



등록특허 10-2861466



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년09월18일

(11) 등록번호 10-2861466

(24) 등록일자 2025년09월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) *G03F 7/42* (2006.01)
H01L 21/033 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)
 (52) CPC특허분류
G03F 7/2063 (2013.01)
G03F 7/42 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2019-0103926
 (22) 출원일자 2019년08월23일
 심사청구일자 2022년06월09일
 (65) 공개번호 10-2021-0023567
 (43) 공개일자 2021년03월04일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020150003114 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 엘지디스플레이 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
 연세대학교 산학협력단
 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
 (72) 발명자
 심우영
 경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
 백상윤
 경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인(유한)유일하이스트

전체 청구항 수 : 총 12 항

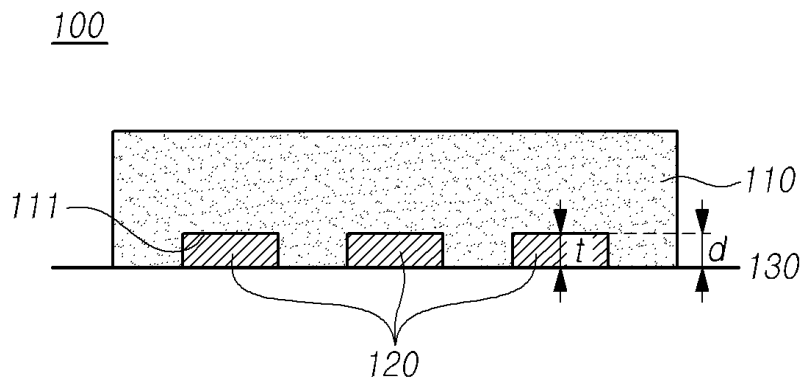
심사관 : 정성용

(54) 발명의 명칭 포토마스크, 이의 제조방법 및 이를 이용한 표시장치의 제조방법

(57) 요약

본 명세서의 실시예들은, 포토마스크, 이의 제조방법 및 이를 이용한 표시장치의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 일면에 오목부가 위치하는 기재층과, 오목부를 충전하고 일면이 노출된 패턴층을 포함하며, 오목부의 최대 깊이와 패턴층의 최대 두께가 서로 대응됨으로써, 포토레지스트에 밀착한 상태로 포토레지스트를 노광할 수 있어 파장이 비교적 긴 광원을 사용하여도 미세한 선폭을 가지는 패턴을 형성할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 7/70958 (2023.05)

H01L 21/0337 (2013.01)

H01L 21/304 (2013.01)

(72) 발명자

장기석

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

정순신

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

문정민

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170013844 A*

US04735890 A*

US20100261098 A1

JP05066554 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

기관 상에 위치하는 포토레지스트층을 형성하는 단계,

일면에 오목부가 위치하는 가요성 기재층; 및 상기 오목부를 충전하고, 일면이 노출된 패턴층을 포함하며, 상기 오목부의 최대 깊이와 상기 패턴층의 최대 두께가 서로 동일한 포토마스크의 상기 패턴층을 상기 포토레지스트

층에 접촉시킨 상태에서 상기 포토레지스트층을 노광하는 단계, 및
상기 노광된 포토레지스트층을 이용한 포토리소그래피에 의해 기판 상에 미세패턴층을 형성하는 단계,
를 포함하는 표시장치의 제조방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,
상기 포토마스크는
기판 상에 돌출된 패턴층을 형성하는 단계;
상기 기판 상에 위치하고, 상기 돌출된 패턴층을 덮는 가요성 기재층을 형성하는 단계; 및
상기 가요성 기재층을 상기 기판으로부터 박리하는 단계를 포함하여 제조하는 단계를 포함하는 표시장치의 제조
방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,
상기 가요성 기재층을 박리하는 단계는 상기 기판 상에 형성된 돌출된 패턴층 및 상기 가요성 기재층을 박리하
는 단계를 포함하는 표시장치의 제조방법.

청구항 17

제 15항에 있어서,
상기 포토마스크는 상기 돌출된 패턴층의 일면이 노출된 패턴영역 및 상기 가요성 기재층이 노출된 기재영역으
로 구분되는 접촉면을 포함하는 표시장치의 제조방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,
상기 포토마스크의 패턴층은 상기 오목부를 충전하여 상기 접촉면을 평탄화하는 표시장치의 제조방법.

청구항 19

제 17항에 있어서,
상기 포토마스크의 상기 패턴영역 및 상기 기재영역은 각각 평면 형상인 표시장치의 제조방법.

청구항 20

제 17항에 있어서,
상기 포토마스크의 상기 접촉면은 평면 형상인 표시장치의 제조방법.

청구항 21

제 17항에 있어서,
상기 포토마스크의 상기 패턴영역 및 상기 기재영역은 동일 평면 상에 위치하는 표시장치의 제조방법

청구항 22

제 15항에 있어서,
상기 포토마스크의 상기 가요성 기재층은 파장이 10nm 내지 600nm인 광에 대한 투과율이 80% 내지 99% 인 표시
장치의 제조방법

청구항 23

제 14항에 있어서,

상기 포토마스크의 패턴층은 파장이 10nm 내지 600nm인 광에 대한 투과율이 0% 내지 10% 인 표시장치의 제조방법

청구항 24

제 14항에 있어서,

상기 포토마스크의 상기 가요성 기재층은 폴리디메틸실록산을 포함하는 표시장치의 제조방법

청구항 25

제 14항에 있어서,

상기 포토마스크의 패턴층은 크롬을 포함하는 표시장치의 제조방법

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 포토마스크에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 긴 파장을 가지는 광으로도 좁은 선폭을 가지는 패턴층을 형성할 수 있는 포토마스크, 이의 제조방법 및 이를 이용한 표시장치의 제조방법을 제공하는 것이다.

배경 기술

[0002] 정보화 사회의 발전에 따라 고화질 및 고해상 표시 장치의 개발이 요구되고 있다. 이러한 표시장치는 적어도 1개의 기판을 구비하며, 기판 상에는 복수의 미세 패턴들이 배치된다. 이러한 미세 패턴을 형성하기 위해서 포토리소그래피를 이용한 패턴링 공정이 수행될 수 있다.

[0003] 포토리소그래피 공정에는 1장 이상의 포토마스크가 사용될 수 있다. 포토마스크를 이용한 포토리소그래피 분야에서는, 회절현상에 의한 해상력 억제 등의 문제점이 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 미세한 패턴을 형성하기 위하여 회절현상을 억제할 수 있는 단파장의 광원이 사용될 수 있으나, 단파장의 광원을 사용하기 위해서는 기존의 생산설비를 단파장의 광원을 사용할 수 있는 생산설비로의 교체가 요구된다. 그러나, 생산설비의 교체는 막대한 비용을 발생시킬 수 있다. 이에, 본 명세서의 발명자들은 생산설비를 교체하지 않고도 미세한 패턴을 형성할 수 있는 포토마스크, 이의 제조방법 및 이를 이용한 표시장치의 제조방법을 발명하였다.

