



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

(45) 공고일자 2018년09월03일  
 (11) 등록번호 10-1894342  
 (24) 등록일자 2018년08월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 51/52 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 H01L 51/5275 (2013.01)  
 H01L 51/0096 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7015780
- (22) 출원일자(국제) 2014년11월26일  
 심사청구일자 2016년06월14일
- (85) 번역문제출일자 2016년06월14일
- (65) 공개번호 10-2016-0086398
- (43) 공개일자 2016년07월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/081182
- (87) 국제공개번호 WO 2015/098401  
 국제공개일자 2015년07월02일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2013-272344 2013년12월27일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2011029172 A\*  
 JP2013127844 A\*  
 JP2008117735 A\*  
 WO2013187149 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 제이엑스티지 에네루기 가부시키키가이샤  
 일본국 도쿄도 치요다쿠 오테마치 1 초메 1 반 2 고
- (72) 발명자  
 니시무라 스즈시  
 일본 도쿄도 치요다쿠 오테마치 1초메 1-2 제이엑스 에네루기 가부시키키가이샤내  
 시바누마 도시히코  
 일본 도쿄도 치요다쿠 오테마치 1초메 1-2 제이엑스 에네루기 가부시키키가이샤내  
 도리야마 시게타카  
 일본 도쿄도 치요다쿠 오테마치 1초메 1-2 제이엑스 에네루기 가부시키키가이샤내
- (74) 대리인  
 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

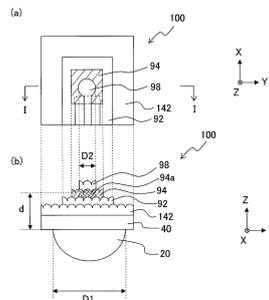
심사관 : 이우리

**(54) 발명의 명칭 발광 소자**

**(57) 요약**

발광 소자(100)는, 기재(40)의 한쪽 면 상에 요철 구조층(142), 제1 전극(92), 유기층(94), 및 제2 전극(98)을 이 순서로 구비하고, 렌즈 부재(20)가 상기 기재의 상기 한쪽 면의 반대 측의 면에 배치되어 있고, 상기 유기층 중 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 의해 상기 기재의 두께 방향으로 협지된 영역인 발광부(94a)와 상기 렌즈 부재는, 평면에서 볼 때 중심이 일치하고, 상기 발광부의 직경(D2)과 상기 렌즈 부재의 직경(D1)의 비가,  $D2/D1 \leq 0.7$ 을 만족시키고, 상기 기재의 상기 반대 측의 면과 상기 발광부의 중심 사이의 거리(d)와 상기 렌즈 부재의 직경(D1)의 비가,  $d/D1 \leq 0.25$ 를 만족시킨다. 충분한 발광 효율을 가지면서 색도의 각도 의존성이 작은 발광 소자가 제공된다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*H01L 51/5209* (2013.01)

*H01L 51/5225* (2013.01)

*H01L 2251/5361* (2013.01)

*H01L 2251/55* (2013.01)

*H01L 2251/558* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

발광 소자로서,

기재의 한쪽의 면 상에 요철 구조층, 제1 전극, 유기층, 및 제2 전극의 순서로 구비하고,

렌즈 부재가 상기 기재의 상기 한쪽 면의 반대 측의 면에 배치되어 있고,

상기 유기층 중 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 의해 상기 기재의 두께 방향으로 협지된 영역인 발광부와 상기 렌즈 부재는, 평면에서 볼 때 중심이 일치하고,

상기 발광부의 직경(D2)과 상기 렌즈 부재의 직경(D1)의 비가,  $D2/D1 \leq 0.7$ 을 만족시키고,

상기 기재의 상기 반대 측의 면과 상기 발광부의 중심 사이의 거리(d)와 상기 렌즈 부재의 직경(D1)의 비가,  $d/D1 \leq 0.25$ 를 만족시키고,

상기 요철 구조층과 상기 제1 전극 사이에, 상기 요철 구조층의 표면을 피복하는 피복층을 구비하며,

상기 기재에 대해 수직인 방향을 측정 각도  $\theta=0^\circ$  으로 할 때, 측정 각도  $\theta=0^\circ$  인 측정 위치의 u'v'색도도의 좌표점과,  $\theta=-80^\circ \sim 80^\circ$  의 각 측정 위치에서의 u'v'색도도의 좌표점 사이의 거리( $\Delta c$ )가 0.012 미만인, 발광 소자.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 렌즈 부재가 반구 렌즈인, 발광 소자.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 요철 구조층이 졸겔 재료로 형성되어 있는, 발광 소자.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 기재가 유리 기재인, 발광 소자.

#### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 렌즈 부재의 굴절률이 1.4 이상인, 발광 소자.

#### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 요철 구조층이, 요철의 평균 피치가 100~1500nm이며, 요철 깊이의 표준 편차가 10~100nm인 요철 패턴을 가지는, 발광 소자.

#### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 렌즈 부재의 직경(D1)이 1~100mm의 범위 내인, 발광 소자.

**청구항 8**

제1항 또는 제2항에 있어서,  
상기 발광부의 직경(D2)이 0.5~70mm의 범위 내인, 발광 소자.

**청구항 9**

제1항 또는 제2항에 있어서,  
상기 기재의 상기 반대 측의 면과 상기 발광부의 중심 사이의 상기 거리(d)가 0.04~5mm의 범위 내인, 발광 소자.

**청구항 10**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 디스플레이, 조명 장치 등에 사용되는 발광 소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 차세대의 디스플레이 또는 조명 장치로서 기대되고 있는 발광 소자로서 유기 EL 소자라고 불리는 유기 발광 다이오드가 있다. 유기 EL 소자에서는, 양극으로부터 정공(正孔) 주입층을 통해 들어간 정공과, 음극으로부터 전자 주입층을 통해 들어간 전자가, 각각, 발광층으로 옮겨져, 발광층 내의 유기 분자 상에서 이들이 재결합하여 유기 분자를 여기(勵起)하고, 이로써, 광이 방출된다. 그러므로, 유기 EL 소자를 표시 장치나 조명 장치로서 사용하기 위해서는, 발광층으로부터의 광을 소자 표면으로부터 효율적으로 취출(取出)할 필요가 있고, 이를 위해, 반구(半球) 렌즈를 유기 EL 소자에 설치하는 것이 특허 문헌 1에서 공지되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본공개특허 제2011-054407호 공보  
(특허문헌 0002) 특허 문헌 2 : W02012/147759호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 그러나, 본 출원인에 의한 특허 문헌 2에 기재된 바와 같이, 이와 같은 반구 렌즈를 설치한 발광 소자는 색도의 각도 의존성(시야각에 의한 색의 변화)이 커진다는 과제가 있는 것을 알 수 있었다. 유기 EL 발광 소자를 디스플레이나 조명 등의 광범위한 용도로 실용화하기 위해서는, 충분한 발광 효율을 가지면서도 색도의 각도 의존성은 작게 할 필요가 있고, 그와 같은 유기 EL 소자의 개발이 요망되고 있다.

[0005] 그래서, 본 발명의 목적은, 충분한 발광 효율을 가지면서도, 시야각에 의한 색의 변화가 작은 발광 소자를 제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 태양(態樣)에 따르면,

[0007] 기재(基材)의 한쪽의 면 상에 요철(凹凸) 구조층, 제1 전극, 유기층, 및 제2 전극의 순서로 구비하고,

[0008] 렌즈 부재가 상기 기재의 상기 한쪽 면의 반대 측의 면에 배치되어 있고,

- [0009] 상기 유기층 중 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 의해 상기 기재의 두께 방향으로 협지된 영역인 발광부와 상기 렌즈 부재는, 평면에서 볼 때 중심이 일치하고,
- [0010] 상기 발광부의 직경(D2)과 상기 렌즈 부재의 직경(D1)의 비가,  $D2/D1 \leq 0.7$ 을 만족시키고,
- [0011] 상기 기재의 상기 반대 측의 면과 상기 발광부의 중심 사이의 거리(d)와 상기 렌즈 부재의 직경(D1)의 비가,  $d/D1 \leq 0.25$ 를 만족시키는 것을 특징으로 하는 발광 소자가 제공된다.
- [0012] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 렌즈 부재가 반구 렌즈이어도 된다.
- [0013] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 요철 구조층이 졸겔 재료로 형성되어도 된다.
- [0014] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 요철 구조층과 상기 제1 전극 사이에, 상기 요철 구조층의 표면을 피복하는 피복층을 구비해도 된다.
- [0015] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 기제가 유리 기재이어도 된다.
- [0016] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 렌즈 부재의 굴절률이 1.4 이상이어도 된다.
- [0017] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 요철 구조층이, 요철의 평균 피치가 100~1500nm이며, 요철 깊이의 표준 편차가 10~100nm인 요철 패턴을 가져도 된다.
- [0018] 상기 발광 소자에 있어서, 상기 렌즈 부재의 직경(D1)이 1~100mm의 범위 내이어도 되고, 상기 발광부의 직경(D2)이 0.5~70mm의 범위 내이어도 되고, 상기 기재의 상기 반대 측의 면과 상기 발광부의 중심 사이의 상기 거리(d)가 0.04~5mm의 범위 내이어도 된다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명의 발광 소자는, 렌즈 부재 및 요철 구조층을 구비하고, 발광부의 직경과 렌즈 부재의 직경의 비  $r1$ 이,  $r1 \leq 0.7$ 을 만족시키고, 또한 기재의 렌즈 부재가 배치된 면과 발광부의 중심 사이의 거리와 렌즈 부재의 직경의 비  $r2$ 가,  $r2 \leq 0.25$ 를 만족시킴으로써, 본 발명의 발광 소자는, 발광부에서 발광한 광을 외부에 효율적으로 취출할 수 있으므로, 높은 발광 효율(전류 효율)을 가진다. 또한, 시야각에 의한 색의 변화(색도의 각도 의존성)가 작다. 그러므로, 본 발명의 발광 소자는, 디스플레이, 조명 장치 등의 각종 발광 디바이스에 극히 유효하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 실시 형태의 발광 소자의 개략도이며, 도 1의 (a)는 개략 상면도이며, 도 1의 (b)는 도 1의 (a)의 I-I 방향으로부터 본 개략 단면도이다.
- 도 2는 다른 실시 형태의 발광 소자의 개략도이며, 도 2의 (a)는 개략 상면도이며, 도 2의 (b)는 도 2의 (a)의 I-I 방향으로부터 본 개략 단면도이다.
- 도 3은 실시 형태의 발광 소자의 제조 방법에서의 전사 공정의 상태의 일례를 나타낸 개념도이다.
- 도 4는 비교예 1, 4, 6, 8, 11, 13, 15, 18 및 비교예 21의 발광 소자의 개략 단면도이다.
- 도 5는 비교예 2, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19 및 비교예 22의 발광 소자의 개략 단면도이다.
- 도 6은 실시예 1 및 비교예 1~3의 발광 소자에서의 색도의 각도 의존성의 평가 결과를 나타낸 표이다.
- 도 7은 실시예 2~6 및 비교예 4~22의 발광 소자에서의 전류 효율의 평가 결과를 나타낸 표이다.
- 도 8은 접착제층이 기판 상에 직접 형성되어 있는 다른 실시 형태의 발광 소자의 개략도이며, 도 8의 (a)는 개략 상면도이며, 도 8의 (b)는 도 8의 (a)의 I-I 방향으로부터 본 개략 단면도이다.
- 도 9는 접착제층이 요철 구조층과 기판의 양쪽에 접촉되어 있는 다른 실시 형태의 발광 소자의 개략도이며, 도 9의 (a)는 개략 상면도이며, 도 9의 (b)는 도 9의 (a)의 I-I 방향으로부터 본 개략 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 본 발명의 발광 소자(광학 소자)의 실시 형태 및 그 제조 방법에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0022] 본 실시 형태의 발광 소자(100)의 개략 상면도를 도 1의 (a)에, 개략 단면도를 도 1의 (b)에 각각 나타낸다. 발

광 소자(100)는 주로, 판형의 기재(40)와, 요철 구조층(142)과, 제1 전극(92)과, 유기층(94)과, 제2 전극(98)과, 렌즈 부재(20)를 포함한다. 기재의 한쪽의 면 상에 요철 구조층(142), 제1 전극(92), 유기층(94), 및 제2 전극(98)이 이 순서로 형성되어 있고, 기재의 상기 한쪽 면과는 반대 측의 면에 렌즈 부재(20)가 배치되어 있다.

[0023] 도 1의 (a), 도 1의 (b)에 나타낸 바와 같이, 기재(40)의 면 내 방향을 XY 방향, 그에 수직인 방향, 즉 발광 소자(100)의 높이 방향(기재의 두께 방향)을 Z 방향으로 정하면, 유기층(94) 중, 제1 전극(92) 및 제2 전극(98)에 의해 Z 방향으로 협지된 영역[도 1의 (b)의 망 표시부]이, 발광 소자에 통전했을 때에 발광하는 부분, 즉 발광부(94a)로 된다. 발광 소자(100)에 있어서, 발광부(94a)와 렌즈 부재(20)는 평면에서 볼 때 중심이 일치하도록 설치되어 있다. 「평면에서 볼 때 중심이 일치함」이란, 렌즈 부재의 광축과 평행한 방향(Z 방향)으로부터 발광 소자를 평면에서 봤을 때, 1개의 발광부(94a)는 1개의 렌즈 부재(20)밖에 겹치지 않고, 또한 XY 면 내 방향에 있어서 렌즈 부재(20)의 광축 위치와 발광부(94a)의 중심 위치가 실질적으로 일치하고 있는 것을 의미한다.

[0024] 도 1의 (a), 도 1의 (b)에 나타낸 바와 같이, 렌즈 부재(20)의 직경을 D1, 발광부(94a)의 직경을 D2, 기재(40)의 렌즈 부재(20)가 배치된 면[기재(40)의 렌즈 부재(20)와의 접촉면]과 발광부(94a)의 Z 방향의 중심 사이의 Z 방향의 거리를 d로 하면, 실시 형태의 발광 소자(100)에 있어서, D2와 D1의 비 r1은,  $r1 \leq 0.7$ 을 만족시키고, 또한 d와 D1의 비 r2는,  $r2 = 0.25$ 를 만족시킨다. r1 및 r2가 상기 상한을 초과하는 경우, 후술하는 실시예 및 비교예로부터 알 수 있는 바와 같이, 발광부(94a)에서 발해진 광의 추출 효율이 저하되고, 발광 소자의 발광 효율(전류 효율)이 불충분해지는 경우가 있다. 렌즈 부재에 의한 광 추출 효율 향상의 관점에서는 r1 및 r2의 값은 보다 0에 가까운 것이 바람직하다. 그러므로, r1 및 r2는 각각,  $0 < r1 \leq 0.7$ ,  $0 < r2 \leq 0.25$ 의 범위 내인 것이 바람직하다. 한편, 후술하는 바와 같이, 취급의 용이함, 기계 강도 등의 관점에서, D1은 1~100mm의 범위 내인 것이 바람직하고, D2는 0.5~70mm의 범위 내인 것이 바람직하다. 또한 후술하는 바와 같이, 기재(40)의 두께는 40~3000 $\mu$ m인 것이 바람직하므로, d는 0.04~5mm의 범위 내인 것이 바람직하다.

[0025] <기재>

[0026] 기재(40)로서는 특별히 제한되지 않고, 발광 소자에 사용할 수 있는 공지의 투명 기판을 적절히 이용할 수 있다. 예를 들면, 유리 등의 투명 무기 재료로 이루어지는 기판; 폴리에스테르(폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리아릴레이트 등), 아크릴계 수지(폴리메틸메타크릴레이트 등), 폴리카보네이트, 폴리염화비닐, 스티렌계 수지(ABS 수지 등), 셀룰로오스계 수지(트리아세틸셀룰로오스 등), 폴리이미드계 수지(폴리이미드 수지, 폴리이미드아미드 수지 등), 시클로올레핀 폴리머 등의 수지로 이루어지는 기판; 이들 수지로 이루어지는 기판의 표면에, SiN, SiO<sub>2</sub>, SiC, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등의 무기물로 이루어지는 가스 배리어층 및/또는 수지 재료로 이루어지는 가스 배리어층을 형성하여 이루어지는 적층 기판; 이들 수지로 이루어지는 기판 및 이들 가스 배리어층을 교호적(交互的)으로 적층하여 이루어지는 적층 기판 등을 이용할 수 있다. 발광 소자의 용도를 고려하면, 기재(40)는 내열성, UV 광 등에 대한 내후성(耐候性)을 구비하는 기재가 바람직하다. 이러한 점에서, 유리나 석영 기판 등의 무기 재료로 이루어지는 기재가 더욱 바람직하다. 특히, 요철 구조층(142)이 졸겔 재료 등의 무기 재료로 형성되는 경우에는, 기재(40)를 무기 재료로 형성하면, 기재(40)와 요철 구조층 사이에서 굴절률의 차가 적고, 발광 소자(100) 내에서의 의도하지 않은 굴절이나 반사를 방지할 수 있으므로 바람직하다. 기재(40) 상에는 밀착성을 향상시키기 위하여, 표면 처리나 접착이 용이한 층의 형성 등을 행해도 되고, 수분이나 산소 등의 기체의 침입을 방지할 목적으로, 가스 배리어층을 형성해도 된다. 기재(40)의 두께는, 광 추출 효율의 향상을 위해서는 얇은 것이 바람직하고, 40~3000 $\mu$ m의 범위 내인 것이 바람직하다. 기재(40)의 두께가 상기 하한 미만인 경우, 취급이 곤란해지는 경우가 있고, 또한 그와 같은 기재는 입수가 곤란하다.

[0027] <요철 구조층>

[0028] 요철 구조층(142)은, 미세한 요철 패턴이 표면에 형성된 층이다. 미세한 요철 패턴은, 렌즈 구조나 광 확산이나 회절 등의 기능을 가지는 구조 등, 임의의 패턴으로 할 수 있다. 그 중에서도, 예를 들면, 요철의 피치가 균일하지 않고, 요철의 방향에 지향성이 없는 불규칙한 요철 패턴이 바람직하다. 요철 구조층(142)이 회절 격자로서 작용하기 때문에, 요철의 평균 피치는, 100~1500nm의 범위 내인 것이 바람직하다. 요철의 평균 피치가 상기 하한 미만에서는, 가시광의 파장에 대하여 피치가 지나치게 작아지므로, 요철에 의한 광의 회절이 생기지 않게 되는 경향이 있고, 다른 한편, 상한을 넘으면, 회절각이 작아져, 회절 격자로서의 기능이 상실되는 경향이 있다. 요철의 평균 피치는 200~1200nm의 범위 내인 것이 더욱 바람직하다. 요철의 깊이 분포의 평균값은, 20~200nm의 범위 내인 것이 바람직하다. 요철의 깊이 분포의 평균값이 상기 하한 미만에서는, 가시광의 파장에 대하여

깊이가 지나치게 작기 때문에 필요한 회절이 생기지 않게 되는 경향이 있고, 다른 한편, 상한을 넘으면, 회절광 강도에 불균일이 생기고, 이 결과, 예를 들면, 발광 소자(100)의 유기층(94) 내부의 전계 분포가 불균일해져 특정한 개소(箇所)에 전계가 집중됨으로써 리크(leak)가 생기기 쉬워지거나, 소자 수명이 단축되는 경향이 있다. 요철의 깊이 분포의 평균값은 30~150nm의 범위 내인 것이 더욱 바람직하다. 요철의 깊이의 표준 편차는, 10~100nm의 범위 내인 것이 바람직하다. 요철의 깊이의 표준 편차가 상기 하한 미만에서는, 가시광의 파장에 대하여 깊이가 지나치게 작기 때문에 필요한 회절이 생기지 않게 되는 경향이 있고, 다른 한편, 상한을 넘으면, 회절광 강도에 불균일이 생기고, 이 결과, 예를 들면, 발광 소자(100)의 유기층(94) 내부의 전계 분포가 불균일해져 특정한 개소에 전계가 집중됨으로써 리크가 생기기 쉬워지거나, 소자 수명이 단축되는 경향이 있다. 요철의 깊이의 표준 편차는, 15~75nm의 범위 내인 것이 더욱 바람직하다.

