



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월10일
 (11) 등록번호 10-0812253
 (24) 등록일자 2008년03월04일

(51) Int. Cl.
G03F 1/08 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-0005749
 (22) 출원일자 2007년01월18일
 심사청구일자 2007년01월18일
 (65) 공개번호 10-2007-0077098
 (43) 공개일자 2007년07월25일
 (30) 우선권주장
 1020060006096 2006년01월20일 대한민국(KR)
 1020060059023 2006년06월29일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR 10-2005-2662 A

(73) 특허권자
 주식회사 에스엔에스텍
 대구광역시 달서구 호림동 9번지
 (72) 발명자
 남기수
 대구 달서구 호림동 9번지
 차한선
 대구 달서구 호림동 9번지
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김인한, 김희곤

전체 청구항 수 : 총 30 항

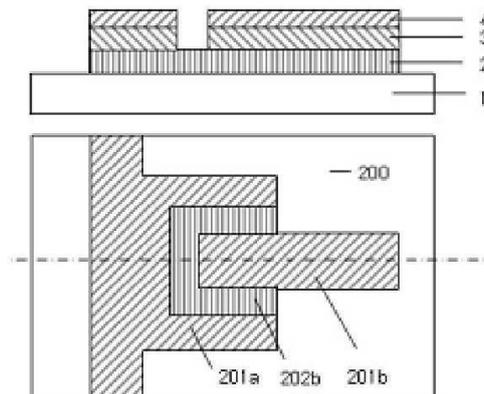
심사관 : 오세주

(54) 그레이톤 포토마스크의 제조방법, 그레이톤 포토마스크 및 그레이톤 블랭크마스크

(57) 요약

본 발명은 그레이톤 포토마스크의 제조방법, 그레이톤 포토마스크 및 그레이톤 블랭크마스크에 관한 것이며, 본 발명에 의한 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 방법은 투명기판상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크 마스크 상에 1차 포토레지스트를 코팅하는 단계; 상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하여 반투과 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 이루어진다. 그레이톤 포토마스크의 셀프 얼라인이 가능하여 투과 패턴, 반투과 패턴 및 차광 패턴의 위치 정렬도가 정밀하게 제어되는 효과가 있다.

대표도 - 도1f



(72) 발명자
강형중
대구 달서구 호림동 9번지

류기훈
대구 달서구 호림동 9번지

특허청구의 범위

청구항 1

투명기관 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하여 반투과 개구부를 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 및

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 2

투명기관 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크 마스크에 차광 패턴이 형성될 영역보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 적어도 상기 차광막을 식각하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 상기 차광 패턴의 일부와 반투과 패턴의 전체를 포함하여 2차 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광 패턴의 여분에 해당하는 차광막을 적어도 식각하는 단계; 및

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 습식식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 3

투명기관 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크마스크에 반투과 패턴이 형성될 영역보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 식각하여 투명기관의 개구부를 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트를 제거하는 단계;

상기 개구부를 포함하는 상기 반투과막의 전면에 차광막을 형성하는 단계;

상기 차광막 위에 2차 포토레지스트를 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 노광 및 현상하여 상기 개구부의 일부를 포함하는 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 4

투명기판 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하여 반투과막과 식각저지막이 형성된 반투과 개구부를 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 및

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 상기 식각저지막 및 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 5

투명기판 상에 반투과막, 식각저지막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 식각저지막 및 차광막을 식각하여 반투과막이 형성된 반투과 개구부를 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 및

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 상기 식각저지막 및 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 6

투명기판 상에 반투과막, 식각저지막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크마스크에 상기 반투과 패턴이 형성될 크기보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 식각하여 투명기판의 개구부를 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트를 제거하는 단계;

상기 개구부를 포함하는 상기 반투과막의 전면에 식각저지막 및 차광막을 형성하는 단계;

상기 차광막 위에 2차 포토레지스트를 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 노광 및 현상하여 상기 개구부의 일부를 포함하는 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하는 단계; 및

상기 식각저지막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 7

투명기관 상에 반투과막, 식각저지막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계;

상기 블랭크마스크에 상기 반투과 패턴이 형성될 크기보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 식각하여 투명기관의 개구부를 형성하는 단계;

상기 1차 포토레지스트를 제거하는 단계;

상기 개구부를 포함하는 상기 반투과막의 전면에 식각저지막 및 차광막을 형성하는 단계;

상기 차광막 위에 2차 포토레지스트를 형성하는 단계;

상기 2차 포토레지스트에 노광 및 현상하여 상기 개구부의 일부를 포함하는 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 포토레지스트 패턴은 가열된 황산(H₂SO₄)이 포함된 용액 또는 상기 포토레지스트 패턴을 용해 가능한 용매에 의해 제거되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크의 제조방법.

청구항 9

투명기관 위에 적어도 반투과막과 차광막으로 구성된 차광패턴, 투명기관 위에 적어도 반투과막으로 구성된 반투과 패턴, 투명기관만으로 구성된 투과패턴으로 구성되며, 피사체에 노광시, 상기 투과패턴에 대응되어 피사체의 포토레지스트가 완전히 제거되는 완전노광 포토레지스트 패턴과, 상기 반투과 패턴에 대응되어 피사체의 포토레지스트가 현상 후 완전히 제거되지 않고 두께 일부가 남는 반노광 포토레지스트 패턴과, 상기 차광패턴에 대응되어 피사체의 포토레지스트가 제거되지 않는 무노광 포토레지스트 패턴을 피사체에 형성하도록 하는 그레이톤 포토마스크에 있어서,

투명기관 상에 적어도 반투과막과 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 사용하여 1차 포토레지스트 패턴이 상기 차광패턴 또는 반투과 패턴보다 더 크게 형성되어 제조된 것을 특징으로 하는 그레이톤 포토마스크.

청구항 10

제 9 항 기재의 그레이톤 블랭크 마스크에 있어서,

투명기관;

상기 투명기관 위에 습식식각 및 건식식각이 용이한 물질로 형성된 반투과막;

상기 반투과막 위에 형성된 차광막; 및

상기 차광막 위에 도포된 포토레지스트;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막과 차광막은 서로 다른 식각액에 의해 식각되며, 식각비가 3 이상인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막 또는 차광막을 형성하는 물질은, 코발트(Co), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 바나듐(V), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 아연(Zn), 하프늄(Hf), 게르마늄(Ge), 알루미늄(Al), 플래티늄(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 셀렌(Se), 구리(Cu), 이트륨(Y), 황(S), 인듐(In), 주석(Sn), 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO), 루세늄(Ru)으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종 이상의 물질이거나,

상기 선택된 적어도 1종 이상의 물질에 실리콘(Si), 질소(N), 탄소(C), 산소(O), 불소(F) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막은 인듐, 주석, 또는 인듐 주석, 인듐 주석 산화물을 단독으로 사용하거나, 또는 질소, 산소, 탄소, 불소 중 하나 이상의 원소를 더 포함하며, 염산(HCl), 질산(HNO₃), 인산(H₃PO₄), 초산(CH₃COOH), 삼염화철(FeCl₃), 또는 상기 화학물질로부터 생성 가능한 이온이 하나 이상 포함된 식각액에 의해 식각되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막의 두께가 3 내지 500nm이고, 350nm 내지 500nm 파장에 대하여 투과율이 10 내지 90%이며, 위상변이가 0도 내지 90도인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막은 에지(Edge)에서 30mm를 제외한 기판 내의 두께 분포가 3시그마값 기준으로 0 내지 10%가 되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막은 면저항이 100옴/□ 미만이며, 두께가 5 ~ 450nm인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막 또는 차광막 중 어느 하나 이상이 연속막 또는 2층 이상의 다층막인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막은 상기 차광막과 동일한 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 차광막은 크롬(Cr) 단독으로 이루어지거나, 또는 질소(N), 산소(O), 탄소(C) 및 불소(F)로 이루어진 군으

로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 20

제 10 항에 있어서,

상기 투명기판은 80도 내지 800도 온도에서 0 내지 60분간 열처리하거나, 상기 반투과막을 100도 내지 800도 온도에서 0 내지 120분간 열처리된 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 21

제 10 항에 있어서,

상기 포토레지스트는 스핀 코팅(Spin Coating)법, 캐필러리 코팅(Capillary Coating)법 또는 스캔 앤드 스핀 코팅(Spin And Spin Coating)법에 의해 형성되고, 두께가 100 내지 600nm이며, 50도 내지 250도의 온도에서 0 내지 60분간 소프트 베이킹(Soft Bake)된 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 22

제 10 항에 있어서,

상기 차광막과 포토레지스트 사이에 반사방지막이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 반사방지막을 형성하는 물질은, 코발트(Co), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 바나듐(V), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 아연(Zn), 하프늄(Hf), 게르마늄(Ge), 알루미늄(Al), 플래티늄(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 셀렌(Se), 구리(Cu), 이트륨(Y), 황(S), 인듐(In), 주석(Sn), 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO), 루테튬(Ru)으로 이루어진 군으로부터 적어도 1종 이상을 선택하여 단독으로, 또는 실리콘(Si), 질소(N), 탄소(C), 산소(O), 불소(F) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 반사방지막은 크롬(Cr) 단독으로 이루어지거나, 또는 질소(N), 산소(O), 탄소(C) 및 불소(F)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 반사방지막은 연속막 또는 2층 이상의 다층막인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 26

제 10 항에 있어서,

상기 반투과막과 차광막 사이에 식각저지막이 더 형성된 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 반투과막과 차광막, 상기 식각저지막과 차광막, 또는 상기 식각저지막과 반투과막이 각각 서로 다른 식각액에 의해 식각되며, 식각비가 3 이상인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 식각저지막을 형성하는 물질은, 코발트(Co), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 바나듐(V), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 아연(Zn), 하프늄(Hf), 게르마늄(Ge), 알루미늄(Al), 플래티늄(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 셀렌(Se), 구리(Cu), 이트륨(Y), 황(S), 인듐(In), 주석(Sn), 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO), 루세늄(Ru)으로 이루어진 군으로부터 적어도 1종 이상을 선택하여 단독으로, 또는 실리콘(Si), 질소(N), 탄소(C), 산소(O), 불소(F) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 29

