(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
G02B 5/28

(45) 공고일자 2003년10월30일
(11) 등록번호 10-0394313
(24) 등록일자 2003년07월29일

(21) 출원번호 10-1997-0709698
(22) 출원일자 1997년12월24일
번역문 제출일자 1997년12월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US1996/10715
(86) 국제출원출원일자 1996년06월20일
(65) 공개번호 특1999-0028382
(43) 공개일자 1999년04월15일
(87) 국제공개번호 WO 1997/01778
(87) 국제공개일자 1997년01월16일

(81) 지정국 국내특허 : 아일랜드, 알바니아, 오스트레일리아, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 북한,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 케냐,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 오스트리아, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀랜드, 영국,

(30) 우선권주장 08/494379 1995년06월26일 미국(US)

(73) 특허권자 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩춰링 캄파니
미합중국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427 3엠 센터

(72) 발명자 앤드류 제이. 오우더커크
미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427

로렌스 알. 길버트
미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427

리차드 알. 데런
미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427

마이클 에프. 웨버
미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427

(74) 대리인 나영환
이상섭

심사관 : 김병필

(54) 투명한다층디바이스

요약

본 발명에 따른, 스펙트럼의 적외선 영역에서는 빛을 반사하고 스펙트럼의 가시 영역에서는 빛을 투과하는 투명한 다층 디바이스는 다층 중합체 필름과 투명 컨덕터를 포함한다. 다층 중합체 필름은 평균 두께가 0.5 미크론 이하인 반결

정질나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르층과, 평균 두께가 0.5 미크론 이하인 제2 중합체층을 포함하는 것이 바람직하다. 반결정질 나프타렌 디카르복실산 폴리에스테르층은 포지티브 응력 광학 계수를 갖는 것이 바람직하다. 상기 투명한 컨덕터는 금속 또는 금속 화합물을 함유하는 적어도 1개의 층을 포함하는 것이 바람직하고, 이 금속 화합물은 금속 산화물, 금속 합금 및 이들의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 것이 바람직하다. 은 및 산화인듐주석은 특히 바람직한 투명 컨덕터이다. 투명한 다층 디바이스는 건물의 외부 윈도우와 같은 유리 또는 플라스틱 기판의 표면이나, 자동차, 트럭 또는 항공기의 방풍 유리 또는 윈도우에 제공될 수 있다.

대표도

도 14

명세서

기술분야

본 발명은 투명 컨덕터와 결합되어 스펙트럼의 적외선 영역에서 양호한 반사율을 제공하는 한편 여전히 가시광을 투과하는 편광자 또는 거울 또는 이 두 가지로서 유용한 광학 필름에 관한 것이다.

배경기술

다층(多層) 중합체층에 기초한 광반사 디바이스는 알려져 있다. 이러한 디바이스의 예로서 굴절률이 상이한 중합체 교호층(交互層)으로 형성된 편광자가 있다. 원적외선 스펙트럼에서 유효한 전기 전도율을 위해, 은과 같은 금속 박층 또는 산화인듐주석과 같은 축퇴형(degenerate) 반도체를 사용하는 것도 역시 알려져 있다. 이러한 금속층은 효율적인 가시선 투과를 제공하기 위해 유전체층과 결합시켜 왔다.

발명의 상세한 설명

본 명세서에 설명된 복굴절 광학 필름의 광학 특성 및 설계상의 고려는 중합체층 계면에 대해 브르스터 각(Brewster angle)(p 편광의 반사가 0으로 되는 각)이 매우 크거나 또는 존재하지 않는 다층 스택(multilayers stack)의 구성을 고려하고 있다. 이는, p 편광에 대한 반사율이 입사각에 따라 서서히 감소하거나 또는 입사각에 관계없거나, 또는 수직선으로부터 먼 입사각에 따라 증가하는 다층 거울 및 편광자의 구성을 고려하고 있다. 결과적으로, 광대역 폭에 걸친 고반사율(거울의 경우에는 임의의 입사 방향 그리고 편광자의 경우에는 선택된 방향에 대해 s 및 p 편광에 대한 고반사율)을 갖는 다층 필름을 얻을 수 있다. 이들 다층 필름은 은과 같은 투명 컨덕터층과 결합되어, 그 다층 중합체 필름 또는 투명 컨덕터 단독보다 넓은 반사율을 제공하는데, 상기 다층 필름은 양호하게 근적외선을 반사하고, 투명 컨덕터는 양호하게 원적외선을 반사한다.
요약하면, 본 발명은 층의 평균 두께가 0.5 미크론 이하인 다층 중합체 필름을 포함한다. 더 상세하게 설명하자면, 본 발명의 한 가지 특징에 있어서, 다층 중합체 필름은, 복굴절 중합체, 예컨대, 2,6-폴리에틸렌 나프탈레이트('PEN') 또는 에틸렌 글리콜, 나프탈렌 디카르복실산 및 테레프탈레이트('coPEN') 등의 기타의 산으로부터 유도된 공중합체인 폴리나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르와 같은 특히 결정질, 반결정질, 또는 액정질 중합체로 이루어지고, 평균 두께가 0.5 미크론 이하이며, 바람직하게는 포지티브 응력 광학 계수, 즉 연산시 연신 방향에서의 굴절률이 증가하는 층과; 선택된 제2 중합체, 예컨대 폴리에틸렌 테레프탈레이트('PET') 또는 coPEN로 이루어지고 평균 두께가 0.5 미크론 이하의 층을 포함한다. 이러한 다층 중합체층을 적어도 한쪽 방향으로 연신한 후에는, 상기 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르층은 적어도 1개의 인-플레인(in-plane) 축과 관련된 굴절률이 제2 중합체층보다 더 높은 것이 좋다. 본 발명의 필름은 적어도 100 nm의 광대역에서 평균 반사율이 적어도 50%인 다층 필름을 제조하는 데 이용될 수 있다.
본 발명의 또 하나의 특징에 있어서, 다층 중합체 필름은, 복굴절 중합체, 예컨대 PET 중합체와 같은 폴리에스테르인 특히 결정질, 반결정질 또는 액정질 중합체로 이루어지고 평균 두께가 0.5 미크론 이하인 층과; 선택된 제2 중합체, 예컨대 폴리에스테르 또는 폴리스티렌으로 이루어지고 평균 두께가 0.5 미크론 이하인 층을 구비한 다층 중합체 필름을 포함하는데, 이 필름은 적어도 한쪽 방향에서, 그 방향의 비연신 크기의 적어도 2배까지 연신된다. 본 발명의 필름은 적어도 100 nm 의 광대역에서 평균 반사율이 적어도 50%인 다층 필름을 제조하는데 이용될 수 있다.
본 발명에 사용되는 다층 중합체 필름은, 금속 또는 금속 화합물을 함유하는 적어도 1개의 층을 포함하는 투명 컨덕터와 결합되는데, 여기서 상기 금속 화합물은 반도체성 금속 산화물, 금속 합금 및 이들의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택될 수 있다. 양호한 투명 컨덕터는 은, 금, 알루미늄, 구리 및 산화인듐주석이 있는데, 은 및 산화인듐주석이 특히 좋다. 투명 컨덕터는, 증기 증착, 캐소드 스퍼터링 등과 같은 통상적인 수단에 의해 다층 중합체 필름에 증착될 수 있거나 적절한 투명 접착제 등에 의하여 다층 중합체 필름에 적층되는 별도의 금속화 중합체 또는 유리판일 수 있다. 증착되는 또는 다층 중합체 필름과 결합되는 투명 컨덕터층의 두께는 소정의 반사율을 달성하도록 조절되는데, 실제 두께는 사용되는 특정의 금속, 금속 합금 또는 금속 산화물의 전기 전도율에 좌우된다. 그 결과 얻게 되는 투명한 다층

디바이스는 스펙트럼의 적외선 영역에서는 대부분의 빛을 반사시키지만, 스펙트럼의 가시 영역에서는 충분한 빛을 투과시켜 투명해지도록 하고, 명암 계수(shading coefficient)가 대략 0.5 이하인 것이 좋다.

도면의 간단한 설명

이하, 본 발명을 첨부 도면을 따라 설명하겠다.
도 1a 및 도 1b는 본 발명의 편광자를 개략적으로 나타내는 도면이다.
도 2는 1개의 계면을 형성하는, 필름의 2층 스택을 나타내는 도면이다.
도 3 내지 도 8은 실시예 1 내지 4에서 도시된 다층 거울의 광학 성능을 나타내는 도면이다.
도 9 내지 도 11은 실시예 5 내지 7에서 도시된 다층 편광자의 광학 성능을 나타내는 도면이다.
도 12는 실시예 8에서 도시된 다층 거울의 광학 성능을 나타내는 도면이다.
도 13은 실시예 9에서 도시된 다층 편광자의 광학 성능을 나타내는 도면이다.
도 14는 은 필름, 다층 중합체 필름 및 은층으로 코팅된 다층 중합체 필름의 광학 성능을 나타내는 도면이다.
도 15는 실시예 10의 투명한 다층 디바이스의 광학 성능을 나타내는 도면이다.
도 16은 본 발명의 PEN층 및 coPEN층의 굴절률 특성을 나타내는 그래프이다.
도 17은 도 16의 굴절률에 따른 50층 PEN/coPEN 필름 스택의 투과율을 컴퓨터 시뮬레이트한 데이타를 나타내는 그래프이다.
도 18은 동일하게 이축 연신(二軸 延伸)된 300층 PEN/coPEN 거울의 투과율을 컴퓨터 시뮬레이트한 데이타를 나타내는 그래프이다.
도 19는 1,300 nm 근처에 1차 피크가 있는 본 발명의 50층 I.R. 편광자의 측정 투과율을 나타내는 그래프이다.
도 20은 함께 적층된 본 발명의 8개의 51층 편광자의 측정 투과율을 나타내는 그래프이다.
도 21은 본 발명의 204층 편광자의 측정 투과율을 나타내는 그래프이다.
도 22는 함께 적층된 본 발명의 2개의 204층 편광자의 측정 투과율을 나타내는 그래프이다.
도 23 및 도 24는 굴절률이 1.60인 매질 중에서 일축(一軸) 복굴절계의 반사율 : 각도의 곡선를 나타내는 도면이다.
도 25는 굴절률 1.0 매질 중에서 일축 복굴절계의 반사율 : 각도의 곡선을 나타내는 도면이다.
도 26, 도 27 및 도 28은 일축 복굴절계의 인-플레인(in-plane) 굴절률과 z-굴절률간의 다양한 관계를 나타내는 도면이다.
도 29는 2개의 상이한 이축 복굴절계의 축이탈(off-axis) 반사율에 대한 파장을 나타내는 도면이다.
도 30은 z-굴절률차가 큰 이축 복굴절 필름에 y-굴절률차를 도입하는 효과를 나타내는 도면이다.
도 31은 z-굴절률차를 작은 이축 복굴절 필름에 y-굴절률차를 도입하는 효과를 나타내는 도면이다.
도 32는 도 30과 도 31의 정보를 요약하는 등고선 좌표이다.

실시예

도 1a 및 도 1b에 도시되어 있는 바와 같이, 본 발명은 본 명세서에서 '다층 스택'이라고도 부르고 있는 적어도 2개의 재료로 된 교호층(12, 14)으로 이루어진 다층 중합체 필름(10)을 포함한다. 이들 재료 중 적어도 한 가지는 응력 유도 복굴절의 특성을 지니므로, 그 재료의 굴절률(n)은 연신 공정에 의해 영향받는 것이 좋다. 도 1a는 연신 공정 전의 예시적인 다층 스택을 나타내는데, 두 가지 재료의 굴절률은 동일하다. 광선(13)은 그 굴절률에 따른 변화를 비교적 거의 받지 않으며 상기 스택을 통과한다. 도 1b에 있어서, 동일한 스택은 연신되어 있고, 재료(12)의 굴절률은 연신 방향 또는 여러 연신 방향에서 증가한다. 층간의 각 경계에서의 굴절률차로 인해 광선(15)의 일부분이 반사된다. 다층 스택을 일축의 범위에 걸쳐 이축 방향으로 연신함으로써, 상이하게 배향된 평면-편광된 입사광에 대한 반사율 범위를 갖는 필름이 생성된다. 따라서, 다층 스택은 반사 편광자 또는 거울로서 유용하게 제조될 수 있다. 이축 연신할 경우, 판은 직교축을 따라 비대칭 또는 대칭으로 연신되므로 소망하는 편광 및 반사 특성을 얻을 수 있다.
다층 스택에 대한 광학 특성 및 설계상의 고려는, 1995년 3월 10일 출원되어 계류 중이고 양도된 미국 특허 출원 제08/402,041호에 상세히 설명되어 있는데, 본 명세서에 이를 참고로서 포함시킨다. 극히 요약하자면, 상기 출원은 중합체층 계면에 대한 브르스터 각(반사가 0으로 되는 각)이 매우 크거나 또는 존재하지 않는 다층 스택(거울 및 편광자)의 구조를 개시하고 있다. 이는 p 편광에 대한 반사율이 입사각에 따라 서서히 감소하거나, 입사각과 무관하거나 또는 수직선으로부터 먼 입사각에 따라 증가하는 다층 거울 및 편광자의 구조를 고려하고 있다. 따라서, 광대역 폭 및 넓은 각도 범위에서 s 및 p 편광에 대한 반사율이 높은 다층 스택을 얻을 수 있다.
도 2는 2개층으로 된 다층 스택을 나타내며, 각 층에 대한 3차원적 굴절률을 표시하고 있다. 각 층의 굴절률은 층(102)에 대해서 n1x, n1y 및 n1z이고, 층(104)에 대해서 n2x, n2y 및 n2z이다. 상기 필름 스택에 있어서, 각 필름층의 서로에 대한 굴절률과 다른 층에 대한 굴절률간의 관계는 임의의 방위각 방향으로부터 임의의 입사각에서의 다층 스택의 반사율의 거동(擧動)을 결정한다. 미국 특허 출원 제08/402,041호에 개시된 이론 및 설계상의 고려는 다양한 환경 및 적용을 위해, 소망하는 광학 효과가 있는 다층 스택을 생성하는 데 적용될 수 있다. 다층 스택 중의 층들의 굴절률은 조정 및 맞춤하여 소망하는 광학 특성이 있는 디바이스를 제작할 수 있다. 성능 특성이 광범위한 거울 및 편광자와 같은 다수의 유용한 디바이스는 본 명세서에 기재된 이론을 이용하여 설계되고 제작될 수 있다.
다시 도 1을 참조하면, 다층 스택(10)은 수십, 수백 또는 수천개의 층을 포함할 수 있으며, 각 층은 다수의 상이한 재료로 제조될 수 있다. 특정 스택에 대한 재료 선정을 결정하는 특성은 그 스택의 소망하는 광학 성능에 좌우된다. 상기 스택은 이 스택의 층의 수만큼 많은 재료를 함유할 수 있다. 제작을 쉽게 하려면, 양호한 광학적 박막 스택은 단지 수

종의 상이한 재료만을 함유하는 것이 좋다. 흡광을 최소화하려면, 다층 스택에 의하여 가장 강하게 흡광될 수 있는 파장을 그 스택 에 의해 반사되는 제1 파장으로 보장하는 다층 스택이 좋다. 대부분의 중합체를 비롯하여 대부분의 투명한 광학 재료에 대해서, 흡광은 가시선 스펙트럼의 청색단(靑色端) 쪽으로 증가한다. 따라서, '청색'층이 다층 스택의 입사면 위에 놓이도록 다층 스택을 설계하거나 또는 '조정(tune)'하는 것이 좋다.

재료들간의 경계나 상이한 물성을 나타내는 화학적으로 동일한 재료들간의 경계는 가파르거나 점진적일 수 있다. 분석해(analytical solution)가 있는 몇 가지의 간단한 경우를 제외하고, 굴절률이 연속적으로 변동되는 상기 후자 형식의 성층(成層) 매질의 분석치는 일반적으로 가파른 경계가 있지만 인접층 사이에는 특성변화가 적은 극히 다수의 얇은 균일층으로서 취급된다.

양호한 다층 스택은, 저굴절률/고굴절률의 필름층쌍으로 구성되는데, 여기서 각 저굴절률/고굴절률의 필름층쌍은 반사되도록 설계된 대역의 중간 파장의 1/2의 결합된 광학 두께를 갖는다. 이러한 필름의 스택을 일반적으로 1/4파 스택이라고 부른다. 이들 층은 상이한 파장의 범위를 반사하도록 설계된 상이한 조(組)의 층들과 함께 두께가 1/4 파장 두께를 갖는 것이 좋다. 각 층은 정확하게 1/4 파장 두께를 갖지 않는다. 무엇보다도 우선하는 요건은, 인접한 저굴절률/고굴절률의 필름쌍은 전체 광학 두께가 0.5 파장이어야 한다는 것이다.

전술한 바와 같이, 본 발명에 사용되는 다층 중합체 필름은, 물성이 상이한 화학적으로 동일한 재료를 함유하는 임의의 수의 상이한 재료로 제조될 수 있고, 평균 두께가 0.5 미크론 이하인 층을 포함한다. 다층 중합체 필름은, 포지티브 응력 광학 계수, 즉 연신시 연신 방향으로 굴절률이 증가하는 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르와 같은 결정질, 반결정질 또는 액정질 중합체로 이루어진 층과, 선택된 제2 중합체로 이루어진 층을 포함하는 것이 좋다. 상기 다층 중합체 필름을 적어도 한쪽 방향으로 연신한 후에, 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르층은 제2 중합체층보다 적어도 1개의 인-플레인 축에 관련된 굴절률이 더 높은 것이 좋다. 특히 양호한 반결정질 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르로서는, 예컨대 2,6-폴리에틸렌 나프탈레이트('PEN') 또는 에틸렌 글리콜, 나프탈렌 디카르복실산 및 테레프탈레이트('coPEN')와 같은 수종의 기타의 산으로부터 유도된 공중합체가 있다. 특히, 양호한 선택된 제2 중합체로서는 폴리에틸렌 테레프탈레이트('PET') 또는 coPEN이 있다.

별법에 있어서, 상기 다층 중합체 필름은 특히 결정질, 반결정질 또는 액정질의 재료, 예컨대 PET와 같은 반결정질 폴리에스테르로 이루어진 복굴절 중합체층과, 이들 층은 평균 두께가 0.5 미크론 이하이고, 선택된 제2 중합체로 이루어진 층을 포함할 수 있는데, 상기 필름은 적어도 한쪽 방향에서 비연신 방향의 크기까지 적어도 2배로 연신된다.

본 발명에 사용되는 다층 중합체 필름이 결정질 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르를 포함할 경우, 서로 상이한 인-플레인 축에 관련된 굴절률차는 적어도 0.05이거나, 바람직하게는 0.20 이상인 것이 좋다. PEN은 연신 후에 포지티브 응력 광학 계수가 높고 복굴절이 영구적이기 때문에 양호한 재료이며, 편광면과 연신 방향이 평행할 경우, 550 nm 파장의 편광 입사광에 대한 굴절률이 약 1.64에서 1.9까지 높게 증가한다. 복굴절(굴절률차)은 분자 배향도를 증가시킴으로써 증가시킬 수 있다. 이상에서는 PEN을 복굴절층에 양호한 중합체로서 특별히 설명하였지만, 폴리부틸렌 나프탈레이트도 역시 적절한 재료이며, 기타 결정질 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르도 적절하다.

균일한 다층 공압출물을 얻으려면, 다층 스택을 형성하는 데 사용되는 중합체는 용융 점도가 유사한 것이 좋다. 2종의 서로 상이한 중합체가 사용되는 경우, 이들 2종의 중합체는 공압출시 통상적으로 발생하는 전단률(剪斷率)에서 5의 인자 범위 내인 것이 바람직하다. 본 발명의 양호한 선택된 중합체층 역시 다층판 내에서 불연속층으로 유지되면서 서로 양호한 부착 특성을 나타낸다. 본 발명에 사용되는 중합체의 유리 전이 온도는 서로 조화되므로 연신 중에 1조(組)의 중합체층의 균일과 같은 역효과가 발생하지 않는다. 1회의 편광으로 주로 반사하는 거울에 대하여, 양호한 선택된 중합체층은 굴절률에 있어서 등방성이며, 도 1a에 도시된 바와 같이, 횡축(즉, 연신 방향에 대해 수직이고 필름의 면에 대해 수평인 축)과 관련된 다른쪽 층의 굴절률과 실질적으로 일치한다. 이 방향의 편광면에 의하여 빛은 주로 편광자에 의해 투과되게 되며, 배향된 방향의 편광면에 의하여 빛은 도 1b에 도시된 것과 같이 반사하게 된다.

거울을 형성하려면, 일축 연신된 편광판 2장을 이들 판의 90 ° 회전된 각 배향축에 배치되거나, 또는 판(10)(도 1b)을 이축 연신된다. 후자의 경우에, PEN으로 형성된 층에 대한 판의 평면에서의 양쪽의 굴절률은 증가하고, 양쪽 편광면의 빛을 반사하도록 가능한한 저굴절률의 선택된 중합체가 선정되어야 한다. 다층판을 이축 연신함으로써, 양쪽 축에 평행한 면에 대하여 인접층에 굴절률차를 일으키고, 이에 의해, 양쪽 평면의 편광 방향으로 빛이 반사하게 된다. 연신 후의 횡축과 관련된 인접층의 굴절률차는 0.1 이하, 바람직하게는 0.05 이하가 되어야 한다.

거울의 경우에, 각 편광광과 입사면에 대한 소망하는 평균 투과율은 일반적으로 거울의 사용 목적에 좌우된다. 가시서스펙트럼 내의 100 nm 대역폭에서 협대역폭의 거울에 대한 수직 입사에서 각 연신 방향을 따른 평균 투과율은 약 30 % 이하가 요망되고, 바람직하게는 20 % 이하이고, 더 바람직하게는 10 % 이하이다. 일부 거울에 대한 수직 입사에서 각 연신 방향을 따른 소정의 평균 투과율은 예컨대 약 10 % 내지 약 50 %이고, 특정 응용에 따라, 예컨대 100 nm 내지 450 nm의 대역폭을 커버할 수 있다. 고효율 거울에 대해, 가시선 스펙트럼(380-750 nm) 상에서 수직 입사로 각 연신 방향을 따른 평균 투과율은 약 10 % 이하가 요망되고, 바람직하게 약 5 % 이하이고, 더 바람직하게 약 2 % 이하이고, 가장 바람직하게 약 1 % 이하이다. 또한, 대칭 거울는 어떤 적용에 대해서는 바람직할 수 있다. 바람직한 경우, 한쪽 연신 방향을 따른 평균 투과율은 예컨대 약 50 % 이하가 요망되고, 다른쪽 연신 방향을 따른 평균 투과율은, 예컨대 가시선 스펙트럼(380-750 nm) 상에서, 또는 가시선 스펙트럼의 근적외선(예컨대 380-750) 상에서, 예컨대 약 20 % 이하일 수 있다.

