



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월08일  
(11) 등록번호 10-2224035  
(24) 등록일자 2021년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C23C 16/452 (2006.01) C23C 16/50 (2006.01)  
C23C 16/54 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C23C 16/452 (2013.01)  
C23C 16/50 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0031572  
(22) 출원일자 2019년03월20일  
심사청구일자 2019년03월20일  
(65) 공개번호 10-2020-0111922  
(43) 공개일자 2020년10월05일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020180000902 A\*  
KR1020190016360 A\*  
US20130224380 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국과학기술원  
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
(72) 발명자  
임성갑  
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
곽무진  
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양성보

전체 청구항 수 : 총 14 항

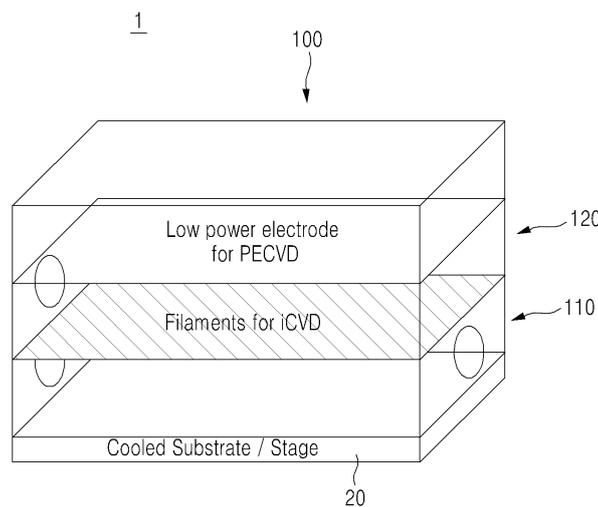
심사관 : 배근태

(54) 발명의 명칭 개시제 및 플라즈마를 이용한 화학 기상 증착 시스템 및 그 동작 방법

(57) 요약

본 발명은 개시제와 플라즈마를 같이 이용하여 고분자 박막을 증착하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 플라즈마 강화 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)부에서 전극에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)부로 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 메인 챔버를 포함한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류  
**C23C 16/545** (2013.01)  
 (72) 발명자  
**박홍근**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
**최준환**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
**이민석**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)

**이동효**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)  
**박용천**  
 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019002367
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업
연구과제명	(EZBARO)웨어러블 플랫폼소재 기술센터(2019)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국과학기술원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2017M3A6A5052509
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단 ((재)나노기반소프트일렉트로닉스 연구단)
연구사업명	원천기술개발사업-나노기반 소프트 일렉트로닉스 연구
연구과제명	기상증착 고분자 기반 고성능 절연소재 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국과학기술원
연구기간	2017.05.01 ~ 2020.08.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

개시제와 플라즈마를 이용하여 고분자 박막을 증착하는 CVD 시스템에 있어서,

플라즈마 강화 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)부에서 전극에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)부로 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 메인 챔버; 및

개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 상기 기판에 iCVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 서브 챔버를 포함하되,

상기 CVD 시스템은

단부측에 형성된 롤러(Roller)에 의해 상기 기판을 상기 메인 챔버에서 상기 서브 챔버로, 또는 상기 서브 챔버에서 상기 메인 챔버로 이송하는 롤투롤(Roll-to-Roll) 방식을 적용하여, 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착하거나, 상기 iCVD 고분자 박막 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하며,

상기 메인 챔버를 이용하여 상기 롤투롤 방식의 초기 단계 또는 초기 이후 단계에 플라즈마를 노출시키는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부는

상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부의 상단에 위치하며, 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부로 상기 세기가 조절된 플라즈마를 제공하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부는

일측면에서 내부의 진공 상태로 주입되는 산소(O<sub>2</sub>) 및 아르곤(Ar) 기체의 화학반응을 통해 고분자 박막을 형성하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부는

저전력 전극(Low power electrode)과 상기 기판 사이의 거리를 통해 플라즈마의 세기를 조절하는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부는

상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부에 의한 상기 세기가 조절된 플라즈마와 일측면에서 내부로 주입되는 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 하부에 위치하는 상기 기판 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부는

상부에 위치하는 필라멘트(Filaments)를 이용하여 상기 개시제를 분해하는, 개시제 및 플라스마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 서브 챔버는

일측면에서 내부로 주입되는 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 하부에 위치하는 상기 기관 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착하는, 개시제 및 플라스마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 서브 챔버는

상부에 위치하는 필라멘트(Filaments)를 이용하여 상기 개시제를 분해하는, 개시제 및 플라스마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 서브 챔버는

상기 메인 챔버 이후에 위치하여 상기 메인 챔버에 의해 상기 기관 상에 증착된 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착하는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라스마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 CVD 시스템은

단부측에 형성된 롤러(Roller)에 의해 상기 기관을 상기 메인 챔버에서 상기 서브 챔버로 이송하는 롤투롤(Roll-to-Roll) 방식이 적용되며, 상기 세기가 조절된 플라스마 및 상기 개시제를 이용하여 상기 기관 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하고, 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착만을 진행하여 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착하는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라스마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 CVD 시스템은

상기 메인 챔버를 이용하여 상기 롤투롤 방식의 초기 단계에만 플라스마를 노출시키는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라스마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 메인 챔버는

상기 서브 챔버 이후에 위치하여 상기 서브 챔버에 의해 상기 기관 상에 증착된 상기 iCVD 고분자 박막 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 CVD 시스템은

단부측에 형성된 롤러(Roller)에 의해 상기 기관을 상기 서브 챔버에서 상기 메인 챔버로 이송하는 롤투롤(Roll-to-Roll) 방식이 적용되며, 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착만을 진행하여 상기 기관 상에 iCVD 고분자 박막을 증착하고, 상기 세기가 조절된 플라즈마 및 상기 개시제를 이용하여 상기 iCVD 고분자 박막 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착하는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 CVD 시스템은

상기 메인 챔버를 이용하여 상기 롤투롤 방식의 초기 이후 단계에만 플라즈마를 노출시키는 것을 특징으로 하는, 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 개시제 및 플라즈마를 이용한 화학 기상 증착 시스템 및 그 동작 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 개시제와 플라즈마를 같이 이용하여 고분자 박막을 증착하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 기존에 사용되는 대표적인 박막 증착 기술은 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition; CVD) 방법, 플라즈마 강화 화학 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD) 방법 또는 원자층 증착(Atom Layer deposition; ALD) 방법 등이 있다.

[0003] 화학 기상 증착 방법 중 하나인 개시제를 이용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)은 이미 액상 공정에서 잘 알려져 있는 자유 라디칼(free radical)을 이용한 연쇄 중합 반응을 이용한다. iCVD 공정은 개시제와 단량체를 기화시켜 기상에서 고분자 반응이 이루어지게 함으로써 고분자

박막을 기판의 표면에 증착하는 공정이다. 개시제와 단량체를 단순히 혼합할 때에는 중합 반응이 일어나지 않으나, 기상 반응기 내에 위치한 고온의 필라멘트에 의해 개시제가 분해되어 라디칼이 생성되면 이에 의해 단량체가 활성화되어 연쇄 중합 반응이 이루어진다.

