(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월17일
(11) 등록번호 10-2051134
(24) 등록일자 2019년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) *B32B 27/08* (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 13/0026 (2013.01)
B32B 27/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0076813
(22) 출원일자 2018년07월03일
심사청구일자 2018년07월03일
(56) 선행기술조사문헌
SOFT MATTER 13 (2017) 6390-6395
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이병양
서울특별시 강남구 압구정로 401, 51동 502호(압구정동, 한양아파트)
안종엽
인천광역시 서구 봉오재3로 75, 107동 1901호(가정동, 루원 호반베르디움 더센트럴)
이예림
서울특별시 동작구 현충로 151, 114동 502호 (한강현대아파트)
(74) 대리인
백두진, 김정연, 강일신

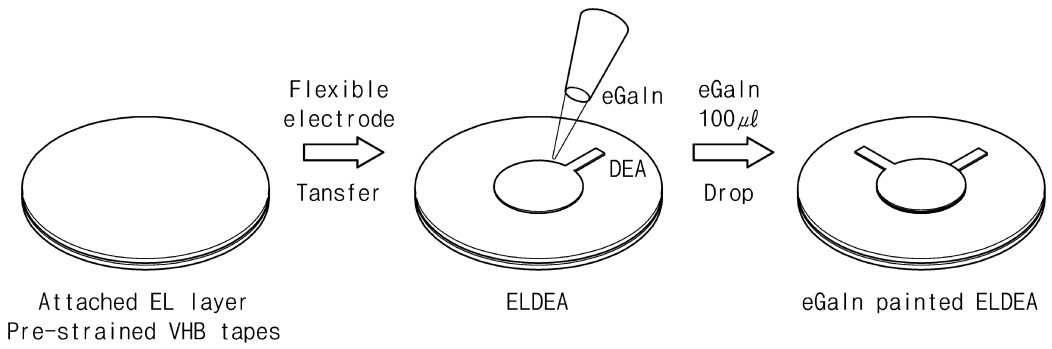
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 오주철

(54) 발명의 명칭 **액체 금속 혼합 전극 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 액체 금속 혼합 전극 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 액체 혼합 전극 제조 방법은 상기 VHB 테이프 중합체를 준비하는 단계, 상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 AgNW(Ag Nano-Wire) 및 SWCNT(Single Wall CNT)를 포함하는 하이브리드 전극을 적층하는 단계 및 상기 하이브리드 전극이 적층된 면 중 적어도 한면을 액체 금속을 도포하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01B 1/02 (2013.01)
H01B 13/0036 (2013.01)
B32B 2255/20 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
ADVANCED MATERIALS 28 (2016) 4480-4484
NANOSCALE 6 (2014) 2345-2352
US20160057835 A1
JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE 53 (2018) 12284-12294
KR1020130058664 A
JP2009070660 A
APPLIED PHYSICS LETTERS 103 (2013) 063101-1-063101-5
CARBON 89 (2015) 113-120
PROCEEDING OF SPIE 9056 (2014) 90563I-1-90563I-7

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711065670
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 형태 변형 및 색 변화가 가능한 능동적 피드백 스마트 스킨 개발
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

VHB 테이프 중합체를 준비하는 단계;

상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 AgNW(Ag Nano-Wire) 및 SWCNT(Single Wall CNT)를 포함하는 하이브리드 전극을 적층하는 단계; 및

상기 하이브리드 전극이 적층된 면 중 적어도 한면을 액체 금속을 도포하는 단계;를 포함하고,

상기 액체 금속을 도포하는 단계에서:

상기 액체 금속은 eGaln을 포함하고,

상기 하이브리드 전극 위에 상기 액체 금속을 도포하여 상기 액체 금속에 포함된 Ga이 상기 하이브리드 전극에 포함된 Ag을 녹임으로써 상기 하이브리드 전극 표면을 평탄화하는

액체 금속 혼합 전극 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 VHB 테이프 중합체를 준비하는 단계는,

VHB 테이프를 준비하는 단계;

기 결정된 외경을 가지는 아크릴 프레임에 준비된 상기 VHB 테이프를 기 결정된 두께로 선변형하여 고정하는 단계;

상기 VHB 테이프의 일면을 EL층으로 코팅하는 단계; 및

상기 EL 층의 일면에 다른 VHB 테이프를 적층하는 단계;를 포함하는 액체 금속 혼합 전극 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 EL 층은, $BaTiO_3$, ZnS 및 Ecoflex를 포함하는 혼합물인 액체 금속 혼합 전극 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 하이브리드 전극을 적층하는 단계는,

소정의 필터에 AgNW 분산액을 진공 여과하고 나서, 상기 AgNW 분산액이 진공 여과된 필터에 SWCNT용액을 진공 여과하여 하이브리드 필름을 제조하는 단계; 및

