

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 5월 17일 (17.05.2018) **WIPO | PCT**



(10) 국제공개번호
WO 2018/088771 A1

- (51) 국제특허분류:
C23C 16/455 (2006.01) *G01N 23/223* (2006.01)
C23C 16/52 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/012523
- (22) 국제출원일: 2017년 11월 7일 (07.11.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0149056 2016년 11월 9일 (09.11.2016) KR
- (71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145 고려대학교 (안암동5가), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 심준형 (SHIM, Joon Hyung); 06004 서울시 강남구 압구정로 201, 79동 103호, Seoul (KR). 박석원 (PARK, Suk Won); 03721 서울시 서대문구 연대동문길 121, 102호, Seoul (KR). 최형중 (CHOI, Hyung Jong);

54920 전라북도 전주시 덕진구 건원로 333, 106동 103호, Jeollabuk-do (KR). 한권덕 (HAN, Gwon Deok); 13583 경기도 성남시 분당구 장안로 67, 201동 304호, Gyeonggi-do (KR).

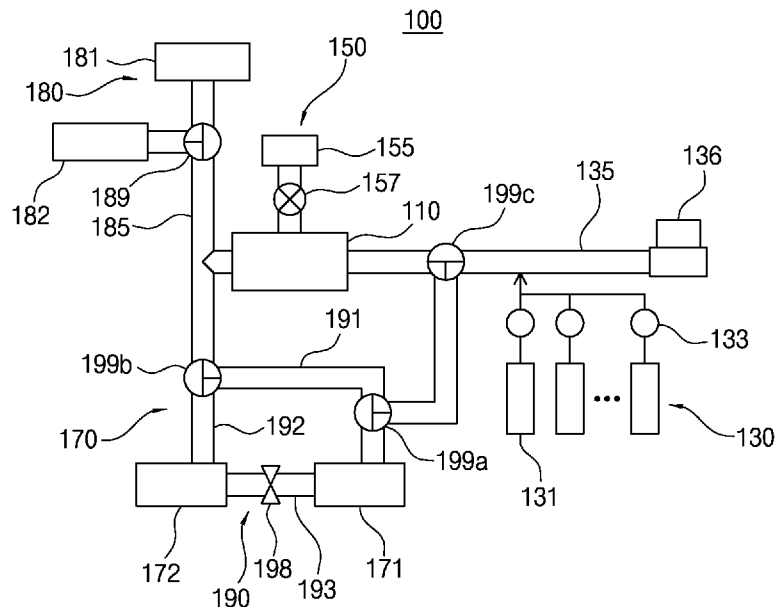
(74) 대리인: 이동건 (LEE, Dong Gun); 06106 서울시 강남구 논현로 120길 7, 4층 402호, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS ATOMIC LAYER DEPOSITION APPARATUS AND X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS ATOMIC LAYER DEPOSITION METHOD

(54) 발명의 명칭: X선 형광분석 원자층 증착 장치 및 X선 형광분석 원자층 증착 방법



(57) Abstract: An X-ray fluorescence analysis atomic layer deposition apparatus comprises: a reaction chamber which supports a substrate and provides a processing space; a gas supply module which supplies a process gas supplied through a process gas supply line to form a thin film on the substrate through a chemisorption process in a first vacuum state in the processing space; an X-ray fluorescence analysis module which performs a detection process capable of obtaining information on the thin film formed on the substrate in real time by analyzing an X-ray fluorescence material generated from the thin film in a second vacuum state higher than the first vacuum state within the processing space; and a switching vacuum module which switches the degree of vacuum between the first vacuum state and the second vacuum state.



WO 2018/088771 A1

ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(57) 요약서: X선 형광분석 원자층 증착 장치는, 기판을 지지하며, 공정 공간을 제공하는 반응 챔버, 상기 공정 공간 내의 제1 진공 상태에서, 화학-흡착 공정을 통하여 상기 기판 상에 박막을 형성하기 위하여 공정 가스 공급 라인을 통하여 공급되는 공정 가스를 공급하는 가스 공급 모듈, 상기 공정 공간 내에 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서, 상기 기판 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을 분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행하는 X선 형광 분석 모듈 및 상기 제1 진공 및 제2 진공 상태로 사이에 진공도를 스위칭하는 스위칭 진공 모듈을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: X선 형광분석 원자층 증착 장치 및 X선 형광분석 원자층 증착 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 X선 형광분석 원자층 증착 장치 및 X선 형광분석 원자층 증착 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 X선 형광분석 및 원자층 증착을 인시튜로 수행할 수 있는 X선 형광분석 원자층 증착 장치 및 이를 이용하는 X선 형광분석 원자층 증착 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 대상체 상에 박막을 형성하는 박막 증착 공정은 물리적 기상 증착법 (Physical Vapor Deposition, PVD) 및 화학 기상 증착법 (Chemical Vapor Deposition, CVD)으로 분류된다. 기존의 박막 증착 공정은 3차원의 복잡한 형상 표면을 균일하게 덮어주는 단차 피복성 (Step coverage)을 해결해야 하는 문제가 있다.
- [3] 이를 해결하기 위하여, 원자층 증착법 (Atomic Layer Deposition : ALD)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 상기 원자층 증착법은 화학적 기상 증착법의 일 예로서, 자기제한적 (self-limitation) 특성을 이용하여 박막의 두께를 원자층 단위로 조절할 수 있다. 따라서, 상기 원자층 증착법은 복잡한 형상에 대한 박막 형성 시 단차 피복성이 매우 우수한 장점을 가짐에 따라, 반도체 산업뿐만 아니라 촉매, 센서, 연료전지, 에너지 저장 소자, 폴리머 등 다양한 분야에 활용되고 있다.
- [4] 상기 원자층 증착법의 상용화 분야 확대하기 위하여, 단원자층 또는 초기 다층 증착 공정 중에 박막 성장의 양상과 품질을 실시간으로 파악하는 것이 중요하다. 하지만, 종래의 기술에 따르면, 원자층 증착 공정이 종료된 후 반응 챔버의 외부로 박막을 포함하는 대상체를 유출시킨 후, 상기 박막에 대하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM), 타원편광분석기(Ellipsometer), 엑스선 광전자분광분석기(X-ray photoelectron spectroscopy, XPS) 등 별도의 분석장비를 사용하여 박막의 특성을 분석하고 있다. 하지만, 종래의 방법은 공정 수율을 실시간으로 파악하기 어려운 단점이 있다. 또한, 상기 박막을 이루는 원소 성분 및 두께 정보를 얻을 수 있는 기술이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은 원자층 증착 및 공정 수율 분석을 인시튜 및 실시간으로 수행할 수 있는 X선 형광분석 원자층 증착 장치를 제공하는 것이다.
- [6] 본 발명의 다른 목적은 원자층 증착 및 공정 수율 분석을 인시튜 및 실시간으로

