



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월14일
 (11) 등록번호 10-1857844
 (24) 등록일자 2018년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G03F 1/24 (2012.01) H01B 5/14 (2006.01)
 H01L 21/027 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-7020119
 (22) 출원일자(국제) 2012년02월03일
 심사청구일자 2016년11월10일
 (85) 번역문제출일자 2013년07월29일
 (65) 공개번호 10-2014-0004157
 (43) 공개일자 2014년01월10일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/052542
 (87) 국제공개번호 WO 2012/105698
 국제공개일자 2012년08월09일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2011-022769 2011년02월04일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2010045317 A
 W02007069417 A1
 W02008072706 A1
 W02010087345 A1

(73) 특허권자
 아사히 가라스 가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1초메 5방 1고
 (72) 발명자
 마에시게 가즈노부
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1초메 5방 1고
 아사히 가라스 가부시키키가이샤 나이
 하야시 가즈유키
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1초메 5방 1고
 아사히 가라스 가부시키키가이샤 나이
 우노 도시유키
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1초메 5방 1고
 아사히 가라스 가부시키키가이샤 나이
 (74) 대리인
 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 19 항

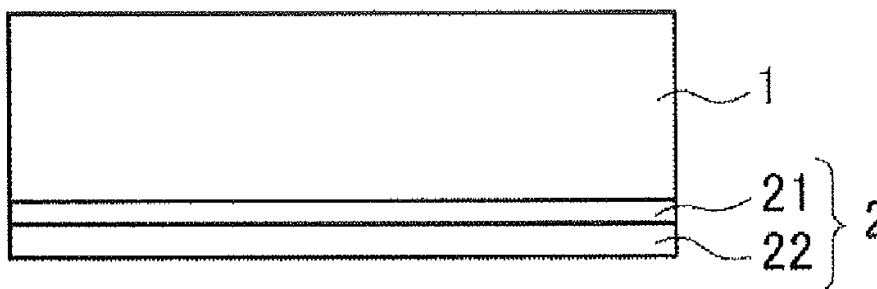
심사관 : 신상훈

(54) 발명의 명칭 **도전막이 형성된 기판, 다층 반사막이 형성된 기판, 및 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크**

(57) 요약

시트 저항이 낮고, 표면 평활성이 우수하고, 또한, 정전 척과의 밀착성이 우수한 도전막을 갖고, 또한 EUV 마스크 블랭크에서의 막 응력에 의한 기판의 변형을 억제할 수 있는 EUV 마스크 블랭크용 도전막이 형성된 기판의 제공. 기판 상에 도전막이 형성된, EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막이 형성된 기판으로서, 상기 도전막이, 기판측에 형성되는 층(하층)과 상기 하층 상에 형성되는 층(상층)의 적어도 2층을 갖고, 상기 도전막의 하층이 크롬(Cr), 산소(O) 및 수소(H)를 함유하고, 상기 도전막의 상층이 크롬(Cr), 질소(N) 및 수소(H)를 함유하는 것을 특징으로 하는 도전막이 형성된 기판.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

기판 상에 도전막이 형성된, EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막이 형성된 기판으로서,

상기 도전막이, 기판측에 형성되는 층(하층)과 상기 하층 상에 형성되는 층(상층)의 적어도 2층을 갖고,

상기 도전막의 하층이 크롬(Cr), 산소(O) 및 수소(H)를 함유하고, 상기 도전막의 상층이 크롬(Cr), 질소(N) 및 수소(H)를 함유하는 것을 특징으로 하는 도전막이 형성된 기판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도전막의 하층에 있어서의 Cr 및 O의 합계 함유율이 85 ~ 99.9 at% 이고, H의 함유율이 0.1 ~ 15 at% 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 도전막의 하층에 있어서의 Cr 과 O의 조성비(원자비)가 Cr : O = 9 : 1 ~ 3 : 7 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도전막의 상층에 있어서의 Cr 및 N의 합계 함유율이 85 ~ 99.9 at% 이고, H의 함유율이 0.1 ~ 15 at% 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 도전막의 상층에 있어서의 Cr 과 N의 조성비(원자비)가 Cr : N = 9.5 : 0.5 ~ 3 : 7 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도전막의 하층의 막 두께가 1 ~ 30 nm 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도전막의 상층의 막 두께가 50 ~ 300 nm 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도전막의 시트 저항값이 20 Ω / □ 이하인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 도전막이 300 MPa ~ 900 MPa 의 압축 응력을 갖는, 도전막이 형성된 기판.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 도전막의 하층의 결정 상태가 아모르퍼스인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 11

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 도전막의 상층의 결정 상태가 아모르퍼스인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 도전막의 표면 거칠기 (rms) 가 0.5 nm 이하인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 13

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 도전막의 하층이 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 네온 (Ne), 크립톤 (Kr), 및 크세논 (Xe) 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종을 포함하는 불활성 가스와, 산소 (O₂) 와, 수소 (H₂) 를 포함하는 분위기 중에서 Cr 타겟을 사용한 스퍼터링법을 실시함으로써 형성되고, 스퍼터 중의 분위기 온도가 60 ~ 120 °C 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 14

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 도전막의 상층이 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 네온 (Ne), 크립톤 (Kr), 및 크세논 (Xe) 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종을 포함하는 불활성 가스와, 질소 (N₂) 와, 수소 (H₂) 를 포함하는 분위기 중에서 Cr 타겟을 사용한 스퍼터링법을 실시함으로써 형성되고, 스퍼터 중의 분위기 온도가 60 ~ 120 °C 인, 도전막이 형성된 기판.

청구항 15

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 도전막이 형성된 기판의 상기 도전막이 형성된 면에 대하여, 반대측에 다층 반사막을 형성하여 이루어지는 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 다층 반사막이 형성된 기판.

청구항 16

제 15 항에 기재된 다층 반사막이 형성된 기판에 있어서, 당해 기판의 휨량이 0.8 μm 이하인 다층 반사막이 형성된 기판.

청구항 17

제 15 항에 기재된 다층 반사막이 형성된 기판의 다층 반사막 상에 흡수층을 형성하여 이루어지는 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 기판의 휨량이 0.8 μm 이하인 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크.

청구항 19

제 17 항에 기재된 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크를 패터닝한 EUV 리소그래피용 반사형 마스크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 제조 등에 사용되는 EUV (Extreme Ultra Violet : 극단 자외) 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크 (이하, 본 명세서에 있어서, 「EUV 마스크 블랭크」 라고도 한다), 그리고 그 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막이 형성된 기판, 및 다층 반사막이 형성된 기판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 반도체 산업에 있어서, Si 기판 등에 미세한 패턴으로 이루어지는 집적 회로를 형성하는 데에 있어서 필요한 미세 패턴의 전사 기술로서, 가시광이나 자외광을 사용한 포토 리소그래피법이 이용되어 왔다. 그러나, 반도체 디바이스의 미세화가 가속화가 계속되고 있어, 종래의 포토 리소그래피법의 한계에 가까워져 왔다. 포토 리소그래피법의 경우, 패턴의 해상 한계는 노광 파장의 1/2 정도이며, 액침법을 이용해도 노광 파장의 1/4 정도라고 여겨지고 있어, ArF 레이저 (파장 : 193 nm) 의 액침법을 이용해도 45 nm 정도가 한계로 예상된다. 그래서 45 nm 보다 짧은 파장을 사용하는 차세대 노광 기술로서, ArF 레이저 보다 더욱 단파장의 EUV 광을 사용한 노광 기술인 EUV 리소그래피가 유망시되고 있다. 본 명세서에 있어서, EUV 광이란, 연(軟) X 선 영역 또는 진공 자외선 영역의 파장의 광선을 말하며, 구체적으로는 파장 10 ~ 20 nm 정도, 특히 13.5 nm±0.3 nm 정도의 광선을 가리킨다.

[0003] EUV 광은 모든 물질에 대하여 흡수되기 쉽고, 또한 이 파장에서 물질의 굴절률이 1 에 가깝기 때문에, 종래의 가시광 또는 자외광을 사용한 포토 리소그래피와 같은 굴절 광학계를 사용할 수 없다. 이 때문에, EUV 광 리소그래피에서는, 반사 광학계, 즉 반사형 포토마스크와 미러가 사용된다.

[0004] 마스크 블랭크는 포토마스크 제조용의 패터닝 전의 적층체이다. 반사형 포토마스크용의 마스크 블랭크의 경우, 유리체 등의 기판 상에 EUV 광을 반사하는 반사층과 EUV 광을 흡수하는 흡수층이 이 순서로 형성된 구조를 가지고 있다. 반사층으로는, 고굴절층과 저굴절층을 교대로 적층함으로써, 광선을 층 표면에 조사했을 때의 광선 반사율, 보다 구체적으로는 EUV 광을 층 표면에 조사했을 때의 광선 반사율이 높아진 다층 반사막이 통상적으로 사용된다. 흡수층에는, EUV 광에 대한 흡수 계수가 높은 재료, 구체적으로는 예를 들어, Cr 이나 Ta 를 주성분으로 하는 재료가 사용된다.

[0005] 다층 반사막 및 흡수층은, 이온 빔 스퍼터링법, 마그네트론 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법을 이용하여 유리 기판의 광학면 상에 성막된다. 다층 반사막 및 흡수층을 성막할 때, 유리 기판은 유지 수단에 의해 유지된다. 유리 기판의 유지 수단으로서 기계적 척 및 정전 척이 있지만, 발전성의 문제로부터, 다층 반사막 및 흡수층을 성막할 때의 유리 기판의 유지 수단, 특히 다층 반사막을 성막할 때의 유리 기판의 유지 수단으로는, 정전 척에 의한 흡착 유지가 바람직하게 사용된다.

[0006] 또한, 마스크 패터닝 프로세스시, 혹은 노광시의 마스크 핸들링시에도, 유리 기판의 유지 수단으로서 정전 척에 의한 흡착 유지가 사용된다.

[0007] 정전 척은 반도체 장치의 제조 프로세스에 있어서, 실리콘 웨이퍼의 흡착 유지에 종래 이용되고 있는 기술이다. 이 때문에, 유리 기판과 같이, 유전율 및 도전율이 낮은 기판의 경우, 실리콘 웨이퍼의 경우와 동일한 정도의 척력을 얻기 위해서는, 고전압을 인가할 필요가 있기 때문에, 절연 파괴를 일으킬 위험성이 있다.

[0008] 이와 같은 문제를 해소하기 위해서, 특허문헌 1 에는, 기판의 정전 척킹을 촉진시키는 층으로서, 통상적인 Cr 이외의 재료, 예를 들어 Si, Mo, 옥시질화크롬 (CrON), 또는 TaSi 와 같은, 유리 기판보다 높은 유전율 및 높은 도전율의 물질의 이면 코팅 (도전막) 을 갖는 마스크 기판이 기재되어 있다.

[0009] 그러나, 특허문헌 1 에 기재된 마스크 기판은, 유리 기판에 대한 CrON 막의 부착력이 약하기 때문에, 다층 반사막이나 흡수층을 성막할 때에, 유리 기판과 CrON 막 사이에서 막 벗겨짐이 발생하여 파티클이 발생한다는 문제를 가지고 있다. 특히, 정전 척과 CrON 막의 경계 근방에서는, 기판 회전에 의한 정전 척과의 경계 근방에 가해지는 힘이 원인으로, 막 벗겨짐이 발생하기 쉽다.