상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 기 설정된 형태의 통공을 가지는 박리지(release paper)를 배치하고 상기 박리지 위에 상기 하이브리드 필름을 전사한 후, 상기 박리지를 제거하여 하이브리드 전극을 제조하는 단계;를 더 포함하는 액체 금속 혼합 전극 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 적층된 하이브리드 전극 및 상기 VHB 테이프 중합체의 타면에 적층된 하이브리드 전극은, 표면이 평평한 플레이트 형상의 전극으로 각각의 하이브리드 전극은 서로 다른 방향을 향하도록

배치되는 액체 금속 혼합 전극 제조 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전극의 효율을 향상시킨 액체 금속 혼합 전극 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 유전성 탄성 중합체 액추에이터(Dielectric Elastomer Actuator)는 전기 에너지로부터 기계적 변형을 얻을 수 있다는 이점으로 인해 소프트 로봇, 인공근육 및 트랜지스터와 같은 전자장치와 같이 다양한 미래 응용분야로 광범위하게 연구되고 있다. 이에 다양한 기능이 추가되어 렌즈, 스피커, 소프트 로봇의 부품 등 다기능 액추에이터로 개발되고 있다.

[0003] 그 중에서도 차세대 조명 및 디스플레이로의 응용을 위해 능동적인 변형이 가능한 신축성 발광 소자들이 개발되는 있는 추세이다. 하지만, 지금까지 연구된 능동적 변형이 가능한 발광 소자들은 그 구조가 복잡하여 성능이 매우 떨어지거나, 성능은 우수하나 동작법이 복잡하여(유압식 동작) 미래 디스플레이에 실용화하기에는 어렵다.

[0004] 종래 기술로 만들어진 발광 액추에이터는 최대 변형률이 60%를 넘지 못했으며, 휘도 성능 또한 떨어질 뿐만 아니라 구조가 복잡하여 공정이 복잡했다.

[0005] 따라서, 본 발명에서는 더 향상된 전극을 개발하여 액추에이터의 성능을 매우 향상시킬 수 있고, 공정도 간단한 유연성 높은 혼합 전극 제조 방법을 제시한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 간단한 방법을 통해 만들어진 액체 금속 혼합 전극으로 우수한 성능의 발광 액추에어터를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 액체 금속 혼합 전극 제조 방법은 상기 VHB 테이프 중합체를 준비하는 단계; 상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 AgNW(Ag Nano-Wire) 및 SWCNT(Single Wall CNT)를 포함하는 하이브리드 전극을 적층하는 단계; 및 상기 하이브리드 전극이 적층된 면 중 적어도 한면을 액체 금속을 도포하는 단계;를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 VHB 테이프 중합체를 준비하는 단계는, VHB 테이프를 준비하는 단계; 기 결정된 외경을 가지는 아크릴 프레임에 준비된 상기 VHB 테이프를 기 결정된 두께로 선변형하여 고정하는 단계; 상기 VHB 테이프의 일면을 EL층으로 코팅하는 단계; 및 상기 EL 층의 일면에 다른 VHB 테이프를 적층하는 단계;를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 EL 층은, $BaTiO_3$, ZnS 및 Ecoflex를 포함하는 혼합물이다.

[0011] 또한, 상기 하이브리드 전극을 적층하는 단계는, 소정의 필터에 AgNW 분산액을 진공 여과하고 나서, 상기 AgNW 분산액이 진공 여과된 필터에 SWCNT용액을 진공 여과하여 하이브리드 필름을 제조하는 단계; 및 상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 기 설정된 형태의 통공을 가지는 박리지(release paper)를 배치하고 상기 박리지 위에 상기 하이브리드 필름을 전사한 후, 상기 박리지를 제거하여 하이브리드 전극을 제조하는 단계;를 더 포함한다.

[0012] 또한, 상기 VHB 테이프 중합체의 일면에 적층된 하이브리드 전극 및 상기 VHB 테이프 중합체의 타면에 적층된 하이브리드 전극은, 표면이 평평한 플레이트 형상의 전극으로 각각의 하이브리드 전극은 서로 다른 방향을 향하도록 배치된다.

[0013] 또한, 상기 액체 금속을 도포하는 단계는, 상기 액체 금속은 eGaIn을 포함한다.

[0014] 또한, 상기 액체 금속을 도포하는 단계는, 상기 하이브리드 전극 위에 액체 금속을 도포하여 상기 하이브리드 전극 표면을 평탄화한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 간단한 방법을 통해 만들어진 액체 금속 혼합 전극으로 우수한 성능의 발광 액추에어터를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 액체 금속 혼합 전극 제조 공정이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 액체 금속 혼합 전극의 사시도이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 액체 금속 혼합 전극의 측면도이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 VHB 테이프 중합체의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전극의 제조 방법을 보여주는 도면이다.

