



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년01월22일  
(11) 등록번호 10-1225252  
(24) 등록일자 2013년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-7020217(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2005년04월05일  
심사청구일자 2011년08월30일  
(85) 번역문제출일자 2011년08월30일  
(65) 공개번호 10-2011-0112450  
(43) 공개일자 2011년10월12일  
(62) 원출원 특허 10-2006-7020679  
원출원일자(국제) 2005년04월05일  
심사청구일자 2010년03월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/011592  
(87) 국제공개번호 WO 2005/101909  
국제공개일자 2005년10월27일  
(30) 우선권주장  
10/818,912 2004년04월06일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US06245259 B1\*  
JP2004015063 A  
JP2004071908 A  
W02003093393 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
크리 인코포레이티드  
미국 노스 캐롤라이나 27703-8475 더럼 실리콘 드라이브 4600  
(72) 발명자  
네글리, 제랄드 에이치.  
미국 노스 캐롤라이나 27510 카르보로 에스테스 파크 아파트먼트아이-14 엔. 에스테스 드라이브 306  
타르사, 에릭  
미국 캘리포니아 93117 골레타 디어본 플레이스 # 41 105  
(74) 대리인  
백만기, 정은진, 양영준

전체 청구항 수 : 총 27 항

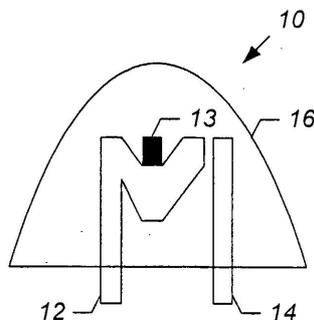
심사관 : 김주승

(54) 발명의 명칭 다중 봉지층으로서 적어도 하나의 봉지층이 나노입자를 포함하는 다중 봉지층을 구비하는 발광 소자 및 그의 형성 방법

**(57) 요약**

발광 소자가 자신에 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성된 활성 영역을 포함한다. 제 1 봉지층은 상기 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하고, 매트릭스 물질 및 상기 제 1 봉지층의 적어도 하나의 물리적 성질을 개선하는 나노 입자를 포함한다. 제 2 봉지층은 상기 제 1 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지한다.

**대표도** - 도1a



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

활성 영역 - 상기 활성 영역은 상기 활성 영역에 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성됨 -;

상기 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하는 제1 봉지층 - 상기 제1 봉지층은 제1 매트릭스 물질을 포함하고, 상기 제1 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제1 봉지층 기능을 제공함 -;

상기 제1 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지하는 제2 봉지층 - 상기 제2 봉지층은 제2 매트릭스 물질 및 제1 나노입자들을 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제2 봉지층 기능을 제공하고, 상기 제2 봉지층 기능은 상기 제1 봉지층 기능과 상이함 -; 및

상기 제2 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지하는 제3 봉지층 - 상기 제3 봉지층은 제3 매트릭스 물질과 제2 나노입자들을 포함하고, 상기 제3 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제3 봉지층 기능을 제공함 -

을 포함하고,

상기 제3 봉지층의 물리적 성질은 광 산란, 회절, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성의 제3 물리적 성질 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 제1 봉지층은 상기 활성 영역과 상기 제2 봉지층 사이에 배열되어 그 사이의 분리를 정의하고,

상기 제3 봉지층 기능은 상기 제2 봉지층 기능과 상이하고,

상기 제1 나노입자들은, 광 산란, 회절, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성 중 적어도 하나를 포함하는 상기 제2 봉지층의 물리적 성질을 개선하는 발광 소자.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제1 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔(sol-gel), 에어로겔 및 광학적으로 안정한 고분자 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 제2 매트릭스 물질은 실리콘, 실리콘 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔 및 광학적으로 안정한 고분자 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 제1 봉지층 및 상기 제2 봉지층은 실질적으로 투명한 발광 소자.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제1 나노입자들은  $TiO_2$ , 다이아몬드, 실리콘 카바이드, 산란 입자들, 필러들, 인광체들(phosphors) 및 광 변환 물질들 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 활성 영역으로부터 나온 광선들이 상기 제1 봉지층에 임계각보다 작거나 같은 각도로 입사하도록, 상기 활성 영역에 대향하는 상기 제1 봉지층의 외부 표면을 셰이핑하는(shape) 발광 소자.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 제1 봉지층의 물리적 성질은 기계적 강도를 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질은 열전도도를 포함하는 발광 소자.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 제1 봉지층의 물리적 성질은 열전도도를 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질은 광 산란을 포함하는 발광 소자.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 제2 봉지층은 광 변환 물질들을 포함하는 발광 소자.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제3 봉지층 기능은 상기 제1 봉지층 기능과 상이하고,

상기 제2 나노입자들은 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘 카바이드, 산란 입자들, 필러들, 인광체들 및 광 변환 물질들 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 제1 봉지층은 실질적으로 나노입자들이 없는 발광 소자.