[0010] 또한 특허문헌 1 에 기재된 마스크 기판은, 기판의 면취면과 측면을 포함하는 편면 전체면에 도전막이 형성되어 있기 때문에, 특히 기판의 면취면과 측면은, 면취면과 측면에 도전막이 비스듬하게 형성되는 것에 의한 막 부착

력이 특히 약한 상황에 있어서, 정전 척시의 기관의 휨이나, 로봇 아암의 엔드 이펙터의 접촉 등에 의해, 막 벗겨짐이 발생하기 쉽다.

- [0011] 또한 특허문헌 1 에 기재된 마스크 기관에서는, CrON 의 도전막의 표면에는 산소 (O) 나 탄소 (C) 가 많이 포함되어 있기 때문에, 성막 조건에 따라서는 다층 반사막이나 흡수체막의 성막시에 이상 방전이 일어나는 경우가 있다.
- [0012] 이와 같은 정전 척시 (또한, 다층 반사막 등의 성막시) 등에 도전막의 막 벗겨짐이나, 성막시의 이상 방전에 의한 파티클이 발생하면, 제품 (다층 반사막이 형성된 기관, 노광용 반사형 마스크 블랭크, 노광용 반사형 마스크) 에 있어서의 결함이 많아, 고품질의 제품이 얻어지지 않는다. 종래의 노광용 투과형 마스크를 사용한 패턴 전사의 경우에는, 노광 광의 파장이 자외역 (157 ~ 248 nm 정도) 으로 비교적 길기 때문에, 마스크면에 요철 결함이 발생해도, 이것이 중대한 결함까지는 되기 어렵고, 그 때문에 종래에서는 성막시의 파티클의 발생은 과제로는 각별히 인식되어 있지 않았다. 그러나, EUV 광과 같은 단파장의 광을 노광 광으로서 사용하는 경우에는, 마스크면 상의 미세한 요철 결함이 있어도, 전사 이미지에 대한 영향이 커지기 때문에, 파티클의 발생은 무시할 수 없다.
- [0013] 상기의 문제점을 해결하기 위해서, 특허문헌 2 는, 도전막을 형성한 기관의 정전 척시의 도전막의 막 벗겨짐이나 이상 방전에 의한 파티클의 발생을 억제한 다층 반사막이 형성된 기관, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 고품질의 노광용 반사형 마스크 블랭크, 및 파티클에 의한 패턴 결함이 없는 고품질의 노광용 반사형 마스크를 개시하고 있다.
- [0014] 특허문헌 2 에 기재된 다층 반사막이 형성된 기관에서는, 상기의 문제점을 해결하기 위해서, 도전막을 형성하는 재료를, 도전막의 막 두께 방향에서 조성이 상이하며, 도전막 중 기관측에는, 질소 (N) 를 포함하고, 도전막 중 표면 측에는, 산소 (O) 및 탄소 (C) 의 적어도 어느 일방을 포함하는 구성으로 하고 있다. 도전막을 이와 같이 구성하는 이유로서, 도전막의 기관측에 질소 (N) 가 포함되어 있음으로써, 기관에 대한 도전막의 밀착력이 향상되어 도전막의 막 벗겨짐을 방지하고, 또한 도전막의 막 응력이 저감되기 때문에, 정전 척과 기관의 밀착력을 크게 할 수 있는 것으로 기재되어 있다. 한편, 도전막의 표면측에, 산소 (O) 및 탄소 (C) 가 적어도 어느 일방이 포함되어 있음으로써, 도전막 표면이 적당히 거칠어져, 정전 척시의 정전 척과 기관의 밀착력이 커져, 정전 척과 기관 사이에서 발생하는 스침을 방지할 수 있는 것으로 되어 있다. 또한, 산소 (O) 를 포함하는 경우, 도전막 표면의 표면 거칠기가 적당히 거칠어짐 (즉, 표면 거칠기가 커짐) 으로써, 정전 척과 기관의 밀착력이 향상되어 있고, 탄소 (C) 를 포함하는 경우, 도전막의 비저항을 저감시킬 수 있기 때문에, 정전 척과 기관의 밀착력이 향상된다고 기재되어 있다.
- [0015] 특허문헌 2 에 기재된 다층 반사막이 형성된 기관에서는, 도전막의 표면측에 산소 (O) 및 탄소 (C) 의 적어도 어느 일방을 포함하는 것에 의해 도전막 표면을 적당히 거칠어진 상태로 함으로써 정전 척시의 정전 척과 기관의 밀착력이 커져, 정전 척과 기관 사이에서 발생하는 스침을 방지할 수 있다고 여겨지고 있지만, 만일 스침이 발생하게 된 경우, 표면 거칠기가 크면, 반대로 막 벗겨짐이나 막의 깎임이 발생하기 쉬워, 파티클 발생의 원인이 된다는 문제가 있다. 또한, 표면 거칠기가 큰 경우, 정전 척시에 정전 척 상의 파티클 (예를 들어, 정전 척 재료의 파티클, 성막 중의 막 재료인 Mo, Si 등의 파티클) 이 도전막에 부착되기 쉽고, 또한 세정하기 어렵기 때문에, 그것이 후공정 (반송, 세정, 검사 등) 에서 낙하하여, 새로운 결함이 된다는 문제가 있다.
- [0016] 또한, 도전막의 기관측이 CrN 인 경우, 질소 (N) 의 함유량이 40 ~ 60 at% 이기 때문에, 도전막의 시트 저항이 충분히 낮아지지 않아, 정전 척에 의한 척력을 충분히 높일 수 없다. 이 결과, 정전 척에 대한 도전막이 형성된 기관의 밀착성을 충분히 높일 수 없다.
- [0017] 특허문헌 2 에 기재된 다층 반사막이 형성된 기관에 있어서의 상기한 문제점을 해결하기 위해서, 본원 출원인은, 특허문헌 3 에 있어서, 도전막이 크롬 (Cr) 및 질소 (N) 를 함유하고, 그 도전막에 있어서의 N 의 평균 농도가 0.1 at% 이상 40 at% 미만이고, 그 도전막의 적어도 표면의 결정 상태가 아모르퍼스이며, 그 도전막의 시트 저항값이 $27 \Omega / \square$ 이하이고, 그 도전막의 표면 거칠기 (rms) 가 0.5 nm 이하인 것을 특징으로 하는 EUV 마스크 블랭크용의 도전막이 형성된 기관을 제안하고 있다. 또한, 그 도전막이 형성된 기관을 이용하여 제작되는 EUV 마스크 블랭크, 그 마스크 블랭크용의 다층 반사막이 형성된 기관, 및 그 마스크 블랭크를 이용하여 제작되는 반사형 마스크를 제안하고 있다.
- [0018] 특허문헌 3 에 기재된 도전막이 형성된 기관은, 또한 도전막 표면의 표면 거칠기가 작음으로써, 정전 척과의 밀착성이 향상된다. 또한, 도전막의 시트 저항이 낮음으로써, 정전 척에 의한 척력이 향상된다. 이 결과,

그 도전막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용했을 때에, 정전 척과의 밀착성이 향상된다. 이와 같이, 정전 척과의 밀착성이 향상됨으로써, 정전 척과 기판의 스침에 의한 파티클의 발생이 방지된다.

[0019] 상기 서술한 바와 같이, EUV 마스크 블랭크는 기판 상에 반사층 (다층 반사막) 이나 흡수층과 같은 박막을 성막함으로써 제조되는데, 기판 상에 박막을 성막했을 때, 성막 후의 막에서 막 응력 (즉, 압축 응력이나 인장 응력) 이 발생하는 경우가 있다. 이들 막 응력이 기판에 가해짐으로써, 기판이 변형될 우려가 있다. EUV 마스크 블랭크용의 기판에는 통상적으로 저팽창 유리제의 기판이 사용되므로, 막 응력이 가해짐으로써 발생하는 기판의 변형은 경미하기 때문에, 종래에는 문제가 되지 않았다.

[0020] 그러나, 패턴의 미세화 요청에 따라, 종래에는 문제되지 않았던 기판의 미소한 변형 (즉, 막 응력이 가해짐으로써 발생하는 기판의 변형) 이 문제가 되게 되었다. 예를 들어, EUV 마스크 블랭크의 기판에 특정한 크기 이상의 변형이 존재하는 경우, 구체적으로는, EUV 마스크 블랭크의 제조에 통상적으로 사용되는 가로세로 152 mm 기판의 경우, 기판의 휨량이 0.8 μm 를 초과하면, 그 EUV 마스크 블랭크를 패터닝할 때에 패턴의 위치 정밀도가 저하될 우려가 있다. 또한, 이와 같은 크기의 휨이 발생하면, 그 EUV 마스크 블랭크로부터 제작한 반사형 마스크를 이용하여 패턴 전사할 때에, 패턴 위치 어긋남이나 패턴 결함이 발생할 우려가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0021] (특허문헌 0001) 일본 공표특허공보 2003-501823호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2005-210093호
- (특허문헌 0003) 일본 제공표 특허 2008-072706호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명은, 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해서, 시트 저항이 낮고, 표면 평활성이 우수하고, 또한 정전 척과의 밀착성이 우수한 도전막을 갖고, 또한 EUV 마스크 블랭크에서의 막 응력에 의한 기판의 변형을 억제할 수 있는 EUV 마스크 블랭크용 도전막이 형성된 기판의 제공을 목적으로 한다.

[0023] 또한, 본 발명은, 그 도전막이 형성된 기판을 사용한 EUV 마스크 블랭크의 다층 반사막이 형성된 기판, 및 EUV 마스크 블랭크의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0024] 상기한 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은,

[0025] 기판 상에 도전막이 형성된, EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막이 형성된 기판으로서,

[0026] 상기 도전막이, 기판측에 형성되는 층 (하층) 과, 상기 하층 상에 형성되는 층 (상층) 의 적어도 2 층을 갖고,

[0027] 상기 도전막의 하층이, 크롬 (Cr), 산소 (O) 및 수소 (H) 를 함유하고, 상기 도전막의 상층이, 크롬 (Cr), 질소 (N) 및 수소 (H) 를 함유하는 것을 특징으로 하는 도전막이 형성된 기판을 제공한다.

[0028] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 하층에 있어서의 Cr 및 O 의 합계 함유율이 85 ~ 99.9 원자% (이하, 원자% 를 at% 라고 적는다) 이고, H 의 함유율이 0.1 ~ 15 at% 인 것이 바람직하다.

[0029] 또한, 상기 도전막의 하층에 있어서의 Cr 과 O 의 조성비 (원자비) 가 Cr : O = 9 : 1 ~ 3 : 7 인 것이 바람직하다.

[0030] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 상층에 있어서의 Cr 및 N 의 합계 함유율이 85 ~ 99.9 at% 이고, H 의 함유율이 0.1 ~ 15 at% 인 것이 바람직하다.

