



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

G02F 1/137 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년07월23일

(11) 등록번호

10-0742039

(24) 등록일자

2007년07월16일

(21) 출원번호 10-2005-0037573
 (22) 출원일자 2005년05월04일
 심사청구일자 2005년05월04일

(65) 공개번호 10-2006-0045909
 (43) 공개일자 2006년05월17일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00137505 2004년05월06일 일본(JP)

(73) 특허권자 캐논 가부시끼가이사
 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3초메 30방 2고

(72) 발명자 아사오 야스후미
 일본국 카나가와케 아츠기시 온나 1192-15

(74) 대리인 신중훈
 임옥순

(56) 선행기술조사문현 KR1019980085576 KR1019950020367

심사관 : 박봉서

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 컬러 액정표시소자

(57) 요약

컬러 액정표시소자는, 각각 전극이 설치되어 호메오토로픽 배향처리된 1쌍의 대향 배치된 기판과, 상기 1쌍의 대향 배치된 기판사이에 배치된 카이럴 네마틱 액정을 포함한다. 상기 카이럴 네마틱 액정은, 전극사이에 인가된 전압에 의해 복굴절을 일으켜 명도변화와 색상변화를 초래하는 것이 가능하다. 해당 액정은, 전계인가하에 꼬임배향되어 꼬임각을 변화시키므로, 온도에 의한 복굴절의 변동을 보상한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

각각 전극이 설치되고 호메오토로픽(homeotropic) 배향처리된 1쌍의 대향 배치된 기판과,

상기 1쌍의 대향 배치된 기판사이에 배치된 카이럴 네마틱 액정을 구비한 컬러 액정표시소자에 있어서,

상기 카이럴 네마틱 액정은, 전극사이에 인가된 전압에 의해 복굴절을 일으켜 명도변화와 색상변화를 초래하는 것이 가능하고, 그의 나선형의 피치가 온도상승에 따라 증가하는 온도범위를 지니는 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

제 1항에 있어서, 전압무인가상태에 있어서 흑색을 표시하는 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 원형 편광판을 또 구비한 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 단위화소가 복수의 부화소로 이루어지고, 해당 부화소는 전압인가하에 상기 액정의 복굴절에 의한 유채색표시를 가능하게 하는 제 1부화소와, 컬러필터를 지니고, 전압인가하에 상기 액정의 명도변화범위에서 해당 컬러필터의 색을 표시가능하게 하는 제 2부화소를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자.

청구항 7.

각각 전극이 설치되어 있는 1쌍의 대향 배치된 기판과,

상기 1쌍의 대향 배치된 기판사이에 배치된 액정을 구비한 컬러 액정표시소자에 있어서,

상기 액정은, 전극사이에 인가된 전압에 의해 복굴절을 일으켜 명도변화와 색상변화를 초래하는 것이 가능하고,

상기 액정은, 전극사이에 전압이 인가되지 않은 상태에서 기판에 대해서 대략 호메오토로픽하게 배향되고, 전압인가상태에서는 꼬임배향되며, 온도상승과 함께 꼬임피치가 증가하는 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자.

청구항 8.

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다색표시를 행하는 것이 가능한 컬러 액정표시소자에 관한 것이다.

현재, 플랫 패널 디스플레이는, 퍼스널 컴퓨터용 등의 각종 모니터로서, 그리고, 휴대전화용 표시소자 등으로서 광범위하게 보급되어 왔다. 금후에는, 플랫 패널 디스플레이가 대화면 텔레비전 용도로의 발전 등 점점 보급될 것으로 예측되고 있다.

가장 인기있는 플랫 패널 디스플레이은 액정 디스플레이이다. 액정 디스플레이용의 컬러표시방식으로서, 마이크로컬러필터방식이라 불리는 것이 널리 사용되고 있다.

마이크로컬러필터방식은, 하나의 단위화소를 적어도 3개의 화소로 구성해서, 그들 3개의 화소에 각각 적(R), 녹(G) 및 청(B)의 3원색의 컬러필터를 형성함으로써 풀컬러표시를 행하므로, 높은 색재현성을 용이하게 실현한다고 하는 장점이 있다.

