

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. H01J 1/30 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월10일 10-0556745 2006년02월23일
--------------------------------------	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-0077611	(65) 공개번호	10-2005-0042950
(22) 출원일자	2003년11월04일	(43) 공개일자	2005년05월11일

(73) 특허권자	엘지전자 주식회사 서울특별시 영등포구 여의도동 20번지
(72) 발명자	문성학 서울특별시구로구신도림동2차대림아파트201동1002호
(74) 대리인	박장원

심사관 : 이정재

(54) 전계 방출 소자

요약

본 발명은 전계 방출 에미터로 탄소 나노 튜브를 사용하는 카운터 전극 언더게이트 구조에서 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 탄소 나노 튜브를 형성하고, 게이트 전극을 상기 캐소드 전극 좌우측 동일 평면상에 형성하여 고휘도와 화면의 균일성을 향상시키기에 적합한 전계 방출 소자에 관한 것으로, 하부 기판(유리기판) 상부에 순차적으로 형성된 게이트 라인 및 절연층과, 상기 절연층 상부에 형성된 캐소드 전극과; 상기 캐소드 전극 좌우측의 동일 평면상에 형성되며 상기 절연층에 형성된 관통홀(via)을 통해 상기 게이트 라인과 연결된 게이트 전극과; 상기 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 형성된 탄소 나노 튜브(CNT)를 포함하여 구성함으로써, 탄소 나노 튜브에서 방출된 전자가 형광체 면을 골고루 여기시켜 휘도를 증가시키고, 화면의 균일성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도

도 6

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 종래 탄소 나노 튜브를 이용한 3전극 전계 방출 소자에 대한 일 예를 도시한 단면도.

도2는 종래 탄소 나노 튜브를 이용한 언더게이트 구조의 전계 방출 소자에 대한 일 예를 도시한 단면도.

도3은 종래 탄소 나노 튜브를 이용한 카운터 전극 언더게이트 구조의 전계 방출 소자에 대한 일 예를 도시한 단면도.

도4는 도3에 도시한 전계 방출 소자의 전자 빔 궤적을 도시한 예시도.

도5는 본 발명 탄소 나노 튜브를 이용한 카운터 전극 언더게이트 구조의 전계 방출 소자로 이루어진 매트릭스 구조.

도6은 본 발명 탄소 나노 튜브를 이용한 카운터 전극 언더게이트 구조의 전계 방출 소자에 대한 일 예를 도시한 단면도.

도7은 본 발명 전계 방출 소자에서 방출되는 전자 빔 궤적을 도시한 예시도.

**\*\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*\***

40:하부기판 41:게이트 라인

42:절연층 44:캐소드 전극

44:게이트 전극 45:탄소 나노 튜브

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전계 방출 소자에 관한 것으로, 특히 전계 방출 에미터로 탄소 나노 튜브를 사용하는 카운터 전극 언더게이트 구조에서 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 탄소 나노 튜브를 형성하고, 게이트 전극을 상기 캐소드 전극 좌우측 동일 평면상에 형성하여 고휘도와 화면의 균일성을 향상시키기에 적합한 전계 방출 소자에 관한 것이다.

정보통신 기술의 급속한 발달과 다양화되는 정보의 시각화 요구에 따라 전자 디스플레이의 수요는 더욱 증가하고, 요구되는 디스플레이 모습 또한 다양해 지고 있다. 그 예로 휴대형 정보기와 같이 이동성이 강조되는 환경에서는 무게, 부피 및 소비전력이 작은 디스플레이가 요구되며, 대중을 위한 정보 전달매체로 사용되는 경우에는 시야각이 넓은 대화면의 디스플레이 특성이 요구된다.

또한, 이와 같은 요구를 만족시켜 나가기 위해 전자 디스플레이는 대형화, 저가격화, 고성능화, 고정세화, 박형화, 경량화 등의 조건이 필수적이어서, 이러한 요구사항을 만족시키기 위해서는 기존의 CRT를 대체할 수 있는 가볍고 얇은 평판 디스플레이 장치의 개발이 절실히 필요하게 되었다.

