



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0008311
(43) 공개일자 2009년01월21일

(51) Int. Cl.⁹

H01L 33/00 (2008.05)

(21) 출원번호 10-2008-7026740

(22) 출원일자 2008년10월31일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년10월31일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/067611

국제출원일자 2007년04월27일

(87) 국제공개번호 WO 2007/130858

국제공개일자 2007년11월15일

(30) 우선권주장

11/381,512 2006년05월03일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

바네스 에이미 에스.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

로젠프란츠 아나톨리 제트.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김영, 양영준, 안국찬

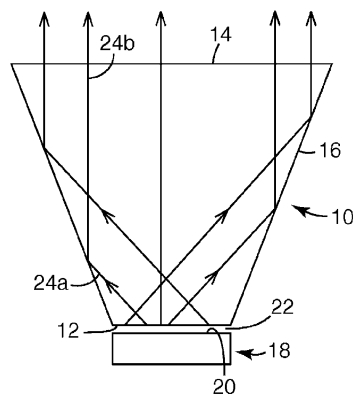
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) LED 추출기 어레이 제조 방법

(57) 요약

성형 작업은, 각각이 LED 다이에 결합하기에 적합한 추출기를 형성하도록 구성된 복수의 공동을 내부에 갖는 주형을 제공하고, 주형을 복수의 유리 입자로 채우고, 유리 입자를 그 유리 전이 온도보다 높게 가열하여 입자가 공동 형상에 일치하도록 재형상화되게 하고, 공동들 사이에서 연장하는 랜드 층을 형성함으로써 추출기 어레이를 제조한다. 랜드 층은 동시 폴리싱 작업과 같은 후속의 취급 또는 처리를 위해 또는 추출기 어레이의 대응 LED 어레이에 대한 부착 중에 서로 고정된 공간적 관계로 추출기들을 유지한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

리더데일 캐서린 에이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

아우더커크 앤드류 제이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

롤프 잭클린 씨.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

특허청구의 범위

청구항 1

각각이 LED 다이에 결합하기에 적합한 추출기를 형성하도록 구성된 복수의 공동을 내부에 갖는 주형을 제공하는 단계,

주형을 복수의 유리 입자로 채우는 단계,

유리 입자를 유리 전이 온도보다 높게 가열하여 입자가 공동 형상에 일치하도록 재형상화되게 하는 단계, 및 공동들 사이에서 연장하는 랜드 층을 형성하는 단계를 포함하는, 추출기들의 어레이를 제조하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 공동과 유리 입자의 상대 크기는 하나 초과와 유리 입자가 각각의 공동을 채우도록 하는 것인 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 가열 단계는 각각의 공동 내에서 둘 이상의 유리 입자를 합체시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 공동과 유리 입자의 상대 크기는 단 하나의 유리 입자가 각각의 공동을 실질적으로 채우도록 하는 것인 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 유리 입자들은 평균 입자 부피를 갖고, 공동들은 평균 공동 부피를 갖고, 평균 입자 부피는 평균 공동 부피의 70% 내지 110%인 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 유리 입자들은 평균 입자 부피를 갖고, 공동들은 평균 공동 부피를 갖고, 평균 입자 부피는 평균 공동 부피의 이상인 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 평균 입자 부피는 입자가 가열 단계 중에 변형되어 또한 랜드 층을 형성할 정도로 평균 공동 부피보다 큰 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 가열 단계는 유리 입자에 압력을 가하는 단계를 또한 포함하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 복수의 유리 입자는 상기 형성 단계가 가열 단계 중에 발생하여 랜드 층이 유리 입자들의 변형에 의해 형성되도록 공동을 과충전하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

가열된 유리를 냉각시켜서 고체 추출기의 적어도 일부를 형성하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 형성 단계는 상기 냉각 단계 후에 발생하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 형성 단계는 고체 추출기의 적어도 일부를 덮으며 이들 사이에서 연장하는 경질화 가능한 재료를 붓는 단계, 및 경질화 가능한 재료를 고화시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 주형은 표면 조도(R_a)가 50 나노미터(nm) 미만인 적어도 하나의 표면을 갖는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 재형상화된 입자들은 추출기 또는 그 일부이고, 랜드 층은 추출기들을 서로 고정된 공간적 관계로 유지하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

추출기들이 랜드 층에 연결되어 있는 동안 주형으로부터 제거하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

추출기들이 랜드 층에 연결되어 있는 동안 각 추출기들의 표면을 폴리싱하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 17

제1항에 있어서, 유리 입자는 비구형인 방법.

청구항 18

제1항에 있어서, 유리 입자는 연신된 방법.

명세서

기술분야

- <1> 본 발명은 일반적으로 발광 다이오드(LED)에 관한 것이고, 특히 LED 다이 내에서 발생하는 광을 추출하기 위해 사용되는 광학 구성요소 또는 소자에 관한 것이다.

배경기술

- <2> LED는 부분적으로는, 그의 비교적 작은 크기, 저 전력/전류 요건, 신속한 응답 시간, 긴 수명, 견고한 패키징, 다양한 이용 가능한 출력 파장, 및 최신 회로 구조와의 호환성으로 인해 광원의 바람직한 선택이 되고 있다. 이들 특징은 LED가 많은 상이한 최종 용도의 적용 분야에서 지난 수십 년에 걸쳐 널리 보급된 이유를 설명하는데 도움을 줄 수 있다. 효율, 휘도 및 출력 파장 영역에서의 LED에 대한 지속적인 개선이 이루어지면서, 잠재적인 최종 용도의 적용 분야 범위가 더욱 확대되고 있다.
- <3> LED는 전형적으로 금속 헤더 상에 장착된 LED 다이 또는 칩을 포함하는 패키지 형태로 판매된다. 헤더는 LED 다이가 장착된 반사 컵과, LED 다이에 연결된 전기 리드(lead)를 가질 수 있다. 몇몇 패키지는 LED 다이를 봉지(encapsulate)하는 성형된 투명 수지를 또한 포함한다. 봉지 수지는 다이로부터 방출되는 광을 부분적으로 시준하기 위한 명목상 반구형인 전방 표면 또는 명목상 평평한 표면을 가질 수 있다. 봉지된 본체에 대해 수지 이외의 다른 재료가 제안되었고, 이는 본 명세서에서 봉지제(encapsulant)로 불린다. 예를 들어, 미국 특허 제 3,596,136호(피셔(Fischer))는 특정 유리, 즉 19 내지 41 중량%의 비소, 10 내지 25 중량%의 브롬, 및 28 내지 50 중량%의 황 또는 65 내지 70 중량%의 셀레늄을 포함하는 유리로 제작된 돔을 갖는 LED를 설명하고 있다. 피셔는 약 2.4의 굴절률을 갖고 황색인 적어도 하나의 유리, 2.5 내지 2.7 사이의 굴절률을 갖고 적색인 다른 유리, 및 약 2.9의 굴절률을 갖고 흑색인 또 다른 유리를 개시하고 있다.
- <4> 따로 제작된 후 LED 다이의 표면과 접촉하거나 근접해 저서 LED 다이로부터의 광을 결합시키거나 "추출"하고 다

이 내에 포획(trap)되는 광의 양을 감소시키는 광학 소자를 이용하는 것도 또한 공지되어 있다. 그러한 소자는 본 명세서에서 추출기로 불린다. 추출기는 보통 LED 다이의 주 발광면과 실질적으로 정합하는 크기 및 형상의 입력면을 갖는다.

