(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월26일
(11) 등록번호 10-2785672
(24) 등록일자 2025년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/35 (2006.01) *C23C 14/34* (2006.01)
H01J 37/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 14/352 (2013.01)
C23C 14/3407 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7022033
(22) 출원일자(국제) 2021년03월22일
심사청구일자 2022년06월28일
(85) 번역문제출일자 2022년06월28일
(65) 공개번호 10-2022-0106187
(43) 공개일자 2022년07월28일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/011719
(87) 국제공개번호 WO 2022/009484
국제공개일자 2022년01월13일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-117530 2020년07월08일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013506756 A*
JP2019189934 A
JP2019519673 A*
US20110079508 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 아루박
일본 가나가와껭 찌가사끼시 하기소노 2500반찌
(72) 발명자
오리이, 유이치
일본국 2538543 가나가와껭 찌가사끼시 하기소노 2500반찌가부시키가이샤 아루박 내
하코모리, 무네토
일본국 2538543 가나가와껭 찌가사끼시 하기소노 2500반찌가부시키가이샤 아루박 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김명갑

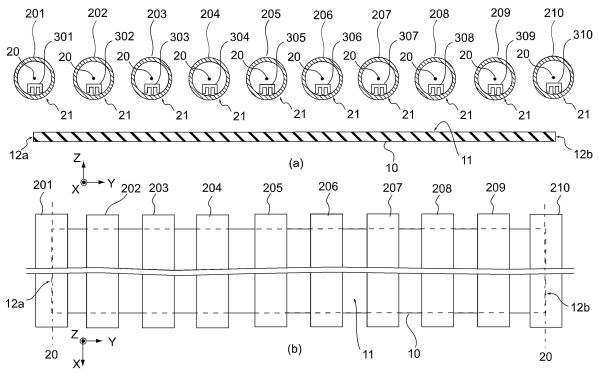
(54) 발명의 명칭 **성막 방법**

(57) 요 약

[과제] 막두께 분포의 균일화를 도모한다. [해결수단] 성막 방법에서는, 중심축과 타겟면을 가지고, 중심축의 주위에 회전 가능한 자석을 내부에 구비한 복수의 로터리 타겟을 적어도 3개 이상 이용하여 기판에 스퍼터링 성막이 실시된다. 복수의 로터리 타겟은, 중심축이 서로 평행하고, 또한 중심축이 기판과 평행해지도록 배치된다.

(뒷면에 계속)

대 표 도



복수의 로터리 타겟에 전력을 투입하면서, 복수의 로터리 타겟의 각각의 자석을, 중심축의 주위에, 기판에 가장 가까운 A점을 가지는 원호 상을 이동시키면서, 기판에 스퍼터링 성막을 실시하고, 복수의 로터리 타겟 내, 적어도 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 자석은, 원호 상에서, A점 보다 기판의 중심으로부터 떨어진 영역에서 성막하는 시간이 A점 보다 기판의 중심에 가까운 영역에서 성막하는 시간 보다 짧다.

(52) CPC특허분류
H01J 37/3417 (2013.01)
H01J 37/3423 (2013.01)
H01J 37/3455 (2013.01)
H01J 37/347 (2013.01)

(72) 발명자
스다, 토모카즈
일본국 2538543 가나가와껭 찌가사끼시 하기소노 2500반찌가부시키가이샤 아루박 내
타카기, 다이
일본국 2538543 가나가와껭 찌가사끼시 하기소노 2500반찌가부시키가이샤 아루박 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

중심축과 타겟면을 가지고, 상기 중심축의 주위에 회전 가능한 자석을 내부에 구비한 복수의 로터리 타겟을 적어도 3개 이상 이용하여 기판에 스퍼터링 성막을 실시하는 성막 방법에 있어서,

상기 복수의 로터리 타겟은, 상기 중심축이 서로 평행하고, 또한 상기 중심축이 상기 기판과 평행해지도록 배치되고,

상기 복수의 로터리 타겟에 전력을 투입하면서, 상기 복수의 로터리 타겟의 각각의 상기 자석을, 상기 중심축의 주위에, 상기 기판에 가장 가까운 A점을 가지는 원호 상을 이동시키면서, 상기 기판에 스퍼터링 성막을 실시하고,

상기 복수의 로터리 타겟 내, 적어도 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟은, 상기 복수의 로터리 타겟이 병설하는 방향에서, 각각의 일부가 상기 기판으로부터 비어져 나오도록 배치되고, 상기 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석은, 상기 원호 상에서, 상기 A점 보다 상기 기판의 중심으로부터 떨어진 영역에서 성막하는 시간이 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에 가까운 영역에서 성막하는 시간 보다 짧고,

상기 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석은, 상기 기판의 측으로부터 상기 기판의 외측으로 이동하는 경우는, 상기 A점을 통과한 후에 속도가 올라가고, 상기 기판의 외측으로부터 상기 기판의 측으로 이동하는 경우는, 상기 A점을 통과하기 전에 속도가 내려가고,

상기 한 쌍의 로터리 타겟의 일방으로부터 세어 상기 복수의 로터리 타겟의 군의 중심을 향하여 N번째의 상기 로터리 타겟의 상기 자석과, 상기 한 쌍의 로터리 타겟의 타방으로부터 세어 상기 복수의 로터리 타겟의 군의 중심을 향하여 N번째의 상기 로터리 타겟의 상기 자석은, 각각의 각도에 대한 각속도의 변화가 상기 자석이 회전 이동하는 범위에서 대칭인

성막 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 A점의 상기 자석의 각도를 0도로 하고, 상기 0도로부터 반시계회전 방향을 부각도, 시계회전 방향을 정각도로 한 경우,

상기 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석은, 20도에서 90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치와, -20도에서 -90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치와의 사이에서 회전 이동하는

성막 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 일방은, 상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에 가까운 영역부터 성막을 개시하고,

상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 타방은, 상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에서 떨어진 영역부터 성막을 개시하는

성막 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석의 이동에 있어서,

상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에서 떨어진 영역을 이동하는 평균의 각속도가 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에 가까운 영역을 이동하는 평균의 각속도 보다 빠른

성막 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석의 이동에 있어서,

상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에서 떨어진 영역을 이동하는 평균의 각속도가 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에 가까운 영역을 이동하는 평균의 각속도 보다 빠른

성막 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 성막 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 대형 디스플레이에서 이용되는 기판에 대한 성막 기술에서는, 막두께(膜厚) 분포에 관해서 높은 균일성이 요구된다. 특히, 성막 방법으로서 스퍼터링법을 채용한 경우, 스퍼터링 입자의 복잡한 공간적 분포에 기인하여, 기판면 내에서의 막두께 분포의 균일화가 어려워지는 경우가 있다.

[0003] 이러한 상황 중에서, 내부에 자석이 설치된 막대상(棒狀)의 로터리 타겟(Rotary target)을 기판에 대향해서 복수 병설(竝設)하여, 각각의 로터리 타겟으로부터 스퍼터링 입자를 기판에 입사시켜, 막두께 분포의 개선을 시도한 예가 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 공표특허 2019-519673호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그렇지만, 요즈음에 있어서의 기판의 한층 더한 대형화에 수반해, 기판의 중앙부와 기판의 단부(端部)에서의 막두께가 보다 불균일해지는 경향이 있다. 기판면 내에서의 막두께의 균일화를 도모하기 위해서, 어떻게 해서 기판면 내에서의 막두께를 보정할 것인지가 중요해지고 있다.

[0006] 이상과 같은 사정을 감안하여, 본 발명의 목적은, 기판면 내에서의 막두께 분포가 보다 균일해지는 성막 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 형태에 따른 성막 방법에서는, 중심축과 타겟면을 가지고, 상기 중심축의 주위에 회전 가능한 자석을 내부에 구비한 복수의 로터리 타겟을 적어도 3개 이상 이용하여 기판에 스퍼터링(Sputtering) 성막이 실시된다.

[0008] 상기 복수의 로터리 타겟은, 상기 중심축이 서로 평행하고, 또한 상기 중심축이 상기 기판과 평행해지도록 배치된다.

