



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월05일
(11) 등록번호 10-1272009
(24) 등록일자 2013년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. C1..)	(73) 특허권자
C23C 14/34 (2006.01) HO1F 41/18 (2006.01) HO1L 43/08 (2006.01) HO1L 43/12 (2006.01)	캐논 아네르바 가부시키가이샤
(21) 출원번호 10-2011-7014654	일본 가나가와켄 가와사키시 아사오구 구리기 2쵸 메 5반 1고
(22) 출원일자(국제) 2009년12월25일	(72) 발명자
심사청구일자 2011년06월24일	기파다 토루
(85) 번역문제출일자 2011년06월24일	일본 2158550 가나가와켄 가와사끼시 아사오구 구 리기 2-5-1 캐논 아네르바 가부시키가이샤 내
(65) 공개번호 10-2011-0089878	와파나베 나오끼
(43) 공개일자 2011년08월09일	일본 2158550 가나가와켄 가와사끼시 아사오구 구 리기 2-5-1 캐논 아네르바 가부시키가이샤 내
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/007278	나가이 모토노부
(87) 국제공개번호 WO 2010/073711	일본 2158550 가나가와켄 가와사끼시 아사오구 구 리기 2-5-1 캐논 아네르바 가부시키가이샤 내
국제공개일자 2010년07월01일	(74) 대리인
(30) 우선권주장	박충범, 장수길
JP-P-2008-333066 2008년12월26일 일본(JP)	
JP-P-2008-333480 2008년12월26일 일본(JP)	
(56) 선행기술조사문헌	
JP2002167661 A	
JP2002069631 A	
JP평성09069460 A	
JP평성06207270 A	

전체 청구항 수 : 총 12 항

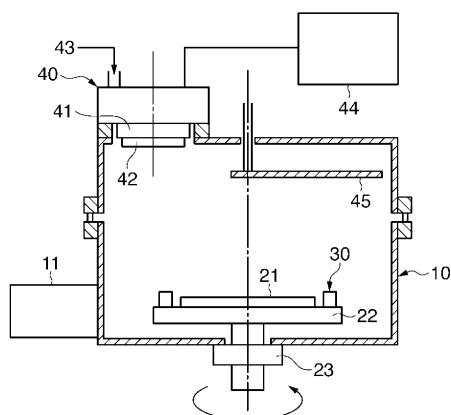
심사관 : 김종혁

(54) 발명의 명칭 스퍼터링 장치, 스퍼터링 방법 및 전자 디바이스의 제조 방법

(57) 요 약

스퍼터링 장치는 기판(21)을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전 가능하게 보유 지지하는 기판 훌더(22)와, 기판(21)의 주위에 배치되어, 기판(21)의 처리면에 자장을 형성하는 기판측 자석(30)과, 기판(21)의 비스듬한 상방에 배치되어, 방전용의 전력이 인가되는 캐소드(41)와, 기판(21)의 회전 위치를 검출하는 위치 검출부(23)와, 상기 위치 검출부(23)가 검출한 회전 위치에 따라 상기 방전용의 전력을 제어하는 컨트롤러(5)를 구비한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전 가능하게 보유 지지하는 기판 훌더와,
 상기 기판의 적재면의 주위에 배치되어, 상기 기판의 처리면에 자장을 형성하는 기판 자장 형성 수단과,
 상기 기판의 비스듬한 맞은편의 위치에 배치되어, 방전용의 전력이 투입되는 캐소드와,
 상기 기판의 회전 위치를 검출하는 위치 검출 수단과,
 상기 위치 검출 수단이 검출한 회전 위치에 따라, 상기 캐소드에 투입하는 전력을 제어하는 전력 제어 수단을
 구비하고,
 상기 전력 제어 수단은, 상기 기판에서의 자장의 형성 상태에 의해 스퍼터링 입자의 비산량이 많은 제1 부분이
 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의 투입 전력을 제1 전력값으로 하고, 상기 제1 부분
 보다도 스퍼터링 입자의 비산량이 적은 제2 부분이 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의
 투입 전력을 상기 제1 전력값보다도 높은 제2 전력값으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판 자장 형성 수단은 상기 기판과 동기하여 회전 가능하며, 상기 기판의 처리면을 따라
 방향성을 갖는 자장을 형성하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 전력 제어 수단은, 상기 제1 부분이 상기 캐소드에 접근함에 따라서 투입 전력을 감소시
 켜 상기 제1 전력값으로 함과 함께, 상기 제2 부분이 상기 캐소드에 접근함에 따라서 투입 전력을 증가시켜 상
 기 제2 전력값으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전력 제어 수단은, 전력값이 상기 기판의 회전각의 정현파 함수가 되도록 상기 캐소드에
 투입하는 전력을 제어하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 7

기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전시켜, 그 처리면에 자장을 형성시키면서, 상기 기판의 비스듬한 맞은편
 의 위치에 배치되는 캐소드에, 위치 검출 수단이 검출한 상기 기판의 회전 위치에 따라, 조정한 전력을 투입함
 으로써 성막을 실행하고, 상기 기판에서의 자장의 형성 상태에 의해 스퍼터링 입자의 비산량이 많은 제1 부분이
 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의 투입 전력을 제1 전력값으로 하고, 상기 제1 부분
 보다도 스퍼터링 입자의 비산량이 적은 제2 부분이 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의
 투입 전력을 상기 제1 전력값보다도 높은 제2 전력값으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 자성막을 성막하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전 가능하게 보유 지지하는 기판 홀더와,
 상기 기판의 적재면의 주위에 배치되어, 상기 기판의 처리면에 자장을 형성하기 위한 기판 자장 형성 수단과,
 상기 기판의 비스듬한 맞은편의 위치에 배치되어, 방전용의 전력이 각각 투입되는 복수의 캐소드와,
 상기 기판의 회전 위치를 검출하는 위치 검출 수단과,
 복수의 상기 캐소드 각각에의 투입 전력을 제어하는 전력 제어 수단과,
 상기 전력 제어 수단을 통하여, 복수의 상기 캐소드에 방전용의 전력을 투입하고, 상기 기판 홀더에 보유 지지된 기판에 대하여 동시 스퍼터링에 의한 성막을 실행하는 성막 제어 수단을 구비하고,
 상기 전력 제어 수단은, 상기 기판에서의 자장의 형성 상태에 의해 스퍼터링 입자의 비산량이 많은 제1 부분이 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의 투입 전력을 제1 전력값으로 하고, 상기 제1 부분보다도 스퍼터링 입자의 비산량이 적은 제2 부분이 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의 투입 전력을 상기 제1 전력값보다도 높은 제2 전력값으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 전력 제어 수단은, 상기 제1 부분이 상기 대응하는 캐소드에 접근함에 따라서 투입 전력을 감소시켜 상기 제1 전력값으로 합과 함께, 상기 제2 부분이 상기 대응하는 캐소드에 접근함에 따라서 투입 전력을 증가시켜 상기 제2 전력값으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 전력 제어 수단은 전력값이 상기 기판의 회전각의 정현파 함수가 되도록, 상기 대응하는 캐소드에 투입하는 전력을 제어하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전시켜, 그 처리면에 자장을 형성시키면서, 상기 기판의 비스듬한 맞은편에 위치하면서 다른 종류의 재료로 이루어지는 타깃이 배치되는 복수의 캐소드에, 위치 검출 수단이 검출한 상기 기판의 회전 위치에 따라, 조정한 전력을 각각 투입함으로써 동시 스퍼터링에 의한 성막을 실행하고, 상기 기판에서의 자장의 형성 상태에 의해 스퍼터링 입자의 비산량이 많은 제1 부분이 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의 투입 전력을 제1 전력값으로 하고, 상기 제1 부분보다도 스퍼터링 입자의 비산량이 적은 제2 부분이 상기 캐소드에 가까운 위치에 있을 때에는, 상기 캐소드에의 투입 전력을 상기 제1 전력값보다도 높은 제2 전력값으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 자성막을 성막하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 19

제7항, 제8항, 제17항 및 제18항 중 어느 한 항에 기재된 스퍼터링 방법을 사용하는 전자 디바이스의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 캐소드에 고전압을 인가하여 기판 홀더와의 사이에서 방전을 발생시켜, 캐소드에 설치된 타깃을 스퍼터링하여 기판 상에 성막하는 스퍼터링 장치, 스퍼터링 방법 및 전자 디바이스의 제조 방법에 관한 것이다. 상세하게는 기판을 그 처리면을 따라 회전시키면서 성막을 행하는 스퍼터링 장치, 스퍼터링 방법 및 전자 디바이스의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래부터 기판의 비스듬한 상방에 타깃을 지지하는 캐소드를 오프셋 배치하고, 기판을 그 처리면을 따라 회전시키면서 비스듬한 입사 스퍼터링에 의해 타깃 재료를 스퍼터링하여 기판 상에 성막하는 스퍼터링 장치가 알려져 있다.

