(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
G02F 1/1335 (2006.01)
G02F 1/13363 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0003794
(43) 공개일자 2007년01월05일

(21) 출원번호 10-2006-7012215
(22) 출원일자 2006년06월20일
심사청구일자 2006년06월20일
번역문 제출일자 2006년06월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/012453
국제출원일자 2005년04월12일
(87) 국제공개번호 WO 2005/106577
국제공개일자 2005년11월10일

(30) 우선권주장 11/102,196 2005년04월07일 미국(US)
60/562,916 2004년04월15일 미국(US)

(71) 출원인 닛토덴코 가부시키가이샤
일본국 오사카후 이바라키시 시모호즈미 1-1-2

(72) 발명자 라자레브, 파벨
영국 엔더블유8 7엘큐 런던 프린스 알버트 로드 세인트 제임스클로즈 33
파우크쉬토, 마이클, 브이.
미국 94404 캘리포니아 포스터 시티 피어리 레인 820
실버스테인, 루이스, 디.
미국 85260-6201 애리조나 스카츠데일 이스트 유카 스트리트 9695
예이, 포치
미국 91360 캘리포니아 타우전트 오크스 카미노 데 세레스테 405

(74) 대리인 남상선

전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 비흡수 편광 컬러필터 및 이것이 통합된 액정 표시장치

(57) 요약

본 발명은 컬러필터 분야에 관한 것이며, 특히, 비흡수 편광 컬러필터, 및 이웃하는 하위픽셀(subpixel) 사이에서의 광 재순환 및 비흡수 편광 컬러필터를 채용하여 향상된 이미지 콘트라스트를 갖는 고휘도 컬러 액정 표시장치 패널에 관한 것이다. 개시된 발명은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자, 및 컬러 편광 회전자를 구비하는 비흡수 편광 컬러필터를 나타낸다. 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는 소정의 배향된 투과축(AB)을 갖는다. 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 대략 평행하게 위치하고, 투과축(AB)에 대략 평행하거나 또는 대략 직교하는 투과축을 갖는다. 컬러 편광 회전자는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치한다. 상기 컬러 편광 회전자는 투과축(AB)의 배향에 대하여 흔들림각(α; rocking

angle)에 따라 표시로서 교대되는 c축 배향을 가진 복굴절 박막의 퇴적물(stack)을 포함한다. 복굴절 박막의 수, 흔들림각(α), 두께 및 광학 이방성은, 비흡수 편광 컬러필터가 투과축(AB)과 대략 평행한 편광상태를 갖는 소정의 컬러 광을 투과시키고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 갖는 상기 소정의 컬러 광을 반사시키며, 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사시키도록, 선택된다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

소정 배향된 투과축(AB)을 갖는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자;

상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 대면하는 후방면 및 전방면을 가지며, 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 대략 평행하게 위치하고, 투과축(AB)에 대략 평행하거나 또는 대략 직교하는 투과축을 갖는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자; 및

전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 상기 편광자와 대략 평행한 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치하며, 투과축(AB)의 배향에 대하여 흔들림각(α; rocking angle)에 따라 표시로서 교대되는 c축 배향을 가진 복굴절 박막의 퇴적물(stack)을 포함하는 컬러 편광 회전자를 구비하는 비흡수 편광 컬러필터로서,

복굴절 박막의 수, 흔들림각(α), 두께 및 광학 이방성은,

상기 비흡수 편광 컬러필터가 투과축(AB)과 대략 평행한 편광상태를 갖는 소정의 컬러 광을 투과시키고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 갖는 상기 소정의 컬러 광을 반사시키며, 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사시키도록, 선택되는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

투명 기판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 기판;

상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자;

상기 컬러 편광 회전자;

상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 일련의 요소들을 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 4.

제 2 항에 있어서,

상기 기판은 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 상기 컬러 편광 회전자 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 5.

제 2 항에 있어서,

상기 기판은 상기 컬러 편광 회전자와 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 6.

제 2 항에 있어서,

상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자;

상기 컬러 편광 회전자;

상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자;

상기 기판의 일련의 요소들을 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는 복굴절막 및 등방성막의 교대층의 퇴적물을 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

적어도 하나의 등방성막은 상이한 굴절률을 갖는 재료로 이루어진 적어도 2개의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 9.

제 7 항에 있어서,

상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는, 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 직교하게 편광된 광의 반사율 및 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 평행하게 편광된 광의 투과율의 간섭 극값(interferential extremum)을 제공하도록 선택된 복굴절 박막 및 등방성막의 수, 두께 및 광학 이방성을 갖는 광대역 간섭 편광자인 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 10.

제 1 항에 있어서,

상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 복굴절막 및 등방성막의 교대층의 퇴적물을 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

적어도 하나의 등방성막은 상이한 굴절률을 갖는 재료로 이루어진 적어도 2개의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 12.

제 10 항에 있어서,

상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는, 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 직교하게 편광된 광의 반사율 및 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 평행하게 편광된 광의 투과율의 간섭 극값을 제공하도록 선택된 복굴절 박막 및 등방성막의 수, 두께 및 광학 이방성을 갖는 광대역 간섭 편광자인 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,

전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 전방면상에 위치하고 소정의 컬러 광을 투과하는 적어도 하나의 흡수성 종래의 컬러필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

흡수성 컬러필터상에 위치하는 적어도 하나의 전방 광대역 시트 편광자를 더 포함하며, 상기 시트 편광자는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축에 대략 평행한 투과축을 갖는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 15.

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 복굴절막은 캐스케이드 결정화 프로세스에 의해 이루어지고, 광학축 중 하나의 방향에서 3.4±0.3Å의 분자간 간격을 가진 전체적으로 질서있는 이축성 결정 구조를 가지며, 가시광의 파장대역에서 투명하고, 이온발생 그룹(ionogenic group) 및 공역 π계(conjugated π-system)를 갖는 적어도 하나의 다환식 유기화합물을 나타내는 봉형상 초분자에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 400nm 이하의 기본적인 흡수 에지(absorption edge)를 갖는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 17.

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 0.98 이상의 투과율을 갖는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 18.

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 가시광의 파장대역에서 균일하게 투명한 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 19.

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 2가 및/또는 3가 금속 이온으로 처리되는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 20.

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 유기화합물 재료의 분자는 헤테로고리(heterocycle)를 포함하는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 21.

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 적어도 하나의 이색성 염료(dichroic dye)에 기초한 리오트로픽(lyotropic) 액정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 비흡수 편광 컬러필터.

청구항 22.

액정 셀; 및

비흡수 편광 컬러필터를 포함하는 액정 표시장치로서,

상기 비흡수 편광 컬러필터는,

소정 배향된 투과축(AB)을 갖는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자,

상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 대면하는 후방면 및 전방면을 가지며, 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 대략 평행하게 위치하고, 투과축(AB)에 대략 평행하거나 또는 대략 직교하는 투과축을 갖는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자, 및

전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 상기 편광자와 대략 평행한 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치하며, 투과축(AB)의 배향에 대하여 흔들림각(α)에 따라 표시로서 교대되는 c축 배향을 가진 복굴절 박막의 퇴적물을 포함하는 컬러 편광 회전자를 구비하며,

복굴절 박막의 수, 흔들림각(α), 두께 및 광학 이방성은,

상기 비흡수 편광 컬러필터가 투과축(AB)과 대략 평행한 편광상태를 갖는 소정의 컬러 광을 투과시키고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 갖는 상기 소정의 컬러 광을 반사시키며, 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사시키도록, 선택되는 액정 표시장치.

명세서

기술분야

이 출원은 여기에 참조로서 통합된 2004년 4월 15일자로 출원된 미국 출원번호 제60/562,916호를 35 U.S.C. § 119(e)의 이점을 주장한다.

본 발명은 컬러필터 분야에 관한 것이며, 특히 비흡수 편광 컬러필터와, 이웃하는 하위픽셀(subpixel) 사이에서의 광 재순환(light recycling) 및 비흡수 편광 컬러필터를 채용하여 이미지 콘트라스트가 개선된 고휘도 컬러 액정 표시장치 패널에 관한 것이다.

배경기술

콘트라스트가 개선된 영상을 표시할 수 있는 평평한 액정 표시장치(LCD) 패널에 대한 요구가 증대되고 있다. 직접적인 시청을 위한 이러한 디스플레이 구조를 요구하는 장비의 예로는 노트북, 랩톱 및 기타 컴퓨터를 포함한다.

일반적으로, 종래의 컬러 LCD 패널은 본질적으로 동일한 기본 구조를 가진다. 각 LCD 패널은 다음의 주요 구성요소, 즉, 균일한 조명 강도의 평면을 생성하기 위한 백라이트 구조체; 광 강도의 변조를 생성하는 제어소자의 전기적으로 어드레스 가능한 어레이; 및 컬러 이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 스펙트럼 필터링하는, 변조 소자 어레이의 이웃에 위치하는 컬러필터 어레이를 포함한다.

컬러 LCD 패널 설계에서, 컬러필터 어레이를 통해 백라이트 구조체로부터 광의 최대 백분율 투과를 제공하는 것이 목표이다. 그러나, 종래의 설계 및 기술을 사용하면, LCD 패널에 사용되는 흡수형 편광자로 인한 광 에너지 손실; LCD 패널에 사용되는 픽셀형 공간적인 강도 변조 어레이의 배선 및 박막 트랜지스터(TFTs)로부터 반사된 광의 흡수; LCD 패널의 스펙트럼 필터에 사용되는 안료에 의한 광 흡수; 및 LCD 패널내의 층들 사이의 굴절률의 불일치로 인한 프레넬(Fresnel) 손실 등의 인자에 의해 야기되는 광 투과의 중요한 손실 때문에 이러한 목표를 달성하는 것이 불가능하였다. 이러한 인자의 결과로서, 종래의 컬러 LCD 패널의 광 투과율은 통상적으로 5% 미만이다. 따라서, 백라이트 구조체에 의해 생성된 광의 95%까지가 LCD 패널을 가로질러 열로 변환된다. 그리하여, 직접 또는 투영 표시장치에는 높은 공급전력을 필요로 하며 적절한 냉각 수단 등을 수반하는 상당한 양의 열을 생성하는 초고(超高) 강도의 백라이트광원을 사용하지 않고 종래의 컬러 LCD 패널을 사용하여 고휘도 이미지를 얻는 것은 불가능하다.

종래의 컬러 LCD 패널 설계의 결점에 대응하여, 패널의 광 투과율을 향상시키고 그리하여 생성된 이미지의 휘도를 증대시키기 위해 몇가지 대체 접근법이 제안되었다.

예컨대, 종래의 LCD 패널의 흡수염료 편광자를 대체하고 향상된 컬러순도를 얻기 위해 콜레스테릭 액정(CLC; cholesteric liquid crystal) 편광자를 채용하는 LCD 패널이 있다. LCD 패널의 휘도를 향상시키기 위해 부분적인 광 재순환의 계획(scheme)을 채용하는 다른 LCD 패널이 있다. 그리고 백라이트 구조체의 광 가이드 패널로부터 나온 광을 추출하기 위한 홀로그램 확산기 및 홀로그램 확산기에 의해 흩어진 광 확산의 국부적인 재순환을 위한 CLC 편광자를 사용하여 LCD 패널의 휘도를 향상시키는 하나 이상의 LCD 패널이 있다.

그러나, 이러한 종래의 컬러 LCD 패널은 여전히 단점과 결점이 있다. 구체적으로, 비흡수 CLC 편광자 및 국부적인 광 재순환 원리를 사용하는데도 불구하고, 종래의 LCD 패널은 백라이트 구조체로부터 뷰어(viewer)로 연장되는 광학경로를 따라 적어도 하나의 광흡수층을 계속해서 요구한다. 따라서, 종래의 LCD 패널은 매우 낮은 광투과율을 가진다. 그리하여, 종래의 LCD 패널을 사용하여 고휘도 컬러 이미지를 형성하는 것은 고강도의 백라이트 광원을 필요로 하는데, 이 고강도의 백라이트 광원은 매우 높은 전력을 소비하고, 다량의 열을 생성하며, 안전한 작동한계내에서 백라이트 구조체의 램프와 LCD 패널 양쪽의 온도를 유지하기 위한 팬이나 그외 냉각수단을 사용해야만 했다.