수행할 수 있는 X선 형광분석 원자층 증착 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 장치는, 기판을 지지하며, 공정 공간을 제공하는 반응 챔버, 상기 공정 공간 내의 제1 진공 상태에서, 화학-흡착 공정을 통하여 상기 기판 상에 박막을 형성하기 위하여 공정 가스 공급 라인을 통하여 공급되는 공정 가스를 공급하는 가스 공급 모듈, 상기 공정 공간 내에 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서, 상기 기판 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을 분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행하는 X선 형광 분석 모듈 및 상기 제1 진공 및 제2 진공 상태로 사이에 진공도를 스위칭하는 스위칭 진공 모듈을 포함한다.
- [8] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 X선 형광 분석 모듈은, 상기 박막을 향하여 X선을 조사하는 X선 조사기, 상기 박막으로부터 발생하는 X선 형광의 경로를 가이드 하는 가이드 라인 및 상기 가이드 라인과 연결되며, 상기 가이드 라인에 의하여 가이드된 상기 X선 형광을 검출하는 검출기를 포함할 수 있다.
- [9] 여기서, 상기 X선 형광 분석 모듈은, 상기 가이드 라인에 구비되고 상기 X선 형광을 투과시키는 윈도우 및 상기 박막 형성 공정으로부터 상기 윈도우를 보호하는 개폐 밸브를 더 포함할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 X선 조사기는 상기 기판의 표면에 대하여 20°이하의 각도로 X선을 조사할 수 있다.
- [11] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 스위칭 진공 모듈은, 상기 화학-흡착 공정을 위하여 상기 반응 챔버에 상기 제1 진공 상태를 형성하는 제1 진공 펌프 및 상기 검출 공정을 위하여 상기 반응 챔버에 상기 제2 진공 상태를 형성하는 제2 진공 펌프를 포함하는 진공 펌핑 유닛, 상기 진공 펌핑 유닛 및 상기 반응 챔버에 연통되어 상기 반응 챔버의 압력을 센싱하는 압력 센싱 유닛 및 상기 진공 펌핑 유닛, 상기 압력 센싱 유닛 및 상기 반응 챔버 사이를 연결하고, 3-방향 밸브를 구비한 진공 라인 유닛을 포함할 수 있다.
- [12] 여기서, 상기 진공 라인 모듈은, 상기 제1 진공 펌프 및 상기 반응 챔버를 상호 연결하며, 상기 공정 가스 공급 라인과 연결된 제1 진공 라인, 상기 제1 진공 라인으로부터 분기되어 상기 제2 진공 펌프(172)와 연결되는 제2 진공 라인 및 상기 제1 및 제2 진공 펌프들을 상호 연결시키는 펌핑 라인을 포함할 수 있다.
- [13] 또한, 상기 압력 센싱 유닛은, 상기 반응 챔버의 제1 진공 상태를 감지하는 제1 압력 센서, 상기 반응 챔버의 제2 진공 상태를 감지하는 제2 압력 센서 및 상기 제1 진공 라인으로부터 분기되어 상기 제1 및 제2 압력 센서들과 상기 반응 챔버를 연결시키는 센싱 라인을 포함할 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 진공 상태는 1×10^{-5} Torr 이하의 압력을 가질 수 있다.

- [15] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 방법에 있어서, 반응 챔버 내에서 제1 진공 상태에서, 공정 가스를 이용하는 화학-흡착 공정을 통하여 기판 상에 박막을 형성하는 박막 형성 공정을 수행하고, 상기 공정 공간 내에서 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서 상기 기판 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을 분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행한다. 이때, 상기 박막 형성 공정 및 상기 검출 공정 사이에 상기 제1 진공 상태 및 제2 진공 상태로 진공도를 스위칭하는 진공도 스위칭 공정이 수행된다.

- [16] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 진공도 스위칭 단계는 3-방향 밸브를 이용하여 수행될 수 있다.

발명의 효과

- [17] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 장치 및 그 방법은 원자층 증착 공정 및 검출 공정을 인시튜로 수행할 수 있다.
- [18] 또한, X선 형광 분석 공정은 기판 표면에 조사한 X선으로부터 발생한 형광 X선의 분석을 통해 원소 성분 및 강도, 이에 따른 막 두께 정보를 얻을 수 있는 기술로 원자층 증착 공정에 실시간으로 연계하여 분석할 경우 막 성장 특성 파악뿐만 아니라 공정 수율 향상 효과를 가질 수 있다. 나아가, 단원자층 또는 수사이클의 다층 증착 공정 중에 박막 성장 및 공정 안정성에 대한 정보를 파악할 수 있어 효과적인 원자층 증착 공정 수행이 가능하다.
- [19] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [20] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 장치를 설명하기 위한 구성도이다.
- [21] 도 2는 도 1의 X선 형광 분석 모듈을 설명하기 위한 X선 형광 분석 모듈을 설명하기 위한 구성도이다.
- [22] 도 3 및 도 4는 X선 형광분석 원자층 증착 장치의 박막 형성 공정 및 검출 공정 각각을 설명하기 위한 구성도들이다.
- [23] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 방법을 설명하기 위한 공정 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [24] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및

기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[25] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[26] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[27] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[28]

[29] X선 형광분석 원자층 증착 장치

[30] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 장치를 설명하기 위한 구성도이다. 도 2는 도 1의 X선 형광 분석 모듈을 설명하기 위한 X선 형광 분석 모듈을 설명하기 위한 구성도이다.