- [0031] 또한, 상기 도전막의 상층에 있어서의 Cr 과 N 의 조성비 (원자비) 가 Cr : N = 9.5 : 0.5 ~ 3 : 7 인 것이 바람직하다.
- [0032] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 하층의 막 두께가 1 ~ 30 nm 인 것이 바람직하다.
- [0033] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 상층의 막 두께가 50 ~ 300 nm 인 것이 바람직하다.
- [0034] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 시트 저항값이 20 Ω / □ 이하인 것이 바람직하다.
- [0035] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막이 300 MPa ~ 900 MPa 의 압축 응력을 갖는 것이 바람직하다.
- [0036] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 하층의 결정 상태가 아모르퍼스인 것이 바람직하다.
- [0037] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 상층의 결정 상태가 아모르퍼스인 것이 바람직하다.
- [0038] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 표면 거칠기 (rms) 가 0.5 nm 이하인 것이 바람직하다.
- [0039] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 하층이, 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 네온 (Ne), 크립톤 (Kr), 및 크세논 (Xe) 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종을 포함하는 불활성 gas와, 산소 (O₂) 와, 수소 (H₂) 를 포함하는 분위기 중에서 Cr 타겟을 사용한 스퍼터링법을 실시함으로써 형성되고, 스퍼터 중의 분위기 온도가 60 ~ 120 °C 인 것이 바람직하다.
- [0040] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 상기 도전막의 상층이, 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 네온 (Ne), 크립톤 (Kr), 및 크세논 (Xe) 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종을 포함하는 불활성 gas와, 질소 (N₂) 와 수소 (H₂) 를 포함하는 분위기 중에서 Cr 타겟을 사용한 스퍼터링법을 실시함으로써 형성되고, 스퍼터 중의 분위기 온도가 60 ~ 120 °C 인 것이 바람직하다.
- [0041] 또한, 본 발명은 본 발명의 도전막이 형성된 기판의 상기 도전막이 형성된 면에 대하여, 반대 측에 다층 반사막을 형성하여 이루어지는 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 다층 반사막이 형성된 기판 (이하, 본 명세서에 있어서, 「본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판」 이라고 한다) 을 제공한다.
- [0042] 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판은, 그 기판의 휨량이 0.8 μm 이하인 것이 바람직하다.
- [0043] 또한, 본 발명은 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판의 다층 반사막 상에 흡수층을 형성하여 이루어지는 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크 (이하, 본 명세서에 있어서, 「본 발명의 EUV 마스크 블랭크」 라고 한다) 를 제공한다.
- [0044] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크는, 그 기판의 휨량이 0.8 μm 이하인 것이 바람직하다.
- [0045] 또한, 본 발명은 본 발명의 EUV 마스크 블랭크를 패터닝한 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 (이하, 본 명세서에 있어서, 「본 발명의 EUV 마스크」 라고 한다) 를 제공한다.
- [0046] 상기 수치 범위를 나타내는 「~」 란, 그 전후에 기재된 수치를 하한치 및 상한치로서 포함하는 의미로 사용되고, 특별한 규정이 없는 한, 이하 본 명세서에 있어서 「~」 는 동일한 의미를 가지고 사용된다.

발명의 효과

- [0047] 본 발명의 도전막이 형성된 기판을 사용함으로써, EUV 마스크 블랭크에서의 막 응력에 의한 기판의 변형을 억제할 수 있다.
- [0048] 또한, 본 발명의 도전막이 형성된 기판은, 도전막의 저저항화에 주로 기여하는 상층과, 기판과의 밀착성 향상에 주로 기여하는 하층의 2 층 구조의 도전막을 가짐으로써, 도전막의 시트 저항을 낮게 하면서, 기판으로부터의 도전막의 박리를 잘 일어나지 않게 하여 결점의 발생을 억제할 수 있다.
- [0049] 또한, 본 발명의 도전막이 형성된 기판은, 도전막 표면의 표면 거칠기가 작음으로써, 정전 척과의 밀착성이 향상된다. 또한, 도전막의 시트 저항이 낮음으로써, 정전 척에 의한 척력이 향상된다. 이 결과, 그 도전막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용했을 때에, 정전 척과의 밀착성이 향상된다. 이와 같이, 정전 척과의 밀착성이 향상됨으로써, 정전 척과 기판의 스킴에 의한 파티클의 발생이

방지된다.

[0050] 또한, 도전막을 구성하는 각 층 (특히, 상층) 의 결정 상태가 아모르퍼스이면, 도전막이 잘 산화되지 않고 도전막 층의 응력의 시간 경과적 변화가 작다. 그 결과, 패턴 정밀도의 악화가 잘 일어나지 않게 되어, 마스크로서의 수명이 길어지는 것이 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1 은 본 발명의 도전막이 형성된 기판의 모식도이다.
 도 2 는 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판의 모식도이다.
 도 3 은 본 발명의 EUV 마스크 블랭크의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 설명한다. 도 1 은 본 발명의 도전막이 형성된 기판의 모식도이다. 도 1 에 있어서, 성막용 기판 (1) 의 일방의 면측에는 도전막 (2) 이 형성되어 있다. 기판 (1) 에 다층 반사막 및 흡수층을 성막할 때, 기판 (1) 은 도전막 (2) 을 개재하여 정전 척에 고정된다. 후술하는 바와 같이, 다층 반사막 및 흡수층은, 기판 (1) 의 도전막 (2) 이 형성되어 있는 면에 대하여 반대측 (성막면) 에 성막된다. 요컨대, 도전막 (2) 은, 기판 (1) 의 성막면에 대하여 이면측에 형성된 이면 도전막이다.

[0053] 도 1 에 나타내는 바와 같이, 본 발명에 있어서의 도전막 (2) 은, 기판 (1) 측에 형성되는 하층 (21) 과 그 하층 (21) 상에 형성되는 상층 (22) 의 2 층 구조를 이루고 있다.

[0054] 2 층 구조의 도전막 (2) 중, 상층 (22) 이 도전막 (2) 전체를 저저항화시키는 기능을 담당한다. 한편, 하층 (21) 은 기판 (1) 과 도전막 (2) 의 밀착성을 향상시키는 밀착성 개선층으로서의 기능을 담당한다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 도전막 (2) 의 시트 저항을 낮추면서, 기판으로부터의 도전막의 박리를 잘 일어나지 않게 하여 결점의 발생을 억제할 수 있다.

[0055] 상기 기능을 달성하기 위해서, 도전막 (2) 의 하층 (21) 은, 기판 (1) 과의 밀착성이 우수한 것이 요구된다.

[0056] 또한, 도전막 (2) 의 일부를 이루는 하층 (21) 은, 기판 (1) 의 재료보다 높은 유전율 및 도전율이 요구된다.

[0057] 나아가 또한, 하층 (21) 표면의 평활성을 향상시키기 위해서, 결정 상태가 아모르퍼스인 것이 바람직하다. 하층 (21) 표면의 평활성이 향상되면, 그 하층 (21) 상에 형성되는 상층 (22) 에 대해서도 표면의 평활성이 향상되고, 도전막 (2) 표면의 평활성이 향상되는 것이 기대된다.

[0058] 또한, 본 명세서에 있어서, 「결정 상태가 아모르퍼스이다」 라고 한 경우, 전혀 결정 구조를 가지지 않는 아모르퍼스 구조로 되어 있는 것 이외에, 미세 결정 구조의 것을 포함한다.

[0059] 하층 (21) 의 결정 상태가 아모르퍼스인 것, 즉 아모르퍼스 구조인 것, 또는 미세 결정 구조인 것은, X 선 회절 (XRD) 법에 의해 확인할 수 있다. 하층 (21) 의 결정 상태가 아모르퍼스 구조이거나, 또는 미세 결정 구조이면, XRD 측정에 의해 얻어지는 회절 피크에 샤프한 피크를 볼 수 없다.

[0060] 상기를 만족하기 위해, 하층 (21) 은 크롬 (Cr), 산소 (O) 및 수소 (H) 를 함유한다.

[0061] 하층 (21) 에 있어서의 Cr 및 O 의 합계 함유율이 85 ~ 99.9 at% 이고, H 의 함유율이 0.1 ~ 15 at% 인 것이 바람직하다.

[0062] 하층 (21) 에 있어서의 H 의 함유율이 0.1 at% 미만이면, 하층 (21) 의 결정 상태가 아모르퍼스가 되지 않아, 하층 (21) 표면의 평활성이 저하되고, 표면 거칠기가 커질 우려가 있다. 한편, H 가 15 at% 보다 높은 경우에도, 하층 (21) 의 결정 상태가 아모르퍼스가 되지 않아, 하층 (21) 표면의 평활성이 저하되고, 표면 거칠기가 커질 우려가 있다. 또한, 하층 (21) 에 있어서의 Cr 및 O 의 합계 함유율이 85 at% 미만이면, 표면 거칠기가 커질 우려가 있다.

[0063] 또한, 하층 (21) 에 있어서의 Cr 과 O 의 조성비가 Cr : O = 9 : 1 ~ 3 : 7 인 것이 바람직하다.

[0064] Cr 이 상기 조성비보다 많으면 응력이 압축 응력이 되지 않아, 적절한 휨량을 실현할 수 없고, 한편, O 가 상기 조성비보다 많으면 결점이 증가할 우려가 있다.

[0065] 하층 (21) 에 있어서의 H 의 함유율은 0.1 ~ 13 at% 인 것이 보다 바람직하고, 0.1 ~ 10 at% 인 것이 더욱

바람직하고, 0.1 ~ 8 at% 인 것이 특히 바람직하다. 또한, Cr 과 O 의 합계 함유율은 87 ~ 99.9 at% 인 것이 보다 바람직하고, 90 ~ 99.9 at% 인 것이 더욱 바람직하고, 92 ~ 99.9 at% 인 것이 특히 바람직하다.

또한 Cr 과 O 의 조성비는 9 : 1 ~ 2.5 : 7.5 인 것이 바람직하고, 8.5 : 1.5 ~ 2.5 : 7.5 인 것이 더욱 바람직하고, 8 : 2 ~ 2.5 : 7.5 인 것이 특히 바람직하다.

