



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월26일
(11) 등록번호 10-1279270
(24) 등록일자 2013년06월20일

- (51) 국제특허분류(Int. C1.)
HO1L 21/027 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-0095918
(22) 출원일자 2006년09월29일
심사청구일자 2011년09월29일
(65) 공개번호 10-2007-0036725
(43) 공개일자 2007년04월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00285012 2005년09월29일 일본(JP)
JP-P-2006-00247496 2006년09월13일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP05129182 A*
JP2003303761 A*
JP2004273940 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
르네사스 일렉트로닉스 가부시끼가이샤
일본국 카나가와켄 카와사키시 나카하라쿠 시모누
마베 1753반치
(72) 발명자
이시바시 다케오
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 4-1 가부
시끼가이샤르네사스 테크놀로지 내
(74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

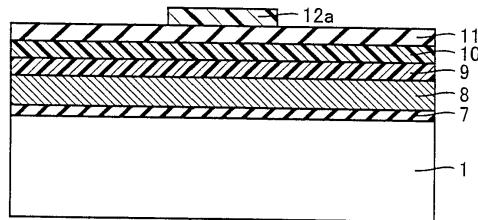
심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 반도체 장치의 제조 방법

(57) 요 약

기판(1)의 주표면상에 절연막(7)을 형성한다. 절연막(7)상에 도전막(8)을 형성하고, 그 도전막(8)상에 하층 레지스트 막(9), 중간층(10), 반사 방지막(11) 및 상층 레지스트 막을 형성한다. 이 상층 레지스트 막의 높이를 검출하는 것으로 노광시의 초점 위치를 검출한다. 노광시의 초점 위치를 검출할 때에, 초점 검출광을 상층 레지스트 막에 조사한다. 초점 위치를 검출한 후, 상층 레지스트 막을 노광, 현상하고, 레지스트 패턴(12a)을 형성한다. 레지스트 패턴(12a)을 마스크로서 중간층(10)과 반사 방지막(11)을 패터닝하고, 하층 레지스트 막(9)을 현상한다. 이를 패턴을 마스크로 하여 도전막(8)을 에칭하고, 게이트 전극을 형성한다.

대 표 도 - 도30



특허청구의 범위

청구항 1

기판의 주표면상에 피가공막을 포함하는 제 1 막을 형성하는 공정과,

상기 제 1 막상에 감광성 재료를 포함하는 제 2 막을 형성하는 공정과,

상기 제 2 막에 특정의 편광의 초점 검출광을 조사하여, 상기 초점 검출광으로부터 추출한 상기 특정의 편광을 이용하여 노광시의 초점 위치를 검출하는 공정과,

상기 제 2 막을 노광하는 공정과,

상기 제 2 막을 패터닝하는 공정과,

패터닝된 상기 제 2 막을 마스크로 하여 상기 제 1 막을 패터닝하는 공정을 구비하며,

상기 제 2 막의 형성 공정은,

상기 제 1 막상에, 상기 초점 검출광의 파장 영역에 흡수성을 갖는 반사 방지막을 형성하는 공정과,

상기 반사 방지막상에 상기 제 2 막을 형성하는 공정을 포함하는

반도체 장치의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 편광은 p 편광, s 편광, s 편광과 p 편광을 포함하는 45도의 직선 편광 중 어느 하나인 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 편광은 s 편광과 p 편광을 포함하는 45도의 직선 편광이고,

상기 s 편광과 상기 p 편광의 진폭 및 위상차와, 상기 제 1 막과 상기 제 2 막의 광학 정수를 이용하여 상기 노광시의 초점 위치를 산출하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 반사 방지막은 유기 재료와 무기 재료의 적어도 한쪽을 포함하는 막인 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 반사 방지막은 유기 재료의 막이며, 상기 초점 검출광의 파장 영역에 흡수성을 갖는 화합물을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 노광 공정은 액침 노광 공정인 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 8

기판의 주표면상에 피가공막을 포함하는 제 1 막을 형성하는 공정과,
 상기 제 1 막상에 감광성 재료를 포함하는 제 2 막을 형성하는 공정과,
 상기 제 2 막상에, 그 제 2 막보다 굴절률이 높은 제 3 막을 형성하는 공정과,
 상기 제 3 막에 초점 검출광을 조사하여, 상기 초점 검출광으로부터 추출한 특정의 편광을 이용하여 노광시의
 초점 위치를 검출하는 공정과,
 상기 제 2 막을 노광하는 공정과,
 상기 제 3 막을 제거함과 동시에 상기 제 2 막을 패터닝하는 공정과,
 패터닝된 상기 제 2 막을 마스크로 해서 상기 제 1 막을 패터닝하는 공정
 을 구비하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
 상기 제 3 막은 상기 초점 검출광의 파장 영역에 흡수성을 갖는 화합물을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,
 상기 노광 공정은 액침 노광 공정인 반도체 장치의 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0029] 본 발명은 반도체 장치의 제조 방법에 관한 것이며, 보다 특정적으로는, 노광시의 초점 위치를 높은 정밀도로 검출하는 것에 의해 높은 정밀도의 패턴 형성을 행하는 것이 가능한 반도체 장치의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0030] 종래의 노광 장치에 있어서 노광시의 초점 위치 검출을 행할 때에는, 피측정 대상인 기판의 표면에 검출광을 넓은 각으로 유도하여, 기판 최표면에서의 반사율을 높이고 있었다. 그리고, 기판으로부터의 반사광을 광 검출기로 검출하고, 그 반사광의 위치를 측정하는 것에 의해 노광시의 초점 위치 검출을 행하고 있었다.
- [0031] 그런데, 최근, 액침 노광(Liquid Immersion Lithography)이라 불리는 새로운 노광 기술이 주목받고 있지만, 이 액침 노광은 스텝퍼의 투영 렌즈와 웨이퍼 사이에 액체를 채운 상태로 노광하는 기술이다.
- [0032] 액침 노광의 경우, 레지스트상에 액체가 존재하고 있기 때문에, 상기의 경우와 마찬가지의 수법에 의해 실시간으로 노광시의 초점 위치 검출을 행하는 것은 곤란해진다. 그래서, 다른 웨이퍼 스테이지에 의해, 공기 중에서 검출광의 초점 위치를 검출하고, 이 데이터를 사용하는 것이 제안되어 있다.
- [0033] 또, 종래의 노광 장치를 이용한 노광 방법에 대해서는, 일본 공개 특허 공보 평09-036017호, 국제 공개 특허 공보 WO00/58761호, 일본 공개 특허 공보 제2004-207709호, 일본 공개 특허 공보 제2005-099648호 등에 기재되어 있다.
- [0034] 노광시에 초점 위치를 검출할 때에 기판 표면에 조사되는 검출광으로는 무편광광을 채용하는 경우가 많다. 그

검출광은 상기한 바와 같이, 기판 최표면에서의 검출광의 반사율이 높아지도록 넓은 각으로 기판 표면에 조사되지만, 그 검출광의 일부는 기판상에 형성된 막 내로 입사되고, 각 박막 내에서 다중 반사되어 간섭한다. 그 결과, 상기 검출광은 기판 최표면보다 아래로부터의 반사도 포함한 브로드한 높이(검출 위치)나 폭을 갖는 반사광이 된다. 이 때문에, 기판 최표면보다 낮은 위치가 검출되는 경우도 있고, 또는 하지의 박막 내에서의 다중 반사의 영향에 의해 검출광이 주기적으로 변동하기 때문에 검출 오차도 생길 수 있게 된다. 이 문제는 액침 노광에서 표면화(顯在化)하는 경향이 있지만, 통상의 공기 중의 노광에서도 동일한 문제가 내재되어 있다.

[0035] 상기한 바와 같이, 노광시의 초점 위치의 검출 오차의 문제는 액침 노광에서 나타나는 것으로 생각되지만, 이하에서는, 이러한 문제가 액침 노광에서 나타나는 이유에 대하여 설명한다.

[0036] 액침 노광의 경우, 노광시에 레지스트상에 액체가 존재하고 있기 때문에, 초점 위치 검출용 검출광은 액체를 통과하게 된다. 그런데, 액체에 광이 입사할 때의 굴절률은 공기 중에 광이 입사할 때의 굴절률보다 크기 때문에, 액침 노광시의 레지스트 표면에서의 검출광의 반사율은 통상의 노광의 경우의 반사율보다 저하하게 된다.

[0037] 여기서, 복수 매체간의 굴절률의 차와, 매체간의 계면에서의 반사율의 관계에 대하여 설명한다.

[0038] 제 1 매체로부터 제 2 매체로 각도 θ 로 입사하는 광의 단일 계면의 진폭 반사율은 프레넬의 공식에 의하면, 예컨대, s 편광, p 편광에 대하여 각각 하기의 수학식 1, 수학식 2와 같이 주어진다. 하기의 수학식 1, 수학식 2에서, n_1, n_2 는 각각 제 1 및 제 2 매체의 굴절률이다. 광강도 반사율은 이 진폭 반사율의 제곱으로 나타내어진다.

수학식 1

$$s \text{ 편광} \quad r_s = \frac{n_1 \cos \theta_1 - n_2 \cos \theta_2}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_2} \quad \dots (1)$$

[0039]

수학식 2

$$p \text{ 편광} \quad r_p = \frac{n_1 / \cos \theta_1 - n_2 / \cos \theta_2}{n_1 / \cos \theta_1 + n_2 / \cos \theta_2} = \frac{n_1 \cos \theta_2 - n_2 \cos \theta_1}{n_1 \cos \theta_2 + n_2 \cos \theta_1} \quad \dots (2)$$

[0040]

[0041] 상기 수학식 1, 수학식 2로부터, 제 1 매체의 굴절률(n_1)과 제 2 매체의 굴절률(n_2)의 차가 클수록 단일 계면의 반사율이 높아지는 것을 알 수 있다. 따라서, 액침 노광과 같이, 액체인 노광 매체에 대한 굴절률과, 레지스트에 대한 굴절률의 차가 작아지는 경우, 기판 최표면(예컨대, 노광 매체와 레지스트의 계면)의 반사율을 높이는 것이 곤란해진다. 그 결과, 초점 위치 검출시에 레지스트 내부로 침입하는 검출광이 많아지고, 그 검출광이 내부의 반사면에서 다중 반사하여 간섭하고, 초점 위치의 검출 정밀도가 통상 노광의 경우보다 저하하기 쉬워진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0042] 상기한 바와 같이, 노광시의 초점 위치의 검출 정밀도가 저하함으로써, 노광 정밀도가 저하하여, 높은 정밀도의 패턴 형성에 지장을 가져온다고 하는 문제가 발생한다.

[0043] 본 발명은 이러한 과제를 해결하기 위해 이루어진 것이고, 높은 정밀도의 패턴 형성을 행할 수 있도록 하는 반도체 장치의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

[0044] 본 발명에 따른 반도체 장치의 제조 방법은 다음의 각 공정을 구비한다. 기판의 주표면상에 절연막이나 도전막

등의 피가공막을 포함하는 제 1 막을 형성한다. 그 제 1 막상에 감광성 재료를 포함하는 제 2 막을 형성한다. 그 제 2 막에 초점 검출광을 조사하고, 그 초점 검출광으로부터 취출한 특정 편광을 이용하여 노광시의 초점 위치를 검출한다. 제 2 막을 패터닝한다. 패터닝된 제 2 막을 마스크로 하여 제 1 막을 패터닝한다. 또, 상기 제 1 막은 단수 또는 복수의 막으로 구성할 수 있고, 기판상에 직접 형성해도 좋지만, 어느 것인가의 막을 개재하여 형성해도 좋다. 상기 제 2 막도 단수 또는 복수의 막으로 구성할 수 있다. 그 제 2 막은 단수 또는 복수의 감광성 재료의 막을 포함하는 것이어도 좋다. 또한, 상기 제 2 막상에 그 제 2 막보다 굴절률이 높은 제 3 막을 형성해도 좋다. 이 경우, 제 3 막에 초점 검출광을 조사하여, 노광시의 초점 위치를 검출하면 좋다.

[0045] 본 발명에 의하면, 감광성 재료를 포함하는 제 2 막에 초점 검출광을 조사하고, 그 초점 검출광으로부터 취출한 특정 편광을 이용하고 있기 때문에, 제 2 막의 상부 계면이나 하부 계면과 같은 특정 계면 이외의 계면에서의 반사율을 낮게 억제하면서, 특정 계면에서의 반사율을 확보할 수 있다. 그에 따라, 특정 계면 이외의 계면으로부터의 반사광의 영향을 억제할 수 있고, 노광시의 초점 위치의 검출 정밀도를 향상시킬 수 있다. 그 결과, 노광 정밀도를 향상시킬 수 있고, 높은 정밀도의 패턴 형성을 행하는 것이 가능해진다.

