



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0136677
(43) 공개일자 2017년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0392 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/0236 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/03926 (2013.01)
H01L 31/022425 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0068328
(22) 출원일자 2016년06월01일
심사청구일자 2016년06월01일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이현
서울특별시 서초구 동광로22길 23 302호 (방배동,그랑시엘방배)
최학중
서울특별시 성북구 안암로9나길 14 대광아파트 나동 287호
(74) 대리인
이동건

전체 청구항 수 : 총 8 항

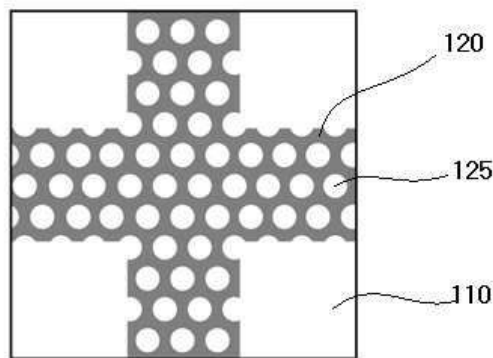
(54) 발명의 명칭 유연 기관 구조물 및 이의 제조 방법

(57) 요약

유연 기관 구조물은 유연 기관 및 상기 유연 기관 상에 형성되고, 서로 교차하는 전극 패턴들로 이루어져 메쉬 형상을 가지며, 상기 전극 패턴들 각각 내부에 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들이 형성된 전극 구조물을 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

H01L 31/02366 (2013.01)

H01L 31/18 (2013.01)

Y02E 10/50 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유연 기판; 및

상기 유연 기판 상에 형성되고, 서로 교차하는 전극 패턴들로 이루어져 메쉬 형상을 가지며, 상기 전극 패턴들 각각 내부에 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들이 형성된 전극 구조물을 포함하는 유연 기판 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전극 패턴들은 평면적으로 볼 때, 사각형 형상 또는 허니컴 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 유연 기판 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전극 패턴들 각각은 금속 박막 패턴, 산화물 박막 패턴 및 금속 박막 패턴이 순차적으로 적층된 스택 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유연 기판 구조물.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전극 패턴들 각각은 산화물 박막 패턴, 금속 박막 패턴 및 산화물 박막 패턴이 순차적으로 적층된 스택 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유연 기판 구조물.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 전극 구조물은 마이크로 크기의 전극 패턴 및 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들을 구비함에 따라, 파장 영역을 갖는 광에 대하여 선택적인 광투과도를 갖는 것을 특징으로 하는 유연 기판 구조물.