[0003] 이와 관련된 기술로서는, 예를 들어 기판을 적당한 속도로 회전시킴과 함께, 기판의 법선에 대하여 타깃의 중심축선의 각도 Θ 를 $15^\circ \leq \Theta \leq 45^\circ$ 의 관계로 유지한 스퍼터링 방법 및 장치가 제안되어 있다(특허문현 1 참조). 이 스퍼터링 장치에 따르면, 타깃의 직경을 기판과 동등 이하로 하여도 균일 막 두께, 막질을 생성할 수 있는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2000-265263호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 종래의 비스듬한 입사 스퍼터링 기술을 사용하여도 자성막을 성막하는 경우에는, 다른 재료를 성막하는 경우에 비하여 시트 저항 분포에 치우침이 발생한다. 그런데, 면내 분포(10)는 1% 미만이라고 하는 값을 실현하고 있었기 때문에 큰 문제로는 되지 않았다.

[0006] 그러나, 최근 스퍼터링 속도 향상의 요청이 높아짐에 따라서, 방전 전력의 고전력화가 시도되고 있다. 고전력으로 비스듬한 입사 스퍼터링에 의해 자성막의 성막을 행한 바, 시트 저항 분포의 치우침이 한층 증대된다고 하는 문제가 있었다. 또한, 복수의 캐소드를 사용하여, 복수의 타깃에 대하여 동시 스퍼터링을 행하는 경우에는, 성막 분포의 치우침이 각 타깃 재료의 분포의 치우침으로 연결되었다.

[0007] 본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어지며, 면내 분포의 균일성이 우수한 막을 성막할 수 있도록 하고, 우수한 성능의 전자 디바이스를 용이하게 제조할 수 있도록 하는 스퍼터링 기술을 실현한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 스퍼터링 장치는 기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전 가능하게 보유 지지하는 기판 홀더와, 상기 기판의 주위에 배치되어, 상기 기판의 처리면에 자장을 형성하는 기판 자장 형성 수단과, 상기 기판의 비스듬한 맞은편의 위치에 배치되어, 방전용의 전력이 투입되는 캐소드와, 상기 기판의 회전 위치를 검출하는 위치 검출 수단과, 상기 위치 검출 수단이 검출한 회전 위치에 따라 상기 캐소드에 투입하는 전력을 제어하는 전력 제어 수단을 구비한다.

[0009] 또한, 본 발명의 스퍼터링 방법은, 기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전시켜, 그 처리면에 자장을 형성시키

면서, 상기 기판의 비스듬한 맞은편의 위치에 배치되는 캐소드에, 위치 검출 수단이 검출한 상기 기판의 회전 위치에 따라, 조정한 전력을 투입함으로써 성막을 실행한다.

- [0010] 또한, 본 발명의 전자 디바이스의 제조 방법은, 기판을 그 처리면의 면 방향을 따라 회전시켜, 그 처리면에 자장을 형성시키면서, 상기 기판의 비스듬한 맞은편의 위치에 배치되는 캐소드에, 위치 검출 수단이 검출한 상기 기판의 회전 위치에 따라, 조정한 전력을 투입함으로써 스퍼터링법에 의해 성막하는 성막 스텝을 갖는다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에 따르면, 막 두께나 조성의 면 내 분포의 균일성이 우수한 막을 성막할 수 있고, 우수한 성능의 전자 디바이스를 제조하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 첨부 도면은 명세서에 포함되어 그 일부를 구성하며, 본 발명의 실시 형태를 나타내고, 그 기술과 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위하여 사용된다.

도 1은 제1 실시 형태의 스퍼터링 장치를 모식적으로 도시하는 개략 단면도.

도 2는 기판측 자석이 형성하는 자계의 일례를 모식적으로 도시하는 평면도.

도 3은 제1 실시 형태의 캐소드 유닛 및 컨트롤러의 구성을 도시하는 블록도.

도 4는 본 실시 형태의 방전용 전력의 정현과 제어 맵을 예시하는 도면.

도 5는 일정한 방전용 전력을 투입하여 자성 재료를 성막하는 비교예의 스퍼터링 장치를 도시하는 도면.

도 6a는 본 실시 형태의 기판 상의 시트 저항 분포(막 두께 분포)를 예시하는 도면.

도 6b는 비교예의 기판 상의 시트 저항 분포(막 두께 분포)를 예시하는 도면.

도 7은 제2 실시 형태의 컨트롤러의 구성을 도시하는 블록도.

도 8은 타깃 재료와 제어 패턴의 대응을 규정하는 테이블을 예시하는 도면.

도 9는 도 8의 제어 패턴을 설명하는 도면.

도 10은 제3 실시 형태의 스퍼터링 장치를 모식적으로 도시하는 개략 단면도.

도 11은 제3 실시 형태의 스퍼터링 장치를 모식적으로 도시하는 상면도.

도 12는 제3 실시 형태의 캐소드 유닛 및 컨트롤러의 구성을 도시하는 블록도.

도 13은 제4 실시 형태의 컨트롤러의 구성을 도시하는 블록도.

도 14는 캐소드의 위치 관계와 제어 패턴의 대응을 규정하는 테이블을 예시하는 도면.

도 15는 제5 실시 형태의 스퍼터링 장치의 구성을 도시하는 블록도.

도 16은 스퍼터링 장치의 다른 구성예를 도시하는 도면.

도 17은 본 발명의 스퍼터링 방법을 적용하여 제조 가능한 전자 부품의 예인 TMR 소자를 도시하는 설명도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태를 설명하지만, 본 발명은 본 실시 형태에 한정되는 것이 아니다.

- [0014] [제1 실시 형태]

- [0015] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태의 스퍼터링 장치는 처리 공간을 구획 형성하는 챔버(반응 용기)(10)를 구비하고 있다. 이 챔버(10)에는 그 내부를 원하는 진공도까지 진공 배기 가능한 배기계로서, 게이트 밸브 등의 도시하지 않은 주 밸브를 통하여 배기 펌프(11)가 접속되어 있다.

- [0016] 챔버(10) 내의 처리 공간의 하부에는, 상면에 원반 형상의 기판(21)을 지지하는 원반 형상의 기판 홀더(22)가 설치되어 있다. 처리 대상인 기판(21)은, 통상, 핸들링 · 로봇(도시하지 않음)에 의해 수평 슬롯(도시하지 않음)을 통하여 기판 홀더(22) 상에 운반된다. 기판 홀더(22)는 원반 형상의 적재대(스테이지)이며, 예를 들어

그 상면에 정전 흡착에 의해 기판(21)을 흡착 지지하도록 되어 있다. 기판 홀더(22)는 도전성 부재에 의해 형성되며, 후술하는 캐소드(41)와의 사이에서 방전을 발생시키는 전극으로서도 기능한다.

