



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0080968
(43) 공개일자 2023년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) C09K 11/54 (2006.01)
C09K 11/56 (2006.01) H02N 2/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C09K 11/54 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0168590
(22) 출원일자 2021년11월30일
심사청구일자 2021년11월30일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이병양
서울특별시 강남구 압구정로 401, 51동 903호 (압구정동, 한양아파트)
한동진
전라북도 전주시 덕진구 권삼득로 429 (덕진동2가)
이재립
서울특별시 강남구 도산대로30길 29 - 11 (논현동) 201호
(74) 대리인
특허법인남촌

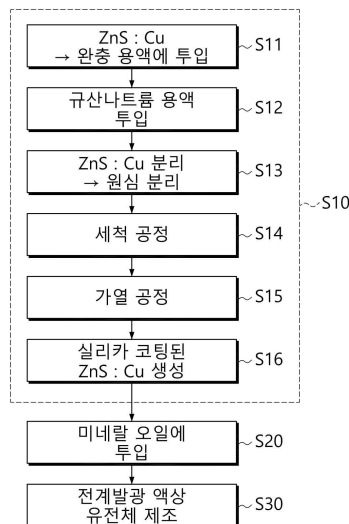
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 전계발광 액상 유전체의 제조방법 및 이를 이용한 전계발광 액추에이터

(57) 요약

본 발명은 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법 및 이를 이용한 전계발광 액추에이터에 관한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 제조방법은 (a) 전계발광 파우더의 표면을 실리카로 코팅하여 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 단계와; (b) 상기 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 액상 유전체에 투입하여 전계발광 액상 유전체를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 전계발광 액상 유전체를 제조하는데 있어, 유전체 전체에 걸쳐 고르게 발광하는 발광 특성을 가지게 된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C09K 11/56 (2013.01)

H02N 2/04 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2103051
과제번호	2021R1A2C201408811
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)중견연구자지원(3억초과~5억이하)
연구과제명	음의 푸아송비를 가진 기계적 메타구조 기반 신축성 디스플레이용 전극기관 소재 및
제작공정 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법에 있어서,

- (a) 전계발광 파우더의 표면을 실리카로 코팅하여 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 단계와;
- (b) 상기 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 액상 유전체에 투입하여 전계발광 액상 유전체를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전계발광 파우더는 ZnS:Cu 파우더, ZnS:Mn 파우더, ZnS:Cl 파우더, ZnS:LnF3 파우더 중 적어도 하나를 포함하며;

상기 실리카는 SiO₂를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 액상 유전체는 미네랄 오일(Mineral oil), 캐스터 오일(Castor oil), 실리콘 오일(Silicone oil) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 (a) 단계에서는 기 설정된 pH 농도의 완충 용액 내에서 상기 실리카가 상기 전계발광 파우더에 코팅되는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (a) 단계는

- (a1) 상기 전계발광 파우더를 상기 완충 용액이 투입하는 단계와;
- (a2) 상기 완충 용액에 규산나트륨 용액을 투입하여 상기 실리카를 상기 전계발광 파우더에 코팅하는 단계와;
- (a3) 상기 전계발광 파우더를 상기 완충 용액으로부터 분리하는 단계와;
- (a4) 상기 완충 용액에서 분리된 상기 전계발광 파우더를 기 설정된 온도 및 시간동안 열을 가하여 상기 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (a1) 단계 및 상기 (a2) 단계는 상기 완충 용액의 pH 농도가 9 내지 10으로 유지되는 상태로 수행되는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 (a1) 단계 및 상기 (a2) 단계 각각은 기 설정된 시간 동안 상기 완충 용액이 교반되면서 수행되는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 완충 용액은 염화칼륨(KCl) 용액, 수산화나트륨(NaOH) 용액, 붕산 용액(Boric acid) 용액 중 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 (a4) 단계의 수행 전에 상기 완충 용액에서 분리된 상기 전계발광 파우더를 세척하는 세척 단계를 더 포함하며;

상기 세척 단계는

초순수 용액으로 세척하는 단계와,

메탄올 용액으로 세척하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법.

