(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
H01L 21/027

(11) 공개번호 특2002-0064138
(43) 공개일자 2002년08월07일

(21) 출원번호 10-2001-0073184
(22) 출원일자 2001년11월23일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00024092 2001년01월31일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼
일본 도쿄토 치요다쿠 간다스루가다이 4쪼메 6반치

(72) 발명자 타나가토시히코
일본국도쿄도세타가야쿠키누타6초메26반치14고
핫토리타카시
일본국도쿄도무사시무라야마시오오미나미1초메18반치노16

(74) 대리인 특허법인 원전

심사청구 : 없음

(54) 반도체장치의 제조방법

요약

포토마스크의 식별을 용이하게 행한다.

포토마스크(A)의 유리기판(GP)상에 형성된 본체 회로패턴(1a), 레티클 정렬마크(1c), 바코드(1d), 식별마크(1e)를 미립자상 물질과 바인더를 가지는 감광성 조성물 감광체로 구성하였다. 포토마스크(A)의 식별은, 식별마크(1c)나 바코드에 소정의 식별광을 조사하는 것으로 행한다. 포토마스크(A)의 노광장치에서의 위치정렬은, 레티클 정렬마크(1c)에 소정의 검출광을 조사하는 것으로 행한다. 또, 노광처리시에는 식별광이나 검출광과는 파장이 다른 노광광을 이용해서 포토마스크(A)상의 패턴을 반도체 웨이퍼상에 전사한다.

대표도
도 1

색인어
포토마스크, 식별, 바코드, 노광, 파장, 패턴, 반도체 웨이퍼

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시형태인 반도체장치의 제조공정에서 이용하는 포토마스크의 평면도,

도 2는 본 발명의 다른 실시형태인 반도체장치의 제조공정에서 이용하는 포토마스크의 평면도,

도 3의 (a)~(c)는 본 발명의 실시형태인 반도체장치의 제조방법에서 이용하는 포토마스크의 제조공정중의 주요부 단면도,

도 4는 본 발명의 실시형태인 카본을 분산시킨 레지스트(I)의 분광특성을 나타내는 특성도,

도 5는 본 발명의 실시형태인 반도체장치의 제조공정에서의 포토리소그래피 공정의 공정도,

도 6은 본 발명의 실시형태인 반도체장치의 제조공정에서 이용한 노광장치의 구성의 설명도,

도 7은 본 발명의 실시형태인 반도체장치의 제조공정에서의 포토리소그래피 공정의 공정도,

도 8의 (a)~(g)는 본 발명의 실시형태인 반도체장치의 제조공정에서 이용한 레벤슨형 위상쉬프트 마스크의 제조공정중에서의 주요부 단면도,

도 9의 (a)~(f)는 본 발명의 다른 실시형태인 반도체장치의 제조공정중에서의 반도체 웨이퍼의 주요부 단면도,

도 10의 (a)~(c)는 본 발명의 다른 실시형태인 반도체장치의 제조공정중에서의 주요부 단면도,

도 11의 (a), (b)는 본 발명의 다른 실시형태인 반도체장치의 주요부 단면도,

도 12는 본 발명의 또 다른 실시형태인 반도체장치의 제조 플로우의 설명도,

도 13의 (a)는 도 12의 반도체장치의 평면도, (b)는 (a)의 X1 - X1선의 단면도,

도 14는 페놀수지를 베이스로 하는 대표적인 전자선 레지스트의 분광특성을 나타내는 특성도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 반도체장치의 제조기술에 관한 것으로서, 특히 반도체장치의 제조공정에서의 리소그래피 기술에 적용하는 유효한 기술에 관한 것이다.

LSI(Large Scale Integrated Circuit) 등을 포함하는 반도체장치의 제조에서는, 미세패턴을 반도체 웨이퍼상에 형성하는 방법으로서, 리소그래피 기술이 이용된다. 이 리소그래피 기술로서는, 포토마스크상에 형성되어 있는 패턴을 축소투영 광학계를 통해서 반도체 웨이퍼상에 반복하여 전사하는, 소위 광학식 투영노광방법이 주류로 되어 있다. 노광장치의 기본구성에 대해서는, 예컨대 일본특허공개 평 2000-91192호 공보에 개시되어 있다.

투영노광법에서 반도체 웨이퍼상에서의 해상도(R)는, 일반적으로 R = k×λ/NA로 표현된다. 여기서 k는 레지스트 재료나 프로세스에 의존하는 정수, λ는 조명광의 파장, NA는 투영노광용 렌즈의 개구수이다. 이 관계식으로부터 이해되는 바와 같이, 패턴의 미세화가 진행됨에 따라, 보다 단파장의 광원을 이용한 투영노광기술이 필요해지고 있다. 현재, 조명광원으로서 수은램프의 g선(λ=438㎚), i선(λ=365㎚)이나 KrF 엑시머 레이저(λ=248㎚)를 이용한 투영 노광장치에 의해, LSI의 제조가 행해지고 있다. 물론 미세화를 실현할 목적으로, 보다 단파장의 ArF 엑시머 레이저(λ=193㎚)나 F_2 엑시머 레이저(λ=157㎚)의 채용이 검토되고 있다. 단, 일반적으로 단파장이 되면 될수록 노광장치나 프로세스에 걸리는 코스트 및 유지비용이 소요되기 때문에, 복수의 노광광원을 조합하여 반도체장치를 제조하고 있다. 대표적인 예로는, 반도체장치의 제조공정에 따라 i선과 KrF 엑시머 레이저를 적절히 사용하여 반도체장치를 제조하고 있다.

일반적인 포토마스크는, 노광광에 투명한 석영 유리기판상에 차광막으로서 크롬 등으로 이루어지는 박막을 형성한 구조를 가지고 있다. 이와 같은 포토마스크는, 석영판에 크롬막이 형성된 석영 유리기판상에, 레지스트를 도포하고, 그것을 미리 준비한 소망의 패턴형상으로 노광하고, 또 현상하여 레지스트의 패턴을 제작하며, 그 레지스트의 패턴을 에칭 마스크로 사용하여 크롬을 에칭함으로써 제조되고 있다.

한편, 예컨대 일본특허공개평 5-289307호 공보에는, 차광막으로서 크롬이 아닌 레지스트를 이용하는 포토마스크가 개시되어 있다. 이것은 포토 레지스트가 ArF 등과 같은 단파장광에 대해서는 투명성이 낮은 것을 이용한 포토마스크이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그런데, 반도체장치의 제조에 있어서는, 패턴의 미세화가 진햄됨에 따라, 포토마스크상의 마스크 패턴의 가공 정밀도가 엄밀해짐과 동시에 패턴 데이터량의 증가에 따라, 포토마스크 제조 코스트의 증대 문제가 현저해지고 있다. 일반적으로, 1품종의 반도체장치를 제조하기 위해서는, 20~40매 정도의 포토마스크를 이용하기 때문에, 포토마스크 제조 코스트의 증대는 매우 큰 문제이다. 또, 시스템 LSI에서는 고객의 요구에 맞는 커스텀 제품을 조기에 공급하는 것이 요구되고 있고, 이 요구에 따르기 위해 소망의 패턴의 포토 레지스트를 짧은 TAT로 준비할 필요가 높아지고 있다. 또한, 시스템 LSI에 한정되지 않고, 제품 사이클이 짧아지고 있기 때문에 LSI의 개발 TAT의 단축이 강하게 요구되고 있다. 이 의미에서도 소망의 패턴의 포토마스크를 짧은 TAT로 준비할 필요가 높아지고 있다. 특히, 시스템 LSI에서는,배선층의 디버그(debug)율이 높기 때문에, 이 층의 마스크를 단기간에, 더구나 저코스트로 공급하는 것이 LSI의 단기간 개발, 코스트 저감에 도움이 된다.

상기 일본공개특허 평 5-289307호 공보에 개시되어 있는 포토마스크는, 크롬의 에칭공정을 포함하지 않고 제조할 수 있으므로, 마스크 코스트의 저감 효과를 기대할 수 있다. 또, 크롬의 에칭공정을 포함하지 않으므로, 패턴 치수의 정밀도 확보의 면에서 유리하다. 부가해서 크롬의 에칭공정을 포함하지 않고 제조할 수 있으므로, 포토마스크의 제조 TAT도 짧다.

그렇지만, 상기 레지스트를 차광체로 하는 포토마스크 기술에 있어서는, 이하의 문제가 있는 것을 본 발명자는 발견하였다.

즉, 상기 일본공개특허 평 5-289307호 공보의 기술에 있어서는, 레지스트막으로 이루어지는 차광체 패턴을 가지는 포토마스크를 이용해서, 반도체 웨이퍼상에 패턴을 전사하는 기술에 대해서는 개시되어 있지만, 포토마스크의 위치정렬 검출이나 식별자 검출 등과 같은 포토마스크상의 패턴 검출기술에 대해서는 어떤 것도 개시되어 있지 않고, 그것을 시사하는 기재도 없다.

상기와 같이 반도체장치를 제조할 때는, 상기와 같이 일반적으로 20~40매 정도의 다수의 포토마스크를 이용하고, 게다가 정렬이 필요해진다. 따라서, 포토마스크로 형성되는 패턴의 위치정렬을 행하기 위한 정렬마크 검출이 필요해진다. 또한, 다수의 포토마스크를 사용하므로 포토마스크의 명칭이나 로트(lot) 번호 혹은 바코드 등에 의한 포토마스크의 식

별번호를 이용한 마스크 관리가 필요해진다. 통상, 이들 포토마스크의 정렬마크 검출 및 식별자 검출에는 할로겐광이나 적색 다이오드광, 헬륨-네온(He-Ne) 레이저광과 같은 파장이 240㎚보다 긴 광이 이용되고 있다. 그러나, 본 발명자들의 검토 결과에 의하면, 도 14에 나타내는 바와 같이, 통상의 레지스트 재료는, 파장 230㎚보다 파장이 긴 광에 대해서 차광성을 충분히 얻을 수 없고, 차광재로서 충분히 기능하지 않는 것을 발견하였다. 이 때문에, 레지스트에 정렬마크나 식별자가 형성되어 있는 경우, 차광성, 흡광성이 부족하여 식별, 인식 혹은 검출이 곤란하게 된다는 문제가 있다.

즉, 상기 레지스트를 차광체로 하는 포토마스크를 개시하는 공보의 기술에서는, 포토마스크상의 정렬마크의 검출이나 식별자 검출에 대해서 어떤 것도 고려되어 있지 않으므로, 다른 포토마스크에 의한 패턴 사이에 엇갈림이 생기거나, 포토마스크의 식별이 되지 않고, 포토마스크의 관리가 어렵게 된다는 문제가 있다. 이들 문제, 특히 마스크 식별의 문제에 관해서는, 상기 레지스트를 차광체로 하는 포토마스크를 개시하는 공보에는 유의되어 있지 않다.

또, 도 14에는 페놀수지를 베이스 수지로 하는 레지스트의 경우의 OD치를 나타내고 있다. 여기서 OD치란, 입사광을 I IN, 투광광을 I OUT로 한 경우, -LOG10(I OUT/I IN)로 표시되는 값이다. 또, 투과율(T%)은, 100×I OUT/I IN이므로, OD = -LOG(T/100)으로 표시된다. OD치가 크면 클수록 광의 투과율은 작아지게 된다. 또, 여기에서는 편의적으로 레지스트의 두께를 1㎛로 하였다. 포토마스크로 이용될 때는 레지스트 막 두께가 전사특성에 악영향을 미치지 않는 통상은 막 두께 0.5㎛ 이하에서 이용된다. 막 두께 0.5㎛일 때는 OD치는 1/2로 된다. 통상의 벤젠고리를 함유하는 레지스트에서는 도 14와 거의 같이, 230㎚보다 파장이 긴 광에서는 OD치가 작고, 결국 투과율이 높기 때문에, 차광막으로서 충분히 기능하지 않는다.

또, 마스크 정렬에 관해서는, 예컨대 금속으로 제작된 바깥 프레임을 사용하고, 그 바깥 프레임에 마스크 정렬마크를 포함시켜 놓는 방법이 있다. 그러나, 이 방법에서는 바깥 프레임에 형성된 패턴과 본체 패턴의 정렬묘화가 필요해진다는 문제가 있다.

본 발명의 목적은, 포토마스크의 식별을 용이하게 행할 수 있는 기술을 제공하는데 있다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 포토마스크의 정렬을 양호하게 행할 수 있는 기술을 제공하는데 있다.

본 발명의 상기 및 그 이외의 목적과 신규한 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부 도면으로부터 명백해질 것이다.

발명의 구성 및 작용

본원에 있어서 개시되는 발명 중, 대표적인 것의 개요를 간단히 설명하면, 다음과 같다.

즉, 본 발명은 포토마스크에 형성된 회로용 패턴과, 정렬마크와, 식별용 마크가 동일한 감광성 조성물 감광체로 이루어지고, 상기 식별용 마크를 이용해서 포토마스크를 식별하는 공정과, 상기 정렬마크를 이용해서 포토마스크의 정렬을 행하는 공정과, 상기 회로용 패턴에 의해 반도체 웨이퍼상에 패턴을 전사하는 공정을 구비하는 것이다.

또한, 본 발명은, (a) 투명기판과 감광성 조성물 감광체를 가지는 포토마스크를 스토커에 보관하는 공정과, (b) 상기 감광성 조성물 감광체로 이루어지는 마크를 판독하여 상기 포토마스크의 마스크 식별을 행하는 공정과, (c) 상기 포토마스크를 노광장치상의 소정의 노광부로 이송하는 공정과, (d) 상기 포토마스크상의 감광성 조성물 감광체로 이루어지는 정렬마크의 위치를 검출하여 반도체 웨이퍼와의 위치정렬을 행하는 공정과, (e) 상기 노광장치로 상기 반도체 웨이퍼에 상기 포토마스크의 소망의 패턴을 노광하는 공정과, (f) 소정의 노광을 행한 후, 상기 포토마스크를 상기 스토커로 이송하는 공정을 구비하고, 상기 감광성 조성물 감광체는 상기 마스크 식별을 행하는 광과, 정렬마크를 검출하는 광에 대해서 60% 이하의 투과율로 하는 것이다.

