

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| (51) 。 Int. Cl. H05B 33/10 (2006.01) | (45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자 | 2006년06월14일 10-0588864 2006년06월05일 |
|---|-------------------------------------|--|

| | | | |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| (21) 출원번호 (22) 출원일자 | 10-2003-0085400 2003년11월28일 | (65) 공개번호 (43) 공개일자 | 10-2005-0051766 2005년06월02일 |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|

| | |
|-----------|---|
| (73) 특허권자 | 엘지.필립스 엘시디 주식회사 서울 영등포구 여의도동 20번지 |
| (72) 발명자 | 이광연 서울특별시송파구잠실1동주공1단지99-505 임성갑 경기도군포시재궁동872층무주공아파트209-409 |
| (74) 대리인 | 허용록 |

심사관 : 여운석

(54) 유기전계발광소자의 에이징 방법

요약

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 유기전계발광소자의 에이징 방법은, 양극, 유기박막층, 음극으로 형성된 유기전계발광소자의 에이징 방법에 있어서,

상기 양극 및 음극으로부터 소정 간격 이격된 위치에 각각 양전하 또는 음전하로 대전된 대전체를 위치시키는 단계와; 상기 대전체에 의해 상기 양극 및 음극 사이에 구비된 상기 유기박막층 내부에 내부 필드를 형성시키는 단계가 포함되는 것을 특징으로 한다.

이와 같은 본 발명에 의하면, 전기장을 이용하여 에이징을 수행함으로써, 유기전계발광소자와 직접적인 접촉 없이 상기 에이징이 수행되어 유기전계발광소자 제작 프로세스가 단순화되고, 그에 따라 소자의 양산측면에서 매우 유리하게 된다.

대표도

도 5

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 유기 EL 소자의 구조를 나타내는 단면도.

도 2는 포워드 바이어스(forward bias)에 의한 유기 EL 소자의 전기 에이징의 원리를 나타내는 도면.

도 3은 리버스 바이어스(reverse bias)에 의한 유기 EL 소자의 전기 에이징의 원리를 나타내는 도면.

도 4는 유기 EL 소자의 전기 에이징 공정 수행에 의한 결과를 나타내는 그래프.

도 5는 본 발명에 의해 전기장을 이용한 포워드 바이어스(forward bias)에 의한 유기 EL 소자의 에이징의 원리를 나타내는 도면.

도 6은 본 발명에 의해 전기장을 이용한 리버스 바이어스(reverse bias)에 의한 유기 EL 소자의 에이징의 원리를 나타내는 도면.<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

40 : (-) 대전체 41 : (+) 대전체

42 : 양극(ITO 전극) 44 : 음극(금속 전극)

45 : 유기박막층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기전계발광소자에 관한 것으로, 특히 유기전계발광소자의 에이징 방법에 관한 것이다.

최근 표시장치의 대형화에 따라 공간 점유가 적은 평면표시소자의 요구가 증대되고 있는데, 이러한 평면표시소자 중 하나로 유기전계발광소자(Organic Electro luminescence Device : 이하 유기 EL 소자)의 기술이 빠른 속도로 발전하고 있으며, 이미 여러 시제품들이 발표된 바 있다.

상기 유기 EL 소자는 ITO와 같은 투명전극인 양극과 일함수가 낮은 금속(Ca, Li, Al : Li, Mg : Ag 등)을 사용한 음극 사이에 유기 박막층이 있는 구조로 구성 되어 있으며, 이와 같은 유기 EL 소자에 순방향의 전압을 가하면 양극과 음극에서 각각 정공과 전자가 주입되고, 주입된 정공과 전자는 결합하여 엑시톤(exciton)을 형성하고, 엑시톤이 발광 재결합(radiative recombination)을 하게 되는데 이를 전기발광 현상이라 한다.

