



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월18일

(11) 등록번호 10-2252049

(24) 등록일자 2021년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 1/26 (2012.01) G03F 1/38 (2012.01)

(21) 출원번호 10-2014-0099687

(22) 출원일자 2014년08월04일

심사청구일자 2019년07월31일

(65) 공개번호 10-2016-0017292

(43) 공개일자 2016년02월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130085467 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

삼성디스플레이 주식회사

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

손용

경기도 수원시 영통구 매영로 346, 663동 103호

강민

서울특별시 서초구 서초중앙로2길 21, 102동 1205호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박영우

전체 청구항 수 : 총 20 항

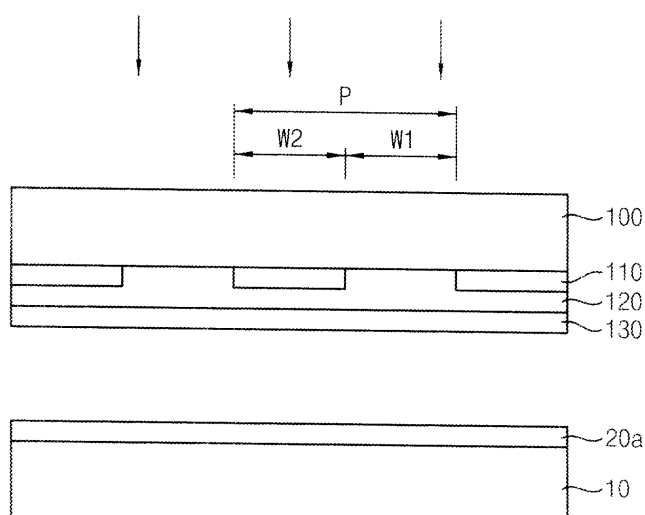
심사관 : 민경구

(54) 발명의 명칭 노광용 마스크, 이의 제조 방법 및 이를 이용한 기관의 제조 방법

(57) 요약

노광용 마스크는 투명 기관, 상기 투명 기관 상에 배치되고, 광의 위상을 변화시키는 위상 시프트 패턴, 상기 위상 시프트 패턴이 배치된 상기 투명 기관 상에 배치되는 유전체층, 및 상기 유전체층 상에 배치되는 음극절을 메타물질층을 포함한다. 기관을 제조하는 방법은 포토 레지스트 층이 형성된 기관 상에 상기 노광용 마스크를 상기 기관과 마주보도록 위치시키는 단계, 상기 노광용 마스크를 통해 상기 포토레지스트 층에 광이 전달되며, 상기 유전체층 및 상기 음극절을 메타물질층으로 인하여 발생하는 플라즈몬 공명 또는 음향양자 공명으로 인하여 상기 광의 소산파가 소멸하지 않고 상기 포토 레지스트층으로 전달되는 단계, 및 현상액을 이용하여 상기 포토 레지스트 층을 현상하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김봉연

서울특별시 구로구 경인로 638, 101동 1905호

이현주

서울특별시 서초구 바우피로 91, 101동 403호

공향식

경기도 성남시 분당구 내정로 152, 136-201

주진호

서울특별시 마포구 도화길 28, 110동 1203호

김경식

서울특별시 강남구 도곡로78길 22, 107-1202

백승화

인천광역시 서구 승학로 198, 108동 1206호

(56) 선행기술조사문헌

CN102096334 B*

KR1019990070107 A*

KR1020090006059 A

KR1020110027543 A

KR1020140058772 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

투명 기관;

상기 투명 기관 상에 배치되고, 복수의 제1 개구들 및 상기 복수의 제1 개구들과 이격되는 복수의 제2 개구들을 형성하는 차광 패턴;

상기 투명 기관 상의 상기 복수의 제1 개구들에 배치되며 상기 복수의 제2 개구들에 배치되지 않고, 광의 위상을 변화시키는 위상 시프트 패턴;

상기 차광 패턴 및 상기 위상 시프트 패턴이 배치된 상기 투명 기관 상에 배치되는 유전체층; 및

상기 유전체층 상에 배치되는 음극질을 메타물질층을 포함하는 노광용 마스크.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 개구는 제1 폭을 가지며, 상기 차광 패턴은 제2 폭을 가지고,

상기 제1 폭 및 상기 제2 폭의 합은 피치로 정의되고, 상기 피치는 $4\mu\text{m}$ (마이크로미터) 이하인 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 피치는 $1\mu\text{m}$ (마이크로미터) 이하인 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 위상 시프트 패턴은 크롬옥사이드, 크롬옥사이드나이트라이드 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 위상 시프트 패턴의 두께는 130nm (나노미터)인 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 유전체층은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 유전체층은 40nm (나노미터)의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 음극질을 메타물질층은 표면 플라즈몬 공명 또는 음향 양자 공명을 발생시켜 전자기파의 진행거리에 따라

지수 함수적으로 소명하는 소산파를 복원하여 노광에 사용될 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 음굴절율 메타물질층은 35nm 의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 음굴절율 메타물질층 상에 배치되는 제2 유전체층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크.

