(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년05월27일
(11) 등록번호 10-0960193
(24) 등록일자 2010년05월19일

(51) Int. Cl.
G03F 1/14 (2006.01) *G03F 1/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7014226
(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년02월02일
심사청구일자 2007년10월18일
(85) 번역문제출일자 2005년08월02일
(65) 공개번호 10-2005-0096174
(43) 공개일자 2005년10월05일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/000992
(87) 국제공개번호 WO 2004/070472
국제공개일자 2004년08월19일
(30) 우선권주장
JP-P-2003-00025485 2003년02월03일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
EP1022614 A1*
JP14229176 A*
JP2002156743 A
JP평성07159974 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
호야 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5
(72) 발명자
구레이시, 미츠히로
일본국, 도쿄 196-0003, 아키시마시, 마츠바라쵸, 2-8-8
미츠이, 히데아키
일본국, 도쿄 183-0026, 후츠시, 미나미쵸, 1-6-92
(74) 대리인
양영준, 이중희

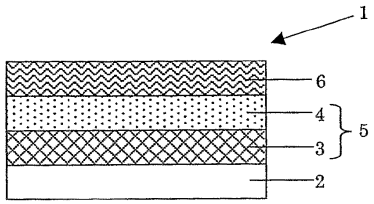
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 오현식

(54) 포토마스크 블랭크, 포토마스크 및 포토마스크를 이용한패턴 전사 방법

(57) 요 약

노광 파장의 단파장화에 적합한 저반사 포토마스크 블랭크를 제공한다. 투광성 기판(2) 상에, 금속을 주성분으로 하는 일층 또는 다층의 차광막(3)을 갖는 포토마스크 블랭크에 있어서, 상기 차광막(3) 상에 실리콘과 산소 및/또는 질소를 적어도 포함하는 반사 방지막(6)을 갖는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크(1).

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

투광성 기판상에 금속을 포함하는 일층 또는 다층의 차광막을 갖는 포토마스크 블랭크에 있어서,

상기 차광막 상에, 금속과 실리콘을 포함하고, 산소 및 질소 중 적어도 하나를 포함하는 반사 방지막을 갖고, 상기 반사 방지막에 있어서의 금속의 함유량은 15 at% 이하이고,

상기 차광막과 상기 반사 방지막 사이에, 상기 차광막을 구성하는 재료의 굴절률보다 크고 상기 반사 방지막을 구성하는 재료의 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는 재료로 이루어진 반사율 저감막을 갖는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 2

청구항 1 에 있어서,

상기 포토마스크 블랭크는, 파장 200㎚보다 짧은 파장에서 선택된 파장에 대해, 표면 반사율이 10 % 이하인 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 차광막에 있어서의 금속이, 크롬, 탄탈, 텅스텐 또는 이들 금속과 다른 금속과의 합금, 혹은 상기 금속 또는 합금에, 산소, 질소, 탄소, 붕소 또는 수소를 1종 또는 2종 이상 포함한 재료로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 5

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 투광성 기판과 상기 차광막 사이에, 위상 반전층을 갖는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 6

청구항 1 또는 2에 있어서,

150㎚ ~ 300㎚ 파장 대역에 걸쳐서 광에 대한 표면 반사율이 15% 이하인 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 7

청구항 1 또는 2에 있어서,

150㎚ ~ 250㎚ 파장 대역에 걸쳐서 광에 대한 표면 반사율이 10 % 이하인 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 8

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 반사 방지막의 금속은 몰리브덴인 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 9

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 반사 방지막의 투과율은 200㎚ 이하의 파장에 대해 70% 이상이고,

상기 반사 방지막의 아래에 접하는 막의 투과율보다도 높은 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 10

삭제

청구항 11

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 차광막은 상기 반사 방지막에 대해 식각 내성을 갖는 재료로 된 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 12

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 차광막은 염소계 가스를 이용한 건식 식각이 가능한 재료로 되고, 상기 반사 방지막은 불소계 가스를 이용한 건식 식각이 가능한 재료로 된 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 13

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 차광막은 상기 반사 방지막이 식각된 반사 방지막 패턴을 마스크로 하여 에칭되는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

청구항 14

청구항 1에 기재된 포토마스크 블랭크를 이용하여 제조된 것을 특징으로 하는 포토마스크.

청구항 15

청구항 14에 기재된 포토마스크를 이용하여 패턴 전사를 실시하는 것을 특징으로 하는 패턴 전사 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반도체 집적회로나 액정 표시장치 등의 제조에 사용되는 포토마스크(photomask), 그 원판인 포토마스크 블랭크(blank) 및 그 포토마스크를 이용한 패턴 전사 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 집적회로나 액정 표시장치 등의 제조시, 미세 가공 공정에 포토마스크를 이용한 포토리소그라피(photolithography) 방법이 사용되고 있다. 이 포토마스크로서, 투광성 기판상에 차광막 패턴을 가지는 것이 바이너리(binary) 마스크로 불리는 포토마스크의 일반적인 구성이다. 또한, 근년에 있어서는, 보다 고정밀의 패턴 노광을 실현하기 위해서, 위상반전 마스크(phase shift mask)로 불리는 포토마스크(photomask)가 있다. 위상반전 마스크로서, 현재 실용화되고 있는 하프톤형(halftone type) 위상반전 마스크는 투광성 기판상에 반투광성 위상반전막 패턴을 가지며, 전사 패턴을 갖는 전사 영역의 외주부의 비전사 영역, 경우에 따라서는 전사 영역 내의 위상반전 효과에 영향을 주지 않는 부분의 반투광성 위상반전막상에 차광성막을 배치한 것이 알려져 있다. 그 밖에, 차광성막 패턴을 배치한 투광성 기판의 소망하는 부분을 깎아내어 소망하는 위상반전 효과를 얻는, 소위 레벤손형(Levenson type) 위상반전 마스크에 대해서도, 실용화의 시도가 진행되고 있다.