[31] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 장치(100)는, 반응 챔버(110), 가스 공급 모듈(130), X선 형광 분석 모듈(150) 및 스위칭 진공 모듈(170)을 포함한다.

[32] 상기 반응 챔버(110)는 기판(10)을 지지한다. 상기 반응 챔버(110)는 박막을 형성하기 위한 공정이 진행될 수 있는 반응 공간을 제공한다. 상기 반응 챔버는 기판을 지지하는 기판 스테이지(115)를 포함할 수 있다. 한편, 상기 기판(10)에는 원자층 증착 공정을 통하여 박막이 형성될 수 있다. 상기 기판(10)의 예로는, 실리콘 기판, 유리 기판, 세라믹 기판, 고분자 기판 등을 들 수 있다.

[33] 상기 반응 챔버(110)의 내부는 제1 진공 상태 및 제2 진공 상태로 각각 조절될 수 있다. 상기 제1 진공 상태에서 상기 반응 챔버(110)의 내부에서는 원자층 증착 공정을 통하여 박막 형성 공정이 수행되는 반면에, 상기 제2 진공 상태에서 상기

반응 챔버(110)의 내부에서는 X선 형광 물질을 검출하여 박막의 상태를 검출하는 검출 공정이 수행될 수 있다. 즉, 상기 박막 형성 공정 및 상기 검출 공정은 상기 반응 챔버(110)의 서로 다른 진공 상태에서 수행될 수 있다. 예를 들면, 상기 박막 형성 공정은 1 Torr 이하의 제1 진공 상태에서 수행되는 반면에, 상기 검출 공정은 1.0×10^{-5} Torr 이하의 제2 진공 상태에서 수행될 수 있다.

- [34] 상기 가스 공급 모듈(130)은 상기 반응 챔버(110)에 공정 가스를 공급한다. 상기 가스 공급 모듈(130)은 공정 가스 공급 라인(135)을 통하여 상기 반응 챔버(110)에 공정 가스를 공급한다. 상기 공정 가스는, 소스 가스, 캐리어 가스 및 퍼지 가스를 포함한다. 상기 소스 가스는 원자층 증착 공정을 통하여 형성되는 박막을 이루는 물질의 전구체에 해당한다. 상기 캐리어 가스는 상기 소스 가스를 상기 반응 챔버로 이동시키는 역할을 한다. 상기 캐리어 가스의 예로는, 수소, 아르곤, 헬륨 등과 같은 불활성 가스를 들 수 있다. 상기 퍼지 가스는 상기 원자층 증착 공정 후 잔류하는 부산물 또는 미반응 가스를 상기 반응 챔버로부터 제거한다. 또한 상기 원자층 증착 공정은 복수의 사이클로 수행됨에 따라 상기 퍼지 가스는 상기 사이클 사이에 잔류하는 부산물 또는 미반응 가스를 제거할 수 있다.
- [35] 상기 가스 공급 모듈(130)은, 가스 저장 용기(131), 개폐 밸브(133), 공정 가스 공급 라인(135) 및 유량 조절기(136)를 포함할 수 있다.
- [36] 상기 가스 저장 용기(131)는 소스 가스 또는 캐리어 가스를 저장한다. 상기 가스 저장 용기(131)는 공정 가스 공급 라인(135)을 통하여 상기 반응 챔버(110)와 연결된다. 상기 가스 저장 용기(131)는 개폐 밸브(133)에 의하여 공정 가스의 공급 여부를 조절할 수 있다.
- [37] 상기 공정 가스 공급 라인(135)은 상기 가스 저장 용기(131) 및 상기 반응 챔버(110) 사이를 연결한다. 상기 공정 가스 공급 라인(135)은 상기 가스 저장 용기(131)로부터 상기 반응 챔버(110)로 상기 공정 가스의 흐름을 위한 유로를 제공한다.
- [38] 상기 X선 형광 분석 모듈(150)은 상기 공정 공간 내에 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서 구동한다. 이로써, 상기 X선 형광 분석 모듈(150)은 상기 박막에 X선을 조사하여 상기 박막으로부터 발생하는 양이온의 존재 여부, X선 형광의 강도 및 상기 박막의 두께를 보다 용이하게 분석할 수 있다. 이로써, 상기 박막의 성장 특성을 파악함으로써 공정 수율을 도모할 수 있다.
- [39] 상기 X선 형광 분석 모듈(150)은 상기 기판(10) 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을 분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행한다. 즉, 상기 X선 형광 분석 모듈(150)은, 상기 박막이 형성된 기판(10)을 반응 챔버(110) 이외의 별도의 공간에서 분석하지 않고 반응 챔버(110) 내에서 인시튜로 분석할 수 있다.
- [40] 상기 X선 형광 분석 모듈(150)은 X선 조사기(151), 가이드 라인(153) 및 검출기(155)를 포함할 수 있다.

