(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월29일
(11) 등록번호 10-1823276
(24) 등록일자 2018년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/80 (2012.01) *C23C 14/06* (2006.01)
C23C 14/34 (2006.01) *G03F 1/32* (2012.01)
H01L 21/033 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 1/80 (2013.01)
C23C 14/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7001584
(22) 출원일자(국제) 2014년09월05일
심사청구일자 2016년01월19일
(85) 번역문제출일자 2016년01월19일
(65) 공개번호 10-2016-0021875
(43) 공개일자 2016년02월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/073498
(87) 국제공개번호 WO 2015/045801
국제공개일자 2015년04월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-196608 2013년09월24일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007241065 A*
JP2007241137 A
JP5728223 B2
JP5231956 B2
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
호야 가부시키가이샤
일본 도쿄도 신쥬꾸구 니시신쥬꾸 6쵸메 10-1
(72) 발명자
노자와 오사무
일본 도쿄 1618525 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5 호야 가부시키가이샤 내
오꾸보 료
일본 도쿄 1618525 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5 호야 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 이중희

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 신상훈

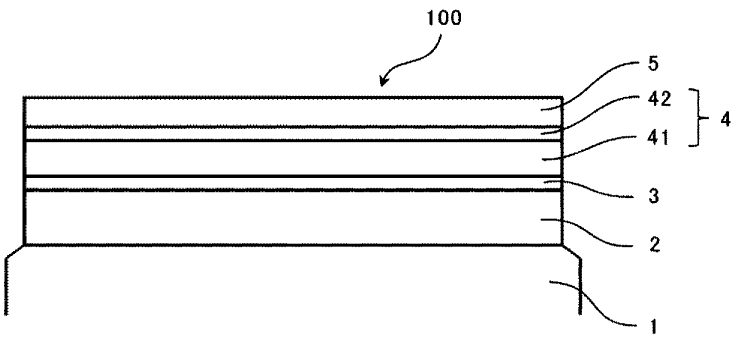
(54) 발명의 명칭 **전사용 마스크의 제조 방법 및 반도체 디바이스의 제조 방법**

(57) 요 약

전사용 마스크의 제작 시에, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막 및 차광막의 적층 구조와 투광성 기판 사이에서 얼라인먼트 마크를 형성 가능한 마스크 블랭크를 제공한다. 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3), 차광막(4) 및 에칭 마스크막(5)이 이 순서대로 적층된 구조를 갖는 마스크 블랭크(100)이며, 광 반투과막(2) 및

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



차광막(3)은, 불소계 가스로의 드라이 에칭이 가능한 재료로 이루어지고, 에칭 스토퍼막 및 에칭 마스크막은, 크롬을 함유하는 재료로 이루어지고, 에칭 스토퍼막의 두께를 Ds, 에칭 스토퍼막의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vs, 에칭 마스크막의 두께를 Dm, 에칭 마스크막의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vm이라고 했을 때, (Dm/Vm)>(Ds/Vs)의 관계를 만족하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
C23C 14/0641 (2013.01)
C23C 14/3414 (2013.01)
G03F 1/32 (2013.01)
H01L 21/0337 (2013.01)

(72) 발명자
시시도 히로아끼
일본 도쿄 1618525 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5 호야 가부시키가이샤 내
오꾸보 야스시
일본 도쿄 1618525 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5 호야 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

투광성 기판 상에, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막, 차광막 및 에칭 마스크막이 이 순서대로 적층된 구조를 갖는 마스크 블랭크를 사용하는 전사용 마스크의 제조 방법이며,

상기 에칭 마스크막 상에, 광 반투과막에 형성해야 할 전사 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 포함하는 제1 패턴을 갖는 제1 레지스트막을 형성하는 공정과,

상기 제1 레지스트막을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 에칭 마스크막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제1 레지스트막을 제거 후, 상기 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 마스크로 하여, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 차광막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제1 패턴을 갖는 차광막을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 잔존시키면서, 상기 에칭 스토퍼막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정과,

상기 에칭 마스크막 상에, 차광막에 형성해야 할 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴을 갖는 제2 레지스트막을 형성하는 공정과,

상기 제2 레지스트막을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 에칭 마스크막에 제2 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제2 레지스트막을 제거 후, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막을 마스크로 해서 상기 광 반투과막에 상기 제1 패턴을 형성함과 함께, 상기 제2 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 마스크로 해서 상기 차광막에 상기 제2 패턴을 형성하는 공정과,

산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 에칭 마스크막을 제거함과 함께, 차광막이 잔존하고 있지 않은 영역의 에칭 스토퍼막을 제거하는 공정을 갖고,

상기 에칭 스토퍼막 및 상기 에칭 마스크막은, 크롬을 함유하는 재료로 이루어지고,

상기 에칭 스토퍼막의 두께를 Ds, 상기 에칭 스토퍼막의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vs, 상기 에칭 마스크막의 두께를 Dm, 상기 에칭 마스크막의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vm이라고 했을 때, 이하의 식(1)의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

$(Dm/Vm)>(Ds/Vs)$ … 식(1)

청구항 2

제1항에 있어서,

이하의 식(2)의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

$Dm-2 \cdot Ds \cdot (Vm/Vs) \geq 2$ [nm] … 식(2)

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 에칭 마스크막의 두께는, 상기 에칭 스토퍼막의 두께보다도 두꺼운 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 차광막은, 탄탈륨을 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 차광막은, 규소 및 질소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광 반투과막은, 규소 및 질소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광 반투과막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정은, 탄소를 함유하지 않는 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭이 행하여지는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 차광막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정은, 탄소를 함유하는 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭이 행하여지는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

청구항 9

제1항에 기재된 전사용 마스크의 제조 방법에 의해 제조된 전사용 마스크를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사를 행하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스의 제조 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마스크 블랭크, 전사용 마스크 및 전사용 마스크의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 반도체 디바이스의 제조 공정에서는, 포토리소그래피법을 사용해서 미세 패턴의 형성이 행하여지고 있다. 이 미세 패턴의 형성에는, 통상 몇 매나 되는 전사용 마스크라고 불리는 기판이 사용된다. 이 전사용 마스크는, 일반적으로 투광성의 유리 기판 상에 금속 박막 등으로 이루어지는 미세 패턴을 형성한 것이다. 이 전사용 마스크의 제조에 있어서도 포토리소그래피법이 사용되고 있다.

[0003] 반도체 디바이스의 패턴을 미세화함에 있어서는, 전사용 마스크에 형성되는 마스크 패턴의 미세화에 부가해서, 포토리소그래피에서 사용되는 노광 광원의 파장의 단파장화가 필요해진다. 반도체 장치 제조 시에 사용되는 노광 광원은, 최근에는 KrF 엑시머 레이저(파장 248㎚)로부터, ArF 엑시머 레이저(파장 193㎚)로 단파장화가 진행되고 있다.

[0004] 전사용 마스크의 종류로서는, 종래의 투광성 기판 상에 크롬계 재료로 이루어지는 차광막 패턴을 구비한 바이너리 마스크 이외에, 하프톤형 위상 시프트 마스크가 알려져 있다. 이 하프톤형 위상 시프트 마스크는, 투광성 기판 상에 광 반투과막 패턴을 구비한 것이다. 이 광 반투과막(하프톤형 위상 시프트막)은 실질적으로 노광에 기여하지 않는 강도로 광을 투과시키고, 또한 그 광 반투과막을 투과한 광에, 동일한 거리만큼 공기 중을 통과한 광에 대하여 소정의 위상차를 발생시키는 기능을 갖고 있으며, 이에 의해, 소위 위상 시프트 효과를 발생시키고 있다.

[0005] 일반적으로, 전사용 마스크에 있어서의 전사 패턴이 형성되는 영역의 외주 영역은, 노광 장치를 사용해서 반도체 웨이퍼 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때, 외주 영역을 투과한 노광광에 의한 영향을 레지스트막이 받지 않도록, 소정값 이상의 광학 농도(OD)를 확보하는 것이 요구되고 있다. 통상, 전사용 마스크의 외주 영역에서는, OD가 3 이상이면 바람직하다고 되어 있고, 적어도 2.8 정도는 필요하다고 되어 있다. 그러나, 하프톤형 위상 시프트 마스크의 광 반투과막은, 노광광을 소정의 투과율로 투과시키는 기능을 갖고 있으며, 이 광 반투과막만으로는, 전사용 마스크의 외주 영역에 요구되고 있는 광학 농도를 확보하는 것이 곤란하다. 이로 인해, 특허문헌 1에 개시되어 있는 위상 시프트 마스크 블랭크와 같이, 노광광에 대하여 소정의 위상 시프트량 및 투과율을 갖는 반투명막 상에 차광막(차광성막)을 적층하고, 반투명막과 차광막의 적층 구조로 소정의 광학 농도를 확보하는 것이 행하여지고 있다.

[0006] 한편, 특허문헌 2에 개시되어 있는 바와 같은, 위상 시프트막 상에 형성되는 차광막을 전이 금속과 규소를 함유하는 재료로 형성한 위상 시프트 마스크 블랭크도 존재한다. 이 위상 시프트 마스크 블랭크에서는, 종래와 마찬가지로, 위상 시프트막을 형성하는 재료에도 전이 금속과 규소를 함유하는 재료가 적용되고 있다. 이로 인해, 위상 시프트막과 차광막 사이에서, 드라이 에칭에 대한 에칭 선택성을 확보하는 것이 어렵다. 이로 인해, 특허문헌 2의 위상 시프트 마스크 블랭크에서는, 위상 시프트막과 차광막 사이에 크롬을 함유하는 재료로 이루어지는 에칭 스토퍼막을 형성하고 있다. 또한, 차광막 상에 크롬을 함유하는 재료로 이루어지는 에칭 마스크막이 형성되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2007-033469호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2007-241065호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 전사용 마스크에서는, 전사 패턴이 형성되는 영역(전사 패턴 형성 영역)의 외주 영역에 얼라인먼트 마크를 설치하는 것이 일반적으로 행하여지고 있다. 특허문헌 1이나 특허문헌 2에 개시되어 있는 바와 같은 노광광을 소정의 투과율로 투과시키는 광 반투과막과 차광막이 적층된 마스크 블랭크로부터 전사용 마스크를 제작하는 경우, 얼라인먼트 마크는 이하의 3개의 구성을 취할 수 있다. 얼라인먼트 마크의 제1 구성은, 광 반투과막과 투광성 기판으로 구성되는 경우이다. 이 경우의 얼라인먼트 마크는, 광 반투과막에 얼라인먼트 마크의 패턴이 형성되고, 얼라인먼트 마크의 패턴 상 및 그 주위의 차광막(특허문헌 2의 마스크 블랭크의 경우, 에칭 스토퍼막도 포함함)은 모두 제거된 구성을 구비한다. 이 경우, 얼라인먼트 마크의 검출기는, 검출광에 대한 광 반투과막과 투광성 기판 사이에 있어서의 콘트라스트로부터 얼라인먼트 마크를 검출한다.

[0009] 얼라인먼트 마크의 제2 구성은, 광 반투과막 및 차광막의 적층 구조와 투광성 기판으로 구성되는 경우이다. 이 경우의 얼라인먼트 마크는, 광 반투과막과 차광막의 양쪽에 얼라인먼트 마크의 패턴이 형성된 구성을 구비한다. 이 경우, 얼라인먼트 마크의 검출기는, 검출광에 대한 광 반투과막과 차광막의 적층 구조와 투광성 기판 사이의 콘트라스트로부터 얼라인먼트 마크를 검출한다.

[0010] 얼라인먼트 마크의 제3 구성은, 차광막과 광 반투과막으로 구성되는 경우이다. 이 경우의 얼라인먼트 마크는, 차광막에 얼라인먼트 마크의 패턴이 형성되고, 얼라인먼트 마크의 패턴 상 및 그 주위의 광 반투과막은 패터닝되지 않고 남겨진 구성을 구비한다. 이 경우, 얼라인먼트 마크의 검출기는, 검출광에 대한 차광막과 광 반투과막 사이의 콘트라스트로부터 얼라인먼트 마크를 검출한다.

[0011] 이 얼라인먼트 마크의 구성 중, 무엇보다 검출 감도가 높아지기 위해서는, 광 반투과막과 차광막의 양쪽에 얼라인먼트 마크의 패턴이 형성된 제2 구성이다. 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같은 크롬을 함유하는 재료로 차광막을 형성한 마스크 블랭크의 경우, 이 차광막은 광 반투과막을 패터닝할 때 사용되는 에칭 가스에 대하여 충분한 에칭 선택성을 갖기 때문에, 제2 구성의 얼라인먼트 마크는 비교적 용이하게 형성할 수 있다. 그러나, 특허문헌 2에 개시되어 있는 마스크 블랭크와 같은, 광 반투과막을 패터닝할 때 사용되는 에칭 가스에 대하여 에칭 선택성을 갖고 있지 않은 차광막일 경우, 제2 구성의 얼라인먼트 마크를 형성하는 것은 곤란하다.

[0012] 특허문헌 2에 개시되어 있는 마스크 블랭크는, 투광성 기판 상에 위상 시프트막, 에칭 스토퍼막, 차광막, 반사 방지막 및 에칭 마스크막이 이 순서대로 적층된 구조를 구비하는 것이다. 위상 시프트막, 차광막 및 반사 방지막은, 불소계 가스로 드라이 에칭 가능한 재료(전이 금속과 규소를 함유하는 재료)로 형성되어 있다. 또한, 에칭 스토퍼막 및 에칭 마스크막은, 크롬을 함유하는 재료로 형성되어 있다. 이 마스크 블랭크로부터 전사용 마스크(위상 시프트 마스크)를 제조하는 프로세스는, 대략 이하와 같다.

