(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0095522
(43) 공개일자 2006년08월31일

(21) 출원번호 10-2006-0019440
(22) 출원일자 2006년02월28일

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00054352 2005년02월28일 일본(JP)

(71) 출원인 호야 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5

(72) 발명자 미추이, 마사루
일본국, 야마나시, 호쿠토-시, 무카와-마치, 마키하라, 774-2
사노, 미치아키
일본국, 구마모토, 구마모토-시, 타쯔타, 9-3-3-301

(74) 대리인 특허법인세신

심사청구 : 있음

(54) 그레이톤 마스크의 제조 방법, 그레이톤 마스크 및,그레이톤 마스크 블랭크

요약

패턴 형상 및 단면 형상이 양호한 하프톤막 타입의 그레이톤 마스크 및 그 제조 방법을 제공한다.

차광부, 투광부 및 반투광부로 이루어지는 패턴을 가지는 그레이톤 마스크의 제조 방법으로서, 투명 기판(21)상에 형성된 차광막(22)상에 제1 레지스트 패턴(23a)을 형성하는 공정과, 이 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 차광막을 에칭하여 차광막 패턴(22a)을 형성하는 공정과, 차광막 패턴(22a) 상에 반투광막(24)을 형성하고, 그 위에 제2 레지스트 패턴(23b)을 형성하는 공정과, 이 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 반투광막을 에칭하여 반투광막 패턴(24a)을 형성하는 공정을 가지고, 반투광막의 재료는, 차광막의 재료보다도 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료이다. 예를 들면 차광막은 Cr을 주성분으로 하는 재료, 반투광막은 Cr과 N을 포함하는 재료이다.

대표도

도 9

색인어

그레이톤 마스크, 하프톤막, 그레이톤 마스크 블랭크

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 반투광막의 에칭에 이용하는 에칭액 농도와, 반투광막의 에칭비 및 반투광막의 막 두께가 8nm, 20nm인 경우의 에칭 시간과의 관계를 나타내는 도.

도 2는 반투광막을 스퍼터 막 형성할 때의 스퍼터 가스 조성과, 반투광막의 에칭에서의 반투광막의 차광막에 대한 에칭 선택비와의 관계를 나타내는 도.

도 3a~도 3c는 그레이톤 마스크를 이용한 TFT 기판의 제조 공정을 나타내는 개략적인 단면도.

도 4a~ 도 4c는 그레이톤 마스크를 이용한 TFT 기판의 제조 공정(도 3의 제조 공정의 연속)을 나타내는 개략적인 단면도.

도 5는 미세 패턴 타입의 그레이톤 마스크의 일례를 나타내는 도.

도 6은 그레이톤 마스크 패턴의 일례를 나타내는 도.

도 7a~도 7b는 종래의 그레이톤 마스크의 제조 방법을 설명하기 위한 마스크 패턴 평면도.

도 8은 그레이톤 마스크의 제조 공정의 일례를 나타내는 단면도.

도 9는 그레이톤 마스크의 제조 공정의 다른 예를 나타내는 단면도.

도 10은 도 8에 도시한 그레이톤 마스크의 제조 공정에서 일어나는 문제를 설명하기 위한 단면도.

도 11은 도 9에 도시한 그레이톤 마스크의 제조 공정에 있어서 일어나는 문제를 설명하기 위한 단면도.

도 12는 질화 크롬막과 산화 크롬막의 파장과 투과율과의 관계를 나타내는 그래프.

(도면의 주요 부분에 대한 참조 부호의 설명)

21 투명 기판

22 차광막

23a~23d 레지스트 패턴

24 반투광막

20 마스크 블랭크

10, 30, 40 그레이톤 마스크

100 마스크 패턴

101 차광부 패턴

102 투광부 패턴

103 반투광부 패턴

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display: 이하, LCD라고 함) 등의 제조에 사용되는 그레이톤 마스크의 제조 방법, 그레이톤 마스크 및, 그레이톤 마스크 블랭크에 관한 것이다.

종래 LCD 분야에 있어서, 제조에 필요한 포토마스크 매수를 삭감하는 방법이 제안되고 있다. 즉 박막 트랜지스터 액정 표시 장치(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display: 이하 TFT-LCD라고 함)는 CRT(음극선관)과 비교하여, 박형으로 하기 쉽고 소비 전력이 낮다는 이점으로부터 현재 상품화가 급속히 진행되고 있다. TFT-LCD는 매트릭스 형상으로 배열된 각 화소에 TFT가 배열된 구조의 TFT 기판과, 각 화소에 대응하여 레드, 그린, 및 블루의 화소 패턴이 배열된 컬러 필터가 액정 상의 개재하에 서로 겹쳐진 개략 구조를 가진다. TFT-LCD에서는, 제조 공정 수가 많아서 TFT 기판만으로도 5~6매의 포토마스크를 이용하여 제조되고 있었다. 이러한 상황 하에서, TFT 기판의 제조를 4매의 포토마스크를 이용하여 행하는 방법이 제안되었다(예를 들면 '월간 에프피디·인텔리전스(FPD Intelligence)', 1999년 5월, p.31-35)

이 방법은 차광부와 투광부와 반투광부(그레이톤부)를 가지는 포토마스크(이하 그레이톤 마스크라고 함)를 이용함으로써, 사용하는 마스크 매수를 저감하는 것이다.

도 3 및 도 4(도 4a~도 4c는 도 3a~도 3c의 제조 공정의 연속)에 그레이톤 마스크를 이용한 TFT 기판의 제조 공정의 일례를 나타낸다.

유리 기판(1) 상에 게이트 전극용 금속막이 형성되고, 포토마스크를 이용한 포토리소 공정에 의해 게이트 전극(2)이 형성된다. 그 후 게이트 절연막(3), 제1 반도체막(4; a-Si), 제2 반도체막(5; N^+a-Si), 소스 드레인용 금속막(6), 및 포지형 포토 레지스트막(7)이 형성된다(도 3a). 다음으로, 차광부(11)와 투광부(12)와 반투광부(13)를 가지는 그레이톤 마스크(10)를 이용하여 포지형 포토 레지스트막(7)을 노광하고 현상함으로써, TFT 채널부 및 소스 드레인 형성 영역과 데이터 라인 형성 영역을 덮고, 또한 채널부 형성 영역이 소스 드레인 형성 영역보다도 얇아지도록 제1 레지스트 패턴(7a)이 형성된다(도 3b). 다음으로, 제1 레지스트 패턴(7a)을 마스크로 하여, 소스 드레인 금속막(6) 및 제1, 제2 반도체 막(4, 5)을 에칭한다(도 3c). 다음으로, 채널부 형성 영역의 얇은 레지스트막을 산소에 의한 애싱(ashing)에 의해 제거하고, 제2 레지스트 패턴(7b)을 형성한다(도 4a). 그 후 제2 레지스트 패턴(7b)을 마스크로 하여, 소스 드레인용 금속막(6)이 에칭되고 소스/드레인(6a, 6b)이 형성되며, 이어서 제2 반도체막(5)을 에칭하고(도 4b) 최후에 잔존한 제2 레지스트 패턴(7b)을 박리한다(도 4c).

