



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월06일
(11) 등록번호 10-1171504
(24) 등록일자 2012년07월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-0048480
(22) 출원일자 2010년05월25일
심사청구일자 2010년05월25일
- (65) 공개번호 10-2010-0127718
(43) 공개일자 2010년12월06일
- (30) 우선권주장
JP-P-2009-127039 2009년05월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090009618 A*

KR1020090044513 A*

JP2002365784 A

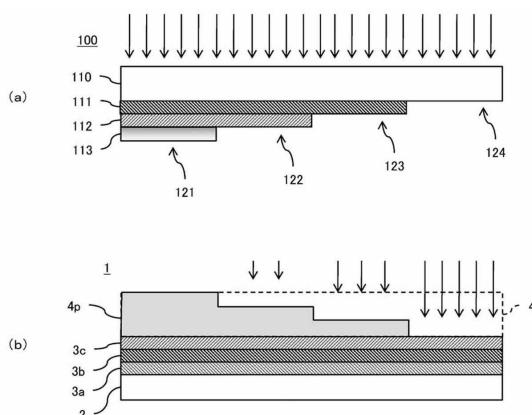
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 **다계조 포토마스크, 다계조 포토마스크의 제조 방법, 및 패턴 전사 방법****(57) 요약**

피전사체 상에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을 보다 정밀하게 제어한다. 투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크로서, 노광광에 대한 제1 반투광부의 투과율이, 노광광에 대한 제2 반투광부의 투과율보다도 작고, 제1 반투광부를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부를 투과하는 노광광의 강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다.

대 표 도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크로서,

상기 제1 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막이 형성되어 이루어지고, 상기 제2 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제2 반투광막이 형성되어 이루어지며,

노광광에 대한 상기 제1 반투광부의 투과율이, 상기 노광광에 대한 상기 제2 반투광부의 투과율보다도 작고,

상기 제1 반투광부와 상기 제2 반투광부가 인접하는 부분을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는

것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는 것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는 것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 반투광막과 상기 제2 반투광막은 서로 다른 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크.

청구항 7

투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크로서,

상기 제1 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막 및 제2 반투광막이 적층되어 이루어지고,

상기 제2 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 상기 제2 반투광막이 형성되어 이루어지고,

노광광에 대한 상기 제1 반투광부의 투과율이, 상기 노광광에 대한 상기 제2 반투광부의 투과율보다도 작고,

상기 제1 반투광부와 상기 제2 반투광부가 인접하는 부분을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는 것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전사 패턴은, 액정 표시 장치 제조용의 패턴인 것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크.

청구항 9

삭제

청구항 10

투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴을 형성하는 다계조 포토마스크의 제조 방법으로서,

상기 투명 기판 상에 제1 반투광막 및 차광막이 순서대로 적층되고, 상기 제1 반투광막 및 상기 차광막이 서로의 애칭에 대하여 내성을 갖는 포토마스크 블랭크를 준비하는 공정과,

상기 차광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 투명 기판 상 및 상기 차광막 상에 제2 반투광막을 형성하는 공정과,

상기 제2 반투광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제2 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 차광막을 에칭한 후, 상기 제1 반투광막을 에칭하고, 상기 제1 레지스트 패턴을 제거하는 공정과,

상기 제1 반투광부와 상기 제2 반투광부가 인접하는 부분을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광막 및 상기 제2 반투광막의 재질 및 막 두께를 선택하는

것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크의 제조 방법.

청구항 11

투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴을 형성하는 다계조 포토마스크의 제조 방법으로서,

상기 투명 기판 상에 차광막이 형성된 포토마스크 블랭크를 준비하는 공정과,

상기 차광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역을 덮는 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 차광막을 에칭한 후, 상기 제1 레지스트 패턴을 제거하는 공정과,

상기 투명 기판 상 및 상기 차광막 상에 제1 반투광막을 형성하는 공정과,

상기 제1 반투광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는

제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 제1 반투광막을 에칭한 후, 상기 제2 레지스트 패턴을 제거하는 공정과,

상기 투명 기판 상 및 상기 제1 반투광막 상에 제2 반투광막을 형성하는 공정과,

상기 제2 반투광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역, 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역, 및 상기 제2 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제3 레지스트 패턴을 형성하는 공정과,

상기 제3 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 제2 반투광막을 에칭한 후, 상기 제3 레지스트 패턴을 제거하고, 상기 차광부, 상기 투광부, 상기 제1 반투광부 및 상기 제2 반투광부를 형성하는 공정을 갖고,

상기 제1 반투광부와 상기 제2 반투광부가 인접하는 부분을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광막 및 상기 제2 반투광막의 채질 및 막 두께를 선택하는

것을 특징으로 하는 다계조 포토마스크의 제조 방법.

청구항 12

투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크를 통하여, 피전사체 상에 형성된 레지스트막에 노광광을 조사하여, 상기 피전사체 상에 다계조의 레지스트 패턴을 형성하는 패턴 전사 방법으로서,

상기 제1 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막이 형성되어 이루어지고, 상기 제2 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제2 반투광막이 형성되어 이루어지며,

상기 노광광에 대한 상기 제1 반투광부의 투과율이, 상기 노광광에 대한 상기 제2 반투광부의 투과율보다도 작고,

상기 제1 반투광부와 상기 제2 반투광부가 인접하는 부분을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차를 제어하는 것을 특징으로 하는 패턴 전사 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차를 제어하는 것을 특징으로 하는 패턴 전사 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차를 제어하는 것을 특징으로 하는 패턴 전사 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은, 액정 표시 장치 등의 플랫 패널 디스플레이(Flat Panel Display: 이하 FPD라고 부름) 등의 제조에 이

용되는 다계조 포토마스크, 다계조 포토마스크의 제조 방법, 및 패턴 전사 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 액정 표시 장치에 사용되는 TFT(박막 트랜지스터) 기판은, 투명 기판 상에 차광부 및 투광부로 이루어지는 전사 패턴이 형성된 포토마스크를 이용하여, 예를 들면 5회 ~ 6회의 포토리소그래피 공정을 거쳐 제조되어 왔다. 최근, 포토리소그래피 공정수를 줄임하기 위해서, 투명 기판 상에 차광부, 반투광부, 투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크가 이용되도록 되어 왔다. 또한, 본 출원인은, 투명 기판 상에 차광부, 반투광부, 제1 반투광부, 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크(4계조 이상의 마스크)를 이용하면, 예를 들면 3회 ~ 4회의 포토리소그래피 공정을 거쳐 TFT 기판을 제조하는 것이 가능하게 되는 것을 제안하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 일본 특개 2007-249198호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 전술한 다계조 포토마스크를 이용하여 피전사체 상에 레지스트 패턴을 형성한 경우, 레지스트 패턴의 단차 형상을 정밀하게 제어하는 것이 곤란한 경우가 있었다. 예를 들면, 투명 기판 상에 차광부, 투광부, 제1 반투광부, 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크를 이용하여 피전사체 상에 레지스트 패턴을 형성한 경우, 제1 반투광부와 제2 반투광부의 경계로 되는 부분에서, 레지스트의 단면 형상이 수직으로 형성되기 어렵게 되거나, 레지스트 패턴 상에 불필요한 요철이 형성되거나 하는 경우가 있었다. 그 결과, TFT의 제조 공정에서, 가공층의 에칭 정밀도가 열화되어 제조 수율 등이 악화되거나, 또는 가공 조건 설정에 대한 시간을 필요로 하는 경우가 있었다.

[0005] 본 발명은, 피전사체 상에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하는 것이 가능한 다계조 포토마스크, 및 그 다계조 포토마스크의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은, 피전사체 상에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하여, TFT 등의 제조 수율이나 제조 효율을 개선하는 것이 가능한 패턴 전사 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 제1 양태는, 투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크로서, 노광광에 대한 상기 제1 반투광부의 투과율이, 상기 노광광에 대한 상기 제2 반투광부의 투과율보다도 작고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는 다계조 포토마스크이다.

[0007] 본 발명의 제2 양태는, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는 제1 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

[0008] 본 발명의 제3 양태는, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어 있는 제1 또는 제2 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

[0009] 본 발명의 제4 양태는, 상기 제1 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막 및 제2 반투광막이 적층되어

이루어지고, 상기 제2 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 상기 제1 반투광막이 형성되어 이루어지는 제1 내지 제3 중 어느 하나의 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

- [0010] 본 발명의 제5 양태는, 상기 제1 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막이 형성되어 이루어지고, 상기 제2 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제2 반투광막이 형성되어 이루어지는 제1 내지 제3 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

[0011] 본 발명의 제6 양태는, 상기 제1 반투광막과 상기 제2 반투광막은 서로 다른 재료로 이루어지고, 상기 노광광에 대한 상기 제1 반투광막의 투과율은, 상기 노광광에 대한 상기 제2 반투광막의 투과율보다도 작은 제5 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

[0012] 본 발명의 제7 양태는, 상기 제1 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막 및 제2 반투광막이 적층되어 이루어지고, 상기 제2 반투광부는, 상기 투명 기판 상에 상기 제2 반투광막이 형성되어 이루어지는 제1 내지 제3 중 어느 하나의 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

[0013] 본 발명의 제8 양태는, 상기 전사 패턴은, 액정 표시 장치 제조용의 패턴인 제1 내지 제7 중 어느 하나의 양태에 기재된 다계조 포토마스크이다.

