



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0016983  
(43) 공개일자 2015년02월13일

- (51) 국제특허분류(Int. C1.)  
*C23C 14/00* (2006.01) *C23C 14/34* (2006.01)  
*C23C 14/35* (2006.01) *C23C 14/56* (2006.01)  
*H01J 37/34* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7036842
- (22) 출원일자(국제) 2012년06월01일  
심사청구일자 空
- (85) 번역문제출일자 2014년12월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/060410
- (87) 국제공개번호 WO 2013/178288  
국제공개일자 2013년12월05일

- (71) 출원인  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
- (72) 발명자  
부시, 존 더글라스  
미국 95120 캘리포니아 세너제이 파이퍼 랜치 코트 6486
- (74) 대리인  
특허법인 남엔드남

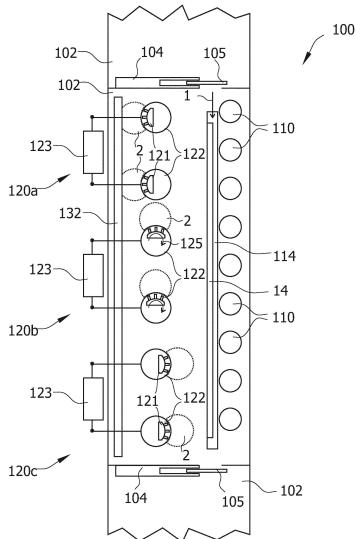
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 사전 안정화된 플라즈마를 이용하는 프로세스들을 위한 스퍼터링을 위한 방법

### (57) 요약

기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법이 설명된다. 방법은, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화하는 단계, 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지, 플라즈마를 유지하는 단계, 기판과 플라즈마 중 적어도 하나를 이동시킴으로써 기판을 플라즈마에 노출시키는 단계, 및 기판 상에 재료를 증착하는 단계를 포함하며, 기판은 정적 증착 프로세스를 위해 포지셔닝 된다(도 1).

**대 표 도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법으로서,

재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 상기 기판이 상기 플라즈마에 노출되지 않도록, 제 1 자석 어셈블리 포지션(position)에서 점화(igniting)하는 단계; 및

상기 플라즈마를 유지하면서, 제 2 자석 어셈블리 포지션으로 상기 자석 어셈블리를 이동시키는 단계를 포함하며,

상기 제 2 자석 어셈블리 포지션은 상기 기판 상의 상기 재료의 증착을 야기하는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 2

기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법으로서,

재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 상기 기판이 상기 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화하는 단계;

적어도, 상기 기판 상의 상기 재료의 증착을 위한 상기 플라즈마에 대한 상기 기판의 노출까지, 상기 플라즈마를 유지하는 단계 – 상기 노출은, 적어도, 상기 기판을 증착 영역 내로 이동시킴으로써 제공됨 –;

상기 증착 영역에서 상기 기판 상에 상기 재료를 증착하는 단계

를 포함하며,

상기 기판은 정적 증착 프로세스(static deposition process)를 위해 포지셔닝되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 정적 증착 프로세스를 위한 상기 기판의 포지셔닝은, 증착 동안의 정적 기판 포지션, 증착 동안의 진동(oscillating) 기판 포지션, 증착 동안에 본질적으로 일정한 평균 기판 포지션, 증착 동안의 디더링(dithering) 기판 포지션, 증착 동안의 웨블링(wobbling) 기판 포지션, 또는 이들의 조합을 포함하는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플라즈마는, 측정된 값이 미리 결정된 임계치(threshold) 아래로 감소되거나, 또는 미리 결정된 임계치 위로 증가될 때까지, 상기 기판의 노출 전에 유지되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재료의 증착이 반응성(reactive) 증착 프로세스이도록 프로세싱 가스를 유동시키는 단계를 더 포함하는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 증착 프로세스는 금속성(metallic) 모드에서 또는 전이(transition) 모드에서 실시되는,  
재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 타겟 재료는, 알루미늄, 실리콘, 탄탈, 몰리브덴, 니오븀, 티타늄, 및 구리로 구성된 그룹으로부터, 특히,  
실리콘 및 알루미늄으로 구성된 그룹으로부터 선택되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 8

제 1 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 6 항, 또는 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플라즈마를 유지하면서, 상기 제 1 포지션으로부터 상기 제 2 포지션으로의 이동과 동일한 방향을 따라,  
제 3 자석 어셈블리 포지션으로 상기 자석 어셈블리를 이동시키는 단계를 더 포함하며,

상기 제 3 자석 어셈블리 포지션은 상기 증착 영역 외부에 배열된 컴포넌트 상의 상기 재료의 증착을 야기하는,  
재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플라즈마는, 1 초 또는 그 초과의 시간 기간 동안, 특히 5 초 내지 10 초 동안, 프로세스 안정화  
(stabilization)를 위해 증착 전에 유지되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스퍼터 타겟들은 회전식(rotary) 스퍼터 타겟들인,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 자석 어셈블리의 이동은, 상기 회전식 스퍼터 타겟 내부의 상기 자석 어셈블리의 회전에 의해 실시되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 12

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자석 어셈블리의 이동은, 상기 자석 어셈블리를 포함하는 상기 캐소드의 회전에 의해 실시되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

### 청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 스퍼터 타겟들의 쌍을 포함하며, 상기 스퍼터 타겟은 상기 스퍼터 타겟들의 쌍 중 적어도 하나의 타겟이며, 특히, 상기 스퍼터 타겟들의 쌍은, 상기 스퍼터 타겟들의 쌍 사이에, 0.5 kHz 내지 350 kHz의 범위의 중간 주파수 전압을 인가함(applying)으로써 동작되는,

재료의 층을 증착하는 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 타겟(target)으로부터의 스퍼터링(sputtering)에 의한 층 증착에 관한 것이다. 본 발명의 실시예들은 특히 대면적 기판들 상에 층들을 스퍼터링하는 것에 관한 것이며, 더 상세하게는, 정적(static) 증착 프로세스들을 위해, 대면적 기판들 상에 층들을 스퍼터링하는 것에 관한 것이다. 실시예들은 구체적으로, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 다수의 애플리케이션들에서, 기판 상에, 예컨대 유리 기판 상에 얇은 층들을 증착하는 것이 필요하다. 전형적으로, 기판들은 코팅 장치의 상이한 챔버들에서 코팅된다. 전형적으로, 기판들은 기상 증착(vapor deposition) 기법을 사용하여 전공에서 코팅된다.

[0003] 기판 상에 재료를 증착하기 위한 여러 방법들이 알려져 있다. 예컨대, 기판들은, 물리 기상 증착(PVD) 프로세스, 화학 기상 증착(CVD) 프로세스, 또는 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 프로세스 등에 의해 코팅될 수 있다. 전형적으로, 프로세스는, 코팅될 기판이 위치되는 프로세스 챔버 또는 프로세스 장치에서 수행된다. 증착 재료가 장치에 제공된다. 복수의 재료들, 그러나 또한 이들의 산화물들, 질화물들, 또는 탄화물들이 기판 상의 증착을 위해 사용될 수 있다. 코팅된 재료들은 여러 애플리케이션들에서 그리고 여러 기술 분야들에서 사용될 수 있다. 예컨대, 디스플레이들을 위한 기판들은 종종, 물리 기상 증착(PVD) 프로세스에 의해 코팅된다. 추가적인 애플리케이션들은, 절연 패널들, 유기 발광 다이오드(OLED) 패널들, TFT를 갖는 기판들, 컬러 필터(color filter)들 등을 포함한다.

[0004] PVD 프로세스에 대해, 증착 재료는 타겟에서 고상(solid phase)으로 존재할 수 있다. 에너제틱(energetic) 입자들로 타겟에 충격을 가함으로써, 타겟 재료의 원자들, 즉 증착될 재료가 타겟으로부터 나오게 된다(ejected). 타겟 재료의 원자들은 코팅될 기판 상에 증착된다. PVD 프로세스에서, 스퍼터 재료, 즉 기판 상에 증착될 재료는 상이한 방식들로 배열될 수 있다. 예컨대, 타겟은 증착될 재료로 제조될 수 있거나, 또는 증착될 재료가 위에 고정된 백킹 엘리먼트(backing element)를 가질 수 있다. 증착될 재료를 포함하는 타겟은 증착 챔버에서의 미리 정의된 포지션(position)에서 지지되거나 또는 고정된다. 회전 가능한 타겟이 사용되는 경우에, 타겟은 회전 샤프트, 또는 타겟과 샤프트를 연결하는 연결 엘리먼트에 연결된다.

