



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0074787
(43) 공개일자 2024년05월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/448 (2006.01) C23C 16/40 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 16/448 (2013.01)
C23C 16/40 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7011983
- (22) 출원일자(국제) 2022년06월29일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년04월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/025998
- (87) 국제공개번호 WO 2023/062889
국제공개일자 2023년04월20일
- (30) 우선권주장
JP-P-2021-168663 2021년10월14일 일본(JP)

- (71) 출원인
신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 4반 1코
- (72) 발명자
사카즈메 타카히로
일본 군마켄 안나카시 이소베2초메 13방 1코 신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤 세이미즈키노우자 이료우켄큐쇼 나이
- (74) 대리인
채종길

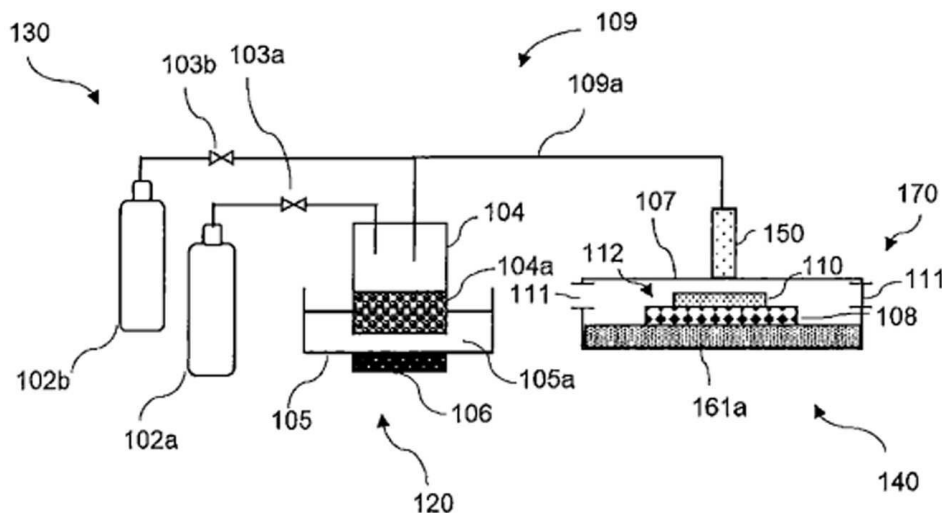
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **성막 장치 및 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무화부와, 상기 분무화부에서 발생시킨 상기 분무를 반송하는 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부와, 상기 캐리어 가스에 의해 반송된 상기 분무를 열처리하여 성막을 행하는 성막부를 구비한 성막 장치로서, 상기 성막부는, 성막실과, 상기 성막실의 내부에 설치된 기판 재치부와, 상기 성막실의 내부에 상기 분무를 공급하는 노즐과, 상기 성막실의 내부로부터 외부로 배기 가스를 배기하는 배기부를 구비하고, 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기판 재치부의 기판 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하인 성막 장치이다. 이에 의해 분무 CVD법에 의해 막 두께의 면내 균일성이 뛰어난 막을 성막 가능한 성막 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



101

(52) CPC특허분류

C23C 16/4412 (2013.01)

C23C 16/45563 (2013.01)

H01L 21/02107 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무화부와,
 상기 분무화부에서 발생시킨 상기 분무를 반송하는 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부와,
 상기 캐리어 가스에 의해 반송된 상기 분무를 열처리하여 성막을 행하는 성막부를 구비한 성막 장치로서,
 상기 성막부는,
 성막실과,
 상기 성막실의 내부에 설치된 기관 재치부와,
 상기 성막실의 내부에 상기 분무를 공급하는 노즐과,
 상기 성막실의 내부로부터 외부로 배기 가스를 배기하는 배기부를 구비하고,
 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 노즐의 개구면이 동일한 평면 내에 있는 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 상기 기관 재치면이 평행한 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부에 재치된 상기 기관의 피처리면의 높이 위치의 차가 0.1cm 이상 6.0cm 이하인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 기관의 피처리면의 면적을 $A[\text{cm}^2]$, 상기 성막실의 천정의 내면의 면적을 $B[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $B/A \geq 1.0$ 인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 성막실의 측벽의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치 영역의 최단 거리가 5.0cm 이하인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 배기부가 상기 성막실의 서로 대하는 한 쌍의 방향에 설치되어 있는 것인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 노즐의 하방에서 상기 기관을 이동시키는 이동 기구를 더 구비하는 것인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 원료 용액이 갈륨을 포함하는 것인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 원료 용액이 할로젠을 포함하는 것인 것을 특징으로 하는 성막 장치.

청구항 11

분무화된 원료 용액을 열처리하여 기관 상에 성막을 행하는 성막 방법으로서,
상기 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무 발생 공정과,
상기 분무를 캐리어 가스에 의해 성막실에 반송하는 분무 반송 공정과,
상기 성막실 내의 기관 재치부에 재치한 상기 기관 상에 상기 분무를 공급하고 열처리하여 성막을 행하는 성막 공정을 포함하고,
상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하여,
상기 성막 공정에 있어서, 상기 기관 재치부의 상방에 구비한 노즐로부터, 상기 성막실의 천정과 상기 기관의 사이에 상기 분무를 공급함과 아울러, 상기 성막실 내의 상기 기관 상으로부터 배기 가스를 상기 성막실의 외부로 배기함으로써, 상기 기관 상에 정류된 상기 분무를 공급하면서 성막을 행하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 성막실의 천정의 내면과 상기 노즐의 개구면이 동일한 평면 내로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,
상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 상기 기관 재치면이 평행하게 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 14

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부에 재치된 상기 기관의 피처리면의 높이 위치의 차가 0.1cm 이상 6.0cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 15

제11항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기관의 면적을 $A[\text{cm}^2]$, 상기 성막실의 천정의 내면의 면적을 $B[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $B/A \geq 1.0$ 으로 되도록 설정

된 상기 성막실을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 16

제11항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성막실의 측벽의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치 영역의 최단 거리가 5.0cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 17

제11항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성막 공정에 있어서, 상기 성막실의 서로 대하는 한 쌍의 방향으로 배기 가스의 배기를 행하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 18

제11항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 노즐로부터 공급하는 상기 캐리어 가스의 유량을 Q[L/분], 상기 배기 가스의 유량을 E[L/분]로 했을 때, E/Q를 5.0 이하로 하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 19

제11항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성막 공정에 있어서, 상기 노즐의 하방에서 상기 기관을 이동시키는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 20

제11항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원료 용액으로서 갈륨을 포함하는 것을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 21

제11항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원료 용액으로서 할로겐을 포함하는 것을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

청구항 22

제11항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관으로서 피처리면의 면적이 50cm^2 이상인 것, 또는 직경이 4인치(100mm) 이상인 것을 이용하는 것을 특징으로 하는 성막 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 분무(mist) 형상의 원료 용액을 이용하여 기관 상에 성막을 행하기 위한 성막 장치 및 성막 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 펄스 레이저 퇴적법(Pulsed Laser Deposition : PLD), 분자선 에피택시법(Molecular Beam Epitaxy : MBE), 스퍼터링(sputtering)법 등의 비평형 상태를 실현할 수가 있는 고진공 성막 장치가 개발되고 있어 지금까지의 용액법 등에서는 제작이 불가능한 산화물 반도체의 제작이 가능하게 되어 왔다. 또, 무화(霧化)된 분무 형상의 원료를 이용하여, 기관 상에 결정 성장시키는 분무 화학 기상 성장법(Mist Chemical Vapor Deposition : Mist CVD. 이하, 「분무 CVD법」이라고도 한다.)이 개발되어 코런덤(corundum) 구조를 가지는 산화갈륨(α -

Ga₂O₃)의 제작이 가능하게 되었다. α-Ga₂O₃는, 밴드 갭(band gap)이 큰 반도체로서 고내압, 저손실, 및 고내열을 실현할 수가 있는 차세대 스위칭(steering) 소자의 응용이 기대되고 있다.

[0003] 분무 CVD법에 관해서, 특허 문헌 1에는, 관상로형(管狀爐型)의 분무 CVD 장치가 기재되어 있다. 특허 문헌 2에는, 파인(fine) 채널형의 분무 CVD 장치가 기재되어 있다. 특허 문헌 3에는, 리니어(linear) 소스형의 분무 CVD 장치가 기재되어 있다. 특허 문헌 4에는, 관상로(管狀爐)의 분무 CVD 장치가 기재되어 있고, 특허 문헌 1에 기재의 분무 CVD 장치란, 분무 발생기 내에 캐리어(carrier) 가스를 도입하는 점에서 다르게 되어 있다. 특허 문헌 5에는, 분무 발생기의 상방에 기관을 설치하고, 기관을 회전시키는 분무 CVD 장치가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 1989-257337호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 특허공개 2005-307238호 공보
- (특허문헌 0003) 일본국 특허공개 2012-46772호 공보
- (특허문헌 0004) 일본국 특허 제5397794호 공보
- (특허문헌 0005) 국제공개 제2020/261355호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 분무 CVD법은, 다른 CVD법과는 달리 비교적 저온에서 성막을 행할 수가 있고, α-Ga₂O₃의 코런덤(corundum) 구조와 같은 준안정상의 결정 구조도 제작 가능하다. 그렇지만, 본 발명자들은 기관의 상방으로부터 분무를 공급했을 때에, 열대류나 분무를 함유하는 가스와 주위의 기체의 혼합에 의해, 분무의 흐름이 어지럽혀져 성막되는 막의 막 두께의 면내 균일성을 유지하는 것이 곤란하게 된다고 하는 문제를 찾아냈다. 면내 균일성이 낮은 반도체막은, 반도체 장치를 제작했을 때의 수율이 저하해 버리는 문제나, 연마 공정 등에 의한 반도체 장치의 제작 공정수가 증가하는 문제가 있다.

[0006] 특허 문헌 5에는, 기관을 회전시키면서, 분무 발생기의 상방에 있는 기관에 분무를 공급하고, 면내의 막 두께 분포가 양호한 반도체막을 형성한 예가 개시되어 있다. 그러나, 특허 문헌 5에서의 실시예에 의하면, 4인치(직경 약 100mm) 기관 상에의 성막에서는 최소 막 두께/최대 막 두께=55.0%이며, 막 두께의 면내 균일성이 뛰어난 막으로는 되지 않았다. 또, 본 발명자들이 특허 문헌 5에 기초하여 성막을 행한 결과, 특허 문헌 5에 기재의 성막 장치에서는, 중심부가 두껍고, 막 두께의 면내 균일성이 나쁜 막 밖에 얻어지지 않았다. 또, 6인치 기관 상에 성막을 행한 경우에는, 막 두께의 면내 균일성이 더 나쁜 막으로 되는 것을 찾아냈다.

[0007] 본 발명은 상기 문제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로서, 분무 CVD법에 의해 막 두께의 면내 균일성이 뛰어난 막을 성막 가능한 성막 장치, 및 성막 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해서 이루어진 것으로서, 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무화부와, 상기 분무화부에서 발생시킨 상기 분무를 반송하는 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부와, 상기 캐리어 가스에 의해 반송된 상기 분무를 열처리하여 성막을 행하는 성막부를 구비한 성막 장치로서, 상기 성막부는, 성막실과, 상기 성막실의 내부에 설치된 기관 재치부와, 상기 성막실의 내부에 상기 분무를 공급하는 노즐과, 상기 성막실의 내부로부터 외부로 배기 가스를 배기하는 배기부를 구비하고, 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하인 성막 장치를 제공한다.

[0009] 이러한 성막 장치에 의하면, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있게 된다. 성막실의 천정에 의한 정류 효과와, 노즐로부터의 분무의 공급과, 배기부로부터의 배기 가스의 배기에 의해 발생하는 대류의 상승 효과에 의해, 기관의 상방에 기관을 따른(기관 표면에 평행한) 균일한 가스의 흐름이 발생하여 기관 상에 균일

한 막을 생성할 수가 있게 된다.