[0004] 또한, 화학 기상 증착 방법 중 하나인 플라즈마 강화 화학 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)은 플라즈마 에너지에 의해 단량체가 라디칼로 바뀌면서 다른 단량체와 반응하여 이루어진다.

[0005] 다만, 개시제를 이용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)은 단량체의 손상이 없다는 장점을 가지나, 롤투롤(roll-to-roll) 공정에 적용하기에는 증착 속도가 느리다는 단점이 존재한다. 또한, 플라즈마 강화 화학 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)은 증착 속도가 빠르나, 높은 플라즈마 에너지로 인한 단량체의 손상이 발생한다는 단점이 존재한다.

[0006] 이에 따라서, 전술한 바와 같은 개시제를 이용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)과 플라즈마 강화 화학 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)의 한계 및 문제점을 극복하여 롤투롤(roll-to-roll) 공정에 적합한 기술이 요구되었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2006-0087920호(2006.08.03. 공개), “증착 방법”

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 개시제를 이용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 공정과 플라즈마 강화 화학 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD) 공정을 이용하여 발수 특성을 갖는 박막 증착 시스템을 제안한다.

[0009] 본 발명의 목적은 개시제를 이용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 공정에 플라즈마(plasma)를 적용하여 기존 공정보다 빠른 속도로 증착하면서도 플라즈마에 의한 기재 및 고분자 박막의 손상은 최소화할 수 있는 공정을 제안하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템은 플라즈마 강화 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)부에서 전극에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)부로 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 메인 챔버를 포함한다.

[0011] 상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부는 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부의 상단에 위치하며, 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부로 상기 세기가 조절된 플라즈마를 제공할 수 있다.

[0012] 상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부는 일측면에서 내부의 진공 상태로 주입되는 산소(O<sub>2</sub>) 및 아르곤(Ar) 기체의 화학반응을 통해 고분자 박막을 형성할 수 있다.

[0013] 상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부는 저전력 전극(Low power electrode)과 상기 기판 사이의 거리를 통해 플라즈마의 세기를 조절할 수 있다.

[0014] 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부는 상기 플라즈마 강화 화학 기상 증착부에 의한 상기 세기가 조절된 플라즈마와 일측면에서 내부로 주입되는 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 하부에 위치하는 상기 기판 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.

[0015] 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부는 상부에 위치하는 필라멘트(Filaments)를 이용하여 상기 개시제를 분해할 수 있다.

- [0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템은 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 상기 기판에 iCVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 서브 챔버를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 서브 챔버는 일측면에서 내부로 주입되는 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 하부에 위치하는 상기 기판 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0018] 상기 서브 챔버는 상부에 위치하는 필라멘트(Filaments)를 이용하여 상기 개시제를 분해할 수 있다.
- [0019] 상기 서브 챔버는 상기 메인 챔버 이후에 위치하여 상기 메인 챔버에 의해 상기 기판 상에 증착된 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0020] 상기 iPECVD 시스템은 단부측에 형성된 롤러(Roller)에 의해 상기 기판을 상기 메인 챔버에서 상기 서브 챔버로 이송하는 롤투롤(Roll-to-Roll) 방식이 적용되며, 상기 세기가 조절된 플라즈마 및 상기 개시제를 이용하여 상기 기판 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하고, 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착만을 진행하여 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0021] 상기 iPECVD 시스템은 상기 메인 챔버를 이용하여 상기 롤투롤 방식의 초기 단계에만 플라즈마를 노출시킬 수 있다.
- [0022] 상기 메인 챔버는 상기 서브 챔버 이후에 위치하여 상기 서브 챔버에 의해 상기 기판 상에 증착된 상기 iCVD 고분자 박막 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0023] 상기 iPECVD 시스템은 단부측에 형성된 롤러(Roller)에 의해 상기 기판을 상기 서브 챔버에서 상기 메인 챔버로 이송하는 롤투롤(Roll-to-Roll) 방식이 적용되며, 상기 개시제를 사용하는 화학 기상 증착만을 진행하여 상기 기판 상에 iCVD 고분자 박막을 증착하고, 상기 세기가 조절된 플라즈마 및 상기 개시제를 이용하여 상기 iCVD 고분자 박막 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0024] 상기 iPECVD 시스템은 상기 메인 챔버를 이용하여 상기 롤투롤 방식의 초기 이후 단계에만 플라즈마를 노출시킬 수 있다.
- [0025] 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 화학 기상 증착(initiated Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; iPECVD) 시스템의 동작 방법에 있어서, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 통해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 통해 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 단계를 포함한다.
- [0026] 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하는 단계는 저전력 전극(Low power electrode)과 상기 기판 사이의 거리를 통해 플라즈마의 세기를 조절할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 화학 기상 증착 시스템의 동작 방법은 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 상기 기판 상에 iCVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법은 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하는 단계를 이용하여 상기 기판 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착한 이후에, 상기 iCVD 고분자 박막을 증착하는 단계를 진행하여 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0029] 상기 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법은 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하는 단계 이전에 상기 iCVD 고분자 박막을 증착하는 단계를 진행하여 상기 기판 상에 iCVD 고분자 박막을 증착한 이후에, 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착하는 단계를 이용하여 상기 iCVD 고분자 박막 상에 상기 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- 발명의 효과**
- [0030] 본 발명의 실시예에 따르면, 개시제를 이용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 공정에 플라즈마(plasma)를 적용함으로써, 개시제를 통해 매우 낮은 플라즈마 세기에서도 기체에 손상없이 대형화가 가능하며, 빠른 속도로 효과적인 증착이 가능할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 기존의 플라즈마 강화 화학 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor

Deposition; PECVD) 공정보다 약한 세기의 플라즈마를 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 공정에 추가함으로써, 단량체의 손상을 최소화하면서도 우수한 특성을 갖는 고분자 박막의 증착 속도를 향상시킬 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 방수와 오염 방지 기능성을 가지는 발수성, 발유성을 띠는 고분자를 기판에 쉽고 빠르게 코팅할 수 있으므로, 롤투롤(roll-to-roll) 공정에 적용 가능할 수 있다. 나아가, 롤투롤 공정을 통해 우수한 발수 코팅을 적용한 소재의 대량생산이 가능하며, 발수성을 띠는 고분자 외에도 다른 기능을 하는 작용기들을 가진 고분자들도 빠르게 코팅할 수 있어 다양한 분야에 응용 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

[0033] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버의 구조를 도시한 것이다.  
 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 메인 챔버 및 서브 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이다.  
 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 롤투롤 방식이 적용된 메인 챔버 및 서브 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이다.  
 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 서브 챔버 및 메인 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이다.  
 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 롤투롤 방식이 적용된 서브 챔버 및 메인 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이다.  
 도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법에 대한 흐름도를 도시한 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0034] 이하, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0035] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 시청자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0037] 본 발명의 실시예들은, 개시제를 이용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 공정에 플라즈마(plasma)를 도입하여 기존 공정보다 빠른 속도로 기판 상에 박막을 증착하면서도 기재의 손상을 최소화하는 것을 그 요지로 한다.

