



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년04월30일
H01L 33/00 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0712876
H01L 23/28 (2006.01)	(24) 등록일자	2007년04월24일

(21) 출원번호	10-2005-0124285	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2005년12월16일	(43) 공개일자
심사청구일자	2005년12월16일	

(73) 특허권자 루미마이크로 주식회사
수원시 영통구 원천동 362-43

(72) 발명자 오영식
경기도 수원시 팔달구 매탄동 1274번지

윤정현
경기 오산시 부산동 운암아파트 320동 801호

이수환
대전 중구 산성동 140-28

(74) 대리인 특허법인 율촌

(56) 선행기술조사문헌	
JP2003324215 A	JP2005277331 A
KR1020050034936 A	KR1020060095271 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌	

심사관 : 신주철

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 색 균일성을 향상시킬 수 있는 발광 다이오드 및 그제조방법

(57) 요약

색 균일성을 향상시킬 수 있는 발광 다이오드 및 그 제조방법이 개시된다. 본 발명에 따른 발광 다이오드는, 박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판에 발광 다이오드 칩이 실장되며, 발광 다이오드 칩을 덮도록 투명 수지층이 형성된다. 이때, 투명 수지층은 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에는 형광체가 균일하게 분산되어 있다. 이로써, 발광 다이오드는 빛의 전반사, 색수차, 형광체 분포 등에 의해 발생하는 색 균일성 저하를 방지할 수 있게 되며, 결과적으로 발광 다이오드의 휘도를 향상시키고 제품 수율을 증가시킬 수 있게 된다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판;

상기 인쇄회로기판에 실장되는 발광다이오드 칩; 및

상기 발광다이오드 칩을 덮도록 형성되며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에 형광체가 균일하게 분산된 투명 수지층을 포함하며,

상기 투명 수지층은, 에폭시성분 또는 실리콘성분을 혼합하는 과정에서 열을 가하며 상기 혼합체를 혼합하여 형성되는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 4.

박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판;

상기 인쇄회로기판에 실장되는 발광다이오드 칩; 및

상기 발광다이오드 칩을 덮도록 형성되며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에 형광체가 균일하게 분산된 투명 수지층을 포함하며,

상기 투명 수지층은 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되어 상기 투명 수지층의 표면으로 향하는 빛의 입사각이 40° 이내가 되도록 그 표면이 볼록렌즈의 형상으로 구현되는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 5.

박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판;

상기 인쇄회로기판에 실장되는 발광다이오드 칩; 및

상기 발광다이오드 칩을 덮도록 형성되며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에 형광체가 균일하게 분산된 투명 수지층을 포함하며,

상기 발광다이오드 칩은 플립 칩(flip chip) 방식으로 구현된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 6.

박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판;

상기 인쇄회로기판에 실장되는 발광다이오드 칩;

상기 발광다이오드 칩을 덮도록 형성되며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에 형광체가 균일하게 분산된 투명 수지층; 및

상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 빛이 40°이내로 입사되도록 상기 투명 수지층 상에 집합된 볼록렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

제 6항에 있어서,

상기 렌즈는 형석유리 또는 불화물 린산 글라스 중의 어느 하나로 구현되는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 9.

삭제

청구항 10.

박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판에 발광다이오드 칩을 실장하는 단계;

상기 발광다이오드 칩을 덮도록 투명 수지층을 몰딩하는 단계;

적어도 하나의 수지원료에 형광체를 혼합하는 단계;

상기 형광체가 혼합된 상기 수지를 고체상태로 성형하기 위하여 열경화하는 단계;

상기 고체상태의 성형을 분말분쇄하는 단계; 및

분말분쇄된 수지분말로부터 테블릿을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 투명 수지층은 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루며 그 내부에 형광체가 균일하게 분산되고,

상기 몰딩단계는, 형성된 상기 테블릿을 이용하여 구현되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드 제조방법.

청구항 11.

박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판에 발광다이오드 칩을 실장하는 단계;

상기 발광다이오드 칩을 덮도록 투명 수지층을 몰딩하는 단계; 및

상기 투명 수지층 상에, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 빛이 40°이내로 입사되도록 렌즈를 집합시키는 단계를 포함하며,

상기 투명 수지층은 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고 그 내부에 형광체가 균일하게 분산되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드 제조방법.

청구항 12.

제 11항에 있어서,

상기 렌즈는 형석유리 또는 불화물 린산 글라스 중의 어느 하나로 구현되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 발광 다이오드 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 색 균일도(color uniformity)를 개선하고 색 편차를 감소시킬 수 있는 발광 다이오드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 발광 다이오드(LED)(Light Emitting Diode)는 반도체의 p-n 접합구조를 이용하여 주입된 소수캐리어(전자 또는 정공)를 만들어내고, 이들의 재결합(再結合)에 의하여 빛을 방출시키는 전자 부품이다. 즉, 발광 다이오드는 전기를 통해주면 전자가 에너지준위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하면서 특정한 파장의 빛을 방출하는 화합물 반도체를 이용하여 만들어진 소자이다. 이와 같은 발광 다이오드는 저전압으로 고효율의 광을 조사할 수 있으므로 가전제품, 전광판, 디스플레이 등의 전자기기에 널리 사용된다.