여기서 이용되는 그레이톤 마스크로서는, 반투광부가 미세 패턴으로 형성되어 있는 구조인 것이 알려져 있다. 예를 들면 도 5에 도시된 바와 같이, 소스/드레인에 대응하는 차광부(11a, 11b)와, 투광부(12)와 채널부에 대응하는 반투광부(그레이톤부;13)를 가지고, 반투광부(13)는 그레이톤 마스크를 사용하는 LCD용 노광기의 해상 한계 이하의 미세 패턴으로 이루어지는 차광 패턴(13a)을 형성한 영역이다. 차광부(11a, 11b)와 차광 패턴(13a)은 모두 크롬이나 크롬 화합물 등의 같은 재료로 이루어지는 같은 두께의 막으로 통상 형성되어 있다. 그레이톤 마스크를 사용하는 LCD용 노광기의 해상 한계는, 스텝퍼 방식의 노광기에서 약 3㎛, 미러프로젝션 방식의 노광기에서 약 4㎛이다. 이 때문에 예를 들면, 도 5에서 반투광부(13)에서의 투과부(13b)의 스페이스 폭을 3㎛ 미만, 차광 패턴(13a)의 라인 폭을 노광기의 해상 한계 이하인 3㎛ 미만으로 한다.

그러나 상술한 미세 패턴 타입의 반투광부는, 그레이톤 부분의 설계, 구체적으로는 차광부와 투광부의 중간적인 하프톤 효과를 가지게 하기 위한 미세 패턴을 라인·앤드·스페이스 타입으로 할지, 도트(망점(網點)) 타입으로 할지, 혹은 그 밖의 패턴으로 할 지의 선택이 있고, 또한 라인·앤드·스페이스 타입의 경우, 선 폭을 어느 정도로 할지, 빛이 투과하는 부분과 차광되는 부분의 비율을 어떻게 할지, 전체의 투과율을 어느 정도로 설계할지 등 매우 많은 것을 고려하여 설계를 행해야만 했다. 또한, 마스크 제조에 있어서도 선 폭의 중심 치의 관리 및 마스크 내 선 폭의 편차 관리와 매우 어려운 생산 기술이 요구되고 있었다.

그래서 하프톤 노광하고 싶은 부분을 반투과성의 하프톤막(반투광막)으로 하는 것이 종래 제안되고 있다. 이 하프톤 막을 이용함으로써 하프톤 부분의 노광량을 적게 하여 하프톤 노광하는 것이 가능하다. 하프톤막으로 변경함으로써 설계에 있어서는 전체의 투과율이 어느 정도 필요할지를 검토하는 것만으로 충분하고, 마스크에 있어서도 하프톤 막의 막 종류나 막 두께를 선택하는 것만으로 마스크의 생산이 가능해진다. 따라서 마스크 제조에서는 하프톤막의 막 두께 제어를 행하는 것만으로 충분하여 비교적 관리가 용이하다. 또한, 하프톤 막이라면 포토리소 공정에 의해 용이하게 패터닝 할 수 있으므로 복잡한 패턴 형상이라도 가능해진다.

종래 제안되어 있는 하프톤막 타입의 그레이톤 마스크의 제조 방법은 이하와 같은 방법이다. 여기서는 일례로서 도 6에 도시한 바와 같은 LCD 기판용의 패턴(100)을 들어 설명한다. 패턴(100)은, 패턴(101a, 101b)으로 이루어지는 차광부 패턴(101)과, 이 차광부의 패턴(101a, 101b) 사이의 반투광부 패턴(103)과, 이들 패턴의 주위에 형성되는 투광부 패턴(102)으로 구성되어 있다.

먼저 투명 기판상에 반투광막 및 차광막을 순차적으로 형성한 마스크 블랭크스를 준비하고, 이 마스크 블랭크스 상에 레지스트 막을 형성한다. 다음으로 패턴 묘화를 행하고 현상함으로써 상기 패턴(100)의 차광부 패턴(101) 및 반투광부 패턴(103)에 대응하는 영역에 레지스트 패턴을 형성한다. 이어서 적당한 방법으로 에칭함으로써, 상기 레지스트 패턴이 형성되어 있지 않은 투광부 패턴(102)에 대응하는 영역의 차광막과 그 하층의 반투광막이 제거되어, 도 7a에 도시한 바와 같은 패턴이 형성된다. 즉 투광부(202)가 형성되고, 동시에 상기 패턴(100)의 차광부와 반투광부에 대응하는 영역의 차광 패턴(201)이 형성된다. 잔존하는 레지스트 패턴을 제거하고 나서 다시 레지스트막을 기판상에 형성하고, 패턴 묘화를 행하고 현상함으로써 이번에는 상기 패턴(100)의 차광부 패턴(101)에 대응하는 영역에 레지스트 패턴을 형성한다. 이어서 적당한 에칭에 의해 레지스트 패턴이 형성되어 있지 않은 반투광부의 영역의 차광막만을 제거한다. 이에 따라 도 7b에 도시한 바와 같이 상기 패턴(100)에 대응하는 패턴이 형성된다. 즉 반투광막의 패턴(203)에 의한 반투광부가 형성되고, 동시에 차광부의 패턴(201a, 201b)이 형성된다.

또한 특개 2002-189281호 공보에는, 상술한 2번째의 포토리소 공정에서 반투광부의 영역의 차광막만을 에칭에 의해 제거할 때에, 하층의 반투광막의 막 감소를 방지하기 위하여 마스크 블랭크스에서의 투명 기판상의 반투광막과 차광막과의 사이에 에칭 스토퍼막을 설치하는 것이 개시되어 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나 이와 같은 종래의 그레이톤 마스크의 제조 방법에 따르면, 차광막과 반투광막에 예를 들면 주성분이 동일한 재료(예를 들면 크롬과 크롬 화합물 등)를 이용한 경우, 차광막과 반투광막의 에칭 특성이 근사하기 때문에, 상술한 2번째의 포토리소 공정에서 반투광부의 영역의 차광막만을 에칭에 의해 제거할 시의 에칭의 종점의 판단이 어려워, 에칭이 부족하면 반투광막 상에 차광막이 남아 버리고, 에칭이 지나치면 반투광막의 막 감소가 일어나서, 어떻게 해도 소망의 반투광성을 얻을 수 없다는 문제가 있다. 따라서 차광막 및 반투광막은 적어도 에칭 특성이 다른 재료의 조합을 선택할 필요가 있어 재료 선택의 폭이 제약된다. 또한 이와 같이 차광막 및 반투광막에 에칭 특성이 다른 재료의 조합을 선택했다고 해도, 상술한 반투광막의 막 감소를 완전히 방지하는 것이 가능하지는 않다.