그리하여, 종래의 LCD 패널 디바이스의 단점 및 결점이 없는 고휘도 컬러 이미지를 생성할 수 있는 개선된 컬러 LCD 패널 및 비흡수 컬러필터에 대한 필요성이 증대되고 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 비흡수 편광 컬러필터에 관한 것으로서, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자, 및 컬러 편광 회전자를 포함한다. 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는 소정 배향된 투과축(AB)을 가진다. 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자에 대면하는 후방면 및 전방면을 가진다. 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 거의 평행하게 위치하며, 투과축(AB)에 대해 거의 평행하거나 거의 직교하는 투과축을 가진다. 상기 컬러 편광 회전자는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 상기 편광자와 거의 평행한 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치한다. 상기 컬러 편광 회전자는 투과축(AB)의 배향에 대해 흔들림각(α; rocking angle)에 따라 표시로서 교대되는 c축 배향을 가진 복굴절 박막의 퇴적물(stack)을 포함한다. 상기 복굴절 박막의 수, 흔들림각(α), 두께 및 광학 이방성은, 비흡수 편광 컬러필터가 투과축(AB)에 거의 평행한 편광상태를 가지는 소정의 컬러광을 투과하고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 가지는 상기 소정의 컬러광을 반사시키고, 그리고 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사하도록 선택된다.

또한, 본 발명은 액정 셀, 및 상기 비흡수 편광 컬러필터를 포함하는 액정 표시장치를 제공한다.

실시예

본 발명을 일반적으로 기술하면서, 특정 바람직한 실시형태를 참조하여 보다 잘 이해할 수 있을 것이며, 여기에서 실시형태는 설명을 목적으로 제공되었으며, 덧붙여진 청구범위의 범위를 한정하려는 의도는 없다.

도 1에서, 광대역 다층의 무손실 편광자의 하위구성요소 구조가 보다 명백하게 나타낸다. 편광자는 복굴절 막(60)과 등방성 막(62)의 교대층의 퇴적물을 포함한다. 상기 편광자는 투과축(AB)을 가진다. 비편광광(63)이 광대역 다층의 무손실 편광자로 입사하면, 상기 투과축(AB)에 대해 거의 직교하는 편광(b-타입의 편광상태)을 갖는 광의 부분(64)이 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되며, 동시에 상기 투과축(AB)에 대해 거의 평행한 편광(a-타입 편광상태)을 갖는 광의 다른 부분(65)이 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다.

백라이트 구조체는 a-타입 및 b-타입 편광상태 양쪽을 가진 스펙트럼 성분으로 이루어진 비편광광을 생성한다. 광대역 다층의 무손실 편광자는 퇴적된 층의 다층 구조체이며, 이는 적어도 상기 가시대역(visible band)내에서 파장을 가지며 상기 b-타입의 편광상태를 가지는 스펙트럼 성분으로 이루어진 광을 반사하고, 적어도 상기 가시대역내에서 파장을 가지며 상기 a-타입의 편광상태를 가지는 스펙트럼 성분으로 이루어진 편광광을 투과한다.

광대역 다층의 무손실 편광자는 3가지 타입, 즉, 반사형 편광자, 간섭성 편광자 및 반사형 편광자와 간섭성 편광자가 혼합된 타입의 편광자일 수 있다. 퇴적된 층의 두께는 두꺼울 수도 있고 얇을 수도 있다. 두꺼운 층의 두께는 수 파장을 초과할 수도 있다. 얇은 층의 두께는 파장의 1/4과 거의 동일할 수도 있다. 퇴적시에 인접하는 층의 두께는 입사광의 파장의 1/4과 거의 동일할 수도 있다. 광대역 다층의 무손실 편광자의 다른 변형으로서, 두껍거나 얇은 층이 교대되는 형태도 가능하다.

다층 구조체의 적어도 한층은 광학적으로 이방성이며, 캐스케이드 결정화 프로세스(Cascade Crystallization Process)에 의해 이루어진다.

도 2는 퇴적된 층의 다층 구조체 중 하나의 단면도의 개략도이다. 이 도면은 X, Y 및 Z 방향을 정의하는 좌표계를 나타낸다. 기술된 다층 구조체는 도면 및 상세한 설명 전반적으로 이방성층(결정 박막, TCF라 함) 및 등방성층(B)으로 언급된 2개의 상이한 유기재료의 교대층을 포함한다. 이방성 TCF는 옵티바사에 의해 개발된 캐스케이스 결정화 프로세스(Cascade Crystallization Process)라고 하는 방법[피.라자레브 및 엠.파우크쉬토, Proceedings of the 7th International Workshop "Displays, Materals and Components"(일본 고베, 2000년 11월 29일-12월 1일), 1159-1160 페이지]에 의해 얻어질 수 있다. 이 방법에 따르면, 적절한 용매에 용해된 유기화합물이 분자가 계의 운동유닛을 구성하는 초분자로 응집되는 콜로이드계(리오트로픽 액정 용액)를 형성한다. 이 액정 상(相)은 본질적으로 계의 질서있는 상태의 전구체이며, 이것으로부터 초분자의 후속 정렬 및 용매의 제거 과정에서 결정 박막 또는 TCF라고도 불리는 고체 이방성 결정층이 형성된다.

초분자를 가진 콜로이드계로부터의 이방성 결정 박막의 합성을 위해 요구되는 방법은 다음의 단계를 포함한다.

(i) 상술한 콜로이드계를 기판 상으로 (또는 다층 구조의 층 또는 디바이스 상으로) 도포; 상기 콜로이드계는 분산된 상의 소정 온도 및 어떤 농도를 유지함으로써 제공되는 틱소트로픽 특성을 가져야만 한다;

(ii) 상기 도포된 콜로이드계를, 용액의 점도를 감소시키는 외부 작용(가열, 전단 응력 등)에 의해 높은 유동(감소된 점도) 상태로 변환; 이 작용은 전체 후속 정렬 단계 동안 적용되거나 또는 최소 필요시간 동안 지속될 수 있으므로, 계는 정렬 단계 동안 점도가 증가된 상태로 완화되지 않을 것이다;

(iii) 기계적 인자를 사용하거나 또는 다른 기타 수단에 의해 생성될 수 있는 계에서의 외부 정렬 작용; 외부 작용의 정도는, 필요한 배향을 얻고 그리고 이방성 결정 박막의 결정 격자의 기초로서 기능할 구조체를 형성하기 위한 콜로이드계의 운동유닛에 대해 충분해야만 한다;

(iv) 외부 작용에 의해 얻어지는 감소된 점도 상태로부터 초기 또는 높은 점도 상태로의 층의 정렬된 영역의 변환; 이러한 전환은 이방성 결정 박막 구조의 방향상실(disorientaton)을 야기시키지 않고 표면 결함을 발생시키기 않도록 수행된다;

(v) 최종 이방성 결정 박막 구조가 형성되는 과정에서, 마지막 용매 제거(건조) 단계.

얻어진 이방성층에 있어서, 층의 적어도 일부에서, 분자평면은 서로 평행하며 분자들은 3차원 결정 구조를 형성한다. 제조 기술의 최적화는 단결정 막의 형성을 가능하게 한다.

이방성 층의 두께는 통상 1㎛를 초과하지 않는다. 층 두께는 도포된 용액내의 고형물 함량을 변화시킴으로써 및/또는 도포된 층 두께를 변화시킴으로써 제어될 수 있다. 소망하는 광학 특성을 가지는 층을 얻기 위하여, 혼합된 콜로이드계를 사용할 수도 있다(이러한 혼합물은 결합 초분자를 형성할 수 있다).

용액내에서의 상기 유기화합물의 혼합은 다양한 조성의 혼합된 응집체(aggregate)을 형성시킨다. 염료 혼합물의 X선 회절 패턴 분석법을 이용하여, 3.1~3.7Å의 분자간 간격에 상당하는 특성 회절피크의 존재로 인한 초분자내에서의 분자 패킹(packing)에 관하여 판단할 수 있다. 일반적인 경우, 이 값은 결정 및 응집체의 형태로 방향족 화합물에 공통이다. 피크 강도 및 뾰족함(sharpness)은 건조 과정에서 증가하지만, 피크 위치는 변화하지 않는다. 이 회절피크는 응집체(퇴적물)내의 분자간 간격에 대응되며 다양한 물질의 X선 회절 패턴에서 관찰되었다. 혼합에는 분자의 평면 구조(또는 그들의 단편(fragment))에 유리하며, 고려중인 유기화합물에서의 하나의 분자 치수의 일치가 유리하다. 도포된 수용성 층에서, 유기분자는 일방향으로 장거리의 순서를 가지며, 이는 기판 표면상의 초분자의 배열에 관련된다. 용매가 기화됨에 따라, 3차원 양축성의 결정 구조를 형성하는 분자에 정력적으로 양호하다. 이러한 목적을 위해 사용될 수 있는 화학적 화합물은 상기 열거된 것들에 한정되는 것은 아니다.

게다가, 이방성층은 높은 광학 이방성 정도를 가진다. 이러한 층은 E-타입 편광자의 특성을 나타내며, 이는 초분자 복합체의 광학흡수의 특이성에 관련되며, 흡수가 불충분한 스펙트럼 영역에서 지연제(위상 시프트 막)로서 작용한다. 이들 이방성층의 지연 특성은 그들의 복굴절(이중 굴절)에 관련되며, 즉, 기판상으로의 LLC 용액의 도포 방향으로 그리고 그 수직방향으로 측정된 굴절률의 차이에 관련된다. 강한(내광성) 염료 분자에 기초한 LLC 계로부터 형성된 층은 높은 열적 안정성 및 방사 내성을 가지는 것을 특징으로 한다. 이는 대략 350-700℃의 온도범위에서 안정된다.

개시된 비흡수 편광 컬러필터 및 LCD에서 수행된 캐스케이드 결정화 프로세스의 적용의 중요한 이점은 상기 필터 및 LCD의 기능적 요소의 생성에 인쇄기술을 사용할 가능성에 있다.

그리하여, 광학 이방성 A층은 캐스케이드 결정화 프로세스에 의해 얻어진다. 이러한 층은 광학축 중 하나의 방향으로 3.4±0.3Å의 분자간 간격을 가지는 전체적으로 질서있는 양축성 결정구조를 가지는 것을 특징으로 한다. 각 A층은 적어도 2개의 굴절률(n_x 및 n_y)을 가지는 것을 특징으로 한다. 이들 층은 400nm 이하의 기본적인 흡수 에지(edge)를 가지며, 가시광의 파장대역에서 불균일하게 투명하고, 0.98 이상의 투과율을 가진다. 각 A층은, 이온발생 그룹(ionogenic group) 및 공역 π계(conjugated π-system)를 가진 적어도 하나의 다환 유기화합물을 나타내는 봉형상 초분자에 의해 형성된다.

X축은 "정렬" 방향으로 언급되며 도 2에 나타낸 소위 "정렬"축(20)을 정의하며, Y축은 "가로" 방향으로 언급되며 도 2에 나타낸 소위 "투과"축(30)을 정의한다.

층(B)은 등방성층이며 캐스케이드 결정화 프로세스에 의해 실질적으로 변하지 않는 유명무실한 굴절률(예컨대, n=1.64)을 가진다.