도 6(a)는 본 발명의 실시 예에 따른 AgNW와 SWCNT를 포함하는 하이브리드 전극이고, 도 6(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 AgNW와 SWCNT를 포함하는 하이브리드 전극에 액체 금속을 도포한 전극을 보여주는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시 예 1에 따른 액체 금속을 도포한 전극을 사용하였을 때 발광효율 및 변형률이 개선된 모습을 보여주는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시 예 1에 따른 액체 금속을 도포 했을 때 안정성이 개선되는 모습을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 액체 금속 혼합 전극 제조 공정이다.

[0019] 도 1을 참조하면, 액체 금속 혼합 전극의 제조 공정은 아래와 같은 단계로 수행된다. 먼저, VHB(Very High Bond) 테이프 중합체(200)를 준비하는 단계, VHB 테이프 중합체(200)의 일면에 AgNW(은나노와이어, Ag Nano-Wire, 321) 및 SWCNT(single Wall CNT, 322)를 포함하는 하이브리드 전극(300)을 적층하는 단계 및 하이브리드 전극(300)이 적층된 면 중 적어도 한 면을 액체 금속(400)으로 도포하는 단계로 수행된다.

[0020] 이와 같은 과정을 통해 얻어진 액체 금속 혼합 전극을 이용하면 유전체 탄성체 액추에이터의 전기 발광효율을 향상 시킬 수 있다. 본 발명은 액체 금속 혼합 전극을 제작하는 공정을 단순화하여 휘도와 변형률이 향상된 혼합 전극 제조 방법을 제시한다.

[0021] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 액체 금속 혼합 전극(10)의 사시도이고, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 액체 금속 혼합 전극(10)의 측면도이다.

[0022] 도 2 내지 3을 참조하면, 액체 금속 혼합 전극의 적층 구조를 확인할 수 있다. 본 발명의 액체 금속 혼합 전극은 VHB 테이프 중합체(200)가 아크릴 프레임(100)에 고정되고, VHB 테이프 중합체(200)의 양면에 하이브리드 전극(300)이 적층되고, 하이브리드 전극(300)의 일면에 액체 금속(400)이 도포된 구조이다. 이하, 도 4 내지 도 5를 참조로 하여, 액체 금속 혼합 전극의 제조 공정을 자세히 설명한다.

[0023] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 VHB 테이프 중합체(200)의 사시도이다.

[0024] 도 4를 참조하면, VHB 테이프 중합체(200)를 준비하는 단계는 아래와 같은 단계로 구성된다. 먼저, VHB 테이프(210)를 준비하고, 준비된 VHB 테이프(210)를 기 결정된 외경을 가지는 아크릴 프레임(100)에 기 결정된 두께로 선변형하여 고정한다. 예를 들면, 0.5mm 두께의 테이프를 바깥 지름 60mm 원형 아크릴 프레임에 3배 선변형하여

고정한다.

[0025] 그 뒤, VHB 테이프(210)의 일면을 EL(Electroluminescence)층(220)으로 코팅한다. 여기서, EL 층(220)은 EL 입자를 포함하는 층으로 스핀 코팅 방법을 이용하여 VHB 테이프(210)의 일면을 코팅할 수 있다. EL 층(220)은 전기 에너지를 빛 에너지를 바꿔주는 역할을 하며, VHB 테이프 중합체(200)의 양면에 배치된 하이브리드 전극(300)에 전압을 걸었을 때 전기장이 형성되어 발광이 일어나도록 한다.

[0026] 더 상세히 말하면, EL 층(220)은 $BaTiO_3$(바륨티타네이트), ZnS 및 Ecoflex를 포함하는 혼합물일 수 있다. 여기서, Ecoflex는 EL 파티클의 균일한 전사와 EL 층의 신축성을 위해 사용된다. 예를 들면, EL 입자로서 ZnS:Cu(Shanghai KPT company, average size = 0.9um)를 $BaTiO_3$와 함께 0.4mL의 Ecoflex를 섞어서 사용할 수 있다. 이렇게 만들어진 혼합물은 VHB 테이프(210) 위에 코팅한다.

[0027] 그리고 나서, EL 층(220)의 일면에 다른 VHB 테이프(210)를 적층한다.

[0028] 이러한 과정을 거쳐 얻어진 VHB 테이프 중합체(200)는 두 개의 VHB 테이프(210) 사이에 EL 층(220)이 들어가 있는 샌드위치와 같은 구조를 가진다. VHB 테이프 중합체(200)의 양면에 하이브리드 전극(300)을 적층하고, 하이브리드 전극(300)에 전압을 가해주면 두 개의 VHB 테이프(210) 사이의 EL 층(220)에서 발광하게 된다.

[0029] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전극(300)의 제조 방법을 보여주는 도면이다.

[0030] 도 5를 참조하면, VHB 테이프 중합체(200)의 양면에 배치되는 하이브리드 전극(300)의 제조 공정은 하이브리드 필름(320)을 제조하는 단계(도 5의 (a)) 및 하이브리드 전극(300)을 제조하는 단계(도 5의 (b) 내지 (c))로 구분된다.

