



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월25일
 (11) 등록번호 10-1942605
 (24) 등록일자 2019년01월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C23C 16/44 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)
 C23C 16/458 (2006.01) C23C 16/52 (2018.01)
 C23C 16/54 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7006312
- (22) 출원일자(국제) 2012년07월30일
 심사청구일자 2017년06월30일
- (85) 번역문제출일자 2014년03월07일
- (65) 공개번호 10-2014-0064851
- (43) 공개일자 2014년05월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/NL2012/050540
- (87) 국제공개번호 WO 2013/022339
 국제공개일자 2013년02월14일
- (30) 우선권주장
 11177166.3 2011년08월10일
 유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20110076421 A1
 US20040067641 A1
 US20050172897 A1
 US20070224348 A1

- (73) 특허권자
 네덜란드 오르가니자티에 포오르 토에게파스트-나 투우르베텐샤펠리스크 온데르조에크 테엔오
 네덜란드 엔엘-2595 디에이 '에스-그라벤헤이그 안나 반 뷰렌플레인 1
- (72) 발명자
 크나펜, 레이몬드 제이코부스 윌헬무스
 네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르슈트 라아트 97 테엔오-피엘티 내
 올리에스라거스, 루드
 네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르슈트 라아트 97 테엔오-피엘티 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 김정훈

전체 청구항 수 : 총 13 항

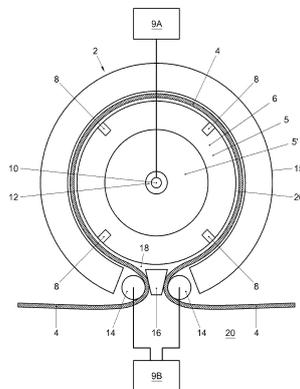
심사관 : 정승두

(54) 발명의 명칭 원자 레이어를 기판에 증착하는 방법 및 장치

(57) 요약

원자 레이어를 기판에 증착하는 방법. 상기 방법은 회전하는 드럼의 부분인 증착 헤드의 전구체 가스 공급원으로부터 전구체 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 전구체 가스는 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기판을 향해 제공될 수 있다. 상기 방법은 상기 회전하는 드럼을 따라 움직이는 상기 기판을 따라 상기 증착 헤드를 회전함으로써 상기 전구체 가스 공급원을 움직이는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 전구체 가스를 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기판을 향해 상기 회전 궤도의 제1 부분을 걸쳐 공급하는 단계와 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 단계 사이에서 스위칭하는 단계를 더 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

반 덴 베르그, 데니스

네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르쉬트라
아트 97 테엔오-피엘티 내

반 덴 보어, 마티스 씨.

네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르쉬트라
아트 97 테엔오-피엘티 내

마스, 디에테릭 얀

네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르쉬트라
아트 97 테엔오-피엘티 내

반 더 동크, 제이콥스 코르 조한

네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르쉬트라
아트 97 테엔오-피엘티 내

루즈뫼, 프레디

네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르쉬트라
아트 97 테엔오-피엘티 내

명세서

청구범위

청구항 1

기관(4)에 원자 레이어를 증착하는 방법에 있어서,

증착 헤드(6)에 의해 포함된 전구체 가스 공급원(8)로부터 상기 기관을 향해 전구체 가스(108)를 공급하는 단계 - 상기 전구체 가스 공급원은 가스 소스(108')로부터 가스를 수신함 - ;

상기 전구체 가스가 원자 레이어를 형성하기 위해 상기 기관 가까이에서 반응하는 단계 - 여기에서 상기 증착 헤드는 상기 원자 레이어를 증착하는 동안 상기 기관을 적어도 부분적으로 마주보는(face) 아웃풋 표면을 갖고, 상기 아웃풋 표면은 상기 전구체 가스 공급원을 제공 받고, 상기 기관의 운동 경로를 정의하는 라운드 모양(rounded shape)임 - ;

상기 전구체 가스를 공급하는 동안 회전 궤도(62)를 따라 상기 증착 헤드를 회전함으로써 상기 전구체 가스 공급원을 상기 기관을 따라 움직이는 단계 - 그러므로 원자 레이어들의 적층을 증착함 - ; 및

상기 전구체 가스를 공급하는 단계와 상기 공급을 차단(interrupt)하는 단계 사이에서 스위칭하는 단계 - 상기 전구체 가스를 공급하는 단계는 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 상기 회전 궤도의 제1 부분(T1)을 걸쳐 상기 전구체 가스를 공급하고, 상기 공급을 차단하는 단계는 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분(T2)을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 차단하고, 여기에서 상기 전구체 가스 공급원을 공급하는 단계와 차단하는 단계 사이에 상기 스위칭은 상기 회전 궤도의 제1 부분에서 제2 부분으로 상기 전구체 가스 공급원이 회전할 때, 상기 가스 공급원 및 상기 가스 소스 사이에 가스 흐름 경로에 배치된 하나 이상의 밸브에 의해 제공될 수 있음 -

를 포함하는 증착 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 회전 궤도의 제1 부분을 걸쳐 상기 기관은 상기 원자 레이어를 증착하기 위해 상기 아웃풋 표면에 근접하고;

상기 회전 궤도의 제2 부분에 걸쳐 상기 기관은 상기 아웃풋 표면으로부터 멀어지거나 제거되고; 및

상기 차단하는 단계는 상기 전구체 가스의 누설을 방지하기 위해 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스 공급원을 통해 전구체 가스 흐름을 리디렉션 또는 스위칭 오프함으로써 제공 받는

증착 방법.

청구항 3

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급원은 드럼에 포함되고, 상기 드럼은 상기 드럼의 표면의 적어도 일부를 막는(seal) 실링 피스를 통해 상기 가스 소스로부터 가스를 수신하고;

상기 드럼은 상기 실링 피스에 대하여 회전하고;

상기 드럼 또는 실링 피스 중 하나는 하나 이상의 가스 입구/출구를 포함하고;

상기 드럼 또는 실링 피스 중 다른 하나는 그 표면에서 상기 드럼 또는 커버 구조 중 어느 하나에 의해 시일된(sealed) 하나 이상의 원주 그루브를 포함하고;

상기 전구체 가스를 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 공급하는 동안, 상기 가스 입구/출구는 상기 원주 그루브의 반대편에 놓이는 - 여기에서 상기 가스 흐름 경로의 부분은 상기 원주 그루브에 의해 형성됨 -

증착 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 원주 그루브는 상기 회전 궤도의 제1 부분을 따라 확장하고, 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분 사이에서 종료하고, 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 동안 이러한 방법으로 상기 가스 흐름 경로는 상기 다른 드럼의 표면 또는 실링 피스에 의해 중단됨으로써 밸브 시스템으로 동작하는

증착 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 밸브들은 상기 회전 궤도에 적용된 고정된 자기장의 극성에 의해 열고 닫는 상태 사이에서 제어되고; 및
 상기 자기장은 상기 전구체 가스 공급원이 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분 사이에서 회전할 때 상기 밸브를 열고 닫는 상태 사이에서 스위칭하기 위해 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분에서 극성이 변하는

증착 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 가스 공급원은 고정된 가스 공급원으로부터 상대 회전 부분들을 포함하는 가스 흐름 경로를 통해 가스를 수신하는 드럼에 포함되고; 여기에서 상기 상대 회전 부분들 사이의 구멍을 통한 상기 전구체 가스의 누설은 상기 전구체 가스보다 높은 압력을 갖는 상기 구멍 주위에서 제공되는 퍼지 가스에 의해 방지되는

증착 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 상대 회전 부분들은 두 개 이상의 동심 튜브를 포함하고, 상기 전구체 가스는 내부 튜브를 통해 공급되고, 상기 퍼지 가스는 외부 튜브를 통해 공급되는

증착 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 퍼지 가스는 상기 드럼을 회전시키기 위한 베어링 가스로서 더 사용되는

증착 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 퍼지 가스는 두 개 이상의 전구체 가스 공급원들 사이에서 가스 커튼으로서 더 사용되는

증착 방법.

청구항 10

기관(4)에 원자 레이어를 증착하는 장치에 있어서,

상기 기관을 적어도 부분적으로 마주보도록 사용하고, 전구체 가스(108)를 상기 기관을 향해 공급하기 위한 전구체 가스 공급원(8)을 제공 받는 아웃풋 표면을 갖는 증착 헤드(6) - 여기에서 상기 아웃풋 표면은 상기 기관

의 운동 경로를 정의하는 둥근 모양을 가짐 -;

상기 증착 헤드를 회전 가능하게 장착하는 마운트(10);

상기 전구체 가스 공급원이 상기 기관을 따라 움직이도록 상기 증착 헤드를 회전하기 위해 배치된 드라이버;

상기 증착 헤드는 원자 레이어를 형성하기 위해 공급된 전구체 가스가 기관 가까이에서(near) 반응하도록 구성되고; 상기 장치는 상기 전구체 가스 공급원이 회전 궤도를 따라 움직이는 동안 원자 레이어의 적층을 증착하기 위해 배치되고;

가스 흐름 경로를 통해 전구체 가스를 상기 전구체 가스 공급원으로 제공하기 위한 가스 소스(108'); 및

상기 전구체 가스를 공급하는 단계와 상기 공급을 차단하는 단계 사이에서 스위칭을 위해 배치되고 구성되는 가스 스위칭 구조 - 상기 전구체 가스를 공급하는 단계는 상기 전구체 가스를 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 회전 궤도의 제1 부분을 걸쳐 공급하고, 상기 공급을 차단하는 단계는 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단함 -

를 포함하고,

여기에서 상기 가스 스위칭 구조는 밸브들 및 밸브 제어 수단들을 포함하고,

상기 밸브들은 상기 가스 흐름 경로를 통해 가스 흐름에 영향을 주기 위해 배치되고,

상기 밸브 제어 수단은 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 가스 공급원으로 상기 가스 흐름을 중단 또는 리디렉션 하도록 상기 밸브들을 제어하기 위해 배치되는

증착 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 가스 공급원은 드럼에 포함되고, 상기 드럼은 상기 드럼의 표면의 적어도 일부를 막는(seal) 실링 피스를 통해 가스를 수신하고;

상기 드럼은 상기 실링 피스에 대하여 회전하고;

상기 드럼 또는 실링 피스 중 하나는 하나 이상의 가스 입구/출구를 포함하고;

상기 드럼 또는 실링 피스 중 다른 하나는 그 표면에서 상기 드럼 또는 커버 구조 중 어느 하나에 의해 시일된(sealed) 하나 이상의 원주 그루브를 포함하고;

상기 원주 그루브는 상기 회전 궤도의 제1 부분을 걸쳐 상기 가스 입구/출구 반대편에 놓이도록 배치됨으로써 상기 가스 흐름 경로의 부분을 형성하는

증착 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 원주 그루브는 상기 회전 궤도의 제1 부분을 따라 확장하고, 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분 사이에서 종료하고, 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 동안 이러한 방법으로, 상기 가스 흐름 경로는 상기 다른 드럼의 표면 또는 실링 피스에 의해 중단됨으로써 밸브 시스템으로 동작하는

증착 장치.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 밸브들은 밸브 자석들을 포함하고, 상기 밸브들은 상기 밸브 자석들에 적용된 외부 자기장의 극성에 의존하여 열고 닫는 상태 사이에서 스위칭하기 위해 배치되고,

상기 밸브 제어 수단들은 상기 전구체 가스 공급원이 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분에서 회전할 때 상기 밸브를 열고 닫는 상태 사이에서 스위칭 하기 위해 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분에서 반대의 자기 극성을 갖는 상기 회전 궤도의 고정된 경로를 따라 배치된 제어 자석들을 포함하는

증착 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기판에 원자 레이어, 바람직하게 원자 레이어들의 적층(stack)을 증착하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 원자 레이어 증착은 타겟 재료(target material)의 단층(monolayer)을 증착하기 위한 방법으로 알려져 있다. 원자 레이어 증착은 예를 들어 화학 증기 증착 (chemical vapor deposition)과 다르므로, 원자 레이어 증착은 적어도 두개의 연속 공정 단계를 가질 수 있다(다시 말해, 반주기(half-cycles)). 이러한 자체-한계 공정 단계 (self-limited process steps)의 제1 단계는 기판의 표면에서의 전구체 가스(precursor gas)의 응용을 포함할 수 있다. 이러한 자체-한계 공정 단계(self-limited process steps)의 제2 단계는 타겟 재료(target material)의 단층을 형성하기 위해 전구체 재료(precursor material)의 반응을 포함할 수 있다. 원자 레이어 증착은 이상적인 레이어 두께 제어가 안 될 경우, 우수한 가능성의 장점을 가질 수 있다. 하지만, 원자 레이어는 본질적으로 얇을 수 있다. 이러한 레이어 두께를 획득하기 위해 다수의 원자 레이어들이 적층되어야 하기 때문에 그 결과, 보통 약 10nm이상의 특정 두께를 갖는 증착 레이어를 위한 원자 레이어 증착의 응용은 더 시간이 걸릴 수 있다.

[0003] WO2007/106076 은 원자 레이어 증착 방법 제시한다. 이러한 드럼(drum)은 전구체 가스(precursor gas)를 제공하는 노즐을 따라 회전할 수 있다. 이러한 방법에서, 다중 레이어 원자 레이어들은 더 짧은 시간 안에 증착될 수 있다. 그러나, WO2007/106076의 방법은 오직 드럼(drum)의 둘레와 같거나 작은 길이를 갖는 기판에만 적용할 수 있다. 게다가, 기판을 적어도 부분적이거나 전체적으로 드럼(drum)에 탑재하기 위해 필요한 시간은 노즐을 따라 빠르게 기판을 회전함으로써 획득될 수 있다.

[0004] US2011/0076421 은 얇은 필름에 증착될 수 있는 튜브에 주입된 증기 증착 원자로(reactor)을 제시한다. 증기 증착 반응 원자로(reactor)는 고정된 튜브와 함께 회전될 수 있다. 회전하는 증기 증착 원자로는 기판이 오직 부분적으로 증기 증착 원자로를 커버하는 동안 반응물(reactant)의 누설을 야기할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 기판에 원자 레이어, 바람직하게 원자 레이어들의 적층(stack)을 증착하는 방법에 관련된 것으로, 이러한 방법은 기판을 향한 증착 헤드(deposition head)에 의해 구성된 전구체 가스(precursor gas) 공급원으로부터 전구체 가스(precursor gas)를 제공하는 단계를 포함한다. 본 발명은 또한 기판에 원자 레이어를 증착하기 위한 장치에 관련된 것으로, 상기 장치는 기판을 향해 전구체 가스(precursor gas)를 공급하기 위한 전구체 가스(precursor gas) 공급원을 갖는 증착 헤드(deposition head)를 포함한다. 본 발명은 또한 원자 레이어의 적층(stack)과 관련된 것이다.

[0006] 본 발명에 의한 EP2360293은 기판에 원자 레이어를 증착하는 방법을 제시한다. 이러한 방법은 회전하는 드럼(drum)의 부분일 수 있는 증착 헤드(deposition head)의 전구체 가스(precursor gas) 공급원으로부터 전구체 가스(precursor gas)를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 전구체 가스(precursor gas)는 전구체 가스(precursor gas) 공급원으로부터 기판을 향해 제공될 수 있다. 이러한 방법은 회전하는 드럼을 따라 움직이는 상기 기판을 따라 증착 헤드(deposition head)를 회전함으로써 전구체 가스(precursor gas) 공급원을 움직이는 단계를 더 포함할 수 있다. EP2360293에서 실링 요소(sealing element)는 환경 밖으로 흐르는 누설로부터 전구

체 가스(precursor gas)를 보호하기 위해 제공될 수 있다.

- [0007] 본 발명의 목적은 적어도 부분적으로 알려진 방법의 문제점 중 하나 이상을 만족하는 원자 레이어를 증착하는 방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0008] 따라서, 본 발명은 예를 들어, 유연하거나 딱딱한(flexible or rigid) 기관에 원자 레이어를 증착하는 방법, 원자 레이어의 바람직한 적층(stack)을 제공하고, 이러한 방법은 기관을 향한 증착 헤드에 의해 포함된 전구체 가스(precursor gas) 공급원으로부터, 바람직하게 복수의 전구체 가스(precursor gas) 공급원으로부터, 전구체 가스(precursor gas)를 제공하는 단계를 포함할 수 있고, 전구체 가스(precursor gas)가 주변, 예를 들어, 원자 레이어로부터 기관상, 에 반응하는 단계 포함할 수 있고, 전구체 가스(precursor gas)를 제공하는 동안 회전 궤도(rotation trajectory)를 따라 증착 헤드를 회전함으로써 기관을 따라 전구체 가스(precursor gas) 공급원을 움직이는 단계를 포함할 수 있고, 및 전구체 가스(precursor gas) 공급원으로부터 회전 궤도의 제1 부분을 거쳐 기관으로 전구체 가스(precursor gas)를 공급하는 사이에서 스위칭하는 단계; 및 상기 전구체 가스(precursor gas) 회전 궤도의 제2 부분을 거쳐 공급원으로부터 전구체 가스(precursor gas)의 공급을 차단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 이러한 방법에서, 원자 레이어의 적층은 증착될 수 있다. 그 결과, 원자 레이어의 증착 비율은 증가할 수 있다. 게다가, 전구체 가스(precursor gas)의 공급과 차단 사이를 스위칭함으로써, 회전 궤도의 제2 부분을 거쳐, 예를 들어, 기관이 움직이거나 출력면으로부터 멀어질 때, 전구체 가스(precursor gas)의 원하지 않는 누설이 예방될 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따르면, 상기 증착 헤드는 전구체 가스(precursor gas)가 공급되는 동안 한 방향으로 연속적으로 회전될 수 있다. 그러므로, 반복적인 전구체 가스(precursor gas) 공급원 및/또는 기관의 이동은 원자 레이어의 적층을 증착시킬 때 피할 수 있다. 전구체 헤드(precursor head) 및 기관의 역 회전(back-turning) 방법에서, 고유한 왕복 운동은 예방될 수 있다. 이러한 방법은 예를 들어, 증착 헤드의 전환점(turning point)에서 경계(seam)가 없기 때문에 더 높은 증착 비율 및/또는 더 높은 원자 레이어 증착을 야기할 수 있다.
- [0011] 또 다른 실시예에서, 상기 증착 헤드(deposition head)는 전구체 가스(precursor gas)가 공급되는 동안 왕복 운동으로 회전할 수 있다. 예를 들어, 상기 증착 헤드는 전구체 가스(precursor gas)가 공급되는 동안 한 방향으로 먼저 움직일 수 있고, 그러면 전구체 가스(precursor gas)가 공급되는 동안 또 다른 방향으로 움직일 수 있다. 이러한 실시예의 이점은 증착 과정에서 더 높은 유연성을 가져올 수 있다. 예를 들어, 더 적은 전구체 가스(precursor gas) 공급원들이 요구될 수 있다.
- [0012] US 2009/0081885 A1은 전구체 가스(precursor gas) 공급원이 전구체 가스(precursor gas)가 공급되는 동안 증착 헤드를 회전함으로써 기관을 따라 움직이는 것을 제시하지 않았다. A1은 또한 전구체 가스 공급원을 한 방향으로 연속적으로 움직이는 동안(예를 들어, 회전)에 원자 레이어의 적층이 증착되는 것을 제시하지 않았다. US 2009/0081885 A1에서 제시된 장치는 전구체 가스(precursor gas)가 공급되는 동안 전구체 가스 공급원을 한 방향으로 연속적으로 회전하는 것에 적합하지 않다.
- [0013] 상기 기관은 유연하거나 단단(rigid)(예를 들어, 유연하지 않은(inflexible))한 기관일 수 있다. 유연한 기관은 사용하는 것은 회전하는 증착 헤드와 잘 결합할 수 있다. 이러한 유연한 기관은 기관이 휘어지는 것을 허용할 수 있고, 이러한 휘어지는 기관은 회전하는 증착 헤드 주위의 기관일 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 제안하는 방법은 전구체 가스 공급원을 따라 기관이 움직이는 단계 다음으로 및/또는 동시에 기관을 향해 전구체 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 전구체 가스 공급원을 따라 기관이 움직이고, 다음으로 기관을 향해 전구체 가스를 공급하는 단계는 상호 격리된 영역의 증착을 할 수 있고, 여기에서 적층된 레이어들은 기관에 증착될 수 있다. 전구체 가스가 기관을 향해 공급되는 동시에 기관이 전구체 가스 공급원을 따라 움직이면, 더 연속적으로 적층된 레이어는 원자 레이어로부터 적층될 수 있고, 서로에 대해 겹셋(예를 들어, 부분적인 오버랩(overlap))을 가질 수 있다. 이러한 방법에서, 기관에 수직으로 연장하는 원자 레이어의 모서리 사이 경계가 실질적으로 방지될 수 있다. 전구체 가스 공급원의 병진 속도(translational velocity)는 기관이 시정수(constant in time) 또는 시간의 변화와 관련 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 원자 레이어가 증착되는 동안, 전구체 가스 공급원의 병진 속도(translational velocity)는 더 크거나 기관의 병진 속도(translational velocity)를 향할 수 있다. 이것은 원자 레이어들의 증착 비율을 더 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 전구체 가스 공급원의 병진 속도의 절대값은 기관의 병진 속도의 절대값보다 적어도 5 배(5 times), 적어도 10배(10 times), 적어도 20배(20 times), 적어도 50배(50 times), 적어도 100배

(100 times), 적어도 500배(500 times), 적어도 1000배(1000 times), 적어도 5000배(5000 times), 및/또는 적어도 10000배(10000 times) 더 클 수 있다. 일 실시예에서 기관은 전구체 헤드가 기관 표면 따라 움직이는 동안에 매우 천천히 움직이거나 고정될 수 있으므로 원하는 수의 레이어들이 증착될 수 있다. 전구체 가스 공급원의 추가적인 병진 속도는 기관의 병진 속도의 한 방향에서 요구될 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 전구체 가스 공급원은 증착 헤드의 축 방향이 긴 모양이거나 사면 모양일 수 있고, 여기에서 전구체 가스 공급원 및/또는 기관은 회전 헤드 움직임에 의해 정의된 축 방향의 가로의 한 방향으로 움직일 수 있다. 이러한 축 방향을 따라 또는 사면의 긴 전구체 가스 공급원 형태는 기관에 원자 레이어의 균일한 증착을 수행할 수 있다.

[0017] 일 실시예에서 증착 헤드는 원자 레이어를 증착하는 동안 기관의 적어도 부분적 표면에 아웃풋 표면(output face)을 가질 수 있고, 상기 아웃풋 표면(output face)은 상기 전구체 가스 공급원으로 제공될 수 있다. 따라서, 전구체 가스 공급원은 아웃풋 표면(output face) 곡선을 따라, 증착 헤드의 회전 축을 따라 또는 사면의 한 방향으로 확장될 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 아웃풋 표면은 기관의 움직임 경로로 정의되는 실질적으로 원형(rounded), 전형적으로 원통형(cylindrical) 또는 원추형(conical), 예를 들어, 절두 원추형(frustoconical), 모양 및/또는 절두체(frustum) 모양일 수 있다. Hence, the output face may have a substantially cylindrical, conical, or frustum shape. 따라서, 아웃풋 표면은 실질적으로 원통형(cylindrical), 원추형(conical), 또는 절두체(frustum) 모양일 수 있다. 전구체 헤드와 기관 사이에 더 균일한 이격 거리를 사용하여 유지할 수 있기 때문에 이러한 아웃풋 표면은 회전 전구체 헤드(precursor head)와 잘 결합할 수 있다.

[0019] US 2007/0281089 A1 은 전구체 가스 공급원으로 제공되는 원자 레이어를 증착하는 동안 기관의 적어도 부분적 표면에 아웃풋 표면을 갖고, 기관의 움직임 경로로 정의되는 실질적으로 원형 모양을 갖는 증착 헤드를 제시하지 않았다. 또한 US 2007/0281089 A1은 증착 헤드의 축 방향을 따라 긴 모양 또는 사면의 전구체 가스 공급원을 제시하지 않았고, 또한 전구체 가스 공급원이 아웃풋 표면 곡선을 따라, 증착 헤드의 회전의 축을 따라 또는 사면의 한 방향으로 확장되는 것을 제시하지 않았다. 대신에, US 2007/0281089 A1은 아웃풋 표면 및 전구체 가스 공급원이 회전의 축 및 축 방향에 수직으로(perpendicular) 확장되는 장치를 제시한다. 이것은 기관에 균일한 증착을 저해한다. 예를 들어, 회전의 축에 가까운 증착은 회전의 축으로부터 멀리 떨어진 증착과 다를 수 있다. 게다가, 회전의 축의 위치에서 증착되지 않을 수 있다. 그 결과, US 2007/0281089 A1 에서 기관은 아웃풋 표면의 영역의 반보다 더 적은 부분에서만 움직인다.

[0020] 일 실시예에서, 기관이 전구체 가스 공급원을 따라 움직이는 단계는 기관이 바람직하게 적어도 한번 또는 한번 이상 증착 헤드 주위, 바람직하게 증착 헤드의 아웃풋 표면 주위를 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 바람직하게, 적어도 한번 회전하는 증착 헤드를 따라 움직이는 기관의 제1 부분이 위치할 수 있고, 게다가 기관의 제1 부분 보다 한번 이상 더 회전하는 기관 주위를 움직이는 기관의 제2 부분이 위치할 수 있다. 바람직하게, 기관의 제1 및 제2 부분은 기관의 움직이는 방향 가로로 기관의 제1 및 제2 부분에 따른 방향의 같은 라인을 따라 연장될 수 있다. 이러한 방법에서, 회전하는 전구체 가스 공급원은 균일한 표면 기관은 사용할 수 있다. 그 결과, 전구체 가스의 누설을 상당히 방지할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서 누설의 문제(누설 문제는 전구체의 오염 및 입자의 증가를 가져오는 원하지 않는 반응을 야기할 수 있다.)는 기관이 증착 헤드를 향해 도달하는 움직이는 위치 가까이에서 발생할 수 있고, 또는 기관이 증착 헤드로부터 멀어지는 움직이는 위치 가까이에서 발생할 수 있고, 적어도 부분적으로 해결될 수 있다. 증착 헤드 주위에 제공된 기관의 횡수는 반드시 정수일 필요는 없다.

[0021] 일 실시예에서, 제안된 방법은 기관의 제1 및 제2 부분 사이의 갭(gap)을 통해 누설된 전구체 가스를 배출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 기관이 전구체 가스 공급원을 따라 움직이는 단계는 기관이 증착 헤드 주위의 나선형(helical) 경로를 따라 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 증착 헤드는 회전 드럼(rotatable drum)의 부분일 수 있다. 상기 드럼은 그것에 부착된 증착 헤드를 갖는 회전할 수 있는 휠(wheel)을 포함할 수 있다. 기관은 나선형 경로를 따라 적어도 한번 상기 증착 헤드 주위 및 상기 드럼 주위를 움직일 수 있다. 이러한 방법에서, 회전하는 전구체 가스 공급원은 바람직하게 나선형 경로를 따라 반대면 사이(opposed sides)의 전체 기관 영역에 걸쳐 균일한 레이어를 제공하는 기관을 균일하게 직면하도록 사용할 수 있는 것이 가능해진다. 특히, 상기 기관은 나선형 경로 구성으로 위치할 수 있고, 여기에서 이러한 방법으로 반대 기관 면은 서로 직면하고, 반대 기관 면 사이를 전환함으로써 슬릿(slot)이 없거나 아주 좁은 슬릿(narrow slit)만이 형성될 수 있다. 이러한 방법에서

누설은 상당히 예방되거나 최소화 될 수 있다.