- [0066] 하층 (21) 은 상기 구성임으로써, 그 결정 상태가 아모르퍼스가 되고, 그 표면이 평활성이 우수하다.
- [0067] 평활성에 관해서, 하층 (21) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.5 nm 이하인 것이 바람직하다. 하층 (21) 의 표면 거칠기 (rms) 가 0.5 nm 이하이면, 하층 (21) 표면이 충분히 평활하기 때문에, 그 하층 (21) 상에 형성되는 상층 (22) 의 표면 거칠기 (rms) 도 0.5 nm 이하가 되는 것이 기대된다. 또한, 하층 (21) 의 표면 거칠기는 원자간력 현미경 (Atomic Force Microscope) 을 이용하여 측정할 수 있다.
- [0068] 하층 (21) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.4 nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.3 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0069] 하층 (21) 의 막 두께는 1 ~ 30 nm 인 것이 바람직하다. 하층 (21) 의 막 두께가 1 nm 미만이면, 기관 (1) 에 대한 하층 (21) 의 밀착력이 저하되어, 도전막 (2) 에서 막 벗겨짐이 일어날 우려가 있다. 한편, 하층 (21) 의 막 두께가 30 nm 보다 크면, 도전막 (2) 의 시트 저항이 높아질 우려가 있다. 또한, 하층 (21) 상에 형성되는 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스가 아니게 될 우려가 있다.
- [0070] 하층 (21) 의 막 두께는 2 ~ 28 nm 인 것이 보다 바람직하고, 2 ~ 20 nm 인 것이 더욱 바람직하다.
- [0071] 상기 기능을 달성하기 위해서, 도전막 (2) 의 상층 (22) 은, 기관 (1) 의 재료보다 높은 유전율 및 도전율을 갖는 것이 요구된다.
- [0072] 또한, 도전막 (2) 의 표면을 이루는 상층 (22) 표면의 평활성을 향상시키기 위해서, 결정 상태가 아모르퍼스인 것이 바람직하다.
- [0073] 여기서, 도전막 (2) 표면의 평활성이 우수한 것이 요구되는 것은, 도전막이 형성된 기관을 정전 척으로 흡착 유지했을 때에, 정전 척과 도전막 (2) 의 스킴에 의한 파티클의 발생을 방지하는 데에 있어서 바람직하기 때문이다.
- [0074] 나아가 또한, 후술하는 이유로 도전막 (2) 의 표면을 이루는 상층 (22) 표면은, 표면 경도가 높은 것이 바람직하다.
- [0075] 여기서, 도전막 (2) 표면의 표면 경도가 높은 것이 요구되는 것은, 도전막이 형성된 기관을 정전 척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용했을 때에, 정전 척과 도전막의 스킴에 의한 파티클의 발생을 방지하는 데에 있어서 바람직하기 때문이다.
- [0076] 또한, 후술하는 바와 같이, 300 ~ 900 MPa 의 압축 응력을 갖는 도전막 (2) 으로 하기 위해서는, 상층 (22) 이 압축 응력을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 도전막 (2) 전체를 저저항화시키기 위해서, 2 층 구조의 도전막 (2) 중, 상층 (22) 의 두께가 하층 (21) 의 두께보다 두꺼워진다. 따라서, 상층 (22) 이 압축 응력을 갖는 것이 바람직한 것은, 하층 (21) 보다 두껍기 때문에, 도전막 (2) (전체) 의 막 응력을 압축 응력으로 조정하기 쉽기 때문이다.
- [0077] 상기를 만족하기 위해서, 상층 (22) 은 크롬 (Cr), 질소 (N) 및 수소 (H) 를 함유한다.
- [0078] 상층 (22) 에 있어서의 Cr 및 N 의 합계 함유율이 85 ~ 99.9 at% 이고, H 의 함유율이 0.1 ~ 15 at% 인 것이 바람직하다.
- [0079] H 의 함유율이 0.1 at% 미만이면, 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스가 되지 않아, 도전막 (2) 의 표면을 이루는 상층 (22) 표면의 평활성이 저하되고, 표면 거칠기가 커질 우려가 있다. 또한, 상층 (22) 에 있어서의 Cr 및 N 의 합계 함유율이 85 at% 미만이면, 표면 거칠기가 커질 우려가 있다.
- [0080] 한편, H 의 함유율이 15 at% 보다 높은 경우에도, 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스가 되지 않아, 도전막 (2) 의 표면을 이루는 상층 (22) 표면의 평활성이 저하되고, 표면 거칠기가 커질 우려가 있다.
- [0081] 또한, 상층 (22) 에 있어서의 Cr 과 N 의 조성비가 Cr : N = 9.5 : 0.5 ~ 3 : 7 인 것이 바람직하다. Cr 이 상기 조성비보다 많으면, 응력이 압축 응력이 되지 않아, 적정한 휨량을 실현하지 못하고, 한편, N 이 상기 조성비보다 많으면, 결점이 증가할 우려가 있다.

- [0082] 상층 (22) 에 있어서의 H 의 함유율은 0.1 ~ 13 at% 인 것이 보다 바람직하고, 0.1 ~ 10 at% 인 것이 더욱 바람직하고, 0.1 ~ 8 at% 인 것이 특히 바람직하다. 또한, Cr 과 N 의 합계 함유율은 87 ~ 99.9 at% 인 것이 보다 바람직하고, 90 ~ 99.9 at% 인 것이 더욱 바람직하고, 92 ~ 99.9 at% 인 것이 특히 바람직하다. 또한 Cr 과 N 의 조성비는, 성막시에 있어서의 결정의 역제라는 관점에서는, 9.5 : 0.5 ~ 6 : 4 인 것이 바람직하고, 9.5 : 0.5 ~ 6.5 : 3.5 인 것이 더욱 바람직하고, 9.5 : 0.5 ~ 7 : 3 인 것이 특히 바람직하다.
- [0083] 상층 (22) 은 상기의 구성임으로써, 그 결정 상태가 아모르퍼스가 되고, 그 표면이 평활성이 우수하다. 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스인 것은 XRD 법에 의해 확인할 수 있다. 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스이면, XRD 측정에 의해 얻어지는 회절 피크에 샤프한 피크를 볼 수 없다.
- [0084] 평활성에 관해서, 상층 (22) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.5 nm 이하인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 표면을 이루는 상층 (22) 의 표면 거칠기 (rms) 가 0.5 nm 이하이면, 정전 척과의 밀착성이 향상되어, 정전 척과 도전막 (2) 의 스킴에 의한 파티클의 발생이 방지된다. 상층 (22) 의 표면 거칠기는 원자간력 현미경을 이용하여 측정할 수 있다.
- [0085] 상층 (22) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.4 nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.3 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0086] 상층 (22) 의 막 두께는 50 ~ 300 nm 인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 전체를 저저항화시키는 기능을 담당하는 상층 (22) 의 막 두께가 50 nm 미만이면, 도전막 (2) 의 시트 저항을 낮게 할 수 없을 우려가 있다. 한편, 상층 (22) 의 막 두께가 300 nm 보다 크면, 막 두께의 증가는 상층 (22) 의 기능 향상에는 더 이상 기여하지 않고, 상층 (22) 의 형성에 필요한 시간이 증가하여, 상층 (22), 나아가서는 도전막 (2) 의 형성에 필요한 비용이 증가한다. 또한, 상층 (22), 나아가서는 도전막 (2) 의 막 두께가 필요 이상으로 커지기 때문에, 막 벗겨짐이 발생할 우려가 증가한다.
- [0087] 상층 (22) 의 막 두께는 100 ~ 250 nm 인 것이 보다 바람직하고, 150 ~ 220 nm 인 것이 더욱 바람직하다.
- [0088] 후술하는 도전막 (2) 에 대한 요구 특성, 특히 도전막 (2) 의 막 응력 특성에 악영향을 미칠 우려가 있기 때문에, 도전막 (2) 를 구성하는 하층 (21) 및 상층 (22) 은, 불순물이 되는 성분 (하층 (21) 의 경우, Cr, O, H 이외의 성분, 상층 (22) 의 경우, Cr, N, H 이외의 성분) 의 함유율이 낮은 것이 바람직하고, 실질적으로 함유하지 않는 것이 보다 바람직하다. 또한, 불순물이 되는 성분을 포함하는 경우, 그 함유율은 압축 응력의 제어라는 면에서 3 % 이하가 바람직하다.
- [0089] 도전막 (2) 의 하층 (21) 및 상층 (22) 은, 공지된 성막 방법, 예를 들어, 마그네트론 스퍼터링법, 이온 빔 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 스퍼터링법에 의해 하층 (21) 및 상층 (22) 을 형성하는 경우, 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 네온 (Ne), 크립톤 (Kr), 및 크세논 (Xe) 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종을 포함하는 불활성 기체와, 산소 (O₂) 및 질소 (N₂) 의 어느 일방과, 수소 (H₂) 를 포함하는 분위기 중에서 Cr 타겟을 사용한 스퍼터링법을 실시하면 된다. 마그네트론 스퍼터링법을 사용하는 경우, 구체적으로는 이하의 성막 조건으로 실시하면 된다.
- [0090] [하층 (21) 의 성막 조건]
- [0091] 스퍼터 가스 : Ar 과 O₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 (H₂ 가스 농도 1 ~ 50 vol%, 바람직하게는 1 ~ 30 vol%, O₂ 가스 농도 1 ~ 80 vol%, 바람직하게는 5 ~ 75 vol%, Ar 가스 농도 5 ~ 95 vol%, 바람직하게는 10 ~ 94 vol%, 가스압 1.0×10⁻¹ Pa ~ 50×10⁻¹ Pa, 바람직하게는 1.0×10⁻¹ Pa ~ 40×10⁻¹ Pa, 보다 바람직하게는 1.0×10⁻¹ Pa ~ 30×10⁻¹ Pa)
- [0092] 투입 전력 : 30 ~ 3000 W, 바람직하게는 100 ~ 3000 W, 보다 바람직하게는 500 ~ 3000 W
- [0093] 성막 속도 : 0.5 ~ 60 nm/min, 바람직하게는 1.0 ~ 45 nm/min, 보다 바람직하게는 1.5 ~ 30 nm/min
- [0094] [상층 (22) 의 성막 방법]
- [0095] 스퍼터 가스 : Ar 과 N₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 (H₂ 가스 농도 1 ~ 50 vol%, 바람직하게는 1 ~ 30 vol%, N₂ 가스 농도 1 ~ 80 vol%, 바람직하게는 5 ~ 75 vol%, Ar 가스 농도 5 ~ 95 vol%, 바람직하게는 10 ~ 94 vol%, 가스압 1.0×10⁻¹ Pa ~ 50×10⁻¹ Pa, 바람직하게는 1.0×10⁻¹ Pa ~ 40×10⁻¹ Pa, 보다 바람직하게는 1.0

$\times 10^{-1}$ Pa ~ 30×10^{-1} Pa)

