



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0137656  
(43) 공개일자 2013년12월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 6/12 (2006.01) G02B 6/10 (2006.01)  
G02F 1/13357 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-7017117  
(22) 출원일자(국제) 2011년12월02일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2013년07월01일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/063047  
(87) 국제공개번호 WO 2012/075384  
국제공개일자 2012년06월07일  
(30) 우선권주장  
61/419,833 2010년12월04일 미국(US)

(71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터  
(72) 발명자  
툼슨 데이비드 스콧  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
휘틀리 존 에이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
베노이트 길리스 제이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
(74) 대리인  
김영, 양영준

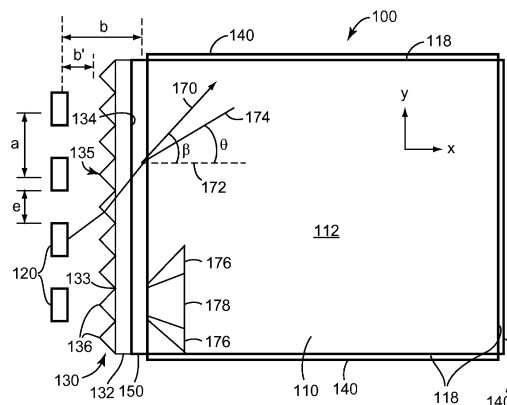
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 조명 조립체 및 이를 형성하는 방법

(57) 요약

도광체 및 도광체 내로 광을 지향시키도록 작동가능한 복수의 광원을 포함하는 조명 조립체가 개시된다. 광원들은 15 mm 이상의 중심간 간격을 갖고, 복수의 광원 중 적어도 하나의 광원의 주된 방출 표면과 입력 표면 사이의 거리가 1 mm 이하이다. 조립체는 복수의 광원과 입력 표면 사이에 위치한 구조화된 표면 층을 추가로 포함한다. 구조화된 표면 층은 기재, 및 복수의 광원을 향하는 기재의 제1 표면 상의 복수의 구조물을 포함한다. 조립체는 도광체의 출력 표면을 통해 도광체로부터 광을 지향시키도록 작동가능한 복수의 추출 특징부를 추가로 포함한다.

대표도 - 도1b



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

조명 조립체로서,

도광체(light guide) - 상기 도광체는 출력 표면 및 출력 표면에 실질적으로 직교하는 도광체의 적어도 하나의 에지를 따른 입력 표면을 포함하고, 여기서, 입력 표면은 y-축을 따라 연장됨 -;

y-축에 실질적으로 평행한 축을 따라 배치된 복수의 광원 - 여기서, 광원은 입력 표면을 통해 도광체 내로 광을 지향시키도록 작동가능하고, 광원들은 15 mm 이상의 y-축을 따른 중심간 간격을 가지며, 또한 복수의 광원 중 적어도 하나의 광원의 주된 방출 표면과 입력 표면 사이의 거리가 1 mm 이하임 -;

복수의 광원과 도광체의 입력 표면 사이에 위치한 구조화된(structured) 표면 층 - 여기서, 구조화된 표면 층은 기재(substrate) 및 복수의 광원을 향하는 기재의 제1 표면 상의 복수의 구조물을 포함함 -; 및

출력 표면을 통해 도광체로부터 광을 지향시키도록 작동가능한 복수의 추출 특징부 - 여기서, 하나 이상의 추출 특징부가 복수의 광원으로부터 10 mm 내에 위치됨 - 를 포함하고,

복수의 광원 및 구조화된 표면 층은 도광체의 평면 내에서 입력 표면에 대한 법선에 대해 45도 이상의 각도로 입력 표면을 통해 도광체 내로 광의 적어도 일부를 지향시키도록 작동가능한 조립체.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 구조화된 표면 층의 복수의 구조물의 굴절률  $n_1$ 은 도광체의 굴절률  $n_2$ 와는 상이한 조립체.

### 청구항 3

제2항에 있어서,  $|n_1 - n_2|$ 는 0.01 이상인 조립체.

### 청구항 4

제2항에 있어서,  $n_1$ 은  $n_2$ 보다 큰 조립체.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 구조화된 표면 층의 복수의 구조물은 굴절성 구조물을 포함하는 조립체.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 구조화된 표면 층의 복수의 구조물은 회절성 구조물을 포함하는 조립체.

### 청구항 7

제1항의 조명 조립체를 포함하는 백라이트.

### 청구항 8

제1항의 조명 조립체를 포함하는 디스플레이 패널.

### 청구항 9

제1항의 조명 조립체를 포함하는 조명기구.

### 청구항 10

디스플레이 패널 및 제1항의 조명 조립체를 포함하는 디스플레이 시스템.

### 청구항 11

제1항에 있어서, 도광체의 두께 방향 z를 따른 입력 표면에 평행한 평면 상에서의, 그리고 입력 표면으로부터

도광체 내의 약 10 mm에서의 광 분포가 80% 초과 ( $L_{\min}/L_{\max}$ ) x 100%의 균일도를 갖는 조립체.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 복수의 광원 중 적어도 하나의 광원의 주된 방출 표면으로부터의 거리가 복수의 광원 중 인접 광원의 주된 방출 표면으로부터 15 mm 이상인 조립체.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 복수의 광원 중 적어도 하나의 광원의 주된 방출 표면으로부터의 거리가 복수의 광원 중 인접 광원의 주된 방출 표면으로부터 18 mm 이상인 조립체.

#### 청구항 14

제1항에 있어서, 광원들은 20 mm 이상의 y-축을 따른 중심간 간격을 갖는 조립체.

#### 청구항 15

제1항에 있어서, 조립체의 주연부(periphery) 둘레에 배치된 베젤(bezel)을 추가로 포함하고, 복수의 광원 중 적어도 하나의 광원의 주된 방출 표면이 입력 표면에 대한 법선을 따라 도광체의 출력 표면에 가장 가까운 베젤의 에지로부터 15 mm 내에 위치되는 조립체.

#### 청구항 16

조명 조립체로서,

도광체 - 상기 도광체는 출력 표면 및 출력 표면에 실질적으로 직교하는 도광체의 적어도 하나의 에지를 따른 입력 표면을 포함함 -;

입력 표면을 통해 도광체 내로 광을 지향시키도록 위치된 복수의 광원; 및

복수의 광원과 도광체의 입력 표면 사이에 위치된 구조화된 표면 층 - 여기서, 구조화된 표면 층은 기재 및 복수의 광원을 향하는 기재의 제1 표면 상의 복수의 구조물을 포함함 - 을 포함하고,

복수의 구조물 중 적어도 하나의 구조물은 두 종점(end point) ( $x_0, y_0$ ) 및 ( $x_3, y_3$ )와 두 제어점(control point) ( $x_1, y_1$ ) 및 ( $x_2, y_2$ )를 갖는 3차 베지어 곡선(cubic Bezier curve)에 의해 한정되는 형상을 포함하며, 곡선은 하기의 두 종점을 연결하고:

$$x(t) = a_x t^3 + b_x t^2 + c_x t + x_0, \quad y(t) = a_y t^3 + b_y t^2 + c_y t + y_0, \quad t \in [0, 1] \text{에 대해,}$$

여기서,

$$c_x = 3 (x_1 - x_0)$$

$$b_x = 3 (x_2 - x_1) - c_x$$

$$a_x = x_3 - x_0 - c_x - b_x$$

$$c_y = 3 (y_1 - y_0)$$

$$b_y = 3 (y_2 - y_1) - c_y$$

$$a_y = y_3 - y_0 - c_y - b_y \text{인 조립체.}$$

#### 청구항 17

제16항에 있어서,  $y_0$ 는  $0.75 < 1.25$ 의 범위이고,  $x_1$ 은  $0.1 < 0.6$ 의 범위이고,  $x_2$ 는  $0.1 < 0.6$ 의 범위이고,  $y_2$ 는  $0.5 < 1.0$ 의 범위인 조립체.

#### 청구항 18

제16항에 있어서, 구조화된 표면 층의 복수의 구조물 중 적어도 하나의 구조물은 10도 미만의 표면 법선에 대해 50% 미만, 70도 초과 표면 법선에 대해 15% 미만, 및 15도 초과 그리고 65도 미만의 표면 법선에 대해 40% 초과 표면 법선 확률 분포(surface normal probability distribution)를 갖는 조립체.

## 명세서

### 기술분야

#### 관련출원

발명의 명칭이 '조명 조립체 및 이를 형성하는 방법(ILLUMINATION ASSEMBLY AND METHOD OF FORMING SAME)'인 공동 소유의 공개특허 중인 미국 특허 출원 제61/419,832호가 본 명세서에 참고로 포함된다.

본 발명은 통상 백라이트로 지칭되는, 후방으로부터 디스플레이 또는 다른 그래픽을 조명하기에 적합한 조명 조립체에 관한 것이다. 본 발명은 증실형 도광체(solid light guide)를 포함하는 에지형(edge-lit) 조명 조립체에 특히 적합하지만, 반드시 그에 제한되는 것은 아니다.

### 배경기술

과거에, 백라이트 장치와 같은 간단한 조명 조립체는 단지 3개의 주요 구성요소, 즉 광원 또는 램프, 후방 반사기 및 전방 확산기를 포함하였다. 그러한 시스템은 여전히 범용 광고판(advertising sign) 및 실내 조명 응용에 사용되고 있다.

최근 수 년에 걸쳐, 휘도를 증가시키거나 전력 소모를 감소시키기 위해, 균일도를 증가시키기 위해, 그리고/또는 두께를 감소시키기 위해 다른 구성요소들을 추가함으로써 이러한 기본적인 설계에 대해 개선이 이루어지고 있다. 이러한 개선은 고도로 성장된 가전 제품 산업에서 컴퓨터 모니터, 텔레비전 모니터, 이동 전화기, 디지털 카메라, 포켓-크기의 MP3 음악 플레이어, 개인 휴대용 정보 단말기(PDA) 및 다른 핸드헬드(hand-held) 장치와 같은, 액정 디스플레이(LCD)를 포함하는 제품에 대한 수요에 의해 촉발되었다. 매우 얇은 백라이트의 설계를 가능하게 하기 위한 증실형 도광체의 사용, 및 축상(on-axis) 휘도를 증가시키기 위한 선형 프리즘형 필름 및 반사 편광 필름과 같은 광 관리 필름의 사용과 같은 이러한 개선들 중 일부가 LCD 장치에 관한 추가의 배경 기술 정보와 관련하여 본 명세서에 언급되어 있다.

위에서 열거된 제품들 중 일부가 디스플레이를 보기 위해 보통의 주변 광을 사용할 수 있지만, 대부분은 디스플레이를 볼 수 있도록 하기 위해 백라이트를 포함한다. LCD 장치의 경우에, 이는 LCD 패널이 자체-조명형(self-illuminating)이 아니기 때문이며, 따라서 보통 조명 조립체 또는 백라이트를 사용해 보여지게 된다. 백라이트는 관찰자로부터 LCD 패널의 반대측에 위치되어, 백라이트에 의해 발생된 광이 LCD를 통과하여 관찰자에게 도달하게 한다. 백라이트는 냉음극 형광 램프(cold cathode fluorescent lamp, CCFL) 또는 발광 다이오드(light emitting diode, LED)와 같은 하나 이상의 광원을 포함하고, LCD 패널의 관찰가능 영역과 일치하는 출력 영역 또는 표면에 걸쳐 광원으로부터의 광을 분산시킨다. 백라이트에 의해 방출되는 광은 바람직하게는 LCD 패널에 의해 생성된 이미지의 만족스러운 관찰 경험을 사용자에게 제공하기 위해 백라이트의 출력 영역에 걸쳐 충분한 휘도 및 충분한 공간적 균일도를 갖는다.

LCD 장치는 일반적으로 3가지 카테고리 중 하나에 속하며, 백라이트는 이들 카테고리 중 2개에서 사용된다. "투과형(transmission-type)"으로 알려진 제1 카테고리에서, LCD 패널은 조명된 백라이트의 도움으로만 보여질 수 있다. 즉, LCD 패널은 백라이트로부터의 광이 관찰자에게 도달하는 중에 LCD를 통해 투과되는 "투과식(in transmission)"으로만 보여지도록 구성된다. "반사형(reflective-type)"으로 알려진 제2 카테고리에서, 백라이트는 제거되고 반사성 재료로 대체되며, LCD 패널은 LCD의 관찰자 측에 위치된 광원에 의해서만 보여지도록 구성된다. 외부 광원으로부터의 광(예를 들어, 주변 실내 광)이 LCD 패널의 전방으로부터 후방으로 통과하고, 반사성 재료에서 반사되어, 관찰자에게 도달하는 중에 다시 LCD를 통과한다. "반투과형(transflective-type)"으로 알려진 제3 카테고리에서, 백라이트와 부분 반사성 재료 둘 모두가 LCD 패널의 후방에 배치되며, 백라이트가 켜진 경우에는 투과식으로 그리고 백라이트가 꺼지고 충분한 주변 광이 존재하는 경우에는 반사식으로 보여지도록 구성된다.

이하의 상세한 설명에서 기술되는 조명 조립체는 일반적으로 투과형 LCD 디스플레이에서도 반투과형 LCD 디스플레이에서도 사용될 수 있다.

위에서 논의된 3가지 카테고리의 LCD 디스플레이 이외에, 백라이트는 또한 내부 광원이 백라이트의 출력 영역

또는 표면에 대해 어디에 위치하느냐에 따라 2가지 카테고리 중 하나에 속할 수 있는데, 여기서 백라이트의 "출력 영역"은 디스플레이 장치의 관찰가능 영역 또는 구역에 대응한다. 백라이트의 "출력 영역"은 때때로 본 명세서에서 "출력 구역" 또는 "출력 표면"으로 지칭되는데, 이는 이러한 구역 또는 표면 자체와 그 구역 또는 표면의 면적(제곱미터, 제곱밀리미터, 제곱인치 등의 단위를 갖는 수치적 양)과 구별하기 위해서이다.

[0010] "에지형" 백라이트에서는, 하나 이상의 광원이, 평면도로부터 볼 때, 백라이트 구성물의 외측 경계 또는 주변부(periphery)를 따라, 일반적으로 출력 영역에 대응하는 영역 또는 구역 외측에 배치된다. 종종, 광원(들)은 백라이트의 출력 영역의 가장자리를 이루는 프레임 또는 베젤(bezel)에 의해 보이지 않도록 가려진다. 광원(들)은 전형적으로, 특히 랩톱 컴퓨터 디스플레이에서와 같이 매우 얇은 프로파일의 백라이트가 요구되는 경우, "도광체"로 지칭되는 구성요소 내로 광을 방출한다. 도광체는 투명하고 중실형이며 비교적 얇은 플레이트로, 그의 길이 및 폭 치수는 백라이트 출력 영역 정도이다. 도광체는 내부 전반사(TIR)를 사용해 광을 에지-장착형 광원으로부터 도광체의 전체 길이 또는 폭을 가로질러 백라이트의 반대편 에지로 전달하거나 안내하며, 이러한 안내된 광의 일부를 도광체로부터 백라이트의 출력 영역을 향해 방향전환시키기 위해 도광체의 표면 상에 불균일 패턴의 국소적인 추출 특징부가 제공될 수 있다. 점진적 추출의 다른 방법은 테이퍼형의 중실형 도광체를 사용하는 것을 포함하며, 여기서 경사진 상부 표면이 광의 점진적 추출을 야기하는데, 그 이유는 광이 광원으로부터 멀어지는 쪽으로 전파됨에 따라 평균적으로 더 많은 수의 광선이 이제 TIR 각도에 도달하기 때문이다. 그러한 백라이트는 전형적으로, 축상 휘도를 향상시키기 위해, 도광체의 후방 또는 그 아래에 배치된 반사성 재료와 같은 광 관리 필름, 및 도광체의 전방 또는 그 위에 배치된 반사 편광 필름 및 프리즘형 휘도 향상 필름(Brightness Enhancement Film, BEF) 필름(들)을 또한 포함한다.

[0011] "직하형(direct-lit)" 백라이트에서는, 하나 이상의 광원이, 평면도로부터 볼 때, 실질적으로 출력 영역에 대응하는 영역 또는 구역 내에, 통상적으로 그 구역 내의 규칙적인 어레이 또는 패턴으로 배치된다. 대안적으로, 직하형 백라이트에서 광원(들)은 백라이트의 출력 영역 바로 후방에 배치된다고 말할 수 있다. 광원들이 잠재적으로 출력 영역을 통해 바로 관찰가능하기 때문에, 강한 확산 플레이트가 전형적으로 광원들 위에 장착되어 출력 영역에 걸쳐 광을 확산시켜 광원이 바로 보이지 않도록 가린다. 그리고 또, 광 관리 필름, 예를 들어 반사 편광기 필름, 및 프리즘형 BEF 필름(들)이 또한 개선된 축상 휘도 및 효율을 위해 확산기 플레이트 위에 배치될 수 있다.

[0012] 일부 경우에, 직하형 백라이트는 또한 백라이트의 주변부에 하나 또는 몇 개의 광원을 포함할 수 있거나, 에지형 백라이트는 출력 영역 바로 후방에 하나 또는 몇 개의 광원을 포함할 수 있다. 그러한 경우에, 백라이트는, 대부분의 광이 백라이트의 출력 영역 바로 후방으로부터 나오는 경우 "직하형"으로 간주되고, 대부분의 광이 백라이트의 출력 영역의 주변부로부터 나오는 경우 "에지형"으로 간주된다.

## 발명의 내용

[0013] 일 태양에서, 본 발명은 도광체 - 상기 도광체는 출력 표면 및 출력 표면에 실질적으로 직교하는 도광체의 적어도 하나의 에지를 따른 입력 표면을 포함하고, 여기서, 입력 표면은 y-축을 따라 연장됨 - 를 포함하는 조명 조립체를 제공한다. 조립체는 y-축에 실질적으로 평행한 축을 따라 배치된 복수의 광원 - 여기서, 광원은 입력 표면을 통해 도광체 내로 광을 지향시키도록 작동가능함 - 을 추가로 포함한다. 광원들은 15 mm 이상의 y-축을 따른 중심간 간격을 갖고, 복수의 광원 중 적어도 하나의 광원의 주된 방출 표면과 입력 표면 사이의 거리가 1 mm 이하이다. 조립체는 복수의 광원과 도광체의 입력 표면 사이에 위치한 구조화된(structured) 표면 층을 추가로 포함하며, 여기서 구조화된 표면 층은 기재(substrate) 및 복수의 광원을 향하는 기재의 제1 표면 상의 복수의 구조물을 포함한다. 조립체는 출력 표면을 통해 도광체로부터 광을 지향시키도록 작동가능한 복수의 추출 특징부 - 여기서, 하나 이상의 추출 특징부가 복수의 광원으로부터 10 mm 내에 위치됨 - 를 추가로 포함한다. 복수의 광원 및 구조화된 표면 층은 도광체의 평면 내에서 입력 표면에 대한 법선에 대해 45도 이상의 각도로 입력 표면을 통해 도광체 내로 광의 적어도 일부를 지향시키도록 작동가능하다.

[0014] 다른 태양에서, 본 발명은 도광체 - 상기 도광체는 출력 표면 및 출력 표면에 실질적으로 직교하는 도광체의 적어도 하나의 에지를 따른 입력 표면을 포함함 - 를 포함하는 조명 조립체를 제공한다. 조립체는 입력 표면을 통해 도광체 내로 광을 지향시키도록 위치한 복수의 광원; 및 복수의 광원과 도광체의 입력 표면 사이에 위치한 구조화된 표면 층을 추가로 포함한다. 구조화된 표면 층은 기재, 및 복수의 광원을 향하는 기재의 제1 표면 상의 복수의 구조물을 포함한다. 복수의 구조물 중 적어도 하나의 구조물은 두 종점(end point) ( $x_0$ ,  $y_0$ ) 및 ( $x_3$ ,  $y_3$ )와 두 제어점(control point) ( $x_1$ ,  $y_1$ ) 및 ( $x_2$ ,  $y_2$ )를 갖는 3차 베지어 곡선(cubic Bezier curve)에 의해 한

정되는 형상을 포함하며, 여기서 곡선은 하기의 두 종점을 연결한다:

[0015]  $x(t) = a_x t^3 + b_x t^2 + c_x t + x_0$ ,  $y(t) = a_y t^3 + b_y t^2 + c_y t + y_0$ ,  $t \in [0, 1]$ 에 대해,

[0016] 여기서,

[0017]  $c_x = 3(x_1 - x_0)$

[0018]  $b_x = 3(x_2 - x_1) - c_x$

[0019]  $a_x = x_3 - x_0 - c_x - b_x$

[0020]  $c_y = 3(y_1 - y_0)$

[0021]  $b_y = 3(y_2 - y_1) - c_y$

[0022]  $a_y = y_3 - y_0 - c_y - b_y$ .

### 도면의 간단한 설명

[0023] 명세서 전체에 걸쳐, 첨부 도면을 참조하며, 첨부 도면에서는 유사한 도면 부호가 유사한 요소를 지시한다.

<도 1a>

도 1a는 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체의 일 실시 형태의 개략 단면도.

<도 1b>

도 1b는 도 1a의 조명 조립체의 개략 평면도.

<도 2a 내지 도 2d>

도 2a 내지 도 2d는 구조화된 표면 층의 다양한 실시 형태의 개략 단면도.

<도 3>

도 3은 구조화된 표면 층 물품의 일 실시 형태의 개략 단면도.

<도 4>

도 4는 디스플레이 시스템의 일 실시 형태의 개략 단면도.

<도 5>

도 5는 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 조명 조립체의 다른 실시 형태의 개략 단면도.

<도 6>

도 6은 도 5의 조명 조립체에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 7>

도 7은 조명 조립체의 일 실시 형태에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 8>

도 8은 조명 조립체의 다른 실시 형태에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 9>

도 9는 조명 조립체의 다른 실시 형태에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 10a 및 도 10b>

도 10a 및 도 10b는 조명 조립체의 다양한 실시 형태에 대한, 균일도 대 LED 피치의 그래프.

<도 11>

도 11은 다이아몬드 선삭 기계에 사용되는 다이아몬드의 일 실시 형태의 현미경 사진.

<도 12a 및 도 12b>

도 12a 및 도 12b는 구조화된 표면 층의 다양한 실시 형태의 현미경 사진.

<도 13a 내지 도 13c>

도 13a 내지 도 13c는 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 조명 조립체의 일 실시 형태의, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프 및 프로메트릭(prometric) 이미지.

<도 14a 내지 도 14c>

도 14a 내지 도 14c는 조명 조립체의 일 실시 형태의, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프 및 프로메트릭 이미지.

<도 15a 내지 도 15c>

도 15a 내지 도 15c는 조명 조립체의 일 실시 형태의, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프 및 프로메트릭 이미지.

<도 16a>

도 16a는 다양한 실시 형태의 조명 조립체에 대한, 결합 효율 대 LED - 도광체 거리의 그래프.

<도 16b>

도 16b는 도 16a의 조명 조립체의, 균일도 대 LED - 도광체 거리의 그래프.

<도 17a>

도 17a는 다양한 실시 형태의 조명 조립체에 대한, 결합 효율 대 LED - 도광체 거리의 그래프.

<도 17b>

도 17b는 도 16a의 조명 조립체의, 균일도 대 LED - 도광체 거리의 그래프.

<도 18>

도 18은 조명 조립체의 다양한 실시 형태에 대한, 방사휘도(Radiance) 대 각도의 그래프.

<도 19>

도 19는 조명 조립체의 다양한 실시 형태에 대한, TIR 원주 밖의 광의 분율 대 도광체의 굴절률의 그래프.

<도 20a>

도 20a는 구조화된 표면 층의 구조물의 일 실시 형태에 대한, 높이 대 위치의 그래프.

<도 20b>

도 20b는 도 20a의 구조물에 대한 표면 법선 분포의 그래프.

<도 20c>

도 20c는 도 20a의 구조물에 대한 표면 법선 확률 분포(surface normal probability distribution)의 그래프.

<도 21a 내지 도 21c>

도 21a 내지 도 21c는 도 20a 내지 도 20c에 도시된 구조물을 갖는 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 22a>

도 22a는 구조화된 표면 층의 구조물의 다른 실시 형태에 대한, 높이 대 위치의 그래프.

<도 22b>

도 22b는 도 22a의 구조물에 대한 표면 법선 분포의 그래프.



<도 22c>

도 22c는 도 22a의 구조물에 대한 표면 법선 확률 분포의 그래프.

<도 23a 내지 도 23c>

도 23a 내지 도 23c는 도 22a 내지 도 22c에 도시된 구조물을 갖는 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 24a>

도 24a는 구조화된 표면 층의 구조물의 다른 실시 형태에 대한, 높이 대 위치의 그래프.

<도 24b>

도 24b는 도 24a의 구조물에 대한 표면 법선 분포의 그래프.

<도 24c>

도 24c는 도 24a의 구조물에 대한 표면 법선 확률 분포의 그래프.

<도 25a 내지 도 25c>

도 25a 내지 도 25c는 도 24a 내지 도 24c에 도시된 구조물을 갖는 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

<도 26a>

도 26a는 구조화된 표면 층의 구조물의 다른 실시 형태에 대한, 높이 대 위치의 그래프.

<도 26b>

도 26b는 도 26a의 구조물에 대한 표면 법선 분포의 그래프.

<도 26c>

도 26c는 도 26a의 구조물에 대한 표면 법선 확률 분포의 그래프.