- [0010] 이 때에 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 노즐의 개구면이 동일한 평면 내에 있는 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0011] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있게 된다.
- [0012] 이 때에 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 상기 기관 재치면이 평행한 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0013] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있게 된다.
- [0014] 이 때에 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부에 재치된 상기 기관의 피처리면의 높이 위치의 차가 0.1cm 이상 6.0cm 이하인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0015] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있게 된다.
- [0016] 이 때에 상기 기관의 피처리면의 면적을 $A[\text{cm}^2]$, 상기 성막실의 천정의 내면의 면적을 $B[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $B/A \geq 1.0$ 인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0017] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있게 된다.
- [0018] 이 때에 상기 성막실의 측벽의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치 영역의 최단 거리가 5.0cm 이하인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0019] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 더 양호한 막을 더 안정되게 성막할 수가 있게 된다.
- [0020] 이 때에 상기 배기부가 상기 성막실의 서로 대하는 한 쌍의 방향에 설치되어 있는 것인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0021] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있게 된다.
- [0022] 이 때에 상기 노즐의 하방에서 상기 기관을 이동시키는 이동 기구를 더 구비하는 것인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0023] 이에 의해 대면적이고 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있게 된다.
- [0024] 이 때에 상기 원료 용액이 갈륨을 포함하는 것인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0025] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 양호한 산화갈륨막을 성막할 수가 있게 된다.
- [0026] 이 때에 상기 원료 용액이 할로젠을 포함하는 것인 성막 장치로 할 수가 있다.
- [0027] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 양호한 결정성 산화물막을 성막할 수가 있게 된다.
- [0028] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해서 이루어진 것으로서, 분무화한 원료 용액을 열처리하여 기관 상에 성막을 행하는 성막 방법으로서, 상기 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무 발생 공정과, 상기 분무를 캐리어 가스에 의해 성막실에 반송하는 분무 반송 공정과, 상기 성막실 내의 기관 재치부에 재치한 상기 기관 상에 상기 분무를 공급하고 열처리하여 성막을 행하는 성막 공정을 포함하고, 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하여 상기 성막 공정에 있어서, 상기 기관 재치부의 상방에 구비한 노즐로부터, 상기 성막실의 천정과 상기 기관의 사이에 상기 분무를 공급함과 아울러, 상기 성막실 내의 상기 기관 상으로부터 배기 가스를 상기 성막실의 외부로 배기함으로써, 상기 기관 상에 정류된 상기 분무를 공급하면서 성막을 행하는 성막 방법을 제공한다.
- [0029] 이러한 성막 방법에 의하면, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있다. 성막실의 천정에 의한 정류 효과와, 노즐로부터의 분무의 공급과, 배기 가스의 배기에 의해 발생하는 대류의 상승 효과에 의해, 기관의 상방에 기관을 따른(기관 표면에 평행한) 균일한 가스의 흐름이 발생하여 기관 상에 균일한 막을 생성할 수가 있다.
- [0030] 이 때에 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 노즐의 개구면이 동일한 평면 내로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0031] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있다.
- [0032] 이 때에 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 상기 기관 재치면이 평행하게 되도록 설정된 상기 성

막실을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.

- [0033] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있다.
- [0034] 이 때에 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부에 재치된 상기 기관의 피처리면의 높이 위치의 차가 0.1cm 이상 6.0cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0035] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있다.
- [0036] 이 때에 상기 기관의 면적을 A[cm²], 상기 성막실의 천정의 내면의 면적을 B[cm²]로 했을 때, B/A≥1.0으로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0037] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있다.
- [0038] 이 때에 상기 성막실의 측벽의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치 영역의 최단 거리가 5.0cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0039] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 더 양호한 막을 더 안정되게 성막할 수가 있다.
- [0040] 이 때에 상기 성막 공정에 있어서, 상기 성막실의 서로 대하는 한 쌍의 방향으로 배기 가스의 배기를 행하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0041] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 보다 양호한 막을 안정되게 성막할 수가 있다.
- [0042] 이 때에 상기 노즐로부터 공급하는 상기 캐리어 가스의 유량을 Q[L/분], 상기 배기 가스의 유량을 E[L/분]로 했을 때, E/Q를 5.0 이하로 하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0043] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 더 양호한 막을 성막할 수가 있다.
- [0044] 이 때에 상기 성막 공정에 있어서, 상기 노즐의 하방에서 상기 기관을 이동시키는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0045] 이에 의해 대면적이고 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있다.
- [0046] 이 때에 상기 원료 용액으로서 갈륨을 포함하는 것을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0047] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 양호한 산화갈륨막을 성막할 수가 있다.
- [0048] 이 때에 상기 원료 용액으로서 할로젠을 포함하는 것을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0049] 이에 의해 막 두께의 면내 균일성이 양호한 결정성 산화물막을 성막할 수가 있다.
- [0050] 이 때에 상기 기관으로서 피처리면의 면적이 50cm² 이상인 것, 또는 직경이 4인치(100mm) 이상인 것을 이용하는 성막 방법으로 할 수가 있다.
- [0051] 이에 의해 대면적이고 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있다.

발명의 효과

- [0052] 이상과 같이, 본 발명의 성막 장치에 의하면, 분무 형상의 원료 용액을 이용하여, 기관 상에, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막하는 것이 가능하게 된다. 또, 본 발명의 성막 방법에 의하면, 분무 형상의 원료 용액을 이용하여, 기관 상에, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0053] 도 1은 본 발명의 성막 장치의 일례를 나타내는 개략 구성도이다.
- 도 2는 본 발명과 관련되는 분무화부의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 3은 본 발명과 관련되는 성막실의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 4는 본 발명과 관련되는 노즐의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 5는 복수의 노즐을 구비하고 있는 경우의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 6은 복수의 노즐 개구면을 구비한 노즐의 일례를 설명하는 도이다.

- 도 7은 본 발명과 관련되는 성막실의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 8은 본 발명과 관련되는 성막실의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 9는 노즐의 하방을 왕복 운동하는 이동 기구의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 10은 노즐의 하방을 한 방향으로 회전 이동하는 이동 기구의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 11은 본 발명과 관련되는 배기부의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 12는 비교예 1에서 이용한 성막 장치의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 13은 비교예 2에서 이용한 성막 장치의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 14는 비교예 3에서 이용한 성막 장치의 일례를 설명하는 도이다.
- 도 15는 실시예 12에서 이용한 성막 장치의 일례를 설명하는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 이하, 본 발명을 상세하게 설명하지만 본 발명은 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 상술과 같이, 분무 CVD법에 있어서, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있는 성막 장치, 및 성막 방법이 요구되고 있었다.
- [0056] 본 발명자들은 상기 과제에 대해 열심히 검토를 거듭한 결과, 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무화부와, 상기 분무화부에서 발생시킨 상기 분무를 반송하는 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부와, 상기 캐리어 가스에 의해 반송된 상기 분무를 열처리하여 성막을 행하는 성막부를 구비한 성막 장치로서, 상기 성막부는, 성막실과, 상기 성막실의 내부에 설치된 기관 재치부와, 상기 성막실의 내부에 상기 분무를 공급하는 노즐과, 상기 성막실의 내부로부터 외부로 배기 가스를 배기하는 배기부를 구비하고, 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하인 성막 장치에 의해, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있도록 되는 것을 찾아내어 본 발명을 완성하였다.
- [0057] 본 발명자들은, 또 분무화한 원료 용액을 열처리하여 기관 상에 성막을 행하는 성막 방법으로서, 상기 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무 발생 공정과, 상기 분무를 캐리어 가스에 의해 성막실에 반송하는 분무 반송 공정과, 상기 성막실 내의 기관 재치부에 재치한 상기 기관 상에 상기 분무를 공급하고 열처리하여 성막을 행하는 성막 공정을 포함하고, 상기 성막실의 천정의 내면과 상기 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하로 되도록 설정된 상기 성막실을 이용하여 상기 성막 공정에 있어서, 상기 기관 재치부의 상방에 구비한 노즐로부터, 상기 성막실의 천정과 상기 기관의 사이에 상기 분무를 공급함과 아울러, 상기 성막실 내의 상기 기관 상으로부터 배기 가스를 상기 성막실의 외부로 배기함으로써, 상기 기관 상에 정류된 상기 분무를 공급하면서 성막을 행하는 성막 방법에 의해, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있는 것을 찾아내어 본 발명을 완성하였다.
- [0058] 이하, 도면을 참조하여 설명한다.
- [0059] 여기서, 본 발명에서 말하는 분무(mist)란, 기체 중에 분산한 액체의 미립자의 총칭을 가리키고 안개, 액체 방울 등으로 불리는 것도 포함한다.
- [0060] [성막 장치]
- [0061] 도 1에 본 발명과 관련되는 성막 장치(101)의 일례를 나타낸다. 성막 장치(101)는, 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시키는 분무화부(120)와, 분무를 반송하는 캐리어(carrier) 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부(130)와, 분무를 열처리하여 기관 상에 성막을 행하는 성막부(140)와, 분무화부(120)와 성막부(140)를 접속하고, 캐리어 가스에 의해 분무가 반송되는 반송부(109)와, 성막실(107)로부터 배기 가스를 배기하는 배기부(170)를 가진다. 또, 성막 장치(101)는, 성막 장치(101)의 전체 또는 일부를 제어하는 제어부(도시 없음)를 구비하는 것에 의해 그 동작이 제어되어도 좋다.
- [0062] (분무화부)
- [0063] 분무화부(120)에서는, 원료 용액을 분무화하여 분무를 발생시킨다. 분무화 수단은, 원료 용액을 분무화할 수가 있다면 특히 한정되지 않고, 공지의 분무화 수단이라도 좋지만, 초음파 진동에 의한 분무화 수단을 이용하는 것

이 바람직하다. 이는 보다 안정되게 분무화할 수가 있기 때문이다.

[0064] 이러한 분무화부(120)의 일례를 도 2에 나타낸다. 예를 들면, 원료 용액(104a)이 수용되는 분무 발생원(104)과, 초음파 진동을 전달 가능한 매체, 예를 들면 물(105a)이 넣어져 있는 용기(105)와, 용기(105)의 저면에 장착된 초음파 진동자(106)를 포함해도 좋다. 상세하게는, 원료 용액(104a)이 수용되어 있는 용기로 이루어지는 분무 발생원(104)이, 물(105a)이 수용되어 있는 용기(105)에, 지지체(도시하지 않음)를 이용하여 수납되어 있다. 용기(105)의 저부에는, 초음파 진동자(106)가 비치되어 있고, 초음파 진동자(106)와 발전기(116)가 접속되어 있다. 그리고, 발전기(116)를 작동시키면, 초음파 진동자(106)가 진동하고, 물(105a)을 통해 분무 발생원(104) 내에 초음파가 전파하여 원료 용액(104a)이 분무화하도록 구성되어 있다.

[0065] (캐리어 가스 공급부)

[0066] 캐리어 가스 공급부(130)는, 캐리어 가스(주(主)캐리어 가스)를 공급하는 캐리어 가스원(102a)을 가지고, 캐리어 가스원(102a)으로부터 송출되는 주캐리어 가스의 유량을 조절하기 위한 유량 조절 밸브(103a)를 구비하고 있어도 좋다. 또, 필요에 따라서 희석을 위한 캐리어 가스(희석용 캐리어 가스)를 공급하는 희석용 캐리어 가스원(102b)이나, 희석용 캐리어 가스원(102b)으로부터 송출되는 희석용 캐리어 가스의 유량을 조절하기 위한 유량 조절 밸브(103b)를 구비할 수도 있다.

[0067] 캐리어 가스의 종류는, 특히 한정되지 않고, 성막물에 따라 적당하게 선택 가능하다. 예를 들면, 산소, 오존, 질소나 아르곤 등의 불활성 가스, 또는 수소 가스나 포밍 가스 등의 환원 가스 등을 들 수가 있다. 또, 캐리어 가스의 종류는 1종류라도, 2종류 이상이라도 좋다. 예를 들면, 제1의 캐리어 가스와 동일한 가스를 그 이외의 가스로 희석한(예를 들면, 10배로 희석한) 희석 가스 등을 제2의 캐리어 가스로서 더 이용해도 좋고, 공기를 이용할 수도 있다. 또, 캐리어 가스의 공급 개소도 1개소뿐만이 아니라, 2개소 이상 있어도 좋다.

