

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ G03F 1/00 H01L 21/027	(45) 공고일자 1999년04월01일	(11) 등록번호 특0186190	(24) 등록일자 1998년12월29일
(21) 출원번호 특1995-031656	(65) 공개번호 특1997-016766	(43) 공개일자 1997년04월28일	
(22) 출원일자 1995년09월25일			

(73) 특허권자	엘지반도체주식회사 문정환
(72) 발명자	충청북도 청주시 흥덕구 향정동 1번지 이준석
(74) 대리인	서울특별시 성북구 장위1동 182-18 심창섭, 김용인

심사관 : 김현숙

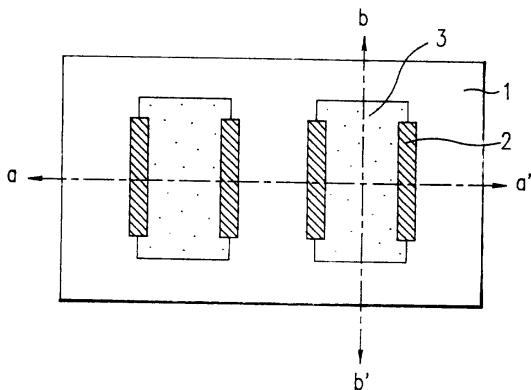
(54) 위상 반전 마스크 및 그의 제조방법

요약

본 발명은 위상 반전 마스크에 관한 것으로, 특히 $180^\circ/0^\circ$ 위상 경계부의 패턴 에러 현상을 막기 위해 유기질 감광제의 열적변형과 화학적 물리적연마(CM)기술을 이용해 위상 천이층(shifters)를 형성한 위상 반전 마스크 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

이와같은 본 발명의 위상 반전 마스크는 기판을 준비하는 단계/ 상기 기판 상에 전도성 투명층을 형성하는 단계; 상기 전도성 투명층 상에 일정 간격으로 차광층들을 형성하는 단계; 그리고 상부면은 평탄하고 측면은 라운딩되도록 상기 위상 반전 영역의 차광층 사이에 위상 천이층들을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것이다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

위상 반전 마스크 및 그의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 일반적인 위상 반전 마스크의 평면도

제 2 도는 제1도의 a-a' 선상의 구조 단면도

제 3 도는 제1도의 b-b' 선상의 구조 단면도

제 4 도는 제1도의 위상 반전 마스크에 따른 거리와 광 강도 관계도

제 5 도는 제 4도에 따른 감광막 패턴 설명도

제 6 도 (a) ~ (c)는 종래 일 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도

제 7 도 (a) ~ (b)는 종래 다른 실시예의 위상 반전마스크의 공정 단면도

제 8 도 (a) ~ (h)는 본 발명 제1 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도

- 제 9 도는 본 발명 제1 실시예에 의한 위상 반전 마스크의 구조도
- 제 10 도 (a) ~ (i)는 본 발명 제2 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도
- 제 11 도는 본 발명 제 2 실시예에 의한 위상 반전 마스크의 구조도
- 제 12 도는 본 발명의 위상 차이층을 적용한 전사 장치 구성도
- 제 13 도 (a) ~ (d) 는 제 12 도에 따른 위상 반전 마스크의 구조 및 각 부분의 광 특성도
- 제 14 도는 본 발명에 따른 무기질 감광제의 투과율 그래프

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 투명 기판
- 10 : 전도성 투명층
- 11, 17 : 무기질 감광제
- 12 : 은(Ag) 함유층
- 13 : 사각형의 위상 천이층
- 14 : 파리 눈 렌즈
- 15 : 집광 렌즈
- 16 : 축소 렌즈
- 19 : 은(Ag) 도핑된 무기질 감광제
- 21 : 반구형 위상 천이층
- 22 : 위상 천이층
- 23 : 위상 반전 마스크

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 위상 반전 마스크에 관한 것으로, 특히 180°/0° 위상 경계부의 패턴 에러 현상을 막기 위해 유기질 감광제의 열적변형과 화학적 물리적 연마(Cheical Mechanical Polishing)기술을 이용해 위상 천이층(shifter)를 형성한 위상 반전 마스크 및 그의 제조 방법에 관한 것이다

일반적으로 반도체 제조 방법에서 많이 사용되는 사진식각술(Photo Lithography) 공정은 만들고자 하는 반도체 소자에 따라 광을 투과시키는 부분과 광을 차단하는 부분으로 나누어진 마스크를 사용하여 노광을 하였다. 그리고 이와같은 마스크는 단순히 차광영역과 투광영역으로만 이루어진 마스크에서 출발하였으나, 차광영역의 모서리 부분에서 광의 간섭 현상에 의해 해상도가 저하되므로 이를 보완하기 위한 위상 반전 마스크가 등장하면서 광학 해상 한계를 늘려 놓았다.