- <5> LED는 LED의 다이를 구성하는 굴절률 반도체 재료 내에서 광을 발생시킨다. 다이가 공기 중에 있게 되면, 반도체와 공기 사이의 큰 굴절률 부정합이 다이 내에서 진행되는 광의 많은 부분이 다이/공기 계면에서 내부 전반사되게 한다. 계면과 관련된 비교적 좁은 탈출 원추(escape cone) 내의 각도로 이동하는 광만이 공기 내로 굴절하여 다이를 탈출할 수 있다. 탈출 원추의 반각(half-angle)은 계면에 대한 공지된 임계각이다. 결과적으로, 다이에 의해 발생된 광의 많은 부분은 낭비되고, LED의 달성 가능한 휘도가 손해를 본다.
- <6> 봉지제 및 추출기 둘 모두는 낭비되는 광의 양을 감소시키고 휘도를 개선하기 위해 사용될 수 있다. 이들은 굴절률(n)이 공기보다 다이에 더 가까운 투광 재료를 LED 다이의 표면에 제공하고, 계면에서의 굴절률 부정합을 감소시키고, 탈출 원추의 스패ן(span)을 증가시킴으로써 이를 행한다. n 이 다이의 굴절률에 더 가까울수록, 다이 내에서 광이 덜 낭비되고 LED는 더 밝게 발광할 수 있다.
- <7> 실용적인 관점에서 보면, 종래의 봉지제는 이와 관련하여 제한된 범위에서만 성공적이었다. 봉지제는 다이를 실질적으로 둘러싸며, 이러한 것과 다이에서 발생하는 열에 의한 큰 온도 변이 때문에, 봉지제 재료는 그 굴절률 특성에 대해서 뿐만 아니라 많은 온도 사이클에 걸쳐 LED 다이를 손상시키는 것을 방지하기 위해 열 및 기계적 특성에 대해, 그리고 다이에 의해 발광되는 높은 플럭스(flux)에 노출될 때 황변 또는 다른 열화에 저항하는 능력에 대해 선택된다. 결과적으로, 대부분의 봉지된 LED는 단지 약 1.4 내지 1.6의 굴절률(n)을 갖는 특수 에폭시 수지를 이용한다. 이러한 값은 공기의 굴절률 ($n=1$)보다는 훨씬 높지만, 대부분의 LED 다이의 굴절률 ($n \approx 2.3$ 또는 그 이상)보다는 훨씬 낮다. 따라서, 여전히 상당한 개선을 위한 여지가 있다.
- <8> 추출기는, 아마도 먼저 추출기를 제조하고 이어서 이 추출기를 LED 다이에서 제 위치에 유지하기 위해 필요한 추가 제조 단계와, 관련 비용 및 복잡성으로 인해 현재 봉지제만큼 LED에 널리 사용되지 않고 있다. 이러한 문제점은 전형적으로 수 밀리미터 또는 그 미만 정도의 특징적인 치수를 갖는 LED 다이와 관련된 작은 크기에 의해 악화된다.

발명의 상세한 설명

- <9> 본 출원은 특히 LED 광원에 사용하기에 적합한 추출기를 더 쉽고 경제적으로 제조하는 방법을 개시한다. 본 방법은 전형적으로 수십 또는 수백 개의 복수의 추출기를 유리 성형 작업을 이용하여 동시에 제조하는 단계를 포함한다. 상기 성형 작업은, 각각이 LED 다이에 결합하기에 적합한 추출기를 형성하도록 구성된 복수의 공동들 내부에 갖는 주형을 제공하고, 주형을 복수의 유리 입자로 채우고, 유리 입자를 그 유리 전이 온도보다 높게 가열하여 입자가 공동 형상에 일치하도록 재형상화되게 하고, 공동들 사이에서 연장하는 랜드 층을 형성함으로써 추출기 어레이를 제조한다. 랜드 층은 동시 폴리싱 작업과 같은 후속의 취급 또는 처리를 위해 또는 추출기 어레이의 대응 LED 어레이에 대한 부착 중에 서로 고정된 공간적 관계로 추출기들을 유지한다.
- <10> 본 출원의 이들 태양 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기의 개요는 청구된 기술적 요지를 한정하는 것으로 해석되어서는 안되며, 그 기술적 요지는 절차를 수행하는 동안 보정될 수도 있는 첨부된 청구의 범위에 의해서만 한정된다.

실시예

- <18> 이하의 설명은 발광 다이오드(LED) 광원 및 그 구성요소를 설명한다. 이와 관련하여, "발광 다이오드" 또는 "LED"는 가시광선, 자외선 또는 적외선이든지 간에 광을 발광하는 다이오드를 말한다. 발광 다이오드는, 종래의 유형이든지 초복사성(super radiant) 유형이든지 간에 그리고 전면 발광(forward-emitting) 유형이든지 측면 발광(side-emitting) 유형이든지 간에, "LED"로서 시판되는 비응집성(incoherent)의 내장 또는 봉지된 반도체 장치를 포함하는 데, 이들 중 후자는 종종 디스플레이 용도에 유리하다. LED가 자외선광과 같은 비가시광을 방출한다면, 그리고 가시광을 방출하는 몇몇 경우에, LED는 단파장 광을 장파장 가시광으로 변환하기 위해 유기 또는 무기 형광체를 포함하도록 패키징될 수 있고(또는 원격 배치된 형광체를 조명할 수도 있음), 몇몇 경우에 백색광을 방출하는 장치가 얻어질 수 있다. "LED 다이"는 가장 기본적인 형태, 즉 반도체 가공 절차에 의해 제조된 개별 구성요소 또는 칩(chip) 형태의 LED이다. 예를 들어, LED 다이는 하나 이상의 III족 원소와 하나 이상의 V족 원소의 조합(III-V족 반도체)으로 보통 형성된다. 적합한 III-V족 반도체 재료의 예는 질화갈륨과 같은 질화물, 및 인듐 갈륨 포스파이드와 같은 인화물(phosphide)을 포함한다. 주기율표의 다른 족의 무기 재료

일 수 있는 다른 유형의 III-V족 재료가 또한 사용될 수 있다. 이 구성요소 또는 칩은 장치에 에너지를 공급하기 위한 전력의 인가에 적합한 전기 접점을 포함할 수 있다. 예로서, 솔더 리플로우(solder reflow), 와이어 본딩(wire bonding), 테이프 자동 본딩(tape automated bonding; TAB), 또는 플립칩 본딩(flip-chip bonding)이 포함된다. 구성요소 또는 칩의 개개의 층 및 다른 기능 요소는 전형적으로 웨이퍼 규모로 형성되고, 완성된 웨이퍼는 이어서 개별적인 단품(piece part)으로 절단되어 다수의 LED 다이가 얻어질 수 있다. LED 다이는 표면 장착, 칩-온-보드(chip-on-board) 또는 기타 공지된 장착 구성용으로 구성될 수 있다.

- <19> 더욱이, 본 출원을 위하여, 다음의 용어들은 명확하게 달리 표시되지 않는 한, 표시된 의미를 가질 것이다.
- <20> "비정질 재료"는 X-선 회절에 의해 결정되는 임의의 장파장 결정 구조가 결여되고/되거나 시차 열 분석(DTA: Differential Thermal Analysis)에 의해 결정되는 비정질 재료의 결정화에 대응하는 발열 피크를 갖는 용융물 및/또는 증기상으로부터 유래된 재료를 말한다.
- <21> "시차 열 분석" 또는 "DTA"는 온도가 상승됨에 따라 샘플과 Al_2O_3 와 같은 열적으로 불활성인 기준 물질 사이의 온도차를 측정하는 것을 포함하는 절차를 말한다. 불활성 기준 물질의 온도의 함수인 온도차의 그래프는 샘플 내에서 발생하는 발열 및 흡열 반응에 대한 정보를 제공한다. 이러한 절차를 수행하기 위한 예시적인 기기는 독일 켈프 소재의 넷췌 인스트루먼츠(Netzsch Instruments)로부터 "넷췌 STA 409 DTA/TGA"라는 상표명으로 입수 가능하다. 적합한 양, 예컨대 400 mg의 샘플이 적합한 불활성 홀더(예를 들어, 100 ml Al_2O_3 샘플 홀더) 내에 위치되어, 정적인 공기 중에서 초기 온도(예를 들어, 실온 또는 약 25°C)로부터 1200°C와 같은 최종 온도까지 적합한 속도, 예컨대 10°C/min으로 가열될 수 있다.
- <22> "유리"는 유리 전이 온도를 나타내는 비정질 무기 재료를 말한다.
- <23> "유리-세라믹"은 유리를 열처리함으로써 형성된 재료로, 부분적으로 또는 완전히 결정질인 재료를 말한다.
- <24> " T_g "는 적합한 DTA 시험에 의해 결정되는 유리 전이 온도를 말한다.
- <25> " T_x "는 적합한 DTA 시험에 의해 결정되는 결정화 온도를 말한다.
- <26> 이제 도면을 참조하여, 먼저 예시적인 LED 추출기, 추출기/LED 다이 조합, 및 그 어레이를 도시하고 설명한다. 그후, 성형 가능한 유리 입자를 사용하여 LED 추출기 어레이를 제조하는 바람직한 방법을 설명한다.
- <27> LED 추출기 및 추출기 어레이
- <28> 도 1은 입력면(12), 출력면(14) 및 측면(16)을 갖는 LED 추출기(10)를 도시한다. 입력면(12)에 근접하게 위치된 LED 다이(18)가 주 발광면(20)을 포함하는 다수의 표면으로부터 광을 발광한다. 발광면(20)으로부터 입력면(12)을 분리시키는 갭(22)이 도시되어 있다. 공기 또는 투명 접합 재료 또는 다른 재료로 충전되든지 간에, 갭(22)은 추출기(10)가 있음으로써 없었다면 LED 다이(18) 내에서 내부 전반사되었을 적어도 일부의 광이 굴절 또는 감쇠 내부 전반사(frustrated total internal reflection)에 의해 추출기 내로 결합되게 할 만큼 충분히 작다. 전형적으로, 갭(22)은 100, 50 또는 25 nm 또는 그 미만 정도이다. 다른 실시예에서, 갭(22)은 실질적으로 제거될 수 있다. 각 경우에, 입력면(12)은 LED 다이로부터 추출기로의 효율적인 광 전송을 위해 발광면(20)에 광학적으로 결합하도록 구성된다.
- <29> 간단히 하기 위해, LED 다이(18)는 일반적으로 도시되어 있지만, 본 기술 분야에 공지된 바와 같은 종래의 설계 특징을 포함할 수 있다. 예를 들어, LED 다이(18)는 별개의 p형 및 n형 도핑된 반도체층, 버퍼층, 기재층 및 덮개층(superstrate layer)을 포함할 수 있다. 직사각형 LED 다이 배열이 도시되어 있지만, 뒤집힌 절두형 피라미드를 형성하는 경사진 측면들을 갖는 LED 다이와 같은 다른 공지된 구성도 또한 고려된다. LED 다이(18)에 대한 전기 접점은 단순히 하기 위해 도시되어 있지 않지만, 공지된 바와 같이 LED 다이(18)의 표면들 중 어느 하나에 제공될 수 있다. 바람직하게는, 다이(18)는 전기 접점들이 주 바닥 표면 상에 제공되어 대향 표면(20)이 추출기의 입력면(12)과의 편리한 정합을 위해 방해물 없이 평평하게 만들어질 수 있는 "플립칩"(flip-chip) 구성을 갖는다.
- <30> 추출기(10)는 뒤집힌 절두 원추 형상을 갖지만, 다른 형상도 또한 가능하다. 도 1의 개략도에서, 측면(16)은 입력면(12)을 출력면(14)에 연결하는 하나의 테이퍼진 회전 표면 또는 다수의 면처리된(faceted) 표면을 나타낼 수 있다. 입력면(12)은 LED 다이의 발광면(20) 상에 존재할 수도 있는 전기 접점을 위한 공간을 제공하도록 형성될 수 있다. 많은 경우에, 발광면(20)의 일부 또는 사실상 전부가 평평하고 매끄럽다. 그러한 경우에, 추출기의 입력면(12)의 (전부를 비롯한) 대응 부분들도 또한 평평하고 매끄럽게 되어, 예를 들어 50 nm 또는 다른

