



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월13일
(11) 등록번호 10-1308838
(24) 등록일자 2013년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/52 (2012.01) G03F 1/60 (2012.01)
H01L 21/027 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7007826
(22) 출원일자(국제) 2006년11월13일
심사청구일자 2011년08월22일
(85) 번역문제출일자 2008년03월31일
(65) 공개번호 10-2008-0080276
(43) 공개일자 2008년09월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/322589
(87) 국제공개번호 WO 2007/069417
국제공개일자 2007년06월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00357858 2005년12월12일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2005210093 A*
JP62183463 A*
KR1020040090413 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
아사히 가라스 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1초메 5방 1고
(72) 발명자
하야시 가즈유키
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
아사히 가라스가부시키키가이샤 나이
스기야마 다카시
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
아사히 가라스가부시키키가이샤 나이
미카미 마사키
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
아사히 가라스가부시키키가이샤 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 김지은

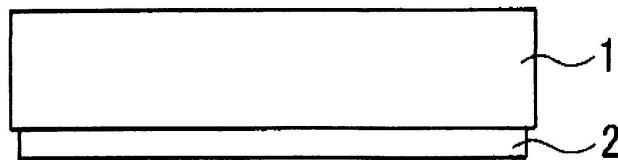
(54) 발명의 명칭 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크, 및 그 마스크블랭크용 도전막 부착 기관

(57) 요약

표면 경도가 높아진 EUV 마스크 블랭크용의 도전막 부착 기관, 그리고 그 도전막 부착 기관을 사용한 다층 반사막 부착 기관 및 EUV 마스크 블랭크를 제공한다.

EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막 부착 기관으로서, 상기 도전막의 재료는, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나로 이루어지고, 상기 도전막은 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B (붕소) 를 함유하는 것을 특징으로 하는 도전막 부착 기관.

대표도 - 도1



특허청구의 범위**청구항 1**

EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막 부착 기관으로서,

상기 도전막의 주재료는, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나로 이루어지고, 상기 도전막은 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B (붕소) 를 함유하고,

상기 도전막은, 기관측에 있어서의 B 평균 농도가 낮고, 표면측에 있어서의 B 평균 농도가 높아지도록, 도전막 중의 B 의 농도가 그 도전막의 두께 방향을 따라 변화된 경사 조성막인, 도전막 부착 기관.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 경사 조성막은, 상기 기관측의 면으로부터 막두께 5nm 까지의 부분의 B 평균 농도가 15at% 이하이고, 표면으로부터 적어도 막두께 5nm 까지의 부분의 B 평균 농도가 1 ~ 70at% 인, 도전막 부착 기관.

청구항 4

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 도전막은, 추가로, 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유하는, 도전막 부착 기관.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 도전막은, 표면으로부터 적어도 막두께 5nm 까지의 부분의 N 평균 농도가 10at% 이하인, 도전막 부착 기관.

청구항 6

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 도전막의 산소 농도가 5at% 이하인, 도전막 부착 기관.

청구항 7

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 도전막은, 시트 저항값이 0.1 ~ 100 Ω /□ 인, 도전막 부착 기관.

청구항 8

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 도전막이, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나와, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나와 B 와의 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 이 혼재된 상태로 되어 있는, 도전막 부착 기관.

청구항 9

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 도전막의 결정 구조가 아몰퍼스인, 도전막 부착 기관.

청구항 10

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,
상기 도전막의 표면 경도가 12GPa 이상인, 도전막 부착 기판.

청구항 11

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,
상기 도전막 표면의 평활성이, RMS (Root Mean Square) 거칠기에서 0.5nm 이하인, 도전막 부착 기판.

청구항 12

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,
상기 도전막의 막두께가 10 ~ 500nm 인, 도전막 부착 기판.

청구항 13

제 1 항 또는 제 3 항에 기재된 도전막 부착 기판의 상기 도전막이 형성된 면에 대하여, 반대측에 다층 반사막을 형성하여 이루어지는, EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 다층 반사막 부착 기판.

청구항 14

제 13 항에 기재된 다층 반사막 부착 기판의 다층 반사막 상에 흡수층을 형성하여 이루어지는, EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크.

청구항 15

제 14 항에 기재된 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크를 패터닝한, EUV 리소그래피용 반사형 마스크.

명세서

[0001] 기술분야

[0002] 본 발명은, 반도체 제조 등에 사용되는 EUV (Extreme Ultra Violet : 극단 자외) 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크 (이하, 본 명세서에 있어서, 「EUV 마스크 블랭크」라고 한다), 및 그 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막 부착 기판에 관한 것이다.

[0003] 배경기술

[0004] 종래, 반도체 산업에 있어서, Si 기판 등에 미세한 패턴으로 이루어지는 집적 회로를 형성하는데 필요한 미세 패턴의 전사 기술로서, 가시광이나 자외광을 사용한 포토리소그래피법이 사용되어 왔다. 그러나, 반도체 디바이스의 미세화가 가속화되고 있는 한편, 종래의 광 노광이 노광 한계에 가까워졌다. 광 노광의 경우, 패턴의 해상 한계는 노광 파장의 1/2 정도이고, 액침법 (液浸法) 을 사용해도 노광 파장의 1/4 정도라고 일컬어지고 있어, ArF 레이저 (193nm) 의 액침법을 사용해도 45nm 정도가 한계인 것으로 예상된다. 그래서 45nm 이후의 노광 기술로서, ArF 레이저보다 더욱 단파장인 EUV 광을 사용한 노광 기술인 EUV 리소그래피가 유망시되고 있다. 본 명세서에 있어서, EUV 광이란, 연 (軟) X 선 영역 또는 진공 자외선 영역 파장의 광선을 가리키고, 구체적으로는 파장 10 ~ 20nm 정도, 특히 13.5nm ± 0.3nm 정도의 광선을 가리킨다.

[0005] EUV 광은, 모든 물질에 대하여 흡수되기 쉽고, 또한 그 때의 굴절률이 1 에 가깝기 때문에, 종래의 가시광 또는 자외광을 사용한 포토리소그래피와 같은 굴절 광학계를 사용할 수 없다. 이 때문에, EUV 광 리소그래피에서는, 반사 광학계, 즉 반사형 포토마스크와 미러가 사용된다.

[0006] 마스크 블랭크는, 포토마스크 제조용의 패터닝 전의 적층체이다. 반사형 포토마스크용 마스크 블랭크의 경우, 유리체 등의 기판 상에 EUV 광을 반사하는 반사층과, EUV 광을 흡수하는 흡수층이 이 순서로 형성된 구조를 갖고 있다. 반사층으로는, 고굴절층과 저굴절층을 교대로 적층함으로써, 광선을 층 표면에 조사하였을 때의 광선 반사율, 보다 구체적으로는 EUV 광을 층 표면에 조사하였을 때의 광선 반사율이 높아진 다층 반사막이 통상 사용된다. 흡수층에는, EUV 광에 대한 흡수 계수가 높은 재료, 구체적으로는 예를 들어, Cr 이나 Ta 를 주성분으로 하는 재료가 사용된다.

[0007] 다층 반사막 및 흡수층은, 이온 빔 스퍼터링법이나 마그네트론 스퍼터링법을 사용하여 막형성된다. 다층 반

사막 및 흡수층을 막형성할 때, 기관은 지지 수단에 의해 지지된다. 기관의 지지 수단으로서, 기계적 척 및 정전척이 있는데, 발진성(發塵性)의 문제로 정전척이 바람직하게 사용된다. 또, 마스크 패터닝 프로세스 시, 혹은 노광시의 마스크 핸들링시에도, 기관의 지지 수단으로서 정전척이 사용된다. 그러나, 유리 기관과 같이, 유전율 및 도전율이 낮은 기관의 경우, 예를 들어 실리콘 웨이퍼의 경우와 동일한 정도의 척력을 얻기 위해서는, 고전압을 인가할 필요가 있기 때문에, 절연 파괴를 일으킬 위험성이 있다.

[0008] 이와 같은 문제를 해소하기 위하여, 특허 문헌 1 에는, 기관의 정전척킹을 촉진하는 층으로서, 통상적인 Cr 이외의 재료, 예를 들어 Si, Mo, 옥시질화크롬(CrON), 또는 TaSi 와 같은, 유리 기관보다 높은 유전율 및 높은 도전율의 물질의 이면 코팅(도전막)을 갖는 마스크 기관이 기재되어 있다.

[0009] 그러나, 특허 문헌 1 에 기재된 마스크 기관은, 유리 기관에 대한 CrON 막의 부착력이 약하기 때문에, 다층 반사막이나 흡수층을 막형성할 때에, 유리 기관과 CrON 막 사이에서 막 박리가 일어나 파티클이 발생한다는 문제를 갖고 있다. 특히, 정전척과 CrON 막의 경계 근방에서는, 기관 회전에 의한 정전척과의 경계 근방에 가해지는 힘이 원인으로, 막 박리가 발생하기 쉽다.