[0029] 본원에 있어서, 요철의 평균 피치란, 요철이 형성되어 있는 표면에서의 요철의 피치(인접하는 볼록부끼리 또는 인접하는 오목부끼리의 간격)를 측정된 경우에 있어서, 요철의 피치의 평균값을 말한다. 이와 같은 요철의 피치의 평균값은, 주사형(走査型) 프로브 현미경[예를 들면, 가부시키가이샤 히타치 하이테크 사이언스(Hitachi High-Tech Science Corporation) 제조의 제품명 「E-sweep」 등]을 사용하여, 하기 조건:

[0030] 측정 방식: 캔틸레버 단속적(斷續的) 접촉 방식

[0031] 캔틸레버의 재질: 실리콘

[0032] 캔틸레버의 레버 폭: 40 $\mu$ m

[0033] 캔틸레버의 칩 선단의 직경: 10nm

[0034] 에 의하여, 표면의 요철을 해석하여 요철 해석 화상을 측정된 후, 이러한 요철 해석 화상 중에서의, 임의의 인접하는 볼록부끼리 또는 인접하는 오목부끼리의 간격을 100점 이상 측정하고, 그 산술 평균을 구함으로써 산출할 수 있다.

[0035] 또한, 본원에 있어서, 요철의 깊이 분포의 평균값 및 요철 깊이의 표준 편차는 다음과 같이 하여 산출할 수 있다. 표면의 요철의 형상을, 주사형 프로브 현미경[예를 들면, 가부시키가이샤 히타치 하이테크 사이언스 제조의 제품명 「E-sweep」 등]을 사용하여 요철 해석 화상을 측정한다. 요철 해석 시, 전술한 조건 하에서 임의의 3 $\mu$ m 각(세로 3 $\mu$ m, 가로 3 $\mu$ m) 또는 10 $\mu$ m 각(세로 10 $\mu$ m, 가로 10 $\mu$ m)의 측정 영역을 측정하여 요철 해석 화상을 구한다. 그 때, 측정 영역 내의 16384점(세로 128점×가로 128점) 이상의 측정점에서의 요철 높이의 데이터를 나노미터 스케일로 각각 구한다. 그리고, 이와 같은 측정점의 수는, 사용하는 측정 장치의 종류나 설정에 따라서도 상이한 것이지만, 예를 들면, 측정 장치로서 전술한 가부시키가이샤 히타치 하이테크 사이언스 제조의 제품명 「E-sweep」를 사용한 경우에는, 10 $\mu$ m 각의 측정 영역 내에 있어서 65536점(세로 256점×가로 256점)의 측정(256×256 픽셀의 해상도에서의 측정)을 행할 수 있다. 그리고, 이와 같이 하여 측정되는 요철 높이(단위: nm)에 관하여, 먼저, 전체 측정점 중, 기재의 표면으로부터의 높이가 가장 높은 측정점 P를 구한다. 그리고, 이러한 측정점 P를 포함하고 또한 기재의 표면과 평행한 면을 기준면(수평면)으로 하여, 그 기준면으로부터의 깊이의 값(측정점 P에서의 기재로부터의 높이의 값에서 각 측정점에서의 기재로부터의 높이를 뺀 차분)을 요철 깊이의 데이터로서 구한다. 그리고, 이와 같은 요철 깊이 데이터는, 측정 장치(예를 들면, 가부시키가이샤 히타치 하이테크 사이언스 제조의 제품명 「E-sweep」)에 의해서는 측정 장치 중의 소프트웨어 등에 의해 자동적으로 계산하여 구할 수 있고, 이와 같은 자동적으로 계산하여 구해진 값을 요철 깊이의 데이터로서 이용할 수 있다. 이와 같이 하여, 각 측정점에서의 요철 깊이의 데이터를 구한 후, 그 산술 평균 및 표준 편차를 구함으로써 산출할 수 있는 값을 각각 요철의 깊이 분포의 평균값 및 요철 깊이의 표준 편차로서 채용한다. 본 명세서에 있어서, 요철의 평균 피치 및 요철의 깊이 분포의 평균값은, 요철이 형성되어 있는 표면의 재료에 관계없이, 상기와 같은 측정 방법을 통해 구할 수 있다.

[0036] 단, 「불규칙한 요철 패턴」에는, 표면의 요철의 형상을 해석하여 얻어지는 요철 해석 화상에 2차원 고속 푸리에 변환 처리를 행하여 얻어지는 푸리에 변환상(變換像)이 원 또는 원환형(圓環形)의 모양을 나타내는, 즉 상기 요철의 방향의 지향성은 없지만 요철의 피치의 분포는 가지는 의사(擬似) 주기 구조를 포함한다. 그러므로, 이와 같은 의사(擬似) 주기 구조를 가지는 기관은, 그 요철 피치의 분포가 가시광선을 회절시키는 한, 유기 EL 소자와 같은 면 발광 소자에 사용되는 회절 기관에 바람직하다.

[0037] 요철 구조층(142)의 재료로서 무기 재료를 사용할 수 있고, 특히, 실리카, Ti계의 재료(TiO<sub>2</sub> 등)나 ITO(인듐·주석·옥사이드)계의 재료, ZnO, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnS, BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>2</sub> 등의 절연 재료를 사용할 수 있다. 이 중,

성막성(成膜性)이나 굴절률의 관계로부터 실리카 또는  $TiO_2$ 가 바람직하다. 또한, 요철 구조층(142)의 재료로서, 수지 조성물의 경화물을 사용해도 된다. 수지 조성물로서 구체적으로는, 아크릴산계 올리고머, 메타크릴산계 올리고머 등의 반응성 비닐기를 가지는 광경화형 수지 및 열경화형 수지, 2-시아노아크릴산에스테르 등의 습기경화형 수지, 에폭시계 수지 등의 열 및 화학 경화(2액 혼합)형 수지, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리올레핀 등의 핫멜트형 수지, 및 양이온 경화 타입의 자외선 경화형 에폭시 수지 등을 들 수 있다. 수지 조성물은, 비닐에테르계, 옥세탄계, 우레탄계, 멜라민계, 우레아계, 페놀계, 가교형(架橋型) 액정계, 불소계, 실리콘계 등의 모노머, 올리고머, 폴리머 등의 각종 수지이어도 된다. 또한, 요철 구조층(142)의 재료로서 폴리실라잔 용액을 원료로서 형성되는  $SiO_x$ ,  $SiN_x$ ,  $SiO_xN_y$  등을 사용해도 된다.

[0038] 요철 구조층(142)의 두께는, 100nm~10 $\mu$ m가 바람직하다. 요철 구조층(142)의 두께가 100nm 미만으로 되면, 후술하는 임프린트(Imprint)에 의한 요철 형상의 전사가 어려워진다. 요철 구조층의 두께가 10 $\mu$ m를 넘으면, 균열이 들어가는 등의 구조적인 결함이 생기기 쉬워진다. 그리고, 여기서는 요철 구조층의 두께란, 요철 구조층의 바닥면으로부터 요철 패턴이 형성된 표면까지의 거리의 평균값을 의미한다.

[0039] 기재(40)와 요철 구조층(142) 사이의 밀착력이 약한 경우에는, 기재(40)와 요철 구조층(142) 사이에 접착층을 형성해도 된다. 접착층은 실란 커플링제 등으로 되고, 실란 커플링제로서는, 아크릴 또는 메타크릴기를 가지는 것을 사용할 수 있고, 예를 들면, KBM-5103[신에츠 가가쿠(Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) 제조], KBM-503(신에츠 가가쿠제) 등을 사용할 수 있다.

[0040] <제1 전극>

[0041] 제1 전극(92)은, 그 위에 형성되는 유기층(94)으로부터의 광을 기재(40) 측에 투과시키기 위해 투과성을 가지는 투명 전극으로 할 수 있다. 또한, 제1 전극(92)은, 요철 구조층(142)의 표면에 형성되어 있는 요철 구조가 제1 전극(92)의 표면에 유지되도록 하여 적층되는 것이 바람직하다. 그리고, 제1 전극(92)의 XY 방향의 배치 및 형상은 특별히 한정되지 않는다.

[0042] 제1 전극의 재료로서는, 예를 들면, 산화인듐, 산화아연, 산화주석, 및 이들 복합체인 인듐·주석·옥사이드(ITO), 금, 백금, 은, 구리가 사용된다. 이들 중에서도, 투명성과 도전성의 관점에서, ITO가 바람직하다. 제1 전극(92)의 두께는 20~500nm의 범위인 것이 바람직하다.

[0043] <유기층>

[0044] 유기층(94)은, 제1 전극(92) 상에 형성되지만, 도 1의 (a)에 나타낸 바와 같이, 제1 전극(92)이 형성되어 있지 않은 부분에 있어서는 요철 구조층(142) 상에 형성되어도 된다. 유기층(94)은, 유기 EL 소자의 유기층에 사용할 수 있는 것이면 특별히 제한되지 않고, 공지의 유기층을 적절히 이용할 수 있다. 또한, 유기층(94)의 표면은, 요철 구조층(142)의 형상이 유지되도록 해도 되고, 형상을 유지하지 않고 평탄해도 된다. 이와 같은 유기층(94)은, 각종 유기 박막의 적층이어도 되고, 예를 들면, 정공(正孔) 수송층, 발광층, 및 전자 수송층으로 이루어지는 적층체이어도 된다. 여기서, 정공 수송층의 재료로서는, 프탈로시아닌 유도체, 나프탈로시아닌 유도체, 폴피린 유도체, N, N'-비스(3-메틸페닐)-(1, 1'-비페닐)-4, 4'-디아민(TPD)이나 4, 4'-비스[N-(나프틸)-N-페닐-아미노]비페닐( $\alpha$ -NPD) 등의 방향족 디아민 화합물, 옥사졸, 옥사디아졸, 트리아졸, 이미다졸, 이미다졸론, 스틸벤 유도체, 피라졸린 유도체, 테트라하이드로이미다졸, 폴리아릴알칸, 부타디엔, 4, 4', 4''-트리스(N-(3-메틸페닐)N-페닐아미노)트리페닐아민(m-MTDATA)을 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 또한, 발광층은, 제1 전극(92)으로부터 주입된 정공과 제2 전극(98)으로부터 주입된 전자를 재결합시켜 발광시키기 위해 형성되어 있다. 발광층에 사용할 수 있는 재료로서는, 안트라센, 나프탈렌, 피렌, 테트라센, 코로넨, 페틸렌, 프탈로페틸렌, 나프탈로페틸렌, 디페닐부타디엔, 테트라페닐부타디엔, 쿠마린, 옥사디아졸, 비스벤조옥사졸린, 비스스티릴, 시클로펜타디엔, 알루미늄 퀴놀리놀 착체( $Alq_3$ ) 등의 유기 금속 착체, 트리-(p-테르페닐-4-일)아민, 1-아릴-2, 5-디(2-티에닐)피롤 유도체, 피란, 퀴나크리돈, 루브렌, 디스티릴벤젠 유도체, 디스티릴아릴렌 유도체, 디스티릴아민 유도체 및 각종 형광 색소 등을 사용할 수 있다. 또한 이들의 화합물 중에서 선택되는 발광 재료를 적절히 혼합하여 사용하는 것도 바람직하다. 또한, 스핀 다중향으로부터의 발광을 나타내는 재료계, 예를 들면, 인광(燐光) 발광을 발생시키는 인광 발광 재료, 및 이들로 이루어지는 부위를 분자 내의 일부에 가지는 화합물도 바람직하게 사용할 수 있다. 그리고, 상기 인광 발광 재료는 이리듐 등의 중금속을 포함하는 것이 바람직하다. 전술한 발광 재료를 캐리어(carrier) 이동도가 높은 호스트 재료 중에 게스트 재료로서 도핑하여, 쌍극자-쌍극자 상호작용[FERT(fluorescence resonance energy transfer) 기구], 전자 교환 상호작용(Dexter electron transfer 기구)을 이용하여 발광시켜도 된다. 또한, 전자 수송층의 재료로서

는, 니트로 치환 플루오렌 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 티오피란디옥사이드 유도체, 나프탈렌페릴렌 등의 복소환 테트라카르본산 무수물, 카르보다이미드, 플루오렌일리덴 메탄 유도체, 안트라퀴노디메탄 및 안트론 유도체, 옥사디아졸 유도체, 알루미늄 퀴놀리놀 착체(Alq3) 등의 유기 금속 착체 등을 들 수 있다. 또한, 상기 옥사디아졸 유도체에 있어서, 옥사디아졸환의 산소 원자를 유황 원자로 치환한 티아디아졸 유도체, 전자 흡인기로서 알려져 있는 퀴녹살린환을 가지는 퀴녹살린 유도체도, 전자 수송 재료로서 사용할 수 있다. 또한, 이들의 재료를 고분자쇄에 도입한, 또는 이들의 재료를 고분자의 주쇄(主鎖)로 한 고분자 재료를 사용할 수도 있다. 그리고, 정공 수송층 또는 전자 수송층이 발광층의 역할을 겸하고 있어도 된다.

[0045] 또한, 제2 전극(98)으로부터의 전자 주입을 용이하게 한다는 관점에서, 유기층(94)과 제2 전극(98) 사이에 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF), Li2O3 등의 금속 불화물이나 금속 산화물, Ca, Ba, Cs 등의 활성이 높은 알칼리 토류 금속, 유기 절연 재료 등으로 이루어지는 층을 형성해도 된다. 또한, 제1 전극(92)으로부터의 정공 주입을 용이하게 한다는 관점에서, 유기층(94)과 제1 전극(92) 사이에 정공 주입층으로서, 트리아졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 폴리아릴알칸 유도체, 피라졸린 유도체 및 피라졸론 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아릴아민 유도체, 아미노 치환 찰콘(chalcone) 유도체, 옥사졸 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오렌은 유도체, 히드라진 유도체, 스틸벤 유도체, 실라잔 유도체, 아닐린계 공중합체, 또는 도전성 고분자 올리고머, 특히, 티오펜 올리고머 등으로 이루어지는 층을 형성해도 된다.

[0046] 또한, 유기층(94)이 정공 수송층, 발광층, 및 전자 수송층으로 이루어지는 적층체인 경우, 정공 수송층, 발광층, 및 전자 수송층의 두께는, 각각 1~200nm의 범위, 5~100nm의 범위, 및 5~200nm의 범위인 것이 바람직하다.

[0047] 유기층(94) 중, 제1 전극(92) 및 후술하는 제2 전극(98)에 의해 Z 방향으로 협지된 영역이 발광부(94a)로 된다. 발광부(94a)의 형상은 특별히 한정되지 않지만, 원, 타원 또는 다각형 등의 형상으로 할 수 있다. 그리고, 본 실시 형태에 있어서, 발광부(94a)가 타원형인 경우, 발광부(94a)의 긴 직경을 발광부의 직경(D2)으로 하고, 발광부(94a)가 다각형인 경우, 발광부(94a)의 대각선 중 가장 긴 대각선의 길이를 발광부의 직경(D2)으로 한다. 발광부의 직경(D2)은 0.5~70mm의 범위 내인 것이 바람직하다. 직경(D2)이 상기 하한 미만인 발광부(94a)를 형성하는 것은 고도의 패터닝 기술이 필요하므로 곤란하다. 발광부의 직경(D2)이 상기 상한을 넘으면 유기 EL 소자를 구성하는 박막을 전체면에 균일하게 적층하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 그리고, 발광부의 직경(D2)의 값은 렌즈 직경(D1)의 값에 맞추어 적절히 변경해도 된다.

[0048] <제2 전극>

[0049] 제2 전극(98)은, 유기층(94) 상에 형성되지만, 도 1의 (a)에 나타난 바와 같이, 부분적으로 유기층(94)이 형성되어 있지 않은 부분에 있어서 요철 구조층(142) 상에 형성되어도 된다. 제2 전극(98)으로서, 일함수가 작은 물질을 적절히 사용할 수 있고, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면, 알루미늄, MgAg, MgIn, AlLi 등의 금속 전극으로 할 수 있다. 또한, 제2 전극(98)의 두께는 50~500nm의 범위인 것이 바람직하다. 또한, 제2 전극(98)은, 요철 구조층(142)의 표면에 형성되어 있는 요철 구조가 유지되도록 하여 적층되어도 된다.

[0050] <렌즈 부재>

[0051] 렌즈 부재(20)는, 기재(40) 내에 있어서 반사를 반복해 버리는 광을 외부에 효율적으로 취출하기 위해 이용되는 것이다. 이와 같은 렌즈 부재(20)로서는, 유기 EL 소자의 광의 취출을 위해 이용할 수 있는 것이면 되고, 특별히 제한되지 않고, 소자의 외측으로 광을 취출할 수 있는 구조를 가지는 공지의 광학 부재를 적절히 이용할 수 있다. 이와 같은 렌즈 부재(20)로서는, 예를 들면, 볼록 렌즈(반구 렌즈, 타원 렌즈 등), 오목 렌즈, 프레넬 렌즈 등을 사용해도 된다. 그리고, 이와 같은 광을 외부로 취출하기 위한 렌즈 부재(20)로서는 시판품을 적절히 이용해도 된다. 그리고, 렌즈 부재로서 타원 렌즈를 사용하는 경우, 타원 렌즈의 긴 직경을 렌즈 직경(D1)으로 하고, 렌즈 부재가 다각형 형상인 경우에는 그 대각선의 길이의 최대값을 렌즈 직경(D1)으로 한다. 렌즈 직경(D1)은 1~100mm의 범위 내인 것이 바람직하다. 렌즈 직경(D1)이 상기 하한 미만이면 렌즈 부재(20)와 발광부(94a)가 평면에서 볼 때 중심이 일치하도록 위치맞춤을 하는 것이 곤란하게 되고, 렌즈 직경(D1)이 상기 상한을 넘으면 발광 소자 전체의 두께가 두꺼워져, 디스플레이나 조명 장치로서 사용한 경우에 디자인성이 저하된다.

[0052] 또한, 이와 같은 광을 외부로 취출하기 위한 렌즈 부재(20)로서는, 광학 소자의 용도나 사이즈, 구성 등에 따라, 각종 사이즈 및 형상의 것을 적절히 이용할 수 있지만, 또한 유기 EL 소자의 두께가 중요시되지 않는(두꺼워도 상관없는 경우에는, 반구 렌즈를 사용하는 것이 바람직하고, 두께가 중요시되는 경우에는 얇은 쪽이 바람직함) 경우에는, 프레넬 렌즈를 사용하는 것이 바람직하다.

