



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년06월07일

(11) 등록번호 10-1624834

(24) 등록일자 2016년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/041 (2006.01) G03F 7/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06F 3/041 (2013.01)

G03F 7/26 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0022431

(22) 출원일자 2015년02월13일

심사청구일자 2015년02월13일

(65) 공개번호 10-2015-0095595

(43) 공개일자 2015년08월21일

(30) 우선권주장

1020140016625 2014년02월13일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

WO2013158543 A1*

JP11237744 A*

US20100295196 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 엘지화학

서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자

박정호

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

정진미

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정순성

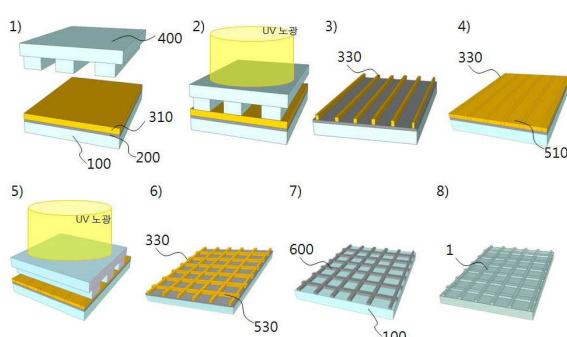
전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 최정권

(54) 발명의 명칭 마스터 몰드의 제조방법, 이로 제조된 마스터 몰드, 투명포토마스크의 제조방법, 이로 제조된 투명포토마스크 및 상기 투명포토마스크를 이용한 전도성 메쉬패턴의 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 마스터 몰드의 제조방법, 이로 제조된 마스터 몰드, 투명포토마스크의 제조방법, 이로 제조된 투명포토마스크 및 상기 투명포토마스크를 이용한 전도성 메쉬패턴의 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도

(52) CPC특허분류
G06F 2203/04103 (2013.01)
G06F 2203/04112 (2013.01)

(72) 발명자

정유진

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

신부건

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

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

- 1) 기재 상에 제1 감광재층을 형성하는 단계;
- 2) 상기 제1 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉하여 제1 감광재 패턴층을 형성하는 단계;
- 3) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층을 형성하는 단계;
- 4) 상기 제2 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계;
- 5) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계;
- 6) 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드를 제조하는 단계;

- 7) 상기 마스터 몰드 상에 투명수지층을 형성하는 단계; 및
- 8) 상기 투명수지층을 마스터 몰드로부터 제거하는 단계를 포함하는 것인 투명포토마스크의 제조방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 1) 단계의 기재는 일면에 구비된 전도성층을 포함하는 것이고,
상기 5) 단계는 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전
도성 메쉬패턴을 제조하는 단계인 것인 투명포토마스크의 제조방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 6) 단계 이후에, 상기 기재의 전도성 메쉬패턴이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단
계; 및

상기 전도성 메쉬패턴을 제거하는 단계를 더 포함하는 것인 투명포토마스크의 제조방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서, 상기 4) 단계 후에, 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성된 기재 상에 제
3 감광재층을 형성하는 단계; 및

상기 기재 상에 제3 감광재 패턴층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것인 투명포토마스크의 제조방법.

청구항 15

청구항 11 내지 14 중 어느 한 항에 따라 제조되고, 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 음각의 메쉬패턴을 갖는
것인 투명포토마스크.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 상기 음각의 메쉬패턴의 깊이는 50 nm 이상 10 μm 이하인 것인 투명포토마스크.

청구항 17

청구항 15에 있어서, 상기 음각의 메쉬패턴의 폭이는 2 μm 이상 500 μm 이하인 것인 투명포토마스크.

청구항 18

청구항 15에 있어서, 상기 투명포토마스크는 PDMS(polydimethylsiloxane)계 고분자, PMMA(polymethyl
methacrylate), PUA(polyurethane acrylate), PS(polystyrene), PC(polycarbonate), PVA(polyvinyl alcohol),
COP(cyclicolefin copolymer), PET(polyethylene terephthalate) 및 PVB(polyvinyl butadiene) 중 적어도 하
나를 포함하거나 이들의 공중합체를 포함하는 것인 투명포토마스크.

청구항 19

청구항 15에 있어서, 상기 투명포토마스크의 음각의 메쉬패턴이 새겨진 면에 구비된 불투명 패턴층 더 포함하는
것인 투명포토마스크.

청구항 20

청구항 19에 있어서, 상기 불투명 패턴층의 패턴은 라우터 패턴인 것인 투명포토마스크.

청구항 21

청구항 19에 있어서, 상기 불투명 패턴층은 금속 또는 탄소계 물질을 포함하는 것인 투명포토마스크.

청구항 22

청구항 15에 있어서,

상기 투명포토마스크는 내부가 빈 원통형 기재;

상기 기재의 외주면에 구비되고 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 음각의 메쉬패턴을 갖는 블랭킷;
및 상기 원통형 기재의 내부에 구비된 자외선 램프를 포함하는 것인 투명포토마스크.

청구항 23

- i) 전도성층을 갖는 기재의 상기 전도성층 상에 감광재층을 형성하는 단계;
- ii) 상기 감광재층의 상부면에 청구항 15의 투명포토마스크를 접촉하여 감광재 메쉬패턴층을 형성하는 단계;
- iii) 상기 전도성층의 감광재 메쉬패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및
- iv) 상기 감광재 메쉬패턴층을 제거하여 전도성 메쉬패턴을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법.

청구항 24

청구항 23에 있어서, 상기 ii) 단계는 상기 감광재층의 상부면에 투명포토마스크를 접촉한 후 투명포토마스크 상에 자외선을 1회 조사하는 단계를 포함하는 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법.

청구항 25

청구항 24에 있어서, 상기 자외선의 강도는 10 mJ/cm^2 이상 200 mJ/cm^2 이하인 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법.

청구항 26

청구항 23에 있어서, 상기 전도성 메쉬패턴의 선폭은 100 nm 이상 900 nm 이하인 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법.

청구항 27

청구항 23에 있어서, 상기 전도성층은 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au), 니켈(Ni), 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo), 텉스텐(W), 크롬(Cr) 및 백금(Pt) 중 적어도 하나의 금속을 포함하거나 2 이상 금속의 합금을 포함하는 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 2014년 02월 13일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제 10-2014-0016625호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본 발명은 마스터 몰드의 제조방법, 이로 제조된 마스터 몰드, 투명포토마스크의 제조방법, 이로 제조된 투명포토마스크 및 상기 투명포토마스크를 이용한 전도성 메쉬패턴의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 스마트폰, Internet device 및 휴대형 게임기와 같은 휴대단말기는 사용자의 휴대성 향상을 위해서는 보다 슬림한 외관이 요구되고 있다.

[0004] 이를 휴대단말기는 한정된 사이즈로 인해 메뉴 키, 숫자키 및 방향키를 이용하여 사용자가 원하는 기능을 수행하는데 불편함이 따르므로, 현재 터치스크린을 이용하여 사용자가 화면을 보면서 화면에 표시된 메뉴를 직접 선택하도록 구성되고 있다.

[0005] 터치스크린은 사용자가 화면을 보면서 화면에 표시된 메뉴를 터치하여 원하는 기능을 수행하므로, 터치스크린은 투명한 재질로 형성되어야 하고, 사용자의 터치 입력을 감지하기 위한 터치 전극을 포함하여야 한다.

[0006] 터치 전극은 통상 터치스크린에서 교차 구조를 갖는 두 개의 전극 라인으로 구성되는데, 두 개의 터치 전극 라인은 개별 시트에 형성되거나, 하나의 시트에 두 개의 터치 전극 라인이 구비됨으로써 사용자의 터치 입력을 판단할 수 있다.

- [0007] 격자 구조의 터치 스크린은 정전용량방식이 사용되며, 교차되는 복수의 제1 도전층 라인과 제2 도전층 라인으로 센서 전극 패턴을 형성하게 된다. 이러한 격자 구조의 터치스크린에 터치물이 근접하면 그 지점에 변화되는 정전용량을 가로 세로로 연결되는 각 제1 및 2 도전층 라인에서 수집되며, 이 수집된 신호를 분석하여 터치 입력을 감지하게 된다.
- [0008] 터치스크린의 전극은, 전기저항이 전도성 금속보다 크지만, 광학적 투과도가 높은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명 금속 산화물이 이용되고 있다.
- [0009] 상기 투명 금속 산화물은 일함수가 크나, 전기 전도도가 비교적 높지 않아 표면적이 좁은 기기에서는 문제점이 없으나 면적이 넓어질수록 전압강하가 발생되는 단점이 있다.
- [0010] 상기 투명 금속 산화물이 PET 필름 등과 같은 투명 필름 상에 형성되는 경우, 증착 시간에 비례하여 막의 표면 손상이 발생하고 음이온 충격이 발생하므로 대형화에 어려움이 있다.
- [0011] 이를 극복하기 위해, 미국 공개특허 제2010-0156840호에는 메쉬(mesh) 구조의 터치 전극을 이용하여 터치 입력을 감지하는 터치 스크린 센서가 개시된 바 있다.
- [0012] 그러나, 상기 메쉬구조의 터치 전극은 시각적으로 인식되거나, 메쉬 패턴에 의한 모아레(moire) 현상이 나타날 수 있다.
- [0013] 상기 메쉬 구조의 터치 전극의 선폭이 작아질수록 시각적인 인식도 및 모아레 현상이 줄어드나, 구현할 수 있는 미세패턴의 선폭에 한계가 있으며, $1\mu\text{m}$ 미만인 서브마이크로미터 선폭의 초미세 메쉬 구조가 구현가능한 방법은 공정상 비용이 높아 대량화 및 대형화에 문제점이 있다.
- [0014] 이에 따라, $1\mu\text{m}$ 미만인 서브마이크로미터 선폭의 초미세 메쉬 구조를 구현가능한 합리적인 제조방법에 대한 연구가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0015] (특허문헌 0001) 미국 공개특허 제2010-0156840호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명은 마스터 몰드의 제조방법, 이로 제조된 마스터 몰드, 투명포토마스크의 제조방법, 이로 제조된 투명포토마스크 및 상기 투명포토마스크를 이용한 전도성 메쉬패턴의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명은 a) 기재 상에 제1 감광재층을 형성하는 단계; b) 상기 제1 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉하여 제1 감광재 패턴층을 형성하는 단계; c) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층을 형성하는 단계; d) 상기 제2 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계; e) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 f) 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하는 단계를 포함하는 것인 마스터 몰드의 제조방법을 제공한다.
- [0018] 또한, 본 발명은 상기 마스터 몰드의 제조방법에 따라 제조되고, 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 양각의 메쉬패턴을 갖는 것인 마스터 몰드를 제공한다.
- [0019] 또한, 본 발명은 1) 기재 상에 제1 감광재층을 형성하는 단계; 2) 상기 제1 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉하여 제1 감광재 패턴층을 형성하는 단계; 3) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층을 형성하는 단계; 4) 상기 제2 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉

하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계; 5) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 6) 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드를 제조하는 단계; 7) 상기 마스터 몰드 상에 투명수지층을 형성하는 단계; 및 8) 상기 투명수지층을 마스터 몰드로부터 제거하는 단계를 포함하는 것인 투명포토마스크의 제조방법을 제공한다.

[0020] 또한, 본 발명은 상기 투명포토마스크의 제조방법에 따라 제조되고, 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 음각의 메쉬패턴을 갖는 것인 투명포토마스크를 제공한다.

[0021] 또한, 본 발명은 i) 전도성층을 갖는 기재의 상기 전도성층 상에 감광재층을 형성하는 단계; ii) 상기 감광재층의 상부면에 상기 투명포토마스크를 접촉하여 감광재 메쉬패턴층을 형성하는 단계; iii) 상기 전도성층의 감광재 메쉬패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 iv) 상기 감광재 메쉬패턴층을 제거하여 전도성 메쉬패턴을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면 간단한 포토 공정을 통해 서브마이크로미터 크기의 선폭의 초미세 메쉬(mesh) 구조를 갖는 전극을 제조할 수 있다.

[0023] 본 발명에 따라 제조한 서브마이크로미터 크기의 선폭의 초미세 메쉬(mesh) 구조를 갖는 전극은 기존의 박막상의 금속산화물계 투명전극에 비해 산화물 막의 내인적 면저항 값의 한계를 극복할 수 있으므로 대면적의 투명전극의 응용에 매우 용이하다.

[0024] 플라스틱 기재를 사용할 경우 미세 선의 구조로 인해 기재가 굽혀지거나 휘어지는 경우에도 기재에 집중되는 국소적 응력을 효과적으로 분산시킬 수 있어 플렉서블 유연 전자 소자의 적용에도 매우 용이하게 사용될 수 있다.

[0025] 본 발명의 제조방법으로 제조된 메쉬 전극은 전자기기의 터치패널의 전극 구조에 사용이 매우 용이하다.

