



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월08일

(11) 등록번호 10-1575697

(24) 등록일자 2015년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 1/26 (2012.01) G03F 9/00 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0028032

(22) 출원일자 2009년04월01일

심사청구일자 2014년02월28일

(65) 공개번호 10-2009-0105850

(43) 공개일자 2009년10월07일

(30) 우선권주장

JP-P-2008-095924 2008년04월02일 일본(JP)

JP-P-2009-034480 2009년02월17일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050119202 A*

JP2002251000 A

JP2007241065 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

호야 가부시킴가이사

일본국 도쿄도 신주꾸구 나카오치아이 2-쵸메 7-5

(72) 발명자

아츠시 코미나토

일본 도쿄 신주꾸-구 나카오치아이 2-쵸메 7-5 호
야코포레이션

토시유키 스즈키

일본 도쿄 신주꾸-구 나카오치아이 2-쵸메 7-5 호
야코포레이션

야스시 오쿠보

일본 도쿄 신주꾸-구 나카오치아이 2-쵸메 7-5 호
야코포레이션

(74) 대리인

특허법인다래

전체 청구항 수 : 총 10 항

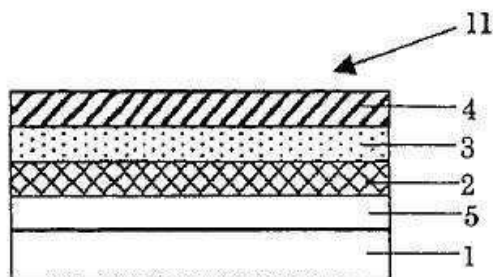
심사관 : 조승현

(54) 발명의 명칭 위상 시프트마스크 블랭크 및 위상 시프트마스크의 제조방법

(57) 요약

본 발명의 과제는 로딩 효과를 일으키는 것을 회피할 수 있는 위상 시프트마스크 블랭크 등을 제공하는 것에 있다. 본 발명은 노광광에 대하여 투명한 기판(1) 상에 규소를 포함하는 위상 시프트막(5), 상기 위상 시프트막의 에칭에 대하여 내성을 가지는 재료로 구성된 차광성막(2), 상기 차광성막의 에칭에 대하여 내성을 가지는 무기재료로 구성된 에칭 마스크막(3)이 순서대로 형성된 위상 시프트마스크 블랭크(11)로서, 상기 위상 시프트막(5)의 막두께를 t_1 , 상기 위상 시프트막(5)이 상기 에칭 마스크막(3) 및 상기 차광성막(2)을 마스크로 하여 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_1 , 상기 에칭 마스크막(3)의 막두께를 t_2 , 상기 에칭 마스크막(3)이 상기 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_2 로 했을 때, $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 인 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

노광광에 대하여 투명한 기관 상에 규소를 포함하는 위상 시프트막, 상기 위상 시프트막의 에칭에 대하여 내성을 가지는 재료로 구성된 차광성막, 상기 차광성막의 에칭에 대하여 내성을 가지는 무기재료로 구성된 에칭 마스크막이 순서대로 형성된 위상 시프트마스크 블랭크로서,

상기 위상 시프트막의 막두께를 t_1 , 상기 위상 시프트막이 상기 에칭 마스크막 및 상기 차광성막을 마스크로 하여 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_1 , 상기 에칭 마스크막의 막두께를 t_2 , 상기 에칭 마스크막이 상기 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_2 로 했을 때,

$(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 이고,

상기 에칭 마스크막의 에칭 속도 v_2 는 $0.07v_1 \sim 0.5v_1$ 인 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 차광성막은 크롬을 포함하는 재료이고 상기 에칭 마스크막은 규소를 포함하는 규소함유막인 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 에칭 마스크막은 5nm 이상 40nm 이하의 막두께를 가지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 위상 시프트막은 100nm 이하의 막두께를 가지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 에칭 마스크막은, 규소 혹은 규소에 산소, 질소 및 탄소로부터 선택되는 적어도 1 이상의 원소를 함유하는 재료, 또는 금속 실리사이드 혹은 금속 실리사이드에 산소, 질소 및 탄소로부터 선택되는 적어도 1 이상의 원소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 위상 시프트막은, 규소 혹은 규소에 산소, 질소 및 탄소로부터 선택되는 적어도 1 이상의 원소를 함유하는 재료, 또는 금속 실리사이드 혹은 금속 실리사이드에 산소, 질소 및 탄소로부터 선택되는 적어도 1 이상의 원소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 에칭 마스크막은 MoSiN, MoSiON 및 SiON으로부터 선택되는 재료로 이루어지고, 상기 위상 시프트막은 MoSiN 및 MoSiON으로부터 선택되는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 기재된 위상 시프트마스크 블랭크에 있어서,

상기 에칭 마스크막 상에 레지스트 패턴을 형성하고, 그 레지스트 패턴을 마스크로 하고 제1 에천트에 의해 상기 에칭 마스크막을 드라이 에칭하여 에칭 마스크막 패턴을 형성하는 공정,

상기 에칭 마스크막 패턴, 또는 상기 레지스트 패턴 및 상기 에칭 마스크막 패턴을 마스크로 하고, 상기 차광성막을 제2 에천트에 의해 드라이 에칭하여 차광성막 패턴을 형성하는 공정,

상기 에칭 마스크막 패턴 및 상기 차광성막 패턴을 마스크로 하고, 제3 에천트에 의해 상기 위상 시프트막을 드라이 에칭하여 위상 시프트막 패턴을 형성하는 공정을 가지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 위상 시프트막 패턴을 형성한 후에 있어서 에칭 마스크막을 잔존시키고, 상기 에칭 마스크막을 제거하는 공정을 가지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제1 에천트 및 상기 제3 에천트는 불소계 가스를 포함하는 에천트이고, 상기 제2 에천트는 염소계 가스를 포함하는 에천트인 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크의 제조 방법.

발명의 설명

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 디바이스 또는 표시 디바이스(표시 패널) 등의 제조에 있어서 사용되는 위상 시프트마스크 블랭크 및 위상 시프트마스크의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 등의 미세화는 성능, 기능의 향상(고속동작 또는 저소비전력화 등) 및 저비용화를 가져오는 이점이 있어 더욱더 가속되고 있다. 이 미세화를 지지하고 있는 것이 리소그래피 기술이며, 전사용마스크는 노광장치, 레지스트 재료와 함께 주요 기술이 되고 있다.