[0014] 본 발명의 제9 양태는, 투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴을 형성하는 다계조 포토마스크의 제조 방법으로서, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막, 제2 반투광막, 및 차광막이 순서대로 적층되고, 상기 제1 반투광막 및 상기 제2 반투광막이 서로의 에칭에 대하여 내성을 갖는 포토마스크 블랭크를 준비하는 공정과, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 차광막을 에칭한 후, 상기 제2 반투광막을 에칭하고, 상기 제1 레지스트 패턴을 제거하는 공정과, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제2 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 차광막 및 상기 제1 반투광막을 각각 에칭한 후, 상기 제2 레지스트 패턴을 제거하고, 상기 차광부, 상기 투광부, 상기 제1 반투광부 및 상기 제2 반투광부를 형성하는 공정을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어, 상기 제1 반투광부를 투과하는 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광막 및 상기 제2 반투광막의 재질 및 막 두께를 선택하는 다계조 포토마스크의 제조 방법이다.

[0015] 본 발명의 제10 양태는, 투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴을 형성하는 다계조 포토마스크의 제조 방법으로서, 상기 투명 기판 상에 제1 반투광막 및 차광막이 순서대로 적층되고, 상기 제1 반투광막 및 상기 차광막이 서로의 에칭에 대하여 내성을 갖는 포토마스크 블랭크를 준비하는 공정과, 상기 차광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 차광막을 에칭한 후, 상기 제1 반투광막을 에칭하고, 상기 제1 레지스트 패턴을 제거하는 공정과, 상기 투명 기판 상 및 상기 차광막 상에 제2 반투광막을 형성하는 공정과, 상기 제2 반투광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제2 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 제2 반투광막 및 상기 차광막을 에칭한 후, 상기 제2 레지스트 패턴을 제거하고, 상기 차광부, 상기 투광부, 상기 제1 반투광부 및 상기 제2 반투광부를 형성하는 공정을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 위상차가 제어되어, 상기 제1 반투광부를 투과하는 노광광과, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광막 및 상기 제2 반투광막의 재질 및 막 두께를 선택하는 다계조 포토마스크의 제조 방법이다.

[0016] 본 발명의 제11 양태는, 투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴을 형성하는 다계조 포토마스크의 제조 방법으로서, 상기 투명 기판 상에 차광막이 형성된 포토마스크 블랭크를 준비하는 공정과, 상기 차광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역을 덮는 제1 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제1 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 차광막을 에칭한 후, 상기 제1 레지스트 패턴을 제거하는 공정과, 노출된 상기 투명 기판 상 및 상기 차광막 상에 제1 반투광막을 형성하는 공정과, 상기 제1 반투광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역 및 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제2 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 제1 반투광막을 에칭한 후, 상기 제2 레지스트 패턴을 제거하는 공정과, 상기 투명 기판 상 및 상기 제1 반투광막 상에 제2 반투광막을 형성하는 공정과, 상기 제2 반투광막을 형성하는 공정과, 상기 투명 기판 상 및 상기 제1 반투광막 상에 제2 반투광막을 형성하는 공정과,

제2 반투광막 상에, 상기 차광부의 형성 예정 영역, 상기 제1 반투광부의 형성 예정 영역, 및 상기 제2 반투광부의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제3 레지스트 패턴을 형성하는 공정과, 상기 제3 레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 제2 반투광막을 에칭한 후, 상기 제3 레지스트 패턴을 제거하고, 상기 차광부, 상기 투광부, 상기 제1 반투광부 및 상기 제2 반투광부를 형성하는 공정을 갖고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광파의 위상차가 제어되어, 상기 제1 반투광부를 투과하는 노광광파, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광막 및 상기 제2 반투광막의 재질 및 막 두께를 선택하는 다계조 포토마스크의 제조 방법이다.

[0017] 본 발명의 제12 양태는, 투명 기판 상에, 차광부, 투광부, 제1 반투광부 및 제2 반투광부를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크를 통하여, 피전사체 상에 형성된 레지스트막에 노광광을 조사하여, 상기 피전사체 상에 다계조의 레지스트 패턴을 형성하는 패턴 전사 방법으로서, 상기 노광광에 대한 상기 제1 반투광부의 투과율이, 상기 노광광에 대한 상기 제2 반투광부의 투과율보다도 작고, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광파의 위상차를 제어하는 패턴 전사 방법이다.

[0018] 본 발명의 제13 양태는, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제1 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광파의 위상차를 제어하는 제12 양태에 기재된 패턴 전사 방법이다.

[0019] 본 발명의 제14 양태는, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 상기 제2 반투광부를 투과하는 상기 노광광파, 상기 투광부를 투과하는 상기 노광광파의 위상차를 제어하는 제12 또는 제13 양태에 기재된 패턴 전사 방법이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 피전사체 상에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하는 것이 가능한 다계조 포토마스크, 및 그 다계조 포토마스크의 제조 방법을 제공하는 것이 가능하게 된다. 또한, 본 발명에 따르면, 피전사체 상에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하여, TFT 등의 제조 수율이나 생산 효율을 개선하는 것이 가능한 패턴 전사 방법을 제공하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1의 (a)는 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 부분 단면도(모식도), (b)는 그 다계조 포토마스크를 이용한 패턴 전사 공정에 의해 피전사체 상에 형성되는 레지스트 패턴의 부분 단면도.

도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 제조 공정의 플로우를 예시하는 개략도.

도 3의 (a)는 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 부분 단면도(모식도), (b)는 그 다계조 포토마스크를 이용한 패턴 전사 공정에 의해 피전사체 상에 형성되는 레지스트 패턴의 부분 단면도(모식도).

도 4는 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 제조 공정의 플로우를 예시하는 개략도.

도 5의 (a)는 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 부분 단면도(모식도), (b)는 그 다계조 포토마스크를 이용한 패턴 전사 공정에 의해 피전사체 상에 형성되는 레지스트 패턴의 부분 단면도(모식도).

도 6은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 제조 공정의 플로우를 예시하는 개략도.

도 7은 본 발명의 제1~제3 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크를 이용한 패턴 전사 공정을 포함하는 TFT 기판의 제조 방법의 플로우도.

도 8은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 평면 확대도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] <본 발명의 제1 실시 형태>

- [0023] 이하에, 본 발명의 제1 실시 형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0024] 도 1의 (a)는, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)의 부분 단면도이고, 도 1의 (b)는, 다계조 포토마스크(100)에 의해 피전사체(1)에 형성되는 레지스트 패턴(4p)의 부분 단면도이다. 도 2는, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)의 제조 공정의 플로우를 예시하는 개략도이다. 도 7은, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)를 이용한 패턴 전사 공정을 포함하는 TFT 기판의 제조 방법의 플로우도이다.
- [0025] (1) 다계조 포토마스크의 구성
- [0026] 도 1의 (a)에 도시한 다계조 포토마스크(100)는, 예를 들면 액정 표시 장치(LCD)의 박막 트랜지스터(TFT)나 컬러 필터, 또는 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) 등을 제조하기 위해서 이용된다. 단, 도 1, 도 2는 포토마스크의 적층 구조를 예시하는 것이며, 실제의 패턴은, 이것과 동일하다고는 할 수 없다.
- [0027] 다계조 포토마스크(100)는, 그 다계조 포토마스크(100)의 사용 시에 노광광을 차광(광 투과율이 대략 0%)시키는 차광부(121)와, 노광광의 투과율을 20~50%(충분히 얇은 투광부의 투과율을 100%로 하였을 때. 이하 마찬가지임), 바람직하게는 30~40% 정도로 저감시키는 제1 반투광부(122)와, 노광광의 투과율을 30~60%, 바람직하게는 40~50% 정도로 저감시키는 제2 반투광부(123)와, 노광광을 100% 투과시키는 투광부(124)를 포함하는 전사 패턴을 구비하고 있다. 이와 같이, 노광광에 대한 제1 반투광부(122)의 투과율은, 노광광에 대한 제2 반투광부(123)의 투과율보다도 작게 구성되어 있다.
- [0028] 차광부(121)는, 글래스 기판 등의 투명 기판(110) 상에 반투광성의 제1 반투광막(111), 반투광성의 제2 반투광막(112), 및 차광막(113)이 모두 적층되어 이루어진다. 제1 반투광부(122)는, 투명 기판(110) 상에 순서대로 적층된 제1 반투광막(111) 및 제2 반투광막(112)에 의해 이루어진다. 제2 반투광부(123)는, 투명 기판(110) 상에 제1 반투광막(111)이 형성되어 이루어진다. 투광부(124)는, 투명 기판(110)의 표면이 노출되어 이루어진다. 또한, 제1 반투광막(111), 제2 반투광막(112), 및 차광막(113)이 패터닝되는 모습에 대해서는 후술한다. 또한, 실제의 패턴에서는, 제1 반투광부(122)와 제2 반투광부(123)가 인접하는 부분을 갖고, 및/또는 제2 반투광부(123)와 투광부(124)가 인접하는 부분을 갖고, 및/또는, 제1 반투광부(122)와 투광부(124)가 인접하는 부분을 가질 수 있다. 예를 들면, 도 8에 도시한 전사 패턴을 갖는 포토마스크에, 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0029] 투명 기판(110)은, 예를 들면 석영(SiO₂) 글래스나, SiO₂, Al₂O₃, B₂O₃, RO, R₂O 등을 함유하는 저팽창 글래스 등으로 이루어지는 평판으로서 구성되어 있다. 투명 기판(110)의 주면(표면 및 이면)은, 연마되거나 하여 평坦하게 또한 평활하게 구성되어 있다. 투명 기판(110)은, 예를 들면 1번이 300mm 이상인 사각형으로 할 수 있고, 예를 들면 1번이 2000~2400mm인 직사각형으로 할 수 있다. 투명 기판(110)의 두께는 예를 들면 3mm~20mm로 할 수 있다.
- [0030] 제1 반투광막(111)은, 크롬(Cr)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 질화 크롬(CrN), 산화 크롬(CrO), 산질화 크롬(CrON), 불화 크롬(CrF) 등으로 이루어진다. 제1 반투광막(111)은, 예를 들면 질산 제2세륨 암모늄((NH₄)₂Ce(NO₃)₆) 및 과염소산(HClO₄)을 함유하는 순수로 이루어지는 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 제1 반투광막(111)은, 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)에 대한 에칭 내성을 갖고, 후술하는 바와 같이 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 이용하여 제2 반투광막(112)을 에칭할 때의 에칭 스토퍼층으로서 기능한다.
- [0031] 제2 반투광막(112)은, 몰리브덴(Mo) 등의 금속 재료와 실리콘(Si)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 MoSi, MoSi₂, MoSiN, MoSiON, MoSiCON 등으로 이루어진다. 제2 반투광막(112)은, 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 제2 반투광막(112)은, 전술한 크롬용 에칭액에 대한 에칭 내성을 갖고, 후술하는 바와 같이 크롬용 에칭액을 이용하여 차광막(113)을 에칭할 때의 에칭 스토퍼층으로서 기능한다.
- [0032] 차광막(113)은, 실질적으로 크롬(Cr)으로 이루어진다. 또한, 차광막(113)의 표면에 Cr 화합물(CrO, CrC, CrN 등)을 적층하면, 차광막(113)의 표면에 반사 억제 기능을 갖게 할 수 있다. 차광막(113)은, 전술한 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다.
- [0033] 도 1의 (b)에, 다계조 포토마스크(100)를 이용한 패턴 전사 공정에 의해 피전사체(1)에 형성되는 레지스트 패턴(4p)의 부분 단면도를 예시한다. 레지스트 패턴(4p)은, 피전사체(1)에 형성된 포지티브형 레지스트막(4)에 다계조 포토마스크(100)를 통하여 노광광을 조사하고, 현상함으로써 형성된다. 피전사체(1)는, 기판(2)과, 기판(2) 상에 순서대로 적층된 금속 박막이나 절연층, 반도체층 등 임의의 피가공층(3a~3c)을 구비하고 있고, 포지