이러한 다양한 표시 소자의 요구에 따라 최근에는 전계 방출(field emission)을 이용한 소자가 디스플레이 분야에 적용되면서, 크기 및 전력 소모를 감소시키면서도 높은 해상도를 제공할 수 있는 박막 디스플레이의 개발이 활발해지고 있다.

상기 전계 방출 소자는 현재 개발 혹은 양산중인 평판 디스플레이들(LCD와 PDP, VFD등)의 단점을 모두 극복한 차세대 정보 통신용 평판 디스플레이로 주목을 받고 있다. 전계 방출 소자는 전극 구조가 간단하고, CRT와 같은 원리로 고속동작이 가능하며, 무한대의 칼라, 무한대의 그레이 스케일, 높은 휘도, 높은 비디오(video rate) 속도 등 디스플레이가 가져야 할 장점들을 고루 갖추고 있다.

전계 방출 소자는 진공 속의 금속 또는 도체 표면(에미터)상에 고전계가 인가될 때 전자들이 금속 또는 도체로부터 진공 밖으로 나오는 양자역학적 터널링 현상을 이용한 것이다. 이 때 소자는 파울러-노드하임(Fowler-Nordheim) 법칙에 의하여 전류-전압 특성을 나타내게 된다. 전계 방출 소자는 전자 방출 원인 에미터와 방출된 전자가 충돌하여 발광하는 애노드부, 상하판 사이를 지지하는 스페이서, 그리고 진공기밀을 유지하기 위한 실링부 등으로 구성되어 있다.

최근 들어 탄소 나노 튜브(CNT)가 기계적으로 강하고, 화학적으로 상당히 안정하여 비교적 낮은 진공도에서 전자방출 특성이 우수한 이유로 인해 이를 이용한 전계 방출 소자의 중요성이 인식되고 있다. 이와 같은 탄소 나노 튜브는 작은 직경(약 1.0~수십[nm])을 갖기 때문에 종래의 마이크로팁형(spindt형) 전계 방출 팁에 비해 전계 강화 효과(field enhancement factor)가 상당히 우수하여 전자방출이 낮은 임계 전계(turn-on field, 약 1~5[V/ $\mu$ m])에서 이루어질 수 있게 되므로, 전력손실 및 생산단가를 줄일 수 있는 장점이 있다. 종래 전계방출소자 및 그 제조방법을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도1은 종래 탄소 나노튜브를 이용한 전계 방출 소자의 3전극 구조에 대한 일 예의 단면도를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 실리콘기판(11) 상부에 순차적으로 저항층(12), 절연층(14) 및 게이트 전극(15)을 형성하고, 사진식각을 통해 게이트 전극(15) 및 절연층(14) 일부를 식각하여 홀을 형성한 다음 증착(evaporation)을 통해 홀 바닥의 저항층(12) 상부에 촉매 전이금속층(13)을 형성하고, 실리콘기판(11) 전체를 600~900[°C] 정도의 온도범위로 가열하여 탄화수소(hydrocarbon) 가스를 이용한 열(thermal) 화학기상증착 방법 또는 플라즈마(plasma) 화학기상증착 방법을 통해 촉매전이금속층(13) 상부에만 선택적으로 탄소 나노 튜브(16)를 형성한다.

이때, 상기 탄소 나노튜브(16)는 촉매전이금속층(13) 상부에만 선택적으로 형성되므로, 촉매전이금속층(13)의 면적이 클수록 탄소 나노 튜브(16)의 면적도 커진다. 이와 같이 탄소 나노 튜브(16)의 면적이 커지게 되면, 게이트 전극(15)을 통하여 가해지는 전계가 집중되지 않아 방출전자의 빔이 퍼지게 될 뿐만 아니라 전자방출영역도 고르지 못하여 전계가 제일 강한 홀의 주변에서만 국부적으로 전자방출이 일어날 가능성이 높고, 비대칭적인 전계 분포에 의해 게이트 전극(15)으로의 누설전류가 많은 문제점을 안고 있다.