캐스케이드 결정화 프로세스는 TCF의 굴절률을 변화시킨다. 예컨대, TCF는 정렬 방향에 관련된 하나의 굴절률(예컨대, n=1.88)과 가로 방향에 관련된 다른 굴절률(예컨대, n=1.64)을 가진다. 정의에 따라, 평면내 축(막 표면에 평행한 축)에 관련된 굴절률은 편광 평면이 이 축에 평행한 평면 편광 입사광에 대해 "유효한" 굴절률이라 불린다.

그리하여, 다층 퇴적물(TCF-B-TCF-B-TCF…)은 정렬 방향에 관련된 층들 간의 굴절률의 큰 차이(△n=1.88-1.64=0.24)를 나타낸다. 가로 방향에 있어서, 다양한 층의 굴절률은 본래 동일하다(△n=1.64-1.64=0). 이들 광학 특성은 도 2에 나타낸 "투과" 축에 관하여 정확하게 배향된 입사광의 편광 성분을 다층 구조체가 투과하도록 한다.

도 3에서, 광대역 다층의 무손실 편광자의 다른 변형이 보다 명백하게 나타나 있다. 편광자는 복굴절막(60, 61) 및 등방성막(62)의 교대층의 1/4파 퇴적물을 포함한다. 굴절률이 정합된 큰 복굴절성을 가진 막을 사용할 필요가 있다. 모든 시야각(viewing angle)에서 유효성을 개선하기 위해 편광자의 이러한 변형에 다른 굴절률을 가진 2개의 다른 복굴절막이 사용된다. 비편광광(63)이 광대역 다층의 무손실 편광자로 입사할 경우, b-타입의 특정 편광상태를 가진 광의 일부분(64)이 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되고, 동시에 a-타입의 특정 편광상태를 가진 광의 다른 부분(65)이 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 다층 구조의 적어도 하나의 복굴절막이 캐스케이드 결정화 프로세스에 의해 제작된다.

도 4는 "레드", "그린" 및 "블루"의 하위픽셀 요소로서 컬러 편광 회전자(CPR)의 작용 원리를 증명한다. 단지 하나의 컬러(예컨대, 레드, 그린 또는 블루)의 편광상태가 각 하위픽셀에서 90도만큼 회전된다. 다른 2개의 컬러 성분의 편광상태는 변화되지 않는다. a-타입의 선형 편광 상태를 가진 입사광(69)에 대하여, "레드" 하위픽셀의 컬러 편광 회전자(66)가 "레드" 광의 편광상태(b-타입의 편광상태)를 90도 만큼 회전시키고, 한편 회전자는 광의 "그린" 및 "블루" 성분의 불변의 편광상태(a-타입의 편광상태)를 남긴다. "그린" 하위픽셀에 있어서, 컬러 편광 회전자(67)는 광의 "그린" 성분의 편광상태를 90도 만큼 회전시키고 광의 "레드" 및 "블루" 성분의 편광상태를 변화시키지 않는다. "블루" 하위픽셀에 있어서, 컬러 편광 회전자(68)는 광의 "블루" 성분의 편광상태를 90도 만큼 회전시키고 광의 "레드" 및 "그린" 성분의 편광상태를 변화시키지 않는다.

도 5는 "그린" CPR의 설계를 개략적으로 나타낸다. CPR은 광학 c축(74)의 흔들림 배향(rocking orientation)을 가진 지연제로서 동작하는 복굴절 박막의 퇴적물(72)을 포함한다. 이들 지연제의 광학축은 인접하는 것과 정확하게 ±α 만큼 다르다. 첫번째 지연제가 기준축(75)에 대해 +α 에 있을 경우, 도 5에 나타낸 바와 같이 다음 지연제는 기준축에 대해 -α 에 있을 것이며 세번째 지연제는 +α로 되돌아가서 있을 것이다. 퇴적물내의 이러한 지연제의 수가 N이라면, N개의 이러한 지연제의 효과는 2αN 만큼 편광벡터를 회전시킨다. 편광벡터가 π/2 각도로 회전한다면, 다음의 동일성이 만족되어야만 한다: 2αN=π/2. 상기 N개의 지연제의 퇴적물에 있어서 각 지연제에 대한 각도 α는 π/(4N)와 동일하다. 퇴적물내의 지연제의 수가 감소됨에 따라 스펙트럼 대역폭이 증가된다는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 이러한 CPR이 만족스러운 컬러를 요구하는 컬러 발생계에 사용될 경우, 계내의 복굴절 지연제의 수는 중요한 부분을 가질 것이다. 그러나, 휘도가 색도(chromaticity) 이상으로 우선시되는 경우, 유저가 그 특별한 요구사항에 대한 특성을 조정할 수 있도록 지연제의 수가 감소될 수 있다. 막 두께가 λ/(2△n)(여기서, λ는 회전된 파장이며 $\triangle n=n_e-n_o$)과 동일할 때, 최대 투과가 달성된다. 도 5는 기준축(75) 방향에서 편광된 스펙트럼 성분(레드, 그린 및 블루)를 갖는 입사광(71)을 나타낸다. 이 경우에 출력광(73)의 그린 성분의 편광상태가 90도 만큼 회전된다. 유사한 추론이 다른 광 성분에 대해(레드 및 블루에 대해) 공평하게 적용된다. 퇴적된 막은 캐스케이드 결정화 프로세스에 의해 얻어질 수도 있다. 이 경우, c축은 정렬방향과 일치한다.

"그린" 비흡수 편광 컬러필터는 도 6에 개략적으로 도시되어 있다. 비흡수 편광 컬러필터는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(76) 및 전방 광대역 다층의 무손실 편광자(78) 사이에 위치하는 컬러 편광 회전자(CPR)(77)를 포함한다. 도 6에 나타낸 본 발명의 일실시형태에 있어서, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 교차된(crossed) 편광자이며, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축은 CPR의 기준축과 평행하다. 이후 설명에서는 다음의 용어가 사용될 것이다. 후방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축에 대해 평행한 전기적 벡터를 갖는 광의 편광상태를 a-타입의 편광상태라 한다. 한편, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축에 대해 수직인 전기적 벡터를 갖는 광의 편광상태를 b-타입의 편광상태라 한다.

"레드" 대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분을 가진 입사하는 비편광광(79R)에 대하여, b-타입의 편광상태를 갖는 광의 부분(80R)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되며, 반면에 a-타입의 편광상태를 갖는 광의 다른 부분(81R)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그후, 광의 투과된 부분이 편광상태(82R)를 변화시키지 않고 CPR을 통해 투과되고 동일한 편광상태(83R)로 전방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사된다. 그 결과로 광은 편광상태(84R)를 변화시키지 않고 CPR을 통해 다시 투과되고 동일한 편광상태(85R)로 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 다시 투과된다. 그리하여, 입사하는 비편광 "레드" 광은 실질적으로 손실없이 "그린" 비흡수 편광 컬러필터로부터 반사된다.

유사한 추론이 "블루" 대역내에 파장을 갖는 스펙트럼 성분을 가지는 입사하는 비편광광(79B)에 대해 공평하게 적용된다. 이 광의 b-타입의 편광상태를 갖는 부분(80B)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되고, 이 광의 a-타입의 편광상태를 갖는 다른 부분(81B)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그후, 광의 투과된 부분은 편광상태(82B)를 변화시키지 않고 CPR을 통해 투과되어 동일한 편광상태(83B)로 전방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사된다. 그 결과로 광은 편광상태(84B)를 변화시키지 않고 CPR을 통해 다시 투과되고 동일한 편광상태(85B)로 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 다시 투과된다. 그리하여, 이전 경우와 유사하게, 입사하는 비편광 "블루" 광은 실질적으로 손실 없이 "그린" 비흡수 편광 컬러필터로부터 반사된다.

이전 경우와 대조적으로, "그린" 대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분을 가지는 입사하는 비편광광의 부분이 비흡수 편광 컬러필터를 통해 투과된다. b-타입의 편광상태를 갖는 "그린" 광의 부분(80G)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되고 a-타입의 편광상태를 갖는 "그린" 광의 다른 부분(81G)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그 결과로 투과된 스펙트럼 성분(81G)이 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입(82G)으로 변화시켜 CPR을 통해 투과된다. 마지막으로, b-타입의 편광상태를 갖는 상기 스펙트럼 성분은 전방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다(화살표(83G) 참조). a-타입의 편광상태를 갖는 비편광 "그린" 광의 부분이 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 비흡수 편광 컬러필터에 의해 투과되고, 한편 b-타입의 편광상태를 갖는 광의 다른 부분이 비흡수 편광 컬러필터로부터 반사된다. 그리하여, 비흡수 편광 컬러필터는 하나의 컬러(예컨대, 그린)의 편광상태를 단지 90도 만큼 회전시키는 통과대역 필터(pass-band filter)이다. 다른 컬러(블루 및 레드)의 편광상태는 동일하게 유지된다.

본 발명의 일실시형태에 있어서, 비흡수 편광 필터는 단지 무색 복굴절 결정막으로 이루어진다. 그러므로, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 CPR은 에너지 손실 또는 흡수 없이 광의 스펙트럼 성분을 투과 또는 반사시킨다.

그리하여, 비흡수 편광 컬러필터는 2개의 광대역 다층의 무손실 편광자와 컬러 편광 회전자를 포함하는 다층 구조체이다. CPR의 복굴절 박막의 수, 흔들림각(α) , 두께 및 광학 이방성은, 비흡수 편광 컬러필터가 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(AB)의 투과축에 거의 평행한 편광상태를 갖는 소정의 컬러광을 투과하고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 갖는 상기 소정의 컬러광을 반사하고, 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사하도록, 선택된다.

도 7 및 8에 나타낸 이 LCD 패널 구성의 설명적인 실시형태에 있어서, 여기에 채용된 스펙트럼 여과 작용 및 공간적인 강도 변조를 수행하기 위해 선형 편광 기술이 사용되고 있다.

도 7 및 8에 나타낸 실시형태에 있어서, 백라이트 구조체(2)는 준확산 반사기(3; quasi-diffusive reflector), 광 가이드 패널(11), 에지 조명 광원(12), 및 초점 거울(14)을 각각 포함하며, 광원(12)에 의해 생성된 광속(light flux)을 광 가이드 패널(11)의 에지에 결합시킨다. 바람직하게는, 광 가이드 패널(11)은 광학적으로 투명한 재료로 이루어지며; 비편광광을 방출하는 한쌍의 소형 형광 튜브가 광원(12)으로 기능한다.

백라이트 동작시에, 광원(12)에 의해 생성된 광속은 초점 거울(14)의 도움으로 광 가이드 패널(11)의 에지로 결합되고, 광은 종래의 방식으로 전체 내부 반사를 나타낸다. 이 실시형태에 있어서, 광 가이드 패널(11)의 전방면은 계면에서 전체 내

부반사의 조건을 깨뜨리기 위해 매우 미세한 피트(pit)를 견디며, 편광방향 회전요소의 픽셀형 어레이의 방향에서 광을 누출시키도록 한다. 비편광광의 평면을 제작하기 위한 다른 기술이 다수 있으며, 이는 본 발명에 따른 LCD 패널의 어떤 특정 실시형태의 구성에 사용될 수도 있다.

단지 설명을 목적으로, 제1 실시형태의 LCD 패널내에 실현된 스펙트럼 여과 작용은 RGB(레드, 그린, 블루) 주요 가산 컬러계(additive primary color system)에 기초한다. 그러나, 또한 LCD 패널내의 스펙트럼 여과 작용은 CMY(시안, 마젠타, 옐로우) 주요 감산 컬러계(subtractive primary color system)에 기초할 수도 있다.