청구항 6

유연 기판을 준비하는 단계; 및

상기 유연 기판 상에, 서로 교차하는 전극 패턴들로 이루어져 메쉬 형상을 가지며, 상기 전극 패턴들 각각 내부에 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들이 형성된 전극 구조물을 형성하는 단계를 포함하는 유연 기판 구조물의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 전극 구조물을 형성하는 단계는, 상기 홀들에 대응되는 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 전사 공정을 통하여 형성하는 것을 특징으로 하는 유연 기판 구조물의 제조 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 전극 구조물을 형성하는 단계는, 상기 홀들에 대응되는 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 이용하는 나노 임프린팅 공정 및 리프트 오프 공정을 통하여 형성하는 것을 특징으로 하는 유연 기판 구조물의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유연 기판 구조물 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 유연 기판 상에 형성된 전극 구조물을 포함하는 유연 기판 구조물 및 상기 유연 기판 구조물의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 투명 전극은 광전 소자에 반드시 필요한 구성이다. 특히, 상기 투명 전극은 높은 투과도(85%이상)와 낮은 비저항($1 \times 10^{-3} \Omega \circ \text{cm}$)을 동시에 요구된다. 나아가, 상기 투명 전극은 투과도 및 면저항의 크기에 따라 다양한 광전 소자에 핵심 전극 재료로 응용되고 있다.
- [0003] 상기 투명 전극을 이루는 소재로는 일반적으로 인듐주석산화물(Indium Tin Oxide; ITO)이 이용되고 있다. 상기 인듐주석산화물은 90% 이상의 높은 투과도와 낮은 면저항을 갖는 가장 상용화된 투명전극으로서, 태양전지, LED, 디스플레이, 레이저 다이오드, 터치스크린 등 다양한 투명 전자소자에 사용되고 있다.
- [0004] 하지만 ITO 기반 투명전극의 핵심 소재 중 하나인 인듐은 전략 광물 소재로서, 특정 국가에서 편중되어 생산, 가격 변동성이 높은 단점을 가지고 있다.
- [0005] 또한, 최근 유연 전자 소자와 같은 차세대 전자소자의 전극으로 사용되기 어려운 높은 취성 문제는 ITO 전극의 대표적 문제점으로 지적되고 있다.
- [0006] 이를 해결하기 위해, graphene, carbon nanotube(CNT), Ag nanowires(NWs), metal nanomesh 등 다양한 형태의 차세대 투명 전극에 대한 연구가 진행되고 있으며, 상당부분 진척된 연구결과가 나타나고 있다.
- [0007] 그러나 이러한 차세대 투명전극의 경우에도 신축성을 갖는 소자에 적용 시 인장에 의한 균열 등이 발생하며, 실제 Skin electronics 또는 신축성을 갖는 소자에 적용할 때 한계가 발생한다.
- [0008] 이를 해결하고, 차세대 신축성 소자 개발을 위한 신축 특성이 최적화된 투명전극에 대한 기술 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 이에 본 발명의 일 목적은 신축 특성을 갖는 투명 전극으로 이용될 수 있는 기관 구조물을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 일 목적은 상기 기관 구조물을 용이하게 형성할 수 있는 기관 구조물의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물은 유연 기관 및 상기 유연 기관 상에 형성되고, 서로 교차하는 전극 패턴들로 이루어져 메쉬 형상을 가지며, 상기 전극 패턴들 각각 내부에 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들이 형성된 전극 구조물을 포함한다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 패턴들은 평면적으로 볼 때, 사각형 형상 또는 허니컴 형상을 가질 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 패턴들 각각은 금속 박막 패턴, 산화물 박막 패턴 및 금속 박막 패턴이 순차적으로 적층된 스택 구조를 가질 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 패턴들 각각은 산화물 박막 패턴, 금속 박막 패턴 및 산화물 박막 패턴이 순차적으로 적층된 스택 구조를 가질 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 구조물은 마이크로 크기의 전극 패턴 및 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들을 구비함에 따라, 파장 영역을 갖는 광에 대하여 선택적인 광투과도를 가질 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물의 제조 방법에 있어서, 유연 기관을 준비한다. 이후, 상기 유연 기관 상에, 서로 교차하는 전극 패턴들로 이루어져 메쉬 형상을 가지며, 상기 전극 패턴들 각각 내부에 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들이 형성된 전극 구조물을 형성한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 구조물은, 상기 홀들에 대응되는 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 전사 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 구조물은, 상기 홀들에 대응되는 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 이용하는 나노 임프린팅 공정 및 리프트 오프 공정을 통하여 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 실시예들에 따르면, 유연 기관 구조물에 포함된 전극 구조물이 마이크로 크기의 전극 패턴들 및 상기 전극 패턴들 내부에 나노 크기의 홀들이 형성된 메쉬구조를 가짐에 따라, 상대적을 우수한 인장 및 압축 특성에 대한 저항력 및 복원력을 가진다. 나아가, 고투과/고전도 특성을 갖는 유연 기관 구조물이 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물을 나타내는 평면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물을 나타내는 사시도이다.

도 3은 도2의 유연 기관 구조물의 신축 특성을 설명하기 위한 평면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 도 4의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0022] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물을 나타내는 평면도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물(100)은 유연 기관(110) 및 전극 구조물(120)을 포함한다.