이하, 실시형태에 있어서는 편의상 그 필요가 있을 때는, 복수의 섹션 또는 실시형태로 분할하여 설명하지만, 특히 명시한 경우를 제외하고, 그들은 서로 무관계한 것은 아니고, 한쪽은 다른쪽의 일부 또는 전부의 변형예, 상세, 보충 설명 등의 관계에 있다.

또, 이하의 실시형태에 있어서, 요소의 수 등(개수, 수치, 양, 범위 등을 포함한다)을 언급하는 경우, 특히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 특정의 수로 한정되는 경우 등을 제외하고, 그 특정의 수에 한정되는 것은 아니고, 특정의 수 이상이라도 이하라도 된다.

또한, 이하의 실시형태에 있어서, 그 구성요소(요소 스텝 등도 포함)는, 특히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 필수인 것으로 생각되는 경우 등을 제외하고, 반드시 필수인 것이 아닌 것은 말할 필요도 없다.

마찬가지로, 이하의 실시형태에 있어서, 구성요소 등의 형상, 위치관계를 언급할 때는, 특히 명시한 경우 및 원리적으로 그렇지 않은 것으로 생각되는 경우 등을 제외하고, 실질적으로 그 형상 등에 근사 또는 유사한 것 등을 포함하는 것으로 한다. 이것은 상기 수치 및 범위에 대해서도 동일하다.

또, 본 실시형태를 설명하기 위한 전체 도면에 있어서 동일한 기능을 가지는 것은 동일한 부호를 붙이고, 그 반복 설명은 생략한다.

또, 본 실시형태에서 이용하는 도면에 있어서는, 평면도라도 도면을 보기 쉽게하기 위해 차광부(차광막, 파광체 패턴, 차광영역 등) 및 레지스트막에 해칭을 붙이는 경우도 있다.

또, 본 실시형태에 있어서는, 전계효과 트랜지스터를 대표하는 MIS·FET(METAL INSULATOR SEMICONDUCTOR FIELD EFFECT TRANSISTOR)를 MIS라 약칭하고, p채널형 MIS·FIT를 pMIS라 약칭하며, n채널형 MIS·FIT를 nMIS라 약칭한다.

이하, 본 실시형태를 도면에 의거해서 상세히 설명한다. 또한, 감광체로는 광의 투과율을 60% 이하로 하는 막을 말하며, 소위 차광체도 그 하나의 형태로서 포함하는 것이다. 또, 포토마스크(이하, 간단히 마스크라 한다)에는, 레티클도 포함한다.

우선, 실시형태에 앞서 감광성 조성물 감광체에 대해서 기술한다.

이 감광성 조성물 감광체는, 마스크 식별을 행하는 광과, 정렬마크를 검출하는 광에 대해서 60% 이하의 투과율이 되도록 형성되어 있고, 미립자상 물질과 바인더로 이루어지는 감광성 조성물, 흡광제를 포함한 레지스트 등이 있다. 여기서 미립자상 물질로서는, 무기물의 미립자가 거론된다. 구체적으로는, 예컨대 카본블랙, 그래파이트와 같은 탄소의 미립자나 산화 티탄, 산화 알루미늄, 산화 아연 등의 금속산화물의 미립자, 알루미늄이나 금이나 은이나 동 등의 금속의 미립자를 사용하는 것도 가능하다.

또, 본 실시형태에서 이용하는 바인더는, 상기 미립자상 물질을 결합시켜 막으로 하기 위한 것이므로, 일반적으로 고분자 화합물이나 유기화합물 등이 거론된다. 본 실시형태의 마스크 형성시에는, 활성 방사선에 의해 차광체 패턴의 형성을 행하므로, 본 실시형태에서 이용하는 바인더는, 방사선에 대해서 어떤 감광성을 가지는 것, 결국 레지스트 재료가 바람직하다.

다음에, 이와 같은 감광성 조성물 감광체의 재료의 조제에 대해서 기술한다.

〈조제예 1〉

폴리히드로스치렌(polyhydrostyrene)(중량평균 분자량 약 20,000) 10g, 2, 6-비스(bis)(4-azidebenzal)아세톤-

2,2'-디설폰산(disulfonic acid)-N,N-디에틸렌옥시에틸아미드(diethyleneoxyethylamide) 4g, 용제를 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트(propyleneglycolmethyletheracetate)(PGMEA)로 한 카본블랙(cabon black) 분산액(dispersion)(카본블랙 입자지름 약 20㎚, 함유율 20중량%) 75g, 헥사메톡시메틸멜라닌(hexamethoxymethylmelamine) 1.5g에, 또 용제로서 PGMEA를 더해서 고형분이 16%인 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ)를 조제하였다.

〈조제예 2〉

폴리히드록시스치렌(polyhydroxystyrene)/t-부틸아크릴레이트(butylacrylate)공중합체(몰비 = 52/48) 12g, 나프틸이미드트리프레이트(naphthylimidetriflate) 0.6g, 용제를 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트로 한 카본블랙 분산액(카본블랙 입자지름 약 20㎚, 함량 17중량%) 50g, 또 용제로서 PGMEA를 더해서 고형분 농도가 14%인 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅱ)를 조제하였다.

〈조제예 3〉

m, p-크레졸노볼락(cresolnovolak) 수지(중량평균 분자량 7,800) 10g, 헥사메톡시메틸멜라민(hexamethoxymethylmelamine)3.0g, 2,4비스(bis) (trichloromethyl)-6-페닐-1,3,5-트리아진(triazine) 0.5g, 용제를 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트(PGMEA)로 한 이산화티탄 분산액(이산화티탄 입자지름 약 20㎚, 함량 20중량%) 50g, 또 용제로서 PGMEA를 더해서 고형분 농도가 16%인 이산화티탄을 분산시킨 레지스트(Ⅲ)를 조제하였다.

〈조제예 4〉

m, p-크레졸노볼락 수지(중량평균 분자량 4,800) 10g, 폴리메틸펜틴설폰(polymethylpentenesulfone)(중량평균 분자량 43,500) 1.4g, 용제를 초산이소아밀(isoamylacetate)로 한 산화알루미늄(Al_2O_3) 분산액(산화알루미늄 입자지름 약 30㎚, 함량 20중량%) 50g, 또 용제로서 초산이소아밀을 더해서 고형분 농도가 16%인 산화알루미늄을 분산시킨 레지스트(Ⅳ)를 조제하였다.

〈조제예 5〉

메틸메타아크릴레이트(methylmethacrhlate)-아크릴산(acrylic acid)-히트록시에틸아크렐레이트(hedroxyethylacrylate)공중합체(몰비 70:20:10) 6.0g, 펜타에이트리톨트리아크릴에리트(epntaerythritoltriacrylate) 4.0g, t-부틸안트라퀴논(butylanthraquinone) 0.2g, 에틸바이올렛(ethylviolet) 0.01g, p-메톡시페놀(methoxyphenol) 0.10g, 2, 2, 6, 6-테트라메틸(tetramethyl)-1-피페리디닐옥시(piperidinyloxy) 0.01g, 용제를 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트(PGMEA)로 한 카본블랙 분산액(카본블랙 입자지름 약 20㎚, 함유율 20중량%) 30g, 또 용제로서 PGMEA를 더해서 고형분이 16%인 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅴ)를 조제하였다.

(실시형태 1)

최초에, 마스크의 구성에 대해서 마스크상 도면인 도 1 및 도 2를 참조하면서 기술한다. 도 1은 패턴면이 흑(黑), 즉 감광체가 되는 소위 마스크(A)의 경우를 나타내고, 도 2는 패턴면이 백(白), 즉 투과면 바꾸어 말하면 유리면이 되는 마스크(B)의 경우를 나타낸다.

GP가 유리기판(투명기판), PA가 본체 회로 패턴영역, 1a가 본체 회로패턴, 1b가 반도체 웨이퍼(이하, 간단히 웨이퍼라 한다)로 전사되어 다음 공정 이후의 웨이퍼상의 정렬 기준이 되는 웨이퍼용 정렬마크, 1c가 마스크의 정확한 위치를 노광장치로 전달하는 레티클 정렬마크, 1d가 마스크 관리를 위한 바코드(식별용 마크), 1e가 마스크 식별을 위한 식별마크(식별용 마크), 1f가 포커스나 위치정렬의 경시변화를 교정하기 위한 베이스 라인 보정패턴, 1g가 펠리클 프레임, 1h가 단(短)치수 측정패턴, 1i가 장(長)치수 측정패턴, 1j는 하프톤 위상쉬프트 마스크의 위상각 모니터 마크이다. 실

시형태 1에서는 바이너리 마스크에 대해서 기술하므로, 이 중에서 위상각 모니터 마크(1j)는 실시형태 1에서는 넣지 않았다. 하프톤 마스크 위상쉬프트 마스크에 대해서 기술하는 실시형태 2에서는 위상각 모니터 마크(1j)를 넣었다. 또한, 이중에서 도 1의 경우, 본체 회로패턴(1a), 웨이퍼용 정렬마크(1b), 레티클 정렬마크(1c), 바코드(1d), 식별마크(1e), 베이스 라인 보정패턴(1k), 단치수 측정패턴(1h), 장치수 측정패턴(1i) 및 위상각 모니터 마크(1j)는 하기 감광성 조성물 감광체로 이루어진다. 도 2의 경우는, 본체 회로패턴(1a)과 웨이퍼용 정렬마크(1b)가 윈도우부로 되어, 유리면이 노출한 패턴이 된다. 필드 부분(1m)은 감광성 조성물 감광체로 이루어진다.

다음에, 본 실시형태의 마스크의 제조방법의 일예에 대해서 도 3을 참조하면서 기술한다.

우선, 도 3의 (a)에 나타내는 바와 같이, 예컨대 석영 등으로 이루어지는 투명한 유리기판(blanks)(GP)상에 감광성 조성물 감광체로서 미립자상 물질과 바인더를 적어도 포함하는 차광체 패턴 형성용의 레지스트막(2)을 도포하였다. 구체적으로는, 조제예 1에 나타낸 바와 같이 하여 조제한 카본을 분산시킨 레지스트(1)를 회전 도포하고, 예컨대 100℃에서 2분간 베이크하여 막 두께 520㎚의 도포막을 얻었다. 여기에서는 유리기판(GP)으로서 용융 석영유리를 이용하였지만, 이외에 예컨대 LE(LOW EXPANSION GLAS) 유리 등과 같은 광학유리, 혹은 불화칼슘과 같은 투명 결정도 이용할 수 있다. 단, 용융 석영유리는 ArF 엑시머 레이저 영역(파장 193㎚)까지 투명하고, 또 열팽창계수가 작다는 특징이 있어 이 의미에서 우수하다. 그 후, 도 3의 (b)에 나타내는 바와 같이, 수용성 도전막(3)을 도포하고, 소망의 패턴을 가속전압 50kV의 전자선 묘화장치(히타치 HL-800D)를 이용해서 전자선 EB로서 묘화하였다.

여기서 이용한 카본을 분산시킨 레지스트(I)는, 레지스트막중에 분산하고 있는 카본 미립자에 의해, 광이 산란되어 투과가 방해된다. 분광 광도계에서 별도 측정한 카본을 분산시킨 레지스트(I)의 막 두께 1.0㎛에서의 OD치는 도 4에 나타낸 바와 같이 되었다. 본 실시형태의 카본을 분산시킨 레지스트(I)는, 분산하는 카본 미립자가 산란체로서 작용하기 때문에 광의 투과가 억제되고 있고, OD치는 막 두께 1.0㎛일 때, ArF 엑시머 레이저광의 파장 193㎚에서 11.6, KrF 엑시머 레이저광의 파장 248㎚에서 8.0, i선 노광파장인 365㎚에서 5.0이었다. 또한, 차광체 패턴에 포함된 미립자상 물질이 조사된 광 에너지를 산란한다. 광 에너지의 일부분은 흡수되지만, 산란이 주이기 때문에, 에너지의 차광체 패턴부로의 축적은 작고, 그 때문에 열화가 발생하기 어려웠다.

미립자상 물질(카본)의 입자지름은 200㎚ 이하인 것이 바람직하고, 100㎚ 이하인 것이 더 바람직하였다. 게다가, 50㎚ 이하인 것이 가장 바람직하였다. 200㎚를 초과하는 입자지름의 것을 이용하는 것은 불가능한 것은 아니지만, 입자지름이 너무 큰 경우에는, 마스크로서 형성한 패턴 측벽의 러프니스(roughness)가 크게 되기 때문에, 마스크로서 충분한 정밀도가 얻어지기 어렵다. 또, 그 입자지름이 매우 크면 차광체 패턴내에 있어서 능숙하게(균일하게) 분산시킬수 없다. 차광체 패턴에 포함되는 미립자상 물질의 입자지름은 균일하게 되기 어렵고, 여러가지의 입자지름의 것이 함유된다. 여기서 나타낸 입자지름 200㎚는 최고치이고, 그 전후로 입자지름의 분포를 가지는 것이다. 차광체 패턴중의 미립자상 물질의 입자지름을 동일한 치수 또는 거의 동일한 치수의 것으로 하여도 되지만, 입자지름이 상대적으로 큰 미립자상 물질과, 상대적으로 적은 미립자상 물질을 함유시기는 것에 의해, 큰 미립자상 물질 사이에 작은 미립자상 물질을 분포시킬수 있다. 즉, 큰 미립자상 물질 사이의 간격을 작은 미립자상 물질로 메울수 있다. 이것에 의해, 상기 노광광의 투과율을 변화시킬수 있다. 또, 큰 미립자상 물질만으로 구성한 경우에 비해 , 노광광의 투과율을 내리수 있다. 또한, 여기서 말하는 입자지름은, 미립자상 물질의 측정시에 1개로서 측정되는 상태의 것의 입자지름을 말하며, 1개의 미립자상 물질의 입자지름인 경우도 있지만, 복수의 미립자상 물질의 집합체의 입자지름인 경우도 있다.