- [41] 상기 X선 조사기(151)는 상기 반응 챔버(110)에 인접하게 배치된다. 상기 X선 조사기(151)는 상기 박막을 향하여 X선을 조사한다.
- [42] 상기 가이드 라인(153)은 상기 반응 챔버(110)의 외측면에 접하게 배치된다. 상기 가이드 라인(153)은 상기 박막으로부터 발생하는 X선 형광의 경로를 가이드한다. 상기 가이드 라인(153)은 상기 반응 챔버(110)의 상부에 배치된다. 이로써 상기 가이드 라인(153)은 상기 박막으로부터 발생하는 X선 형광을 상기 기관(10)에 대하여 수직한 방향으로 가이드할 수 있다.
- [43] 상기 검출기(155)는 상기 반응 챔버(110)의 상부에 배치된다. 상기 검출기(155)는 상기 가이드 라인(153)과 연결된다. 상기 검출기(155)는 상기 가이드 라인(155)에 의하여 가이드된 상기 X선 형광을 검출한다. 이로서, 상기 검출기(155)는 상기 박막으로부터 발생된 양이온을 분석함으로써 상기 X선 형광을 정량적으로 분석할 수 있다.
- [44] 또한, 상기 X선 형광 분석 모듈(150)은, 상기 가이드 라인(153) 상에 구비되고 상기 X선 형광을 투과시키는 윈도우(159) 및 상기 박막 형성 공정으로부터 상기 윈도우(159)를 보호하는 개폐 밸브(157)를 더 포함할 수 있다.
- [45] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 X선 조사기(151)는 상기 기관(10)의 표면에 대하여 20°이하의 각도로 X선을 조사할 수 있다. 이로서, X선이 상기 박막에 보다 효과적으로 도달함으로써 X선 형광 분석 모듈(150)이 보다 개선된 분석 효율을 가질 수 있다.
- [46] 상기 스윙칭 진공 모듈(170)은 상기 반응 챔버(110)와 연결된다. 상기 스윙칭 진공 모듈(170)은 상기 반응 챔버(110) 내의 상기 제1 진공 상태 및 제2 진공 상태로 사이에 진공도를 스윙칭할 수 있다. 즉, 상기 스윙칭 진공 모듈(170)은 상기 반응 챔버(110)의 진공도를 조절할 수 있다. 이로서, 박막 형성 공정 및 검출 공정이 각각 수행될 때 상기 반응 챔버(110)의 진공도를 조절할 수 있다.
- [47] 상기 스윙칭 진공 모듈(170)은, 진공 펌핑 유닛, 압력 센싱 유닛(180) 및 진공 라인 유닛(190)을 포함한다.
- [48] 상기 진공 펌핑 유닛은 상기 화학-흡착 공정을 위하여 상기 반응 챔버에 상기 제1 진공 상태를 형성하는 제1 진공 펌프(171) 및 상기 검출 공정을 위하여 상기 반응 챔버에 상기 제2 진공 상태를 형성하는 제2 진공 펌프(172)를 포함한다.
- [49] 상기 압력 센싱 유닛(180)은 상기 진공 펌핑 유닛 및 상기 반응 챔버(110)에 연통된다. 상기 압력 센싱 유닛(180)은 상기 반응 챔버(110)의 압력을 센싱한다. 이로서, 상기 압력 센싱 유닛(180)은 상기 반응 챔버(110)의 진공도를 확인할 수 있다. 상기 압력 센싱 유닛(180)은 제1 진공 상태를 확인하는 제1 압력 센서(181) 및 제2 진공 상태를 확인하는 제2 압력 센서(182)를 포함한다. 이로서, 상기 제1 및 제2 압력 센서들(181, 182)이 상기 반응 챔버(110)의 진공도, 즉 제1 진공 상태 및 제2 진공 상태를 개별적으로 확인할 수 있다.
- [50] 상기 진공 라인 유닛(190)은 상기 진공 펌핑 유닛, 상기 압력 센싱 유닛(180) 및 상기 반응 챔버(110) 사이를 연결한다. 상기 진공 라인 유닛(190)은, 3-방향

밸브를 구비한다. 이로써, 상기 3-방향 밸브를 이용하여 박막 형성 공정 및 검출 공정의 모드에 따라 상기 반응 챔버(110)의 진공도를 조절할 수 있다.

[51] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 진공 라인 모듈(190)은, 제1 진공 라인(191), 제2 진공 라인(192) 및 펌핑 라인(193)을 포함할 수 있다.

[52] 상기 제1 진공 라인(191)은 상기 제1 진공 펌프(171) 및 상기 반응 챔버(110)를 상호 연결한다. 또한 상기 제1 진공 라인(191)은 상기 공정 가스 공급 라인(135)과 연결된다. 상기 제1 진공 라인(191) 및 상기 공정 가스 공급 라인(135)의 연결점에는 3-방향 밸브(199a)가 구비될 수 있다.

[53] 상기 제2 진공 라인(192)은 상기 제1 진공 라인(191)으로부터 분기된다. 상기 제2 진공 라인(192)은 상기 제2 진공 펌프(172)와 연결된다. 상기 제1 진공 라인(191) 및 제2 진공 라인(192) 사이의 분기점에 3-방향 밸브(199b)가 구비될 수 있다.

[54] 한편, 상기 펌핑 라인(193)은 상기 제1 및 제2 진공 펌프들(171, 172)을 상호 연결시킨다. 상기 펌핑 라인(193) 상에는 라인 개폐 밸브(198)가 장착된다. 이로써, 상기 라인 개폐 밸브(198)의 개폐에 따라 상기 제1 및 제2 진공 펌프들(171, 172) 사이가 연결되거나 폐쇄될 수 있다.

[55] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 압력 센싱 유닛(180)은 제1 압력 센서(181), 제2 압력 센서(182) 및 센싱 라인(185)을 포함할 수 있다.

[56] 상기 제1 압력 센서(181)는 상기 반응 챔버(110)의 제1 진공 상태를 감지한다. 한편, 제2 압력 센서(182)는, 상기 반응 챔버(110)의 제2 진공 상태를 감지한다. 이로써, 상기 제1 및 제2 압력 센서들(181, 182) 각각이 개별적으로 상기 반응 챔버(110)의 진공도를 감지할 수 있다. 한편, 상기 센싱 라인(185)은 상기 제1 진공 라인(191)으로부터 분기된다. 상기 센싱 라인(185)은 상기 제1 및 제2 압력 센서들(181, 182)과 상기 반응 챔버(110)를 연결시킨다. 상기 센싱 라인(185)으로부터 상기 제1 및 제2 압력 센서들(181, 182)이 각각 연결된 연결점에도 3-방향 밸브(189)가 장착될 수 있다.

[57] 상기 3-방향 밸브들의 개폐를 조절함으로써, 상기 반응 챔버 내의 진공도가 용이하게 조절될 수 있다.

[58]

[59] X선 형광분석 원자층 증착 방법

[60] 도 3 및 도 4는 X선 형광분석 원자층 증착 장치의 박막 형성 공정 및 검출 공정 각각을 설명하기 위한 구성도들이다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 방법을 설명하기 위한 공정 흐름도이다.