상기와 같은 문제점을 개선하기 위해서 게이트 전극의 위치를 캐소드 전극과 같거나 더욱 낮은 위치에 형성한 탄소 나노 튜브 전계 방출 소자의 구조들이 제시되었다.

도2는 종래 탄소 나노 튜브를 이용한 언더게이트(under gate) 구조의 전계 방출 소자에 대한 일 예의 단면도를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 전자 방출을 일으키는 전기장을 탄소 나노 튜브(24)의 하부에 있는 게이트 전극(21)으로 인가하는 방식이다. 이는 유리기판(20) 상부에 게이트 전극(21)을 형성한 후 그 상부에 차례로 절연층(22), 캐소드 전극(23)을 형성한 다음, 상기 캐소드 전극(23) 상부에 탄소 나노 튜브 혼합 슬러리를 스크린 프린팅법 등으로 도포하고 일련의 바인더 제거공정을 통해 탄소 나노 튜브(24)를 형성한다.

하지만, 언더게이트 구조의 전계 방출 소자는 게이트 전극(21)이 캐소드 전극(24) 하부에 위치하기 때문에 턴온 전압이 상대적으로 높은 단점이 있으며 이후 형성되는 상판 애노드 전극(미도시)의 고압에 의해 이상 발광이 나타날 수 있다는 문제점이 있다.

도3은 종래 탄소 나노튜브를 이용한 카운터 전극 언더게이트 구조 전계 방출 소자의 평면도 및 단면도를 도시한 것으로, 도2와는 달리 하부 게이트 라인(31) 상부 절연층(32)에 관통홀(via)을 형성하여 게이트 전극(34)을 캐소드 전극(33)과 동일 평면상에 형성한 구조이다. 도시된 바와 같이, 게이트 전극(34)과 캐소드 전극(33)이 동일 평면상에 형성되는 구조로서, 탄소 나노 튜브(35)에서 전자 방출이 일어나는 턴온 전압이 낮아서 구동 전압을 낮출 수 있는 장점이 있다. 이러한 구조는 캐소드 전극(33) 하부를 지나는 게이트 라인(31)이 상기 캐소드 전극(33)과 동일 평면상에 위치하기 위해서는 노광 및 식각 공정을 부가하여 상기 게이트 라인(31)의 일부가 노출되도록 절연층(32)에 관통홀(via)을 형성하고, 그 부분을 금속으로 채워야 한다.

하지만, 상기 탄소 나노 튜브에서 방출된 전자는 고전압이 인가된 애노드 전극(미도시)으로 진행할 때 전자 빔의 힘이 심하게 왜곡되어 인접 셀간의 누화(cross talk)를 발생시킨다.

또한, 전자 빔의 왜곡으로 인하여 형광체가 도포된 영역 중 특정 영역에만 전자를 방출시켜 균일성(uniformity)을 저해시킨다. 특히 한쪽의 에지 효과를 이용하는 경우는 도4에 도시한 일 예와 같이, 전자 빔의 궤적이 한쪽으로 치우쳐 형광체의 전체 면을 여기시키지 못하고 일부 영역만 여기시켜 휘도의 효율성 면이나 균일성 면에서 여러 가지 문제가 생기게 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같이 종래 카운터 전극 언더게이트 구조의 전계 방출 소자는 탄소 나노 튜브에서 방출된 전자가 고전압이 인가된 애노드 전극으로 진행될 때 전자 빔의 힘이 심하게 왜곡되어 인접 셀간의 누화를 발생시키는 문제점이 있었다.

또한, 전자 빔의 궤적이 한쪽으로 치우쳐 형광체의 전체 면을 여기시키지 못하고 일부 영역만 여기시켜 휘도의 효율성과 균일성이 저해되는 문제점이 있었다.

따라서, 이와 같은 문제점을 감안한 본 발명은 하나의 픽셀이 캐소드 전극과 그 캐소드 전극 좌우측의 동일 평면상에 게이트 전극을 형성하고, 상기 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 탄소 나노 튜브를 포함하여 형성됨으로써, 탄소 나노 튜브에서 방출된 전자가 형광체 면을 골고루 여기시켜 휘도를 증가시키고, 화면의 균일성을 향상시키기에 적합한 전계 방출 소자를 제공하는데 그 목적이 있다.