- [0023] 일 실시예에서, 상기 기관은 실질적으로 전체 전구체 가스 공급원을 직면할 수 있다. 그러므로, 회전하는 전구체 가스 공급원 사용은 균일하게 기관을 직면할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 제안된 방법은 증착 헤드 바깥쪽 위치를 직면하는(마주보는) 커버에 의해 전구체 가스를 주입하는 단계를 포함할 수 있고, 여기에서 기관은 증착 헤드를 직면할 수 있다. 커버에 의해, 상기 방법이 사용되는 장치의 바깥 환경으로 전구체 가스의 흐름은 실질적으로 저해하거나 예방할 수 있다. 상기 커버는 상기 기관의 제1 및 제2 부분의 갭(gap)에서 또는 갭(gap)을 따라 확장될 수 있다.
- [0025] 일 실시예에서, 제안된 방법은 기관과 회전하는 증착 헤드 사이에 이격 거리를 유지하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 기관과 상기 회전하는 증착 헤드 사이의 기계적 접촉을 예방할 수 있다. 그 결과, 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도(translational velocity)는 기관의 병진 속도보다 더 클 수 있다. 바람직하게, 상기 이격 거리는 분리 헤드의 둘레의 적어도 부분에서, 바람직하게는 모든 부분에서 실질적으로 일정할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 제안된 방법은 기관을 캐리어(carrier)에 부착하고, 상기 캐리어를 전구체 가스 공급원을 따라 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 상기 캐리어에 의해, 상기 기관과 회전하는 증착 헤드 사이에 이격 거리는 유지될 수 있다. 그 결과, 상기 기관과 회전하는 증착 헤드 사이에 기계적 접촉은 예방될 수 있다. 바람직하게, 상기 캐리어는 메쉬(mesh)를 포함할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 제안된 방법은 캐리어를 가이드의 운송 표면을 따라 가이드 주위에서 움직이는 단계를 포함할 수 있고, 상기 가이드는 아웃풋 표면과 정각이고, 상기 아웃풋 표면과 직면한다. 상기 정각 운송 표면에 의해, 상기 이격 거리는 아웃풋 표면의 적어도 부분에서 실질적으로 균일하게 유지될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 제안된 방법은 상기 증착 헤드와 상기 기관 사이에 상기 기관과 상기 증착 헤드를 분리하는 가스 베어링 레이어를 형성하기 위해 베어링 가스(bearing gas)를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 회전 증착 헤드와 상기 기관 사이에 더 좁은 이격 거리가 유지될 수 있다. 상기 이격 거리는 예를 들어, 최대 200 마이크로미터(micrometers), 최대 100 마이크로미터, 최대 15마이크로미터, 최대 10마이크로미터, 또는 대략 5 마이크로미터일 수 있다. 동시에, 상기 이격 거리는 적어도 3 마이크로미터(micrometers), 적어도 5 마이크로미터 또는 적어도 10 마이크로미터일 수 있다. 이러한 작은 이격 거리는 기관을 향해 제공된 노출 전구체 가스의 양을 감소시킬 수 있다. 이것은 전구체 가스 사용이 보통 생산비를 증가시킨다는 점에서 의미 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 제안된 방법은 레이저에 의해 증착된 전구체 재료를 선택적으로 처리함으로써 원자 레이어를 형성하기 위해 전구체 가스가 기관에서 반응하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 선택적 처리 단계는 증착된 전구체 재료를 선택적으로 처리하기 위해 상기 레이저를 제어하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 레이저를 선택적으로 제어하는 단계는 상기 레이저의 강도, 예를 들어, 레이저 유형 패턴을 제공하기 위해 레이저 온(on) 및 오프(off)의 전환을 선택적으로 제어하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 일 실시예에서, 레이저 스위칭 타임은 상대 속도(relative velocity)와 함께 예를 들어, 50 마이크로미터 또는 더 작은, 매우 작은 면내 패턴 구조(in-plane patterning structures)를 정의할 수 있는 픽셀 그리드(pixel grid)를 정의할 수 있다. 그렇지 않으면, 레이저를 선택적으로 제어하는 단계는 선택적으로 증착 전구체 재료로부터 떨어져서 레이저의 빔 방향을 바꾸는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 패턴된 원자 레이어는 증착될 수 있다. 예를 들어, 기관의 부분에서 구성된 패턴에 따른 원자 레이어가 반응 가스 공급원에 인접하여 증착될 때 상기 레이저는 온(on)될 수 있다. 예를 들어, 기관의 부분에서 구성된 패턴에 따른 원자 레이어가 상기 반응 가스 공급원에 인접하여 증착되지 않을 때 상기 레이저는 오프(off)될 수 있다. 바람직하게, 상기 레이저는 예를 들어, 집적되어 증착 헤드에 포함될 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 제안된 방법은 증착 헤드의 베어링 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 상기 가스 베어링 레이어를 공급하기 위해 베어링 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 일 실시예에서, 제안된 방법은 캐비티(cavity)에서 상기 전구체 가스 공급원에 의해 전구체 가스를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 캐비티(cavity)는 증착 헤드에서 정의될 수 있고, 기관과 직면할 수 있다. 그리고, 캐비티에서의 탈출로 실질적으로 전구체 가스를 방지하기 위한 증착 헤드의 전구체 가스 드레인에 의해 캐비티로부터 전구체 가스를 배출할 수 있다. 제안된 방법은 캐비티로부터 거리에서 베어링 가스 공급원에 의해 베어링 가스를 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0032] 이러한 캐비티는 가스 베어링 레이어에서의 공정 조건과 다른 캐비티에서의 공정 조건을 적용할 수 있다. 바람직하게, 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 전구체 가스 드레인 캐비티에 위치할 수 있다. 상기 가스 베어링 레이어에서, 다시 말해, 베어링 가스 공급원에 가까이 또는 인접하여, 상기 이격 거리는 적어도 3 마이크로미터, 적어도 5 마이크로미터, 적어도 10 마이크로미터 및/또는 최대 15 마이크로미터일 수 있다. 상기 캐비티에서, 상기 이격 거리는 최대 500 마이크로미터, 최대 200 마이크로미터, 최대 100 마이크로미터 최대 50 마이크로미터 및/또는 적어도 25 마이크로미터일 수 있다. 따라서, 상기 캐비티에서 이격 거리는 25 마이크로미터부터 최대 500 마이크로미터의 범위 내일 수 있다.
- [0033] 발명자는 본 실시예의 특징이 다른 실시예 및/또는 본 발명에 기재된 하나 이상의 특징과 조합의 선택으로 보다 광범위하게 적용될 수 있다는 것을 인식한다. 따라서, 원자 레이어를 증착하는 방법이 제공되고, 바람직하게, 기판에 원자 레이어의 적층하는 방법은 전구체 가스 공급원, 바람직하게 기판을 향한 증착 헤드에 의해 포함된 복수의 전구체 가스 공급원으로부터 전구체 가스를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 그리고 상기 전구체 가스 공급원과 상기 기판 사이에 상대 움직임을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다. 여기에서 제안된 방법은 증착 헤드에서 정의되고, 상기 기판에 직면한 캐비티에서 전구체 가스 공급원에 의해 전구체 가스를 공급하는 단계 포함할 수 있다. 그리고, 상기 캐비티로부터 전구체 가스의 탈출을 실질적으로 방지하기 위해 상기 캐비티로부터 상기 증착 헤드의 전구체 가스 드레인에 의해 상기 전구체 가스를 배출하는 단계를 포함할 수 있다. 제안된 방법에서, 상기 캐비티로부터의 거리에서 베어링 가스 공급원에 의해 베어링 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0034] 바람직하게, 이러한 방법은 전구체 가스가 원자 레이어를 형성하기 위해 기판 가까이, 예를 들어, 기판에서 반응하는 단계를 포함할 수 있다. 바람직하게, 이러한 방법은 태양 광 패널(photovoltaic panel) 또는 그것의 일부의 제조를 위해 수행될 수 있다. 바람직하게, 원자 레이어는 태양 광 패널(photovoltaic panel)의 일부 또는 그것의 일부일 수 있다. 예를 들어, 상기 원자 레이어는 물리 패시베이션 레이어(physical passivation layer)의 일부, 예를 들어, 알루미늄 옥사이드 레이어(Al_2O_3)일 수 있다. 그렇지 않으면, 원자 레이어는 미듴-k 알루미늄 옥사이드(Al_2O_3) 레이어와 다른 레이어의 일부일 수 있다. 예를 들어, 상기 원자 레이어는 반사 방지 레이어(antireflection layer)의 일부, 예를 들어, 실리콘 타이트리드(Si_3N_4) 레이어일 수 있다. 제안된 방법은 증착된 플라즈마의 전구체 재료의 단일층 노출 없이 원자 레이어를 형성하기 위해 기판 가까이 예를 들어, 기판에서 전구체 가스 반응을 선택적으로 포함할 수 있다. 바람직하게, 상기 전구체 가스 공급원 및 전구체 가스 드레인은 캐비티에 위치할 수 있다.
- [0035] 일 실시예에서, 제안된 방법은 원자 레이어에 의해 상기 기판의 표면 에너지(예를 들어, 소수성(hydrophobicity))를 수정하기 위해 사용될 수 있다. 제안된 방법은 예를 들어 페이퍼(paper)의 시트 또는 섬유(textile)의 시트의 표면 에너지를 수정하기 위해 사용될 수 있다. 상기 수정은 예를 들어 인쇄 또는 포토리소그래피(photolithography)에 의해 예를 들어, 수정된 표면 에너지를 갖는 기판에 레이어의 추가가 따를 수 있다. 이러한 방법은 원자 레이어 증착에 의해 실행될 수 있는 잘 정의된 표면 에너지로부터 이점일 수 있다.
- [0036] 일 실시예에서, 제안된 방법은 증착 헤드의 전구체 가스 드레인을 통해 전구체 가스를 배출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0037] 일 실시예에서, 상기 아웃풋 표면은 상기 캐비티, 상기 전구체 가스 트레인 및/또는 상기 베어링 가스 공급원과 함께 제공될 수 있다.
- [0038] 일 실시예에서, 제안된 방법은 기판에 원자 레이어의 적층을 증착하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 전구체 가스 공급기와 상기 기판 사이에서 상대적 왕복 운동(relative reciprocating motion)을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 상대적 왕복 운동(relative reciprocating motion)은 두 연속된 역회전(back-turning) 위치에서 상기 전구체 가스 공급원과 상기 기판 사이에 운동의 방향의 역회전(back-turning)을 포함할 수 있다. 여기에서 상기 역회전하는 위치 사이에 증착된 원자 레이어는 이전에 증착된 원자 레이어에 대한 읍셋이다. 이러한 방법에서, 기판에 가로 방향으로 정렬된 복수의 원자 레이어에 의해 형성된 적층에서 경계의 발생은 실질적으로 방지될 수 있다. 이것은 적층의 물리적 특성의 균일성(uniformity) 뿐만 아니라 적층의 강도를 개선할 수 있다.
- [0039] 발명자는 본 실시예의 특징이 다른 실시예 및/또는 본 발명에 기재된 하나 이상의 특징과 조합의 선택으로 보다 광범위하게 적용될 수 있다는 것을 인식한다. 따라서, 제안된 방법은 기판에 원자 레이어의 적층을 증착하는 단계를 포함하고, 상기 전구체 가스 공급원과 상기 기판 사이에 상대적 왕복 운동을 실행하는 단계, 예를 들어,

선형 단계를 더 포함할 수 있다. 여기에서 상대적 왕복 운동은 두 연속된 역회전 위치 또는 역방향 위치에서 상기 전구체 가스 공급원과 상기 기관 사이에서 역회전 또는 움직임의 역방향을 포함할 수 있고, 여기에서 역회전 위치 사이에 증착된 원자 레이어는 바람직하게 증착된 원자 레이어에 대하여 엷해질 수 있다.

- [0040] 일 실시예에서, 역회전 위치 사이에서 증착된 원자 레이어의 모서리는 역회전 위치들 사이에 증착된 원자 레이어의 주요 부분보다 기관으로부터 다른 위치이다.
- [0041] 바람직하게, 제안된 방법은 본 발명에 따른 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 또 다른 목적은 개선된 원자 레이어의 적층을 제공하는 것이다.
- [0043] 그것에서 본 발명은 본 발명에 따른 방법에 의해 적층된 원자 레이어의 적층을 제공한다.
- [0044] 본 발명의 또 다른 목적은 적어도 종래 기술의 장치의 문제점의 하나 이상을 부분적으로 만족하는 원자 레이어를 증착하기 위한 장치를 제공하는 것이다.
- [0045] 본 발명은 예를 들어, 유연하거나 단단한 기관에 원자 레이어를 증착, 바람직하게 원자 레이어들을 적층하기 위한 장치를 제공한다. 상기 장치는 기관을 향해 전구체 가스를 제공하기 위한 전구체 가스 공급원을 갖는 증착 헤드, 바람직하게 복수의 전구체 가스 공급원을 갖는 증착 헤드를 포함할 수 있다. 상기 장치는 증착 헤드를 회전 가능한 장착을 위한 마운트(mount)를 더 포함할 수 있고, 바람직하게 증착 헤드를 포함하는 드럼 장착 또는 장착된 증착 헤드에 휠 장착을 위한 마운트를 포함할 수 있다. 그리고, 기관을 따라 전구체 가스 공급원이 움직이도록 하기 위한 회전하는 증착 헤드를 위해 정렬된 드라이버를 포함할 수 있다. 상기 증착 헤드는 전구체 가스 공급원이 회전 궤도를 따라 연속적으로 움직이는 동안 원자 레이어를 형성하기 위해 기관 가까이 예를 들어, 기관에서 공급된 전구체 가스 반응을 위해 구성될 수 있다. 상기 장치는 가스 흐름 경로를 통해 전구체 가스 공급원을 위한 전구체 가스를 제공하기 위한 가스 소스(gas source)를 더 포함할 수 있다. 그리고, 가스 스위칭 구조는 전구체 가스를 공급하는 사이에 스위칭을 위해 상기 회전 궤도의 제1 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 배열되고, 구성될 수 있다. 그리고 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단할 수 있다.
- [0046] 선택적으로, 상기 장치는 상기 드럼 및/또는 상기 휠을 포함할 수 있다. 따라서, 선택적으로 상기 장치는 상기 증착 헤드를 포함하는 드럼을 포함할 수 있고, 여기에서, 마운트는 상기 증착 헤드를 포함하는 회전 가능한 드럼을 장착하기 위해 배열될 수 있다. 바람직하게, 상기 장치는 회전하는 드럼의 둘레 주변(circumference)의 적어도 부분에서 기관을 움직이게 하기 위해 배열될 수 있다.
- [0047] 이러한 장치로, 원자 레이어의 적층은 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 기관이 한 방향으로 연속적으로 움직이는 동안 증착될 수 있다. 그러므로, 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 기관이 왕복적으로 움직이는 것은 원자 레이어의 적층이 증착될 때 방지할 수 있다. 이러한 방법에서 고유의 왕복 운동인 상기 전구체 헤드 및/또는 기관의 역회전은 방지될 수 있다. 그 결과, 원자 레이어들의 증착 비율은 증가할 수 있다.
- [0048] 일 실시예에서, 상기 장치는 실질적으로 상기 기관을 향해 상기 전구체 가스를 제공하는 동시에 상기 전구체 가스 공급원을 따라 상기 기관의 수송을 위해 배열된 수송기(transporter)를 포함할 수 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 상기 드라이버는 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도를 실행 및/또는 제어하기 위해 조정될 수 있다. 이것은 상기 기관의 병진 속도를 향하거나 더 클 수 있다. 이것은 상기 원자 레이어의 증착 비율을 더 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 상기 전구체 가스 공급원의 상기 병진 속도의 절대값은 상기 기관의 병진 속도의 절대값보다 적어도 5배, 적어도 10배, 적어도 20배, 적어도 50배, 적어도 100 배, 적어도 500배 적어도 1000배 적어도 5000배 및/또는 10000배 클 수 있다. 바람직하게, 상기 드라이버는 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도를 제어하기 위해 배열된 드라이빙 제어기를 포함할 수 있다. 바람직하게, 상기 수송기(transporter)는 상기 기관의 병진 속도를 제어하기 위해 배열된 수송 제어기를 포함할 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도를 선택적으로 하는 것은 상기 기관의 병진 속도의 방향을 지시할 수 있다.
- [0050] 일 실시예에서, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 기관을 따르는 상기 증착 헤드의 축 방향을 따라 긴 또는 사면 모양일 수 있고, 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 기관의 움직이는 방향에 가로이다. 그러므로, 일 실시예에서, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 상기 기관의 움직이는 방향으로 가로 방향(direction transverse)에서 가장 큰 단위를 가질 수 있다. 그 결과, 상기 기관의 상당 부분은 상기 원자 레이어에 의해 커버될 수 있다. 그러므로, 일 실시예에서, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 상기 기관의 움직이는 방향에서 가장 작은 단위를 가질 수 있다. 이러한 방법에서, 사용된 전구체 가스

의 양은 실질적으로 최소일 수 있다. 바람직하게, 상기 축 방향은 상기 기관을 따를 수 있고, 상기 기관의 움직이는 방향에 수직일 수 있다.

- [0051] 일 실시예에서, 상기 증착 헤드는 적어도 부분적으로 상기 기관과 직면하여 사용하는 아웃풋 표면을 가질 수 있고, 전구체 가스 공급원으로 제공될 수 있다.
- [0052] 일 실시예에서, 상기 아웃풋 표면은 상기 기관의 움직임 경로를 정의하는 전형적으로 원통형(cylindrical)인 실질적으로 원형을 모양을 가질 수 있다. 상기 전구체 헤드 및 상기 기관 사이에 일정한 이격 거리를 유지할 수 있기 때문에 이러한 아웃풋 표면은 회전하는 전구체 헤드와 잘 결합할 수 있다.
- [0053] 일 실시예에서, 상기 장치는 어셈블리, 예를 들어, 유연한, 기관으로 제공될 수 있고, 여기에서 상기 기관은 바람직하게 상기 증착 헤드 주위에, 바람직하게 상기 증착 헤드의 아웃풋 표면 주위에 적어도 한번 이하로 제공될 수 있다. 바람직하게, 회전하는 증착 헤드의 주변을 적어도 한번 움직이는 상기 기관의 제1 부분은 위치할 수 있고, 상기 회전하는 기관 주위를 상기 기관의 제1 부분보다 한번 이상 더 움직이는 상기 기관의 제2 부분이 위치할 수 있다. 바람직하게, 상기 기관의 제1 및 제2 부분의 사용에서 상기 기관의 제1 및 제2 부분과 상기 기관의 움직이는 방향에 가로를 따르는 같은 라인을 따라 확장된다. 이러한 방법에서, 상기 회전하는 전구체 가스 공급원은 사용에서 상기 기관을 균일하게 직면할 수 있다. 그 결과, 상기 전구체 가스의 누설은 실질적으로 방지될 수 있고, 특히 기관을 향해 움직이고 상기 증착 헤드에 도달하는 위치에 가깝고, 상기 기관이 움직이고 상기 증착 헤드에서 떨어져 멀어지는 위치에 가깝게 방지될 수 있다. 상기 기관이 상기 증착된 헤드 주위에 제공되는 횡수는 정수이거나 정수가 아닐 수도 있다.
- [0054] 일 실시예에서, 상기 장치는 상기 기관의 제1 및 제2 부분 사이에 갭을 통해 누설된 상기 전구체 가스를 배출하기 위해 누설된 가스 드레인으로 제공될 수 있다.
- [0055] 일 실시예에서, 상기 수송기(transporter)는 가이드(guide)를 포함할 수 있다. 상기 가이드는 상기 기관을 상기 증착 헤드 주위에 나선형 경로를 따라 가이드하기 위해 조정될 수 있다. 상기 기관은 상기 나선형 경로를 따라 적어도 한번 상기 증착 헤드 주위에 제공될 수 있고, 바람직하게 적어도 한번 상기 증착 헤드를 갖는 회를 포함하는 상기 드럼 주위에 제공될 수 있다. 이러한 방법에서, 이것은 상기 회전하는 전구체 가스 공급원이 상기 기관과 연속적으로 직면하며 사용되는 것이 실행될 수 있다. 상기 가이드는 예를 들어, 적어도 하나 예를 들어, 두 개의 캡스턴(capstans)을 포함할 수 있다. 상기 가이드, 예를 들어, 상기 가이드의 적어도 하나의 캡스턴은 바람직하게 상기 증착 헤드의 회전하는 축에 경사진 축 길이를 가질 수 있고, 상기 기관을 가이드하는 방법으로 상기 기관은 상기 증착 헤드 주위에 나선형 경로를 따를 수 있다.
- [0056] 일 실시예에서, 상기 기관 사용에서 실질적으로 상기 전체 전구체 가스 공급원과 직면할 수 있다. 그러므로, 상기 회전하는 전구체 가스 공급원은 상기 기관과 균일하게 직면할 수 있다.
- [0057] 일 실시예에서, 상기 장치는 상기 전구체 가스를 주입하기 위한 커버를 포함할 수 있고, 여기에서 상기 커버는 상기 증착 헤드의 부분과 직면할 수 있고, 상기 기관의 부분 사이에 확장할 수 있다. 커버에 의해, 상기 장치의 외부 환경으로 전구체 가스의 요구되지 않는 흐름이 실질적으로 저해되거나 방지될 수 있다. 상기 커버는 상기 기관의 제1 및 제2 부분 사이에 갭을 따라 또는 갭에서 확장될 수 있다.
- [0058] 일 실시예에서, 상기 장치는 상기 기관과 회전하는 증착 헤드 사이에 이격 거리를 유지하기 위해 배열될 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 기관과 상기 회전하는 증착 헤드 사이에 기계적 접촉은 방지될 수 있다. 그 결과, 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도는 더 크거나 상기 기관의 병진 속도를 향할 수 있다. 바람직하게, 상기 이격 거리는 상기 증착 헤드의 둘레(circumference)의 적어도 하나의 부분, 바람직하게는 전체에서 실질적으로 균일할 수 있다.
- [0059] 일 실시예에서, 상기 수송기(transporter)는 그것에 기관을 부착하기 위한 캐리어를 포함할 수 있고, 상기 수송기는 상기 캐리어(carrier)를 상기 증착 헤드를 따라 움직이게 하기 위해 배치될 수 있다. 캐리어에 의해 상기 기관과 상기 회전하는 증착 헤드 사이에 이격 거리는 유지될 수 있다. 그 결과, 상기 기관과 상기 회전하는 증착 헤드 사이에 기계적 접촉은 방지될 수 있다. 바람직하게, 상기 캐리어는 메쉬 또는 그리드(grid)를 포함할 수 있다.
- [0060] 일 실시예에서, 상기 그리드는 아웃풋 표면과 정각인 상기 그리드의 수송 표면을 따라 주위에서 상기 캐리어를 움직이게 하기 위해 배치될 수 있다. 정각 수송 표면에 의해, 상기 이격 거리는 상기 아웃풋 표면의 적어도 부분적으로 걸쳐 실질적으로 균일하게 유지될 수 있다.

- [0061] 일 실시예에서, 상기 장치는 선택적으로 상기 전구체 가스에 반응하기 위해 상기 기관 가까이에서, 예를 들어, 상기 기관에서 레이저를 선택적으로 제어함으로써 상기 원자 레이어를 형성하기 위해 제어 가능한 레이저를 포함할 수 있다. 이러한 레이어에 의해, 상기 증착된 전구체 재료는 상기 증착된 전구체 재료에 반응하기 위해 선택적으로 처리될 수 있다. 이러한 선택적으로 제어하는 단계는 레이저의 강도, 예를 들어, 레이저의 온 오프를 선택적으로 제어하는 단계를 포함할 수 있다. 그렇지 않으면, 상기 레이저를 선택적으로 제어하는 단계는 선택적으로 상기 레이저의 빔 방향을 상기 증착된 전구체 재료로부터 멀어지게 바꾸는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 패턴 원자 레이어는 증착될 수 있다. 이러한 패턴 원자 레이어는 상기 원자 레이어의 구멍들(openings)을 제조하고, 또는 기관상의 습윤(wettability)에서 공간적 변동을 정의하기 위해 유용할 수 있다. 상기 레이저는 복수의 빔을 생성하기 위해 배치될 수 있다. 상기 복수의 빔을 사용함으로써, 각각은 예를 들어, 다른 방향으로, 전구체 가스 공급원을 향해 지시될 수 있다.
- [0062] 일 실시예에서, 상기 장치는 상기 기관과 상기 증착 헤드를 분리하는 가스 베어링 레이어를 형성하기 위해 상기 증착 헤드와 상기 기관 사이에 베어링 가스를 제공하기 위한 베어링 가스 공급원으로 제공될 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 회전하는 증착 헤드와 상기 기관 사이에 더 좁은 이격 거리가 유지될 수 있다. 상기 이격 거리는 예를 들어, 최대 200 마이크로미터, 최대 100 마이크로미터, 최대 15 마이크로미터, 또는 최대 10 마이크로미터, 예를 들어, 대략 5 마이크로미터일 수 있다. 동시에 상기 이격 거리는 적어도 3 마이크로미터, 적어도 5 마이크로미터, 또는 적어도 10 마이크로미터일 수 있다. 이러한 작은 이격 거리는 상기 기관을 향해 제공되는 노출 전구체 가스의 양을 감소시킬 수 있다. 이것은 전구체 가스 사용이 보통 생산비를 증가시킨다는 점에서 의미 있다.
- [0063] 일 실시예에서, 상기 증착 헤드는 상기 가스 베어링 레이어를 제공하기 위한 상기 기관을 향해 상기 베어링 가스를 공급하기 위해 배치된 상기 베어링 가스 공급원을 포함할 수 있다.
- [0064] 일 실시예에서, 상기 증착 헤드는 상기 기관에 직면하는(마주보는) 캐비티를 제공받을 수 있고 여기에서 상기 전구체 가스 공급원은 상기 캐비티에서 상기 기관을 향해 상기 전구체 가스를 공급하기 위해 바람직하게 캐비티에 위치할 수 있다. 여기에서 상기 증착 헤드는 전구체 가스가 상기 캐비티로부터 빠져나가는 것을 실질적으로 방지하기 위해 상기 캐비티로부터 상기 전구체 가스를 상기 캐비티에 주입하기 위해 바람직하게 위치한 전구체 가스 드레인을 제공 받을 수 있다. 여기에서 상기 증착 헤드는 상기 캐비티로부터 거리에서 상기 베어링 가스를 공급하기 위해 상기 캐비티로부터 떨어진 베어링 가스 공급원을 더 제공받을 수 있다. 상기 기관에 직면하는(마주보는) 상기 캐비티에 의해, 상기 기관은 실질적으로 캐비티에 대한 폐쇄를 형성할 수 있고, 폐쇄된 환경은 상기 전구체 가스를 공급하기 위해 형성될 수 있다. 게다가, 상기 기관은 상기 기관의 이러한 다양한 인접 부분을 제공받을 수 있고, 인접 기관은 이러한 폐쇄를 형성할 수 있다. 그러므로 형성된 캐비티는 가스 베어링 레이어에서의 공정 조건과 다른 공정 조건을 캐비티에서 적용할 수 있다. 가스 베어링 레이어, 다시 말해, 베어링 가스 공급원에 인접하거나 가까이에서, 상기 이격 거리는 적어도 3 마이크로미터, 적어도 5 마이크로미터, 적어도 10 마이크로미터, 및/또는 적어도 15 마이크로미터일 수 있다. 상기 캐비티에서 상기 이격 거리는 최대 500 마이크로미터, 최대 200 마이크로미터, 최대 100 마이크로미터, 최대 50 마이크로미터 및/또는 적어도 25 마이크로미터 일 수 있다. 발명자는 본 실시예의 특징이 다른 실시예 및/또는 본 발명에 기재된 하나 이상의 특징과 조합의 선택으로 보다 광범위하게 적용될 수 있다는 것을 인식한다. 따라서, 기관에 원자 레이어를 증착하기 위한 장치가 제공될 수 있고, 상기 장치는 상기 기관을 향해 전구체 가스를 공급하기 위한 전구체 가스 공급원, 바람직하게 복수의 전구체 가스 공급원을 갖는 증착 헤드를 포함할 수 있고, 상기 장치는 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 기관 사이에 상대 운동(relative motion)을 실행하기 위해 배치된 드라이버를 더 포함할 수 있고; 상기 증착 헤드는 상기 공급된 전구체 가스가 기관 가까이, 예를 들어 기관에서 원자 레이어를 형성하기 위해 반응하도록 구성될 수 있다.
- [0065] 일 실시예에서, 상기 증착 헤드는 상기 기관과 직면하는(마주보는) 캐비티를 제공 받을 수 있고, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 전구체 가스를 상기 캐비티에서 상기 기관을 향해 공급하기 위해 캐비티에 위치할 수 있다. 그리고, 상기 증착 헤드는 전구체 가스가 상기 캐비티로부터 빠져나가는 것을 실질적으로 방지하기 위해 상기 캐비티로부터 상기 전구체 가스를 주입하기 위한 상기 캐비티에 위치하는 전구체 가스 드레인을 제공 받을 수 있다. 상기 증착 헤드는 상기 캐비티로부터 떨어진 거리에서 상기 베어링 가스를 공급하기 위한 상기 캐비티로부터 간격을 둔 베어링 가스 공급원을 더 제공 받을 수 있다. 바람직하게, 이러한 장치는 태양 광 패널(photovoltaic panel) 또는 그것의 일부를 제조하기 위해 배치되고 사용될 수 있다. 바람직하게, 상기 원자 레이어는 상기 태양 광 패널(photovoltaic panel)의 부분 또는 그것의 부분일 수 있다. 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 기관 사이에 상대 운동을 실현하는 단계는 동시에 상기 전구체 가스 공급원을 나며

지에 홀딩(holding)하는 단계를 포함하고, 상기 기관에 수송하는 단계는 동시에 상기 전구체 가스 공급원을 움직이는 단계를 포함할 수 있고, 상기 기관을 나머지에 홀딩하는 단계는 동시에 상기 전구체 가스 공급원을 움직이는 단계 및 상기 기관에 수송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0066] 일 실시예에서, 상기 증착 헤드는 상기 전구체 가스를 주입하기 위한 상기 전구체 가스 드레인을 포함할 수 있다.