발광 다이오드 칩을 이용하는 광원 시스템은, 사용하고자 하는 용도에 따라 빛을 방출하는 발광 다이오드 칩을 여러 형태의 패키지에 실장하여 형성된다. 특히, 정보 통신기기의 소형화, 슬림화 추세에 따라 기기의 각종 부품인 저항, 콘덴서, 노이즈 필터 등은 더욱 소형화되고 있으며, 그에 따라 발광 다이오드 패키지도 인쇄회로기판(PCB)(Printed Circuit Board)에 발광 다이오드를 직접 장착하기 위하여 표면실장소자(SMD)(Surface Mount Device)형으로 만들어지고 있다.

빛이 광학적으로 밀(密)한 매질(굴절률이 큰 물질)에서 소(疎)한 매질(굴절률이 작은 물질)로 입사하는 경우, 도 1a에 도시한 바와 같이 그 입사각이 어느 특정각도 이상이면 매질의 경계면에서 빛이 전부 반사되어 버리는 현상이 발생한다. 이와 같은 현상을 전반사라고 하며, 이때 빛의 전반사가 일어나는 한계의 입사각을 임계각이라고 한다. 이러한 전반사는 도 1b에 도시한 바와 같이 발광 다이오드의 렌즈 내부에서도 발생하는데, 렌즈 내부에서 발생된 전반사는 발광 다이오드의 색 균일성을 저하시키는 주요한 요인이 된다.

또한, 렌즈를 통하여 물체의 상(像)을 만들 때 생기는 상의 위치는 물체에서 나오는 색에 따라 달라지는데, 이와 같은 현상을 색수차라고 한다. 유리의 경우, 굴절률은 빛의 파장이 길어짐에 따라 차차 작아지는데, 렌즈를 통해 물체의 상을 맺게 하면 물체의 색(빛의 파장)에 따라 상의 위치나 배율이 달라진다. 색수차를 가진 프리즘이나 렌즈를 통해 백색광을 보면 도 2a에 도시한 바와 같이, 빨강에 가까운 긴 파장의 빛일수록 초점이 렌즈에서 먼 곳에, 보라에 가까운 짧은 파장의 빛일수록 렌즈와 가까운 곳에 상이 맺힌다. 이와 같은 색수차는 도 2b에 도시한 바와 같이 발광 다이오드의 렌즈를 통해서도 발생되며, 이것은 발광 다이오드의 색 균일성을 저하시키는 요인이 된다.

도 3은 종래 기술에 따른 수지 수납형 발광 다이오드의 한 예를 나타낸 도면이다. 도면을 참조하면, 수지 수납형 발광 다이오드는 외부와의 연결을 위한 리드 프레임(lead frame)을 구성하는 금속 베이스부(1, 3)와 다이 본딩(5)에 의하여 금속 베이스부(1) 위에 실장된 발광 다이오드 칩(7)과, 금속 베이스부(1)와 발광 다이오드 칩(7)을 전기적으로 접속하는 와이어 본딩(9)과, 발광 다이오드 칩(7)으로부터 방출되는 빛을 반사하여 상방으로 방출시키도록 구성된 백색 패키지(10)로 이루어진다.

백색 패키지(10)는 도 3에 도시된 바와 같이, 그 바닥에 발광 다이오드 칩(7)의 실장이 가능하도록 된 함몰부(recess)를 가지며, 함몰부는 형광체(12)가 분산된 광투과성 에폭시 수지(14) 또는 실리콘 수지(14)로 채워진다. 이때, 에폭시 수지(14) 또는 실리콘 수지(14)는 투과성이 좋고, 내광성, 내습성, 내열성이 우수하고 생산라인에서의 대량 생산용 장치에서의 사용에 적합한 것이어야 한다.

또한, 백색 패키지(10)는 그 표면(16)에서 광반사율이 높고 광흡수율이 낮아야 한다. 일반적으로 도 3의 구조를 갖는 종래 기술의 수지 수납형 발광 다이오드에서는 질화물계 화합물 반도체로 이루어진 발광 다이오드 칩(7)을 사용한다.

발광 다이오드 칩(7)으로부터 방출되는 청색광을 사용하여 백색을 구현하기 위한 색변환 층으로서, 수지(14)층 내에 분산되는 형광물질로는 무기물계 형광물질인 이트륨-알루미늄-가넷($Y_3Al_5O_{12} : Ce$, YAG : Ce)계 화합물이 널리 사용되어 왔다. 그러나 YAG : Ce 형광체를 이용한 백색 발광 다이오드는 색온도와 연색성지수가 다소 낮다는 점 때문에 실리케이트(silicate) 또는 TAG 계열의 형광체로 전환되는 추세이다.