청구항 10

내부에 수용 공간에 형성된 수용 셀과;

상기 수용 공간 내부에 수용되는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 전계발광 액상 유전체와;

상기 수용 셀의 제1 방향 양측에 각각 형성되는 한 쌍의 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터.

청구항 11

제10항에 따른 전계발광 액추에이터가 상기 제1 방향으로 적층되어 구성된 토러스 타입의 전계발광 액추에이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전계발광 액상 유전체의 제조방법 및 이를 이용한 전계발광 액추에이터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 소프트 로봇 등에 적용될 수 있는 전계발광 액상 유전체의 제조방법 및 이를 이용한 전계발광 액추에이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 단단한 소재로 이루어진 로봇과는 달리 소프트 로봇은 다양한 응용 분야에 맞게 개조할 수 있으며 새로운 기술의 적용이 가능하다. 따라서, 생체 장치, 산업 자동화, 인공 근육 등 부드러운 움직임이 필요한 미래 기술에 적합한 기술로 인식되고 있다.

[0003] 소프트 로봇 분야에서, 유체에 의해 움직이는 소프트 로봇과 전기활성 고분자를 이용한 소프트 로봇이 대표적인 예이다. 이중에, 유체를 이용하는 소프트 로봇은 몸체를 변형시키기 위해 유압과 공압을 이용하는 것이 일반적이다. 특히, 공압은 높은 에너지 밀도(Density)로 인해 중량을 들어 올리는 그리퍼(Gripper)에 자주 적용되고 있다.

[0004] 전기활성 고분자를 이용한 소프트 로봇은 외부 전기자극에 의해 변형되는 원리를 이용하고 있다. 예를 들어, 전기장에 의해 작동되는 전기활성 고분자나, 이온에 의해 작동되는 전기활성 고분자가 이에 속한다.

- [0005] 한편, 유전 탄성체(Dielectric Elastomer, DE)를 이용한 액추에이터가 알려진 바 있다. 도 1은 일반적인 유전 탄성체의 구조 및 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0006] 도 1을 참조하여 설명하면, 유전 탄성체는 전기활성 고분자중 하나로 인간의 근육과 같이 유연성이 좋고 초소형 제작이 가능할 뿐만 아니라, 중량 대비 높은 변형량을 보여주기 때문에 소프트 로봇 분야에서 많은 관심을 가지고 있다.
- [0007] 유전 탄성체의 구조는 일반적으로, 위아래의 전극(Electrode)을 통해 전압을 가하면, 유전체(Dielectric)를 통해 전기장이 유도되며, 정전기인 맥스웰 스트레스가 유전 변화를 시키는 원리로 변형이 이루어진다.
- [0008] 근래에는 유전 탄성체에 황화아연(ZnS)과 같은 전계발광체를 접목한 전계발광 액추에이터 기술이 제안되고 있다. 전계발광 액추에이터는 주로 에코플렉스와 같은 실리콘을 황화아연과 섞거나, 황화아연을 중간에 하나의 층으로 형성하는 방법으로 개발되고 있다.
- [0009] 이 때, 황화아연은 AC 전기장에 의해 빛을 방출하는 물질로, 구리(Cu)가 도핑되어 금속과 반도체와 같이 전위 장벽을 형성되고, 이 전위 사이에 외부의 강한 전기장이 인가되면 전자가 발광층 안으로 가속하여 에너지 준위에 있던 전자가 발광 중심으로 들어와 빛을 발광하는 원리를 갖는다.
- [0010] 그런데, 고상의 전계발광 유전체는 그 형상이 얇은 시트 형상 등으로 제약을 받는 점에서, 액상의 전계발광 유전체에 대한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 소프트 로봇 등에 적용될 수 있는 전계발광 액상 유전체의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 전계발광 액상 유전체를 제조하는데 있어, 유전체 전체에 걸쳐 고르게 발광하는 발광 특성을 갖는 전계발광 액상 유전체의 제조방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.
- [0013] 그리고, 본 발명은 전계발광 액상 유전체를 이용한 전계발광 액추에이터를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적은 본 발명에 따라, 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법에 있어서, (a) 전계발광 파우더의 표면을 실리카로 코팅하여 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 단계와; (b) 상기 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 액상 유전체에 투입하여 전계발광 액상 유전체를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법에 의해서 달성된다.
- [0015] 여기서, 상기 전계발광 파우더는 ZnS:Cu 파우더, ZnS:Mn 파우더, ZnS:Cl 파우더, ZnS:LnF3 파우더 중 적어도 하나를 포함하며; 상기 실리카는 SiO₂를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 액상 유전체는 미네랄 오일(Mineral oil), 캐스터 오일(Castor oil), 실리콘 오일(Silicone oil) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 (a) 단계에서는 기 설정된 pH 농도의 완충 용액 내에서 상기 실리카가 상기 전계발광 파우더에 코팅될 수 있다.
- [0018] 그리고, 상기 (a) 단계는 (a1) 상기 전계발광 파우더를 상기 완충 용액이 투입하는 단계와; (a2) 상기 완충 용액에 규산나트륨 용액을 투입하여 상기 실리카를 상기 전계발광 파우더에 코팅하는 단계와; (a3) 상기 전계발광 파우더를 상기 완충 용액으로부터 분리하는 단계와; (a4) 상기 완충 용액에서 분리된 상기 전계발광 파우더를 기 설정된 온도 및 시간동안 열을 가하여 상기 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 그리고, 상기 (a1) 단계 및 상기 (a2) 단계는 상기 완충 용액의 pH 농도가 9 내지 10으로 유지되는 상태로 수행될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 (a1) 단계 및 상기 (a2) 단계 각각은 기 설정된 시간 동안 상기 완충 용액이 교반되면서 수행될 수

