



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0057234  
(43) 공개일자 2009년06월04일

(51) Int. Cl.

G02B 5/30 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7004247

(22) 출원일자 2009년02월27일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2009년02월27일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/077055

국제출원일자 2007년08월29일

(87) 국제공개번호 WO 2008/027936

국제공개일자 2008년03월06일

(30) 우선권주장

11/468,737 2006년08월30일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

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

(72) 발명자

블루엠, 그레고리, 엘.

중국 200336 상하이 38/에프 막스도 센터 싱 이  
로드 8

타이, 후이웬

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김영, 양영준

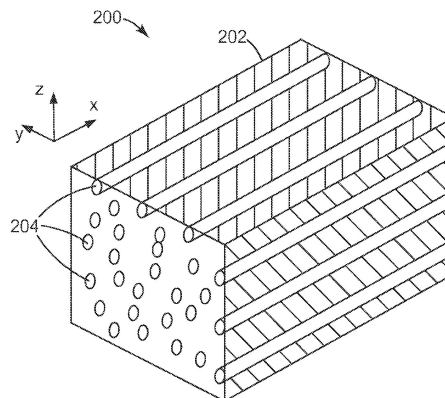
전체 청구항 수 : 총 40 항

(54) 복굴절성 중합체 섬유를 포함하는 광학 장치

(57) 요약

디스플레이 시스템은 디스플레이 패널 및 디스플레이 패널을 조명하기 위한 광을 생성하기 위한 적어도 하나의 광원을 갖는다. 편광기 필름이 디스플레이 패널과 광원 사이에 채용될 수 있다. 편광 섬유들 중 적어도 하나는 제1 중합체 재료와 제2 중합체 재료 사이에 복수의 내부 복굴절성 계면을 갖는다. 몇몇 실시 형태에서, 편광기는 제1 편광 상태의 수직 입사광을 사실상 반사시키고 제1 편광 상태에 대해 직교하는 제2 편광 상태의 수직 입사광을 적어도 10%의 탁도 값으로 사실상 투과시킨다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**플레밍, 패트릭, 알.**

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

**질리그, 다니엘, 제이.**

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

**프란켈, 조안, 엠.**

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

**브로트, 로버트, 엘.**

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

**코페키, 윌리엄, 제이.**

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

**하트, 샌던, 디.**

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

**쉴호르스트, 크리스틴, 엘.**

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

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

디스플레이 패널;

디스플레이 패널을 조명하기 위한 광을 생성하는 적어도 하나의 광원; 및

광원과 디스플레이 패널 사이에 배치된 하나 이상의 광 관리 필름을 포함하고, 하나 이상의 광 관리 필름은 적어도 하나의 편광기 필름을 포함하고, 편광기 필름은 매트릭스 내에 매립된 편광 섬유를 포함하고, 편광 섬유 중 적어도 하나는 제1 중합체 재료와 제2 중합체 재료 사이에 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 광학 디스플레이 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 디스플레이 패널은 액정 디스플레이 패널 및 디스플레이 패널에 의해 표시되는 이미지를 제어하기 위해 디스플레이 패널에 결합된 제어기를 포함하는 시스템.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 편광기 층은 제1 편광 상태의 광을 사실상 확산 투과시키고 제1 편광 상태에 대해 직교하는 제2 편광 상태의 광을 사실상 반사시키는 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 편광기 층은 제1 편광 상태의 광을 사실상 경면 투과시키고 제1 편광 상태에 대해 직교하는 제2 편광 상태의 광을 사실상 반사시키는 시스템.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 다층 섬유를 포함하는 시스템.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 다층 섬유는 제1 및 제2 중합체 재료의 동심 층들 및 제1 및 제2 중합체 재료의 사실상 평탄한 층들 중 하나를 포함하는 시스템.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 나선형 권취 섬유를 포함하는 시스템.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 충전제 재료 내에 배치된 제1 중합체 재료로 형성된 복수의 산란 섬유를 갖는 복합 편광 섬유를 포함하는 시스템.

### 청구항 9

제1항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 제2 중합체 재료 내에 배치된 제1 중합체 재료의 분산상을 갖는 분산 섬유를 포함하는 시스템.

### 청구항 10

제1항에 있어서, 편광 섬유는 중합체 섬유 양을 포함하는 시스템.

### 청구항 11

제1항에 있어서, 중합체 매트릭스 내에 배치된 무기 섬유를 추가로 포함하는 시스템.

## 청구항 12

제1항에 있어서, 중합체 매트릭스 내에 배치된 섬유 토크 및 섬유 직물 중 적어도 하나를 추가로 포함하고, 섬유 토크 및 섬유 직물 중 적어도 하나는 편광 섬유를 포함하는 시스템.

## 청구항 13

제1항에 있어서, 중합체 매트릭스 내에 배치된 초평면 섬유 및 초평면 섬유 매트 중 적어도 하나를 추가로 포함하고, 초평면 섬유 및 초평면 섬유 매트 중 적어도 하나는 편광 섬유를 포함하는 시스템.

## 청구항 14

제1항에 있어서, 편광 섬유들은 편광기 필름의 표면에 대해 평행한 방향으로 균일하게 이격되지 않는 시스템.

## 청구항 15

제20항에 있어서, 편광기 필름 내의 편광 섬유들의 밀도는 광원에 가까운 편광기 필름의 영역에서 상대적으로 높은 시스템.

## 청구항 16

제1항에 있어서, 적어도 하나의 광원을 포함하는 백라이트를 추가로 포함하는 시스템.

## 청구항 17

제1항에 있어서, 편광기 필름은 구조화된 표면을 포함하는 시스템.

## 청구항 18

제17항에 있어서, 편광기의 구조화된 표면은 휘도 향상 표면인 시스템.

## 청구항 19

제1항에 있어서, 편광 섬유는 매트릭스 내의 제1 방향으로 배향된 제1 세트의 편광 섬유들 및 제1 방향과 상이한 매트릭스 내의 제2 방향으로 배향된 제2 세트의 편광 섬유들을 포함하는 시스템.

## 청구항 20

제1항에 있어서, 편광 섬유는 제1 파장에 대해 선택된 반사율 피크를 갖는 제1 세트의 편광 섬유들 및 제1 파장과 상이한 제2 파장에 대해 선택된 반사율 피크를 갖는 제2 세트의 섬유들을 포함하는 시스템.

## 청구항 21

제20항에 있어서, 적어도 하나의 광원은 제1 및 제2 파장의 광을 발생시키는 시스템.

## 청구항 22

제20항에 있어서, 적어도 하나의 광원은 대략 제1 파장에서 제1 강도 피크를 그리고 대략 제2 파장에서 제2 강도 피크를 갖는 광을 발생시키는 시스템.

## 청구항 23

제20항에 있어서, 제1 및 제2 세트의 편광 섬유들은 적어도 하나의 광원에 의해 생성되는 광의 파장 범위와 중첩하는 파장 범위를 갖는 광의 일 편광 상태에 대해 반사성인 시스템.

## 청구항 24

제1항에 있어서, 적어도 제1의 편광 섬유는 적어도 제2의 편광 섬유와 상이한 섬유 광학 특성을 갖고, 섬유 광학 특성은 확산 투과량, 후방 산란량 및 후방 산란 스펙트럼을 포함하는 시스템.

## 청구항 25

제1항에 있어서, 편광기 필름은 제1 편광 상태의 수직 입사광을 사실상 반사시키고, 제1 편광 상태에 대해 직교하는 제2 편광 상태의 수직 입사광을 적어도 10%의 탁도 값으로 사실상 투과시키는 시스템.

#### 청구항 26

중합체 매트릭스 층; 및

매트릭스 층 내에 매립된 편광 섬유를 포함하고, 편광 섬유 중 적어도 하나는 제1 중합체 재료와 제2 중합체 재료 사이에 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하고,

광학 필름은 제1 편광 상태의 수직 입사광을 사실상 반사시키고 제1 편광 상태에 대해 직교하는 제2 편광 상태의 수직 입사광을 적어도 10%의 탁도 값으로 사실상 투과시키는 광학 필름.

#### 청구항 27

제26항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 다층 섬유를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 28

제27항에 있어서, 다층 섬유는 제1 및 제2 중합체 재료의 동심 층 및 사실상 평탄한 층 중 하나를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 29

제26항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 나선형 권취 섬유를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 30

제26항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 충전제 재료 내에 배치된 제1 중합체 재료로 형성된 복수의 산란 섬유를 갖는 복합 편광 섬유를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 31

제26항에 있어서, 복수의 내부 복굴절성 계면을 포함하는 편광 섬유들 중 적어도 하나는 제2 중합체 재료 내에 배치된 제1 중합체 재료의 분산상을 갖는 분산 섬유를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 32

제26항에 있어서, 편광 섬유는 중합체 섬유 양을 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 33

제26항에 있어서, 중합체 매트릭스 층 내에 배치된 무기 섬유를 추가로 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 34

제26항에 있어서, 중합체 매트릭스 층 내에 배치된 섬유 토우 및 섬유 직물 중 적어도 하나를 추가로 포함하고, 섬유 토우 및 섬유 직물 중 적어도 하나는 편광 섬유를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 35

제26항에 있어서, 중합체 매트릭스 층 내에 배치된 초핑된 섬유 및 초핑된 섬유 매트 중 적어도 하나를 추가로 포함하고, 초핑된 섬유 및 초핑된 섬유 매트 중 적어도 하나는 편광 섬유를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 36

제26항에 있어서, 편광 섬유들은 편광기 필름의 표면에 대해 평행한 방향으로 균일하게 이격되지 않는 광학 필름.

### 청구항 37

제26항에 있어서, 매트릭스 층은 구조화된 표면을 갖는 광학 필름.

### 청구항 38

제26항에 있어서, 편광 섬유는 매트릭스 내의 제1 방향으로 배향된 제1 세트의 편광 섬유들 및 제1 방향과 상이한 매트릭스 내의 제2 방향으로 배향된 제2 세트의 편광 섬유들을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 39

제26항에 있어서, 편광 섬유는 제1 파장에 대해 선택된 반사율 피크를 갖는 제1 세트의 편광 섬유들 및 제1 파장과 상이한 제2 파장에 대해 선택된 반사율 피크를 갖는 제2 세트의 섬유들을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 40

제26항에 있어서, 적어도 제1의 편광 섬유는 적어도 제2의 편광 섬유와 상이한 섬유 광학 특성을 갖고, 섬유 광학 특성은 확산 투과량, 후방 산란량 및 후방 산란 스펙트럼을 포함하는 광학 필름.

## 명세서

### 기술분야

<1> 본 발명은 광학 디스플레이 시스템에 관한 것이고, 보다 상세하게는 편광 필름을 포함하는 광학 디스플레이 필름에 관한 것이다.

### 배경기술

<2> 액정 디스플레이(LCD) 장치는 전형적으로 액정 패널 후방에 배치되어 조명 광을 발생시키는 백라이트와 함께 조립된다. 액정 패널이 균일하게 조명되는 것이 중요하므로, 확산기 판이 흔히 조명 광을 확산시키도록 사용된다. 이는 광원, 즉 전통적으로 LCD를 가로질러 연장된 긴 형광 램프가 디스플레이 패널 후방에 배치되는 경우에 특히 중요하다. 확산기 판은 흔히 수 밀리미터의 두께이고, 대부분의 입사광의 상당 부분을 다시 램프로 후방 산란시킨다. 램프 후방에 배치된 반사기는 후방 산란된 광을 디스플레이 패널을 향해 방향 전환시키는 데 사용된다. 따라서, "공동"이 확산기 판과 반사기 사이에 형성되고, 이는 광이 램프들 사이에서 퍼질 수 있도록 다수의 반사/산란 이벤트를 가능하게 한다. 확산기 판은 광의 균일성을 증가시키기 위해 반사 또는 확산 잉크를 사용하는 인쇄 특징부를 포함할 수 있다. 전형적인 확산기 판은 확산 입자로 충전된 PMMA, 폴리카르보네이트, 메틸-스티렌, 폴리스티렌 중합체 또는 그러한 중합체들의 블렌드와 같은 매우 투명한 플라스틱으로 제조된다. 이러한 플라스틱은 우수한 광학적 특성을 갖지만, 흔히 차선의 기계적 및 열적 특성을 갖는다. 이들은 높은 열 부하 하에서 비틀릴 수 있고, 램프로부터의 강한 광(가시광 또는 자외광) 하에서 황변하는 경향이 있으며, 차등적인 습도 및 온도 조건 하에서 뒤틀린다. 이들 모든 효과는 디스플레이의 이미지에서 바람직하지 않은 효과를 일으킨다. 따라서, 원하는 광학적 특성을 유지하면서, 향상된 열적, 기계적 및 치수 안정성 특징을 갖는 LCD 부품에 대한 필요가 있다. 확산기 재료의 제2 얇은 시트가 전형적으로 광 출력의 추가 성형을 위해 확산기 판 위에 위치된다.