[0053] 또한, 이와 같은 렌즈 부재(20)의 재질로서는 특별히 제한되지 않고, 공지의 재질로 이루어지는 렌즈 부재를 적절히 이용할 수 있고, 예를 들면, 유리 등의 투명 무기 재료, 폴리에틸렌테레프탈레이트 등의 폴리에스테르계 수지, 셀룰로오스계 수지, 아세테이트계 수지, 폴리에테르술폰계 수지, 폴리카보네이트계 수지, 폴리아미드계 수지, 폴리이미드계 수지, 폴리올레핀계 수지, 아크릴계 수지 등과 같은 투명한 폴리머 등으로 이루어지는 투명 수지 재료 등을 적절히 이용할 수 있다. 렌즈 부재(20)는, 굴절률이 기재(40)의 굴절률보다 큰 재료인 것이 바람직하고, 파장 589nm에서의 굴절률이 1.4 이상인 재료가 보다 바람직하고, 1.5~2.0의 범위 내에서 있는 재료가 더욱 바람직하다. 또한, 이와 같은 렌즈 부재(20)는, 기재(40)와 렌즈 부재(20) 사이에서의 반사를 억제하기 위해, 기재(40)와 렌즈 부재(20) 사이에 공기를 두지 않도록, 점착제층 및/또는 접착제층을 통하여 기재(40) 상에 접착되어 있는 것이 바람직하다.

[0054] 또한, 이와 같은 렌즈 부재(20)는, 그 표면의 내마찰성이나 내상성(耐傷性)이 향상된다는 관점에서, 렌즈 부재(20)의 표면 상에 보호층이 적층되어 있어도 된다. 이와 같은 보호층으로서, 투명 필름이나 투명한 무기 증착층을 적절히 이용할 수 있다. 이와 같은 투명 필름으로서, 특별히 제한되지 않고, 공지의 투명 필름을 적절히 이용할 수 있고, 예를 들면, 폴리에틸렌테레프탈레이트 등의 폴리에스테르계 수지, 셀룰로오스계 수지, 아세테이트계 수지, 폴리에테르술폰계 수지, 폴리카보네이트계 수지, 폴리아미드계 수지, 폴리이미드계 수지, 폴리올레핀계 수지, 아크릴계 수지 등과 같은 투명한 폴리머로 이루어지는 필름을 들 수 있다. 또한, 이와 같은 투명 필름은 한쪽 면에 점착제층 또는 접착제층을 형성하여, 광학 부재의 표면 상에 접착시켜 사용해도 된다. 이와 같은 점착제 또는 접착제로서는, 예를 들면, 아크릴계 점착제, 에틸렌-아세트산 비닐 공중합체, 천연 고무계 점착제, 폴리이소부틸렌, 부틸 고무, 스티렌-부틸렌-스티렌 공중합체, 스티렌-인프렌-스티렌 블록 공중합체 등의 합성 고무계 점착제, 폴리우레탄계 점착제, 폴리에스테르계 점착제를 적절히 이용해도 된다.

[0055] 또한, 상기 보호층으로서 무기 증착층을 적층하는 경우에는, 증착법에 의해 투명한 무기층을 형성할 수 있는 공지의 금속 재료를 적절히 이용할 수 있고, 예를 들면, Sn, In, Te, Ti, Fe, Co, Zn, Ge, Pb, Cd, Bi, Se, Ga, Rb 등의 금속의 산화물, 질화물, 황화물 등을 들 수 있다. 또한, 이와 같은 금속 재료로서는, 산화에 의한 열화(劣化)를 충분히 방지할 수 있다는 관점에서는, TiO<sub>2</sub>를 바람직하게 사용할 수 있고, 또한, 저가이며 고휘도를 얻을 수 있는 관점에서는 ZnS를 바람직하게 사용할 수 있다. 또한, 이와 같은 무기 증착층을 형성하는 방법으로서, 특별히 제한되지 않고, 공지의 물리 증착 장치를 사용하여 적절히 제조하면 된다.

[0056] <봉지(封止) 부재>

[0057] 광학 소자(100)는 도 2의 (a), 도 2의 (b)에 나타낸 바와 같이 봉지 부재(101)를 포함해도 된다. 봉지 부재(101)는 기재(40)와 대향하여 설치되고, 기재(40)와의 사이에 공간(봉지 공간)(105)을 형성한다. 제1 전극(92), 유기층(94), 및 제2 전극(98)은, 이 봉지 공간(105) 내에 위치한다. 봉지 부재(101)는 점착제층(103)을 사용하여 기재(40)에 대하여 고정할 수 있다. 점착제층(103)은, Z 방향에 있어서는 기재(40)와 봉지 부재(101) 사이에 위치하고, XY 면 방향에 있어서는 유기층(94)을 둘러싸도록 위치해도 된다. 봉지 부재(101) 및 점착제층(103)에 의하여, 수분이나 산소가 봉지 공간(105) 내에 침입하는 것이 방지된다. 이로써, 유기층(94) 등의 열화가 억제되고, 발광 소자(100)의 수명이 향상된다. 또한, 발광부(94a)로부터 발광된 광을 유효하게 취출하기 위하여, 점착제층(103)은 발광부(94a)에 접촉하지 않고, 점착제층(103)은 발광부(94a)로부터 소정 간격을 두고 형성되는 것이 바람직하다. 상기 소정 간격은, 예를 들면, 1 $\mu$ m 이상인 것이 바람직하다.

[0058] 봉지 부재(101)로서는, 가스 배리어성이 높은 재료이면 되고, 예를 들면, 포장재 등에 사용되는 공지의 가스 배리어성 필름, 예를 들면, 산화규소 또는 산화 알루미늄을 증착한 플라스틱 필름, 세라믹층과 충격 완화 폴리머층의 적층물, 폴리머 필름을 라미네이트한 금속박, 유리제 또는 금속제의 봉지 캔, 파임(excavate) 유리 등을 사용할 수 있다.

[0059] 또한, 점착제층(103)의 재료로서는, 유리, 플라스틱 기판 등에 대하여 일반적으로 사용되고 있는 임의의 점착제를 제한없이 사용할 수 있고, 예를 들면, 폴리 아세트산비닐계 점착제, 아크릴산계 올리고머, 메타크릴산계 올리고머 등 반응성 비닐기를 가지는 광경화 및 열경화형의 아크릴계 점착제, 에폭시 수지 점착제, 2-시아노아크릴산에스테르 등의 습기 경화형 등의 점착제, 에틸렌 공중합체계 점착제, 폴리에스테르계 점착제, 폴리이미드계 점착제, 요소 수지 또는 멜라민 수지 등으로 이루어지는 아미노 수지계 점착제, 페놀 수지계 점착제, 폴리우레탄계 점착제, 반응형 (메타)아크릴계 점착제, 고무계 점착제 등을 들 수 있지만, 특히 바람직한 점착제로서, 아크릴계 점착제, 에폭시계 점착제 등을 들 수 있다. 그 중에서도 경화 시의 수축이 작은 에폭시계 점착제가 바람직하다.

- [0060] 에폭시계 접착제로서, 에폭시기를 함유하는 화합물과 아민류나 산 무수물을 함유하는 경화제를 혼합하고 경화 반응에 의해 접착하는, 에폭시 수지 및 경화제로 이루어지는 에폭시 수지 조성물을 들 수 있다.
- [0061] 본 실시 형태에서 사용할 수 있는 에폭시계 접착제로서는, 구체적으로는, 예를 들면, 세메다인 가부시카기야사(CEMEDINE CO., LTD.) 제조, 세메다인 EP-001, 가부시카기야사 쓰리본드사(ThreeBond Group) 제조, 3950 시리즈, 3950, 3951, 3952, 2080 시리즈, 2083, 2086, 2087, 및, 2230 시리즈, 2230, 2230B, 3124C, 코니시 가부시카기야사(Konishi Co., Ltd.) 제조의 본드 MOS 시리즈, MOS07, MOS10, 도호 가세이 고교 가부시카기야사(TohoKaseiKogyo Co.,Ltd.) 제조의 우르타이트 1500 시리즈, 우르타이트 1540 등, 또한, 나가세 켐텍스(주)(Nagase ChemteX Corporation) 제조 XNR5576/5576 LV, XNR5516/5516 HV/5516Z, XNR5570, T470/UR7116, T470/UR7134, T470/UR7132, T470/UR7124E-LV 등이 있다.
- [0062] 아크릴계 접착제로서는, 예를 들면, 아크릴계 접착제 성분과, 에너지선 경화성 성분과, 열경화형 접착 성분으로 이루어지는 접착제를 들 수 있다. 이들의 구체제로서는, 가부시카기야사 쓰리본드사 제조의, 3003, 3027B, 3033B, 3042B 등, 또한, 세메다인 가부시카기야사 제조의, 세메다인 Y600, Y600H 등을 들 수 있다.
- [0063] 그 외에, 고무계 접착제로서는, 예를 들면, 시스-1, 4-폴리이소프렌을 주성분으로 하는 천연 고무, 스티렌·부타디엔 고무(SBR), 폴리이소부틸렌, 부틸 고무 등을 주성분으로 하는 합성 고무, 또는 스티렌·부타디엔·스티렌 공중합 고무(SBS), 스티렌·이소프렌·스티렌 공중합 고무(SIS) 등을 주성분으로 하는 블록 고무 등으로부터 적어도 일종 선택되는 접착성 엘라스토머에, 상온에서 액체 또는 고체이며 분자량이 수백에서 약 1만까지의 무정형 올리고머(2량체 이상의 중분자량 중합체)의 열가소성 수지인 로진계 수지, 테르펜계 수지, 석유 수지, 크로만·인덴 수지 등의 접착 부여제, 및 광유(鑛油), 액상(液狀) 폴리부텐, 액상 폴리이소부틸렌, 액상 폴리아크릴산에스테르 등의 연화제 등을 배합한 것을 들 수 있다.
- [0064] 비닐에테르계 접착제로서는, 예를 들면, 비닐메틸에테르, 비닐에틸에테르, 비닐이소부틸에테르 등의 호모폴리머 또는 아크릴레이트와의 코폴리머(접착성 엘라스토머) 등으로 이루어지는 접착제를 사용할 수 있고, 경우에 따라서는, 이들에 상기 접착 부여제, 연화제 등을 배합해도 된다.
- [0065] 또한, 실리콘계 접착제로서는, 예를 들면, 고분자량의 폴리디메틸실록산 또는 폴리디메틸디페닐실록산으로 대표되는 폴리머 연쇄의 말단에 잔존 실라놀기(SiOH)를 가지는 폴리머(또는 접착성 엘라스토머)에 상기 접착 부여제, 연화제 등을 배합한 것을 들 수 있다.
- [0066] 봉지 공간(105)은, 불활성 가스 등에 의해 채워져도 된다. 불활성 가스로서는, N<sub>2</sub> 외에, He, Ar 등의 희(希)가스가 바람직하게 사용되지만, He와 Ar를 혼합한 희가스도 바람직하고, 기체 중에 차지하는 불활성 가스의 비율은, 90~100 체적%인 것이 바람직하다. 또한, 봉지 공간(105)은, 고형상(固形狀) 또는 액체상의 수지, 유리, 불소계 등의 불활성 오일 또는 겔제 등의 충전제가 충전되어도 된다. 이들 충전제는 투명 또는 백탁한 것이 바람직하다. 또한, 봉지 공간(105) 내에 흡수성의 물질을 배치해도 된다. 흡수성의 물질로서, 예를 들면, 산화바륨 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 예를 들면, 알드리치(ALDRICH)사 제조의 고순도 산화바륨 분말을, 접착제가 부착된 불소 수지계 반투과막[마이크로텍스 S-NTF8031Q 닛토 덴코(NITTO DENKO CORPORATION) 제조] 등을 사용하여 봉지 부재(101)에 접착함으로써, 봉지 공간(105) 내에 배치할 수 있다. 그 외에, 재팬 고어텍스(주), 후타바 덴시(주)(Futaba Corporation) 등에서 시판되고 있는 흡수성 물질도 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0067] 다음에, 실시 형태의 발광 소자(100)의 제조 방법에 대하여, 도 1의 (a), 도 1의 (b) 및 도 2의 (a), 도 2의 (b)를 참조하면서 설명한다. 이 제조 방법은, 대략, 기재(40) 상에 요철 구조층(142), 제1 전극, 유기층 및 제2 전극으로 이루어지는 적층체를 형성하는 공정과, 기재(40)에 렌즈 부재(20)를 장착하는 공정을 포함한다. 또한, 적층체를 봉지하는 봉지 공정을 포함해도 된다. 이하, 각 공정에 대하여 순서대로 설명한다. 그리고, 이하의 설명에서는, 요철 구조층의 재료로서, 줄겔 재료를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다.
- [0068] <적층체 형성 공정>
- [0069] 먼저, 기재(40) 상에 요철 구조층(142)을 형성한다. 요철 구조층(142)은, 예를 들면, 이하에 설명하는 방법에 의해 형성할 수 있다.
- [0070] 요철 구조층(142)을 줄겔법에 의해 형성하기 위하여, 우선 줄겔 재료의 용액을 조제한다. 요철 구조층은, 내열성이 우수하므로, 무기 재료로 형성되는 것이 바람직하고, 요철 구조층 재료로서, 특히, 실리카, Ti계의 재료(TiO<sub>2</sub> 등)나 ITO(인듐·주석·옥사이드)계의 재료, ZnO, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnS, ZrO, BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>2</sub> 등의 줄겔 재료를 사용할 수 있다. 예를 들면, 기재 상에 실리카로 이루어지는 요철 구조층을 줄겔법에 의해 형성하는 경

우에는, 요철 구조층 재료로서 금속 알콕시드(실리카 전구체)의 졸겔 재료를 조제한다. 실리카의 전구체로서, 테트라메톡시실란(TMOS), 테트라에톡시실란(TEOS), 테트라-*i*-프로폭시실란, 테트라-*n*-프로폭시실란, 테트라-*i*-부톡시실란, 테트라-*n*-부톡시실란, 테트라-*sec*-부톡시실란, 테트라-*t*-부톡시실란 등의 테트라알콕시실란으로 대표되는 테트라알콕시드 모노머나, 메틸트리메톡시실란, 에틸트리메톡시실란, 프로필트리메톡시실란, 이소프로필트리메톡시실란, 페닐트리메톡시실란, 메틸트리에톡시실란(MTES), 에틸트리에톡시실란, 프로필트리에톡시실란, 이소프로필트리에톡시실란, 페닐트리에톡시실란, 메틸트리프로폭시실란, 에틸트리프로폭시실란, 프로필트리프로폭시실란, 이소프로필트리프로폭시실란, 페닐트리프로폭시실란, 메틸트리아이소프로폭시실란, 에틸트리아이소프로폭시실란, 프로필트리아이소프로폭시실란, 이소프로필트리아이소프로폭시실란, 페닐트리아이소프로폭시실란, 톨릴트리에톡시실란 등의 트리알콕시실란으로 대표되는 트리알콕시드 모노머, 디메틸디메톡시실란, 디메틸디에톡시실란, 디메틸디프로폭시실란, 디메틸디아이소프로폭시실란, 디메틸디-*n*-부톡시실란, 디메틸디-*i*-부톡시실란, 디메틸디-*sec*-부톡시실란, 디메틸디-*t*-부톡시실란, 디에틸디메톡시실란, 디에틸디에톡시실란, 디에틸디프로폭시실란, 디에틸디아이소프로폭시실란, 디에틸디-*n*-부톡시실란, 디에틸디-*i*-부톡시실란, 디에틸디-*sec*-부톡시실란, 디에틸디-*t*-부톡시실란, 디프로필디메톡시실란, 디프로필디에톡시실란, 디프로필디프로폭시실란, 디프로필디아이소프로폭시실란, 디프로필디-*n*-부톡시실란, 디프로필디-*i*-부톡시실란, 디프로필디-*sec*-부톡시실란, 디프로필디-*t*-부톡시실란, 디이소프로필디메톡시실란, 디이소프로필 디에톡시실란, 디이소프로필디프로폭시실란, 디이소프로필디아이소프로폭시실란, 디이소프로필디-*n*-부톡시실란, 디이소프로필디-*i*-부톡시실란, 디이소프로필디-*sec*-부톡시실란, 디이소프로필디-*t*-부톡시실란, 디페닐디메톡시실란, 디페닐디에톡시실란, 디페닐디프로폭시실란, 디페닐디아이소프로폭시실란, 디페닐디-*n*-부톡시실란, 디페닐디-*i*-부톡시실란, 디페닐디-*sec*-부톡시실란, 디페닐디-*t*-부톡시실란 등의 디알콕시실란으로 대표되는 디알콕시드 모노머를 사용할 수 있다. 또한, 알킬기의 탄소수가 C4~C18인 알킬트리알콕시실란이나 디알킬디알콕시실란을 사용할 수도 있다. 비닐트리메톡시실란, 비닐트리에톡시실란 등의 비닐기를 가지는 모노머, 2-(3, 4-에폭시시클로헥실)에틸트리메톡시실란, 3-글리시독시프로필메틸디메톡시실란, 3-글리시독시프로필트리메톡시실란, 3-글리시독시프로필메틸디에톡시실란, 3-글리시독시프로필트리에톡시실란 등의 에폭시기를 가지는 모노머, *p*-스티릴트리메톡시실란 등의 스티릴기를 가지는 모노머, 3-메타크릴옥시프로필메틸디메톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필트리메톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필메틸디에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필트리에톡시실란 등의 메타크릴기를 가지는 모노머, 3-아크릴옥시프로필 트리메톡시실란 등의 아크릴기를 가지는 모노머, N-2-(아미노에틸)-3-아미노프로필메틸디메톡시실란, N-2-(아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란, 3-아미노프로필트리메톡시실란, 3-아미노프로필트리에톡시실란, 3-트리에톡시실릴-N-(1, 3-디메틸-부틸리엔)프로필아민, N-페닐-3-아미노프로필트리메톡시실란 등의 아미노기를 가지는 모노머, 3-우레이드프로필트리에톡시실란 등의 우레이드기를 가지는 모노머, 3-메르캅토프로필메틸디메톡시실란, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란 등의 메르캅토기를 가지는 모노머, 비스(트리에톡시실릴프로필)테트라설파이드 등의 설파이드기를 가지는 모노머, 3-이소시아네이트프로필트리에톡시실란 등의 이소시아네이트기를 가지는 모노머, 이들 모노머를 소량 중합한 폴리머, 상기 재료의 일부에 관능기나 폴리머를 도입한 것을 특징으로 하는 복합 재료 등의 금속 알콕시드를 사용해도 된다. 또한, 이들 화합물의 알킬기나 페닐기의 일부, 또는 전부가 불소로 치환되어 있어도 된다. 또한, 금속 아세탈아세트네이트, 금속 카르복실레이트, 옥시 염화물, 염화물이나, 이들의 혼합물 등을 들 수 있으나, 이들에 한정되지 않는다. 금속 종류로서는, Si 이외에 Ti, Sn, Al, Zn, Zr, In 등이나, 이들의 혼합물 등을 들 수 있으나, 이들에 한정되지 않는다. 상기 산화 금속의 전구체를 적절히 혼합한 것을 사용할 수도 있다. 또한, 실리카의 전구체로서, 분자 중에 실리카와 친화성, 반응성을 가지는 가수분해기 및 발수성(撥水性)을 가지는 유기 관능기를 가지는 실란 커플링제를 사용할 수 있다. 예를 들면, *n*-옥틸트리에톡시실란, 메틸트리에톡시실란, 메틸트리메톡시실란 등의 실란 모노머, 비닐트리에톡시실란, 비닐 트리메톡시실란, 비닐트리스(2-메톡시에톡시)실란, 비닐메틸디메톡시실란 등의 비닐 실란, 3-메타크릴옥시프로필트리에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필트리메톡시실란 등의 메타크릴실란, 2-(3, 4-에폭시시클로헥실)에틸트리메톡시실란, 3-글리시독시 프로필트리메톡시실란, 3-글리시독시프로필트리에톡시실란 등의 에폭시실란, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란, 3-메르캅토프로필트리에톡시실란 등의 메르캅토실란, 3-옥타노일티오-1-프로필트리에톡시실란 등의 설파(sulfur) 실란, 3-아미노프로필 트리에톡시실란, 3-아미노프로필트리메톡시실란, N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란, N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필메틸디메톡시실란, 3-(N-페닐)아미노프로필트리메톡시실란 등의 아미노 실란, 이들 모노머를 중합한 폴리머 등을 들 수 있다. 또한, 이들 재료 중에 계면활성제를 가함으로써, 메조포러스(mesoporous)화된 요철 구조층을 형성해도 된다.