원한다면, 반사율, 광학 대역폭 또는 이들 모두를 증가시키거나 2개의 편광자로 거울을 형성하려면 본 발명의 2장 이상의 판은 복합물(composite)로 사용될 수 있다. 판 내 층의 쌍들의 광학 두께가 실질적으로 동일하다면, 이 복합물은 약간 큰 효율로, 개별판와 실질적으로 동일한 대역폭 및 스펙트럼 반사 범위(즉 '대 역')를 반사한다. 반면 판 내 층의 쌍들의 광학 두께가 실질적으로 동일하지 않으면, 복합물은 개별판보다 광대역 폭에서 반사한다. 편광판을 갖는 거울판을 결합한 복합물은 투과되는 빛을 편광시키면서, 전체 반사율을 증가시키는데 사용된다. 선택적으로, 단일판은 선

택적 반사 및 편광 특성을 갖는 필름을 생성하도록 비대칭적으로 이축으로 연신된다.
이축 연신된 거울 응용에 사용하기 위한 양호한 선택된 중합체는 테레프탈산, 이소프탈산, 세바신산, 아젤라(azelaic)산 또는 시클로헥산디카르보실산계이며, 예컨대 PEN으로 형성된 층으로 접착시키면서도 가능한 최저의 굴절률을 달성한다. 선택 중합체는 코폴리에스테르 또는 코폴리카르보네이트일 필요는 없다. 양호한 선택된 중합체는 굴절율이 약 1.65 이하이고, 더 바람직하게는 약 1.55 이하이다.
다층 반사 편광자는 넓은 범위의 입사각에서, 한 축과 평행한 편광면을 갖는 빛에 대해 높은 반사를 제공할 수 있으면서, 동시에 넓은 범위의 입사각에서, 다른 축과 평행한 편광면을 갖는 빛에 대해 낮은 반사 및 높은 투과가 이루어지도록 설계될 수 있다. 각 필름의 3개의 굴절률, 즉 nx, ny 및 nz를 제어함으로써, 원하는 편광자 작용을 얻을 수 있다.
여러 응용에 있어서, 이상적인 반사 편광자는 한 축(소위, 차단축)에서는 높은 반사율을 가지며, 모든 입사각에서 다른 축(소위 투과축)을 따라 0의 반사율을 갖는다. 편광자의 투과축에 대해, 관련 대역폭 상에서 또한, 관련 각도의 범위에서 투과축의 방향으로 편광의 투과율을 최대화하는 것이 일반적으로 바람직하다. 100 nm 대역폭 상에서 협대역의 편광자에 대한 수직 입사에서의 평균 투과율은 적어도 약 50 %가 요망되고, 바람직하게는 약 70 %이고, 더 바람직하게는 적어도 약 90 %이다. 100 nm 대역폭에서 협대역 편광자에 대한 p 편광(투과축을 따라 측정됨)에 대해 수직으로부터 약 60 ° 에서의 평균 투과율은 적어도 소정으로 약 50 %가 요망되고, 바람직하게는 약 70 %이고, 더 바람직하게는 약 80 %이다.
대부분의 가시선 스펙트럼(400-700 nm의 대역폭 300 nm)에서 투과축에서의 편광자에 대한 수직 입사에서의 평균 투과율은 적어도 약 50 %가 요망되고, 바람직하게는 약 70 %이고, 더 바람직하게는 약 85 %이고, 가장 바람직하게는 적어도 약 90 %이다. 400-700 nm로부터 편광자에 대한 수직으로부터의 60 ° 에서의 평균 투과율은 적어도 약 50 %가 요망되고, 바람직하게는 약 70 %이고, 더 바람직하게는 약 80 %이고, 가장 바람직하게는 적어도 약 90 %이다.
어떤 응용에 있어서는, 투과축의 수직 이탈(off-normal) 각에서 반사율이 높은 것이 바람직하다. 투과축에 따른 편광의 평균 반사율은 수직으로부터 적어도 20 ° 에서 20 % 이상이어야 한다.
본 발명의 편광자에 대해 양호한 선택된 중합체는 나프탈렌 디카르복실산 또는 20 몰% 내지 80 몰%의 디메틸 나프탈레이트와 같은 그 에스테르 및, 이소프탈 또는 테레프탈산 또는 에틸렌 글로콜과 반응한 20 몰% 내지 80 몰%의 테레프탈레이트와 같은 그 에스테르의 반응 생성물의 코폴리에스테르이다. 본 발명의 범위 내의 다른 코폴리에스테르는 전술한 특성을 지니고, 횡축과 관련된 굴절률은 대략 1.59 내지 1.69이다.

재료 선정 및 공정

상기 언급된 미국 특허 출원 제08/402,041호에 개시된 설계에 있어서, 당업자라면 소정의 굴절률 관계를 산출하기 위해 선택된 조건 하에서 처리될 때 각종 재료가 본 발명에 따른 다층 거울 또는 편광자를 형성하는데 사용될 수 있음을 쉽게 이해할 수 있다. 원하는 굴절률 관계는 필름 형성 중에 또는 그 후의 연신(예컨대 유기 중합체의 경우), 압출(예컨대 액정질 재료의 경우), 또는 코팅을 포함하는 다양한 방법으로 얻을 수 있다. 또한, 2개의 재료는 공압출물이 될 수 있도록 유동 특성(예컨대 용융 점도)이 유사하면 바람직하다.
일반적으로, 제1 재료로서, 결정질, 반결정질 또는 액정질 재료, 바람직하게는 중합체를 선택함으로써 적절한 조합이 달성될 수 있다. 이어서, 제2 재료는 결정질, 반결정질 또는 비결정질일 수 있다. 중합체 업계에서, 중합체는 통상적으로 완전 결정질이 아닌 것으로 일반적으로 인식되어, 본 발명의 내용에서, 결정질 또는 반결정질 중합체는 비결정질이 아닌 중합체로 언급되며, 결정질, 부분적 결정질, 반결정질 등과 같이 통상적으로 언급되는 재료를 포함한다는 것을 이해해야 한다. 제2 재료는 제1 재료와 동일하거나 반대의 복굴절을 갖는다. 또는 제2 재료는 복굴절을 갖지 않을 수 있다.
적절한 재료의 구체적인 예에는 폴리에틸렌 나프탈렌(PEN) 및 그 이성체(예, 2,6-, 1,4-, 1,5-, 2,7-, 및 2,3-PEN), 폴리알킬엔 테레프탈레이트(예, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 및 폴리-1,4-시클로헥산 이메틸렌 테레프탈레이트), 폴리이미드(예, 폴리아크릴 이미드), 폴리에테르이미드, 불규칙배 열 폴리스티렌, 폴리카르보네이트, 폴리메타크릴레이트(폴리이소부틸 메타크릴레이트, 폴리프로필메타크릴레이트, 폴리에틸메타크릴레이트, 및 폴리메틸메타크릴레이트), 폴리아크릴레이트(예, 폴리부틸아크릴레이트 및 폴리메틸아크릴레이트), 규칙배열 폴리스티렌(sPS), 규칙배열 폴리-알파-메틸 스티렌, 규칙배열 폴리디클로로스티렌, 공중합체 및 이들 폴리스티렌, 셀룰로오스 유도체(예, 에틸 셀룰로오스, 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 프로피온에이트, 셀룰로오스 아세테이트 부티르산염 및 셀룰로오스 질산염), 폴리알킬렌 중합체(예컨대 폴리에텔렌, 폴리프로필렌, 폴리부틸렌, 폴리이소부틸렌, 및 폴리(4-메틸)펜테인), 플루오르화 중합체(예, 퍼플루오로알콕시 수지, 폴리테트라플루오로에틸렌, 불소화 에틸렌-프로필렌 공중합체, 불소화 폴리비닐리덴 및 폴리클로로트리플루오로에틸렌), 염소화 중합체(예, 염화 폴리비닐리덴 및 염화 폴리비닐), 폴리설폰, 폴리에테르설폰, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아미드, 실리콘 수지, 에폭시 수지, 폴리비닐아세테이트, 폴리에테르-아미드, 이온성 수지, 엘라스토머(예, 폴리부타디엔, 폴리이소프렌 및 네오프렌) 및 폴리우레탄이 있다. 또한, 중합체의 적절한 예로는 PEN 공중합체[예, 2,6-나프탈렌 디카르복실산, 1,4-나프탈렌 디카르복실산, 1,5-나프탈렌 디카르복실산, 2,7-나프탈렌 디카르복실산 및 또는 2,3-나프탈렌 디카르복실산 또는 이의 에스테르와 (a) 테레프탈산 또는 이의 에스테르, (b) 이소프탈산 또는 이의 에스테르, (c) 프탈산 또는 이의 에스테르, (d) 알칸 글리콜, (e) 시클로알칸 글리콜(예, 시클로헥산 디메탄올 디올), (f) 알칸 디카르복실산 및/또는 (g) 시클로알칸 디카르복실산(예, 시클로헥산 디카르복실산)과의 공중합체], 폴리알킬렌 테레프탈레이트의 공중합체[예, 테레프탈산 또는 이의 에스테르와 (a) 나프탈렌 디카르복실산 또는 이의 에스테르, (b) 이소프탈산 또는 이의 에스테르, (c) 프탈산 또는 이의 에스테르, (d) 알칸 글리콜, (e) 시클로알칸 글리콜(예, 시클로헥산 디메탄디올), (f) 알칸 디카르복실산 및/또는 (g) 시클로알칸 디카르복실산(예, 시클로헥산 디카르복실산) 의 공중합체], 스티렌 공중합체(예, 스티렌-부타디엔 공중합체, 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체), 4,4'-비벤조산 및 에틸렌 글리콜이 있다. 또한, 각 층은 두

가지 이상의 전술한 중합체 및 공중합체(예, SPS 및 불규칙배열 폴리스티렌)의 혼합물을 함유할 수 있다. 전술한 coPEN은 1이상의 성분이 나프탈렌 디카르복실산계 중합체이며, 기타의 성분은 PET, PEN 또는 coPEN과 같은 기타의 폴리에스테르 또는 폴리카보네이트인 펠릿의 혼합물일 수 있다.

PEN은 연신 후에 포지티브 응력 광학 계수가 높고 복굴절이 영구적이기 때문에 바람직한 재료이며, 편광면이 연신 방향과 평행할 때 550 nm 파장의 편광 입사광에 대한 굴절률이 약 1.64에서 1.9까지 높게 증가한다. 5 : 1 연신비에 대한 PEN 대 70-나프탈레이트/30-테레프탈레이트 코폴리에스테르(coPEN)에 의해 나타나는 서로 상이한 인-플레인 축과 관련된 굴절률차는 도 16에 도시된다. 도 16에서, 아래의 곡선 상의 데이타는 횡 방향에서의 PEN 및 coPEN의 굴절률을 나타내며, 위의 곡선은 연신 방향에서의 PEN의 굴절률을 나타낸다. PEN은 가시선 스펙트럼에서 0.25 내지 0.40의 굴절률차를 나타낸다. 복굴절(굴절률차)은 분자 배향도를 증가시킴으로써 증가시킬 수 있다. PEN은 응용의 수축 요구 사항에 따라 약 155℃에서 230℃ 까지 열 안정적이다. PEN이 복굴절층에 대한 바람직한 중합체로 이상에서 특정 설 명되었지만, 폴리부틸렌 나프탈레이트도 적절한 재료이며, 기타 결정질 나프탈렌 디카르복실 폴리에스테르 역시 좋다. 결정질 나프탈렌 디카르복실 폴리에스테르는 적어도 0.05, 바람직하게는 0.20 이상의 상이한 인-플레인 축과 관련된 굴절률차를 나타내야 한다.

공단량체의 최소량은 연신 방향에서의 높은 굴절률이 실질적으로 타협하지 않는 한, 나프탈렌 디카르복실산 폴리에스테르로 치환될 수 있다. 굴절률에서의 강하(및, 그에 따라 감소되는 반사율)는 다음 경우, 즉 선택 중합체층의 부착, 압출 의 낮아진 온도, 용융 점도의 개선된 정합, 연신에 대한 유리 전이 온도의 개선된 정합의 장점에 의해 카운터 밸런스될 수 있다. 적절한 단량체는 이소프탈산, 아젤라산, 세바신산, 디벤조산, 테레프탈산, 2,7-나프탈렌 이카르복실산, 2,6-나프탈렌 디카르복실산 또는 시클로헥산디카르복실산계의 단량체를 포함한다.

균일한 다층 공압출물을 얻으려면, 본 발명의 PEN/선택된 중합체 수지는 용융 점도가 유사한 것이 좋다. 2종의 서로 상이한 중합체의 용융 점도는 통상적인 전단률에서 5의 인자 범위 내인 것이 좋다.

본 발명의 PEN 및 양호한 선택된 중합체층은 다층판 내에서 불연속 층으로 유지되면서 서로에 대해 양호한 부착 특성을 나타낸다.

본 발명의 중합체의 유리 전이 온도는 서로 조화되므로 연신 중에 1조의 중합체층의 균열과 같은 역효과가 발생하지 않는다. 이 적절한 온도는, 선택 중합체의 유리 전이 온도가 PEN 층의 유리 전이 온도보다 낮다는 것을 의미한다. 선택 중합체층 온도의 유리 전이 온도는 PEN층의 유리 전이 온도보다 약간 더 높을 수 있 지만, 40℃를 넘지 않는다.

편광자의 경우, 특히 바람직한 층의 조합은 PEN/coPEN, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PEN)/coPEN, PEN/sPS, PET/sPS, PEN/Estar, 및 PET/Estar를 포함하며, 'coPEN'은 나프탈렌 디카르복실산계의 공중합체 또는 혼합물이며(상기 설명됨), 'Estar'은 이스트맨 케미칼 코오포레이숀(Eastman Chemical Co.)으로부터 상업적으로 시판되는 폴리시클로헥산디메틸렌 테레프탈레이트이다.

거울의 경우에 특히 바람직한 층의 조합은 PET/Ecdel, PEN/Ecdel, PEN/sPS, PEN/THV, PEN/coPET 및 PET/sPS를 포함하며, 여기서 'coPET'는 테레프탈산계 공중합체 또는 혼합물이며, 'Ecdel'은 이스트맨 케미칼 코오포레이숀으로부터 상업적으로 시판되는 열가소성 폴리에스테르이며, 'THV'는 3M사에사 상업적으로 시판되는 플루오로폴리머이다.

바람직하게, 층은 서로 다른 파장 범위를 반사하도록 설계된 층의 서로 다른 세트에 있어서 1/4 파장 두께를 갖는다. 각 층은 정확하게 1/4 파장 두께를 갖는 것은 아니다. 우선되는 요구 사항은, 인접한 낮은/높은 굴절률 필름 쌍의 전체 광학 두께가 0.5 파장이어야 한다는 것이다. 도 16의 굴절률차를 갖는, PEN/coPEN 층으로 된 50층 스택 대역폭은 층 두께가 1/4 파장, 550 nm이 되도록 선택되며, 대략 50 nm이다. 이 50층 스택은 불측정 흡광과 함께 이 파장 범위에서 거의 99%의 평균 반사율을 제공한다. 1 % 이하의 투과율(99% 반사율)을 나타내는 컴퓨터 모델링된 곡선이 도 17에 나타난다. 도 17 내지 도 22는 투과%를 나타내는 데이타를 포함한다. 본 발명의 필름을 통한 흡광 측정이 불가능하기 때문에 반사율은 다네가티브 관계식에 의해 근사된다.

100 - (투과율) = (반사율)

양호한 선택된 중합체층(14)은 굴절률이 등방성이며, 도 1a에 도시된 바와 같이 횡축과 관련된 PEN층의 굴절률을 실질적으로 일치시킨다. 이 방향으로 편광면을 포함하는 빛은 편광자에 통해 주로 투과되며, 배향된 방향에서 편광면을 포함하는 빛은 도 1b에 나타난 바와 같이 반사된다.

이 디바이스의 층수는 층 두께, 유연성 및 경제성의 이유로, 최소수의 층을 이용하여 바람직한 광학 특성을 달성하도록 선택된다. 편광자 및 거울의 양 경우에, 층수는 약 10,000 이하인 것이 바람직하며, 더 바람직하게는, 약 5,000 이하, 더욱(가장) 바람직하게는 약 2,000 이하이다.

전술한 바와 같이, 다양한 굴절률간의 소정의 관계(및 그에 따른 다층 디바이스의 광학 특성)를 달성할 수 있는 특성은 다층 디바이스를 제조하는 데 이용되는 공정 조건에 의해 영향을 받는다. 연신으로써 배향될 수 있는 유기 중합체의 경우에, 디바이스는 통상 개개의 중합체를 공압출함으로써 생성되어, 다층 필름을 형성하며, 선택된 온도에서 연신하고, 옵션적으로 선택된 온도에서 가열-세팅함으로써 필름을 배향시킨다. 선택적으로, 압출 및 배향 단계는 동시에 수행될 수 있다. 편광자의 경우에, 필름은 한쪽 방향(일축 지향)으로 실질적으로 연신되고, 거울의 경우에 필름은 2 방향(이축 배향)으로 실질적으로 연신된다.

필름은 제약되는(즉, 교차-연신 치수에서의 실질적인 변화가 없음) 교차-연신에서의 본래의 축소(연신비의 제곱근과 동일)로부터 교차-연신 방향에서 치수적 으로 느슨해질 수 있다. 필름은 길이 오리엔터(orienter)에서의 머신 방향에서 및/또는 텐터를 이용한 폭에서 연신될 수 있다.

연신 전 온도, 연신 온도, 연신률, 연신비, 가열 세트 온도, 가열 세트 시간, 가열 세트 완화 및 크로스-연신 완화가 선택되어 바람직한 굴절률 관계를 갖는 다층 디바이스가 생성된다. 이들 변수는 상호 의존적이므로, 예컨대 비교적 낮은 연신 온도로 결합된다면, 비교적 낮은 연신율은 이용될 수 있다. 당업자는, 소정의 다층 디바이스를 달성하는 데 있어

이들 변수의 적절한 조합을 선택하는 방법을 알 수 있다. 그러나, 통상적으로, 연신 방향에서 약 1:2 내지 약 1:10 범위(더 바람직하게는 1:3 내지 약 1:7)의 연신비와, 연신 방향과 수직으로 약 1:0.2 내지 약 1:10 범위(더 바람직하게는 1:0.2 내지 1.7)의 연신비가 바람직하다.
적절한 다층 디바이스는, 예컨대 복굴절 폴리이미드에 대한 Boese et al., J. Polym. Sci.: Part B, 30:1321(1992)에 개시된 것과 같은 스핀 코팅 및, 결정질 유기 화합물에 대한, 예컨대, Zang et. al., Appl. Phys. Letters, 59:823(1991)에 개시된 것과 같은 진공 증착과 같은 기술을 이용하여 제조될 수 있으며, 후자의 기술은 결정질의 유기 화합물과 무기물의 임의의 조합에 대해 특히 유용한다.
압출된 필름 배향은 가열 공기에서 재료의 개개의 판을 연신함으로써 얻을 수 있다. 경제적인 생산물에 대해, 연신은 표준 길이 배향자, 텐터 오븐 또는 이들 양자에서 연속 원칙 상에서 달성될 수 있다. 크기 및 표준 중합체 필름 제조의 라인 속도의 경제성은, 상업적으로 시판되는 흡광 편광자와 관련된 비용보다 실질적으로 낮은 제조 비용을 달성함으로써 이루어질 수 있다.
2장 이상의 판을 함께 적층함으로 반사율을 증가시키거나, 대역폭을 증가하거나 또는 2개의 편광자로 거울을 형성하는데 유리하다. 비결정질의 코폴리에스테르는 적층 재료로서 유용하며, 재료로서는 미국 오하이오주의 애크론(Akron)에 소재하는 굿이어 타이어 앤 러버 컴패니(Goodyear Tire and Rubber Co.)의 VITEL Brand 3000 및 3300이 사용되었다. 판 부착력이 10인 적층 재료의 선정은 광범위하고 광학 투명성 및 공기의 배타성이 기본 가이딩 원리가 된다.
첨가제가 본 발명의 성능에 실절적으로 해가 되지 않는다면, 1 이상의 층에 산화 방지제, 압출 보조제, 가열 안정제, 자외선 흡광제, 언클리터(uncleator), 표면 투영 형성 보조제 등과 같은 하나 이상의 무기 또는 유기 보조제를 규격량 첨가하는 것이 바람직할 수 있다.

다층 스택의 광학 작용 및 설계

도 1a 및 1b에 나타난 것과 같은 다층 스택(10)의 광학 작용은 차후 더욱 일반적인 용어로 설명된다.
차후 설명되는 다층 스택의 광학 특성 및 설계상의 고려는, 부르스터 각(반사가 0이 되는 각)이 매우 크거나 존재하지 않는 다층 스택의 구조를 고려한 것이다. 이는, p 편광에 대한 반사율이 입사각에 따라 천천히 감소하거나, 입사각에 영향을 받지 않거나 또는 수직선으로부터 멀어진 입사각에 따라 증가하는, 다층 거울 및 편광자의 구조를 고려한 것이다. 결과적으로, 폭넓은 대역폭 및 넓은 범위의 각도 상에서 s 및 p 편광에 대한 높은 반사율을 갖는 다층 스택이 달성될 수 있다.
다층 스택에서 수직 입사의 평균 투과율(편광자의 경우 차단축의 평면에서 편광에 대해, 거울의 경우 양 편광에 대해)은 정해진 대역폭 상에서 50 %(반사율 0.5) 이하가 요망된다. (본 발명의 목적을 위해, 주어진 투과 또는 반사값은 모두 정면 및 후면 표면 반사를 포함한다). 다른 다층 스택은 낮은 투과 및/또는 더 넓게 정해진 대역폭 및/또는 수직으로부터 더 넓은 범위의 각을 나타낸다. 정해진 대역폭은 적색, 녹색 또는 청색과 같은 한 칼라의 주변의 중앙에 있으며 각 칼라는 약 100 nm 둘레에 유효 대역폭을 가진다면, 50 % 이하의 평균 투과율을 갖는 다층 스택이 바람직하다. 100 nm의 대역폭 상에서 10 % 이하의 평균 투과율을 갖는 다층 스택 역시 바람직하다. 다른 예시적인 바람직한 다층 스택의 투과율은 200 nm의 대역폭 상에서 30 % 이하의 평균 투과율을 갖는다. 다른 바람직한 다층 스택은 가시선 스펙트럼(400~700nm)의 대역폭 상에서 10 % 이하의 평균 투과율을 나타낸다. 가장 바람직한 다층 스택은, 380~740 nm의 대역폭 상에서 10 % 이하의 평균 투과율을 나타내는 것이다. 확대된 대역폭은 각도를 갖는 스펙트럼 시프트 및 다층 스택과 전체 필름 클리퍼에서의 변화를 수용하기 위해 가시광 응용에서도 유용하다.
다층 스택(10)은 수십, 수백, 수천개의 층을 포함할 수 있으며, 각 층은 다수의 서로 다른 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 특정 스택에 대한 재료의 선택을 결정하는 특색은 스택의 소정의 광학 성능에 좌우된다.
스택은 포함하고 있는 층수만큼이나 여러 가지 재료를 포함할 수 있다. 제조의 용이함을 이해, 바람직한 광학 박막 스택은 소수의 상이한 재료만을 포함한다. 설명을 위해 본 발명은 2가지 재료를 함유하는 다층 스택을 설명한다.
재료 또는 상이한 물리적 특성을 갖는 화학적으로 동일한 재료들간의 경계는 급하거나 또는 완만할 수 있다. 분석 용액과 관련된 몇 가지 간단한 경우를 제외하고, 굴절률이 연속적으로 변하는 층을 이룬 매질의 나중 타입에 대한 분석은 급격한 경계를 가지지만 인접한 층 사이의 특성에 있어서 작은 변화만을 갖는 얇아진 균일층의 수만큼 일반적으로 취급될 수 있다.
몇개의 파라미터는 다층 스택에서 달성 가능한 최대 반사율에 영향을 미칠 수 있다. 이들 파라미터는, 기본 스택 설계, 흡광, 층 두께 제어 및 스택의 층의 굴절률 사이의 관계를 포함한다. 높은 반사율 및/또는 예리한 대역 엣지를 위해, 기본적인 스택 설계는 표준의 얇은 광학 설계를 이용하여 광학 간섭 효과를 통합해야 한다. 이는 통상적으로 관심 파장의 0.1에서 1.0배 까지의 범위의 광학 두께를 갖는 층을 의미하는, 광학적으로 얇은 층을 이용하는 것과 수반한다. 높은 반사율 다층 필름에 대한 기본 구성 블록은 필름층의 낮은/높은 굴절률 쌍인데, 층들의 각 낮은/높은 굴절률 쌍은 반사하도록 설계된 대역의 1/2 중심 파장의 결합된 광학 두께를 갖는다. 이러한 필름의 스택은 1/4파 스택이라고 통상 칭한다.
흡광을 최소화하기 위해, 바람직한 다층 스택은, 스택에 의해 가장 강하게 흡수되는 파장을 스택에 의해 반사되는 제1 파장으로 하는 것이다. 대부분의 중합체를 포함하는 대부분의 투명한(clear) 광학 재료에 대해서, 가시선 스펙트럼의 청색 끝 부분을 흡광이 증가한다. 따라서, '청색' 층이 다층 스택의 입사측에 있도록 다층 스택을 맞추는 것이 바람직하다.
종종 '플레이트의 파일(pile of plates)'라고 불리워지는, 선택적인 저 · 고굴절률 두꺼운 필름의 다층 구조는 동조된 파장 및 대역폭 제약을 가지지 않으며, 파장은 스택의 어떤 특정층에서 선택적으로 반사되지 않는다. 이러한 구성에 있어서, 스택으로의 높은 침투로 인해 청색 반사율이 허용되며, 결과적으로 바람직한 1/4파 스택 설계보다 더 높은 흡광을 나타낸다. '플레이트의 파일'에서의 층수의 임의의 증가는 0 흡광에서 조차 항상 높은 반사율을 제공하지 않는다

. 또한, 어떤 스택에 있어서의 층수의 임의의 증가는 발생할 수 있는 증가된 흡광에 의해 원하는 반사율을 제공하지 않을 수 있다.