[0046] 본 발명의 상기 및 다른 목적, 특징, 국면 및 이점은 첨부한 도면과 관련하여 이해되는 본 발명에 관한 다음 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

[0047] 이하, 도 1~도 35를 이용하여 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다.

[0048] (실시예 1)

[0049] 도 1(a)는 본 발명의 실시예 1에 있어서의 액침 노광 장치(20)의 개략 구성을 나타내는 도면이다. 본 실시예 1의 액침 노광 장치(20)는 스텝 앤드 스캔(step and scan) 방식의 노광 장치라도 좋고, 스텝 앤드 리피트(step and repeat) 방식 이외의 노광 방식을 채용한 노광 장치라도 좋다.

[0050] 본 실시예 1과 같이 액침 노광 장치(20)를 채용함으로써, 예컨대, 45nm 이하의 디자인 룰의 반도체 장치의 제조에 대응할 수 있고, 예컨대, 130nm 이하 정도의 레지스트 패턴을 형성할 수 있다. 또, 본 실시예 1에서는, 액침 노광 장치에 본 발명을 적용한 경우에 대해서 설명하지만, 액침 노광 장치 이외의 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.

[0051] 도 1(a)에 나타내는 바와 같이, 본 실시예 1에 있어서의 액침 노광 장치(20)는 노광광을 출사하는 노광용 광원(제 1 광원)(23)을 포함하는 조명 광학계(22)와, 포토 마스크(37)와, 노광광을 기판(전형적으로는 실리콘 기판 등의 반도체 기판)(1)으로 유도하는 투영 광학계(24)와, 침액(浸液)을 공급하는 침액 공급부와, 기판(1)을 탑재하는 스테이지(21)와, 초점 위치 검출용 검출광을 출사하는 검출광 광원(제 2 광원)(29)과, 그 검출광 광원(29)으로부터 출사된 검출광을 특정 편광으로 하는 것이 가능한 편광자(30)와, 그 편광자(30)에 의해 특정 편광으로 된 검출광을 기판(1)에 조사했을 때의 반사광을 검출하는 광 검출기(32)를 구비한다.

[0052] 도 1(b)에는, 검출광 광원(29)으로부터 출사된 검출광이 기판(1)으로부터 반사된 후에 반사광 중 특정 편광만을 검출하도록, 편광자(30)를 광 검출기(32)의 앞에 마련한 구성을 나타내고 있다.

[0053] 도 1(a)와 같이, 검출광 광원(29)과 기판(1) 사이에 편광자(30)를 설치하고, 기판 조사 전에 검출광으로부터 특정 편광을 취출하여 기판에 조사해도 좋지만, 도 1(b)와 같이, 기판(1)과 광 검출기(32) 사이에 편광자(30)를 설치하고, 기판 조사 전의 단계에서는 검출광을 무편광(자연광)으로 하고, 검출광의 기판 반사 후에, 그 반사광으로부터 특정 편광만을 취출하는 것도 가능하다. 어느 쪽도 높이(검출 위치)나 폭을 보다 협폭화할 수 있다.

[0054] 이하의 설명에서는, 도 1(a)의 구성, 즉, 검출광 광원(제 2 광원)(29)으로부터의 검출광의 출사 후, 검출광의 기판 반사 전에 특정 편광을 추출하고, 그 편광을 기판(1)에 조사하는 경우에 대하여 상술하지만, 편광자(30)의 내광성, 수광 면적이라고 하는 좁은 부분을 제외하고, 물리적인 원리에 관해서는, 도 1(b)의 구성에 대해서도 도 1(a)의 구성과 같다고 할 수 있다.

[0055] 편광자(30)가 기판 조사광의 광로에 설치되고, 특정 편광을 기판(1)에 조사하는 경우(도 1(a)의 예)는, 검출광의 초기 조도를 편광자(30)가 받기 때문에 내광성이 요구되지만, 조사 빔 직경 자체는 설계값대로이기 때문에, 수광 면적이 좁아지게 된다. 이에 대하여 기판 조사광을 무편광(자연광)으로 하고, 그 기판 조사광의 반사광의 특정 편광만을 취출하는 경우(도 1(b)의 예)에는, 편광자(30)가 받는 광은 기판(1)으로부터 반사한 광이 되어 조도가 낮아진다. 그 때문에, 내광성에 대하여 유리하지만, 반사광의 빔 폭이 넓어지기 때문에 수광 면적을 크

게 취해야 한다.

- [0056] 또, 여기서 말하는 내광성이란, 광의 에너지나 열에 의해 편광자 내부에 결함이 생기거나, 공기 중의 황산 암모니아($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 등의 오염 물질(contamination)이 편광자에 부착되는 것에 의해, 편광자의 투과율이 낮아지는 등의 편광자의 열화에 대한 내성을 말한다.
- [0057] 노광용 광원(23)으로는, 예컨대, 파장이 약 193nm인 ArF 엑시머 레이저, 파장이 약 248nm인 KrF 엑시머 레이저, 파장이 약 157nm인 F2 엑시머 레이저 등의 펄스 레이저를 사용할 수 있다.
- [0058] 조명 광학계(22)는 노광용 광원(23)으로부터의 광을 포토 마스크(37)로 유도하는 광학계이다. 이 조명 광학계(22)는 본 실시예에서는, 복수의 원통형 렌즈를 구비하는 빔 익스팬더 등의 빔 성형계, 줌 렌즈 시스템을 포함하는 집광 광학계, 편광 소자를 포함하는 편광 제어 수단, 굴절 미러 등의 각종 미러, 플라이 아이 렌즈 등을 포함하는 옵티컬 인터그레이터, 포토 마스크(37)상에서의 조명 영역을 규정하는 개구 조리개, 집광 렌즈, 결상 렌즈 등의 각종 광학 요소를 포함한다.
- [0059] 포토 마스크(37)상에는, 기판(1)상에 도포된 감광성 재료막인 레지스트 막(2)에 전사되어야 할 패턴이 형성된다. 그 포토 마스크(37)는 마스크 홀더(도시하지 않음)를 개재하여 마스크 스테이지(도시하지 않음)상에 지지된 상태로 구동된다. 포토 마스크(37)로부터 발생된 광은 투영 광학계(24)를 통해 기판(1)상의 레지스트 막(2)상에 투영된다.
- [0060] 투영 광학계(24)는 포토 마스크(37)를 투과한 회절광을 레지스트 막(2)상에서 결상시키는 기능을 갖는다. 그 투영 광학계(24)로는, 예컨대, 렌즈(24a)를 포함하는 복수의 렌즈 소자, 오목 거울, 회절 광학 소자 등을 포함하는 광학계를 사용할 수 있다.
- [0061] 침액 공급부는 물 등의 침액(27)을 공급하는 침액 공급원(도시하지 않음)과, 침액(27)으로부터 가스를 제거하는 탈기(脫氣) 장치(25)와, 투영 광학계(24)에 도달하도록 마련되어 레지스트 막(2)상에 침액(27)을 공급하는 공급 노즐(26)과, 투영 광학계(24)하에서 외부로 연장하여 침액(27)을 배출하는 배출관(28)을 갖는다.
- [0062] 스테이지(21)는 도시하지 않은 구동 기구에 의해 기판(1)을 유지한 상태로 구동되고, 기판(1)을 소망 위치로 이동시킨다. 검출광 광원(29)으로는 무편광의 광을 출사 가능한 광원을 채용할 수 있다. 예컨대, 발광 다이오드 등의 고체 광원을 사용할 수 있다. 또한, 복수의 발광 다이오드를 사용하는 등 하여 2종류 이상의 파장의 검출광을 출사 가능하게 하는 것도 고려할 수 있다.
- [0063] 검출광 광원(29)으로부터 출사되는 검출광으로는 레지스트를 감광하지 않는 범위의 노광 파장의 광을 채용하는 것이 바람직하다. 또한, 레지스트의 표면에서 선택적으로 반사시키기 위해, 될 수 있는 한 얕은 각(예컨대, 80도~88도)으로 검출광을 조사하는 것이 바람직하다. 상기 검출광은 단일 파장의 광이어도 좋지만, 간섭성을 저하시키기 위해 적어도 레지스트를 감광하지 않는 범위의 2파장 이상의 광을 검출광으로서 사용하는 것도 고려할 수 있다. 검출광 광원(29)으로는 상기 발광 다이오드 이외에, 램프, 반도체 레이저 등을 사용할 수도 있다.
- [0064] 검출광 광원(29)으로부터 출사된 검출광은 편광자(30)를 통과하여 소망 편광으로 된다. 구체적으로는, 편광자(30)에 의해, 상기 검출광의 편광 성분을 s 편광, p 편광, 또는 s 편광과 p 편광을 포함하는 45도의 직선 편광으로 할 수 있다.
- [0065] 여기서, 편광 형성 방법에 대하여 설명한다. 편광 형성 방법에는 광학 이방성 결정의 복굴절을 이용하는 방법, 경사 입사광의 편광 방향 의존성에 의한 브루스터각(편광각)을 이용하는 방법 등이 있지만, 간편하게 편광을 형성하는 방법으로서 편광자를 이용하는 경우가 있다.
- [0066] 편광자로는, 예컨대, 도 2에 나타내는 구조의 편광자(30)를 사용할 수 있다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 편광자(30)는 배향성의 옥소(iodine), 염료 등으로 염색된 편광 소자(300)와, 그것을 양쪽으로부터 지지하는 지지체로서의 보호층(301)을 갖는다. 도 2의 예에서는, 편광자(30)는 3층 구조의 필름으로 구성되어 있지만, 2층 이하 또는 4층 이상의 구조의 부재를 채용하는 것도 생각할 수 있다. 배향성의 옥소, 염료는 광학 이방성을 갖기 때문에, 옥소, 염료의 배열 방향에 수직인 입사광 이외의 광은 편광 소자(300)에 흡수·반사되고, 편광 소자(300)를 투과하지 않는다. 따라서, 편광 소자(300)에 있어서의 옥소, 염료의 배열 방향을 적절하게 설정함으로써, 비편광이 편광자(30)에 조사된 경우의 투과광을 s 편광, p 편광, 또는 s 편광과 p 편광을 포함하는 45도의 직선 편광으로 할 수 있다.
- [0067] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시예의 노광 장치(20)는 편광자(30)를 회전 구동 가능한 구동 장치(31)를 구

비한다. 그 구동 장치(31)로는 편광자(30)를 지지할 수 있는 지지 기구와, 그 지지 기구를 회전 구동시키는 회전 기구와, 동력원으로서의 모터를 구비하는 장치를 사용할 수 있다. 상기 지지 기구, 회전 기구 및 모터로는 주지의 것을 채용할 수 있다. 또, 상기 구동 장치(31)는 검출광 광원(29)으로부터 출사된 검출광의 광축 주위로 편광자(30)를 회전 구동시킬 수 있는 것임이 바람직하다.

[0068] 편광자(30)를 투과하는 광의 편광 상태는 편광자(30)의 방향에 의존하는 것이기 때문에, 상기한 바와 같은 구동 장치(31)를 이용하여 편광자(30)를 회전시킴으로써, s 편광, p 편광, 45도의 직선 편광을 자유롭게 얻을 수 있다. 기판 반사 후의 검출광으로부터 편광을 추출하는 경우는, 편광자(30)를 광 검출기(32)의 앞에 설치하여, 특정 편광 성분만을 광 검출기(32)로 도입한다. 도 1(b)에 나타내는 바와 같이, s 편광과 p 편광에서 반사 위치가 어긋나지만, 편광자(30)에 필요한 편광만을 검출하고, 레지스트 표면에 가장 가까운 위치를 검출한다. 도 1(b)의 예에서는, s 편광만을 선택하고 있다. 또, 검출광으로는 자연광 또는 45도의 직선 편광을 이용할 수도 있지만, 광강도를 저하시키지 않도록 비편광의 자연광을 이용하는 것이 바람직하다.

[0069] 광 검출기(32)는 기판(1)에 조사되어 반사한 검출광의 반사광을 수광하는 요소이며, CCD(Charge-Coupled Device) 등의 수광 소자나, 각종 렌즈 등의 광학 소자를 포함한다. 또한, 광 검출기(32)를 구동하고 스테이지(21)와 연동해 이동시키는 구동 장치(도시하지 않음)를 설치하여도 좋다.

[0070] 노광 장치(20)는 상기 광 검출기(32)와 접속되고, 검출광의 반사광의 진폭 및 위상차와, 기판(1)상에 형성된 막의 광학 정수를 이용하여, 초점 위치를 산출하는 연산 처리부(33)를 구비한다. 그 연산 처리부(33)는 전형적으로는, 기판(1)상에 형성된 막의 광학 정수 등의 각종 정보를 저장하는 기억 장치(도시하지 않음)를 갖는다.