<3> 확산기 판과 광 패널 사이에 복수의 상이한 광 관리 필름을 사용하는 것이 전형적이다. 하나의 그러한 필름은 법선에서 먼 방향으로 전파하는 광을 법선에 더 가까운 방향으로 방향 전환시키는 프리즘형 휘도 향상 필름이다. 따라서, 더 많은 광이 관찰자에 의해 관찰되는 각도 공간 내로 시준되고, 이미지는 더 밝게 보인다. 반사 편광 필름이 전형적으로 휘도 향상 필름 위에서 사용된다. 이러한 반사 편광기는 디스플레이 패널이 사용하는 편광 상태의 광만을 투과시키고, 수직 편광 상태의 광은 램프를 향해 뒤로 반사시킨다. 반사광은 반사기에 의해 재생되어 적어도 부분적으로 변경된 편광 상태로 반사 편광기로 복귀하고, 따라서 원래 반사된 광의 일정 부분이 디스플레이 패널로 통과할 수 있다. 반사 편광 필름은 높은 열 및 조명 조건 하에서 불안정할 수 있고, 이는 고온 백라이트 시스템 내에 위치될 때 심하게 뒤틀어질 수 있다. 대형 크기에서, 반사 편광기는 백라이트 내에 고정되지 않은 시트로서 위치될 때 편평하게 유지되기에 충분한 강성을 가질 수 없어서, 디스플레이 내의 시각적 불균일성으로 이어진다. 증가된 강성은 또한 취급의 용이함과 조립 중의 필름 손상의 가능성 감소로 이어진다. 반사 편광기를 제조하는데 사용되는 재료는 UV 광에 대해 민감할 수 있다. 이러한 기본적인 문제를 극복하기 위한 시도로, 편광 필름은 종종 무거운 광학 플라스틱, 전형적으로 125 - 250 마이크로미터 두께

의 폴리카르보네이트 시트 2장 사이에 라미네이팅된다. 이러한 라미네이션 단계는 구성에 대해 추가의 비용 및 중량을 추가한다.

<4> 디스플레이 시스템 내에서 사용되는 필름의 개수를 감소시키고, 작동될 때 디스플레이가 받는 열 및 습도의 조건 하에서 더 잘 작동할 수 있는 디스플레이 시스템 내의 필름을 제조하는 것이 바람직하다.

#### <5> 발명의 개요

<6> 본 발명의 일 실시 형태는 디스플레이 패널 및 디스플레이 패널을 조명하기 위한 광을 생성하기 위한 적어도 하나의 광원을 갖는 광학 디스플레이 시스템에 관한 것이다. 하나의 이상의 광 관리 필름이 광원과 디스플레이 패널 사이에 배치된다. 하나의 그러한 필름은 매트릭스 내에 매립된 편광 섬유를 갖는 편광기 필름이다. 편광 섬유들 중 적어도 하나는 제1 중합체 재료와 제2 중합체 재료 사이에 복수의 내부 복굴절성 계면을 갖는다.

<7> 본 발명의 다른 실시 형태는 중합체 매트릭스 층 및 매트릭스 층 내에 매립된 편광 섬유를 갖는 광학 필름에 관한 것이다. 편광 섬유들 중 적어도 하나는 제1 중합체 재료와 제2 중합체 재료 사이에 복수의 내부 복굴절성 계면을 갖는다. 광학 필름은 제1 편광 상태의 수직 입사광을 사실상 반사시키고 제1 편광 상태에 대해 직교하는 제2 편광 상태의 수직 입사광을 적어도 10%의 탁도 값(haze value)으로 사실상 투과시키는 광학 필름.

<8> 본 발명의 상기의 개요는 본 발명의 각각의 도시된 실시 형태 또는 모든 구현 형태를 설명하고자 하는 것은 아니다. 이어지는 도면 및 상세한 설명은 이러한 실시 형태를 더욱 구체적으로 예시한다.

#### 발명의 상세한 설명

<21> 본 발명은 광학 시스템에 적용될 수 있고, 특히 편광 광학 시스템에 적용될 수 있다.

<22> 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "경면 반사" 및 "경면 반사율"이라는 용어는 반사각이 입사각과 사실상 동일한 물체로부터의 광선의 반사율을 말하고, 여기서 상기 각도는 물체의 표면의 법선에 대해 측정된다. 환언하면, 광이 특정 각도 분포로 물체 상에 입사할 때, 반사광은 사실상 동일한 각도 분포를 갖는다. "확산 반사" 또는 "확산 반사율"이라는 용어는 일부 반사광의 각도가 입사각과 동일하지 않은 광선의 반사를 말한다. 결과적으로, 광이 특정 각도 분포로 물체 상에 입사할 때, 반사광의 각도 분포는 입사광의 각도 분포와 다르다. "총 반사율" 또는 "총 반사"라는 용어는 모든 광의 조합 반사율, 즉 경면 및 확산 반사율을 말한다.

<23> 유사하게는, "경면 투과" 및 "경면 투과율"이라는 용어는 본 명세서에서 투과광의 각도 분포가 입사광의 각도 분포와 사실상 동일한 물체를 통한 광의 투과에 대해 사용된다. "확산 투과" 및 "확산 투과율"이라는 용어는 투과광이 입사광의 각도 분포와 다른 각도 분포를 갖는 물체를 통한 광의 투과를 설명하기 위해 사용된다. "총 투과" 또는 "총 투과율"이라는 용어는 모든 광의 조합 투과, 즉 경면 및 확산 투과를 말한다.

<24> 반사 편광기 필름(100)이 도 1A 및 도 1B에 개략적으로 도시되어 있다. 본 명세서에서 채택된 관례에서, 필름의 두께 방향은 z 축으로서 취해지고, x-y 평면은 필름의 평면에 대해 평행하다. 비편광 광(102)이 편광기 필름(100) 상에 입사할 때, 편광기 필름(100)의 투과 축에 대해 평행하게 편광된 광(104)은 투과되고 편광기 필름(100)의 반사 축에 대해 평행하게 편광된 광(106)은 반사된다. 반사광의 각도 분포는 편광기(100)의 다양한 특징에 좌우된다. 예를 들어, 광(106)은 도 1A에 개략적으로 도시된 바와 같이 확산 반사될 수 있다. 편광기 필름(100)이 편광 섬유를 포함할 때, 확산 반사된 광은 섬유의 축에 대해 직교하는 방향으로, 대체로 비대칭으로 산란된다.

<25> 도 1A에 도시된 실시 형태에서, 편광기의 투과 축은 x 축에 대해 평행하고, 편광기(100)의 반사 축은 y 축에 대해 평행하다. 다른 실시 형태에서, 이들은 뒤바뀔 수 있다. 투과광(104)은 예를 들어 도 1A에 개략적으로 도시된 바와 같이 경면 투과될 수 있거나, 도 1B에 개략적으로 도시된 바와 같이 확산 투과될 수 있거나, 또는 경면 성분 및 확산 성분들이 조합되어 투과될 수 있다. 편광기는 투과광의 절반 이상이 확산 투과될 때 광을 사실상 확산 투과시키고, 투과광의 절반 이상이 경면 투과될 때 광을 사실상 경면 투과시킨다.

<26> 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 반사 편광기 본체의 절결도가 도 2에 개략적으로 제시되어 있다. 본체(200)는 중합체 매트릭스(202)를 포함하는데, 이 매트릭스는 또한 연속상(continuous phase)으로도 불린다. 중합체 매트릭스는 광학적으로 등방성이거나 광학적으로 복굴절성일 수 있다. 예를 들어, 중합체 매트릭스는 단축 또는 2축 복굴절성일 수 있고, 이는 중합체의 굴절률이 하나의 방향을 따라 상이하고 2개의 직교하는 방향을 따라 유사하거나(단축) 또는 모든 3개의 직교하는 방향에서 상이할 수 있다(2축)는 것을 의미한다.

<27> 편광 섬유(204)는 매트릭스(202) 내에 배치된다. 편광 섬유(204)는 적어도 2개의 중합체 재료를 포함하는데,



그 중 적어도 하나는 복굴절성이다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 재료들 중 하나는 복굴절성이고, 다른 재료 또는 재료들은 등방성이다. 다른 실시 형태에서, 섬유를 형성하는 재료들 중 둘 이상이 복굴절성이다. 몇몇 실시 형태에서, 등방성 재료로 형성된 섬유들이 또한 매트릭스(202) 내에 존재할 수 있다.

<28> 편광 섬유(204)는 도시된 바와 같이 단일 섬유로서 또는 많은 다른 배열 형태로, 매트릭스(202) 내에서 구성될 수 있다. 몇몇 예시적인 배열은 얇은, 중합체 매트릭스 내에 일 방향으로 배열된 (섬유 또는 얇은) 토우, 직물, 부직물, 초핑된 섬유, (무작위 또는 규칙적인 포맷의) 초핑된 섬유 매트, 또는 이들 포맷의 조합을 포함한다. 초핑된 섬유 매트 또는 부직물은 섬유가 무작위로 배열되기보다는 신장되거나, 압력을 받거나 또는 부직물 또는 초핑된 섬유 매트 내의 섬유의 약간의 정렬을 제공하도록 배향될 수 있다. 매트릭스의 편광 섬유들의 배열을 갖는 편광기의 형성은 미국 특허 출원 공개 제2006/0193577호에 더 상세하게 설명되어 있다.

<29> 제1 섬유 재료에 대한  $x$ ,  $y$ , 및  $z$  방향으로의 굴절률은  $n_{1x}$ ,  $n_{1y}$  및  $n_{1z}$ 로 불릴 수 있고, 제2 섬유 재료에 대한  $x$ ,  $y$ , 및  $z$  방향으로의 굴절률은  $n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  및  $n_{2z}$ 로 불릴 수 있다. 재료가 등방성인 경우에,  $x$ ,  $y$  및  $z$  방향 굴절률들은 모두 사실상 정합된다. 제1 섬유 재료가 복굴절성인 경우,  $x$ ,  $y$  및  $z$  방향 굴절률 중 적어도 하나는 나머지와는 다르다.

<30> 각각의 섬유(204) 내에, 제1 섬유 재료와 제2 섬유 재료 사이에 형성된 복수의 계면이 있다. 제1 및 제2 섬유 재료들 중 적어도 하나가 복굴절성일 때, 계면은 복굴절성 계면으로 불릴 수 있다. 예를 들어, 2개의 재료가 계면에서  $x$  및  $y$  방향 굴절률을 제공하고,  $n_{1x} \neq n_{1y}$ , 즉 제1 재료가 복굴절성이면, 계면은 복굴절성이다. 복굴절성 계면을 포함하는 중합체 섬유들의 여러 예시적인 실시 형태들이 후술된다.

<31> 섬유(204)는 도면에서  $x$  축으로서 도시된 축에 대해 대체로 평행하게 배치된다.  $x$  축에 대해 평행하게 편광된 광에 대한 섬유(204) 내의 복굴절성 계면에서의 굴절률 차이( $n_{1x} - n_{2x}$ )는  $y$  축에 대해 평행하게 편광된 광에 대한 굴절률 차이( $n_{1y} - n_{2y}$ )와 다를 수 있다. 계면에서의 굴절률의 차이가 상이한 방향에 대해 상이할 때 그 계면은 복굴절성으로 불린다. 따라서, 복굴절성 계면의 경우,  $\Delta n_x \neq \Delta n_y$ 이고, 여기서  $\Delta n_x = |n_{1x} - n_{2x}|$ 이고  $\Delta n_y = |n_{1y} - n_{2y}|$ 이다.

<32> 일 편광 상태의 경우, 섬유(204) 내의 복굴절성 계면에서의 굴절률 차이는 상대적으로 작을 수 있다. 몇몇 예시적인 경우에, 굴절률 차이는 0.05 미만일 수 있다. 이러한 조건은 사실상 굴절률 정합된 것으로 고려된다. 이러한 굴절률 차이는 0.03 미만, 0.02 미만, 또는 0.01 미만일 수 있다. 이러한 편광 방향이  $x$  축에 대해 평행하면,  $x$  편광 광은 반사가 거의 또는 전혀 없이 본체(200)를 통과한다. 환언하면,  $x$  편광 광은 본체(200)를 통해 고도로 투과된다.

<33> 섬유 내의 복굴절성 계면에서의 굴절률 차이는 직교 편광 상태의 광에 대해 상대적으로 높을 수 있다. 몇몇 예시적인 실시예에서, 굴절률 차이는 적어도 0.05일 수 있고, 예를 들어 0.1 또는 0.15로 더 클 수 있거나, 0.2일 수도 있다. 이러한 편광 방향이  $y$  축에 대해 평행하면,  $y$  편광 광은 복굴절성 계면에서 반사된다. 따라서,  $y$  편광 광은 본체(200)에 의해 반사된다. 섬유(204) 내의 복굴절성 계면들이 서로에 대해 사실상 평행하면, 반사는 본질적으로 경면 반사일 수 있다. 다른 한편으로, 섬유(204) 내의 복굴절성 계면들이 서로에 대해 사실상 평행하지 않으면, 반사는 사실상 확산 반사일 수 있다. 복굴절성 계면들 중 일부는 평행할 수 있고 다른 계면들은 평행하지 않을 수 있으며, 이는 경면 성분 및 확산 성분 둘 모두를 포함하는 반사광으로 이어질 수 있다. 또한, 복굴절성 계면은 만곡되거나 또는 상대적으로 작고, 환언하면 입사광의 파장의 크기 정도 이내일 수 있는데, 이는 확산 산란으로 이어질 수 있다.

<34> 직전에 설명된 예시적인 실시 형태가  $y$  방향으로의 굴절률 차이가 상대적으로 큰  $x$  방향으로의 굴절률 정합에 관한 것이지만, 다른 예시적인 실시 형태는  $x$  방향으로의 굴절률 차이가 상대적으로 큰  $y$  방향으로의 굴절률 정합을 포함한다.