[0003] 이들 포토마스크를 스테퍼(stepper) 등의 노광장치에 사용할 때, 포토마스크의 반사율이 높은 경우, 스테퍼의 투영계 렌즈나 피전사체와 포토마스크 사이에 서로 광반사가 생겨 결과적으로 다중 반사의 영향에 의해 패턴의 전사 정밀도가 저하하기 때문에, 포토마스크의 표면 반사율(경우에 따라서는 이면 반사율도)은 낮은 쪽이 좋다고 여겨지고 있다. 그 때문에, 포토마스크에 있어서, 투광성 기판상에 형성되는 차광막 등의 박막은 반사율이 낮을 것이 요구되고, 박막 자체의 반사율이 높은 것에 대해서는, 반사 방지막을 갖출 필요가 있다. 예를 들면, 현재 주류의 크롬계 재료로 이루어진 차광막에 대해서는, 차광성 크롬상에 산화 크롬으로 이루어진 반사 방지막을 갖는 것이 일반적이다(예를 들면, 이사오 타나베, 요이치 타케하나, 모리히사 호겐 공저 "포토마스크 기술의

이야기(フォトマスク技術のはなし)" 공업조사회, 1996년 8월 20일, 80-81 페이지 참조).

[0004] 그렇지만, 근년에 있어서의 반도체 집적회로 고집적화 등에 따라, 포토마스크 표면과 피전사 기판 사이의 다중 반사 영향에 의한 패턴 전사 정밀도 저하는 더욱 심각해진다는 견해도 있어, 그 때문에 포토마스크의 표면 반사율을 더욱 저감할 필요성이 있다. 반사 방지막은, 주지하는 바와 같이, 반사 방지막의 표리면의 반사광이 간섭 작용에 의해 약해지는 것을 이용하여 반사율을 저감시키는 것이지만, 종래의 산화 크롬으로 이루어진 반사 방지막은, 노광 파장에서 광 흡수가 생기기 때문에, 반사 방지막 이면의 반사광이 저감하여 반사 방지 효과를 충분히 얻을 수 없는 문제가 있었다.

[0005] 또, 반도체 집적회로의 고집적화 등에 의한 포토마스크 패턴의 미세화와 치수 정밀도 향상 등의 요구에 대응하기 위해, 노광 광원은 현행의 KrF 엑시머 레이저(파장 248nm)로부터 ArF 엑시머 레이저(파장 193nm), F2 엑시머 레이저(157nm)로 단파장화하고 있지만, 상기한 산화 크롬으로 이루어진 반사 방지막은 짧은 파장일수록 광 흡수가 생기기 때문에, 노광 파장이 단파장화할 수록, 상술의 반사 방지 효과를 충분히 얻을 수 없는 문제가 현저해진다.

[0006] 더욱이, 포토마스크나 포토마스크 블랭크(blank)의 결함이나 이물질 등의 검사 장치, 포트마스크를 제조할 때의 레이저 리소그라피 장치 등에 이용되는 빛의 파장에 있어서도 반사율의 저감이 요구되는 경우가 있지만, 이러한 파장도 단파장화하는 경향에 있기 때문에, 소망하는 낮은 반사율 특성을 얻는 것이 곤란한 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 소망하는 파장, 특히 ArF 엑시머 레이저(파장 193nm), F2 엑시머 레이저(157nm) 등의 근년의 노광 파장의 단파장화에 대응하는 노광 파장에 대해, 낮은 반사율을 얻을 수 있는 포토마스크, 그 원판인 포토마스크 블랭크 및 그 포토마스크를 이용한 패턴 전사 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 이하의 구성을 가진다.

[0009] (구성 1) 투광성 기판상에, 금속을 주성분으로 하는 일층 또는 다층의 차광막을 갖는 포토마스크 블랭크에 있어서, 상기 차광막상에 실리콘과 산소 및/또는 질소를 적어도 포함한 반사 방지막을 갖는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크.

[0010] (구성 2) 상기 포토마스크 블랭크는, 파장 200nm보다 짧은 파장에서 선택되는 소망하는 파장에 대해, 표면 반사율이 10 % 이하인 것을 특징으로 하는 구성 1 또는 2에 기재된 포토마스크 블랭크.

[0011] (구성 3) 상기 차광막과 상기 반사 방지막 사이에, 상기 차광막을 구성하는 재료의 굴절률보다 크고 상기 반사 방지막을 구성하는 재료의 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는 재료로 이루어진 반사율 저감막을 갖는 것을 특징으로 하는 구성 1 또는 2에 기재된 포토마스크(photomask) 블랭크.

[0012] (구성 4) 상기 금속이, 크롬, 탄탈, 텅스텐 또는 이들 금속과 다른 금속의 합금, 혹은 상기 금속 또는 합금에, 산소, 질소, 탄소, 또는 수소를 1종 또는 2종이상 포함한 재료로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 구성 1~3에서 선택된 하나에 기재된 포트마스크 블랭크.

[0013] (구성 5) 상기 투광성 기판과 상기 차광막 사이에, 위상반전층을 갖는 것을 특징으로 하는 구성 1~4에서 선택된 하나에 기재된 포토마스크 블랭크.

[0014] (구성 6) 150nm ~ 300nm 파장 대역에 걸쳐서 표면 반사율이 15% 이하인 것을 특징으로 하는 구성 1~5에서 선택된 하나에 기재된 포토마스크 블랭크.

[0015] (구성 7) 150nm ~ 250nm 파장 대역에 걸쳐서 표면 반사율이 10 % 이하인 것을 특징으로 하는 구성 1~5에서 선택된 하나에 기재된 포토마스크 블랭크.