티브형 레지스트막(4)은 피가공층(3c) 상에 균일한 두께로 미리 형성되어 있는 것으로 한다. 또한, 피가공층(3b)은 피가공층(3c)의 예칭에 대하여 내성을 갖고, 피가공층(3a)는 피가공층(3b)의 예칭에 대하여 내성을 갖도록 구성될 수 있다.

[0034] 다계조 포토마스크(100)를 통하여 포지티브형 레지스트막(4)에 노광광을 조사하면, 차광부(121)에서는 노광광이 투과하지 않고, 또한, 제1 반투광부(122), 제2 반투광부(123), 투광부(124)의 순으로 노광광의 광량이 단계적으로 증가한다. 그리고, 포지티브형 레지스트막(4)은, 차광부(121), 제1 반투광부(122), 제2 반투광부(123)의 각각에 대응하는 영역에서 막 두께가 순서대로 얇아지고, 투광부(124)에 대응하는 영역에서 제거된다. 이와 같이 하여, 피전사체(1) 상에 막 두께가 단계적으로 상이한 레지스트 패턴(4p)이 형성된다.

[0035] 레지스트 패턴(4p)이 형성되었다면, 레지스트 패턴(4p)으로 덮어져 있지 않은 영역(투광부(124)에 대응하는 영역)에서 노출되어 있는 피가공층(3c ~ 3a)을 표면측으로부터 순차적으로 예칭하여 제거할(제1 예칭) 수 있다. 그리고, 레지스트 패턴(4p)을 애싱(감막)하여 가장 막 두께가 얇은 영역(제2 반투광부(123)에 대응하는 영역)을 제거하고, 새롭게 노출된 피가공층(3c, 3b)을 순차적으로 예칭하여 제거한다(제2 예칭). 그리고, 레지스트 패턴(4p)을 더 애싱(감막)하여 다음으로 막 두께가 얇은 영역(제1 반투광부(122)에 대응하는 영역)을 제거하고, 새롭게 노출된 피가공층(3c)을 예칭하여 제거한다(제3 예칭). 이와 같이, 막 두께가 단계적으로 상이한 레지스트 패턴(4p)을 이용함으로써, 종래의 포토마스크 3매분의 공정을 실시할 수 있어, 마스크 매수를 삭감할 수 있고, 포토리소그래피 공정을 간략화할 수 있다.

[0036] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)에서는, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광의 광강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 예를 들면, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 위상차가 소정량 이하인 것에 의해, 제1 반투광부(122), 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 투과율을 하회하는, 불필요한 암부를 형성하는 일이 없도록 구성되어 있다. 예를 들면, 여기서는 위상차가, 45° 이내로 되도록 제어되어 있다. 이와 같이 함으로써, 제1 반투광부(122)에 대응하는 영역과 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역의 경계 영역에서, 포지티브형 레지스트막(4)에 조사되는 노광광의 강도가, 제1 반투광부보다 작아지는 것을 방지할 수 있다. 이에 의해, 피가공층 상에서, 그 경계 영역에서의 레지스트 잔재를 억제하는 것이 가능하게 된다. 또한, 만약, 상기 간섭에 의한 광 강도가 제1 반투광부를 투과하는 노광광의 광 강도와 동등하게 되었을 때, 그 경계 부분에서는, 제1 반투광부의 일부가 약간 넓어지는 작용이 생기는 경우가 있지만, 이러한 경우라도, 예를 들면 액정 동작에는 영향을 주지 않는 피가공층의 가공이 가능하다. 이것은, 제1 반투광부(122)와 투광부(124)의 경계, 제2 반투광부(123)와 투광부(124)의 경계에서도 마찬가지이다.

[0037] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)에서는, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광의 강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 예를 들면, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 위상차가, 45° 이내로 되도록 제어되어 있다. 제1 반투광부(122)에 대응하는 영역과 투광부(124)에 대응하는 영역의 경계 영역에서, 포지티브형 레지스트막(4)에 조사되는 노광광의 강도를 이와 같이 제어함으로써, 그 경계 영역에서의 레지스트 잔재를 억제하여, 레지스트 패턴(4p)의 단차 형상에 불필요한 요철을 형성하지 않는 것이 가능하게 된다.

[0038] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)에서는, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광의 광강도 이상으로 되도록, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 예를 들면, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 위상차가, 45° 이내로 되도록 제어되어 있다. 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역과 투광부(124)에 대응하는 영역의 경계 영역에서, 포지티브형 레지스트막(4)에 조사되는 노광광의 광 강도를 이와 같이 제어함으로써, 그 경계 영역에서의 레지스트 잔재를 억제하여, 레지스트 패턴(4p)의 단차 형상에 불필요한 요철을 형성하지 않는 것이 가능하게 된다.

[0039] 또한, 상기에서, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율은, 제1 반투광막(111)의 재질 및 막 두께와, 제2 반투광막(112)의 재질 및 막 두께의 조합에 의해 설정된다. 또한, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율은, 제2 반투광막(112)의 재질 및 막 두께에 의해 설정된다.

[0040] (2) 다계조 포토마스크의 제조 방법

[0041] 계속해서, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)의 제조 방법에 대하여, 도 2를 참조하면서 설명한다.

[0042] (포토마스크 블랭크 준비 공정)

[0043] 우선, 도 2의 (a)에 예시한 바와 같이, 투명 기판(110) 상에 제1 반투광막(111), 제2 반투광막(112), 차광막(113)이 이 순서로 형성되고, 최상층에 제1 레지스트막(131)이 형성된 포토마스크 블랭크(100b)를 준비한다. 또한, 제1 레지스트막(131)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제1 레지스트막(131)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제1 레지스트막(131)은, 예를 들면 스펜 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.

[0044] (제1 패터닝 공정)

[0045] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여, 제1 레지스트막(131)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제1 레지스트막(131)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(121)의 형성 예정 영역 및 제1 반투광부(122)의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제1 레지스트 패턴(131p)을 형성한다. 제1 레지스트 패턴(131p)이 형성된 상태를 도 2의 (b)에 예시한다.

[0046] 다음으로, 형성된 제1 레지스트 패턴(131p)을 마스크로 하여 차광막(113)을 에칭함과 함께, 제1 레지스트 패턴(131p) 또는 잔류하고 있는 차광막(113)을 마스크로 하여 제2 반투광막(112)을 에칭하여, 제1 반투광막(111)을 부분적으로 노출시킨다. 그리고, 제1 레지스트 패턴(131p)을 박리 등 하여 제거한다. 또한, 잔류한 차광막(113)을 마스크로 하여 제2 반투광막(112)을 에칭할 때에는, 제1 레지스트 패턴(131p)을 미리 박리하고 나서 행하여도 된다. 차광막(113)의 에칭은, 전술한 크롬용 에칭액을, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 차광막(113)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다. 제2 반투광막(112)의 에칭은, 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 제2 반투광막(112)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다. 제1 레지스트 패턴(131p)은, 제1 레지스트 패턴(131p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다.

[0047] 그 후, 잔류하고 있는 차광막(113) 및 노출된 제1 반투광막(111)을 덮는 제2 레지스트막(132)을 형성한다. 제2 레지스트막(132)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제2 레지스트막(132)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제2 레지스트막(132)은, 예를 들면 스펜 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 제2 레지스트막(132)이 형성된 상태를 도 2의 (c)에 예시한다.

[0048] (제2 패터닝 공정)

[0049] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여 제2 레지스트막(132)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제2 레지스트막(132)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(121)의 형성 예정 영역 및 제2 반투광부(123)의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴(132p)을 형성한다. 제2 레지스트 패턴(132p)이 형성된 상태를 도 2의 (d)에 예시한다.

