



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0106456  
(43) 공개일자 2008년12월05일

(51) Int. Cl.

G02B 5/04 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7023730

(22) 출원일자 2008년09월29일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년09월29일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/065369

국제출원일자 2007년03월28일

(87) 국제공개번호 WO 2007/115041

국제공개일자 2007년10월11일

(30) 우선권주장

11/278,336 2006년03월31일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

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

(72) 발명자

오우테르커크, 앤드류 제이.

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

하트, 샌던 디.

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

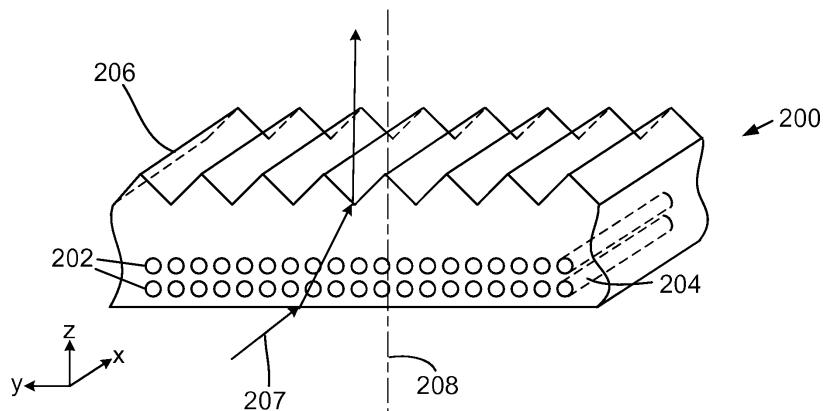
김영, 양영준

전체 청구항 수 : 총 58 항

## (54) 구조화된 복합 광학 필름

**(57) 요 약**

구조화된 표면을 갖는 광학 필름이 특히 디스플레이 내의 광의 진행을 관리하기 위해 사용된다. 디스플레이가 커짐에 따라, 필름이 강성을 유지하기 위해 강화되는 것이 더 중요해지고 있다. 본 발명의 광학 필름은 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하는 제1 층을 갖는다. 제1 층은 구조화된 표면을 가져 그를 통과하는 광에 광학적 기능을 제공한다. 필름은 여러 가지 유리한 광학 특성을 가질 수 있는데, 예를 들어 제1 층을 통해 실질적으로 수직으로 진행하는 광은 특정 수준 이하의 탁도를 나타낼 수 있고 또는 필름에 입사되는 광은 최소 휘도 이득 값을 나타낼 수 있다. 여러 가지 필름 제조 방법이 설명된다.

**대 표 도** - 도2

(72) 발명자

벤슨, 올레스터 주니어

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

플레밍, 패트릭 알.

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

---

챈호스트, 크리스틴 엘.

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

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

종합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하고 제1 구조화된 표면을 갖는 제1 층을 포함하며, 제1 층은 제1 층을 통해 진행하는 광에 10% 이상의 휘도 이득을 제공하는 광학 필름.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 휘도 이득은 50% 이상인 광학 필름.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 휘도 이득은 100% 이상인 광학 필름.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 제1 층을 통해 실질적으로 수직으로 진행하는 광은 30% 미만의 벌크 탁도(haze)를 나타내는 광학 필름.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 종합체 매트릭스 내에 매립된 무기 나노입자, 광 확산 입자 또는 중공 입자 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 광학 필름.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 휘도 향상층 표면을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 복수의 프리즘형 리브를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 복수의 역반사 요소를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 9

제1항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 하나 이상의 렌즈를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 하나 이상의 렌즈는 적어도 하나의 프레넬 렌즈를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 11

제1항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 회절성 표면 및 집광 표면 중 하나를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 12

제1항에 있어서, 제1 층은 제1 구조화된 표면으로부터 멀어지게 향하는 제2 구조화된 표면을 갖는 광학 필름.

### 청구항 13

제12항에 있어서, 제1 구조화된 표면의 패턴은 제2 구조화된 표면의 패턴에 정합되는 광학 필름.

### 청구항 14

제1항에 있어서, 제1 층에 부착된 제2 층을 추가로 포함하는 광학 필름.

### 청구항 15

제14항에 있어서, 제2 층은 반사층, 투과층, 확산층, 및 제2 구조화된 표면을 갖는 층 중 하나를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 16

제14항에 있어서, 제2 층은 편광층을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 17

제16항에 있어서, 편광층은 반사 편광층을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 18

제16항에 있어서, 편광층은 흡수 편광층을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 19

제14항에 있어서, 제2 층은 제1 구조화된 표면에 부착되는 광학 필름.

### 청구항 20

제14항에 있어서, 제2 층은 제1 구조화된 표면으로부터 멀어지게 향하는 표면에 부착되는 광학 필름.

### 청구항 21

제14항에 있어서, 제1 및 제2 층 중 하나에 부착된 제3 층을 추가로 포함하는 광학 필름.

### 청구항 22

제21항에 있어서, 제3 층은 제2 층에 부착되고, 제3 층은 종합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 23

제1항에 있어서, 종합체 매트릭스는 열경화성 종합체를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 24

제1항에 있어서, 종합체 매트릭스는 열가소성 종합체를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 25

제1항에 있어서, 종합체 매트릭스는  $120^{\circ}\text{C}$  미만의  $T_g$  값을 갖는 종합체를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 26

제1항에 있어서, 구조화된 표면으로부터 멀어지게 향하는 필름의 표면에 실질적으로 수직으로 향하는 광에 대한 필름을 통한 단일 패스 투과율은 40% 미만인 광학 필름.

### 청구항 27

제26항에 있어서, 단일 패스 투과율은 10% 미만인 광학 필름.

### 청구항 28

제1항에 있어서, 필름 법선에 대해  $30^{\circ}$  보다 큰 각도의 주 광선을 갖는 필름을 향하는 광은 주 광선이 필름 법선에 대해  $25^{\circ}$  보다 작은 각도로 진행하는 상태로 필름 밖으로 투과되는 광학 필름.

### 청구항 29

제1항에 있어서, 광학 필름에 입사될 때 제1 방향으로 진행하는 주 광선을 갖는 광이 광학 필름에 입사될 때, 광은 주 광선이 제1 방향과는  $5^{\circ}$  이상만큼 상이한 제2 방향으로 진행하는 상태로 필름 밖으로 투과되는 광학 필름.

름.

### 청구항 30

중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하고 제1 구조화된 표면을 갖는 제1 층을 포함하며, 제1 구조화된 표면으로부터 멀어지게 향하는 제1 층의 면 상에 실질적으로 수직 입사되는 광에 대한 단일 패스 투과율은 40% 미만인 광학 필름.

### 청구항 31

제30항에 있어서, 단일 패스 투과율은 10% 미만인 광학 필름.

### 청구항 32

제30항에 있어서, 단일 패스 투과율은 5% 미만인 광학 필름.

### 청구항 33

제30항에 있어서, 제1 층을 통해 실질적으로 수직으로 진행하는 광은 30% 미만의 벌크 탁도를 나타내는 광학 필름.

### 청구항 34

제30항에 있어서, 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 나노입자, 광 화산 입자 또는 중공 입자 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 광학 필름.

### 청구항 35

제30항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 휘도 향상층 표면을 포함하는 광학 필름.

### 청구항 36

제30항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 복수의 프리즘형 리브를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 37

제30항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 복수의 역반사 요소를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 38

제30항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 하나 이상의 렌즈를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 39

제38항에 있어서, 상기 하나 이상의 렌즈는 적어도 하나의 프레넬 렌즈를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 40

제30항에 있어서, 제1 구조화된 표면은 회절성 표면 및 집광 표면 중 하나를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 41

제30항에 있어서, 제1 층은 제1 구조화된 표면으로부터 멀어지게 향하는 제2 구조화된 표면을 갖는 광학 필름.

### 청구항 42

제41항에 있어서, 제1 구조화된 표면의 패턴은 제2 구조화된 표면의 패턴에 정합되는 광학 필름.

### 청구항 43

제30항에 있어서, 제1 층에 부착된 제2 층을 추가로 포함하는 광학 필름.

### 청구항 44

제43항에 있어서, 제2 층은 반사층, 투과층, 확산층 및 구조화된 표면을 갖는 층 중 하나를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 45

제43항에 있어서, 제2 층은 편광층을 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 46

제45항에 있어서, 편광층은 반사 편광층을 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 47

제45항에 있어서, 편광층은 흡수 편광층을 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 48

제43항에 있어서, 제2 층은 제1 구조화된 표면에 부착되는 광학 필름.

#### 청구항 49

제43항에 있어서, 제2 층은 제1 구조화된 표면으로부터 멀어지게 향하는 표면에 부착되는 광학 필름.

#### 청구항 50

제43항에 있어서, 제1 및 제2 층 중 하나에 부착된 제3 층을 추가로 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 51

제50항에 있어서, 제3 층은 제2 층에 부착되고, 제3 층은 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 갖는 중합체 매트릭스를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 52

제30항에 있어서, 중합체 매트릭스는 열경화성 중합체를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 53

제30항에 있어서, 중합체 매트릭스는 열가소성 중합체를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 54

제30항에 있어서, 중합체 매트릭스는  $120^{\circ}\text{C}$  미만의  $T_g$  값을 갖는 중합체를 포함하는 광학 필름.

#### 청구항 55

제30항에 있어서, 필름 범선에 대해  $30^{\circ}$  보다 큰 각도의 주 광선을 갖는 필름을 향하는 광은 주 광선이 필름 범선에 대해  $25^{\circ}$  보다 작은 각도로 진행하는 상태로 필름 밖으로 투과되는 광학 필름.

#### 청구항 56

제30항에 있어서, 광학 필름에 입사될 때 제1 방향으로 진행하는 주 광선을 갖는 광이 광학 필름에 입사될 때, 광은 주 광선이 제1 방향과는  $5^{\circ}$  이상만큼 상이한 제2 방향으로 진행하는 상태로 필름 밖으로 투과되는 광학 필름.

#### 청구항 57

디스플레이 유닛;

백라이트; 및

디스플레이 유닛과 백라이트 사이에 배치된 제1항에 따른 광학 필름을 포함하는 디스플레이 시스템.

## 청구항 58

디스플레이 유닛;

백라이트; 및

디스플레이 유닛과 백라이트 사이에 배치된 제30항에 따른 광학 필름을 포함하는 디스플레이 시스템.

## 명세서

### 기술 분야

&lt;1&gt;

본 발명은 광학 필름에 관한 것이고, 더 구체적으로 디스플레이, 예를 들어 액정 디스플레이 내의 광을 관리하는 데 사용되는 구조화된 표면(structured surface)을 갖는 광학 필름에 관한 것이다.

### 배경 기술

&lt;2&gt;

구조화된 굴절 표면을 갖는 광학 필름은 광원으로부터 디스플레이 패널로의 광의 진행을 관리하기 위해 디스플레이 내에 흔히 사용된다. 이러한 필름의 예시적인 일 예는 디스플레이로부터의 축상 광(on-axis light)의 양을 증가시키는 데 흔히 사용되는 프리즘형 회도 향상 필름이다.

&lt;3&gt;

디스플레이 시스템의 크기가 증가함에 따라, 필름의 면적도 또한 커지게 된다. 이러한 표면 구조화된 필름은 전형적으로 수십 또는 수백 마이크로미터 두께로 얇고, 따라서 특히 대형 디스플레이 시스템에 사용될 때 구조적 완전성을 거의 갖지 않는다. 예를 들어, 특정 두께의 필름은 휴대폰 디스플레이에 사용되기에 충분한 강성을 가질 수 있지만, 이 필름은 몇몇 부가의 지지 수단 없이는 텔레비전 또는 컴퓨터 모니터와 같은 대형 디스플레이에 사용되기에 불충분한 강성을 가질 것이다. 보다 강성의 필름은 또한 대형 디스플레이 시스템 조립 공정을 덜 힘들게 하고 더 자동화될 가능성을 주므로, 디스플레이의 최종 조립 비용을 감소시킨다.

&lt;4&gt;

표면 구조화된 필름은 부가의 강성을 제공하기 위해 더 두껍게 제조될 수 있고, 또는 대면적 필름에 사용되기 위해 필요로 하는 지지를 제공하기 위해 두꺼운 중합체 기재에 적층될 수도 있다. 그러나, 두꺼운 필름 또는 두꺼운 기재의 사용은 디스플레이 유닛의 두께를 증가시키고, 또한 중량 및 광 흡수의 증가로 이어진다. 더 두꺼운 필름 또는 기재의 사용은 또한 단열성을 증가시켜서, 열을 디스플레이 외부로 전달하는 능력을 감소시킨다. 더욱이, 증가된 회도를 갖는 디스플레이에 대한 지속적인 요청이 있게 되는데, 이는 더 많은 열이 디스플레이 시스템에서 발생한다는 것을 의미한다. 이는 더 많은 가열과 관련된 비틀림 효과의 증가, 예컨대 필름 뒤틀림(warping)으로 이어진다. 추가적으로, 표면 구조화된 필름의 기재로의 적층은 장치에 비용을 추가하며, 장치를 더 두껍고 더 무겁게 한다. 그러나, 이러한 비용 증가는 디스플레이의 광학적 기능의 주목할 만한 향상으로 이어지지는 않는다.

### 발명의 상세한 설명

&lt;5&gt;

본 발명의 일 실시예는 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하는 제1 층을 갖는 광학 필름에 관한 것이다. 제1 층은 구조화된 표면을 갖는다. 제1 층을 통해 실질적으로 수직으로 진행하는 광은 30% 미만의 벌크 탁도(bulk haze)를 나타낸다.

&lt;6&gt;

본 발명의 다른 실시예는 디스플레이 패널, 백라이트, 및 디스플레이 패널과 백라이트 사이에 위치된 강화 필름을 갖는 디스플레이 시스템에 관한 것이다. 강화 필름은 구조화된 표면을 갖고, 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 갖는 중합체 매트릭스로 형성된다. 강화 필름을 통해 실질적으로 수직으로 진행하는 광은 30% 미만의 벌크 탁도를 나타내게 된다.

&lt;7&gt;

본 발명의 다른 실시예는 제1 층을 포함하는 광학 필름에 관한 것이다. 제1 층은 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하고 구조화된 표면을 갖는다. 제1 층은 10% 이상의 휘도 이득(brightness gain)을 제1 층을 통해 진행하는 광에 제공한다.

&lt;8&gt;

본 발명의 다른 실시예는 광학 필름을 제조하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 구조화된 표면을 갖는 성형 공구(molding tool)를 제공하는 단계와, 중합체와 단량체 중 적어도 하나로 형성된 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 포함하는 섬유 강화 층을 제공하는 단계를 포함한다. 섬유 강화 층은 성형 공구에 대해 연속적으로 성형되어 섬유 강화되고 구조화된 표면 시트를 생성한다.

<9> 본 발명의 다른 실시예는 중합체 매트릭스 내에 매립된 무기 섬유를 갖는 제1 층을 포함하는 광학 필름에 관한 것이다. 제1 층은 구조화된 표면을 갖는다. 구조화된 표면으로부터 멀어지는 쪽의 제1 층의 면 상에 실질적으로 수직 입사되는 광의 단일 패스 투과율은 40% 미만이다.

