



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0047399
(43) 공개일자 2018년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) H01B 5/14 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/0392 (2006.01)
H01L 51/44 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 13/0026 (2013.01)
H01B 5/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0143421
(22) 출원일자 2016년10월31일
심사청구일자 2017년09월11일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
서관용
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박정환
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

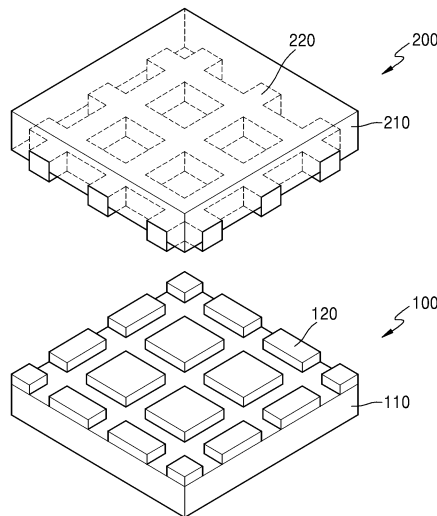
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 투명 전극의 제조 방법 및 투명 전극을 포함한 전자 기판

(57) 요약

본 발명은 제조 비용이 절감되고 제조 과정이 단순화된 투명 전극의 제조방법 및 투명 전극을 포함한 전자 기판을 위하여, 지지 기판 상에 무기절연층이 패터닝되어 트렌치홈이 형성된 마스터 기판을 형성하는 단계; 상기 무기절연층이 외부로 노출되도록 상기 마스터 기판의 상기 트렌치홈에 금속층을 형성하는 단계; 상기 금속층 상에 플렉서블 기판을 형성하는 단계; 및 상기 플렉서블 기판을 상기 마스터 기판으로부터 탈착시키는 단계를 포함하는, 투명 전극의 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도7a



(52) CPC특허분류

H01L 31/022466 (2013.01)

H01L 31/03926 (2013.01)

H01L 51/442 (2013.01)

H01L 51/5215 (2013.01)

H01L 51/5234 (2013.01)

H01L 2251/5338 (2013.01)

Y02E 10/549 (2013.01)

(72) 발명자

이강민

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

엄한돈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

명세서

청구범위

청구항 1

지지 기판 상에 무기절연층이 패터닝되어 트렌치홈이 형성된 마스터 기판을 형성하는 단계;
상기 무기절연층이 외부로 노출되도록 상기 마스터 기판의 상기 트렌치홈에 금속층을 형성하는 단계;
상기 금속층 상에 플렉서블 기판을 형성하는 단계; 및
상기 플렉서블 기판을 상기 마스터 기판으로부터 탈착시키는 단계;
를 포함하는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 금속층을 형성하는 단계는, 전기도금법을 이용하여 상기 트렌치홈 상에만 금속층을 형성하는 단계인, 투명 전극의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 마스터 기판을 형성하는 단계는,
지지 기판 상에 무기절연층을 형성하는 단계;
상기 무기절연층 상에 포토레지스터층을 형성하는 단계;
상기 무기절연층을 패터닝하여 상기 지지 기판의 적어도 일부를 노출시키는 트렌치홈을 형성하는 단계; 및
상기 포토레지스터층을 제거하는 단계;를 포함하는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 지지 기판은 전도성을 갖는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 트렌치홈은 메쉬 형태인, 투명 전극의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 무기절연층은 제1 두께를 갖도록 형성되고, 상기 금속층은 상기 제1 두께보다 두꺼운 제2 두께를 갖도록 형성되는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 금속층을 형성하는 단계에 있어서,
상기 금속층은 상기 제1 두께와 상기 제2 두께의 차만큼 상기 무기절연층 상부로 돌출되는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 금속층은 상기 플렉서블 기판에 상기 제1 두께와 상기 제2 두께의 차만큼 매립되는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 금속층은 상기 플렉서블 기판 상부로 상기 제1 두께만큼 돌출되는, 투명 전극의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 플렉서블 기판을 형성하는 단계에 있어서,

상기 플렉서블 기판은 상기 금속층이 형성된 부분의 두께와 상기 금속층이 형성되지 않는 부분의 두께가 상이한, 투명 전극의 제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 마스터 기판은 재사용이 가능한, 투명 전극의 제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 금속층을 형성하는 단계에 있어서,

상기 금속층의 폭은 일정한, 투명 전극의 제조방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 금속층을 형성하는 단계에 있어서,

상기 금속층의 폭은 상이한, 투명 전극의 제조방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 플렉서블 기판은 광을 투과시킬 수 있는 물질로 형성된, 투명 전극의 제조방법.

청구항 15

플렉서블 기판; 및

상기 플렉서블 기판에 적어도 일부가 매립된 금속층;

을 구비하는, 전자 기판.

청구항 16

제16항에 있어서,

상기 금속층은 메쉬 형태인, 전자 기판.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 플렉서블 기판은 상기 금속층이 배치된 부분의 두께와 상기 금속층이 배치되지 않는 부분의 두께가 서로 상이한, 전자 기판.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 플렉서블 기판은 광을 투과시킬 수 있는 물질을 포함하는, 전자 기판.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 금속층은 제1 두께 및 제3 두께의 합인 제2 두께를 갖고,

상기 금속층은 상기 제1 두께만큼 상기 플렉서블 기판에 매립되는, 전자 기판.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 금속층은 상기 제3 두께만큼 상기 플렉서블 기판 상부로 돌출되는, 전자 기판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 투명 전극의 제조방법 및 투명 전극을 포함한 전자 기판에 관한 것으로서, 더 상세하게는 제조 비용이 절감되고 제조 과정이 단순화된 투명 전극의 제조방법 및 투명 전극을 포함한 전자 기판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 투명 전도성 전극(Transparent conductive electrodes: TCE)은 유기 발광 소자(OLED), 액정 디스플레이(LCD), 유기 솔라셀 등에 많이 이용되고 있다. 이들 디바이스에는 공통적으로 인듐주석산화물(indium tin oxide: ITO)이 투명전극으로 이용된다. ITO 전극은 광학적 투명성, 전기전도도, 및 환경 안정성과 같은 많은 장점을 가진다.