전자선 묘화의 후, 도 3의 (c)에 나타내는 바와 같이, 계면활성제로서, 도데실설폰산나트륨 0.3 중량%를 포함하는 2.38 중량% 테트라메틸암모늄히드록시드(TMAH) 수용액으로 현상을 행해, 카본을 적어도 포함하는 감광체 패턴(2a)을 형성하였다. 상술의 대전방지막은 수용성이고, 레지스트 패턴 현상과 동시에 제거된다. 카본을 분산시킨 레지스트(I)는

네가티브형 레지스트이고, 노광량 20μC/㎠이고, 나머지 막 두께 500㎚의 최소 치수 0.8㎛의 소망의 패턴이 형성되었다. 이것에 의해, 카본 블랙의 미립자를 포함하는 소망의 형상의 감광체 패턴(2a)(감광성 조성물 감광체)을 가지는 마스크가 제조되었다. 본 실시형태에서는, 마스크의 제조시에 크롬 등과 같은 금속막의 퇴적 및 에칭공정이 없다. 이 때문에, 마스크의 제조공정을 간략할 수 있으므로, 마스크의 제조시간을 대폭 단축할 수 있다. 또, 상기 금속막의 에칭공정을 없애는 것에 의해 에칭에 의한 패턴 치수정밀도의 열화를 억제할 수 있으므로, 마스크상의 패턴 치수정밀도를 향상할 수 있고, 그 결과, 웨이퍼상에 전사되는 패턴의 전사정밀도를 향상시킬수 있다. 또한, 상기 금속막의 퇴적 및 에칭공정을 없애는 것에 의해, 이물을 대폭 저감할 수 있으므로, 마스크의 수율 및 신뢰성을 대폭 향상시키는 것이 가능해진다.

상기 전자선 묘화에 의해 형성된 패턴부의 OD치를 측정한 바, 1.0㎛의 막 두께로 환산한 값에서는, 앞의 도 4에 나타낸 것과 거의 변하지 않았다. 따라서, 500㎚의 OD치에서는, KrF 엑시머 레이저광의 파장 248㎚에서 4.0이고, 투과율로 환산하면 0.01%이므로, 이 마스크는 KrF 엑시머 레이저 노광용의 마스크로서 적당하다는 것이 명백하게 되었다. 또, i선 마스크로서의 적용을 생각하면, 500㎚의 OD치에서는 2.5이고, 투과율 0.32%로 약간 크게 되었다. 이대로의 막 두께라도 i선용으로서 이용되지만, 카본을 분산시킨 레지스트(I)의 막 두께를 조금 두껍게 하여 600㎚의 막 두께로 따로 포토마스크를 형성하였다. 600㎚의 막 두께에서의 365㎚에서의 OD치는 3.0이고, 투과율은 0.10%이었다. 또 ArF 엑시머 레이저광용으로서는 카본을 분산시킨 레지스트(I)의 투과율이 193㎚에서는 보다 작게 되므로, 막 두께를 300㎚로 하여 포토마스크를 작성하였다. 이 경우의 OD치는 3.5이고, 투과율은 0.032%이었다. 파장이 길어지게 됨에 따라 OD치는 내려가지만 막 두께가 300㎚인 경우에도 파장 750㎚에서 OD치는 2.5, 투과율로 환산하여 18%이었다.

KrF 엑시머 레이저 노광용의 마스크에서, 감광부의 투과율을 바꾼 것을 제작한 바, 파장 248㎚에서의 투과율이 1% 이하에서 바이너리 마스크로서 기능하였다. 또한, 투과율이 0.5 이하의 것에서는 고립 패턴의 리니어리티(linearity)가 확보되어, 보다 바람직한 것이 본 발명자에 의해 비로소 명백하게 되었다. 또한, 투과율이 0.1% 이하인 것에서는 밀집 패턴의 리니어리티가 확보되어, 더 바람직한 것이 본 발명자에 의해 비로소 명백하게 되었다.

현상 후는 마스크로서 사용할 때의 노광광에 대한 내성을 보다 향상시키기 위해 열처리를 행했다. 여기에서는 그 열처리 온도를, 예컨대 120℃로 하였지만, 이 온도는 일예에 지나지 않고 레지스트 재료에 따라 변한다. 레지스트 패턴에 변형이 일어나지 않는 범위에서 가능한 한 높은 온도에서 처리하는 것이 바람직하다. 또한, 이 열처리에 의해 막 두께나 투과율은 거의 변화하지 않았다.

본 실시형태의 마스크는, 유기막의 도포, 노광, 현상으로 제조할 수 있고, 크롬막 피착시와 같은 진공장치를 사용한 스퍼터링 공정이나 크롬막의 에칭공정이 없기 때문에 마스크 제조 수율도 높았다. 또, 마스크 사용 후도 본 실시형태와 같이 미립자상 물질로서 카본 블랙을 이용한 경우에는, 애싱(ashing)이나 용제처리에 의해 완전히 블랭크스(blanks) 상태로 재생처리 할 수 있다. 따라서, 자원 재이용상에도 효과가 있었다.

또한, 미립자상 물질(카본 등)과 바인더를 적어도 포함하는 차광체 패턴부에서의 미립자상 물질의 함량은, 10% 이상 99% 이하인 것이 바람직하였다. 10% 이하에서는 특히 장파장측에서의 투과율이 높게 되고, 정렬 검출 등에 문제가 발생하였다. 차광체 패턴을 형성하기 위해서는, 통상은 미립자상 물질과 바인더를 조합함으로써, 어느 정도의 함량을 바인더가 점하는 것으로 되지만, 패턴 형성 후에 소결처리와 같이 열 에너지를 공급하는 것에 의해, 바인더 부분을 감소시켜 미립자상 물질의 함량을 높이는 것도 가능하다. 여기에서는 미립자상 물질로서 카본을 들었지만, 카본이나 블랙라이트의 미립자를 포함하는 차광체 패턴의 경우는, 애싱에 의해 제거가 가능하다. 따라서, 애싱공정에 의해 한번 작성된 마스크로부터 석영이나 유리의 기판을 재생할 수 있다는 이점이 있다.

다음에, 이 마스크를 사용한 반도체장치의 제조방법의 일예를 설명한다. 도 5에 그 공정 플로우를 나타내고, 도 6에 리소그래피 공정에서 이용한 노광장치(EX)의 일예를 나타낸다. 최초에 도 5를 이용해서 공정을 설명한다.

상기 마스크(제조하는 반도체장치에 필요한 각 공정에 대응한 복수의 마스크)를 그 웨이퍼 식별기호(도 1, 도 2의 식별마크 1e)를 참조하여 마스크 스토커(이하, 간단히 스토커라 한다)의 슬롯번호와 대응시키면서 스토커에 보관한다. 이때, 바코드(도 1, 도 2의 바코드 1d)를 기계에서 광학적으로 판독하여 보관 관리하여도 된다(공정 100).

다음에, 제조하는 반도체장치의 품종, 공정 등에 대응한 마스크를 대응하는 슬롯에서 인출하고, 웨이퍼 식별기호 혹은 바코드 등을 판독하여 마스크의 확인을 행한다. 따라서, 본 실시형태에서는, 마스크의 관리를 용이하게 행할 수 있다. 또, 이 확인시, 바코드(1d)나 식별마크(1e)에 기재되어 있는 마스킹 블레이드의 위치, 그 마스크의 노광 전력(前歷)에 의한 노광량 보정, 포커스 레벨보정 노광, 투과부 점유율에 의한 렌즈 히팅 보정, 정렬위치 오프셋 보정, 노광 쇼트(shot)맵 등과 같은 노광정보를 판독하여 다음 공정 이후에 활용하면 더 작업이 효율적으로 된다(공정 101).

그 후, 마스크를 노광장치의 마스크 스테이지로 이송하고(공정 102), 마스크 정렬마크(도 1, 도 2의 레티클 정렬마크 1c)를 검출하여 마스크가 놓여져 있는 정확한 위치를 구하고, 웨이퍼의 위치와 참조하는 것에 의해 마스크-웨이퍼 사이의 위치정렬을 행한다. 즉, 본 실시형태에서는 노광처리에 앞서 마스크의 위치를 레티클 정렬마크(1c)에 의해 용이하게 검출할 수 있다(공정 103). 그 후, 상기 노광정보를 기초로 노광을 행한 후(공정 104), 마스크를 상기 스토커로 반환한다(공정 105).

이상의 공정의 포인트에 대해서 도 6을 참조하면서 설명을 부가한다. 본 노광장치(EX)는 축소투영 노광장치부(4), 스토커(5), 마스크 모니터(6) 및 마스크 반송계(7)를 주된 구성 요소로 가지고 있다. 축소투영 노광장치부(4)의 광원(4a)에서 발하는 노광광은 플라이아이 렌즈(4b), 조명형상 조정애퍼처(4c), 콘덴서 렌즈(4d, 4e) 및 미러(4f)를 통해서 상기 마스크(A) 또는 마스크(B)(마스크 A, B라 표기한다)를 조사한다. 이 마스크(A, B)는, 감광체 패턴이 형성된 주면(제1 주면)을 하방(웨이퍼(8)측)으로 향한 상태에서 얹혀져(셋팅) 있다. 따라서, 상기 노광광은, 마스크(A, B)의 이면(제2 주면)측에서 조사된다. 이것에 의해, 마스크(A, B)에 묘화된 마스크 패턴은, 투영렌즈(4g)를 통해서 시료 기판인 웨이퍼(8)상에 투영된다. 마스크(A, B)의 제1 주면에는, 이물 부착에 의한 패턴 전사불량을 방지하기 위한 펠리클(PE)이 경우에 따라 설치되어 있다. 마스크(A, B)는, 마스크 위치제어수단(4h)으로 제어된 마스크 스테이지(4i)상에 진공 흡착되고, 위치 검출수단(4j)에 의해 위치 정렬되며, 그 중심과 투영렌즈의 광축과의 위치정렬이 정확하게 이루어지고 있다. 웨이퍼(8)는 시료대(4k)상에 진공 흡착되어 있다. 시료대(4k)는 투영렌즈(4g)의 광축방향, 즉 Z축 방향으로 이동 가능한 Z 스테이지(4m)상에 얹혀지고, 또 XY 스테이지(4n)상에 탑재되어 있다. Z 스테이지(4m) 및 XY 스테이지(4n)는, 주제어계(4p)에서의 제어 명령에 따라 각각의 구동수단(4q, 4r)에 의해 구동되므로, 소망의 노광장치로 이동 가능하다. 그 위치는 Z 스테이지(4m)에 고정된 미러(4s)의 위치로서, 레이저 측정기(4t)로 정확하게 모니터 되어 있다. 또한, 위치 검출수단(4j)에는, 예컨대 다이오드 램프나 할로겐 램프(파장 400~750㎚)가 이용되고 있다.

반도체장치를 제조하는데 필요한 마스크 군(群)은 엘러베이션(elevation) 기구가 부착되어 있는 스토커(5)에 수납되어 있다. 단, 엘러베이션 기구는 반드시 스토커(5)측에 설치해 놓을 필요는 없고, 마스크 반송계(7)측에 설치하여도 된다. 품종, 공정에 적합한 마스크(A, B)를 스토커(5)에서 마스크 반송계(7)로 인출하여, 마스크의 식별마크(1e)혹은 바코드(1d)(도 1, 도 2 참조)를 마스크 모니터(6)의 조명계(6a)로 조사하고, 수광계(6d)에서 그 정보를 판독한다. 조명계(6a)에는 백색 램프(파장 400~600㎚)를 이용하였다. 그 이외에, 다이오드 램프나 반도체 레이저(파장 450~750㎚) 등을 이용하여도 된다. 판독하는 패턴 자체는 작은 것은 아니므로 수광계(6b)를 포함하는 고가의 단파장광을 사용할 필요는 없다. 특히, 식별마크(1e)는, 작업자도 눈으로 보아 확인할 수 있으므로, 그것에 대응해서 가시광으로 판독하는 것이 바람직하다. 판독된 정보는 주제어계(4p)로 보내지고, 마스크(A, B)가 소망의 것인가의 확인을 행함과 동시에, 예컨대 마스킹 블레이드 위치, 노광량 보정, 정렬 보정, 노광 쇼트맵, 렌즈 히팅 보정의 데이터로 한다. 그 후, 마스크(A, B)는 마스크 스테이지(4i)로 보내진다.

본 실시형태에 의해, 적용하는 마스크의 관리를 용이하고 또 매우 효율적으로 행할 수 있었다. 더구나, 노광량 보정 등의 QC(Quality Control) 보정도 용이하고 또 매우 효율적으로 행할 수 있었다. 즉, 저코스트로, TAT도 짧은 마스크를 일련의 반도체장치의 제조공정에 이용할 수 있었다. 따라서, 소량 다품종의 반도체장치를 단시간에 개발할 수 있고, 또 저코스트로 제조할 수 있다.

또한, 본 실시형태에 의하면, 사용이 끝난 마스크를 재생해서 이용하면 더 마스크의 코스트를 저감할 수 있고, 또 자원 절감 효과도 생긴다. 그 수순에 따라서 도 7을 참조하면서 설명한다.