LCD 패널의 제1 설명적인 실시형태에 있어서, 백라이트 패널내의 광원의 방출 스펙트럼은 "화이트(white)"라 가정하고, LCD 패널의 스펙트럼 여과 작용은 RGB(레드, 그린, 블루) 컬러계에 기초한다. 그리하여, 각 비흡수 편광 컬러필터(86R, 86G, 86B)는 광원의 "레드", "그린" 및 "블루" 대역 각각의 모든 스펙트럼 성분이 표시장치용 컬러 이미지를 제작하기 위해 사용되는 통과대역 특성을 가지도록 설계된다. 이 실시형태에 있어서, 각 비흡수 편광 컬러필터(86R, 86G, 86B)는 "통과대역" 간섭 컬러필터로서 실현된다.

도 7 및 8에 나타낸 제1 실시형태에 있어서, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)는 a-타입의 편광상태를 갖는 광을 투과하고, b-타입의 편광상태를 갖는 광을 반사하며 편광 기준으로서 작용한다. 유사하게, 전방 광대역 시트 편광자(70)는 b-타입의 편광상태를 갖는 광을 투과하고, a-타입의 편광상태를 갖는 광을 흡수한다.

도 7 및 8에 나타낸 제1 설명적인 실시형태에 있어서, 편광방향 회전요소(5R, 5G, 5B)의 어레이가 a-타입에 따라 선형으로 편광된 전계를 b-타입의 편광상태로 회전시키는 전자제어요소의 어레이로서 실현되고, 반대로, 광이 LCD 패널에서 대응하는 픽셀을 통해 투과된다. 상기 편광방향 회전요소 각각은 연속적인 액정층의 일부(영역)이다. 도 7 및 8에 나타낸 제1 설명적인 실시형태에 있어서, 전자제어된 선형 편광방향 회전요소 각각은 90도의 꼬임각(twist angle)을 가진 한쌍의 꼬인 네마틱(TN; twisted nematic) 액정층의 일부로서 실현될 수 있고, 그 동작이 종래에 잘 알려져 있는 인가된 전압에 의해(픽셀 구동기(10)에 의해) 제어된다. 액정층의 이러한 전기적으로 제어된 부분이 편광방향 회전요소로 불릴 것이다. 선형 편광방향 회전요소의 구성에 있어서, 박막 트랜지스터(TFTs)는 액정 분자의 정렬을 달성하기 위해 필요한 액정 재료층을 가로질러 전압 강하를 발생시키기 위해 사용될 수 있으며, 그리하여 대응하는 요소가 투과광의 편광방향을 회전시키지 않도록 한다. 전기적으로 비활성 상태(즉, 인가전압 제로)에는, 셀 출력에서의 광의 전계 강도가 실질적으로 제로이고 그리하여 "어두운(dark)" 하위픽셀 레벨이 생성된다(도 7 참조). 전기적으로 활성상태(즉, 역치전압(threshold voltage)(VT)이 인가될 때)에서, 셀 출력에서의 광의 전계 강도는 실질적으로 제로가 아니며 그리하여 "밝은(bright)" 하위픽셀 레벨이 생성된다(도 8 참조).

도 7 및 8에 나타낸 제1 설명적인 실시형태에 있어서, 비흡수 편광 컬러필터(86R, 86G, 86B)의 픽셀형 어레이는 단일 평면내에 형성된 통과대역의 선형 편광요소의 어레이로서 실현된다. 전방 광대역 시트 편광자(70)는 비흡수 편광 컬러필터의 픽셀형 어레이 및 보통의(종래의) 흡수필터(90R, 90G, 90B)의 픽셀형 어레이상에 적층된다. 전방 광대역 시트 편광자(70)는 b-타입 편광상태를 갖는 광을 투과하고 넓은 파장대역에서 a-타입의 편광상태를 갖는 광을 흡수한다.

종래의 LCD 패널의 광투과율은 LCD 패널의 스펙트럼 필터에 사용된 안료에 의한 광흡수의 결과로서 감쇠를 나타내었다. 상당한 광에너지 손실로 인해, 사실상 종래의 LCD 패널의 광투과율을 ~5% 이상으로 증가시키는 것이 불가능하였다.

본 발명에 따른 LCD 패널은 광재순환 방식을 채용하기 때문에 상술한 문제점이 없다. 이 방식은 개시된 LCD 패널에서 종래의 LCD 패널 설계와 관련된 높은 에너지 손실을 피하기 위해 수행되며, 이로써 백라이트 구조체에 의해 생성된 광에너지를 보다 충분히 사용한다. 이 광재순환 방식의 상세한 내용은 설명적인 실시형태의 각각에 대해 이후에 설명할 것이다. 광재순환의 일반적인 원칙을 간략하게 약술하는 것이 이 상황에서 도움이 될 것이다.

본 발명의 모든 실시형태에 있어서, 광의 단일 편광상태는 백라이트 구조체로부터 LCD 패널의 이들 구조체(또는 하위패널)로 투과되고, 여기서 투과된 편광광의 스펙트럼 여과 및 공간적인 강도 변조가 하위픽셀에 발생한다. 각 하위픽셀 위치에서, 스펙트럼 여과시에 표시장치 표면에 투과되지 않는 스펙트럼 대역내의 광이 백라이트 구조체를 향해 다시 흡수없이 반사되며, 여기서 그것에 이어 편광광은 광에너지가 증가하면서 재순환되고, 그후 백라이트 구조체로부터 LCD 패널의 부분으로 다시 투과되며, 여기서 다시 투과된 편광광의 스펙트럼 여과 및 공간적인 강도 변조가 하위픽셀에 발생한다. 이 광재순환 방식은 도 7 및 8에 개략적으로 나타나 있으며, 이후 보다 상세하게 설명할 것이다. 본 발명의 이 광 재순환 방식에 의해, 약 5%의 최대 효율을 갖는 종래의 LCD 패널과 현저하게 대조적으로, 백라이트 광원에 의해 생성된 광을 고효율로 이용 가능한 LCD 패널을 설계할 수 있다.

도 7 및 8에 나타낸 바와 같이, 백라이트 구조체내에 생성된 비편광광은 a-타입 및 b-타입 편광상태를 둘다 갖는 스펙트럼 성분으로 이루어진다. a-타입의 편광상태의 스펙트럼 성분만이 백라이트 패널(2)에 인접하는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과되고, 반면에 거기에 입사하는 b-타입의 편광상태의 스펙트럼 성분이 에너지 손실 또는 흡수 없이 반사된다. 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)로부터 반사된 스펙트럼 성분이 준확산 반사기(3)로 입사하여 편광반전(a-타입으로부터 b-타입으로 그리고 그 반대)이 이루어진다. 이 반사 프로세스는 파장에 독립적이다. 이제, b-타입으로부터 a-타입으로 반전된 편광을 갖는 스펙트럼 성분이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 투과한 광이 후방 광대역 시트 편광자(40)로 입사하고, 여기서 b-타입의 편광상태 및 가시대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분으로 이루어진 광이 흡수되고 상기 a-타입의 편광상태 및 상기 가시대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분으로 이루어진 광이 투과된다.

도 7에 나타낸 바와 같이 "레드", "그린" 및 "블루" 하위픽셀(8R, 8G, 8B)에 관련된 선형 편광방향 회전요소(5R, 5G, 5B)가 비활성 상태로 구동될 때, 투과된 광의 스펙트럼 성분이 편광상태의 직교 변환(a-타입으로부터 b-타입으로 그리고 그 반대)으로 인해 변형되고, 주어진 요소가 구동된 비활성 상태에 응답하여 "어두운" 하위픽셀 레벨이 발생된다.

"레드" 하위픽셀(8R)이 도 7에 나타낸 그 "어두운" 상태로 구동될 때, a-타입의 편광상태 및 "레드, "그린" 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)내의 파장을 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4) 및 후방 광대역 시트 편광자(40)를 통해 투과된다. 그 결과로 상기 스펙트럼 성분은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5R)를 통해 투과된다. 그후, b-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 비흡수 편광 컬러필터(86R)로부터 반사되었다. b-타입의 편광상태를 갖는 반사된 "레드", "그린" 및 "블루" 스펙트럼 성분($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 및 $\triangle\lambda_B$)은 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5R)를 통해 다시 투과된다. 마지막으로, a-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 후방 광대역 시트 편광자(40) 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다. a-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트(white)" 광(도 7의 화살표(25R) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 흡수된다. 반면에 b-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 7의 화살표(35R) 참조)은 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 투과된다. 그후, "레드" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 흡수성 컬러필터(90R)를 통해 투과되고, 이에 반해서 "그린" 또는 "블루" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분은 상기 컬러필터에 의해 흡수된다. 그리고 나서 "레드" 스펙트럼 성분을 갖는 광이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 비흡수 편광 컬러필터(86R)를 통해 투과된다. 그 결과로서 "레드" 스펙트럼 성분(화살표(45R) 참조)은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5R)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 시트 편광자(40)는 변환된 <<레드>> 스펙트럼 성분(화살표(55R) 참조)을 흡수한다.

"그린" 하위픽셀(8G)이 도 7에 나타낸 그 "어두운" 상태로 구동될 때, "레드", "그린" 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4) 및 후방 광대역 시트 편광자(40)를 통해 투과된다. 그 결과로서 상기 스펙트럼 성분은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5G)를 통해 투과된다. 그후, b-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분은 비흡수 편광 컬러필터(86R)로부터 반사되었다. b-타입의 편광상태를 갖는 반사된 "레드", "그린" 및 "블루" 스펙트럼 성분($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 및 $\triangle\lambda_B$)이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5G)를 통해 다시 투과된다. 마지막으로, a-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 후방 광대역 시트 편광자(40) 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다. a-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 7의 화살표(25G) 참조)는 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 흡수된다. 반면에 b-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 7의 화살표(35G) 참조)은 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 투과된다. 그후, "그린" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 흡수성 컬러필터(90G)를 통해 투과되고, 이에 반해서 "레드" 또는 "블루" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분은 상기 컬러필터에 의해 흡수된다. 그리고 나서 "그린" 스펙트럼 성분을 갖는 광이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 비흡수 편광 컬러필터(86G)를 통해 투과된다. 그 결과로서 "그린" 스펙트럼 성분(화살표(45G) 참조)은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5G)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 시트 편광자(40)는 변환된 <<레드>> 스펙트럼 성분(화살표(55G) 참조)을 흡수한다.

"블루" 하위픽셀(8B)이 도 7에 나타낸 그 "어두운" 상태로 구동될 때, "레드", "그린" 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4) 및 후방 광대역 시트 편광자(40)를 통해 투과된다. 그 결과로서 상기 스펙트럼 성분은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5B)를 통해 투과된다. 그후, b-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분은 비흡수

편광 컬러필터(86B)로부터 반사되었다. b-타입의 편광상태를 갖는 반사된 "레드", "그린" 및 "블루" 스펙트럼 성분($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 및 $\triangle\lambda_B$)이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5B)를 통해 다시 투과된다. 마지막으로, a-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 후방 광대역 시트 편광자(40) 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다. a-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 7의 화살표(25B) 참조)는 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 흡수된다. 반면에 b-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 7의 화살표(35B) 참조)은 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 투과된다. 그후, "블루" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 흡수성 컬러필터(90B)를 통해 투과되고, 이에 반해서 "그린" 또는 "레드" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분은 상기 컬러필터에 의해 흡수된다. 그리고 나서 "블루" 스펙트럼 성분을 갖는 광이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 비흡수 편광 컬러필터(86B)를 통해 투과된다. 그 결과로서 "블루" 스펙트럼 성분(화살표(45B) 참조)은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5B)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 시트 편광자(40)는 변환된 <<레드>> 스펙트럼 성분(화살표(55B) 참조)을 흡수한다.

선형 편광 회전요소가 도 8에 나타낸 바와 같은 활성상태로 구동될 때, 상기 요소는 편광상태를 변환시키지 않고 파장에 독립적인 스펙트럼 성분을 투과하여, 주어진 요소가 구동된 활성상태에 응답하여 "밝은" 하위픽셀 레벨을 생성한다.