[0009] 상기 복수의 로터리 타겟에 전력을 투입하면서, 상기 복수의 로터리 타겟의 각각의 상기 자석을, 상기 중심축의 주위에, 상기 기판에 가장 가까운 A점을 가지는 원호(圓弧) 상(上)을 이동시키면서, 상기 기판에 스퍼터링 성막을 실시하고, 상기 복수의 로터리 타겟 내, 적어도 양단(兩端)에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석은, 상기 원호 상에서, 상기 A점 보다 상기 기판의 중심으로부터 떨어진 영역에서 성막하는 시간이 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에 가까운 영역에서 성막하는 시간 보다 짧다.

[0010] 이러한 성막 방법이면, 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 자석의 이동이 상기한 것처럼 제어되어, 기판면 내에서의 막두께 분포가 보다 균일해진다.

[0011] 상기의 성막 방법에서는, 상기 A점의 상기 자석의 각도를 0도(度)로 하고, 상기 0도로부터 반시계회전 방향을 부각도(負角度), 시계회전 방향을 정각도(正角度)로 한 경우, 상기 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석은, 20도에서 90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치와, -20도에서 -90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치와의 사이에서 회전 이동해도 무방하다.

[0012] 이러한 성막 방법이면, 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 자석의 이동이 상기한 것처럼 제어되어, 기판면 내에서의 막두께 분포가 보다 균일해진다.

[0013] 상기의 성막 방법에서는, 상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 일방은, 상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에서 가까운 영역부터 성막을 개시하고, 상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 타방은, 상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에서 떨어진 영역부터 성막을 개시해도 무방하다.

[0014] 이러한 성막 방법이면, 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 자석의 이동이 상기한 것처럼 제어되어, 기판면 내에서의 막두께 분포가 보다 균일해진다.

[0015] 상기의 성막 방법에서는, 상기 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 상기 자석의 이동에 있어서, 상기 원호 상의 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에서 떨어진 영역을 이동하는 평균의 각속도가, 상기 A점 보다 상기 기판의 중심에 가까운 영역을 이동하는 평균의 각속도 보다 빨라도 무방하다.

[0016] 이러한 성막 방법이면, 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟의 자석의 이동이 상기한 것처럼 제어되어, 기판면 내에서의 막두께 분포가 보다 균일해진다.

발명의 효과

[0017] 이상 설명한 것처럼, 본 발명에 의하면, 기판면 내에서의 막두께 분포가 보다 균일해지는 성막 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0018] [도 1] 본 실시 형태에 따른 성막 방법의 일례를 나타내는 모식도이다.

[도 2] 로터리 타겟의 중심축의 주위에 회전 이동하는 자석의 각도의 정의를 설명하기 위한 도면이다.

[도 3] 자석의 각도에 대한 자석의 이동 속도(각속도)의 일례를 나타내는 그래프도이다.

[도 4] 자석의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례를 나타내는 그래프도이다.

[도 5] 도(a)는, 자석의 각도에 대한 자석의 이동 속도(각속도)의 일례를 나타내는 그래프도이다. 도(b)는, 자석의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례를 나타내는 그래프도이다.

[도 6] 본 실시 형태의 성막 장치의 일례를 나타내는 모식적 평면도이다.

[도 7] 도(a)는, 비교 예에 따른 기판면 내의 막두께 분포를 나타내는 그래프도이다. 도(b)는, 본 실시 형태의 성막 방법으로 성막한 경우의 기판면 내의 막두께 분포의 일례를 나타내는 그래프도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시 형태를 설명한다. 각 도면에는, XYZ축 좌표가 도입되는 경우가 있다. 또한, 동일 부재 또는 동일 기능을 가지는 부재에는 동일한 부호를 붙이는 경우가 있고, 그 부재를 설명한 후에는 적당히 설명을 생략하는 경우가 있다. 또한, 이하에 나타내는 수치는 예시이며, 이 예로 한정되지 않는다.

[0020] 도 1의 (a), (b)는, 본 실시 형태에 따른 성막 방법의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 1의 (a)에는, 복수의 로터리 타겟과 기판과의 배치 관계를 나타내는 모식적인 단면(斷面)이 도시되고, 도 1의 (b)에는, 그 배치 관계를 나타내는 모식적인 평면이 도시되어 있다. 덧붙여, 본 실시 형태에 따른 성막은, 예를 들면, 도 6에 나타내는 성막 장치(400)의 제어 장치(410)에 의해 자동적으로 실시된다.

[0021] 본 실시 형태의 성막 방법에서는, 회전 가능한 원통상(圓筒狀)의 복수의 로터리 타겟의 적어도 3개 이상이 이용되어 기판(10)에 스퍼터링 성막(마그네트론 스퍼터링)이 이루어진다. 도 1의 (a), (b)에는, 예를 들면, 10개의 로터리 타겟(201~210)이 예시되어 있다. 복수의 로터리 타겟의 수는, 이 수로 한정되지 않고, 예를 들면, 기판(10)의 사이즈에 따라 적당히 변경된다.

[0022] 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각은, 중심축(20)과 타겟면(스퍼터링면)(21)을 가진다. 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각은, 중심축(20)의 주위에 회전 가능한 자석을 내부에 구비한다. 예를 들면, 도 1의 (a), (b)의 예에서는, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 순으로, 자석(301~310)이 배치되어 있다. 자석(301~310)은, 소위, 자석 어셈블리이다. 자석(301~310)은, 영구자석과 자기 요크를 가진다.

[0023] 복수의 로터리 타겟(201~210)은, 중심축(20)이 서로 평행하고, 또한 중심축(20)이 기판(10)과 평행해지도록 배치된다. 예를 들면, 복수의 로터리 타겟(201~210)은, 중심축(20)과 교차하는 방향에 타겟면(21)끼리 서로 대향하도록 병설(竝設)된다. 복수의 로터리 타겟(201~210)이 병설된 방향은, 기판(10)의 긴 쪽 방향에 대응하고 있다. 덧붙여, 필요에 따라서, 복수의 로터리 타겟(201~210)이 병설된 방향은, 기판(10)의 짧은 쪽 방향으로 해도 무방하다.

[0024] 기판(10)은, 도시하지 않은 기판 홀더에 지지된다. 기판 홀더의 전위는, 예를 들면, 부유 전위, 접지 전위 등으로 한다. 복수의 로터리 타겟(201~210)은, 복수의 로터리 타겟(201~210)이 정렬하는 방향이 기판(10)의 긴 쪽 방향에 평행해지도록 배치된다. 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각의 타겟면(21)은, 기판(10)의 성막면(11)에 대향하고 있다.

[0025] 덧붙여, 도 1의 (a), (b)에서는, 복수의 로터리 타겟(201~210)이 병설(竝設)된 방향이 Y축방향에 대응하고, 기판(10)으로부터 복수의 로터리 타겟(201~210)을 향하는 방향이 Z축에 대응하고, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각이 연재(延在)하는 방향이 X축에 대응하고 있다.

[0026] 또한, Y축방향에서, 복수의 로터리 타겟(201~210)군(群)의 양단에는, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)이 배치된다. 예를 들면, Z축방향에서 복수의 로터리 타겟(201~210)과 기판(10)을 본 경우, Y축방향에서, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)이 기판(10)으로부터 비어져 나오도록 배치된다. 예를 들면, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 각각의 적어도 일부와, 기판(10)이 겹치도록, 복수의 로터리 타겟(201~210)과 기판(10)이 배치된다.

[0027] 구체적으로는, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 각각의 중심축(20)과, 기판(10)이 겹치도록, 복수의 로터리 타겟(201~210)과 기판(10)이 배치된다. 예를 들면, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 각각의 중심축(20)이 기판(10)의 내측에 위치하도록, 복수의 로터리 타겟(201~210)이 배치된다.

[0028] 도 1의 (a), (b)의 예에서는, Z축방향에서, 로터리 타겟(201)의 중심축(20)과, 기판(10)의 Y축방향에서의 단부(12a)가 중복되어 있다. 또한, 로터리 타겟(210)의 중심축(20)과, 기판(10)의 Y축방향에서의 단부(12b)가 중복되어 있다.