여기서, 상기 유기 박막층은 단일 물질로 제작할 수 있으나, 일반적으로 여러 유기물질의 다층 구조를 주로 사용하며, 상기 유기 EL 소자를 다층 박막 구조로 제작하는 이유는 유기 물질의 경우 정공과 전자의 이동도가 크게 차이가 나므로 정공 전달층(HTL)과 전자 전달층(ETL)을 사용하면 정공과 전자가 유기 발광층(EML)으로 효과적으로 전달될 수 있기 때문이다. 이렇게 하여 상기 유기 발광층에서 정공과 전자의 밀도가 균형을 이루도록 하면 발광 효율이 높아지게 된다.

또한, 경우에 따라서는 양극과 정공 전달층 상에 전도성 고분자 또는 Cu-PC 등의 정공 주입층(HIL)을 추가로 삽입하여 정공 주입의 에너지 장벽을 낮추며, 더 나아가 음극과 전자 전달층 사이에 LiF 등의 약 5 ~ 10Å 정도의 얇은 완충층(전자 주입층(EIL))을 추가하여 전자 주입의 에너지 장벽을 줄여서 발광 효율을 증가시키고 구동 전압을 낮춘다. 단, 상기 유기 박막층이 고분자 물질로 형성된 경우에는 상기 정공 주입층 및 정공 전달층이 하나의 층으로 형성되어 구성되고, 또한 상기 전자 전달층 및 전자 주입층은 형성되지 않는 경우가 일반적이다.

도 1은 일반적인 유기 EL 소자의 구조를 나타내는 단면도이다.

도 1을 참조하면, 종래의 유기 EL 소자는 기관(1), 양극(2), 정공 주입층(3), 정공 수송층(4), 유기 발광층(6), 전자 수송층(7), 전자 주입층(8) 및 음극(9)이 포함된다.

여기서, 상기 음극(cathode)(9)은 작은 일함수를 갖는 금속인 Ca, Mg, Al 등이 쓰이고, 이는 상기 전극(9)과 유기 발광층(6) 사이에 형성되는 장벽(barrier)을 낮춤으로써 전자 주입에 있어 높은 전류 밀도(current density)를 얻을 수 있기 때문이며, 이를 통해 소자의 발광효율을 증가시킬 수 있게 된다.

한편, 상기 양극(anode)(2)은 정공 주입을 위한 전극으로 일함수가 높고 발광된 빛이 소자 밖으로 나올 수 있도록 투명 금속 산화물을 사용하며, 가장 널리 사용되는 정공 주입 전극으로는 ITO(indium tin oxide)로써, 두께는 약 30nm정도 이다.

또한, 유기 발광층(6)은 상기 양극과 음극(2, 9)에서 각기 주입된 정공과 전자가 결합하여 형성된 엑시톤이 기저상태로 떨어지면서 빛이 발광되는 층으로, 재료로 Alq₃, Anthracene등의 저분자 유기물질, 또는 PPV(poly(p-phenylenevinylene)), PT(polythiophene) 등과 그들의 유도체들인 고분자 유기물질 들이 쓰인다.

또한, 정공 주입층(3) 및 정공 수송층(4), 전자 수송층(7) 및 전자 주입층(8)은 각각 정공 및 전자의 이동도를 높이기 위하여 각각 양극(2)과 유기 발광층(6) 사이 및 음극(9)과 유기 발광층(6) 사이에 게재되어 형성되는 것이다.

이러한 상기 각 층들은 저분자 또는 고분자 유기 물질로 이루어 지며 상기 수송층의 조합을 통해 양자효율을 높이고, 캐리어(전자 또는 정공)들이 직접 주입되지 않고 수송층 통과와 2단계 주입과정을 통해 구동전압을 낮출 수 있다.

또한, 상기 유기 발광층(6)에 주입된 전자와 정공이 유기 발광층(6)을 거쳐 반대편 전극으로 이동시 반대편 수송층에 막힘으로써 재결합 조절이 가능하여, 이를 통해 발광효율을 향상 시킬 수 있는 것이다.

단, 도 1은 종래의 저분자 유기 EL 소자의 구성을 중심으로 도시한 것이며, 고분자 유기 EL 소자의 경우에는 상기 정공 수송층(4) 및 전자 수송층(7), 전자 주입층(8)이 일반적으로 형성되지 않는다.