청구항 11

투명 기판 상에 복수의 제1 개구들 및 상기 복수의 제1 개구들과 이격되는 복수의 제2 개구들을 형성하는 차광 패턴을 형성하는 단계;

상기 투명 기판 상의 상기 복수의 제1 개구들에 위상 시프트 패턴을 형성하는 단계;

상기 차광 패턴 및 상기 위상 시프트 패턴이 형성된 상기 투명 기판 상에 유전체층을 형성하는 단계; 및

상기 유전체층 상에 음굴절율 메타물질층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 위상 시프트 패턴은 상기 복수의 제2 개구들에는 형성되지 않는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 개구는 제1 폭을 가지며, 상기 차광 패턴은 제2 폭을 가지고,

상기 제1 폭 및 상기 제2 폭의 합은 피치로 정의되고, 상기 피치는 4 μ m(마이크로미터) 이하인 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 위상 시프트 패턴은 크롬옥사이드, 크롬옥사이드나이트라이드 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 위상 시프트 패턴의 상면에 대해 플라즈마 친수 처리를 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 유전체층을 애싱(ashing)하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 유전체층은 40nm(나노미터)의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 음굴절율 메타물질층 물질은 은, 금, 알루미늄 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 음굴절율 메타물질층은 35nm 의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 음굴절율 메타물질층 상에 제2 유전체층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광용 마스크의 제조 방법.

청구항 20

투명 기관, 상기 투명 기관 상에 배치되고 복수의 제1 개구들 및 상기 복수의 제1 개구들과 이격되는 복수의 제2 개구들을 형성하는 차광 패턴, 상기 투명 기관 상의 상기 복수의 제1 개구들에 배치되며 상기 복수의 제2 개구들에 배치되지 않고 광의 위상을 변화시키는 위상 시프트 패턴, 상기 차광 패턴 및 상기 위상 시프트 패턴이 배치된 상기 투명 기관 상에 배치되는 유전체층, 및 상기 유전체층 상에 배치되는 음굴절율 메타물질층을 포함하는 노광용 마스크를 이용하여,

포토 레지스트 층이 형성된 기관 상에 상기 노광용 마스크를 상기 기관과 마주보도록 위치시키는 단계;

상기 노광용 마스크를 통해 상기 포토 레지스트 층에 광이 전달되며, 상기 유전체층 및 상기 음굴절율 메타물질층으로 인하여 발생하는 플라즈모닉 공명 또는 음향양자 공명으로 인하여 상기 광의 소산과가 소멸하지 않고 상기 포토 레지스트층으로 전달되는 단계; 및

현상액을 이용하여 상기 포토 레지스트 층을 현상하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 기관을 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노광용 마스크, 상기 마스크의 제조 방법 및 상기 마스크를 이용한 기관의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 액정 표시 장치 제조에 사용되는 노광용 마스크, 상기 마스크의 제조 방법 및 상기 마스크를 이용한 기관의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 기술의 발전에 힘입어 소형, 경량화 되면서 성능은 더욱 뛰어난 디스플레이 제품들이 생산되고 있다. 지금까지 디스플레이 장치에는 기존 브라운관 텔레비전(cathode ray tube: CRT)이 성능이나 가격 면에서 많은 장점을 가지고 널리 사용되었으나, 소형화 또는 휴대성의 측면에서 CRT의 단점을 극복하고, 소형화, 경량화 및 저전력 소비 등의 장점을 갖는 표시 장치, 예를 들면 플라즈마 표시 장치, 액정 표시 장치 및 유기 발광 표시 장치 등이 주목을 받고 있다.

[0003] 상기 액정 표시 장치의 해상도가 증가함에 따라, 제조 공정에서의 패턴 형성에 있어서 요구되는 정밀도가 증가하고 있다. 그러나 상기 제조 공정에 있어서 사용되는 패턴 형성 방법의 정밀도는 노광기의 분해능이나, 마스크의 정밀도에 의존하여 제한되는 문제가 있었다. 특히, 상기 액정 표시 장치의 구조가 복잡화됨에 따라, 상기 패턴이 형성되는 기관의 두께가 균일하지 않아, 정밀한 패턴을 형성하기 어려운 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로, 본 발명의 목적은 해상력이 향상된 노광용 마스크를 제공하는 것이다.
- [0005] 본 발명의 다른 목적은 상기 마스크를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 마스크를 이용한 기관의 제조 방법방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 노광용 마스크는 투명 기관, 상기 투명 기관 상에 배치되고, 광의 위상을 변화시키는 위상 시프트 패턴, 상기 위상 시프트 패턴이 배치된 상기 투명 기관 상에 배치되는 유전체층, 및 상기 유전체층 상에 배치되는 음극절을 메타물질층을 포함한다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 위상 시프트 패턴은 제2 폭을 갖고, 제1 폭을 갖는 개구를 형성하고, 상기 제1 폭 및 제2 폭의 합은 피치로 정의되고, 상기 피치는 4 μ m(마이크로미터) 이하일 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 피치는 1 μ m(마이크로미터) 이하일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 위상 시프트 패턴은 크롬옥사이드(CrOx), 크롬옥사이드나이트라이드(CrOxNy) 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드(MoSiOxNy) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 위상 시프트 패턴의 두께는 약 130nm(나노미터)일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 유전체층은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 유전체층은 약 40nm(나노미터)의 두께를 가질 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 음극절을 메타물질층은 표면 플라즈몬 공명 또는 음향 양자 공명을 발생시켜 전자기파의 진행거리에 따라 지수 함수적으로 소멸하는 소산파를 복원하여 노광에 사용될 수 있도록 할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 음극절을 메타물질층은 약 35nm 의 두께를 가질 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 노광용 마스크는 상기 음극절을 메타물질층 상에 배치되는 제2 유전체층을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 노광용 마스크의 제조 방법은 투명 기관 상에 위상 시프트 패턴을 형성하는 단계, 상기 위상 시프트 패턴이 형성된 상기 투명 기관 상에 유전체층을 형성하는 단계, 및 상기 유전체층 상에 음극절을 메타물질층을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 위상 시프트 패턴은 제2 폭을 갖고, 제1 폭을 갖는 개구를 형성할 수 있다. 상기 제1 폭 및 제2 폭의 합은 피치로 정의되고, 상기 피치는 4 μ m(마이크로미터) 이하일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 위상 시프트 패턴은 크롬옥사이드(CrOx), 크롬옥사이드나이트라이드(CrOxNy) 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드(MoSiOxNy) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제조 방법은 상기 위상 시프트 패턴의 상면에 대해 플라즈마 친수 처리를 하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 유전체층을 애싱(ashing)하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 유전체층은 약 40nm(나노미터)의 두께를 가질 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 음극절을 메타물질층 물질은 은, 금, 알루미늄 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 음극절을 메타물질층은 약 35nm 의 두께를 가질 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제조 방법은 상기 음극절을 메타물질층 상에 제2 유전체층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기한 본 발명의 또 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 노광용 마스크를 이용하여 기관을 제조 하는 방법은, 투명 기관, 상기 투명 기관 상에 배치되고 광의 위상을 변화시키는 위상 시프트 패턴, 상기 위상 시프트 패턴이 배치된 상기 투명 기관 상에 배치되는 유전체층, 및 상기 유전체층 상에 배치되는 음극절을 메타물질