[0010] 또 특허 문헌 1 에 기재된 마스크 기관은, 기관의 모따기면(面取面)과 측면을 포함하는 편면 전체면에 도전막이 형성되어 있으므로, 특히 기관의 모따기면과 측면은, 모따기면과 측면에 도전막이 경사지게 형성됨에 따라 막 부착력이 특히 약한 상황에 있어서, 정전척시의 기관의 휨 등에 의해, 막 박리가 발생하기 쉽다.

[0011] 또 특허 문헌 1 에 기재된 마스크 기관에서는, CrON 의 도전막의 표면에는 산소(O)가 포함되어 있으므로, 막 형성 조건에 따라서는 다층 반사막이나 흡수체막의 막형성시에 이상 방전이 일어나는 경우가 있다.

[0012] 이와 같은 정전척시(막형성시)에 도전막의 막 박리나, 막형성시의 이상 방전에 의한 파티클이 발생하면, 제품(다층 반사막 부착 기관, 노광용 반사형 마스크 블랭크, 노광용 반사형 마스크)에 있어서의 결함이 많아, 고품질의 제품이 얻어지지 않는다. 종래의 노광용 투과형 마스크를 사용한 패턴 전사의 경우에는, 노광광의 파장이 자외역(157 ~ 248nm 정도)으로 비교적 길기 때문에, 마스크면에 요철 결함이 발생하여도, 이것이 중대한 결함으로까지 되기는 어렵다. 그 때문에 종래에는 막형성시의 파티클의 발생은 과제로서는 각별히 인식되지 않았다. 그러나, EUV 광과 같은 단파장의 광을 노광광으로서 사용하는 경우에는, 마스크면 상의 미세한 요철 결함이 있어도, 전사 이미지에 대한 영향이 커지기 때문에, 파티클의 발생은 무시할 수 없다.

[0013] 상기의 문제점을 해결하기 위하여, 특허 문헌 2 는, 도전막을 형성한 기관의 정전척시의 도전막의 막 박리나 이상 방전에 의한 파티클의 발생을 억제한 다층 반사막 부착 기관, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 고품질의 노광용 반사형 마스크 블랭크, 및 파티클에 의한 패턴 결함이 없는 고품질의 노광용 반사형 마스크를 제공한다.

[0014] 특허 문헌 2 에 기재된 다층 반사막 부착 기관에서는, 기관 주연부(周緣部)에 있어서의 도전막의 막 박리에 의한 파티클의 발생을 방지하기 위하여, 기관의 적어도 주연부를 제외한 영역에 도전막이 형성되어 있다. 또, 특허 문헌 2 에 기재된 다층 반사막 부착 기관에서는, 다층 반사막이나 흡수체막의 막형성시, 이상 방전의 발생을 방지하기 위하여, 정전척시에 접촉하는 도전막 표면을 실질적으로 산소(O)를 함유하지 않는 금속 질화막으로 하고 있다. 또, 특허 문헌 2 에 기재된 다층 반사막 부착 기관에서는, 기관에 대한 도전막의 밀착력, 그리고 정전척과 기관의 밀착력의 쌍방을 향상시키고, 도전막의 막 박리에 의한 파티클의 발생, 혹은, 정전척과 기관의 밀착력 부족에 의해 발생하는 정전척과 기관의 마찰에 의한 파티클의 발생을 방지하기 위하여, 도전막을 형성하는 재료를 도전막의 막두께 방향에서 바꾸어 조성이 상이하다. 즉, 도전막 중 기관측에는 질소(N)를 함유하고, 도전막 중 표면측에는 산소(O) 및 탄소(C)의 적어도 어느 일방을 함유하는 구성으로 하고 있다.

[0015] 즉, 특허 문헌 2 에 기재된 다층 반사막 부착 기관은, 하기 (1) ~ (4)에 의해 막형성시의 파티클의 발생을 방지하고 있다.

[0016] (1) 기관 주연부에 도전막을 형성하지 않음으로써, 기관 주연부에 있어서의 도전막의 막 박리를 방지한다.

[0017] (2) 막형성시의 이상 방전의 발생을 방지함으로써, 막형성시의 파티클의 발생을 방지한다.

[0018] (3) 기관에 대한 도전막의 밀착력을 향상시킴으로써, 막형성시의 도전막의 막 박리에 의한 파티클의 발생을 방지한다.

[0019] (4) 정전척과 기관의 밀착력을 향상시킴으로써, 정전척과 기관의 밀착력 부족에 의해 발생하는 정전척과 기관의 마찰에 의한 파티클의 발생을 방지한다.

- [0020] 특허 문헌 1 : 일본 공표특허공보 2003-501823호
- [0021] 특허 문헌 2 : 일본 공개특허공보 2005-210093호
- [0022] **발명의 개시**
- [0023] 발명이 해결하고자 하는 과제
- [0024] 본 발명자들은, 막형성시의 파티클의 발생, 특히 정전척과 기관의 마찰에 의한 파티클의 발생을 방지하기 위해서는, 도전막의 표면 경도를 높이는 것이 유효한 것을 알아냈다. 본 발명은, 상기의 지견에 기초하여 이루어진 것으로, 도전막으로서의 특성을 해치지 않고, 표면 경도가 높아진 EUV 마스크 블랭크용의 도전막 부착 기관을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0025] 또, 본 발명은, 기관과의 밀착성, 및 표면 경도의 쌍방이 높아진 도전막 부착 기관을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0026] 또, 본 발명은, EUV 마스크 블랭크의 제조시, 스퍼터링법으로 막형성된 막에서 발생하는 응력에 의한 기관의 변형을 방지할 수 있는 도전막 부착 기관을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0027] 또, 본 발명은, 그 도전막 부착 기관을 사용한 EUV 마스크 블랭크의 다층 반사막 부착 기관, 및 EUV 마스크 블랭크를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0028] 과제를 해결하기 위한 수단
- [0029] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막 부착 기관으로서, 상기 도전막의 주재료는, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나로 이루어지고, 상기 도전막은 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B (붕소) 를 함유하는 것을 특징으로 하는 도전막 부착 기관 (이하, 본 명세서에 있어서, 「본 발명의 도전막 부착 기관」 이라고 한다) 을 제공한다.
- [0030] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 상기 도전막은, 기관측에 있어서의 B 평균 농도가 낮고, 표면측에 있어서의 B 평균 농도가 높아지도록, 도전막 중의 B 의 농도가 그 도전막의 두께 방향을 따라 변화된 경사 조성막인 것이 바람직하다.
- [0031] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 상기 경사 조성막은, 상기 기관측의 면으로부터 막두께 5nm 까지의 부분의 B 평균 농도가 15at% 이하이고, 표면으로부터 적어도 막두께 5nm 까지의 부분의 B 평균 농도가 1 ~ 70at% 인 것이 바람직하다.
- [0032] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 상기 도전막은, 추가로 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유해도 된다.
- [0033] 도전막이 N 을 함유하는 경우, 상기 도전막은, 표면으로부터 적어도 막두께 5nm 까지의 부분의 N 평균 농도가 10at% 이하인 것이 바람직하다.
- [0034] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 상기 도전막은, 시트 저항값이 0.1 ~ 100Ω/□ 인 것이 바람직하다.
- [0035] 또, 본 발명은, 본 발명의 도전막 부착 기관의 상기 도전막이 형성된 면에 대하여, 반대측에 다층 반사막을 형성하여 이루어지는 EUV 마스크 블랭크의 다층 반사막 부착 기관 (이하, 본 명세서에 있어서, 「본 발명의 다층 반사막 부착 기관」 이라고 한다) 을 제공한다.
- [0036] 또, 본 발명은, 본 발명의 다층 반사막 부착 기관의 다층 반사막 상에 흡수층을 형성하여 이루어지는 EUV 마스크 블랭크 (이하, 본 명세서에 있어서, 「본 발명의 EUV 마스크 블랭크」 라고 한다) 를 제공한다.
- [0037] **발명의 효과**
- [0038] 본 발명의 도전막 부착 기관은, 도전막으로서 요구되는 특성, 구체적으로는, 시트 저항 100Ω 이하이면서, 도전막의 표면 경도가 높다는 특성을 갖고 있다. 이 때문에, 그 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용하였을 때에, 정전척과 도전막의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것이 방지된다.
- [0039] 또, 본 발명의 도전막 부착 기관은, 도전막 결정 구조의 아몰퍼스화에 의해, 도전막 표면이 평활성이 우수하다. 이것도 또한, 정전척과 도전막의 마찰에 의한 파티클의 발생 방지에 기여한다.
- [0040] 또한, 이 우수한 평활성에 의해, 정전척과의 밀착성이 양호해져, 정전척에 의한 척력도 향상된다.
- [0041] 정전척과의 밀착성이 양호함으로써, 도전막 부착 기관으로부터 정전척으로의 열전도성이 향상된다. 이로써,

마스크 패터닝 프로세스시, 혹은 노광시의 기관 냉각 성능이 향상된다.

[0042] 또, 아몰퍼스화에 의해, 도전막이 산화되기 어려워지기 때문에, 도전막 중의 응력의 경시 변화가 작다. 그 결과, 패턴 정밀도의 악화가 일어나기 어려워져, 마스크로서의 수명이 길어지는 것이 기대된다.