필름 스택에서, 각 필름층의 서로에 대한 굴절률과 다른 층에 대한 굴절률간의 관계는 소정의 방위각 방향으로부터 소정의 입사각에서의 다층 스택의 반사율 작용을 결정한다. 동일한 재료로 이루어진 모든 층이 동일한 반사율을 갖는다고 가정하면, 2개 성분 1/4파 스택의 단일 계면을 분석하여 전체 스택의 작용을 각도 함수로서 이해할 수 있다. 그러므로 설명을 간단하게 하기 위해, 단일 계면의 광학 작용을 설명한다. 그러나, 여기에 설명된 이론에 따른 실제 다층 스택은 수십, 수백 또는 수천 개의 층으로 이루어질 수 있음을 이해해야 한다. 도 2에 도시된 바와 같은, 단일 계면의 광학 작용을 설명하기 위해, z-축 및 1개의 인-플레인 광학축을 포함하는 입사 평면에 대한 s 및 p 편광에 대한 입사각의 함수로서 반사율이 도시된다.

도 2는 단일 계면을 형성하는 2개의 재료 필름층을 나타내며, 상기 2개의 층은 굴절률이 no의 등방성 매질에 투입된다. 설명의 용이함을 위해, 본 설명은 정렬된 2 재료의 광학축 및, 필름 평면에 수직인 광학축(z)과 x 및 y축을 낀 다른 광학축을 가진 직교 다층 복굴절계에 관한 것이다. 그러나, 광학축이 직교일 필요는 없 으며, 비직교계도 본 발명의 사상 및 범위 내에 있다. 또한, 광학축은 본 발명의 의도된 범위 이내의 필름 축과 정렬될 필요는 없다.

유전체 계면의 반사율은 입사각 함수에 따라 변하고, 등방성 재료에 대해서 p 및 s 편광에 있어서 서로 다르다. p 편광에 대한 반사율 최소량은 소위 부르스터 효과에 기인하며, 반사가 0이 되는 각을 부르스터의 각(Brewster's angle)이라고 한다.

임의의 입사각에서의 임의의 필름 스택의 반사 작용은 관련된 모든 필름의 유전체 텐서에 의해 결정된다. 이 논재의 일반적인 이론적 방법은, 1987년 North-Holland에 의해 출판된 R.M.A. Azzam 과 N.M. Bashara에 의한 'Ellipsometry and Polarized Light'라는 문헌에 나타나 있다.

계의 단일 계면에 대한 반사율은 다음 수학식 1 및 2에 의해 주어지는, p 및 s 편광에 대한 반사 계수의 절대값을 제곱함으로써 계산된다. 수학식 1 및 2는 정렬된 2개의 성분축을 가진 일축 직교계에 대해 유효하다.

[수학식 1]

$$r_{pp} = \frac{n2z*n2o\sqrt{(n1z2-nosin2\theta)} - n1z*n1o\sqrt{(n2z2-nosin2\theta)}}{n2z*n2o\sqrt{(n1z2-nosin2\theta)} + n1z*n1o\sqrt{(n2z2-nosin2\theta)}}$$

[수학식 2]

$$r_{ss} = \frac{\sqrt{(n1o2-nosin2\theta)} - \sqrt{(n2o2-nosin2\theta)}}{\sqrt{(n1o2-nosin2\theta)} + \sqrt{(n2o2-nosin2\theta)}}$$

여기서, θ는 등방성 매질에서 측정된다.

일축 복굴절계에서, n1x = nly = nlo 이고, n2x = n2y = n2o이다.

이축 복굴절계에서, 수학식 1 및 2는 도 2에 정의된 바와 같이, x-z 또는 y-z 평면에 평행한 편향면을 포함하는 빛에 대해서만 유효하다. 그렇기 때문에, 이축 계에서, x-z 평면으로 입사하는 빛에 대해, 수학식 1(p 편향)에서는 n1o = nlx, n2o = n2x이고, 수학식 2(s 편향)에서 n1o = n1y, n2o = n2y이다. y-z 평면으로 입사하는 빛에 대해, 수학식 1(p 편향)에서는 n1o = n1y, n2o = n2y이고, 수학식 2(s 편광)에서는 n1o = nlx, n2o = n2x이다.

수학식 1 및 수학식 2는 반사율이 스택의 각 재료의 x, y(인-플레인) 및 z 방향에서의 굴절률에 좌우된다. 등방성 재료에서, 3개의 모든 굴절률은 동일하므로, nx = ny = nz이다. nx, ny 및 nz간의 관계는 재료의 광학 특성을 결정한다. 3개의 굴절률간의 서로 다른 관계는 재료의 일반적인 3개의 카테고리 즉, 등방성, 일축 복굴절, 이축 복굴절을 유도한다. 수학식 1 및 2는 x 또는 y축만 포함할 경우와 x 및 y 방향을 분리하여 고려할 경우에, 이축 복굴절을 설명한다.

일축 복굴절 재료는 한쪽 방향의 굴절률이 다른 2 방향의 굴절률과 상이한 재료로 규정된다. 본 설명을 위해, 일축 복굴절계를 설명하기 위한 규정은 조건 nx = ny ≠nz에 대한 것이다. x 및 y 축은 인-플레인 축으로 정의되고, 각각의 굴절률 nx 및 ny는 인-플레인 굴절률로 언급된다.

일축 복굴절계를 생성하는 한 방법은, 적어도 하나의 재료가 연신 공정(예컨대 굴절률은 증가하거나 감소한다)에 의해 작용된 굴절률을 갖는 다층 스택을 이축연신(예컨대 2 차원을 따라 연신)하는 것이다. 다층 스택의 이축 연신는 양 축에 평행한 평면에 대해 인접한 측의 굴절률차를 발생시켜, 편광의 포지티브 평면에서 빛을 반사시키는 것이다.

일축 복굴절 재료는 포지티브 또는 네거티브 일축 복굴절을 가질 수 있다. 포지티브 일축 복굴절은 z-굴절률이 인-플레인 굴절률보다 클 경우(nz > nx 및 ny) 발생한다. 네거티브 일축 복굴절은 z-굴절률이 인-플레인 굴절률보다 작은 경우(nz < nx 및 ny) 발생한다.

이축 복굴절 재료는, 3 축 모두에서 굴절률이 예컨대, nx ≠ ny ≠ nz와 같이 서로 다른 재료로서 정의된다. 또, nx 및 ny 굴절률은 인-플레인 굴절률이라고 한다. 이축 복굴절계는 한쪽 방향에서 다층 스택을 연신함으로써 형성될 수 있다. 다시 말해, 스택은 일축 연신한다. 본 설명을 위해, x 방향은 이축 복굴절 스택에 대한 연신 방향이라고 한다.

거울

거울을 형성하기 위해, 이축 연신된 편광판(10) 2장은 90° 회전된, 그 각각의 배향축으로 위치되거나, 또는 판(10)는 이축 연신된다. 후자의 경우, 판면에서 양자의 PEN 굴절률은 증가하며, 선택 중합체는 양 편광면의 빛을 반사하기 위해 가능한 낮은 굴절률에 의해 선택되어야 한다. 이축 연신함으로써 다층판에는 양 축과 평행한 평면에 대해 인접층의 굴절률차가 초래되므로 편광 방향의 양 평면에서 빛이 반사한다. 이축 연신한 PEN은 1.9의 일축 값과 비교하여, 1.64에서 1.75까지만연장축과 관련하여 굴절률을 증가시킨다. 그러므로, 99%의 반사율을 갖는 유전체 거울(및, 그에 따라 현저한 훈색을 갖지 않음)를 생성하기 위해, 낮은 굴절률의 coPET이 선택 중합체로서 바람직하다. 광학 모델링에서는, 굴절률이 약 1.55이면 가능하다고 나타낸다. 층 두께에서 5 % 표준 편차를 갖는, 6 중첩 1/4파 스택에 있어서 가시선 스펙트럼의 절반을 커버하도록 설계된 300층 필름은 도 18에 나타난 성능을 갖는다. 연신의 대칭성이 클수록,

비교적 더 대칭적인 반사 특성 및 비교적 편광 특성이 낮은 물품을 산출한다.
원한다면, 본 발명의 2장 이상의 판은 반사율, 광학 대역폭 또는 상기 두가지를 증가시키기 위해 복합물로 사용될 수 있다. 만일 판 내부의 층 쌍의 광학 두께가 실질적으로 동일하다면, 복합물은 다소 큰 효율로, 개개의 판와 실질적으로 동일한 대역폭 및 반사의 스펙트럼 범위('대역')를 반사한다. 만일 판 내의 층 쌍들의 광학 두께가 실질적으로 동일하지 않다면, 복합물은 개개의 판보다 더 넓은 대역폭으로 반사한다. 거울판을 편광판와 결합한 복합물은 투과된 빛을 편광하면서 전체 반사율을 증가시키는데 사용된다. 선택적으로, 단일판는 선택적인 반사 및 편광 특성을 갖는 필름을 생성하기 위해 비대칭적으로 이축 연신될 수 있다.
이축 연신된 거울 응용에 사용하기에 양호한 선택된 중합체는 PEN층과의 부착력을 유지하면서 가능한 최저 굴절률을 얻을 수 있는 테레프탈산, 이소프탈산, 세바신산, 아젤라산, 또는 시클로헥산디카르복실산계이다. 소량의 나프탈렌디카르복실산을 사용하여 PEN과의 부착력을 향상시킬 수 있다. 디올 성분은 상술된 임의의 것으로부터 취해질 수 있다. 양호한 선택된 중합체는 굴절률은 1.65 이하이며, 1.55 이하이면 더욱 바람직하다.
선택 중합체가 코폴리에스테르 또는 코폴리카르보네이트일 필요는 없다. 비닐 나프탈렌, 스티렌, 에틸렌, 말레 무수물, 아크릴레이트, 메타아크릴레이트와 같은 단량체로 이루어진 비닐 중합체 및 공중합체가 이용될 수 있다. 폴리에스테르 및 폴리카르보네이트 외에 액화 중합체도 역시 유용하며, 그 예로서, 폴리술폰, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리아민산 및 폴리이미드를 포함한다. 나프탈렌 군 및 염소, 브롬, 및 요오드 등의 할로겐은 편광자에 대한 횡 방향과 관련된 PEN의 굴절률을 실질적으로 일치시키기 위해 소정의 레벨(1.59~1.69)까지 선택된 중합체의 굴절률을 증가시키는데 사용된다. 아크릴레이트 군 및 플루오르는 거울에 사용하기 위해 굴절률을 감소시키는데 특히 사용된다.
일축 복굴절계의 광학 특성 및 설계상의 고려는 이하 설명된다. 전술한 바와 같이, 일축 복굴절 재료에 대한 일반적인 조건은 nx = ny ≠ nz이다. 따라서, 만일 도 2의 각 층(102, 104)이 일축으로 복굴절하면, n1x = n1y, n2x = n2y이다. 본 설명을 위해, 층 102은 층 104보다 인-플레인 굴절률이 더 크기 때문에 x 및 y 양쪽 방향에서 n1 > n2이다. 일축 볼굴절 다층계의 광학 작용은 n1z와 n2z의 값을 변화시킴으로서 조정되어 서로 다른 레벨의 포지티브 또는 네가티브 복굴절을 유도할 수 있다. 다양한 굴절률간의 관계는 직접 측정될 수 있으며, 일반적인 관계는 본 명세서에 설명된 바와 같이, 최종 필름의 스펙트럼 분석에 의해 간접적으로도 알 수 있다.
거울의 경우에, 각 편광 및 입사각에 대해 빛의 바람직한 평균 투과율은 거울의 사용 목적에 좌우된다. 가시선 스펙트럼 이내의 100 nm 대역폭 상에서의 협대 역폭 거울에 대한 수직 입사에서 각 연신 방향을 따른 평균 투과율은 30 % 이하가 요망되고, 바람직하게는 20 % 이하이고, 더욱 바람직하게는 10 %이하이다. 일부 거울에 대한 수직 입사에서의 각 연신 방향을 따른 소정의 평균 투과율은 예컨대 10 % 내지 50 %이고, 특정 응용에 따라, 예컨대 100nm 내지 450 nm의 대역폭을 커버할 수 있다. 높은 효율의 거울에 대해, 가시선 스펙트럼(400-700 nm) 상에서 수직 입사에서의 각 연신 방향을 따른 평균 투과율은 10 %이하가 요망되고, 바람직하게는 5 %이하, 더욱 바람직하게는 2 %이하이고, 가장 바람직하게는 1 %이하이다. 또한, 비대칭 거울이 어떤 응용에 대해서 바람직할 수 있다. 이 경우에, 한 연신 방향을 따른 평균 투과율은 예컨대 50 % 이하가 요망되며, 다른 연신 방향을 따른 평균 투과율은 예컨대 가시선 스펙트럼(400-700 nm)의 대역폭이나, 근적외 가시선 스펙트럼(400-850 nm) 상에서 예컨대, 20 % 이하가 요망된다.
상기 설명된 수학식 1은 도 2에 도시된 것과 같은 2개의 층으로 형성된 일축 복굴절계에서 단일 계면의 반사율을 결정하는데 사용될 수 있다. s 편광에 대해 수학식 2는 등방성 필름(nx = ny = nz)의 경우와 동일하기 때문에, 수학식 1만 검토될 필요가 있다. 설명을 위해, 필름 굴절률에 대한 일반적일 수 있는 몇 개의 특정 값이 할당된다. n1x = n1y = 1.75, n1z = 변수, n2z = n2y = 1.50 및 n2z = 변수로 한다. 상기 계에서 여러 가능한 부르스터 각을 설명하기 위해, 둘러싼 등방성 매질에 대해 no = 1.60이다.
도 23은 n1z가 n2z보다 수치적으로 크거나 동일한 경우(n1z ≥ n2z), 등방성 매질로부터 복굴절 층으로 입사하는 p 편광의 각에 대한 반사율의 곡선을 나타낸 다. 도 23에 도시된 곡선은 다음의 z-굴절률 값, 즉 a)n1z = 1.75, n2z = 1.50; b) n1z = 1.75, n2z = 1.57; c)n1z = 1.70, n2z = 1.60; d)n1z = 1.65, n2z = 1.60; e)n1z = 1.61, n2z = 1.60; 및 f)n1z = 1.60 = n2z에 대한 것이다. n1z는 n2z에 근접할때, 반사율이 0이 되는 각도가 증가한다. 곡선 a~e 는 심하게 각도에 좌우된다. 그러나, n1z = n2z(곡선 f)이며, 반사율의 각도 의존성은 없다. 다시 말해 곡선 f의 반사율은 입사의 모든 각도에 대해 일정하다. 이때, 수학식 1은 각도에 대해 독립 형식 즉, (n2o - n1o)/(n2o + n1o)로 축소된다. n1z = n2z이면, 부르스터 효과는 없으며, 모든 입사각에 대해 반사율이 일정하다.
도 24는 n1z가 수치적으로 n2z보다 작거나 동일한 경우 입사각에 대한 반사율의 곡선을 나타낸다. 빛은 등방성 매질에서 복굴절 매질로 입사한다. 이 경우에, 반사율은 입사각에 따라 단조 증가한다. 이는, s 편광에 대해 관찰될 수 있는 현상이다. 도 24의 곡선 a는 s 편광에 대한 한 경우를 나타낸다. 곡선 b-e는 다음과 같은 다양한 nz의 값, b)n1z = 1.50, n2z = 1.60; c)n1z = 1.55, n2z = 1.60; d)n1z = 1.59, n2z = 1.60; 및 e)n1z = 1.60=n2z에 대해 순서대로, p 편광에 대한 경우를 나타낸다. 다시, n1z = n2z(곡선 e)이면, 브루스터 효과는 없으며, 모든 입사각에 대한 반사율이 일정하다.
도 25는 도 23 및 도 24에서와 동일한 경우를 나타내지만, 굴절률 no = 1.0(공기)의 입사 매질에 대한 것이다. 도 25의 곡선는 굴절률 n2x = n2y = 1.50, n2z = 1.60에 대한 포지티브 일축 재료와, n1x = n1y = 1.75를 네거티브 일축 복굴절 재료의 단일 계면에서의 p 편광 및, 다음의 순서로 a) 1.50; b) 1.55; c) 1.59; d) 1.60; f) 1.61; g) 1.65; h) 1.70 및; i) 1.75의 상부에서 하부까지의 n1z의 값을 나타낸다. 다시, 도 23 및 도 24에 도시된 것과 같이 n1z와 n2z의 값이 일치하면, 반사율은 각에 좌우되지 않는다.
도 23, 도 24 및 도 25는 필름의 z-축 굴절률이 다른 필름의 z-축 굴절률과 동일할 때 발생하는, 다른 것에 대한 작용의 한 형태에서의 교차를 나타낸다. 이는, 네거티브 · 포지티브 일축 복굴절 및 등방성 재료의 몇개의 조합에 대해 사실이다. 다른 상황은 부르스터 각이 더 크거나 더 작은 각으로 시프트될 때 발생한다.

인-플레인 굴절률과 z-축 굴절률 사이의 여러 가능한 관계가 도 26, 도 27 및 도 28에 나타난다. 수직축은 굴절률의 비교상의 값을 나타내며, 수평축은 다양한 조건을 구분하는데 사용된다. 각 도면은 2개의 등방성 필름에 있어서 좌측에서 시작하는데, z-굴절률은 인-플레인 굴절률과 동일하다. 우측으로 갈수록, 인-플레인 굴절률은 일정하게 유지되고, 다양한 z-축 굴절률이 증가하거나 감소하는데, 이는 포지티브나 네거티브 복굴절의 상대량을 나타낸다.
도 23, 도 24 및 도 25와 관련하여 상술된 경우가 도 26에 나타나 있다. 재료 하나의 인-플레인 굴절률은 다른 2개의 재료의 인-플레인 굴절률보다 크며, 재료 하나는 네거티브 복굴절을 가지며(n1z은 인-플레인 굴절률보다 작다), 재료 2개는 포지티브 복굴절을 갖는다(n2z는 인-플레인 굴절률보다 크다). 브르스터 각이 사라지는 포인트 및 반사율은 2개의 z-축 귤절률이 동일한 경우 모든 입사각에 대해 일정하다. 이 포인트는 도 23의 곡선 f, 도 24의 곡선 e 및 도 25의 곡선 d에 대응한다.
도 27에서, 재료 하나는 다른 2개의 재료보다 큰 인-플레인 굴절률을 가지지만, 재료 하나는 포지티브 복굴절을 가지며, 재료 2개는 네가티브의 복굴절을 갖는다. 이 경우에, 부르스터 최소량이 낮은 각도값으로 시프트만 할 수 있다.
도 26 및 도 27은 모두 2개의 필름중 하나가 등방성인, 제한적인 경우에 대해 유효하다. 이 2 경우는 재료 하나가 등방성이고 재료 2개가 포지티브 복굴절을 가진 경우와, 재료 2개가 등방성이고 재료 하나가 네가티브 복굴절을 가진 경우이다. 부르스터 효과가 없는 포인트는, 복굴절 재료의 z-축 굴절률이 등방성 필름의 굴절률과 동일한 지점이다. 다른 경우는 양 필름이 동일한 형태, 즉 양 필름 모두가 네가티브 또는 포지티브 복굴절을 가진 경우이다. 도 28은 양쪽 필름이 네가티브 복굴절을 가진 경우이다. 그러나, 2개의 포지티브 복굴절 층의 경우가 도 28에 나타난 2개의 네거티브 복굴절층의 경우와 유사한 형태이다. 상술한 바와 같이, 부르스터 최소량은 한 필름의 z-축 굴절률이 다른 필름의 굴절률과 동일하거나 교차하는 경우에만 제거된다.
또 다른 경우는 2 재료의 인-플레인 굴절률이 동일하지만, z-축 굴절률이 다를 때 발생한다. 도 26 내지 도 28에 나타난 3개의 경우 모두의 서브세트인 이 경우에, 어떤 각에서도 s 편광에 대한 반사는 발생하지 않으며, p 편광에 대한 반사율은 입사각의 증가에 따라 단조 증가한다. 이러한 형태의 물품은 입사각의 증가에 따라 p 편광에 대해 반사율이 증가하며, s 편광에 대해 투명하다. 이러한 물품을 'p-편광자'라고 할 수 있다.
일축 복굴절계의 작용에 대해 설명한 상술된 이론 및 설계상의 고려는 각종 환경 및 응용에 대한 소망하는 광학 효과를 갖는 다층 스택을 생성하는데 적용될 수 있다. 다층 스택의 층의 굴절률은, 소정의 광학 특성을 갖는 디바이스를 제조하기 위해 조정되고 맞춰질 수 있다. 여러 네가티브 · 포지티브 일축 복굴절계는 다양한 인-플레인 및 z-축 굴절률에 의해 생성될 수 있으며, 여러 유용한 디바이스가 본 명세서에 설명된 이론을 이용하여 설계되고 제조될 수 있다.

편광자

본 발명의 반사 편광자는 안(眼) 렌즈, 거울 및 윈도우와 같은 광학 소자에 유용하다. 편광자는, 선글라스에서 유행으로 간주되는 거울과 같은 형을 더 포함한다. 또한 PEN은 가시선 스펙트럼의 엣지까지 효과적으로 자외선을 흡수하는 매우 양호한 자외선 필터이다. 본 발명의 반사 편광자는 또한 얇은 적외선 판광판으로서 유용할 수 있다.
편광자에 대해, 판는 단일 방향으로 연신됨으로써 배향되는 것이 바람직하며, PEN층의 굴절률은 배향된 횡 방향과 평행한 편광면에 의해 입사 광선 사이에서 큰 차이를 나타낸다. 인-플레인 축(필름의 표면과 평행한 축)과 관련된 굴절률은 이 축과 평행한 편광면을 가진 평면-편광된 입사광에 대해 효율적인 굴절률이다. 배향 방향이란 필름이 연신된 방향을 의미한다. 횡 방향은 필름면에서 필름의 배향 방향과 직각인 방향을 의미한다.
편광자에 대해, PEN/선택된 중합체층은 관련 굴절률이 실질적으로 동일하면 바람직한 적어도 하나의 축을 갖는다. 통상적으로 횡축과 관련된 굴절률의 일치로 인해 편광면에서 빛이 실질적으로 반사되지 않는다. 선택된 중합체층에서는 또한, 연신 방향과 관련된 굴절률이 감소된다. 네가티브 복굴절의 선택된 중합체에 있어서, 횡 방향과 평행한 편광면을 갖는 빛의 반사가 무시될 수 있으며, 배향축과 관련된 인접층의 굴절률차가 증가한다는 장점이 있다. 연신 후의 인접층의 굴절률과 관련된 횡축간의 차이는 0.05 이하, 바람직하게는 0.02 이하이어야 한다. 선택된 중합체는 연신으로 인해, 일부 포지티브 복굴절을 나타낼 또 다른 가능성이 있지만, 이는 열 처리에서 PEN 층의 횡축의 굴절률을 일치시키도록 완화될 수 있다. 상기 열 처리의 온도는 PEN 층의 복굴절을 완화시킬 수 있을 만큼 그다지 높지 않아야 한다.
본 발명의 편광자에 대해 양호한 선택된 중합체는 나프탈렌 디카르복실산의 반응 생성물의 코폴리에스테르이거나, 또는 20~80 몰%의 디메틸 나프탈레이트와 이소프탈 또는 테레프탈산과 같은 이들의 에스테르 또는, 에틸렌 글리콜과 반응한 20 내지 80 몰%의 디메틸 테레프탈레이트와 같은 이들의 에스테르이다. 본 발명의 범위 내의 다른 코폴리에스테르는 상술된 특징을 가지며, 횡축과 관련된 굴절률이 대략 1.59-1.69이다. 물론, 코폴리에스테르는 PEN과 공압출이 가능해야 한다. 다른 적절한 코폴리에스테르는 이소프탈산, 아젤라산, 아티프산, 세바신산, 디벤조산, 테레프탈산, 2,7-나프탈렌 디카르복실산, 2,6-나프탈렌 디카르복실산 또는 시클로헥산이카르복실산계이다. 코폴리에스테르에서의 다른 적절한 변형은 디올 반응물로서, 에틸렌 글리콜, 프로판 디올, 부탄 디올, 네오펜틸 글리콜, 폴리에틸렌 글리콜, 테트라메틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 시클로헥산디메타놀, 4-히드록시 디페 놀, 프로판 디올, 비스페놀 A, 및 1,8-디히드록시 비페닐, 또는 1,3-비스(2-히드록시에톡시)벤젠의 사용을 포함한다. 단량체의 굴절률의 볼륨 평균은 유용한 코폴리에스테르를 제조하는데 바람직한 가이드가 될 수 있다. 또한, PEN의 유리 전이 온도와 양립할 수 있는 유리 전이 온도를 갖고, 횡축과 관련된 굴절률이 대략 1.59-1.69인 코폴리카보네이트 역시 본 발명의 선택된 중합체로서 유용하다. 압출계에서 2 이상의 중합체의 에스테르 반응에 의한 코폴리에스테르 또는 코폴리카보네이트의 형성은 적절한 선택된 중합체를 생성하기 위한 또다른 가능한 방법이다.
도 2를 다시 참조하면, 최종 광학 특성에 영향을 미치는, 2개 성분 직교 이축 복굴절계 및 그 설계상의 고려가 이하 설명된다. 다시, 상기 계는 다층을 포함할 수 있지만, 스택의 광학 작용에 대한 이해는 단일 계면에서의 광학 특성을 조사함으로써 달성될 수 있다.