[0026] 본 발명은 소프트한 위상차 마스크를 사용함으로써 감광층의 균일한 접촉을 유도할 수 있어 평편, 비평면 또는 곡면을 갖는 원통형 금형에 패턴의 형성이 용이하므로 서브 마이크로미터 급의 그물망 메쉬 구조를 원통형 롤금형 기반의 롤투롤(Roll to Roll) 공정과 같은 자동화 공정에 용이하게 적용할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 본 발명은 투명 유연 기재를 포토 마스크로 사용하여 다양한 크기의 대면적 패턴을 형성 및 중첩시키거나 원통형 곡면에 다른 형상의 패턴을 원통형 금형 곡면에 분할 또는 독립하여 형성시킬 수 있어 공정의 자유도를 높이는 효과가 있다.

[0028] 본 발명은 양각의 서브마이크로미터 메쉬패턴이 새겨진 마스터 몰드를 용이하게 제조할 수 있다.

[0029] 본 발명은 음각의 서브마이크로미터 메쉬패턴이 새겨진 투명포토마스크를 용이하게 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1과 도 2는 위상차 리소그래피의 원리를 설명한 것이다.

도 3은 서브마이크로미터 메쉬패턴의 제조의 어려움을 나타내기 위한 것이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시상태에 따른 마스터 몰드의 제조방법의 순서도이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시상태에 따른 마스터 몰드의 제조방법의 순서도이다.

도 6은 본 발명의 제3 실시상태에 따른 마스터 몰드의 제조방법의 순서도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시상태에 따른 투명포토마스크의 제조방법의 순서도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시상태에 따라 제조된 투명포토마스크를 이용한 전도성 메쉬패턴의 제조방법의 순서도이다.

도 9는 실시예 1의 40 μm 선폭의 라인 패턴 (반복 주기 80 μm) 크롬 블랭크 마스크의 주사전자현미경(SEM) 이미지이다.

도 10은 실시예 1에 따라 제조한 선형패턴이 각인된 투명포토마스크의 SEM이미지이다.

도 11은 실시예 1에 따라 제조한 감광재 메쉬 패턴의 모식도 및 SEM 이미지이다.

도 12는 실시예 1에 따라 제조한 전도성 메쉬패턴의 모식도 및 광학 현미경 이미지이다.

도 13은 실시예 1에 따라 제조한 마스터 몰드의 모식도 및 SEM 이미지이다.

도 14는 실시예 1에 따라 제조한 음각의 메쉬패턴이 새겨진 투명포토마스크의 모식도 및 SEM 이미지이다.

도 15는 실시예 1에 따라 음각의 메쉬패턴이 새겨진 투명포토마스크를 이용하여 제조한 전도성 메쉬패턴의 모식도 및 SEM 이미지이다.

도 16은 본 발명의 다른 실시상태에 따라, 투명포토마스크에 라우터 패턴을 추가하고 이로 제조된 라우터 패턴을 포함하는 전도성 메쉬패턴의 제조방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031]

이하에서 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

[0032]

서브마이크로미터 수준의 선폭을 갖는 그물망 구조의 전극은 전도도가 높은 금속을 사용하여 전도성 패턴을 형성하는데 있어 선폭을 최소화하여 투과도를 극대화시킬 수 있는 전극 구조로서 기존 ITO와 같은 금속 산화물 계열의 투명 전극에 비해 대면적화 및 플렉서블 전자소자의 응용에 용이하다. 특히, 플렉서블 전자소자의 적용시 유연 기재와 전도층 간 기계적 탄성계수의 큰 차이로 인해 전도층의 깨짐이 불가피한데 미세 선의 구조로 인해 기재가 굽혀지거나 휘어지는 경우에도 기재에 집중되는 국소적 응력을 효과적으로 분산시킬 수 있어 플렉서블 유연 전자 소자의 적용에도 매우 용이하게 사용될 수 있다.

[0033]

이러한 전극을 제조하는데 기존의 나노구조를 제작하는 기술은 한계가 있기 때문에 새로운 기술이 시도되고 있다. 대표적으로 소프트 리소그래피를 이용한 마이크로/나노패터닝 기술이 사용되는데 소프트 리소그래피 방법은 유연한 유기물질을 사용하여 기존의 포토그래피에서 사용하는 복잡한 장치를 사용하지 않고 패턴이나 구조물을 만드는 새로운 전사법을 말한다.

[0034]

위상차 리소그래피를 이용하여 서브 마이크로미터 수준의 선폭을 가지는 메쉬(mesh) 구조를 제조하기 위해 체커보드 형상의 요철 패턴 사이의 간격을 전자빔 리소그래피를 이용하여 서브 마이크로 크기로 제어하여 위상차 포토리소그래피 마스크를 제조하는 방법이 제안되었다.

[0035]

위상차 리소그래피는 패턴이 형성된 유연 기재를 포토 마스크로 사용할 경우, 도 1과 같이 패턴이 돌출된 부위와 함몰된 부분의 경계면에서 매질(ex. Glass n=1.45)과 공기(air, n=1.0)의 굴절률 차이에 의해 입사된 UV 광의 위상차가 발생하게 되는데 이때의 패턴의 높이 d와 파장을 고려한 위상차가 2π 의 정수배가 되면 국부적으로 소멸간섭(destructive interference)이 발생하여, 도 2에 도시된 바와 같이 패턴의 돌출 또는 함몰된 경계의 국부적인 영역에서 UV 광의 세기가 0에 가까운 암점(null point)이 형성되는 현상을 이용하는 것이다. 따라서 일반적인 저가의 UV 램프를 이용해서도 1 마이크로 이하의 서브 마이크로 패턴을 손쉽게 얻을 수 있다.

[0036]

일반적인 블랭크 마스크를 이용하여 얻을 수 있는 패턴의 해상도 $R=kI/NA$ (k: 공정지수, I: 광원의 파장, NA: 렌즈의 개구율)를 고려했을 때 위상차 리소그래피는 고가의 극자외선 광원을 사용하지 않고도 저가의 UV 램프를 이용해 손쉽게 서브 마이크로 패턴을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한 위상차 포토리소그래피 마스크를 유연 재질로 사용하였을 때 유연 기재가 가지는 물성으로 인해 원통형 금형에 매우 높은 밀착성을 가질 수 있어 평면 또는 비 평면 (곡면) 기재의 영역 전체에 균일한 패턴을 형성 시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0037]

위상차 리소그래피를 이용하여 서브 마이크로 크기 선폭 w(<1 mm)의 선형 패턴의 제조는 매우 용이하나 투명 전극과 같은 응용을 위한 초미세 선폭의 패턴이 상호 연결 및 교차된 그물망(mesh) 구조를 제조하기 위해서는 패턴간 간격(d)과 선폭(w)이 유사하도록($d \approx w$) 패턴 기재 마스크를 제조해야 한다. 이는 위상차 리소그래피는 위상차 포토마스크의 돌출 및 함몰된 3차원 형상의 패턴의 모서리 경계면에서 국소적으로 소멸간섭을 보이는 근접 장애 의해 패턴의 감광을 유도하는 방법으로 패턴의 형상에 있어 모서리를 따라 닫힌 구조로 패턴화되기 때문이다. 따라서, 상호 연결 및 교차된 그물망 구조를 구현하기 위해서는 위상차 포토마스크의 단위 패턴간 간격을 서브 마이크로 크기로 제어해야 하는 기술적 어려움을 갖는다.

[0038]

도 3을 기반으로 설명하면, 메쉬 패턴을 제조하기 위해 도 3의 (a)와 같은 위상차 포토마스크를 사용하는 경우, 위상차 포토마스크의 양각패턴 사이의 간격(g)에 비례하여 도 3의 (b)와 같이 사각패턴 사이의 간격(d)이 벌어지게 된다. 이와 같은 문제점을 극복하고 메쉬패턴을 제조하기 위해서는 도 3의 (c)와 같이 위상차 포토마스크의 양각패턴 사이의 간격(g)을 $1\mu m$ 미만의 서브 마이크로 크기로 제어하는 경우, 도 3의 (d)와 같은 메쉬패턴이 제조될 수 있다.

- [0039] 상기 도 3의 (c)와 같이 위상차 포토마스크의 양각패턴 사이의 간격(g)을 $1\mu\text{m}$ 미만의 서브 마이크로 크기로 제어하기 위해 전자 빔 또는 이온빔과 같은 고가의 초미세 패터닝 장비를 사용해야 하고 제조 공정의 난이도가 높으며 고진공 기반의 패턴 공정으로 인해 대면적화에 적용이 어려운 단점이 있다.
- [0040] 본 발명은 a) 기재 상에 제1 감광재층을 형성하는 단계; b) 상기 제1 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉하여 제1 감광재 패턴층을 형성하는 단계; c) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층을 형성하는 단계; d) 상기 제2 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계; e) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 f) 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하는 단계를 포함하는 것인 마스터 몰드의 제조방법을 제공한다.
- [0041] 상기 a) 단계는 기재 상에 제1 감광재층을 형성하는 단계이다.
- [0042] 상기 기재의 종류는 특별히 한정하지 않으나, 당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 기재 중 선택할 수 있다. 구체적으로, 상기 기재는 투명한 기재일 수 있으며, 예를 들면 상기 투명한 기재는 석영, 유리 및 플라스틱 중 적어도 하나를 포함하거나, 이들 중 적어도 하나로 이루어질 수 있다.
- [0043] 상기 기재는 석영을 포함하거나, 이로 이루어질 수 있다. 상기 석영은 자외선 영역대의 투과도가 좋고, 내 마모성 기계적 물성이 우수하다. 이 경우 추후에 마스터 패턴의 형상 복제시 자외선 경화 레진을 사용하여 경화를 유도하는데 있어서 자외선의 투과도를 확보할 수 있다.
- [0044] 상기 기재의 두께는 특별한 제한은 없으나, 플라스틱 기재를 금형 또는 위상차 마스크를 이용한 롤투롤(roll to roll) 기반으로 제조하는 경우, 상기 기재의 두께는 $40\mu\text{m}$ 이상 $400\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [0045] 상기 a) 단계의 기재는 일면에 구비된 전도성층을 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 전도성층은 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au), 니켈(Ni), 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo), 텉스텐(W), 크롬(Cr) 및 백금(Pt) 중 적어도 하나의 금속을 포함하거나 2 이상 금속의 합금을 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 전도성층은 투명 금속 산화물을 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 투명 금속 산화물의 종류는 특별히 한정하지 않으며, 당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 것으로 선택할 수 있다. 예를 들면, 상기 투명 금속 산화물은 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 알루미늄징크옥사이드(AZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO) 및 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드(IZTO-Ag-IZTO) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0049] 상기 전도성층의 적층방법은 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 열증착, 스퍼터링, 전자빔 증착, 라미네이션(lamination) 가공법 또는 용액 코팅법 등일 수 있다.
- [0050] 상기 전도성층의 적층방법으로 용액 코팅법을 이용하는 경우, 전도성 금속 전구체, 전도성 금속 산화물 전구체, 나노입자, 나노 선, 전도성 텍스타일 및 전도성 고분자 중 적어도 하나를 이용하여 전도성층을 기재 상에 형성할 수 있다.
- [0051] 상기 전도성층의 두께(높이)에 대한 특별한 제한은 없으나, 5nm 이상 $10\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [0052] 상기 전도성층 상에 형성된 제1 감광재층은 감광재 조성물을 전도성층 상에 도포하여 형성될 수 있다. 상기 감광재 조성물이 포함하는 감광재의 종류에는 특별한 제한은 없으나, 상기 감광재는 노광여부에 따라 현상액에 대한 용해도가 상이하고, 패턴형성 후 열처리에 의해 경화되는 경우, 보다 안정적인 공정 조건을 확립할 수 있다.
- [0053] 상기 감광재 조성물은 포지티브 감광재 조성물 또는 네가티브 감광재 조성물일 수 있으며, 특별히 한정하지 않는다. 상기 감광재 조성물은 포지티브 감광재 조성물인 것인 바람직하다.
- [0054] 상기 감광재 조성물의 고분형의 함량은 사용되는 감광재의 점도 및 고형분에 따라 달라질 수 있으나, 예를 들면 상기 감광재 조성물의 총 중량을 기준으로 10 중량% 이상 60 중량% 이하일 수 있다.
- [0055] 상기 제1 감광재층의 두께는 $0.01\mu\text{m}$ 이상 $10\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [0056] 상기 b) 단계는 제1 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉하여 제1 감광재 패턴층을

형성하는 단계이다.

[0057] 상기 투명포토마스크는 선형패턴이 양각으로 새겨진 투명포토마스크일 수 있다.

[0058] 상기 투명포토마스크는 위상차 소프트 마스크일 수 있으며, 구체적으로 상기 마스크는 마이크로미터 크기의 주기의 요철 형상을 갖는 소프트 재질의 컨택 마스크일 수 있다.

[0059] 상기 선형패턴이 양각으로 새겨진 투명포토마스크는 선형의 홈부와 선형의 돌출부를 가질 수 있다. 이때, 상기 돌출부의 선폭과 홈부의 선폭은 동일하거나 상이할 수 있으며, 상기 돌출부의 선폭과 홈부의 선폭은 동일한 것이 바람직하다.

[0060] 상기 투명포토마스크에서, 돌출부의 선폭과 홈부의 선폭이 동일한 경우, 하나의 돌출부의 선폭과 하나의 홈부의 선폭을 요철의 주기로 정의할 수 있다. 예를 들어, 상기 투명포토마스크의 요철주기가 $80\mu\text{m}$ 인 경우, 선폭이 $40\mu\text{m}$ 인 돌출부와 선폭이 $40\mu\text{m}$ 인 홈부를 의미할 수 있다.