[0043] 도전막이 경사 조성막인 본 발명의 도전막 부착 기관은, 도전막의 표면층에 있어서의 B 평균 농도가 높기 때문에, 도전막의 표면 경도가 높고, 도전막 표면이 평활성이 우수하다. 이 때문에, 그 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용하였을 때에, 정전척과 도전막의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것이 방지된다. 한편, 도전막의 기관층에 있어서의 B 평균 농도가 낮기 때문에, 도전막의 기관과의 밀착성이 향상되는 것이 기대된다.

[0044] 도전막에 N 이 함유된 본 발명의 도전막 부착 기관을 사용하면, EUV 마스크 블랭크의 제조시, 스퍼터링법을 사용하여 막형성된 막, 구체적으로 다층 반사막, 캡층, 버퍼층 또는 흡수층에서 발생한 응력에 의한 기관의 변형을 방지할 수 있다.

[0045] **도면의 간단한 설명**

[0046] 도 1 은, 본 발명의 도전막 부착 기관의 모식도이다.

[0047] 도 2 는, 본 발명의 다층 반사막 부착 기관의 모식도이다.

[0048] 도 3 은, 본 발명의 EUV 마스크 블랭크의 모식도이다.

[0049] *부호의 설명*

[0050] 1 : 기관

[0051] 2 : 도전막

[0052] 3 : 다층 반사막

[0053] 4 : 흡수층

[0054] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0055] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 설명한다. 도 1 은 본 발명의 도전막 부착 기관의 모식도이다. 도 1 에 있어서, 막형성용 기관 (1) 의 일방의 면에는 도전막 (2) 이 형성되어 있다. 기관 (1) 에 다층 반사막 및 흡수층을 막형성할 때, 기관 (1) 은 도전막 (2) 을 개재하여 정전척에 고정된다. 이후에 서술하는 바와 같이, 다층 반사막 및 흡수층은, 기관 (1) 의 도전막 (2) 이 형성되어 있는 면에 대하여 반대측 (막형성면) 에 막형성된다. 요컨대, 도전막 (2) 은 기관 (1) 의 막형성면에 대하여 이면층에 형성되어 있다.

[0056] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 은 Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나를 주된 구성 재료로 한다. 이하, 본 명세서에 있어서, 「도전막 (2) 의 구성 재료」 라고 한 경우, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 를 가리킨다. Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 는 전기 전도율이 높기 때문에, 도전막 (2) 의 구성 재료로서 바람직하다.

[0057] 도전막 (2) 은, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 중, 2 개 이상을 구성 재료로 해도 된다. 단, 통상적으로는 Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 중, 어느 하나를 구성 재료로 한다.

[0058] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 은 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B (붕소) 를 함유한다. 따라서, 도전막 (2) 은, 도전막 (2) 의 구성 재료와 B 로 이루어지는 막이다.

[0059] 도전막 (2) 에 있어서, B 는 도전막 (2) 의 구성 재료인 Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V 와 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 을 형성한다. 단, 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 의 구성 재료 (Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V) 가 전부, B 와 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 을 형성하고 있는 경우도 있지만, 도전막 (2) 이, 구성 재료 (Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V) 와, 구성 재료와 B 와의 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 이 혼재된 상태로 되어 있는 경우도 있다. 본 발명에서는, 혼재된 상태인 것이 바람직하다.

[0060] 본 명세서에 있어서, 도전막 (2) 의 B 의 농도라고 한 경우, 도전막 (2) 중에 존재하는 B 의 원자 농도를 의미한다. 도전막 (2) 의 B 의 농도는, 예를 들어, X 선 광전자 분광 장치 (X-ray Photoelectron

Spectrometer) 에 의해 측정할 수 있다.

- [0061] 도전막 (2) 이 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유한다고 한 경우, 도전막 (2) 전체로서 본 경우에, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유하고 있으면 되고, 도전막 (2) 의 모든 부위에서 B 를 1 ~ 70at% 의 농도로 함유하고 있지 않아도 된다. 예를 들어, 도전막 (2) 전체로서 본 경우에, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유하고 있는 한, 도전막 (2) 에는 B 의 농도가 1at% 미만인 부분이 존재해도 되고, 추가로 도전막 (2) 중에는 B 를 함유하지 않는 부분이 존재해도 된다.
- [0062] 또한, 도전막 (2) 의 B 의 평균 농도는 X 선 광전자 분광 장치에 의해, 막을 표면으로부터 스퍼터링하여, 깊이 방향의 프로파일을 측정함으로써 추측할 수 있다.
- [0063] 도전막 (2) 이 상기 농도로 B 를 함유함으로써 이하의 효과를 발생시킨다.
- [0064] 도전막 (2) 의 구성 재료 (Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V) 와 B 가, 경도가 높은 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 을 형성함으로써, 도전막 (2) 의 경도, 특히 표면 경도가 높아진다. 이 결과, 그 도전막 부착 기판을 정전척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용하였을 때에, 정전척과 도전막 (2) 의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것이 방지된다. 또, 구성 재료 (Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V) 와 B 가 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 을 형성함으로써, 도전막 (2) 의 결정 구조가 아몰퍼스화된다. 결정 구조의 아몰퍼스화에 의해, 도전막 (2) 표면의 평활성이 높아진다. 이것도 또한, 정전척과 도전막의 마찰에 의한 파티클의 발생 방지에 기여한다.
- [0065] 도전막 (2) 의 결정 구조의 아몰퍼스화에 의해, 추가로 이하의 효과가 기대된다.
- [0066] 도전막 (2) 표면의 평활성이 높아짐으로써, 정전척과의 밀착성이 양호해진다. 이 결과, 정전척에 의한 척력도 향상된다.
- [0067] 또, 정전척과의 밀착성이 양호해짐으로써, 도전막 (2) 으로부터 정전척으로의 열전도성, 나아가서는 기판 (1) 으로부터 정전척으로의 열전도성이 향상된다. 이로써, 마스크 패터닝 프로세스시, 혹은 노광시의 기판 냉각 성능이 향상된다.
- [0068] 또, 아몰퍼스화에 의해, 도전막 (2) 이 산화되기 어려워지기 때문에, 도전막 (2) 중의 응력의 경시 변화가 작다. 그 결과, 패턴 정밀도의 악화가 일어나기 어려워져, 마스크로서의 수명이 길어지는 것이 기대된다.
- [0069] 도전막 (2) 의 B 평균 농도가 1at% 미만 혹은 70at% 초과인 경우, 상기의 효과, 즉, 도전막 (2) 의 경도 (특히, 도전막 (2) 의 표면 경도) 를 높이는 효과, 및 도전막 (2) 표면의 평활성을 높이는 효과를 충분히 발휘할 수 없다.
- [0070] 도전막 (2) 에서의 B 평균 농도는 30 ~ 70at% 인 것이 보다 바람직하고, 50 ~ 68at% 인 것이 더욱 바람직하다.
- [0071] 도전막 (2) 은, Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 및 V 중에서도, Cr 로 구성되어 있는 것이, 전기 저항률이 낮기 때문에, 도전막 (2) 의 시트 저항을 100Ω/□ 이하, 특히 50Ω/□ 이하로 하는데 바람직한 점, 염가인 점, 기판 (1) 과의 밀착성이 우수한 점, 및 마스크 재료로서 널리 사용되고 있기 때문에 막형성에 관한 지견이 상당히 축적되어 있다는 점에서 바람직하다. 또한, 도전막에 B 를 첨가해 나가면 저항값은 상승하고 있는 방향으로 되는데, EUV 용의 정전척으로서 사용하는 경우에 있어서는, 그 정밀성면에서, 저항값보다 막형성시의 파티클의 발생을 방지하는 것이 중요하다.
- [0072] 상기한 바와 같이, 도전막 (2) 전체로서 본 경우에, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유하고 있는 한, 도전막 (2) 에는 B 의 농도가 1at% 미만인 부분이 존재해도 되고, B 를 함유하지 않는 부분이 존재해도 된다. 즉, 도전막 (2) 에 있어서, B 는 특정한 부위에 편재되어 있어도 된다. 예를 들어, 도전막 (2) 의 기판 (1) 측에 B 가 편재되어 있어도 된다. 이 경우, 도전막 (2) 의 기판측에 있어서의 B 평균 농도가 높아져 있고, 표면측에 있어서의 B 평균 농도가 낮아져 있다. 그 반대로, 도전막 (2) 의 표면측에 B 가 편재되어 있어도 된다. 이 경우, 도전막 (2) 의 기판 (1) 측에 있어서의 B 평균 농도가 낮아져 있고, 표면측에 있어서의 B 평균 농도가 높아져 있다. 여기서, 도전막 (2) 의 표면이란, 도 1 에 있어서의 도전막 (2) 의 표면, 즉, 도전막 (2) 의 기판 (1) 과 접하는 측의 면 (기판 (1) 측의 면) 과는 이면측에 있고, 도전막 부착 기판을 정전척으로 고정시킬 때에, 정전척과 접하는 측의 면을 가리킨다.