제 26 항에 있어서,

상기 식각저지막은 두께가 3 내지 500nm이며, 350nm 내지 500nm 파장에 대하여 투과율이 20 내지 100%인 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

청구항 30

제 26 항에 있어서,

상기 식각저지막은 에지(Edge)에서 30mm를 제외한 기판 내의 두께 분포가 3시그마값 기준으로 0 내지 10%가 되는 것을 특징으로 하는 그레이톤 블랭크 마스크.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <19> 본 발명은 액정 표시장치(LCD), 유기전계 발광 소자(OLED), 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) 등의 평판 디스플레이(FPD) 제품의 제조에 사용되는 그레이톤 포토마스크의 제조방법, 그레이톤 포토마스크 및 그레이톤 블랭크마스크에 관한 것이며, 보다 상세하게는 액정 표시장치(LCD) 제조시 포토마스크를 사용하는 공정수를 줄이기 위한 4-마스크 및 3-마스크 공정에 사용되는 그레이톤 포토마스크의 제조방법, 그레이톤 포토마스크 및 그레이톤 블랭크마스크에 관한 것이다.
- <20> 오늘날 평판 디스플레이 제품은 시장의 요구가 고급화, 고기능화됨에 따라 그 응용 범위가 확대되면서, 보다 저렴하고 생산성이 우수한 제조 공정 기술의 개발이 요청되고 있다. 일반적으로 액정 표시장치의 제조시 패터닝 형성된 포토마스크를 사용하는 리소그래피 공정이 사용되고 있으며, 최근 원가 절감과 수율 향상을 위하여 종래의 5-마스크 공정에서 점차 4-마스크 및 3-마스크로 공정 이행이 이루어지고 있다.
- <21> 그러나 슬릿마스크 기술을 적용한 4-마스크 공정에서 슬릿의 패터닝이 미세화되거나 구조가 복잡해지게 되면, 슬릿을 통과하는 회절광의 제어가 힘들어 슬릿 패터닝을 투과하는 광의 투과율 제어가 매우 어려워, 레지스트의 잔류량을 균일하게 되지 않아 패터닝 불량과 결함을 일으키는 문제점이 있었다.
- <22> 한편, 기존의 위상반전 블랭크 마스크에서 몰리브덴 실리사이드(MoSi) 계열의 물질을 반투과막으로 사용하게 되면 건식식각으로만 식각되기 때문에 고가의 건식장비가 필요한데, 현재 넓은 면적을 가지는 포토마스크 공정에 적용하는데 한계가 있다. 또한, 몰리브덴 실리사이드는 투명기판을 구성하는 이산화실리콘(SiO₂)과의 식각비가 크지 않아 블랭크 마스크 또는 포토마스크 제조 과정에서 반투과막에 수정 불가능한 결함이 발생하면, 투명기판에 손상을 주게 되어 투명기판의 재사용이 불가능하다. 따라서 제조원가가 증가하고 수율이 감소하는 문제점이 있었다. 또한, 그레이톤 포토마스크는 투과 패터닝과 차광 패터닝 및 반투과 패터닝을 가지게 되는데, 이를 위하여 2회의 노광공정이 필요하게 되고, 2회 노광하여 제조하는 과정에서 반투과 패터닝 형성시 투과 패터닝 및 차광 패터닝과의 얼라인(Align)이 맞지 않아 결함을 발생시키는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <23> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 투과율이 정밀하게 제어될 수 있는 대면적 그레이톤 블랭크 마스크 및 그레이톤 포토마스크 및 이들의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

- <24> 또한, 제조공정에서의 결함에 의한 그레이톤 블랭크 마스크의 불량품을 습식식각에 의한 재사용이 가능하여 원가 및 수율을 향상시킬 수 있는 그레이톤 블랭크 마스크 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <25> 또한, 얼라인이 정밀하게 제어된 그레이톤 블랭크 마스크 및 그레이톤 포토마스크와 이들의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <26> 위와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 방법은 투명기판 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하여 반투과 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 및 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.
- <27> 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 다른 방법은 투명기판 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크 마스크에 차광막 패턴이 형성될 영역보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 적어도 상기 차광막을 식각하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 상기 차광 패턴의 일부와 반투과 패턴의 전체를 포함하여 2차 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광 패턴의 여분에 해당하는 차광막을 적어도 식각하는 단계; 및 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 습식식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.
- <28> 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 다른 방법은 투명기판 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴이 형성될 영역보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 식각하여 투명기판의 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하는 단계; 상기 개구부를 포함하는 상기 반투과막의 전면에 차광막을 형성하는 단계; 상기 차광막 위에 2차 포토레지스트를 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 노광 및 현상하여 상기 개구부의 일부를 포함하는 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.
- <29> 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 다른 방법은 투명기판 상에 반투과막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하여 반투과막과 식각저지막이 형성된 반투과 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 및 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 상기 식각저지막 및 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.
- <30> 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 다른 방법은 투명기판 상에 반투과막, 식각저지막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크 마스크에 반투과 패턴보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 식각저지막 및 차광막을 식각하여 반투과막이 형성된 반투과 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하고, 2차 포토레지스트를 코팅하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 상기 반투과 개구부의 일부 또

는 전체를 포함하여 노광 및 현상하여 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 차광막을 식각하는 단계; 및 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 반투과 패턴 중 제거되는 부분을 포함하여 상기 식각저지막 및 반투과막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.

<31> 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 다른 방법은 투명기판 상에 반투과막, 식각저지막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크마스크에 상기 반투과 패턴이 형성될 크기보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 식각하여 투명기판의 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하는 단계;상기 개구부를 포함하는 상기 반투과막의 전면에 식각저지막 및 차광막을 형성하는 단계; 상기 차광막 위에 2차 포토레지스트를 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 노광 및 현상하여 상기 개구부의 일부를 포함하는 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하는 단계; 및 상기 식각저지막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.

<32> 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 다른 방법은 투명기판 상에 반투과막, 식각저지막 및 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 마련하는 단계; 상기 블랭크마스크에 상기 반투과 패턴이 형성될 크기보다 크게 노광 및 현상하여 1차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 반투과막을 식각하여 투명기판의 개구부를 형성하는 단계; 상기 1차 포토레지스트를 제거하는 단계; 상기 개구부를 포함하는 상기 반투과막의 전면에 식각저지막 및 차광막을 형성하는 단계; 상기 차광막 위에 2차 포토레지스트를 형성하는 단계; 상기 2차 포토레지스트에 노광 및 현상하여 상기 개구부의 일부를 포함하는 2차 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 2차 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 상기 차광막을 식각하는 단계;를 포함하여 제조된다.

<33> 또한 본 발명에 의한 셀프 얼라인(Self Align)기능을 가지도록 제조되는 그레이톤 포토 마스크를 제조하는 방법은 상기 포토레지스트 패턴은 가열된 황산(H₂SO₄)이 포함된 용액 또는 상기 포토레지스트 패턴을 용해 가능한 용매에 의해 제거되는 것이 바람직하다.

<34> 투명기판 위에 적어도 반투과막과 차광막으로 구성된 차광패턴, 투명기판 위에 적어도 반투과막으로 구성된 반투과 패턴, 투명기판만으로 구성된 투과패턴으로 구성되며, 피사체에 노광시, 상기 투과패턴에 대응되어 피사체의 포토레지스트가 완전히 제거되는 완전노광 포토레지스트 패턴과, 상기 반투과 패턴에 대응되어 피사체의 포토레지스트가 현상 후 완전히 제거되지 않고 두께 일부가 남는 반노광 포토레지스트 패턴과, 상기 차광패턴에 대응되어 피사체의 포토레지스트가 제거되지 않는 무노광 포토레지스트 패턴을 피사체에 형성하도록 하는 본 발명에 의한 그레이톤 포토마스크는 투명기판 상에 적어도 반투과막과 차광막이 순차적으로 형성되고 그 위에 1차 포토레지스트가 코팅된 그레이톤 블랭크 마스크(Graytone Blank Mask)를 사용하여 1차 포토레지스트 패턴이 상기 차광패턴 또는 반투과 패턴보다 더 크게 형성되어 제조된다.

<35> 본 발명에 의한 그레이톤 블랭크 마스크는 투명기판; 상기 투명기판 위에 습식식각 및 건식식각이 용이한 물질로 형성된 반투과막; 상기 반투과막 위에 형성된 차광막; 및 상기 차광막 위에 도포된 포토레지스트;를 포함하여 구성된다.

<36> 또한 상기 반투과막과 차광막은 서로 다른 식각액에 의해 식각되며, 식각비가 3 이상인 것이 바람직하다.

<37> 또한 상기 반투과막 또는 차광막을 형성하는 물질은, 코발트(Co), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 바나듐(V), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 아연(Zn), 하프늄(Hf), 게르마늄(Ge), 알루미늄(Al), 플래티늄(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 셀렌(Se), 구리(Cu), 이트륨(Y), 황(S), 인듐(In), 주석(Sn), 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO), 루테튬(Ru)으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종 이상의 물질이거나, 상기 선택된 적어도 1종 이상의 금속에 실리콘(Si), 질소(N), 탄소(C), 산소(O), 불소(F) 중 하나 이상을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<38> 또한 상기 반투과막은 인듐, 주석, 또는 인듐 주석, 인듐 주석 산화물을 단독으로 사용하거나, 또는 질소, 산소, 탄소, 불소 중 하나 이상의 원소를 더 포함하며, 염산(HCl), 질산(HNO₃), 인산(H₃PO₄), 초산(CH₃COOH), 삼염화철(FeCl₃), 또는 상기 화학물질로부터 생성 가능한 이온이 하나 이상 포함된 식각액에 의해 식각되는 것이 바람직하다.