[0003] 다만, 이러한 ITO 전극은 외부의 물리적인 자극에 의해 깨지기 쉽기 때문에 이 경우 전극 특성이 크게 저하되는 문제점이 있어, 유연성, 신축성이 요구되는 차세대 플렉서블 디바이스에는 적용하기 어렵다는 한계점이 있다.

[0004] 따라서, ITO 전극을 대체하기 위한 물질로서, 전도성 고분자, 카본 나노 튜브(CNT), 그래핀 및 금속 나노 와이어와 같은 대안들이 개발되고 있다. 그러나, 이들 대안적인 물질들은 고투명성, 고전도성, 균일한 전도도 및 기판과의 높은 접착성과 같은 필요조건들을 모두 충족시키지는 못한다. 예컨대 전도성 고분자의 경우 안정성의 문제와 색을 보이는 문제로 인해 투과도가 떨어지는 한계점이 존재한다. 또한 카본 나노 튜브와 그래핀의 경우 높은 수준의 전도도를 구현하기 위해서는 고가의 합성 비용이 든다는 경제적 한계점이 존재한다. 이에 반해 금속 나노 와이어는 비교적 저가의 용액 공정으로 투명 전극을 제작할 수 있을뿐더러 높은 전도도를 구현할 수 있다는 장점이 있으나, 기판 위에 랜덤한 분포로 인해 모폴로지 조절이 어려울 뿐만 아니라 기판의 전면적에 전도도 값의 편차가 심하다는 문제점이 있으며, 이로 인해 나노 와이어가 묻쳐있는 부분에서는 실제로 뿌옇게(haze) 보이는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 제조 비용이 절감되고 제조 과정이 단순화된 투명 전극의 제조방법 및 투명 전극을 포함한 전자 기판을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 관점에 따르면, 지지 기판 상에 무기절연층이 패터닝되어 트렌치홈이 형성된 마스터 기판을 형성하는 단계; 상기 무기절연층이 외부로 노출되도록 상기 마스터 기판의 상기 트렌치홈에 금속층을 형성하는 단계; 상기 금속층 상에 플렉서블 기판을 형성하는 단계; 및 상기 플렉서블 기판을 상기 마스터 기판으로부터 탈착시키는 단계를 포함하는, 투명 전극의 제조방법이 제공된다.
- [0007] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층을 형성하는 단계는, 전기도금법을 이용하여 상기 트렌치홈 상에만 금속층을 형성하는 단계일 수 있다.
- [0008] 본 실시예에 있어서, 상기 마스터 기판을 형성하는 단계는, 지지 기판 상에 무기절연층을 형성하는 단계; 상기 무기절연층 상에 포토레지스터층을 형성하는 단계; 상기 무기절연층을 패터닝하여 상기 지지 기판의 적어도 일부를 노출시키는 트렌치홈을 형성하는 단계; 및 상기 포토레지스터층을 제거하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0009] 본 실시예에 있어서, 상기 지지 기판은 전도성을 가질 수 있다.
- [0010] 본 실시예에 있어서, 상기 트렌치홈은 메쉬 형태일 수 있다.
- [0011] 본 실시예에 있어서, 상기 무기절연층은 제1 두께를 갖도록 형성되고, 상기 금속층은 상기 제1 두께보다 두꺼운 제2 두께를 갖도록 형성될 수 있다.
- [0012] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층을 형성하는 단계에 있어서, 상기 금속층은 상기 제1 두께와 상기 제2 두께의 차만큼 상기 무기절연층 상부로 돌출될 수 있다.
- [0013] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층은 상기 플렉서블 기판에 상기 제1 두께와 상기 제2 두께의 차만큼 매립될 수 있다.
- [0014] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층은 상기 플렉서블 기판 상부로 상기 제1 두께만큼 돌출될 수 있다.
- [0015] 본 실시예에 있어서, 상기 플렉서블 기판을 형성하는 단계에 있어서, 상기 플렉서블 기판은 상기 금속층이 형성된 부분의 두께와 상기 금속층이 형성되지 않는 부분의 두께가 상이할 수 있다.
- [0016] 본 실시예에 있어서, 상기 마스터 기판은 재사용이 가능할 수 있다.
- [0017] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층을 형성하는 단계에 있어서, 상기 금속층의 폭은 일정할 수 있다.
- [0018] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층을 형성하는 단계에 있어서, 상기 금속층의 폭은 상이할 수 있다.
- [0019] 본 실시예에 있어서, 상기 플렉서블 기판은 광을 투과시킬 수 있는 물질로 형성될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 관점에 따르면, 플렉서블 기판; 및 상기 플렉서블 기판에 적어도 일부가 매립된 금속층;을 구비하는, 전자 기판이 제공된다.
- [0021] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층은 메쉬 형태일 수 있다.
- [0022] 본 실시예에 있어서, 상기 플렉서블 기판은 상기 금속층이 배치된 부분의 두께와 상기 금속층이 배치되지 않는 부분의 두께가 서로 상이할 수 있다.
- [0023] 상기 플렉서블 기판은 광을 투과시킬 수 있는 물질을 포함할 수 있다.
- [0024] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층은 제1 두께 및 제3 두께의 합인 제2 두께를 갖고, 상기 금속층은 상기 제1 두께만큼 상기 플렉서블 기판에 매립될 수 있다.
- [0025] 본 실시예에 있어서, 상기 금속층은 상기 제3 두께만큼 상기 플렉서블 기판 상부로 돌출될 수 있다.
- [0026] 진술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.
- [0027] 이러한 일반적이고 구체적인 측면이 시스템, 방법, 컴퓨터 프로그램, 또는 어떠한 시스템, 방법, 컴퓨터 프로그램의 조합을 사용하여 실시될 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제조 비용이 절감되고 제조 과정이 단순화된 투명