[0050] 다음으로, 형성된 제2 레지스트 패턴(132p)을 마스크로 하여 차광막(113) 및 제1 반투광막(111)을 에칭하여, 제2 반투광막(112) 및 투명 기판(110)을 부분적으로 노출시킨다. 차광막(113) 및 제1 반투광막(111)의 에칭은, 전술한 크롬용 에칭액을, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 차광막(113) 및 제1 반투광막(111)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다.

[0051] 그리고, 제2 레지스트 패턴(132p)을 박리 등 하여 제거하여, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)의 제조를 완료한다. 제2 레지스트 패턴(132p)은, 제2 레지스트 패턴(132p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다. 투명 기판(110) 상에 차광부(121), 투광부(124), 제1 반투광부(122) 및 제2 반투광부(123)를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크(100)의 부분 단면도를, 도 2의 (e)에 예시한다.

[0052] 또한, 포토마스크 블랭크(100b)를 준비할 때에는, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율이, 전술한 조건을 충족시키도록, 제1 반투광막(111)의 재질 및 막 두께, 및 제2 반투광막(112)의 재질 및 막 두께를 선택한다.

[0053] (3) TFT 기판의 제조 방법

[0054] 계속해서, 다계조 포토마스크(100)를 이용한 패턴 전사 공정을 포함하는 TFT 기판의 제조 방법에 대하여, 도 7

을 참조하면서 설명한다. 4계조 포토마스크로서 구성된 다계조 포토마스크(100)를 이용함으로써, TFT 기판은 이하의 제1~제3 마스크 프로세스를 거쳐 제조하는 것이 가능하게 된다.

[0055] (제1 마스크 프로세스)

우선, 도 7의 (a)에 도시한 바와 같이, 글래스 기판(10) 상에, 금속막으로서 구성된 게이트 전극막(20)을 형성 한다. 게이트 전극막(20)은, 예를 들면 스퍼터링이나 CVD(Chemical Vapor Deposition) 등의 방법을 이용하여 글래스 기판(10) 상에 금속 박막(도시 생략)을 성막한 후, 차광부와 투광부로 이루어지는 전사 패턴을 구비한 바이너리(2계조) 마스크를 이용한 포토리소그래피 공정을 실시하고, 상기 금속 박막을 패터닝함으로써 형성한다.

그리고, 도 7의 (b)에 도시한 바와 같이, 게이트 전극막(20) 상 및 글래스 기판(10)의 노출면 상에, 게이트 절연막(21), 수소화 아몰퍼스 실리콘막(22), 오믹 컨택트막(23), 금속 박막(24)을 순서대로 성막한다. 게이트 절연막(21), 수소화 아몰퍼스 실리콘막(22), 오믹 컨택트막(23)은 예를 들면 CVD에 의해 성막할 수 있고, 금속 박막(24)은 예를 들면 스퍼터링에 의해 성막할 수 있다.

[0058] (제2 마스크 프로세스)

다음으로, 금속 박막(24) 상에 균일한 두께로 포지티브형 레지스트막(도시 생략)을 형성한다. 그리고, 차광부, 투광부, 반투광부를 포함하는 다계조(3계조) 포토마스크를 이용하여, 상기 포지티브형 레지스트막에 노광광을 조사하고, 상기 포지티브형 레지스트막을 현상하여 패터닝한다. 그 결과, 도 7의 (c)에 도시한 바와 같이, 게이트 전극막(20)의 상방을 부분적으로 덮음과 함께, 차광부에 대응하는 영역에서는 상기 포지티브형 레지스트막의 막 두께가 두껍게, 반투광부에 대응하는 영역에서는 상기 포지티브형 레지스트막의 막 두께가 얇게 되도록 구성된 레지스트 패턴(31)이 형성된다. 또한, 투광부에 대응하는 영역(게이트 전극막(20)이 형성되어 있지 않은 영역)에서는, 상기 포지티브형 레지스트막이 제거되어 있어, 금속 박막(24)의 표면이 부분적으로 노출된 상태로 된다.

그리고, 레지스트 패턴(31)을 마스크로 하여, 노출되어 있는 금속 박막(24), 오믹 컨택트막(23), 수소화 아몰퍼스 실리콘막(22)을 표면측으로부터 순차적으로 에칭하여 제거하여, 게이트 절연막(21)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 에칭 완료 후의 상태를 도 7의 (c)에 예시한다.

그리고, 레지스트 패턴(31)을 애싱(감막)하여 막 두께가 얇은 영역(반투광부에 대응하는 영역)을 제거하여, 기초의 금속 박막(24)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 그리고, 새롭게 노출된 금속 박막(24), 오믹 컨택트막(23)을 표면측으로부터 순차적으로 에칭하여 제거한다. 에칭 완료 후의 상태를 도 7의 (d)에 예시한다.

그리고, 레지스트 패턴(31)을 박리 등 하여 제거하고, 노출되어 있는 게이트 절연막(21), 수소화 아몰퍼스 실리콘막(22), 오믹 컨택트막(23), 금속 박막(24)의 전체면을 덮도록, 예를 들면 질화실리콘(SiN_x) 등으로 이루어지는 패시베이션막(표면 보호막)(41)을 형성한다. 패시베이션막(41)은 예를 들면 CVD에 의해 성막할 수 있다. 패시베이션막(41)이 형성된 상태를 도 7의 (e)에 예시한다.

[0063] (제3 마스크 프로세스)

다음으로, 형성된 패시베이션막(41) 상에, 표면이 평탄면으로 되도록 포지티브형 레지스트막(도시 생략)을 형성 한다. 그리고, 차광부(121), 투광부(124), 제1 반투광부(122), 제2 반투광부(123)를 포함하는 본 실시 형태에 따른 다계조(4계조)포토마스크(100)를 이용하여, 상기 포지티브형 레지스트막에 노광광을 조사하고, 상기 포지티브형 레지스트막을 현상하여 패터닝한다. 여기서, 예를 들면 도 8에 도시한 패턴을 갖는 4계조 포토마스크를 적용할 수 있다. 그 결과, 도 7의 (g)에 도시한 바와 같이, 차광부(121), 제1 반투광부(122), 제2 반투광부(123)의 각각에 대응하는 영역에서, 상기 포지티브형 레지스트막의 막 두께가 순서대로 얇아지도록 구성된, 레지스트 패턴(32)이 형성된다. 또한, 투광부(124)에 대응하는 영역(후술하는 바와 같이 패시베이션막(41)을 에칭함으로써 컨택트홀(41h)를 형성하는 영역)에서는, 상기 포지티브형 레지스트막이 제거되어 있어, 패시베이션막(41)의 표면이 부분적으로 노출되어 있다. 여기서, 이용하는 4계조 포토마스크의 패턴의 단면 형상은 도 7의 (f)에 도시한 바와 같다. 평면에서 본 것을 도 8에 도시한다. 또한, 피가공체의 표면에 단자가 있기 때문에, 도포한 레지스트층의 표면이 평면이라도, 레지스트막 두께가 영역에 따라 상이하기 때문에, 도 7의 (f)에 도시한 바와 같이, 제1 반투광부(122)와 제2 반투광부(123)를 각각 배치하고, 패턴 형성 후의 레지스트막 두께가 원하는 값으로 되도록, 패턴 형성 전의 각 영역의 레지스트막 두께를 감안하여, 각 영역의 노광광의 투과광량을 서로 상위시킴으로써, 제1 반투광부(122)에 대응하는 레지스트 패턴(32)의 막 두께와, 제2 반투광부(123)에 대

응하는 레지스트 패턴(32)의 막 두께가 결과적으로 균일하게 되도록 형성하고 있다. 이와 같이 함으로써, 후 공정의 애싱 시에, 레지스트 잔재나, 피가공층에의 오버 에칭을 방지할 수 있다.

[0065] 그리고, 레지스트 패턴(32)을 마스크로 하여, 노출되어 있는 패시베이션막(41)을 에칭하여 제거하여, 컨택트홀(41h)를 형성한다. 컨택트홀(41h)이 형성된 상태를 도 7의 (g)에 예시한다.

[0066] 그리고, 레지스트 패턴(32)을 애싱하여 막 두께가 얇은 영역(제1 반투광부(122) 및 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역)을 제거하여, 기초의 패시베이션막(41)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 레지스트 패턴(32)을 애싱한 후의 상태를 도 7의 (h)에 예시한다.

[0067] 그리고, 형성된 컨택트홀(41h)의 내벽면 상, 노출시킨 패시베이션막(41)의 표면 상에, 예를 들면 ITO나 IZO로 이루어지는 투명 도전막(51)을 형성한다. 또한, 투명 도전막(51)은 레지스트 패턴(32)의 표면 상에도 형성된다. 투명 도전막(51)이 형성된 상태를 도 7의 (i)에 예시한다.

[0068] 그리고, 레지스트 패턴(32)을 박리 등(리프트오프)하여 제거하여, 본 실시 형태에 따른 TFT 기판이 제조된다. 레지스트 패턴(32)이 제거된 상태를 도 7의 (j)에 예시한다. 예를 들면 상기에서, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 사이의 위상차가 과대하게 크면, 그 경계 부분의 피전사체 상에 레지스트의 볼록부가 생겨, 애싱을 행하여도 레지스트가 잔류하게 된다. 이 잔류 레지스트 상에, 다음 공정의 투명 도전막(51)이 형성되게 되고, 또한 후 공정의 리프트오프의 과정에서 레지스트와 함께 투명 도전막이 제거되게 된다. 이와 같은 과정을 거쳐 제조된 TFT는, 정상적인 동작을 행할 수 없다. 본 실시 형태에 따르면, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 위상차를 소정량 이하로 하는 것에 의해, 그 경계 부분의 피전사체 상에 레지스트의 볼록부가 생기지 않도록 하여, 애싱 후의 레지스트의 잔류를 억제하고 있다.