[0013] 최초에, 에칭 마스크막 상에, 제1 레지스트막을 도포 형성한다. 제1 레지스트막에 대하여 위상 시프트막에 형성해야 할 전사 패턴을 전자선으로 노광 묘화하고, 현상 처리 등을 행하고, 제1 레지스트 패턴을 형성한다. 이 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭으로, 에칭 마스크막에 전사 패턴을 형성한다. 계속해서, 제1 레지스트 패턴 및 전사 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 마스크로 하여, 불소계 가스에 의한 드라이 에칭으로, 반사 방지막과 차광막에 전사 패턴을 형성한다. 그 후, 제1 레지스트 패턴을 제거하고, 에칭 마스크막 상에 차광띠 패턴(에칭 스토퍼막, 차광막 및 반사 방지막에 형성해야 할 패턴)을 갖는 제2 레지스트 패턴을 형성한다. 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭에 의해, 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 에칭 마스크막에 차광띠의 패턴을 형성하면서, 동시에 전사 패턴을 갖는 차광막 및 반사 방지막을 마스크로 하여, 에칭 스토퍼막에 전사 패턴을 형성한다.

[0014] 계속해서, 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 의해, 제2 레지스트 패턴 및 에칭 마스크막을 마스크로 하여, 반사 방지막 및 차광막에 차광띠 패턴을 형성하면서, 동시에, 전사 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막을 마스크로 하여, 위상 시프트막에 전사 패턴을 형성한다. 그리고, 제2 레지스트 패턴을 제거하고 나서, 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭에 의해, 에칭 마스크막을 제거하면서, 차광띠 패턴을 갖는 차광막 및 반사 방지막을 마스크로 하여, 에칭 스토퍼막에 차광띠 패턴을 형성한다. 특허문헌 2에 개시되어 있는 위상 시프트 마스크의 제조 방법은, 대략 이러한 프로세스로 행하여진다.

[0015] 그러나, 이 특허문헌 2에 있어서의 마스크 블랭크와 위상 시프트 마스크의 제조 방법의 개시 내용을 그대로 적용한 경우, 제3 구성(차광막과 광 반투과막으로 구성됨)의 얼라인먼트 마크밖에 작성할 수 없다. 제1 레지스트 패턴에 얼라이먼트 마크 패턴도 형성해 둔 경우, 제1 레지스트 패턴에서 차광막까지는 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 수 있다. 그러나, 에칭 마스크막에 패턴이 형성되기 전에, 제1 레지스트 패턴이 제거되어 버리는 것, 또한 차광띠 패턴을 갖는 제2 레지스트 패턴이 형성됨으로써 차광막 등에 형성된 얼라인먼트 마크가 제2 레지스트 패턴으로 메워져 버리기 때문에, 그 다음 프로세스에서 에칭 스토퍼막에 전사 패턴을 형성하는 드라이 에칭

시에, 에칭 스토퍼막에 얼라인먼트 마크를 형성할 수 없다.

[0016] 또한, 그 다음 프로세스에서, 에칭 스토퍼막을 마스크로 하여, 위상 시프트막에 전사 패턴을 형성할 때도, 에칭 스토퍼막에 얼라이먼트 마크 패턴이 형성되어 있지 않기 때문에, 위상 시프트막에 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 수 없다. 그 후의 에칭 마스크막을 제거하는 프로세스 시에, 에칭 스토퍼막에 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 수는 있지만, 위상 시프트막에 얼라이먼트 마크 패턴을 형성하는 타이밍이 상실되어 있기 때문에, 제3 구성의 얼라인먼트 마크에 필연적으로 되어 버린다.

[0017] 특허문헌 2에 개시되어 있는 위상 시프트 마스크의 제조 방법에 있어서, 에칭 스토퍼막에 대한 드라이 에칭으로 전사 패턴을 다 형성할 때까지 제1 레지스트 패턴을 남긴 상태로 하고, 또한 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하는 드라이 에칭으로 에칭 마스크막에 차광띠의 패턴을 형성한 후, 반사 방지막 등에 대한 드라이 에칭을 행하기 전에, 제2 레지스트 패턴을 제거하는 프로세스의 변경을 행하면, 제2 구성의 얼라인먼트 마크를 형성하는 것은 가능하다. 그러나, 에칭 스토퍼막에 전사 패턴을 형성하는 드라이 에칭이 끝날 때까지, 제1 레지스트 패턴이 잔존하도록 할 경우, 제1 레지스트막을 더욱 두껍게 할 필요가 있다. 레지스트막의 막 감소량이 많아지는 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭이 2회(에칭 마스크막일 때와 에칭 스토퍼막일 때의 2회) 행하여져도 제1 레지스트막이 남도록 하기 위함이다.

[0018] 최근 들어, 전사용 마스크의 전사 패턴에 대한 한층 더한 미세화의 요구가 심하다. 마스크 블랭크로부터 전사용 마스크를 제작할 때, 레지스트막에 형성되는 전사 패턴도 미세화의 일로를 걷고 있고, 레지스트막의 두께를 더욱 얇게 하는 것이 요구되고 있다. 레지스트막의 두께를 종래보다도 더 얇게 하면서, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막 및 차광막의 적층 구조와 투광성 기판으로 구성되는 얼라인먼트 마크를 구비하는 전사용 마스크를 제작하는 것이 가능한 마스크 블랭크를 제공하는 것이 어려워, 문제가 되었다.

[0019] 한편, 레지스트 패턴의 두께가 얇은 경우, 에칭 마스크막에 전사 패턴을 형성한 후에도 레지스트 패턴을 남긴 상태에서, 차광막이나 광 반투과막에 대하여 불소계 가스에 의한 드라이 에칭을 행하면, 드라이 에칭의 도중에 레지스트 패턴이 소실될 우려가 있다. 드라이 에칭에 있어서, 유기계 재료의 레지스트 패턴이 존재하고 있으면, 그 레지스트 패턴이 에칭되어 탄소나 산소가 발생하고, 그들이 차광막이나 광 반투과막을 드라이 에칭할 때의 에칭 환경에 영향을 준다. 차광막이나 광 반투과막에 대한 드라이 에칭의 도중에, 탄소나 산소를 함유하는 레지스트 패턴이 소실되면, 도중에 에칭 환경이 변화되어 버려, 패턴 정밀도(패턴 측벽 형상의 정밀도나 면 내에서의 CD 정밀도 등)에 악영향을 미칠 우려가 있어, 바람직하지 않다.

[0020] 또한, 에칭 마스크막이나 에칭 스토퍼막을 드라이 에칭할 때의 에칭 가스와, 차광막이나 광 반투과막을 드라이 에칭할 때의 에칭 가스는 상이하기 때문에, 그들의 에칭은 따로 따로의 에칭 챔버에서 행하여지는 경우가 많다. 레지스트 패턴에 기인하는 탄소나 산소의 발생은, 드라이 에칭시에 결함이 발생하는 요인이 될 수 있다. 이로 인해, 에칭 마스크막에의 패터닝(전사 패턴이나 차광띠의 패턴의 패터닝)이 된 후, 레지스트 패턴을 제거하고 나서, 차광막이나 광 반투과막을 드라이 에칭하는 에칭 챔버 내에 마스크 블랭크를 도입하는 것이 바람직하다.

[0021] 한편, 크롬을 함유하는 재료로 형성되는 에칭 스토퍼막에 광 반투과막에 형성해야 할 전사 패턴을 형성할 때 행하여지는 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭을, 에칭 마스크막 상에 레지스트막이 없는 상태에서 행하면, 에칭 마스크막이 소실되어 버릴 우려가 있어, 문제가 되었다.

[0022] 그래서, 본 발명은 종래의 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것이며, 그 목적으로 하는 바는, 투광성 기판 상에, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막, 차광막 및 에칭 마스크막이 이 순서대로 적층된 구조를 갖는 마스크 블랭크에 있어서, 보다 두께가 얇은 레지스트 패턴으로 전사용 마스크를 제작할 수 있고, 또한 전사용 마스크에 형성하는 얼라인먼트 마크를, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막 및 차광막의 적층 구조와 투광성 기판에 의한 구성으로 설치할 수 있는 마스크 블랭크를 제공하는 것이다. 또한, 이 마스크 블랭크를 사용해서 제조되는 전사용 마스크 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 본 발명자는, 상기 과제를 해결하기 위해서 예의 연구한 결과, 본 발명을 완성 시킨 것이다. 즉, 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 이하의 구성을 갖는다.

[0024] (구성1)

[0025] 투광성 기판 상에, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막, 차광막 및 에칭 마스크막이 이 순서대로 적층된 구조를 갖는 마스크 블랭크이며,

[0026] 상기 광 반투과막은, 불소계 가스로의 드라이 에칭이 가능한 재료로 이루어지고,

[0027] 상기 에칭 스토퍼막 및 상기 에칭 마스크막은, 크롬을 함유하는 재료로 이루어지고,

[0028] 상기 차광막은, 불소계 가스로의 드라이 에칭이 가능한 재료로 이루어지고,

[0029] 상기 에칭 스토퍼막의 두께를 Ds, 상기 에칭 스토퍼막의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vs, 상기 에칭 마스크막의 두께를 Dm, 상기 에칭 마스크막의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vm이라고 했을 때, 이하의 식(1)의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 마스크 블랭크.

[0030] $(Dm/Vm)>(Ds/Vs)$ … 식(1)

[0031] (구성2)

[0032] 이하의 식(2)의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 구성1에 기재된 마스크 블랭크.

[0033] $Dm-2\cdot Ds\cdot(Vm/Vs)\geq 2[nm]$ … 식(2)

[0034] (구성3)

[0035] 상기 에칭 스토퍼막은, 크롬 및 산소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구성1 또는 2에 기재된 마스크 블랭크.

[0036] (구성4)

[0037] 상기 에칭 마스크막은, 크롬 및 산소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구성1 내지 3 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크.

[0038] (구성5)

[0039] 상기 에칭 마스크막의 두께는, 상기 에칭 스토퍼막의 두께보다도 두꺼운 것을 특징으로 하는 구성1 내지 4 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크.

[0040] (구성6)

[0041] 상기 차광막은, 탄탈륨을 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구성1 내지 5 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크.

[0042] (구성7)

[0043] 상기 차광막은, 상기 투광성 기판측으로부터 하층 및 상층이 이 순서대로 적층된 구조를 포함하고, 상기 상층은, 탄탈륨에 산소를 함유하는 재료로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 구성6에 기재된 마스크 블랭크.

[0044] (구성8)

[0045] 상기 차광막은, 전이 금속 및 규소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구성1 내지 5 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크.

[0046] (구성9)

[0047] 상기 차광막은, 상기 투광성 기판측으로부터 하층 및 상층이 이 순서대로 적층된 구조를 포함하고, 상기 상층은, 전이 금속, 규소 및 질소를 함유하는 재료로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 구성8에 기재된 마스크 블랭크.

[0048] (구성10)

[0049] 상기 광 반투과막은, 규소 및 질소를 함유하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구성1 내지 9 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크.

[0050] (구성11)

[0051] 구성1 내지 10 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크의 상기 광 반투과막에 전사 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 포함하는 패턴이 형성되고, 상기 에칭 스토퍼막 및 차광막에 차광띠 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 포함하는 패턴이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크.

[0052] (구성12)

[0053] 구성1 내지 10 중 어느 하나에 기재된 마스크 블랭크를 사용하는 전사용 마스크의 제조 방법이며,

[0054] 상기 에칭 마스크막 상에, 광 반투과막에 형성해야 할 전사 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 포함하는 제1 패턴을 갖는 제1 레지스트막을 형성하는 공정과,

[0055] 상기 제1 레지스트막을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 에칭 마스크막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정과,

[0056] 상기 제1 레지스트막을 제거 후, 상기 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 마스크로 하여, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 차광막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정과,

[0057] 상기 제1 패턴을 갖는 차광막을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 잔존시키면서, 상기 에칭 스토퍼막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정과,

[0058] 상기 에칭 마스크막 상에, 차광막에 형성해야 할 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴을 갖는 제2 레지스트막을 형성하는 공정과,

[0059] 상기 제2 레지스트막을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 에칭 마스크막에 제2 패턴을 형성하는 공정과,

[0060] 상기 제2 레지스트막을 제거 후, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막을 마스크로 해서 상기 광 반투과막에 상기 제1 패턴을 형성함과 함께, 상기 제2 패턴을 갖는 에칭 마스크막을 마스크로 해서 상기 차광막에 상기 제2 패턴을 형성하는 공정과,

[0061] 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해, 상기 에칭 마스크막을 제거함과 함께, 차광막이 잔존하고 있지 않은 영역의 에칭 스토퍼막을 제거하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 전사용 마스크의 제조 방법.

[0062] (구성13)

[0063] 상기 광 반투과막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정은, 탄소를 함유하지 않는 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭이 행하여지는 것을 특징으로 하는 구성12에 기재된 전사용 마스크의 제조 방법.

[0064] (구성14)

[0065] 상기 차광막에 상기 제1 패턴을 형성하는 공정은, 탄소를 함유하는 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭이 행하여지는 것을 특징으로 하는 구성13에 기재된 전사용 마스크의 제조 방법.

발명의 효과

[0066] 본 발명에 따르면, 투광성 기판 상에, 광 반투과막, 에칭 스토퍼막, 차광막 및 에칭 마스크막이 이 순서대로 적층된 구조를 갖는 마스크 블랭크로부터 전사용 마스크를 제작할 때, 보다 두께가 얇은 레지스트막으로 광 반투과막에 전사 패턴을 형성할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 이 마스크 블랭크를 사용해서 제작되는 전사용 마스크는, 얼라인먼트 마크를 광 반투과막, 에칭 스토퍼막 및 차광막의 적층 구조와 투광성 기판에 의한 구성으로 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0067] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 마스크 블랭크의 구성을 도시하는 단면도.

도 2는 본 발명의 실시 형태에 관한 전사용 마스크의 구성을 도시하는 단면도.