[0003] 최근, 위상 시프트기술 등의 초해상기술(Resolution Enhancement Technology : RET)을 적용한 포토마스크가 사용되고 있다. 위상 시프트마스크는 위상 시프터에 의한 광의 간섭작용을 이용하여 전사 패턴의 해상도를 향상할 수 있도록 한 포토마스크이다.

[0004] 또한, 통상적으로 반도체 기판을 미세가공 할 때의 포토 리소그래피는 축소투영노광으로 실시되므로 전사용 마스크에 형성되는 패턴 사이즈는 반도체 기판 상에 형성되는 패턴 사이즈의 4배 정도의 크기로 되어있다. 그러나 반도체 디바이스 룰의 DRAM 하프 피치(hp) 45nm 이후에서의 포토 리소그래피에 있어서는, 마스크 상의 회로 패턴의 사이즈는 노광광의 파장보다도 작아지고 있다. 이 때문에 회로 패턴을 디자인대로 전사 패턴이 형성된 전사용마스크를 사용하여 축소투영노광하면 노광광의 간섭 등의 영향으로 전사 패턴대로의 형상을 반도체 기판 상의 레지스트막에 전사할 수 없게 된다.

[0005] 그리하여, 초해상기술을 사용한 마스크로서 광근접효과보정(Optical Proximity Effect Correction : OPC)을 실시함으로써 전사 특성을 열화시키는 광근접효과의 보정기술을 적용한 OPC 마스크 등이 이용되고 있다(예를 들어, 일본공개특허공보 평10-69055호(대응미국특허 제5,851,702호 명세서) 참조). 예를 들어, OPC 마스크에는 회로 패턴의 1/2 이하 사이즈의 OPC 패턴(예를 들어 100nm 미만의 선폭의 어시스트 바 또는 해머 헤드 등)을 형성할 필요가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0006] 반도체 디자인 룰에 있어서의 DRAM 하프 피치(hp) 45nm 이후의 미세 패턴의 형성에는 개구수가 NA>1의 고 NA(Hyper-NA) 노광방법, 예를 들어 액침노광을 이용할 필요가 있다.
- [0007] 액침노광은 웨이퍼와 노광장치의 가장 아래 렌즈 사이를 액체로 채움으로써 굴절율이 1인 공기의 경우에 비하여 액체의 굴절율배로 NA를 높일 수 있기 때문에, 해상도를 향상할 수 있는 노광방법이다. 개구수(NA:Numerical Aperture)는 $NA=n \times \sin\theta$ 로 표시된다. θ 는 노광장치의 가장 아래 렌즈의 가장 외측으로 들어가는 광선과 광축이 이루는 각도, n은 웨이퍼와 노광장치의 가장 아래 렌즈 사이의 매질의 굴절율이다.
- [0008] 그러나, 개구수가 NA>1인 액침노광방법을 적용하여 반도체 디자인 룰에 있어서의 DRAM 하프 피치(hp) 45nm (이하, hp 45nm 로 기재한다) 이후의 미세한 패턴의 형성을 실시하고자 한 경우, 기대한 해상도 및 CD 정밀도가 얻어지지 않는다는 과제가 있는 것이 판명되었다.
- [0009] 그 원인으로는 이하에서 설명하는 로딩 효과의 영향이 있다고 여겨진다.
- [0010] 상세히 기술하면 hp 45nm의 마스크 가공에 있어서는 형성하는 패턴 치수의 미세화가 진행됨과 동시에 여러 가지 치수의 패턴도 사용되어 그 패턴의 치수 차이도 커진다. 폭이 넓은 패턴의 근방에 폭이 좁은 패턴을 배치하는 경우(예를 들어 상기 OPC 패턴을 배치하는 경우)가 있어 국소적으로 패턴의 면적 차이가 생긴다. 또한 마스크면 내에 있어서도 미세화에 의해 패턴의 소밀 차이도 커지고 있다. 이 소밀 차이는 드라이 에칭으로 마스크 패턴을 형성할 때 로딩 효과를 일으킨다. 여기서 「로딩 효과」란 에칭하는 패턴의 면적 차이에 의해 에칭 속도가 변하는 현상을 말한다. 일반적으로 에칭하는 패턴의 면적이 큰 경우(피에칭 패턴이 뾰뾰하고 피에칭면적이 큰 개소)는 에칭 속도가 늦어진다. 역으로 에칭하는 패턴의 면적이 작은 경우(피에칭 패턴이 성기고 피에칭면적이 작은 개소)는 에칭 속도가 빨라진다. 이 로딩 효과에 의해 마스크면 내에서 에칭 비율에 차이가 생겨 마스크면 내에서의 패턴의 치수 정밀도의 저하를 일으킨다. hp 45nm의 마스크 가공에 있어서는 미세화에 수반하여 패턴의 소밀 차이도 커짐에 따라 로딩 효과의 영향도 커져 고정밀도의 마스크 가공이 보다 어려운 것이 될 수 있다. hp 45nm의 마스크 가공을 보조(어시스트)하기 위하여 사용되는 에칭 마스크막(무기 에칭마스크막)에 있어서도 로딩 효과의 발생이 예상되어 가공 정밀도를 저하시키는 것이 염려된다. 이 때문에 보다 고정밀도의 마스크 가공을 실시하기 위해서는 로딩 효과를 작게 하여 패턴 형성의 가공 정밀도를 높일 필요가 있다.
- [0011] 상세하게는 에칭 마스크막 부착 위상 시프트마스크 블랭크의 마스크 가공 공정에서는 패턴닝된 에칭 마스크막을 마스크로 하여 이방성이 높은 Cr 에칭 조건을 이용하여 Cr막을 가공하고, 그 후 하프톤막의 가공을 실시한다(예를 들어 국제공개번호 W02004/090635(대응미국특허 제7,314,690호 명세서) 참조).
- [0012] 여기서, MoSiN으로 이루어지는 하프톤막의 에칭을 실시할 때 MoSiN으로 이루어지는 에칭 마스크막도 에칭되어 버린다. 그리고 에칭 마스크막은 하프톤막보다도 얇기 때문에(예를 들어 현상(現狀)의 hp 45nm에서는 하프톤막의 막두께는 70nm, 에칭 마스크막의 막두께는 마스크 가공상 5 ~ 40nm 이 바람직하므로), 에칭 마스크막은 하프톤막 보다도 빠르게 에칭되어 버린다.
- [0013] 이때 에칭 마스크막이 소실되기 전에는 윗 방향에서 본 경우에 마스크 전면의 MoSiN막이 노출(존재)하고 있어 로딩 효과는 일어나지 않는다(도 2G 참조). 그리고 에칭 마스크막이 에칭되어 소실되면(그 결과 Cr 패턴이 노출한다) 에칭되는 하프톤막의 면적 차이가 나타나 패턴의 치수 정밀도를 저하시키는 로딩 효과를 일으킨다.
- [0014] 따라서 고정밀도의 마스크 가공이 요구되는 hp 45nm 이후의 마스크 가공에 있어서는 이 로딩 효과를 작게 하여 더욱더 패턴의 가공 정밀도를 향상시키는 것이 과제이다.
- [0015] 본 발명은 상기 문제를 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 로딩 효과를 일으키는 것을 회피할 수 있는 위상 시프트마스크 블랭크 등을 제공하는 것에 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 다른 목적은 에칭 마스크막 부착 위상 시프트마스크 블랭크를 이용하여 마스크 가공을 실시하는 경우에 발생하는 로딩 효과의 영향을 적게 할 수 있어 반도체 디자인 룰 DRAM 하프 피치 hp 45nm 이후 세대의 마스크에 나타나는 미세한 패턴을 고정밀도로 가공하는 것이 가능해지는 위상 시프트마스크 블랭크 등을 제공하는 것에 있다.