[0016] (구성 8) 구성 1~7의 어느 하나에 기재된 포토마스크 블랭크를 이용해 제조된 것을 특징으로 하는 포토마스크.

[0017] (구성 9) 구성 9에 기재된 포토마스크를 이용해 패턴 전사를 실시하는 것을 특징으로 하는 패턴 전사 방법.

실 시 예

[0043] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.

[0044] 도 1은 포토마스크 블랭크를 나타내는 단면도, 도 2는 포토마스크를 나타내는 단면도, 도 3은 포토마스크 블랭크의 제조 방법을 설명하기 위한 도면, 도 4는 포토마스크의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 또, 도 5 ~ 도 7은 실시예·비교예에서 얻을 수 있는 포토마스크 블랭크의 반사율 특성을 나타내는 도면이다.

[0045] [실시예 1]

[0046] 도 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 1에 따른 포토마스크 블랭크(1)에서는, 투광성 기판(2)으로서 양측 주표면 및 단면이 정밀 연마된 6 인치× 6 인치×0.25 인치의 석영 유리 기판을 이용하고 있다.

[0047] 투광성 기판(2) 위에는, 차광막(3)으로서 500 옹스트롬의 Cr 막이, 반사율 저감막(4)으로서 180 옹스트롬의 CrO(크롬 및 산소를 포함하는 것을 의미하고, 그러한 함유율을 규정하는 것은 아니다. 이하, 같다.) 막이, 반사 방지막(6)으로서 100 옹스트롬의 MoSiON 막이 형성되어 있다.

[0048] 도 2는, 실시예 1에 따른 포토마스크를 나타내는 단면도이다. 이 포토마스크(11)는, 도 1의 포토마스크 블랭크(1)의 상층부로부터 차례로, 상기 반사 방지막(6), 상기 반사율 저감막(4), 상기 차광막(3)을 차례로 패터닝하여 형성한 것이다.

[0049] 이하, 도 3을 참조하여 포토마스크 블랭크(1)의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0050] 우선, 투광성 기판(2)으로서 양측 주표면 및 단면이 정밀 연마된 6 인치×6 인치×0.25 인치의 석영 유리 기판을 이용하여 매엽식 스퍼터 장치에 의해, Cr 타겟을 이용하여, Ar 가스 분위기 중(압력: 0.09[Pa])로, 도 3 (a)에 나타낸 바와 같이, 차광막(3)으로서 막 두께 500 옹스트롬의 Cr 막을 형성했다.

[0051] 그 다음에, Cr 타겟을 이용하여 Ar과 O_2의 혼합 가스 분위기(Ar: 70 부피%, O_2: 30 부피%, 압력: 0.14[Pa]) 중에서, 반응성 스퍼터링에 의해, 도 3 (b)에 나타낸 바와 같이, 반사율 저감막(4)으로서 막 두께 180 옹스트롬의 CrO 막(Cr이 40 원자%, O가 60 원자%)을 형성했다.

[0052] 그 다음에, MoSi(Mo: 10 원자%, Si: 90 원자%) 타겟을 이용하고 Ar과 N2와 O_2의 혼합 가스 분위기(Ar: 25 부피%, N2: 65 부피%, O_2: 10 부피%, 압력: 0.14[Pa]) 중에서, 반응성 스퍼터링에 의해, 도 3 (c)에 나타낸 바와 같이, 반사 방지막(6)으로서 막 두께 100 옹스트롬의 MoSiON 막을 형성했다. 그 후, 스크러브(scrub) 세정을 실시하여 포토마스크 블랭크(1)를 얻었다.

[0053] 여기서, 반사 방지막으로서 이용한 100 옹스트롬의 MoSiON 막의 투과율은, 248nm에 대해 91.7 %, 193nm에 대해 86.7 %이며, 반사율 저감막으로서 이용한 180 옹스트롬의 CrO 막의 투과율은, 248um에 대해 34.6 %, 193nm에 대해 23.0 %이었다(다만, 여기서는 두께 6.35mm 석영 기판의 투과율을 포함한다). 즉, KrF 엑시머 레이저 및 ArF 엑시머 레이저에 의해 얻을 수 있는 노광 빛의 어느 파장에 대해서도, 반사 방지막은 반사율 저감막보다 높은 광투과성을 가지고 있다.

[0054] 얻어진 포토마스크 블랭크(1)의 반사율은, 도 5에 나타낸 바와 같이, 150nm ~ 300nm의 광범위한 파장 대역에 대해, 10 % 미만이었다.

[0055] 이러한 투과율 및 반사율의 측정에는, 분광계기사 제(製) 진공자외분광기(VU210) 및 n&k Inc. 제(製) n&k 애널라이저 1280을 이용하였다.

[0056] 다음에, 도 4를 참조하여 포토마스크(11)의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0057] 우선, 도 4 (a)에 나타낸 바와 같이, 반사 방지막(6) 상에, 레지스트(7)를 도포하였다. 그 다음, 패턴 노광 및 현상에 의해, 도 4 (b)에 나타낸 바와 같이, 레지스트 패턴(7)을 형성하였다.

[0058] 그 다음에, 레지스터 패턴을 마스크로서, 도 4 (c)에 나타낸 바와 같이, CF_4와 O_2의 혼합 가스를 식각 가스로 하는 건식 식각으로, 노출되어 있는 반사 방지막(6)으로서의 MoSiON을 제거하고, 이어서 Cl_2와 O_2의 혼합 가스를 식각 가스로 하는 건식 식각으로, 노출되어 있는 반사율 저감막(4)으로서의 CrO 막, 차광막(3)으로서의 Cr 막을 차례로 제거했다.

[0059] 그 후, 산소 플라즈마나 황산을 이용해 통상의 방법으로 레지스트(7)를 박리 하고, 도 4 (d)에 나타낸 바와 같이, 소망하는 패턴을 가지는 포토마스크(11)를 얻었다. 얻어진 포토마스크(11)에 있어서의 마스크 패턴의 위치 정밀도를 측정했는데, 설정치와 변함없이 지극히 양호하였다.

