



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0074757
 (43) 공개일자 2009년07월07일

(51) Int. Cl.
B29C 55/10 (2006.01) *B29D 7/01* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-7006878
 (22) 출원일자 2007년09월25일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2009년04월03일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2007/079400
 (87) 국제공개번호 WO 2008/045675
 국제공개일자 2008년04월17일
 (30) 우선권주장
 11/539,320 2006년10월06일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
 (72) 발명자
메릴, 윌리엄 워드
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
오우데르커크, 앤드류 제이.
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
김영, 양영준

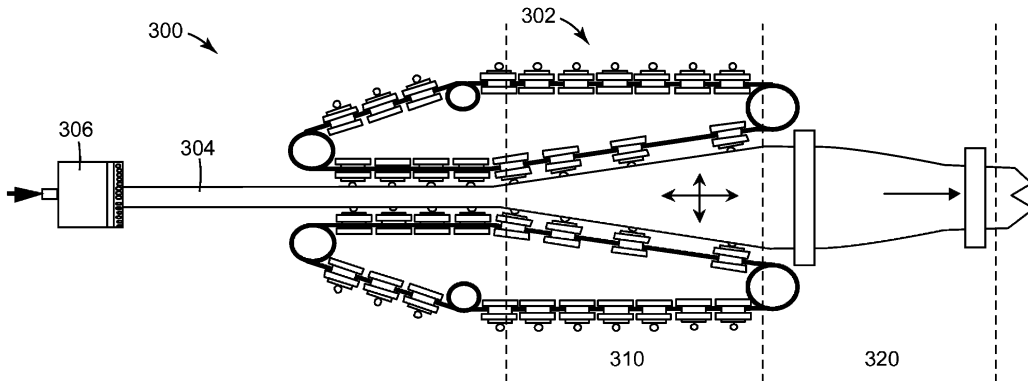
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 광학 필름의 제조 방법

(57) 요약

예시적인 방법은 적어도 하나의 중합체 재료를 포함하는 필름을 제공하는 단계; 필름에 생성된 복굴절이 존재하더라도 낮도록 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웨브 횡단 방향을 따라 넓히는 단계; 및 필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웨브 하류 방향을 따라 연신시키는 단계를 포함하며, 제2 세트의 처리 조건은 적어도 하나의 중합체 재료에 평면 내 복굴절을 생성한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

존슨, 매튜 비.

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

오네일, 마크 비.

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

덴커, 마틴 이.

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

헤브링크, 티모시 제이.

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

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 중합체 재료를 포함하는 필름을 제공하는 단계,

필름에 생성된 복굴절이 존재하더라도 낮도록 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 넓히는 단계, 및

필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웨브 하류(MD) 방향을 따라 연신시키는 단계

를 포함하며,

제2 세트의 처리 조건은 중합체 재료에 평면내 복굴절 및 MD를 따른 유효 배향축을 생성하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 처리 조건 하에서의 필름의 온도는 제2 처리 조건 하에서의 필름의 온도보다 높은 광학 필름의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1 연신 단계에서의 필름의 온도는 중합체의 유리 전이 온도보다 20 내지 100℃ 높으며, 제2 연신 단계에서의 필름의 온도는 중합체의 유리 전이 온도보다 10℃ 낮은 온도에서 중합체의 유리 전이 온도보다 40℃ 높은 온도까지인 광학 필름의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 필름은 제2 연신 단계 후에 0.3 m 초과로 넓어지는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 제1 연신 단계에서 생성되는 복굴절은 0.05 미만이며, 제2 연신 단계에서 생성되는 복굴절은 0.06 이상인 광학 필름의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 제2 연신 단계 후에 필름을 어닐링(annealing)하는 단계를 추가로 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 7

적어도 제1 중합체 재료 및 제2 중합체 재료를 포함하는 필름을 제공하는 단계,

웨브 횡단(TD) 방향을 따라 제1 및 제2 중합체 재료에 낮은 복굴절이 생성되도록 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 연신시켜서 필름을 넓히는 단계, 및

필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웨브 하류(MD) 방향을 따라 연신시켜서, 제1 및 제2 중합체 재료 중 적어도 하나의 중합체 재료에 평면내 복굴절 및 MD를 따른 유효 배향축을 생성하는 단계

를 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 제1 처리 조건 하에서의 필름의 온도는 제2 처리 조건 하에서의 필름의 온도보다 높은 광학 필름의 제조 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 제1 연신 단계에서의 필름의 온도는 제1 및 제2 중합체 중 적어도 하나의 중합체의 유리 전이 온도보다 20 내지 100℃ 높으며, 제2 연신 단계에서의 필름의 온도는 제1 및 제2 중합체 중 적어도 하나의 중합체의 유리 전이 온도보다 10℃ 낮은 온도에서 제1 및 제2 중합체 중 적어도 하나의 중합체의 유리 전이 온도보다 40℃ 높은 온도까지인 광학 필름의 제조 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 필름은 제1 연신 단계에서 MD 방향을 따라 신장되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 11

제7항에 있어서, 필름을 제3 연신 단계에서 제3 세트의 처리 조건 하에서 웨브 하류(MD) 방향을 따라 연신시키는 단계를 추가로 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 12

제7항에 있어서, 제1 연신 단계에서 생성되는 복굴절은 0.05 미만이며, 제2 연신 단계에서 생성되는 복굴절은 0.06 이상인 광학 필름의 제조 방법.

청구항 13

제7항에 있어서, 필름은 흡수 편광기 재료를 포함하는 층을 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 14

제7항에 있어서, 제1 및 제2 연신 단계 후에, 필름은 반사 편광기 필름이 되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 15

제7항에 있어서, 제2 연신 단계 후에 필름을 어닐링하는 단계를 추가로 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 16

적어도 제1 중합체 재료 및 제2 중합체 재료를 포함하는 제1 필름을 제공하는 단계,
 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 제1 및 제2 중합체 재료에 낮은 평면내 복굴절이 생성되도록 제1 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 연신시켜서 제1 필름을 넓히는 단계,
 제1 필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웨브 하류(MD) 방향을 따라 연신시켜서, 제1 및 제2 중합체 재료 중 적어도 하나의 중합체 재료에 평면내 복굴절을 생성하는 단계, 및
 제2 필름을 제1 광학 필름에 부착하는 단계를 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 제2 필름은 제1 및 제2 연신 단계 후에 제1 필름에 부착되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 제2 필름은 구조화된 표면 필름, 지연기, 흡수 편광 필름 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 19

제16항에 있어서, 제2 필름을 제1 필름에 부착하는 단계는 제1 필름과 제2 필름 사이에 접착제를 배치하는 단계를 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 20

제16항에 있어서, 제2 필름은 제1 필름 상에 코팅되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 제2 필름은 경화성 재료를 포함하며, 제2 필름을 부착하는 단계는 경화성 재료를 구조화하고 경화성 재료를 경화시켜서 제1 필름 상에 구조화된 표면을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 22

제16항에 있어서, 제2 필름을 제1 광학 필름에 부착하기 전에 제1 필름에 표면 처리를 수행하는 단계를 추가로 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 표면 처리는 코로나 처리, 건조, 프라이머 도포, 또는 이들의 조합으로부터 선택되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 24

제16항에 있어서, 제1 및 제2 연신 단계 후에, 제1 필름은 반사 편광기 필름이 되는 광학 필름의 제조 방법.

청구항 25

제16항에 있어서, 제2 연신 단계 후에 필름을 어닐링하는 단계를 추가로 포함하는 광학 필름의 제조 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 일반적으로 광학 필름 및 광학 필름의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 상업적 공정에서, 중합체 재료들 또는 재료들의 블렌드(blend)로부터 제조되는 광학 필름은 전형적으로 다이로부터 압출되거나 용매로부터 주조(cast)된다. 이어서, 압출된 또는 주조된 필름은 재료의 적어도 일부에서의 복굴절의 생성 및/또는 향상을 위해 신장된다. 재료 및 신장 과정은 반사성 광학 필름, 예컨대 반사 편광기 또는 거울과 같은 광학 필름을 제조하도록 선택될 수 있다. 몇몇의 이러한 광학 필름은 휘도 향상 광학 필름(brightness-enhancing optical film)으로 지칭될 수 있는데, 이는 액정 광학 디스플레이의 휘도가 이러한 광학 필름을 그 내부에 포함함으로써 증가될 수 있기 때문이다.

<3> 발명의 개요

<4> 예시적인 일 구현에서, 본 발명은 광학 필름의 제조 방법에 관한 것이다. 한 가지 예시적인 방법은 적어도 하나의 중합체 재료를 포함하는 필름을 제공하는 단계; 필름에 생성된 복굴절이 존재하더라도 낮도록 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웹 횡단(TD) 방향을 따라 넓히는 단계; 및 필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웹 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웹 하류(MD) 방향을 따라 연신시키는 단계를 포함하며, 제2 세트의 처리 조건은 중합체 재료에 평면내 복굴절 및 MD를 따른 유효 배향축을 생성한다.

<5> 본 발명의 다른 예시적인 방법은 적어도 제1 중합체 재료 및 제2 중합체 재료를 포함하는 필름을 제공하는 단계; 제1 및 제2 중합체 재료에 낮은 평면내 복굴절이 생성되도록 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웹 횡단(TD) 방향을 따라 연신시켜서 필름을 넓히는 단계; 및 필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웹 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웹 하류(MD) 방향을 따라 연신시켜서, 제1 및 제2 중합체 재료 중 적어도 하나의 중합체 재료에 평면내 복굴절 및 MD를 따른 유효 배향축을 생성하는 단계를 포함한다.

<6> 본 발명의 또 다른 예시적인 방법은 적어도 제1 중합체 재료 및 제2 중합체 재료를 포함하는 제1 필름을 제공하는 단계; 제1 및 제2 중합체 재료에 낮은 평면내 복굴절이 생성되도록 제1 필름을 제1 연신 단계에서 제1 세트

의 처리 조건 하에서 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 연신시켜서 제1 필름을 넓히는 단계; 제1 필름을 제2 연신 단계에서, 필름이 웨브 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서, 제2 세트의 처리 조건 하에서 웨브 하류(MD) 방향을 따라 연신시켜서, 제1 및 제2 중합체 재료 중 적어도 하나의 중합체 재료에 평면내 복굴절 및 MD를 따른 유효 배향축을 생성하는 단계; 및 제2 필름을 제1 광학 필름에 부착하는 단계를 포함한다.

<7> 상기의 개요는 본 발명의 각각의 예시된 실시 형태 또는 모든 구현을 설명하고자 하는 것은 아니다. 이하의 도면들과 상세한 설명은 이들 실시 형태를 더욱 상세하게 예시한다.

발명의 상세한 설명

<21> 본 발명은 광학 필름, 예컨대 디스플레이의 휘도를 향상시킬 수 있는 광학 필름의 제조에 관한 것이다. 광학 필름은, 예를 들어 이러한 필름이 광학 디스플레이와 같은 특정한 최종 용도의 응용을 위해 설계된 광학적 균일성 및 충분한 광학적 품질을 필요로 한다는 점에서 다른 필름들과 상이하다. 본 출원의 목적에 대해, 광학 디스플레이에 사용하기에 충분한 품질은 모든 처리 단계 후의 그리고 다른 필름에의 적층 전의 물 형태인 광학 필름에 현저한 가시적인 결함이 없는 것, 예를 들어 육안으로 관찰할 때 색줄(color streak) 또는 표면 리지(surface ridge)가 실질적으로 없는 것을 의미한다. 또한, 광학 품질 필름은 특정 응용에 대해 충분히 작은, 예컨대 필름의 평균 두께의 +/- 10%, +/- 5% 이하, +/- 3% 이하, 그리고 몇몇 경우에는 +/- 1% 이하의 유용한 필름 영역에 걸친 캘리퍼(caliper) 변동을 가져야 한다. 본 발명에 따른 광학 필름의 바람직하지 않은 외관 또는 특성을 회피하기 위해, 캘리퍼 변동의 공간적 구배(spatial gradient) 역시 충분히 작아야 한다. 예를 들어, 동일한 양의 캘리퍼 변동이라도 더 큰 영역에 걸쳐 발생하는 경우 바람직하지 못한 정도가 덜 할 것이다.

<22> 그 길이를 따라(MD를 따라) 차단 또는 편광축을 갖는 반사 편광 필름과 같은 넓은 배향된 광학 필름을 제조하기 위한 방법, 및 이러한 방법에 의해 제조될 수 있는 그 길이를 따라(MD를 따라) 차단 또는 편광축을 갖는 넓은 필름의 물은, 모두 2006년 3월 31일자로 출원된, 공동 소유의 미국 특허 출원 제11/394,479호 및 제11/394,478호에 설명되어 있으며, 이들 출원의 개시 내용은 이로써 본 명세서에 참고로 포함된다. 반사 편광 필름은 다층 반사 편광 필름 및 확산 반사 편광 광학 필름을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 반사 편광 필름은 다른 광학 필름, 예컨대 흡수 편광기, 지연기(retarder), 확산기, 보호 필름, 표면 구조화된 필름 등에 롤-투-롤(roll-to-roll) 공정으로 적층될 수 있는 것이 유리하다.

<23> 본 출원의 목적에 대해, "넓은"(wide) 또는 "넓은 형태"(wide format)라는 용어는 폭이 약 0.3 m 초과인 필름을 지칭한다. 당업자라면, "폭"이라는 용어는, 필름의 에지의 소정 부분이 예를 들어 텐터(tenter)의 파지 부재에 의해 사용할 수 없게 되거나 결함을 갖게 될 수 있기 때문에, 유용한 필름 폭에 관하여 사용될 것임을 쉽게 알 것이다. 본 발명의 넓은 광학 필름은 의도된 응용에 따라 변할 수 있는 폭을 갖지만, 전형적으로 0.3 m 초과 내지 10 m 범위의 폭을 갖는다. 몇몇 응용에서, 10 m보다 넓은 필름이 제조될 수 있지만, 이러한 필름은 운반하기에 어려울 수 있다. 예시적인 적합한 필름은 전형적으로 폭이 약 0.5 m 내지 약 2 m, 그리고 최대 약 7 m이며, 현재 이용가능한 디스플레이 필름 제품은 폭이 예컨대 0.65 m, 1.3 m, 1.6 m, 1.8 m 또는 2.0 m인 필름을 이용한다. "롤"(roll)이라는 용어는 길이가 10 m 이상인 연속 필름을 말한다. 본 발명의 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 필름의 길이는 20 m 이상, 50 m 이상, 100 m 이상, 200 m 이상, 또는 임의의 다른 적합한 길이일 수 있다.

<24> 하기의 설명은 여러 도면에서 동일한 요소들에 동일한 방식으로 번호가 부여된 도면들을 참조하여 이해되어야 한다. 반드시 축척대로 도시된 것은 아닌 도면들은 선택된 예시적인 실시 형태들을 도시하며, 본 발명의 범주를 제한하고자 하는 것이 아니다. 구성, 치수 및 재료의 예가 다양한 요소에 대하여 예시되어 있지만, 당업자라면 다수의 제공된 예들이 이용될 수 있는 적합한 대안을 가짐을 인식할 것이다.

<25> 달리 지시되지 않는 한, 명세서 및 청구의 범위에서 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수치는 모든 경우 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 청구의 범위에 기술된 수치적 파라미터는 근사치이며, 이 근사치는 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하는 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있다.

<26> 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 수(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함)와 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.

<27> 본 명세서 및 첨부된 청구의 범위에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는 그 내용이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 복수의 지시 대상을 갖는 실시 형태를 포함한다. 예를 들어, "하나의 필름"(a film)을 참조하는 것은 1개, 2개 또는 그 이상의 필름을 갖는 실시 형태를 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 청

구의 범위에서 사용되는 바와 같이, "또는"이라는 용어는 일반적으로 그 내용이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 "및/또는"을 포함하는 의미로 이용된다.