**발명의 구성 및 작용**

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 하부 기판(유리기판) 상부에 순차적으로 형성된 게이트 라인 및 절연층과; 상기 절연층 상부에 형성된 캐소드 전극과; 상기 캐소드 전극 좌우측의 동일 평면상에 형성되며 상기 절연층에 형성된 관통홀(via)을 통해 상기 게이트 라인과 연결된 게이트 전극과; 상기 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 형성된 탄소 나노 튜브(CNT)를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

상기와 같은 특징을 갖는 본 발명 전계 방출 소자에 대한 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참고하여 상세히 설명한다.

본 발명은 탄소 나노 튜브를 전계 방출 에미터로 사용하는 카운터 전극 언더게이트 구조의 전계 방출 소자에서 구동전압을 인가되는 게이트 전극을 캐소드 전극 좌우측에 형성하고, 전자를 방출하는 탄소 나노 튜브(CNT)를 상기 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 형성하여 구동 시 탄소 나노 튜브에서 방출되는 전자가 애노드 전극 상에 형성된 형광체의 전체 면적을 여기서 휘도 및 균일성을 증가시키는 것을 그 요지로 한다.

도5는 본 발명 카운터 전극 언더게이트 구조의 전계 방출 소자로 구성된 표시장치의 매트릭스 구조를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 다수의 게이트 라인( $D_1 \sim D_m$ )과 캐소드 라인(Scan 1 ~ Scan N)이 서로 직교하여 형성되며, 하나의 셀(cell)은 캐소드 라인(43) 좌우측에 형성되고, 하부에 형성된 게이트 라인(41)과 연결된 두 개의 게이트 전극(44)과, 상기 캐소드 라인(또는 캐소드 전극)(43)의 좌우측 상부 또는 측면에 형성된 두 개의 탄소 나노 튜브(CNT)(45)로 구성된다.

도6은 도5에 도시한 셀에 대한 단면도를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 하부 기판(유리기판)(40) 상에 형성된 게이트 라인(41)과, 상기 게이트 라인(41) 상부에 다수의 관통홀(via)이 형성된 절연층(42)과, 상기 절연층(42) 상부에 형성된 캐소드 전극(43)과, 상기 캐소드 전극(43) 좌우측의 동일 평면상에 형성되며 상기 절연층(42)에 형성된 다수의 관통홀을 통해 상기 게이트 라인(41)과 연결된 두 개의 게이트 전극(44)과, 상기 캐소드 전극(43)의 좌우측 상부 또는 측면에 형성된 다수의 탄소 나노 튜브(CNT)(45)를 포함하여 구성한다.

이렇게 형성된 본 발명의 전계 방출 소자의 캐소드 전극(43)과 게이트 전극(44)에 구동 전압을 인가하면 캐소드 전극(43) 좌우측 에지에 형성된 탄소 나노 튜브(45)에서 전자(e)가 방출되고, 그 방출된 전자(e)들은 애노드 전극(47)에 인가된 고전압에 의해 애노드 전극(47)쪽으로 가속된다. 이때, 가속된 전자들은 형광체(46)에 충돌하고, 그 충돌로 인해 형광체(46)에 포함된 전자를 여기서 발광시키는데, 종래 전계 방출 소자와는 달리 본 발명은 탄소 나노 튜브(45)에서 방출된 전자가 형광체(46)의 전체 면적과 충돌하기 때문에 휘도가 증가되고, 균일성이 증가된다.

그럼, 이러한 본 발명의 전계 방출 소자를 제조하는 과정에 대해 설명하면 다음과 같다.

먼저, 하부 기판(40) 상부에 도전층을 형성하고 패터닝하여 게이트 라인(41)을 형성한다. 여기서, 상기 게이트 라인(41)은 게이트 전극(44)을 연결하는 공통 라인의 역할을 하게 된다.

상기 형성된 구조물 상부 전면에 절연층(42)을 형성한 후 상기 게이트 라인(41)의 일부가 노출되도록 상기 절연층(42)을 식각하여 다수의 관통홀(via)을 형성한다.