- [0073] 단, 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 에 B 를 함유시킴으로써 발생하는 효과, 즉, 도전막 (2) 의 표면 경도를 높이는 효과, 및 도전막 (2) 표면의 평활성을 높이는 효과를 보다 효과적으로 발휘시키기 위해서는, 도전막 (2) 은, 기관 (1) 측에 있어서의 B 평균 농도가 낮고, 표면측에 있어서의 B 평균 농도가 높아지도록, 도전막 (2) 중의 B 의 농도가 그 도전막 (2) 의 두께 방향을 따라 변화된 경사 조성막 (이하, 본 명세서에 있어서, 「경사 조성막」이라고 한다) 인 것이 바람직하다.
- [0074] 본 명세서에 있어서, 「경사 조성막」이라고 한 경우, 기관 (1) 측에 있어서의 B 평균 농도가 낮고, 표면측에 있어서의 B 평균 농도가 높아지도록, 도전막 (2) 중의 B 의 농도가 그 도전막 (2) 의 두께 방향을 따라 연속적으로 변화된 구조의 도전막 (이하, 「협의의 경사 조성막」이라고도 한다) 뿐만 아니라, 표면측에 B 가 편재된 구조의 도전막을 넓게 포함한다. 따라서, B 평균 농도가 상이한 복수의 층이 적층된 구조의 도전막 (이하, 「적층 구조의 도전막」이라고도 한다) 이어도 된다. 단, 이 경우, 기관측의 층이 B 평균 농도가 낮은 층, 표면측의 층이 B 평균 농도가 높은 층이 되도록 적층되어 있다. 또한, 적층 구조의 도전막에 있어서, 층수는 특별히 한정되지 않는다. 따라서, 2 층이어도 되고, 3 층 이상이어도 된다.
- [0075] 또한, 도전막 (2) 전체로서 본 경우에, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유하고 있는 한, 경사 조성막은, 기관 (1) 측에 B 를 함유하지 않는 부분을 갖고 있어도 된다. 이 경우, 협의의 경사 조성막은, 이하의 구조가 된다.
- [0076] · 도전막 (2) 의 기관 (1) 부근의 부분은 B 를 함유하지 않는다.
- [0077] · 도전막 (2) 의 기관 (1) 부근 이외의 부분은 B 를 함유한다.
- [0078] · 도전막 (2) 중의 B 의 농도는, 도전막 (2) 의 두께 방향을 따라 연속적으로 변화된다.
- [0079] · 도전막 (2) 전체로서 본 경우, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유한다.
- [0080] 한편, 도전막 (2) 이 적층 구조 (2 층) 인 경우, 이하의 구조가 된다.
- [0081] · 도전막 (2) 의 기관 (1) 측의 층은 B 를 함유하지 않는다.
- [0082] · 도전막 (2) 의 표면측의 층은 B 를 함유한다.
- [0083] · 도전막 (2) 전체로서 본 경우, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유한다.
- [0084] 또, 도전막 (2) 이 3 층 이상의 적층 구조인 경우, 이하의 구조가 된다.
- [0085] · 도전막 (2) 의 기관 (1) 측에 가장 가까운 층은 B 를 함유하지 않는다.
- [0086] · 도전막 (2) 의 기관 (1) 측에 가장 가까운 층 이외의 층은 B 를 함유한다.
- [0087] · B 를 함유하는 층은, 기관 (1) 측으로부터 표면측으로 B 평균 농도가 높아지도록 적층되어 있다.
- [0088] · 도전막 (2) 전체로서 본 경우, 평균 농도 1 ~ 70at% 로 B 를 함유한다.
- [0089] 상기한 바와 같이, 본 발명의 도전막 부착 기관에서는, 도전막 (2) 이 B 를 함유함으로써, 도전막 (2) 의 경도 (특히, 표면 경도) 를 높이는 효과 및 도전막 (2) 표면의 평활성을 높이는 효과가 발휘된다. 경사 조성막에서는, 도전막 (2) 의 표면측의 B 평균 농도가 높기 때문에, 이들 효과가 보다 효과적으로 발휘된다. 또한, 도전막 (2) 의 기관측의 B 평균 농도는 낮고, Cr 농도가 높기 때문에, 기관 (1) 과의 밀착성도 양호하다.
- [0090] 경사 조성막에 있어서, 기관 (1) 측의 면으로부터 막두께 5nm 까지의 부분 (이하, 본 명세서에 있어서, 「기관 근방 부분」이라고 한다) 의 B 평균 농도가 15at% 이하인 것이 바람직하다. 기관 근방 부분의 B 평균 농도가 15at% 이하이면, 기관 (1) 과의 밀착성이 우수하다. 기관 근방 부분의 B 평균 농도가 10at% 이하인 것이 보다 바람직하고, 5at% 이하인 것이 더욱 바람직하고, 기관 근방 부분이 실질적으로 B 를 함유하지 않는 것이 특히 바람직하다.
- [0091] 또, 도전막 (2) 의 전체 막두께를 L (nm) 로 한 경우, 상기한 기관 근방 부분은 기관 (1) 측의 면으로부터 0.05L 의 부분인 것이 바람직하다.
- [0092] 경사 조성막에 있어서, 표면으로부터 적어도 막두께 5nm 까지의 부분 (이하, 본 명세서에 있어서, 「표면 근방 부분」이라고 한다) 의 B 평균 농도가 1 ~ 70at% 인 것이 바람직하다. 표면 근방 부분의 B 평균 농도가 1 ~ 70at% 이면, 도전막 (2) 이 표면 경도가 우수하고, 도전막 (2) 표면이 평활성이 우수하다. 표면 근방

부분의 B 평균 농도가 10 ~ 70at% 인 것이 보다 바람직하고, 30 ~ 68at% 인 것이 더욱 바람직하다.

- [0093] 경사 조성막에 있어서, 표면 근방 부분은 표면으로부터 적어도 막두께 50nm 까지의 부분인 것이 바람직하고, 적어도 막두께 90nm 까지의 부분인 것이 더욱 바람직하다.
- [0094] 또, 도전막 (2) 의 전체 막두께를 L (nm) 로 한 경우, 상기한 표면 근방 부분은 표면으로부터 적어도 0.05L 의 부분인 것이 바람직하고, 표면으로부터 적어도 0.1L 의 부분인 것이 더욱 바람직하다.
- [0095] 또, 본 발명의 도전막 중에 함유되는 산소 농도는 5at% 이하인 것이 바람직하다. 산소의 함유량이 지나치게 많으면, 반사 다층막이나 흡수층을 막형성하는 경우에 이상 방전이 일어날 가능성이 있어, 바람직하지 않다. 또한, 도전막의 표면은, 정전척의 영향이 없는 레벨에서, 막 표면으로부터 5nm 정도는 자연 산화됨으로써 산소 농도가 상승한다. 따라서, 본원에서의 산소 농도는, 막 표면으로부터 5nm 정도의 부분은 제외하고 측정된 값이다.
- [0096] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 의 막두께 L 은 10 ~ 500nm 인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 막두께 L 이 10nm 미만이면, 도전막 (2) 의 막두께가 적기 때문에, 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켰을 때에 척력이 부족할 우려가 있다. 또, 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켜, 고전압을 인가하였을 때에 기관 (1) 이 절연 파괴될 우려가 있다.
- [0097] 도전막 (2) 의 막두께 L 이 500nm 초과인 경우, 척력의 향상에는 이체는 기여하지 않아, 도전막 (2) 의 형성에 필요로 하는 시간이 증가하고, 도전막 (2) 의 형성에 필요로 하는 비용이 증가한다. 또, 도전막 (2) 의 막두께가 필요 이상으로 커지기 때문에, 막 박리가 발생할 우려가 증가한다.
- [0098] 도전막 (2) 의 막두께는 50 ~ 400nm 인 것이 보다 바람직하고, 50 ~ 200nm 인 것이 더욱 바람직하고, 50 ~ 100nm 인 것이 특히 바람직하다.
- [0099] 도전막 (2) 은, 표면 경도가 12GPa 이상인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 표면 경도가 12GPa 이상이면, 도전막 (2) 이 표면 경도가 우수하고, 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용하였을 때에, 정전척과 도전막의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것을 방지하는 효과가 우수하다. 여기서, 도전막 (2) 의 표면 경도의 측정 방법은 특별히 한정되지 않고, 공지된 방법, 구체적으로는 예를 들어, 비커스 경도 시험, 록웰 경도 시험, 브리넬 경도 시험, 나노 인덴테이션 시험 등을 사용할 수 있다. 이들 중에서도, 나노 인덴테이션 시험은, 박막의 표면 경도를 측정할 때에 널리 사용된다. 또한, 후술하는 실시예에서는, 나노 인덴테이션 시험에 의해 도전막 (2) 의 표면 경도를 측정하였다.
- [0100] 도전막 (2) 의 표면 경도는 20GPa 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0101] 도전막 (2) 표면은, 평활성이 우수한 것이 바람직하다. 구체적으로는, 도전막 (2) 표면의 평활성은, Rms (Root Mean Square) 거칠기에서 0.5nm 이하인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 표면의 평활성이 Rms 에서 0.5nm 이하이면, 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켜 EUV 마스크 블랭크의 제조에 사용하였을 때에, 정전척과 도전막 (2) 의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것을 방지하는 효과가 우수하다.
- [0102] 본 발명의 도전막 부착 기관에서는, 도전막 (2) 중에 N 을 함유시킴으로써, 도전막 (2) 에서 발생하는 응력 (구체적으로는, 압축 응력) 을 높일 수 있다.
- [0103] 본 발명의 도전막 부착 기관에서는, 도전막 (2) 의 구성 재료 (Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V) 와 B 가 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 을 형성함으로써, 결정 구조가 아몰퍼스화된다. 결정 구조가 아몰퍼스화된 경우, 도전막 (2) 에서 발생하는 응력이 저하한다. 도전막 (2) 에서 발생하는 응력의 저하는, 기관 (1) 에 대한 도전막 (2) 의 밀착성을 향상시키기 때문에, 일반적으로는 바람직한 특성이다. 단, 본 발명의 도전막 부착 기관에서는, 이하에 서술하는 바와 같이, 도전막 (2) 에서 발생하는 응력을 높이는 것이 바람직한 경우가 있다.
- [0104] 도전막 (2) 의 구성 재료 (Cr, Ti, Zr, Nb, Ni 또는 V) 와 B 가 화합물 (CrB₂, TiB₂, ZrB₂, NbB₂, NiB₂ 또는 VB₂) 을 형성함으로써, 결정 구조가 아몰퍼스화된 도전막 (2) 에 N 을 함유시킨 경우, 도전막 (2) 중에 결정상 (BN 상, CrN₂ 상 (도전막 (2) 의 구성 재료가 Cr 인 경우)) 이 발생하고, 도전막 (2) 의 체적이 증가하기 때문에, 도전막 (2) 중의 압축 응력이 높아진다.
- [0105] EUV 마스크 블랭크의 제조시, 기관 상에는 다층 반사막이 막형성된다. 그 다층 반사막 상에는 흡수층이 막