[0067] 일 실시예에서, 상기 아웃풋 표면은 상기 전구체 가스 드레인, 상기 캐비티 및/또는 상기 베어링 가스 공급원을 제공 받을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0068] 본 발명은 첨부 도면을 참조하여 비제한적인 방법으로 설명된다.

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 기관에서 원자 레이어를 증착하기 위한 장치를 나타낸다.

도 1A는 읍셋을 갖는 레이어들의 적층의 예를 나타낸다.

도 1B는 레이어들의 격리된 적층(isolated stacks)의 예를 나타낸다.

도 1C는 축에 대하여 움직일 수 있는 선택적 드럼, 증착 헤드 및 전구체 가스 공급원의 단면을 나타내는 도면이다.

도 1D는 가스 수송 구조를 포함하는 실시예의 단면을 나타내는 구조이다.

도 1E(A)는 가스 수송 구조를 포함하는 실시예의 단면을 나타내는 구조이다.

도 1E(B)는 도 1E(A)의 측면도를 나타내는 도면이다.

도 1E(C)는 1E(B)를 확대한 도면이다.

도 1F는 또 다른 수송 구조의 단면도를 나타내는 도면이다.

도 2A는 제1 실시예 및 기관에서, 상기 장치 2의 증착 헤드의 기본 기능 부분을 나타내는 도면이다;

도 2B는 도 2A에 나타난 증착 헤드의 부분의 가능한 구조를 나타내는 도면이다;

도 3A 및 도 3B 는 수송기의 부분을 나타내는 도면이다;

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 기관4에 원자 레이어를 증착하기 위한 장치 2를 나타내는 도면이다.

도 4A는 긴 모양의 공급원을 제공 받는 아웃풋 표면의 실시예를 나타내는 도면이다.

도 5 및 도 6은 제2 실시예에 따른 장치 2의 변형을 나타내는 도면이다. 상기 증착 헤드는 기관과 직면하는(마주보는) 캐비티를 제공 받는다.

도 6A는 제2 실시예에 따른 증착 헤드의 변형을 나타내는 도면이다.

도 7은 기관을 갖는 어셈블리에서 본 발명의 제3 실시예에 따른 장치를 나타내는 도면이다.

도 8은 기관을 갖는 어셈블리에서 본 발명의 제4 실시예에 따른 장치를 나타내는 도면이다.

도 9는 기관의 움직이는 방향 및 증착 헤드의 움직이는 방향을 나타내는 도면이다.

도 9A는 본 발명에 따른 장치의 증착 헤드의 실시예를 나타내는 도면이다. 여기에서 전구체 가스 공급원은 나선형 경로를 따라 확장될 수 있다.

도 9B는 도 9A에 나타난 A-A'의 단면도의 부분을 나타내는 도면이다.

도 10은 레이어들의 적층과 역회전 위치를 나타내는 도면이다.

도 11A는 증착 헤드의 회전 축이 기관의 움직이는 방향으로 배열된 실시예를 나타내는 도면이다.

도 11B는 상기 증착 헤드의 회전 축을 따라 보이는 방향에서 증착 헤드를 나타내는 도면이다.

도 12는 가스 스위칭 구조를 포함하는 실시예의 단면도를 나타내는 도면이다.

도 13은 또 다른 가스 스위칭 구조를 포함하는 실시예의 단면도를 나타내는 도면이다.

도 14는 또 다른 가스 스위칭 구조를 나타내는 도면이다.

도 15는 또 다른 가스 스위칭 구조의 실시예를 나타내는 도면이다.

도 16은 도15의 가스 스위칭 구조를 상세하게 나타내는 도면이다.

도 17은 도 15의 가스 스위칭의 실시예를 나타내는 도면이다.

도 18은 도 15의 상기 가스 스위칭 구조의 또 다른 실시예를 나타내는 도면이다.

언급하지 않는 한, 동일한 참조 번호는 도면에 걸쳐 구성요소를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0069] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0070] 원자 레이어 증착은 적어도 두 개의 공정 과정(process steps), 다시 말해, 반 주기에서 타겟 재료(target material)의 단일층(monolayer)을 증착하기 위한 방법으로 알려졌다. 이러한 자기-제한 공정 단계의 제1 단계는 상기 기판 표면에 전구체 가스의 응응을 포함할 수 있다. 이러한 자기-제한 공정 단계의 제2단계는 기판 상에 타겟 재료의 단일층을 형성하기 위해 상기 전구체 재료의 반응을 포함할 수 있다. 상기 전구체 가스는 예를 들어 하프늄 테트라 클로라이드(hafnium tetra chloride) (HfCl₄)와 같은 메탈 할라이드 증기(metal halide vapour)를 포함할 수 있지만, 그렇지 않으면 또한 유기 금속 증기(metalorganic vapours), 예를 들어, 테트라 키스-(에틸-메틸-아미노) 하프늄(tetrakis-(ethyl-methyl-amino) hafnium) 또는 트리메틸 알루미늄(trimethylaluminium)과 같은 전구체 재료의 다른 유형을 포함할 수 있다. 상기 전구체 가스는 질소 가스(nitrogen gas), 아르곤 가스(argon gas) 또는 수소 가스(hydrogen gas) 또는 그것의 혼합과 같은 캐리어 가스(carrier gas)와 함께 주입될 수 있다. 상기 캐리어 가스에서 상기 전구체 가스의 농도는 전형적으로 0.01 에서 1 범위의 부피%(volume %)이고, 뿐만 아니라 그 범위를 초과할 수 있다.

[0071] 상기 전구체 가스의 반응은 여러가지 방법으로 수행될 수 있다. 먼저, 증착된 전구체 재료의 단일층은 플라즈마에 노출될 수 있다. 이러한 플라즈마-강화 원자 레이어 증착은 양질의 미듐-k 알루미늄 옥사이드(medium-k aluminum oxide) (Al₂O₃) 의 증착을 위해 특히 적합하고, 예를 들어, 칩(chip) 및 태양 전지(solar cells)와 같은 반도체 제품 제조를 위해 적합하다. 그러므로, 본 발명은 태양 전지의 하나 이상의 레이어들을 증착함으로써 예를 들어, 태양 전지 제조, 더욱 상세하게는 유연한 태양 전지(flexible solar cell) 제조를 위한 것이다. 두 번째로, 반응 가스는 증착된 전구체 재료의 상기 증착된 단일 층을 향해 공급될 수 있다. 상기 반응 가스는 산소(O₂), 오존(O₃), 및/또는 물(H₂O), 예를 들어 산화제(oxidizing agent)를 포함할 수 있다. 그렇지 않으면, 질화규소(silicon nitride)(Si₃N₄)와 같은 질화물(nitrides)을 형성하기 위해 N₂, NH₃ 등과 같은 질화 에이전트(Nitriding agents)가 사용될 수 있다. 상기 반응 가스는 또한 제2 전구체 가스로 간주될 수 있고, 예를 들어 두 가지 이상의 전구체 가스들은 반응물(reaction product)으로써 원자 레이어를 서로 형성하기 위해 반응할 수 있다.

[0072] 원자 레이어 증착 공정의 실시예에서, 다양한 단계가 확인될 수 있다. 제1 단계에서, 상기 기판 표면은 상기 전구체 가스, 예를 들어, 하프늄 테트라 클로라이드(hafnium tetrachloride)에 노출될 수 있다. 상기 전구체 가스의 화학 증착(chemisorbed)된 전구체 가스 분자의 싱글 레이어(single layer)에 의한 단일층을 갖는 상기 기판 표면의 포화에서 증착은 자동으로 종료될 수 있다. 이러한 자기-제한은 원자 레이어 증착 방법의 특징이다. 제2 단계에서, 노출 전구체 가스는 퍼지 가스(a purge gas) 및/또는 진공(vacuum)을 사용하여 제거될 수 있다. 이러한 방법에서, 노출 전구체 분자는 제거될 수 있다. 상기 퍼지 가스(purge gas)는 상기 전구체 가스를 바람직하게 덮을 수 있다. 제3 단계에서, 상기 전구체 분자는 플라즈마 또는 반응 가스 예를 들어, 수증기(H₂O)와 같은 산화제(oxidant)로 노출될 수 있다. 상기 화학 증착 전구체 분자의 상기 남은 기능 리간드(functional ligands)를 갖는 반응 물질의 기능 리간드(functional ligands)의 반응으로써, 상기 원자 레이어는 예를 들어, 하프늄 산화물(HfO₂)을 위해 형성될 수 있다. 제4 단계에서, 노출 반응물 분자는 퍼징(purging)에 의해 제거될 수 있다. 게다가, 추가적인 반응물 시퀀스 시퀀스, 예를 들어, 열(thermal), 광

(photonic) 또는 플라즈마 자극(plasma excitation)이 사용될 수 있다.

- [0073] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유연한 기관 4에 원자 레이어를 증착하기 위한 장치 2를 나타내는 도면이다. 상기 장치2는 전구체 가스 공급원 8을 갖는 증착 헤드 6을 포함할 수 있다. 상기 증착 헤드 6은 회전하는 드럼 5에 의해 포함될 수 있다. 상기 드럼 5는 부착된 상기 증착 헤드 6을 갖는 회전하는 휠5'를 포함할 수 있다. 전구체 가스 공급원에 의해, 전구체 가스는 상기 기관 4를 향해 공급될 수 있다. 상기 장치 2는 상기 기관 4을 따라 상기 전구체 가스 공급원을 회전하기 위해 배치된 마운트(mount)를 더 포함할 수 있다. 상기 마운트는 축 10을 수신하도록 배치된 베어링 12를 포함할 수 있다. 상기 축은 상기 전구체 가스 공급원과 견고하게 연결될 수 있다. 상기 베어링 12를 통해, 상기 축 10 및 상기 증착 헤드 6은 상기 마운트를 회전할 수 있다. 상기 증착 헤드 주위 회전 축은 축 10, 예를 들어, 축 10의 세로 축의 중앙과 일치하여 회전할 수 있다. 상기 마운트는 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도를 실행하기 위해 적용될 수 있다.
- [0074] 그렇지 않으면, 다른 마운팅 실시예는 축 10 또는 베어링 12를 포함하지 않을 수 있다. 특히, 상기 그림은 아웃풋 표면(output face) 26을 통해 장착될 수 있다. 따라서, 좀 더 일반적으로 상기 증착 헤드의 회전 축은 상기 드럼의 회전 축과 일치할 수 있다.
- [0075] 상기 장치 2는 상기 축 10 및 상기 증착 헤드를 드라이빙하기 위한 상기 축 10에 연결된 드라이버(driver)를 더 포함할 수 있다. 상기 드라이버는 드라이빙 제어기(driving controller) 9A가 제공될 수 있다. 상기 드라이빙 제어기를 사용함으로써, 상기 드라이버는 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도를 제어하고 실행하기 위해 적용될 수 있다. 이러한 드라이버 및 드라이버 제어기들은 알려져 있기 때문에 자세한 설명은 불필요한 것으로 간주한다.
- [0076] 상기 축 10은 상기 축을 따라 배치된 긴 캐비티(elongated cavity)를 포함할 수 있다. 상기 전구체 가스는 상기 축의 상기 캐비티(cavity) 11A를 통해 수송될 수 있다. 그것의 가스 공급원 구조는 상기 축의 상기 캐비티로 확장될 수 있다. 상기 축 10의 상기 캐비티(cavity) 11A로부터 상기 전구체 가스는 상기 전구체 가스 공급원(precursor-gas supply)으로 수송될 수 있다.
- [0077] 상기 축과 상기 가스 공급원 구조 사이에 회전 운동을 허용하는 상기 축과 상기 가스 공급원 구조 사이에 단단한 가스 연결을 획득하기 위한 방법은 아래의 참조된 도 1C-1F 및 도 15-18을 참조하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0078] 회전하는 공간의 릴-투-릴(R2R: reel-to-reel) 자동 레이어 증착(ALD: atomic layer deposition) 시스템상의 가스 공급 시스템을 위한 몇 가지 일반적인 요구사항은 상기 가스 공급원이 공간적 ALD 시스템의 움직임, 다시 말해 회전을 위해 고정적 공급 어셈블리(stationary feed assembly)로부터 비롯될 경우, 가스 피드-스루 드레인(gas feed-through design)은 상기 가스를 상기 고정적 공급 어셈블리(stationary feed assembly)로부터 상기 회전하는ALD 시스템으로 공급하기 위해 필요하다. 이러한 피드-스루(feed-through)는 ALD 시스템을 불가피하게 오염시키는 입자를 생성하면 안 되고, 그 결과 예를 들어, 증착된 베리어 레이어들(deposited barrier layers)에 핀홀들(pinholes)이 생성될 수 있다. 그러므로 바람직하게 상기 두 증기 공급원 (예를 들어, 전구체 가스 TMA 및 반응 가스 H₂O)들은 R2R 장비의 전체 가스 회로 시스템들을 통해 완벽하게 분리될 수 있다.
- [0079] 아래에서, 두 가지 이상의 독립을 위한 3 가지 주요 설계가 설명되고, 분리된 가스 공급원 구성은:
- [0080] 제1 설계에서, 누설 실(leaky seals), 및 스위치 가능한 흐름 차단 밸브(interruption valves)와 함께 내부 가스 베어링(internal gas bearing)/동심 튜브(concentric tubes)를 갖는 동축 드럼 세트(coaxial drum set)를 제공 받을 수 있다. 가스 공급원 설계 중 하나의 전구체 가스의 공급 라인인 그것의 가스 입구(inlet)가 상기 세그먼트(segment)로 움직여 열릴 때 닫힐 수 있고, 상기 드럼은 상기 호일(foil)에 의해 커버되지 않을 수 있다. 이것은 예를 들어, 자기적으로, 정적적으로(electrostatically) 및/또는 중력적으로(gravitationally) 작동되거나 그것의 조합일 수 있는 밸브 시스템(valve system)을 주입함으로써 달성될 수 있고, 더 상세한 것은 도 14를 참조하여 나중에 설명된다. 몇몇 전구체 및 공정 가스들은 튜브 어셈블리(tube assembly)(동심의(concentric))의 다른 내부 튜브를 통해 이동할 수 있다. 전구체 및 다른 공정 가스들의 분리는 압력 차이에 의해 이루어질 수 있다. 예를 들어, 비활성 가스(inert gas)(퍼징(purging)을 위해 사용되는)는 상기 전구체 튜브(precursor tube)에서 흐르도록 허용될 수 있지만, 다른 방법으로도 이루어질 수 있다. 누설 실(leaky seals)을 갖는 (동심의(Concentric)) 튜브는 상기 드럼의 하나 또는 양쪽 사이드로부터 가스 및 전구체 공급원

을 위해 허용할 수 있다.

[0081] 제2 설계에서, 집적된 멀티플 플로우 선택기(selector)/제한기(restrictor) 시스템을 제공 받을 수 있고, 상기 멀티플 플로우 선택기(selector)/제한기(restrictor) 시스템은 형상 제어 축(shape-controlled axis)이라고 불리는 가스 베어링 및 가스 피드-스루를 갖는 동축 드럼 세트(coaxial drum set)가 내장될 수 있다. 여기에서, 상기 가스 피드-스루는 가스 베어링을 장착할 수 있다. 상기 (비활성(inert)) 가스 베어링은 상기 고정 튜브(stationary tube)로부터 상기 회전하는 튜브를 분리할 수 있다. 누설 실을 갖는 상기 동심 튜브(concentric tubes)의 컨셉은 누설을 감소시키기 위한 가스 베어링에 의해 증가될 수 있다. 예를 들어, 도 1F는 이러한 컨셉을 나타내었다. 상기 공급원 설계는 집적된 흐름 제어 공급원 라인 회로(flow restrictor supply line circuits)에 기반할 수 있고, 상기 회로는 웹의 가스 베어링 및 각각의 반응물을 위한 회로이다. 가스들의 상기 오프 및 온 스위칭은 상기 회전하는 드럼의 둘레에 새겨지고 상기 회전하는 드럼 주위에 주입하는 그루브들(grooves)에 의해 구성된 공급원 라인(supply lines)에 기반할 수 있다. 상기 드럼에 직면하여 장착될 때, 장착된 분배 챔버(divider chamber)를 구성하기 위한 오목한 단면의 이등분(two halves)을 형성할 수 있다.

[0082] 제3 설계에서, 상기 드럼의 축 사이트에 대하여 밀봉 개최된(sealingly held) 하나 또는 두 개의 디스크(들)을 갖는 가스 피드-스루를 갖는 드럼에 내장된 집적된 멀티플 플로우 선택기(selector)/제한기(restrictor) 시스템을 제공 받을 수 있다. 이러한 공급원 설계는 집적된 흐름 제한 공급원 라인 회로(flow restrictor supply line circuits)에 기반할 수 있고, 상기 회로는 웹의 가스 베어링 및 각각의 반응물을 위한 회로이다. 가스들의 상기 오프 및 온 스위칭은 상기 내부 드럼(inner drum)에 대하여 상기 외부 디스크(들)의 회전 상에서 통신하는 공급 라인들에 기반할 수 있다. 상기 회전하는 ALD 드럼은 가스 베어링을 가질 수 있다. 상기 가스들은 상기 가스 베어링의 고정된 부분으로 공급될 수 있다. 상기 가스들은 상기 고정되고 회전하는 부분에서 내부 채널들(internal channels)을 통해 상기 고정된 부분으로부터 상기 회전하는 부분으로 수송될 수 있다. 다른 가스들/전구체들(gases/precursors)을 갖는 멀티플 채널들(Multiple channels)은 가스 분리를 사용하는 병렬로 사용될 수 있다. 도 17 또는 18은 실시예를 나타낸다.

[0083] 도 1C는 축 10에 대하여 움직임 가능한 선택적 드럼 5, 상기 전구체 가스 공급원(precursor-gas supply), 및 상기 증착 헤드의 실시예를 나타낸다. 상기 장치의 마운트는 축 10을 포함할 수 있다. 도 1 C는 상기 축을 통해 상기 전구체 가스 공급원을 향해 상기 전구체 가스를 공급하기 위한 제1, 예를 들어 긴 축 캐비티 11A를 제공 받는 상기 축 10의 단면을 나타낸다.

[0084] 도 1C의 상기 단면도에서, 상기 증착 헤드 6 및 상기 기관 4는 상기 단면의 어느 한쪽에서만 확인할 수 있다. 하지만, 일 실시예에서, 상기 증착 헤드 6 및/또는 상기 기관 4의 다른 단면은 상기 단면의 양쪽에서 확인할 수 있다. 상기 축 10은 상기 축을 통해 추가적인 가스를 상기 증착 헤드를 향해 공급하기 위해 제2, 예를 들어 긴 축 캐비티 11B를 제공 받을 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 캐비티 11B는 상기 축을 통해 반응 가스를 반응 가스 공급원(reactant-gas supply) 42를 향해 공급하기 위해 배치될 수 있다. 그렇지 않으면, 상기 제2 축 캐비티 11B는 상기 축을 통해 퍼지 가스(purge gas)를 퍼지 가스 공급원(purge-gas supply) 38을 향해 공급하기 위해 배치될 수 있다.

[0085] 상기 축 캐비티 11A, 11B는 상기 축을 통해 적어도 전구체 가스를 상기 전구체 공급원을 향해 공급하기 위한 축 피드-스루(axle feed-through) 111에 의해 포함될 수 있다. 그렇지 않으면, 축 가스 베어링(axle gas bearing) 19는 상기 축 한쪽과 상기 드럼 및/또는 상기 증착 헤드의 다른 한쪽 사이에서 제공될 수 있다. 상기 축 가스 베어링에서 베어링 압력(bearing pressure)은 상기 축 캐비티 11A, 11B의 바깥으로 누설을 실질적으로 방지하기 위해 제어될 수 있다. 이러한 축 가스 베어링은 예를 들어, 상기 축과 상기 드럼 사이에서 또는 상기 가스 공급원 구조 및 상기 축 사이에서 슬라이딩 기계적 접촉(sliding mechanical contact)과 비교하여 회전하는 동안 생성되는 상기 분자의 양을 감소시킬 수 있다. 상기 축 가스 베어링 19는 상기 축 한쪽과 상기 회전하는 드럼 및/또는 상기 증착 헤드의 다른 한쪽 사이에 가스 연결을 위해 제공할 수 있고, 상기 축 가스 베어링을 통해 전구체 가스의 누설을 실질적으로 방지할 수 있다.

[0086] 그러므로, 상기 마운트는 가스 공급원 및/또는 드레인 구조(나타내지 않았지만 예를 들어, 종래 기술의) 한쪽, 그리고 상기 증착 헤드의 다른 한쪽 사이에 가스 연결의 인클로저(enclosure)의 일부를 형성하는 마운트 가스 베어링, 예를 들어, 상기 축 가스 베어링을 제공 받을 수 있다. 상기 마운트 가스 베어링(mount gas bearing)에서 전구체는 상기 가스 연결에서 전구체 상기 마운트 가스 베어링(mount gas bearing)을 통해 가스의 누설을 제공하기 위해 배치될 수 있다. 동시에, 상기 마운트 가스 베어링은 상기 가스 공급원 및/또는 드레인에 대한

상기 증착 헤드의 회전을 위해 배치될 수 있다. 선택적 상기 드럼 5, 상기 전구체 가스 공급원 8, 및 상기 증착 헤드 6의 회전은 화살표 21로 표시된다. 이러한 실시예에서, 상기 축은 고정될 수 있다. 그러면, 상기 축은 상기 가스 공급원 구조에 견고하게 연결될 수 있다.

[0087] 추가적으로, 또는 그렇지 않으면, 실시예에 따른 상기 장치는 상기 전구체 가스를 포함하는 카트리지를 제공 받을 수 있다. 그러면, 상기 단단한 가스 연결(gas-tight connection)은 생략될 수 있다. 다른 가스들의 수송은 여기에서 설명된 상기 전구체 가스 공급원을 향한 상기 전구체 가스의 수송과 유사할 수 있다.

[0088] 그러므로, 더욱 일반적으로, 상기 마운트(mount)는 상기 증착 헤드 및/또는 상기 드럼을 선택적으로 회전하거나 단단하게 마운트 하기 위한 축을 포함할 수 있다. 상기 축은 상기 축을 통해 적어도 상기 전구체 가스를 상기 전구체 가스 공급원을 향해 공급하기 위한 축 피드-스루(axle feed-through), 예를 들어 축 캐비티(axle cavity)를 제공 받을 수 있다. 본 발명에 따른 방법은: 상기 축에 장착된 상기 드럼 및/또는 상기 증착 헤드를 제공하는 단계; 상기 축을 통해 적어도 상기 전구체 가스를 상기 전구체 가스 공급원을 향해 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 마운트(mount)는 가스 공급원 및/또는 드레인 구조 한쪽 및 상기 증착 헤드의 다른 한쪽 사이에 가스 연결의 인클로저(enclosure)의 부분을 형성하는 마운트 가스 베어링을 제공 받을 수 있다. 상기 마운트 가스 베어링의 전구체는 상기 마운트 가스 베어링을 통해 상기 가스 연결의 바깥으로 가스의 누설을 방지하기 위해 배치될 수 있다. 상기 마운트 가스 베어링은 상기 가스 공급원 및/또는 드레인에 대한 상기 증착 헤드의 회전을 허용하기 위해 배치될 수 있다. 상기 장치 2는 상기 전구체 가스 공급원을 따라 상기 기관을 수송하기 위한 수송기 시스템(transporter system)을 포함할 수 있다. 상기 수송기는 상기 전구체 가스 공급원 8, 및 증착 헤드 6를 따라 상기 기관 4을 수송하기 위한 폐쇄 요소(closure element) 및 가이드(guide) 15를 포함할 수 있고, 도 3A 및 3B에서 더욱 상세히 나타낸다. 게다가, 이러한 수송기, 예를 들어, 가이드는 캡스턴(capstans) 14을 포함할 수 있다. 상기 캡스턴(capstans)은 고정될 수 있다. 하지만, 바람직하게, 상기 캡스턴은 롤링 캡스턴(rolling capstans), 다시 말해 캡스턴은 상기 캡스턴 14의 대칭 축 또는 세로 축 주위를 회전할 수 있다. 상기 수송기는 상기 롤링 캡스턴 14를 통과하는 상기 기관 4의 속도를 제어하기 위한 수송 제어기 9B를 더 포함할 수 있다. 이러한 수송 제어기 9B는 알려져 있으므로, 자세한 설명은 불필요한 것으로 간주한다. 상기 수송 제어기는 예를 들어 상기 롤링 캡스턴들 14의 하나 또는 모두의 회전하는 속도를 제어할 수 있다. 상기 수송 제어기 9B는 상기 롤링 캡스턴 14에 연결될 수 있다.

[0089] 그러므로, 수송 제어기 9B에 의해 상기 드라이빙 제어기 9A는 상기 기관의 병진 속도 및 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도를 각각 제어할 수 있다. 바람직하게, 상기 전구체 가스 공급원의 상기 병진 속도는 상기 기관의 상기 병진 속도보다 더 클 수 있다. 이러한 방법에서, 상대적으로 높은 속도를 갖는 상기 기관 및 상기 전구체 가스 공급원 사이에 상대 운동(relative movement)을 획득할 수 있다.

[0090] 상기 기관의 상기 병진 속도는 예를 들어, 대략 0.1m/s 일 수 있다. 여기에서 제안된 모든 실시예를 위해, 상기 전구체 헤드(precursor head)는 초당 1회전 또는 0.1보다 작은 빈도로 회전할 수 있다. 상기 전구체 헤드는 예를 들어, 대략 초당 30 회전 빈도로 회전할 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도 예를 들어, 약 1m/s일 수 있다. 게다가, 회전하는 상기 전구체 가스 공급원에 의해, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 기관 4의 상기 같은 부분 및 하나를 따라 여러 번 같은 방향에서 연속적인 패션(fashion)으로 움직일 수 있다. 이러한 방법에서, 복수의 원자 레이어는 기관에 증착될 수 있다. 이러한 방법에서, 상호 중복(mutually overlap)된 복수의 원자 레이어를 포함하는 하나의 비교적 두꺼운 복합 레이어가 획득될 수 있다. 따라서, 더욱 일반적으로, 상호 중복된 복수의 원자 레이어를 포함하는 복합 레이어를 획득하기 위해 상기 전구체 가스 공급원은 상기 기관의 같은 부분 및 하나를 따라 여러 번 연속적으로 같은 방향으로 회전할 수 있다. 따라서, 여기에서 사용되는 '회전(rotate(s))' 및 '회전하는(rotating)'은 예를 들어, 각각 '회전하다(revolve)', '회전하는(revolving)', '선회하다(gyrate(s))', '선회하는(gyrating)', 또는 '돈다(spin(s))', '도는(spining)'을 의미할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 장치는 상호 중복되는 복수의 원자 레이어들을 포함하는 복합 레이어를 획득하기 위해 상기 전구체 가스 공급원을 상기 기관의 부분 및 하나를 따라 여러 번 같은 방향으로 회전시키기 위해 배치될 수 있다.

[0091] 상기 상대 운동의 속도는 상기 전구체 가스의 공급원의 병진 속도가 상기 기관의 병진 속도로 향하면 증가될 수 있다.

[0092] 변형에서, 상기 수송 제어기 및 드라이빙 제어기는 상기 기관을 향해 제공되는 전구체 가스와 함께 동시에 상기 기관을 움직이기 위해 배치될 수 있다. 이러한 방법에서, 읍셋은 실질적으로 증착된 원자 레이어 사이에서 실

행될 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 기관에 수직으로 확장하는 원자 레이어의 모서리 사이에 경계는 실질적으로 방지될 수 있다. 도 1A는 이러한 방법에서 읍셋 93을 갖는 원자 레이어들 $92.i(i = n, n+1, \dots)$ 의 적층의 예를 나타낸다.

[0093] 더 일반적으로, 상기 읍셋 93은 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 기관의 상기 병진 속도에 의존할 수 있다. 이것은 예를 들어, 상기 전구체 가스 공급원 8 및 상기 기관 4가 상기 기관 4의 병진 속도보다 더 큰 상기 전구체 가스 공급원의 같은 병진 속도 및 같은 방향으로 움직이는 경우, 상기 전구체 가스 공급원 8의 병진속도가 증가하면 상기 읍셋 93은 감소될 수 있다.

