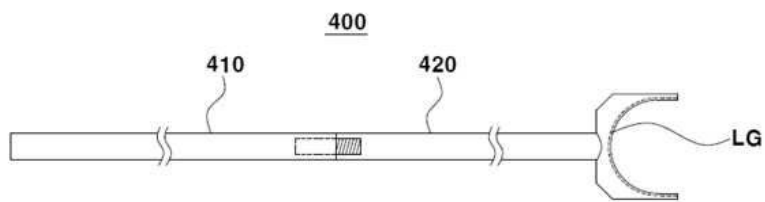
도면3a



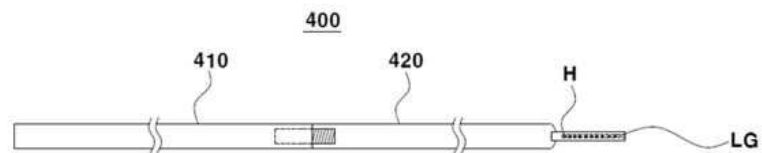
도면3b



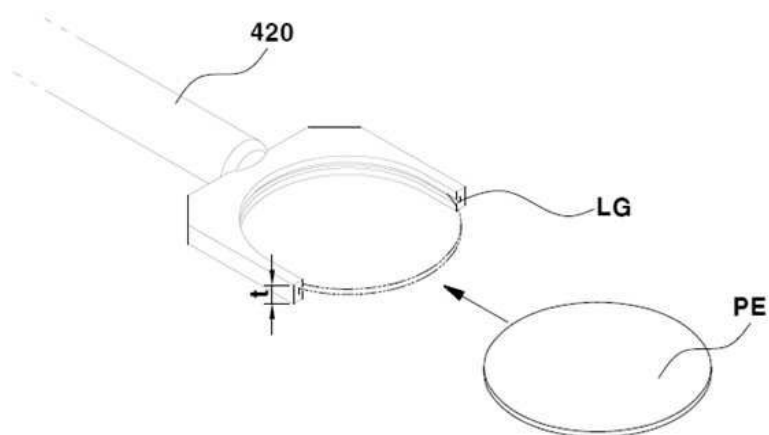
도면4a



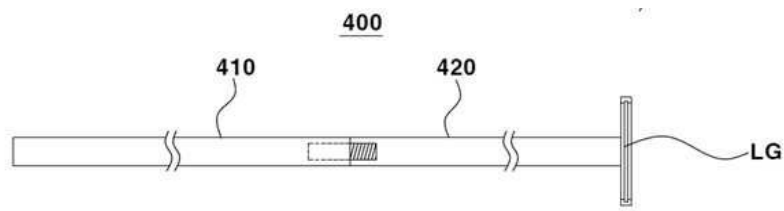
도면4b



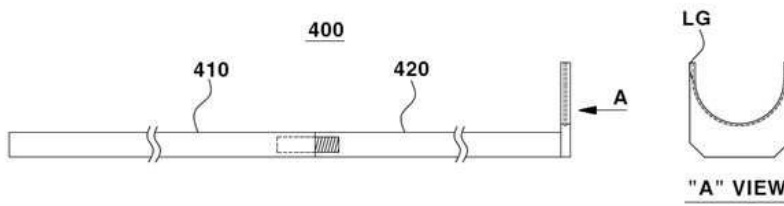
도면5



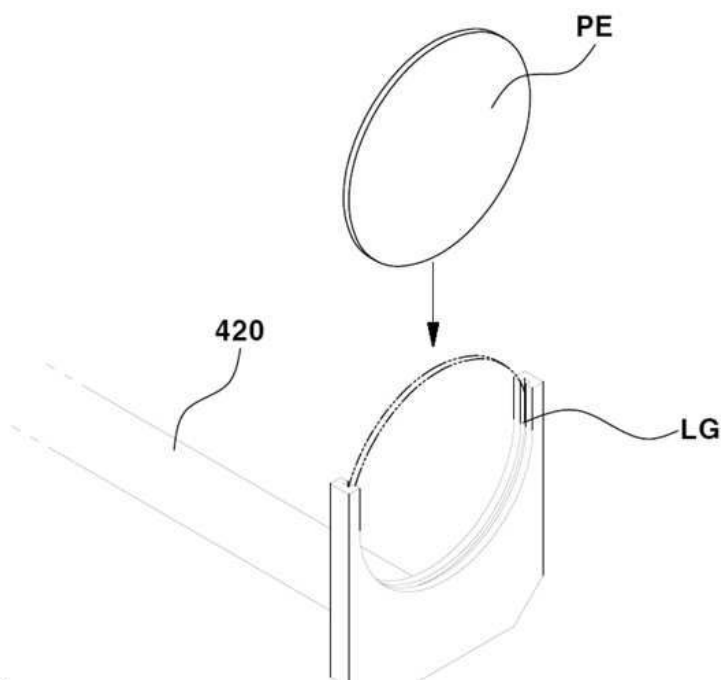
도면6a



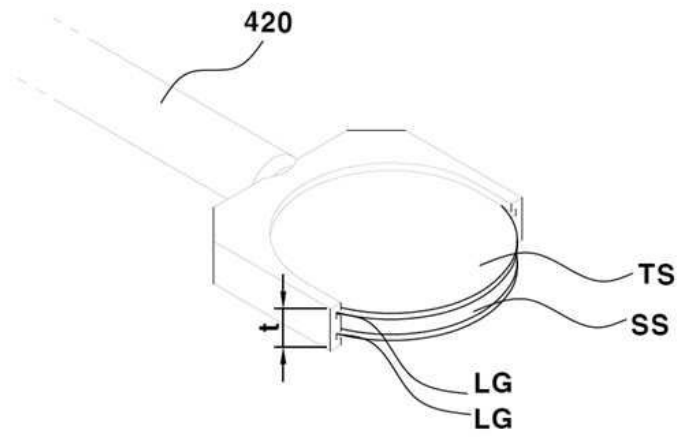
도면6b



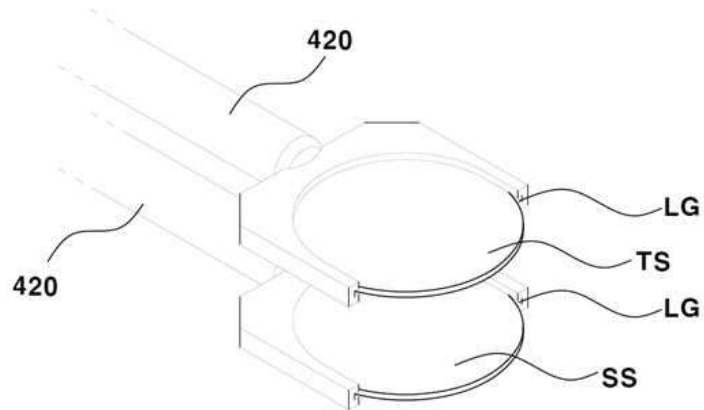
도면7



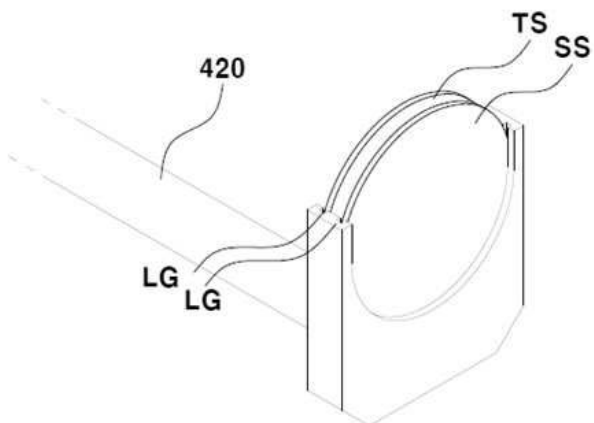