[0061] 상기 투명포토마스크의 요철주기는 투명포토마스크에 의해 형성되는 감광재 패턴의 피치를 결정한다. 예를 들어, 상기 투명포토마스크의 요철주기가 $80\mu\text{m}$ 인 경우, 투명포토마스크에 의해 형성되는 감광재 패턴의 피치는 $40\mu\text{m}$ 일 수 있다. 이때, 감광재 패턴의 피치는 어느 하나의 패턴의 선폭의 길이방향의 중심선과 상기 어느 하나의 패턴과 이웃한 다른 패턴의 선폭의 길이방향의 중심선과의 거리를 의미한다.

[0062] 상기 투명포토마스크의 재질은 높은 투과율과 낮은 영률을 갖는 연성 재질이라면, 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어 상기 투명포토마스크는 PDMS(polydimethylsiloxane)계 고분자, PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(polyurethane acrylate), PS(polystyrene), PC(polycarbonate), PVA(polyvinyl alcohol), COP(cyclicolefin copolymer), PET(polyethylene terephthalate) 및 PVB(polyvinyl butadiene) 중 적어도 하나를 포함하거나, 이들의 공중합체를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 투명포토마스크는 PDMS계 고분자를 포함하는 것이 바람직하나, 반드시 이에 제한되지는 않는다.

[0063] 상기 투명포토마스크에 양각으로 새겨진 선형 패턴의 선폭은 최종적으로 구현하고자 하는 패턴에 따라 변경될 수 있다. 사용되는 자외선 광원의 파장, 소멸간섭에 기인한 근접장 광학적 패턴의 형성 및 투명포토마스크의 연성 재질에 의한 패턴 요철의 함몰 부위의 쳐짐을 고려하는 경우, 상기 투명포토마스크에 양각으로 새겨진 선형 패턴의 선폭은 $2\mu\text{m}$ 이상 $500\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.

[0064] 상기 투명포토마스크에 형성된 요철의 주기는 제조되는 메쉬 전극의 투과도와 면적비 값을 결정하는 그리드(Grid) 간격으로 식 1 과 2를 통해 설계 및 예상이 가능한데, 이는 메쉬 전극의 선폭 및 사용되는 전극 금속의 재료의 특성에 기인하는 값이다. 바람직하게는 상기 투명포토마스크의 요철주기는 $20\mu\text{m}$ 이상 $160\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.

[0065] (식 1)

$$R_{s,TOT} = \xi \frac{\rho_G}{t_G f_F}$$

[0066]

[0067] (식 2)

$$T_{TOT} = T_{sub} \times (1 - f_F)^2$$

[0068]

[0069] 이때 ρ_G 와 t_G 는 각각 전도성 그리드의 저항율(resistivity)와 두께를 나타내며, ξ 는 금속층을 형성하는 공정에 기인하는 공정의 보정 계수이고, f_F 는 금속층이 기판상에서 차지하는 면적비, 즉 채움 계수(filling factor)를 나타낸다. T_{sub} 는 기재의 투과율을 나타내며, T_{TOT} 는 전도성 메쉬를 갖는 기재의 최종 투과율을 나타낸다.

[0070] 상기 투명포토마스크의 선형 양각 패턴의 높이 즉, 돌출부의 높이는 50 nm 이상 $500\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.

[0071] 상기 제1 감광재층의 상부면에 투명포토마스크를 접촉하는 경우, 투명포토마스크의 선형 패턴이 각인된 면이 제1 감광재층의 상부면과 접촉할 수 있다. 이 경우, 투명포토마스크의 굴절률과 공기의 굴절률의 차이로 인해, 상

기 투명포토마스크에 입사된 자외선의 위상차가 발생하며, 투명포토마스크와 공기가 접하는 계면인 패턴의 돌출부와 홈부의 경계에서 소멸간섭에 의해 자외선의 세기가 0에 가까운 암점(null point)이 형성될 수 있다.

[0072] 상기 b) 단계는 b-1) 상기 제1 감광재층의 상부면에 투명포토마스크를 접촉한 후 투명포토마스크 상에 자외선을 조사하는 단계;

[0073] b-2) 상기 투명포토마스크를 제거하고 상기 제1 감광재층을 현상액으로 현상하여 제1 감광재 패턴층을 형성하는 단계; 및

[0074] b-3) 상기 형성된 제1 감광재 패턴층을 경화시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0075] 상기 b-1) 단계에서, 상기 제1 감광재층은 투명포토마스크에 의해 자외선을 조사받은 부분과 받지 못한 부분으로 나누어지며, 바람직하게는 제1 감광재층 중 자외선을 조사받은 부분이 현상액에 대한 용해도가 높을 수 있다.

[0076] 상기 b-1) 단계에서, 조사된 자외선의 강도는 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 10 mJ/cm^2 이상 200 mJ/cm^2 이하일 수 있다.

[0077] 상기 b-2) 단계에서 사용되는 현상액은 상기 제1 감광재층의 자외선을 조사받은 부분을 녹일 수 있는 용액이라면 특별히 한정하지 않으나, 상기 현상액은 알칼리 현상액일 수 있으며, 예를 들면 상기 현상액은 수산화칼륨(KOH)일 수 있다.

[0078] 상기 b-2) 단계 후 형성된 제1 감광재 패턴층을 건조시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 제1 감광재 패턴층에 포함된 용매 등이 기화될 수 있다.

[0079] 상기 제1 감광재 패턴층을 건조시키는 온도는 제1 감광재 패턴층에 포함된 용매 등이 기화될 수 있는 온도라면 특별히 한정하지 않는다.

[0080] 상기 b-3) 단계에서, 경화된 제1 감광재 패턴층은 단단하게 굳어져 고착화될 수 있다.

[0081] 상기 b-3) 단계에서 상기 제1 감광재 패턴층을 경화시키는 온도는 150°C 이상 250°C 이하일 수 있다.

[0082] 상기 b) 단계에서 형성된 제1 감광재 패턴층은 경화된 제1 감광재 패턴층일 수 있다. 이 경우, 제1 감광재 패턴층이 구비된 전도성층 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 공정을 수행하는 경우, 경화된 제1 감광재 패턴층이 떨어져 나가거나 녹는 등의 패턴의 손상이 적거나 없을 수 있다.

[0083] 상기 제1 감광재 패턴층의 선형패턴의 선폭은 100 nm 이상 900 nm 이하일 수 있다.

[0084] 상기 c) 단계는 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층을 형성하는 단계이다.

[0085] 상기 제2 감광재층의 두께는 제1 감광재 패턴층의 두께(높이)와 동일하거나 근접할 수 있다. 상기 제2 감광재층의 두께는 제1 감광재 패턴층의 두께(높이)에 따라 변경되나, 예를 들면 $0.01\mu\text{m}$ 이상 $10\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.

[0086] 상기 제2 감광재층은 감광재 조성물을 제1 감광재 패턴층이 구비된 전도성층 상에 도포하여 형성될 수 있다.

[0087] 상기 제2 감광재층을 형성하는 감광재 조성물은 제1 감광재층을 형성하는 감광재 조성물과 동일하거나 상이할 수 있다.

[0088] 상기 d) 단계는 상기 제2 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계이다.

[0089] 상기 d) 단계에서, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 투명포토마스크를 접촉하는데, 여기서 '교차'는 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 위상차 소프트 마스크의 선형 패턴이 직교하거나 특정 각도를 가지도록 접촉되는 것을 의미한다.

[0090] 상기 d) 단계는 d-1) 상기 제2 감광재층의 상부면에 투명포토마스크를 접촉한 후 투명포토마스크 상에 자외선을 조사하는 단계;

[0091] d-2) 상기 투명포토마스크를 제거하고 상기 제2 감광재층을 현상액으로 현상하여 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계; 및

- [0092] d-3) 상기 형성된 제2 감광재 패턴층을 경화시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0093] 상기 d-2) 단계 이후에 상기 형성된 제2 감광재 패턴층을 건조시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0094] 상기 d-1), d-2), d-3) 및 건조 단계는 상술한 b-1), b-2), b-3) 및 건조 단계의 설명을 인용할 수 있으며, 각 단계는 독립적으로 상술한 b-1), b-2), b-3) 및 건조 단계와 동일한 조건으로 수행하거나, 상이한 조건으로 수행할 수 있다.
- [0095] 상기 d) 단계에서 형성된 제2 감광재 패턴층은 경화된 제2 감광재 패턴층일 수 있다.
- [0096] 상기 d) 단계의 투명포토마스크는 상술한 투명포토마스크의 설명을 인용할 수 있다.
- [0097] 상기 d) 단계의 투명포토마스크는 상기 b) 단계의 투명포토마스크와 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0098] 상기 제2 감광재 패턴층의 선형패턴의 선폭은 100 nm 이상 900 nm 이하일 수 있다.
- [0099] 본 발명의 다른 구체예는 기재 상에 3 회 이상의 감광재 패터닝을 통해 추가의 서브 마이크로 패턴 또는 마이크로 패턴을 제조할 수 있다.
- [0100] 상기 d) 단계 후에, 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성된 기재 상에 제3 감광재층을 형성하는 단계; 및 상기 기재 상에 제3 감광재 패턴층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0101] 상기 제3 감광재층의 두께는 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층의 두께(높이)와 동일하거나 근접할 수 있다. 상기 제3 감광재층의 두께는 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층의 두께(높이)에 따라 변경되나, 예를 들면 $0.01\mu\text{m}$ 이상 $10\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [0102] 상기 제3 감광재층은 감광재 조성물을 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 도포하여 형성될 수 있다.
- [0103] 상기 제3 감광재층을 형성하는 감광재 조성물은 제1 감광재층 및 제2 감광재층 중 적어도 하나를 형성하는 감광재 조성물과 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0104] 본 발명의 다른 실시상태에 있어서, 상기 제3 감광재 패턴층을 형성하는 단계는 상기 제3 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴 및 상기 제2 감광재 패턴층의 선형 패턴 중 적어도 하나와 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차 또는 평행하도록 접촉하여 전도성 층 상에 제3 감광재 패턴층을 형성하는 단계일 수 있다.
- [0105] 상기 단계를 추가로 포함함으로써, 서브 마이크로 또는 마이크로 패턴을 중첩시키거나 연결시켜, 삼각형, 직사각형이나 정사각형, 또는 다각형 배열 등의 패턴 형상이 형성된 메쉬 전극을 제조할 수 있다.
- [0106] 상기 e) 단계는 상기 기재의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전도성 메쉬패턴을 제조하는 단계이다.
- [0107] 상기 e) 단계에서 식각 공정은 통상적인 건식 식각 또는 습식 식각 방법을 이용하여 수행할 수 있으나, 미세 선폭을 갖는 전도성 패턴의 신뢰성 및 제품의 불량을 고려할 때, 바람직하게는 건식 식각 방법에 따라 수행될 수 있다.
- [0108] 상기 d) 단계 이후 추가의 감광재 패턴층을 형성한 경우, 상기 e) 단계는 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층, 제2 감광재 패턴층 및 추가의 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계일 수 있다.
- [0109] 상기 d) 단계 이후 제3 감광재 패턴층을 형성한 경우, 상기 e) 단계는 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층, 제2 감광재 패턴층 및 제3 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계일 수 있다.
- [0110] 상기 f) 단계는 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하는 단계이다.
- [0111] 상기 제1 및 제2 감광재 패턴층을 제거하는 방법은 특별히 한정하지 않으며, 당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 방법을 채용할 수 있다.
- [0112] 상기 d) 단계 이후 추가의 감광재 패턴층을 형성한 경우, 상기 f) 단계에서 상기 제1 감광재 패턴층, 제2 감광재 패턴층 및 추가의 감광재 패턴층이 제거될 수 있다.
- [0113] 상기 d) 단계 이후 제3 감광재 패턴층을 형성한 경우, 상기 f) 단계에서 상기 제1 감광재 패턴층, 제2 감광재 패턴층 및 제3 감광재 패턴층이 제거될 수 있다.