[0094] 또 다른 변형에서, 상기 수송 제어기 및 상기 드라이빙 제어기는 상기 전구체 가스를 상기 기관을 향해 공급하기 위한 상기 기관을 실질적으로 움직이도록 배치될 수 있다. 이러한 경우, 상기 기관은 상기 전구체 가스가 상기 기관을 향해 공급될 때 움직이지 않을 수 있다. 이러한 방법에서, 레이어들의 적층이 증착될 때, 전구체 가스를 상기 기관을 향해 공급하는 단계는 상기 기관이 움직일 때 중단될 수 있다. 이러한 방법에서, 레이어들의 격리된 적층은 상기 기관 4에 증착될 수 있다. 도 1B는 이러한 방법으로 증착된 레이어들 $92.i(i = n, n+1, \dots)$ 의 격리된 적층 92의 예를 나타낸다. 상기 적층 92는 전형적으로 대략 십만 원자 레이어들을 포함할 수 있고, 세가지 도면 중 도 1B에 나타낸다.

[0095] 장치 2는 커버 16을 더 포함할 수 있다. 상기 커버에 의해, 상기 전구체 가스는 실질적으로 동봉 또는 제한될 수 있다. 상기 커버 16은 상기 기관 4 사이에서 상기 회전하는 드럼 5 및/또는 상기 증착 헤드의 부분에 직면할 수 있고, 이러한 예에서, 상기 기관은 상기 캡스턴(capstans) 14과 기계적으로 접촉할 수 있다. 상기 커버 16의 주입으로, 전구체 가스는 상기 기관 4, 및 상기 커버 16을 증착 헤드에 의해 나누는 공간 18에 실질적으로 동봉되거나 갇힐 수 있다. 상기 공간 18에서, 가스 베어링은 도 4 내지 도 6을 참조하여 후술하는 바와 같이 상기 전구체 헤드로부터 주입된 가스에 의해 생성될 수 있다. 상기 커버 16없이, 전구체 가스는 상기 장치 2의 외부 환경 20을 향해 누설될 수 있다. 이것은 상기 기관에서 형성된 원하지 않는 오염 및 입자로 인한 결과이다.

[0096] 도 1D는 가스 베어링 19를 갖는 축 10 주위를 회전하는 드럼 5를 포함하는 장치 2의 실시예의 단면을 나타내는 도면이다. 상기 전구체 가스는 상기 전구체 가스 공급원 8에서 상기 기관 4로 제공하기 위해 상기 축 10의 상기 캐비티 11A를 통해 수송될 수 있다. 상기 드럼 5는 상기 전구체 가스가 상기 드럼 5에 포함되는 상기 증착 헤드 6에 의해 상기 전구체 가스 공급원 6로부터 상기 기관 4에 증착되는 동안 회전 궤도(rotation trajectory) 62에서 상기 축 10 주위를 돌거나(revolve) 회전(rotate)할 수 있다. 상기 증착 헤드 6은 상기 드럼 5의 표면, 예를 들어, 축 방향을 따라 확장된 상기 전구체 가스 공급원 8을 갖는 가스 연결에서 전구체 가스 공급원 8, 및 예를 들어, 좁은 슬릿(narrow slit)을 포함할 수 있다.

[0097] 상기 전구체 가스를 상기 고정된 축 10으로부터 상기 회전하는 드럼 5로 공급하기 위해, 가스 전이 구조(gas transition structure) 510은 제공될 수 있다. 이러한 가스 전이 구조 510은 상기 축 피드-스루 111과 연결되고 상기 회전하는 드럼 5에서 원주 홈들(circumferential grooves) 하나 이상에 대응하는 축 10에서 예를 들어, 하나 이상의 가스 출구(gas outlets)의 조합을 포함할 수 있다. 상기 드럼의 회전 궤도 62를 따른 위치에서 그루브들(grooves) 57은 상기 가스 출구 반대편, 예를 들어 상기 드럼의 회전 궤도를 따라 놓일 수 있고, 가스는 상기 고정된 축 10 및 상기 회전하는 드럼 5 사이에 흐를 수 있다. 상기 회전 궤도 62를 따른 위치에서, 상기 그루브는 상기 가스 출구 반대편에 부재하거나 놓이지 않을 수 있고, 상기 가스의 흐름은 상기 가스 출구를 막은 상기 드럼의 표면에 의해 중단되거나 실질적으로 감소될 수 있다.

[0098] 여기에서 사용된 상기 용어 "원주 홈(circumferential grooves)"은 원형 경로(circular path)를 따르는 예를 들어, 상기 드럼에서 적어도 부분적으로 가스 입구 또는 출구의 회전을 따르는 고정된 반지름을 갖는 상기 그루브들을 지칭한다. 상기 그루브들은 반-원주(semi-circumferential), 예를 들어 원주 궤도(circumferential trajectory)를 따라 중단된 것일 수 있다. 현재 형태에서 상기 원주 홈이 드럼의 내부 표면에 나타나는 동안, 상기 그루브는 또한 상기 드럼 도는 축에 나타날 수 있고, 그렇지 않으면 상기 그루브는 또한 상기 드럼의 외부 표면 또는 상기 축에 나타날 수 있고, 그렇지 않으면 상기 그루브는 상기 드럼의 축 사이드, 예를 들어, 상기 드럼의 사이드에 밀봉 개폐된(held sealingly) 실 플레이트(seal plate)의 표면에 나타날 수 있다(예를 들어 도 15-18을 참조하면).

[0099] 그렇지 않으면, 대신에 상기 드럼 5는 그루브 및 상기 축 10 가스 출구를 포함할 수 있고, 상기 드럼 5는 가스

입구 및 상기 축 피드-스루 111에 연결된 그루브들을 포함하는 상기 축 10를 포함할 수 있다. 또한 그렇지 않으면, 상기 축 10 및 상기 드럼 5 모두는 원주 홈을 포함하거나 또는 상기 축 10 및 상기 드럼 5 모두는 상기 회전 궤도 62의 부분 중 각각 서로 반대편에 있는 하나 이상의 가스 입구들/출구들을 포함할 수 있다. 또한 그루브들과 축구들의 어떠한 다른 조합, 예를 들어 상기 드럼 5이 상기 축 10의 가스 출구들 반대편에 놓인 그루브들을 갖는 것뿐만 아니라, 상기 드럼 5가 상기 축 5에서 그루브 반대편에 놓인 가스 입구들을 갖는 것이 가능하다. 상기 드럼 5 또는 축 10에서 그루브들은 상기 반대 구조의 표면, 다시 말해 상기 축 10 또는 드럼 5 각각에 의해 부분적으로 막힐 수 있다. 이러한 실드 그루브들은 상기 축 캐비티 11A에 연결된 가스 소스와 상기 증착 헤드 6에서 확장하는 상기 가스 공급원 8 사이에서 가스 흐름 경로의 부분으로써 기능하는 채널들을 형성할 수 있다. 상기 축 10는 실링 피스(sealing piece)로써 동작할 수 있고, 상기 실링 피스(sealing piece)는 상기 실링 피스(sealing piece)와 상기 드럼 5 사이에서 상기 그루브들을 통해 상기 가스 흐름 경로를 막는 실링 피스(sealing piece)로써 동작할 수 있다.

[0100] 실링(sealing)을 더 개선하기 위해 상기 드럼 5와 상기 실링 피스 사이에서 상기 축 10에 의해서 형성될 수 있고, 상기 가스 베어링 19는 퍼지 또는 베어링 가스(예를 들어, 질소 가스(N₂, nitrogen gas))를 제공하기 위한 퍼지 가스 공급원(purge gas supply)을 포함할 수 있고, 그것은 상기 전이 510 및 상기 외부 환경 사이에 부드러운 베어링 기능(smooth bearing function) 및 가스 커튼(gas curtain)을 제공할 수 있다. 상기 가스 커튼은 전구체 가스가 상기 드럼 5의 상대적으로 회전하는 부분의 구멍(opening)과 축 10 사이에서 빠져나가는 것을 방지할 수 있다. 상기 가스 베어링 19는 또한 상기 퍼지 가스 및 상기 전구체 가스 모두를 주입하기 위한 가스 드레인들(gas drains)을 제공 받을 수 있다. 바람직하게, 상기 가스 베어링 19는 전구체 가스가 상기 장치 2로부터 빠져나가는 것을 방지하기 위해 상기 드럼 5의 전체 내부 둘레를 따라 확장하는 그루브들을 포함할 수 있다. 상기 퍼지 가스의 압력은 바람직하게 상기 전구체 가스의 압력보다 더 높을 수 있다. 이러한 퍼지 가스는 상기 가스 베어링 19로부터 상기 전구체 가스 공급원 8을 향해 흐를 수 있고, 그 밖에 다른 방법으로 흐를 수 있다.

[0101] 추가적 가스 베어링들 또는 퍼지 가스 출구/입구(여기에 나타내지 않은)는 상기 드럼 5와 기관 4의 부드러운 상대 운동을 제공하고, 뿐만 아니라 전구체 가스가 상기 기관 4과 상기 드럼 5 사이에서 빠져나가는 것을 방지하기 위해 상기 기관 4과 상기 드럼 5 사이에 제공될 수 있다. 이러한 추가적인 가스 베어링들 또는 가스 커튼들은 상기 기관 4 또는 증착 헤드 6의 모서리에 우선적으로 제공될 수 있다. 우선적으로, 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 드레인들은 상기 증착 헤드에서 캐비티(cavity) 또는 오목한 곳(recess)에 포함될 수 있다. 상기 기관에 증착된 캐비티에서 전구체 가스의 집중은 상기 전구체 가스 공급원의 압력과 상기 전구체 가스 드레인들의 압력에 의해 제어될 수 있다.

[0102] 따라서, 유리한 방법은 상기 증착 헤드의 베어링 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 상기 가스 베어링 레이어를 제공하기 위해 상기 베어링 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 증착 헤드에서 정의되고, 상기 기관에 직면하는(마주보는) 캐비티에서 상기 전구체 가스 공급원에 의해 상기 전구체 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있고, 전구체 가스가 상기 캐비티로부터 빠져나가는 것을 실질적으로 방지하기 위해 상기 캐비티로부터 상기 증착 헤드의 전구체 가스 드레인에 의해 상기 전구체 가스를 주입하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 방법은 상기 캐비티로부터 떨어진 거리에서 상기 베어링 가스 공급원에 의해 상기 베어링 가스를 더 공급하는 단계를 포함할 수 있다.

[0103] 도 1E(A) 내지 도 1E(C)는 동심 튜브들(concentric tubes) 10a 및 10b을 포함하는 축을 갖는 회전하는 드럼 5의 3가지 도면을 나타낸다.

[0104] 도 1E(A)에서 여기에서 상기 드럼 5의 회전하는 축을 따라 상기 장치 2의 정면의 단면도를 나타내고, 퍼지 가스 138을 갖는 외부 동심 튜브(outer concentric tube) 10b에 의해 주변에 전구체 가스 108를 갖는 내부 튜브(inner tube) 10a가 제공될 수 있다. 상기 내부 튜브 10a는 반경 방향으로(radially) 확장하는 축 피드-스루 111a를 통해 퍼지 가스 공급원들(precursor gas supplies) 8로 전구체 가스 108을 공급할 수 있다. 상기 외부 튜브 10b는 반경 방향으로 확장하는 축 피드-스루 111b를 통해 퍼지 가스 공급원들 38로 퍼지 가스 138을 제공할 수 있다. 상기 가스 공급원들 8 및 38은 상기 회전하는 드럼 5에 포함될 수 있다. 상기 공급원은 상기 드럼을 부분적으로 커버하는 기관 4에 가스를 증착할 수 있다. 상기 기관이 상기 드럼 5를 커버하지 않는 위치에서, 외부 커버(outer cover) 16은 전구체 가스들이 상기 장치로부터 빠져나가는 것을 방지하기 위해 제공될 수 있다. 상기 기관 4가 상기 드럼의 둘레를 따르는 다른 위치에서, 가이드 구조(guiding structure) 15는 상기

드럼 주위에 상기 기관 경로를 정의하기 위해 제공될 수 있다.

- [0105] 도 1E(B)는 동심 튜브들 10a 및 10b가 궤도(trajjectory) 62를 따라 회전하는 방법을 나타내는 도면이고, 고정된 (회전하지 않는) 가스 소스 108' 및 138' 각각으로부터 전구체 가스 108 및 퍼지 가스 138을 제공 받을 수 있다. 더욱 상세하게 가스 전이 구조 510가 제공될 수 있고, 여기에서 상기 회전하는 내부 튜브 10a는 상기 전구체 가스 소스 108'에 연결된 고정된 튜브 10a'로부터 전구체 가스 108을 수신할 수 있다. 유사하게, 상기 회전하는 외부 튜브 10b는 상기 고정된 퍼지 가스 공급원 138과 연결된 고정된 튜브 10b'로 돌출될 수 있고, 여기로부터 퍼지 가스를 수신할 수 있다. 도시된 실시예에 대한 대안으로, 또한 상기 퍼지 가스 공급원은 고정된 튜브에 의해 막힌 회전하는 튜브의 조합을 통해 제공될 수 있다.
- [0106] 도 1E(C)에서 확대한 도면은 도 1E(B)의 상기 가스 전이 구조 510을 나타낸다. 상기 가스 전이 구조는 서로에 대해 회전하는 상기 내부 튜브들 10a 및 10a'의 연결들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 가스 소스 108'에 연결된 튜브 10a'가 회전하는 동안 회전하는 드럼에 연결되는 튜브 10a는 고정될 수 있다. 바람직하게, 상기 퍼지 가스 138은 전구체 가스 108보다 더 높은 압력을 제공 받을 수 있고, 상기 전구체 가스 108은 상기 회전하는 부분 10a 및 10b 사이에 구멍 115a 또는 상기 누설 실(leaky seals)을 빠져나가지 않을 수 있다.
- [0107] 바람직한 실시예에 따른 가스 공급원 8 또는 38은 고정된 가스 소스 108' 또는 138' 로부터 상대 회전 부분들 10a 및 10a'를 포함하는 가스 흐름 경로를 통해 가스 108 또는 138을 수신하는 드럼 5에서 포함될 수 있고, 여기에서, 상기 상대 운동 부분 10a 및 10a' 사이에 구멍 115를 통한 상기 전구체 가스의 누설은 상기 전구체 가스 108보다 더 높은 압력을 갖는 상기 구멍 주위에서 제공되는 퍼지 가스 138에 의해 방지될 수 있다. 더 바람직한 실시예에서, 상기 상대 운동 부분들은 두 가지 이상의 동심 튜브들 10a, 10b를 포함할 수 있고, 여기에서 상기 전구체 가스 108은 내부 튜브 10a 통해 공급될 수 있고, 상기 퍼지 가스 138은 외부 튜브 10b를 통해 공급될 수 있다. 상기 중심 튜브에 대한 대안으로, 예를 들어 도 1D의 상기 가스 베어링들은 상기 전구체 가스의 누설을 방지하기 위해 상기 전구체 가스보다 더 높은 압력에서 퍼지 가스를 제공할 수 있다.
- [0108] 상기 도면에서 나타낸 것과 같이 두 개의 동심 튜브들 10a, 10b는 상기 전구체 및 퍼지 가스를 제공하기 위해 보여질 수 있고, 추가적 동심 튜브들이 예를 들어, 상기 가스들을 주입하기 위해 제공될 수 있다. 예를 들어, 이러한 드레인(drain)은 상기 퍼지 가스보다 더 낮은 압력을 가질 수 있고, 상기 현재 보여진 내부 튜브 내에서의 튜브로 제공될 수 있다. 그렇지 않으면, 상기 튜브는 상기 외부 튜브 주위에 집중적으로, 예를 들어 기압(atmospheric pressure) 이하의 압력에서 제공될 수 있고, 어떤 상기 드레인의 누설 실(leaky seals)은 가스를 외부 환경으로 누설하지 않을 수 있지만, 대신에 대기 가스들을 상기 드레인 튜브로 넣을 수 있다. 추가적 또는 대안적으로, 어떤 동심 튜브의 수는 예를 들어, 교류 압력 배치(alternating pressure arrangement)로 제공될 수 있고, 여기에서 퍼지 가스 튜브들은 두 개 이상의 전구체 가스들의 높은 압력을 제공 받을 수 있다. 상기 실시예에 대해 상기 튜브들은 오직 중심 위치만을 필요로 하고, 서로, 다시 말해 가스 전이 구조 510에 대해 상기 부분들은 회전한다. 예를 들어, 상기 축의 부분을 걸쳐 상기 동심 튜브들은 병렬 튜브들의 배치에 연결될 수 있다.
- [0109] 또한 상기 외부 튜브들 10b 및 10b'은 서로에 대하여 회전할 수 있다. 상기 외부 환경으로 상기 (비활성(inert)) 퍼지 가스 138의 누출은 상기 튜브 10b 사이에 구멍 115b를 통해 발생할 수 있고, 이것은 상기 퍼지 가스 공급원에 연결된 고정된 튜브 10b'에 대하여 회전할 수 있다.
- [0110] 도 1F는 전구체 가스 108을 수송하기 위한 두 개의 연결 동심 가스 튜브들의 단면도를 나타낸다. 상기 내부 튜브는 예를 들어, 회전하는 드럼의 축 10을 형성하고, 상기 축 10을 위한 베어링 12을 형성할 수 있는 상기 외부 튜브에 대하여 회전할 수 있다. 상기 가스 전이 구조 510은 상기 축 10 및 베어링 12의 상대적으로 회전하는 부분들 사이에 형성될 수 있다. 상기 상대 운동 부분들(relative moving parts) 10과 12 사이에 구멍 115을 통한 상기 전구체 가스 108의 누설은 상기 가스 베어링들 19에 의한 상기 구멍 주위에 제공된 퍼지 가스에 의해 방지될 수 있다. 바람직하게 상기 퍼지 가스는 상기 전구체 가스 108보다 더 높은 압력을 가질 수 있다. 이러한 방법에서 상기 가스 베어링 또는 퍼지 가스는 상기 전구체 가스가 외부 환경, 예를 들어 방향 112으로 흐르는 것을 방지하는 방향 113에서 상기 튜브 또는 베어링 12로 흐를 수 있다.
- [0111] 도 2A는 제1 실시예에서 상기 장치 2의 증착 헤드 6의 기본 기능적 부분 및 상기 기관 4를 나타내는 도면이다. 도 2A는 상기 전구체 헤드 6의 아웃풋 표면 26을 따라, 가스들이 제공되고 주입되는 방법을 나타낼 수 있다.

도 2A에서, 화살표 28.1은 상기 전구체 가스의 공급을 나타낼 수 있다. 화살표 28.2는 30.1에 의해 제공된 상기 전구체 가스 및 퍼지 가스의 드레인을 나타낼 수 있다. 화살표 3.1은 상기 퍼지 가스의 공급을 나타낼 수 있다. 화살표 30.2는 32.1에 의해 공급된 상기 퍼지 가스 및 전구체/반응 가스의 주입을 나타낼 수 있다. 화살표 32.1은 상기 반응 가스의 공급을 나타낼 수 있다. 화살표 32.2는 이웃하는 30.1에 의해 공급되는 상기 반응 가스 및 퍼지 가스의 주입을 나타낼 수 있다. 활동 가스들(active gasses), 예를 들어, 상기 반응 가스(reactant gas) 및 상기 전구체 가스(precursor gas)의 공급의 위치 사이에서 상기 퍼지 가스의 공급은 상기 활동 가스들을 공간적으로 분리할 수 있다. 도 2A에 보여진 상기 기본 기능적 부분은 상기 회전하는 드럼 5의 둘레를 따라 반복될 수 있다. 그러므로, 더 일반적으로, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 회전하는 드럼의 둘레를 따라 및/또는 상기 아웃풋 표면의 둘레를 따라 위치, 바람직하게는 반복될 수 있다.

[0112] 도 2B는 도 2A에 보여진 상기 증착 헤드의 부분의 가능한 구조를 부분적으로 나타낸다. 도 2B는 제1 반응 반주기(a first reaction half-cycle)를 위해 사용되는 상기 전구체 가스 공급원 8을 나타낸다. 도 2B는 상기 증착 헤드 6가 상기 전구체 가스를 주입하기 위해 전구체 가스 드레인 36을 갖는 것을 더 나타낼 수 있다. 상기 증착 헤드 6은 상기 퍼지 가스를 상기 기판을 향해 공급하고 상기 퍼지 가스를 상기 기판으로 떨어져 주입하기 위해 각각 퍼지 가스 공급원 38 및 퍼지 가스 드레인 40을 더 가질 수 있다. 상기 증착 헤드는 상기 반응 가스를 상기 기판 4를 향해 공급하기 위한 반응 가스 공급원 42를 더 가질 수 있고, 이것은 상기 제2 반응 반주기(second reaction half-cycle)를 위해 사용될 수 있다. 상기 반응 가스 공급원은 원자 레이어의 형성을 완성하기 위해 상기 기판 가까이, 예를 들어 상기 기판에서, 상기 반응 가스 반응을 갖기 위한 수단으로써의 기능을 할 수 있다. 이러한 방법에서 상기 퍼지 가스는 상기 반응 가스와 상기 전구체 가스 사이에서 상기 반응 가스와 상기 전구체 가스 각각에 해당하는 영역을 공간적으로 분리하기 위해 공급될 수 있다. 이것은 상기 기판 4 이외의 다른 위치에서 상기 퍼지 가스와 상기 반응 가스의 반응을 방지할 수 있다. 게다가, 또는 대안적으로, 다른 반응물 시스템들(reactant systems), 예를 들어, 열(thermal), 광(photonic) 또는 플라즈마 자극(plasma excitation)이 사용될 수 있다.

[0113] 더 일반적으로, 가스 공급원들, 예를 들어, 상기 전구체 가스 공급원, 상기 반응 가스 공급원, 및 상기 퍼지 가스 공급원은 분리 길이(separation length) 43에 의해 가스 드레인, 예를 들어 상기 전구체 가스 드레인, 상기 반응 가스 드레인, 및 상기 퍼지가스 드레인으로부터 서로 격리되어 위치할 수 있다.

[0114] 도 3A 및 도 3B는 수송기(transporter) 17의 부분을 나타낸다. 도 3A 및 도 3B는 상기 수송기에 의해 포함된 상기 가이드(guide) 15를 나타낸다. 상기 전구체 가스 공급원은 상기 가이드 15에 의해 밀폐된 중심 공간(central space) 49내부에서 회전할 수 있다. 상기 가이드 15는 상기 가이드 또는 폐쇄 요소(closure element)의 내부 라인잉(inner lining)에 부착된 메쉬(mesh) 48일 수 있다. 상기 수송기는 압력에 의해 상기 기판 4를 부착하기 위한 캐리어(carrier) 50를 더 포함할 수 있다. 상기 캐리어 50은 메쉬를 포함할 수 있다. 상기 수송기는 상기 기판 4 및 상기 캐리어 50 사이에 진공을 생성하기 위한 진공 포트(vacuum port) 52를 포함할 수 있다. 화살표 54는 가스가 상기 기판 4를 상기 캐리어 50에 부착하기 위해 상기 진공 포트 52를 통해 흡입되는 방법을 나타낼 수 있다. 상기 캐리어는 상기 가이드 15 주위에서 상기 아웃풋 표면 26과 정각(conformal)인 상기 가이드 15의 수송 표면(transportation face) 56을 따라 움직일 수 있다. 상기 기판을 상기 캐리어 50에 부착하는 다른 방법들이 가능할 수 있다.

[0115] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 기판 4에 원자 레이어를 증착하기 위한 장치 2를 나타낸다. 도 4는 상기 장치 2의 상기 증착 헤드 6 및 상기 커버 16을 나타낼 수 있다. 상기 기판 4의 움직이는 방향은 화살표 60으로 나타낼 수 있다. 증착 헤드의 회전하는 방향, 상기 기판을 따라 상기 전구체 가스 공급원의 움직이는 방향은 화살표 62로 나타낼 수 있다. 이러한 예에서 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도는 상기 기판의 병진 속도의 방향을 향할 수 있다. 예를 들어, 상기 기판은 화살표 64 방향으로 움직일 수 있고, 상기 기판을 따라 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도는 상기 기판의 병진 속도를 따를 수 있다.

[0116] 제2 실시예에 따른 상기 장치는 상기 증착 헤드 6의 상기 아웃풋 표면 26을 더 나타낼 수 있다. 도 4에서, 상기 아웃풋 표면은 상기 기판 4의 부분과 직면할 수 있다. 도 4에서, 상기 아웃풋 표면은 실질적으로 상기 시판 4 또는 상기 커버 16과 직면할 수 있다. 상기 아웃풋 표면 26은 실질적으로 원통형(cylindrical shape)일 수 있다. 이러한 실시예에서 상기 아웃풋 26은 상기 기판의 운동 경로(movement path)를 정의할 수 있고, 상기 아웃풋 표면은 이격 거리(separation distance) D(도 2A에 나타낸)에 의해 상기 기판으로부터 분리될 수 있다.

이러한 예에서 상기 아웃풋 표면 26은 상기 증착 헤드의 회전 축 주위에 상기 아웃풋 표면 26의 전체 둘레를 따라 실질적으로 원형일 수 있다. 하지만 또 다른 예에서, 상기 아웃풋 표면 26은 예를 들어, 상기 증착 헤드의 회전 축 주위에 상기 아웃풋 표면 26의 둘레의 부분에 걸쳐 평평할 수 있다. 따라서, 더 일반적으로, 상기 아웃풋 표면은 상기 증착 헤드의 회전 축 주위 및/또는 상기 드럼의 회전 축 주위에 상기 아웃풋 표면의 둘레의 적어도 부분을 따라 실질적으로 원형일 수 있다.

[0117] 상기 아웃풋 표면 26은 이러한 예에서 복수의 전구체 가스 공급원들 8로 상기 전구체 가스 공급원 8을 제공 받을 수 있다. 상기 아웃풋 표면 26은 이러한 예에서 복수의 전구체 가스 드레인들 36으로 상기 전구체 가스 드레인 36을 더 제공 받을 수 있다. 상기 아웃풋 표면 26은 이러한 예에서 복수의 전구체 가스 공급원들 38로 상기 퍼지 가스 공급원 38을 더 제공 받을 수 있다. 상기 아웃풋 표면 26은 이러한 예에서 복수의 퍼지 가스 드레인 40으로 상기 퍼지 가스 드레인 40을 더 제공 받을 수 있다. 상기 아웃풋 표면 26은 이러한 예에서 복수의 반응 가스 공급원들 42로 상기 반응 가스 공급원 42을 더 제공 받을 수 있다. 상기 아웃풋 표면 26은 이러한 예에서 복수의 반응 가스 드레인들 68로 반응 가스 드레인 68을 더 제공 받을 수 있다.

[0118] 이러한 예에서 가스 공급원들의 3가지 그룹화, 및 드레인들의 두 가지 그룹화가 있다. 드레인 그룹화(drain grouping)에 해당하는 각 퍼지 가스 공급원 그룹은 Egks 상기 주변 퍼지 가스를 주입할 수 있다. 상기 퍼지 가스는 전구체 가스들에 반응하지 않기 때문에 퍼지 가스를 제공하기 위한 분리된 드레인을 제공하는 것이 반드시 필요한 것은 아니다. 선택적으로, 또한 두 개 이상의 전구체 가스 공급원 그룹화가 제공될 수 있고, 이러한 경우에 바람직하게 해당하는 드레인 그룹화는 서로 분리되어 반응하는 전구체 가스들(의 쌍(pairs of))을 유지할 수 있다. 상기 드레인 그룹화의 수는 바람직하게 상기 전구체 그룹화들(precursor groupings)의 수와 적어도 같을 수 있다. 일반적으로, 각 전구체를 위한 상기 드레인 그룹화는 상기 장치에서 화학 증기 증착(CVD: chemical vapor deposition) 반응을 방지하기 위해 모든 다른 그룹화로부터 분리되어 유지될 수 있고, 이것은 가스 채널들의 차단 또는 입자 발생의 결과일 수 있다.

[0119] 상기 가스 공급원들 8, 38, 42 및/또는 상기 가스 드레인들 36, 40, 68은 상기 증착 헤드 6 및 상기 드럼 5의 축 방향에서 긴 모양(elongatedly shaped), 예를 들어, 길쭉한 형태(elongated form)일 수 있다. 가스 공급원들의 배열, 예를 들어, 퍼지 가스 공급원들은 가스 공급원, 예를 들어 퍼지 가스 공급원으로 간주될 수 있고, 긴 모양일 수 있다. 일반적으로, 상기 축 방향은 상기 증착 헤드의 회전 축과 정렬 또는 일치될 수 있다. 따라서, 더 일반적으로, 상기 증착 헤드의 회전 축은 상기 드럼의 회전 축과 일치할 수 있다.