[0071] 졸겔 재료의 용액으로서 TEOS와 MTEOS의 혼합물을 사용하는 경우에는, 이들의 혼합비는, 예를 들면, 몰비로 1:1로 할 수 있다. 이 졸겔 재료는, 가수분해 및 중축합(重縮合) 반응을 행하게 함으로써 비정질 실리카를 생성한

다. 합성 조건으로서 용액의 pH를 조정하기 위하여, 염산 등의 산 또는 암모니아 등의 알칼리를 첨가한다. pH는 4 이하 또는 10 이상이 바람직하다. 또한, 가수분해를 행하기 위해 물을 가해도 된다. 가하는 물의 양은, 금속 알콕시드 종류에 대하여 물비로 1.5배 이상으로 할 수 있다.

[0072] 졸겔 재료 용액의 용매로서는, 예를 들면, 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올(IPA), 부탄올 등의 알코올류, 헥산, 헵탄, 옥탄, 데칸, 시클로헥산 등의 지방족 탄화수소류, 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 메시틸렌 등의 방향족 탄화수소류, 디에틸에테르, 테트라하이드로퓨란, 디옥산 등의 에테르류, 아세톤, 메틸에틸케톤, 이소포론, 시클로헥사논 등의 케톤류, 부톡시에틸에테르, 헥실옥시에틸 알코올, 메톡시-2-프로판올, 벤질옥시에탄올 등의 에테르알코올류, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 등의 글리콜류, 에틸렌글리콜디메틸에테르, 디에틸렌글리콜디메틸에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르아세테이트 등의 글리콜 에테르류, 아세트산 에틸, 락트산 에틸,  $\gamma$ -부티로락톤 등의 에스테르류, 페놀, 클로로페놀 등의 페놀류, N, N-디메틸포름아미드, N, N-디메틸아세트아미드, N-메틸피롤리돈 등의 아미드류, 클로로포름, 염화메틸렌, 테트라클로로에탄, 모노클로로벤젠, 디클로로벤젠 등의 할로겐계 용매, 이황화탄소 등의 헤테로 원소 함유 화합물, 물, 및 이들의 혼합 용매를 들 수 있다. 특히, 에탄올 및 이소프로필알코올이 바람직하고, 또한 그들에 물을 혼합한 것도 바람직하다.

[0073] 졸겔 재료 용액의 첨가물로서는, 점도 조정을 위한 폴리에틸렌글리콜, 폴리에틸렌옥사이드, 하이드록시프로필셀룰로오스, 폴리비닐알코올이나, 용액 안정제인 트리에탄올아민 등의 알칸올아민, 아세틸아세톤 등의  $\beta$ 디케톤,  $\beta$ 케토에스테르, 포름아미드, 디메틸포름아미드, 디옥산 등을 사용할 수 있다. 또한, 졸겔 재료 용액의 첨가물로서, 액시머 UV 광 등 자외선으로 대표되는 에너지선 등의 광을 조사(照射)함으로써 산이나 알칼리를 발생하는 재료를 사용할 수 있다. 이와 같은 재료를 첨가하는 것에 의해, 광을 조사함으로써 졸겔 재료 용액을 경화시킬 수 있게 된다.

[0074] 상기한 바와 같이 조제한 졸겔 재료의 용액을 기재 상에 도포한다. 기재 상에는 밀착성을 향상시키기 위하여, 표면 처리나 접착이 용이한 층의 형성 등을 행해도 되고, 수분이나 산소 등의 기체의 침입을 방지할 목적으로, 가스 배리어층의 형성 등을 행해도 된다. 졸겔 재료의 도포 방법으로서, 바 코팅법, 스핀 코팅법, 스프레이 코팅법, 딥 코팅법, 다이(die) 코팅법, 잉크젯법 등의 임의의 도포 방법을 사용할 수 있지만, 비교적 대면적의 기재에 졸겔 재료를 균일하게 도포 가능한 것, 졸겔 재료가 겔화되기 전에 신속하게 도포를 완료시킬 수 있는 것을 고려하면, 바 코팅법, 다이 코팅법 및 스핀 코팅법이 바람직하다.

[0075] 졸겔 재료의 도포 후, 도막 층의 용매를 증발시키기 위해 기재를 대기 중 또는 감압 하에서 유지해도 된다. 이 유지 시간이 짧으면 도막의 점도가 지나치게 낮아져 도막으로의 요철 패턴의 전사가 불가능해지고, 유지 시간이 지나치게 길면 전구체의 중합 반응이 진행되고 도막의 점도가 지나치게 높아져, 도막으로의 요철 패턴의 전사가 불가능해진다. 또한, 졸겔 재료를 도포한 후, 용매의 증발의 진행과 함께 전구체의 중합 반응도 진행되고, 졸겔 재료의 점도 등의 물성도 단시간에 변화한다. 요철 패턴 형성의 안정성의 관점에서, 패턴 전사를 양호하게 할 수 있는 건조 시간 범위가 충분히 넓은 것이 바람직하고, 이것은 건조 온도(유지 온도), 건조 압력, 졸겔 재료 종류, 졸겔 재료 종류의 혼합비, 졸겔 재료 조제 시에 사용하는 용매량(졸겔 재료의 농도) 등에 따라 조정할 수 있다.

[0076] 이어서, 요철 패턴 전사용 몰드를 사용하여, 몰드의 요철 패턴을 졸겔 재료의 도막에 전사함으로써, 요철 구조층(142)을 형성한다. 몰드로서 필름형 몰드나 금속 몰드를 사용할 수 있지만, 유연성 또는 가요성(可撓性)이 있는 필름형 몰드를 사용하는 것이 바람직하다. 이 때, 압압(押壓) 물을 사용하여 몰드를 졸겔 재료의 도막에 가압해도 된다. 압압 물을 사용한 롤 프로세스에서는, 프레스식과 비교하여, 몰드와 도막이 접하는 시간이 짧기 때문에, 몰드나 기재 및 기재를 설치하는 스테이지 등의 열팽창 계수의 차이에 의한 패턴 붕괴를 방지할 수 있는 점, 졸겔 재료 용액 중의 용매의 돌비(突沸)에 의해 패턴 중에 가스의 기포가 발생하거나, 가스 자국이 남는 것을 방지할 수 있는 점, 기재(도막)와 선 접촉하므로, 전사 압력 및 박리력을 작게 할 수 있고, 대면적화에 대응하기 용이한 점, 압압 시에 기포를 머금지 않는 점 등의 장점을 가진다. 또한, 몰드를 가압하면서 기재를 가열해도 된다. 압압 물을 사용하여 몰드를 졸겔 재료의 도막에 가압하는 예로서, 도 3에 나타낸 바와 같이 압압롤(122)과 그 바로 아래에 반송되어 있는 기재(40) 사이에 필름형 몰드(50)를 보냄으로써 필름형 몰드(50)의 요철 패턴을 기재(40) 상의 도막(42)에 전사할 수 있다. 즉, 필름형 몰드(50)를 압압 롤(122)에 의해 도막(42)에 가압할 때, 필름형 몰드(50)와 기재(40)를 동기하여 반송하면서 필름형 몰드(50)를 기재(40) 상의 도막(42)의 표면에 피복한다. 이 때, 압압 롤(122)을 필름형 몰드(50)의 이면(裏面)(요철 패턴이 형성된 면과는 반대 측의 면)에 가압하면서 회전시킴으로써, 필름형 몰드(50)와 기재(40)가 진행하면서 밀착된다. 그리고, 장척(長尺)의 필름형 몰드(50)를 압압 롤(122)을 향해 보내기 위해서는, 장척의 필름형 몰드(50)가 감긴 필름 롤로부터 그대

로 필름형 몰드(50)를 내보내어 사용하는 것이 편리하다.

[0077] 본 실시 형태에 사용하는 필름형 몰드는, 필름 또는 시트형이며, 표면에 요철의 전사 패턴을 가지는 몰드이어도 된다. 예를 들면, 실리콘 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리카보네이트(PC), 시클로올레핀폴리머(COP), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리스티렌(PS), 폴리이미드(PI), 폴리아릴레이트와 같은 유기 재료로 형성된다. 또한, 요철 패턴은, 상기 재료에 직접 형성되어 있어도 되고, 상기 재료를 기재(기판 시트)로서, 그 위에 피복된 요철 형성 재료로 형성해도 된다. 요철 형성 재료로서는, 광경화성 수지나, 열경화성 수지, 열가소성 수지를 사용할 수 있다.

[0078] 필름형 몰드의 치수, 특히 길이는 양산하는 광학 기관의 치수나, 1회의 제조 프로세스에 의해 연속적으로 제조하는 광학 기관의 수(로트수)에 따라 적절히 설정할 수 있다. 예를 들면, 길이 10m 이상의 장척의 몰드로 하여, 롤에 권취된 필름형 몰드를 롤로부터 연속적으로 내보내면서 복수의 기재에 연속적으로 전사해도 된다. 필름형 몰드의 폭은, 50~3000mm, 두께 1~500 $\mu$ m로 할 수 있다. 기재(기판 시트)와 요철 형성 재료 사이에는, 밀착성을 높이기 위해 표면 처리나 접착을 용이하게 하는 처리를 행해도 된다. 또한, 필요에 따라, 이들 요철 패턴면 상에 이형(離型) 처리를 행해도 된다. 요철 패턴은, 임의의 형상을 임의의 방법으로 형성할 수 있다. 필름형 몰드의 요철 패턴은, 렌즈 구조나 광 확산이나 회절 등의 기능을 가지는 구조, 도트나 라인&스페이스로 이루어지는 스트라이프 구조, 원기둥형, 원뿔형, 원뿔대형, 삼각기둥형, 삼각뿔형, 삼각뿔대형, 사각기둥형, 사각뿔형, 사각뿔대형, 다각기둥형, 다각뿔형, 다각뿔대형 등의 필러(pillar) 구조, 또는 홀(hall) 구조 등, 임의의 패턴으로 할 수 있다. 그 중에서도, 예를 들면, 요철의 피치가 균일하지 않고, 요철의 방향으로 지향성이 없는 불규칙한 요철 패턴이 바람직하다. 요철의 평균 피치로서는, 예를 들면, 100~1500nm의 범위 내로 할 수 있고, 200~1200nm의 범위 내인 것이 더욱 바람직하다. 요철의 깊이가 분포의 평균값은, 20~200nm의 범위 내인 것이 바람직하고, 30~150nm의 범위 내인 것이 더욱 바람직하다. 요철 깊이의 표준 편차는, 10~100nm의 범위 내인 것이 바람직하고, 15~75nm의 범위 내인 것이 더욱 바람직하다. 이와 같은 요철 패턴으로부터 산란 및/또는 회절되는 광은, 단일의 또는 좁은 대역의 파장의 광이 아니고, 비교적 광역의 파장대를 가지고, 산란광 및/또는 회절되는 광은 지향성이 없고, 모든 방향을 향한다.

[0079] 졸겔 재료의 도막에 몰드를 가압한 후, 도막을 가소성(假燒成)해도 된다. 가소성함으로써 도막의 겔화를 진행하고, 패턴을 고화(固化)하여, 박리 시에 쉽게 부서지지 않게 한다. 가소성을 행하는 경우에는, 대기 중에서 40~150 $^{\circ}$ C의 온도로 가열하는 것이 바람직하다. 그리고, 가소성은 반드시 행할 필요는 없다. 또한, 졸겔 재료 용액에 자외선 등의 광을 조사함으로써 산이나 알칼리를 발생하는 재료를 첨가한 경우에는, 도막을 가소성하는 대신에, 예를 들면, 엑시머 UV 광 등의 자외선으로 대표되는 에너지선을 조사(照射)해도 된다.

[0080] 몰드의 압압 또는 졸겔 재료의 도막의 가소성 후에, 도막으로부터 몰드를 박리한다. 몰드의 박리 방법으로서 공지의 박리 방법을 채용할 수 있다. 가열하면서 몰드를 박리해도 되고, 이로써, 도막으로부터 발생하는 가스를 방출하여 막 내에 기포가 발생하는 것을 방지할 수 있다. 롤 프로세스를 사용하는 경우, 프레스식에서 사용하는 플레이트형 몰드에 비해 박리력은 작아도 되고, 도막이 몰드에 잔류하지 않고 용이하게 몰드를 도막으로부터 박리할 수 있다. 특히, 도막을 가열하면서 압압하므로, 반응이 진행되고 쉽고, 압압 직후에 몰드는 도막으로부터 박리되기 쉬워진다. 또한, 몰드의 박리성의 향상을 위하여, 박리 롤을 사용해도 된다. 도 3에 나타낸 바와 같이 박리 롤(123)을 압압 롤(122)의 하류 측에 설치하고, 박리 롤(123)에 의해 필름형 몰드(50)를 도막(42)에 가압하면서 회전 지지함으로써, 필름형 몰드(50)가 도막(42)에 부착된 상태를 압압 롤(122)과 박리 롤(123) 사이의 거리만큼(일정 시간) 유지할 수 있다. 그리고, 박리 롤(123)의 하류 측에서 필름형 몰드(50)를 박리 롤(123)의 위쪽으로 끌어올리도록 필름형 몰드(50)의 진로를 변경함으로써 필름형 몰드(50)는 요철이 형성된 도막(42)으로부터 떼어진다. 그리고, 필름형 몰드(50)가 도막(42)에 부착되어 있는 기간에 전술한 도막(42)의 가소성이나 가열을 행해도 된다. 그리고, 박리 롤(123)을 사용하는 경우에는, 예를 들면 40~150 $^{\circ}$ C로 가열하면서 박리함으로써 몰드(50)의 박리를 한층 용이하게 할 수 있다.

[0081] 도막(42)으로부터 몰드를 박리한 후, 도막(42)을 경화해도 되고, 이와 같이 하여 도 1의 (a), 도 1의 (b) 및 도 2의 (a), 도 2의 (b)에 나타낸 바와 같은 요철 구조층(142)을 형성한다. 본 실시 형태에서는, 본소성(本燒成)에 의해 졸겔 재료로 이루어지는 요철 구조층을 경화시키는 것이 가능하다. 본소성에 의해 도막을 구성하는 실리카(아몰퍼스 실리카) 중에 포함되어 있는 수산기 등이 탈리(脫離)하여 도막이 더욱 강고해진다. 본소성은, 200~1200 $^{\circ}$ C의 온도에서, 5분~6시간 정도 행하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하여 도막이 경화되어, 몰드의 요철 패턴에 대응하는 요철 패턴을 가지는 요철 구조층(142)이 형성된다. 이 때, 요철 구조층(142)이 실리카로 이루어지는 경우, 소성 온도, 소성 시간에 따라 비정질 또는 결정질, 또는 비정질과 결정질의 혼합 상태로 된다. 또한, 졸겔 재료 용액에 자외선 등의 광을 조사함으로써 산이나 알칼리를 발생하는 재료를 첨가한 경우에는, 도막

을 소성하는 대신에, 예를 들면, 엑시머 UV 광 등의 자외선으로 대표되는 에너지선을 조사함으로써, 도막(42)을 경화되는 것이 가능하다.