- <39> 또한 상기 반투과막의 두께가 3 내지 500nm이고, 350nm 내지 500nm 파장에 대하여 투과율이 10 내지 90%이며, 위상변이가 0도 내지 90도인 것이 바람직하다.
- <40> 또한 상기 반투과막은 에지(Edge)에서 30mm를 제외한 기판 내의 두께 분포가 3시그마값 기준으로 0 내지 10%가 되는 것이 바람직하다.
- <41> 또한 상기 반투과막은 면저항이 100오옴/□ 미만이며, 두께가 5 ~ 450nm인 것이 바람직하다.
- <42> 또한 상기 반투과막 또는 차광막 중 어느 하나 이상이 연속막 또는 2층 이상의 다층막인 것이 바람직하다.
- <43> 또한 상기 반투과막은 상기 차광막과 동일한 물질로 이루어지는 것이 바람직하다.
- <44> 또한 상기 차광막은 크롬(Cr) 단독으로 이루어지거나, 또는 질소(N), 산소(O), 탄소(C) 및 불소(F)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 것이 바람직하다.
- <45> 또한 상기 투명기판은 80도 내지 800도 온도에서 0 내지 60분간 열처리하거나, 상기 반투과막을 100도 내지 800도 온도에서 0 내지 120분간 열처리된 것이 바람직하다.
- <46> 또한 상기 포토레지스트는 스핀 코팅(Spin Coating)법, 캐필러리 코팅(Capillary Coating)법 또는 스캔 앤드 스핀 코팅(Spin And Spin Coating)법에 의해 형성되고, 두께가 100 내지 600nm이며, 50도 내지 250도의 온도에서 0 내지 60분간 소프트 베이킹(Soft Bake)된 것이 바람직하다.
- <47> 또한 상기 차광막과 포토레지스트 사이에 반사방지막이 더 구비되는 것이 바람직하다.
- <48> 또한 상기 반사방지막을 형성하는 물질은, 코발트(Co), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 바나듐(V), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 아연(Zn), 하프늄(Hf), 게르마늄(Ge), 알루미늄(Al), 플래티늄(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 셀렌(Se), 구리(Cu), 이트륨(Y), 황(S), 인듐(In), 주석(Sn), 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO), 루테튬(Ru)으로 이루어진 군으로부터 적어도 1종 이상을 선택하여 단독으로, 또는 실리콘(Si), 질소(N), 탄소(C), 산소(O), 불소(F) 중 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- <49> 또한 상기 반사방지막은 크롬(Cr) 단독으로 이루어지거나, 또는 질소(N), 산소(O), 탄소(C) 및 불소(F)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 것이 바람직하다.
- <50> 또한 상기 반사방지막은 연속막 또는 2층 이상의 다층막인 것이 바람직하다.
- <51> 또한 상기 반투과막과 차광막 사이에 식각저지막이 더 형성된 것이 바람직하다.
- <52> 또한 상기 반투과막과 차광막, 상기 식각저지막과 차광막, 또는 상기 식각저지막과 반투과막이 각각 서로 다른 식각액에 의해 식각되며, 식각비가 3 이상인 것이 바람직하다.
- <53> 또한 상기 식각저지막을 형성하는 물질은, 코발트(Co), 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 바나듐(V), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 아연(Zn), 하프늄(Hf), 게르마늄(Ge), 알루미늄(Al), 플래티늄(Pt), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 셀렌(Se), 구리(Cu), 이트륨(Y), 황(S), 인듐(In), 주석(Sn), 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO), 루테튬(Ru)으로 이루어진 군으로부터 적어도 1종 이상을 선택하여 단독으로, 또는 실리콘(Si), 질소(N), 탄소(C), 산소(O), 불소(F) 중 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- <54> 또한 상기 식각저지막은 두께가 3 내지 500nm이며, 350nm 내지 500nm 파장에 대하여 투과율이 20 내지 100%인 것이 바람직하다.
- <55> 또한 상기 식각저지막은 에지(Edge)에서 30mm를 제외한 기판 내의 두께 분포가 3시그마값 기준으로 0 내지 10%가 되는 것이 바람직하다.
- <56> 또한 상기 식각저지막은 SiO₂로 구성되는 것이 바람직하다.
- <57> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- <58> (실시 예 1)
- <59> 도 1a 내지 도 1f는 본 발명의 제1 실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도 및 평면도이다. 본 실시예에서는 인듐주석산화물(ITO)의 반투과막을 사용하여 셀프 얼라인 기능을 가지는 그레

이톤 블랭크 마스크 및 그레이톤 포토마스크의 제조방법을 설명한다.

- <60> 이를 위하여 ITO를 반투과막으로 사용하기 전에 ITO의 두께 및 성막 조건에 따른 투과율을 측정하였으며, 이를 도 8a에 개략적으로 도시하였다.
- <61> 도면을 참조하면, 일반적으로 잘 알려진 바와 같이 반투과막(2)의 두께가 증가함에 따라 투과율은 두께 역수의 지수에 비례하였다. 또한, 도 8a의 조건-1과 조건-2의 결과에서 리액티브 가스인 산소(O₂) 가스가 많이 사용되고, 투명기관(1)의 가열 온도를 높인 조건-2에서 투과율이 증가하는 현상을 보였다.
- <62> 도 1a 내지 도 1f를 참조하면, 투명기관(1) 위에 반투과막(2)으로서 ITO를 200nm 두께로 형성하였다. ITO는 반투과막(2)의 투과율을 제어하기 위하여 투명기관(1)을 스퍼터링 장치 내에서 500도로 가열한 다음, 투과율 및 내화학성 등을 고려하여 인듐 0 내지 60원자%, 주석 40 내지 100원자%의 조성 범위에서 적절히 선택된 조성으로 제조된 인듐 주석(InSn) 타겟을 사용하고, 불활성 가스인 아르곤(Ar)과 리액티브 가스인 산소(O₂) 가스 및 타겟에 인가되는 전력을 적절히 조절하여 반투과막(2)이 436nm의 파장에서 50%의 투과율이 형성되도록 하였다. 이때 타겟의 조성은 크롬 식각액 및 내화학성을 고려하여 Co, Ta, W, Mo, Cr, V, Pd, Ti, Nb, Zn, Hf, Ge, Al, Pt, Mn, Fe, Si, Ni, Cd, Zr, Mg, Li, Se, Cu, Y, S을 0 내지 20 원자%로 도핑하여 사용하는 것도 가능하다. 또한, 기관 내의 투과율 분포를 개선하기 위하여 스퍼터링 장치 내의 불활성 가스 및 리액티브 가스의 분포와 자기장 분포를 정밀하게 조절하여 사용하였다.
- <63> 또한, 반투과막(2)의 투과율 조절과 박막의 내부 응력의 완화를 위하여 350도로 가열하여 10분간 유지하였다. 그 다음 리액티브 스퍼터링 장치를 사용하여 크롬 타겟에 질소(N₂) 가스 및 메탄(CH₄) 가스를 사용하여 크롬 질화 탄화물(CrCN)의 차광막(3)을 80nm 두께로 형성하였다. 그 다음 크롬 타겟에 질소(N₂) 가스와 이산화탄소(CO₂) 가스를 사용하여 크롬 탄화 산화 질화물(CrCON)의 반사방지막(4)을 30nm 두께로 형성하였다.
- <64> 그 다음 스캔 앤드 스피ن(Scan And Spin) 방식으로 1차 포토레지스트(5)를 1000nm 두께로 형성한다. 포토레지스트(5)는 AZ-1500을 사용하였고, 반사방지막(4)과 포토레지스트(5)간의 접착력을 향상시키기 위하여 95도의 온도에서 소프트 베이킹(Soft Bake)하여 그레이톤 블랭크 마스크를 완성하였다(도 1a 참조).
- <65> 상기 그레이톤 블랭크 마스크를 사용하여 그레이톤 포토마스크를 제조하게 되는데, 먼저 상기 포토레지스트(5)를 1차 노광하고 2.38%의 TMAH 용액을 사용하여 현상한다. 이때 노광하는 패턴은 셀프 얼라인(Self Align)이 되도록 하기 위하여 반투과 패턴(202)이 형성될 크기보다 크게 개구부(202a)를 형성하였다. 반투과막(2)의 개구부(202a)는 2차 노광시 형성될 차광 패턴 내에만 포함되면 되기 때문에 충분한 여유를 가지고 크게 형성할 수 있으며, 따라서 2차 노광시 얼라인 문제가 없게 된다. 그 다음 상기 차광막(3) 및 반사방지막(4)을 식각하고, 잔류 포토레지스트(5)를 85도로 가열된 황산(H₂SO₄)과 과산화수소(H₂O₂) 혼합용액에 디핑(Dipping)하는 방법으로 스트립하여 제거한 후 세정을 실시하였다(도 1b 참조).
- <66> 그 다음 2차 포토레지스트(5)를 상기의 1차 포토레지스트(5) 코팅과 동일한 방법과 두께로 형성하였다(도 1c).
- <67> 그 다음 상기의 2차 포토레지스트(5)를 2차 노광하고 현상한다(도 2d). 이때 노광하는 패턴은 차광 패턴이 형성될 영역과 반투과 패턴(202)을 포함하도록 노광한다. 도 2d에 도시한 것과 같이, 셀프 얼라인을 위하여 반투과 패턴에 포함되지 않는 반투과막(2)의 개구부의 일부(203)가 드러날 수 있다. 그 다음 반사방지막(4)과 차광막(3)을 순차적으로 습식 식각한다. 이때 차광막(3) 및 반사방지막(4)을 구성하는 크롬 화합물과 반투과막(2)을 구성하는 인듐 주석 산화물은 식각특성이 다르기 때문에 반투과막(2)은 식각되지 않는다.
- <68> 그 다음 반투과막(2)을 염산(HCl)과 질산(HNO₃)이 포함된 식각액을 사용하여 습식 식각한다(도 1e). 이때 1차 패턴링시 형성된 반투과막(2)의 개구부(202a) 중 2차 패턴링시 반투과 패턴에 포함되지 않는 부분(203)은 동시에 식각되어 제거되므로 패턴 결함을 유발시키지 않는다.
- <69> 그 다음 잔류하는 포토레지스트(5)를 상기의 방법으로 스트립하여 제거한 후, 세정을 실시하여 본 실시예에 따른 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 1f). 완성된 그레이톤 포토마스크는 소스 패턴(201a)과 드레인 패턴(201b)으로 구성된 차광패턴(201), 채널 패턴에 해당하는 반투과 패턴(202b) 및 그 주위를 둘러싸고 있는 투과 패턴(200)으로 이루어진다. 본 실시예에서는 소스/드레인 패턴을 제조하였으나, 차광 패턴, 투과 패턴 및 반투과 패턴으로 구성되는 패시베이션(Passivation) 패턴을 포함하는 어떠한 형태의 패턴도 상기 방법으로 얼라인 문제없이 제조가 가능하다.
- <70> 상기 그레이톤 블랭크 마스크 및 포토마스크의 투과율을 측정하기 위하여 반투과막(2) 형성 후와 그레이톤 포