층을 포함하는 노광용 마스크를 이용한다. 상기 기판을 제조하는 방법은 포토 레지스트 층이 형성된 기판 상에 상기 노광용 마스크를 상기 기판과 마주보도록 위치시키는 단계, 상기 노광용 마스크를 통해 상기 포토레지스트 층에 광이 전달되며, 상기 유전체층 및 상기 음극절을 메타물질층으로 인하여 발생하는 플라즈모닉 공명 또는 음향양자 공명으로 인하여 상기 광의 소산파가 소멸하지 않고 상기 포토 레지스트층으로 전달되는 단계, 및 현상액을 이용하여 상기 포토 레지스트 층을 현상하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예들에 따르면, 노광용 마스크는 유전체층 및 음극절을 메타물질층을 포함하므로, 슈퍼 렌즈로서의 해상력 향상 효과를 갖는다. 또한, 상기 노광용 마스크는 위상 시프트 패턴을 포함하므로, 상기 노광용 마스크의 해상력을 더욱 향상할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법에 따르면, 상기 노광용 마스크의 위상 시프트 패턴의 상면은 플라즈마 친수 처리되어 상기 유전체층의 품질을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 제조 방법에 따르면, 상기 유전체층은 원시 유전체층으로 부터 애싱 공정등에 의해 두께가 얇아질 수 있으므로, 필요한 유전체층의 두께를 용이하게 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 노광용 마스크의 단면도이다.

도 2 및 3은 도 1의 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

도 4 내지 7은 도 1의 노광용 마스크의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 노광용 마스크의 단면도이다.

도 9는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법을 나타낸 단면도이다.

도 10은 본 발명의 또다른 실시예에 따른 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법을 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 노광용 마스크의 단면도이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 노광용 마스크는 투명 기판(100), 위상 시프트 패턴(110), 유전체층(120) 및 음극절을 메타물질층(130)을 포함한다.

[0033] 상기 투명 기판(100)은 광을 투과시키며, 상기 광의 위상을 변환하지 않는다. 예를 들면 상기 투명 기판(100)은 석영(quartz) 기판일 수 있다.

[0034] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 상기 투명 기판(100) 상에 배치된다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 상기 위상 시프트 패턴(110)을 통과하는 광의 위상을 변화시킨다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 위상 변환 물질을 포함한다. 예를 들면, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 크롬옥사이드(CrOx), 크롬옥사이드나이트라이드(CrOxNy) 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드(MoSiOxNy) 등을 포함할 수 있다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 포토 리소그래피 공정에 의하여 형성할 패턴의 모양에 따라서 다양한 모양을 가질 수 있다.

[0035] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 크롬옥사이드를 포함하고 약 130nm의 두께를 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 파장이 약 365nm 인 광의 위상을 약 180도 변환(반전)시키고 약 8%의 투과율을 가질 수 있다.

[0036] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 개구(OP)를 형성한다. 상기 개구(OP)를 통과하는 광의 위상은 변화하지 않는다. 상기 개구(OP)는 제1 폭(W1)을 갖고, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 제2 폭(W2)을 가질 수 있다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)의 합은 피치(P)와 같다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)은 각각 약 2 μ m(마이크로미터) 이하일 수 있다. 또한, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 보다 정교한 패턴을 가질 수 있으며, 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)은 각각 약 500nm(나노미터) 이하일 수 있다. 즉, 상기 피치(P)는 약 4 μ m(마이크로미터)이하, 더욱 정밀하게는 약 1 μ m(마이크로미터)이하일 수 있다.

[0037] 상기 유전체층(120)은 상기 위상 시프트 패턴(110)이 배치된 상기 기판(100) 상에 배치된다. 상기 유전체층

(120)은 다양한 유전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트 (PMMA)를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함하고, 약 10nm 이상 500nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는 상기 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함하고, 약 40nm의 두께를 가질 수 있다.