- <28> "복굴절성"(birefringent)이라는 용어는 직교하는 x, y 및 z 방향에서의 굴절률들이 모두 동일하지는 않음을 의미한다. 본 명세서에서 설명되는 중합체 층의 경우, 축들은, x 및 y 축이 층의 평면 내에 있고 z 축이 층의 두께 또는 높이에 대응하도록 선택된다. 주축은 굴절률이 최대 및 최소값인 방향을 지칭한다. "평면내 복굴절"(in-plane birefringence)이라는 용어는 주 평면내 굴절률들(n_x 및 n_y) 간의 차이인 것으로 이해되어야 한다. "평면외 복굴절"(out-of-plane birefringence)이라는 용어는 주 평면내 굴절률들 중 하나(n_x 또는 n_y)와 주 평면외 굴절률(n_z) 간의 차이인 것으로 이해되어야 한다. 주 평면내 방향들은 전형적으로, 특히 웨브를 교차하여 대칭인 공정의 필름 중앙에서 대체로 웨브 횡단/횡방향(TD) 및 웨브 하류/기계 방향(MD)으로 정렬된다. 주 평면외 방향은 수직 방향(ND)과 거의 같을 수 있다. 모든 복굴절 및 굴절률 값은 달리 지시되지 않는 한 632.8 nm 광에 대해 보고된다.
- <29> 복굴절성의 배향된 층은 전형적으로 배향된 방향(즉, 신장 방향)과 평행한 편광면을 가진 입사 광선과 횡방향(즉, 신장 방향에 직교하는 방향)과 평행한 편광면을 가진 광선의 투과 및/또는 반사 간의 차이를 나타낸다. 예컨대, 배향가능한 폴리에스테르 필름이 x 축을 따라 신장될 때, 전형적인 결과는 $n_x \neq n_y$ 이며, 여기서 n_x 및 n_y 는 각각 "x" 및 "y" 축에 평행한 평면 내에서 편광된 광의 굴절률이다. 신장 방향을 따른 굴절률의 변경 정도는 신장량, 신장률, 신장 동안의 필름 온도, 필름 두께, 필름 두께의 변동, 및 필름의 조성과 같은 인자에 좌우될 것이다.
- <30> 재료의 굴절률은 파장의 함수인 것(즉, 재료는 전형적으로 분산을 나타냄)이 이해될 것이다. 따라서, 굴절률에 대한 광학 요건이 또한 파장의 함수이다. 2개의 광학적으로 연결된 재료의 굴절률 비는 2개 재료의 반사능(reflective power)을 계산하는 데에 사용될 수 있다. 특정 방향을 따라 편광된 광에 대한 2개의 재료들 사이의 굴절률 차이를 동일한 방향을 따라 편광된 광에 대한 이들 재료의 평균 굴절률로 나눈 절대값이 필름의 광학 성능을 설명한다. 이는 정규화된 굴절률 차이라 부를 것이다.
- <31> 반사 편광기에서, 예를 들어 평면내(MD) 방향에서와 같은 부정합된(mismatched) 평면내 굴절률들의 정규화된 차이는, 만일 존재한다면, 약 0.06 이상, 더 바람직하게는 약 0.09 이상, 더욱 더 바람직하게는 약 0.11 이상 또는 그보다 큰 것이 일반적으로 바람직하다. 더욱 일반적으로, 이러한 차이는 광학 필름의 다른 양태를 현저하게 저하시키지 않고서 가능한 한 큰 것이 바람직하다. 또한, 예를 들어 평면내(TD) 방향에서와 같은 정합된(matched) 평면내 굴절률들의 정규화된 차이는, 만일 존재한다면, 약 0.06 미만, 더 바람직하게는 약 0.03 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만인 것이 일반적으로 바람직하다. 유사하게, 예를 들어 평면외(ND) 방향에서와 같이 편광 필름의 두께 방향의 굴절률들의 임의의 정규화된 차이는 약 0.11 미만, 약 0.09 미만, 약 0.06 미만, 더 바람직하게는 약 0.03 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만인 것이 바람직할 수 있다.
- <32> 소정의 경우에, 다층 적층체 내의 2개의 인접한 재료의 두께 방향으로의 제어된 부정합을 갖는 것이 바람직할 수도 있다. 이러한 필름의 광학 성능에 대한 다층 필름 내의 2개의 재료의 z-축 굴절률의 영향은 발명의 명칭이 "광학 필름"(Optical Film)인 미국 특허 제5,882,774호; 발명의 명칭이 "변색 필름"(Color Shifting Film)인 미국 특허 제6,531,230호; 및 발명의 명칭이 "날카로운 밴드에지를 갖는 광학 필름"(Optical Film with Sharpened Bandedge)인 미국 특허 제6,157,490호에 더 상세히 설명되어 있고, 이들 특허의 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다. 몇몇 예시적인 광학 필름에서, 비-신장 방향을 따라 편광된 광에 대한 굴절률(n_x)과 두께 방향을 따라 편광된 광에 대한 굴절률(n_z) 사이의 정규화된 차이는, 만일 존재한다면, 예컨대 약 0.06 미만, 더 바람직하게는 약 0.03 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만만큼 가능한 한 작은 것이 일반적으로 바람직하다.
- <33> 본 발명의 예시적인 실시 형태는 굴절률이 변형-유도 배향(strain-induced orientation)의 결과로서 가장 많이 변경된 평면내 방향인 "유효 배향축"을 특징으로 할 수 있다. 예를 들어, 유효 배향축은 전형적으로 반사 또는 흡수 편광 필름의 차단축과 일치한다. 일반적으로, 최대 및 최소 굴절률 값에 대응하는 평면내 굴절률들에 대한 2개의 주축이 있다. 주요 축 또는 신장 방향을 따라 편광된 광에 대해 굴절률이 증가하는 경향을 갖는 양의 복굴절성 재료의 경우, 유효 배향축은 최대 평면내 굴절률의 축과 일치한다. 주요 축 또는 신장 방향을 따라 편광된 광에 대해 굴절률이 감소하는 경향을 갖는 음의 복굴절성 재료의 경우, 유효 배향축은 최소 평면내 굴절률의 축과 일치한다.
- <34> 도 1은 이하 설명되는 공정에 사용될 수 있는 광학 필름 구조체(101)의 일부를 도시한다. 도시된 광학 필름

(101)은 3개의 상호 직교하는 축 x , y 및 z 를 참조하여 설명될 수 있다. 도시된 실시 형태에서, 2개의 직교하는 축 x 및 y 는 필름(101)의 평면 내에 있으며, 제3 축(z -축)은 필름 두께 방향으로 연장한다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 광학 필름(101)은 광학적으로 연결된 적어도 2개의 상이한 재료, 즉 제1 재료 및 제2 재료(예를 들어, 반사, 산란, 투과 등과 같은 광학 효과를 야기하도록 조합되는 2개의 재료)를 포함한다. 본 발명의 전형적인 실시 형태에서, 하나 또는 두 재료 모두는 중합체이다.

<35> 제1 및 제2 재료는 필름(101)의 적어도 하나의 축을 따른, 예컨대 x 방향을 따른 방향에서의 굴절률들의 원하는 부정합을 생성하도록 선택될 수 있다. 바람직하게는, y 방향을 따른 굴절률들의 부정합은 0.05 이상, 0.07 이상, 0.1 이상, 더 바람직하게는 0.2 이상이다. 재료들은 또한 굴절률들이 부정합된 방향에 수직인 필름(101)의 적어도 하나의 다른 축을 따른, 예컨대 y 방향을 따른 방향에서의 굴절률들의 원하는 정합을 생성하도록 선택될 수 있다. 바람직하게는, x 방향을 따른 굴절률들 사이의 차이는 0.05 미만, 0.04 이하, 0.03 이하, 더 바람직하게는 0.02 이하이다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 재료들은 또한 굴절률들이 부정합된 방향에 수직인 필름(101)의 2개의 축을 따른, 예컨대 y 및 x 두 방향 모두를 따른 방향에서의 굴절률들의 원하는 정합을 생성하도록 선택될 수 있다. 그러한 예시적인 실시 형태에서, x 및 y 방향을 따른 제1 및 제2 재료의 굴절률들 사이의 차이는 모두 0.05 미만, 0.04 이하, 0.03 이하, 더 바람직하게는 0.02 이하이다.

<36> 제1 및 제2 재료 중 적어도 하나의 재료는 소정 조건 하에서 음 또는 양의 복굴절을 발생시키기 쉬울 수 있다. 광학 필름에 사용되는 재료들은 공압출 공정의 요건을 충족시키기 위해 충분히 유사한 리올로지(rheology)를 갖도록 선택되는 것이 바람직하지만, 구조 필름이 또한 사용될 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 광학 필름(101)은 단지 하나의 재료, 또는 2개 이상의 재료들의 혼합성 블렌드로 구성될 수 있다. 이러한 예시적인 실시 형태는 광학 디스플레이에서 지연기 또는 보상기로서 사용될 수 있다.

<37> 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 본 발명의 광학 필름은 복굴절성 재료, 때로는 단지 하나의 복굴절성 재료를 포함한다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 본 발명의 광학 필름은 적어도 하나의 복굴절성 재료 및 적어도 하나의 등방성 재료를 포함한다. 또 다른 예시적인 실시 형태에서, 광학 필름은 제1 복굴절성 재료 및 제2 복굴절성 재료를 포함한다. 이러한 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 두 재료의 평면내 굴절률은 동일한 공정 조건에 응답하여 유사하게 변경된다. 일 실시 형태에서, 필름이 연신될 때, 제1 및 제2 재료의 굴절률은 모두 연신 방향(예컨대, MD)을 따라 편광된 광에 대해서는 증가하지만 신장 방향에 직교하는 방향(예컨대, TD)을 따라 편광된 광에 대해서는 감소할 것이다. 다른 실시 형태에서, 필름이 연신될 때, 제1 및 제2 재료의 굴절률은 모두 연신 방향(예컨대, MD)을 따라 편광된 광에 대해서는 감소하지만 신장 방향에 직교하는 방향(예컨대, TD)을 따라 편광된 광에 대해서는 증가할 것이다. 일반적으로, 1개, 2개 또는 그 이상의 복굴절성 재료가 본 발명에 따른 배향된 광학 필름에 사용되는 경우, 각각의 복굴절성 재료의 유효 배향축은 MD를 따라 정렬된다.

<38> 연신 단계 또는 연신 단계들의 조합에 기인한 배향에 의해 하나의 평면내 방향에서의 2개의 재료의 굴절률들의 정합 및 다른 하나의 평면내 방향에서의 굴절률들의 실질적인 부정합이 형성된 때, 필름은 반사 편광기의 제조에 특히 적합하게 된다. 정합된 방향은 편광기에 대한 투과(통과) 방향을 형성하고, 부정합된 방향은 반사(차단) 방향을 형성한다. 일반적으로, 반사 방향에서의 굴절률들의 부정합이 커지고 투과 방향에서의 정합이 근접할수록, 편광기의 성능이 우수해진다.

<39> 한편, 복굴절성 재료 또는 재료들이 비-신장 방향을 따른, 예컨대 y 및 z 방향을 따른 굴절률들 사이의 차이를 나타내는 경우, 편광기 응용에 사용되는 몇몇 광학 필름은 오프-축 컬러(off-axis color)를 겪는다. 따라서, 본 발명의 예시적인 실시 형태에 포함되는 복굴절성 재료들은 비-신장 방향을 따른 굴절률들 사이의 부정합이 가능한 한 작아야 한다. 비-신장 방향(즉, y -방향 및 z -방향)에서의 굴절률들은 주어진 복굴절성 층 또는 영역에 대해 서로의 약 5% 이내, 하나 초과와 재료를 포함하는 실시 형태에서는 상이한 재료의 인접한 층 또는 영역의 대응하는 비-신장 방향들의 약 5% 이내인 것이 바람직하다.

<40> 도 2는 제2 재료(115)의 제2 층 상에(예컨대, 공압출에 의해) 배치된 제1 재료(113)의 제1 층을 포함하는 다층 광학 필름(111)을 도시한다. 제1 및 제2 재료 중 어느 하나 또는 둘 모두가 복굴절성일 수 있다. 단지 2개의 층이 도 2에 도시되어 있고 본 명세서에서 일반적으로 설명되지만, 공정은 예를 들어 제1 재료(113)의 복수의 제1 층 및 제2 재료(115)의 복수의 제2 층과 같이 임의의 수의 상이한 재료로부터 제조되는 최대 수백 또는 수천 또는 그 이상의 층을 갖는 다층 광학 필름에 적용될 수 있다. 다층 광학 필름(111) 또는 광학 필름(101)은 추가의 층을 포함할 수 있다. 추가의 층은, 예컨대 추가의 광학적 기능을 수행하는 광학 층, 또는 예컨대 그 기계적 또는 화학적 특성을 위해 선택되는 비-광학 층, 또는 둘 모두일 수 있다. 본 명세서에 참고로 포함된 미국 특허 제6,179,948호에 논의된 바와 같이, 이들 추가의 층은 본 명세서에 설명된 공정 조건 하에서 배향

능할 수 있으며, 필름의 전체 광학적 및/또는 기계적 특성에 기여할 수 있지만, 명확함 및 단순함의 목적으로 이들 층은 본 명세서에서 추가로 논의되지 않을 것이다.

- <41> 광학 필름(111)의 재료들은 필름(111)의 2개의 재료(113, 115)의 연신 거동을 적어도 부분적으로 분리시키기 위해 점탄성 특징을 갖도록 선택된다. 예를 들어, 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 신장 또는 연신에 대한 2개의 재료(113, 115)의 응답을 분리시키는 것이 유리하다. 연신 거동을 분리시킴으로써, 재료들의 굴절률 변경이 배향 상태들의 다양한 조합 및 그에 따른 2개의 상이한 재료에서의 복굴절의 정도를 달성하도록 별도로 제어될 수 있다. 이러한 하나의 공정에서, 2개의 상이한 재료는 공압출된 다층 광학 필름과 같은 다층 광학 필름의 광학 층들을 형성한다. 이러한 층들의 굴절률은 초기 등방성을 가질 수 있지만(즉, 굴절률은 각각의 축을 따라 동일함), 구조 공정 동안 소정의 배향이 의도적으로 또는 우발적으로 압출 필름에 도입될 수도 있다.
- <42> 반사 편광기를 형성하는 하나의 접근법은 본 발명에 따른 처리의 결과로서 복굴절성이 되는 제1 재료, 및 연신 공정 동안 실질적으로 등방성으로 유지되는, 즉 감지할 수 있을 정도의 복굴절을 발생시키지 않는 굴절률을 갖는 제2 재료를 사용한다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제2 재료는 연신 후에 제1 재료의 비-연신 평면내 굴절률에 정합하는 굴절률을 갖도록 선택된다.
- <43> 도 1 및 도 2의 광학 필름에 사용하기에 적합한 재료는, 예를 들어 본 명세서에 참고로 포함된 미국 특허 제 5,882,774호에 논의되어 있다. 적합한 재료는 중합체, 예컨대 폴리에스테르, 코폴리에스테르 및 개질된 코폴리에스테르를 포함한다. 이와 관련하여, "중합체"라는 용어는, 예를 들어 공압출에 의해 또는 예컨대 에스테르 교환(transesterification)을 포함하는 반응에 의해 혼화성 블렌드로 형성될 수 있는 중합체 또는 공중합체뿐만 아니라 단일중합체와 공중합체도 포함한다는 것을 이해할 것이다. "중합체" 및 "공중합체"라는 용어는 랜덤 및 블록 공중합체 모두를 포함한다. 본 발명에 따라 구성되는 광학체의 몇몇 예시적인 광학 필름에 사용하기에 적합한 폴리에스테르는 일반적으로 카르복실레이트 및 글리콜 서브유닛을 포함하며, 카르복실레이트 단량체 분자와 글리콜 단량체 분자의 반응에 의해 생성될 수 있다. 각각의 카르복실레이트 단량체 분자는 2개 이상의 카르복실산 또는 에스테르 작용기를 가지며, 각각의 글리콜 단량체 분자는 2개 이상의 하이드록시 작용기를 가진다. 카르복실레이트 단량체 분자는 모두 동일할 수도 있거나, 2개 이상의 상이한 유형의 분자가 존재할 수도 있다. 이는 동일하게 글리콜 단량체 분자에 적용된다. "폴리에스테르"라는 용어 내에 또한 포함되는 것은 글리콜 단량체 분자와, 탄산의 에스테르의 반응으로부터 유도되는 폴리카르보네이트이다.
- <44> 폴리에스테르 층의 카르복실레이트 서브유닛의 형성에 사용하기에 적합한 카르복실레이트 단량체 분자는, 예를 들어 2,6-나프탈렌 다이카르복실산 및 그 이성체; 테레프탈산; 아이소프탈산; 프탈산; 아젤라산; 아디프산; 세바식산; 노르보르넨 다이카르복실산; 바이-사이클로옥탄 다이카르복실산; 1,6-사이클로헥산 다이카르복실산 및 그 이성체; t-부틸 아이소프탈산, 트라이멜리트산, 소듐 설포네이트드 아이소프탈산(sodium sulfonated isophthalic acid); 2,2'-바이페닐 다이카르복실산 및 그 이성체; 및 이들 산의 저급 알킬 에스테르, 예를 들어 메틸 또는 에틸 에스테르를 포함한다. 이와 관련하여, "저급 알킬"이라는 용어는 C1-C10 직쇄 또는 분지형 알킬기를 지칭한다.
- <45> 폴리에스테르 층의 글리콜 서브유닛의 형성에 사용하기에 적합한 글리콜 단량체 분자는 에틸렌 글리콜; 프로필렌 글리콜; 1,4-부탄다이올 및 그 이성체; 1,6-헥산다이올; 네오펜틸 글리콜; 폴리에틸렌 글리콜; 다이에틸렌 글리콜; 트라이사이클로데칸다이올; 1,4-사이클로헥산다이메탄올 및 그 이성체; 노르보르넨다이올; 바이사이클로-옥탄다이올; 트라이메틸올 프로판; 펜타에리트릴; 1,4-벤젠다이메탄올 및 그 이성체; 비스페놀 A; 1,8-다이하이드록시 바이페닐 및 그 이성체; 및 1,3-비스(2-하이드록시에톡시)벤젠을 포함한다.
- <46> 본 발명의 광학 필름에 유용한 예시적인 중합체는, 예컨대 나프탈렌 다이카르복실산과 에틸렌 글리콜의 반응에 의해 제조될 수 있는 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)이다. 폴리에틸렌 2,6-나프탈레이트(PEN)는 흔히 제1 중합체로서 선택된다. PEN은 큰 양의 응력 광학 계수(positive stress optical coefficient)를 가지며, 신장 후 복굴절을 효과적으로 유지하고, 가시광 범위 내에서 흡광도(absorbance)를 거의 또는 전혀 갖지 않는다. PEN은 또한 등방성 상태에서 큰 굴절률을 갖는다. 550 nm 파장의 편광된 입사광에 대한 그의 굴절률은 편광면이 신장 방향에 평행할 때 약 1.64로부터 약 1.9만큼 높게 증가한다. 분자 배향의 증대는 PEN의 복굴절을 증가시킨다. 분자 배향은 재료를 더 높은 신장비로 신장시키고 다른 신장 조건을 고정시켜 유지함으로써 증대될 수 있다. 제1 중합체로서 적합한 다른 반결정질 폴리에스테르는, 예를 들어 폴리부틸렌 2,6-나프탈레이트(PBN), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 및 그 공중합체를 포함한다.
- <47> 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제2 광학 층의 제2 중합체는 완성된 필름에서, 적어도 하나의 방향의 굴절률이 그 방향과 동일한 방향의 제1 중합체의 굴절률과 현저히 다르도록 선택되어야 한다. 중합체 재료는 전형적으로

분산성이기 때문에, 즉 그들의 굴절률이 파장에 따라 변하기 때문에, 이들 조건이 특정한 관심 스펙트럼 대역폭과 관련하여 고려되어야 한다. 전술한 논의로부터, 제2 중합체의 선택은 당해 다층 광학 필름의 의도된 응용뿐만 아니라, 제1 중합체에 대해 이루어진 선택 및 처리 조건에도 좌우된다는 것을 이해할 것이다.

<48> 광학 필름에, 특히 제1 광학 층의 제1 중합체로서 사용하기에 적합한 다른 재료는, 예를 들어 본 명세서에 참고로 포함된 미국 특허 제6,352,762호 및 제6,498,683호와, 미국 특허 출원 제09/229724호, 제09/232332호, 제09/399531호 및 제09/444756호에 설명되어 있다. 제1 중합체로서 유용한 다른 폴리에스테르는 90 몰% 다이메틸 나프탈렌 다이카르복실레이트 및 10 몰% 다이메틸 테레프탈레이트로부터 유도된 카르복실레이트 서브유닛과 100 몰% 에틸렌 글리콜 서브유닛으로부터 유도된 글리콜 서브유닛을 가지며 고유 점도(intrinsic viscosity, IV)가 0.48 dl/g인 coPEN이다. 이 중합체의 굴절률은 대략 1.63이다. 중합체는 본 명세서에서 저융점(low melt) PEN (90/10)으로 지칭된다. 다른 유용한 제1 중합체는 이스트만 케미칼 컴퍼니(Eastman Chemical Company)(미국 테네시주 킹스포트)로부터 입수가능한, 고유 점도가 0.74 dl/g인 PET이다. 비-폴리에스테르 중합체가 또한 편광기 필름의 생성에 유용하다. 예를 들어, 폴리에테르 이미드가 폴리에스테르, 예컨대 PEN 및 coPEN과 함께 사용되어 다층 반사 거울을 형성할 수 있다. 다른 폴리에스테르/비-폴리에스테르 조합, 예컨대 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 폴리에틸렌(예를 들어, 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼 코포레이션(Dow Chemical Corp.)으로부터 인게이지(Engage) 8200이라는 상표명으로 입수가능한 것)이 사용될 수 있다.