규정된 공차 미만의 표면 조도를 나타내는 것도 바람직하다. 입력면(12)의 측방향 치수 및 형상도 바람직하게는 LED 발광면과 정합하는 크기이지만, 정확한 일치(congruence)가 요구될 필요는 없다. 제조 공차를 고려하면, 추출기 입력면은 LED 발광면에 비해 작거나 클 수 있다. 예를 들어, 추출기 입력면의 측방향 치수는 LED 발광면의 대응 치수의 110% 또는 120%만큼 크거나, 90% 또는 80%만큼 작을 수 있다. (입력면에서 발생하든지, 출력면에서 발생하든지, 또는 중간 위치에서 발생하든지 간에) 추출기의 최대 측방향 치수가 LED 다이의 대응 측방향 치수와 명목상 동일하도록 추출기의 치수들을 선택하는 것이 또한 유익할 수 있다. 2005년 11월 22일자로 출원되고 본 출원인에게 양도된 미국 특허 출원 제11/288,071호(레더데일(Leatherdale) 등)(대리인 관리 번호: 60914US002)에 더욱 상세하게 설명되어 있는 이러한 접근 방법에서, 개별 LED/추출기 쌍이 추출기들의 규칙적인 어레이를 포함하는 디스크 또는 본체를 웨이퍼 규모의 LED 어레이에 결합시킨 후에 동일한 절단선을 따라 절단되거나 다이싱될 수 있다. 또 다른 경우에, 추출기의 입력면이 LED 다이의 출력면보다 실질적으로 작은 것이 바람직할 수 있다 (예컨대, 추출기 입력면의 면적은 LED 출력면의 면적의 50% 이하일 수 있다). 예컨대, 2004년 10월 29일자로 출원된 미국 특허 출원 제10/977,577호(오우더커크(Ouderkerk) 등)(대리인 관리 번호: 60217US002)를 참조하라.

<31> 추출기가 LED 다이와 함께 사용하도록 구성되고 LED 다이의 폭이 수 밀리미터 이하인 경향이 있으므로, 추출기도 또한 상대적으로 작아지는 경향이 있다. 제한되기를 바라지는 않지만, 추출기는 일반적으로 1 내지 10, 1 내지 5, 1 내지 3, 또는 1 내지 2 밀리미터 범위 내의 전체 길이, 및 동일한 범위 내의 그리고 흔히 상기 길이보다 작은 전체 폭을 갖는다.

<32> 작동 시에, LED 다이(18) 내에서 발생된 광은 발광면(20)으로부터 발광되고 갭(22)을 통해 추출기(10) 내로 통과한다. 추출기(10)는 예컨대 미국 특허 출원 공개 제2005/0023545호 (캠라스(Camras) 등)에 설명되어 있는 바와 같이 LED 다이에 결합될 수 있거나 또는 2004년 10월 29일자로 출원되고 본 출원인에게 양도된 미국 특허 출원 제10/977,249호 (코너(Connor) 등)(대리인 관리 번호: 60216US002)에 설명된 바와 같이 비접합 구성일 수 있다. LED 다이(18) 내에 사용되는 재료는 높은 굴절률을 가지며, 이는 LED 다이(18) 내에서 발생된 광의 많은 부분이 다이 표면에서 내부 전반사를 겪게 할 수 있다. 이러한 광의 더 많은 부분이 탈출할 수 있게 하기 위해, 발광면(20)은 추출기(10)의 입력면(12)에 광학적으로 결합된다. 추출기(10)가 제조된 재료의 높은 굴절률은 그렇지 않았다면 내부 전반사에 의해 손실되었을 LED 다이로부터의 광을 추출한다. 입력 및 출력면들이 LED 다이의 중심 축을 따라 배치되고 출력면이 입력면보다 넓고 도시된 바와 같이 측면이 테이퍼진 추출기(10)의 형상은 수집된 광을 적어도 부분적으로 시준한다. 도 1은 내부 전반사 등에 의해 측면(16)에서 반사하여 LED의 중심 축과 더욱 근접하게 정렬된 반사 광선(24b)을 생성하는 대표적인 경사 지향된 광선(24a)을 도시한다.

<33> 광 추출 효율을 최대화하기 위해, 추출기(10)의 굴절률은 LED 다이(18)의 발광면(20)의 굴절률과 근접하게 정합하여야 한다. 그러나, LED 다이 자체는 보통 상이한 굴절률의 완전히 다른 개별 층들, 예를 들어 SiC, Al_2O_3 , 또는 다른 적합한 재료의 고체 기재 상에 배치된 에피택셜 반도체 층들로 구성된다. 그러한 경우에, LED 다이(18)가 상향 구성으로 (도시되지 않은) 히트 싱크(heat sink) 상에 장착되면, 발광면(20)은 반도체 층들 중 하나의 외부면과 일치하고 추출기의 굴절률은 바람직하게는 반도체의 굴절률과 정합한다. 한편, LED가 하향 구성(즉, 에피-다운(epi-down) 또는 플립칩)으로 히트 싱크 상에 장착되면, 발광면(20)은 기재와 일치하고 추출기의 굴절률은 바람직하게는 기재의 굴절률과 정합한다. GaN/ Al_2O_3 계 고휘도 LED의 경우, 굴절률 요건은 약 1.75 내지 2.4 사이이다. III-인화물계 반도체의 경우에, 반도체 층의 굴절률은 4.0만큼 높을 수 있다. LED용 추출기로서 사용하도록 제안된 고굴절률 재료($n \geq 2$)는 원하는 작은 형상으로 가공하거나 성형하기가 어려운 대체로 결정질 재료이고, 그러한 공정은 또한 시간이 걸리고 비용이 많이 드는 경향이 있다.