있다.

- [0021] 그리고, 상기 완충 용액은 염화칼륨(KCl) 용액, 수산화나트륨(NaOH) 용액, 붕산 용액(Boric acid) 용액 중 어느 하나 또는 둘 이상의 조합을 포함할 수 있다.
- [0022] 그리고, 상기 (a) 단계는 상기 (a4) 단계의 수행 전에 상기 완충 용액에서 분리된 상기 전계발광 파우더를 세척하는 세척 단계를 더 포함하며; 상기 세척 단계는 초순수 용액으로 세척하는 단계와, 메탄올 용액으로 세척하는 단계 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0023] 한편, 상기 목적은 본 발명의 다른 실시 형태에 따라, 내부에 수용 공간에 형성된 수용 셀과; 상기 수용 공간 내부에 수용되는 상기 전계발광 액상 유전체와; 상기 수용 셀의 제1 방향 양측에 각각 형성되는 한 쌍의 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 전계발광 액추에이터에 의해서도 달성될 수 있다.
- [0024] 그리고, 상기 목적은 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따라, 상기 전계발광 액추에이터가 상기 제1 방향으로 적층되어 구성된 토러스 타입의 전계발광 액추에이터에 의해서도 달성될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 상기와 같은 구성에 따라, 소프트 로봇 등에 적용될 수 있는 전계발광 액상 유전체의 제조방법이 제공된다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따르면, 전계발광 액상 유전체를 제조하는데 있어, 유전체 전체에 걸쳐 고르게 발광하는 발광 특성을 갖는 전계발광 액상 유전체의 제조방법이 제공된다.
- [0027] 그리고, 본 발명에 따른 전계발광 액상 유전체를 이용한 전계발광 액추에이터가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일반적인 유전 탄성체의 구조 및 원리를 설명하기 위한 도면이고,
 도 2는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법을 설명하기 위한 도면이고,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전계발광 액추에이터의 구성을 나타낸 도면이고,
 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계발광 액추에이터의 구성을 나타낸 도면이고,
 도 5 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 액상 유전체의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0030] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0031] 도 2는 전계발광 액추에이터에 적용되는 전계발광 액상 유전체의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0032] 도 2를 참조하여 설명하면, 본 발명의 실시예에 따른 제조방법은 전계발광 파우더를 이용하여 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 과정(S10)과, 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 이용하여 전계발광 액상 유전체를 제조하는 과정(S20, S30)을 포함한다.
- [0033] 본 발명의 실시예에서는 전계발광 파우더로 ZnS:Cu 파우더가 사용되는 것을 예로 한다. 실리카로는 SiO₂가 사용되는 것을 예로 한다. 이외에도, 전계발광 파우더로는 ZnS:Mn 파우더, ZnS:Cl 파우더, ZnS:LnF₃ 파우더 중 적어도 하나가 포함될 수 있는데, 이하에서는 ZnS:Cu와 SiO₂가 적용되는 것을 예로 하여 설명한다.
- [0034] 도 2를 참조하여, 실리카 코팅된 전계발광 파우더를 생성하는 과정(S10)을 보다 구체적으로 설명하면, 먼저 ZnS:Cu 파우더를 완충 용액에 투입한다(S11). 본 발명의 실시예에서는 완충 용액은 염화칼륨(KCl) 용액, 수산화나트륨(NaOH) 용액, 붕산 용액(Boric acid) 용액 중 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 구성되는 것을 예로 한다. 여기서, 본 발명의 실시예에서는 완충 용액의 pH 농도가 9 내지 10으로 유지되는 상태로 수행되는 것을 예