- [0017] 이 기판 홀더(22)는 도시하지 않은 회전 구동 기구에 접속되어, 그 중심축 주위로 회전 가능하게 구성되어 있고, 적재면에 흡착 지지한 기판(21)을 그 처리면을 따라 회전시키는 것으로 되어 있다. 또한, 기판 홀더(22)의 회전부 또는 회전 구동 기구에는, 기판(21)의 회전 위치(기판 홀더(22)의 회전 위치, 후술하는 기판측 자석(30)에 의해 형성되는 자계 M의 회전 위치)를 검지하는 위치 검출부(위치 센서)(23)가 설치되어 있다. 이 위치 검출부(23)로서는, 예를 들어 로터리 인코더를 사용할 수 있다.
- [0018] 원반 형상의 기판 홀더(22)의 외경은 기판(21)의 외경보다도 크게 설정되어, 이 기판 홀더(22)에서의 기판(21)의 주위에는, 기판(21)의 처리면에 자장을 형성하는 기판 자장 형성부가 배치되어 있다. 이 기판 자장 형성부는, 예를 들어 도 2에 도시한 바와 같이, 기판 홀더(22)의 적재면의 주위에 영구 자석으로 이루어지는 복수의 자석편(31)을 기판 홀더(22)의 주위 방향을 따라 등간격으로 배치한 기판측 자석(30)에 의해 구성되어 있다. 즉, 이 기판측 자석(30)은 기판 홀더(22)의 적재면 상에 있어서 기판(21)과 함께 회전 가능하게 설치되어 있다.
- [0019] 도 2에 도시한 바와 같이, 상기 기판측 자석(30)은 기판(21)의 처리면을 따라 처리면 내에서 일방향을 향한 방향성을 갖는 균일한 자장을 형성한다. 도 2의 예에서는 다이폴 링이 사용되어, 각각 상이한 방향으로 자화된 복수의 원호 형상의 자석편(31)을 환상으로 조합하여, 상기 일방향의 자장 M을 형성하도록 구성되어 있다. 또한, 기판측 자석(30)의 구성은 이것에 한정되지 않고, 자석이 일체 성형되어 있는 것이어도 되며, 기판 홀더(22)와는 별도로 설치하여 기판(21)의 회전과 동기하여 회전 가능하게 구성하여도 된다. 또한, 기판측 자석(30)은 영구 자석에 한정되는 것이 아니며, 전자석을 사용하여도 된다.
- [0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(21)은 기판 홀더(22)의 적재면 상에 수평 상태를 유지하여 보유 지지되어 있다. 기판(21)으로서는, 예를 들어 원판 형상의 실리콘 웨이퍼(SiO₂ 기판)를 사용하지만, 이것에 한정되는 것이 아니다.
- [0021] 또한, 상기 처리 공간의 기판 홀더(22)의 비스듬한 상방에는, 타깃(42)을 보유 지지하는 캐소드(41)를 구비한 캐소드 유닛(40)이 배치되어 있다. 캐소드 유닛(40)은 캐소드(41)의 중심 위치를 기판(21)의 중심축으로부터 기판(21)의 면 방향으로 어긋나게 하여, 캐소드(41)가 기판(21)의 비스듬한 맞은편의 위치로 되도록 오프셋 배치되어 있다.
- [0022] 캐소드 유닛(40)에서의 캐소드(41)의 이면측에는, 복수의 영구 자석(캐소드측 자석)을 배치한 마그네트론이 구비되어, 캐소드(41)의 표면에 설치되는 타깃(42)의 표면측에 자계를 형성하도록 되어 있다. 마그네트론은, 예를 들어 캐소드(41)의 이면측에 영구 자석을 종횡으로 배치한 자석 어셈블리를 구성하고, 타깃(42)의 표면측에 커스프 자계를 형성하도록 구성하여도 된다.
- [0023] 캐소드 유닛(40)의 캐소드(41)의 표면측에는 판 형상의 타깃(42)이 설치된다. 즉, 타깃(42)은 캐소드(41)보다도 처리 공간측에 설치되어, 하방을 향하여 배치되어 있다. 타깃(42)의 재료는 기판(21) 상에 성막하는 막의 종류에 따라 상이하다.
- [0024] 캐소드 유닛(40)에는 캐소드(41)에 방전 전압을 인가하는 방전용 전원(44)이 전기적으로 접속되어 있다. 방전 용의 전력은 고주파 전력, DC 전력, 고주파 전력과 DC 전력의 중첩 중 어느 것이어도 상관없다.
- [0025] 또한, 캐소드 유닛(40)의 케이싱에는 캐소드(41) 근방에 방전용의 처리 가스(방전용 가스)를 공급하는 방전용 가스 도입계(43)가 접속되어 있다. 방전용 가스로서는, 예를 들어 Ar 등의 불활성 가스가 사용된다. 캐소드(41)는 기판 홀더(22)와의 사이에서 플라즈마 방전을 발생시켜, 캐소드 유닛(40)에 설치된 타깃(42)을 스퍼터링 가능하다.
- [0026] 또한, 캐소드 유닛(40)의 전방에는, 기판(21)과의 사이를 개방 또는 차단하기 위한 셔터(45)가 설치되어 있고, 본 스퍼터링 전에 타깃(42)의 표면의 부착물을 제거하기 위한 예비스퍼터링이 가능하게 되어 있다.
- [0027] 이어서, 도 3을 참조하여 본 실시 형태의 스퍼터링 장치에 구비되어, 상술한 각 구성 요소를 제어하는 컨트롤러(5)에 대하여 설명한다. 도 3은 본 실시 형태에서의 컨트롤러(5)를 도시하는 블록도이다.
- [0028] 본 실시 형태의 컨트롤러(5)는 도 3에 도시한 바와 같은 것이며, 예를 들어 일반적인 컴퓨터와 각종 드라이버를 구비하여 구성된다. 그리고, 소정의 프로그램 또는 상위 장치의 명령에 따라 성막 처리 동작을 실행한다. 구체적으로는, 도 1에 도시되는 방전용 전원(44), 셔터(45)의 구동부, 방전용 가스 도입계(43), 배기 펌프(11),

기판 홀더(22)의 회전 구동 기구 등에 명령을 출력한다. 그 명령에 따라 방전 시간, 방전 전력, 타깃(42)의 선택 및 프로세스 압력 등의 각종 프로세스 조건이 컨트롤된다. 또한, 챔버(10) 내의 압력을 계측하는 압력계(도시하지 않음)나, 기판(21)의 회전 위치를 검출하는 위치 검출부(23) 등의 센서의 출력값도 취득 가능하며, 장치의 상태에 따른 제어도 가능하다.

[0029] 컨트롤러(5)는 도 1 및 도 3에 도시한 바와 같이, 위치 검출부(23)에서 검출한 회전 위치에 따라, 성막량을 증감시키도록 캐소드(41)에의 투입 전력을 연산하는 투입 전력값 연산부(51a)와, 연산한 전력값으로 조정하기 위한 제어용 신호(예를 들어, 연산한 크기의 전력값에 따른 전압이나 전류)를 출력하는 제어용 신호 출력부(51b)를 구비한다. 컨트롤러(5)는 기판(21)의 회전 위치와 방전 중인 캐소드(41)와의 위치 관계에 기초하여, 기판(21)의 회전 위치에 따라 캐소드(41)에 투입하는 전력을 제어하기 위한 신호를 출력하는 기능을 갖는다.

[0030] 도 3에 도시되는 전력 제어부(52)는, 제어용 신호 출력부(51b)로부터 입력되는 제어용 신호에 기초하여 방전용 전원(44)의 전력을 증감시켜, 투입 전력값 연산부(51a)에서 연산한 크기의 전력을 캐소드(41)에 출력한다. 따라서, 캐소드(41)는 기판(21)의 회전 위치에 따른 방전용의 전력을 받게 된다. 투입 전력값은, 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같은 기판(21)의 회전 위치의 정현파 함수로 할 수 있고, 기판(21)의 회전 위치와 캐소드(41)에의 투입 전력과의 대응 관계를 미리 도 4에 도시된 바와 같은 맵으로서 정해둠으로써 투입 전력값 연산부(51a)는 투입 전력값을 연산 가능하다. 또한, 기판(21)의 회전 위치는, 예를 들어 도 2에 도시되는 자계 M의 방향과 평행하면서 기판(21)의 중심을 통과하는 선분을 기준으로 정할 수 있다.

[0031] 이어서, 도 1 내지 도 3에 도시되는 스퍼터링 장치의 작용과 함께, 이 스퍼터링 장치를 사용하여 실시하는 스퍼터링 방법에 대하여 설명한다.

[0032] 본 발명에 관한 스퍼터링 장치를 사용한 스퍼터링 방법은, 우선, 기판 홀더(22) 상에 처리 대상인 기판(웨이퍼)(21)을 설치한다. 기판(21)은, 예를 들어 핸들링·로봇(도시하지 않음)을 사용하여, 수평 슬롯(도시하지 않음)을 통하여 기판 홀더(22) 상에 운반된다.

[0033] 이어서, 챔버(10)의 내부를 배기 펌프(11)에 의해 소정의 진공도까지 배기한다. 또한, 챔버(10)의 내부에 방전용 가스 도입계(43)로부터 Ar 등의 방전용 가스를 도입한다.

[0034] 이 상태에서, 우선, 캐소드 유닛(40)의 타깃(42) 표면에 자계를 형성하고, 방전용 전력을 공급하여 기판 홀더(22)와의 사이에서 플라즈마 방전을 발생시킨다. 타깃(42)으로서는, 예를 들어 Co 함유 타깃, Fe 함유 타깃, Ni 함유 타깃 등의 자성 재료를 함유하는 타깃을 들 수 있다. 또한, 동시 스퍼터링의 예로서는, Co 함유 타깃과 Fe 함유 타깃의 동시 스퍼터링에 의한 CoFe층의 성막, Fe 함유 타깃과 Ni 함유 타깃의 동시 스퍼터링에 의한 NiFe층의 성막 등의 각종 자성이 다른 종류의 재료, 특히 강자성 재료로 이루어지는 타깃을 사용한 동시 스퍼터링을 들 수 있다. 물론, 자성 재료에 B나 C, P 등의 반자성 재료를 함유하고 있는 것을 사용할 수도 있다.

[0035] 그 성막 시, 기판(21)의 처리면에 일방향을 향한 방향성을 갖는 자장을 형성함과 함께, 기판(21)을 그 처리면을 따라 회전시킨다. 또한, 캐소드 유닛(40)의 방전 중, 예를 들어 회전 속도가 안정되었을 때, 위치 검출부(23)가 기판(21)의 회전 위치를 검출함과 함께, 위치 검출부(23)가 검출한 회전 위치에 따라 캐소드(41)에의 투입 전력을 조정한다.

[0036] 이하에, 투입 전력의 제어에 대하여 더욱 상세하게 설명한다. 도 4는 본 발명에 관한 스퍼터링 장치를 사용한 스퍼터링 방법에서의 투입 전력의 제어 맵을 도시하는 설명도이다. 또한, 도 5 및 도 6a, 도 6b는 본 실시 형태의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 본 발명에 관한 스퍼터링 장치를 사용한 스퍼터링 방법에서는, 도 4 및 하기 수학식 1에 나타낸 바와 같이 기판(21)의 회전 위치(회전각) θ에 대하여, 캐소드(41)에의 투입 전력 P가 정현파가 되도록 투입 전력을 제어한다.