**청구항 11**

발광 소자의 형성 방법으로서,

활성 영역에 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성된 상기 활성 영역을 형성하는 단계;

상기 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하는 제1 봉지층을 형성하는 단계 - 상기 제1 봉지층은 제1 매트릭스 물질을 포함하고, 상기 제1 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제1 봉지층 기능을 제공함 -;

상기 제1 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지하는 제2 봉지층을 형성하는 단계 - 상기 제2 봉지층은 제2 매트릭스 물질 및 제1 나노입자들을 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제2 봉지층 기능을 제공함 -; 및

상기 제2 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지하는 제3 봉지층을 형성하는 단계 - 상기 제3 봉지층은 제3 매트릭스 물질과 제2 나노입자들을 포함하고, 상기 제3 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제3 봉지층 기능을 제공함 -

를 포함하고,

상기 제3 봉지층의 물리적 성질은 광 산란, 회절, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성의 제3 물리적 성질 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 제1 봉지층 기능은 상기 제2 봉지층 기능과 상이하고,

상기 제1 봉지층은 상기 활성 영역과 상기 제2 봉지층 사이에 배열되어 그 사이의 분리를 제공하고,

상기 제2 봉지층의 물리적 성질은, 상기 제1 봉지층의 물리적 성질과 상이한 광 산란, 회절, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성을 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 제1 매트릭스 물질은 실리콘, 실리콘 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔 및 광학적으로

로 안정한 고분자 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 제1 봉지층 및 상기 제2 봉지층은 실질적으로 투명한 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

상기 제1 나노입자들은  $TiO_2$ , 다이아몬드, 실리콘 카바이드, 산란 입자들, 필러들, 인광체들 및 광 변환 물질 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 15**

제11항에 있어서,

상기 활성 영역으로부터 나온 광선들이 상기 제1 봉지층에 임계각보다 작거나 같은 각도로 입사하도록, 상기 활성 영역에 대향하는 상기 제1 봉지층의 외부 표면을 셰이핑하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 16**

제11항에 있어서,

상기 제1 봉지층의 물리적 성질은 기계적 강도를 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질은 열전도도를 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 17**

제11항에 있어서,

상기 제1 봉지층의 물리적 성질은 열전도도를 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질은 회절을 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 18**

제11항에 있어서,

상기 제2 봉지층은 인광체들을 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 19**

제11항에 있어서,

상기 제2 나노입자들은  $TiO_2$ , 다이아몬드, 실리콘 카바이드, 산란 입자들, 필러들, 인광체들 및 광 변환 물질들 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 20**

제11항에 있어서,

상기 제1 봉지층은 실질적으로 나노입자들이 없는 발광 소자의 형성 방법.

**청구항 21**

활성 영역 - 상기 활성 영역은 상기 활성 영역에 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성됨 -;

상기 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하는 제1 봉지층 - 상기 제1 봉지층은 제1 물질을 포함하고, 상기 제1 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제1 봉지층 기능을 제공함 -;

상기 제1 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지하는 제2 봉지층 - 상기 제2 봉지층은 제2 물질을 포함하고, 상기 제2 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제2 봉지층 기능을 제공하고, 상기 제2 봉지층 기능은 상기 제1 봉지층 기

능과 상이함 -; 및

상기 제2 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지하는 제3 봉지층 - 상기 제3 봉지층은 제3 봉지층의 물리적 성질에 대응하는 제3 봉지층 기능을 수행하는 제3 물질을 포함함 -

을 포함하고,

상기 제3 봉지층 기능은 상기 제2 봉지층 기능과 상이하고,

상기 제1 물질은, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성 중 적어도 하나를 포함하는 상기 제1 봉지층의 물리적 성질을 개질하고,

상기 제2 물질은, 광 산란, 회절, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성 중 적어도 하나를 포함하는 상기 제2 봉지층의 물리적 성질을 개질하고,

상기 제3 봉지층의 물리적 성질은 광 산란, 회절, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성 및 광학적 안정성 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자.

**청구항 22**

제21항에 있어서,

상기 제2 봉지층의 물리적 성질은 상기 제1 봉지층으로부터 수신된 광의 파장을 변환하는 파장 변환 성질을 포함하는 발광 소자.

**청구항 23**

제21항에 있어서,

상기 제1 물질은 상기 제2 봉지층으로부터 상기 활성 영역을 분리하기 위해 상기 제1 봉지층 기능을 수행하는 제1 매트릭스 물질을 포함하는 발광 소자.

**청구항 24**

제21항에 있어서,

상기 제2 물질은 상기 제2 봉지층의 물리적 성질을 개질하기 위해 상기 제2 봉지층 기능을 수행하는 제1 나노입자들 및 제2 매트릭스 물질을 포함하는 발광 소자.

**청구항 25**

제21항에 있어서,

상기 제3 봉지층 기능은 상기 제1 봉지층 기능과 상이한 발광 소자.

**청구항 26**

제21항에 있어서,

상기 제2 봉지층의 물리적 성질은 상기 제1 봉지층으로부터 수신된 광의 파장을 변환하는 파장 변환 성질을 포함하고,

상기 제3 봉지층의 물리적 성질은 상기 제1 봉지층 및 상기 제2 봉지층으로부터의 열 에너지를 전달하도록 구성된 열전도도 성질을 포함하는 발광 소자.