도 3은 본 발명의 실시 형태에 관한 전사용 마스크의 제조 공정을 도시하는 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0068] 이하, 본 발명의 실시 형태를 상세하게 설명한다. 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 관한 마스크 블랭크의 구성을 도시하는 단면도이다. 도 1에 도시하는 본 발명의 마스크 블랭크(100)는, 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3), 차광막(4) 및 에칭 마스크막(5)이 순서대로 적층된 구조이다. 또한, 차광막(4)은, 하층(41)과 상층(42)이 적층된 구조를 구비한다. 도 2는, 본 발명의 실시 형태에 관한 전사용 마스크(위상 시프트 마스크)의 구성을 도시하는 단면도이다. 도 2에 도시하는 본 발명의 전사용 마스크(200)는, 전사 패턴(8)과

얼라이먼트 마크 패턴이 형성된 광 반투과막(광 반투과 패턴(2a))과, 차광띠 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴이 형성된 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴(3b))과, 차광띠 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴이 형성된 차광막(4)(차광 패턴(4b), 하층 패턴(41b), 상층 패턴(42b))이 순서대로 적층된 구조이다. 얼라인먼트 마크(9)는, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b), 차광 패턴(4b)이 적층된 구조와 투광성 기판(1)에 의해 구성되어 있다.

[0069] 본 발명의 실시 형태에 관한 마스크 블랭크는, 광 반투과막(2)은, 불소계 가스로의 드라이 에칭이 가능한 재료로 이루어지고, 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5)은, 크롬을 함유하는 재료로 이루어지고, 차광막(4)은, 불소계 가스로의 드라이 에칭이 가능한 재료로 이루어지고, 에칭 스토퍼막(3)의 두께를 Ds, 에칭 스토퍼막(3)의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vs, 에칭 마스크막(5)의 두께를 Dm, 에칭 마스크막(5)의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vm이라고 했을 때, (Dm/Vm)>(Ds/Vs)의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0070] 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3), 차광막(4) 및 에칭 마스크막(5)이 이 순서대로 적층된 구조를 갖는 마스크 블랭크(100)에 있어서, 차광막(4)이 광 반투과막(2)과의 사이에서 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 내성이 낮은 경우, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)은 모두 크롬을 함유하는 재료로 형성하는 것이 일반적이다. 크롬을 함유하는 재료는, 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭으로 패터닝이 가능할 뿐만 아니라, 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대하여 높은 내성을 갖기 때문이다. 그러나, 이와 같은 구성의 마스크 블랭크(100)로부터 전사용 마스크(200)를 제작하는 경우, 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3) 및 차광막(4)의 적층 구조와 투광성 기판(1)에 의한 구성인 얼라인먼트 마크(9)(상기 제2 구성의 얼라인먼트 마크)를 형성하는 것은 어렵다.

[0071] 이 얼라인먼트 마크(9)를 형성하기 위해서는, 광 반투과막(2)에 형성해야 할 전사 패턴(노광 장치를 사용하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막 등의 전사 대상물에 대하여 노광 전사를 행할 때, 그 전사 대상물에 전사되는 미세 패턴이나 보조 패턴)을 포함하는 제1 레지스트 패턴에 얼라이먼트 마크 패턴을 포함시킬 필요가 있다. 광 반투과막(2)은, 불소계 가스에 의한 드라이 에칭으로 패터닝된다. 이 광 반투과막(2)의 패터닝에서 사용되는 불소계 가스에 대한 투광성 기판(1)의 에칭 선택성은 그다지 높지 않다. 이로 인해, 광 반투과막(2)에 얼라인먼트 마크의 패턴을 형성하는 프로세스를 광 반투과막(2)에 전사 패턴을 형성하는 공정 후에 행하는 것은 바람직하지 않다. 따라서, 광 반투과막(2)에 전사 패턴을 형성하는 드라이 에칭을 행할 때, 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 필요가 있다.

[0072] 광 반투과막(2)에 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 형성하는 드라이 에칭 공정에서는, 에칭 스토퍼막(3)이 마스크가 될 필요가 있다. 또한, 이 공정에서는, 차광막(4)에 차광띠의 패턴을 형성하는 드라이 에칭도 동시에 행할 필요가 있다. 이 공정 시, 차광띠의 패턴을 갖는 제2 레지스트 패턴을 마스크로 해서 차광막(4)을 패터닝하는 것은 어렵다. 이 공정 시, 에칭 마스크막(5)의 얼라이먼트 마크 패턴을 마스크로 해서 광 반투과막(2)을 패터닝할 필요가 있기 때문에, 에칭 마스크막(5)의 얼라이먼트 마크 패턴 부분의 상방에 제2 레지스트 패턴이 적층되어 있지 않은 상태로 해야 한다. 제2 레지스트 패턴에, 얼라이먼트 마크 패턴을 에칭 마스크막(5)의 얼라이먼트 마크 패턴과 동일 위치에 맞추는 것은, 전자선에 의한 묘화 노광이어도 곤란하다.

[0073] 한편, 상기한 사정과 같이, 차광막(4)이나 광 반투과막(2)에 대하여 불소계 가스에 의한 드라이 에칭을 행할 때 유기계 재료의 레지스트막이 존재하고 있는 것은 바람직하지 않다. 이것을 고려하면, 이전 공정에서 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 에칭 마스크막(5)에 차광띠 패턴을 형성하고, 제2 레지스트 패턴을 제거한 후, 이 차광띠 패턴을 갖는 에칭 마스크막(5)을 마스크로 하여, 차광막(4)에 차광띠 패턴을 형성하는 드라이 에칭을 행함과 함께, 에칭 스토퍼막(3)을 마스크로 하여, 광 반투과막(2)에 전사 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 형성하는 드라이 에칭을 행하는 공정을 행한다고 하는 결론에 이르렀다. 이러한 공정을 행하기 위해서는, 차광막(4)에 차광띠 패턴을 형성하는 공정 시에 에칭 마스크막(5)이 잔존하고 있지 않으면 안된다.

[0074] 특허문헌 2에 개시되어 있는 바와 같은 위상 시프트 마스크의 제조 방법의 경우, 에칭 스토퍼막(3)에 전사 패턴을 형성하는 드라이 에칭과, 에칭 마스크막(5)에 차광 패턴을 형성하는 드라이 에칭을 동시에 행하기 때문에, 차광막(4)에 차광띠 패턴을 형성하는 공정 시에 에칭 마스크막(5)이 잔존하고 있지 않은 일은 발생하지 않는다. 그러나, 이 방법에서는, 에칭 스토퍼막(3)에 얼라인먼트 패턴을 형성할 수 없다.

[0075] 한편, 상기한 사정과 같이, 차광막(4)에 전사 패턴 및 얼라인먼트 패턴을 형성하기 위한 불소계 가스에 의한 드라이 에칭을 행할 때 유기계 재료의 레지스트막이 존재하고 있는 것은 바람직하지 않다. 이로 인해, 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 제1 레지스트 패턴을 마스크로 한 에칭 마스크막(5)에 대한 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭이 행하여진 후, 제1 레지스트 패턴을 제거하는 것을 행한다. 그러나, 제1 레지스트

패턴을 제거해 버림으로써, 후속 공정인 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 차광막(4)을 마스크로 하여, 에칭 스토퍼막(3)에 대한 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭을 행할 때, 에칭 마스크막(5)이 소실될 우려가 발생한다.

[0076] 이상의 기술적 과제를 해결하기 위해서는, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)에 대하여 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭을 동시에 행하였을 때, 에칭 스토퍼막(3)이 소실된 시점에서, 에칭 마스크막(5)이 적어도 잔존하도록, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 조건을 설정할 필요가 있다. 그리고, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 마스크 블랭크에서는, 에칭 스토퍼막(3)의 두께를 Ds, 에칭 스토퍼막(3)의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vs, 에칭 마스크막(5)의 두께를 Dm, 에칭 마스크막(5)의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트를 Vm이라고 했을 때, (Dm/Vm)>(Ds/Vs)의 관계를 만족하는 것을 필요 조건으로 하였다. 또한, 상기 각 변수의 단위는 특별히 한정할 필요는 없지만, 예를 들어 Dm, Ds를 [nm], Vm, Vs를 [nm/sec] 또는 [nm/min]으로 하면 된다.

[0077] 차광막(4)에 형성되는 차광띠 패턴은, 그 이전 공정에서 차광막(4)에 형성되는 전사 패턴보다도 측벽 형상의 정밀도나 CD 정밀도에 대한 요구 레벨은 낮다. 차광막(4)에 차광띠 패턴을 형성할 때의 마스크로서 사용될 수 있는 경우의 에칭 마스크막(5)에 대해서도, 측벽 형상의 정밀도나 CD 정밀도의 요구 레벨은 낮다. 따라서, 이 정밀도에 영향을 주는 에칭 마스크막(5)의 에칭 스토퍼막(3)에 대하여 전사 패턴 및 얼라인먼트 패턴을 형성하는 드라이 에칭 후에 있어서의 잔존 두께는, 남아 있으면 되고, 예를 들어 1㎚ 이상 있으면 된다.

[0078] 예를 들어, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 형성에 사용되는 크롬계 재료가 동일한 것이라면, 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5)의 두께를 두껍게 하면 된다(예를 들어, 1㎚ 두껍게 함). 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)을 동일 조건에서 스퍼터 성막한 경우, 성막시는 조성, 막 밀도 및 결합 구조에 있어서 양자가 거의 동일한 막이 될 수 있고, 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트도 거의 동일해질 수 있다. 그러나, 성막 후에 행하여지는 세정이나 레지스트 도포 전후에서의 대기 중 어닐 등에 의해, 마스크 블랭크(100)의 최상층에 있는 에칭 마스크막(5)은 영향을 받기 쉽다. 이로 인해, 실제의 전사용 마스크(200)의 제조 프로세스에서, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)에 대하여 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭이 행하여지는 공정의 단계에서, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)이 동일한 에칭 레이트가 될 가능성은 낮다.

[0079] 오히려, 이 공정의 이전 공정에서 에칭 마스크막(5)의 산화가 에칭 스토퍼막(3)과 비교해서 진행되는 것은 피하기 어렵고, 에칭 마스크막(5)의 에칭 레이트 쪽이 더 빨라지는 경향이 발생하기 쉽다. 이들의 점을 고려하여, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)을 형성하는 각 재료와 두께를 각각 선정할 필요가 있다.

[0080] 또한, 차광막(4)에 형성되는 차광띠의 측벽 형상의 정밀도나 CD 정밀도를 높일 필요가 있으면, 에칭 스토퍼막(3)에 대하여 전사 패턴 및 얼라인먼트 패턴을 형성하는 드라이 에칭을 행한 후에 있어서의 에칭 마스크막(5)의 잔존 두께는, 2㎚ 이상 있으면 된다. 에칭 마스크막(5)이 2㎚ 이상의 두께로 남도록 하기 위해서는, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)은, $Dm-2\cdot Ds\cdot(Vm/Vs)\geq 2$[nm]의 관계를 만족하면 된다. 또한, 이 관계식은, 에칭 스토퍼막(3)에 대하여 전사 패턴 및 얼라인먼트 패턴을 형성하는 드라이 에칭을 행할 때의 시간(토탈 에칭 타임)을 에칭 마스크막(5)의 에칭 개시부터 광 반투과막(2)의 상면이 최초에 노출될 때까지의 시간(저스트 에칭 타임)의 2배로서 도출된 것이다.

[0081] 특히, 크롬을 함유하는 재료로 이루어지는 박막에 대한 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭에서는 이방성이 약하여, 드라이 에칭이 박막의 하단부에 최초에 도달한 단계에서는 패턴 측벽의 수직성이 낮은 경향이 있다. 이로 인해, 추가의 에칭을 행하여, 패턴 측벽의 수직성을 높일 필요가 있고, 예를 들어 저스트 에칭 타임 분만큼 추가로 에칭이 행하여지는 경우가 많다.

[0082] 에칭 스토퍼막(3)은, 광 반투과막(2)에 전사 패턴을 형성할 때의 드라이 에칭에서 마스크가 되는 막이다. 광 반투과 패턴(2a)에 대한 측벽 형상의 정밀도나 CD 정밀도에 대한 요구 레벨은 높다. 광 반투과 패턴(2a)을 형성하는 드라이 에칭시에 마스크가 되는 막인 에칭 스토퍼막(3)에 형성되는 전사 패턴의 측벽 형상의 정밀도나 CD 정밀도에 대한 요구 레벨도 높다. 이들 요구 레벨을 만족시키기 위해서는, 에칭 스토퍼막(3)에 일정 이상의 두께가 필요하여, 3㎚ 이상인 것이 요구되고, 5㎚ 이상이면 바람직하다. 한편, 상기한 바와 같이, 에칭 스토퍼막(3)에 전사 패턴을 다 형성한 단계에서, 에칭 마스크막(5)이 잔존하고 있을 필요가 있다. 또한, 에칭 마스크막(5)은, 전사 패턴을 갖는 제1 레지스트막을 마스크로 한 드라이 에칭에 의해 전사 패턴이 최초에 형성되는 막이다. 에칭 마스크막(5)의 두께가 두꺼워질수록, 제1 레지스트막의 두께도 두껍게 할 필요가 생긴다. 제1 레지스트막, 에칭 마스크막(5) 및 에칭 스토퍼막(3)에는, 이러한 상호 관계가 있기 때문에, 에칭 스토퍼막(3)의 두께를 그다지 두껍게 할 수는 없다. 이들의 점을 고려하면, 에칭 스토퍼막(3)의 두께는, 10㎚ 이하인 것이 요

망되고, 7㎚ 이하인 것이 바람직하다.