수학식 1

$$P = A \cdot \sin(\theta + \alpha) + B$$

[0038]

수학식 2

$$[0039] A = a \cdot B$$

- [0040] 즉, 컨트롤러(5)는 상기 수학식 1에 기초하여 기판(21)의 회전각의 정현파 함수로서, 캐소드(41)에 투입하는 방전용 전력을 산출한다. 또한, Θ 는 $0^\circ \leq \Theta \leq 360^\circ$ 이다. 또한, A는 투입 전력의 진폭, a는 위상각, B는 투입 전력의 진폭의 중심값, a는 투입 전력의 변동률이다.
- [0041] 상기 수학식 1 중, 진폭 A는 균일한 성막을 실현 가능한 범위에서 임의로 설정할 수 있다. 예를 들어, 상기 수학식 2와 같이 중심값 B의 값에 따라 결정할 수 있으며, 이 경우 변동률 a는 0.1 내지 0.4와 같은 값으로 하는 것이 바람직하다. 너무 작으면 본 발명의 효과를 얻기 어렵고, 너무 크면 변속하지 않는 경우의 치우침을 상쇄하는 레벨을 초과하게 되어 오히려 균일성이 악화되기 쉽다.
- [0042] 도 5는 본 발명과는 달리, 기판(21)의 회전 위치에 상관없이 일정한 방전용의 전력을 투입하여 자성 재료(예를 들어, NiFe)를 성막한 상태를 비교예로서 도시하고 있다. 이 비교예에서는 기판(21)의 처리면 내에서의 자장의 형성 상태와 강하게 상관된 특정한 부분에서 막 두께가 두꺼워진다. 구체적으로는 기판측 자석(30)의 N극측으로부터 S극측을 향하여 막 D의 두께가 서서히 얇아지는 비스듬한 분포가 생겨, 특히 N-S극간의 각 자극의 주위 방향 중앙부 Nc, Sc(도 2 참조) 근방의 막 두께차가 커진다. 또한, 도 5 중 0t는 타깃(42)의 중심이다.
- [0043] 또한, 기판측 자석(30)을 설치하지 않는 경우에는, 스퍼터링 입자의 비산량은 타깃(42)에 가까운 위치에서 많고, 타깃(42)으로부터 이격되면 적다. 기판측 자석(30)을 설치한 경우에는, 이 기본적인 분포에 있어서 변함이 없지만, 기판(21)의 처리면에서의 자장의 형성 상태에 의해, 처리면 내에서 스퍼터링 입자를 끌어당기기 쉬운 부분(스퍼터링 입자의 비산량이 많은 부분)과 그렇지 않은 부분과의 차가 발생하는 것이라고 생각된다.
- [0044] 따라서, 컨트롤러(5)는 상기 비스듬한 분포 형상에 대하여, 기판(21)에서의 자장의 형성 상태에 의해 스퍼터링 입자의 비산량이 많은 제1 부분이 방전 중의 캐소드(41)에 가까운 위치에 있을 때에 투입 전력을 제1 전력값으로 제어한다. 또한, 투입 전력 제어부(52)는 상기 제1 부분보다도 스퍼터링 입자의 비산량이 적은 제2 부분이 방전 중의 캐소드(41)에 가까운 위치에 있을 때에 타깃의 스퍼터링률이 비교적 커지도록 제1 전력값보다도 높은 제2 전력값으로 제어한다.
- [0045] 구체적으로는, 컨트롤러(5)는 막 두께가 두껍게 되어 버리는 부분(상기 예에서는 N극 주위 방향 중앙 Nc 근방)이 방전 중의 캐소드 유닛(40)의 타깃(42)측으로 향하였을 때에 기판(21)의 투입 전력을 작게 하여 스퍼터링률을 저하시켜, 비산량이 많은 부분에서의 성막량을 작게 한다. 또한, 투입 전력 제어부(51)는 막 두께가 얇아지게 되어 버리는 부분(상기 예에서는 S극 주위 방향 중앙 Sc 근방)이 상기 타깃측을 향하였을 때에 투입 전력을 증대시켜 스퍼터링률을 크게 하여 성막량을 많게 함으로써 분포 형상의 치우침을 서로 상쇄할 수 있다.
- [0046] 이때, 일정 속도로 회전하는 기판 홀더(22)의 어느 1점이, 가장 캐소드(41)에 가까운 위치와 가장 캐소드(41)로부터 먼 위치의 사이를 회전에 따라 이동하기 때문에, 전력값이 이 기판(21)의 회전 위치와 방전 중의 캐소드(41)의 위치 관계의 변화에 대응하는 정현파가 되도록 제어하면, 플라즈마의 조건을 안정하게 유지할 수 있으므로 바람직하다.
- [0047] 또한, 어느 부분이 제1 부분, 제2 부분이 될지는 캐소드(41)와 기판 홀더(22)의 위치 관계, 기판 홀더(22)의 회전 속도, 마그네트론 스퍼터링을 행하는 경우에는 캐소드(41)측에 설치하는 마그네트의 구성 등에 따라서도 상이하다. 따라서, 미리 실험 등에 의해 제1 부분과 제2 부분을 구해 두고, 그에 따른 투입 전력의 제어를 행한다. 이 제1 부분과 제2 부분을 구하는 실험은 투입 전력을 일정하게 하여 성막을 행하고, 얻어진 막의 두께 분포를 측정함으로써 행할 수 있다.
- [0048] 도 6a, 도 6b는 기판(21) 상의 시트 저항 분포(막 두께 분포)를 나타내는 설명도이며, 도 6a는 투입 전력의 정현파 제어를 행한 경우의 기판(21) 상의 시트 저항 분포(실시 형태)이고, 도 6b는 성막 중에 투입 전력을 일정하게 한 경우의 시트 저항 분포(비교예)이다.
- [0049] 실시 형태의 성막 조건은 타깃 재료가 NiFe, 성막 압력 0.05Pa, 기판(21)의 회전 속도가 60rpm, 투입 전력의 진폭 A의 변동률 a가 14%, 투입 전력의 진폭의 중심값 B가 4kW이다. 비교예는 투입 전력을 4kW로 일정하게 하고, 다른 조건은 실시 형태와 동일하다.

[0050] 도 6a, 도 6b에 도시한 바와 같이, 실시 형태에서는 면내 분포(1σ)가 0.5%이었던 것에 대해, 비교예에서는 3.1%로 되어, 실시 형태에서 면내 분포의 균일성이 매우 우수한 것이 확인되었다. 또한, 도 6b에 있어서, 자장 방향은 등고선과 대략 직교하는 방향이며, N극측에서 시트 저항이 작고(즉 막 두께가 두껍고), S극측에서 시트 저항값이 크게(즉 막 두께가 작게) 되어 있다. 또한, 등고선은 규격화된 시트 저항값을 나타내고 있으며, 그 간격은 0.01이다.

[0051] 여기서 규격화한 시트 저항값 R_n 은 하기 수학식 3에 의해 나타내어진다.

수학식 3

$$R_n = R_s / R_{s, \max}$$

[0053] 또한, 수학식 3 중, R_s 는 시트 저항값, $R_{s, \max}$ 는 시트 저항값의 최대값이다.

[0054] 본 실시 형태의 투입 전력 제어는 정현파 제어에 한정되지 않고, 2단계 이상의 스텝에 의해 투입 전력을 전환하는 제어를 행하도록 하여도 되고, 상기 제1 부분이 상기 캐소드에 접근함에 따라서 서서히 투입 전력을 감소시켜 상기 제1 전력으로 함과 함께, 상기 제2 부분이 상기 캐소드에 접근함에 따라서 서서히 투입 전력을 증가시켜 상기 제2 전력으로 할 수도 있다. 또한, 회전 위치의 1차 함수나 2차 함수 등을 합성하거나 하여도 된다. 또한, 성막 내내 동일한 정현파 제어를 행하여도 되지만, 예를 들어 성막의 초기, 중기, 후기에서 투입 전력의 제어 방법을 변경하여도 된다. 또한, 제1 부분과 제2 부분 외에 제3 부분을 구하여, 제1 부분과 제2 부분과는 다른 투입 전력으로 설정하도록 하여도 된다.

[0055] 또한, 기판의 회전 위치란 특정 위치에 한정된 것이 아니라, 범위를 갖는 기판의 회전 구간(회전 위치 범위)을 포함하는 의미이며, 예를 들어 기판의 회전 구간에 따라 그 사이에 투입되는 평균 전력의 크기를 제어하도록 하여도 된다.

[0056] 예를 들어, 소정의 크기의 직류 전력이나 소정 주파수의 고주파 전력을 간헐적으로 공급시켜, 그 투입 길이나 인터벌을 기판의 회전 구간에 따라 증감시키거나 하여도 된다.

[제2 실시 형태]

[0058] 또한, 도 7 내지 도 9에 도시한 바와 같이, 타깃 재료에 따라 제어 패턴의 변경을 행하여도 된다. 이것은 타깃 재료에 의해 막 두께 분포의 치우침의 경향이 상이하기 때문이다.