<49> 제2 광학 층은 제1 중합체의 유리 전이 온도와 양립가능한 유리 전이 온도를 가지며 제1 중합체의 등방성 굴절률과 유사한 굴절률을 갖는 다양한 중합체로부터 제조될 수 있다. 광학 필름에, 특히 제2 광학 층에 사용하기에 적합한 다른 중합체의 예에는, 상기 논의된 CoPEN 중합체 외에, 비닐 나프탈렌, 스티렌, 말레산 무수물, 아크릴레이트 및 메타크릴레이트와 같은 단량체로부터 제조되는 비닐 중합체 및 공중합체가 포함된다. 그러한 중합체의 예는 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 예컨대 폴리(메틸 메타크릴레이트)(PMMA) 및 아이소타틱(isotactic) 또는 신디오타틱(syndiotactic) 폴리스티렌을 포함한다. 다른 중합체는 축합 중합체, 예컨대 폴리실론, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리아믹산, 및 폴리아미드를 포함한다. 또한, 제2 광학 층은 폴리에스테르 및 폴리카르보네이트와 같은 중합체 및 공중합체로부터 형성될 수 있다.

<50> 특히 제2 광학 층에 사용하기에 적합한 다른 예시적인 중합체는 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)의 단일중합체, 예컨대 미국 델라웨어주 윌밍턴 소재의 이네오스 아크릴릭스, 인크.(Ineos Acrylics, Inc.)로부터 CP71 및 CP80이라는 상표명으로 입수가능한 것, 또는 PMMA보다 낮은 유리 전이 온도를 갖는 폴리에틸 메타크릴레이트(PEMA)를 포함한다. 추가의 제2 중합체는 PMMA의 공중합체(coPMMA), 예컨대 75 중량% 메틸메타크릴레이트(MMA) 단량체 및 25 중량% 에틸 아크릴레이트(EA) 단량체로부터 제조된 coPMMA(이네오스 아크릴릭스, 인크.로부터 퍼스펙스(Perspex) CP63이라는 상표명으로 입수가능한 것), MMA 공단량체 유닛 및 n-부틸 메타크릴레이트(nBMA) 공단량체 유닛으로 형성된 coPMMA, 또는 PMMA 및 폴리(비닐리덴 플루오라이드)(PVDF)의 블렌드, 예컨대 미국 텍사스주 휴스턴 소재의 솔베이 폴리머즈, 인크.(Solvay Polymers, Inc.)로부터 솔레프(Solef) 1008이라는 상표명으로 입수가능한 것을 포함한다.

<51> 특히 제2 광학 층에 사용하기에 적합한 또 다른 중합체는 폴리올레핀 공중합체, 예컨대 다우-듀폰 엘라스토머즈(Dow-Dupont Elastomers)로부터 인게이지(Engage) 8200이라는 상표명으로 입수가능한 폴리(에틸렌-코-옥텐)(PE-PO), 미국 텍사스주 델러스 소재의 피나 오일 앤드 케미칼 컴퍼니(Fina Oil and Chemical Co.)로부터 Z9470이라는 상표명으로 입수가능한 폴리(프로필렌-코-에틸렌)(PPPE), 및 미국 유타주 솔트 레이크 시티 소재의 헌즈만 케미칼 코포레이션(Huntsman Chemical Corp.)으로부터 렉스플렉스(Rexflex) W111이라는 상표명으로 입수가능한 아타틱(atatic) 폴리프로필렌(aPP) 및 아이소타틱(isotatic) 폴리프로필렌(iPP)의 공중합체를 포함한다. 광학 필름은 또한 예를 들어 제2 광학 층에 작용화된 폴리올레핀, 예컨대 미국 델라웨어주 윌밍턴 소재의 이.아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니, 인크.(E.I. duPont de Nemours & Co., Inc.)로부터 바이넬(Bynel) 4105라는 상표명으로 입수가능한 것과 같은 선형 저밀도 폴리에틸렌-g-말레산 무수물(LLDPE-g-MA)을 포함할 수 있다.

<52> 편광기의 경우에서의 재료들의 예시적인 조합은 PEN/co-PEN, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)/co-PEN, PEN/sPS, PEN/에스타(Eastar), 및 PET/에스타를 포함하며, 여기서 "co-PEN"은 (전술한 바와 같은) 나프탈렌 다이카르복실산을 기재로 하는 공중합체 또는 블렌드를 지칭하고, 에스타는 이스트만 케미칼 컴퍼니로부터 구매가능한 폴리사이클로헥산다이메틸렌 테레프탈레이트이다. 거울의 경우에서의 재료들의 예시적인 조합은 PET/coPMMA, PEN/PMMA 또는 PEN/coPMMA, PET/엑델(ECDEL), PEN/엑델, PEN/sPS, PEN/THV, PEN/co-PET, PET/co-PET 및 PET/sPS를 포함하며, 여기서 "co-PET"은 (전술한 바와 같은) 테레프탈산을 기재로 하는 공중합체 또는 블렌드를 지칭하고, 엑델은 이스트만 케미칼 컴퍼니로부터 구매가능한 열가소성 폴리에스테르이며, THV는 쓰리엠 컴퍼니

(3M Company)로부터 구매가능한 플루오로중합체이다. PMMA는 폴리메틸 메타크릴레이트를 지칭하며, PETG는 제2 글리콜(대개 사이클로헥산다이메탄올)을 채용한 PET의 공중합체를 지칭한다. sPS는 신디오택틱 폴리스티렌을 지칭한다.

- <53> 다른 실시 형태에서, 광학 필름은 혼합 광학 필름(blend optical film)이거나 이를 포함할 수 있다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 혼합 광학 필름은 확산 반사 편광기일 수 있다. 본 발명에 따른 전형적인 혼합 필름에서, 적어도 2개의 상이한 재료의 블렌드(또는 혼합물)가 사용된다. 특정 축을 따른 2개 이상의 재료의 굴절률들의 부정합은 그 축을 따라 편광된 입사 광이 실질적으로 산란되게 하여 그 광의 상당한 정도의 확산 반사를 형성시키는 데 사용될 수 있다. 2개 이상의 재료의 굴절률들이 정합되는 축의 방향으로 편광되는 입사 광은 실질적으로 투과되거나, 적어도 훨씬 덜한 정도의 산란으로 투과될 것이다. 광학 필름의 다른 특성 중에서도 재료의 상대 굴절률을 제어함으로써, 확산 반사 편광기가 구성될 수 있다. 그러한 혼합 필름은 많은 상이한 형태를 취할 수 있다. 예를 들어, 혼합 광학 필름은 하나 이상의 상호연속 상(co-continuous phase), 하나 이상의 연속 상 또는 상호연속 상 내에 하나 이상의 분산 상을 포함할 수 있다. 다양한 혼합 필름의 일반적인 형성과 광학 특성은 그 개시 내용이 본 명세서에 참고로 포함된 미국 특허 제5,825,543호 및 제6,111,696호에 추가로 논의되어 있다.
- <54> 도 3은 제1 재료 및 제1 재료에서 실질적으로 불혼화성인 제2 재료의 블렌드로 형성된 본 발명의 일 실시 형태를 도시한다. 도 3에서, 광학 필름(201)은 연속 (매트릭스) 상(203) 및 분산 (불연속) 상(207)으로 형성된다. 연속 상은 제1 재료를 포함할 수 있으며, 제2 상은 제2 재료를 포함할 수 있다. 필름의 광학 특성은 확산 반사 편광 필름을 형성하는 데 사용될 수 있다. 이러한 필름에서, 연속 및 분산 상 재료의 굴절률들은 하나의 평면내 축을 따라 실질적으로 정합되며, 다른 평면내 축을 따라 실질적으로 부정합된다. 일반적으로, 재료 중 하나 또는 둘 모두는 적절한 조건 하에서의 신장 또는 연신의 결과로서 평면내 복굴절을 발생시킬 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같은 확산 반사 편광기에서, 필름의 하나의 평면내 축의 방향에서 재료의 굴절률들을 가능한 한 근접하게 정합시키는 한편 다른 평면내 축의 방향에서는 굴절률 부정합을 가능한 한 크게 하는 것이 바람직하다.
- <55> 광학 필름이 도 3에 도시된 바와 같이 분산 상 및 연속 상을 포함하는 혼합 필름이거나, 제1 상호연속 상 및 제2 상호연속 상을 포함하는 혼합 필름인 경우, 많은 상이한 재료가 연속 또는 분산 상으로서 사용될 수 있다. 이러한 재료들은 무기 재료, 예컨대 실리카 기반 중합체, 유기 재료, 예컨대 액정, 및 단량체, 공중합체, 그라프트(grafted) 중합체 및 그 혼합물 또는 블렌드를 포함하는 중합체 재료를 포함한다. 확산 반사 편광기의 특성을 갖는 혼합 광학 필름에 연속 상 및 분산 상으로서 또는 상호연속 상으로서 사용되도록 선택되는 재료는 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 평면내 복굴절을 도입하도록 제2 세트의 처리 조건 하에서 배향가능한 적어도 하나의 광학 재료, 및 제2 세트의 처리 조건 하에서 감지할 수 있게 배향되지 않으며 감지할 수 있는 정도의 복굴절을 발생시키지 않는 적어도 하나의 재료를 포함할 수 있다.
- <56> 혼합 필름을 위한 재료 선택에 관한 상세 사항은 모두 참고로 포함된 미국 특허 제5,825,543호 및 제6,590,705호에 기술되어 있다.
- <57> 연속 상에 적합한(또한, 소정의 구성에서 분산 상에 또는 상호연속 상에 사용될 수도 있는) 재료는 아이소프탈산, 아젤라산, 아디프산, 세바식산, 다이벤조산, 테레프탈산, 2,7-나프탈렌 다이카르복실산, 2,6-나프탈렌 다이카르복실산, 사이클로헥산다이카르복실산, 및 바이벤조산(4,4'-바이벤조산 포함)과 같은 카르복실산을 기재로 하는 단량체로부터 제조된 재료, 또는 상기한 산들의 대응 에스테르로부터 제조된 재료(즉, 다이메틸테레프탈레이트)를 포함하는 비정질, 반결정질, 또는 결정질 중합체 재료일 수 있다. 이들 중, 2,6-폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), PEN 및 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)의 공중합체, PET, 폴리프로필렌 테레프탈레이트, 폴리프로필렌 나프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 나프탈레이트, 폴리헥사메틸렌 테레프탈레이트, 폴리헥사메틸렌 나프탈레이트, 및 기타 결정질 나프탈렌 다이카르복실 폴리에스테르가 적합하다. PEN과 PET, 및 중간체 조성물의 공중합체가, 이들의 변형 유도 복굴절, 및 신장 후에 영구적으로 복굴절성을 유지하는 이들의 능력으로 인해 특히 바람직하다.
- <58> 몇몇 필름 구성에서 제2 중합체에 적합한 재료는 제1 중합체 재료에 적절한 수준의 복굴절을 생성시키는 데 사용되는 조건 하에 배향된 때 등방성이거나 복굴절성인 재료를 포함한다. 적합한 예에는 폴리카르보네이트(PC) 및 코폴리카르보네이트, 폴리스티렌-폴리메틸메타크릴레이트 공중합체(PS-PMMA), PS-PMMA-아크릴레이트 공중합체, 예컨대 미국 펜실베이니아주 문 타운쉽 소재의 노바 케미칼(Nova Chemical)로부터 MS 600(50% 아크릴레이트 함량) NAS 21(20% 아크릴레이트 함량)이라는 상표명으로 입수가능한 것, 폴리스티렌 말레산 무수물 공중합체, 예컨대 노바 케미칼로부터 다이라크(DYLARK)라는 상표명으로 입수가능한 것, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티

렌(ABS) 및 ABS-PMMA, 폴리우레탄, 폴리아미드, 특히 지방족 폴리아미드, 예컨대 나일론 6, 나일론 6,6, 및 나일론 6,10, 스티렌-아크릴로니트릴 중합체(SAN), 예컨대 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼(Dow Chemical)로부터 입수가 가능한 타이릴(TYRIL), 및 폴리카르보네이트/폴리에스테르 블렌드 수지, 예컨대 바이엘 플라스틱스(Bayer Plastics)로부터 마크로블렌드(Makroblend)라는 상표명으로 입수가 가능한 폴리에스테르/폴리카르보네이트 얼로이(alloy), 지이 플라스틱스(GE Plastics)로부터 자이렉스(Xylex)라는 상표명으로 입수가 가능한 것, 및 이스트만 케미칼(Eastman Chemical)로부터 SA 100 및 SA 115라는 상표명으로 입수가 가능한 것, 폴리에스테르, 예컨대 CoPET 및 CoPEN을 포함하는 지방족 코폴리에스테르, 폴리비닐 클로라이드(PVC), 및 폴리클로로프렌이 포함된다.

- <59> 일 태양에서, 본 발명은 예를 들어 광학 디스플레이에 유용한 넓은 배향된 광학 필름의 롤을 제조하는 방법에 관한 것이며, 배향된 광학 필름의 유효 배향축은 일반적으로 롤의 길이와 정렬된다. 반사 편광 필름과 같은 이러한 필름의 롤은 흡수 편광 필름과 같이, 그 길이를 따라 차단 상태축(block state axis)을 갖는 다른 광학 필름의 롤에 쉽게 적층될 수 있다. 하나의 예시적인 롤은 MD를 따른 유효 배향축 및 TD를 따라 편광된 광에 대한 굴절률과 ND를 따라 편광된 광에 대한 굴절률 사이의 정규화된 차이가 0.06 미만인 것을 특징으로 하는 복굴절 성 재료를 포함하는 배향된 광학 필름을 포함한다.
- <60> 본 발명의 예시적인 방법은 적어도 하나의 중합체 재료, 바람직하게는 적어도 제1 및 제2 중합체 재료로 제조되는 광학 필름을 제공하는 단계를 포함하며, 중합체 재료 중 적어도 하나는 복굴절을 발생시킬 수 있다. 광학 필름은 필름에 평면내 복굴절이 발생되더라도 단지 낮은 평면내 복굴절이 발생되도록, 일반적으로 본 명세서에서 제1 연신 단계로서 지칭되는 제1 단계에서 제1 세트의 처리 조건 하에서 웹 횡단(TD) 방향으로 신장 또는 연신되어 필름이 넓혀진다.
- <61> 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 넓힌다라는 용어는 필름을 구성하는 중합체 분자 내로의 실질적인 분자 배향의 도입 없이, 바람직하게는 분자 배향을 전혀 도입함이 없이 필름 치수가 변경되는 공정 단계를 지칭한다. 필름이 제1 공정 단계에서 넓혀질 때, 예컨대 온도와 같은 공정 조건은 필름이 허용될 수 없을 정도로 불균일해지지 않고 제1 및 제2 공정 단계 후에 광학 필름에 대한 품질 요건을 충족시킬 수 있도록 선택되어야 한다.
- <62> 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 배향시킨다라는 용어는 필름 치수가 변경되고 분자 배향이 필름을 구성하는 하나 이상의 중합체 재료에 유도되는 공정 단계를 지칭한다. 일반적으로 본 명세서에서 제2 연신 단계로 지칭되는 제2 공정 단계에서, 필름은, 광학 필름에 원하는 응용에 충분한 복굴절을 유도하도록 제2 세트의 처리 조건 하에서 웹 하류(MD) 방향으로 연신된다. 또한, 추가의 신장 또는 연신 단계(들)가, 필름의 광학 특성(예를 들어, 광학적 균일성, 뒤틀림(warp), 박리 접착성, 복굴절 등)을 개선하기 위해 제1 및 제2 연신 단계와 함께 또는 별도로 채용될 수 있다. 제2 연신 단계 동안, 필름은 웹 횡단(TD) 방향을 따라 이완되게 하면서 웹 하류(MD) 방향을 따라 연신된다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제2 연신 단계 동안, 필름은 웹 횡단(TD) 방향을 따라 그리고 수직(두께) 방향(ND)을 따라 이완되게 하면서 웹 하류(MD) 방향을 따라 연신된다.
- <63> 본 발명에 따른 배향된 광학 필름을 제조하는 예시적인 공정이 도 4에 개략적으로 도시되어 있다. 먼저, 필름이 요구되는 바에 따라 웹 횡단(TD) 또는 웹 하류(MD) 방향 또는 둘 모두의 방향으로 신장될 수 있도록 광학 필름이 장치(300)에 제공된다. 필름에 적용되는 신장 단계들은 순차적이거나 동시적일 수 있다. 예를 들어, 도 4의 장치는 필름 웹의 에지를 파지하는 체인 또는 자기 구동식 클립(magnetically driven clip)(302)의 배열체를 포함할 수 있다. 개별 클립은 필름 웹가 장치(300)를 통해 이동함에 따라 필름 웹(304)에 대한 매우 다양한 신장 프로파일을 제공하도록 컴퓨터 제어될 수 있다.
- <64> 도 4에 도시되지 않은 대안적인 실시 형태에서, 광학 필름(304)은 가변 피치형 스크류(varying-pitched screw)의 배열체에 의해 결정되는 프로파일로 신장될 수 있다. 스크류는 MD 신장의 프로파일 및 상대량을 제어하며, TD 프로파일을 제어하고 다른 공정 조건과 조합하여 신장시키는 레일(rail)을 따라 놓인다. 도 4에 도시되지 않은 또 다른 실시 형태에서, 광학 필름(304)은 기계식 팬터그래프-레일(pantograph-rail) 시스템에 의해 결정되는 프로파일로 신장될 수 있으며, 여기서 MD 신장비를 부분적으로 제어하는 개별 클립 분리는 클립이 주행하는 레일 경로에 의해 TD 신장비가 부분적으로 결정되는 기계식 팬터그래프에 의해 제어된다. 본 발명에 따른 필름의 신장에 적합한 몇몇 예시적인 방법 및 장치가, 모두 본 명세서에 참고로 포함된 캄프(Kampf)의 미국 특허 제3,150,433호 및 홈즈(Homes)의 미국 특허 제4,853,602호에 설명되어 있다. 장치(300) 내에 제공된 필름(304)은 용매 주조 또는 압출 주조 필름일 수 있다. 도 4에 도시된 실시 형태에서, 필름(304)은, 다이(306)로부터 배출되고 적어도 하나, 바람직하게는 2개의 중합체 재료를 포함하는 압출 필름이다. 광학 필름(304)은 의도된 응용에 따라 크게 달라질 수 있으며, 도 1에 도시된 바와 같은 모놀리식 구조(monolithic structure), 도

2에 도시된 바와 같은 층상 구조(layered structure), 또는 도 3에 도시된 바와 같은 혼합 구조(blend structure), 또는 이들의 조합을 가질 수 있다.