<도 27a 내지 도 27c>

도 27a 내지 도 27c는 도 26a 내지 도 26c에 도시된 구조물을 갖는 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체에 대한, 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 일반적으로, 본 발명은 의도된 응용에 적절한 휘도 균일도 및 공간적 균일도를 제공하는 조명 조립체를 기술한다. 그러한 조립체는 임의의 적합한 조명 응용, 예를 들어 디스플레이, 간판, 일반 조명 등에 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기술된 조명 조립체는 도광체, 도광체 내로 광을 지향시키도록 작동가능한 복수의 광원, 및 광원과 도광체 사이에 위치한 구조화된 표면 층을 포함한다. 기술된 조립체는 조립체의 출력 표면에서 균일한 출력 광속 분포(output light flux distribution)를 제공하도록 구성될 수 있다. 용어 "균일한"은 관찰자에게 불쾌할 수 있는 관찰가능한 휘도 특징부 또는 불연속부를 갖지 않는 광 분포를 말한다. 출력 광속 분포의 허용가능한 균일도는 종종 응용에 좌우될 것인데, 예를 들어 일반 조명 응용에서의 균일한 출력 광속 분포가 디스플레이 응용에서는 균일한 것으로 간주되지 않을 수 있다.

[0025] 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "출력 광속 분포"는 조립체 또는 도광체의 출력 표면에 걸친 휘도의 변화를 말한다. 용어 "휘도"는 단위 입체각 내로의 단위 면적당 광 출력(cd/m<sup>2</sup>)을 말한다.

[0026] LED와 같은 광원 및 광원의 광을 분배하기 위한 중실형 도광체를 포함하는 조명 조립체는 종종 다수의 휘도 균일도 문제에 직면한다. 이들 문제 중 하나는 큰 영역에 걸친 광의 균일한 분포이다. 이는 전형적으로 도광체의 표면 내에 또는 도광체 내에 형성된 추출 특징부들의 형상 및 패턴 또는 밀도 구배를 최적화함으로써 해결된다. 다른 문제는 도광체의 주입 에지 부근의 휘도 균일도이다. 도광체의 입력 표면에서 휘도 불균일을 초래할 수 있는 2가지 요인이 있다: (1) 광이 공기로부터 중실형 도광체 내로 주입될 때, 광은 예를 들어 1.49의 굴절률을 갖는 도광체에 대해 약 +/- 42도의 내부 전반사(total internal reflection, TIR) 원주 내에서 굴절됨; 및 (2) LED는 선 광원으로 용이하게 변형될 수 없는 점 광원임. 그 결과, 분리된 점 광원들이 약 42도 반각



(half angle)의 광의 원추를 도광체 내로 주입하고, 도광체의 주입 에지 부근의 휘도 균일도는 단지 이웃하는 광의 원추들 사이의 상당한 중첩이 있는 경우 이 에지로부터 멀어져 도광체 내로의 소정 거리에서 달성될 수 있을 뿐이다.

[0027] 예를 들어, 도 5는 10 mm의 중심간 간격을 갖는 3개의 LED(520)로부터 도광체(510) 내로 방출되는 수개의 모델링된 광선을 나타내고 있다. LED는 도광체(510)의 입력 표면(514)으로부터 1 mm의 거리에 위치되었다. 광선은 표준 모델링 기법을 사용해 생성된 모델링 데이터를 나타낸다. 도광체의 굴절률은 1.49였다. 인접 LED(520)들에 의해 방출되는 광 원추들의 상당한 중첩의 결여로 인해 불균일 영역(502)이 형성되었는데, "헤드라이팅(headlighting)"으로 알려진 현상이다.

[0028] 도광체의 입력 표면 부근의 이러한 불균일 영역의 범위는 하기의 방정식을 사용해 도광체의 굴절률  $n_{\text{guide}}$ (이는 도광체 내의 TIR 각도  $\theta_{\text{TIR}}$ 을 결정함) 및 LED들의 간격  $L_{\text{LED}}$ (도 1b의 거리 e에 대응함)에 의해 결정된다:

$$L = \frac{D_{\text{LED}}}{2 \tan(\theta_{\text{TIR}})}$$

[0029]

[0030] LED 효율이 지속적으로 개선되고 있기 때문에, 조립체에 대한 목표 평균 휘도 값을 달성하는데 요구되는 LED의 수가 계속 감소하고 있다. 또한, 도광체의 하나의 에지 상에 보다 적은 LED를 사용하는 것은 상당한 비용 및 열적 이점을 가질 수 있다. 그러나, 보다 적은 LED를 사용하는 것은 새로운 문제를 야기한다. LED의 수가 감소함에 따라, LED들 사이의 간격  $L_{\text{LED}}$ 가 증가하고, 불균일 영역의 범위  $L$ 이 대부분의 응용, 예를 들어 LED LCD에서 허용가능하기에는 너무 커진다. 이는 "균일도 제약"으로 알려져 있다.

[0031] 본 발명의 조명 조립체는 도광체의 평면 내에서 광을 보다 효과적으로 확산시킴으로써 도광체의 입력 표면 부근의 불균일 영역의 크기를 감소시키도록 설계된다. 그 결과, 개시된 조립체는  $L_{\text{LED}}$ 의 상당한 증가를 가능하게 할 수 있다.

[0032] 도 1a 및 도 1b는 조명 조립체(100)의 일 실시 형태의 개략 단면도 및 평면도이다. 조명 조립체(100)는 도광체(110) - 상기 도광체는 출력 표면(112) 및 출력 표면에 실질적으로 직교하는 도광체의 적어도 하나의 에지를 따른 입력 표면(114)을 가짐 -; 입력 표면을 통해 도광체 내로 광을 지향시키도록 위치한 복수의 광원(120); 및 복수의 광원과 입력 표면 사이에 위치한 구조화된 표면 층(130)을 포함한다. 도시된 실시 형태에서, 입력 표면은 y-축을 따라 연장되고, 복수의 광원은 y-축에 실질적으로 평행한 축을 따라 배치된다. 일부 실시 형태에서, 광원(120)은 광을 구조화된 표면 층(130)을 통해 그리고 입력 표면(114)을 통해 도광체(110) 내로 지향시키도록 작동가능하다.

[0033] 구조화된 표면 층(130)은 기재(132), 및 복수의 광원(120)을 향하는 기재의 제1 표면(133) 상의 복수의 구조물(136)을 포함한다. 입력 표면은 y-축을 따라 연장된다. 일부 실시 형태에서, 복수의 구조물(136)은 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이 도광체(110)의 굴절률  $n_2$ 와는 상이한 굴절률  $n_1$ 을 포함한다.

[0034] 조립체(100)의 도광체(110)는 임의의 적합한 도광체, 예를 들어 중공형 또는 중실형 도광체를 포함할 수 있다. 도광체(110)가 형상이 평면형인 것으로 도시되어 있을지라도, 도광체는 임의의 적합한 형상, 예를 들어 웨지형, 원통형, 평면형, 원추형, 복잡한 성형된 형상 등을 취할 수 있다. 도광체(110)는 또한 x-y 평면 내에서 임의의 적합한 형상, 예를 들어 직사각형, 다각형, 만곡형 등을 가질 수 있다. 또한, 도광체(110)의 입력 표면(114) 및/또는 출력 표면(112)은 임의의 적합한 형상, 예를 들어 도광체(110)의 형상에 대해 전술된 것을 포함할 수 있다. 도광체(110)는 그의 출력 표면(112)을 통해 광을 지향시키도록 구성된다.

[0035] 또한, 도광체(110)는 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도광체(110)는 유리; 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리스티렌, 불소중합체를 비롯한 아크릴레이트; 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 및 PET 또는 PEN 또는 둘 모두를 함유하는 공중합체를 비롯한 폴리에스테르; 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리노르보렌, 아이소택틱, 아택틱 및 신디오택틱 입체이성체의 폴리올레핀, 및 메탈로센 중합에 의해 생성된 폴로올레핀을 비롯한 폴리올레핀을 포함할 수 있다. 다른 적합한 중합체는 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 스티렌 메타크릴레이트 공중합체 및 블렌드, 사이클로올레핀 중합체(예를 들어, 미국 쉘 케미칼 루이빌 소재의 제온 케미칼스 엘.피.(Zeon Chemicals L.P.)로부터 입수가능한 제오넥스(ZEONEX) 및 제오노르(ZEONOR)), 폴리에테르에테르케톤 및 폴리에테르이미드를 포함한다.

[0036] 복수의 광원(120)은 도광체(110)의 입력 표면(114)에 근접하게 위치된다. 광원(120)은 입력 표면(114)을 통해

도광체(110) 내로 광을 지향시키도록 위치된다. 도광체(110)의 하나의 측면 또는 에지를 따라 위치된 하나 이상의 광원(120)을 갖는 것으로 도시되어 있을지라도, 광원은 도광체의 2개, 3개, 4개, 또는 그 초과 측면을 따라 위치될 수 있다. 예를 들어, 직사각형 형상의 도광체(110)의 경우, 하나 이상의 광원(120)이 도광체의 4개의 측면 각각을 따라 위치될 수 있다. 도시된 실시 형태에서, 광원은 y-축을 따라 배치된다.

[0037] 광원(120)이 개략적으로 도시되어 있다. 대부분의 경우, 이들 광원(120)은 소형 발광 다이오드(LED)이다. 이와 관련하여, "LED"는 가시광이든, 자외광이든, 또는 적외광이든 간에 광을 방출하는 다이오드를 말한다. 그것은 종래의 것이든 또는 초 방사성(super radiant) 종류의 것이든 간에 "LED"로서 시판되는 비간접성의 싸여진 또는 캡슐화된 반도체 디바이스를 포함한다. LED가 자외광과 같은 비-가시광을 방출하는 경우, 그리고 LED가 가시광을 방출하는 일부 경우에, LED는 단파장 광을 더 긴 파장의 가시광으로 변환하기 위해 인광체를 포함하도록 패키징되어(또는 원격 배치된 인광체를 조명할 수도 있음), 일부 경우에 백색광을 방출하는 디바이스를 생성한다.

[0038] "LED 다이"는 그것의 가장 기본적인 형태, 즉 반도체 가공 절차에 의해 제조된 개별 구성요소 또는 칩 형태의 LED이다. 이 구성요소 또는 칩은 디바이스에 에너지를 공급하기 위해 전력의 인가에 적합한 전기 접촉부를 포함할 수 있다. 이 구성요소 또는 칩의 개별 층들 및 다른 기능 요소들은 전형적으로 웨이퍼 규모로 형성되고, 완성된 웨이퍼는 이어서 개별적인 단품(piece part)들로 다이싱되어 다수의 LED 다이를 생성할 수 있다.

[0039] 다중색상 광원은, 백색 광을 생성하는 데 사용되든지 또는 그렇지 않든지 간에, 조명 조립체에서 많은 형태를 취할 수 있는데, 도광체 출력 영역 또는 표면의 색상 및 휘도 균일도에 대한 영향이 상이하다. 하나의 접근법에 있어서, 다수의 LED 다이(예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 광 방출 다이)가 모두 리드 프레임(lead frame) 또는 다른 기판 상에 서로 매우 근접하게 장착되고, 이어서 단일 캡슐화 재료 내에 함께 넣어져 단일 패키지 - 이는 또한 단일 렌즈 구성요소를 포함할 수 있음 - 를 형성한다. 그러한 광원은 개별 색상들 중 임의의 하나의 색상을, 또는 모든 색상을 동시에, 방출하도록 제어될 수 있다. 다른 접근법에서, 패키지당 단지 하나의 LED 다이 및 하나의 방출된 색상을 갖는, 개별적으로 패키징된 LED들이 주어진 재순환 공동에 대해 함께 클러스터화될 수 있고, 이러한 클러스터(cluster)는 청색/황색, 적색/녹색/청색, 적색/녹색/청색/백색, 또는 적색/녹색/청색/청록색/황색과 같은 여러 색상을 방출하는 패키징된 LED들의 조합을 포함한다. 호박색 LED가 또한 사용될 수 있다. 또 다른 접근법에서, 그러한 개별적으로 패키징된 다중색상 LED들이 하나 이상의 라인, 어레이, 또는 다른 패턴으로 위치될 수 있다.

[0040] LED 효율은 온도 의존적이고, 일반적으로 온도의 증가에 따라 감소한다. 이러한 효율 감소는 상이한 유형의 LED에 대해 상이할 수 있다. 예를 들어, 적색 LED는 청색 또는 녹색보다 상당히 더 큰 효율 감소를 나타낸다. 열에 더 민감한 LED들이 열적으로 격리되어 있는 경우 이들이 히트 싱크(heat sink) 상의 더 낮은 와트 밀도를 갖고/갖거나 다른 LED로부터의 열 전달을 받지 않도록 이러한 효과를 완화시키기 위해 본 발명의 다양한 실시 형태가 사용될 수 있다. 종래의 조명 조립체에서는, 한 가지 색상의 LED들의 클러스터를 위치시킨 결과 색상 균일도가 불량했다. 본 발명에서는, 예를 들어 적색들의 클러스터의 색상이 녹색 및 청색 LED와 잘 혼합되어 백색을 형성할 수 있다.

[0041] LED로부터의 광의 휘도 및/또는 색상을 검출 및 제어하는 데 광 센서 및 피드백 시스템이 사용될 수 있다. 예를 들어, 출력을 모니터링하고 피드백을 제공하여 백색 점 또는 색상 온도를 제어, 유지 또는 조정하기 위해, 센서가 개개의 LED 또는 LED들의 클러스터 부근에 위치될 수 있다. 혼합된 광을 샘플링하기 위해 에지를 따라 또는 중공형 공동 내에 하나 이상의 센서를 위치시키는 것이 유리할 수 있다. 일부 경우에, 관찰 환경, 예를 들어 디스플레이가 위치된 룸(room)에서 디스플레이 외측의 주변 광을 검출하기 위한 센서를 제공하는 것이 유리할 수 있다. 그러한 경우에, 주변 관찰 조건에 기초해 디스플레이 광원 출력을 적절히 조정하기 위해 제어 로직(control logic)이 사용될 수 있다. 많은 유형의 센서들, 예를 들어 미국 텍사스주 플라노 소재의 텍사스 어드밴스드 옵토일렉트로닉 솔루션스(Texas Advanced Optoelectronic Solutions)로부터 입수가능한 광-주파수 또는 광-전압 센서가 사용될 수 있다. 부가적으로, LED의 출력을 모니터링 및 제어하는 데 열 센서가 사용될 수 있다. 작동 조건에 기초해 그리고 시간 경과에 따라 노후화되는 구성요소의 보상에 기초해 백색 점 또는 색상 온도를 조정하는 데 이들 기술 모두가 사용될 수 있다. 제어 시스템에 피드백 신호를 공급하기 위해 동적 콘트라스트 또는 필드 순차 시스템에 대해 센서들이 사용될 수 있다.

[0042] 원하는 경우, 선형 냉음극 형광 램프(CCFL) 또는 열음극 형광 램프(hot cathode fluorescent lamp, HCFL)와 같은 다른 가시광 방출기가 개시된 백라이트를 위한 조명원으로서 분리된(discrete) LED 광원들 대신에 또는 이에 추가해 사용될 수 있다. 또한, 하이브리드 시스템(hybrid system), 이를테면 예를 들어 (CCFL/LED) - 냉백색

(cool white) 및 온백색(warm white)을 포함함 -, CCFL/HCFL, 예를 들어 상이한 스펙트럼을 방출하는 것들이 사용될 수 있다. 광 방출기들의 조합은 크게 변화할 수 있으며, LED 및 CCFL, 및 복수 구성, 이를테면 예를 들어 다수의 CCFL, 상이한 색상들의 다수의 CCFL, 및 LED들 및 CCFL들을 포함한다. 광원은 또한 레이저, 레이저 다이오드, 플라즈마 광원, 또는 유기 발광 다이오드를 단독으로 또는 다른 유형의 광원, 예를 들어 LED와 조합하여 포함할 수 있다.

[0043] 예를 들어, 일부 응용에서, 분리된 광원들의 열(row)을 긴 원통형 CCFL과 같은 다른 광원으로, 또는 그의 길이를 따라 광을 방출하고 (LED 다이 또는 할로겐 전구와 같은) 원격 능동 구성요소에 결합된 선형 표면 방출 도광체로 교체하고, 광원들의 다른 열에 대해서도 마찬가지로 하는 것이 바람직할 수 있다. 그러한 선형 표면 방출 도광체의 예가 미국 특허 제5,845,038호(런딘(Lundin) 등) 및 제6,367,941호(리아(Lea) 등)에 개시되어 있다. 섬유 결합 레이저 다이오드 및 다른 반도체 방출기가 또한 알려져 있으며, 이들 경우에서, 광섬유 도파관의 출력 단부는 개시된 재순환 공동 내에서의 또는 그렇지 않으면 백라이트의 출력 영역 후방에서의 그것의 배치에 관하여 광원인 것으로 간주될 수 있다. 전구 또는 LED 다이와 같은 능동 구성요소로부터 수광된 광을 방출하는 렌즈, 편향기, 폭이 좁은 도광체 등과 같은 작은 방출 영역을 갖는 다른 수동 광학 구성요소에도 또한 동일하게 해당된다. 그러한 수동 구성요소의 하나의 예는 측면-방출 패키징된 LED의 성형된 캡슐화재 또는 렌즈이다.

[0044] 하나 이상의 광원에 대해 임의의 적합한 측면-방출 LED, 예를 들어, 룩세온(Luxeon)™ LED(미국 캘리포니아주 새너제이 소재의 루미레드스(Lumileds)로부터 입수가 가능함), 또는 예를 들어 발명의 명칭이 "수렴 광학 요소를 갖는 LED 패키지(LED Package with Converging Optical Element)"인 미국 특허 출원 제11/381,324호(레더데일(Leatherdale) 등), 및 발명의 명칭이 "웨지 형상의 광학 요소를 갖는 LED 패키지(LED PACKAGE WITH WEDGE-SHAPED OPTICAL ELEMENT)"인 미국 특허 출원 제11/381,293호(루(Lu) 등)에 기술된 LED가 사용될 수 있다. 본 명세서에 기술된 다양한 실시 형태에 대해 다른 방출 패턴이 요구될 수 있다. 예를 들어 발명의 명칭이 "웨지 형상의 광학 요소를 갖는 LED 패키지"인 미국 특허 공개 제2007/0257270호(루 등)를 참조한다.

[0045] 조명 조립체가 디스플레이 패널(예를 들어, 도 4의 패널(490))과 조합되어 사용되는 일부 실시 형태에서, 조립체(100)는 백색 광을 연속적으로 방출하고, LC 패널은 컬러 필터 매트릭스와 조합되어 (황색/청색(YB) 픽셀들, 적색/녹색/청색(RGB) 픽셀들, 적색/녹색/청색/백색(RGBW) 픽셀들, 적색/황색/녹색/청색(RYGB) 픽셀들, 적색/황색/녹색/청록색/청색(RYGB) 픽셀들 등과 같은) 다중색상 픽셀들의 그룹들을 형성하여, 디스플레이된 이미지가 다색성이 되게 한다. 대안적으로, 다색성 이미지는 색상 순차 기술(color sequential technique)을 사용해 디스플레이될 수 있는데, 이 색상 순차 기술에서는, 백색 광으로 LC 패널을 연속적으로 후방 조명하고 LC 패널 내의 다중색상 픽셀들의 그룹들을 변조하여 색상을 생성하는 대신에, 조립체 내의 상이한 색상의 개별적인 광원들(예를 들어, 전술된 것들과 같은 조합으로 적색, 오렌지색, 호박색, 황색, 녹색, 청록색, 청색(로열 블루(royal blue)를 포함함), 및 백색으로부터 선택됨)이 변조되어, 조립체가 빠른 반복 연속으로 공간적으로 균일한 색상의 광 출력(이를테면 예를 들어, 적색, 이어서 녹색, 이어서 청색)을 비추게 한다. 이어서, 이러한 색상-변조된 조립체는 (임의의 컬러 필터 매트릭스 없이) 하나의 픽셀 어레이만을 갖는 디스플레이 모듈과 조합되고, 변조가 관찰자의 시각 시스템 내에 일시적인 색상 혼합을 생성하기에 충분히 빠르다면, 픽셀 어레이는 조립체와 동기식으로 변조되어 전체 픽셀 어레이에 걸쳐 (백라이트에 사용되는 광원이라고 가정하면) 전 범위의 달성가능한 색상을 생성한다. 필드 순차 디스플레이로 또한 알려진, 색상 순차 디스플레이의 예가 미국 특허 제5,337,068호(스튜어트(Stewart) 등) 및 제6,762,743호(요시하라(Yoshihara) 등)에 기술되어 있다. 일부 경우에, 단색 디스플레이만을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 이들 경우에, 조명 조립체는 하나의 가시 파장 또는 색상을 주로 방출하는 특정 광원 또는 필터를 포함할 수 있다.

[0046] 일부 실시 형태에서, 광원(120)은 하나 이상의 편광 광원을 포함할 수 있다. 그러한 실시 형태에서, 편광 광원의 편광 축이 전방 반사기의 통과 축과 실질적으로 평행하도록 배향되는 것이 바람직할 수 있고; 대안적으로, 광원 편광 축이 전방 반사기의 통과 축에 실질적으로 수직인 것이 바람직할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 편광 축은 전방 반사기의 통과 축에 대해 임의의 적합한 각도를 형성할 수 있다.

[0047] 광원(120)들은 임의의 적합한 배열로 위치될 수 있다. 또한, 광원(120)들은 상이한 파장들 또는 색상들의 광을 방출하는 광원들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원은 제1 파장의 광을 방출하는 제1 광원, 및 제2 파장의 광을 방출하는 제2 광원을 포함할 수 있다. 제1 파장은 제2 파장과 동일하거나 그와 상이할 수 있다. 광원(120)은 또한 제3 파장의 광을 방출하는 제3 광원을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 다양한 광원(120)이, 혼합될 때 디스플레이 패널 또는 다른 장치에 백색 광을 제공하는 광을 생성할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 광원(210)들은 각각 백색 광을 생성할 수 있다.



- [0048] 또한, 일부 실시 형태에서, 방출된 광을 적어도 부분적으로 시준하는 광원이 바람직할 수 있다. 그러한 광원은 개시된 백라이트의 중공형 광 재순환 공동 내로 원하는 출력을 제공하기 위해 광학 요소의 렌즈, 추출기, 형상화된 캡슐화체, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 조명 조립체는 재순환 공동 내로 처음에 주입된 광을 부분적으로 시준하거나 제한하는 주입 광학체(injection optic)를 포함할 수 있다.
- [0049] 광원(120)은 도광체(110)의 입력 표면(114)으로부터 임의의 적합한 거리  $b$ 에 위치될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 광원(120)은 입력 표면(114)으로부터 5 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 또는 그 미만 내에 위치될 수 있다. 또한, 광원(120)은 구조화된 표면 층(130)의 복수의 구조물(136)로부터 임의의 적합한 거리  $b'$ , 예를 들어 5 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 또는 그 미만 내에 위치될 수 있다.
- [0050] 광원(120)은 구조화된 표면 층(130)과 조합되어 도광체(110) 내에 임의의 원하는 광 분포를 제공하도록  $y$ -축을 따라 임의의 적합한 거리로 이격될 수 있다. 예를 들어, 광원(120)은 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이 적어도 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 또는 그 초과와 중심간 간격(즉, 피치)을 가질 수 있다. 광원(120)들은 하나의 광원의 주된 방출 표면이 인접 광원의 주된 방출 표면으로부터 임의의 적합한 거리  $e$ , 예를 들어 적어도 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 또는 그 초과에 있게 되도록 위치될 수 있다.
- [0051] 구조화된 표면 층(130)은 복수의 광원(120)과 도광체(110)의 입력 표면(114) 사이에 위치된다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 실시 형태에서, 구조화된 표면 층(130)은 광원(120)을 향하는 제1 표면(133), 및 도광체(110)의 입력 표면(114)을 향하는 제2 표면(134)을 포함하는 기재(132)를 포함한다. 층(130)은 또한 복수의 광원(120)을 향하는 기재(132)의 제1 표면(133) 상에 위치한 복수의 구조물(136)을 포함한다. 구조물(136)은 구조화된 표면(135)을 형성한다. 구조화된 표면 층(130)이 도광체(110)의 하나의 에지에 근접하게 위치되는 것으로 도시되어 있을지라도, 구조화된 표면 층(130)은 또한 도광체(110) 내에 원하는 광 분포를 제공하기 위해 추가의 광원(120)과 함께 도광체(110)의 2개, 3개, 4개, 또는 그 초과와 에지(118)에 근접하게 위치될 수 있다.
- [0052] 기재(132)로서 사용될 수 있는 유용한 중합체 필름 재료는, 예를 들어 스티렌-아크릴로니트릴, 셀룰로오스 아세테이트 부티레이트, 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트, 셀룰로오스 트리아세테이트, 폴리에테르 설펜, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리우레탄, 폴리에스테르, 폴리카르보네이트, 폴리비닐 클로라이드, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 나프탈렌 다이카르복실산 기반 공중합체 또는 블렌드, 폴리사이클로-올레핀, 및 폴리이미드를 포함한다. 선택적으로, 기재 재료는 이들 재료의 혼합물 또는 조합을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기재는 다층일 수 있거나, 연속상 중에 현탁되거나 분산된 분산 성분을 함유할 수 있다.
- [0053] 일부 실시 형태에서, 기재 재료는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 및 폴리카르보네이트를 포함할 수 있다. 유용한 PET 필름의 예는 사진등급(photograde) 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 멜리넥스(MELINEX) PET(미국 델라웨어주 윌밍턴 소재의 듀폰 필름즈(DuPont Films)로부터 입수가능함)를 포함한다. 일부 기재 재료는 광학적으로 활성일 수 있고, 편광 재료로서의 역할을 할 수 있다.
- [0054] 본 명세서에서 필름 또는 기재로 또한 지칭되는 다수의 베이스(base)가 광학 제품 분야에서 편광 재료로서 유용한 것으로 알려져 있다. 필름을 통한 광의 편광은, 예를 들어 통과하는 광을 선택적으로 흡수하는 필름 재료 내에 이색성 편광기를 포함시킴으로써 성취될 수 있다. 광 편광은 또한 정렬된 운모 칩들과 같은 무기 재료를 포함함으로써, 또는 연속 필름 내에 분산된 불연속 상, 예를 들어 연속 필름 내에 분산된 광 변조 액정의 액적에 의해 달성될 수 있다. 대안으로서, 필름은 여러 재료의 초미세(microfine) 층들로부터 제조될 수 있다. 필름 내의 편광 재료들은, 예를 들어 필름을 연신시키는 것, 전기장 또는 자기장을 적용하는 것, 및 적합한 코팅 기술과 같은 방법을 채용함으로써 편광 배향으로 정렬될 수 있다.
- [0055] 편광 필름의 예는 미국 특허 제5,825,543호(오더커크(Ouderkerk) 등) 및 제5,783,120호(오더커크 등)에 기술된 것을 포함한다. 휘도 향상 필름과 조합한 이들 편광기 필름의 사용이, 예를 들어 미국 특허 제6,111,696호(오더커크 등)에 기술되어 있다. 베이스로서 사용될 수 있는 편광 필름의 제2 예는 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 기술된 필름이다. 구매가능한 필름은 쓰리엠(3M)으로부터 상표명 DBEF(Dual Brightness Enhancement Film, 이중 휘도 향상 필름)으로 판매되는 다층 필름이다. 휘도 향상 필름에서 그러한 다층 편광 광학 필름을 사용하는 것이, 예를 들어 미국 특허 제5,828,488호(오더커크 등)에 기술되어 있다. 다른 실시 형태에서, 기재는 미국 특허 제6,531,230호(웨버(Weber) 등)에 기술된 바와 같은 색상 선택 반사기로서의 역할을 할 수 있다.
- [0056] 기재(132)는 임의의 적합한 두께, 예를 들어 적어도 0.013 mm(0.5 밀(mil)), 0.015 mm(0.6 밀), 0.018 mm(0.7 밀), 0.020 mm(0.8 밀), 0.023 mm(0.9 밀), 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기재 두께는

약 0.025 mm(1 밀) 내지 0.13 mm(5 밀)의 범위이다.