[0069] (4) 본 실시 형태에 따른 효과

본 실시 형태에 따르면, 이하에 기재하는 하나 또는 복수의 효과를 발휘한다.

[0070] 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)에서는, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 제1 반투광부(122)에 대응하는 영역과 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역의 경계 영역에서, 포지티브형 레지스트막(4)에 조사되는 노광광의 강도를 이와 같이 제어함으로써, 그 경계 영역에서의 피전사체 상의 레지스트 잔재를 억제하여, 피전사체에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상에 불필요한 요철을 형성하지 않아, 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하는 것이 가능하게 된다.

[0071] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)에서는, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부(122)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 제1 반투광부(122)에 대응하는 영역과 투광부(124)에 대응하는 영역의 경계 영역에서, 포지티브형 레지스트막(4)에 조사되는 노광광의 강도를 이와 같이 제어함으로써, 그 경계 영역에서의 레지스트 잔재를 억제하여, 피전사체에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을, 설계값대로의 수직 단면에 가깝게 하여, 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하는 것이 가능하게 된다.

[0072] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)에서는, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광의 강도 이상으로 되도록, 제2 반투광부(123)를 투과하는 노광광과, 투광부(124)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역과 투광부(124)에 대응하는 영역의 경계 영역에서, 포지티브형 레지스트막(4)에 조사되는 노광광의 광 강도를 이와 같이 제어함으로써, 그 경계 영역에서의 레지스트 잔재를 억제하여, 피전사체에 형성하는 레지스트 패턴의 단차 형상을, 설계값대로의 수직 단면에 가깝게 하여, 단차 형상을 보다 정밀하게 제어하는 것이 가능하게 된다.

[0073] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(100)를 이용한 패턴 전사 공정을 포함하는 TFT 기판의 제조 방법에서는, 제1 반투광부(122)에 대응하는 영역과 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역의 경계 영역, 제1 반투광부(122)에 대응하는 영역과 투광부(124)에 대응하는 영역의 경계 영역, 및 제2 반투광부(123)에 대응하는 영역과 투광부(124)에 대응하는 영역의 경계 영역 중 어느 것에서도, 그 경계 영역에서의 레지스트 잔재가 억제되어, 레지스트 패턴(32)의 단차 형상에 불필요한 요철을 형성하지 않을 수 있다. 이에 의해, TFT 등의 반도체 장치

의 품질을 향상시켜, 제조 수율을 개선시킬 수 있다. 예를 들면, 전술한 TFT 기판의 제조 방법에서는, 컨택트 홀(41h) 내의 레지스트 잔재나, 레지스트 패턴(32)을 애성하였을 때의 레지스트 잔재의 발생을 억제할 수 있어, 레지스트 잔재에 기인하는 컨택트홀(41h)에서의 접촉 불량이나 투명 도전막(51)의 막 벗겨짐을 회피할 수 있다.

[0075] <본 발명의 제2 실시 형태>

[0076] 이하에, 본 발명의 제2 실시 형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

[0077] 도 3의 (a)는, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)의 부분 단면도이고, 도 3의 (b)는, 그 다계조 포토마스크(200)에 의해 피전사체(1)에 형성되는 레지스트 패턴(4p)의 부분 단면도이다. 도 4는, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)의 제조 공정의 플로우를 예시하는 개략도이다.

[0078] (1) 포토마스크의 구성

[0079] 도 3의 (a)에 도시한 다계조 포토마스크(200)는, 그 다계조 포토마스크(200)의 사용 시에 노광광을 차광(광 투과율이 대략 0%)시키는 차광부(221)와, 노광광의 투과율을 20 ~ 50%, 바람직하게는 30 ~ 40% 정도로 저감시키는 제1 반투광부(222)와, 노광광의 투과율을 30 ~ 60%, 바람직하게는 40 ~ 50% 정도로 저감시키는 제2 반투광부(223)와, 노광광을 대략 100% 투과시키는 투광부(224)를 포함하는 전사 패턴을 구비하고 있다. 이와 같이, 노광광에 대한 제1 반투광부(222)의 투과율은, 노광광에 대한 제2 반투광부(223)의 투과율보다도 작게 구성되어 있다.

[0080] 차광부(221)는, 클래스 기판 등의 투명 기판(210) 상에 순서대로 반투광성의 제1 반투광막(211), 차광막(213), 및 반투광성의 제2 반투광막(212)이 적층되어 이루어진다. 제1 반투광부(222)는, 투명 기판(210) 상에 형성된 제1 반투광막(211)이 패터닝되어 이루어진다. 제2 반투광부(223)는, 투명 기판(210) 상에 제2 반투광막(212)이 형성되어 이루어진다. 투광부(224)는, 투명 기판(210)의 표면이 노출되어 이루어진다. 또한, 제1 반투광막(211), 차광막(213), 및 제2 반투광막(212)이 패터닝되는 모습에 대해서는 후술한다.

[0081] 투명 기판(210)은, 전술한 실시 형태와 마찬가지로 구성되어 있다.

[0082] 제1 반투광막(211)은, 몰리브덴(Mo) 등의 금속 재료와 실리콘(Si)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 MoSi, MoSi₂, MoSiN, MoSiON, MoSiCON 등으로 이루어진다. 제1 반투광막(211)은, 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 제1 반투광막(211)은, 후술하는 바와 같이, 전술한 크롬용 에칭액을 이용하여 제2 반투광막(212), 차광막(213)을 에칭 할 때의 에칭 스토퍼층으로서 기능한다.

[0083] 차광막(213)은, 실질적으로 크롬(Cr)으로 이루어진다. 또한, 차광막(213)의 표면에 Cr 화합물(CrO, CrC, CrN 등)을 적층하면, 차광막(213)의 표면에 반사 억제 기능을 갖게 할 수 있다. 차광막(213)은, 전술한 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다.

[0084] 제2 반투광막(212)은, 크롬(Cr)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 질화 크롬(CrN), 산화 크롬(CrO), 산질화 크롬(CrON), 불화 크롬(CrF) 등으로 이루어진다. 제2 반투광막(212)은, 전술한 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다.

[0085] 도 3의 (b)에, 다계조 포토마스크(200)에 의해 피전사체(1)에 형성되는 레지스트 패턴(4p)의 부분 단면도를 예시한다. 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)를 이용하여도, 전술한 실시 형태와 마찬가지로, 피전사체(1) 상에 막 두께가 단계적으로 상이한 레지스트 패턴(4p)을 형성할 수 있다.

[0086] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)에서는, 전술한 실시 형태와 마찬가지로, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광과, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 또한, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광과, 투광부(224)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광과, 투광부(224)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 또한, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광과, 투광부(224)를 투과하는 노광광과의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광과, 투광부(224)를 투과하는 노광광과의 위상차가 제어되어 있다. 이에 의해, 제1 반투광부(222)에 대응하는 영역, 제2 반투광부(223)에 대응하는 영역, 투광부(224)에 대응하는 영역 중 어느 것에서도, 그 영역의 경계 부근에서의 레지스트 잔재를 억제하여, 레지스트 패턴(4p)의 단차 형상에 불필요한 요철이 생기

지 않게 하는 것이 가능하게 된다.

[0087] 또한, 상기에서, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율은, 제1 반투광막(211)의 재질 및 막 두께에 의해 설정된다. 또한, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율은, 제2 반투광막(212)의 재질 및 막 두께에 의해 설정된다.

[0088] (2) 다계조 포토마스크의 제조 방법

[0089] 계속해서, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)의 제조 방법에 대하여, 도 4를 참조하면서 설명한다.

[0090] (포토마스크 블랭크 준비 공정)

[0091] 우선, 도 4의 (a)에 예시한 바와 같이, 투명 기판(210) 상에 제1 반투광막(211), 차광막(213)이 순서대로 적층되고, 최상층에 제1 레지스트막(231)이 형성된 포토마스크 블랭크(200b)를 준비한다. 또한, 제1 레지스트막(231)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제1 레지스트막(231)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제1 레지스트막(231)은, 예를 들면 스판 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.

[0092] (제1 패터닝 공정)

[0093] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여, 제1 레지스트막(231)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제1 레지스트막(231)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(221)의 형성 예정 영역 및 제1 반투광부(222)의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제1 레지스트 패턴(231p)을 형성한다. 제1 레지스트 패턴(231p)이 형성된 상태를 도 4의 (b)에 예시한다.

[0094] 다음으로, 형성된 제1 레지스트 패턴(231p)을 마스크로 하여 차광막(213)을 에칭함과 함께, 제1 레지스트 패턴(231p) 또는 잔류하고 있는 차광막(213)을 마스크로 하여 제1 반투광막(211)을 에칭하여, 투명 기판(210)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 그리고, 제1 레지스트 패턴(231p)을 박리 등 하여 제거한다. 또한, 잔류한 차광막(213)을 마스크로 하여 제1 반투광막(211)을 에칭할 때에는, 제1 레지스트 패턴(231p)을 미리 박리하고 나서 행하여도 된다. 차광막(213)의 에칭은, 전술한 크롬용 에칭액을, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 차광막(213)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다. 제1 반투광막(211)의 에칭은, 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 제2 반투광막(212)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다. 제1 레지스트 패턴(231p)은, 제1 레지스트 패턴(231p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다. 에칭 완료 후의 상태를 도 4의 (c)에 예시한다.

[0095] (제2 반투광막 형성 공정)

[0096] 그 후, 잔류하고 있는 차광막(213) 및 노출된 투명 기판(210)을 각각 덮도록 제2 반투광막(212)을 형성한다. 제2 반투광막(212)의 형성은, 예를 들면 스퍼터링에 의해 행할 수 있다. 그 후, 형성된 제2 반투광막(212)을 덮도록 제2 레지스트막(232)을 형성한다. 제2 레지스트막(232)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제2 레지스트막(232)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제2 레지스트막(232)은, 예를 들면 스판 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 제2 반투광막(212) 및 제2 레지스트막(232)이 형성된 상태를 도 4의 (d)에 예시한다.