제 1도는 일반적인 위상 반전 마스크의 평면도이고, 제 2 도는 제 1도의 a-a' 선상의 구조 단면도이며, 제 3 도는 제 1도의 b-b' 선상의 구조 단면도이고, 제 4 도는 제1도의 위상 반전 마스크에 따른 거리와 광 강도 관계도이며, 제 5 도는 제 4도에 따른 감광막 패턴 설명도이다. 일반적인 알터네이팅(alternating), 위상 반전 마스크는 제 1도 내지 제 3도와 같이 투명 기판(1) 상에 복수개의 차광층(2)이 형성되고, 상기 차광층(2) 사이의 투명기판(1) 위에 위상 천이층(3)이 형성된 구조를 갖는다.

이때 위상 천이층(3)은 모든 차광층(2) 사이에 형성되지 않고 하나 건너의 사이에 형성된다. 그리고, 위상 천이층(3)의 모든 모서리 부분에 차광층(2)이 존재하는 것이 아니라 부분적으로 차광층(2)이 형성되어 있다. 즉 제 2도를 보면, 위상 천이층(3)의 모서리 부분이 차광층(2)을 매개로하여 투명기판(1)에 접촉된다. 따라서 제 2 도의 단면도를 보면 광학적으로 강도(intensity)측면에서 별문제가 없다. 그러나 회로 설계 배치를 하다보면 제 3 도와 같이 위상 천이층 (3)의 모서리가 차광층(2)을 매개로하여 투명 기판 (1)에 접촉되지 않고, 직접 위상 천이층(3)이 투명기판(1)에 접촉되는 경우가 발생하게 된다.

그리고 최적의 위상 천이 효과를 얻기 위해서는 위상 천이층(3)의 두께가 균일해야하며, 위상 천이층(3)의 두께(d)가 다음과 같은 값을 갖을 때 투광영역과 180°의 위상차를 발생한다.

$$d = \frac{\lambda}{2(n - n_0)} \dots \dots \dots (1)$$

여기서, n : 위상 천이층의 굴절율, λ : 노광원의 파장, n₀ : 주변부의 굴절율 (공기는 1)이다.

따라서 차광층(2)이 없는 위상 천이층(3)의 모서리 부분에서도 상기의 식(1)을 만족하는 두께로 형성되기 때문에 투명기판(1)과 직접 접촉하고 있는 위상 천이층(3)의 경계면에서 광의 진폭이 (+)에서 (-)로 혹은 (-)에서 (+)로 급격히 변화하고, 위상도 반대가 된다.

그러므로 제4 도와 같이 반도체 기판(제 5도의 9) 상에서의 광 강도(intensity)도 경계부에서 0 근처로 떨어져 빛이 차폐되는 효과를 각계 되고, 제 5 도와 같이 반도체 기판(9)상의 양성 감광 레지스트층(8)은 불필요한 잔류패턴을 남기게 된다.

따라서, 이러한 일반적인 위상 반전 마스크에서의 문제점을 해결하기 위한 종래 기술들이 많이 개발되었다.

그중 몇 개의 종래 기술을 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

제 6도는 종래 일 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도이고, 제 7 도는 종래 다른 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도이다.

즉 종래의 위상 반전 마스크는 급격한 위상 천이를 막기 위해 위상 천이층의 모서리 부분을 경사지게 형성한 것이다.

먼저 종래 일 실시예의 위상 반전 마스크의 제조 방법을 설명하면 다음과 같다.

제 6도(a)와 같이, 투명기판(1)에 상기 제1 도 내지 제 3도에서 설명한 바와 동일한 방법으로 차광층(2)과 제 1 위상 천이층(3)을 형성한다. 그리고 열산화 공정에 의해 기판 전면에 제 2 위상 천이층 물질(4)을 도포한다.

제 6도 (b) 및 (c)와 같이 상기 제 2 위상 천이층 물질(4)을 건식 식각(dry etch)하여 상기 제 1 위상 천이층(3) 측면에 측벽 형태로 제 2 위상 천이층(6)을 형성한다. 따라서 제2 위상 천이층(6)에 의해 모서리 부분에서의 급격한 진폭 변화를 방지하여 불필요하게 형성되는 감광막 잔류 피탄을 방지할 수 있다.

그러나 종래 일실시예의 위상 반전 마스크에 있어서는 열공정에 의해 차광층(2)이 변형되기 쉽고 제 1 위상 천이층(3)과 제 2 위상 천이층(6)을 동일물질로 할 경우 식각 종점의 확인이 쉽지 않아 정확한 두께 조절이 어렵다.

이때, 제6 도 (a) 및 제 6도 (b)는 제 1도에서의 a-a' 선상의 단면이고, 제6도 (c) 는 제1 도에서의 b-b' 선상의 단면이다.

또한, 종래 다른 실시예의 위상 반전 마스크 제조 방법은 제 7도와 같다.

즉, 종래 다른 실시예의 위상 반전 마스크의 제조방법은 급격한 경사(slope)를 방지 하기 위한 것으로, 제 7도(a)와 같이 투명 기판(1)내 상기 제1 도 내지 제 3도에서 설명한 바와 동일한 방법으로 차광층(2)과 제 1 위상 천이층(3)을 형성한다음, 포도 마스크를 여러차례 다른 사이즈로 증별로 나누어서 상기 위상 천이층(3)을 식각하여 계단모양으로 형성한다.