[0083] 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5)에 적용되는 재료는, 크롬계 재료이면, 에칭 특성이 크게 변화하지 않는 한, 다른 원소를 포함해도 된다. 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5)에 바람직한 재료로서는, 예를 들어 크롬에 산소, 질소, 탄소, 수소 및 붕소 등의 원소로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 첨가한 크롬 화합물 등을 들 수 있다. 에칭 스토퍼막(3)에 전사 패턴을 형성하는 드라이 에칭 후에 있어서 에칭 마스크막(5)이 잔존하기 위해서는, 에칭 스토퍼막(3)은, 에칭 마스크막(5)보다도 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트가 빠른 것이 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)은, 크롬 및 산소를 함유하는 재료로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0084] 에칭 마스크막(5)은, 제1 레지스트막을 마스크로 하는 드라이 에칭에 의해 최초에 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴이 형성되는 막이다. 그리고, 이 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴이 형성된 에칭 마스크막(5)은, 드라이 에칭에 의해 차광막(4)에 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 때의 마스크가 되는 막이다. 이로 인해, 에칭 마스크막(5)에 형성되는 전사 패턴의 측벽 형상의 정밀도나 CD 정밀도에 대한 요구 레벨도 높다. 또한, 차광막(4)에 대한 불소계 가스에 의한 드라이 에칭과, 에칭 스토퍼막(3)에 대한 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭이 행하여진 후에도, 에칭 마스크막(5)이 잔존하고 있어야 한다. 이들 요구를 만족시키기 위해서는, 에칭 마스크막(5)에 일정 이상의 두께가 필요하고, 5㎚ 이상인 것이 구해지고, 7㎚ 이상이면 바람직하다. 한편, 에칭 마스크막(5)의 두께가 두꺼워질수록, 제1 레지스트막의 두께도 두껍게 할 필요가 발생한다. 이로 인해, 에칭 마스크막(5)의 두께를 그다지 두껍게 할 수는 없다. 이들의 점을 고려하면, 에칭 마스크막(5)의 두께는, 20㎚ 이하인 것이 요망되고, 15㎚ 이하인 것이 바람직하다.

[0085] 제1 레지스트막의 두께를 저감하면서, 에칭 마스크막(5)에 높은 정밀도로 전사 패턴을 형성하기 위해서는, 에칭 마스크막(5)의 산소 함유 염소계 가스에 대한 에칭 레이트가 빠른 것이 요망된다. 이 때문에 에칭 마스크막(5)도, 크롬 및 산소를 함유하는 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 에칭 마스크막(5)은, 에칭 스토퍼막(3)보다도, 에칭 가스에 노출되는 프로세스가 많다. 이 점을 고려하면, 에칭 마스크막(5)을 형성하는 재료의 크롬 함유량은, 에칭 스토퍼막(3)을 형성하는 재료의 크롬 함유량보다도 많게 하는 것이 바람직하다.

[0086] 이상을 고려하면, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 크롬의 함유량 차는, 5원자% 이상인 것이 바람직하고, 10원자% 이상인 것이 보다 바람직하고, 15원자% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 크롬의 함유량 차는, 50원자% 이하인 것이 바람직하고, 45원자% 이하인 것이 보다 바람직하고, 40원자% 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0087] 크롬을 함유하는 재료는, 재료 중의 크롬의 함유량이 많아질수록 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 내성이 높아지는 경향이 있다. 또한, 크롬을 함유하는 재료는, 재료 중의 산소의 함유량이 많아질수록 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 에칭 레이트가 빨라지는 경향이 있다. 이로 인해, 에칭 스토퍼막(3)은, 에칭 마스크막(5)보다도 크롬의 함유량을 적고, 또한 산소의 함유량을 많게 한 구성으로 하는 것이 바람직하다.

[0088] 이상도 고려하면, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 산소의 함유량 차는, 5원자% 이상인 것이 바람직하고, 10원자% 이상인 것이 보다 바람직하고, 15원자% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 산소의 함유량 차는, 40원자% 이하인 것이 바람직하고, 30원자% 이하인 것이 보다 바람직하고, 25원자% 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0089] 에칭 스토퍼막(3)은, 크롬의 함유량이 70원자% 이하이면 바람직하고, 60원자% 이하이면 보다 바람직하고, 50원자% 이하이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)은, 크롬의 함유량이 30원자% 이상이면 바람직하고, 35원자% 이상이면 보다 바람직하고, 40원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 한편, 에칭 스토퍼막(3)은, 산소의 함유량이 30원자% 이상이면 바람직하고, 35원자% 이상이면 보다 바람직하고, 40원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)은, 산소의 함유량이 60원자% 이하이면 바람직하고, 55원자% 이하이면 보다 바람직하고, 50원자% 이하이면 더욱 바람직하다.

[0090] 에칭 마스크막(5)은, 크롬의 함유량이 35원자% 이상이면 바람직하고, 45원자% 이상이면 보다 바람직하고, 50원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 마스크막(5)은, 크롬의 함유량이 90원자% 이하이면 바람직하고, 80원자% 이하이면 보다 바람직하고, 70원자% 이하이면 더욱 바람직하다. 한편, 에칭 마스크막(5)은, 산소의 함유량이 10원자% 이상이면 바람직하고, 15원자% 이상이면 보다 바람직하고, 20원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 마스크막(5)은, 산소의 함유량이 50원자% 이하이면 바람직하고, 40원자% 이하이면 보다 바람직하고, 35원자% 이하이면 더욱 바람직하다.

[0091] 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5)은, 규소의 함유량이 10원자% 이하이면 바람직하고, 5원자% 이하이면 보다 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5)은, 규소를 함유하지 않는 것이 특히 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)이나 에칭 마스크막(5)의 규소 함유량이 많아지면, 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트가 크게 저하되기 때문이다. 또한, 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 에칭 선택성이 저하되기 때문이다.

[0092] 한편, 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5) 중 적어도 어느 한쪽의 막을 형성하는 재료에, 인듐(In), 주석(Sn) 및 몰리브덴(Mo)으로부터 선택되는 적어도 1 이상의 금속 원소(이하, 이들의 금속 원소를 「인듐 등 금속 원소」라고 함.)를 함유시켜도 된다. 크롬을 함유하는 재료에 상기 인듐 등 금속 원소를 함유시킴으로써, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭의 에칭 레이트를 빠르게 하면서, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 대한 내성의 저하를 억제할 수 있다.

[0093] 크롬과 인듐 등 금속 원소를 함유하는 재료를, 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5) 중 적어도 어느 하나의 막에 적용하는 적합한 구성으로서는, 이하의 것을 들 수 있다.

[0094] (1) 에칭 마스크막(5)에만 인듐 등 금속 원소를 함유하고 있거나, 또는 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5) 쪽이 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량(Cr+I)[원자%]에 대한 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량 I[원자%]의 비율(이하, I/(Cr+I) 비율이라고 함.)이 많은 구성이며, 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5) 쪽이 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 많고, 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3) 쪽이 산소의 함유량이 많은 구성.

[0095] 에칭 마스크막(5)의 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량을 많게 함으로써, 에칭 마스크막(5)을 마스크로 하여, 광 반투과막(2)에 형성해야 할 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 차광막(4)에 형성할 때의 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 에칭 마스크막(5)의 내성이 향상된다.

[0096] 또한, 에칭 마스크막(5)의 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량을 많게 함으로써, 에칭 마스크막(5)의 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 내성을 향상시키기 위해서 크롬의 함유량만을 많게 한 경우에 비해, 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트를 빠르게 할 수 있다. 이에 의해, 에칭 마스크막(5)에 광 반투과막(2)에 형성해야 할 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 때의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭 시에 마스크로서 사용할 수 있는 제1 레지스트막의 두께를 저감할 수 있다.

[0097] 크롬을 함유하는 재료로 이루어지는 박막에 있어서, 막 내의 산소의 함유량을 증가시키는 것에 의한 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트의 상승 정도는, 막 내의 인듐 등 금속 원소의 함유량을 증가시키는 것에 의한 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트의 상승 정도에 비하여 대폭으로 크다. 이로 인해, (1)의 구성의 경우, 에칭 스토퍼막(3)의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트는, 에칭 마스크막(5)의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트보다도 빨라진다. 따라서, 에칭 스토퍼막(3)에 광 반투과막(2)에 형성해야 할 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 때 행하여지는 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭에 의해, 에칭 마스크막(5)이 소실되지 않도록, 에칭 마스크막(5)의 두께를 에칭 스토퍼막(3)의 두께보다도 대폭으로 두껍게 할 필요성은 낮아진다.

[0098] (1)의 구성의 경우, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께가 동일하거나, 에칭 마스크막(5)의 두께 쪽을 두껍게 하는 것이 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 10㎚ 이하인 것이 바람직하고, 7㎚ 이하이면 보다 바람직하고, 5㎚ 이하이면 더욱 바람직하다.

[0099] (2) 에칭 스토퍼막(3)에만 인듐 등 금속 원소를 함유하고 있거나, 또는 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3) 쪽이 I/(Cr+I) 비율이 많은 구성이며, 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3) 쪽이 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 많고, 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5) 쪽이 산소의 함유량이 많은 구성.

[0100] 에칭 스토퍼막(3)의 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량을 많게 함으로써, 에칭 스토퍼막(3)을 마스크로 하여, 광 반투과막(2)에 형성해야 할 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 차광막(4)에 형성할 때의 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 에칭 스토퍼막(3)의 내성이 향상된다. 에칭 스토퍼막(3)의 패턴 에지 부분의 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 내성이 향상된다는 점에서, 에칭 스토퍼막(3)의 두께를 보다 얇게(예를 들어, 5㎚ 이하) 해도, 광 반투과막(2)에 패턴을 높은 정밀도로 형성할 수 있다.

[0101] 에칭 스토퍼막(3)은, 인듐 등 금속 원소를 많이 함유하고 있다는 점에서, 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 많은 것에 의한 에칭 스토퍼막(3)의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트의 저하

정도가 작아진다. 또한, 상기한 바와 같이, 에칭 스토퍼막(3)의 두께를 보다 얇게 할 수 있다는 점에서, 에칭 스토퍼막(3)의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 토탈 에칭 타임을 다른 구성의 경우에 비하여 동등 이하로 할 수 있다. 이로 인해, 에칭 마스크막(5)의 두께를 대폭으로 두껍게 하는 일을 하지 않아도, 에칭 스토퍼막(3)에 광 반투과막(2)에 형성해야 할 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 형성하기 위하여 행하여지는 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭 시, 에칭 마스크막(5)은 소실되지 않는다.

[0102] (2)의 구성의 경우, 에칭 스토퍼막(3)의 두께보다도 에칭 마스크막(5)의 두께를 두껍게 하는 것이 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 3㎚ 이상인 것이 바람직하고, 5㎚ 이상이면 보다 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 15㎚ 이하인 것이 바람직하고, 10㎚ 이하이면 보다 바람직하고, 7㎚ 이하이면 더욱 바람직하다.

[0103] (3) 에칭 마스크막(5)만 인듐 등 금속 원소를 함유하고 있거나, 또는 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5) 쪽이 I/(Cr+I) 비율이 많은 구성이며, 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3) 쪽이 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 많고, 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5) 쪽이 산소의 함유량이 많은 구성.

[0104] 이와 같은 구성의 경우, 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5)의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트가 대폭으로 빨라진다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)은, 산소 함유량이 적고, 크롬의 함유량이 많기 때문에, 광 반투과막(2)에 전사 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 형성할 때 행하여지는 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 내성이 매우 높아진다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)의 패턴 에지 부분의 불소계 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 내성이 향상된다는 점에서, 에칭 스토퍼막(3)의 두께를 보다 얇게(예를 들어, 5㎚ 이하) 해도, 광 반투과막(2)에 패턴을 높은 정밀도로 형성할 수 있다.

[0105] (3)의 구성의 경우, 에칭 스토퍼막(3)의 두께보다도 에칭 마스크막(5)의 두께를 두껍게 하는 것이 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 5㎚ 이상인 것이 바람직하고, 7㎚ 이상이면 보다 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 20㎚ 이하인 것이 바람직하고, 15㎚ 이하이면 보다 바람직하고, 10㎚ 이하이면 더욱 바람직하다.

[0106] (4) 에칭 스토퍼막(3)에만 인듐 등 금속 원소를 함유하고 있거나, 또는 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3) 쪽이 I/(Cr+I) 비율이 많은 구성이며, 에칭 스토퍼막(3)보다도 에칭 마스크막(5) 쪽이 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 많고, 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3) 쪽이 산소의 함유량이 많은 구성.

[0107] 이와 같은 구성의 경우, 에칭 마스크막(5)보다도 에칭 스토퍼막(3)의 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭의 에칭 레이트가 대폭으로 빨라져, 그 에칭 레이트의 차가, (1) 내지 (4)의 각 구성 중에서 가장 커진다. 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스에 의한 드라이 에칭으로 에칭 마스크막(5)에 차광띠 패턴을 형성할 때, 에칭 스토퍼막(3)도 차광막(4)을 마스크로 한 드라이 에칭이 동시에 행하여져, 에칭 스토퍼막(3)에 전사 패턴이 형성된다. 이때, 에칭 스토퍼막(3)에 전사 패턴이 빨리 형성되어 버리면, 그 후, 계속해서 에칭 마스크막(5)에 차광띠 패턴을 형성하는 드라이 에칭이 행하여지고 있는 동안, 에칭 스토퍼막(3)의 패턴 측벽으로부터 사이드 에칭이 진행되어 버린다. 그 결과, 에칭 스토퍼막(3)에 형성되는 전사 패턴의 CD 정밀도가 크게 저하되어 버린다.

[0108] 이상으로부터,(4)의 구성의 경우, 에칭 마스크막(5)의 두께보다도 에칭 스토퍼막(3)의 두께 쪽을 두껍게 하는 것이 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 3㎚ 이상인 것이 바람직하고, 5㎚ 이상이면 보다 바람직하다. 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5)의 두께의 차는, 15㎚ 이하인 것이 바람직하고, 10㎚ 이하이면 보다 바람직하고, 7㎚ 이하이면 더욱 바람직하다.