[0031] 먼저, 하이브리드 필름(320)을 제조하는 단계는 소정의 필터에 AgNW(321) 분산액을 진공 여과하고 나서, AgNW 분산액(321)이 진공 여과된 필터에 SWCNT 용액(322)을 진공 여과하여 하이브리드 필름(320)을 제조한다. 예를 들면, 0.08nm pore size, 47mm radius(Whatman, PC filter)에 AgNW 용액(321)과 SWCNT 용액(322)을 순서대로 진공 여과 한다.

[0032] 이 후에, 하이브리드 전극(300)을 제조하는 단계는 VHB 테이프 중합체(200)의 일면에 기 설정된 형태의 통공을 가지는 박리지(Release paper, 310)를 배치하고, 박리지(310) 위에 하이브리드 필름(320)을 전사한 후, 박리지(310)를 제거하여 하이브리드 전극(300)을 제조한다. 여기서, VHB 테이프의 표면이 끈적하기 때문에 VHB 테이프 중합체(200)에 붙인 혼합 전극 필름의 뒷면을 살살 긁어주어 전사되도록 한다. 필터가 VHB 테이프 중합체(200)에 붙어 떨어지지 않는 경우에는 에탄올을 몇 방울 떨어뜨려주어 떼어 낼 수 있다.

[0033] 다시 말하면, AgNW 용액(321)을 소정의 필터를 사용해 진공 여과하고 나서, SWCNT 용액(322)을 AgNW 용액(321)이 진공 여과된 필터 위에 진공 여과를 하여 AgNW(321)와 SWCNT(322)가 서로 진공 압착이 될 수 있게 하고, 진공 압착된 하이브리드 필름(320)을 박리지(310)를 이용하여 하이브리드 전극(300)의 형태로 제조한다.

[0034] 본 발명에서 AgNW(321) 및 SWCNT(322)를 포함하는 하이브리드 전극(300)을 사용하는 이유는 도 6을 참조하여 설명한다.

[0035] 도 6(a)는 본 발명의 실시 예에 따른 AgNW(321)와 SWCNT(322)를 포함하는 하이브리드(300) 전극이고, 도 6(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 AgNW(321)와 SWCNT(322)를 포함하는 하이브리드 전극(300)에 액체 금속(400)을 도포한 전극을 보여주는 도면이다.

[0036] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 하이브리드 전극(300) 위에 액체 금속(400)을 도포하여 하이브리드 전극(300)의 표면을 평탄화 할 수 있다. 여기서, 액체 금속(400)은 eGaln을 포함할 수 있다.

[0037] 상기 액체 금속(400)가 하이브리드 전극(300) 위에 도포됨으로써 하이브리드 전극(300)에 있는 빈 공간(구멍)을 채워주는 역할을 한다.

[0038] 기존의 액체 금속(400)을 도포하지 않은 상태의 하이브리드 전극(300)의 구조는 구멍이 있어서 발광 시에 골고루 빛이 발산되지 않는다. 이러한 이유로, 액체 금속(400)을 도포하지 않은 상태의 하이브리드 전극(300)은 전극 자체가 고르지 않고 빈 공간을 가지기 때문에 전압을 가해줄 때 전극 자체의 변형률이 일정 범위 이상 도달하게 되면 빛이 감소하는 영역대가 발생한다. 그러나, 액체 금속(400)을 도포한 상태의 하이브리드 전극(300)은 빈 공간이 없기 때문에 변형률이 일정 수준 이상이 되더라도 빛이 감소하는 영역대가 발생하지 않는다. 이는, 후술된 도 7을 참조하면 확인할 수 있다.

[0039] 그렇기 때문에, 액체 금속(300)을 도포하지 않은 전극에서는 빛이 감소하는 영역대가 발생한다. 이를 해결하기 위해 하이브리드 전극(300) 위에 액체 금속(400)을 도포함으로써 빈 공간(구멍)을 액체 금속(400)이 채워주어 발광 효율을 향상 시킨다.

[0040] 다시 말하면, 액체 금속(400)에 포함된 Ga(갈륨)이 Ag(은)을 녹여 전극 표면을 평탄화하여 발광 효율이 향상되며, SWCNT(322)는 열 및 전기적 응력 분포 효과와 전극의 유효 면적을 증가 시키는 역할을 하여 변형력이 향상된다. 여기서, SWCNT(322)는 내부에서 발생하는 열 및 전기적 응력을 전극 전체에 보다 균일 하게 분포시키고, SWCNT(322)를 첨가하므로 인해 중합체를 실질적으로 덮는 면적이 증가함에 따라 가해지는 실질적인 전기장 값이 증가되어 변형률이 커지게 된다. 따라서, 액체 금속(400)을 도포한 액체 금속 혼합 전극은 기존의 혼합 전극보다 높은 발광 효율을 가지며 변형력 또한 우수하다.