- [0082] 요철 구조층의 표면에 피복층을 형성해도 된다. 피복층은, 요철 구조층의 요철 깊이의 표준 편차의 25~150% 범위 내의 막 두께를 가지는 것이 바람직하다. 이로써, 요철 구조층 표면에 이물질이나 결함이 있었을 경우에 이들을 피복할 수 있고, 제조되는 발광 소자(100)의 리크 전류(leak current)를 유효하게 억제할 수 있다. 또한, 그와 같은 상기 범위 내의 막 두께를 가지는 피복층을 구비하는 발광 소자(100)는 양호한 광 추출 효율을 가진다.
- [0083] 피복층의 재료(피복 재료)로서는, 요철 구조층의 재료로서 사용할 수 있는 졸겔 재료와 동일한 것을 사용할 수 있지만, 특히 요철 구조층의 재료로서 사용한 재료와 동일한 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 피복 재료와 요철 구조층 재료가 동일한 재료인 것에 의해, 피복층과 요철 구조층 사이의 계면에서의 광의 반사를 억제할 수 있다. 피복 재료로서 사용하는 졸겔 재료 용액의 용매로서는, 요철 구조층 재료로 사용할 수 있는 용매와 동일한 것을 사용할 수 있다. 피복 재료의 졸겔 재료 용액의 첨가물로서는, 상기한 요철 구조층 재료로 사용하는 첨가물과 동일한 것을 사용할 수 있다. 피복 재료의 졸겔 재료 용액으로서, 요철 구조층 재료의 졸겔 재료 용액보다 용매로 더 희석한 것을 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, 요철 구조층보다 얇은 원하는 막 두께로 피복층을 형성하는 것이 용이해진다.
- [0084] 피복 재료는, TiO<sub>2</sub>, ZnO, ZnS, ZrO, BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>2</sub> 등의 무기 재료로 구성해도 된다. 이 중, 성막성이나 굴절률의 관계로부터 TiO<sub>2</sub>가 바람직하다.
- [0085] 피복 재료로서 경화성 수지 재료를 사용하여 피복층을 형성해도 된다. 경화성 수지로서는, 요철 구조층과 마찬가지로, 예를 들면, 광경화 및 열경화, 습기 경화형, 화학 경화형(2액 혼합) 등의 수지를 사용할 수 있다. 구체적으로는 에폭시계, 아크릴계, 메타크릴계, 비닐에테르계, 옥세탄계, 우레탄계, 멜라민계, 우레아계, 폴리에스테르계, 폴리올레핀계, 페놀계, 가교형 액정계, 불소계, 실리콘계, 폴리아미드계 등의 모노머, 올리고머, 폴리머 등의 각종 수지를 들 수 있다.
- [0086] 또한, 피복 재료로서 실란 커플링제를 사용하여 피복층을 형성해도 된다. 이로써, 피복층과 그 위에 형성되는 전극 등의 층 사이의 밀착성을 향상시킬 수 있고, 발광 소자의 제조 공정에서의 세정 공정이나 고온 처리 공정에서의 내성이 향상된다. 피복층에 사용되는 실란 커플링제는, 그 종류가 특별히 제한되는 것은 아니지만, 예를 들면, RSiX<sub>3</sub>(R은 비닐기, 글리시독시기, 아크릴기, 메타크릴기, 아미노기 및 메르캡토기로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 유기 관능기이며, X는, 할로겐 원소 또는 알콕실기임)으로 나타내어지는 유기 화합물을 사용할 수 있다.
- [0087] 피복 재료는, 무기 재료 또는 경화성 수지 재료에 자외선 흡수 재료를 함유시킨 것이어도 된다. 자외선 흡수 재료는, 자외선을 흡수하고 광 에너지를 열과 같은 무해한 형태로 변환함으로써, 막의 열화를 억제하는 작용이 있다. 자외선 흡수체로서는, 종래부터 공지된 것을 사용할 수 있고, 예를 들면, 벤조트리아졸계 흡수제, 트리아진계 흡수제, 살리실산 유도체계 흡수제, 벤조페논계 흡수제 등을 사용할 수 있다.
- [0088] 피복 재료로서 폴리실라잔 용액을 사용하여 이것을 요철 구조층 상에 도포하고, 형성한 도막을 세라믹화[실리카 개질(改質)]하여 실리카로 이루어지는 피복층을 형성해도 된다. 또한, 요철 구조층 재료로서 폴리실라잔 용액을 사용하여, 요철 구조층(142)을 형성해도 된다. 그리고, 「폴리실라잔」이란, 규소-질소 결합을 가지는 폴리머이며, Si-N, Si-H, N-H 등으로 이루어지는 SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 및 양쪽의 중간 고용체 SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> 등의 세라믹 전구체 무기 폴리머이다. 일본공개특허 평8-112879호 공보에 기재되어 있는 하기의 일반식(1)로 나타내어지는, 비교적 저온에서 세라믹화하여 실리카로 변성하는 화합물이 더욱 바람직하다.
- [0089] 일반식(1):
- [0090] -Si(R1)(R2)-N(R3)-
- [0091] 식 중, R1, R2, R3은, 각각 수소 원자, 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 아릴기, 알킬실릴기, 알킬아미노기 또는 알콕시기를 나타낸다.
- [0092] 상기 일반식(1)로 나타내어지는 화합물 중, R1, R2 및 R3 모두가 수소 원자인 퍼하이드로폴리실라잔(PHPS라고도 함)이나, Si와 결합하는 수소 부분이 일부 알킬기 등으로 치환된 오르가노폴리실라잔이 특히 바람직하다.
- [0093] 저온에서 세라믹화하는 폴리실라잔의 다른 예로서는, 폴리실라잔에 규소 알콕시드를 반응시켜 얻어지는 규소알

콕시드 부가 폴리실라잔(예를 들면, 일본공개특허 평5-238827호 공보), 글리시돌을 반응시켜 얻어지는 글리시돌 부가 폴리실라잔(예를 들면, 일본공개특허 평6-122852호 공보), 알코올을 반응시켜 얻어지는 알코올 부가 폴리실라잔(예를 들면, 일본공개특허 평6-240208호 공보), 금속 카르보산염을 반응시켜 얻어지는 금속 카르보산염 부가 폴리실라잔(예를 들면, 일본공개특허 평6-299118호 공보), 금속을 포함하는 아세틸아세토네이트 착체를 반응시켜 얻어지는 아세틸아세토네이트 착체 부가 폴리실라잔(예를 들면, 일본공개특허 평6-306329호 공보), 금속 미립자를 첨가하여 얻어지는 금속 미립자 첨가 폴리실라잔(예를 들면, 일본공개특허 평7-196986호 공보) 등을 사용할 수도 있다.

[0094] 폴리실라잔 용액의 용매로서는, 지방족 탄화수소, 지환식 탄화수소, 방향족 탄화수소 등의 탄화수소 용매, 할로겐화 탄화수소 용매, 지방족 에테르, 지환식 에테르 등의 에테르류를 사용할 수 있다. 산화규소 화합물로의 개질을 촉진하기 위하여, 아민이나 금속의 촉매를 첨가해도 된다.

[0095] 요철 구조층의 표면(피복층을 형성하는 경우에는 피복층의 표면)에 소수화(疏水化) 처리를 행해도 된다. 소수화 처리 방법은 공지되어 있는 방법을 이용하면 되고, 예를 들면, 실리카 표면이면, 디메틸디클로로실란, 트리메틸알콕시실란 등으로 소수화 처리할 수도 있고, 핵사메틸디실라잔 등의 트리메틸실릴화체와 실리콘 오일로 소수화 처리하는 방법을 이용해도 되고, 초임계(超臨界) 이산화탄소를 사용한 금속 산화물 분말의 표면 처리 방법을 이용해도 된다. 요철 구조층의 표면을 소수성으로 함으로써, 광학 소자의 제조 공정에 있어서 기판으로부터 수분을 용이하게 제거할 수 있기 때문에, 광학 소자에서의 다크 스팟(dark spot)과 같은 결함의 발생이나, 디바이스의 열화를 방지할 수 있다.

[0096] 또한, 요철 구조층의 표면 또는 피복층의 표면에, 수분이나 산소 등의 기체의 침입을 방지할 목적으로, 가스 배리어층을 형성해도 된다.

[0097] 요철 구조층의 형성에 있어서 바람직하게 사용되는 요철 패턴 전사용의 필름형 몰드의 제조 방법의 예에 대하여 설명한다. 우선 몰드의 요철 패턴을 형성하기 위한 모형(母型) 패턴의 제작을 행한다. 모형의 요철 패턴은, 예를 들면, 본 출원인 등에 의한 W02012/096368호에 기재된 블록 공중합체의 가열에 의한 자기(自己)조직화(마이크로 상분리)를 이용하는 방법[이하, 적절하게 「BCP(Block Copolymer) 열 어닐링(thermal annealing)법」이라고 함]이나, W02013/161454호에 기재된 블록 공중합체의 용매 분위기 하에서의 자기조직화를 이용하는 방법[이하, 적절히 「BCP 용매 어닐링법」이라고 함], 또는 W02011/007878 A1에 개시된 폴리머막 상의 증착막을 가열·냉각함으로써 폴리머 표면의 주름에 의한 요철을 형성하는 방법[이하, 적절히 「BKL(Buckling)법」이라고 함]을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다. BCP 열 어닐링법, BKL법 및 BCP 용매 어닐링법 대신에, 포토리소그래피법으로 형성해도 된다. 그 외에, 예를 들면, 절삭 가공법, 전자선 직접 묘화법, 입자선 빔 가공법 및 조작 프로그래밍 등의 미세 가공법, 및 미립자의 자기조직화를 사용한 미세 가공법, 또는 샌드 블라스트(sand blast)법 등에 의해서도, 모형의 요철 패턴을 제작할 수 있다. BCP 열 어닐링법 및 BCP 용매 어닐링법으로 패턴을 형성하는 경우, 패턴을 형성하는 재료는 임의의 재료를 사용할 수 있지만, 폴리스티렌과 같은 스티렌계 폴리머, 폴리메틸메타크릴레이트와 같은 폴리알킬메타크릴레이트, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리비닐피리딘, 및 폴리락트산으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 2종의 조합으로 이루어지는 블록 공중합체가 바람직하다. 또한, 용매 어닐링 처리에 의해 얻어진 요철 패턴에 대하여, 엑시머 UV 광 등의 자외선으로 대표되는 에너지선을 조사하는 것에 의한 에칭이나, RIE(반응성 이온 에칭)와 같은 드라이 에칭법에 의한 에칭을 행해도 된다. 또한, 그와 같은 에칭을 행한 요철 패턴에 대하여, 가열 처리를 행해도 된다.

[0098] 패턴의 모형을 BCP 열 어닐링법이나 BKL법 또는 BCP 용매 어닐링법에 의해 형성한 후, 다음과 같이 하여 전기주조(electroforming)법 등에 의하여, 패턴을 더 전사한 몰드를 형성할 수 있다. 우선, 전기주조 처리를 위한 도전층으로 되는 시드층(seed layer)을, 무전해 도금, 스퍼터 또는 증착 등에 의해 패턴을 가지는 모형 상에 형성할 수 있다. 시드층은, 후속의 전기주조 공정에서의 전류 밀도를 균일하게 하여 후속의 전기주조 공정에 의해 퇴적되는 금속층의 두께를 일정하게 하기 위해 10nm 이상이 바람직하다. 시드층의 재료로서, 예를 들면, 니켈, 구리, 금, 은, 백금, 티탄, 코발트, 주석, 아연, 크롬, 금·코발트 합금, 금·니켈 합금, 붕소·니켈 합금, 맨ган, 구리·니켈·크롬 합금, 주석·니켈 합금, 니켈·팔라듐 합금, 니켈·코발트·인 합금, 또는 이들의 합금 등을 사용할 수 있다. 다음에, 시드층 상에 전기주조(전계 도금)에 의해 금속층을 퇴적시킨다. 금속층의 두께는, 예를 들면, 시드층의 두께를 포함하여 전체로서 10~3000 $\mu$ m의 두께로 할 수 있다. 전기주조에 의해 퇴적시키는 금속층의 재료로서, 시드층으로서 사용할 수 있는 상기 금속 종류 중 어느 하나를 사용할 수 있다. 형성한 금속층은, 후속의 몰드의 형성을 위한 수지층의 가압, 박리 및 세정 등의 처리의 용이성을 고려하면, 적절한 경도 및 두께를 가지는 것이 바람직하다.

- [0099] 상기와 같이 하여 얻어진 시드층을 포함하는 금속층을, 요철 구조를 가지는 모형으로부터 박리하여 금속 기판을 얻는다. 박리 방법은 물리적으로 벗겨도 상관없고, 패턴을 형성하는 재료를, 이들을 용해하는 유기용매, 예를 들면, 톨루엔, 테트라하이드로퓨란(THF), 클로로포름 등을 사용하여 용해하여 제거해도 된다. 금속 기판을 모형으로부터 박리할 때, 잔류하고 있는 재료 성분을 세정에 의해 제거할 수 있다. 세정 방법으로는, 계면활성제 등을 사용한 습식 세정, 또는 자외선이나 플라즈마를 사용한 건식 세정을 이용할 수 있다. 또한, 예를 들면, 점착제나 접착제를 사용하여 잔류하고 있는 재료 성분의 부착 제거 등을 행해도 된다. 이와 같이 하여 모형으로부터 패턴이 전사된 금속 기판을 얻을 수 있다.
- [0100] 얻어진 금속 기판을, 요철 패턴 전사용의 몰드로서 사용하고, 몰드의 요철 패턴을 줄겔 재료의 도막에 전사함으로써, 요철 구조층을 형성할 수 있다. 또한, 얻어진 금속 기판을 사용하여, 금속 기판의 요철 구조(패턴)를 필름형의 지지 기판에 전사함으로써 필름형 몰드와 같이 가요성이 있는 몰드를 제작할 수 있다. 예를 들면, 경화성 수지를 지지 기판에 도포한 후, 금속 기판의 요철 구조를 수지층에 가압하면서 수지층을 경화시킨다. 지지 기판으로서, 예를 들면, 유리, 석영, 실리콘 등의 무기 재료로 이루어지는 기재; 실리콘 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리카보네이트(PC), 시클로올레핀 폴리머(COP), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리스티렌(PS), 폴리이미드(PI), 폴리아릴레이트 등의 유기 재료로 이루어지는 기재, 니켈, 구리, 알루미늄 등의 금속 재료를 들 수 있다. 또한, 지지 기판의 두께는, 1~500 $\mu$ m의 범위로 할 수 있다.
- [0101] 경화성 수지로서는, 광경화 및 열경화, 습기 경화형, 화학 경화형(2액 혼합) 등의 수지를 사용할 수 있다. 구체적으로는, 예를 들면, 에폭시계, 아크릴계, 메타크릴계, 비닐에테르계, 옥세탄계, 우레탄계, 멜라민계, 우레아계, 폴리에스테르계, 폴리올레핀계, 페놀계, 가교형 액정계, 불소계, 실리콘계, 폴리아미드계 등의 모노머, 올리고머, 폴리머 등의 각종 수지를 들 수 있다. 경화성 수지의 두께는 0.5~500 $\mu$ m의 범위 내인 것이 바람직하다. 두께가 상기 하한 미만에서는, 경화 수지층의 표면에 형성되는 요철의 높이가 불충분해지기 쉽고, 상기 상한을 넘으면, 경화시에 생기는 수지의 체적 변화의 영향이 커져 요철 형상을 양호하게 형성할 수 없게 될 가능성이 있다.
- [0102] 경화성 수지를 도포하는 방법으로는, 예를 들면, 스프인 코팅법, 스프레이 코팅법, 딥 코팅법, 적하법(滴下法), 그라비아 인쇄법, 스크린 인쇄법, 철판(凸版) 인쇄법, 다이 코팅법, 커튼 코팅법, 잉크젯법, 스퍼터법 등의 각종 코팅 방법을 채용할 수 있다. 또한, 경화성 수지를 경화시키는 조건으로서, 사용하는 수지의 종류에 따라 상이하지만, 예를 들면, 경화 온도가 실온~250 $^{\circ}$ C의 범위 내이고, 경화 시간이 0.5분~3시간의 범위 내인 것이 바람직하다. 또한, 자외선이나 전자선과 같은 에너지선을 조사함으로써 경화시키는 방법이어도 되고, 그 경우에는, 조사량은 20mJ/cm<sup>2</sup>~5J/cm<sup>2</sup>의 범위 내인 것이 바람직하다.
- [0103] 이어서, 경화 후의 경화 수지층으로부터 금속 기판을 분리한다. 금속 기판을 분리하는 방법으로는, 기계적인 박리법에 한정되지 않고, 공지의 방법을 채용할 수 있다. 이와 같이 하여 지지 기판 상에 요철이 형성된 경화 수지층을 가지는 몰드를 얻을 수 있다.
- [0104] 상기와 같이 하여 기재(40) 상에 요철 구조층(142)을 형성한 후, 기재(40) 및 요철 구조층(142)에 부착되어 있는 이물질 등을 제거하기 위하여, 브러시로 세정하고, 이어서, 수계 용매를 사용한 알칼리성 세정제 및 유기 용제로 유기물 등을 제거한다. 이어서, 도 1의 (b) 및 도 2의 (b)에 나타낸 바와 같이 요철 구조층(142) 상에, 요철 구조층(142)의 표면에 형성되어 있는 요철 구조가 제1 전극(92) 상에도 유지되게 하여, 제1 전극(92)을 적층한다. 이와 같이 하여 요철 패턴을 가지는 제1 전극(92)이 형성된다. 제1 전극(92)을 적층하는 방법으로는, 증착법, 스퍼터법, 스프인 코팅법 등의 공지의 방법을 적절히 채용할 수 있다. 이들 방법 중에서도, 밀착성을 상승시킨다는 관점에서, 스퍼터법이 바람직하다. 그리고, 스퍼터 시에는 기제가 300 $^{\circ}$ C 정도의 고온에 노출되는 경우도 있다. 성막된 제1 전극 상에 포토레지스트를 도포하여 제1 전극용 마스크 패턴으로 노광한 후, 현상액으로 현상하고, 이어서, 제1 전극을 에칭액으로 에칭함으로써 소정의 패턴의 제1 전극(92)을 얻을 수 있다. 얻어진 제1 전극(92)을 브러시로 세정하고, 수계 용매를 사용한 알칼리성 세정제 및 유기 용제로 유기물 등을 제거한 후, UV 오존 처리하는 것이 바람직하다.
- [0105] 다음에, 제1 전극(92) 상에, 유기층(94)을 적층한다. 유기층(94)을 적층하는 방법으로는, 증착법, 스퍼터법, 스프인 코팅법, 다이 코팅법 등의 공지의 방법을 적절히 채용할 수 있다. 유기층(94)의 패턴닝은, 기재 상에 소정의 형상의 마스크를 배치하여 성막을 행하는 등, 공지의 패턴닝 방법으로 행할 수 있다.
- [0106] 이어서, 유기층(94) 상에 제2 전극(금속 전극)(98)을 적층한다. 금속 전극(98)은, 증착법, 스퍼터법 등의 공지의 방법을 채용하여 적층할 수 있다. 금속 전극(98)의 패턴닝은, 기재 상에 소정의 형상의 마스크를 배치하여

성막을 행하는 등, 공지의 패터닝 방법으로 행할 수 있다.

[0107] <렌즈 부재 배치 공정>

[0108] 기재(40)의 요철 구조층(142)을 형성한 면과는 반대 측의 면(광학 소자의 형성 후에 광의 취출면으로 되는 면)에 렌즈 부재(20)를 배치한다. 렌즈 부재(20)는 접착제층 및/또는 접착제층을 통하여 기재(40) 상에 장착할 수 있다. 이와 같이 접착제층 및/또는 접착제층을 통하여 렌즈 부재(20)를 기재(40)에 장착하는 경우에는, 예를 들면, 기재(40)의 요철 구조층(142)을 배치한 면과는 반대 측의 면에 접착제 또는 접착제를 도포하고, 도포한 접착제 또는 접착제 상에 렌즈 부재(20)를 배치하는 등에 의하여, 기재(40)에 렌즈 부재(20)를 배치할 수 있다.

[0109] 또한, 접착제층 및/또는 접착제층의 재료로서는, 기재(40) 상에 렌즈 부재(20)를 접착할 수 있는 공지의 재료를 적절히 이용할 수 있고, 예를 들면, 아크릴계 접착제, 에틸렌-아세트산 비닐 공중합체, 천연 고무계 접착제, 폴리이소부틸렌, 부틸 고무, 스티렌-부틸렌-스티렌 공중합체, 스티렌-인프렌-스티렌 블록 공중합체 등의 합성 고무계 접착제, 폴리우레탄계 접착제, 폴리에스테르계 접착제를 적절히 이용해도 되고, 시판품[노랜드(Norland)사 제조의 UV 경화형 광학용 접착제 NOA60, NOA61, NOA71, NOA72, NOA81, 도아 고세이(TOAGOSEI CO., LTD.) 제조의 UV-3400]을 사용해도 된다. 이들 중, 접착제층 및/또는 접착제층이 기재(40)로부터 사출하는 광의 광로에 영향을 미치지 않도록 한다는 관점에서, 기재(40)의 굴절률과 동등한 굴절률을 가지는 접착제나 접착제를 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같은 접착제 및 접착제를 도포하는 방법은 특별히 제한되지 않고, 공지의 방법을 적절히 채용할 수 있다. 그리고, 접착제 및 접착제는 기재(40) 및 렌즈 부재(20) 중 어느 쪽에 도포해도 된다. 또한, 이와 같은 렌즈 부재 배치 공정은, 요철 구조층(142)의 형성 전에 실시해도 되고, 요철 구조층(142)의 형성 후에 실시해도 되고, 또는 후술하는 봉지 공정 후에 실시해도 되고, 이들 공정을 실시하는 순서는 특별히 제한되는 것은 아니다. 이상의 방법에 의하여, 도 1의 (a), 도 1의 (b)에 나타낸 바와 같은 렌즈 부재(20)를 구비하는 광학 소자(100)가 형성된다.