[0038] 발수 코팅은 여러 분야에서 널리 쓰이고 있으며, 기능성 고분자 박막을 이용하는 구조 특성으로 인해 낮은 표면 에너지를 갖는 발수 코팅 물질이 사용되고 있다. 다만, 기능성 고분자 박막 코팅을 양산하기 위해서는 개시제를 이용한 화학 기상 증착(iCVD) 공정의 대형화 및 증착 속도의 향상이 필수적이다.

[0039] 나아가, 발수 코팅을 갖는 고분자 박막의 상용화에 적합한 기계적 강도를 확보하기 위해서는 일정 두께 이상의 고분자 박막이 필요하나, 현재까지 연구된 개시제를 이용한 화학 기상 증착(iCVD) 공정을 이용한 발수 코팅은 증착 속도가 느리므로, 원하는 두께를 얻는데 상당한 시간이 소요되었다.

[0040] 개시제를 이용한 화학 기상 증착(iCVD) 공정은 우수한 특성의 고분자 박막을 얻을 수 있지만, 증착 속도가 빠르지 않다. 또한, 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 공정은 플라즈마의 높은 에너지로 인해 빠른 박막 증착이 가능한 반면, 고분자의 손상이 발생할 수 있어 원하는 고분자 박막의 표면 특성을 유도하기 어렵다.

[0041] 이에 따라서, 본 발명에서는 두 공정의 장점을 결합하며, 개시제를 이용한 화학 기상 증착(iCVD) 공정에 플라즈마(plasma)를 도입하여 우수한 특성과 연속 공정에 적용될 수 있을 정도의 빠른 증착 속도를 갖는 시스템을 통해 보다 효율적인 고분자 박막을 형성할 수 있다.

[0042] 이러한 본 발명에 대해 도 1a 내지 도 8을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0044] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버의 구조를 도시한 것이다.

- [0045] 보다 상세하게는, 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버의 모식도를 도시한 것이고, 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버의 정면도를 도시한 것이다.
- [0046] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD(Chemical Vapor Deposition) 시스템(1)의 메인 챔버(100)는 플라즈마 강화 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)부(120)에서 전극에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)부(110)로 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착한다.
- [0047] 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버(100)는 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110) 및 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)를 포함할 수 있다. 이 때, 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)는 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 수행하며, 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)는 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 수행할 수 있다.
- [0048] 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)는 상단에 필라멘트(Filament, 111)를 포함하며, 주입되는 개시제(initiator) 및 단량체(monomer)를 이용하여 고분자 박막을 형성할 수 있다. 이 때, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제(initiator) 및 단량체(monomer)를 이용하여 iPECVD(initiated Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; iPECVD) 고분자 박막을 증착하는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 개시제를 사용하는 화학 기상 증착에 대해 상세히 설명하자면, 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)에서 개시제의 열분해에 의해 자유 라디칼(free radical)이 형성되면 자유 라디칼이 단량체를 활성화시켜 이후 주변 단량체들의 중합을 유도하게 되고, 이 반응이 계속되어 유기 고분자 박막을 형성하게 된다.
- [0050] 개시제를 자유 라디칼화 하는 반응에 사용되는 온도는 기상 반응기 필라멘트(111)로부터 가해진 열만으로 충분하다. 따라서, 본 발명의 실시예들에서 사용되는 공정들은 낮은 전력으로도 충분히 수행될 수 있다.
- [0051] 공정을 통해 얻은 고분자 박막의 물성은 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(iCVD)의 공정 변수를 제어함으로써 쉽게 조절할 수 있다. 즉, 공정 압력, 시간, 온도, 개시제 및 단량체의 유량, 필라멘트 온도 및 기판 온도 등을 목적하는 바에 따라 당업자가 조절함으로써 고분자 박막의 분자량, 목적하는 박막의 두께, 조성, 증착 속도 등과 같은 물성 조절이 가능하다.
- [0052] 본 발명의 ‘개시제’는 반응기에서 열의 공급에 의해 분해되어 자유 라디칼을 형성하는 물질로서 단량체를 활성화시킬 수 있는 물질이면 특별히 한정하지 않는다. 바람직하게 개시제는 과산화물일 수 있으며, 예로써 개시제는 TBPO(tert-butyl peroxide, tert-부틸 페록사이드)일 수 있다. TBPO는 약 110℃의 끓는점을 갖는 휘발성 물질로서 150℃ 전후에서 열분해를 하는 물질이다. 한편 개시제 부가량은 통상의 중합 반응에 필요한 양으로 당업계에 공지되어 있는 양을 첨가할 수 있으며, 예를 들어 0.5 내지 5mol%로 첨가될 수 있으나, 상기 범위에 한정되지 않고 상기 범위보다 많거나 적을 수 있다.
- [0053] 본 발명의 ‘단량체’는 화학 기상 증착법에서 휘발성을 가지며, 개시제에 의해 활성화될 수 있는 물질이다. 감압 및 승온 상태에서 기화될 수 있으며, 본 발명의 단량체는 글리시딜 메타크릴레이트(glycidylmethacrylate, GMA)일 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.
- [0054] 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)는 상단에 저전력 전극(Low power electrode, 121)를 포함하며, 주입되는 산소(O<sub>2</sub>) 및 아르곤(Ar) 기체의 화학반응을 통해 고분자 박막을 형성할 수 있다.
- [0055] 플라즈마 강화 화학 기상 증착에 대해 상세히 설명하자면, 저전력 전극(121)을 이용하여 주입되는 기체에 일정 전압을 수직 방향으로 인가하여 기체를 플라즈마 상태로 변화하고, 이온화된 기체에 약 300도 내지 500도 정도의 온도를 높여 화학반응을 유도하여 원하는 물질을 기판 상에 고분자 박막으로 형성하게 된다. 이 때, 나머지 이온들 또한 서로 결합하여 기체 상태로 배출된다.
- [0056] 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)는 상단에 위치하는 저전력 전극(121)을 이용하여 높은 전압을 수직으로 가해주어 전압으로 기체를 플라즈마 상태로 바꾼다. 이에, 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버(100)의 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)는 저전력 전극(121)과 기판(20) 사이의 거리를 통해 플라즈마의 세기를 조절할 수 있으며, 하단에 위치하는 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)로 세기가 조절된 플라즈마를 제공할 수

있다.