[0027] 상기 유연 기관(110)은 플렉서블한 특성을 가진다. 상기 유연 기관(110)은 폴리이미드 재질로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 유연 기관(110)은 신축성을 가질 수 있다.

[0028] 상기 전극 구조물(120)은 상기 유연 기관(110) 상에 형성된다. 상기 전극 구조물(120)은 서로 교차하는 전극 패턴들을 포함한다. 이로써 상기 전극 구조물(120)은 메쉬 형상을 가진다. 예를 들면, 상기 전극 구조물(120)은 평면적으로 볼 때, 사각형 형상 또는 허니컴 형상을 가질 수 있다.

[0029] 상기 전극 구조물(120)은 금속 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 전극 구조물(120)은 알루미늄, 구리 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다.

[0030] 상기 전극 구조물(120)을 이루는 상기 전극 패턴들은 마이크로 크기를 가진다. 즉, 상기 전극 패턴들이 스트라이프 형상을 가질 경우, 상기 전극 패턴들 각각은 수백 마이크로미터의 선폭을 가질 수 있다. 즉, 상기 전극 패

턴들은 마이크로 크기를 가질 수 있다.

- [0031] 또한, 상기 전극 패턴들 각각의 내부에는 홀들(125)이 형성된다. 즉, 스트라이프 형상을 갖는 전극 패턴들의 내부에는 나노 크기의 홀들(125)이 형성된다. 상기 홀들(125)은 나노 크기의 평균 직경을 가진다. 다시 말하면, 상기 홀들(125)은 수십 nm 내지 수백 nm의 평균 직경을 가질 수 있다. 이로써, 상기 홀들(125)이 나노 사이즈의 직경을 가짐에 따라, 특정 파장을 갖는 광이 선택적으로 투과하는 광투과성을 가질 수 있다. 즉, 광이 상기 전극 패턴들을 갖는 전극 구조물(120)을 지날 경우, 특정 파장을 갖는 광이 선택적으로 투과함에 따라 특정 파장을 갖는 또는 특정 컬러를 갖는 광이 선택적으로 투과할 수 있다.
- [0032] 나아가, 상기 마이크로 크기를 갖는 전극 패턴들 및 상기 전극 패턴들 각각의 내부에 형성된 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들(125)이 형성됨에 따라 상기 전극 구조물(120)은 상대적으로 낮은 종횡비에서도 높은 광투과도 및 전기 전도도를 확보할 수 있다. 또한, 상기 구조를 갖는 전극 구조물(120)은 상대적으로 낮은 종횡비를 가짐에 따라 상기 전극 구조물(120)의 굽힘 특성 저하가 억제될 수 있다. 한편, 상기 전극 구조물(120)은 상대적으로 넓은 전류 스프레딩 효과를 가질 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물을 나타내는 사시도이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물(200)은 유연 기관(210) 및 전극 구조물(220)을 포함한다.
- [0035] 상기 전극 구조물(220)은 단일층이 아닌 복층 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 전극 구조물(220)을 이루는 전극 패턴들 각각은 금속 박막 패턴(221), 유전체 박막 패턴(223) 및 금속 박막 패턴(225)이 순차적으로 적층된 스택 구조를 가질 수 있다. 나아가, 상기 전극 패턴들 각각은 표면 플라즈마 공명(surface plasma resonance) 효과를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 전극 패턴들에는 국부적으로 전자가 소멸하거나 열로 변환될 수 있다.
- [0036] 이와 다르게, 상기 전극 구조물(220)을 이루는 전극 패턴들 각각은 유전체 박막 패턴, 금속 박막 패턴 및 유전체 박막 패턴이 순차적으로 적층된 스택 구조를 가질 수 있다.
- [0037] 도 3은 도2의 유연 기관 구조물의 신축 특성을 설명하기 위한 평면도이다.
- [0038] 도 2 및 도 3을 참조하면, 유연 기관 구조물을 이루는 전극 구조물(220)이 평면적으로 사각형 형상을 이루는 패턴에 따라 신장시 다양한 형태를 가짐을 확인할 수 있다. 이로써, 상기 유연 기관 구조물이 우수한 신축 특성을 가질 수 있다.
- [0039] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 5는 도 4의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0040] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 기관 구조물의 제조 방법에 있어서, 먼저 유연 기관을 준비한다(S110). 상기 유연 기관은 플렉서블한 특성을 가진다. 상기 유연 기관은 폴리이미드를 이용하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 유연 기관은 신축성을 가질 수 있다.
- [0041] 이어서, 상기 유연 기관 상에, 서로 교차하는 전극 패턴들로 이루어져 메쉬 형상을 가지며, 상기 전극 패턴들 각각 내부에 나노 크기의 평균 직경을 갖는 홀들이 형성된 전극 구조물을 형성한다(S120).
- [0042] 상기 전극 구조물은 서로 교차하는 전극 패턴들을 구비하도록 형성될 수 있다. 이로써 상기 전극 구조물은 메쉬 형상을 가진다.
- [0043] 상기 전극 구조물은 금속 물질을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 전극 구조물은 알루미늄, 구리 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0044] 상기 전극 구조물을 이루는 상기 전극 패턴들은 마이크로 크기를 가진다. 즉, 상기 전극 패턴들이 스트라이프 형상을 가질 경우, 상기 전극 패턴들 각각은 수백 마이크로미터의 선폭을 가질 수 있다. 즉, 상기 전극 패턴들은 마이크로 크기를 가질 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 전극 패턴들 각각의 내부에는 홀들이 형성된다. 즉, 스트라이프 형상을 갖는 전극 패턴들의 내부에는 나노 크기의 홀들이 형성된다. 상기 홀들은 나노 크기의 평균 직경을 가진다. 다시 말하면, 상기 홀들은 수십 nm 내지 수백 nm의 평균 직경을 가질 수 있다. 이로써, 상기 홀들이 나노 사이즈의 직경을 가짐에 따라, 특정 파장을 갖는 광이 선택적으로 투과하는 광투과성을 가질 수 있다. 즉, 상기 전극 패턴들을 갖는 전극 구조물