전극의 제조방법 및 투명 전극을 포함한 전자 기판을 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극을 포함하는 전자 기판을 개략적으로 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0032] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0034] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다. 또한, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0035] 한편, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다. 또한, 막, 영역, 구성요소 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 다른 부분의 "바로 위에" 또는 "바로 상에" 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0036] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0037] x축, y축 및 z축은 직교 좌표계 상의 세 축으로 한정되지 않고, 이를 포함하는 넓은 의미로 해석될 수 있다. 예

를 들어, x축, y축 및 z축은 서로 직교할 수도 있지만, 서로 직교하지 않는 서로 다른 방향을 지칭할 수도 있다.

- [0038] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.
- [0039] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- [0040] 도 1a 및 도 1b를 함께 참조하면, 투명 전극을 구비한 전자 기관(200, 도 8 참조)을 제조하기 위해서는 먼저 마스터 기관(100, 도 4a 참조)을 제작한다. 마스터 기관(100)을 제작하기 위해서는 먼저, 지지 기관(110) 준비한 후 지지 기관(110) 상에 무기절연층(120)을 형성하는 단계를 거친다.
- [0041] 지지 기관(110)은 전도성을 가질 수 있다. 이러한 지지 기관(110)은 예컨대, 고도핑된(highly doped) 실리콘 웨이퍼를 포함할 수 있으며, 이외에도 금속 기관, FTO 및 ITO 기관을 포함할 수도 있다. 도면에서는 지지 기관(110)의 형상이 사각형인 것으로 도시되어 있으나, 지지 기관(110)은 제조하고자 하는 전자 기관의 형상에 따라 다양한 형태로 제작될 수 있다.
- [0042] 지지 기관(110) 상에는 무기절연층(120)이 형성될 수 있다. 무기절연층(120)은 지지 기관(110)에 전면(全面)형성된 후 후에 패터닝된다. 무기절연층(120)은 예컨대, 실리콘옥사이드 및/또는 실리콘나이트라이드 등이 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [0043] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- [0044] 도 2a 및 도 2b를 함께 참조하면, 무기절연층(120) 상에 포토레지스터층(140)을 형성할 수 있다. 포토레지스터층(140)은 후에 무기절연층(120)이 패터닝될 형상으로 패터닝될 수 있다. 도 2a에서는 포토레지스터층(140)은 사각형의 형상으로 도시되어 있으나, 포토레지스터층(140)은 사각형 이외에 다각형, 원형, 타원형 등 다양한 형상으로 패터닝될 수 있다. 결국 마스터 기관(100)은 전자 기관을 제조하기 위한 스탬프 역할을 하기 때문에, 포토레지스터층(140) 자체의 패터닝 보다는 포토레지스터층(140) 패턴들 사이의 형상이 중요하다. 즉, 포토레지스터층(140) 패턴들 사이의 형상에 따라 후에 서술할 금속층(220)의 형상이 결정되기 때문이다.
- [0045] 포토레지스터층(140) 패턴들 사이의 간격은 약 $10\mu\text{m}$ 이하로 형성할 수 있으며, 바람직하게 수 μm 로 형성할 수 있다. 상술한 것과 같이 포토레지스터층(140) 패턴들 사이의 간격은 후에 금속층(220)의 폭이 되기 때문에, 포토레지스터층(140) 패턴들 사이의 간격이 수십 μm 로 형성되는 경우, 금속층(220)의 폭도 증가하게 되고 이는 투명 전극에 있어서 시인성 문제나 모아레 현상 등이 나타날 수 있다.
- [0046] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- [0047] 도 3a 및 도 3b를 함께 참조하면, 무기절연층(120)을 패터닝하는 단계를 거칠 수 있다. 즉, 무기절연층(120) 중 포토레지스터층(140)이 도포되지 않은 부분을 식각하여, 무기절연층(120)을 포토레지스터층(140)의 형상에 따라 패터닝할 수 있다. 이렇게 형성된 무기절연층(120) 패턴들은 사이에는 트렌치홈(120a)이 형성될 수 있다. 이러한 트렌치홈(120a)을 통해 지지 기관(110)의 적어도 일부가 외부로 노출될 수 있다.
- [0048] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- [0049] 도 4a 및 도 4b를 함께 참조하면, 무기절연층(120)을 포토레지스터층(140)의 형상대로 패터닝한 후, 포토레지스터층(140)을 제거하는 단계를 거칠 수 있다. 이로써 지지 기관(110) 상에 패터닝된 무기절연층(120)만이 잔존하게 된다. 따라서 도 4a 및 도 4b는 최종적으로 형성된 마스터 기관(100)을 도시하고 있다.
- [0050] 마스터 기관(100)은 고도핑된 실리콘 웨이퍼로 형성된 지지 기관(110) 상에 무기절연층(120)이 배치되고, 이 무기절연층(120)은 패터닝되어 지지 기관(110)의 적어도 일부를 노출시키는 트렌치홈(120a)을 가질 수 있다. 이러한 트렌치홈(120a)을 따라 후술할 금속층(220)이 형성된다.
- [0051] 상술한 것과 같이 마스터 기관(100)은 스탬프와 같은 역할을 하기 때문에, 일회용이 아니라 반영구적으로 재사용이 가능하다. 따라서 최초로 제작된 마스터 기관(100)으로 투명 전극이 구비된 전자 기관을 계속해서 제조할

수 있기 때문에 제조 비용이 획기적으로 절감될 수 있다.