- [0057] 기존의 PECVD 공정에서 이용되는 플라즈마는 높은 에너지를 가지고 있어 고분자 박막의 특성을 좌우하는 작용기의 손상을 야기한다. 이러한 문제점을 극복하기 위해, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 기존의 PECVD 공정에서 사용되는 것보다 낮은 세기의 플라즈마를 적용하고, 물질 별로 적당한 플라즈마 세기를 적용하기 위하여 플라즈마 소스(source)의 위치를 조절할 수 있다. 마찬가지로, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 기본적으로 저전력 전극(121)의 위치를 고정시킨 후에도, 컨트롤러(controller)를 통해 저전력 전극(121)과 기판(20) 사이의 거리를 제어하여 더욱 세밀한 플라즈마 세기 조절이 가능하다.
- [0058] 예를 들면, 플라즈마의 세기는 전극과 기판 사이의 거리에 반비례할 수 있다. 이에, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 물질에 따라 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)의 저전력 전극(121)과 기판(20) 사이의 거리를 조절하여 물질에 적합한 플라즈마 세기를 조절할 수 있다.
- [0059] 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)는 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)에 의한 세기가 조절된 플라즈마와 일측면에서 내부로 주입되는 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 하부에 위치하는 기판(20) 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.
- [0060] 예를 들면, 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)는 상단부에서 주입되는 세기가 조절된 플라즈마와 일측면에서 내부로 주입되는 개시제 및 단량체를 이용하며, 필라멘트(111)의 온도를 통한 기상 반응으로 개시제를 분해하여 기판(20) 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다. 이 때, 필라멘트(111)의 온도는 열분해에 있어서는 충분히 높은 온도이나, 다른 단량체를 포함한 대부분 유기물은 열분해 되지 않은 온도가 적합하며, 다양한 종류의 단량체들이 화학적 손상 없이 고분자 박막을 전환될 수 있는 온도일 수 있다.
- [0061] 본 발명의 실시예에서, 기판(20)은 유연성 기판(Flexible substrate), 유리 기판(glass substrate) 등을 포함할 수 있다. 유연성 기판은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리메틸 메타크릴레이트(poly(methyl methacrylate), PMMA), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리메틸렌설폰(polyethylene sulfone, PES) 등을 포함할 수 있다.
- [0062] 또한, 기판(20)은 유기 전계 소자를 포함할 수도 있다. 유기 전계 소자는 당해 분야에서 통상적인 유기물로 구성된 소자, 예를 들어 유기 전계 발광 소자(Organic Light Emitting Diode, OLED), 유기 태양 전지(Organic Photovoltaic Cells, OPVs), 유기 박막 트랜지스터(Organic Thin Film Transistors, OTFTs) 등이 될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0063] 나아가, 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버(100)는 기판(20)의 하부에 쿨링부(cooled stage, 10)을 더 포함할 수 있다. 쿨링부(10)는 높은 온도에서 증착되는 고분자 박막에 의해 온도가 높아진 기판(20)의 하부에 위치하여 대면적기판의 온도를 낮추기 위한 쿨링(cooling)을 제공할 수 있다. 기판(20)은 쿨링부(10)에 의해 백사이드 쿨링 효율이 증가될 수 있다.
- [0065] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 메인 챔버 및 서브 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이고, 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 롤투롤 방식이 적용된 메인 챔버 및 서브 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이다.
- [0066] 보다 상세하게는, 도 2a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 메인 챔버 및 서브 챔버의 모식도를 도시한 것이고, 도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 메인 챔버 및 서브 챔버의 정면도를 도시한 것이다. 또한, 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 롤투롤 방식이 적용된 메인 챔버 및 서브 챔버의 단면도를 도시한 것이다.
- [0067] 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 앞서 기술한 메인 챔버(100)와 서브 챔버(200)를 포함할 수 있다.
- [0068] 이 때, 서브 챔버(200)는 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(210)만을 포함한다. 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(210)는 상단에 필라멘트(Filament, 211)를 포함하며, 개시제를 사용하는 화학 기상 증착(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 방법을 통해 주입되는 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 기판(20)에 iCVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착할 수 있다. 서브 챔버의 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(210)는 메인 챔버의 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)와 동일한 iCVD 방법으로 동일한 동작을 수행하므로, 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0069] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 메인

챔버(100) 이후에 서브 챔버(200)를 배치시키며, 메인 챔버(100)를 통해 기관(20) 상에 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착하고, 이후에 서브 챔버(200)를 통해 iPECVD 고분자 박막(130) 상에 iCVD 고분자 박막(220)을 증착시킨다.

- [0070] 보다 구체적으로, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 공정 초기 단계에서, 메인 챔버(100)를 이용하여 플라즈마 노출을 통해 라디칼 형성을 촉진시키고, 고분자 박막의 증착 속도를 향상시킬 수 있다. 공정 초기 이후의 단계에서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 서브 챔버(200)를 이용하여 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 만을 진행하여 최종 증착되는 iCVD 고분자 박막(220)의 손상을 최소화할 수 있다.
- [0071] 이 때, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)을 형성하는 메인 챔버(100) 및 서브 챔버(200)는 공정 시간을 분리할 수 있으며, 서로 분리된 형태일 수 있다.
- [0072] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 단부측에 형성된 롤러(Roller, 310)에 의해 기관(20)을 메인 챔버(100)에서 서브 챔버(200)로 이송하는 롤투롤 방식(Roll-to-Roll, 300)을 적용하며, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD) 및 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 기반으로 세기가 조절된 플라즈마 및 개시제를 이용하여 기관(20) 상에 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착하고, 이후에 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(iCVD)만을 진행하여 iPECVD 고분자 박막(130) 상에 iCVD 고분자 박막(220)을 증착할 수 있다.
- [0073] 예를 들면, 쿨링부(10) 상에 위치하는 기관(20)은 롤투롤 방식(300)에 의해 메인 챔버(100)에서 서브 챔버(200)로 이송된다. 이 때, 메인 챔버(100)는 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)에 의한 개시제 및 단량체를 이용하여 기관(20) 상에 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착할 수 있다. 이후에, 서브 챔버(200)는 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(210)를 통해 개시제 및 단량체를 이용하여 iPECVD 고분자 박막(130) 상에 iCVD 고분자 박막(220)을 증착할 수 있다.
- [0074] 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 롤투롤 방식(300)의 초기 단계인 메인 챔버(100)에서만 플라즈마를 노출시키는 것을 특징으로 한다. 이로 인하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 롤투롤 방식의 공정 초기 단계에서, 플라즈마 노출을 통해 라디칼 형성을 촉진시키고, 고분자 박막의 증착 속도를 향상시킬 수 있다. 공정 초기 이후의 단계에서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 서브 챔버(200)를 통해 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD) 만을 진행하여 최종 증착되는 iCVD 고분자 박막(220)의 손상을 최소화할 수 있다.
- [0075] 이 때, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)을 형성하는 메인 챔버(100) 및 서브 챔버(200)는 롤투롤 방식(300)에 의해 연결된 형태일 수 있으나, 공간 배치를 통한 분리가 가능하다.
- [0076] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 메인 챔버(100) 및 서브 챔버(200)를 통해 공정을 분리시킴으로써, 개시제를 이용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)과 플라즈마 강화 화학 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 결합하는 경우에 발생할 수 있는 플라즈마에 의한 단량체 및 증착된 고분자의 작용기 손상을 해결할 수 있다.
- [0078] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 서브 챔버 및 메인 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이고, 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 롤투롤 방식이 적용된 서브 챔버 및 메인 챔버를 포함하는 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템을 도시한 것이다.
- [0079] 보다 상세하게는, 도 4a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 서브 챔버 및 메인 챔버의 모식도를 도시한 것이고, 도 4b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 서브 챔버 및 메인 챔버의 정면도를 도시한 것이다. 또한, 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 롤투롤 방식이 적용된 서브 챔버 및 메인 챔버의 단면도를 도시한 것이다.
- [0080] 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 앞서 기술한 서브 챔버(200) 및 메인 챔버(100)를 포함할 수 있다. 서브 챔버(200) 및 메인 챔버(100)의 세부적인 구조 및 동작에 대한 설명은 앞서 기술하였으므로, 이하에서는 생략하기로 한다.
- [0081] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 서브 챔버(200) 이후에 메인 챔버(100)를 배치시키며, 서브 챔버(200)를 통해 기관(20) 상에 iCVD 고분자 박막(220)