과제 해결수단

- [0017] 본 발명은 이하의 구성을 가진다.
- [0018] (구성 1)
- [0019] 노광광에 대하여 투명한 기관 상에 규소를 포함하는 위상 시프트막, 상기 위상 시프트막의 에칭에 대하여 내성을 가지는 재료로 구성된 차광성막, 상기 차광성막의 에칭에 대하여 내성을 가지는 무기재료로 구성된 에칭 마스크막이 순서대로 형성된 위상 시프트마스크 블랭크로서,
- [0020] 상기 위상 시프트막의 막두께를 t_1 , 상기 위상 시프트막이 상기 에칭 마스크막 및 상기 차광성막을 마스크로 하여 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_1 , 상기 에칭 마스크막의 막두께를 t_2 , 상기 에칭 마스크막이 상기 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_2 로 했을 때,
- [0021] $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$
- [0022] 인 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크 블랭크이다.
- [0023] 상기 구성 1에 관련된 발명에 의하면, 예를 들어 에칭 마스크막 및 차광성막을 에칭 마스크로 하여 위상 시프트막의 에칭을 실시할 때에 에칭 마스크막과 위상 시프트막이 동등한 에칭 선택성을 가짐(예를 들어 위상 시프트막의 에칭 가스에 대한 위상 시프트막과 에칭 마스크막의 에칭 선택비가 1에 가깝고, 0.9 ~ 1.1)으로써 양방이 에칭되지만, 위상 시프트막의 막두께를 t_1 , 위상 시프트막의 에칭 속도를 v_1 , 에칭 마스크막의 막두께를 t_2 , 에칭 마스크막의 에칭 속도를 v_2 로 했을 때 $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 의 관계식을 만족시킴으로써 위상 시프트막의 에칭 시에 로딩 효과를 일으키는 것을 회피할 수 있다.
- [0024] 또한, 에칭 마스크막의 에칭 속도 v_2 가 위상 시프트막의 에칭 속도 v_1 에 비하여 낮은 것에 의해 에칭 마스크막 및 차광성막을 에칭 마스크로 하여 위상 시프트막의 에칭을 실시할 때에 에칭 마스크막의 두께를 얇게(예를 들어 위상 시프트막의 두께의 1/2 이하로) 구성할 수 있다. 이 결과 위상 시프트막의 패턴의 가공 정밀도를 향상시키는 것이 가능해진다.
- [0025] 본 발명에서는, 상기한 바와 같이 에칭 마스크막의 두께를 얇게(예를 들어 위상 시프트막의 두께의 1/2 이하로) 구성한 경우에 있어서도, 위상 시프트막의 막두께를 t_1 , 위상 시프트막의 에칭 속도를 v_1 , 에칭 마스크막의 막두께를 t_2 , 에칭 마스크막의 에칭 속도를 v_2 로 했을 때 $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 의 관계식을 만족시킴으로써 위상 시프트막의 에칭 시에 로딩 효과를 일으키는 것을 회피할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 명세서 중에 있어서 「A/B」의 표기는 A가 분자, B가 분모인 것을 나타낸다
- [0027] (구성 2)
- [0028] 상기 에칭 마스크막의 에칭 속도 v_2 는 상기 위상 시프트막의 에칭 속도 v_1 에 대하여 $0.07v_1 \sim 0.5v_1$ 이다.
- [0029] 이러한 구성에 의하면, 에칭 마스크막의 에칭 속도 v_2 가 위상 시프트막의 에칭 속도 v_1 에 비하여 $0.07v_1 \sim 0.05v_1$ 으로 낮은 것에 의해 에칭 마스크막 및 차광성막을 에칭 마스크로 하여 위상 시프트막의 에칭을 실시할 때에 에칭 마스크막의 두께를 얇게 구성할 수 있다. 이 결과 위상 시프트막의 패턴의 가공 정밀도를 향상시키는 것이 가능해진다.
- [0030] (구성 3)
- [0031] 상기 차광성막은 크롬을 포함하는 재료이고 상기 에칭 마스크막은 규소를 포함하는 규소함유막이다. 이러한 구성에 의하면, 에칭 마스크막과 차광성막이 서로 에칭 선택성이 상이하도록 구성할 수 있다. 또한 에칭 마스크막과, 금속과 규소를 포함하는 위상 시프트막이 동등한 에칭 선택성을 가지도록 구성할 수 있다.
- [0032] (구성 4)
- [0033] 구성 1 ~ 3의 어느 한 구성에 기재된 위상 시프트마스크 블랭크에 있어서,
- [0034] 상기 에칭 마스크막 상에 레지스트 패턴을 형성하고, 그 레지스트 패턴을 마스크로 하고 제1 에천트에 의해 상기 에칭 마스크막을 드라이 에칭하여 에칭 마스크막 패턴을 형성하는 공정,
- [0035] 상기 에칭 마스크막 패턴 또는 상기 레지스트 패턴 및 상기 에칭 마스크막 패턴을 마스크로 하고, 상기 차광성

막을 제2 에천트에 의해 드라이 에칭하여 차광성막 패턴을 형성하는 공정,

[0036] 상기 에칭 마스크막 패턴 및 상기 차광성막 패턴을 마스크로 하고, 제3 에천트에 의해 상기 위상 시프트막을 드라이 에칭하여 위상 시프트막 패턴을 형성하는 공정을 가지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트마스크의 제조방법이다.