토마스크 완성 후의 반투과 패턴(202)의 투과율을 측정하였다. LCD 공정의 노광과장의 하나인 436nm에서 투과율은 반투과막(2) 형성 후 평균 49.5%로 측정되었고, 그레이톤 포토마스크 완성 후 평균 50.3%로 측정되어 스트립액, 세정액 및 크롬 식각액에 의한 반투과막(2)의 손상이 거의 없었다. 또한, 목표로 하는 투과율을 만족하여 투과율이 정확하게 제어되었다. 또한, 기관 내의 투과율 균일도가 3시그마로 계산하였을 때 2.5%로 우수한 균일도를 나타내었다. 또한, 염산과 질산에 의한 기관의 손상을 알아보기 위하여 투과 패턴의 평균 제곱 거칠기(nmRMS)를 측정하였더니 1.1nm로, 인듐 주석 산화물의 식각액에 의한 기관 손상이 없었다. 또한, 상기 그레이톤 포토마스크를 패턴 및 결함 검사 장치로 검사한 결과, 반투과 패턴(202)과 차광 패턴(201) 및 투과 패턴(200)의 얼라인 에러(Align Error)에 의한 결함이 없었다.

<71> 또한, 불량품 발생시 포토마스크의 투명기관(1)을 재사용이 가능한지 여부를 평가하기 위하여 크롬 식각액으로 반사방지막(4) 및 차광막(3) 패턴을 식각하여 제거하였다. 그 다음 인듐 주석 산화물 식각액을 사용하여 반투과막(2)을 제거하여 투명기관(1) 상태로 만들었다. 그 다음 투명기관(1)을 세정하여 투명기관(1) 상의 이물 및 잔류하는 식각액을 제거하였다. 그 다음 스팟 라이트(Spot Light)로 투명기관의 전면을 검사한 결과, 2 μ m 이상의 반투과막 잔막이 발견되지 않아 습식식각에 의한 투명기관의 재사용이 가능한 것으로 판명되었다.

<72> (실시예 2)

<73> 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 제 2실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도 및 평면도이다. 본 실시예는 제 1실시예와 같은 그레이톤 블랭크 마스크를 사용하고, 제 1실시예와 동일한 포토마스크 제조 공정으로 제조되었다. 그러나 셀프 얼라인이 가능하도록 제 1실시예와 다른 패턴링 방법으로 제조되었다. 이하 이를 자세히 설명한다.

<74> 도면을 참조하면, 먼저 투명기관(1)에 제 1실시예와 동일한 방법으로 그레이톤 블랭크 마스크를 제조하였다(도 1a).

<75> 그 다음 상기의 제1 실시예와 동일한 방법으로 1차 노광, 현상하고, 반사방지막(4)과 차광막(3)을 식각한 다음, 잔류 포토레지스트(5)를 제거하고, 세정하였다(도 2a). 1차 노광시 제 1실시예와는 다르게 차광 패턴(201)이 식각되지 않도록 노광되었으며, 셀프 얼라인이 가능하도록 투과 패턴(200)의 일부를 포함하여 충분히 크게 형성되었다.

<76> 그 다음 제 1실시예와 동일한 방법으로 2차 포토레지스트(5)를 코팅하였다(도 2b). 그 다음 2차 노광하고 현상하였다(도 2c). 2차 노광은 차광 패턴(201) 및 반투과 패턴(202)을 포함하게 되며, 1차 노광시 충분히 크게 형성된 차광 패턴(201) 내에만 포함되면 되기 때문에 쉽게 얼라인 할 수 있다. 그 결과 1차 노광시 형성된 차광 패턴의 일부(203)가 2차 노광시 포토레지스트(5) 밖으로 드러나게 된다.

<77> 그 다음 반사방지막(4) 및 차광막(3)을 순차적으로 식각하였다(도 2d). 이때 2차 노광시 포토레지스트(5) 밖으로 드러나게 된 여분의 반사방지막 및 차광막(203)이 제거된다.

<78> 그 다음 제 1실시예와 동일한 방법으로 반투과막(2)을 식각하고, 잔류하는 포토레지스트(5)를 제거하고, 세정을 실시하여 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 2e). 상기 그레이톤 포토마스크를 패턴 및 결함 검사 장치로 검사한 결과, 반투과 패턴과 차광 패턴 및 투과 패턴의 얼라인 에러에 의한 결함이 없었다.

<79> (실시예 3)

<80> 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 제3 실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도이다. 본 실시예에서는 반투과막으로 차광막 구성 물질과 식각 특성이 동일한 크롬 계열의 물질을 사용하고 그 위에 식각저지막을 형성하여 그레이톤 블랭크 마스크 및 그레이톤 포토마스크를 제조하였다.

<81> 이에 앞서 본 발명자는 반투과막인 크롬 탄화 산화 질화물(CrCON)의 두께와 투과율과의 관계를 측정하여, 그 결과를 도 8b에 개략적으로 나타내었으며, 상기의 제 1실시예의 경우와 동일한 경향을 보여 반투과막으로 사용 가능한 것으로 판명되었다. 본 발명에서 셀프 얼라인 방법은 상기 제 1실시예와 제 2실시예에 의한 방법과 동일하게 할 수 있으므로 설명을 생략한다. 이하 도면을 참조하여 설명한다.

<82> 도면을 참조하면, 투명기관(1) 위에 반투과막(2)으로서 크롬 탄화 산화 질화물(CrCON)을 20nm 두께로 형성하였다. 크롬 탄화 산화 질화물의 반투과막(2)은 리액티브 스퍼터링 장치를 사용하고, 크롬(Cr) 타겟을 사용하여 불활성 가스인 아르곤과 리액티브 가스인 이산화탄소 가스 및 타겟에 인가되는 전력을 적절히 조절하여 반투과막(2)이 436nm의 과장에서 70%의 투과율이 형성되도록 하였다. 여기에서 반투과막(2)은 식각저지막(6)의 투과율을 고려하여 반투과막(2)과 식각저지막(6)을 동시에 투과할 때 50%가 될 수 있도록 목표 투과율 값보다 높게 형성

되도록 하였다.