[0005] 이하에서 설명하게 될 본 명세서의 실시예들에 따른 해결 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크는 가요성 기재층 및 패턴층을 포함한다.

[0007] 전술한 기재층은 일면에 오목부가 위치하는 가요성 기재층일 수 있다. 전술한 패턴층은 전술한 오목부를 충전하고, 일면이 노출될 수 있다.

[0008] 전술한 오목부의 최대 깊이와 전술한 패턴층의 최대 두께는 서로 대응될 수 있다.

- [0009] 전술한 포토마스크는 전술한 패턴층의 일면이 노출된 패턴영역 및 전술한 가요성 기재층이 노출된 기재영역으로 구분되는 접촉면을 포함할 수 있다.
- [0010] 전술한 패턴층은 전술한 오목부를 충전하여 전술한 접촉면을 평탄화할 수 있다.
- [0011] 전술한 패턴영역 및 전술한 기재영역은 각각 평면 형상일 수 있다.
- [0012] 전술한 접촉면은 평면 형상일 수 있다.
- [0013] 전술한 패턴영역 및 전술한 기재영역은 동일 평면 상에 위치할 수 있다.
- [0014] 전술한 가요성 기재층은 파장이 10nm 내지 600nm인 광에 대한 투과율이 80% 내지 99%일 수 있다.
- [0015] 전술한 패턴층은 파장이 10nm 내지 600nm인 광에 대한 투과율이 0% 내지 10%일 수 있다.
- [0016] 전술한 가요성 기재층은 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다.
- [0017] 전술한 패턴층은 크롬을 포함할 수 있다.
- [0018] 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크 제조방법은, 기판 상에 돌출된 패턴층을 형성하는 단계와, 전술한 기판 상에 위치하고 전술한 패턴층을 덮는 가요성 기재층을 형성하는 단계와, 전술한 가요성 기재층을 전술한 기판으로부터 박리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 전술한 기판 상에 돌출된 패턴층을 형성하는 단계는, 전술한 기판 상에 포토레지스트층을 형성하는 단계와, 전술한 포토레지스트층을 패터닝하는 단계와, 전술한 패터닝된 포토레지스트층 상에 패턴층을 증착하는 단계와, 전술한 포토레지스트층을 스트립하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 전술한 가요성 기재층을 박리하는 단계는, 전술한 기판 상에 형성된 돌출된 패턴층 및 전술한 가요성 기재층을 박리하는 단계일 수 있다.
- [0021] 본 명세서의 일 실시예에 따른 표시장치의 제조방법은, 기판 상에 위치하는 포토레지스트층에 전술한 포토마스크의 패턴층을 접촉시킨 상태에서 전술한 포토레지스트층을 노광하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 명세서의 실시예들에 따르면, 포토마스크가 일면에 오목부가 위치하는 가요성 기재층 및 전술한 오목부를 충전하는 패턴층을 포함함으로써 포토레지스트층 표면을 따라 접촉할 수 있어 단파장 광원을 사용하지 않아도 컨택트 프린팅(contact printing)에 의해 미세 패턴을 구현할 수 있는 효과가 있다.
- [0023] 또한, 본 명세서의 실시예들에 따르면, 포토마스크 제조방법은, 포토레지스트층 표면을 따라 접촉할 수 있어 컨택트 프린팅에 의해 미세 패턴을 구현할 수 있는 포토마스크를 제조할 수 있는 효과가 있다.
- [0024] 또한, 본 명세서의 실시예들에 따르면, 표시장치 제조방법은, 전술한 포토마스크를 포토레지스트층에 접촉시킨 상태에서 포토레지스트층을 노광하여 미세 패턴이 구현된 표시장치를 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일 실시예에 따른 포토마스크의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 포토마스크의 개략적인 평면도이다.
- 도 3 내지 도 8은 일 실시예에 따른 포토마스크의 제조방법을 설명하기 위한 개략도이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 표시장치의 제조방법을 설명하기 위한 개략도이다.
- 도 10은 비교예에 따른 표시장치의 제조방법을 설명하기 위한 개략도이다.
- 도 11은 비교예에 따른 표시장치의 제조방법을 설명하기 위한 자료이다.
- 도 12 내지 도 14는 실시예에 따른 포토마스크로 구현한 미세 패턴에 대한 자료이다.
- 도 15는 기재의 거친 표면 및 결점을 가지는 표면 위에 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 미세 패턴을 형성하는 것을 보여주는 자료이다.
- 도 16 및 도 17은 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 제작한 반사형 디스플레이에 대한 자료이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 명세서의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 명세서는 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 명세서의 개시가 완전하도록 하며, 본 명세서가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 명세서는 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0027] 본 명세서의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 명세서가 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 명세서를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 "포함한다", "갖는다", "이루어진다" 등이 사용되는 경우 "~만"이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0028] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0029] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, "~상에", "~상부에", "~하부에", "~옆에" 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, "바로" 또는 "직접"이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0030] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, "~후에", "~에 이어서", "~다음에", "~전에" 등으로 시간 적 선후 관계가 설명되는 경우, "바로" 또는 "직접"이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0031] 본 명세서의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0032] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크의 개략적인 단면도이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 포토마스크(100)는 일면에 오목부(111)가 위치하는 가요성 기재층(110) 및 오목부(111)를 충전하고 일면이 노출된 패턴층(120)을 포함한다.
- [0035] 가요성 기재층(110)은 가요성 물질을 포함할 수 있다. 포토마스크(100)가 가요성 기재층(110)을 포함함으로써, 포토마스크(100)가 포토레지스트층과 간극 없이 접촉할 수 있어 포토레지스트층의 노광 공정에서 회절 현상에 의한 해상력 저하를 예방할 수 있다.
- [0036] 가요성 기재층(110)은 빛에 대한 투광성이 우수할 수 있다. 가요성 기재층(110)은, 예를 들면, 파장이 10nm 내지 600nm인 광에 대한 투과율이 80% 내지 99%일 수 있다. 가요성 기재층(110)의 투광성이 우수할 경우, 출력이 작은 광원을 이용할 수 있다.
- [0037] 가요성 기재층(110)은 가요성 물질로서, 예를 들면, 폴리디메틸실록산(PDMS, polydimethyl)을 포함할 수 있다. 폴리디메틸실록산(PDMS)을 가요성 기재층(110) 물질로서 사용할 경우, 투명성이 우수하면서도 가요성이 우수하여 컨택트 프린팅에 적합한 포토마스크를 제공할 수 있다.
- [0038] 가요성 기재층(110)은 일면에 오목부(111)가 위치한다. 가요성 기재층(110)의 일면에 오목부(111)가 위치함으로써, 패턴층(120)이 가요성 기재층(110)에 삽입될(embedded) 수 있다.
- [0039] 패턴층(120)은 오목부(111)를 충전하고, 일면이 노출된다. 도 1을 참조하면, 패턴층(120)이 가요성 기재층(110)에 삽입되면서도 패턴층(120)의 일면이 포토마스크의 일면상에 노출될 수 있다.
- [0040] 패턴층(120)은 차광성을 가져 포토마스크(100)에 조사된 광의 일부를 차단할 수 있다. 예를 들면, 패턴층(120)은 파장이 10nm 내지 600nm인 광에 대한 투과율이 0% 내지 10%일 수 있다.
- [0041] 패턴층(120)은 금속을 포함할 수 있다. 예를 들면, 패턴층(120)은 크롬을 포함할 수 있다. 크롬을 패턴층(120) 물질로서 사용할 경우, 공정성이 우수하여 차광성 패턴층을 용이하게 형성할 수 있다.
- [0042] 포토마스크(100)는 포토레지스트와 접촉하는 접촉면(130)을 포함할 수 있다.