[0005] 전형적으로, 스퍼터링은 마그네트론(magnetron) 스퍼터링으로서 실시될 수 있으며, 여기에서, 개선된 스퍼터링 조건들(conditions)을 위하여 플라즈마를 한정(confine)하기 위해 자석 어셈블리가 활용된다. 그에 의해, 플라즈마 한정은 또한, 기판 상에 증착될 재료의 입자 분배(distribution)를 조정하기 위해 활용될 수 있다. 기판 상의 원하는 층 증착을 획득하기 위해, 플라즈마 분배, 플라즈마 특성들, 및 다른 증착 파라미터들이 제어될 필요가 있다. 예컨대, 원하는 층 속성들(properties)을 갖는 균일한 층이 요구된다. 이는 특히, 대면적 증착에 대해, 예컨대 대면적 기판들 상에 디스플레이들을 제조하는 것에 대해 중요하다. 추가로, 균일성 및 프로세스 안정성(stability)은 특히, 기판이 증착 구역을 통해 연속적으로 이동되지 않는 정적(static) 증착 프로세스들에 대해 달성하기 어렵다. 따라서, 대규모로 광전자 디바이스들 및 다른 디바이스들을 제조하는 것에 대한 요구들이 늘어나는 것을 고려하면, 프로세스 균일성 및/또는 안정성을 더 개선될 필요가 있다.

### 발명의 내용

[0006] 상술된 바를 고려하여, 독립 청구항들 제1항 또는 제2항에 따른 기판 상에 재료의 층을 증착하기 위한 방법이 제공된다. 본 발명의 추가적인 양태들, 장점들 및 특징들은 종속 청구항들, 상세한 설명, 및 첨부 도면들로부터 명백하다.

[0007] 일 실시예에 따르면, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법이 제공된다. 방법은, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 기판이 플라즈마에 노출되지 않도록, 제 1 자석 어셈블리 포지션에서 점화(igniting)하는 단계; 및 플라즈마를 유지하면서, 제 2 자석 어셈블리 포지션으로 자석 어셈블리를 이동시키는 단계를 포함하며, 제 2 자석 어셈블리 포지션은 기판 상의 재료의 증착을 야기한다.

[0008] 다른 실시예에 따르면, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법이 제공된다. 방법은, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화하는 단계; 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지, 플라즈마를 유지하는 단계 - 노출은, 적어도, 기판을 증착 영역 내로 이

동시킴으로써 제공됨 –; 및 증착 영역에서 기판 상에 재료를 증착하는 단계를 포함하며, 기판은 정적 증착 프로세스를 위해 포지셔닝된다(positioned).

[0009] 또 다른 실시예에 따르면, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법이 제공된다. 방법은, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화하는 단계, 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지, 플라즈마를 유지하는 단계, 기판과 플라즈마 중 적어도 하나를 이동시킴으로써 기판을 플라즈마에 노출시키는 단계, 및 기판 상에 재료를 증착하는 단계를 포함하며, 기판은 정적 증착 프로세스를 위해 포지셔닝된다.

[0010] 제 2 실시예에 따르면, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법이 제공된다. 방법은, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화하는 단계, 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지, 플라즈마를 유지하는 단계, 기판과 플라즈마 중 적어도 하나를 이동시킴으로써 기판을 플라즈마에 노출시키는 단계, 및 기판 상에 재료를 증착하는 단계를 포함하여, 점화는, 제 1 자석 어셈블리 포지션에 증착 영역 외부에 배열된 컴포넌트 상의 재료의 증착을 야기하도록, 제 1 자석 어셈블리 포지션에서 실시된다. 방법은, 플라즈마를 유지하면서, 제 2 자석 어셈블리 포지션으로 자석 어셈블리를 이동시키는 단계를 더 포함하며, 제 2 자석 어셈블리 포지션은 기판 상의 재료의 증착을 야기한다. 이러한 제 2 실시예는 또한, 여기에서 설명되는 다른 실시예들의 부가적인 또는 대안적인 양태들, 세부사항들, 및 구현들과 조합될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로 앞서 간략히 요약된 본 발명의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있다. 첨부 도면들은 본 발명의 실시예들에 관한 것이며, 다음과 같이 설명된다.

도 1은 여기에서 설명되는 실시예들에 따른 스퍼터링을 예시하는 증착 시스템을 도시한다.

도 2는 여기에서 설명되는 실시예들에 따른 스퍼터링을 예시하는 다른 증착 시스템을 도시한다.

도 3은 여기에서 설명되는 실시예들에 따른 다른 추가적인 스퍼터링 방법들을 예시하는 증착 시스템을 도시한다.

도 4는 여기에서 설명되는 실시예들에 따른, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법을 예시하는 흐름도를 도시한다.

도 5는 여기에서 설명되는 실시예들에 따른, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 다른 방법을 예시하는 흐름도를 도시한다.

도 6은 여기에서 설명되는 실시예들에 따른, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 다른 추가적인 방법을 예시하는 흐름도를 도시한다.

도 7은 여기에서 설명되는 실시예들에 따른, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 다른 추가적인 방법을 예시하는 흐름도를 도시한다.

도 8은 여기에서 설명되는 실시예들에 따른 스퍼터링 방법들을 예시하는 다른 추가적인 증착 시스템을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이제, 본 발명의 다양한 실시예들이 상세히 참조될 것이며, 본 발명의 다양한 실시예들의 하나 또는 그 초과의 예들이 도면들에 예시된다. 도면들의 다음의 설명 내에서, 동일한 참조 번호들은 동일한 컴포넌트들을 지칭한다. 일반적으로, 개별적인 실시예들에 대한 차이들만이 설명된다. 각각의 예는 본 발명의 설명으로서 제공되며, 본 발명의 제한으로서 의도되지 않는다. 추가로, 일 실시예의 부분으로서 예시 또는 설명된 특징들은 다른 추가적인 실시예를 생성하기 위해 다른 실시예들에 대해 또는 다른 실시예들과 함께 사용될 수 있다. 설명은 그러한 변형들 및 변화들을 포함하도록 의도된다.

[0013] 여기에서 설명되는 실시예들은, 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법들에 관한 것이다. 특히 반응성 스퍼터링 프로세스들에 대해, 플라즈마 안정성은 고려되어야 할 중요한 파라미터이다. 예컨대 스퍼터링된 재료의 산화물을 함유하는 층을 증착하기 위해 산소 분위기(atmosphere) 하에서 재료가 스퍼터링되는 증착 프로세스들과 같은

반응성 스퍼터링 프로세스들은, 플라즈마 안정성에 대하여 제어될 필요가 있다. 전형적으로, 반응성 증착 프로세스는 히스테리시스 곡선(hysteresis curve)을 갖는다. 반응성 증착 프로세스는, 예컨대, 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ ) 또는 알루미늄 산화물( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )의 증착일 수 있으며, 여기에서, 산소가 플라즈마에 제공되면서, 알루미늄 또는 실리콘이 캐소드(cathode)로부터 스퍼터링된다. 그에 의해, 알루미늄 산화물 또는 실리콘 산화물이 기판 상에 증착될 수 있다. 히스테리시스 곡선은 전형적으로, 산소와 같은 프로세스 가스의 유동에 따른 스퍼터 캐소드에 제공되는 전압과 같은 증착 파라미터들의 함수이다.

[0014] 낮은 프로세스 가스 유동에 대해, 비교적 높은 캐소드 전압이 제공되고, 증착 프로세스는 금속성 모드에서 실시된다. 금속성 모드에서 높은 증착 레이트가 제공될 수 있다고 하더라도, 전형적으로, 흡수 층이 증착되며, 이는 복수의 애플리케이션들에 대해 적절하지 않다. 더 높은 프로세스 가스 유량들에 대해, 증착 프로세스는 포이즌드 모드(poisoned mode), 예컨대 산소 모드로 전환되며, 여기에서, 예컨대 투명(transparent) 실리콘 산화물 층이 증착될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 증착 레이트는 비교적 낮고, 모든 애플리케이션들에 대해 유익하지 않을 수 있다. 따라서, 반응성 증착 프로세스를 제어하는 것은 전이(transition) 모드에서 실시될 수 있으며, 여기에서, 실리콘 산화물과 같은 투명 층이 비교적 높은 레이트로 증착될 수 있다. 위의 예들은, 안정적인 증착 프로세스를 제공하기 위해, 특정 증착 조건들을 위한 플라즈마의 안정화가 요구될 수 있다는 것을 나타낸다.