<35> 예를 들어 약 0.05 미만, 바람직하게는 0.01 미만의 복굴절률,  $n_{3x} - n_{3y}$ 를 갖는 중합체 매트릭스(202)는 사실상 광학적으로 등방성일 수 있고, 여기서  $x$  및  $y$  방향에 대한 매트릭스 내의 굴절률은 각각  $n_{3x}$  및  $n_{3y}$ 이다. 다른 실시 형태에서, 중합체 매트릭스(202)는 복굴절성일 수 있다. 결과적으로, 몇몇 실시 형태에서, 중합체 매트릭스와 섬유 재료 사이의 굴절률 차이는 상이한 방향에서 상이할 수 있다. 예를 들어,  $x$  방향 굴절률 차이( $n_{1x} - n_{3x}$ )는  $y$  방향 굴절률 차이( $n_{1y} - n_{3y}$ )와 상이할 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 이들 굴절률 차이 중 하나는 다



른 굴절률 차이보다 적어도 2배만큼 클 수 있다.

<36> 굴절률 차이의 크기, 복굴절성 계면의 범위 및 형상, 복굴절성 계면들의 상대 위치 및 복굴절성 계면들의 밀도 모두가 산란에 영향을 미쳐서, 산란이 주로 전방인지, 후방인지, 또는 이 둘의 조합인지를 판단한다. 제1 편광 상태에 대한 굴절률 차이가 제2 편광 상태에 비해 작은 경우, 제1 편광 상태의 광은 주로 경면 또는 확산 투과(전방 산란)될 수 있고, 제2 편광 상태의 광은 주로 확산 반사(후방 산란)된다.

<37> 중합체 매트릭스 및/또는 섬유에 사용하기에 적합한 재료는 원하는 광 파장 범위에 걸쳐 투과성을 갖는 열가소성 및 열경화성 중합체를 포함한다. 몇몇 실시 형태에서, 중합체가 물에서 불용성인 것이 특히 유용할 수 있다. 또한, 적합한 중합체 재료는 비결정질 또는 반결정질일 수도 있으며, 그의 단일중합체, 공중합체 또는 블렌드를 포함할 수도 있다. 중합체 재료의 예에는 폴리(카르보네이트)(PC); 신디오택틱(syndiotactic) 및 아이소택틱(isotactic) 폴리(스티렌)(PS); C1-C8 알킬 스티렌; 알킬, 방향족, 및 지방족 고리 함유 (메트)아크릴레이트 - 폴리(메틸메타크릴레이트)(PMMA) 및 PMMA 공중합체를 포함함 -; 에폭실화 및 프로폭실화 (메트)아크릴레이트; 다작용성 (메트)아크릴레이트; 아크릴화 에폭시; 에폭시; 및 기타 에틸렌계 불포화 물질; 사이클릭 올레핀 및 사이클릭 올레핀 공중합체; 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 (ABS); 스티렌 아크릴로니트릴 공중합체 (SAN); 에폭시; 폴리(비닐사이클로헥산); PMMA/폴리(비닐플루오라이드) 블렌드; 폴리(페닐렌 옥사이드) 열로이(alloys); 스티렌계 블록 공중합체; 폴리이미드; 폴리설폰; 폴리(비닐 클로라이드); 폴리(다이메틸 실록산)(PDMS); 폴리우레탄; 불포화 폴리에스테르; 낮은 복굴절성의 폴리에틸렌을 포함하는 폴리(에틸렌); 폴리(프로필렌) (PP); 폴리(알칸 테레프탈레이트), 예를 들어 폴리(에틸렌 테레프탈레이트) (PET); 폴리(알칸 나프탈레이트), 예를 들어 폴리(에틸렌 나프탈레이트) (PEN); 폴리이미드; 이오노머; 비닐 아세테이트/폴리에틸렌 공중합체; 셀룰로오스 아세테이트; 셀룰로오스 아세테이트 부티레이트; 플루오로중합체; 폴리(스티렌)-폴리(에틸렌) 공중합체; 폴리에틸렌계 PET 및 PEN을 포함하는 PET 및 PEN 공중합체; 및 폴리(카르보네이트)/지방족 PET 블렌드가 포함되지만, 이로 한정되는 것은 아니다. (메트)아크릴레이트라는 용어는 상응하는 메타크릴레이트 또는 아크릴레이트 화합물인 것으로서 정의된다. 신디오택틱 PS를 제외하고는, 이들 중합체는 광학적 등방성 형태로 사용될 수도 있다.

<38> 이들 중합체 중 몇몇은 배향될 때 복굴절성으로 될 수 있다. 특히, PET, PEN 및 그의 공중합체와, 액정 중합체는 배향될 때 상대적으로 큰 값의 복굴절률을 나타낸다. 중합체는 압출 및 신장을 포함하는 상이한 방법들을 사용하여 배향시킬 수도 있다. 신장은 중합체의 배향에 있어서 특히 유용한 방법인데, 그 이유는 신장이 고도의 배향을 가능하게 하고, 다수의 용이하게 조절가능한 외부 파라미터, 예를 들어 온도 및 신장 비에 의해 조절될 수도 있기 때문이다. 배향 및 비배향된 다수의 예시적인 중합체들에 대한 굴절률이 아래의 표 1에 제공되어 있다.

## 표 1

몇몇 중합체 재료에 대한 전형적인 굴절률 값

수지/블렌드	S.R.	T (°C)	$n_x$	$n_y$	$n_z$
PEN	1	-	1.64		
PEN	6	150	1.88	1.57	1.57
PET	1	-	1.57		
PET	6	100	1.69	1.54	1.54
CoPEN	1	-	1.57		
CoPEN	6	135	1.82	1.56	1.56
PMMA	1	-	1.49		
PC, CoPET 블렌드	1	-	1.56		
THV	1	-	1.34		
PETG	1	-	1.56		
SAN	1	-	1.56		
PCTG	1	-	1.55		
PS, PMMA 공중합체	1	-	1.55-1.58		
PP	1	-	1.52		
신디오택틱 PS	6	130	1.57	1.61	1.61

<39> PCTG 및 PETG(글리콜-개질 폴리에틸렌 테레프탈레이트)는 예를 들어 미국 테네시주 킹스포트 소재의 이스트만 케미컬 컴퍼니(Eastman Chemical Co.)로부터 이스타(Eastar™)라는 상표명으로 입수 가능한 유형의 코폴리에스테르이다. THV는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 다이네온(Dyneon™)이라는 상표명으로 입수 가능한 테트라플루오로에틸렌, 헥사플루오로프로필렌 및 비닐리덴 플루오라이드의 중합체이다. PS/PMMA 공중합체는 원하는 굴절률 값을 달성하기 위해 공중합체 내의 구성 단량체의 비를 변화시킴으로써 굴절률이 "조절"될 수 있는 공중합체의 일 예이다. "S.R."로 표시된 칼럼(column)은 신장 비를 포함한다. 1의

<40> PCTG 및 PETG(글리콜-개질 폴리에틸렌 테레프탈레이트)는 예를 들어 미국 테네시주 킹스포트 소재의 이스트만 케미컬 컴퍼니(Eastman Chemical Co.)로부터 이스타(Eastar™)라는 상표명으로 입수 가능한 유형의 코폴리에스테르이다. THV는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 다이네온(Dyneon™)이라는 상표명으로 입수 가능한 테트라플루오로에틸렌, 헥사플루오로프로필렌 및 비닐리덴 플루오라이드의 중합체이다. PS/PMMA 공중합체는 원하는 굴절률 값을 달성하기 위해 공중합체 내의 구성 단량체의 비를 변화시킴으로써 굴절률이 "조절"될 수 있는 공중합체의 일 예이다. "S.R."로 표시된 칼럼(column)은 신장 비를 포함한다. 1의

신장 비는 재료가 신장되지 않고 배향되지 않은 것을 의미한다. 6의 신장 비는 샘플이 그 원래 길이의 6배로 신장된 것을 의미한다. 적당한 온도 조건 하에서 신장되면, 중합체 분자들이 배향되고 재료는 복굴절성이 된다. 그러나, 분자들을 배향시키지 않으면서 재료를 신장시키는 것이 가능하다. "T"로 표시된 칼럼은 샘플이 신장된 온도를 표시한다. 신장된 샘플은 시트로서 신장되었다.  $n_x$ ,  $n_y$  및  $n_z$ 로 표시된 칼럼은 재료의 굴절률을 말한다. 표에서  $n_y$  및  $n_z$ 에 대해 값이 열거되지 않은 경우에,  $n_y$  및  $n_z$ 의 값은  $n_x$ 에 대한 값과 동일하다.

- <41> 섬유를 신장시킬 때의 굴절률의 거동은 시트를 신장시키는 것에 대한 결과와 유사한 결과를 제공할 것으로 예상되지만, 반드시 동일할 필요는 없다. 중합체 섬유는 원하는 굴절률 값을 생성하는 임의의 원하는 값으로 신장될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 중합체 섬유는 적어도 3, 및 아마 적어도 6의 신장 비를 생성하도록 신장될 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 중합체 섬유는 훨씬 더, 예컨대 최대 20 또는 그 초과인 신장 비로 신장될 수 있다.
- <42> 복굴절성을 달성하기 위해 신장하기에 적합한 온도는 켈빈으로 표현되는 중합체 용점의 대략 80%이다. 복굴절성은 또한 압출 및 필름 성형 공정 중에 겪는 중합체 용융물의 유동에 의해 유도되는 응력에 의해 유도될 수 있다. 복굴절성은 또한 필름 물품 내의 섬유와 같은 인접 표면과의 정렬에 의해 형성될 수도 있다. 복굴절성은 양 또는 음일 수 있다. 양의 복굴절성은 선편광된 광에 대한 전기장 축의 방향이 중합체의 배향 또는 정렬 표면에 대해 평행할 때 최고 굴절률을 겪는 때로서 정의된다. 음의 복굴절성은 선편광된 광에 대한 전기장 축의 방향이 중합체의 배향 또는 정렬 표면에 대해 평행할 때 최저 굴절률을 겪는 때로서 정의된다. 양의 복굴절성 중합체의 예로는 PEN 및 PET가 포함된다. 음의 복굴절성 중합체의 예로는 신디오택틱 폴리스티렌이 포함된다.
- <43> 매트릭스(202) 및/또는 중합체 섬유(204)는 본체(200)에 원하는 특성을 제공하기 위해 다양한 첨가제를 구비할 수 있다. 예를 들어, 첨가제는 내후용 제제(anti-weathering agent), UV 흡수제, 장해 아민 광 안정제, 산화방지제, 분산제, 윤활제, 정전기 방지제, 안료 또는 염료, 핵화제, 난연제 및 발포제(blowing agent) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다른 첨가제는 중합체의 굴절률을 변경하거나 재료의 강도를 증가시키기 위해 제공될 수 있다. 예를 들어, 그러한 첨가제는 유기 첨가제, 예컨대 중합체 비드 또는 입자 및 중합체 나노 입자, 또는 무기 첨가제, 예컨대 유리, 세라믹 또는 금속 산화물 나노 입자, 또는 파쇄되거나 분말화된 비드, 플레이크 또는 미립자 유리, 세라믹 또는 유리-세라믹을 포함할 수 있다. 이들 첨가제의 표면은 중합체에 대한 결합을 위한 결합제를 구비할 수 있다. 예를 들어, 실란 결합제를 유리 첨가제에 사용하여 중합체에 유리 첨가제를 결합시킬 수 있다.
- <44> 몇몇 실시 형태에서, 매트릭스(202) 또는 섬유(204)의 성분이 용제에 대해 불용성이거나 적어도 내용제성인 것이 바람직할 수 있다. 내용제성인 적합한 재료의 예로는 폴리프로필렌, PET 및 PEN이 포함된다. 다른 실시 형태에서, 매트릭스(202) 또는 중합체 섬유(204)의 성분이 유기 용제 내에서 용해성인 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 폴리스티렌으로 형성된 매트릭스(202) 또는 섬유 성분이 아세톤과 같은 유기 용제 내에서 용해될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 매트릭스가 수용성인 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 폴리비닐 아세테이트로 형성된 매트릭스(202) 또는 섬유 성분이 물 속에서 용해될 수 있다.
- <45> 광학 소자의 몇몇 실시 형태에서의 재료의 굴절률은 섬유의 길이를 따라, 즉 x 방향으로 변할 수 있다. 예를 들어, 소자는 균일한 신장을 받지 않을 수 있지만, 몇몇 영역 내에서는 다른 영역보다 더 큰 정도로 신장될 수 있다. 결과적으로, 배향 가능한 재료의 배향 정도는 소자를 따라 균일하지 않고, 따라서 복굴절성은 소자를 따라 공간적으로 변할 수 있다.
- <46> 더욱이, 매트릭스 내로 섬유를 포함시킴으로써 광학 소자의 기계적 특성을 개선할 수 있다. 특히, 폴리에스테르와 같은 몇몇 중합체 재료는 필름 형태에서보다 섬유 형태에서 더 강하고, 따라서 섬유를 포함하는 광학 소자가 섬유를 포함하지 않는 유사한 치수의 광학 소자보다 더 강할 수 있다.
- <47> 섬유(204)는 직선형일 수 있지만, 직선형일 필요는 없으며, 예를 들어 섬유(204)는 꼬이거나(kinked), 나선형이거나(spiraled) 주름질(crimped) 수 있다.
- <48> 일 편광의 광을 경면, 확산, 또는 이들 둘의 형태로 투과시키며 직교 편광 상태의 광을 반사시키는 편광기 층이 다양한 유형의 디스플레이 시스템 내에서 사용될 수 있다. 그러한 편광기를 사용할 수 있는 일 유형의 디스플레이 시스템(300)은 도 3A에 개략적으로 도시된 직하형(direct-lit) 디스플레이 시스템이다. 그러한 디스플레이 시스템(300)은 예컨대 LCD 모니터 또는 LCD-TV에 사용될 수 있다. 디스플레이 시스템(300)은 패널 판(306)들 사이에 배치된 LC 층(304)을 전형적으로 포함하는 LC 패널(302)의 사용에 근거할 수 있다. 판(306)은 흔히 유리로 형성되고, LC 층(304) 내의 액정의 배향을 제어하기 위해 내부 표면 상에 전극 구조 및 배향 층을 포함

할 수 있다. 전극 구조는 보통 LC 패널 픽셀, 즉 액정의 배향이 인접 영역과는 독립적으로 제어될 수 있는 LC 층의 영역을 정의하기 위해 배열된다. 또한, 디스플레이되는 이미지 상에 색상을 부여하기 위해 컬러 필터가 하나 이상의 판(306)과 함께 구비될 수 있다.