[0041] 이하에서, 실시 예 1을 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 하기 실시 예 1은 예시일 뿐, 본 발명이 하기 실시 예 1에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0042] <실시 예 1>

[0043] AgNW, SWCNT 및 액체 금속 혼합 전극을 이용한 발광 액추에이터 제작 방법

[0044] (1) 0.5mm 두께의 VHB 테이프를 바깥 지름 60mm 원형 아크릴 프레임에 반경 방향으로 3배의 선변형을 가해 고정시킨다.

[0045] (2) Commercial 실리콘 엘라스토머인 Ecoflex 00-50은 EL 파티클의 균일한 전사와 EL 층의 신축성을 위해 사용한다. EL 입자로서 ZnS:Cu (Shanghai KPT company, average size = 0.9um)를 바륨티타네이트와 함께 0.4ml의 Ecoflex와 섞는다. 만들어진 Ecoflex/ZnS:Cu/BTO 혼합물은 VHB 테이프 위에 5500rpm으로 25초 스핀코팅한다. 그 뒤, 동일하게 3배 선변형을 한 VHB 테이프를 붙인다.

[0046] (3) 1 wt%의 AgNW 분산액을 2 ug/mL로 희석한다. 0.2 ug/mL SWCNT solution 50mL를 준비한다. 그 후, 0.08 um pore size, 47mm radius (Whatman, PC filter)에 AgNW와 SWCNT 용액을 순서대로 진공여과 시켜 얻어진 하이브리드 필름을 VHB 테이프 복합체의 양면에 적층한다.

[0047] (4) 부착된 하이브리드 전극 위에 마스크를 얹은 후 그 위에 액체 금속인 eGaIn을 도포함으로써 전극을 제조하였다.

[0048] <비교 예 1>

[0049] 실시 예 1과 동일하게 실시하되, 액체 금속을 도포하지 않고 전극을 제조하였다.

[0050] 도 7은 본 발명의 실시 예 1 및 비교 예 1에 따른 액체 금속을 도포한 전극을 사용하였을 때 발광효율 및 변형률이 개선된 모습을 보여주는 그래프이다.

[0051] 도 7의 (a)를 참조하면, 액체 금속(400)을 하이브리드 전극(300)에 도포하지 않은 경우에 AC 전압을 2 만큼 가해주면 200 cd/m^2, AC 전압을 3 만큼 가해주면 300 cd/m^2의 휘도를 보여준다.

[0052] 그리고, 액체 금속(400)을 하이브리드 전극(300)에 도포 한 경우에 각각의 하이브리드 전극(300)에 AC 전압을 2 만큼 가해주면 300 cd/m^2, AC전압을 3 만큼 가해주면 450 cd/m^2의 휘도를 보여준다. 액체 금속(400)이 도포 되지 않은 전극에 비해 액체 금속(400)이 도포된 전극의 발광 효율이 44.96% 증가함을 알 수 있다.

[0053] 도 7의 (b)를 참조하면, 액체 금속(400)을 하이브리드 전극(300)에 도포하지 않은 경우에 DC 전압을 4 만큼 가해주면 변형률이 약 80 % 정도이고, 액체 금속(400)을 하이브리드 전극(300)에 도포 한 경우에 각각의 하이브리드 전극(300)에 DC 전압을 4 만큼 가해주면 변형률이 약 125% 정도 임을 보여준다. 이와 같이, 액체 금속(400)을 하이브리드 전극(300)에 도포 했을 때에 전극에 DC 전압을 가해주면, 액체 금속(400)이 도포 되지 않은 전극에 비해 변형률이 36.8% 증가함을 확인할 수 있다.

[0054] 도 8은 본 발명의 실시 예 1에 따른 액체 금속을 도포 했을 때 안정성이 개선되는 모습을 보여주는 그래프이다.

[0055] 도 8을 참조하면, 액체 금속(400)을 하이브리드 전극(300)에 도포 했을 때에 높은 전압에서도 안정적으로 발광이 되는 것을 확인할 수 있다. ELDEA(Electroluminescence Dielectric Elastomer Actuator)가 변형될 때 그 영역의 폴리머 두께가 얇아지게 된다. 그렇게 되면 그 사이에 전기장이 강하게 작용하게 되어 발광 값이 상승하게 된다. 이로 인해, 변형이 일정 값에 도달하게 되면 기존 전극을 이용할 경우 발광 값이 감소하는 영역이 발생한

다. 그러나, 본 발명의 액체 금속(400)을 도포한 전극을 사용하게 되면 이러한 영역이 발생하지 않음을 확인할 수 있다.