[0059] 도 7은 컨트롤러(5)만을 취출하여 도시한 도면이며, 그 밖에는 제1 실시 형태의 도 3의 구성과 동일하다. 타깃 재료 정보 취득부(51c)는, 성막 시에 선택되는 타깃 재료의 정보를 유저의 입력이나 미리 기억하는 데이터 등으로서 취득한다. 제어 패턴 결정부(51d)는, 예를 들어 도 8에 도시한 바와 같은 테이블을 보유 지지하고 있고, 타깃 재료 정보 취득부(51c)에 의해 취득한 타깃 재료 정보에 기초하여 제어 패턴을 결정한다.

[0060] 도 9에 제어 패턴의 예를 도시한다. 도 9는 본 발명의 방법을 이용하지 않고 성막한 경우에 생기는 막 두께 분포를 나타내고 있으며, 도 9에 나타내는 예에서는 막 두께가 두꺼워지는 방향과 자장 방향이 일치하고 있다. 이 경우에는 차각 $\Delta\Theta=0$ 으로서, 이에 따른 위상 α 의 값을 설정한다. 기준 위치를 어디에 취하느냐에 따르지만, N극 주위 방향 중앙부 N_c 의 타깃 위치에 대한 위치를 기판의 회전 위치 Θ 로 하면, N극 주위 방향 중앙부 N_c 가 타깃 위치에 왔을 때($\Theta=0^\circ$)에 가장 회전 속도를 크게 하는 경우, 위상 α 는 90° 로 설정된다.

[0061] 그러나, 성막 재료에 따라서는 자장 방향과 막 두께가 두꺼워지는 방향으로 차가 발생한다. 이 차를 차각 $\Delta\Theta$ 로서 미리 실험 등에 의해 밝혀 두고, 이에 따른 위상 α 를 설정함으로써, 막 종류에 따라 적절하게 막 두께 분포의 제어를 행할 수 있다. 예를 들어, 상기와 마찬가지로 막 두께가 가장 두꺼운 부분이 타깃 위치에 왔을 때에 가장 회전 속도를 크게 하는 것이라면, 예를 들어 차각 $\Delta\Theta=30$ 일 때, 위상 α 를 120° (차각의 방향에 따라서는 60°)로 설정한다.

[0062] 마찬가지로, 변동률 a 등도 타깃 재료에 따라 적절한 값으로 설정할 수 있다.

[제3 실시 형태]

[0064] 도 10 및 도 11을 참조하여, 제3 실시 형태의 스퍼터링 장치에 대하여 설명한다. 도 10은 본 실시 형태의 스퍼터링 장치를 모식적으로 도시하는 개략 단면도이며, 도 11의 i-i 단면을 도시하고 있다. 또한, 도 11은 기판

홀더와 캐소드 유닛의 배치 관계를 모식적으로 나타내는 평면도이다. 또한, 이하에서는 제1 실시 형태의 도 1과 동일한 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타내고 있다.

- [0065] 도 10에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태의 스퍼터링 장치(1)의 챔버(10)에는 가스 주입구(12)가 개구되며, 이 가스 주입구(12)에는 챔버(10)의 내부에 반응성의 처리 가스(반응성 가스)를 도입하는 반응성 가스 도입계(13)가 접속되어 있다. 반응성 가스 도입계(13)는, 예를 들어 매스 플로우 컨트롤러 등의 자동 유량 제어기(도시하지 않음)를 통하여 가스 봄베(도시하지 않음)가 접속되어, 가스 주입구(12)로부터 반응성 가스가 소정의 유량으로 도입된다. 이 반응성 가스 도입계(13)는 챔버(10) 내에서 반응성 스퍼터링을 행하는 경우에, 챔버(10) 내에 반응성 가스를 공급한다.
- [0066] 또한, 상기 처리 공간의 기판 홀더(22)의 비스듬한 상방에는, 타깃을 보유 지지하는 캐소드를 구비한 캐소드 유닛(40)이 복수 배치되어 있다. 즉, 1개의 기판 홀더(22)에 대하여 복수의 캐소드 유닛(40)이 설치되고, 각 캐소드 유닛(40)은 챔버(10)의 상벽부에 경사진 상태로 설치되어 있다.
- [0067] 본 실시 형태에서는 챔버(10)의 상벽부에 5기의 캐소드 유닛(40)(40a 내지 40e)이 설치되어 있지만, 캐소드 유닛(40)의 수는 이것에 한정되지 않는다. 각 캐소드 유닛(40)은 기판 홀더(22) 상의 기판(21)의 처리면에 대하여 경사진과 함께, 기판(21)의 중심축으로부터 처리면의 연장 방향으로 등간격을 이격하여 어긋나게 하여, 기판(21)의 비스듬한 맞은편의 위치로 되도록 오프셋 배치되어 있다. 구체적으로는, 각 캐소드 유닛(40)의 캐소드 중심축은 기판 홀더(22)의 회전축과는 어긋나게 위치되고, 회전축으로부터 소정의 거리를 이격한 동심원 상에 등간격으로 배치되어 있다. 이렇게 동일한 챔버(10) 내에 복수의 캐소드 유닛(40)을 설치함으로써, 1개의 챔버(10) 내에서 적층체(스택)의 성막이 가능하다.
- [0068] 또한, 기판(21)의 직경이나 타깃 직경은 특별히 한정되지 않지만, 기판(21) 중심과 캐소드 중심을 오프셋 배치시켜, 본 실시 형태와 같이 기판(21)을 회전시키는 경우에는, 타깃의 직경이 기판(21)의 직경보다 작아도 균일한 성막이 가능하다. 또한, 본 실시 형태에서는 5기의 캐소드 유닛(40)이 배치되어 있으므로, 예를 들어 재료 성분이 다른 5종류의 타깃이 설치되지만, 이것에 한정되지 않는다.
- [0069] 각 캐소드 유닛(40)에는, 도 1과 마찬가지로 캐소드에 방전 전압을 인가하는 도시하지 않은 방전용 전원이 전기적으로 접속되어 있다. 방전용의 전력은 고주파 전력, DC 전력, 고주파 전력과 DC 전력의 중첩 중 어느 것이어도 상관없다. 또한, 복수의 캐소드 유닛(40)에 방전 전압을 선택적으로 인가하는데, 각 캐소드 유닛(40)에 개별적인 방전용 전원을 접속하여도 되고, 공통 전원으로서 선택적으로 전력 공급을 행하는 스위치 등의 전환 기구를 구비하도록 구성하여도 상관없다.
- [0070] 또한, 각 캐소드 유닛(40)의 전방에는 일부의 캐소드와 기판 홀더(22)의 사이를 선택적으로 차단하는 셔터(45)가 설치되어 있다. 이 셔터(45)를 선택적으로 개방함으로써 복수의 캐소드 유닛(40) 중에서 목적의 타깃을 선택하여 스퍼터링을 실행할 수 있고, 스퍼터링되어 있는 다른 타깃으로부터의 콘테미네이션(contamination)을 방지할 수 있다.
- [0071] 이어서, 도 12를 참조하여, 본 실시 형태의 스퍼터링 장치에 탑재되는 컨트롤러(5) 및 캐소드 유닛(40)에 대하여 설명한다. 도 12는 본 실시 형태에서의 컨트롤러(5) 및 캐소드 유닛(40)의 구성을 도시하는 블록도이다.
- [0072] 도 12에 도시하는 컨트롤러(5)는, 도 3과 마찬가지로 위치 검출부(23)에서 검출한 회전 위치에 따라 성막량을 증감시키도록, 복수의 캐소드(41) 각각에의 투입 전력을 연산하는 투입 전력값 연산부(51a)와, 복수의 캐소드(41)의 각각에 대응하여 설치되어, 연산한 전력값으로 조정하기 위한 제어용 신호(예를 들어, 연산한 크기의 전력값에 따른 전압이나 전류)를 출력하는 제어용 신호 출력부(51b)를 구비한다.
- [0073] 또한, 캐소드 유닛(40)의 전력 제어부(52)는, 제어용 신호 출력부(51b)로부터 입력되는 제어용 신호에 기초하여 방전용 전원(44)의 전력을 증감시켜, 투입 전력값 연산부(51a)에서 연산한 크기의 전력을 캐소드(41)에 출력한다. 이에 의해, 캐소드(41)는 기판(21)의 회전 위치에 따른 방전용의 전력을 받게 된다. 투입 전력값은, 예를 들어 도 4에 도시한 바와 같은 기판(21)의 회전 위치의 정현과 함수로 할 수 있고, 기판(21)의 회전 위치와 캐소드(41)에의 투입 전력과의 대응 관계를 미리 도 4에 도시한 바와 같은 맵으로서 정해둠으로써 투입 전력값 연산부(51a)는 투입 전력값을 연산 가능하다.
- [0074] 본 실시 형태의 스퍼터링 장치를 사용하여 실시하는 스퍼터링 방법에 대해서는, 복수의 캐소드 유닛(40)의 타깃(42) 표면에 자제를 형성하고, 방전용 전력을 공급하여, 기판 홀더(22)와의 사이에서 플라즈마 방전을 발생시켜, 복수의 타깃을 동시에 스퍼터링하는 것 이외는 제1 실시 형태에서 설명한 바와 같으며, 본 실시 형태

의 스퍼터링 장치의 작용에 대해서도 제1 실시 형태(도 5 및 도 6a, 도 6b)에서 설명한 바와 같다.