- [0052] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- [0053] 도 5a 및 도 5b를 함께 참조하면, 마스터 기판(100) 상에 금속층(220)을 형성하는 단계를 거칠 수 있다. 금속층(220)을 형성하는 방법으로, 본 실시예에서는 전기도금법을 사용할 수 있다. 전기도금법은 전기 분해의 원리를 이용하여 금속 위에 다른 금속을 입히는 제법으로, 이를 통해 지지 기판(110)에 열적 손상을 입히지 않으면서도 저가의 용액 공정을 통해 지지 기판(110) 상에 금속층(220)을 성장시킬 수 있다. 또한 전기도금법은 도금액의 종류에 따라 다양한 종류의 금속층(220)을 성장시킬 수 있기 때문에 금속의 종류의 제한이 적으며, 이로 인해 금속의 종류에 따라 다양한 광학적, 전기적 특성을 구현할 수 있다. 뿐만 아니라, 각기 다른 일함수 또는 화학적 성질을 가진 금속들의 고유한 특성을 고려하여 다양한 디바이스에 적용이 가능하다.
- [0054] 본 실시예에서는 고도핑된 실리콘 웨이퍼로 형성된 전도체인 지지 기판(110)에 전류를 가해주어 지지 기판(110) 상에 금속층(220)을 형성할 수 있다. 이 경우 지지 기판(110) 상에는 무기절연층(120)이 패터닝되어 형성되어 있고, 트렌치홈(120a)에 의해 지지 기판(110)의 적어도 일부가 노출되어 있다. 따라서 금속층(220)은 트렌치홈(120a)을 따라 지지 기판(110) 상에 형성될 수 있다. 본 실시예에서 무기절연층(120)은 지지 기판(110) 상에 바로 형성될 수 있고, 금속층(220) 역시 지지 기판(110) 상에 바로 형성될 수 있다. 무기절연층(120) 및 금속층(220)은 지지 기판(110)에 직접 권택하도록 형성될 수 있으며, 즉 무기절연층(120)과 금속층(220)은 동일층 상에 형성되는 것일 수 있다.
- [0055] 상술한 것과 같이 금속층(220)은 트렌치홈(120a)을 따라 지지 기판(110) 상에 형성될 수 있는데, 즉 금속층(220)은 트렌치홈(120a) 상에만 형성되는 것으로 이해될 수 있다. 지지 기판(110)에서 트렌치홈(120a)에 의해 노출된 부분만이 전도체의 성질을 갖고, 트렌치홈(120a)을 제외한 부분은 절연체인 무기절연층(120)으로 덮여 있어, 트렌치홈(120a)에 의해 노출된 부분에만 전류가 흐르게 된다. 따라서 금속층(220)은 트렌치홈(120a)에 의해 외부로 노출된 지지 기판(110) 상에만 형성될 수 있다. 이와 같은 전기도금법을 이용하여 금속층(220)을 처음부터 원하는 부분에만 형성할 수 있어 재료를 절감시킬 수 있고, 전면에 증착하여 패터닝하는 공정에 비해 제조 과정을 단순화시킬 수 있다.
- [0056] 이러한 금속층(220)은 인접층과의 밀착성, 적층되는 층의 표면 평탄성 그리고 가공성 등을 고려하여, 예컨대 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [0057] 또한 금속층(220)은 상술한 것과 같이, 트렌치홈(120a)을 따라 형성될 수 있으며, 트렌치홈(120a)은 메쉬 형태로 형성될 수 있다. 따라서 금속층(220)은 메쉬 구조를 갖도록 형성될 수 있으며, 트렌치홈(120a)의 폭을 따라 10 μ m 이하의 폭(w)으로 형성될 수 있다.
- [0058] 본 실시예에 있어서, 금속층(220)의 폭(w)은 일정할 수 있다. 상술한 것과 같이, 금속층(220)의 폭(w)은 트렌치홈(120a)의 폭에 기인할 수 있다. 따라서 금속층(220)의 폭(w)이 일정하다는 것은 트렌치홈(120a)의 폭이 일정하다는 것을 의미할 수 있다.
- [0059] 다른 실시예로, 금속층(220)의 폭(w)은 상이할 수 있다. 상술한 것과 같이, 금속층(220)의 폭(w)은 트렌치홈(120a)의 폭에 기인할 수 있다. 따라서 금속층(220)의 폭(w)이 상이하다는 것은 트렌치홈(120a)의 폭이 상이하다는 것을 의미할 수 있다. 이 경우 지지 기판(110) 상에 배치된 무기절연층(120)의 패턴이 곡선을 갖는 원형 등의 경우일 수 있다.
- [0060] 한편, 금속층(220)은 상술한 것과 같이 메쉬 형태로 형성될 있다. 이 경우 금속층(220)의 메쉬의 간격(d)을 다양하게 조절할 수 있으며, 이를 통해 전극의 투과도 및 전도도를 조절할 수 있다.
- [0061] 한편, 본 실시예에 있어서 지지 기판(110) 상에 패터닝된 무기절연층(120)은 제1 두께(t1)로 형성될 수 있으며, 금속층(220)은 제1 두께(t1)보다 두꺼운 제2 두께(t2)를 갖도록 형성될 수 있다. 즉, 금속층(220)은 무기절연층(120) 보다 두껍게 형성될 수 있다. 따라서 금속층(220)은 제1 두께(t1)와 제2 두께(t2)의 차만큼 무기절연층(120) 상부로 돌출될 수 있다. 금속층(220)의 두께는 금속층(220)을 형성하는 과정에서 금속 이온의 농도, 지지 기판(110)에 가하는 전류의 양 등을 조절하여 제어할 수 있다.
- [0062] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도