- [0057] 복수의 구조물(136)은 기재(132)의 제1 표면(133) 상에 또는 그 내에 위치된다. 구조물(136)은 광원(120)을 향한다. 구조물(136)은 도광체(110) 내에 원하는 광 분포를 제공하는 임의의 적합한 구조물 또는 요소를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 구조물(136)은 도광체(110)의 평면(즉, x-y 평면) 내에서 광을 확산시키도록 작동가능하다. 구조물(136)은 굴절성 또는 회절성 구조물을 포함할 수 있다. 또한, 구조물은 임의의 적합한 형상 및 크기일 수 있고, 임의의 적합한 피치를 가질 수 있다.
- [0058] 구조물(136)은 임의의 적합한 단면 형상, 예를 들어 삼각형, 구형, 비구형, 다각형 등을 취할 수 있다. 또한, 일부 실시 형태에서, 구조물(136)은 도광체(110)의 두께 방향, 즉 도 1a 및 도 1b의 z-축을 따라 연장될 수 있다. 예를 들어, 구조물(136)은 삼각형 단면을 갖고 z-축을 따라 연장되어 프리즘형 구조물을 형성할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 구조물(136)은 z-축과 y-축 둘 모두로 연장되는 렌즈형 형상을 취할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 도 2a 내지 도 2d는 구조화된 표면 층의 몇몇 실시 형태의 개략 단면도이다. 도 2a에서, 구조화된 표면 층(230a)은 실질적으로 삼각형인 단면을 각각 갖는 복수의 구조물(236a)을 포함한다. 도시된 바와 같은 층(230a)이, 모두 실질적으로 유사한 단면 및 크기를 갖는 구조물(236a)들을 포함할지라도, 구조물들은 다양한 크기 및 형상을 가질 수 있다. 구조물(236a)은 도면의 평면에 실질적으로 직교하는 축(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 z-축)을 따라 연장되어 프리즘형 구조물을 형성할 수 있다. 구조물(236a)은 임의의 적합한 꼭지각  $\alpha$ 를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 꼭지각  $\alpha$ 는 60도 이상일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 꼭지각은 90도 이상일 수 있다. 다른 실시 형태에서, 꼭지각은 140도 미만일 수 있다. 이들 구조물은 또한 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이 임의의 적합한 피치 p를 가질 수 있다.
- [0060] 구조물(236a)들은 구조화된 패턴이 층의 길이에 걸쳐(즉, y-축을 따라) 병진적으로 불변이 되도록 구조화된 표면 층의 표면 상에 위치될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 구조물들은 구조화된 표면 층이 층의 길이를 따라 변화하도록 크기, 형상, 및/또는 패턴이 달라질 수 있다.
- [0061] 일반적으로, 구조화된 표면 층의 구조물들은 기재의 제1 표면(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 기재(132)의 제1 표면(133))에 걸쳐 연속적으로 위치될 수 있다. 대안적으로, 구조물들은 구조화된 표면 층의 비-구조화된 영역 또는 부분이 있게 되도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 2b는 다른 실시 형태의 구조화된 표면 층(230b)의 개략 단면도이며, 여기서 층은 구조물(236b), 및 구조물을 포함하지 않는 층의 영역(238b)을 포함한다. 이들 비-구조화된 영역은 주기적이거나 비주기적일 수 있다. 그리고, 구조물(236b)들은 비-구조화된 영역(238b)과 함께 임의의 적합한 패턴 또는 배열로 그룹화될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 비-구조화된 영역(238b)은 복수의 광원(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 광원(120)) 중 하나 이상과 정합되어, 광원의 방출 축을 따른 광이 구조물과 실질적으로 상호작용함이 없이 도광체의 입력 표면에 입사하게 할 수 있는데, 예를 들어 구조화된 표면의 비-구조화된 부분은 광의 확산을 거의 또는 전혀 제공하지 않아, 더 많은 광이 입력 표면으로부터 이격된 도광체의 영역으로 수송되게 할 수 있다. 이러한 광의 수송은 도광체의 출력 표면에서의 보다 균일한 광속 분포를 제공할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 비-구조화된 영역(238b)은 그 상에 위치된 반사성 재료를 포함할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 구조화된 표면 층의 구조물은 기재로부터 연장되거나 기재 내로 만입부(indentation)로서 연장될 수 있다. 대안적으로, 구조화된 표면 층은, 둘 모두가 기재로부터 그리고 기재 내로 연장되는 구조물들의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2c는 다른 실시 형태의 구조화된 표면 층(230c)의 개략 단면도이다. 층(230c)은, 기재(232c) 내로 연장되고 만곡된 단면 형상을 갖는 복수의 구조물(236c)을 포함한다. 도광체 내에서의 원하는 광 분포를 제공하기 위해 임의의 적합한 단면 형상이 기재 내에 형성될 수 있다.
- [0063] 본 발명의 구조화된 표면 층은 기재의 제1 표면 상에 위치된, 동일한 크기 및 형상의 구조물들을 가질 수 있다. 대안적으로, 구조화된 표면 층은 두 세트 이상의 구조물들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2d는 다른 실시 형태의 구조화된 표면 층(230d)의 개략 단면도이다. 층(230d)은 제1 세트의 구조물(236d), 및 제1 세트의 구조물과는 상이한 제2 세트의 구조물(237d)을 포함한다. 제1 그룹의 구조물(236d)은 만곡된 또는 원형의 단면을 갖는 구조물을 포함한다. 제2 세트의 구조물(237d)의 구조물들 각각은 삼각형 단면을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1 세트 및 제2 세트의 구조물들은 하나 이상의 단면 형상을 포함할 수 있고, 제1 세트의 구조물의 형상은 제2 세트의 구조물과는 상이한 크기 및/또는 피치를 가질 수 있다.
- [0064] 제1 세트 및 제2 세트의 구조물들은 또한 상이한 배열 또는 패턴을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 세트의 구조물들과 제2 세트의 구조물들 중 하나 또는 둘 모두는 반복 패턴 또는 비-반복 패턴을 포함할 수 있다.
- [0065] 일부 실시 형태에서, 구조물은 구조물 상의 구조물 형태의 두 크기 스케일의 구조물들을 가질 수 있다. 예를

들어, 구조물은 렌즈형 굴절성 구조물 - 이때 이 굴절성 구조물의 표면 상에 더 작은 구조물이 있음 - 을 포함할 수 있다. 그러한 구조물은, 예를 들어 회절성 나노구조물이 그 상에 배치된 굴절성 구조물, 또는 굴절성 구조물 - 이때 이 굴절성 구조물의 표면 상에 반사 방지 기능을 제공하는 나노구조물이 있음 - 을 포함할 수 있다.

[0066] 본 명세서에 언급된 바와 같이, 구조화된 표면 층의 구조물은 도광체의 두께 방향(즉, z-축)을 따라 연장될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 구조물이 그를 따라 연장되는 축은 z-축에 대해 임의의 적합한 각도로 배향될 수 있다. 예를 들어, 구조물은 z-축과 0도 초과 각도를 형성하는 축을 따라 연장될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 구조물은 z-축과 90도의 각도를 형성하는 축을 따라 연장되어, 구조물이 y-축으로 연장되게 할 수 있다.

[0067] 본 명세서에 언급된 바와 같이, 구조화된 표면 층(130)은 굴절성 또는 회절성 중 어느 하나의 구조물을 포함할 수 있다. 예시적인 회절성 구조물은 구조화된 확산기(예를 들어, 미국 캘리포니아주 토런스 소재의 루미닛 엘엘씨(Luminit LLC)로부터 입수가 가능한 LSD 확산기 필름)를 포함한다.

[0068] 다시 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 구조화된 표면 층(130)의 구조물(136)은 임의의 적합한 재료 또는 재료들로부터 형성될 수 있다. 이들 재료는 임의의 원하는 굴절률 값 또는 값들을 제공할 수 있어서, 입력 표면에 입사하는 광의 분포가 추가로 조정될 수 있게 한다. 예를 들어, 구조물(136)은 구조물의 굴절률과 도광체(110)의 굴절률  $n_2$  사이의 관계가 임의의 원하는 관계를 가질 수 있도록 선택될 수 있는 굴절률  $n_1$ 을 가질 수 있다. 예를 들어,  $n_1$ 은  $n_2$ 와 동일하거나 그와는 상이할 수 있다. 일부 실시 형태에서,  $n_1$ 은  $n_2$ 보다 클 수 있고; 대안적으로,  $n_1$ 은  $n_2$ 보다 작을 수 있다. 일부 실시 형태에서, 두 굴절률 사이의 차이,  $\Delta n = |n_1 - n_2|$ 는 적어도 0.01 또는 그 초과일 수 있다.

[0069] 또한, 구조물(136)의 굴절률  $n_1$ 은 기재(132)의 굴절률  $n_4$ 와 임의의 적합한 관계를 가질 수 있다. 예를 들어,  $n_1$ 은  $n_4$ 와 동일하거나, 그보다 작거나, 그보다 클 수 있다.

[0070] 임의의 적합한 재료 또는 재료들이 도광체(110) 및 조립체(100)의 다른 요소와의 이들 굴절률 관계를 제공하도록 복수의 구조물(136)을 형성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 구조물(136)은 유기 또는 무기 고 굴절률 수지로부터 형성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 구조물은 미국 특허 제7,547,476호(존스(Jones) 등)에 기술된 수지와 같은, 나노입자를 포함하는 고 굴절률 수지로부터 형성될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 구조물은 UV 경화성 아크릴 수지, 예를 들어 미국 특허 공개 US 2009/0017256 A1호(헌트(Hunt) 등) 및 PCT 특허 공개 WO 2010/074862호(존스 등)에 기술된 것으로부터 형성될 수 있다.

[0071] 구조물(136)을 형성하는 데 사용될 수 있는 유용한 재료는, 예를 들어 열가소성 재료, 예를 들어 스티렌-아크릴로니트릴, 셀룰로오스 아세테이트 부티레이트, 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트, 셀룰로오스 트리아세테이트, 폴리에테르 설펜, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리우레탄, 폴리에스테르, 폴리카르보네이트, 폴리비닐 클로라이드, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 나프탈렌 다이카르복실산 기반 공중합체 또는 블렌드, 및 폴리사이클로-올레핀을 포함한다. 선택적으로, 구조물(136)을 형성하는 데 사용되는 재료는 이들 재료의 혼합물 또는 조합을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 특히 유용한 재료는 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리카르보네이트, 스티렌 메타크릴레이트 및 사이클로올레핀 중합체(예를 들어, 제온 케미칼스(ZEON Chemicals)로부터 입수가 가능한 제오노르(Zeonor) 및 제오넥스(Zeonex))를 포함한다.

[0072] 구조물은 또한 다른 적합한 경화성 재료, 예를 들어 에폭시, 폴리우레탄, 폴리다이메틸실록산, 폴리(페닐 메틸)실록산, 및 다른 실리콘계 재료, 예를 들어 실리콘 폴리옥사미드 및 실리콘 폴리우레아로부터 형성될 수 있다. 구조화된 표면 층은 또한 단파장 흡수제(예를 들어, UV 광 흡수제)를 포함할 수 있다.

[0073] 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이, 구조화된 표면 층(130)은 임의의 적합한 기술을 사용해 형성될 수 있다. 예를 들어, 구조물(136)은 기재(132) 상에 주조되고 경화될 수 있다. 대안적으로, 구조물은 기재(132) 내로 엠보싱될 수 있다. 또는, 구조물 및 기재는 PCT 특허 출원 WO/2010/117569호에 기술된 것과 같은 압출 복제 공정으로 단일 재료로 제조될 수 있다.

[0074] 일부 실시 형태에서, 구조화된 표면 층(130)은 임의의 적합한 기술을 사용해 도광체(110)의 입력 표면(114)에 부착될 수 있다. 예를 들어, 구조화된 표면 층(130)은 접착제 층(150)에 의해 도광체(110)의 입력 표면(114)에 부착될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 접착제 층(150)은 광학적으로 투명하고 무색이어서 도광체(110)에 대한 구조화된 표면 층(130)의 광결합을 제공한다. 또한, 접착제 층(150)은 바람직하게는 비-황변성이고 내열성 및

내습성, 내열충격성 등일 수 있다.

- [0075] 접착제 층(150)은 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 사용해 형성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 접착제 층(150)은 임의의 적합한 재부착가능 접착제 또는 감압 접착제(pressure-sensitive adhesive, PSA)를 포함할 수 있다.
- [0076] 일부 실시 형태에서, 유용한 PSA는 (문헌[Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology, Second Ed., D. Satas, ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1989]에 기재된 바와 같은) 달퀴스트 기준 라인(Dalquist criterion line)에 기술된 바와 같은 PSA 층을 포함한다.
- [0077] PSA는 특정 박리력을 가질 수 있거나, 적어도, 특정 범위 내의 박리력을 나타낼 수 있다. 예를 들어, PSA는 약 19.7 내지 약 1181 g/cm(약 50 내지 약 3000 g/in), 약 118.1 내지 약 1181 g/cm(약 300 내지 약 3000 g/in), 또는 약 196.9 내지 약 1181 g/cm(약 500 내지 약 3000 g/in)의 90° 박리력(peel force)을 가질 수 있다. 박리력은 아이매스(IMASS)로부터의 박리 시험기를 사용해 측정될 수 있다.
- [0078] 일부 실시 형태에서, PSA는 가시광 스펙트럼(약 400 내지 약 700 nm)의 적어도 일부에 걸쳐 약 80 내지 약 100%, 약 90 내지 약 100%, 약 95 내지 약 100%, 또는 약 98 내지 약 100%의 높은 광 투과율을 갖는 광학적으로 투명한 PSA를 포함한다. 일부 실시 형태에서, PSA는 약 5% 미만, 약 3% 미만, 또는 약 1% 미만의 탁도 값을 갖는다. 일부 실시 형태에서, PSA는 약 0.01 내지 약 5% 미만, 약 0.01 내지 약 3% 미만, 또는 약 0.01 내지 약 1% 미만의 탁도 값을 갖는다. 투과에 있어서의 탁도 값은 ASTM D1003에 따라 탁도 측정기를 사용해 결정될 수 있다.
- [0079] 일부 실시 형태에서, PSA는 높은 광 투과율 및 낮은 탁도 값을 갖는 광학적으로 투명한 접착제를 포함한다. 높은 광 투과율은 가시광 스펙트럼(약 400 내지 약 700 nm)의 적어도 일부에 걸쳐 약 90 내지 약 100%, 약 95 내지 약 100%, 또는 약 99 내지 약 100%일 수 있으며, 탁도 값은 약 0.01 내지 약 5% 미만, 약 0.01 내지 약 3% 미만, 또는 약 0.01 내지 약 1% 미만일 수 있다.
- [0080] 일부 실시 형태에서, PSA는 흐릿하며, 광, 특히 가시광을 확산시킨다. 흐릿한 PSA는 약 5% 초과, 약 20% 초과, 또는 약 50% 초과인 탁도 값을 가질 수 있다. 흐릿한 PSA는 약 5 내지 약 90%, 약 5 내지 약 50%, 또는 약 20 내지 약 50%의 탁도 값을 가질 수 있다. 광을 확산시키는 탁도는 일부 바람직한 실시 형태에서 주로 전방 산란 성이어야 하는데, 이는 광이 발원 광원을 향해 후방으로 거의 산란되지 않음을 의미한다.
- [0081] PSA는 약 1.3 내지 약 2.6, 1.4 내지 약 1.7, 또는 약 1.5 내지 약 1.7의 범위 내의 굴절률을 가질 수 있다. PSA를 위해 선택되는 특정 굴절률 또는 굴절률 범위는 광학 테이프의 전체 설계에 좌우될 수 있다.
- [0082] PSA는 일반적으로 적어도 하나의 중합체를 포함한다. PSA는 피착물(adherend)들을 함께 접착시키는 데 유용하며, 다음과 같은 특성을 나타낸다: (1) 강력하면서 영구적인 점착성, (2) 지압(finger pressure) 이하의 접착력, (3) 피착물 상에 유지되기에 충분한 능력, 및 (4) 피착물로부터 깨끗하게 제거되기에 충분한 응집 강도. 감압 접착제로서 잘 기능하는 것으로 밝혀진 재료는 점착성, 박리 접착력, 및 전단 보유력 간의 바람직한 균형의 결과를 가져오는, 필요한 점탄성 특성들을 나타내도록 설계되고 제형화된 중합체이다. 특성들의 적절한 균형을 얻는 것은 간단한 과정이 아니다. PSA의 정량적 설명을 본 명세서에서 인용된 달퀴스트 참고문헌에서 찾아볼 수 있다.
- [0083] 예시적인 폴리(메트)아크릴레이트 PSA는 적어도 하나의 모노에틸렌계 불포화 알킬 (메트)아크릴레이트 단량체를 포함하고 PSA의 가요성 및 점착성에 기여하는 단량체 A; 및 PSA의 Tg를 상승시키고 PSA의 응집 강도에 기여하는 적어도 하나의 모노에틸렌계 불포화 자유-라디칼 공중합가능 보강 단량체를 포함하는 단량체 B로부터 유도된다. 단량체 B는 단량체 A의 것보다 높은 단일중합체 유리 전이 온도(Tg)를 갖는다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, (메트)아크릴은 아크릴 화학종과 메타크릴 화학종 둘 모두를 말하며, (메트)아크릴레이트에 대해서도 마찬가지로이다.
- [0084] 바람직하게는, 단량체 A는 단일중합체 Tg가 약 0°C 이하이다. 바람직하게는, (메트)아크릴레이트의 알킬기는 평균 탄소 원자수가 약 4 내지 약 20개이다. 단량체 A의 예로는, 2-메틸부틸 아크릴레이트, 아이소옥틸 아크릴레이트, 라우릴 아크릴레이트, 4-메틸-2-펜틸 아크릴레이트, 아이소아밀 아크릴레이트, sec-부틸 아크릴레이트, n-부틸 아크릴레이트, n-헥실 아크릴레이트, 2-에틸헥실 아크릴레이트, n-옥틸 아크릴레이트, n-데실 아크릴레이트, 아이소데실 아크릴레이트, 아이소데실 메타크릴레이트, 및 아이소노닐 아크릴레이트가 포함된다. 알킬기는 에테르, 알콕시 에테르, 에톡실화 또는 프로폭실화 메톡시 (메트)아크릴레이트를 포함할 수 있다. 단량체 A



는 벤질 아크릴레이트를 포함할 수 있다.

- [0085] 바람직하게는, 단량체 B는 단일중합체 Tg가 약 10℃ 이상, 예를 들어 약 10 내지 약 50℃이다. 단량체 B는 (메트)아크릴산, (메트)아크릴아미드 및 이의 N-모노알킬 또는 N-다이알킬 유도체, 또는 (메트)아크릴레이트를 포함할 수 있다. 단량체 B의 예로는, N-하이드록시에틸 아크릴아미드, 다이아세톤 아크릴아미드, N,N-다이메틸 아크릴아미드, N,N-다이에틸 아크릴아미드, N-에틸-N-아미노에틸 아크릴아미드, N-에틸-N-하이드록시에틸 아크릴아미드, N,N-다이하이드록시에틸 아크릴아미드, t-부틸 아크릴아미드, N,N-다이메틸아미노에틸 아크릴아미드, 및 N-옥틸 아크릴아미드가 포함된다. 단량체 B의 다른 예로는, 이타콘산, 크로톤산, 말레산, 푸마르산, 2,2-(다이에톡시)에틸 아크릴레이트, 2-하이드록시에틸 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트, 3-하이드록시프로필 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트, 메틸 메타크릴레이트, 아이소보르닐 아크릴레이트, 2-(페녹시)에틸 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트, 바이페닐일 아크릴레이트, t-부틸페닐 아크릴레이트, 사이클로헥실 아크릴레이트, 다이메틸아다만틸 아크릴레이트, 2-나프틸 아크릴레이트, 페닐 아크릴레이트, N-비닐 포름아미드, N-비닐 아세트아미드, N-비닐 피롤리돈, 및 N-비닐 카프로락탐이 포함된다.
- [0086] 일부 실시 형태에서, (메트)아크릴레이트 PSA는 약 0℃ 미만 그리고 보다 바람직하게는 약 -10℃ 미만의 결과적인 Tg를 갖도록 제형화된다. 그러한 (메트)아크릴레이트 PSA는, 둘 모두 (메트)아크릴레이트 PSA 공중합체의 총 중량에 대해, 약 60 내지 약 98 중량%의 적어도 하나의 단량체 A 및 약 2 내지 약 40 중량%의 적어도 하나의 단량체 B를 포함한다.
- [0087] 유용한 PSA에는 천연 고무계 PSA 및 합성 고무계 PSA가 포함된다. 고무계의 PSA는 부틸 고무, 아이소부틸렌 및 아이소프렌의 공중합체, 폴리아이소부틸렌, 아이소프렌의 단일중합체, 폴리부타디엔, 및 스티렌/부타디엔 고무를 포함한다. 이들 PSA는 원래 점착성일 수 있거나, 이들은 점착부여제(tackifier)를 필요로 할 수 있다. 점착부여제는 로진(rosin) 및 탄화수소 수지를 포함한다.
- [0088] 유용한 PSA는 열가소성 탄성중합체를 포함한다. 이들 PSA는 폴리아이소프렌, 폴리부타디엔, 폴리(에틸렌/부틸렌), 폴리(에틸렌-프로필렌)의 고무질 블록을 갖는 스티렌 블록 공중합체를 포함한다. 고무 상과 회합하는 수지는, 탄성중합체 그 자체가 충분히 점착성이 아닌 경우, 열가소성 탄성중합체 PSA와 함께 사용될 수 있다. 고무 상 회합 수지의 예는 지방족 올레핀-유래 수지, 수소화된 탄화수소, 및 테르펜 페놀 수지를 포함한다. 열가소성 상과 회합하는 수지는, 탄성중합체가 충분히 강성(stiff)이 아닌 경우, 열가소성 탄성중합체 PSA와 함께 사용될 수 있다. 열가소성 상 회합 수지는 다중방향족, 쿠마론-인덴 수지, 콜타르 또는 석유로부터 유래된 수지를 포함한다.
- [0089] 유용한 PSA는 미국 특허 제7,005,394호(일리탈로(ylitalo) 등)에 기술된 바와 같은 점착부여된 열가소성-에폭시 감압 점착제를 포함한다. 이들 PSA는 열가소성 중합체, 점착부여제 및 에폭시 성분을 포함한다.
- [0090] 유용한 PSA는 미국 특허 제3,718,712호(투샤우스(Tushaus))에 기술된 바와 같은 폴리우레탄 감압 점착제를 포함한다. 이들 PSA는 가교결합된 폴리우레탄 및 점착부여제를 포함한다.
- [0091] 유용한 PSA는 미국 특허 공개 제2006/0216523호(슈스케(Shusuke))에 기술된 바와 같은 폴리우레탄 아크릴레이트를 포함한다. 이들 PSA는 우레탄 아크릴레이트 올리고머, 가소제 및 개시제를 포함한다.
- [0092] 유용한 PSA는 실리콘 PSA, 예를 들어 폴리다이오가노실록산, 폴리다이오가노실록산 폴리옥사미드 및 미국 특허 제5,214,119호(레이르(Leir) 등)에 기술된 실리콘 우레아 블록 공중합체를 포함한다. 실리콘 PSA는 규소-결합된 수소를 갖는 하나 이상의 성분과 지방족 불포화 사이의 하이드로실릴화 반응으로부터 형성될 수 있다. 실리콘 PSA는 중합체 또는 검(gum) 및 선택적인 점착부여 수지를 포함할 수 있다. 점착부여 수지는 트라이알킬실록사기로 말단 캡핑된(endcapped) 3차원 실리카이트 구조를 포함할 수 있다.
- [0093] 유용한 실리콘 PSA는 또한 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 제7,361,474호(셔먼(Sherman) 등)에 기술된 바와 같은 선택적인 점착부여제 및 폴리다이오가노실록산 폴리옥사미드를 포함할 수 있다. 유용한 점착부여제는 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 제7,090,922 B2호(주(Zhou) 등)에 기술된 바와 같은 실리콘 점착부여 수지를 포함한다.
- [0094] PSA는 PSA의 분자량 및 세기를 구축하기 위해 가교결합될 수 있다. 가교결합제들은 화학적 가교결합, 물리적 가교결합 또는 이들의 조합을 형성하는 데 사용될 수 있으며, 이들은 열, UV 방사선 등에 의해 활성화될 수 있다.
- [0095] 일부 실시 형태에서, PSA는 미국 특허 제7,255,920 B2호(에버레이츠(Everaerts) 등)에 기술된 바와 같은 (메

트)아크릴레이트 블록 공중합체로부터 형성된다. 일반적으로, 이들 (메트)아크릴레이트 블록 공중합체는 알킬 메타크릴레이트, 아르알킬 메타크릴레이트, 아릴 메타크릴레이트, 또는 이들의 조합을 포함하는 제1 단량체 조성물의 반응 생성물인 적어도 2개의 A 블록 중합체 단위 - 각각의 A 블록은 Tg가 50℃ 이상이고, 메타크릴레이트 블록 공중합체는 20 내지 50 중량%의 A 블록을 포함함 -; 및 알킬 (메트)아크릴레이트, 헤테로알킬 (메트)아크릴레이트, 비닐 에스테르, 또는 이들의 조합을 포함하는 제2 단량체 조성물의 반응 생성물인 적어도 하나의 B 블록 중합체 단위 - B 블록은 Tg가 20℃ 이하이고, (메트)아크릴레이트 블록 공중합체는 50 내지 80 중량%의 B 블록을 포함함 -; 여기서, A 블록 중합체 단위들은 B 블록 중합체 단위들의 매트릭스 내에 평균 크기가 약 150 nm 미만인 나노도메인(nanodomain)들로서 존재한다.