을 증착하고, 이후에 메인 챔버(100)를 통해 iCVD 고분자 박막(220) 상에 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착시킨다.

- [0082] 보다 구체적으로, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 공정 초기 단계에서, 서브 챔버(200)를 이용하여 iCVD 고분자 박막(220)을 기판(20) 위에 먼저 증착시켜 기판(20)의 직접적인 손상을 막는 층(layer)를 생성하고, 공정 초기 이후의 단계에서, 메인 챔버(100)를 이용하여 플라즈마를 노출시켜 높은 증착 속도로 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착시킬 수 있다.
- [0083] 이 때, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)을 형성하는 서브 챔버(200) 및 메인 챔버(100)는 공정 시간을 분리할 수 있으며, 서로 분리된 형태일 수 있다.
- [0084] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 단부측에 형성된 롤러(Roller, 310)에 의해 기판(20)을 서브 챔버(200)에서 메인 챔버(100)로 이송하는 롤투롤 방식(Roll-to-Roll, 300)을 적용하며, 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(iCVD)만을 진행하여 기판(20) 상에 iCVD 고분자 박막(220)을 증착하고, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD) 및 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 기반으로 세기가 조절된 플라즈마 및 개시제를 이용하여 iCVD 고분자 박막(200) 상에 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착할 수 있다.
- [0085] 예를 들면, 쿨링부(10) 상에 위치하는 기판(20)은 롤투롤 방식(300)에 의해 서브 챔버(200)에서 메인 챔버(100)로 이송된다. 이 때, 서브 챔버(200)는 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(210)를 통해 개시제 및 단량체를 이용하여 기판(20) 상에 iCVD 고분자 박막(220)을 증착할 수 있다. 이후에, 메인 챔버(100)는 플라즈마 강화 화학 기상 증착부(120)에 의해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부(110)에 의한 개시제 및 단량체를 이용하여 iCVD 고분자 박막(200) 상에 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 롤투롤 방식(300)의 초기 이후 단계인 메인 챔버(100)에서만 플라즈마를 노출시키는 것을 특징으로 한다. 이로 인하여, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 롤투롤 방식의 공정 초기 단계에서, iCVD 고분자 박막(220)을 먼저 증착시켜 기판(20)의 직접적인 손상을 차단하고, 공정 초기 이후의 단계에서, 메인 챔버(100)를 통해 플라즈마를 노출시켜 높은 증착 속도로 iPECVD 고분자 박막(130)을 증착시킬 수 있다.
- [0087] 이 때, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)을 형성하는 서브 챔버(200) 및 메인 챔버(100)는 롤투롤 방식(300)에 의해 연결된 형태일 수 있으나, 공간 배치를 통한 분리가 가능하다.
- [0088] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템(1)은 서브 챔버(200) 및 메인 챔버(100)를 통해 공정을 분리시킴으로써, 개시제를 이용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)과 플라즈마 강화 화학 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 결합하는 경우에 발생할 수 있는 플라즈마에 의한 기판의 손상을 해결할 수 있으므로, 다양한 기판을 사용하더라도 기판의 손상없이 고분자 박막을 증착시킬 수 있다.
- [0090] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법에 대한 흐름도를 도시한 것이다.
- [0091] 보다 상세하게는, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 메인 챔버의 동작 방법에 대한 흐름도를 도시한 것이고, 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법에 대한 흐름도를 도시한 것이며, 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법에 대한 흐름도를 도시한 것이다.
- [0092] 도 6을 참조하면, 단계 610에서, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 통해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 통해 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착한다.
- [0093] 예를 들면, 플라즈마의 세기는 메인 챔버에 위치하는 저전력 전극(Low power electrode)과 기판 사이의 거리에 반비례하므로, 단계 610은 저전력 전극(Low power electrode)과 기판 사이의 거리를 제어하여 플라즈마의 세기를 조절할 수 있다. 이에, 단계 610은 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 통해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated

Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 통한 개시제 및 단량체를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착할 수 있다.

[0094] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법은 단계 710에서, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 통해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 통해 주입되는 개시제를 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착한다.

[0095] 이후 단계 720에서, 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 iPECVD 고분자 박막 상에 iCVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착한다.

[0096] 예를 들면, 단계 710은 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD) 및 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 이용하여 기판 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착시키고, 단계 720은 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)만을 이용하여 상기 iPECVD 고분자 박막 상에 iCVD 박막을 증착시킬 수 있다.

[0097] 도 8을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템의 동작 방법은 단계 810에서, 개시제(Initiator) 및 단량체(Monomer)를 이용하여 기판 상에 iCVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착한다.

[0098] 이후 단계 820에서, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)을 통해 세기가 조절된 플라즈마와 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 통해 주입되는 개시제를 이용하여 iCVD 고분자 박막 상에 iPECVD 고분자 박막(Polymer thin film)을 증착한다.

[0099] 예를 들면, 단계 810은 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)만을 이용하여 기판 상에 iCVD 고분자 박막을 증착시키고, 단계 820은 플라즈마 강화 화학 기상 증착 방법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD) 및 개시제를 사용하는 화학 기상 증착 방법(initiated Chemical Vapor Deposition; iCVD)을 이용하여 상기 iCVD 고분자 박막 상에 iPECVD 고분자 박막을 증착시킬 수 있다.

[0100] 도 6 내지 도 8에서, 단계 610, 단계 710 및 단계 820은 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템 내 메인 챔버의 동작 단계를 나타내므로, 동일한 동작을 수행할 수 있으며, 단계 720 및 단계 810은 본 발명의 실시예에 따른 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템 내 서브 챔버의 동작 단계를 나타내므로, 동일한 동작을 수행할 수 있다.