형성된다. 다층 반사막과 흡수층 사이에는, 버퍼층이 막형성되는 경우도 있다. 이들 막형성에는, 통상 마그네트론 스퍼터링법이나 이온 빔 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법이 사용된다. 스퍼터링법을 사용하여 막형성된 막에서는, 응력 (통상적으로는 압축 응력) 이 발생하는 경우가 있다.

- [0106] 예를 들어, 기관 상에 다층 반사막으로서, Si 막 (저굴절률층, 막두께 4.5nm) 과, Mo 막 (고굴절률층, 막두께 2.3nm) 을 교대로 40 ~ 50 층 막형성하여, Si/Mo 다층 반사막을 막형성한 경우, 막형성 후의 다층 반사막에서는 400 ~ 500MPa 의 압축 응력이 발생한다.
- [0107] 스퍼터링법을 사용하여 막형성할 때, 기관은 정전척에 의해 고정되어 있다.
- [0108] 막형성된 막에서 응력이 발생하였다고 해도, 정전척에 고정되어 있는 상태에서는 이 응력에 의해 기관은 변형되지 않는다. 그러나, 기관을 정전척으로부터 분리하면, 막에서 발생하고 있는 응력에 의해 기관이 변형될 우려가 있다. 상기한 바와 같이, 다층 반사막에서 400 ~ 500MPa 라는 큰 압축 응력이 발생한 경우, 높은 강성을 갖는 석영 유리 기관이어도 어느 정도 변형된다. 예를 들어, EUV 마스크 블랭크용의 기관으로서, 일반적으로 사용되는 SiO₂-TiO₂ 계의 유리 기관 (외형 가로세로 6 인치 (152.4mm), 두께 6.3mm, 열팽창률 $0.2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 영률 67GPa, 비강성 $3.1 \times 10^7 \text{m}^2/\text{s}^2$) 에, 막형성 후의 다층 반사막에서 발생한 400 ~ 500MPa 의 압축 응력이 가해진 경우, 기관은 막형성면 측에 2 μm 정도 볼록형상으로 휨 상태로 변형된다.
- [0109] EUV 마스크 블랭크에 있어서, 평탄도의 허용 한계값은 마스크 블랭크의 단부터 단까지로 100nm 이하이다. 기관이 막형성면 (다층막면) 측에 2 μm 정도 볼록형상으로 휨 상태로 변형된 경우, 기관의 평탄도는 적어도 2 μm 정도가 되어 있기 때문에, 상기 허용 한계값을 만족할 수 없다.
- [0110] 기관 (1) 의 막형성면에 대하여 이면측에 형성되는 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력을 높여 두면, 기관 (1) 의 막형성면에 스퍼터링법을 사용하여 막형성되는 막에서 발생하는 응력에 의해, 기관 (1) 이 변형되는 것을 방지할 수 있다. 즉, 기관 (1) 의 막형성면에 스퍼터링법을 사용하여 막형성되는 막, 즉, 다층 반사막 및 흡수층, 그리고 임의로 형성되는 버퍼층에서 발생하는 응력은, 통상 압축 응력이다. 이 때문에, 기관 (1) 의 이면측에 형성되는 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력을 높여 두면, 다층 반사막 등에서 발생하는 압축 응력을, 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력에 의해 없앨 수 있어, 기관 (1) 의 변형량을 저감시키는 것이 기대된다.
- [0111] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 에는 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유시킬 수 있다. 여기서, 도전막 (2) 의 N 의 농도라고 한 경우, 도전막 (2) 중에 존재하는 N 의 원자 농도를 의미한다. 도전막 (2) 의 N 의 평균 농도는 X 선 광전자 분광 장치에 의해, 막을 표면으로부터 스퍼터링하고, 깊이 방향의 프로파일을 측정함으로써 추측할 수 있다. 도전막 (2) 의 N 평균 농도가 1at% 미만인 경우, 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력을 충분히 높게 할 수 없다.
- [0112] 도전막 (2) 에서의 N 평균 농도를 높게 하면, 그에 따라 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력이 증가한다. 그러나, 도전막 (2) 의 N 평균 농도가 높아지면, 그에 따라 도전막의 경도가 저하된다. 도전막 (2) 의 N 평균 농도가 60at% 초과이면, 도전막 (2) 의 경도 (특히, 표면 경도) 가 불충분해진다.
- [0113] 한편, 도전막 (2) 이 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유하는 경우, 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력이 다층 반사막이나 흡수층에서 발생하는 압축 응력을 없애므로써, 기관 (1) 의 변형량이 저감되고, 기관 (1) 의 변형량을 제로로 할 수도 있다. 예를 들어, B 평균 농도 30 ~ 66at%, N 평균 농도 5 ~ 20at%, 막두께 100 ~ 150nm 의 도전막에서는 200 ~ 400GPa 의 압축 응력이 발생한다. 상기한 바와 같이, 기관 상에 막형성된 다층 반사막에서는, 400 ~ 500MPa 의 압축 응력이 발생하는 경우가 있다. 도전막에서 200 ~ 400GPa 의 압축 응력을 발생시키면, 다층 반사막에서 발생한 압축 응력을 없애, 기관 (1) 의 변형량을 제로로 할 수 있는 것으로 생각된다.
- [0114] 도전막 (2) 이 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유한다는 것은, 도전막 (2) 전체로서 본 경우에, 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유하고 있으면 되고, 도전막 (2) 의 모든 부위에서 N 을 1 ~ 60at% 의 농도로 함유하고 있지 않아도 된다는 것이다. 예를 들어, 도전막 (2) 전체로서 본 경우에, 평균 농도 1 ~ 60at% 로 N 을 함유하고 있는 한, 도전막 (2) 에는 N 의 농도가 1at% 미만인 부분이 존재해도 되고, N 을 함유하지 않는 부분이 존재해도 된다.
- [0115] 상기한 바와 같이, 도전막 (2) 에 N 을 함유시킨 경우, 도전막 (2) 에서 발생하는 압축 응력이 높아지는데, 그 한편으로, 도전막 (2) 의 경도 (특히, 표면 경도) 가 저하한다. 이 때문에, 도전막 (2) 의 표면 근방 부분

(표면으로부터 적어도 막두께 5nm 까지의 부분) 은, N 평균 농도가 10at% 이하인 것이 바람직하다. 도전막 (2) 의 표면 근방 부분의 N 평균 농도를 10at% 이하로 함으로써, 도전막 (2) 의 표면 경도의 저하를 경감시킬 수 있다. 도전막 (2) 의 표면 근방 부분은, 실질적으로 N 을 함유하지 않는 것이 바람직하다.