[0060] 덧붙여, 실시예 1에서는, 매엽식 스퍼터 장치를 이용한 반응성 스퍼터법에 의한 성막을 예로서 설명했지만, 스

퍼터 장치는 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 인라인식(inline type) 스퍼터 장치를 이용한 반응성 스퍼터, 진공 챔버 내에 스퍼터링 타겟을 배치하고 반응성 스퍼터링 방법에 의해 배치식(batch type)으로 성막 하는 방법 등을 적용할 수 있다.

[0061] 또, 실시예 1에서는, CF_4와 O_2의 혼합 가스 및 Cl_2와 O_2의 혼합 가스를 이용하여 건식 식각을 실시했지만, 이용하는 가스의 종류는 적절하게 결정할 수 있다. 예를 들면, 모든 막에 염소계 가스 혹은 염소와 산소를 포함한 가스를 이용하는 방법, 혹은 반사 방지막을 불소계 가스 혹은 불소와 산소를 포함한 가스로 건식 식각한 후, 반사율 저감막 및 차광막을 염소를 포함한 가스 혹은 염소와 산소를 포함한 가스로 식각하는 것이 가능하다. 또, 습식 식각법을 이용하는 것도 가능하다.

[0062] [실시예 2]

[0063] 우선, 석영 기판의 주표면 및 단면(측면)을 정밀 연마하여 얻은 6 인치×6 인치×0.25 인치의 투광성 기판(2)을 사용하여, 인라인식 스퍼터 장치에서 Cr 타겟을 이용하고 Ar과 CH_4의 혼합 가스 분위기(Ar: 96.5 부피%, CH_4: 3.5 부피%, 압력: 0.3[Pa]) 중에서 반응성 스퍼터링에 의해 차광막(층, 3)으로서 CrC 막을 형성하였다.

[0064] 그 다음에, 같은 인라인식 스퍼터 장치에서, Cr 타겟을 이용하고 Ar과 NO의 혼합 가스 분위기(Ar: 87.5 부피%, NO: 12.5 부피%, 압력: 0.3[Pa]) 중에서 반응성 스퍼터링에 의해, 차광막(층)의 상부에 반사율 저감막(층, 4)으로서 CrON 막을 형성하였다. 여기서, CrON 막의 형성은 CrC 막의 형성과 연속적으로 실시하여, CrON 막과 CrC 막의 막 두께는 합계 800 옹스트롬이었다. 이것은, 차광막(층)과 반사율 저감막(층)의 경계는 명확하지 않지만 실질적으로는 차광막(층)과 반사율 저감막(층)의 적층이라고 실질적으로 인식할 수 있는 경우에 해당한다.

[0065] 그 다음에, 매엽식 스퍼터 장치에 의해, Si 타겟을 이용하여 Ar과 N_2의 혼합 가스 분위기(Ar: 50 부피%, N_2: 50 부피%, 압력: 0.14[Pa]) 중에서 반응성 스퍼터링에 의해, 반사 방지막(6)으로서 막 두께 50 옹스트롬의 SiN 막을 형성하였다. 그 후, 스크러브 세정을 실시하여 포토마스크 블랭크(1)를 얻었다.

[0066] 여기서, 반사 방지막으로서 이용한 50 옹스트롬의 SiN 막의 투과율은, 248nm에 대해 91.8 %, 193nm에 대해 84.8 %이었다(다만, 여기에서는 두께 6.35mm 석영 기판의 투과율을 포함한다).

[0067] 얻어진 포토마스크 블랭크(1)의 반사율을 측정했는데, 도 6에 나타낸 바와 같이, 150nm ~ 300nm의 광범위한 파장 대역에 대해 10 % 미만이었다.

[0068] [실시예 3]

[0069] 우선, 투광성 기판(2)으로서 양측 주표면 및 단면이 정밀 연마된 6 인치×6 인치×0.25 인치의 석영 유리 기판을 이용하고, 차광막(3)으로서 CrC 막(층), 반사율 저감막(층, 4)으로서 CrON 막을 연속적으로 형성하는 것까지는, 실시예 2와 동일하다.

[0070] 그 다음에, 매엽식 스퍼터 장치에 의해, MoSi(Mo: 10 원자%, Si: 90 원자%) 타겟을 이용하고 Ar과 N_2와 O_2의 혼합 가스 분위기(Ar: 25 부피% , N_2: 65 부피%, O_2: 10 부피%, 압력: 0.13[Pa]) 중에서, 반응성 스퍼터링에 의해 반사 방지막(6)으로서 막 두께 100 옹스트롬의 MoSiON 막을 형성하였다. 그 후, 스크러브 세정을 실시하여 포토마스크 블랭크(1)를 얻었다.

[0071] 여기서, 반사 방지막으로서 이용한 100 옹스트롬의 MoSiON 막의 투과율은, 실시예 1과 같이 248nm에 대해 91.7 %, 193nm에 대해 86.7 %이었다(다만, 여기에서는 두께 6.35mm 석영 기판의 투과율을 포함한다).

[0072] 얻어진 포토마스크 블랭크(1)의 반사율을 측정하였는데, 도 6에 나타낸 바와 같이, 150nm ~ 300nm의 광범위한 파장 대역에 대해 10 % 미만이었다.

[0073] 이하에, 비교예 1, 비교예 2 및 참고예 1에 대해 설명한다. 비교예 1 및 비교예 2는, 종래 이용되고 있는 포토마스크 블랭크, 즉 제1 내지 제3 실시예의 포토마스크 블랭크로부터 본 발명의 필수 구성인 「반사 방지막」이 결여되어 있는 구성이다.