이다.

- [0063] 도 6a 및 도 6b를 함께 참조하면, 지지 기판(110) 상에 플렉서블 기판(210)을 형성하는 단계를 거칠 수 있다. 구체적으로, 플렉서블 기판(210)은 지지 기판(110) 상에 형성된 무기절연층(120) 및 금속층(220) 상에 형성될 수 있다.
- [0064] 이러한 플렉서블 기판(210)은 내열성 및 내구성이 우수한 플라스틱으로 구성될 수 있으며, 예컨대 폴리에테르술폰(PES, polyethersulfone), 폴리아크릴레이트(PA, polyacrylate), 폴리에테르 이미드(PEI, polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, polyethylenen naphthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET, polyethylene terephthalate), 폴리페닐렌설파이드(PPS, polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(PAR, polyarylate), 폴리이미드(PI, polyimide), 폴리카보네이트(PC), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(CAP, cellulose acetate propionate), 폴리아릴렌에테르술폰(poly(aryleneether sulfone)), 폴리디메틸실록산(PDMS, Polydimethylsiloxane), NOA(Norland Optical Adhesives) 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0065] 이러한 플렉서블 기판(210)은 빛을 투과시키는 광투과성 물질로 형성되어, 플렉서블 기판(210) 자체가 광투과성을 가질 수 있다. 이 경우 금속층(220)이 배치된 부분을 제외한 플렉서블 기판(210)은 광투과성으로 형성될 수 있다.
- [0066] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극의 제조 과정을 개략적으로 도시하는 사시도 및 단면도이다.
- [0067] 도 7a 및 도 7b를 함께 참조하면, 플렉서블 기판(210)을 지지 기판(110)으로부터 분리하는 단계를 거칠 수 있다. 이때 금속층(220)은 플렉서블 기판(210)에 부착되어 분리될 수 있다. 금속층(220)은 플렉서블 기판(210)에 적어도 일부가 매립된 채로 플렉서블 기판(210)이 지지 기판(110)으로부터 분리된다. 플렉서블 기판(210)을 지지 기판(110)으로부터 분리하는 과정은 화학적 방법으로 분리할 수도 있고, 물리적 방법으로 분리할 수도 있다. 이를 통해 종래의 레이저 빔에 의한 플렉서블 기판(210)의 열적 손상 없이 투명 전극을 구현할 수 있다.
- [0068] 상술한 것과 같이, 금속층(220)은 제2 두께(t2)로 형성되고, 무기절연층(120)은 제1 두께(t1)로 형성되기 때문에, 제1 두께(t1)와 제2 두께(t2)의 차만큼 금속층(220)이 무기절연층(120) 상부로 돌출되게 된다. 따라서 금속층(220)과 무기절연층(120) 상에 플렉서블 기판(210)을 형성하는 경우, 플렉서블 기판(210)은 금속층(220)과 무기절연층(120)의 상면의 형상을 따라 형성되고, 플렉서블 기판(210)과 금속층(220)을 지지 기판(110)과 무기절연층(120)으로부터 분리하는 경우 금속층(220)은 제1 두께(t1)와 제2 두께(t2)의 차만큼 플렉서블 기판(210)에 매립될 수 있다. 이로써 금속층(220) 즉, 메쉬 전극이 플렉서블 기판(210)에 매립된(embedded) 투명 전극을 제작할 수 있다.
- [0069] 이와 같이 금속층(220)이 플렉서블 기판(210)에 박혀있는 구조는, 플렉서블 기판(210) 상에 금속층(220)이 형성된 경우보다 상면의 굴곡이 완만하여 표면 거칠기가 낮아, 그 위에 다른 층들을 증착하는 것이 용이하다. 또한 금속층(220)이 플렉서블 기판(210)에 박혀있는 구조로 인해 표면에 노출되는 금속층(220)의 비표면적이 감소될 수 있으며, 이를 통해 수분이나 산소에 의해 금속층(220)이 산화되는 현상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 전극의 성능을 장기간 안정하게 유지시킬 수 있다.
- [0070] 한편, 플렉서블 기판(210)이 분리된 지지 기판(110) 상에는 무기절연층(120)의 패턴들만이 배치될 수 있다. 이 상태는 최초의 마스터 기판(100) 상태로, 마스터 기판(100) 상에 상술한 단계를 반복함으로써 마스터 기판(100)을 반영구적으로 재사용할 수 있다. 이와 같이 한번 제작된 마스터 기판(100)을 재활용할 수 있어 제조 과정이 단순화되고, 제조 단가를 절감시킬 수 있다.
- [0071] 지금까지는 투명 전극의 제조방법에 대해서만 주로 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대 이러한 투명 전극의 제조방법을 이용한 투명 전극이 구비된 전자 기판 역시 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.
- [0072] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 관한 투명 전극을 포함하는 전자 기판을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- [0073] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 관한 전자 기판(200)은 플렉서블 기판(210)에 배치된 메쉬 형태의 금속층(220)을 포함할 수 있다. 금속층(220)의 적어도 일부는 플렉서블 기판(210)에 매립될 수 있다.
- [0074] 플렉서블 기판(210) 중 금속층(220)이 배치된 부분의 두께(t'')와 플렉서블 기판(210) 중 금속층(220)이 배치되지 않은 부분의 두께(t')는 서로 상이할 수 있다. 금속층(220)이 배치되지 않은 부분의 두께(t')는 플렉서블