[0116] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 도전막 (2) 은 공지된 막형성 방법, 예를 들어 마그네트론 스퍼터링법, 이온 빔 스퍼터링과 같은 스퍼터링법, CVD 법, 진공 증착법, 전해 도금법을 사용하여 형성할 수 있다. 예를 들어, 구성 재료가 Cr 로서, B 를 함유하는 도전막을 형성하는 경우, 타겟을 CrB₂ 타겟으로 하고, 스퍼터링 가스를 Ar 가스로 하여, 마그네트론 스퍼터링법을 사용하여 도전막을 막형성하면 된다. 또, 구성 재료가 Cr 로서, B 및 N 을 함유하는 도전막을 형성하는 경우, 타겟을 CrB₂ 타겟으로 하고, 스퍼터링 가스를 Ar 가스 및 N₂ 가스로 하여, 마그네트론 스퍼터링법을 실시하여 도전막을 막형성하면 된다. 또, 적층 구조 (2 층 구조, 구성 재료가 Cr 로서, 하층은 B 를 함유하지 않고, 상층은 B 를 함유한다) 의 도전막을 형성하는 경우, 타겟을 Cr 타겟으로 하고, 스퍼터링 가스를 Ar 가스로 하여, 마그네트론 스퍼터링법을 실시하여 하층을 막형성한 후, 타겟을 CrB₂ 타겟으로 하고, 스퍼터링 가스를 Ar 가스로 하여, 마그네트론 스퍼터링법을 실시하여 상층을 막형성하면 된다. 또, 협의의 경사 조성막을 형성하는 경우, 타겟을 Cr 타겟 및 CrB₂ 타겟으로 하고, 스퍼터링 가스를 Ar 가스로 하여, Cr 타겟 및 CrB₂ 타겟의 투입 전력 등을 조절하면서, 마그네트론 스퍼터링법을 실시하여 도전막을 막형성하면 된다.

[0117] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 기관 (1) 상에 형성하는 도전막 (2) 의 형상 및 범위는 특별히 한정되지 않는다. 단, 일본 공개특허공보 2005-210093호에 기재되어 있는 바와 같이, 기관의 주연부에는 도전막을 형성하지 않는 것이, 도전막에서의 막 박리를 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0118] EUV 마스크 블랭크에 패턴을 형성할 때, 즉, 마스크 패턴링 프로세스시, 미세한 패턴을 형성하기 위하여, 통상적으로는 전자 빔 묘화 기술을 사용하여 패턴을 형성한다.

[0119] 전자 빔 묘화 기술을 사용한 패턴 형성을 하기 위해서는, 먼저 처음에 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면에 전자 빔 묘화용의 레지스트를 도포하고, 베이킹 처리, 예를 들어 200℃ 에서 베이킹 처리를 실시한다. 다음으로, 레지스트 표면 상에 전자 빔 묘화 장치를 사용하여 전자 빔을 조사하고, 그 후 현상함으로써 레지스트 패턴을 형성한다. 상기 순서로 패턴 형성된 마스크는, EUV 광을 사용한 노광 프로세스에 제공된다. 이들 순서는, EUV 마스크 블랭크 (또는 패턴 형성된 마스크) 를 정전척에 고정시킨 상태에서 실시된다.

[0120] 상기의 패턴 형성이나 EUV 광에 의한 노광시, 기관의 온도가 상승한다. 기관의 온도 상승은 패턴 정밀도에 악영향을 미칠 우려가 있기 때문에 바람직하지 않다. 이 때문에, 패턴 형성시에 기관을 냉각시키는 것이 검토되고 있다. 기관의 냉각 방법으로는, 여러가지 방법을 생각할 수 있는데, 예를 들어 정전척 내부에 액체나 기체를 유통시켜 기관을 냉각시키는 방법, 핀척과 기관의 공극 부분에 기체를 유통시켜 기관을 냉각시키는 방법이 있다. 이들 방법에 있어서, 기관의 냉각 효율이라는 점에서, 도전막 (2) 과 정전척의 밀착성이 높고, 양자의 접촉부에서의 열전도성이 높은 것이 바람직하다.

[0121] 본 발명의 도전막 부착 기관에 있어서, 막형성용의 기관 (1) 은 EUV 마스크 블랭크용의 기관으로서의 특성을 만족하는 것이 요구된다. 그 때문에, 기관 (1) 은, 저열팽창 계수 ($0 \pm 1.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 $0 \pm 0.3 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 더욱 바람직하게는 $0 \pm 0.2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 더욱 바람직하게는 $0 \pm 0.1 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 특히 바람직하게는 $0 \pm 0.05 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$) 를 갖고, 평활성, 평탄도 및 마스크 블랭크 또는 패턴 형성 후의 포토마스크의 세정 등에 사용하는 세정액에 대한 내성이 우수한 것이 바람직하다. 기관 (1) 으로는, 구체적으로는 저열팽창 계수를 갖는 유리, 예를 들어 SiO₂-TiO₂ 계 유리 등을 사용하는데, 이에 한정되지 않고, β 석영 고용체를 석출한 결정화 유리나 석영 유리나 실리콘이나 금속 등의 기관을 사용할 수도 있다.

[0122] 기관 (1) 은, Rms 가 0.15nm 이하인 평활한 표면과 100nm 이하인 평탄도를 갖고 있는 것이 패턴 형성 후의 포토마스크에 있어서 고반사율 및 전사 정밀도가 얻어지기 때문에 바람직하다.

[0123] 기관 (1) 의 크기나 두께 등은 마스크의 설계값 등에 의해 적절히 결정되는 것이다. 이후에 나타내는 실시예에서는 외형 가로세로 6 인치 (152.4mm) 이고, 두께 0.25 인치 (6.3mm) 인 SiO₂-TiO₂ 계 유리를 사용하였다.

[0124] 다음으로, 본 발명의 다층 반사막 부착 기관에 대하여 설명한다. 도 2 는 본 발명의 다층 반사막 부착 기관의 모식도이다. 도 2 에 있어서, 기관 (1) 의 도전막 (2) 이 형성된 면에 대하여 반대측에 다층 반사막 (3)

이 형성되어 있다. 여기서, 기관 (1) 및 도전막 (2) 은, 도 1 에 나타낸 것 (본 발명의 도전막 부착 기관) 이다. 본 발명의 다층 반사막 부착 기관은, 본 발명의 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시킨 후, 마그네트론 스퍼터링법이나 이온 빔 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법을 사용하여, 기관 (1) 의 막형성면에 다층 반사막 (3) 을 막형성함으로써 얻어진다.

- [0125] 기관 (1) 의 막형성면에 막형성되는 다층 반사막 (3) 은, EUV 마스크 블랭크의 다층 반사막으로서 원하는 특성을 갖는 것인 한 특별히 한정되지 않는다. 여기서, 다층 반사막 (3) 에 특히 요구되는 특성은, 고 EUV 광선 반사율의 막인 것이다. 구체적으로는, EUV 광의 파장 영역의 광선을 다층 반사막 표면에 조사하였을 때에, 파장 13.5nm 부근의 광선 반사율의 최대값이 60% 이상인 것이 바람직하고, 65% 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0126] 상기의 특성을 만족하는 다층 반사막 (3) 으로는, Si 막과 Mo 막을 교대로 적층시킨 Si/Mo 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 차례대로 적층시킨 Si/Mo/Ru 다층 반사막, Si 막, Ru 막, Mo 막 및 Ru 막을 이 차례대로 적층시킨 Si/Ru/Mo/Ru 다층 반사막을 들 수 있다.
- [0127] 기관 (1) 의 막형성면에 다층 반사막 (3) 을 막형성하는 순서는, 스퍼터링법을 사용하여 다층 반사막을 막형성할 때에 통상 실시되는 순서이면 된다. 예를 들어, 이온 빔 스퍼터링법을 사용하여 Si/Mo 다층 반사막을 형성하는 경우, 타겟으로서 Si 타겟을 사용하고, 스퍼터링 가스로서 Ar 가스 (가스압력 1.3×10^{-2} Pa ~ 2.7×10^{-2} Pa) 를 사용하여, 이온 가속 전압 300 ~ 1500V, 막형성 속도 0.03 ~ 0.30nm/sec 로 두께 4.5nm 가 되도록 Si 막을 막형성하고, 다음으로, 타겟으로서 Mo 타겟을 사용하고, 스퍼터링 가스로서 Ar 가스 (가스압력 1.3×10^{-2} Pa ~ 2.7×10^{-2} Pa) 를 사용하여, 이온 가속 전압 300 ~ 1500V, 막형성 속도 0.03 ~ 0.30nm/sec 로 두께 2.3nm 가 되도록 Mo 막을 막형성하는 것이 바람직하다. 이것을 1 주기로 하여, Si 막 및 Mo 막을 40 ~ 50 주기 적층시킴으로써 Si/Mo 다층 반사막이 막형성된다. 다층 반사막 (3) 을 막형성할 때, 균일한 성막을 얻기 위하여, 회전체를 사용하여 기관 (1) 을 회전시키면서 막형성을 실시하는 것이 바람직하다.
- [0128] 본 발명의 다층 반사막 부착 기관은, 다층 반사막 (3) 의 표면이 산화되는 것을 방지하기 위하여, 다층 반사막 (3) 의 최상층은 산화되기 어려운 재료의 층으로 하는 것이 바람직하다. 산화되기 어려운 재료의 층은 다층 반사막 (3) 의 캡층으로서 기능한다. 캡층으로서 기능하는 산화되기 어려운 재료의 층의 구체예로는, Si 층을 예시할 수 있다. 다층 반사막이 Si/Mo 막인 경우, 최상층을 Si 층으로 함으로써, 그 최상층을 캡층으로서 기능시킬 수 있다. 그 경우 캡층의 막두께는 11.0 ± 1.0 nm 인 것이 바람직하다.
- [0129] 본 발명의 다층 반사막 부착 기관은, 본 발명의 도전막 부착 기관을 사용하고 있기 때문에, 도전막 부착 기관을 정전척에 고정시켜 다층 반사막을 막형성할 때에, 정전척과 도전막의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것이 방지되고 있다. 이 때문에, 본 발명의 다층 반사막 부착 기관은, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적은 우수한 다층 반사막 부착 기관이다.
- [0130] 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, 기관 (1), 도전막 (2) 및 다층 반사막 (3) 은, 도 2 에 나타낸 것 (본 발명의 다층 반사막 부착 기관) 이다. 본 발명의 EUV 마스크 블랭크는, 본 발명의 다층 반사막 부착 기관을 정전척에 고정시킨 후, 마그네트론 스퍼터링법이나 이온 빔 스퍼터링법과 같은 스퍼터링법을 사용하여, 다층 반사막 (3) 상에 흡수층 (4) 을 막형성함으로써 얻어진다.
- [0131] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크에 있어서, 다층 반사막 (3) 상에 막형성되는 흡수층 (4) 의 구성 재료로는, EUV 광에 대한 흡수 계수가 높은 재료, 구체적으로는 Cr, Ta 및 이들의 질화물 등을 들 수 있다. 그 중에서도, TaN 이 아몰퍼스가 되기 쉽고, 표면 형상이 평활하다는 이유에서 바람직하다. 흡수층 (4) 의 두께는 50 ~ 100nm 인 것이 바람직하다. 흡수층 (4) 의 막형성 방법은, 스퍼터링법인 한 특별히 한정되지 않고, 마그네트론 스퍼터링법 또는 이온 빔 스퍼터링법 중 어느 것이어도 된다.
- [0132] 이온 빔 스퍼터링법을 사용하여, 흡수층으로서 TaN 층을 막형성하는 경우, 타겟으로서 Ta 타겟을 사용하고, 스퍼터링 가스로서 N₂ 가스 (가스압력 1.3×10^{-2} Pa ~ 2.7×10^{-2} Pa) 를 사용하여, 전압 300 ~ 1500V, 막형성 속도 0.01 ~ 0.1nm/sec 로 두께 50 ~ 100nm 가 되도록 막형성하는 것이 바람직하다.
- [0133] 스퍼터링법을 사용하여, 흡수층 (4) 을 막형성할 때, 균일한 성막을 얻기 위하여, 회전체를 사용하여 기관 (1)