마스크의 스토커 보관에서 마스크 식별, 노광정보 판독, 마스크의 노광부로의 이송, 마스크 정렬, 노광, 스토커로의 반송까지는 상기 공정과 동일하다. 다시, 그 마스크를 사용하는 계획이 있는 경우는 보관해 놓고서, 다시 상기 공정에 의해 사용한다. 사용할 계획이 없는 사용이 끝난 마스크인 경우(공정 106), 스토커(5)에서 인출하여, 마스크상의 감광성 조성물 감광체를 O_2 플라즈마 애싱 등으로 박리하고(공정 107), 오존 황산이나 브러쉬 세정 등과 같은 세정을 행해 이물이 유리기판(GP)상에 없는 것을 확인하고, 확인된다면 마스크의 유리기판으로서 재이용하고(공정 108), 다시 감광성 조성물 감광체의 도포(공정 109), 묘화, 현상(공정 110) 등의 마스크 제작공정을 행한다. 제작된 마스크는, 신규 마스크로서 스토커 보관 이후의 상기 공정에 따라 리소그래피 공정에 이용된다. 본 실시형태의 마스크에 있어서는, 마스크의 바코드(1d)나 식별마크(1e) 등도 상기 감광성 조성물 감광체로 구성되어 있으므로, 상기 마스크의 재생을 행한 경우에, 그 식별마크나 바코드를 재생 후의 마스크를 위한 식별마크나 바코드로 변경할 수 있다. 따라서, 재생 후의 마스크의 관리도 용이하고 또 매우 효율적으로 행할 수 있다. 또, 노광량 보정 등의 QC 보정도 용이하고 또 매우 효율적으로 행할 수 있다.

(실시형태 2)

본 실시형태에서는 하프톤 위상쉬프트 마스크의 경우를 기술한다.

상기 실시형태 1에서 이용한 카본을 분산시킨 레지스트(I) 대신에, 상기 조제예 2에서 조제한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅱ)를 이용해서, 상기 실시형태 1과 동일하게 하여, 유리기판상에 감광체 패턴을 형성하였다. 단, 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅱ)는 포지티브형 레지스트이기 때문에, 도 3의 마스크 제조공정에서 전자선 조사부가 현상 후에 남겨진 것과는 반대로, 막의 미조사부가 남고, 조사부가 현상으로 제거되었다. 구성으로서는, 도 2에 나타낸 필드 부분(1m)이 하프톤 막으로 형성되어 있는 다크(dark) 필드 마스크로 하였다.

카본을 분산시킨 레지스트(Ⅱ)는, KrF 엑시머 레이저광의 파장에서 막 두께 1.0㎛에서 OD치가 7.0이었다. 이 재료를 회전 도포하여, 예컨대 110℃에서 2분 베이크하여 막 두께 0.22㎛의 도포막을 얻었다. 다음에, 가속전압 50kV의 전자선 묘화장치로 묘화를 행하고, 노광 후 베이크를, 예컨대 130℃, 2분 및 현상을 상기 실시형태 1과 동일한 현상액으로 45초 정도 행해, 예컨대 0.18㎛ 홀 패턴을 가지는 마스크를 얻었다. 다음에, 레지스트 패턴의 변형 등을 방지하기 위해 DUV(Deep Ultra Violet) 광을 조사하면서, 150℃로 열처리를 행했다.

열처리 후의 마스크상의 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅱ)의 패턴의 막 두께는, 예컨대 0.19㎛이고, 그 막 두께에서의 KrF 엑시머 레이저광의 투과율은 5%이었다. 또, 이 막 두께에서, 이 막을 투과하는 광의 위상은, 거의 180°(=π)로 반전하였다. 이것으로부터, 이 마스크는 KrF 엑시머 레이저광을 노광 광원으로 할 때 하프톤형의 위상쉬프트 마스크로서 적합한 것이 명백하게 되었다. 또한, 광의 위상 반전은 3π, 5π...로 하는 것도 가능하다.

또한, KrF 엑시머 레이저 노광용의 마스크에서, 차광부의 변화시킨 것을 작성한 바, 투과율이 2% 이상, 16% 이하에서 하프톤 마스크로서의 효과가 있는 것이 명백하게 되었다. 또한, 투과율이 9% 정도에서 16% 이하의 것에서는 하프톤 마스크로서의 효과가 크면서, 서브 피크가 발생하여 버리는 보조 패턴을 배치할 필요가 있는 것이 본 발명자에 의해 명백하게 되었다. 또, 투과율이 4%에서 9%인 것에서는, 서브 피크는 발생하지만 현저한 것은 아니고, 마스크의 레이아웃

으로 방지할 수 있는 것이 본 발명자들에 의해 명백하게 되었다. 또한, 투과율이 2% 이상, 4% 정도까지인 것에서는, 하프톤 마스크로서의 효과는 작지만, 서브 피크도 없어, 리니어리티가 확보되는 것이 본 발명자들에 의해 명백하게 되었다.

마스크의 레티클 정렬마크(1c)의 검출에는, 예컨대 파장 750㎚의 광을 이용하였지만, 동 마크의 이 광에 대한 투과율이 60% 이하에서 마크 검출이 가능하고, 특히 30% 이하에서 검출 정밀도가 높았다. 레티클 정렬마크(1c)의 검출광의 파장이 750㎚보다 짧은 경우는, 이 감광성 조성물 감광체의 투과율은, 보다 작게 되기 때문에 패턴 검출의 문제는 발생하지 않았다. 또, 마스크의 바코드(1d) 및 식별코드(1e)도 동일하게 투과율이 60% 이하에서 마크 검출이 가능하고, 특히 30% 이하에서는 광원의 강도가 불안정하게 되는 경우에도 오검출 없이 식별, 인식 및 판독할 수 있고, 검출 정밀도가 높았다. 또한, 단파장측은, 노광장치의 노광 광원으로 규제된다. ArF 엑시머 레이저광을 사용하는 경우는 193㎚이고, F_2 엑시머 레이저광을 사용하는 경우는 157㎚이며, 상기 투과율 이하로 할 필요가 있었다.

(실시형태 3)

본 실시형태에서는, 상기 실시형태 1에서 이용한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ) 대신에, 조제예 3에서 조제한 이산화티탄을 분산시킨 레지스트(Ⅲ)를 이용해서 상기 실시형태 1과 동일하게, 석영 등으로 이루어지는 유리기판상에 도포막을 형성하고, 전자선 묘화장치에 의해 노광을 행해, 이어서 노광 후 베이크, 스프레이(spray) 현상을 행해, 예컨대 막 두께 0.60㎛에서 최소 치수가 1.0㎛인 네가티브형의 감광체 패턴을 형성하였다.

이산화티탄을 분산시킨 레지스트(Ⅲ)로 형성한 감광체 패턴부의 막 두께 0.60㎛에서의 OD치는, ArF 엑시머 레이저광의 파장 193㎚에서 4.8(투과율 0.0016%), KrF 엑시머 레이저광의 파장 248㎚에서 3.9(투과율 0.013%), i선의 노광 파장인 365㎚에서 2.4(투과율 0.39%)이었다.

이 경우도 상기 실시형태 2와 동일하게, 도 1 및 도 2에 나타낸 바와 같이, 마스크(A, B)의 레티클 정렬마크(1c)의 검출에는 파장 750㎚의 광을 이용하였지만, 동 마스크의 이 광에 대한 투과율이 60% 이하에서 마크 검출이 가능하고, 특히 30% 이하에서 검출 정밀도가 높았다. 레티클 정렬마크(1c)의 검출광의 파장이 750㎚보다 짧은 경우는, 이 감광성 조성물 감광체의 투과율은 보다 작게 되기 때문에 패턴 검출의 문제는 발생하지 않았다. 바코드 마크(1d) 및 식별마크(1e)도 동일하게 투과율이 60% 이하에서 마크 검출이 가능하고, 특히 30% 이하에서는 광원의 강도가 불안정하게 되는 경우에도 오검출 없이 식별, 인식 및 판독이 가능하고, 검출 정밀도가 높았다.

(실시형태 4)

본 실시형태에서는, 상기 실시형태 1에서 이용한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ) 대신에, 조제예 4에서 조제한 산화 알루미늄을 분산시킨 레지스트(Ⅳ)를 이용해서, 상기 실시형태 1과 동일하게, 석영 등으로 이루어지는 유리기판상에 도포막을 형성하고, 전자선 묘화장치에 의해 노광을 행해, 이어서 노광 후 베이크, 스프레이 현상을 행해, 예컨대 막 두께 0.70㎛에서 최소 치수가 1.2㎛인 포지티브형의 감광체 패턴을 형성하였다.

산화 알루미늄을 분산시킨 레지스트(Ⅳ)로 형성한 패턴부의 막 두께 0.70㎛에서의 OD치는, ArF 엑시머 레이저광의 파장 193㎚에서 4.7(투과율 0.0020%), KrF 엑시머 레이저광의 파장 248㎚에서 3.6(투과율 0.025%), i선의 노광 파장인 365㎚에서 2.2(투과율 0.63%)이었다.

이 경우, 도 1 및 도 2에 나타낸 바와 같이, 마스크(A, B)의 레티클 정렬마크(1c)의 검출에는 파장 660㎚의 광을 이용하였지만, 동 마스크의 이 광에 대한 투과율이 60% 이하에서 마크 검출이 가능하고, 특히 30% 이하에서 검출 정밀도가 높았다. 레티클 정렬마크(1c)의 검출광의 파장이 660㎚보다 짧은 경우는, 이 감광성 조성물 감광체의 투과율은 보다 작게 되기 때문에 패턴 검출의 문제는 생기지 않았다. 바코드(1d) 및 식별마크(1e)에는 백색광(예컨대 파장 400~600㎚)을 이용하였지만 투과율이 60% 이하에서 마크 검출이 가능하고, 특히 30% 이하에서는 광원의 강도가 불안정

하게 되는 경우에도 오검출 없이 식별, 인식 및 판독이 가능하고, 검출 정밀도가 높았다.

(실시형태 5)

본 실시형태에서는, 상기 실시형태 1에서 이용한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ) 대신에, 조제예 5에서 조제한 산화 알루미늄을 분산시킨 레지스트(Ⅴ)를 이용해서, 상기 실시형태 1과 동일하게, 석영 등으로 이루어지는 유리기판상에 회전 도포하여, 예컨대 90℃, 1분 베이크하여, 막 두께 700㎚의 도포막을 얻었다. 그것을 유리기판측에서 레이저 라이터(AKTA 3500)에 의해, 파장 365㎚의 광을 50mJ/㎠ 조사하여, 노광 후, 계면활성제로서 폴리옥시에틸렌 0.05%를 포함하고, 0.2% 수산화테트라메틸 암모늄으로 120초간 현상하여, 네가티브형의 패턴을 얻었다. 그 결과, 예컨대 잔류막 두께 500㎚에서 최소 치수가 2㎛의 패턴을 포함하는 마스크를 얻었다. 이때의 i선(365㎚)에서의 레지스트 패턴부의 OD치는 2.4이고, 투과율은 0.4%이었다.

이 마스크도 상술의 마스크 보관에서 마스크 식별, 정렬, 노광공정을 기초로 한 리소그래피를 행하여 효율 좋게 리소그래피를 행할 수 있었다.

(실시형태 6)

본 실시형태에서는, 카본 등과 같은 미립자 물질을 바인더에 함유시킨 감광성 조성물은 아니고, 일반적인 레지스트에 흡광제를 첨가한 예를 나타낸다. 따라서, 상기 실시형태 1과 다른 것은 감광성 조성물 감광체뿐이고, 도 5에 나타낸 리소그래피의 수순 등은 재이용의 수순을 포함해서 상기 실시형태 1과 동일하다.

감광성 조성물 감광체로서 카본 블랙수지를 베이스 수지로 한 화학증폭계 전자선 레지스트에 디신너멀(dicinnamal)아세톤과 1,8디메톡신-9,10비스(페닐에틸)안토라센 및 클로로필A(chlorophyll)을 각각 10wt% 첨가하였다. 이 첨가에 의해 파장 350㎚~750㎚에 걸쳐 막 두께 1㎛의 이 감광성 조성물 감광체막을 투과하는 투과율을 60% 이하로 할 수 있었다. 이것에 의해 마스크 식별이나 정렬마크 검출을 행하는 것이 가능하게 되었다. 또한, 안토라센메타놀을 첨가하는 것에 의해 파장 248㎚의 투과율을 1% 이하로 할 수 있고, KrF용의 마스크로 하는 것도 가능하였다.

(실시형태 7)

도 8의 (a)~(g)는 본 발명의 다른 실시형태인 반도체장치의 제조방법에 이용하는 위상쉬프트 마스크의 제조방법의 일예를 나타낸 것이다.

우선, 도 8의 (a)에 나타내는 바와 같이, 석영 등으로 이루어지는 유리기판(blanks)(GP)상에 쉬프터막(9)을 퇴적하였다. 그 막 두께를 d, 노광광의 파장을 λ, 쉬프터막(9)의 노광 파장에 대한 굴절율을 n으로 한 경우, $d=\lambda/2(n-1)$이 되도록 설정하였다.

여기서 쉬프터막(9)은, 예컨대 스퍼터링법에 의해 형성된 산화실리콘막(SiO_X)으로 하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 노광광을 투과하고, 막 두께 및 굴절율이 균질한 막이라면 다른 막을 이용하는 것도 가능하다. 특히 SiO_X나 TiO_X등과 같은 굴절율이 높은 막은 막 두께(=d)도 얇게할 수 있고, 그 후의 감광체 패턴의 형성이 용이하게 되므로 바람직하다. 굴절율이 1.6 이상에서 그 막 두께 효과가 나온다. 또, 도전성 막이라면 다음에 나타내는 레지스트 전자선(EB) 묘화시 차지업의 영향을 받는 일이 없으므로, 이 쉬프터막(9)은 도전성 막인 것이 바람직하다. 도전막으로서는 ITO(Indium Tin Oxide) 등이 있다.