- [0043] 오목부(111)의 최대 깊이(d)와 패턴층(120)의 최대 두께(t)는 서로 대응된다. 오목부(111)의 최대 깊이(d)와 패턴층(120)의 최대 두께(t)가 서로 대응된다는 것은, 오목부(111)의 최대 깊이(d)와 패턴층(120)의 최대 두께(t)가 실질적으로 동일하다는 것을 의미할 수 있다.
- [0044] 오목부(111)의 최대 깊이(d)는 오목부(111)가 포토마스크(100)의 두께 방향으로 오목부(111)가 최대로 함몰된 정도를 의미할 수 있다. 오목부(111)의 최대 깊이(d)는, 예를 들면, 가요성 기재층(110)의 오목부(111)가 형성된 일면과 그 반대면 사이의 두께의 최소값과 최대값의 차이일 수 있다.
- [0045] 오목부(111)의 최대 깊이(d)는, 예를 들어, 접촉면(130)이 평면 형상일 때에는 접촉면(130)으로부터 접촉면(130)에 수직인 방향으로 측정된 오목부(111)의 최대 깊이(d)를 의미할 수 있다.
- [0046] 패턴층(120)의 최대 두께(t)는 오목부(111)를 충전하고 있는 패턴층(120)이 가지는, 포토마스크(100)의 두께 방향으로 측정된 두께의 최대값을 의미할 수 있다.
- [0047] 패턴층(120)의 최대 두께(t)는, 예를 들어, 접촉면(130)이 평면 형상일 때에는 접촉면(130)으로부터 접촉면(130)에 수직인 방향으로 측정된 패턴층(120)의 최대 두께(t)를 의미할 수 있다.
- [0048] 패턴층(120)의 일면에 복수의 오목부(111)가 위치할 경우, 오목부(111)의 최대 깊이(d) 및 패턴층(120)의 최대 두께(t)는 각각의 오목부에서 측정된 오목부(111)의 깊이 및 패턴층(120)의 두께를 의미할 수 있다.
- [0049] 오목부(111)의 최대 깊이(d)와 패턴층(120)의 최대 두께(t)가 서로 대응됨으로써, 패턴층(120)이 포토마스크의 접촉면(130)까지 오목부(111)를 충전할 수 있다. 따라서, 포토마스크(100)의 접촉면(130)이 포토레지스트와 접촉할 때 패턴층(120)의 엣지 부분과 포토레지스트의 간극이 최소화될 수 있다. 패턴층(120)의 엣지 부분과 포토레지스트의 간극이 최소화되면 빛이 패턴층(120)의 엣지 부분을 통과하면서 회절되어 해상력이 저하하는 문제를 해결할 수 있다.
- [0050] 패턴층(120)은 오목부(111)를 충전하여 접촉면(130)을 평탄화할 수 있다. 즉, 패턴층(120)은 접촉면(130)에서 패턴층(120)과 가요성 기재층(110)의 단차가 존재하지 않도록 오목부(111)를 충전할 수 있다.
- [0051] 도 2를 참조하면, 접촉면(130)은 패턴층(120)의 일면이 노출된 패턴영역(131) 및 가요성 기재층(110)이 노출된 기재영역(132)으로 구분될 수 있다. 따라서, 접촉면(130)이 포토레지스트와 접촉할 때, 접촉면(130)을 구성하는 패턴영역(131) 및 기재영역(132)이 포토레지스트와 접촉하며, 패턴층(120)의 일면이 포토레지스트와 접촉할 수 있다. 포토마스크(100)가 전술한 구조를 가질 경우, 패턴층(120)과 포토레지스트의 간극이 최소화될 수 있으므로, 회절 현상에 의한 해상력 저하를 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0052] 패턴영역(131) 및 기재영역(132)은 각각 평면 형상일 수 있다. 즉, 패턴층(120)의 노출된 일면은 평면 형상일 수 있으며, 가요성 기재층(110)의 오목부(111)가 위치하는 일면에서 패턴층(120)이 위치하지 않아 노출된 가요성 기재층(110) 부분도 평면 형상일 수 있다. 또한, 접촉면(130)도 평면 형상일 수 있다. 포토마스크(100)의 접촉면(130)이 평면 형상이므로, 접촉면(130)이 포토레지스트와 접촉할 때 패턴층(120)과 포토레지스트 사이의 간극이 최소화되어 회절현상에 의한 해상력 저하를 억제할 수 있다.
- [0053] 패턴영역(131) 및 기재영역(132)은 동일 평면 상에 위치할 수 있다. 즉, 접촉면(130)에서 패턴층(120)과 가요성 기재층(110) 사이의 단차가 없을 수 있다. 패턴영역(131) 및 기재영역(132)이 동일한 평면 상에 위치할 경우, 포토마스크(100)가 포토레지스트에 접촉할 때 포토레지스트와 패턴층(120)의 간극을 최소화하면서도, 포토마스크의 하층이 가요성 기재층(110)에도 분산될 수 있어 포토레지스트와 패턴층(120)의 접촉에 의한 패턴층(120)의 손상을 예방할 수 있다.
- [0054] 도 3 내지 도 8은 일 실시예에 따른 포토마스크 제조방법을 도시한 도면이다.
- [0055] 본 실시예를 설명함에 있어 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이하, 이를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 포토마스크 제조방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0056] 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크 제조방법은, 기판(140) 상에 돌출된 패턴층(120)을 형성하는 단계와, 전술한 기판(140) 상에 위치하고 전술한 돌출된 패턴층(120)을 덮는 가요성 기재층(110)을 형성하는 단계와, 전술한 가요성 기재층(110)을 전술한 기판(140)으로부터 박리하는 단계를 포함한다.
- [0057] 도 3은 기판(140) 상에 돌출된 패턴층(120)이 형성된 것을 나타낸 도면이다. 기판(140)의 종류는 특별히 제한되는 것은 아니나, 예를 들면, 실리콘층(Si), 실리콘 산화물층(SiO₂) 및 희생층으로서 니켈(Ni) 층이 순차적인

로 적층된 것을 사용할 수 있다.