을 회전시키면서 막형성을 실시하는 것이 바람직하다.

[0134] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크에 있어서, 다층 반사막 (3) 과 흡수층 (4) 사이에 버퍼층이 존재해도 된다.

[0135] 버퍼층을 구성하는 재료로는, 예를 들어 Cr, Al, Ru, Ta 및 이들의 질화물, 그리고 SiO₂, Si₃N₄, Al₂O₃ 등을 들 수 있다. 버퍼층은 두께 10 ~ 60nm 인 것이 바람직하다.

[0136] 본 발명의 EUV 마스크 블랭크는, 본 발명의 다층 반사막 부착 기판을 사용하고 있기 때문에, 다층 반사막에 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적다. 게다가, 그 다층 반사막 부착 기판을 정전척에 고정시켜 흡수층을 막형성할 때에, 정전척과 도전막의 마찰에 의해 파티클이 발생하는 것이 방지되고 있다. 이 때문에, 흡수층도 파티클에 의한 표면 결함이 매우 적다.

[0137] 또한, 상기 EUV 마스크 블랭크를 패터닝함으로써, 표면 결함이 적은 EUV 마스크를 형성할 수 있다. 결함을 감소시킴으로써, 결점이 적은 노광을 실시할 수 있어, 반도체의 생산성도 우수하다.

[0138] **실시예**

[0139] 이하, 실시예를 사용하여 본 발명을 추가로 설명한다.

[0140] (실시예 1)

[0141] 도전막의 형성

[0142] 본 실시예에서는, 막형성용의 기판 (1) (도 1 참조) 으로서, SiO₂-TiO₂ 계의 유리 기판 (외형 가로세로 6 인치 (152.4mm), 두께가 6.3mm) 을 사용한다. 이 유리 기판의 열팽창률은 $0.2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 영률은 67GPa 이다. 이 유리 기판을 연마에 의해, Rms 가 0.15nm 이하인 평활한 표면과 100nm 이하의 평탄도로 형성한다.

[0143] 다음으로, 기판 (1) 의 표면 상에, 마그네트론 스퍼터링법을 사용하여, 도전막 (2) (구성 재료 : Cr, B 함유) 을 막형성한다. 구체적으로는, CrB₂ 타겟을 사용하여, Ar 가스 분위기 중에서 마그네트론 스퍼터링을 실시하고, 두께 100nm 의 도전막 (2) 을 형성한다. 도전막 (2) 의 막형성 조건은 이하와 같다.

[0144] 타겟 : CrB₂ 타겟

[0145] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 : 0.3Pa)

[0146] 투입 전력 : 250W

[0147] 막형성 속도 : 0.45nm/sec

[0148] 도전막 (2) 의 B 평균 농도를, X 선 광전자 분광 장치를 사용하여 측정하면 66at% 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 시트 저항을 4 탐침 측정기를 사용하여 측정하면 20Ω/□ 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 표면의 평활도를 AFM (원자간력 현미경) 을 사용하여 측정하면 0.5nm 이하인 것이 확인된다.

[0149] 표면 경도의 평가

[0150] 상기 순서로 막형성되는 도전막 (2) 의 표면 경도를 나노 인텐테이션 시험에 의해 측정한다. 구체적으로는, 다이아몬드칩으로 이루어지는 삼각추 (베르코비치형) 의 압자를 도전막 (2) 의 표면에 압입하여, 하중 P 와 압자 하의 투영 면적 A 로부터 표면 경도 H (H = P/A) 를 산출한다. 그 결과, 표면 경도 H 는 22.5GPa 인 것이 확인된다.

[0151] 다층 반사막의 막형성

[0152] 다음으로, 기판 (1) 의 도전막 (2) 에 대하여 반대측 (막형성면) 에, 이온 빔 스퍼터링법을 사용하여 다층 반사막 (Si/Mo 다층 반사막) 을 막형성한다. 구체적으로는, Si 막 및 Mo 막을 교대로 막형성하는 것을 40 주기 반복함으로써, 합계 막두께 272nm ((4.5 + 2.3) × 40) 의 Si/Mo 다층 반사막을 막형성한다. 마지막으로 캡층으로서 막두께 11.0nm 가 되도록 Si 층을 막형성한다.

[0153] 또한, Si 막 및 Mo 막의 막형성 조건은 이하와 같다.

[0154] Si 막의 막형성 조건

[0155] 타겟 : Si 타겟 (붕소 도핑)

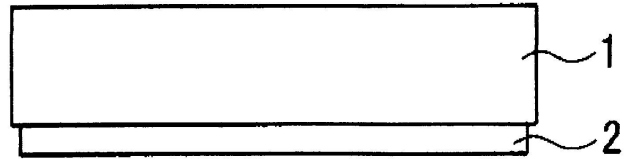
- [0156] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 0.02Pa)
- [0157] 전압 : 700V
- [0158] 막형성 속도 : 0.077nm/sec
- [0159] 막두께 : 4.5nm
- [0160] Mo 막의 막형성 조건
- [0161] 타겟 : Mo 타겟
- [0162] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 0.02Pa)
- [0163] 전압 : 700V
- [0164] 막형성 속도 : 0.064nm/sec
- [0165] 막두께 : 2.3nm
- [0166] 표면 결함의 평가
- [0167] 상기 순서로 막형성되는 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 사용하여 측정한다. 그 결과, 파티클 개수는 1.5 개/cm² 이고, 다층 반사막의 막형성시에 파티클이 거의 발생하지 않는 것이 확인된다. 또한, 파티클 개수는, 크기가 0.15 μ m 이상인 것으로 하여 측정한다.
- [0168] 다음으로, 상기 순서로 막형성되는 다층 반사막 (Si/Mo 다층 반사막) 상에, EUV 광에 대한 흡수층으로서, TaN 층을 이온 빔 스퍼터링법을 사용하여 막형성하고, EUV 마스크 블랭크를 얻는다. 막형성 조건은 이하와 같다.
- [0169] TaN 층의 막형성 조건
- [0170] 타겟 : Ta 타겟
- [0171] 스퍼터링 가스 : N₂ 가스 (가스압력 0.02Pa)
- [0172] 전압 : 700V
- [0173] 막형성 속도 : 0.015nm/sec
- [0174] 막두께 : 70nm
- [0175] 상기 순서로 얻어지는 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대해서도 상기와 동일한 순서로 측정하면 2.0 개/cm² 이고, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인된다.
- [0176] (실시예 2)
- [0177] 본 실시예에서는, 유리 기판의 표면 상에 형성되는 도전막이, Cr 이 구성 재료이고, B 및 N 을 함유하는 도전막 인 것 이외에는 실시예 1 과 동일하다. 도전막 (2) 의 막형성 조건은 이하와 같다.
- [0178] 타겟 : CrB₂ 타겟
- [0179] 스퍼터링 가스 : Ar 가스, N₂ 가스 (Ar : 99.8 체적%, N₂ : 0.2 체적%, 가스압력 : 0.3Pa)
- [0180] 투입 전력 : 250W
- [0181] 막형성 속도 : 0.4nm/sec
- [0182] 막두께 : 100nm
- [0183] 실시예 1 과 동일한 순서로 도전막 (2) 중의 B 평균 농도 및 N 평균 농도를 측정하면, 각각 45at%, 10at% 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 시트 저항을 측정하면 80 Ω /□ 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 표면 경도를 측정하면 13.0GPa 인 것이 확인된다. 또, 평탄도 측정기를 사용하여 기판의 변형량 (휨량) 을 측정함으로써, 도전막 (2) 에서 발생하고 있는 압축 응력을 구한다. 그 결과, 도전막 (2) 에서 발생하고 있는 압축 응력은 400MPa 인 것이 확인된다.