을 지나는 특정 파장을 갖는 광이 선택적으로 투과함에 따라 특정 파장을 갖는 또는 특정 컬러를 갖는 광이 투과할 수 있다.

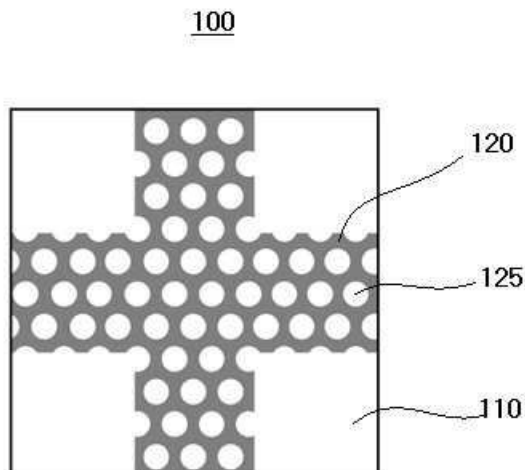
- [0046] 상기 전극 패턴들을 포함하는 전극 구조물은 마스터 스탬프를 이용하여 형성될 수 있다. 즉, 상기 홀들에 대응되는 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 이용하여 예비 전극 패턴을 먼저 형성한다. 이후, 상기 예비 전극 패턴을 상기 유연 기판 상에 전사시키는 전사 공정이 수행된다.
- [0047] 상기 마스터 스탬프를 형성하기 위하여, 전자빔 리소그래피 공정, 극자외선 리소그래피 공정, 포토리소그래피 공정, 레이저간섭 리소그래피 공정 등과 같은 광학 기반 리소그래피 공정이 수행될 수 있다.
- [0048] 이와 다르게, 상기 마스터 스탬프를 형성하기 위하여, 나노 임프린팅 공정, 나노 전사 공정, 자기조립공정 등이 수행될 수 있다.
- [0049] 한편, 상기 마스터 스탬프는 PVC, PDMS, PFPE, PUA 등을 포함한 고분자 물질을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0050] 상기 마스터 스탬프 상에 금속 박막을 형성한 후, 유연 기판에 상기 상기 금속 박막을 전사하면서 패턴닝함으로써 상기 유연 기판 상에 전극 패턴들을 갖는 전극 구조물이 형성된다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전극 구조물을 형성하기 위하여, 상기 홀들에 대응되는 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 이용하는 나노 임프린팅 공정이 수행될 수 있다.
- [0052] 도 5를 참조하면, 기판 상에 마스터 스탬프를 이용하여 예비 희생막 패턴을 형성한다. 이어서, 상기 마스터 스탬프를 제거한 후, 상기 예비 희생막 패턴에 대하여 반응성 이온 식각 공정을 수행함으로써, 상기 홀들에 대응되는 개구를 갖는 희생막 패턴을 형성한다. 이어서, 상기 희생막 패턴 상에 금속 박막을 형성한 후, 상기 희생막 패턴을 리프트 오프 공정을 통하여 상기 기판으로부터 제거한다. 이로써, 상기 전극 패턴들을 포함하는 전극 구조물이 상기 기판 상에 잔류한다. 이로써, 기판 및 전극 구조물을 포함하는 기판 구조물을 제조할 수 있다.
- [0053] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