<34> 도 2는 도 1과 유사한 다른 추출기(30)의 개략적인 측면도를 도시하지만, 여기서 추출기(30)는 2개의 별개의 투광체 또는 투광 구조들의 연결로부터 생기는 복합 구성을 갖는다. 추출기(30)는 입력면(32), 출력면(34) 및 테이퍼진 측면(35)을 갖는다. 추출기는 정합면(36a, 38a)을 따라 서로 접합되거나 달리 연결된 별개의 광학체(36, 38)들을 포함하는데, 이들 정합면은 평평한 것이 바람직하지만 필수적이지는 않다. 광학 접착제, 저 T_g 밀봉 유리, 또는 반응 결합과 같은 종래의 수단이 연결을 위해 사용될 수 있다. 광학체(36, 38)들은 유사하거나 상이한 특성들을 갖는 동일하거나 상이한 투광 재료들로 제조될 수 있다. 예를 들어, 광학체(38)는 구매 가능한 광학 유리 또는 심지어 중합체일 수 있다. 바람직하게는, LED 다이에 가장 근접한 (그리고 입력면을 포함하는) 추출기의 부분은 추출기의 다른 부분 또는 부분들보다 높은 굴절률을 갖는다. 따라서, 도 2의 경우에, 광학체(36)는 바람직하게는 상대적으로 높은 굴절률의 유리로 구성되고, 광학체(38)는 더 낮은 굴절률의 다른

광학 유리(또는 중합체)로 제조될 수 있다. 복합 구성은 또한 고굴절률 광학 재료가 상당한 산란 또는 흡수를 나타내어 전체 추출기용으로 사용하는 것이 실용적이지 않을 때 도움이 될 수 있다. 그러한 재료는 추출기의 입력 단부에서 사용될 수 있고, 산란 또는 흡수를 허용 가능한 수준으로 유지하기에 충분히 작은 두께를 가지며, 이어서 더 낮은 산란 재료 또는 더 낮은 흡수 재료와 조합되어 추출기를 완성한다. 광학체(36, 38)들의 상대적인 크기 또는 두께는 허용 가능한 광학적, 기계적 및 열적 특성을 갖는 추출기를 제조하기 위해 각각의 광학 재료들의 광학적, 기계적 및 열적 특성에 따라 선택될 수 있다. LED용 복합 추출기에 대한 추가 설명은 2004년 10월 29일자로 출원되고 본 출원인에게 양도된 미국 특허 출원 제10/977,225호(오우더커크 등)(대리인 관리 번호: 60218US002)에 제공되어 있다.

<35> 필요하다면, 테이퍼진 추출기의 배향은 입력면이 출력면보다 크거나 넓도록 반대로 될 수 있다. 그러한 경우에, 추출기는 도 1에 도시된 바와 같이 LED 다이에 결합된 뒤집힌 피라미드가 아닌 (절두형 또는 비절두형 이든, 원형, 타원형 또는 다각형 밑면을 갖든) 피라미드의 형태를 취할 수 있다. 광은 출력면(14, 34)으로 앞서 언급된 표면을 통해 추출기로 진입하고, 입력면(12, 32)으로 앞서 언급된 표면을 통해 그리고 측면(16, 35)을 통해 추출기에서 나올 수 있다. 대안적으로, 피라미드는 일 지점에서 종결되도록 만들어져서 (즉, 비절두형 이어서), 표면(12, 32)을 제거할 수 있다. 그러한 추출기 구성의 추가 설명은 2006년 5월 2일자로 출원되고 발명의 명칭이 "수렴 광학 소자를 갖는 LED 패키지"인 본 출원인에게 양도된 미국 특허 출원 제11/381,324호(대리인 관리 번호: 62076US002)에 제공되어 있다.

<36> 상기 실시예들은 매우 다양한 가능한 추출기 형상 및 구성 중 단지 일부만을 나타낸다. 어떤 형상 또는 구성이 선택되는지에 관계없이, 추출기를 어레이의 형태로 제조하는 것이 제조 관점에서 바람직하다. 어레이는 예를 들어 LED 다이에 대한 더 양호한 결합을 위해 추출기의 표면을 폴리싱하는 것이 바람직한 경우에, 많은 수의 소형 추출기들의 편리한 조작, 취급 및 처리를 동시에 가능하게 한다. 어레이 내의 추출기들은 또한 LED들의 어레이의 배열 및 간격과 실질적으로 정합하도록 선택된 배열 및 간격으로 설계될 수도 있어서, 추출기 어레이는 LED 어레이와 정렬되고 연결되어, 많은 수, 바람직하게는 수십 또는 수백 개의 LED/추출기 쌍을 동시에 제조할 수 있다.

<37> 도 3은 대표적인 추출기 어레이(40) 및 정합하는 LED 어레이(50)를 개략적으로 도시한다. 추출기 어레이(40)는 연속 랜드 층(44)에 의해서와 같이 고정된 공간적 관계로 함께 유지되는 복수의 추출기(42)를 포함한다. 고정된 공간적 배열은 후술하는 LED 어레이(50) 상의 LED들의 공간적 배열과 정합하도록 선택된다. 추출기 어레이(40)는 추출기(42)들과 랜드 층(44)이 동일한 투광 재료로 구성되는 단일 몸체일 수 있거나, 또는 랜드 층(44)이 (투광성이든 아니든) 추출기(42)들과 다른 재료로 구성되는 비-단일형일 수 있다. 더욱이, 추출기(42) 그 자체는 전술한 바와 같이 복합 구성을 가질 수 있다. 추출기(42)는 도 1의 추출기(10)와 유사한 테이퍼진 형상으로서 도시되어 있지만, 전술한 다른 추출기 형상 및 구성들 중 임의의 것을 나타낼 수도 있다. 중요하게는, 추출기들은 각각 대응하는 LED 다이의 발광면에 광학적으로 결합하도록 구성되는 입력면(42a)을 갖는다. 이는 바람직하게는 추출기 입력면의 외부 치수가 LED 발광면의 외부 치수에 실질적으로 정합되는 것을 보장함으로써, 및/또는 추출기 입력면의 윤곽이 LED 발광면의 윤곽과 실질적으로 정합되는 것을 보장함으로써 달성된다. 명목상, LED 발광면은 규정된 공차 내에서 평평하고 매끄럽고, 그러한 경우에 추출기 입력면도 또한 동일 또는 유사한 공차로 평평하고 매끄럽다.

<38> LED 어레이(50)는 바람직하게는 (예를 들어, 소잉(sawing) 또는 다이싱에 의한) 개별화(singulation) 시에 발광면(52a)을 갖는 개별 LED 다이(52)들이 형성될 수 있도록, 광을 생성할 수 있는 p-n 접합 등을 형성하기 위해 종래의 반도체 처리 절차를 사용하여 제조된 고체 웨이퍼이다. 따라서, 전술한 바와 같이, LED 어레이(50)는 세라믹 또는 반도체 기재, 덮개층, 에피택셜 층, 및/또는 도핑 층과 같은 LED의 일괄 제조(batch fabrication)를 위해 선택된 별개의 층들의 스택을 포함할 수 있다. 개별 LED에 급전하기 위해 사용되는 패턴화된 전기 접점들도 또한 어레이(50) 상에 포함될 수 있다. 또한, LED 어레이(50)는 전형적으로 얇고 상대적으로 강성이며 보통 둥글기 때문에 "웨이퍼"로 불릴 수도 있다. 다이(52)들은 웨이퍼의 표면 위에 임의의 원하는 방식으로, 예를 들어 행 및 열의 배열로 배열될 수 있다. 수십 또는 수백 개의 개별 다이(52)들이 웨이퍼의 영역 내에 실장될 수 있다. 그러므로, 동일한 개수의 추출기(42)가 바람직하게는 추출기 어레이(40) 상에 제공된다.

<39> 도 3에 도시된 방법에서, 처음에 분리된 어레이(40, 50)들은 바람직하게는 LED 다이에 대한 추출기의 일대일 대응을 제공하도록 서로 정렬된다. 이어서, 분리되고 정렬된 어레이들은 선택적으로는 광학 접착제 또는 낮은 T_g 밀봉 유리와 같은 적합한 투광 접합 재료를 이용하여 또는 반응 결합을 거쳐 또는 임의의 다른 적합한 기술에 의해 함께 연결된다. 이어서, 필요하다면, 웨이퍼 또는 어레이(50)는 예를 들어 개별 LED 다이(52)들을 드러내

도록 절단 또는 다이싱함으로써 개별화될 수 있다. 의도된 용도에 따라, 추출기 어레이(40)는 또한 개별 LED 다이/추출기 쌍이 원하는 대로 히트 싱크 또는 다른 기재 상에 개별적으로 장착될 수 있도록 개별화될 수도 있다. 개별화는 랜드 층(44)을 절단하거나 파단시킴으로써 행해질 수 있고, 랜드 층의 상부면은 추출기(42)의 출력면이 될 수 있다. 개별화가 절단에 의해 달성되면, LED 어레이(50)를 절단하는 동일한 절단 작업은 추출기들이 적절한 크기일 경우 추출기 어레이(40)를 동시에 절단할 수 있다. 대안적인 접근 방법에서, 랜드 층은 예를 들어 상이한 재료들이 각각에 대해 사용되는 경우 랜드 층으로부터의 추출기의 탈착에 의해 간단히 제거될 수 있다. 이어서, 랜드 층을 제거함으로써 추출기(42)의 상부면이 노출되는데, 이 면은 그 설계에 따라 각 추출기의 출력면이 될 수 있다. 또 다른 접근 방법에서, 추출기 어레이는 랜드 층(44)이 아래에 있는 상태로, 즉 LED 발광면이 추출기(42)와 정렬되면서 랜드 층(44)과 접촉하도록 추출기 어레이 및 LED 어레이를 재배열함으로써 LED 어레이에 접합될 수 있다. 그러한 경우에, 면(42a)은 출력면이 될 수 있고, 랜드 층의 주 노출면은 추출기의 입력면이 될 수 있다.