- [0096] 투입 전력 : 30 ~ 3000 W, 바람직하게는 100 ~ 3000 W, 보다 바람직하게는 500 ~ 3000 W
- [0097] 성막 속도 : 0.5 ~ 60 nm/min, 바람직하게는 1.0 ~ 45 nm/min, 보다 바람직하게는 1.5 ~ 30 nm/min
- [0098] 또한, Ar 이외의 불활성 가스를 사용하는 경우, 그 불활성 가스의 농도가 상기 Ar 가스 농도와 동일한 농도 범위로 하는 것이 바람직하다. 또한, 복수 종류의 불활성 가스를 사용하는 경우, 불활성 가스의 합계 농도를 상기 Ar 가스 농도와 동일한 농도 범위로 하는 것이 바람직하다.
- [0099] 여기서, 하층 (21) 및 상층 (22) 의 어느 경우에 있어서도, 스퍼터 중의 분위기 온도가 60 ~ 120 ℃ 인 것이, 성막 장치의 내벽에 착박된 성막 재료의 퇴적물의 막 벗겨짐이 억제되고, 형성하는 도전막 (2) 의 결점을 저감시킬 수 있는 점에서 바람직하다.
- [0100] 스퍼터링법에 의해 하층 (21) 및 상층 (22) 을 형성한 경우, 양자 사이에 확산층이 형성되는 경우가 있다. 이와 같은 확산층이 형성된 것도, 본 발명에 있어서의 2 층 구조의 도전막 (2) (즉, 하층 (21) 및 상층 (22) 을 갖는 도전막 (2)) 이다.
- [0101] 또한, 본 발명에 있어서의 도전막 (2) 은, 하층 (21) 및 상층 (22) 이외의 층을 가지고 있어도 된다.
- [0102] 도전막 (2) 은 시트 저항값이 20 Ω / □ 이하인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 시트 저항값이 20 Ω / □ 이하이면, 정전 척에 의한 척력이 높아짐으로써, 정전 척과의 밀착성이 향상된다. 이 결과, 정전 척과 도전막 (2) 의 스킴에 의한 파티클의 발생이 방지된다.
- [0103] 도전막 (2) 의 시트 저항값은 15 Ω / □ 이하인 것이 보다 바람직하고, 10 Ω / □ 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0104] 도전막 (2) 은 300 MPa ~ 900 MPa 의 압축 응력을 갖는 것이 바람직하다.
- [0105] 상기 서술한 바와 같이, EUV 마스크 블랭크에서는, 기관 상에 성막한 박막 (즉, 반사층이나 흡수층) 에 발생한 막 응력에 의해 기관이 변형되는 것이 문제가 되고 있다. 기관의 성막면측에서 발생하는 막 응력은, 개개의 막에서 막의 조성이나 막 두께, 혹은 막의 성막 조건에 따라 상이한데, 도전막 (2) 은 300 MPa ~ 900 MPa 의 압축 응력을 가지고 있으면, 기관의 성막면측에서 발생하는 응력과 기관의 이면측에서 발생하는 응력이 상쇄되는 결과, 응력이 가해짐으로써 발생하는 기관의 변형을 억제할 수 있다. 구체적으로는, EUV 마스크 블랭크의 제조에 통상적으로 사용되는 가로세로 152 mm 의 기관을 포함하는, 150 mm ~ 154 mm 범위의 사각형상의 기관을 사용한 다층 반사막이 형성된 기관, 및 당해 다층 반사막이 형성된 기관의 다층 반사막 상에 흡수층을 형성하여 이루어지는 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 경우, 응력이 가해짐으로써 발생하는 상기 기관의 휨량을 0.8 μm 이하, 보다 바람직하게는 0.7 μm 이하, 더욱 바람직하게는 0.6 μm 이하로 억제할 수 있다.
- [0106] 이로써, EUV 마스크 블랭크를 패터닝할 때에 패턴의 위치 정밀도가 저하될 우려가 해소된다. 또한, 그 EUV 마스크 블랭크로부터 제작한 반사형 마스크를 이용하여 패턴 전사할 때에, 패턴 위치 어긋남이나 패턴 결함이 발생할 우려가 해소된다. 또한, 기관의 휨량은 레이저 간섭계로 형상을 측정하고, 측정 영역의 기관면의 전체 데이터의 최소 이송법에 의해 산출한 가상 평면을 기준면으로 하여, 측정 영역에서의 정의 최대값과 부의 최소값의 차에 의해 산출할 수 있다.
- [0107] EUV 마스크 블랭크의 제조 단계에서는, 기관의 이면측에만 막 응력이 발생하게 되지만, 이 단계에서는 기관을 정전 척으로 흡착 유지하고 있기 때문에, 막 응력이 가해짐으로써 기관이 변형될 우려는 없다.
- [0108] 상층 (22) 에 대하여 기재한 바와 같이, 도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.5 nm 이하인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms) 가 0.5 nm 이하이면, 정전 척과의 밀착성이 향상되고, 정전 척과 도전막 (2) 의 스킴에 의한 파티클의 발생이 방지된다.
- [0109] 도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.4 nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.3 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0110] 도전막 (2) 은 표면 경도가 12 GPa 이상인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 표면 경도가 12 GPa 이상이면, 도전막 (2) 이 표면 경도가 우수하여, 도전막이 형성된 기관을 정전 척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용했을 때에, 정전 척과 도전막의 스킴에 의해 파티클이 발생하는 것을 방지하는 효과가 우수하다. 여기서, 도전막 (2) 의 표면 경도의 측정 방법은 특별히 한정되지 않고, 공지된 방법, 구체적으로는 예를 들어, 비

코스 경도 시험, 록웰 경도 시험, 브리넬 경도 시험, 나노인덴테이션 시험 등을 사용할 수 있다. 이들 중에서도 나노인덴테이션 시험은 박막의 표면 경도를 측정할 때에 널리 사용된다.

- [0111] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 있어서, 성막용 기판 (1) 은, EUV 마스크 블랭크용 기판으로서의 특성을 만족할 것이 요구된다. 그 때문에, 기판 (1) 은 저열팽창 계수인 것이 요구되고, 구체적으로는 20 °C 에 있어서의 열팽창 계수가 $0 \pm 0.05 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 인 것이 바람직하고, 특히, $0 \pm 0.03 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 인 것이 바람직하다. 또한, 기판은 평활성, 평탄도, 및 마스크 블랭크 또는 패터닝 후의 포토마스크의 세정 등에 사용하는 세정액에 대한 내성이 우수한 것이 바람직하다.
- [0112] 기판 (1) 으로는, 구체적으로는 저열팽창 계수를 갖는 유리, 예를 들어 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 계 유리 등을 사용하지만, 이에 한정되지 않고, β 석영 고용체를 석출한 결정화 유리나 석영 유리나 실리콘이나 금속 등의 기판을 사용할 수 있다.
- [0113] 기판 (1) 은 표면 거칠기 (rms) 가 0.15 nm 이하의 평활한 표면과 100 nm 이하의 평탄도를 가지고 있는 것이 패터닝 후의 포토마스크에 있어서 고반사율 및 전사 정밀도가 얻어지기 때문에 바람직하다.
- [0114] 기판 (11) 의 크기나 두께 등은 마스크의 설계값 등에 의해 적절히 결정되는 것이다. 뒤에 나타내는 실시예에서는 외형 가로세로 6 인치 (152 mm) 이고, 두께 0.25 인치 (6.3 mm) 의 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 계 유리를 사용하였다.
- [0115] 다음으로, 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판에 대하여 설명한다. 도 2 는, 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판의 모식도이다. 도 2 에 있어서, 기판 (1) 의 도전막 (2) 이 형성된 면에 대하여 반대측에 다층 반사막 (3) 이 형성되어 있다. 여기서, 기판 (1) 및 도전막 (2) 은, 도 1 에 나타낸 것 (본 발명의 도전막이 형성된 기판) 이다. 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판은, 본 발명의 도전막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시킨 후, 마그네트론 스퍼터링법이나 이온 빔 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법을 이용하여, 기판 (1) 의 성막면에 다층 반사막 (3) 을 성막함으로써 얻어진다.
- [0116] 기판 (1) 상에 형성되는 다층 반사막 (3) 은, EUV 마스크 블랭크의 반사층으로서 원하는 특성을 갖는 것인 한 특별히 한정되지 않는다. 여기서, 다층 반사막 (3) 에 특별히 요구되는 특성은 고 EUV 광선 반사율이다. 구체적으로는, EUV 광의 파장 영역의 광선을 입사각 6 도로 다층 반사막 (3) 표면에 조사했을 때에, 파장 13.5 nm 부근의 광선 반사율의 최대값이 60 % 이상이 바람직하고, 65 % 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0117] 상기 특성을 만족하는 다층 반사막 (3) 으로는, Si 막과 Mo 막을 교대로 복수 회, 적층시킨 Mo/Si 다층 반사막, Be 막과 Mo 막을 교대로 적층시킨 Be/Mo 다층 반사막, Si 화합물막과 Mo 화합물막을 교대로 적층시킨 Si 화합물/Mo 화합물 다층 반사막, Si 막, Mo 막 및 Ru 막을 이 순서로 적층시킨 Si/Mo/Ru 다층 반사막, Si 막, Ru 막, Mo 막 및 Ru 막을 이 순서로 적층시킨 Si/Ru/Mo/Ru 다층 반사막 등도 들 수 있다.
- [0118] 기판 (1) 의 성막면에 다층 반사막 (3) 을 성막하는 순서는, 스퍼터링법을 이용하여 다층 반사막을 성막할 때에 통상적으로 실시되는 순서에도 된다. 예를 들어, 이온 빔 스퍼터링법을 이용하여 Mo/Si 다층 반사막을 형성하는 경우, 타겟으로서 Si 타겟을 이용하고, 스퍼터 가스로서 Ar 가스 (가스압 1.3×10^{-2} Pa ~ 2.7×10^{-2} Pa) 를 사용하여, 이온 가속 전압 300 ~ 1500 V, 성막 속도 0.03 ~ 0.30 nm/sec 로 두께 4.5 nm 가 되도록 Si 막을 성막하고, 다음으로, 타겟으로서 Mo 타겟을 이용하고, 스퍼터 가스로서 Ar 가스 (가스압 1.3×10^{-2} Pa ~ 2.7×10^{-2} Pa) 를 사용하여, 이온 가속 전압 300 ~ 1500 V, 성막 속도 0.03 ~ 0.30 nm/sec 로 두께 2.3 nm 가 되도록 Mo 막을 성막하는 것이 바람직하다. 이것을 1 주기로 하여 Si 막 및 Mo 막을 40 ~ 50 주기 적층시킴으로써 Mo/Si 다층 반사막이 성막된다. 다층 반사막 (3) 을 성막할 때, 균일한 성막을 얻기 위해서, 회전체를 이용하여 기판 (1) 을 회전시키면서 성막하는 것이 바람직하다.
- [0119] 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판은, 다층 반사막 (3) 표면이 산화되는 것을 방지하기 위해서, 다층 반사막 (3) 의 최상층은 잘 산화되지 않는 재료의 층으로 하는 것이 바람직하다. 잘 산화되지 않는 재료의 층은 다층 반사막 (3) 의 캡층으로서 기능한다. 캡층으로서 기능하는 잘 산화되지 않는 재료의 층의 구체예로는 Si 층을 예시할 수 있다. 다층 반사막이 Mo/Si 다층 반사막인 경우, 최상층을 Si 층으로 함으로써, 그 최상층을 캡층으로서 기능시킬 수 있다. 그 경우 캡층의 막 두께는 11 ± 2 nm 인 것이 바람직하다.
- [0120] 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판은, 본 발명의 도전막이 형성된 기판을 이용하고 있기 때문에, 도전막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시켜 다층 반사막을 성막할 때에, 정전 척과 도전막 (2) 의 스킴에 의한 파티클의 발생이 방지되어 있다. 이로써, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적은 우수한 다층 반사막이 형성된 기판이

다.