[0102] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0104] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

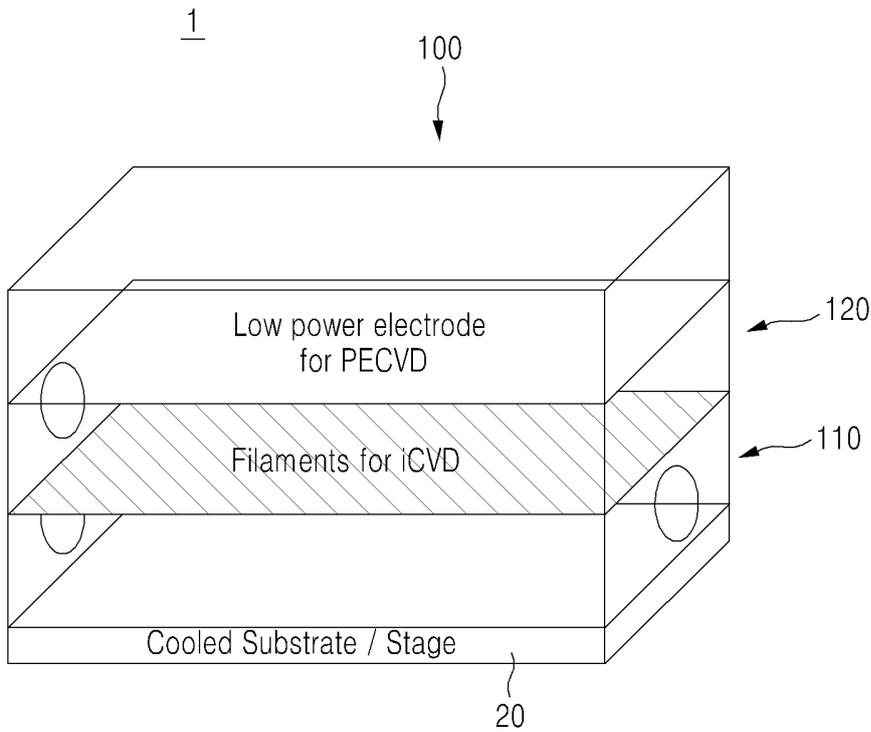
**부호의 설명**

- [0105] 1: 개시제 및 플라즈마를 이용한 CVD 시스템
- 10: 쿨링부
- 20: 기판
- 100: 메인 챔버
- 110: 메인 챔버의 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부
- 111: 필라멘트

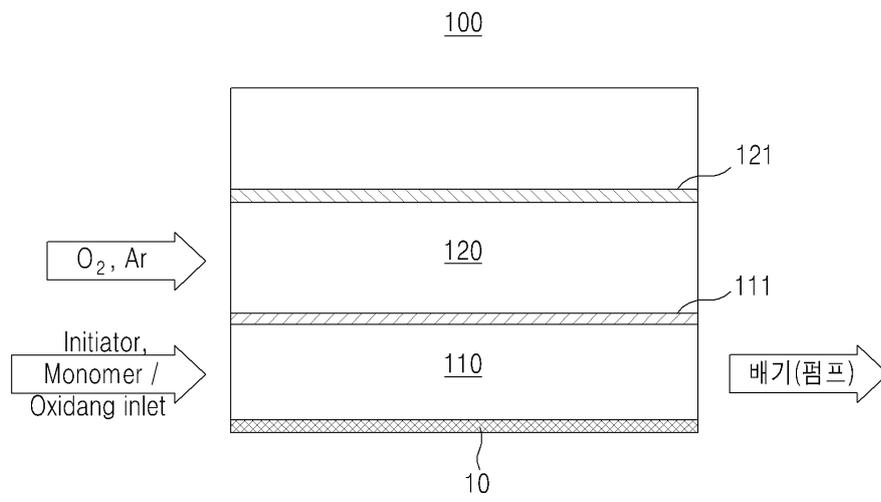
- 120: 메인 챔버의 플라즈마 강화 화학 기상 증착부
- 121: 저전력 전극
- 130: iPECVD 고분자 박막
- 200: 서브 챔버
- 210: 서브 챔버의 개시제를 사용하는 화학 기상 증착부
- 211: 필라멘트
- 220: iCVD 고분자 박막
- 300: 롤투롤 방식
- 310: 롤러