[0037] 이러한 구성에 의하면 구성1과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0038] (구성 5)

[0039] 위상 시프트막 패턴을 형성한 후에 있어서 에칭 마스크막을 잔존시키고 상기 에칭 마스크막을 제거하는 공정을 가진다. 이러한 구성에 의하면, 위상 시프트막 패턴을 형성한 후에 있어서 에칭 마스크막이 잔존하고 있으므로 위상 시프트막의 에칭 시에 로딩 효과를 확실히 회피할 수 있다.

[0040] (구성 6)

[0041] 상기 제1 에천트 및 상기 제3 에천트는 불소계 가스를 포함하는 에천트이고, 상기 제2 에천트는 염소계 가스를 포함하는 에천트이다. 이러한 구성에 의하면, 구성 3과 같은 효과를 얻을 수 있다.

효 과

[0042] 본 발명에 의하면 로딩 효과를 일으키는 것을 회피할 수 있는 위상 시프트마스크 블랭크 등을 제공할 수 있다.

[0043] 또한, 본 발명에 의하면 에칭 마스크막 부착 위상 시프트마스크 블랭크를 이용하여 마스크 가공을 실시할 경우에 발생하는 로딩 효과의 영향을 적게 할 수 있어 hp 45nm 이후 세대의 마스크에 나타나는 미세한 패턴을 고정 밀도로 가공하는 것이 가능해지는 위상 시프트마스크 블랭크 등을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0044] 이하, 본 발명에 관련되는 실시형태를 도면을 참조하여 설명한다.

[0045] 도 1은 본 발명의 실시형태에 관련되는 위상 시프트마스크 블랭크(11)의 일례를 나타내는 단면도이다. 본 예에 있어서 위상 시프트마스크 블랭크(11)는 투명기판(1), 위상 시프트막(5), 차광성막(2), 에칭 마스크막(3), 레지스트막(4)을 이 순서로 구비한다.

[0046] 위상 시프트막(5)으로는, 예를 들어 규소를 포함하는 규소함유막을 이용할 수 있다. 규소함유막으로는 규소막 또는 규소와 크롬, 탄탈, 몰리브덴, 티탄, 하프늄, 텅스텐 금속을 포함하는 금속 실리사이드막, 추가로 규소막 또는 금속 실리사이드막에 산소, 질소, 탄소 중 적어도 하나를 포함하는 막을 들 수 있다. 구체적으로 위상 시프트막(5)으로는, 예를 들어 천이금속 실리사이드 산화물, 천이금속 실리사이드 질화물, 천이금속 실리사이드 산질화물, 천이금속 실리사이드 산화탄화물, 천이금속 실리사이드 질화탄화물 또는 천이금속 실리사이드 산질화탄화물을 주성분으로 하는 막을 이용할 수 있다. 보다 구체적으로 위상 시프트막(5)으로는, 예를 들어 몰리브덴계(MoSiON, MoSiN, MoSiO 등), 텅스텐계(WSiON, WSiN, WSiO 등), 실리콘계(SiN, SiON 등) 등의 하프톤 막을 이용할 수 있다.

[0047] 더욱더 구체적으로 위상 시프트막(5)으로는, 예를 들어 주로 노광광의 위상을 제어하는 위상조정층과 주로 노광광의 투과율을 제어하는 기능을 가지는 투과율 조정층의 2층으로 이루어지는 하프톤막을 이용할 수 있다(예를 들어 일본공개특허공보 제2003-322947호(대응미국특허 제7,011,910호 명세서) 참조). 여기서 투과율 조정층의 재료로는 금속 및 실리콘 중에서 선택되는 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 재료 혹은 그들의 산화물, 질화물, 산질화물, 탄화물 등을 이용할 수 있고, 구체적으로는 알루미늄, 티탄, 바나듐, 크롬, 지르코늄, 니오브, 몰리브덴, 란타, 탄탈, 텅스텐, 실리콘, 하프늄 중에 선택되는 1종 또는 2종 이상의 재료 혹은 이들의 질화물, 산화물, 산질화물, 탄화물 등을 들 수 있다. 또한 위상조정층으로는 산화규소, 질화규소, 산질화규소 등 규소를 모체로 한 박막이 자외영역에서의 노광광에 대하여 비교적 높은 투과율을 얻기 쉽다는 점에서 바람직하다.

[0048] 에칭 마스크막(3)으로는, 예를 들어 규소를 포함하는 규소함유막을 이용할 수 있다. 규소함유막으로는 규소막 또는 규소와 크롬, 탄탈, 몰리브덴, 티탄, 하프늄, 텅스텐 금속을 포함하는 금속 실리사이드막, 추가로 규소막 또는 금속 실리사이드막에 산소, 질소, 탄소 중 적어도 하나를 포함하는 막을 들 수 있다. 구체적으로 에칭 마스크막(3)으로는, 예를 들어 천이금속 실리사이드 산화물, 천이금속 실리사이드 질화물, 천이금속 실리사이드 산질화물, 천이금속 실리사이드 산화탄화물, 천이금속 실리사이드 질화탄화물 또는 천이금속 실리사이드 산질화탄화물을 주성분으로 하는 막을 이용할 수 있다. 보다 구체적으로 에칭 마스크막(3)으로는, 예를 들어 몰리브덴

계(MoSiON, MoSiN, MoSiO, MoSiCO, MoSiCN, MoSiCON 등), 텅스텐계(WSiON, WSiN, WSiO 등), 실리콘계(SiN, SiON 등) 등의 막을 이용할 수 있다. 에칭 마스크막(3)은, 예를 들어 위상 시프트막(5)이 MoSiN인 경우 에칭 마스크막(3)은 MoSiN, MoSiON, SiON 인 것이 바람직하다.