<49> 상부 흡수 편광기(308)가 LC 층(304) 위에 위치되고, 하부 흡수 편광기(310)가 LC 층(304) 아래에 위치된다. 예를 들어 부착된 제어기(314)에 의한 LC 층(304)의 상이한 화소들의 선택적인 활성화가 소정의 원하는 위치에 디스플레이 시스템(300)으로부터 광을 나가게 하여, 관찰자에게 보여지는 이미지를 형성한다. 제어기(314)는 예컨대 텔레비전 이미지를 수신하여 표시하는 텔레비전 제어기 또는 컴퓨터를 포함할 수 있다. 선택 사양인 하나 이상의 층(309)이 예를 들어 디스플레이 표면에 대한 기계적 및/또는 환경적 보호를 제공하기 위해 상부 흡수 편광기(308) 위에 제공될 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 층(309)은 흡수 편광기(308) 위에 하드코팅을 포함할 수 있다.

<50> 백라이트(312)는 LC 패널(302) 후방에서 디스플레이 시스템(300)에 대해 광을 제공한다. 이러한 실시 형태에서, 백라이트(312)는, 소위 "직하형" 구성에서, LC 패널(302) 후방에 배치된 복수의 광원(316)을 포함한다. LCD-TV 또는 LCD 모니터 내에 흔히 사용되는 광원(316)은 디스플레이 시스템(300)의 높이를 따라 연장하는 선형 냉음극 형광 튜브이다. 그러나, 필라멘트 또는 아크 램프, 발광 다이오드(LED), 편평한 형광 패널 또는 외부 형광 램프와 같은 다른 유형의 광원이 사용될 수 있다. 광원의 이러한 열거는 한정하거나 단정짓기 위한 의도가 아니고 단지 예시하기 위한 것이다.

<51> 백라이트(312)는 광원(316)으로부터 아래쪽으로, 즉 LC 패널(302)로부터 멀어지는 방향으로 진행되는 광을 반사시키는 반사기(318)를 포함할 수 있다. 반사기(318)는 또한 후술되는 바와 같이 디스플레이 시스템(300) 내에서 광을 재생하는 데 유용할 수 있다. 반사기(318)는 경면 반사기일 수 있고, 또는 확산 반사기일 수도 있다. 경면 반사기의 일례는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수 가능한 비퀴티™(Vikuiti™) 인헨스트 스펙클러 리플렉션(ESR: Enhanced Specular Reflection) 필름이다. 적합한 확산 반사기의 예로는 이산화티타늄, 황산바륨, 탄산칼슘 등과 같은 확산 반사 입자가 투입된 PET, PC, PP, PS와 같은 중합체를 포함한다.

<52> 광 관리 유닛으로도 불릴 수 있는 광 관리 필름의 배열(320)이 백라이트(312)와 LC 패널(302) 사이에 위치된다. 광 관리 필름은 디스플레이 시스템(300)의 작동을 향상시키기 위해 백라이트(312)로부터 진행되는 광에 영향을 준다. 예컨대, 광 관리 필름의 배열(320)은 확산기 판(322)을 포함한다. 확산기 판(322)은 광원으로부터 수광되는 광을 확산시켜 LC 패널(302) 상에 입사하는 조명 광의 균일성을 증가시키는 데 사용된다.

<53> 광 관리 유닛(320)은 반사 편광기 층(324)을 또한 포함할 수 있다. 광원(316)은 전형적으로 편광되지 않은 광을 발생시키나, 하부 흡수 편광기(310)는 단지 하나의 편광 상태를 투과할 뿐이며, 따라서 광원(316)에 의해 생성된 광의 대략 절반은 LC 층(304)을 투과하지 못한다. 그러나, 반사 편광기(324)는, 그렇지 않을 경우 하부 흡수 편광기에 흡수될 광을 반사시키는 데에 사용될 수 있어서, 이러한 광이 반사 편광기(324)와 반사기(318) 사이에서 반사에 의해 재생될 수 있다. 반사 편광기(324)에 의해 반사된 광의 적어도 일부는 편광이 소멸될 수 있으며, 이어서 반사 편광기(324) 및 하부 흡수 편광기(310)를 통해 LC 층(304)으로 투과되는 편광 상태로 반사 편광기(324)로 복귀될 수 있다. 이러한 방식으로, 반사 편광기(324)는 광원(316)에 의해 방출되어 LC 층(304)에 도달하는 광의 비율(fraction)을 증가시키기 위해 사용될 수 있으며, 따라서 디스플레이 시스템(300)에 의해 생성되는 이미지는 더 밝다. 반사 편광기 층은 예를 들어 도 1A 또는 도 1B에 도시된 것과 유사한 층일 수 있고, 광을 경면식으로, 확산식으로, 또는 경면 및 확산 성분 모두로 투과시킬 수 있다.

<54> 편광 제어 층(326)이 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 예를 들어 확산기 층(322)과 반사 편광기(324) 사이에 제공될 수 있다. 편광 제어 층(326)의 예는 1/4 파장 지연 층 및 액정 편광 회전 층과 같은 편광 회전 층을 포함한다. 편광 제어층(326)은 재생된 광의 증가된 부분이 반사 편광기(324)를 투과하도록 반사 편광기(324)로부터 반사되는 광의 편광을 변화시키는 데 사용될 수 있다.

<55> 광 관리층들의 배열(320)은 또한 하나 이상의 휘도 향상층을 포함할 수 있다. 휘도 향상 층은 디스플레이의 측에 더 가까운 방향으로 측 이탈(off-axis) 광을 방향 전환시키는 표면 구조를 포함하는 것이다. 이는 LC 층(304)을 통해 축상으로(on-axis) 진행되는 광의 양을 증가시키며, 따라서 시청자가 보는 이미지의 밝기가 증가된다. 일 예는 굴절 및 반사를 통해 조명 광을 리디렉팅하는 다수의 프리즘형 리지를 가진 프리즘형 휘도 향상 층이다. 디스플레이 장치에 사용될 수 있는 프리즘형 휘도 향상층의 예로는 BEFII 90/24, BEFII 90/50, BEFIIIM 90/50 및 BEFIIIT를 비롯한 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 프리즘형 필름인 비퀴티™ BEFII 및 BEFIII 패밀리를 들 수 있다.

- <56> 예시적인 실시 형태는 반사 편광기(324)와 LC 패널(302) 사이에 배치된 제1 휘도 향상 층(328a)을 도시한다. 프리즘형 휘도 향상 층은 전형적으로 하나의 차원에서 광 이득을 제공한다. 제2 휘도 향상 층(328b)은 또한 제1 휘도 향상 층(328a)의 프리즘 구조에 대해 직교하게 배향된 프리즘 구조를 갖는 광 관리 층의 배열(320) 내에 포함될 수 있다. 그러한 구성은 2개의 차원에서 디스플레이 유닛의 광 이득의 증가를 제공한다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 휘도 향상 층(328a, 328b)은 백라이트(312)와 반사 편광기(324) 사이에 위치될 수 있다.
- <57> 다른 디스플레이 시스템(350)이 도 3B에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 디스플레이 시스템에서, 백라이트(352)는 디스플레이의 에지에 위치된 광원(356)을 포함하고, 광 가이드(light guide)(358)가 광을 광원(356)으로부터 LC 패널(302) 후방의 위치로 안내한다. 백라이트의 이러한 구성을 종종 "에지형" 구성이라 한다. 반사기(357)가 광 가이드(358) 내로 결합된 광원(357)에 의해 발생하는 광의 양을 증가시키는 데 사용될 수 있다. 예를 들어 광 가이드(358) 상의 확산 패치 형태의 추출기가 광 가이드(358)로부터 광을 추출하도록 제공될 수 있다. 광은 LC 패널(302)을 향해 직접 추출될 수 있거나, 또는 반사기(318)에 의해 LC 패널(302)을 향해 반사되도록 하방으로 지향될 수 있다.
- <58> 광 관리 필름의 배열(354)은 직하형 구성에서 사용되는 것과 유사한 층들을 포함할 수 있지만, 일부 층들은 생략될 수 있다. 예를 들어, 하나의 휘도 향상 층(328)만이 사용될 수 있다. 또한, 확산기 층(322)이 생략될 수 있다. 추가로, 에지형 디스플레이(350)는 광 가이드(358)에 의해 방출된 광을 LC 패널(302)을 향한 방향으로 지향시키기 위한 회전 필름(360)을 포함할 수 있다.
- <59> 편광기 층은 많은 상이한 방식으로 매트릭스 내에 배열된 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들어, 섬유는 예를 들어 도 2에 도시된 매트릭스(202) 내의 섬유(204)에 대해 도시된 바와 같이, 매트릭스의 단면 영역을 가로질러 무작위로 위치될 수 있다. 다른 단면 배열이 사용될 수 있다. 예를 들어, 반사 편광기(400)의 단면을 도시하는 도 4A에 개략적으로 도시된 예시적인 실시 형태에서, 섬유(404)들은 인접한 섬유(404)들 사이의 규칙적인 간격으로, 매트릭스(402) 내에서 1차원 어레이로 배열된다. 이러한 실시 형태의 몇몇 변형예에서, 인접한 섬유(404)들 사이의 간격은 모든 섬유(404)들에 대해 동일할 필요는 없다. 도시된 실시 형태에서, 섬유(404)들의 단일 층이 소자(400)의 2개의 면(406, 408)들 사이 중간에 위치된다. 이는 반드시 그러할 필요는 없고, 섬유(404)들의 층은 면(406, 408)들 중 하나에 더 가까이 위치될 수 있다.
- <60> 도 4B에 단면도로 개략적으로 도시된 다른 예시적인 실시 형태에서, 섬유(414)들의 2개의 층이 매트릭스(412) 내에 위치된다. 섬유(414a)들의 상부 층은 상부 표면(416)에 더 가까이 위치되는 한편, 섬유(414b)들의 하부 층은 하부 표면(418)에 더 가까이 위치된다. 이러한 특정 실시 형태에서, y 방향으로의 인접한 섬유(414)들 사이의 중심간 분리( $h_y$ )는 z 방향으로의 인접한 섬유(414)들 사이의 중심간 분리( $h_z$ )와 상이하다. 이는 반드시 그러할 필요는 없고, z 방향으로의 분리 거리( $h_z$ )는 y 방향으로의 분리 거리( $h_y$ )와 동일할 수 있다.
- <61> 도 4C에 개략적으로 도시된 광학 소자(420)의 다른 실시 형태에서, 섬유(424)들의 3개의 층이 매트릭스(422) 내에 매립되어 도시되어 있다. 상이한 개수의 섬유 층들이 사용될 수 있다. 더욱이, 상이한 층들 내의 섬유(424)들은 예를 들어 도 4B에 도시된 바와 같이 z 방향으로 정렬될 수 있거나, z 방향으로 정렬되지 않을 수 있다. z 방향으로 정렬되지 않은 섬유(424)들의 일례는, 인접한 층 내의 섬유(424)로부터 y 방향으로 오프셋된 하나의 층 내의 섬유(424)를 도시하는, 소자(420)이다.
- <62> 섬유들이 모두 x 축에 대해 사실상 평행할 수 있지만, 이는 반드시 그러할 필요는 없으며, 일부 섬유들은 x 축에 대해 더 크거나 더 작은 각도로 놓일 수 있다. 예를 들어, 도 4D에 도시된 예시적인 광학 소자(430)에서, 섬유(434)들은 매트릭스(432) 내에 매립된다. 섬유(434)들의 제1 열(436a)은, 섬유(434)들이 y-z 평면에 대해 평행한 평면 내에서 서로에 대해 평행하지만 x 축에 대해 제1 각도( $\theta_1$ )로 놓이도록, 배향될 수 있다. 제2 열(436b) 내의 섬유(434)들은 또한, y-z 평면에 대해 평행한 평면 내에서 서로에 대해 평행하지만 제1 각도와 반드시 동일하지는 않는 x 축에 대한 제2 각도( $\theta_2$ )로 놓일 수 있다. 또한, 제3 열(436c) 내의 섬유(434)들은, y-z 축에 대해 평행한 평면 내에서 서로에 대해 평행하지만 x 축에 대한 제3 각도( $\theta_3$ )로 놓일 수 있다. 제3 각도는 제1 또는 제2 각도와 동일하거나 그렇지 않을 수 있다. 도시된 실시 형태에서,  $\theta_3$ 의 값은 0과 동일하고, 제3 열(416c) 내의 섬유(434)들은 x 축에 대해 평행하다. 그러나,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ , 및  $\theta_3$ 의 상이한 값들은  $90^\circ$  까지 이를 수 있다.
- <63> 그러한 배열은, 하나의 열 내의 섬유들이 제1 파장 대역 내의 광에 대해 유효하고 다른 열 내의 섬유들이 제1 파장 대역과 상이한 제2 파장 대역 내의 광에 대해 유효한 경우에, 유용할 수 있다. 제1 열(436a) 내의 섬유(434)들이 적색 대역폭 내의 광을 반사식으로 편광시키는데 유효하고 제2 열(436b) 내의 섬유(434)들이 청색 대