그런데, 이와 같은 종래의 방법은 분말수지에 열을 가하는 과정 중에 형광물질을 혼합하였으며, 이때 형광물질과 수지분말의 점도차이와 과립의 크기 차이 때문에 무기물 형광체(12)가 국부적으로 응집하여(예를 들어, 도 3의 A) 발광 특성이 색변환 층의 전 영역에 걸쳐 고르지 못하게 분포되는 문제점이 발생하였다. 또한, 분말 수지가 열에 의해 용융되어 그 수지(14)가 발광 다이오드 칩(7)이 탑재된 함몰부에 몰딩되는 과정에서 투명수지보다 비중이 높은 형광물질이 밑으로 가라앉게 되는 문제점이 있다(도 3의 S). 이와 같은 현상은 수지 내의 색변환 효율을 저하시키며, 결과적으로 발광 다이오드의 색균일성을 저하시키는 주요한 요인이 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 발광 다이오드의 색 균일성을 향상시킴으로써, 결과적으로 발광 다이오드의 휘도를 향상시키고 제품 수율을 증가시킬 수 있는 발광 다이오드 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성

상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 발광 다이오드는, 박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판; 상기 인쇄회로기판에 실장되는 발광다이오드 칩; 및 상기 발광다이오드 칩을 덮도록 형성되며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에 형광체가 균일하게 분산된 투명 수지층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 투명 수지층은 트랜스퍼 몰딩법 또는 인캡슐레이션 프린팅 방법에 의해 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 투명 수지층은, 상기 투명 수지층은, 주제 에폭시성분 또는 실리콘성분을 혼합하는 과정에서 열을 가하며 상기 형광체를 혼합하여 형성되는 것이 바람직하다.

바람직하게는, 상기 발광다이오드 칩은 플립 칩(flip chip) 방식으로 구현된다.

바람직하게는, 상기 투명 수지층은 볼록렌즈형상을 이루며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되어 상기 투명 수지층의 표면으로 향하는 빛의 입사각이 대략 40° 이내가 되도록 형성된다.

또는, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 빛이 대략 40° 이내로 입사되도록 상기 투명 수지층 상에 접합된 렌즈를 더 포함하는 것이 바람직하다. 여기서, 상기 렌즈는 빛의 분산율이 낮은 재질로 이루어지며, 상기 렌즈는 형석유리 또는 불화물 린산 글라스 중의 어느 하나로 구현되는 것이 바람직하다.

한편, 본 발명에 따른 발광다이오드는, 박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판에 발광다이오드 칩을 실장하는 단계; 및 상기 발광다이오드 칩을 덮도록 투명 수지층을 몰딩하는 단계를 포함하며, 상기 투명 수지층은 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루고, 내부에 형광체가 균일하게 분산된 발광다이오드 제조방법을 제공한다.

상기의 발광다이오드 제조방법은, 적어도 하나의 수지원료에 형광체를 혼합하는 단계; 상기 형광체가 혼합된 상기 수지를 고체상태로 성형하기 위하여 열경화하는 단계; 상기 고체상태의 성형을 분말분쇄하는 단계; 및 분말분쇄된 수지분말로부터 테블릿을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 몰딩단계는, 형성된 상기 테블릿을 이용하여 구현되는 것이 바람직하다.

이로써, 본 발명에 따른 발광다이오드 및 그 제조방법은, 발광 다이오드의 색 균일성을 향상시킴으로써, 결과적으로 발광 다이오드의 휘도를 향상시키고 제품 수율을 증가시킬 수 있게 된다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 발광 다이오드 및 그 제조방법을 보다 상세하게 설명한다.

도 4는 본 발명에 따른 발광 다이오드의 실시 예를 나타낸 도면이다. 도면을 참조하면, 발광 다이오드는 박막 패턴이 형성된 인쇄회로기판(Printed Circuit Board : PCB)(21, 23)에 발광 다이오드 칩(25)이 실장되며, 투명 수지층(27)이 발광 다이오드 칩(25)을 덮어 형성된다. 이때, 투명 수지층(27)은 발광 다이오드 칩(25)으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루며, 내부에 형광체(28)가 균일하게 분산되어 있다. 또는, 발광 다이오드는 도 5에 도시한 바와 같이, 내부에 형광체(28)가 균일하게 분산된 투명 수지층(27) 상에 볼록렌즈가 접합되는 구조로 형성될 수도 있다.

발광 다이오드 칩(25)과 인쇄회로기판(21, 23) 사이의 와이어 본딩을 생략하기 위하여, 발광 다이오드 칩(25)은 플립 칩(flip chip) 방식으로 구현되는 것이 바람직하다.