제 7도 (b) 와 같이 열처리하여 위상 천이층(3)이 계단식으로 되어 있는 것을 빗변이 직선형태가 되도록 한다.

그러나 이와같은 종래의 위상 반전 마스크에 있어서는 다음과 같은 문제점이 있었다. 첫째, 종래 일실시예의 위상 반전 마스크에 있어서는 열공정에 의해 차광층이 변형되기 쉽고 제 1 위상 천이층과 제 2 위상 천이층을 동일물질로 할 경우 식각 종점의 확인이 쉽지 않아 마스크 기판을 손상시킬 경우가 발생한다.

둘째, 위상 천이층 형성을 위한 전자빔(electron beam) 묘화사(direct lighting) 위상 천이층이 유전물질일 경우 위상 천이층에 차지 업(charge-up)이 발생할 수 있다.

셋째, 차광층이 하측에 있고 위상 천이층이 그 위에 형성되므로 위상 천이층의 위상 반전 효과를 균일하게 얻을 수 없다.

넷째, 종래 다른 실시예에 있어서는 복잡한 공정을 통해서만 구현이 가능하다.

본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 180° / 0° 위상 경계부의 패턴 에러 현상을 막기 위해 유기질 감광제의 열적변형과 CMP(화학적 물리적 연마)기술을 이용한 천이층(shifter)를 형성하는 위상 반전 마스크 그 제조 방법이다.

이와같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 위상 반전 마스크는 투명 기판; 상기 투명 기판상에 형성된 전도성 투명층; 상기 전도성 투명층상에 일정 간격으로 형성된 복수개의 차광층; 그리고 상기 차광층 쌍들 사이에 상부면은 평탄하고 측면은 라운딩되도록 형성된 복수개의 반구형 위상 천이층을 포함하여 구성됨에 그 특징이 있다.

또한 이와같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 위상 반전 마스크의 제조 방법은 기판을 준비하는 단계; 상기 기판상에 전도성 투명층을 형성하는 단계; 상기 전도성 투명층 상기 일정 간격으로 차광층들을 형성하는 단계; 그리고, 상부면은 평탄하고 측면은 라운딩되도록 상기 차광층 사이의 위상 반전 영역과 위상 천이층들을 형성하는 단계를 포함하여 이루어짐에 그 특징이 있다.

상기와 같은 본 발명의 위상 반전 마스크 및 그 제조방법을 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

제 8도 (a) ~ (h)는 본 발명 제1 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도이다.

먼저, 본 발명 제1 실시예의 위상 반전 마스크의 제조방법은 제 8도 (a)와 같이 투명 기판(1)상에 전도성 투명층(10)인 산화주석(SnO₂)을 R.F. (Radio Frequency) 스퍼터링(sputtering)하여 증착시킨다.

제8도 (b)와 같이 전도성 투명층(10) 상에 제1 무기질 감광제(11)인 게르마늄셀레 나이드(Germanium Selenide : Ge₁₀Se₉₀)층을 플라즈마 화학 기상 증착 스퍼터(Plasma enhanced chemical vapor deposition sputter)로 형성한 후, 계속해서 은(Ag)을 함유한 질산은(AgNO₃) 용액에 담그어 은(Ag) 함유층(12)을 상기 제1 무기질 감광제(11)상의 표면에 덮는다.

제8도 (c)와 같이 상기 전도성 투명층 (10)을 접지시키고 차광영역에 전자빔을 선택적으로 전사하여 전사된 부분의 은(Ag) 도핑이 상기 제1 무기질 감광제(11)속으로 확산되도록하여 제1무기질 감광제(11) 내에 선택적으로 은 도핑된 무기질 감광제 (19)를 형성한다.

이때, 전사된 전자빔의 전자들은 전도성 투명층(10)을 통해 접지시킨 곳으로 빠져 나간다.

제8도(d)와 같이 전자빔이 비 전사된 부분의 은 함유층(12)과 은(Ag)이 도핑되지 않은 제1 무기질 감광제 (11)층을 각각 와수(aqua regia : HNO₃-HCl-H₂O)나 알칼리 현상액(Alkaline Developer)으로 제거한다.

그리고 전자빔용 감광제(유기질 감광제)(13)인 PMMA(Poly Methyl Metha Acrylate)를 은 도핑된 무기질 감광제(19) 및 전도성 투명층(10) 상에 걸쳐 증착한 후, 다시 위상 반전 영역을 정의하여 전자빔용 감광제 (13)에 전자빔을 선택적으로 전사한다.

제8 도(e)와 같이 전자빔용 감광제(13)를 현상하여 전자빔이 전사되지 않은 부분의 전자빔용 감광제(13)을 제거하여 은(Ag) 도핑된 무기질 감광제(19)들 사이에 사각형 모양의 위상 천이층(13a)을 형성한다.

그리고 사각형 모양의 위상 천이층(13a) 들을 열처리하여 반구형 위상 천이층(21)을 형성한다. 이때 반구형 위상 천이층의 측면 각도는 기판에 대해 $30^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 가 되도록 열처리 한다.