- [0121] 또한, 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판에서는, 기판의 성막면측에서 발생하는 응력과 기판의 이면측에서 발생하는 응력이 상쇄되는 결과, 응력이 가해짐으로써 발생하는 기판의 변형을 억제할 수 있다. 구체적으로는, EUV 마스크 블랭크의 제조에 통상적으로 사용되는 가로세로 152 mm 기판의 경우, 응력이 가해짐으로써 발생하는 기판의 휨량을 0.8 μm 이하, 보다 바람직하게는 0.7 μm 이하, 더욱 바람직하게는 0.6 μm 이하로 억제할 수 있다.
- [0122] 응력이 가해짐으로써 발생하는 기판의 휨량이 상기와 같이 억제됨으로써, 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판을 이용하여 EUV 마스크 블랭크를 제작할 때에, 다층 반사막 상에 형성되는 흡수층의 성막 정밀도가 향상되는 효과가 기대된다.
- [0123] 다음으로, 본 발명의 EUV 마스크 블랭크에 대하여 설명한다. 도 3 은 본 발명의 EUV 마스크 블랭크의 모식도이다. 도 3 에 있어서, 다층 반사막 (3) 상에는 흡수층 (4) 이 형성되어 있다. 여기서, 기판 (1), 도전막 (2) 및 다층 반사막 (3) 은, 도 2 에 나타낸 것 (본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판) 이다. 본 발명의 EUV 마스크 블랭크는, 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시킨 후, 마그네트론 스퍼터링법이나 이온 빔 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법을 이용하여, 다층 반사막 (3) 상에 흡수층 (4) 을 성막함으로써 얻어진다.
- [0124] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크에 있어서, 다층 반사막 (3) 상에 성막되는 흡수층 (4) 의 구성 재료로는, EUV 광에 대한 흡수 계수가 높은 재료, 구체적으로는 Cr, Ta, Pd 및 이들의 질화물 등을 들 수 있다. 그 중에서도, Ta 및 Pd 중 적어도 일방을 주성분으로 하는 재료가, 흡수층 (4) 의 결정 상태가 아모르퍼스가 되기 쉽고, 그 흡수층 (4) 표면의 평활성이 우수한, 표면 거칠기가 작다는 이유에서 바람직하다. 본 명세서에 있어서, Ta 및 Pd 중 적어도 일방을 주성분으로 하는 재료로 한 경우, 당해 재료 중 Ta 혹은 Pd 중 적어도 일방을 40 at% 이상, 바람직하게는 50 at% 이상, 보다 바람직하게는 55 at% 이상 함유하는 재료를 의미한다. 여기서, 당해 재료는 Ta 및 Pd 의 양방을 함유해도 되며, TaPd 가 예시된다.
- [0125] 흡수층 (4) 에 사용하는 Ta 및 Pd 중 적어도 일방을 주성분으로 하는 재료는, Ta 혹은 Pd 이외에 Hf, Si, Zr, Ge, B, N 및 H 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종류의 원소를 포함해도 된다. Ta 혹은 Pd 이외에 상기 원소를 함유하는 재료의 구체예로는, 예를 들어, TaN, TaNH, PdN, PdNH, TaPdN, TaPdNH, TaHf, TaHfN, TaBSi, TaBSiH, TaBSiN, TaBSiNH, TaB, TaBH, TaBN, TaBNH, TaSi, TaSiN, TaGe, TaGeN, TaZr, TaZrN 등을 들 수 있다.
- [0126] 흡수층 (4) 의 두께는 50 ~ 100 nm 인 것이 바람직하다. 흡수층 (4) 의 성막 방법은, 스퍼터링법인 한 특별히 한정되지 않고, 마그네트론 스퍼터링법 또는 이온 빔 스퍼터링법 중 어느 것이어도 된다.
- [0127] 이온 빔 스퍼터링법을 이용하여, 흡수층으로서 TaN 층을 성막하는 경우, 타겟으로서 Ta 타겟을 이용하고, 스퍼터 가스로서 N_2 가스 (가스압 1.3×10^{-2} Pa ~ 2.7×10^{-2} Pa) 를 사용하여, 전압 300 ~ 1500 V, 성막 속도 0.01 ~ 0.1 nm/sec 로 두께 50 ~ 100 nm 가 되도록 성막하는 것이 바람직하다.
- [0128] 스퍼터링법을 이용하여, 흡수층 (4) 을 성막할 때, 균일한 성막을 얻기 위해서, 회전체를 이용하여 기판 (1) 을 회전시키면서 성막하는 것이 바람직하다.
- [0129] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크에 있어서, 다층 반사막 (3) 과 흡수층 (4) 사이에 버퍼층이 존재해도 된다.
- [0130] 버퍼층을 구성하는 재료로는, 예를 들어, Cr, Al, Ru, Ta 및 이들의 질화물, 그리고 SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 등을 들 수 있다. 버퍼층은 두께 10 ~ 60 nm 인 것이 바람직하다.
- [0131] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크는, 본 발명의 다층 반사막이 형성된 기판을 사용하기 때문에, 다층 반사막에 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적다. 게다가, 그 다층 반사막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시켜 흡수층을 성막할 때에, 정전 척과 도전막 (2) 의 스킴에 의한 파티클의 발생이 방지되어 있다. 이 때문에, 흡수층도 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적다.
- [0132] 이와 같은 EUV 마스크 블랭크를 패터닝함으로써, 표면 결함이 적은 EUV 마스크를 형성할 수 있다. 결함을 감소시킴으로써, 결점이 적은 노광을 할 수 있고, 생산성도 우수하다.
- [0133] 또한, 본 발명의 EUV 마스크 블랭크에서는, 기판의 성막면측에서 발생하는 응력과 기판의 이면측에서 발생하는

응력이 상쇄되는 결과, 응력이 가해짐으로써 발생하는 기관의 변형을 억제할 수 있다. 구체적으로는, EUV 마스크 블랭크의 제조에 통상적으로 사용되는 가로세로 152 mm 기관의 경우, 응력이 가해짐으로써 발생하는 기관의 휨량을 0.8 μm 이하, 보다 바람직하게는 0.7 μm 이하, 더욱 바람직하게는 0.6 μm 이하로 억제할 수 있다.

이로써, EUV 마스크 블랭크를 패터닝할 때에 패턴의 위치 정밀도가 저하될 우려가 해소된다. 또한, 그 EUV 마스크 블랭크로부터 제작한 반사형 마스크를 이용하여 패턴 전사할 때에, 패턴 위치 어긋남이나 패턴 결함이 발생할 우려가 해소된다.

[0134] 실시예

[0135] 이하, 실시예를 이용하여 본 발명을 추가로 설명하지만, 이들에 한정되어 해석되는 것은 아니다.

[0136] (실시예 1)

[0137] 본 실시예에서는, 도 1 에 나타내는 도전막이 형성된 기관, 즉, 기관 (1) 의 일방의 면에 2 층 구조의 도전막 (2) (하층 (21), 상층 (22)) 이 형성된 도전막이 형성된 기관을 제작하였다.

[0138] 성막용 기관 (1) 으로서 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 계의 유리 기관 (외형 가로세로 6 인치 (152.4 mm), 두께가 6.3 mm) 을 사용하였다. 이 유리 기관의 열팽창 계수는 $0.02 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ (20 $^\circ\text{C}$ 에 있어서의 값. 이하 동일) 이고, 영률은 67 GPa 이다. 이 유리 기관을 연마에 의해, 표면 거칠기 (rms) 가 0.15 nm 이하의 평활한 표면과 100 nm 이하의 평탄도로 형성하였다.

[0139] [하층 (21) 의 형성]

[0140] 기관 (1) 의 표면 상에, 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여, 하층 (21) 으로서 CrOH 막을 성막하였다. 구체적으로는, 성막 챔버 내를 1×10^{-4} Pa 이하의 진공으로 한 후, Cr 타겟을 이용하여, Ar 과 O_2 와 H_2 의 혼합 가스 분위기 중에서 마그네트론 스퍼터링을 실시하고, 두께 10 nm 의 하층 (21) (CrOH 막) 을 형성하였다. 하층 (21) (CrOH 막) 의 성막 조건은 이하와 같다.

[0141] 타겟 : Cr 타겟

[0142] 스퍼터 가스 : Ar 과 O_2 와 H_2 의 혼합 가스 (Ar : 29.1 vol%, O_2 : 70 vol%, H_2 : 0.9 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)

[0143] 투입 전력 : 1500 W

[0144] 성막 속도 : 0.23 nm/sec

[0145] 막 두께 : 10 nm

[0146] [하층 (21) (CrOH 막) 의 조성 분석]

[0147] 하층 (21) 의 조성을, X 선 광전자 분광 장치 (X-ray Photoelectron Spectrometer) (PERKIN ELEMER-PHI 사 제조), 러더포드 후방 산란 분광 장치 (Rutherford Back Scattering Spectroscopy) (코베 제강사 제조) 를 이용하여 측정하였다. 하층 (21) 의 조성비 (at%) 는 Cr : O : H = 71.8 : 27.9 : 0.3 이었다. 또한, Cr 과 O 의 조성비 (at%) 는 Cr : O = 2.4 : 1 이었다.

[0148] [하층 (21) 의 결정 상태]

[0149] 하층 (21) 의 결정 상태를, X 선 회절 장치 (X-Ray Diffractometer) (RIGAKU 사 제조) 로 확인하였다. 얻어지는 회절 피크에는 샤프한 피크를 볼 수 없는 점에서, 하층 (21) 의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.

[0150] [상층 (22) 의 형성]

[0151] 다음으로, 하층 (21) 상에, 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여, 상층 (22) 으로서 CrNH 막을 성막하였다. 구체적으로는, 성막 챔버 내를 1×10^{-4} Pa 이하의 진공으로 한 후, Cr 타겟을 이용하여, Ar 과 N_2 와 H_2 의 혼합 가스 분위기 중에서 마그네트론 스퍼터링을 실시하고, 두께 140 nm 의 상층 (22) (CrNH 막) 을 형성하였다. 상층 (22) (CrNH 막) 의 성막 조건은 이하와 같다.

- [0152] 타겟 : Cr 타겟
- [0153] 스퍼터 가스 : Ar 과 N₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 (Ar : 58.2 vol%, N₂ : 40 vol%, H₂ : 1.8 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0154] 투입 전력 : 1500 W
- [0155] 성막 속도 : 0.18 nm/sec
- [0156] 막 두께 : 140 nm
- [0157] [상층 (22) (CrNH 막) 의 조성 분석]
- [0158] 하층 (21) 과 동일한 순서로 상층 (22) 의 조성을, X 선 전자 분광 장치를 이용하여 측정하였다. 상층 (22) 의 조성비 (at%) 는 Cr : N : H = 86.0 : 13.7 : 0.3 이었다. 또한, Cr 과 N 의 조성비 (at%) 는 Cr : N = 3.1 : 0.5 였다.
- [0159] [상층 (22) 의 결정 상태]
- [0160] 하층 (21) 과 동일한 순서로 상층 (22) 의 결정 상태를 X 선 회절 장치로 확인하였다. 얻어지는 회절 피크에는 샤프한 피크를 볼 수 없는 점에서, 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0161] [도전막 (2) 의 시트 저항]
- [0162] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 의 시트 저항을, 4 탐침 측정기를 이용하여 측정하였다. 도전막 (2) 의 시트 저항값은 7.5 Ω / □ 였다.
- [0163] [도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms)]
- [0164] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 의 표면 거칠기를, 원자간력 현미경 (SII 사 제조, SPI-3800) 을 이용하여, dynamic force mode 로 측정하였다. 표면 거칠기의 측정 영역은 1 μm × 1 μm 이며, 캔틸레버에는 SI-DF40 (SII 사 제조) 를 사용하였다. 도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.2 nm 였다.
- [0165] [도전막 (2) 표면의 결함 평가]
- [0166] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 표면에 있어서의 파티클 개수를, 결함 검사 장치 (M1350, 레이저텍 사 제조) 를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 0.025 개/cm² 로, 파티클에 의한 결점이 적은 도전막인 것이 확인되었다. 또한 파티클 개수는 크기가 0.5 μm 이상인 것으로 하여 측정하였다.
- [0167] [도전막 (2) 의 밀착성]
- [0168] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 표면에, JIS K5400 에 기재되어 있는 크로스 컷 테스트의 방법에 준하여, 크로스 컷을 붙여 시험편을 제작하였다. 다음으로, 점착 테이프 (니치반 (주) 제조, 셀로판 테이프) 를, 시험편의 크로스 컷 상에 첩부한 후, 신속하게 90° 의 방향으로 잡아 당겨 박리시키고, 100 개의 칸에 박리가 일어나는지 여부를 시험하였다. 그 결과, 칸의 박리는 일어나지 않았다.
- [0169] [도전막 (2) 의 막 응력]
- [0170] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 의 막 응력을 이하의 순서로 측정하였다.
- [0171] 레이저 간섭계를 이용하여 도전막이 형성된 기판의 곡률 반경을 산출하고, 기판 (1) 의 영률, 포아송비와 도전막 (2) 의 막 두께를 이용하여 내부 응력을 산출하였다. 그 결과, 도전막 (2) 에 600 MPa 의 압축 응력이 발생한 것을 확인하였다.
- [0172] 다음으로, 상기에 기재된 순서로 얻어진 도전막이 형성된 기판을 이용하여, 이하의 순서로 다층 반사막 (Mo/Si 다층 반사막) 을 형성함으로써, 도 2 에 나타내는 다층 반사막이 형성된 기판을 제작하였다.
- [0173] [다층 반사막의 형성]
- [0174] 상기 순서로 형성한 도전막 (2) 을 정전 척으로 흡착 유지한 상태에서, 그 도전막 (2) 에 대하여 기판 (1) 의 반대측 (성막면) 에, 이온 빔 스퍼터링법을 이용하여 다층 반사막 (3) (Mo/Si 다층 반사막) 을 형성하였다. 구체적으로는, Si 막 및 Mo 막을 교대로 성막하는 것을 40 주기 반복함으로써, 합계 막 두께 272 nm ((4.5 nm