[0068] (성막부)

[0069] 성막부(140)는, 성막실(107)과, 성막실(107)의 내부에 설치된 기관 재치부(112)와, 성막실(107)의 내부에 분무를 공급하는 노즐(150)과, 성막실(107)의 내부로부터 외부로 배기 가스를 배기하는 배기부(170)를 구비하고 있다.

[0070] 성막부(140)에서는, 분무를 가열하여 열반응을 일으키게 하고, 기관(110)의 표면의 일부 또는 전체에 성막을 행한다. 성막부(140)는, 성막부(140)의 일부 또는 전체를 둘러싼 성막실(107)을 구비하고 있다. 예를 들면, 도 1에 나타내듯이, 성막부(140)의 전체 또는 일부를 둘러싸고, 성막실(107)로 해도 좋다. 또, 성막실(107)은 완전한 울타리의 형상이 아니고, 성막실에서 생긴 배기 가스를 배기하기 위한 배기구(111)가 구비되어 있고, 기관 상에 공급한 분무나 캐리어 가스를 정류하면서 배기할 수가 있는 구조로 되어 있어도 좋다.

[0071] 성막부(140)에는, 기관(110)이 재치되는 기관 재치부(112)가 비치되어 있다. 성막부(140)에는, 설치된 기관(110)을 가열하기 위한 핫플레이트(hot plate)(108)를 구비할 수가 있다. 핫플레이트(108)는, 도 1에 나타내듯이 성막실(107)의 내부에 설치되어 있어도 좋고, 성막실(107)의 외부에 설치되어 있어도 좋다.

[0072] 또한, 본 발명에 있어서의 성막실이란, 기관을 재치하는 기관 재치면에 평행한 저면을 구비한 저벽(底壁)과, 기관 재치면의 법선과 교차하는 면(성막실의 내면)을 구비한 상벽(上壁)인 천정과, 저벽과 접하는 적어도 1개 이상의 측면(側面)(내면(內面))을 구비한 측벽(側壁)을 가지는 것을 가리킨다. 이 때에 천정의 내면을 기관 재치면과 평행하게 하고, 천정의 내면 및 저면과 직교하는 측면을 가지는 입방체나 직방체, 기둥 모양의 형상이라도 좋고, 천정의 내면을 곡면으로 하는 등 하여(즉, 돔형(dome shape)), 천정과 측벽을 일체의 형태로 해도 좋다. 또, 이들을 조합한 구조로 해도 좋지만, 대칭성이 좋은 구조가 막 두께의 면내 균일성이 좋아지기 때문에 바람직하다. 본 발명과 관련되는 성막실에 있어서는, 미리 구조를 설정하여 형성한 성막실이라도 좋고, 성막실을 구성하는 각 요소를 가동(可動)인 것으로 하고, 목적에 맞은 형상으로 설정 가능한 것으로 해도 좋다.

[0073] 또, 본 발명에 있어서의 천정이란, 성막실(107)의 기관 재치면의 법선과 교차하는 면(「천정면」이라고 하는 경우도 있다.)을 구비한 상벽을 가리킨다.

[0074] 성막실(107)은, 도 3과 같이, 배기부(170)를 구비하고, 기관 재치면(113)과 성막실의 천정의 내면의 높이 위치의 차 I[cm]가 0.15cm 이상 6.05cm 이하이면 좋지만, 0.25cm 이상 3.05cm 이하가 바람직하다. 이와 같이 성막실을 설정, 설치함으로써, 열처리에 의한 성막 처리시에, 열대류에 의한 주위 기체의 흐름으로 분무의 흐름이 어지럽혀지기 어렵게 되고, 노즐(150)로부터 공급된 분무가 정류되어 기관(110) 상에 공급되어 막 두께의 면내 균일성이 뛰어난 막을 성막할 수가 있다.

- [0075] 즉, 노즐(150)로부터 성막실(107) 내에 공급된 분무가, 성막실(107)의 천정과 기관 재치부(112)의 기관 재치면(113) 및 기관 재치면(113) 상의 기관(110)의 사이를 지나서, 배기부(170)의 방향으로 흐르는 것 같은 정류로 되어 분무의 유속, 방향의 균일화를 도모할 수가 있다.
- [0076] 성막실(107)의 천정의 내면과 기관 재치면은 평행인 것이 바람직하다. 또한, 기관 재치부(112)에 기관을 재치했을 때에, 성막실(107)의 천정의 내면과 기관(110)의 피처리면의 높이 위치의 차 K 는 0.1cm 이상 6.0cm 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.2cm 이상 3.0cm 이하가 보다 바람직하다. 성막되는 막의 막 두께의 면내 균일성이 더 양호한 막으로 되기 때문이다.
- [0077] 성막부(140)에는, 도 3에 나타내듯이, 기관 재치부(112)의 상방에, 성막실(107) 내의 기관(110)에 분무를 공급하기 위한 노즐(150)이 비치되어 있다. 또한, 본 발명에 있어서의 노즐(150)은, 성막실(107) 내에 분무를 공급하기 위한 부재를 가리킨다. 예를 들면, 후술하는 반송부(109)의 공급관(109a)을 성막실(107)에 연결하는 등 하여 공급관(109a)을 노즐로서 이용해도 좋다.
- [0078] 노즐(150)의 일례를 도 4에 나타낸다. 노즐(150)은, 반송부(109)와 노즐(150)을 접속하는 접속부(151)와, 분무를 분출하기 위한 노즐 개구면(단지, 개구면이라고도 하는 경우도 있다.)(152)을 구비한다.
- [0079] 노즐의 개수 및 개구면의 개수는, 1개 이상이면 특히 한정되지 않는다. 도 5에 나타내듯이, 복수의 노즐을 구비하고 있어도 좋고(노즐(150a)), 도 6에 나타내듯이, 개구면이 다수 있어도 좋다(노즐(150b)).
- [0080] 노즐 개구면(152)을 포함하는 평면과 기관(110)을 포함하는 평면이 이루는 각도는, 특히 한정되지 않는다. 특정의 방향으로 분무가 흐르기 쉽게 되도록 경사시킨 노즐 개구면을 구비한 노즐을 설치해도 좋지만, 도 3과 같이, 기관 재치부(112)의 기관(110)이 재치되는 기관 재치면(113)과 노즐 개구면이 평행하게 되도록 설치되는 것이 바람직하다. 보다 간편한 구조로, 막 두께의 면내 균일성이 보다 좋은 막을 성막할 수가 있기 때문이다.
- [0081] 성막부(140)에는, 후술하는 것 같은 범위에서, 노즐의 개구면(152)과 기관(110)의 피처리면의 높이 위치의 차 $H[\text{cm}]$ 를 적당하게 조정할 수가 있는 것 같은 위치 조정 기구(도시하지 않음)가 비치되어 있어도 좋다.
- [0082] 성막실(107)의 천정에는, 노즐(150)로부터 분무를 공급하기 위한 구멍이 열려 있고(즉 도너츠형), 혹은 성막실(107)을 복수의 부재를 조합하여 만드는 구조로 하여 성막실(107)의 천정에 구멍을 형성할 수가 있는 구조로 되어 있고, 이 구멍에 노즐이 삽입되어 있다. 복수의 부재를 조합하여 만드는 구조로 하면, 노즐 개구면의 면적에 따라 성막실(107)의 천정의 구멍의 크기나, 상기의 차 $H[\text{cm}]$, 차 $I[\text{cm}]$, 차 $K[\text{cm}]$ 나, 후술하는 성막실(107)의 측벽의 내면과 기관 재치 영역(114)의 최단 거리 $J[\text{cm}]$ 를 적당하게 조정할 수가 있기 때문에 바람직하다.
- [0083] 노즐 개구면의 높이 위치는, 도 3, 8과 같이, 성막실(107)의 천정과 동일한 높이 위치라도 좋고, 도 7과 같이, 성막실(107)의 천정보다 낮은 위치라도 좋지만, 도 3, 8에 나타내듯이, 성막실의 천정의 내면과 노즐의 개구면(152)이 동일한 평면 내에 있는 것이 바람직하다. 노즐 개구면이 성막실(107)의 천정과 동일한 높이인 경우, 천정에 의한 정류 효과가 보다 효과적으로 발휘되어 막 두께의 면내 균일성이 보다 안정되게 향상하기 때문이다. 또한, 이 경우, 도 3, 8에 나타내듯이, $H=K$ 로 된다.
- [0084] 또, 노즐(150)을 복수의 부재에 의해 조립하는 구조로 하고, 부재의 크기 조정에 의해, 노즐의 개구면의 면적 $S[\text{cm}^2]$ 를 적당하게 조정할 수가 있는 구조로 해도 좋다.
- [0085] 또, 이 때에 노즐 개구면(152)의 면적 S 는 0.1cm^2 이상 400cm^2 이하가 좋다. 노즐 개구면(152)과 기관(110)의 피처리면의 사이의 높이 위치의 차 H 는 0.1cm 이상 6.0cm 이하가 좋고, 보다 바람직하게는, 0.2cm 이상 3.0cm 이하이다. 성막되는 막이, 막 두께의 면내 균일성이 더 양호한 막으로 되기 때문이다.
- [0086] 노즐 개구면(152)의 면적을 $S[\text{cm}^2]$, 기관의 피처리면의 면적을 $A[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $S/A \leq 0.3$ 이 바람직하고, 보다 바람직하게는 $0.004 \leq S/A \leq 0.15$ 이다. $S/A \leq 0.3$ 인 것으로, 막 두께의 면내 균일성이 보다 좋은 막으로 된다. 또, 이 때에 기관의 면적 A 는 10cm^2 이상인 것이 바람직하고, 50cm^2 이상이 보다 바람직하고, 또, 직경이 4인치(100mm) 이상인 것이 바람직하고, 상한은 특히 한정되지 않는다. 기관의 면적이 클수록 한 번의 성막으로 대면적인 막을 얻을 수 있기 때문에 대량의 반도체 장치의 제조에 적합하다.
- [0087] 또, 노즐(150)에는, 노즐(150)의 외표면의 온도나 노즐(150)의 내표면의 온도를 조정할 수가 있는 온도 조정 기구(도시하지 않음)가 비치되어 있어도 좋다. 내외 표면의 온도가 너무 높으면, 분무의 증발이 촉진되기 때문에, 기관 상의 노즐 개구면으로부터 떨어진 위치에서의 막 두께가 증가하고, 온도가 너무 낮으면, 분무의 증발이 늦

어저, 노즐 개구면에 가까운 개소에서 막 두께가 저하한다. 40℃~120℃ 정도로 제어하는 것이 바람직하다. 상기 H의 조정에 의해, 핫플레이트(108)와의 거리가 변화하기 때문에, 노즐(150)의 온도가 변화한다. 이 때문에, 핫플레이트(108)와는 다른 온도 조정 기구를 구비하는 것이 바람직하다. 온도 조정 기구는, 노즐(150) 주위에 배관을 설치하는 등으로 액체나 기체의 열매체를 이용하여 열교환을 행하는 것이라도 좋고, 펠티에(Peltier) 효과를 응용한 것이라도 좋고, 리본(ribbon) 히터 등에 의한 가열이라도 좋다. 열매체로서는 공지의 열매체가 널리 사용될 수가 있고, 예를 들면 물, 글리콜류, 알코올류, 실리콘 오일류라고 하는 액체나, 공기, 질소, 헬륨, 혹은 플루오로카본류라고 하는 기체의 열매체가 매우 적합하게 이용된다.