제8도(f)와 같이 반구형 위상 천이층(21)을 포함한 전도성 투명층(10) 전면에 제2 무기질 감광제(17)를 다시 도포한다.

제8도(g)와 같이 화학적 물리적 연마(Chemical Mechanical Polishing)방법을 써서 상기 반구형 위상 천이층(21)의 표면 일부가 연마되도록 상기 제2 무기질 감광제(17)을 연마한다.

제8도(h)와 남아있는 제2 무기질 감광제(17)들을 알칼리 현상액으로 제거한다.

그러면 윗면이 편탄하고 측벽이 둥글게 형성된 위상 천이층(22)이 만들어진다.

제9도는 상기 제8도(h)의 구조를 입체적으로 도시한 것으로, 은 도핑된 무기질 감광제(19)(차광층)가 부착되지 않은 전면과 후면의 위상 천이층(22)의 측면도 반구형 상태를 유지하고 있다.

다음은 본 발명 제2 실시예의 위상 반전 마스크의 제조 방법을 설명하면 다음과 같다.

제10도 (a) ~ (i)는 본 발명 제 2 실시예의 위상 반전 마스크의 공정 단면도이고, 제 11도는 본 발명 제 2 실시예에 의한 위상 반전 마스크의 구조도이다.

본 발명 제2 실시예의 위상 반전 마스크는 차광층을 위상 천이층 측면에 형성하는 방법이다.

즉, 제 19도(a)와 같이 투명 기판(1)상에 전도성 투명층(10)을 만든다.

제10도(b)와 같이 상기 전도성 투명층(10)상에 전자빔용 감광제(유기질 감광제)(PMMA 레지스트층)(13)을 도포한다.

그리고 위상 반전 영역과 투광영역을 정의하여 상기 투과영역의 전자빔용 감광제(13)에 전자빔을 선택적으로 전사 시킨다.

제10도 (c) 와 같이 현상하여 전자빔이 전사된 부분의 전자빔용 감광제(13)을 선택적으로 제거하여 일정 간격으로 사각형 모양의 위상 천이층(13a)을 복수개 형성한다.

제10 도(d)와 같이 상기 사각형 모양의 위상 천이층(13a)들을 열처리하여 반구형 위상 천이층(21)을 만든다. 이 때 측면 각도는 제1 실시예와 같다.

제10도(e)와 같이 상기 반구형 위상 천이층(21) 및 상기 전도성 투명층(10)에 걸쳐 전면에 표면이 평탄화 되도록 제1 무기질 감광제(11)를 두껍게 도포한다.

제 10도(f)와 같이 은(Ag)을 함유한 질산은(AgNO₃) 용액에 담그어 은(Ag) 함유층(12)을 상기 제1 무기질 감광제(11)상의 표면에 덮는다.

그리고 상기 전도성 투명층(10)을 접지시키고 차광영역을 정의하여 차광영역에 전자빔을 선택적으로 전사한다.

따라서 제 10도(g)와 같이 전자빔이 전사된 부분의 은(Ag) 함유층(12)의 은(Ag)이 상기 제1 무기질 감광제(11)속으로 확산하여 제1 무기질 감광제(11) 내에 선택적으로 은 도핑된 무기질 감광제(19)를 형성한다.

이 때, 전사된 전자빔의 전자들은 전도성 투명층(10)을 통해 접지시킨 곳으로 빠져 나가며, 은 도핑된 무기질 감광제(19)가 차광층 역할을 한다.

제10도 (h)와 같은 은(Ag) 함유층(12)을 왕수(aqua regia : HN03-HCl-H₂O)나 알칼리 현상액(Alkaline Developer)으로 제거한다(도면에는 도시되지 않음).

그리고 화학적 물리적 포리싱(CMP) 기술을 이용하여 반구형 위상 천이층(21)의 표면 일부가 연마되도록 상기 제1 무기질 감광제(11) 및 은 도핑된 무기질 감광제(19)을 평탄하게 연마한다.

제10도(i) 같이 남아있는 제1 무기질 감광제(11)들을 알칼리 현상액으로 제거한다.

그러면 윗면이 평탄하고 측벽이 둥글게 형성된 위상 천이층(22)이 만들어지고, 상기 위상 천이층(22) 측면에 차광층(28)이 만들어진다.

이와같은 공정에 의해 형성되는 본 발명 제2 실시예의 위상 반전 마스크의 구조는 제 11도와 같다.

즉, 차광층이 위상 천이층 측면에 형성되고 차광층이 형성되지 않은 부분의 위상 천이층의 모서리 부분이 라운딩되어 있다.

이와같은 본 발명의 위상 반전 마스크의 작용 효과를 설명하면 다음과 같다.

제12도는 본 발명의 위상 반전 마스크를 적용할 수 있는 전사 장치 구성도이고, 제 13도 (a) ~ (d)는 제 12 도에 따른 위상 반전 마스크의 구조 및 각 부분의 광 특성도이며, 제 14 도는 본 발명에 따른 무기질 감광제의 투과율 그래프이다.