<10> 본 발명의 상기의 개요는 본 발명의 각각의 도시된 실시예 또는 모든 구현예를 설명하고자 하는 것은 아니다. 하기의 도면 및 상세한 설명은 이러한 실시예들을 더 구체적으로 예시하는 것이다.

## 실시예

<23> 본 발명은 광학 시스템에 적용될 수 있고, 특히 하나 이상의 광학 필름을 사용하는 광학 디스플레이 시스템에 적용될 수 있다. 광학 디스플레이, 예컨대 액정 디스플레이(LCD)가 더 커지고 밝아짐에 따라, 이 디스플레이 내의 광학 필름에 대한 요청이 더 커지고 있다. 더 큰 디스플레이에는 뒤틀림, 굽힘(bending) 및 처짐(sagging)을 방지하기 위해 더 큰 강성의 필름을 필요로 한다. 그러나, 필름의 두께를 그 길이 및 폭에 따라 증가시킴으로써 필름이 더 두꺼워지고 더 무거워진다. 따라서, 광학 필름이 부수적인 두께 증가 없이도 큰 디스플레이에 사용될 수 있도록 더 강성을 갖도록 제조되는 것이 바람직하다. 광학 필름의 강성을 증가시키기 위한 한 접근 방법은 강화 섬유를 필름 내에 포함시키는 것이다. 섬유로 강화된 필름은 또한 복합 필름이라 불릴 수 있다. 일부 예시적인 실시예에 있어서, 필름을 통과하는 광의 산란이 거의 없거나 전혀 없도록 섬유는 굴절률의 관점에서 필름의 주변 재료와 정합되게 된다. 몇몇 실시예에서, 광의 방향을 제어하기 위해 구조화된 표면을 사용할 때 필름 내에 광의 산란이 거의 없거나 전혀 없는 것이 특히 유리할 수 있다. 예를 들어, 프리즘형 휘도 향상 필름은 필름이 본질적으로 산란이 없을 때 축상 휘도를 더 증가시킨다. 다수의 적용예에서 광학 필름이 예를 들어 약 0.2 mm 미만으로 얇은 것이 바람직할 수 있지만, 두께에 대한 특별한 제한은 없다. 몇몇 실시예에서, 복합 재료 및 더 큰 두께의 이점을 조합하여, 예를 들어 0.2 내지 2 mm 두께일 수 있는 LCD-TV에 사용되는 두꺼운 판을 생성하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 적용을 위하여, 용어 "광학 필름"은 이들 더 두꺼운 광학판 또는 도광체(lightguide)를 포함하는 것으로 여겨져야 한다.

<24> 더 구체적으로는, 본 발명은 구조화된 표면을 갖는 다양한 유기/무기 광학 복합재에 관한 것이고, 여기서 이들 구조화된 표면은 몇몇 광학 기능을 갖는다. 구조화된 복합재는 복합재 층과 "일체"인 표면 구조를 가져서, 원한다면 복합재 층과 구조화된 표면이 동시에 형성될 수 있게 한다. 구조화된 표면의 광학 기능은 일반적으로 몇몇 광 지향(light-directing) 특성을 포함한다. 구조화된 표면의 유용한 광 지향 특성의 몇몇 예에는 재생(recycling), 시준(collimating) 또는 광 지향, 렌즈화(lensing), 회전(turning), 확산, 굴절 또는 반사가 포함된다. 구조화된 표면은 만곡된 규칙적인 구조체, 예를 들어 렌즈; 프리즘(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)에 의해 제조된 비퀴티(Vikuiti)™ 휘도 향상 필름)과 같은 규칙적인 직선형 구조체; 무광택(matte) 또는 확산 표면 구조체와 같은 터닝 필름(turning film) 및 랜덤 구조체를 포함하지만 이로 한정되지 않는 상이한 형태로 되는 실용적인 불연속체(discontinuities)를 가질 수 있다.

<25> 본 발명을 포함할 수 있는 디스플레이 시스템(100)의 예시적인 실시예의 개략 분해도가 도 1에 제시된다. 이러한 디스플레이 시스템(100)은 예를 들어 액정 디스플레이(LCD) 모니터 또는 LCD-TV에 사용될 수 있다. 디스플레이 시스템(100)은 패널 판(106)들 사이에 배치된 액정(LC) 층(104)을 전형적으로 포함하는 LC 패널(102)의 사용에 근거한다. 판(106)은 흔히 유리로 형성되고, LC 층(104) 내의 액정의 배향을 제어하기 위해 내부 표면 상에 전극 구조 및 배향 층을 포함할 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(106)과 함께 구비될 수 있다.

<26> 상부 흡수 편광기(108)는 LC 층(104) 상에 위치되고, 하부 흡수 편광기(110)는 LC 층(104) 아래에 위치된다. 도시된 실시예에서, 상부 및 하부 흡수 편광기(108, 110)는 LC 패널(102)의 외부에 위치된다. 흡수 편광기(108, 110) 및 LC 패널(102)은 조합되어 디스플레이 시스템(100)을 통해 백라이트(112)로부터 시청자(viewer)로의 광 투과를 제어한다.

<27> 백라이트(112)는 LC 패널(102)을 조명하는 광을 발생하는 다수의 광원(116)을 포함한다. LCD-TV 또는 LCD 모니터에 사용되는 광원(116)은 대개 디스플레이 장치(100)를 가로질러 연장되는 선형 냉음극 형광 튜브이다. 그러나, 필라멘트 또는 아크 램프, 발광 다이오드(LED), 평탄한 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.

<28> 백라이트(112)는 또한 광원(116)으로부터 아래쪽으로, 즉 LC 패널(102)로부터 멀어지는 방향으로 진행하는 광을

반사시키는 반사기(118)를 포함할 수 있다. 반사기(118)는 또한 후술되는 바와 같이 디스플레이 장치(100) 내에서 광을 재생하는 데 유용할 수 있다. 반사기(118)는 경면(specular) 반사기일 수 있고, 또는 확산(diffuse) 반사기일 수도 있다. 반사기(118)로서 사용될 수 있는 경면 반사기의 일 예로는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 비퀴티™ 개량 경면 반사(Enhanced Specular Reflection, ESR) 필름을 들 수 있다. 포함한다. 적합한 확산 반사기의 예로는 이산화티타늄, 황산바륨 또는 탄산칼슘 등과 같은 확산 반사 입자가 투입된 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리카르보네이트(PC), 폴리프로필렌, 폴리스티렌 등과 같은 중합체를 들 수 있다. 미공성 재료 및 미소섬유(fibril) 함유 재료를 포함하는 확산 반사기의 다른 예는 미국 특허 출원 공개 제2003/0118805 A1호에 논의되어 있다.

<29> 광 관리 층의 배열(120)은 백라이트(112)와 LC 패널(102) 사이에 위치된다. 광 관리 층은 디스플레이 장치(100)의 작동을 향상시키기 위해 백라이트(112)로부터 진행되는 광에 영향을 준다. 예컨대, 광 관리 층들의 배열(120)은 확산층(122)을 포함할 수 있다. 확산 층(122)은 광원으로부터 수광되는 광을 확산시켜 LC 패널(102) 상에 입사하는 조명 광의 균일성을 증가시키는 데 사용된다. 이에 따라, 시청자가 인지하는 더 균일하게 밝은 이미지가 얻어진다.

<30> 광 관리 층들의 배열(120)은 반사 편광기(124)를 또한 포함할 수 있다. 광원(116)은 전형적으로 편광되지 않은 광을 발생시키나, 하부 흡수 편광기(110)는 단지 하나의 편광 상태를 투과할 뿐이며, 그래서 광원(116)에 의해 생성된 광의 대략 절반은 LC 층(104)을 투과하지 못한다. 그러나, 반사 편광기(124)는, 그렇지 않을 경우 하부 흡수 편광기에 흡수될 광을 반사시키는 데에 사용될 수 있어서, 이러한 광이 반사 편광기(124)와 반사기(118) 사이에서 반사에 의해 재생될 수 있다. 반사 편광기(124)에 의해 반사된 광의 적어도 일부는 편광이 소멸될 수 있으며, 이어서 반사 편광기(124)와 하부 흡수 편광기(110)를 통해 LC 층(104)으로 투과되는 편광 상태로 반사 편광기(124)로 복귀될 수 있다. 이러한 방식으로, 반사 편광기(124)는 광원(116)에 의해 방출되어 LC 층(104)에 도달하는 광의 비율(fraction)을 증가시키기 위해 사용될 수도 있으며, 그래서 디스플레이 장치(100)에 의해 생성되는 이미지는 더 밝다.

<31> 임의의 적합한 유형의 반사 편광기, 예컨대 다층 광학 필름(multilayer optical film; MOF) 반사 편광기; 확산 반사 편광 필름(diffusely reflective polarizing film; DRPF), 예컨대 연속/분산 상 편광기 또는 콜레스테릭(cholesteric) 반사 편광기가 사용될 수 있다.

<32> MOF, 콜레스테릭 및 연속/분산 상 반사 편광기는 모두 광을 직교 편광 상태로 투과시키면서 하나의 편광 상태의 광을 선택적으로 반사시키기 위한 필름, 보통 중합체 필름 내의 굴절률 프로파일의 변경에 의존한다. MOF 반사 편광기의 일부 예가 미국 특허 제5,882,774호에 기재되어 있다. MOF 반사 편광기의 구매 가능한 예는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 확산 표면을 포함하는 비퀴티™ DBEF-II 및 DBEF-D400 다층 반사 편광기를 포함한다.

<33> 본 발명과 관련하여 유용한 DRPF의 예에는 본 출원인의 공동 소유인 미국 특허 제5,825,543호에 기술된 것과 같은 연속/분산 상 반사 편광기, 및 예컨대 본 출원인의 공동 소유인 미국 특허 제5,867,316호에 기술된 것과 같은 확산 반사 다층 편광기가 포함된다. 다른 적합한 유형의 DRPF가 미국 특허 제5,751,388호에 기술되어 있다.

<34> 본 발명과 관련하여 유용한 콜레스테릭 편광기의 몇몇 예에는, 예컨대 미국 특허 제5,793,456호 및 미국 특허 출원 공개 제2002/0159019호에 기술된 것이 포함된다. 콜레스테릭 편광기는 흔히 출력 측의 사분파(quarter wave) 지연 층과 함께 제공되어 콜레스테릭 편광기를 투과한 광이 선형 편광으로 변환되도록 한다.

<35> 광 관리 층들의 배열(120)은 또한 프리즘형 휘도 향상층(128)을 포함할 수 있다. 휘도 향상층은 디스플레이의 측에 더 가까운 방향으로 축외(off-axis) 광을 리디렉팅(redirect)하게 하는 면구조를 포함하는 층이다. 이는 LC 층(104)을 통해 축상으로(on-axis) 진행하는 광의 양을 증가시키며, 따라서 시청자가 보는 이미지의 밝기가 증가된다. 일 예는 굴절 및 반사를 통해 조명 광을 리디렉팅하는 다수의 프리즘형 요소를 가진 프리즘형 휘도 향상층이다. 디스플레이 장치에 사용될 수 있는 프리즘형 휘도 향상층의 예로는 BEFII 90/24, BEFII 90/50, BEFIIM 90/50 및 BEFIIM을 비롯한 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 프리즘형 필름인 비퀴티™ BEFII 및 BEFIIM 패밀리(family)를 들 수 있다. 프리즘형 요소는 필름의 폭을 가로질러 연장하는 럿지(ridge)로서 또는 더 짧은 요소로서 형성될 수 있다.

<36> 일체형 섬유 강화재(fiber reinforcement)를 갖는 표면 구조화된 필름(200)의 예시적인 실시예가 도 2에 개략적으로 도시된다. 강화 필름(200)은 중합체 매트릭스(204) 내에 매립된 강화 섬유(202)를 포함한다. 매트릭스(204)의 적어도 하나의 표면은 구조화된 표면(206)을 구비한다. 도시된 예시적인 실시예에서, 구조화된 표면

(206)은 디스플레이 축에 근접한 방향으로 진행하도록 광을 리디렉팅하는 프리즘형 요소를 갖는 프리즘형 휘도 향상 표면이다.

<37> 무기 섬유(202)는 유리, 세라믹 또는 유리-세라믹 재료로 형성될 수 있고, 하나 이상의 토우(tow) 또는 하나 이상의 직포 층 또는 부직포 층으로, 개별 섬유로서 매트릭스(204) 내에 배열될 수 있다. 섬유(202)는 규칙적인 패턴 또는 불규칙적인 패턴으로 배열될 수 있다. 강화된 중합체 층의 여러 상이한 실시예가 미국 특허 출원 제 11/125,580호에 보다 상세하게 논의되어 있다.

<38> 본 발명의 다수의 실시예에서, 복합재 층은 복합재의 유기 및 무기 성분 사이의 굴절률 정합에 기인하여 고도로 투과성일 수 있다. 복합재 층과 구조화된 표면의 통합(integration)은 상승된 온도 조건 하에서 사용될 때 구조화된 표면의 뒤틀림 또는 굽힘에 대한 가능성을 감소시킨다.

<39> 더욱이, 일부 현존하는 표면 구조화된 필름의 구성에서, 기부 필름(base film)의 프라이밍(priming)이 미세복제된 표면 구조체의 기부 필름으로의 양호한 접착성을 보장하는 데 중요하다. 그에 반해서, 일체화되고 구조화된 복합재를 갖는 본 발명의 특정 실시예 하에서, 기부 필름 및 구조화된 표면은 동일한 수지 시스템으로부터 생성될 수 있다. 이는 전체 제조 공정을 단순화하고 개별 프라이머(primer) 층 및 프라이밍 단계에 대한 필요를 없앤다. 대안적으로, 기부 필름은 하나의 수지 시스템으로 제조된 복합재일 수 있고, 반면 구조화된 표면은 바람직한 특성(접착제, 나노입자를 함유하거나, 높은 굴절률을 가짐)을 갖는 제2 수지 시스템에 의해 제공될 수 있다.

<40> 단일 형태로(monolithically) 일체화되고 표면 구조화된 복합재는 또한 구조화된 광학 필름의 강성-대-두께 비를 최대화하고, 특정 광학 적용예에서 중요한 특성인 박형화(thinness), 강성 및 낮은 뒤틀림의 특성을 조합하기 위한 우수한 전략을 제공한다. 강성을 유지하면서 필름 두께를 감소시키는 것은 핸드헬드(handheld) 및 노트북 컴퓨터 디스플레이에 있어서 특히 중요하지만, 일반적으로 중량 및 공간-절약 관점에 기인하여 모든 디스플레이 용도에서 바람직하다.

<41> 매트릭스(204) 및 섬유(202)의 굴절률들은 정합되거나 정합되지 않도록 선택될 수 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 생성된 용품이 광원으로부터의 광에 대해 거의 또는 완전히 투과성을 갖도록 굴절률들을 정합시키는 것이 바람직할 수 있다. 다른 예시적인 실시예에서, 특정 색 산란 효과를 생성하거나 필름에 입사된 광의 확산 투과 또는 반사를 생성하기 위해 굴절률들의 의도적인 부정합을 갖도록 하는 것이 바람직할 수 있다. 굴절률 정합은 수지 매트릭스(204)의 굴절률과 거의 동일한 굴절률을 갖는 적절한 섬유(202) 강화재를 선택함으로써 또는 섬유(202)의 굴절률에 가깝거나 이와 동일한 굴절률을 갖는 수지 매트릭스를 생성함으로써 달성될 수 있다.