[0039] 상기 음극절을 메타물질층(130)은 상기 유전체층(120) 상에 배치된다. 상기 음극절을 메타물질층(130)은 금속을 E-beam evaporate 방식을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극절을 메타물질층(130)은 은, 금, 알루미늄 등의 금속 물질을 포함할 수 있다. 상기 음극절을 메타물질층(130)은 약 150nm 이하의 두께를 가지며, 바람직하게는 약 35nm 의 두께를 가질 수 있다.

[0040] 상기 음극절을 메타물질층(130)은 표면 플라즈몬 공명 또는 음향 양자 공명을 발생시켜 전자기파의 진행거리에 따라 지수 함수적으로 소멸하는 소산파를 복원하여 노광에 사용될 수 있도록 한다.

[0041] 본 실시예에 따른 상기 노광용 마스크는 상기 위상 시프트 패턴(110) 및 상기 음극절을 메타물질층(130)을 포함한다. 이에 따라, 보다 향상된 해상력을 갖는 노광용 마스크를 제공할 수 있다.

[0042] 도 2 및 3은 도 1의 노광용 마스크를 이용한 기관의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

[0043] 도 2 및 3을 참조하면, 노광용 마스크는 투명 기관(100), 위상 시프트 패턴(110), 유전체층(120) 및 음극절을 메타물질층(130)을 포함한다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 개구(OP)를 형성한다. 상기 개구(OP)는 제1 폭(W1)을 갖고, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 제2 폭(W2)를 가질 수 있다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)의 합은 피치(P)와 같다.

[0044] 기관(10) 상에 상기 노광용 마스크를 상기 기관(10)과 마주보도록 위치시키고, 상기 기관(10) 상의 포토 레지스트 층(20a)이 상기 노광용 마스크를 통과하는 광에 의해 노광된다.

[0045] 상기 포토 레지스트 층(20a)이 상기 기관(10) 상에 형성된다. 상기 기관(10)은 베이스 기관 또는 베이스 기관 상에 금속 패턴이 형성된 기관일 수 있다. 예를 들면, 상기 베이스 기관은 유리기관 또는 투명한 플라스틱 기관 등의 투명한 절연기관일 수 있다. 상기 금속 패턴은 박막 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0046] 상기 포토 레지스트 층(20a)은 포토 레지스트 조성물을 포함한다. 상기 포토 레지스트 조성물은 노광된 부분이 현상액에 의해 제거되는 포지티브 타입의 포토 레지스트 조성물일 수 있다. 예를 들면, 상기 포토 레지스트 조성물은 산 발생제, 산의 작용에 의해 알칼리에 대한 용해성이 증대되는 수지, 알칼리 금속염 및 유기 용제를 포함할 수 있다.

[0047] 한편, 상기 포토 레지스트 조성물은 노광되지 않은 부분이 현상액에 의해 제거되는 네거티브 타입의 포토 레지스트 조성물일 수 있다. 예를 들면, 상기 포토 레지스트 조성물은 에틸렌성 불포화 화합물, 광중합개시제, 열경화성 조성물 및 유기 용매를 포함할 수 있다. 이 경우 포토 레지스트 패턴은 포지티브 타입의 포토레지스트 조성물을 사용한 경우에 대해 반대로 형성될 수 있다.

[0048] 상기 노광용 마스크의 상기 개구(OP)를 통해 광을 통과 시켜, 상기 포토 레지스트 층(20a)을 노광한다.

[0049] 이때, 상기 노광용 마스크 상부에 위치한 노광기(미도시)에서 광을 조사하면, 상기 노광용 마스크를 통해 상기 기관(10) 상의 포토레지스트 층(20a)에 광이 전달되며, 상기 유전체층(120) 및 상기 음극절을 메타물질층(130)으로 인하여 발생하는 플라즈몬 공명 또는 음향양자 공명으로 인하여 상기 광의 소산파가 소멸하지 않고 작업 대상인 상기 기관(10)의 상기 포토 레지스트층(20a)으로 전달된다.

[0050] 이후, 현상액을 이용하여 상기 포토 레지스트 층(20a)의 노광된 부분들을 제거한다. 상기 포토 레지스트 층(20a)의 상기 노광된 부분들을 제거하여, 포토 레지스트 패턴(20)을 형성한다. 이 후, 상기 포토 레지스트 패턴(20)을 이용하여, 상기 기관(10)을 부분적으로 식각한다.

[0051] 이후, 잔존하는 상기 포토 레지스트 패턴(20)이 제거될 수 있다.

[0052] 이에 따라 상기 피치(P), 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)에 대응하는 패턴을 상기 기관(10) 상에 형성할 수 있다.

[0053] 예를 들면, 상기 노광용 마스크의 상기 피치(P)는 도 1의 설명을 참조하면, 4 μ m(마이크로미터)이하, 더욱 정밀하게는 1 μ m(마이크로미터)이하일 수 있으므로, 상기 기관(10) 상에 형성되는 상기 패턴의 피치(P)는 약 4 μ m

(마이크로미터)이하, 더욱 정밀하게는 약 $1\mu\text{m}$ (마이크로미터)이하일 수 있다.