도 6은 플립 칩 방식을 설명하기 위하여 도시된 도면으로서, 갈륨 나이트라이드(GaN) 발광 다이오드 칩의 단면 구성도이다. 도면을 참조하면, GaN 발광 다이오드 칩은 기본적으로 사파이어 기판(31), 사파이어 기판(31)에 형성되는 n형 GaN 클래드층(32), n형 GaN 클래드층(32) 상부의 소정 영역에 형성되는 다중 양자 우물(multi-quantum well) 구조의 활성층(33), 활성층(33) 위에 형성되는 p형 GaN 클래드층(34), p형 GaN 클래드층(34)의 상부에 형성되어 전류 주입 면적을 증가시키면서 광의 휘도 특성을 저하시키지 않도록, 도전성을 갖는 투명물질로 이루어진 T-전극(transparent electrode)(35), T-전극(35)의 상부 소정 위치에 형성되는 도전성물질로 이루어진 본딩용 B-전극(36), n형 GaN 클래드(32) 상의 소정 영역에 형성되어 본딩 및 전압인가용으로 사용되는 N-전극(37)으로 구성되며, B-전극(36)과 N-전극(37) 상에 범프(bump)(38)를 형성한 후, 와이어 본딩을 할 필요없이 범프(38)를 통해 기판(21, 23)과 발광 다이오드 칩(25)을 직접 접합시키게 된다. 여기서, T-전극(35)은 필요에 따라 생략될 수 있다.

플립 칩 본딩된 GaN 발광 다이오드 칩(25)의 활성층(33)에서 발광된 빛 중, 상부로 발광된 빛은 그대로 방사되지만, 일부는 기판(21, 23) 방향으로도 방사되기도 한다. 따라서 보통 다이오드의 휘도 특성을 향상시키기 위하여, B-전극(36)을 형성하기 전에 먼저 T-전극(35)의 상부에 반사층을 형성하여 기판(21, 23) 방향으로 방사된 빛을 상부로 반사시키도록 한다. 이와 같은 반사층으로 반사율이 높은 Ag나 Al등이 사용된다.

투명 수지층(27)은 발광 다이오드 칩(25)으로부터 방출되어 투명 수지층(27)의 표면으로 향하는 빛의 입사각이 대략 40° 이내가 되도록 그 표면이 볼록렌즈의 형상으로 구현되는 것이 바람직하다. 그러나 도 5에 도시한 바와 같이, 투명 수지층(27) 상에 볼록렌즈(29)가 접합된 경우에는 볼록렌즈(29)가 발광다이오드 칩(25)으로부터 방출되는 빛이 대략 40°이내로 입사되도록 곡면을 이루는 것이 바람직하다. 또한, 투명 수지층(27) 상에 접합되는 렌즈는 색수차에 의한 색 균일성 저하를 방지하기 위하여 빛의 분산율이 낮은 재질로 구현되는 것이 바람직하다. 빛의 분산율이 낮은 재질로는 형석유리, 불화물 린산 글라스 등이 있다.

입사되는 빛의 각도가 대략 40°이내가 되도록 제한하는 이유는 다음과 같다.

공기의 굴절률을 1이라 할 경우, 투명 수지층(27)의 굴절률은 대략 1.52 정도라고 할 수 있다. 굴절률이 큰 물질에서 굴절률이 작은 물질로 빛이 입사하게 되면 어느 특정각도 이상에서 빛의 전반사가 일어나는데, 이때의 임계각은 수학식 1과 같은 방법으로 계산할 수 있다.

$$\text{수학식 1} \\ n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

여기서, $n_1=1.52$, $n_2=1$, $\theta_2=90^\circ$ 이므로,

$$1.52 \sin \theta_1 = 1.0 \sin 90^\circ = 1$$

따라서 $\sin\theta_1 = 1/1.52 = 0.658$ 이며,

$\theta_1 = 41.15^\circ$ 가 된다.

한편, 투명 수지층(27)은 트랜스퍼 몰딩법 또는 인캡슐레이션 프린팅(encapsulation printing) 방법에 의하여 형성되는 것이 바람직하다. 트랜스퍼 몰딩법은 이송성형이라고도 하며, 재료를 폐쇄된 가열금형(加熱金型) 속에 압입한 뒤 이송시키는 과정에서 가소성(可塑性)을 띤 재료를 경화상태로 변화시킨다. 조작은 예비성형 -> 예비가열 -> 금형폐쇄 -> 재료공급 -> 경화 -> 금형개방 -> 성형품 빼내기의 순으로 이루어진다. 이 성형법의 특징은 복잡한 형상에 적합하고 보통의 압축성형으로는 불가능한 부서지기 쉬운 인서트(수지 속에 삽입하는 쇠붙이)를 사용할 수 있으며, 제품의 각부가 균질하게 되고 특히 두께가 두꺼운 제품에서는 강도가 증가한다. 또 치수가 정밀한 제품이 얻어지며, 특히 얇은 것, 긴 것의 성형이 가능하여 가늘고 긴 판을 성형할 수도 있다.

인캡슐레이션 프린팅 방법은, 발광 다이오드 기판위에 투명 수지층(27)을 형성시킨 후 수분, 산소 등으로부터 기판을 격리시켜 소자의 변형을 막는 방법이다.