**도면**

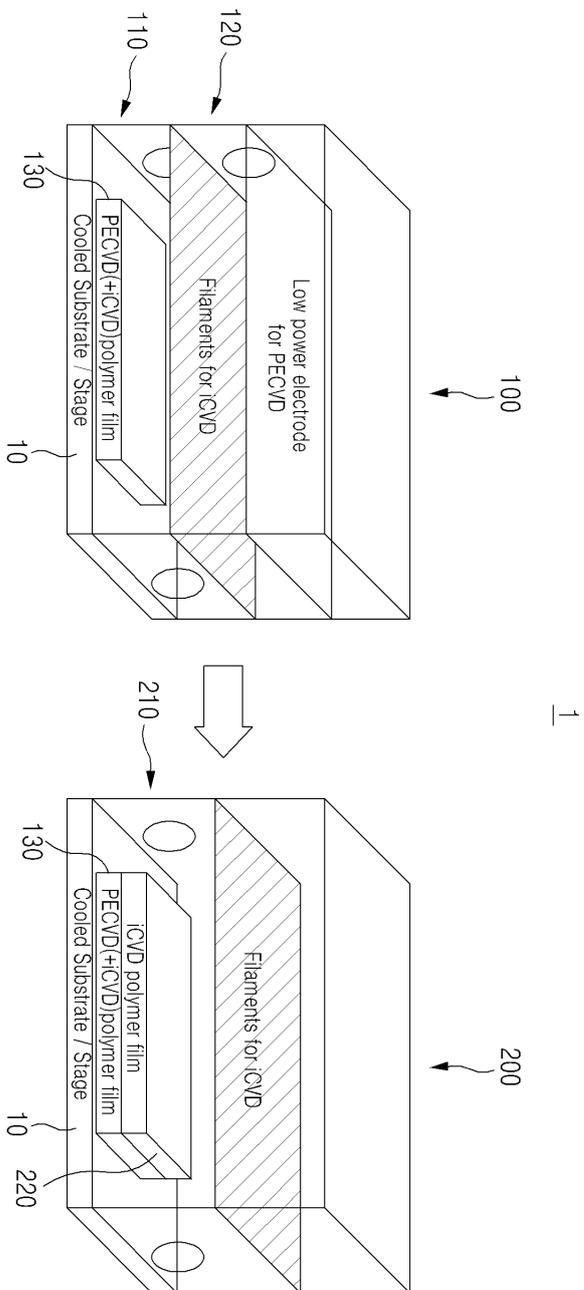
**도면 1a**



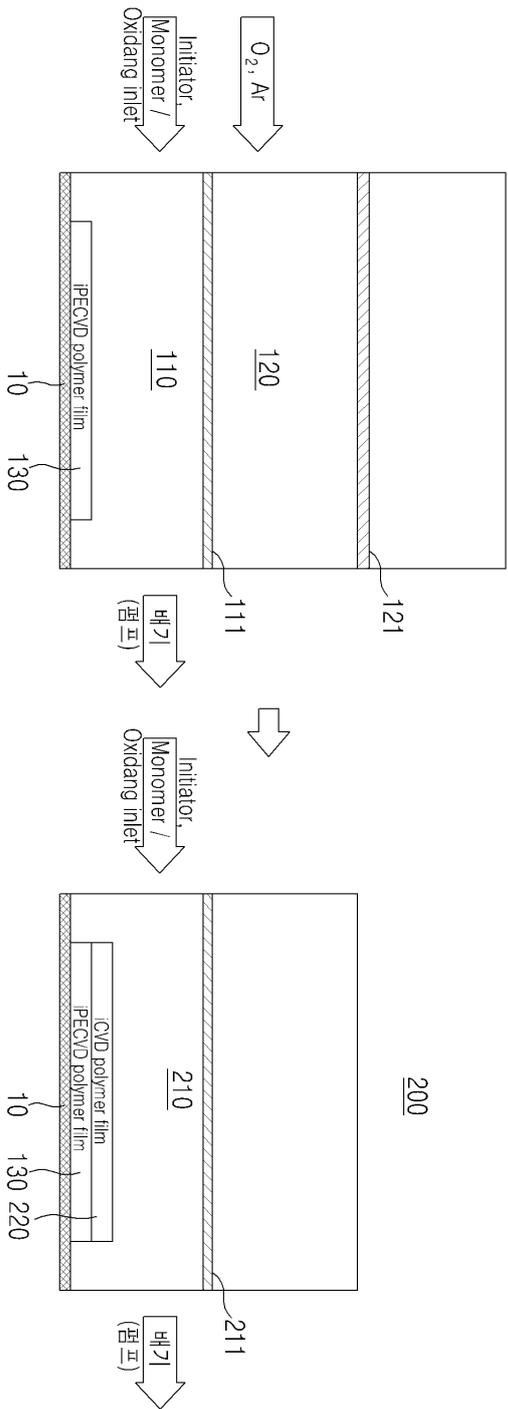
도면1b



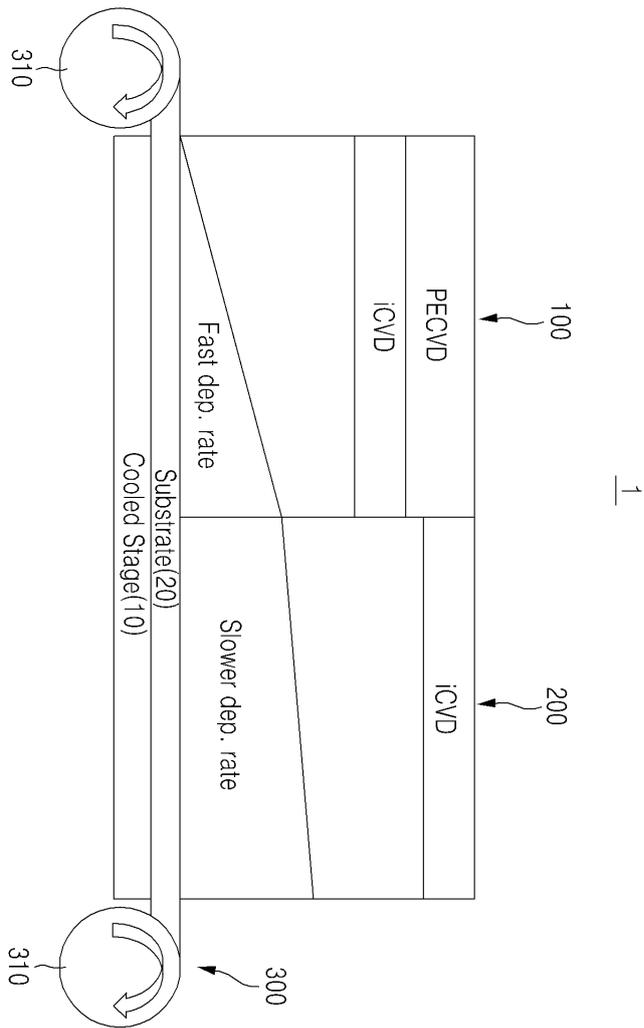
도면2a



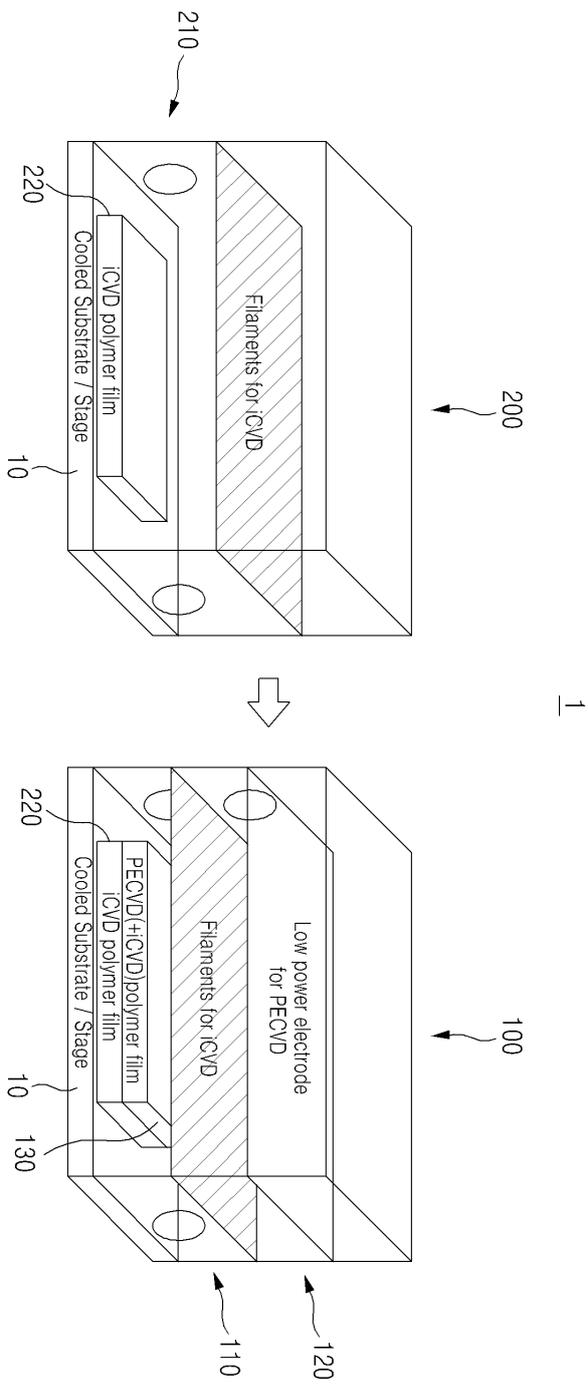
도면2b