또한, 일 레로 고분자 유기 EL을 이용하여 유기 EL 소자의 패널 제작하는 경우 상기 유기 EL 부분의 제조 공정시 용액 상으로 스핀 코팅 또는 잉크젯 방법 등에 의해 고분자 유기 발광층을 도포한 후 상기 발광층 내에 남아 있는 용매를 제거하기 위하여 건조과정을 거치기도 한다. 단, 빠르게 코팅 중에 용매를 증발시키는 방법을 이용하면 추가적인 건조과정을 거치지 않기도 한다.

이 때, 열처리를 통하여 생성된 열적 스트레스(thermal stress)와 최종적으로 받는 열적 스트레스의 방향이 반대이기 때문에 상기와 같은 열처리를 해주게 되면 그만큼 최종 완성된 소자의 열적 안정성이 증가하게 된다.

이와 같이 완성된 유기전계발광소자의 구동에 앞서, 상기 소자가 장시간이 지나면서 안정화되는 것을 단시간 내에 안정화시켜 소자의 성능을 향상시키는 공정을 수행하는데, 이러한 공정을 에이징 공정이라 한다.

이 때, 상기 에이징 공정을 열을 이용하여 수행하는 경우는, 앞서 설명한 바와 같이 박막에 직접 열을 가하여 생성된 열적 스트레스와 최종적으로 받는 열적 스트레스의 방향이 반대로 되어 소자의 안정성을 확보하는 것으로, 열처리 온도를 조절하여 박막의 평탄도를 낮출 수 있다.

그러나, 이와 같은 열을 이용한 에이징 방법은 직접적으로 박막을 컨트롤하여 소정의 안정성을 얻도록 하는 것으로, 상기 박막의 형태가 변화될 수 있다는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 유기전계발광소자의 에이징 방법에 있어서, 전기장을 이용하여 에이징을 수행함으로써, 유기전계발광소자와 직접적인 접촉 없이 상기 에이징이 수행되어 유기전계발광소자 제작 프로세스가 단순화되는 유기전계발광소자의 에이징 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 유기전계발광소자의 에이징 방법은, 양극, 유기박막층, 음극으로 형성된 유기전계발광소자의 에이징 방법에 있어서, 상기 양극 및 음극으로부터 소정 간격 이격된 위치에 각각 양전하 또는 음전하로 대전된 대전체를 위치시키는 단계와,

상기 대전체에 의해 상기 양극 및 음극 사이에 구비된 상기 유기박막층 내부에 존재하는 이온들을 상기 양극 및 음극 방향으로 이동시켜 내부 필드를 형성시키는 단계가 포함되는 것을 특징으로 한다.

삭제

삭제

삭제

삭제

본 발명의 설명에 앞서 유기전계발광소자의 전기 에이징(electrical aging) 방법에 대해 설명하도록 한다.

도 2는 포워드 바이어스(forward bias)에 의한 유기 EL 소자의 전기 에이징의 원리를 나타내는 도면이고, 도 3은 리버스 바이어스(reverse bias)에 의한 유기 EL 소자의 전기 에이징의 원리를 나타내는 도면이다.

먼저 도 2를 참조하면, 유기전계발광소자의 전극 즉, 양극으로서의 ITO전극(20)과, 음극으로서의 금속전극(22)에 각각 (+), (-) 전압을 가하여 포워드 바이어스를 인가한다. (a)

이와 같이 상기 유기전계발광소자의 전극들에 포워드 바이어스를 인가하면, 상기 전극(20, 22) 사이에 존재하는 유기박막층(24)에 함유되어 있는 순수한 이온(ion purity)들이 각 전극(20, 22)으로 이동하게 되는데, 이 때 양이온(cation)은 음극으로서의 금속전극(22)으로, 음이온(anion)은 양극으로서의 ITO전극(20)으로 확산(diffusion)된다. (b)

즉, 포워드 바이어스의 인가에 의해 외부 필드(external field)와 반대방향의 내부 필드(internal field)가 형성되는 것이다. (c)

여기서, 상기 외부 필드와 반대방향의 내부 필드는 상기 유기박막층(24) 내부에서 이루어지는 전하 주입(charge injection)과 이동(transport)에 대한 효과적인 전기장(effective electric field)을 감소시키게 되며, 이에 따라 상기 포워드 바이어스 하에서는 전류 밀도(current density)와 휘도(luminance)가 감소된다.