"레드" 하위픽셀(8R)이 도 8에 나타낸 바와 같이 "밝은" 상태로 구동될 때, "레드" 대역($\triangle\lambda_R$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 편광상태를 변화시키지 않는 선형 편광방향 회전요소(5R), 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시키는 비흡수 편광 컬러필터(86R), "레드" 흡수성 컬러필터(90R), 및 전방 광대역 시트 편광자(70)를 통해 투과한다. 이 상태에서, "그린" 대역($\triangle\lambda_G$) 또는 "블루" 대역($\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 선형 편광방향 회전요소(5R)를 투과하고, "레드" 비흡수 편광 컬러필터(86R)에 의해 반사되고, 선형 편광방향 회전요소(5R), 후방 광대역 시트 편광자(40), 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 다시 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다.

"그린" 하위픽셀(8G)이 도 8에 나타낸 바와 같이 "밝은" 상태로 구동될 때, "그린" 대역($\triangle\lambda_G$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 편광상태를 변화시키지 않는 선형 편광방향 회전요소(5G), 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시키는 비흡수 편광 컬러필터(86G), "그린" 흡수성 컬러필터(90G), 및 전방 광대역 시트 편광자(70)를 통해 투과한다. 이 상태에서, "레드" 대역($\triangle\lambda_R$) 또는 "블루" 대역($\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 선형 편광방향 회전요소(5G)를 투과하고, "그린" 비흡수 편광 컬러필터(86G)에 의해 반사되고, 선형 편광방향 회전요소(5G), 후방 광대역 시트 편광자(40), 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 다시 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다.

"블루" 하위픽셀(8B)이 도 8에 나타낸 바와 같이 "밝은" 상태로 구동될 때, "블루" 대역($\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 편광상태를 변화시키지 않는 선형 편광방향 회전요소(5B), 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시키는 비흡수 편광 컬러필터(86B), "블루" 흡수성 컬러필터(90B), 및 전방 광대역 시트 편광자(70)를 통해 투과한다. 이 상태에서, "그린" 대역($\triangle\lambda_G$) 또는 "레드" 대역($\triangle\lambda_R$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 선형 편광방향 회전요소(5R)를 투과하고, "블루" 비흡수 편광 컬러필터(86B)에 의해 반사되고, 선형 편광방향 회전요소(5B), 후방 광대역 시트 편광자(40), 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 다시 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다.

"마젠타" 비흡수 편광 컬러필터가 도 9에 개략적으로 도시되어 있다. 상기 비흡수 편광 컬러필터는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(76)와 전방 광대역 다층의 무손실 편광자(87) 사이에 위치하는 컬러 편광 회전자(CPR)(77)를 포함한다. 도 9에 나타낸 본 발명의 이 실시형태에 있어서, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축(AB)은 전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축에 평행하고 CPR의 기준축에 평행하다. 다음의 용어가 하기 설명에 사용될 것이다. 후방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축(AB)에 대해 편행한 전기벡터를 갖는 광의 편광상태를 a-타입 편광상태라고 할 것이다. 한편, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축(AB)에 대해 수직인 전기벡터를 갖는 광의 편광상태를 b-타입 편광상태라고 할 것이다.

"레드" 대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분을 가진 입사하는 비편광광(79R)에 대하여, b-타입의 편광상태를 갖는 광의 부분(80R)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되는 반면, a-타입의 편광상태를 갖는 광의 다른 부분(81R)은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그후, 투과된 광 부분이 편광상태(82R)를 변화시키지 않고 CPR을 통해 투과하고 그리고 a-타입의 동일한 편광상태(83R)로 전방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다.

"블루" 대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분을 가진 입사하는 비편광광(79B)에 대해서도 유사한 추론이 공평하게 이루어진다. 이 광의 b-타입의 편광상태를 갖는 부분(80B)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되며, a-타입의 편광상태를 갖는 광의 다른 부분(81B)은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그후, 투과된 광 부분이 편광상태(82B)를 변화시키지 않고 CPR을 통해 투과하고 그리고 a-타입의 동일한 편광상태(83R)로 전방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그리하여, 상술한 경우와 유사하게, 입사하는 비편광 "블루" 광이 실질적으로 손실 없이 "마젠타" 비흡수 편광 컬러필터에 의해 투과된다.

상기 경우와는 대조적으로, "그린" 대역내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분을 가진 입사하는 비편광광의 부분이 비흡수 편광 컬러필터를 통해 투과된다. b-타입의 편광상태를 갖는 "그린" 광의 부분(80G)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자로부터 반사되고 a-타입의 편광상태를 갖는 "그린" 광의 다른 부분(81G)이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 투과된다. 그 결과로서 투과된 스펙트럼 성분(81G)이 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입(82G)으로 변화시켜 CPR을 통해 투과된다. 그리고 나서 b-타입의 편광상태를 갖는 상기 스펙트럼 성분이 전방 광대역 다층의 무손실 편광자(화살표(83G) 참조)로부터 반사된다. 그 결과로서 광이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입(84G)으로 변화시켜 CPR을 통해 다시 투과하고 a-타입(85G)의 동일한 편광상태로 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 통해 다시 투과된다. 그리하여 a-타입의 편광상태를 갖는 비편광 "그린" 광의 부분이 편광상태를 변화시키지 않고 비흡수 편광 컬러필터로부터 반사되는 한편, b-타입의 편광상태를 갖는 광의 다른 부분이 비흡수 편광 컬러필터로부터 역시 반사된다.

"레드" 대역($\triangle\lambda_R$) 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_B$)내의 파장을 갖는 스펙트럼 성분이 비흡수 편광 컬러필터의 출력에서 서로 혼합되어, a-타입의 편광상태를 가진 "시안" 컬러의 광(화살표(88) 참조)을 생성한다.

도 9에 나타낸 일실시형태에 있어서, 비흡수 편광 필터는 무색 복굴절 결정막만으로 이루어진다. 따라서 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 CPR은 에너지손실 또는 흡수없이 광의 스펙트럼 성분을 투과 또는 반사시킨다.

도 10 및 11에 나타낸 바와 같이, 백라이트 구조체내에서 생성된 비편광광이 a-타입 및 b-타입 편광상태를 둘다 가지는 스펙트럼 성분으로 이루어진다. a-타입의 편광상태의 스펙트럼 성분만이 백라이트 패널(2)에 인접하는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하고, 이에 반하여 여기에 입사하는 b-타입의 편광상태의 스펙트럼 성분은 에너지 손실 또는 흡수없이 반사된다. 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)로부터 반사된 스펙트럼 성분이 준확산 반사기(3)로 입사하고 편광 반전(a-타입으로부터 b-타입으로 그리고 그 반대)을 격는다. 이 반사 공정은 파장에 독립적이다. 이제 b-타입으로부터 a-타입으로 반전된 편광을 갖는 스펙트럼 성분이 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자를 투과한 광은 후방 광대역 시트 편광자(40)로 입사하고, 여기서 가시대역내의 파장을 가지며 b-타입의 편광상태를 갖는 스펙트럼 성분으로 이루어진 광이 흡수되며 상기 가시대역내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 스펙트럼 성분으로 이루어진 광이 투과된다.

"시안", "마젠타", 및 "옐로우" 하위픽셀(8C, 8M, 8Y)에 관련된 선형 편광방향 회전요소(5C, 5M, 5Y)가 도 10에 나타낸 바와 같이 비활성 상태로 구동될 때, 투과된 광의 스펙트럼 성분은 편광상태의 직교 변환(a-타입으로부터 b-타입으로 그리고 그 반대)으로 인해 변형되고, 주어진 요소가 구동된 비활성 상태에 응답하여 "어두운" 하위픽셀 레벨이 생성된다.

"시안" 하위픽셀(8C)이 도 10에 나타낸 그 "어두운" 상태로 구동될 때, "레드", "그린", 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4) 및 후방 광대역 시트 편광자(40)를 통해 투과된다. 그 결과로서 상기 스펙트럼 성분은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5C)를 통해 투과된다. 그후, b-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 비흡수 편광 컬러필터(86C)로부터 반사되었다. b-타입의 편광상태를 갖는 반사된 "레드", "그린", 및 "블루" 스펙트럼 성분($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5C)를 통해 다시 투과된다. 마지막으로, a-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 후방 광대역 시트 편광자(40) 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다. b-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화

이트" 광(도 10의 화살표(25C) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 흡수된다. 반면에, a-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 10의 화살표(35C) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 투과된다. 그후, "시안" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 흡수성 컬러필터(90C)를 통해 투과되고, 이에 반하여 "레드" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 상기 컬러필터에 의해 흡수된다. 그리고 나서 "시안" 스펙트럼 성분을 갖는 광이 편광상태를 변화시키지 않고 비흡수 편광 컬러필터(86C)를 통해 투과된다. 그 결과로서 "시안" 스펙트럼 성분(화살표(45C) 참조)이 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5R)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 시트 편광자(40)는 변환된 "시안" 스펙트럼 성분(화살표(55C) 참조)을 흡수한다.

"마젠타" 하위픽셀(8M)이 도 10에 나타낸 그 "어두운" 상태로 구동될 때, "레드", "그린", 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4) 및 후방 광대역 시트 편광자(40)를 통해 투과된다. 그 결과로서 상기 스펙트럼 성분은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5M)를 통해 투과된다. 그후, b-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 비흡수 편광 컬러필터(86M)로부터 반사되었다. b-타입의 편광상태를 갖는 반사된 "레드", "그린", 및 "블루" 스펙트럼 성분($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5M)를 통해 다시 투과된다. 마지막으로, a-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 후방 광대역 시트 편광자(40) 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다. b-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 10의 화살표(25M) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 흡수된다. 반면에, a-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 10의 화살표(35M) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 투과된다. 그후, "마젠타" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 흡수성 컬러필터(90M)를 통해 투과되고, 이에 반하여 "그린" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 상기 컬러필터에 의해 흡수된다. 그리고 나서 "마젠타" 스펙트럼 성분을 갖는 광이 편광상태를 변화시키지 않고 비흡수 편광 컬러필터(86M)를 통해 투과된다. 그 결과로서 "마젠타" 스펙트럼 성분(화살표(45M) 참조)이 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5M)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 시트 편광자(40)는 변환된 "마젠타" 스펙트럼 성분(화살표(55M) 참조)을 흡수한다.

"옐로우" 하위픽셀(8Y)이 도 10에 나타낸 그 "어두운" 상태로 구동될 때, "레드", "그린", 및 "블루" 대역($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 또는 $\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4) 및 후방 광대역 시트 편광자(40)를 통해 투과된다. 그 결과로서 상기 스펙트럼 성분은 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5Y)를 통해 투과된다. 그후, b-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 흡수 없이 비흡수 편광 컬러필터(86Y)로부터 반사되었다. b-타입의 편광상태를 갖는 반사된 "레드", "그린", 및 "블루" 스펙트럼 성분($\triangle\lambda_R$, $\triangle\lambda_G$ 및 $\triangle\lambda_B$)이 편광상태를 b-타입으로부터 a-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5Y)를 통해 다시 투과된다. 마지막으로, a-타입의 편광상태를 갖는 변환된 스펙트럼 성분이 후방 광대역 시트 편광자(40) 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 통해 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다. b-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 10의 화살표(25Y) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 흡수된다. 반면에, a-타입의 편광상태를 갖는 주변의 "화이트" 광(도 10의 화살표(35Y) 참조)이 전방 광대역 시트 편광자(70)에 의해 투과된다. 그후, "옐로우" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 흡수성 컬러필터(90Y)를 통해 투과되고, 이에 반하여 "블루" 스펙트럼 성분을 갖는 광의 부분이 상기 컬러필터에 의해 흡수된다. 그리고 나서 "옐로우" 스펙트럼 성분을 갖는 광이 편광상태를 변화시키지 않고 비흡수 편광 컬러필터(86Y)를 통해 투과된다. 그 결과로서 "옐로우" 스펙트럼 성분(화살표(45Y) 참조)이 편광상태를 a-타입으로부터 b-타입으로 변화시켜 편광방향 회전요소(5Y)를 통해 투과된다. 그후, 후방 광대역 시트 편광자(40)는 변환된 "옐로우" 스펙트럼 성분(화살표(55Y) 참조)을 흡수한다.