이 경우 상기 특개 2002-189281호 공보에 기재된 바와 같이, 사용하는 마스크 블랭크스에서의 투명 기판상의 반투광막과 차광막과의 사이에 에칭 스토퍼막을 설치함으로써 반투광부 영역의 차광막의 에칭을 다소 지나치게 행해도 하층의 반투광막의 막 감소를 방지할 수 있다. 그러나 사용하는 마스크 블랭크스의 층구성이 반투광막, 에칭 스토퍼막 및 차광막의 3층이 되어, 성막이 3단계 필요해서 제조 비용을 압박한다. 또한 전체의 막 두께가 두꺼워지기 때문에 어스펙트비(패턴 치수와 높이의 비)가 크고, 그 결과 차광부의 패턴 형상이나 패턴 정밀도가 나빠지며, 또한 에칭 시간이 길어진다는 문제도 있다. 또한 차광막의 에칭 후 잔존하는 에칭 스토퍼 막을 제거할 때에, 역시 바탕의 반투광막의 막이 감소하는 문제가 발생한다. 에칭 스토퍼 막이 남아 있어도 반투광막의 투과율에 영향을 미치지 않는 재료라면 그대로 제거하지 않고 남겨 두는 것도 가능하나, 에칭 스토퍼 막의 재료나 막 두께가 제약된다.

이러한 문제점을 해결하는 것이 가능한 그레이톤 마스크로서, 본 출원인은, 차광부가 투명 기판상에 설치된 차광막 및 그 위에 성막된 반투광막으로 형성되고, 반투광부는 반투광부에 대응하는 영역을 노출시킨 투명 기판상에 성막된 반투광막으로 형성되어 있는 그레이톤 마스크를 제안했다(특원 2004-65115).

이 그레이톤 마스크는 다음과 같이 하여 제조할 수 있다(도 8 참조).

먼저 유리 기판 등의 투명 기판(21) 상에, 예를 들면 크롬(Cr)을 주성분으로 하는 재료를 이용한 차광막(22)을 형성한 마스크 블랭크(20) 상에 전자선용의 포지형 레지스트막을 형성하고, 소정의 패턴 묘화, 현상을 행하여 레지스트 패턴(23c)을 형성한다(도 8 (a)(b) 참조). 이 레지스트 패턴(23c)은 반투광부를 형성하는 영역(도 8에 도시하는 B의 영역)에서는 레지스트가 제거되고, 차광부를 형성하는 영역(도 8에 도시하는 A의 영역) 및 투광부를 형성하는 영역(도 8에 도시하는 C의 영역)에서는 레지스트가 잔존한다.

다음으로, 형성된 레지스트 패턴(23c)을 마스크로 하여 차광막(22)을 에칭하고, 차광부 및 투광부에 대응하는 차광막 패턴(22b)을 형성한다(도 8(c) 참조). 반투광부에 대응하는 영역(B 영역)에서는 상기 차광막(22)의 에칭에 의해 바탕의 투명 기판(21)이 노출한 상태이다. 잔존하는 레지스트 패턴(23c)은 산소에 의한 애싱 혹은 농황산 등을 이용하여 제거한다(도 8(d) 참조).

다음으로, 이상과 같이 하여 얻어진 투명 기판(21) 상에 차광막 패턴(22b)을 가지는 기판상의 전면에 반투광막(24)을 형성한다(도 8(e) 참조). 이에 따라 반투광부에 대응하는 영역에서는, 노출한 투명 기판(21) 상에 직접 반투광막(24)이 형성되어 반투광부를 형성한다.

이어서, 다시 전면에 상기 포지형 레지스트막을 형성하고 2회째의 묘화를 행한다. 묘화후, 이것을 현상하여 투광부(C 영역)에서는 레지스트가 제거되고, 차광부 및 반투광부에는 레지스트가 잔존하는 레지스트 패턴(23d)을 형성한다(도 8(f) 참조).

다음으로, 형성된 레지스트 패턴(23d)을 마스크로 하여, 투광부가 되는 C 영역의 반투광막(24) 및 차광막(22b)를 에칭에 의해 제거한다. 이에 따라 차광부는 투광부와 구획되어 차광부(A 영역) 및 투광부(C 영역)가 형성된다(도 8(g) 참조). 잔존하는 레지스트 패턴(23d)은 산소 애싱 등을 이용하여 제거한다(도 8(h) 참조).

이상과 같이 하여 상기 그레이톤 마스크(40)가 완성된다.

이와 같이 반투광부는 반투광부에 대응하는 영역을 노출시킨 투명 기판상에 직접 반투광막을 형성하여 이루어지므로, 종래와 같이 반투광부를 형성하는 경우에 상층의 차광막만을 에칭에 의해 제거하고 하층의 반투광막을 노출시킬 필요가 없어져, 그 때문에 차광막과 반투광막을 모두 에칭 특성이 같거나 혹은 근사한 막재료로 형성할 수 있어, 막 재료의 선택의 폭이 넓어진다. 따라서 종래의 차광막과 반투광막의 사이에 설치했던 에칭 스토퍼막은 불필요하고 전체의 막 두께를 얇게 할 수 있어, 어스펙트비를 작게 할 수 있다.

그러나 상기 제조 방법을 실제로 실시한 경우, 다음과 같은 문제점이 있었다. 즉 차광막과 반투광막의 막 재료의 에칭 특성이 동일 또는 근사한 경우에는, 상술한 도 8(g)의 공정에 있어서, 투광부가 되는 C 영역의 반투광막(24) 및 차광막(22b)의 에칭을 동일 에칭 가스(건식 에칭습식 에칭 에칭액(습식 에칭)으로 한번에, 혹은 연속적으로 처리할 수 있으나, 실제로는 상층의 반투광막(24)이 에칭되고, 이어서 하층의 차광막(22b)이 에칭되고 있는 사이에, 측면이 노출한 반투광막(반투광부가 되는 B 영역)의 사이드 에칭이 진행되어(도 10의 D에서 나타내는 데미지 부분), 그 결과 반투광부의 패턴 형상을 악화시킨다는 문제점이 있었다.

이와 같은 반투광막의 사이드 에칭을 방지하기 위하여, 상술한 방법과 같이 1회째의 에칭에서 반투광부를 형성하는 영역을 에칭하고, 2회째의 에칭에서 투광부를 형성하는 영역을 에칭하는 것이 아니라, 1회째의 에칭에서 반투광부 및 투광부를 형성하는 영역을 에칭하고, 2회째의 에칭에서 투광부를 형성하는 영역을 에칭하는, 다음과 같은 방법에 의해 동일한 그레이톤 마스크를 제조하는 것을 생각할 수 있다(도 9 참조).

먼저, 유리 기판 등의 투명 기판(21) 상에, 예를 들면 크롬(Cr)을 주성분으로 하는 재료를 이용한 차광막(22)을 형성한 마스크 블랭크(20) 상에 포지형 레지스트막을 형성하고, 소정의 패턴 묘화, 현상을 행하여 레지스트 패턴(23a)을 형성한다(도 9(a)(b) 참조). 이 레지스트 패턴(23a)은 반투광부를 형성하는 영역(도 9에 도시하는 B의 영역) 및 투광부를 형성하는 영역(도 9에 도시하는 C의 영역)을 노출시키고, 차광부를 형성하는 영역(도 9에 도시하는 A의 영역)에만 레지스트가 잔존한다.

다음으로 이 레지스트 패턴(23a)를 마스크로 하여 차광막(22)을 에칭하고, 차광부에 대응하는 차광막 패턴(22a)을 형성한다(도 9(c) 참조). 반투광부 및 투광부에 대응하는 영역에서는 상기 차광막(22)의 에칭에 의해 바탕의 투명 기판(21)이 노출한 상태이다. 잔존하는 레지스트 패턴(23a)은 산소에 의한 애싱 혹은 농황산 등을 이용하여 제거한다(도 9(d) 참조).