- <65> 광학 필름(304)에 사용되도록 선택되는 재료는 바람직하게는 후속 연신 공정 전에 임의의 바람직하지 않은 배향을 갖지 않아야 한다. 대안적으로, 제1 연신 단계에 대한 보조 공정으로서, 주조 또는 압출 단계 동안 계획된 배향이 유도될 수 있다. 예를 들어, 주조 또는 압출 단계는 제1 연신 단계의 일부로 고려될 수 있다. 필름(304)의 재료는, 모든 연신 단계 후에 평면내 복굴절을 발생시킬 것이며 반사 편광 특성과 같은 반사 특성을 가질 수 있는 광학 필름의 최종 용도의 응용에 기초하여 선택된다. 본 명세서에 상세히 설명된 예시적인 일 실시 형태에서, 필름(304)의 광학적으로 연결된 재료들은 모든 배향 단계 후에 반사 편광기의 특성을 갖는 필름을 제공하도록 선택된다.
- <66> 또한 도 4를 참조하면, 광학 필름(304)이 다이(306)로부터 압출되거나 달리 장치(300)에 제공되면, 광학 필름(304)은 필름(304)의 에지를 파지하는 클립(302)들의 적절한 배열체에 의해 구역(310)에서 제1 연신 단계로 신장된다. 제1 연신 단계는 필름(304)이 웹의 횡단(TD) 방향으로 넓어지도록 제1 세트의 처리 조건(연신 온도, 연신율(draw rate) 및 연신비(draw ratio)(예를 들어, TD/MD 연신율의 비) 중 적어도 하나) 하에서 수행된다. 제1 세트의 처리 조건은 필름에 유도되는 임의의 추가 복굴절이 낮아지도록 선택되어야 하는데, 즉 제1 연신 단계에서 필름(304)의 중합체 재료에 유도되는 복굴절은 단지 약간이고, 바람직하게는 복굴절이 실질적으로 없고, 가장 바람직하게는 복굴절이 전혀 없어야 한다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제1 연신 단계 후에, 평면내 복굴절은 약 0.05 미만, 약 0.03 미만, 더 바람직하게는 약 0.02 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만이다.
- <67> 주어진 처리 조건 세트 하에서 배향되는 중합체 재료의 경향은, 일반적으로 중합체 재료의 분자 이완율(rate of molecular relaxation)의 결과인 중합체의 점탄성 거동의 결과이다. 분자 이완율은 평균 최장 총 이완 시간(즉, 총 분자 재배열) 또는 이러한 시간의 분포에 의해 특징지어질 수 있다. 평균 최장 이완 시간은 전형적으로 온도가 낮아질수록 증가하며, 유리 전이 온도 부근에서 매우 큰 값에 접근한다. 평균 최장 이완 시간은 또한, 실제적인 목적을 위해 전형적으로 사용되는 공정 시간 및 온도 하에서 이러한 최장 모드의 임의의 이완을 억제하는 중합체 재료의 결정화 및/또는 가교결합에 의해 증가될 수 있다. 분자량과 분포 및 화학적 조성(예컨대, 분지(branching))가 또한 최장 이완 시간에 영향을 줄 수 있다.
- <68> 특정 중합체 재료의 평균 최장 이완 시간이 공정의 연신 시간과 대략 동일하거나 그보다 길 때, 상당한 분자 배향이 연신 방향으로 재료에 형성될 것이다. 따라서, 고변형률 및 저변형률은 각각 평균 최장 이완 시간보다 더 짧거나 더 긴 기간에 걸쳐 재료를 연신시키는 공정에 대응한다. 주어진 재료의 응답은 공정의 연신 온도, 연신율 및 연신비를 제어함으로써 변경될 수 있다.
- <69> 연신 공정 동안의 배향의 정도는 넓은 범위에 걸쳐 정밀하게 제어될 수 있다. 소정의 연신 공정에서, 연신 공정이 실제로 필름의 적어도 하나의 방향으로 분자 배향의 정도를 감소시키는 것이 가능하다. 연신 방향으로, 연신 공정에 의해 유도되는 분자 배향은 실질적인 무배향(no orientation)으로부터 약간의 광학적 배향(예를 들어, 필름의 광학 성능에 무시할 수 있을 정도의 영향을 생성하는 배향)까지, 후속 공정 단계 중에 제거될 수 있는 다양한 정도의 광학적 배향까지의 범위를 갖는다.
- <70> 광학적 배향의 상대 강도는 필름의 재료 및 상대 굴절률에 좌우된다. 예를 들어, 강한 광학적 배향은 주어진 재료의 총 고유(정규화된) 복굴절에 관련될 수 있다. 대안적으로, 연신 강도는 주어진 연신 공정 순서에 대한 재료들 간의 달성가능한 정규화된 굴절률 차이의 총 크기에 관련될 수 있다. 또한, 특정 정도의 분자 배향이 하나의 상황에서는 강한 광학적 배향으로 고려될 수도 있고, 다른 상황에서는 약한 또는 비-광학적 배향으로 고려될 수도 있음을 이해하여야 한다. 예를 들어, 제1 평면내 축과 평면의 축 사이의 소정 정도의 복굴절이 제2 평면내 축과 평면의 축 사이의 매우 높은 복굴절의 상황에서 볼 때 낮은 것으로 고려될 수 있다. 본 발명의 광학 필름에 포함되는 적어도 하나의 재료의 약간의 또는 상당한 광학적 분자 배향을 유도하기에 충분히 짧은 시간 동안 및/또는 충분히 낮은 온도에서 이루어지는 공정들은 각각 약한 광학적 배향 연신 공정 또는 강한 광학적 배향 연신 공정이다. 분자 배향이 거의 또는 전혀 일어나지 않도록 하기에 충분히 긴 기간 동안 및/또는 충분히 높은 온도에서 이루어지는 공정들은 각각 약한 비-광학적 배향 공정 또는 실질적인 비-광학적 배향 공정이다.
- <71> 공정 조건에 대한 하나 이상의 재료의 배향/비-배향 응답을 고려하여 재료 및 공정 조건을 선택함으로써, 각각의 연신 단계의 축을 따른 배향이 있는 경우에도 그 배향의 정도는 각각의 재료에 대해 별도로 제어될 수 있다. 그러나, 특정 연신 공정에 의해 유도된 분자 배향의 정도는 그 자체로 형성된 필름의 분자 배향을 반드시 결정하는 것은 아니다. 제2 또는 후속 연신 공정에서의 추가의 분자 배향을 보상하거나 보조하기 위해, 제1 연신

공정에서 비-광학적으로 유효한 정도의 배향이 하나의 재료에 대해 허용될 수 있다.

- <72> 연신 공정들이 재료의 배향 변경을 제1 근사치로 형성시키지만, 치밀화(densification)와 같은 2차 공정 또는 결정화와 같은 상 전이(phase transition)가 또한 배향 특징에 영향을 줄 수 있다. 극단적인 재료 상호작용의 경우(예를 들어, 자가 회합(self-assembly), 또는 액정 전이(liquid crystalline transition)), 이들 영향은 결정적일(over-riding) 수도 있다. 전형적인 경우, 예를 들어, 중합체 분자의 주 사슬 골격이 유동과 정렬되는 경향이 있는 연신된 중합체에서, 변형-유도 결정화와 같은 영향은 단지 배향 특징에 대한 2차 영향만을 미치기 쉽다. 그러나, 변형-유도 및 기타 결정화는 이러한 배향의 강도에 상당한 영향을 미친다(예를 들어, 약한 배향 연신을 강한 배향 연신으로 변환시킬 수 있음). 따라서, 광학 필름(304)에 사용되도록 선택되는 재료 중 어떠한 재료도 급속한 결정화가 가능하지 않아야 하며, 재료 중 하나의 재료는 제1 연신 단계에 적용되는 제1 세트의 처리 조건 하에서 감지할 수 있는 결정화가 가능하지 않아야 한다. 결과적으로, 몇몇 응용에서, PEN 및 PET의 공중합체와 같이 제1 세트의 처리 조건 하에서 PEN보다 더 느리게 결정화되는 coPEN이 바람직할 수 있다. 적합한 예는 본 명세서에서 저융점 PEN(LmpPEN)으로 지칭되는 90% PEN 및 10% PET의 공중합체이다.
- <73> 제1 연신 단계의 제1 세트의 처리 조건은 필름(304)을 구성하는 중합체 또는 중합체들에 따라 크게 달라질 수 있다. 일반적으로, 고온, 저연신비 및/또는 저변형률에서, 중합체는 분자 배향이 거의 또는 전혀 없는 점성 유체처럼 연신될 때 유동하는 경향이 있다. 저온 및/또는 고변형률에서, 중합체는 수반되는 분자 배향에 의해 고형체처럼 탄성적으로 연신되는 경향이 있다. 저온 공정은 비정질 중합체 재료의 유리 전이 온도보다 전형적으로 낮고 바람직하게는 유리 전이 온도 부근이지만, 고온 공정은 유리 전이 온도보다 통상적으로 높고 바람직하게는 유리 전이 온도보다 상당히 높다. 따라서, 제1 연신 단계는 전형적으로 분자 배향을 거의 또는 전혀 제공하지 않도록 고온(유리 전이 온도 초과) 및/또는 저변형률에서 수행되어야 한다. 본 발명의 전형적인 실시 형태에서, 제1 연신 단계에서, 온도는 중합체가 감지할 수 있게 배향되지 않도록 하기에 충분히 높아야 하지만, 광학 필름의 하나 이상의 중합체의 휴지 결정화(quiescent crystallization)를 야기할 정도로 높지 않아야 한다. 휴지 결정화는 때때로 바람직하지 않은 것으로 고려되는데, 이는 과도한 헤이즈(haze)와 같은 이롭지 않은 광학 특성을 야기할 수 있기 때문이다. 또한, 바람직하지 않은 배향을 회피하기 위해, 필름의 가열 시간, 즉 온도 상승률이 조절되어야 한다.
- <74> 예를 들어, 고굴절률 재료로서 PEN을 갖는 도 2에 도시된 바와 같은 광학 필름에서, 제1 연신 단계에 대한 온도 범위는 광학 필름의 적어도 하나의 중합체 및 때로는 광학 필름의 모든 중합체의 유리 전이 온도보다 약 20°C 내지 약 100°C 높다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제1 연신 단계에 대한 온도 범위는 광학 필름의 적어도 하나의 중합체 및 때로는 광학 필름의 모든 중합체의 유리 전이 온도보다 약 20°C 내지 약 40°C 높다.
- <75> 제1 처리 조건이 적용되는 제1 연신 단계에서, 예를 들어 도 4에 도시된 구역(310)에서, 필름(304)은 바람직하게는 웹 방향(TD) 방향으로 신장 또는 연신된다. 그러나, 필름(304)의 중합체 재료에 도입되는 평면내 복굴절이 단지 낮은, 예컨대 평면내 복굴절이 약간이고, 바람직하게는 평면내 복굴절이 실질적으로 없고, 더 바람직하게는 평면내 복굴절이 전혀 없는 한, 필름(304)은 또한 선택적으로 웹 방향(TD) 방향으로의 신장/연신이 이루어질 때와 동시에 웹 하류(MD) 방향으로 신장 또는 연신될 수 있는데, 즉 필름은 2축 신장 또는 연신될 수 있거나, 또는 필름(304)은 TD로의 신장 후에 MD 방향으로 신장될 수 있다.
- <76> 필름(304)에 제1 세트의 처리 조건을 적용시킨 후에, 흔히 후속하는 다른 제2 연신 단계에서, 제2 세트의 처리 조건이 도 4에 도시된 구역(320)에서 필름에 적용된다. 구역(320)의 몇몇 예시적인 특정 구성이 이하에 제공되지만, 구역(320)은 광학 필름(304)이 본 발명의 원리에 따라 연신되는 임의의 다른 적합한 구성을 가질 수도 있다. 제2 연신 단계에서, 광학 필름(304)은, 필름의 적어도 하나의 중합체 재료에 복굴절이 유도되도록, 그리고 제2 연신 단계 후 적어도 하나의 복굴절성 재료의 유효 배향축이 MD를 따라 배치되도록, 웹 하류(MD) 방향으로 연신된다. 광학 필름이 제1 및 제2 중합체 재료를 포함하는 실시 형태에서, 바람직하게는 제1 평면내 축(예컨대, MD)을 따라 제1 재료와 제2 재료 사이에 굴절률 부정합이 유도되고, 제1 평면내 축에 직교하는 제2 평면내 축(예컨대, TD)을 따라 제1 중합체 재료와 제2 중합체 재료 사이에 굴절률 부정합이 실질적으로 유도되지 않는다.
- <77> 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제1 평면내 축은 유효 배향축과 일치한다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 신장 방향(MD)을 따라 제2 연신 단계에서 도입되는 정규화된 평면내 굴절률 차이는 약 0.06 이상, 약 0.07 이상, 바람직하게는 약 0.09 이상, 더 바람직하게는 약 0.11 이상, 더욱 더 바람직하게는 약 0.2 이상이다. 적어도 상이한 제1 및 제2 중합체 재료를 포함하는 예시적인 실시 형태에서, 제2 연신 단계 후, MD를 따른 제1 및 제2 재료의 평면내 굴절률들은 약 0.05 이상, 바람직하게는 약 0.1 이상, 더 바람직하게는 약 0.15 이상, 가장 바람직하

게는 약 0.2 이상만큼 상이할 수 있다. 더욱 일반적으로, 반사 편광기의 경우, 광학 필름의 다른 양태를 현저하게 저하시키지 않고서 MD를 따른 굴절률 부정합 값이 가능한 한 큰 것이 바람직하다. 이러한 특성은 하기에 설명되는 바와 같이, 제2 연신 단계와 동시에 또는 그 후에 이루어지는 추가의 단계/공정에 의해 개선될 수 있다.

<78> 제2 연신 단계 후, 예를 들어 평면내(TD) 방향에서와 같은 정합된 평면내 굴절률들 사이의 정규화된 굴절률 차이는, 만일 존재한다면, 약 0.06 미만, 더 바람직하게는 약 0.03 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만인 것이 또한 일반적으로 바람직하다. 유사하게, 예를 들어 평면외(ND) 방향에서와 같은 예시적인 광학 필름의 두께 방향으로의 굴절률들 사이의 임의의 정규화된 차이는 약 0.11 미만, 약 0.09 미만, 약 0.06 미만, 더 바람직하게는 약 0.03 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만인 것이 바람직할 수 있다. 또한, 적어도 상이한 제1 및 제2 중합체 재료를 포함하는 예시적인 실시 형태에서, 제2 연신 단계 후, TD, ND, 또는 TD와 ND를 따른 제1 및 제2 재료의 평면내 굴절률들은 약 0.03 미만, 더 바람직하게는 약 0.02 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만만큼 상이할 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 이러한 조건은 제1 및 제2 연신 단계 후에 또는 임의의 추가 공정 단계 후에 충족될 수 있다.

<79> 제2 연신 단계에서, 예시적인 광학 필름(304)은 필름의 제2 평면내 축(y 또는 웹 방향(TD))으로의 그리고 두께 방향(z 또는 수직 방향(ND))을 따른 필름의 수축 또는 이완을 허용하면서 필름의 제1 평면내 축(x 또는 기계 방향(MD))을 따라 연신된다. 이들 처리 조건은 복굴절성 재료의 굴절률이 더욱 단축의 특성을 획득하게 하며, 따라서 이러한 공정은 실질적인 단축 신장 또는 배향으로 지칭될 수 있다. 이로써, 본 발명의 방법은 MD를 따른 유효 배향축 및 TD를 따라 편광된 광에 대한 굴절률과 ND를 따라 편광된 광에 대한 굴절률 사이의 정규화된 차이가 0.06 미만인 것을 특징으로 하는 복굴절성 재료를 포함하는 배향된 광학 필름의 제조를 가능하게 한다.

<80> 일반적으로, 실질적인 단축 배향 공정은 기계 방향(MD), 횡방향(TD), 및 수직 방향(ND)에 대응하는 3개의 상호 직교하는 축과 관련하여 설명될 수 있는 필름을 신장시키는 단계를 포함한다. 이들 축은 도 5에 도시된 바와 같이 필름의 폭, 길이 및 두께에 대응한다. 실질적인 단축 신장 공정은 필름의 영역(32)을 초기 형상(34)으로부터 최종 형상(36)으로 신장시킨다. 기계 방향(MD)은 필름이 신장 장치를 통해 수행하는 일반적인 방향이며, 횡방향(TD)은 필름의 평면 내의 제2 축이고 기계 방향에 직교한다. 수직 방향(ND)은 MD 및 TD 모두에 직교하며, 일반적으로 중합체 필름의 두께 치수에 대응한다.

<81> 복굴절성 중합체의 단축 배향은 3개의 직교하는 방향 중 두 방향(예컨대, 도 5에 도시된 바와 같이, 필름의 폭(W)과 두께(T) 방향)의 굴절률이 실질적으로 동일한 광학 필름(또는 필름의 층)을 제공한다. 제3 방향의(예컨대, 필름의 길이(L) 방향을 따른) 굴절률은 다른 두 방향의 굴절률과 상이하다. 신장 변형은 일 세트의 연신비, 즉 기계 방향 연신비(MDDR), 횡방향 연신비(TDDR), 및 수직 방향 연신비(NDDR)로서 설명될 수 있다. 필름(32)과 관련하여 결정할 때, 개개의 연신비는 원하는 방향(예컨대, TD, MD, 또는 ND)으로의 필름(32')의 현재 크기(예컨대, 길이, 폭, 또는 두께)와 그와 동일한 방향으로의 필름(32)의 초기 크기(예컨대, 길이, 폭, 또는 두께)의 비로서 일반적으로 정의된다.