[0075] 즉, 컨트롤러(5)의 투입 전력값 연산부(51a)는, 기판의 특정 위치와 각 캐소드(41)의 설치 위치가 회전 중심에 대하여 이루는 각을 θ로 하여, 각 캐소드(41)에 대하여 연산하고, 상기 수학식 1, 2를 적용하여 각 캐소드에의 투입 전력값을 연산한다.

[0076] 여기서, 도 5에서 설명한 바와 같이, 기판측 자석(30)에 의해 형성되는 자계는 기판과 동기하여 회전하기 때문에, 기판을 회전시켜도 스퍼터링 입자의 비산량의 치우침은 해소할 수 없어, 최종적인 막 두께 분포의 차로되어 버린다. 그리고, 본 실시 형태와 같이 동시 스퍼터링을 행한 경우, 동시에 방전시키는 복수의 캐소드(41)의 위치 관계에 따라서는, 막 두께 자체는 평균화된 것으로 되는 경우도 있지만, 막의 조성은 각 타깃의 재료가 역시 상기와 같은 분포의 치우침을 가진 것으로 된다. 이에 대해, 본 실시 형태에서는 각 캐소드(41), 타깃(42) 단위로 성막 분포를 균일화함으로써, 동시에 스퍼터링의 경우에도 각 타깃 재료의 분포를 균일하게 하여, 조성이 균등한 성막을 실시 가능하다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도 도 7 내지 도 9에서 설명한 바와 같이, 타깃 재료에 따라 제어 패턴의 변경을 행하여도 된다. 이것은 타깃 재료에 의해 막 두께 분포의 치우침의 경향이 상이하기 때문이다.

[0077] [제4 실시 형태]

[0078] 또한, 도 13 및 도 14에 도시한 바와 같이, 동시에 방전시키는 캐소드끼리의 위치 관계에 따라 제어 패턴의 변경을 행하여도 된다. 이것은 다른 캐소드에 의해 형성되는 전계, 전자계의 간섭에 의해, 막 두께 분포의 치우침의 경향이 상이하기 때문이다. 도 13은 컨트롤러(5)의 구성을 도시한 블록도이며, 그 밖에는 제1 실시 형태의 도 3의 구성과 동일하다. 타깃 재료 정보 취득부(51c)는, 성막 시에 선택되는 타깃 재료의 정보를 유저의 입력이나 미리 기억하는 데이터 등으로서 취득한다. 캐소드 위치 취득부(51f)는, 동시에 방전시키는 복수의 캐소드(41)의 조합에 기초하여 상호의 위치 관계를 취득한다. 제어 패턴 결정부(51d)는, 예를 들어 도 8에 도시한 바와 같은 테이블을 보유 지지하고 있고, 타깃 재료 정보 취득부(51c)에 의해 취득한 타깃 재료 정보 및 캐소드 위치 취득부(51f)에 의해 취득한 캐소드의 위치 관계에 기초하여, 예를 들어 도 14에 도시한 바와 같은 테이블을 사용하여 제어 패턴을 결정한다.

[0079] 도 14에 제어 패턴의 결정예를 도시한다. 도 14의 예에 따르면, 타깃 재료(1)를 사용하여, 도 10에 도시한 스퍼터링 장치에 있어서 인접하는 위치의 캐소드와 동시에 스퍼터링을 행하는 경우(2행째, 「캐소드 위치 조합」=72°), 상기 수학식 1의 A, B, a는 소정의 A1, B1, a1로 설정한다. 이에 의해, 보다 조성이 균일한 막을 성막할 수 있다.

[0080] [제5 실시 형태]

[0081] 고주파 전원을 사용한 고주파 스퍼터링에 있어서도 본 발명을 적용할 수 있다. 즉, 기판의 회전 위치에 따라 스퍼터링률이 증감하도록 고주파 전력을 제어함으로써, 막 두께 분포 개선의 효과를 얻을 수 있다.

[0082] 이것은, 예를 들어 베이스가 되는 고주파 전력의 진폭을 기판의 회전 위치에 따라 변화시켜, 그 고주파 주기당의 평균 전력의 크기(또는 기판이 소정 회전 구간일 때의 평균 전력의 크기)를 증감시킴으로써, 기판의 회전 위치에 따른 스퍼터링률로 조정할 수 있다.

[0083] 도 15의 예에서는 고주파 전원(예를 들어, 1MHz 내지 300MHz)을 사용하여, 제어용 신호 출력부(51b)로부터 제어용 신호를 고주파 전원(55)에 출력하고, 전력 조정부(54)를 통하여 조정된 고주파 전력을 정합 회로(53)를 통하여 캐소드(41)에 공급하도록 할 수도 있다. 제어용 신호는 진폭이 기판의 회전 위치의 정현파 함수로 된 것이며, 캐소드에는 기판의 회전 위치에 따라 증감된 고주파 전력이 투입된다.

[0084] [그 밖의 실시 형태]

[0085] 또한, 본 발명은 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에 있어서 다양한 변경이 가능하다.

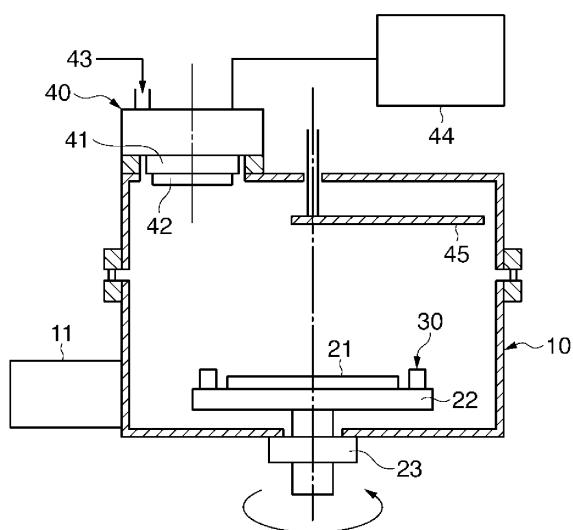
[0086] 예를 들어, 도 1에서의 캐소드(41)(타깃(42))의 중심축은 기판(21)(기판 홀더(22))의 중심축과 평행하지만, 캐소드(41)의 중심축을 캐소드(41)의 표면이 기판(21)측을 향하는 방향으로 경사시켜 배치할 수도 있다. 또한, 상기 제1 부분과 제2 부분간의 막 두께의 치우침 방지는, 상기 제1 부분이 캐소드(41)측을 이동할 때의 기판(21)의 회전 속도를 높이고, 상기 제2 부분이 캐소드(41)측을 이동할 때의 기판(21)의 회전 속도를 낮추는 것에 의해서도 행할 수 있다. 따라서, 방전용의 전력의 제어와, 기판(21)의 회전 속도의 제어를 병용함으로써, 막 두께 분포의 발생을 억제할 수도 있다. 예를 들어, 방전용의 전력과 기판(21)의 회전 속도의 양자를 정현파 제

어할 수 있다.

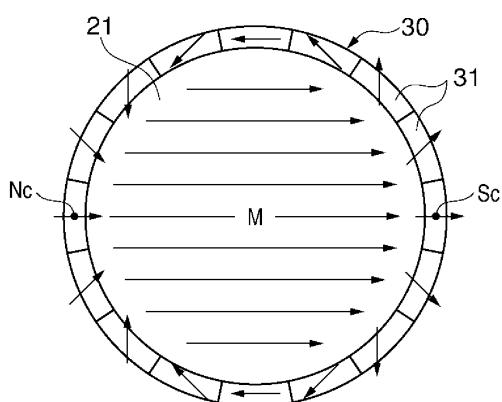
- [0087] 또한, 예를 들어 도 10에서는 캐소드(41)를 기판 홀더(22)에 대하여 치우쳐 배치하고 있지만, 도 16에 도시한 바와 같이 캐소드(41)(타깃(42))의 중심축은 기판(21)(기판 홀더(22))의 중심축과 평행하게 배치하여도 된다.
- [0088] [제조 가능한 전자 부품예]
- [0089] 도 17은 본 발명에 관한 스퍼터링 장치를 사용한 스퍼터링 방법을 적용하여 형성 가능한 전자 부품의 예로서, TMR 소자를 나타내는 설명도이다. 여기서, TMR 소자란, 자기 효과 소자(TMR(Tunneling Magneto resistance: 터널 자기 저항 효과) 소자)이다.
- [0090] 도 17에 도시한 바와 같이, TMR 소자(110)의 기본층 구성은 제2 자화 고정층(107), 터널 배리어층(108) 및 자화 자유층(109)으로 이루어지는 자기 터널 접합 부분(MTJ 부분)을 포함한다. 예를 들어, 제2 자화 고정층(107)은 강자성 재료, 터널 배리어층(108)은 금속 산화물(산화마그네슘, 알루미나 등) 절연 재료 및 자화 자유층(109)은 강자성 재료로 이루어져 있다.
- [0091] TMR 소자(110)는 터널 배리어층(108)의 양측의 강자성층의 사이에 소요 전압을 인가하여 일정 전류를 흘린 상태에 있어서, 외부 자장을 걸어 강자성층의 자화의 방향이 평행하고 동일할 때(「평행 상태」라고 함), TMR 소자의 전기 저항은 최소가 된다. 또한, 강자성층의 자화의 방향이 평행하고 반대일 때(「반평행 상태」라고 함), TMR 소자(110)의 전기 저항은 최대가 된다고 하는 특성을 갖는다. 이들 양측의 강자성층 중, 제2 자화 고정층(107)은 자화를 고정함과 함께, 자화 자유층(109)은 기입용의 외부 자장의 인가에 의해 자화 방향이 반전 가능한 상태로 형성된다.
- [0092] 이 제2 자화 고정층(107)의 성막 공정에서, 소정 방향으로 자화하기 위하여 상기 기판측 자석(30)을 사용하여 스퍼터링 성막을 행한다. 이때, 성막 중에 기판의 회전 위치에 따라 투입 전력을 정현파로 하는 제어를 행함으로써, 시트 저항 분포가 균일한 제2 자화 고정층(107)을 형성하는 것이 가능하다.
- [0093] 또한, 제2 자화 고정층(107)으로서는, 예를 들어 Co, Fe, Ni 등의 강자성 재료를 주성분으로서 포함하고, 이것들에 적절히 B 등의 재료를 첨가한 것을 사용할 수 있다. 또한, 제2 자화 고정층(107) 외에, 제1 자화 고정층, 자화 자유층(109) 등의 성막 시에도 기판측 자석(30)을 사용하여 소정 방향에의 자화를 행한다. 이 경우에도 본 발명을 사용함으로써 시트 저항 분포의 균일성이 우수한 막을 형성할 수 있다.
- [0094] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태를 첨부 도면의 참조에 의해 설명하였지만, 본 발명은 이러한 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 청구범위의 기재로부터 파악되는 기술적 범위에 있어서 여러가지 형태로 변경 가능하다.
- [0095] 삭제