- [0114] 상기 f) 단계 이후에, g) 상기 기재의 전도성 메쉬패턴이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 h) 상기 전도성 메쉬패턴을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0115] 상기 g) 단계에서 식각 공정은 통상적인 건식 식각 또는 습식 식각 방법을 이용하여 수행할 수 있으나, 바람직하게는 건식 식각 방법에 따라 수행될 수 있다.
- [0116] 상기 g) 단계의 식각 공정의 조건은 상기 e) 단계의 식각 공정의 조건과 동일하거나 상이할 수 있다. 상기 g) 단계와 e) 단계에서, 식각되는 대상이 다른 점을 고려할 때, 각각의 식각 공정 조건은 상이할 수 있다.
- [0117] 상기 전도성 메쉬패턴을 제거하는 방법은 특별히 한정하지 않으며, 당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 방법을 채용할 수 있다.
- [0118] 상기 f) 단계의 감광재 패턴층의 제거 공정의 조건은 상기 h) 단계의 전도성 메쉬패턴의 제거 공정과 조건과 동일하거나 상이할 수 있다. 상기 f) 단계와 h) 단계에서, 제거되는 대상이 다른 점을 고려할 때, 각각의 공정의 조건은 상이할 수 있다.
- [0119] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시상태에 따른 마스터 몰드의 제조방법은 a) 기재(100) 상에 제1 감광재층(310)을 형성하는 단계; b) 상기 제1 감광재층(310)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉하여 제1 감광재 패턴층(330)을 형성하는 단계; c) 상기 제1 감광재 패턴층(330)이 구비된 기재 상에 제2 감광재층(510)을 형성하는 단계; d) 상기 제2 감광재층(510)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층(530)을 형성하는 단계; e) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 f) 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하여 마스터 몰드를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0120] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시상태에 따른 마스터 몰드의 제조방법은 a) 전도성층(200)을 갖는 기재(100)의 상기 전도성층(200) 상에 제1 감광재층(310)을 형성하는 단계; b) 상기 제1 감광재층(310)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉하여 제1 감광재 패턴층(330)을 형성하는 단계; c) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층(510)을 형성하는 단계; d) 상기 제2 감광재층(510)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층(530)을 형성하는 단계; e) 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전도성 메쉬패턴(600)을 제조하는 단계; 및 f) 상기 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)을 제거하여 마스터 몰드를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0121] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시상태에 따른 마스터 몰드의 제조방법은 a) 전도성층(200)을 갖는 기재(100)의 상기 전도성층(200) 상에 제1 감광재층(310)을 형성하는 단계; b) 상기 제1 감광재층(310)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉하여 제1 감광재 패턴층(330)을 형성하는 단계; c) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층(510)을 형성하는 단계; d) 상기 제2 감광재층(510)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층(530)을 형성하는 단계; e) 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전도성 메쉬패턴(600)을 제조하는 단계; f) 상기 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)을 제거하는 단계; g) 상기 기재의 전도성 메쉬패턴(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 h) 상기 전도성 메쉬패턴(530)을 제거하여 마스터 몰드를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0122] 본 발명은 상기 마스터 몰드의 제조방법에 따라 제조되고, 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 양각의 메쉬패턴을 갖는 것인 마스터 몰드를 제공한다.
- [0123] 상기 마스터 몰드에 대한 설명은 마스터 몰드의 제조방법에서 상술한 설명을 인용할 수 있다.
- [0124] 상기 마스터 몰드는 일체화된 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드이거나, 기재 상에 양각의 전도성 메쉬패턴이 구비된 마스터 몰드일 수 있다.
- [0125] 도 4 또는 도 6과 같이, 상기 마스터 몰드는 일체화된 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드(1)이거나, 도 5와 같이 기재(100) 상에 양각의 전도성 메쉬패턴(600)이 구비된 마스터 몰드(1)일 수 있다.
- [0126] 상기 마스터 몰드는 추가의 감광재 패턴층을 통해 형성된 추가의 서브 마이크로 패턴 또는 마이크로 패턴을 더

포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 메쉬 전극은 라우터 패턴층을 더 포함할 수 있다.

[0127] 본 발명은 1) 기재 상에 제1 감광재층을 형성하는 단계; 2) 상기 제1 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉하여 제1 감광재 패턴층을 형성하는 단계; 3) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층을 형성하는 단계; 4) 상기 제2 감광재층의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층을 형성하는 단계; 5) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 6) 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드를 제조하는 단계; 7) 상기 마스터 몰드 상에 투명수지층을 형성하는 단계; 및 8) 상기 투명수지층을 마스터 몰드로부터 제거하는 단계를 포함하는 것인 투명포토마스크의 제조방법을 제공한다.

[0128] 상기 투명포토마스크의 제조방법에 대한 설명은 마스터 몰드의 제조방법에서 상술한 설명을 인용할 수 있다.

[0129] 상기 1) 단계의 기재는 일면에 구비된 전도성층을 포함하는 것이고, 상기 5) 단계는 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전도성 메쉬패턴을 제조하는 단계일 수 있다.

[0130] 상기 6) 단계 이후에, 상기 기재의 전도성 메쉬패턴이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 상기 전도성 메쉬패턴을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0131] 상기 4) 단계 후에, 상기 제1 감광재 패턴층 및 제2 감광재 패턴층이 형성된 기재 상에 제3 감광재층을 형성하는 단계; 및 상기 기재 상에 제3 감광재 패턴층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0132] 상기 8) 단계는 투명수지층을 마스터 몰드로부터 제거하여 음각의 메쉬패턴을 갖는 투명포토마스크를 제조하는 단계이며, 상기 8) 단계 후에, 상기 투명포토마스크의 음각의 메쉬패턴이 새겨진 면에 관통된 패턴이 새겨진 새도우 마스크 또는 스크린 마스크를 배치하고, 불투명 물질을 증착하여 불투명 패턴층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0133] 상기 불투명 패턴층의 재질은 불투명하고 증착공정이 가능하다면, 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 금속 또는 탄소계 물질일 수 있다.

[0134] 상기 새도우 마스크 또는 스크린 마스크에 새겨진 패턴은 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 상기 전도성층이 터치패널용 메쉬패턴인 경우, 상기 포토마스크에 새겨진 패턴은 라우터패턴일 수 있다. 상기 라우터패턴은 터치패널용 메쉬패턴과 연결되고 외부의 연성인쇄회로기판과 연결될 수 있는 구조이다.

[0135] 도 16의 1) 내지 3)에 도시된 바와 같이, 투명포토마스크(10)의 음각의 메쉬패턴이 새겨진 면에 관통된 패턴이 새겨진 새도우 마스크 또는 스크린 마스크(800)를 배치하고, 불투명 물질을 증착하여 불투명 패턴층(70)을 형성할 수 있다.

[0136] 상기 투명수지층은 투명하고 마스터 몰드로부터 제거될 때 패턴의 형태를 유지할 수 있다면, 특별히 한정하지 않는다. 예를 들면, 상기 투명수지층은 PDMS(polydimethylsiloxane)계 고분자, PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(polyurethane acrylate), PS(polystyrene), PC(polycarbonate), PVA(polyvinyl alcohol), COP(cyclicolefin copolymer), PET(polyethylene terephthalate) 및 PVB(polyvinyl butadiene) 중 적어도 하나를 포함하거나 이들의 공중합체를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 투명수지층은 PDMS계 고분자를 포함하는 것이 바람직하나, 반드시 이에 제한되지는 않는다.

[0137] 도 4 및 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시상태에 따른 투명포토마스크의 제조방법은 1) 기재(100) 상에 제1 감광재층(310)을 형성하는 단계; 2) 상기 제1 감광재층(310)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉하여 제1 감광재 패턴층(330)을 형성하는 단계; 3) 상기 제1 감광재 패턴층(330)이 구비된 기재 상에 제2 감광재층(510)을 형성하는 단계; 4) 상기 제2 감광재층(510)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층(530)을 형성하는 단계; 5) 상기 기재의 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 6) 상기 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드(1)를 제조하는 단계; 7) 상기 마스터 몰드(1) 상에 투명수지층(5) 형성하는 단계; 및 8) 상기 투명수지층을 마스터 몰드(1)로부터 제거하여 음각의 메쉬패턴을 갖는 투명포토마스크(10)를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.

[0138] 도 5 및 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시상태에 따른 투명포토마스크의 제조방법은 1) 전도성층

(200)을 갖는 기재(100)의 상기 전도성층(200) 상에 제1 감광재층(310)을 형성하는 단계; 2) 상기 제1 감광재층(310)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉하여 제1 감광재 패턴층(330)을 형성하는 단계; 3) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층(510)을 형성하는 단계; 4) 상기 제2 감광재층(510)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층(530)을 형성하는 단계; 5) 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전도성 메쉬패턴(600)을 제조하는 단계; 6) 상기 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드(1)를 제조하는 단계; 7) 상기 마스터 몰드(1) 상에 투명수지층(5) 형성하는 단계; 및 8) 상기 투명수지층을 마스터 몰드(1)로부터 제거하여 음각의 메쉬패턴을 갖는 투명포토마스크(10)를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.

[0139] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시상태에 따른 투명포토마스크의 제조방법은 1) 전도성층(200)을 갖는 기재(100)의 상기 전도성층(200) 상에 제1 감광재층(310)을 형성하는 단계; 2) 상기 제1 감광재층(310)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉하여 제1 감광재 패턴층(330)을 형성하는 단계; 3) 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 기재 상에 제2 감광재층(510)을 형성하는 단계; 4) 상기 제2 감광재층(510)의 상부면에 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크(400)를 접촉시키되, 상기 제1 감광재 패턴층의 선형 패턴과 상기 투명포토마스크의 선형 패턴이 교차하도록 접촉하여 기재 상에 제2 감광재 패턴층(530)을 형성하는 단계; 5) 상기 전도성층의 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하여 전도성 메쉬패턴(600)을 제조하는 단계; 6) 상기 제1 감광재 패턴층(330) 및 제2 감광재 패턴층(530)을 제거한 후, 상기 기재의 전도성 메쉬패턴(530)이 형성되지 않은 부분을 식각하고 상기 전도성 메쉬패턴(530)을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드(1)를 제조하는 단계; 7) 상기 마스터 몰드(1) 상에 투명수지층(5) 형성하는 단계; 및 8) 상기 투명수지층을 마스터 몰드(1)로부터 제거하여 음각의 메쉬패턴을 갖는 투명포토마스크(10)를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.

[0140] 본 발명은 상기 투명포토마스크의 제조방법에 따라 제조되고, 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 음각의 메쉬패턴을 갖는 것인 투명포토마스크를 제공한다.

[0141] 상기 투명포토마스크에 대한 설명은 상술한 바를 인용할 수 있다.

[0142] 상기 음각의 메쉬패턴의 깊이는 50nm 이상 10 μ m 이하일 수 있다.

[0143] 상기 음각의 메쉬패턴의 피치는 2 μ m 이상 500 μ m 이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 음각의 메쉬패턴의 피치는 10 μ m 이상 80 μ m 이하일 수 있다.

[0144] 상기 투명포토마스크는 PDMS(polydimethylsiloxane)계 고분자, PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(polyurethane acrylate), PS(polystyrene), PC(polycarbonate), PVA(polyvinyl alcohol), COP(cyclicolefin copolymer), PET(polyethylene terephthalate) 및 PVB(polyvinyl butadiene) 중 적어도 하나를 포함하거나 이들의 공중합체를 포함할 수 있다.

[0145] 상기 투명포토마스크의 음각의 메쉬패턴이 새겨진 면에 구비된 불투명 패턴층 더 포함할 수 있다.

[0146] 상기 불투명 패턴층의 형태는 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 상기 전도성층이 터치패널용 메쉬패턴인 경우, 상기 포토마스크에 새겨진 패턴은 라우터패턴일 수 있다.

[0147] 본 발명은 i) 전도성층을 갖는 기재의 상기 전도성층 상에 감광재층을 형성하는 단계; ii) 상기 감광재층의 상부면에 본 발명의 투명포토마스크를 접촉하여 감광재 메쉬패턴층을 형성하는 단계; iii) 상기 전도성층의 감광재 메쉬패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 iv) 상기 감광재 메쉬패턴층을 제거하여 전도성 메쉬패턴을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전도성 메쉬패턴의 제조방법을 제공한다.

[0148] 상기 전도성 메쉬패턴의 제조방법에 대한 설명은 상술한 바를 인용할 수 있다.

[0149] 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시상태에 따른 전도성 메쉬패턴의 제조방법은 i) 전도성층(30)을 갖는 기재(20)의 상기 전도성층(30) 상에 감광재층(40)을 형성하는 단계; ii) 상기 감광재층(40)의 상부면에 본 발명의 투명포토마스크(10)를 접촉하여 감광재 메쉬패턴층(50)을 형성하는 단계; iii) 상기 전도성층의 감광재 메쉬패턴층(50)이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계; 및 iv) 상기 감광재 메쉬패턴층(50)을 제거하여 전도성 메쉬패턴(60)을 제조하는 단계를 포함할 수 있다.

[0150] 상기 전도성층은 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au), 니켈(Ni), 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo), 텉스텐(W),

크롬(Cr) 및 백금(Pt) 중 적어도 하나의 금속을 포함하거나 2 이상 금속의 합금을 포함할 수 있다.

[0151] 상기 전도성층은 투명 금속 산화물을 포함할 수 있다.

[0152] 상기 투명 금속 산화물의 종류는 특별히 한정하지 않으며, 당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 것으로 선택할 수 있다. 예를 들면, 상기 투명 금속 산화물은 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 알루미늄징크옥사이드(AZO), 인듐징크틴옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO) 및 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드(IZTO-Ag-IZTO) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0153] 상기 ii) 단계는 상기 감광재층의 상부면에 투명포토마스크를 접촉한 후 투명포토마스크 상에 자외선을 1회 조사하는 단계를 포함할 수 있다.

[0154] 상기 감광재층은 투명포토마스크에 의해 조사받은 부분과 받지 못한 부분으로 나누어지며, 바람직하게는 감광재층 중 조사받은 부분이 현상액에 대한 용해도가 높을 수 있다.

[0155] 조사된 자외선의 강도는 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 상기 자외선의 강도는 10 mJ/cm^2 이상 200 mJ/cm^2 이하일 수 있다.