기관(210)의 기관의 고유 두께로, 금속층(220)이 배치된 부분의 두께(t')는 플렉서블 기관(210)의 고유 두께(t'') 보다 두꺼울 수 있다. 이는 금속층(220)이 플렉서블 기관(210)에 매립되어 있기 때문인 것으로 이해될 수 있다. 도 8에 도시된 것과 같이, 금속층(220)의 일부는 플렉서블 기관(210)에 박혀있는 구조를 가질 수 있다.

[0075] 금속층(220)은 제2 두께(t_2)를 가질 수 있고, 도 8에 도시된 것과 같이, 제2 두께(t_2)는 제1 두께(t_1)와 제3 두께(t_3)의 합으로 정의할 수 있다. 이때 금속층(220)은 제1 두께(t_1)만큼 플렉서블 기관(210)의 표면으로부터 돌출되어 있고, 제3 두께(t_3)만큼 플렉서블 기관(210)의 내부에 매립되어 있을 수 있다.

[0076] 이와 같이 금속층(220)이 플렉서블 기관(210)에 박혀있는 구조는, 플렉서블 기관(210) 상에 금속층(220)이 형성된 경우보다 상면의 굴곡이 완만하여 표면 거칠기가 낮아, 그 위에 다른 층들을 증착하는 것이 용이하다. 또한 금속층(220)이 플렉서블 기관(210)에 박혀있는 구조로 인해 표면에 노출되는 금속층(220)의 비표면적이 감소될 수 있으며, 이를 통해 수분이나 산소에 의해 금속층(220)이 산화되는 현상을 효과적으로 방지할 수 있으며, 전극의 성능을 장기간 안정하게 유지시킬 수 있다.

[0077] 본 실시예에 있어서 플렉서블 기관(210)은 내열성 및 내구성이 우수한 플라스틱으로 구성될 수 있으며, 예컨대 폴리에테르술폰(PES, polyethersulfone), 폴리아크릴레이트(PA, polyacrylate), 폴리에테르 이미드(PEI, polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, polyethylenenapthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET, polyethylene terephthalate), 폴리페닐렌설파이드(PPS, polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(PAR, polyarylate), 폴리이미드(PI, polyimide), 폴리카보네이트(PC), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(CAP, cellulose acetate propionate), 폴리아릴렌에테르술폰(poly(aryleneether sulfone)) 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0078] 이러한 플렉서블 기관(210)은 빛을 투과시키는 광투과성 물질로 형성되어, 플렉서블 기관(210) 자체가 광투과성을 가질 수 있다. 이 경우 금속층(220)이 배치된 부분을 제외한 플렉서블 기관(210)은 광투과성으로 형성될 수 있다.

[0079] 금속층(220)은 인접층과의 밀착성, 적층되는 층의 표면 평탄성 그리고 가공성 등을 고려하여, 예컨대 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.

[0080] 또한 금속층(220)은 상술한 것과 같이, 트렌치홈(120a)을 따라 형성될 수 있으며, 트렌치홈(120a)은 메쉬 형태로 형성될 수 있다. 따라서 금속층(220)은 메쉬 구조를 갖도록 형성될 수 있으며, 트렌치홈(120a)의 폭을 따라 $10\mu\text{m}$ 이하의 폭(w)으로 형성될 수 있다.

[0081] 본 실시예에 있어서, 금속층(220)의 폭(w)은 일정할 수 있다. 상술한 것과 같이, 금속층(220)의 폭(w)은 트렌치홈(120a)의 폭에 기인할 수 있다. 따라서 금속층(220)의 폭(w)이 일정하다는 것은 트렌치홈(120a)의 폭이 일정하다는 것을 의미할 수 있다.

[0082] 다른 실시예로, 금속층(220)의 폭(w)은 상이할 수 있다. 상술한 것과 같이, 금속층(220)의 폭(w)은 트렌치홈(120a)의 폭에 기인할 수 있다. 따라서 금속층(220)의 폭(w)이 상이하다는 것은 트렌치홈(120a)의 폭이 상이하다는 것을 의미할 수 있다. 이 경우 지지 기관(110) 상에 배치된 무기절연층(120)의 패턴이 곡선을 갖는 원형 등의 경우일 수 있다.

[0083] 한편, 금속층(220)은 상술한 것과 같이 메쉬 형태를 가질 수 있다. 이 경우 금속층(220)의 메쉬의 간격(d)을 다양하게 조절할 수 있으며, 이를 통해 전극의 투과도 및 전도도를 조절할 수 있다.