한편, 마이크로컬러필터방식의 단점으로서는, 투과율이 단색표시방식의 1/3이므로, 광이용효율이 낮다.

이 낮은 광이용효율은, 백 라이트를 지닌 투과형 액정표시장치나 프론트 라이트를 지닌 반사형 액정표시장치에 있어서는 백 라이트나 프론트 라이트의 높은 소비전력을 초래한다.

한편, 컬러필터를 이용하지 않는 컬러 액정표시장치로서, 전계제어복굴절(ECB)형 액정표시장치가 알려져 있다. 이 ECB형 액정표시장치는, 1쌍의 기판과 이들 기판사이에 샌드위치된 액정으로 구성되고, 투과형의 것과 반사형의 것으로 크게 분류된다.

투과형의 ECB형 액정표시장치의 경우, 1쌍의 기판의 각각에 편광판이 설치되는 한편, 반사형의 ECB형 액정표시장치의 경우에는, 한쪽의 기판에만 편광판이 설치된 1편광판형 표시장치와, 양쪽의 기판에 편광판을 설치하고, 각 편광판의 바깥쪽에 반사판을 배치한 2편광판형 표시장치가 있다.

투과형의 ECB형 액정표시장치의 경우, 한쪽의 편광판을 통해서 들어온 직선편광광이, 액정셀을 투과하는 과정에서 액정층의 복굴절작용에 의해, 편광상태가 다른 각 파장광속으로 이루어진 타원편광광으로 변한다. 이 타원편광광은 다른 쪽 편광판으로 입사하고, 해당 다른쪽 편광판을 투과한 투과광이, 각 파장광속의 광강도에 대응하는 색의 광속으로 이루어진 착색광이다.

ECB형 액정표시장치는 액정의 복굴절작용과 편광판의 편광작용을 이용해서 광을 착색하므로, 컬러필터에 의한 광의 흡수가 일어나지 않기 때문에, 높은 투과율의 광으로 밝은 컬러 표시를 행하는 것이 가능하다. 또한, 액정층의 복굴절성은, 액정셀에 인가된 전압에 따라서 변화한다. 이 때문에, 액정셀에 인가되는 전압을 제어함으로써, 투과광이나 반사광의 색을 변화시키는 것이 가능하다. 이것을 이용함으로써, 하나의(동일한) 화소로 복수의 색을 표시하는 것이 가능해진다.

도 1은 ECB형 표시소자의 복굴절량(리타데이션 R이라 칭함)과 좌표와의 관계를 표시한 색도도이다. 도 1로부터, 0에서 약 250nm까지의 리타데이션 R에서의 색은, 그 리타데이션 범위가 거의 색도도의 중앙부에 위치하므로 무채색이지만, 리타데이션이 상기 리타데이션 범위를 초과하는 경우에는 변화하는 것을 알 수 있다.

액정으로서 음의 유전이방성($-\Delta\epsilon$)을 지닌 액정재료를 사용하고, 그의 액정분자가 기판에 대해서 호메오톱로픽하게 (homeotropically)(수직으로) 배향되면, 해당 액정분자는 전압에 의해 경사지게 되므로, 이 액정분자의 경사도에 의해서 복굴절량(리타데이션)이 증가하게 된다.

이 경우, 크로스-니콜조건에 있어서, 색도가 도 1에 표시한 곡선을 따라 변화한다. 전압이 인가되지 않을 경우에는, 리타데이션 R이 거의 0이므로, 광은 표시소자를 투과하지 않아, 어두운(흑색) 상태(즉, 암상태)를 제공한다. 전압이 증가함에 따라, 밝기는 흑색, 회색 및 백색의 순서로 증가한다. 전압을 더욱 높이면, 광이 착색되어 황색, 적색, 자색, 청색, 황색, 자색, 물색 및 녹색의 순으로 색이 변화한다.

상기 설명한 바와 같이, ECB형 표시소자는, 전압인가하에, 저전압쪽의 변조영역에서는 최대명도와 최소명도와의 사이에 명도를 변화시키는 것이 가능하고, 또, 복수의 색상을 변화시키는 것이 가능하다.