[0156] 상기 ii) 단계는 상기 투명포토마스크를 제거하고 상기 감광재층을 현상액으로 현상하여 감광재 메쉬패턴층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0157] 상기 현상액은 상기 감광재층의 자외선을 조사받은 부분을 녹일 수 있는 용액이라면 특별히 한정하지 않으나, 상기 현상액은 알칼리 현상액일 수 있으며, 예를 들면 상기 현상액은 수산화칼륨(KOH)일 수 있다.

[0158] 상기 현상단계 후 형성된 감광재 메쉬패턴층을 건조시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 감광재 메쉬패턴층에 포함된 용매 등이 기화될 수 있다.

[0159] 상기 감광재 메쉬패턴층을 건조시키는 온도는 감광재 메쉬패턴층에 포함된 용매 등이 기화될 수 있는 온도라면 특별히 한정하지 않는다.

[0160] 상기 iii) 단계는 상기 형성된 감광재 메쉬패턴층을 경화시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0161] 상기 경화 단계에서, 경화된 감광재 메쉬패턴층은 단단하게 굳어져 고착화될 수 있다.

[0162] 상기 경화 단계에서 상기 감광재 메쉬패턴층을 경화시키는 온도는 150°C 이상 250°C 이하일 수 있다.

[0163] 본 발명의 전도성 메쉬패턴의 제조방법은 롤투롤(Roll to Roll) 공정에 적용될 수 있다.

[0164] 롤투롤(Roll to Roll) 공정에 적용되는 경우, 상기 투명포토마스크는 내부가 빈 원통형 기재, 내부가 빈 원통형 기재의 외주면에 구비되고 선폭이 100 nm 이상 900 nm 이하인 음각의 메쉬패턴을 갖는 블랭킷 및 상기 원통형 기재의 내부에 구비된 자외선 램프를 포함할 수 있다.

[0165] 상기 음각의 메쉬패턴을 갖는 블랭킷은 본 발명의 투명포토마스크의 제조방법으로 제조된 것이며, 내부가 빈 원통형 기재의 외주면에 구비될 수 있는 유연한 재질로 이루어진 것이다. 상기 블랭킷의 재질은 원통형 기재의 외주면에 구비될 수 있다면 특별히 한정되지 않으나, 예를 들면, PDMS(polydimethylsiloxane)계 고분자, PMMA(polymethyl methacrylate), PUA(polyurethane acrylate), PS(polystyrene), PC(polycarbonate), PVA(polyvinyl alcohol), COP(cyclicolefin copolymer), PET(polyethylene terephthalate) 및 PVB(polyvinyl butadiene) 중 적어도 하나를 포함하거나 이들의 공중합체를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 블랭킷의 재질은 PDMS(polydimethylsiloxane)계 고분자일 수 있다.

[0166] 이때, 내부가 빈 원통형 기재의 재질은 자외선이 투과될 수 있고 투명포토마스크가 회전시 받을 수 있는 충격을 견딜 수 있는 기계적 특성을 가지고 있다면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 내부가 빈 원통형 기재의 재질은 석영 또는 유리 일 수 있다.

[0167] 롤투롤(Roll to Roll) 공정에 적용되는 경우, 전도성 메쉬패턴이 구비되는 기재는 플렉서블한 필름일 수 있다. 예를 들면, 플라스틱 필름일 수 있으며, 상기 플라스틱 필름의 재질은 특별히 한정하지 않으며 당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 것을 사용할 수 있다.

[0168] 제조된 전도성 메쉬패턴의 선폭은 100 nm 이상 900 nm 이하일 수 있다.

- [0169] 본 발명에서, 「메쉬(mesh)」는 그물모양을 의미하며, 직교된 격자무늬뿐 아니라 2 이상의 선이 교차하는 모양을 포함할 수 있다.
- [0170] 상기 전도성 메쉬패턴은 두 그룹의 선이 직교하는 격자무늬일 수 있다. 가로방향의 제1 그룹의 선형패턴의 피치와 세로방향의 제2 그룹의 선형패턴의 피치는 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 그룹의 선형패턴의 피치 및 제2 그룹의 선형패턴의 피치는 서로 동일할 수 있다.
- [0171] 상기 제1 그룹의 선형패턴의 선폭 및 제2 그룹의 선형패턴의 선폭은 각각 100 nm 이상 900 nm 이하일 수 있다.
- [0172] 상기 제1 및 제2 그룹의 선형패턴의 피치는 각각 $2\mu\text{m}$ 이상 $500\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 및 제2 그룹의 선형패턴의 피치는 각각 $10\mu\text{m}$ 이상 $80\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [0173] 상기 메쉬 전극은 추가의 감광재 패턴층을 통해 형성된 추가의 서브 마이크로 패턴 또는 마이크로 패턴을 더 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 메쉬 전극은 라우터 패턴층을 더 포함할 수 있다.
- [0174] 상기 메쉬 전극은 터치패널용 메쉬전극, 유기발광소자용 보조전극, 유기발광소자용 금속전극 및 유기태양전지용 메쉬전극 중 적어도 하나로 이용될 수 있다. 구체적으로, 상기 메쉬 전극은 터치패널용 메쉬전극일 수 있다.
- [0175] 상기 ii) 단계의 투명포토마스크가 음각의 메쉬패턴이 새겨진 면에 구비된 불투명 패턴층을 포함하는 경우, 감광재층의 상부면에 불투명 패턴층이 구비된 투명포토마스크를 접촉하여 감광재 메쉬패턴층과 함께 추가의 감광재 패턴층이 형성될 수 있다.
- [0176] 도 16의 4) 및 5)에 도시된 바와 같이, 투명포토마스크(10)가 음각의 메쉬패턴이 새겨진 면에 구비된 불투명 패턴층(70)을 포함하는 경우, 감광재층의 상부면에 불투명 패턴층이 구비된 투명포토마스크를 접촉하여 감광재 메쉬패턴층(50)과 함께 추가의 감광재 패턴층(80)이 형성될 수 있다.
- [0177] 상기 추가의 감광재 패턴층의 패턴은 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 상기 전도성층이 터치패널용 메쉬패턴인 경우, 상기 포토마스크에 새겨진 패턴은 라우터패턴일 수 있다.
- [0178] 상기 ii) 단계에서, 전도성층 상에 감광재 메쉬패턴층과 함께 추가의 감광재 패턴층이 형성되는 경우, 상기 iii) 단계는 상기 전도성층의 감광재 메쉬패턴층 및 추가의 감광재 패턴층이 형성되지 않은 부분을 식각하는 단계일 수 있다.
- [0179] 도 16의 5) 및 6)에 도시된 바와 같이, 전도성층 상에 감광재 메쉬패턴층(50)과 함께 추가의 감광재 패턴층(80)이 형성되는 경우, 상기 전도성층(20)의 감광재 메쉬패턴층(50) 및 추가의 감광재 패턴층(80)이 형성되지 않은 부분을 식각할 수 있다.
- [0180] 상기 ii) 단계에서, 전도성층 상에 감광재 메쉬패턴층과 함께 추가의 감광재 패턴층이 형성되는 경우, 상기 iv) 단계는 감광재 메쉬패턴층과 함께 추가의 감광재 패턴층을 제거하여 전도성 메쉬패턴을 제조하는 단계일 수 있다.
- [0181] 이하에서, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 이하의 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명을 한정하기 위한 것은 아니다.
- [0182] [실시예]
- [0183] [실시예 1]
- [0184] 소프트 컨택 마스크의 제조
- [0185] 도 9에 도시된 바와 같이, 약 $40\mu\text{m}$ 선폭의 라인 패턴(반복 주기 약 $80\mu\text{m}$) 크롬 블랭크(Cr blank) 마스크를 이용해 AZ1512(원액) 또는 SU8 25(300% 희석, PGMEA, propylene glycol monomethyl ether acetate) 감광재를 사용하여 기존 포토리소그래피 공정을 이용하여 패턴을 제작한 후 PDMS(polydimethyl siloxane) prepolymer와 경화제를 9:1의 비율로 섞어 패턴에 부은 후 열경화를 통해 고형화시키고 감광재 패턴으로부터 탈리하여 선형 패턴이 각인된 PDMS 투명포토마스크를 제조하였다. 제조된 투명포토마스크의 SEM 이미지를 도 10에 도시했다.
- [0186] 감광재 패턴의 제조
- [0187] 석영(quartz) 상에 50nm 두께로 알루미늄(Al)을 진공 스퍼터링 공정을 통해 증착한 후, 상부에 감광재를 코팅 및 건조하여 제1 감광재층을 형성했다. 이때 제1 감광재층의 두께를 100 nm ~ 400nm 정도로 조절했다. 상기 제1 감광재층 상에 상기 투명포토마스크를 접촉한 후, 노광(Karl Suss MA8 mask aligner, 1000W), 현상(현상액

CPD18) 및 건조된 제1 감광재 패턴층을 형성했다. 이때, 노광량은 $10 \text{ mJ/cm}^2 \sim 200 \text{ mJ/cm}^2$ 의 범위로 조절했다. 이후 건조된 제1 감광재 패턴층을 $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 의 온도로 약 10분간 열처리하여 경화시켰다. 다음, 상기 제1 감광재 패턴층이 구비된 알루미늄 상에 제1 감광재 패턴층과 동일한 순서로 제2 감광재층을 추가로 형성한 후 동일한 투명포토마스크를 90° 회전시켜 접촉시킨 후, 노광, 현상, 건조 및 경화하여 알루미늄 상에 제2 감광재 패턴층을 형성했다. 그 결과, 알루미늄 상에 선폭이 $100 \text{ nm} \sim 900 \text{ nm}$ 이고, 피치가 $40 \mu\text{m}$ 인 감광재 메쉬 패턴을 제조하였다. 형성된 감광재 메쉬 패턴의 모식도 및 SEM 이미지를 도 11에 나타냈다.

[0188] 전도성 메쉬패턴의 제조

[0189] 상기 알루미늄 상에 제조된 메쉬 감광재 패턴을 식각 마스크로 사용하여 50 nm 두께의 Al 층을 건식 식각하여 전도성 메쉬패턴을 제조하였다. 제조된 전도성 메쉬패턴의 모식도 및 광학 현미경의 이미지를 도 12에 도시했다.

[0190] 이때 건식 식각의 공정 조건은 다음과 같다.

[0191] 공정 압력 5 m Torr

[0192] 가스 종류 및 유량 $\text{BCl}_3 : \text{Cl}_2 = 35 : 15 \text{ sccm}$

[0193] 예칭 인가 파워 ICP : RF= $300:30\text{W}$

[0194] 마스터 몰드의 제조

[0195] 상기 석영 상에 제조된 50 nm 두께의 알루미늄 메쉬패턴을 식각 마스크로 사용하여 석영을 50 nm 이상 $10 \mu\text{m}$ 이하로 건식 식각한 후 알루미늄 메쉬패턴을 제거하여 양각의 메쉬패턴을 갖는 석영 마스터 몰드를 제조했다.

[0196] 제조된 마스터 몰드의 모식도 및 SEM의 이미지를 도 13에 도시했다.

[0197] 이때 건식 식각의 공정 조건은 다음과 같다.

[0198] 공정 압력 2 m Torr

[0199] 가스 종류 및 유량 $\text{C}_4\text{F}_8 = 30 \text{ sccm}$

[0200] 예칭 인가 파워 ICP : RF= $10000:50\text{W}$

[0201] 투명포토마스크의 제조

[0202] 상기 제조된 석영 마스터 몰드에 PDMS(polydimethyl siloxane) prepolymer와 경화제를 9:1의 비율로 섞어 패턴에 부은 후 열경화를 통해 고형화시키고 석영 마스터 몰드로부터 탈리하여 음각의 메쉬패턴이 새겨진 PDMS 투명포토마스크를 제조하였다. 상기 PDMS 투명포토마스크의 메쉬패턴의 깊이는 830 nm 이고, 피치는 $40 \mu\text{m}$ 이며, 선폭은 550 nm 이다.

[0203] 제조된 투명포토마스크의 모식도 및 SEM의 이미지를 도 14에 도시했다.

[0204] 전도성 메쉬패턴의 제조

[0205] 석영(quartz) 상에 50 nm 두께로 알루미늄(Al)을 진공 스퍼터링 공정을 통해 증착한 후, 상부에 감광재를 코팅 및 건조하여 감광재층을 형성했다. 이때 감광재층의 두께를 $100 \text{ nm} \sim 400 \text{ nm}$ 정도로 조절했다. 상기 감광재층 상에 상기 음각의 메쉬패턴이 새겨진 투명포토마스크를 접촉한 후, 노광(Karl Suss MA8 mask aligner, 1000W), 현상(현상액 CPD18) 및 건조된 감광재 메쉬패턴층을 형성했다. 이때, 노광량은 $10 \text{ mJ/cm}^2 \sim 200 \text{ mJ/cm}^2$ 의 범위로 조절했다. 이후 건조된 감광재 메쉬패턴층을 $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 의 온도로 약 10분간 열처리하여 경화시켰다.

[0206] 그 결과, 알루미늄 상에 선폭이 $100 \text{ nm} \sim 900 \text{ nm}$ 이고, 피치가 $40 \mu\text{m}$ 인 감광재 메쉬 패턴을 제조하였다.