로 한다.

- [0035] 본 발명의 실시예에서는 완충 용액에 ZnS:Cu 파우더를 투입한 후, 기 설정된 기간 동안 교반하여, 완충 용액 내에 ZnS:Cu 파우더가 고루 분산되도록 하는데, 본 발명의 실시예에서는 1 시간 동안 교반하는 것을 예로 한다.
- [0036] 상기와 같이 완충 용액 내에 ZnS:Cu 파우더를 투입하여 교반한 후, 완충 용액에 규산나트륨 용액을 투입하여 (S12), 실리카를 ZnS:Cu 파우더의 표면에 코팅시킨다. 본 발명의 실시예에서는 규산나트륨의 투입 후에도 완충 용액의 pH 농도가 9 내지 10으로 유지되는 상태로 유지되도록 하는 것을 예로 한다. 마찬가지로, 규산나트륨의 투입 후에도 기 설정된 시간동안, 예를 들어, 1시간 동안 교반시키는 것을 예로 한다.
- [0037] 그런 다음, ZnS:Cu 파우더를 완충 용액으로부터 분리시키는 과정이 수행된다(S13). 본 발명의 실시예에서는 완충 용액으로부터 ZnS:Cu 파우더를 분리시키는 과정이 원심 분리 공정을 통해 수행되는 것을 예로 한다.
- [0038] 즉, ZnS:Cu 파우더가 포함된 완충 용액을 원심 분리기에 넣어 회전시키게 되면, ZnS:Cu 파우더가 침전된다. 그런 다음, 완충 용액을 용기로부터 따라 내어, ZnS:Cu 파우더를 추출하게 된다.
- [0039] 본 발명의 실시예에서는 완충 용액으로부터 분리된 ZnS:Cu 파우더의 세척 공정(S14)이 수행되는 것을 예로 하는데, 이를 통해 전해질과 같이 ZnS:Cu 파우더에 잔존하는 이물질을 제거하게 된다.
- [0040] 본 발명에서는 초순수 용액(Deionized water)으로 세척하는 과정과, 메탄올 용액으로 세척하는 과정 중 적어도 하나를 포함하는 것을 예로 하는데, 본 발명에서는 초순수 용액으로 세척하는 과정과, 메탄올 용액으로 세척하는 과정이 순차적으로 수행되는 것을 예로 한다.
- [0041] 보다 구체적으로 설명하면, 완충 용액이 제거된 용기에 다시 초순수 용액을 투입한 후, 기 설정된 시간 동안 교반한 후, 초순수 용액을 제거한다. 본 발명의 실시예에서는 5분간 교반하는 것을 예로 한다.
- [0042] 그런 다음, 초순수 용액이 제거된 용기에 다시 메탄올 용액을 투입한 후, 기 설정된 시간 동안 교반한 후, 메탄올 용액을 제거한다. 마찬가지로, 메탄올 용액을 통한 교반 세척 과정은 5분간 수행되는 것을 예로 한다.
- [0043] 상기와 같은 세척 공정이 완료되면, ZnS:Cu 파우더의 표면에, 실리카 즉, SiO_2 가 완전하게 코팅될 수 있도록 가열 공정(S15)이 진행된다. 예를 들어, 세척이 완료된 ZnS:Cu 파우더를 가열로에 투입한 후, 기 설정된 온도와 시간 동안 ZnS:Cu 파우더에 열을 가하여, ZnS:Cu 파우더의 표면에 최종적인 SiO_2 코팅층을 형성시킬 수 있다.