먼저, 본 발명의 위상 반전 마스크를 적용할 수 있는 전사장치는 제 12 도와 같이 파리 눈 렌즈(fly's eye lens)(14)를 통과한 광은 집광 렌즈(condenser lens)(15)를 통해 집속된다.

그리고 집광 렌즈(15)에 의해 집속된 광이 본발명의 위상 반전 마스크(23)를 통과해서 축소 렌즈(reduction lens)(16)를 거쳐 반도체 기판(9)상의 감광막(18)상에 노광되도록 구성되어 있다.

여기서, 제 13 도(a)는 본 발명의 위상 반전 마스크(23)의 A부분을 확대한 것이고, 제 13 도(b)는 위상 반전 마스크 상에서의 광 진폭을 나타낸 것이고, 제 13 도(c)는 웨이퍼 상에서의 광 진폭을 나타낸 것이

며, 제 13도 (d)는 웨이퍼 상에서의 광 강도를 나타낸 것이다.

따라서 동일 위상의 단 파장 광이 제 13도(a)와 같은 본 발명의 위상 반전 마스크에 입사되면, 마스크를 통과한 광은 통과 부위에 따라 위상이 다르게 바뀌게 된다. 즉, 투명 기판(1)과 전도성 투명층(10)으로된 통과한 광의 위상은 ϕ_2 이고, 투명 기판(1), 전도성 투명층(10), 및 위상 천이층(22)으로된 영역을 모두 통과한 광의 위상은 ϕ_1 이다.

상기 서로 다른 위상을 갖는 광의 위상차는 180° 를 유지하여야 해상도가 향상되므로 천이층의 두께(d)와 위상차($\phi_1 - \phi_2$)는 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$d = \phi_1 - \phi_2 = \frac{\lambda}{2(n-1)} \quad (\lambda : \text{노광원의 파장}, n : \text{굴절율})$$

따라서 위상 반전 마스크를 통과한 직후인 B지점에서의 광 진폭은 제 13 도(b)와 같으며, 웨이퍼 표면인 c지점에서의 광 진폭과 광강도는 제13도 (c) 와 제 13도 (d)와 같다.

그리고 본 발명에서 차광층으로 사용한 무기질 감광제의 광 특성은 제 14 도에서 투과율 대 노광파장 관계를 보며 i-line(365nm)이하로 갈수록 차광효과가 더욱 높아지는 것을 알수 있다. 따라서, 은 도핑된 무기질 감광제를 차광층으로 형성한 본 발명에서 노광 파장을 적절히 선택하면 차광 효과를 충분히 얻을 수 있다.

이상에서 설명한 바와 같은 본 발명의 위상 반전 마스크에 있어서는 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 차광층 형성시 금속을 증착하고 식각하는 공정으로 차광층을 형성하지 않고 무기질 감광제를 증착하고 알칼리 현상함으로써 기판 표면 상태가 스므쓰(smooth) 하게 유지된다.

둘째, 은 도핑된 무기질 감광제를 차광층으로 사용하므로 비 도핑된 무기질 감광제와의 식각 선택비가 뛰어나 수직 한 차광층을 유지할 수 있고 패턴화가 간단하다.

셋째, 유기질 감광제와 무기질 감광제만으로 위상 천이층을 형성하므로 에러 발생시 작업이 용이하다.

넷째, 위상 천이층과 전도성 투명층이 직접 접촉하고 있는 부분의 위상 천이층의 경사조절이 열처리에 의해서만 이루어지므로 공정이 간단하다.

다섯째, 은 도핑된 무기질 감광제의 차광효과가 i-line 이하의 파장으로 갈수록 더 우수하므로 고집적 회로제조에 유리하다.

여섯째, 전자빔 전사시 산화주석(SnO₂)를 접지시켜 전자를 방출하므로 차지-업을 방지하는 등의 효과들이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

(2회 정정) 기판을 준비하는 단계; 상기 기판상에 전도성 투명층을 형성하는 단계; 상기 전도성 투명층상에 제1무기질 감광제를 형성하는 단계; 상기 제1무기질 감광제의 차광영역에 선택적으로 불순물을 확산시키는 단계; 상기 불순물의 확산되지 않은 위상반전영역의 제1무기질 감광제를 제거하여 차광층을 형성하는 단계; 상기 전도성 투명층의 상기 위상 반전 영역에 유기질 감광제를 형성하는 단계; 상기 유기질 감광제를 열처리하여 반구형으로 형성하는 단계; 상기 유기질 감광제의 상부면이 평탄해지도록 연마하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전 마스크의 제조 방법.

청구항 2

(2회 정정) 제 6 항에 있어서, 상기 전도성 투명층은 산화주석(SnO₂)으로 하는 것을 특징으로 하는 위상 반전 마스크의 제조 방법.

청구항 3

(2회 정정) 제 6 항에 있어서, 상기 제1 무기질 감광제는 Ge₁₀Se₉₀을 사용함을 특징으로 하는 위상반전 마스크의 제조 방법.