[0074] [비교예 1]

[0075] 투광성 기판(2)으로서 양측 주표면 및 단면이 정밀 연마된 6 인치×6 인치×0.25 인치의 석영 유리 기판을 이용하여 실시예 1과 같은 순서로 차광층(3)으로서 막 두께 500 옹스트롬의 Cr 막, 반사율 저감막(4)으로서 막 두께 180 옹스트롬의 CrO 막을 형성하고, 그 후 스크러브 세정을 실시하여 포토마스크 블랭크(1)를 얻었다. 즉, 비

교예 2는, 실시예 1의 포토마스크 블랭크로부터 본 발명의 필수 구성인 「반사 방지막(6)」이 결여된 구성이다.

[0076] 얻어진 포토마스크 블랭크(1)의 반사율은, 도 5에 나타낸 바와 같이, 150nm ~ 300nm의 파장 대역에 대해 10 %를 초과하였다.

[0077] [비교예 2]

[0078] 투광성 기판(2)으로서 양측 주표면 및 단면이 정밀 연마된 6 인치×6 인치×0.25 인치의 석영 유리 기판을 이용하여, 실시예 2 및 실시예 3과 같은 순서로 차광막(층, 3)으로서 CrC 막, 반사율 저감막(층, 4)으로서 CrON 막을 합계 800 옹스트롬이 되도록 연속적으로 형성하고, 그 후 스크러브 세정을 실시하여 포토마스크 블랭크(1)를 얻었다. 즉, 비교예 2는 실시예 2 및 실시예 3 의 포트마스크 블랭크로부터 본 발명의 필수 구성인 「반사 방지막(6)」이 결여된 구성이다.

[0079] 얻어진 포토마스크 블랭크(1)의 반사율은, 도 6에 나타낸 바와 같이, 150nm ~ 300nm의 파장 대역에 대해 10 %를 초과하였다.

[0080] [실시예 4]

[0081] 투광성 기판(2)으로서 양측 주표면 및 단면이 정밀 연마된 6 인치×6 인치×0.25 인치의 석영 유리 기판을 이용하여, 실시예 1과 동일하게, 차광막(3)으로서 막 두께 500 옹스트롬의 Cr 막을 형성하고, 그 위에 직접 반사 방지막(6)으로서 막 두께 60 옹스트롬의 SiNx 막을 형성하고, 그 후 스크러브 세정을 실시하여 포토마스크 블랭크(1)를 얻었다. 즉, 실시예 4는 실시예 1의 포토마스크 블랭크로부터 「반사율 저감막(4)」이 결여된 구성이다.

[0082] 얻어진 포토마스크 블랭크(1)의 반사율은, 도 7에 나타낸 바와 같이, 소망하는 노광 파장(이 경우는 F2 엑시머 레이저의 파장: 157nm)으로 소정의 반사율(여기에서는 약 4%)을 얻을 수 있다. 단, 실시예 1에 비하면, 반사율이 급하게 상승하는 것을 알 수 있다.

[0083] 덧붙여, 도 7은 F2 엑시머 레이저의 파장에 대한 반사율의 저감을 꾀했을 경우의 예이지만, ArF 엑시머 레이저의 파장: 193nm에 대한 반사율의 저감을 꾀했을 경우에 대해서도 도 7과 같은 경향이 있다. 또, Si계의 반사 방지막/금속 차광막의 경우, 이러한 재료에 의하지 않고 도 7과 동일한 경향이 있다.

[0084] 덧붙여, 본 발명은 상기 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0085] 예를 들면, 노광 파장에 대응하여, 불소 도프트(fluorine-doped) 석영 유리 기판, 불화 칼슘 기판 등을 석영 유리 기판에 대신해 이용할 수 있다.

산업상 이용 가능성

[0086] 본 발명에 의하면, 금속을 주성분으로 하는 일층 또는 다층의 상기 차광막상에, 실리콘과 산소 및/또는 질소를 적어도 포함한 반사 방지막을 갖는 구성으로 하는 것에 의해, 단파장 광으로 노광을 할 때 생기는 표면 반사를 효과적으로 억제하는 것이 가능하고, 충분한 차광 성능을 갖는 반사 방지막이 부착된 차광막을 갖는 포토마스크 블랭크 및 포토마스크의 제공이 실현된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 실시예로 제작한 포토마스크 블랭크를 나타내는 도면이다.

[0019] 도 2는 실시예로 제작한 포토마스크를 나타내는 도면이다.

[0020] 도 3은 실시예에 있어서의 포토마스크 블랭크의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0021] 도 4는 실시예에 있어서의 포토마스크의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0022] 도 5는 본 발명의 실시예 1, 비교예 1로 제작한 포토마스크 블랭크의 반사율 특성을 나타내는 도면이다.

[0023] 도 6은 본 발명의 실시예 2 및 실시예 3, 비교예 2로 제작한 포토 마스크 블랭크의 반사율 특성을 나타내는 도면이다.

[0024] 도 7은 실시예 4로 제작한 포토마스크 블랭크의 반사율 특성을 나타내는 도면이다.

[0025] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0026] 본 발명은, 투광성 기판상에 금속을 주성분으로 하는 일층 또는 다층의 차광막을 갖는 포토마스크 블랭크

(photomask blank)에 있어서, 상기 차광막상에 실리콘과 산소 및/또는 질소를 적어도 포함하는 반사 방지막을 갖는 것을 특징으로 하는 포토마스크 블랭크를 제공한다.