도면8a



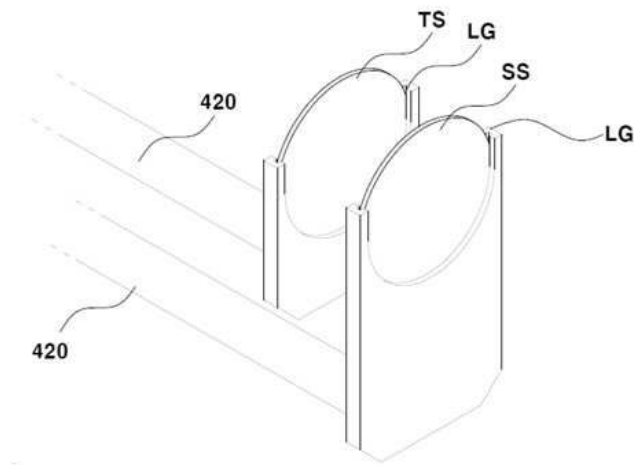
도면8b



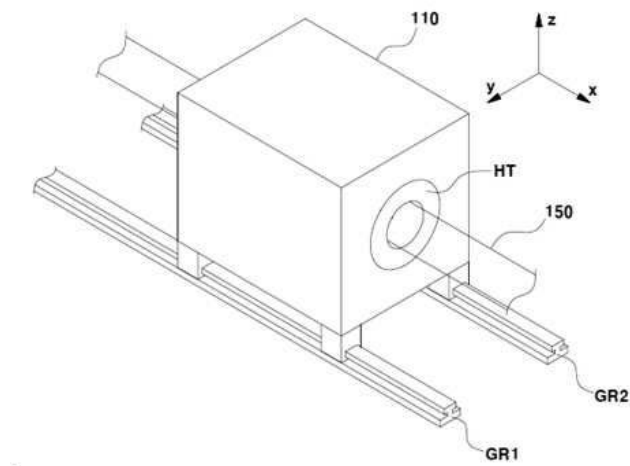
도면9a



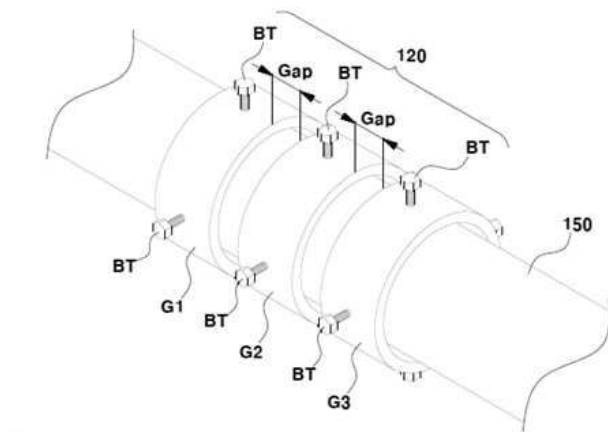
도면9b



도면10a



도면10b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12



【변경전】

제 11 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는,

상기 반응 튜브의 외벽에 결합되어 상기 반응 튜브 내에 전위차를 발생시킬 수 있는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

【변경후】

제 11 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는,

상기 반응 챔버의 외벽에 결합되어 상기 반응 챔버 내에 전위차를 발생시킬 수 있는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

제 11 항에 있어서,

상기 반응 에너지 공급기는,

상기 반응 튜브가 통과되는 관통홀을 갖는 지지체; 및

상기 지지체에 결합되며 상기 반응 공간 내에 열 에너지 또는 광 에너지를 공급할 수 있는 가열 부재를 포함하는 화학 기상 증착 시스템.

【변경후】

제 11 항에 있어서,

상기 반응 에너지 공급기는,

상기 반응 챔버가 통과되는 관통홀을 갖는 지지체; 및

상기 지지체에 결합되며 상기 반응 공간 내에 열 에너지 또는 광 에너지를 공급할 수 있는 가열 부재를 포함하는 화학 기상 증착 시스템.