청구항 4

기판을 준비하는 단계; 상기 기판상에 전도성 투명층을 형성하는 단계; 상기 전도성 투명층 위에 일정간격으로 복수개의 반구형 위상천이층을 형성하는 단계; 상기 각 반구형 위상천이층 측벽에 차광물질을 형성하는 단계; 그리고 상기 반구형 위상천이층 상부가 평탄하도록 상기 반구형 위상천이층 및 차광물질을 연마하여 상부가 평탄하고 측면이 라운딩된 위상천이층 및 위상 천이층 측벽에 차광층을 형성하는 단계를 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 위상반전 마스크의 제조 방법.

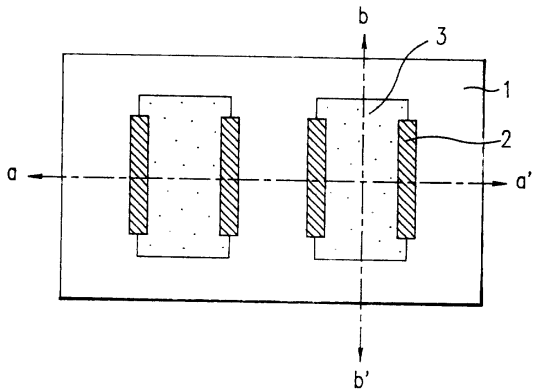
청구항 5

제 24항에 있어서, 상부가 평탄하고 측면이 라운딩되는 위상천이층과 차광층 형성은 반구형 위상천이층이 형성된 기판 전면에 무기질 감광제를 증착하는 단계; 상기 반구형 양측의 상기 무기질 감광제에 선택적으로 불순물을 도핑시키는 단계; 상기 반구형 위상 천이층의 상부가 평탄하도록 상기 반구형 위상천이층 및 무기질 감광제를 연마하는 단계; 그리고 불순물이 도핑되지 않은 무기질 감광제를 선택적으로 제거하는

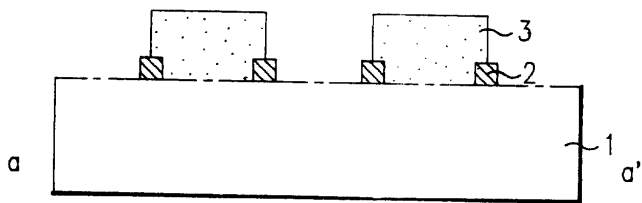
단계를 더 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 위상반전 마스크의 제조 방법.