<42> 중합체 매트릭스(204)를 형성하는 재료에 대한 x, y 및 z 방향으로의 굴절률은 본 명세서에서는  $n_{1x}$ ,  $n_{1y}$  및  $n_{1z}$ 로 불린다. 중합체 매트릭스 재료(204)가 등방성인 경우, x, y 및 z 방향 굴절률은 모두 실질적으로 정합된다. 매트릭스 재료가 복굴절성인 경우, x, y 및 z 방향 굴절률 중 적어도 하나는 나머지와는 다르다. 섬유(202)의 재료는 전형적으로 등방성이다. 그러므로, 섬유(202)를 형성하는 재료의 굴절률은  $n_2$ 로 주어진다. 그러나, 무기 섬유(202)는 복굴절성일 수도 있다.

<43> 일부 실시예에서, 중합체 매트릭스(204)가 등방성, 즉  $n_{1x} = n_{1y} = n_{1z} = n_1$ 인 것이 바람직할 수 있다. 2개의 굴절률 사이의 차이가 0.05 미만, 바람직하게는 0.02 미만, 더 바람직하게는 0.01 미만이면, 이들 2개의 굴절률은 실질적으로 동일한 것으로 여겨진다. 따라서, 굴절률의 어떠한 쌍도 0.05보다 크지 않게, 바람직하게는 0.02보다 작게 상이하다면 재료는 등방성인 것으로 여겨진다. 더욱이, 일부 실시예에서는 매트릭스(204) 및 섬유(202)의 굴절률이 실질적으로 정합하는 것이 바람직하다. 따라서, 매트릭스(204)와 섬유(202) 사이의 굴절률 차이, 즉  $n_1$ 과  $n_2$  사이의 차이는 작아야 하며, 적어도 0.02 미만, 바람직하게는 0.01 미만, 더 바람직하게는 0.002 미만이어야 한다.

<44> 다른 실시예에서, 중합체 매트릭스(204)가 복굴절성인 것이 바람직할 수 있는데, 이 경우 매트릭스 굴절률 중 적어도 하나는 섬유(202)의 굴절률과는 상이하다. 섬유(202)가 등방성인 실시예에서, 복굴절성 매트릭스(204)는 적어도 하나의 편광 상태의 광이 강화 층에 의해 산란되게 한다. 산란의 양은 산란되고 있는 편광 상태에 대한 굴절률 차이의 크기, 섬유(202)의 크기 및 매트릭스(204) 내의 섬유(202)의 밀도를 포함하는 다수의 인자(factor)에 의존한다. 더욱이, 광은 전방 산란(확산 투과)될 수 있고, 후방 산란(확산 반사)될 수 있고, 또는 이들 모두의 조합일 수도 있다. 섬유 강화 층(200)에 의한 광의 산란은 미국 특허 출원 제11/125,580호에 보다 상세하게 논의되어 있다.

- <45> 중합체 매트릭스(204)에서 사용하기에 적합한 재료는 원하는 광 파장 범위에 걸쳐 투과성을 갖는 열가소성 및 열경화성 중합체를 포함한다. 일부 실시예에서, 중합체는 물에 비용해성이거나, 소수성일 수 있거나, 물 흡수 경향이 적을 수 있는 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); 신디오타틱(syndiotactic) 및 아이소타틱(isotactic) 폴리(스티렌)(PS); C1-C8 알킬 스티렌; 알킬, 방향족, 및 지방족 고리 함유 (메트)아크릴레이트 - 폴리(메틸메타크릴레이트)(PMMA) 및 PMMA 공중합체를 포함함 -; 에톡실화 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) 얼로이(alloys); 스티렌계 블록 공중합체; 폴리아미드; 폴리설퐧; 폴리(비닐 클로라이드); 폴리(다이메틸 실록산) (PDMS); 폴리우레탄; 포화 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); 폴리아미드; 이오노머; 비닐 아세테이트/폴리에틸렌 공중합체; 셀룰로오스 아세테이트; 셀룰로오스 아세테이트 부티레이트; 플루오로중합체; 폴리(스티렌)-폴리(에틸렌) 공중합체; 폴리올레핀계 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. 이들 중합체는 광학적으로 등방성인 형태로 사용될 수 있다.
- <46> 일부 제품 적용예에서, 필름 제품 및 성분은 저수준의 일시적 화학종(저분자량, 미반응 또는 비전환 분자, 용해된 물 분자, 또는 반응 부산물)을 나타내는 것이 중요하다. 일시적 화학종은 제품 또는 필름의 최종 사용 환경으로부터 흡수될 수 있으며, 예를 들어 물 분자는 초기의 제품 제조에서부터 제품 또는 필름 내에 존재할 수 있거나, 화학 반응(예를 들어, 축합 중합 반응)의 결과로서 생성될 수 있다. 축합 중합 반응으로부터의 작은 분자 발생의 예로는 다이아민과 이산(diacid)의 반응으로부터의 폴리아미드의 형성 동안의 물의 유리가 있다. 일시적 화학종은 저분자량 유기 재료, 예를 들어 단량체, 가소제 등도 포함할 수 있다.
- <47> 일시적 화학종은 일반적으로 나머지의 기능성 제품 또는 필름에 포함되는 대부분의 재료보다 분자량이 일반적으로 더 작다. 제품 사용 조건은 예를 들어 열 응력으로 이어질 수도 있으며, 이러한 열 응력은 제품 또는 필름의 한 면에서 차등적으로 더 크다. 이러한 경우, 일시적 화학종은 필름을 통하여 이동하거나 필름 또는 제품의 한 표면으로부터 휘발하여 농도 구배, 충체적인 기계적 변형, 표면 변경, 및 때로 바람직하지 못한 가스 발생(out-gassing)을 야기할 수 있다. 가스 발생은 제품, 필름 또는 매트릭스 내에 공극 또는 기포가 생기게 할 수 있거나, 다른 필름으로의 부착에서 문제가 될 수 있다. 또한, 일시적 화학종은 제품 적용에서 다른 성분들을 잠정적으로 용매화하거나, 애칭하거나 다른 성분들에게 바람직하지 못한 영향을 줄 수 있다.
- <48> 일부 실시예에서, 필름(200)의 중합체 매트릭스는 복굴절성인 것이 바람직할 수 있는데, 즉 전술된 중합체의 몇몇은 배향될 때 복굴절성이 될 수 있다. 특히, PET, PEN 및 그의 공중합체와, 액정 중합체는 배향될 때 상대적으로 큰 값의 복굴절성을 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.
- <49> 그러나, 구조화된 표면 복합재는 또한 실질적으로 복굴절성이 아니도록 제조될 수 있다. 이는 일부 실시예에서 바람직할 수 있는데, 그 이유는 예컨대 액정 디스플레이(LCD)의 광학 필름 적층체(stack) 내의 구조화된 표면 복합재의 공간적인 배치의 가능성을 확장시키기 때문이다. 그에 반해서, 일부 통상적인 표면 구조화된 필름은 바람직하지 않은 복굴절성을 명백히 나타낼 수도 있다. 본 명세서에 기재된 표면 구조화된 복합재의 실질적인 광학적 등방성 특성은 디스플레이 적용예에서 광학 필름 적층체의 설계에 있어서 유연성(flexibility)을 제공할 수 있다.
- <50> 매트릭스(204)는 필름(200)에 원하는 특성을 제공하기 위한 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.
- <51> 일부 예시적 실시예에서는, 오래됨에 따른 황화 및 흐려짐(yellowing and clouding)에 대하여 내성을 갖는 중합체 매트릭스 재료가 사용될 수도 있다. 예를 들어, 방향족 우레탄과 같은 일부 재료는 UV 광에 장기간 노출될

때 불안정해지며, 시간이 지남에 따라 변화된다. 장기간 동안 동일한 색을 유지하는 것이 중요할 때 그러한 재료를 피하는 것이 요망될 수 있다.

<52> 다른 첨가제가 중합체의 굴절률의 변경 또는 재료 강도의 증가를 위하여 매트릭스(204)에 제공될 수도 있다. 그러한 첨가제는, 예를 들어 중합체 비드 또는 입자 및 중합체 나노입자와 같은 유기 첨가제를 포함할 수도 있다. 일부 실시예에서, 매트릭스(204)는 둘 이상의 상이한 단량체들의 특정 비를 사용하여 형성되고, 각각의 단량체는 중합된 때 상이한 최종 굴절률과 관련된다. 상이한 단량체들의 비는 매트릭스(204)의 굴절률을 결정한다.

<53> 다른 실시예에서, 무기 첨가제를 매트릭스(204)에 첨가하여 매트릭스(204)의 굴절률을 조정하거나, 이 재료의 강도 및/또는 강성을 증가시킬 수도 있다. 예를 들어, 무기 재료는 유리, 세라믹, 유리-세라믹 또는 금속 산화물일 수도 있다. 무기 섬유와 관련하여 이하에 논의되어 있는 임의의 적합한 유형의 유리, 세라믹 또는 유리-세라믹이 사용될 수 있다. 적합한 유형의 금속 산화물은, 예를 들어 티타니아, 알루미나, 산화주석, 산화안티몬, 지르코니아, 실리카, 그 혼합물 또는 그의 혼합된 산화물을 포함한다. 그러한 무기 재료는 나노입자, 예를 들어 분쇄된, 분말화된 비드, 박편(flake) 또는 미립자로서 제공되어, 매트릭스 내에 분포될 수 있다. 나노입자는 예를 들어 기상 또는 용액 기반 처리를 이용하여 합성될 수 있다. 입자의 크기는 바람직하게는 약 200 nm 미만이며, 100 nm 미만 또는 심지어 50 nm 미만이어서 매트릭스(204)를 통과하는 광의 산란을 감소시킬 수도 있다. 첨가제는 혼탁액의 분산 및/또는 리올로지 및 다른 유동 특성을 최적화하거나 또는 중합체 매트릭스와 반응하기 위한 기능화 표면(funcionalized surface)을 가질 수 있다. 다른 유형의 입자로는 중공 쉘(shell), 예를 들어 중공 유리 쉘이 포함된다.

<54> 임의의 적합한 유형의 무기 재료가 섬유(202)에 사용될 수 있다. 섬유(202)는 필름을 통과하는 광에 실질적으로 투과성인 유리로 형성될 수 있다. 적합한 유리의 예로는 E, C, A, S, R 및 D 등급과 같은 유리 섬유 복합재에 흔히 사용되는 유리가 포함된다. 예컨대 용융 실리카 또는 BK7 유리의 섬유를 포함하는 더 높은 품질의 유리 섬유가 또한 사용될 수 있다. 적합한 더 높은 품질의 유리는 미국 뉴욕주 엘름스포드 소재의 쇼트 노스 아메리카 인크.(Schott North America Inc.)와 같은 몇몇 공급자로부터 입수할 수 있다. 더 높은 품질의 유리로 제조된 섬유가 더 순수하고 그래서 더 균일한 굴절률을 갖고 불순물을 덜 가져서 분산이 덜 되게 하고 투과를 증가시키기 때문에 이와 같은 섬유를 이용하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 섬유의 기계적 특성이 더 균일할 가능성이 더 크다. 더 높은 품질의 유리 섬유는 습기를 흡수할 가능성이 더 적어서, 필름은 장기간 사용 시 더 안정하게 된다. 더욱이, 유리 내의 알칼리 함량이 물의 흡수를 증가시키므로 낮은 알칼리의 유리를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 다른 무기 재료, 예를 들어 세라믹 또는 유리-세라믹이 미국 특히 출원 제 11/125,580호에 논의된 바와 같이 섬유 강화재에 사용될 수 있다.

<55> 입자 또는 층평된 섬유와 같은 불연속 강화재가 신장 또는 다른 어떤 성형 공정을 필요로 하는 중합체에 바람직 할 수 있다. 예를 들어 특히 출원 제11/323,726호에 기재된 바와 같은 층평된 유리로 충전된 압출된 열가소성 물질이 섬유 강화 층으로서 사용될 수 있다. 다른 적용예에서, 연속 유리 섬유 강화재(즉, 위브(weave), 토우 또는 부직포)가 사용될 수 있는데, 이들로 인해 열팽창 계수(CTE)가 더 많이 감소하고 모듈러스(modulus)가 더 크게 증가하기 때문이다. 이를 연속 강화재는 압출 기반 공정보다는 포화/함침 및 경화 공정을 사용하여 포함될 가능성이 더 많다.

<56> 일부 예시적인 실시예에 있어서, 적어도 일부의 광이 섬유(202)에 의해 확산되도록 매트릭스(204)와 섬유(202) 사이의 완벽한 굴절률 정합을 이루지 않는 것이 바람직할 수도 있다. 이러한 실시예에 있어서, 매트릭스(204) 및 섬유(202)의 어느 하나 또는 둘 모두는 복굴절성일 수 있고, 또는 매트릭스 및 섬유 둘 모두가 등방성일 수 있다. 섬유(202)의 크기에 따라, 산란 또는 단순 굴절로부터 확산이 일어난다. 섬유에 의한 확산은 비등방성이다. 즉, 광은 섬유의 축에 대해 축방향으로는 확산될 수 있으나 섬유에 대해 축방향으로는 확산되지 않는다. 그러므로, 확산의 본질은 매트릭스 내의 섬유의 배향에 의존하게 된다. 섬유가 예를 들어 x 축에 대해 평행하게 배열되면, 광은 y 및 z 축에 대해 평행한 방향으로 확산된다.

<57> 또한, 매트릭스(204)에는 광을 등방성으로 산란시키는 확산 입자가 투입될 수 있다. 확산 입자는 매트릭스와는 굴절률이 다른데, 흔히 굴절률이 더 높으며, 직경이 최대 약 10 $\mu\text{m}$ 인 입자이다. 이들은 또한 복합 재료에 구조적 강화 특성을 제공할 수 있다. 확산 입자는 예를 들어 매트릭스의 굴절률을 튜닝하기 위한 나노입자로서 사용되는 전술된 바와 같은 금속 산화물일 수 있다. 다른 적합한 유형의 확산 입자는 중합체 입자, 예를 들어 폴리스티렌 또는 폴리실록산 입자, 또는 그 조합을 포함한다. 확산 입자는 또한 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니에 의해 제조되는 타입 S60HS 글래스 버블(Glass Bubbles)과 같은 중공 유리 구(spheres)일 수

있다. 확산 입자는 광을 확산시키기 위해 단독으로 사용될 수도 있고, 광을 확산시키기 위해 굴절률이 정합되지 않은 섬유와 함께 사용될 수도 있고, 또는 광을 확산시키고 리디렉팅하기 위해 구조화된 표면과 함께 사용될 수도 있다.