[0096] 일부 실시 형태에서, 접착제는 투명 아크릴 PSA, 예를 들어 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터의 VHB™ 아크릴 테이프 4910F 및 쓰리엠™ 광학 투명 라미네이팅 접착제(8140 및 8180 시리즈), PCT 특허 공개 제2004/0202879 호에 기술된 쓰리엠™ 광학 투명 라미네이팅 접착제(8171 CL 및 8172 CL)와 같은 전사 테이프로서 입수가능한 것을 포함한다. 다른 예시적인 접착제가 케이스 번호 63534US002에 기술되어 있다.

[0097] 일부 실시 형태에서, 접착제는 미국 특허 제6,663,978 B1호(울슨(Olson) 등)에 기술된 바와 같은, 치환된 또는 비치환된 방향족 부분(moiety)을 함유하는 적어도 하나의 단량체로부터 형성되는 PSA를 포함한다.

[0098] 일부 실시 형태에서, PSA는 (a) 펜던트 바이페닐기를 갖는 단량체 및 (b) 알킬 (메트)아크릴레이트 단량체 단위를 포함하는, 미국 출원 제11/875194호(63656US002, 디터만(Determan) 등)에 기술된 바와 같은 공중합체를 포함한다.

[0099] 일부 실시 형태에서, PSA는 (a) 펜던트 카르바졸기를 갖는 단량체 단위 및 (b) 알킬 (메트)아크릴레이트 단량체 단위를 포함하는, 미국 가출원 제60/983735호(63760US002, 디터만 등)에 기술된 바와 같은 공중합체를 포함한다.

[0100] 일부 실시 형태에서, 접착제는 접착제 매트릭스 중에 분산되어 루이스 산-염기 쌍을 형성하는 블록 공중합체를 포함하는, 미국 가출원 제60/986298호(63108US002, 샤프퍼(Schaffer) 등)에 기재된 바와 같은 접착제를 포함한다. 블록 공중합체는 AB 블록 공중합체를 포함하고, A 블록 상은 분리되어 B 블록/접착제 매트릭스 내에 마이크로도메인들을 형성한다. 예를 들어, 접착제 매트릭스는 펜던트산 기능성을 갖는 알킬 (메트)아크릴레이트 및 (메트)아크릴레이트의 공중합체를 포함할 수 있고, 블록 공중합체는 스티렌-아크릴레이트 공중합체를 포함할 수 있다. 마이크로도메인은 입사광을 전방 산란시키기에 충분히 클 수 있지만, 입사광을 후방 산란시킬 정도로 크지는 않다. 전형적으로, 이들 마이크로도메인은 가시광의 파장(약 400 내지 약 700 nm)보다 크다. 일부 실시 형태에서, 마이크로도메인 크기는 약 1.0 내지 약 10 μm이다.

[0101] 접착제는 연신 해제가능한 PSA를 포함할 수 있다. 연신 해제가능한 PSA는 이들이 0도 각도로 또는 거의 0도 각도로 연신되는 경우 기재로부터 제거될 수 있는 PSA이다. 일부 실시 형태에서, 광학 테이프에서와 같이 사용되는 접착제 또는 연신 해제 PSA는 1 rad/sec 및 -17℃에서 측정할 때 약 10 MPa 미만, 또는 1 rad/sec 및 -17℃에서 측정할 때 약 0.03 내지 약 10 MPa의 전단 저장 탄성률을 갖는다. 연신 해제가능한 PSA는 분해, 재가공, 또는 재활용이 요구되는 경우 사용될 수 있다.

[0102] 일부 실시 형태에서, 연신 해제가능한 PSA는 미국 특허 제6,569,521 B1호(셰리단(Sheridan) 등) 또는 미국 가출원 제61/020423호(63934US002, 셔먼 등) 및 제61/036501호(64151US002, 디터만 등)에 기술된 바와 같은 실리콘계 PSA를 포함할 수 있다. 그러한 실리콘계 PSA는 MQ 접착부여 수지 및 실리콘 중합체의 조성물을 포함한다. 예를 들어, 연신 해제가능한 PSA는 MQ 접착부여 수지와, 우레아계 실리콘 공중합체, 옥사미드계 실리콘 공중합체, 아미드계 실리콘 공중합체, 우레탄계 실리콘 공중합체, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 탄성중합체 실리콘 중합체를 포함할 수 있다.

[0103] 일부 실시 형태에서, 연신 해제가능한 PSA는 미국 가출원 제61/141767호(64418US002, 야마나카(Yamanaka) 등) 및 제61/141827호(64935US002, 트란(Tran) 등)에 기술된 바와 같은 아크릴레이트계 PSA를 포함할 수 있다. 그러한 아크릴레이트계 PSA는 아크릴레이트, 무기 입자 및 가교결합제의 조성물을 포함한다. 이들 PSA는 단층 또는 다층일 수 있다.

[0104] PSA 및/또는 구조화된 표면 층은 선택적으로 충전제, 입자, 가소제, 사슬이동제(chain transfer agent), 개시제, 산화방지제, 안정제, 점도 개질제, 정전기 방지제, 형광 염료 및 안료, 인광 염료 및 안료, 양자 점(quantum dot), 및 섬유질 보강제와 같은 하나 이상의 첨가제를 포함할 수 있다.

[0105] 접착제는 나노입자(약 1 μm 미만의 직경), 미소구체(1 μm 이상의 직경), 또는 섬유와 같은 입자를 포함함으로써

흐릿하고/흐릿하거나 확산성으로 될 수 있다. 예시적인 나노입자는  $\text{TiO}_2$ 를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 점탄성 도광체는 광학적으로 투명한 PSA 및 PSA의 것보다 작은 굴절률을 갖는 실리콘 수지 입자를 포함해, 미국 가출원 제61/097685호(대리인 문서 번호 64740US002)에 기술된 바와 같은 PSA 매트릭스 및 입자를 포함할 수 있으며, 이 미국 가출원은 본 명세서에 참고로 포함된다.

- [0106] 일부 실시 형태에서, PSA가 도광체의 에지에 적용시 공기 빼냄(air bleed)을 허용하기 위해 미세구조화된 접착제 표면을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 공기 빼냄을 갖는 광학 PSA의 부착을 위한 방법이 미국 공개 제 2007/0212535호에 기술되어 있다.
- [0107] 접착제 층은 미국 공개 제2007/0055019A1호(서면 등; 대리인 문서 번호 60940US002) 및 미국 공개 제 2007/0054133A1호(서면 등; 대리인 문서 번호 61166US002)에 기술된 바와 같은 다작용성 에틸렌계 불포화 실록산 중합체와 하나 이상의 비닐 단량체의 경화된 반응 생성물을 포함할 수 있다.
- [0108] 접착제 층은 PSA를 포함하여, 추가되는 압력이 거의 없거나 전혀 없이 적용된 때 층이 강력한 점착성을 나타내게 할 수 있다. PSA는 (문헌[Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology, Second Ed., D. Satas, ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1989]에 기술된 바와 같은) 달퀴스트 기준 라인에 기술되어 있다. 유용한 PSA에는 천연 고무, 합성 고무, 스티렌 블록 공중합체, (메트)아크릴 블록 공중합체, 폴리비닐 에테르, 폴리올레핀, 및 폴리(메트)아크릴레이트를 기반으로 한 것들이 포함된다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, (메트)아크릴은 아크릴 화학종과 메타크릴 화학종 둘 모두를 말하며, (메트)아크릴레이트에 대해서도 마찬가지이다.
- [0109] 예시적인 PSA는 폴리에테르 세그먼트를 포함하는 올리고머 및/또는 단량체로부터 유도되는 중합체를 포함하며, 여기서 35 내지 85 중량%의 중합체가 세그먼트를 포함한다. 이들 접착제가 미국 공개 제2007/0082969A1호(말릭(Malik) 등)에 기술되어 있다. 다른 예시적인 PSA는 자유 라디칼 중합성 우레탄계 또는 우레아계 올리고머와 자유 라디칼 중합성 세그먼트화 실록산계 공중합체의 반응 생성물을 포함하며; 이들 접착제는 미국 가출원 제 61/410510호(대리인 문서 번호 67015US002)에 기술되어 있다.
- [0110] 일부 경우에, 접착제 층은 실리콘을 함유하지 않는 접착제를 포함한다. 실리콘은 Si-O 및/또는 Si-C 결합을 갖는 화합물을 포함한다. 예시적인 접착제는 PCT 특허 공개 WO 2009/085662호(대리인 문서 번호 63704W0003)에 기술된 바와 같이 경화성 비-실리콘 우레아계 올리고머로부터 제조되는 비-실리콘 우레아계 접착제를 포함한다. 적합한 비-실리콘 우레아계 접착제는 X-B-X 반응성 올리고머 및 에틸렌계 불포화 단량체를 포함할 수 있다. X-B-X 반응성 올리고머는 에틸렌계 불포화기로서 X를, 그리고 적어도 하나의 우레아기를 갖는 비-실리콘 세그먼트화 우레아계 단위로서 B를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 접착제 층은 미세구조화되지 않는다.
- [0111] 다른 예시적인 접착제는 국제 출원 PCT/US2010/031689호(대리인 문서 번호 65412W0003)에 기술된 바와 같은 비-실리콘 우레탄계 접착제를 포함한다. 적합한 우레탄계 접착제는 X-A-B-A-X 반응성 올리고머 및 에틸렌계 불포화 단량체를 포함할 수 있다. X-A-B-A-X 반응성 올리고머는 에틸렌계 불포화기로서 X를, 5,000 그램/몰 이상의 수평균 분자량을 갖는 비-실리콘 단위로서 B를, 그리고 우레탄 결합기로서 A를 포함한다.
- [0112] 또한, 접착제 층(150)은 입력 에지(114)를 향하는 제2 표면(134) 상에 미세구조화된 표면을 포함하여, 공기가 이 미세구조화된 표면을 통해 지향되는 것을 허용하여서, 기포가 접착제 층(150)과 입력 표면(114) 사이에 포획될 가능성이 작게 되도록 할 수 있다.
- [0113] 일부 실시 형태에서, 접착제 층(150)은 그것이 도광체(110)의 입력 표면(114)을 평탄화시키는 작용을 하여서, 이러한 계면에서 광의 확산이 거의 또는 전혀 발생하지 않게 하도록 선택될 수 있다. 이들 실시 형태에서, 입력 표면(114)이 반드시 구조화된 표면 층(130)의 부착 전에 폴리싱될 필요는 없을 것이기 때문에, 도광체(110)의 제조가 단순화될 수 있다.
- [0114] 접착제 층(150)은 임의의 원하는 굴절률  $n_3$ 를 가질 수 있다. 예를 들어,  $n_3$ 는 구조화된 표면 층(130)의 복수의 구조물(136)의 굴절률  $n_1$ 보다 작거나, 그것과 동일하거나, 그것보다 클 수 있다. 또한,  $n_3$ 는 도광체(110)의 굴절률  $n_2$ 보다 작거나, 그것과 동일하거나, 그것보다 클 수 있다.
- [0115] 구조화된 표면 층(130)이 도광체의 평면(즉, x-y 평면) 내에서 입력 표면의 법선에 대해 도광체(110)의 TIR 각도보다 큰 각도로 광을 도광체(110) 내로 지향시킬 수 있기 때문에, 일부 주입된 광이 TIR 각도보다 작은 각도로 도광체의 하나 이상의 에지(118)에 입사하고, 이에 따라, 도광체를 떠날 수 있다. 이러한 광의 누출은 출력 표면(112)을 통해 지향되는 광의 균일도(즉, 출력 광속 분포)를 감소시킬 수 있는데, 그 이유는 원하지 않는 양

의 광이 입력 표면(114)으로부터 멀어져 도광체 내에 수송되지 않을 수 있기 때문이다. 광의 누출은 또한 조명 조립체(100)에 대한 감소된 효율을 초래할 수 있다.

[0116] 이러한 광의 누출을 방지하는 것을 돕기 위해, 하나 이상의 측면 반사기(140)가 도광체(110)의 하나 이상의 에지(118)에 근접하게 위치되어 누출 광을 다시 도광체(110) 내로 반사시킬 수 있다. 측면 반사기(140)는 임의의 적합한 유형 또는 유형들의 반사기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 측면 반사기(140)는 경면 반사성, 반-경면 반사성, 또는 확산 반사성일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 측면 반사기는 적어도 하나의 편광의 광을 반사하는 유전체 다층 광학 필름, 예를 들어 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 인헨스드 스펙큘러 리플렉터 필름(Enhanced Specular Reflector Film, ESR 필름)을 포함할 수 있다. 측면 반사기는 후방 반사기(152)에 관해 본 명세서에 기술된 것과 동일한 반사기를 포함할 수 있고, 도광체에 부착되거나 탈착될 수 있다.

[0117] 측면 반사기(140)는, 일부 실시 형태에서, 임의의 적합한 기술을 사용해 도광체(110)의 하나 이상의 에지(118)에 부착될 수 있다. 예를 들어, 측면 반사기(140)는 본 명세서에 기술된 접착제 층(150)과 유사한 접착제 층(도시되지 않음)을 사용해 하나 이상의 에지(118)에 부착될 수 있다. 접착제 층은 그것이 에지(118)를 평탄화시켜서, 에지가 폴리싱되지 않은 채로 남아 있게 함으로써 도광체(110)의 제조를 단순화하도록 선택될 수 있다. 측면 반사기(140)가 다층 광학 필름 반사기를 포함하는 실시 형태의 경우, 예를 들어 미국 특허 출원 제 61/405,141호(대리인 문서 번호 66153US002)에 기술된 바와 같이, 반사기가 그의 표면과 도광체(112)의 에지(118) 사이에 배치된 저 굴절률 층을 갖는 것이 유리할 수 있다.

[0118] 조명 조립체(110)는 또한 후방 반사기(152)를 포함할 수 있다. 후방 반사기(152)는 바람직하게는 고 반사성이다. 예를 들어, 후방 반사기(152)는 광원에 의해 방출되는 가시광에 대해 적어도 90%, 95%, 98%, 99%, 또는 임의의 편광의 가시광에 대해서는 그 초과와 측상 평균 반사율을 가질 수 있다. 그러한 반사율 값은 또한 고도로 재순환하는 공동 내에서의 손실량을 감소시킬 수 있다. 그러한 반사율 값은 반구 내로 반사되는 모든 가시광을 포괄하는데, 즉 그러한 값은 경면 반사와 확산 반사 둘 모두를 포함한다.

[0119] 후방 반사기(152)는, 공간적으로 균일하든지 또는 패턴화되든지 간에, 현저한 경면, 확산, 또는 경면/확산 조합 반사기일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 후방 반사기(152)는 발명의 명칭이 "유리한 설계 특성을 갖는 재순환 백라이트(RECYCLING BACKLIGHTS WITH BENEFICIAL DESIGN CHARACTERISTICS)"인 PCT 특허 출원 WO2008/144644호; 및 발명의 명칭이 "디스플레이 장치에 적합한 백라이트(BACKLIGHT SUITABLE FOR DISPLAY DEVICES)"인 미국 특허 출원 제 11/467,326호(마(Ma) 등)에 기술된 바와 같은 반-경면 반사기일 수 있다.

[0120] 일부 경우에, 후방 반사기(152)는 고 반사율 코팅을 갖는 강성의 금속 기재, 또는 지지 기재에 라미네이팅된 고 반사율 필름으로부터 제조될 수 있다. 적합한 고 반사율 재료는 인헨스드 스펙큘러 리플렉터(Enhanced Specular Reflector, ESR) 다층 중합체 필름; 0.010 mm (0.4 밀) 두께의 아이소옥틸아크릴레이트 아크릴산 감압 접착제를 사용해 황산바탕-로딩된 폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름(0.05 mm(2 밀) 두께)을 ESR 필름에 라미네이팅함으로써 제조된 필름 - 생성된 라미네이트 필름은 본 명세서에서 "EDR II" 필름으로 지칭됨 -; 토레이 인더스트리즈, 인크.(Toray Industries, Inc.)로부터 입수가능한 E-60 시리즈 루미러(Lumirror)<sup>TM</sup> 폴리에스테르 필름; 더블유. 엘. 고어 앤드 어소시에이츠, 인크.(W. L. Gore & Associates, Inc.)로부터 입수가능한 것과 같은 다공성 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 필름; 랩스피어, 인크.(Labsphere, Inc.)로부터 입수가능한 스펙트랄론(Spectralon)<sup>TM</sup> 반사 재료; 알라노드 알루미늄-페레트룽 게엠베하 운트 코.(Alanod Aluminum-Veredlung GmbH & Co.)로부터 입수가능한 미로(Miro)<sup>TM</sup> 양극산화 알루미늄 필름(미로<sup>TM</sup> 2 필름을 포함함); 후루카와 일렉트릭 컴퍼니, 엘티디.(Furukawa Electric Co. Ltd.)로부터 MCPET 고 반사율 발포 시트류; 미츠이 케미칼스, 인크.(Mitsui Chemicals, Inc.)로부터 입수가능한 화이트 레프스타(White Refstar)<sup>TM</sup> 필름 및 MT 필름; 및 2xTIPS(설명에 대해서는 실시예 참조)를 포함한다.

[0121] 후방 반사기(152)는 실질적으로 평평하고 매끄러울 수 있거나, 광 산란 또는 혼합을 향상시키기 위해 그와 연관된 구조화된 표면을 가질 수 있다. 그러한 구조화된 표면은 (a) 후방 반사기(152)의 표면 상에, 또는 (b) 표면에 적용된 투명 코팅 상에 부여될 수 있다. 전자의 경우에, 구조화된 표면이 이미 형성된 기재에 고반사 필름이 라미네이팅될 수 있거나, 고반사 필름이 (쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 듀라블 인헨스드 스펙큘러 리플렉터-메탈(Durable Enhanced Specular Reflector-Metal, DESR-M) 반사기에서와 같이, 얇은 금속 시트와 같은) 평평한 기재에 라미네이팅되고, 이어서 예를 들어 스탬핑(stamping) 작업에 의해 구조화된 표면이 형성될 수 있다. 후자의 경우에, 구조화된 표면을 갖는 투명 필름이 평평한 반사성 표면에 라미네이팅될 수 있거나, 투명 필름이 반사기에 적용될 수 있고 이어서 그 후에 구조화된 표면이 투명 필름의 상부에 부여될 수 있다. 일부



실시 형태에서, 후방 반사기는 도광체의 하부 표면에 부착될 수 있다. 또한, 일부 실시 형태에서, 미국 특허 출원 제61/267,631호(대리인 문서 번호 65796US002) 및 PCT 특허 출원 제US2010/053655호(대리인 문서 번호 65900W0004)에 기술된 바와 같이, 도광체의 출사 표면(112)에 부착된 광학 필름(예를 들어, 반사 편광 필름)이 있는 것이 유리하거나 유익할 수 있다.

[0122] 또한, 본 발명의 백라이트는 복수의 광원(120)으로부터의 광을 도광체(110)의 입력 표면(114)을 향해 지향시킬 수 있는 주입 광학체(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 주입 광학체는 도광체(110) 내로 처음에 주입된 광을 횡방향 평면(이 횡방향 평면은 조립체의 출력 표면(110)에 평행함)에 가까운 전과 방향으로 부분적으로 시준하거나 제한하도록 작동가능할 수 있다. 적합한 주입기 형상은 웨지형, 포물선형, 복합 포물선형 등을 포함한다.

[0123] 조명 조립체(100)는 또한 복수의 추출 특징부(160)를 포함할 수 있다. 도광체(110)의 후방 표면(152)에 근접하게 위치되는 것으로 도시되어 있을지라도, 추출 특징부는 대안적으로 도광체(110)의 출력 표면(112)에 근접하게 위치될 수 있다. 또는, 추출 특징부(160)는 출력 표면(112)과 후방 표면(116) 둘 모두에 근접하게 위치될 수 있다. 대안적으로, 추출 특징부(160)는 도광체(110) 내에 위치될 수 있다.

[0124] 일반적으로, 광 추출 특징부는 도광체로부터 광을 추출하고, 도광체의 표면에 걸친 광 출력에 있어서의 균일도를 향상시키도록 구성될 수 있다. 도광체로부터의 광 추출을 제어하는 어떤 과정이 없으면, 광원에 더 가까운 도광체의 영역은 광원으로부터 더 멀리 있는 영역보다 더 밝게 보일 수 있다. 광 추출 특징부는 광원에 더 가까운 곳에서 더 적은 광 추출을 제공하도록 그리고 광원으로부터 더 멀리 있는 곳에서 더 많은 광 추출을 제공하도록 배열된다. 분리된 광 추출 특징부들을 사용하는 구현예에서, 광 추출기 패턴은 면적 밀도에 관해서 불균일할 수 있으며, 여기서 면적 밀도는 단위 면적 내의 추출기의 개수, 또는 단위 면적 내의 추출기의 크기에 의해 결정될 수 있다.

[0125] 추출 특징부(160)는 출력 표면(112)을 통해 도광체(110)로부터 광을 지향시키기에 적합한 임의의 형상 및 크기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 추출 특징부(160)는, 예를 들어 돌출 구조물과 리세스형(recessed) 구조물 둘 모두를 포함해, 다양한 크기, 기하학적 형상, 및 표면 프로파일로 형성될 수 있다. 특징부(160)는 적어도 하나의 형상 인자, 예를 들어 높이 및/또는 경사각에 있어서의 변화가 특징부의 광 추출 효율을 제어하도록 형성될 수 있다.

[0126] 추출 특징부(160)의 크기, 형상, 패턴, 및 위치는 구조화된 표면 층(130)의 광학 특성과 함께 원하는 출력 광속 분포를 제공하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 추출 특징부들의 패턴은 하나 이상의 추출 특징부가 도광체(112)의 입력 표면으로부터 임의의 적합한 거리에, 예를 들어 10 mm, 5 mm, 3 mm, 1 mm, 또는 그 미만 내에 위치되도록 위치될 수 있다. 또한, 추출 특징부(160)들의 패턴의 시작부는 하나 이상의 추출 특징부가 복수의 광원(120)으로부터 임의의 적합한 거리(즉, 도 1a의 거리 c), 예를 들어 10 mm, 5 mm, 3 mm, 1 mm, 또는 그 미만 내에 위치되도록 위치될 수 있다. 또한, 추출 특징부(160)들은 임의의 적합한 패턴, 예를 들어 균일형, 불균일형, 구배형 등으로 위치될 수 있다.

[0127] 도시되어 있지는 않을지라도, 반사방지 코팅(즉, AR 코팅)이 구조화된 표면 층(130)의 복수의 구조물(136) 중 적어도 하나에, 또는 도광체(110)의 입력 표면(114)에 적용될 수 있다. 임의의 적합한 반사방지 코팅, 예를 들어 1/4 파장 필름, 나노입자 코팅, 또는 출원된 미국 특허 출원 제61/330592호(대리인 문서 번호 66192US002)에 기술된 바와 같이 반응성 이온 에칭에 의해 생성된 나노미터 크기의 미세복제된 특징부 또는 나노구조화된 표면이 이용될 수 있다. 반사방지 코팅은 구조물(136)의 표면 및/또는 입력 표면(114)에서의 프레넬 반사(Fresnel reflection)를 방지하는 데 도움을 줌으로써 광원(120)에 의해 방출되는 광의, 도광체(110)의 입력 표면(114) 내로의 결합 효율을 개선할 수 있다.

[0128] 조명 조립체(100)는 또한 도광체(110)의 하나 이상의 에지에 근접하게 위치될 수 있는 선택적인 베젤(154)을 포함할 수 있다. 베젤(154)은 전형적으로 관찰자로부터 광원(120), 패턴 및 백라이트 전자장치, 및 도광체(110)를 둘러싸는 다른 요소를 은폐하기 위해 LC 디스플레이와 같은 디스플레이 내에 제공된다. 베젤(154)은 임의의 적합한 크기 및 형상일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 입력 표면에 대한 법선을 따른, 출력 표면(112)에 가장 가까운 베젤(154)의 에지로부터, 복수의 광원(120) 중 하나 이상의 광원의 주된 방출 표면까지의 거리 d는 20 mm, 15mm, 10mm, 7mm, 5mm, 또는 그 미만보다 작을 수 있다. 본 명세서에 기술된 구조화된 표면 층의 사용은 거리 d를 감소시키는 데 도움을 주어서, 베젤의 크기가 감소되고, 광원(120), 및 도광체(110)의 에지에 근접한 다른 요소가 더 작은 공간을 차지하여, 조립체(100)의 주변부(perimeter)의 비-관찰가능 영역을 감소시키게 할 수 있다.