- [0044] 본 발명의 실시예에서는 ZnS:Cu 파우더를 500℃ 온도에서, 45분 동안 가열하는 것을 예로 하나, 가열 온도나 가열 시간이 이에 국한되지 않고, 코팅 가능한 범위 내에서 가열 온도와 가열 시간이 변할 수 있음은 물론이다.
- [0045] 상기와 같은 과정을 통해, 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더가 제조가 완료된다.
- [0046] 한편, 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더의 제조가 완료되면, 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더를 액상 유전체에 투입하여(S20), 전계발광 액상 유전체를 제조하게 된다(S30).
- [0047] 여기서, 본 발명의 실시예에서는 액상 유전체로 미네랄 오일(Mineral oil)이 사용되는 것을 예로 하며, 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더의 투입량은 0.15g/ml로 설정되는 것을 예로 한다. 여기서, 액상 유전체로는 캐스터 오일(Castor oil)이나 실리콘 오일(Silicone oil)이 사용될 수도 있다.
- [0048] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전계발광 액추에이터(10)의 예를 나타낸 도면이다.
- [0049] 도 3을 참조하여 설명하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전계발광 액추에이터(10)는 수용 셀(11), 전계발광 액상 유전체(12), 및 한 쌍의 전극(13,14)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0050] 본 발명의 실시예에 따른 수용 셀(11)은 내부에 수용 공간이 형성된다. 본 발명의 실시예에서는 수용 셀(11)이 원형의 액추에이터를 형성하기 위해 내부에 수용 공간이 형성된 원형 셀 형태로 마련되는 것을 예로 한다. 여기서, 본 발명에서는 수용 셀(11)이 LDPE 필름으로 제작되는 것을 예로 한다.
- [0051] 본 발명의 실시예에서는 수용 셀(11)의 내부에는 전계발광 액상 유전체(12)가 주입되는데, 앞서 설명한 제조방법을 통해 제조된 전계발광 액상 유전체(12)가 주입되는 것을 예로 한다.
- [0052] 그리고, 수용 셀(11)의 제1 방향, 예를 들어, 도 3의 상하 방향 양측에 각각 한 쌍의 전극(13,14)을 연결함으로써, 전계발광 액추에이터(10)가 구성 가능하게 된다. 한 쌍의 전극(13,14)은 PAM(Polyacrylamide) 하이드로젤 전극이 적용되는 것을 예로 한다.