**청구항 27**

제26항에 있어서,

상기 제3 물질은 상기 제3 봉지층의 물리적 성질을 개질하기 위해 상기 제3 봉지층 기능을 수행하는 제2 나노입자들 및 제3 매트릭스 물질을 포함하고,

상기 제2 나노입자들은 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘 카바이드, 산란 입자들, 필러들, 인광체들 및 광 변환 물질들 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 크게 마이크로 전자 소자 및 그의 제조에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 발광 소자 및 그의 제조에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 발광 다이오드(LED)는 소비재 및 상업적 응용에 널리 사용된다. 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 일반적으로 발광 다이오드는 마이크로 전자 기관 위에 활성 영역을 포함한다. 상기 마이크로 전자 기관은, 예를 들면, 갈륨 아세나이드(gallium arsenide), 갈륨 포스파이드(gallium phosphide), 이들의 합금, 실리콘(silicon) 카바이드, 및/또는 사파이어를 포함한다. LED의 지속적인 개발은 가시광선 범위 및 그 너머까지 커버할 수 있고 효율이 높을 뿐만 아니라 기계적으로도 강건한 광원을 가져왔다. 이러한 공헌은 고체 소자의 긴 잠재 수명과 함께 새로운 다양한 표시장치로서의 응용을 가능하게 할 수 있고, 또한 LED를 확고부동한 백열등 및/또는 형광등과 경쟁할 수 있는 위치에 가져다 둘 수 있다.

[0003] 통상 표준적인 LED 패키지는 활성 소자를 다른 요소로부터 보호하고, LED 다이오드의 광학적 출력을 향상시키기 위해 에폭시계 봉지층을 포함한다. 불행하게도, 에폭시계 봉지층은 비교적 짧은 파장(예를 들면, 525 nm)을 갖는 고 플럭스(flux)의 LED에 사용하면 광학적으로 열화될 수 있다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0004] 본 발명의 일부 구현예에 따르면, 발광 소자는 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성된 활성 영역을 포함한다. 제 1 봉지층이 상기 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하고, 제 1 봉지층은 매트릭스 물질과 상기 제 1 봉지층의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질하는 나노입자를 포함한다. 제 2 봉지층은 상기 제 1 봉지층을 적어도 부분적으로 봉지한다.

[0005] 본 발명의 다른 구현예에서, 상기 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔(optical gel), 에폭시 수지, 유리, 졸-겔(sol-gel), 에어로겔(aerogel), 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함한다.

[0006] 본 발명의 또 다른 구현예에서, 상기 제 1 봉지층은 실질적으로 투명하다.

[0007] 본 발명의 또 다른 구현예에서, 상기 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자(scattering particles), 필러(filler), 인광 물질(phosphors), 및/또는 광 전환 물질을 포함한다.

[0008] 본 발명의 또 다른 구현예에서, 상기 적어도 하나의 물리적 성질은 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성을 포함한다.

[0009] 본 발명의 추가적인 구현예에서, 상기 매트릭스 물질은 제 1 매트릭스 물질이고, 상기 나노입자는 제 1 나노입자이다. 상기 제 2 봉지층은 제 2 매트릭스 물질 및 상기 제 2 봉지층의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질하는 제 2 나노입자를 포함한다.

[0010] 본 발명의 다른 추가적인 구현예에서, 상기 제 2 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함한다.

[0011] 본 발명의 다른 추가적인 구현예에서, 상기 제 2 봉지층은 실질적으로 투명하다.

[0012] 본 발명의 다른 추가적인 구현예에서, 상기 제 2 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함한다.

[0013] 본 발명의 다른 추가적인 구현예에서, 제 2 봉지층의 상기 적어도 하나의 물리적 성질은 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성을 포함한다.

[0014] 본 발명의 다른 추가적인 구현예에서, 상기 활성 영역의 반대쪽인, 상기 제 1 봉지층의 바깥쪽 표면은 상기 활성 영역으로부터 나온 광선이 상기 제 1 봉지층에 입계각보다 큰 각도로 입사하지 않도록 모양이 이루어질 수

있다.

[0015] 본 발명의 소자 구현예에 대하여 이상에서 주로 설명하였지만, 본 발명은 발광 소자의 형성 및 제조 방법에도 구체화 될 수 있음은 이해될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 첨부된 다음 도면과 함께 읽으면, 본 발명의 구체적인 구현예에 관한 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명의 다른 특징이 더욱 용이하게 이해될 것이다.

도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일부 구현예에 따른 발광 소자 및 그의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 추가적인 구현예에 따른 발광 소자 및 그의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 추가적인 구현예에 따른 발광 소자 및 그의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 본 발명은 다양한 변용 및 선택적인 형태가 가능하지만, 이하에서는 본 발명의 구체적인 구현예를 도면의 예를 통해 보이고 이를 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 본 발명을 개시된 특정 형태에 한정할 의도가 아니며, 반대로, 청구항에 의해 정의되는 발명의 정신과 범위 내에 속하는 모든 변용물, 균등물, 및 선택물을 본 발명은 포함한다. 도면의 설명에서 동일한 참조번호는 동일한 요소를 나타낸다. 도면에서, 층과 영역의 치수는 명확성을 위해 과장되었다. 여기에 개시된 각 구현예는 반대의(상보적인) 전도성을 띠는 구현예도 포함한다.