도 7은 본 발명에 따른 발광 다이오드의 제조방법의 실시 예를 나타낸 흐름도이다. 도면을 참조하면, 인쇄회로기판 또는 리드프레임(21, 23) 상에 발광 다이오드 칩(25)을 탑재하고(S100), 발광 다이오드 칩(25)을 보호 및 밀봉하기 위하여 투명 수지층(27)을 발광 다이오드(25) 상에 몰딩한다(S300).

상기에서는 발광 다이오드 칩(25)은 인쇄회로기판(PCB)에 탑재되며, 발광 다이오드 칩(25)은 플립 칩 방식으로 구현되는 것으로 설명하였지만, 이에 한정된 것은 아니다. 즉, 발광 다이오드 칩(25)은 리드프레임에 형성될 수도 있으며, 와이어 본딩에 의해 인쇄회로기판 또는 리드프레임과 전기적으로 연결될 수도 있다. 발광 다이오드 칩(25)이 와이어 본딩으로 연결되는 경우, 그 재질로는 일반적으로 금(Au)이 사용된다. 물론, 플립 칩 방식을 이용하면 와이어 본딩을 할 필요가 없다.

더하여, 발광 다이오드 칩(25)의 적정한 전류의 공급을 위해 탑재부(21, 23)에 제너다이오드를 실장할 수도 있다. 이는 백색 발광소자의 안정된 작동과 제어를 위해 요구된다.

투명 수지층(27)을 몰딩하는 과정에서, 투명 수지층(27)은 발광 다이오드 칩(25)으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양을 이루도록 형성된다. 또한, 투명 수지층(27)은 발광 다이오드 칩(25)으로부터 방출되어 투명 수지층(27)의 표면으로 향하는 빛의 입사각이 대략 40° 이내가 되도록 볼록 렌즈의 형상으로 구현된다. 또는, 상술한 바와 같이, 발광 다이오드 칩(25)을 덮는 투명 수지층(27) 상에, 발광 다이오드 칩(25)으로부터 방출되는 빛이 대략 40° 이내로 입사되도록 렌즈(29)가 접합되는 구조로 형성될 수도 있다.

이와 같은 투명 수지층(27)의 제조방법(S200)으로서, 주제 에폭시 성분 또는 실리콘 성분을 혼합하는 과정(S210) 중에 열을 가하면서 형광체(28)를 혼합한다(S220). 여기서, 주제 에폭시 성분 또는 실리콘 성분은 투명 수지층(27)의 투명성, 색균일성 등을 고려하여 적절한 비율로 배합되는 것이 바람직하며, 전체 성분의 50 % 내지 80%를 차지하도록 배합되는 것이 바람직하다. 또한, 형광체(28)는 전체 성분의 20% 내지 50%를 차지하도록 배합되는 것이 바람직하다. 그러나 주제 성분 및 형광체(28)의 배합비는 이에 한정된 것이 아니며, 업체 및 패키지의 사양에 따라 달라질 수 있다. 이때, 첨가제로서 산화방지제, UV 흡수제, 개질제 등이 사용된다.

형광체(28)가 혼합된 수지에는 경화제 에폭시 성분 또는 실리콘 성분이 혼합되어 고상성형된다(S230). 경화제 성분으로는 MHHPA, MTHPA 등의 액상 타입, 또는 THPA, HHPA 등의 고상 타입이 이용될 수 있다. 이때, 주제 에폭시 성분 또는 실리콘 성분에 산화방지제, UV 흡수제, 촉매 등이 더 첨가될 수 있다. 첨가제의 첨가에 따라 투명 수지층(27)의 내열성 및 내습성이 향상되고, 성형성도 좋아진다.

보다 구체적으로 에폭시 수지와 에폭시 수지의 경화에 대하여 살펴보면, 일반적으로 에폭시 수지는 비스페놀 A[2,2-비스(4'-옥시페놀)프로판]와 에피클로르히드린을 수산화나트륨의 존재하에서 작용시키면 분자량 300~4,000의 제1차 수지(프레폴리머)가 생긴다. 제1차 수지는 원료의 배합조건에 따라 기름 모양의 것에서 연화점(軟化點) 160°C 가까운 고체 모양의 것까지 얻을 수 있기 때문에 후일의 용도에 따라 반응조건을 선택할 수 있다.

제1차 수지에 m-페닐렌디아민 등 아민, 프탈산 무수물 등 산(이들을 경화제라고 한다)을 첨가하면 에폭시기의 고리열림[開環] 및 히드록시기와의 반응이 일어나 다리결합이 이루어져 경화제의 종류나 반응조건에 따라 각각 성질이 다른 수지가 생긴다.