[0097] (제2 패터닝 공정)

[0098] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여 제2 레지스트막(232)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제2 레지스트막(232)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(221)의 형성 예정 영역 및 제2 반투광부(223)의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴(232p)을 형성한다. 제2 레지스트 패턴(232p)이 형성된 상태를 도 4의 (e)에 예시한다.

[0099] 그리고, 형성된 제2 레지스트 패턴(232p)을 마스크로 하여 제2 반투광막(212) 및 차광막(213)을 에칭하여 제1 반투광막(211)을 부분적으로 노출시킴과 함께, 형성된 제2 레지스트 패턴(232p)을 마스크로 하여 제2 반투광막(212)을 에칭하여 투명 기판(210)을 부분적으로 노출시킨다. 차광막(213) 및 제2 반투광막(212)의 에칭은, 전술한 크롬용 에칭액을, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 차광막(213) 및 제2 반투광막(212)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다. 또한, 이 때, 제1 반투광막(211)은 에칭 스토퍼총으로서 기능한다.

[0100] 그리고, 제2 레지스트 패턴(232p)을 박리 등 하여 제거하여, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)의 제조를 완료한다. 제2 레지스트 패턴(232p)은, 제2 레지스트 패턴(232p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다.

투명 기판(210) 상에 차광부(221), 투광부(224), 제1 반투광부(222) 및 제2 반투광부(223)를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크(200)의 부분 단면도를 도 4의 (f)에 예시한다.

[0101] 또한, 포토마스크 블랭크(200b)를 준비할 때에는, 제1 반투광부(222)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율, 제2 반투광부(223)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율이, 전술한 조건을 충족시키도록, 제1 반투광막(211)의 재질 및 막 두께, 및 제2 반투광막(212)의 재질 및 막 두께를 선택한다.

[0102] 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)를 이용하여도, 전술한 TFT 기판의 제조 방법을 실시할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(200)에 의해서도, 전술한 효과와 마찬가지의 효과를 발휘한다.

[0103] <본 발명의 제3 실시 형태>

[0104] 이하에, 본 발명의 제3 실시 형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

[0105] 도 5의 (a)는, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)의 부분 단면도이고, 도 5의 (b)는, 그 다계조 포토마스크(300)에 의해 피전사체(1)에 형성되는 레지스트 패턴의 부분 단면도이다. 도 6은, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크의 제조 공정의 플로우를 예시하는 개략도이다.

[0106] (1) 포토마스크의 구성

[0107] 도 5의 (a)에 도시한 다계조 포토마스크(300)는, 그 다계조 포토마스크(300)의 사용 시에 노광광을 차광(광 투과율이 대략 0%)시키는 차광부(321)와, 노광광의 투과율을 20 ~ 50%, 바람직하게는 30 ~ 40% 정도로 저감시키는 제1 반투광부(322)와, 노광광의 투과율을 30 ~ 60%, 바람직하게는 40 ~ 50% 정도로 저감시키는 제2 반투광부(323)와, 노광광을 대략 100% 투과시키는 투광부(324)를 포함하는 전사 패턴을 구비하고 있다. 이와 같이, 노광광에 대한 제1 반투광부(322)의 투과율은, 노광광에 대한 제2 반투광부(323)의 투과율보다도 작게 구성되어 있다.

[0108] 차광부(321)는, 글래스 기판 등의 투명 기판(310) 상에 차광막(313), 반투광성의 제1 반투광막(311), 및 반투광성의 제2 반투광막(312)이 적층되어 이루어진다. 제1 반투광부(322)는, 투명 기판(310) 상에 제1 반투광막(311) 및 제2 반투광막(312)이 적층되어 이루어진다. 제2 반투광부(323)는, 투명 기판(310) 상에 제2 반투광막(312)이 형성되어 이루어진다. 투광부(324)는, 투명 기판(310)의 표면이 노출되어 이루어진다. 또한, 제1 반투광막(311), 차광막(313), 및 제2 반투광막(312)이 패터닝되는 모습에 대해서는 후술한다.

[0109] 투명 기판(310)은, 전술한 실시 형태와 마찬가지로 구성되어 있다.

[0110] 제1 반투광막(311)은, 몰리브덴(Mo) 등의 금속 재료와 실리콘(Si)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 MoSi, MoSi₂, MoSiN, MoSiON, MoSiCON 등으로 이루어진다. 제1 반투광막(311)은, 전술한 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 제1 반투광막(311)은, 크롬(Cr)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 질화 크롬(CrN), 산화 크롬(CrO), 산질화 크롬(CrON), 불화 크롬(CrF) 등으로 구성되어 있어도 된다. 이러한 경우, 제1 반투광막(311)은, 전술한 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다.

[0111] 차광막(313)은, 실질적으로 크롬(Cr)으로 이루어진다. 또한, 차광막(213)의 표면에 Cr 화합물(CrO, CrC, CrN 등)을 적층하면, 차광막(213)의 표면에 반사 억제 기능을 갖게 할 수 있다. 차광막(213)은, 전술한 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다.

[0112] 제2 반투광막(312)은, 크롬(Cr)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 질화 크롬(CrN), 산화 크롬(CrO), 산질화 크롬(CrON), 불화 크롬(CrF) 등으로 이루어진다. 제2 반투광막(312)은, 크롬용 에칭액을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 제2 반투광막(312)은, 몰리브덴(Mo) 등의 금속 재료와 실리콘(Si)을 함유하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 MoSi, MoSi₂, MoSiN, MoSiON, MoSiCON 등으로 구성되어 있어도 된다. 이러한 경우, 제2 반투광막(312)은, 전술한 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을 이용하여 에칭 가능하도록 구성되어 있다.

[0113] 도 5의 (b)에, 다계조 포토마스크(300)에 의해 피전사체(1)에 형성되는 레지스트 패턴(4p)의 부분 단면도를 예시한다. 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)를 이용하여도, 전술한 실시 형태와 마찬가지로, 피전사체(1) 상에 막 두께가 단계적으로 상이한 레지스트 패턴(4p)을 형성할 수 있다.

[0114] 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)에서는, 전술한 실시 형태와 마찬가지로, 제1 반투광부(32

2)를 투과하는 노광광파, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(322)를 투과하는 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 제1 반투광부(322)를 투과하는 노광광파, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광파의 위상차가 제어되어 있다. 또한, 제1 반투광부(322)를 투과하는 노광광파, 투광부(324)를 투과하는 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제1 반투광부(322)를 투과하는 노광광파, 투광부(324)를 투과하는 노광광파의 위상차가 제어되어 있다. 또한, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광파, 투광부(324)를 투과하는 노광광파의 간섭에 의해 형성되는 광 강도가, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광의 광 강도 이상으로 되도록, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광파, 투광부(324)를 투과하는 노광광파의 위상차가 제어되어 있다. 이에 의해, 제1 반투광부(322)에 대응하는 영역, 제2 반투광부(323)에 대응하는 영역, 투광부(324)에 대응하는 영역 중 어느 것에서도, 그 영역의 경계 부근에서의 레지스트 잔재를 억제하여, 레지스트 패턴(4p)의 단자 형상에 불필요한 요철을 형성하지 않는 것이 가능하게 된다.

[0115] 또한, 상기에서, 제1 반투광부(322)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율은, 제1 반투광막(311)의 재질 및 막 두께에 의해 설정된다. 또한, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율은, 제2 반투광막(312)의 재질 및 막 두께에 의해 설정된다.

[0116] (2) 포토마스크의 제조 방법

[0117] 계속해서, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)의 제조 방법에 대하여, 도 6을 참조하면서 설명한다.

[0118] (포토마스크 블랭크 준비 공정)

[0119] 우선, 도 6의 (a)에 예시한 바와 같이, 투명 기판(310) 상에 차광막(313)이 형성되고, 최상층에 제1 레지스트막(331)이 형성된 포토마스크 블랭크(300b)를 준비한다. 또한, 제1 레지스트막(331)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제1 레지스트막(331)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제1 레지스트막(331)은, 예를 들면 스펀 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.

[0120] (제1 패터닝 공정)

[0121] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여, 제1 레지스트막(331)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제1 레지스트막(331)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(321)의 형성 예정 영역을 덮는 제1 레지스트 패턴(331p)을 형성한다. 제1 레지스트 패턴(331p)이 형성된 상태를 도 6의 (b)에 예시한다.

[0122] 다음으로, 형성된 제1 레지스트 패턴(331p)을 마스크로 하여 차광막(313)을 에칭하여, 투명 기판(310)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 그리고, 제1 레지스트 패턴(331p)을 박리 등 하여 제거한다. 차광막(313)의 에칭은, 전술한 크롬용 에칭액을, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 차광막(313)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다. 제1 레지스트 패턴(331p)은, 제1 레지스트 패턴(331p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다.

[0123] (제2 패터닝 공정)

[0124] 그 후, 잔류하고 있는 차광막(313) 및 노출된 투명 기판(310)을 각각 덮도록 제1 반투광막(311)을 형성한다. 제1 반투광막(311)의 형성은, 예를 들면 스퍼터링에 의해 행할 수 있다. 그 후, 형성된 제1 반투광막(311)을 덮도록 제2 레지스트막(332)을 형성한다. 제2 레지스트막(332)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제2 레지스트막(332)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제2 레지스트막(332)은, 예를 들면 스펀 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 제1 반투광막(311) 및 제2 레지스트막(332)이 형성된 상태를 도 6의 (c)에 예시한다.