[0029] 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)과 기판(10)의 단부(12a, 12b)를 이와 같이 배치함으로써, 양단에 배치된 로터리 타겟(201, 210)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자가 기판(10)의 외측을 불필요하게 통과하지 않고, 기판(10)의 단부(12a, 12b) 부근에 지향(指向)된다. 이에 따라, 기판(10)의 단부(12a, 12b) 부근의 막두께가 확실히 보정된다. 덧붙여, 실시 형태에서는, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210) 중, 로터리 타겟(201)을 일방의 로터리 타겟, 로터리 타겟(210)을 타방의 로터리 타겟으로 호칭하는 경우가 있다.

[0030] 또한, Y축방향에서, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 피치는, 대략 균등하게 설정된다. 또한, 스퍼터링 성막 중에 있어서의, 복수의 로터리 타겟(201~210)과 기판(10)과의 상대 거리는, 고정 거리가 된다.

[0031] 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각의 외경(外徑)은, 100㎜ 이상 200㎜ 이하이다. Y축방향에서의 복수의 로터리 타겟(201~210)의 피치는, 200㎜ 이상 300㎜ 이하이다. 기판(10)의 사이즈는, Y축방향이 700㎜ 이상 4000㎜ 이하, X축방향이 700㎜ 이상 4000㎜ 이하이다.

[0032] 복수의 로터리 타겟(201~210)의 재료는, 예를 들면, 알루미늄 등의 금속, In-Sn-O계, In-Ga-Zn-O계의 산화물 등

이다. 기판(10)의 재료는, 예를 들면, 유리, 유기수지 등이다.

[0033] 본 실시 형태에서는, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각에 방전 전력이 투입되어, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각의 자석이 중심축(20)의 주위에 원호 상을 회전 이동하면서 기판(10)에 스퍼터링 성막이 실시된다.

[0034] 특히, 스퍼터링 성막에서는 기판(10)의 사이즈가 대형이 될수록, 기판(10)의 단부(12a, 12b) 부근에 형성되는 막의 두께와, 기판(10)의 중앙부에 형성되는 막의 두께와의 차가 커지는 경향이 있다. 여기서, 기판(10)의 중앙부는, 로터리 타겟(202~209)이 대향하는 기판(10)의 영역이라고 한다.

[0035] 본 실시 형태에서는, 일군(一群)의 로터리 타겟(201~210)의 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)과, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 사이에 배치된 로터리 타겟(202~209)의 자석의 회전 이동과의 양상(樣相)을 변경함으로써, 기판(10)의 면 내에서의 막두께 분포를 보다 균일하게 제어한다.

[0036] 복수의 로터리 타겟(201~210)의 자석의 회전 이동은, 360도 이하의 회전각에서의 시점부터 종점까지의 1회의 회전 이동이어도 무방하고, 360도 이하의 회전각에서의 적어도 1회의 요동(搖動)이어도 무방하다. 덧붙여, 본 실시 형태의 요동 동작에서는, 자석이 반환(折返)할 때에 반환 위치에서는 자석이 정지하지 않고, 연속적인 반환 이동을 한다.

[0037] 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각에는, 각각의 로터리 타겟의 소모를 대략 균등하게 하기 위해, 동일한 전력이 투입된다. 투입 전력은, 직류 전력이어도 좋고, RF대, VHF대 등의 교류 전력이어도 무방하다. 또한, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각은, 시계회전 또는 반시계회전으로 회전한다. 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각은, 예를 들면, 동일한 회전 수로 5rpm 이상 30rpm 이하로 설정된다.

[0038] 이하, 자석(301~310)의 회전 동작의 구체 예에 대해 설명한다. 먼저, 복수의 로터리 타겟(201~210) 중, 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 자석(301, 310)의 회전 동작의 구체 예에 대해 설명한다.

[0039] 도 2는, 로터리 타겟의 중심축 주위에 회전 이동하는 자석의 각도의 정의를 설명하기 위한 도면이다. 도 2에서는, 일례로서, 복수의 로터리 타겟(201~210) 중, 로터리 타겟(201)이 예시된다. 자석의 각도, 정각도, 부각도, 및 A점(후술)의 정의에 대해서는, 로터리 타겟(201) 이외의 로터리 타겟(202~210)에 대해서도, 로터리 타겟(201)과 마찬가지의 정의가 이루어진다.

[0040] 본 실시 형태에서는, 자석(301)의 각도에 대해서, 자석(301)의 중심과 기판(10)과의 거리가 최단(最短)이 될 때의 자석(301)의 각도가 0도가 된다. 예를 들면, 중심축(20)으로부터 기판(10)의 성막면(11)에 수직선(垂線)을 그었을 경우, 이 수직선과 자석(301)의 중심(30)이 일치한 위치가, 자석(301)의 각도 0도에 상당한다. 자석(301)이 중심축(20)을 회전 이동할 때, 그 중심(30)은, 원호의 궤도를 그린다. 각도가 0도일 때, 자석(301)은 기판(10)에 가장 가까워지고, 이때의 원호 상의 점을 A점으로 한다. 또한, 자석(301)의 각도의 정부(正負)에 대해서는, 0도로부터 시계회전 방향을 정각도(+Θ), 반시계회전 방향을 부각도(-Θ)로 한다. 덧붙여, 자석(301)의 위치는, 어느 각도에서의 중심(30)의 각도 위치라고 한다.

[0041] 로터리 타겟(201)의 중심축(20)의 주위에 자석(301)을 회전 이동시킴으로써, 마그네트론 방전 시에서는, 자석(301)이 대향하는 타겟면(21) 부근에 플라스마를 집중시킬 수 있다. 환언하면, 자석(301)이 대향하는 타겟면(21)으로부터 우선적으로 스퍼터링 입자를 방출할 수 있다. 이에 따라, 자석(301)의 각도에 따라, 스퍼터링 입자가 타겟면(21)으로부터 방출되는 지향을 제어할 수 있다. 게다가, 기판(10)을 복수의 로터리 타겟(201~210)에 대향 배치시킨 후에 있어서, 자석(301)의 이동 각도의 범위를 변경함으로써, 스퍼터링 입자가 기판(10)을 향하는 지향을 사후적으로 변경할 수 있다.

[0042] 도 3의 (a), (b)는, 자석의 각도에 대한 자석의 이동 속도(각속도)의 일례를 나타내는 그래프도이다. 도 3의 (a)에는, 자석(301)의 각도에 대한 자석의 이동 속도의 일례가 도시되어 있다. 도 3의 (b)에는, 자석(310)의 각도에 대한 자석의 이동 속도의 일례가 도시되어 있다. 또한, 도 3의 (a), (b)에 예시되는 자석(301, 310)의 회전 이동은, 시점부터 종점까지의 1회의 회전 이동인 것으로 한다. 도 3의 (a), (b)에서는, 일례로서, 시계회전 방향으로 자석(301, 310)을 회전 이동시키면서 스퍼터링 성막이 실시된다.

[0043] 본 실시 형태에서는, 기판(10)에 스퍼터링 성막을 실시할 때에, 복수의 로터리 타겟(201~210) 중, 양단에 배치된 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 자석(301, 310)에 대해서는, 다음과 같은 회전 이동의 제어를 실시한다.

[0044] 예를 들면, 자석(301, 310)에 대해서, 원호 상에서 자석(301, 310)의 각속도를 변화시킴으로써, A점 보다 기판(10)의 중심으로부터 떨어진 영역에서 성막하는 시간이, A점 보다 기판(10)의 중심에 가까운 영역에서 성막하는

시간 보다 짧아지도록 회전 이동시킨다. 로터리 타겟(201)은, 원호 상의 A점 보다 기판(10)의 중심에 가까운 영역부터 성막을 개시하고, 로터리 타겟(210)은, 원호 상의 A점 보다 기판(10)의 중심에서 떨어진 영역부터 성막을 개시한다.

[0045] 예를 들면, 도 3의 (a)에 도시한 것처럼, 자석(301)은, 각도가 -60도～+60도의 범위에서 회전 이동한다. 여기서, 각도 -60도에서의 위치가 자석(301)의 회전 이동의 시점(始点)이며, 각도 +60도에서의 위치가 자석(301)의 회전 이동의 종점(終点)이다. 자석(301)이 시점에 위치했을 때에, 로터리 타겟(201)에 방전 전력이 투입된다. 방전 전력의 투입은, 다른 로터리 타겟(202~210)에서도 시점에서 투입된다. 즉, 시점에서 플라스마가 착화(着火)한다.