[0207] 상기 알루미늄 상에 제조된 감광재 메쉬패턴을 식각 마스크로 사용하여 50 nm 두께의 Al 층을 건식 식각하여 전도성 메쉬패턴을 제조하였다.

[0208] 이때 건식 식각의 공정 조건은 다음과 같다.

[0209] 공정 압력 5 m Torr

[0210] 가스 종류 및 유량 $\text{BCl}_3 : \text{Cl}_2 = 35 : 15 \text{ sccm}$

[0211] 예칭 인가 파워 ICP : RF= 300:30W

[0212] 제조된 전도성 메쉬패턴의 모식도 및 SEM의 이미지를 도 15에 도시했다.

[0213] 상기 전도성 메쉬패턴의 높이는 50nm 이고, 피치는 40 μm 이며, 선폭은 800nm이다.

부호의 설명

[0214] 1: 양각의 메쉬패턴을 갖는 마스터 몰드

5: 투명수지층

10: 음각의 메쉬패턴을 갖는 투명포토마스크

20: 기재 30: 전도성층

40: 감광재층 50: 감광재 메쉬패턴층

60: 전도성 메쉬패턴

70: 불투명 패턴층 80: 추가의 감광재 패턴층

100: 기재 200: 전도성층

310: 제1 감광재층 330: 제1 감광재 패턴층

400: 선형 패턴이 각인된 투명포토마스크

510: 제2 감광재층 530: 제2 감광재 패턴층

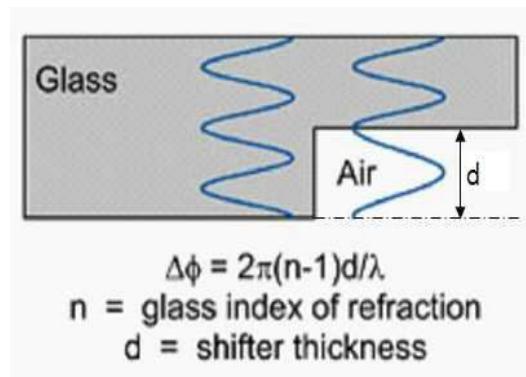