[0125] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여 제2 레지스트막(332)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제2 레지스트막(332)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(321)의 형성 예정 영역 및 제1 반투광부(322)의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제2 레지스트 패턴(332p)을 형성한다. 제2 레지스트 패턴(332p)이 형성된 상태를 도 6의 (d)에 예시한다.

[0126] 그리고, 형성된 제2 레지스트 패턴(332p)을 마스크로 하여 제1 반투광막(311)을 에칭하여 투명 기판(310)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 그리고, 제2 레지스트 패턴(332p)을 박리 등 하여 제거한다. 제1 반투광막(311)의 에칭은, 전술한 불소(F)계의 에칭액(또는 에칭 가스)을, 제1 반투광막(311)에 공급함으로써 행하는 것이

가능하다. 제2 레지스트 패턴(332p)은, 제2 레지스트 패턴(332p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다.

[0127] (제3 패터닝 공정)

그 후, 잔류하고 있는 제1 반투광막(311), 및 노출된 투명 기판(310)을 각각 덮도록 제2 반투광막(312)을 형성한다. 제2 반투광막(312)의 형성은, 예를 들면 스퍼터링에 의해 행할 수 있다. 그 후, 형성된 제2 반투광막(312)을 덮도록 제3 레지스트막(333)을 형성한다. 제3 레지스트막(333)은, 포지티브형 포토레지스트 재료 혹은 네가티브형 포토레지스트 재료에 의해 구성하는 것이 가능하다. 이하의 설명에서는, 제3 레지스트막(333)이 포지티브형 포토레지스트 재료로 형성되어 있는 것으로 한다. 제3 레지스트막(333)은, 예를 들면 스픈 도포나 슬릿 코터 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 제2 반투광막(312) 및 제3 레지스트막(333)이 형성된 상태를 도 6의 (e)에 예시한다.

[0129] 다음으로, 레이저 묘화기 등에 의해 묘화 노광을 행하여 제3 레지스트막(333)을 감광시키고, 스프레이 방식 등의 방법에 의해 제3 레지스트막(333)에 현상액을 공급하여 현상하여, 차광부(321)의 형성 예정 영역, 제1 반투광부(322)의 형성 예정 영역, 및 제2 반투광부(323)의 형성 예정 영역을 각각 덮는 제3 레지스트 패턴(333p)을 형성한다. 제3 레지스트 패턴(333p)이 형성된 상태를 도 6의 (f)에 예시한다.

[0130] 그리고, 형성된 제3 레지스트 패턴(333p)을 마스크로 하여 제2 반투광막(312)을 에칭하여 투명 기판(310)의 표면을 부분적으로 노출시킨다. 제2 반투광막(312)의 에칭은, 전술한 크롭게 에칭액을 제2 반투광막(312)에 공급함으로써 행하는 것이 가능하다.

[0131] 그리고, 제3 레지스트 패턴(333p)을 박리 등 하여 제거하여, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)의 제조를 완료한다. 제3 레지스트 패턴(333p)은, 제3 레지스트 패턴(333p)에 박리액을 접촉시켜 박리시킬 수 있다. 투명 기판(310) 상에 차광부(321), 투광부(324), 제1 반투광부(322) 및 제2 반투광부(323)를 포함하는 전사 패턴이 형성된 다계조 포토마스크(300)의 부분 단면도를 도 6의 (g)에 예시한다.

[0132] 또한, 제1 반투광막(311) 및 제2 반투광막(312)을 형성할 때에는, 제1 반투광부(322)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율, 제2 반투광부(323)를 투과하는 노광광의 위상 및 광 투과율이, 전술한 조건을 충족시키도록, 제1 반투광막(311)의 재질 및 막 두께, 및 제2 반투광막(312)의 재질 및 막 두께를 선택한다.

[0133] 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)를 이용하여도, 전술한 TFT 기판의 제조 방법을 실시할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에 따른 다계조 포토마스크(300)에 의해서도, 전술한 효과와 마찬가지의 효과를 발휘한다.

[0134] <본 발명의 다른 실시 형태>

[0135] 이상, 본 발명의 실시 형태를 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 전술한 실시 형태에 한정되는 것이 아니라, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경 가능하다.

부호의 설명

[0136] 100, 200, 300 : 다계조 포토마스크

100b, 200b, 300b : 포토마스크 블랭크

110, 210, 310 : 투명 기판

111, 211, 311 : 제1 반투광막

112, 212, 312 : 제2 반투광막

113, 213, 313 : 차광막

121, 221, 321 : 차광부

122, 222, 322 : 제1 반투광부

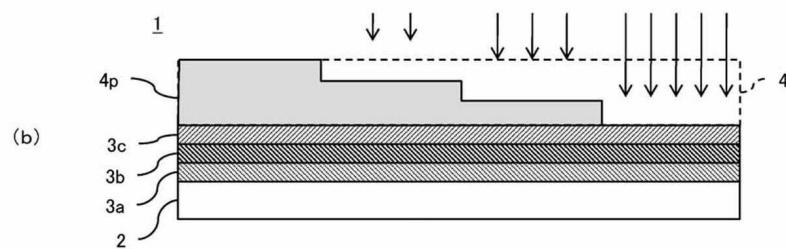
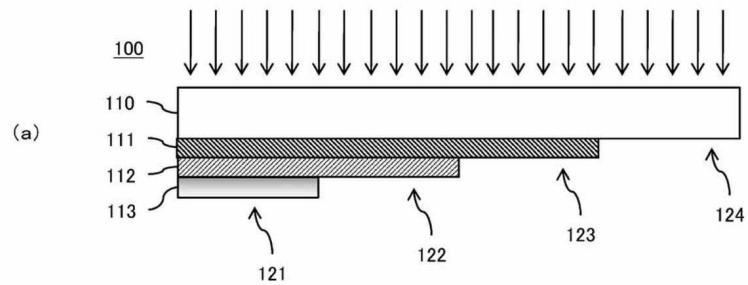
123, 223, 323 : 제2 반투광부