역쪽 내의 광을 반사식으로 편광시키는데 유효한 예시적인 실시예를 고려한다. 그러므로, 광학 소자(430)가 적색 및 청색의 혼합 광으로 조명되는 경우, 섬유(434)들의 제1 열(436a)은 각도( $\theta_1$ )로 편광된 적색 광을 투과시키면서 모든 청색 광을 통과시킨다. 섬유(434)들의 제2 열(436a)은 각도( $\theta_2$ )에 대해 평행하게 편광된 청색 광을 투과시키면서 각도( $\theta_1$ )로 편광된 적색 광을 투과시킨다. 각도( $\theta_1$ ,  $\theta_2$ )들이  $90^\circ$  만큼 분리되는 경우, 소자(430)는 일 편광 상태의 적색 광 및 직교 편광 상태의 청색 광을 투과시킨다. 유사하게, 반사된 청색 광은 반사된 적색 광에 대해 직교로 편광된다. 섬유(434)들의 상이한 개수의 열들이 각각의 각도로 정렬될 수 있고 각각의 색 대역에 대해 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

<64> 몇몇 실시 형태에서, 섬유들의 밀도는 광학 소자 내에서 일정할 수 있거나 광학 소자 내에서 변할 수 있다. 예를 들어, 섬유들의 밀도는 광학 소자의 일 측면으로부터 감소할 수 있거나, 몇몇 다른 방식으로 변할 수 있다. 편광기 소자(440)가 매트릭스(442) 내에 매립된 편광 섬유(444)를 갖는 도 4E에 개략적으로 도시된 실시 형태에서, y 방향으로의 인접한 섬유(444)들 사이의 중심간 간격은 도면의 중심에서의 일 영역 내에서, 각 측면 상의 이웃하는 영역들에 비해, 감소된다. 결과적으로, 충전 계수, 즉 섬유(444)에 의해 점유된 소자(440)의 단면적의 비율이 그러한 영역 내에서 증가된다. 섬유들의 밀도는 또한 y 방향으로 변할 수 있다. 예를 들어, 편광기 소자(440) 내에서, 편광 섬유(444)들은 편광기 소자(440)의 상부 표면에서보다, 광원(446)과 대면하는, 편광기(440)의 하부 표면에 더 가까이에서 더 조밀하게 채워진다.

<65> 충전 계수의 그러한 변경은 예를 들어 광원(446)으로부터 소자(440)를 통해 투과되는 광의 균일성을 향상시키는데 유용할 수 있다. 이는 예를 들어 소자(440)가 분리된 광원들에 의해 조명되는 직시형 스크린 내에 포함되는 경우에 중요할 수 있고, 그러한 장치 내에서, 관찰자에게 균일한 조명의 이미지를 나타내는 것이 중요하다. 광원이 균일 확산기 후방에 위치될 때, 확산기를 통해 투과되는 광의 휘도는 광원 위에서 가장 높다. 도 4E에 도시된 충전 계수의 변경은 광원(446) 바로 위에서 확산량을 증가시키는 데 사용될 수 있어서, 투과되는 광의 강도의 불균일성을 감소시킨다.

<66> 다른 실시 형태에서, 몇몇 섬유 광학 특성이 광학 소자를 가로질러 변할 수 있다. 따라서, 광학 소자를 가로질러 변하는 섬유 밀도 대신에 또는 이에 더하여, 섬유의 몇몇 다른 특성이 변할 수 있다. 예를 들어, 광을 더 많이 확산 투과시키는 편광 섬유들이 광학 소자의 일부 영역 내에서 사용될 수 있는 한편, 광을 더 적게 확산 투과시키는 편광 섬유들이 광학 소자의 다른 부분 내에서 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 소자의 일 위치에서의, 섬유에 의해 후방 산란되는 광의 양 또는 섬유에 의해 후방 산란되는 광의 스펙트럼은 광학 소자의 다른 위치에서의 섬유의 그러한 특성들 중 하나 이상과 상이할 수 있다. 따라서, 광학 소자를 가로질러 변할 수 있는 섬유 광학 특성은 확산 투과량, 후방 산란량 및 후방 산란 스펙트럼을 포함한다.

<67> 광학 소자는 편평 표면, 예를 들어 도 1A 및 도 1B에 도시되어 있는 바와 같은 x-y 평면에 대해 평행한 편평 표면을 가질 수 있다. 소자는 편광기를 통해 투과되거나 그에 의해 반사되는 광에 대한 원하는 광학적 효과를 제공하도록 구조화된 하나 이상의 표면을 또한 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 4F에 개략적으로 도시된 예시적인 실시 형태에서, 중합체 섬유(454)를 포함하는 매트릭스(452)가 형성된 광학 소자(450)는, 휘도 향상 표면으로 불리는, 프리즘형 구조화 표면(456)을 구비할 수 있다. 휘도 향상 표면은 디스플레이 패널을 조명하는 광의 원추각을 감소시켜서 관찰자에 대한 축상의 휘도를 증가시키기 위해, 예를 들어 백라이트형 액정 디스플레이 내에서 일반적으로 사용된다. 도면은 소자(450) 상에 수직하지 않게 입사하는 2개의 광선(458, 459)의 일례를 도시한다. 광선(458)은 소자(450)에 의해 투과되는 편광 상태에 있고, 또한 구조화된 표면(456)에 의해 z 축을 향해 편향된다. 광선(459)은 소자(450)에 의해 확산 반사되는 편광 상태에 있다. 휘도 향상 표면은 프리즘 구조가 도시된 바와 같이 x 축에 대해서도 또한 평행한 섬유(454)에 대해 평행하도록 배열될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 프리즘 구조는 섬유들의 방향에 대해 일부 다른 각도로 놓일 수 있다. 예를 들어, 리브는 섬유에 대해 직교하는 y 축에 대해 평행하게, 또는 x 축과 y 축 사이의 어떤 각도로, 놓일 수 있다.

<68> 구조화된 표면은 임의의 적합한 방법을 사용하여 매트릭스 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 매트릭스는 그 표면이 미세 복제 공구와 같은 공구의 표면과 접촉하는 상태에서 경화될 수 있으며, 이 공구의 표면은 중합체 매트릭스의 표면 상에 원하는 형상을 생성한다. 또한, 편광 섬유(454)는 프리즘형 표면 구조물(457) 내에 위치될 수 있다.

<69> 본 발명의 다른 예시적인 실시 형태가, 소자(460)가 매트릭스(462) 내에 매립된 중합체 섬유(464)를 갖는 도 4G에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 특정 실시 형태에서, 몇몇 관통 소자(466)가 매트릭스(462)의 상부 표면(468)을 관통한다. 몇몇 실시 형태에서, 관통 소자(466)는 섬유일 수 있거나, 구와 같은 다른 형상을 나타낼 수 있다. 관통 소자(466)는 소자(460)의 축(469)을 향해 광(467)을 지향시킬 수 있어서, 축상의 휘도를 증가시

킨다.

- <70> 편광기의 상이한 실시 형태들에서, 편광기 내의 상이한 섬유들이 상이한 파장 범위 내에서 일 편광 상태의 광을 우선적으로 반사시키도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 편광기 내의 한 세트의 편광 섬유들은 제1 파장에서 반사율 피크로 광을 반사시킬 수 있는 한편, 편광기 내의 제2 세트의 섬유들은 제1 파장과 상이한 제2 파장에서 반사율 피크로 광을 반사시킨다. 예시하자면, 한 세트의 섬유들은 청색 및/또는 녹색 파장에 대해 넓은 반사율 피크를 가질 수 있는 한편, 다른 세트의 섬유들은 녹색 및/또는 적색 파장에 대해 넓은 반사율 피크를 갖는다. 그러한 경우에, 이들 두 세트의 섬유들은 함께 넓은 파장 범위에 걸쳐 편광 반사를 제공할 수 있다.
- <71> 또한, 상이한 세트의 섬유들의 반사 스펙트럼은 디스플레이 시스템 내에 사용되는 광원에 의해 생성되는 광의 스펙트럼의 상이한 강도 피크에서 광을 반사시키도록 설정될 수 있다. 예를 들어, 광원이 2개의 상이한 파장에서 강도 피크를 갖는 광을 발생시키는 경우, 한 세트의 섬유들의 반사율 스펙트럼은 하나의 강도 피크에 정합될 수 있는 한편, 다른 세트의 섬유들의 반사율 스펙트럼은 제2 강도 피크에 정합된다.
- <72> 전술된 편광기의 상이한 실시 형태들과 본 발명에 포함되는 다른 실시 형태에서, 편광기 층 내에 존재하는 섬유들 중 일부 또는 전부가 중합체 편광 섬유일 수 있다. 다른 실시 형태에서, 섬유들 중 일부는 등방성 중합체와 같은 등방성 재료 또는 유리, 세라믹 또는 유리-세라믹과 같은 무기 재료로 형성될 수 있다. 필름 내에서의 무기 섬유의 사용은 미국 특허 출원 공개 제2006/0257678호에 더 상세하게 설명되어 있다. 무기 섬유는 편광기 층에 대한 추가의 강성, 및 습도 및/또는 온도의 차등 조건 하에서의 컬링(curling) 및 형상 변화에 대한 저항성을 제공한다.
- <73> 몇몇 실시 형태에서 무기 섬유 재료는 매트릭스의 굴절률과 정합하는 굴절률을 갖고, 다른 실시 형태에서 무기 섬유는 매트릭스의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는다. E 유리, S 유리, BK7, SK10 등과 같은 고품질 유리를 포함하는 임의의 투명한 유형의 유리가 사용될 수 있다. 일부 세라믹은 굴절률이 적절히 정합된 상태로 매트릭스 중합체에 매립되는 경우 투명하게 보일 정도로 충분히 작은 결정 크기를 또한 갖는다. 미국 미네소타주 세인트폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수할 수 있는 상표명 넥스텔(Nextel™) 세라믹 섬유가 이러한 유형의 재료의 예이고, 이미 실, 안(yarn) 및 직물 매트로서 입수할 수 있다. 관심있는 유리-세라믹은  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , 및  $\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , 및  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 를 포함하지만 이에 한정되지는 않는 구성을 갖는다.
- <74> 하나의 예시적인 실시 형태에서, 복굴절성 재료는 배향시 굴절률의 변화를 겪는 유형의 것이다. 결과적으로, 섬유가 배향됨에 따라, 굴절률 정합 또는 부정합이 배향의 방향을 따라 생성된다. 배향 파라미터 및 다른 처리 조건의 신중한 조작에 의해, 복굴절성 재료의 양 또는 음의 복굴절성은 주어진 축을 따른 광의 일 편광 또는 양 편광의 확산 반사 또는 투과를 유도하도록 사용될 수 있다. 투과와 확산 반사 사이의 상대적인 비는 섬유 내의 복굴절성 계면의 밀집도(concentration), 섬유의 치수, 복굴절성 계면에서의 굴절률 차이의 제곱, 복굴절성 계면의 크기 및 기하학적 특성, 및 입사 방사선의 파장 또는 파장 범위와 같은, 그러나 이로 한정되지 않는, 다수의 인자에 좌우된다.
- <75> 특정 축을 따른 굴절률 정합 또는 부정합의 크기는 그 축을 따라 편광되는 광의 산란도에 영향을 준다. 일반적으로, 산란능은 굴절률 부정합의 제곱에 따라 변한다. 따라서, 특정 축을 따른 굴절률의 부정합이 클수록, 그 축을 따라 편광되는 광의 산란은 더 강하게 된다. 역으로, 특정 축을 따른 부정합이 작을 때, 그 축을 따라 편광되는 광은 덜 산란되고, 본체의 체적을 통한 투과는 점점 더 경면 투과가 된다. 확산 투과는, 많은 구입 가능한 탁도계에 의해 측정될 수 있으며 ASTM D1003에 따라 정의되는 탁도(haze)와 관련된다. 탁도를 측정하기 위한 일반적인 도구는 투과되는 광의 총량에 의해 나누어진  $8^\circ$  원추 외부에서 산란되는 투과광의 비율로서 탁도를 정의하는, 비와이케이 가드너 헤이즈-가드 플러스(BYK Gardner Haze-Gard Plus)(카탈로그 번호 4725)이다. 본 발명에 따른 편광기 필름들 중 일부에서, 탁도는 적어도 10%이고, 적어도 30% 또는 적어도 50%일 수 있다.
- <76> 비복굴절성 재료의 굴절률이 일부 축을 따라 복굴절성 재료의 굴절률과 정합하면, 이러한 축에 평행한 전기장으로 편광된 입사광은 복굴절성 재료의 부분의 크기, 형상 및 밀도에 관계없이 산란되지 않으면서 섬유를 통과할 것이다. 또한, 그 축을 따른 굴절률이 편광기 본체의 중합체 매트릭스의 굴절률과 사실상 정합되면, 광은 사실상 산란되지 않으면서 본체를 통과한다. 본 명세서의 목적으로, 두 굴절률들 사이의 실질적인 정합은 굴절률들 사이의 차이가 최대 0.05 미만, 바람직하게는 0.03, 0.02 또는 0.01 미만일 때 발생한다.
- <77> 복굴절성 재료와 비복굴절성 재료 사이의 굴절률이 일부 축을 따라 정합되지 않으면, 섬유는 이러한 축을 따라

편광되는 광을 산란 또는 반사시킨다. 산란의 강도는 대략  $\lambda/30$ 보다 더 큰 치수를 갖는 주어진 단면 영역을 갖는 산란체(scatterer)에 대한 굴절률 부정합의 크기에 의해 적어도 부분적으로 결정되고, 여기서  $\lambda$ 는 편광기 내의 입사광의 파장이다. 부정합 계면의 정확한 크기, 형상 및 정렬은 얼마나 많은 광이 그 계면으로부터 다양한 방향으로 산란 또는 반사될 것인지를 결정하는데 있어서 역할을 한다. 산란 층의 밀도 및 두께가 충분하다면, 다중 산란 이론에 따라, 입사광은 산란체 크기 및 형상의 세부 사항에 관계없이, 반사 또는 흡수되지만 투과되지는 않을 것이다.