[0110] <봉지 공정>

[0111] 또한, 도 2의 (a), 도 2의 (b)에 나타낸 바와 같이, 봉지 부재(101)를 장착하여, 진술한 적층체 형성 공정에서 형성한 적층체를 봉지해도 된다. 이와 같은 봉지 구조를 제작하기 위해서는, 먼저, 기재(40) 상의 요철 구조층(142)이 배치된 면에 있어서, 유기층(94)을 둘러싸도록 접착제층(103)을 형성한다. 주사 가능한 디스펜서 및/또는 이동 가능한 스테이지 등을 사용하여 접착제를 도포함으로써, 원하는 위치에 접착제층(103)을 형성할 수 있다. 또한, 디스펜서의 주사 속도 및 토출량을 제어함으로써, 원하는 선폭으로 접착제층(103)을 형성할 수 있다. 이어서, 봉지 부재(101)를 기재(40)에 대향하여, 요철 구조층(142), 제1 전극(92), 유기층(94) 및 금속 전극(98)의 위쪽으로 설치하고, 접착제층(103)을 통하여 기재(40)와 접착시키고, 기재(40)와 봉지 부재(101) 사이의 공간(105)을 봉지한다. 접착제층(103)이 에너지선 조사에 의해 경화되는 재료로 형성되어 있는 경우, 봉지 후에 에너지선을 접착제층(103)에 조사하여 접착제층(103)을 경화시킨다. 예를 들면, 광경화 형 접착제의 경우, 고압 수은등이나 할로겐 램프에 의해 얻어지는 자외 영역으로부터 가시 영역의 광을 봉지 부재 측 또는 기재 측으로부터 조사함으로써, 접착제층(103)을 경화시킬 수 있다. 또한, 접착제층(103)이 열경화성인 경우에는, 접착제층(103)을 예를 들면 50~150℃의 범위에서 가열함으로써 경화시킬 수 있다. 이로써, 기재(40)와 봉지 부재(101)가 일체화하고, 봉지 공간(105) 내에 유기층(94)이 배치된다.

[0112] 그리고, 유기층(94)을 형성한 후에는, 이들을 대기에 접촉시키지 않고, 예를 들면, 질소 분위기 하(예를 들면, 순도 99.999% 이상의 고순도 질소 가스로 치환한 글러브 박스를 사용함)에서 봉지하는 것이 바람직하다. 또한, 봉지 공정에 있어서, 상기한 설명에서는 접착제층(103)을 기재(40) 상에 형성한 후에 봉지 부재(101)를 설치했지만, 기재(40)에 대향시켜 기재(40)와의 사이에 공간을 두고 봉지 부재(101)를 설치한 후에, 그 공간에 접착제를 주입하여 접착제층(103)을 형성해도 된다. 이상과 같은 제조 방법에 의하여, 도 2의 (a), 도 2의 (b)에 나타낸 바와 같은 봉지 부재(101)를 구비하는 광학 소자(100)가 제조된다.

[0113] 그리고, 상기 실시 형태에서는, 졸겔 재료를 사용하여 요철 구조층(142)을 형성하였으나, 진술한 무기 재료 외에, 경화성 수지 재료를 사용해도 된다. 경화성 수지로서는, 예를 들면, 광경화 및 열경화, 습기 경화형, 화학 경화형(2액 혼합) 등의 수지를 사용할 수 있다. 구체적으로는 에폭시계, 아크릴계, 메타크릴계, 비닐 에테르계, 옥세탄계, 우레탄계, 멜라민계, 우레아계, 폴리에스테르계, 폴리올레핀계, 페놀계, 가교형 액정계, 불소계, 실리콘계, 폴리이미드계 등의 모노머, 올리고머, 폴리머 등의 각종 수지를 들 수 있다. 또한, 요철 구조층(142)의 표면에, 수분이나 산소 등의 기체의 침입을 방지할 목적으로, 가스 배리어층을 형성해도 된다.

[0114] 경화성 수지를 사용하여 요철 구조층(142)을 형성하는 경우, 예를 들면, 경화성 수지를 기재에 도포한 후, 도포

한 경화성 수지층에 미세한 요철 패턴을 가지는 몰드를 가압하면서 도막을 경화시킴으로써, 경화성 수지층에 몰드의 요철 패턴을 전사할 수 있다. 경화성 수지는 유기 용제로 희석하고 나서 도포해도 된다. 이 경우에 사용하는 유기 용제로서는 경화 전의 수지를 용해하는 것을 선택하여 사용할 수 있다. 예를 들면, 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올(IPA) 등의 알코올계 용제, 아세톤, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤(MIBK), 등의 케톤계 용제 등의 공지의 것으로부터 선택할 수 있다. 경화성 수지를 도포하는 방법으로서, 예를 들면, 스핀 코팅법, 스프레이 코팅법, 딥 코팅법, 적하법, 그라비아 인쇄법, 스크린 인쇄법, 철판 인쇄법, 다이 코팅법, 커텐 코팅법, 잉크젯법, 스퍼터법 등의 각종 코팅 방법을 채용할 수 있다. 미세한 요철 패턴을 가지는 몰드로서는, 예를 들면, 필름형 몰드, 금속 몰드 등 원하는 몰드를 사용할 수 있다. 또한, 경화성 수지를 경화시키는 조건으로서, 사용하는 수지의 종류에 따라 상이하지만, 예를 들면, 경화 온도가 실온~250℃의 범위 내이고, 경화 시간이 0.5분~3시간의 범위 내인 것이 바람직하다. 또한, 자외선이나 전자선과 같은 에너지선을 조사함으로써 경화시키는 방법이어도 되고, 그 경우에는, 조사량은 20mJ/cm<sup>2</sup>~5J/cm<sup>2</sup>의 범위 내인 것이 바람직하다.

[0115] 요철 구조층의 재료는, 무기 재료 또는 경화성 수지 재료에 자외선 흡수 재료를 함유시킨 것이어도 된다. 자외선 흡수 재료는, 자외선을 흡수하고 광 에너지를 열과 같은 무해인 형태로 변환함으로써, 막의 열화를 억제하는 작용이 있다. 자외선 흡수제로서는, 종래부터 공지의 것을 사용할 수 있고, 예를 들면, 벤조트리아졸계 흡수제, 트리아진계 흡수제, 살리실산 유도체계 흡수제, 벤조페논계 흡수제 등을 사용할 수 있다.

[0116] 또한, 도 2의 (a), 도 2의 (b)에 나타내는 실시 형태에서는, 접착제층(103)이 요철 구조층(142)을 통하여 봉지 부재(101)를 기재(40)에 접착하고 있지만, 도 8의 (a), 도 8의 (b)에 나타낸 바와 같이, 접착제층(103)이 기재(40) 상에 직접 형성되어 있어도 된다. 이와 같은 배치로 함으로써, 요철 구조층(142)을 봉지 공간(105) 내에 배치할 수 있다. 이와 같은 배치에 있어서, 봉지 공간(105)의 밖에 노출된 요철 구조층을 통하여 수분이나 산소가 침입하여 발광 소자가 열화되는 것이 방지된다. 또한, 도 9의 (a), 도 9의 (b)에 나타낸 바와 같이, 접착제층(103)이 요철 구조층(142)과 기재(40)의 양쪽에 직접 접하는 배치로 해도 된다. 이 때, 요철 구조층(142)이 접착제층(103) 및 봉지 공간(105)의 밖에 노출되지 않도록 배치한다. 이와 같은 배치에 있어서, 접착제층(103) 및 봉지 공간(105)의 밖에 노출된 요철 구조층을 통하여 수분이나 산소가 침입함으로써 발광 소자가 열화가 일어나는 것이 방지되고, 또한 요철 구조층(142)의 표면적 효과나 연결(connection) 효과에 의해 접착제층(103)의 밀착력이 향상되는 효과를 얻을 수 있다.

[0117] <실시예>

[0118] 이하, 본 발명의 광학 소자를 실시예 및 비교예에 의해 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다. 우선, 이하의 실시예 1 및 비교예 1~3에 있어서, 각각 발광 소자(유기 EL 소자)를 제작하고, 각 발광 소자의 색도의 각도 의존성(시야각에서의 변색)을 평가했다.

[0119] 실시예 1

[0120] <필름 몰드의 제작>

[0121] 우선, 회절 격자 기관을 제작하기 위하여, BCP 용매 어닐링법을 이용하여 요철 표면을 가지는 필름 몰드를 제작하였다. 하기와 같은 폴리스티렌(이하, 적절히 「PS」라고 약칭함)과 폴리메틸메타크릴레이트(이하, 적절히 「PMMA」라고 약칭함)로 이루어지는 Polymer Source사 제조의 블록 공중합체를 준비하였다.

[0122] PS 세그먼트의 Mn=680,000,

[0123] PMMA 세그먼트의 Mn=580,000,

[0124] 블록 공중합체의 Mn=1,260,000,

[0125] PS 세그먼트와 PMMA 세그먼트의 체적비(PS: PMMA)=57:43,

[0126] 분자량 분포(Mw/Mn)=1.28, PS 세그먼트의 Tg=107℃,

[0127] PMMA 세그먼트의 Tg=134℃

[0128] 블록 공중합체에서의 PS 세그먼트 및 PMMA 세그먼트의 체적비(PS 세그먼트: PMMA 세그먼트)는, 폴리스티렌의 밀도가 1.05g/cm<sup>3</sup>이며, 폴리메틸메타크릴레이트의 밀도가 1.19g/cm<sup>3</sup>인 것으로 하여 산출하였다. 폴리머 세그먼트 또는 폴리머의 수평균 분자량(Mn) 및 중량 평균 분자량(Mw)은, 겔투과 크로마토그래피[도소 가부시키가이샤(TOSOH CORPORATION) 제조, 형식번호 「GPC-8020」, TSK-GEL SuperH1000, SuperH2000, SuperH3000 및 SuperH4000을 직렬로 접속한 것]를 사용하여 측정하였다. 폴리머 세그먼트의 유리 전이점(Tg)은, 시차 주사 열량계(Perkin-

Elmer사 제조, 제품명 「DSC7」)를 사용하여, 0~200℃의 온도 범위에 대하여 20℃/min의 승온(昇溫) 속도에 따라 승온하면서 측정하였다. 폴리스티렌 및 폴리메틸메타크릴레이트의 용해도 파라미터는 각각 9.0 및 9.3이다 (화학 편람 응용편 개정 2판 참조).

- [0129] 이 블록 공중합체 230mg과 폴리에틸렌옥사이드로서 57.5mg의 Aldrich 제조의 폴리에틸렌 글리콜 2050(평균 Mn=2050)에, 톨루엔을 총량이 15g으로 되도록 가하여 용해시켜, 블록 공중합체 용액을 조제하였다.
- [0130] 이 블록 공중합체 용액을 구멍 직경 0.5 $\mu$ m의 멤브레인(membrane) 필터로 여과하여 블록 공중합체 용액을 얻었다. 신에츠 실리콘사 제조의 KBM-5103을 1g, 이온 교환수를 1g, 아세트산 0.1ml, 이소프로필알코올을 19g의 혼합 용액을 유리 기판 상에 스핀 코팅 도포했다(회전 속도 500rpm으로 10초간 행한 후, 계속해서 800rpm으로 45초간 행함). 130℃에서 15분간 처리하여, 실란 커플링 처리 유리를 얻었다. 얻어진 블록 공중합체 용액을, 기재로서의 실란 커플링 처리 유리 상에, 스핀 코팅에 의해 140~160nm의 막 두께로 도포했다. 스핀 코팅은, 회전 속도 200rpm으로 10초간 행한 후, 계속해서 300rpm으로 30초간 행하였다.
- [0131] 이어서, 박막이 형성된 기재를, 미리 클로로포름의 증기를 가득 채운 데시케이터 중에 24시간, 실온에서 정지(靜置)함으로써 용매 어닐링 처리를 행하였다. 데시케이터(용량 5L) 내에는, 클로로포름을 100g 충전한 스크루 병이 설치되어 있고, 데시케이터 내의 분위기는 포화 증기압의 클로로포름으로 채워져 있었다. 용매 어닐링 처리 후의 박막의 표면에는, 요철이 관찰되어, 박막을 구성하는 블록 공중합체가 마이크로층 분리하고 있는 것을 알 수 있었다. 이 박막의 단면(斷面)을 투과형 전자 현미경(TEM)(히타치사 제조의 H-7100 FA)에 의해 관찰한 바, PS 부분의 원형의 단면이 기판 표면과 평행한 방향으로 서로 이격하면서 기판 표면에 수직인 방향(높이 방향)으로 2단으로 배열하고 있고, 원자간력 현미경의 해석 화상과 함께 고찰하면, PS 부분이 PMMA 부분으로부터 수평 실린더 구조로 상분리하고 있는 것을 알 수 있었다. PS 부분이 코어(섬)로 되고, 그 주위를 PMMA 부분이 둘러싸고 있는(바다) 상태였다.
- [0132] 상기 용매 어닐링 처리에 의해 파형(波形)화된 박막의 표면에, 스퍼터에 의하여, 전류 시드층으로서 20nm 정도의 얇은 니켈층을 형성하였다. 이어서, 이 박막 부착 기재를 술폰산 니켈욕 중에 넣고, 온도 50℃에서, 전기주조(최대 전류 밀도 0.05A/cm<sup>2</sup>) 처리하여 니켈을 두께 250 $\mu$ m가 될 때까지 석출시켰다. 이와 같이 하여 얻어진 니켈 전주체(電鑄體)로부터 박막 부착 기재를 기계적으로 박리하였다. 다음에, 니켈 전주체를 테트라하이드로퓨란 용매 중에 2시간 담가 두고, 그 후, 아크릴계 UV 경화 수지를 도포하여 경화하고, 박리하는 것을 3회 반복함으로써, 전주체의 표면에 일부 부착되어 있던 폴리머 성분을 제거하였다. 그 후, 니혼 시-비 케미칼(The Japan Cee-Bee Chemical Co., Ltd.) 제조의 케미졸 2303 내에 침지하고, 50℃에서 2시간 교반하면서 세정하였다. 그 후, UV 오존 처리를 10분간 니켈 전주체에 행하였다.
- [0133] 이어서, 니켈 전주체를 다이킨 가세이힌 한바이샤(DAIKIN CHEMICALS SALES, LTD.) 제조의 HD-2101 TH에 약 1분 침지하고, 건조한 후, 하룻밤 정지했다. 다음날, 니켈 전주체를, 다이킨 가세이힌 한바이샤 제조의 HDTH 내에 침지하여 약 1분간 초음파 처리 세정을 행하였다. 이와 같이 하여 이형 처리된 니켈 몰드를 얻었다.
- [0134] 다음에, PET 기판[도요보(TOYOBO CO., LTD.) 제조, 코스모샤인 A-4100] 상에 불소계 UV 경화성 수지를 도포하고, 니켈 몰드를 가압하면서, 자외선을 600mJ/cm<sup>2</sup>로 조사함으로써 불소계 UV 경화성 수지를 경화시켰다. 수지가 경화 후, 니켈 몰드를 경화한 수지로부터 박리하였다. 이와 같이 하여 니켈 몰드의 표면 형상이 전사된 수지막 부착 PET 기판으로 이루어지는 필름 몰드를 얻었다.
- [0135] <요철 구조층의 형성>
- [0136] 요철 구조층의 재료로서, 에탄올 22mol, 물 5mol, 농염산(濃鹽酸) 0.004mol 및 아세틸아세톤 4mol을 혼합한 액에, 테트라에톡시실란(TEOS) 0.75mol 및 디메틸디에톡시실란(DMDES) 0.25mol을 적하하여 가하고, 또한 첨가제로서 계면활성제 S-386(세이미 케미칼 제조)을 0.5wt% 가하고 23℃, 습도 45%에서 2시간 교반하여 SiO<sub>2</sub>의 졸겔 재료 용액을 얻었다. 이 졸겔 재료 용액을, 굴절률이 1.517( $\lambda$ =589nm)인, 100mm×100mm×0.7mm(두께)의 무알칼리 유리 기판[니혼 덴키 가라스(Nippon Electric Glass Co.,Ltd.)사 제조, OA10GF] 상에 바 코팅하여 졸겔 재료의 도막을 형성하였다. 바 코터(coater)로서 닥터 블레이드(doctor blade)(YOSHIMITSU SEIKI사 제조)를 사용하였다. 이 닥터 블레이드는 도막의 막 두께가 5 $\mu$ m로 되는 설계였지만 닥터 블레이드에 35 $\mu$ m의 두께의 이미드 테이프를 붙여 도막의 막 두께가 40 $\mu$ m로 되도록 조정하였다. 졸겔 재료 용액(요철 구조층 재료)의 도포 60초 후에, 도막(졸겔 재료층)에 상기와 같이 하여 제작한 필름 몰드를, 80℃로 가열한 압압 물을 사용하여 유리판 상의 도막에 가압하면서 회전 이동했다. 도막의 압압이 종료된 후, 필름 몰드를 박리하고, 이어서, 오븐을 사용하여

300℃에서 60분 가열하여 본소성을 행하였다. 이와 같이 하여 필름 몰드의 요철 패턴이 전사된 요철 구조층이 유리 기판 상에 형성되었다. 그리고, 압압 롤은, 내부에 히터를 구비하고, 외주가 4mm 두께의 내열 실리콘이 피복된 롤이며, 롤 직경  $\phi$ 이 50mm, 축 방향 길이가 350mm인 것을 사용하였다.