부호의 설명

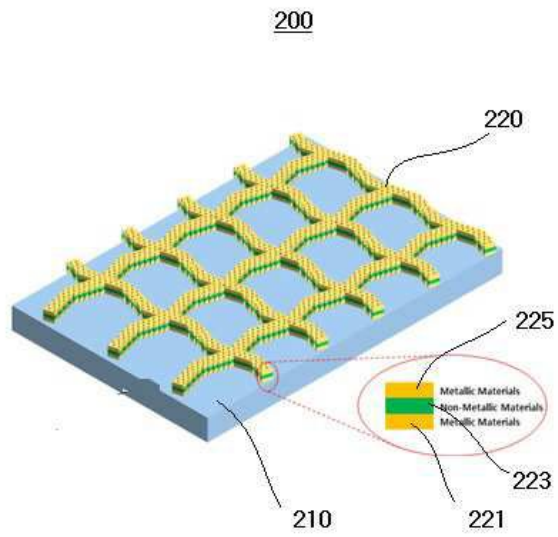
- [0054] 100, 200 : 유연 기판 구조물 110, 210 : 유연 기판
120, 220 : 전극 구조물 125, 225 : 홀들

도면

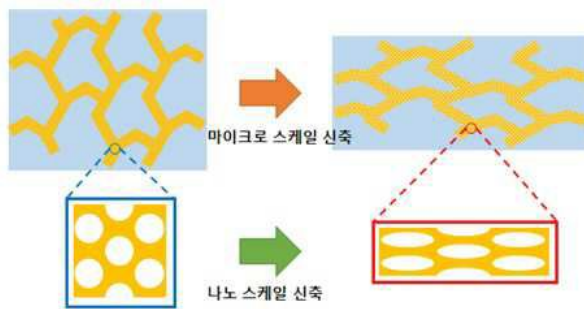
도면1



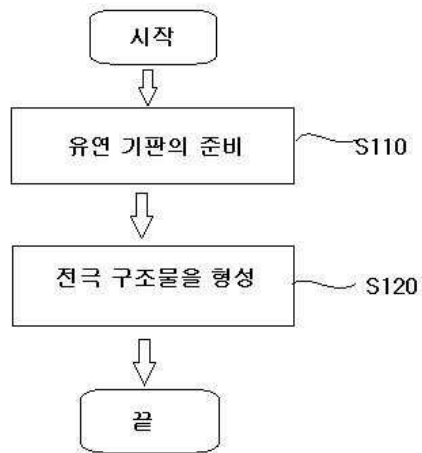
도면2



도면3



도면4



도면5