<78> 편광기에서의 사용 이전에, 섬유는 바람직하게는 횡단 신장 평면내 방향으로 신장시키고 다수의 층을 허용함으로써 처리될 수 있고, 그 결과 복굴절성 재료와 비복굴절성 재료 사이의 굴절률 차이는 제1 층을 따라 상대적으로 크고 다른 2개의 직교하는 층들을 따라서는 작다. 이는 상이한 편광의 전자기 방사선에 대해 큰 광학적 비등방성을 생성한다.

<79> 본 발명의 범주 내의 편광기들 중 일부는 타원형 확산 편광기이다. 통상, 타원형 확산 편광기는 신장 및 비신장 방향을 따라 복굴절성 및 비복굴절성 재료들 사이의 굴절률의 차이를 갖는 섬유를 사용하고, 일 편광의 광을 확산 투과 또는 반사시킬 수 있다. 섬유 내의 복굴절성 재료는 또한 중합체 매트릭스 재료와 복굴절성 계면을 형성할 수도 있고, 이러한 경우에, 이 계면은 신장 방향 및 횡단 신장 방향 모두에 대해 굴절률 부정합을 포함할 수도 있다.

<80> 후방 산란에 대한 전방 산란의 비는 복굴절성 재료와 비복굴절성 재료 사이의 굴절률의 차이, 복굴절성 계면들의 밀집도, 복굴절성 계면의 크기 및 형상, 및 섬유의 전체 두께에 좌우된다. 일반적으로, 타원형 확산기가 복굴절성 재료와 비복굴절성 재료 사이에서 상대적으로 작은 굴절률 차이를 갖는다.

<81> 본 발명에 따른 섬유에 사용하기 위해 선택된 재료와 이들 재료의 배향 정도는 바람직하게는 완성된 섬유 내의 복굴절성 재료와 비복굴절성 재료가 관련 굴절률이 사실상 동일한 적어도 하나의 층을 갖도록 선택된다. 전형적이지만 필수적이지는 않게 배향 방향을 가로지르는 층인 그러한 층과 관련된 굴절률 정합은 그러한 편광 평면 내에서의 내부 섬유 계면에서 광의 반사를 사실상 일으키지 않는다. 그러나, 이러한 평면에 대한 굴절률의 의도적인 부정합의 정도는, 다른 부분에서 설명되는 바와 같이, 어느 정도의 광 확산을 생성하는 데 사용될 수 있다.

<82> 내부 복굴절성 계면을 가지며 전술한 편광기의 몇몇 실시 형태에서 사용될 수 있는 편광 섬유에 대한 하나의 예시적인 실시 형태는 다층 편광 섬유이다. 다층 섬유는 적어도 하나가 복굴절성인 상이한 중합체 재료들의 다수의 층을 포함하는 섬유이다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 다층 섬유는 적어도 하나가 복굴절성인 제1 재료와 제2 재료의 일련의 교대하는 층들을 포함한다. 몇몇 실시 형태에서, 제1 재료는 하나의 층을 따라 제2 재료와 대체로 동일한 굴절률과, 직교하는 층을 따라 제2 재료와 다른 굴절률을 갖는다. 그러한 구조는 예를 들어 미국 특허 제5,882,774호에서 더 긴 길이로 설명되어 있다.

<83> 다층 편광 섬유(500)의 하나의 예시적인 실시 형태의 단면이 도 5A에 개략적으로 도시되어 있다. 섬유(500)는 제1 재료(502) 및 제2 재료(504)의 교대하는 층들을 포함한다. 제1 재료는 복굴절성이고, 제2 재료는 사실상 등방성이어서, 인접 층들 사이의 계면(506)은 복굴절성이다. 이러한 특정 실시 형태에서, 계면(506)은 사실상 평면이고 섬유(500)의 길이를 따라 연장된다.

<84> 섬유(500)는 클래딩 층(508)에 의해 둘러싸일 수 있다. 클래딩 층(508)은 제1 재료, 제2 재료, 섬유가 매립된 중합체 매트릭스의 재료, 또는 몇몇 다른 재료로 제조될 수 있다. 클래딩은 전체 장치의 성능에 기능적으로 기여할 수 있거나, 이 클래딩은 어떠한 기능도 수행하지 않을 수 있다. 클래딩은 섬유와 매트릭스의 계면에서 광의 편광 소멸(depolarization)을 최소화하는 것과 같이 반사 편광기의 광학 특성을 기능적으로 개선할 수 있다. 선택적으로, 클래딩은 섬유와 연속상 재료 사이의 원하는 접착 수준을 제공하는 것과 같이 편광기를 기계적으로 향상시킬 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 클래딩(508)은 예를 들어 섬유(400)와 주위 중합체 매트릭스 사이에 약간의 굴절률 정합을 제공함으로써 반사 방지 기능을 제공하도록 사용될 수 있다.

<85> 섬유(500)는 섬유(500)의 원하는 광학적 특성에 따라 상이한 개수의 층 및 상이한 크기로 형성될 수 있다. 예를 들어, 섬유(500)는 관련 두께 범위에서 약 10개의 층 내지 수백 개의 층으로 형성될 수 있다. 섬유(500)의 폭에 대한 제한은 없지만, 폭의 바람직한 값은 5  $\mu\text{m}$  내지 약 5000  $\mu\text{m}$ 의 범위 내에 들 수 있고, 섬유의 폭은 또한 이러한 범위 밖에 들 수도 있다.

<86> 다층 섬유(500)는 다층 섬유 내로 재료의 다수의 층들을 공압출하며 이어서 복굴절성 재료를 배향시키고 복굴절성 계면을 생성하기 위해 후속 신장 단계를 수행함으로써 제조될 수 있다. 다층 섬유는 다층 시트를 분할



(slice)함으로써 얻어질 수 있다. 복굴절성 계면을 포함하는 다층 시트를 제조하기 위한 몇몇 접근법이 예를 들어 미국 특허 제5,269,995호, 제5,389,324호 및 제5,612,820호에 추가로 설명되어 있다.

- <87> 복굴절성 재료로서 사용될 수 있는 적합한 중합체 재료의 몇몇 예는 전술한 바와 같이 PET, PEN 및 이들의 다양한 공중합체를 포함한다. 비복굴절성 재료로서 사용될 수 있는 적합한 중합체 재료의 몇몇 예는 전술한 광학적으로 등방성인 재료를 포함한다.
- <88> 다층 섬유의 다른 구성이 사용될 수 있다. 예를 들어, 다층 섬유(520)의 다른 예시적인 실시 형태는 교대하는 제1 재료(522) 및 제2 재료(524)의 동심 층들로 형성될 수 있고, 여기서 제1 재료(522)는 복굴절성이고 제2 재료(524)는 등방성이거나 또는 복굴절성일 수 있다. 이러한 예시적인 실시 형태에서, 섬유(520)는 교대하는 층(522, 524)들 사이에서 섬유(520)를 따라 연장하는 동심형 복굴절성 계면(526)을 포함한다.
- <89> 섬유(520)의 외부 층(528)은 제1 및 제2 재료 중 하나, 편광기의 중합체 매트릭스 내에서 사용되는 것과 동일한 중합체 재료, 또는 몇몇 다른 재료로 형성될 수 있다.
- <90> 섬유(520)는 반사율 및 파장 의존성과 같은, 원하는 광학적 특징을 제공하기 위해 임의의 적합한 층 개수 및 층 두께로 형성될 수 있다. 예를 들어, 동심형 섬유(520)는 약 수십 개의 층 내지 수백 개의 층을 포함할 수 있다. 동심형 섬유(520)는 다층 형태를 공압출하고 이어서 복굴절성 재료를 배향시키기 위해 신장시킴으로써 형성될 수 있다. 편평한 다층 섬유(500)에 사용하기 위한 위에 열거된 재료들 중 무엇이든 동심형 섬유(520)에 사용될 수도 있다.
- <91> 상이한 유형의 단면을 갖는 다층 섬유들이 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 동심형 섬유들은 원형일 필요는 없고, 타원형과 같은 몇몇 다른 형상을 가질 수 있다.
- <92> 다층 편광 섬유의 다른 예시적인 실시 형태는 미국 특허 출원 제11/278,348호에 더 상세하게 설명되어 있는 나선형 권취 섬유이다. 나선형 권취 섬유의 예시적인 실시 형태가 도 5C에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 실시 형태에서, 섬유(530)는 자신 둘레에 권취되어 나선형을 형성하는 2층 시트(532)처럼 형성된다. 2층 시트는 복굴절성인 제1 중합체 재료의 층 및 등방성 또는 복굴절성일 수 있는 제2 재료의 제2 층을 포함한다. 복굴절성 중합체 재료(들)는 섬유가 형성되기 전 또는 후에 배향될 수 있다. 인접한 층들 사이의 계면(534)은 복굴절성 재료와 다른 재료 사이의 계면이므로 복굴절성 계면으로 간주된다. 다른 실시 형태에서, 2개 초과층의 층이 나선형으로 형성될 수 있다. 그러한 섬유는 다층 시트의 권취 및 공압출을 포함한 몇몇 상이한 방법을 사용하여 형성될 수 있다.
- <93> 내부 복굴절성 계면을 갖는 편광 섬유의 다른 예시적인 실시 형태는 중합체 충전제로 침윤된 복수의 산란 섬유를 포함하는 복합 편광 섬유이다. 예시적인 복합 편광 섬유(540)의 단면의 일례가 도 5D에 개략적으로 도시되어 있다. 복합 편광 섬유(540)는 복수의 산란 섬유(542)를 포함하는 데, 충전제(544)가 산란 섬유(542)들 사이에 있다. 몇몇 실시 형태에서, 산란 섬유(542) 또는 충전제(544) 중 적어도 하나가 복굴절성이다. 예를 들어, 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 산란 섬유(542)들 중 적어도 일부는 복굴절성 재료로 형성될 수 있고, 충전제 재료(544)는 비복굴절성일 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 산란 섬유(542)는 비복굴절성일 수 있는 한편, 충전제 재료(544)는 복굴절성이다. 다른 실시 형태에서, 산란 섬유(542) 및 충전제(544) 모두가 복굴절성일 수 있다. 이러한 상이한 변형예에서, 산란 섬유(542)의 재료와 충전제 재료(544) 사이의 각각의 계면(546)은 복굴절성 재료와 다른 재료 사이의 계면, 즉 복굴절성 계면이고, 선택된 편광 상태의 광의 우선적인 반사 또는 산란에 기여할 수 있다.
- <94> 복합 편광 섬유가 미국 특허 출원 공개 제2006/0193577호에 추가로 설명되어 있다. 복합 편광 섬유는 상이한 단면 형상들을 취할 수 있고, 예를 들어 도 5D에 도시된 바와 같이 원형일 수 있거나, 타원형, 정사각형, 직사각형, 또는 몇몇 다른 형상일 수 있다. 추가로, 산란 섬유(542)는 단면이 원형일 필요는 없다. 복합 섬유는 선택적으로 전술한 바와 같은 이유로 사용될 수 있는 외부층(548)을 구비할 수 있다.
- <95> 복합 섬유의 단면 내의 산란 섬유(542)의 위치는 무작위적일 수 있지만, 산란 섬유(542)의 다른 단면 배열이 사용될 수 있다. 예를 들어, 산란 섬유(542)는, 예를 들어 미국 특허 출원 공개 제2006/0193577호 및 미국 특허 출원 공개 제2006/0193589호에서 설명된 바와 같이, 복합 편광 섬유(540)의 단면 내에 규칙적으로 배열될 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 산란 섬유(542)는 편광기에 입사하는 광에 대해 광자 결정을 형성하도록 배열될 수 있다. 추가로, 산란 섬유(542) 및/또는 복합 섬유(540)는 모두 동일한 크기일 필요가 없거나, 그들의 길이를 따라 크기가 변할 수 있다.
- <96> 섬유 내에 중합체 복굴절성 계면을 포함하는 원하는 내부 구조를 생성하기 위한 다른 방법은 혼합될 수 없는 2

개의 중합체들 사용하는 것이고, 여기서 중합체들 중 적어도 하나가 복굴절성이다. 중합체는 섬유로 공압출, 주조, 또는 달리 형성될 수 있다. 처리 시에, 연속상 및 분산상(dispersed phase)이 발생된다. 이후의 처리 또는 배향으로, 분산상은 중합체 섬유의 내부 구조에 따라서 로드형 또는 층상 구조를 나타낼 수 있다. 또한, 중합체 재료는 하나의 편광 방향에 대해 2개의 재료들 사이에서 사실상의 굴절을 정합이 있고 다른 편광에 대해 비교적 큰 굴절을 부정합이 있도록 배향될 수 있다. 필름 매트릭스 내에서의 분산상의 발생은 미국 특허 제 6,141,149호에 더 상세하게 설명되어 있다.