도면

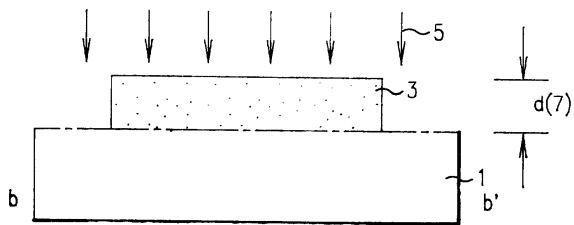
도면1



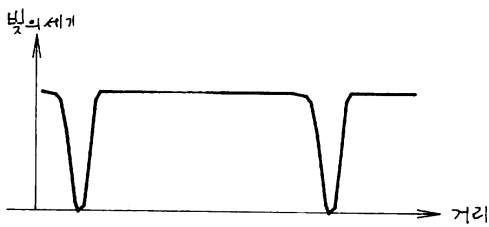
도면2



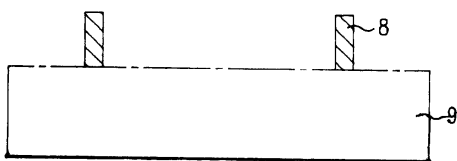
도면3



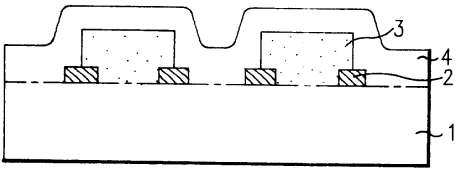
도면4



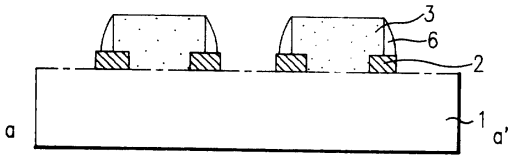
도면5



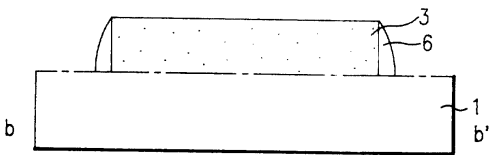
도면6a



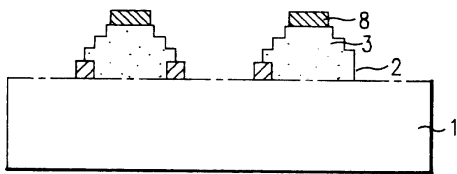
도면6b



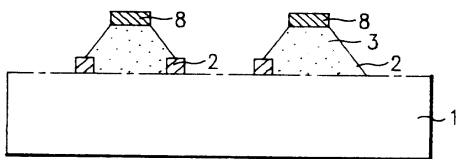
도면6c



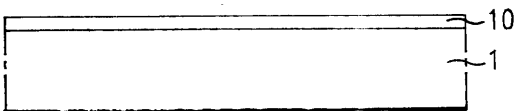
도면7a



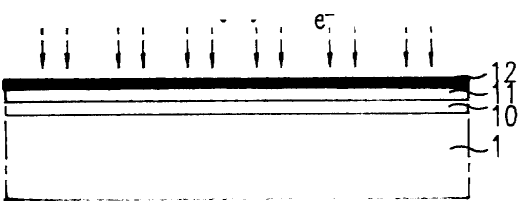
도면7b



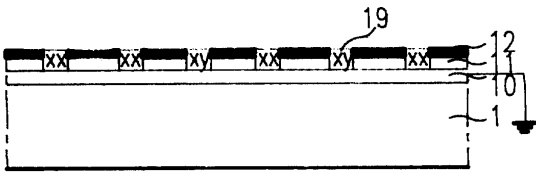
도면8a



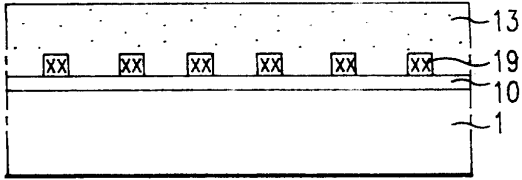
도면8b



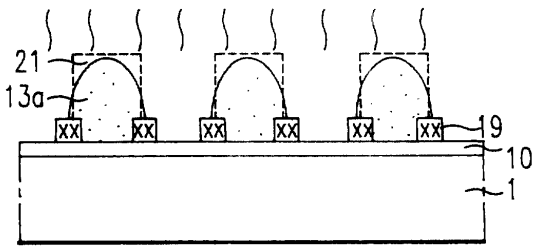
도면8c



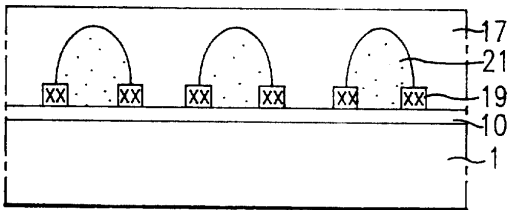
도면8d



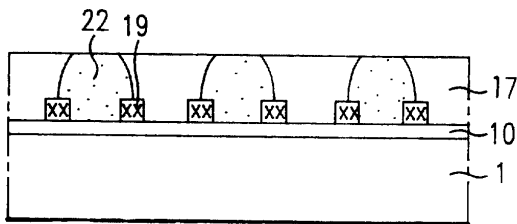