- [0054] 도 4 내지 7은 도 1의 노광용 마스크의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.
- [0055] 도 4를 참조하면, 투명 기판(100) 상에 위상 시프트 패턴(110)을 형성한다.
- [0056] 상기 투명 기판(100)은 광을 투과시키며, 광의 위상을 변환하지 않는다. 예를 들면 상기 투명 기판(100)은 석영(quartz) 기판일 수 있다.
- [0057] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 상기 위상 시프트 패턴(110)을 통과하는 광의 위상을 변화시킨다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 위상 변환 물질을 포함한다. 예를 들면, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 크롬옥사이드(CrOx), 크롬옥사이드나이트라이드(CrOxNy) 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드(MoSiOxNy) 등을 포함할 수 있다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 포토 리소그래피 공정에 의하여 형성할 패턴의 모양에 따라서 다양한 모양을 가질 수 있다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 약 130nm의 두께를 갖도록 형성될 수 있다.
- [0058] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 개구(OP)를 형성한다. 상기 개구(OP)는 제1 폭(W1)을 갖고, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 제2 폭(W2)을 가질 수 있다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)의 합은 피치(P)와 같다.
- [0059] 이후, 상기 위상 시프트 패턴(110)의 상면은 플라즈마 친수 처리될 수 있다. 상기 플라즈마 친수 처리는 종래의 일반적인 기술에 의해 수행될 수 있다.
- [0060] 도 5를 참조하면, 원시 유전체층(120a)은 상기 위상 시프트 패턴(110)이 형성된 상기 기판(100) 상에 형성된다. 상기 원시 유전체층(120a)은 다양한 유전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다.
- [0061] 도 6을 참조하면, 상기 원시 유전체층(120a)의 상부가 제거되어 유전체층(120)이 형성된다. 예를 들면 애싱(ashing) 공정에 의해 상기 원시 유전체층(120a)이 두께가 얇아질 수 있으며, 이에 따라 상기 유전체층(120)이 형성된다. 상기 유전체층은 약 10nm 이상 500nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는 상기 유전체층(120)은 약 40nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0062] 도 7을 참조하면, 음극절을 메타물질층(130)이 상기 유전체층(120) 상에 형성된다. 상기 음극절을 메타물질층(130)은 금속을 E-beam evaporate 방식을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극절을 메타물질층(130)은 은, 금, 알루미늄등의 금속 물질을 포함할 수 있다.
- [0063] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 노광용 마스크의 단면도이다.
- [0064] 도 8을 참조하면, 노광용 마스크는 투명 기판(100), 위상 시프트 패턴(110), 제1 유전체층(120), 음극절을 메타물질층(130) 및 제2 유전체층(140)을 포함한다.
- [0065] 상기 투명 기판(100)은 광을 투과시키며, 광의 위상을 변환하지 않는다. 예를 들면 상기 투명 기판(100)은 석영(quartz) 기판일 수 있다.
- [0066] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 상기 투명 기판(100) 상에 배치된다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 상기 위상 시프트 패턴(110)을 통과하는 광의 위상을 변화시킨다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 위상 변환 물질을 포함한다. 예를 들면, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 크롬옥사이드(CrOx), 크롬옥사이드나이트라이드(CrOxNy) 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드(MoSiOxNy) 등을 포함할 수 있다. 상기 위상 시프트 패턴(110)은 포토 리소그래피 공정에 의하여 형성할 패턴의 모양에 따라서 다양한 모양을 가질 수 있다.
- [0067] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 크롬옥사이드를 포함하고 약 130nm의 두께를 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 파장이 약 365nm 인 광의 위상을 약 180도 변환(반전)시키고 약 8%의 투과율을 가질 수 있다.
- [0068] 상기 위상 시프트 패턴(110)은 개구(OP)를 형성한다. 상기 개구(OP)를 통과하는 광의 위상은 변화하지 않는다. 상기 개구(OP)는 제1 폭(W1)을 갖고, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 제2 폭(W2)을 가질 수 있다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)의 합은 피치(P)와 같다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)은 각각 약 $2\mu\text{m}$ (마이크로미터) 이하일 수 있다. 또한, 상기 위상 시프트 패턴(110)은 보다 정교한 패턴을 가질 수 있으며, 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)은 각각 약 500nm(나노미터) 이하일 수 있다. 즉, 상기 피치(P)는 약 $4\mu\text{m}$ (마이크로미터)이하, 더욱 정밀하게는 약 $1\mu\text{m}$ (마이크로미터)이하일 수 있다.
- [0069] 상기 제1 유전체층(120)은 상기 위상 시프트 패턴(110)이 배치된 상기 기판(100) 상에 배치된다. 상기 제1 유전

체층(120)은 다양한 유전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다.