<97> 이러한 유형의 복굴절성 중합체 섬유는 분산상 편광 섬유라고 할 수 있다. 분산상 편광 섬유(550)의 일례가 도 5E에 개략적으로 도시되어 있고, 분산상(552)은 연속상(554) 내에 위치된다. 단면은 섬유(550)의 단면을 가로 지른 분산상 부분(552)의 무작위적 분포를 도시한다. 매트릭스(554)와 분산상(552) 사이의 계면은 복굴절성 계면이고, 따라서 편광 민감성 반사 또는 산란이 계면에서 발생한다.

<98> 분산상은 또한 액정 액적, 액정 중합체 또는 중합체로 형성될 수 있다. 대안적으로, 분산상은 공기(미세 공극)로 구성될 수 있다. 임의의 경우에, 분산상 섬유 내의 분산상 및 연속상 사이의 계면은 반사 편광을 포함한 원하는 광학적 특성을 유도할 수 있다.

<99> 복굴절성 중합체 섬유를 형성하기 위한 다른 접근법에서, 섬유는 복합 섬유와 유사한 방식으로 형성될 수 있는데, 제1 중합체는 충전제로서 사용되지만 제2 및 제3 중합체는 산란 섬유를 위해 사용된다. 몇몇 실시 형태에서, 제2 및 제3 중합체는 서로 혼합될 수 없고, 제2 및 제3 중합체 중 적어도 하나는 복굴절성이다. 제2 및 제3 중합체는 복합 섬유 내의 산란 섬유로서 압출됨에 따라 혼합될 수 있다. 처리 시에, 제1 중합체는 복합 섬유의 충전제 부분을 형성하고, 산란 섬유는 각각 제2 및 제3 중합체로부터 연속상 및 분산상 모두를 포함한다. 이러한 유형의 섬유는 분산상 복합 섬유라고 한다. 분산상 복합 섬유(560)의 일례가 분산상(564)을 포함하는 산란 섬유(562)를 도시하는 도 5F에 개략적으로 도시되어 있다. 산란 섬유(562)는 충전제(566)에 의해 둘러싸인다. 다른 실시 형태에서, 산란 섬유는 제2 중합체 및 제3 재료로 형성될 수 있는데, 제3 재료는 액정 재료, 액정 중합체 또는 중합체이다.

<100> 유사하게, 동심 다층 섬유 및 비동심 다층 섬유는 제1 중합체로 구성된 층 유형의 하나 및 혼합될 수 없는 2개의 중합체 또는 재료들의 혼합물로 구성된 제2 층 유형을 갖는 교대하는 층들로 제조될 수 있다. 그러한 경우의 처리 시에, 교대하는 층들은 제1 중합체를 포함하는 일부 층 및 분산상 및 연속상 모두를 포함하는 일부 다른 층으로 제조될 수 있다. 바람직하게는, 연속상 및 분산상 중 하나 또는 모두가 복굴절성이다. 이후의 처리 또는 배향에서, 제2 유형의 층 내의 분산상은 로드형 또는 층상 구조를 나타낼 수 있다.

<101> 층상 섬유 내의 복굴절성 영역 또는 산란 섬유에 대한 크기 요건은 모든 다양한 실시 형태들 사이에서 유사하다. 다층 장치 내의 층의 두께 또는 섬유의 크기는, 원하는 작동 파장 또는 파장 범위에 따라서, 연속상 및 분산상을 포함하는 섬유 또는 층을 포함하는 시스템에 대한 원하는 크기 규모를 달성하도록 적절하게 확장 또는 축소될 수 있다. 1/4-파장 다층 섬유를 포함하는 몇몇 실시 형태에서, 반사율 및 파장의 요건은 섬유의 단면 크기를 결정할 수 있다.

<102> 본 발명의 편광기 내에서 사용될 수 있는 다른 유형의 중합체 섬유가 이제 도 6을 참조하여 설명된다. 섬유는 얇(600)으로서 형성된다. 얇(600)의 몇몇 실시 형태에서, 섬유는 예를 들어 복수의 다층 섬유, 분산상 섬유, 복합 섬유, 분산상 복합 섬유 및/또는 무기 섬유들을 함께 꼬으로써, 함께 꼬여진 복수의 섬유(602)들로 형성된다. 얇(600)은 하나 이상의 배향된 섬유들을 꼬아서 얇을 형성함으로써 형성될 수 있거나, 배향 가능한 재료로 제조된 등방성 중합체 섬유들을 함께 꼬 다음 배향 가능한 재료를 배향시키도록 얇(600)을 신장시킴으로써 형성될 수 있다.

<103> 얇(600)은 얇(600)의 전체 길이에 걸쳐 연장하지 않는 스테이플 섬유라고 통상 불리는 소정 길이의 섬유를 포함할 수 있다. 얇(600)은 중합체 매트릭스 내에 봉지될 수 있고, 매트릭스는 얇(600)을 포함하는 섬유(602)들 사이의 공간을 충전한다. 다른 실시 형태에서, 얇(600)은 섬유(602)들 사이에 충전제를 가질 수 있다.

<104> 대체로, 중합체 섬유들의 복굴절성 계면은 연장되어, 섬유를 따른 방향으로 연장한다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 복굴절성 섬유는 x 축에 대해 평행하게 놓여서, 확산 반사된 광은 섬유에 대해 직교하는 평면, y-z 평면 내로 대부분 산란되고, x-z 평면 내에서는 산란이 거의 없다.

<105> 도 7에 개략적으로 도시된 얇(700)의 다른 실시 형태는 중심 섬유 코어(704) 둘레에 감긴 복수의 중합체 섬유(702)를 특징으로 한다. 중심 섬유(704)는 무기 섬유 또는 유기 섬유일 수 있다. 무기 및 중합체 섬유 모두를 포함하는 얇(700)과 같은 얇은 무기 중심 섬유(704)의 강도를 또한 제공하면서, 중합체 섬유(702)와 관련된 특

정한 광학적 특성을 제공하도록 사용될 수 있다. 예를 들어, 중합체 섬유는 편광 섬유일 수 있다.

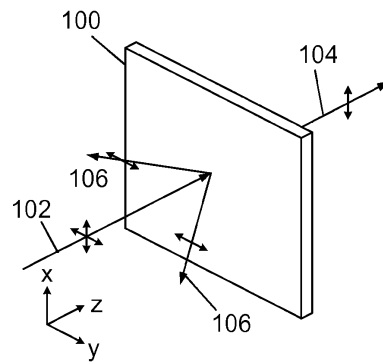
- <106> 섬유는 토우, 섬유들의 평행형 배열 또는 분리된 양의 형태로 중합체 매트릭스 내에 포함될 수 있다. 토우 내의 섬유들은 복합 섬유, 다층 섬유, 섬유 양, 임의의 다른 적합한 유형의 섬유, 무기 섬유, 또는 이들의 조합일 수 있다. 특히, 토우 또는 토우들은 서로에 대해 사실상 평행한 한 세트의 섬유 또는 양들을 형성할 수 있다. 섬유 토우(800)의 일 실시 형태가 도 8에 개략적으로 도시되어 있다. 횡부재(804)가 섬유(802)에 대한 지지를 제공하고 섬유(802)를 매트릭스 내에 매립되기 전에 그의 이웃에 대해 원하는 간격으로 유지하기 위해 존재할 수 있다. 횡부재(804)는 다른 섬유, 접착제 비드 등을 사용하여 형성될 수 있다.
- <107> 섬유는 또한 하나 이상의 섬유 직물 형태로 매트릭스 내에 포함될 수 있다. 직물(900)은 도 9에 개략적으로 도시되어 있다. 편광 섬유는 경사(902)의 일부 및/또는 위사(904)의 일부를 형성할 수 있다. 무기 섬유가 직물 내에 포함될 수 있으며, 또한 경사(902) 및/또는 위사(904)의 일부를 형성할 수 있다. 추가적으로, 경사(902) 또는 위사(904)의 섬유들 중 일부는 등방성 중합체 섬유일 수 있다. 직물(900)은 5-하니스 새틴 직물(5-harness satin weave)을 채용하지만, 다른 유형의 직물, 예를 들어 다른 유형의 새틴 직물, 평직물 등이 사용될 수 있다.
- <108> 몇몇 실시 형태에서, 하나 초과와 직물이 매트릭스 내에 포함될 수 있다. 예를 들어, 편광기 필름은 편광 섬유를 포함하는 하나 이상의 직물 및 무기 섬유만을 포함하는 하나 이상의 직물을 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 상이한 직물들은 편광 섬유 및 무기 섬유 둘 모두를 포함할 수 있다.
- <109> 본 발명은 상기에 설명된 특정 실시예에 한정되는 것으로 간주되어서는 안 되며, 오히려 첨부된 청구의 범위에 적절히 기재된 본 발명의 모든 태양을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서의 개관시 본 발명에 적용될 수 있는 다양한 변형, 동등한 공정뿐만 아니라, 다수의 구조는 본 발명과 관계된 분야의 숙련자에게 쉽게 명확해질 것이다. 청구의 범위는 이러한 변형 및 장치를 포함하고자 한다.

### 도면의 간단한 설명

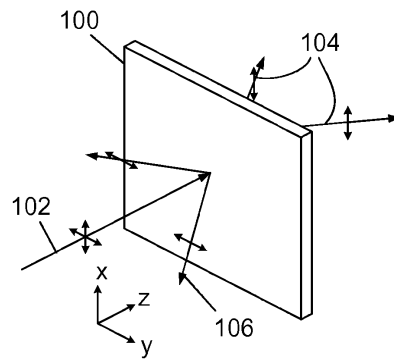
- <9> 본 발명은 첨부 도면과 관련하여 본 발명의 다양한 실시 형태에 대한 하기의 상세한 설명을 고려하여 더욱 완벽하게 이해될 수 있다.
- <10> 도 1A 및 도 1B는 편광기 필름의 작동을 개략적으로 도시하는 도면.
- <11> 도 2는 본 발명의 원리에 따른 중합체 층의 일 실시 형태를 개략적으로 도시하는 절결도.
- <12> 도 3A 및 도 3B는 본 발명의 원리에 따른 편광기를 사용할 수 있는 디스플레이 시스템을 개략적으로 도시하는 도면.
- <13> 도 4A 내지 도 4G는 본 발명의 원리에 따른 편광기 필름의 상이한 실시 형태들을 개략적으로 도시하는 단면도.
- <14> 도 5A 내지 도 5D는 본 발명의 원리에 따른 편광기 필름 내에서 사용 가능한 편광 섬유들의 상이한 예시적인 실시 형태들을 개략적으로 도시하는 단면도.
- <15> 도 5E 및 도 5F는 본 발명의 원리에 따른 편광기 필름 내에서 사용 가능한 편광 섬유들의 추가의 예시적인 실시 형태들을 개략적으로 도시하는 도면.
- <16> 도 6은 양(yarn) 형태의 편광 섬유의 일 실시 형태를 개략적으로 도시하는 도면.
- <17> 도 7은 케이블 형태의 편광 섬유의 일 실시 형태를 개략적으로 도시하는 도면.
- <18> 도 8은 편광 섬유의 토우(tow)의 일 실시 형태를 개략적으로 도시하는 도면.
- <19> 도 9는 편광 섬유를 포함하는 직물 천의 일 실시 형태를 개략적으로 도시하는 도면.
- <20> 본 발명이 다양한 변형과 대안적 형태를 따르고 있지만, 그 특정 실시예는 예로서 도면에 도시되고 상세히 설명될 것이다. 그러나, 본 발명을 설명된 특정 실시 형태로 한정할 의도는 아니라는 것을 알아야 한다. 반대로, 첨부된 청구의 범위에 기재된 본 발명의 정신 및 범주 내에 속하는 모든 변형, 등가물 및 대안을 포함하고자 하는 것이다.