<40> 추출기 어레이 제조 방법

<41> 추출기 어레이는 바람직하게는 유리 입자 성형 공정을 이용하여 제조된다. 이러한 공정에서, 주형이 적합한 치수의 공동들의 어레이를 갖도록 제조된다. 이어서, 이러한 주형은 복수의 유리 입자로 채워지고, 입자는 그 유리 전이 온도보다 높게 가열되어 입자가 공동에 일치하게 재형상화되게 된다. 선택적으로, 개별 유리 입자는 더 큰 입자 또는 덩어리(body)를 형성하도록 융합되거나 합체될 수 있다. 재형상화된 유리는 냉각되어 추출기의 적어도 일부를 형성하고, 추출기들을 연결시키는 연속적인 랜드 층이 제공된다.

<42> 몇몇 경우에, 충분한 양의 유리 입자는 공동을 과충전하고 가열 및 냉각 단계를 이용하여 랜드 층을 형성하는데 사용된다. 이러한 경우에, 랜드 층 및 추출기는 동일한 유리 재료를 포함한다.

<43> 다른 경우에, 유리 입자의 양은 가열 및 냉각 단계에서 랜드 층을 형성하기에 불충분하고, 랜드 층은 예컨대 추출기를 주형으로부터 제거하기 전에 지지 배킹에 접촉시킴으로써 따로 형성된다. 지지 배킹은 접착제 코팅 필름 또는 판, 또는 추출기 위에 부어져서 고체 층으로 경질화된 다량의 왁스, 에폭시 또는 유사 재료이거나 이를 포함할 수 있다.

<44> 몇몇 경우에, 주형은 처음에 복수의 제1 유리 입자로 채워지고, 여기서 그러한 제1 입자의 양은 가열 및 냉각 단계 후에 랜드 층을 형성하기에는 불충분하고, (가열시) 제1 입자는 변형되어 주형 공동을 단지 부분적으로 채운다. 이후, 주형은 복수의 제2 유리 입자로 채워지고, 제2 유리 입자는 제1 유리 입자와 다른 조성을 가지며, 제2 입자의 양은 주형 공동의 잔여부를 채우고 후속 가열 및 냉각 단계 후에 랜드 층을 형성하기에 충분하다.

<45> 임의의 경우에, 추출기 어레이는 이어서 추출기들이 랜드 층에 의해 연결되어 있는 상태로 주형으로부터 제거된다. 랜드 층은 바람직하게는 추출기들을 서로 고정된 공간적 관계로 유지한다. 이는 각각의 추출기들의 적어도 하나의 표면을 동시에 래핑(lapping) 또는 폴리싱하는 데 특히 유용할 수 있다. 이는 또한 수십 또는 수백 개의 추출기들의 어레이를 유사한 크기의 LED 다이들의 어레이, 예컨대 모노리식 고체 웨이퍼 상에 여전히 잔류하는 LED 다이에 효율적으로 결합시키는 데 특히 유용할 수 있다. 개별 추출기들은 폴리싱 후 및/또는 LED 어레이에 대한 결합 후에 추출기 어레이로부터 개별화되거나 제거될 수 있다. 랜드 층은 최종 개별화된 추출기의 일부를 형성하거나 그렇지 않을 수 있다는 것을 알아야 한다.

<46> 도4는 추출기 어레이를 제조하기 위한 유리 입자의 성형을 포함하는 공정을 도시한다.

<47> 먼저, 하부 주형 부분(60a) 및 선택적인 상부 주형 부분(60b)을 포함하는 주형(60)이 제공된다. 바람직하게는, 주형은 반복되는 제조 사이클을 견딜 수 있는 열 및 기계적으로 강한 재료로 제조된다. 적합한 주형 재료는 세라믹 및 내화 금속, 예를 들어 그래파이트, 알루미늄, 탄화규소, 탄화텅스텐, 스테인리스 강, 백금, 무전해 니켈 및 그 조합을 포함한다. 주형은 또한 성형된 유리 재료가 주형에 접착하는 것을 방지하기 위해 백금 또는 귀금속 합금과 같은 비반응성 재료로 코팅될 수 있다.

<48> 주형은 복수의 공동(62)을 포함하고, 이 공동은 바람직하게는 원하는 LED 추출기의 외부 기하학적 형상을 갖는 개별 부피를 형성한다. 공동은 연삭 및 폴리싱, 방전 가공(EDM: Electrical Discharge Machining), 또는 다이아몬드 선삭을 포함하지만 이들로 한정되지 않는 다양한 가공 공정에 의해 제조될 수 있다. 공동은 또한 스탬핑 공정에 의해, 예컨대 0.5 내지 1 mm 두께의 스테인리스 강 또는 백금 층과 같은 내화 금속의 얇은 시트 내로 공동들의 어레이를 스탬핑함으로써 제조될 수 있다. 공동의 형상 및 분포는 제한되지 않고, 상부 (노출) 면 상에 평평한 표면을 가지며 마무리된 부품의 주형으로부터의 제거를 방해하는 언더컷(undercut)을 포함하지 않는 기하학적 형상을 포함한다. 예로는 절두형 또는 비절두형 원주 또는 피라미드, 원통, 쉼기, 및 절두체

(frustum)가 포함된다. 각각의 공동은 바람직하게는 LED 다이의 출력 영역과 실질적으로 정합하는 크기 및/또는 형상을 갖는 표면(예컨대, 공동(62)의 바닥면) 또는 개구(예컨대, 공동(62) 상부의 개구)를 갖는다. (전술한 바와 같이, 추출기 입력면의 크기를 LED 발광면의 크기보다 크거나 작게 되도록 정교하게 제어하는 것이 유리할 수 있다.) 또한, 공동 표면들 중 일부 또는 전부가 광학적 품질 마무리(finish)를 갖도록 폴리싱되거나 달리 제조될 수 있고, 그 결과 그러한 마감리는 완성된 추출기의 대응 표면에 또한 부여된다. 각각의 개별 공동(62)의 치수를 구성하는 것에 추가하여, 공동들은 임의의 원하는 방식으로 서로에 대해 배열될 수 있지만, 예시적인 실시예에서 공동들은 도 3에 도시된 바와 같이 LED 다이들의 어레이와 실질적으로 정합하는 예컨대 행 및 열의 어레이로 배열된다.

<49> 주형(60)이 준비된 후에, 이는 복수의 유리 입자(64)로 채워진다. 이와 관련하여, "채워진"은 공동(62)들 중 적어도 일부, 바람직하게는 공동(62)들의 사실상 전부가 입자로 가득 차거나 단지 부분적으로 차는 것을 의미한다. 입자(64)는 하기에서 추가로 설명되는 바와 같이 구형 또는 비구형일 수 있다. 입자(64)들은 또한 좁고 균일한 크기 분포를 가질 수 있거나, (불균일한) 크기의 더 넓은 분포를 가질 수 있다. 도 4에서, 입자(64)들은 주어진 공동(62)의 부피보다 실질적으로 작은 평균 크기 또는 부피를 갖는 것으로 도시되어 있다. 공동(64)들이 고르지 않은 부피를 가지는 경우, 평균 입자 크기가 평균 공동 부피보다 실질적으로 작을 수 있다는 것을 알아야 한다. 다른 경우들이 하기에서 설명된다.

<50> 유리 입자(64)는 유리 공급 원료(glass feedstock)로부터 제조된 파편(shard), 작은 구체(globule), 또는 비드(bead)이거나 이를 포함할 수 있고/있거나 성형된 유리 예비 성형체(preform)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 유리 공급 원료는 도가니 내에 놓여 가열되고 균질 분포된 성분들을 갖는 슬러리로 형성된 금속 산화물 분말의 적합한 혼합물로부터 제조될 수 있다. 이어서, 슬러리는 냉각 및 고화되어 입자로 파쇄된다. 입자는 이후 공기 또는 산소와 혼합된 가연 기체(예컨대, 수소/산소) 토치 화염 내로 공급되어 대량의 용융된 유리 비드로 된다. 냉각 후에, 그러한 비드는 유리 입자(64)로서 사용될 수 있다. 원한다면, 입자는 균일하거나 달리 제어된 크기 분포를 제공하기 위해 체(sieve) 등을 사용하여 선별될 수 있다.

<51> 대안적인 접근 방법에서, 입자는 종래의 유리 프리트 분말, 또는 전통적인 유리 제조 방법에서 사용되는 것과 같은 산화물들의 균질 혼합물을 포함할 수 있다.