<82> 횡방향으로의 치수 증가를 수반하는 완벽한 단축 신장 조건에 의해 MDDR, TDDR, 및 NDDR은 도 5에 도시된 바와 같이 각각 λ , $(\lambda)^{-1/2}$, 및 $(\lambda)^{-1/2}$ 이 된다(재료의 밀도는 일정한 것으로 가정함). 달리 말하면, 신장 동안 밀도가 일정한 것으로 가정하면, MD를 따라 단축으로 배향된 필름은 그러한 신장의 전체에 걸쳐 $TDDR = (MDDR)^{-1/2}$ 인 필름이다. 단축 특성의 정도의 유용한 측정치인 U는 다음과 같이 정의될 수 있다:

$$U = \frac{1}{\frac{TDDR}{MDDR^{1/2}} - 1}$$

<83> 완벽한 단축 신장의 경우, U는 신장 전체에 걸쳐 1이다. U가 1 미만인 경우, 신장 조건은 "서브-단축"(subuniaxial)인 것으로 간주된다. U가 1 초과인 경우, 신장 조건은 "수퍼-단축"(super-uniaxial)인 것으로 간주된다. 단위값 초과인 U의 상태들은 다양한 수준의 과도-이완(over-relaxing)을 나타낸다. 그러나, 필름의 밀도가 인자 ρ_f 에 의해 변화되는 경우 - 여기서, $\rho_f = \rho_0/\rho$ 이며, ρ 은 신장 공정에서 현재 시점의 밀도이고 ρ_0 은 신장의 시작 시의 초기 밀도임 -, 예상되는 바와 같이 $NDDR = \rho_f/(TDDR * MDDR)$ 이다. 예상되는 바와 같이, U는 밀도 변화에 대해 보정되어 하기 식에 따라 U_f 가 주어질 수 있다:

$$U_f = \frac{\frac{1}{\text{TDDR}} - 1}{\left(\frac{\text{MDDR}}{\rho_f}\right)^{1/2} - 1}$$

<85>

<86> 전형적으로, 완벽한 단축 배향은 요구되지 않으며, 최적 조건으로부터의 소정 정도의 편차가 광학 필름의 최종 용도의 응용을 포함하는 다양한 인자에 따라 허용될 수 있다. 대신에, 연신 전체에 걸쳐 또는 연신 중 특정 부분 동안 유지되는 최소 또는 임계 U 값 또는 평균 U 값이 정의될 수 있다. 예를 들어, 허용가능한 최소/임계 또는 평균 U 값은 특정 응용에 대해 요구되는 바에 따라 또는 필요한 대로, 0.7, 0.75, 0.8, 0.85, 0.9, 또는 0.95일 수 있다.

<87> 허용가능한 거의 단축인 응용의 일례로서, 액정 디스플레이 응용에 사용되는 반사 편광기의 오프-앵글(off-angle) 특징은 TD가 주 단일-축(mono-axial) 연신 방향인 때 MD 및 ND 굴절률들의 차이에 의해 크게 영향을 받는다. 몇몇 응용에서 0.08의 MD 및 ND의 굴절률들의 차이가 허용될 수 있다. 다른 응용에서는 0.04의 차이가 허용될 수 있다. 더 엄격한 응용에서는, 0.02 이하의 차이가 바람직하다. 예를 들어, 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 또는 PEN의 공중합체를 포함하는 폴리에스테르 시스템에서 MD 방향과 ND 방향 사이의 굴절률 차이를 단일-축으로 횡방향 연신된 필름에 대해 633 nm에서 0.02 이하로 제공하는 데에 0.85의 단축 특성의 정도가 많은 경우에서 충분하다. 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)와 같은 몇몇 폴리에스테르 시스템의 경우, 실질적으로 단축으로 연신되지 않은 필름에서의 더 낮은 고유 굴절률 차이로 인해, 0.80 또는 심지어 0.75의 더 낮은 U 값이 허용될 수 있다.

<88> 서브-단축 연신의 경우, 정확한 단축 특성의 최종 정도는 하기의 식에 의해 y (TD) 방향과 z (ND) 방향 사이의 굴절률 정합의 수준을 평가하는 데 사용될 수 있다.

<89>
$$\Delta n_{yz} = \Delta n_{yz}(U=0) \times (1 - U)$$

<90> 여기서, Δn_{yz} 는 값 U에 대한 TD 방향(즉, y-방향)과 ND 방향(즉, z-방향)의 굴절률 사이의 차이이며, $\Delta n_{yz}(U=0)$ 는 TDDR이 연신 전체에 걸쳐 단위값에서 유지되는 것을 제외하고는 동일하게 연신된 필름에서의 이러한 굴절률 차이이다. 이러한 관계는 다양한 광학 필름에 사용되는 폴리에스테르 시스템(PEN, PET, 및 PEN 또는 PET의 공중합체 포함)에 대한 합리적인 예측인 것으로 밝혀졌다. 이들 폴리에스테르 시스템에서, $\Delta n_{yz}(U=0)$ 는 전형적으로 두 평면내 방향, 즉 TD (y-축)와 MD (x-축) 사이의 굴절률 차이인 차이 $\Delta n_{xy}(U=0)$ 의 약 1/2 이상이다. $\Delta n_{xy}(U=0)$ 에 대한 전형적인 값은 633 nm에서 최대 약 0.26의 범위이다. $\Delta n_{yz}(U=0)$ 에 대한 전형적인 값은 633 nm에서 최대 0.15의 범위이다. 예를 들어, 90/10 coPEN, 즉 약 90% PEN 유사 반복 단위 및 10% PET 유사 반복 단위를 포함하는 코폴리에스테르는 633 nm에서 약 0.14의 고신장에서의 전형적인 값을 갖는다. 633 nm에서 0.02, 0.01 및 0.003의 대응하는 Δn_{yz} 값을 갖는 실제 필름 연신비에 의해 측정될 때 0.75, 0.88 및 0.97의 U 값을 갖는 이러한 90/10 coPEN을 포함하는 필름이 본 발명의 방법에 따라 제조되었다.

<91> 필름을 구역(320)에서의 제2 연신 단계에서 배향시키는 데 다양한 방법이 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 6은 편광기와 같은 광학체 내의 구성요소로서 사용하기에 적합한 광학 필름, 예컨대 다층 광학 필름을 실질적으로 단축으로 신장시키는 배치(batch) 기술을 도시한다. 편평한 초기 필름(24)은 화살표(26)의 방향으로 신장되어, 신장된 필름(22)을 생성한다. 필름(22)은 필름의 2개의 에지(30)가 신장 공정 후에 더 이상 평행하지 않도록 좁혀진다. 필름의 중앙 부분(28)은 가장 유용한 광학 특성을 제공한다.

<92> 다른 예시적인 실시 형태에서, 길이 배향기(length orienter, LO)가 또한 실질적으로 단축으로 배향된 편광 필름을 제조하는 데 사용될 수 있다. LO는 상이한 속도의 롤러들 사이의 적어도 하나의 스펠(span)에 걸쳐 필름을 기계 방향(MD)에서 종방향으로 연신시키며, 따라서 이러한 스펠 또는 연신 갭(gap)을 따라 부여된 기계 방향 연신율(MDDR)은 본질적으로 상류 롤에 대한 하류 롤의 속도의 비이다. 필름은 에지의 구속 없이 롤러들에 자유롭게 걸쳐지기 때문에, 필름은 횡방향을 따라 폭이 좁혀질 수 있을 뿐만 아니라, 필름이 연신됨에 따라 필름의 평면에 수직한 방향(ND 또는 z 방향)을 따라 캘리퍼가 얇아질 수 있다.

<93> 도 7A는 LO를 포함하는 필름 라인의 적합한 실시 형태의 일부를 도시한다. 연속 필름(920)이 롤러(912)에 의해 예열 구역으로 이송될 수 있다. 예열 구역은 가열된 롤러들의 बैं크(bank)(913), 방사 가열원(914), 예열 오븐, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예열 후에, 필름(920)은, 각각 초기 저속 롤(902) 및 최종 고속

롤(906)을 포함하는 하나 이상의 신장 구역으로 이송된다. 이들 각각은 전형적으로 저속 롤(902)이 연신 갭(940)을 통한 고속 롤(906)의 작용에 의한 필름의 당김에 저항하도록 구동된다. 예시적인 실시 형태에서, 필름(920)은 연신 갭(940)에서 추가로 가열된다. 한 가지의 전형적인 가열 방법은 방사 가열, 예컨대 IR 가열 조립체(950 및/또는 917)에 의한 것이다.

<94> 예시적인 실시 형태에서, 갭(940)에 걸친 연신 후, 필름(920)은 켄칭된다(quenched). 전형적으로, 고속 롤(906)은 적어도 필름(920)의 켄칭을 시작하기 위한 냉각된 롤 세트이다. 실제로, 필름(920)은 고속 롤(906)과의 접촉 시에 즉시 켄칭되지 않고, 대신에 고속 롤(906)에 걸친 짧은 거리 동안 추가로 연신되는 것으로 확인될 수 있다. 일 실시 형태에서, 추가의 연신은 고속 롤(906)과의 접촉 후 필름(920)의 약 2.54 cm (1 인치)에 걸쳐 일어난다. 추가의 냉각이, 예컨대 추가의 롤(919)의 켄칭 작용을 통해 계속될 수 있다. 이들 롤(919)은, 예컨대 필름 인장을 감소시키고 MD 수축을 허용하거나, 또는 냉각 시의 열 수축을 고려하기 위해 고속 롤(906)에 비해 감소된 속도로 설정될 수 있다. 몇몇 경우에서, 최종 마무리 구역(921)이 사용될 수 있다. 일 실시 형태에서, 마무리 구역(921)은 또한 예컨대 방사 히터에 의해 가열되어, MD 수축을 허용하면서도 이러한 공정을 신장 연신 갭에서의 인장과 분리시킨다.

<95> 도 7B 및 도 7C는 길이 배향기 스레딩 시스템(length orienter threading system)(900, 910)의 2가지 실시 형태의 개략도이다. 도 7B에서 당김 롤(pull roll)(902, 904, 및 906)은 S-랩(S-wrap) 구성으로 설치된다. 도 7C에서, 당김 롤은 직선, 수직 또는 테이블탑(tabletop) 구성으로 설치된다. 예시적인 실시 형태에서, 상대적인 관점에서, 롤(902)은 느리게 회전하며, 롤(904)은 중간 비율의 속도로 회전하고, 롤(906)은 빠르게 회전한다. 예시적인 실시 형태에서, 상대적인 관점에서, 롤(902)은 가열되고 롤(906)은 냉각된다.

<96> 길이 배향기라는 용어는 중합체의 연속 필름 또는 웹(920)이 이송되어 적어도 한 쌍의 롤러 사이에서 스펠 또는 연신 갭(940)에서 신장되며 이 쌍의 하류 롤(906)의 선형(접선) 속도가 상류 롤(902)의 선형 속도보다 빠른 신장 장치의 범주를 포함한다. 고속 롤에서 저속 롤까지의 필름 경로를 따른 차동 속도의 비는 스펠(940)에 걸친 기계 방향 연신비(MDDR)와 대략 동일하다.

<97> 필름(920)은 일련의 예열 롤러(902, 904, 906)를 통해 연신 갭(940, 940b)으로 이송된다. 필름(920)은 연신 갭(940, 940b)을 한정하는 초기 및 최종 롤러들 사이의 속도 차이에 기인하여 연신된다. 전형적으로, 필름(920)은, 필름(920)을 연화시키고 유리 전이 온도를 초과하여 연신을 용이하게 하도록, 필름이 갭(940, 940b)에 걸쳐짐에 따라 예컨대 적외선 방사에 의해 가열된다. 도 7B 및 도 7C에 도시된 실시 형태는 필름(920)의 종방향 신장 구역(940 또는 940b)에 대한 열의 분배를 제공하기 위한, 열 소자(960)를 포함하는 가열 조립체(950a, 950b)를 채용한다.

<98> 본 발명의 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 단축 필름(920)은 큰 가열된 연신 갭(L)(940) 대 필름 폭(W)의 중횡비(L/W) 및 낮은 MD 연신비(λ_{MD})를 사용하는 길이 배향기(900)를 사용하여 제조될 수 있다. 주어진 총 L 및 주어진 λ_{MD} 에 대하여, 단축 특성, 및 또한 그에 따른 총 웹 횡단(TD) 균일성은 주어진 원하는 λ_{MD} 및/또는 W에 대해 연신 갭(940)을 2개 이상의 분리된 부분으로 분할함으로써 때때로 향상될 수 있다. 다중 연신 갭 구성을 이용하는 예시적인 실시 형태에서, 예열 후에, 필름(920)은, 각각 초기 저속 롤(902) 및 최종 고속 롤(906)을 포함하는 1개, 2개 또는 그 이상의 신장 구역으로 이송된다. 각각의 연신 갭은 전형적으로 저속 롤(902)이 연신 갭(940 또는 940b)을 통한 고속 롤(906)의 작용에 의한 필름의 당김에 저항하도록 구동된다.

<99> 도시된 실시 형태에서, 제1 고속 롤 및 제1 저속 롤을 갖는 제1 연신 갭 후에, 연신 갭(940 또는 940b)과 같은 제2 연신 갭이 연속하여 구성될 수 있다. 제1 연신 갭과 유사하게, 각각의 후속, 예컨대 제2 연신 갭은 제2 저속 롤 및 제2 고속 롤을 포함할 수 있다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 제1 고속 롤은 제2 저속 롤과 동일한 롤일 수 있다. 몇몇 구성에서, 격리 롤러(isolating roller)가 제1 연신 갭과 제2 연신 갭 사이에 삽입될 것이다.

<100> 광학 필름의 실질적인 단축 배향의 다양한 다른 양태는, 예컨대 공동 소유의 미국 특허 제6,939,499호; 제 6,916,440호; 제6,949,212호; 및 제6,936,209호와; 본 출원과 동일자로 출원되어 본 발명과 일치하는 범위로 본 명세서에 참고로 포함된 발명의 명칭이 "길이 배향기를 사용하는 개선된 균일성을 위한 공정"(Processes For Improved Uniformity Using A Length Orienter)인 쓰리엠(3M) 관리 번호 61869US002, 및 발명의 명칭이 "개선된 단축 특성 및 균일성을 위한 다중 연신 갭 길이 배향 공정"(Multiple Draw Gap Length Orientation Process For Improved Uniaxial Character and Uniformity)인 61868US002에 설명되어 있다.

<101> 제2 세트의 처리 조건의 정확한 상세 사항은 광학 필름(304)에 사용되도록 선택되는 재료에 따라 크게 달라질

수 있지만, 제2 세트의 처리 조건은 전형적으로 제1 세트의 처리 조건보다 더 낮은 온도를 포함하며, 또한 더 높은 연신율 및/또는 연신비를 포함할 수 있다. 예를 들어, 고굴절률 재료로서 PEN과 저굴절률 재료로서 coPEN을 갖는 도 1에 도시된 바와 같은 층상 광학 필름에서, 제2 연신 단계에 사용되는 온도 범위는 광학 필름의 중합체 재료의 유리 전이 온도보다 약 10°C 낮은 온도에서 유리 전이 온도보다 약 60°C 높은 온도까지이어야 한다. 반사 편광기를 제조하기 위해, 예컨대 제2 연신 단계 후, 예를 들어 평면내(TD) 방향으로 정합된 굴절률들의 차이는, 만일 존재한다면, 약 0.05 미만, 더 바람직하게는 약 0.02 미만, 가장 바람직하게는 약 0.01 미만인 것이 일반적으로 바람직하다. 부정합된 방향, 예컨대 평면내(MD) 방향으로, 굴절률들의 차이는 약 0.06 이상, 더 바람직하게는 약 0.09 초과, 더욱 더 바람직하게는 약 0.11 초과인 것이 일반적으로 바람직하다. 더욱 일반적으로, 이러한 차이는 광학 필름의 다른 양태를 현저하게 저하시키지 않고서 가능한 한 큰 것이 바람직하다.

- <102> 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 장치(300)에서의 제2 연신 단계의 완료 후, 필름(304)은 특정 응용에 대해 요구되는 대로 추가 단계들을 통해 처리될 수 있다. 제2 또는 추가 단계는 동일한 공정 라인을 따라 L0 상에서 수행되는 연신 단계일 수 있거나, 또는 필름은 공정 라인(300)으로부터 제거되어 다른 공정 라인으로 이동되고 롤-투-롤 공정을 사용하는 L0 또는 다른 처리 장치 내로 도입될 수 있다. 필요한 경우, 필름의 복굴절은 제2 또는 추가 단계에서 변경될 수 있다. 제2 및/또는 추가 연신 단계 후에, 필름 또는 그 상에 배치된 임의의 층 또는 필름은, 예컨대 후속 적층 단계를 위해 그의 표면 특성을 향상시키도록 코로나 처리(corona treatment), 프라이머 코팅(primer coating) 또는 건조 단계 중 임의의 것 또는 모두를 임의의 순서로 수행함으로써 선택적으로 처리될 수 있다.
- <103> 제2 연신 단계 이전 또는 이후에, 필름 또는 그 상에 배치된 임의의 층 또는 필름은 후속 적층 단계를 위해 그의 표면 특성을 향상시키도록 코로나 처리, 프라이머 코팅 또는 건조 단계 중 임의의 것 또는 모두를 임의의 순서로 수행함으로써 선택적으로 처리될 수 있다.
- <104> 상기 실시 형태에서 설명된 다양한 연신 공정에 대해 특정 순서가 예시되어 있지만, 이 순서는 설명을 용이하게 하기 위해 사용된 것이며 제한하고자 하는 것은 아니다. 소정의 경우에서, 공정의 순서는 후속하여 수행되는 공정이 이전에 수행된 공정에 부정적인 영향을 주지 않는 한 변경되거나 동시에 수행될 수 있다. 예를 들어, 상기 언급한 바와 같이, 광학 필름은 동시에 2개의 방향으로 연신될 수 있다. 필름이 2개의 평면내 축을 따라 동시에 연신될 때, 연신 온도는 필름의 재료들에 대해 동일할 것이다. 그러나, 연신비 및 연신율은 별도로 제어될 수 있다. 예를 들어, 필름은 MD로 상대적으로 고속으로 연신될 수 있으며, TD로 상대적으로 저속으로 연신될 수 있다.
- <105> 동시 2축 연신의 재료, 연신비 및 연신율은, 제1 연신축을 따른 연신(예컨대, 고속 연신)이 하나 또는 두 재료 모두를 제1 연신축을 따라 광학적으로 배향시키고, 한편 다른 하나의 방향으로의 연신(예컨대, 저속 연신)이 두 재료 중 하나의 재료를 제2 연신축을 따라 배향시키지 않도록(또는 비-광학적으로 배향시키도록) 적합하게 선택될 수 있다. 따라서, 각각의 방향으로의 연신에 대한 두 재료의 응답은 독립적으로 제어될 수 있다.
- <106> 본 발명의 예시적인 방법은 바람직하게는 제2 연신 단계 후에 수행되는 열 경화(heat setting) 또는 어닐링(annealing) 단계를 추가로 포함할 수 있다. 본 발명의 예시적인 실시 형태에 사용하기에 적합한 열 경화 공정은, 예를 들어 발명의 명칭이 "열 경화 광학 필름"(Heat Setting Optical Films)인 2006년 4월 5일자로 출원된, 공동 소유의 미국 특허 출원 제11/397,992호에 설명되어 있으며, 이 출원의 개시 내용은 이로써 본 명세서에 참고로 포함된다.
- <107> 상기 참조된 출원에 설명되어 있는 바와 같이, 신장 직후에 n_y 와 n_z 의 상당한 차이를 갖는 종래의 일-방향 신장된 재료의 열 경화 거동과는 대조적으로, y 및 z 방향으로 수축이 허용되어 n_y 와 n_z 의 차이를 최소화하는 실질적으로 단축으로 신장된 필름의 열 경화는 완전하게 상이한 효과를 갖는다. 실질적인 단축 신장 공정 후의 열 경화는 이들 필름의 임의의 작은 존재하는 굴절률 비대칭을 유지하거나 감소시킨다. 따라서, y 및 z 방향의 굴절률들이 더 동일하게 되며, 바람직하지 않은 컬러 효과를 수반하는 문제가 거의 발생하지 않는다.
- <108> 이하 설명되는 열 경화 절차는, 예컨대 다층 광학 필름(MOF)과 같은 광학 필름의 실질적인 단축 신장을 제공하는 임의의 공정 후에 적용될 수 있다. 본 명세서에 설명된 열 경화 절차는 하나 이상의 폴리에스테르 층을 포함하는 실질적으로 단축으로 신장된 필름에 특히 유용하다.
- <109> 본 발명의 목적에 대해, 열 경화라는 용어는, 본 발명의 예시적인 필름(예컨대, 101, 111, 201 또는 400)이 배향 후에 가열되어, 예컨대 결정 성장, 치수 안정성, 및/또는 전체 광학 성능과 같은 필름 특성을 향상시키는 가

열 과정을 지칭한다. 열 경화는 온도 및 시간 모두의 함수이며, 예컨대 상업적으로 유용한 라인 속도 및 필름의 열전달 특성뿐만 아니라 최종 제품의 광학적 투명도와 같은 인자들이 고려되어야 한다. 예시적인 실시 형태에서, 열 경화 공정은 필름의 적어도 하나의 중합체 성분의 유리 전이 온도(Tg) 초과로, 바람직하게는 필름의 모든 중합체 성분의 Tg 초과로 필름을 가열하는 단계를 수반한다. 예시적인 중합체 재료는 PEN, PET, coPEN, 폴리프로필렌 및 신디오택틱 폴리스티렌을 포함한다. 열 경화 공정의 일 실시 형태에서, 필름은, 비록 필수적인 것이 아니지만, 필름의 신장 온도 초과로 가열된다. 다른 실시 형태에서, 열 경화 공정에서, 필름은 필름의 용점과 Tg 사이의 온도로 가열된다.