이어서, 이상과 같이 하여 얻어진 투명 기판(21) 상에 차광막 패턴(22a)을 가지는 기판상의 전면에 반투광막(24)을 형성한다(도 9(e) 참조).

다시 전면에 상기 포지형 레지스트막을 형성하고 2회째의 묘화를 행한다. 묘화 후, 이것을 현상하여 투광부(C 영역)를 노출시키고 차광부 및 반투광부에 레지스트가 잔존하는 레지스트 패턴(23b)을 형성한다(도 9(f) 참조).

다음으로, 형성된 레지스트 패턴(23b)을 마스크로 하여, 투광부가 되는 C 영역의 반투광막(24)을 에칭에 의해 제거한다(도 9(g) 참조). 잔존하는 레지스트 패턴(23b)은 산소 애싱 등을 이용하여 제거한다(도 9(h) 참조).

이상과 같이 하여 상기 그레이톤 마스크(30)가 완성된다.

이 도 9에 도시한 방법을 이용한 경우, 2회째의 에칭에서는 반투광막만을 에칭하면 되어, 상술한 도 8에 도시한 방법과 같이 2회째의 에칭에서 반투광막, 차광막의 순으로 양쪽을 에칭할 필요가 없어진다.

그러나 도 9에 도시한 방법을 이용한 경우, 차광막과 반투광막의 에칭 특성이 동일 또는 근사하면, 투광부에 대응하는 영역의 반투광막(24)을 에칭하는 공정(도 9(g))에 있어서, 실제로는 인접하는 단면이 노출하고 있는 차광막(22a)의 사이드 에칭이 진행하여, 도 11 중의 D에서 나타낸 바와 같이 단면 형상을 악화시키는 경우가 있다.

그래서 본 발명의 목적은 종래의 문제점을 해소하여 패턴 형상 및 단면 형상이 양호한 하프톤막 타입의 그레이톤 마스크 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 이하의 구성을 가진다.

(구성 1) 차광부, 투광부 및 반투광부로 이루어지는 패턴을 가지는 그레이톤 마스크의 제조 방법으로서, 투명 기판상에 형성된 차광막 상에 차광부를 형성하기 위한 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 차광막을 에칭하여 차광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제1 레지스트 패턴을 박리하는 공정과, 상기 차광막 패턴 상에 반투광막을 형성하고, 그 위에 투광부를 형성하기 위한 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 반투광막을 에칭하여 반투광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제2 레지스트 패턴을 박리하는 공정을 가지고, 상기 반투광막을 구성하는 재료는, 상기 차광막을 구성하는 재료보다도 상기 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법이다.

(구성 2) 구성 1에 있어서, 상기 차광막은 크롬(Cr)을 주성분으로 하는 재료로 이루어지고, 상기 반투광막은 크롬(Cr)과 질소(N)를 포함하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법이다.

(구성 3) 구성 1 또는 2에 있어서, 상기 반투광막 패턴을 형성할 때에 에칭에 대한 반투광막의 차광막에 대한 에칭 선택비(반투광막의 에칭비/차광막의 에칭비)가 2 이상인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법이다.

(구성 4) 구성 1 내지 3에 있어서, 상기 반투광막 패턴을 형성하기 위한 에칭에 이용되는 에칭액과, 차광막 패턴을 형성하기 위한 에칭에 이용되는 에칭액이 동종의 에칭액으로, 농도가 다른 것인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법이다.

(구성 5) 구성 1 내지 4에 기재된 그레이톤 마스크의 제조 방법을 이용하여 얻어진 그레이톤 마스크로서, 투명 기판상에 형성된 차광막 패턴과, 그 위에 형성된 반투광막 패턴을 가지고, 상기 차광부는 적어도 상기 차광막 패턴의 차광막에 의해 형성되고, 상기 반투광부는 상기 반투광막 패턴의 상기 차광막 패턴의 기판 노출부에 형성된 반투광막에 의해 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크이다.

(구성 6) 구성 1 내지 4 에 기재된 그레이톤 마스크의 제조 방법에 이용하기 위한 그레이톤 마스크 블랭크로서, 투명 기판상에 차광막 패턴과, 상기 차광막 패턴상에 형성된 반투광막을 가지고, 상기 반투광막을 구성하는 재료는 상기 차광막을 구성하는 재료보다도 상기 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크 블랭크이다.

이하, 본 발명의 실시의 형태에 의해 설명한다.

본 발명의 그레이톤 마스크의 제조 방법은, 차광부, 투광부 및 반투광부로 이루어지는 패턴을 가지는 그레이톤 마스크의 제조 방법으로서, 투명 기판상에 형성된 차광막 상에 차광부를 형성하기 위한 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 차광막을 에칭하여 차광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제1 레지스트 패턴을 박리하는 공정과, 상기 차광막 패턴 상에 반투광막을 형성하고, 그 위에 투광부를 형성하기 위한 제2 레지스트 패턴을 형성하

는 공정과, 상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 반투광막을 에칭하여 반투광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제2 레지스트 패턴을 박리하는 공정을 가진다. 구체적으로는 상술한 도 9에 도시한 제조 방법을 적용할 수 있다. 그래서 다시 도 9를 참조하여 본 발명을 설명한다.

본 발명에서는, 투명 기판(21) 상에 차광막(22)을 형성한 마스크 블랭크(20)를 이용한다(도 9(a) 참조). 본 발명에서는 차광막(22)의 재료로서는 크롬(Cr) 단체, 또는 에칭 특성이나 기판으로의 부착력을 고려하여, 크롬에 질소, 탄소, 불소, 산소 등으로부터 선택되는 일종 또는 이종 이상의 원소를 함유한 것이라도 무방하다. 또한 조성이 다른 막의 적층막이나 조성을 막 두께 방향에서 바꾼 조성 경사막이라도 무방하다. 또한 차광막은 표면 또는 표·이면에 산화 크롬 등의 반사 방지막을 가지는 것이 일반적이다. 또한 차광막(22)의 막 두께는 마스크를 사용할 때의 노광광에 대하여 충분한 광학 농도를 가지는 막 두께로 한다. 예를 들면 노광 광이 i선인 경우, 반사 방지막 부착 차광막은 80~110nm정도로 하는 것이 바람직하다.

투명 기판(21)으로서는, 예를 들면 석영 기판이 이용되는데, 소다라임 유리, 무알칼리 유리 등이라도 무방하다. 투명 기판(21)의 크기는 마스크의 사용 목적에 따라 다른데, 예를 들면 LSI 제조용에는 통상 4~8인치 각인 것, LCD용 대형 기판의 경우에는 짧은 변이 300mm 이상인 것으로, 예를 들면 330mm×450mm~1400mm×1600mm인 것이다.

상기 마스크 블랭크(20)는 투명 기판(21) 상에 차광막(22)을 형성함으로써 얻어지는데, 그 막을 형성하는 방법은 증착법, 스퍼터법, CVD(화학 기상 증착)법 등, 막 종에 적합한 방법을 적절히 선택하면 된다.