[0084] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

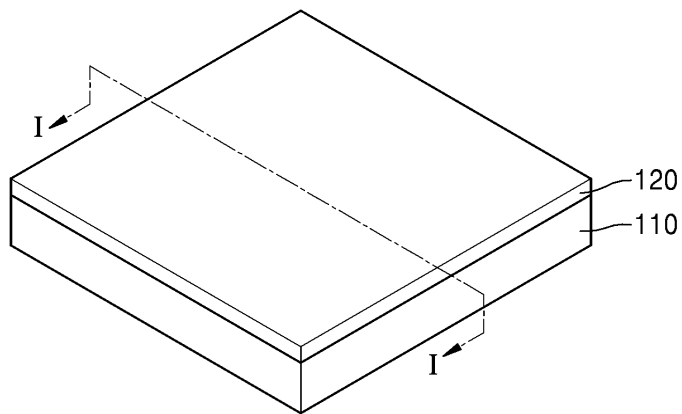
[0085] 100: 마스터 기관

110: 지지 기관

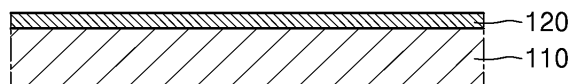
- 120: 무기절연층
- 120a: 트렌치홈
- 140: 포토레지스터층
- 200: 전자 기판
- 210: 플렉서블 기판
- 220: 금속층