이축 복굴절계는, 넓은 범위의 입사각에 있어서, 한 축과 평행한 편광면이 있는 빛에 대해 높은 반사율을 제공하는 동시에, 넓은 범위의 입사각에 대해 다른 축과 평행한 편광면이 있는 빛에 대해 낮은 반사율 및 높은 투과율을 갖도록 설계될 수 있다. 따라서, 이축 복굴절계는 한 편광에 대해 빛을 투과하고, 다른 편광에 대해 빛을 반사하는 편광자로서 기능한다. 각 필름의 굴절률, 즉 nx, ny 및 nz를 제어함으로써, 소망하는 편광자 작용을 달성할 수 있다. 다시, 굴절률은 상기 설명된 바와 같이, 직접 측정되거나 또는 결과적인 필름의 스펙트럼의 분석에 의해 간접적으로 관찰될 수 있다.

도 2를 다시 참조하면, 필름 굴절률에 대한 다음의 값은 설명을 위해 할당된 것이다. n1x = 1.88, n1y = 1.64, n1z = 변수, n2x = 1.65, n2y = 변수, 및 n2z = 변수로 할당된다. x 방향을 차단축이라고 하고 y 방향을 투과축이라고 한다. 수학식 1은 연신(xy 평면) 및 비연신(yz 평면) 방향 모두에서 입사면이 있는 빛에 대한 두 가지 중요한 경우에 대하여 이축 복굴절계의 각도적 작용을 설명하는데 이용될 수 있다. 편광자는 한쪽의 편광 방향에서 거울이며, 다른쪽 방향에서는 윈도우이다. 연신 방향에서, 수백개의 층을 갖는 다층 스택에서 1.88-1.65 = 0.23의 큰 굴절률차는 s 편광에 대해 반사율이 매우 높다. p 편광에 대해, 다양한 각에서의 반사는 n1z/n2z 굴절률차에 좌우된다.

많은 응용에서, 이상적인 반사 편광자는, 모든 입사각에서 하나의 축(소위 차단축)을 따라 반사가 높고 다른 축(소위 투과축)을 따라서는 반사가 0이다. 편광자의 투과축에 대해, 관련 대역폭 및 관련 각도 상에서 투과축의 방향으로 편광의 투과율을 최대화하는 것이 일반적으로 바람직하다. 100 nm 대역폭 상에서의 협대역 편광자에 대한 수직 입사에서의 평균 투과율은 50 %가 요망되고, 바람직하게 적어도 70 %, 더욱 바람직하게 적어도 90 %이다. 100 nm 대역폭 상에서 협대역 편광자에 대한 p 편광(투과축을 따라 측정)에 대한 수직으로부터 60 ° 에서의 평균 투과율은 50 %가 요망되고, 바람직하게 적어도 70 %, 더욱 바람직하게는 적어도 80 %이다.

가시선 스펙트럼(대역폭 300 nm에 대해 400-700 nm)에 있어서 투과축에서의 편광자에 대한 수직 입사에서의 평균 투과율은 적어도 50 %가 요망되고, 바람직하게 적어도 70 %, 더욱 바람직하게 적어도 85 %, 가장 바람직하게 적어도 90 %이다. 400~700 nm로부터 편광자에 대해 수직으로부터 60 ° (투과축을 따라 측정)에서의 평균 투과율은 적어도 50 %가 요망되고, 바람직하게 적어도 70 %, 더욱 바람직하게는 적어도 80 %, 가장 바람직하게 적어도 90 %이다.

어떤 응용에서는, 투과축의 수직 이탈각에서 반사율이 높은 것이 바람직하다. 투과축을 따라 편광에 빛에 대한 평균 반사율은 수직으로부터 적어도 20 ° 에서 20 % 이상이어야 한다.

투과축을 따라 일부가 반사되면, 수직 이탈각에서의 편광자 효율은 감소될 수 있다. 만일 투과축을 따른 반사율이 다양한 파장에 대해 각각 다르면, 칼라는 투과된 빛으로 유도될 수 있다. 칼라를 측정하는 한 방법은 관련 파장 범위 상에서 선택된 각도 또는 다수의 각도에서의 투과율의 제곱 평균(root mean square:RMS)값을 결정하는 것이다. % RMS 칼라, C_{RMS} 는 다음 방정식에 따라 결정될 수 있다.

$$C_{RMS} = \frac{\int_{\lambda 1}^{\lambda 2} ((T - \overline{T})^2)^{1/2} d\lambda}{\overline{T}}$$

여기에서, λ1 에서 λ2의 범위는 파장 범위 또는 관련 대역폭이고, T는 투과축을 따른 투과율이고, $\overline{T}$ 는 관련 파장 범위에서 투과축을 따른 평균 투과율이다.

낮은 칼라 편광자가 바람직한 응용에 대해, % RMS 칼라는, 수직으로부터 적어도 30 ° 에서, 바람직하게 수직으로부터 적어도 45 ° , 더욱 바람직하게는 수직으로부터 적어도 60 ° 에서, 10 %이하, 바람직하게는 8 % 이하, 더욱 바람직하게 3.5 % 이하, 가장 바람직하게 2.1 % 이하이어야 한다.

바람직하게, 반사 편광자는, 관련 대역폭 상에서 차단축을 따른 소정의 반사량을 갖는 특정 응용을 위해 차단축을 따라 원하는 % RMS 칼라를 결합시킨다. 예컨대 대략 100 nm의 대역폭을 갖는 협대역 편광자에 대해, 수직 입사에서의 차단축을 따른 평균 투과율은 50 % 이하가 요망되고, 바람직하게 30 % 이하, 더욱 바람직하게 10 % 이하, 가장 바람직하게 3 % 이하이다. 가시 범위(400~700 nm 또는 대역폭 300 nm)에서 대역폭을 갖는 편광자에 대해, 수직 입사에서의 차단축을 따른 평균 투과율은 40 % 이하가 요망되고, 25 % 이하이면 양호하며, 바람직하게 15 % 이하, 더욱 바람직하게 5 % 이하, 가장 바람직하게 3 % 이하이다.

투과축에 평행한 편광면을 있는 빛에 있어서, 인-플레인 y 굴절률이 일치될지라도 매우 큰 z-굴절률 불일치에 의해 수직 이탈각에서 반사가 발생할 수 있다. 따라서, 결과적인 시스템은, p 편광에 대해 반사율이 높고, s 편광에 대해서 투명도가 높다. 이 경우는 'p 편광자'로서의 거울의 경우의 분석에서 상기 언급되었다.

일축 연신된 편광자에 대해, 성능은 3 방향 (x, y, z) 모두에서 교호층의 굴절률간의 관계에 좌우된다. 상술된 바와 같이, 고효율 편광자에 대한 y와 z 굴절률차를 최소화하는 것이 바람직하다. y-굴절률 불일치의 유도는 z-굴절률 불일치를 보상하기 위해 바람직하다. 의도적으로 첨가되거나 자연적으로 발생할 모든 경우에, 어떤 굴절률의 불일치도 얼마의 반사를 유도한다. 따라서 중요한 사항은 y-굴절률 및 z-굴절률 차보다 큰 x-굴절률차를 형성하는 것이다. 반사율이 연신 방향과 비연신 방향에서의 굴절률차 함수로서 신속하게 증가하기 때문에, Δny/Δnx와 Δnz/Δnx의 비는 관련 대역폭 상에서 및 넓은 범위의 각에서 하나의 축을 따라 높은 차단을 가지면서 직각축을 따라 높은 투과율을 유지하는 편광자를 획득하기 위해 최소화되어야 한다. 0.05, 0.1 또는 0.25 이하의 비가 수용 가능하다. 이상적으로 Δnz/Δnx 비는 0이지만, 0.25 또는 0.5 이하의 비가 또한, 이용가능한 편광자를 제조한다.

도 29는 PEN/coPEN으로 된 800 층 스택에 대해서, 비연신 방향에 입사면이 있는 p 편광에 대한 75 ° 에서의 반사율(-Log[-R])을 나타낸다. 반사율은 가시선 스펙트럼(400~700 nm)에서 파장의 함수로서 나타난다. 550 nm에서의 곡선 a에 대한 적절한 굴절률은 n1y = 1.64, n1z = 1.25, n2y = 1.64 및 n2z = 1.63이다. 각 쌍의 두께가 dn = do + do(0.003)n으로 주어진다면, 모델 스택 설계는 1/4파 쌍에 대한 선형적인 두께 등급이다. 모든 층에는 가우시안 분포

및 5 % 표준 편차에 의해 임의의 두께 에러가 할당된다.
곡선 a는 투과축(y-축)을 따른 가시선 스펙트럼 상에서 축이탈 반사율이 높다는 것을 나타내며, 서로 다른 파장이 서로 다른 반사율 레벨을 나타냄을 보여준다. 이는 큰 z-굴절률 불일치(Δnz = 0.11)에 기인한다. 스펙트럼은 층 두께 에러 및 공간적 비균일성에 민감하기 때문에, 필름 캘리퍼와 같은 것은 심한 불균일성 및 '칼라풀' 현상을 갖는 이축 복굴절계를 제공한다. 어떤 응용에서는 높은 등급의 칼라가 바람직하더라도, 축이탈 칼라의 등급을 제어하고, 액정 디스플레이 또는 다른 유형의 디스플레이 등의, 균일하고 낮은 칼라 현상을 요구하는 응용을 대해해 그 등급을 최소화하는 것이 바람직하다.
축이탈 반사율 및 축이탈 칼라는 축이탈 부르스터 상태를 일으키는 비연신 인-플레인 굴절률(n1y 및 n2y)에 대해 굴절률 불일치를 유도함으로써 최소가 될 수 있으며 s 편광 반사율을 최소로 유지할 수 있다.
도 30은 이축 복굴절계의 투과축을 따라 축이탈 반사율을 감소시키는데 있어 y-굴절률 불일치를 도입하는 효과를 나타낸다. n1z = 1.52, n2z = 1.63(Δnz = 0.11)에 있어서, 다음의 조건, 즉 a) n1y = n2y = 1.64; b) n1y = 1.64, n2y = 1.62; c) n1y = 1.64, n2y = 1.66은 p 편광을 위해 구상된다. 곡선 a는 인-플레인 굴절률 n1y 및 n2y가 동일한 경우의 반사율을 나타낸다. 곡선 a는 0 ° 에서 최소로 반사되지만 20 ° 이후에는 급격하게 상승한다. 곡선 b에 대해, n1y > n2y 이고, 반사율은 급격하게 증가하다. 곡선 c에 대해, n1y < n2y이고, 38 ° 에서 최소 반사를 가지며 그 이후로 급격하게 상승한다. 곡선 d에 의해 나타난 것과 같이, 고려할만한 반사는 n1y ≠ n2y에 있어서 s 편광에 대해 잘 발생한다. 도 30의 곡선 a-d는 y-굴절률 불일치(n1y - n2y)의 흔적이 존재하는 부르스터 최소량에 대한 z-굴절률 불일치(n1z-n2z)와 동일해야 한다. n1y = n2y의 경우에, s 편광에 대한 반사율은 모든 각에서 0이다.
층 사이의 z-축 굴절률차를 감소함으로써, 축이탈 반사율은 더 감소될 수 있다. n1z가 n2z와 동일하다면, 도 25는 차단축이 수직 입사에서와 같이 이탈각에서 높은 반사율을 가지며, 양 굴절률이 불일치하기 때문에(예컨대, n1y =n2y 및 n1z = n2z) 임의의 각에서 비연신 축을 따라 반사가 발생하지 않는다.
2개의 y 굴절률 및 2개의 z 굴절률이 정확하게 일치하는 것은 일부 다층 시 스템에서 가능하지 않을 수 있다. 만일 z-축 굴절률이 편광자 구성에서 일치하지 않으면, 약간의 불일치의 도입은 인-플레인 굴절률 n1y 및 n2y에 대해 바람직할 수 있다. 이는, 각각의 y 굴절률을 증가나 감소시키기 위해 재료층의 한쪽 또는 양쪽에 추가 성분을 혼합함으로써 달성될 수 있다. 제2 수지를 높은 복굴절층을 형성하는 중합체 또는 선택된 중합체층을 형성하는 중합체로 혼합함으로 수직에서의 투과층 및 수직 이탈각에 대한 반사를 변형시키거나 또는 차단축으로의 편광에 대한 편광자의 차단을 수정하게 된다. 제2 혼합 수지는 배향 후에 중합체층의 결정도 및 굴절률을 변형시킴으로써 이를 달성할 수 있다.
다른 예가 도 31에 도시되어 있는데, n1z = 1.56, n2z = 1.60(Δnz = 0.04)으로 한 후 y 굴절률은 a) n1y = 1.64, n2y = 1.65; b)n1y = 1.64, n2y = 1.63으로 한다. 곡선 c는 그 중 한 경우의 s 편광에 대한 것이다. y-굴절률 불일치의 표시가 z-굴절률 불일치와 동일한 곡선 a는 최저의 이탈각 반사의 결과이다.
도 31의 곡선 a의 조건으로, 입사각 75 ° 에서 필름의 800층 스택에 대해 계산된 축이탈 반사율이 도 29의 곡선 b로서 나타난다. 도 29의 곡선 b와 곡선 a의 비교는, 축이탈 반사가 더 적게 되어, 그에 따라 곡선 b에 나타난 조건에 대해 낮은 감지 칼라 및 더 나은 균일성을 제공함을 나타낸다. 곡선 b에 대한 550 nm에서의 관련 굴절률은 n1y = 1.64, n1z = 1.56, n2y = 1.65 및 n2z = 1.60이다.
도 32는 p 편광에 대해 도 2에 관하여 설명된 축이탈 반사율을 요약한 수학식 1의 좌표를 나타낸다. 비연신 방향과 관련된 4개의 독립적인 굴절률은 2개의 굴절률 불일치, 즉 Δnz 및 Δny로 감소되었다. 이 좌표는 0 ° 에서 75 ° 까지 15 ° 씩 증분한 다양한 입사각에서의 6 개의 좌표의 평균이다. 반사율은 등고선 a에 대해 0.4×10^{-4} 로부터 0.4×10^{-4} 의 증분으로, 등고선 j에 대해 4.0×10^{-4} 까지의 범위를 갖는다. 상기 좌표들은 1개의 광학축을 따른 굴절률 불일치로 인해 발생되는 높은 반사율이 다른 축을 따른 불일치에 의해 어떻게 오프셋될 수 있는지를 나타낸다.
따라서, 이축 복굴절계의 층 사이의 z-굴절률 불일치를 줄임으로써, 및/또는 부르스터 효과 즉, 축이탈 반사율을 발생시키도록 y-굴절률 불일치를 도입함으로써, 축이탈 칼라는 다층 반사 편광자의 투과축을 따라 감소된다.
협소한 파장 범위 상에서 동작하는 협대역 편광자는, 여기에 설명된 이론을 이용하여 설계될 수 있다. 이는 예컨대, 적색, 녹색, 청색, 청록색, 자홍색, 또는 황색 대역에서 편광자를 제작함으로써 이루어질 수 있다.
이상적인 반사 편광자는 한 편광의 모든 빛을 투과하고, 다른 편광의 모든 빛을 반사해야 한다. 유리 또는 다른 필름에 투명 광학 접착제로써 양 측면 상에 적층되지 않는다면, 공기/반사 편광자 계면에서의 표면 반사는 원하는 편광의 빛의 투과를 감소시킨다. 따라서, 소정의 경우, 반사 편광자에 반사 방지(antireflection:AR) 코팅을 도포하는 것이 유용할 수 있다. AR 코팅은, 비연신(y) 방향에서 모든 층의 굴절률이 있기 때문에, 공기에서 PEN계 편광자에 대한 굴절률이 1.64인 필름을 반사하지 않도록(dereflect) 설계되는 것이 바람직하다. 연신 방향에서 교호하는 굴절률 스택은 표면 반사의 존재 또는 부재와 상관없이 높은 반사 계수를 가지기 때문에, 동일한 코팅은 연신 방향 상에서 본래 어떤 효과도 가지지 않는다. 이러한 코팅으로 말미암아 코팅될 다층 필름이 과열 또는 손상되지 않는다면, 당업계에 공지된 모든 AR 코팅이 적용될 수 있다. 예시적인 코팅은 굴절률이 이상적으로 1.64의 제곱근에 가깝고, 낮은 굴절률 재료(PEN계 재료)로 이루어진 1/4파 두께의 코팅일 수 있다.

투명 컨덕터

상술된 다층 중합체층은, 다층 중합체 필름 또는 투명 컨덕터보다 더 넓은 반사를 갖는 투명한 다층 디바이스를 제공하기 위해 투명 컨덕터와 결합된다. 상세하게는, 다층 중합체층은 양호한 근적외 반사(약 750 nm에서 약 2500nm까지)를 제공하지만, 약 2500 nm 이상에서의 반사율은 상당히 감소한다. 반면, 투명 컨덕터는 양호한 원적외 반사(2500 nm 이상)를 제공하지만, 스펙트럼의 근적외선 영역에서의 반사율은 750 nm에서 2500 nm 영역에서의 다층 중합체층의 반사율만큼 양호하지 않다. 본 발명의 투명한 다층 디바이스는 충분한 빛을 투과시켜 투명해지고, 원하는 적외선에서 빛을 반사시키도록 설계되거나 또는 '조정'될 수 있다.

본 발명에 유용한 투명 컨덕터는 스펙트럼의 원적외선 영역에서 빛을 반사하는 것이며, 더 상세하게 가시광(대략 380 nm~750 nm)으로부터 적외선광(대략 750 nm 이상)을 효율적으로 분할하는데 유효한 것을 포함한다. 다시 말해, 투명 컨덕터는 사람의 눈에 대해 민감한 파장 영역에서 빛을 통과시키면서, 적외선 영역에서는 빛을 거부한다. 높은 가시선 투과율 및 낮은 근적외선 투과율이 바람직하기 때문에, 반사 엣지는 반드시 사람 눈이 감지할 수 있는 바로 그 경계 다음의, 약 750 nm 이상이어야 한다. 적절한 투명 컨덕터는 원적외선 스펙트럼에서 양호하게 반사 하는 전기적으로 전도성 재료이며, 금속, 금속 합금 및 반도체성 금속 산화물 재료로 제조된다. 바람직한 금속으로는 은, 금, 구리 및 알루미늄을 포함한다. 니켈, 나트륨, 크롬, 주석 및 티타늄 등의 기타 금속이 또한 사용될 수 있지만, 이들은 일반적으로 가시광으로부터 적외선 광을 분할하는데 비효과적이다. 초박막을 형성하는데 은이 이용될 수 있고, 은은 가시광보다 긴 파장의 빛을 반사할 수 있으면서 전체 가시광 영역 상에서 상대적으로 높은 투과율을 갖기 때문에, 특히 바람직하다. 바람직한 반도체성 금속 산화물은 도핑 처리된/도핑 처리되지 않은 이산화주석(SnO_2), 산화아연(ZnO), 및 산화인듐주석(ITO)을 포함하는데, 후자가 특히 바람직하다. 바람직한 금속 합금은 은합금, 스테인레스강, 및 인코넬을 포함한다. 특히, 적어도 30 wt %의 은을 함유하는 은합금은 은을 함유하여 은의 장점을 나타내기 때문에 특히 바람직하지만, 은에 추가하여 50 % wt % 이하의 금 및/또는 20 wt %의 구리를 함유하는 은 합금과 같이, 개선된 내구력의 추가 장점을 갖는다. 투명 컨덕터는 단일 금속층 또는 다수 금속층을 포함할 수 있는데, 그 각각의 층은 1개 이상의 금속, 금속 합금 및 금속 산화물을 함유할 수 있다.

투명 컨덕터는 당업계에 공지된 통상적인 코팅 기술에 의해 다층 중합체층에 제공될 수 있으며, 결과적인 다층 디바이스는 투명하다. 이러한 공지된 공정은, 열분해, 분말 코팅, 증기 증착, 캐소드 스퍼터링, 이온 도금등을 포함한다. 캐소드 스퍼터링 및 증기 증착은, 획득될 수 있는 구조의 균일성 및 두께의 견지에서 종종 바람직하다. 선택적으로, 투명 컨덕터는, 적절한 접착제, 바람직하게는, 미국, 오 하이오 44333, 아크론, 엠버시 파크웨이 4040에 위치한 쉘 케미컬 컴패니로부터 시판되는 VITEL 3300과 같은 가열 용융 접착제 또는, 미국 미네소타 55144, 세인트 폴의 3M 컴패니로부터 시판되는 90/10 IOA/AA 및 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 PSAs등의 압력 민감 접착제에 의해 다층 중합체 필름에 적층되는 별도의 금속화 중합체 또는 유리판이 될 수 있다.

본 발명의 투명한 다층 디바이스를 형성하려면, 다층 중합체 필름에 제공되는 투명 컨덕터의 두께는 소정의 반사율을 제공하도록 선택될 수 있다. 일반적으로 금속층이 얇을수록, 가시선 스펙트럼에서 더 많은 빛이 투과된다. 그러나, 금속층의 전기적 전도성이 그 두께가 감소할수록 감소하기 때문에, 원적외선 스펙트럼에서 반사된 광량 또한, 금속층의 두께가 감소할수록 감소한다. 따라서, 어떤 특정 금속, 금속 합금 또는 반도체성 금속 산화물에 대한 금속층의 두께를 조정함으로써, 투명 컨덕터는 가시선 스펙트럼에서 빛을 투과하는 것과, 원적외선 스펙트럼에서 빛을 반사하는 것 사이에서 소정의 균형을 제공할 수 있다. 게다가, 다층 중합체층 상에 증착된 금속층의 두께는 금속층의 전기 전도성을 측정함으로써 모니터될 수 있다.