이 마스크 블랭크(20) 상의 전면에 예를 들면 레이저 묘화용의 포지형 레지스트막을 형성하고, 소정의 패턴 묘화, 현상을 행하고, 반투광부를 형성하는 영역(도 9의 B 영역) 및 투광부를 형성하는 영역(도 9의 C 영역)을 노출시키고, 차광부를 형성하는 영역(도 9의 A 영역)에만 레지스트가 잔존하는 레지스트 패턴(23a)을 형성한다(도 9(b) 참조).

다음으로, 이 레지스트 패턴(23a)을 마스크로 하여 차광막(22)을 에칭하고, 차광부를 형성하는 영역에 대응하는 차광막 패턴(22a)을 형성한다(도 9(c) 참조). 반투광부 및 투광부에 대응하는 영역에서는 상기 차광막(22)의 에칭에 의해 바탕의 투명 기판(21)이 노출한 상태가 된다. 또한 차광막(22)의 에칭에는 습식 에칭을 이용하는 것이 특히 대형 액정 디바이스 제조용의 포토마스크를 제조하는 데에는 비용면에서 바람직하다. 차광막(22)의 습식 에칭에는 통상 크롬계 박막의 습식 에칭에 이용되는 질산 제2 세륨 암모늄계의 에칭액을 이용할 수 있다.

잔존하는 레지스트 패턴(23a)은 산소에 의한 애싱 혹은 농황산 등을 이용하여 제거한다(도 9(d) 참조).

다음으로, 이상과 같이 하여 얻어진 투명 기판(21) 상에 차광막 패턴(22a)을 가지는 기판상의 전면에 반투광막(24)을 형성한다(도 9(e) 참조). 본 발명에서는 반투광막(24)을 구성하는 재료는, 상기 차광막(22)을 구성하는 재료보다도 반투광막(24)을 에칭하기 위한 식각액(예를 들면 습식 에칭하기 위한 에칭액)에 대하여 에칭비가 큰 재료이다. 이와 같은 반투광막(24)의 재료로서는, 크롬(Cr)에, 크롬의 에칭액에 대하여 에칭비를 크게(빠르게) 하는 첨가 원소를 포함하는 재료가 반투광막(24)의 에칭비를 적절하게 조정할 수 있으므로, 바람직하게 들 수 있다. 에칭비를 크게(빠르게) 하는 첨가 원소로서는, 질소, 산소(또한 산소는 첨가의 방법에 따라 에칭비를 작게(느리게) 하는 작용을 나타내는 경우도 있음) 등이 있다. 단 산소를 포함함으로써 막의 결정 그레인이 커져서 막 응력이 커지는 경우가 있기 때문에, 질소를 포함시킴으로써 반투광막의 에칭비를 조정하는 쪽이 보다 바람직하다. 반투광막으로서 크롬과 질소를 포함하는 재료를 이용하는 경우, 크롬과 질소와의 비율은 원자 비로 Cr:N=50:50~10:90으로 하는 것이 바람직하다.

또한 반투광막(24)은 상기 차광막(22)과 동종의 에칭액으로 에칭할 수 있는 재료인 것이 바람직하다.

반투광막(24)의 형성 방법에 대해서는, 상술한 차광막(22)의 경우와 마찬가지로 증착법, 스퍼터법, CVD(화학 기상 증착)법 등, 막 종에 적합한 방법을 적절히 선택하면 된다. 또한 반투광막(24)의 막 두께에 관해서는, 특별히 제약은 없으나, 소망의 반투광성이 얻어지도록 최적화된 막 두께로 형성하면 된다. 또한 투과율, 에칭 특성, 차광막 패턴상으로의 막을 형성하는 특성, 막 응력, 막 두께 분포 등을 고려한 경우, 통상 30~250Å의 범위로 하는 것이 적당하다. 반투광막(24)으로서는 박막이고, 예를 들면 노광광의 i선(365nm)에 대하여 투광부의 투과율을 100%로 한 경우에 투과율 20~60% 정도의 반투광성이 얻어지는 것을 들 수 있고, 두 종의 막 두께의 레지스트 패턴을 형성하는 경우에는 일반적으로는 40~60% 정도로 설정하는데, 반투광막의 투과율은 이에 한정될 필요는 없다. 반투광부의 투과성을 어느 정도로 설정할지는 마스크의 사용 목적에 따른 설계상의 문제이다. 반투광막(24)의 투과율은 막 두께와 조성(예를 들면 질소 함유량)에 의해 조정할 수 있다.

다음으로 다시 전면에 상기 포지형 레지스트막을 형성하고 2회째의 묘화를 행한다. 묘화 후 이것을 현상하고, 투광부(C 영역)를 노출시키고 차광부 및 반투광부에는 레지스트가 잔존하는 레지스트 패턴(23b)을 형성한다(도 9(f) 참조).

다음으로, 형성된 레지스트 패턴(23b)을 마스크로 하여 투광부가 되는 C 영역의 반투광막(24)을 에칭에 의해 제거한다(도 9(g) 참조). 반투광막(24)의 에칭에 대해서도 습식 에칭을 이용하는 것이 특히 대형 액정 디바이스 제조용의 포토마스크를 제조하기에는 비용면에서 바람직하다. 반투광막(24)의 습식 에칭에는 상기 차광막(22)과 마찬가지로, 통상 크롬계 박막의 습식 에칭에 이용되는 질산 제2 세륨 암모늄계의 에칭액을 이용할 수 있다. 또한 상기 차광막(22)과 반투광막(24)에서 각각의 에칭비를 에칭 제어성이 바람직해지도록 조정하기 위하여, 동종의 에칭액으로 그 농도가 각각 다른 것을 사용해도 무방하다. 예를 들면 반투광막의 재료로서 크롬에 질소를 함유시킨 경우, 차광막을 에칭하기 위한 에칭액을 그 농도 그대로 사용하면 반투광막의 에칭비가 너무 빨라서 에칭 제어성이 나쁘기 때문에, 차광막의 에칭액을 적절히 희석하여 이용하는 것이 바람직하다.

본 발명에서는 반투광막(24)의 에칭에 대한 반투광막(24)의 차광막(22)에 대한 에칭 선택비(반투광막(24)의 에칭비/차광막(22)의 에칭비)가 2 이상인 것이 특히 바람직하다. 또한 보다 바람직하게는, 상기 선택비는 4 이하이다.

잔존하는 레지스트 패턴(23b)은 산소 애싱 등을 이용하여 제거한다(도 9(h) 참조).

이상과 같이 하여 본 발명에 따른 그레이톤 마스크가 완성된다.

본 발명에서는, 반투광막을 구성하는 재료는 차광막을 구성하는 재료보다도 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료로 했으므로, 상술한 투광부에 대응하는 영역(C 영역)의 반투광막(24)을 에칭할 시(도 9(g))에, 인접하는 차광부의 단면이 노출하고 있는 차광막(22a)의 사이드 에칭의 진행을 억제할 수있고, 그 결과 평면시(平面視)의 패턴 형상뿐만 아니라 단면 형상도 양호한 그레이톤 마스크를 얻을 수 있다.

또한 본 실시의 형태에서는 포지형의 레지스트를 이용한 경우를 예시하고 있으나, 네가형 레지스트를 이용해도 무방하다. 그 경우, 묘화 데이터가 반전하는 것만으로 공정은 상술한 것과 완전히 동일하게 하여 실시할 수 있다.