에폭시수지는 비중 1.230~1.189이며, 굽힘강도·굳기[硬度] 등 기계적 성질이 우수하다. 경화시에 휘발성 물질의 발생 및 부피의 수축이 없고, 경화할 때는 재료면에 큰 접착력을 가진다. 가연성(可燃性)·내약품성이 크지만 강한 산과 강한 염기에는 약간 침식된다. 안료(顔料)를 첨가함으로써 마음대로 착색할 수 있고, 또 내일광성(耐日光性)도 크다. 주형(注型)·매입(埋)·봉입(封入) 등 뛰어난 가공성을 보인다.

이상과 같은 성능을 이용하여 접착제·도료·라이닝 재료·주형품 재료·적층판(積層板)·염화비닐수지의 안정제 등 그 용도가 다양하다.

또한, 에폭시 수지의 장점중 하나는 상온에서 쉽게 열경화성의 물질로 만들 수 있다는 것이며, 이러한 현상(경화)을 에폭시 수지의 경화라 한다. 이렇게 경화하기 위해서는 소위 경화제라고 하는 것이 사용되는데, 경화제는 에폭시와 반응하기 쉬운 물질들이 쓰여 진다. 경화제는 일반적으로 촉매와는 다른 개념으로 촉매는 반응을 일으키기는 하지만 반응물에 직접반응을 하여 고분자의 한 부분으로 존재하지는 않는 것이며, 경화제는 반응을 통해 직접 반응물의 한 부분이 되는 것이다.

경화반응은 발열반응이어서 반응이 개시되면서 부터 열이 발생한다. 그러나 반응을 시키기 위해서는 가열을 필요로 하는 경우도 있다.

일반적으로 가열하면 그 가열온도에 비례하여 경화반응을 완결시키는데 필요한 시간을 단축시킬 수가 있다. 그러나 온도가 너무 높은 상태에서 경화를 시키면 경화물의 물성이 저하되는 경향이 크다. 그래서 적절한 온도의 선택이 중요하다.

대개 순도가 높은 에폭시 수지는 200도 이하에서는 화학적으로 매우 안정한 화합물로 존재하며, 열가소성의 성질도 지니고 있다. 이것이 경화반응을 통해 3차원(망상)구조를 가지게 된다.

그러므로 백색 발광소자의 투명 수지층(27)으로서, 균일한 색분포를 위한 형광물질의 혼합이 종래의 기술에서처럼 수지분말을 형성하고 열을 가하여 일정형태의 테블릿을 형성하는 과정에서 혼합하는 것이 아니라, 투광성 에폭시 수지와 형광체(28)를 혼합하고, 이를 열경화하여 고상성형함으로써, 투명 수지층(27) 전체에 고르게 형광물질이 분포되게 된다.

이것은 위에서 설명한 바와 같이 에폭시 수지가 열경화 시간과 온도에 따라 비례하여 경화정도가 결정되고, 액상의 에폭시 수지 원료를 혼합하는 과정에서 형광물질이 혼합되므로, 비중이 상대적으로 높은 형광물질이 밑으로 가라앉는 것을 방지하게 된다.

즉, 형광물질이 하방으로 침강되는 시간적 여유가 없게 되고, 경화되는 과정에 있기 때문에 형광물질과의 점도 차이가 줄어들어 그 분산성이 향상되어, 결국 투명 수지층(27) 전체에 골고루 형광물질이 분포하게 되는 것이다.

고상성형된 수지는 분말로 분쇄되어 파우더 상태로 변환되며(S240), 파우더 상태의 분말에 열을 가하여(S250) 녹여냄으로써, 일정한 형태의 테블릿으로 형성시킨다(S260).

투명 수지층(27)을 몰딩하는 단계(S300)는 트랜스퍼 몰딩방식 또는 인캡슐레이션 프린팅법을 이용하는 것이 바람직한데, 이 방식은 발광 다이오드 칩(25)이 탑재되는 인쇄회로기판이나 리드프레임(21, 23)을 알맞은 금형이 설치된 트랜스퍼 몰딩 프레스 상에 배열하며, 단계 S260에서 형성된 몰딩 컴파운드 테블릿을 넣고, 소정의 압력, 온도, 그리고 시간을 두어 외부와 전기적으로 연결된 발광 다이오드 칩(25)을 덮도록 성형하여 형광물질층(투명 수지층)(27)을 형성한다.

도 8은 본 발명에 따른 발광 다이오드 제조방법의 다른 실시 예를 나타낸 흐름도이다. 도면을 참조하면, 단계 S100 내지 단계 S300은 도 7의 단계 S100 내지 단계 S300과 동일하므로, 동일한 부재번호를 부여하였으며 이하, 그 설명을 생략한다.

도 8에서, 발광 다이오드는 도 7의 경우와 같이, 투명 수지층(27)을 발광 다이오드 칩(25)으로부터 방출되는 광량에 비례하는 두께와 모양의 볼록 렌즈 형상으로 형성하는 대신에, 상기의 과정에 의해 형성된 투명 수지층(27) 상에 볼록 렌즈(29)를 접합하여 구현될 수 있다(S400). 이 경우, 투명 수지층(27) 상에 접합되는 볼록 렌즈(29)는 발광 다이오드 칩(25)으로

부터 방출되는 빛이 대략 40 ?? 이내로 입사되도록 하는 곡률을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 이 경우 렌즈(29)는 색수차에 의한 색 균일성 저하를 방지하기 위하여 빛의 분산율이 낮은 재질로 구현되는 것이 바람직하며, 이와 같은 재질로는 형석 유리, 불화물 린산 글라스 등이 있다.