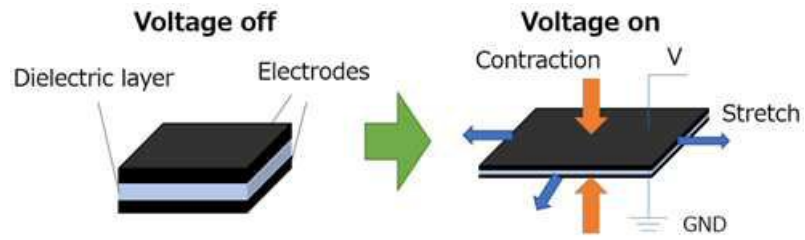
- [0053] 그리고, 수용 셀(11)의 상부 및 하부는 차단부(15,16)에 의해 차단된다.
- [0054] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계발광 액추에이터(100)의 예를 나타낸 도면이다. 도 4에 도시된 전계발광 액추에이터(100)는 도 3에 도시된 전계발광 액추에이터(10)가 제1 방향으로 적층되어 구성된 토러스 타입의 전계발광 액추에이터(10)인 것을 예로 하고 있다.
- [0055] 도 4의 (a)는 전원 인가 전의 상태를 나타낸 도면이고, 도 4의 (b)는 DC 전원의 인가에 따라 탄성 변형된 상태를 나타낸 도면이고, 도 4의 (c)는 DC 전원과 AC 전원의 인가에 따라 탄성 변형과 발광된 상태를 나타낸 도면이다.
- [0056] 이하에선, 도 5 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 액상 유전체의 특성에 대해 상세히 설명한다.
- [0057] 도 5의 (a)는 실리카가 코팅되기 전의 ZnS:Cu 파우더의 표면을 촬영한 TEM 이미지이고, 도 5의 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 제조방법을 통해 제조된 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더의 표면을 촬영한 TEM 이미지이다. 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더의 표면이 실리카에 의해 코팅되어 표면이 개질되어 있음을 확인할 수 있다. 이는 도 6에 도시된 EDS 그래프 상에서 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더의 EDS 원서 분석 결과를 통해서도 쉽게 확인할 수 있다.
- [0058] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 제조방법을 통해 제조된 전계발광 액상 유전체의 발광 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0059] 도 7의 (a)는 실리카가 코팅되지 않은 ZnS:Cu 파우더가 사용된 전계발광 액상 유전체의 발광 이미지이고, 도 7의 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더가 사용된 전계발광 액상 유전체의 발광 이미지이다.
- [0060] 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 실리카가 코팅되지 않은 상태의 ZnS:Cu 파우더는 미네랄 오일과 같은 액상 유전체 내부에서 높은 표면 에너지에 의해 서로 뭉치는 현상을 나타내고, 이로 인해, 도 7의 (a)의 붉은 점선으로 표시된 원 부분에서만 높은 발광 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.
- [0061] 반면, 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 액상 유전체의 경우, 실리카 코팅된 ZnS:Cu 파우더의 표면 개질을 통해, ZnS:Cu 파우더가 미네랄 오일 내부에 고르게 분산되어, 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 전체적으로 균질한 발광 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.
- [0062] 또한, 도 8에 도시된 바와 같이, AC 전압의 인가에 따라 선형적인 발광 효율을 보이고 있음을 확인할 수 있다.
- [0063] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

부호의 설명

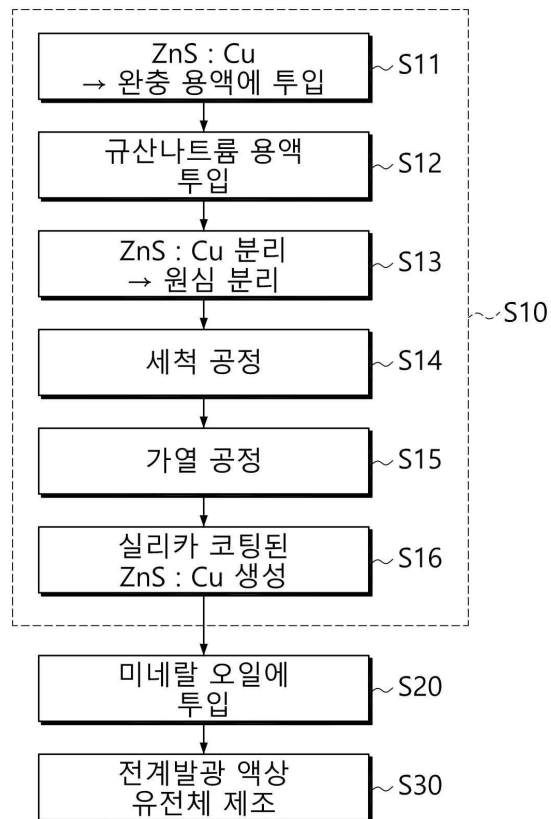
- [0064] 10 : 전계발광 액추에이터 11 : 수용 셀
12 : 전계발광 액상 유전체 13,14 : 전극
15,16 : 차단부
100 : 토러스 타입의 전계발광 액추에이터