(실시예)

이하, 구체적인 실시예를 들어 설명한다.

투명 기판으로서는 석영 기판을 사용하고, 크기는 LCD용 대형 기판 사이즈인 330mm×450mm×10mm으로 했다.

차광막의 재료는 크롬 단체(單體)로 하고, 투명 기판상에 i선(365nm)에 대하여 충분한 차광성이 얻어지는 막 두께로 스퍼터 막을 형성했다. 스퍼터 가스는 Ar100%로 했다.

반투광막의 재료는 크롬과 질소를 포함하는 재료로 하고, 차광막 패턴이 형성된 기판상에 스퍼터 막 형성에 의해 형성했다. 이때 스퍼터 가스로서는 Ar과 질소(N_2)의 혼합 가스로 하고, 그 혼합비(체적비)는 Ar:N_2=0:100, 20:80, 40:60의 3가지로 하고, 막 두께는 그레이톤 마스크의 요구 특성의 일례인 i선에서의 투과율이 40~50%의 범위가 되는 막 두께로 하여, 각각 74nm, 76nm, 78nm으로 막을 형성했다. 그 결과, 어떠한 반투광막에 대해서도 43% 부근의 투과율이 얻어졌다. 또한 막 조성에 대해서는, 스퍼터 가스 조성이 Ar:N_2=40:60의 경우는 Cr:N=약 40:60(원자% 비), Ar:N_2=20:80의 경우는 Cr:N=약 20:80(원자%비), Ar:N_2=0:100의 경우는 Cr:N=약 10:90(원자%비)가 되었다.

이상의 재료를 사용하여 상술한 도 9에 도시한 제조 공정에 따라 그레이톤 마스크를 제조했다. 또한 차광막의 에칭에는 질산 제2 세륨 암모늄계 에칭액을 사용하고, 반투광막의 에칭에는 차광막과 같은 에칭액을 증류수로 적절히 희석한 것을 사용했다.

도 1은 반투광막의 에칭액으로서 2%, 4%, 6%, 9%의 희석액을 각각 사용한 경우의 각 농도에서의 반투광막의 에칭비 및, 막 두께가 5nm과 20nm인 경우의 에칭 시간의 관계를 그래프화 한 것이다. 또한 도 1에 도시한 값은 상기 3 종류의 막 조성의 반투광막에서의 평균치이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 에칭액의 농도가 낮을수록 에칭비가 작아지므로, 에칭 시간을 적당한 범위에서 길게 할 수도 있어, 에칭 제어성이 양호한 에칭 시간(예를 들면 20초~2분 정도)으로 하기 위한 희석농도를 선택할 수 있다. 또한 반투광막과 차광막과의 에칭 선택비(반투광막의 에칭비/차광막의 에칭비)는, 이 에칭액의 희석에 의해 크게 영향을 받는 경우는 없었다.

또한 도 2는 상기 각 희석액을 이용한 경우의 반투광막과 차광막과의 평균 에칭 선택비(반투광막의 에칭비(nm/sec)/차광막의 에칭비(nm/sec))를 각 반투광막의 조성(횡측은 스퍼터 가스 조성으로 나타냄)마다 그래프화 한 것이다.

도 2의 결과로부터는, 반투광막의 형성에 이용하는 스퍼터 가스 중의 N_2가 60원자% 이상에서는 상기의 에칭 선택비가 2 이상 구해지는 것을 알 수 있다.

또한 본 실시예에 의해 얻어진 그레이톤 마스크의 패턴의 단면 형상을 단면 TEM 관찰한 바, 단면 형상은 양호한 것이 얻어졌다.

또한 도 12는 상기 실시예에 있어서, 스퍼터 가스 조성이 Ar:N_2=0:100의 막, 및 산화 크롬막에 대하여, 투과율 스펙트럼과 측정한 결과의 그래프이다. 이 그래프로부터, 질화 크롬막은 산화 크롬막보다도 투과율의 파장 의존성이 작아, LCD용 노광 장치에 이용되는 브로드(broad) 광원(g선, h선, i선 등도 포함함)을 이용한 경우라도 각각의 파장에 대하여 보다 균일한 차광에 의한 노광을 행할 수 있다.

발명의 효과

청구항 1의 발명에 따르면, 투명 기판상에 형성된 차광막 상에 차광부를 형성하기 위한 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 차광막을 에칭하여 차광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제1 레지스트 패턴을 박리하는 공정과, 상기 차광막 패턴 상에 반투광막을 형성하고, 그 위에 투광부를 형성하기 위한 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 반투광막을 에칭하여 반투광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제2 레지스트 패턴을 박리하는 공정을 가지는 그레이톤 마스크의 제조 방법으로서, 반투광막을 구성하는 재료는, 차광막을 구성하는 재료보다도 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료로 했으므로, 상기 반투광막의 에칭시에 단면이 노출하고 있는 차광막의 사이드 에칭의 진행을 억제할 수 있고, 그 결과 평면시(平面視)의 패턴 형상뿐만 아니라 단면 형상도 양호한 그레이톤 마스크가 얻어진다. 또한 이 그레이톤 마스크를 이용하여 제조한 LCD 등은, 특성이 양호하여 높은 신뢰성이 얻어진다.

청구항 2의 발명에 따르면, 상기 차광막은 크롬(Cr)을 주성분으로 하는 재료로 하고, 상기 반투광막은 크롬(Cr)과 질소(N)를 포함하는 재료로 함으로써, 반투광막은 차광막보다도, 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 커지고, 상기 반투광막의 에칭시에 단면이 노출하고 있는 차광막의 사이드 에칭의 진행을 억제할 수 있어, 패턴 형상 및 단면 형상이 양호한 그레이톤 마스크가 얻어진다.

청구항 3의 발명에 따르면, 상기 반투광막 패턴을 형성할 시의 에칭에 대한 반투광막의 차광막에 대한 에칭 선택비(반투광막의 에칭비/차광막의 에칭비)가 2이상인 것에 따라, 상기 반투광막의 에칭시에 단면이 노출하고 있는 차광막의 사이드 에칭의 진행을 특히 적절히 억제할 수 있으므로, 패턴 형상 및 단면 형상의 양호한 그레이톤 마스크가 얻어진다.

청구항 4의 발명에 따르면, 상기 반투광막 패턴을 형성하기 위한 에칭에 이용되는 에칭액과 차광막 패턴을 형성하기 위한 에칭에 이용되는 에칭액이, 동종의 에칭액이고 농도가 다른 것을 사용함으로써, 차광막과 반투광막의 각각의 에칭비를 에칭 억제성이 바람직해지도록 용이하게 조정할 수 있다.

청구항 5의 발명에 따르면, 본 발명에 의해 얻어진 그레이톤 마스크는 투명 기판상에 형성된 차광막 패턴과, 그 위에 형성된 반투광막 패턴을 가지고, 상기 차광부는 적어도 상기 차광막 패턴의 차광막에 의해 형성되고, 상기 반투광부는 상기 반투광막 패턴의 상기 차광막 패턴의 기판 노출부에 형성된 반투광막에 의해 형성되어 있으므로, 패턴 형상이나 단면 형상이 양호한 것이 얻어짐에 부가하여, 종래와 같이 반투광부를 형성하는 경우에, 상층의 차광막만을 에칭에 의해 제거하여 하층의 반투광막을 노출시킬 필요가 없어지고, 종래의 차광막과 반투광막의 사이에 설치하고 있던 에칭 스토퍼막은 불필요해서 전체의 막 두께를 얇게 할 수 있고, 어스펙트비를 작게 할 수 있어 전체적으로 패턴 정밀도를 향상할 수 있다.