<58> 매트릭스(204) 내의 섬유(202)의 일부 예시적인 배열은 얀(yarn), 중합체 매트릭스 내에 일방향으로 배열된 섬유 또는 얀의 토우, 섬유 위브, 부직포, 츄핑된 섬유, (무작위 또는 규칙적인 포맷의) 츄핑된 섬유 매트, 또는 이들 포맷의 조합을 포함한다. 츄핑된 섬유 매트 또는 부직포는 섬유가 무작위로 배열되며 보다는 신장되거나, 압력을 받거나 또는 부직포 또는 츄핑된 섬유 매트 내의 섬유의 약간의 정렬을 제공하도록 배향될 수 있다. 또한, 매트릭스(204)는 다수의 섬유(202) 층을 포함할 수 있다: 예를 들어 매트릭스(204)는 상이한 토우, 위브 등에서 보다 많은 섬유 층을 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 특정 실시예에서, 섬유(202)는 2개의 층으로 배열된다.

<59> 강화되고 표면 구조화된 필름을 제조하기 위한 하나의 예시적인 접근법이 이제 도 3을 참조하여 설명된다. 일반적으로, 이 접근법은 미리 준비되고 표면 구조화된 층에 직접 매트릭스 수지를 도포하는 것을 포함한다. 제조 설비(300)는 매트릭스 수지(306)를 포함하는 함침 욕(304)을 통과하는 섬유 강화재(302)의 롤(roll)을 포함한다. 수지(306)는 임의의 적합한 방법을 사용하여, 예를 들어 일련의 롤러(308)를 통해 섬유 강화재(302)를 통과시킴으로써 섬유 강화재(302)로 함침된다.

<60> 일단 함침된 강화재(310)를 욕(304)으로부터 빼내면, 부가의 수지(312)가 필요하다면 도포된다. 부가의 수지(312)는 예를 들어 코팅기(314)를 사용하여 강화층(310) 위로 도포될 수 있다. 코팅기(314)는 임의의 적합한 유형의 코팅기, 예를 들어 나이프 에지 코터, 콤마 코터(도시됨), 바 코터, 다이 코터, 스프레이 코터, 커튼 코터 또는 고압 분사 등일 수 있다. 다른 고려 사항 중에서, 도포 조건에서의 수지의 점도는 적절한 코팅 방법 또는 방법들을 결정한다. 또한, 코팅 방법 및 수지 점도는 매트릭스 수지가 강화재로 함침되는 단계 중에 공기 기포가 강화재로부터 제거되는 속도 및 양에 영향을 미친다.

<61> 완성된 필름이 낮은 산란 특성을 갖는 것이 바람직한 경우, 이러한 단계에서 수지가 섬유들 사이의 공간을 완전히 채우는 것을 보장하는 것이 중요하다: 즉, 수지 내에 남겨진 공극 또는 기포가 산란 중심(scattering center)으로 작용할 수 있다. 여러 가지 접근 방법이 기포 발생을 감소시키기 위해 개별적으로 또는 공동으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 필름은 강화층(310) 전체에 걸친 수지(306)의 살포(dissemination)를 촉진하기 위해 기계적으로 진동할 수도 있다. 기계적인 진동은 예를 들어 초음파 원을 사용하여 가해질 수 있다. 추가적으로, 필름은 수지(306)로부터 기포를 추출하는 진공을 받게 될 수도 있다. 이는 코팅과 동시에 또는 그 후에, 예컨대 선택적인 탈기(de-aeration) 유닛(316) 내에서 수행될 수 있다.

<62> 이어서, 함침된 강화층(310)은 성형 롤(318)에 대해 불일 수 있다. 층(310)은 수지 내에 각인부(impression)를 형성하기 위해 성형 롤(318)의 구조화된 표면(320)에 대해 유지된다. 이어서, 수지는 성형 롤(318)과 접촉하면서 고화된다. 고화는 경화, 냉각, 가교결합, 및 중합체 매트릭스를 고체 상태에 도달하게 하는 임의의 다른 공정을 포함한다. 도시된 실시예에서, 방사원(322)이 수지에 방사선을 가하는 데 사용된다. 다른 실시예에서, 수지(306)를 고화시키기 위해 열 및 압력, 전자빔 방사 등을 포함하지만 이로 한정되지 않는 다양한 형태의 에너지가 수지에 가해질 수 있다. 다른 실시예에서, 수지(306)는 냉각, 중합화 또는 가교결합에 의해 고화될 수 있다. 냉각은 열경화성 중합체를 사용하는 데 특히 적합한 기술이다. 예를 들어, 성형 롤(318)이 수지를 냉각하는 데 사용될 수 있다.

<63> 일부 실시예에서, 고화된 필름(324)은 충분히 유연하여 권취 롤(take-up roll)(326)에 수집되어 저장된다. 다른 실시예에서, 고화된 필름(324)은 감기기에는 너무 강성일 수도 있고, 이 경우에 이 필름은 다소 다른 방식으로 저장되는데, 예를 들어 필름(324)은 저장을 위해 시트(sheet)로 절단될 수 있다.

<64> 상이한 유형의 표면 구조체가 강화 필름 상에 사용될 수 있다. 도 2는 축(208)에 대해 더 평행한 방향으로 필름을 통과하는 축외 광(207)을 지향시키는 휘도 향상 표면(206)을 갖는 강화 필름(200)을 도시한다. 축(208)은 필름(200)에 대해 수직으로 놓여 있다. 광선(207)은 주 광선인 것으로 여겨질 수 있다. 일부 실시예에서, 광선(207)은 축(208)에 대해  $30^\circ$  초과의 각도로 필름(200)에 입사되고, 축에 대해  $25^\circ$  미만의 각도로 필름(200)으로부터 빠져 나간다. 일부 실시예에서, 필름(200)을 통해 투과된 후의 주 광선(207)의 방향은 필름(200)에 진입하기 전의 주 광선(207)의 방향과는  $5^\circ$  보다 크게 다른데, 다시 말하면 필름(200)은  $5^\circ$  보다 큰, 일부 실시예에서는  $10^\circ$  보다 큰, 일부 실시예에서는  $20^\circ$  보다 큰 각도를 통해 광선(207)을 빛나게 한다. 휘도 향상 표면은 단지 평평한 면을 갖는 프리즘을 포함하는 것으로만 한정되는 것은 아니다. 다른 예시적인 실시예에서, 프리즘의 면은 만곡될 수 있고, 또는 프리즘은 필름의 전체 폭에 걸쳐 연장되지 않을 수도 있다.

- <65> 표면 구조화된 강화 필름(400)의 일 실시예가 도 4A에 개략적으로 도시된다. 필름(400)은 백라이트에 사용된 도광체(404)의 밖으로 통과하는 광(402)의 방향을 바꾸기 위해 사용된 강화된 터닝 필름이다. 이어서, 터닝 필름으로부터의 광은 디스플레이 패널(도시되지 않음)에 입사되기 전에 하나 이상의 부가의 광 관리 필름을 통과할 수 있다. 구조화된 표면(406)은 입구면(410) 및 반사면(412)을 갖는 다수의 돌출부(408)를 포함한다. 광(402)은 입구면(410)을 통해 돌출부에 진입하고, 반사면(412)에서 내부 전반사된다. 반사면(412)은 도시된 바와 같이 평평할 수 있고, 또는 면 처리되거나(faceted) 또는 만곡될 수도 있고, 또는 다소 다른 형상을 취할 수 있다.
- <66> 표면 구조화된 강화 필름(420)의 다른 실시예가 도 4B에 개략적으로 도시된다. 구조화된 표면(422)은 광(426)을 역반사시키는 다수의 코너 큐브 반사기(424)를 포함한다.
- <67> 표면 구조화된 강화 필름(430)의 다른 실시예가 도 4C에 개략적으로 도시된다. 이 실시예에서, 구조화된 표면(432)은 하나 이상의 렌즈(434)를 포함한다. 렌즈(434)는 양의 광학능(optical power) 또는 음의 광학능을 가질 수 있다.
- <68> 도 4D는 다른 표면 구조화된 강화 필름(440)을 개략적으로 도시한다. 필름(440)은 프레넬 렌즈(Fresnel lens) 형태의 구조화된 표면(442)을 갖는다.
- <69> 도 4E는 다른 표면 구조화된 강화 필름(450)을 개략적으로 도시한다. 필름(450)은 회절성 구조화된 표면(452)을 포함한다. 회절성 표면(452)은 필름(450)을 통과하는 광(454)에 임의의 바람직한 회절 기능을 제공하는 회절성 광학 요소로서 형성될 수 있다. 예를 들어, 회절성 표면은 광을 포커싱하거나 또는 디포커싱하고, 광을 하나 이상의 특정 방향으로 향하게 하고, 광을 상이한 색상 성분으로 분리하고, 또는 성형된 확산기로서 작용하도록 하는 데 사용될 수 있다.
- <70> 일부 예시적인 실시예에서, 표면 구조화된 강화 필름은 대량 면들 상에 2개의 구조화된 표면을 포함할 수 있다. 이러한 이중 표면 구조화된 필름(460)의 예시적인 실시예가 도 4F에 개략적으로 도시된다. 필름(460)은 제1 구조화된 표면(462) 및 제2 구조화된 표면(464)을 갖는다. 휘도 향상 구조체, 렌즈 구조체, 확산 구조체, 회절 구조체, 터닝 구조체 및 역반사 구조체를 포함하는 다수의 상이한 유형의 구조체가 2개의 표면(462, 464) 상에 조합하여 제공될 수 있다. 도시된 실시예에서, 상부 구조화된 표면(462)은 휘도 향상 구조체로써 구조화되고, 하부 구조화된 표면(464)은 렌티큘러 렌즈형 표면(lenticular lensed surface)일 수 있는 렌즈형 표면으로써 구조화된다. 이중 표면 구조화된 필름의 각각의 면 상의 구조체는 선형, 동심형, 랜덤형 또는 일부 다른 유형의 패턴일 수 있다. 각각의 면의 패턴의 유형은 동일할 필요는 없다.
- <71> 일부 실시예에서, 하나의 구조화된 표면은 다른 구조화된 표면에 정합될 수 있다. 예를 들어, 일 면의 반복적인 휘도 향상 프리즘형 구조체의 피치가 P이면, 다른 면의 렌즈의 피치는 동일할 수 있고, 하나의 렌즈로부터의 광이 하나의 휘도 향상 표면을 향하도록 설정될 수 있다. 이러한 배열은 도 4F에 도시된다. 그러나, 2개의 표면 상의 구조체는 정합될 필요는 없다. 이중 표면 구조화된 필름은 2개의 성형 룰 사이에서 동시에 필름을 가압함으로써 또는 제1 성형 공구에 대해 일 면을 성형하고 이어서 제2 성형 공구에 대해 제2 면을 성형함으로써 제조될 수 있다.
- <72> 일부 예시적인 실시예에서, 섬유 강화되고 구조화된 표면 층은 다른 층에 부착될 수 있다. 도 5는 제2 광학층(506)에 부착된 표면 구조화된 강화층(502)을 개략적으로 도시한다. 이 실시예에서, 제2 광학층(506)은 구조화된 표면(504)의 반대쪽 면(508)에 부착된다. 제2 광학층(506)은 편광 층 또는 터닝 층 등과 같은 임의의 적합한 유형의 층일 수 있다. 편광층은 반사 편광기 및 흡수 편광기를 포함하는 임의의 유형의 편광 층일 수 있다. 제2 광학층(506)은 감압 접착제(pressure sensitive adhesive) 또는 라미네이팅 접착제(laminating adhesive)와 같은 접착제를 사용하여 구조화된 표면 층(502)에 부착될 수 있다.
- <73> 다른 실시예에서, 제2 광학층은 구조화된 표면에 부착될 수 있다. 강화된 휘도 향상층(602)이 제2 층(606)에 부착되어 있는 예시적인 일 실시예가 도 6에 개략적으로 도시된다. 구조화된 표면(604)의 부분들은 강화층(602)을 향하는 제2 층(606)의 표면에 위치된 얇은 접착층(608) 내에 매립된다. 다른 광학 필름에 대한 구조화된 표면의 부착은 미국 특허 제6,846,089호에 보다 상세하게 논의되어 있다. 일반적으로, 접착층(608)은 표면 구조체의 높이에 비하여 상대적으로 얇다. 구조화된 표면(604)은 구조화된 표면(608)의 상당 부분이 공기와 접하도록 하는 깊이로 접착층(608) 내로 가압된다. 이는 공기와 층(602) 사이에 상대적으로 큰 굴절률 차이를 유지하고, 따라서 구조화된 표면(604)의 굴절 효과를 유지하게 한다. 다른 유형의 표면 구조화된 필름의 구조화된 표면이 강화층에 또한 부착될 수 있다는 것이 이해될 수 있을 것이다.

<74> 다른 광 관리 층이 휘도 향상 이외의 목적을 위해 포함될 수 있다. 이러한 용도는 광의 공간적 혼합 또는 색 혼합, 광원 숨김, 및 균일성 개선을 포함한다. 이러한 목적을 위해 사용될 수 있는 필름은 확산 필름, 확산판, 부분 반사 층, 색 혼합 도광체 또는 필름, 및 확산 광의 피크 휘도 광선이 입력 광의 피크 휘도 광선의 방향에 대해 평행하지 않은 방향으로 진행하는 확산 시스템을 포함한다.

<75> 강화된 표면 구조 층은 하나 초과의 다른 층에 부착될 수 있다. 예를 들어, 광학층은 구조화된 표면 층의 구조화된 표면 및 다른 표면 둘 모두에 부착될 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 초과의 다른 층은 강화되고 구조화된 표면 층의 표면들 중 하나에 부착될 수 있다. 제2 광학층(704)이 강화되고 구조화된 표면 층(702)의 구조화되지 않은 면, 예컨대 평평한 면에 부착되어 있는 일 특정 예가 도 7에 개략적으로 도시된다. 제3 광학층은 제2 광학층에 부착된다. 제2 및 제3 광학층(704, 706)은 편광 층 등을 포함하는 임의의 원하는 유형의 광학층일 수 있다. 추가적으로, 제2 및 제3 층(704, 706) 중 어느 하나가 강화층일 수 있다. 이하에 논의되는 일 예에서, 제2 광학층(704)은 반사 편광 층이고, 제3 광학층(706)은 평평한 강화층이다.

#### <76> 예

<77> 본 발명의 선택된 실시예를 이하에서 설명한다. 이를 예는 제한적인 것으로 의미되는 것이 아니라 단지 본 발명의 일부 태양을 설명하는 것이다.

<78> 복합 필름의 이하의 모든 예에서는 미국 사우스 캐롤라이나주 앤더슨 소재의 헥셀 리인포스먼츠 코포레이션 (Hexcel Reinforcements Corp.)에 의해 제조된 직조 유리 섬유를 무기 섬유 강화재로서 사용하였다. 헥셀 (Hexcel) 106 (H-106) 섬유를 섬유와 수지 매트릭스 사이의 결합제로서 작용하도록 섬유에 마감재(finish)가 적용된 상태로 판매자로부터 공급받았다. 이러한 예에서, 사용된 모든 H-106 유리 직물(glass fabric)은 CS767 실란 마감재를 가졌다. 다른 시스템에서, 유리 섬유에 적용된 마감재 또는 결합제를 갖지 않는 미가공 상태 (greige state)의 유리 강화재의 사용을 추가하는 것이 바람직할 수도 있다.