[0071] 또, 도 1에서는 나타내지 않지만, 검출광 광원(29)과 편광자(30) 사이, 편광자(30)와 기판(1) 사이, 기판(1)과 광 검출기(32) 사이의 적어도 1개소에, 검출광 또는 그 반사광을 소망 방향으로 유도하는 각종 광학계를 설치하는 것도 생각할 수 있다. 보다 자세하게는, 검출광 광원(29)과 편광자(30) 사이와, 편광자(30)와 기판(1) 사이의 적어도 한쪽에 투광 광학계를 설치하고, 기판(1)과 광 검출기(32) 사이에 수광 광학계를 설치하는 것을 생각할 수 있다.

[0072] 다음에, 상기한 구성을 갖는 노광 장치(20)를 이용한 노광 공정을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법에 대하여도 28~도 35를 이용하여 설명한다. 또, 이하의 설명에서는, 반도체 장치에 포함되는 n채널 MOS(Metal Oxide Semiconductor) 트랜지스터 부분의 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0073] 기판(예컨대, p형 실리콘 기판)(1)의 주표면에 소정의 불순물을 도입하여 벽(wall)을 형성하고, 소자 형성 영역을 규정하도록 소자 분리 구조를 형성한다. 소자 분리 구조로서 STI(Shallow Trench Isolation)를 채용하는 경우에는, 기판의 주표면을 에칭하여 트렌치를 형성하고, 그 트렌치 내에 실리콘 산화막 등의 절연막을 매립한다. 또한, MOS 트랜지스터의 형성 영역에, MOS 트랜지스터의 임계값 전압 조정을 위해 붕소를, 예컨대, 30~60keV의 주입 에너지, $2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 이하의 도프량으로 이온 주입한다.

[0074] 다음에, 도 28에 나타내는 바와 같이, 기판(1)의 주표면상에, 열산화법이나 CVD(Chemical Vapor Deposition)법 등을 이용하여, 절연막(7)을 형성한다. 그 절연막으로는, 예컨대, 고유전체 박막의 실리콘 산화막, HfO계 절연막(하프늄옥사이드), HfN계 절연막(하프늄나이트라이드), HfON계 절연막, 2산화 지르코늄계 절연막 등을 들 수 있다. 그 후, 절연막(7)상에, 도핑된 폴리실리콘이나, 텅스텐, 니켈, 니켈실리사이드, 질화티탄, 탄탈륨 실리콘 니트리드 등의 저저항의 도전 재료로 구성되는 도전막(8)을 스퍼터링법이나 CVD법 등을 이용하여 성막한다.

[0075] 다음에, 도 29에 나타낸 바와 같이, 도전막(8)상에 3층 레지스터법의 하층 레지스트 막(9), 실리콘 산화막계 중간층(10)을 형성한 후에, 초점 검출광(450nm~850nm)에 대하여 흡수성을 갖는 BARC(Bottom Anti-Reflection Coating) 등의 반사 방지막(11)을 도포하고, 그 위에 상층 레지스트 막(12)을 도포한다. 이 때, 중간층(10)인 실리콘 산화막계 재료로는 실세스퀴옥산(silsesquioxane)을 주골격으로 하고, 흡수체와 가교 부분을 측쇄(側鎖)로 갖는 것을 채용할 수 있다. 또한, 중간층(10) 자체를 초점 검출광에 대하여 흡수성을 갖는 것으로 하고, 반사 방지막으로서 이용하는 것도 가능하다.

[0076] 다음에, 상층 레지스트 막(12)의 높이를 검출하는 것에 의해 초점 위치를 검지한다. 초점 위치를 검지할 때, 상술한 각 레지스트 막을 도포한 기판(1)을 도 1에 나타내는 스테이지(21)상에 배치하는 한편, 전사해야 할 소정 패턴이 형성된 포토 마스크(37)를 노광 장치(20)의 마스크 홀더상에 설치한다. 이 상태로, 검출광 광원(29)으로부터 출사되어 편광자(30)를 통과한 검출광을 상층 레지스트 막(12)에 조사하여 상층 레지스트 막(12) 표면에서 반사시키고, 그 검출광의 반사광을 광 검출기(32)로 검출한다. 그에 따라, 상층 레지스트 막(12)의 표면 높이를 검지할 수 있다. 이 상층 레지스트 막(12)의 표면 높이의 검지 결과로부터, 노광시의 초점 위치를

실시간으로 얻을 수 있다.

- [0077] 여기서, 노광시의 초점 위치의 검지 방법에 대하여 자세히 설명한다. 상기한 바와 같이, 편광자(30)를 통과한 검출광이 상층 레지스트 막(12)에 조사되는 것으로 되지만, 이 검출광은 실질적으로 편광 성분만으로 구성된다. 보다 구체적으로는, 상층 레지스트 막(12)에는, s 편광, p 편광, 또는 s 편광과 p 편광을 1:1로 포함하는 45도의 직선 편광 중 어느 하나가 조사되는 것으로 된다. 이와 같이 상층 레지스트 막(12)에 편광 성분을 조사함으로써, 상층 레지스트 막(12)의 상부 계면이나 하부 계면을 선택적으로 파악할 수 있고, 상층 레지스트 막(12)의 두께나, 상층 레지스트 막(12)의 하지 구조의 구성이 변화된 경우에도, 초점 측정 위치가 변동되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0078] 이하, 그 이유에 대하여 도 5~도 18을 이용하여 설명한다. 도 5는 본 원 발명자가 상기한 효과를 확인할 때에 선택한 막 구조의 예를 나타내는 단면도이다.
- [0079] 도 5에 나타내는 바와 같이, 상기 막 구조는 기판(1)의 주표면상에 형성된 200nm의 실리콘 산화막(3)과, 그 실리콘 산화막(3)상에 형성된 78nm의 반사 방지막(4)과, 그 반사 방지막(4)상에 형성된 180nm의 레지스트 막(2)을 갖는다.
- [0080] 도 6에, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 물/레지스트 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타낸다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 모든 입사각에서, s 편광의 반사율이 무편광이나 p 편광의 반사율보다 높게 되어 있다. 이것으로부터, 무편광의 광을 이용한 경우, 그 p 편광 성분이 레지스트 내부에 침입하고, 내부의 반사면에서 반사하는 것에 의해, 초점 검출 정밀도가 저하하는 것이 예상된다. 그에 대하여, s 편광만을 사용하는 것에 의해, 레지스트 내부에 침입하는 광을 감소시킬 수 있어, 초점 검출 정밀도의 저하의 정도가 적어지는 경향이 예상된다. 그러나, 실제로 검출광의 입사각으로서 선택하는 각도(85도~87도) 범위에서는, s 편광, 무편광, p 편광에서 반사율에 그다지 큰 차가 보이지 않는다고도 할 수 있다.
- [0081] 그래서, 레지스트 막(2)보다 하층에 침입한 광의 각 계면에서의 반사율에 대해서도 검토했기 때문에, 그 결과에 대하여 설명한다.
- [0082] 도 7~도 9에, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 레지스트/반사 방지막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성, 반사 방지막/실리콘 산화막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성, 실리콘 산화막/기판 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타낸다.
- [0083] 도 7~도 9에 나타내는 바와 같이, 어느 쪽의 계면에서도, s 편광의 반사율이 가장 높게 되어 있는 것을 알 수 있다. 즉, s 편광을 이용함으로써, 상층으로부터의 투과광의 각 계면에서의 반사율도 높아지는 것을 알 수 있다. 또한, 무편광의 경우도, p 편광과 비교하면, 상층으로부터의 투과광의 각 계면에서의 반사율이 높아지는 것을 알 수 있다.
- [0084] 그에 대하여, p 편광의 경우, 어느 계면에서도, 반사율은 가장 낮게 되어 있고, 특히 기판(1)과 실리콘 산화막(3)의 계면에서의 p 편광의 반사율을 보면, 도 9에 나타내는 바와 같이, p 편광의 반사율은 매우 낮고, 무반사에 가까운 상태인 것을 알 수 있다.
- [0085] 상기한 바와 같이, 레지스트 표면에서의 반사율의 값 자체는 s 편광의 경우가 가장 높지만, s 편광의 경우에는 하층 계면에서의 반사율도 높아지는데 대하여, p 편광의 경우에는, 레지스트 표면에서의 반사율의 값 자체는 s 편광보다 낮지만, 하층 계면에서의 반사율은 가장 낮아지는 것을 감안해, p 편광을 검출광으로서 사용하는 것에 의해, 레지스트 표면을 가장 높은 정밀도로 파악할 수 있는 것으로 추찰(推察)된다.
- [0086] 그래서, 본원 발명자는 상기 내용을 확인할 수 있도록 다음과 같은 계산을 하였으므로, 그 결과에 대하여 설명한다. 구체적으로는, 도 5에 나타내는 막 구조에 있어서, 레지스트 막(2)의 두께와, 실리콘 산화막(3)의 두께를 변화시킴과 동시에, 하층의 박막에 의한 광의 간섭도 고려하여, 레지스트 막(2)의 표면에서의 반사율을 입사각 86도로 계산했다. 이 계산 결과를 도 10~도 12에 나타낸다. 또, 본원 명세서에서는, 박막에서의 다중 반사시의 반사율은 막의 각 계면에서의 반사·투과의 급수(級數)를 무한대까지 전개한 경우의 급수의 수렴값에 의해 얻을 수 있는 것으로 하여 계산하고 있다.
- [0087] 도 10에는, 하층의 간섭을 고려한 경우의 액침 노광시의 s 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내며, 도 11에는, 하층의 간섭을 고려한 경우의 액침 노광시의 p 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내며, 도 12에는, 하층의 간섭을 고려한 경우의 액침 노광시의 무편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타낸다.
- [0088] 도 10~도 12에 나타내는 바와 같이, s 편광의 경우에는, 레지스트 막(2)이나 하층의 실리콘 산화막(3) 두께의

변화에 따라, 레지스트 표면에서의 반사율의 편차가 가장 커지는 것을 알 수 있다. 이전에 의해, s 편광의 경우에는, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 가장 받기 쉽다고 할 수 있다.

[0089] 그에 대하여, 도 11에 나타내는 바와 같이, p 편광의 경우에는, 레지스트 막(2)이나 하층의 실리콘 산화막(3)의 두께가 변화한 경우의 레지스트 표면에서의 반사율의 편차는 가장 작아지는 것을 알 수 있다. 즉, p 편광의 경우에는, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 가장 받기 어렵다고 할 수 있다.

[0090] 하기의 표 1에, 상기한 계산 결과를 나타낸다.

표 1

입사광	물/ 레지스트 계면 반사율 (이상적)	계면 반사율의 최대값 (최대)	계면 반사율의 최소값 (최소)	최대값 (최대)과 반사율 (이상적)의 차	최소값 (최소)과 반사율 (이상적)의 차	최대값 (최대)과 최소값 (최소)의 차
S 편광	0.536	0.935	0.095	0.399	-0.441	0.840
P 편광	0.441	0.636	0.384	0.196	-0.056	0.250
무편광	0.448	0.745	0.362	0.257	-0.127	0.384

[0091]

[0092] 상기 표 1의 결과로부터, 도 5에 나타내는 막 구성을 채용하고, 물에 의한 액침 노광시에 입사각 86도로 검출광을 레지스트 막(2)의 표면에 입사시킨 경우, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 고려하면, 반사율의 최대값과 최소값의 차는 p 편광이 가장 작다. 즉, 레지스트 막(2)의 표면을 높은 정밀도로 취하려면, p 편광을 사용하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있다.

[0093] 다음에, 본원 발명자는 레지스트 막(2)의 하층에, 폴리실리콘 막을 포함하는 막 구조를 형성한 경우에 대해서도 검토했기 때문에, 그 결과에 대해서 도 13~도 18을 이용하여 설명한다.

[0094] 도 13에 나타내는 바와 같이, 상기 막 구조는 기판(1)의 주표면상에 형성된 200nm의 실리콘 산화막(3)과, 그 실리콘 산화막(3)상에 형성된 150nm의 폴리실리콘 막(5)과, 그 폴리실리콘 막(5)상에 형성된 78nm의 반사 방지막(4)과, 그 반사 방지막(4)에 형성된 180nm의 레지스트 막(2)을 갖는다.

[0095] 도 14에, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 반사 방지막/폴리실리콘 막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내며, 도 15에, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 폴리실리콘 막/실리콘 산화막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타낸다.

[0096] 도 14 및 도 15에 나타내는 바와 같이, 어느 계면에서도, s 편광의 반사율이 p 편광의 반사율보다 높게 되어 있음을 알 수 있다. 따라서, 레지스트 막(2)의 하층에 폴리실리콘 막(5)을 형성한 경우도, 검출광으로서 s 편광을 사용하면, p 편광과 비교하여 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 받기 쉬워진다고 할 수 있다.