[0018] 층, 영역 또는 기판과 같은 어떤 요소가 다른 요소 "위에" 있다고 언급될 때, 그것은 다른 요소의 위에 직접 있을 수도 있고 또는 개재되는 요소가 존재할 수도 있음은 이해될 것이다. 표면과 같은 어떤 요소의 일부가 "내부"라고 언급되는 경우, 그것이 그 요소의 다른 부분보다 소자의 외부로부터 더 먼 것임은 이해될 것이다. 또한, 도면에 나타난 것과 같은 일 층 또는 영역의 기판 또는 기층에 대한 상대적인 다른 층 또는 영역에 대한 관계를 기술하기 위해 "밑에(beneath)" 또는 "위에(overlie)"와 같은 상대적인 용어가 여기서 사용될 수 있다. 이러한 용어들은 도면에 나타난 방향뿐만 아니라 소자의 상이한 방향들을 포괄하기 위해 의도되었다. 마지막으로, "직접"이라는 용어는 개재되는 요소가 없음을 의미한다. "및/또는"이라는 용어는 여기에서 사용될 때, 관련되어 열거된 항목의 하나 이상의 어느 것 또는 이들의 조합을 모두 포함한다.

[0019] 여러 요소, 구성부, 영역, 층 및/또는 섹션을 기술하기 위해 제1, 제2 등의 용어가 여기에 사용될 수 있지만, 이들 요소, 구성부, 영역, 층 및/또는 섹션은 이들 용어에 한정되어서는 아니됨을 이해할 것이다. 이들 용어들은 하나의 요소, 구성부, 영역, 층 및/또는 섹션은 다른 요소, 구성부, 영역, 층 및/또는 섹션과 구별하기 위해 사용되었을 뿐이다. 따라서, 이하에서 논의되는 제 1 요소, 구성부, 영역, 층 및/또는 섹션은 애당초 제 2 요소, 구성부, 영역, 층 및/또는 섹션으로 명명하였더라도 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않는다.

[0020] 이하에서는 크게 SiC계 또는 사파이어(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)계 기판 위의 GaN계 발광 다이오드(LED)를 참조하여 본 발명의 구현예들을 설명하고자 한다. 그러나, 본 발명은 그러한 구조에 한정되지 않는다. 본 발명의 구현예에 사용될 수 있는 발광 소자의 예는 미합중국 북캐롤라이나 더햄(Durham)의 크리사(Cree, Inc.)에서 제조 판매되는 소자와 같은 LED 및/또는 레이저 다이오드를 포함하지만 여기에 한정되지 않는다. 예를 들면, 본 발명은 미합중국 특허 제6,201,262호, 제6,187,606호, 제6,120,600호, 제5,912,477호, 제5,739,554호, 제5,631,190호, 제5,604,135호, 제5,523,589호, 제5,416,342호, 제5,393,993호, 제5,338,944호, 제5,210,051호, 제5,027,168호, 제5,027,168호, 제4,966,862호, 및/또는 제4,918,497호에 기재된 LED 및/또는 레이저와 함께 사용되는 것이 적합할 수 있다. 이들 미국특허들의 개시 내용은 본 발명에 모두 설명된 것처럼 본 발명에 인용되어 결합된다. 2002년 5월 7일 출원된 미합중국 출원번호 제10/140,796호 "GROUP III NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DIODE STRUCTURES WITH A QUANTUM WELL AND SUPERLATTICE, GROUP III NITRIDE BASED QUANTUM WELL STRUCTURES AND GROUP III NITRIDE BASED SUPERLATTICE STRUCTURES", 및 2002년 1월 25일 출원된 미합중국 출원번호 제10/057,821호 "LIGHT EMITTING DIODES INCLUDING SUBSTRATE MODIFICATIONS FOR LIGHT EXTRACTION AND MANUFACTURING METHODS THEREFOR"에는 다른 적합한 LED 및/또는 레이저가 기재되어 있다. 이들 미국특허들의 개시 내용은 본 발명에 모두 설명된 것처럼 본 발명에 인용되어 결합된다. 또한, 2003년 9월 9일에 출원된 미합중국 출원번호 제10/659,241호 "PHOSPHOR-COATED LIGHT EMITTING DIODES INCLUDING TAPERED SIDEWALLS AND FABRICATION METHODS THEREFOR"에 기재된 것과 같은 인광 코팅된 LED도 본 발명의 구현예에 사용되기에 적합할 수 있다. 상기 미합중국 출원 일련번호 제10/659,241호의 개시 내용은 본 발명에 모두 설명된 것처럼 본

발명에 인용되어 결합된다.