- <83> 그 다음 식각저지막(6)으로서 ITO를 50nm 두께로 형성하였다. ITO의 식각저지막(6)은 상기의 리액티브 스퍼터링 장치에서 기판을 소정의 온도로 가열하고, 인듐 0 내지 60원자%, 주석 40 내지 100% 범위에서 적절히 선택된 인듐 주석 타겟에 아르곤 가스와 함께 산소 가스를 사용하였다. 식각저지막(6)은 크롬 탄화 질화물(CrCN)과 크롬 탄화 산화 질화물(CrCON)로 구성된 차광막(3) 및 반사방지막(4)의 식각시 크롬 탄화 산화 질화물로 구성된 반투과막(2)이 동시에 식각되는 것을 방지할 뿐만 아니라, 투과율을 적절히 조절하는 투과율 제어막의 역할을 동시에 하게 된다. 따라서 리액티브 스퍼터링시 기판 가열 온도, 가스의 조성 및 타겟에 인가되는 전력을 적절히 조절하여 반투과막(2)과 식각저지막(6)을 투과하는 노광광의 투과율이 50%가 되도록 적절히 조절하였다.
- <84> 그 다음 차광막(3)과 반사방지막(4)을 상기의 제 1실시예와 동일한 방법으로 형성하였다. 그 다음 1차 포토레지스트(5)를 형성하여 그레이톤 블랭크 마스크를 완성하였다(도 3a).
- <85> 그 다음 상기 제 1실시예 또는 제 2실시예와 동일한 방법으로 노광 및 현상한 후, 반사방지막(4) 및 차광막(3)을 식각하고, 잔류하는 포토레지스트(5)를 스트립하여 제거하고, 세정을 실시하였다(도 3b). 이때 차광막(3) 하부에 있는 식각저지막(6)은 차광막(3)과 습식식각 특성이 다르기 때문에 식각되지 않아 그 하부의 크롬 탄화 산화 질화물의 반투과막(2) 또한 식각되지 않는다. 따라서 반투과막(2)과 식각저지막(6)이 형성된 반투과 패턴(202)이 형성된다.
- <86> 그 다음 2차 포토레지스트(5)를 형성하고, 제 1실시예 또는 제 2실시예와 동일한 방법으로 노광 및 현상하였다. 그 다음 반사방지막(4) 및 차광막(3)을 순차적으로 식각하였다(도 3c). 이때 식각저지막(6)은 식각되지 않는다. 그 다음 상기의 제 1실시예와 동일한 방법으로 염산과 질산이 포함된 식각액을 사용하여 식각저지막(6)을 식각하고, 크롬 탄화 산화 질화물의 반투과막(2)을 식각하여 제거하였다.
- <87> 그 다음 잔류하는 포토레지스트(5)를 스트립하여 제거하고, 세정하여 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 3d). 여기에서는 소스/드레인 패턴을 제조하였으나, 차광 패턴, 투과 패턴 및 반투과 패턴으로 구성되는 패시베이션 패턴을 포함하는 어떠한 형태의 패턴도 상기 방법으로 얼라인 문제없이 제조가 가능하다.
- <88> 그레이톤 블랭크 마스크 및 포토마스크의 투과율을 측정하기 위하여 제 1실시예와 동일한 방법으로 반투과막(2) 형성 후와 그레이톤 포토마스크 완성 후의 반투과 패턴의 투과율을 측정하였다. 반투과막(2)과 식각저지막(6) 형성 후 평균 48.9%로 측정되었고, 그레이톤 포토마스크 완성 후 평균 50.5%로 측정되어, 스트립액, 세정액 및 크롬 식각액에 의한 식각저지막(6)의 손상이 거의 없었다. 또한, 기판 내의 투과율 균일도가 3시그마로 계산하였을 때, 2.7%로 측정되어 우수한 균일도를 나타내었다. 또한, 염산과 질산에 의한 기판의 손상을 알아보기 위하여 투과 패턴의 평균 제곱 거칠기가 0.9nm로 측정되어 인듐 주석 산화물의 식각액에 의한 기판 손상이 없었다. 또한, 상기 그레이톤 포토마스크를 패턴 및 결함 검사 장치로 검사한 결과, 반투과 패턴(202)과 차광 패턴(201) 및 투과 패턴(200)의 얼라인 에러에 의한 결함이 없었다.
- <89> 또한, 불량품 발생시 포토마스크의 투명기판(1)을 재사용이 가능한지 여부를 평가하기 위하여 크롬 식각액으로 반사방지막(4) 및 차광막(3) 패턴을 식각하여 제거하였다. 그 다음 인듐 주석 산화물 식각액을 사용하여 반투과막(2)을 제거하고, 다시 크롬 식각액으로 반투과막(2)을 식각하여 투명기판(1) 상태로 만들었다. 그 다음 상기의 제 1 실시예와 동일한 방법으로 투명기판을 검사하였더니, 제 1실시예와 동일하게 투명기판의 재사용이 충분히 가능한 것으로 판명되었다.
- <90> (실시예 4)
- <91> 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 제4 실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도이다. 본 실시예에서는 제 3실시예와 동일하게 반투과막으로 차광막 구성 물질과 식각 특성이 동일한 크롬 계열의 물질을 사용하고, 그 위에 식각저지막을 형성하여 그레이톤 블랭크 마스크 및 그레이톤 포토마스크를 제조하는 방법을 기술한다. 본 실시예에서는 제 3실시예와는 다르게 반투과 패턴을 반투과막으로만 형성하기 때문에, 반투과 패턴의 식각저지막을 식각한다. 식각저지막을 셀프 얼라인하는 방법은 제 1실시예와 제 2실시예에 의한 방법과 동일하게 할 수 있으므로 설명을 생략한다. 이하 도면을 참조하여 설명한다.
- <92> 도면을 참조하면, 먼저 제 3실시예와 동일한 방법으로 그레이톤 블랭크 마스크를 제조한다. 상기 그레이톤 블랭크 마스크는 식각저지막(6), 차광막(3), 반사방지막(4)이 제 3실시예와 동일하나, 반투과막(2)의 두께가 436nm에서 50%의 투과율이 형성되도록 25nm 두께로 형성되는 것만 다르다. 제조된 그레이톤 블랭크 마스크는 도 3a에 도시한 것과 동일하다.

- <93> 다음 제 1실시에 또는 제 2실시예와 동일한 방법으로 노광 및 현상한 후, 차광막(3)을 식각한다. 그 다음 제 3 실시예와는 다르게 식각저지막(6)을 식각한다. 그 다음 잔류하는 포토레지스트(5)를 제거하고, 세정을 실시한다(도 4a). 여기에서 형성된 반투과 패턴(202)은 반투과막(2)으로만 구성되는 점이 제 3실시예와는 다르다.
- <94> 그 다음 2차 포토레지스트(5)를 형성하고, 제 1실시에 또는 제 2실시예와 동일한 방법으로 노광 및 현상한다. 그 다음 반사방지막(4)과 차광막(3)을 식각한다(도 4b).
- <95> 그 다음 식각저지막(6)과 반투과막(2)을 제 3실시예와 동일한 방법으로 식각한 후, 잔류하는 포토레지스트(5)를 제거하고 세정을 실시하여 제 4실시예에 의한 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 4c).
- <96> (실시예 5)
- <97> 도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 제 5실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도 및 평면도이다.
- <98> 도면을 참조하면, 먼저 투명기판(1) 위에 상기의 제 1실시예와 동일한 방법으로 반투과막(2)을 200nm 두께로 형성하였다. 또한, 제 1실시예와 동일한 방법으로 반투과막(2)이 436nm의 파장에서 50%의 투과율이 형성되도록 하였다. 그 다음 1차 포토레지스트(5)를 형성하여 그레이톤 블랭크 마스크를 완성한다(도 5a).
- <99> 그 다음 포토레지스트(5)에 1차 노광 및 현상한다(도 5b). 1차 노광은 셀프 얼라인이 되도록 하기 위하여 향후 반투과 패턴(202)이 형성될 영역을 포함하고, 차광 패턴(201)이 형성될 영역을 일부 포함하여 충분히 크게 노광한다. 1차 노광은 반투과 패턴(202)이 차광막(3)이 형성될 영역을 벗어나지 않는 수준에서 하면 되기 때문에 셀프 얼라인 기능을 가지게 된다.
- <100> 그 다음 제 1실시예와 동일한 방법으로 반투과막(2)을 식각하여 제거한 후, 잔류하는 포토레지스트(5)를 제거하고 세정을 하였다(도 5c).
- <101> 그 다음 상기 패터닝된 마스크의 전면에 차광막(3) 및 반사방지막(4)을 형성함 다음, 2차 포토레지스트(5)를 형성하였다(도 5d). 그 다음 2차 노광 및 현상한다. 2차 노광은 차광 패턴(201)을 포함하여 형성되며 셀프 얼라인 기능에 의해 1차 노광시 형성된 반투과 패턴(202)의 일부를 포함하게 된다.
- <102> 그 다음 반사방지막(4) 및 차광막(3)을 식각한다(도 5e). 이때 반투과막(2)이 잔류하는 영역에서는 반사방지막(4) 및 차광막(3) 식각에 의해 반투과막(2)이 드러나게 되며, 반투과 패턴(202)이 형성된다. 또한, 반투과막(2) 중 반사방지막(4) 및 차광막(3) 식각에 의해 드러나지 않는 부분은 차광 패턴(201)에 포함되므로 반투과 패턴(202)에 영향을 주지 않기 때문에 자동으로 셀프 얼라인이 된다.
- <103> 그 다음 잔류하는 포토레지스트(5)를 스트립하여 제거하고 세정을 실시하여 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 5f). 완성된 그레이톤 포토마스크는 소스/드레인 패턴을 제조하였으나, 본 실시예의 방법을 따르면 차광 패턴, 투과 패턴 및 반투과 패턴으로 구성되는 어떠한 형태의 패턴(예를 들면 패시베이션)도 상기의 방법으로 얼라인 문제 없이 제조가 가능하다.
- <104> 상기의 그레이톤 블랭크 마스크 및 포토마스크의 반투과막(2) 형성 후와 그레이톤 포토마스크 완성 후의 반투과 패턴의 투과율을 제 1실시예와 동일한 방법으로 측정하였다. 반투과막(2) 형성 후 평균 50.6%로 측정되었고, 그레이톤 포토마스크 완성 후 평균 51.1%로 측정되어, 스트립액, 세정액 및 크롬 식각액에 의한 반투과막(2)의 손상이 거의 없었으며, 목표로 하는 투과율을 만족하여 정확하게 제어되었다. 또한, 기판 내의 투과율 균일도가 3 시그마로 계산하였을 때 1.9%로 측정되어 우수한 균일도를 나타내었다.
- <105> 또한, 상기 그레이톤 포토마스크를 패턴 및 결함 검사 장치로 검사하였더니, 반투과 패턴(202)과 차광 패턴(201) 및 투과 패턴(200)의 얼라인 에러에 의한 결함이 없었다. 또한, 제 1 실시예와 동일한 방법으로 반사방지막(4), 차광막(3), 반투과막(2)을 제거한 뒤 투명기판(1)을 검사한 결과, 크롬 식각액 및 ITO 식각액에 의한 투명기판(1)의 손상이 없이 투명기판(1)의 재사용이 가능한 것으로 판명되었다.
- <106> (실시예 6)
- <107> 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 제 6실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도 및 평면도이다. 본 실시예에서는 제 5실시예의 ITO의 반투과막 대신 차광막과 동일한 크롬 계열의 반투과막을 형성하고, ITO의 식각저지막을 형성하는 것이 다르다. 이하 도면을 참조하여 설명한다.
- <108> 도면을 참조하면, 먼저 투명기판(1) 위에 크롬 탄화 산화 질화물(CrCON)의 반투과막(2)을 형성한다. 그 다음 1

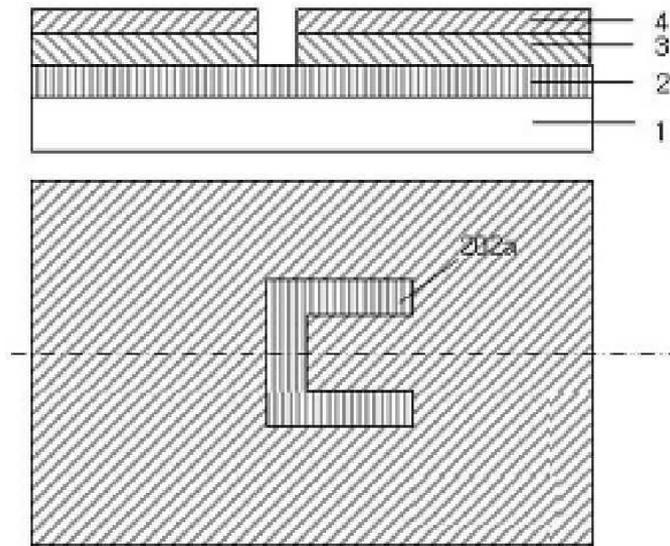
차 포토레지스트(5) 형성, 1차 노광, 현상, 반사방지막(4) 및 차광막(3) 식각, 잔류 포토레지스트(5) 스트립 및 세정하는 과정은 상기의 제 5실시예와 동일하다.