[0120] 도 4A는 상기 긴 모양의 공급원들을 제공 받는 상기 아웃풋 표면의 예를 나타낼 수 있다. 상기 축 방향 65는 상기 공급원들의 운동 방향 66 및/또는 상기 기관 4의 운동 방향 60을 위해 상기 기관 4 및 가로축(transverse)을 향할 수 있다. 이러한 운동 방향은 공급원에 인접할 수 있다.

[0121] 상기 퍼지 가스, 상기 반응 가스는 상기 기관 4 및 상기 아웃풋 표면 26 사이에 가스 베어링을 형성할 수 있다. 상기 장치 2는 상기 전구체 가스, 상기 반응 가스, 및/또는 상기 퍼지 가스의 상기 공급 및 주입을 제어하기 위한 가스 제어를 포함할 수 있고, 그러므로 상기 기관 4 및 상기 아웃풋 표면 26 사이에 상기 가스 베어링의 가스 베어링 레이어 69를 형성하기 위해 가스들의 공급한다. 이러한 가스 베어링 레이어에 의해 상기 기관은 상기 증착 헤드로부터 분리될 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 아웃풋 표면 26 및 상기 기관 4의 기계적 접촉은 실질적으로 방지될 수 있다. 이것은 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도 및 상기 기관의 병진 속도가 다른 자기장 및/또는 다른 방향을 갖는 것을 허용한다. 이러한 예에서, 상기 퍼지 가스 공급원은 상기 증착 헤드 및 상기 기관 사이에 상기 기관과 상기 증착 헤드를 분리하는 상기 가스 베어링 레이어 69를 형성하기 위해 상기 베어링 가스, 예를 들어 퍼지 가스를 공급하기 위한 베어링 가스 공급원(bearing-gas supply) 70으로서 기능을 할 수 있다. 그러므로, 이러한 예에서, 상기 증착 헤드는 상기 가스 베어링 레이어 69를 제공하기 위한 상기 베어링 가스를 상기 기관을 향해 공급하기 위해 배치된 상기 베어링 가스 공급원을 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 상기 퍼지 가스 드레인 40은 베어링 가스 드레인(bearing-gas drain) 72, 및 전구체 드레인(precursor drain)으로서의 기능을 할 수 있다. 또한 상기 이격 거리 D는 상기 기관 4 및 상기 아웃풋 표면 26의 표면 사이에 상기 가스 베어링 레이어의 두께를 나타낼 수 있다.

[0122] 더 일반적으로, 상기 가스 베어링 레이어는 상기 아웃풋 표면 26을 향한 상기 기관 4의 근접한 결과로서 전형적으로 상기 가스 베어링 레이어에서 압력의 강력한 증가를 나타낸다. 예를 들어, 상기 가스 베어링 레이어에서 상기 압력은 다른 변화가 없다면, 상기 기관이 상기 아웃풋 표면으로, 두 배 가까이 움직일 때 적어도 두 배, 예를 들어, 전형적으로 8배 증가할 수 있다. 바람직하게, 상기 가스 베어링 레이어의 단단함(stiffness)은 거

의 10^4 에서 10^9 N/m 사이일 수 있지만, 이 범위를 초과할 수 있다. 상기 기관 4는 상기 가스 베어링 레이어에 대하여 평평할 수 있다.

[0123] 더 일반적으로, 상기 장치는 상기 기관에 상기 증착 헤드를 향해 프리 스트레싱 힘(pre-stressing force)을 적용하기 위해 배치될 수 있다. 상기 프리 스트레싱 힘은 상기 가스 베어링 레이어의 단단함을 증가시킬 수 있다. 이러한 단단함의 증가는 상기 기관 표면의 평면 밖으로 원하지 않는 운동 감소시킬 수 있다. 상기 프리 스트레싱 힘은 스프링 가이드 대신 미리 긴장된 캡스턴(capstan)과 같이 예를 들어, 기관 4를 (미리)긴장((pre)tensioning)시킴으로써 적용될 수 있다. 상기 스프링 가이드는 상기 캡스턴들 14과 다소 떨어질 수 있다. 상기 프리 스트레싱 힘을 적용하는 다른 방법도 가능하다.

[0124] 제2 실시예에 따른 상기 장치 2의 변형에서, 예를 들어, 도 5 및 도 6에 나타낸, 상기 증착 헤드는 상기 기관 4에 직면하는(마주보는) 캐비티 74를 제공 받을 수 있다. 제2 실시예의 상기 회전하는 증착 헤드 6에 추가에서 이러한 변형들은 또한 상기 기관 4가 움직이는 동안 상기 기관 4를 따라 선형적으로 움직이거나 고정된 위치의 평면 또는 곡선 아웃풋 표면 26을 갖는 증착 헤드에 관련될 수 있다. 상기 캐비티 74의 깊이는 영역의 증가(local increase)로 상기 아웃풋 표면 26과 상기 기관 4 사이에 거리에서 정의될 수 있다. 도 5에서 이러한 거리에서 증가는 D_2 마이너스 D_1 과 같고, 여기에서 D_1 은 상기 베어링 가스 공급원 70에 인접한 상기 기관 4과 상기 아웃풋 표면 26 사이에 거리이고, D_2 는 상기 전구체 가스 공급원 8에 인접한 상기 기관 4와 상기 아웃풋 표면 26 사이에 거리이다. 더 일반적으로, D_2 마이너스 D_1 는 10에서 500 마이크로미터 범위일 수 있고, 더 바람직하게 10에서 100 마이크로미터 범위일 수 있다.

[0125] 도 5 및 도 6의 예에서, 상기 전구체 가스 공급원 8은 상기 캐비티 74에서 상기 기관 4를 향해 상기 전구체 가스를 공급하기 위해 캐비티 74에 위치할 수 있다. 상기 증착 헤드 6은 상기 캐비티 74로부터 상기 전구체 가스를 주입하기 위해 캐비티에 위치한 상기 전구체 가스 드레인들 36을 더 제공 받을 수 있다. 상기 증착 헤드 6은 상기 베어링 가스를 상기 캐비티로부터 떨어져서 공급하기 위해 상기 캐비티로부터 떨어진 상기 베어링 가스 공급원 70을 더 제공 받을 수 있다.

[0126] 도 5 및 도 6에서, 상기 원통 모양 아웃풋 표면 26 과 기관의 곡률(curvature)은 분명하게 나타내지 않았다. 게다가, 이러한 예에서 상기 전구체 가스 드레인 36은 또한 베어링 가스 드레인들 72를 형성할 수 있다. 하지만, 더 일반적으로, 상기 베어링 가스 드레인들 72는 상기 전구체 가스 드레인들로부터 분리될 수 있다. 상기 베어링 가스 드레인들은 상기 캐비티 74, 예를 들어, 상기 캐비티 74 외부에 위치한 베어링 가스 드레인 36으로부터 떨어져서 분리될 수 있다. 그러므로 도 6에서, 상기 아웃풋 표면 26은 상기 복수의 전구체 가스 드레인들 36, 복수의 캐비티들 74, 및 복수의 베어링 가스 공급원들 70을 제공 받을 수 있다. 캐비티 74의 깊이는 또한 제로(zero)일 수 있고, 이것은 캐비티가 없는 것을 의미할 수 있다. 전구체 가스/영역 77A는 가스 베어링 기능(예를 들어, 전구체 공급원 및 기관 사이에 단단함)을 가질 수 있다.

[0127] 도 5 및 도 6은 상기 가스 베어링 레이어 69를 나타내고, 이것은 실질적으로 상기 캐비티 74 외부에 위치할 수 있다. 상기 가스 베어링 레이어에서 베어링 가스의 흐름은 화살표들 75로 나타낼 수 있다. 도 5 및 도 6은 또한 상기 캐비티로부터 상기 기관 4를 향해 확장하는 증착 공간 77A를 나타낼 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원 8 및 전구체 가스 드레인 36은 상기 캐비티에 위치하기 때문에, 상기 전구체 가스는 실질적으로 상기 증착 공간(deposition space) 77A에 갇힐 수 있다. 상기 증착 공간에서 상기 전구체 가스의 흐름은 화살표 78로 나타낼 수 있다. 도 6은 또한 반응물 공간(reactant spaces) 77B를 나타낼 수 있다.

[0128] 도 6A는 제2 실시예에서 상기 증착 헤드 6의 또 다른 변형을 나타낼 수 있다. 이러한 변형에서, 상기 장치는 상기 전구체 가스를 상기 기관 4에 반응하게 하기 위해 선택적으로 제어 가능한 레이저(selectively controllable laser) 79를 포함할 수 있고 그래서 선택적 제어 가능한 상기 레이저 79에 의해 원자 레이어를 형성(또는 재 형성)할 수 있다. 상기 장치는 레이저 제어를 포함할 수 있다. 상기 레이저 제어기는 상기 수송 제어기(transportation controller), 상기 드라이빙 제어기(driving controller), 및/또는 상기 전구체 제어기(pressure controller)와 함께 실행할 수 있다. 이러한 방법에서, 의도된, 예를 들어 미리 결정된 원자 레이어의 패턴 또는 원자 레이어의 적층은 증착될 수 있다. 상기 레이저를 제어하는 것은 상기 기관의 상기 병진 속도 및 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도에 의존할 수 있다. 예를 들어, 레이저가 켜지거나 꺼지는 순

간에 상기 기관의 병진 속도 및 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도에 의존할 수 있다. 레이저를 사용하는 것은 특히 상기 회전하는 증착 헤드를 갖는 실시예에서, 유용할 수 있다. 레이저는 상기 회전하는 증착 헤드에 의해 상대적으로 빠른 증착 과정에 적합한 상대적으로 높은 주파수에서 선택적으로 제어될 수 있다.

[0129] 도 6A는 또한 전구체 가스 드레인 36을 나타낼 수 있다. 도 6A에 나타내지는 않았지만 상기 증착 헤드는 또한 상기 퍼지 가스 공급원 38 및 상기 퍼지 가스 드레인 40을 제공 받을 수 있다. 더 일반적으로, 상기 증착 헤드는 과정 별 반응을 유도하기 위한 복수의 레이저 79 또는 과정 별 반응을 유도하기 위한 과정의 튜닝이 가능한 레이저(tunable wavelength lasers) 제공 받을 수 있다. 도 6A의 상기 변형에 따라, 상기 복수의 반응 가스 공급원 42는 도 4에 보여진 것과 같이 예를 들어, 상기 복수의 레이저들 79에 의해 대체될 수 있다.

[0130] 도 7은 상기 기관 4의 어셈블리(assembly)에서 본 발명의 제3 실시예에 따른 장치 2를 나타낸다. 제 3 실시예에서 상기 장치 2는 축 10 및 상기 베어링 12를 제공 받을 수 있고, 또한 상기 아웃풋 표면 26을 가질 수 있다. 도 7에서, 상기 기관 4의 운동 방향 60은 상기 전구체 가스 공급원의 운동 방향 62를 향할 수 있고, 이것은 상기 회전하는 드럼(drum) 5의 휠(wheel)을 따라 회전할 수 있다(상기 휠은 도 7에 나타내지 않았지만 도 1에 참조번호 5'로 나타내었다.). 도 7에서, 상기 기관 4는 상기 증착 헤드 6의 아웃풋 표면 26 주위에 나선형 경로(helical path) 76을 따라 제공 받을 수 있다. 도 7에서, 상기 기관은 상기 증착 헤드 6 주위, 다시 말해 상기 증착 헤드의 아웃풋 표면 26 주위에서 한번 더 적게 제공 받을 수 있다. 더 일반적으로, 상기 증착 헤드의 회전 축 및/또는 상기 장치 2의 축 12의 길이 축은 상기 캡스턴들 14의 하나 또는 모두의 상기 길이 축에 대하여 경사(inclined)될 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 기관 4는 상기 나선형 경로 76을 제공 받는 것을 획득할 수 있다.

[0131] 도 8은 기관 4의 어셈블리에서 본 발명의 제4 실시예에 따른 장치 2를 나타낸다. 이러한 예에서, 상기 기관 4는 나선형 경로 76을 따라 증착 헤드 6의 아웃풋 표면 26 주위에서 적어도 한번, 다시 말해 두 번 및 세 번 사이에 제공 받을 수 있다. 또는, 다시 말해, 상기 기관은 상기 아웃풋 표면 26을 따라 상기 증착 헤드 6 주위에서 적어도 한번, 다시 말해 두 번 및 세 번 사이에 회전할 수 있다. 그 결과, 상기 회전하는 증착 헤드 주위에서 적어도 한번 움직이는 상기 기관 4의 제1 부분 80A는 회전하는 기관 주위에서 상기 기관 4의 제1 부분 80A보다 한번 이상 움직이는 상기 기관 4의 제2 부분 80B 옆에 위치할 수 있다. 여기에서, 상기 용어 '옆(besides)'은 상기 기관의 제1 부분 80A 및 제2 부분 80B는 상기 기관 4의 상기 제1 부분 80A 및 제2 부분 80B를 따라 향하는 상기 같은 가상의 선(imaginary line) 82를 따라 확장하는 것으로 해석될 수 있고, 상기 기관 4의 운동 방향 60에 가로(transverse)로 해석될 수 있다. 커버(나타내지 않은)는 상기 기관의 나선형 경로 형태를 따르고, 상기 기관의 서로 반대편 사이에 형성된 슬릿(slits) 또는 갭(gap) 84를 커버하는 실드 구조(shield structure)를 나선형으로 형성할 수 있다. 상기 실드 구조는 청소 가능한 내부 구조(cleanable liner structure) 또는 희생 구조(sacrificial structure)로 형성될 수 있다. 게다가, 흡입관(suction)이 공정 가스들(process gases)을 제거하기 위한 상기 실딩 구조에 제공될 수 있다.

[0132] 제4 실시예에서, 상기 장치 2는 80A 및 80B를 각각 서로 반대편에 형성하는 기관 4의 제1 부분 80A 및 제2 부분 80B 사이에서 상기 갭 84를 통해 누설된 상기 전구체 가스를 주입하기 위한 누설 가스 드레인(leaked-gas drain) 제공 받을 수 있다.

[0133] 도 8에서, 위치 88은 상기 아웃풋 표면 26의 둘레를 따라 나타낼 수 있고, 여기에 상기 전구체 가스 공급원 8이 위치할 수 있다. 이러한 예에서, 상기 증착 헤드 6은 4개의 전구체 가스 공급원들 8을 제공 받을 수 있다. 이러한 예에서, 상기 기관 8는 상기 전구체 공급원들 8 모두에 직면하기 때문에, 상기 전구체 공급원 8은 이러한 예에서 볼 수 없다. 따라서, 더 일반적으로, 적어도 하나의 전구체 가스 공급원은 상기 아웃풋 표면의 둘레를 따라 위치할 수 있다.

[0134] 도 8로부터 분명해지므로, 상기 기관 4의 폭 W_1 는 실질적으로 상기 증착 헤드 6의 폭 W_2 보다 작을 수 있다, 예를 들어 두 배 작을 수 있다. 하지만, 그렇지 않으면, 상기 기관 4의 폭 W_1 은 대략 상기 증착 헤드 6의 폭 W_2 와 같을 수 있다. 이것은 도 7 및 도 9에서 볼 수 있다. 또 다른 예에서, 상기 기관 4의 폭 W_1 은 실질적으로 상기 증착 헤드 6의 폭 W_2 보다 더 클 수 있다, 예를 들어, 적어도 두 배 클 수 있다. 실제로, 이러한 모든 대안은 하나 이상의 원자 레이어들을 증착하기 위한 가치 있는 옵션을 형성할 수 있다.

- [0135] 제1, 제2, 제3, 또는 또 다른 실시예 또는 이러한 실시예의 변형에서 상기 장치 2는 본 발명에 따른 방법에 따라 사용될 수 있다.
- [0136] 본 발명에 따른 원자 레이어를 기관에 증착하는 방법의 제1 실시예(제1 방법)는 상기 증착 헤드 6의 상기 전구체 가스 공급원 8로부터 상기 기관 4를 향해 전구체 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제1 방법은 상기 회전하는 증착 헤드 6에 의해 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원 8을 움직이는 단계를 더 포함할 수 있다. 제1 방법은 상기 전구체 가스 공급원 8을 따라 실질적으로 상기 전구체 가스를 상기 기관 4를 향해 공급하기 위해 상기 기관 4를 움직이는 단계를 포함할 수 있다.
- [0137] 제1 단계에서, 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도는 상기 기관의 병진 속도보다 더 클 수 있고, 또는 항할 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도의 절대값은 적어도 5배, 적어도 10배, 적어도 20배, 적어도 50배, 적어도 100배, 적어도 500배, 적어도 1000배, 적어도 5000배, 및/또는 적어도 10000배 상기 기관의 병진 속도보다 더 크게 공급할 수 있다. 더 일반적으로, 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도가 상기 기관의 병진 속도보다 적어도 N배 클 경우, 적층된 레이어는 N-1 개의 증착된 원자 레이어들을 포함할 수 있다.
- [0138] 상기 제1 방법은 상기 커버 16에 의해 상기 전구체 가스를 제한하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 커버 16은 상기 기관이 상기 증착 헤드에 직면하지 않는 위치에서 상기 증착 헤드의 상기 아웃풋 표면 26에 직면할 수 있다.
- [0139] 본 발명에 따른 제1 방법 또는 또 다른 방법에서, 상기 기관 및 상기 회전하는 증착 헤드 사이에 이격 거리 D (도 2A)는 유지될 수 있다. 상기 기관 4 및 상기 회전하는 증착 헤드 사이에 기계적 접촉은 이러한 방법에서 방지될 수 있다. 상기 이격 거리 D는 실질적으로 상기 증착 헤드의 둘레의 적어도 부분에서, 바람직하게는 전체에서 균일할 수 있다. 상기 이격 거리 D는 다양한 방법으로 획득될 수 있다.
- [0140] 본 발명에 따른 방법의 제2 실시예(제2 방법)은 상기 기관을 상기 캐리어 50에 부착하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제2 방법은 상기 전구체 가스 공급원 8을 따라 상기 캐리어 50을 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 기관은 상기 증착 헤드 6의 상기 아웃풋 표면 26으로부터 거리에서 유지될 수 있다. 상기 제2 방법은 상기 가이드 15의 수송 표면 56을 따라 상기 가이드 15 주위에서 상기 캐리어를 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 상기 수송 표면 56은 상기 아웃풋 표면 26과 정각일 수 있고, 상기 아웃풋 표면 26과 직면할 수 있으므로 상기 이격 거리 D는 상기 아웃풋 표면 26의 적어도 부분에 걸쳐 균일하게 유지될 수 있다.
- [0141] 본 발명에 따른 방법의 제3 실시예(제3 방법)는 상기 기관 및 상기 증착 헤드를 분리하는 상기 가스 베어링 레이어 69를 형성하기 위해 상기 증착 헤드와 상기 기관 사이에 베어링 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 기관은 상기 증착 헤드 6의 아웃풋 표면 26으로부터 거리에서 유지할 수 있다. 상기 제3 방법은 상기 증착 헤드 6의 복수의 베어링 가스 공급원 70으로부터 상기 기관 4를 향해 상기 가스 베어링 레이어를 제공하기 위해 상기 베어링 가스를 공급하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0142] 상기 제3 방법은 상기 증착 헤드 6에서 정의되고, 상기 기관 4에 직면하여 사용되는 상기 캐비티 74에서 상기 전구체 가스 공급원들 70에 의해 상기 전구체 가스를 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 제3 방법은 상기 증착 헤드 6의 복수의 전구체 가스 드레인들 72에 의해 상기 캐비티 74로부터 상기 전구체 가스를 주입하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 캐비티로부터 상기 전구체 가스의 배출, 다시 말해 상기 전구체 가스의 상기 캐비티 밖으로의 흐름, 그렇지 않으면 상기 전구체 드레인을 통한 흐름은 실질적으로 방지될 수 있다. 상기 제3 방법에서, 상기 베어링 가스는 바람직하게 상기 베어링 가스 공급원들 70에 의해 상기 캐비티로부터 떨어진 거리에서 공급될 수 있다. 상기 베어링 가스 공급원들 70은 상기 아웃풋 표면 26을 따라 상기 캐비티들 74로부터 이격되어 위치할 수 있다.
- [0143] 본 발명에 따른 방법의 제4 실시예(제4 방법)는 상기 기관을 상기 나선형 경로 76을 따라 상기 증착 헤드 6 주위에서 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 도 9는 상기 기관 4의 운동 방향 60과 상기 증착 헤드 6의 운동 방향 62를 나타내는 도면이다. 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원 8의 센터 8'의 트랙들 90.i(i = ..., n-1, n, n+1, ...)을 나타내었다. 더 높은 인덱스 i는 더 늦게 발행하는 트랙을 따르는 움직임을 나타낼 수 있다. 상기 트랙 90.i는 실질적으로 상기 기관 4에 직선(straight lines)을 형성하기 위해 예상될 수 있다. 이웃한 트랙, 예를 들어, 트랙 90.n 및 트랙 90.n+1은 이웃하는 전구체 가스 공급원들 8에 해당할 수 있다.
- [0144] 도 9는 상기 전구체 가스 공급원들 8의 세로 방향 89를 따라 상기 전구체 가스 공급원들의 길이 L을 더 나타낼

수 있고, 이것은 예를 들어, 긴 형태의 모양일 수 있다. 이러한 예에서, 상기 세로 방향 89는 상기 증착 헤드의 회전 축 91에 대하여 배치될 수 있지만, 반드시 필요한 것은 아니다. 예를 들어, 상기 세로 방향 89는 대안적으로 상기 캡스턴 14의 적어도 하나에서 길이 축(length axis) 87과 일치할 수 있다.

[0145] 상기 캡스턴 14의 적어도 하나에서 길이 축 87 및/또는 세로 방향 89는 상기 기관 60의 운동 방향에 가로로, 예를 들어 수직(perpendicular)이 될 수 있다. 기울기 a의 각도는 상기 캡스턴 14의 적어도 하나의 축 87과 상기 증착 헤드 6의 회전 축 91 사이에서 정의될 수 있다.

[0146] 이격(separation) S는 이웃하는 전구체 가스 공급원들 8의 중심 8' 사이에서 정의될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 전구체 가스 공급원들 8의 길이 L과 상기 기관의 병진 속도와 상기 전구체 가스 공급원들은 선택될 수 있고, 이러한 원자 레이어들은 이웃하는 트랙들 90.i에 의해 겹쳐서 또는 각각 증착 될 수 있다. 이러한 방법에서 원자 레이어 사이에서 갭은 실질적으로 방지될 수 있다.

[0147] 반응 가스 공급원(reactant-gas supply) 42는 상기 전구체 가스 공급원 8과 유사한 모양일 수 있다. 상기 반응 가스 공급원 42의 위치는 상기 회전 축 91을 따라 거리 R에 걸쳐 상기 전구체 가스 공급원 8에 대한 옅을 수 있다. 상기 거리 R은 적용될 수 있고, 상기 반응 가스 공급원 42의 중심 42'는 이웃하는 전구체 가스 공급원 42인 전구체 가스 공급원 8을 따름으로써 상기 기관을 따라 유사한 트랙 90.i를 따를 수 있다. 유사한 옅은 이웃하는 전구체 가스 공급원들을 위해 실현될 수 있고, 레이어들의 적층은 이웃하는 전구체 가스 공급원들로부터 증착될 수 있다. 도 9는 나선형 배치의 결과를 나타내고, 원자 레이어를 갖는 상기 기관의 적용 범위(coverage)에 대한 다양한 가능성이 제공된다. 특히, 원자 레이어 적층 형상들(atomic layer stack geometries)은 자신의(모서리(edge)) 형상(geometry)의 결과로서 구별하여 증착될 수 있다. 특히, 상기 기관의 모서리 가까이에서 상기 기관의 적용 범위는 알려진 방법들을 사용하여 획득된 적용 범위로부터 다를 수 있다.

[0148] 따라서, 전구체 가스 공급원 또는 전구체 가스 공급원들의 배열은 상기 아웃풋 표면을 걸쳐 나선형 경로를 따라 확장할 수 있다. 도 9A는 본 발명에 따른 장치의 증착 헤드 6의 실시예를 나타내고, 여기에서 전구체 가스 공급원은 나선형 경로 76A를 따라 확장할 수 있다. 도 9A는 또한 회전 축 91을 나타낸다. 도 9B는 도 9A에 나타낸 A-A' 단면도의 부분을 나타낸다. 전구체 가스 드레인 36 또는 전구체 가스 드레인의 배열은 상기 나선형 경로 76A를 따라 확장할 수 있고, 예를 들어 상기 전구체 가스 공급원 8 또는 전구체 가스 공급원들 8의 배열에 병렬로 확장할 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원 및/또는 상기 전구체 가스 드레인은 긴 형태의 모양일 수 있다(전구체 가스 공급원들의 배열은 긴 형태의 전구체 가스 공급원으로 간주될 수 있다). 상기 긴 형태의 세로 방향은 상기 아웃풋 표면을 걸쳐 상기 나선형 경로 76A를 따라 확장할 수 있고, 이러한 예에서 상기 회전 축 주위에서 한번 이상 확장할 수 있다. 따라서, 상기 전구체 가스 공급원은 상기 증착 헤드의 축 방향에 대해 기울어진 긴 형태의 모양일 수 있다. 그러므로, 더 일반적으로, 전구체 가스 공급원 또는 전구체 가스 공급원들의 배열, 및 전구체 가스 드레인 또는 전구체 가스 드레인들의 배열은 나선형 경로를 따라 확장할 수 있다. 상기 증착 헤드는 나선형 캐비티 74'을 제공 받을 수 있다. 나선형 캐비티 74'는 상기 기관에 직면할 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원 8 또는 상기 전구체 가스 공급원들 8은 상기 나선형 캐비티 74'에서 상기 시판을 향해 상기 전구체 가스를 공급하기 위해 상기 나선형 캐비티 74'에 바람직하게 위치할 수 있다. 상기 전구체 가스 드레인 36 또는 전구체 가스 드레인들 36의 배열은 상기 전구체 가스를 상기 캐비티 74'로부터 주입하기 위해 상기 나선형 캐비티 74'에 바람직하게 위치할 수 있다.

[0149] 실시예에서, 상기 전구체 드레인 36에 의해 상기 전구체 가스를 주입할 수 있다. 상기 전구체 드레인 36은 상기 나선형 경로 76A를 따라 상기 나선형 캐비티 74'에 인접할 수 있고, 또는 사용되지 않을 수 있다. 상기 드레인 36을 통해 상기 전구체 가스를 주입하는 단계를 생략하는 것은 상기 나선형 경로 76A를 따라 확장하는 상기 전구체 가스 공급원에 의해 수행될 수 있다. 상기 나선형 캐비티를 통해 상기 전구체 가스를 주입하는 단계는 상기 증착 헤드 6의 회전의 결과로서 발생할 수 있다. 이것은 상기 나선형 경로 76A를 따라 상기 나선형 캐비티 74'에서 상기 전구체 가스 공급원의 배치로부터 발생할 수 있다. 나선형 캐비티 74'의 끝 74"에서, 주입된 전구체 가스를 제어하기 위한 규정은 제공될 수 있다.

[0150] 제4 방법의 변형은 상기 기관 4를 상기 전구체 가스 공급원 8을 따라 움직일 때 상기 증착 헤드 6 주위에서 적어도 한번 상기 기관 4를 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 그 결과, 순간에서, 회전하는 증착 헤드 주위에서 움직이는 상기 구조의 제1 부분 80A는 상기 회전하는 기관 주위에서 상기 기관의 제1 부분 80A보다 한번 이상 더 움직이는 상기 기관 4의 제2 부분 80B 옆에 위치할 수 있다. 그리고 상기 기관의 제1 및 제2 부분은 상기 기관의 제1 및 제2 부분을 따라 향하는 같은 라인을 따라 확장할 수 있고, 상기 기관의 운동 방향에 가로일 수

있다. 상기 제4 방법은 상기 기 4의 제1 부분 80A 및 제2 부분 80B 사이에서 상기 갭 84를 통해 누설된 상기 전구체 가스를 주입하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0151] 제1, 제2, 제3, 및 제4 방법은 원자 레이어들의 연속적인 적층, 다시 말해 원자 레이어들의 적층의 증착을 실행할 수 있고, 여기에서 두 개의 옆으로 이웃하는 원자 레이어들의 모서리들 사이에 경계는 방지될 수 있다. 하지만, 본 발명에 따른 방법을 수행할 때, 이러한 원자 레이어들의 연속적인 적층은 달성하기 위해 반드시 필요한 것은 아니다. 예를 들어, 본 발명에 따른 제5 실시예(제5 방법)는 상기 기관에 원자 레이어들의 적층92을 증착하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 기관 사이에 상대 왕복 운동(relative reciprocating motion)을 실행하는 단계를 포함할 수 있고, 여기에서 왕복 운동은 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 기관 사이에 두 개의 순차적 역회전 위치들에서 역회전 하거나 역방향의 운동을 하는 단계를 포함할 수 있다. 도 10은 상기 제5 방법을 나타낸다.