[0015] 여기에서 설명되는 실시예들에 따르면, 방법들은, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마를, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화하는 단계를 포함한다. 그 후에, 플라즈마는, 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지 유지된다. 그에 의해, 기판 상에 재료를 증착하기 위해, 기판과 플라즈마 중 적어도 하나를 이동시킴으로써, 기판이 플라즈마에 노출된다. 따라서, 안정화 시간 기간 동안에는, 기판은, 층 증착을 위해 플라즈마에 노출되지 않는다. 그 후에, 기판은 안정화 후에 노출되며, 여기에서, 플라즈마가 유지될 필요가 있다. 이는 특히, 기판이 정적 증착 프로세스를 위해 포지셔닝되는 증착 프로세스들에 대해 유익하다.

[0016] 따라서, 여기에서 설명되는 실시예들은, 아킹(arcing) 및/또는 스퍼팅(spitting)이 발생하게 되는, 프로세싱될 기판이 플라즈마에 노출되는 것을 방지할 수 있다. 그에 의해, 안정화되지 않은(unstabilized) 조건들로 인해 열등한(inferior), 기판 프로세싱을 위한, 특히 층 증착을 위한 프로세스 파라미터들이 디바이스들의 제조에 대해 회피될 수 있다. 안정화된 프로세스 조건들에 대한 기판, 즉 디바이스들을 제조하기 위한 기판의 노출은, 각각의 플라즈마가 기판을 향하여 지향되고 아킹 및/또는 스퍼팅이 실시되는 층 증착과 비교하여 더 우수한 증착 속성들을 야기한다.

[0017] 도 1은 증착 장치(100)를 도시한다. 예시적으로, 내부에서의 층들의 증착을 위한 하나의 진공 챔버(102)가 도시된다. 도 1에서 표시된 바와 같이, 챔버(102) 근처에 추가적인 챔버들(102)이 제공될 수 있다. 진공 챔버(102)는, 밸브 유닛(105) 및 밸브 하우징(104)을 갖는 밸브에 의해, 인접한 챔버들로부터 분리될 수 있다. 그에 의해, 기판(14)이 위에 있는 캐리어(114)가 화살표(1)에 의해 표시된 바와 같이 진공 챔버(102)에 삽입된 후에, 밸브 유닛(105)이 폐쇄될 수 있다. 따라서, 진공 챔버들(102)에서의 분위기는, 챔버에서의 증착 구역에 프로세스 가스들을 삽입함으로써, 그리고/또는 예컨대 챔버(102)에 연결된 진공 펌프들을 이용하여 기술적인 진공을 생성함으로써, 개별적으로 제어될 수 있다.

[0018] 전형적인 실시예들에 따르면, 프로세스 가스들은, 불활성 가스들, 예컨대 아르곤, 및/또는 반응성 가스들, 예컨대 산소, 질소, 수소 및 암모니아( $\text{NH}_3$ ), 오존( $\text{O}_3$ ), 활성화된 가스들 등을 포함할 수 있다.

[0019] 챔버(102) 내에, 기판(14)을 위에 갖는 캐리어(114)를 챔버(102) 내외로 운송하기 위해 롤러들(110)이 제공된다. 여기에서 사용되는 바와 같은 "기판"이라는 용어는, 불요성(inflexible) 기판들, 예컨대 유리 기판, 웨이퍼, 사파이어 등과 같은 투명 크리스탈(transparent crystal)의 슬라이스들(slices) 또는 유리 플레이트, 및 가요성 기판들, 예컨대 웨브(web) 또는 포일(foil) 양자 모두를 포함할 것이다.

[0020] 도 1에서 예시된 바와 같이, 챔버(102) 내에, 증착 소스들(122)이 제공된다. 증착 소스들은, 예컨대, 기판 상에 증착될 재료의 타겟들을 갖는 회전가능한 캐소드들일 수 있다. 전형적으로, 캐소드들은 내부에 자석 어셈블리(121)를 갖는 회전가능한 캐소드들일 수 있다. 그에 의해, 마그네트론 스퍼터링이 층들을 증착하기 위해 실시될 수 있다. 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 캐소드들(122)은, 캐소드들이 교번하는 방식으로 바이어스될 수 있도록 AC 전력 공급부(123)에 연결된다.

[0021] 여기에서 사용되는 바와 같이, "마그네트론 스퍼터링"은, 자기장을 생성할 수 있는 유닛인 마그네트론, 즉 자석

어셈블리를 사용하여 수행되는 스퍼터링을 지칭한다. 전형적으로, 그러한 자석 어셈블리는 하나 또는 그 초과의 영구 자석들로 구성된다. 이들 영구 자석들은 전형적으로, 회전가능한 타겟 표면 아래에 생성되는 생성된 자기장 내에 자유 전자들이 포획되도록 하는 방식으로, 평면(planar) 타겟에 커플링되거나, 또는 회전가능한 타겟 내에 배열된다. 그러한 자석 어셈블리는 또한 평면 캐소드에 커플링되어 배열될 수 있다. 전형적인 구현들에 따르면, 마그네트론 스퍼터링은, TwinMag™ 캐소드 어셈블리와 같지만 이에 제한되지는 않는 이중(double) 마그네트론 캐소드, 즉 캐소드들(122)에 의해 실현될 수 있다. 특히, 타겟으로부터의 MF 스퍼터링(중간 주파수 스퍼터링)에 대해, 이중 캐소드들을 포함하는 타겟 어셈블리들이 적용될 수 있다. 전형적인 실시예들에 따르면, 증착 챔버에서의 캐소드들은 교환가능할 수 있다. 따라서, 스퍼터링될 재료가 소모된 후에 타겟들이 교체된다. 여기에서의 실시예들에 따르면, 중간 주파수는 0.5 kHz 내지 350 kHz, 예컨대 10 kHz 내지 50 kHz의 범위의 주파수이다.

[0022] 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 상이한 실시예들에 따르면, 스퍼터링은 DC 스퍼터링으로서, MF(중간 주파수) 스퍼터링으로서, RF 스퍼터링으로서, 또는 펠스 스퍼터링으로서 실시될 수 있다. 여기에서 설명되는 바와 같이, 일부 증착 프로세스들은 유익하게, MF, DC, 또는 펠스형 스퍼터링을 적용할 수 있다. 그러나, 다른 스퍼터링 방법들이 또한 적용될 수 있다.

[0023] 도 1은 복수의 캐소드들(122)을 도시하며, 그 복수의 캐소드들(122)은 캐소드들에 제공된 자석 어셈블리(121) 또는 마그네트론을 갖는다. 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 설명되는 실시예들에 따른 스퍼터링은 하나의 캐소드, 또는 캐소드들의 하나의 쌍을 이용하여 실시될 수 있다. 그러나, 특히 대면적 증착을 위한 애플리케이션들에 대해, 캐소드들의 어레이 또는 캐소드 쌍들이 제공될 수 있다. 그에 의해, 2개 또는 그 초과의 캐소드들 또는 캐소드 쌍들, 예컨대 3개, 4개, 5개, 6개, 또는 한층 더 많은 캐소드들 또는 캐소드 쌍들이 제공될 수 있다. 그에 의해, 어레이가 하나의 진공 챔버에 제공될 수 있다. 추가로, 어레이는 전형적으로, 인접한 캐소드들 또는 캐소드 쌍들이 예컨대 상호작용하는 플라즈마 한정을 가짐으로써 서로에 대해 영향을 미치도록 정의될 수 있다.

[0024] 회전가능한 캐소드들에 대해, 자석 어셈블리들은 백킹 튜브 내에 또는 타겟 재료 튜브와 함께 제공될 수 있다. 평면 캐소드들에 대해, 자석은 타겟 재료의 반대편의 백킹 플레이트의 측 상에 제공될 수 있다(예컨대 도 8 참조). 도 1은 캐소드들의 3개의 쌍들을 도시하며, 그 각각은 증착 소스(120a, 120b, 및 120c)를 각각 제공한다. 캐소드들의 쌍은, 예컨대 MF 스퍼터링, RF 스퍼터링 등을 위한 AC 전력 공급부를 갖는다. 특히 대면적 증착 프로세스들에 대해 그리고 산업 규모(industrial scale)의 증착 프로세스들에 대해, 원하는 증착 레이트들을 제공하기 위해 MF 스퍼터링이 실시될 수 있다. 도 1에서 도시된 자석 어셈블리들(121) 또는 마그네트론들은 서로에 대하여 상이한 회전 포지션들을 갖는다. 이는 단지, 여기에서 설명되는 실시예들을 더 쉽게 설명하기 위한 예시적인 목적들을 위한 것이다. 전형적으로, 도 3에서 도시된 바와 같이, 하나의 챔버에서의 캐소드들의 자석 어셈블리들은, 본질적으로 동일한 회전 포지션들을 가질 수 있거나, 또는 적어도 모두 기판(14) 또는 대응하는 증착 영역을 향하여 지향될 수 있다. 전형적으로, 증착 영역은, 기판 상의 재료의 증착(의도된 증착)을 위해 제공된 그리고/또는 배열된, 증착 시스템에서의 영역 또는 구역이다. 제 1 증착 소스(120a)는 기판 및/또는 각각의 증착 영역을 향하지 않는(facing away) 자석 어셈블리들을 갖는다. 따라서, 플라즈마(2)가 또한 기판(14)을 향하지 않도록 한정되고, 월드(132)로 지향되며, 월드(132)는 플라즈마가 월드를 향하여 지향되는 동안에, 스퍼터링될 재료를 수집할 수 있다. 화살표(125)에 의해 표시된 바와 같이(증착 소스(120b) 참조), 증착 소스(120b)의 자석 어셈블리들(121)은 이들의 축들을 중심으로 그리고 기판(14) 및 각각의 증착 영역을 향하여 회전된다. 따라서, 플라즈마들(2)이 또한 회전된다. 증착 소스(120c)에 대해 도시된 바와 같이, 자석 어셈블리들(121) 그리고 대응하여 플라즈마들(2)은, 기판(14)을 플라즈마 그리고 증착될 재료에 노출시키도록 더 회전되었다.