- [0088] 노즐 개구면(152)의 형상은, 특히 한정되지 않는다. 다각형, 원형, 타원 등이 생각될 수가 있지만, 바람직하게는 사각형이며, 보다 바람직하게는 직사각형이다. 노즐 개구면(152)의 형상이 직사각형일 때, 노즐 개구면(152)의 장축 길이를 L[cm], 기관의 노즐 장축 방향의 최대 길이를 R[cm]로 했을 때, $L/R \geq 1$ 이 좋다. $L/R \geq 1$ 이면, 막 두께의 면내 균일성이 좋은 막을, 대면적 기관에 성막할 수가 있기 때문이다. L/R의 상한은 특히 한정되지 않지만, L/R이 클수록 기관에 공급되지 않는 분무가 증가하기 때문에, 3.0 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0089] 또, 성막실(107)의 천정의 내면과 기관(110)이 이루는 각, 성막실(107)의 천정의 내면과 노즐 개구면(152)이 이루는 각은 특히 한정되지 않지만, 모두 평행으로 하는 것이 바람직하다. 보다 간편한 구조로, 막 두께의 면내 균일성이 보다 좋은 막을 성막할 수가 있기 때문이다.
- [0090] 성막실(107)의 천정의 형상은, 사면체, 반원형, 원형, 타원이 생각될 수 있지만, 사각형 또는 원형으로 하는 것이 바람직하다. 대칭성이 좋고, 성막되는 막이 막 두께의 면내 균일성이 양호한 것이 되기 때문이다.
- [0091] 성막실(107)의 천정의 일부 또는 전체가, 분무가 특정의 방향으로 유출하기 쉽게 되도록 만곡하고 있어도 좋고, 절곡되어 있어도 좋지만, 도 3과 같이, 기관 재치부(112)와 평행하게 설치되는 것이 바람직하다. 보다 구체적으로는, 기관 재치부(112)의 기관(110)이 재치되는 기관 재치면(113)과 성막실(107)의 천정의 내면이 평행하게 되도록 성막실(107)이 설치되어 있는 것이 바람직하다. 성막되는 막이 막 두께의 면내 균일성이 양호한 것이 되기 때문이다.
- [0092] 성막실(107)의 재질은 특히 한정되지 않는다. 폴리실론, 폴리에테르실론, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리이미드, 폴리에테르이미드, 불소 수지, 철이나 알루미늄, 스테인리스강, 금 등의 금속, 석영, 유리, 질화붕소가 생각될 수가 있다. 열처리시의 변형에 의해, 막 두께의 면내 균일성이 나빠지기 때문에, 철이나 알루미늄, 스테인리스강, 금 등의 금속, 석영, 질화붕소 등을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0093] 성막실(107)에는, 성막실의 벽면의 온도를 조정할 수가 있는 온도 조정 기구(도시하지 않음)가 비치되어 있어도 좋다. 벽면의 온도가 너무 높으면, 분무의 증발이 촉진되기 때문에, 기관 상의 노즐 개구면으로부터 떨어진 위치에서의 막 두께가 저하하고, 온도가 너무 낮으면, 분무의 증발이 늦어져, 기관 상의 노즐 개구면에서 가까운 위치에서의 막 두께가 저하한다. 40℃~120℃ 정도로 제어하는 것이 바람직하다.
- [0094] 기관 재치부(112)는, 도 8과 같이, 성막실(107)의 중앙에 설치되지 않아도 좋고, 성막실(107)의 천정 이외의 내면과 기관 재치 영역(114)의 거리는, 기관 재치부(112)의 전후좌우 등에 설치되는 각 측벽의 내면(측면)에 대해 달라도 좋다. 여기서, 성막실(107)의 측벽의 내면과 기관 재치부(112)의 기관 재치 영역(114)의 최단 거리를 J[cm]로 한다.
- [0095] 상기 최단 거리 J[cm](도 3, 7, 8 참조)는 특히 한정되지 않지만, 5cm 이하로 하는 것이 바람직하고, 0cm(즉, 접하고 있다.)라도 좋지만, 0.5cm 이상 4cm 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. J가 이러한 범위이면, 분무가 측방으로 확산하는 것을 유효하게 억제할 수가 있기 때문에, 안정되게 기관(110)의 단부에 분무가 공급되어 막 두께의 면내 균일성이 저하하는 것을 억제할 수가 있고, 또한 J가 작은 경우의 성막실(107)의 벽면에 의한 마찰에 의해 기관 단부로 공급되는 분무의 감소를 안정되게 억제할 수가 있기 때문에 막 두께의 저하를 억제할 수가 있다.
- [0096] 또한, 본 발명에 있어서의 측벽의 내면이란, 성막실(107)의 기관 재치부(112)의 기관 재치면과 평행한 저면과 접하는 면을 말한다.
- [0097] 성막실(107)의 천정의 내면의 면적(노즐 개구면(152)을 포함하는 총면적)을 $B[\text{cm}^2]$, 기관의 피처리면의 면적을 $A[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $B/A \geq 1.0$ 이 좋고, 3.0 이상으로 하는 것이 바람직하고, 5.0 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 기관 근방에서, 열대류에 의해 분무의 흐름이 어지럽혀지기 어렵게 되기 때문이다. 또, B는 100 이상이 좋다. 이들과 같은 수치 범위이면, 막 두께의 면내 균일성이 더 뛰어난 막이 성막된다. 또, B/A나 B의 상한은

특히 한정되지 않는다. 상기 수치보다 크면, 성막실(107)의 천정에 의한 정류 효과가 발휘되기 때문이다. 그러나, B/A를 100 이하로 하는 것이 바람직하다. 장치가 필요 이상으로 대형으로 되는 것을 억제하기 때문이다.

- [0098] 성막실(107)에는, 천정의 내면이나 측벽의 내면의 온도를 조정할 수가 있는 온도 조정 기구(도시하지 않음)가 비치되어 있어도 좋다. 표면의 온도가 너무 높으면, 분무의 증발이 촉진되기 때문에, 기관 상의 노즐 개구면으로부터 떨어진 위치에서의 막 두께가 증가하고, 온도가 너무 낮으면, 분무의 증발이 늦어져, 노즐 개구면에 가까운 개소에서 막 두께가 저하한다. 40℃ ~120℃ 정도로 제어하는 것이 바람직하다. 온도 조정 기구는, 액체나 기체의 열매체를 이용하여 열교환을 행하는 것이라도 좋고, 펠티에(Peltier) 효과를 응용한 것이라도 좋고, 리본 히터 등에 의한 가열이라도 좋다. 열매체로서는 공지의 열매체가 널리 사용될 수가 있고, 예를 들면 물, 글리콜류, 알코올류, 실리콘 오일류라고 하는 액체나, 공기, 질소, 헬륨, 혹은 플루오로카본류라고 하는 기체의 열매체가 매우 적합하게 이용된다.
- [0099] 성막부(140)에는, 도 1에 나타내듯이, 노즐(150)의 하방에서, 기관(110)을 이동시키는 이동 스테이지(161a)와 같은 이동 기구를 구비할 수가 있다. 기관을 이동시키는 방향은, 특히 한정되지 않는다.
- [0100] 이동 기구를 구비한 성막실(107) 내를 기관 재치부의 상방으로부터 본 도를 도 9 및 도 10에 나타낸다. 도 9의 이동 기구(160 a)에 나타내는 것 같은 기관(110) 및 핫플레이트(108)가 재치된 이동 스테이지(161a)를 구비하고, 기관(110) 및 핫플레이트(108)가, 노즐(150)의 하방을 왕복하여 이동하는 방법이 있다. 또, 도 10의 이동 기구(160b)에 나타내는 것 같은 기관(110) 및 핫플레이트(108)가 재치된 이동 스테이지(161b)에 의해, 기관(110) 및 핫플레이트(108)가, 노즐(150)의 하방을 회전 이동하는 방법이 있다. 또, 이 때에 기관을 자전시키는 기구를 구비하고, 기관을 자전시켜도 좋다.
- [0101] 또, 도 10과 같이, 성막부(140)에 복수의 기관(110)·노즐(150)을 재치해도 좋고, 도 9의 성막부(140)에 복수의 기관을 설치하는 등을 해도 좋다. 이러한 구조이면, 막 두께의 면내 균일성을 유지하면서 한 번에 많은 기관에 성막할 수가 있기 때문에, 한층 더 대량의 제조에 적합하다.
- [0102] 또, 기관의 이동 기구(160)를 설치할 때에는 기관을 이동시키는 속도나, 이동 범위는 특히 한정되지 않지만, 1개의 기관이 노즐의 하방을 통과하는 횟수가, 1분당 0.1회 이상이 좋고, 0.5회 이상이 바람직하고, 1회 이상이 보다 바람직하다. 횟수가 0.1회 이상으로 함으로써, 국소적인 분무의 증발에 수반하는 상승 기류에 의한 공급 가스와의 영향이 크고, 천판에 의한 정류 효과가 발휘되기 어려워지게 되는 것을 방지할 수가 있으므로, 막 두께의 균일성의 저하를 보다 확실하게 방지할 수가 있다. 또, 횟수의 상한은 특히 한정되지 않지만, 횟수가 증가하면 관성력에 의해 기관의 고정 불안정하게 되기 때문에, 120회 이하가 좋고, 60회 이하가 바람직하다.
- [0103] 보다 구체적으로는, 도 13과 같은 이동 기구의 경우, 기관을 이동하는 폭 D[mm]에 대해, 기관의 이동 속도를 v [mm/분]으로 하여, v/D [1/분] 은 0.1이상이 좋고, 0.5 이상 120 이하가 바람직하고, 1~60이 보다 바람직하다. D는 특히 한정되지 않고, 예를 들면 기관의 직경[mm] 이상(기관의 직경이 4인치이면 100mm 이상)이 좋고, 상한은 특히 한정되지 않는다. 크게 하면 1개의 노즐당 대량의 기관 상에 성막할 수가 있다. 그러나, 1개의 기관 근처의 성막 속도가 저하하기 때문에, 1000mm 이하로 하여 1개의 노즐 근처의 성막하는 기관의 매수를 한정하는 것이 생산성이 한층 뛰어나 바람직하다. v는 특히 한정되지 않는다. 10mm/분 이상 30000mm/분이 좋고, 30mm/분 이상 12000mm/분이 바람직하고, 60mm/분 이상 6000mm/분 이하가 보다 바람직하다. 도 14와 같은 회전형의 이동 기구의 경우, 0.1rpm 이상이 좋고, 0.5~120rpm이 바람직하고, 1~60rpm이 보다 바람직하다.
- [0104] (배기부)
- [0105] 성막실(107)에는, 기관(110) 상에 캐리어 가스와 함께 공급된 분무가 성막에 이용되고, 그 후의 가스(「배기 가스」라고도 하고, 성막에 이용되지 않았던 분무, 성막시에 생긴 가스, 캐리어 가스 등을 포함한다.)가 기관(110)의 외부로 흐르도록 정류하기 위한 배기부(170)가 비치되어 있고, 이 배기부(170)를 통해 성막실(107)로부터 배기 가스가 배기된다.
- [0106] 배기부(170)는, 기관(110) 상으로부터 배기 가스를 기관(110)의 외부로 배기할 수가 있는 구성이면, 그 형상, 구성은 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 도 1과 같이, 성막실(107)에 있어서 기관(110)의 측방에 배기구(111)를 설치하고 강제 배기를 행하여도 좋다. 노즐(150)로부터 성막실(107)의 천정과 기관(110)의 사이에 공급된 캐리어 가스 등이 기관(110)의 외부로 흐르는 것 같은 구성이 특히 바람직하다. 또한, 여기서 말하는 기관(110)의 외부란, 기관 표면이, 표면의 법선 방향으로 이루는 공간을 제외한 영역을 가리킨다.
- [0107] 배기부(170)로서는, 상기와 같이 성막실(107)에 설치된 배기구(111) 그 자체로 할 수가 있고, 혹은 배기구(111)에 더 강제 배기를 위한 수단을 더한 것으로 할 수도 있다. 그러한 배기부(170)의 일례를 도 11에 나타낸다.

예를 들면, 성막실(107)의 외부에 설치된 배기 유닛(172)에 의해, 성막실(107) 내의 기체가, 성막실(107)의 측면에 설치된 배기구(111)로부터 배기 덕트(171)를 통해, 강제 배기되어 있다. 배기 유닛(172)에는, 배기 유량을 조절하기 위한 배기 유량 조절 밸브(173)가 비치되어 있어 배기 유량을 조정할 수가 있도록 되어 있다.