[0152] 도 10은 레이어들 92의 상기 적층을 나타내고, 순차적 역회전 위치들 94.i(i= ..., n-1, n, n+1, ...)를 나타낸다. 여기에서 더 높은 인덱스 i는 더 느린 시간에 해당할 수 있다. 도 10에서, 상기 레이어들은 증착되는 순간(시간축 96에 의해 나타냄)을 나타내기 위한 상기 기관 4로부터 거리에서 나타낼 수 있다. 하지만, 실제로, 상기 다양한 레이어들 92는 기관 4에(화살표 97에 의해 나타냄) 제공될 수 있고, 레이어들의 적층은 실질적으로 균일한 레이어 두께 98일 수 있다.

[0153] 제5 방법에서, 예를 들어, 상기 증착 헤드 6에 증착하는 동안 앞 뒤로 회전할 수 있다. 선택적으로, 상기 기관 4는 또한 앞 뒤로, 다시 말해 반대 방향 60, 64으로 움직일 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 제5 방법은 상기 전구체 가스 공급원 8 및 상기 기관 4 사이에 왕복 운동을 실행하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 왕복 운동은 상기 전구체 가스 공급원 및 상기 기관 사이에 두 개의 순차적 역회전 위치에서 운동의 역회전 방향을 포함할 수 있다. 상기 두 개의 역회전 포인트들 94.n-1 및 94.n은 순차적인 역회전 포인트들로 간주될 수 있고, 뿐만 아니라 역회전 포인트들 94.n 및 94.n+1도 순차적인 역회전 포인트들로 간주될 수 있다.

[0154] 원자 레이어 92A는 상기 역회전 포인트들 94.n-1 및 94.n 사이에 증착될 수 있다. 이러한 원자 레이어 92A는 미리 증착된 원자 레이어 92B에 대하여 읍셋일 수 있다. 상기 역회전 위치들 94.n-1 및 94.n 사이에 증착된 상기 원자 레이어 92A의 모서리 100A는 옆으로, 다시 말해 상기 기관 4가 확장하는 방향이고, 상기 미리 증착된 원자 레이어 92B의 모서리 100B에 대하여 증착될 수 있다.

[0155] 상기 읍셋의 결과로, 상기 역회전 포지션들 사이에 증착된 상기 원자 레이어 92A의 모서리 100A는 상기 역회전 위치들 사이에 증착된 원자 레이어 98A의 주요 부분 102A보다 상기 기관으로부터 다른 위치이다.

[0156] 하지만, 상기 읍셋 증착, 상기 순차적 역회전 위치들 94.n-1 및 94.n 사이에 증착된 상기 원자 레이어의 상기 모서리 100A는 상기 순차적 역회전 포인트들 94.n 및 94.n.1 사이에 증착된 원자 레이어의 모서리에 인접할 수 있다. 이러한 레이어들의 상기 주요 부분은 상기 기관으로부터 유사하게 위치할 수 있다.

[0157] 상기 제5 방법은 상기 증착 헤드 6을 회전하는 대신, 또한 상기 증착 헤드 6의 선형적 이동(linearly moving)에 의해 수행될 수 있다.

[0158] 위에서 설명한 바와 같이, 그리고 도 1 내지 도 11B에서 분명해질 수 있고, 더 일반적으로, 본 발명에 따른 방법에서 바람직하게 상기 기관을 움직이는 단계, 바람직하게 회전하는 드럼의 둘레 주위에서 적어도 부분적으로 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 본 발명에 따른 장치는 바람직하게 상기 기관을 회전하는 드럼의 둘레 주위에서 바람직하게 적어도 부분적으로 움직이기 위해 배치될 수 있다.

[0159] 일반적으로 적용할 수 있지만 선택적 실시예에서, 상기 아웃풋 표면 및/또는 상기 드럼은 상기 아웃풋 표면 및/또는 상기 드럼의 적어도 부분적으로 또는 상기 아웃풋 표면 및/또는 상기 드럼의 전체에 대해 실질적으로 원통(cylindrical), 원뿔(conical), 또는 절두체 모양(frustum shape)을 가질 수 있고, 또는 실질적으로 적어도 부분적으로 원통형(cylinder), 원추형(cone), 또는 절두체 모양(frustum)을 가질 수 있다.

[0160] 본 발명을 예를 들어, 패키지의 제조 분야에서 사용될 수 있다. 패키지, 예를 들어 음식(food)를 위한 패키지, 특히 채소를 위한 패키지일 수 있다. 그렇지 않으면, 패키지는 디스플레이의 패키지, 특히 유기 발광 표시 장치(organic light emitting diode display)이다. 본 발명에 따른 방법은 원자 레이어, 바람직하게 원자 레이어들의 적층을 패키지 시트에 증착하는 단계를 선택적으로 포함할 수 있다. 본 발명에 따른 장치는 원자 레이어, 바람직하게 원자 레이어들의 적층을 패키지 시트에 증착하기 위해 선택적으로 배치될 수 있다. 따라서, 상

기 기관은 선택적 패키지 시트일 수 있다. 이러한 패키지 시트는 패키지의 부분일 수 있고, 또는 그것으로부터 패키지를 형성하기 위해 배치될 수 있다. 원자 레이어들에 의해, 가스(예를 들어, 산소 또는 수증기) 및/또는 유체를 위한 장벽은 상기 패키지에 형성될 수 있다. 원자 레이어들 포함하는 상기 장벽은 상대적으로 안정적인 실(relatively reliable seal)을 제공할 수 있다. 원자 레이어들을 포함하는 장벽을 통한 누설은 상대적으로 낮을 수 있다.

[0161] 위에서 설명한 것과 같이, 그리고 도 1 내지 도 11B로부터 분명해질 수 있고, 더 일반적으로, 상기 증착 헤드 및/또는 상기 드럼의 회전 축은 증착된 원자 레이어에서 상기 기관 표면의 아웃풋 표면 및/또는 평면을 향하거나 경사면일 수 있다.

[0162] 위에서 설명한 바와 같이, 그리고 도 1 내지 도 11B에서 분명해질 수 있고, 상기 전구체 가스 공급원은 곡선 아웃풋 표면을 따라 상기 증착 헤드의 회전 축에 기울어져서 또는 상기 축을 따르는 방향으로 확장할 수 있다.

[0163] 위에서 설명한 바와 같이, 그리고 도 1 내지 도 11B에서 분명해질 수 있고, 본 발명에 다른 장치는 포함할 수 있고, 및/또는 본 발명에 따른 방법은 사용하여 수행될 수 있다: 상기 드럼의 둘레 주위에 적어도 부분적으로 걸쳐거나 따라서 확장하는 아웃풋 표면; 상기 드럼의 둘레 주위에 적어도 부분적으로 위치한 전구체 가스 공급원; 상기 아웃풋 표면의 둘레 주위에 적어도 부분적으로 위치한 전구체 가스 공급원; 적어도 부분적으로, 실질적으로 상기 증착 헤드의 회전축 및/또는 상기 드럼의 회전 축 주위에서 곡선인 아웃풋 표면; 상기 증착 헤드를 포함하는 회전 가능한 마운팅 드럼을 위한 마운트; 회전하는 드럼의 부부인 증착 헤드; 곡선 아웃풋 표면을 걸쳐 확장하는 전구체 가스 공급원; 및/또는 상기 기관에 대해 따르거나 기울어진 축 방향 및/또는 회전 축을 갖는 증착 헤드를 사용하여 수행될 수 있고, 여기에서 상기 기관 및 상기 회전 축 사이에 기울기(inclination)의 각도는 바람직하게, 30도(degrees)보다 작을 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로 본 발명에 따른 방법은 축에 장착된 상기 드럼 및/또는 증착 헤드를 제공하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 드럼 및/또는 증착 헤드를 상기 전구체 가스 공급원을 향해 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0164] 그러므로, 본 발명은 원자 레이어를 기관에 증착하는 방법 제공할 수 있고, 상기 방법은 증착 헤드에 의해 포함된 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기관을 향해 전구체 가스를 공급하는 단계; 상기 기관 가까이, 예를 들어, 상기 기관에서 원자 레이어를 형성하기 위해 상기 전구체 가스에 반응하는 단계를 포함하고, 상기 전구체 가스를 공급하는 동안 상기 증착 헤드를 회전함으로써 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원을 움직이는 단계를 더 포함할 수 있고, 여기에서 상기 전구체 가스 공급원을 따라 상기 기관을 움직이는 단계는 상기 증착 헤드 주위에서 나선형 경로를 따라 상기 기관을 움직이는 단계를 포함할 수 있다. 본 발명은 원자 레이어를 기관에 증착하기 위한 장치를 더 제공할 수 있고, 상기 장치는 상기 기관을 향해 전구체 가스를 공급하기 위한 전구체 가스 공급원을 갖는 증착 헤드를 포함할 수 있고, 상기 장치는 증착 헤드를 장착하는 회전하기 위한 마운트를 더 포함할 수 있고, 상기 기관을 따라 상기 전구체 가스 공급원을 움직이기 위한 상기 증착 헤드를 회전하기 위해 배치된 드라이버를 포함할 수 있다; 상기 증착 헤드는 원자 레이어를 형성하기 위해 상기 기관 가까이, 예를 들어 기관에 상기 공급된 전구체 가스 반응을 갖기 위한 구조를 가질 수 있고, 상기 장치는 상기 증착 헤드의 회전 축에 대하여 기울어진 길이 축을 갖는 가이드를 더 포함할 수 있다. 이러한 방법으로 상기 증착 헤드 주위에 나선형 경로를 따라 상기 기관을 안내할 수 있다.

[0165] 여기서 기술된 실시예들은 바람직한 실시예에 관하여 기술되었으며, 통상의 지식을 가진 자는 실시예들이 기술된 바와 같이 상기 실시예들의 사상이나 범위 내에서의 수정과 함께 실시될 수 있다. 예를 들어, 용어 '기관(substrate)'은 플레이트(plate) 또는 롤(roll)의 일부를 참조하여 사용되었고, 때로는 용어 '기관(substrate)'으로 나타낼 수 있다: 예를 들어, 설명 '상기 전구체 가스 공급원을 따라 상기 기관을 움직이는 단계'는 상기 전구체 가스 공급원을 따라 상기 전체 플레이트 또는 롤을 움직이는 단계를 요구하지 않았다; 예를 들어, 설명 '상기 증착 헤드 주위에서 적어도 한번 상기 기관을 제공하는 단계'는 전체 플레이트 또는 롤이 상기 증착 헤드 주위를 움직이는 것을 요구하지 않았다.

[0166] 또 다른 예에서, 상기 전구체 가스 공급원의 병진 속도(예를 들어, 도 11A 및 11B에서 화살표 62로 나타낸)는 상기 기관의 병진 속도(예를 들어, 도 11A에 화살표 60으로 나타낸)로 향할 수 있다. 따라서, 상기 증착 헤드의 회전 축 91은 도 11A에서 나타낸 것과 같이 상기 기관의 운동 방향 60으로 배치될 수 있다. 상기 기관의 운동 방향 60과 상기 증착 헤드 6의 회전 축 91 사이에 각도는 0에서 90도(degrees)의 범위일 수 있다.

[0167] 도 11A의 예의 변형은 도 11B에서 설명되었고, 여기에서 상기 증착 헤드 6의 회전 축 91을 따라 보이는 방향으로 상기 증착 헤드를 나타내었다. 도 11B의 변형은 상기 증착 헤드 6 주위에 둘러 싸인 상기 기관 4에서 도 11A의 상기 예로부터 다르다.

- [0168] 도 4를 참조하면, 호일 4는 상기 드럼 5 둘레의 부분만을 통과(traverses)할 수 있다. 상기 롤러들 14 사이에 비통과(non-traverses)된 바닥 부분에서, 상기 두 기체 반응물들(gaseous reactants)(예를 들어, Al-precursor tri-methyl aluminum 및 수증기)은 더 이상 분리되지 않고, 상호 배출되지 않을 수 있으므로, 에어로졸(aerosol)(파우더(powder))를 형성할 수 있다. 이러한 입자 형성은 제품의 질, 공정, 및 상기 R2R 장비를 방해할 수 있다. 상기 드럼(도 8)에 걸친 나선형 스캔 호일 운동의 실시예에서 이것을 부분적으로 극복할 수 있지만, 상기 호일 의 롤-오프 및 롤-온 사이에서 상기 드럼의 '스크리닝(screening)'은 완벽하게 100%는 아니다.
- [0169] 어떠한 입자('먼지(dust)') 형성을 방지하는 상기 커버 16은 상기 가스 흐름에서 불연속을 형성하여 제한될 수 있고, 여기에서 전구체는 Al2O3 입자 형성을 만들 수 있다. 게다가 이러한 폐쇄는 Al2O3의 ALD 및 CVD를 위한 기관으로서 부분적으로 활동할 수 있고, 이것은 상기 커버 및 사이 드럼 사이에 좁은 갭의 결과일 수 있다. 이것은 상기 드럼 회전 및 기계적 동작의 제어를 방해할 수 있다.
- [0170] 원하지 않는 입자의 생성을 더 방지하기 위해 스위치 가능한 흐름 차단 밸브 시스템 제공될 수 있다. 이러한 시스템의 예는 예를 들어, 다음 도 12 내지 도 18을 참조하여 제공될 수 있다.
- [0171] 도 12는 원자 레이어를 기관 4에 증착하기 위한 장치 2의 단면도를 나타내는 도면이다. 상기 증착 과정은 증착 헤드에 포함된 전구체 가스 공급원 8로부터 상기 기관을 향해 전구체 가스를 공급하는 단계 및 상기 전구체 가스가 원자 레이어를 형성하기 위해 상기 기관 가까이, 예를 들어 상기 기관에서 반응하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 증착 헤드는 회전하는 드럼 5에 포함될 수 있고, 상기 기관 4는 적어도 부분적으로 상기 드럼 5의 둘레 주위를 따라 움직일 수 있다.
- [0172] 상기 증착 헤드는 상기 원자 레이어를 증착하는 동안 적어도 부분적으로 상기 기관 4에 직면하는(마주보는) 아웃풋 표면을 갖는 상기 드럼 5에 포함될 수 있다. 상기 아웃풋 표면은 상기 전구체 가스 공급원 8을 제공 받을 수 있고, 실질적으로 상기 기관 4의 운동 경로를 정의하는 곡선 모양일 수 있다. 특히 상기 전구체 가스 공급원 8은 상기 전구체 가스를 공급하는 동안 상기 회전하는 드럼 5에 포함된 상기 증착 헤드에 의해 상기 기관 4를 따라 움직일 수 있다. 그러므로 원자 레이어의 적층은 상기 전구체 가스 공급원을 회전 궤도 62를 따른 방향으로 연속적으로 움직이는 동안에 증착될 수 있다.
- [0173] 상기 장치 2는 상기 회전 궤도 T1의 제1 부분을 걸쳐 상기 기관을 향해 상기 전구체 가스를 공급하는 단계와 상기 회전 궤도 T2의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스 공급원 8로부터 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 단계 사이에 스위칭할 수 있다.
- [0174] 상기 기관 4는 상기 드럼 5의 전체 표면을 커버하지 않는다. 상기 회전 궤도의 제1 부분 T1에 걸쳐 상기 기관 4는 상기 원자 레이어를 증착하기 위해 상기 드럼 5의 아웃풋 표면에 근접할 수 있고, 반면에 상기 회전 궤도의 제2 부분 T2에 걸쳐 상기 기관은 제거되거나 상기 아웃풋 표면으로부터 멀어질 수 있다. 그러므로 상기 스위칭은 상기 회전 궤도의 제2 부분 T2를 걸쳐 상기 전구체 가스의 누설을 방지할 수 있다. 이러한 누설은 예를 들어 상기 기관에 지정된 영역 이외에서 원하지 않는 상기 전구체의 반응 결과일 수 있다.
- [0175] 상기 중단은 상기 전구체 가스 공급원을 통한 전구체 가스 흐름의 리디렉팅(redirecting) 또는 스위칭 오프에 의해 제공될 수 있다. 이것은 상기 상기 회전 궤도 62의 제2 부분 T2를 걸쳐 전구체 가스의 누설을 방지할 수 있다. 상기 가스 공급원 8은 가스 소스(나타내지 않은)로부터 가스를 수신할 수 있고, 상기 전구체 가스 공급원의 공급과 중단 사이에 스위칭은 상기 전구체 가스 공급원 8이 상기 회전 궤도의 제1부분으로부터 제2부분으로(T1 및 T2 사이에서) 회전할 때 상기 가스 공급원 8과 상기 가스 소스 사이에 가스 흐름 경로에 배치된 하나 이상의 밸브를 제어함으로써 제공될 수 있다.
- [0176] 보여진 실시예에서, 가스 스위칭 구조 103은 전기기계적으로 제어되는 밸브에 의해 형성될 수 있고, 이것은 밸브 제어 수단(예를 들어, 제어기 101)에 의해 열고 닫을 수 있다. 상기 밸브는 상기 전구체 가스 공급원들 8 및 상기 반응 가스 공급원들 42의 가스 흐름 경로에 배치될 수 있다. 제어기 101로의 상기 밸브 제어 수단은 적어도 상기 기관 4가 상기 가스 공급원들 8 및/또는 42를 커버하지 않은 위치에서 상기 회전 궤도의 제2 부분 T2 동안 상기 밸브에 인접하여 배치될 수 있다. 마찬가지로 상기 제어기 101은 상기 기관 4가 상기 회전 궤도 62의 제1 부분 T1을 걸쳐 상기 드럼 5의 아웃풋 표면을 다시 커버할 때, 다시 말해 상기 전구체 가스 공급원 8

을 커버링하는 상기 기관에 의해 누설이 방지될 때 밸브를 열 수 있다. 게다가 밸브는 상기 가스의 배출을 차단할 수 있고, 상기 가스 흐름 경로를 통해 가스 흐름에 영향을 미치는 다른 가스 스위칭 구조들이 가능하다. 예를 들어, 상기 가스 흐름은 또한 상기 가스 흐름 경로에 연결된 배출 채널(exhaust channel)을 오픈 함으로써 리디렉션(redirection)될 수 있다. 또한 상기 가스 흐름을 제어하기 위한 다른 수단, 예를 들어, 도 15 내지 도 18을 참조하여 설명할 밸브 시스템으로서 동작하는 그루브 구조(groove structure)가 가능하다.

[0177] 도 12의 실시예에서, 반응 가스 공급원 42가 더 제공될 수 있다. 상기 반응 가스 공급원 42로부터 공급된 상기 반응 가스, 예를 들어 상기 전구체 가스 공급원 8에 의해 상기 기관 4에 증착된 상기 전구체 가스와 반응하는 반응 가스는 원자 레이어를 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 전구체 가스는 상기 반응 가스가 알루미늄 산화물(aluminum oxide)의 원자 레이어를 상기 기관에 형성하기 위해 수증기를 포함하는 동안 트리 메틸 알루미늄(TMA: tri-methyl aluminum)포함할 수 있다. 상기 전구체 가스 공급원 8과 유사하게, 상기 반응 가스 공급원들 42는 차단하는 밸브들, 예를 들어 상기 장치 2로부터, 예를 들어, 상기 기관 4가 상기 드럼 5의 아웃풋 표면을 커버하지 않는 상기 회전 궤도의 부분 T2에서 상기 반응 가스의 배출을 방지하기 위해 상기 밸브 제어기의 제어를 받는 밸브들 제공 받을 수 있다. 그렇지 않으면, 상기 밸브들은 오직 상기 전구체 가스만을, 예를 들어, 상기 배출하는 반응 가스는 이의가 없는 경우, 예를 들어, 수증기의 경우 제공 받을 수 있다.

[0178] 도 12의 실시예에서, 상기 드럼 5는 상기 전구체 가스 공급원들 8과 상기 반응 가스 공급원들 42를 분리하는 퍼지 가스 공급원들 38 및 퍼지 가스 드레인들 40a 및 40b의 배치를 더 포함할 수 있다. 상기 퍼지 가스 드레인들 40a 및 40b는 또한 상기 퍼지 가스 및 상기 반응 가스를 분리된 채널들(separate channels)에 각각 주입하기 위해 사용될 수 있다. 상기 퍼지 가스는 상기 전구체 가스 및 반응 가스 사이에 가스 커튼(gas curtain)을 형성할 수 있고, 그것은 상기 기관 4의 지정된 영역의 바깥에 상기 두 가스들 사이에 원하지 않는 반응을 방지할 수 있다.

[0179] 바람직하게, 상기 밸브는 상기 전구체 가스 공급원들의 아웃풋 표면에 근접하여 제공될 수 있다. 이러한 방법에서 전구체 가스가 남아 있는 상기 데드 스페이스(dead space)의 양은 제한될 수 있다. 그렇지 않으면, 상기 배기 위치(exhaust point)는 가스 흐름에 충분한 저항, 예를 들어 좁은 구멍(opening)을 제공할 수 있고, 상기 밸브들은 효과적으로 정지되는 상기 전구체 가스 공급원들의 전구체 가스 압력 및 상기 가스가 흘러나가는 것에 관련해서 더 위에 위치할 수 있다. 대안적으로 또한 추가적으로 상기 전구체 가스의 공급을 막기 위해 밸브를 닫는 단계에서, 배기 밸브(exhaust valve)는 상기 닫힌 밸브 및 상기 전구체 가스 공급원의 아웃풋 표면 사이에 데드 스페이스에 남아있는 어떠한 전구체 가스를 제거하기 위해 열 수 있다.

[0180] 원하지 않는 전구체 가스의 누설 문제는 또한 도 8에 보여진 나선형 패션(helical fashion)에서 상기 드럼 주위에 상기 기관을 둘러 씌우므로써 해결될 수 있다. 바람직하게, 상기 전구체 가스 공급원들은 열리고 닫힌 상태 사이에서 스위칭할 수 있고, 상기 드럼에서 떨어진 상기 기관 위치에서, 상기 전구체 가스 공급원들은 상기 전구체 가스를 방지하기 위해 닫힐 수 있다.

[0181] 도 13은 고정된 중심 축 10 주위에서 회전하는 드럼 5의 단면도를 나타낸다. 상기 드럼의 아웃풋 표면에서 전구체 가스 공급원들 8은 상기 회전 경로 62의 제1 부분 T1에서 가스 입구 8i이 상기 그루브 57에 반대일 동안 상기 축 10에서 원주(circumferential) 그루브 57a를 통해 이동하는 가스 흐름 경로 155를 통해 전구체 가스를 수신할 수 있다. 상기 회전 경로 62의 제2 부분 T2 동안, 상기 가스 입구 8i는 상기 축 10의 그루브 끝에 형성하는 장애물(obstruction) 103'을 통과할 수 있고, 그것은 상기 궤도 T2의 제2 부분 동안 가스 흐름 경로 155를 방해하기 위한 가스 스위칭 구조로서 동작할 수 있다. 이러한 방법에서, 가스는 상기 기관 4에 의해 커버되지 않은 적어도 상기 드럼 5의 부분에 해당하는 상기 회전 경로 62의 제2 부분 T2 동안 배출하는 상기 가스 공급원 8로부터 방지될 수 있다.

[0182] 도에서 보여진 것과 같이, 상기 기관 4는 상기 롤러 14a 및 14b 사이에 상기 드럼 5의 바닥 부분에서 상기 가스 공급원 8의 배기 위치(exhaust points)를 커버하지 않을 수 있다. 바람직하게, T2를 정의하는 상기 장애물(obstructions) 103'는 제공될 수 있고, 가스 공급원 8은 상기 기관 4가 상기 가스 공급원 8의 해당 배기 위치를 떠나지 전에 중단될 수 있고, 상기 기관이 상기 원하지 않는 가스의 배출을 방지하기 위해 다시 상기 배기 위치를 만난 후에, 예를 들어 상기 전구체 가스 공급원의 데드 스페이스로부터 돌아갈 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제2 그루브 57b는 가스 드레인(나타내지 않은)과 연결된 상기 축 10에서 제공될 수 있다. 이러한 방법에서 상기 가스 공급원들 8의 데드 스페이스에 남은 배출 가스는 회전 궤도 62의 제2 부분 T2를 따라 상기 공급원들 8이 회전할 때 주입될 수 있고 또는 적어도 배출로부터 방지될 수 있으므로 상기 원하지 않는 전구

체 가스의 누출을 더 방지할 수 있다.

- [0183] 도 14는 장치 2의 또 다른 실시예를 나타내고, 여기에서 또 다른 가스 스위칭 구조 103이 제공된다. 상기 가스 스위칭 구조 103은 자기 밸브(magnetic valve) 101b에 의해 형성될 수 있고, 이것은 해당 구멍(opening)의 슬라이드 안과 밖 또는 상기 자기 밸브 101b에 의해 통과된 회전 경로를 따라 배치된 제어 자석(control magnets) 101a에 의해 형성된 밸브 스위칭 수단에 제어를 받는 밸브 시트 101c에 배치될 수 있다. 상기 가스 스위칭 구조 103은 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 기판을 향해 상기 회전 궤도의 제1 부분 T1을 걸쳐 전구체 가스를 공급하는 단계와 상기 전구체 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분 T2를 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 단계 사이에 스위칭을 위해 가스 흐름 경로 155에 배치될 수 있다. (A), (B), (C)는 자기 밸브 시스템의 확대한 도면, 제어 자석 위치, 및 자기장 라인들의 결과 방향을 각각 나타낸다.
- [0184] 따라서, 실시예에서, 상기 가스 스위칭 구조 103은 밸브 101b 및 밸브 제어 수단 101a를 포함할 수 있고, 여기에서 밸브 101b는 상기 가스 흐름 경로 155를 통한 가스 흐름을 위해 배치될 수 있고; 상기 밸브 제어 수단 101a는 상기 밸브 101b를 상기 회전 궤도 62의 제2 부분 T2를 걸쳐 상기 가스 공급원으로 가스 흐름을 중단하도록 제어하기 위해 배치될 수 있다. 실시예에서 상기 101b는 밸브 자석(valve magnets)을 포함할 수 있고, 상기 밸브 101b는 상기 밸브 자석에 적용된 복수의 외부 자기장(external magnetic field)에 의존하여 열고 닫는 상태를 스위칭을 위해 배치될 수 있다. 상기 밸브 제어 수단 101a는 (B)에 보여진 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분 사이에서 반대의 자극성(magnetic polarity)을 갖는 상기 회전 궤도의 고정 경로를 따라 배치된 제어 자석(control magnets)을 포함할 수 있다.
- [0185] 에서 보여진 자기장 101f에서 반전 극성은 상기 회전 궤도의 제1 및 제2 부분에 대한 상기 반대 방향에서 위치를 야기한다. 예를 들어, 제1 부분 T1에서, 상기 회전 궤도를 따르는 상기 제어 자석은 상기 자석을 당기기 위해 상기 자석 밸브를 향해 하나의 극성(one polarity)을 가리키고 있고, 상기 제어 자석과 하나의 극성으로 직면한다. 이러한 당기는 힘으로써, 이러한 경우 상기 밸브는 열릴 수 있고 상기 가스 흐름 경로는 개방될 수 있다. 유사하게, 상기 회전 궤도 62의 제2 부분 T2에서 상기 제어 자석은 반대 극성으로 상기 밸브 자석을 직면할 수 있고, 상기 자기 반발(magnetic repulsion)은 상기 밸브를 닫을 수 있다. 이러한 방법에서 상기 밸브는 상기 전구체 가스 공급원(나타내지 않은)이 상기 회전 궤도 62의 제1 및 제2 부분 사이에서 전이(transition)를 통과할 때 열고 닫는 상태 사이에서 스위칭될 수 있다. 방사형 자기장(radial magnetic field)을 여기에 나타내었고, 대안적으로, 상기 자기장은 또한, 예를 들어 접선 방향(tangential direction) 또는 다른 방향으로 극성들 사이에서 스위칭될 수 있다.
- [0186] 보여진 실시예에 대해 추가적 또는 대안적으로, 상기 밸브 103은 중력(gravitational forces)의 영향으로 또한 열리거나 닫힐 수 있다. 상기 밸브가 상기 드럼의 바닥에 있을 때, 상기 밸브는 당길 수 있고, 상기 가스 흐름 경로를 닫을 수 있고, 상기 밸브 위로 상기 드럼을 회전 시킴으로써 다시 열 수 있다. 예를 들어 스프링 및 무게(springs and weights) 시스템을 사용하는 이러한 중력 밸브는 상기 회전 궤도의 요구되는 부분에서 상기 밸브를 열고 닫기 위해 조정될 수 있다.
- [0187] 자기/중력 작동 밸브의 실시예에서, 영구 자석(permanent magnet)은 중요한 부분(궤도의 제2 부분)에 있는 동안 수평 위치(horizontal position(궤도의 제1 부분 T1))에서 밸브를 열 수 있고, 중력은 이용하여 상기 밸브를 닫을 수 있다. 이러한 예에서, 예를 들어 자성은 오직 상기 회전 궤도 제1 부분 T1에 걸쳐 제공될 수 있다. 일반적으로 상기 폐쇄 밸브 위치는 전구체 가스를 갖는 데드 볼륨(dead volumes)을 최소화하기 위해 바람직하게 상기 반응 챔버(reaction chamber)에 근접할 수 있다. 또한 이러한 데드 볼륨은 여분의 스위칭 가능한 배기 라인(extra switchable exhaust line)에 의해 배출할 수 있다.
- [0188] 일 실시예에서, 볼 모양 또는 다른 모양의 메탈, 바람직하게 영구 자성 재료(permanent magnetic material) 등의 폐쇄 요소(closing element)는, 상기 주요 롤-오프 존(roll-off zone)(T2) 가까이에서 상기 가스 흐름을 방해할 수 있는 상기 각각의 방사 공급 라인에 주입될 수 있다. 단순한 형태에서 상기 온-오프"작동(actuation)"은 지구의 중력을 활용함으로써 작동할 수 있고: 방사 가스 공급원 라인이 회전하는 드럼에서 상기 주요 롤-오프 존(T2)로 회전할 때, 상기 중력은 볼을 특정 임계 값을 걸쳐 상기 중요 존을 떠날 때까지 상기 폐쇄-오프 위치로 당길 수 있다.
- [0189] 국부 외부 자기력을 갖는 폐쇄 요소의 또 다른 실시예는, "오픈(open)" 위치에서 상기 호일(foil)을 따라 궤도로 공급원 라인을 유지하고, 상기 코일을 통해 흐르는 전류의 흐름을 역으로 바꿈으로써 "오프(off)" 위치로 스

위칭하기 위해 각각의 코일에 의해 작동할 수 있다.