[0025] 따라서, 소스(120a)에 대해 예시적으로 도시된 바와 같이, 기판은 최초에 플라즈마(2)에 노출되지 않는다. 비노출(non-exposure)의 조건은 플라즈마(2)가 안정화될 때까지 유지될 수 있다. 그 후에, 자석 어셈블리들 그리고 대응하여 플라즈마는, 소스(120b)에 대해 예시적으로 도시된 바와 같이, 플라즈마가 유지되는 동안에 기판을 향하여 회전될 수 있다. 따라서, 안정화된 플라즈마는, 소스(120c)에 대해 예시적으로 도시된 바와 같이, 기판(14)의 노출까지 유지된다.

[0026] 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 여기에서 설명되는 실시예들에 따르면, 점화된 플라즈마 및 기판은 서로에 관하여(relative to) 이동된다. 따라서, 플라즈마 및 대응하는 재료 증착에 대한 기판의 노출은 플라즈마의 안정화 후에 제공된다.

[0027]

예컨대 스퍼터링-전 및/또는 타겟 컨디셔닝(conditioning)을 위해, 자석 어셈블리 및/또는 증착 소스의 이동이 사용되어 왔다. 스퍼터링-전 및 타겟 컨디셔닝은 여기에서 설명되는 방법들에 부가하여 활용될 수 있다. 그러나, 그러한 스퍼터링-전 및/또는 타겟 컨디셔닝은 여기에서 설명되는 실시예들과 상이하다. 스퍼터링-전 및/또는 타겟 컨디셔닝에 대해, 자석 어셈블리들은, 예컨대 소스(120a)에 대해 도시된 바와 같은 포지션으로 이동된다. 플라즈마가 스퍼터링-전 및/또는 타겟 컨디셔닝을 위해 점화된다. 그 후에, 플라즈마가 스위치 오프된다(switched off). 그 후에, 자석 어셈블리들이 기판을 향하여 회전된다. 즉, 소스(120b)에 대해 도시된 회전이 플라즈마(2)가 없이, 즉 도 1과 비교하여 상이하게 실시된다. 자석 어셈블리가 소스(120c)에 대해 도시된 바와 같이 포지셔닝된 후에, 기판이 플라즈마에 노출되면서, 플라즈마가 다시 점화되고 안정화된다.

[0028]

소스들(120a, 120b, 및 120c)에 대한 상이한 플라즈마 포지션들이 예시적인 목적들을 위해 도 1에서 사용된 것이 이해되어야 한다. 전형적으로, 하나의 챔버에서의 또는 하나의 증착 영역에 대한 모든 증착 소스들이, 플라즈마 점화를 위해 기판 또는 대응하는 증착 영역을 향하지 않을 것이고, 플라즈마가 유지되면서 증착 영역을 향하여 회전될 것이며, 기판을 안정화된 플라즈마에 노출시킬 것이다. 그럼에도 불구하고, 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 상이한 실시예들에 따르면, 하나의 챔버에서의 플라즈마 소스들은, 기판 상의 증착 영역에 대한 조합될 수 있는 상이한 실시예들에 따르면, 하나의 챔버에서의 플라즈마 소스들은, 기판 상의 증착 영역을 향하여 회전될 것이다. 예컨대, 자석 어셈블리들 또는 마그네트론들은, 증착될 증착 영역을 증가시키기 위해, 예컨대 진동(oscillating) 또는 전후 이동(back-and-forth) 방식으로, 기판에 관하여 그리고/또는 서로에 관하여 이동될 수 있다.

[0029]

여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 여기에서 설명되는 실시예들은 디스플레이 PVD, 즉 디스플레이 시장을 위한 대면적 기판들 상의 스퍼터 증착을 위해 활용될 수 있다. 일부 실시예들에 따르면, 대면적 기판들, 또는 복수의 기판들을 갖는 각각의 캐리어들은 적어도  $0.67 \text{ m}^2$ 의 사이즈를 가질 수 있다. 전형적으로, 사이즈는, 약  $0.67 \text{ m}^2$  ( $0.73 \times 0.92 \text{ m}$  - Gen 4.5) 내지 약  $8 \text{ m}^2$ , 더 전형적으로는 약  $2 \text{ m}^2$  내지 약  $9 \text{ m}^2$  또는 심지어  $12 \text{ m}^2$  까지일 수 있다. 전형적으로, 여기에서 설명되는 실시예들에 따른, 구조들, 장치들, 예컨대 캐소드 어셈블리들, 및 방법들이 제공되는 기판들 또는 캐리어들은 여기에서 설명되는 바와 같은 대면적 기판들이다. 예컨대, 대면적 기판 또는 캐리어는, 약  $0.67 \text{ m}^2$  기판들( $0.73 \times 0.92 \text{ m}$ )에 대응하는 GEN 4.5, 약  $1.4 \text{ m}^2$  기판들( $1.1 \text{ m} \times 1.3 \text{ m}$ )에 대응하는 GEN 5, 약  $4.29 \text{ m}^2$  기판들( $1.95 \text{ m} \times 2.2 \text{ m}$ )에 대응하는 GEN 7.5, 약  $5.7 \text{ m}^2$  기판들( $2.2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ )에 대응하는 GEN 8.5, 또는 심지어, 약  $8.7 \text{ m}^2$  기판들( $2.85 \text{ m} \times 3.05 \text{ m}$ )에 대응하는 GEN 10일 수 있다. GEN 11 및 GEN 12와 같은 한층 더 큰 세대들, 및 대응하는 기판 면적들이 유사하게 구현될 수 있다.

[0030]

여기에서 설명되는 실시예들은, 디바이스 성능 및/또는 사후-프로세싱에 대해 유해한 영향들을 생성할 수 있는 초기 프로세스 안정화 증착에 대한 기판의 노출 없이, 예컨대 히스테리시스 곡선의 정확한 포인트에서, 반응성 프로세스의 안정성을 유지하는 것을 허용한다.

[0031]

여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 스퍼터 증착 프로세스는 금속성 모드에서 또는 전이 모드에서 실시된다. 그에 의해, 안정화 후의 증착을 위한 원하는 플라즈마 조건들에 대응하지 않는 사전-안정화된 플라즈마 또는 다른 플라즈마 조건들에 대한 아킹이, 포이즌드 반응성 스퍼터링 모드, 즉 과잉한 양의 반응성 프로세싱 가스가 제공되는 모드와 비교하여, 발생할 가능성이 더 많다.

[0032]

여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 실시예들에 따르면, 타겟 재료는, 알루미늄, 실리콘, 탄탈, 몰리브덴, 니오븀, 티타늄, 및 구리로 구성된 그룹으로부터 선택될 수 있다. 특히, 타겟 재료는 알루미늄 및 실리콘으로 구성된 그룹으로부터 선택될 수 있다. 반응성 스퍼터 프로세스들은 전형적으로, 이를 타겟 재료들의 증착된 산화물들을 제공한다. 그러나, 질화물들 또는 산질화물들이 또한 증착될 수 있다.