[0027] 본 발명에 의하면, 금속을 주성분으로 하는 일층 또는 다층의 차광막을 갖는 포토마스크 블랭크의 반사 방지막으로서 실리콘과 산소 및/또는 질소를 적어도 포함하는 재료, 즉 통상 이용되는 노광 파장이나, 포토마스크 및 포토마스크 블랭크의 각종 검사 파장(예를 들면, 파장 257nm, 266nm, 365nm, 488nm, 678nm 등), 포토마스크의 리소그라피 파장을 포함한 150 ~ 700nm 파장 대역에 있어서, 종래의 산화 크롬에 대해서 광투과성이 높은 재료를 이용하기 때문에, 광학 막 두께를 조정하는 것에 의해 반사 방지막의 표리면의 반사광의 간섭 작용에 의해 충분히 빛을 약화시키고, 그 결과 낮은 반사율(예를 들면, 반사율 10 % 이하, 바람직하게는 5% 이하)의 포토마스크 블랭크를 얻을 수 있다. 덧붙여, 반사 방지막은, 소망하는 파장에 대해, 투과율이 70 % 이상인 것이 바람직하고, 80 % 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0028] 본 발명은, ArF 엑시머 레이저의 파장: 193nm, F2 엑시머 레이저의 파장: 157nm 등의 노광 파장을 포함하는, 150 ~ 200nm의 빛에 대한 반사 방지 효과를 얻는 데 특히 유용하다. 이것은, 200nm 이하의 ArF 엑시머 레이저, F2 엑시머 레이저 등의 노광 파장에 대해서는 현행의 크롬 화합물로 이루어진 반사 방지막으로는 충분한 반사 방지 효과를 얻을 수 없기 때문이다.

[0029] 본 발명에 있어서, 실리콘과 산소 및/또는 질소를 적어도 포함하는 상기 반사 방지막의 재료는, 적어도 1 종류 이상의 금속 원소를 더 포함해도 좋다. 그 경우, 금속을 많이 포함하면 투과율이 작아지기 때문에, 금속은 20 at% 이하로 하는 것이 바람직하고, 15 at%로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0030] 또, 본 발명에 있어서, 상기 차광막은 금속을 주성분으로 하기 때문에, 충분한 차광성 및 패턴 가공 성능도 양호한 차광막으로 할 수 있다. 이러한 차광막 재료로서는, 크롬, 탄탈, 텅스텐 또는 이들 금속과 다른 금속과의 합금, 혹은 상기 금속 또는 합금에, 산소, 질소, 탄소, 붕소 또는 수소를 1종 또는 2종 이상 포함하는 재료를 들 수 있다. 덧붙여, 종래의 바이너리(binary) 마스크에 이용되는, 크롬 단독, 또는 크롬에 산소, 질소, 탄소 또는 수소를 1종 또는 2종 이상 포함한 재료로 하는 것에 의해, 기존의 포트마스크 블랭크 제조나, 포토마스크 제조에 있어서의 패턴 형성 방법을 이용할 수 있는 이점이 있기 때문에 바람직하다.

[0031] 이 경우, 포토마스크 제조에 있어서 패턴 형성시의 차광막 재료 식각에 대해서, 반사 방지막의 재료가 내성이 있도록 하는 차광막재료로 하는 것에 의해, 반사 방지막을 차광막의 식각 마스크로서 이용할 수 있어 차광막의 식각 가공성을 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 본 발명에 있어서의 반사 방지막의 재료인 실리콘과 산소 및/또는 질소를 포함하는 재료는, 불소계 가스를 이용한 건식 식각이 수행된다. 한편, 차광막 재료로서 들고 있는 크롬계 재료는, 일반적으로, 염소계 가스를 이용한 건식 식각 또는 염소계 식각액(질산 제2세륨 암모니움 + 과염소산)을 이용한 습식 식각, 탄탈계 재료에 대해서도 염소계 가스를 이용한 건식 식각이 가능하다. 여기서, 염소계 가스란, Cl_2, BCl_3, HCl, 이들의 혼합 가스 또는 이들에 첨가 가스로서 O_2 또는 희(希)가스(He, Ar, Xe)를 포함하는 것 등을 들 수 있다. 또, 불소계 가스란, C_xF_y(예를 들면, CF_4, C_2F_6), CHF_3, 이들의 혼합 가스 또는 이들에 첨가 가스로서 O_2 또는 희가스(He, Ar, Xe)를 포함하는 것 등을 들 수 있다. 그리고, 이러한 재료계는, 서로의 식각에 대해서 식각 선택성이 높은 것이 알려져 있다. 따라서, 우선 반사 방지막을 식각한 후, 반사 방지막 패턴을 마스크로서 차광막을 식각하는 것에 의해, 종래의 레지스트 패턴(resist pattern)을 마스크로서 식각하는 경우보다 패턴 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0032] 게다가, 포토마스크 제조 등의 공정에 있어서, 포토마스크의 반사율 특성은, 특정 파장만 저하하기보다, 적어도 특정 파장 부근에서 전체적으로 저감하는 것이 바람직한 경우가 있다. 이것은, 소망하는 노광 파장에서 소정의 반사율 저감 효과를 얻을 수 있어도, 그 부근에서 반사율이 급하게 상승하여 소정의 반사율을 넘는 경우, 성막시에 생기는 설계 막 두께로부터의 차이, 막 조성의 변동이나, 마스크로 가공할 때에 생기는 막 감소 등에 기인하여, 설계 반사율로부터 큰 차이(반사율의 급한 상승)가 생기고, 설계 반사율로부터의 차이가 규격 외의 것은 불량품이 되기 때문에 생산성이 저하하는 문제가 생길 우려가 있기 때문이다. 또, 포토마스크 제조 등의 공정에 있어서, 포토마스크의 반사율 특성은, 특정 파장 부근에서만 저하하기보다, 광범위한 파장 대역에 걸쳐 넓게 저감하는 것이 바람직한 경우가 있다. 이것은, 노광 파장, 포토마스크 검사에 이용하는 검사 장치의 검사 파장, 포토마스크 제조에 이용하는 레이저 리소그라피 장치의 레이저 파장이 각각 달라, 검사 파장이나 레이저 리소그라피 장치의 레이저 파장에 대해도, 반사율이 높으면 문제가 되는 경우가 있기 때문이다. 그 때문에, 본 발명에 있어서는, 상기 차광막과 상기 반사 방지막 사이에, 상기 차광막을 구성하는 재료의 굴절률보다 크고 상기 반사 방지막을 구성하는 재료의 굴절률보다 작은 굴절률을 가지는 재료로 이루어진 반사율 저감막을 갖는 것이 바람

직하다. 이러한 구성으로 하는 것에 의해, 광범위한 파장 대역에 걸쳐 표면 반사율을 넓게 하는 한편 저하(전체적으로 저하)시킨 포트마스크 블랭크가 제공된다.