이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해서 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

발명의 효과

이로써, 본 발명에 따른 발광 다이오드 및 그 제조방법은, 빛의 전반사, 색수차, 형광체 분포 등에 의해 발생하는 색 균일성 저하를 방지할 수 있게 되며, 결과적으로 발광 다이오드의 휘도를 향상시키고 제품 수율을 증가시킬 수 있게 된다.

또한, 본 발명에 따르면 형광체 도포 및 와이어 루프에 대한 제약이 없기 때문에, 다양한 형태의 패키지를 설계할 수 있게 되며, 결과적으로 초소형의 패키지 개발을 유도하게 된다.

또한, 본 발명에 따르면 색 편차에 대한 부담이 줄어들기 때문에, 다양한 형태의 렌즈 설계하여 투명 수지층에 접합시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 전반사를 설명하기 위하여 도시된 도면,

도 2는 색수차를 설명하기 위하여 도시된 도면,

도 3은 종래 기술에 따른 수지 수납형 발광 다이오드의 한 예를 나타낸 도면,

도 4는 본 발명에 따른 발광 다이오드의 실시 예를 나타낸 도면,

도 5는 본 발명에 따른 발광 다이오드의 다른 실시 예를 나타낸 도면,

도 6은 플립 칩 방식을 설명하기 위하여 도시된 도면,

도 7은 본 발명에 따른 발광 다이오드 제조방법의 실시 예를 나타낸 흐름도, 그리고

도 8은 본 발명에 따른 발광 다이오드 제조방법의 다른 실시 예를 나타낸 흐름도이다.

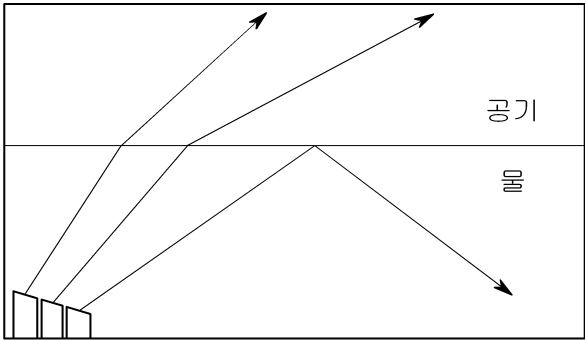
* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