- [0190] 여분의 배기 라인(섀트 또는 바이패스(shunt or bypass))을 주입하기 위한 또 다른 옵션은 "호일 롤-오프(foil roll-off)" 세그먼트(segment) 에서 열릴 수 있다. 이러한 경우 연속적이 전구체 가스 흐름(압력 강하 없이(no pressure drop))의 장점이 있다.
- [0191] 도 15는 장치 2의 분해도를 나타내고, 여기에서 상기 가스 공급원들 8, 38, 및 42는 상기 드럼의 표면의 적어도 일부에서 막는(seal) 실링 피스(sealing piece) 55를 통해 가스 소스(나타내지 않은)로부터 가스를 수신하는 드럼 5에 포함될 수 있다. 도면에서 오직 하나의 실링 피스 55는 정면에서의 상기 내부 드럼 51에서 상기 가스 입구들(gas inlets) 58a를 보여주기 위해 그려졌다.
- [0192] 상기 실링 피스 55는 상기 실링 피스 및 상기 드럼 표면 그루브들 57을 막기 위해 상기 드럼 5에 대하여 압력이 유지될 수 있으므로 가스 흐름 채널을 형성할 수 있다. 상기 실링 피스 55 및 상기 드럼 5는 상기 가스 흐름 채널들을 포함하는 실링 구조를 형성할 수 있다. 상기 드럼 5는 상기 실링 피스 55에 대하여 회전할 수 있고, 하나 이상의 가스 입구들 58을 포함할 수 있다. 상기 실드 그루브들(sealed grooves) 57은 상기 회전 궤도의 제1 부분을 걸쳐 상기 가스 입구들 58에 반대편으로 놓인 배치될 수 있으므로 상기 가스 흐름 경로의 부분을 형성할 수 있다. 특히 상기 그루브들은 상기 가스 소스로부터 상기 실드 그루브들에 의해 형성된 채널을 통해 가스 흐름을 제공하는 가스 출구(gas outlet)(나타내지 않은)에 연결될 수 있다. 상기 그루브들 57가 상기 가스 입구들 58 반대편에 놓인 위치에서, 상기 가스는 상기 실링 피스의 상기 가스 출구로부터 실드 그루브들을 통해 상기 드럼의 가스 입구들로 흐를 수 있다.
- [0193] 도 15에 나타낸 또 다른 실시예는 상기 드럼 5에서 가스 공급원들 8, 38, 42의 선호되는 레이아웃이다. 특히, 전구체 가스 공급원들 8은 바람직하게 퍼지 가스 공급원들 38에 의해 분리된 반응 가스 공급원들 42를 번갈아가며 나타날 수 있다. 상기 각각의 가스 공급원들 8, 38, 42의 증착 헤드는 슬릿(slit) 모양, 예를 들어, 0.1mm의 폭일 수 있다. 상기 가스 공급원들 8, 38, 42의 슬릿 모양 증착 헤드들을 통해 가스들은 제어된 패션(controlled fashion)에서 상기 드럼의 표면(예를 들어, 도 13에 보여진)의 부분을 커버하는 기관(나타내지 않은)으로 흐를 수 있다. 상기 좁은 슬릿은 교환 가능한 주입 부분(between exchangeable insert halves) 61 사이에 형성될 수 있고, 이것은 수신된 연결 피스 63을 갖는 상기 드럼에 연결될 수 있다. 상기 주입 부분 61은 상기 가스 공급원들의 증착 헤드를 포함하는 상기 드럼의 외부 부분(outer part) 53을 형성할 수 있다.
- [0194] 상기 주입 부분 61에 의해 형성되는 전형적인 출구 갭은 0.1mm의 폭이다. 상기 전구체 출구에 대한 전형적인 주입 길이는 250mm이고 상기 N₂ 주입에 대해 280mm이다. 상기 주입 스트립들의 표면은 상기 주입 길이를 걸쳐 동일한 가스 방향을 보장하기 위해 바람직하게 부드러울 수 있다. 상기 출구 갭의 압축 공기 제한은 반응/베어링 존을 향해 동일한 흐름 비율 획득하기 위해 바람직하게 상기 드라이버 챔버의 저항보다 더 높을 수 있다. 동일한 흐름 비율은 웹의 동일한 베어링/전구체 가스들의 동일한 증착을 획득하기 위해 선호될 수 있다.
- [0195] 각 가스 공급원은 서로, 예를 들어 맞춤 피(dowel pins)과 M3 육각 나사(hexagon screws)에 의해 연결된 두 개의 주입 부분 61에 의해 형성될 수 있다. 각 주입 부분에 U 모양 또는 오목한 프로필을 제공함으로써, 드라이버 챔버 61a는 상기 가스 출구 아래에 생성될 수 있다. 상기 전체 호일 사이즈에 걸친 연속적인 출구 폭은 균일한 집중 및 정확한 가스 분리를 획득하기 위해 요구될 수 있다. 또한, 폭에 걸쳐 동일한 분포를 위해 부드러운 외부 표면이 요구될 수 있다.
- [0196] 상기 연결 피스들 63은 스크류 홀 63a를 통해 내부 드럼 51에 대해 조여질 수 있다(screwed or bolted). 상기 연결 피스 63은 상기 드럼에서 오목한 통(recessed troughs)을 형성할 수 있고, 배출 퍼지 가스들 또는 반응 가스가 상기 상기 기관 및 드럼 사이에서 형성된 통을 통해 제거되는 가스 드레인 채널들 67을 포함할 수 있다.
- [0197] 상기 오목한 채널들에서 드레인 67의 흡입력의 조합은 연결 피스 63에 의해 형성될 수 있고, 퍼지 및 다른 가스 공급원들에 의해 제공되는 전구체는 상기 기관에서 원자 레이어들의 증착 동안 상기 드럼으로부터 요구되는 거리에서 기관(나타내지 않은)을 유지하기 위해 균형이 유지될 수 있다. 상기 퍼지 가스 공급원들은 상기 기관을 위해 상기 전구체 및 반응 가스들 사이에서 가스 커튼뿐만 아니라 가스 베어링으로서의 기능을 할 수 있다. 상기 전구체 및/또는 반응 가스는 또한 베어링 기능을 가질 수 있다. 바람직하게 또한 원주의 퍼지 가스 공급원 38'은 전구체 및/또는 반응 가스들의 원하지 않는 누설을 방지하기 위해 퍼지 가스를 제공 받을 수 있다. 게다가, 도 16에서 더욱 상세히 나타내고, 상기 그루브들 57은 상기 가스 공급원이 상기 회전하는 궤도의 부분을 통

과할 때 상기 드럼이 중단 또는 리디렉션 되기 위해 가스 공급원들에 배치될 수 있고, 여기에서 상기 드럼 표면은 상기 기관에 의해 커버되지 않는다.

[0198] 도 16은 고정된 실링 피스 55에 의해 형성된 실링 구조(sealing structure) 95의 분해도(exploded view exploded view)를 나타내고, 이것은 드럼 55의 회전하는 피스 스루 플레이트(feed through plate) 59에 연결될 수 있다. 상기 실링 구조는 가스를 고정된 소스들 108', 138', 142'로부터 상기 회전하는 드럼 55뿐만 아니라 상기 가스 흐름을 중단하고 다시 시작하기 위한 가스 스위칭 구조로 제공하기 위한 가스 전이 구조(gas transition structure)로서 동작할 수 있다. 상기 실링 피스 55는 상기 피드 스루 플레이트 59에서 해당 가스 입구/출구들 반대에 놓인 원주의 그루브들 57을 포함할 수 있다. 상기 가스 입구/출구 58의 조합과 함께 상기 그루브들 57은 상기 실링 피스 55에 대하여 드럼 5의 상대 회전의 기능으로서 오픈하는 밸브 103을 형성할 수 있다. 상기 드럼은 축 10 주위를 회전할 수 있고, 이것은 예를 들어 외부 또는 실링 피스 55의 내부 캐비티에 의해 형성된 베어링 구조에 기초한다. 상기 축 10은 예를 들어, 모터(나타내지 않은), 바람직하게 히트 저항 모터(heat resistant motor)(예를 들어, 브러실리스 DC 모터(brushless DC motor))에 의해 구동될 수 있다. 상기 모터는 상기 드럼 축 10에 직접 연결되거나 또는 상기 모터의 토크(torque)를 증가시키기 위한 기어 박스(gear box) 통해 연결될 수 있다.

[0199] 상기 그루브들 57은 상기 드럼 5에 포함된 상기 실링 피스 55와 상기 회전하는 피드 스루 플레이트 59 사이에 동작할 수 있다. 상기 드럼 회전 궤도 62의 제1 부분 T1에 해당하는 상기 그루브들 57은 각각의 가스 소스들 108', 138', 및 142'로부터 전구체 가스 108, 퍼지 가스 138, 및 반응 가스 142를 제공 받을 수 있다. 게다가, 상기 드럼의 회전 궤도 62의 제2 부분에 해당하는 상기 그루브들은 가스 드레인들(나타내지 않은)과 연결될 수 있다. 이러한 배치에서, 상기 가스 입구/출구 58이 가스 소스 108', 138', 및 142'에 연결된 그루브들에 반대일 때, 상기 드럼들의 가스 공급원들은 상기 드럼의 아웃풋 표면이 상기 기관에 근접할 때 상기 회전 궤도 T1의 제1 부분 동안 각각 가스를 상기 기관(나타내지 않은)의 표면으로 공급할 수 있다. 게다가, 상기 기관이 상기 드럼의 표면으로부터 멀어질 때, 상기 드럼 5의 기관 부분의 가스 공급원들은 중단되거나, 및/또는 상기 가스들은 외부 환경으로 상기 전구체 및/또는 반응 가스들의 원하지 않는 누설을 방지하기 위해 주입될 수 있다.

[0200] 따라서, 보여진 실시예에서, 상기 원주의 실드 그루브들 57은 상기 회전 궤도 62의 제1 부분 T1을 따라 확장할 수 있고, 이러한 방법으로 상기 퍼지 가스 공급원으로부터 상기 회전 궤도의 제2 부분 T2을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 동안 상기 회전 궤도 62의 제1 및 제2 부분 T1 및 T2 사이에서 종료될 수 있고, 상기 그루브 57을 통해 흐르는 상기 가스 흐름 경로는 상기 드럼의 표면, 이러한 경우 특히 피드 스루 플레이트(feed-through plate) 59에 의해 중단될 수 있다.

[0201] 보여진 실시예에 대한 대안으로, 상기 그루브는 상기 드럼 5과 상기 실링 피스 55에서의 가스 입구/출구에서 제공될 수 있다. 또한, 보여진 실링 피스 55는 상기 드럼의 사이드를 막는 플레이트(plate) 포함할 수 있고, 대안적으로, 상기 실링 피스는 상기 드럼의 둘레를 막을 수 있다. 여기에서 상기 그루브들은 상기 드럼들 표면 중 하나의 둘레를 따라 상기 실링 피스 제공될 수 있다. 또한 이러한 사이드 실링의 조합과 원주의 실링 피스들이 가능하다. 게다가 또한 상기 드럼 5 및 실링 피스 55는 그루브 또는 배기 채널의 조합 및 그루브들 모두를 포함할 수 있다. 게다가, 상기 실시예에서, 상기 그루브들은 커튼 깊이를 갖는 것으로 보여지고, 이러한 깊이는 또한 상기 그루브 깊이를 따라 다양할 수 있다.

[0202] 상기 실시예에서, 오직 3 개의 그루브만 보여졌고, 이러한 수는 증착 과정의 특정 요구에 적합하게 확장되거나 축소될 수 있다. 유익한 실시예에서, 전구체 가스들을 운반하는 그루브들은 전구체 가스들의 압력보다 더 높은 압력에서 퍼지 가스를 운반하는 그루브들에 의해 둘러싸여있다. 이러한 방법에서, 상기 퍼지 가스는 상기 전구체 가스와 외부 환경 사이에 예를 들어, 도 1E의 동심 튜브와 관련하여 논의된 것과 유사하게 커튼을 형성할 수 있다. 대안적 또는 추가적으로, 그루브들은 퍼지 가스 142 공급원들 및 가스 드레인들을 갖는 그루브들에 의해 분리된 교류 전구체 가스 108 및 반응 가스 142 공급원들을 제공 받을 수 있다, 예를 들어 중심에서 바깥쪽 순서로: 전구체 가스 공급원, 가스 드레인, 퍼지 가스 공급원, 가스 드레인, 반응 가스 공급원, 가스 드레인, 퍼지 가스 공급원.

[0203] 대안적으로 또는 추가적으로, 전구체 가스들은 반응 가스들이 상기 드럼의 다른 한쪽에서 공급되는 동안 실링 피스를 통해 상기 드럼의 한쪽에서 공급될 수 있다. 한쪽 또는 양쪽은 외부 환경으로 전구체/반응 가스들의 원하지 않는 배출을 방지 하기 위해 퍼지 가스 커튼을 제공 받을 수 있다. 상기 실링 피스 55는 또한 상기 (축

(axial)) 드럼 사이트에 가스 베어링을 가질 수 있다.

- [0204] 도 17은 드럼 5에 대한 실링 피스 55 사이에 가스 연결 단면도를 나타내는 도면이다. 상기 드럼 5는 상기 실링 피스 55에 대하여 예를 들어 베어링 12에서 회전하는 축 10을 통해 모터 M에 의해 구동되는 회전 궤도 62를 걸쳐 회전할 수 있다.
- [0205] 상기 드럼은 상기 드럼 5의 아웃풋 표면에 전구체 가스 공급원들 8(예를 들어, TMA), 퍼지 가스 공급원들 38(예를 들어, N₂), 반응 가스 공급원들 42(예를 들어, 수증기) 및 가스 드레인들 40a 및 40b을 포함할 수 있다. 상기 가스 공급원 8, 38, 42는 각각 가스 소스들 108', 138', 142'로부터 상기 드럼의 표면의 적어도 부분에서 막는 실링 피스 55를 토해 가스 108, 138, 142를 수신할 수 있다. 상기 실링 피스 55가 그것의 표면에 원주 그루브들 57을 포함하는 반면에 상기 드럼 5는 가스 입구/출구 58을 포함할 수 있다. 다시 말해 상기 그루브들 58은 입구/출구 58에 해당하는 반지름(도심까지의 거리)을 갖는 접선 경로(a tangential path)를 따를 수 있다. 일 실시예에서, 상기 퍼지 가스 라인들은 가스 베어링과 상기 반응 가스들의 분리를 위해 축 방향으로 설계될 수 있고, 뿐만 아니라 상기 드럼 익스트림(drum extremes) 베어링을 위해 반경 방향으로 설계될 수 있다. 다.
- [0206] 상기 그루브들 57은 상기 드럼에 의해 막힐 수 있고, 상기 회전 궤도 62의 적어도 부분에 걸쳐 가스 입구/출구 58의 반대에 놓여 배치될 수 있다. 실드 그루브들 57의 부분은 상기 가스 소스 108', 138', 142'와 상기 가스 공급원들 8, 38, 42 사이에 가스 흐름 경로의 부분을 형성할 수 있다. 게다가, 다른 실드 그루브들 57 또는 실드 그루브들 57의 또 다른 부분은 배출 전구체 가스 8과 반응 가스 42를 각각 주입하기 위해 상기 가스 드레인들 40a, 40b 및 상기 반응 가스 싱크들 140a', 140b' 사이에 또 다른 가스 흐름 경로의 부분을 형성할 수 있다. 바람직하게 전구체 가스 108 및 반응 가스 142를 위한 상기 드레인 채널들은 분리하여 유지될 수 있고, 지정되지 않은 영역에서(다시 말해, 기판이 아닌 영역에서) 상기 전구체 가스 및 상기 반응 가스 사이에 더 바람직하지 않은 반응이 발생할 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 도시된 실시예에 대안으로, 상기 그루브 57 및 가스 입구/출구 58은 상기 실링 피스 55 및 상기 드럼 5 사이에서 반전되거나 어떠한 조합으로 혼합될 수 있다.
- [0207] 실시예에서, 상기 원주의 실드 그루브는 상기 회전 궤도 62의 부분을 따라 확장할 수 있고, 상기 전구체 가스 공급원 8로부터 상기 회전 궤도 62의 제2 부분을 걸쳐 상기 전구체 가스의 공급을 중단하는 동안 이러한 방법으로 상기 회전 궤도 62의 제1 및 제2 부분에서 종료될 수 있고, 상기 가스 흐름 경로는 상기 드럼 5의 표면에 의해 중단될 수 있다. 이러한 방법에서, 상기 실링 피스에 대한 상기 드럼의 상대 회전은 상기 가스 소스/싱크 및 상기 각각의 가스 공급원들/드레인들, 다시 말해 밸브 시스템으로 동작하는 상기 조합된 구조 사이에 가스 흐름 경로를 열고 닫을 수 있다. 상기 그루브들은 밸브로서 동작할 수 있고, 여기에서 상기 드럼의 회전은 상기 밸브들을 제어하는 수단으로서 동작할 수 있다.
- [0208] 상기 가스 피드 스루 플레이트 또는 실링 피스 55는 몇몇 기능들을 가질 수 있다:
- [0209] 원주 방향으로 상기 질소 주입 및 질소 슬릿에 대한 연결
- [0210] 베어링 또는 종래의 드럼 지탱하기 위한 차축 제공
- [0211] 예를 들어 전형적으로 220mm의 지름을 갖는 적합한 피드 스루 플레이트 위해 상기 바깥쪽 모서리에서 더 큰 직경을 제공
- [0212] 가스 공급을 위한 상기 홀들을 제공
- [0213] 상기 드럼을 축(가스) 베어링 제공
- [0214] 각각 챔버/입구는 바람직하게 싱글 방사 구멍(single radial bore)에 연결될 수 있다. 상기 출구 챔버들은 두 개의 구멍을 각각 가질 수 있다. 상기 축 구멍(axial bores)은 상기 피드 스루 플레이트에 연결을 제공할 수 있다. 상기 구멍은 예를 들어 전형적으로 6mm의 직경을 가질 수 있다. 상기 방사 구멍은 상기 채널 볼륨(channel volumes)과 데드 스페이스(dead space)를 최소화하기 위해 예를 들어, 상기 드럼의 익스트림 사이트(extreme sides)에 근접한 거리일 수 있다.
- [0215] 실시예에서, 상기 드럼 5은 다공성 탄소(porous carbon)의 상기 표준 공기 부싱(standard air bushings)에 의해 운반될 수 있고, 플랫 라운드 공기 베어링(flat round air bearing)에 의해 축 방향에서 고정될 수 있다.

상기 드럼은 히트 저항 모터(heat resistant motor) M(예를 들어, 브러시리스 DC 모터(brushless DC motor))에 의해 구동될 수 있고, 그것은 상기 모터의 토크를 증가시키기 위해 사이에 기어 박스를 갖는 상기 드럼 축 10에 직접적으로 연결할 수 있다.

[0216] 도 18은 상기 장치 2의 또 다른 실시예를 나타낸다. 상기 장치 2의 실시예는 상기 드럼 5의 서로 다른 사이드(side)에 두 개의 실링 피스 55a, 55b를 포함할 수 있다. 상기 드럼은 회전 경로 62에 걸쳐 상기 실링 피스 55a, 55b에 대해 회전할 수 있고, 예를 들어 베어링 12에서 동작하는 축 10 주위를 회전할 수 있다. 상기 제1 실링 피스 55a는 전구체 가스 108 및 퍼지 가스 138을 상기 드럼 5에 공급할 뿐만 아니라 배출 퍼지 및/또는 전구체 가스 140b를 상기 드럼으로부터 주입하기 위해 배치될 수 있다. 상기 제2 실링 피스 55b는 반응 가스 142를 상기 드럼 5에 공급할 뿐만 아니라 배출 반응 가스 140b를 상기 드럼 5로부터 주입하기 위해 배치될 수 있다. 두 개의 분리된 실링 피스 55a 및 55b를 통해 각각 상기 전구체 가스 108 및 상기 반응 가스 142의 공급 및 주입의 장점은, 서로 마주치는 것, 예를 들어 상기 실링 피스에서 누설 구멍과 지정된 영역 이외의 공간에서 반응 하는 것을 방지할 수 있는 것이다. 또 다른 장점은 상기 드럼 설계에서 더 작은 공간을 차지하는 것이다.

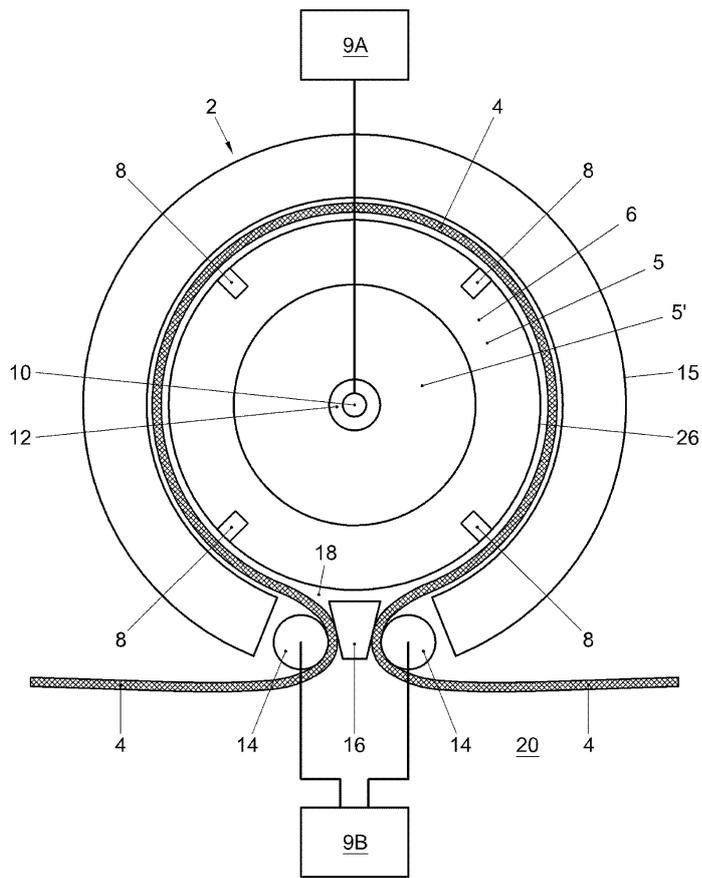
[0217] 실시예에서, 롤 투 롤(roll-to-roll) ALD 시스템을 사용하기 위한 이중 동축(coaxial dual) 드럼세트에서 전체적으로 집적된 흐름 차단 또는 저항을 갖는 스위칭 가스 공급원 라인 구성이 제공되고, 여기에서 차단은 힘 조절(force-controlled) 또는 모양 조절(shape-controlled) 구성에서 전체적으로 집적된 밸브 및/또는 가스 피드 스루 및 베어링/분리 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[0218] 본 발명의 응용 분야는 ALD에 제한되지 않지만, 예를 들어 릴 투 릴(reel-to-reel) OLED, 유기 광 동전지(organic photo-voltaics), 유연한 유기 전자(flexible organic electronics) (예를 들어, 트랜지스터), 보호 및 버퍼 층 박막 태양 전지(passivation and buffer layers thin-film solar cells), (푸드)패키징에서 모이스트 및 산소 확산 배리어 레이어(moist and oxygen diffusion barrier layers) 등에 대한 베어링 레이어의 넓은 영역 제조를 위한 증착 장치로 확장될 수 있고, 이것은 Al₂O₃의 생산으로 제한되지 않는다. 다른 재료(ZnO 등)의 상기 증착 또한 예상될 수 있다.

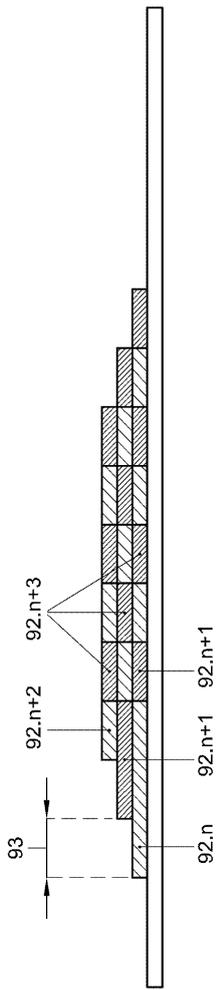
[0219] 마찬가지로 모든 운동학적인 도치(kinematic inversions)는 본질적으로 공개 간주될 수 있고, 본 발명의 범위 내에 있다. "바람직하게(preferably)", "특별히(in particular)", "특히(especially)", "전형적으로(typically)" 등과 같은 용어의 사용은 본 발명에서 제한되지 않는다. 상기 부정관사 "a" 또는 "an" 는 복수를 제외하지 않는다. 구체적으로 또는 명시 적으로 설명되거나 청구되지 않은 기능은 별도로 그것의 범위를 벗어나지 않고 본 발명에 따른 구조로 구성 될 수 있다. 예를 들어, 상기 증착 헤드는 상기 기관의 부분에서 원자 레이어 증착 동안 예를 들어, 220°C 가까이 상기 기관의 온도 상승을 실행하기 위해 히터(heater)를 제공 받을 수 있다. 또 다른 예는, 상기 장치는 캐비티, 상기 전구체 가스 공급원, 상기 전구체 가스 드레인, 상기 반응 가스 공급원, 상기 반응 가스 드레인, 상기 베어링 가스 공급원, 및/또는 상기 전구체 가스 드레인에서 가스 압력을 제어하기 위해 압력 제어기를 제공 받을 수 있다. 상기 압력 제어기는 가스 제어기를 포함할 수 있다. 게다가, 상기 장치는 상기 기관에 증착하는 동안 상기 전구체 가스 재료의 반응성을 향상시키기 위한, 또는 상기 기관에 증착 후 처리(post-deposition treatment)를 위한 적합한 소스, 예를 들어 마이크로 플라즈마 소스(micro-plasma source) 또는 또 다른 소스를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로 회전하는 상기 증착 헤드, 왕복하는 상기 증착 헤드는 가치 있는 증착 옵션(valuable deposition options)을 제공할 수 있다.