[0049] 차광성막(2)으로는 위상 시프트막(5)의 에칭에 대하여 내성을 가지는 재료로 할 수 있다. 예를 들어 차광성막(2)으로는 금속을 포함하는 금속막을 이용할 수 있다. 금속을 포함하는 금속막으로는 크롬, 탄탈, 몰리브덴, 티탄, 하프늄, 텅스텐이나 이들의 원소를 포함하는 합금, 또는 상기 원소나 상기 합금을 포함하는 재료(예를 들어 상기 원소 또는 상기 합금을 포함하는 재료에 더하여 산소, 질소, 규소, 탄소 중 적어도 하나를 포함하는 막)로 이루어지는 막을 들 수 있다.

[0050] 구체적으로 차광성막(2)으로는, 예를 들어 크롬 단체 또는 크롬에 산소, 질소, 탄소, 수소로 이루어진 원소를 적어도 1종 포함하는 것(Cr을 포함하는 재료) 등의 재료를 이용할 수 있다. 차광성막(2)의 막구조로는 상기 막 재료로 이루어지는 단층, 복수층 구조로 할 수 있다. 또한, 서로 다른 조성에 있어서는, 차광성막(2)은 단계적으로 형성한 복수층 구조 또는 연속적으로 조성이 변화된 막구조로 할 수 있다.

[0051] 구체적으로 차광성막(2)은, 질화크롬막(CrN막) 및 탄화크롬막(CrC막)으로 이루어지는 차광층과 크롬에 산소 및 질소가 함유되어 있는 막(CrON막)으로 이루어지는 반사방지층의 적층막이다. 질화크롬막은 질화크롬(CrN)을 주성분으로 하는 층이며 예를 들어 10 ~ 20nm의 막두께를 가진다. 탄화크롬막은 탄화크롬(CrC)을 주성분으로 하는 층이며, 예를 들어 25 ~ 60nm의 막두께를 가진다. 크롬에 산소 및 질소가 함유되어 있는 막(CrON막)은, 예를 들어 15 ~ 30nm의 막두께를 가진다.

[0052] 본 발명에 있어서 상기 기술한 과제 해결방법으로는, 에칭 마스크막 및 차광성막을 마스크로 하여 하프톤막을 에칭할 때의 로딩 효과를 작게 하기 위하여 에칭 마스크막의 에칭 시간(막이 소멸 될 때까지 필요한 시간, 이하 같음)을 하프톤막의 에칭 시간과 비교하여 같도록 또는 늦도록 에칭 마스크막을 설계하는 것을 들 수 있다. 상세하게는 위상 시프트막인 하프톤막의 막두께를 t_1 , 위상 시프트막이 에칭 마스크막 및 차광막을 마스크로 하여 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_1 , 에칭 마스크막의 막두께를 t_2 , 에칭 마스크막이 에천트에 의해 드라이 에칭되는 에칭 속도를 v_2 로 했을 때 $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 가 되도록 설계한다. 또한 하프톤막의 에칭 후에 에칭 마스크막이 잔존하면 에칭 마스크막을 제거하는 공정이 발생하므로 $(t_1/v_1) = (t_2/v_2)$ 가 되도록 설계하면 보다 바람직하다. 또한, 하프톤막의 에칭 후에 차광막을 에칭할 때의 에칭 가스를 이용하여 물리적 에칭으로 제거 가능한 정도의 막두께로 에칭 마스크막이 잔존하도록 설계해도 된다.

[0053] 에칭 마스크막의 에칭 시간은 에칭 마스크막의 조성 및 막두께에 의해 제어하는 것이 가능하다. 에칭 마스크막의 에칭 시간은 (에칭 마스크막의 막두께 t_1)/(에칭 마스크막의 속도 v_1)으로 정의된다.

[0054] 여기서 반도체 디자인 룰 DRAM 하프 피치 hp 45nm 이후의 세대에서 사용되는 위상 시프트마스크 블랭크에 있어서의 에칭 마스크막의 막두께에 대해서는 마스크 가공상 5 ~ 40nm 이 바람직하다. 또한, 반도체 디자인 룰 DRAM 하프 피치 hp 45nm 이후의 세대에서 사용되는 위상 시프트마스크 블랭크에 있어서의 하프톤막의 막두께는 원하는 위상차(예를 들어 175도 ~ 185도)가 되는 막두께일 필요가 있으나 100nm 이하(예를 들어 70nm)가 바람직하다. 이상의 내용 등을 고려하여 반도체 디자인 룰 DRAM 하프 피치 hp 45nm 이후의 세대에서 사용되는 위상 시프트마스크 블랭크에 있어서의 에칭 마스크막에 요구되는 에칭 속도는 하프톤막의 에칭 속도를 1로 한 경우 0.07 ~ 0.5배 늦도록 하는 것이 바람직하다.

[0055] 에칭 마스크막의 에칭 속도를 제어하는 방법의 하나로서 에칭 마스크막의 조성을 제어하는 방법을 들 수 있다.

[0056] 에칭 마스크막은 MoSiN, MoSiON 및 SiON의 재료 중에 선택하여 구성할 수 있고, 하프톤막은 MoSiN, MoSiON의 재료 중에 선택하여 구성할 수 있다. 이 때, 에칭 마스크막이 MoSiN, 하프톤막이 MoSiN인 경우에 있어서는 서로 같은 재료로 구성되어 있으므로 MoSiN막의 에칭 속도는 N의 함유율보다도 Mo와 Si의 함유비율에 의존한다. 에칭 마스크막의 에칭 속도를 하프톤막보다도 늦도록 하는 것은 에칭 마스크막의 Mo의 함유량을 높임으로써 이루어진다.

[0057] 예를 들어 하프톤막의 Mo와 Si비율(Mo:Si=1:9)에 대하여 에칭 마스크막의 Mo와 Si비율(Mo:Si=4:5 ~ 9:1)로 하고, 에칭 마스크막의 막두께를 Mo:Si=4:5일 때 40nm(하프톤막의 에칭 속도에 대한 에칭 속도비:약0.5배) ~ Mo:Si=9:1일 때 5nm(하프톤막의 에칭 속도에 대한 에칭 속도비:에칭 속도:약0.7배)으로 함으로써 에칭 마스크막의 에칭 시간을 하프톤막의 에칭 시간에 맞추는(일치시키는) 것이 가능해진다. 이 조건에 근거하여 에칭 마스크막의 조성 및 막두께를 제어함으로써 반도체 디자인 룰 DRAM 하프 피치 hp 45nm 이후의 세대에서 사용되는 위상

시프트마스크 블랭크에 있어서의 에칭 마스크막에 요구되는 막두께 5 ~ 40nm 범위 또는 이에 가까운 범위로 에칭 마스크막의 에칭 시간을 하프톤막의 에칭 시간보다도 늦추는 것이 가능하다. 또한, 한층 더 미세 패턴에 대응할 경우에는 에칭 마스크막의 막두께를 20nm 이하로 하는 것이 바람직하고, 이 때의 에칭 마스크막의 에칭 속도의, 하프톤막의 에칭 속도에 대한 에칭 속도비의 상한은 약 0.25배로 하면 된다.