<52> 유리 조성은 제한되지 않으며, 관심 파장, 즉 추출기가 결합될 LED 다이에 의해 발광되는 파장(들)의 광을 실질적으로 투과시키는 그리고 성형될 수 있는 임의의 재료일 수 있다. 바람직하게는, 유리 조성은 적어도 5℃인, 결정화 온도와 유리 전이 온도 사이의 차이($T_x - T_g$)를 특징으로 하는 공정 윈도우(window)를 갖는다. 중간 굴절률($1.5 < n < 2$)의 일반적인 유리 및 더 높은 굴절률($n \geq 2$ 또는 2.1 또는 2.2 또는 2.3)의 덜 일반적인 유리가 사용될 수 있다. 예시적인 재료로는 오히라 코포레이션(Ohara Corporation)으로부터 입수 가능한 S-LAH51, S-LAH53, S-LAH63, 및 S-LAL61; 스코트 글래스 테크놀로지스(Schott Glass Technologies)로부터 입수 가능한 P-LASF47, N-LAF34, N-LAF36, 및 N-LASF46; 호야 코포레이션(Hoya Corporation)으로부터 입수 가능한 BAFD8; 및 미국 특허 출원 공개 제2003/0126803호(로젠플란츠(Rosenflanz)), 국제 특허 출원 공개 WO 03/011776호(로젠플란츠), 미국 특허 출원 공개 제2005/0065013호(로젠플란츠 등), 2005년 11월 14자로 출원된 미국 특허 출원 제11/273,513(프레이(Frey) 등), 및 본 출원과 동일자로 출원되고 발명의 명칭이 "고굴절률 유리로 구성된 LED 추출기"인 미국 특허 출원(대리인 관리 번호: 61216US002)에 개시된 유리가 포함된다. 바람직하게는, 추출기의 적어도 일부는 적어도 2, 또는 2.1 또는 2.2 또는 2.3 또는 2.4의 굴절률을 갖는 유리로 제조되지만, 유용한 실시예에는 더 낮은 굴절률의 유리로 또한 제조될 수 있다.

<53> 주형을 유리 입자(64)로 채운 후에, 유리 입자(64) 및 또한 주형(60)은 유리의 유리 전이 온도보다 높게 가열되어 개별 입자(64)들은 연화되고 변형되고, 함께 합체하거나 융합하여 공동(62)의 형상(적어도 그 일부)에 일치하는 용융된 추출기(64a)를 형성한다. 도시된 바와 같이, 유리 입자의 양은 용융된 유리가 공동(62)을 과충전하여 렌즈 층(66)을 형성하도록 될 수 있다. 몇몇 경우에, 유리 입자들의 변형 및/또는 합체는 주형 부분(60a, 60b)들 사이에서 유리 입자에 가해지는 압력에 의해 촉진된다. 전술한 유리들 중 일부는 800 내지 1000℃의 온도 및 1 - 10 MPa의 압력에서 1 - 20분의 기간 동안 고온 가압될 수 있다. 다른 유리들은 일반적으로 대략 600℃의 유리 전이 온도를 가지며, 몇몇은 360℃만큼 낮은 유리 전이 온도를 갖고, 이들은 대응하게 낮은 온도에서 고온 가압될 수 있다. 각 경우에, 고온 가압은 일축 가압 성형 또는 등압 성형 기술일 수 있다. 상부 주형 부분(60b)과 같은 제2 주형 부품이 사용되면, 그러한 부품은 추출기의 어떤 단부가 LED 다이에 결합하고자 하는지와 추출기 표면의 원하는 윤곽에 따라, 마무리된 추출기의 일 단부에 원하는 프로파일을 제공하기 위해 도시된 바와 같은 평평한 표면 또는 평평하지 않은 표면(예컨대, 각각의 추출기 상에 렌즈형 특징부를 형성하기 위한

만곡된 표면의 패턴, 또는 면처리된 표면, 또는 부분적으로 평평하고 부분적으로 만곡되거나 면처리된 표면)을 구비할 수 있다는 것을 알아야 한다.

- <54> 이어서, 유리 및 주형은 냉각되어 추출기(64a) 및 랜드 층(66)을 고화시킨다. 냉각 속도는 바람직하게는 유리 재료의 열 충격으로부터 기인하는 파단을 방지할 만큼 충분히 느리다. 원한다면, 냉각 속도는 유리 재료를 완전히 어닐링시킬 만큼 충분히 느릴 수 있다.
- <55> 몇몇 경우에, 도 2와 관련하여 설명된 바와 같이, 2개 이상의 별개의 광학체로 추출기를 형성하는 것이 바람직할 수 있다. 그러한 경우에, 유리 입자(64)의 양은 용융된 유리가 주형 공동(62)을 부분적으로만 채우고 랜드 층(66)을 형성하지 않도록 감소될 수 있다. 그 후에, 부분적으로 채워진 주형은 복수의 제2 유리 입자로 채워질 수 있고, 이는 유리 전이 온도보다 높게 가열되고 선택적으로 가압되어 제2 유리 입자를 주형(60)의 잔여 부분에 일치하도록 변형시키고 합체시킬 수 있다. 제2 유리 재료는 공동(62)을 완전히 충전하기에 충분할 수 있고, 또한 층(66)과 유사한 랜드 층을 형성하기에 충분할 수 있다.
- <56> 랜드 층(66)이 제1 또는 제2 유리 입자에 의해 형성되지 않거나, 또는 랜드 층이 형성되지만 너무 얇거나 취약하면, 다른 층이 랜드 층에 충분한 강성을 제공하도록 모든 추출기(64a)들의 위에 형성될 수 있어서, 마무리된 추출기(64a)들은 전술한 바와 같이 그들의 상대 간격을 유지하면서 주형으로부터 제거되어 하나의 그룹으로서 조작 및 취급될 수 있다. 추가 층은 접착제 코팅 필름 또는 판, 또는 추출기 위에 부어져서 고체 층으로 경질화된 다량의 왁스, 에폭시 또는 유사 재료이거나 이를 포함할 수 있다.
- <57> 임의의 경우에, 하나 이상의 충전, 가열 및 냉각 단계와, 그리고 그러한 단계의 일부로서 및/또는 별도의 단계에서 랜드 층을 제공한 후에, 고화된 추출기(64a)들 전부는 추출기들을 고정된 상대 위치로 유지하고 보유하는 랜드 층(66)과 함께 주형(60a)으로부터 제거된다.
- <58> 몇몇 경우에, 사용되는 유리 및 사용되는 성형 조건의 특징에 따라, 더 큰 부피를 형성하기 위한 복수의 유리 입자들의 합체는 구성 입자들의 경계 또는 표면에 대응하는 성형된 유리 내의 결함들의 망상체(network)를 생성할 수 있다. 그러한 결함은 성형된 유리 내의 산란 또는 탁도의 증가로 이어지거나 또는 기계적 취약 또는 파단으로 이어질 수 있다. 그러한 경우와 그러한 결함이 문제가 되지 않는 다른 경우에, 실질적으로 단지 하나의 유리 입자가 주형 공동마다 제공되도록 유리 입자의 크기를 제어하여 공동 내에서 다수 입자들의 합체 또는 융합을 방지하는 것이 유리할 수 있다. 도 5a 및 도 5b는 이러한 개념을 이용하는 공정을 도시한다.
- <59> 도 5a에서, 복수의 공동(72)을 갖는 주형(70)이 제공된다. 주형은, 입자들을 주형 위로 분배하고 하나의 입자가 각각의 공동 내에 있도록 주형을 진동시킴으로써 또는 개별적으로 집어서 놓는(pick-and-place) 기술에 의해서든 복수의 유리 입자(74)로 채워진다. 기술에 관계없이, 실질적으로 단지 하나의 입자(74)가 임의의 주어진 공동 내에 존재한다. 입자(74)의 부피는 공동(72)의 부피와 실질적으로 일치하도록 선택된다. 몇몇 경우에, 입자(74)는 공동 부피의 70% 내지 110%, 또는 심지어 90% 내지 105% 범위의 부피를 갖는다. 이어서, 선택적으로 압력이 가해지면서 도 5b에 도시된 바와 같이 그 유리 전이 온도보다 높게 가열될 때 입자가 연화되면, 이 입자는 공동(72)을 완전히 채우거나, 약간 저충전하거나 또는 약간 과충전하는 용융된 추출기(74a)로 변형된다. 그러한 추출기(74a)의 생성된 상부면은 표면(74b, 완전 충전), 표면(74c, 약간 저충전), 표면(74d, 약간 과충전) 및 표면(74e, 더 많은 과충전)에 의해 도시되어 있다. 유리의 냉각 후에, 랜드 층(76)이 동일한 유리 또는 상이한 유리, 또는 전술한 바와 같은 다른 재료로 형성되어, 추출기(74a)들의 어레이가 주형(70)으로부터 제거될 수 있다.
- <60> 다른 경우에, 입자(74)는 실질적으로 더 클 수 있고, 예컨대 그 부피는 공동 부피의 150% 또는 200%일 수 있고, 공동들은 입자가 가열 단계 중에 변형될 때 더 큰 입자로부터의 과량의 용융된 유리 재료가 공동을 완전히 채울 뿐만 아니라 공동으로부터 외부로 유동하도록 서로 충분히 근접하게 배열될 수 있고, 이웃하는 공동들로부터의 과량의 용융된 재료가 서로 연결되어 연속적인 용융된 랜드 층을 형성한다.
- <61> 입자(74)는 유리 공급 원료의 화염 성형에 의해 생성되는 바와 같이 구형 형상일 수 있다. 대안적으로, 입자(74)는 성형 공정을 가속하기 위해 도 5a에 도시된 바와 같이 공동(72)의 형상 또는 종횡비에 근사하도록 연신되거나 또는 심지어 예비 성형될 수 있다.
- <62> 도 6a 및 도 6b는 공동(82)들의 어레이를 갖는 주형(80) 내의 연신된 유리 입자(74)의 처리를 도시하고, 주형(80)은 주형(70)과 유사하지만 공동(82)은 공동(72)과 (잠재적으로 동일한 부피이지만) 다른 종횡비를 갖는다. 연신된 입자(74)가 공동(82) 종횡비에 근사하도록 자체적으로 재배향될 수 있다는 것을 알아야 한다. 선택적으로 압력이 가해지면서 도 6b에 도시된 바와 같이 그 유리 전이 온도보다 높게 가열될 때 입자(74)가 연화되면,