또, 내구성을 향상시키기 위해 쉬프터막(9)을 피착한 후에 가열처리를 시행하였지만, 그 막 두께(=d)의 설정은 이 열

처리 후의 막 두께이다. 여기에서는 열처리로서, 예컨대 200℃에서 30분의 베이크를 행하였지만 이것에 한정되는 것은 아니다. 또, 이 막 두께는 위상각을 결정하는 중요한 것이므로, 열처리를 포함하는 막 형성후 측정하고, 기준치 이내에 들어가 있지 않은 경우는 제거 및 재형성하였다. 이 막 두께 변동의 허용치는 치수 및 필요 치수 정밀도에 따라 좌우되지만, 일반적으로는 1% 정도이다. 평탄면상에 쉬프터층을 피착하므로 막 두께 균일성을 맞추기 쉽고, 또 에칭시의 로딩 효과에 의한 치수마다 위상각(막 두께)이 변화한다는 문제도 발생하지 않으므로 높은 해상도와 치수 정밀도를 용이하게 얻을 수 있었다. 여기에서는 쉬프터막 형성법으로서 스퍼터링법을 이용하였지만, CVD(Chemical Vapor Deposition)나 도포형성법도 이용할 수 있다. 특히, 도포형성법은 막 두께의 균일성이 좋다는 특징이 있고, 이 경우는 0.2%의 균일성으로 막 형성하는 것도 가능하였다. 이것은 위상각 차이로 환산하여 약 0.1° 에 상당하는 정밀도가 높은 것이다. 또, 위상 쉬프터막의 막 결함(핀홀 결함이나 이물 결함)을 검사하여, 결함이 검출된 경우는 쉬프터막(9)을 재생, 재작성하였다. 초기의 단계에서 위상 결함에 연계되는 결함 대책이 가능하게 되기 때문에 공정 관리를 용이하게 할 수 있다.

다음에, 도 8의 (b)에 나타내는 바와 같이, 쉬프터막(9)상에 전자선 레지스트(10)를 도포 형성하고, 소망의 쉬프터 묘화패턴을 노광하였다. 쉬프터막(9)이 도전막이 아닌 경우는, 이 전자선 레지스트(10)상에 수용성 도전막을 형성하고, EB 묘화시의 차지업 대책을 시행하였다. 이와 같은 대책을 시행하지 않으면 차지업에 의해 묘화 패턴의 위치 엇갈림을 일으킨다. 본 실시형태에서는, 수용성 도전막을 형성해 놓기 때문에 차지업에 의한 묘화위치 엇갈림은 일어나지 않았다. 차지업을 방지하기 위해 필요한 도전율을 조사한 바 시트 저항에서 50㏁/㎠ 이하의 저항으로 억제하면 충분한 효과가 있는 것이 본 발명자들에 의해 명백하게 되었다.

다음에, 도 8의 (c)에 나타내는 바와 같이, 현상을 행해 레지스트 패턴(10a)을 형성하고, 그 후, 도 8의 (d)에 나타내는 바와 같이, 이 레지스트 패턴(10a)을 마스크로 하여 에칭에 의해 쉬프터막(9)을 가공하고, 또 도 9의 (e)에 나타내는 바와 같이 레지스트를 제거하여 쉬프터 패턴(9a)을 유리기판(GP)상에 형성하였다. 이때, 쉬프터 패턴(9a)의 측면을 테이퍼 가공해 놓았다. 테이퍼 각은, 예컨대 약 60° 로 하였다. 여기서 에지검출법으로 위상쉬프터 결핍 결함이나 잔류 결함을 검사하였다. 차광체가 이 쉬프터 패턴(9a)의 주위를 둘러싸고 있지 않기 때문에 에지검출법으로 쉬프터 결함을 검사할 수 있으므로 간편하고 또 검출 정밀도가 높은 위상결함 검사를 행할 수 있었다.

그 후, 도 8의 (f)에 나타내는 바와 같이, 조제예 1에서 조정한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ)로 이루어지는 레지스트막(11)을, 예컨대 막 두께 420㎚로 도포하고, 소망의 형상의 EB 묘화를 행했다. 이 노광시에도 쉬프터 패턴(9a)의 묘화시와 동일하게 차지업 방지를 위해 도전막을 형성하는 것이 유효하다. 본 실시형태에 있어서는 시트 저항 30㏁/㎠의 도전막을 레지스트막(11)상에 피착하였다(도시하지 않음).

여기에서는, 쉬프터 패턴(9a)의 단부를 테이퍼 가공하고 있기 때문에 레지스트막(11)의 피복성이 좋고, 막 두께 변동도 비교적 작다. 이 때문에, 레지스트막(11)으로 이루어지는 감광체 패턴의 치수 정밀도가 높았다. 직접 단차상을 횡단하는 패턴은 아니지만, 레지스트막(11)의 두께 변동의 영향은 넓은 범위에 미치기 때문에, 이 테이퍼 가공의 효과는 크다. 여기에서는, 테이퍼 각을 60° 로 하였지만, 이것보다 값을 작게하여 보다 완만하게 하면 막 두께 변동이 감소한다. 한쪽에서 정렬 여유를 갖게 한 후에 그 테이퍼부를 덮도록 레지스트막(11)으로 이루어지는 감광체 패턴을 형성해 놓을 필요가 있으므로 최소의 감광체 패턴 폭이 제한된다. 최적의 테이퍼 각은 패턴 최소 룰 및 쉬프터와, 이 감광체 패턴의 정렬 정밀도 균형으로 결정된다.

그 후, 도 8의 (g)에 나타내는 바와 같이, 현상을 행해 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ)로 이루어지는 레지스트 패턴(11a)(즉, 감광체 패턴)을 형성하였다. 또한, 가열 혹은 DUV 조사 혹은 그 쌍방의 처리를 행하였다. 이 처리를 시행함으로써 감광체 패턴(레지스트 패터 11a)의 노광광에 대한 조사내성을 높이는 것이 가능하다.

이렇게 해서 형성한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ)의 레지스트 패턴(11a)부의 나머지 막 두께 400㎚에서의 OD치를 측정한 바, KrF 엑시머 레이저광의 파장 248㎚에서 3.2이고, 투과율로 환산하면0.063%이었다. 또, ArF 엑시머 레이저광의 파장 193㎚에서 4.0이고, 투과율로 환산하면 0.01%였다. 따라서, 이렇게 해서 형성한 카본을 분산시킨 레지스트(Ⅰ)의 레지스트 패턴(11a)은, KrF 및 ArF 엑시머 레이저 노광용의 레벤슨형 위상쉬프트 마스크의 감광부로서 적당한 것이 명백하게 되었다.

또한, 조제예 3, 4에서 조제한 미립자상 물질을 분산시킨 레지스트를 이용해도, 동일하게 레벤슨형 위상쉬프트 마스크가 형성되었다.

본 실시형태에 의한 위상쉬프트 마스크는, 위상 오차 0.5° 이내라는 매우 위상제어성이 높은 것이고, 그 치수의존성도 없으므로, 패턴 전사를 행했을 때의 치수정밀도 및 해상도가 높았다. 또, 감광체 패턴(레지스트 패턴 11a)은, 블랭크스 및 위상쉬프터와 큰 면적에서 접촉하고 있고, 패턴 박리 등과 같은 결함도 발생하지 않았다. 또한, 제조공정도 금속을 감광체로 하는 통상의 마스크의 제조공정에 비해 상대적으로 적기 때문에 수율도 높고, 또 TAT도 짧았다. TAT는 약 절반 감소하고, 수율은 상기 통상 마스크의 제조방법의 30%에서 90%로 대폭 개선할 수 있었다.

이 레벤슨형 위상쉬프트 마스크를 상기 실시형태 1과 동일한 방법으로 마스크 보관, 마스크 식별, 정렬마크 검출, 노광, 스토커 이송하여, 반도체장치를 제조하였다. 그 결과, 미세 회로패턴을 갖는 반도체장치를 저코스트로 제조기간도 짧게 제작할 수 있었다. 따라서, 소량 다품종의 반도체장치의 제조에 대응할 수 있다.

또한, 본 실시형태에서는, 위상쉬프터로서 SiO_X막을 이용하였지만, 이외의 감광성 투명막을 이용하거나 혹은 기판의 유리를 파 넣어 위상차를 갖게하거나 하는 것도 가능하다.

(실시형태 8)

본 실시형태는, 트윈·웰 방식의 CMIS(COMPLEMENTARY MIS) 회로를 가지는 반도체 집적회로장치의 제조에 관한 것으로, 도 9를 이용해서 설명한다.

도 9는, 그 제조공정중에서의 웨이퍼(8)의 주요부 단면도이다. 웨이퍼(8)를 구성하는 반도체기판(8S)은, 예컨대 n-형의 평면이 원(圓)형상의 Si 단결정으로 이루어진다. 그 상부에는, 예컨대 n웰(NWL) 및 p웰(PWL)이 형성되어 있다. n웰(NWL)은, 예컨대 인 또는 As가 도입되어 n형으로 설정되어 있다. 또, p웰(PWL)에는, 예컨대 붕소가 도입되어 p형으로 설정되어 있다. n웰(NWL) 및 p웰(PWL)은 이하와 같이 하여 형성한다.

우선, 반도체기판(8S)상에 마스크 정렬용의 웨이퍼 정렬마크를 형성한다(도시하지 않음). 이 웨이퍼 정렬마크는 선택산화공정을 부가하여 웰 형성시에 작성하는 것도 가능한다. 그 후, 도 9의 (a)에 나타내는 바와 같이, 반도체기판(8S)상에 산화실리콘막 등으로 이루어지는 산화막(12a)을 형성하고, 이어서 인프라 마스크용의 레지스트 패턴(13a)을 i선 리소그래피에 의해 산화막(12a)상에 형성한다. 그 후, n웰(NWL) 형성용의 인을 반도체기판(8S)에 이온 주입하였다.

그 후, 애싱을 행해 레지스트 패턴(13a)을 제거하고, 산화막(12a)을 제거한 후, 도 9의 (b)에 나타내는 바와 같이, 반도체기판(8S)상에 산화실리콘 등으로 이루어지는 산화막(12b)을 형성하고, 이어서 이온주입 마스크용의 레지스트 패턴(13b)를 i선 리소그래피에 의해 산화막(12b)상에 형성한다. 그 후, p웰 형성용의 붕소를 반도체기판(8S)에 이온 주입하였다.

그 후, 레지스트 패턴(13b) 및 산화막(12b)을 제거하고, 반도체기판(8S)의 주면(제1 주면)에, 도 9의 (c)에 나타내는 바와 같이, 예컨대 산화실리콘막으로 이루어지는 분리용의 필드절연막(14)을 홈형 아이솔레이션형으로 형성하였다.

또한, 아이솔레이션 방법으로는, LOCOS(LOCAL OXIDIZATION OF SILICON)법을 이용하여도 된다. 단, 홈형 아이솔레이션의 쪽이 미세, 고집적이 가능하다. 이 아이솔레이션 형성시의 리소그래피에는, KrF 엑시머 레이저광을 노광 광원으로 하는 축소투영 노광장치 및 상기 실시형태 1에 기재한 감광성 조성물 감광체 패턴을 가지는 KrF 엑시머 레이저광용의 마스크를 이용하였다.

이 필드절연막(14)에 의해 둘러싸인 활성영역에는 nMIS(Qn) 및 pMIS(Qp)이 형성되어 있다. nMIS(Qn) 및 pMIS(Qp)의 게이트 절연막(15)은, 예컨대 산화실리콘막으로 이루어지고, 열산화법 등에 의해 형성되어 있다. 또, nMIS(Qn) 및 pMIS(Qp)의 게이트 전극(16)은, 예컨대 저저항 폴리실리콘으로 이루어지는 게이트 형성막을 CVD법 등에 의해 퇴적한 후, 그 막을, ArF 엑시머 레이저광을 노광 광원으로 하는 축소투영 노광장치 및 상기 실시형태 1에 기재한 감광성 조성물 감광체로 이루어지는 감광체 패턴을 가지는 ArF 엑시머 레이저광용의 마스크를 이용해서 리소그래피를 행하고, 그 후, 에칭을 행해 형성되어 있다. 반도체기판(8S)상의 레지스트에는, 예컨대 아크릴수지계의 화학증폭계 레지스트를 이용하였다.

이 게이트 전극(16)은, KrF 엑시머 레이저광을 노광 광원으로 하는 축소투영 노광장치 및 상기 실시형태 7에 기재한 감광체 패턴을 가지는 KrF 엑시머 레이저광용의 레벤슨형 위상쉬프트 마스크를 이용해서 리소그래피를 행해도 형성할 수 있었다. 단, 치수정밀도의 관계에서 ArF 엑시머 레이저광을 이용한 노광처리의 쪽이 바람직하다. 또, 상기 실시형태 7 기재의 위상쉬프트 마스크를 이용하면, 더 치수정밀도를 향상시킬수 있으므로, 더 바람직하다.

nMIS(Qn)의 반도체영역(17)은, 예컨대 인 또는 비소를, 게이트 전극(16)을 마스크로 하여 반도체기판(8S)에 이온주입법 등에 의해 도입함으로써, 게이트 전극(16)에 대해서 자기정합적으로 형성되어 있다. 또, pMIS(Qp)의 반도체영역(18)은, 예컨대 붕소를, 게이트 전극(9)을 마스크로 하여 반도체기판(3s)에 이온주입법 등에 의해 도입함으로써, 게이트 전극(16)에 대해서 자기정합적으로 형성되어 있다. 단, 상기 게이트 전극(16)은, 예컨대 저저항 폴리실리콘의 단체막으로 형성되는 것에 한정되는 것은 아니고 여러가지 변경 가능하며, 예컨대 저저항 폴리실리콘막상에 텅스텐 실리사이드나 코발트 실리사이드 등과 같은 실리사이드층을 설치하게 되는, 소위 폴리사이드 구조로 하여도 되고, 예컨대 저저항 폴리실리콘막상에, 질화티탄이나 질화텅스텐 등과 같은 배리어 도체막을 통해서 텅스텐 등과 같은 금속막을 설치하게 되는 소위 폴리금속 구조로 하여도 된다.