- <109> 그 다음 반투과막(2)이 패터닝된 마스크의 전면에 제 3 실시예와 동일한 방법으로 인듐 주석 산화물의 식각저지막을 50nm 두께로 형성하였다. 그 다음 차광막(3)과 반사방지막(4)을 형성한 다음, 2차 포토레지스트(5)를 형성하였다(도 6a).
- <110> 그 다음 상기 제 5실시예와 동일한 방법으로 2차 노광 및 현상하였다(도 6b).
- <111> 그 다음 반사방지막(4)과 차광막(3)을 식각하여 제거한 다음, 식각저지막(6)을 식각하여 제거한다(도 6c). 이때 식각저지막(6)에 의해 보호되어 그 하부에 형성된 반투과막(2)은 식각되지 않는다.
- <112> 그 다음 잔류하는 포토레지스트(5)를 제거하고, 세정을 실시하여 제 6실시예에 의한 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 6d).
- <113> 완성된 그레이톤 포토마스크는 소스/드레인 패턴을 제조하였으나, 본 실시예의 방법을 따르면 차광 패턴, 투과 패턴 및 반투과 패턴으로 구성되는 어떠한 형태의 패턴(예를 들면 패시베이션 패턴)도 상기의 방법으로 얼라인 문제 없이 제조가 가능하다.
- <114> (실시예 7)
- <115> 도 7a 내지 도 7b는 본 발명의 제 7실시예에 따른 블랭크 마스크 및 포토마스크와 그 제조방법을 도시한 단면도 및 평면도이다. 본 실시예에서는 제 6실시예와 달리 ITO의 식각저지막을 식각하지 않고 그레이톤 포토마스크를 제조하는 방법을 설명한다.
- <116> 도면을 참조하면, 먼저 투명기판(1) 위에 크롬 산화 산화 질화물(CrCON)의 반투과막(2)을 형성한 다음, 1차 포토레지스트(5)를 형성, 1차 노광, 현상, 반사방지막(4) 및 차광막(3) 식각, 잔류 포토레지스트(5) 스트립 및 세정하는 과정은 상기의 제 5실시예와 동일하다.
- <117> 그 다음 반투과막(2)이 패터닝된 마스크의 전면에 인듐 주석 산화물의 식각저지막(6)을 10nm 두께로 형성하였다. 본 실시예에서는 그레이톤 포토마스크 제조 과정에서 식각저지막(6)이 제거되지 않기 때문에 식각저지막(6)의 투과율이 350 내지 500nm의 노광과장에서 70% 이상이 되는 것이 바람직하다. 따라서 본 실시예의 식각저지막(6)은 제 5 실시예와 동일한 장치와 방법을 사용하였으나, 인듐 주석 타겟의 성분비, 불활성 가스인 아르곤 및 리액티브 가스인 질소 가스 및 산소 가스의 비율과 인가되는 전력을 적절히 조절하여 식각저지막(6)의 투과율을 조절하였으며, 두께를 10nm로 형성하여 투과율을 최대화하였다. 식각저지막(6)의 투과율 측정 결과 350 내지 500nm의 과장에서 85% 이상으로 측정되었다.
- <118> 그 다음 본 발명의 제 6실시예와 동일한 방법으로 차광막(3)과 반사방지막(4)을 형성한 다음, 2차 포토레지스트(5)를 형성하고, 2차 노광 및 현상한 다음, 차광막(3)과 반사방지막(4)을 식각하였다(도 7a).
- <119> 그 다음 제 6실시예와 달리 식각저지막(6)을 식각하지 않고 잔류하는 포토레지스트(5)를 제거하여 그레이톤 포토마스크를 완성하였다(도 7b). 도 7b의 평면도는 투과 패턴(200)과 반투과 패턴(202c)이 구별되지 않으나, 단면도를 참조하면 반투과 패턴(202c)은 반투과막(2)과 식각저지막(6)이 겹쳐진 부분이다. 완성된 그레이톤 포토마스크는 소스/드레인 패턴을 제조하였으나, 차광 패턴, 투과 패턴 및 반투과 패턴으로 구성되는 어떠한 형태의 패턴(예를 들면 패시베이션 패턴)도 상기의 방법으로 얼라인 문제 없이 제조가 가능하다. 완성된 그레이톤 포토마스크는 본 발명의 제 6실시예에 의한 그레이톤 포토마스크와 같은 효과가 있으며, 투과 패턴(200) 및 반투과 패턴(202)에 식각저지막(6)이 형성되어 있으나, 노광과장에서의 투과율이 매우 높기 때문에 상기의 그레이톤 포토마스크를 노광공정에 적용하는데 문제가 없었다.

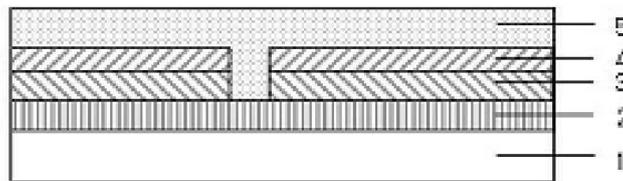
발명의 효과

- <120> 본 발명에 의하면, 투과율이 정밀하게 제어될 수 있고, 습식식각 공정이 가능하다는 효과가 있다.
- <121> 또한 그레이톤 블랭크 마스크 제조공정에서의 결함에 의한 불량품을 습식식각액에 의한 재사용이 가능하여 원가절감 및 수율을 향상시킬 수 있다.
- <122> 특히, 그레이톤 포토마스크의 셀프 얼라인이 가능하여 투과 패턴, 반투과 패턴 및 차광 패턴의 위치 정렬도가 정밀하게 제어되는 효과가 있다.