따라서, 각 전극(20, 22)쪽으로 이동한 이온 쌍극자(ion dipole)와 공간 전하(space charge)는 음극(22) 방향에서 유기박막층(24)으로 진행되는 전자 주입(electron injection)과 양극(20) 방향에서 유기박막층(24)으로 진행되는 정공 주입(hole injection)을 방해하여 소자의 효율을 감소시킨다. 단, 상기와 같은 포워드 바이어스는 소자의 수명을 향상시키는 장점이 있다.

다음으로 도 3을 참조하면, 유기전계발광소자의 전극 즉, 양극으로서의 ITO전극(20)과, 음극으로서의 금속전극(22)에 각각 (-), (+) 전압을 가하여 리버스 바이어스를 인가한다. (a)

이와 같이 상기 유기전계발광소자의 전극들에 리버스 바이어스를 인가하면, 상기 전극 사이에 존재하는 유기박막층(24)에 함유되어 있는 순수한 이온(ion purity)들이 각 전극으로 이동하게 되는데, 이 때 양이온(cation)은 양극으로서의 ITO전극(20)으로, 음이온(anion)은 음극으로서의 금속전극(22)으로 확산(diffusion)된다. (b)

즉, 리버스 바이어스의 인가에 의해 외부 필드(external field)와 반대방향의 내부 필드(internal field)가 형성된다. (c)

여기서, 상기 리버스 바이어스에 의한 상기 외부 필드와 반대방향의 내부 필드는 상기 유기박막층(24) 내부에서 이루어지는 전하 주입(charge injection)과 이동(transport)에 대한 효과적인 전기장(effective electric field)을 증가시키게 되며, 이에 따라 상기 리버스 바이어스 하에서는 전류 밀도(current density)와 휘도(luminance)가 증가된다.

따라서, 각 전극쪽으로 이동한 이온 쌍극자(ion dipole)와 공간 전하(space charge)는 음극(22) 방향에서 유기박막층(24)으로 진행되는 전자 주입(electron injection)과 양극(20) 방향에서 유기박막층(24)으로 진행되는 정공 주입(hole injection)을 향상시켜 소자의 효율이 증가된다.

도 4는 유기전계발광소자의 전기 에이징 공정 수행에 의한 결과를 나타내는 그래프이다.

도 4에 도시된 바와 같이, 포워드 바이어스에 의한 에이징 공정을 수행하게 되면 소자의 효율은 다소 감소(10% 이내)하지만 수명(lifetime. hr)은 50% 증가하게 되며, 리버스 바이어스에 의한 에이징 공정을 수행하게 되면 소자의 효율이 어느 정도 증가하며 수명(lifetime. hr) 또한 20% 향상됨을 알 수 있다.

즉, 상기 전기 에이징 공정 즉, 포워드 바이어스 또는 리버스 바이어스에 의한 전기 에이징 공정을 거치게 되면 유기전계발광소자의 특성을 향상시킬 수 있는 것이다.

다만, 상기 전기 에이징 공정을 수행함에 있어, 유기전계발광소자의 각 전극에 바이어스를 인가하기 위한 연결단자 구비되어야 하며, 이와 같은 연결단자 구비되어야 함은 소자의 in-line 양산에 불리할 수 있다는 문제점이 있다.

본 발명을 이를 극복하기 위한 것으로 상기 전기 에이징을 수행함에 있어, 전기장(electric field)을 이용함으로써, 상기 유기전계발광소자의 전극에 바이어스를 인가하기 위해 구비되어야 하는 연결단자를 제거할 수 있다.

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하도록 한다.