- [0108] 전술한 것 같은 높이 위치에 설치되는 성막실(107)의 천정에 의한 정류 효과와 노즐(150)로부터의 분무의 공급과 배기구(170)로부터의 배기 가스의 배기에 의해 발생하는 대류의 상승 효과에 의해, 기관(110)의 상방에 기관(110)의 표면에 평행하고 균일한 가스의 흐름이 발생하여 기관(110) 상에 균일한 막을 생성하는 것이 가능하게 된다.
- [0109] 배기구(111)의 형상은, 원형, 직사각형 등, 특히 한정되지 않지만, 가스가 흐르는 방향의 직교 방향으로 대칭인 구조가 좋다. 대칭성이 좋고, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 것이 되기 때문이다.
- [0110] 배기구(170)는, 도 8과 같이, 1개소에 설치되어도 좋고, 도 1, 3, 7과 같이, 2개소 이상으로 설치되어도 좋지만, 2개소 이상 설치하는 경우에는, 배기부가 성막실의 서로 대하는 한 쌍의 방향에 설치되어 있는 것이 바람직하고, 또한 노즐 개구면의 중심에 대해 대칭 위치로 되도록 설치하는 것이 보다 바람직하다. 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있기 때문이다.
- [0111] 배기구(170)에는, 배기구 내에서의 고체의 석출을 억제하기 위해서, 그 일부 또는 전체의 온도를 제어하는 온도 제어 기구(도시하지 않음)를 구비하고 있어도 좋다. 이러한 온도 제어 기구에 의해, 배기구(170) 내에서의 고체의 석출이 억제되어 보다 배기 유량의 제어를 하기 쉽게 된다.
- [0112] 온도 조정 기구는, 배기 덕트(171)의 주위에 배관을 설치하는 등 하여 액체나 기체의 열매체를 이용하여 열교환을 행하는 것이라도 좋고, 펠티에(Peltier) 효과를 응용한 것이라도 좋고, 리본 히터 등에 의한 가열이라도 좋다. 열매체로서는 공지의 열매체가 널리 사용될 수가 있고, 예를 들면 물, 글리콜류, 알코올류, 실리콘 오일류라고 하는 액체나, 공기, 질소, 헬륨, 혹은 플루오로카본류라고 하는 기체의 열매체가 매우 적합하게 이용된다.
- [0113] 또, 배기구(170)를 구성하는 부재의 재질은 특히 한정되지 않고, 폴리설펜, 폴리에테르설펜, 폴리페닐렌설펜, 폴리에테르에테르케톤, 폴리이미드, 폴리에테르이미드, 불소 수지, 철이나 알루미늄, 스테인리스강, 금 등의 금속, 석영, 질화붕소 등을 들 수가 있다. 질화붕소제로 하는 것이 바람직하다. 미반응 원료와의 의도하지 않는 반응에 의한 녹슬음이나 고체의 석출에 의해, 배기 가스의 흐름이 불균일화하는 것을 억제할 수가 있기 때문이다.
- [0114] 전술한 것처럼, 성막실(107)이 이동 기구(160a, 160b)를 구비하는 경우에는, 이동 기구(160a, 160b) 상에 배기구(111)를 설치하는 등 하여 배기구(111)(배기구(170))를 이동시켜도 좋다.
- [0115] (반송부)
- [0116] 반송부(109)는, 분무화부(120)와 성막부(140)를 접속한다. 반송부(109)를 통해 분무화부(120)의 분무 발생원(104)으로부터 성막부(140)의 노즐(150)로 캐리어 가스에 의해 분무가 반송된다. 반송부(109)는, 예를 들면, 공급관(109a)으로 할 수가 있다. 공급관(109a)으로서, 예를 들면 석영관이나 수지제의 튜브 등을 사용할 수가 있다.
- [0117] (원료 용액)
- [0118] 원료 용액(104a)은, 분무화가 가능한 재료를 포함하고 있으면 특히 한정되지 않고, 무기 재료라도, 유기 재료라도 좋다. 원료 용액에는, 금속 또는 금속 화합물의 용액(수용액 등)이 매우 적합하게 이용되고, 갈륨, 철, 인듐, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 크롬, 로듐, 니켈 및 코발트로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상의 금속을 포함하는 것을 사용할 수가 있다. 특히, 원료 용액이 갈륨을 포함하는 것이면, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 산화갈륨막을 성막할 수가 있다.
- [0119] 원료 용액은, 상기 금속 용액을 분무화할 수가 있는 것이면 특히 한정되지 않지만, 원료 용액으로서 금속을 착체 또는 염의 형태로 유기 용매 또는 물에 용해 또는 분산시킨 것을 매우 적합하게 이용할 수가 있다. 착체의 형태로서는, 예를 들면, 아세틸아세토네이트 착체, 카르보닐 착체, 암민 착체, 히드ريد 착체 등을 들 수가 있다. 염의 형태로서는, 예를 들면, 염화금속염, 브롬화금속염, 요오드화금속염 등을 들 수가 있다. 또, 상기 금속을, 브롬화수소산, 염산, 요오드화수소산 등에 용해한 것도 염의 수용액으로서 이용할 수가 있다. 용질 농도는 0.01mol/L~1mol/L가 바람직하다.
- [0120] 또, 원료 용액에는, 할로젠을 포함하는 것(예를 들면, 할로젠화수소산)이나 산화제 등의 첨가제를 혼합해도 좋

다. 할로젠화수소산으로서, 예를 들면, 브롬화수소산, 염산, 요오드화수소산 등을 들 수 있지만, 그 중에서도, 브롬화수소산 또는 요오드화수소산이 바람직하다. 산화제로서는, 예를 들면, 과산화수소(H₂O₂), 과산화나트륨(Na₂O₂), 과산화바륨(BaO₂), 과산화벤조일(C₆H₅CO)₂O₂ 등의 과산화물, 차아염소산(HClO), 과염소산, 질산, 오존수, 과초산이나 니트로벤젠 등의 유기 과산화물 등을 들 수가 있다. 특히, 원료 용액이 할로젠을 포함하는 것이면, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 결정성 산화물막을 성막할 수가 있다.

[0121] 또한, 원료 용액에는, 불순물이 포함되어 있어도 좋다. 불순물은 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 주석, 게르마늄, 규소, 티타늄, 지르코늄, 바나듐 또는 니오븀 등의 n형 불순물, 또는 동, 은, 주석, 이리듐, 로듐 등의 p형 불순물 등을 들 수가 있다. 불순물의 농도는, 예를 들면, 약 1.0×10⁻⁹ mol/L~1.0mol/L이라도 좋고, 약 1.0×10⁻⁷ mol/L 이하의 저농도로 해도, 약 0.01mol/L 이상의 고농도로 해도 좋다.

[0122] (기판)

[0123] 기판(110)은, 성막 가능하고 막을 지지할 수가 있는 것이면 특히 한정되지 않는다. 기판(110)의 재료도, 특히 한정되지 않고, 공지의 기판을 이용할 수가 있고, 유기 화합물이라도 좋고, 무기 화합물이라도 좋다. 예를 들면, 폴리실론, 폴리에테르실론, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리이미드, 폴리에테르이미드, 불소 수지, 철이나 알루미늄, 스테인리스강, 금 등의 금속, 석영, 유리, 탄산칼슘, 산화갈륨, 산화아연 등을 들 수가 있다. 이들에 더하여 실리콘, 사파이어나 니오븀산리튬, 탄탈산리튬, SiC, GaN, 산화철, 산화크롬 등의 단결정 기판을 들 수 있고, 본 발명에 있어서 이상과 같은 단결정 기판이 바람직하다. 이들에 의해, 보다 양질의 결정성 산화물막을 얻을 수가 있다. 특히, 사파이어 기판, 탄탈산리튬 기판, 니오븀산리튬 기판은 비교적 얇기어서 공업적으로 유리하다. 기판의 두께는, 특히 한정되지 않지만, 바람직하게는, 10 μ m~2000 μ m이며, 보다 바람직하게는 50 μ m~800 μ m이다.

[0124] 성막은 기판 상에 직접 행하여도 좋고, 기판 상에 형성된 중간층의 상에 적층시켜도 좋다. 중간층은 특히 한정되지 않고, 예를 들면, 알루미늄, 티타늄, 바나듐, 크롬, 철, 갈륨, 로듐, 인듐, 이리듐의 어느 것을 포함하는 산화물을 주성분으로 할 수가 있다. 보다 구체적으로는, Al₂O₃, Ti₂O₃, V₂O₃, Cr₂O₃, Fe₂O₃, Ga₂O₃, Rh₂O₃, In₂O₃, Ir₂O₃이며, 또 상기의 금속 원소로부터 선택되는 2원소를 A, B로 한 경우에 (A_xB_{1-x})₂O₃(0<x<1)로 표시되는 2원계의 금속 산화물이나, 혹은 상기의 금속 원소로부터 선택되는 3원소를 A, B, C로 한 경우에 (Al_xB_yC_{1-x-y})₂O₃(0<x<1, 0<y<1)로 표시되는 3원계의 금속 산화물로 할 수가 있다.

[0125] 또, 기판(110)은, 예를 들면, 성막되는 면의 면적이 10cm² 이상, 보다 바람직하게는 50cm² 이상인 것, 또는 직경이 4인치(100mm) 이상인 것으로 할 수가 있고, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 대면적에 성막할 수가 있기 때문에 바람직하다. 기판의 면적이나 직경의 상한은 특히 한정되지 않지만, 예를 들면 면적 750cm², 또는 직경 300mm로 할 수가 있다.

[0126] [성막 방법]

[0127] 다음에, 이하, 도 1을 참조하면서, 본 발명과 관련되는 성막 방법의 일례를 설명한다. 우선, 원료 용액(104a)을 분무화부(120)의 분무 발생원(104) 내에 수용하고, 결정성 기판 등의 기판(110)을 핫플레이트(108) 상에 재치하고, 핫플레이트(108)를 작동시킨다.

[0128] 다음에, 유량 조절 밸브(103a, 103b)를 열어 캐리어 가스원(102a)으로부터 주캐리어 가스, 희석용 캐리어 가스원(102b)으로부터 희석용 캐리어 가스를 성막실(107) 내에 공급하고, 성막실(107)의 분위기를 캐리어 가스로 충분히 치환함과 아울러, 주캐리어 가스의 유량과 희석용 캐리어 가스의 유량을 각각 조절하여 제어한다.

[0129] 분무 발생 공정에서는, 초음파 진동자(106)를 진동시키고, 그 진동을 물(105a)을 통해서 원료 용액(104a)에 전파시키는 것에 의해, 원료 용액(104a)을 분무화시켜 분무를 생성한다.

[0130] 다음에, 분무를 캐리어 가스에 의해 반송하는 분무 반송 공정에서는, 분무가 캐리어 가스에 의해 분무화부(120)로부터 반송부(109)를 거쳐 성막부(140)에 반송되고 성막실(107) 내에 도입된다.

[0131] 그리고 성막 공정에서는, 기판 재치부(112)(기판(110)이 재치된 핫플레이트(108))의 상방에 구비한 노즐(150)로부터 성막실(107)의 천정과 기판(110)의 사이에 분무의 공급을 행한다. 그리고, 성막실(107)의 천정 및 배기부(170)(배기구(111) 등)로부터의 배기에 의해 정류되어 기판(110) 상에 공급되고, 성막실(107) 내에서 핫플레이

트(108)의 열에 의해 열처리되고 열반응하여 기관(110) 상에 성막된다.