상기 구조물 상부에 도전층을 형성하여 상기 절연층(42)에 형성된 다수의 관통홀(via)을 채우고, 그 상부에 다시 도전층을 형성한 후 패터닝하여 캐소드 전극(43)과 그 캐소드 전극(43) 좌우측에 상기 관통홀을 통해 게이트 라인(41)과 연결되는 두 개의 게이트 전극(44)을 형성한다.

상기 형성된 캐소드 전극(43)의 좌우측 상부 또는 측면에 탄소 나노 튜브(45)를 형성하는데, 상기 탄소 나노 튜브는 스크린 프린팅법 등으로 형성될 수 있다.

이러한 과정을 통해 형성된 본 발명 전계 방출 소자의 탄소 나노 튜브에서 방출되는 전자는 도7에 도시된 바와 같이, 형광체의 일부 영역이 아닌 전체 영역으로 방출되기 때문에 형광체의 전체 면적이 여기되어 휘도가 증가하고, 균일성이 향상된다.

**발명의 효과**

상기에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은 하나의 픽셀이 캐소드 전극과 그 캐소드 전극 좌우측의 동일 평면상에 게이트 전극을 형성하고, 상기 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 탄소 나노 튜브를 포함하여 형성됨으로써, 탄소 나노 튜브에서 방출된 전자가 형광체 면을 골고루 여기시켜 휘도를 증가시키고, 화면의 균일성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

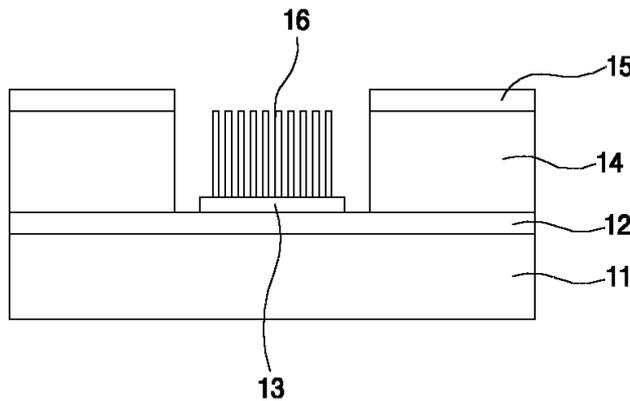
(57) 청구의 범위

청구항 1.

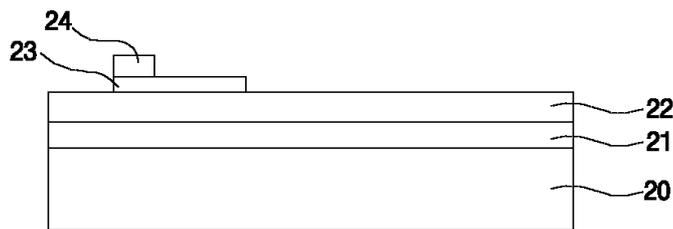
하부 기판(유리기판) 상부에 순차적으로 형성된 게이트 라인 및 절연층과; 상기 절연층 상부에 형성된 캐소드 전극과; 상기 캐소드 전극 좌우측의 동일 평면상에 형성되며 상기 절연층에 형성된 관통홀(via)을 통해 상기 게이트 라인과 연결된 게이트 전극과; 상기 캐소드 전극의 좌우측 상부 또는 측면에 형성된 탄소 나노 튜브(CNT)를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 전계 방출 소자.