[0033] 또, 반사 방지막이, 소망하는 노광 파장의 부근(예를 들면, 소망하는 노광 파장을 중심으로 ±50nm의 파장 범위(바람직하게는 36nm의 파장 범위)에서 반사율이 급하게 상승하고, 소정의 반사율(예를 들면, 15%)을 넘어 버리는 막이어도, 상기 반사 방지막 아래에 상기 반사율 저감막을 마련하는 것에 의해, 상기 소망하는 노광 파장 부근에 있어 급하게 상승하는 반사율을 보조적으로 저감시키는 효과(구체적으로는 상기 소망하는 노광 파장 부근에 있어서 소정 이하의 반사율, 예를 들면 상기 15% 이하의 반사율로 저감시키는 효과)를 가진다. 즉, 이 반사율 저감막은, 반사 방지막에 의해 소망하는 노광 파장 부근에 있어서 기본적으로 저감된 반사율을 더욱 저감시키는 효과도 가진다. 덧붙여, 이 반사율 저감막은, 어느 정도 반사율이 저감된 광학 막 두께로 설정되고, 한편 이 반사율 저감막보다 반사 방지막이 저반사율이 요구되는 소망하는 파장에 대해 광투과율이 높은 것이다.

[0034] 상기한, 광범위한 파장 대역에 걸쳐 표면 반사율을 넓게 하는 한편 저하(전체적으로 저하)시킨 포토마스크 블랭크로서는, 구체적으로 150nm ~ 300nm의 파장 대역에 걸쳐 표면 반사율이 15% 이하로 하는 것이, KrF 엑시머 레이저, ArF 엑시머 레이저, 또는 F2 엑시머 레이저 등에 의해 얻을 수 있는 노광 빛 뿐만 아니라, 제조 공정 등에 있어서의 검사 빛에도 대응하는 것이 가능하고, 마스크의 생산성을 향상하는 것이 가능하게 되어 바람직하다. 게다가, 150nm ~ 250nm 파장 대역에 걸쳐 표면 반사율을 10 % 이하로 하는 것에 의해, KrF 엑시머 레이저, ArF 엑시머 레이저, 또는 F2 엑시머 레이저에 의해 얻을 수 있는 모든 노광 빛에 1개의 막 구성, 혹은 극히 유사한 막 구성으로 대응하는 것이 가능해지고, 그 결과 비용을 큰 폭으로 삭감하는 것이 가능해진다.

[0035] 여기서, 상기 반사율 저감막의 재료로서는, 산소를 포함한 금속을 들 수 있고, 예를 들면 종래의 포토마스크 블랭크의 반사 방지막으로서 이용되고 있는 산소를 포함한 크롬을 들 수 있다.

[0036] 본 발명에 있어서, 상기 차광막, 상기 반사율 저감막 및 상기 반사 방지막은 각각 단층 및 다층이어도 좋고, 또 균일한 조성의 막, 막 두께 방향으로 차례차례 조성이 변조하는 조성 경사막의 어는 것이라도 좋다.

[0037] 본 발명에 있어서는, 상기 투광성 기판과 상기 차광막 사이에, 반사 방지막을 더 가져도 좋다. 이 구성에 의해, 노광시에 생기는 마스크 이면측(투광성 기판측)에서의 다중 반사의 영향을 더 효과적으로 억제하는 것이 가능해진다.

[0038] 본 발명에 있어서, 포토마스크 블랭크는, 그 제작 방법이 한정되지 않는다. 인라인형(inline type), 매엽식(sheet type), 배치식(batch type) 등의 스퍼터 장치를 이용하여 제작 가능하고, 막의 형성을 투광성 기판상의 모든 막을 동일한 장치로 혹은 복수의 장치를 조합하여 형성할 수 있는 것은 물론이다.

[0039] 또, 본 발명에 있어서의 차광막은, 위상반전 마스크에 이용되는 차광막이어도 좋다. 즉, 본 발명은, 상기 투광성 기판과 상기 차광막 사이에, 위상 반전층을 가질 수도 있다. 상기 위상 반전층은, 노광 빛에 대해서, 투명한 재료 혹은 반투명한 재료의 어느 것이라도 좋다.

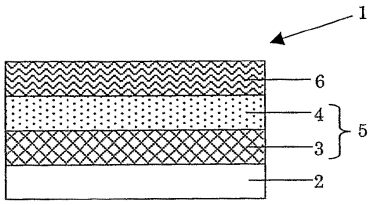
[0040] 덧붙여, 위상 반전층이 반투명한 재료로 구성된 하프톤형(halftone type) 위상반전 마스크 블랭크에 있어서의 차광막은, 반투명 위상 반전층과 조합하여 차광 효과를 발휘하도록, 막 조성 및 막 두께가 구성된다.

[0041] 본 발명의 포토마스크 블랭크를 이용하여 제조되는 포토마스크의 제조 방법은, 건식 식각법이나 습식 식각법 등 특히 한정되지 않는다.