도면8e



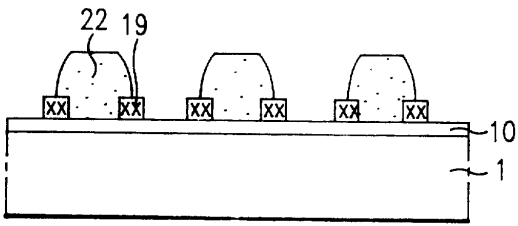
도면8f



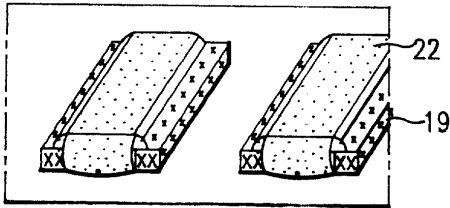
도면8g



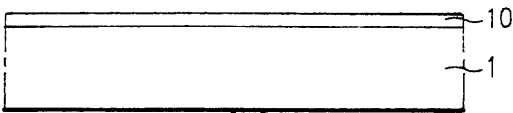
도면8h



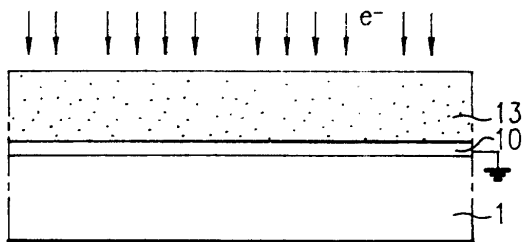
도면9



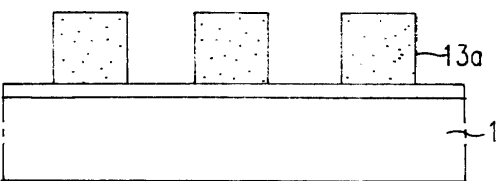
도면10a



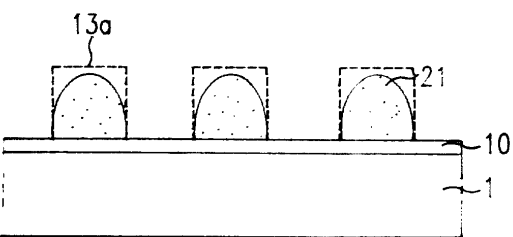
도면10b



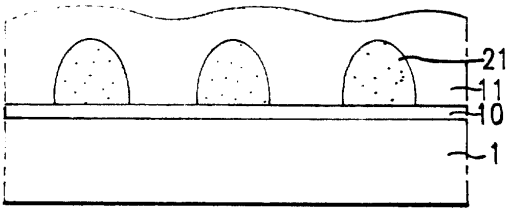
도면10c



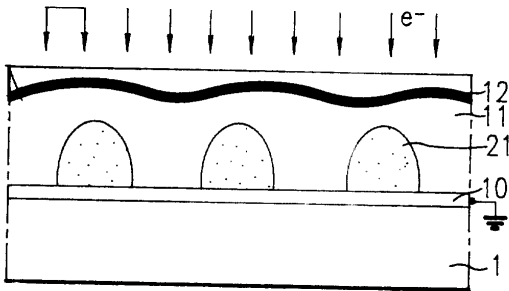
도면10d



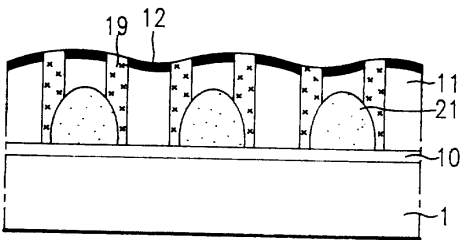
도면 10e



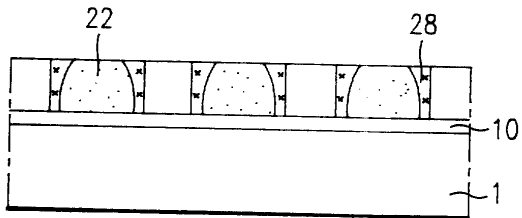
도면 10f



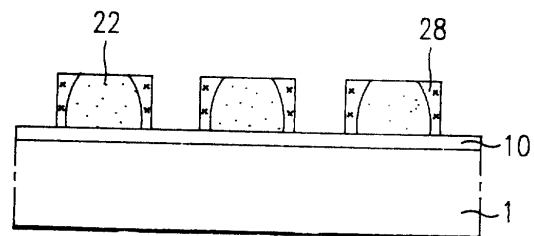
도면 10g



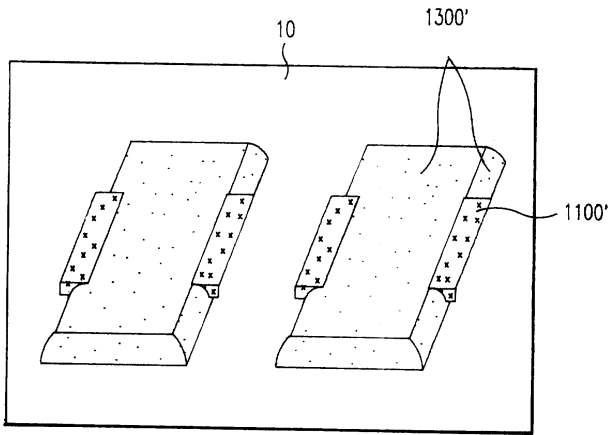
도면 10h



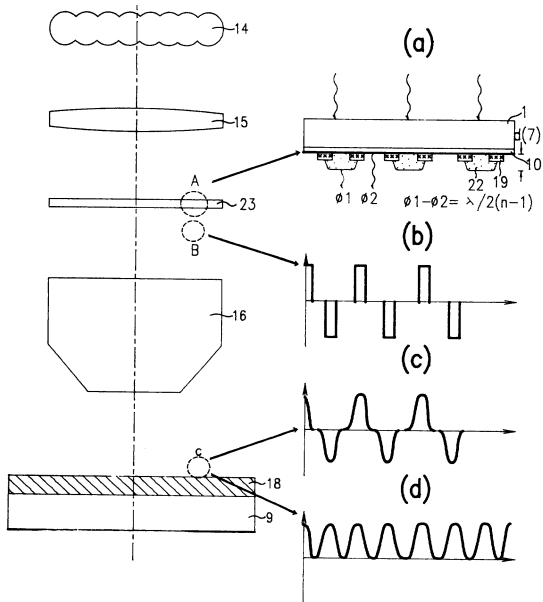
도면 10i



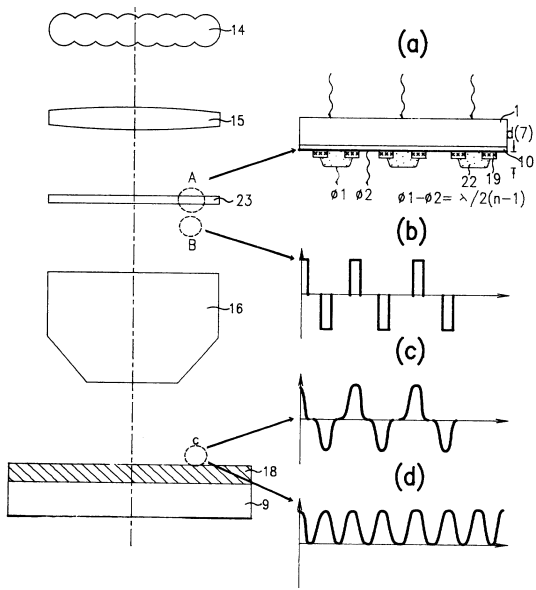
도면11



도면12



도면 13



도면 14