도면

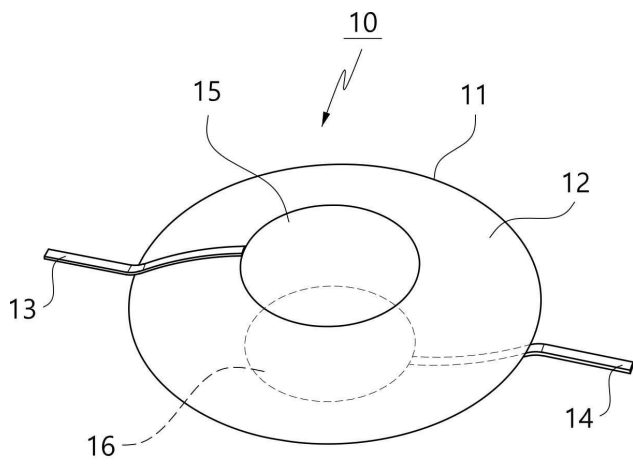
도면1



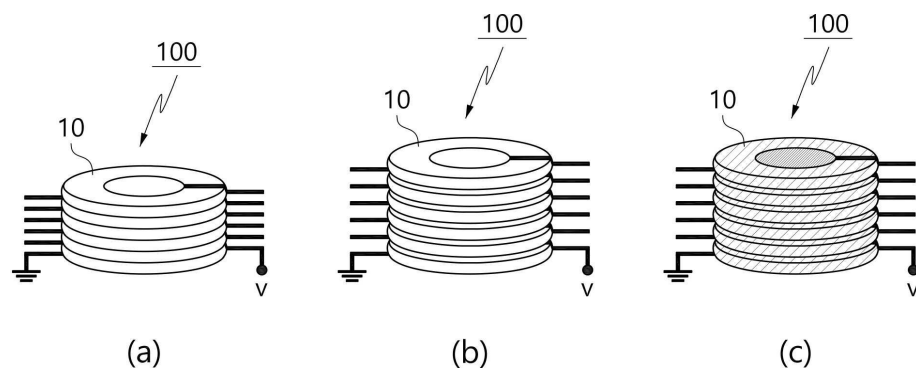
도면2



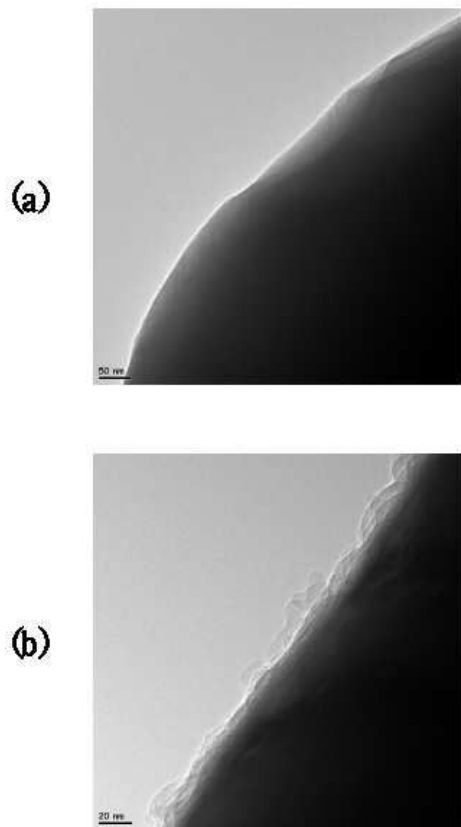