[0056] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, VHB 테이프(210)의 일면에 적층된 하이브리드 전극(300) 및 VHB 테이프(210)의 타면에 적층된 하이브리드 전극(300)은 표면이 평평한 플레이트 형상의 전극으로 각각의 하이브리드(300) 전극은 서로 다른 방향을 향하도록 배치될 수 있다.

[0057] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 전술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위 내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0058] 100 : 아크릴 프레임

200 : VHB 테이프 중합체

210 : VHB 테이프

220 : EL 층

300 : 하이브리드 전극

310 : 박리지

320 : 하이브리드 필름

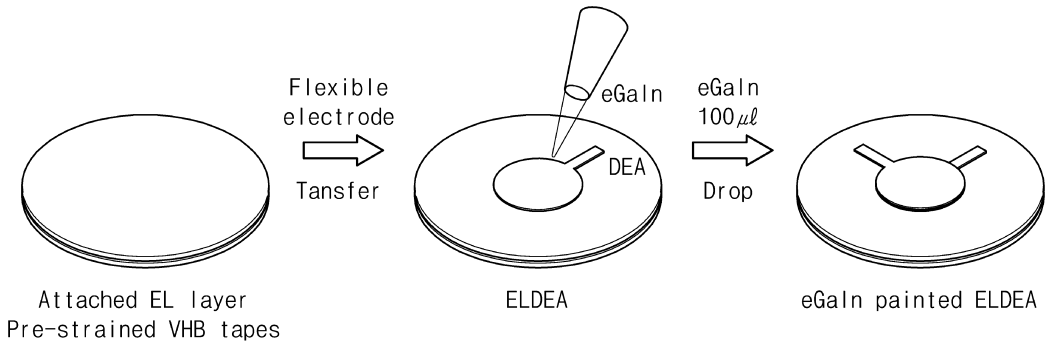
321 : AgNW