- [0137] 이 요철 구조층의 요철 패턴에 대하여, 표면의 요철 형상을 원자간력 현미경[가부시키가이샤 히타치 하이테크 사이언스(Hitachi High-Tech Science Corporation) 제조의 환경 제어 유닛 부착 주사형 프로브 현미경 「NanonaviII 스테이션/E-sweep」]을 사용하여 해석 화상을 얻었다. 원자간력 현미경의 해석 조건은, 다음과 같다.
- [0138] 측정 모드: 다이내믹 포스 모드
- [0139] 캔틸레버: SI-DF40(재질: Si, 레버 폭: 40 $\mu$ m, 칩 선단의 직경: 10nm)
- [0140] 측정 분위기: 대기 중
- [0141] 측정 온도: 25℃
- [0142] <요철의 평균 깊이>
- [0143] 요철 구조층의 임의의 위치에 10 $\mu$ m 각(세로 10 $\mu$ m, 가로 10 $\mu$ m)의 측정 영역을 측정하여, 상기와 같이 하여 요철 해석 화상을 구하였다. 이러한 요철 해석 화상 중에서의, 임의의 오목부 및 볼록부와의 깊이 방향의 거리를 100 점 이상 측정하고, 그 평균을 산출하여 요철의 평균 깊이로 한다. 이 예에서 얻어진 해석 화상으로부터 요철 구조층의 요철 패턴의 평균 깊이는 70nm였다.
- [0144] <요철 해석 화상의 푸리에 변환상>
- [0145] 요철 구조층의 임의의 10 $\mu$ m 각(세로 10 $\mu$ m, 가로 10 $\mu$ m)의 측정 영역을 측정하여 상기와 같이 하여 요철 해석 화상을 구하였다. 얻어진 요철 해석 화상에 대하여, 1차 기울기 보정을 포함하는 플랫 처리를 행한 후에, 2차원 고속 푸리에 변환 처리를 행함으로써 푸리에 변환상을 얻었다. 푸리에 변환상은 파수(波數)의 절대값이 0 $\mu$ m<sup>-1</sup>인 원점을 대략 중심으로 하는 원형의 모양을 나타내고, 또한 상기 원형의 모양이 파수의 절대값이 10 $\mu$ m<sup>-1</sup> 이하의 범위 내로 되는 영역 내에 존재하는 것이 확인되었다.
- [0146] 그리고, 푸리에 변환상의 원형의 모양은, 푸리에 변환상에 있어서 휘점(輝点)이 집합함으로써 관측되는 모양이다. 여기서 말하는 「원형」이란, 휘점이 집합한 모양이 대략 원형의 형상으로 보이는 것을 의미하고, 외형의 일부가 볼록형 또는 오목형으로 되어 있는 것처럼 보이는 것도 포함하는 개념이다. 휘점이 집합한 모양이 대략 원환형으로 보이는 경우도 있고, 이 경우를 「원환형」으로서 표현한다. 그리고, 「원환형」은, 환의 외측의 원이나 내측의 원의 형상이 대략 원형의 형상으로 보이는 것도 포함하고, 또한 이러한 환의 외측의 원이나 내측의 원의 외형의 일부가 볼록형 또는 오목형으로 되어 있는 것처럼 보이는 것도 포함하는 개념이다. 또한, 「원형 또는 원환형의 모양이 파수의 절대값이 10 $\mu$ m<sup>-1</sup> 이하(보다 바람직하게는 0.667~10 $\mu$ m<sup>-1</sup>의 범위 내, 더욱 바람직하게는 0.833~5 $\mu$ m<sup>-1</sup>의 범위 내)로 되는 영역 내에 존재함」이란, 푸리에 변환상을 구성하는 휘점 중 30% 이상(보다 바람직하게는 50% 이상, 더욱 바람직하게는 80% 이상, 특히 바람직하게는 90% 이상)의 휘점이 파수의 절대값이 10 $\mu$ m<sup>-1</sup> 이하(보다 바람직하게는 0.667~10 $\mu$ m<sup>-1</sup>의 범위 내, 더욱 바람직하게는 0.833~5 $\mu$ m<sup>-1</sup>의 범위 내)로 되는 영역 내에 존재하는 것을 말한다. 그리고, 요철 구조의 패턴과 푸리에 변환상의 관계에 대하여, 다음의 사항을 알 수 있다. 요철 구조 자체에 피치의 분포나 지향성도 없는 경우에는, 푸리에 변환상도 랜덤한 패턴(모양이 없음)으로 나타나지만, 요철 구조가 XY 방향으로 전체적으로 등방적이지만 피치에 분포가 있는 경우에는, 원 또는 원환형의 푸리에 변환상이 나타난다. 또한, 요철 구조가 단일의 피치를 가지는 경우에는, 푸리에 변환상에 나타나는 원환이 샤프해지는 경향이 있다.
- [0147] 상기 요철 해석 화상의 2차원 고속 푸리에 변환 처리는, 2차원 고속 푸리에 변환 처리 소프트웨어를 구비한 컴퓨터를 사용한 전자적인 화상 처리에 의해 용이하게 행할 수 있다.
- [0148] <요철의 평균 피치>
- [0149] 요철 구조층의 임의의 10 $\mu$ m 각(세로 10 $\mu$ m, 가로 10 $\mu$ m)의 측정 영역을 측정하여 상기와 같이 하여 요철 해석 화상을 구하였다. 이러한 요철 해석 화상 중에서의, 임의의 인접하는 볼록부끼리 또는 인접하는 오목부끼리의 간격을 100점 이상 측정하고, 그 평균을 산출하여 요철의 평균 피치로 하였다. 이 예에서 얻어진 해석 화상으로부터

터 요철 구조층의 요철 패턴의 평균 피치는 900nm였다.

[0150] <요철 깊이 분포의 평균값>

[0151] 요철 구조층의 임의의 10 $\mu$ m 각(세로 10 $\mu$ m, 가로 10 $\mu$ m)의 측정 영역을 측정하여 요철 해석 화상을 구하였다. 그때 측정 영역 내의 16384점(세로 128점×가로 128점) 이상의 측정점에서의 요철 깊이의 데이터를 나노미터 스케일로 각각 구하였다. 이 실시예에서 사용한 E-sweep에서는, 3 $\mu$ m 각의 측정 영역 내에 있어서 65536점(세로 256점×가로 256점)의 측정(256×256 픽셀의 해상도에서의 측정)을 행하였다. 이와 같이 하여 측정되는 요철 깊이(nm)에 관하여, 먼저, 전체 측정점 중, 기관의 표면으로부터의 높이가 가장 높은 측정점 P를 구하였다. 그리고, 이러한 측정점 P를 포함하고 또한 기관의 표면과 평행한 면을 기준면(수평면)으로 하여, 그 기준면으로부터의 깊이의 값(측정점 P에서의 기관으로부터의 높이의 값으로부터 각 측정점에서의 기관으로부터의 높이를 뺀 차분)을 요철 깊이의 데이터로서 구하였다. 그리고, 이와 같은 요철 깊이 데이터는, E-sweep 내의 소프트웨어에 의해 자동적으로 계산하여 구하는 것이 가능하며, 이와 같은 자동 계산에 의해 구해진 값을 요철 깊이의 데이터로서 이용할 수 있다. 이와 같이 하여, 각 측정점에서의 요철 깊이의 데이터를 구한 후, 요철의 깊이 분포의 평균값(m)은, 하기 식(I)을 사용하여 계산함으로써 구할 수 있다.

[0152] [수 1]

$$m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (I)$$

[0153]

[0154] 이 예에서 얻어진 요철 구조층의 요철 깊이 분포의 평균값(m)은, 70nm였다.

[0155] <요철 깊이의 표준 편차>

[0156] 전술한 깊이 분포의 평균값(m)의 측정 방법과 동일하게 하여 요철 구조층의 10 $\mu$ m 각의 측정 영역 내의 16384점(세로 128점×가로 128점) 이상의 측정점에 있어서 요철 깊이의 데이터를 구하였다. 이 예에서는, 65536점(세로 256점×가로 256점)에서의 측정점을 채용하였다. 그 후, 각 측정점의 요철 깊이의 데이터에 기초하여 요철 깊이 분포의 평균값(m)과 요철 깊이의 표준 편차( $\delta$ )를 계산하였다. 그리고, 평균값(m)은, 전술한 바와 같이, 상기 식(I)을 사용하여 구할 수 있다. 한편, 요철 깊이의 표준 편차( $\delta$ )는, 하기 식(II):

[0157] [수 2]

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - m)^2} \quad (II)$$

[0158]

[0159] [식(II) 중, N는 측정점의 총수(총 픽셀수)를 나타내고, xi는 i 번째의 측정점의 요철 깊이의 데이터를 나타내고, m은 요철 깊이 분포의 평균값을 나타냄 ]

[0160] 을 계산하여 구할 수 있고, 요철 구조층의 요철 깊이의 표준 편차( $\delta$ )는 48.1nm였다.

[0161] <발광부의 형성>

[0162] 다음에, 요철 구조층 상에, ITO를 스퍼터법으로 두께 120nm로 성막하고, 포토레지스트 도포하여 투명 전극(제1전극)용 마스크 패턴으로 노광한 후, 현상액으로 레지스트를 현상하고, 이어서, ITO를 에칭액으로 에칭하여, 도 1의 (a)의 개략 상면도에 나타난 바와 같은 패턴의 투명 전극을 얻었다. 얻어진 투명 전극을 브러시로 세정하고, 알칼리성 세정제 및 유기 용제로 유기물 등을 제거한 후, UV 오존 처리하였다. 이와 같이 처리된 투명 전극 상에, 유기층으로서, 정공 수송층(4, 4', 4'' 트리스(9-카르바졸)트리페닐아민, 두께: 35nm), 발광층[트리스(2-페닐피리디나토)이리듐(III) 착체를 도핑한 4, 4', 4'' 트리스(9-카르바졸)트리페닐아민, 두께 15nm, 트리스(2-페닐피리디나토)이리듐(III) 착체를 도핑한 1, 3, 5-트리스(N-페닐벤즈이미다졸-2-일)벤젠, 두께 15nm], 전자 수송층(1, 3, 5-트리스(N-페닐벤즈이미다졸-2-일)벤젠, 두께: 65nm)을 각각 증착법으로 적층하였다. 또한, 불화리튬층(두께: 1.5nm), 금속 전극(알루미늄, 두께: 50nm)을 증착하였다. 유기층 및 금속 전극의 성막 시에는, 기재 상에 패터닝 마스크를 배치하고, 소정의 형상의 유기층 및 금속 전극을 형성하였다. 본 실시예의 발광 소자의 발광부는 원형이며 직경(D2)은 4.2mm였다.

- [0163] <렌즈 부재의 배치>
- [0164] 굴절액[시마즈 디바이스사(Shimadzu Device Corporation) 제조]을 접착제로서 사용하여, 유리 기관의 요철 구조층을 형성한 면과는 반대 측의 면 상에, 직경(D1)이 10mm이며, 굴절률이 1.517( $\lambda=589\text{nm}$ )인 반구 렌즈(Edmund사 제조)를 배치하고, 유리 기관 상에 반구 렌즈를 접착하였다. 그리고, 반구 렌즈는 발광부와 평면에서 볼 때 중심이 일치하도록 배치하였다.
- [0165] 이상의 순서에 의해 제작한 발광 소자에 있어서, 발광부의 직경(D2)과 반구 렌즈의 직경(D1)의 비  $r1(=D2/D1)$ 는 0.42였다. 또한, 기관의 반구 렌즈가 배치된 면과 발광부의 중심 사이의 Z 방향의 거리(d)는, 실질적으로 기관의 두께와 동일하고, 0.7mm였다. 그러므로, 실시예 1의 발광 소자에 있어서, 거리(d)와 반구 렌즈의 직경(D1)의 비  $r2(=d/D1)$ 는 0.07이었다. 그리고, 제작한 발광 소자의 평면 및 단면 구조를 모식적으로 나타내면 도 1의 (a), 도 1의 (b)와 같이 된다.
- [0166] <비교예 1>
- [0167] 실시예 1과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 제작한 발광 소자의 단면 구조를 모식적으로 나타내면 도 4와 같이 된다.
- [0168] <비교예 2>
- [0169] 실시예 1과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 제작한 발광 소자의 단면 구조를 모식적으로 나타내면 도 5와 같이 된다.
- [0170] <비교예 3>
- [0171] 직경이 10mm인 반구 렌즈 대신에 직경이 5mm인 반구 렌즈를 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작하였다. 비교예 3의 발광 소자에 있어서,  $r1(=D2/D1)$ 는 0.84,  $r2(=d/D1)$ 는 0.14였다.
- [0172] <색도의 각도 의존성의 평가>
- [0173] 실시예 1 및 비교예 1~3에서 제작한 유기 EL 소자에 대하여, 유기 EL 소자의 유리 기관에 수직인 방향(Z 방향)을 측정 각도  $\theta=0^\circ$  으로 하고, 측정 각도  $\theta$ 를  $-80^\circ$  에서  $80^\circ$  까지  $5^\circ$  씩 변화시킨 33점의 측정 위치에 있어서, 파장 450~700nm의 발광 스펙트럼 강도를 각각 측정하였다. 이와 같은 발광 스펙트럼 강도의 측정은, 측정 장치로서 Topcon사 제조의, 제품명 「SR-3 A」를 사용하고, 유기 EL 소자에 약 4V의 전압을 인가하여, 발광 소자 상의 임의의 측정점으로부터 발해지는 광의 스펙트럼을 측정함으로써 행하였다. 또한, 발광 스펙트럼 강도의 측정 시에는, 발광 스펙트럼을 수광하는 수광부와, 발광 소자의 표면 위의 측정점 사이의 거리가 100cm로 되도록 하였다.
- [0174] 각각의 측정 위치에서의 발광 스펙트럼 강도의 데이터에 기초하여, u'v'색도 도(CIE 1976 UCS 색도도)에서의 색도 좌표를 구하고, 측정 각도  $\theta=0^\circ$  인 측정 위치의 u'v'색도도의 좌표점과,  $\theta=-80^\circ \sim 80^\circ$  의 각 측정 위치에서의 u'v'색도도의 좌표점 사이의 거리( $\Delta c$ )를 구하였다.  $\Delta c$ 의 최대값이 작을수록, 발광 소자의 색도의 각도 의존성이 보다 작은 것을 의미한다. 구한  $\Delta c$ 의 수치 범위를 도 6의 표 중에 나타낸다.
- [0175] 요철 구조층 및 반구 렌즈의 어느 것도 구비하지 않는 비교예 2의 발광 소자의  $\Delta c$ 가 0.011 미만인데 대하여, 요철 구조층을 구비하지 않고 반구 렌즈만을 구비하는 비교예 1의 발광 소자의  $\Delta c$ 는 0.022 미만이며, 발광 소자에 반구 렌즈를 설치함으로써 색도의 각도 의존성이 커지는 것을 알았다. 한편, 요철 구조층 및 반구 렌즈의 양쪽을 구비하는 실시예 1의 발광 소자의  $\Delta c$ 는 0.012 미만인 것으로부터, 발광 소자에 요철 구조층을 형성함으로써, 반구 렌즈에 의해 생기는 색도의 각도 의존성의 증대를 억제할 수 있는 것을 알았다. 그러나, 비교예 3의 발광 소자는, 요철 구조층 및 반구 렌즈의 양쪽을 구비하고 있음에도 불구하고,  $\Delta c$ 가 0.025 미만으로 큰 값이 되었다. 비교예 3의 발광 소자는 실시예 1의 발광 소자와는  $r1$ ,  $r2$ 의 값이 상이하므로, 색도의 각도 의존성이 작은, 즉  $\Delta c$ 의 값이 작은 발광 소자를 제조하기 위해서는, 발광 소자의  $r1$ ,  $r2$ 의 값을 적절한 값으로 설정할 필요가 있는 것을 알았다.
- [0176] 다음에, 실시예 2~6 및 비교예 4~22에 있어서, 각종 조건에서 발광 소자를 제작하고, 각 발광 소자의 전류 효율을 평가했다.

- [0177] <실시예 2>
- [0178] 투명 전극 및 금속 전극의 패터닝에 사용하는 마스크를 변경하여 발광부의 직경(D2)을 3.0mm로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.30, r2의 값은 0.07이었다.
- [0179] <비교예 4>
- [0180] 실시예 2와 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 제작한 발광 소자의 단면 구조를 도 4에 모식적으로 나타낸다.
- [0181] <비교예 5>
- [0182] 실시예 2와 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 제작한 발광 소자의 단면 구조를 도 5에 모식적으로 나타낸다.
- [0183] <실시예 3>
- [0184] 투명 전극 및 금속 전극의 패터닝에 사용하는 마스크를 변경하여 발광부의 직경(D2)을 5.2mm로 변경한 것 이외에는, 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.52, r2의 값은 0.07이었다.
- [0185] <비교예 6>
- [0186] 실시예 3과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 실시예 3과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0187] <비교예 7>
- [0188] 실시예 3과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 실시예 3과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0189] <실시예 4>
- [0190] 투명 전극 및 금속 전극의 패터닝에 사용하는 마스크를 변경하여 발광부의 직경(D2)을 6.7mm로 변경한 것 이외에는, 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.67, r2의 값은 0.07이었다.
- [0191] <비교예 8>
- [0192] 실시예 4와 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 실시예 4와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0193] <비교예 9>
- [0194] 실시예 4와 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 실시예 4와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0195] <비교예 10>
- [0196] 투명 전극 및 금속 전극의 패터닝에 사용하는 마스크를 변경하여 발광부의 직경(D2)을 7.9mm로 변경한 것 이외에는, 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.79, r2의 값은 0.07이었다.
- [0197] <비교예 11>
- [0198] 비교예 10과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 비교예 10과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0199] <비교예 12>
- [0200] 비교예 10과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구

렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 비교예 10과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.

- [0201] <실시예 5>
- [0202] 두께 0.7mm의 무알칼리 유리를 기재로서 사용하는 대신에, 굴절액(시마즈 디바이스사 제조)을 접착제로서 사용하여 상기의 무알칼리 유리 2매를 겹쳐 접착한 것을 기재로서 사용하고, 그 이외는 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 본 실시예에서의 기재의 두께는 1.4mm였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.30, r2의 값은 0.14였다.
- [0203] <비교예 13>
- [0204] 실시예 5와 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는 실시예 5와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0205] <비교예 14>
- [0206] 실시예 5와 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는 실시예 5와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0207] <실시예 6>
- [0208] 두께 0.7mm의 무알칼리 유리를 기재로서 사용하는 대신에, 굴절액(시마즈 디바이스사 제조)을 접착제로서 사용하여 상기의 무알칼리 유리 3매를 겹쳐 접착한 것을 기재로서 사용하고, 그 이외는 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 본 실시예에서의 기재의 두께는 2.1mm였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.30, r2의 값은 0.21이었다.
- [0209] <비교예 15>
- [0210] 실시예 6과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 실시예 6과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0211] <비교예 16>
- [0212] 실시예 6과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 실시예 6과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0213] <비교예 17>
- [0214] 두께 0.7mm의 무알칼리 유리를 기재로서 사용하는 대신에, 굴절액(시마즈 디바이스사 제조)을 접착제로서 사용하여 상기의 무알칼리 유리 4매를 겹쳐 접착한 것을 기재로서 사용하고, 그 이외는 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 본 실시예에서의 기재의 두께는 2.88mm였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.30, r2의 값은 0.28이었다.
- [0215] <비교예 18>
- [0216] 비교예 17과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는, 비교예 17과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0217] <비교예 19>
- [0218] 비교예 17과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 비교예 17과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.
- [0219] <비교예 20>
- [0220] 두께 0.7mm의 무알칼리 유리를 기재로서 사용하는 대신에, 굴절액(시마즈 디바이스사 제조)을 접착제로서 사용하여 상기의 무알칼리 유리 5매를 겹쳐 접착한 것을 기재로서 사용하고, 그 이외는 실시예 2와 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다. 본 실시예에서의 기재의 두께는 3.5mm였다. 이 발광 소자의 r1의 값은 0.30, r2의 값은 0.35였다.
- [0221] <비교예 21>
- [0222] 비교예 20과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성한 것 이외에는,

비교예 20과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.

[0223] <비교예 22>

[0224] 비교예 20과 비교하기 위하여, 요철 구조층을 형성하지 않고, 기재 상에 직접 투명 전극을 형성하고, 또한 반구 렌즈를 장착하지 않은 것 이외에는, 비교예 20과 동일하게 하여 발광 소자를 제작하였다.