[0033]

다른 추가적인 전형적인 실시예에 따르면,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 스퍼터 증착이 여기에서 설명되는 실시예들에 의해 유익하게 실현될 수 있다. 예컨대,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 스퍼터 증착은, 디스플레이를 위한 TFT 백플레인(backplane)들에서의 활성 재료로서의 금속 산화물 반도체들(예컨대, IGZO, ZnOx 등)의 비용 효과적인 통합(integration)을 실현하는 것에서 활용될 수 있다. 프로세스 안정화 시간 및 이러한 안정화 시간 동안의 기판 상의 가능한 오염으로 인해  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 반응성 스퍼터링이 어렵다는 사실을 고려하면, 안정화 기간 동안에 기판이 노출되지 않고 안정화된 플라즈마에 대해서만 기판이 노출되는 것은 유익할 수 있다.

[0034]

여기에서 설명되는 실시예들에 따르면, 방법들은 정적 증착 프로세스를 위한 기판의 포지셔닝에 대한 스퍼터 증착을 제공한다. 전형적으로, 특히, 수직으로 배향된 대면적 기판들의 프로세싱과 같은 대면적 기판 프로세싱에 대해, 정적 증착과 동적(dynamical) 증착이 구별될 수 있다. 동적 스퍼터링, 즉, 기판이 증착 소스 근처에서 연속적으로 또는 준-연속적으로 이동하는 인라인 프로세스는, 기판들이 증착 영역 내로 이동하기 전에 프로세스가 안정화될 수 있고 그 후에 기판들이 증착 소스를 지나가는 동안에 일정하게 유지될 수 있다는 사실로 인해, 더 쉬울 것이다. 그럼에도 불구하고, 동적 증착은, 예컨대 입자 생성과 같은 다른 불이익들을 가질 수 있다. 이는 특히 TFT 백플레인 증착에 대해 적용될 수 있다. 여기에서 설명되는 실시예들에 따르면, 예컨대 TFT 프로세싱을 위해 정적 스퍼터링이 제공될 수 있으며, 여기에서, 플라즈마는 원시(pristine) 기판 상의 증착 전에 안정화될 수 있다. 그에 의해, 동적 증착 프로세스들과 비교하여 상이한 정적 증착 프로세스라는 용어는, 당업자에 의해 인식될 바와 같이, 기판의 모든 움직임을 배제하는 것은 아니라는 것이 주의되어야 한다. 정적 증착 프로세스는, 예컨대, 증착 동안의 정적 기판 포지션, 증착 동안의 진동(oscillating) 기판 포지션, 증착 동안에 본질적으로 일정한 평균 기판 포지션, 증착 동안의 디더링(dithering) 기판 포지션, 증착 동안의 위블링(wobbling) 기판 포지션, 캐소드들이 하나의 챔버에 제공된, 즉, 캐소드들의 미리 결정된 세트가 챔버에 제공된 증착 프로세스, 증착 챔버가 총의 증착 동안에, 예컨대 밸브 유닛들을 폐쇄하여 인접한 챔버로부터 챔버를 분리 시킴으로써 이웃하는 챔버들에 대하여 밀봉된 분위기를 갖는 기판 포지션, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 따라서, 정적 증착 프로세스는, 정적 포지션을 갖는 증착 프로세스, 본질적으로 정적인 포지션을 갖는 증착 프로세스, 또는 기판의 부분적으로 정적인 포지션을 갖는 증착 프로세스로서 이해될 수 있다. 그에 의해, 여기에서 설명되는 바와 같은 정적 증착 프로세스는, 정적 증착 프로세스를 위한 기판 포지션이 증착 동안에 완전히 어떠한 움직임도 없어야 할 필요성 없이 동적 증착 프로세스와 명확히 구별될 수 있다.

[0035]

도 1에서 도시된 바와 같이, 여기에서 설명되는 실시예들은, 복수의 회전식 캐소드들, 예컨대 2개 또는 그 초과의 회전식 캐소드들을 갖는, 예컨대 밸브 유닛들(105)이 증착 동안에 폐쇄되는 정적 증착 프로세스에 대해 제공될 수 있다. 증착 프로세스가 스위치 오프된 동안에, 기판(14)이 증착 영역에서의 증착을 위한 포지션으로 이동된다. 프로세스 압력이 안정화될 수 있다. 자석 어셈블리들(121)이 스퍼터-전(pre-sputter) 쉴드들(132)을 향하여 (예컨대, 소스(120a)에 대해 도시된 바와 같이) 후방에(rearward) 있으면서 캐소드들(122)이 전원공급된다. 프로세스가 안정화되면, 캐소드 자석 어셈블리들(121)은, 증착의 종료까지 정적 기판 상에 증착될 재료의 정확한 화학량(stoichiometry)을 증착하기 위해, (소스(120b)에 대해 도시된 바와 같이) 전방을 향하여 회전된다. 예컨대, 이는  $\text{Al}_x\text{O}_y$  증착을 위한 정확한 화학량일 수 있다.

[0036]

여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 실시예들에 따르면, 막 증착의 종료 시에, 캐소드 자석 어셈블리들이 전과 동일한 방향(화살표(125) 참조)으로 스퍼터-전 쉴드들을 향하여 회전되어 되돌아 가는 경우에, 막 균일성이 한층 더 개선될 수 있다. 그에 의해, 플라즈마가 유래하였던 타겟의 반대편 측에서 플라즈마가 퇴장하고, 따라서, 대칭 및 균일한 막 두께가 제공된다. 이는 특히, 대칭 및/또는 균일성이 더 중요한 더 얇은 막들에 대해 유용할 수 있다.

[0037]

도 1에서 도시된 바와 같이,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 와 같은 일부 막들에 대해, MF 전력 공급부들과 같은 AC 전력 공급부들(123)이 제공될 수 있다. 그러한 경우에, 캐소드 및 애노드를 포함하는 완전한 회로가 캐소드들(122)의 쌍에 의해 제공되기 때문에, 캐소드들은, 예컨대 제거될 수 있는 부가적인 애노드들을 요구하지 않는다.

[0038]

도 2에서 도시된 바와 같이, 여기에서 설명되는 방법들은 또한, 다른 스퍼터 증착 프로세스들에 대해 제공될 수 있다. 도 2는 DC 전력 공급부(226)에 전기적으로 연결된 애노드들(126) 및 캐소드들(124)을 도시한다. 도 1과 비교하여, 도 2는, 모든 캐소드들이 플라즈마가 안정된 후에 기판의 노출을 위해 기판을 향하여 동시에 회전되는 것을 도시한다. 예컨대 투명 전도성 산화물 막을 위한 타겟으로부터의 스퍼터링은 전형적으로 DC 스퍼터링으로서 실시된다. 캐소드들(124)은 스퍼터링 동안에 전자들을 수집하기 위한 애노드들(126)과 함께 DC 전력 공급부(226)에 연결된다. 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 실시예들에 따르면, 캐소드들 중 하나 또는 그 초과가 각각, 이들의 대응하는 개별적인 전압 공급부를 가질 수 있다. 그에 의해, 캐소드들 중 적어도 하나, 일부, 또는 모두에 대해 캐소드 당 하나의 전력 공급부가 제공될 수 있다. 따라서, 적어도 제 1 캐소드가 제 1 전력 공급부에 연결될 수 있고, 제 2 캐소드가 제 2 전력 공급부에 연결될 수 있다. 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 실시예들에 따르면, 예컨대, 안정화 기간 동안의 기판의 비-노출로부터 또한 이익을 얻을 수 있는, ITO, IZO, IGZO, 또는 MoN과 같은 재료들이 DC 스퍼터 증착 프로세스로 증착될 수 있다.

[0039]

여기에서 설명되는 상이한 실시예들에 따르면, 플라즈마 노출 후에 플라즈마에 대한 기판의 노출이 실시되는 스

퍼터링 프로세스가 제공될 수 있다. 플라즈마 안정화는 특히, 예컨대 반응성 스퍼터링 프로세스들과 같이 히스테리시스 곡선을 갖는 스퍼터링 프로세스들에 대해 유용할 수 있다. 도 1 및 도 2에서 예시적으로 도시된 바와 같이, 프로세스는 회전식 캐소드들 및 회전 자석 어셈블리, 즉 회전식 캐소드들 내의 회전 자석 요크(yoke)로 실시될 수 있다. 그에 의해, 회전식 캐소드의 길이방향(longitudinal) 축을 중심으로 하는 회전이 실시된다.

[0040] 도 3은 또 다른 실시예를 예시한다. 도 3은 아래에서 설명되는 차이들을 가지면서 도 1과 유사하다. 기판(14) 상의 재료의 증착은 증착 영역에서 실시된다. 플라즈마(2)는, 증착 영역을 향하는 재료 유동을 야기하는, 자석 어셈블리(121) 또는 마그네트론의 포지션에서 점화된다. 플라즈마의 안정화 후에, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마가 유지되면서, 기판이 증착 영역으로 이동된다. 도 3에서 도시된 바와 같이, 플라즈마가 점화되면서, 예컨대 캐리어(114) 상에 제공된 기판(14)이 챔버 내로 이동되는 동안에, 하부 밸브 유닛(105)이 폐쇄된다. 이동은 도 3에서 화살표(311)에 의해 표시된다. 따라서, 도 3에서 도시된 바와 같이, 상부 밸브 유닛(105)은 기판(14)이 챔버(102)에 삽입될 수 있도록 개방 포지션에 있다.