- [0132] 본 발명과 관련되는 성막 방법에 있어서는, 상술의 성막 장치에서 설명한 것처럼 설정, 특히 성막실의 천정의 내면과 기관 재치부의 기관 재치면의 높이 위치의 차가 0.15cm 이상 6.05cm 이하로 되도록 설정된 성막실을 구비한 성막 장치를 이용함으로써, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막을 성막할 수가 있다. 성막실의 천정에 의한 정류 효과와, 노즐로부터의 분무의 공급과, 배기 가스의 배기에 의해 발생하는 대류의 상승 효과에 의해, 기관의 상방에 기관을 따른(기관 표면에 평행한) 균일한 가스의 흐름이 발생하여 기관 상에 균일한 막을 생성할 수가 있기 때문이다.
- [0133] 성막부(140) 내에서의 분무의 열반응은, 가열에 의해 분무가 반응하면 좋고, 반응 조건 등도 특히 한정되지 않는다. 원료나 성막물에 따라 적당하게 설정할 수가 있다. 예를 들면, 가열 온도는 120℃~600℃의 범위이며, 바람직하게는 200℃~600℃의 범위이며, 보다 바람직하게는 300℃~550℃의 범위로 할 수가 있다. 가열 온도를 $T[℃]$, 노즐 개구면(152)의 면적을 $S[cm^2]$, 캐리어 가스의 유량을 $Q[L/분]$ 로 했을 때, ST/Q 는 40 이상이 바람직하고, 보다 바람직하게는 100 이상 2000 이하이다. $ST/Q \geq 40$ 에서는, 막 두께의 면내 균일성이 보다 좋은 막으로 된다.
- [0134] 열반응은, 진공하, 비산소 분위기하, 환원 가스 분위기하, 공기 분위기하 및 산소 분위기하의 어느 분위기하에서 행해져도 좋고, 성막물에 따라 적당하게 설정하면 좋다. 또, 반응 압력은, 대기압하, 가압하 또는 감압하의 어느 조건하에서 행해져도 좋지만, 대기압하의 성막이면, 장치 구성을 간략화할 수가 있으므로 바람직하다.
- [0135] 캐리어 가스의 유량은 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 직경 4인치(100mm)의 기관 상에 성막하는 경우에는, 1L/분~80L/분으로 하는 것이 바람직하고, 4L/분~40L/분으로 하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 이 캐리어 가스의 유량 Q 는, 20℃에 있어서의 측정치로 하고, 그 외의 온도로 측정할 경우나 다른 종류의 유량(질량 유량 등)을 측정할 경우에는, 기체의 상태방정식을 이용하여 20℃에 있어서의 체적 유량으로 환산할 수가 있다.
- [0136] 배기의 유량은 특히 한정되지 않지만, 바람직하게는, 노즐(150)로부터 공급되는 캐리어 가스의 유량을 $Q[L/분]$, 배기부(170)로부터 배기되는 배기량을 $E[L/분]$ 로 했을 때, E/Q 는 5.0 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.5 이상 3.0 이하가 보다 바람직하다. 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막으로 되기 때문이다. 또, 이 때에 배기부(170)로부터 배기되는 E 는 20℃에 있어서 배기구(111)에서 유량계를 이용하여 측정하거나 또는 풍속계를 이용하여 측정할 선속과 배기구(111)의 개구면의 면적의 곱하기에 의해 산출할 수가 있다. 그 외의 온도로 풍속을 측정할 경우, 또는 그 외의 방법, 온도로 유량을 측정할 경우에는, 기체의 상태방정식을 이용하여 20℃에 있어서의 체적 유량으로 환산할 수가 있다.
- [0137] 노즐 개구면(152)의 면적을 $S[cm^2]$, 캐리어 가스의 유량을 $Q[L/분]$, 노즐 개구면(152)과 기관(110)의 피처리면의 사이의 높이 위치의 차(예를 들면, 노즐 개구면(152)과 기관(110)의 표면의 거리 중에서 최장으로 되는 거리)를 $H[cm]$ 로 했을 때, SH/Q 는 0.015 이상이 좋고, 바람직하게는, 0.1 이상 20 이하이다. $SH/Q \geq 0.015$ 에서는, 막 두께의 면내 균일성이 보다 좋은 막으로 된다.
- [0138] 또, 이 때에 노즐 개구면(152)에 있어서의 기관과 직교하는 방향의 가스의 속도는, 0.01m/s 이상 8.0m/s 이하가 좋고, 바람직하게는 0.1m/s 이상 2.0m/s 이하이다. 또한, 노즐 개구면(152)에 있어서의 기관과 직교하는 방향의 가스의 속도는, 캐리어 가스의 유량 $Q[L/분]$ 를 노즐 개구면(152)의 면적 $S[cm^2]$ 로 나누어 단위 환산함으로써 산출한다.
- [0139] 또한, 이동 기구(160)으로 기관(110)을 노즐(150)의 하방에서 이동시키면서 성막하면, 대면적의 막을 형성할 때에 유효하고, 또 막 두께 분포가 한층 더 면내 균일로 뛰어난 막을 성막하는데 유효하다.
- [0140] 이러한 성막 방법에 의해, 종래의 방법에 비해 막 두께의 기관 면내 균일성이 양호한 막을 성막하는 것이 가능하다.
- [0141] 본 발명에 있어서는, 성막 후, 어닐(anneal) 처리를 행하여도 좋다. 어닐 처리의 온도는, 특히 한정되지 않지만, 600℃ 이하가 바람직하고, 550℃ 이하가 보다 바람직하다. 막의 결정성을 해치지 않기 때문이다. 어닐 처리의 처리 시간은, 특히 한정되지 않지만, 10초~10시간으로 하는 것이 바람직하고, 10초~1시간으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0142] 본 발명과 관련되는 성막 방법에 의해 성막하여 얻어지는 반도체막 등의 결정성 산화물막은 막 두께의 면내 균일성이 뛰어난 대면적인 막이다.

- [0143] <실시예>
- [0144] 이하, 실시예를 들어 본 발명에 대해 구체적으로 설명하지만 이것은 본 발명을 한정하는 것은 아니다.
- [0145] (실시예 1)
- [0146] 본 실시예에서는, 도 1에 나타내는 것 같은 성막 장치를 이용하였다. 성막실(107)의 천정과 동일한 평면 내로 되도록 노즐 개구면(152)이 고정되어 있다. 천정의 면적을 $B[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $B=600$ 이며, 기관 재치부(112)의 기관 재치면(113)(핫플레이트(108)의 상면)과 성막실의 천정의 높이 위치의 차 I 를 $I=2.05\text{cm}$ 로 하였다.
- [0147] 요오드화갈륨을 물에 가하여 60°C 에서 60분 교반하여 용해시키고, 0.1mol/L 의 수용액을 조제하고, 이것을 원료 용액(104a)으로 하였다. 상술과 같이 하여 얻은 원료 용액(104a)을 분무 발생원(104) 내에 수용하였다. 이 때의 용액의 온도는 25°C 였다.
- [0148] 다음에, 기관(110)으로서 4인치(직경 100mm)의 c면 사파이어 기관을 성막실(107) 내에서 핫플레이트(108)에 재치하고, 핫플레이트(108)를 작동시켜 온도를 500°C 로 승온하였다.
- [0149] 이어서, 유량 조절 밸브(103a, 103b)를 열어 캐리어 가스원(102a)(주캐리어 가스), 희석용 캐리어 가스 공급원(102b)(희석용 캐리어 가스)으로부터 캐리어 가스로서 질소 가스를 성막실(107) 내에 공급하고, 성막실(107)의 분위기를 이들 캐리어 가스로 충분히 치환함과 아울러, 주캐리어 가스의 유량을 12L/분으로 조절하고, 희석용 캐리어 가스의 유량을 12L/분으로 조절하였다.
- [0150] 이어서, 도 11과 같은 배기부(170)를 이용하여 배기구(111)에 있어서의 배기량 $E[\text{L/분}]$ 가 24로 되도록 배기 유량 조절 밸브(173)를 조정하였다. 이 때에 $E/Q=1.0$ 이었다.
- [0151] 다음에, 초음파 진동자(106)를 2.4MHz로 진동시키고, 그 진동을 물(105a)을 통해서 원료 용액(104a)에 전파시키는 것에 의해, 원료 용액(104a)을 분무화하여 분무를 생성하였다.
- [0152] 이 분무를 캐리어 가스에 의해 공급관(109a), 노즐(150)을 거쳐, 기관(110)에 공급하였다. 노즐(150)로서는, 노즐 개구면(152)이 직사각형 형상의 노즐을 이용하여 노즐 개구면(152)의 면적을 $S[\text{cm}^2]$, 캐리어 가스의 유량을 $Q[\text{L/분}]$, 노즐 개구면(152)과 기관(110)의 높이 위치의 차(노즐 개구면(152) 내의 점과 기관(110)의 표면의 거리 중에서 최장으로 되는 거리)를 $H[\text{cm}]$ 로 했을 때, $SH/Q=0.5$ 가 되도록 조정하였다. 이 때에 $S=6.0[\text{cm}^2]$, $H=2.0[\text{cm}]$, $Q=24[\text{L/분}]$ 이다.
- [0153] 그리고, 대기압하, 500°C 의 조건에서, 배기구(111)로부터 배기 가스를 배기하면서, 성막실(107) 내에서 분무를 열반응시키고, 기관(110) 상에 코런덤 구조를 가지는 산화갈륨($\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$)의 박막을 형성하였다. 성막 시간은 300분으로 하였다.
- [0154] 열처리 온도를 $T[^\circ\text{C}]$ 로 했을 때, $ST/Q=125$, 기관의 면적을 $A[\text{cm}^2]$ 로 했을 때, $S/A=0.076$, 노즐 개구면(152)의 장축 길이를 $L[\text{cm}]$, 기관의 노즐 장축 방향의 최대 길이를 $R[\text{cm}]$ 로 했을 때, $L/R=1.2$ 였다. 이 때에 $T=500[^\circ\text{C}]$, $A=78.5[\text{cm}^2]$, $L=12[\text{cm}]$, $R=10[\text{cm}]$ 이다. 또, $B/A=7.6$ 이다.
- [0155] 도 13과 같은 이동 스테이지(161a)에 의해, 기관 및 핫플레이트를 $15[\text{cm/분}]$ 의 속도로, 1분간에 한 번 노즐의 하방을 통과하도록 왕복 이동시켰다.
- [0156] (비교예 1)
- [0157] 도 12와 같은 성막실(107)을 설치하지 않은 성막 장치를 이용한 것, 성막 시간을 60분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 행하였다.
- [0158] (비교예 2)
- [0159] 도 13과 같은 성막실(107)을 설치한 성막 장치를 이용하여 기관 재치부(112)의 기관 재치면(113)(핫플레이트(108)의 상면)과 성막실(107)의 천정의 높이 위치의 차 I 를 $I=15.05\text{cm}$ 로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.
- [0160] (비교예 3)
- [0161] 도 14와 같은 성막실(107)에 배기부(170)를 설치하지 않은 성막 장치를 이용한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로

로 성막을 행하였다.