[0225] <발광 소자의 전류 효율의 평가>

[0226] 실시예 2~6 및 비교예 4~22에서 제작한 발광 소자의 휘도 1000cd/m<sup>2</sup>에서의 전류 효율을 구하였다. 실시예 2 및 비교예 4의 광학 소자의 전류 효율에 대하여, 요철 구조층 및 렌즈 부재를 구비하지 않은 비교예 5의 광학 소자의 전류 효율에 대한 배율을 각각 산출하였다. 마찬가지로, 실시예 3 및 비교예 6의 광학 소자는 비교예 7의 광학 소자에 대하여, 실시예 4 및 비교예 8은 비교예 9에 대하여, 비교예 10 및 실시예 11은 비교예 12에 대하여, 실시예 5 및 비교예 13은 비교예 14에 대하여, 실시예 6 및 비교예 15는 비교예 16에 대하여, 비교예 17 및 비교예 18은 비교예 19에 대하여, 비교예 20 및 비교예 21은 비교예 22에 대하여, 전류 효율의 배율을 산출하였다. 그리고, 전류 효율은 이하의 방법으로 측정하였다. 유기 EL 소자에 전압을 인가하고, 인가 전압 V 및 유기 EL 소자에 흐르는 전류 I를 인가 측정기[가부시킴이이샤 에이디시(ADC CORPORATION)사 제조, R6244]에 의하여, 또한, 전체 광속량 L을 스펙트라·코프(Spectra Co-op.)사 제조의 전광속(全光束) 측정 장치에 의해 측정하였다. 이와 같이 하여 얻어진 인가 전압 V, 전류 I 및 전광속량 L의 측정값으로부터 휘도값 L'을 산출하고, 전류 효율에 대해서는, 하기 계산식(F1):

[0227] 
$$\text{전류 효율} = (L'/I) \times S \dots (F1)$$

[0228] 을 이용하여, 유기 EL 소자의 전류 효율을 산출하였다. 상기 식에 있어서, S는 소자의 발광 면적이다. 그리고, 휘도 L'의 값은, 유기 EL 소자의 배광 특성이 램버트-비어 법칙(Lambert-Beer law)에 따르는 것으로 가정하여, 하기 계산식(F2)으로 환산하였다.

[0229] 
$$L' = L / \pi / S \dots (F2)$$

[0230] 전류 효율의 배율의 산출 결과를 도 7의 표에 나타낸다. 먼저, r1의 값이 전류 효율에 미치는 영향에 대하여 분석한다. r2의 값이 0.07로 같고, r1의 값이 상이한 실시예 2~4, 비교예 4, 6, 8, 10, 11의 발광 소자의 전류 효율의 배율의 산출 결과에 대하여 비교하면, r1이 r1≤0.7의 범위 내인 실시예 2~4 및 비교예 4, 6, 8의 발광 소자에 있어서, 반구 렌즈를 구비하지만 요철 구조층을 구비하지 않은 비교예 4, 6, 8의 발광 소자는, 반구 렌즈 및 요철 구조층 모두 구비하지 않는 비교예 5, 7, 9의 발광 소자에 대하여 각각, 1.92, 1.98, 1.86배의 전류 효율인 것에 대하여, 반구 렌즈 및 요철 구조층의 양쪽을 구비하는 실시예 2~4의 발광 소자는, 비교예 5, 7, 9의 발광 소자에 대하여 각각, 2.19, 2.13, 2.13배의 전류 효율이며, 모두 2배를 넘었다. 한편, r1이 0.7을 초과하는 비교예 10, 11의 발광 소자에 있어서는, 반구 렌즈를 구비하지만 요철 구조층을 구비하지 않은 비교예 11의 발광 소자는, 반구 렌즈 및 요철 구조층 모두 구비하지 않는 비교예 12의 발광 소자에 대하여 1.72배의 전류 효율이며, 반구 렌즈 및 요철 구조층 양쪽을 구비하는 비교예 10의 발광 소자는, 비교예 12의 발광 소자에 대하여, 1.91배의 전류 효율이었다. 이상으로부터, r1이 r1≤0.7의 범위 내로 되도록, 광학 소자에 요철 구조층 및 반구 렌즈를 설치함으로써, 요철 구조층 및 반구 렌즈 중 어느 것도 갖지 않는 광학 소자에 대하여, 발광 소자의 전류 효율을 2배 이상으로 향상시킬 수 있음을 알았다.

[0231] 다음에, r2의 값이 전류 효율에 미치는 영향에 대하여 분석한다. r1의 값이 0.30으로 같고, r2의 값이 상이한 실시예 2, 5, 6, 비교예 4, 13, 15, 17, 18, 20, 21의 발광 소자의 전류 효율의 배율의 산출 결과에 대하여 비교하면, r2가 r2≤0.25의 범위 내인 실시예 2, 5, 6 및 비교예 4, 13, 15의 발광 소자에 있어서, 반구 렌즈를 구비하지만 요철 구조층을 구비하지 않은 비교예 4, 13, 15의 발광 소자는, 반구 렌즈 및 요철 구조층 모두 구비하지 않은 비교예 5, 14, 16의 발광 소자에 대하여 각각, 1.92, 1.57, 1.49배의 전류 효율인데 대하여, 반구 렌즈 및 요철 구조층 양쪽을 구비하는 실시예 2, 5, 6의 발광 소자는, 비교예 5, 14, 16의 발광 소자에 대하여 각각, 2.19, 2.03, 2.00배의 전류 효율이었다. 한편, r2가 0.25를 초과하는 비교예 17, 18, 20, 21의 발광 소자에 있어서는, 반구 렌즈를 구비하지만 요철 구조층을 구비하지 않은 비교예 18, 21의 발광 소자는, 반구 렌즈 및 요철 구조층 모두 구비하지 않은 비교예 19, 22의 발광 소자에 대하여 각각 1.39, 1, 27배의 전류 효율이며, 반구 렌즈 및 요철 구조층의 양쪽을 구비하는 비교예 17, 20의 발광 소자는, 비교예 19, 22의 발광 소자에 대하여, 각각 1.69, 1.58배의 전류 효율이었다. 이상으로부터, r2가 r2≤0.25의 범위 내로 되도록, 광학 소자에 요철 구조층 및 반구 렌즈를 설치함으로써, 요철 구조층 및 반구 렌즈의 어느 것도 갖지 않는 광학 소자에

대하여, 발광 소자의 전류 효율을 2배 이상으로 향상시킬 수 있는 것을 알았다.

[0232] 이들의 결과로부터, 광학 소자에 요철 구조층 및 반구 렌즈를 설치하고, 또한, 이 때, 발광부의 직경(D2)과 반구 렌즈 직경(D1)의 비  $r1(=D2/D1)$ 를  $r1 \leq 0.7$ 의 범위 내로 하고, 또한 렌즈와 기재의 접촉면과 발광부의 중심 사이의 Z 방향의 거리(d)와 반구 렌즈 직경(D1)의 비  $r2(=d/D1)$ 를  $r2 \leq 0.25$ 의 범위 내로 함으로써, 발광 소자의 전류 효율이 2배 이상으로 향상되고, 또한 색도의 각도 의존성이 작은 발광 소자를 얻을 수 있는 것을 알았다.

[0233] 이상, 본 발명을 실시예 및 비교예에 의해 설명하였으나, 본 발명의 광학 소자는 상기 실시예에 한정되지 않고, 특허청구의 범위에 기재한 기술적 사상의 범위 내에서 적절히 개변(改變)할 수 있다. 예를 들면, 상기 실시 형태에서 설명한 발광 소자는, 배면발광(bottom emission)형의 유기 EL 소자이지만, 본 발명의 발광 소자는 이에 한정되지 않는다. 본 발명의 발광 소자는, 예를 들면, 전면발광(Top Emission)형의 유기 EL 소자이어도 된다.

[0234] [산업 상의 이용 가능성]

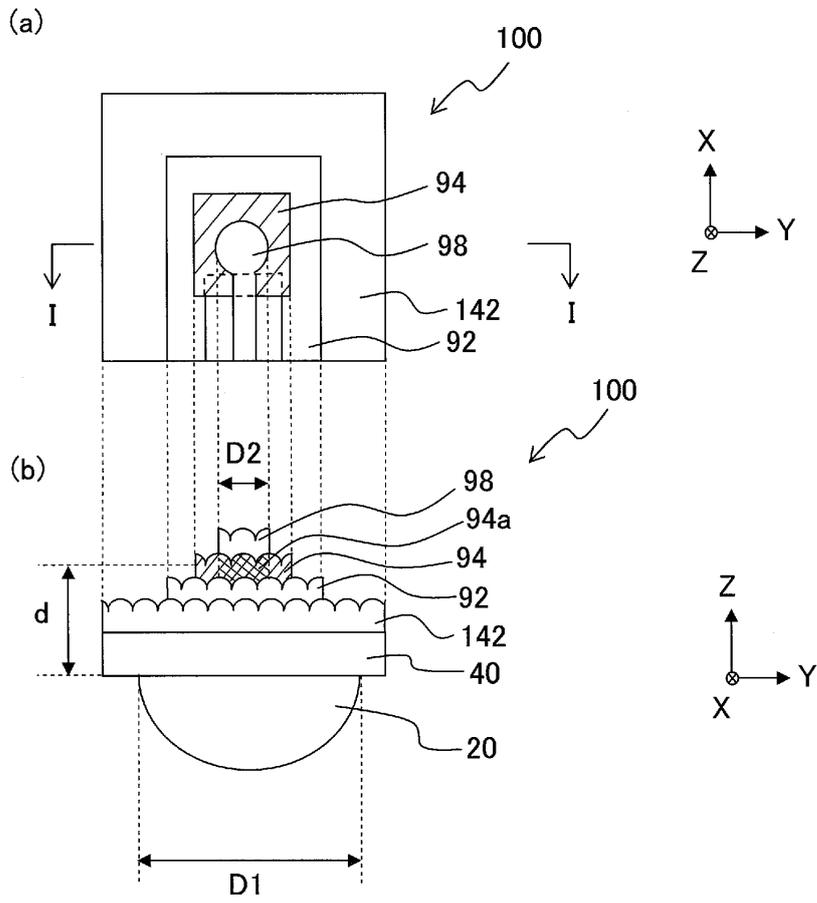
[0235] 본 발명의 발광 소자는, 회절 격자로서 작용하는 요철 구조층 및 렌즈 부재를 구비하고, 충분한 발광 효율을 가지고, 또한 시야각에 의한 색의 변화가 작다. 이와 같이 본 발명의 발광 소자는 우수한 발광 특성을 가지므로, 디스플레이, 조명 장치 등의 각종 발광 디바이스에 극히 유용하고, 에너지 절약에도 공헌한다.

**부호의 설명**

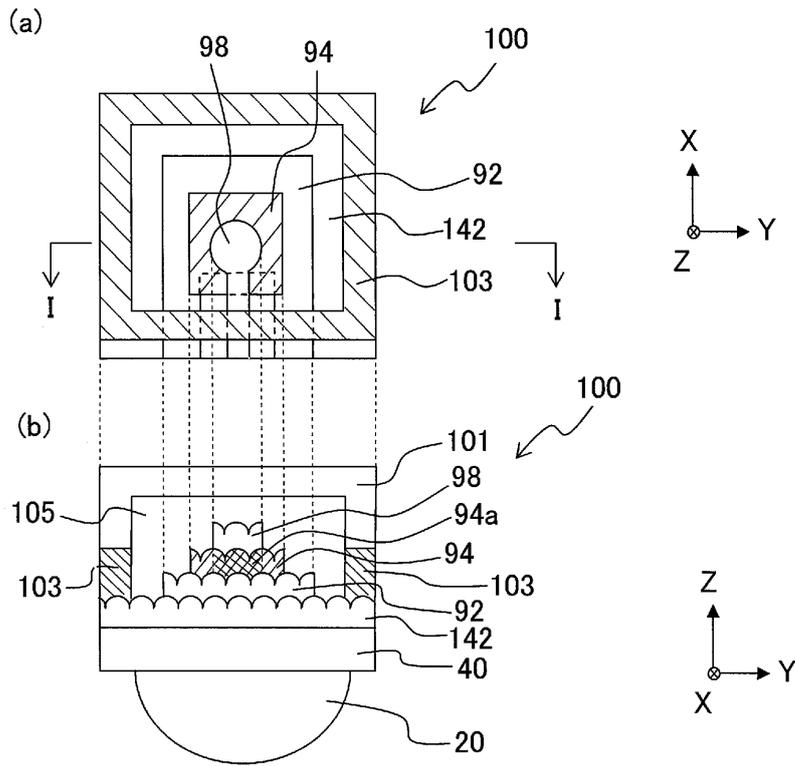
- [0236] 20 : 렌즈 부재
- 40 : 기재
- 92 : 제1 전극
- 94 : 유기층
- 94a : 발광부,
- 98 : 제2 전극
- 100 : 발광 소자
- 101 : 봉지 부재
- 142 : 요철 구조층

도면

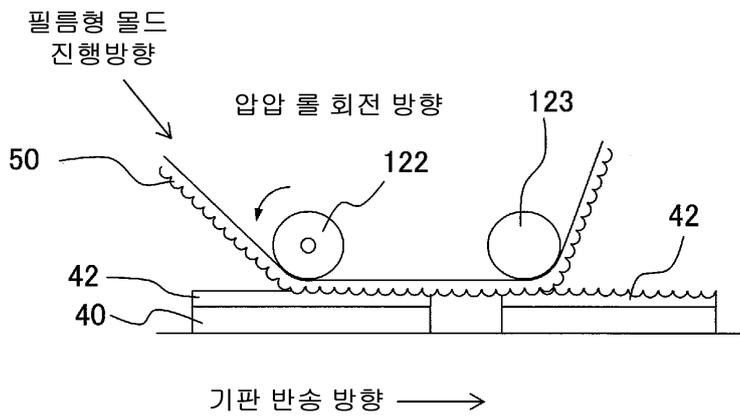
도면1



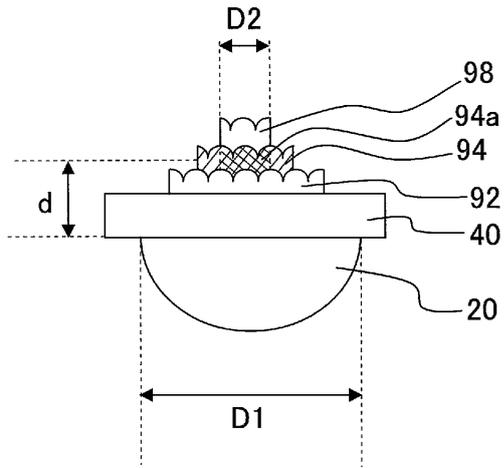
도면2



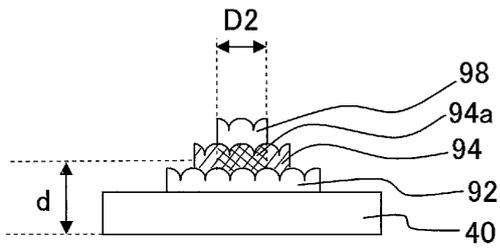
도면3



도면4



도면5



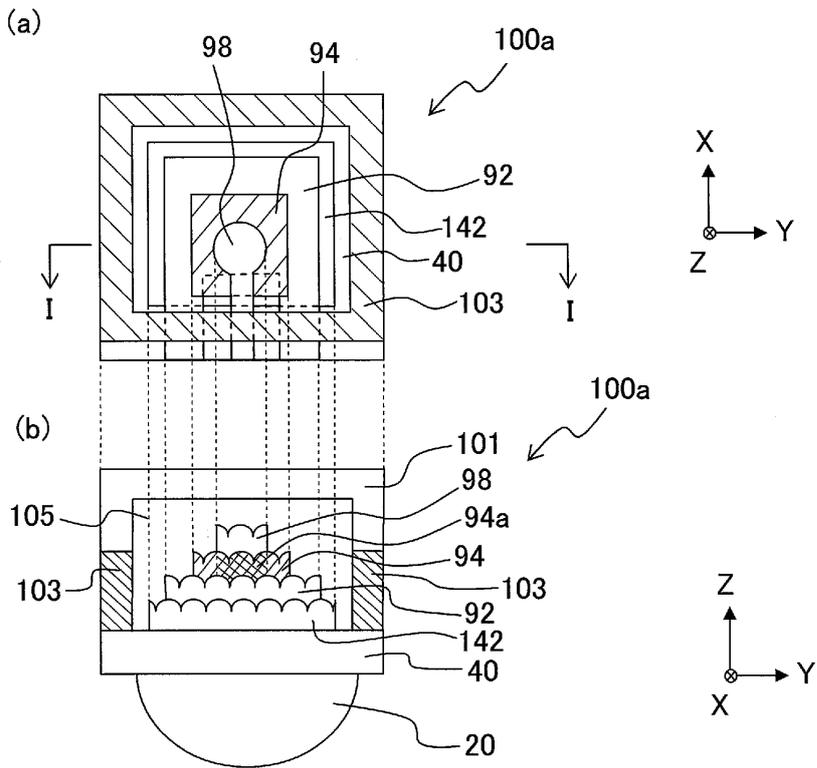
도면6

	요철 구조층	렌즈	D1 (mm)	D2 (mm)	d (mm)	r1 =D2/D1	r2 =d/D1	$\Delta c$
실시예 1	유	유	10	4.2	0.7	0.42	0.07	<0.012
비교예 1	무	유	10	4.2	0.7	0.42	0.07	<0.022
비교예 2	무	무	-	4.2	0.7	-	-	<0.011
비교예 3	유	유	5	4.2	0.7	0.84	0.14	<0.025

도면7

	요철 구조층	렌즈	D1 (mm)	D2 (mm)	d (mm)	r1 =D2/D1	r2 =d/D1	전류 효율 (cdA <sup>-1</sup> )	배율
실시예 2	유	유	10	3.0	0.7	0.30	0.07	159.8	2.19
비교예 4	무	유	10	3.0	0.7	0.30	0.07	140.1	1.92
비교예 5	무	무	-	3.0	0.7	-	-	72.8	1.00
실시예 3	유	유	10	5.2	0.7	0.52	0.07	151.3	2.13
비교예 6	무	유	10	5.2	0.7	0.52	0.07	140.7	1.98
비교예 7	무	무	-	5.2	0.7	-	-	70.9	1.00
실시예 4	유	유	10	6.7	0.7	0.67	0.07	151.2	2.13
비교예 8	무	유	10	6.7	0.7	0.67	0.07	132.3	1.86
비교예 9	무	무	-	6.7	0.7	-	-	71.1	1.00
비교예 10	유	유	10	7.9	0.7	0.79	0.07	133.4	1.91
비교예 11	무	유	10	7.9	0.7	0.79	0.07	120.5	1.72
비교예 12	무	무	-	7.9	0.7	-	-	70.0	1.00
실시예 5	유	유	10	3.0	1.4	0.30	0.14	152.3	2.03
비교예 13	무	유	10	3.0	1.4	0.30	0.14	118.2	1.57
비교예 14	무	무	-	3.0	1.4	-	-	75.1	1.00
실시예 6	유	유	10	3.0	2.1	0.30	0.21	147.3	2.00
비교예 15	무	유	10	3.0	2.1	0.30	0.21	110.2	1.49
비교예 16	무	무	-	3.0	2.1	-	-	74.2	1.00
비교예 17	유	유	10	3.0	2.8	0.30	0.28	127.3	1.69
비교예 18	무	유	10	3.0	2.8	0.30	0.28	105.2	1.39
비교예 19	무	무	-	3.0	2.8	-	-	75.4	1.00
비교예 20	유	유	10	3.0	3.5	0.30	0.35	118.6	1.58
비교예 21	무	유	10	3.0	3.5	0.30	0.35	95.4	1.27
비교예 22	무	무	-	3.0	3.5	-	-	75.1	1.00

도면8



도면9