[0046] 이 회전각(120도)의 범위에서, 시점 위치에서의 각속도가 대략 0.2 deg./sec인 것에 대하여, 종점 위치에서의 각속도가 120 deg./sec로 설정된다. 예를 들면, 시점 위치에서 25도까지의 범위의 각속도가 0.2 deg./sec 내지 0.2 deg./sec 부근인 것에 대하여, 25도에서 종점 위치까지의 범위의 각속도가 120 deg./sec로 설정된다.

[0047] 자석(301)에 대해서는, 그 회전 이동에서, 원호 상의 A점 보다 기판(10)의 중심에서 떨어진 영역을 이동하는 평균의 각속도가, A점 보다 기판(10)의 중심에 가까운 영역을 이동하는 평균의 각속도 보다 빨라지도록 회전 이동시킨다.

[0048] 예를 들면, 도 3의 (a)에 도시한 것처럼, 자석(301)이 시점 위치에서 A점 위치까지 회전 이동하는 범위에서는, 각속도의 평균값이 저속도(低速度)인 것에 대하여, 자석(301)이 A점 위치에서 종점 위치까지 회전 이동하는 범위에서는, 각속도의 평균값이 고속도(高速度)로 설정된다.

[0049] 또한, 도 3의 (b)에 도시한 것처럼, 자석(310)에 대해서는, 각도가 -60도～60도의 범위에서 회전 이동한다. 여기서, 각도 -60도에서의 위치가 자석(310)의 회전 이동의 시점이며, 각도 +60도에서의 위치가 자석(310)의 회전 이동의 종점이다. 자석(310)이 시점에 위치했을 때에, 로터리 타겟(210)에 방전 전력이 투입된다.

[0050] 이 회전각(120도)의 범위에서, 자석(310)의 시점 위치에서의 각속도가 120 deg./sec인 것에 대하여, 자석(310)의 종점 위치에서의 각속도가 대략 0.2 deg./sec로 설정된다. 예를 들면, 시점 위치에서 -25도까지의 범위의 각속도가 120 deg./sec인 것에 대하여, -25도에서 종점 위치까지의 범위의 각속도가 0.2 deg./sec 내지 0.2 deg./sec 부근으로 설정된다.

[0051] 자석(310)에 있어서는, 그 회전 이동에서, 원호 상의 A점 보다 기판(10)의 중심에서 떨어진 영역을 이동하는 평균의 각속도가, A점 보다 기판(10)의 중심에 가까운 영역을 이동하는 평균의 각속도 보다 빨라지도록 회전 이동시킨다.

[0052] 예를 들면, 자석(310)이 시점 위치에서 A점 위치까지 회전 이동하는 범위에서는, 각속도의 평균값이 고속도인 것에 대하여, 자석(310)이 A점 위치에서 종점 위치까지 회전 이동하는 범위에서는, 각속도의 평균값이 저속도로 설정된다.

[0053] 이와 같이, 로터리 타겟(201)의 자석(301)에서의 각도에 대한 각속도의 변화(도 3의 (a))와, 로터리 타겟(210)의 자석(310)에서의 각도에 대한 각속도의 변화(도 3의 (b))가 자석이 회전 이동하는 범위(-60도～+60도)에서 대칭이 되도록, 자석(301, 310)의 각각의 각속도가 설정된다.

[0054] 또한, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)에서, 로터리 타겟(201)의 자석(301)과, 로터리 타겟(210)의 자석(310)이 동일한 회전 방향으로 회전 이동한다. 회전의 방향은, 이 예로 한정되지 않으며, 자석(301, 310)이 회전 이동하는 방향이 서로 반대(逆)여도 무방하다.

[0055] 도 4의 (a), (b)는, 자석의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례를 나타내는 그래프도이다. 도 4의 (a)에는, 자석(301)의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례가 도시되고, 도 4의 (b)에는, 자석(310)의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례가 도시되어 있다.

[0056] 여기서, 방전 시간의 비율은, 소정 각도의 위치에서의 자석의 체재(滯在) 시간의 비율에 상당한다. 즉, 방전 시간의 비율이 높을수록, 그 각도 위치에서의 자석의 이동 시간이 긴 것을 의미한다. 환언하면, 방전 시간의 비율은, 자석과 대향하는 타겟면(21) 부근에 집중되는 방전 플라스마의 체재 시간의 비율에 상당하고, 방전 시간의 비율이 높을수록, 타겟면(21)으로부터의 스퍼터링 입자의 방출량이 많아진다.

[0057] 도 4의 (a)에 도시한 것처럼, 자석(301)의 회전 이동에 의해서, -60도에서 +25도까지의 어느 하나의 위치에서의 방전 시간 비율이 3%에서 10%의 범위인 것에 대하여, +25도에서 +60도까지의 어느 하나의 위치에서의 방전 시간

비율은, 대략 0%로 제어된다.

[0058] 이에 따라, 로터리 타겟(201)의 타겟면(21) 부근에는, 자석(301)이 +25도에서 +60도의 위치까지 위치할 때보다, 자석(301)이 -60도에서 +25도의 위치까지 위치할 때가 길게 방전 플라스마가 체재한다. 이 결과, 로터리 타겟(201)의 타겟면(21)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자는, 기판(10)의 단부(12a)보다 외측 보다도, 단부(12a)에서 기판(10)의 내측을 향하는 영역에 우선적으로 지향한다.

[0059] 한편, 도 4의 (b)에 도시한 것처럼, 자석(310)의 회전 이동에 의해서, -60도에서 -25도의 위치까지의 어느 하나의 위치에서의 방전 시간 비율이 대략 0%인 것에 대하여, -25도에서 +60도까지의 어느 하나의 위치에서의 방전 시간 비율은, 3%에서 10%의 범위로 제어된다.

[0060] 이에 따라, 로터리 타겟(210)의 타겟면(21) 부근에는, 자석(310)이 -60도에서 -25도의 위치까지 위치할 때보다, 자석(310)이 -25도에서 +60도의 위치까지 위치할 때가 길게 방전 플라스마가 체재한다. 이 결과, 로터리 타겟(210)의 타겟면(21)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자는, 기판(10)의 단부(12b)보다 외측 보다도, 단부(12b)에서 기판(10)의 내측을 향하는 영역에 우선적으로 지향한다.

[0061] 덧붙여, 도 3의 (a), (b) 및 도 4의 (a), (b)에서 도시된 예는, 일례이며, 자석(301, 310)의 각각이 회전 이동하는 회전각은, 도 3의 (a), (b) 및 도 4의 (a), (b)의 예로 한정되지 않는다.

[0062] 예를 들면, 한 쌍의 로터리 타겟(201, 210)의 자석(301, 310)은, 20도에서 90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치와, -20도에서 -90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치와의 사이에서 회전 이동해도 무방하다.

[0063] 예를 들면, 로터리 타겟(201)의 자석(301)의 회전 이동의 시점이 -20도에서 -90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치이며, 회전 이동의 종점이 +20도에서 +90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치인 경우, 로터리 타겟(210)의 자석(310)의 회전 이동의 시점은, -20도에서 -90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치이며, 회전 이동의 종점이 +20도에서 +90도까지의 범위 중 어느 하나의 각도에서의 위치라고 해도 무방하다.

[0064] 다음에, 나머지의 로터리 타겟(202~209)의 자석의 회전 동작의 구체 예에 대해 설명한다.

[0065] 도 5의 (a)는, 자석의 각도에 대한 자석의 이동 속도(각속도)의 일례를 나타내는 그래프도이다. 도 5의 (b)는, 자석의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례를 나타내는 그래프도이다. 도 5의 (a)에는, 자석(302~309)의 각도에 대한 자석의 이동 속도의 일례가 도시되고, 도 5의 (b)에는, 자석(302~309)의 각도에 대한 방전 시간의 비율의 일례가 도시되어 있다.

[0066] 자석(302~309)에 대해서는, 자석(301, 310)의 회전 이동과는 양상이 상이하도록 회전 이동의 제어가 실시된다. 자석(302~309)에 있어서는, 자석(302~309)이 회전 이동하는 회전각의 범위에서, 회전 이동의 도중에서의 각속도가 가장 빨라지도록 회전 이동한다.