- [0070] 상기 제1 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함하고, 약 10nm 이상 500nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는 상기 제1 유전체층(120)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함하고, 약 40nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0071] 상기 음극절을 메타물질층(130)은 상기 제1 유전체층(120) 상에 배치된다. 상기 음극절을 메타물질층(130)은 금속을 E-beam evaporate 방식을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극절을 메타물질층(130)은 은, 금, 알루미늄등의 금속 물질을 포함할 수 있다. 상기 음극절을 메타물질층(130)은 약 150nm 이하의 두께를 가지며, 바람직하게는 약 35nm 의 두께를 가질 수 있다.
- [0072] 상기 음극절을 메타물질층(130)은 표면 플라즈몬 공명 또는 음향 양자 공명을 발생시켜 전자기파의 진행거리에 따라 지수 함수적으로 소멸하는 소산파를 복원하여 노광에 사용될 수 있도록 한다.
- [0073] 상기 제2 유전체층(140)은 상기 음극절을 메타물질층(130) 상에 배치된다. 상기 제2 유전체층(140)은 다양한 유전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 제2 유전체층(140)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다.
- [0074] 도 9는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법을 나타낸 단면도이다.
- [0075] 도 9를 참조하면, 노광용 마스크는 투명 기판(200), 차광 패턴(210), 위상 시프트 패턴(212), 유전체층(220) 및 음극절을 메타물질층(230)을 포함한다.
- [0076] 상기 투명 기판(200)은 광을 투과시키며, 광의 위상을 변환하지 않는다. 예를 들면 상기 투명 기판(200)은 석영(quartz) 기판일 수 있다.
- [0077] 상기 차광 패턴(210)은 상기 투명 기판(200) 상에 배치된다. 상기 차광 패턴(210)은 광을 차단하는 물질을 포함한다. 예를 들면, 상기 차광 패턴(210)은 크롬(Cr)을 포함할 수 있다. 상기 차광 패턴(210)은 제1 폭(W1)을 갖는 제1 개구(OP1) 및 제3 폭(W3)을 갖는 제2 개구(OP2)를 형성하고 제2 폭(W2)을 갖는다. 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)의 합은 피치(P)와 같다.
- [0078] 상기 위상 시프트 패턴(212)은 상기 차광 패턴(210)이 형성하는 제1 개구(OP1) 안에 배치되어 상기 제1 폭(W1)을 갖는다. 상기 위상 시프트 패턴(212)은 상기 위상 시프트 패턴(212)을 통과하는 광의 위상을 변화시킨다. 상기 위상 시프트 패턴(212)은 위상 변환 물질을 포함한다. 예를 들면, 상기 위상 시프트 패턴(212)은 크롬옥사이드(CrOx), 크롬옥사이드나이트라이드(CrOxNy) 또는 몰리브덴실리사이드옥사이드나이트라이드(MoSiOxNy) 등을 포함할 수 있다.
- [0079] 상기 제1 폭(W1), 상기 제2 폭(W2) 및 상기 제3 폭(W3)은 각각 약 2 μ m(마이크로미터) 이하일 수 있다. 또한, 상기 노광용 마스크는 더욱 정교한 패턴을 가질 수 있으며, 상기 제1 폭(W1), 상기 제2 폭(W2) 및 상기 제3 폭(W3)은 각각 약 500nm(나노미터) 이하일 수 있다. 즉, 상기 피치(P)는 약 4 μ m(마이크로미터)이하, 더욱 정밀하게는 약 1 μ m(마이크로미터)이하일 수 있다.
- [0080] 상기 유전체층(220)은 상기 차광 패턴(210) 및 상기 위상 시프트 패턴(212)이 형성된 상기 투명 기판(200) 상에 배치된다. 상기 유전체층(220)은 다양한 유전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 유전체층(220)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다.
- [0081] 상기 음극절을 메타물질층(230)은 상기 유전체층(220) 상에 배치된다. 상기 음극절을 메타물질층(230)은 금속을 E-beam evaporate 방식을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극절을 메타물질층(230)은 은, 금, 알루미늄등의 금속 물질을 포함할 수 있다.
- [0082] 이하 상기 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법에 대해서 설명한다.
- [0083] 기판(10) 상에 상기 노광용 마스크를 상기 기판(10)과 마주보도록 위치시키고, 상기 기판(10) 상의 포토 레지스트 층이 상기 노광용 마스크를 통과하는 광에 의해 노광된다.
- [0084] 상기 포토 레지스트 층은 포토 레지스트 조성물을 포함한다. 상기 포토 레지스트 조성물은 노광된 부분이 현상액에 의해 제거되는 포지티브 타입의 포토 레지스트 조성물일 수 있다. 예를 들면, 상기 포토 레지스트 조성물은 산 발생제, 산의 작용에 의해 알칼리에 대한 용해성이 증대되는 수지, 알칼리 금속염 및 유기 용제를 포함할

수 있다.