<79> 표 I에 열거된 섬유 샘플의 굴절률(RI)은 20x/0.50 대물 렌즈를 갖는 트랜스미티드 싱글 폴러라이즈드 라이트 (Transmitted Single Polarized Light (TSP))와 20x/0.50 대물 렌즈를 갖는 트랜스미티드 폐이즈 콘트라스트 제르니크(Transmitted Phase Contrast Zernike (PCZ))로 측정하였다. 섬유 샘플은 면도날을 이용하여 섬유의 부분들을 절단함으로써 굴절률 측정을 위한 준비를 하였다. 섬유는 유리 슬라이드 상의 다양한 RI 오일 내에 장착되고 유리 커버슬립(coverslip)으로 덮는다. 샘플은 독일 칼 자이스(Carl Zeiss)의 자이스 악시오플란 (Zeiss Axioplan)을 이용하여 분석하였다. RI 오일의 보정(calibration)은 미국 뉴욕주 로체스터 소재의 밀튼 로이 인크.(Milton Roy Inc.)에 의해 제조된 ABBE-3L 굴절계 상에서 수행되었고, 그에 따라 값들이 조절되었다. 상 대비(phase contrast)에 수반되는 베크 라인 방법(Becke Line Method)은 샘플의 RI를 측정하는 데에 사용한다. 이 값들에 대한 공칭 RI 결과치  $n_D$ , 즉 소듐 D-라인(sodium D-line)의 파장, 589 nm에서의 굴절률은 각 샘플에 대해 ± 0.002의 정밀도를 갖는다.

<80> 예 1 내지 4에 사용된 다양한 수지에 대한 요약 정보가 표 I에 제공된다.

#### 표 I

수지 성분

성분 ID	제조업체	수지 성분	굴절률
C1	사이텍 서피스 스페셜티 이즈(Cytec Surface Specialties)	에베크릴(Ebecryl) 600	1.5553
C2	사토머 컴퍼니(Sartomer Company)	TMPTA (SR351)	1.4723
C3	시바 스페셜티 케미컬즈 코포레이션(Ciba Specialty Chemicals Corp.)	다로커(Darocur) 1173	1.5286
C4	코그니스 코포레이션(Cognis Corp.)	포토머 6210	
C5	사토머 컴퍼니	THFA (SR285)	
C6	사토머 컴퍼니	HDODA (SR238)	
C7	시바 스페셜티 케미컬즈 코포레이션(Ciba Specialty Chemicals Corp.)	다로커 4265	

<81>

<82> 다로커 1173 및 다로커 4265는 광개시제이고, THFA (테트라하이드로푸르포릴 아크릴레이트)는 1작용성 아크릴레이트 단량체이다. 표 1의 나머지 성분들은 가교결합성 수지이다. 에베크릴 600은 비스페놀-A 에폭시 다이아크

릴레이트 올리고머이다.

<83> 예 1 - 모노리식 휘도 향상 복합재 층

<84> 이 예에서 중합체 수지용으로 사용된 원료는 다음과 같다.

성분	중량 %
C1	69.3
C2	29.7
C3	1.0

<85>

<86> 섬유 강화재는 CS767 마감재를 갖는 헥셀 스타일 106 직조 섬유 직물이었다. 섬유의 굴절률은  $1.551 \pm 0.002$ 이다. 본 예와 이하의 모든 예에 사용된 경화된 복합재 수지 혼합물(69.3/29.7/1.0 에베크릴 600/TMPTA/다로커 1173)의 굴절률은 1.5517이다. 따라서, 중합체 매트릭스와 섬유 사이의 굴절률 차이는 대략 0.0007이다.

<87> 모노리식 복합재의 제조는 30 cm x 60 cm (12" x 24") PET 시트를 30.5 cm x 50.8 cm x 0.6 cm (12" x 20" x  $\frac{1}{4}$ ") 알루미늄 시트의 선단 에지로 테이핑함으로써 시작하였다. 프리즘형 휘도 향상 구조체를 생성하기 위한 성형 공구를 PET의 상부에 놓고 유리 섬유 직물 시트를 성형 공구의 상부에 놓았다. 성형 공구는 프리즘 피치가 50  $\mu\text{m}$ 이고 꼭지각(apex angle)이  $90^\circ$ 인 비퀴티™ BEF-III 필름에 사용된 것과 유사한 물결 모양의(undulating) 프리즘형 휘도 향상 표면을 생성하도록 설계되었다.

<88> 유리 섬유 직물은 다른 30 cm x 60 cm (12" x 24") PET 시트로 덮고, 그 선단 에지는 알루미늄 판의 선단 에지로 테이핑하였다. 알루미늄 판의 선단 에지를 수동식 적층기 내로 위치시켰다. 성형 공구에 대한 접근을 가능하게 하도록 상부 PET 시트 및 유리 섬유를 후방으로 벗겨내었다. 수지의 비드(8 내지 10 ml)를 적층 롤(laminating roll)에 가장 근접한 에지에 인접하게 성형 공구에 도포하였다. 이 샌드위치 구성을 일정한 속도로 적층기를 통해 공급하여, 수지를 위로 유리 섬유 직물을 통과하게 하고, 직물을 완전히 코팅하였다.

<89> 여전히 알루미늄 판에 부착된 적층체를 진공 오븐 내에 두고  $60^\circ\text{C}$  내지  $65^\circ\text{C}$ 의 온도로 가열하였다. 오븐을 대기압보다 68.6 cm (27 인치) Hg 작은 압력으로 소기시켰고, 적층체를 4분 동안 탈기시켰다. 오븐 내로 질소를 도입함으로써 진공을 해제시켰다. 적층체를 적층기를 통해 한 번 더 통과시켰다.

<90> 236 W/cm (600 W/in)로 작동하는 퓨전 "D" UV 램프 아래에서 적층체를 15 cm/s (30 fpm)의 속도로 통과시킴으로써 수지를 경화시켰다. 전체 시트가 성형 공구로부터 이탈될 때까지 자유 에지를 후방으로 벗겨냄으로써 복합재를 공구로부터 제거하였다. 프라이밍되지 않은 PET 배킹을 또한 복합재로부터 제거하여, '단층' 모노리식 프리즘형 복합 필름을 남게 하였다.

<91> 예 2 - 반사 편광기 상의 모노리식 휘도 향상 복합 필름

<92> 예 1에 설명된 것과 같은 모노리식 복합재를 쓰리엠 비퀴티™ DBEF-P2와 유사한 프라이밍된 단층 반사 편광기(RP)의 표면 상에 형성하였다. 평평한 면을 갖는 제2 복합재 층을 기계적 지지를 위해 편광 층의 다른 면에 위치시켰다. 이 예에서, 복합재 층에 편광 층을 접합하는 데 라미네이팅 접착제를 사용하였다. 따라서, 최종 구조는 위로부터 아래로 하기의 층, 즉 프리즘형 표면을 갖는 투명 복합재/라미네이팅 접착제/RP/라미네이팅 접착제/투명 복합재를 가졌다. 이 구조는 도 7에 도시된 것과 유사하였다.

<93> 적층 수지를 하기와 같이 형성하였다:

성분	중량 %
C4	64.4
C5	24.7
C6	9.9
C7	1.0

<94>

<95> 프라이머를 사용하여 RP 층의 양 면에 대한 아크릴레이트 수지의 접착성을 향상시켰다. 프라이머는 헥산다이올 97%(w/w) 및 벤조페논 3%(w/w)의 혼합물이었다. 필름 시트를 프라이밍하기 위해, 3 방울의 용액을 필름의 필요 면에 바르고 티슈를 사용하여 문질러 코팅하였다. 잉여 프라이머 용액은 깨끗한 티슈로 닦아냄으로써 제거

할 수 있다. 공기 분위기에서 15 cm/s (30 fpm)의 라인 속도에서 236 W/cm (600 W/in)로 작동하는 퓨전 "D" UV 램프를 사용하여 코팅을 경화시켰다. 이어서, 프라이밍된 RP 시트를 RP와 복합재 사이에 라미네이팅 접착제를 코팅하고 이를 경화시킴으로써 미리 제조된 투명 복합재에 부착하였다.

<96> 구조화된 표면 복합재를 위한 제조 절차는 예 1과 동일하였다. 추가적으로, 평평한 투명 복합재를 하기의 방식으로 형성하였다. 30 cm x 60 cm (12" x 24") PET 시트를 30.5 cm x 50.8 cm x 0.6 cm (12" x 20" x  $\frac{1}{4}$ ") 알루미늄 시트의 선단 에지로 테이핑하였다. 헥셀 106 유리 섬유 직물 시트를 PET의 상부에 놓았다. 유리 섬유 직물은 다른 30 cm x 60 cm (12" x 24") PET 시트로 덮고, 그 선단 에지는 알루미늄 판의 선단 에지로 테이핑하였다. 알루미늄 판의 선단 에지를 수동식 적층기 내로 위치시켰다. 하부 PEF 시트에 대한 접근을 가능하게 하도록 상부 PET 시트 및 유리 직물을 후방으로 벗겨내었다. 수지의 비드 (6 내지 8 mL)를 적층 둘레에 가장 근접한 에지에 인접하게 하부 PET 시트에 도포하였다. 이 샌드위치 구성을 일정한 속도로 적층기를 통해 공급하여, 수지를 위로 유리 섬유 직물을 통과하게 하였다.

<97> 여전히 알루미늄 판에 부착된 적층체를 진공 오븐 내에 두고 60°C 내지 65°C의 온도로 가열하였다. 오븐을 대기압보다 68.6 cm (27 인치) Hg 작은 압력으로 소기시켰고, 적층체를 4분 동안 탈기시켰다. 오븐 내로 질소를 도입함으로써 진공을 해제시켰다. 적층체를 적층기를 통해 다시 한 번 통과시켰다. 236 W/cm (600 W/in)로 작동하는 퓨전 "D" 또는 퓨전 "H" UV 램프 아래에서 적층체를 15 cm/s (30 fpm)의 속도로 통과시킴으로써 수지를 경화시켰다.

<98> 30 cm x 60 cm (12" x 24") PET 시트를 30.5 cm x 50.8 cm x 0.6 cm (12" x 20" x  $\frac{1}{4}$ ") 알루미늄 시트의 선단 에지로 테이핑함으로써 프라이밍된 PR 층에 대한 투명 복합재의 부착을 시작하였다. 프라이밍된 RP 시트를 PET 상에 놓았다. 하부 PET 시트를 미리 제조된 투명 복합재 층으로부터 주의깊게 벗겨내었다. 미리 제조된 투명 복합재 층을 복합재 층을 아래로 하여 RP 층의 상부에 놓았다. 복합재의 상부 PET 층을 알루미늄 판의 선단 에지로 테이핑하였다. 알루미늄 판의 선단 에지를 수동식 적층기 내로 위치시켰다. RP 시트에 대한 접근을 가능하게 하도록 상부 복합재/PET 시트를 후방으로 잡아당겼다. 수지의 비드 (약 5 mL)를 적층 둘레에 가장 근접한 RP의 에지에 도포하였다. 이 샌드위치 구성을 일정한 속도로 적층기를 통해 공급하여, 적층 수지를 이용하여 RP 및 미리 제조된 복합재 층 둘 모두를 코팅하였다.

<99> 알루미늄 판에 여전히 부착된 적층체를, 236 W/cm (600 W/in)로 작동하는 퓨전 "D" UV 램프 아래에서 적층체를 15 cm/s (30 fpm)의 속도로 통과시킴으로써 경화시켰다.

<100> 평평한 투명 복합재에 RP를 부착하기 위해 사용된 것과 유사한 절차를 사용하여 모노리식 휙도 향상 복합 필름을 RP/투명 복합재에 부착하였다.

#### 예 3 - 회절 표면을 갖는 모노리식 복합재

<102> 투명한 유리 섬유 복합재를 폴리이미드 성형 공구 상의 회절성 미세구조화된 표면을 갖도록 형성하였다. 따라서, 용품은 회절성 구조화된 표면을 갖는 단일 복합재 층을 포함한다. 성형 공구가 층 상에 회절성 구조를 제공하였다는 점을 제외하고는, 예 1에서 전술된 것과 동일한 방식으로 샘플을 제조하였다. 또한, 최초 사용에 앞서 성형 공구에 이형 코팅을 도포하여 성형 공구로부터 경화된 복합재의 제거를 도왔다.

<103> 회절 패턴은 1 cm의 초점 길이를 갖고 632 nm에서 작동하도록 설계된 1 mm 정사각형, 17개의 구역 및 16개의 레벨을 갖는 정사각형 구역판(zone plate)이었다. 광중합된 "포지티브 이미지"(positive image)의 부분 단면이 도 8에 개략적으로 도시된다. 이 도면은 17개 구역 중 3개, 즉 하나의 중심 구역(802)과 2개의 측면 구역(804)을 도시한다. 각 구역의 최대 높이는 632 nm에 달했다. 이 회절 구조는 포지티브 렌즈(positive lens)로서 기능한다.

#### 예 4 - 미소렌즈(lenslet) 표면을 갖는 모노리식 복합재

<105> 투명한 유리 섬유 복합재를 미소렌즈 미세구조화된 표면을 갖도록 형성하였다. 성형 공구가 미소렌즈 어레이를 생성하도록 설계된 것이라는 것을 제외하고는, 예 4를 위한 샘플 제조 절차는 실시예 1에서와 동일하였다. 이 절차는 미소렌즈 미세구조화된 표면 공구 상에 유리 섬유를 코팅하고 이를 경화시키는 동작을 포함하였다. 또한, 최초 사용에 앞서 성형 공구에 이형 코팅을 도포하여 공구로부터 경화된 복합재의 제거를 도왔다.

<106> 미소렌즈 구조는 높이(sag)가 30 마이크로미터이고 직경이 75 마이크로미터인 포지티브 렌즈의 어레이를 포함한다.

광학적 측정

&lt;107&gt;

BEF형 복합재 예, 즉 예 1 및 2의 상대 이득 성능을, 미국 캘리포니아주 챕스워쓰 소재의 포토 리서치, 임크(Photo Research, Inc)로부터 입수 가능한 MS-75 렌즈를 갖는 스펙트라스캔(SpectraScan)™ PR-650 분광비색계(SpectraColorimeter)를 사용하여 측정하였다. 이를 값은 비교예로서 사용된 현존하는 제품과 비교하였다. 비교예는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 구매가능한 비퀴티™ 박형 BEF-II, BEF-III-10-T, BEF-RP 및 DBEF-DTV를 포함한다. 박형 BEF-II는 50  $\mu\text{m}$  (2 mil) PET 기재 상에 꼭지각이 90°이고 높이가 24  $\mu\text{m}$ 인 프리즘의 패턴을 갖는다. 이러한 패턴을 90/24 패턴이라 부른다. BEF-III-10-T는 254  $\mu\text{m}$  (10 mil) PET 기재 상에 꼭지각이 90°이고 높이가 50  $\mu\text{m}$ 인 프리즘의 패턴을 갖는다. BEF-RP는 반사성 편광 기재, DBEF-Q 상에 90/24 프리즘 패턴을 갖는다. DBEF-DTV는 흐릿한(hazy) 폴리카르보네이트(PC) 배킹을 갖는 DBEF-Q에 적층된 254  $\mu\text{m}$  (10 mil) PC 기재 상에 7  $\mu\text{m}$ 의 반경을 갖는 라운드진 정점(apex)을 갖는 프리즘을 가진다. 이를 필름 모두에 대한 경화된 프리즘 수지 굴절률은 약 1.58이고, PET 평균 굴절률은 약 1.66이고, PC 평균 굴절률은 약 1.58이다.