[0109] (1) 내지(4)의 각 구성에 있어서, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 I/(Cr+I) 비율의 차는, 3% 이상인 것이 바람직하고, 5% 이상인 것이 보다 바람직하고, 7% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 I/(Cr+I) 비율의 차는, 45% 이하인 것이 바람직하고, 40% 이하인 것이 보다 바람직하고, 30% 이하인 것이 더욱 바람직하다. (1) 내지(4)의 각 구성에 있어서, 에칭 스토퍼막(3) 및 에칭 마스크막(5)의 I/(Cr+I) 비율은, 50% 이하이면 바람직하고, 30% 이하이면 보다 바람직하고, 20% 이하이면 더욱 바람직하다. 인듐 등 금속 원소는, 크롬에 비하여 약액 세정이나 온수 세정에 대한 내성이 낮기 때문이다.

[0110] (1) 및 (4)의 구성에 있어서, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량의 차는, 5원자% 이상인 것이 바람직하고, 10원자% 이상인 것이 보다 바람직하고, 15원자% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 크롬과 인듐 등 금속

원소의 합계 함유량의 차는, 50원자% 이하인 것이 바람직하고, 45원자% 이하인 것이 보다 바람직하고, 40원자% 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0111] (2) 및 (3)의 구성에 있어서, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량의 차는, 10원자% 이상인 것이 바람직하고, 15원자% 이상인 것이 보다 바람직하고, 20원자% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)과 에칭 마스크막(5) 사이에 있어서의 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량의 차는, 45원자% 이하인 것이 바람직하고, 40원자% 이하인 것이 보다 바람직하고, 35원자% 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0112] 에칭 스토퍼막(3)은 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 70원자% 이하이면 바람직하고, 60원자% 이하이면 보다 바람직하고, 50원자% 이하이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)은, 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 30원자% 이상이면 바람직하고, 35원자% 이상이면 보다 바람직하고, 40원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 한편, 에칭 스토퍼막(3)은, 산소의 함유량이 30원자% 이상이면 바람직하고, 35원자% 이상이면 보다 바람직하고, 40원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 스토퍼막(3)은, 산소의 함유량이 60원자% 이하이면 바람직하고, 55원자% 이하이면 보다 바람직하고, 50원자% 이하이면 더욱 바람직하다.

[0113] 에칭 마스크막(5)은, 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 35원자% 이상이면 바람직하고, 45원자% 이상이면 보다 바람직하고, 50원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 마스크막(5)은, 크롬과 인듐 등 금속 원소의 합계 함유량이 90원자% 이하이면 바람직하고, 80원자% 이하이면 보다 바람직하고, 70원자% 이하이면 더욱 바람직하다. 한편, 에칭 마스크막(5)은, 산소의 함유량이 10원자% 이상이면 바람직하고, 15원자% 이상이면 보다 바람직하고, 20원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 에칭 마스크막(5)은, 산소의 함유량이 50원자% 이하이면 바람직하고, 40원자% 이하이면 보다 바람직하고, 35원자% 이하이면 더욱 바람직하다.

[0114] 투광성 기판(1)은, 사용하는 노광 파장에 대하여 투명성을 갖는 것이면 특별히 제한되지 않는다. 본 발명에서는, 합성 석영 유리 기판, 기타 각종 유리 기판(예를 들어, 소다석회 유리, 알루미노실리케이트 유리 등)을 사용할 수 있다. 반도체 장치의 패턴을 미세화함에 있어서는, 광 반투과막에 형성되는 마스크 패턴의 미세화에 부가해서, 반도체 장치 제조 시의 포토리소그래피에서 사용되는 노광 광원 파장의 단파장화가 필요해진다. 반도체 장치 제조 시의 노광 광원으로서는, 최근에는 KrF 엑시머 레이저(파장 248㎚)로부터, ArF 엑시머 레이저(파장 193㎚)로 단파장화가 진행되고 있다. 각종 유리 기판 중에서도 특히 합성 석영 유리 기판은, ArF 엑시머 레이저 또는 그것보다도 단파장의 영역에서 투명성이 높으므로, 고정밀의 전사 패턴 형성에 사용되는 본 발명의 마스크 블랭크 기판으로서 적합하다.

[0115] 광 반투과막(2)은, 불소계 가스를 함유하는 에칭 가스에 의한 드라이 에칭이 가능한 재료로 형성된다. 광 반투과막(2)은, 노광광을 소정의 투과율로 투과시키는 기능을 갖는 막이다. 광 반투과막은, 노광광에 대한 투과율이 1% 이상인 것이 바람직하다. 광 반투과막(2)은, 하프톤형 위상 시프트 마스크에 사용되는 위상 시프트막이나 인핸서형 위상 시프트 마스크에 사용되는 광 반투과막인 것이 바람직하다.

[0116] 하프톤형 위상 시프트 마스크 블랭크의 광 반투과막(위상 시프트막)(2)은, 실질적으로 노광에 기여하지 않는 강도의 광(예를 들어, 노광 파장에 대하여 1% 내지 30%)을 투과시키는 것이며, 소정의 위상차(예를 들어 150도 내지 180도)를 갖는 것이다. 이 광 반투과막(2)을 패터닝한 광 반투과부와, 광 반투과막이 형성되어 있지 않은 실질적으로 노광에 기여하는 강도의 광을 투과시키는 광투과부에 의해, 광 반투과부를 투과해서 광의 위상이 광투과부를 투과한 광의 위상에 대하여 실질적으로 반전된 관계가 되도록 함으로써, 광 반투과부와 광투과부와의 경계부 근방을 통과하여 회절 현상에 의해 서로 상대의 영역으로 돌아 들어온 광이 서로 상쇄되도록 하여, 경계부에 있어서의 광강도를 거의 제로로 하고 경계부의 콘트라스트 즉 해상도를 향상시키는 것이다.

[0117] 한편, 인핸서형 위상 시프트 마스크용 마스크 블랭크의 광 반투과막(2)은, 실질적으로 노광에 기여하지 않는 강도의 광(예를 들어, 노광 파장에 대하여 1% 내지 30%)을 투과시키는 것이기는 하지만, 투과하는 노광광에 발생시키는 위상차가 작은 막(예를 들어, 위상차가 30도 이하. 바람직하게는 0도.)이고, 이 점이, 하프톤형 위상 시프트 마스크 블랭크의 광 반투과막(2)과는 상이하다.

[0118] 광 반투과막(2)은, 규소와 질소를 함유하는 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 광 반투과막(2)은, 규소, 전이 금속 및 질소를 함유하는 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 이 경우의 전이 금속으로서는, 몰리브덴(Mo), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 하프늄(Hf), 니켈(Ni), 바나듐(V), 지르코늄(Zr), 루테늄(Ru), 로듐(Rh), 니오븀(Nb) 및 팔라듐(Pd) 등 중 어느 하나 이상의 금속 또는 이 금속의 합금을 들 수 있다. 광 반투과막(2)의 재료에는, 상기한 원소에 부가해서, 질소(N), 산소(O), 탄소(C), 수소(H) 및 붕소(B) 등

의 원소가 포함되어도 된다. 또한, 광 반투과막(2)의 재료에는, 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr) 및 크세논(Xe) 등의 불활성 가스가 포함되어도 된다.

[0119] 이들 재료는, 불소계 가스를 함유하는 에칭 가스에 의한 드라이 에칭에 대한 에칭 레이트가 빨라, 광 반투과막에 요구되는 여러 특성을 얻기 쉽다. 특히, 이들 재료는, 광 반투과막을 투과하는 노광광의 위상을 엄밀하게 제어할 필요가 있는 위상 시프트막이나, 위상 지연막과 위상 진행막이 적층된 구조를 갖는 인핸서형 위상 시프트 마스크용 광 반투과막을 형성하는 재료로서 바람직하다. 광 반투과막(2)이 하프톤형 위상 시프트막이나 반투명 적층막인 경우, 막 내의 전이 금속(M)의 함유량[원자%]을, 전이 금속(M)과 규소(Si)의 합계 함유량[원자%]으로 제산해서 산출한 백분율[%](이하, M/M+Si 비율이라고 함.)이, 35% 이하인 것이 바람직하고, 25% 이하이면 보다 바람직하고, 20% 이하이면 더욱 바람직하다. 전이 금속은, 규소에 비하여 소쇠 계수는 높지만, 굴절률도 높은 원소이다. 제1 막을 형성하는 재료의 굴절률이 너무 높으면, 막 두께 변동에 의한 위상의 변화량이 커져, 위상과 투과율과의 양쪽을 제어하는 것이 어려워진다.

[0120] 차광막(4)은, 불소계 가스를 함유하는 에칭 가스로의 드라이 에칭이 가능한 재료가 사용된다. 이러한 특성을 갖는 재료로서는, 탄탈륨을 함유하는 재료나 전이 금속과 규소를 함유하는 재료를 들 수 있다.

[0121] 탄탈륨을 함유하는 재료로서 바람직한 것으로서는, 탄탈륨 금속 단체나, 탄탈륨에, 산소, 질소, 탄소 및 붕소로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 함유하는 화합물이 있다. 또한, 탄탈륨 및 하프늄, 지르코늄 및 몰리브덴 등으로부터 선택되는 1종 이상의 금속을 함유하는 합금, 또는, 이 합금에 산소, 질소, 붕소, 탄소로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 첨가한 화합물 등도 들 수 있다.

[0122] 한편, 전이 금속과 규소를 함유하는 재료로서 바람직한 것으로서는, 전이 금속 및 규소로 이루어지는 재료나, 전이 금속 및 규소에, 산소, 질소, 탄소 및 붕소로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 함유하는 화합물이 있다. 또한, 이 경우에 적합한 전이 금속으로서는, 몰리브덴, 탄탈륨, 텅스텐, 티타늄, 크롬, 하프늄, 니켈, 바나듐, 지르코늄, 루테늄, 로듐, 니오븀, 팔라듐, 철, 구리, 아연, 은, 백금 및 금으로부터 선택되는 1종 이상의 금속을 들 수 있다.

[0123] 차광막(4)은, 단층 구조, 2층 이상의 적층 구조 중 어느 쪽의 형태를 취할 수도 있다. 이 마스크 블랭크(100)로부터 제조되는 위상 시프트 마스크(200)는, 차광띠 패턴이, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b)의 적층 구조로 형성된다. 이로 인해, 본 발명의 마스크 블랭크는, 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3) 및 차광막(4)의 적층 구조에 있어서의 노광광에 대한 광학 농도(OD)가 2.8 이상인 것이 요망되고, 3.0 이상이면 바람직하다.

[0124] 차광막(4)을, 탄탈륨을 함유하는 재료를 사용해서 단층 구조로 형성하는 경우, 광학 농도를 확보하기 위해서, 막 중에 있어서의 탄탈륨 이외의 원소의 함유량, 특히 광학 농도를 저하시키기 쉬운 산소나 질소의 함유량을 최대한 적게 하는 것이 바람직하다. 한편, 이러한 재료는, 내약성이 낮은 경향이 있다. 이로 인해, 차광막(4)을, 탄탈륨을 함유하는 재료를 사용해서 단층 구조로 형성하는 경우, 그 표층에 고산화층이 형성되어 있는 것이 바람직하다. 고산화층은, 산소 함유량이 60원자% 이상이면 바람직하고, 66.7원자% 이상이면 보다 바람직하고, 68원자% 이상이면 더욱 바람직하다. 산소 함유량이 많아짐에 따라서, 고산화층 중의 Ta_2O_5 결합의 비율이 높아져, 내약성 등의 내성이 높아지기 때문이다. 차광막(4)은, 결정 구조가 미결정인 것이 바람직하고, 비정질인 것이 보다 바람직하다.

[0125] 고산화층은, 상기와 같은 작용 효과가 충분히 얻어지도록 하기 위해서는, 두께가 1.5㎚ 이상 4㎚ 이하로 하는 것이 바람직하다. 두께가 1.5㎚ 미만에서는 효과를 충분히 얻지 못하고, 4㎚를 초과하면 차광막(4)의 광학 특성에 미치는 영향이 커져 버린다. 차광막(4) 전체의 광학 농도 확보, 내약성, 산소와 염소의 혼합 가스에 의한 드라이 에칭 내성의 향상의 각 관점간의 밸런스를 고려하면, 고산화층의 두께는, 1.5㎚ 이상 3㎚ 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0126] 차광막(4)은, 탄탈륨을 함유하는 재료를 사용하여 하층(41) 및 상층(42)이 이 순서대로 적층된 구조를 포함하는 구성으로 하고, 또한 상층(42)을 탄탈륨에 산소를 함유하는 재료로 형성해도 된다. 하층(41)은, 광학 농도를 확보하기 위해서, 막 중에 있어서의 탄탈륨 이외의 원소의 함유량, 특히 광학 농도를 저하시키기 쉬운 산소나 질소의 함유량을 최대한 적게 하는 것이 바람직하다. 또한, 상층(42)은, 표면 반사를 저감시키기 위해서 산소나 질소를 함유시키고, 상층(42) 중의 굴절률을 크게 하여, 소쇠 계수를 작게 할 필요가 있다. 그러나, 상층(42)에서 광학 농도를 조금이라도 많이 확보하기 위해서는, 소쇠 계수 k를 대폭으로 낮춰 버리는 산소의 함유량은, 60원자% 미만으로 하는 것이 바람직하다. 상층(42)의 표층에, 산소 함유량이 60원자% 이상의 고산화층이

형성되어 있는 것이 바람직하다. 그 밖의 표층에 형성되는 고산화층에 관한 사항에 대해서는, 상기한 탄탈륨을 함유하는 재료를 사용한 단층 구조의 차광막(4)에 형성하는 고산화층과 마찬가지이다.

[0127] 단층 구조의 경우에 있어서의 차광막(4)이나 적층 구조의 경우에 있어서의 차광막(4)의 하층(41)은, 탄탈륨에 질소를 함유하는 재료를 적용하는 것이 바람직하다. 이들의 경우, 질소 함유량을 62원자% 미만(바람직하게는 51원자% 이하, 보다 바람직하게는 30원자% 이하)으로 하면, 표면 조도를 Rq로 0.60㎚ 이하로 억제할 수 있다.