청구항 6의 발명에 따르면, 투명 기판상에 차광막 패턴과, 상기 차광막 패턴상에 형성된 반투광막을 가지고, 반투광막을 구성하는 재료는 차광막을 구성하는 재료보다도 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료로 한 그레이톤 마스크 블랭크로서, 본 발명의 그레이톤 마스크의 제조 방법에 적절하게 이용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

차광부, 투광부 및 반투광부로 이루어지는 패턴을 가지는 그레이톤 마스크의 제조 방법으로서,

투명 기판상에 형성된 차광막 상에 차광부를 형성하기 위한 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 차광막을 에칭하여 차광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제1 레지스트 패턴을 박리하는 공정과,

상기 차광막 패턴 상에 반투광막을 형성하고, 그 위에 투광부를 형성하기 위한 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여, 상기 반투광막을 에칭하여 반투광막 패턴을 형성하고, 잔존한 제2 레지스트 패턴을 박리하는 공정을 가지고,

상기 반투광막을 구성하는 재료는, 상기 차광막을 구성하는 재료보다도 상기 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법.

청구항 2.

제1 항에 있어서, 상기 차광막은 크롬을 주성분으로 하는 재료로 이루어지고, 상기 반투광막은 크롬과 질소를 포함하는 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법.

청구항 3.

제1 항 또는 제2 항에 있어서, 상기 반투광막 패턴을 형성할 때에 에칭에 대한 반투광막의 차광막에 대한 에칭 선택비가 2 이상인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법.

청구항 4.

제1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 반투광막 패턴을 형성하기 위한 에칭에 이용되는 에칭액과, 차광막 패턴을 형성하기 위한 에칭에 이용되는 에칭액이 동종의 에칭액으로, 농도가 다른 것인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크의 제조 방법.

청구항 5.

제1 항 또는 제2 항에 기재된 그레이톤 마스크의 제조 방법을 이용하여 얻어진 그레이톤 마스크로서,

투명 기판상에 형성된 차광막 패턴과, 그 위에 형성된 반투광막 패턴을 가지고, 상기 차광부는 적어도 상기 차광막 패턴의 차광막에 의해 형성되고, 상기 반투광부는 상기 반투광막 패턴의 상기 차광막 패턴의 기판 노출부에 형성된 반투광막에 의해 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크.

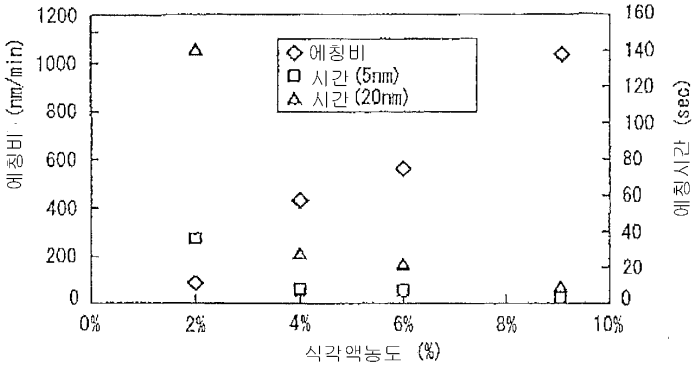
청구항 6.

제1 또는 제2 항에 기재된 그레이톤 마스크의 제조 방법에 이용하기 위한 그레이톤 마스크 블랭크로서,

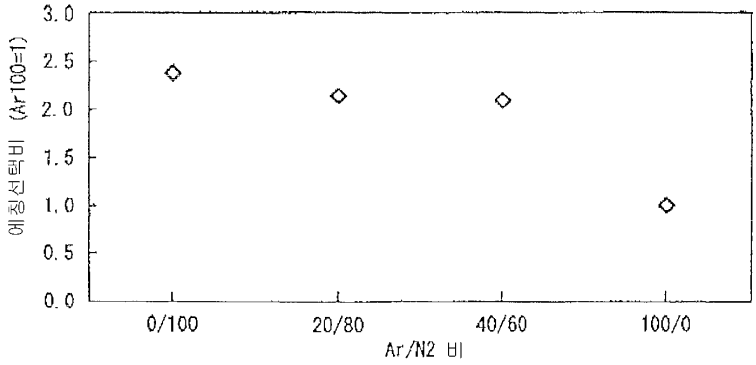
투명 기판상에 차광막 패턴과, 상기 차광막 패턴상에 형성된 반투광막을 가지고, 상기 반투광막을 구성하는 재료는 상기 차광막을 구성하는 재료보다도 상기 반투광막을 에칭하기 위한 식각액에 대하여 에칭비가 큰 재료인 것을 특징으로 하는 그레이톤 마스크 블랭크.