&lt;108&gt;

본 발명의 광학 필름의 광학 성능을 정량화하는 데 사용된 일반적인 상대 이득 시험 방법을 이제 설명한다. 구체적인 상세 내용이 완전함을 위해 제공되었지만, 유사한 결과가 하기의 접근법의 변형을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 용이하게 알아야 한다. 미국 캘리포니아주 챕스워쓰 소재의 포토 리서치, 임크로부터 입수 가능한 MS-75 렌즈를 가진 스펙트라스캔™ PR-650 분광비색계를 사용하여 필름의 광학 성능을 측정하였다. 필름을 확산 투과성 중공 라이트 박스(light box)의 상부에 놓았다. 라이트 박스의 확산 투과 및 반사는 램버시안(Lambertian)으로서 설명될 수 있다. 라이트 박스는 약 6 mm 두께의 확산 PTFE 판으로부터 제조된, 대략 12.5 cm x 12.5 cm x 11.5 cm (LxWxH)로 측정되는 6면 중공 입방체였다. 박스의 한 면을 샘플 표면으로 선택한다. 중공 라이트 박스는 샘플 표면에서 측정된 약 0.83의 확산 반사율을 가졌다(예컨대, 약 83%, 400 nm 내지 700 nm의 파장 범위에 걸친 평균, 박스 반사를 측정 방법은 후술함). 이득 시험 동안, (광을 내부로부터 샘플 표면을 향해 지향시킨 상태에서 샘플 표면의 반대편인) 박스의 저부 내의 약 1 cm의 원형 구멍을 통해 그 내부로부터 박스를 조명하였다. 이 조명은 광을 지향시키는 데 사용된 광섬유 번들(미국 매사추세츠주 말보로 및 뉴욕주 오번 소재의 쇼트-포스텍 엘엘씨(Schott-Fostec LLC)로부터의 약 1 cm 직경의 섬유 번들 익스텐션(extension)을 가진 포스텍(Fostec) DCR-II)에 부착된 안정화된 광대역 백열 광원을 사용하여 제공되었다. (멜레스 그리오티(Melles Griot) 03 FPG 007과 같은) 표준 선형 흡수 편광기를 샘플 박스와 카메라 사이에 위치시킨다. 카메라를 약 34 cm의 거리에서 라이트 박스의 샘플 표면에 포커싱하고, 흡수 편광기를 카메라 렌즈로부터 약 2.5 cm에 배치한다. 샘플 필름 없이 편광기가 정위치에 있는 경우에 측정한 조명된 라이트 박스의 휘도는 150 cd/m<sup>2</sup> 초과였다. 샘플 필름을 박스 샘플 표면과 평행하게 배치하여 샘플 필름이 박스와 대체로 접촉하게 된 때, 박스 샘플 표면의 평면에 대한 수직 입사에서 PR-650으로 샘플 휘도를 측정하였다. 이러한 샘플 휘도를 단지 라이트 박스만으로 동일한 방식으로 측정한 휘도와 비교함으로써 상대 이득을 계산한다. 빗나가는 광원을 제거하기 위하여 어두운 인클로저 내에서 전체 측정을 수행하였다. 반사 편광기를 포함하는 필름 조립체의 상대 이득을 시험할 때, 반사 편광기의 통과축은 시험 시스템의 흡수 편광기의 통과축과 정렬시켰다.

&lt;109&gt;

모두 랩스피어(Labsphere)(미국 뉴햄프셔 셔튼 소재)에 의해 공급되는, 15.25 cm(6 인치) 직경의 스펙트랄론-코팅된 적분구(Spectralon-coated integrating sphere), 안정화된 광대역 할로겐 광원, 및 광원용 전원 장치를 사용하여, 라이트 박스의 확산 반사율을 측정하였다. 적분구는 3개의 개방 포트, 즉 (2.5 cm 직경의) 입사광을 위한 하나의 포트, (2.5 cm 직경의) 검출기 포트로서 제2 축을 따라 90도인 하나의 포트, 및 (5 cm 직경의) 샘플 포트로서 제3 축을 따라 90도인(즉, 처음 2개의 축에 수직인) 제3 포트를 가졌다. PR-650 분광비색계(상기와 동일함)를 약 38 cm의 거리에서 검출기 포트 상에 포커싱하였다. 약 99% 확산 반사율을 가진 랩스피어로부터의 보정된 반사율 표준(SRT-99-050)을 사용하여 적분구의 반사 효율을 계산하였다. 이 표준은 랩스피어에 의해 보정되었고 NIST 표준(SRS-99-020-REFL-51)에 대해 추적가능하였다. 적분구의 반사 효율을 하기와 같이 계산하였다:

&lt;110&gt;

$$\text{구 휘도비} = 1/(1-R_{\text{구}} \cdot R_{\text{표준}})$$

&lt;111&gt;

이러한 경우의 구 휘도비는, 기준 샘플이 샘플 포트를 덮은 상태에서 검출기 포트에서 측정된 휘도를 샘플 포트를 덮은 샘플이 없는 상태에서 검출기 포트에서 측정된 휘도로 나눈 비이다. 이러한 휘도비와 보정된 표준의 반사율( $R_{\text{표준}}$ )을 알게 되면, 적분구의 반사 효율( $R_{\text{구}}$ )을 계산할 수 있다. 그 후, 이러한 경우 PTFE 라이트 박스에서 샘플의 반사율을 측정하기 위해 유사한 식에서 이 값이 다시 사용된다:

<113> 구 휘도비 =  $1/(1-R_g \cdot R_{\text{샘플}})$

<114> 여기서, 구 휘도비는, 샘플이 샘플 포트에 있는 상태에서 검출기에서의 휘도를 샘플이 없는 상태에서 측정된 휘도로 나눈 비로서 측정된다.  $R_g$ 은 위에서 알 수 있기 때문에,  $R_{\text{샘플}}$ 을 계산하는 것은 간단하다. 이들 반사율은 4 nm 파장 간격에서 계산하였으며, 400 nm 내지 700 nm 파장 범위에 걸친 평균으로서 보고하였다.

<115> 샘플/라이트 박스 조립체의 CIE (1931) 색도 좌표(chromaticity coordinate)를 PR-650에 의해 동시에 기록한다. 이들 색도 좌표는 샘플들 사이의 색차(color difference)의 정량적인 치수를 제공한다. 상대 이득은 단지 라이트 박스만으로 동일한 방식으로 측정된 휘도와 샘플 휘도를 비교함으로써 계산되는데, 즉 상대 이득은 필름 없이 측정된 휘도에 대한 필름을 갖고서 측정된 휘도의 비와 동일하고, 즉 이득(g)은 하기의 식으로 제공된다.

$$g = L_f / L_o,$$

<117> 여기서  $L_f$ 는 필름이 정위치에 있는 경우에 측정된 휘도이고,  $L_o$ 는 필름이 없는 경우에 측정된 휘도이다.

<118> 빛나가는 광원을 제거하기 위하여 어두운 인클로저 내에서 측정을 수행하였다. 반사 편광기를 포함하는 필름 조립체의 상대 이득을 시험할 때, 반사 편광기의 통과축은 시험 시스템의 흡수 편광기의 통과축과 정렬시켰다. 시험 시스템의 흡수 편광기가 정위치에 있고 라이트 박스 상부에 샘플이 없는 상태로 단지 라이트 박스만으로 측정된 '블랭크'(blank) 휘도는 약 275 칸델라/제곱미터이었다.

<119> 이득 측정 그 자체의 변동성(variability)은 매우 낮다(약 1%). 그러나, 비교예의 가변성 탁도 수준 및 프리즘 구조와 본 발명의 샘플의 부분(section)에서의 기포의 존재 가능성을 포함하는, 샘플 변동성의 몇몇 잠재적인 원인이 존재한다. 예 2를 평가할 때 고려되어야 하는 부가의 인자는 예 2의 프리즘이 예 2의 RP 층의 통과축에 수직으로 정렬되어 있다는 것이다. 이는 예 2가 단독으로 사용될 때 바람직한 배향이지만, (조립체에 따라) 일부 필름 조립체에서는 바람직하지 않을 수도 있다. 비교예의 BEF-RP 및 DBEF-DTV는 반대의 프리즘 배향을 갖는데, 이는 이것이 광학적으로 바람직하기 때문이 아니라 제조 효율에 대해 바람직하기 때문이다. 본 발명의 일부 실시예에서, 휘도 이득은 10%보다 크고, 다른 실시예에서는 50%보다 크고, 다른 실시예에서는 100%보다 크다.

<120> 표 II는 예 1 내지 4, 비교예들 및 어떠한 필름도 없는 단지 라이트 박스인 경우의 결과를 나타낸다. 일반적으로, 복합재 예의 상대 이득은 대응 비교예에 필적하고, 어떠한 주요 색 변화도 발생하지 않는다. 예를 들어, 예 1, 박형 BEF-II-T 및 BEF-III-10-T 사이의 매우 작은 이득 차이는 주목할 만한 가치가 있다. 이는 예 1의 구조화된 복합재가 매우 낮은 광 흡수 및 산란 특성을 갖는 것을 나타내는데, 이는 상기와 같은 재생 광학 필름 적용예에 있어서 중요하다. 또한, 예 1의 수지가 유리 섬유 강화재의 (낮은) 굴절률에 정합하도록 설계되기 때문에 예 1의 프리즘 굴절률이 비교예보다 낮다는 사실에도 불구하고 예 1은 박형 BEF-II-T 및 BEF-III-10-T에 필적하는 이득을 갖는다는 것에 주목하는 것은 흥미가 있는 것이다.

## 표 II

예 1 내지 4 및 비교예의 제품에 대한 두께, 상대 이득 및 색도

샘플	두께 (㎛)	상대 이득 (g)	x	y
예 1	86	1.571	0.4736	0.4257
예 2	274	2.405	0.4711	0.427
예 3	85	1.302	0.475	0.4256
예 4	42	1.034	0.4754	0.4254
박형 BEF-II-T	63	1.587	0.4735	0.4271
BEF-III-10-T	277	1.608	0.4744	0.426
BEF-RP	152	2.416	0.4735	0.4271
DBEF-DTV	638	2.117	0.4716	0.4265
라이트 박스	-	1.000	0.4755	0.4252

<122> 구조화된 복합재 예의 각방향 출력은 후술되는 조명된 라이트 박스 상에 샘플 필름을 위치시킴으로써 측정하였다. 휘도 대 출력각은 독일 칼스루헤 소재의 아우트로닉-멜처스 게엠베하(Autronic-Melchers GmbH)에 의해 제조된 아우트로닉 코노스코프(conoscope)를 사용하여 측정하였다. 복합 필름의 각각에 대한 측정 결과는 도 9 및 10에 도시된다. 도 9는 단지 라이트 박스만인 경우와 비교한 4개의 예에 대해 수평각의 함수로 휘도를 도시한다. 곡선(901)은 실시예 1에 대응하고, 곡선(902)은 실시예 2에 대응하고, 곡선(903)은 실시예 3에

대응하고, 곡선(904)은 실시예 4에 대응하고, 곡선(905)은 라이트 박스만인 경우에 대응한다. 도 10은 단지 라이트 박스만인 경우와 비교한 4개의 예에 대해 수직각의 함수로 휘도를 도시한다. 곡선(1001)은 실시예 1에 대응하고, 곡선(1002)은 실시예 2에 대응하고, 곡선(1003)은 실시예 3에 대응하고, 곡선(1004)은 실시예 4에 대응하고, 곡선(1005)은 라이트 박스만인 경우에 대응한다. 라이트 박스만인 경우의 출력은 램버시안에 근접한다. 광 지향 필름은 출력 강도 대 각도를 변형시키는데, 예를 들어 광 강도의 상당한 부분을 0도 출력(zero degree output)을 향해 또는 박스의 면에 수직으로 리디렉팅한다. 축상 휘도의 이러한 증가를 이득이라 부른다.

<123> 초기에 시준된 광의 각방향 출력을 분석하는 것과 같은 다른 측정이 예를 들어 회절 표면의 성능을 추가로 특징 지울 것이다. 회절성 및 미소렌즈 구조화된 표면의 일반적인 성능은 본 기술 분야에 잘 알려져 있고, 본 명세서에 설명된 복합재 예는 이에 따라 작동되어야 한다.

<124> 광학 필름의 성능을 특징짓는 데 통상 사용되는 시험은 단일 패스 투과율이다. 이러한 유형의 투과율 측정은 광 재생 캐비티(light-recycling cavity) 내의 필름의 영향을 고려하지 않는다. 이러한 시험에서 검출기에 닿는 광은 단지 한번만 필름을 통과한다. 또한, 입력 광은 전형적으로 필름의 평면에 실질적으로 수직한 각도로 향하게 되고, 투과된 모든 광은 투과각에 무관하게 적분구에 집광된다. 가장 많이 구매가능한 탁도계(hazemeter) 및 UV-Vis 분광계를 포함하는 통상의 많은 장치가 이러한 유형의 단일 패스 투과율을 시험한다.

<125> 다수의 효율적인 휘도 향상 필름 및 광 리디렉팅 필름은 높은 단일 패스 투과율을 갖지 않는다. 특히, 휘도 향상 구조체가 광원으로부터 멀어지게 향할 때, 대부분의 휘도 향상 필름은 낮은 단일 패스 투과율을 가진다. 이는 휘도 향상 필름이 단일 패스 투과율로 측정되는 축상 광을 역반사를 통해 재생하면서 법선을 향해 축외 광을 리디렉팅함으로써 재생 백라이트에서의 휘도 향상을 효율적으로 생성하도록 설계되기 때문이다. 순 효과(net effect)는 디스플레이 시스템에서의 효율적인 휘도 향상이다. 따라서, 상대 이득 시험과 같은 다른 특징화 시험과 조합될 때, 단일 패스 투과율은 프리즘형 휘도 향상 필름의 광 재생 효율을 평가하는 데 사용될 수 있다. 따라서, 다른 측정치들과 함께 해석될 때 휘도 향상 필름은 낮은 값의 단일 패스 투과율을 나타내는 것이 바람직한데, 그 이유는 이들이 높은 역반사 효율을 나타내기 때문이다. 특정 휘도 향상 필름에 대한 높은 단일 패스 투과율은 바람직하지 않은데, 그 이유는 이것이 불규칙성 및 광 산란을 나타내서 완성된 디스플레이 시스템의 덜 효율적인 휘도 향상으로 이어지기 때문이다. 일부 실시예에서 40% 미만의 단일 패스 투과율을 갖는 것이 바람직하며, 다른 실시예에서는 10% 미만의 단일 패스 투과율을 갖는 것이 바람직하다.

<126> 본 발명의 예시적인 광학 필름을, (450-650 nm의 근사 평균을 사용하여) 퍼킨 엘머 람다(Perkin Elmer Lambda) 900 UV-Vis 분광계를 사용하여 단일 패스 투과율(%T)에 대해 시험하였다. 휘도 향상 구조체를 광원으로부터 멀어지게 향하는 필름의 면에 위치시켰다. 결과는 하기의 표 III에 나타낸다.