[0162] (실시예 2)

[0163] 노즐 개구면(152)의 면적 S 를 $2.4[\text{cm}^2]$, 노즐 개구면(152)과 기관(110)의 높이 위치의 차 $H[\text{cm}]$ 를 $6.0[\text{cm}]$, 성막실(107)의 천정과 기관 재치부(112)의 기관 재치면(113)의 높이 위치의 차 I 를 $6.05[\text{cm}]$, 캐리어 가스의 유량 Q 를 $48[\text{L}/\text{분}]$ 로 변경하고, $SH/Q=0.3$, $ST/Q=25$, $S/A=0.031$, $E/Q=0.5$ 로 한 것, 성막 시간을 30분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0164] (실시예 3)

[0165] 노즐 개구면(152)의 면적 S 를 $12[\text{cm}^2]$, 노즐 개구면(152)과 기관(110)의 높이 위치의 차 $H[\text{cm}]$ 를 $0.1[\text{cm}]$, 성막실(107)의 천정과 기관 재치부(112)의 기관 재치면(113)의 높이 위치의 차 I 를 $0.15[\text{cm}]$, 캐리어 가스의 유량 Q 를 $12[\text{L}/\text{분}]$, 배기량 E 를 $12[\text{L}/\text{분}]$ 으로 변경하고, $SH/Q=0.1$, $ST/Q=500$, $S/A=0.15$ 로 한 것, 성막 시간을 30분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0166] (실시예 4)

[0167] 기관 재치 영역(114)과 성막실(107)의 측벽의 내면과의 최단 거리 $J[\text{cm}]$ 를 $15[\text{cm}]$, 성막실(107)의 천정의 면적 $B[\text{cm}^2]$ 를 $1600[\text{cm}^2]$ 로 변경하고, $B/A=20.4$ 로 한 것, 성막 시간을 150분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0168] (실시예 5)

[0169] 기관 재치 영역(114)과 성막실(107)의 측벽의 내면과의 최단 거리 $J[\text{cm}]$ 를 $5.0[\text{cm}]$, 성막실(107)의 천정의 면적 $B[\text{cm}^2]$ 를 $800[\text{cm}^2]$ 로 변경하고, $B/A=10.2$ 로 한 것, 성막 시간을 240분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0170] (실시예 6)

[0171] 기관 재치 영역(114)과 성막실(107)의 측벽의 내면과의 최단 거리 $J[\text{cm}]$ 를 $0[\text{cm}]$, 성막실(107)의 천정의 면적 $B[\text{cm}^2]$ 를 $400[\text{cm}^2]$ 으로 변경하고, $B/A=5.1$ 으로 한 것, 성막 시간을 180분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0172] (실시예 7)

[0173] 배기량 E 를 $120[\text{L}/\text{분}]$ 으로 변경하고, $E/Q=5.0$ 로 한 것, 성막 시간을 360분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0174] (실시예 8)

[0175] 배기량 E 를 $360[\text{L}/\text{분}]$ 으로 변경하고, $E/Q=15.0$ 으로 한 것, 성막 시간을 60분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0176] (실시예 9)

[0177] 기관(110)으로서 6인치(직경 150mm)의 c면 사파이어 기관을 이용한 것, 캐리어 가스의 유량 Q 를 $36[\text{L}/\text{분}]$, 배기량 E 를 $36[\text{L}/\text{분}]$, 노즐 개구면(152)의 장축 길이 $L[\text{cm}]$ 을 $18[\text{cm}]$, 노즐 개구면(152)의 면적 $S=9.0[\text{cm}^2]$, 기관(110)의 면적 $A=176.7[\text{cm}^2]$ 로 하고, $S/A=0.051$, $B/A=3.4$ 로 한 것, 성막 시간을 180분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0178] (실시예 10)

[0179] 기관(110)으로서 6인치(직경 150mm)의 c면사파이어 기관을 이용한 것, 성막실(107)의 천정의 면적 $B[\text{cm}^2]$ 를 $176.7[\text{cm}^2]$, 캐리어 가스의 유량 Q 를 $36[\text{L}/\text{분}]$, 배기량 E 를 $36[\text{L}/\text{분}]$, 노즐 개구면(152)의 장축 길이 $L[\text{cm}]$ 을 $18[\text{cm}]$, 노즐 개구면(152)의 면적 $S=9.0[\text{cm}^2]$, 기관(110)의 면적 $A=176.7[\text{cm}^2]$ 로 하고, $S/A=0.051$, $B/A=1.0$ 으로 한 것, 성막 시간을 60분으로 한 것, 기관을 이동시키지 않은 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였

다.

[0180] (실시예 11)

[0181] 알루미늄아세틸아세토네이트 착체를 염산 용액에 용해시키고, 0.1mol/L의 용액을 조제하고, 원료 용액으로서 이용한 것, 도 13의 성막 장치를 이용하여 성막실(107)의 천정과 기관 재치부(112)의 기관 재치면의 높이 위치의 차 I를 3.05[cm], 성막 온도 T[℃]를 550[℃]로 변경하고, ST/Q=137.5로 한 것, 성막 시간을 60분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0182] (실시예 12)

[0183] 질산갈륨을 물에 용해시키고, 0.1mol/L의 용액을 조제하고, 원료 용액으로서 이용한 것, 도 8과 같은 성막실을 구비한 도 15와 같은 성막 장치를 이용한 것, 기관을 이동시키지 않은 것, 성막 시간을 60분으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로 성막을 행하였다.

[0184] (막 두께 분포 측정)

[0185] 기관(110) 상에 형성한 박막에 대해, 측정 개소를 기관(110) 상의 면내의 81점으로 하여 단차계를 이용하여 막 두께를 측정하였다. 또, 각각의 값으로부터 평균 막 두께를 산출하여 표 1에 나타냈다. 또한, (막 두께 분포[±%])=(최대 막 두께-최소 막 두께)/(평균 막 두께)/2×100으로 하여 산출한 막 두께 분포를 표 1에 나타냈다. 또, 평균 막 두께를 성막 시간으로 나눈 값을 성막 속도로서 표 1에 나타냈다.

표 1

	원료	B/A [-]	E/Q [-]	H [cm]	I [cm]	J [cm]	기관 이동	막 두께 [μm]	제막 속도 [μm/h]	분포 [±%]
실시예 1	Gals	7.6	1.0	2.0	2.05	2.5	왕복	6.51	1.3	3.1
비교예 1	Gals	7.6	1.0	2.0	-	2.5	왕복	0.64	0.6	34.1
비교예 2	Gals	7.6	1.0	2.0	15.05	2.5	왕복	0.75	0.8	21.7
비교예 3	Gals	7.6	0.0	2.0	2.05	2.5	왕복	0.91	0.9	15.4
실시예 2	Gals	7.6	0.5	6.0	6.05	2.5	왕복	0.57	1.1	8.7
실시예 3	Gals	7.6	1.0	0.1	0.15	2.5	왕복	1.15	2.3	4.2
실시예 4	Gals	20.4	1.0	2.0	2.05	15	왕복	2.55	1.0	7.1
실시예 5	Gals	10.2	1.0	2.0	2.05	5.0	왕복	5.14	1.3	4.9
실시예 6	Gals	5.1	1.0	2.0	2.05	0	왕복	3.40	1.1	4.6
실시예 7	Gals	7.6	5.0	2.0	2.05	2.5	왕복	7.54	1.3	4.3
실시예 8	Gals	7.6	15.0	2.0	2.05	2.5	왕복	1.12	1.1	6.1
실시예 9	Gals	3.4	1.0	2.0	2.05	2.5	왕복	4.00	1.3	3.8
실시예 10	Gals	1.0	1.0	2.0	2.05	2.5	없음	1.50	1.5	7.5
실시예 11	Al(acac) ₃	7.6	1.0	2.0	3.05	2.5	왕복	1.04	1.0	7.1
실시예 12	Ga(NO ₃) ₃	7.6	1.0	2.0	2.05	2.5	없음	1.20	1.2	8.2

[0186]

[0187] 실시예 1~12과 비교예 1~3의 비교예 의해, 분무화부, 캐리어 가스 공급부, 성막부, 배기부를 구비하고, 성막부 내에 설치된, 기관을 재치하는 기관 재치부의 상방에 이 기관 상에 분무를 공급하는 노즐과 기관 재치부를 내포하는 성막실을 구비하고, 성막실의 천정의 내면과 기관 재치부의 높이 위치의 차를 0.15cm 이상 6.05cm 이하로 되도록 성막실을 설정하여 설치한 성막 장치를 이용함으로써, 막 두께의 면내 균일성이 뛰어난 것을 얻을 수 있는 것을 알았다.

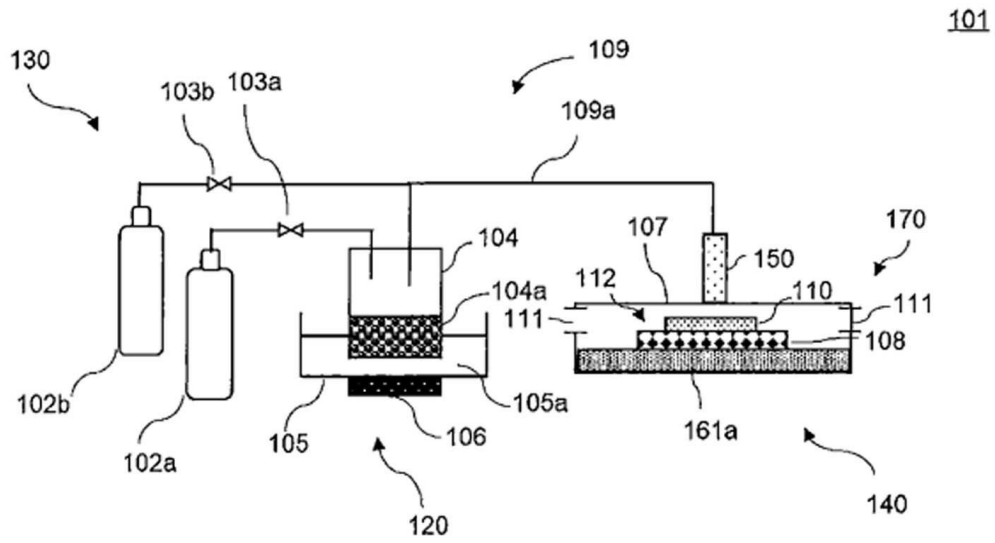
[0188] 또, 특허 문헌 5와 본 발명과 관련되는 성막 장치, 성막 방법과는 기관의 설치 방식이나, 분무를 정류하는 기구의 유무가 다른 것이 영향을 주어, 특허 문헌 5에 기재의 4인치 이상의 기관에 성막한 예에서는, 막 두께의 면내 균일성이 양호한 막이 얻어지지 않았다고 추정된다.

[0189] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되는 것은 아니다. 상기 실시 형태는 예시이며, 본 발명의 특허 청구의 범위에 기재된 기술적 사상과 실질적으로 동일한 구성을 가지고 동일한 작용 효과를 나타내는 것은 어떠한 것이