[61] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광분석 원자층 증착 방법에 따르면, 반응 챔버 내에서 제1 진공 상태에서, 공정 가스를 이용하는 화학-흡착 공정을 통하여 기판 상에 박막을 형성하는 박막 형성 공정을 수행한다. 이후, 상기 공정 공간 내에서 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서 상기 기판 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을

분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행한다.

- [62] 한편, 상기 박막 형성 공정 및 상기 검출 공정 사이에 상기 제1 진공 상태 및 제2 진공 상태로 진공도를 스위칭하는 진공도 스위칭 공정이 수행된다. 이로써, 상기 진공도에 따라, 상기 박막 형성 공정 및 상기 검출 공정이 순차적으로 수행될 수 있다. 이때, 상기 진공도 스위칭 공정은, 3-방향 밸브를 이용하여 수행될 수 있다.
- [63] 다시 도 1, 도 3 및 도 5를 참조하면, 제1 압력 센서 및 제1 진공 펌프가 구동되어 반응 챔버를 제1 진공 상태로 조절한다. 이때, 상기 반응 가스를 상기 반응 챔버로 공급하여 박막 형성 공정을 수행한다.
- [64] 보다 상세하게는, 3-방향 밸브(199c)는 공정 가스 공급 라인을 반응 챔버와 연통시키며 상기 진공 라인 유닛과는 폐쇄시킨다. 또한, 3-방향 밸브(199b)는 센서 라인(185) 및 제1 진공 라인(191)을 상호 연결시킨다. 한편, 3-방향 밸브(189)는 센서 라인(185) 및 제1 압력 센서(181)를 연결시켜 상기 제1 압력 센서(181)가 상기 반응 챔버의 제1 진공 상태를 감지할 수 있도록 한다.
- [65] 도 1, 도 4 및 도 5를 참조하면, 제2 압력 센서 및 제2 진공 펌프가 구동되어 반응 챔버를 제2 진공 상태로 조절한다. 이때, 검출 공정이 수행된다.
- [66] 보다 상세하게는, 3-방향 밸브(199c)는 공정 가스 공급 라인(135)을 진공 라인 유닛(190)과 연결시킨다. 또한, 3-방향 밸브(199b)는 센서 라인(185) 및 제2 진공 라인(192)을 상호 연결시킨다. 한편, 3-방향 밸브(189)는 센서 라인(185) 및 제2 압력 센서(182)를 연결시켜 상기 제2 압력 센서(181)가 상기 반응 챔버의 제2 진공 상태를 감지할 수 있도록 한다.
- [67] 이로써, 3방향-밸브가 적절히 개폐됨으로써, 박막 형성 공정 및 검출 공정이 각각의 진공도에 따라 효과적으로 수행될 수 있다.

산업상 이용가능성

- [68] 이러한 X선 형광분석 원자층 증착 장치 및 방법은, 원자층 증착 공정을 통하여 박막을 형성하는 산업 분야에 광범위하게 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 기판을 지지하며, 공정 공간을 제공하는 반응 챔버;
 상기 공정 공간 내의 제1 진공 상태에서, 화학-흡착 공정을 통하여 상기 기판 상에 박막을 형성하기 위하여 공정 가스 공급 라인을 통하여 공급되는 공정 가스를 공급하는 가스 공급 모듈;
 상기 공정 공간 내에 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서, 상기 기판 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을 분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행하는 X선 형광 분석 모듈; 및
 상기 제1 진공 및 제2 진공 상태로 사이에 진공도를 스위칭하는 스위칭 진공 모듈을 포함하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 X선 형광 분석 모듈은,
 상기 박막을 향하여 X선을 조사하는 X선 조사기;
 상기 박막으로부터 발생하는 X선 형광의 경로를 가이드 하는 가이드 라인; 및
 상기 가이드 라인과 연결되며, 상기 가이드 라인에 의하여 가이드된 상기 X선 형광을 검출하는 검출기를 포함하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 X선 형광 분석 모듈은, 상기 가이드 라인에 구비되고 상기 X선 형광을 투과시키는 윈도우 및 상기 박막 형성 공정으로부터 상기 윈도우를 보호하는 개폐 밸브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.
- [청구항 4] 제2항에 있어서, 상기 X선 조사기는 상기 기판의 표면에 대하여 20°이하의 각도로 X선을 조사하는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 스위칭 진공 모듈은,
 상기 화학-흡착 공정을 위하여 상기 반응 챔버에 상기 제1 진공 상태를 형성하는 제1 진공 펌프 및 상기 검출 공정을 위하여 상기 반응 챔버에 상기 제2 진공 상태를 형성하는 제2 진공 펌프를 포함하는 진공 펌핑 유닛;
 상기 진공 펌핑 유닛 및 상기 반응 챔버에 연통되어 상기 반응 챔버의 압력을 센싱하는 압력 센싱 유닛; 및
 상기 진공 펌핑 유닛, 상기 압력 센싱 유닛 및 상기 반응 챔버 사이를 연결하고, 3-방향 밸브를 구비한 진공 라인 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 진공 라인 모듈은,
 상기 제1 진공 펌프 및 상기 반응 챔버를 상호 연결하며, 상기 공정 가스

공급 라인과 연결된 제1 진공 라인;

상기 제1 진공 라인으로부터 분기되어 상기 제2 진공 펌프와 연결되는 제2 진공 라인; 및

상기 제1 및 제2 진공 펌프들을 상호 연결시키는 펌핑 라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.

[청구항 7]

제6항에 있어서, 상기 압력 센싱 유닛은

상기 반응 챔버의 제1 진공 상태를 감지하는 제1 압력 센서;

상기 반응 챔버의 제2 진공 상태를 감지하는 제2 압력 센서; 및

상기 제1 진공 라인으로부터 분기되어 상기 제1 및 제2 압력 센서들과 상기 반응 챔버를 연결시키는 센싱 라인을 포함하는 것을 특징으로 X선 형광분석 원자층 증착 장치.

[청구항 8]

제1항에 있어서, 상기 제2 진공 상태는 1×10^{-5} Torr 이하의 압력을 갖는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 장치.