- [0129] 본 명세서에 언급된 바와 같이, 구조화된 표면 층의 구조물의 특성은 하나 이상의 입력 표면을 통해 도광체 내로 지향된 광의 원하는 분포를 제공하도록 선택될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 이들 특성은 도광체의 평면(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 x-y 평면) 내에서 광을 확산시킴으로써 본 명세서에 기술된 헤드라이팅을 제거하는 광 분포를 제공하도록 선택될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 거리 c는 거리 d보다 작다.
- [0130] 임의의 적합한 기술 또는 기술들이 개시된 조명 조립체를 형성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 1a 및 도 1b와 관련하여, 도광체(110)가 본 명세서에 기술된 임의의 적합한 기술을 사용해 형성될 수 있다. 이어서 복수의 광원(120)이 도광체(110)의 입력 표면(114)에 근접하게 위치될 수 있으며, 여기서 입력 표면은 도광체의 출력 표면(112)에 실질적으로 직교한다. 광원(120)은 입력 표면(114)을 통해 도광체(110) 내로 광의 적어도 일부를 지향시키도록 작동가능하다. 구조화된 표면 층이 복수의 광원(120)과 입력 표면 사이에 있게 되도록, 구조화된 표면 층(130)이 도광체(110)의 입력 표면(114)에 부착될 수 있다. 구조화된 표면 층(130)은 광원(120)을 향하는 기재(132)의 제1 표면(133) 상에 복수의 구조물(136)을 포함할 수 있다.
- [0131] 원하는 출력 광속 분포, 예를 들어 균일한 출력 광속 분포가 선택될 수 있다. 구조화된 표면 층(130)의 특성은 도광체(110)의 입력 표면(114) 내로 지향되는 광의 원하는 광 분포를 제공하도록 선택될 수 있다.
- [0132] 광 추출 특징부(160)가 또한 도광체(110)의 출력 표면(112) 또는 후방 표면(152) 중 적어도 하나에 근접하게 형성될 수 있다. 추출 특징부(160)는 광원(120) 및 구조화된 표면 층(130)에 의해 도광체 내로 제공되는 광 분포를 취하고, 출력 표면(112)을 통해 도광체(110)로부터 광을 지향시켜 원하는 출력 광속 분포를 제공하도록 설계될 수 있다.
- [0133] 구조화된 표면 층(130)은 임의의 적합한 기술을 사용해 제조될 수 있다. 예를 들어, 층(130)은 제1 주 표면(major surface) 및 제2 주 표면을 갖는 캐리어 필름, 예를 들어 프라이밍된 PET를 제공함으로써 형성될 수 있으며, 여기서 프리즘 구조물 또는 미세구조물이 캐리어 필름의 제1 주 표면 상에 배치되고, 접착제가 캐리어 필름의 제2 주 표면 상에 배치된다. 도광체 상에의 조립 전에 테이프 물품은 접착제 상의 라이너, 및 프리즘 또는 미세구조물의 면(face) 상의 선택적인 보호 프리마스크(premask)를 갖는다.
- [0134] 예를 들어, 도 3은 구조화된 표면 층(330)을 포함하는 구조화된 표면 층 물품(380)의 일 실시 형태의 개략 단면도이다. 층(330)은 기재(332), 및 기재의 제1 표면(333) 상의 복수의 구조물(336)을 포함한다. 구조화된 표면 층(330)은 본 명세서에 기술된 임의의 구조화된 표면 층을 포함할 수 있다. 물품(380)은 또한 기재(332)의 제2 표면(334) 상에 위치한 접착제 층(350)을 포함한다. 구조화된 표면 층(330)이 도광체에 부착되기 전까지 접착제 층을 보호하기 위해, 접착제 층(350) 상에 라이너(382)가 제공될 수 있다. 물품(380)은 또한 도광체 대향 층의 부착 전에 구조물(336)을 손상으로부터 보호하기 위해 구조물 상에 위치한 선택적인 프리마스크(384)를 포함한다.
- [0135] 대안적으로, 구조화된 표면 층(330)은 압출 복제에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 접착제가 열가소성 수지의 비-구조화된 표면에 적용될 수 있다. 구조화된 표면 층은 접착제 상의 라이너, 및 구조화된 표면 필름의 구조화된 표면 상의 선택적인 보호 프리마스크를 포함할 수 있다.
- [0136] 구조화된 표면 층(330)은 또한 연속 구조 및 경화 공정 - 여기서 프리즘들은 반대측에 라이너를 갖는 접착제 상에 직접 구조됨 - 에 의해 제조되어서, 기재 및 상당한 비용을 제거할 수 있다.
- [0137] 물품(330)은 최대 60 인치 이상의 폭을 갖는 필름의 롤로서 제조되고, 도광체의 에지 상에 위치될 수 있는 얇은 스트립으로 변환될 수 있다. 접착제 라이너(382)가 접착제 층(350)으로부터 제거되고, 이어서 구조화된 표면 층(330)이 도광체의 에지에 적용된다.
- [0138] 구조화된 표면 층은 슬리팅(slitting), 회전식 다이 절단(rotary die cutting), 및 레이저 변환(laser converting)을 비롯한 몇몇 기술을 사용해 필름의 큰 롤로부터 변환될 수 있다. 구조화된 표면 층은 추가적으로 제품을 릴(reel) 내의 얇은 테이프의 권취 롤로 만드는 방식으로 처리될 수 있거나, 폭이 넓은 코어 상에 레벨 권취(level wound)될 수 있거나, 라이너 상의 테이프의 시트로 변환될 수 있다. 구조화된 표면 층 테이프는 또한 필름의 개별 자유 단편으로서 제조될 수 있다.
- [0139] 구조화된 표면 층 필름의 롤이 시트형 제품으로서 제조될 수 있는데, 여기서 필름 단편들은 라이너 상의 본질적으로 긴 얇은 라벨들이다. 이들 단편은 일반적으로 알려져 있는 키스-커팅(kiss-cutting) 기술에 의해 제조될 수 있거나, 레이저 변환 - 여기서 라이너는 레이저 절단 정지부(stop)로서 선택됨 - 에 의해 제조될 수 있다. 테이프는 도광체의 에지에 대한 적용을 위해 얇은 스트립으로 사전절단될 수 있다.

- [0140] 또한 사용될 수 있는 하나의 대안적인 기술은, 구조화된 표면 층의 보다 큰 단편들을 변환하고, 도광체들이 전형적인 도광체 제조 공정 하의 제조 과정에 있을 때 이 층을 폴리싱된 도광체들의 스택(stack) 상에 조립하는 것이다. 구조화된 표면 층 필름이 도광체 플레이트들의 스택에 적용될 수 있고, 이어서 슬리팅 또는 레이저 변환과 같은 공정에 의해 후속 단계에서 필름이 변환되어 플레이트들을 분리시킬 수 있다. 이러한 공정은 대량 제조를 위해 테이프를 도광체들에 적용하기 위한 효율적이고 저비용의 기술을 나타낸다.
- [0141] 다시 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 구조화된 표면 층(130)은 임의의 적합한 기술을 사용해 입력 표면(114)에 근접하게 위치될 수 있다. 예를 들어, 구조화된 표면 층(130)은 접착제 층(150) 상의 제거가능한 라이너를 갖는 개별 테이프(예를 들어, 도 3의 물품(330))로서 제공될 수 있다. 라이너가 제거될 수 있고, 층(130)이 입력 표면(114)에 부착될 수 있다. 제조 동안에 층(130)의 구조화된 표면에 적용될 수 있는 프리마스크 층이, 층이 도광체(110)에 부착된 후에 제거될 수 있다.
- [0142] 대안적으로, 구조화된 표면 층(130)의 스트립이 테이프로 권취될 수 있다. 테이프의 일부분이 테이프의 롤로부터 끌어당겨질 수 있고, 라이너가 접착제 층으로부터 제거될 수 있다. 이어서 층(130)이 입력 표면(114)에 적용되고 크기에 맞추어 절단될 수 있다. 도광체(110)에 대한 층(130)의 적용을 돕기 위해, 테이프의 롤이 테이프 건(tape gun) 내로 삽입될 수 있다.
- [0143] 다른 실시 형태에서, 전사 접착제 건 및 구조화된 표면 층 테이프의 롤을 포함하는 2-부품 키트가 제공될 수 있다. 접착제 건은 접착제를 입력 표면(114)에 맨 먼저 적용하는 데 사용될 수 있고, 이어서 층(130)이 접착제에 적용되고 크기에 맞추어 절단될 수 있다.
- [0144] 구조화된 표면 층(130)은 복수의 광원(120)으로부터 입력 표면(114)을 통해 도광체(110) 내로 지향되는 광의 원하는 광 분포를 제공할 수 있다. 예를 들어, 광선(170)이 광원(120)에 의해 방출되고, 구조화된 표면 층(130)에 입사한다. 층(130)은 (예를 들어, 굴절 또는 회절에 의해) 광선(170)을 도광체(110) 내로 방향전환시켜서, 광선이 도광체의 평면(즉, x-y 평면) 내에서 입력 표면(114)에 대한 법선(172)과 각도  $\alpha$ 를 형성하게 한다. 이러한 광선(170)은 도광체(110)의 TIR 각도  $\theta$ 보다 큰 각도로 도광체(110) 내로 주입된다. 도 1b에서 볼 수 있는 바와 같이, 광원(120)으로부터의 광은 따라서 이 광이 도광체의 평면 내에서 확산되도록 도광체(110) 내로 지향될 수 있어서, 헤드라이팅 효과를 감소시킨다.
- [0145] 이는 또한 도 1b에 개략적으로 도시되어 있다. 광원(120)들 중 하나로부터 도광체(112)에 입사하는 광에 대한 원추각이 영역(176, 178)들의 조합으로서 도시되어 있다. 영역(178)은, 광원과 도광체의 입력 표면 사이에 구조화된 표면 층이 위치되지 않는다고 가정하면, 도광체 굴절률에 의해 한정될 원추각을 나타내는 광의 원추이다. 영역(178)의 양측의 영역(176)은 도광체(112)에 대한 TIR 원추각보다 큰 원추각으로 구조화된 표면 층(130)에 의해 지향되는 광을 한정한다. 이상적으로는, 구조화된 표면 층(130)은 TIR 원추각을 초과하는 각도로 충분한 광을 제공하여, 2개의 인접 광원(120)의 방출 표면들 사이의 영역 e를 채운다.
- [0146] 도광체(112)에 입사하는 광의 백분율이 도광체의 TIR 원추각의 외측에 있기 때문에, 예를 들어 10%이기 때문에, TIR에 의해 다시 도광체 내로 반사되지 않는, 도광체(112)의 인접 에지(118)들에 도달하는 광의 일부가 있을 것이다. 이 때문에, 일부 실시 형태에서, 도광체의 하나 이상의 에지(118)에 근접하거나 이에 부착된 측면 반사기(140)를 갖는 것이 유용하다. 일부 실시 형태에서, 반사기(140)는 공기 간극에 의해 도광체(112)의 에지(118)로부터 분리될 수 있다. 이러한 경우에, 반사기는 백라이트 프레임과 도광체(112)의 에지(118) 사이에서 자유 부유(free floating)할 수 있거나, 반사기는 지지를 위해 백라이트 프레임에 접촉될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 반사기(140)는 도광체(112)의 에지(118)에 부착될 수 있으며, 이는 본 명세서에 추가로 기술된다.
- [0147] 반사기(140)가 도광체 에지(118)에 부착되든지 이로부터 분리되든지 간에 무관하게, 측면 반사기(140)는 광이 반사기에 입사할 때 반사기가 광의 90% 이상을 복귀시키고, 복귀된 광의 대부분이 평면외 TIR 구역 내에 있도록 위치설정되고 특성을 가져야 한다. 반사기(140)가 두께 방향(즉, z 방향)으로 광을 현저하게 전환시킴 없이 그렇지 않으면 도광체를 빠져나갈 광을 평면내 TIR 구역의 외측에 있는 도광체(112) 내로 복귀시켜, 그것이 평면외 TIR 구역의 외측에 있게 하는 것이 바람직할 수 있다. 측면 반사기(140)에 의해 반사되는 광을 평면외 TIR 구역 내에 유지시키는 것이 바람직하기 때문에, 측면 반사기(140)가 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이 경면형 또는 반경면형인 것이 바람직할 수 있다.
- [0148] LED를 제거하고 각각의 LED 사이의 간격을 증가시켜 비용을 낮추기 위한 목적은, 조명 조립체의 성능이 악영향을 받지 않도록 파라미터들 모두의 신중한 고려를 필요로 한다. 도 1a 및 도 1b는 조립체의 성능, 구체적으로는 조립체가 조립체의 출력 표면(112)의 관찰가능 영역의 에지에서 허용가능한 균일도를 제공할지 여부에 영향



을 미칠 수 있는 몇 가지 관계를 도시하고 있다. 예를 들어, 거리 a는 광원(120) 중심간 간격이고; b는 광원(120)의 방출 표면으로부터 도광체(112)의 입력 표면(114)까지의 거리이며; b'는 광원의 방출 표면과 구조화된 표면 층(130)의 구조물(136) 사이의 거리이고; c는 광원(120)의 방출 표면과 추출 패턴부(160) 사이의 거리이며; d는 광원(120)의 방출 표면과, 출력 표면(112)의 중심에 가장 가까운 베젤(154)의 단부 사이의 거리이고; e는 광원(120)들의 주된 방출 표면들 사이의 거리이다. 이들 거리는 도광체(112)의 출력 표면(112)을 통해 지향되는 광의 원하는 균일도를 제공하는 임의의 적합한 치수를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이들 거리 각각은 15 mm, 10 mm, 5 mm, 1 mm, 또는 그 미만보다 작을 수 있다.

[0149] 본 발명의 조명 조립체는 임의의 적합한 응용을 위한 조명 광을 제공하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 기술된 조명 조립체는 LC 디스플레이 및 능동 간판 또는 수동 간판을 위한 백라이트로서 사용될 수 있다. 기술된 조립체는 또한 건축 조명 또는 일반 조명을 위한 조명기구 또는 조명 설비, 태스크 라이트(task light) 등에 사용될 수 있다.

[0150] 예를 들어, 직하형 디스플레이 시스템(490)의 일 실시 형태의 개략 단면도가 도 4에 도시되어 있다. 그러한 디스플레이 시스템(490)은, 예를 들어 LCD 모니터, LCD 태블릿 장치 또는 LCD-TV에 사용될 수 있다. 디스플레이 시스템(490)은 디스플레이 패널(492), 및 패널(492)에 광을 제공하도록 위치한 조명 조립체(400)를 포함한다. 디스플레이 패널(492)은 임의의 적합한 유형의 디스플레이를 포함할 수 있다. 디스플레이 패널(492)은 LC 패널을 포함할 수 있다. LC 패널(492)은 전형적으로 패널 플레이트들 사이에 배치된 LC의 층을 포함한다. 플레이트는 종종 유리로 형성되며, LC 층 내에서의 액정들의 배향을 제어하기 위해 그의 내부 표면 상에 전극 구조물 및 정렬 층을 포함할 수 있다. 이들 전극 구조물은 보통 LC 패널 픽셀, 즉 액정들의 배향이 인접 영역과는 독립적으로 제어될 수 있는 LC 층의 영역을 한정하도록 배열된다. LC 패널(492)에 의해 디스플레이되는 이미지에 색상을 부여하기 위해 컬러 필터가 또한 플레이트들 중 하나 이상에 포함될 수 있다.

[0151] LC 패널(492)은 전형적으로 상부 흡수 편광기와 하부 흡수 편광기 사이에 위치된다. 상부 흡수 편광기 및 하부 흡수 편광기는 LC 패널(492) 외측에 위치된다. 흡수 편광기들과 LC 패널(492)은 조합되어 백라이트(400)로부터 디스플레이 시스템(490)을 통해 관찰자로의 광의 투과를 제어한다. 예를 들어, 흡수 편광기들은 그들의 투과축이 서로 수직인 상태로 배열될 수 있다. 비활성 상태에서, LC 층의 픽셀은 통과하는 광의 편광을 변화시키지 않을 수 있다. 따라서, 하부 흡수 편광기를 통과하는 광은 상부 흡수 편광기에 의해 흡수된다. 픽셀이 활성화되면, 통과하는 광의 편광이 회전되어, 하부 흡수 편광기를 통해 투과되는 광의 적어도 일부가 또한 상부 흡수 편광기를 통해 투과되게 한다. 예를 들어 제어기(496)에 의한 LC 층의 여러 픽셀들의 선택적 활성화는 광이 소정의 원하는 위치에서 디스플레이 시스템(490) 밖으로 나아가게 하여서, 관찰자가 보는 이미지를 형성한다. 제어기(496)는 예를 들어 텔레비전 이미지를 수신하여 디스플레이하는 텔레비전 제어기 또는 컴퓨터를 포함할 수 있다.

[0152] 디스플레이 표면에 기계적 및/또는 환경적 보호를 제공하기 위해, 예를 들어 상부 흡수 편광기에 근접하게 하나 이상의 선택적인 층이 제공될 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 이 층은 상부 흡수 편광기 위의 하드코트(hardcoat)를 포함할 수 있다.

[0153] 몇몇 유형의 LC 디스플레이들이 위에서 설명된 것과는 상이한 방식으로 작동할 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들어, 흡수 편광기들은 평행하게 정렬될 수 있고, LC 패널은 비활성 상태에 있을 때 광의 편광을 회전시킬 수 있다. 그럼에도 불구하고, 그러한 디스플레이들의 기본 구조는 본 명세서에 기술된 것과 유사하게 유지된다.

[0154] 시스템(490)은 백라이트(400) 및, 선택적으로, 백라이트(400)와 LC 패널(492) 사이에 위치한 하나 이상의 광 관리 필름(494)을 포함한다. 백라이트(400)는 본 명세서에 기술된 임의의 조명 조립체, 예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 조명 조립체(100)를 포함할 수 있다.

[0155] 광 관리 유닛으로 또한 지칭될 수 있는 광 관리 필름(494)의 배열체는, 백라이트(400)와 LC 패널(492) 사이에 위치된다. 광 관리 필름(494)은 백라이트(400)로부터 전파되는 조명 광에 영향을 준다. 예를 들어, 광 관리 필름(494)의 배열체는 확산기를 포함할 수 있다. 확산기는 백라이트(490)로부터 수광되는 광을 확산시키는 데 사용된다.

[0156] 확산기 층은 임의의 적합한 확산기 필름 또는 플레이트일 수 있다. 예를 들어, 확산기 층은 임의의 적합한 확산 재료 또는 재료들을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 확산기 층은 유리, 폴리스티렌 비드, 및 CaCO<sub>3</sub> 입자를 포함하는 다양한 분산 상을 갖는 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA)의 중합체 매트릭스를 포함할 수 있다. 예시적인 확산기는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 쓰리엠™ 스카치칼

(Scotchcal)<sup>TM</sup> 확산기 필름, 타입 3635-30, 3635-70, 및 3635-100을 포함할 수 있다.

- [0157] 선택적인 광 관리 유닛(494)은 또한 반사 편광기를 포함할 수 있다. 임의의 적합한 유형의 반사 편광기, 예를 들어 다층 광학 필름(multilayer optical film, MOF) 반사 편광기, 확산 반사 편광 필름(diffusely reflective polarizing film, DRPF), 예를 들어 섬유 편광기를 포함한 연속/분산 상 편광기, 와이어 그리드 반사 편광기(wire grid reflective polarizer), 또는 콜레스테릭 반사 편광기(cholesteric reflective polarizer)가 반사 편광기에 대해 사용될 수 있다.
- [0158] MOF와 연속/분산 상 반사 편광기 둘 모두는, 직교 편광 상태의 광을 투과시키면서 하나의 편광 상태의 광을 선택적으로 반사시키기 위해, 통상적으로 중합체 재료들인, 적어도 2개의 재료들 사이의 굴절률 차이에 의존한다. MOF 반사 편광기의 일부 예가 공동 소유의 미국 특허 제5,882,774호(존슨 등)에 기술되어 있고, 반사 편광기가 PCT 특허 공개 WO 2008/144656호(웨이버 등)에 기술되어 있다. MOF 반사 편광기의 구매가능한 예는 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한, 확산성 표면을 포함하는 DBEF-D200 및 DBEF-D440 다층 반사 편광기를 포함한다.
- [0159] 본 발명과 관련하여 유용한 DRPF의 예는, 예를 들어 공동 소유의 미국 특허 제5,825,543호(오더커크 등)에 기술된 바와 같은 연속/분산 상 반사 편광기, 및 예를 들어 공동 소유의 미국 특허 제5,867,316호(칼슨(Carlson) 등)에 기술된 바와 같은 확산 반사 다층 편광기를 포함한다. 다른 적합한 유형의 DRPF가 미국 특허 제 5,751,388호(라슨(Larson))에 기술되어 있다.
- [0160] 본 발명과 관련하여 유용한 와이어 그리드 편광기의 일부 예는, 예를 들어 미국 특허 제6,122,103호(퍼킨스(Perkins) 등)에 기술된 것들을 포함한다. 와이어 그리드 편광기는 특히 미국 유타주 오렘 소재의 모스텍 인크.(Moxtek Inc.)로부터 구매가능하다.
- [0161] 본 발명과 관련하여 유용한 콜레스테릭 편광기의 일부 예는, 예를 들어 미국 특허 제5,793,456호(브로어(Broer) 등) 및 미국 특허 공개 제2002/0159019호(포코니(Pokorny) 등)에 기술된 것들을 포함한다. 콜레스테릭 편광기는 종종 콜레스테릭 편광기를 통해 투과되는 광이 선형 편광 광으로 변환되도록 출력측에 1/4 파장 지연 층과 함께 제공된다.
- [0162] 일부 실시 형태에서, 편광 제어 층이 확산기 플레이트와 반사 편광기 사이에 제공될 수 있다. 편광 제어 층의 예는 1/4 파장 지연 층, 및 액정 편광 회전 층과 같은 편광 회전 층을 포함한다. 편광 제어 층은 반사 편광기로부터 반사되는 광의 편광을 변화시켜, 증가된 분율의 재순환된 광이 반사 편광기를 통해 투과되게 하는 데 사용될 수 있다.
- [0163] 광 관리 필름(494)의 선택적인 배열체는 또한 하나 이상의 휘도 향상 층을 포함할 수 있다. 휘도 향상 층은 비축(off-axis) 광을 디스플레이의 축에 보다 가까운 방향으로 방향전환시킬 수 있다. 이는 LC 층을 통해 축상으로 전파되는 광의 양을 증가시켜서, 관찰자가 보는 이미지의 휘도를 증가시킨다. 휘도 향상 층의 하나의 예는 프리즘형 휘도 향상 층인데, 이는 굴절 및 반사를 통해 조명 광을 방향전환시키는 다수의 프리즘형 리지(ridge)를 갖는다. 디스플레이 시스템(490)에 사용될 수 있는 프리즘형 휘도 향상 층의 예는 BEF II 90/24, BEF II 90/50, BEF IIIM 90/50, 및 BEF IIIT를 포함해, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 BEF II 및 BEF III 계열의 프리즘형 필름을 포함한다. 휘도 향상은 또한 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이 전방 반사기의 실시 형태들 중 일부에 의해 제공될 수 있다.
- [0164] 실시예
- [0165] 비교예 1: 기준 조명 조립체
- [0166] 기준 조명 조립체를 표준 모델링 기법을 사용해 모델링하였다. 조립체는 입력 표면을 갖는 도광체, 및 도광체 내로 광을 지향시키도록 위치된 광원을 포함하였다(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 조명 조립체(100)). 도광체는 1.51의 굴절률을 가졌다. 이러한 모델링된 실시예 및 다른 모델링된 실시예에 대해, 결합 효율(coupling efficiency)을 입력 표면으로부터 가장 멀리 있는 도광체의 에지에 도달한, 광원에 의해 방출되는 광선의 백분율로 정의하였다. 도광체의 평면 내에서의 결합된 광선들의 각방향 확산을 특성화하기 위해, 검출기를 입력 표면으로부터 1.5 mm 이격된 거리에 모델 내에 배치하였다. 검출기는 도광체의 폭(10 mm)에 걸쳤다. 이러한 검출기는 입력 표면에 평행한 평면 내에서의 도광체에 걸친 휘도 프로파일을 측정하였다. 균일도를  $L_{Min}/L_{Max}$  x 100%로 정의하였으며, 여기서 L은 휘도이다. 도 6은 y-축(도 1b 참조)을 따른 입력 표면에 평행한 평면 내에서의, 휘도(cd/m<sup>2</sup>) 대 도광체 내의 위치(mm)의 그래프이다.
- [0167] 이러한 기준 조립체는 구조화된 표면 층을 포함하지 않았다. 결합 효율은 93.2%와 동일하였고, 균일도는 34%와

동일하였다.

[0168] 실시예 1: 연장된 프리즘형 구조물을 갖는 구조화된 표면 층을 구비한 조명 조립체

[0169] 비교예 1의 기준 조명 조립체를 구조화된 표면 층이 도광체의 입력 표면 상에 위치되도록 하여 다시 모델링하였다. 구조화된 표면 층은 선형 프리즘들 - 이 선형 프리즘들은 프리즘 방향이 도광체의 평면에 직교하도록 배향됨 - 을 포함하는 복수의 구조물을 포함하였다. 프리즘은 90도의 꼭지각을 가졌다. 프리즘은 도광체로부터 멀어지는 쪽을 향하였으며, 이때 프리즘 팁은 LED 광원을 향하였다. 프리즘의 표면은 또한 AR 코팅을 포함하였다. 도 7은 y-축을 따른 입력 표면에 평행한 평면 내에서의, 휘도( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) 대 도광체 내의 위치(mm)의 그래프이다.

[0170] LED 광원으로부터 방출되는 광의 결합 효율은 비교예 1의 93.2% 결합 효율로부터 97%로 증가되었다. 구조화된 표면 층이 입력 표면에 스치각(grazing angle)으로 입사하는 광선의 수를 최소화하는 데 도움을 주었다. 균일도는 비교예 1의 34% 균일도로부터 69%로 개선되었다.