도면3



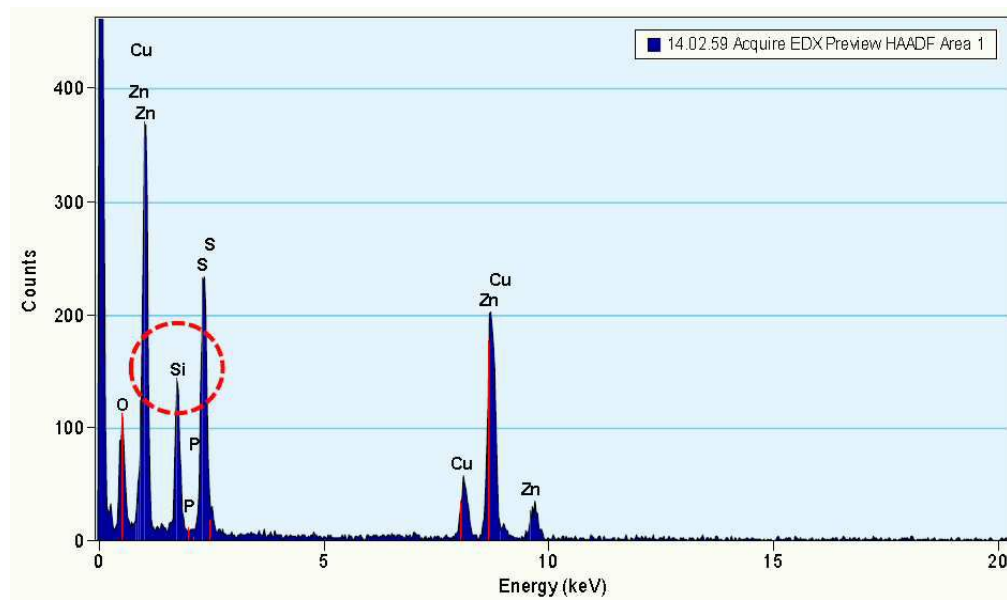
도면4



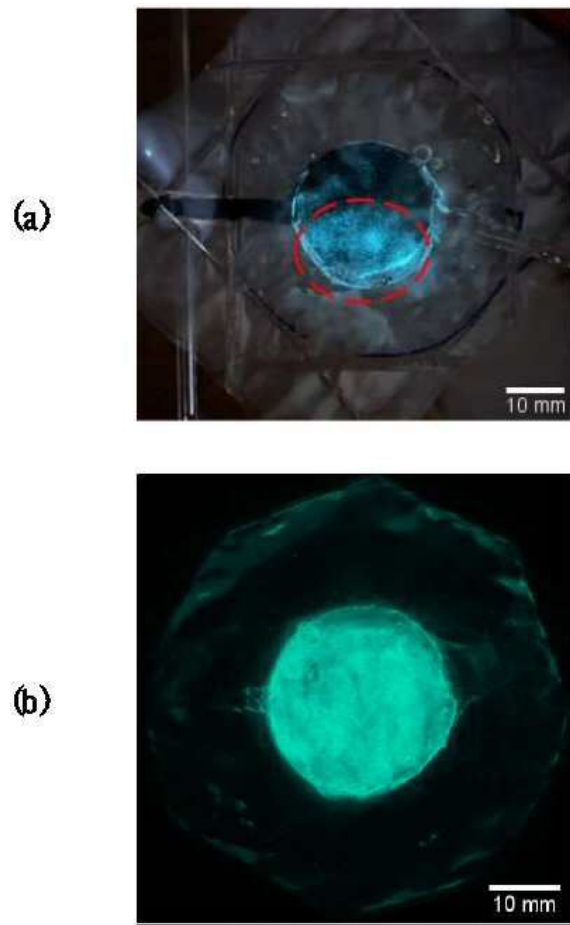
도면5



도면6



도면7



도면8