[0058] 한편, SiON의 에칭 마스크막의 에칭 속도에 대해서도 그 조성비로 제어하는 것이 가능해진다. SiON의 에칭 속도를 저하시키는 것은 N의 함유량을 줄이고 O의 함유량을 증가시킴으로써 이루어진다. 하프톤막의 Mo와 Si 비율(Mo:Si=1:9)에 대하여 에칭 마스크막의 Si와 O와 N의 비율(Si:O:N=35:45:20)로 함으로써 에칭 마스크막의 에칭 시간을 하프톤막의 에칭 시간에 맞추는(일치시키는) 것이 가능해진다.

[0059] 또한, 하프톤막의 조성비 및 막두께는 하프톤막의 광학특성(사용하는 노광광에 대한 위상 시프트량, 투과율)을 우선하여 결정된다.

[0060] 본 발명에 있어서 위상 시프트마스크 블랭크에는 레지스트막 부착 위상 시프트마스크 블랭크, 레지스트막 형성 전의 위상 시프트마스크 블랭크가 포함된다. 위상 시프트마스크 블랭크에는 하프톤막 상에 크롬계 재료 등의 차광성막이 형성되는 위상 시프트마스크 블랭크를 포함한다. 위상 시프트마스크에는 위상 시프터가 기관의 음각에 의해 형성되는 위상 시프트마스크를 포함한다.

[0061] 본 발명에 있어서 기관으로는 합성 석영기관, 소다라임 유리기관, 무알칼리 유리기관, 저열팽창 유리기관 등을 들 수 있다.

[0062] 본 발명에 있어서 차광성막인 크롬계 박막의 드라이 에칭에는 염소계 가스 또는 염소계 가스와 산소 가스를 포함하는 혼합 가스로 이루어지는 드라이 에칭 가스를 이용하는 것이 바람직하다. 이 이유는 크롬과 산소, 질소 등의 원소를 포함하는 재료로 이루어지는 크롬계 박막에 대해서는 상기 드라이 에칭 가스를 이용하여 드라이 에칭을 실시함으로써 드라이 에칭 속도를 높일 수 있고 드라이 에칭 시간의 단축화를 도모할 수 있고, 단면 형상이 양호한 차광성막 패턴을 형성할 수 있기 때문이다. 드라이 에칭 가스에 이용하는 염소계 가스로는, 예를 들어 Cl₂, SiCl₄, HCl, CCl₄, CHCl₃ 등을 들 수 있다.

[0063] 본 발명에 있어서 에칭 마스크막(하드 마스크막) 또는 위상 시프트막(하프톤막)인 규소를 포함하는 규소함유막 또는 금속 실리사이드계 박막의 드라이 에칭에는 예를 들어, SF₆, CF₄, C₂F₆, CHF₃ 등의 불소계 가스, 이들과 He, H₂, N₂, Ar, C₂H₄, O₂ 등의 혼합 가스, 혹은 Cl₂, CH₂Cl₂ 등의 염소계 가스, 또는 이들과 He, H₂, N₂, Ar, C₂H₄ 등의 혼합 가스를 이용할 수 있다.

[0064] 이하, 본 발명의 실시예 및 비교예를 나타낸다.

[0065] (실시예 1 및 비교예 1, 2)

[0066] 도 2A ~ 도 2I를 참조하여 본 발명의 실시예 1에 의한 위상 시프트마스크의 제조방법에 대하여 설명한다.

[0067] 우선, 석영으로 이루어지는 기관을 경면연마하고 소정의 세정을 실시함으로써 6인치×6인치×0.25인치의 투광성 기관(투명 기관)(1)을 얻었다.

[0068] 다음으로, 투광성 기관(투명 기관)(1) 상에 몰리브덴(Mo)과 실리콘(Si)의 혼합 타겟(Mo:Si=1:9[원자%])을 이용하여, 아르곤(Ar)과 질소(N₂)의 혼합 가스 분위기(Ar:N₂=10:90[체적%], 압력 0.3[Pa])중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 막두께 70[nm]의 MoSiN계 반투광성 위상 시프트막(5)을 성막하였다(도 2A).

[0069] 다음으로, 동일 챔버 내에 복수의 크롬(Cr) 타겟이 배치된 인라인 스퍼터 장치를 이용하여 위상 시프트막(5) 상에 CrN막, CrC막 및 CrON막으로 이루어지는 차광성 크롬막(2)을 성막하였다(도 2B). 구체적으로는, 우선 아르곤(Ar)과 질소(N₂)의 혼합 가스 분위기(Ar:N₂=72:28[체적%], 압력 0.3[Pa])중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 CrN막을 성막하였다. 계속해서 아르곤(Ar)과 메탄(CH₄)의 혼합 가스 분위기(Ar:CH₄=96.5:3.5[체적%], 압력 0.3[Pa])중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 CrN막 상에 CrC막을 성막하였다. 계속해서 아르곤(Ar)과 일산화질소(NO)의 혼합 가스 분위기(Ar:NO=87.5:12.5[체적%], 압력 0.3[Pa])중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 CrC막 상에 CrON막을 성막하였다. 그렇게 하여 막두께 67nm의 차광성 크롬막(2)을 얻었다. 이상의 CrN막, CrC막 및 CrON막은 인라인 스퍼터 장치를 이용하여 연속적으로 성막된 것이다. 이들 CrN, CrC 및 CrON을 포함하여 이루어지는 차광성 크롬막(2)은 그 두께 방향을 향하여 해당 성분이 연속적으로 변화하여 구성되어 있다.

[0070] 다음으로 실시예 1에 있어서는, 차광성 크롬막(2) 상에 몰리브덴(Mo)과 실리콘(Si)의 혼합 타겟(Mo:Si=9:1[원자

%)을 이용하여, 아르곤(Ar)과 질소(N₂)의 혼합가스 분위기(Ar:N₂=10:90[체적%], 압력 0.3[Pa])중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 막두께 5[nm]의 MoSiN계 무기계 에칭 마스크막(3)을 성막하였다(도 2C 참조).