[0067] 예를 들면, 도 5의 (a)에 도시한 것처럼, 자석(302~309)의 각속도는, 각도가 0도(A점) 부근에서 각속도가 가장 빨라지고 있다. 여기서, 각도 -60도에서의 위치가 자석(302~309)의 회전 이동의 시점이며, 각도 +60도에서의 위치가 자석(302~309)의 회전 이동의 종점이다. 또한, 자석(302~309)에서의 시점 및 종점에서의 각속도는, 자석(301)의 종점의 각속도 및 자석(310)의 시점에서의 각속도 보다 낮게 설정된다. 자석(302~309)의 각각이 시점에 위치했을 때에, 로터리 타겟(202~209)에 방전 전력이 투입된다.

[0068] 즉, 자석(302~309)에 있어서는, 시점 부근에서의 각속도는 비교적 늦고, 회전 이동 범위의 도중, 예를 들면, 0도(A점)에서 각속도가 비교적 높아지고, 종점 부근에서 다시 각속도가 비교적 늦어지는 제어가 이루어진다. 로터리 타겟(202~209)의 각각의 자석은, 예를 들면, 동일한 회전 방향으로 회전 이동한다.

[0069] 이에 따라, 도 5의 (b)에 도시한 것처럼, 로터리 타겟(202~209)에서는, 각도가 0도 부근에서의 방전 시간 비율이 0%에 가까워지는데 대하여, 시점 부근 및 종점 부근에서의 방전 시간 비율이 0도 부근에서의 방전 시간 비율에 비해서 높게 제어된다.

[0070] 이에 따라, 로터리 타겟(202~209)의 타겟면(21) 부근에는, 자석(302~309)의 각각의 각도가 0도 부근에 위치할 때보다, 시점 부근 및 종점 부근에 위치할 때가 길게 방전 플라스마가 체재한다. 이 결과, 로터리 타겟(202~209)의 타겟면(21)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자는, 시점부터 종점까지의 범위에서 광각(廣角)에 지향한다.

[0071] 이 결과, 기판(10) 상에서는, 로터리 타겟(202~209)의 각각으로부터 방출되는 스퍼터링 입자가 중합(重合)함으로써, 로터리 타겟(202~209)이 대향하는 기판(10)의 중앙부에서, 대략 균일한 두께의 막이 형성된다.

[0072] 덧붙여, 도 5의 (a), (b)에서 도시된 예는, 일례이며, 자석(302~309)의 각각이 회전 이동하는 회전각은, 도 5의 (a), (b)의 예로 한정되지 않는다.

[0073] 예를 들면, 로터리 타겟(201)부터 카운트해서 복수의 로터리 타겟(201~210)군의 중심을 향해 N번째의 로터리 타겟의 자석과, 로터리 타겟(210)부터 카운트해서 복수의 로터리 타겟(201~210)군의 중심을 향해 N번째의 로터리 타겟의 자석에 대해서는, 각각의 각도에 대한 각속도의 변화가 자석이 회전 이동하는 범위에서 대칭이 되도록 제어해도 무방하다.

[0074] 예를 들면, 로터리 타겟(202)의 자석(302)과, 로터리 타겟(209)의 자석(309)에 대해서는, 각각의 각도에 대한 각속도의 변화가 자석이 회전 이동하는 범위에서 대칭이 되도록 제어해도 무방하다. 로터리 타겟(203)의 자석(303)과, 로터리 타겟(208)의 자석(308)에 대해서는, 각각의 각도에 대한 각속도의 변화가 자석이 회전 이동하는 범위에서 대칭이 되도록 제어해도 무방하다. 로터리 타겟(204)의 자석(304)과, 로터리 타겟(207)의 자석(307)에 대해서는, 각각의 각도에 대한 각속도의 변화가 자석이 회전 이동하는 범위에서 대칭이 되도록 제어해도 무방하다. 로터리 타겟(205)의 자석(305)과, 로터리 타겟(206)의 자석(306)에 대해서는, 각각의 각도에 대한 각속도의 변화가 자석이 회전 이동하는 범위에서 대칭이 되도록 제어해도 무방하다.

[0075] 이와 같은 대칭인 제어를 함으로써, 기판(10)의 중앙부에서는, 보다 균일한 두께의 막이 형성된다.

[0076] 덧붙여, 스퍼터링 성막 중에 있어서는, 마그네트론 방전의 안정성을 확보하기 위해, 서로 이웃하는 로터리 타겟 간에 자석이 접근 또는 대향하지 않는 것이 바람직하다. 이 때문에, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각의 자석은, 성막 중, 동일한 회전 방향으로 회전 이동하는 것이 바람직하다.

[0077] 이러한 수법에 의하면, 기판(10)의 단부(12a, 12b) 부근에 형성되는 막의 두께가 보정되어, 기판(10)의 중앙부에 형성되는 막의 두께와, 기판(10)의 단부(12a, 12b) 부근에 형성되는 막의 두께가 대략 균일해지도록 조정된다.

[0078] 도 6은, 본 실시 형태의 성막 장치의 일례를 나타내는 모식적 평면도이다. 도 6에는, 성막 장치(400)를 상방에서 본 경우의 평면도가 모식적으로 그려져 있다. 성막 장치(400)에는, 적어도 3개 이상의 로터리 타겟이 배치된다.

[0079] 성막 장치(400)로서, 마그네트론 스퍼터링 성막 장치가 예시된다. 성막 장치(400)는, 진공 용기(401)와, 복수의 로터리 타겟(201~210)과, 전원(403)과, 기판 홀더(404)와, 압력계(405)와, 가스 공급계(406)와, 가스 유량계(407)와, 배기계(排氣系)(408)와, 제어 장치(410)를 구비한다. 기판 홀더(404)에는, 기판(10)이 지지되어 있다.

[0080] 진공 용기(401)는, 배기계(408)에 의해 감압(減壓) 분위기를 유지한다. 진공 용기(401)는, 복수의 로터리 타겟(201~210), 기판 홀더(404), 및 기판(10) 등을 수용한다. 진공 용기(401)에는, 진공 용기(401) 내의 압력을 계측하는 압력계(405)가 장착된다. 또한, 진공 용기(401)에는, 방전 가스(예를 들면, Ar, 산소)를 공급하는 가스 공급계(406)가 장착된다. 진공 용기(401) 내에 공급되는 가스 유량은, 가스 유량계(407)에서 조정된다.

[0081] 복수의 로터리 타겟(201~210)은, 성막 장치(400)의 성막원이다. 예를 들면, 복수의 로터리 타겟(201~210)이 진공 용기(401) 내에 형성되는 플라스마에 의해 스퍼터링되면, 스퍼터링 입자가 복수의 로터리 타겟(201~210)으로부터 기판(10)을 향해서 출사된다.

[0082] 전원(403)은, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각에 투입되는 방전 전력을 제어한다. 전원(403)은, DC 전원이어도 좋고, RF, VHF 등의 고주파 전원이어도 무방하다. 복수의 로터리 타겟(201~210)에 전원(403)으로부터 방전 전력이 공급되면, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 타겟면(21)의 근방에 플라스마가 형성된다.

[0083] 제어 장치(410)는, 전원(403)이 출력하는 전력, 가스 유량계(407)의 열림정도(開度) 등을 제어한다. 압력계(405)에서 계측된 압력은, 제어 장치(410)에 보내진다.

[0084] 제어 장치(410)는, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각의 자석을 중심축(20)의 주위에 회전 이동시키면서, 기판(10)에 스퍼터링 성막을 실시하는 제어를 한다. 예를 들면, 제어 장치(410)는, 도 1의 (a)~도 5의 (b)를 이용해 설명된, 자석(301~310)의 회전 이동의 제어, 복수의 로터리 타겟(201~210)의 각각으로의 전력 공급을 제어한다.

[0085] 도 7의 (a)는, 비교 예에 따른 기판면 내의 막두께 분포를 나타내는 그래프도이다. 도 7의 (b)는, 본 실시 형태의 성막 방법으로 성막한 경우의 기판면 내의 막두께 분포의 일례를 나타내는 그래프도이다. 파선은, 개개의 로터리 타겟(201~210)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자가 기판(10)에 퇴적한 경우의 막두께 분포를 나타낸다. 실선은, 개개의 로터리 타겟(201~210)에 의해 형성된 막두께 분포가 합성된 막두께 분포를 나타낸다. 가로축의 폭방향은, 복수의 로터리 타겟(201~210)이 병설(竝設)된 방향에 대응한다. 세로축은, 막두께이다.