- [0021] 상기 LED 및/또는 레이저는 상기 기판을 통해 빛의 방사가 일어나도록 "플립-칩" 구성으로 작동하게 구성될 수 있다. 그러한 구현예에서, 상기 기판은, 예를 들면, 2002년 1월 25일에 출원된 미합중국 출원번호 제10/057,821호 "LIGHT EMITTING DIODES INCLUDING SUBSTRATE MODIFICATIONS FOR LIGHT EXTRACTION AND MANUFACTURING METHODS THEREFOR"에 설명된 것과 같이, 소자의 광출력을 향상시키도록 기판이 패팅될 수 있다. 상기 미합중국 출원 일련번호 제10/057,821호의 개시 내용은 본 발명에 모두 설명된 것처럼 본 발명에 인용되어 결합된다.
- [0022] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일부 구현예에 따른 발광 소자 및 그의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다. 도 1a를 참조하면, 본 발명의 일부 구현예에 따른 발광 소자(10)은 전기적으로 상호 연결된 애노드 단자(12), 다이오드 영역과 같은 활성 영역(13) 및 캐소드 단자(14)를 구비하는 LED를 포함한다. 상기 활성 영역(13)은, 예를 들면, 애노드 단자(12) 및 캐소드 단자(14)를 통해 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성된다. 상기 발광 소자(10)는 제 1 봉지층(16)을 더 포함하고, 상기 제 1 봉지층(16)은, 예를 들면, 매트릭스 물질과 나노입자를 포함하며, 상기 나노입자는, 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 1 봉지층(16)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 상기 제 1 봉지층(16)은 본 발명의 일부 구현예에 따른 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하고 실질적으로 투명할 수 있다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 유리하게는, 일반적으로 상기 실리콘(silicone) 겔이 상대적으로 고 플렉스, (예를 들면, 525 nm 정도의 오더를 갖는)단파장의 빛에 노출되었을 때, 광학적으로 안정하다. 상기 제 1 봉지층(16)의 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 예를 들면, 상기 제 1 봉지층(16)은 자신의 내부에 TiO<sub>2</sub> 나노입자를 함유하는 실리콘(silicone) 겔을 포함할 수 있다. 상기 실리콘(silicone) 겔 내에 함유된 TiO<sub>2</sub> 나노입자는 상기 제 1 봉지층(16)의 굴절율을 증가시켜 상기 제 1 봉지층(16)의 굴절율이 상기 활성 영역(13)의 굴절율에 더욱 가깝게 매치될 수 있도록 할 수 있으며, 그 결과 상기 활성 영역(13)으로부터의 광 추출을 개선할 수 있다.
- [0023] 빛이 하나의 매질로부터 다른 매질로 이동할 때, 다음과 같은 스넬의 법칙에 의해 굴절각이 지배되도록 굴절될 수 있다:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ , 여기서,  $n_1$ 은 매질 1의 굴절율이고,  $n_2$ 는 매질 2의 굴절율이다. 그러나, 탈출하는 빛은 다음과 같이 정의되는 "임계각" 보다 낮은 범위에서 각도 의존성을 갖는다:  $\theta_{1\text{임계}} = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ . 상기 임계각보다 큰 각도로 입사하는 빛은 매질 2를 통과하지 않고 대신 매질 1 내부로 반사되어 되돌아간다. 이러한 반사를 흔히 내부 전반사라고 부른다. 상기 제 1 봉지층(16)으로부터의 광 추출을 더욱 향상시키기 위해, 상기 제 1 봉지층(16)의 활성 영역(13) 반대편의 외부 표면은 본 발명의 일부 구현예에 따라 상기 활성 영역(13)으로부터의 광선이 임계각보다 큰 각도로 상기 제 1 봉지층(16)에 입사하지 않도록 모양이 이루어질 수 있다.
- [0024] 도 1b를 참조하면, 상기 제 1 봉지층(16)은 제 2 봉지층(18)으로 적어도 부분적으로 봉지되고, 상기 제 2 봉지층(18)은 제 2 매트릭스 물질 및 제 2 나노입자를 포함할 수 있으며, 상기 제 2 나노입자는 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 2 봉지층(18)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 상기 제 2 봉지층(18)은 실질적으로 투명할 수 있다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 제 2 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 2 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 특정 구현예에서, 상기 제 2 봉지층(18)은 상기 발광 소자(10)의 패키지에 강도(剛度, rigidity)를 부여하기 위해 에폭시, 플라스틱 및/또는 유리를 포함할 수 있다. 상기 패키지의 열적 특성을 개선하기 위해, 실질적으로 투명할 수 있는 제 3 봉지층(19)이 본 발명의 일부 구현예에 따라 사용되어 제 2 봉지층(18)을 적어도 부분적으로 봉지할 수 있다. 상기 제 3 봉지층(19)은 열전도성 물질을 포함할 수 있다. 본 발명의 특정 구현예에 따라, 상기 제 1 봉지층(16), 제 2 봉지층(18) 및 제 3 봉지층(19)은 캐스팅 공정(casting process)을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0026] 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 추가적인 구현예에 따른 발광 소자 및 그의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다. 도 2a를 참조하면, 본 발명의 일부 구현예에 따른 발광 소자(20)는 상호 전기적으로 연결되는 애노드 단자(22), 다이오드 영역과 같은 활성 영역(23), 및 캐소드 단자(24)를 포함하는 LED를 포함한다. 상기 활성 영역(23)은,