[0128] 차광막(4)을, 전이 금속과 규소를 함유하는 재료를 사용해서 단층 구조로 형성하는 경우, 광학 농도를 확보하기 위해서, 막 중에 있어서의 전이 금속과 규소 이외의 원소의 함유량, 특히 광학 농도를 저하시키기 쉬운 산소나 질소의 함유량을 최대한 적게 하는 것이 바람직하다. 한편, 이러한 재료는, 내약성이 낮은 경향이 있다. 또한, 차광막(4)의 표면에 적층되어 있는 에칭 마스크막(5)을 제거할 때 사용되는 염소계 가스와 산소 가스의 혼합 가스에 의한 드라이 에칭에 대하여 내성이 충분히 높다고는 할 수 없다. 상기한 내약성 및 에칭 내성은, 막 내의 전이 금속의 함유량이 많아짐에 따라서 저하되는 경향이 있다. 또한, 막 내의 산소의 함유량이 많아짐에 따라서 높아지는 경향도 있다. 이것을 고려하면, 차광막(4)을, 상기한 전이 금속과 규소를 함유하는 재료를 사용해서 단층 구조로 형성하는 경우, 그 표층에, 전이 금속의 함유량이 4원자% 이하이며, 또한 산소 함유량이 30원자% 이상인 산화층을 형성하는 것이 바람직하다.

[0129] 차광막(4)은, 상기한 전이 금속과 규소를 함유하는 재료를 사용하고, 하층(41)과 상층(42)의 적층 구조를 포함하는 구성으로 하고, 또한 상층(42)을 전이 금속, 규소 및 질소를 함유하는 재료로 형성해도 된다. 하층(41)은, 광학 농도를 확보하기 위해서, 막 중에 있어서의 전이 금속과 규소 이외의 원소의 함유량, 특히 광학 농도를 저하시키기 쉬운 산소나 질소의 함유량을 최대한 적게 하는 것이 바람직하다. 상층(42)은, 표면 반사를 저감시키기 위해서 산소나 질소를 함유시키고, 상층(42) 중의 굴절률을 크게 하여, 소쇠 계수를 작게 할 필요가 있다. 그러나, 상층(42)에서 광학 농도를 조금이라도 많이 확보하기 위해서는, 소쇠 계수 k를 대폭으로 낮춰 버리는 산소의 함유량을 적게 하는 것이 바람직하다. 또한, 상층(42)의 표층에, 전이 금속의 함유량이 4원자% 이하이며, 또한 산소 함유량이 30원자% 이상인 산화층을 형성하는 것이 바람직하다.

[0130] 단층 구조의 차광막(4)이나 하층(41)을 전이 금속과 규소를 함유하는 재료를 사용해서 형성하는 경우에 있어서, 재료 중의 전이 금속(M)의 함유량[원자%]을, 전이 금속(M)과 규소(Si)의 합계 함유량[원자%]으로 제산해서 산출한 백분율[%](이하, M/M+Si 비율이라고 함.)이 9% 이상 또한 35% 이하인 것이 바람직하고, 11% 이상 또한 33% 이하이면 보다 바람직하다. 전이 금속과 규소를 함유하는 재료가 이 M/M+Si 비율의 범위 내이면, 재료의 광학 농도를 보다 높게 할 수 있다.

[0131] 상층(42)의 두께는, 3㎚ 이상인 것이 바람직하고, 5㎚ 이상이면 보다 바람직하고, 7㎚ 이상이면 더욱 바람직하다. 또한, 상층(42)의 두께는, 20㎚ 이하인 것이 바람직하고, 15㎚ 이하이면 보다 바람직하고, 10㎚ 이하이면 더욱 바람직하다.

[0132] 차광막(4)의 전체 두께에 대한 상층(42)의 비율은, 1/10 이상인 것이 바람직하고, 1/5 이상이면 보다 바람직하고, 1/4 이상이면 더욱 바람직하다. 차광막(4)의 전체 두께에 대한 상층(42)의 비율은, 2/3 이하인 것이 바람직하고, 1/2 이하이면 보다 바람직하고, 1/3 이하이면 더욱 바람직하다.

[0133] 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3), 차광막(4) 및 에칭 마스크막(5)을 성막하는 방법으로서는, 예를 들어 스퍼터 성막법을 바람직하게 들 수 있지만, 본 발명에서는 스퍼터 성막법에 한정할 필요는 없다.

[0134] 본 발명의 실시 형태는, 상기한 실시 형태에 관한 마스크 블랭크의 광 반투과막에 광 반투과 패턴이 형성되고, 에칭 마스크막과 차광막에 차광띠 패턴이 형성된 전사용 마스크나 그 전사용 마스크의 제조 방법에 대해서도 제공하는 것이다. 도 3은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 전사용 마스크의 제조 공정을 도시하는 단면도이다. 도 3에 도시하는 제조 공정에 따라, 이 실시 형태에 관한 전사용 마스크의 제조 방법을 설명한다. 여기서 사용하는 마스크 블랭크(100)의 구성의 상세는 상술한 바와 같다.

[0135] 먼저, 마스크 블랭크(100)의 에칭 마스크막(5)의 표면에 접하여, 유기계 재료로 이루어지는 제1 레지스트막을 형성한다. 이 제1 레지스트막에 대하여 광 반투과막(2)에 형성해야 할 원하는 광 반투과 패턴(전사 패턴)과 얼라이먼트 마크 패턴을 포함하는 제1 패턴을 패턴 묘화하고, 현상 처리를 행함으로써, 원하는 광 반투과 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 레지스트막(제1 레지스트 패턴)(6a)을 형성한다(도 3의 (A) 참조).

[0136] 계속해서, 이 제1 레지스트 패턴(6a)을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스(염소계 가스와 산소 가스의 혼합 가스)를 사용한 드라이 에칭을 에칭 마스크막(5)에 대하여 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크

패턴)(5a)을 형성한다(도 3의 (B) 참조). 그 후, 제1 레지스트 패턴(6a)을 제거한다. 에칭 마스크막(5)의 드라이 에칭에 사용하는 산소 함유 염소계 가스 중의 염소계 가스로서는, 예를 들어 Cl_2, $SiCl_4$, $CHCl_3$, CH_2Cl_2, CCl_4 및 BCl_3 등을 들 수 있다. 또한, 후술하는 에칭 스토퍼막(3)의 드라이 에칭에 사용되는 산소 함유 염소계 가스에 대해서도 마찬가지이다.

[0137] 이어서, 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크 패턴)(5a)를 마스크로 하여, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭을 차광막(4)(상층(42) 및 하층(41))에 대하여 행하고, 제1 패턴을 갖는 차광막(차광 패턴)(4a), 즉 상층 패턴(42a), 하층 패턴(41a)을 형성한다(도 3의 (C) 참조). 이 드라이 에칭에서 사용되는 불소계 가스로서, 예를 들어 SF_6, CHF_3, CF_4, C_2F_6, C_4F_8 등의 에칭 가스를 사용한다. 또한, 본 발명에 있어서의 불소계 가스는, 상기에 열거되어 있는 불소를 함유하는 가스와 헬륨이나 산소 등의 가스와의 혼합 가스도 포함된다. 드라이 에칭을 행하는 차광막이 탄탈륨을 함유하는 재료인 경우에는, 탄소를 함유하는 불소계 가스를 사용하면 에칭 레이트를 빠르게 할 수 있어, 바람직하다. 한편, 드라이 에칭을 행하는 차광막이 전이 금속과 규소를 함유하는 재료인 경우에는, 탄소를 함유하지 않는 불소계 가스(SF_6)를 사용하면 에칭 레이트를 빠르게 할 수 있어, 바람직하다. 또한, 탄소를 함유하지 않는 불소계 가스(SF_6)는 광 반투과막(2)과의 사이에서 투광성 기판(1)과의 에칭 선택성이 비교적 높기 때문에, 광 반투과막(2)을 에칭할 때의 에칭 가스로서 적합하다.

[0138] 이어서, 제1 패턴을 갖는 차광막(차광 패턴)(4a)을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스(염소계 가스와 산소 가스의 혼합 가스)를 사용한 드라이 에칭을 에칭 스토퍼막(3)에 대하여 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성한다. 이때, 산소 함유 염소계 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 에칭된다. 그러나, 에칭 마스크막과 에칭 스토퍼막을 상기한 관계가 되도록 형성하고 있기 때문에, 에칭 스토퍼 패턴(3a)에의 드라이 에칭 종료 후에도, 에칭 마스크 패턴(5a)은 잔존시킬 수 있다(도 3의 (D) 참조).

[0139] 이어서, 에칭 마스크 패턴(5a)의 표면에 접하여, 유기계 재료로 이루어지는 제2 레지스트막을 형성한다. 이 제2 레지스트막에 대하여 차광막(4) 및 에칭 스토퍼막(3)에 형성해야 할 원하는 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴을 패턴 묘화하고, 현상 처리를 행함으로써, 원하는 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴을 갖는 레지스트막(제2 레지스트 패턴)(7b)을 형성한다. 그리고, 이 제2 레지스트 패턴(7b)을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭을 에칭 마스크막(5a)에 대하여 행하고, 제2 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크 패턴)(5b)을 형성한다(도 3의 (E) 참조). 이 공정 후에 있어서의 에칭 마스크 패턴(5b)에는, 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴의 양쪽이 존재하게 된다. 그 후, 제2 레지스트 패턴(7b)을 제거하였다.

[0140] 이어서, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 마스크로 하여, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제1 패턴을 갖는 광 반투과막(광 반투과 패턴)(2a)을 형성한다. 이것과 동시에, 제2 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크 패턴)(5b)을 마스크로 하여, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭도 행하고, 제2 패턴을 갖는 차광막(차광 패턴)(4b), 즉 상층 패턴(42b), 하층 패턴(41b)을 형성한다(도 3의 (F) 참조). 이때, 광 반투과막(2)에 얼라인먼트 패턴이 형성되고, 투광성 기판의 표면이 노출된다. 이 공정 후에 있어서의 차광 패턴(4b)(상층 패턴(42b), 하층 패턴(41b))에는, 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴의 양쪽이 존재하게 된다.

[0141] 이어서, 차광 패턴(4b)을 마스크로 하여, 산소 함유 염소계 가스(염소계 가스와 산소 가스의 혼합 가스)를 사용한 드라이 에칭을 에칭 스토퍼 패턴(3a)에 대하여 행하고, 차광막이 존재하고 있지 않은 영역의 에칭 스토퍼막을 제거함으로써, 제2 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3b)을 형성한다. 이것과 동시에, 제2 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크 패턴)(5b)은, 산소 함유 염소계 가스를 사용한 드라이 에칭에 의해 전면 제거된다. 이 공정 후에 있어서의 에칭 스토퍼 패턴(3b)에는, 차광띠 패턴을 포함하는 제2 패턴과 얼라이먼트 마크 패턴의 양쪽이 존재하게 된다. 그 후, 소정의 세정을 실시함으로써, 전사용 마스크(200)가 얻어진다(도 3의 (G) 참조).

[0142] 이 전사용 마스크(200)는, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b), 차광 패턴(4b)의 적층 구조와 투광성 기판(1)이 노출된 부분에 의해 얼라인먼트 마크(9)가 형성되어 있다. 이 얼라인먼트 마크(9)는, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대한 콘트라스트는, 광 반투과 패턴과 투광성 기판 사이에서 얼라인먼트 마크를 형성한 경우에 비하여 대폭으로 높다.

[0143] 또한, 본 발명의 전사용 마스크에 있어서, 예를 들어 투광성 기판의 1변의 크기가 약 152㎜인 사각형인 경우, 전사 패턴이 형성되는 영역인 전사 패턴 형성 영역은, 투광성 기판의 중심을 기준으로 한 132㎜×104㎜의 사각형의 내측 영역이다. 그리고, 얼라인먼트 마크는, 기본적으로 전사 패턴 형성 영역의 외측 영역에 형성된다.

또한, 상기에서는, 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3) 및 차광막(4)의 적층 구조 패턴과 투광성 기판(1) 사이에서 형성되는 것으로서 얼라인먼트 마크에 대해서 설명했지만, 이것에만 한정되지 않는다. 전사용 마스크의 전사 패턴 형성 영역의 외측 영역에 있어서, 광 반투과막(2), 에칭 스토퍼막(3) 및 차광막(4)의 적층 구조 패턴과 투광성 기판(1) 사이에서 형성되는 것으로서, 바코드 등의 개체 식별용 마크나 육안으로 식별하기 위한 문자 등의 마크가 있다. 이들 마크도 고콘트라스트인 것이 바람직하고, 본 발명의 마스크 블랭크나 전사용 마스크의 구성을 적용하는 것이 바람직하다.

[0144] <실시예>

[0145] 이하, 실시예에 의해, 본 발명의 실시 형태를 더욱 구체적으로 설명한다.

[0146] (실시예 1)

[0147] 주표면의 치수가 약 152㎜×약 152㎜이고, 두께가 약 6.35㎜인 합성 석영 유리로 이루어지는 투광성 기판(1)을 준비하였다. 이 투광성 기판(1)은, 단부면 및 주표면이 소정의 표면 조도로 연마되고, 그 후, 소정의 세정 처리 및 건조 처리가 실시된 것이었다.

[0148] 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 몰리브덴(Mo)과 규소(Si)와의 혼합 타깃(Mo:Si=12원자%:88원자%)을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N_2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 기판(1) 상에 몰리브덴, 규소 및 질소로 이루어지는 광 반투과막(2)(MoSiN막 Mo:12원자%, Si:39원자%, N:49원자%)을 69㎚의 막 두께로 형성하였다. 또한, MoSiN막의 조성은, 오제 전자 분광 분석(AES)에 의해 얻어진 결과이다. 이하, 다른 막에 대해서도 마찬가지이다.