우선, 이와 같은 반도체기판(8S)상에, 도 9의 (d)에 나타내는 바와 같이, 예컨대 산화실리콘막으로 이루어지는 층간절연막(19a)을 CVD법 등에 의해 퇴적한 후, 그 상면에 폴리실리콘막을 CVD법 등에 의해 퇴적한다. 이어서, 그 폴리실리콘막상에 리소그래피를 행하고, 에칭하여 패터닝한 후, 그 패터닝된 폴리실리콘막의 소정 영역에 불순물을 도입함으로써, 폴리실리콘막으로 이루어지는 배선(20L) 및 저항 (20R)을 형성한다.

그 후, 도 9의 (e)에 나타내는 바와 같이, 반도체기판(8S)상에, 예컨대 산화실리콘막으로 이루어지는 층간절연막(19b)을 CVD법 등에 의해 퇴적한 후, 층간절연막(19a, 19b)에 반도체영역(17, 18) 및 배선(20L)의 일부가 노출하도록 한 콘택트 홀(21)을 KrF 엑시머 레이저광을 노광 광원으로 하는 축소투영 노광장치 및 상기 실시형태 2의 하프톤형 위상쉬프트 마스크를 이용해서 리소그래피를 행하고, 에칭하여 천공(穿孔)한다. 웨이퍼(8)상의 레지스트에는, KrF 엑시머 레이저광에 감도를 갖는 페놀수지를 베이스 수지로 한 화학증폭계 레지스트를 이용하였다.

여기에서는, 콘택트 홀(21)의 홀 지름이, 예컨대 0.18㎛이었기 때문에, KrF 엑시머 레이저 노광을 이용하였지만, 0.15㎛보다 작은 홀 지름이 필요한 경우는, ArF 엑시머 레이저 노광을 이용하면 된다. KrF 엑시머 레이저 노광에서는 0.15㎛보다 작은 홀 지름을 안정하게 해서 해상하는 것이 곤란하기 때문이다.

또, 반도체기판(8S)상에, 티탄(Ti), 질화티탄(TiN) 및 텅스텐(W)으로 이루어지는 금속막을 스퍼터링법 및 CVD법에 의해 순차 퇴적한 후, 그 금속막을 KrF 엑시머 레이저광을 광원으로 하는 축소투영 노광장치 및 상기 실시형태 1의 마스크를 이용해서 리소그래피를 행하고, 에칭함으로써, 도 9의 (f)에 나타내는 바와 같이, 제1층 배선(22L)을 형성한다.

웨이퍼(8)상의 레지스트에는, KrF 엑시머 레이저광에 감도를 갖는 페놀수지를 베이스 수지로 한 화학증폭계 레지스트를 이용하였다. 이 이후는, 제1층 배선(22K)과 동일하게 제2층 배선 이후를 형성하여, 반도체 집적회로장치를 제조한다. 여기에서는 배선 피치가, 예컨대 0.36㎛이었기 때문에, KrF 엑시머 레이저노광을 이용하였지만, 해상도의 관계로부터 0.3㎛에서 배선 피치 패턴을 형성하는 경우는 ArF 엑시머 레이저 노광을 이용한다.

커스텀 LSI(LARGE SCALE INTEGRATED CIRCUIT) 제품에서는 특히 제1층 배선을 중심으로 마스크 디버그가 행해지는 일이 많다. 제1층 배선으로의 마스크 공급 TAT의 속도가 제품 개발력을 결정하고, 또 필요한 마스크 매수도 많게 되므로 이 공정에 본 실시형태를 적용하는 것은 효과가 특히 크다. 또, 제2층 배선에서의 최소 패턴치수는, 예컨대 0.35㎛(패턴 피치는 0.8㎛)와 노광파장(0.248㎛)에 비해 충분히 굵은 것이었다. 그래서, 여기서는 상기 실시형태 1의 KrF 엑시머 레이저광용의 마스크를 적용하였다.

본 실시형태에서는, 전체 리소그래피 공정에 상기 실시형태 1~7까지의 어느 것인가의 마스크를 이용하고, 또 마스크 보관에서 노광, 마스크 회수에 도달할 때까지 도 5 혹은 도 7에 나타내는 수순으로 리소그래피를 행했다. 그 결과, 사용 마스크의 미스도 없고, 정렬에도 문제가 없으며, CMIS 회로를 가지는 반도체 집적회로장치에 있어서, 노광이력을 반영시킨 일련의 제조를 행할 수 있었다. 마스크의 제조코스트가 저렴하고, 제조기간도 짧게 끝나기 때문에 CMIS 회로를 가지는 반도체 집적회로장치의 제조 코스트를 내리고, 또 단기간에 제조할 수 있었다. 또, CMIS 회로를 가지는 반도체 집적회로장치의 개발 TAT도 단축할 수 있었다.

(실시형태 9)

본 실시형태에 있어서는, 본 발명을 패키지 실장에까지 적용한 예를 설명한다. 여기에서는, 예컨대 웨이퍼 프로세스를 거쳐서 웨이퍼에 형성된 복수의 반도체 칩에 대해서, 웨이퍼의 상태 그대로 일괄해서 패키지ㆍ프로세스를 시행하여, 소위 웨이퍼 프로세스 패키지(WAFER PROCESS PACKAGE; 이하, WPP라 약칭한다) 기술에 본 발명의 기술사상을 적용한 경우에 대해서 설명한다. 또한, 웨이퍼ㆍ프로세스는, 전(前)공정으로도 불리며, 일반적으로 경면(鏡面)연마를 시행한 웨이퍼의 주면상에 소자를 형성하고, 배선층을 형성하며, 표면보호막을 형성한 후, 웨이퍼에 형성된 복수의 반도체 칩의 각각의 전기적시험을 프로브(probe) 등에 의해 행하는 상태까지의 공정을 말한다.

도 10의 (a)~(c)는, 게이트 회로부나 다층 배선의 형성이 종료한 후의 웨이퍼(8)의 주요부 단면을 나타내고 있다. 또한, 여기에서는, 웨이퍼(8)에서 일괄 형성을 행하고 있고, 반도체 칩(이하, 간단히 칩이라 한다) 단위로의 절단은 행하고 있지 않다.

도 10의 (a)에 나타내는 바와 같이, 반도체기판(8S)의 주면(제1면)에는, 예컨대 상기 논리소자, 메모리 소자 또는 그 양쪽의 소자 및 다층 배선층이 형성되어 있다. 그 다층 배선층 중 최상의 배선층에는 본딩패드(BP)가 형성되어 있다. 본딩패트(BP)는, 예컨대 알루미늄 또는 알루미늄 합금 등과 같은 배선과 동일한 재료를 동일한 공정시에 패턴 가공하는 것으로 형성되어 있다. 이 본딩패드(BP)의 표면은 일부를 제외하고 표면보호막(25a)에 의해 덮여져 있다. 표면보호막(25a)은, 예컨대 산화실리콘막, 질화실리콘막 또는 이들의 적층막으로 이루어진다. 표면보호막(25a)상에는, 예컨대 감광성 폴리이미드 수지 등으로 이루어지는 두께 5㎛ 정도의 표면보호막(25b)이 퇴적되어 있다. 이 표면보호막(25a, 25b)에는, 본딩패트(BP)의 일부가 노출하도록 한 개구부(26)이 천공되어 있다. 이 개구부(26)를 천공할 때 상기 실시형태 1~7에서 설명한 마스크를 이용하는 것도 바람직하다. 이것에 의해, 상기한 바와 같이 본딩패트(BP)의 위치 등이 제품이나 고객의 요구에 따라 변하여도, 그 변경에 대해서 마스크의 변경도 신속하게 대응할 수 있다. 또한, 부호 19c, 19d는 층간절연막을 나타내고 있고, 예컨대 산화실리콘막으로 이루어진다.

표면보호막(25b)상에는, 재배치 배선(27)이 형성되어 있다. 재배치 배선(27)은, 예컨대 크롬 등과 같은 배리어 도체막상에 동(銅) 등과 같은 주배선 형성용 도체막이 스퍼터링법 또는 증착법 등에 의해 퇴적하게 되고, 개구부(26)를 통해서 본딩패드(BP)와 전기적으로 접속되어 있다. 단, 상기 배리어막은, 동의 확산방지 기능 이외에 폴리이미드 수지와의 접착성을 향상시키는 기능을 가지고 있고, 크롬에 한정되는 것은 아니며 여러가지 변경 가능하고, 예컨대 티탄, 티탄텅스텐, 질화티탄 또는 텅스텐을 이용하는 것도 가능하다. 이 재배치 배선(27)의 패터닝에는, 상기 실시형태 1에 기재한 리소그패피 수법을 이용하였다. 그 리소그래피 수순은, 도 5에 나타낸 수순에 준거하였다. 단, 선폭은 게이트에 비해 크므로, 패터닝을 위한 노광은 i선(파장 0.365㎛)스텝퍼(스텝·앤드·리피트 축소투영 노광장치)를 이용하였다.

이어서, 도 10의 (b)에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(8)의 주면상에, 다시, 예컨대 감광성 폴리이미드 수지 등으로 이루어지는 밀봉수지막(28)을 도포하고, 재배치 배선(27)을 피복한다. 최상의 밀봉수지막(28)을 폴리이미드 수지 등과 같은 유기계 절연막으로 한 것은, 비교적 부드러운 유기계 절연막을 최상층으로 하여 칩의 취급을 용이하게 하기 위함이다. 즉, 최상의 절연막을 무기계 절연막으로 하면 칩의 취급(반송 등)시에 밀봉수지막에 크랙이 들어가기 쉽고 그 취급이 곤란하게 되지만, 유기계 절연막의 경우는, 비교적 부드러우므로, 그와 같은 문제를 회피할 수 있기 때문이다.

그 후, 그 밀봉수지막(28)에 대해서 노광·현상처리를 시행함으로써, 재배치 배선(27)의 일부가 노출하도록 한 개구부(29)를 천공한다. 이 개구부(29)를 천공하기 위한 노광처리시에도 상기 실시형태 1~6의 리소그래피 공정을 이용하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 상기한 바와 같이 본딩패트(BP)나 재배치 배선(27)의 위치 등이 제품이나 고객의 요구에 따라 변하여도, 그 변경에 대해서 마스크의 변경도 신속하게 대응할 수 있다.

그 후, 웨이퍼(8)의 주면상에, 예컨대 크롬, 크롬-동 합금 등 및 금 등을 하층에서 차례대로 스퍼터링법 등에 의해 퇴적한 후, 이것을 레지스트 패턴을 에칭마스크로 한 에칭처리에 의해 패터닝함으로써, 범프 베이스 금속층(30)을 형성한다. 이 범프 베이스 금속층(30)의 패턴 가공을 위해 노광처리시에도 상기 실시형태 1~6의 리소그래피 공정을 이용하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 상기한 바와 같이 본딩패드(BP)나 재배치 배선(27)의 위치 등이 제품이나 고객의 요구에 따라 변하여도, 그 변경에 대해서 마스크의 변경도 신속하게 대응할 수 있다. 범프 베이스 금속층(30)은, 예컨대 평면 원형형상으로 형성되고, 개구부(29)를 통해서 재배치 배선(27)과 전기적으로 접속되어 있다.

최후로, 예컨대 납-주석 함금 등으로 이루어지는 땜납 페이스트를 인쇄한 후, 웨이퍼(8)에 대해서 열처리를 시행함으로써, 도 10의 (c)에 나타내는 바와 같이, 범프 베이스 금속층(30)상에 땜납 범프전극(31)을 형성하였다.

이상과 같은 공정의 후, 웨이퍼(8)에서 개개의 칩(8C)을 절단하고, 도 11의 (a), (b)에 나타내는 바와 같이, 칩(8C)을 배선기판(30)상에 실장한다. 칩(8C)의 땜납 범프전극(31)은, 배선기판(32)의 랜드와 전기적으로 접속되어 있다. 도 11의 (a)는, 상기 밀봉수지막(28)의 완충성이 충분하고, 칩(8C)과 배선기판(32)과의 사이에 충전재(언더필)를 개재시키지 않은 경우가 예시되어 있다. 물론, 그 충전재를 개재시켜도 된다. 도 11의 (b)는 상기 밀봉수지막(28)이 없는 경우 혹은 완충성이 충분하지 않은 경우의 실장 구조이고, 칩(8C)과 배선기판(32)과의 사이에 액상 수지 등으로 이루어지는 충전재(33)가 개재되고, 칩(8C)이 배선기판(32)에 견고하게 고정되어 있는 경우가 예시되어 있다.

이상과 같이, 본 실시형태에 의하면, WPP(재배치 배선의 패터닝 등)에 적용함으로써, 다품종의 칩 사이즈의 실장을 효율 좋게 행하는 것이 가능하였다.

(실시형태 10)

본 실시형태에 있어서는, 본 발명을 멀티 칩 모듈 제작에 적용한 예를 이하에 나타낸다.