[0041] 상부 밸브 유닛(105)의 개방 포지션은, 내부에 캐소드들(122)을 갖는 챔버(102)가, 다른 증착 챔버, 로드 락 챔버 등일 수 있는 인접한 챔버(102)를 향하여 개방되는 사실을 야기한다. 따라서, 내부에 증착 영역을 갖는 챔버는 다른 챔버들로부터 격리되지 않고, 안정적인 분위기 조건들을 유지하는 것이 더 어렵다. 즉, 개방 밸브 유닛으로 인해, 프로세싱 가스의 진공 및 부분 압력들의 정도가 더 제어되기 어렵다. 그럼에도 불구하고, 플라즈마가 안정화된 후에, 위에서 설명된 바와 같이, 정적 증착 프로세스를 위한 포지션으로 기판을 이동시키는 것이 가능하다. 추가로, 그 후에, 도 3에서의 상부 밸브 유닛(105)은 증착을 위해 폐쇄될 수 있다. 증착 후에, 또는 막 증착의 종료 무렵에, 하부 밸브 유닛(105)이 개방될 수 있고, 기판이 챔버(102)로부터 제거될 수 있다. 그에 의해, 기판이 정적 증착 프로세스를 위한 포지션으로부터 이동되는 동안에 플라즈마가 여전히 스위치 온된 경우에, 기판의 상이한 부분들(도 3에 도시된 단면에서의 상부 및 하부 부분)이 유사한 시간 동안 기판에 노출된다. 따라서, 캐소드들이 스위치 온되면서 챔버(102)로부터 기판(14)을 제거함으로써, 막 균일성이 개선될 수 있다.

[0042] 기판 상에 재료의 층을 증착하는 방법의 실시예가 도 4에서 도시된다. 단계(402)에서, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마가, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서 점화된다. 단계(404)에서, 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지, 플라즈마가 유지된다. 그에 의해, 기판은 기판과 플라즈마 중 적어도 하나를 이동시킴으로써 플라즈마에 노출된다. 단계(406)에서, 기판 상에 재료가 증착되며, 여기에서, 기판은 정적 증착 프로세스를 위해 포지셔닝된다. 전형적으로, 타겟의 재료는, 타겟 재료의 산화물, 질화물, 또는 산질화물의 형태로, 즉 반응성 스퍼터링 프로세스로 증착될 수 있다.

[0043] 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 전형적인 실시예들에 따르면, 캐소드는 회전식 캐소드일 수 있고, 타겟은 내부에 자석 어셈블리가 배치된 회전식 타겟일 수 있다. 그에 의해 마그네트론 스퍼터링이 실시될 수 있다. 플라즈마의 안정화 후에 기판을 플라즈마에 노출시키기 위해, 도 5에서 도시된 흐름도에 의해 예시된 바와 같은 방법이 실시될 수 있다. 그에 의해, 단계(502)에서, 플라즈마의 점화가 제 1 자석 포지션에서 실시된다. 제 1 자석 포지션은 증착 영역 외부에 배열된 컴포넌트 상의 재료의 증착을 야기한다. 예컨대, 컴포넌트는, 스퍼터-전 철드, 진공 챔버의 일부 등일 수 있다. 단계(504)에서, 자석 어셈블리 또는 마그네트론이 제 2 자석 포지션으로 이동된다. 단계(506)에서, 기판 상의 재료의 증착을 야기하는 제 2 자석 포지션에 도달될 때까지, 플라즈마가 유지된다. 그 후에, 단계(508)에서, 기판 상에 막이 증착된다. 챔버에 제공되는 기판에 관한 자석 어셈블리의 이동은 도 1, 도 2, 및 도 8에 대하여 설명되는 실시예들에 대응한다.

[0044] 그러나, 위에서 설명된 바와 같이, 기판이 플라즈마에 관하여 이동되는 것이 또한 가능하다. 도 6에서 도시된 바와 같이, 기판이 제 1 기판 포지션에 있으면서, 단계(602)에서 플라즈마가 점화될 수 있다. 그 후에, 단계(604)에서, 기판이 증착 영역으로 이동될 수 있다. 단계(606)에서, 정적 증착 프로세스를 위한 증착 포지션이 도달될 때까지, 플라즈마가 유지된다. 그 후에, 단계(608)에서, 층이 정적 증착 프로세스로 증착된다. 그에 의해, 위에서 더 상세히 설명된 바와 같이, 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 전형적인 실시예들에 따르면, 정적 증착 프로세스를 위한 기판의 포지셔닝은, 증착 동안의 정적 기판 포지션, 증착 동안의 진동 기판 포지션, 증착 동안에 본질적으로 일정한 평균 기판 포지션, 또는 이들의 조합들을 포함할 수 있다.

[0045] 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 또 다른 방법이 도 7에서 도시된 흐름도에 대하여 설명된다. 도 7에서의 단계(702)에서, 타겟 컨디셔닝이 실시된다. 타겟 컨디셔닝은, 이전에 사용되지 않았거나 또는 어느 정도의 시간 동안 사용되지 않았던 타겟으로부터의 산화 또는 오염의 제거를 야기할 수 있다. 이

는, 자석 어셈블리가 스퍼터-전 철드, 다른 시스템 컴포넌트, 더미(dummy) 기판 등으로 지향되게 함으로써 행해질 수 있다. 따라서, 디바이스가 위에 제조될 기판 상에, 스퍼터링-전 동안의 재료 증착이 실시되지 않는다. 스퍼터링-전 후에, 플라즈마가 스위치 오프될 수 있거나, 또는 유지될 수 있다. 내부에서의 재료 증착을 위한 기판이 증착 영역에 제공될 수 있다. 그 후에, 후속 단계들(704 내지 706) 동안 플라즈마가 안정화될 수 있다. 단계(704)에서, 기판이 플라즈마에 노출되지 않으면서, 재료 증착을 위한 스퍼터 타겟의 플라즈마가 안정화된다. 단계들(704 내지 708)의 제 1 반복에 대해, 안정화는 또한, 스퍼터링-전 동안에 실시될 수 있다. 단계(706)에서, 플라즈마는, 적어도, 기판 상의 재료의 증착을 위한 플라즈마에 대한 기판의 노출까지 유지된다. 그에 의해, 기판은 기판과 플라즈마 중 적어도 하나를 이동시킴으로써 플라즈마에 노출된다. 단계(708)에서, 기판 상에 재료가 증착되며, 여기에서, 기판은 정적 증착 프로세스를 위해 포지셔닝된다. 단계들(704 내지 708)의 시퀀스는, 도 7에서 표시된 바와 같이, 적어도 1회 또는 여러회 반복될 수 있다. 따라서, 도 7은 도 4 내지 도 6에 대하여 설명된 실시예들과 유사한 프로세스를 도시하며, 여기에서, 부가적인 스퍼터-전 단계(702)가 제공된다.

[0046] 도 8은 여기에서 설명되는 다른 추가적인 실시예들을 예시하기 위한 증착 장치(100)를 도시한다. 예시적으로, 내부에서의 충들의 증착을 위한 하나의 진공 챔버(102)가 도시된다. 도 8에 대하여 설명되는 실시예들은 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있고, 특히, 도 1에 대응한다.

[0047] 도 8에서 예시된 바와 같이, 챔버(102) 내에, 증착 소스들(822a 내지 822d)이 제공된다. 도 1과 다르게, 도 8에서 도시된 증착 소스들은, 기판 상에 증착될 재료의 타겟들을 갖는 평면 캐소드들이다. 그에 의해, 백킹 플레이트가 제공될 수 있다. 백킹 플레이트의 일 측 상에 평면 타겟들이 제공되고, 백킹 플레이트의 반대편 측 상에 하나 또는 그 초파의 자석 어셈블리들이 제공될 수 있다. 도 8에서 도시된 바와 같이, 캐소드에 대해 2개의 자석 어셈블리들이 제공될 수 있다. 그러나, 또한, 2개보다 하나 또는 더 많은 자석 어셈블리들이 제공될 수 있다. 그에 의해, 메그네트론 스퍼터링이 충들을 증착하기 위해 실시될 수 있다.