도면

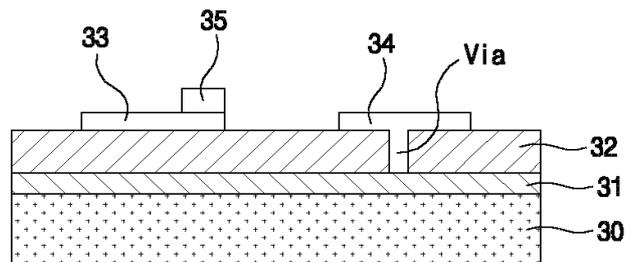
도면1



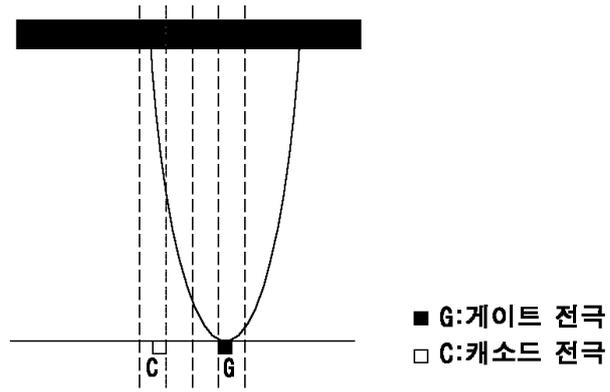
도면2



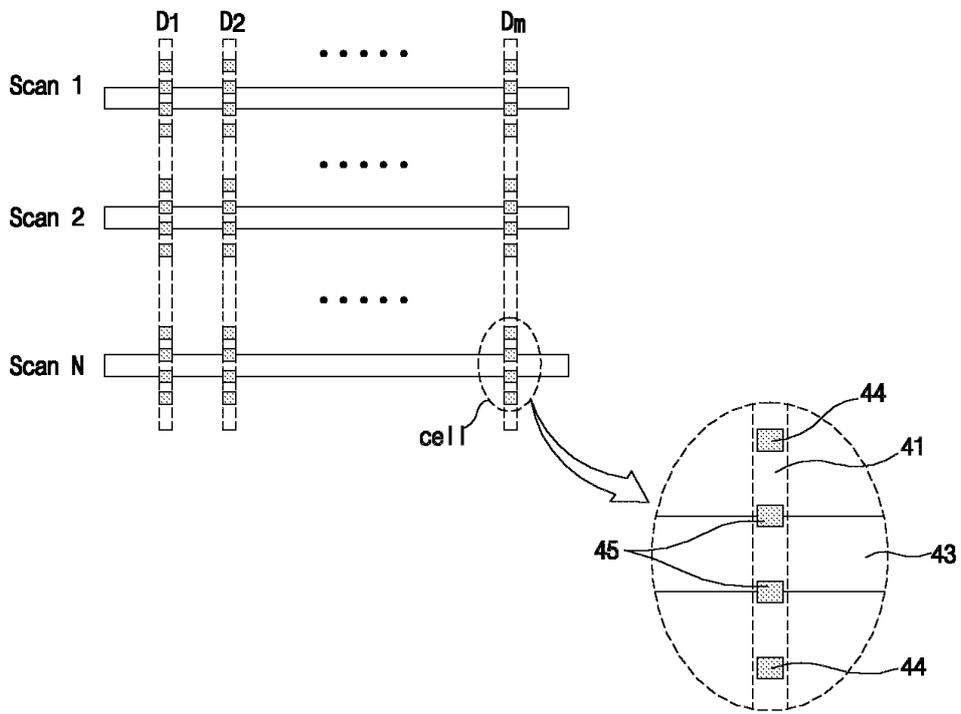
도면3



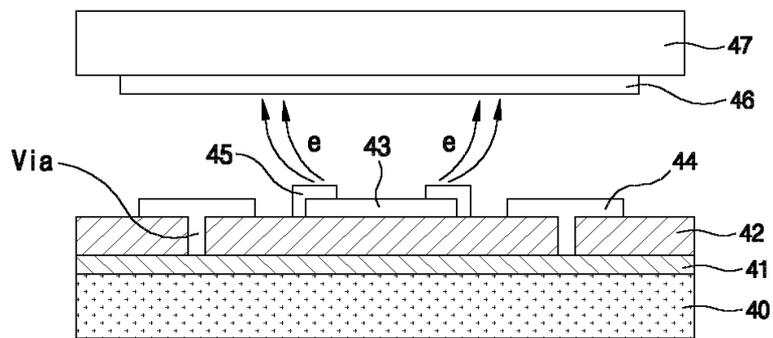
도면4



도면5



도면6



도면7