[0171] 비교예 2: 기준 조명 조립체

[0172] 굴절률 1.49의 표준 PMMA 도광체를 포함하는 기준 조명 조립체의 휘도 균일도의 시뮬레이션을, 표준 모델링 기법을 사용해 수행하였다. LED를 도광체의 입력 표면으로부터 1 mm에 위치시켰다. LED 방출 표면의 크기는 1 mm x 2 mm였고, LED 간격은 10 mm와 동일하였으며, 도광체의 두께는 4 mm였다. 도 8은 입력 표면에 평행한 평면 내에서 측정된, 입력 표면에 평행한 방향(예를 들어, 도 1b의 y-축)에 있어서의,  $\text{cd}/\text{m}^2$  단위의 휘도 대 도광체 내의 위치의 그래프이다.

[0173] 휘도 균일도는 4.1%와 동일하였고, 결합 효율은 94.5%와 동일하였다.

[0174] 실시예 2: 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체

[0175] 구조화된 표면 층이 LED 광원과 도광체의 입력 표면 사이에 위치한 비교예 2의 조명 조립체의 시뮬레이션을, 표준 모델링 기법을 사용해 수행하였다. 구조화된 표면 층을 도광체에 굴절률-정합시켰다( $n=1.49$ ). 구조화된 표면 층의 평탄한 면을 도광체에 광학적으로 결합시켰다. 도광체 내의, 입력 표면에 평행한 평면 내에서 측정된 휘도 프로파일이 도 9에 도시되어 있다.

[0176] 도광체의 평면 내에서, 광의 굴절-유도 원추가 상당히 넓어졌으며, 이는 검출기에서의 이웃하는 LED들로부터의 광선과의 상당히 더 큰 중첩의 결과를 가져왔다. 이러한 모델링된 실시예에 대한 휘도 균일도는 비교예 2의 4.1%로부터 17.3%로 증가된 반면, 결합 효율은 95.5%로 거의 동일하였다.

[0177] 실시예 2의 구조화된 표면 층의 복수의 구조물의 형상이 도 20a에 베지어 곡선(Bezier curve)으로서 도시되어 있다. 구조물은 도광체의 평면에 수직으로(즉, z-축을 따라) 정렬된 비구면 프리즘이었다. 구조화된 표면 층은 병진적으로 불변이었고, 이 층과 광원의 정합을 필요로 하지 않았다. 도 20a의 형상의 표면 법선들의 분포가 도 20b에 도시되어 있다. 이 분포는 도광체에 입사하는 광에 대해 도광체의 평면 내에서의 광의 넓은 확산을 제공할 수 있는, 구조물에 대한 법선에 대해  $\pm 65^\circ$  사이의 모든 각도를 포함한다.

[0178] 구조화된 표면 층에 의해 생성되는 추가의 광 확산은 도광체 설계에서 LED 간격을 증가시키는 데 사용될 수 있다. 응용에 따라, 원하는 균일도 임계치가 광원들 사이의 주어진 거리, 및 광원과 도광체의 입력 표면 사이의 주어진 거리에 대해 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 10a는 표준 모델링 기법을 사용해 모델링된 조명 조립체에 대한, 균일도 대 광원 피치의 그래프이다. 조명 조립체는 도광체(예를 들어, 도광체(110))의 입력 표면(예를 들어, 입력 표면(114))으로부터 1 mm의 거리에 위치한 복수의 광원(예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 광원(120))을 포함한다. 조립체를 다양한 광원 피치에 대해 모델링하였다. 곡선(1002a)은 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 조명 조립체를 나타내고, 곡선(1004a)은 본 명세서에 기술된 바와 같은 구조화된 표면 층(예를 들어, 구조화된 표면 층(130))을 포함하는 조명 조립체를 나타낸다.

[0179] 또한, 도 10b는 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 조명 조립체(즉, 곡선(1002b)) 및 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체(즉, 곡선(1004b))에 대한, 균일도 대 광원 피치의 그래프이다. 다양한 광원 피치를 모델링하였다. 이러한 모델에서, 광원을 도광체의 입력 표면으로부터 5 mm의 거리에 위치시켰다.

[0180] 도 10b에서 볼 수 있는 바와 같이, 원하는 출력 광속 분포를 위해, 구조화된 표면 층은 LED 간격의 2배 초과 배가를 가능하게 할 수 있어서, 시스템 설계에 있어서의 자유를 허용한다. 예를 들어, 개시된 구조화된 표면 층의 사용은 보다 저비용의 LED, 예를 들어 대형-다이 LED의 사용을 가능하게 할 수 있다. 이러한 설계 자유는

또한 개선된 열 관리를 위해 LED들 사이의 더 많은 공간을 허용함으로써 시스템 유효성을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다. 마지막으로, 기술된 구조화된 표면 층에 의해 가능하게 되는 광 확산은 단일면 조명 구조물과 동일한 수의 LED에 의한 양면 조명 구조물을 가능하게 함으로써 큰 종횡비(aspect ratio)(얇은) 시스템에서의 휘도 균일도의 문제를 해결하는 데 도움을 줄 수 있어서, 조립체의 유효 종횡비를 감소시킨다.

[0181] 실시예 3: 선형 비구면 프리즘 구조화된 표면 층의 미세복제

[0182] 미세복제 공구를 사용해 도 20a 및 도 20b와 관련하여 기술된 바와 같은 선형 프리즘 구조물을 갖는 구조화된 표면 층을 제조하였다. 층을 제조하기 위해 사용된 공구는 도 11에 도시된 다이아몬드를 포함하는 정밀 다이아몬드 선삭 기계를 사용해 공구의 구리 표면 내로 절삭된, 개질된 다이아몬드 선삭된 금속 원통형 공구 패턴이었다. 러프 컷(rough cut) 다이아몬드를 취하고, 다이아몬드의 형상이 도 20a에 도시된 구조 프로파일(도 11에 점선으로 표시됨)과 정합하도록 집속 이온 빔(Focused Ion Beam) 밀링을 사용해 러프 컷 다이아몬드를 형상화함으로써 그 다이아몬드를 제조하였다. 정밀-절삭된 특징부를 갖는 생성된 구리 원통을 미국 특허 제5,183,597호(루)에 기술된 바와 같은 공정을 사용해 니켈 도금하고 이형(release)을 위해 처리하였다.

[0183] 아크릴레이트 단량체 및 광개시제를 포함하는 일련의 아크릴레이트 수지를 사용해 구조화된 표면 층을 제조하였는데, 이를 프라이밍된 PET 지지 필름(두께가 0.05 mm(2 밀)) 상에 주조하고 이어서 자외광을 사용해 정밀 원통형 공구에 맞대어 경화시켰다. 제1 수지는 0.25 중량%의 다로큐어(Darocur) 1173 및 0.1 중량%의 다로큐어 TPO(이들 둘 모두는 시바 스페셜티 케미칼스 인크.(Ciba Specialty Chemicals Inc.)로부터 입수가가능함)로 구성되는 광개시제 패키지를 갖는, CN120(미국 펜실베이니아주 엑스턴 소재의 사토머 컴퍼니(Sartomer Company)로부터 입수가가능한 에폭시 아크릴레이트 올리고머) 및 페녹시에틸 아크릴레이트(사토머로부터 상품명 SR3339로 입수가가능함)의 중량 기준 75/25 혼합물이었다. 이러한 제1 수지는 경화된 때 1.57의 굴절률을 갖는 고품 중합체 재료를 제공한다. 제2 수지는 실시예 2에서의 PCT 특허 공개 WO 2010/074862호에 기술된 바와 같이 제조된 광경화성 아크릴레이트 제형이었다. 경화된 제2 수지는 경화된 때 1.65의 굴절률을 갖는 고품 중합체 재료를 제공한다. 미세구조물을 갖는 물품을 제조하기 위한 주조 및 경화 기술이 미국 특허 제5,183,597호(루) 및 미국 특허 제5,175,030호(루 등)에 기술되어 있다.

[0184] 필름 미세복제 장치를 채용하여, 연속 필름 기재 상에 선형 비구면 구조물을 제조하였다. 장치는 코팅 용액을 적용하기 위한 일련의 니들 다이(needle die) 및 기어 펌프; 원통형 미세복제 공구; 공구에 맞대어진 고무 님 롤(nip roll); 미세복제 공구의 표면에 인접하게 배열된, 최대 출력의 60%에서 작동하는 퓨전(Fusion) UV 경화 원(curing source); 및 연속 필름을 공급, 인장, 및 권취하기 위한 웹 취급 시스템을 포함하였다. 장치는 공구 온도, 공구 회전, 웹 속도, 고무 님 롤/공구 압력, 코팅 용액 유량, 및 UV 방사조도를 비롯한 다수의 코팅 파라미터를 제어하도록 구성되었다. 구조화된 표면 층을, 아크릴레이트 단량체 및 광개시제를 포함하는 일련의 아크릴레이트 수지를 사용해 제조하였다. 광경화성 아크릴레이트 수지를 프라이밍된 PET 지지 필름(0.05 mm(2 밀) 두께) 상에 주조하고 이어서 자외광을 사용해 PET 지지 필름과 정밀 원통형 공구 사이에서 경화시켰다. 2개의 수지 중 첫 번째 것, 즉 1.57의 경화 굴절률을 갖는 것에 대해, 다음의 조건을 사용해 주조 및 경화 공정을 행하였다: 21.3 m/min(70 ft/min)의 선속도; 화씨 135도의 공구 온도; 103.4 내지 344.7 kPa(15 내지 50 psi) 범위의 님 압력; 및 최대 출력의 60%에서 작동하는 퓨전 UV 경화 광원. 2개의 수지 중 두 번째 것, 즉 1.65의 경화 굴절률을 갖는 수지에 대해, 다음의 조건을 사용해 주조 및 경화 공정을 행하였다: 15.2 m/min(50 ft/min)의 선속도; 화씨 125도의 공구 온도; 103.4 kPa(15 psi)의 님 압력; 및 최대 출력의 60%에서 작동하는 퓨전 UV 경화 광원.

[0185] 생성된 미세복제된 필름을 특성화하기 위해, 상이한 굴절률 프리즘 구조물들을 갖는 두 필름의 단편들을 스카치 캐스트(Scotchcast) 5(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능함) 내에 포팅(potting)하였고, 단편이 선형 비구면 프리즘의 방향에 직교하도록 단편을 취하였다. 도 12a는 1.57의 경화 굴절률을 갖는 아크릴레이트 수지로 제조된 미세복제된 층에 대한 단편을 도시하고 있고, 도 12b는 1.65의 굴절률을 갖는 지르코니아 충전된 경화 아크릴레이트 수지의 단편을 도시하고 있다.

[0186] 미세복제된 필름들, 즉  $n=1.57$  선형 비구면과  $n=1.65$  선형 비구면 둘 모두를, 광학적으로 투명한 감압 접착제 8172-CL로 라미네이팅하였다(2개의 라이너(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능함) 사이의 0.05 mm(2 밀) 감압 접착제). 이어서 라미네이팅된 필름을 선형 비구면 방향에 직교하는 필름의 3 mm 폭 스트립을 절단함으로써 변환시켜, 구조화된 표면 층이 3 mm 길이의 반복하는 선형 비구면 미세구조물을 포함하고, 테이프의 길이가 54 인치 길이가 되게 하였다.

[0187] 구조화된 표면 층의 성능을 평가하기 위해, 디스플레이 시험 베드를 선택하였다. 디스플레이는 16:9 종횡비를



갖는 레노보(Lenovo) 싱크비전(ThinkVision) L2251xwD 22" 대각선 모니터였다. 모니터는 백색 반사기를 갖는 백라이트 공동, 백색 반사기가 후방에 있는 상태로 백라이트 공동 내에 위치하는 아크릴 도광체 - 이 아크릴 도광체는 그의 표면 상에 인쇄된 백색의 구배형 추출 도트 패턴을 가짐 -, 도광체/디스플레이의 하부 에지로부터 도파관을 조명하는 LED들의 열(row), 확산기 필름, 마이크로렌즈 필름 및 DBEF D-280을 포함한 휘도 향상 필름들의 표준 스택, LCD 패널, 및 LCD 패널 위의 베젤을 포함하였다.

[0188] LED 라이트 바아(light bar)는 6개의 개별적인 스트링(string)으로서 구동되는 54개의 LED로 이루어졌으며, 이때 9개의 LED가 각각의 스트링 상에서 직렬로 전력공급받는다. LED 스트링들을 이들이 얹히도록, 즉 매 여섯 번째 LED가 동일한 스트링을 갖도록 라이트 바아 상에 배열하였다(스트링들을 다음의 반복 방식으로 조직하였다: s1-s2-s3-s4-s5-s6-s1-s2-s3-s4-s5-s6 등). 이러한 배열은 간단한 재배선을 허용하여, 각각의 LED 스트링을 개별적으로 제어함으로써 백라이트에 있어서의 다양한 LED 간격(중심간 피치)을 허용하였다. 배선 변경은 다음의 구성을 허용하였다: 모든 LED 온(on)(9 mm LED 중심간 간격), 하나 걸러 하나씩 LED 온(18 mm 중심간 간격), 매 세 번째 LED 온(27 mm 중심간 간격), 및 매 여섯 번째 LED 온(54 mm 중심간 간격). LED 간격을 두 배로 만들기 위해, 하나 걸러 하나씩 LED 스트링이 활성화될 수 있다(s1+s3+s5, 또는 s2+s4+s6). LED 간격을 세 배로 만들기 위해, 매 세 번째 LED 스트링이 활성화될 수 있다(s1+s4, s2+s5, 또는 s3+s6). 그리고 마지막으로, 6배 간격을 얻기 위해, LED 스트링들 중 하나만이 활성화될 수 있다.

[0189] 디스플레이는 다음의 중요한 치수를 가졌다: 9 mm의 고유 LED 중심간 간격(모든 LED 온), 0.25 mm 미만의 LED의 표면으로부터 도광체의 입력 표면까지의 거리, 약 2 mm의 LED로부터 추출 패턴의 시작부까지의 거리, 및 약 5 mm의 완전히 조립된 디스플레이에 있어서의 LED의 표면으로부터 베젤의 에지까지의 거리. LED는 단일 패키지 내의 2개의 다이로 갖는 인광체 변환 백색 LED이고, 약 2 mm x 4.5 mm의 방출 표면을 갖는다. LED의 크기를 고려해 볼 때, 인접 LED들의 방출 영역들 사이의 간격(도 1b의 거리 e)은 9 mm, 18 mm, 27 mm, 및 54 mm의 대응하는 LED 중심간 간격에 대해 각각 5 mm, 14 mm, 23 mm, 및 50 mm에 대응할 것이다. 중요한 한 가지 특징은 도광체 추출 패턴이 도광체의 입력 표면의 에지에서 다양한 크기 및 밀도를 가졌다는 것이다. 이러한 특징은 원래의 9 mm LED 피치 구성에 비해 보다 나은 균일도를 제공하도록 설계되었다.

[0190] 구조화된 표면 층의 유효성을 평가하기 위해, 층 또는 테이프의 스트립을 수동식 라미네이션 공정에 의해 도광체의 입력 표면에 적용하였다. 광학적으로 투명한 접착제는 적용된 때 도광체의 입력 표면을 적시고 그의 표면 조도에 순응하여, 접착제와 입력 표면 사이에 어떠한 공기도 포획됨이 없이 미세구조화된 층이 입력 표면에 광학적으로 결합되게 하였다.

[0191] 도 13a-1, 도 13b-1, 및 도 13c-1은 구조화된 표면 층이 없고 27 mm 중심간 LED 간격을 갖는 디스플레이에 대한 프로메트릭 이미지로부터의 휘도 세기 라인 스캔(luminance intensity line scan)을 도시하고 있다. 도 13a-2, 도 13b-2, 및 도 13c-2는 조명 조립체의 프로메트릭 이미지를 도시하고 있으며, 여기서 흑색 선은 도 13a-1, 도 13b-1, 및 도 13c-1에 도시된 라인 스캔의 위치를 나타낸다. 도 14a 내지 도 14c는 1.57의 굴절률을 갖는 구조화된 표면 층 필름 및 조립체에 대한 27 mm 중심간 LED 간격을 갖는 디스플레이에 대한 프로메트릭 이미지로부터의 휘도 세기 라인 스캔 및 조명 조립체 이미지를 도시하고 있다. 도 15a 내지 도 15c는 1.65의 굴절률을 갖는 구조화된 표면 층 및 조립체에 대한 27 mm 중심간 LED 간격을 갖는 디스플레이에 대한 조명 조립체의 휘도 세기 라인 스캔 및 프로메트릭 이미지를 도시하고 있다. 각각의 파라메트릭 이미지의 경우, 라인 스캔들 모두가 디스플레이의 하부 좌측 모서리에서 동일한 범위의 3개의 LED를 덮었다. 각각의 경우에 대한 라인 스캔을, 베젤로부터 5개 픽셀 또는 2.4 mm, 베젤로부터 16개 픽셀 또는 7.6 mm, 그리고 베젤로부터 30개 픽셀 또는 14.3 mm의 거리에서 취했다. 도광체의 에지로부터의 각각의 라인 스캔의 거리는 7.4 mm, 12.6 mm 및 19.3 mm였다.

[0192] 각각의 경우에 대한 균일도 데이터의 요약이 표 1에 요약되어 있고, 구조화된 표면 층을 포함하는 조립체가 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 조립체보다 27 mm 중심간 간격(인접 LED들의 방출 영역들 사이의 23 mm 간격)에서 보다 균일하다는 것을 확인해 준다.

표 1

디스플레이 베젤로부터의 거리의 함수로서의 측정된 균일도

	베젤로부터의 라인 스캔 거리		
	2.4 mm	7.6 mm	14.3 mm
테이프 없음	45%	60%	88%
테이프, n=1.545	84%	98%	98%
테이프, n= 1.62	88%	98%	98%

[0193]

[0194]

실시예 4: 도광체의 입력 표면으로부터 광원의 거리

[0195]

다음의 실시예를 브로어 리서치 오거나이제이션, 인크.(Breault Research Organization, Inc.)(미국 아칸소주 투손)로부터의 구매가능한 광선 추적 프로그램인 ASAP를 사용해 수행하였다. 이들 실시예에 대해 다음의 가정을 사용하였다: 도광체 굴절률을 1.51로 설정하였고, 도 20a 및 도 20b로부터의 선형 비구면 프리즘형 형상을 사용하였으며, 구조화된 표면 층의 구조물의 굴절률을 1.62로 설정하였고, LED 방출 표면은 2 mm x 3.5 mm였으며, 도광체 두께는 3 mm였고, 균일도를 측정하기 위해 검출기를 도광체의 입력 표면으로부터 5 mm에 배치하였다.

[0196]

고려할 첫 번째 파라미터는 광원과 도광체 사이의 거리이다. 이러한 거리는 구조화된 표면과 조합되어 조명 조립체의 성능에 영향을 미칠 수 있다. 도 16a 및 도 16b는 LED - 도광체의 입력 표면의 거리의 함수로서 결합 효율 및 균일도에 대한 데이터를 도시하고 있다. 이러한 모델의 경우, 광원을 도광체의 입력 표면 상에 위치시켰고, 도광체의 직교 에지들을 흡수성으로 만들었다. 곡선(1601, 1602)은 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 조명 조립체에 대한 것이고; 곡선(1603, 1604)은 도광체의 입력 표면에 부착된 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체를 나타내며; 곡선(1605, 1606)은 도광체의 입력 표면으로부터 이격된 구조화된 표면 층을 갖는 조명 조립체를 나타내고; 곡선(1607, 1608)은 구조물 상에 형성된 AR 코팅을 갖는 부착된 구조화된 표면 층을 포함하는 조명 조립체를 나타낸다. 도 16a 및 도 16b에서 보여지는 바와 같이, 구조화된 표면 층이 사용된 경우 광의 상당한 손실이 있다. 시스템 효율의 이러한 저하는 구조화된 표면 층이 광의 상당한 부분을 평면내 TIR 구역 밖으로 지향 - 이는 이어서 도광체의 인접한 직교 에지 상에서 도광체로부터 빠져나감 - 시킨 결과이다. 또한, LED와 도광체의 입력 표면 사이의 거리를 증가시키는 것은 광 혼합을 위한 보다 많은 거리를 허용하며, 이는 균일도를 개선하지만, 또한 도광체 내로 결합될 수 있는 광의 양을 감소시키는데, 그 이유는 보다 많은 광선이 도광체에 도달하기 전에 흡수될 것이기 때문이다.

[0197]

도 17a 및 도 17b는, 이러한 경우에서 도광체의 직교 에지가 고 반사성(예를 들어, 이 측면에 부착된 인헨스드 스펙큘러 리플렉터를 가짐)인 것을 제외하고는, 동일한 실험을 보여준다. 인접한 그리고 직교하는 도광체 에지 상에 반사기를 사용하는 것은, 구조화된 표면 층을 포함하지 않는 경우에 비해 효율을 증가시킬 수 있다. 구조화된 표면 층이 여전히 광을 평면내 TIR 구역 밖으로 보내지만, 측면 반사기는 이를 조립체로 복귀시켜서, 시스템 효율을 유지시킨다. 비교를 위해, 분리된 구조화된 표면 층은 도광체 내의 균일도를 개선할 수 있지만, 조립체의 효율을 감소시킬 수 있다.

[0198]

실시예 5: 도광체 굴절률

[0199]

도 18은 TIR 원추각 밖으로 도광체에 입사하는 광의 분율에 대한, 도광체의 굴절률의 관계를 도시하고 있다. 이들 경우 모두에 대해, 선형 비구면 프리즘형 구조화된 표면 층은 1.62의 굴절률을 가졌다. 그래프에서 보여지는 바와 같이, 도광체의 굴절률이 증가함에 따라, TIR 원추각이 감소하고, TIR 원추각 밖으로 도광체에 입사하는 광의 분율이 증가한다. 이는 또한 도 19에 그래프로 도시되어 있으며, 여기서 도광체 내의 광의 40 내지 50%가 도광체의 평면 내에서 TIR 원추각 밖에 있다. 직교 에지들 상의 측면 반사기의 존재는 상당량의 광을 시스템으로 복귀시킨다.

[0200]

실시예 6: 구조화된 표면 층의 구조물의 최적화된 형상

[0201] 구조화된 표면 층의 구조물의 다양한 형상을 3차 베지어 함수(cubic Bezier function)를 사용해 모델링하였고, 다음의 4개의 상이한 굴절률에 대해 최적화하였다:  $n=1.49$ ,  $n=1.545$ ,  $n=1.62$  및  $n=1.65$ . 3차 베지어 곡선에 대한 방정식이 다음과 같이 유도된다: 두 종점(ends point) ( $x_0$ ,  $y_0$ ) 및 ( $x_3$ ,  $y_3$ )와 두 제어점(control point) ( $x_1$ ,  $y_1$ ) 및 ( $x_2$ ,  $y_2$ )가 주어지면, 두 종점을 연결하는 베지어 곡선은 다음에 의해 주어진다:

[0202] 
$$x(t) = a_x t^3 + b_x t^2 + c_x t + x_0, y(t) = a_y t^3 + b_y t^2 + c_y t + y_0, t \in [0, 1]$$
에 대해,

[0203] 여기서,

[0204] 
$$c_x = 3(x_1 - x_0)$$

[0205] 
$$b_x = 3(x_2 - x_1) - c_x$$

[0206] 
$$a_x = x_3 - x_0 - c_x - b_x$$

[0207] 
$$c_y = 3(y_1 - y_0)$$

[0208] 
$$b_y = 3(y_2 - y_1) - c_y$$

[0209] 
$$a_y = y_3 - y_0 - c_y - b_y$$

[0210] 물리적으로, 각각의 제어점의 위치는 대응하는 종점에서 베지어 곡선의 기울기를 결정한다. 이들 실시예의 경우,  $x_0=0$  및  $x_3=1$ 로 설정하고 제2 종점을  $y_3=0$ 으로 설정함으로써 직교 방향에 있어서 0 기준점이 되도록 선택함으로써 구조물의 반치폭(half-width)을 1로 고정시켰다. 구조물의 형상의 피크(peak)에서의 탄젠트를  $y_1=y_0$ 로 설정함으로써 0으로 고정시켰다. 그때 나머지 자유 파라미터는  $y_0$ (구조물의 높이),  $x_1$ (구조물의 피크의 날카로움),  $x_2$  및  $y_2$ 였다.

[0211] 아래의 표는 3개의 굴절률에 대한 최적화된 파라미터를 보여준다:

표 2

N	$y_0$	$x_1$	$x_2$	$y_2$
형상 #1 $n=1.49$	0.95	0.54	0.18	0.77
형상 #2 $n=1.545$	1.0	0.476	0.22	0.93
형상 #3 $n=1.62$	1.0	0.24	0.42	0.95
형상 #4 $n=1.65$	1.21	0.38	0.40	0.76

[0212]

[0213] 다음의 범위를 선택하였다:  $0.75 < y_0 < 1.25$ ,  $0.1 < x_1 < 0.6$ ,  $0.1 < x_2 < 0.6$ ,  $0.5 < y_2 < 1.0$ . 이는 평평한 구체 및 상이한 높이의 약간 둥근 프리즘을 커버한다.

[0214] 구조물의 굴절률에 대한 각각의 최적화된 형상의 민감도가 표 3에서 나타나 있다. 이들 모델링된 결과에 대해, 도광체 플레이트 굴절률을 1.49로 설정하였고, 광원 중심간 간격은 25 mm였으며, 광원으로부터 도광체의 입력 표면까지의 거리는 0.25 mm였다.