- [0085] 한편, 상기 포토 레지스트 조성물은 노광되지 않은 부분이 현상액에 의해 제거되는 네거티브 타입의 포토 레지스트 조성물일 수 있다. 예를 들면, 상기 포토 레지스트 조성물은 에틸렌성 불포화 화합물, 광중합개시제, 열경화성 조성물 및 유기 용매를 포함할 수 있다. 이 경우 포토 레지스트 패턴은 포지티브 타입의 포토레지스트 조성물을 사용한 경우에 대해 반대로 형성될 수 있다.
- [0086] 상기 노광용 마스크의 상기 개구(OP1, OP2)를 통해 광을 통과 시켜, 상기 포토 레지스트 층을 노광한다.
- [0087] 이때, 상기 노광용 마스크 상부에 위치한 노광기(미도시)에서 광을 조사하면, 상기 노광용 마스크를 통해 상기 기관(10) 상의 포토레지스트 층에 광이 전달되며, 상기 유전체층(120) 및 상기 음극절연 메타물질층(130)으로 인하여 발생하는 플라즈마 공명 또는 음향양자 공명으로 인하여 상기 광의 소산파가 소멸하지 않고 작업 대상인 상기 기관(10)의 상기 포토 레지스트층으로 전달된다.
- [0088] 이후, 현상액을 이용하여 상기 포토 레지스트 층의 노광된 부분들을 제거한다. 상기 포토 레지스트 층의 상기 노광된 부분들을 제거하여, 포토 레지스트 패턴(20)을 형성한다. 이 후, 상기 포토 레지스트 패턴(20)을 이용하여, 상기 기관(10)을 부분적으로 식각한다.
- [0089] 이후, 잔존하는 상기 포토 레지스트 패턴(20)이 제거될 수 있다.
- [0090] 이에 따라 상기 피치(P), 상기 제1 폭(W1) 및 상기 제2 폭(W2)에 대응하는 패턴을 상기 기관(10) 상에 형성할 수 있다.
- [0091] 도 10은 본 발명의 또다른 실시예에 따른 노광용 마스크를 이용한 기관의 제조 방법을 나타낸 단면도이다.
- [0092] 도 10을 참조하면, 노광용 마스크는 투명 기관(200), 차광 패턴(210), 유전체층(220) 및 음극절연 메타물질층(230)을 포함한다.
- [0093] 상기 투명 기관(200)은 광을 투과시키며, 광의 위상을 변환하지 않는다. 예를 들면 상기 투명 기관(200)은 석영(quartz) 기관일 수 있다.
- [0094] 상기 차광 패턴(210)은 상기 투명 기관(200) 상에 배치된다. 상기 차광 패턴(210)은 광을 차단하는 물질을 포함한다.
- [0095] 상기 투명 기관(200)의 상기 차광 패턴(210)이 배치되지 않은 부분에는 볼록부(302) 및 오목부(304)가 형성된다. 상기 오목부(304)는 제1 폭(W1)을 갖고, 상기 볼록부(302)는 제2 폭(W2)를 갖는다. 이때, 상기 제1 폭(W1)에 대응하여 패턴이 기관상에 형성되므로, 피치(P)는 상기 제1 폭(W1)과 동일할 수 있다.
- [0096] 상기 유전체층(320)은 상기 차광 패턴(310)이 형성된 상기 투명 기관(300) 상에 배치된다. 상기 유전체층(320)은 다양한 유전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 유전체층(320)은 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA)를 포함할 수 있다.
- [0097] 상기 음극절연 메타물질층(230)은 상기 유전체층(220) 상에 배치된다. 상기 음극절연 메타물질층(230)은 금속을 E-beam evaporate 방식을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 음극절연 메타물질층(230)은 은, 금, 알루미늄 등의 금속 물질을 포함할 수 있다.
- [0098] 이하 상기 노광용 마스크를 이용한 기관의 제조 방법에 대해서 설명한다.
- [0099] 기관(10) 상에 상기 노광용 마스크를 상기 기관(10)과 마주보도록 위치시키고, 상기 기관(10) 상의 포토 레지스트 층이 상기 노광용 마스크를 통과하는 광에 의해 노광된다.
- [0100] 즉, 상기 노광용 마스크 상부에 위치한 노광기(미도시)에서 광을 조사하면, 상기 노광용 마스크를 통해 상기 기관(10) 상의 포토레지스트 층에 광이 전달되며, 상기 유전체층(220) 및 상기 음극절연 메타물질층(230)으로 인하여 발생하는 플라즈마 공명 또는 음향양자 공명으로 인하여 상기 광의 소산파가 소멸하지 않고 작업 대상인 상기 기관(10)의 상기 포토 레지스트층으로 전달된다.
- [0101] 상기 포토 레지스트 조성물은 노광되지 않은 부분이 현상액에 의해 제거되는 네거티브 타입의 포토 레지스트 조성물일 수 있다. 예를 들면, 상기 포토 레지스트 조성물은 에틸렌성 불포화 화합물, 광중합개시제, 열경화성 조성물 및 유기 용매를 포함할 수 있다.
- [0102] 한편, 상기 포토 레지스트 조성물은 노광된 부분이 현상액에 의해 제거되는 포지티브 타입의 포토 레지스트 조

성물일 수 있다. 예를 들면, 상기 포토 레지스트 조성물은 산 발생제, 산의 작용에 의해 알칼리에 대한 용해성이 증대되는 수지, 알칼리 금속염 및 유기 용제를 포함할 수 있다. 이 경우 포토 레지스트 패턴은 네거티브 타입의 포토레지스트 조성물을 사용한 경우에 대해 반대로 형성될 수 있다.

[0103] 이후, 현상액을 이용하여 상기 포토 레지스트 층의 노광된 부분들을 제거한다. 상기 포토 레지스트 층의 상기 노광된 부분들을 제거하여, 포토 레지스트 패턴(20)을 형성한다. 이 후, 상기 포토 레지스트 패턴(20)을 이용하여, 상기 기판(10)을 부분적으로 식각한다.

[0104] 이후, 잔존하는 상기 포토 레지스트 패턴(20)이 제거될 수 있다.

[0105] 이에 따라 상기 노광용 마스크의 상기 볼록부(302) 및 상기 오목부(304)의 경계 부분에 대응하는 패턴을 형성할 수 있다. 즉, 상기 피치(P)에 대응하는 패턴을 형성할 수 있다.

[0106] 본 발명의 실시예들에 따르면, 노광용 마스크는 유전체층 및 음극절을 메타물질층을 포함하므로, 슈퍼 렌즈로서의 해상력 향상 효과를 갖는다. 또한, 상기 노광용 마스크는 위상 시프트 패턴을 포함하므로, 상기 노광용 마스크의 해상력을 더욱 향상할 수 있다.