예를 들면, 애노드 단자(22) 및 캐소드 단자(24)를 통해 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성된다. 상기 발광 소자(20)는 제 1 봉지층(26)을 더 포함하고, 상기 제 1 봉지층(26)은, 예를 들면, 매트릭스 물질과 나노입자를 포함하며, 상기 나노입자는, 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 1 봉지층(26)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 상기 제 1 봉지층(26)은 본 발명의 일부 구현예에 따른 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하고 실질적으로 투명할 수 있다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 1 봉지층(26)의 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 예를 들면, 상기 제 1 봉지층(26)은 자신의 내부에 TiO<sub>2</sub> 나노입자를 함유하는 실리콘(silicone) 겔, 에폭시 및/또는 고분자를 포함할 수 있다. 상기 매트릭스 물질 내에 함유된 TiO<sub>2</sub> 나노입자는 상기 제 1 봉지층(26)의 굴절율을 증가시켜 상기 제 1 봉지층(26)의 굴절율이 상기 활성 영역(23)의 굴절율에 더욱 가깝게 매치될 수 있도록 할 수 있으며, 그 결과 상기 활성 영역(23)으로부터의 광 추출을 개선할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일부 구현예에 따라 상기 제 1 봉지층(26)으로부터의 광 추출을 더욱 향상시키기 위해, 상기 제 1 봉지층(26)의 활성 영역(23) 반대편의 외부 표면은 상기 활성 영역(23)으로부터의 광선이 임계각보다 큰 각도로 상기 제 1 봉지층(26)에 입사하지 않도록 모양이 이루어질 수 있다. 또한, 본 발명의 일부 구현예에 따라 상기 제 1 봉지층(26)은, 예를 들면, 백색 LED 램프를 제조하기 위해 인광 물질 입자를 더 포함할 수도 있다. 본 발명의 특정 구현예에 따라, 상기 제 1 봉지층(26)은 캐스팅 또는 디스펜싱 공정(dispensing process)을 이용하여 형성될 수 있다.

[0028] 도 2b를 참조하면, 상기 발광 소자(20)는 상기 제 1 봉지층(26)을 적어도 부분적으로 봉지하고 실질적으로 투명할 수 있는 제 2 봉지층(27)을 더 포함한다. 상기 제 2 봉지층(27)은 제 2 매트릭스 물질 및 제 2 나노입자를 포함할 수 있으며, 상기 제 2 나노입자는 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 2 봉지층(27)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 제 2 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 2 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 본 발명의 특정 구현예에서, 상기 제 2 봉지층(27)은 실리콘(silicone) 겔을 포함할 수 있다.

[0029] 도 2c를 참조하면, 상기 제 2 봉지층(27)은 실질적으로 투명할 수 있는 제 3 봉지층(28)으로 적어도 부분적으로 봉지되고, 상기 제 3 봉지층(28)은 제 3 매트릭스 물질 및 제 3 나노입자를 포함할 수 있으며, 상기 제 3 나노입자는 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 3 봉지층(28)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 제 3 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 3 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 본 발명의 특정 구현예에서, 상기 제 3 봉지층(28)은 상기 발광 소자(20)의 패키지에 강도(剛度, rigidity)를 부여하기 위해 에폭시, 플라스틱 및/또는 유리를 포함할 수 있다. 상기 패키지의 열적 특성을 개선하기 위해, 제 4 봉지층(29)이 본 발명의 일부 구현예에 따라 사용되어 제 3 봉지층(28)을 적어도 부분적으로 봉지할 수 있다. 상기 제 4 봉지층(29)은 열전도성 물질을 포함할 수 있고, 실질적으로 투명할 수 있다. 본 발명의 특정 구현예에 따라, 상기 제 2 봉지층(27), 제 3 봉지층(28) 및 제 4 봉지층(29)은 캐스팅 공정(casting process)을 이용하여 형성될 수 있다.

[0030] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 다른 일부 구현예에 따른 발광 소자 및 그의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다. 도 3a를 참조하면, 본 발명의 일부 구현예에 따른 발광 소자(30)는 상호 전기적으로 연결되는 애노드 단자(32), 다이오드 영역과 같은 활성 영역(33), 및 캐소드 단자(34)를 포함하는 LED를 포함한다. 상기 활성 영역(33)은, 예를 들면, 애노드 단자(32) 및 캐소드 단자(34)를 통해 가해지는 전압에 반응하여 발광하도록 구성된다. 상기 발광 소자(30)는 제 1 봉지층(35)을 더 포함하고, 상기 제 1 봉지층(35)은, 예를 들면, 매트릭스 물질과 나노입자를 포함하며, 상기 나노입자는, 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 1 봉지층(35)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 상기 제 1 봉지층(35)은 본 발명의 일부 구현예에 따른 활성 영역을 적어도 부분적으로 봉지하고 실질적으로 투명할 수 있다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 1 봉지층(35)의 나노입자는

TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 예를 들면, 상기 제 1 봉지층(35)은 자신의 내부에 TiO<sub>2</sub> 나노입자를 함유하는 실리콘(silicone) 겔, 에폭시 및/또는 고분자를 포함할 수 있다. 상기 매트릭스 물질 내에 함유된 TiO<sub>2</sub> 나노입자는 상기 제 1 봉지층(35)의 굴절율을 증가시켜 상기 제 1 봉지층(35)의 굴절율이 상기 활성 영역(33)의 굴절율에 더욱 가깝게 매치될 수 있도록 할 수 있으며, 그 결과 상기 활성 영역(33)으로부터의 광 추출을 개선할 수 있다.