선형 편광 회전요소가 도 11에 나타낸 바와 같은 활성상태로 구동될 때, 상기 요소는 편광상태를 변환시키지 않고 파장에 독립적인 스펙트럼 성분을 투과하여, 주어진 요소가 구동된 활성상태에 응답하여 "밝은" 하위픽셀 레벨을 생성한다.

"시안" 하위픽셀(8C)이 도 11에 나타낸 바와 같이 "밝은" 상태로 구동될 때, "그린" 대역($\triangle\lambda_G$) 또는 "블루" 대역($\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 편광상태를 변화시키지 않는 선형 편광방향 회전요소(5C), 편광을 변화시키지 않는 비흡수 편광 컬러필터(86C), "시안" 흡수성 컬러필터(90C), 및 전방 광대역 시트 편광자(70)를 통해 투과한다. 이 상태에서, "레드" 대역($\triangle\lambda_R$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 선형 편광방향 회전요소(5C)를 통해 투과하고, "시안" 비흡수 편광 컬러필터(86C)에 의해 반사되고, 선형 편광방향 회전요소(5C), 후방 광대역 시트 편광자(40), 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 다시 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다.

"마젠타" 하위픽셀(8M)이 도 11에 나타낸 바와 같이 "밝은" 상태로 구동될 때, "레드" 대역($\triangle\lambda_R$) 또는 "블루" 대역($\triangle\lambda_B$) 내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 편광상태를 변화시키지 않는 선형 편광방향 회전요소(5M), 편광을 변화시키지 않는 비흡수 편광 컬러필터(86M), "마젠타" 흡수성 컬러필터(90M), 및 전방 광대역 시트 편광자(70)를 통해 투과한다. 이 상태에서, "그린" 대역($\triangle\lambda_G$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 선형 편광방향 회전요소(5M)를 통해 투과하고, "마젠타" 비흡수 편광 컬러필터(86M)에 의해 반사되고, 선형 편광방향 회전요소(5M), 후방 광대역 시트 편광자(40), 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 다시 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다.

"옐로우" 하위픽셀(8Y)이 도 11에 나타낸 바와 같이 "밝은" 상태로 구동될 때, "레드" 대역($\triangle\lambda_R$) 또는 "그린" 대역($\triangle\lambda_G$) 내의 파장을 가지며 a-타입 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 편광상태를 변화시키지 않는 선형 편광방향 회전요소(5Y), 편광을 변화시키지 않는 비흡수 편광 컬러필터(86Y), "옐로우" 흡수성 컬러필터(90Y), 및 전방 광대역 시트 편광자(70)를 통해 투과한다. 이 상태에서, "블루" 대역($\triangle\lambda_B$)내의 파장을 가지며 a-타입의 편광상태를 갖는 백라이트 방사선의 스펙트럼 성분은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4), 후방 광대역 시트 편광자(40), 선형 편광방향 회전요소(5Y)를 통해 투과하고, "옐로우" 비흡수 편광 컬러필터(86Y)에 의해 반사되고, 선형 편광방향 회전요소(5Y), 후방 광대역 시트 편광자(40), 및 후방 광대역 다층의 무손실 편광자(4)를 다시 투과하여 재순환을 위해 백라이트 구조체로 되돌아간다.

전형적인 실시형태의 설명

본 발명의 하나의 바람직한 실시형태는, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자, 및 컬러 편광 회전자를 포함하는 비흡수 편광 컬러필터이다. 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는 소정 배향된 투과축(AB)을 가진다. 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 대면하는 후방면 및 전방면을 가진다. 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 거의 평행하게 위치하며, 상기 투과축(AB)에 대략 평행하거나 또는 대략 직교하는 투과축을 가진다. 컬러 편광 회전자는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 상기 편광자와 평행한 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치한다. 상기 컬러 편광 회전자는 투과축(AB)의 배향에 대해 흔들림각(α)에 따라 표시로서 교대하는 c축 배향을 가진 복굴절 박막의 퇴적물을 포함한다. 복굴절 박막의 수, 흔들림각(α), 두께 및 광학 이방성은, 비흡수 편광 컬러필터가 투과축(AB)에 대략 평행한 편광상태를 갖는 소정의 컬러 광을 투과하고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 갖는 상기 소정의 컬러 광을 반사시키며, 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사시키도록 선택된다.

본 발명의 하나의 변형으로서, 비흡수 편광 컬러필터는 투명 기판을 더 포함한다. 발명의 이 변형에서, 비흡수 편광 컬러필터는 기판, 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 컬러 편광 회전자, 및 전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 일련의 요소를 포함할 수도 있다. 비흡수 편광 컬러필터의 다른 실시형태에 있어서, 상기 기판은 후방 광대역 다층의 무손실 편광자와 컬러 편광 회전자 사이에 위치한다. 비흡수 편광 컬러필터의 또 다른 변형으로서, 상기 기판은 컬러 편광 회전자와 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치한다. 발명의 다른 변형에 있어서, 비흡수 편광 컬러필터는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 컬러 편광 회전자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자, 및 기판의 일련의 요소를 포함한다.

비흡수 편광 컬러필터의 일실시형태에 있어서, 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는 복굴절막 및 등방성막의 교대층의 퇴적물을 포함한다. 비흡수 편광 컬러필터의 다른 실시형태에 있어서, 적어도 하나의 등방성막은 상이한 굴절률을 갖는 재료로 이루어진 적어도 두개의 층을 포함한다. 비흡수 편광 컬러필터의 또 다른 실시형태에 있어서, 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는, 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 직교하여 편광된 광의 반사율 및 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 평행하게 편광된 광의 투과율의 간섭의 극값을 제공하도록 선택된 복굴절 박막 및 등방성막의 수, 두께 및 광학 이방성을 갖는 광대역 간섭 편광자이다.

비흡수 편광 컬러필터의 하나의 가능한 변형에 있어서, 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 복굴절막 및 등방성막의 교대층의 퇴적물을 포함한다. 비흡수 편광 컬러필터의 다른 가능한 변형에 있어서, 적어도 하나의 등방성막이 상이한 굴절률을 갖는 재료로 이루어진 적어도 2개의 층을 포함한다. 비흡수 편광 컬러필터의 또 다른 가능한 변형에 있어서, 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는, 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 직교하여 편광된 광의 반사율 및 가시광의 넓은 대역에서 상기 투과축(AB)에 대략 평행하게 편광된 광의 투과율의 간섭의 극값을 제공하도록 선택된 복굴절 박막 및 등방성막의 수, 두께 및 광학 이방성을 갖는 광대역 간섭 편광자이다.

본 발명의 하나의 변형에 있어서, 비흡수 편광 컬러필터는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 전방면 상에 위치하는 소정의 컬러 광을 투과하는 적어도 하나의 흡수성 종래의 컬러필터를 포함한다.

본 발명의 다른 변형에 있어서, 비흡수 편광 컬러필터는 흡수성 컬러필터 상에 위치하는 적어도 하나의 전방 광대역 시트 편광자를 더 포함한다. 상기 시트 편광자는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자의 투과축에 대략 평행한 투과축을 가진다.

적어도 하나의 복굴절막은 캐스케이드 결정화 프로세스에 의해 이루어질 수도 있으며 광학축 중 하나의 방향에서 분자간 간격 3.4±0.3Å을 가지는 전체적으로 질서있는 이축성 결정 구조를 가지는 것을 특징으로 한다. 상기 복굴절막은 가시광의 파장대역에서 투명하고, 이온발생 그룹 및 공역 π계를 가진 적어도 하나의 다환식 유기화합물을 나타내는 봉형상 초분자에 의해 형성된다.

개시된 비흡수 편광 컬러필터의 가능한 변형에 있어서, 적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 400nm 이하의 기본적인 흡수에지를 가진다. 개시된 비흡수 편광 컬러필터의 다른 가능한 변형에 있어서, 적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 0.98 이상의 투과율을 가진다. 개시된 비흡수 편광 컬러필터의 또 다른 가능한 변형에 있어서, 적어도 하나의 투명한 복굴절 박막은 가시광의 파장대역에서 균일하게 투명하다.

다른 실시형태에 있어서, 본 발명은 비흡수 편광 컬러필터를 제공하는데, 여기서 적어도 하나의 광학 이방성층은 2가 및/또는 3가 금속으로 처리된다. 다른 비흡수 편광 컬러필터에 있어서, 적어도 하나의 유기화합물 재료의 분자는 헤테로고리를 함유한다. 개시된 발명의 다른 변형에 있어서, 비흡수 편광 컬러필터는 적어도 하나의 이색성 염료(dichroic dye)에 기초하여 리오트로픽 액정으로 이루어진 적어도 하나의 광학 이방성층을 포함한다.

다른 바람직한 실시형태에 있어서, 본 발명은 액정 셀, 및 비흡수 편광 컬러필터를 포함하는 액정 표시장치를 제공한다. 비흡수 편광 컬러필터는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자, 전방 광대역 다층의 무손실 편광자, 및 컬러 편광 회전자를 포함한다. 후방 광대역 다층의 무손실 편광자는 소정 배향된 투과축(AB)을 가진다. 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 전방면 및 상기 후방 광대역 다층의 무손실 편광자에 대면하는 후방면을 가진다. 상기 전방 광대역 다층의 무손실 편광자는 후방 광대역 다층의 무손실 편광자에 대략 평행하게 위치하며, 투과축(AB)에 대략 평행하거나 대략 직교하는 투과축을 가진다. 컬러 편광 회전자는 전방 광대역 다층의 무손실 편광자 및 상기 편광자와 대략 평행한 후방 광대역 다층의 무손실 편광자 사이에 위치한다. 상기 컬러 편광 회전자는 투과축(AB)의 배향에 대해 흔들림각(α)에 따라 표시로서 교대되는 c축 배향을 가진 복굴절 박막의 퇴적물을 포함한다. 복굴절 박막의 수, 흔들림각(α), 두께 및 광학 이방성은, 비흡수 편광 컬러필터가 투과축(AB)에 대략 평행한 편광상태를 갖는 소정의 컬러 광을 투과하고, 투과축(AB)에 직교하는 편광상태를 갖는 상기 소정의 컬러 광을 반사시키고, 다른 소정의 컬러의 비편광광을 반사시키도록 선택된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 광대역 다층의 무손실 편광자의 제1 변형도;

도 2는 층의 퇴적물을 포함하는 다층 구조의 단면도;

도 3은 본 발명에 따른 광대역 다층의 무손실 편광자의 제2 변형도;

도 4는 "레드", "그린" 및 "블루" 하위픽셀의 요소로서 컬러 편광 회전자의 기능도;

도 5는 "그린" 컬러 편광 회전자의 내부 구조를 나타내는 도면;

도 6은 비흡수 편광 "그린" 컬러필터의 개략도;

도 7은 LCD 패널의 제1 구체예에서의 전형적인 픽셀 구조의 확대 단면도의 개략도로서, LCD 패널의 공간적인 강도 변조 요소는 선형 편광 회전요소를 사용하여 실현되며, 거기에 제공되는 픽셀 구동신호는 전형적인 픽셀 구조의 RGB(레드, 그린, 블루) 하위픽셀의 각각에서 "어두운(dark)" 출력 레벨을 생성하도록 선택되는 도면;