### 표 III

450 내지 650 nm 광장의 평균 단일 패스 투과율

예	평균 %T (단일 패스)
예 1 모노리식 BEF 복합재	4.4
BEF-III-10-T 대조	6.7
박형 BEF-II-T 대조	7.9

<127>

<128> 알 수 있는 바와 같이, 복합 휘도 향상 필름은 디스플레이 시스템의 고효율 휘도 향상을 나타내는 매우 낮은 단일 패스 투과율을 나타내었다.

<129>

예 1의 지연성(retardance)을 분광 주사원(spectral scanning source)을 갖는 액소미트릭스 편광계(Axometrics Polarimeter)를 사용하여 측정하였다. 이 지연성은 몇몇 이전의 비교예 뿐만 아니라 추가의 비교예 (PC-BEF, 약 250 μm 두께의 폴리카르보네이트 기재 상의 BEF-III 90/50 패턴내의 7 μm 반경 프리즘)와 비교하였다. 그 결과를 하기의 표 IV에 나타낸다. 이러한 도구를 사용하여 프리즘형 구조체를 정확하게 측정하기 위해, 2개의 기술을 사용하였다. 제1 기술은 굴절률-정합 유체를 이용하여 프리즘 구조체를 "적셔"(wet-out) 광이 필름을 통해 검출기로 통과하게 하였다. 제2 기술은 프리즘이 서로 대향하게 2개의 프리즘 필름을 적층체 내에 위치시켜 필름들 사이로 물을 위치시킴으로써 이 필름들을 광학적으로 결합하는 것이다. 허용 가능한 재현성이 2개의 기술 사이에서 발견되었다. 측정된 값의 20 내지 30%의 정도의 변동성은 이러한 시험에서 예측될 수 있다(낮은 지연성 수준에서의 다소간의 변동성은 이하의 '블랭크' 측정에서 나타남). 복합재 샘플은 낮은 지연성 및 낮은 복굴절성을 갖는 것으로 판명되었다. 지연성(나노미터 단위)은 여기서  $d \times (|n_o - n_e|)$ 로 정의되는데, 이 경우  $d$ 는 샘플의 두께이고, 양 ( $|n_o - n_e|$ )은 샘플의 정상축과 이상축 사이의 굴절률 차이의 크기 또는 복굴절성에 상당

한다. 여기서 제조된 것들에 대응하는 복합재 층은 0.0001 미만의 복굴절률 값에 대응하는 (600 nm 파장에서) 2 nm 미만의 자연성 값을 갖는 것으로 판명되었다.

#### 표 IV

예 1 및 비교예에 있어서의 측정된 자연성

샘플	600 nm에서의 자연성 (nm)	두께 (um)	600 nm에서의 복굴절률
예 1의 BEF-III 복합재	1.65	86	0.00002
박형 BEF-II-T	1350	61	0.0221
PC-BEF 7 um 라운드집	8.8	268	0.00003
BEF-III-10-T	9000	276	0.0326
블랭크 (공기)	0.1 내지 1.1	--	--

<130>

특정 표면 구조화된 필름, 특히 휨도 향상 필름에 있어서, 필름 내에서 발생하는 벌크 확산(bulk diffusion)을 제한하는 것이 흔히 바람직하다. 벌크 확산은 (광학체의 표면에서 발생하는 광 산란과는 대조적으로) 광학체의 내부 내에 발생하는 광 산란으로서 정의된다. 구조화된 표면 재료의 벌크 확산은 굴절률 정합 오일을 사용하여 구조화된 표면을 적시고 표준 탁도계를 사용하여 탁도를 측정함으로써 측정될 수 있다. 탁도는 다수의 구매 가능한 탁도계에 의해 측정될 수 있고 ASTM D1003에 따라 규정될 수 있다. 벌크 확산을 제한함으로써 구조화된 표면이 전형적으로 광의 리디렉팅, 휨도 향상 등에 있어 가장 효율적으로 작동하게 할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예에서, 벌크 확산이 낮은 것이 바람직하다. 특히, 일부 실시예에서 탁도는 30% 미만일 수 있고, 다른 실시예에서는 10% 미만, 다른 실시예에서는 1% 미만일 수 있다.

<131>

예 1 및 다른 어떤 필름 샘플의 벌크 확산을, 카르질(Cargille)에 의해 제조된 공인된 굴절률 정합 오일 (시리즈 RF, Cat. 18005)을 사용하여 구조화된 표면을 적시고, 유리판에 대해 필름을 적심으로써 측정하였다. 이어서, 적셔진 필름 및 유리판을 BYK 가드너 헤이즈-가드 플러스(BYK Gardner Haze-Gard Plus) (Cat. No. 4725)의 광 경로에 배치시키고 탁도를 기록하였다. 이러한 경우에, 탁도는 8° 원추 외부로 산란되는 투과된 광을 투과된 총 광량으로 나눈 비율(fraction)로서 정의된다. 광은 필름에 수직 입사된다.

<132>

벌크 탁도, 즉 필름의 표면에서 발생하는 임의의 확산보다는 중합체 매트릭스의 벌크 내에서의 진행으로부터 발생하는 탁도의 측정된 값을 하기의 표 V에 나타낸다. 예 1의 필름을 굴절률이 1.55인 오일을 사용하여 적셨다. 다른 모든 프리즘 샘플은 굴절률이 1.58인 오일을 사용하여 적셨다.

#### 표 V

벌크 탁도 측정

샘플	(벌크 확산에 기인한) 탁도
예 1 모노리식 BEF-III 복합재	0.57
박형 BEF-II-T	0.49
BEF-III-10-T	0.94
블랭크 (유리판만!)	0.2

<133>

#### 기계적 시험

<134>

필름 인장 구조를 구비한 TA 인스트루먼츠(TA Instruments) Q800 시리즈의 동적 기계 분석기(Dynamic Mechanical Analyzer, DMA)를 사용하여 필름 샘플의 유리 전이 온도를 측정하였다. -40°C에서 200°C까지의 범위에 걸쳐 2°C/분의 동적 변형률(dynamic strain) 모드로 온도 스위프 실험을 수행하였다. 온도의 함수로서 저장 탄성률 및 탄젠트 델타(tan delta, 손실 계수)를 보고하였다. 필름에 대한 유리 전이 온도( $T_g$ )를 식별하기 위하여 탄젠트 델타 곡선의 최고점(peak)을 사용하였다.  $T_g$ 는 예 1에 사용된 것과 매우 유사한 복합재 층에서 측정되었고 71°C의 값을 나타냈다. 동일한 수지(강화재를 갖지 않음)의 대응하는 샘플 상의 측정된  $T_g$ 는 90°C였다. 변동성은 측정 인자에 기인한다. 복합재 층에 사용된 수지 재료는 본 명세서에서 설명된 모든 예에 대해 실질적으로 동일한  $T_g$ 를 가졌다. 일부 실시예에서,  $T_g$ 의 값은 120°C 미만인 것이 바람직할 수 있다.

<135>

(인장 시의) 저장 모듈러스(storage modulus) 및 강성은 필름 인장 기구를 갖는 TA 인스트루먼츠 모델 번호 Q800 DMA를 사용한 동역학적 분석(Dynamic Mechanical Analysis, DMA)에 의해 측정되었다. DMA 시험과 관련된 용어는 ASTM D-4065 및 ASTM D-4092에 따라 규정될 수 있다. 보고된 값들은 실온(24°C)에서의 값이다. 강성

결과치가 표 VI에 요약되어 있다. 측정은 24°C 내지 28°C 범위의 온도에서 이루어졌다. 표는 복합 재료를 사용하여 얻을 수 있는 저장 모듈러스의 현저한 증가를 보여준다. 저장 모듈러스는 매우 중요한데, 그 이유는 두께와 무관한 필름 특성 측정치를 제공하기 때문이다. 이를 데이터의 다소의 변동성은 복합재 샘플의 시험 방법과 연구실 규모의 시제품 제작의 둘 모두로부터 예측된다.

<138> 인장 모듈러스 및 강성의 이러한 높은 값은 최종 용품 구성 및 형상에 따라, 잠재적인 굽힘 강성에 대응하는 것으로 또한 여겨질 수 있다. 고 모듈러스 층의 적절한 배치는 높은 굽힘 강성을 갖는 용품이 얻어지게 한다. 더 높은 강성은 취급의 용이함, 더 얇고 가벼운 디스플레이, 및 (디스플레이의 광학 부품의 더 낮은 뒤틀림 또는 굽힘을 통한) 더 양호한 디스플레이 균일성을 가능하게 한다. 최종 용품의 실제 성능은 섬유의 배열 및 용품의 최종 구조에 의존할 것이다. 예를 들어, 하나의 중앙의 복합재 층 또는 2개의 대칭적으로 대향된 복합재 층이 있는 경우에 '균형화된' 용품을 구성하여 재료가 경화 또는 가열될 때 주어진 방향으로 굽혀지거나 말리게 되는 경향을 갖지 않도록 하는 것이 흔히 바람직하다. 여기서 시험된 복합재 샘플은 그 구성에 있어서 사실상 균형이 잡혀 있다.

<139> 표 VI은 샘플의 간략한 설명과 함께 샘플 번호를 열거한다. 이 표는 또한 편광기의 통과축 또는 차단축에 대한, 또는 기계 상에서 제조되는 바와 같은 웨브에 대한 방향에 대한 측정의 배향을 열거한다. "기계" 방향은 웨브 하류 방향에 대응하고, "횡" 방향은 웨브를 가로지르는 방향에 대응한다. 표는 또한 평균 저장 모듈러스, 평균 강성 및 두께(T)를 열거한다. 두께는 (일본 요코하마 소재의) 오노 소끼(Ono Sokki)에 의해 제조된 EG-233 디지털 선형 게이지를 사용하여 측정하였다.

## 표 VI

일부 대표적인 샘플에 대해 측정된 저장 모듈러스 및 강성값

예 번호	간단한 설명	편광기 또는 필름 배향	강성 ( $10^4$ N/m)	저장 모듈러스 (MPa)	T ( $\mu\text{m}$ )
2	강화된 박형 BEF/RP	통과	48	5130	260
-	BEF-RP 대조	통과	9.9	2677	122
-	DBEF-DTV 대조	통과	48	2330	626
2	강화된 박형 BEF/RP	차단	46	4960	260
-	BEF-RP 대조	차단	15.5	4171	122
-	DBEF-DTV 대조	차단	53	2590	626
1	모노리식 BEF 복합재	기계 방향	19	7590	82
-	박형 BEF 대조	기계 방향	8.9	4512	62
1	모노리식 BEF 복합재	횡 방향	16.3	6643	82
-	박형 BEF 대조	횡 방향	10.7	5296	62

<140>

<141> 열팽창 계수(CTE)는 퍼킨 엘머 TMA 7 상에서 표준 열-기계 분석(TMA)을 사용하여 측정하였다. 표준 TMA 시험과 관련된 용어는 ASTM E-473 및 ASTM E-11359-1에 따라 규정될 수 있다. 30°C에서 110°C까지의 범위에 걸쳐 10°C/분의 팽창 모드로 온도 스위프 실험을 수행하였다. 측정된 CTE의 값은 표 VII에 요약되어 있다.

<142> 복합재 샘플은 일반적으로 상업적인 비교예와 유사하거나 더 낮은 CTE를 나타낸다. 상업적인 편광기 샘플의 일부에서, CTE 성능은 (편광기의 처리 및 문자 배향에 의해) 편광기의 통과축 및 차단축을 따라 측정될 때 매우 상이하다. 이들 경우에, CTE가 다른 축을 따라 상대적으로 영향을 받지 않더라도, 편광기의 고-CTE 축을 따라 CTE를 낮추는 것이 특히 중요하고 유용하다(예를 들면, 평균 CTE를 낮추고/낮추거나 통과 상태 및 차단 상태 CTE를 평형화하는 방향으로 이동시키는 것이 바람직함). 이러한 유용한 효과는 복합재 샘플에서 실증된다. 이들 더 낮은 CTE는 일부 디스플레이 적용예에서 뒤틀림 감소 및 광학 균일성 향상에 기여해야 한다.

**표 VII**일부 대표적인 샘플에 대해 측정된 열팽창 계수(CTE) 값

예 번호	간단한 설명	편광기 배향	평균 제2 가열 CTE (ppm/ $^{\circ}$ C)
2	BEF III/RP 복합재	통과	48.1
-	BEF-RP II 대조	통과	92.3
-	DBEF-DTV 대조	통과	88.4
2	BEF III/RP 복합재	차단	42.3
-	BEF-RP II 대조	차단	39.5
-	DBEF-DTV 대조	차단	80.1
1	모노리식 BEF 복합재	통과	25.6
-	박형 BEF 대조	통과	35.9
1	모노리식 BEF 복합재	차단	25.6
-	박형 BEF 대조	차단	31.9

&lt;143&gt;

**필름 조합/조립체**

&lt;145&gt;

공간적으로 주기적인 패턴은 종종 어떤 특정 공간 주파수 및 각방향 관계에서 다른 주기적인 패턴과 조합될 때 바람직하지 않은 모아레(Moiré) 효과를 생성할 수 있다. 따라서, 일부 경우에, 다수의 복합재 층들 사이, 복합재 층과 (동일 또는 인접한 필름의) 임의의 구조화된 필름 표면 사이, 또는 복합재 층과 픽셀, 도광체 도트 패턴 또는 LED 광원과 같은 임의의 디스플레이 시스템 요소 사이에 생성된 모아레 패턴을 최소화하기 위해 강화 섬유의 간격, 배열 또는 각방향 바이어스를 조정하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 강화 섬유의 굴절률 정합이 거의 완벽하고 복합재 층이 거의 완벽하게 평활한 경우에, 주목할만한 모아레 패턴이 발생하지 않아야 한다.

&lt;146&gt;

전술된 바와 같은 복합 광학 용품은 현준하는 광학 필름이 조립체로 조합되는 것과 매우 동일한 방식으로 조립체 내에 유리하게 조합될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 조립체의 예는 "교차된 BEF"(crossed-BEF)이고, 여기서 2개의 BEF 필름은 하나의 필름의 프리즘형 표면이 다른 필름의 비프리즘형 표면에 인접한 상태로 이들의 프리즘 흡이 대략 직교하도록 서로 인접하게 배치된다. 따라서, 유리한 광학 효과를 달성하기 위해 복합 필름을 다양한 다른 광학 필름과 조합하는 것이 유리할 수 있다. 본 명세서에 열거된 필름 예는 또한 미국 특허 출원 제11/323,726호에 기재된 것들과 같은 필름 예와 조합될 수 있다. 이를 필름 조립체의 일부 예로는 하기의 것들이 있으나 이들로 한정되지는 않는다.

&lt;147&gt;

1. 복합 BEF-RP (예를 들어, 예 2)와 교차된 복합 BEF (예 1).

&lt;148&gt;

2. 복합 BEF-RP (예를 들어, 예 2)와 교차된 강화되지 않은 BEF.

&lt;149&gt;

3. 복합 BEF (예 1)와 교차된 복합 BEF (예 1).

&lt;150&gt;

4. 복합 BEF (예 1)와 교차된 강화되지 않은 BEF.

&lt;151&gt;

5. 복합 BEF (예 1)와 교차되고 강화되지 않거나 또는 미국 특허 출원 제11/323,726호에 설명된 바와 같은 반사 편광기와 조합된 복합 BEF (예 1).