- [0058] 기판(140) 상에 돌출된 패턴층(120)을 형성하는 단계는, 예를 들면, 기판(140) 상에 포토레지스트층(150)을 형성하는 단계와, 포토레지스트층(150)을 패터닝하는 단계와, 패터닝된 포토레지스트층(150) 상에 패턴층(120)을 증착하는 단계와, 포토레지스트층(150)을 스트립하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0059] 도 4는 기판(140) 상에 포토레지스트층(150)이 형성된 것을 나타낸 도면이다. 포토레지스트층(150)의 종류는 특별히 제한되는 것은 아니나, 예를 들면, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, polymethylmethacrylate)를 사용할 수 있다. 포토레지스트층(150)을 기판(140) 상에 형성하는 방법은, 예를 들면, 포토레지스트 조성물을 기판(140) 상에 코팅하는 방법일 수 있다.
- [0060] 도 5는 기판(140) 상에 형성된 포토레지스트층(150)이 패터닝된 것을 나타낸 도면이다. 포토레지스트층(150)의 패터닝 방법은, 예를 들면, 전자빔 리소그래피(e-beam lithography)일 수 있다.
- [0061] 도 6은 패터닝된 포토레지스트층(150) 상에 패턴층(120)이 증착된 것을 나타낸 도면이다. 패턴층(120)의 증착 방법은, 예를 들면, 열 증착법, 플라즈마 증착법, 상압 증착법, 저압 증착법 등의 화학적 기상 증착법 또는 열 증착법, 전자빔증발법, 스퍼터링 등의 물리적 기상 증착법을 사용할 수 있다.
- [0062] 포토레지스트층(150)을 스트립하는 단계는, 도 6에 도시한 패터닝된 포토레지스트층(150) 상에 패턴층(120)이 증착된 단계에서 수행될 수 있다. 도 6에 도시한 단계에서 포토레지스트층(150)을 스트립하면, 포토레지스트층(150) 상에 위치하는 패턴층(120)도 함께 제거되면서, 도 3에 도시한 것과 같이 기판(140) 상에 돌출된 패턴층(120)이 형성될 수 있다.
- [0063] 도 7은 기판(140) 상에 위치하고, 돌출된 패턴층(120)을 덮는 가요성 기재층(110)을 형성된 것을 나타낸 도면이다. 가요성 기재층(110)은, 예를 들면, 조성물을 코팅한 후 광경화 또는 열경화하는 방법에 의해 형성될 수 있다. 기판(140) 상에 돌출된 패턴층(120)이 형성된 상태에서 가요성 기재층(110)을 형성할 경우, 기재층(110)의 일면에 전술한 오목부가 형성될 수 있다.
- [0064] 도 8은 가요성 기재층(110)을 기판(140)으로부터 박리하는 것을 나타낸 도면이다. 가요성 기재층(110)을 박리하는 단계는, 가요성 기재층(110)과 함께 기판(140) 상에 형성된 돌출된 패턴층(120)을 박리하는 단계일 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 폴리디메틸실록산(PDMS) 조성물을 기판(140) 및 패턴층(120) 상에 도포하고 경화한 후에 기재층(110)을 박리하면, 패턴층(120)까지 기판(140)으로부터 박리될 수 있다. 기재층(110)을 박리하는 단계에 의하여, 전술한 실시예에 따른 포토마스크가 제조될 수 있다.
- [0066] 도 9는 본 명세서의 일 실시예에 따른 표시장치의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0067] 본 실시예를 설명함에 있어 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이하, 이를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 표시장치 제조방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0068] 도 9를 참조하면, 본 명세서의 일 실시예에 따른 표시장치의 제조방법은, 기판(141) 상에 위치하는 포토레지스트층(151)에 전술한 포토마스크의 패턴층(120)을 접촉시킨 상태에서 포토레지스트층(151)을 노광하는 단계를 포함한다.
- [0069] 기판(141)은 포토 리소그래피 공정에 의하여 패턴을 형성하고자 하는 기판으로서, 표시장치 분야에서 사용되는 것이라면 그 종류는 특별히 제한되지 않는다.
- [0070] 포토레지스트층(151)은 포토 리소그래피 공정에 의하여 패턴을 형성하기 위하여 사용되는 감광성 층으로서, 표시장치 분야에서 사용되는 것이라면 그 종류는 특별히 제한되지 않는다.
- [0071] 도 9를 참조하면, 패턴층(120)이 포토레지스트층(151)에 직접 접촉한다. 또한, 가요성 기재층(110) 또한 포토레지스트층(151)에 직접 접촉할 수 있다.
- [0072] 전술한 포토마스크를 사용할 경우, 패턴층(120)과 포토레지스트층(151) 사이에 간극이 존재하지 않으므로, 패턴층(120)과 포토레지스트층(151) 사이의 간극으로 인한 해상력 저하를 예방할 수 있다.
- [0073] 도 10은 비교예에 따른 표시장치의 제조방법을 설명하는 도면이다. 비교예에 따른 표시장치의 제조방법은, 포토마스크(200)가 기판(141) 상에 위치하는 포토레지스트층(151)과 특정한 간극(S)을 두고 이격되도록 위치하는 상태에서 포토레지스트층(151)에 대한 노광이 수행될 수 있다.