- [0184] 또, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판 (1) 의 막형성면에 다층 반사막 (Si/Mo 다층 반사막) 을 막형성하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 사용하여 측정하면 파티클 개수는 1.0 개/cm² 이고, 다층 반사막의 막형성시에 파티클이 거의 발생하지 않는 것이 확인된다.
- [0185] 다음으로, 상기 순서로 막형성한 다층 반사막 상에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층 (TaN 층) 을 막형성하여, EUV 마스크 블랭크를 얻는다. 얻어지는 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대하여, 상기와 동일한 순서로 측정하면 1.5 개/cm² 이고, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인된다.
- [0186] (실시예 3)
- [0187] 본 실시예에서는, 유리 기판 상에 형성되는 도전막이 적층 구조 (2 층) 의 도전막 (구성 재료가 Cr 이고, 기판 측의 층 (하층) 은 B 를 함유하지 않고, 표면층의 층 (상층) 은 B 를 함유한다) 인 것 이외에는 실시예 1 과 동일하다. 하층 및 상층의 막형성 조건은 이하와 같다.
- [0188] 하층의 막형성 조건
- [0189] 타겟 : Cr 타겟
- [0190] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 : 0.3Pa)
- [0191] 투입 전력 : 300W
- [0192] 막형성 속도 : 0.5nm/sec
- [0193] 막두께 : 50nm
- [0194] 상층의 막형성 조건
- [0195] 타겟 : CrB₂ 타겟
- [0196] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 : 0.3Pa)
- [0197] 투입 전력 : 250W
- [0198] 막형성 속도 : 0.45nm/sec
- [0199] 막두께 : 50nm
- [0200] 상층 중 및 하층 중의 B 평균 농도를 측정하면, 상층은 66at % , 하층은 0at % 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 시트 저항을 측정하면 20Ω/□ 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 표면 경도를 측정하면 22.0GPa 인 것이 확인된다.
- [0201] 또, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판 (1) 의 막형성면에 다층 반사막 (Si/Mo 다층 반사막) 을 형성하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 사용하여 측정하면 파티클 개수는 0.5 개/cm² 이고, 다층 반사막의 막형성시에 파티클이 거의 발생하지 않는 것이 확인된다.
- [0202] 다음으로, 상기 순서로 막형성되는 다층 반사막 상에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층 (TaN 층) 을 막형성하여, EUV 마스크 블랭크를 얻는다. 얻어지는 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대하여, 상기와 동일한 순서로 측정하면 1.0 개/cm² 이고, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인된다.
- [0203] (실시예 4)
- [0204] 본 실시예에서는, 유리 기판 상에 형성되는 도전막 (2) 을 협의의 경사 조성막 (구성 재료가 Cr 이고, 유리 기판측의 부분은 B 를 함유하지 않고, 표면층의 부분은 B 평균 농도가 높아지도록, 도전막 (2) 중의 B 의 농도가 도전막 (2) 의 두께 방향을 따라 연속적으로 변화된 구조의 도전막) 인 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하다. 도전막의 막형성 조건은 이하와 같다. 또한, 도전막 (2) 중의 B 의 농도는, Cr 타겟 및 B 타겟의 투입 전력을 조절함으로써 변화시킨다.
- [0205] 타겟 : Cr 타겟, CrB₂ 타겟
- [0206] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 : 0.3Pa)

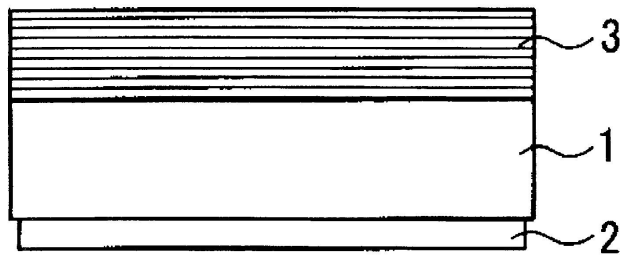
- [0207] 투입 전력 : 100 ~ 300W (Cr 타겟), 0 ~ 300W (CrB₂ 타겟)
- [0208] 막형성 속도 : 0.4nm/sec
- [0209] 막두께 : 100nm
- [0210] 도전막 (2) 의 B 평균 농도는 33at% 이다. 도전막 (2) 의 표면 근방 부분 (표면으로부터 5nm) 의 B 평균 농도를 측정하면 66at% 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 기판 근방 부분 (기판의 면으로부터 5nm 까지) 의 B 평균 농도를 측정하면 0at% 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 시트 저항을 측정하면 22Ω/□ 인 것이 확인된다. 도전막 (2) 의 표면 경도를 측정하면 22.0GPa 인 것이 확인된다.
- [0211] 또, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판 (1) 의 막형성면에 다층 반사막 (Si/Mo 다층 반사막) 을 형성하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 사용하여 측정하면 파티클 개수는 0.5 개/cm² 이고, 다층 반사막의 막형성시에 파티클이 거의 발생하지 않는 것이 확인된다.
- [0212] 다음으로, 상기 순서로 막형성한 다층 반사막 상에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층 (TaN 층) 을 막형성하여, EUV 마스크 블랭크를 얻는다. 얻어지는 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대하여, 상기와 동일한 순서로 측정하면 1.0 개/cm² 이고, 파티클에 의한 표면 결함이 적은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인된다.
- [0213] (비교예)
- [0214] 비교예에서는, 유리 기판 상에 형성되는 도전막이 Cr 막 (B 를 함유하지 않는다) 인 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하다. Cr 막의 막형성 조건은 이하와 같다.
- [0215] 타겟 : Cr 타겟
- [0216] 스퍼터링 가스 : Ar 가스 (가스압력 : 0.3Pa)
- [0217] 투입 전력 : 300W
- [0218] 막형성 속도 : 0.5nm/sec
- [0219] 막두께 : 100nm
- [0220] 도전막의 시트 저항을 측정하면 5.5Ω/□ 인 것이 확인된다. 도전막의 표면 경도를 측정하면 11.0GPa 인 것이 확인된다.
- [0221] 또, 실시예 1 과 동일한 순서로 기판의 막형성면에 다층 반사막 (Si/Mo 다층 반사막) 을 형성하고, 다층 반사막의 파티클 개수를 결함 검사 장치를 사용하여 측정하면 파티클 개수는 50 개/cm² 이고, 다층 반사막의 막형성시에 매우 많은 파티클이 발생하는 것이 확인된다.
- [0222] 다음으로, 상기 순서로 막형성한 다층 반사막 상에, 실시예 1 과 동일한 순서로 흡수층 (TaN 층) 을 막형성하여, EUV 마스크 블랭크를 얻는다. 얻어지는 EUV 마스크 블랭크의 흡수층 표면의 파티클 개수에 대하여, 상기와 동일한 순서로 측정하면 100 개/cm² 이상이고, 파티클에 의한 표면 결함이 매우 많은 EUV 마스크 블랭크인 것이 확인된다.
- [0223] 상기의 결과로부터 분명한 바와 같이, 도전막 중에 B 를 평균 농도 1 ~ 70at% 로 함유하는 실시예 1 ~ 4 의 경우, 도전막의 표면 경도가 비교예에 비해 높아져 있다. 또, 실시예 1 ~ 4 의 도전막 부착 기판을 사용하여 막형성되는 다층 반사막 및 EUV 마스크 블랭크는, 비교예의 도전막 부착 기판을 사용하여 막형성되는 다층 반사막 및 EUV 마스크 블랭크에 비해 파티클의 발생이 대폭으로 저감되어 있다.
- [0224] **산업상이용가능성**
- [0225] 본 발명은, 반도체 제조 등에 사용되는 EUV 리소그래피용 반사형 마스크 블랭크, 및 그 마스크 블랭크의 제조에 사용되는 도전막 부착 기판으로서 바람직하다.
- [0226] 또한, 2005년 12월 12일에 출원된 일본 특허출원 2005-357858호의 명세서, 특허 청구의 범위, 도면 및 요약서의 전체 내용을 여기에 인용하여, 본 발명의 명세서의 개시로서 도입하는 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