도 5는 본 발명에 의해 전기장을 이용한 포워드 바이어스(forward bias)에 의한 유기 EL 소자의 에이징의 원리를 나타내는 도면이고, 도 6은 본 발명에 의해 전기장을 이용한 리버스 바이어스(reverse bias)에 의한 유기 EL 소자의 에이징의 원리를 나타내는 도면이다.

먼저 도 5를 참조하면, 유기전계발광소자의 전극 즉, 양극으로서의 ITO전극(42)과, 음극으로서의 금속전극(44)에 각각 (+), (-) 전압을 가하기 위해 각 전극(42, 44)에 소정 간격 이격된 대전체(40, 41)를 위치한다. (a)

이 때 상기 양극으로서의 ITO전극(42)에는 (-) 대전체(40)를 위치시키며, 상기 음극으로서의 금속전극(44)에는 (+) 대전체(41)를 위치시킨다.

여기서, 상기 (+) 대전체(41)를 음극(44)에 가까이 위치시키면 음극(44) 내에 있는 자유전자는 대전체(41)의 양전하로부터 인력을 받아 (+) 대전체(41)쪽으로 끌리므로 (+) 대전체(41)에 가까운 쪽에는 (-)전하가 유도되고, 먼 쪽은 전자를 뺏기게 되므로 (+)전하가 유도된다. 또한, 상기와 동일한 원리에 의해 반대로 상기 (-) 대전체(40)를 양극(42)에 가까이 위치하면 상기와 같은 일어난다. (b)

즉, 상기 대전체(40, 41)의 전기장을 이용하여 상기 소자에 포워드 바이어스를 인가하게 되며, 이에 따라 상기 소자의 외부 필드가 형성되고, 소자 내부는 상기 외부 필드(external field)와 반대방향의 내부 필드(internal field)가 형성된다.

이와 같이 소자 내부 즉, 유기박막층(45)에 상기 내부 필드가 형성된 후의 동작은 도 2에서 설명한 바와 같게 된다. 단, 상기 유기박막층(45)은 유기발광층을 포함한 다층구조로 형성될 수 있다.

또한, 도 6을 참조하면, 유기전계발광소자의 전극 즉, 양극으로서의 ITO전극(42)과, 음극으로서의 금속전극(44)에 각각 (-), (+) 전압을 가하기 위해 각 전극에 소정 간격 이격된 대전체(41, 40)를 위치한다.

이 때 상기 양극으로서의 ITO전극(42)에는 (+) 대전체(41)를 위치시키며, 상기 음극으로서의 금속전극(44)에는 (-) 대전체(40)를 위치시킨다. (a)

여기서, 상기 (-) 대전체(40)를 음극(44)에 가까이 위치시키면 음극 내에 있는 자유전자는 대전체(40)의 음전하로부터 척력을 받아 (-) 대전체(40)의 반대쪽으로 끌리므로 (-) 대전체(40)에 가까운 쪽에는 (+)전하가 유도되고, 먼 쪽은 (-)전하가 유도된다. 또한, 상기와 동일한 원리에 의해 반대로 상기 (-) 대전체(40)를 양극(42)에 가까이 위치하면 상기와 같은 일어난다. (b)

즉, 상기 대전체(40, 41)의 전기장을 이용하여 상기 소자에 리버스 바이어스를 인가하게 되며, 이에 따라 상기 소자의 외부 필드가 형성되고, 소자 내부는 상기 외부 필드(external field)와 반대방향의 내부 필드(internal field)가 형성된다.

이와 같이 소자 내부 즉, 유기박막층(45)에 상기 내부 필드가 형성된 후의 동작은 도 3에서 설명한 바와 같게 된다. 단, 상기 유기박막층(45)은 유기발광층을 포함한 다층구조로 형성될 수 있다.

결과적으로 유기전계발광소자의 에이징에 있어서, 본 발명에 의한 전기장을 이용한 에이징 방법에 의하면, 유기전계발광소자의 각 전극에 바이어스를 인가하기 위한 연결단자를 구비하지 않고서도, 전기 에이징과 동일한 효과를 얻을 수 있는 것이다.