[0107] 또한, 상기 노광용 마스크를 이용한 기판의 제조 방법에 따르면, 상기 노광용 마스크의 위상 시프트 패턴의 상면은 플라즈마 친수 처리되어 상기 유전체층의 품질을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 제조 방법에 따르면, 상기 유전체층은 원시 유전체층으로 부터 애칭 공정등에 의해 두께가 얇아질 수 있으므로, 필요한 유전체층의 두께를 용이하게 얻을 수 있다.

[0108] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

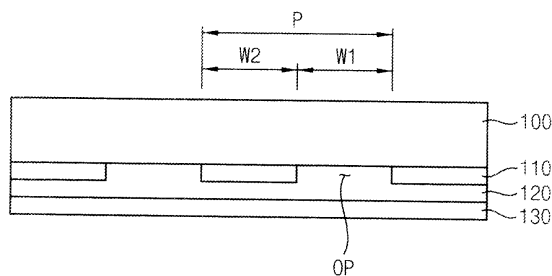
부호의 설명

[0109] 100: 투명 기관 110 : 위상 시프트 패턴

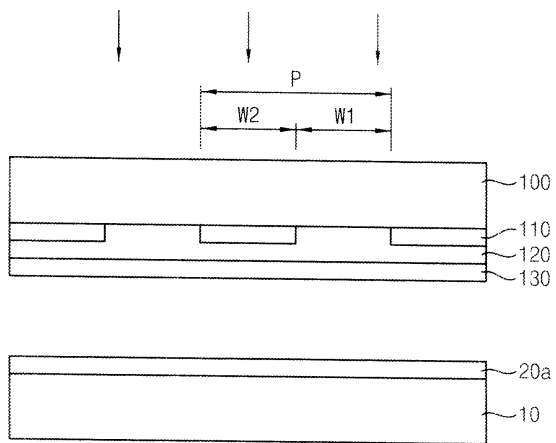
 120: 유전체층 130: 음굴절을 메타물질층

도면

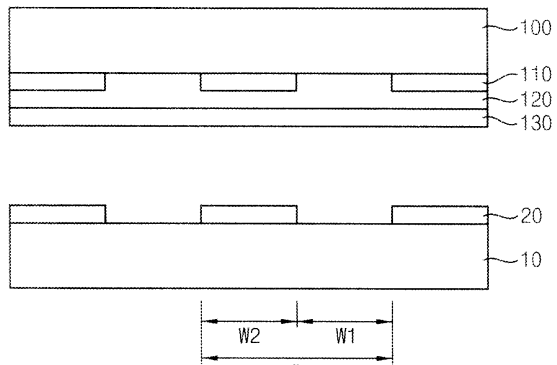
도면1



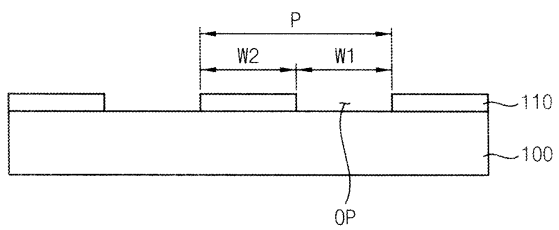
도면2



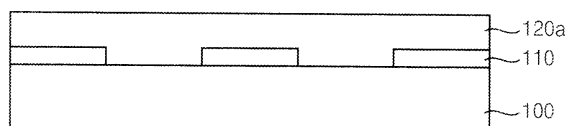
도면3



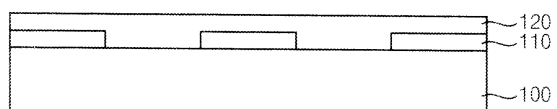
도면4



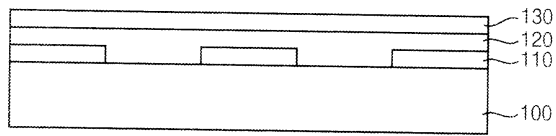
도면5



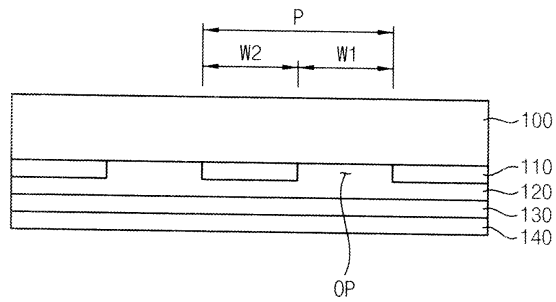
도면6



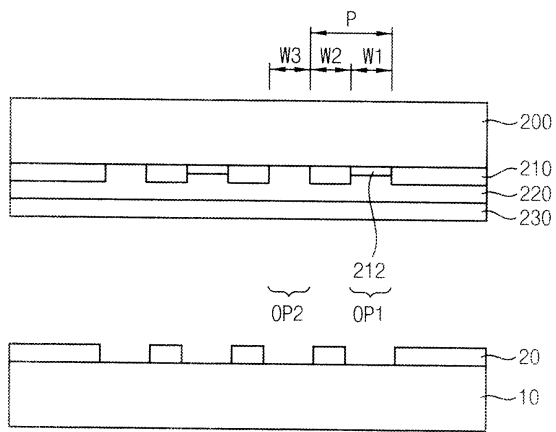
도면7



도면8



도면9



도면10