[0071] 또한, 비교예 1, 2에 있어서는, 차광성 크롬막(2) 상에 몰리브덴(Mo)과 실리콘(Si)의 혼합 타겟(Mo:Si=20:80[원자%])을 이용하여, 아르곤(Ar)과 질소(N₂)의 혼합가스 분위기(Ar:N₂=10:90[체적%], 압력 0.3[Pa])중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 막두께가 5[nm](위상 시프트막(5)의 에칭 시에 위상 시프트막(5)보다도 먼저 에칭 마스크막(3)이 소실되는 막두께:비교예 1) 및 막두께가 92[nm](에칭 마스크층이 두껍기 때문에 CD정밀도의 향상이 도모되지 않는 막두께:비교예 2)의 각 MoSiN계 무기계 에칭 마스크막(3)을 성막하였다(도 2C 참조).

[0072] 다음으로, 무기계 에칭 마스크막(3) 상에 포지티브형 전자선 레지스트막(4)(FEP171:후지필름 일렉트로닉스 머티리얼즈사 제조)을 스핀 코트법에 의해 막두께가 300[nm] 이 되도록 도포하였다(도 2D 참조).

[0073] 이상에 의해, 투광성 기관(투명 기관)(1) 상에 MoSiN계 재료로 이루어지는 반투광성의 위상 시프트막(5), Cr계 재료로 이루어지는 차광성 크롬막(2), MoSiN계 재료로 이루어지는 무기계 에칭 마스크막(3), 레지스트막(4)이 순차 형성된 하프톤 위상 시프트형의 마스크 블랭크(11)(하프톤 위상 시프트마스크 블랭크)를 준비하였다(도 2D).

[0074] 다음으로, 레지스트막(4)에 대하여 니혼덴시사 제작의 JBX9000에 의해 전자선 묘화(描畵)하고 현상하여 도 2E에 나타내는 것과 같은 레지스트 패턴(41)(0.4 μm의 라인 & 스페이스)을 형성하였다(도 2E 참조).

[0075] 이 때, 작성한 레지스트 패턴(41)은 hp 45nm 에서 형성되는 국소적으로 패턴의 면적 차이가 발생하는 개소(예를 들어 OPC 패턴 형성 개소), 또한 마스크면 내에 있어서도 패턴의 소밀 차이도 큰 개소를 가지는 패턴으로 하였다.

[0076] 다음으로, 레지스트 패턴(41)을 마스크로 하고 무기계 에칭 마스크막(3)을 SF₆과 He의 혼합 가스를 이용하여 압력:5[mmTorr]의 조건에서 이온성 주체의 드라이 에칭을 실시하고 무기계 에칭 마스크 패턴(31)을 형성하였다(도 2F 참조).

[0077] 다음으로, 레지스트 패턴(41)을 제거한 후 무기계 에칭 마스크 패턴(31)만을 마스크로 하고 차광성 크롬막(2)을 Cl₂와 O₂의 혼합 가스를 이용하여 압력:3mmTorr의 조건에서 이온성을 한없이 높인(=이온과 라디칼이 거의 동등하게 되는 정도까지 이온성을 높였다) 라디칼 주체의 드라이 에칭을 실시하고 차광성 크롬 패턴(21)을 형성하였다(도 2G 참조).

[0078] 다음으로, 무기계 에칭 마스크 패턴(31) 및 차광성 크롬 패턴(21)을 마스크로 하고 위상 시프트막(5)을 SF₆과 He의 혼합 가스를 이용하여 압력:5[mmTorr]의 조건에서 이온성 주체의 드라이 에칭을 실시하고 위상 시프트막 패턴(51)을 형성하였다(도 2H 참조).

[0079] 다음으로, 매우 얇은 막두께로 잔존하는 무기계 에칭 마스크 패턴(31)을 Cl₂ 가스 등의 투광성 기관(1)이 에칭 내성을 가지는 에칭 가스를 이용하여 물리적인 드라이 에칭에 의해 박리한다. 혹은 무기계 에칭 마스크 패턴(31)을 상기 불소계 가스를 이용하여 이온성 드라이 에칭에 의해 박리한다. 다음으로, 재차 레지스트를 도포하고 노광·현상에 의해 레지스트 패턴을 형성하고 이 레지스트 패턴을 마스크로 하여 불필요한 개소의 차광성 크롬 패턴(21)을 에칭에 의해 제거한다. 그런 후 소정의 세정을 실시하여 위상 시프트마스크(10)를 얻었다(도 2I 참조). 또한, 위상 시프트막 패턴(51) 형성 후에 잔존하는 무기계 에칭 마스크 패턴(31)에 대해서는 막두께가 얇기 때문에 차광성 크롬 패턴 형성 시의 에칭 시에 물리적인 드라이 에칭으로 박리하도록 해도 된다.

[0080] 그리고 얻어진 위상 시프트막 패턴(51)의 치수를 호론사 제작 CD-SEM(EMU-220)을 이용하여 국소적으로 패턴의 면적 차이가 생기는 개소(예를 들어 OPC 패턴 형성 개소) 및 마스크면 내에 있어서도 패턴의 소밀 차이도 큰 개소에 있어서 각각 측정하였다. 그 결과 실시예 1에 관련되는 위상 시프트마스크에서는 각 개소에 있어서의 로딩 효과의 영향을 적게할 수 있어, hp 45nm 위상 시프트마스크에 나타나는 미세한 패턴을 고정밀도로 가공하는 것이 가능해지는 것을 확인하였다. 이에 반하여, 비교예 1에 관련되는 위상 시프트마스크에서는 각 개소에 있어서의 로딩 효과의 영향이 크고 hp 45nm 위상 시프트마스크에 나타나는 미세한 패턴을 고정밀도로 가공하는 것이 어려운 것을 확인하였다.

[0081] (실시예 2)<에칭 마스크막에 SiON막을 적용한 실시예>

[0082] 마찬가지로 도 2A ~ 도 2I를 참조하여 본 발명의 실시예 2에 의한 위상 시프트마스크의 제조방법에 대하여 설명

한다. 우선 실시예 1과 같은 방법으로 투광성 기관(투명 기관)(1)을 취득하고, 반투광성의 위상 시프트막(5)을 성막하고(도 2A 참조), 위상 시프트막(5) 상에 CrN막, CrC막 및 CrON막으로 이루어지는 차광성 크롬막(2)을 성막하였다(도 2B 참조).