[0048] 도 8 내에서, 증착 소스들(822a 내지 822d) 각각에 대해 하나의 캐소드가 도시된다. 그러나, 전형적인 구현들에 따르면, 마그네트론 스퍼터링은, TwinMagTM 캐소드 어셈블리와 같지만 이에 제한되지는 않는 이중 마그네트론 캐소드에 의해 실현될 수 있다. 특히, 타겟으로부터의 MF 스퍼터링(중간 주파수 스퍼터링)에 대해, 이중 캐소드들을 포함하는 타겟 어셈블리들이 적용될 수 있다. 전형적인 실시예들에 따르면, 증착 챔버에서의 캐소드들은 교환 가능할 수 있다. 따라서, 타겟들은, 스퍼터링될 재료가 소모된 후에 교체될 수 있다. 여기에서의 실시예들에 따르면, 평면 및/또는 회전 가능한 캐소드들을 위한 중간 주파수는, 예컨대, 5 kHz 내지 100 kHz, 예컨대 10 kHz 내지 50 kHz의 범위의 주파수일 수 있다.

[0049] 도 8은, 자석 어셈블리들을 각각 갖는 4개의 캐소드들(822a 내지 822d)을 도시한다. 도 8에서 도시된 캐소드들(822a 내지 822d)은, 서로에 대하여 그리고 기판(14)에 대하여 상이한 회전 포지션들을 갖는다. 이는 단지, 여기에서 설명되는 실시예들을 더 쉽게 설명하기 위한 예시적인 목적들을 위한 것이다. 전형적으로, 도 3에서 도시된 바와 같이, 하나의 챔버에서의 평면 캐소드들 그리고 따라서 캐소드들의 자석 어셈블리들은, 본질적으로 동일한 회전 포지션들을 가질 수 있거나, 또는 적어도 모두 기판(14) 또는 대응하는 증착 영역을 향하여 지향될 수 있다. 제 1 증착 소스(822a)는 기판 및/또는 각각의 증착 영역을 향하지 않는다. 따라서, 플라즈마(2)가 또한 기판(14)을 향하지 않도록 한정되고, 철드(132)로 지향되며, 철드(132)는 플라즈마가 철드를 향하여 지향되는 동안에, 스퍼터링될 재료를 수집할 수 있다. 증착 소스들(822b 및 822c)에 의해 각각 표시된 바와 같이, 증착 소스는 기판(14) 및 각각의 증착 영역을 향하여 회전될 수 있다. 따라서, 또한 플라즈마들(2)이 회전된다. 증착 소스들(822c 및 822d)에 대해 도시된 바와 같이, 캐소드들 그리고 대응하여 플라즈마들(2)은, 기판(14)을 플라즈마 그리고 증착될 재료에 노출시키도록 더 회전되었다.

[0050] 따라서, 소스들(822a 및 822b)에 대해 예시적으로 도시된 바와 같이, 기판은 최초에 플라즈마(2)에 노출되지 않는다. 비-노출의 조건은 플라즈마(2)가 안정화될 때까지 유지될 수 있다. 그 후에, 자석 어셈블리를 그리고 대응하여 플라즈마는, 소스들(822b 및 822c)에 대해 예시적으로 도시된 바와 같이, 플라즈마가 유지되는 동안에 기판을 향하여 회전될 수 있다. 따라서, 안정화된 플라즈마는, 소스들(822c 및 822d)에 대해 예시적으로 도시된 바와 같이, 기판(14)의 노출까지 유지된다. 따라서, 도 8에서 도시된 바와 같이, 평면 캐소드들의 경우에, 자석 어셈블리들의 회전 포지션은 캐소드 그 자체의 회전에 의해 제공될 수 있다. 이와 상이하게, 회전식 캐소드를 갖는 것으로 타겟 회전이 이미 제공된, 도 1 및 도 2에 대하여 설명된 실시예들에 대해, 회전식 타겟들을 위한 캐소드 내에서 자석 어셈블리의 회전이 제공될 수 있다.

[0051] 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 여기에서 설명되는 실시예들에 따르면, 점화된 플라즈마 및

기판은 서로에 관하여 이동된다. 따라서, 플라즈마 및 대응하는 재료 증착에 대한 기판의 노출은 플라즈마의 안정화 후에 제공된다. 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 실시예들에 따르면, 도 3에서 도시된 기판 이동(311)이 또한 평면 캐소드들에 대해 제공될 수 있다.

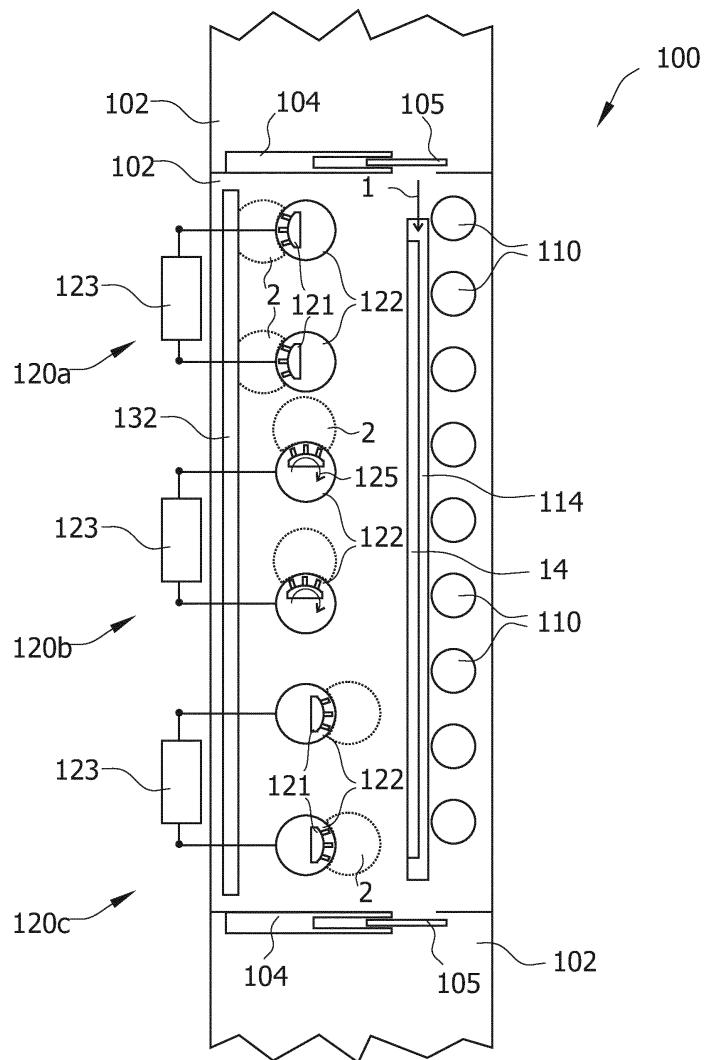
[0052] 여기에서 설명되는 바와 같이, 일부 실시예들에 따르면, 평면 캐소드 또는 회전식 캐소드의 플라즈마는, 타겟에 서의 아킹(arcing)이 미리 결정된 임계치 아래로 감소될 때까지, 기판의 노출 전에 유지된다. 전형적으로, 플라즈마는, 적어도 1 초 또는 그 초과의 시간 기간 동안, 특히 5 초 내지 10 초 동안, 프로세스 안정화를 위해 증착 전에 유지될 수 있다.

[0053] 여기에서 설명되는 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 추가적인 실시예들에 따르면, 플라즈마는, 측정된 값이 미리 결정된 임계치 아래로 감소되거나, 또는 미리 결정된 임계치 위로 증가될 때까지, 플라즈마에 대한 기판의 노출 전에 유지된다. 그에 의해, 예컨대, 측정된 값은, 아킹을 표시하는 값, 전력 공급 안정화 값, 전력 공급 전압 레벨, 전력 공급 전류 레벨, 가스의 부분 압력 값, 플라즈마 방출 모니터(plasma emission monitor; PEM)와 같은 모니터링 디바이스의 출력 값, 시간-기반 값, 및 이들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택되는 적어도 하나의 값일 수 있다.