즉, 본 발명에 의한 유기전계발광소자의 에이징 방법에 의하면, 전기장을 이용하여 에이징을 수행함으로써, 유기전계발광소자와 직접적인 접촉 없이 상기 에이징이 수행되어 유기전계발광소자 제작 프로세스가 단순화되고, 그에 따라 소자의 양산측면에서 매우 유리할 수 있는 것이다.

발명의 효과

본 발명에 의한 유기전계발광소자의 에이징 방법에 의하면, 전기장을 이용하여 에이징을 수행함으로써, 소자에 연결단자를 연결하지 않고 에이징 처리가 가능하고, 비 접촉 방식이므로 in-line 양산 적용시 유리하다는 장점이 있다.

또한, 본 발명에 의하면 프로세스를 단순화할 수 있는 연속 공정으로 양산 적용이 가능하다는 장점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

양극, 유기박막층, 음극으로 형성된 유기전계발광소자의 에이징 방법에 있어서,

상기 양극 및 음극으로부터 소정 간격 이격된 위치에 각각 양전하 또는 음전하로 대전된 대전체를 위치시키는 단계와,

상기 대전체에 의해 상기 양극 및 음극 사이에 구비된 상기 유기박막층 내부에 존재하는 이온들을 상기 양극 및 음극 방향으로 이동시켜 내부 필드를 형성시키는 단계가 포함되는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자의 에이징 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 양극 및 음극과 소정 간격 이격되어 위치하는 대전체는 서로 다른 전하로 대전되어 있으며, 상기 대전체와 양극 및 음극 사이에 전기장이 형성을 형성함으로써, 전압을 유도하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자의 에이징 방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 대전체가 인접하는 전극의 극성과 상이한 전하로 대전되는 경우 상기 양극의 외측에 양전압이 유도되고, 음극의 외측에 음전압이 유도되어 포워드 바이어스(forward bias)에 의한 에이징이 수행됨을 특징으로 하는 유기전계발광소자의 에이징 방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 대전체가 인접하는 전극의 극성과 동일한 전하로 대전되는 경우 상기 양극의 외측에 음전압이 유도되고, 음극의 외측에 양전압이 유도되어 리버스 바이어스(reverse bias)에 의한 에이징이 수행됨을 특징으로 하는 유기전계발광소자의 에이징 방법.

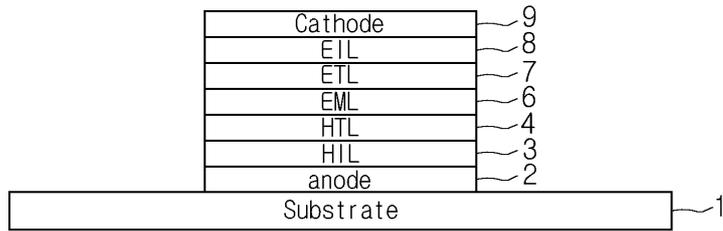
청구항 5.

제 1항에 있어서,

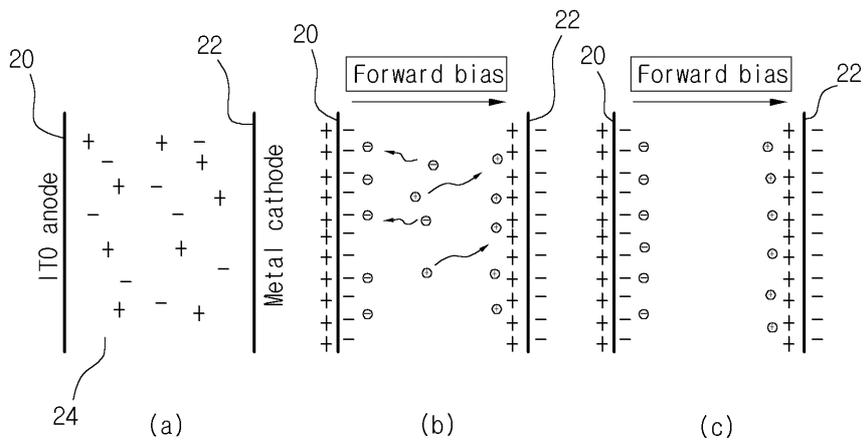
상기 유기박막층은 유기발광층을 포함한 다층구조로 형성됨을 특징으로 하는 유기전계발광소자의 에이징 방법.