도 8은 LCD 패널의 제1 구체예에서의 전형적인 픽셀 구조의 확대 단면도의 개략도로서, LCD 패널의 공간적인 강도 변조 요소는 선형 편광 회전요소를 사용하여 실현되며, 거기에 제공되는 픽셀 구동신호는 전형적인 픽셀 구조의 RGB 하위픽셀의 각각에서 "밝은(bright)" 출력 레벨을 생성하도록 선택되는 도면;

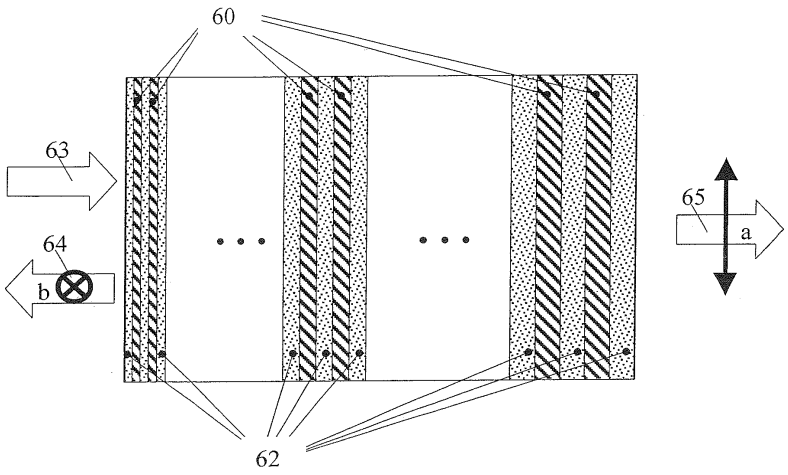
도 9는 비흡수 편광 "마젠타" 컬러필터의 개략도;

도 10은 LCD 패널의 제2 구체예에서의 전형적인 픽셀 구조의 확대 단면도의 개략도로서, LCD 패널의 공간적인 강도 변조 요소는 선형 편광 회전요소를 사용하여 실현되며, 거기에 제공되는 픽셀 구동신호는 전형적인 픽셀 구조의 CMY(시안, 마젠타, 옐로우) 하위픽셀의 각각에서 "어두운" 출력 레벨을 생성하도록 선택되는 도면;

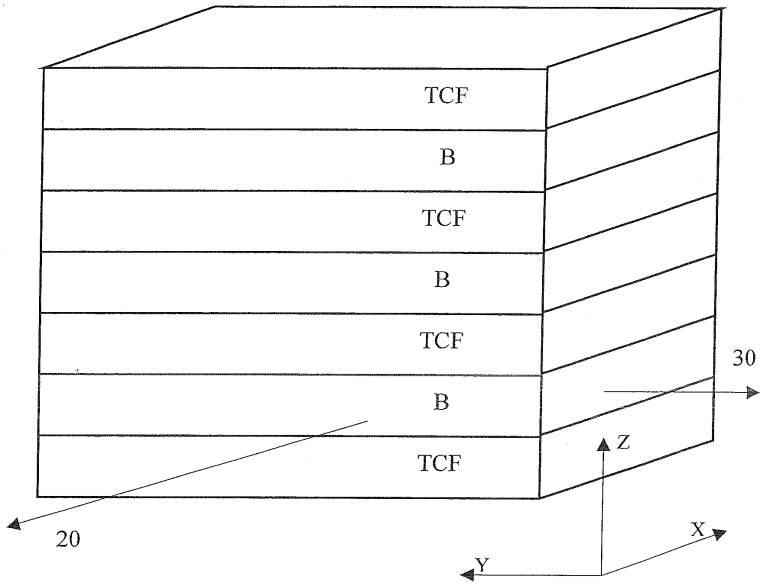
도 11은 LCD 패널의 제2 구체예에서의 전형적인 픽셀 구조의 확대 단면도의 개략도로서, LCD 패널의 공간적인 강도 변조 요소는 선형 편광 회전요소를 사용하여 실현되며, 거기에 제공되는 픽셀 구동신호는 전형적인 픽셀 구조의 CMY(시안, 마젠타, 옐로우) 하위픽셀의 각각에서 "밝은" 출력레벨을 생성하도록 선택되는 도면이다.