이 입자는 공동(82)을 완전히 채우거나, 약간 저충전하거나 또는 약간 과충전하는 용융된 추출기(84a)로 변형된다. 그러한 추출기(84a)의 생성된 상부면은 표면(84b, 완전 충전), 표면(84c, 약간 저충전), 표면(84d, 약간 과충전) 및 표면(84e, 더 많은 과충전)에 의해 도시되어 있다. 유리의 냉각 후에, 랜드 층(86)이 동일한 유리 또는 상이한 유리로, 또는 전술한 바와 같은 다른 재료로 형성되어, 추출기(84a)들의 어레이가 주형(80)으로부터 제거될 수 있다.

<63> 제1 특정 실시예에서, 그래파이트 주형(Poco EDM3 등급)을 와이어 EDM 기계를 사용하여 제조하였다. 절두 원추 형상을 각각 갖는 4개의 동일한 공동을 주형 중심 바깥에 가공하였다. 공동들을 정사각형 패턴으로 배열하였고, 정사각형의 각 변을 따른 중심간 거리는 8 mm 이었다. 각각의 원추는 깊이가 3 mm 이었고, 0.56 mm 직경의 평평한 원형 바닥면, 2.9 mm 직경의 원형 개구, 및 21 도의 테이퍼 각도(원추 반각)를 가졌다. 이러한 절두 원추의 계산된 부피는 7.97 입방밀리미터이다. 와이어 EDM은 약 1.2 마이크로미터의 표면 조도(R_a)를 갖는 공동 벽(테이퍼진 측벽 및 평평한 원형 바닥면)을 생성하였다. 0.56 mm 직경의 원형 바닥면은 동일한 크기의 평평한 추출기 입력면을 생성하도록 선택되었고, 이 구성은 플립칩 LED 다이의 더 큰 1 mm x 1 mm 발광면에 결합하는 데 유익한 것으로 판단되었다.

<64> 이어서, 오히려 코포레이션으로부터의 S-LAH51 유리의 고르지 못한 조각 또는 파편을 주형을 채우기 위해 선택하였다. 이러한 유리는 4.40 g/cc의 밀도, 약 1.786의 굴절률 및 617°C의 변태 온도(T_g)를 갖는다. 제1 공동 내로, 7.23 입방밀리미터 또는 공동 부피의 91%의 계산된 부피를 갖는, 0.0318 g으로 칭량되는 하나의 유리 조각을 놓았다. 제2 공동 내로, 8.59 입방밀리미터 또는 공동 부피의 108%의 계산된 부피를 갖는, 0.0378 g으로 칭량되는 하나의 유리 조각을 놓았다. 제3 공동 내로, 0.0367 g의 집합 중량 및 8.34 입방밀리미터 또는 공동 부피의 105%의 계산된 집합 부피를 갖는, 3개의 유사한 크기의 유리 조각을 놓았다. 제4 공동 내로, 8.23 입방밀리미터 또는 공동 부피의 103%의 계산된 부피를 갖는, 0.0362 g으로 칭량되는 하나의 유리 조각을 놓았다.

<65> 이어서, 이러한 채워진 주형을 관형 노(tube furnace) 내에 놓아 특정 온도 프로파일에 따라 가열하였다. 노 내의 분위기는 성형 가스(5% 수소, 95% 질소의 혼합물)의 느린 유출, 즉 환원 분위기였다. 외부 압력은 가열 중에 유리 조각에 가해지지 않았다. 온도 프로파일은 다음과 같았다: 실온(약 25°C)으로부터 700°C까지로 80 분 승온; 15분 동안 700°C로 유지; 700°C로부터 800°C까지로 30분 승온; 20분 동안 800°C로 유지; 800°C로부터 610°C까지로 60분 감온; 15분 동안 610°C로 유지; 610°C로부터 555°C까지로 25분 감온; 20분 동안 555°C로 유지; 555°C로부터 실온까지로 75분 감온.

<66> 이러한 가열 및 냉각 프로파일은 유리 입자들이 각각의 공동 내에서 연화되고 변형되고, 이어서 고화되어 추출기를 형성하게 하였다. 공동의 2.9 mm 직경의 개구 및 0.56 mm 직경의 바닥면에 각각 대응하는 추출기의 상부 및 바닥은 임의의 가해진 압력이 없는 때와 관계되는 용융된 유리의 표면 장력으로 인한 것으로 믿어지는 곡률을 나타내었다. 추출기는 투광성이지만 가능하게는 환원 분위기의 결과 어느 정도의 탁도를 갖거나 광 산란성인 것으로 관찰되었다.

<67> 바람직하게는, 추출기는 다음의 추가 처리 단계를 거친다. 추출기가 여전히 주형 내에 있는 동안, 강성 랜드 층이 예컨대 파라핀 왁스를 사용하여 전술한 바와 같이 형성될 수 있다. 이어서, 추출기들은 그들의 상대 배향을 유지하면서 주형으로부터 제거될 수 있다. 추출기들의 바닥은 광학적 조도(예컨대, 50 nm 또는 25 nm 또는 그 미만의 R_a)로 동시에 평평하게 연삭되고 폴리싱되고, 이어서 개별화되고 1 mm x 1 mm 발광면을 갖는 개별 LED 다이에 개별적으로 부착되거나 또는 달리 결합될 수 있다.

<68> 제2 특정 실시예에서, 제1 특정 실시예에서와 같은 그래파이트 주형을 사용하였다. 오히려 코포레이션으로부터의 동일한 S-LAH51 유리의 고르지 못한 조각 또는 파편을 다시 주형을 충전하기 위해 선택하였지만, 조각들의 질량 또는 부피는 각각의 공동을 상당히 과충전하도록 (그러나 공동들 사이에 연속적인 랜드 층을 형성하기에는 충분하지 않도록) 선택하였다. 제1 공동 내로, 14.89 입방밀리미터 또는 공동 부피의 187%의 계산된 부피를 갖는, 0.0655 g으로 칭량되는 하나의 유리 조각을 놓았다. 제2 공동 내로, 14.64 입방밀리미터 또는 공동 부피의 184%의 계산된 부피를 갖는, 0.0644 g으로 칭량되는 하나의 유리 조각을 놓았다. 제3 공동 내로, 0.0645 g의 집합 중량 및 14.66 입방밀리미터 또는 공동 부피의 184%의 계산된 집합 부피를 갖는, 3개의 유사한 크기의 유리 조각을 놓았다. 제4 공동 내로, 0.0725 g의 집합 중량 및 16.48 입방밀리미터 또는 공동 부피의 207%의 계산된 집합 부피를 갖는, 2개의 유사한 크기의 유리 조각을 놓았다.

<69> 이어서, 이렇게 채워진 주형을 관형 노 내에 놓아 어느 정도 다른 온도 프로파일에 따라 가열하였다. 노 내의 분위기는 100% 질소 기체의 느린 유출이었다. 외부 압력은 가열 중에 유리 조각에 가해지지 않았다. 온도 프

로파일은 다음과 같았다: 실온(약 25℃)으로부터 850℃까지로 110분 승온; 20분 동안 850℃로 유지; 850℃로부터 610℃까지로 60분 감온; 10분 동안 610℃로 유지; 610℃로부터 555℃까지로 25분 감온; 10분 동안 555℃로 유지; 555℃로부터 실온까지 75분 감온.