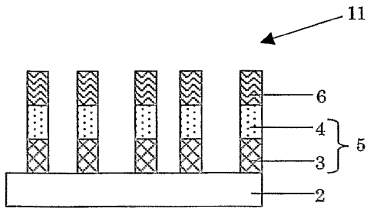
[0042] 상기 포토마스크를 이용하여 패턴 전사를 실시하는 것에 의해, 단파장 빛을 이용하여 노광을 실시하는 경우에 있어서도, 스테퍼의 투영계 렌즈나 피전사체와 포토마스크 사이의 다중 반사의 영향을 큰 폭으로 억제할 수 있어 패턴을 고정밀도로 전사하는 것이 가능(패턴의 전사 불량을 저감하는 것이 가능)해진다.

도면

도면1

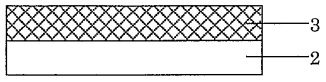


도면2

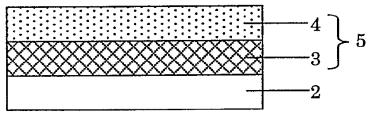


도면3

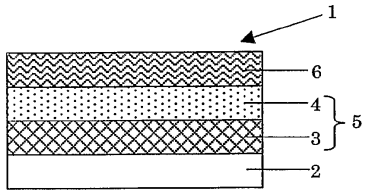
(a)



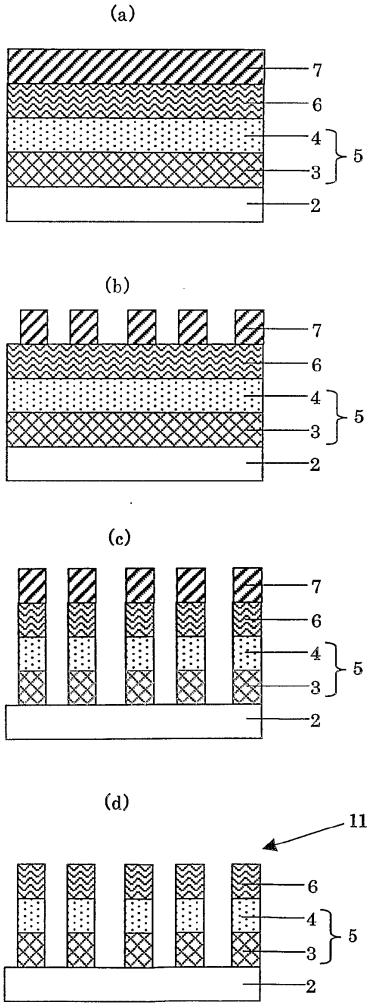
(b)



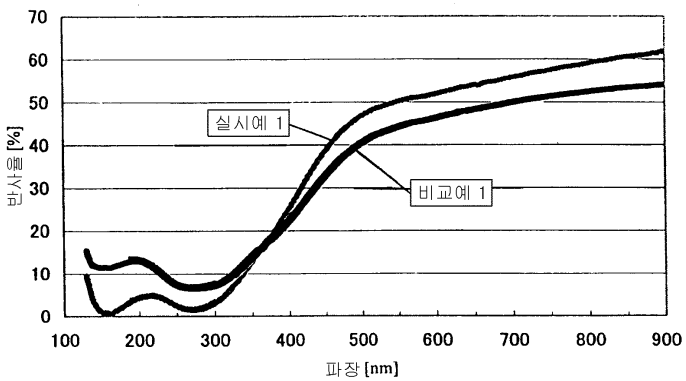
(c)



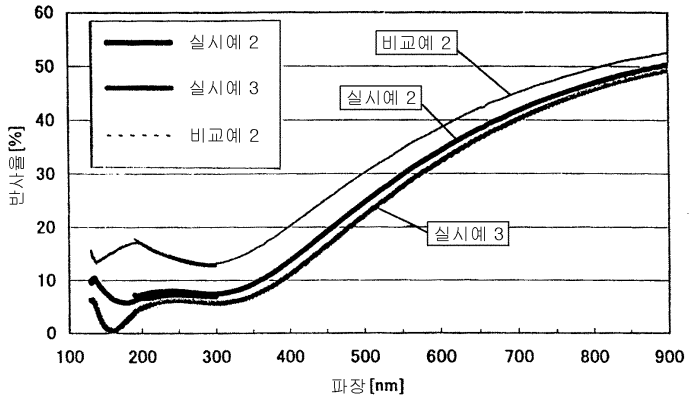
도면4


(a)
7
6
4
3
5
2
(b)
7
6
4
3
5
2
(c)
7
6
4
3
5
2
(d)
11
6
4
3
5
2

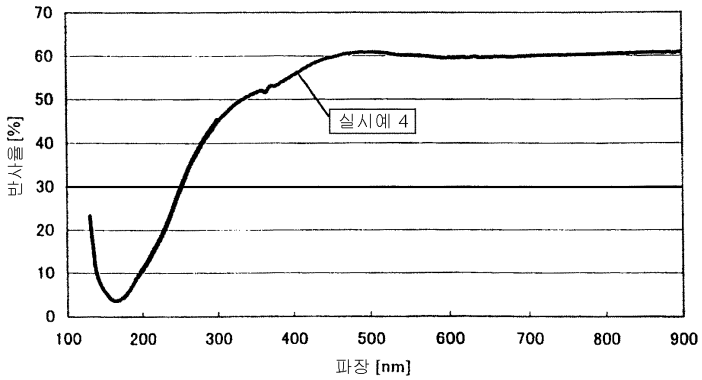
도면5


70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 [%]
실시예 1
비교예 1
100
200
300
400
500
600
700
800
900
파장 [nm]

도면6


실시예 2
실시예 3
비교예 2
비교예 2
실시예 2
실시예 3
반사율[%]
파장[nm]
0
10
20
30
40
50
60
100
200
300
400
500
600
700
800
900

도면7


실시예 4
반사율[%]
파장[nm]
0
10
20
30
40
50
60
70
100
200
300
400
500
600
700
800
900