도면

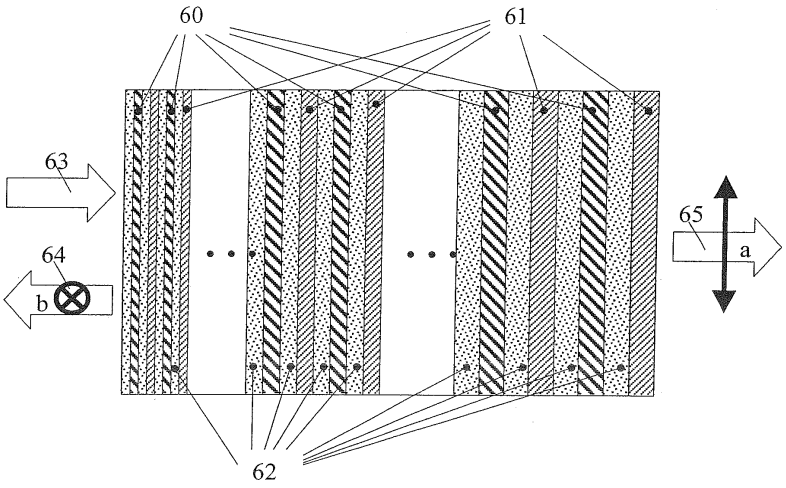
도면1



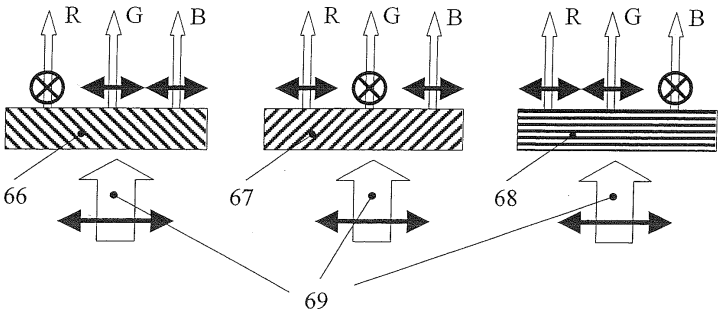
도면2


TCF
B
TCF
B
TCF
B
TCF
30
Z
X
Y
20

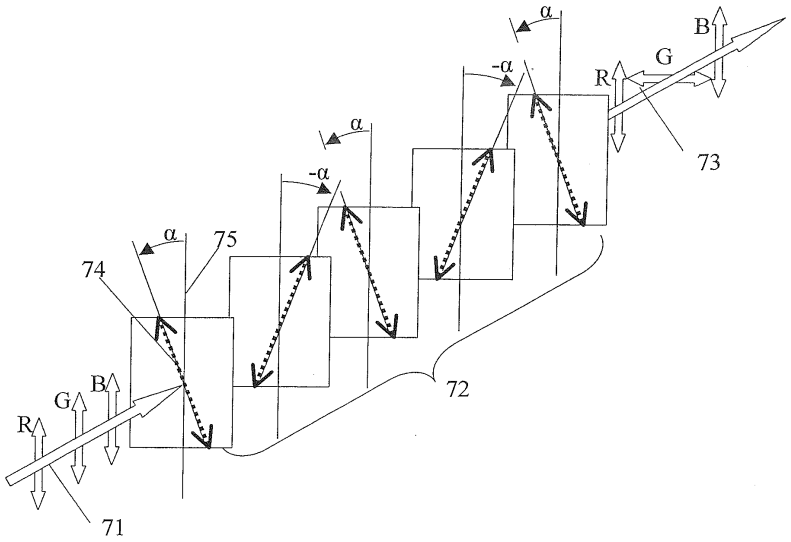
도면3


60
61
63
64
b
65
a
62

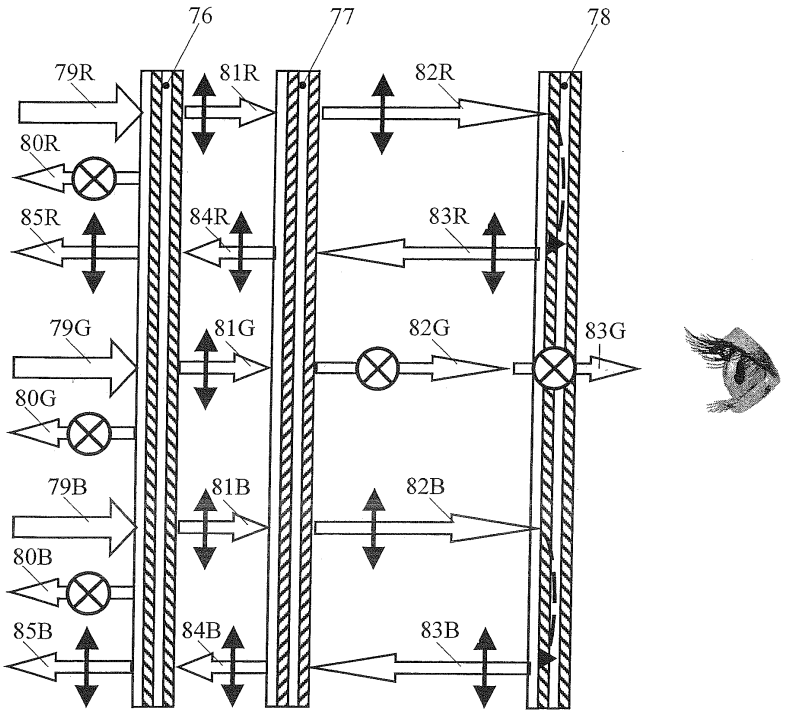
도면4


R
G
B
R
G
B
R
G
B
66
67
68
69

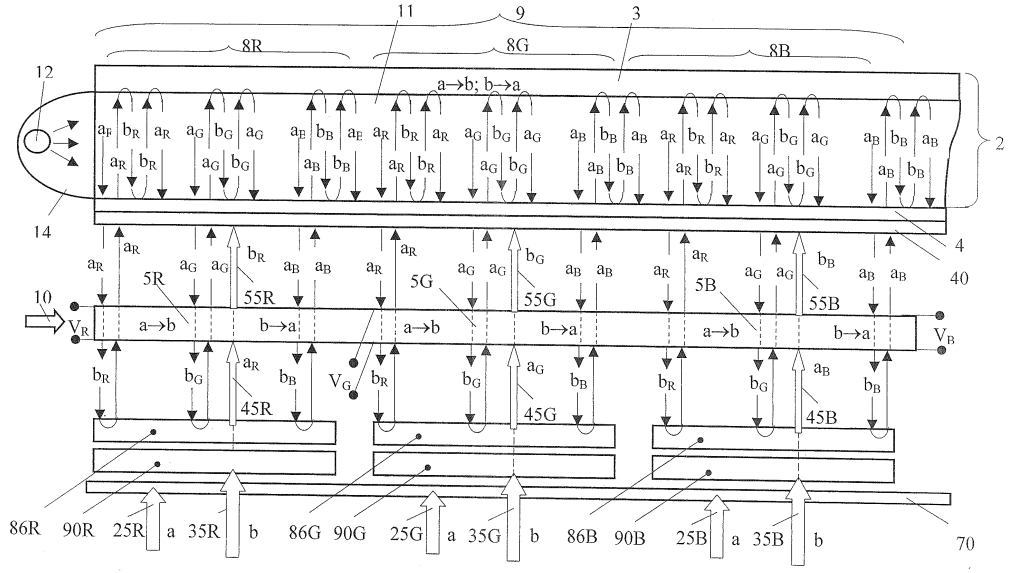
도면5


α
B
G
R
-α
73
α
-α
α
75
74
72
B
G
R
71

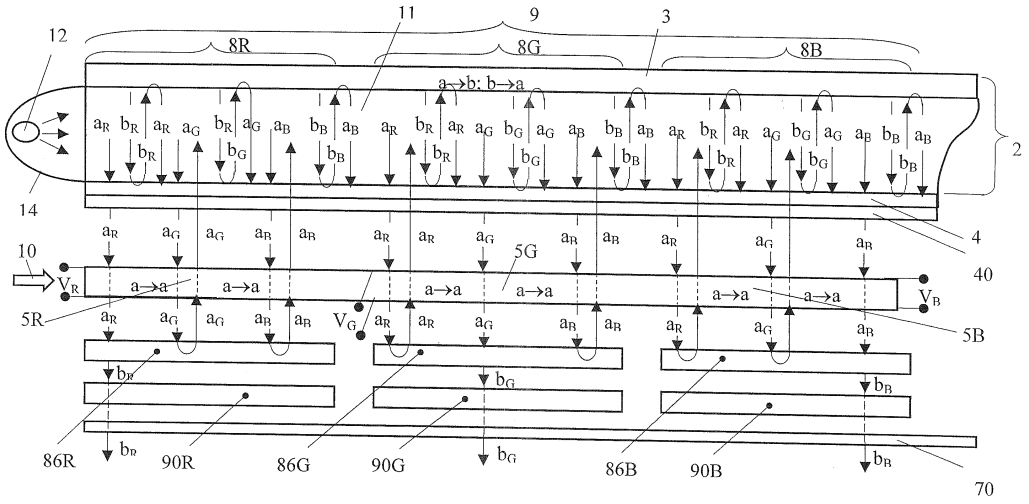
도면6


76
77
78
79R
81R
82R
80R
85R
84R
83R
79G
81G
82G
83G
80G
79B
81B
82B
80B
85B
84B
83B

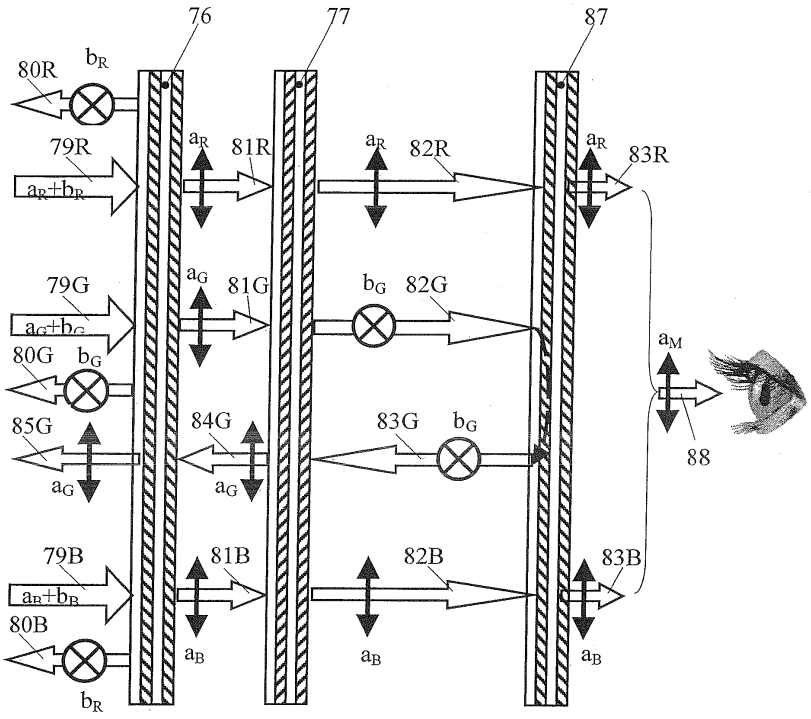
도면7


11
9
3
8R
8G
8B
12
a→b; b→a
2
14
4
40
10
5R
55R
5G
55G
5B
55B
V_R
V_G
V_B
45R
45G
45B
86R
90R
25R
a
35R
b
86G
90G
25G
a
35G
b
86B
90B
25B
a
35B
b
70

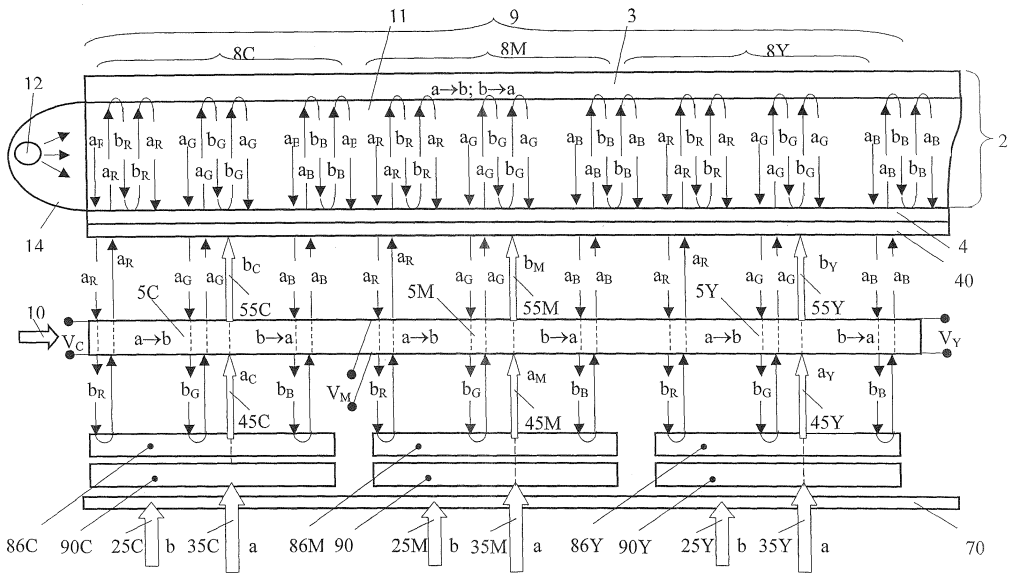
도면8


11
9
3
8R
8G
8B
12
a→b; b→a
2
14
4
40
10
5G
5R
5B
V_R
V_G
V_B
a→a
86R
90R
86G
90G
86B
90B
70

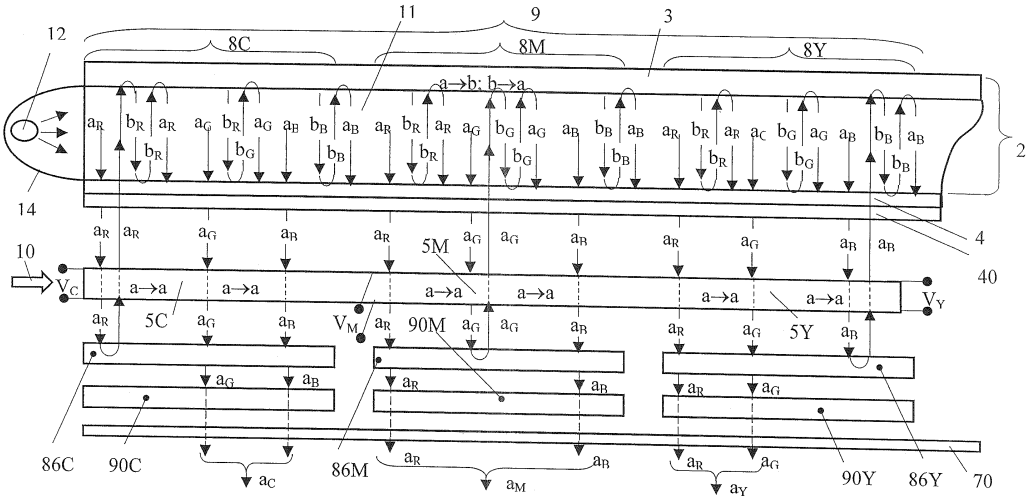
도면9


76
77
87
80R
b_R
79R
a_R+b_R
a_R
81R
a_R
82R
a_R
83R
79G
a_G+b_G
a_G
81G
b_G
82G
80G
b_G
a_M
88
85G
a_G
84G
a_G
83G
b_G
79B
a_B+b_B
81B
82B
83B
80B
b_R
a_B
a_B
a_B

도면10

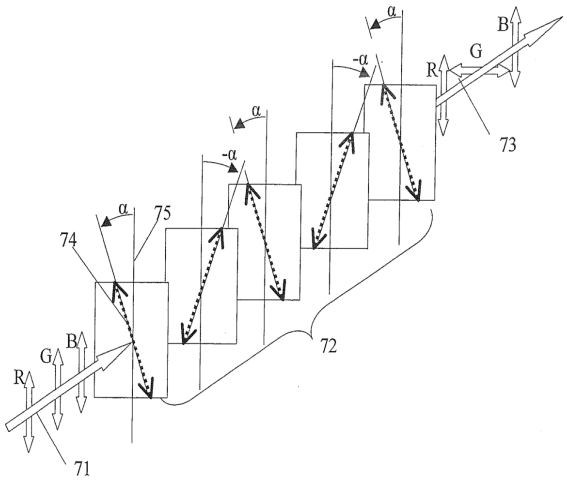

11
9
3
8C
8M
8Y
12
a→b; b→a
2
14
4
40
10
5C
55C
5M
55M
5Y
55Y
V_C
a→b
b→a
V_M
V_Y
45C
45M
45Y
86C
90C
25C
35C
86M
90
25M
35M
86Y
90Y
25Y
35Y
70

도면11


12
11
9
3
8C
8M
8Y
a→b; b→a
2
14
4
40
10
5M
5C
5Y
90M
86C
90C
86M
90Y
86Y
70

专利名称(译)	非吸收型偏振滤色器和与其集成的液晶显示器		
公开(公告)号	KR1020070003794A	公开(公告)日	2007-01-05
申请号	KR1020067012215	申请日	2005-04-12
[标]申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
申请(专利权)人(译)	日东电工（株）制		
当前申请(专利权)人(译)	日东电工（株）制		
[标]发明人	LAZAREV PAVEL 라자레브파벨 PAUKSHTO MICHAEL V 파우크쉬토마이클브이 SILVERSTEIN LOUIS D 실버스테인루이스디 YEH POCHI 예이포치		
发明人	라자레브,파벨 파우크쉬토,마이클,브이. 실버스테인,루이스,디. 예이,포치		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13363 G02B5/30 G02F1/1347		
CPC分类号	G02F1/13473 G02F2001/133521 G02F1/133533		
优先权	11/102196 2005-04-07 US 60/562916 2004-04-15 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)



滤色器领域本发明涉及滤色器领域。特别是，它涉及具有非吸收性偏振光滤色器的高亮度彩色液晶显示装置面板和在相邻下部像素（子像素）间隔处的光再循环和非吸收性偏振光颜色的改善的图像对比度。采用过滤器。所公开的发明展示了非吸收性偏振光滤色器，其包括后宽带多层的无损偏振光装置，以及前宽带多层和彩色偏振旋转器的无损偏振光装置。后向宽带多层的无损偏振光装置具有对准的透射轴（AB）。前宽带多层的无损耗偏振光装置具有传输轴，该传输轴通常与后向宽带多层的无损耗偏振光装置平行，并且通常在后面宽带多层中并联。透射轴（AB）或近似以直角交叉。彩色偏振旋转器位于前宽带多层的无损偏振光装置和后宽带多层的无损偏振光装置之间。彩色偏振旋转器包括双折射薄膜的沉积物（堆叠），该双折射薄膜具有根据作为显示器的振动角（α：摇摆角）围绕透射轴（AB）的取向交替的c轴取向。双折射薄膜的数量，以及具有振动角（α）的预定颜色光，以及厚度和光学各向异性，非吸收性偏振光滤色器，透射轴（AB）和偏振态一般与预定的平行具有偏振状态透射并且在透射轴（AB）中正交的彩色光被反射。并且为了反射其他预定颜色的非偏振光，它是选择。