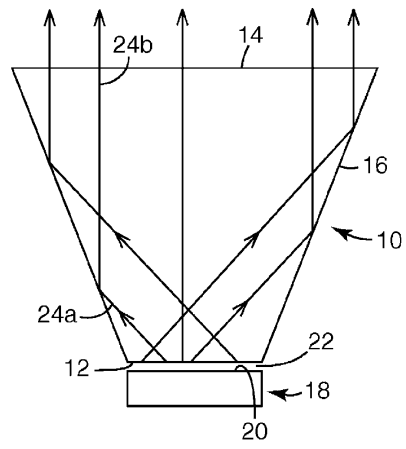
- <70> 이러한 가열 및 냉각 프로파일은 유리 입자들이 각각의 공동 내에서 연화되고 변형되고, 이어서 고화되어 추출기를 형성하게 하였다. 이러한 제2 특정 실시예에서 형성된 추출기는, 제2 실시예의 추출기가 제1 실시예에서 사용된 유리의 양에 비해 과량의 유리 재료의 결과 그 상부에서 뚜렷한 돔(dome)을 나타낸 것을 제외하고는, 제1 실시예의 추출기와 유사하였다.
- <71> 바람직하게는, 제2 실시예의 추출기는 마찬가지로 다음의 추가 처리 단계를 거친다. 추출기가 여전히 주형 내에 있는 동안, 강성 랜드 층이 예컨대 파라핀 왁스를 사용하여 전술한 바와 같이 형성될 수 있다. 이어서, 추출기들은 그들의 상대 배향을 유지하면서 주형으로부터 제거될 수 있다. 추출기들의 바닥은 광학적 조도(예컨대, 50 nm 또는 25 nm 또는 그 미만의 R_a)로 동시에 평평하게 연삭되고 폴리싱되고, 이어서 개별화되고 1 mm × 1 mm 발광면을 갖는 개별 LED 다이에 개별적으로 부착되거나 또는 달리 결합될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 주형 재료는 그래파이트로부터 산화 분위기 내에서 작업 가능한, 미국 미시건주 앤 아버 소재의 인더스트리얼 세라믹 테크놀로지, 인크.(Industrial Ceramic Technology, Inc.)로부터의 상표명이 크리스탈로이(CRYSTALLOY)인 세라믹(예컨대, 탄화규소 단결정 강화 세라믹 복합체인 크리스탈로이 2311 EDX) 등과 같은 다른 재료로 변경될 수 있다.
- <72> 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구의 범위에 사용된 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 상기의 명세서 및 첨부된 청구의 범위에 기술된 수치적 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시를 이용하는 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 변할 수 있는 근사치이다.
- <73> 전술한 설명은 예시적인 것이며, 본 발명의 범주를 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에 개시된 실시예들의 변형 및 수정이 가능하며, 실시예의 각종 요소에 대한 실제적인 대안 및 그의 등가물은 본 특허 문헌의 검토시 당업자에게 이해될 것이다. 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 본 명세서에 개시된 실시예의 이들 및 다른 변형 및 수정이 이루어질 수 있다. 본 명세서에서 참조된 모든 특허 및 특허 출원은 상기의 명세서와 모순되는 정도를 제외하고는 전체적으로 참고로 포함되었다.

도면의 간단한 설명

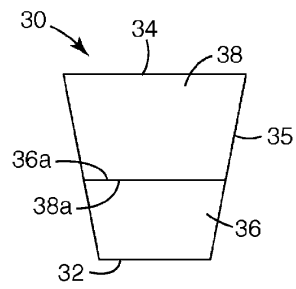
- <11> 명세서 전체에 걸쳐, 유사한 참조 번호가 유사한 요소를 지시하는 첨부 도면을 참조한다.
- <12> 도 1은 단일 LED 추출기/LED 다이 조합의 개략적인 측면도.
- <13> 도 2는 대안적인 추출기 구성의 개략적인 측면도.
- <14> 도 3은 복수의 LED 광원 또는 LED 광원 어레이를 제조하기 위해 LED들의 어레이에 추출기들의 어레이를 동시에 결합시키는 공정을 도시하는 도면으로, 추출기 어레이 및 LED가 형성되어 있는 웨이퍼의 개략도.
- <15> 도 4는 추출기 어레이를 제조하기 위한 유리 비드의 성형을 포함하는 공정을 도시하는 도면.
- <16> 도 5는 주형 공동과, 크기 또는 부피가 성형 후에 공동을 실질적으로 채우기에 충분한 유리 입자의 확대도.
- <17> 도 6은 입자의 크기 또는 부피가 성형 후에 공동을 실질적으로 채우기에 충분한, 다른 주형 공동 내의 도 5의 유리 입자의 확대도.

도면

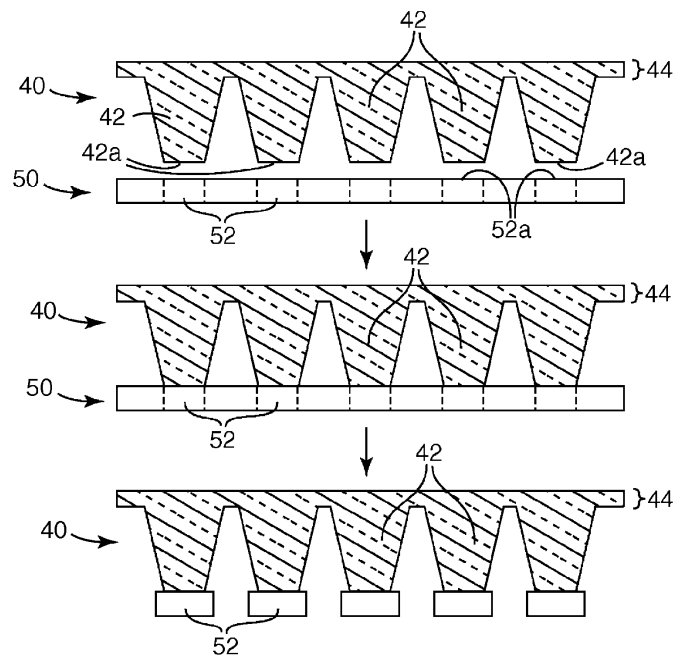
도면1



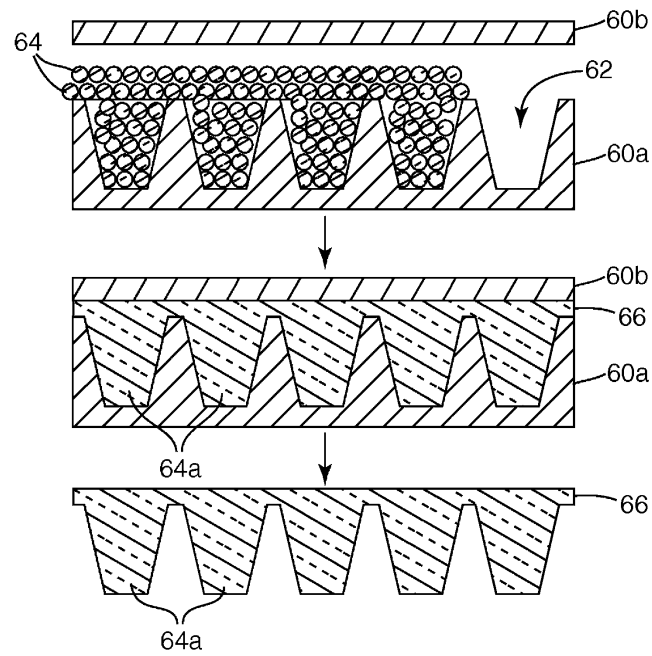
도면2



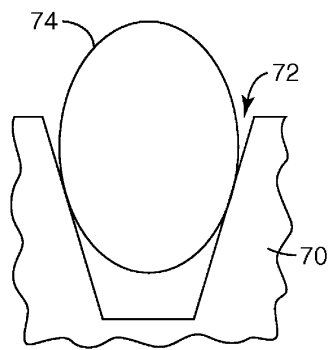
도면3



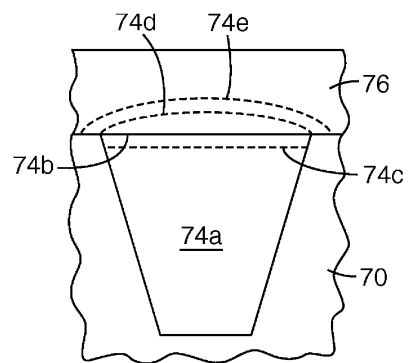
도면4



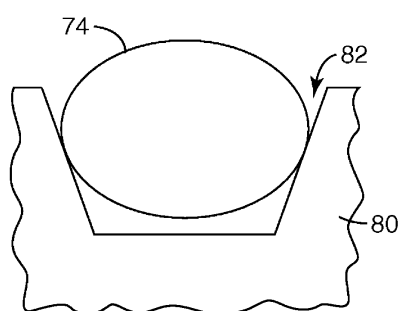
도면5a



도면5b



도면6a



도면6b