<110> 일반적으로, 시스템의 동역학적 특성과 열역학적 특성의 균형으로부터 기인하는 결정화 속도의 최적 온도가 존재한다. 이 온도는 열 경화 시간의 최소화가 주된 고려 사항일 때 유용하다. 다양한 제품과 공정에 대한 고려 사항들 사이의 최상의 균형을 찾아내기 위해 조건을 조정하기 위한 전형적인 시작점은 필름의 용점과 Tg 사이의 대략 중간이다. 예를 들어, PET 및 PEN의 유리 전이 온도는 건조 조건 하에서 각각 대략 80°C 및 120°C이다. PET 및 PEN의 중간체 조성물의 공중합체(소위 "coPEN")의 유리 전이 온도는 단일중합체들의 유리 전이 온도들 사이의 중간이다. 용점은 그 크기 및 제약 조건에 기인한 물리적 결정 내의 결합의 범위로 인해 소정 범위의 온도를 포함한다. PET 및 PEN의 용점에 대한 개략적인 추정치는 PET의 경우 약 260°C 및 PEN의 경우 약 270°C이다. 소위 coPEN의 용점은 단일중합체들의 용점들보다 전형적으로 낮으며, 예컨대 시차 주사 열량법(Differential Scanning Calorimetry, DSC)에 의해 개략적으로 측정될 수 있다.

<111> 따라서, PET 및 PEN의 열 경화를 위한 시작점 범위는 예컨대 약 170 내지 195°C이다. 실제 공정의 설정점은 주어진 공정 내에서의 체류 시간 및 열전달에 좌우된다. 체류 시간은 약 1초 내지 약 10분의 범위일 수 있으며, 공정 조건뿐만 아니라 원하는 최종 효과, 예컨대 결정도의 총계, 탈층 저항성의 증가, 및 헤이즈에 의해 주어지는 다른 특성들의 최적화에 좌우될 수 있다. 체류 시간의 최소화는 흔히 장비 크기를 최소화하는 것과 같은 고려 사항에 유용하다. 더 높은 온도는 소정 수준의 결정도를 달성하는 데 요구되는 시간을 감소시킬 수 있다. 그러나, 더 높은 온도는 또한 결합 있는 결정질 구조체의 용융을 초래할 수 있으며, 상기 구조체는 그 후 더 큰 구조체로 재형성될 수도 있다. 이는 몇몇 응용의 경우 원하지 않는 헤이즈를 생성할 수 있다.

<112> 본 발명에 따른 광학 필름의 열 경화 후에 켈칭이 이어질 수 있다. 필름은 모든 성분이 그들의 유리 전이 온도 미만의 온도 수준에 도달한 때 켈칭된다. 몇몇 다른 실시 형태에서, 켈칭은 신장 장치 외측에서 수행된다.

<113> 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 본 발명에 따른 필름의 완성된 제품으로의 직접 전환은 필름이 신장 장치(예컨대, 300)로부터 제거되어 롤 형태로 저장된 후에 이루어진다. 일례에서, 필름은 권취 해제되어 선택적인 추가의 가열 유닛으로 전달될 수 있다. 추가의 가열 유닛에서, 필름은 주름 형성을 방지하기 위해 필요한 바에 따라 인장 상태로 파지 및 배치될 수 있다. 이 공정은 전형적으로 제2 연신 단계 동안 적용된 최초 신장 온도 미만의 온도에서 이루어진다. 추가의 가열 유닛은 단순하게는 오븐일 수 있으며, 여기서 필름은 그의 특성을 향상시키기 위해 롤 또는 시트 형태로 배치될 수 있다. 필름은 적어도 하나의 필름 성분의 Tg 미만, 바람직하게는 모든 필름 성분의 Tg 미만의 온도로 가열될 수 있다. 제2 열 경화 또는 소킹(soaking) 단계가, 원하는 필름 특성, 예컨대 수축 저항성 또는 크리프(creep) 저항성이 달성될 때까지, 장기간, 예컨대 몇 시간 또는 몇 일 동안 계속될 수 있다. 예를 들어, PET의 경우 열 소킹은 전형적으로 수시간 내지 수일 동안 약 50 내지 75°C에서 수행되며, 한편 PEN의 경우의 열 소킹은 전형적으로 수시간 내지 수일 동안 약 60 내지 115°C에서 수행된다. 열 소킹은 또한 소정의 후처리 작용에 의해 부분적으로 달성될 수 있다. 예를 들어, 필름은 소정의 열 소킹 효과를 갖는 오븐 내에서 코팅 및 건조되거나 경화될 수 있다.

<114> 추가의 열 경화 단계 후에, 필름은 추가의 켈칭 및/또는 경화 구역으로 선택적으로 전달될 수 있다. 제2 켈칭 및/또는 경화 구역에서, 필름은 수축 및 뒤틀림을 제어하기 위해 인장 상태로 배치되고/되거나 수렴하는 레일을 따라 토우잉(toed-in)될 수 있다. 선택적인 제2 켈칭 및/또는 경화 구역 후에, 필름은 다시 감길 수 있다.

<115> 본 발명은 또한 광학 필름의 단축 배향을 증대시키는 방법에 관한 것이다. 예시적인 방법은 초기 너비 치수 및 방향을 갖는 연신된 필름을 제공하는 단계; 연신된 필름을 너비 방향으로로는 구속하지 않은 상태에서 연신된 필름을 너비 방향에 실질적으로 수직인 방향으로 구속하는 단계; 및 초기 너비의 감소를 허용하도록 연신된 필름을 필름의 적어도 하나의 성분의 유리 전이 온도 초과로 가열하는 단계를 포함한다.

<116> 예시적인 일 실시 형태에서, 사슬 축을 따른, 테레프탈레이트 또는 나프탈레이트를 기재로 하는 서브유닛과 같은 적어도 약간의 PET 유사 또는 PEN 유사 부분을 갖는 폴리에스테르 또는 코폴리에스테르를 포함하는 광학 필름이, 연신 방향을 따라 편광된 광에 대한 굴절률이 추가의 가열 단계에서 너비 감소를 허용하는 임계값 미만이 되도록, 하나의 평면내 방향으로 필름을 연신시키면서 수직인 평면내 방향으로의 너비를 유지 또는 감소시켜서

적어도 하나의 폴리에스테르를 복굴절성이 되게 함으로써 형성된다.

- <117> 필름이 MD를 따라 연신된다면, 너비는 TD 방향이며, 그 반대도 가능하다. 예시적인 실시 형태에서, 광학 필름은 2가지의 상이한 재료의 교번하는 층들을 갖는 다층 필름, 적어도 소정 유형의 반복 패턴으로 상이한 재료들의 3개 이상의 층을 갖는 다층 광학 필름, 연속/분산 블렌드 또는 연속 폴리에스테르 상을 갖는 2-연속 블렌드, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 이러한 폴리에스테르의 특히 유용한 예는 PET, PEN 및 PET와 PEN 간의 중간체 화학 조성물의 랜덤 또는 블록 공중합체인 coPEN을 포함한다.
- <118> 배향 시에 너비 감소를 허용하는 연신 조건은 처리 온도 이력, 변형률 이력, 연신비, 분자량(또는 수지의 IV) 등에 좌우된다. 전형적으로, 필름은 변형-유도 결정화를 개시하기에 충분하게 연신되지만 높은 결정도 수준을 야기할 정도로 많이 연신되지는 않는 것이 요구된다. 유리 전이 온도 부근에서의 예시적인 효과적인 연신에 있어서, 연신비는 전형적으로 4 미만, 더 전형적으로는 3.5 미만, 또는 심지어 3.0 이하이다. 전형적인 온도는 0.1 sec^{-1} 이상의 전형적인 초기 연신율의 경우 유리 전이 온도보다 10°C 이내로 높은 온도이다. 더 높은 온도의 경우, 동일한 효과적인 연신 수준을 유지하기 위해 더 높은 연신율이 전형적으로 사용된다. 대안적으로, 더 높은 연신비가 허용될 수도 있다. 연속 상 내의 배향의 함수로서 필름에 대한 너비 감소 수준은 또한 분산 또는 2-연속 상의 정도 및 특성에 의해 변경될 수 있다.
- <119> 연신 수준을 결정하기 위한 다른 방법은 생성되는 굴절률에 대해 그 연신의 유효성을 측정하는 것이다. 주어진 폴리에스테르 수지에 대한 임계 연신 굴절률(critical draw index)을 초과하는 경우, 너비 감소는 약간, 예컨대 10% 미만이 된다. 이러한 임계 연신 굴절률의 미만인 경우, 충분한 시간, 가열 및 제약 조건의 완화가 주어진다면 후속 단계에서 상당한 너비 감소가 발생할 수 있다. 많은 경우에서, 상대 복굴절은 너비 감소 단계에 의해 또한 감소될 수 있다. 90% PEN 유사 부분 및 10% PET 유사 부분을 포함하는 coPEN의 경우, 632.8 nm에서의 임계 연신 굴절률은 1.77 내지 1.81이다. 최상의 추정치는 약 1.78이다. PEN의 경우 임계 연신 굴절률은 1.79 미만이며, 아마도 90/10 coPEN에 대한 값과 유사하다. PET의 경우의 개략적인 추정치는 1.65 내지 1.68이다. 제1 근사치로서, coPEN 값은, coPEN이 화학적 조성 면에서 더욱 더 PEN과 유사하게 되어 감에 따라, PET 값으로부터 PEN 값으로 개략적으로 증가하는 것으로 추정될 수 있다. 그러나, 주어진 연신 굴절률에서의 결정도 수준이 구조적 재배열에 대한 능력에 강한 영향을 미칠 수 있기 때문에, coPEN 임계 굴절률 값은 coPEN 90/10 추정치와 순수한 PEN 추정치 간의 비교로부터 지시될 수 있는 바와 같이, 이들 제1 근사치보다 더 높을 수 있다는 것이 예상될 수 있다. 일반적으로, 임계값은 큰 L/W 비 - 여기서, L은 연신 방향을 따름 - 를 제공하도록 장착된 측정된 굴절률 값의 연신된 샘플을 열 경화시키고 열 경화 후에 연신 횡단 방향의 폭 감소를 관찰함으로써 찾아낼 수 있다. 마지막으로, 임계값은 심한 온도 변화, 예컨대 용점 부근의 온도에서의 열 경화에 의해 변화될 수 있음에 유의하여야 한다.
- <120> L.O.는 신장 방향을 따른 합리적으로 균일한 연신비(L.O.의 경우 MDDR)를 유지하면서 그러한 연신 조건을 달성하는 데 특히 유용할 수 있다. 예컨대, 텐터 또는 배치 신장 장치 내에서 연신되는 것과 같은 횡단 방향으로 연신된 필름은 신장 방향을 따른 연신비(이러한 경우 TDDR)가 더욱 불균일해지기 쉬울 수 있으며, 따라서 웹브 횡단 방향의 온도 변동 등에 의해 제품이 더욱 불균일해지기 쉬울 수 있다. 따라서, 특히 유용한 공정은 너비 감소 전에 적어도 초기 연신 단계를 제공하도록 L.O.를 사용한다.
- <121> 너비 감소 단계는 필름이 제1 연신 단계의 방향에 수직하게 그의 너비에 걸쳐 당겨지도록 하는 방식으로 달성된다. 너비 감소 단계가 L.O.의 연신 껍에 걸쳐 달성될 때, L/W 비는 너비 감소의 정도 및 균일성을 제어하는 데 중요하다. 적어도 1의 L/W 비가 전형적으로 요구된다. 5, 10 또는 그 이상의 값이 사용될 수 있다. 플러터(flutter) 및 주름 형성을 최소화하기 위해 원하는 너비 감소를 달성하는 최저의 허용가능한 L/W를 사용하는 것이 유용할 수 있다. 온도 및 시간은 공정 단계에서의 변형 반동(strain recoil)을 허용하기에 충분한 정도 및 범위인 것이 바람직하다. 너비 감소 단계에 있어서의 전형적인 조건은 적어도 1초 동안 당해 구성 내의 각각의 연속 상 재료의 유리 전이 온도를 초과하여 필름을 가열하는 것을 포함한다. 더욱 전형적으로, 적어도 연신 단계를 달성하는 데 사용되는 시간 동안 적어도 연신 단계의 평균 온도로 가열한다. 다른 경우에서, 필름의 온도는 1, 5, 15, 30초 또는 그 이상 동안 당해 구성 내의 각각의 연속 상 재료의 유리 전이 온도보다 15°C 를 초과하여 높은 온도이다.
- <122> 너비 감소 단계는 제1 연신 단계 동안 고르지 않게 좁혀짐으로 인한 두께의 평탄화(leveling)로 이어질 수 있다. 유사하게, 필름의 너비에 걸친 너비 횡단 방향 연신비(MD를 따라 연신된 필름의 경우 TDDR)의 더욱 고른 분포, 및 필름에 걸친 더욱 일정한 단축 특성의 정도가 달성될 수 있다. 이러한 방식으로, 더욱 균일한 필름이 형성될 수 있다. 따라서, 일 실시 형태에서, 본 발명은 너비 감소 및 신장 방향에 무관한 개선된 단축 특성을

생성하도록 추가로 열 경화되는 저연신비 공정을 설명한다.

- <123> 너비 감소 단계는 또한 헤이즈 수준의 증가로 이어질 수 있다. 일반적으로, 임계 굴절률에 근접할수록, 헤이즈 증가가 덜하다. 몇몇 응용에서, 상대 복굴절의 감소를 수반하는 열처리의 수준은 주어진 광학 응용을 위해 형성된 필름의 용도의 함수로서 헤이즈의 증가에 대해 균형이 맞춰질 수 있다.
- <124> 제2 또는 제3, 또는 몇몇 실시 형태에서는 임의의 수의 적합한 추가의 단계 후에, 배향된 광학 필름은 다양한 광학 구조체를 제조하기 위해 매우 다양한 재료에 적층되거나 달리 조합될 수 있으며, 이 중 일부는 LCD와 같은 디스플레이 장치에 유용할 수 있다. 본 발명의 배향된 광학 필름 또는 본 발명에 따른 배향된 광학 필름을 포함하는 임의의 적합한 적층 구조체는 유리하게는 롤 형태로 제공될 수 있다.
- <125> 예를 들어, 전술한 임의의 편광 필름은 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 BEF라는 상표명으로 입수가 가능한 것과 같은 구조화된 표면 필름과 적층되거나, 구조화된 표면 필름이 달리 그 상에 배치될 수 있다. 일 실시 형태에서, 구조화된 표면 필름은 실질적으로 평행한 선형 프리즘형 구조체 또는 홈의 배열체를 포함한다. 몇몇 예시적인 실시 형태에서, 광학 필름(304)은 실질적으로 평행한 선형 프리즘형 구조체 또는 홈의 배열체를 포함하는 구조화된 표면 필름에 적층될 수 있다. 홈은 웹 하류(MD) 방향을 따라(그리고 반사 편광기의 경우에 유효 배향축 또는 차단축을 따라) 정렬될 수 있거나, 또는 홈은 웹 횡단(TD) 방향을 따라(그리고 반사 편광기 필름의 투과 또는 통과축을 따라) 정렬될 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 예시적인 구조화된 표면 필름의 홈은 본 발명에 따른 배향된 광학 필름의 유효 배향축에 관하여 다른 각도로 배향될 수 있다.
- <126> 당업자는 구조화된 표면이 임의의 다른 유형의 구조, 거친 표면 또는 무광택 표면(matte surface)을 포함할 수 있다는 것을 쉽게 이해할 것이다. 이러한 예시적인 실시 형태는 또한 본 발명의 광학 필름 상에 경화성 재료를 코팅하는 단계, 경화성 재료의 층 내에 표면 구조를 부여하는 단계, 및 경화성 재료의 층을 경화시키는 단계의 추가 단계들을 포함함으로써 제조될 수 있다.
- <127> 본 명세서에 설명된 공정에 따라 제조되는 예시적인 반사 편광기는 웹 하류(MD) 방향을 따라 차단축을 갖기 때문에, 이 반사 편광기는 임의의 길이의 배향된 편광 필름에 간단하게 롤-투-롤 적층될 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 필름은 2색성 염료 재료 또는 PVA 함유 층과 같은 흡수 편광기 재료의 층과 공압출되거나, 또는 이러한 층으로 제2 연신 단계 전에 코팅될 수 있다.
- <128> 도 8은 방향(405)을 따라 차단축을 갖는 반사 편광기와 같은 제1 광학 필름(401)이 제2 광학 필름(403)과 조합된 광학 필름 구조체(400)를 도시한다. 제2 광학 필름(403)은, 예를 들어 방향(404)을 따라 차단축을 갖는 흡수 편광기와 같은 다른 유형의 광학 또는 비-광학 필름일 수 있다.
- <129> 도 8에 도시된 구성에서, 반사 편광 필름(401)의 차단축(405)은, 예를 들어 휘도 향상 편광기와 같은 특정 응용에 대해 허용가능한 성능을 제공하도록 2색성 편광 필름(403)의 차단축(404)과 가능한 한 정확하게 정렬되어야 한다. 반사 편광 필름의 통과 또는 투과축은 도면 부호 406으로 나타나 있다. 축(404, 405)의 오정렬이 증가하게 되면, 적층 구조체(400)에 의해 생성되는 이득(gain)이 감소되어, 몇몇 디스플레이 응용에 대한 적층된 구조체(400)의 유용성이 저하된다. 예를 들어, 휘도 향상 편광기의 경우, 구조체(400)의 차단축들(404, 405) 사이의 각도는 약 +/-10° 미만, 더 바람직하게는 약 +/-5° 미만, 더욱 바람직하게는 약 +/-3° 미만이어야 한다.
- <130> 도 9A에 도시된 실시 형태에서, 적층 구조체(500)는 흡수 편광 필름(502)을 포함한다. 이러한 예시적인 실시 형태에서, 흡수 편광 필름은 제1 보호 층(503)을 포함한다. 보호 층(503)은 의도된 응용에 따라 크게 달라질 수 있지만, 전형적으로는 용매 주조 셀룰로오스 트리아세테이트(TAC) 필름을 포함한다. 예시적인 구조체(500)는 제2 보호 층(505)과, 흡수 편광기 층(504), 예컨대 요오드-착색 폴리비닐 알코올(I₂/PVA)을 추가로 포함한다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 편광 필름은 단지 하나의 보호 층만을 포함하거나 보호 층을 전혀 포함하지 않을 수 있다. 흡수 편광 필름(502)은, 예를 들어 접착제 층(508)에 의해 (본 명세서에서 MD 차단축을 갖는 것으로 설명된) 광학 필름 반사 편광기(506)에 적층되거나, 또는 달리 그에 접합 또는 그 상에 배치된다.
- <131> 임의의 적합한 흡수 편광 재료가 본 발명의 흡수 편광 필름에 사용될 수 있다. 예를 들어, 요오드-착색 폴리비닐 알코올(I₂/PVA) 기반 편광기 외에, 본 발명은 폴리비닐리덴 기반 광 편광기(KE형 편광기로 지칭되며, 본 명세서에 참고로 포함된 미국 특허 제5,973,834호에 상세히 설명됨), 요오드 기반 편광기, 염색된 PVOH 편광기 및 기타 적합한 흡수 편광기를 포함한다.
- <132> 도 9B는 전형적으로 감압 접착제(PSA)인 접착제(512)에 의해 적층 구조체(500)가 선택적인 복굴절성 필름(514),