- [0074] 예를 들어, 포토마스크(200)가 평평하면서 뺏뺏한 재질, 예를 들면, 파인 메탈 마스크(Fine metal mask)인 경우에는 포토마스크(200)와 포토레지스트층(151)의 접촉에 의하여 포토마스크(200)에 손상이 가해지는 것을 예방하기 위하여 특정한 간극(S)을 두고 포토마스크(200)가 배치될 수 있다.
- [0075] 또 다른 예시에서, 기재 상에 돌출된 패턴층이 형성된 마스크를 사용할 경우에는, 돌출된 패턴층이 포토레지스트층과 접촉할 경우 패턴층에 손상이 가해질 수 있으므로, 접촉에 의한 포토마스크의 손상을 예방하기 위하여 특정한 간극을 두고 포토마스크가 배치될 수 있다.
- [0076] 포토마스크(200)와 포토레지스트층(151) 사이에 간극(S)이 존재할 경우에는 포토마스크(200)를 통과하는 빛이 회절에 의하여 포토마스크(200)에 의하여 차광되지 않는 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 패턴층이 특정한 선폭(R)을 가지도록 형성되었음에도 포토리소그래피 공정에 의하여 상기 선폭(R)을 가지는 미세 패턴이 형성되지 않을 수 있다.
- [0077] 도 11은 도 10에 도시한 것과 같이 특정한 간극(S)을 두고 포토마스크가 배치된 상태에서 포토레지스트층을 노광할 경우 빛의 회절 현상에 의하여 포토리소그래피 공정의 해상력이 저하하는 것을 설명하기 위한 자료이다.
- [0078] 도 11을 참조하면, 도 10에 도시한 포토리소그래피 공정은 점선으로 표시한 것과 같이 광이 조사될 것을 의도한 것이나, 포토마스크(200)가 특정한 간극(S)만큼 포토레지스트층(151)과 이격된 상태에서 공정을 진행한 결과 실선으로 표시한 것과 같이 광이 조사된 것을 알 수 있다.
- [0079] 본 명세서의 실시예에 따른 표시장치의 제조방법에 의할 경우, 포토마스크의 패턴층을 포토레지스트에 접촉시킨 상태로 포토레지스트층을 노광할 수 있으므로, 해상력 저하를 효과적으로 예방할 수 있다.
- [0080] 도 12는 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크에 의할 경우 형성할 수 있는 미세 패턴을 설명하기 위한 자료이다.
- [0081] 도 12는 400nm 내지 500nm의 파장을 가지는 광원과 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 해상력 테스트 패턴 (USAF Resolving Power Test Target 1951)을 형성한 것이다. 기관(140) 상에 돌출된 패턴층(120)을 형성하였으며, 그 평면 사진은 b 및 e에 나타내었다. 전술한 기관(140) 상에 돌출된 패턴층(120)을 이용하여, 가요성 기재층(110) 및 패턴층(120)을 포함하는 포토마스크를 제조하였으며, 그 평면 사진은 c 및 f에 나타내었다. 전술한 포토마스크를 이용하여 기관(141) 상에 패터닝된 포토레지스트층(151)을 형성하였으며, 그 평면 사진은 d 및 g에 나타내었다. 도 12를 참고하면, DUV(Deep UV)나 EUV(Extreme UV) 같은 단파장이 아닌 400nm 내지 500nm의 광원을 사용하여, 파장의 약 1/10의 선폭인 51nm의 선폭을 가지는 포토레지스트층(151)이 형성된 것을 알 수 있다.
- [0082] 도 12를 참조하면, i를 통해 알 수 있듯이 포토마스크의 패턴층(120)의 선폭이 포토마스크를 이용하여 형성된 패터닝된 포토레지스트층(151)의 선폭에 효과적으로 반영되는 것을 알 수 있다.
- [0083] 도 13은 본 명세서의 실시예들에 따른 포토마스크에 의할 경우 형성할 수 있는 미세 패턴을 설명하기 위한 자료이다.
- [0084] 도 13은 본 명세서의 실시예들에 따른 포토마스크와 파장이 400nm 내지 500nm인 광원을 이용하여 라인 패턴(line patter) 및 닷 패턴(dot patter)을 형성한 것이다. 도 13을 통해 알 수 있듯이, 본 명세서의 실시예들에 따른 포토마스크를 사용할 경우 DUV(Deep UV)나 EUV(Extreme UV) 같은 단파장이 아닌 400nm 내지 500nm의 광원으로 60nm 및 160nm의 선폭을 가지는 라인 패턴 및 닷 패턴을 형성할 수 있다.
- [0085] 도 14는 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 평면이 아닌 곡면상에 패턴을 형성한 것을 나타낸 자료이다.
- [0086] 250nm의 곡률반경을 가지는 구조물 위에 PET 기재를 위치시키고, 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 400nm 내지 500nm의 파장을 가지는 광원을 이용하여 노광을 실시하였다. 도 13을 참조하면, 곡률을 가지는 기재 위에서 노광을 실시하였음에도, 선폭이 38nm인 패턴이 형성되는 것을 알 수 있다. 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크는 일면에 오목부가 위치하는 가요성 기재층 및 오목부를 충전하는 패턴층을 포함하고, 오목부의 최대 깊이와 패턴층의 최대 두께가 서로 대응되는 특징을 가지기 때문에 포토마스크의 접촉면이 곡률을 가지는 기재에도 밀착될 수 있으며, 이로 인해 회절에 의한 해상력 저하를 예방할 수 있으므로 곡률을 가지는 기재 상에도 미세한 패턴을 형성할 수 있는 것으로 보인다.
- [0087] 도 15는 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 기재의 거친 표면 및 결점을 가지는 표면 위에

패턴을 형성한 것을 나타낸 자료이다.

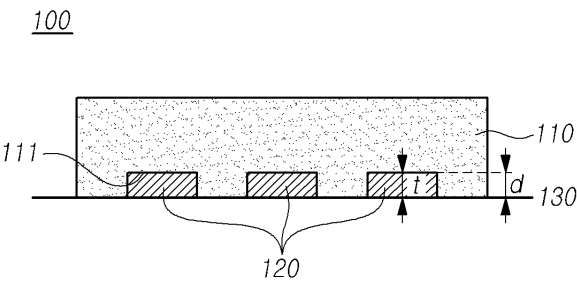
- [0088] 나뭇잎을 이용하여 거친 표면을 형성하였다(a). 나뭇잎 표면은 플라스틱 기재보다 표면이 더 거칠며, 결점을 가지기 때문에 종래의 포토리소그래피 공정을 이용할 경우 패턴을 구현하기 어렵다.
- [0089] 나뭇잎을 이용하여 형성된 거친 표면에 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 패턴을 형성하였다(b, c, d, e, f, g). 본 명세서의 일 실시예에 따른 포토마스크를 이용한 결과, 나뭇잎의 표면이 거침에도 불구하고 패턴이 성공적으로 형성되는 것을 알 수 있다.
- [0090] 또한, 컬(Curl), 스텝(Step) 및 킹크(Kink)와 같은 결점을 갖는 영역에도 패턴이 형성되었다(k, l, m).
- [0091] 따라서, 본 명세서의 실시예들에 따른 포토마스크를 사용할 경우 포토마스크가 포토레지스트층의 표면 형상을 따라 밀착할 수 있으므로, 거친 표면이나 결점이 있는 영역에도 미세한 패턴을 형성할 수 있다.
- [0092] 도 16은 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 제작한 반사형 디스플레이에 대한 자료이다.
- [0093] 가로 0.96mm, 세로 1.2mm 크기로 플라스모닉 나노 패턴을 이용하여 기재 상에 이미지를 구현하였다(b). 은(Ag) 기재에 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 패턴링을 수행하여, 각기 다른 색상이 요구되는 부분에는 다른 크기를 가지는 플라스모닉 나노 패턴을 형성하였다(c 내지 k).
- [0094] 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 이용하면 크기가 다양한 플라스모닉 나노 패턴을 형성할 수 있으므로, 나노 크기의 패턴에서 반사되는 빛의 공명현상을 이용하여 반사형 디스플레이를 구현할 수 있다.
- [0095] 도 17은 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 이용하여 제작한 반사형 디스플레이에 대한 자료이다.
- [0096] 본 명세서의 실시예에 따른 포토마스크를 이용하면 플라스모닉 나노 패턴을 형성하여 다양한 색상을 구현한 반사형 디스플레이를 제조할 수 있다. 금속 기재의 종류 및 포토 레지스트의 두께에 따라 구현되는 컬러를 변화시킬 수 있으므로, 동일한 포토마스크를 이용하여도 금속 기재의 종류 및 포토 레지스트의 두께를 다르게 하여 다양한 컬러가 구현된 반사형 디스플레이를 제조할 수 있다.
- [0097] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 명세서는 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 명세서의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 명세서의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 명세서의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 명세서의 보호 범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 명세서의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