322 : SWCNT

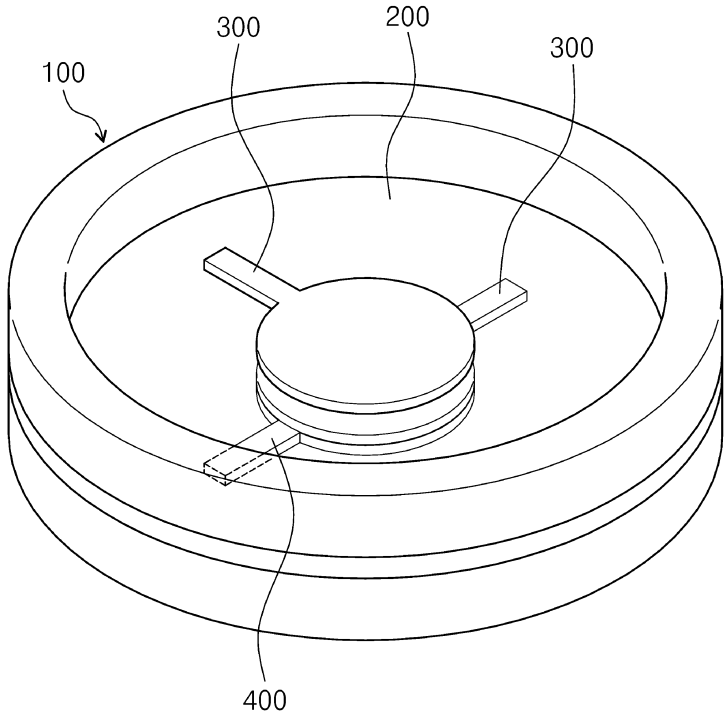
400 : 액체 금속

도면

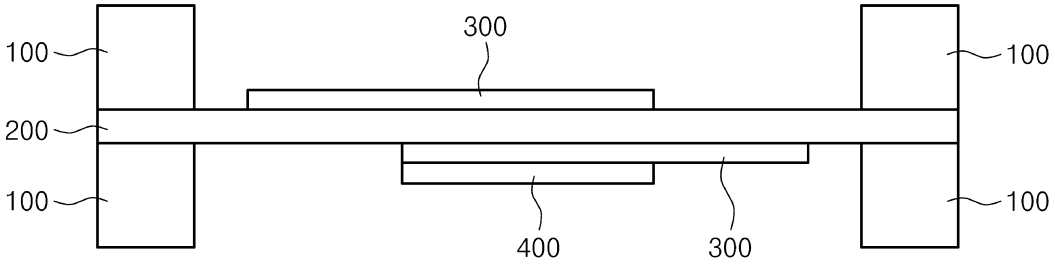
도면1



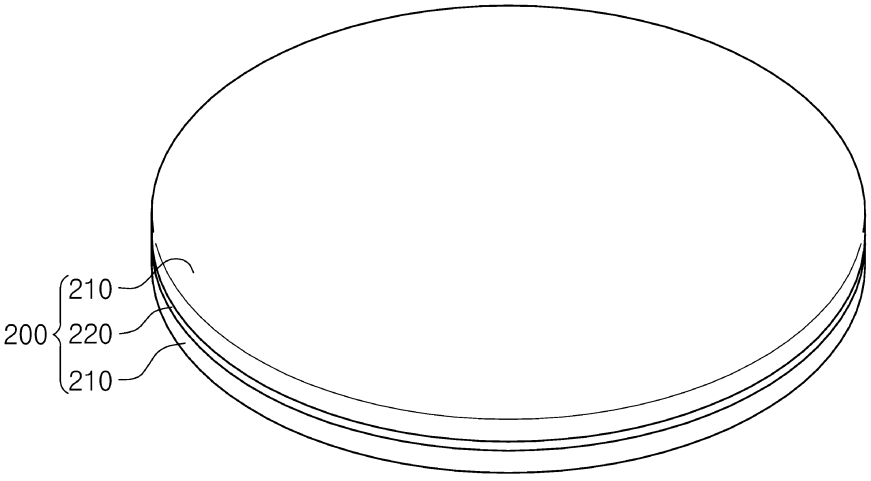
도면2


300
200
300
100
400

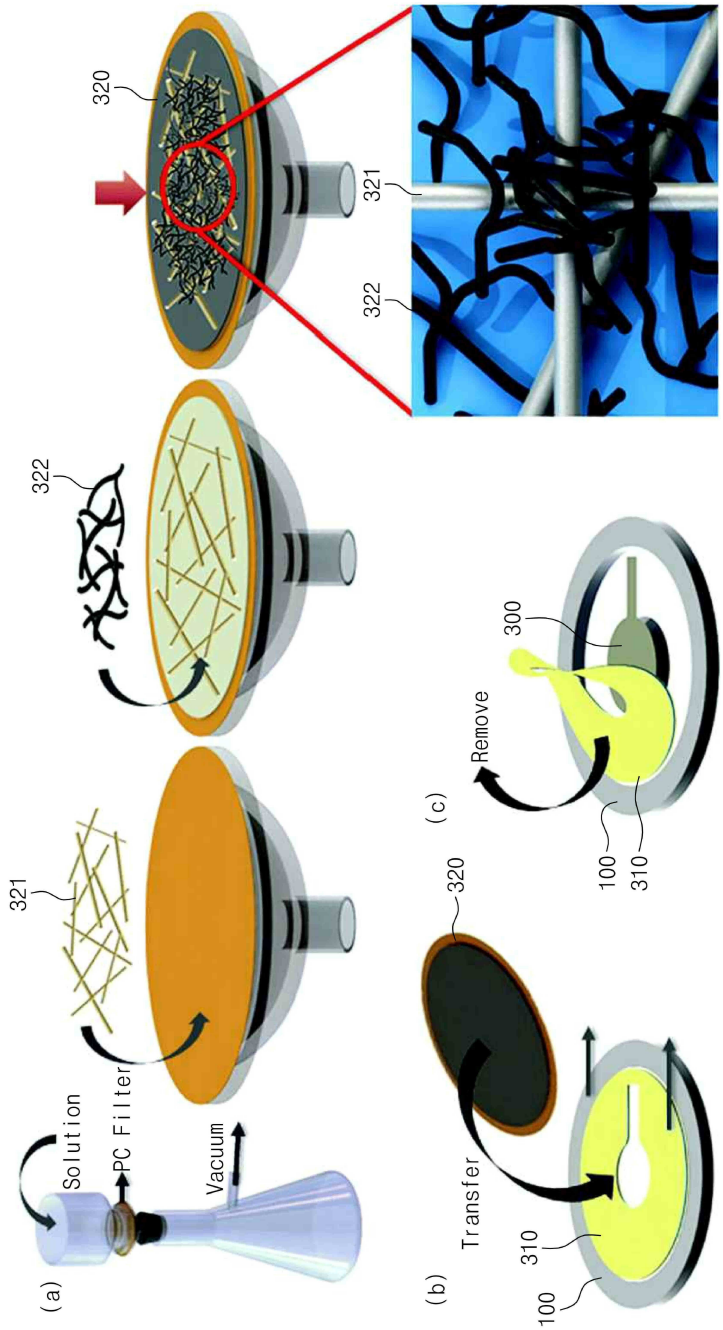
도면3


300
100
100
200
100
100
400
300

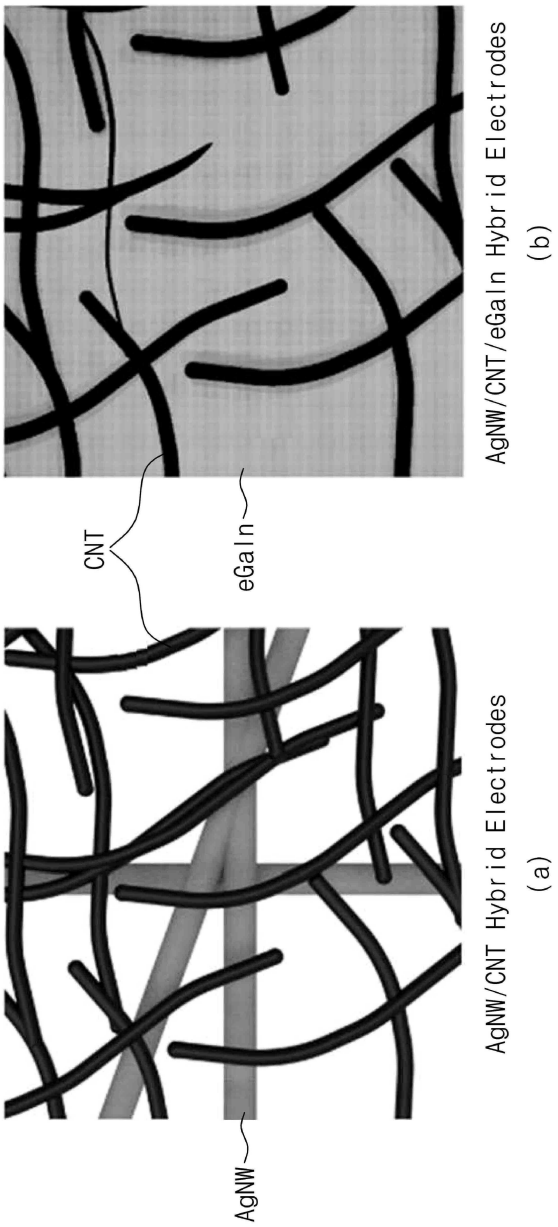
도면4


210
200
220
210

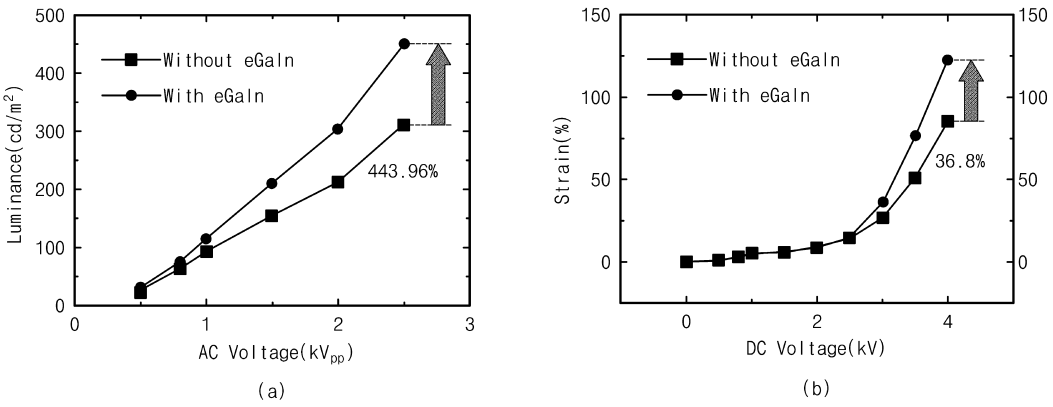
도면5


320
321
322
322
321
Solution
PC Filter
Vacuum
(a)
320
Transfer
310
100
(b)
300
Remove
100
310
(c)

도면6

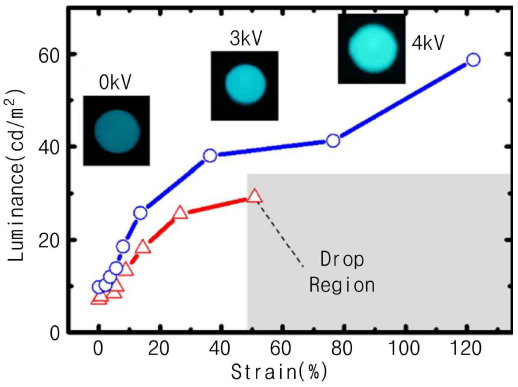

AgNW/CNT/eGaIn Hybrid Electrodes
(b)
CNT
eGaIn
AgNW/CNT Hybrid Electrodes
(a)
AgNW

도면7


Without eGaIn
With eGaIn
443.96%
Luminance(cd/m²)
AC Voltage(kVpp)
(a)
Without eGaIn
With eGaIn
36.8%
Strain(%)
DC Voltage(kV)
(b)

도면8

[2kV DC 1 kHz]	0.5kV$_{pp}$	1.5kV$_{pp}$	2.5kV$_{pp}$
[With eGaln]			
[Without eGaln]			



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 3 두번째 및 세번째 줄

【변경전】

액체 금속 전극 제조 방법

【변경후】

액체 금속 혼합 전극 제조 방법

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 3 첫번째 줄

【변경전】

제 1 항에 있어서

【변경후】

제 2 항에 있어서