(Si 막)+2.3 nm (Mo 막)×40) 의 Mo/Si 다층 반사막을 형성하였다. 마지막으로 캡층으로서 막 두께 11.0 nm 가 되도록 Si 층을 형성하였다.

- [0175] 또한, Si 막 및 Mo 막의 성막 조건은 이하와 같다.
- [0176] [Si 막의 성막 조건]
- [0177] 타겟 : Si 타겟 (붕소 도프)
- [0178] 스퍼터 가스 : Ar 가스 (가스압 0.02 Pa)
- [0179] 전압 : 700 V
- [0180] 성막 속도 : 0.077 nm/sec
- [0181] 막 두께 : 4.5 nm
- [0182] [Mo 막의 성막 조건]
- [0183] 타겟 : Mo 타겟
- [0184] 스퍼터 가스 : Ar 가스 (가스압 0.02 Pa)
- [0185] 전압 : 700 V
- [0186] 성막 속도 : 0.064 nm/sec
- [0187] 막 두께 : 2.3 nm
- [0188] [표면 결함의 평가]
- [0189] 상기 순서로 형성된 다층 반사막의 파티클 개수를, 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 0.5 개/cm² 로, 다층 반사막의 형성시에 파티클이 거의 발생하지 않아, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 다층 반사막인 것이 확인되었다. 또한, 파티클 개수는 크기가 0.15 μm 이상인 것으로 하여 측정하였다.
- [0190] 다음으로, 상기에 기재된 순서로 얻어진 다층 반사막이 형성된 기판을 이용하여, 이하의 순서로 흡수층 (4) 을 형성함으로써, 도 3 에 나타내는 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다.
- [0191] [흡수층의 형성]
- [0192] 상기 순서로 형성된 다층 반사막 (3) (Mo/Si 다층 반사막) 상에, EUV 광에 대한 흡수층 (4) 으로서 TaN 층을, 이온 빔 스퍼터링법을 이용하여 성막하여, EUV 마스크 블랭크를 얻었다. 성막 조건은 이하와 같았다.
- [0193] [TaN 층의 성막 조건]
- [0194] 타겟 : Ta 타겟
- [0195] 스퍼터 가스 : N₂ 가스 (가스압 0.02 Pa)
- [0196] 전압 : 700 V
- [0197] 성막 속도 : 0.015 nm/sec
- [0198] 막 두께 : 70 nm
- [0199] [표면 결함의 평가]
- [0200] 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대해서도 상기와 동일한 순서로 측정하면, 2.0 개/cm² 로, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인되었다.
- [0201] [기판 휨량 측정]
- [0202] 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크에 있어서의 기판의 휨량을 측정하였다. 그 결과, 기판의 휨량은 0.55 μm 였다.
- [0203] 또한, 기판의 휨량은 레이저 간섭계로 형상을 측정하고, 측정 영역의 기판면의 전체 데이터의 최소 이송법에 의해 산출한 가상 평면을 기준면으로 하여, 측정 영역에서의 정 (正) 의 최대값과 부 (負) 의 최소값의 차에 의해

산출하였다.

- [0204] (실시예 2)
- [0205] 본 실시예에서는, 실시예 1 에 있어서의, 2 층 구조의 도전막 (2) (하층 (21), 상층 (22)) 의 각 층의 막 두께만을 바꾸고, 그 이외는 실시예 1 과 동일한 조건, 동일한 순서로 도전막이 형성된 기판, 다층 반사막이 형성된 기판, 그리고 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다.
- [0206] [하층 (21) 의 형성]
- [0207] 실시예 1 과 동일한 SiO₂-TiO₂ 계의 유리 기판 (기판 (1)) 의 표면 상에, 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여, 하층 (21) 으로서 CrOH 막을 성막하였다. 구체적으로는, 성막 챔버 내를 1×10⁻⁴ Pa 이하의 진공으로 한 후, Cr 타겟을 이용하여, Ar 과 O₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 분위기 중에서 마그네트론 스퍼터링을 실시하고, 두께 20 nm 의 하층 (21) (CrOH 막) 을 형성하였다. 하층 (21) (CrOH 막) 의 성막 조건은 이하와 같다.
- [0208] 타겟 : Cr 타겟
- [0209] 스퍼터 가스 : Ar 과 O₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 (Ar : 29.1 vol%, O₂ : 70 vol%, H₂ : 0.9 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0210] 투입 전력 : 1500 W
- [0211] 성막 속도 : 0.23 nm/sec
- [0212] 막 두께 : 20 nm
- [0213] [하층 (21) (CrOH 막) 조성 분석 및 결정 상태]
- [0214] 실시예 1 과 동일한 장치, 조건으로 측정된 결과, 하층 (21) 의 조성비 (at%) 는, Cr : O : H = 71.8 : 27.9 : 0.3 으로, 하층 (21) 의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0215] [상층 (22) 의 형성]
- [0216] 다음으로, 하층 (21) 상에, 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여, 상층 (22) 으로서 CrNH 막을 성막하였다. 구체적으로는, 성막 챔버 내를 1×10⁻⁴ Pa 이하의 진공으로 한 후, Cr 타겟을 이용하여, Ar 과 N₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 분위기 중에서 마그네트론 스퍼터링을 실시하고, 두께 180 nm 의 상층 (22) (CrNH 막) 을 형성하였다. 상층 (22) (CrNH 막) 의 성막 조건은 이하와 같다.
- [0217] 타겟 : Cr 타겟
- [0218] 스퍼터 가스 : Ar 과 N₂ 와 H₂ 의 혼합 가스 (Ar : 58.2 vol%, N₂ : 40 vol%, H₂ : 1.8 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0219] 투입 전력 : 1500 W
- [0220] 성막 속도 : 0.18 nm/sec
- [0221] 막 두께 : 180 nm
- [0222] [상층 (22) (CrNH 막) 조성 분석 및 결정 상태]
- [0223] 실시예 1 과 동일한 장치, 조건으로 측정된 결과, 상층 (22) 의 조성비 (at%) 는, Cr : N : H = 86.0 : 13.7 : 0.3 으로, 상층 (22) 의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0224] [도전막 (2) 의 시트 저항]
- [0225] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 의 시트 저항을, 4 탐침 측정기를 이용하여 측정하였다. 도전막 (2) 의 시트 저항값은 5.4 Ω / □ 였다.
- [0226] [도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms)]
- [0227] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 의 표면 거칠기를, 실시예 1 과 동일한 장치, 조건으로 측정된 결

과, 도전막 (2) 의 표면 거칠기 (rms) 는 0.2 nm 였다.

- [0228] [도전막 (2) 표면의 결함 평가]
- [0229] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 표면에 있어서의 파티클 개수를, 실시예 1 과 동일한 장치, 조건으로 측정 한 결과, 파티클 개수는 0.020 개/cm² 로, 파티클에 의한 결점이 적은 도전막인 것이 확인되었다.
- [0230] [도전막 (2) 의 밀착성]
- [0231] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 표면의 밀착성에 대하여, 실시예 1 과 동일한 조건으로 조사한 결과, 100 개의 칸에 박리는 일어나지 않았다.
- [0232] [도전막 (2) 의 막 응력]
- [0233] 상기 순서로 형성한 2 층 구조의 도전막 (2) 의 막 응력을 실시예 1 과 동일한 조건으로 조사한 결과, 도전막 (2) 에 590 MPa 의 압축 응력이 발생한 것을 확인하였다.
- [0234] [다층 반사막의 형성 및 표면 결함의 평가]
- [0235] 다음으로, 상기에 기재된 순서로 얻어진 도전막이 형성된 기판을 이용하여, 실시예 1 과 동일한 조건으로 다층 반사막 (Mo/Si 다층 반사막) 을 형성함으로써, 도 2 에 나타내는 다층 반사막이 형성된 기판을 제작하였다. 상기 순서로 형성된 다층 반사막의 파티클 개수를, 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 0.3 개/cm² 로, 다층 반사막의 형성시에 파티클이 거의 발생하지 않아, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 다층 반사막인 것이 확인되었다.
- [0236] [흡수층의 형성 및 표면 결함의 평가]
- [0237] 다음으로, 상기에 기재된 순서로 얻어진 다층 반사막이 형성된 기판을 이용하여, 실시예 1 과 동일한 조건으로 흡수층 (4) 을 형성함으로써, 도 3 에 나타내는 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다. 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대해서도 상기와 동일한 순서로 측정하면, 0.7 개/cm² 로, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인되었다.
- [0238] [기판 휨량 측정]
- [0239] 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크에 있어서의 기판의 휨량을 측정하였다. 그 결과, 기판의 휨량은 0.47 μm 였다.
- [0240] (비교예 1)
- [0241] 비교예 1 에서는, 기판 상에 도전막으로서 CrN 막을, 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 형성한 도전막이 형성된 기판을 제작하였다. CrN 막의 성막 조건은 이하와 같다.
- [0242] 타겟 : Cr 타겟
- [0243] 스퍼터 가스 : Ar 과 N₂ 의 혼합 가스 (Ar : 30 vol%, N₂ : 70 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0244] 투입 전력 : 1500 W
- [0245] 성막 속도 : 0.10 nm/sec
- [0246] 막 두께 : 140 nm
- [0247] 실시예 1 과 동일한 순서로 도전막 중의 조성 분석을 실시한 결과, 도전막의 조성비 (at%) 는, Cr : N : O = 55.4 : 42.5 : 2.1 이었다.
- [0248] 또한, 도전막의 결정 상태를, X 선 회절 장치를 이용하여 확인하면, 얻어지는 회절 피크에 샤프한 피크를 볼 수 있는 점에서, 도전막이 결정 구조인 것이 확인되었다.
- [0249] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 시트 저항값을 측정하면 75 Ω / □ 였다.
- [0250] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 표면 거칠기 (rms) 를 측정하면, 0.52 nm 였다.
- [0251] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로, 도전막 표면의 결함 평가를 실시한 결과, 파티클 수는 1.0 개/cm² 이상으로 파티클에 의한 결점이 많은 도전막인 것이 확인되었다.