[0149] 계속해서, 상기 MoSiN막(광 반투과막(2))이 형성된 투광성 기판(1)에 대하여, 광 반투과막(2)의 표층에 산화층을 형성하는 처리를 실시하였다. 구체적으로는, 가열로(전기로)를 사용하여, 대기 중에서 가열 온도를 450℃, 가열 시간을 1시간으로 하여, 가열 처리를 행하였다. 가열 처리 후의 광 반투과막(2)을 오제 전자 분광 분석(AES)으로 분석한 바, 광 반투과막(2)의 표면으로부터 약 1.5㎚ 정도의 두께로 산화층이 형성되어 있는 것이 확인되고, 그 산화층의 산소 함유량은 42원자%이었다. 가열 처리 후의 MoSiN막(광 반투과막(2))에 대하여 위상 시프트량 측정 장치로 ArF 엑시머 레이저의 광 파장(약 193㎚)에 있어서의 투과율 및 위상차를 측정한 바, 투과율은 6.07%, 위상차가 177.3도이었다.

[0150] 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr) 타깃을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 광 반투과막(2)의 표면에 접하여, 크롬, 산소, 탄소 및 질소로 이루어지는 에칭 스토퍼막(3)(CrOCN막 Cr:48.9원자%, O:26.4원자%, C:10.6원자%, N:14.1원자%)을 5㎚의 막 두께로 형성하였다.

[0151] 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 탄탈륨(Ta) 타깃을 사용하여, 질소(N_2) 및 크세논(Xe) 가스 분위기에서의 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 에칭 스토퍼막(3)의 표면에 접하여, 탄탈륨 및 질소로 이루어지는 차광막(4)의 하층(41)(TaN막 Ta:88.7원자%, N:11.3원자%)을 20㎚의 막 두께로 형성하였다. 계속해서, 산소(O2) 및 아르곤(Ar) 가스 분위기에서의 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 탄탈륨 및 산소로 이루어지는 차광막(4)의 상층(42)(TaO막 Ta:41.1원자%, O:58.9원자%)을 6㎚의 막 두께로 형성하고, 합계의 두께가 26㎚인 탄탈륨계 차광막(4)을 형성하였다.

[0152] 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr) 타깃을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 차광막(4)(상층(42))의 표면에 접하여, 크롬, 산소, 탄소 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrOCN막 Cr:48.9원자%, O:26.4원자%, C:10.6원자%, N:14.1원자%)을 15㎚의 막 두께로 형성하였다. 또한 소정의 세정 처리를 실시하여, 실시예 1의 마스크 블랭크(100)를 얻었다.

[0153] [전사용 마스크의 제조]

[0154] 이어서, 실시예 1의 마스크 블랭크(100)를 사용하여, 이하의 수순으로 실시예 1의 전사용 마스크(200)를 제작하였다. 최초에, 스핀 도포법에 의해 에칭 마스크막(5)의 표면에 접하여, 전자선 묘화용 화학 증폭형 레지스트로 이루어지는 제1 레지스트막을 막 두께 80㎚로 형성하였다. 이어서, 제1 레지스트막에 대하여, 제1 패턴을 전자선 묘화하고, 소정의 현상 처리 및 세정 처리를 행하여, 제1 패턴을 갖는 제1 레지스트막(제1 레지스트 패턴)(6a)을 형성하였다(도 3의 (A) 참조). 이 제1 패턴은, 전사 패턴 형성 영역(132㎜×104㎜의 내측 영역)에

광 반투과막(2)에 형성해야 할 DRAM hp32nm 세대의 전사 패턴(선 폭 40nm의 SRAF를 포함한 미세 패턴)이 배치되고, 전사 패턴 형성 영역의 외측 영역이며, 또한 차광띠가 형성되는 영역(전사용 마스크(200)의 완성시에 차광막(4)이 남겨지는 영역)에 얼라인먼트 마크의 패턴이 배치된 것이었다.

[0155] 이어서, 제1 레지스트 패턴(6a)을 마스크로 하여, 염소와 산소의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 에칭 마스크막(5)에 대하여 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크 패턴)(5a)을 형성하였다(도 3의 (B) 참조). 그 후, 제1 레지스트 패턴(6a)을 제거하였다.

[0156] 이어서, 에칭 마스크 패턴(5a)을 마스크로 하여, 불소계 가스(CF_4)를 사용한 드라이 에칭을 차광막(4)의 상층(42)과 하층(41)에 대하여 행하고, 제1 패턴을 갖는 차광막(차광 패턴)(4a), 즉, 상층 패턴(42a) 및 하층 패턴(41a)을 형성하였다(도 3의 (C) 참조).

[0157] 이어서, 차광 패턴(4a)을 마스크로 하여, 염소와 산소와의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하여, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성하였다(도 3의 (D) 참조). 이때, 염소와 산소의 혼합 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 표면으로부터 에칭되어 버렸지만, 5nm 정도의 두께로 남길 수 있었다.

[0158] 이어서, 스핀 도포법에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)의 표면에 접하여, 전자선 묘화용 화학 증폭형 레지스트로 이루어지는 제2 레지스트막을 막 두께 80nm로 형성하였다. 이어서, 제2 레지스트막에 대하여 제2 패턴을 전자선 묘화하고, 소정의 현상 처리 및 세정 처리를 행하여, 제2 패턴을 갖는 제2 레지스트막(제2 레지스트 패턴)(7b)을 형성하였다. 이 제2 패턴은, 전사 패턴 형성 영역의 외측 영역에 차광띠의 패턴이 배치된 것이었다.

[0159] 이어서, 제2 레지스트 패턴(7b)을 마스크로 하여, 염소와 산소의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제2 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 에칭 마스크막(에칭 마스크 패턴)(5b)을 형성하였다(도 3의 (E) 참조). 그 후, 제2 레지스트 패턴(7b)을 제거하였다.

[0160] 이어서, 에칭 스토퍼 패턴(3a)을 마스크로 하여, 불소계 가스를 함유하는 에칭 가스(SF_6+He)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제1 패턴을 갖는 광 반투과막(광 반투과 패턴)(2a)을 형성하였다. 또한, 에칭 마스크 패턴(5b)를 마스크로 하여, 제2 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 차광막(차광 패턴)(4b), 즉, 상층 패턴(42b) 및 하층 패턴(41b)도 동시에 형성하였다(도 3의 (F) 참조).

[0161] 이어서, 차광 패턴(4b)을 마스크로 하여, 염소와 산소와의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제2 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3b)을 형성하였다. 또한, 이 드라이 에칭에 의해, 에칭 마스크 패턴(5b)은 동시에 모두 제거되었다. 그 후, 소정의 세정을 실시하여, 전사용 마스크(위상 시프트 마스크)(200)가 얻어졌다(도 3의 (G) 참조).

[0162] [패턴 전사 성능의 평가]

[0163] 제작한 실시예 1의 전사용 마스크(200)에 대하여, AIMS193(Carl Zeiss사제)을 사용하여, 파장 193nm의 노광광으로 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때에 있어서의 전사상의 시뮬레이션을 행하였다. 이 시뮬레이션의 노광 전사상을 검증한 바, 패턴의 단락이나 단선은 없고, 설계 사양을 충분히 만족하고 있었다. 이 결과로부터, 이 실시예 1의 전사용 마스크(200)를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했다고 해도, 최종적으로 반도체 디바이스 상에 형성되는 회로 패턴은 고정밀도로 형성할 수 있다고 할 수 있다. 또한, 얼라인먼트 마크의 콘트라스트도, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b) 사이에서의 위치 어긋남도 없고, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대해서도 높은 콘트라스트를 얻을 수 있었다.

[0164] (실시예 2)

[0165] 실시예 1과 마찬가지의 수순으로, 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2)과 에칭 스토퍼막(3)을 순서대로 형성하였다. 계속해서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 몰리브덴(Mo)과 규소(Si)와의 혼합 타깃(Mo:Si=13원자%:87원자%)을 사용하여, 질소(N_2) 및 아르곤(Ar) 가스 분위기에서의 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 에칭 스토퍼막(3)의 표면에 접하여, 몰리브덴, 규소 및 질소로 이루어지는 차광막(4)의 하층(41)(MoSiN막 Mo:9.2원자%, Si:68.3원자%, N:22.5원자%)을 35nm의 막 두께로 형성하였다. 계속해서, 질소(N_2) 및 아르곤(Ar) 가스 분위기에서의 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 몰리브덴, 규소 및 질소로 이루어지는 차광막(4)의 상층

(42)(MoSiN막 Mo:5.8원자%, Si:64.4원자%, N:27.7원자%)을 4nm의 막 두께로 형성하고, 합계의 두께가 39nm인 MoSi계 차광막(4)을 형성하였다.

[0166] 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr) 타깃을 사용하여, 아르곤(Ar) 및 질소(N_2)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 차광막(4)(상층(42))의 표면에 접하여, 크롬 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrN막 Cr:81원자%, N:19원자%)을 10nm의 막 두께로 형성하였다. 또한 소정의 세정 처리를 실시하여, 실시예 2의 마스크 블랭크(100)를 얻었다.

[0167] [전사용 마스크의 제조]

[0168] 이어서, 실시예 2의 마스크 블랭크(100)를 사용하여, 실시예 1의 경우와 마찬가지의 수순으로 실시예 2의 전사용 마스크(200)를 제작하였다. 단, 에칭 마스크 패턴(5a)을 마스크로 하여, 불소계 가스를 사용한 드라이 에칭을 차광막(4)의 상층(42)과 하층(41)에 대하여 행하는 공정에 대해서는, 불소계 가스에 SF_6과 He의 혼합 가스를 적용하였다. 또한, 차광 패턴(4a)을 마스크로 하여, 염소와 산소의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하여, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성하는 공정에 있어서, 동시에, 염소와 산소의 혼합 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 표면으로부터 에칭되어 버리지만, 6nm 정도의 두께로 남길 수 있었다.

[0169] [패턴 전사 성능의 평가]

[0170] 제작한 실시예 2의 전사용 마스크(200)에 대하여, AIMS193(Carl Zeiss사제)을 사용하여, 파장 193nm의 노광광으로 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때에 있어서의 전사상의 시뮬레이션을 행하였다. 이 시뮬레이션의 노광 전사상을 검증한 바, 패턴의 단락이나 단선은 없고, 설계 사양을 충분히 만족하고 있었다. 이 결과로부터, 이 실시예 2의 전사용 마스크(200)를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했다고 해도, 최종적으로 반도체 디바이스 상에 형성되는 회로 패턴은 고정밀도로 형성할 수 있다고 할 수 있다. 또한, 얼라인먼트 마크의 콘트라스트도, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b) 사이에서의 위치 어긋남도 없고, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대해서도 높은 콘트라스트를 얻을 수 있었다.

[0171] (실시예 3)

[0172] 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2)을 형성하였다. 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr) 타깃을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 광 반투과막(2)의 표면에 접하여, 크롬, 산소, 탄소 및 질소로 이루어지는 에칭 스토퍼막(3)(CrOCN막 Cr:48.9원자%, O:26.4원자%, C:10.6원자%, N:14.1원자%)을 5nm의 막 두께로 형성하였다.

[0173] 이어서, 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, MoSi계 차광막(4)을 형성하였다. 계속해서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr)과 인듐(In)과의 혼합 타깃(Cr:In=90원자%:10원자%)을 사용하여, 아르곤(Ar) 및 질소(N_2)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 차광막(4)(상층(42))의 표면에 접하여, 크롬, 인듐 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrInN막 Cr:67.7원자%, In:8.1원자%, N:24.2원자%)을 8nm의 막 두께로 형성하였다. 또한 소정의 세정 처리를 실시하여, 실시예 3의 마스크 블랭크(100)를 얻었다.

[0174] [전사용 마스크의 제조]

[0175] 이어서, 실시예 3의 마스크 블랭크(100)를 사용하여, 실시예 2의 경우와 마찬가지의 수순으로 실시예 3의 전사용 마스크(200)를 제작하였다. 또한, 차광 패턴(4a)을 마스크로 하여, 염소와 산소와의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성하는 공정에 있어서, 동시에, 염소와 산소의 혼합 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 표면으로부터 에칭되어 버리지만, 3nm 정도의 두께로 남길 수 있었다.

[0176] [패턴 전사 성능의 평가]

[0177] 제작한 실시예 3의 전사용 마스크(200)에 대하여, AIMS193(Carl Zeiss사제)을 사용하여, 파장 193nm의 노광광으로 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때에 있어서의 전사상의 시뮬레이션을 행하였다. 이 시

뮬레이션의 노광 전사상을 검증한 바, 패턴의 단락이나 단선은 없고, 설계 사양을 충분히 만족하고 있었다. 이 결과로부터, 이 실시예 3의 전사용 마스크(200)를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했다고 해도, 최종적으로 반도체 디바이스 상에 형성되는 회로 패턴은 고정밀도로 형성할 수 있다고 할 수 있다. 또한, 얼라인먼트 마크의 콘트라스트도, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b) 사이에서의 위치 어긋남도 없고, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대해서도 높은 콘트라스트를 얻을 수 있었다.

[0178] (실시예 4)

[0179] 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2)을 형성하였다. 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr)과 인듐(In)과의 혼합 타깃(Cr:In=87원자%:13원자%)을 사용하여, 아르곤(Ar) 및 질소(N_2)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 광 반투과막(2)의 표면에 접하여, 크롬, 인듐 및 질소로 이루어지는 에칭 스토퍼막(3)(CrInN막 Cr:73.1원자%, In:10.6원자%, N:16.3원자%)을 4nm의 막 두께로 형성하였다.

[0180] 이어서, 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, MoSi계 차광막(4)을 형성하였다. 계속해서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr) 타깃을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 광 반투과막(2)의 표면에 접하여, 크롬, 산소, 탄소 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrOCN막 Cr:39.1원자%, O:26.4원자%, C:10.6원자%, N:23.9원자%)을 12nm의 막 두께로 형성하였다. 또한 소정의 세정 처리를 실시하여, 실시예 4의 마스크 블랭크(100)를 얻었다.