[0097] 도 13에 나타내는 막 구조의 경우도, 하지의 박막의 존재에 의한 광의 간섭을 고려한 레지스트 막(2)의 표면에서의 반사율을 입사각 86도로 계산했기 때문에, 그 결과를 도 16~도 18에 나타낸다.

[0098] 도 16~도 18에 나타내는 바와 같이, 레지스트 막(2)의 하층에 폴리실리콘 막(5)을 형성한 경우도, s 편광의 경우에는, 레지스트 막(2)이나 하층의 실리콘 산화막(3)의 두께의 변화에 따라, 레지스트 표면에서의 반사율의 편차가 가장 커짐을 알 수 있다. 따라서, s 편광의 경우에는, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 가장 쉽게 받는다고 할 수 있다.

[0099] 그에 대하여, 도 17에 나타내는 바와 같이, p 편광의 경우에는, 레지스트 막(2)이나 하층의 실리콘 산화막(3)의 두께가 변화한 경우의 레지스트 표면에서의 반사율의 편차는 가장 작아지는 것을 알 수 있다. 즉, 레지스트 막(2)의 하층에 폴리실리콘 막(5)을 형성한 경우도, p 편광을 사용하는 것에 의해, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 가장 받기 어렵게 된다고 할 수 있다.

[0100] 하기의 표 2에, 상기의 계산 결과를 나타낸다.

표 2

입사광	물/ 레지스트 계면 반사율 (이상적)	계면 반사율의 최대값 (최대)	계면 반사율의 최소값 (최소)	최대값 (최대)과 반사율 (이상적)의 차	최소값 (최소)과 반사율 (이상적)의 차	최대값 (최대)과 최소값 (최소)의 차
S 편광	0.536	0.970	0.002	0.434	-0.534	0.968
P 편광	0.441	0.680	0.313	0.239	-0.128	0.367
무편광	0.488	0.744	0.325	0.256	-0.163	0.419

[0101]

[0102] 상기 표 2의 결과로부터, 도 13에 나타내는 막 구성을 채용하고, 물에 의한 액침 노광시에 입사각을 86도로 하여 검출광을 레지스트 막(2)의 표면에 입사시키는 경우도, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 고려하면, 반사율의 최대값과 최소값의 차는 p 편광이 가장 작다. 즉, 레지스트 막(2)의 표면을 높은 정밀도로 취하려면, p 편광을 사용하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있다.

[0103] 또, 기판상에 형성된 막 구성을 따라서는, s 편광이나, s 편광과 p 편광을 1:1로 포함하는 45도의 직선 편광을 사용하는 것도 생각할 수 있다. 즉, 본 발명에서는, 레지스트 막의 하지 막의 구성에 따라, 적절한 편광을 선택하면 좋다. 이와 같이 적절한 편광을 선택하는 것에 의해, 검출광의 입사각이 같은 경우에는, 무편광의 광을 검출광으로서 사용하는 경우와 비교하여, 안정적으로 레지스트의 상부 계면이나 하부 계면을 높은 정밀도로 취할 수 있다. 그에 따라, 검출광의 입사각 자체를 감소시킬 수 있어, 노광 장치의 설계 자유도를 향상시킬 수 있다.

[0104] 또한, 광 검출기쪽이 광강도만을 기초로 검출광을 검출하는 경우에는, s 편광과 p 편광을 1:1로 포함하는 45도 경사 직선 편광과 무편광은 동등한 결과를 얻을 수 있는 것이라고 생각할 수 있다. 또한, 하층으로부터의 반사가 억제된 구조이면, s 편광 또는 무편광을 이용하는 것이 효과적인 경우도 있다. 이것을 감안하여, 무편광도 선택할 수 있도록, 도 1에 나타내는 노광 장치(20)의 구동 장치(31)에 대하여, 검출광의 광축 주위의 편광자(30)의 회전 구동뿐만 아니라, 검출광의 광로로부터 벗어나도록 편광자(30)를 회전 가능하게 하거나, 검출광의 광로로부터 벗어나도록 편광자(30)를 이동 가능하게 하는 기능을 부여하는 것도 생각할 수 있다.

[0105] 상기한 바와 같은 검출광을 사용하여 초점 위치를 검지한 후, 노광용 광원(23)으로부터 광축(34)을 따르는 방향으로 노광광을 출사하고, 조명 광학계(22)를 통해 포토 마스크(37)에 조사한다. 포토 마스크(37)를 투과한 광은 투영 광학계 및 침액(27)을 통해 상층 레지스트 막(12)에 조사된다. 그에 의해, 상층 레지스트 막(12)을 감광시킬 수 있고, 포토 마스크(37)상에 형성된 패턴을 상층 레지스트 막(12)에 전사할 수 있다. 그 후, 열 처리를 가하고 알칼리 현상액(테트라암모늄 하이드로옥사이드, 2.38wt %)으로 현상 처리를 실시한다. 그 결과, 정확하게 초점이 제어된 상태로 노광할 수 있어, 도 30에 나타내는 바와 같이, 소망 형상의 레지스트 패턴(12a)을 높은 정밀도로 형성할 수 있다.

[0106] 이 레지스트 패턴(12a)을 마스크로 하여, 도 31에 나타내는 바와 같이, 반사 방지막(11) 및 중간층(10)을 CF_4 , C_2F_8 , CHF_3 등의 불화알킬계의 가스로 드라이 에칭한다. 그것에 의해, 반사 방지막 패턴(11a)과, 중간층 패턴(10a)을 형성한다. 또, 반사 방지 기능을 갖는 중간층(10)을 형성하고, 반사 방지막(11)을 생략한 경우에는, 중간층(10)만을 마찬가지의 가스로 드라이 에칭하면 좋다. 그 후, 동일 에칭 챔버 내에서 가스를 H_2/N_2 계 또는 O_2/N_2 계 등으로 전환하여 3층 레지스트의 하층 레지스트 막(9)을 드라이 현상하고, 하층 레지스트 막 패턴(9a)을 형성한다.

[0107] 상기와 같이 하여 얻어진 각 패턴을 에칭 마스크로 하여 도전막(8)을 드라이 에칭하고, 도 32에 나타내는 바와 같이, 게이트 전극(8a)을 형성한다. 그리고, 잉여의 하층 레지스트 막 패턴(9a) 등을 박리한다.

[0108] 다음에, 도 33에 나타내는 바와 같이, 게이트 전극(8a)을 마스크로 하여, 게이트 전극(8a)에 대하여 자기 정합적으로, 기판(1)에 소정의 n형 불순물을 주입한다. 예컨대, 비소(As)를 20~50keV의 주입 에너지로, $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 이상 $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 이하의 도프량으로 이온 주입한다. 그것에 의해, n형 저농도 불순물 영역(13a)을 형성할 수 있다.

- [0109] 그 후, 게이트 전극(8a)을 덮도록, CVD법 등에 의해 실리콘 산화막 등의 절연막을 형성하고, 그 절연막에 이방성 에칭 처리를 실시한다. 그것에 의해, 게이트 전극(8a)의 측벽상에 측벽 절연막(14)을 형성한다. 이 때, 절연막(7)도 에칭되고, 게이트 절연막(7a)이 형성된다.
- [0110] 상기의 측벽 절연막(14)과 게이트 전극(8a)을 마스크로 하여, 측벽 절연막(14)과 게이트 전극(8a)에 대하여 자기 정합적으로, 기판(1)에 소정의 n형 불순물을 주입한다. 예컨대, 비소(As)를 30~50keV의 주입 에너지로, $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 이상 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 이하의 도프량으로 이온 주입한다. 그것에 의해, n형 고농도 불순물 영역(13b)을 형성할 수 있다.
- [0111] 다음에, 도 34에 나타내는 바와 같이, CVD법 등에 의해, 측벽 절연막(14)과 게이트 전극(8a)을 덮도록 실리콘 산화막계의 충간 절연막(15)을 형성한다. 이 충간 절연막(15)상에, 반사 방지막(16)을 도포한다. 이 반사 방지막(16)으로도, 상기한 반사 방지막(11)과 마찬가지의 재질을 사용할 수 있다. 이 반사 방지막(16)상에 레지스트 막(17)을 도포한다.
- [0112] 레지스트 막(17)에 대해서도, 상층 레지스트 막(12)의 경우와 마찬가지의 수법으로, 레지스트 막(17)의 표면의 높이를 검지하고, 노광시의 초점 위치를 얻는다. 그 후, 노광광을 레지스트 막(17)에 조사하여 레지스트 막(17)을 감광시키고, 열 처리를 가하여 알칼리 현상액(테트라암모늄 하이드로옥사이드 2.38wt %)으로 현상 처리를 실시한다. 이에 의해 얻어진 레지스트 패턴을 마스크로 하여, CF_4 , C_2F_8 , CHF_3 등 불화알킬계의 가스로 충간 절연막(15)을 드라이 에칭하고, 또한 레지스트 막(17)을 박리한다. 그것에 의해, 컨택트 홀(18)을 형성할 수 있다.
- [0113] 상기의 컨택트 홀(18) 내에는, CVD법이나 스퍼터링법 등을 이용하여, 도전막(19)을 형성한다. 도전막(19)으로는, 예컨대, 불순물을 도핑한 폴리실리콘 막이나, 텅스텐(W) 막 등의 고용점 금속막이나, 질화티탄(TiN) 막이나, 동(Cu) 막 등을 들 수 있다. 이 도전막(19)을 패터닝하는 것에 의해, 도 35에 나타내는 바와 같이, 전극을 형성할 수 있다. 이 패터닝시에도, 상술한 노광 방법을 사용할 수 있다.
- [0114] 또, 다층 배선 구조의 디바이스를 제작하는 경우에는, 도 35에 나타내는 상태의 도전막(19)을 덮도록 충간 절연막을 형성하고, 그 충간 절연막에 스루홀을 형성하며, 그 스루홀 내에 동(Cu) 막 등의 도전막을 매립하면 좋다. 그것에 의해, 다층 배선 구조를 갖는 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 디바이스 등의 반도체 디바이스를 제조할 수 있다.
- [0115] 또, 상기한 실시예에서는, 게이트 전극(8a)의 형성에 3층 레지스트법을 이용하고, 컨택트 홀(18)의 형성에 단층 레지스트법을 이용하는 예를 나타냈지만, 이것은 일례이며, 각각 단층 레지스트법, 다층 레지스트법, 하드 마스크법, 실리콘 함유 감광성 레지스트를 이용한 2층 레지스트법 중에서 선택할 수 있다.
- [0116] (실시예 2)
- [0117] 다음에, 본 발명의 실시예 2에 대하여, 도 19~도 24를 이용하여 설명한다.
- [0118] 상술한 실시예 1에서는, 레지스트 하층에 초점 검지광(450nm~850nm)에 대하여 흡수성을 갖는 BARC 등의 반사 방지막을 이용하는 예를 기재했지만, 본 실시예 2에서는, 레지스트 막의 위에, 그 레지스트 막보다 굴절률이 높은 상층막(탑코팅재)을 형성한다. 이 상층막으로는, 예컨대, 알칼리의 가용성이며, 초점 검지광(450nm~850nm)에 대하여 흡수성을 갖고, 굴절률이 높은 막을 사용할 수 있다. 이것 이외의 구성에 대해서는 실시예 1의 경우와 기본적으로 마찬가지이다.
- [0119] 도 19에는, 본 실시예 2에 있어서의 기판(1)상의 막 구조의 예를 나타낸다. 도 19에 나타내는 바와 같이, 본 실시예 2에 있어서의 막 구조는 기판(1)의 주표면상에 형성된 200nm의 실리콘 산화막(3)과, 그 실리콘 산화막(3)상에 형성된 78nm의 반사 방지막(4)과, 그 반사 방지막(4)상에 형성된 180nm의 레지스트 막(2)과, 그 레지스트 막(2)상에 형성된 30nm의 상층막(6)을 갖는다.
- [0120] 여기서, 상층막(6)의 재질예에 대하여 설명한다. 상층막(6)으로는, 예컨대, 산성기를 포함하는 중합성 모노머(monomer)를 비극성 중합성 모노머와의 총합에 대하여 4할~10할(비극성 중합성 모노머 없음)로 공중합하는 것에 의해 알칼리 용해성을 갖게 한 폴리머를 주성분으로 하고, 이 폴리머에 450nm~850nm의 장파장 영역에 흡수성을 갖는 색소를 에스테르 결합, 에테르 결합, 아미드 결합으로 폴리머 주체에 수식(修飾)한 재질의 막을 들 수 있다. 보다 상세하게는, 상층막(6)의 재질로서, 카본산기 또는 폐놀기 또는 불화알코올기, 스루흔산기 또는

무수말레인산기를 포함하는 중합성 모노머를 비극성 중합성 모노머와의 총합에 대하여 4할~10할(비극성 중합성 모노머 없음)로 공중합하는 것에 의해 알칼리 용해성을 갖게 한 폴리머를 주성분으로 하고, 이 폴리머에 450nm~850nm의 장파장 영역에 흡수성을 갖는 아조계, 키논계, 시아닌계, 프탈로시아닌계, 인디고계 모핵을 갖는 색소를 에스테르 결합, 에테르 결합, 아미드 결합으로 폴리머 주체에 수식한 것을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 상충막(6)으로서, 불화알코올기를 포함하는 중합성 모노머를 중합하는 것에 의해 알칼리 용해성을 갖게 한 폴리머를 주성분으로 하고, 이 폴리머에 450nm~850nm의 장파장 영역에 흡수성을 갖는 인디고계 모핵을 갖는 색소를 에스테르 결합으로 폴리머 주체에 수식한 것을 사용할 수 있다.