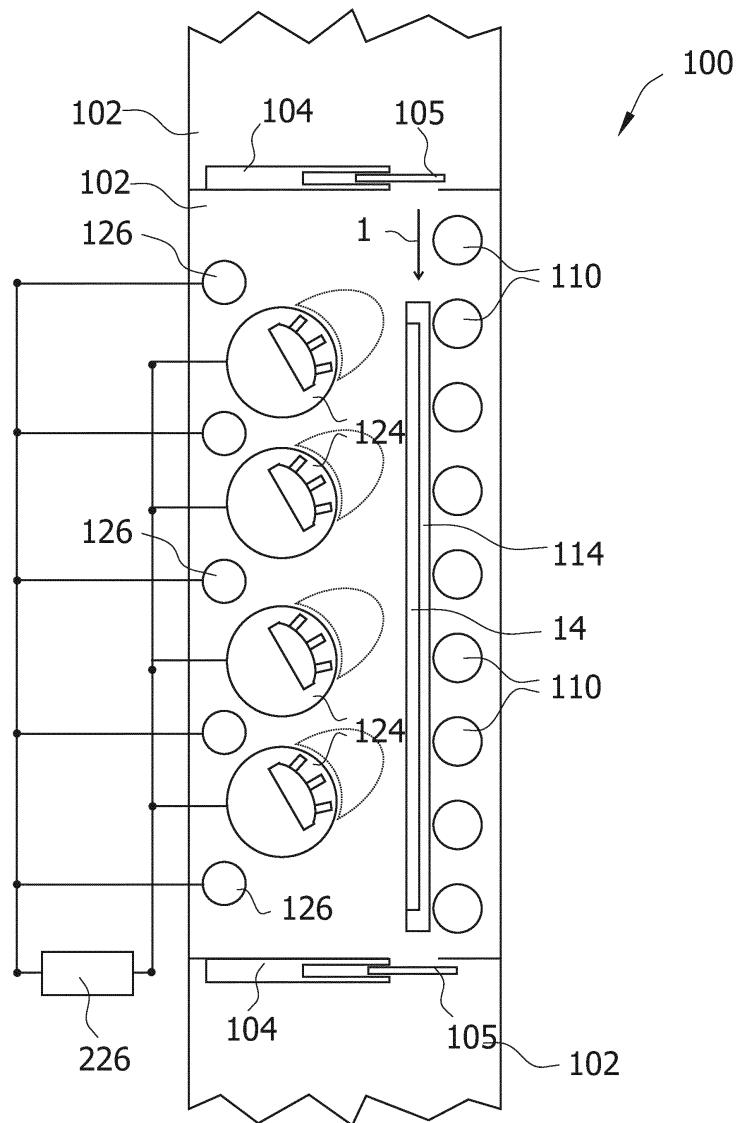
[0054] 전술한 바가 본 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본 발명의 다른 그리고 추가적인 실시예들이 본 발명의 기본적인 범위로부터 벗어나지 않고 고안될 수 있으며, 본 발명의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

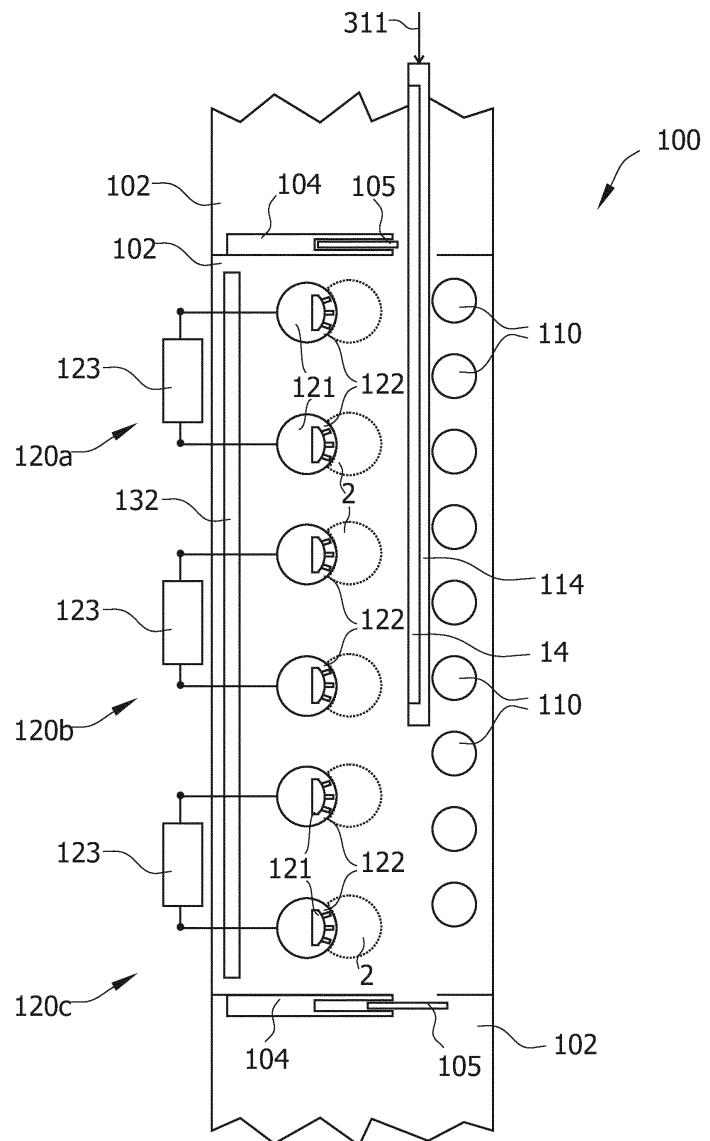
도면1



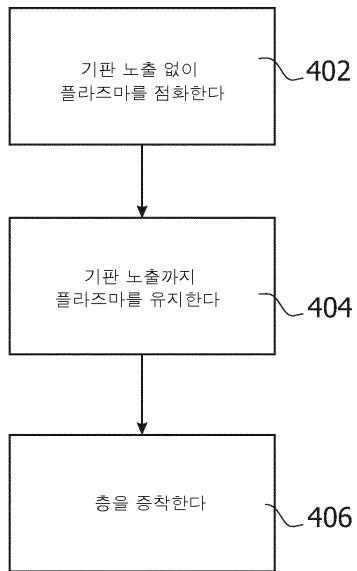
도면2



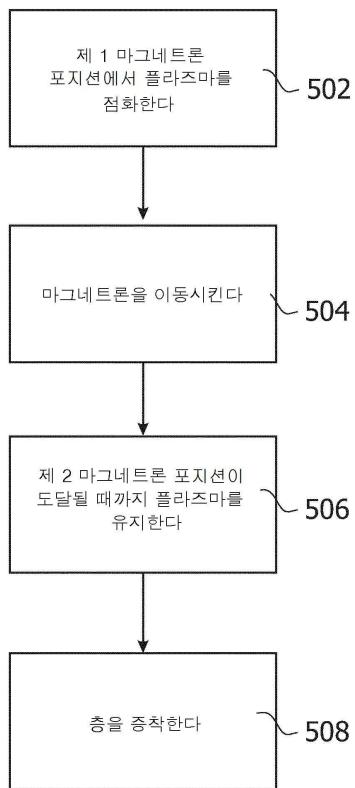
## 도면3



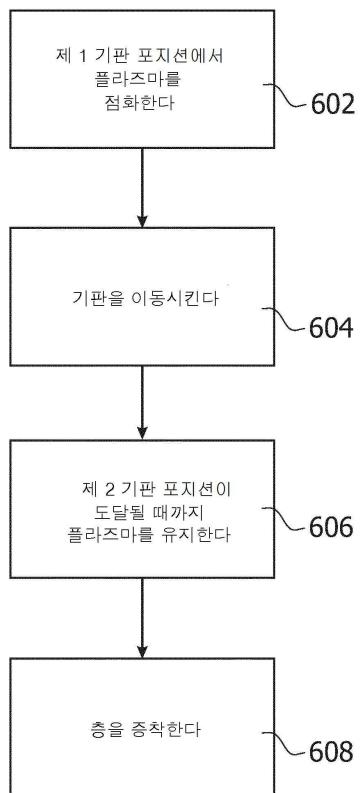
도면4



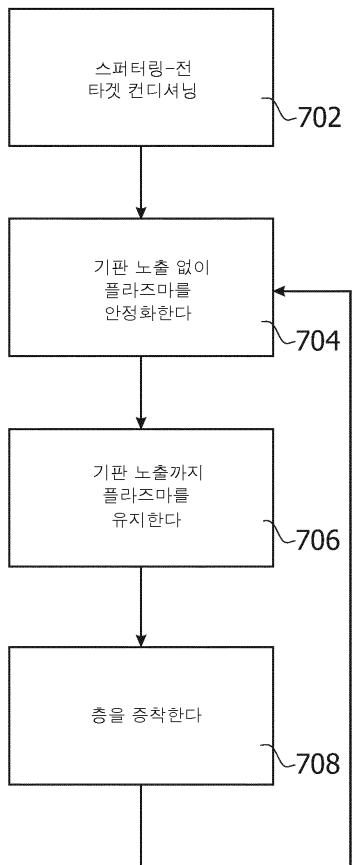
도면5



도면6



도면7



## 도면8