도면

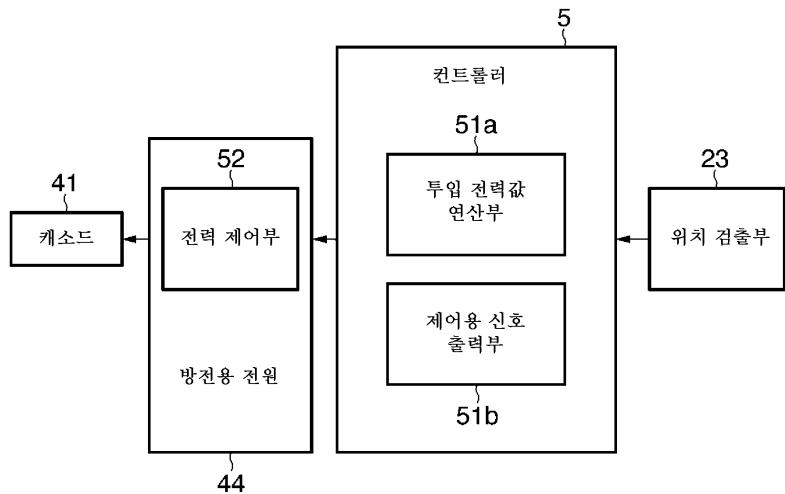
도면1



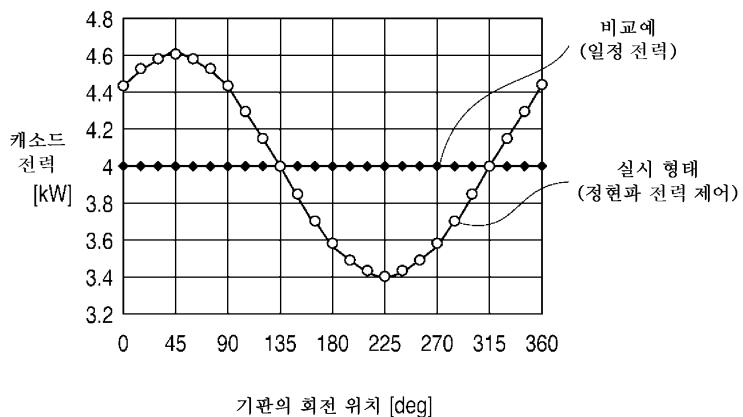
도면2



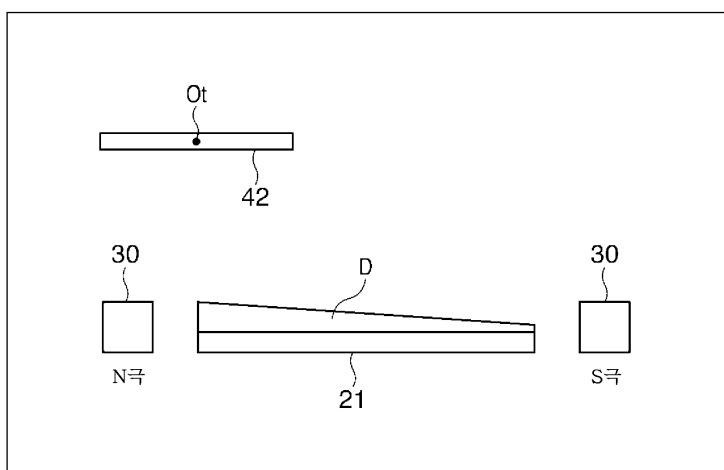
도면3



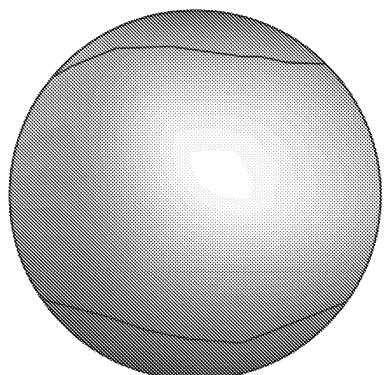
도면4



도면5



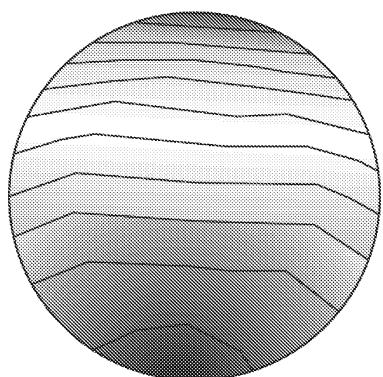
도면6a



실시 형태

$1\sigma = 0.5\%$

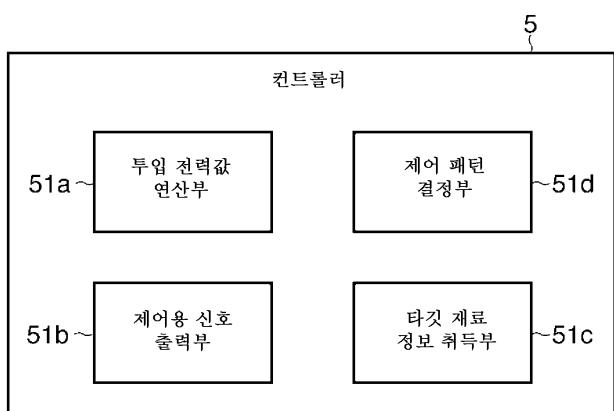
도면6b



비교예

$1\sigma = 3.1\%$

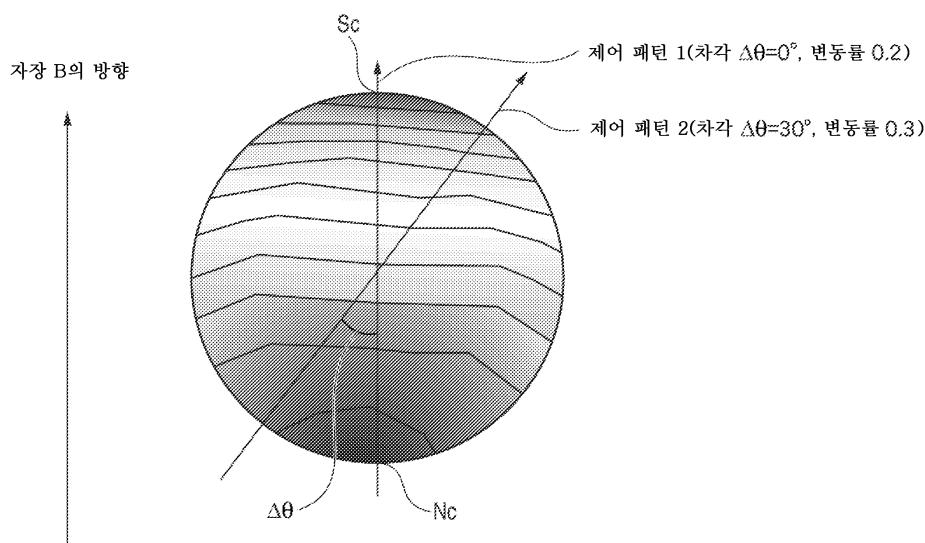
도면7



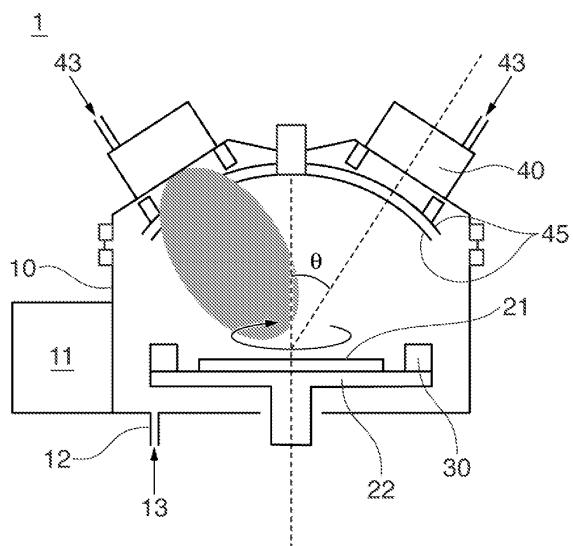
도면8

타깃 재료 종류별	제어 패턴 종류별
타깃 재료 1	제어 패턴 1
타깃 재료 2, 3	제어 패턴 2
...	...