- [0252] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로, 도전막의 밀착성을 평가한 결과, 막 벗겨짐이 발생하는 것이 확인되었다.
- [0253] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 막 응력을 측정된 결과, 도전막에 550 MPa 의 압축 응력이 발생한 것을 확인하였다.
- [0254] 또한, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판의 성막면에 Mo/Si 다층 반사막을 성막하여 다층 반사막이 형성된 기판을 제작하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 10 개/cm² 이상으로, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 많은 다층 반사막인 것이 확인되었다.
- [0255] 상기 순서로 제작한 다층 반사막이 형성된 기판에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층을 형성하여 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다. 제작한 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 10 개/cm² 이상으로, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 많은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인되었다.
- [0256] 또한, 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크에 있어서의 기판의 휨량을 측정된 결과 기판의 휨량은 0.6 μm 였다.
- [0257] (비교예 2)
- [0258] 비교예 2 에서는, 기판 상에 도전막으로서 CrN 막을 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 형성한 도전막이 형성된 기판을 제작하였다. CrN 막의 성막 조건은 이하와 같다.
- [0259] 타겟 : Cr 타겟
- [0260] 스퍼터 가스: Ar 과 N₂ 의 혼합 가스 (Ar : 60 vol%, N₂ : 40 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0261] 투입 전력 : 1500 W
- [0262] 성막 속도 : 0.15 nm/sec
- [0263] 막 두께 : 140 nm
- [0264] 실시예 1 과 동일한 순서로 도전막의 조성 분석을 실시한 결과, 도전막의 조성비 (at%) 는, Cr : N = 85.0 : 15.0 이었다.
- [0265] 또한, 도전막의 결정 상태를 X 선 회절 장치를 이용하여 확인하면, 얻어지는 회절 피크에는 샤프한 피크를 볼 수 없는 점에서, 도전막의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0266] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 시트 저항값을 측정하면 6.8 Ω / □ 였다.
- [0267] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 표면 거칠기 (rms) 를 측정하면, 0.21 nm 였다.
- [0268] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막 표면의 결함 평가를 실시한 결과, 파티클 수는 0.025 개/cm² 이하로, 파티클에 의한 결점이 매우 적은 도전막인 것이 확인되었다.
- [0269] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로, 도전막의 밀착성을 평가한 결과, 막 벗겨짐이 발생하는 것이 확인되었다.
- [0270] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 막 응력을 측정된 결과, 도전막에 55 MPa 의 인장 응력이 발생한 것을 확인하였다.
- [0271] 또한, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판의 성막면에 Mo/Si 다층 반사막을 성막하여 다층 반사막이 형성된 기판을 제작하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다.
- [0272] 그 결과, 파티클 개수는 10 개/cm² 이상으로, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 많은 다층 반사막인 것이 확인되었다.
- [0273] 상기 순서로 제작한 다층 반사막이 형성된 기판에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층을 형성하여 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다. 제작한 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 10 개/cm² 이상으로, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 많은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인되었다.
- [0274] 또한, 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크에 있어서의 기판의 휨량을 측정된 결과 기판의 휨량은 1.1 μm 로, 기판의 휨량이 큰 것이 확인되었다.

- [0275] (비교예 3)
- [0276] 비교예 3 에서는, 기판 상에 도전막으로서 CrNH 막을 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 형성한 도전막이 형성된 기판을 제작하였다. CrNH 막의 성막 조건은 이하와 같다.
- [0277] 타겟 : Cr 타겟
- [0278] 스퍼터 가스 : Ar 과 H₂ 와 N₂ 의 혼합 가스 (Ar : 58.2 vol%, H₂ : 1.8 vol%, N₂ : 40 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0279] 투입 전력 : 1500 W
- [0280] 성막 속도 : 0.15 nm/sec
- [0281] 막 두께 : 140 nm
- [0282] 실시예 1 과 동일한 순서로 도전막의 조성 분석을 실시한 결과, 도전막의 조성비 (at%) 는, Cr : N : H = 85.2 : 13.9 : 0.9 였다.
- [0283] 또한, 도전막의 결정 상태를 X 선 회절 장치를 이용하여 확인하면, 얻어지는 회절 피크에는 샤프한 피크를 볼 수 없는 점에서, 도전막의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0284] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 시트 저항값을 측정하면 7.1 Ω / □ 였다.
- [0285] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 표면 거칠기 (rms) 를 측정하면, 0.22 nm 였다.
- [0286] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막 표면의 결함 평가를 실시한 결과, 파티클 수는 0.025 개/cm² 이하로, 파티클에 의한 결점이 매우 적은 도전막인 것이 확인되었다.
- [0287] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로, 도전막의 밀착성을 평가한 결과, 막 벗겨짐이 발생하는 것이 확인되었다.
- [0288] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 막 응력을 측정한 결과, 도전막에 567 MPa 의 압축 응력이 발생한 것을 확인하였다.
- [0289] 또한, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판의 성막면에 Mo/Si 다층 반사막을 성막하여 다층 반사막이 형성된 기판을 제작하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 10 개/cm² 이상으로, 파티클에 의한 표면 결함이 많은 다층 반사막인 것이 확인되었다.
- [0290] 상기 순서로 제작한 다층 반사막이 형성된 기판에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층을 형성하여 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다. 제작한 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 10 개/cm² 이상으로, 파티클에 의한 표면 결함이 많은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인되었다.
- [0291] 또한, 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크에 있어서의 기판의 휨량을 측정한 결과 기판의 휨량은 0.63 μm 였다.
- [0292] (비교예 4)
- [0293] 비교예 4 에서는, 기판 상에 2 층 구조의 도전막의 하층으로서 CrO 막, 상층으로서 CrN 막을 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 형성한 도전막이 형성된 기판을 제작하였다. CrO 막, CrN 막의 성막 조건은 각각 이하와 같다.
- [0294] CrO 막의 성막 조건
- [0295] 타겟 : Cr 타겟
- [0296] 스퍼터 가스 : Ar 과 O₂ 의 혼합 가스 (Ar : 30 vol%, O₂ : 70 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0297] 투입 전력 : 1500 W
- [0298] 성막 속도 : 0.24 nm/sec
- [0299] 막 두께 : 10 nm

- [0300] CrN 막의 성막 조건
- [0301] 타겟 : Cr 타겟
- [0302] 스퍼터 가스 : Ar 과 N₂ 의 혼합 가스 (Ar : 60 vol%, N₂ : 40 vol%, 가스압 : 0.1 Pa)
- [0303] 투입 전력 : 1500 W
- [0304] 성막 속도 : 0.18 nm/sec
- [0305] 막 두께 : 140 nm
- [0306] 실시예 1 과 동일한 순서로 도전막의 하층 (CrO 막) 의 조성 분석을 실시한 결과, 도전막의 하층의 조성비 (at %) 는, Cr : O = 85.8 : 14.2 였다.
- [0307] 도전막의 상층 (CrN 막) 의 조성 분석을 실시한 결과, 도전막의 상층 (CrN 막) 의 조성비 (at %) 는, Cr : N = 86.0 : 14.0 이었다.
- [0308] 또한, 도전막의 하층 (CrO 막) 의 결정 상태를 X 선 회절 장치를 이용하여 확인하면, 얻어지는 회절 피크에는 샤프한 피크를 볼 수 없는 점에서, 도전막의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0309] 또한, 도전막의 상층 (CrN 막) 의 결정 상태를 X 선 회절 장치를 이용하여 확인하면, 얻어지는 회절 피크에는 샤프한 피크를 볼 수 없는 점에서, 도전막의 결정 상태가 아모르퍼스 구조 또는 미세 결정 구조인 것을 확인하였다.
- [0310] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 시트 저항값을 측정하면 7.8 Ω / □ 였다.
- [0311] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 표면 거칠기 (rms) 를 측정하면, 0.20 nm 였다.
- [0312] 또한, 실시예 1 과 동일하게 도전막 표면의 결함 평가를 한 결과, 파티클 수는 0.025 개/cm² 이하로, 파티클에 의한 결점이 매우 적은 도전막인 것이 확인되었다.
- [0313] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로, 도전막의 밀착성을 평가한 결과, 막 벗겨짐은 발생하지 않아 밀착성이 높은 것이 확인되었다.
- [0314] 또한, 실시예 1 과 동일한 방법으로 도전막의 막 응력을 측정한 결과, 도전막에 65 MPa 의 인장 응력이 발생한 것을 확인하였다.
- [0315] 또한, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판의 성막면에 Mo/Si 다층 반사막을 성막하여 다층 반사막이 형성된 기판을 제작하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 0.025 개/cm² 이하로, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적은 다층 반사막인 것이 확인되었다.
- [0316] 상기 순서로 제작한 다층 반사막이 형성된 기판에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층을 형성하여 EUV 마스크 블랭크를 제작하였다. 제작한 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 파티클 개수는 0.025 개/cm² 이하로, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인되었다.
- [0317] 또한, 상기 순서로 제작한 EUV 마스크 블랭크에 있어서의 기판의 휨량을 측정한 결과 기판의 휨량은 1.1 μm 로, 기판의 휨량이 큰 것이 확인되었다.
- [0318] [산업상의 이용 가능성]
- [0319] 본 발명의 도전막이 형성된 기판에 의하면, 도전막의 시트 저항을 낮게 하면서, 기판으로부터의 도전막의 박리의 발생을 억제할 수 있음과 함께, 도전막 표면의 표면 거칠기가 작음으로써, 도전막이 형성된 기판과 정전 척의 밀착성이 향상되고, 또한 정전 척에 의한 척력이 향상된다. 이 결과, 정전 척과의 밀착성이 향상됨으로써, 정전 척과 기판의 스킴에 의한 파티클의 발생이 방지되어, 도전막이 형성된 기판을 정전 척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크를 제조할 때에 특히 유용하다.
- [0320] 또한, 2011년 2월 4일에 출원된 일본 특허 출원 2011-022769호의 명세서, 특허 청구의 범위, 도면 및 요약서의 전체 내용을 여기에 인용하고, 본 발명의 개시로서 받아들이는 것이다.

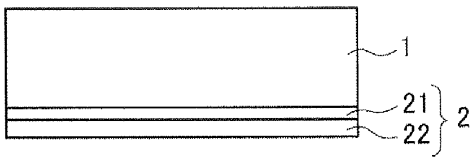
부호의 설명

[0321]

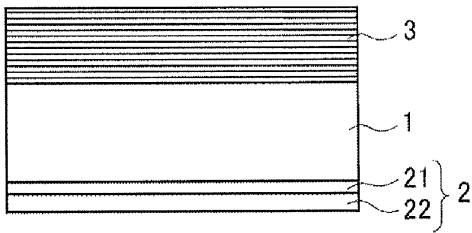
- 1 : 기관
- 2 : 도전막
- 21 : 하층
- 22 : 상층
- 3 : 다층 반사막
- 4 : 흡수층

도면

도면1



도면2



도면3