- [0121] 상기와 같이 레지스트 막(2)상에 상충막(6)을 형성하는 것에 의해, 상충막(6)의 표면의 반사율을 높일 수 있고, 상충막(6)과 침액(27)의 계면을 높은 정밀도로 측정할 수 있다. 그것에 의해, 실시예 1의 경우와 마찬가지로, 실시간으로 노광시의 초점 검출을 행할 수 있다.
- [0122] 본원 발명자는 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 상충막(6)의 상하 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 검토했으므로, 그 검토 결과에 대하여 설명한다.
- [0123] 도 20에, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 물/상충막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타낸다.
- [0124] 도 20에 나타내는 바와 같이, 모든 입사각에 대하여, s 편광의 반사율이 무편광이나 p 편광의 반사율보다 높게 된다. 이로부터, 무편광의 광을 이용한 경우, 실시예 1의 경우와 마찬가지로, 그 p 편광 성분이 레지스트 내부에 침입하고, 내부의 반사면에서 반사하는 것에 의해, 초점 검출 정밀도가 저하하는 것이 예상된다. 이에 대하여, s 편광만을 사용함으로써, 레지스트 내부로 침입하는 광을 감소시킬 수 있고, 초점 검출 정밀도의 저하 정도가 적어지는 경향이 예상된다.
- [0125] 도 21에, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 상충막/레지스트 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타낸다.
- [0126] 도 21에 나타내는 바와 같이, 모든 입사각에 대하여, s 편광의 반사율이 무편광이나 p 편광의 반사율보다 높게 되어 있고, 도 7~도 9와 마찬가지의 결과를 얻을 수 있다. 즉, s 편광을 이용하는 것에 의해, 상충으로부터의 투파광의 상충막/레지스트 계면에서의 반사율도 높게 되는 것을 알 수 있다. 그에 대하여, 상충막/레지스트 계면에서의 p 편광의 반사율을 보면, 도 21에 나타내는 바와 같이, p 편광의 반사율은 매우 낮고, 무반사에 가까운 상태인 것을 알 수 있다.
- [0127] 이상으로부터, 본 실시예 2의 경우도, 상충막 표면에서의 반사율의 값 자체는 s 편광의 경우가 가장 높지만, s 편광의 경우에는 하층 계면에서의 반사율도 높게 되는 것을 감안하여, p 편광을 검출광으로 사용하는 것에 의해, 특정 계면(상충막과 물의 계면)을 가장 높은 정밀도로 측정할 수 있다고 추찰된다.
- [0128] 거기서, 본원 발명자는 상기 내용을 확인할 수 있도록 다음과 같은 계산을 했으므로, 그 결과에 대하여 설명한다.
- [0129] 구체적으로는, 도 19에 나타내는 막 구조에서, 레지스트 막(2)의 두께와, 실리콘 산화막(3)의 두께를 변화시킴과 동시에, 하층의 박막에 의한 광의 간섭도 고려하여, 상충막(6)의 표면에서의 반사율을 실시예 1의 경우와 마찬가지로, 입사각을 86도로 계산했다. 이 계산 결과를 도 22~도 24에 나타낸다.
- [0130] 도 22에는, 하층의 간섭을 고려한 경우의 액침 노광시의 s 편광의 상충막 표면에서의 반사율을 나타내며, 도 23에는, 하층의 간섭을 고려한 경우의 액침 노광시의 p 편광의 상충막 표면에서의 반사율을 나타내고, 도 24에는, 하층의 간섭을 고려한 경우의 액침 노광시의 무편광의 상충막 표면에서의 반사율을 나타낸다.
- [0131] 도 22에 나타내는 바와 같이, s 편광의 경우에는, 레지스트 막(2)이나 하층의 실리콘 산화막(3)의 두께의 변화에 따라, 상충막 표면에서의 반사율의 편차가 크게 되어 있는 것을 알 수 있다. 이에 따라, s 편광의 경우에는, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 가장 받기 쉽다고 할 수 있다.
- [0132] 이에 대하여, 도 23에 나타내는 바와 같이, p 편광의 경우에는 레지스트 막(2)이나 하층의 실리콘 산화막(3)의 두께가 변화한 경우의 상충막 표면에서의 반사율의 편차는 가장 작게 되는 것을 알 수 있다. 즉, p 편광의 경우에는, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 가장 받기 어렵다고 할 수 있다.
- [0133] 하기의 표 3에, 상기의 계산 결과를 나타낸다.

표 3

입사광	률/ 레지스트 계면 반사율 (이상적)	계면 반사율의 최대값 (최대)	계면 반사율의 최소값 (최소)	최대값 (최대)과 반사율 (이상적)의 차	최소값 (최소)과 반사율 (이상적)의 차	최대값 (최대)과 최소값 (최소)의 차
S 편광	0.729	0.942	0.019	0.214	-0.710	0.924
P 편광	0.559	0.622	0.399	0.064	-0.159	0.223
무편광	0.644	0.741	0.271	0.098	-0.372	0.470

[0134]

[0135] 상기 표 3의 결과로부터, 도 19에 나타내는 막 구성을 채용하고, 룰에 의한 액침 노광시에 입사각 86도로 검출 광을 상층막(6)의 표면에 입사시킨 경우, 하층 계면으로부터의 반사광의 영향을 고려하면, 반사율의 최대값과 최소값의 차는 p 편광이 가장 작다. 즉, 상층막(6)의 표면을 높은 정밀도로 츄하기 위해서는, p 편광을 사용하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있다.

[0136] 본 실시예 2의 경우도, 상술한 실시예 1의 경우와 마찬가지의 수법으로 노광시의 초점 위치를 검지할 수 있다. 또한, 본 실시예 2의 상층막(6)은 알칼리 용액에 용해되므로, 레지스트 막(2)의 현상시에 상층막(6)을 제거할 수 있다. 따라서, 본 실시예 2의 노광 장치(2)를 이용하여 반도체 장치를 제조할 때에도, 실시예 1의 경우와 마찬가지의 공정을 통해 CMOS 디바이스 등의 소망 반도체 장치를 제조할 수 있다.

[0137] (실시예 3)

[0138] 다음에, 도 3을 이용하여 본 발명의 실시예 3에 대하여 설명한다. 본 실시예 3에서는, 노광시에 초점 위치를 검지하는 초점 검출 장치의 구성이 실시예 1에 있어서의 노광 장치(20)의 경우와는 다르게 되어있다. 그 이외의 구성에 대해서는 실시예 1의 경우와 기본적으로는 마찬가지이다.

[0139] 도 3에 나타내는 바와 같이, 본 실시예 3에서는, 편광자(30)와 기판(1) 사이에 광탄성 변조자(35)를 설치하고, 기판(1)과 광 검출기(32)(도 1 참조) 사이에 검광자(analyzer)(36)를 설치하고 있다. 또한, 본 실시예 3에서는, 검출광으로서, 입사 각도나 파장이 변수로 되는 45도 경사 직선 편광을 사용한다. 편광자(30)로는, 실시예 1과 마찬가지의 것을 사용할 수 있다. 검광자(36)는 상기 입사 각도나 파장을 변수로 해서 다를 수 있는 편광판, 렌즈, 프리즘, 멀티 채널 CCD 등의 광학 소자를 갖고, 각 변수 하의 s 편광, p 편광의 광강도를 검출하여, 검출광의 편광 상태를 $\rho = Rp / Rs = \tan(\psi) e(i\Delta)$ 로 타원 편광 분석(Ellipsometry)한다. 또, $\tan(\psi)$ 는 p 편광과 s 편광의 복소 반사 계수의 비의 진폭과 같고, Δ 는 p 편광과 s 편광의 반사 계수 사이의 위상 차를 의미한다.

[0140] 본 실시예 3에서는, 도 1에 나타내는 노광 장치(20)에, 기판(1)상의 막 구성의 광학 정수를 기억하는 기억 장치(도시하지 않음)를 마련하고, 연산 처리부(33)에 의해, 각 막의 막 두께를 모델 처리로 구하여, 레지스트 표면의 높이를 역산(逆算)한다. 또한, 데이터 츠득 속도 향상을 위해, 광탄성 변조자(35)를 마련하고 있다. 이 광탄성 변조자(35)를 적절하게 제어함으로써, 높은 정밀도로 고속의 파장 스캔 측정이 가능해진다.

[0141] 본 실시예 3의 경우도, 상기와 같은 연산을 행하지만, 상술한 실시예 1의 경우와 기본적으로 마찬가지의 수법이고, 노광시의 초점 위치를 검지할 수 있다. 또한, 본 실시예 3의 노광 장치(20)를 이용하여 반도체 장치를 제조할 때에도, 실시예 1의 경우와 마찬가지의 공정을 통해 CMOS 디바이스 등의 소망 반도체 장치를 제조할 수 있다.

[0142] (실시예 4)

[0143] 다음, 도 25를 이용하여, 본 발명의 실시예 4에 대하여 설명한다. 본 실시예 4에서는, 레지스트 아래에, 검출 광의 파장 영역에 높은 흡수성을 갖는 반사 방지막을 형성하고 있다. 이것 이외의 구성에 대해서는 실시예 1의 경우와 기본적으로 마찬가지이다.

[0144] 상기와 같이 검출광의 파장 영역에 높은 흡수성을 갖는 반사 방지막을 형성함으로써, 반사 방지막보다 하층의

막으로의 검출광의 침입을 억제할 수 있고, 반사 방지막보다 하층의 막의 두께나 재질 등의 각종 조건의 변동에 기인하는 초점 검출 오차를 감소시킬 수 있다.