본 발명의 투명 컨덕터로서 유용한 금속 및 금속 합금은 약 0.02 mhos/sq 에서 1.0 mhos/sq., 바람직하게 약 0.05 mhos/sq.에서 1.0 mhos/sq. 범위에서 전기 전도성을 가지며, 약 10 nm 내지 약 40 nm, 바람직하게 약 12 nm 내지 약 30 nm의 두께로 제공될 수 있다. 바람직한 반도체성 금속 산화물층은 약 0.0001 mhos/sq 에서 0.1 mhos/sq., 바람직하게는 약 0.001 mhos/sq. 에서 0.1 mhos/sq. 범위에서 전 기 전도성을 가지며, 약 20 nm 내지 약 200 nm, 바람직하게는 80 nm 내지 120 nm의 두께로 제공될 수 있다. 투명 컨덕터가 다층 중합체 필름에 적층된 금속화 중합체 또는 유리판일 경우, 판 상의 금속 또는 금속 합금 코팅 두께는 약 10 nm 내지 40 nm인 것이 바람직하며, 판 상의 금속 산화물 코팅 두께는 약 20 nm 내지 약 200 nm인 것이 바람직하다.

은과 같은 금속박 투명 컨덕터는 높은 가시선 투과을 제공하도록 충분히 얇을 수 있지만, 약 750 nm에서 약 2500 nm의 근적외선 영역에서의 반사율은 본 발명에 사용되는 다층 중합체 필름에 의해 영역에서 얻을 수 있는 반사율과 비교하여 그다지 양호하지 않다. 역으로, 전술한 다층 중합체 필름은 가시광의 높은 투과율 및 근적외선 영역에서 반사율이 비교적 양호하지만, 원적외선 영역에서는 반사율이 상대적으로 낮은 불량하다. 다층 중합체 필름 역시 일반적으로 투명 컨덕터보다 가시광과 적외선 광 사이에서 날카로운 전이를 제공할 수 있다. 따라서, 본 발명의 투명한 다층 디바이스를 형성하도록 다층 중합체 필름을 투명 컨덕터와 결합함으로써, 가시광을 투과하면서 전체 적외선 영역을 통해 더 양호한 반사율을 제공할 수 있다. 또한, 당업계에 공지된 반사 방지 코팅이 가시광의 투과율을 증가시키기 위해 투명 컨덕터 상에 코팅될 수 있다. 이는, 예컨대 소정의 가시선 투과를 제공하도록 조절된 개개의 층 두께를 갖는 예컨대 금속의 유전체 금속 스택으로 구성된 반사 방지 코팅을 포함한다. 그러나, 이러한 반사 방지 코팅은 가시선 스펙트럼에서 소정의 광 투과율을 얻기 위해서는 본 발명에 의해 요구되지 않을 수 있다.

그러나, 당업계에 공지된 것과 같이, 약 1000 nm 이상에 내재된 제3 효과가 가시선 스펙트럼에서의 반사를 바람직하지 않게 증가시키기 때문에, 적외선 영역에서의 이 반사율의 대역폭은 또한 가시 영역에서 소정의 투과 레벨에 좌우된다. 가시 광의 투과에 불리하게 영향을 미치는 것을 상당히 회피하는 한 가지 방법은, 상술된 바와 같이 다층 중합체 필름에서의 개별적인 층 두께를 조절하여, 태양 스펙트럼이 적외선 스펙트럼에서 보다 강한 750 nm 과 1000 nm 사이와 같이 소정 선택된 범위에 대해 근적외선 스펙트럼에서의 반사 대역을 제한하는 것이다. 이러한 실시예에서, 가시선 스펙트럼에서의 원하는 투과율이 유지되고, 투명 컨덕터와 다층 중합체 필림의 결합은 원하는 만큼의 광량을 반사하는데, 다층 필름은 약 750 nm 내지 1000 nm의 근적외선에서의 반사를 좌우하고, 투명 컨덕터는 약 1000 nm 이상의 적외선 스펙트럼에서의 반사를 좌우한다. 이러한 결과를 얻기 위한 다른 방법이 또한 당업계에 알려져 있다. 예컨대 알프레드 델렌(Alfred Thelen}의 *'Multilayer Filters with Wide Transmittance Bands'(J.Opt.Soc.Am.53(11), 1963, p 1266)* 및 필립프 보메이스터(Philip Baumeister)의 *'Multilayer Reflections With Suppresed Higher Order Reflection Peaks' Applied Optics* 31(10), 1992, p.1568)을 참조한다.

본 발명의 투명한 다층 디바이스는 주로 무착색(uncolor)이며, 적당한 명암계수를 갖는다. 명암 계수는 투명 유리의 단순한 창유리와 비교하여 윈도우에 들어오는 태양 에너지량이며, 차후의 실시예 10에서 나타난 바와 같이, 측정될

수 있다. 특히, 다층 중합체 필름이 투명한 은코팅과 결합하면, 그 명암 계수는 PET 기판 상에 코팅된 은의 명암 계수보다 작다. 은코팅과 결합된 다층 중합체 필름의 효 과가 PET 필름 상의 은코팅과 유사한 가시선 투과 및 효과와 유사하더라도, 본 발명의 투명한 다층 디바이스의 증가된 적외선 반사가 태양 투과를 감소시키고, 또한 태양 반사를 증가시키며, 이에 의해 은코팅된 PET 필름과 비교하여 더 낮은 명암 계수를 나타낸다. 본 발명의 투명한 다층 디바이스는 명암 계수는 0.5 이하인 것이 좋다.

도 14는 두께가 13 nm인 전형적인 은 필름 및 투명 컨덕터가 없는 전형적인 다층 중합체 필름과 비교하여, 본 발명의 전형적인 투명한 다층 디바이스의 광학 성능을 나타낸다. 전형적인 다층 중합체 필름 및 은 필름과 결합한 다층 중합체 필름은 800 nm에서 201층, 875 nm에서 201층 및 950 nm에서 201층의 1/4파 광학 두께를 갖는 PET와 Eedel의 603 교호층으로 구성되어 있다. 도 14에 도시된 바와 같이, 상기 다층 중합체 필름은 약 750 nm와 1050 nm 사이에서 거의 100 % 반사를 제공하며, 은 층 단독으로는 약 1050 nm 이상에서 소정의 반사율을 제공한다. 또한, 상기 투명한 다층 디바이스는 약 0.36의 명암 계수를 가질 수 있는데, 단독의 은 금속층(0.45) 또는 단독의 다층 중합체층(0.72)만의 명암 계수에서 상당히 개선된 것이다.

가시된 파장에 대해 투과되는 빛을 제한하고, 적외선 영역에서 빛을 막음으로써 본 발명의 투명한 다층 디바이스는 여름에 필요한 냉각 및 겨울에 필요한 가열을 낮추는 데 도움을 준다. 동시에, 이러한 디바이스는 건물의 외부 윈도우 또는 자동차, 트럭 또는 항공기의 방풍 유리 또는 윈도우와 같이, 유리 또는 플라스틱 기판 표면에 직접 제공됨으로써 사용될 수 있다. 또한, 적어도 1개의 투명한 다층 디바이스가 유리 또는 플라스틱 창유리의 쌍 사이에 끼워지는 적층된 유리 및 플라스틱 물품에 대해 적합하다. 예컨대 복굴절 디스플레이 경우에 대해 문의 윈도우에 본 발명의 투명한 다층 디바이스를 제공하는 것과 같이, 스펙트럼의 가시 영역에서 광에 대한 실질적인 투영성을 획득하면서, 적외선 방사에 대해 보호가 요구되는 경우에 당업자에게 본 발명이 사용될 수 있다.

본 발명의 투명한 다층 디바이스가 여름 동안 태양열을 반사시키기 위해 주택 또는 자동차의 윈도우에 적용되면, 투명 컨덕터는 윈도우의 내표면에 인접하고, 다층 중합체 필름은 주택 또는 자동차 내부를 면하는 것이 바람직하다. 당업계에 공지된 바와 같이, 다층 중합체 필름의 외표면은 마모 방지 코팅으로 커버될 수 있으며, 가시광의 반사를 감소시키기 위해 착색된 필름에 있어 예컨대 미국, 오하이오 44333, 아크론, 엠버시 파크웨이 4040에 위치한 쉘 케미컬 컴패니로부터 시판되는 VITEL 3300과 같은 가열 용융 접착제 또는, 미국 미네소타 55144 세인트 폴의 3M 사에서 시판되는 90/10 IOA/AA 및 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 PSAs 등의 압력 민감 접착제 등의 적층 접착제를 투명 컨덕터의 외표면에 도포할 수 있다. 추운 날씨에, 실내에서 다시 실내로 방사열을 반사하는 것이 바람직한 경우에, 투명 컨덕터는 실내 또는 자동차 내부에 면하여 위치하는 것이 바람직하며, 원적외선 영역에서의 반사를 유지하려면, 예컨대 폴리프로필렌 필름과 같은 보호 폴리올레핀 필름에 의해 커버되는 것이 바람직하다. 이러한 구성은 당업계에 공지되어 있다. 만일 본 발명의 투명한 다층 디바이스가 이러한 윈도우의 외부에 사용되면, 디바이스의 내구력이 문제가 된다. 따라서, 보호 UV-안정화된 폴리에스테르, 또는 아크릴 필름 층이 환경에 대한 금속층의 노출을 피하기 위해 투명 컨덕터에 직접 적층될 수 있다.

본 발명의 투명한 다층 디바이스는 스펙트럼의 가시 영역에서 투명할 만큼 충분한 빛을 투과하면서, 스펙트럼의 적외선 영역에서 소정 양의 빛을 반사하는, 원하는 광학 특성을 갖는다. 따라서, 사람의 눈에 의해 감지되는 빛의 세기를 치명적으로 감소시키기 않으면서 디바이를 통과하는 태양 에너지량을 제어할 수 있다. 바람직하게, 스펙트럼의 가시 영역에서의 적어도 약 20 % 에서 약 80 %는 디바이스를 통해 투과되고, 적외선 영역의 적어도 약 30 %가 반사되고, 바람직하게는 약 80 %, 더 바람직하게는 95 % 이상의 적외선 영역에서의 빛이 반사된다.

본 발명이 어떻게 실행되는지 당업자가 더 잘 이해하도록 본 발명을 더 충분히 명확하게 설명하기 위해, 본 발명을 다음의 실시예로써 설명하겠다. 실시예에서, 흡광은 무시할 만큼 작기 때문에, 반사율는 1 - 투과율(R = 1 - T)이다. 실시예는 본 발명을 설명하기 위한 것이며, 본 명세서에서 설명되고 청구되는 본 발명을 제한하는 것이 되어서는 안된다.

실시예 1(PET:Ecdel,601,거울)

601층을 포함하는 공압출된 필름은 공압출 공정을 통해 연속 플랫(flat)-필름-제조 라인 상에서 제조된다. 고유 점도가 0.6 dl/g인 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 75 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 사출되며, 'Ecdel 9966'이란 상표명으로 이스트맨 케미칼에서 시판되는 열가소성 엘라스토머는 시간당 65 파운드의 비율로 다른 압출기에 의해 사출된 다. PET는 표피층 상에 있다. 601층의 압출물을 생성하는 2개의 멀티플라이어를 통과하는 151 층 생성에 피드블록(feedblock) 방법(미국 특허 제3,801,429호에 개시된 것과 같은)이 쓰인다. 미국 특허 제3,565,985호는 예시적인 공압출물 멀티플라이어를 개시한다. 웨브(web)는 약 210°F의 웨브 온도로 약 3.6의 연신비(延伸比)로 길이 배향된다. 이어서 필름은 약 50초 동안 약 235°F로 미리 가열되고 초당 약 6 %의 비율로 약 4.0의 연신비로 횡 방향에서 연신(延伸)된다. 그런 다음, 필름은 400°F의 가열-세트 오븐에서 그 최대폭의 약 5 % 정도 느슨해진다. 그 결과 얻게되는 필름 두께는 2.5 mil이다.

생성된 캐스트 웨브는 공기측의 조직이 거칠며, 도 3에 도시된 것과 같은 투과율이 나타난다. 60 ° 에서 비연신 방향으로 p 편광에 대한 % 투과율(곡선 b)은 수직 입사(곡선 a)에서의 값과 유사하다(파장 시프트).

비교를 위해, 비교적 등방성 재료의, Mearl Corporation에 의해 제조된 필름(도 4 참조)은 60 ° 에서 p 편광에 대해 반사율에서 현저한 손실을 나타낸다(수직 입사에 대한 곡선 a 와 비교하여 곡선 b).

실시예 2(PET:Ecdel,151,거울)

151 층을 포함하는 공압출된 필름은 공압출 공정을 통해 연속 플랫-필름-제조 라인 상에서 제조된다. 고유 점도가 0.6 dl/g인 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 75 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 사출되며, 'Ecdel 9966'이란 상표명으로 이스트맨 케미칼로부터 시판되는 열가소성 엘라스토머는 시간당 65 파운드의 비율로 다른 압출기에 의해 사출된다. PET는 표피층 상에 있다. 피드블록 방법은 151 층을 생산하

는데 사용된다. 웨브는 약 210°F의 웨브 온도로 약 3.5의 연신비로 길이 배향된다. 이어서 필름은 약 12초 동안 약 215°F로 미리 가열되고 초당 약 25 %의 비율로 약 4.0의 연신비로 횡 방향에서 연신된다. 그런 다음, 필름은 약 6초 동안 400°F의 가열-세트 오븐에서 그 최대폭의 약 5 % 정도 느슨해진다. 그 결과 얻게 되는 필름 두께는 0.6 mil이다. 이 필름의 투과율은 도 5에 도시되어 있다. 비연신 방향의 60 ° 에서 편광된 p 편광의 % 투과율(곡선 b)은 파장 시프트에 의한 수직 입사(곡선 a) 값과 유사하다. 동일한 압출 조건에서, 웨브 속도는 약 0.8 mil의 두께로 적외선 반사 필름을 제조하도록 속도가 늦춰진다. 투과율은 도 6에 나타난 있다(수직 입사- 곡선 a, 60 ° -곡선 b).

실시예 3(PET:Ecdel,225,거울)

225 층을 포함하는 공압출된 필름은 한 작동으로 캐스트 웨브를 압출함으로써 제조되며, 그 후에 제조소 필름-연신 장치에서 필름을 배향시킨다. 0.5 dl/g의 고유 점도를 갖는 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 18 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 사출되며, 'Ecdel 9966'이란 상표명으로 이스트맨 케미칼로부터 시판되는 열가소성 엘라스토머는 시간당 17 파운드의 비율로 다른 압출기에 의해 사출된다. PEN은 표피층 상에 있다. 225 층의 압출물을 생성하는 2개의 멀티플라이어를 통과하는 57 층을 생산하는데 피드블록 방법이 쓰인다. 캐스트 웨브의 두께는 12 mil이고, 폭은 12 인치이다. 그런 후, 웨 브는 필름의 스퀘어 일부분을 그립하는 팬터그래프를 이용하는 동시에 그것을 일정 비율로 양쪽 방향으로 연신하는 제조소 연신 디바이스를 이용하여 이축 배향된다. 웨브의 7.46 cm 스퀘어는 약 100℃에서 연신기로 적재되어, 60초 동안 130℃로 가열된다. 그런 다음, 그 샘플이 약 3.5×3.5로 연신될때까지 100 %/초(원래의 크기에 기초하여)로 연신 공정이 착수된다. 연신 공정 바로 직후, 샘플에는 실온 공기가 제공되어 냉각된다.

도 7은 이 다층 필름(수직 입사-곡선 a, 60-곡선 b)의 광학 응답을 나타낸다. 비연신 방향의 60 ° 에서 편광된 p 편광의 % 투과율은 수직 입사와 유사하다(얼마간의 파장 시프트에 의해).

실시예 4(PEN:THV 500,449,거울)

449 층을 포함하는 공압출된 필름은 한 작동으로 캐스트 웨브를 압출함으로써 제조되며, 그 후에 제조소 필름-연신 디바이스에서 필름을 배향시킨다. 0.53 dl/g의 고유 점도를 갖는 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 56 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 사출되며, 'THV 500'이란 상표명으로 3M사에서 시판되는 플루오르 중합체는 시간당 11 파운드의 비율로 다른 압출기에 의해 사출된다. PEN은 표피층 상에 있으며, PEN의 50 %는 2 표피층에 존재한다. 피드블록 방법은 449 층의 압출물을 생성하는 2개의 멀티플라이어를 통과하는 57 층을 생산하는데 사용된다. 캐스트 웨브의 두께는 20 mil이고, 폭은 12 인치이다. 그런 후, 웨브는 필름의 스퀘어 일부분을 그립하는 팬터그래프를 이용하는 동시에 그것을 일정 비율로 양쪽 방향으로 연신하는 제조소 연신 디바이스 를 이용하여 이축 배향된다. 웨브의 7.46 cm 스퀘어는 약 100℃에서 연신기로 적재되어, 60초 동안 140℃로 가열된다. 그런 다음, 그 샘플이 약 3.5×3.5로 연신될 때까지 10%/초(원래의 크기에 기초하여)로 연신 공정이 착수된다. 연신 공정 바로 직후, 샘플에는 실온 공기가 제공되어 냉각된다.

도 8은 이 다층 필름의 투과율을 나타낸다. 다시, 곡선 a는 수직 입사에서의 응답을 나타내며, 곡선 b는 비연신 방향으로 편광된 p 편광에 대한 60 ° 에서의 응답을 나타낸다.

실시예 5(PEN:coPEN,601--하이 칼라 편광자)

601층을 포함하는 공압출된 필름은 웨브를 압출함으로써 제조된 후에 다른 실시예에서 설명된 것과 다른 텐터 상에서 필름을 배향시킨다. 0.5 dl/g의 고유 점도를 갖는 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 75 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 사출되며, 0.55 dl/g(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)의 IV를 갖는 coPEN(70 몰% 2,6 NDC[나프탈렌 디카르복실산의 메틸 에스테르] 및 30 몰% DMT[디메틸 테레프탈레이트])은 시간당 65 파운드의 비율로 다른 압출기에 의해 사출된다. 피드블록 방법은 151 층을 생산하는데 사용되며, PEN에 대해 1.22 및 coPEN에 대해 1.22의 광학층의 두께비로 층 기울기 배치를 생성하도록 설계된다. PEN 표피층은 광학 스택의 외면상에 전체 공압출된 층의 약 8 %의 두께로 공압출된다. 광학 스택은 601층의 압출물을 생성하는 2개의 멀티플라이어를 통과한다. 미국 특허 제3,565,985호에는 유사한 공압출 멀티플라이어가 개시되어 있다. 모든 연신은 텐터(tenter)에서 이루어진다. 필름은 약 20초 동안 280°F로 미리 가열되고, 초당 약 6 %의 비율로 약 4.4의 연신비로 횡 방향에서 연신된다. 그런 다음, 필름은 460 °F의 가열-세트 오븐에서 그 최대폭의 약 2% 정도 느슨해진다. 그 결과 얻게 되는 필름 두께는 1.8 mil이다.

이 필름의 투과율은 도 9에 나타나 있다. 곡선 a는 비연신 방향의 수직 입사로 편광된 P 편광의 투과율을 나타내고, 곡선 b는 비연신 방향의 60 ° 입사로 편광된 p 편광의 투과율을 나타내며, 곡선 c는 연신 방향의 수직 입사로 편광된 빛의 투과율을 나타낸다. 수직 입사 및 60 ° 입사 모두에서 p 편광은 비균일하게 투과된다. 400-700 nm 상에서 곡선 a에 평균 투과율은 84.1 %이며, 400~700 nm 상에서 곡선 b에 대한 평균 투과율은 68.2 %이다. 곡선 c의 평균 투과율은 9.1%이다. 곡선 a의 %RMS 칼라는 1.4%이고, 곡선 b의 % RMS 칼라는 11.2 %이다.

실시예 6(PEN:coPEN,601,Polarizer)

601층을 포함하는 공압출된 필름은 공압출 공정을 통해 연속 플랫-필름-제조 라인 상에서 제조된다. 0.54 dl/g의 고유 점도를 갖는 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)(60 wt.% 페놀 + 40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 75 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 사출되며, coPEN은 시간당 65 파운드로 다른 압출기에 의해 사출된다. coPEN은 70 몰% 2,6 나프탈렌 디카르복실레이트 메틸 에스테르, 15 % 디메틸 이소프탈레이트 및, 에틸렌 글리콜을 가진 15 % 메틸 테레프탈레이트의 공중합체이다. 151 층 생성을 위해 피드블록 방법이 쓰인다. 피드블록은 PEN에 대해 1.22 및 coPEN에 대해 1.22의 광학층 두께의 비를 갖는 층의 기울기 배치를 생성하도록 설계된다. PEN 표피층은 광학 스택의 외면상에 공압출물층의 전체 8 % 두께 로 공압출된다. 광학 스택은 2개의 연속적인 멀티플라이어에 의해 멀티플된다. 멀티플라이어의 소정의 멀티플렉션 비는 각각 1.2 및 1.27이다. 이어서, 필름은 약 40초 동안 310 °F로 미리 가열되고, 초당 6 %의 비율에서 약 5.0의 연신비로 횡 방향에서 연신된다. 그 결과 얻게 되는 필름 두께는 약 2 mil이다.

도 10은 이 다층 필름에 대한 투과율을 나타낸다. 곡선 a는 비연신 방향의 수직 입사에서 편광된 빛의 투과율을 나타내고, 곡선 b는 비연신 방향의 60 ° 입사에서 편광된 p 편광의 투과율을 나타내며, 곡선 c는 연신 방향의 수직 입사에서 편광된 빛의 투과율을 나타낸다. 수직 입사와 60 ° 입사에서 p 편광의 투과율은 매우 높다(80-100%). 곡선 c로 표시된, 연신 방향의 가시 영역(400~700 nm)에서 편광된 빛은 매우 높은 차단을 나타낸다. 차단은 500 내지 650 nm에서 거의 100%이다.

실시예 7(PEN:sPS,481,편광자)

481 층의 다층 필름은, 이스트맨 케미칼로부터 시판되는, 고유 점도가 0.56 dl/g(60 wt.% 페놀 및 40 wt % 디클로로벤젠)인 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 및 규칙 배열 폴리스티렌(sPS) 동종 중합체(Dow Corporation의 중량 평균 분자량 = 200,000 달톤)로 형성된다. PEN은 외층 상에 있으며 시간당 26 파운드로 압출되며, sPS는 시간당 23 파운드로 압출된다. 61층을 생성하는데 피드블록이 이용되며, 각 층은 대략 동일한 두께를 갖는다. 피드블록 후에, 3개의 (2x) 멀티플라이어가 사용된다. 피드블록에 제공되는 동일한 PEN을 함유하는 동일한 두께의 표피층들은 시간당 전체 비율의 22 파운드로 최종 멀티플라이어 다음에 추가된다. 웨브는 두께 또는 약 0.011 인치(0.276 mm)로 12'폭 다이를 통해 압출 성형된다. 압출 온도는 290 ℃이다.

이 웨브는 9일 동안 주위 상태에서 보관된 다음, 텐터 상에서 일축 배향된다. 필름은 약 25초 동안 약 320°F(160°C)에서 미리 가열되고, 초당 약 28 %의 비율에서 약 6 : 1의 연신비로 횡 방향으로 연신된다.

도 11은 481 층을 함유하는 PEN:sPS 반사 편광자의 광학 성능을 나타낸다. 곡선 a는 비연신 방향의 수직 입사에서 편광된 빛의 투과율을 나타내며, 곡선 b는 비연신 방향의 60 ° 입사에서 편광된 P 편광의 투과율을 나타내며, 곡선 c는 연신 방향의 수직 입사에서 편광된 빛의 투과율을 나타낸다. 400-700 nm 상의 곡선 a의 평균 투과율은 86.2 %이고, 400~700 nm 상의 곡선 b의 평균 투과율은 79.7 %이다. 곡선 c로 표시되는, 연신 방향의 가시 영역(400-700 nm)에서 편광된 빛은 매우 높은 차단을 갖는다. 필름은 400 nm 와 700 nm 사이에서 곡선 c에 대해 1.6 %의 평균 투과율을 갖는다. 곡선 a에 대한 %RMS 칼라를 3.2 %이고, 곡선 b에 대한 %RMS 칼라는 18.2 %이다.