[0086] 도 7의 (a)에 나타내는 비교 예에서는, 개개의 로터리 타겟(201~210)의 자석(301~310)의 위치가 0도에 고정된 경우의 막두께 분포가 도시되어 있다. 이 경우, 개개의 로터리 타겟(201~210)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자의 방출 각도 분포는, 소위, 코사인 법칙(cosine law)에 따른다. 이에 따라, 개개의 로터리 타겟(201~210)에 의한 막두께 분포는, 막두께 분포의 중심선을 기준으로 대칭이 된 분포를 나타낸다(파선). 또한, 개개의 막두께 분포는, 동일한 분포를 나타내고 있다.

[0087] 이들 개개의 막두께 분포를 중합한 막두께 분포(실선)는, 산(山)과 곡(谷)이 현저히 나타나, 막두께의 기판면 내 분포가 불균일해지는 것(vary)을 알 수 있다.

[0088] 이에 대하여, 도 7의 (b)에 나타내는 본 실시 형태에서는, 로터리 타겟(201, 210)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자의 방출 각도 분포가, 비교 예에 비해서 기판(10)의 중심측에 치우치고, 스퍼터링 입자의 방출 각도가 기판(10)의 중심측에 지향한다. 이에 따라, 로터리 타겟(201, 210)에 의한 막두께 분포는, 막두께 분포의 중심선을 기준으로 비대칭이 되어, 기판(10)의 중심측에 분포가 치우쳐 있다. 또한, 로터리 타겟(201, 210)에 의한 막두께 분포의 피크는, 로터리 타겟(202~209)에 의한 막두께 분포의 피크 보다 높다.

[0089] 게다가, 로터리 타겟(201, 210)으로부터 방출되는 스퍼터링 입자의 방출 각도 분포는, 비교 예에 비해서 광각에 지향한다. 이에 따라, 로터리 타겟(202~209)에 의한 막두께 분포는, 비교 예에 비해서 기판(10)의 양단을 향해 퍼진 양상을 나타낸다.

[0090] 따라서, 이들 개개의 막두께 분포를 중합한 막두께 분포(실선)는, 비교 예에 비해서 평탄해지고, 막두께의 기판면 내 분포가 보다 균일해지는 것을 알 수 있다.

[0091] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해 설명했지만, 본 발명은 상술의 실시 형태에만 한정되는 것이 아니라, 다양한 변경을 더할 수 있음은 물론이다. 각 실시 형태는, 독립된 형태에 한정되지 않고, 기술적으로 가능한 한 복합할 수 있다.