- [0145] 상기 검출광의 파장은 일반적으로 450nm~850nm 정도이기 때문에, 본 실시예 4에서는, 450nm 이상의 파장의 광을 흡수 가능한 재료를 반사 방지막(4)(도 5 참조)의 재료로서 선택한다. 예컨대, Al, Cu, Ti, W을 포함하는 무기 재료를 반사 방지막(4)의 재료로서 선택하는 것을 생각할 수 있다. 반사 방지막(4)은, 도 5에 나타내는 바와 같이, 단층의 막으로 구성하여도 좋지만, 2층 이상의 막으로 구성하여도 좋다. 예컨대, 상기와 같은 무기 재료의 막을 적층하여 반사 방지막(4)을 형성하거나, 무기 재료의 막과 유기 재료의 막을 적층하여 반사 방지막(4)을 형성하는 것도 생각할 수 있다. 무기 재료의 막과 유기 재료의 막을 적층하는 경우, 무기 재료의 막상에 유기 재료의 막을 형성하는 것이 바람직하다. 이 때, 유기 재료의 막으로서 투명한 막도 사용 가능하다.
- [0146] 상기와 같이 무기 재료의 반사 방지막(4)을 사용하는 경우, 반사 방지막(4)의 전기적 성질을 감안해서, 패턴 형성 후에 반사 방지막(4)을 제거해야 하는 경우가 있다고 생각할 수 있다. 여기서, 반사 방지막(4)을 유기 재료만으로 구성하는 것을 생각할 수 있다. 예컨대, 상기 검출광의 파장 영역에 흡수성을 갖는 색소 등의 매체를 함유하는 폴리머 등으로 반사 방지막(4)을 구성하는 것을 생각할 수 있다.
- [0147] 여기서, 본 실시예 4에서의 반사 방지막(4)의 재질에 대하여 구체적으로 설명한다. 그 반사 방지막(4)은 산족매 가교성 폴리머에 450nm~850nm의 장파장 영역에 흡수성을 갖는 색소와 노광 파장에 흡수성을 갖는 색소를 에스테르 결합, 에테르 결합, 아미드 결합으로 폴리머 주쇄에 수식한 것과, 산을 공급하는 성분을 포함하는 재료로 구성할 수 있다. 보다 상세하게는, 반사 방지막(4)에 사용 가능한 재질로서, 산족매 가교성 가교제와 가교 반응점을 갖는 폴리머의 혼합물, 또는 폴리머에 에폭시 등의 가교성 측쇄를 포함하는 재료에, 450nm~850nm의 장파장 영역에 흡수성을 갖는 색소와, 노광 파장(예컨대, 193nm)에 흡수성을 갖는 색소를 에스테르 결합, 에테르 결합, 아미드 결합으로 폴리머 주쇄에 수식한 것과, 산 또는 열산(熱酸) 발생제를 포함하는 것을 들 수 있다. 보다 구체적으로는, 반사 방지막(4)으로서는, 메톡시메틸아미노기를 갖는 가교제와 수산기를 갖는 폴리머의 혼합물에, 450nm~850nm의 장파장 영역에 흡수성을 갖는 인디고계 모핵을 갖는 색소와, 상기 노광 파장에 흡수성을 갖는 벤젠환을 포함하는 화합물을 에스테르 결합, 에테르 결합, 아미드 결합으로 폴리머 주쇄에 수식한 것과, 열산 발생제를 포함하는 재료를 들 수 있다.
- [0148] 상기한 색소로는, 아조계, 키논계, 시아닌계, 프탈로시아닌계, 인디고계 모핵을 갖는 색소를 사용하는 것을 생각할 수 있다.
- [0149] 도 25에, 상기의 색소를 함유한 반사 방지막을 레지스트 막 아래에 형성한 경우(실선)와 형성하지 않은 경우(파선)의, 물에 의한 액침 노광시의 각 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타낸다.
- [0150] 도 25에 나타내는 바와 같이, 검출광의 파장 영역에 높은 흡수성을 갖는 반사 방지막을 형성하는 것에 의해, 반사 방지막보다 하층의 실리콘 산화막의 막 두께가 변동한 경우에도, 반사율의 편차를 억제할 수 있음을 알 수 있다. 이것은 검출광의 파장 영역에 높은 흡수성을 갖는 반사 방지막을 형성함으로써, 반사 방지막보다 하층으로 검출광이 침입하는 것을 억제할 수 있기 때문에, 반사 방지막보다 하층에 위치하는 막의 두께의 변동에 의한 초점 검출 위치의 변동을 억제할 수 있기 때문이다. 도 25의 결과로부터, p 편광이 레지스트 표면에서의 반사율의 편차가 가장 작아지게 되고, p 편광을 이용하는 것에 의해, 가장 높은 정밀도로 초점 위치를 검출할 수 있는 것이라고 추찰된다.
- [0151] 또한, 본 원 발명자는 방사 방지막의 도포막 두께에 대해서도 검토했기 때문에, 그 검토 결과에 대해서 도 26과 도 27을 이용하여 설명한다.
- [0152] 하기와 같은 막 구조를 갖는 각 기판상에 형성되는 반사 방지막의 두께를 변화시켜, 그 반사 방지막상의 레지스트 막에, 파장 633nm의 광을 입사각 86도로 입사시킨 경우의 레지스트 막과 반사 방지막의 계면에서의 광의 반사율과 반사 방지막의 두께와의 관계를 검토했다. 또, 개구수(NA)는 약 1.327이며, 조사광으로는, s 편광 p 편광, 45도의 직선 편광의 광을 선택했다.
- [0153] 도 26에는, 기판상에 200nm 두께의 산화막을 개재하여 반사 방지막을 형성하고, 그 반사 방지막상에 180nm 두께의 레지스트 막을 형성하며, 그 레지스트 막상에 침액인 물이 존재하는 경우의 레지스트 막과 반사 방지막의 계면의 반사율과, 반사 방지막의 두께와의 관계를 나타내며, 도 27에는, 기판상에 100nm 두께의 텅스텐(W) 막을 개재하여 반사 방지막을 형성하고, 그 반사 방지막상에 180nm 두께의 레지스트 막을 형성하며, 그 레지스트 막상에 침액인 물이 존재하는 경우의 레지스트 막과 반사 방지막의 계면의 반사율과, 반사 방지막의 두께와의 관계를 나타낸다.

- [0154] 도 26이나 도 27에 나타내는 바와 같이, 반사 방지막의 두께의 변화에 따라 반사율도 변화되고 있음을 알 수 있다. 이로부터, 반사 방지막의 두께를 적절하게 선택하는 것에 의해, 하지 막의 재질이 다른 경우에도 반사율을 낮게 억제할 수 있음을 알 수 있다.
- [0155] 본 실시예 4의 경우도, 상술한 실시예 1의 경우와 마찬가지의 수법으로, 노광시의 초점 위치를 검지할 수 있다. 또한, 본 실시예 4의 노광 장치(20)를 이용하여 반도체 장치를 제조할 때에도, 실시예 1의 경우와 마찬가지의 공정을 경유하여 CMOS 디바이스 등의 소망 반도체 장치를 제조할 수 있다.
- [0156] (실시예 5)
- [0157] 다음에, 도 4를 이용하여, 본 발명의 실시예 5에 대하여 설명한다. 본 실시예 5에서는, 노광 매체를 액체가 아니라 기체(예컨대, 공기)로 한다.
- [0158] 도 4에 나타내는 바와 같이, 본 실시예 5의 노광 장치(20)는 노광광을 출사하는 노광용 광원(23)을 포함하는 조명 광학계(22)와, 포토 마스크(37)와, 노광광을 기판(1)으로 유도하는 투영 광학계(24)와, 기판(1)을 탑재하는 스테이지(21)와, 초점 위치 검출용 검출광을 출사하는 검출광 광원(29)과, 그 검출광 광원(29)으로부터 출사된 검출광을 특정 편광으로 하는 것이 가능한 편광자(30)과, 그 편광자(30)를 회전 구동 가능한 구동 장치(31)와, 편광자(30)에 의해 특정 편광으로 된 검출광을 기판(1)에 조사했을 때의 반사광을 검출하는 광 검출기(32)와, 광 검출기(32)와 접속되어 검출광의 반사광의 진폭 및 위상차와, 기판(1)상에 형성된 막의 광학 정수를 이용하여, 초점 위치를 산출하는 연산 처리부(33)를 구비한다. 이들 각 요소로는, 실시예 1의 경우와 마찬가지의 것을 사용할 수 있다.
- [0159] 상기와 같이 기체를 노광 매체로 이용한 노광 장치(20)의 경우도, 상술한 각 실시예의 경우와 마찬가지의 검출광을 사용하여 초점 위치를 검지할 수 있다. 또한, 본 실시예 5의 노광 장치(20)를 이용하여 반도체 장치를 제조할 때에도, 실시예 1의 경우와 마찬가지의 공정을 경유하여 CMOS 디바이스 등의 소망 반도체 장치를 제조할 수 있다.
- [0160] 이상과 같이 본 발명의 실시예에 대하여 설명했지만, 각 실시예의 구성을 적당히 조합하는 것도 당초부터 예정되어 있었다.
- [0161] 본 발명을 상세히 설명하였지만, 이것은 예시를 위한 것일 뿐, 한정하는 것은 아니고, 발명의 정신과 범위는 첨부한 청구의 범위에 의해서만 한정되는 것임을 명백히 이해할 수 있을 것이다.

발명의 효과

- [0162] 본 발명에 의하면, 높은 정밀도의 패턴 형성을 행하는 것이 가능한 반도체 장치의 제조 방법을 제공할 수 있다.

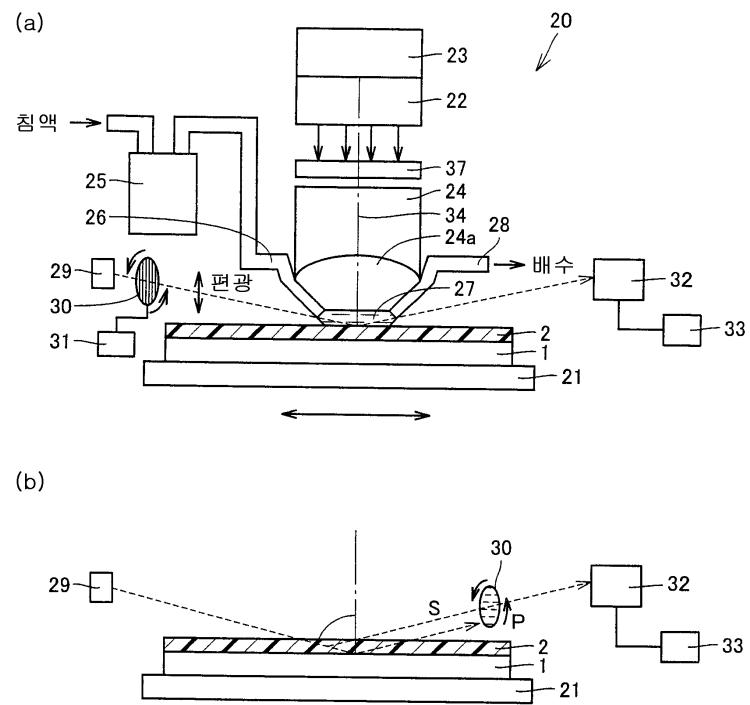
도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1(a)는 본 발명의 실시예 1에 있어서의 노광 장치의 개략 구성을 나타내는 도면이며, 도 1(b)는 도 1(a)의 변형예를 나타내는 도면,
- [0002] 도 2는 편광자의 일례를 나타내는 도면,
- [0003] 도 3은 초점 검출 장치의 다른 예를 나타내는 도면,
- [0004] 도 4는 본 발명의 실시예 5에 있어서의 노광 장치의 개략 구성을 나타내는 도면,
- [0005] 도 5는 기판상의 막 구성의 일례를 나타내는 도면,
- [0006] 도 6은 액침 노광시의 각 편광의 물(水)/레지스트 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0007] 도 7은 액침 노광시의 각 편광의 레지스트/반사 방지막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0008] 도 8은 액침 노광시의 각 편광의 반사 방지막/산화막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0009] 도 9는 액침 노광시의 각 편광의 산화막/기판 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,

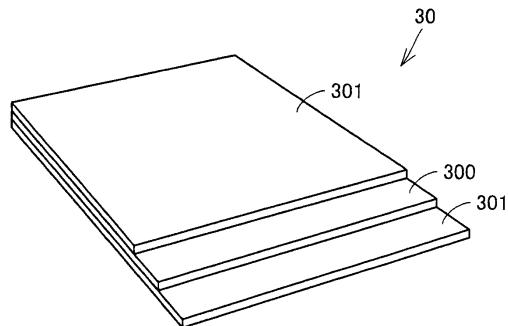
- [0010] 도 10은 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 s 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0011] 도 11은 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 p 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0012] 도 12는 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 무편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0013] 도 13은 기판상의 막 구성의 다른 예를 나타내는 도면,
- [0014] 도 14는 액침 노광시의 각 편광의 반사 방지막/폴리실리콘막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0015] 도 15는 액침 노광시의 각 편광의 폴리실리콘막/산화막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0016] 도 16은 폴리실리콘막을 형성한 경우의 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 s 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0017] 도 17은 폴리실리콘막을 형성한 경우의 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 p 편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0018] 도 18은 폴리실리콘막을 형성한 경우의 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 무편광의 레지스트 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0019] 도 19는 기판상의 막 구성의 또 다른 예를 나타내는 도면,
- [0020] 도 20은 액침 노광시의 각 편광의 물(水)/상층막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0021] 도 21은 액침 노광시의 각 편광의 상층막/레지스트막 계면에서의 반사율의 입사각 의존성을 나타내는 도면,
- [0022] 도 22는 상층막을 형성한 경우의 물에 의한 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 s 편광의 상층막 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0023] 도 23은 상층막을 형성한 경우의 물에 의한 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 p 편광의 상층막 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0024] 도 24는 상층막을 형성한 경우의 물에 의한 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 무편광의 상층막 표면에서의 반사율을 나타내는 도면,
- [0025] 도 25는 액침 노광시의 하층의 간섭을 고려한 각 편광의 레지스트 표면에서의 반사율로 반사 방지막을 형성한 경우와 형성하지 않은 경우를 비교한 도면,
- [0026] 도 26은 산화막상에 형성한 반사 방지막의 두께를 변화시킨 경우의 반사율의 변화를 나타내는 도면,
- [0027] 도 27은 무기 재료와 유기 재료의 적층 구조로 이루어지는 반사 방지막에서 유기 재료의 막 두께를 변화시킨 경우의 반사율의 변화를 나타내는 도면,
- [0028] 도 28~도 35는 반도체 장치의 제조 공정의 제 1~제 8 공정을 나타내는 단면도이다.