라도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

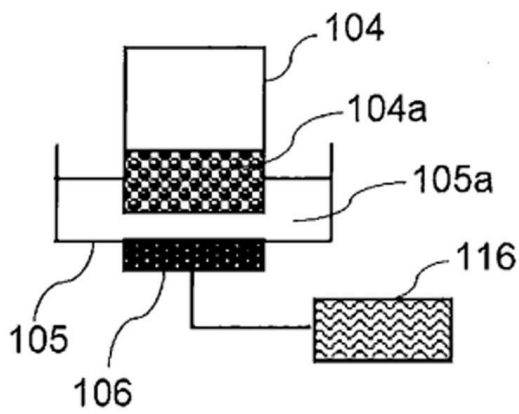
도면

도면1

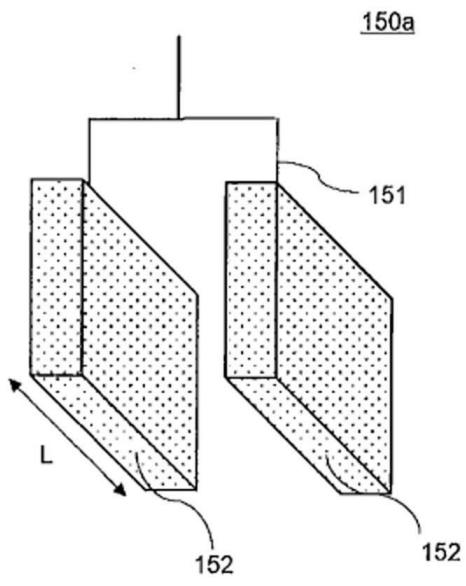


도면2

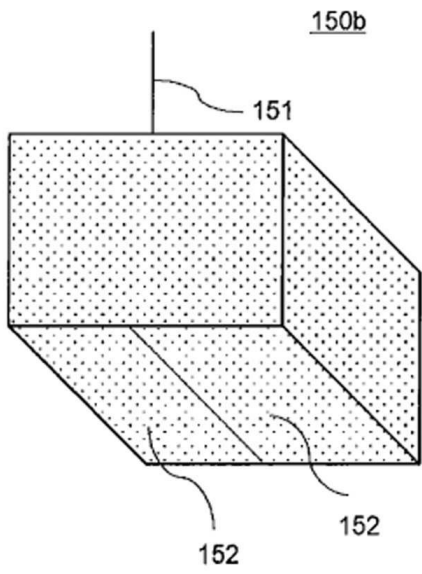
120



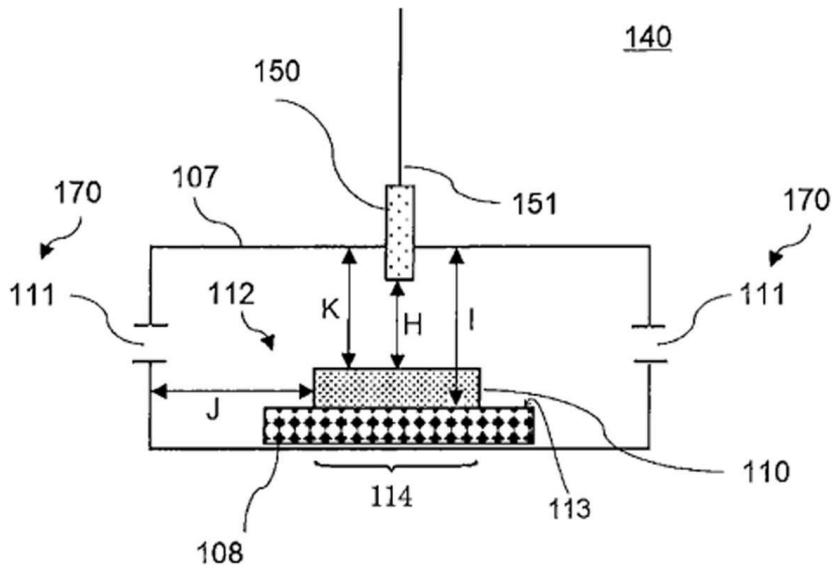
도면5



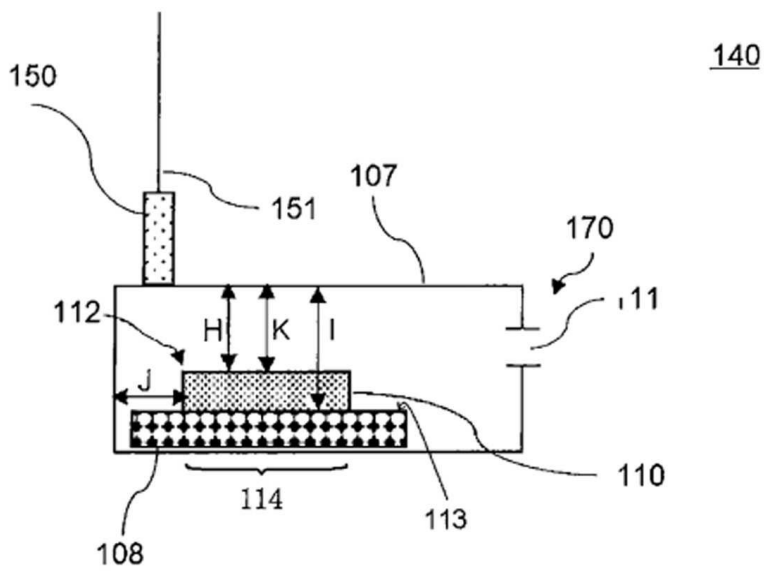
도면6



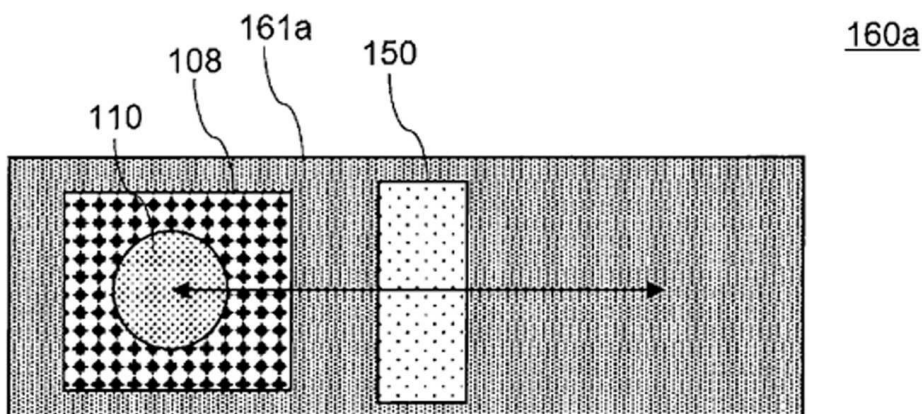
도면7



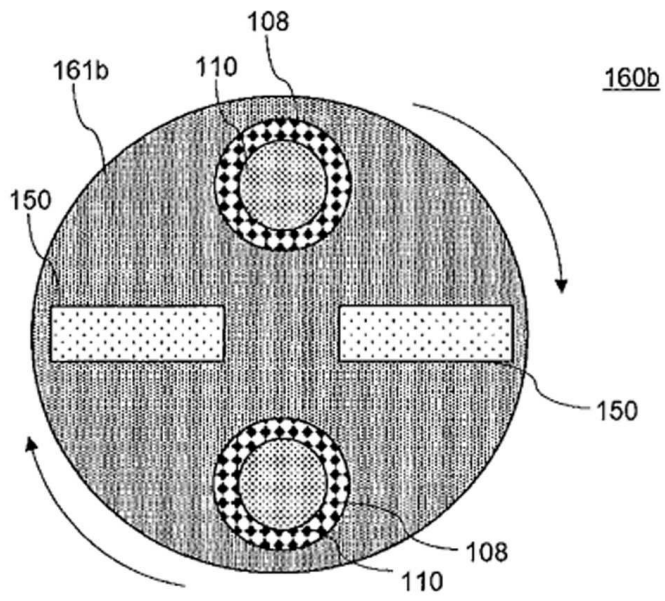
도면8



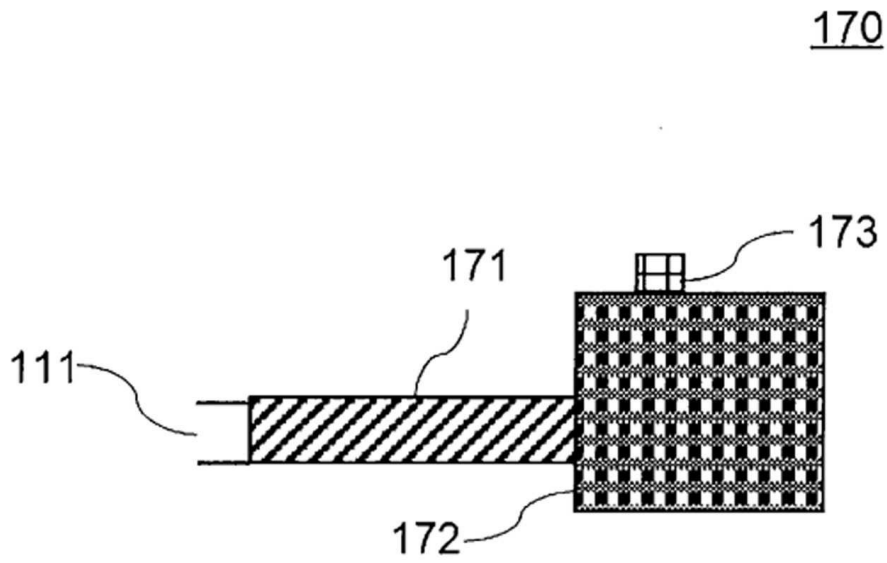
도면9



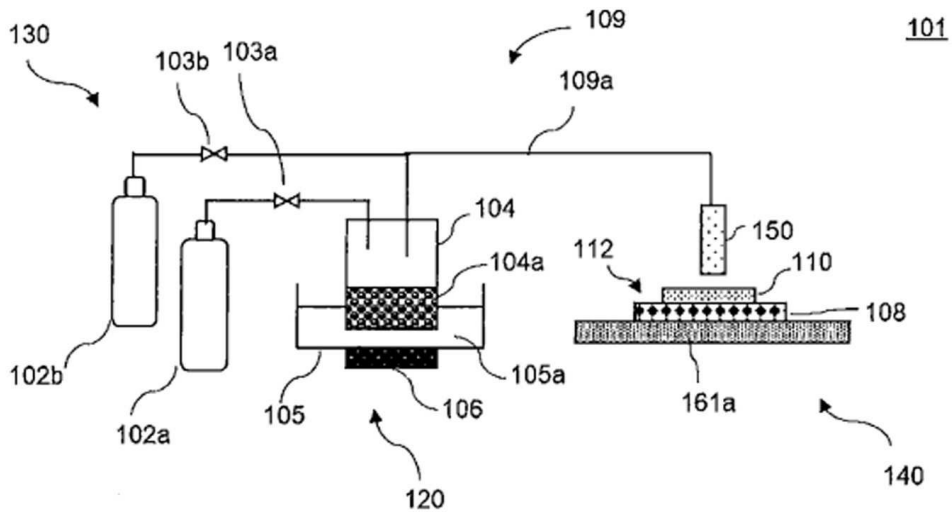
도면10



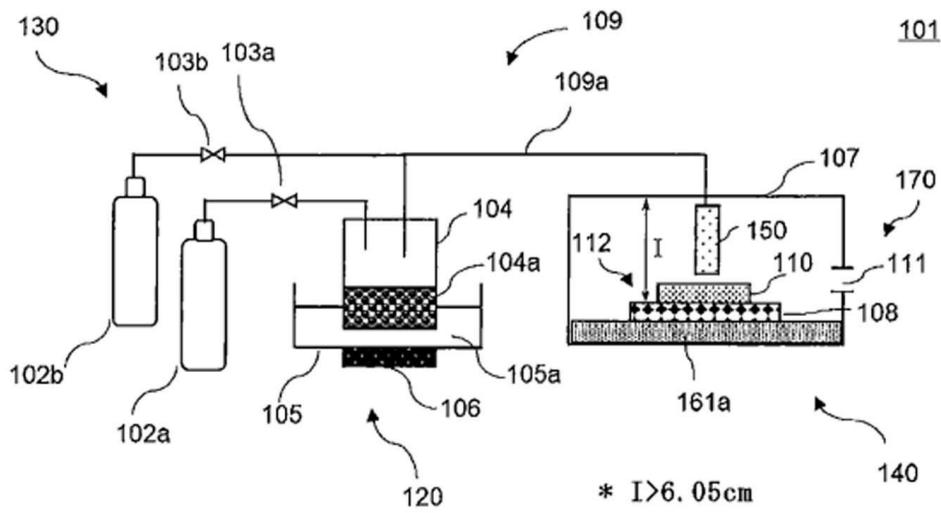
도면11



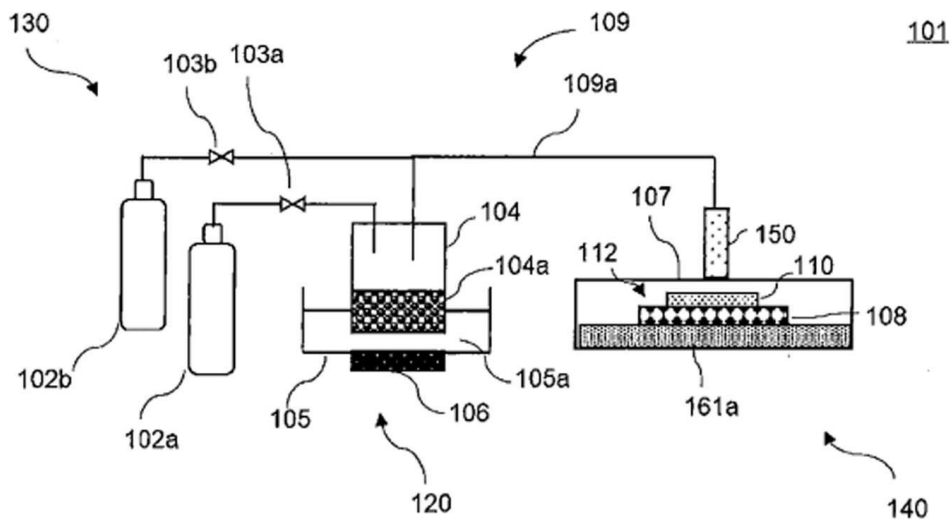
도면12



도면13



도면14



도면15