실시예 8(PET:Ecdel,601,거울)

601층을 포함하는 공압출된 필름은 공압출 공정을 통해 연속 플랫-필름-제조 라인 상에서 제조된다. 0.6 dl/g의 고유 점도를 갖는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 75 파운드의 비율에서 피드불록으로 사출되며, 'Ecdel 9966'이란 상표명으로 이스트맨 케미칼로부터 시판되는 열가소성 엘라스토머는 시간당 60 파운드의 비율로 사출된다. PET는 표피층 상에 있다. 601층의 압출물을 산출하는 2개의 멀티플라이어를 통과하는 151 층을 생산하는데 피드블록 방법이 쓰인다. 멀티플라이어는 1.2(피드블록 다음) 및 1.27의 공칭상의 멀티플케이션 비를 갖는다. 시간당 24 파운드의 전체 작업 처리량에 있어서 2개의 표피층은 마지막 멀티플라이어와 다이 사이에 대칭적으로 부가된다. 표피층은 PET로 이루어지며, 피드블록으로 PET를 공급하는 동일한 압출기에 의해 압출된다. 웨브는 약 205°F의 웨브 온도로 약 3.3의 연신비로 길이 배향된다. 이어서, 필름은 약 205°F로 미리 가열되고, 초당 약 9%의 비율에서 약 3.3의 연신 비로 횡 방향으로 연신된다. 그런 다음, 필름은 450°F의 가열-세트 오븐에서 그 최대 폭의 약 3 % 정도 느슨해진다. 그 결과 얻게 되는 필름의 두께는 약 0.0027 인치이다.

이 필름은 도 12에 나타난 것과 같은 광학 성능을 제공한다. 투과율은 곡선 a로 표시되며, 반사율은 곡선 b로 표시된다. 곡선 b에 대한 광 반사율은 91.5 %이다.

실시예 9(PEN:PCTG,481,편광자)

481 층을 포함하는 공압출된 필름은 한 작동으로 캐스트 웨브를 압출함으로써 제조되며, 그 후에 제조소 필름-연신 디바이스에서 필름을 배향시킨다. 피드블록 방법은 61층 피드블록 및 3(2x) 멀티플라이어와 함께 사용된다. 두꺼운 표피층은 최종 멀티플라이어와 다이 사이에 부가된다. 고유 점도가 0.47 dl/g(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)인 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)는 시간당 25.0 파운드의 비율로 한 압출기에 의해 피드블록으로 사출된다. 상표명 'PCTG 5445'로 이스트맨 케이칼로부터 시판되는, 글리콜 개질된 폴리에틸렌 디메틸 시클로헥산 테레프탈 레이트는 시간당 25.0 파운드의 비율로 다른 압출기에 의해 사출된다. PEN은 표피층 상에 있다. 상기 압출기로부터의 PEN의 다른 스트림은 시간당 25 파운드의 비율로 표피층으로서 부가된다. 캐스트 웨브는 0.007 인치 두께 및 12 인치 폭을 갖는다. 그 후, 웨브는 필름의 일부분을 그립하는 팬터그래프를 이용하는 제조소 연신 디바이스를 이용하여 일축으로 배향되며, 다른 방향에서 자유롭게 느슨해질 수 있으면서 일정 비율로 한쪽 방향에서 연신한다. 적재된 웨브의 샘플은 팬터그래프의 그립퍼 사이에서 약 5.40 cm 폭(억제된 방향) 및 7.45 cm의 길이를 갖는다. 웨브는 약 100°C에서 연신기로 적재되어 약 45초 동안 135°C로 가열된다. 그런 다음, 연신 공정은 샘플이 약 6 : 1(그립퍼-그립퍼 측정에 기초하여)로 연신될 때까지 20 %/초(원래의 크기에 기초하여)에서 착수된다. 연신 공정 직후에, 샘플에는 실온 공기가 제공되어 냉각된다. 샘플의 중심에서, 필름은 계수 2.0만큼 느슨하게 된다.

도 13은 이 다층 필름의 투과율을 나타내는데, 곡선 a는 수직 입사에서 비연신 방향으로 편광의 투과율을 나타내며, 곡선 b는 60 ° 입사에서 비연신 방향으로 편광된 p 편광에 대한 투과율을 나타내며, 곡선 c는 수직 입사에서 연신 방향으로 편광의 투과율을 나타낸다.

실시예 10(PET:Ecdel,150,은)

151 층을 포함하는 공압출된 필름은 공압출 공정을 통해 연속 플랫-필름-제조 라인 상에서 제조된다. 0.6 dl/g의 고유 점도를 갖는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)(60 wt.% 페놀/40 wt.% 디클로로벤젠)는 시간당 75 파운드의 비율에서 피드블록으로 한 압출기에 의해 사출되며, 'Ecdel 9966'이란 상표명으로 이스트맨 케미 칼로부터 시판되는 열가소성 엘라스토머는 시간당 65 파운드의 비율에서 다른 압출기에 의해 피드블록으로 사출된다. 20ft/min의 캐스팅 휠 속도로 151 층을 생성하는데 피드블록 방법이 쓰인다. 표피층은 PET이고, 내부층보다 더 두꺼우며, 필름 두께의 약 8%를 차지한다. 웨브는 약 210°F의 웨브 온도로 약 3.5의 연신비로 길이 배향된다. 이어서, 필름은 약 12초 동안 약 215°F로 미리 가열되고, 초당 약 25 %의 비율에서 약 4.0의 연신비로 횡 방향에서 연신된다. 그런 다음, 필름은 약 6

초 동안 400°F로 가열-세트 오븐에서 그 최대 폭의 약 5 % 정도 느슨해진다. 그 결과 얻게 되는 필름 두께는 약 0.6 mil이다.
이 다층 중합체층은 아르곤의 4.5 미크론의 스퍼터 압력을 이용하여 Airco 373 캐소드로부터 지지되지 않는 웨브 상으로 스퍼터링된 은으로 코팅된다. 목표물에 대한 300 와트의 공급에 의해, 519 V의 전압 및 0.06 A의 전류가 발생한다. 분당 10 피트의 웨브 속도를 이용하여 은 층은 550 nm에서 53 %의 투과 레벨 및 0.15 mhos/sq.의 전도율에 대해 다층화된 중합체 필름 상으로 코팅된다.
3M사에서 제품 번호 597197P56로 시판되는 2 mil 폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름은, 상기 다층 중합체 필름과 동일한 조건을 이용하여 동일한 방식으로 Airco 373 캐소드로부터 지지되지 않는 웨브 상으로 스퍼터링된 은으로 코팅된다.
은코팅된 다층 중합체 필름 및 은코팅된 PET 필름은 Perkin Elmer λ-9로 그 광학 스펙트럼 반사를 측정함으로써 특징지워진다. 측정된 샘플 투과 스펙트럼은 가시선 스펙트럼 상에서 집중된 사람 눈의 감도 함수와 곱해지는데, 이를 T_{lum} 이라 고 한다. 측정된 샘플 반사(R_{AM2}) 및 투과 스펙트럼(T_{AM2})은 ASTM E903, 즉 *'Standard Test For Solar Absorbance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres'* 에 따라 공기 매스 2 태양 스펙트럼 상으로 통합된다. 우세 파장은 ASTM E308, 즉 *'Standard Test Method for Computing The Colors of Objects Using the CIE system'* 에 따라 광원 C와 10 ° 관찰자를 이용하여 CIE 기술에 의해 계산된 샘플의 분명한 칼라이다. 칼라 순도는 칼라의 채도이며, 0 %는 백색을 의미하고, 100 %는 순수 칼라를 의미한다. 명암 계수는 다음 공식에 의해 은코팅된 다층 중합체 필름의 공기 매스 2 통합된 R 및 T 스펙트럼으로부터 계산된다.

$$SC = \frac{T^{f}_{AM2} + f \times (100 - T^{f}_{AM2} - R^{f}_{AM2})}{T^{g}_{AM2} + f \times (100 - T^{g}_{AM2} - R^{g}_{AM2})}$$

여기에서, f는 흡광된 태양 에너지의 내부 흐름 분율이다.
광학 특성의 결과치는 아래 표1에 나타난다. 은코팅된 다층 중합체 필름 및 은코팅된 PET 모두에 대한 가시선 투과 세기는 유사하게 58 % 대 57 %이다. 그 투과된 칼라는 모두 10 % 순도 이하를 갖는 밝은 청색이다. 은코팅된 다층 중합체 필름에 대한 낮은 태양 투과 및 높은 태양 반사는 명암 계수에 있어서 은코팅된 PET에 대해 0.05 에서 0.43으로 감소된다. 이는, 본 발명의 은코팅된 다층 중합체 필름이 가시선 투과에서 현저한 변화없이 열 성능에서 상당한 차리를 제공함을 의미한다.
[표 1]

샘플	T_{lum}	T_{AM2}	R_{AM2}	명암 계수	우세 파장(nm)	칼라 순도(%)
다층 광학 필름	86.1	74.6	25	0.81	599	1
은코팅된 다층 광학 필름	58.4	38.2	54.8	0.43	474	8.1
은코팅된 PET	56.7	42.1	40.6	0.5	475	9.4

도 15는 실시예 10의 은코팅된 다층 중합체 필름의 광학 성능을 나타낸다. 1500 nm 이상의 고반사율은 은코팅으로 인한 것이지만 스펙트럼 영역의 반사율이 1250 nm 이하인 것은 다층 중합체 필름으로 인한 것이다.

실시예11(PET:'Ecdel',150, 상표명 'Scotchinct'인, 은-코팅된 필름)

151개 층을 포함하는 공압출된 필름은 실시예 1에 따라 공압출 공정을 통해 연속 플랫-필름-제조 라인상에서 제조되며, 표피층은 광학 스택의 외면 상에 전체 공압출층의 약 14 %의 두께로 공압출된다.
이러한 다층 중합체 필름은, 'Scotchtinct' 필름상에 주로 사용되는 미네소타 세인트 폴에 소재하는 3M에서 시판되는 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 압력 민감 접착제를 사용하여, 상표명 'Scotchtint' Film IN50BR인, 미네소타 세이트 폴에 소재하는 3M사에서 시판되는 은코팅된 필름에 적층된다.
3가지 샘플이 제공되는데, 그 중 하나는 1/4 인치 투명 유리에 접착되는 다층의 IR 필름, 또하나는 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 PSA를 사용하여 1/4 인치 투명 유리에 접착되는 'Scotchinct' Film IN50BR: 나머지 하나는 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 PSA를 사용하여 1/4 인치 투명 유리에 접착되고, 이어서 'Scotchint' IN50BR 필름에 도포되어 다층 IR 필름/'Scotchint' 필름 적층물을 형 성시키는 다층 IR 필름이며, 이러한 샘플의 특징은 실시예 10에 기술된 바와 같이 Perkin Elmer λ-9에서 광학 스펙트럼 반사치를 측정할 수 있다는 것이다.
광학 특징의 측정 결과치는 이하의 표 2에 나타낸다. 다층 중합체 필름에 대한 가시선 투과 세기는 'Scotchint' IN50BR 필름보다 75 % : 50 %로 더 바람직하고, 다층 필름/'Scotchint' 적층물은 45 %로 약간 나쁘지만, 다층 필름 및 'Scotchint' 필름 각각에 비해 0.62 및 0.39에 비교되는 적층물에 대한 0.30의 명암 계수의 상당한 개선을 가져온다. 투과되는 칼라는 순도가 10 % 미만의 양쪽의 청색 빛이다.
[표 2]

샘 플	T_{lum}	T_{AM2}	R_{AM2}	명암 계수	우세 파장(nm)	칼라 순도(%)
다층 필름	75	51	40	0.62	575	10.5
"Scotchint" IN50BR 필름	50	31	58	0.39	478	9.7
다층/"Scotchint" 적층물	45	23	67	0.29	490	2.1

실시예 12(PET: Ecdel, 150, 상표명 'Scotchint'인 니켈-코팅된 필름)

151개 층을 포함하는 공압출된 필름은 실시예 1에 따라 공압출 공정을 통해 연속 플랫-필름-제조 라인상에서 제조되며, 표피층은 광학 스택의 외면상에 전체 공압출층의 약 14 % 두께를 공압출된다.
이러한 다층 중합체 필름은, 'Scotchtinct' 필름상에 주로 사용되는 미네소타 세인트 폴에 소재하는 3M사에서 시판되는 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 압력 민감 접착제를 사용하여, 상표명 'Scotchtint' Film RE50NEARL인, 미네소타

세이트 폴에 소재하는 3M사에서 시판되는 니켈 코팅된 필름에 적층된다.
두 가지 샘플이 제공되는데, 하나는 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 PSA를 사용하여 1/4 인치 투명 유리에 접착되는 'Scotchinct' Film RE50NEARL: 나머지 하나는 95/5 IOA/아크릴아미드 아크릴 PSA를 사용하여 1/4 인치 투명 유리에 접착되고, 이어서 'Scotchint' RE50NEARC 필름에 도포되어, 다층 IR 필름/Scotchint(등록상표) 필름 적층물을 형성시키는 다층 IR 필름이며, 이러한 샘플은 실시예 11의 1/4 인치 투명 유리에 접착되는 다층 IR 필름과 비교된다. 상기 샘플들의 특징은 실시예 10에 기술된 바와 같이 Perkin Elmer λ-9에서 광학 스펙트럼 반사치를 측정할수 있다는 것이다.
광학 특징의 측정 결과치는 다음의 표 3에 나타낸다. 다층 중합체 필름의 가시선 투과 세기는 'Scotchint' RE50NEARC 필름보다 755 % : 51 %로 더욱 양호하고, 다층 필름/'Scotchint' 적층물은 44 %로 다소 나쁘지만, 다층 필름 및 'Scotchint' 필름 각각의 명암 계수 0.62 및 0.64에 비교하여 적층물에 대한 명암 계수 0.45로 상당하게 향상된다.
[표 3]

샘 플	T_{lum}	T_{AM2}	R_{AM2}	명암 계수	우세 파장(nm.)	칼라 순도(%)
다층 필름	75	51	40	0.62	575	10.5
"Scotchint" RE50NEARC 필름	51	43	12	0.64	482	2.2
다층/"Scotchint" 적층물	44	28	33	0.45	570	9.5

본 발명의 기타 변경 실시예 및 변화는 상술한 지침의 견지에서 가능하다. 예를 들면, UV 흡광제 및 기타 조절 접착제는 본 발명에서 사용되는 하나 이상의 다층 중합체 필름층에 도포될 수 있다. 그러나, 당업자는 첨부된 청구범위에 나타 난 본 발명의 의도된 전체 범위 이내에서 상술된 특정 실시예가 변형될 수 있음을 이해할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
스펙트럼의 적외선 영역에서 빛을 반사하고 스펙트럼의 가시선 영역에서 빛을 투과하며, 제1 중합체 필름을 이루는 적어도 1개의 층(12, 102)과 제2 중합체 필름을 이루는 적어도 1개의 층(14, 104)으로 구성되는 복수의 층을 구비하는 중합체 필름(10, 100)으로 이루어지는 투명한 다층 디바이스에 있어서,
상기 제1 중합체 필름을 이루는 재료와 제2 중합체 필름을 이루는 재료간의 굴절률차는 3개의 상호 수직하는 축의 제1축을 따라 약 0.05 이하이고, 상기 제1 중합체 필름을 이루는 재료와 제2 중합체 필름을 이루는 재료간의 굴절률차는 3개의 상호 수직하는 축의 제2축을 따라 적어도 약 0.05이고, 상기 3개의 상호 수직하는 축의 제1축은 상기 필름의 평면에 수직이며,
금속 또는 금속 화합물을 함유하는 적어도 1개의 층을 갖는 투명한 컨덕터를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명한 다층 디바이스.

청구항 2.
제1항에 있어서, 상기 필름은 적어도 한쪽 방향에서 비연신 방향의 크기의 적어도 2배까지 연신된 것인 투명한 다층 디바이스.

청구항 3.
제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 금속은 은, 금, 구리, 알루미늄 및 도핑 처리된 이산화주석, 도핑 처리되지 않은 이산화주석, 산화아연 및 산화인듐주석으로 구성된 군으로부터 선택되는 것인 투명한 다층 디바이스.

청구항 4.
제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 금속 또는 금속 화합물을 함유하는 층은 다층 중합체 필름에 적층된 금속화 중합체 또는 유리판을 포함하는 것인 투명한 다층 디바이스.

청구항 5.
제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 중합체 재료는 반결정질 폴리에스테르인 것인 투명한 다층 디바이스.

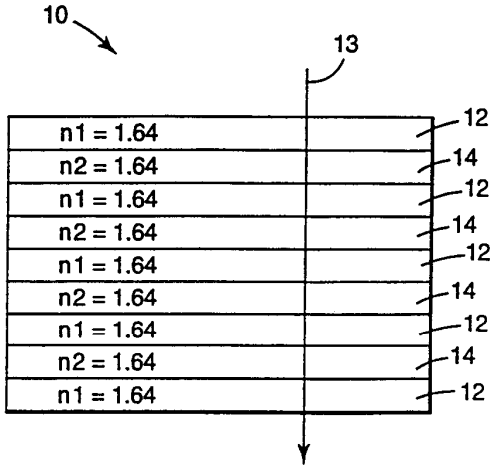
청구항 6.
제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 디바이스는 거울인 것인 투명한 다층 디바이스.

청구항 7.
유리 또는 플라스틱 기판의 표면에 적용시키는 청구항 제1항 또는 제2항에 기재된 디바이스를 포함하는 것인 물품.

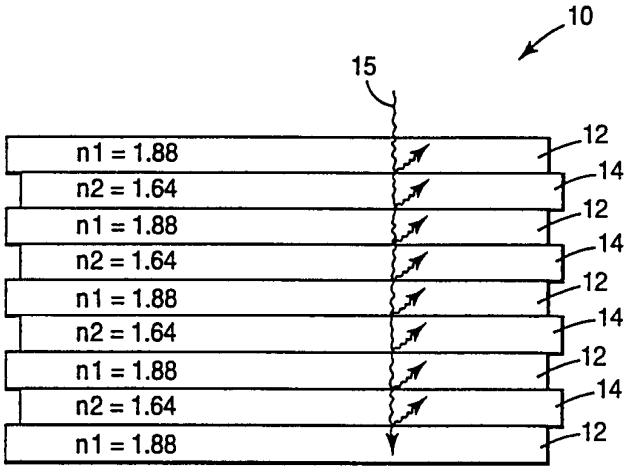
청구항 8.
제7항에 있어서, 상기 물품은 건물이 외부 윈도우, 또는 자동차, 트럭 또는 항공기의 방풍 유리 또는 윈도우인 것인 물품.

도면

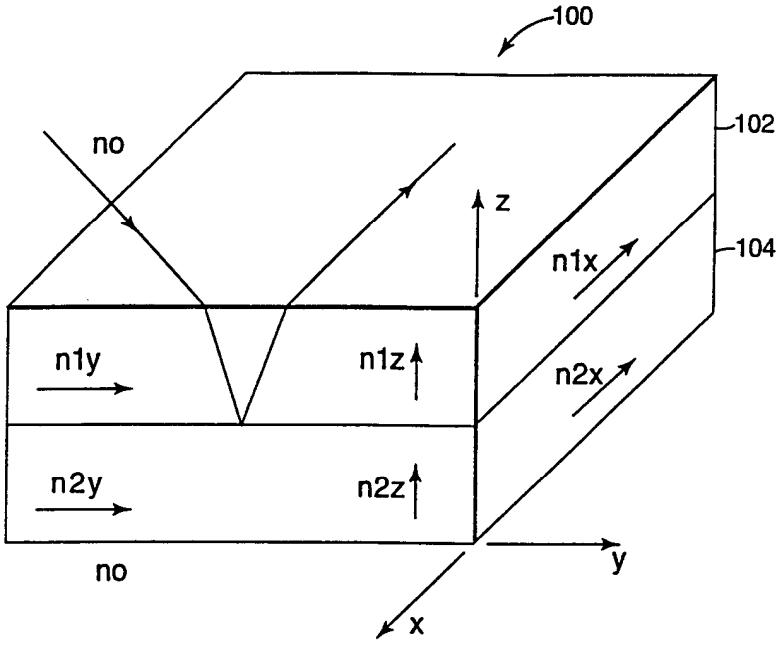
도면1a



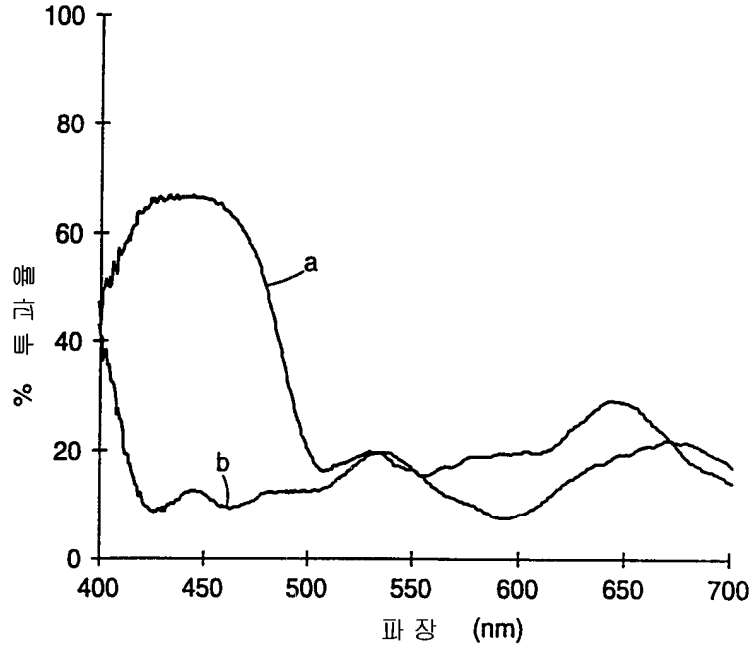
도면1b



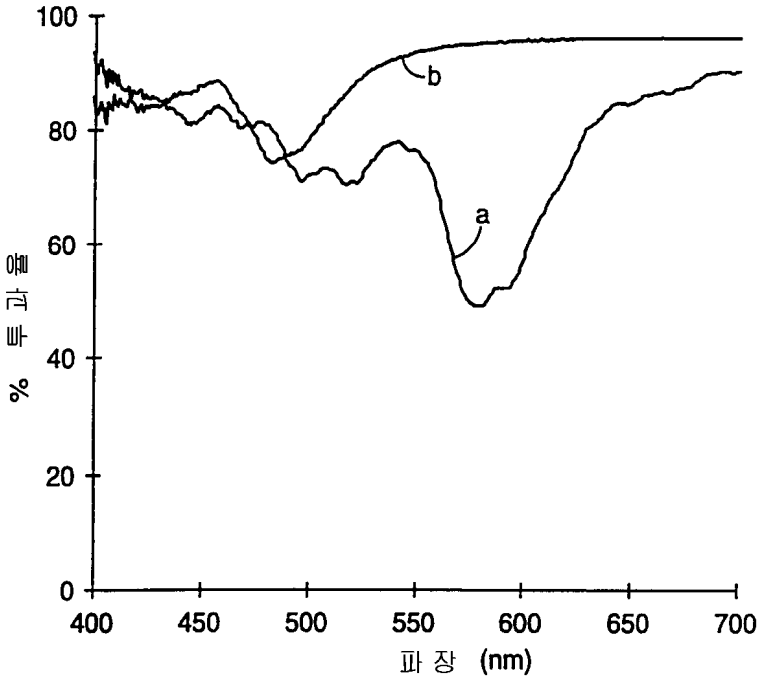
도면2



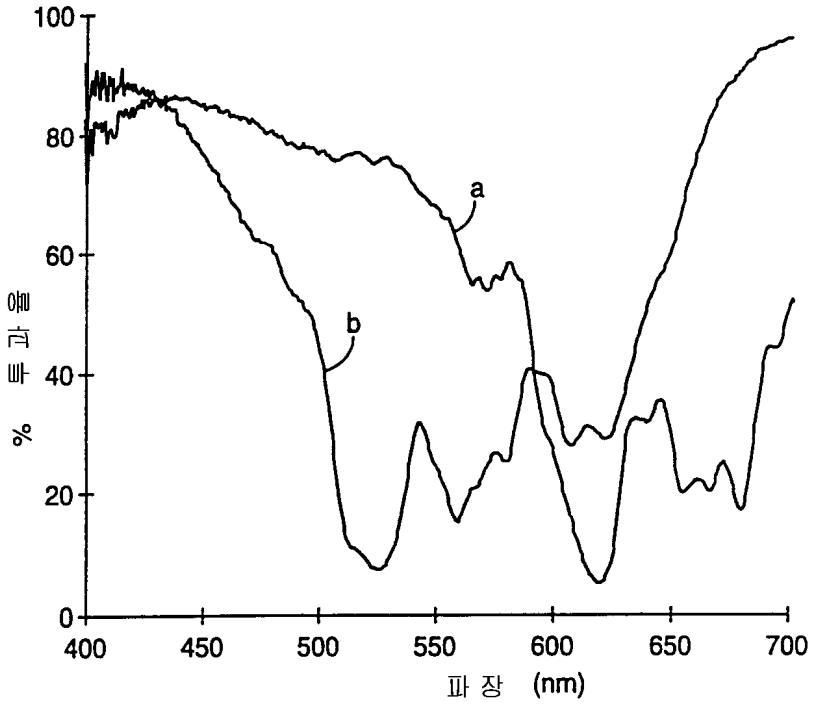
도면3


100
80
60
40
20
0
% 투과율
a
b
400
450
500
550
600
650
700
파장 (nm)