표 3

	테이프 n = 1.49	테이프 n = 1.545	테이프 n = 1.62	테이프 n = 1.65
형상 #1 n = 1.49	효율 = 91.3% 균일도 = 17.4% 비-TIR = 36.5%	효율 = 90.5% 균일도 = 31.64% 비-TIR = 40%	효율 = 88.7% 균일도 = 43.8% 비-TIR = 43.2%	
형상 #2 n = 1.545	효율 = 91.3% 균일도 = 13.0% 비-TIR = 36.3%	효율 = 90.4% 균일도 = 33.5% 비-TIR = 39.9%	효율 = 88.6% 균일도 = 49.1% 비-TIR = 43.4%	
형상 #3 n = 1.62	효율 = 91.4% 균일도 = 10.1% 비-TIR = 38.9%	효율 = 90.5% 균일도 = 28.0% 비-TIR = 42.8%	효율 = 88.8% 균일도 = 49.1% 비-TIR = 47%	
형상 #4 n = 1.65				효율 = 88.0% 균일도 = 59.6% 비-TIR = 49.5%

[0215]

[0216]

도 20a 내지 도 20c, 도 22a 내지 도 22c, 도 24a 내지 도 24c, 및 도 26a 내지 도 26c는 각각 1.49, 1.545, 1.62 및 1.65의 굴절률을 갖는 구조물에 대한 최적화된 구조물 형상에 대한 베지어 곡선, 표면 법선 분포, 및 표면 법선 확률 분포의 그래프이다. 그리고, 도 21a 내지 도 21c, 도 23a 내지 도 23c, 도 25a 내지 도 25c, 및 도 27a 내지 도 27c는 도 20a 내지 도 20c, 도 22a 내지 도 22c, 도 24a 내지 도 24c, 및 도 26a 내지 도 26c에 도시된 구조물에 대한 휘도 대 위치를 도시하고 있다. 도 20a, 도 22a, 도 24a, 및 도 26a는, 일부 실시 형태에서, 결합된 광의 최적의 각도 분포가 박쥐 날개 모양의 분포를 갖는다는 것, 그리고 축상으로(즉, 도광체의 입력 표면에 직교하게) 투과된 광과 비축 광의 균형을 맞추으로써 허용가능한 균일도가 달성될 수 있다는 것을 도시하고 있다.

[0217]

테이프의 주어진 굴절률에 대해, 그 특정 굴절률에 대해 최적화된 형상은 대안적인 형상보다 더 나은 시스템 균일도를 산출한다. 그러나, 주어진 형상에 대해, 테이프의 보다 높은 굴절률은 형상이 어느 굴절률에 대해 최적화되었을지라도 더 나은 균일도를 제공한다. 원하는 균일도는 (평평한 계면에 대한 굴절 한계를 훨씬 넘어) 구조화된 표면 층 자체 내에서 넓은 범위의 평면내 각도들을 효과적으로 결합시키는 구조물 형상과, 구조화된 표면 층으로부터 도광체 내로의 굴절로 인한 광 확산의 양을 결정하는 구조물의 높은 굴절률을 조합함으로써 달성될 수 있다.

[0218]

표면 법선 분포는 위치의 함수로서, 구조화된 표면의 국소 표면 법선의 방향(도 단위, 도광체의 입력 표면의 표면 법선에 대해 측정됨)으로 정의된다. 그때 표면 법선 확률 분포는 각도의 함수로서, 구조화된 표면 상의 무작위 위치에서의 표면 법선 방향이 소정 각도 범위(여기서는, +/- 5도) 내에 있을 확률로 정의된다.

[0219]

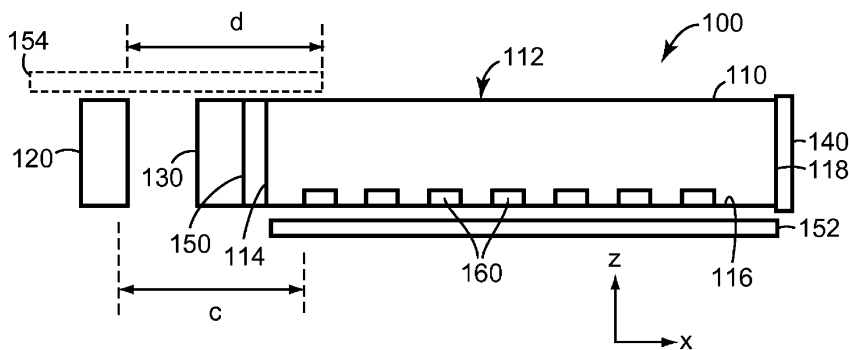
구조화된 표면 층의 구조물의 형상은 주로 도광체 내에서의 굴절된 원추 내의 각도의 함수로서 광 분포를 제어한다. 최적의 형상은 (1) 광이 도광체의 두께 방향으로 TIR 각도를 넘어 도광체에 결합되지 않는 것을 보장하여야 하고, (2) 도광체의 에지 부근에서 우수한 휘도 균일도를 산출하기 위해 도광체의 평면 내의 TIR 원추 내에서 그리고 TIR 원추 밖에서 도광체에 결합되는 광의 양을 균형이 잡히게 해야 한다. TIR 원추 내의 너무 많은 광은 LED들 사이의 암점(dim spot)을 유발하는 반면(테이프가 없는 경우), TIR 원추 밖의 너무 많은 광은 LED 위치에서의 암점을 유발한다(BEF 경우). 예를 들어 도 21a 내지 도 21c를 참조한다.

[0220] 일부 실시 형태에서, 도광체 입구로부터 5 mm 떨어진 검출기에 대해, 많은 각방향 확산에 기여하지 않는 얇은 표면(표면 법선 <10도)의 분율은 50% 미만, 30% 미만, 10% 미만이지만, 5% 이상일 수 있다. 고 반사율 및 작은 듀티 사이클(매우 적은 최초 바운스 상호작용)을 갖는 가파른 표면(>70도)의 분율은 높은 결합 효율을 유지하기 위해 작을 수 있는데, 즉 15% 미만, 바람직하게는 5% 미만일 수 있다. 마지막으로, 도광체의 평면 내에서 광을 확산시키는데 가장 많이 기여하고 바람직한 박쥐 날개 모양 각도 분포(즉, 15도 내지 65도)를 산출하는 표면의 분율은 40% 이상이어야 한다.

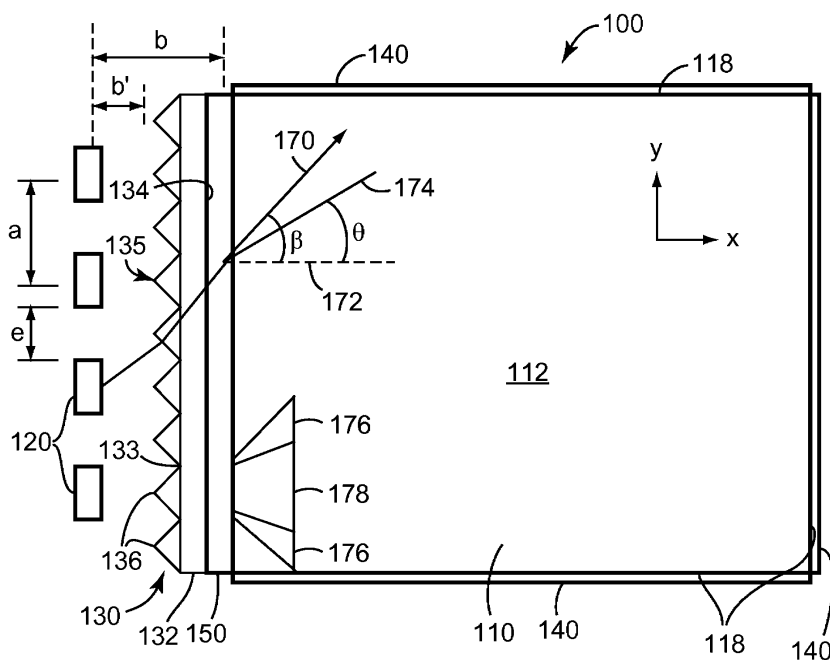
[0221] 본 명세서에 인용된 모든 참고 문헌 및 공보는 그들이 본 발명과 직접적으로 모순될 수 있는 경우를 제외하고는, 명백히 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다. 본 발명의 예시적인 실시 형태가 논의되어 있으며, 본 발명의 범주 이내의 가능한 변화가 언급되었다. 당업자는, 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않으면서 본 발명에 있어서의 이들 및 다른 수정 및 변경에 대해 알게 될 것이고, 본 발명은 본 명세서에서 나타난 예시적 실시 형태로 제한되지 않음을 이해해야 할 것이다. 그러므로, 본 발명은 이하에 제공되는 특허청구범위에 의해 서만 한정될 것이다.

## 도면

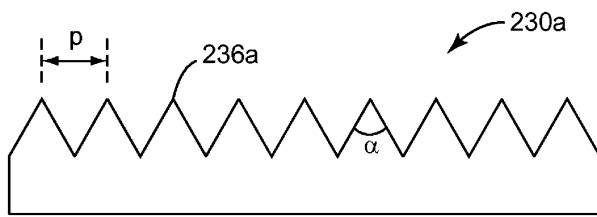
도면1a



도면1b



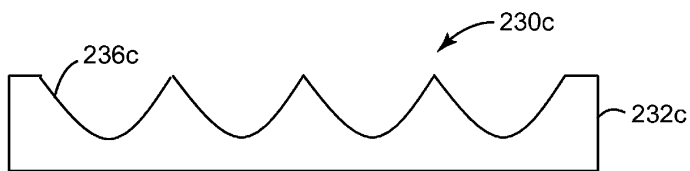
도면2a



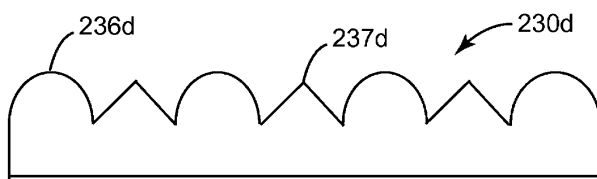
도면2b



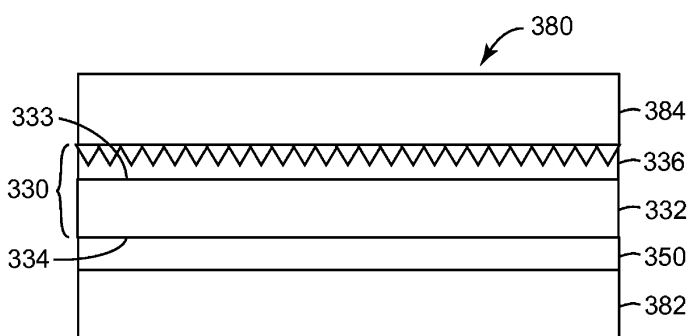
도면2c



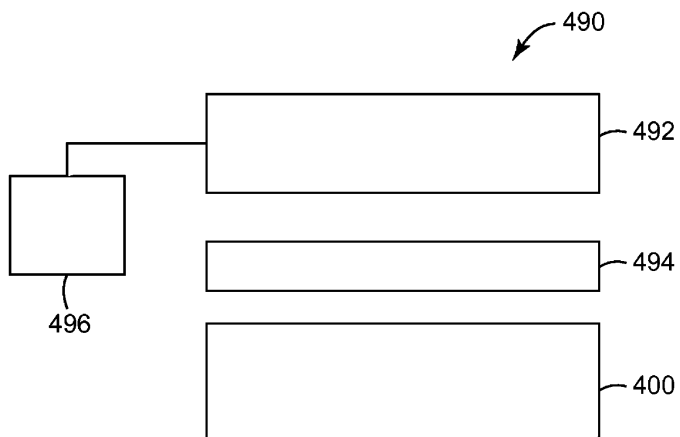
도면2d



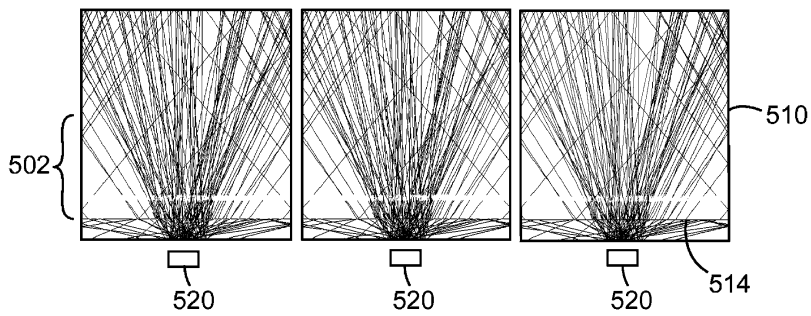
도면3



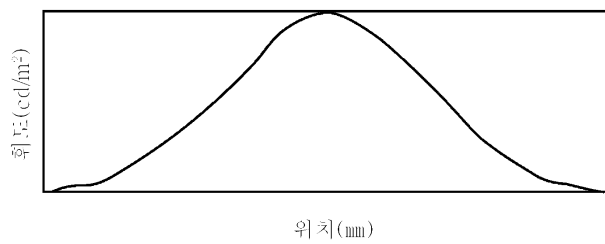
도면4



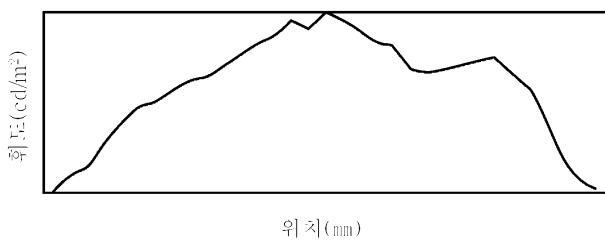
도면5



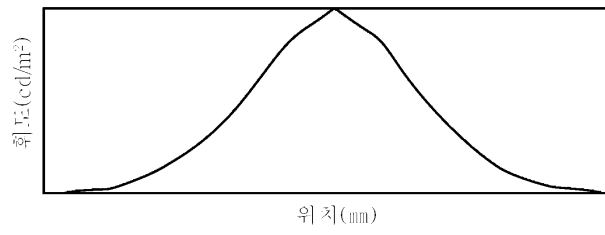
도면6



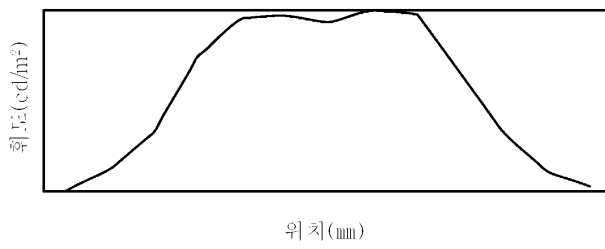
도면7



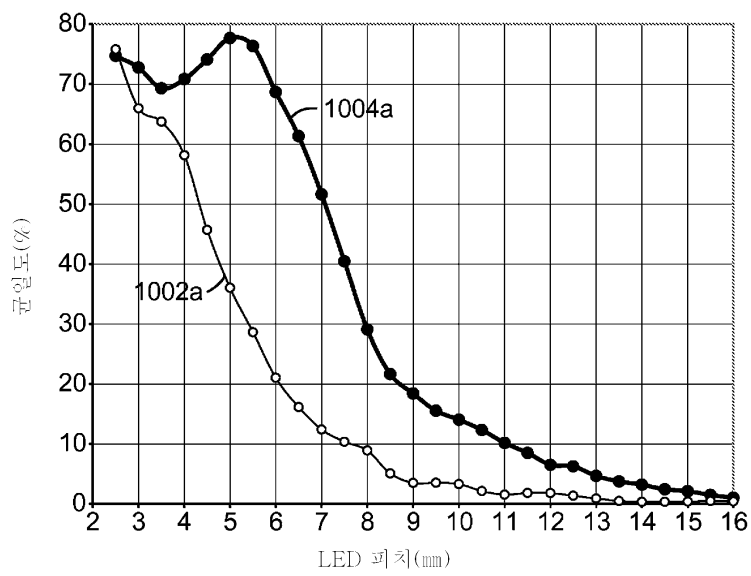
도면8



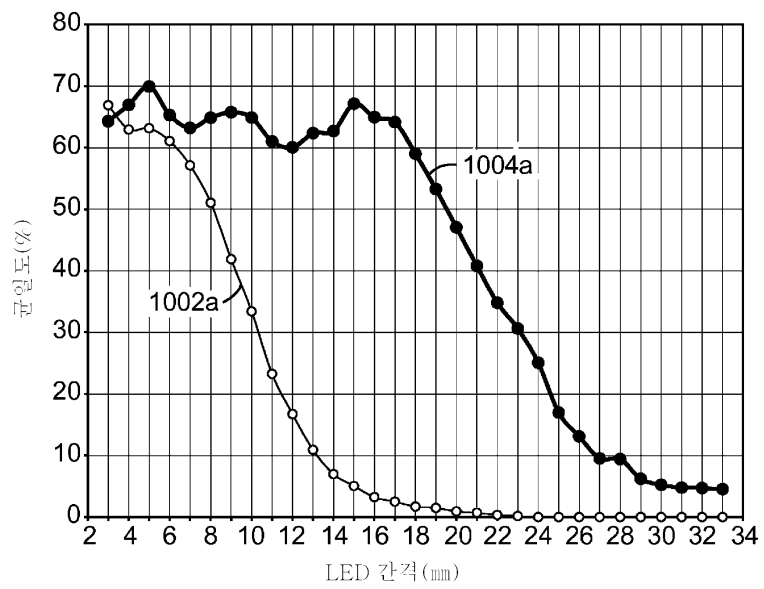
도면9



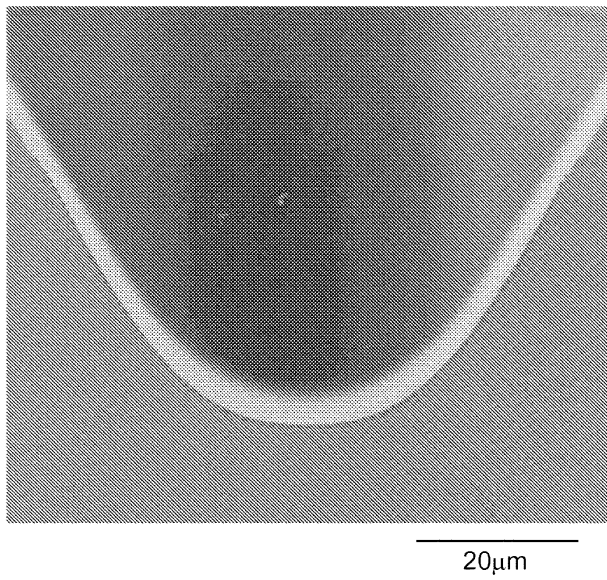
도면10a



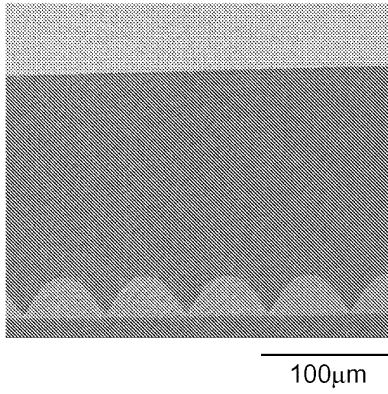
도면10b



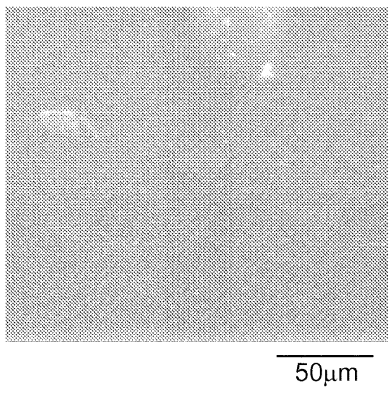
도면11



도면12a

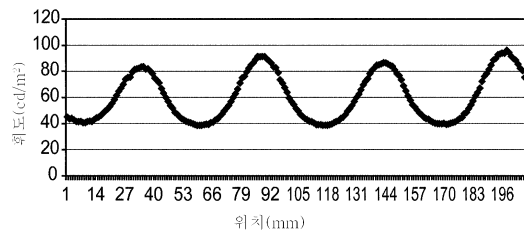


도면12b

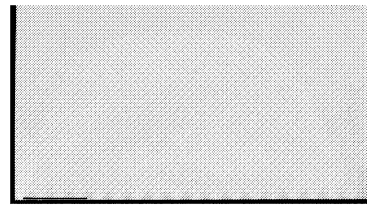




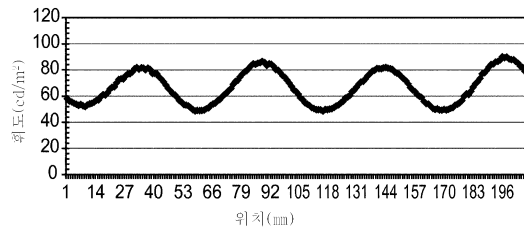
도면13



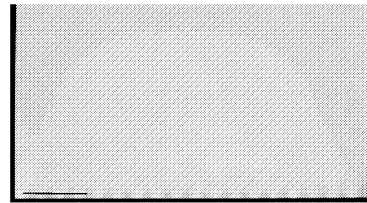
도 13a-1



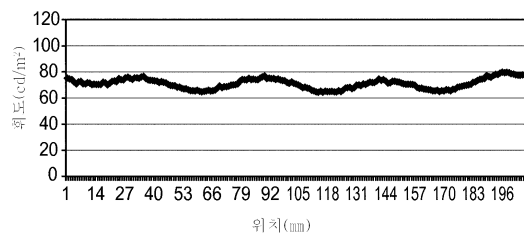
도 13a-2



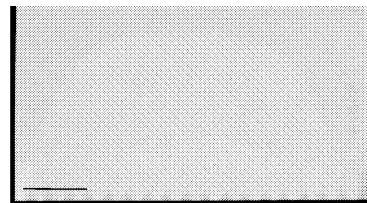
도 13b-1



도 13b-2

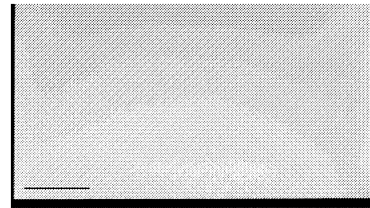
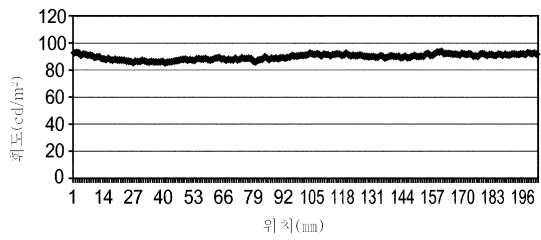
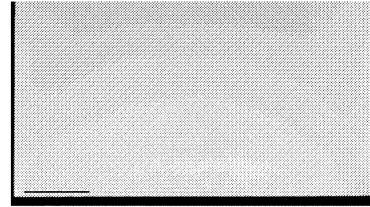
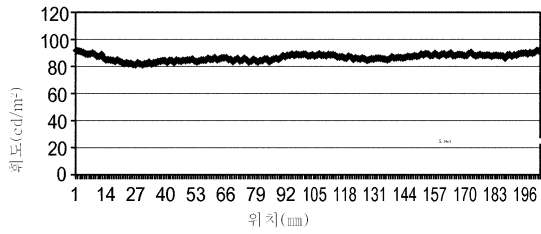
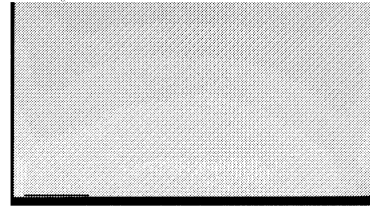
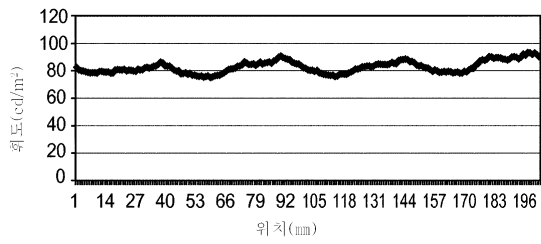


도 13c-1

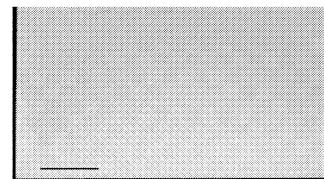
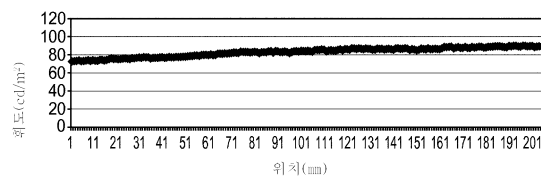
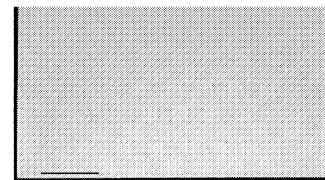
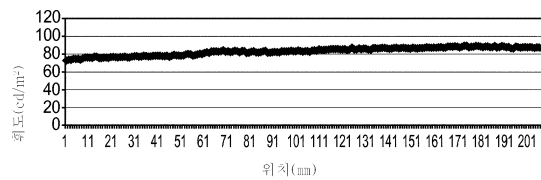
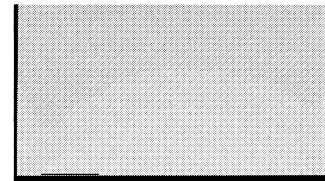
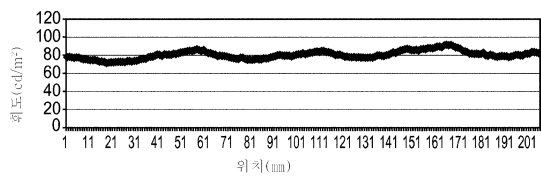