124, 224, 324 : 투광부

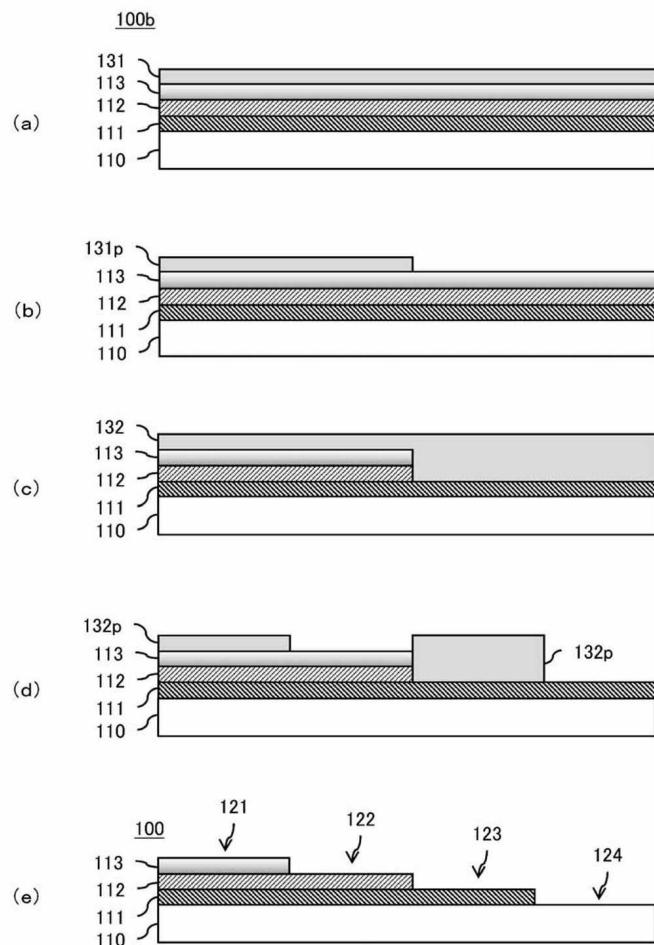
131p, 231p, 331p : 제1 레지스트 패턴

132p, 232p, 332p : 제2 레지스트 패턴

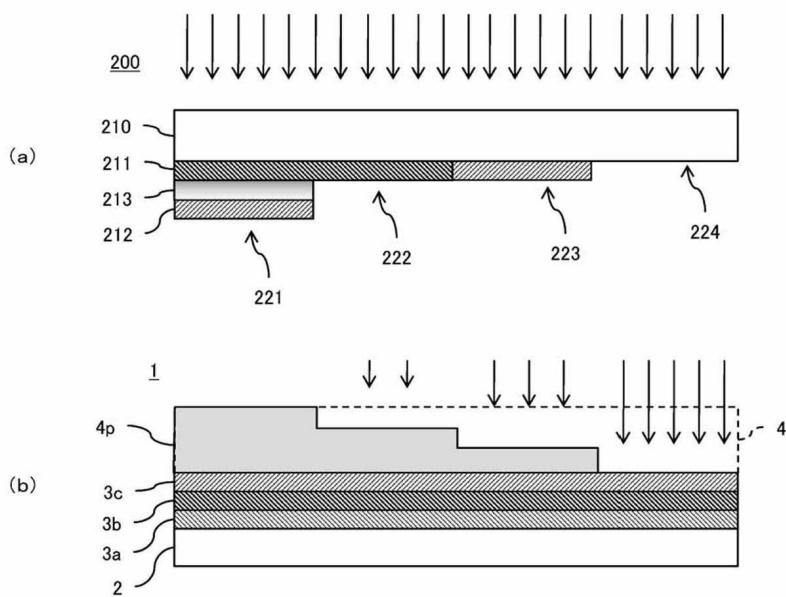
333p : 제3 레지스트 패턴

도면**도면1**

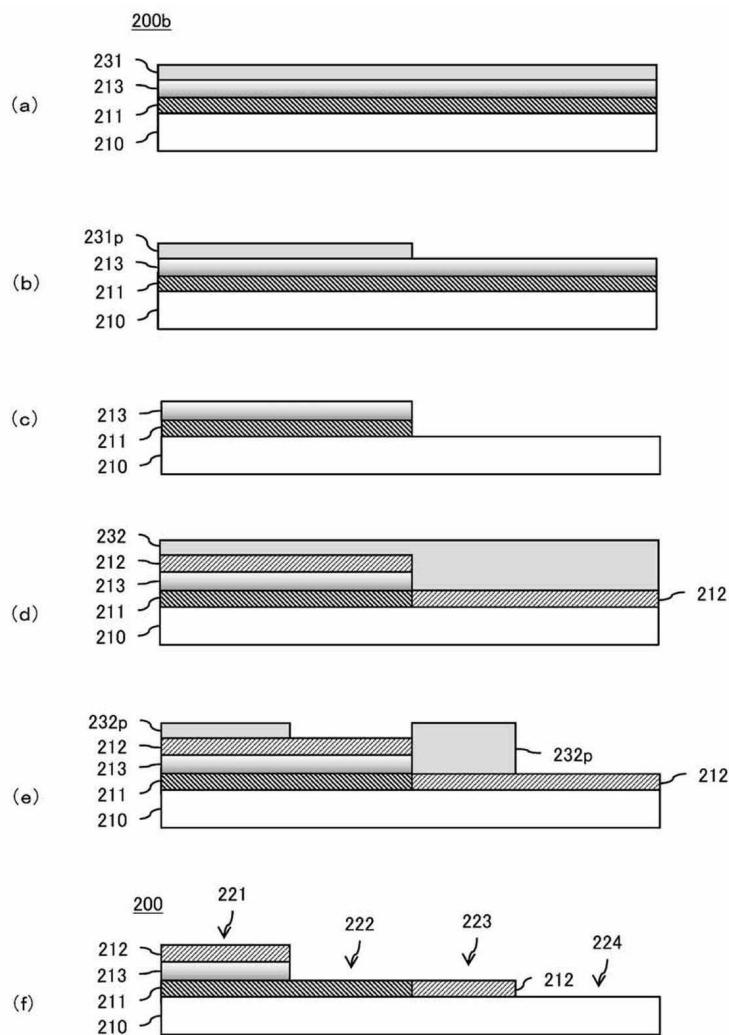
도면2



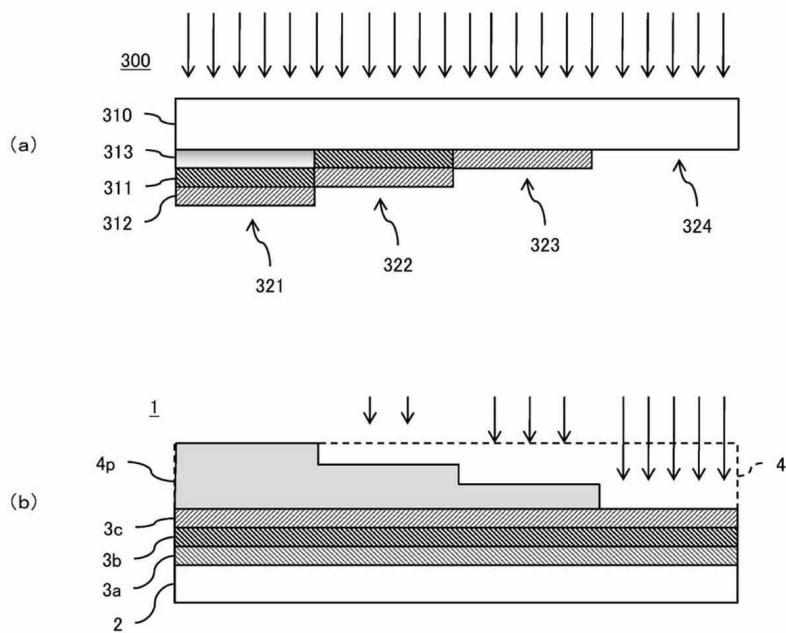
도면3



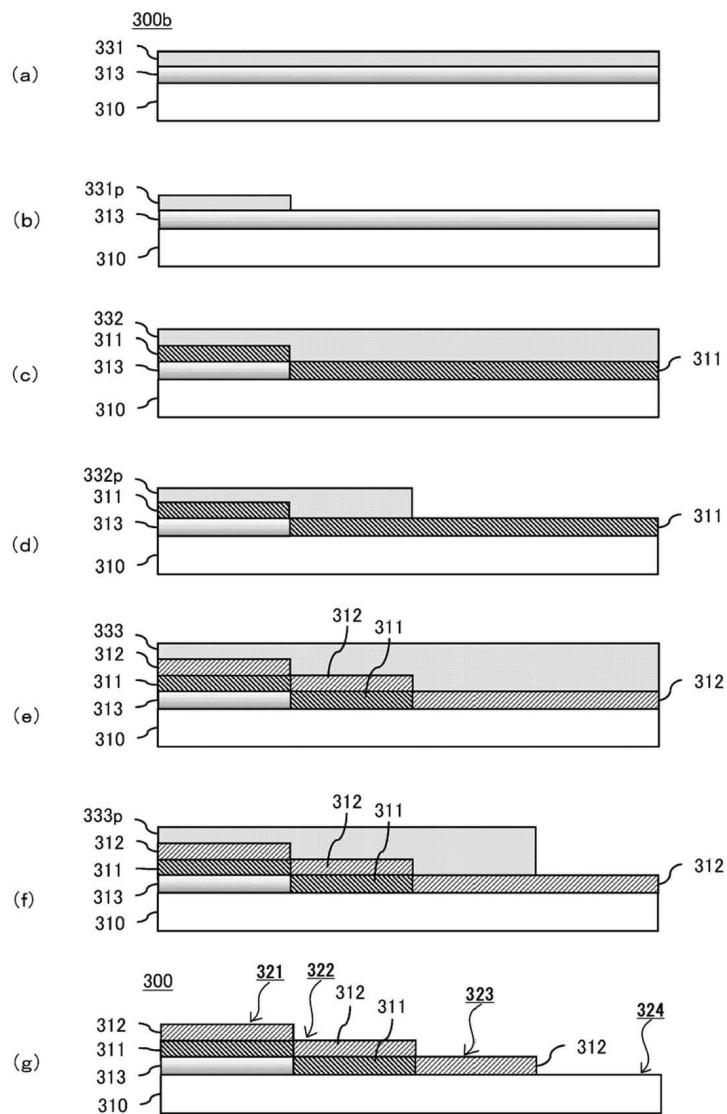
도면4



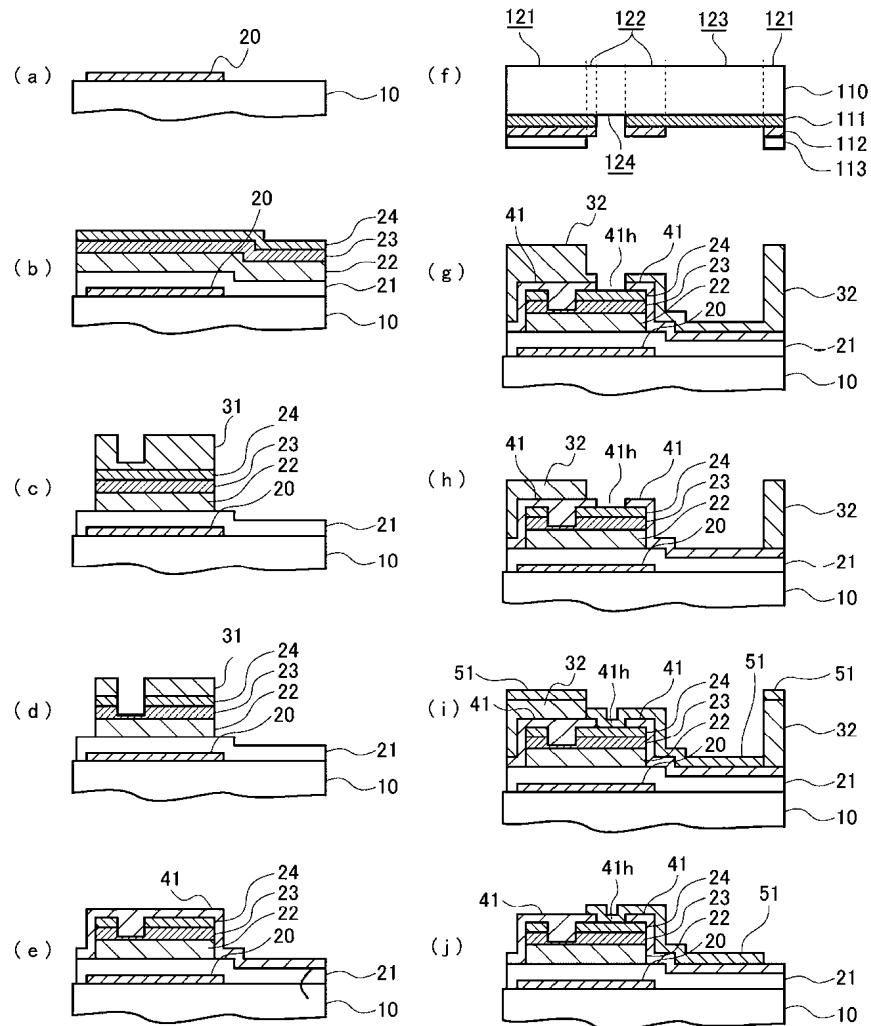
도면5



도면6



도면7



도면8