[0181] [전사용 마스크의 제조]

[0182] 이어서, 실시예 4의 마스크 블랭크(100)를 사용하여, 실시예 2의 경우와 마찬가지의 수순으로 실시예 4의 전사용 마스크(200)를 제작하였다. 또한, 차광 패턴(4a)을 마스크로 하여, 염소와 산소와의 혼합 가스(가스 유량비 $Cl_2:O_2=4:1$)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성하는 공정에 있어서, 동시에, 염소와 산소와의 혼합 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 표면으로부터 에칭되어 버리지만, 5nm 정도의 두께로 남길 수 있었다.

[0183] [패턴 전사 성능의 평가]

[0184] 제작한 실시예 4의 전사용 마스크(200)에 대하여, AIMS193(Carl Zeiss사제)을 사용하여, 파장 193nm의 노광광으로 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때에 있어서의 전사상의 시뮬레이션을 행하였다. 이 시뮬레이션의 노광 전사상을 검증한 바, 패턴의 단락이나 단선은 없고, 설계 사양을 충분히 만족하고 있었다. 이 결과로부터, 이 실시예 4의 전사용 마스크(200)를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했다고 해도, 최종적으로 반도체 디바이스 상에 형성되는 회로 패턴은 고정밀도로 형성할 수 있다고 할 수 있다. 또한, 얼라인먼트 마크의 콘트라스트도, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b) 사이에서의 위치 어긋남도 없고, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대해서도 높은 콘트라스트를 얻을 수 있었다.

[0185] (실시예 5)

[0186] 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2)을 형성하였다. 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr) 타깃을 사용하여, 아르곤(Ar) 및 질소(N_2)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 광 반투과막(2)의 표면에 접하여, 크롬 및 질소로 이루어지는 에칭 스토퍼막(3)(CrN막 Cr:72원자%, N:28원자%)을 3nm의 막 두께로 형성하였다.

[0187] 이어서, 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, MoSi계 차광막(4)을 형성하였다. 계속해서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr)과 인듐(In)의 혼합 타깃(Cr:In=85원자%:15원자%)을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N2), 이산화탄소(CO2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 차광막(4)(상층(42))의 표면에 접하여, 크롬, 인듐, 산소, 탄소 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrInOCN막 Cr:42.2원자%, In:6.9원자%, O:9.4원자%, C:17.8원자%, N:23.7원자%)을 12nm의 막 두께로 형성하였다. 또한 소정의 세정 처리를 실시하여, 실시예 5의 마스크 블랭크(100)를 얻었다.

[0188] [전사용 마스크의 제조]

[0189] 이어서, 실시예 5의 마스크 블랭크(100)를 사용하여, 실시예 2의 경우와 마찬가지의 수순으로 실시예 5의 전사용 마스크(200)를 제작하였다. 또한, 차광 패턴(4a)을 마스크로 하여, 염소와 산소의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성하는 공정에 있어서, 동시에, 염소와 산소의 혼합 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 표면으로부터 에칭되어 버리지만, 5㎚ 정도의 두께로 남길 수 있었다.

[0190] [패턴 전사 성능의 평가]

[0191] 제작한 실시예 5의 전사용 마스크(200)에 대하여, AIMS193(Carl Zeiss사제)을 사용하여, 파장 193㎚의 노광광으로 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때에 있어서의 전사상의 시뮬레이션을 행하였다. 이 시뮬레이션의 노광 전사상을 검증한 바, 패턴의 단락이나 단선은 없고, 설계 사양을 충분히 만족하고 있었다. 이 결과로부터, 이 실시예 5의 전사용 마스크(200)를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했다고 해도, 최종적으로 반도체 디바이스 상에 형성되는 회로 패턴은 고정밀도로 형성할 수 있다고 할 수 있다. 또한, 얼라인먼트 마크의 콘트라스트도, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b) 사이에서의 위치 어긋남도 없고, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대해서도 높은 콘트라스트를 얻을 수 있었다.

[0192] (실시예 6)

[0193] 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, 투광성 기판(1) 상에 광 반투과막(2)을 형성하였다. 이어서, 낱장식 DC 스퍼터 장치 내에 투광성 기판(1)을 설치하고, 크롬(Cr)과 인듐(In)과의 혼합 타깃(Cr:In=87원자%:13원자%)을 사용하여, 아르곤(Ar), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2) 및 헬륨(He)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 광 반투과막(2)의 표면에 접하여, 크롬, 인듐, 산소, 탄소 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrInOCN막 Cr:41.5원자%, In:5.8원자%, O:8.1원자%, C:17.2원자%, N:27.4원자%)을 5㎚의 막 두께로 형성하였다.

[0194] 이어서, 실시예 2와 마찬가지의 수순으로, MoSi계 차광막(4)을 형성하였다. 계속해서, 크롬(Cr)과 인듐(In)의 혼합 타깃(Cr:In=94원자%:6원자%)을 사용하여, 아르곤(Ar) 및 질소(N_2)의 혼합 가스 분위기에서 반응성 스퍼터링(DC 스퍼터링)에 의해, 차광막(4)(상층(42))의 표면에 접하여, 크롬, 인듐 및 질소로 이루어지는 에칭 마스크막(5)(CrInN막 Cr:70.1원자%, In:3.7원자%, N:26.2원자%)을 8㎚의 막 두께로 형성하였다. 또한 소정의 세정 처리를 실시하여, 실시예 6의 마스크 블랭크(100)를 얻었다.

[0195] [전사용 마스크의 제조]

[0196] 이어서, 실시예 6의 마스크 블랭크(100)를 사용하여, 실시예 2의 경우와 마찬가지의 수순으로 실시예 6의 전사용 마스크(200)를 제작하였다. 또한, 차광 패턴(4a)을 마스크로 하여, 염소와 산소의 혼합 가스(가스 유량비 Cl_2:O_2=4:1)를 사용한 드라이 에칭을 행하고, 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막(에칭 스토퍼 패턴)(3a)을 형성하는 공정에 있어서, 동시에, 염소와 산소의 혼합 가스에 의해 에칭 마스크 패턴(5a)도 표면으로부터 에칭되어 버리지만, 5㎚ 정도의 두께로 남길 수 있었다.

[0197] [패턴 전사 성능의 평가]

[0198] 제작한 실시예 6의 전사용 마스크(200)에 대하여, AIMS193(Carl Zeiss사제)을 사용하여, 파장 193㎚의 노광광으로 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했을 때에 있어서의 전사상의 시뮬레이션을 행하였다. 이 시뮬레이션의 노광 전사상을 검증한 바, 패턴의 단락이나 단선은 없고, 설계 사양을 충분히 만족하고 있었다. 이 결과로부터, 이 실시예 6의 전사용 마스크(200)를 노광 장치의 마스크 스테이지에 세트하고, 반도체 디바이스 상의 레지스트막에 노광 전사했다고 해도, 최종적으로 반도체 디바이스 상에 형성되는 회로 패턴은 고정밀도로 형성할 수 있다고 할 수 있다. 또한, 얼라인먼트 마크의 콘트라스트도, 광 반투과 패턴(2a), 에칭 스토퍼 패턴(3b) 및 차광 패턴(4b) 사이에서의 위치 어긋남도 없고, 얼라인먼트 마크 검출기의 검출광에 대해서도 높은 콘트라스트를 얻을 수 있었다.

부호의 설명

[0199] 1 투광성 기판

2 광 반투과막

2a 제1 패턴을 갖는 광 반투과막

3 에칭 스토퍼막

3a 제1 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막

3b 제2 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 에칭 스토퍼막

4 차광막

41 하층

42 상층

4a 제1 패턴을 갖는 차광막

4b 제2 패턴 및 얼라이먼트 마크 패턴을 갖는 차광막

5 에칭 마스크막

6a 제1 레지스트 패턴(제1 패턴을 갖는 레지스트막)

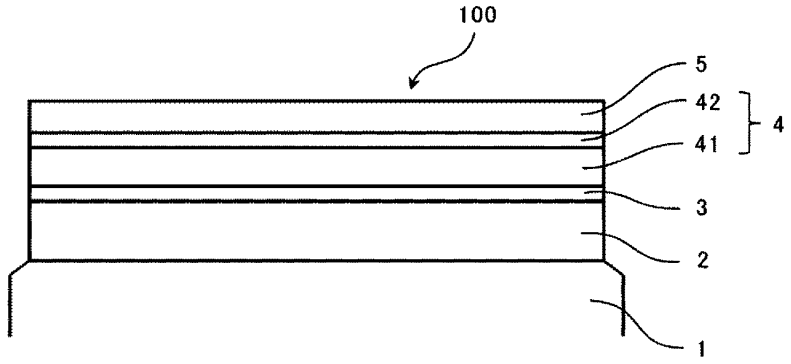
7b 제2 레지스트 패턴(제2 패턴을 갖는 레지스트막)

100 마스크 블랭크

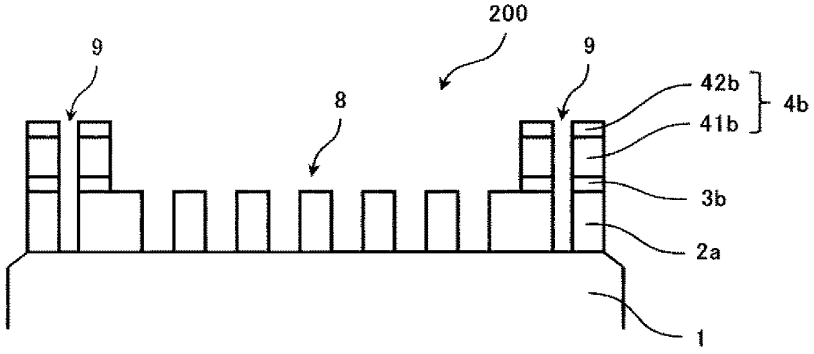
200 전사용 마스크

도면

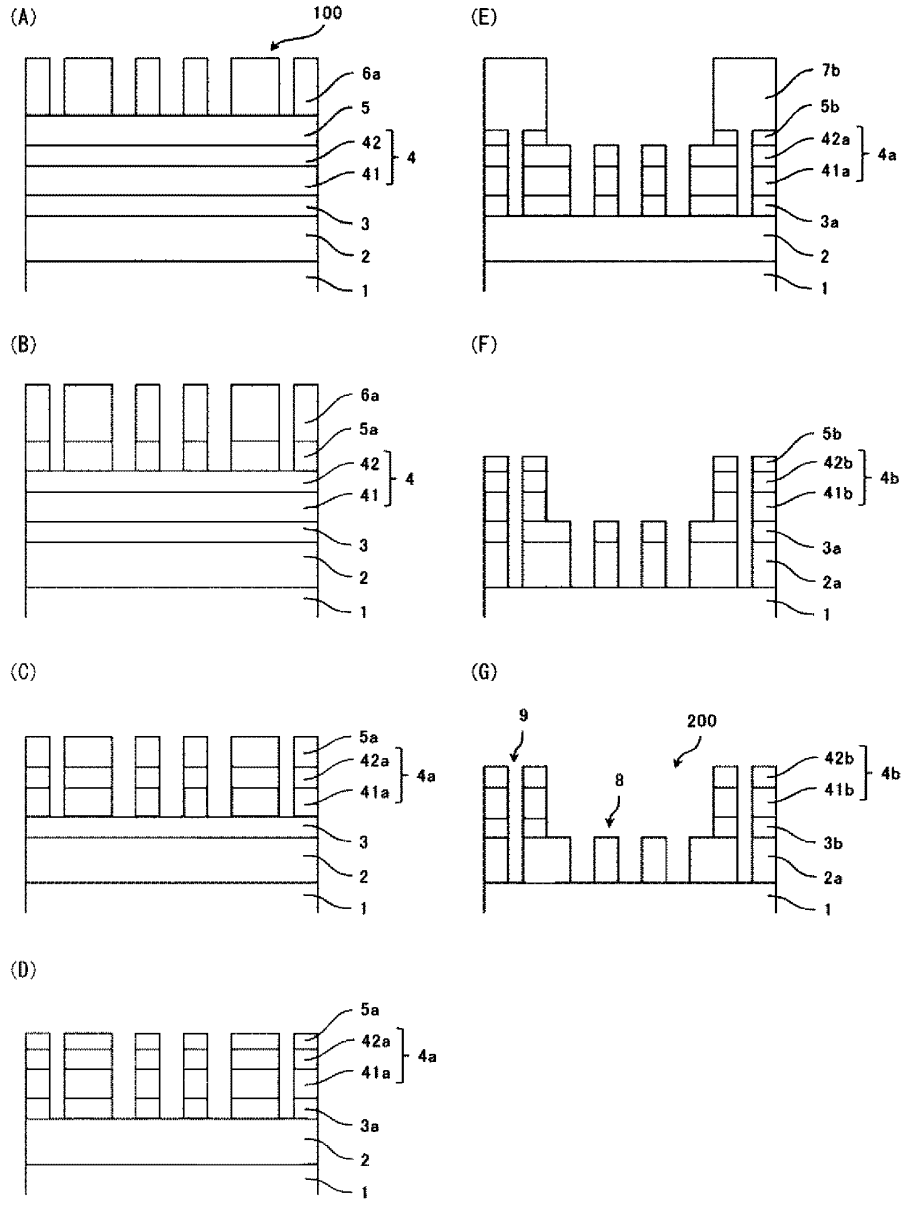
도면1



도면2



도면3


(A)
100
6a
5
42
41
4
3
2
1
(B)
6a
5a
42
41
4
3
2
1
(C)
5a
42a
41a
4a
3
2
1
(D)
5a
42a
41a
4a
3a
2
1
(E)
7b
5b
42a
41a
4a
3a
2
1
(F)
5b
42b
41b
4b
3a
2a
1
(G)
9
200
8
42b
41b
4b
3b
2a
1