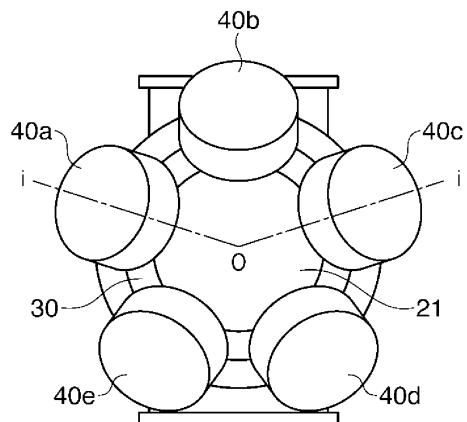
도면9



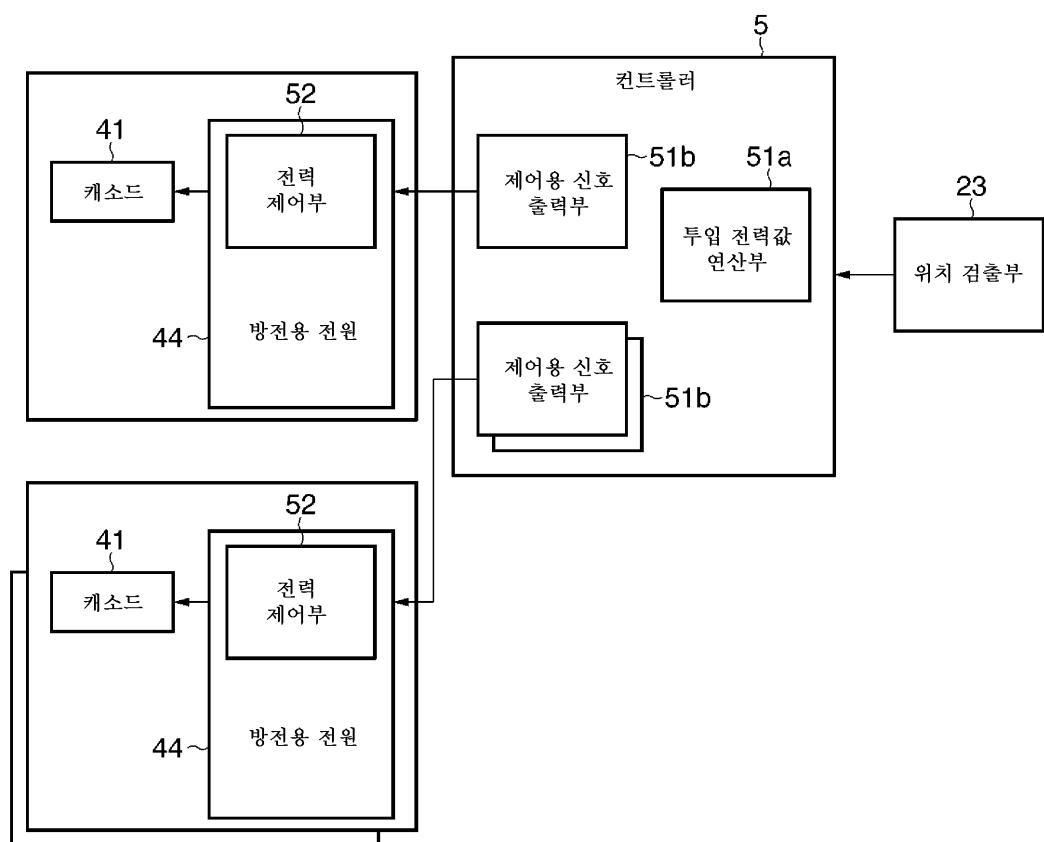
도면10



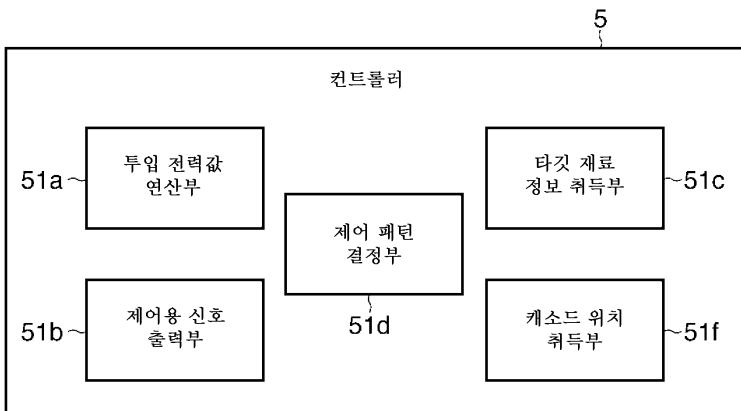
도면11



도면12



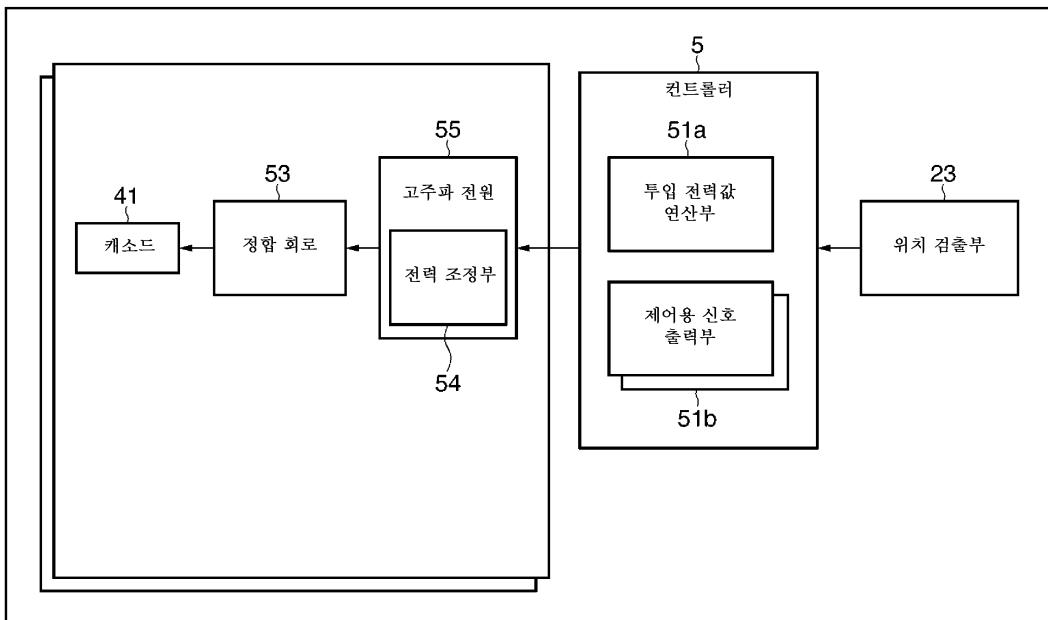
도면13



도면14

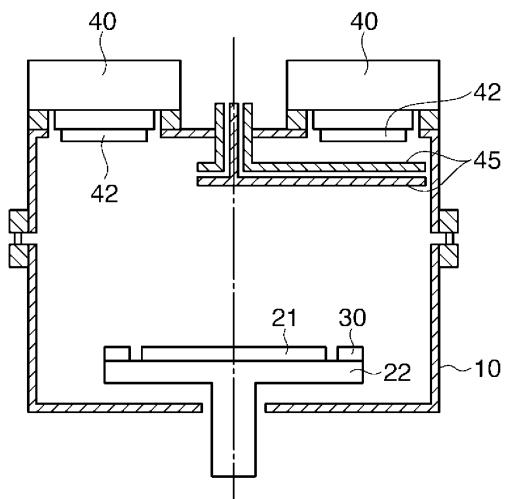
타깃 재료 종류별	캐소드 위치 조합	A, B, α 의 설정값
타깃 재료 1	-	A1, B1, α 1
타깃 재료 1	72°	A1, B1, α 2
타깃 재료 1	72°, 144°	A2, B2, α 3
...
타깃 재료 2	-	A4, B4, α 4

도면15



도면16

100



도면17