도면

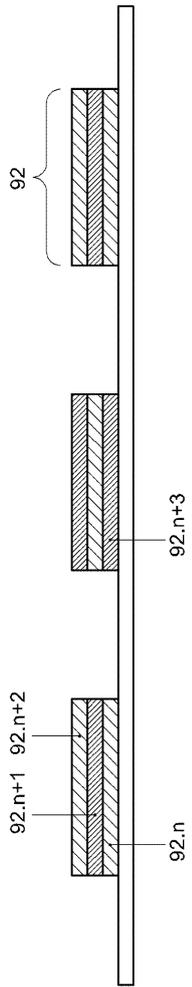
도면1



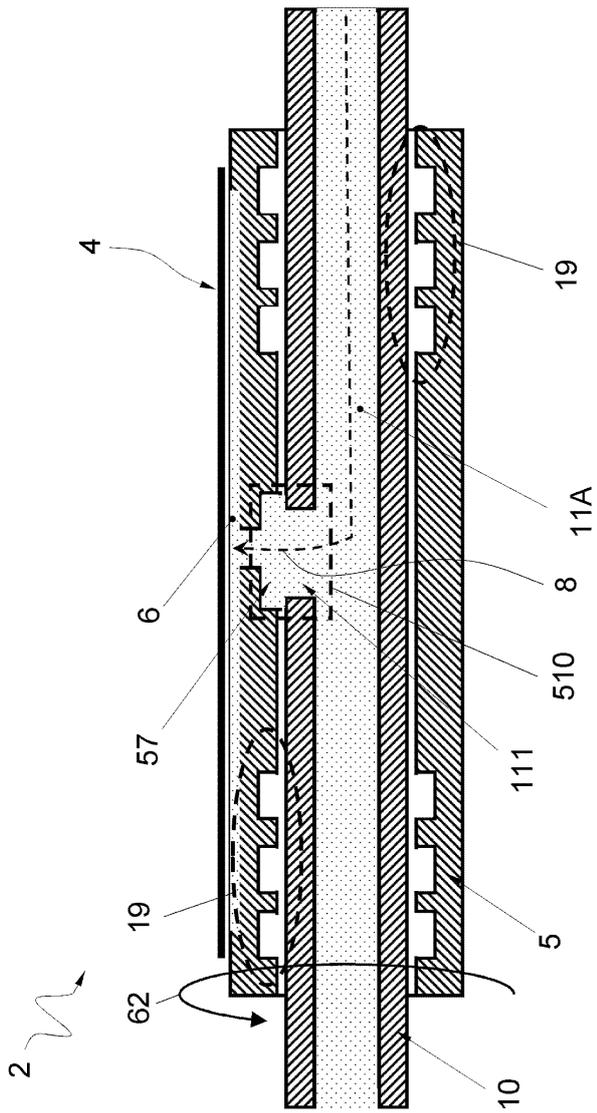
도면1a



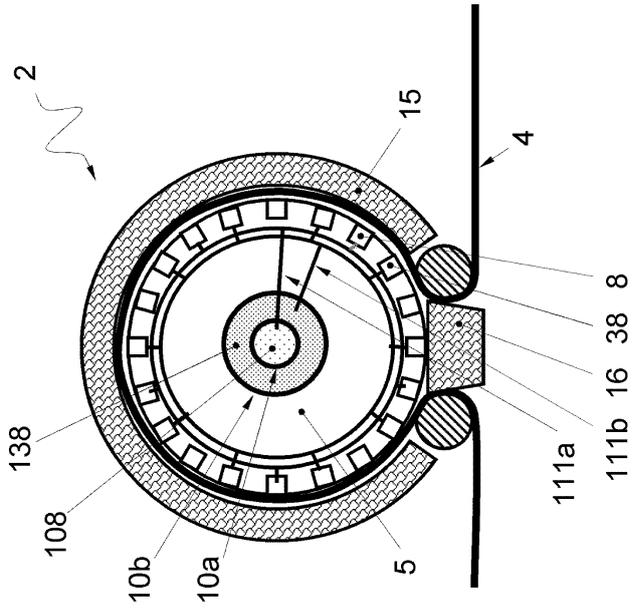
도면1b



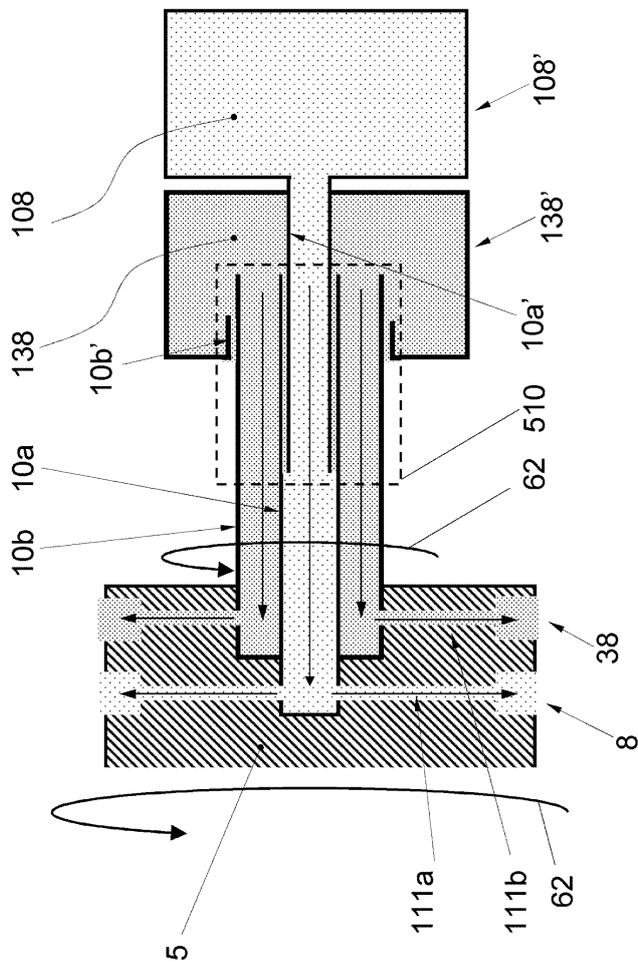
도면1d



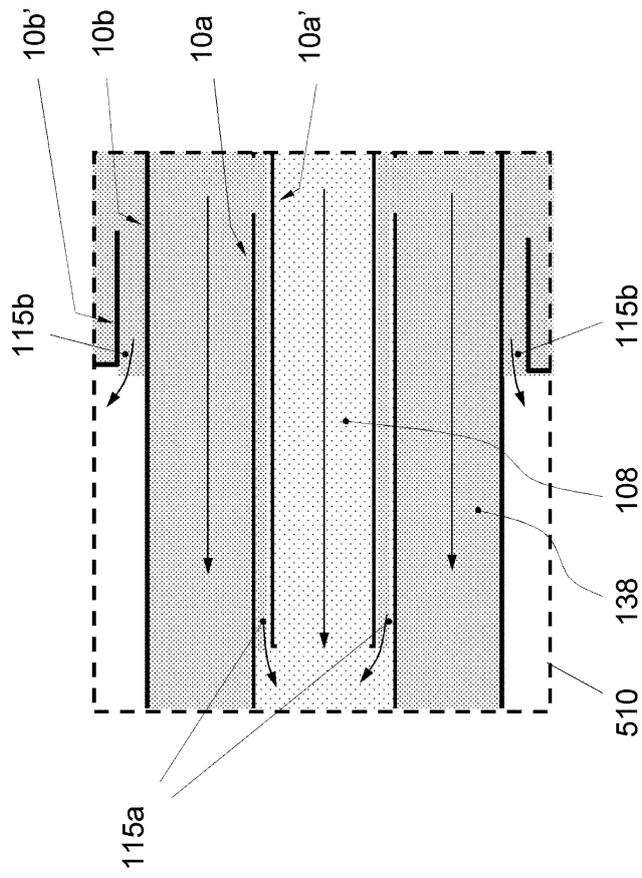
도면1ea



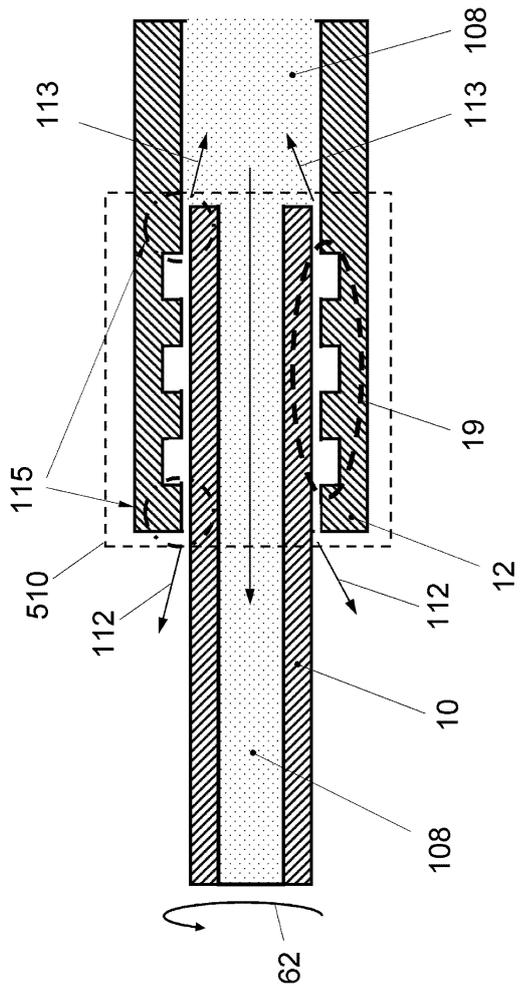
도면1eb



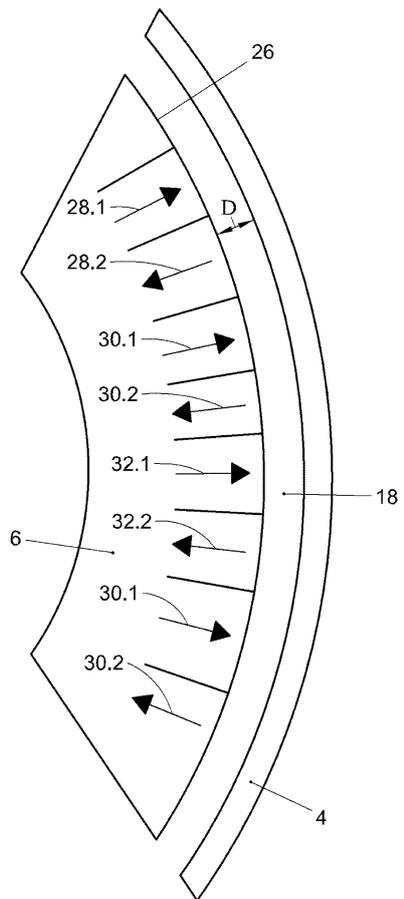
도면1ec



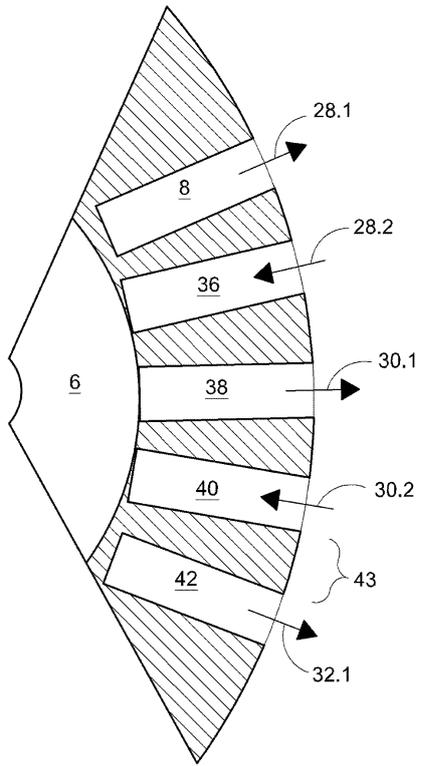
도면1f



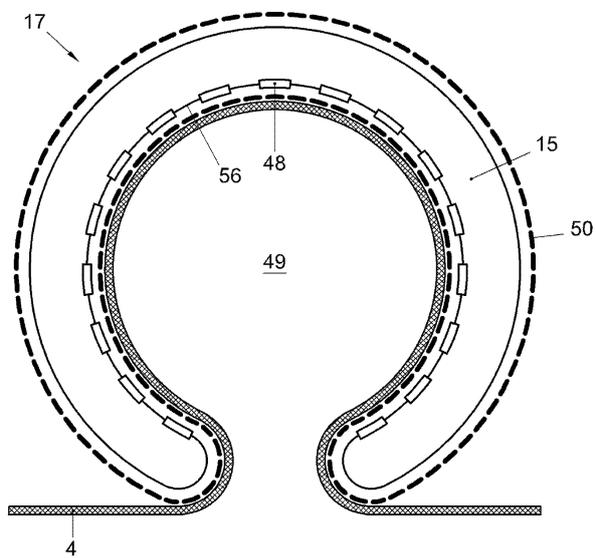
도면2a



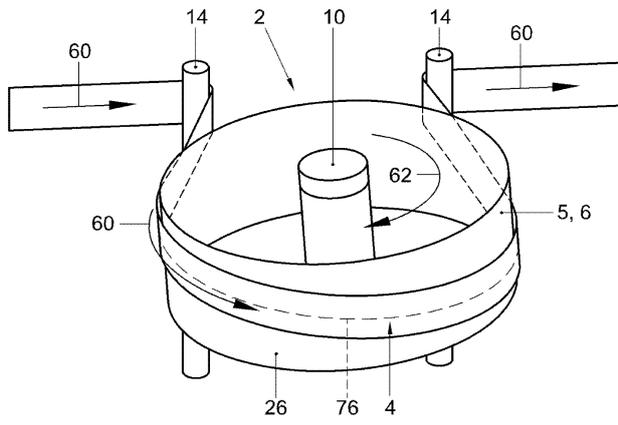
도면2b



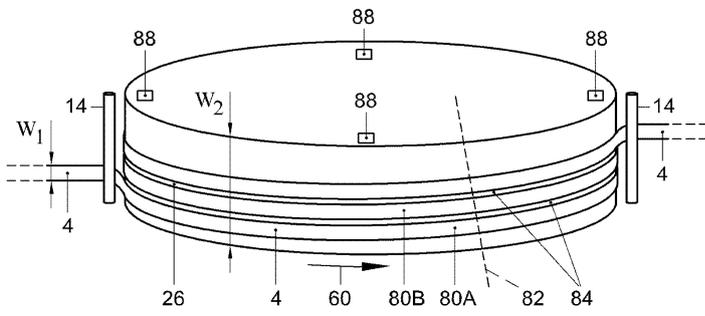
도면3a



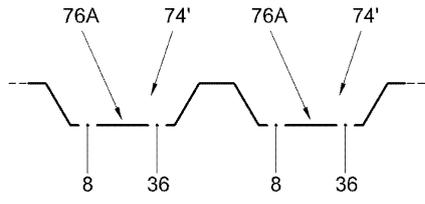
도면7



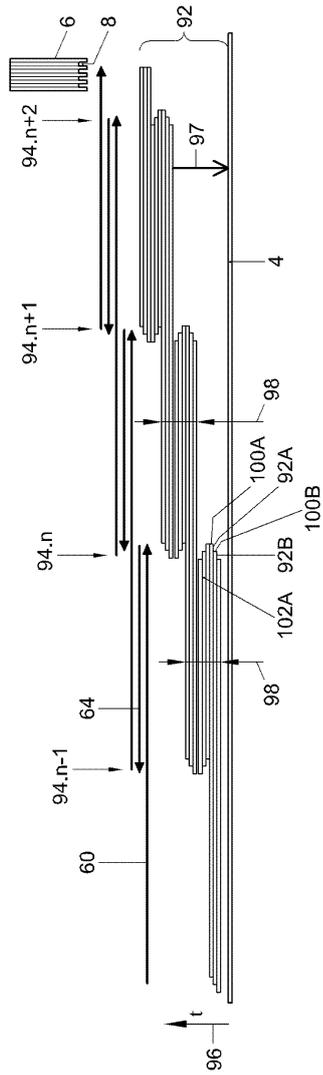
도면8



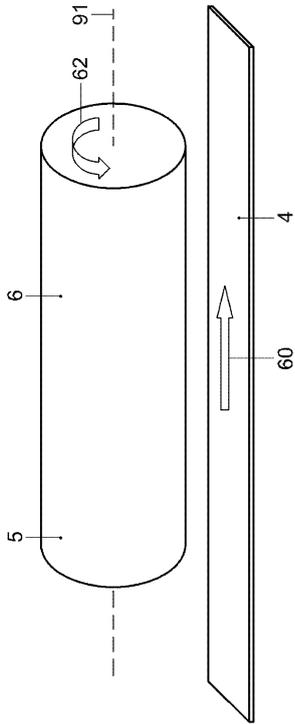
도면9b



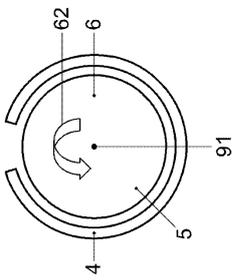
도면10



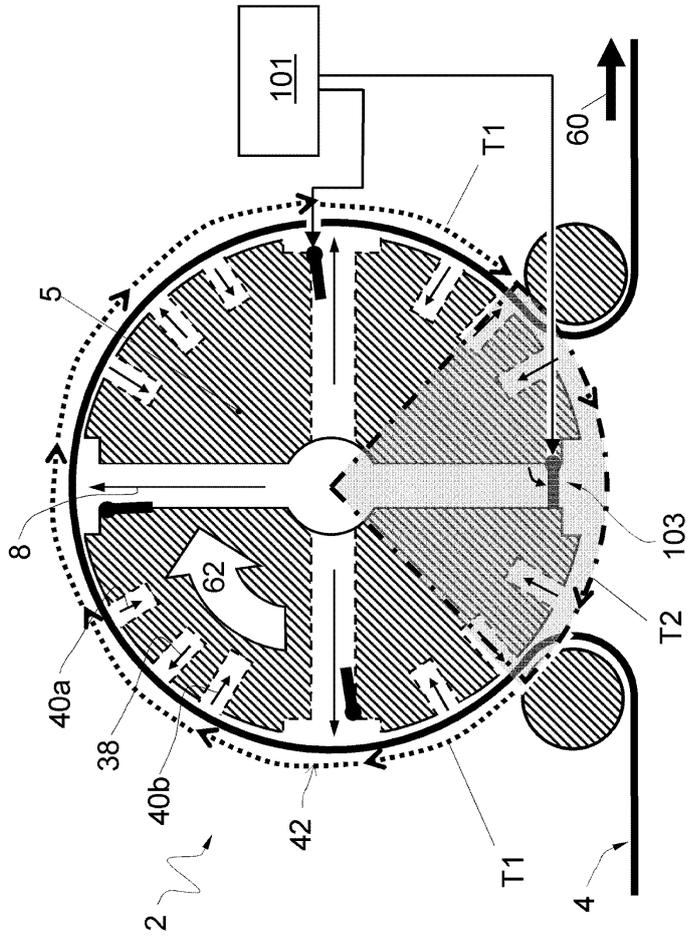
도면11a



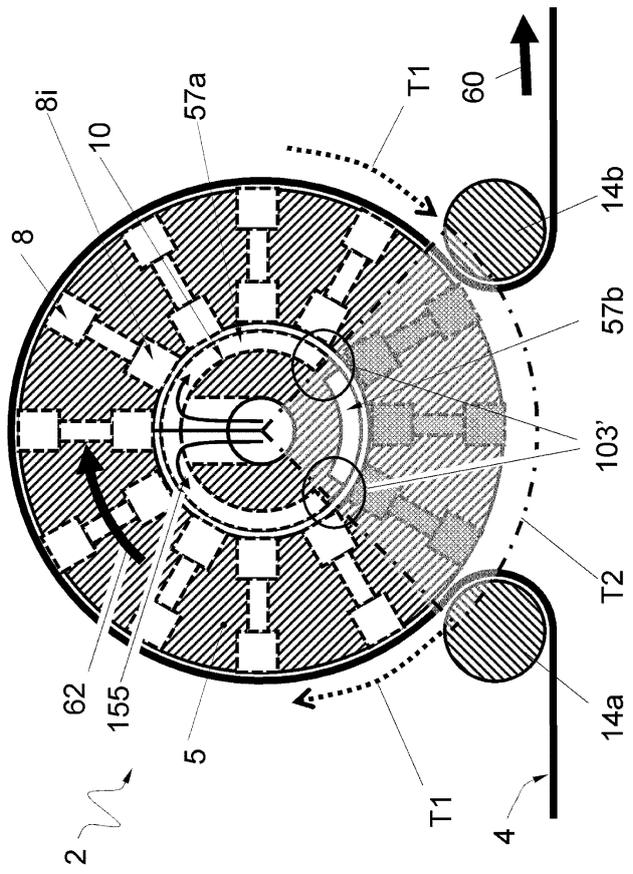
도면11b



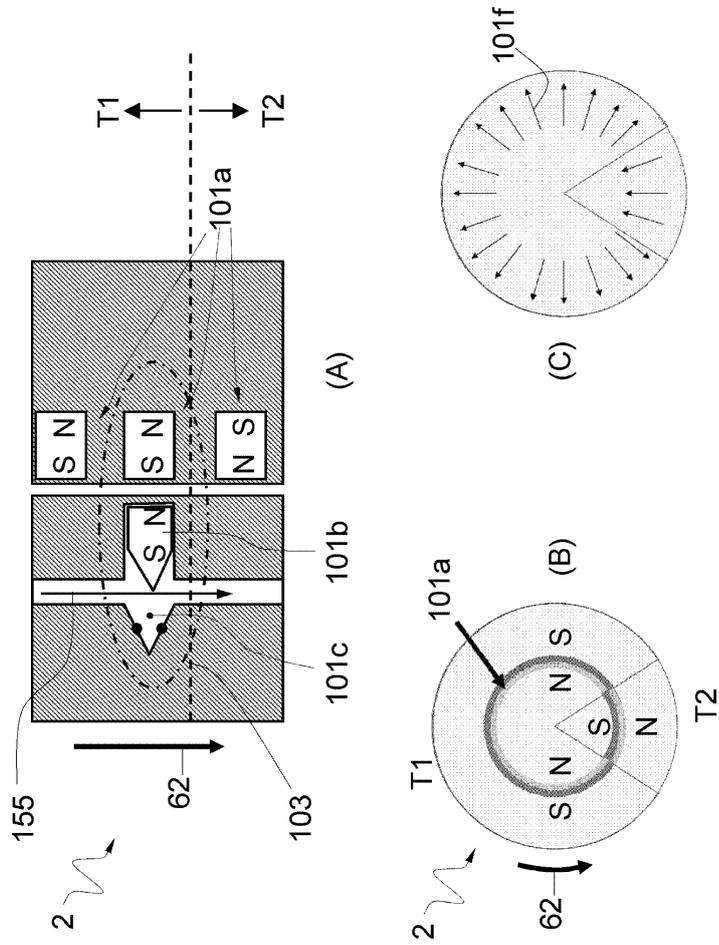
도면12



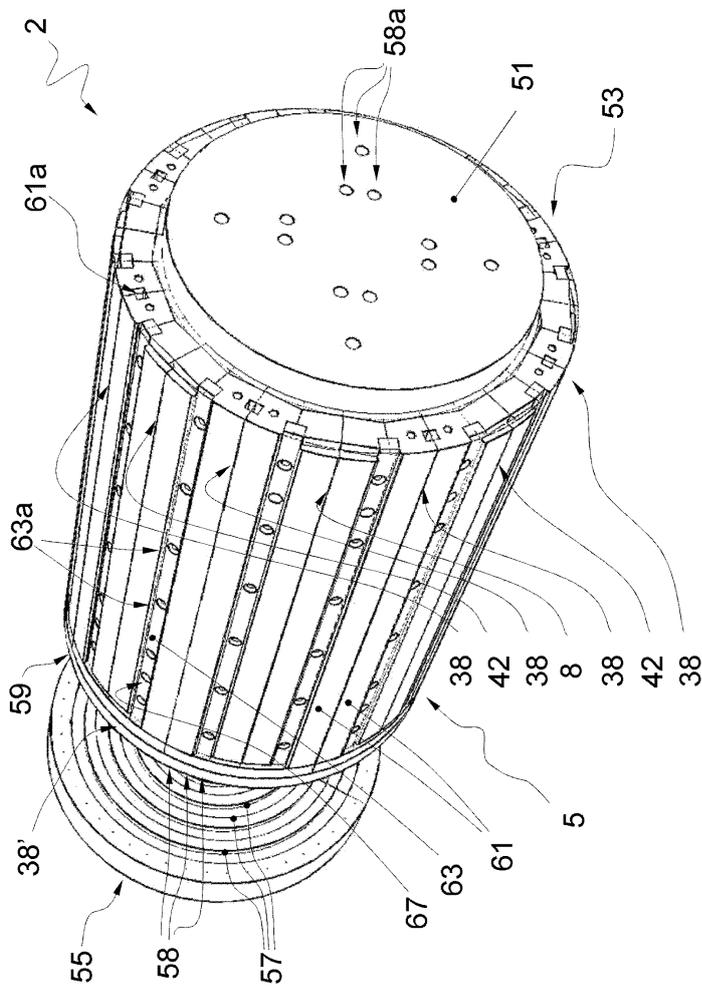
도면13



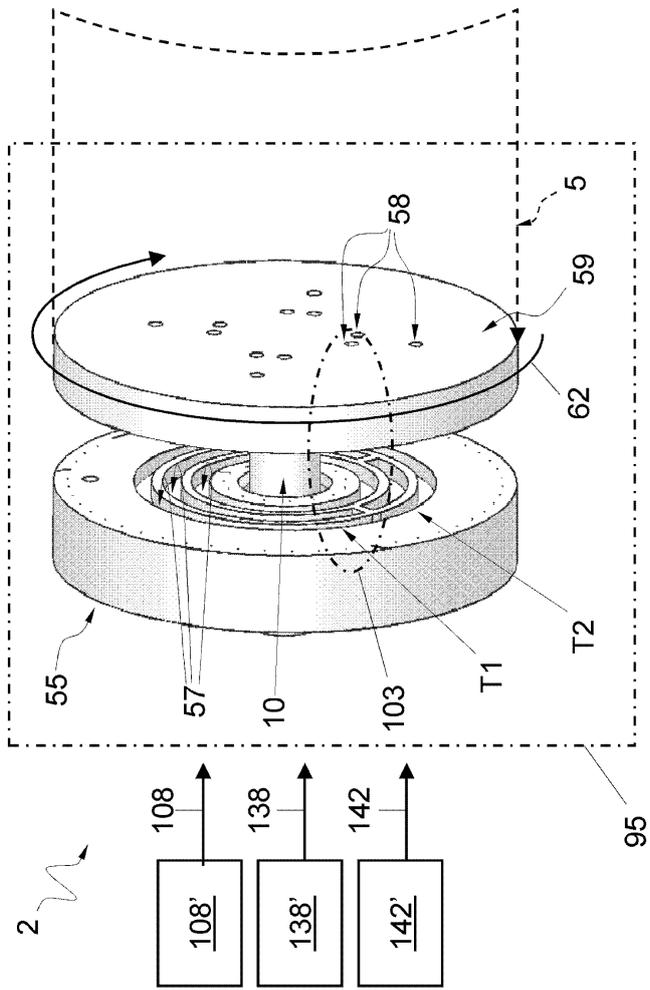
도면14



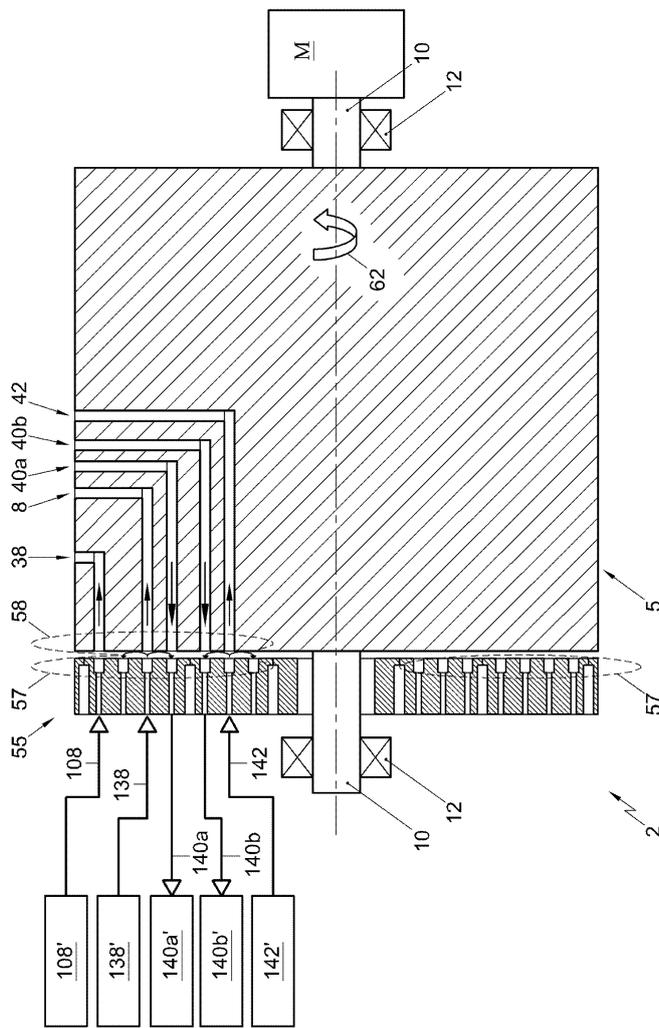
도면15



도면16



도면17



도면18