[청구항 9]

반응 챔버 내에서 제1 진공 상태에서, 공정 가스를 이용하는 화학-흡착 공정을 통하여 기판 상에 박막을 형성하는 박막 형성 공정을 수행하는 단계; 및

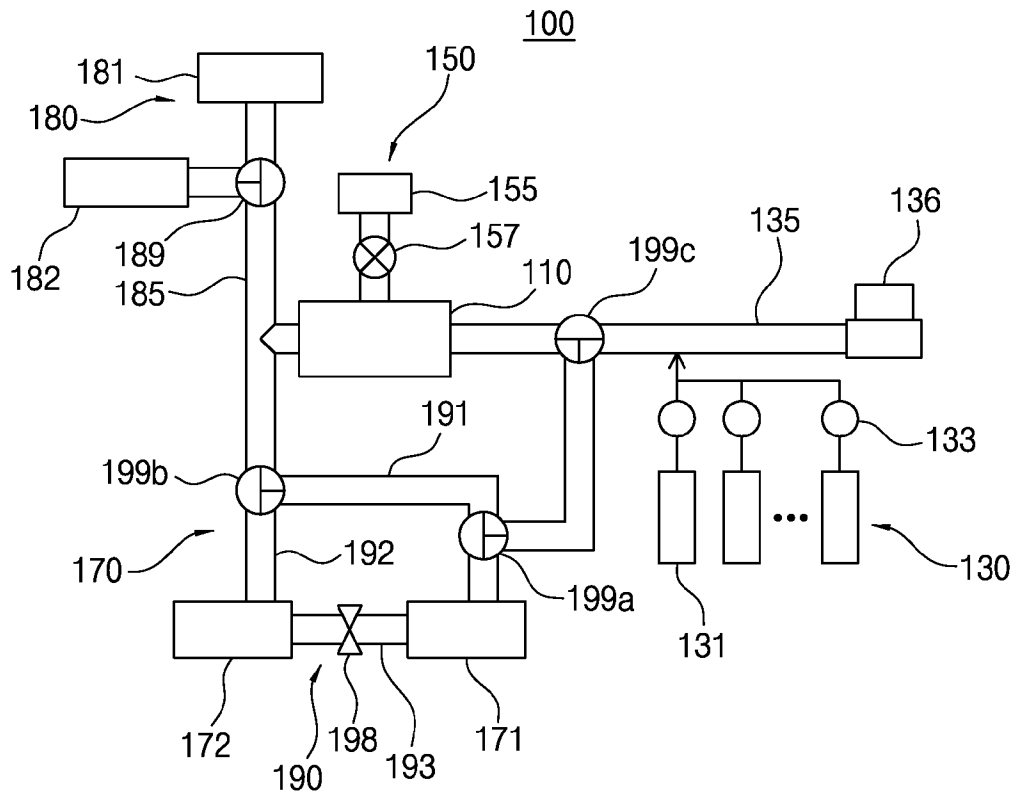
상기 공정 공간 내에서 상기 제1 진공 상태보다 높은 제2 진공 상태에서 상기 기판 상에 형성된 박막으로부터 발생한 X선 형광 물질을 분석하여 상기 박막에 관한 정보를 실시간으로 확보할 수 있는 검출 공정을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 박막 형성 공정 및 상기 검출 공정 사이에 상기 제1 진공 상태 및 제2 진공 상태로 진공도를 스위칭하는 진공도 스위칭 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 방법.

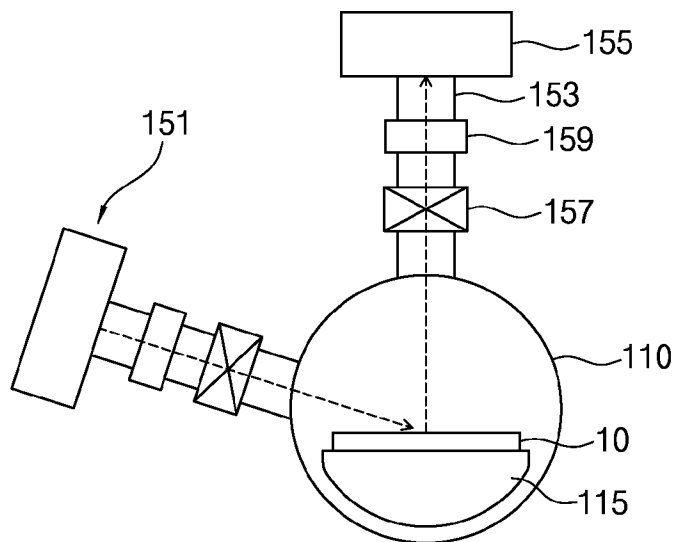
[청구항 10]

제9항에 있어서, 상기 진공도 스위칭 단계는 3-방향 밸브를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 X선 형광분석 원자층 증착 방법.

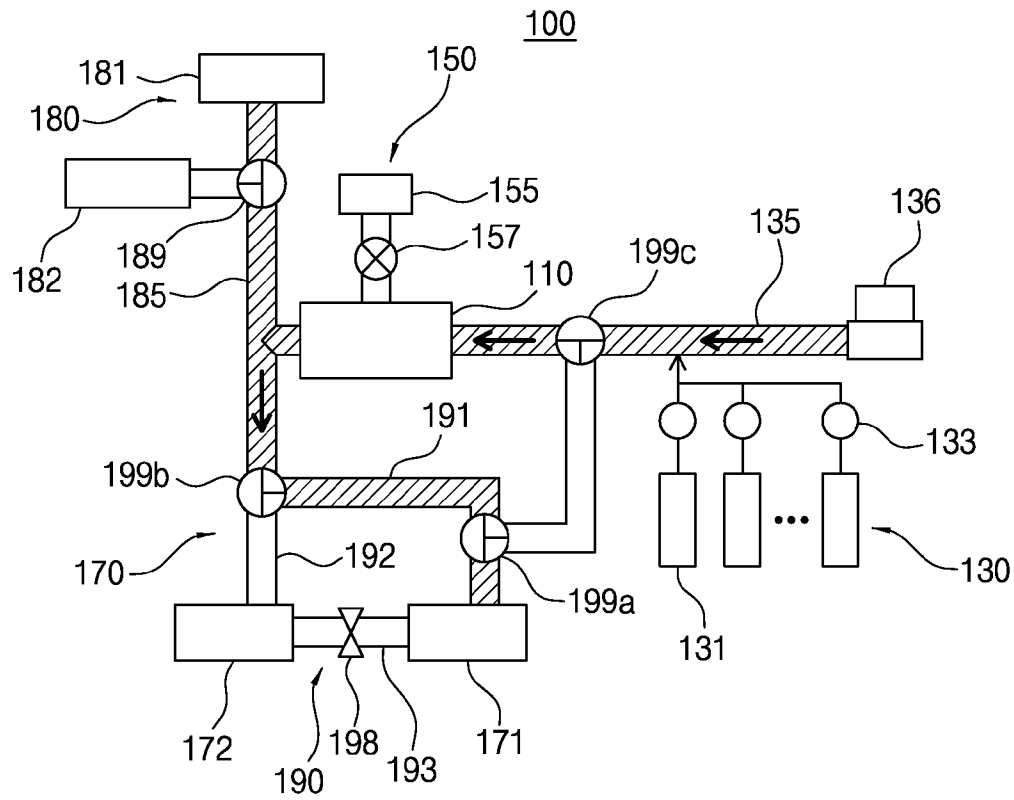
[51]