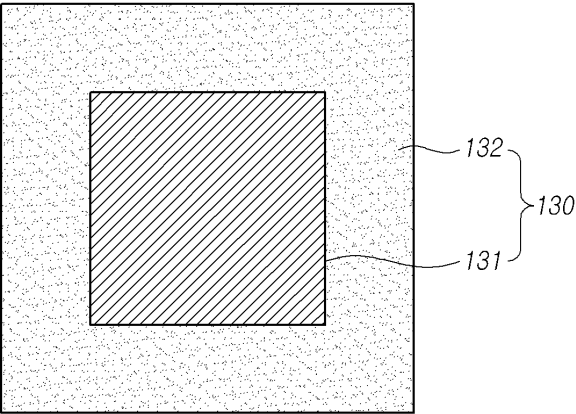
- [0098] 100: 포토마스크
- 110: 기재층
- 111: 오목부
- 120: 패턴층
- 130: 접촉면
- 131: 패턴영역
- 132: 기재영역
- 140: 기관
- 150: 포토레지스트층

도면

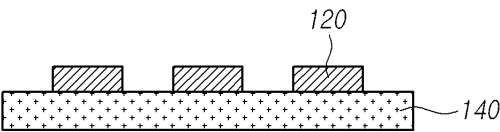
도면1



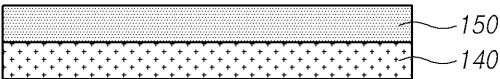
도면2



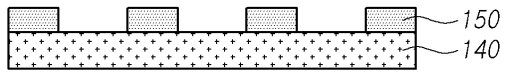
도면3



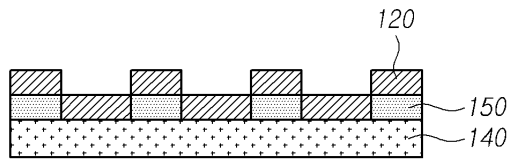
도면4



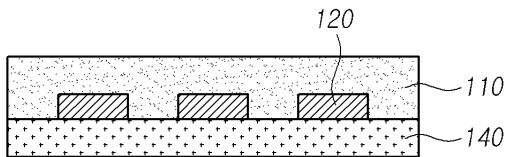
도면5



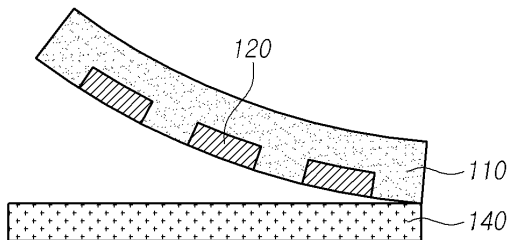