도면

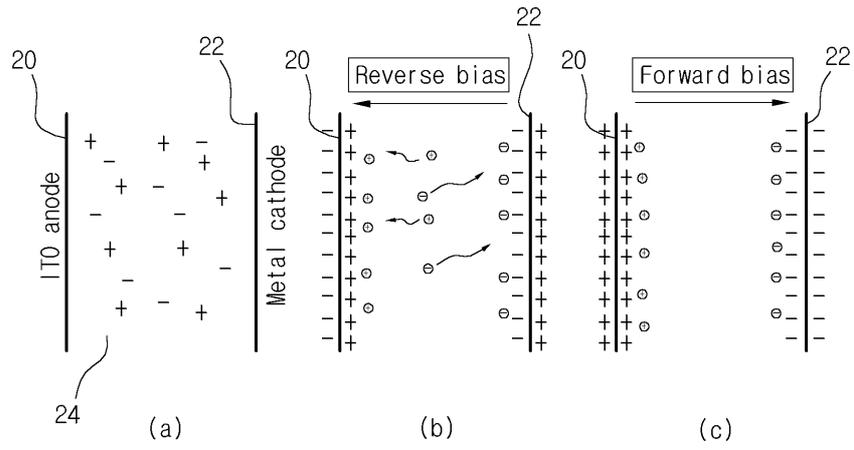
도면1



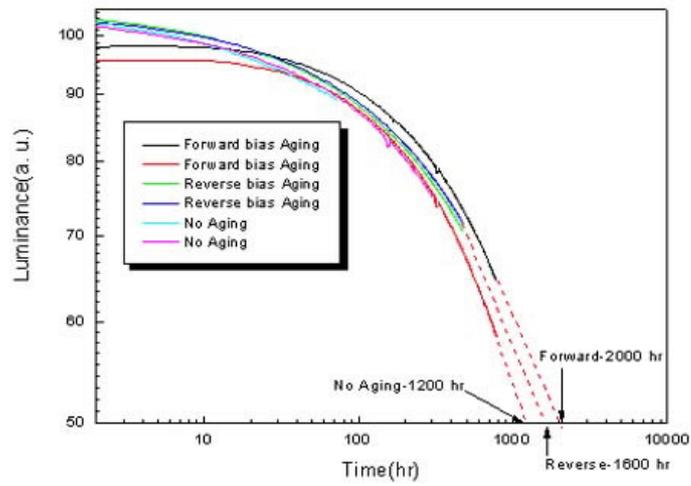
도면2



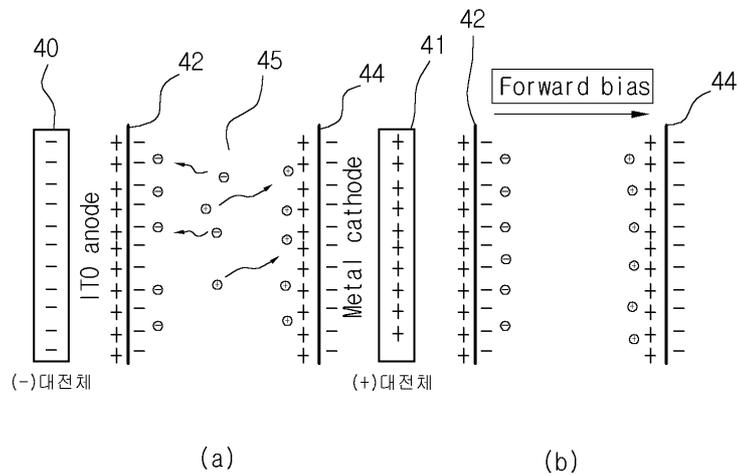
도면3



도면4



도면5



도면6