[0083] 다음으로, 실시예 2에 있어서는 차광성 크롬막(2) 상에 실리콘(Si) 타겟을 이용하고, 아르곤(Ar)과 일산화탄소(NO)의 혼합가스 분위기중에서 반응성 스퍼터링을 실시함으로써 막두께 15[nm]의 SiON(Si:O:N=35:45:20[원자%])의 무기계 에칭 마스크막(3)을 성막하였다(도 2C 참조).

[0084] 다음으로, 무기계 에칭 마스크막(3) 상에 포지티브형 전자선 레지스트막(4)(FEP171:후지필름 일렉트로닉스 머티리얼즈사 제조)을 스핀 코팅법에 의해 막두께가 300[nm] 이 되도록 도포하였다(도 2D 참조).

[0085] 이상에 의해, 투광성 기관(투명 기관)(1) 상에 MoSiN계 재료로 이루어지는 반투광성의 위상 시프트막(5), Cr계 재료로 이루어지는 차광성 크롬막(2), MoSiN계 재료로 이루어지는 무기계 에칭 마스크막(3), 레지스트막(4)이 순차 형성된 하프톤 위상 시프트형의 마스크 블랭크(11)(하프톤 위상 시프트마스크 블랭크)를 준비하였다(도 2D).

[0086] 다음으로, 레지스트막(4)에 대하여 니혼덴시사 제작의 JBX9000에 의해 전자선 묘화하고 현상하여 도 2E에 나타내는 것과 같은 레지스트 패턴(41)(0.4 μ m의 라인 & 스페이스)을 형성하였다(도 2E 참조).

[0087] 이때, 작성한 레지스트 패턴(41)은 hp 45nm 에서 형성되는 국소적으로 패턴의 면적 차이가 생기는 개소(예를 들어 OPC 패턴 형성 개소), 또한 마스크면 내에 있어서도 패턴의 소밀 차이도 큰 개소를 가지는 패턴으로 하였다.

[0088] 다음으로, 레지스트 패턴(41)을 마스크로 하고, 무기계 에칭 마스크막(3)을 SF₆과 He의 혼합 가스를 이용하여 압력:5[mmTorr]의 조건에서 이온성 주체의 드라이 에칭을 실시하고 무기계 에칭 마스크 패턴(31)을 형성하였다(도 2F 참조).

[0089] 다음으로, 레지스트 패턴(41)을 제거한 후 무기계 에칭 마스크 패턴(31)만을 마스크로 하고 차광성 크롬막(2)을 Cl₂와 O₂의 혼합 가스를 이용하여 압력:3mmTorr의 조건에서 이온성을 한없이 높인(=이온과 라디칼이 거의 동등하게 되는 정도까지 이온성을 높였다) 라디칼 주체의 드라이 에칭을 실시하고 차광성 크롬 패턴(21)을 형성하였다(도 2G 참조).

[0090] 다음으로, 무기계 에칭 마스크 패턴(31) 및 차광성 크롬 패턴(21)을 마스크로 하고 위상 시프트막(5)을 SF₆과 He의 혼합 가스를 이용하여 압력:5[mmTorr]의 조건에서 이온성 주체의 드라이 에칭을 실시하고 위상 시프트막 패턴(51)을 형성하였다(도 2H 참조).

[0091] 다음으로, 매우 얇은 막두께로 잔존하는 무기계 에칭 마스크 패턴(31)을 Cl₂ 가스 등의 투광성 기관(1)이 에칭 내성을 가지는 에칭 가스를 이용하여 물리적인 드라이 에칭에 의해 박리한다. 혹은 무기계 에칭 마스크 패턴(31)을 상기 불소계 가스를 이용하여 이온성 드라이 에칭에 의해 박리한다. 다음으로, 재차 레지스트를 도포하고 노광·현상에 의해 레지스트 패턴을 형성하고 이 레지스트 패턴을 마스크로 하여 불필요한 개소의 차광성 크롬 패턴(21)을 에칭에 의해 제거한다. 그런 후 소정의 세정을 실시하여 위상 시프트마스크(10)를 얻었다(도 2I 참조).

[0092] 그리고 얻어진 위상 시프트막 패턴(51)의 치수를 호론사 제작 CD-SEM(EMU-220)을 이용하여 국소적으로 패턴의 면적 차이가 생기는 개소(예를 들어 OPC 패턴 형성 개소) 및 마스크면 내에 있어서도 패턴의 소밀 차이도 큰 개소에 있어서 각각 측정하였다. 그 결과 실시예 2에 관련되는 위상 시프트마스크에서는 각 개소에 있어서의 로딩 효과의 영향을 적게할 수 있어, hp 45nm 위상 시프트마스크에 나타나는 미세한 패턴을 고정밀도로 가공하는 것이 가능해지는 것을 확인하였다.

[0093] 이상, 본 발명에 대하여 실시형태를 이용하여 설명했지만, 본 발명의 기술적 범위는 상기 실시형태에 기재된 범위에 한정되지 않는다. 상기 실시형태에 다양한 변경 또는 개량을 추가하는 것이 가능한 것은 당업자에게 명백한 것이다. 그와 같은 변경 또는 개량을 추가한 형태도 본 발명의 기술적 범위에 포함될 수 있는 것은 특허 청구의 범위의 기재로부터 명백한 것이다.

도면의 간단한 설명

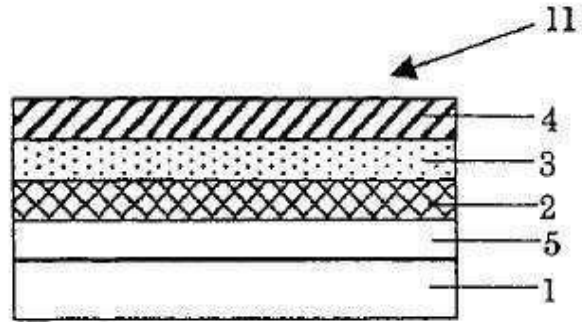
[0094] 도 1은 본 발명에 관련되는 위상 시프트마스크 블랭크의 일례를 나타내는 모식도이다.

[0095]

도 2A ~ 도2I는 본 발명의 위상 시프트마스크 블랭크의 제조공정 및 위상 시프트마스크의 제조공정을 설명하기 위한 모식도이다.

도면

도면1



도면2