도면

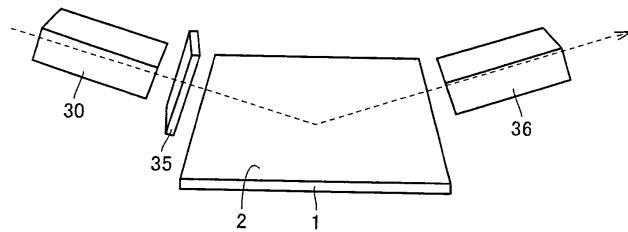
도면1



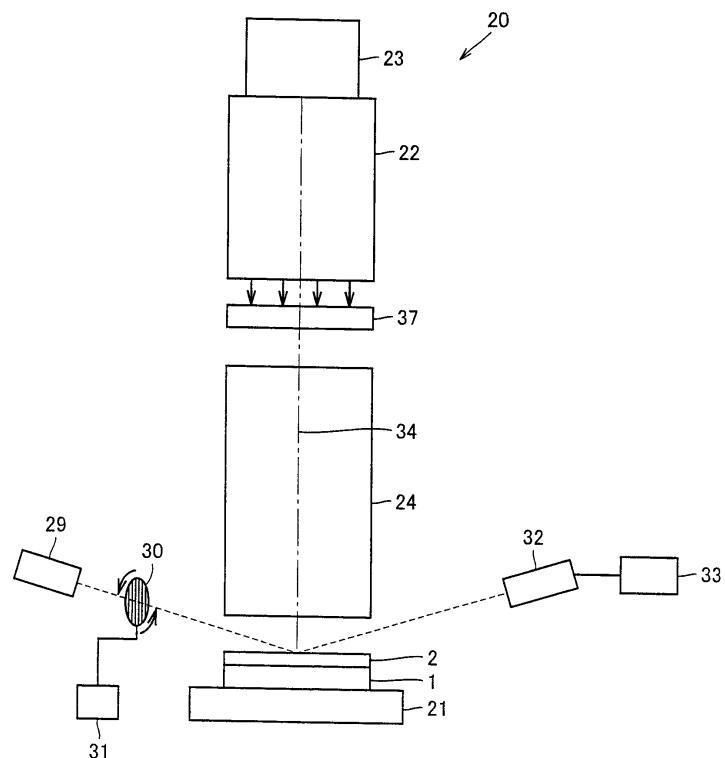
도면2



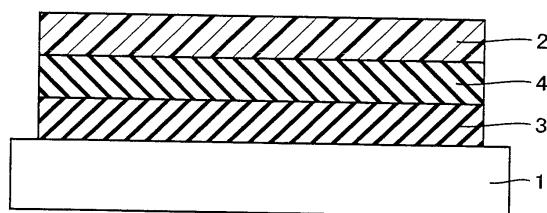
도면3



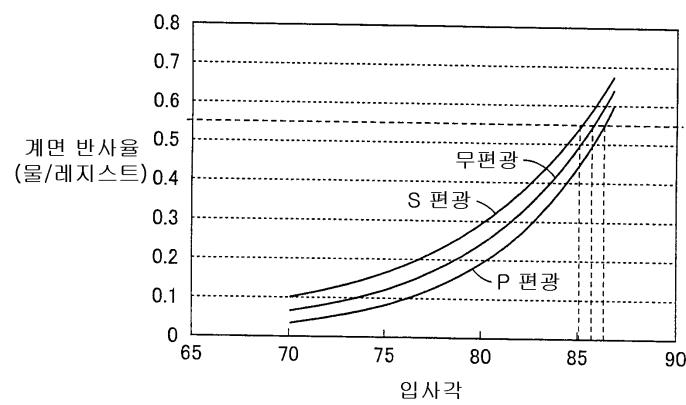
도면4



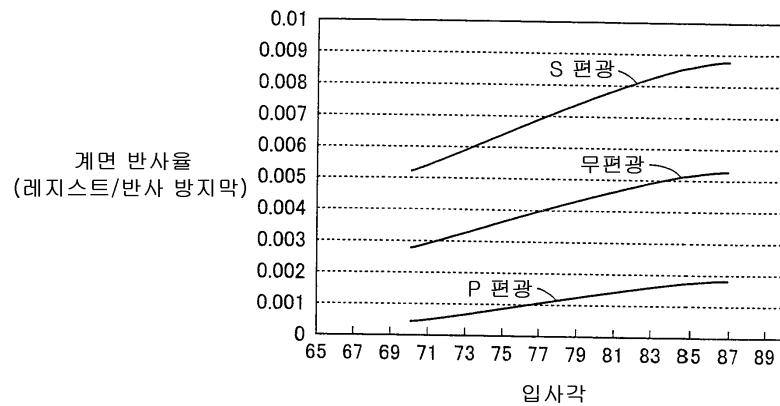
도면5



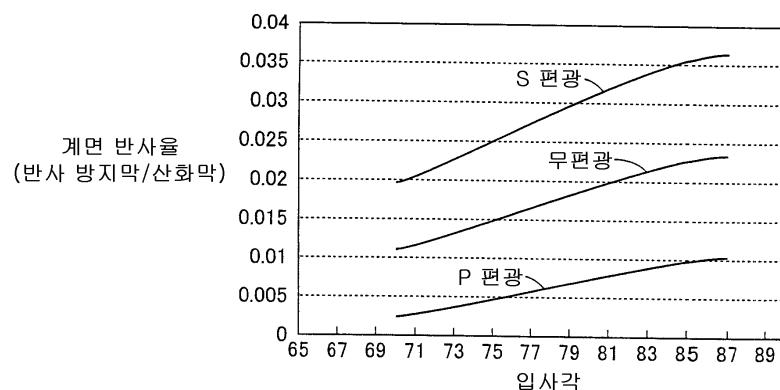
도면6



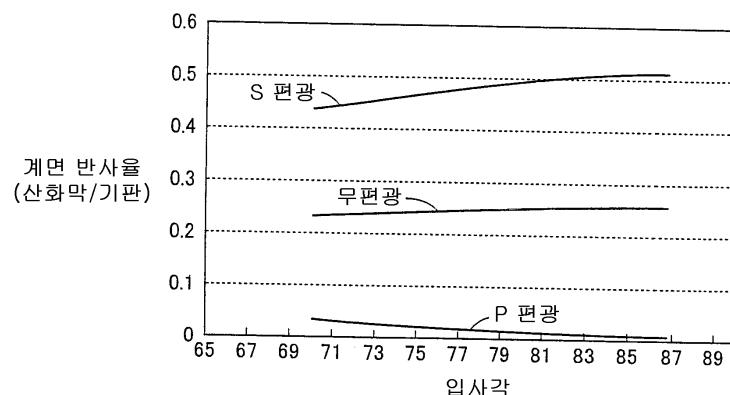
도면7



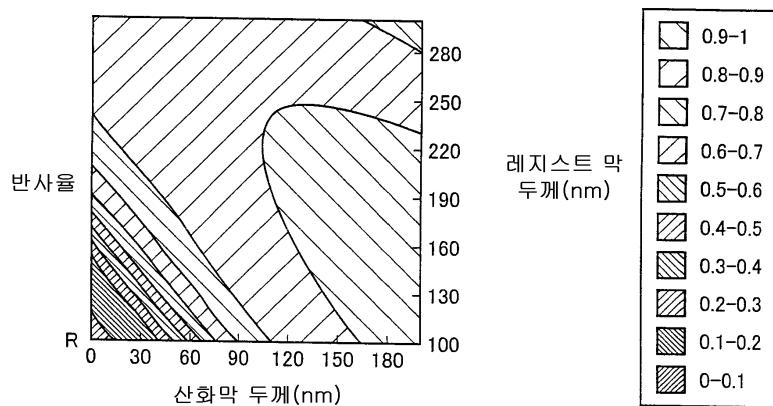
도면8



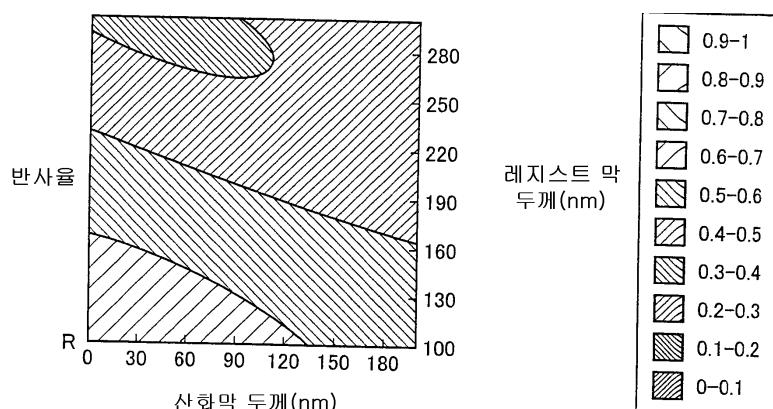
도면9



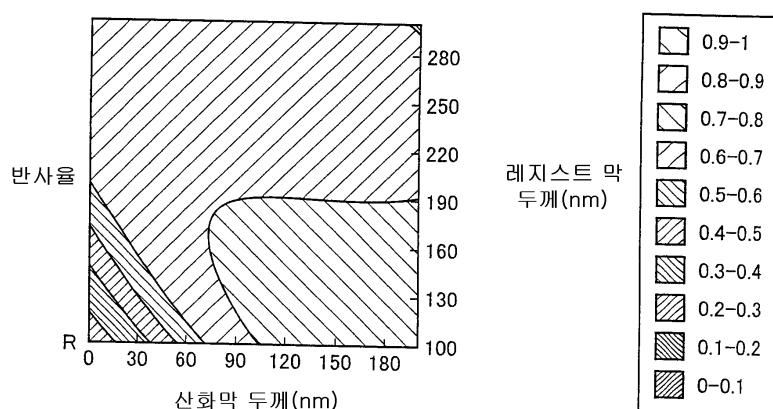
도면10



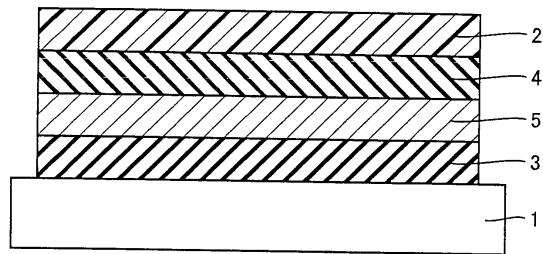
도면11



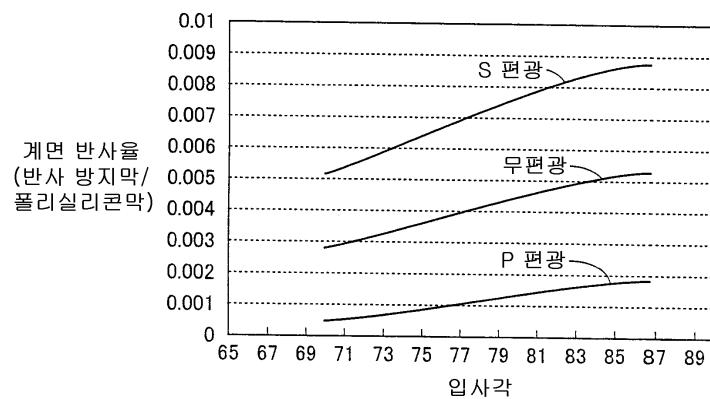
도면12



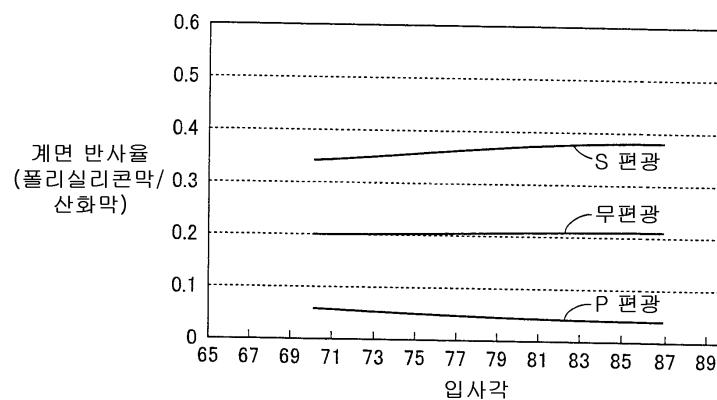
도면13



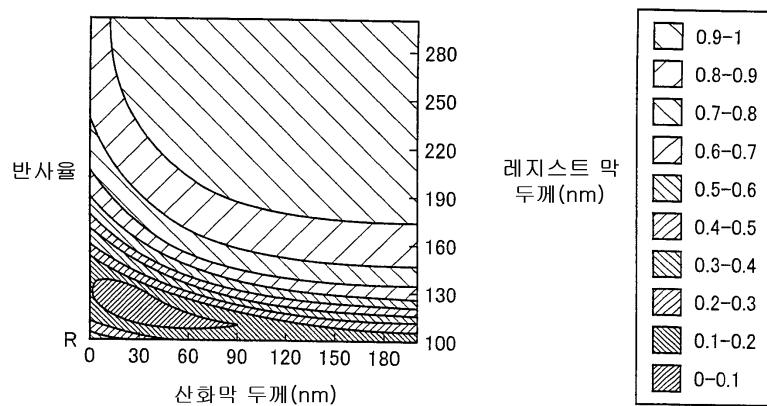
도면14



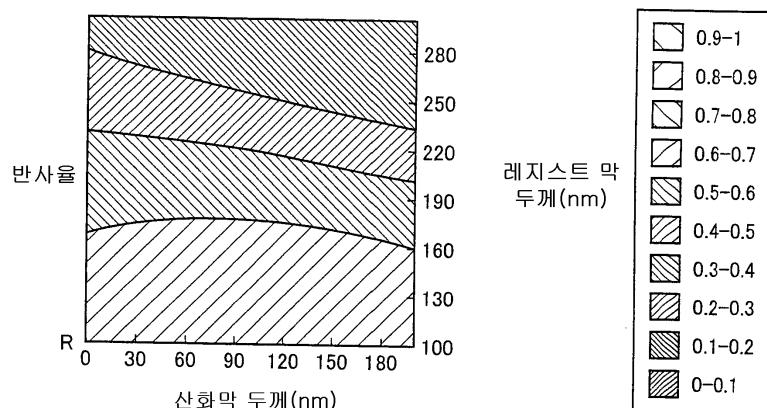
도면15



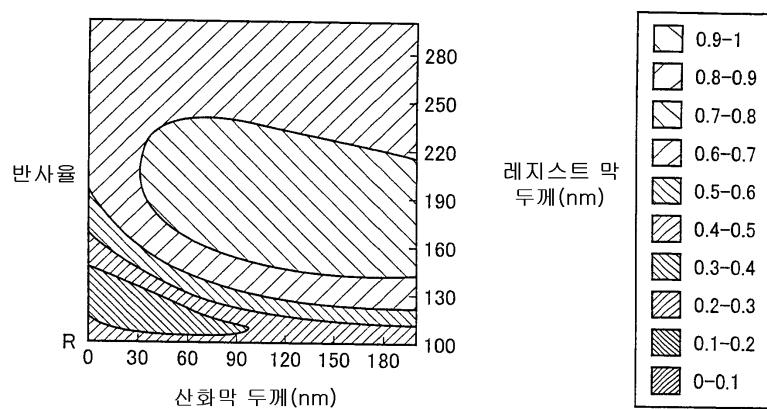
도면16