600: 전도성 메쉬패턴

800: 새도우 마스크 또는 스크린 마스크

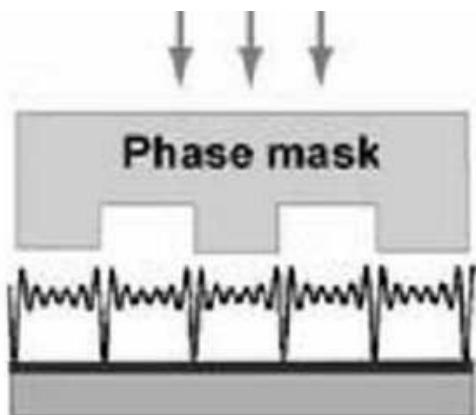
900: 라우터 패턴

도면

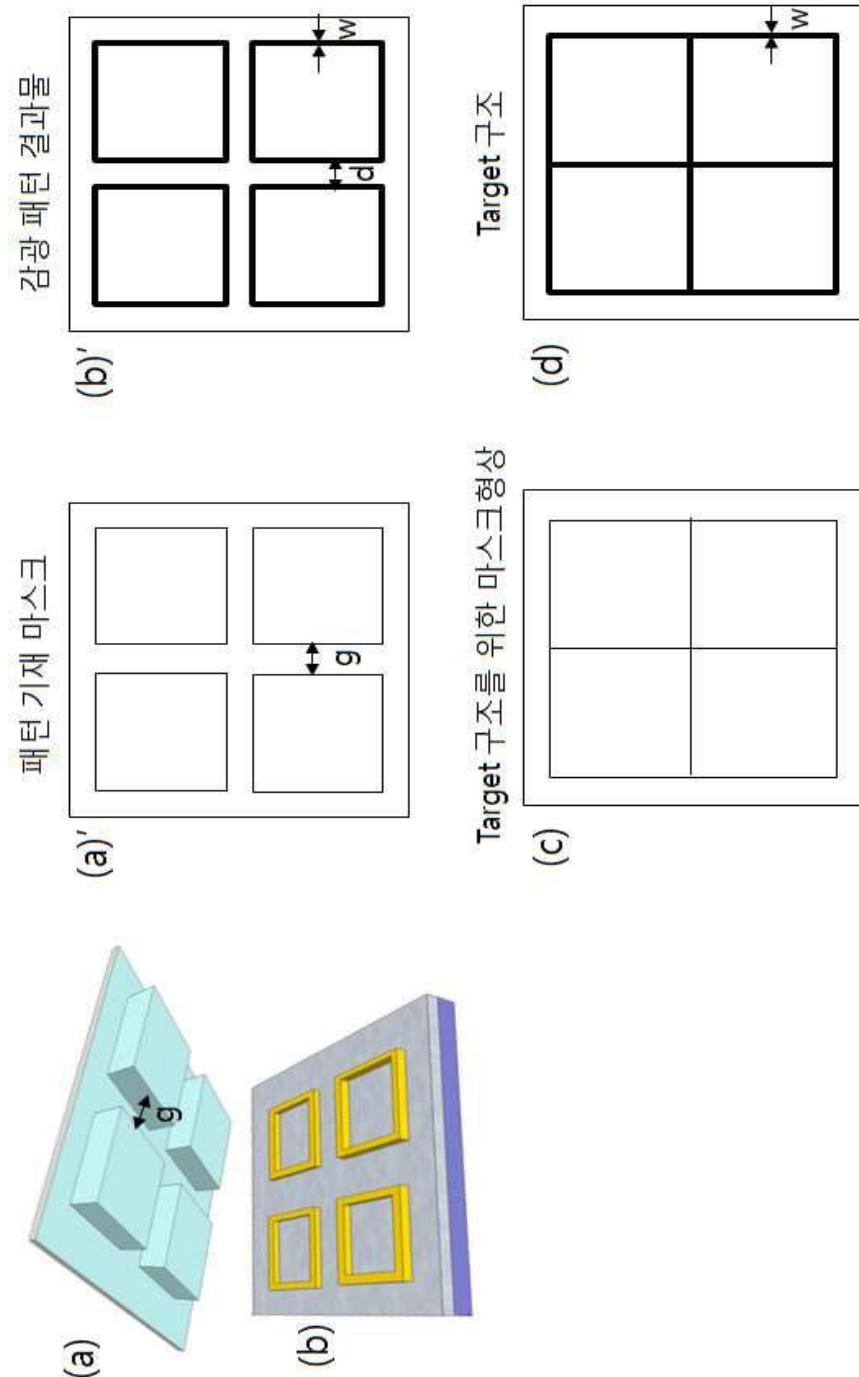
도면1



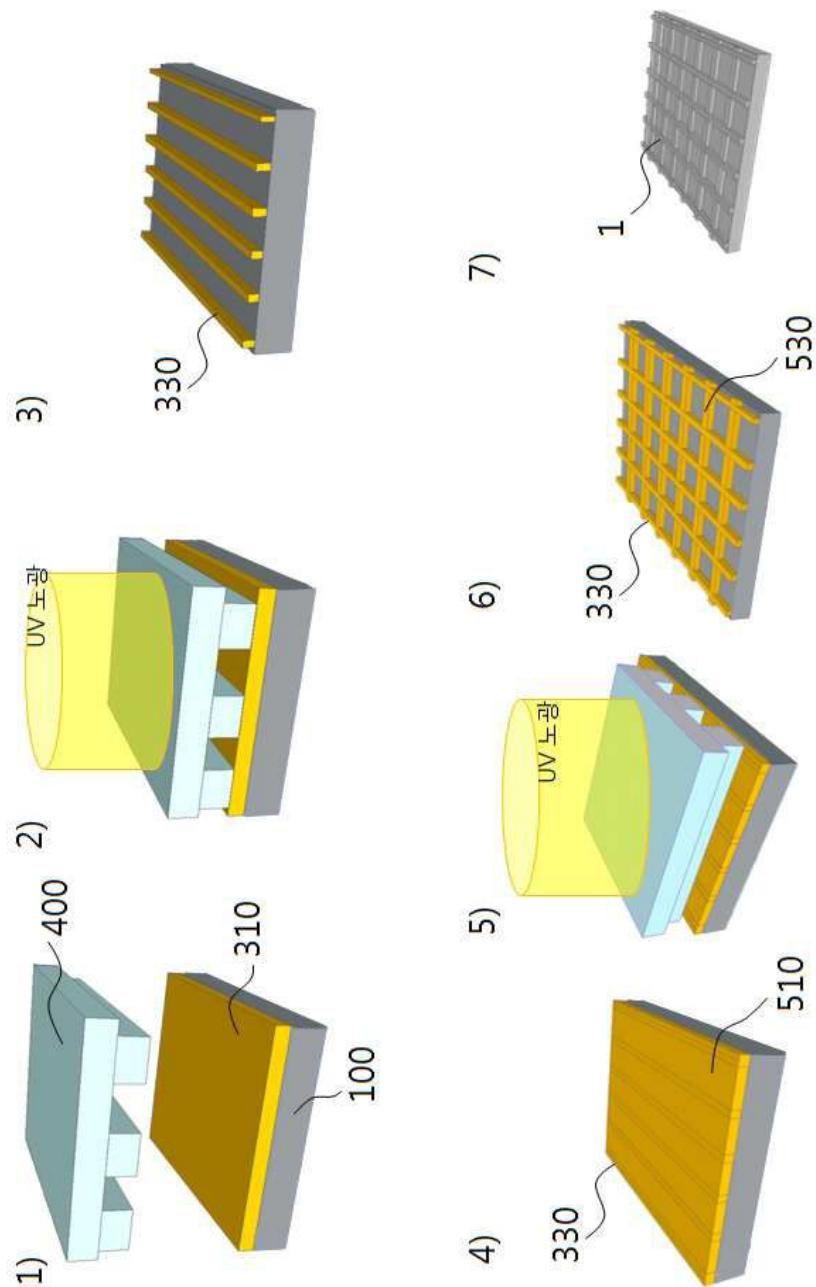
도면2



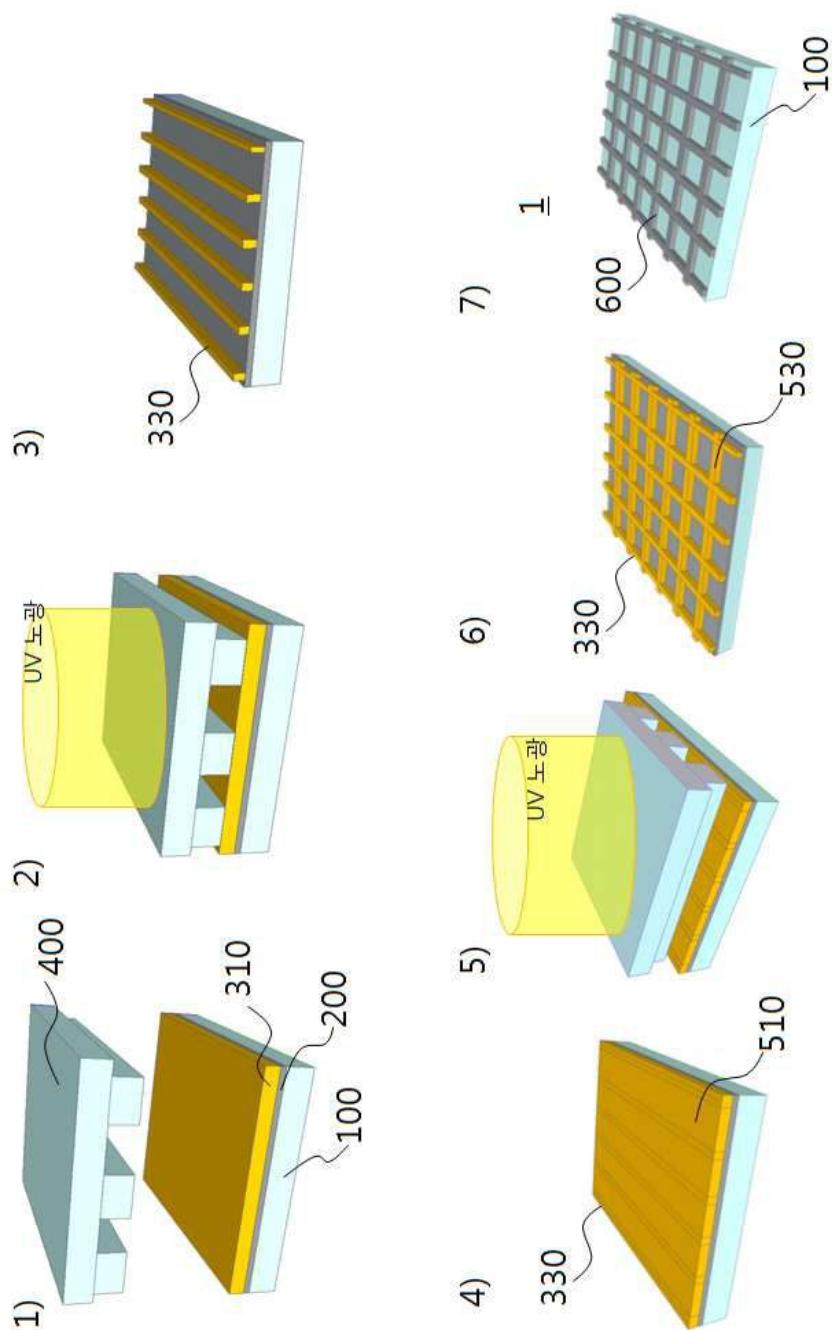
도면3



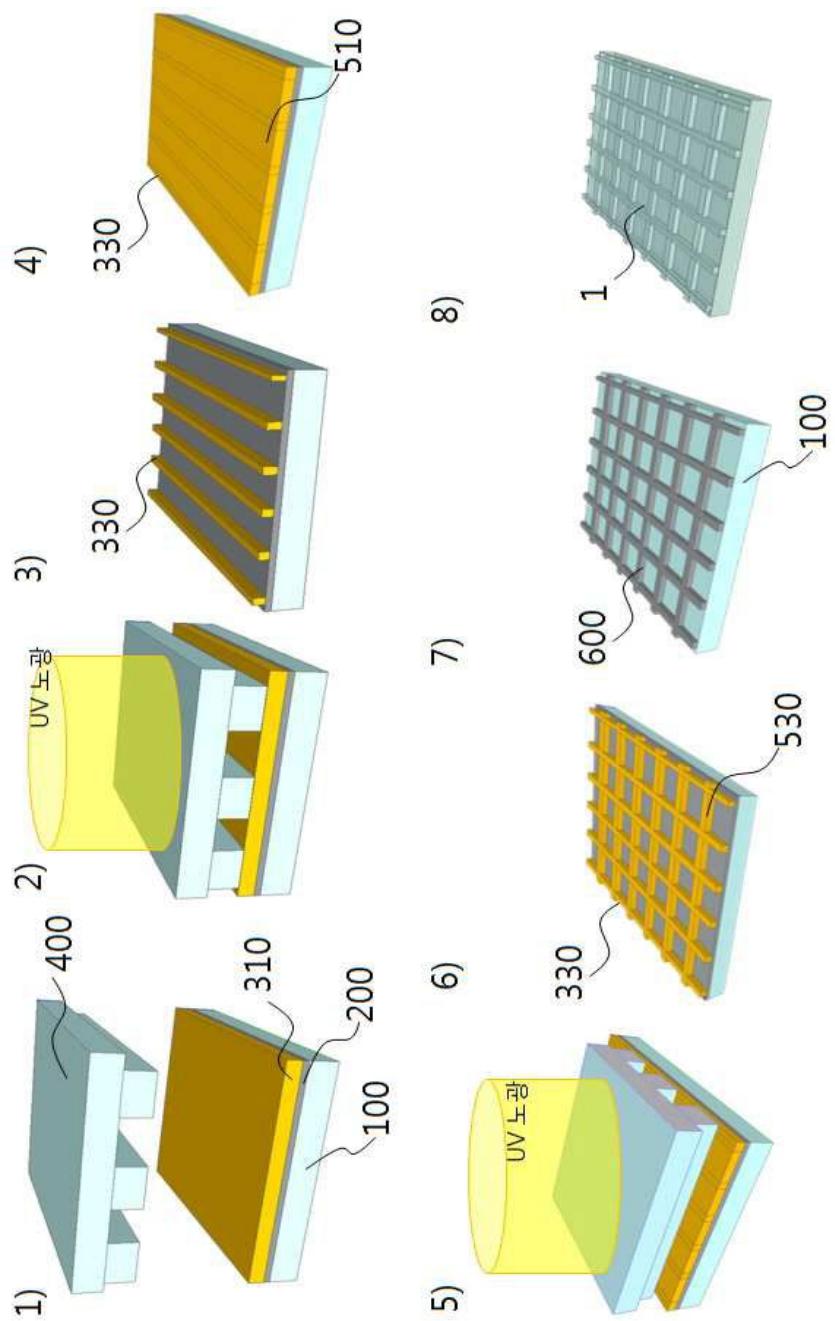
도면4



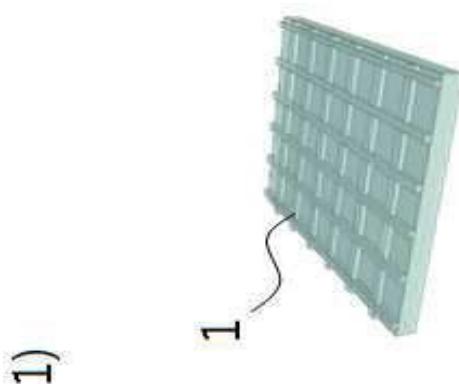
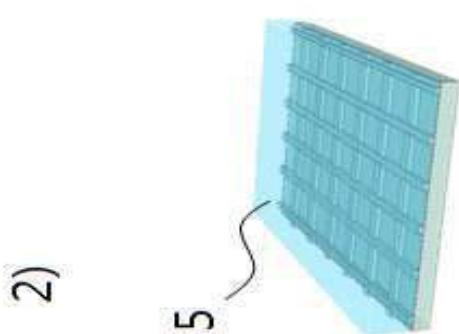
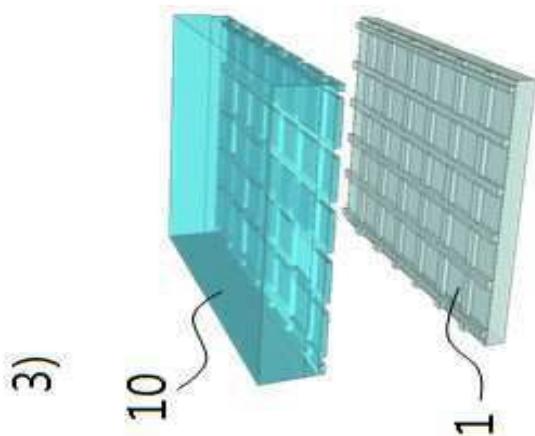
도면5



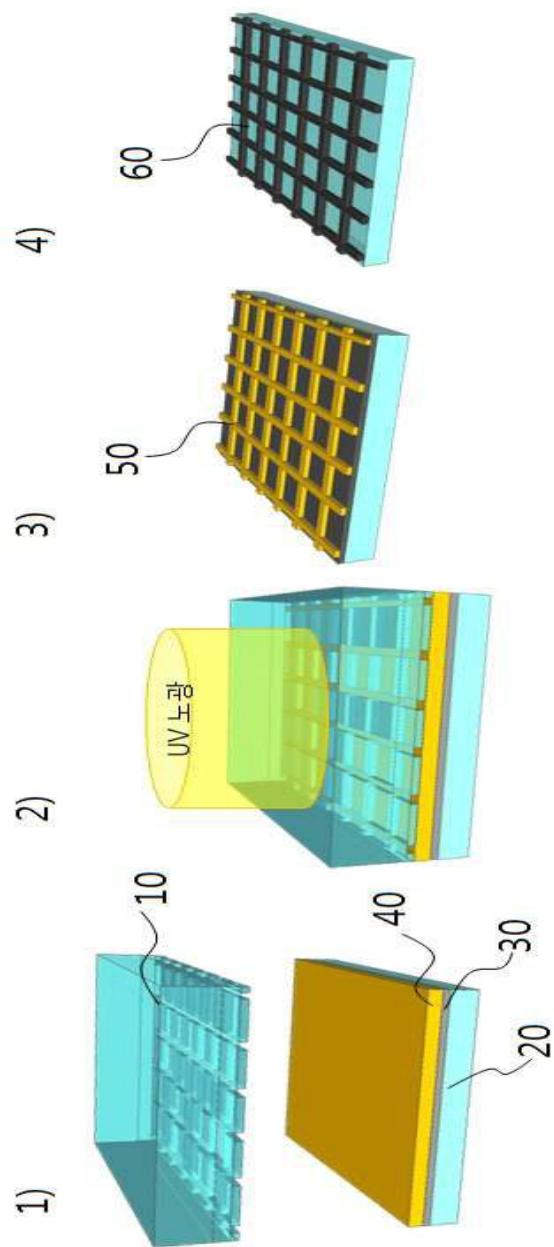
도면6



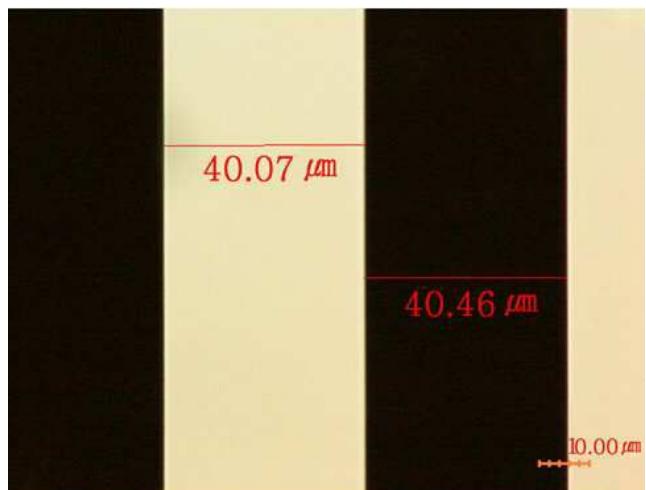
도면7



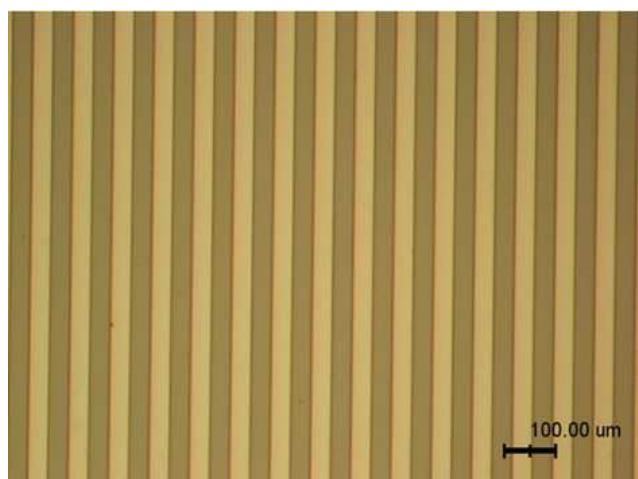
도면8



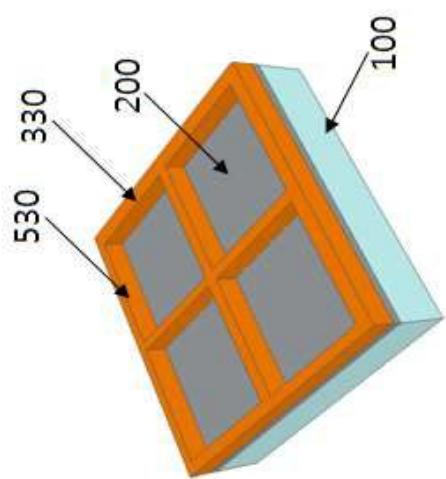
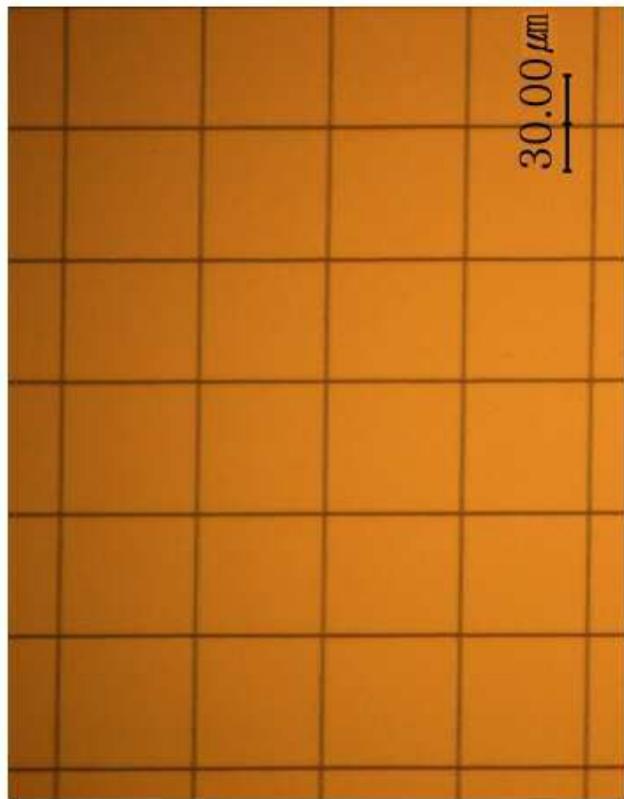
도면9