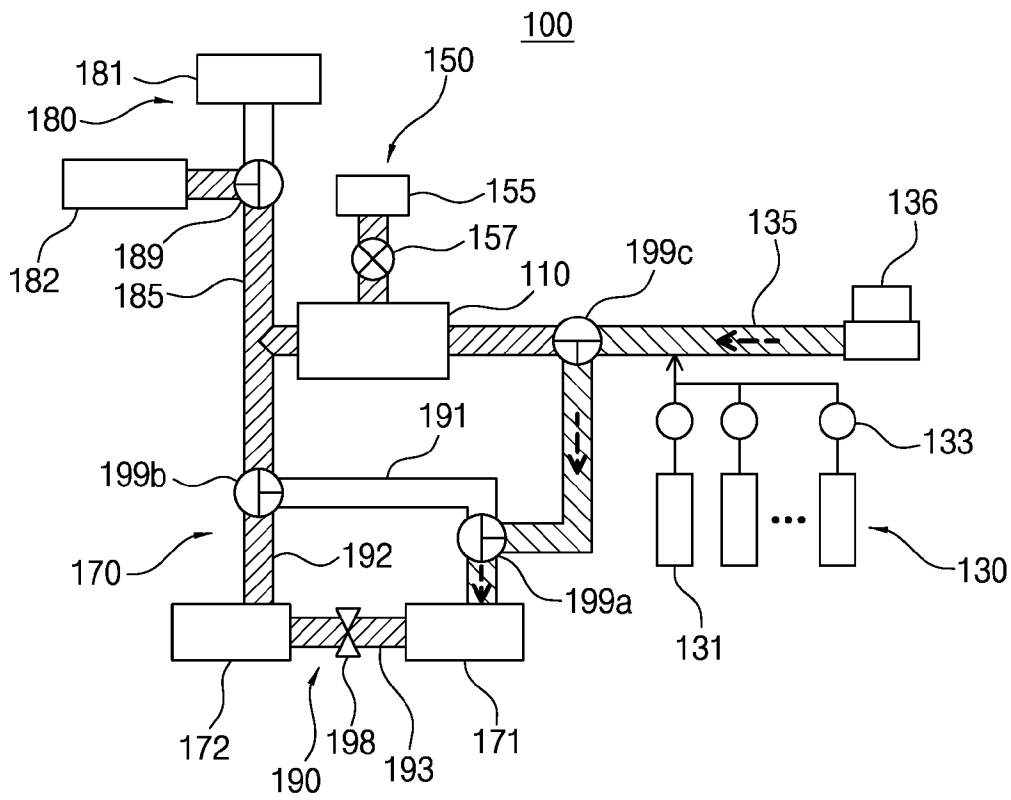
[도2]



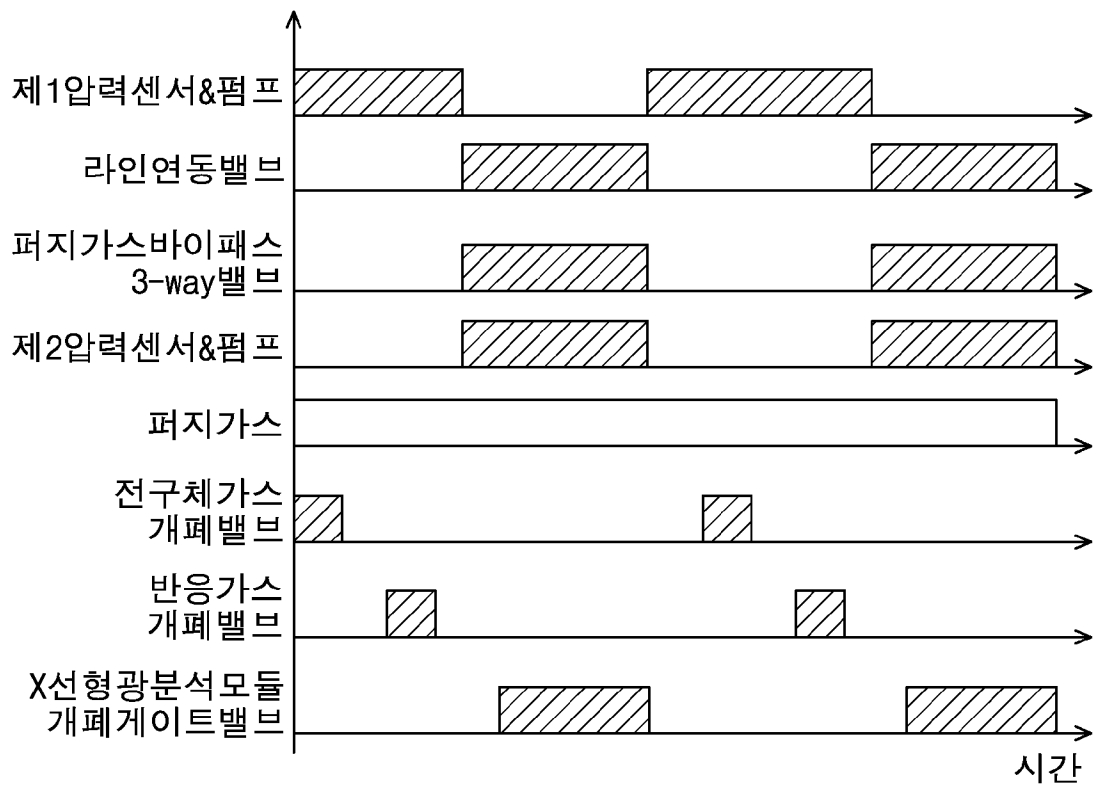
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/012523**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C23C 16/455(2006.01)i, C23C 16/52(2006.01)i, G01N 23/223(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C23C 16/455; C23C 16/56; C23C 14/24; C23C 16/44; G21K 1/00; G01N 23/223; C23C 16/00; G01B 15/02; C23C 16/52