도면

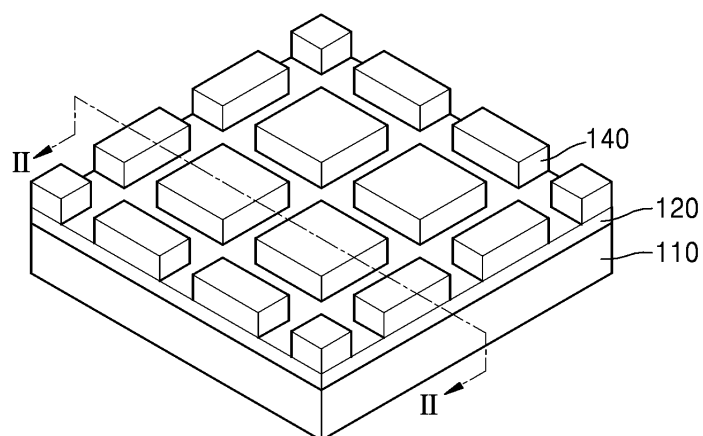
도면1a



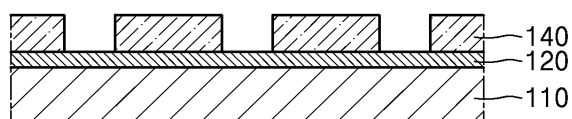
도면1b



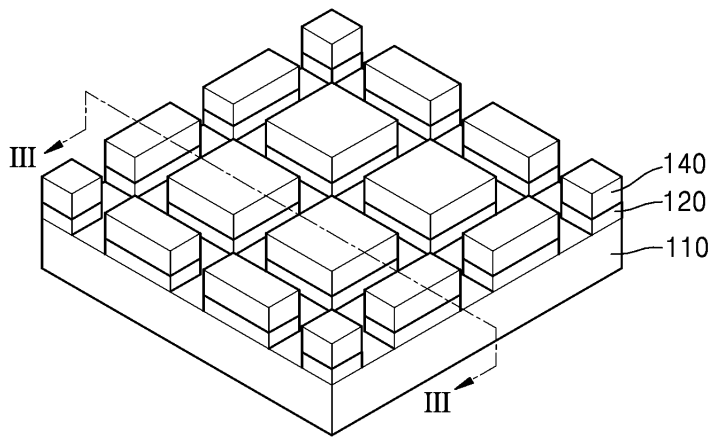
도면2a



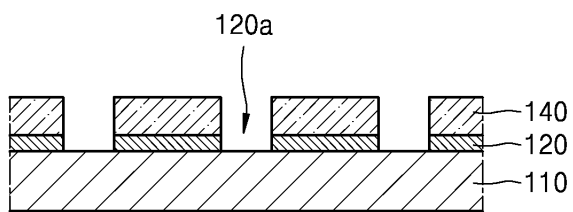
도면2b



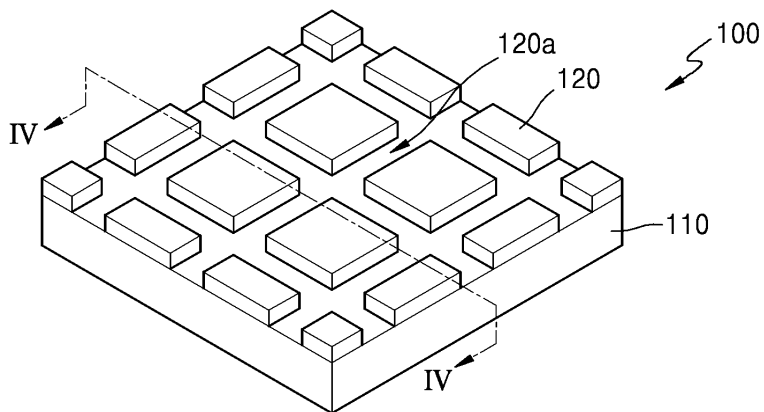
도면3a



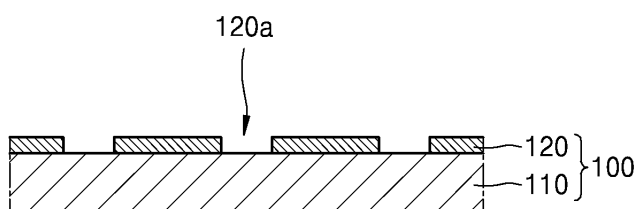
도면3b



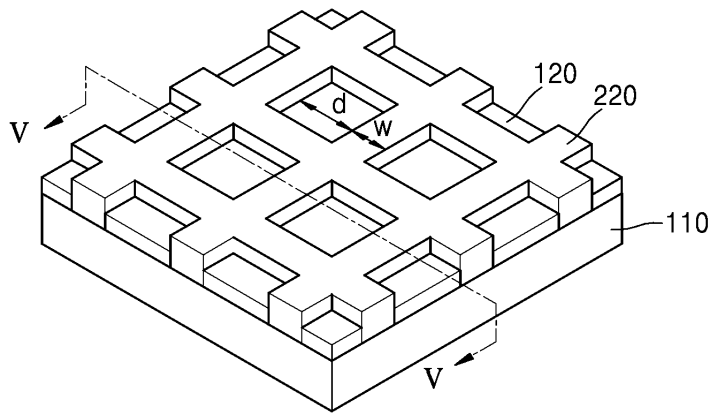
도면4a



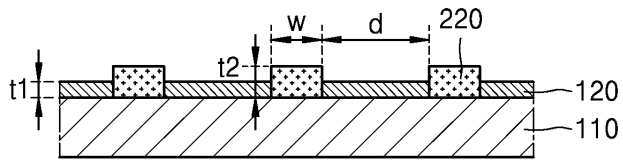
도면4b



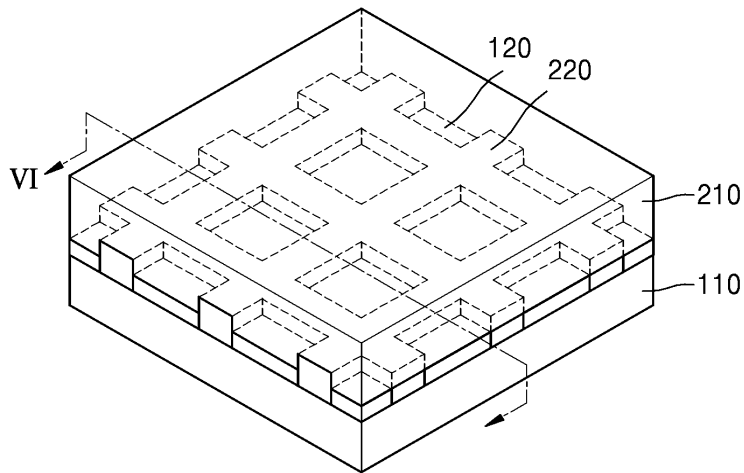
도면5a



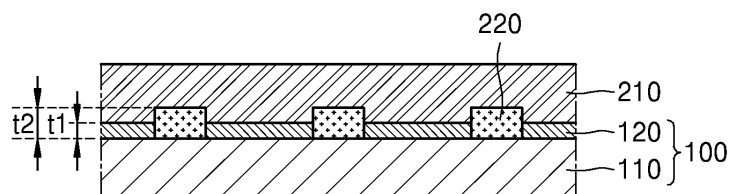
도면5b



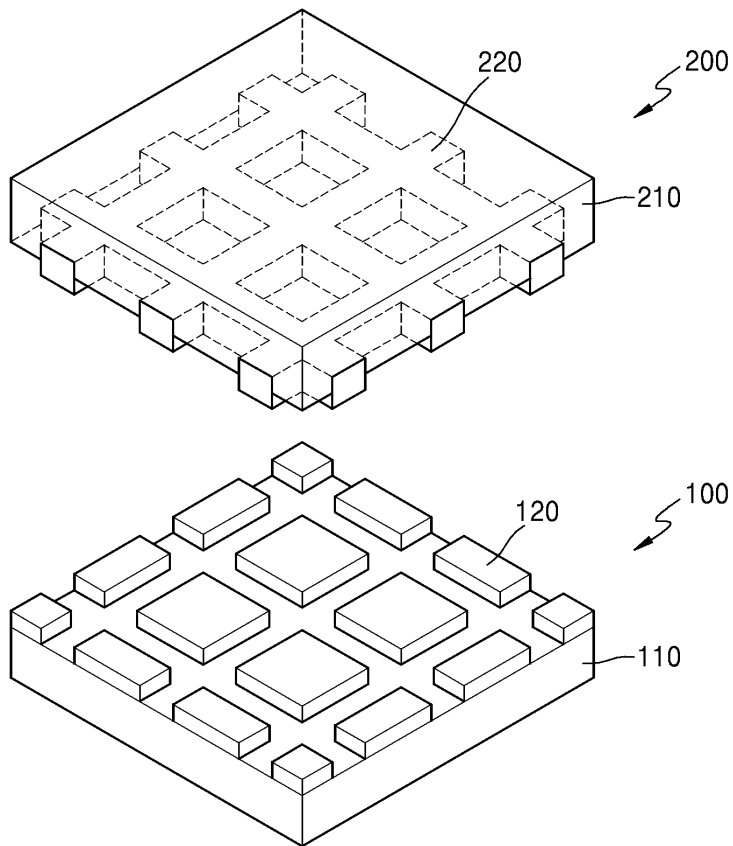
도면6a



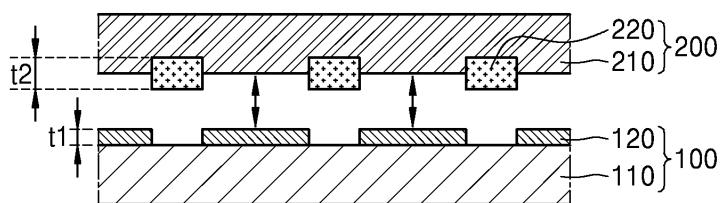
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