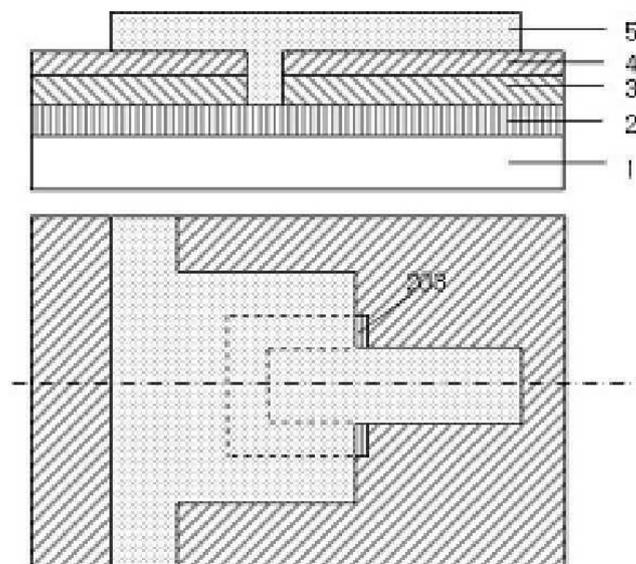
도면1b



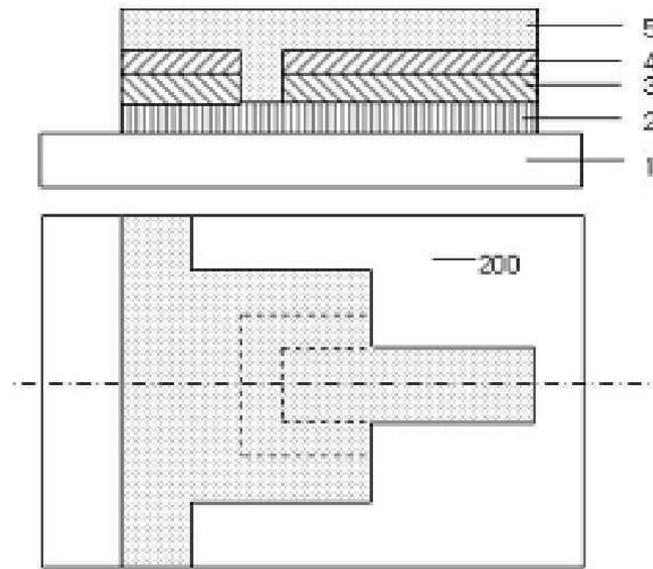
도면1c



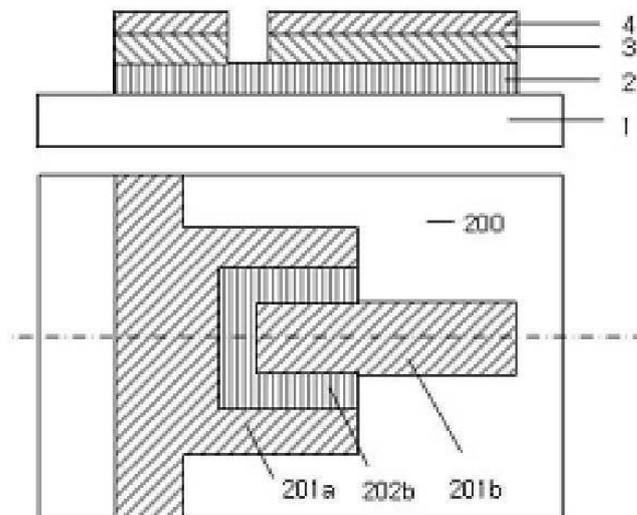
도면1d



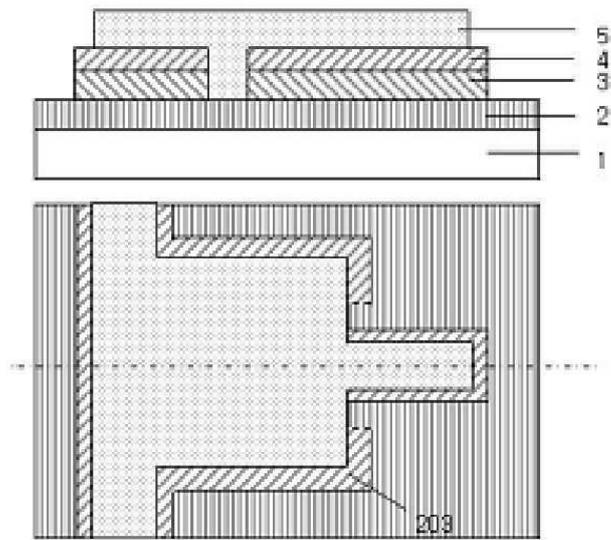
도면1e



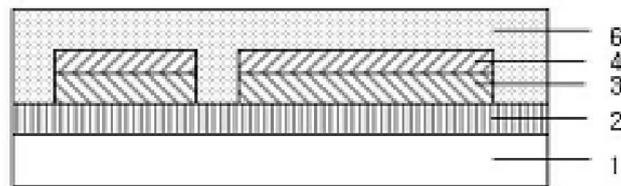
도면1f



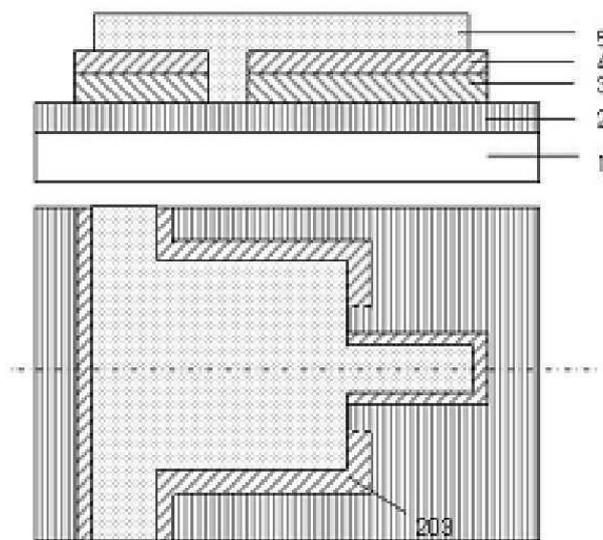
도면2a



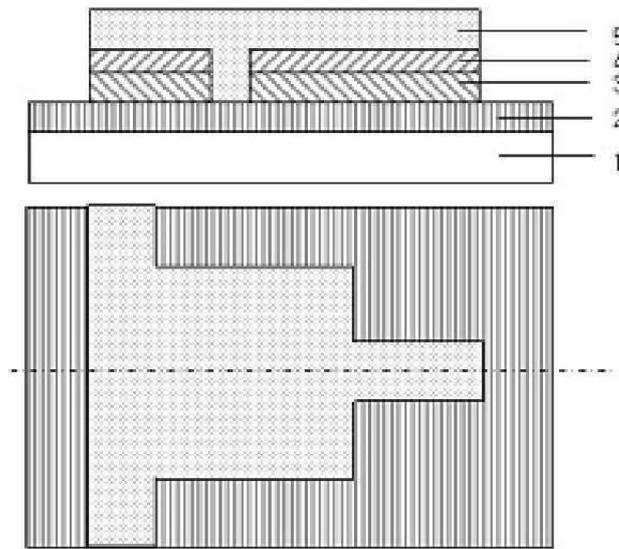
도면2b



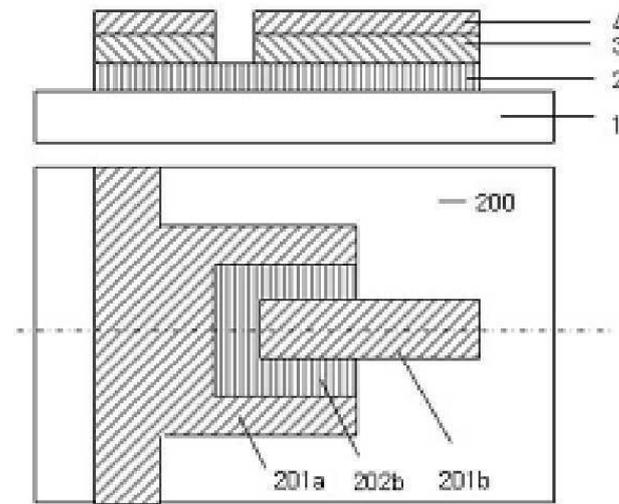
도면2c



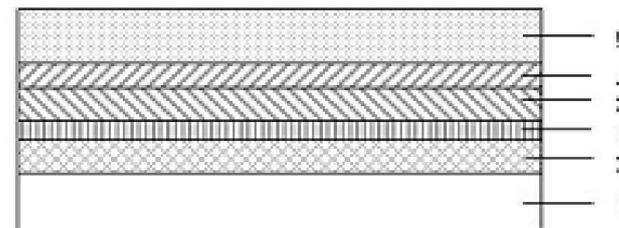
도면2d



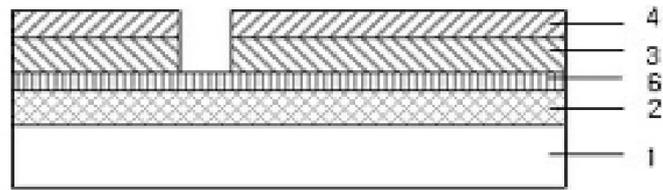
도면2e



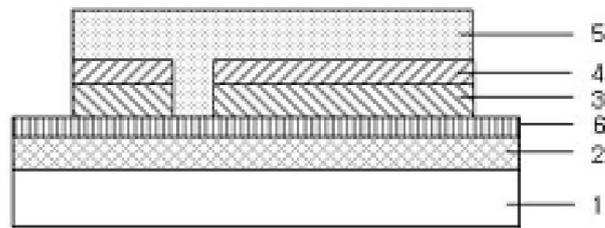
도면3a



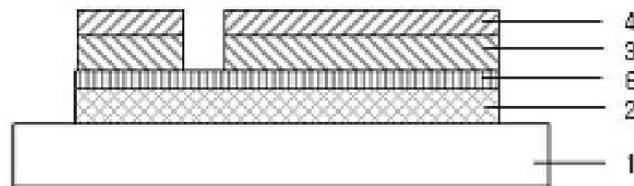
도면3b



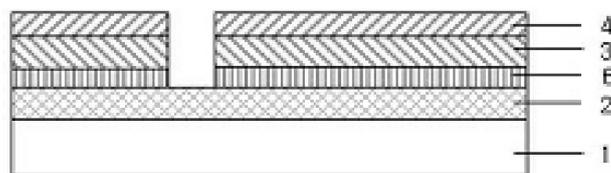
도면3c



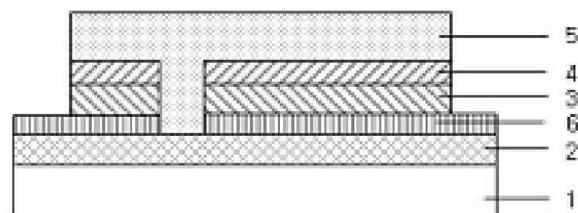
도면3d