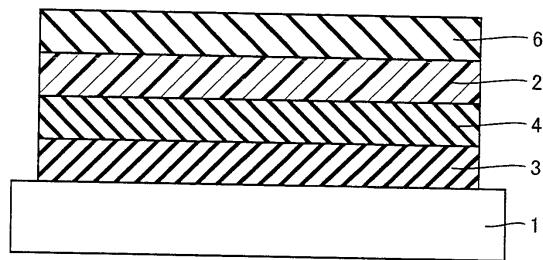
도면17



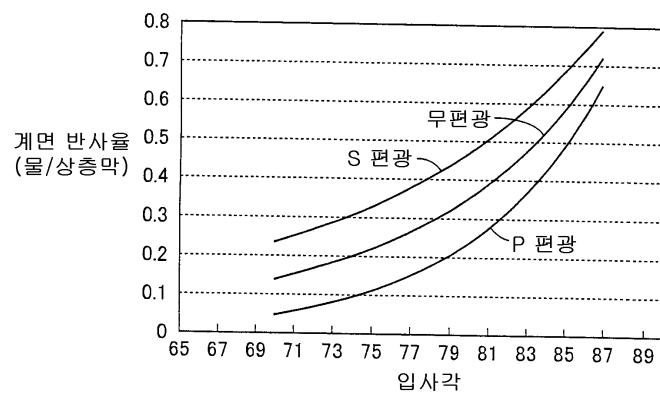
도면18



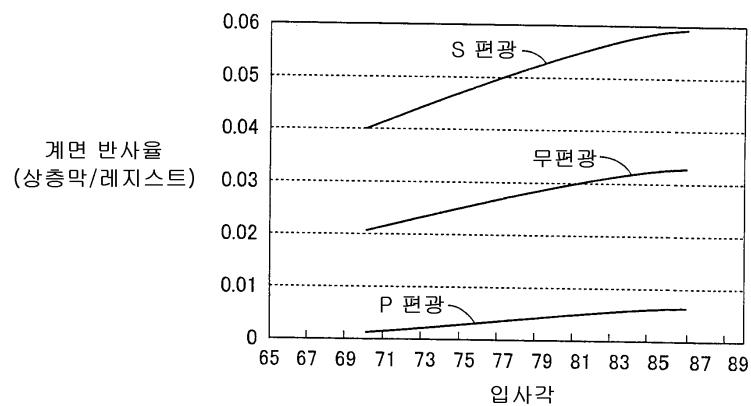
도면19



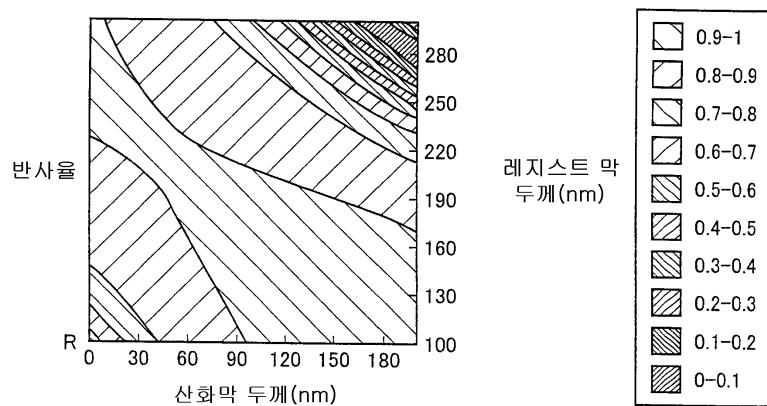
도면20



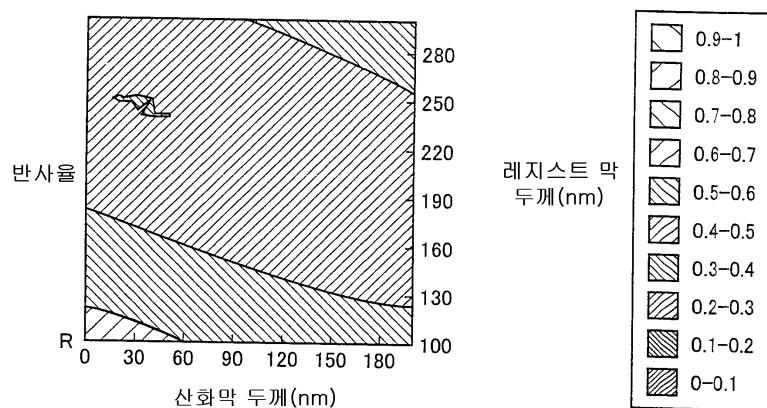
도면21



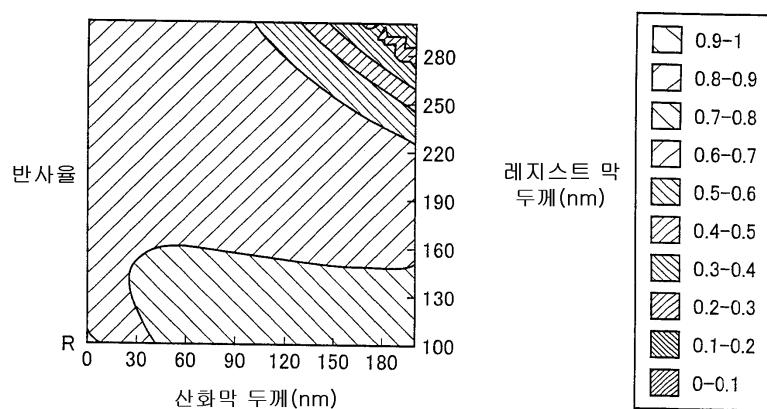
도면22



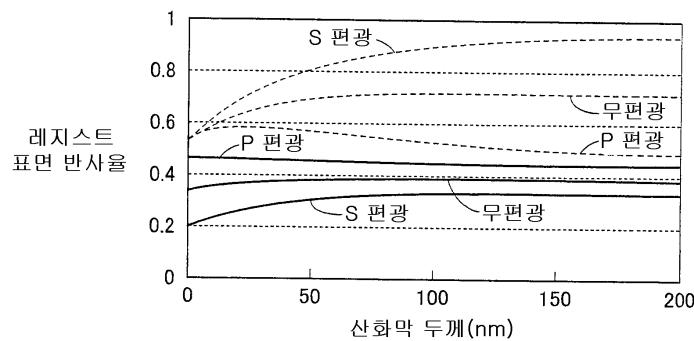
도면23



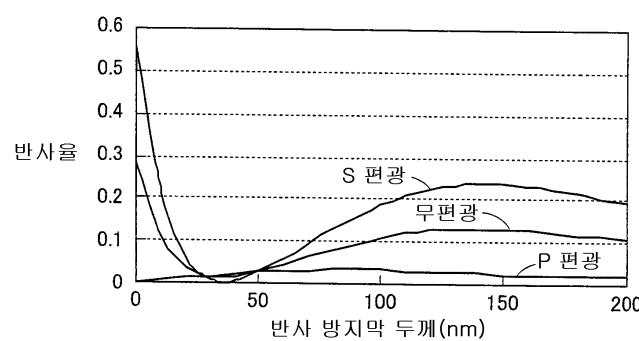
도면24



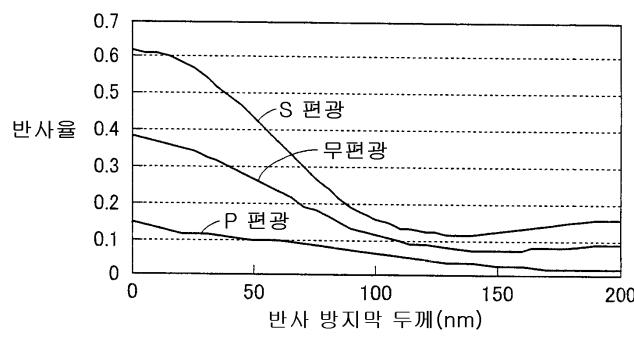
도면25



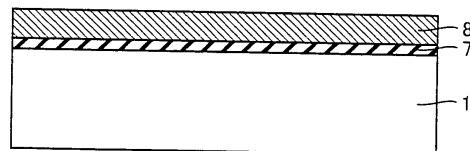
도면26



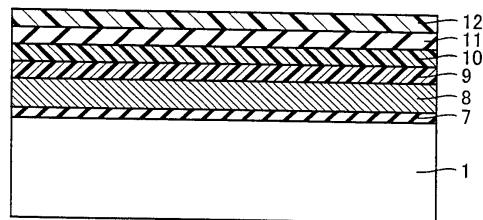
도면27



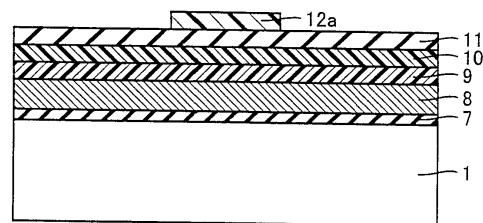
도면28



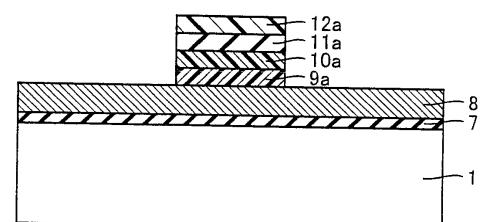
도면29



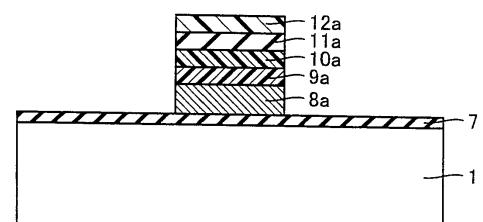
도면30



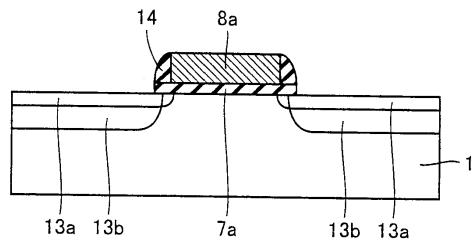
도면31



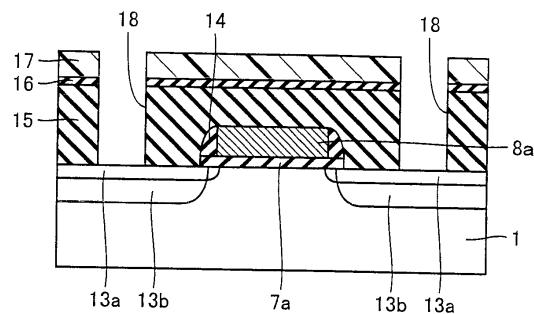
도면32



도면33



도면34



도면35