도면6



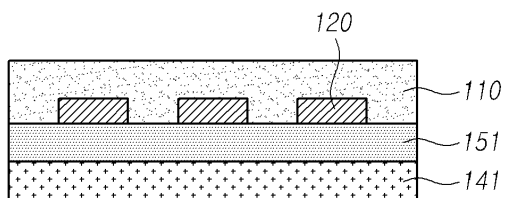
도면7



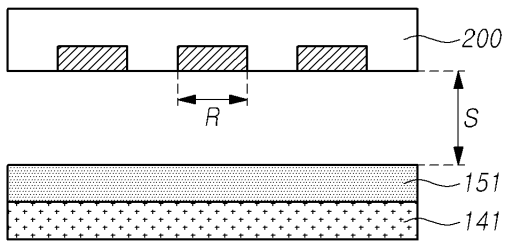
도면8



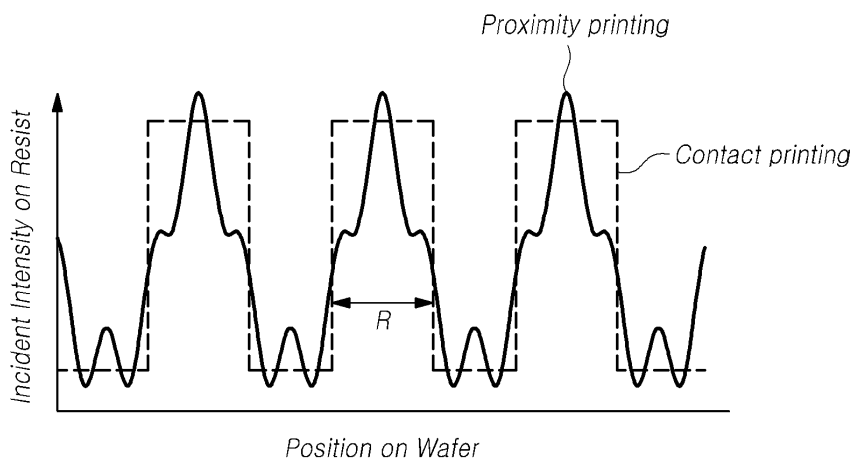
도면9



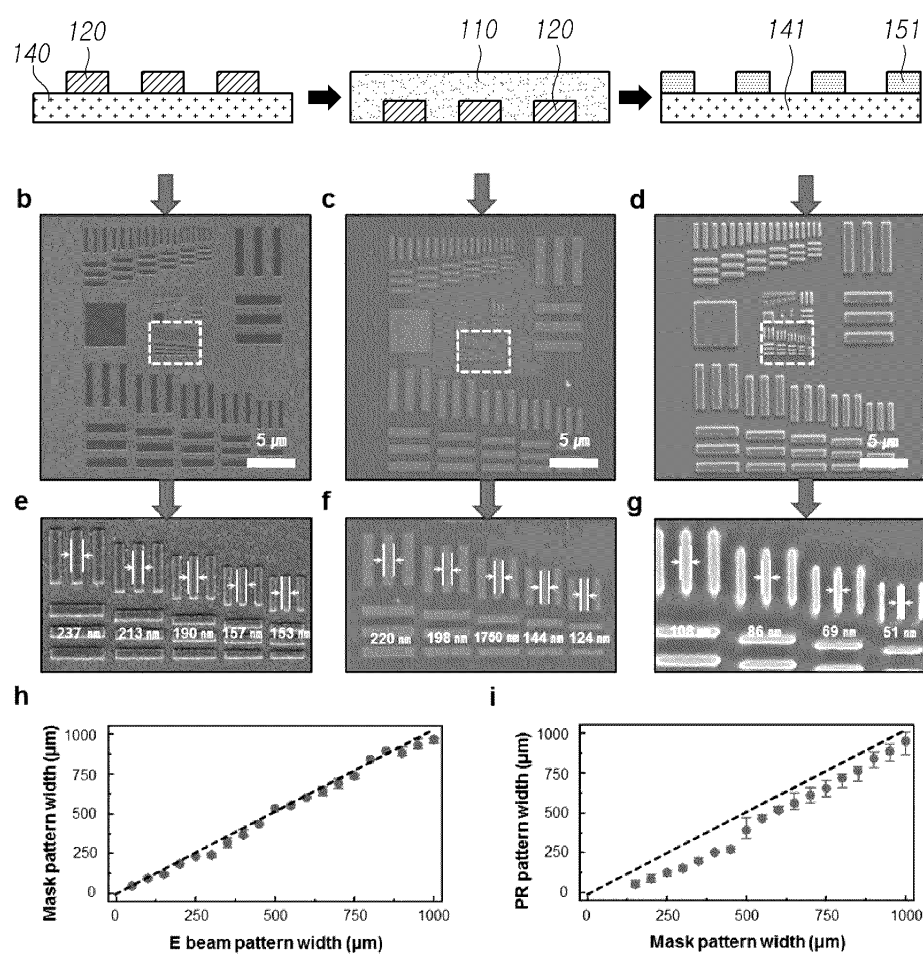
도면10



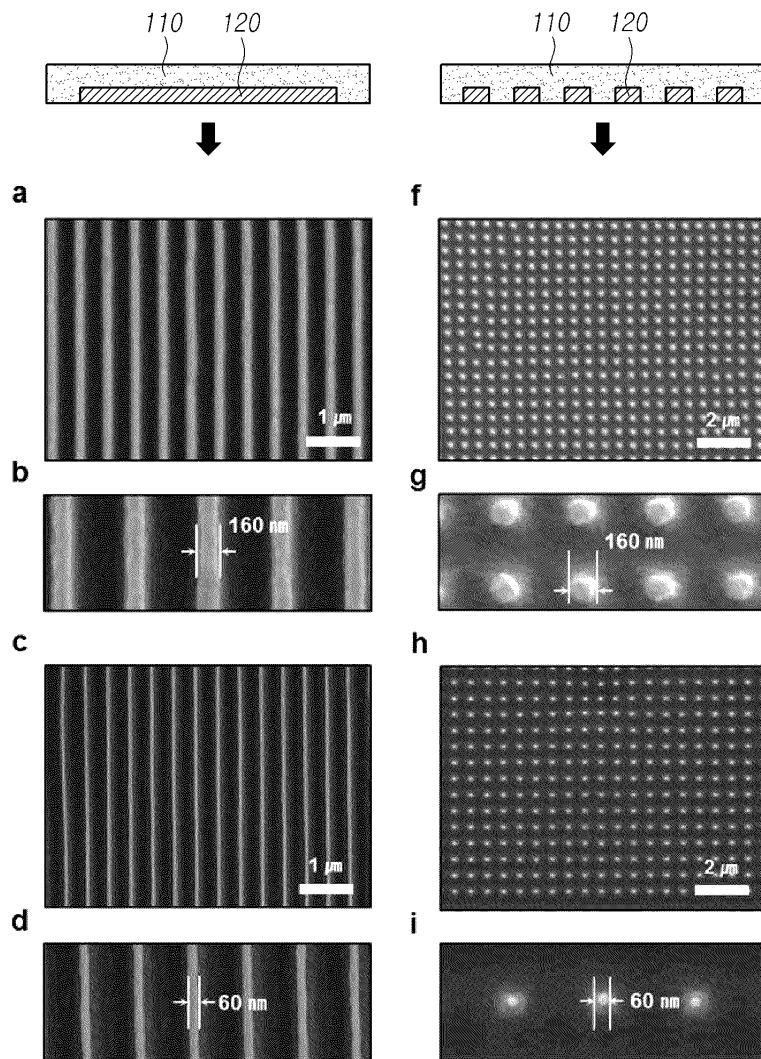
도면11



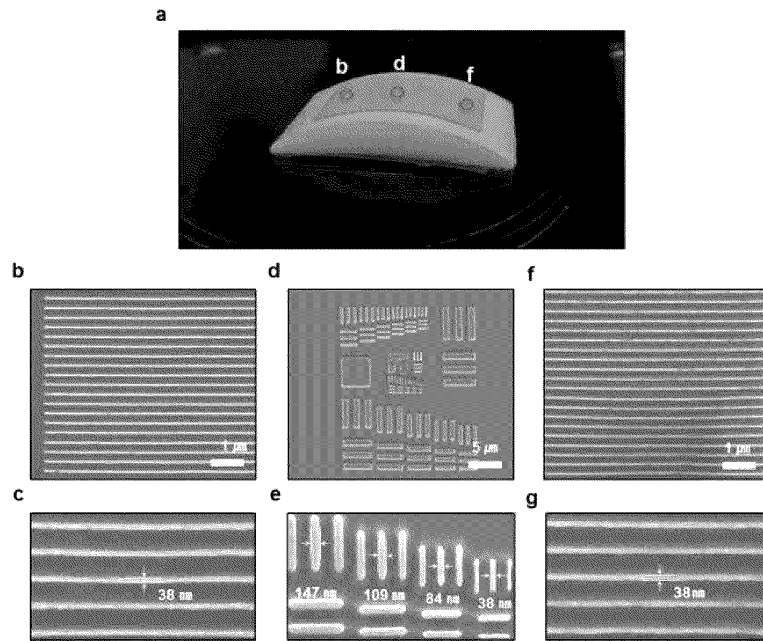
도면12



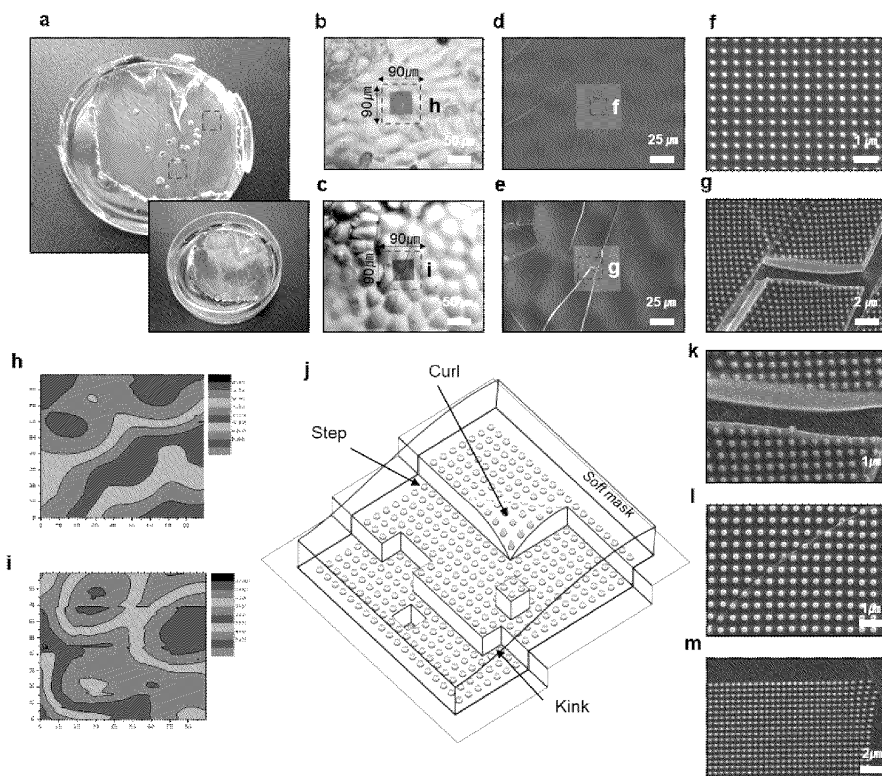
도면13



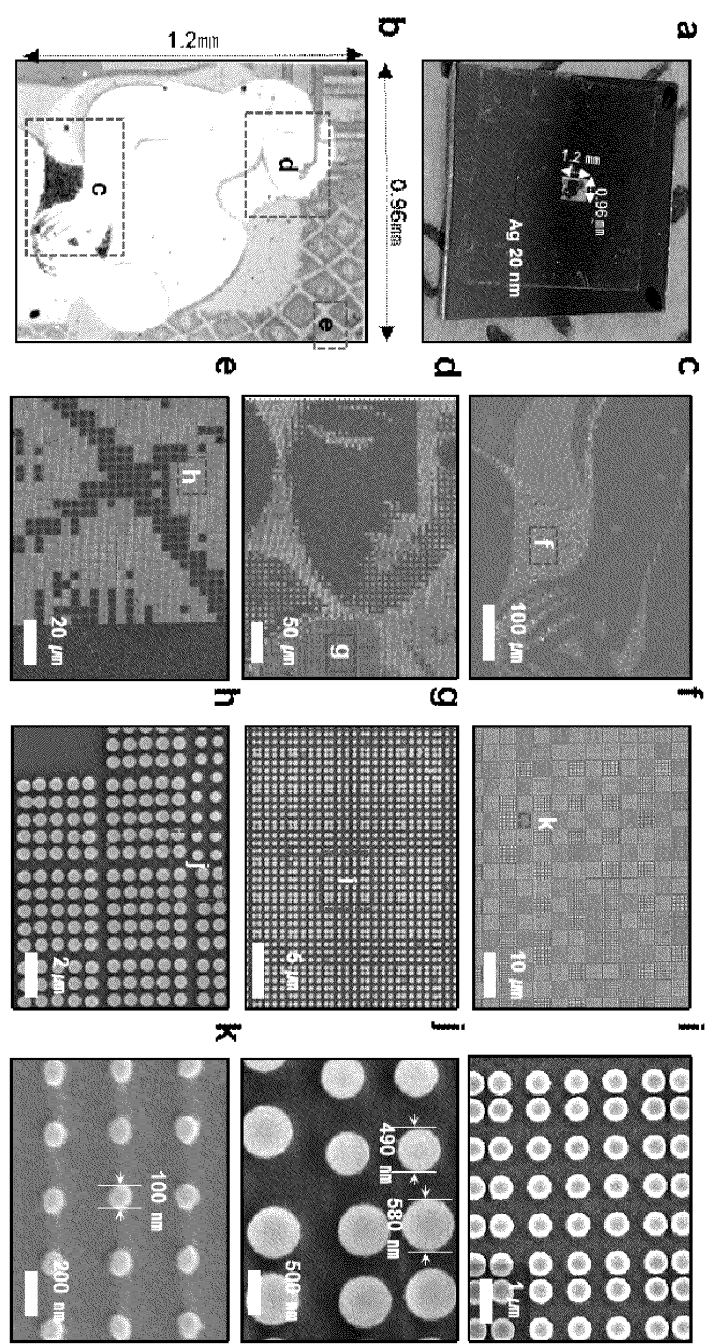
도면14



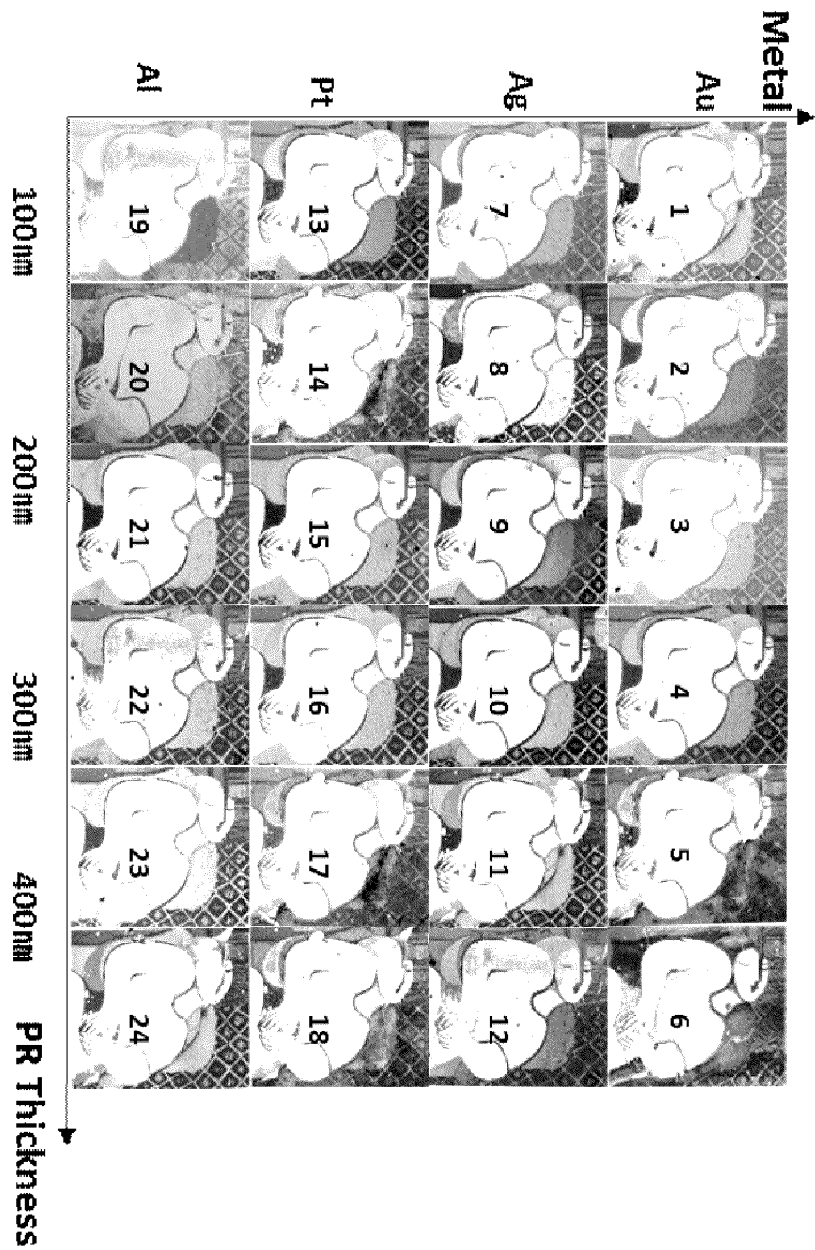
도면15



도면16



도면17



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18

【변경전】

제 17항에 있어서,

상기 포토마스크의 패턴층은 상기 오목부를 충전하여 상기 접촉면을 평탄화하는 표시장치의 제조방법.

【변경후】

제 17항에 있어서,

상기 포토마스크의 패턴층은 상기 오목부를 충전하여 상기 접촉면을 평탄화하는 표시장치의 제조방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 19

【변경전】

제 17항에 있어서,

상기 포토마스트의 상기 패턴영역 및 상기 기재영역은 각각 평면 형상인 표시장치의 제조방법.

【변경후】

제 17항에 있어서,

상기 포토마스크의 상기 패턴영역 및 상기 기재영역은 각각 평면 형상인 표시장치의 제조방법.