도면

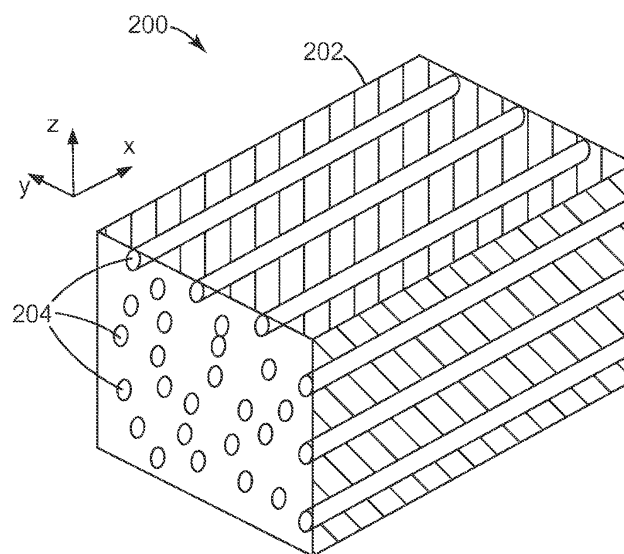
도면1A



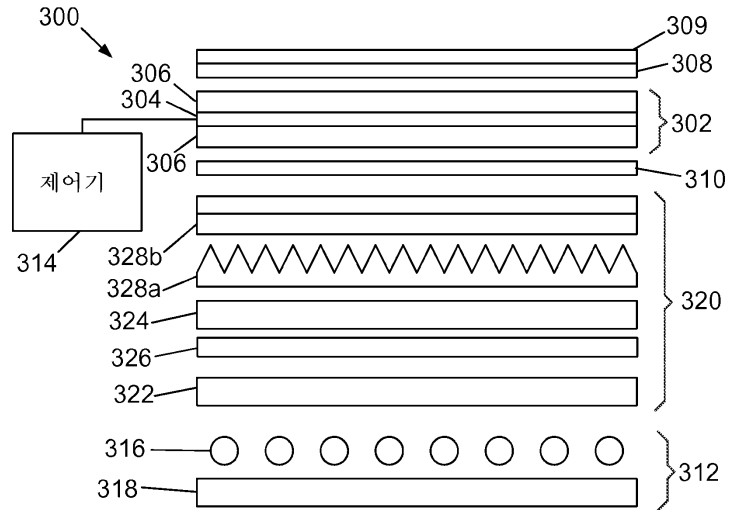
도면1B



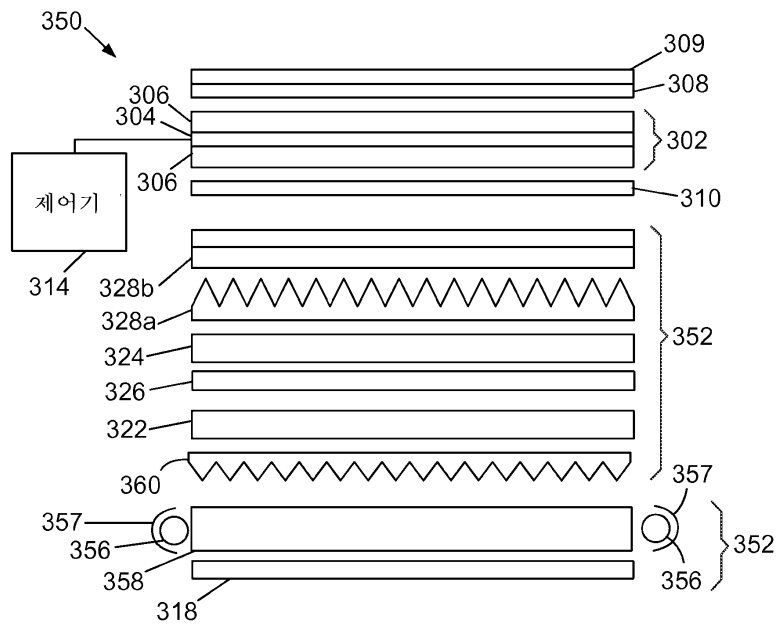
도면2



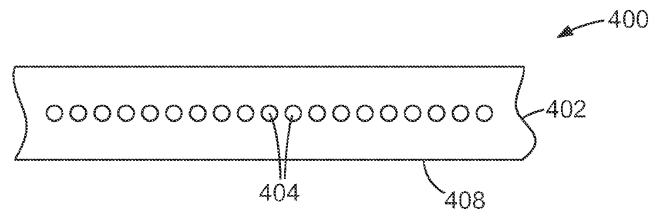
도면3A



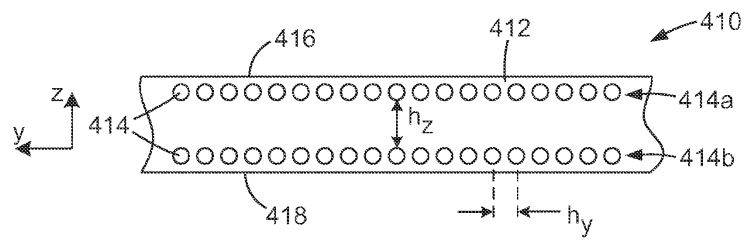
도면3B



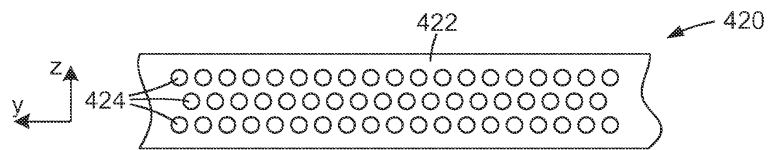
도면4A



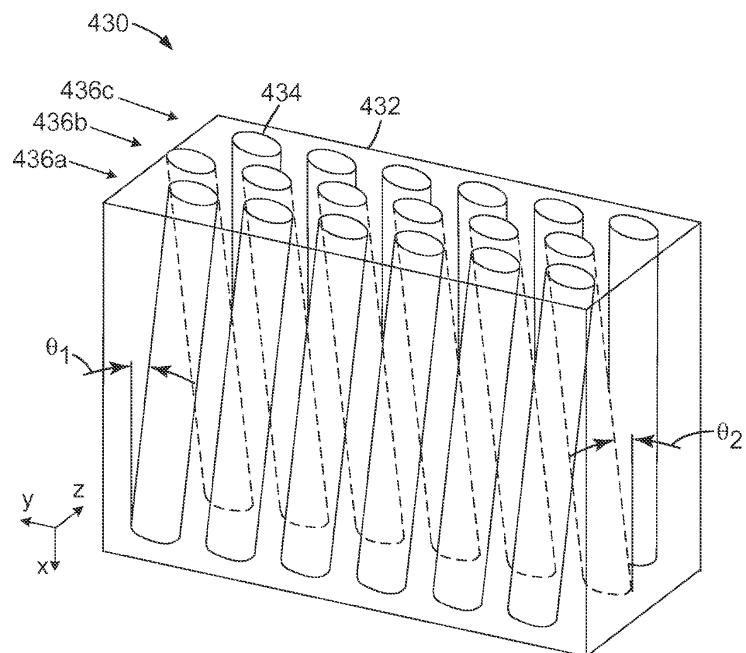
도면4B



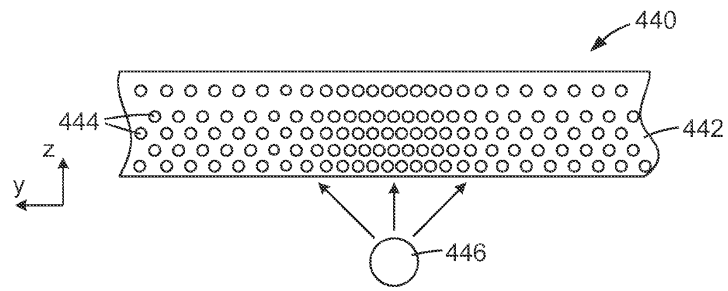
도면4C



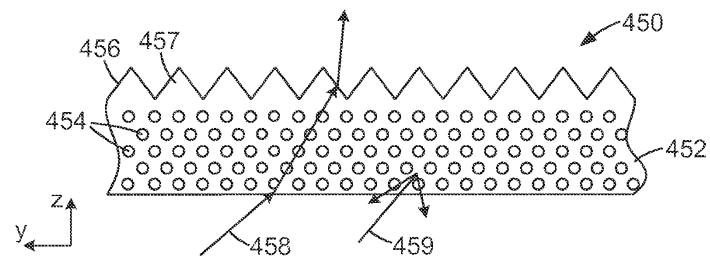
도면4D



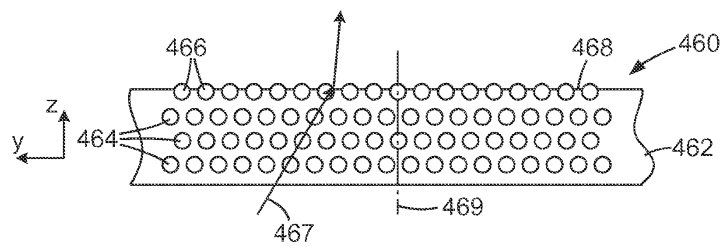
도면4E



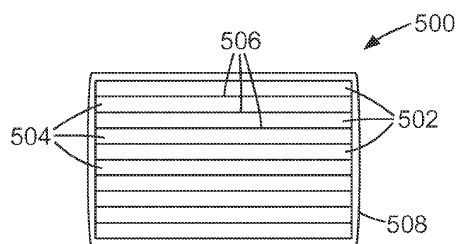
도면4F



도면4G

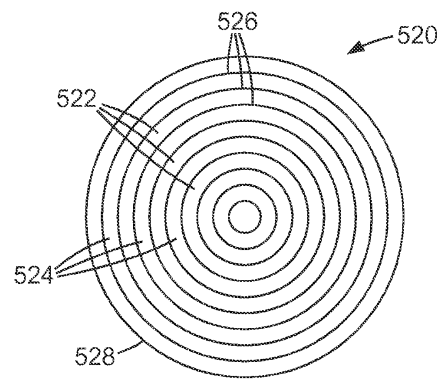


도면5A

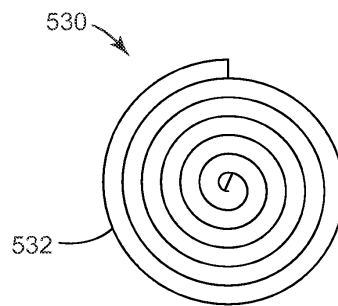




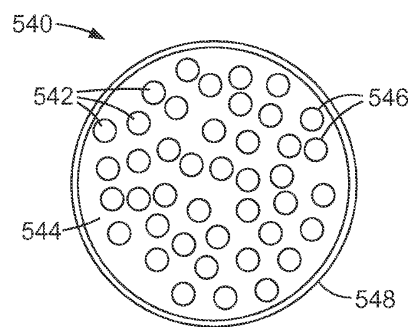
도면5B



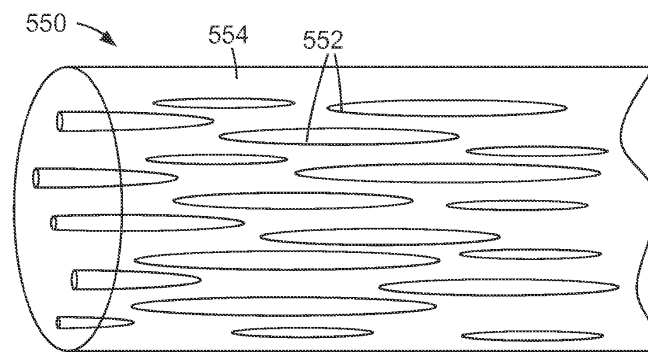
도면5C



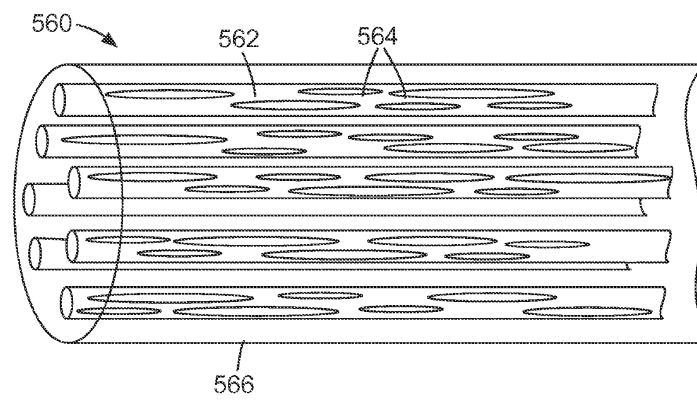
도면5D



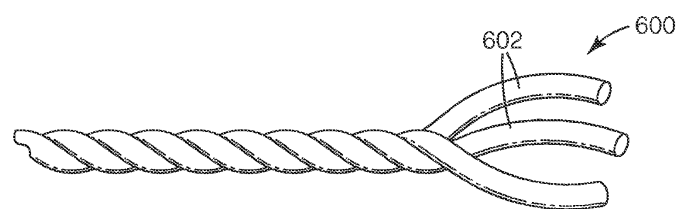
도면5E



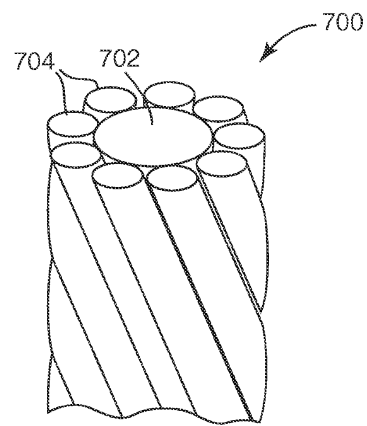
도면5F



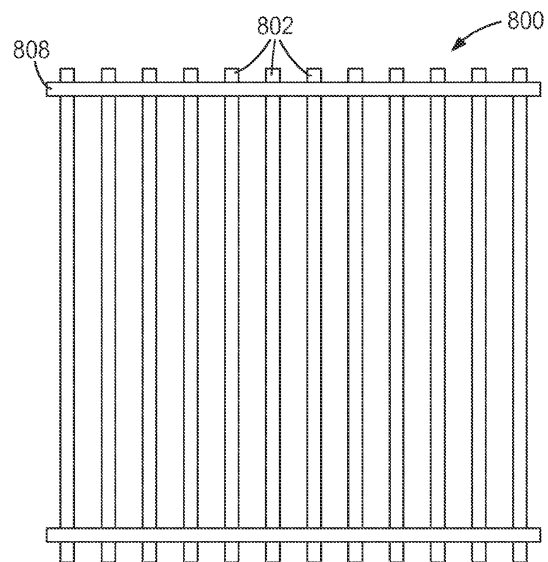
도면6



도면7



도면8



도면9