본 실시형태에서는, 메모리 칩과 로직 칩을 모두 다른 제조공정을 거쳐서 제조하였다. 메모리 칩으로는, 예컨대 DRAM(DYANMIC RANDOM ACCESS MEMORY), SRAM(STATIC RANDOM ACCESS MEMORY), 마스크 ROM 또는 플래시 메모리(EEPROM) 등과 같은 메모리 회로가 주로 형성된 칩이다. 또, 로직 칩으로는, 예컨대 CPU(CENTRAL PROCESSING UNIT), DSP(DIGITAL SIGNAL PROCESSOR) 등과 같은 논리회로가 주로 형성된 칩이 있다.

메모리 칩의 제조에서는, 규칙적인 배치의 밀집한 미세 패턴이 많으므로 제조장치에서 포토마스크의 패턴을 웨이퍼상에 전사할 때의 조명 조건을 밀집도에 맞춘 조명으로 하였다. 여기에서는, 환상조명이나 용도에 따른 특수조명을 채용하였다. 또, 마스크는, 대부분의 노광공정에 있어서, 크롬 등과 같은 금속을 차광체로 하는 통상의 마스크를 이용하였다.

한편, 로직 칩의 제조에서는, 특히 게이트 회로부에서 메모리 칩보다 미세한 패턴이 필요하게 되지만, 밀집도는 반드시 높은 것은 아니므로, 대면적의 조명광원을 이용하였다. 또, 품종에 따라 게이트 회로도 다르므로, 상기 실시형태에서 나타낸 마스크와 상기 통상의 마스크를 효율 좋게 적절히 사용하여 칩을 제작하였다.

이상 2종류의 칩을, 도 12에 나타내는 바와 같이, 공정(301a, 301b)으로 나누어 각각 제조하고, 공정(301)에서 베이스 기판(배선 기판)상에 배치하였다. 도 13의 (a)는, 이상과 같이 하여 구성된 멀티 칩 모듈(MCM)의 평면도, (b)는 (a)의 X1-X1선의 단면도의 일예를 나타내고 있다.

여기에는, 베이스 기판(32M)상에, 메모리 칩(8CM) 및 로직 칩(8CL) 이외에, 화상처리부나 특정 용도의 신호처리부 등과 같은 여러가지의 목적에 대응해서, 여러가지 기능을 가지는 다른 칩(8C)이 실장되어 있다. 본 실시형태에서는, 이들 각 칩(8C, 8CM, 8CL)을 각각 제조하고, 하나의 베이스 기판(32M)상에 실장하는 것으로, 멀티 칩 모듈(MCM)을 제조하였다. 각 칩(8C, 8CM, 8CL)의 땜납 범프전극(31) 등의 형성공정은, 예컨대 상기 실시형태 9와 동일한 방법을 채용하였다. 각 칩(8C, 8CM, 8CL)의 땜납 범프전극(31)은, 베이스 기판(32M)의 주면의 랜드, 베이스 기판(32M)내의 내층 배선을 통해서 베이스 기판(32M)의 이면의 랜드 및 그것에 접속된 땜납 범프전극(34)과 전기적으로 접속되어 있다.

이와 같은 본 실시형태에 의하면, 각 칩마다 최적의 프로세스 조건을 선택할 수 있고, 칩의 성능을 향상시킬수 있으므로, 고성능의 멀티 칩 모듈(MCM)을 제조할 수 있었다.

이상, 본 발명자에 의해 이루어진 발명을 실시형태에 의거해서 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러가지 변경 가능한 것은 말할 필요도 없다.

예컨대 상기 실시형태에서 마스크의 감광체 패턴을 필링(peeling)에 의해 박리하여도 된다. 즉, 마스크의 감광체 패턴에 접착테이프를 접착한 후, 이것을 벗기는 것으로 감광체 패턴을 박리하여도 된다.

이상의 설명에서는 주로 본 발명자에 의해 이루어진 발명을 그 배경이 된 이용분야인 반도체장치의 제조방법에 적용한 경우에 대해서 설명하였지만, 그것에 한정되는 것은 아니고, 예컨대 액정기판의 제조방법, 자기디스크 헤드의 제조방법 또는 마이크로 머신의 제조방법에도 적용할 수 있다.

발명의 효과

본원에 의해 개시되는 발명중, 대표적인 것에 의해 얻어지는 효과를 간단히 설명하면, 이하와 같다.

(1). 포토마스크에 형성된 회로용 패턴과, 정렬마크와, 식별용 마크가 동일한 감광성 조성물 감광체로 이루어지고, 상기 식별용 마크를 이용해서 포토마스크를 식별하는 공정과, 상기 정렬마크를 이용해서 포토마스크의 정렬을 행하는 공정과, 상기 회로용 패턴에 의해 반도체 웨이퍼상에 패턴을 전사하는 공정을 가지는 것에 의해, 포토마스크의 식별을 용이하게 행할 수 있으므로, 포토마스크의 관리를 용이하게 행하는 것이 가능해진다.

(2). 포토마스크에 형성된 회로용 패턴과, 정렬마크와, 식별용 마크가 동일한 감광성 조성물 감광체로 이루어지고, 상기 식별용 마크를 이용해서 포토마스크를 식별하는 공정과, 상기 정렬마크를 이용해서 포토마스크의 정렬을 행하는 공정과, 상기 회로용 패턴에 의해 반도체 웨이퍼상에 패턴을 전사하는 공정을 가지는 것에 의해, 포토마스크의 정렬을 용이하게 행할 수 있으므로, 반도체장치의 수율을 향상시키는 것이 가능해진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

포토마스크에 형성된 회로용 패턴과, 포토마스크의 정렬마크와, 포토마스크의 식별용 마크가 동일한 감광성 조성물로 이루어지고,

(a) 상기 식별용 마크를 이용해서 포토마스크를 식별하는 공정과,

(b) 상기 정렬마크를 이용해서 포토마스크의 정렬을 행하는 공정과,

(c) 상기 회로용 패턴에 의해 반도체 웨이퍼상에 패턴을 전사하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 감광성 조성물이 미립자상 물질과 바인더를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 감광성 조성물이 감광성 수지와 흡광제를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 포토마스크의 회로용 패턴을 전사하기 위한 노광광의 파장은, 상기 포토마스크의 식별공정시에 상기 식별용 마크를 검출하기 위한 광의 파장과 다른 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

회로용 패턴을 전사하기 위한 노광광의 파장은, 상기 포토마스크의 정렬시에 상기 정렬마크를 검출하기 위한 광의 파장 및 상기 포토마스크의 식별시에 상기 식별용 마크를 검출하기 위한 광의 파장과 다른 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 6.

투명기판과 감광성 조성물 감광체를 가지는 포토마스크를 스토커에 보관하는 공정과, 상기 감광성 조성물 감광체로 형

성되어 있는 마크를 판독하여 상기 포토마스크의 마스크 식별을 행하는 공정과, 상기 포토마스크를 노광장치상의 소정의 노광부로 이송하는 공정과, 상기 포토마스크상의 감광성 조성물 감광체로 이루어지는 정렬마크의 위치를 검출하여 반도체 웨이퍼와의 위치정렬을 행하는 공정과, 상기 노광장치로 상기 반도체 웨이퍼에 상기 포토마스크의 소망의 패턴을 노광하는 공정과, 상기 노광을 행한 후, 상기 포토마스크를 상기 스토커로 이송하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 감광성 조성물 감광체는, 상기 마스크 식별을 행하는 광과, 상기 정렬마크를 검출하는 광에 대해서 60% 이하의 투과율인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 노광을 행한 후, 상기 포토마스크를 상기 스토커로 이송하는 공정의 후, 상기 포토마스크를 이후에도 사용하는가 아닌가를 판단하는 공정과, 사용하지 않는다고 판단한 경우에는 상기 감광성 조성물 감광체를 박리하여 투명기판으로 되돌리는 공정과, 상기 포토마스크를 세정하는 공정과, 상기 포토마스크의 투명기판상의 이물검사를 행하는 공정과, 상기 투명기판상에 감광성 조성물 감광체를 피착하는 공정과, 상기 감광성 조성물 감광체에 소망의 패턴을 묘화하는 공정과, 현상을 행해 상기 감광성 조성물 감광체로 이루어지는 회로패턴을 가지는 포토마스크를 제작하는 공정과, 상기 포토마스크를 스토커로 이송하여 다시 노광을 행하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 9.

제 6 항에 있어서,

상기 감광성 조성물 감광체는, 적어도 미립자상 물질과 바인더를 포함하고, 상기 투명기판이 유리기판인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 포토마스크의 상기 유리기판의 일부에 노광광의 위상을 거의 반전시키는 위상쉬프터 구조를 형성하는 공정과, 상기 위상쉬프터상에 상기 미립자상 물질과 바인더를 적어도 포함하는 감광체 패턴을 형성하는 공정을 가지는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 11.

제 9 항에 있어서,

상기 감광성 조성물 감광체를 투과하는 노광광이, 상기 감광성 조성물 감광체가 형성되어 있지 않은 부분을 투과하는 노광광에 대해서, 그 위상을 거의 반전시키는 위상쉬프터 구조로 되어 있는 포토마스크인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 12.

제 9 항에 있어서,

상기 미립자상 물질이 무기물인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 13.

제 9 항에 있어서,

상기 미립자상 물질이 카본인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 14.

제 6 항에 있어서,

상기 감광성 조성물 감광체에서의 광의 투과율이, 파장 150㎚ 이상, 750㎚ 이하의 광에서 30% 이하인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 15.

제 2 항에 있어서,

상기 미립자상 물질의 입자지름이 200㎚ 이한인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 16.

제 2 항에 있어서,

상기 감광성 조성물 감광체에서의 미립자상 물질의 함량이 10% 이상, 99% 이하인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 17.

제 6 항에 있어서,

상기 포토마스크의 감광성 조성물 감광체가, 파장 230㎚~750㎚의 광을 흡수하는 흡광제를 포함한 레지스트이고, 상기 투명기판이 유리기판인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 18.

제 6 항에 있어서,

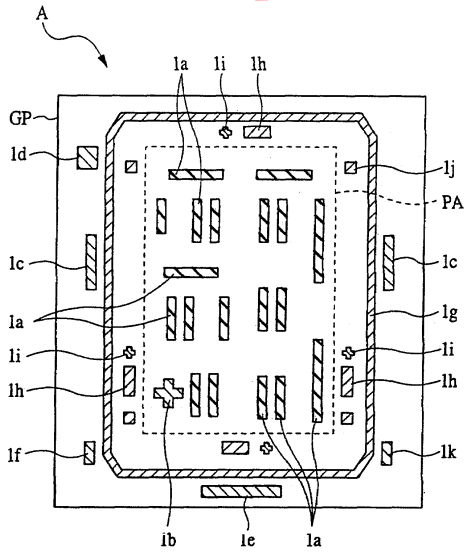
상기 포토마스크의 감광성 조성물 감광체가, 파장 350㎚~750㎚의 광을 흡수하는 흡광제를 포함한 레지스트이고, 상기 투명기판이 유리기판인 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

청구항 19.

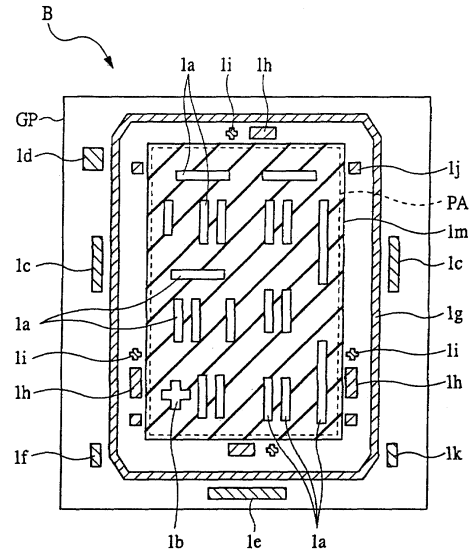
유리기판과, 파장 150㎚~750㎚의 광의 투과율이 60% 이하가 되는 감광성 조성물 감광체를 가지는 포토마스크를 이용해서 반도체장치를 제조하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 제조방법.