7, 25 : 발광 다이오드 칩 12, 28 : 형광체

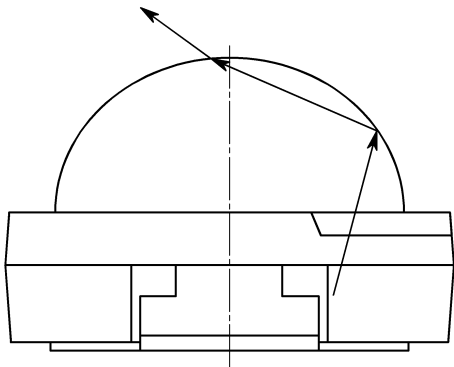
14, 27 : 투명 수지층 29 : 렌즈

도면

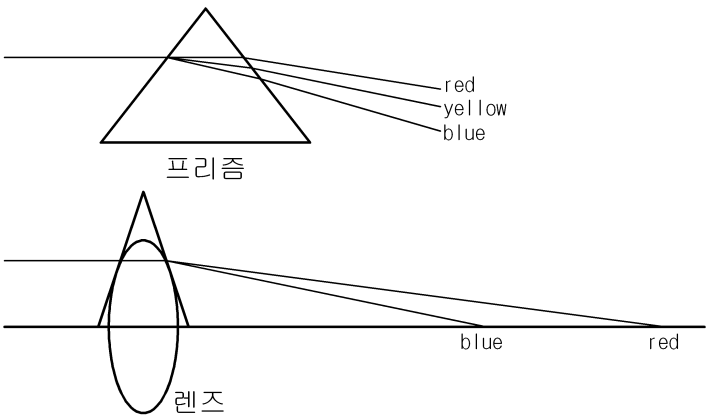
도면1a



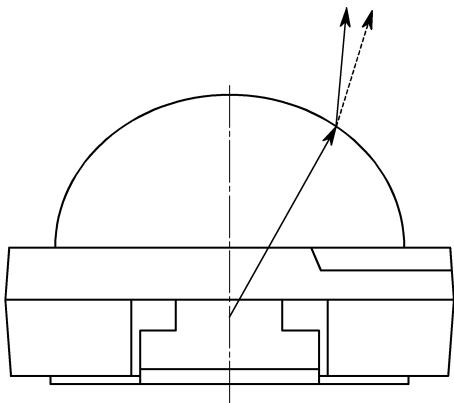
도면1b



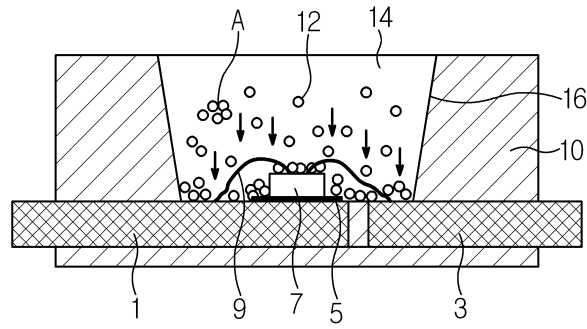
도면2a



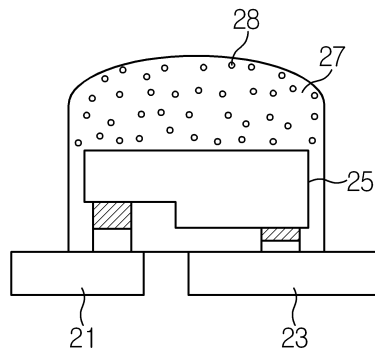
도면2b



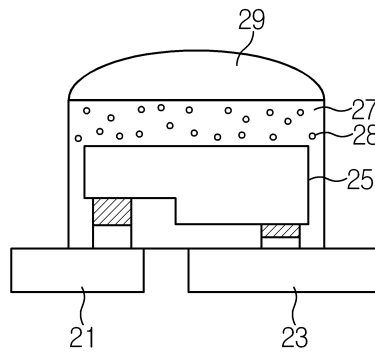
도면3



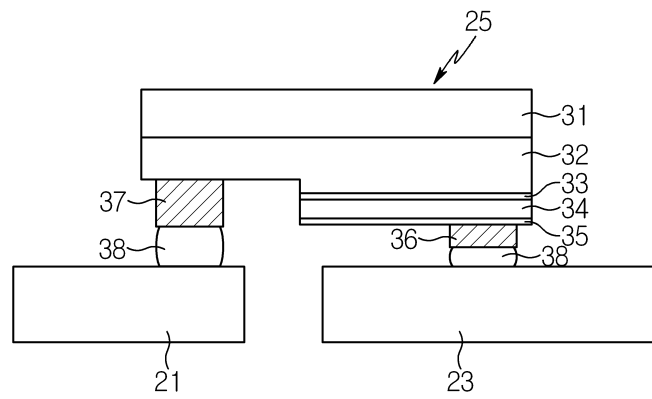
도면4



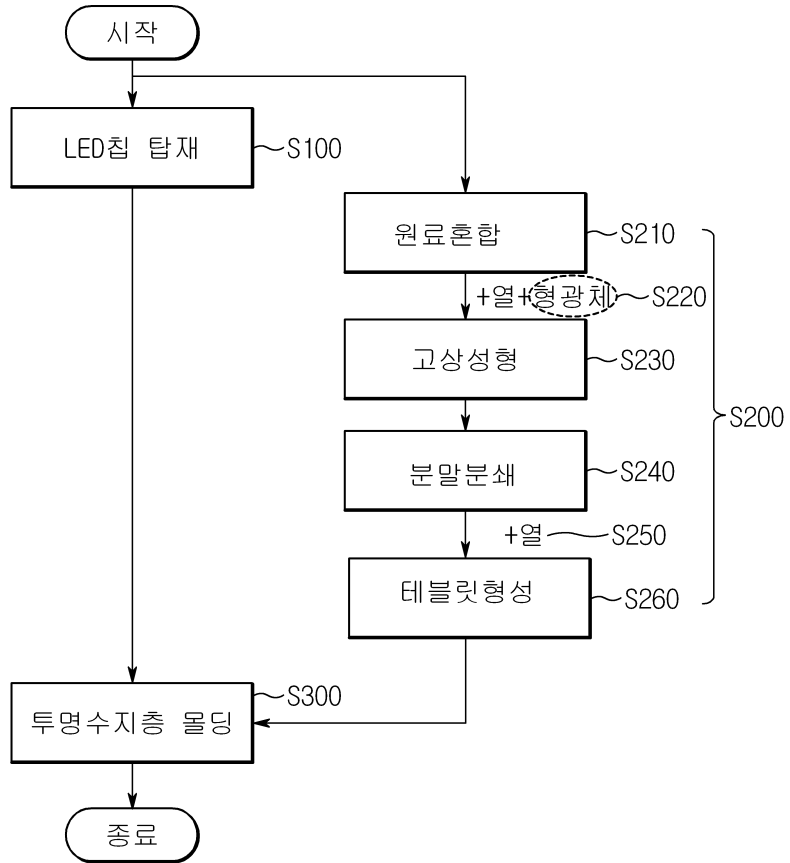
도면5



도면6



도면7



도면8