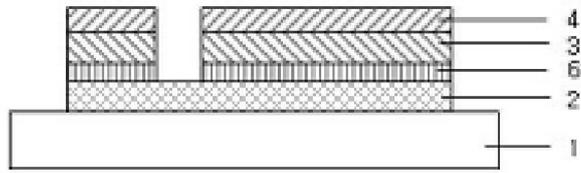
도면4a



도면4b



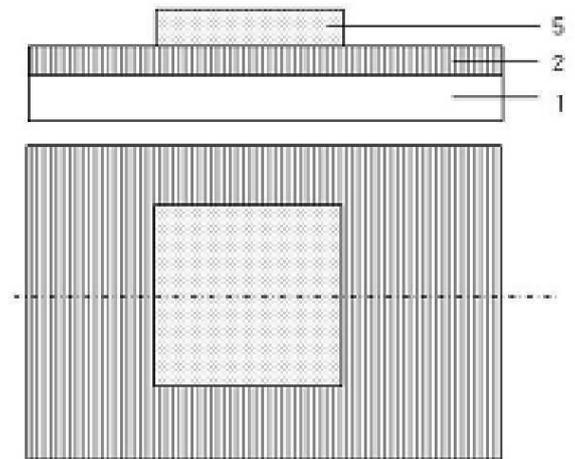
도면4c



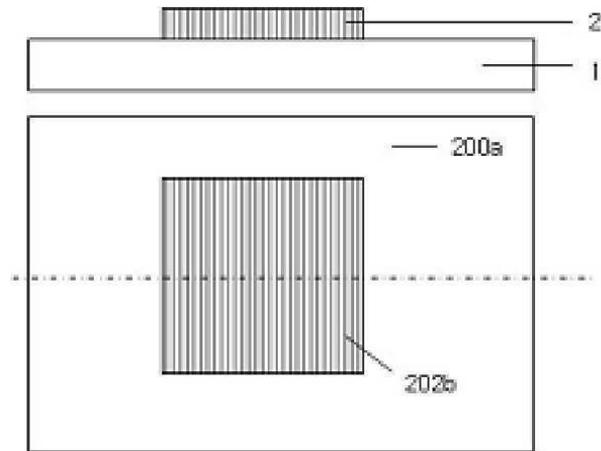
도면5a



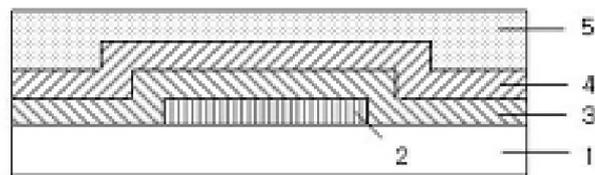
도면5b



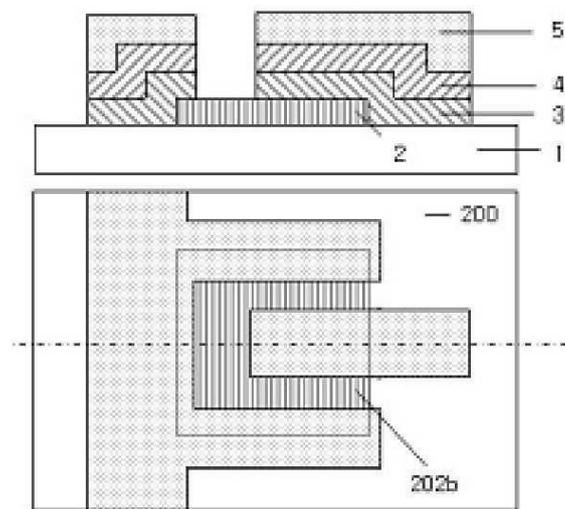
도면5c



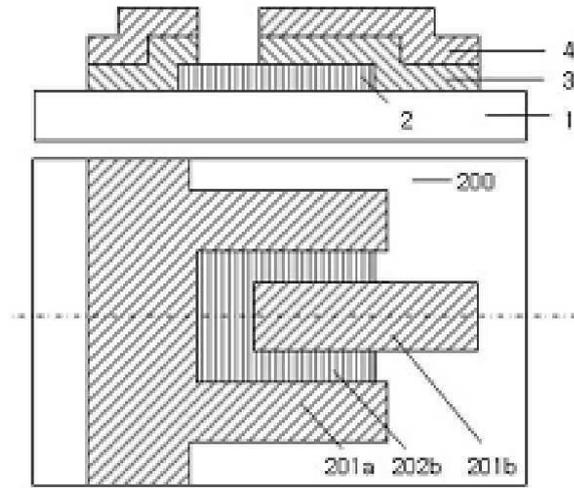
도면5d



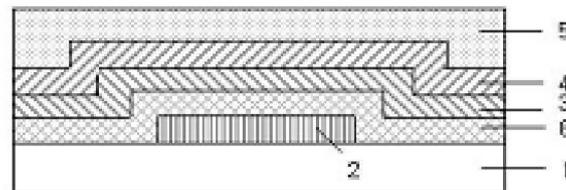
도면5e



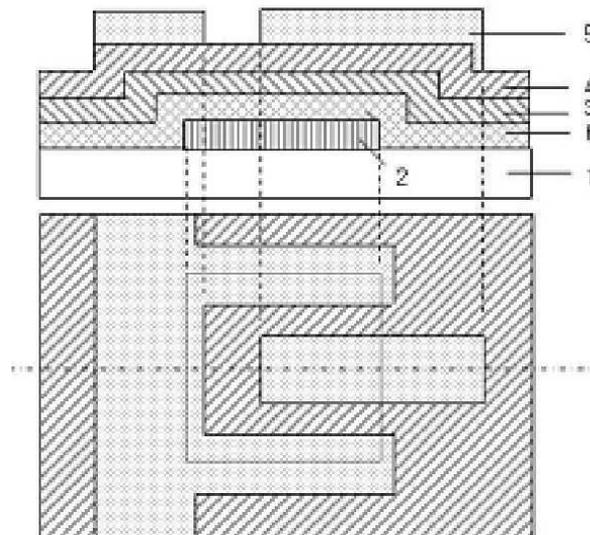
도면5f



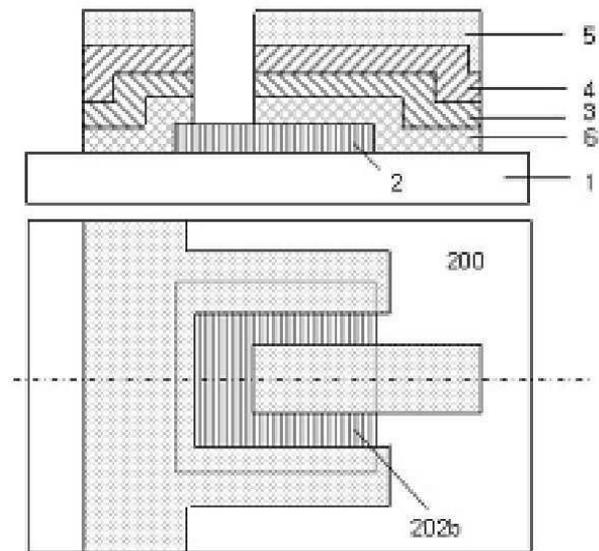
도면6a



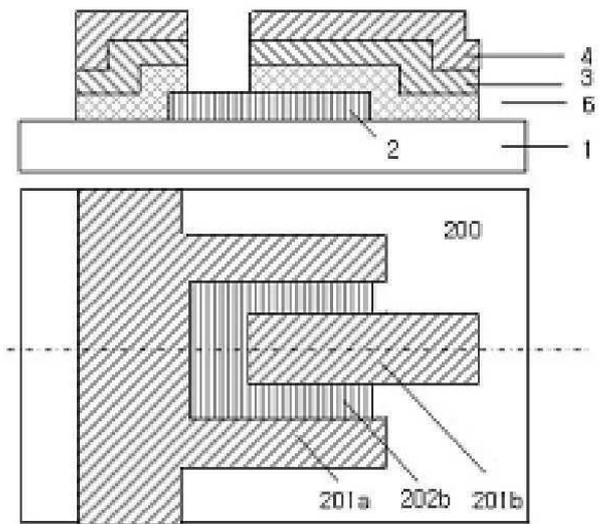
도면6b



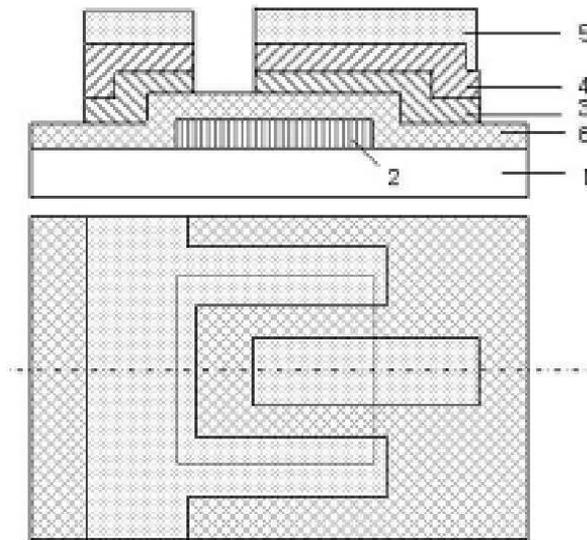
도면6c



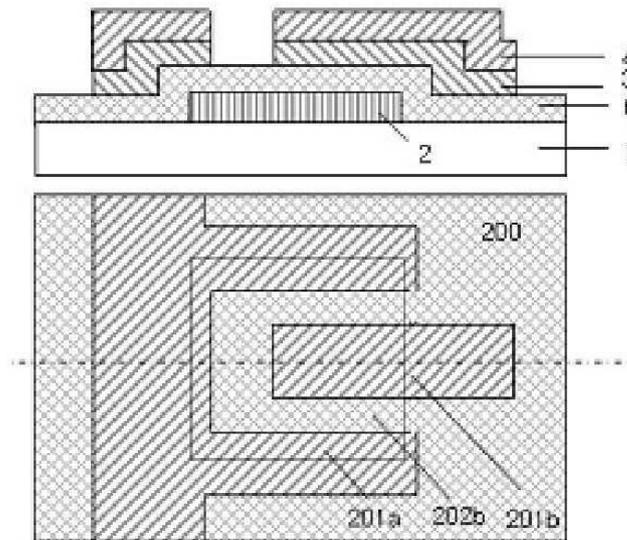
도면6d



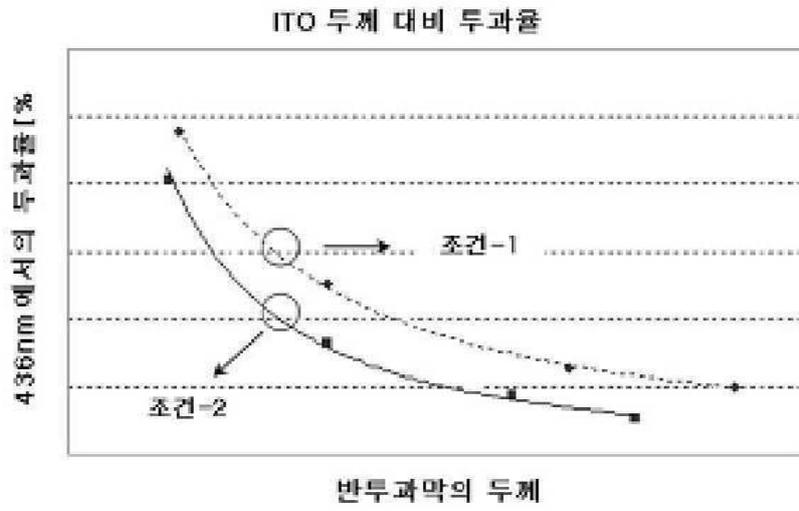
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