[0031] 상기 제 1 봉지층(35)으로부터의 광 추출을 더욱 향상시키기 위해, 상기 제 1 봉지층(35)의 활성 영역(33) 반대편의 외부 표면은 본 발명의 일부 구현예에 따라 상기 활성 영역(33)으로부터의 광선이 임계각보다 큰 각도로 상기 제 1 봉지층(35)에 입사하지 않도록 모양이 이루어질 수 있다.

[0032] 도 3b를 참조하면, 상기 발광 소자(30)는 상기 제 1 봉지층(35)을 적어도 부분적으로 봉지하고 실질적으로 투명할 수 있는 제 2 봉지층(36)을 더 포함한다. 상기 제 2 봉지층(36)은 제 2 매트릭스 물질 및 제 2 나노입자를 포함할 수 있으며, 상기 제 2 나노입자는 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 2 봉지층(36)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 제 2 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 2 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 본 발명의 특정 구현예에서, 상기 제 2 봉지층(36)은, 예를 들면, 백색 LED 램프를 제조하기 위해 인광 물질 입자를 자신의 내부에 함유하는 실리콘(silicone) 겔, 에폭시, 및/또는 고분자를 포함할 수 있고, 본 발명의 일부 구현예에 따른다. 또한, 상기 제 2 봉지층(36)은 본 발명의 일부 구현예에 따라 TiO<sub>2</sub> 나노 입자를 더 포함할 수 있다. 유리하게는, 상기 제 2 봉지층(36)을 상기 활성 영역(33)으로부터 분리함으로써, 상기 발광 소자로부터 증가된 광 출력을 얻을 수 있다. 본 발명의 특정 구현예에 따라, 상기 제 1 봉지층(35) 및 제 2 봉지층(36)은 캐스팅 또는 디스펜싱 공정을 이용하여 형성될 수 있다.

[0033] 도 3c를 참조하면, 상기 발광 소자(30)는 상기 제 2 봉지층(36)을 적어도 부분적으로 봉지하고 실질적으로 투명할 수 있는 제 3 봉지층(37)을 더 포함한다. 상기 제 3 봉지층(37)은 제 3 매트릭스 물질 및 제 3 나노입자를 포함할 수 있으며, 상기 제 3 나노입자는 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 3 봉지층(37)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 제 3 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 3 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 본 발명의 특정 구현예에서, 상기 제 3 봉지층(37)은 실리콘(silicone) 겔을 포함할 수 있다.

[0034] 도 3d를 참조하면, 상기 제 3 봉지층(37)은 실질적으로 투명할 수 있는 제 4 봉지층(38)으로 적어도 부분적으로 봉지되고, 상기 제 4 봉지층(38)은 제 4 매트릭스 물질 및 제 4 나노입자를 포함할 수 있으며, 상기 제 4 나노입자는 예를 들면, 굴절율, 열전도도, 기계적 강도, 내마모성, 및/또는 광학적 안정성과 같은 상기 제 4 봉지층(38)의 적어도 하나의 물리적 성질을 개질한다. 본 발명의 다양한 구현예에 따라, 상기 제 4 매트릭스 물질은 실리콘(silicone), 실리콘(silicone) 화합물, 광학 겔, 에폭시 수지, 유리, 졸-겔, 에어로겔, 및/또는 광학적으로 안정한 고분자를 포함할 수 있다. 상기 제 4 나노입자는 TiO<sub>2</sub>, 다이아몬드, 실리콘(silicon) 카바이드, 산란 입자, 필러, 인광 물질, 및/또는 광 전환 물질을 포함할 수 있다.

[0035] 본 발명의 특정 구현예에서, 상기 제 4 봉지층(38)은 상기 발광 소자(30)의 패키지에 강도(剛度, rigidity)를 부여하기 위해 에폭시, 플라스틱 및/또는 유리를 포함할 수 있다. 상기 패키지의 열적 특성을 개선하기 위해, 제 5 봉지층(39)이 본 발명의 일부 구현예에 따라 사용되어 제 4 봉지층(38)을 적어도 부분적으로 봉지할 수 있다. 상기 제 5 봉지층(39)은 열전도성 물질을 포함할 수 있고, 실질적으로 투명할 수 있다. 본 발명의 특정 구현예에 따라, 상기 제 3 봉지층(37), 제 4 봉지층(38) 및 제 5 봉지층(39)은 캐스팅 공정(casting process)을 이용하여 형성될 수 있다.