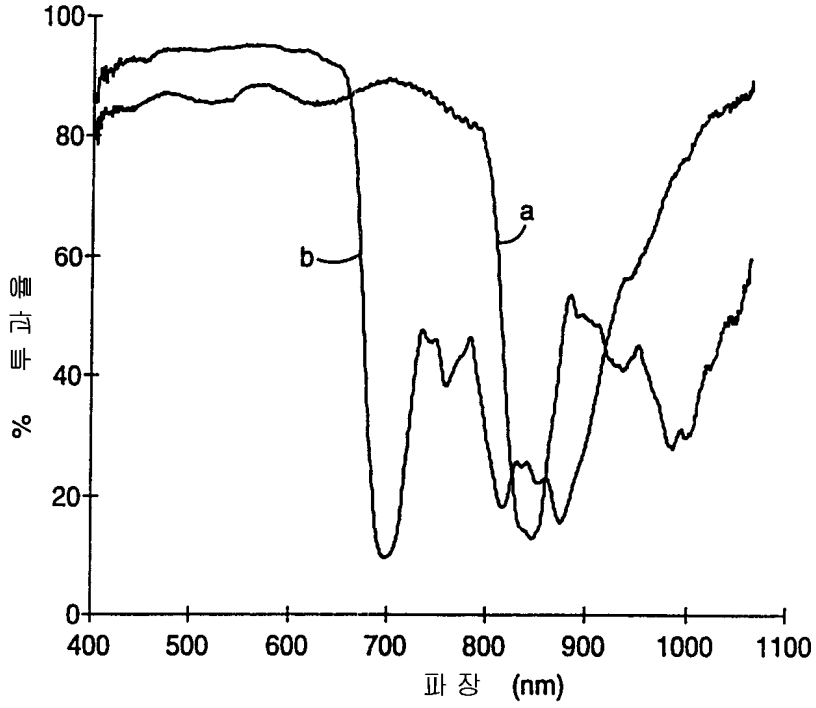
도면4


100
80
60
40
20
0
% 투과율
b
a
400
450
500
550
600
650
700
파장 (nm)

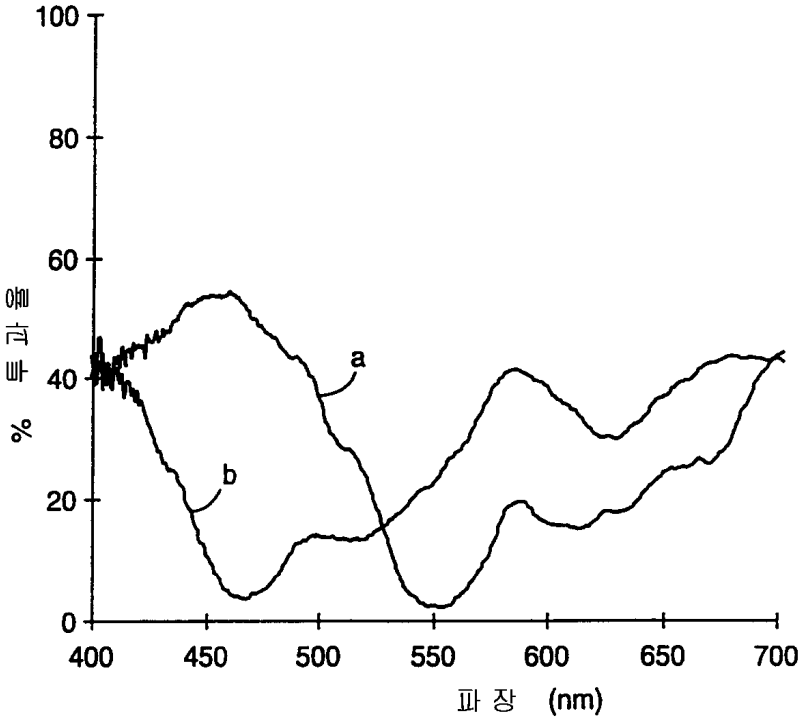
도면5


100
80
60
40
20
0
%
투과율
a
b
400
450
500
550
600
650
700
파장 (nm)

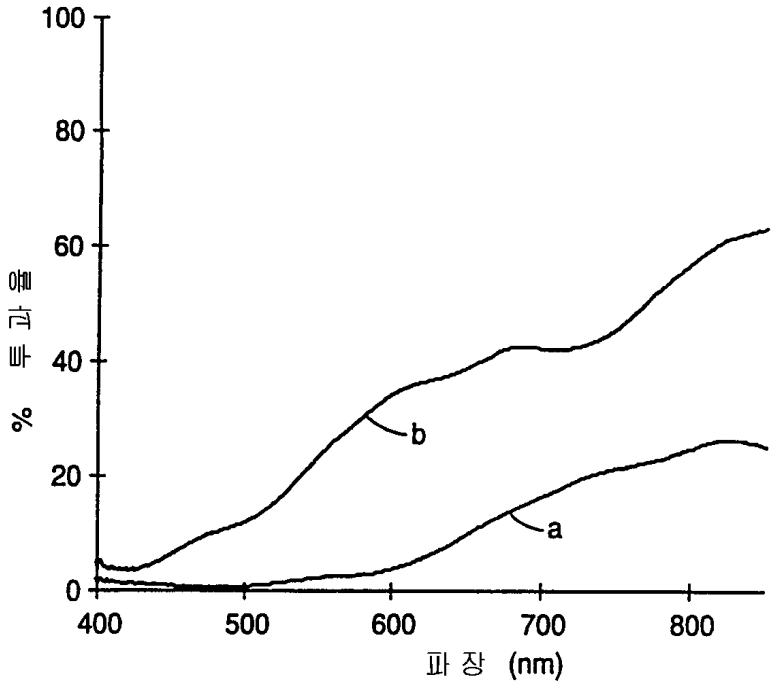
도면6


100
80
60
40
20
0
%
투과율
a
b
400
500
600
700
800
900
1000
1100
파장 (nm)

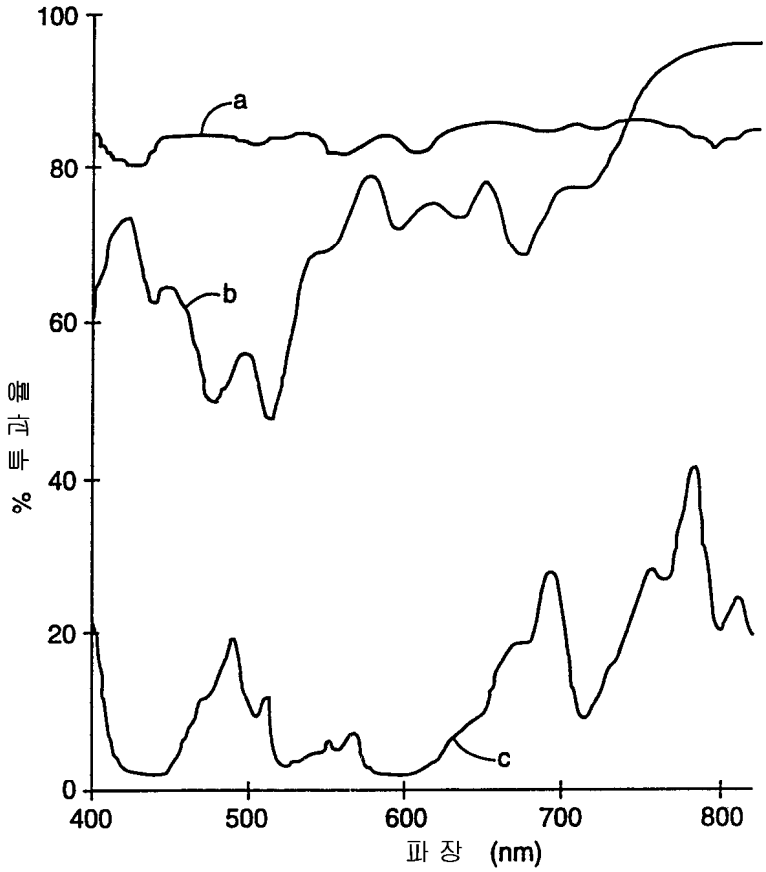
도면7


100
80
60
40
20
0
% 투과율
a
b
400
450
500
550
600
650
700
파 장 (nm)

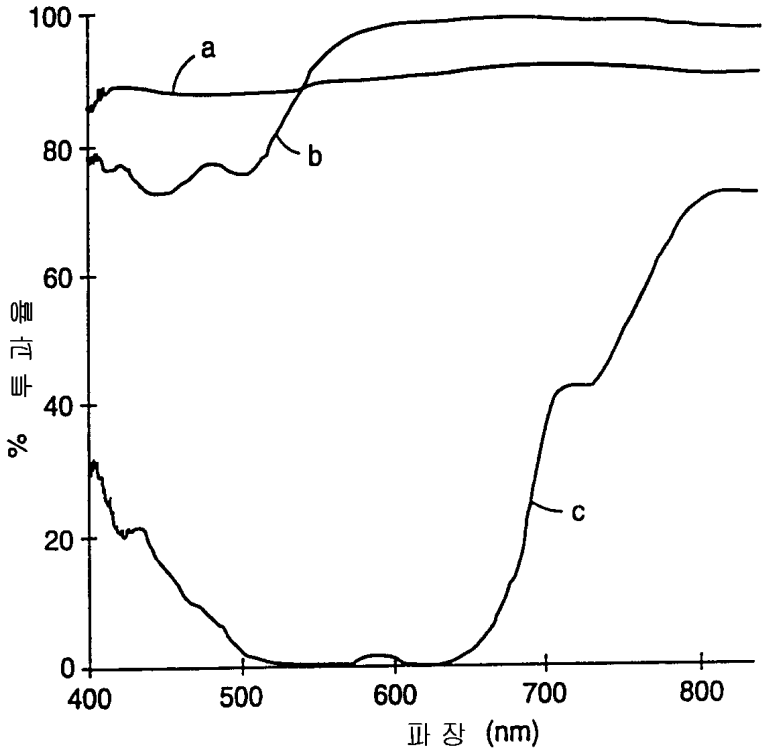
도면8


100
80
60
40
20
0
% 투과율
b
a
400
500
600
700
800
파 장 (nm)

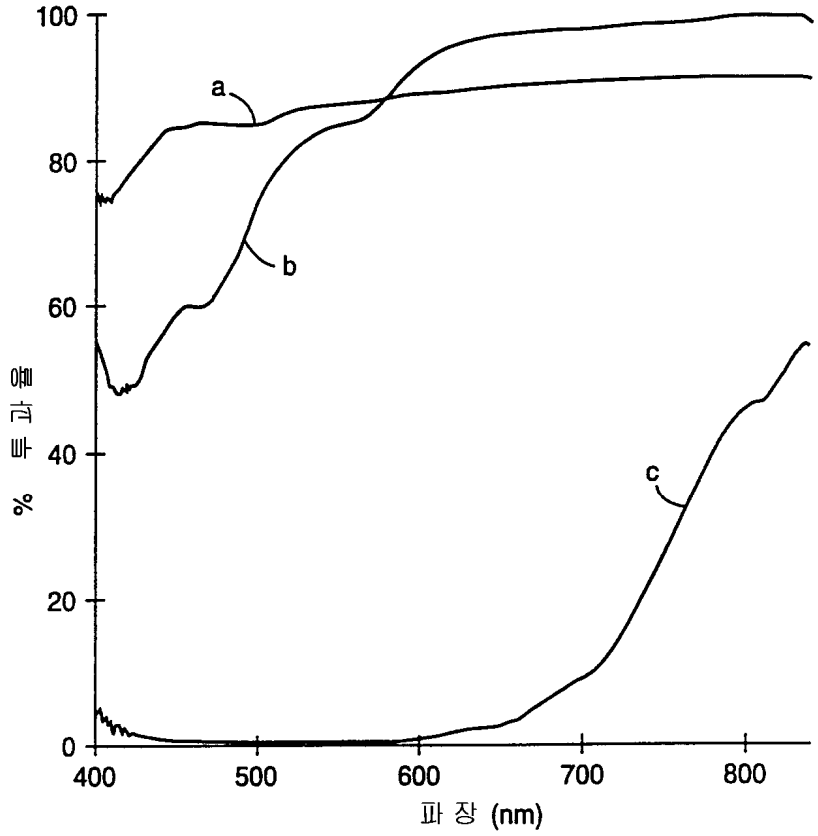
도면9


100
80
60
40
20
0
% 투과율
a
b
c
400
500
600
700
800
파 장 (nm)

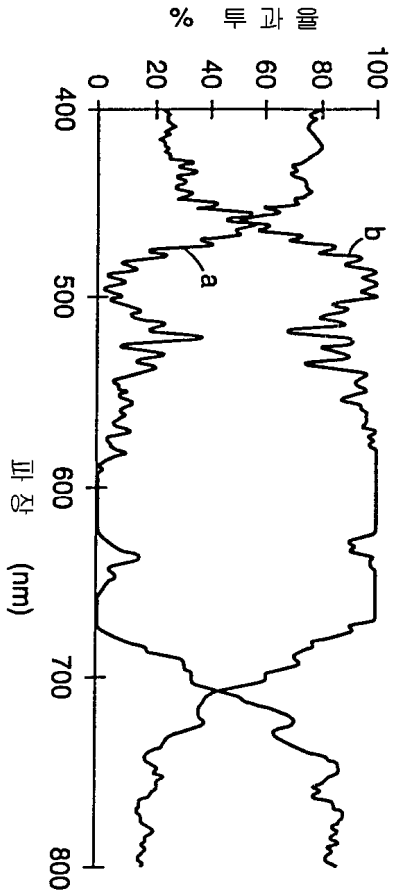
도면10


100
80
60
40
20
0
% 투과율
a
b
c
400
500
600
700
800
파 장 (nm)

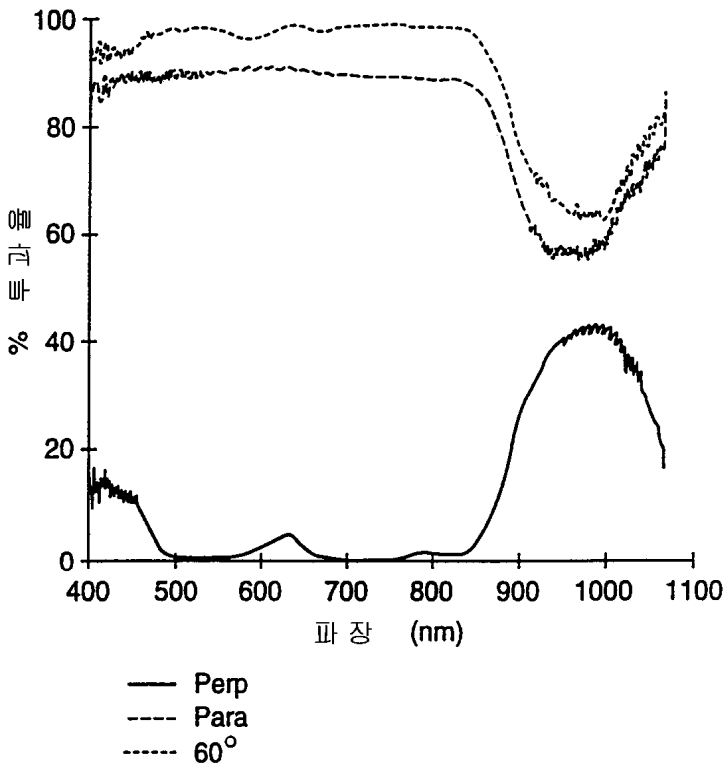
도면11


100
80
60
40
20
0
% 투과율
400
500
600
700
800
파장 (nm)
a
b
c

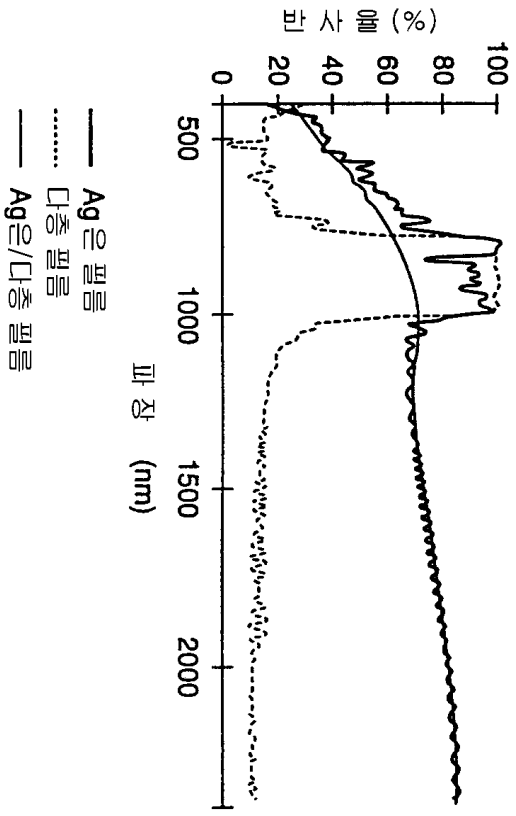
도면12


% 투과율
0
20
40
60
80
100
400
500
600
700
800
파장 (nm)
a
b

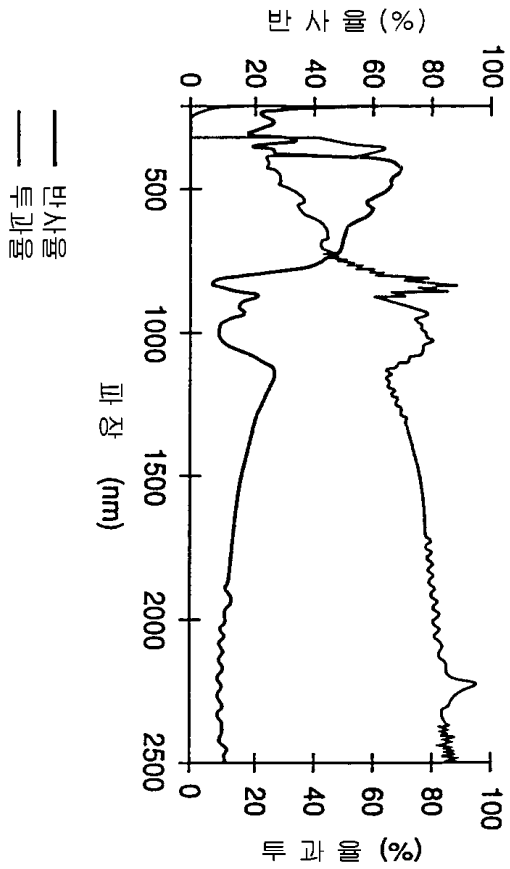
도면13


100
80
60
40
20
0
% 투과율
400
500
600
700
800
900
1000
1100
파 장 (nm)
Perp
Para
60°

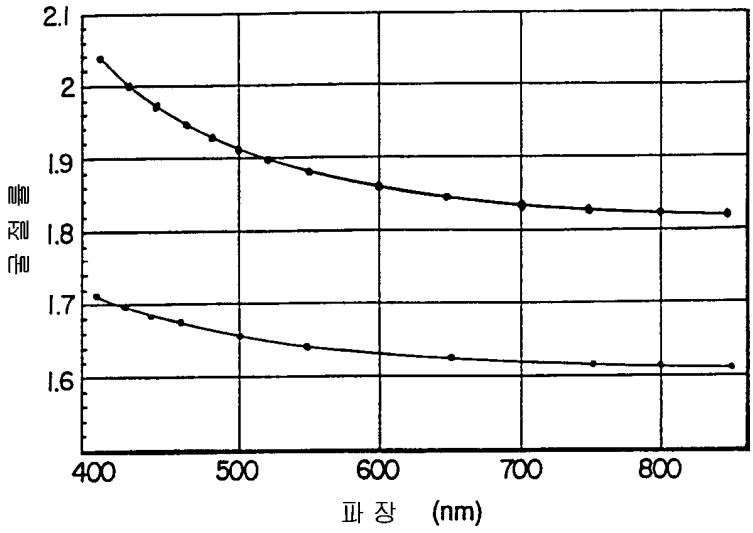
도면14


반 사 율 (%)
0
20
40
60
80
100
500
1000
1500
2000
파 장 (nm)
Ag 층 필름
다층 필름
Ag층/다층 필름

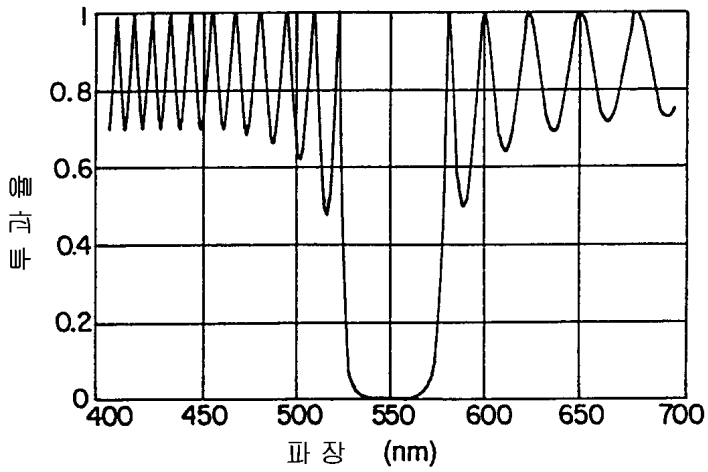
도면15


반 사 율 (%)
0
20
40
60
80
100
500
1000
1500
2000
2500
파 장 (nm)
투과율
반사율
투 과 율 (%)

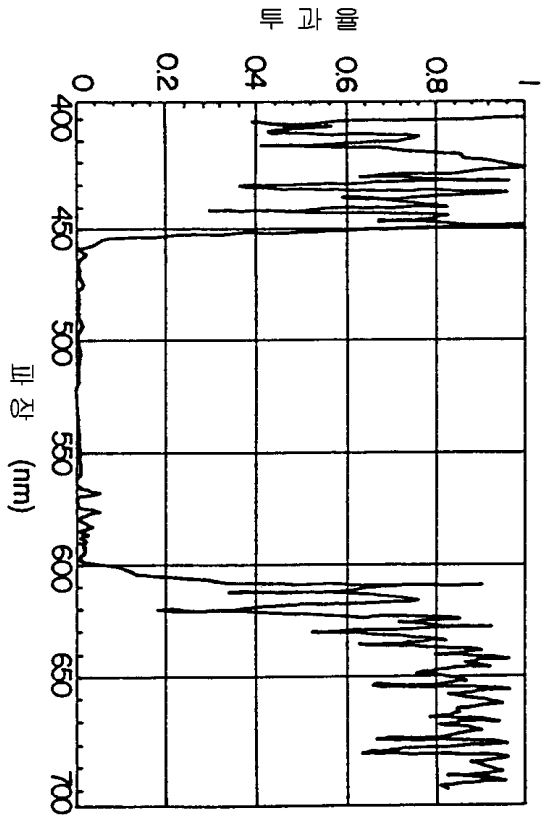
도면16


2.1
2
1.9
1.8
1.7
1.6
굴절률
400
500
600
700
800
파 장 (nm)