부호의 설명

[0092] 10 … 기판

11 … 성막면

12a, 12b … 단부

20 … 중심축

21 … 타겟면

201~210 … 로터리 타겟

301~310 … 자석

400 … 성막 장치

401 … 진공 용기

403 … 전원

404 … 기판 홀더

405 … 압력계

406 … 가스 공급계

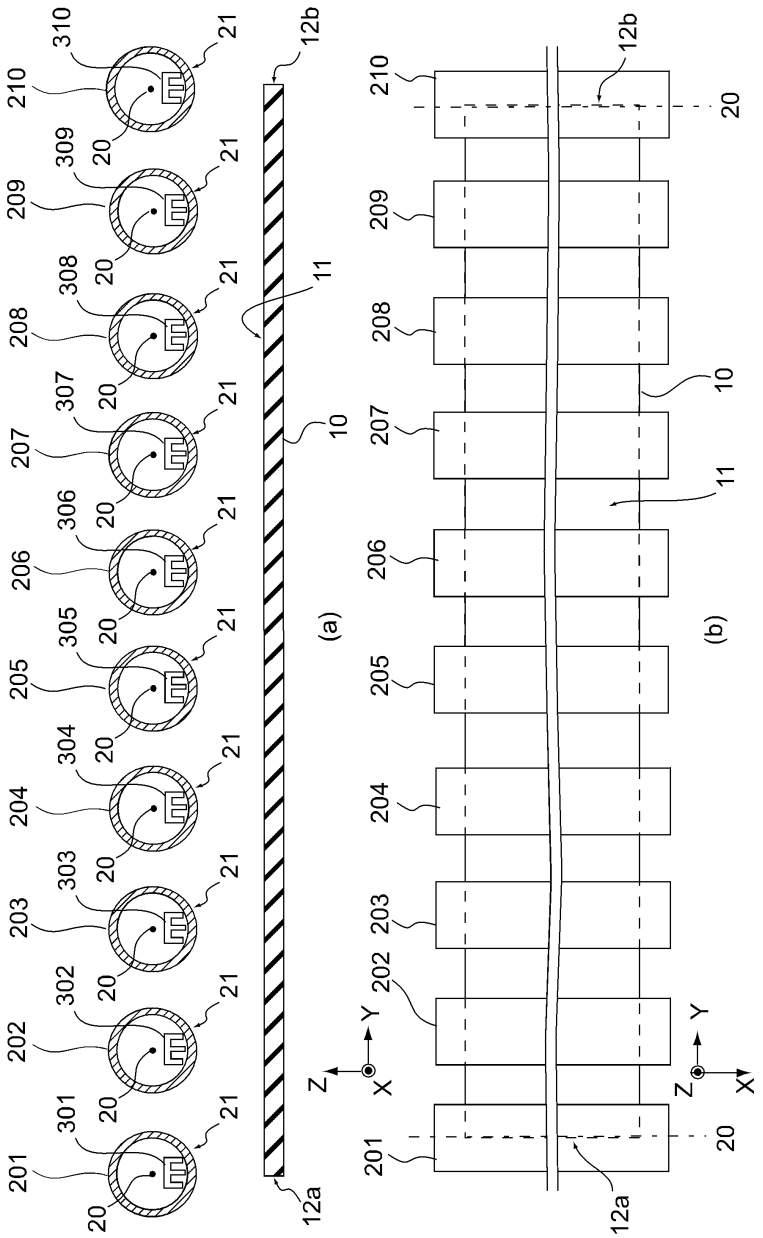
407 … 가스 유량계

408 … 배기계

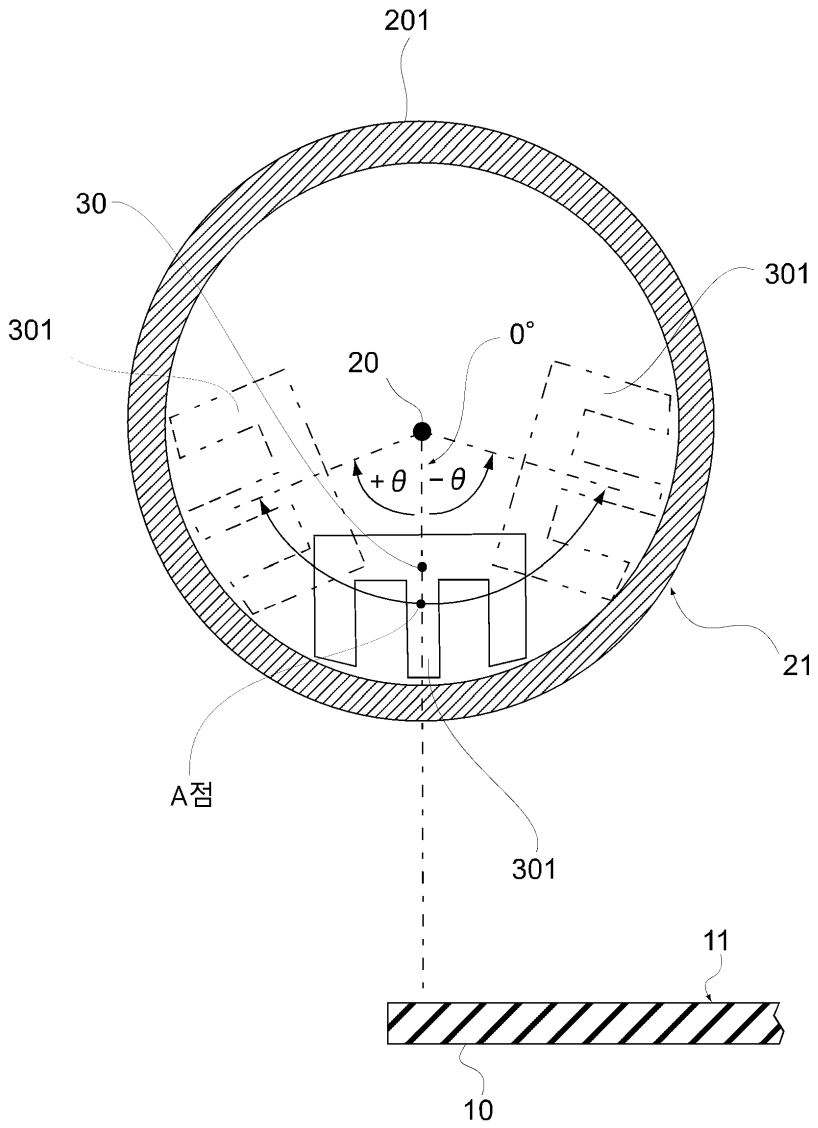
410 … 제어 장치

도면

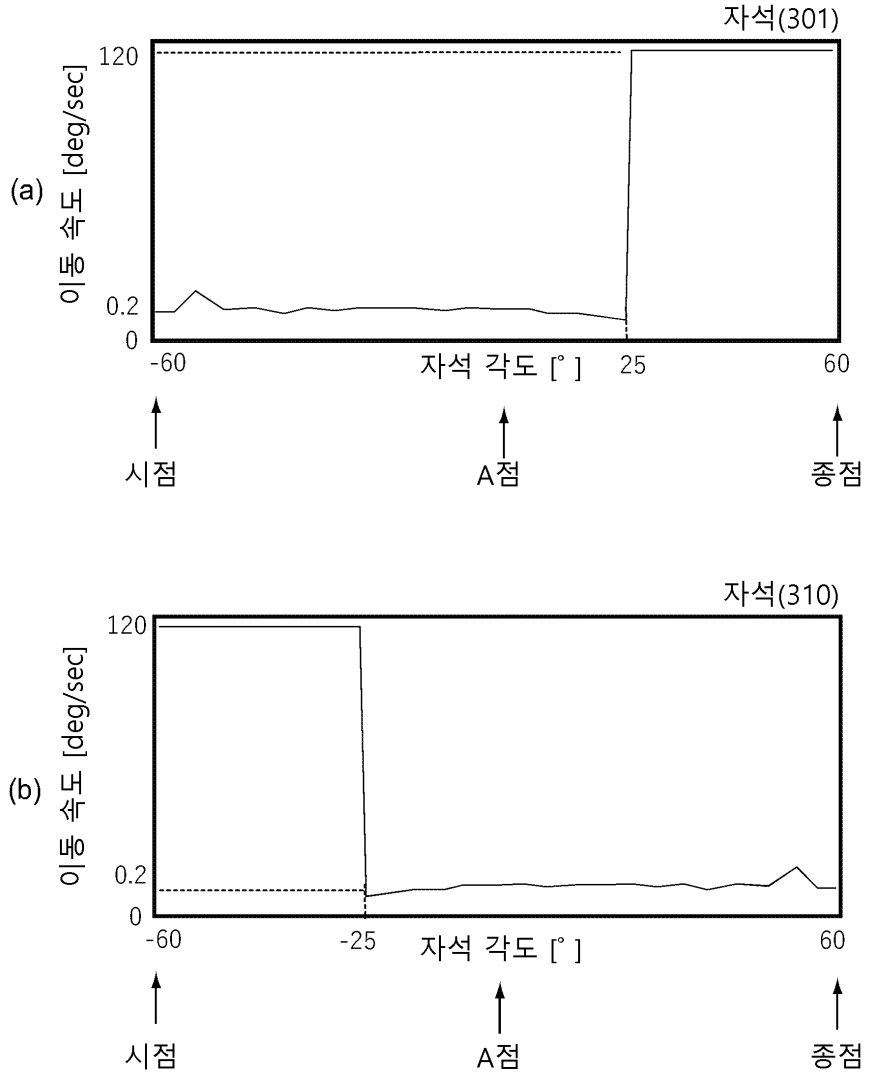
도면1



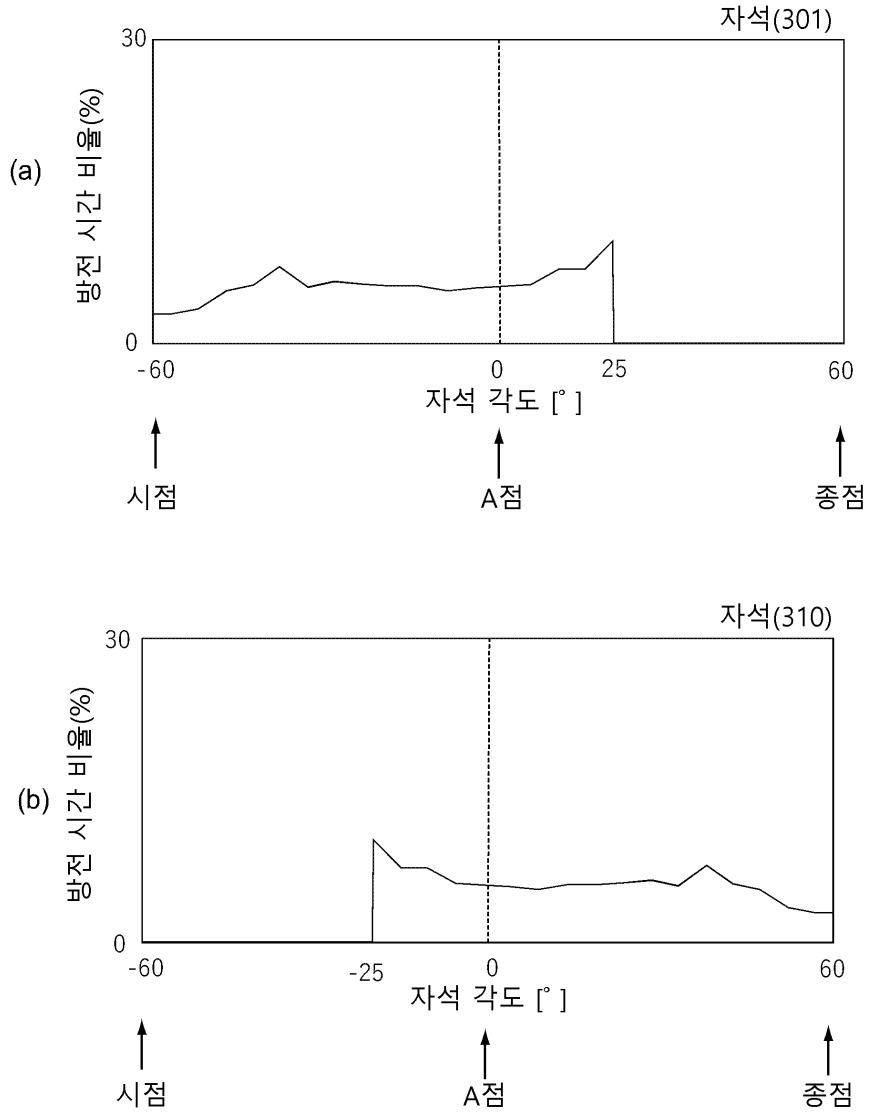
도면2



도면3

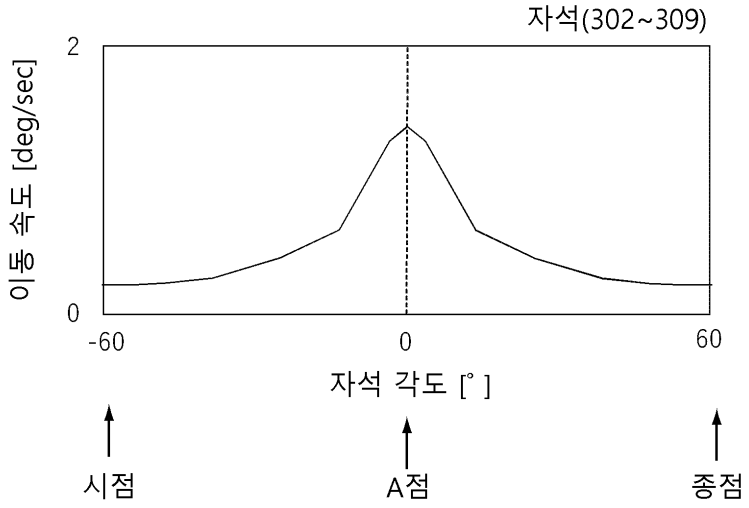

(a)
자석(301)
이동 속도 [deg/sec]
120
0.2
0
-60
자석 각도 [°]
25
60
시점
A점
종점
(b)
자석(310)
이동 속도 [deg/sec]
120
0.2
0
-60
-25
자석 각도 [°]
60
시점
A점
종점