예컨대 보상 필름 또는 지연기 필름에 접합된, 광학 디스플레이용의 예시적인 편광기 보상 구조체(510)를 도시한다. 보상 구조체(510)에서, 보호 층(503, 505) 중 어느 하나가 복굴절성 필름, 예컨대 보상 필름(514)과 동일하거나 상이한 보상기 또는 지연기로 선택적으로 대체될 수 있다. 이러한 광학 필름은 광학 디스플레이(530)에 사용될 수 있다. 이러한 구성에서, 보상 필름(514)은 제1 유리 층(522), 제2 유리 층(524) 및 액정 층(526)을 포함하는 LCD 패널(520)에 접착제 층(516)을 통해 접착될 수 있다.

<133> 도 10A를 참조하면, 다른 예시적인 적층 구조체(600)가 단일 보호 층(603) 및 흡수 편광 층(604), 예컨대 I₂/PVA 층을 구비한 흡수 편광 필름(602)을 포함하는 것으로 도시되어 있다. 흡수 편광 필름(602)은, 예를 들어 접착제 층(608)에 의해 MD 편광축 광학 필름 반사 편광기(606)에 접합된다. 이러한 예시적인 실시 형태에서, 흡수 편광기의 차단축은 또한 MD를 따른다. 흡수 편광기 층(604)에 인접한 보호 층 중 어느 하나 또는 둘 모두의 제거는, 예를 들어 두께 감소, 재료 비용 절감, 및 환경 영향 저하(용매 주조 TAC 층의 불필요)를 포함하는 많은 이점을 제공할 수 있다.

<134> 도 10B는 접착제(612)에 의해 적층 구조체(600)가 선택적인 복굴절성 필름(614), 예컨대 보상 필름 또는 지연기 필름에 접합된, 광학 디스플레이용의 편광기 보상 구조체(610)를 도시한다. 보상 구조체(610)에서, 보호 층(603)은 보상 필름(614)과 동일하거나 상이한 복굴절성 필름으로 선택적으로 대체될 수 있다. 이러한 광학 필름은 광학 디스플레이(630)에 사용될 수 있다. 이러한 구성에서, 복굴절성 필름(614)은 제1 유리 층(622), 제2 유리 층(624) 및 액정 층(626)을 포함하는 LCD 패널(620)에 접착제 층(616)을 통해 접착될 수 있다.

<135> 도 10C는 광학 디스플레이용의 다른 예시적인 편광기 보상 구조체(650)를 도시한다. 보상 구조체(650)는 단일 보호 층(653) 및 흡수 편광기 층(654), 예컨대 I₂/PVA 층을 구비한 흡수 편광 필름(652)을 포함한다. 흡수 편광 필름(652)은, 예를 들어 접착제 층(658)에 의해 MD 차단축 반사 편광기(656)에 접합된다. 보상 구조체(650)에서, 보호 층(653)은 보상 또는 지연기 필름으로 선택적으로 대체될 수 있다. 광학 디스플레이(682)를 형성하기 위해, 흡수 편광기 층(654)은 제1 유리 층(672), 제2 유리 층(674) 및 액정 층(676)을 포함하는 LCD 패널(670)에 접착제 층(666)을 통해 접착될 수 있다.

<136> 도 11은 흡수 편광 필름이 어떠한 인접 보호 층도 구비하지 않고서 단일 층의 흡수 편광기 재료(예컨대, I₂/PVA) 층(704)을 포함하는, 광학 디스플레이용의 다른 예시적인 편광기 보상 구조체(700)를 도시한다. 층(704)의 하나의 주 표면은 흡수 편광기의 차단축이 또한 MD를 따르도록 MD 차단축 광학 필름 반사 편광기(706)에 접합된다. 접합은 접착제 층(708)에 의해 달성될 수 있다. 층(704)의 반대편 표면은 접착제(712)에 의해 선택적인 복굴절성 필름(714), 예를 들어 보상 필름 또는 지연기 필름에 접합된다. 이러한 광학 필름은 광학 디스플레이(730)에 사용될 수 있다. 이러한 예시적인 실시 형태에서, 복굴절성 필름(714)은 제1 유리 층(722), 제2 유리 층(724) 및 액정 층(726)을 포함하는 LCD 패널(720)에 접착제 층(716)을 통해 접착될 수 있다.

<137> 상기 도 8 내지 도 11의 접착제 층은 의도된 응용에 따라 크게 달라질 수 있지만, 감압 접착제 및 H₂O 용액 - PVA로 도핑됨 - 이 I₂/PVA 층을 반사 편광기에 직접 접착시키는 데 적합한 것으로 예상된다. 예를 들어, 공기 코로나, 질소 코로나, 기타 코로나, 화염, 또는 코팅된 프라이머 층과 같은 종래의 기술을 사용하는 반사 편광기 필름 및 흡수 편광기 필름 중 어느 하나 또는 둘 모두의 선택적인 표면 처리가 또한 층들 사이의 접합 강도를 제공하거나 향상시키기 위해 단독으로 또는 접착제와 조합되어 사용될 수 있다. 이러한 표면 처리는 제1, 제2 연신 단계와 인라인(in-line)으로 제공될 수 있거나 별도의 단계로 고려될 수 있으며, 제1 연신 단계 전에, 제2 연신 단계 전에, 제1 및 제2 연신 단계에 후속하여, 또는 임의의 추가 연신 단계에 후속하여 이루어질 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 흡수 편광기 재료의 층은 본 발명의 예시적인 광학 필름과 공압출될 수 있다.

<138> 하기의 실시예는 본 발명의 여러 실시 형태에 따른 예시적인 재료 및 처리 조건을 포함한다. 실시예는 본 발명을 제한하려는 것이 아니라, 오히려 본 발명의 이해를 돕고 전술한 다양한 실시 형태에 따른 사용에 특히 적합한 재료의 예를 제공하려는 것이다. 당업자는 도 8 내지 도 11에 도시된 예시적인 실시 형태가 본 발명의 사상과 일치하는 임의의 방식으로 수정될 수 있다는 것을 쉽게 이해할 것이다. 예를 들어, 전술한 층 또는 필름의 임의의 적합한 수 또는 조합이 본 발명의 예시적인 실시 형태에 사용될 수 있다.

실시예

<139> 하기의 실시예에서, 특정 재료에 적합하게 샘플을 신장시키기 위해 10 내지 60초 동안 가열하였다. 가장 전형적인 가열 시간은 30 내지 50초였다. 제1 연신 단계에서, 필름을 초당 10 내지 60%만큼, 더 전형적으로는 초

당 20 내지 50%만큼 신장시켰다. 제2 연신 단계에서, 필름을 초당 40 내지 150%만큼, 더 전형적으로는 초당 60 내지 100%만큼 신장시켰다. 각각 제1 및 제2 연신 단계를 지칭하는 데 "초기" 및 "최종"이라는 용어를 사용한다.

<140> 실시예 1

<141> 단층 PEN 주조 필름을 하기의 표 1에 기술한 3가지 세트의 처리 조건에 따라 신장시켰다.

표 1

샘플	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	175 °C 에서의 어닐링	n_{md}	n_{td}	n_{zd}	$\Delta n_{MD} - n_{TD}$	$\Delta n_{TD} - n_{ZD}$
A	4.2	2	3	6.5	158	152	없음	1.829	1.633	1.517	0.196	0.116
B	4.2	2	3	6.5	158	152	있음	1.829	1.646	1.505	0.183	0.141
C	2	2	3	5	148	148	없음	1.806	1.641	1.522	0.165	0.119

<142> 샘플 A 및 B를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하였으며, 샘플 B를 제조하는 데 사용한 공정은 또한 어닐링 단계를 포함하였다. 샘플 C를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계 또는 어닐링 단계를 포함하지 않았지만, 더 낮은 MD로의 제2 연신 단계를 포함하였다. 임의의 이러한 예시적인 공정은 샘플 A 내지 C가 다층 광학 필름의 광학 층 또는 확산 반사 편광 필름의 구성요소로서 사용되는 경우에 반사 편광기를 형성하는 데 사용될 수 있는 것으로 여겨진다.

<144> 실시예 2

<145> 단층 LmPEN (95:5 PEN/PET) 주조 필름을 하기의 표 2에 기술한 처리 조건에 따라 신장시켰다.

표 2

샘플	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	175 °C 에서의 어닐링	n_{md}	n_{td}	n_{zd}	$\Delta n_{MD} - n_{TD}$	$\Delta n_{TD} - n_{ZD}$
D	4.2	3	3	7.3	150	135	있음	1.800	1.625	1.512	0.175	0.113
E	4.2	3	3	7.3	153	135	없음	1.786	1.629	1.521	0.157	0.108
F	2	2	3	7.3	153	135	없음	1.784	1.645	1.541	0.139	0.104
G	4.2	3	3	7.3	150	135	없음	1.783	1.629	1.527	0.154	0.103
H	4.2	3	3	7.3	153	135	있음	1.809	1.628	1.525	0.181	0.103
I	2	2	3	7.3	150	135	없음	1.763	1.625	1.555	0.137	0.070
J	2	2	3	7.3	150	140	없음	1.749	1.625	1.570	0.124	0.055

<146> 샘플 D, E, G, 및 H를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하였다. 임의의 이러한 공정은 전술한 층이 다층 광학 필름의 광학 층 또는 확산 반사 편광 필름의 구성요소로서 사용되는 경우에 반사 편광기를 형성하는 데 사용될 수 있는 것으로 여겨진다. 어닐링은 샘플 D 및 H의 경우 n_{MD} 를 증가시켰다. 샘플 F, I 및 J를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하지 않았다. 샘플 F는 상대적으로 작은 $\Delta n_{MD} - n_{TD}$ 와 $\Delta n_{TD} - n_{ZD}$ 사이의 차이를 갖는다. 샘플 I 및 J는 더 작은 $\Delta n_{TD} - n_{ZD}$ 를 가지며, 따라서 이들이 반사 편광기에 위치된 경우 다른 샘플에 비해 더 낮은 오프-앵글 컬러(off angle color)를 가질 것이다.

<148> 실시예 3

<149> 단층 LmPEN (90:10 PEN/PET) 주조 필름을 하기의 표 3에 기술한 처리 조건에 따라 신장시켰다.

표 3

샘플	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	175 °C 에서의 어닐링	n_{md}	n_{td}	n_{zd}	$\Delta n_{MD} - n_{TD}$	$\Delta n_{TD} - n_{ZD}$
K	4.2	3	3	7.3	150	135	있음	1.803	1.633	1.518	0.170	0.115
L	4.2	3	3	7.3	147	130	없음	1.796	1.634	1.519	0.163	0.115
M	2	2	3	7.3	150	135	없음	1.728	1.631	1.561	0.096	0.071
N	4.2	3	3	7.3	150	135	없음	1.767	1.623	1.545	0.144	0.078
R	4.2	3	3	7.3	147	130	없음	1.783	1.619	1.543	0.164	0.076
S	2	2	2	7.3	147	130	없음	1.753	1.633	1.557	0.119	0.077
T	3	1.9	1.9	7.3	147	130	없음	1.771	1.628	1.539	0.143	0.089

<151> 샘플 K, L, N, R, T를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하였다. 임의의 이러한 공정은 전술한 층이 다층 광학 필름의 광학 층 또는 확산 반사 편광 필름의 구성요소로서 사용되는 경우에 반사 편광기를 형성하는 데 사용될 수 있는 것으로 여겨진다. 어닐링은 샘플 K의 경우 n_{MD} 를 증가시켰다. 샘플 M 및 S를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하지 않았다. 샘플 M은 상대적으로 작은 $\Delta n_{MD}-n_{TD}$ 와 $\Delta n_{TD}-n_{ZD}$ 사이의 차이를 가졌다. 샘플 N, 특히 R, 및 T는 더 작은 $\Delta n_{TD}-n_{ZD}$ 를 가지며, 따라서 이들이 반사 편광기에 위치한 경우 다른 샘플에 비해 더 낮은 오프-앵글 컬러를 가질 것이다.

<152> 실시예 4

<153> 단층 LmPEN (60:40 PEN/PET) 주조 필름을 하기의 표 4에 기술한 처리 조건에 따라 신장시켰다.

표 4

샘플	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	175°C에서의 어닐링	n_{md}	n_{td}	n_{zd}	$\Delta n_{MD}-n_{TD}$	$\Delta n_{TD}-n_{ZD}$
U	4.2	3	3	7.3	140	130	160	1.705	1.604	1.566	0.101	0.038
V	4.2	3	3	7.3	115	100	125	1.723	1.616	1.551	0.106	0.065
W	2	2	3	7.3	115	110	없음	1.735	1.609	1.537	0.126	0.072

<154>

<155> 샘플 U 및 V를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하였지만, 샘플 W를 제조하는 데 사용한 공정은 그렇지 않았다. 샘플 U는 더 작은 $\Delta n_{TD}-n_{ZD}$ 를 가지며, 따라서 이것이 반사 편광기에 위치한 경우 다른 샘플에 비해 더 낮은 오프-앵글 컬러를 가질 것이다. 임의의 이러한 공정은 전술한 층이 다층 광학 필름의 광학 층 또는 확산 반사 편광 필름의 구성요소로서 사용되는 경우에 반사 편광기를 형성하는 데 사용될 수 있는 것으로 여겨진다.

<156> 실시예 5

<157> 단층 LmPEN (30:70 PEN/PET) 주조 필름을 하기의 표 5에 기술한 처리 조건에 따라 신장시켰다.

표 5

샘플	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	175°C에서의 어닐링	n_{md}	n_{td}	n_{zd}	$\Delta n_{MD}-n_{TD}$	$\Delta n_{TD}-n_{ZD}$
X	4.2	3	3	7.3	115	105	130	1.664	1.590	1.557	0.075	0.033
Y	2	2	3	7.3	115	105	130	1.686	1.597	1.543	0.089	0.0544
Z	2	2	3	7.3	115	105	130	1.688	1.600	1.544	0.088	0.055

<158>

<159> 샘플 X를 제조하는 데 사용한 공정은 이완 단계를 포함하였지만, 샘플 Y 및 Z를 제조하는 데 사용한 공정은 그렇지 않았다. 임의의 이러한 공정은 전술한 층이 다층 광학 필름의 광학 층 또는 확산 반사 편광 필름의 구성요소로서 사용되는 경우에 반사 편광기를 형성하는 데 사용될 수 있는 것으로 여겨진다.

<160> 실시예 6

<161> 90:10 중량비의 PEN:PET (LmPEN)를 갖는 고굴절률 광학(high index optical, HIO) 층 및 미국 테네시주 킹스포트 소재의 이스트만 케미칼로부터 사하라(Sahara) SA 115라는 상표명으로 입수가 가능한 폴리에스테르/폴리카르보네이트 열로이의 저굴절률 광학(low index optical, LIO) 층을 갖는 다층 필름을 제조하였다. 필름을 하기의 표 6에 약술한 조건 하에서 신장시켰다.

표 6

샘플	MOF 주조 필름	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	어닐링 온도 (°C)	이득(Gain)
RP-A	LmPEN HIO/ SA115 LIO	4.2	3	3	7.3	150	135	없음	1.622
RP-B	LmPEN HIO/ SA115 LIO	4.2	3	3	7.1	150	135	없음	1.601
RP-C	LmPEN HIO/ SA115 LIO	4.2	3	3	7.0	150	135	없음	1.585

<162>

<163> 실시예 7

<164> 90:10 중량비의 PEN:PET (LmPEN)를 갖는 고굴절률 광학(HIO) 층 및 55:45 중량비의 PEN:PET를 갖는 CoPEN의 저굴절률 광학(LIO) 층을 갖는 다층 필름을 제조하였다. 필름을 하기의 표 7에 약술한 조건 하에서 동시에 2축 신장시켰다.