도 13c-2

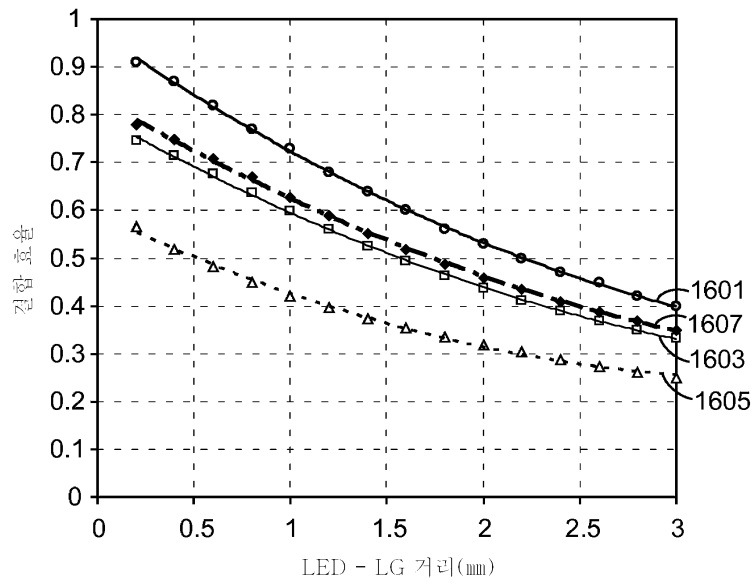
## 도면14



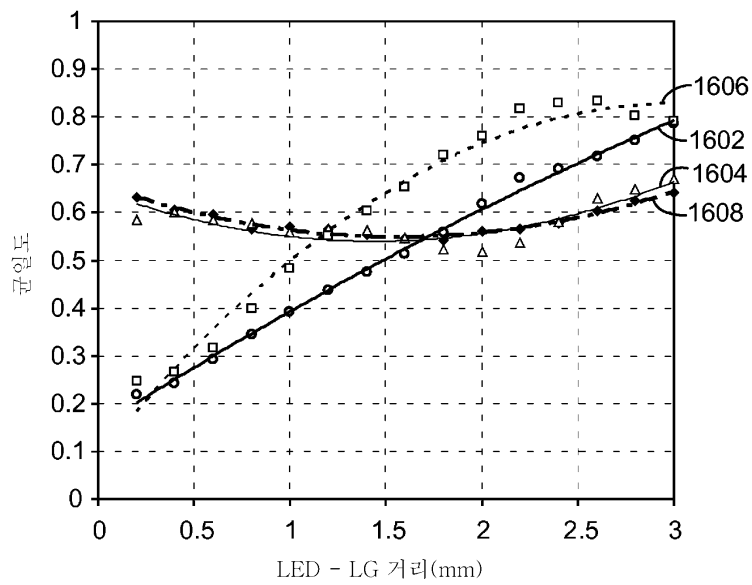
## 도면15



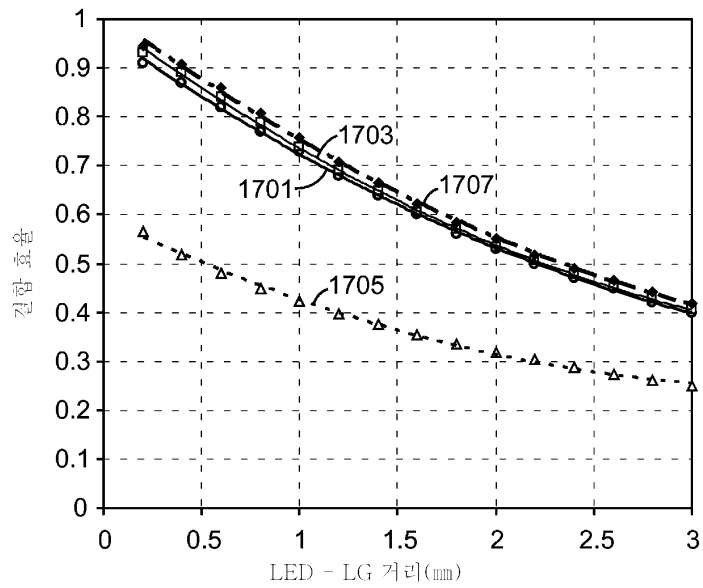
도면16a



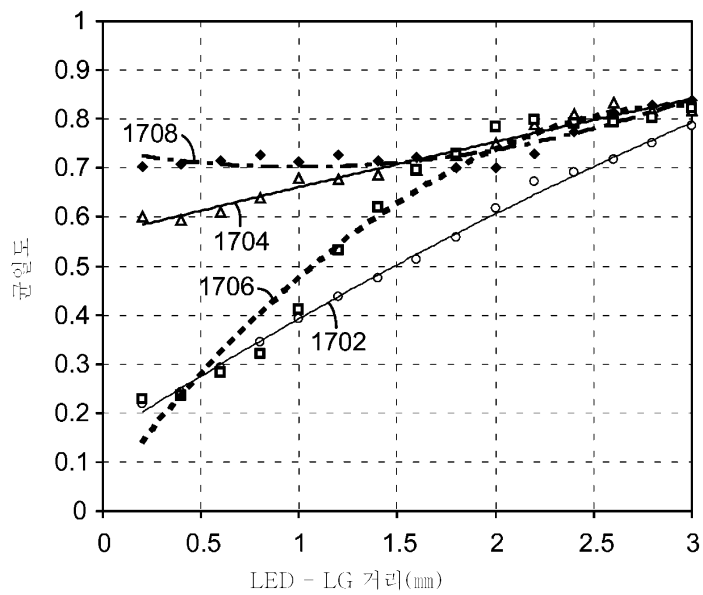
도면16b



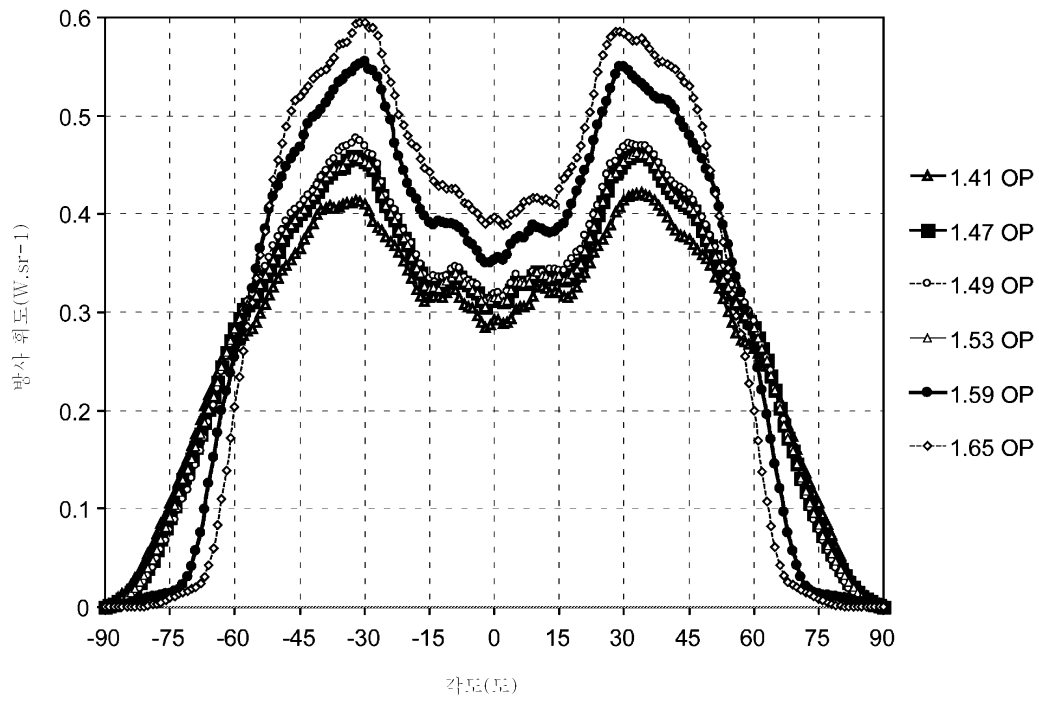
도면17a



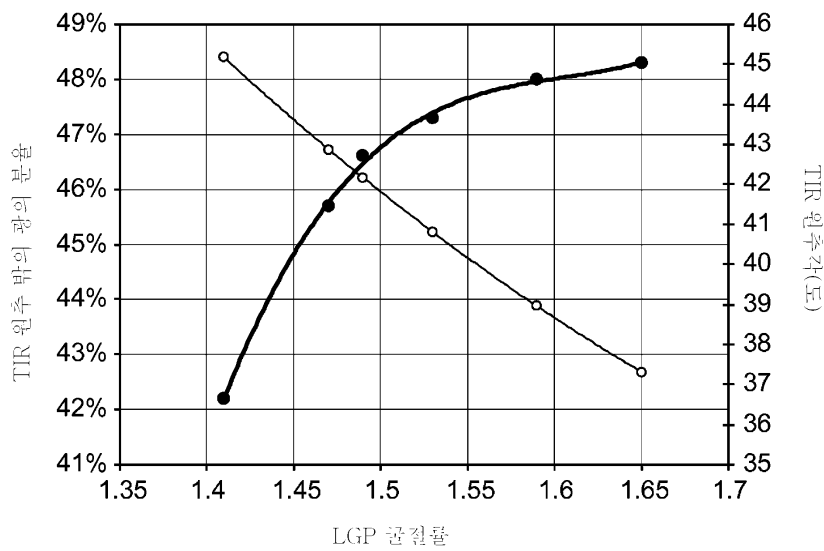
도면17b



도면18

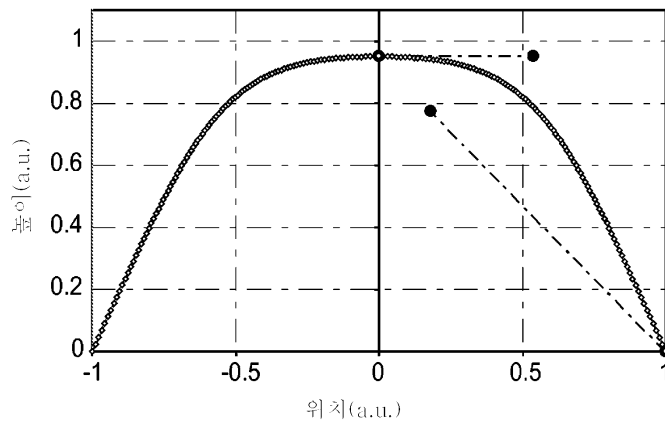


도면19

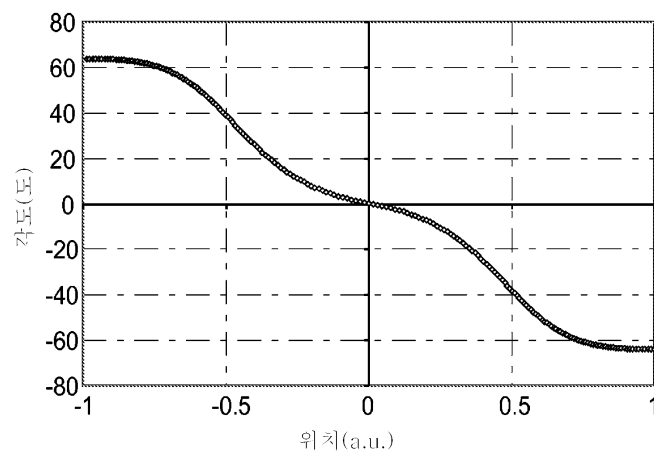




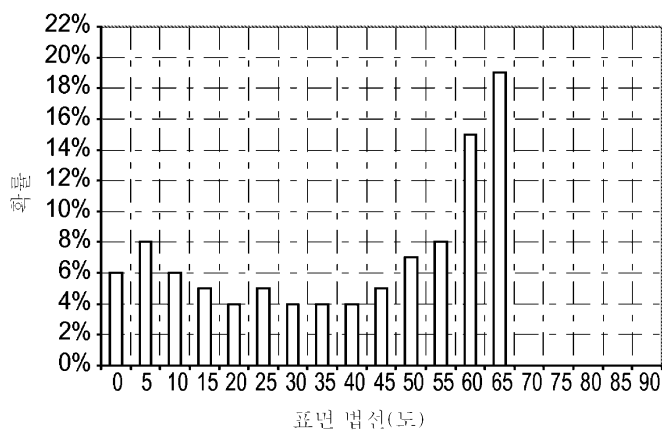
도면20a



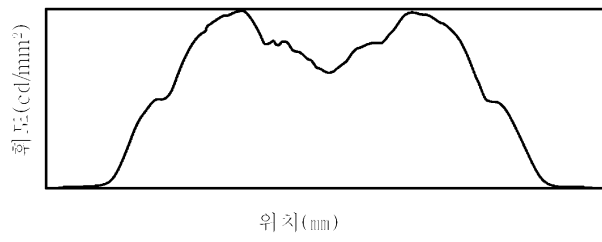
도면20b



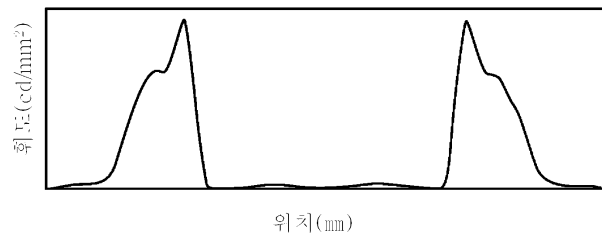
도면20c



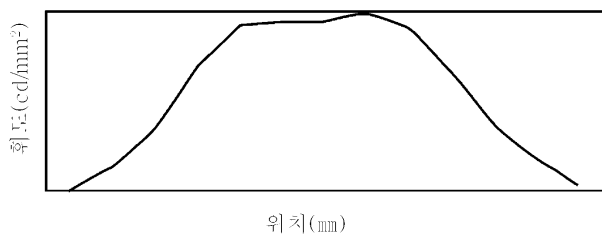
도면21a



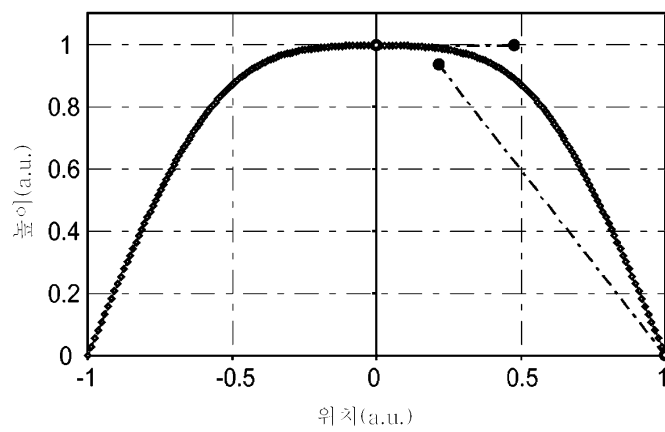
도면21b



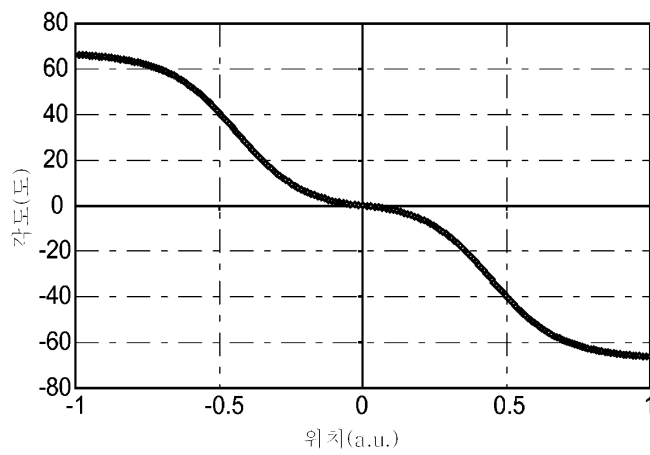
도면21c



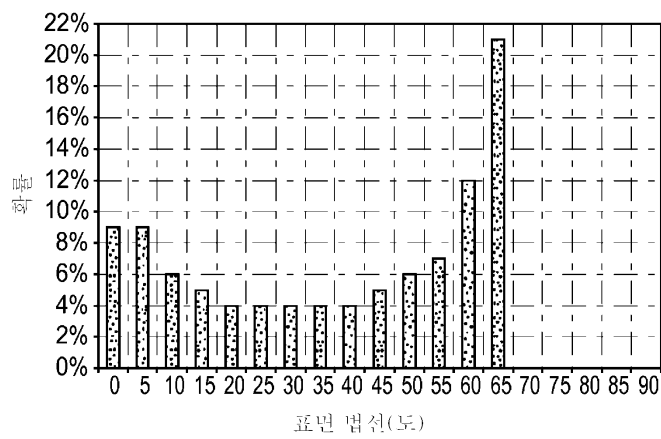
도면22a



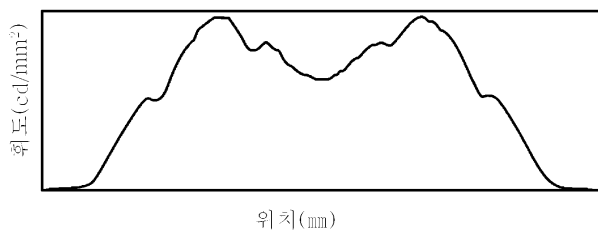
도면22b



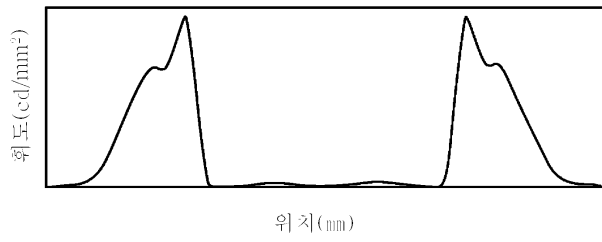
도면22c



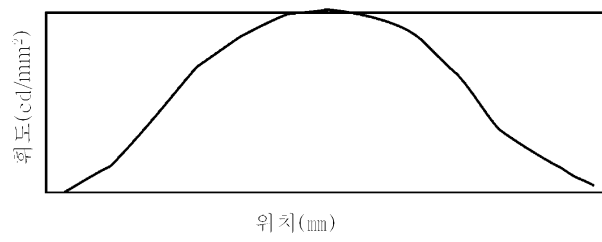
도면23a



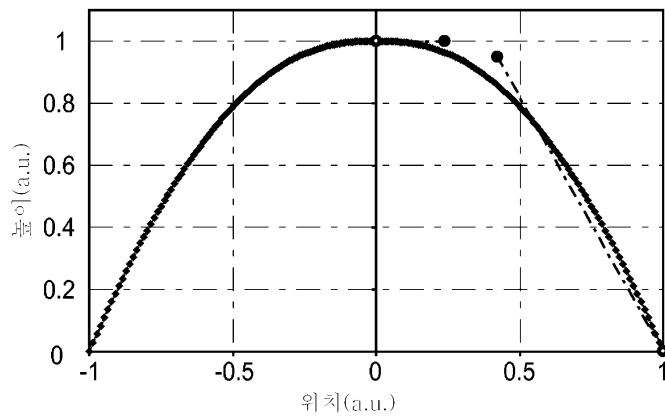
도면23b



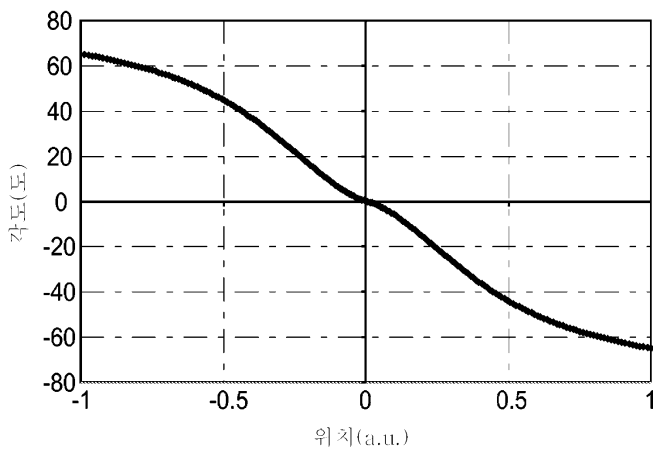
도면23c



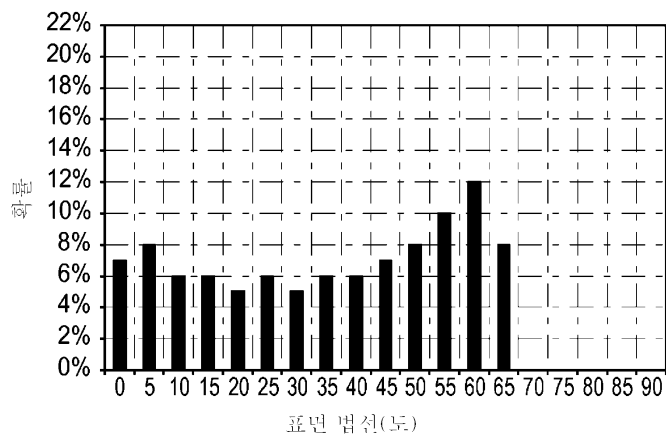
도면24a



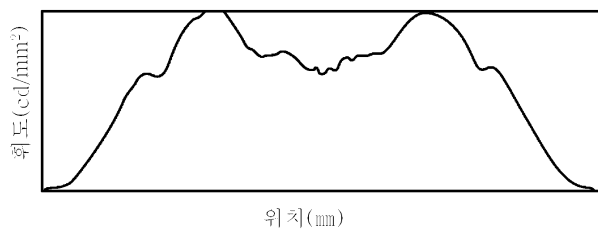
도면24b



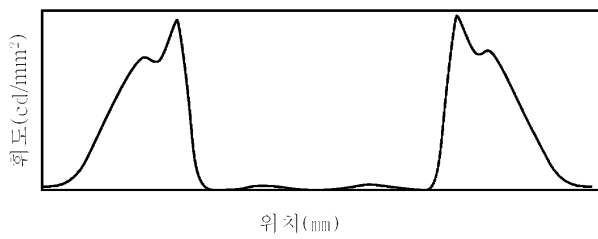
도면24c



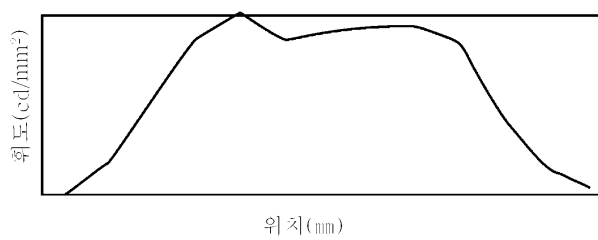
도면25a



도면25b

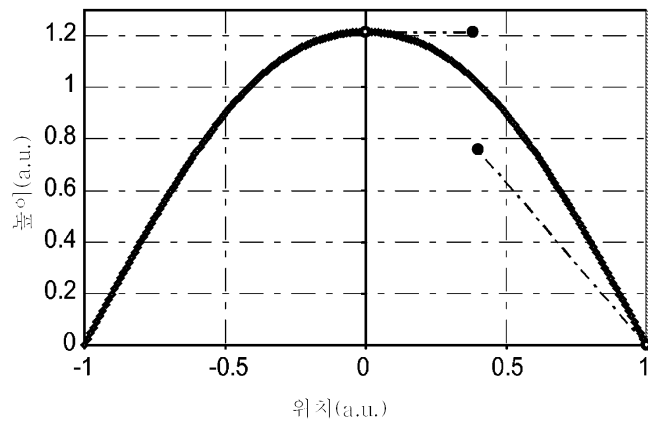


도면25c

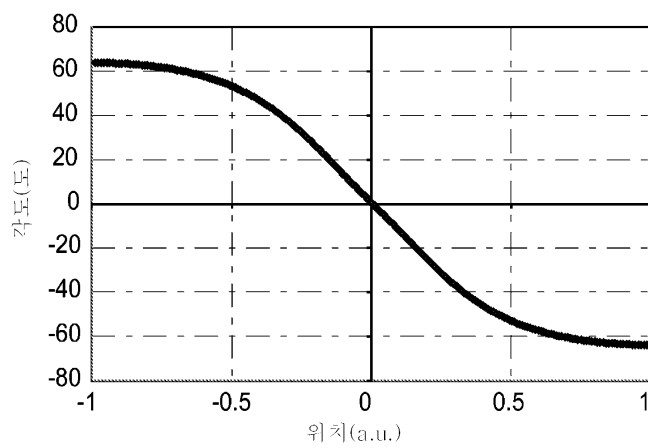




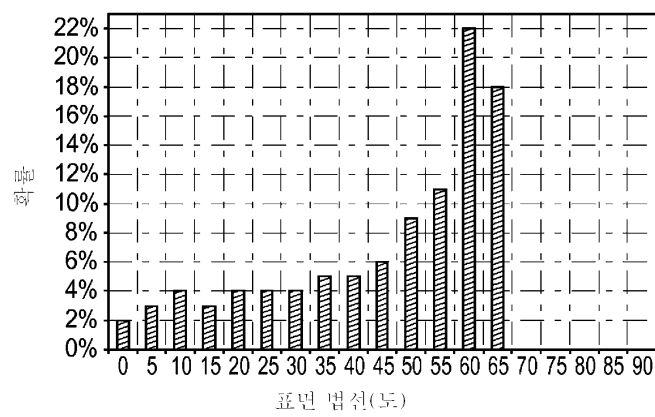
도면26a



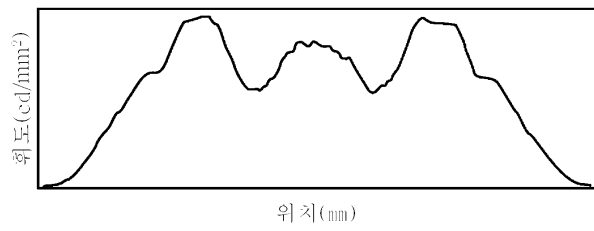
도면26b



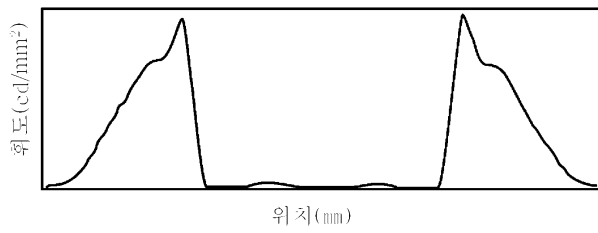
도면26c



도면27a



도면27b



도면27c