[0036] 일반적으로, 본 발명의 구현예들은 연속적인 여러 개(2 이상)의 봉지층을 포함할 수 있으며, 이들은 각각 다른 층 또는 발광 소자를 완전히 또는 부분적으로 봉지한다. 각 봉지층은 앞서 설명한 바와 같은 여러 가지 매트릭스, 나노 입자, 첨가제/필러 물질의 하나를 포함할 수 있으며, 각 층은 최종적인 패키지의 성능을 향상시키기 위해 특정 보완적인 기능을 수행할 수 있다. 일반적으로, 상기 봉지층은 발광 소자로부터 나오는 빛을 실질적으로

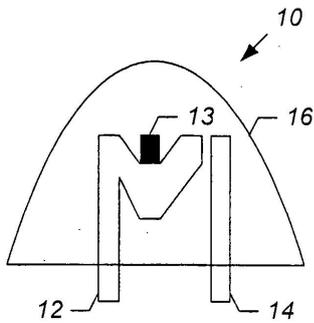
로 흡수하지 않는 것이 바람직하다. 또한, 상기 봉지층 사이의 계면은 광학적 및/또는 화학적 성질을 향상시키기 위해 설계될 수 있다. 화학 반응, 접착성, 열팽창성 등과 같은 화학적 및 다른 물리적 성질의 양립성은 여러 봉지층 사이 계면의 기하학적 구조 및/또는 구성에 제약 조건을 가져올 수도 있다.

[0037]

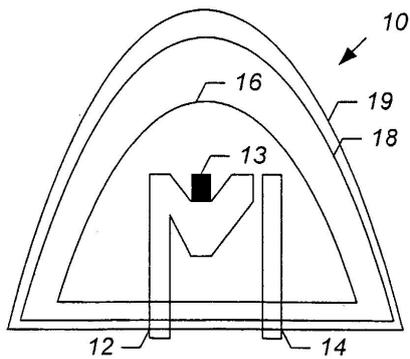
상세한 설명을 맺으며, 본 발명의 원리로부터 실질적으로 이탈하지 않으면서 많은 변용과 변경이 바람직한 구현 예에 가해질 수 있음을 주의하여야 한다. 그러한 모든 변용과 변경은 다음 청구항에 설명된 바와 같은 본 발명의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다.

**도면**

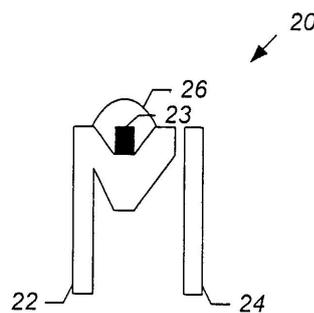
**도면1a**



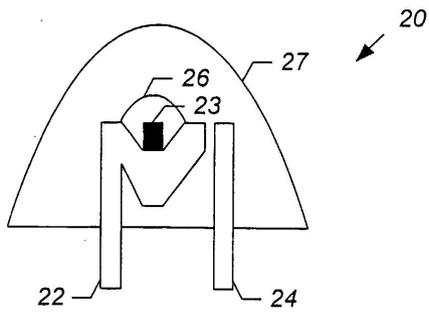
**도면1b**



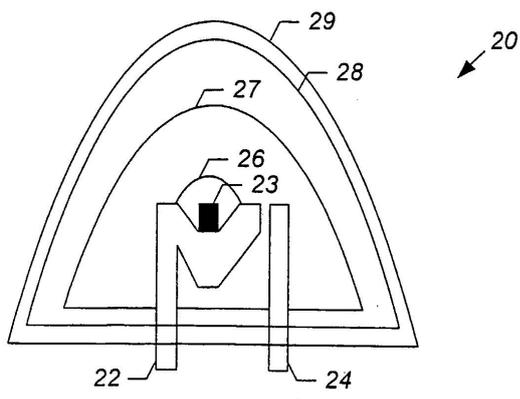
**도면2a**



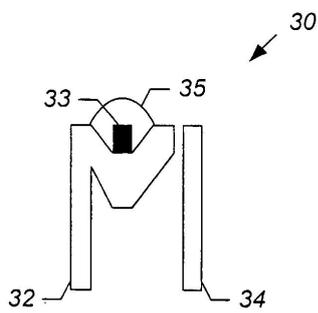
도면2b



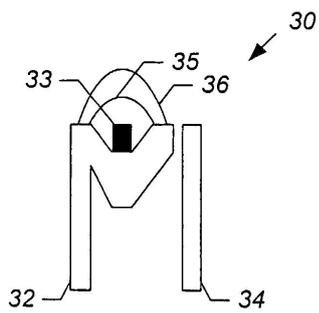
도면2c



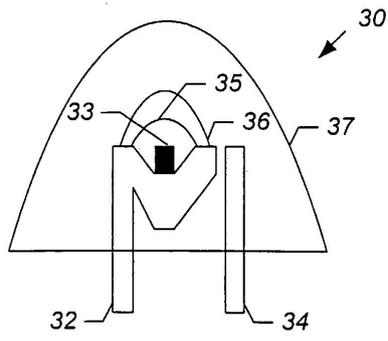
도면3a



도면3b



도면3c



도면3d