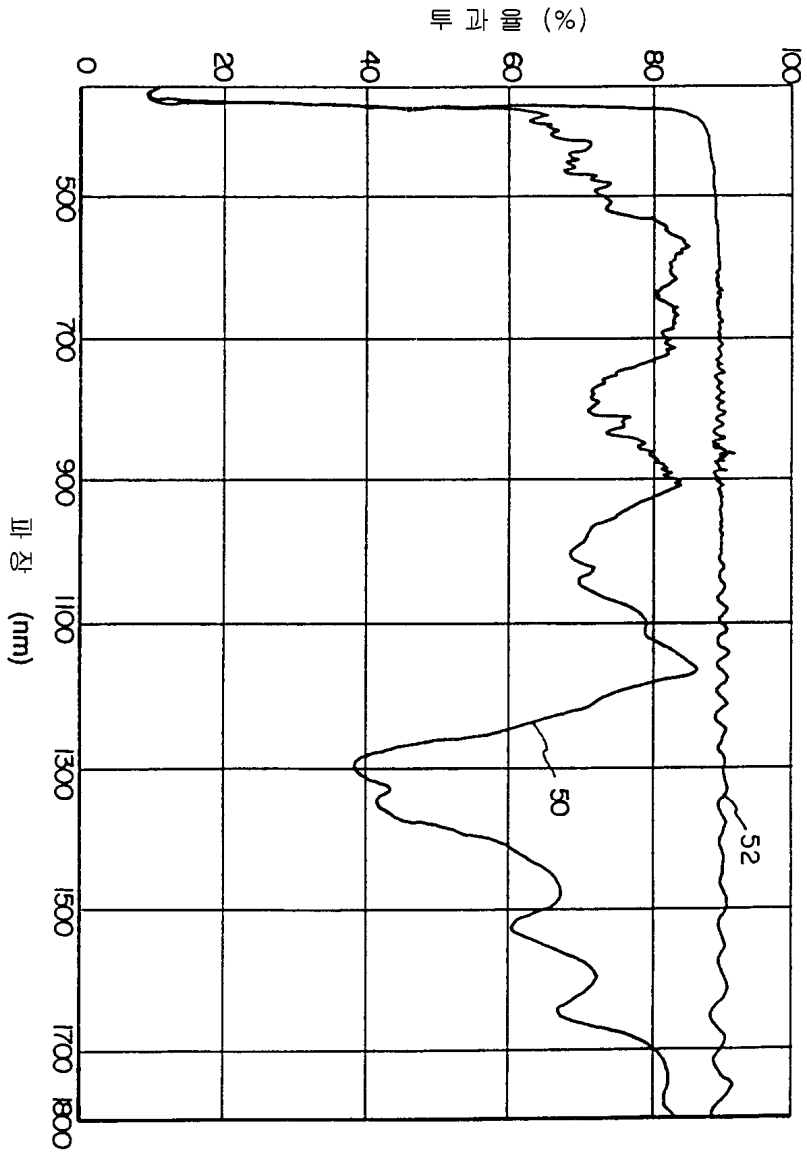
도면17


투 과 율
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
450
500
550
600
650
700
파 장 (nm)

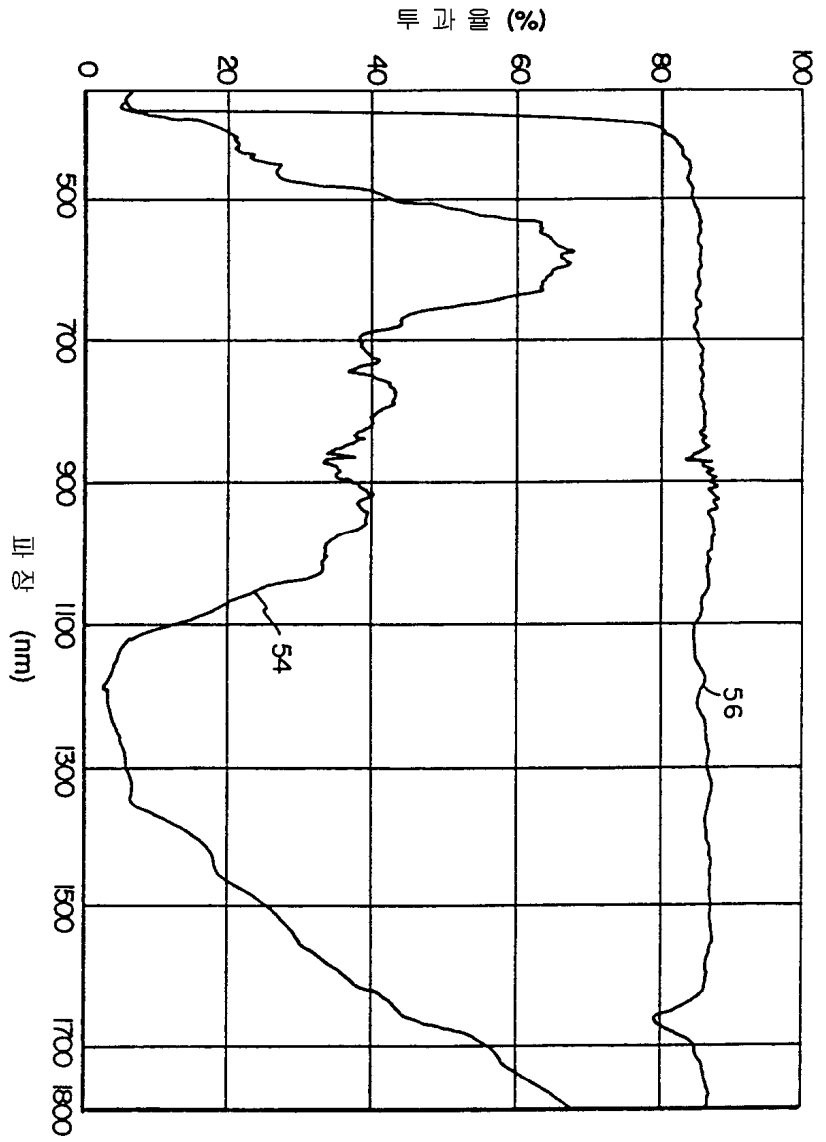
도면18


투 과 율
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
파 장 (nm)
400
450
500
550
600
650
700

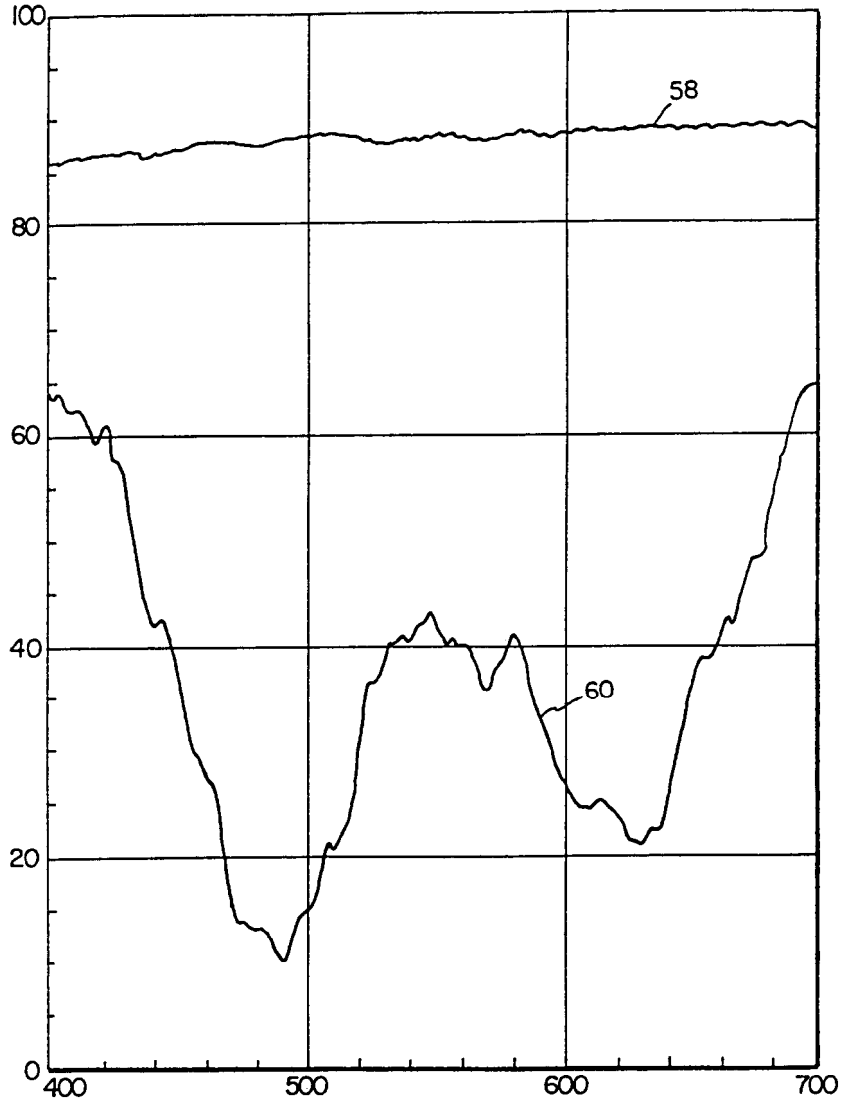
도면19


투 과 율 (%)
0
20
40
60
80
100
500
700
900
1100
1300
1500
1700
1800
파 장 (nm)
50
52

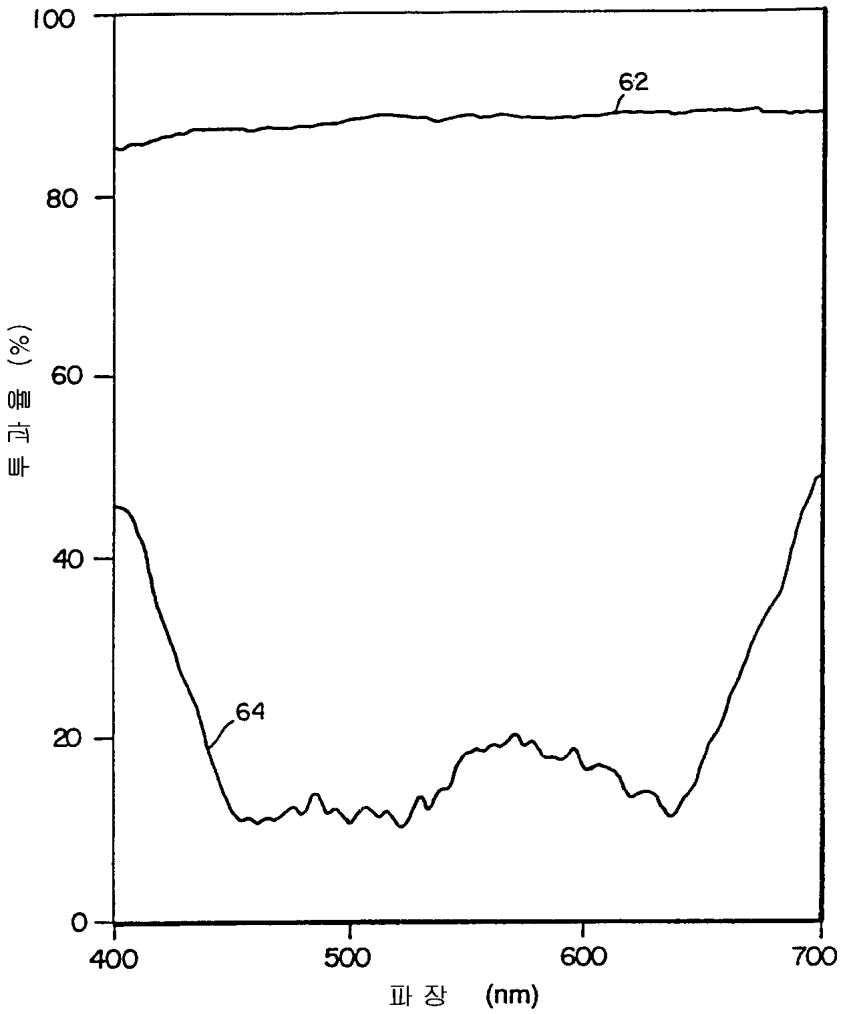
도면20


투 과 율 (%)
0
20
40
60
80
100
500
700
900
1100
1300
1500
1700
1800
파 장 (nm)
54
56

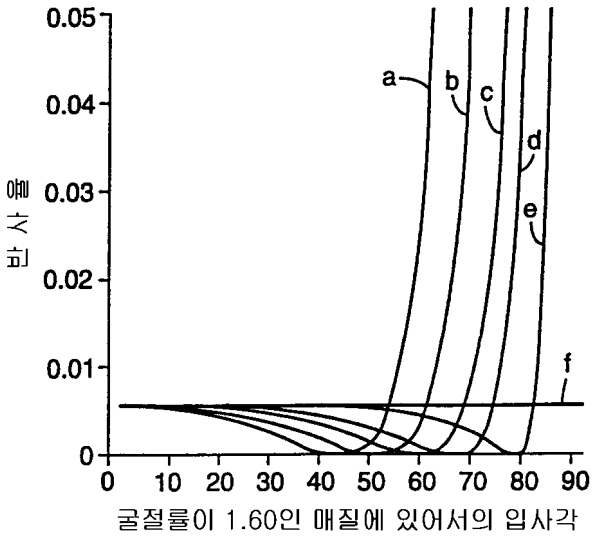
도면21



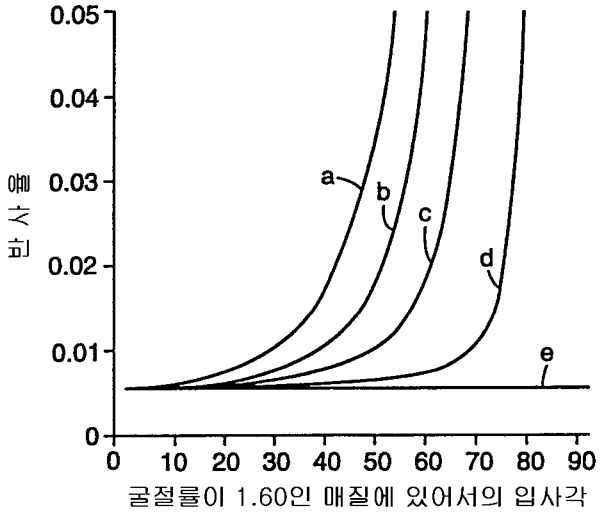
도면22


100
80
60
40
20
0
투과율 (%)
62
64
400
500
600
700
파 장 (nm)

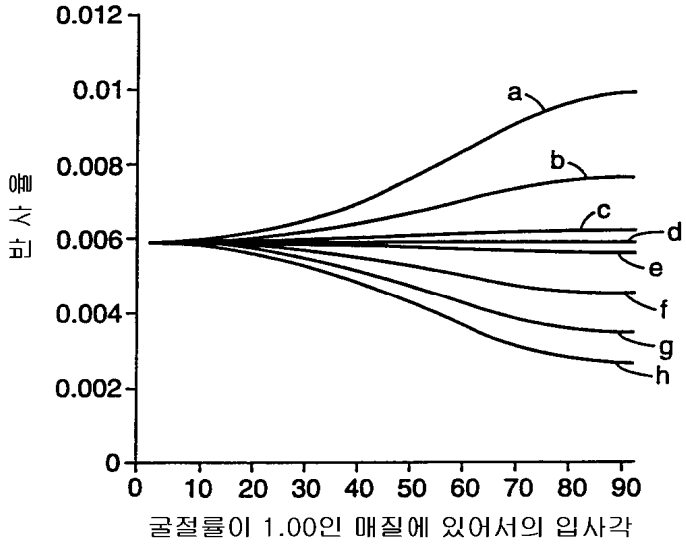
도면23


0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
반사율
a
b
c
d
e
f
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
굴절률이 1.60인 매질에 있어서의 입사각

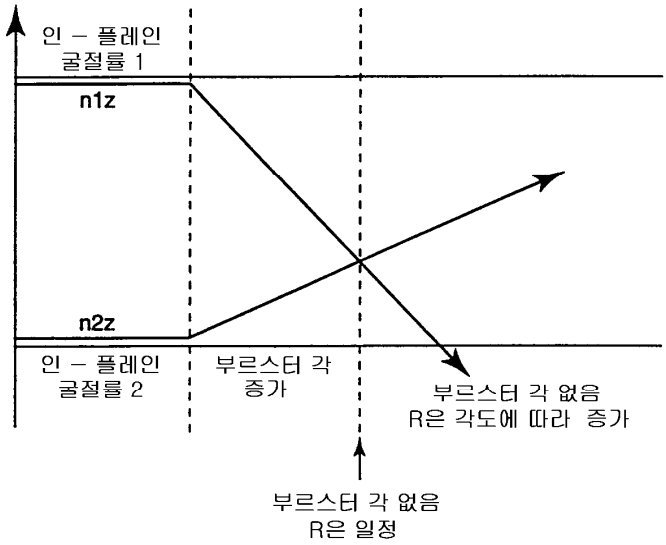
도면24



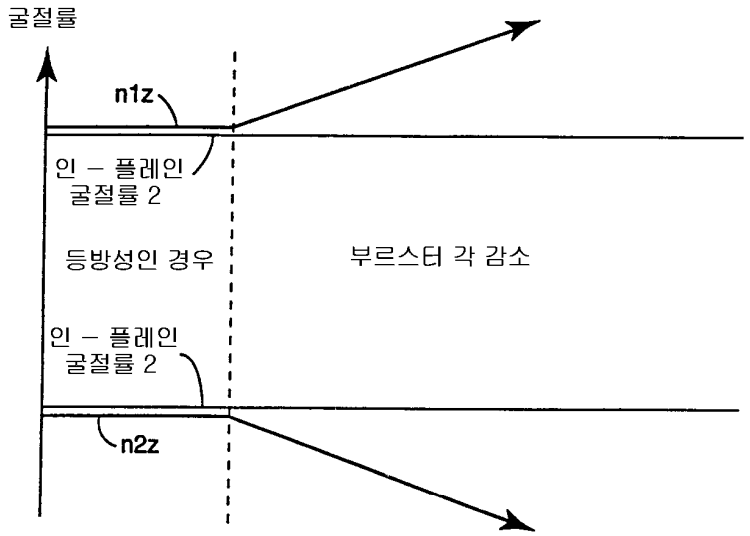
도면25



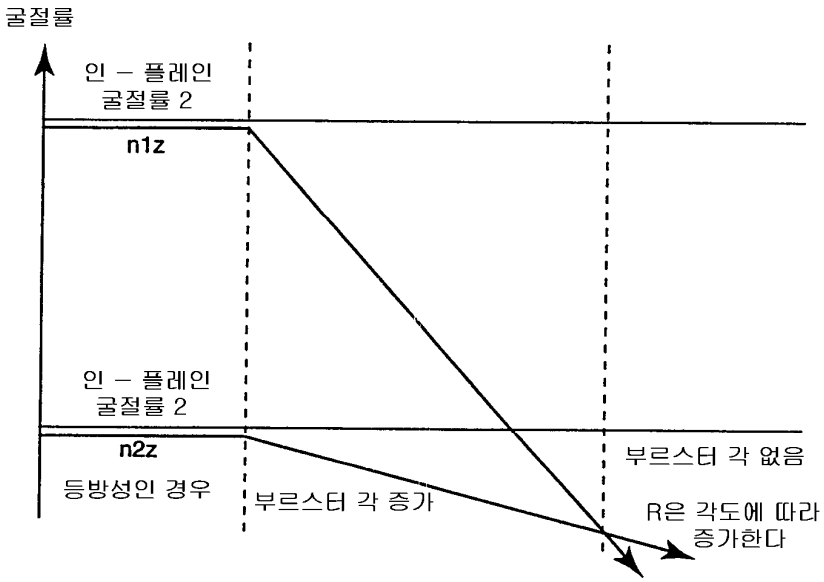
도면26



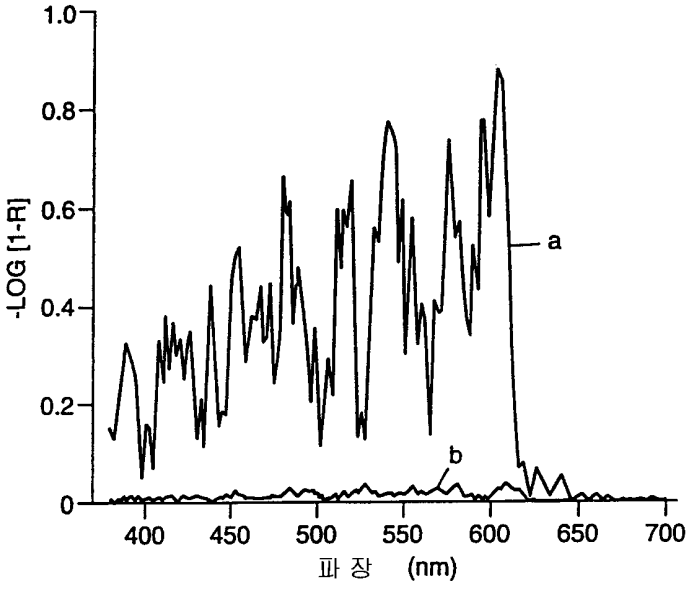
도면27



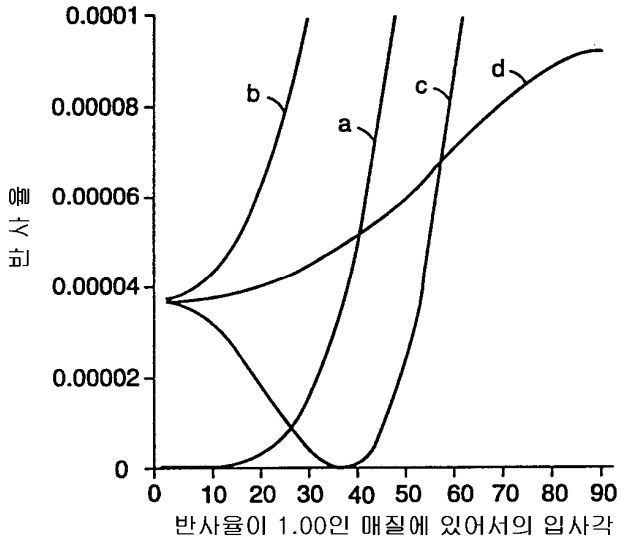
도면28



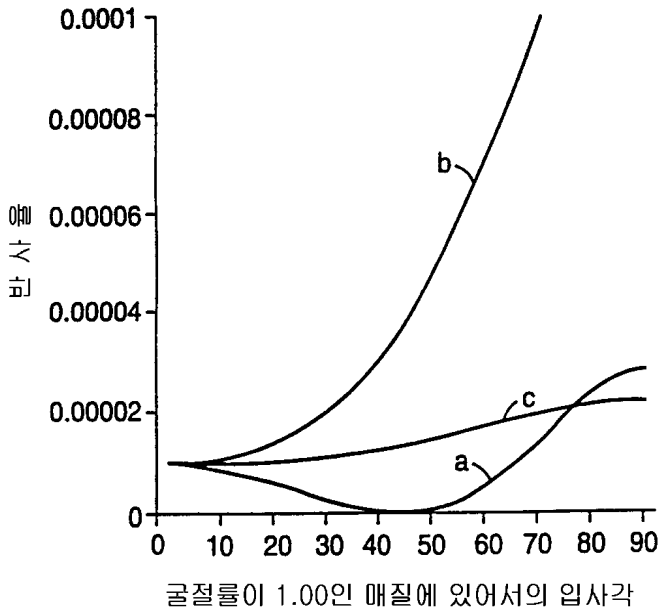
도면29



도면30


0.0001
0.00008
0.00006
0.00004
0.00002
0
반사율
b
a
c
d
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
반사율이 1.00인 매질에 있어서의 입사각

도면31


0.0001
0.00008
0.00006
0.00004
0.00002
0
반사율
b
c
a
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
굴절률이 1.00인 매질에 있어서의 입사각

도면32