도면4

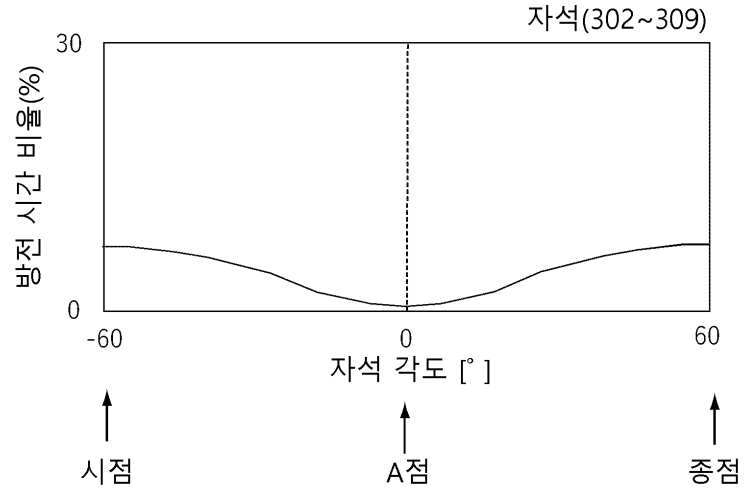

(a)
자석(301)
30
0
방전 시간 비율(%)
-60
0
25
60
자석 각도 [°]
시점
A점
종점
(b)
자석(310)
30
0
방전 시간 비율(%)
-60
-25
0
60
자석 각도 [°]
시점
A점
종점

도면5

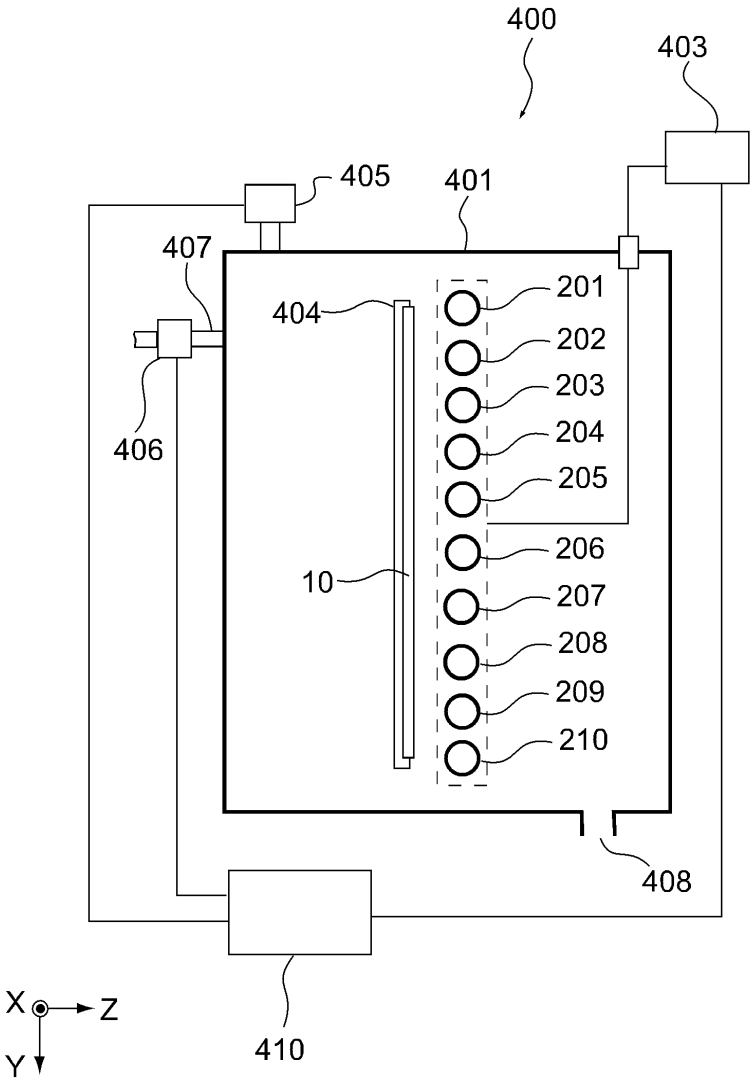
(a)


자석(302~309)
2
0
이동 속도 [deg/sec]
-60
0
60
자석 각도 [˚]
시점
A점
종점

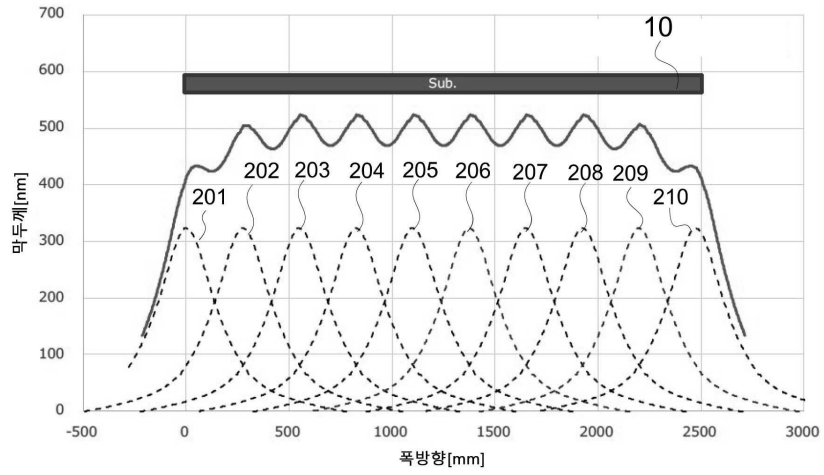
(b)


자석(302~309)
30
0
방전 시간 비율(%)
-60
0
60
자석 각도 [˚]
시점
A점
종점

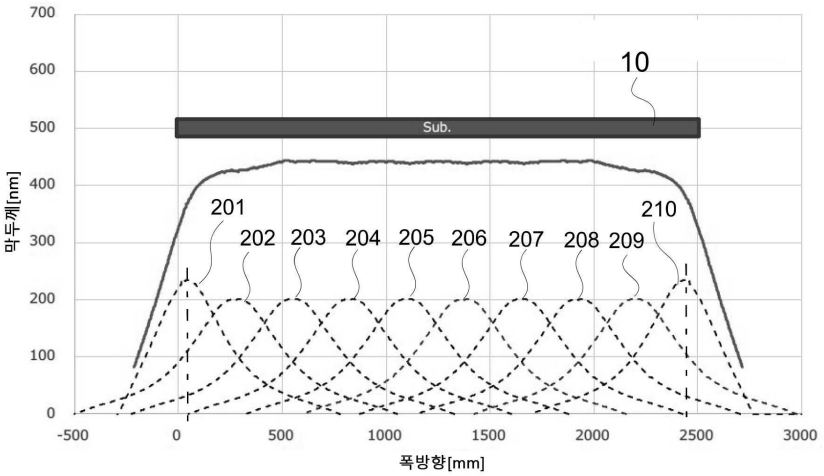
도면6


400
403
405
401
407
404
201
202
203
204
205
406
206
10
207
208
209
210
408
410
X
Z
Y

도면7


10
Sub.
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
막두께[nm]
폭방향[mm]
700
600
500
400
300
200
100
0
-500
0
500
1000
1500
2000
2500
3000

(a)


10
Sub.
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
막두께[nm]
폭방향[mm]
700
600
500
400
300
200
100
0
-500
0
500
1000
1500
2000
2500
3000

(b)