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: deposition, atomic layer, chamber, ALD, X-ray, fluorescence, pump, vacuum

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2008-0110823 A (EDWARDS LIMITED) 19 December 2008 See paragraphs [0022], [0035]-[0038], claims 1, 3, 9 and figure 1.	1-10
Y	JP 2016-017759 A (RIGAKU CORP.) 01 February 2016 See paragraphs [0013]-[0017], claims 1-3 and figure 1.	1-10
A	KR 10-2016-0001398 A (SUNIC SYSTEM. LTD.) 06 January 2016 See paragraphs [0024]-[0027] and figure 3.	1-10
A	KR 10-2007-0098125 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 05 October 2007 See paragraphs [0039]-[0044], claim 1 and figure 3.	1-10
A	KR 10-2015-0128721 A (HELMUT FISCHER GMBH. INSTITUT FÜR ELEKTRONIK UND MESSTECHNIK) 18 November 2015 See paragraphs [0025]-[0032] and figure 1.	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 MARCH 2018 (13.03.2018)

Date of mailing of the international search report

14 MARCH 2018 (14.03.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/012523

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2008-0110823 A	19/12/2008	EP 2007918 A2	31/12/2008
		EP 2007918 B1	09/07/2014
		JP 04979763 B2	18/07/2012
		JP 2009-534574 A	24/09/2009
		KR 10-1434686 B1	26/08/2014
		TW 200808996 A	16/02/2008
		TW 1429780 B	11/03/2014
		US 2009-0208649 A1	20/08/2009
		US 9133836 B2	15/09/2015
		WO 2007-119077 A2	25/10/2007
		WO 2007-119077 A3	20/03/2008
JP 2016-017759 A	01/02/2016	NONE	
KR 10-2016-0001398 A	06/01/2016	NONE	
KR 10-2007-0098125 A	05/10/2007	NONE	
KR 10-2015-0128721 A	18/11/2015	CA 2899081 A1	12/09/2014
		CN 105008905 A	28/10/2015
		DE 102013102270 A1	11/09/2014
		EP 2965067 A1	13/01/2016
		HK 1212027 A1	08/07/2016
		JP 2016-509231 A	24/03/2016
		MX 2015011729 A	15/01/2016
		MX 345821 B	16/02/2017
		US 2015-0362639 A1	17/12/2015
		WO 2014-135429 A1	12/09/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C23C 16/455(2006.01)i, C23C 16/52(2006.01)i, G01N 23/223(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C23C 16/455; C23C 16/56; C23C 14/24; C23C 16/44; G21K 1/00; G01N 23/223; C23C 16/00; G01B 15/02; C23C 16/52

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 증착, 원자층, 챔버, ALD, X선, 형광, 펌프, 진공

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2008-0110823 A (에드워즈 리미티드) 2008.12.19 단락 [0022], [0035]-[0038], 청구항 1, 3, 9 및 도면 1 참조.	1-10
Y	JP 2016-017759 A (RIGAKU CORP.) 2016.02.01 단락 [0013]-[0017], 청구항 1-3 및 도면 1 참조.	1-10
A	KR 10-2016-0001398 A (주식회사 선익시스템) 2016.01.06 단락 [0024]-[0027] 및 도면 3 참조.	1-10
A	KR 10-2007-0098125 A (삼성전자주식회사) 2007.10.05 단락 [0039]-[0044], 청구항 1 및 도면 3 참조.	1-10
A	KR 10-2015-0128721 A (헬무트 휘셔 게엠베하 인스티튜트 휘어 엘렉트로닉 운트 메쓰테크닉) 2015.11.18 단락 [0025]-[0032] 및 도면 1 참조.	1-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 03월 13일 (13.03.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 03월 14일 (14.03.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



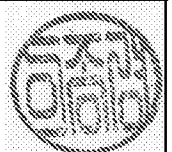
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이종경

전화번호 +82-42-481-3360



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-2008-0110823 A	2008/12/19	EP 2007918 A2	2008/12/31
		EP 2007918 B1	2014/07/09
		JP 04979763 B2	2012/07/18
		JP 2009-534574 A	2009/09/24
		KR 10-1434686 B1	2014/08/26
		TW 200808996 A	2008/02/16
		TW 1429780 B	2014/03/11
		US 2009-0208649 A1	2009/08/20
		US 9133836 B2	2015/09/15
		WO 2007-119077 A2	2007/10/25
		WO 2007-119077 A3	2008/03/20
JP 2016-017759 A	2016/02/01	없음	
KR 10-2016-0001398 A	2016/01/06	없음	
KR 10-2007-0098125 A	2007/10/05	없음	
KR 10-2015-0128721 A	2015/11/18	CA 2899081 A1	2014/09/12
		CN 105008905 A	2015/10/28
		DE 102013102270 A1	2014/09/11
		EP 2965067 A1	2016/01/13
		HK 1212027 A1	2016/07/08
		JP 2016-509231 A	2016/03/24
		MX 2015011729 A	2016/01/15
		MX 345821 B	2017/02/16
		US 2015-0362639 A1	2015/12/17
		WO 2014-135429 A1	2014/09/12