도면

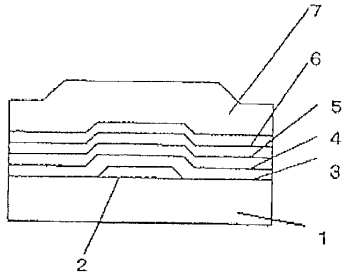
도면1



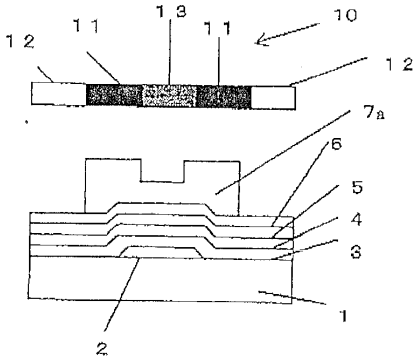
도면2



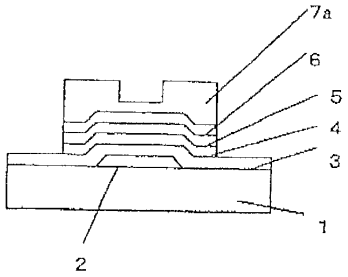
도면3a



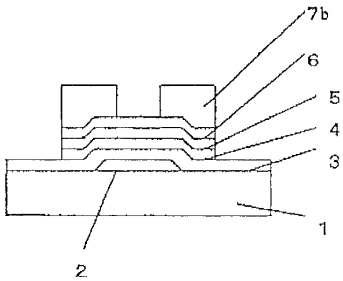
도면3b



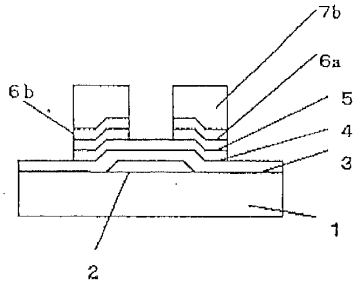
도면3c



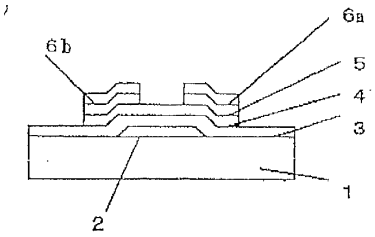
도면4a



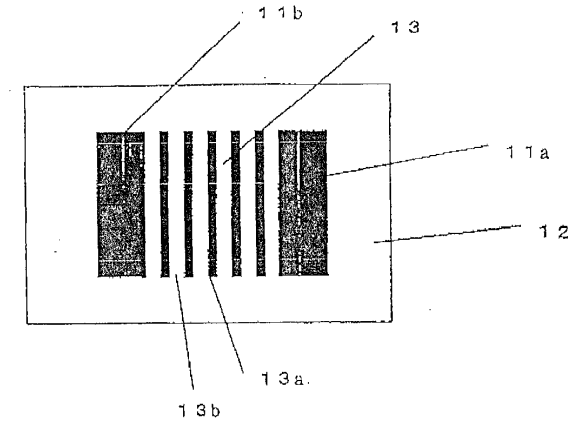
도면4b



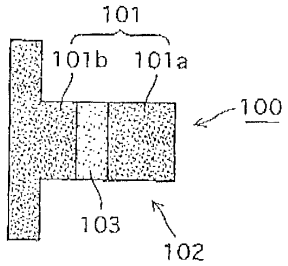
도면4c



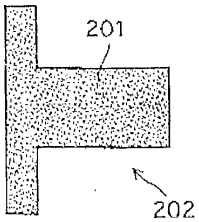
도면5



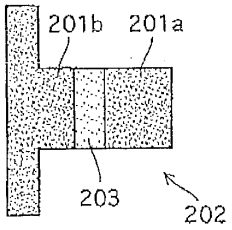
도면6



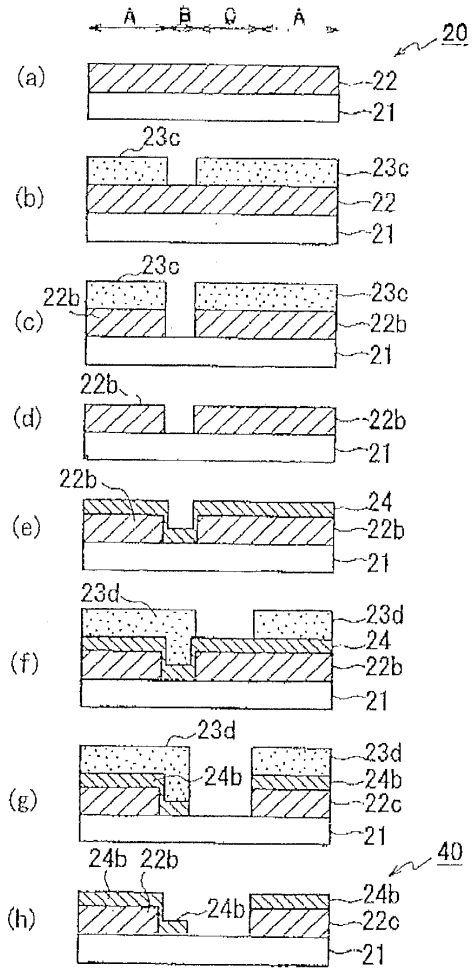
도면7a



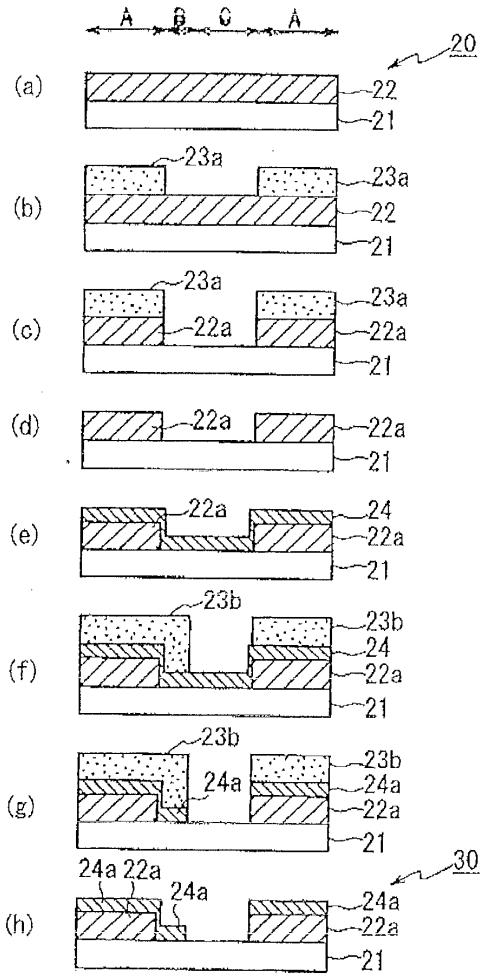
도면7b


201b
201a
203
202

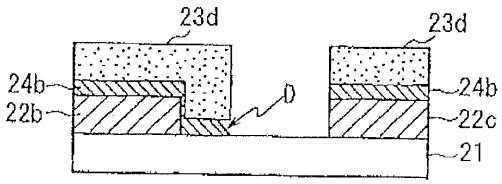
도면8


A
B
C
A
20
(a)
22
21
23c
(b)
23c
22
21
23c
22b
(c)
23c
22b
21
22b
(d)
22b
21
22b
(e)
24
22b
21
23d
(f)
23d
24
22b
21
23d
(g)
24b
23d
24b
22c
21
24b
22b
40
(h)
24b
24b
22c
21

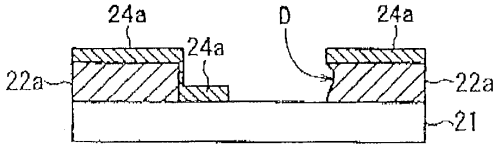
도면9



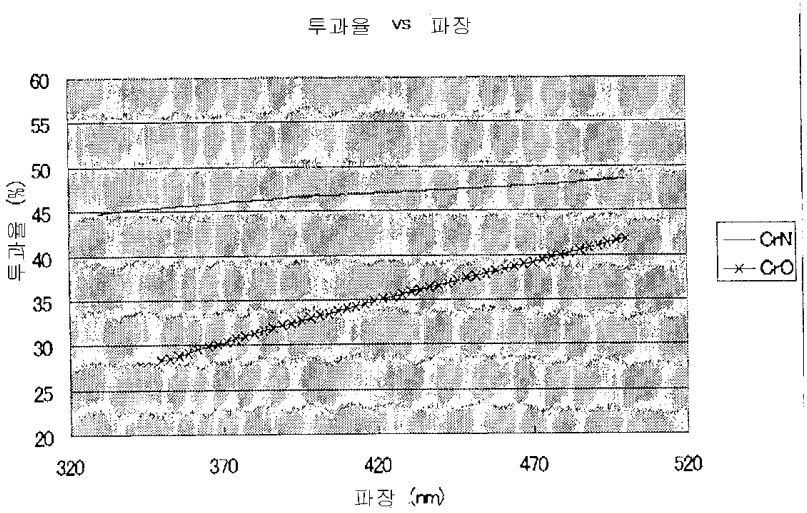
도면10



도면11



도면12


투과율 vs 파장
60
55
50
45
40
35
30
25
20
투과율 (%)
320
370
420
470
520
파장 (nm)
CrN
CrO