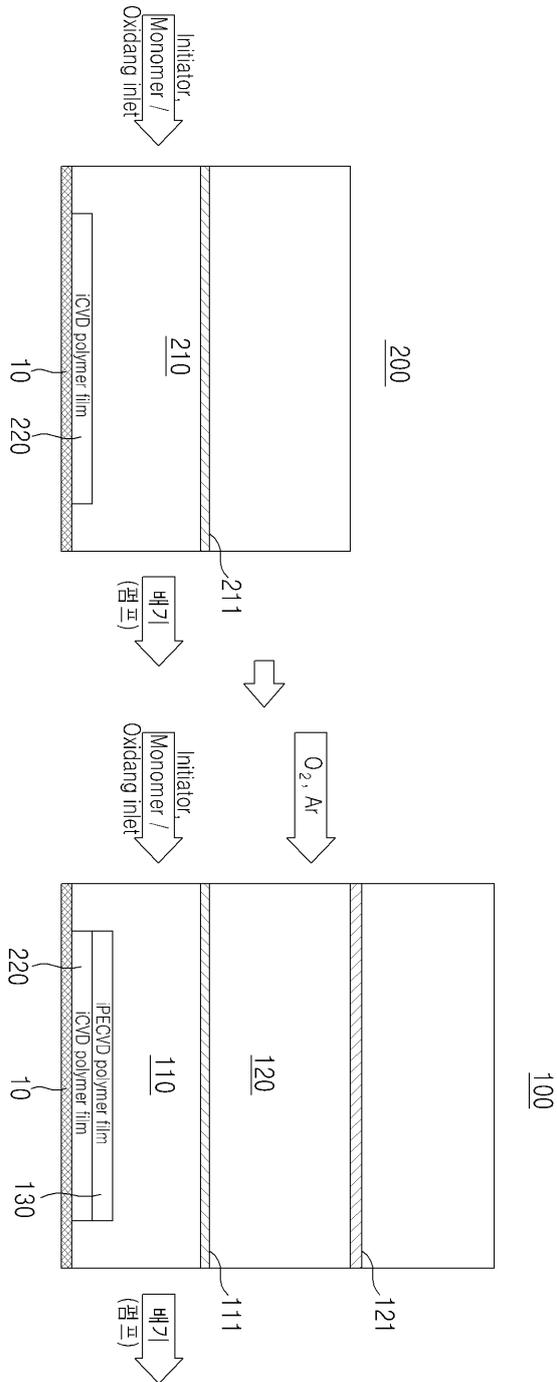
도면3



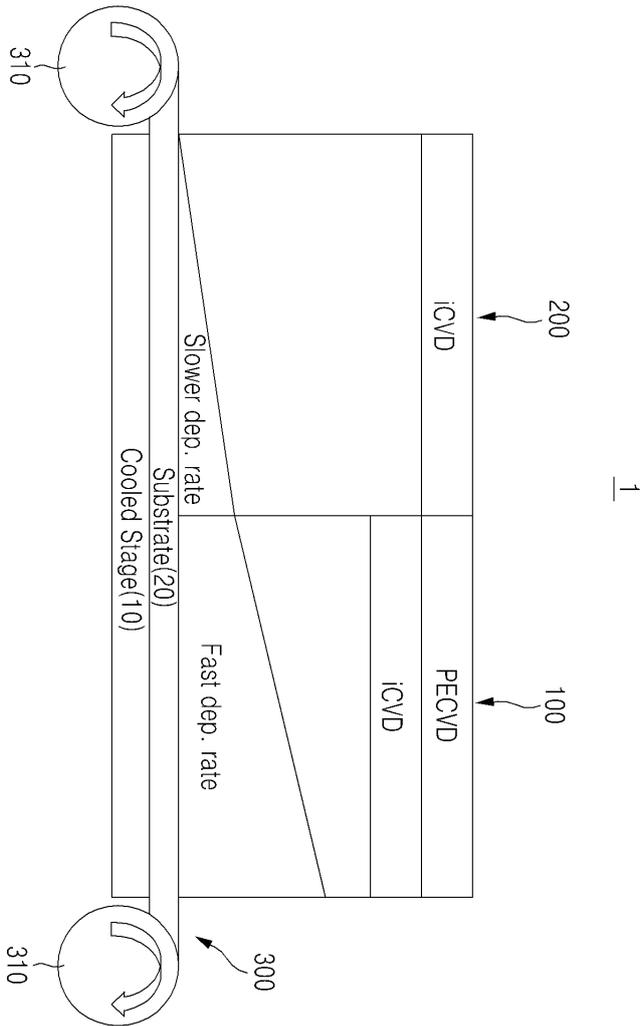
도면4a



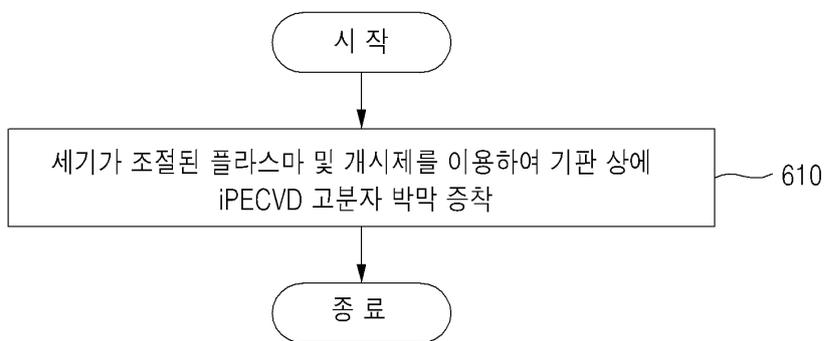
도면4b



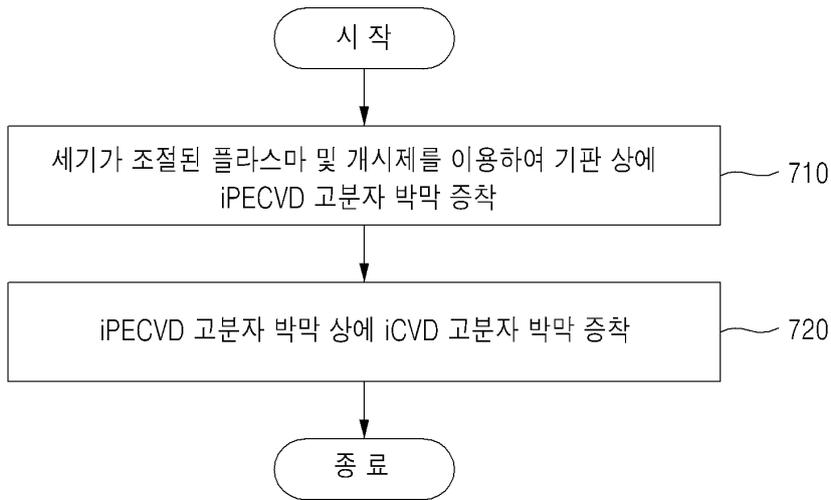
도면5



도면6



도면7



도면8