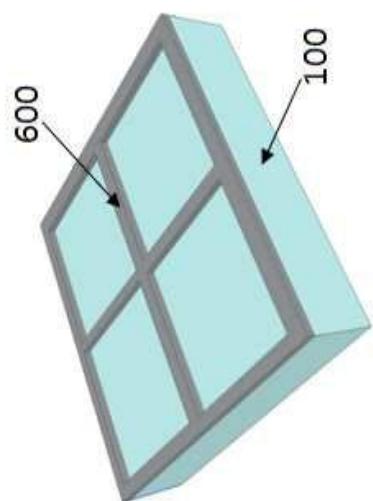
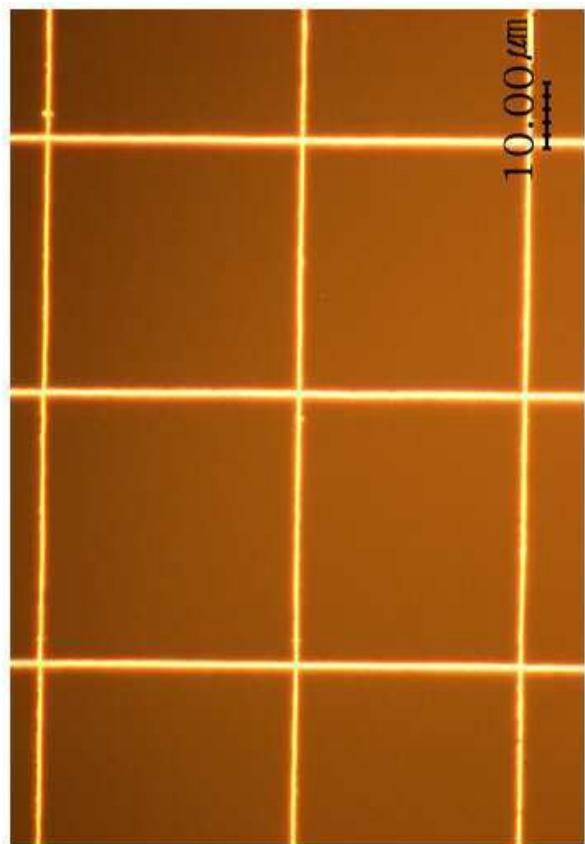
도면10



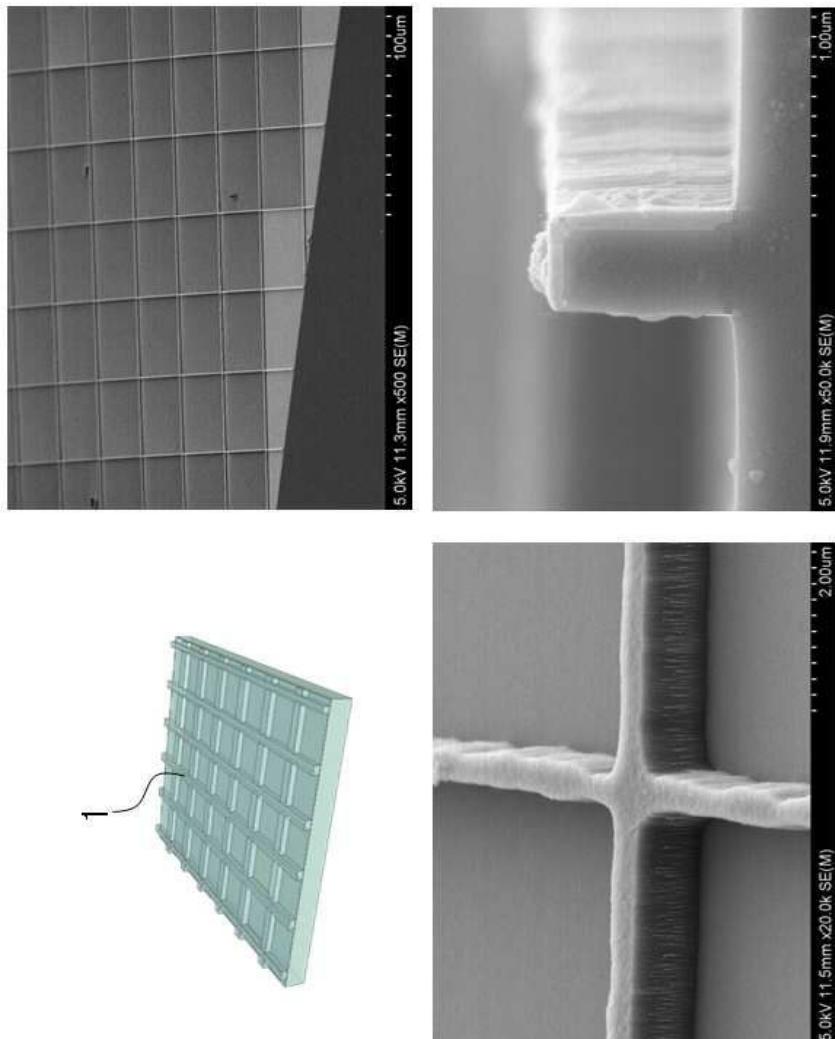
도면11



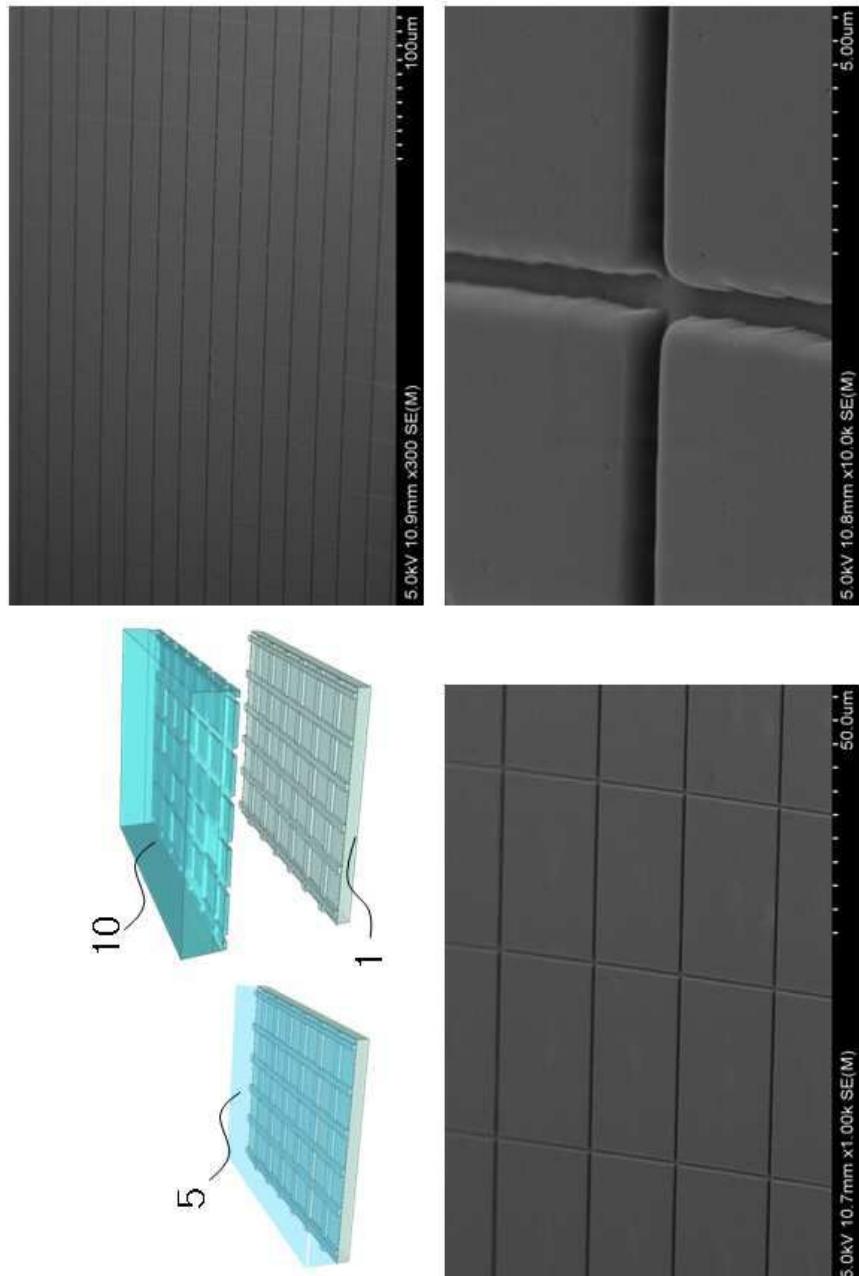
도면12



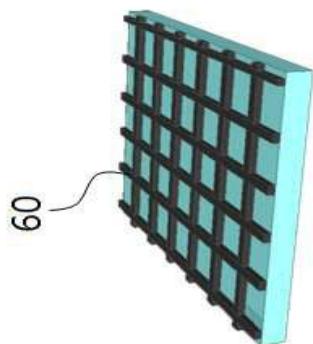
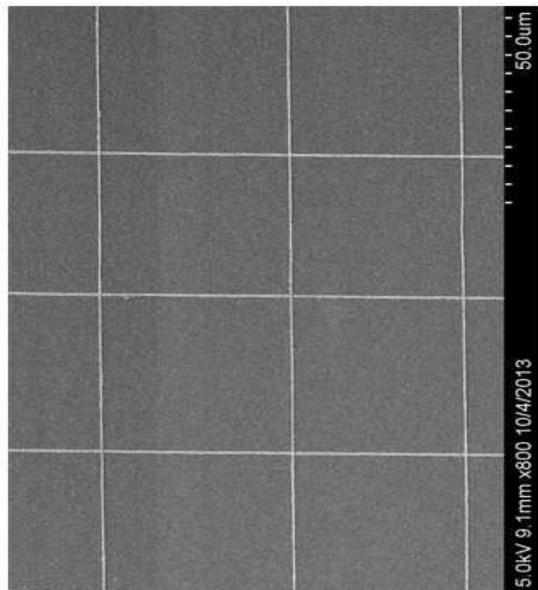
도면13



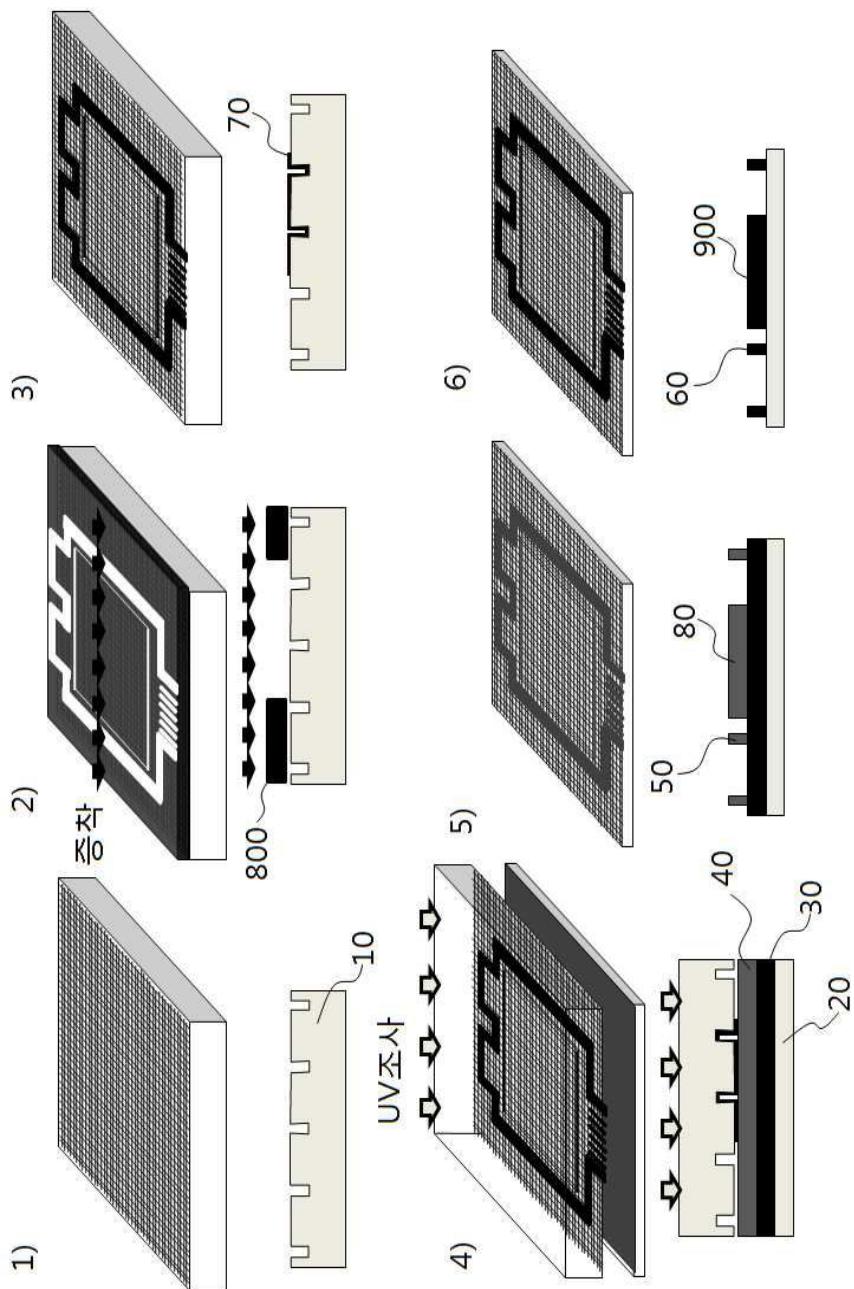
도면14



도면15



도면16



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18

【변경전】

PVA(polyvinyl alcohol)

【변경후】

PVA(polyvinyl alcohol)