표 7

샘플	MOF 구조 웹	TD 초기	TD 최종	MD 초기	MD 최종	신장 온도 초기 °C	신장 온도 최종 °C	어닐링 온도 (°C)	이득 (Gain)
RP-1	LmPen HIP/Co PEN 55/45 HD LIO	4.1	3.0	3.0	7.0	158	140	180	1.376
RP-2	LmPen HIP/Co PEN 55/45 HD LIO	4.1	3.0	3.0	7.0	153	140	180	1.489
RP-3	LmPen HIP/Co PEN 55/45 HD LIO	4.1	3.0	3.0	7.3	155	145	180	1.559
RP-4	LmPen HIP/Co PEN 55/45 HD LIO	3.5	3.0	3.0	7.3	155	145	180	1.458
RP-5	LmPen HIP/Co PEN 55/45 HD LIO	3.5	3.0	3.0	7.0	155	145	180	1.433

<165>

<166> 실시예 8

<167> PEN 필름, 및 90:10 중량비의 PEN:PET (LmPEN)를 갖는 필름을 하기의 표 8에 약술한 조건 하에서 TD로의 제1 연신 단계에 이어서 MD로의 제2 연신 단계에서 순차적으로 신장시켰다. 이들 처리 단계에 의한 필름 특성이 역시 표 8에 나타나 있다.

표 8

샘플	재료	TD 초기 (단계 1)	TD 최종	MD 초기 (단계 1)	MD 최종	신장 온도 초기 (단계 1)	신장 온도 (단계 2)	어닐링 온도 (°C)	n_{md}	n_d	n_{zd}	Δn_{m-d}	Δn_{m-zd}
AA	LmPEN	4	2	1	6.5	150	140	없음	1.684	1.603	1.586	0.081	0.017
AB	LmPEN	4	2	1	6.5	150	140	170°C에서 5초	1.713	1.592	1.563	0.121	0.029
AC	LmPEN	4	2	1	6.5	150	140	180°C에서 5초	1.710	1.603	1.598	0.107	0.005
AD	LmPEN	4	2	1	6.5	150	135	170°C에서 10초	1.734	1.591	1.562	0.143	0.029
AE	LmPEN	5	2	1	6.5	150	135	170°C에서 10초	1.745	1.580	1.566	0.165	0.014
AF	PEN	4	2	1	6	160	160	없음	1.707	1.632	1.601	0.075	0.031
AG	PEN	4	2	1	6	160	160	170°C에서 10초	1.746	1.632	1.612	0.114	0.020
AH	PEN	4	2	1	6	160	152	170°C에서 10초	1.811	1.618	1.551	0.193	0.067

<168>

<169> 실시예 9

<170> 실시예 6의 RP-A 및 실시예 7의 RP-4로 나타난 다층 필름을 90/50 패턴을 갖는 프리즘형 홈을 구비한 추가의 구조화된 표면 층 또는 필름과 적층시켰다. 구조화된 표면 층 또는 필름은 다층 반사 편광기의 차단 방향 또는 축(MD)에 대해 0 및 90° 에서 적층시켰으며, 유효 투과율을 표 9에 나타난 바와 같이 측정하였다.

표 9

샘플 구성	이득(Gain)		
	샘플 단독	차단축에 평행한 홈	차단축에 수직인 홈
RP-A	1.622	1.828	1.656
RP-4	1.636	1.862	1.735

<171>

<172> 본 명세서에 언급되거나 인용된 모든 특허, 특허 출원, 가출원 및 공보는, 모든 도면 및 표를 비롯하여 이들이 본 명세서의 명시적인 교시 내용과 모순되지 않는 정도로 전체로서 참조로 포함된다.

<173> 본 명세서에 설명된 실시예 및 실시 형태는 단지 설명을 위한 것이고, 그 관점에서 다양한 수정 또는 변경이 당업자에게 제안될 것이고 본 발명의 사상 및 범주 내에 포함된다는 것을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

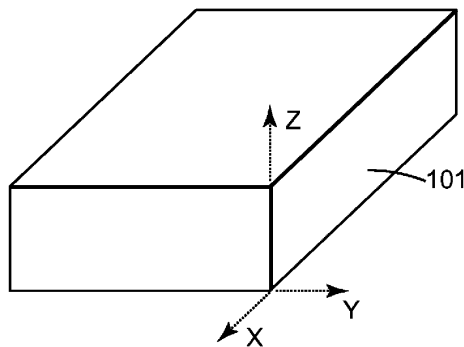
<8> 본 발명은 첨부 도면과 관련된 본 발명의 다양한 실시 형태의 이하의 상세한 설명을 고려하여 더욱 완전하게 이

해될 수 있다.

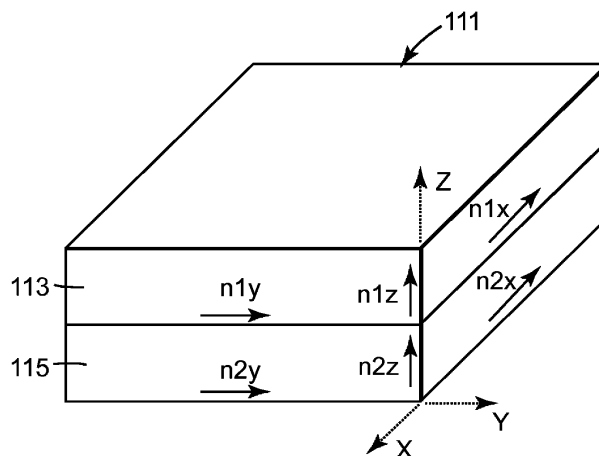
- <9> 도 1 및 도 2는 광학 필름을 도시하는 도면.
- <10> 도 3은 혼합 광학 필름(blended optical film)을 도시하는 도면.
- <11> 도 4는 본 발명에 따른 광학 필름을 제조하기 위한 장치 및 공정의 개략도.
- <12> 도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 신장 공정의 개략도.
- <13> 도 6은 배치(batch) 신장 공정 단계의 개략도.
- <14> 도 7A는 길이 배향기(length orienter)를 사용하는 필름 라인의 일 실시 형태의 개략도.
- <15> 도 7B는 길이 배향기 스레딩 시스템(length orienter threading system)의 일 실시 형태의 개략도.
- <16> 도 7C는 길이 배향기 스레딩 시스템의 다른 실시 형태의 개략도.
- <17> 도 8은 제1 광학 필름이 제2 광학 필름에 부착된 적층 구조체를 도시하는 도면.
- <18> 도 9A 및 도 9B는 본 발명에 따라 제조된 예시적인 구조체의 단면도.
- <19> 도 10A 내지 도 10C는 본 발명에 따라 제조된 예시적인 구조체의 단면도.
- <20> 도 11은 본 발명에 따라 제조된 예시적인 구조체의 단면도.

도면

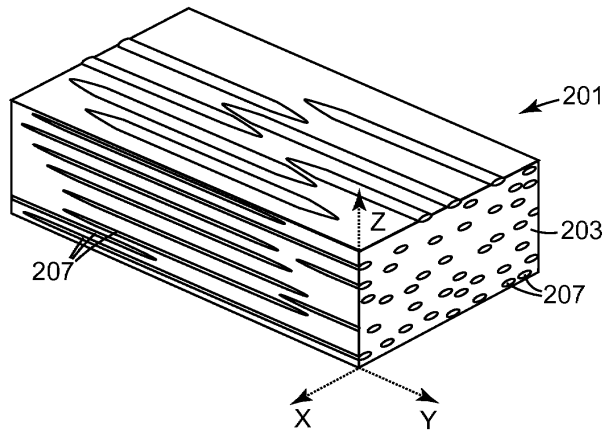
도면1



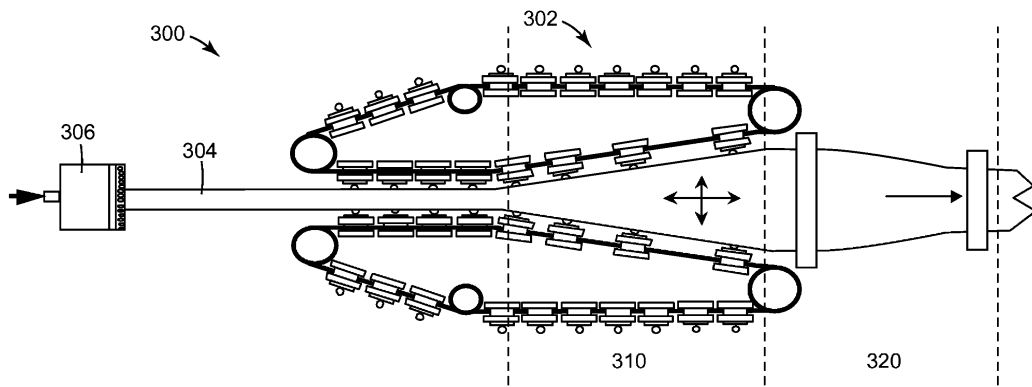
도면2



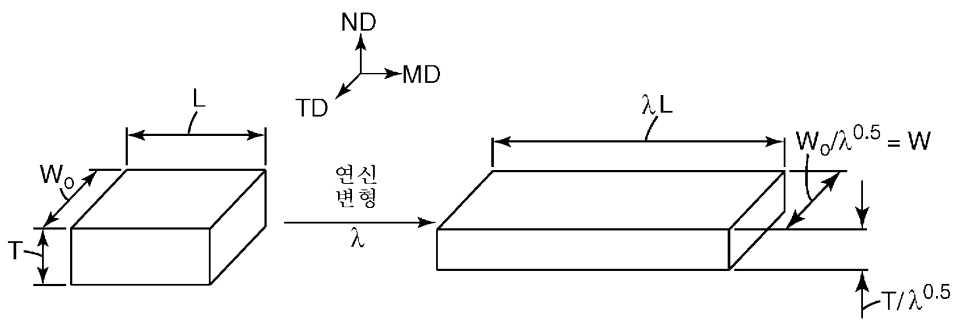
도면3



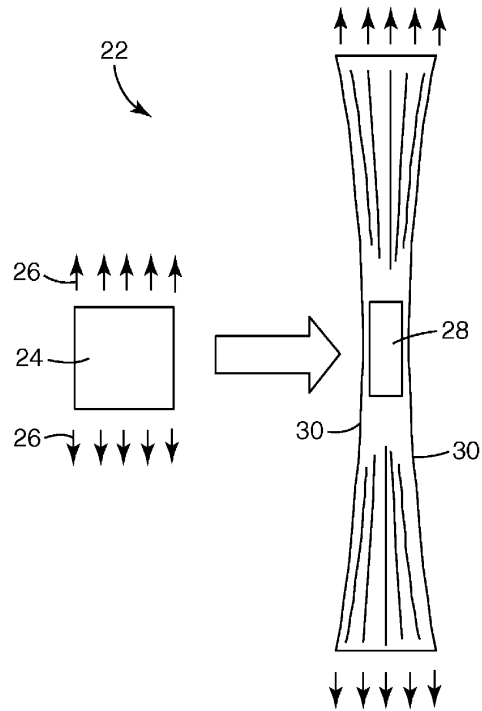
도면4



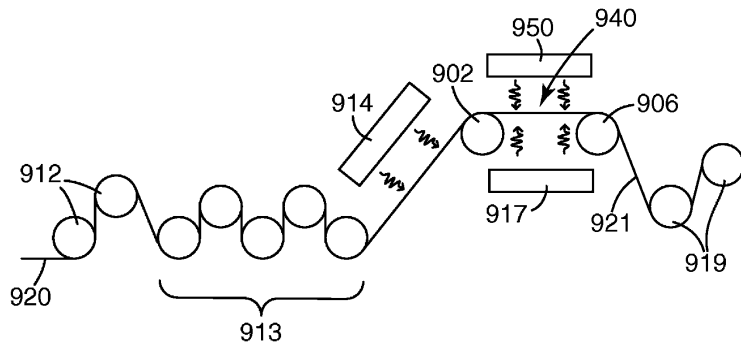
도면5



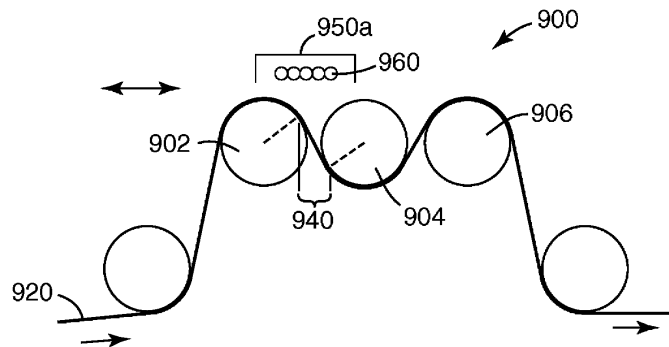
도면6



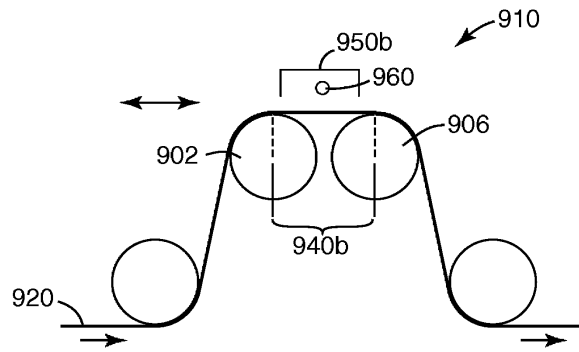
도면7A



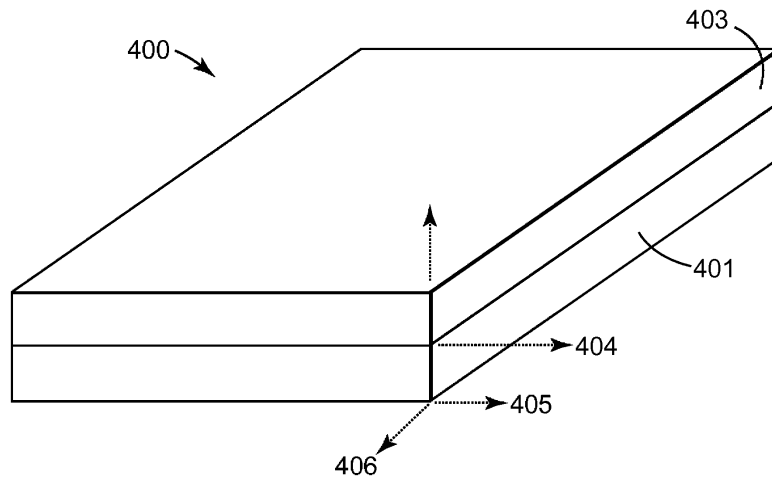
도면7B



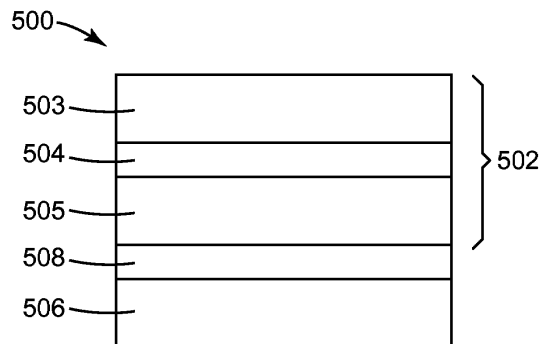
도면7C



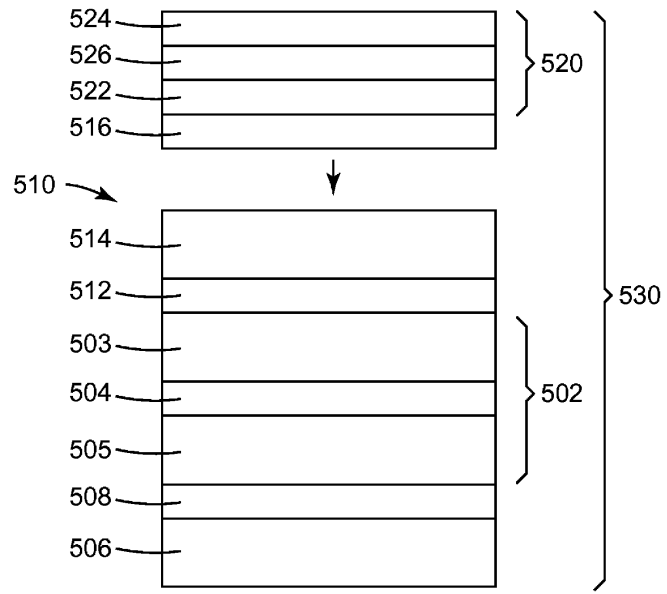
도면8



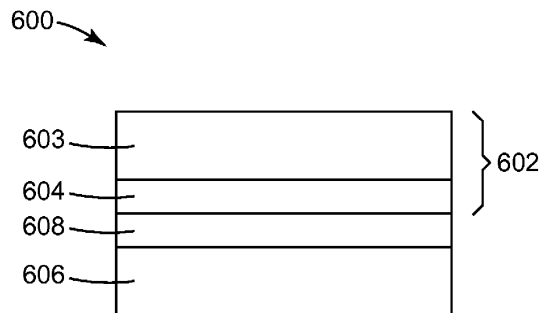
도면9A



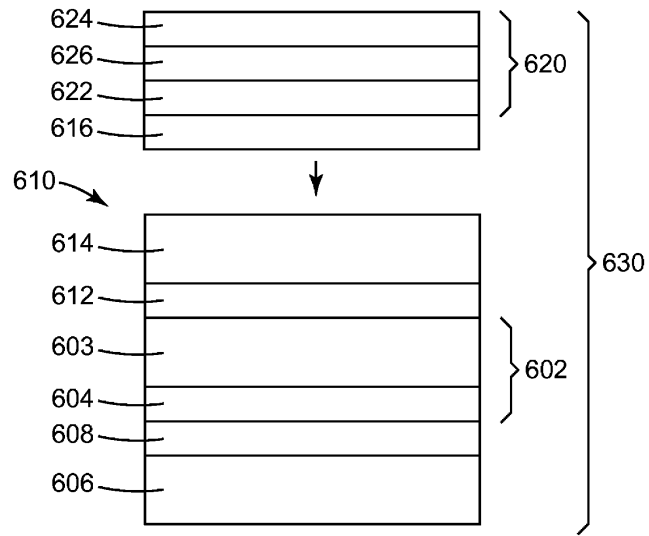
도면9B



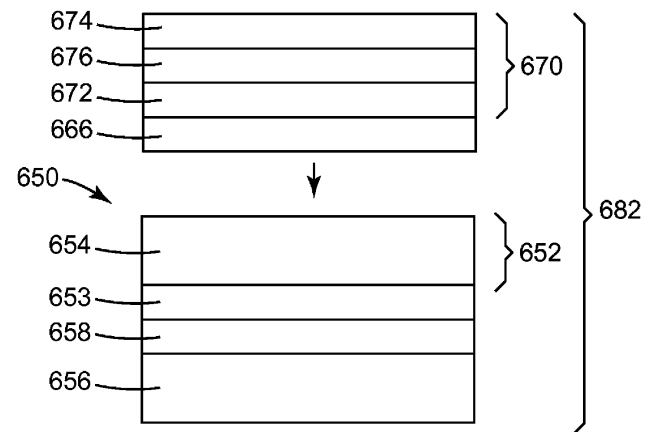
도면10A



도면10B



도면10C



도면11