&lt;152&gt;

6. 복합 BEF (예 1)와 교차되고 강화되지 않거나 또는 미국 특허 출원 제11/323,726호에 설명된 바와 같은 반사 편광기와 조합된 강화되지 않은 BEF.

&lt;153&gt;

7. 강화되지 않거나 또는 미국 특허 출원 제11/323,726호에 설명된 바와 같은 반사 편광기와 조합된 복합 BEF (예 1).

&lt;154&gt;

전술된 것과 동일한 상태 이득 시험 방법을 사용하여 다수의 이들 필름 조합/조립체를 측정하였다. 그 결과는 하기의 표 VIII에 나타낸다. 일반적으로, 복합재 예의 상태 이득은 대응 비교예에 필적하고, 단지 작은 색 변화만이 발생하였다. 예를 들어 교차된 예 1의 필름과 교차된 박형-BEF-II-T 필름 사이의 매우 작은 차이는 주목할만한 가치가 있다. 이는 예 1의 복합 기재가 매우 낮은 광 흡수 및 산란을 갖는 것을 나타내는데, 이는 원하는 가시 상태의 광을 가능한 한 많이 추출하기 위해 반사 캐비티 내에서 광이 재생되는 것들과 같은 광학 필름 적용예에 있어서 중요하다. 이는 또한 예 1의 프리즘 굴절률이 비교예보다 낮다는 사실에도 불구하고 예 1의 수지가 유리 섬유 강화재의 (더 낮은) 굴절률에 정합하도록 설계되어 있기 때문에 예 1이 필적할만한 이

득을 갖는다는 것에 주목하는 것은 흥미가 있는 것이다. 추가적으로, 예 1의 낮은 복굴절성으로 인해 단지 작은 총 이득 변화만을 갖고서 반사 편광기(이 경우에는, BEF-RP)의 상부 또는 하부에 배치될 수 있으며, 반면에 BEF-RP 상부에 박형-BEF를 배치함으로써 생기는 이득 강하는 더 크게 된다.

### 표 VIII

예시적인 필름 조립체의 특징

필름 조합		상대 이득 (g)	CIE 색도	
하부 필름	상부 필름		x	y
예 I	예 I	2.408	0.4724	0.4267
박형 BEF II	박형 BEF II	2.405	0.4717	0.4262
박형 BEF II	BEF-RP	3.186	0.4727	0.4287
BEF-RP	박형 BEF	2.916	0.4728	0.4282
예 I	예 2	3.141	0.4712	0.4283
예 I	BEF-RP	3.146	0.4736	0.4291
BEF-RP	예 I	3.074	0.4732	0.4283
없음	없음	1.000	0.4744	0.4252

&lt;155&gt;

&lt;156&gt;

본 발명은 상기에 설명된 특정 예에 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

&lt;11&gt;

본 발명은 첨부 도면과 관련하여 본 발명의 다양한 실시예에 대한 하기의 상세한 설명을 고려하여 더욱 완벽하게 이해될 수 있다.

&lt;12&gt;

도 1은 본 발명의 원리에 따른 표면 구조화된 필름을 사용하는 디스플레이 시스템을 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;13&gt;

도 2는 본 발명의 원리에 따른 섬유 강화되고 표면 구조화된 필름의 예시적인 실시예를 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;14&gt;

도 3은 본 발명의 원리에 따라 광학 필름을 제조하기 위해 사용될 수 있는 제조 시스템의 예시적인 실시예를 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;15&gt;

도 4A 내지 도 4F는 본 발명의 원리에 따른 완전하게 강화되고 표면 구조화된 광학 필름의 예시적인 실시예를 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;16&gt;

도 5는 본 발명의 원리에 따른, 제2 층에 부착된 섬유 강화되고 표면 구조화된 필름의 예시적인 실시예를 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;17&gt;

도 6는 본 발명의 원리에 따른, 제2 층에 부착된 섬유 강화되고 표면 구조화된 필름의 다른 예시적인 실시예를 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;18&gt;

도 7는 본 발명의 원리에 따른, 2개의 다른 층에 부착된 섬유 강화되고 표면 구조화된 필름의 예시적인 실시예를 개략적으로 도시하는 도면.

&lt;19&gt;

도 8은 섬유 강화된 회절 층의 개략적인 부분 단면도.

&lt;20&gt;

도 9는 강화되고 표면 구조화된 필름의 다양한 예에 대하여 수평각의 함수로 휘도를 도시하는 그래프.

&lt;21&gt;

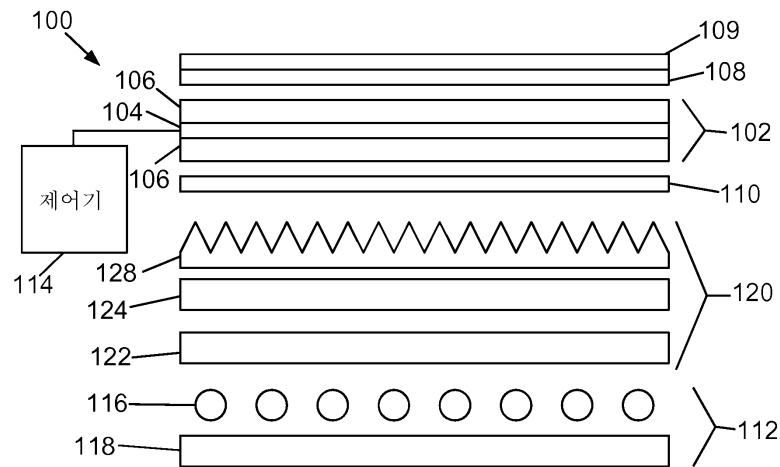
도 10은 강화되고 표면 구조화된 필름의 다양한 예에 대하여 수직각의 함수로 휘도를 도시하는 그래프.

&lt;22&gt;

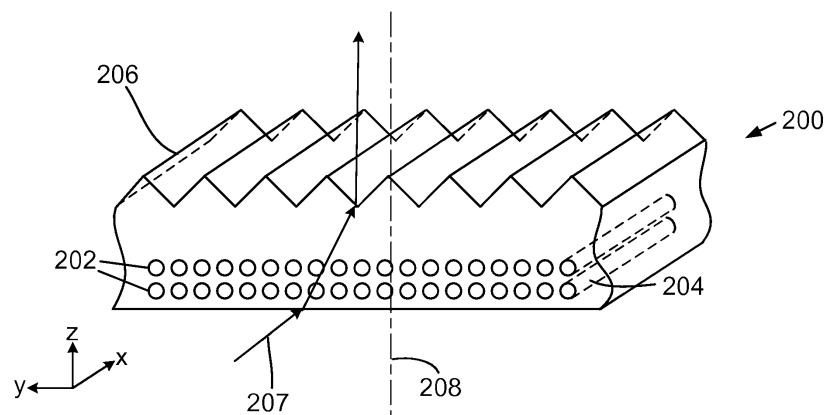
본 발명이 다양한 변형에 대체 형태를 따르고 있지만, 그 특정 실시예는 예로서 도면에 도시되고 상세히 설명될 것이다. 그러나, 본 발명을 설명된 특정 실시예로 한정할 의도는 아니라는 것을 알아야 한다. 반대로, 첨부된 청구의 범위에 기재된 본 발명의 정신 및 범주 내에 속하는 모든 변형예, 등가물 및 대체예를 포함하고자 하는 것이다.

## 도면

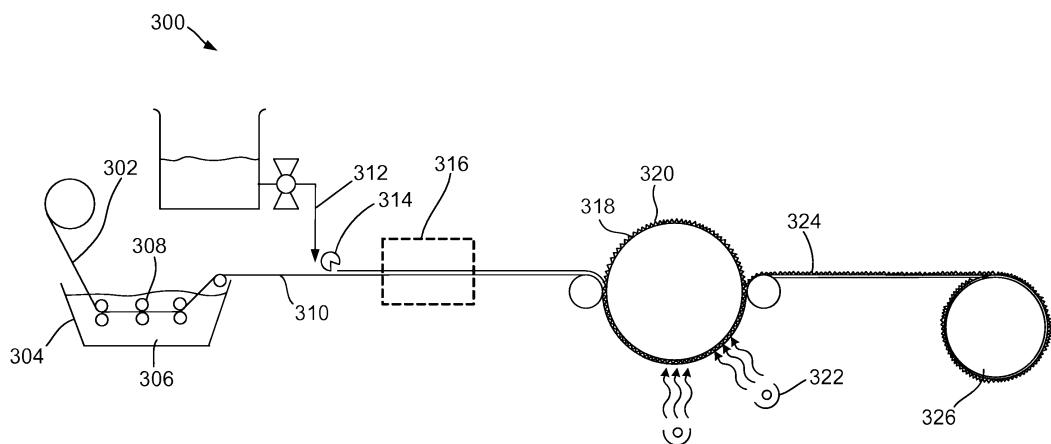
## 도면1



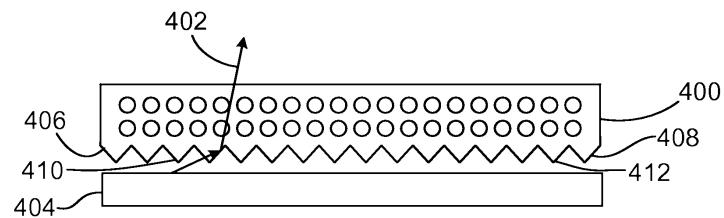
## 도면2



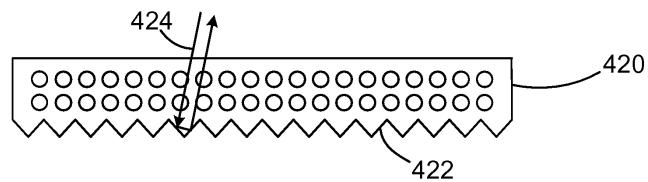
## 도면3



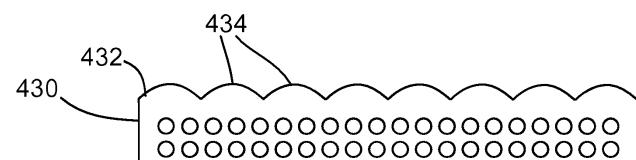
도면4A



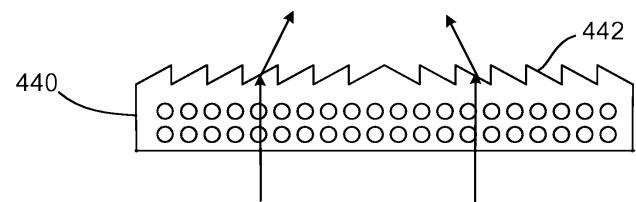
도면4B



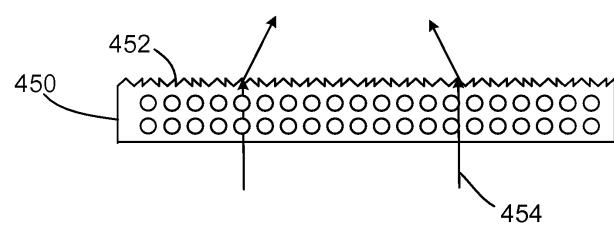
도면4C



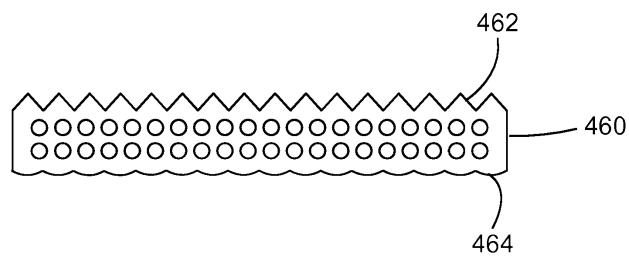
도면4D



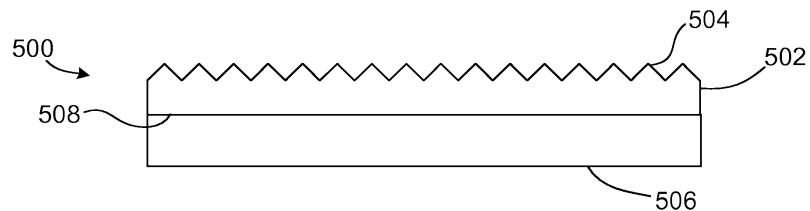
도면4E



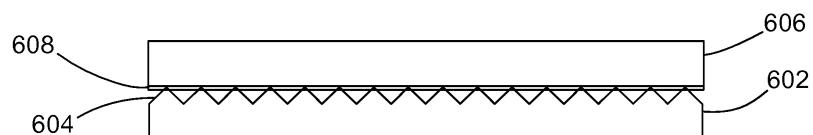
도면4F



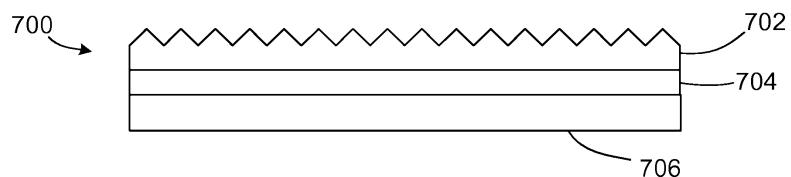
도면5



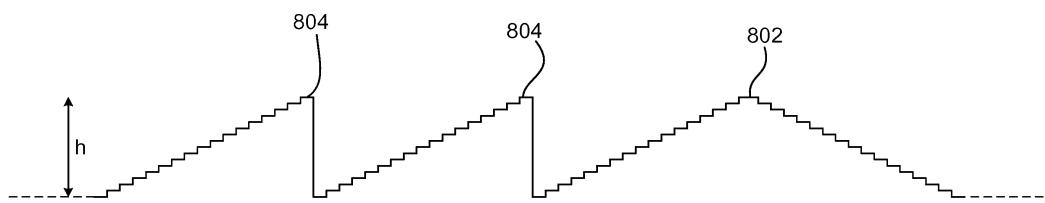
도면6



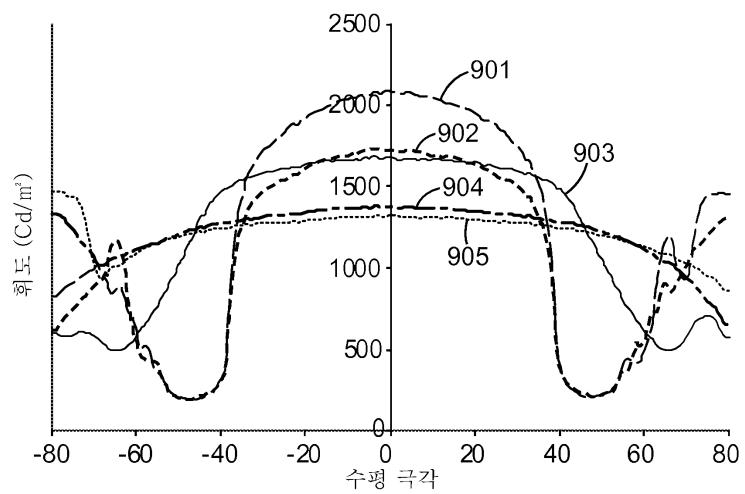
도면7



도면8



도면9



도면10