도면

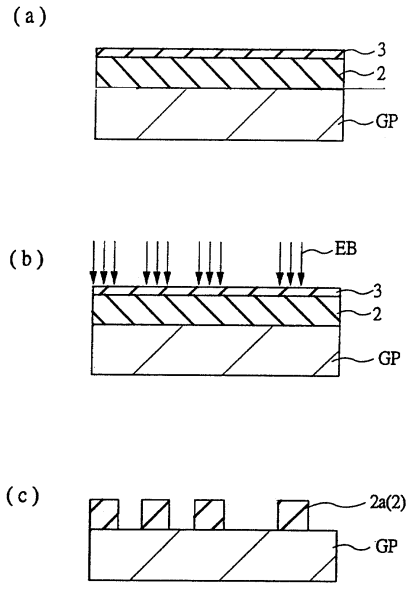
도면 1


A
1a
1i
1h
GP
1d
1j
PA
1c
1c
1a
1g
1i
1i
1h
1h
1f
1k
1b
1e
1a

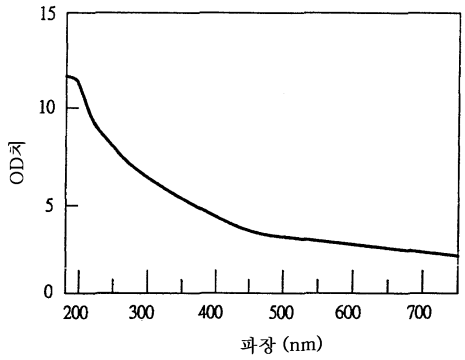
도면 2


B
1a
1i
1h
GP
1d
1j
PA
1m
1c
1c
1a
1g
1i
1i
1h
1h
1f
1k
1b
1e
1a

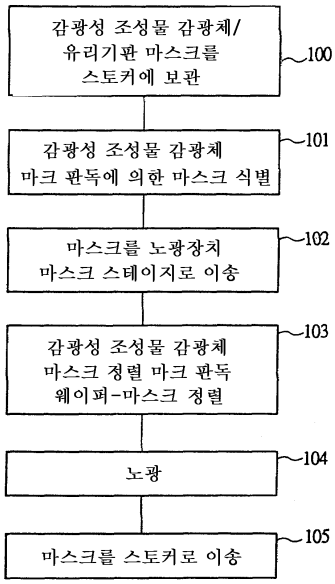
도면 3



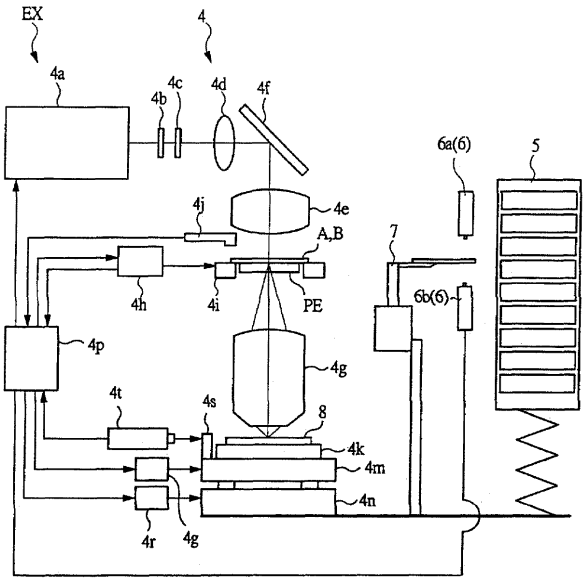
도면 4



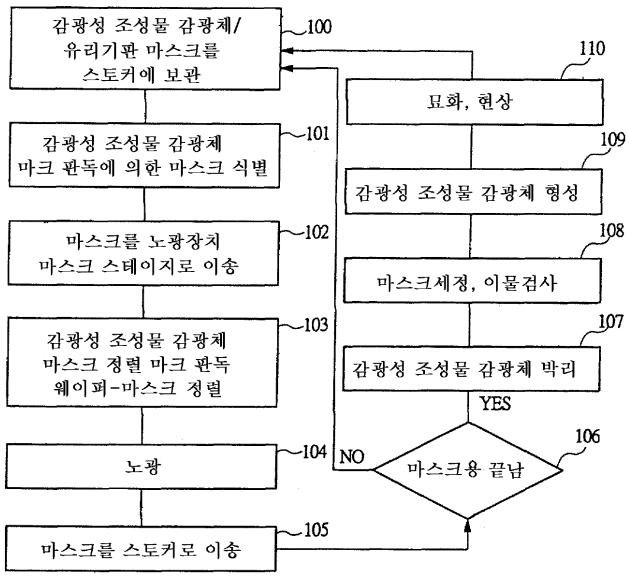
도면 5


감광성 조성물 감광체/
유리기판 마스크를
스토커에 보관
100
감광성 조성물 감광체
마크 판독에 의한 마스크 식별
101
마스크를 노광장치
마스크 스테이지로 이송
102
감광성 조성물 감광체
마스크 정렬 마크 판독
웨이퍼-마스크 정렬
103
노광
104
마스크를 스토커로 이송
105

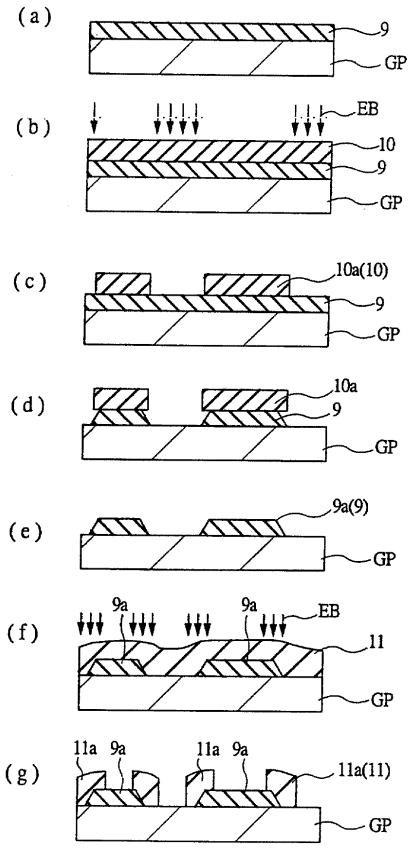
도면 6


EX
4
4a
4b
4c
4d
4f
6a(6)
5
4j
4e
A,B
7
4h
4i
PE
6b(6)
4p
4g
4t
4s
8
4k
4m
4n
4r
4g

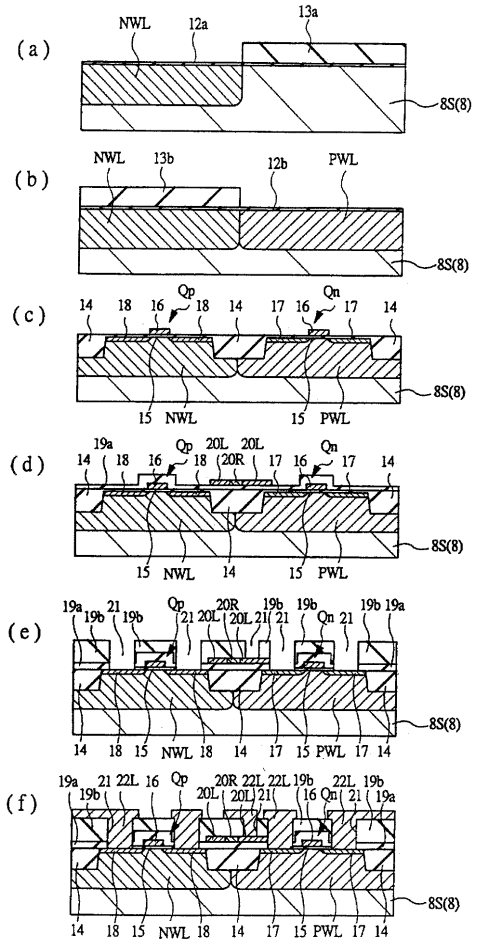
도면 7


감광성 조성물 감광체/
유리기판 마스크를
스토커에 보관
100
감광성 조성물 감광체
마크 판독에 의한 마스크 식별
101
마스크를 노광장치
마스크 스테이지로 이송
102
감광성 조성물 감광체
마스크 정렬 마크 판독
웨이퍼-마스크 정렬
103
노광
104
마스크를 스토커로 이송
105
마스크용 끝남
106
NO
YES
감광성 조성물 감광체 박리
107
마스크세정, 이물검사
108
감광성 조성물 감광체 형성
109
묘화, 현상
110

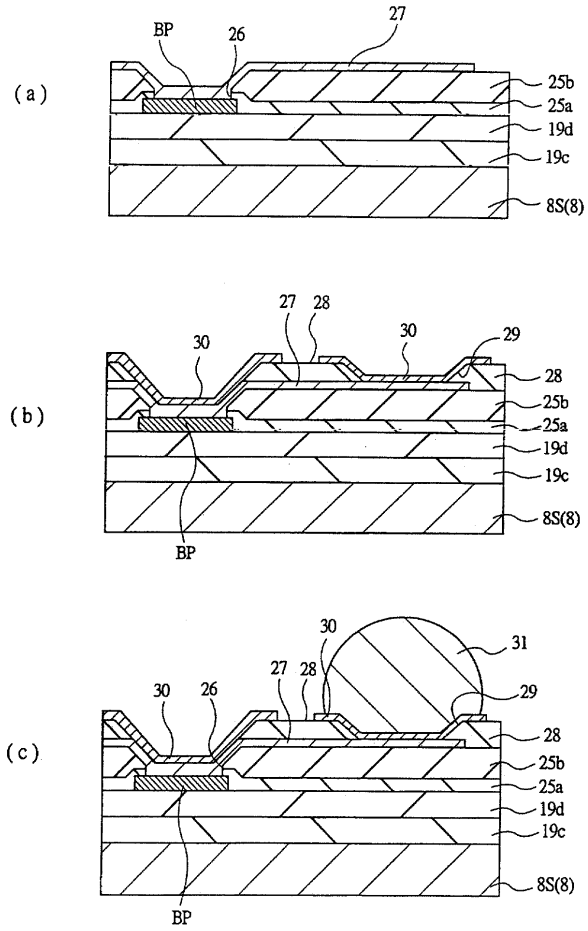
도면 8


(a)
9
GP
(b)
EB
10
9
GP
(c)
10a(10)
9
GP
(d)
10a
9
GP
(e)
9a(9)
GP
(f)
9a
9a
EB
11
GP
(g)
11a
9a
11a
9a
11a(11)
GP

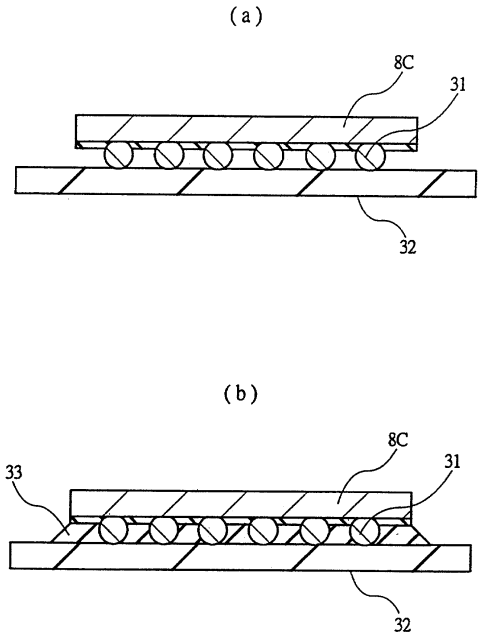
도면 9


(a)
NWL
12a
13a
8S(8)
(b)
NWL
13b
12b
PWL
8S(8)
(c)
Qp
Qn
14 18 16 18 14 17 16 17 14
8S(8)
15 NWL
15 PWL
(d)
19a
Qp
20L 20L
Qn
14 18 16 18 20R 17 16 17 14
8S(8)
15 NWL 14
15 PWL
(e)
19a 19b 21 19b
Qp
21 20L 20R 20L 19b 21 21
19b 19a
Qn 21
8S(8)
14 18 15 NWL 18 14 17 15 PWL 17 14
(f)
19a 19b 21 22L 16
Qp
20L 20R 22L 22L 19b
20L 21 16
Qn
22L 19b
21 19a
8S(8)
14 18 15 NWL 18 14 17 15 PWL 17 14

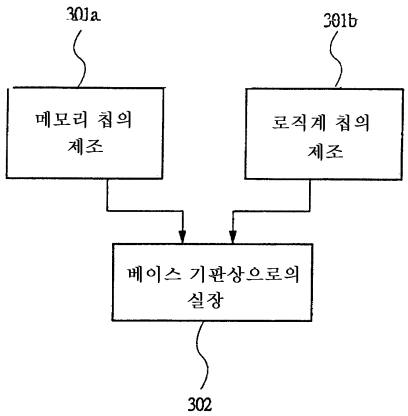
도면 10


(a)
BP
26
27
25b
25a
19d
19c
8S(8)
(b)
27
28
30
30
29
28
25b
25a
19d
19c
8S(8)
BP
(c)
30
31
27
28
30
26
29
28
25b
25a
19d
19c
8S(8)
BP

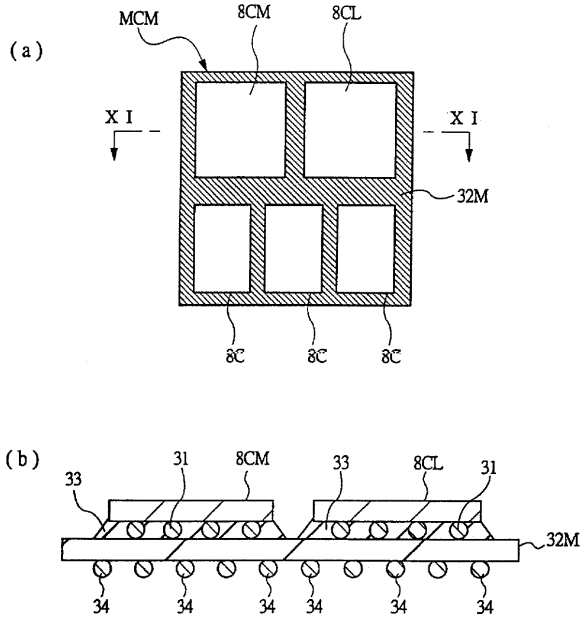
도면 11


(a)
8C
31
32
(b)
33
8C
31
32

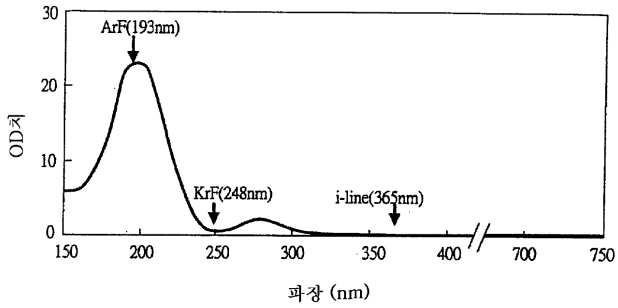
도면 12


301a
301b
메모리 칩의 제조
로직계 칩의 제조
베이스 기판상으로의 실장
302

도면 13


(a)
MCM
8CM
8CL
X I
X I
32M
8C
8C
8C
(b)
31
8CM
33
33
8CL
31
32M
34
34
34
34
34
34

도면 14


30
20
10
0
OD치
ArF(193nm)
KrF(248nm)
i-line(365nm)
150
200
250
300
350
400
700
750
파장 (nm)