도 1에 표시한 바와 같이, 리타데이션의 변화에 의해 얻어지는 색은, 색도도 분포의 바깥 가장자리에 위치된 최대 순도를 지닌 색의 색순도에 비해서 상당히 낮은 색순도를 지닌다. 이러한 낮은 순도를 보상하는 방법으로서는, 일본국 공개특허 평 04-052625호 공보에 기재된 바와 같이, 액정셀과 병용해서 컬러필터를 사용함으로써, 광을 같은 색의 컬러필터를 통과시킴으로써 ECB 표시의 색의 순도를 증가시킨다. 또, 상기 일본국 공개특허 평 04-052625호 공보에 기재된 방법에 있어서는, 청색 표시에 사용되지 않는 화소에 적색형 컬러필터 또는 황색형 컬러필터를 설치해서, ECB효과에 의해 얻어진 적색(단)과장성분을 차단해서 고순도의 적색을 제공한다.

이하, 색도도상의 흑색, 회색 및 백색의 순으로 명도가 변하는 리타데이션의 범위(0 내지 250nm)를 "명도변화범위"라 칭하고, 황색이상의 유채색이 변화하는 리타데이션 범위(250nm이상)를 "색상변화범위"라 칭한다. 하지만, 무채색과 유채색간의 경계는, 명확하게 결정되지 않으므로, 상기 경계 250nm는 그의 소정의 지표로서 이해하면 된다.

또한, 본 발명에 있어서는, 리타데이션에 의해 얻어지는 색(리타데이션 변화)에 대해서 언급하고 있지만, 그것은 도 1에 표시한 곡선을 따른 색을 의미한다. 해당 곡선상에서, 순도가 최대인 3점은, 리타데이션이 450nm, 600nm 및 1300nm인 위치 부근에 위치하며, 색이 육안으로 각각 적색, 녹색 및 청색으로 인식된다. 그러나, 이들 3점의 각각의 전후에, 색이 대응하는 색(적색, 녹색 또는 청색)으로서 대략 간주되는 100nm 범위가 있으므로, 본 발명에 있어서는, 이러한 범위에 있는 색도, 각각 적색, 녹색 및 청색이라 칭한다. 마젠타는 적색과 청색의 범위사이의 530nm 지점에 위치된다.

일반적으로, 액정표시장치에 이용되는 컬러필터의 색은, 리타데이션에 의해 얻어지는 것보다도 순도가 높으므로, 도 1에 표시한 색도도상에서는 상기 색도분포 바깥쪽에 위치한다. 하지만, 본 발명에 있어서는 이러한 색도 같은 색으로 간주한다.

ECB형 액정표시소자는, 컬러표시를 행하는 것이 가능하지만, 온도에 대해서 표시특성이 민감하게 변화한다고 하는 결점을 지니고 있다. 그 결과, 재현성이 양호한 컬러표시를 행하는 것이 불가능하므로, 이러한 결점은 표시소자 제품을 응용할 때의 장해로 되고 있었다. 또, ECB형 액정표시소자는, 표시가능한 색수가 적다고 하는 결점도 수반하고 있었다.

여기서, ECB효과를 나타내는 액정의 온도의존성에 대해서, 유전이방성이 음($-\Delta\varepsilon$)인 액정재료("MLC-6608", 머크사 제품)(Nn형 액정 재료)의 결과에 의거해서 설명한다.

액정재료는 그 고유의 복굴절량(Δn)을 지닌다. 하지만, 액정셀중에 있어서, 실제로 광학특성에 영향을 미치고 또한 액정의 배향상태도 고려해서 결정된 실효적인 복굴절량(Δn_{eff})이 중요하다. 예를 들면, 전압무인가하에 있어서 호메오토로픽(수직) 배향특성을 나타내는 액정소자내에, 상기 Nn형 액정재료를 주입한 후, 전압인가상태에 놓는 것을 상정하면, 전압무인가상태에서는 액정분자가 호메오토로픽하게 배향되어 있다. 그 결과, 실효적인 복굴절량(Δn_{eff})은 0이다.

이어서, 역치전압이상의 전압을 인가하면, 배향의 변형이 일어나, 액정분자는 기판에 대해서 수직인 방향으로부터 경사방향으로 경사지기 시작한다. 그 결과, 얻어지는 실효적인 복굴절량(Δn_{eff})은 0이 아닌 유한의 값이다. (Δn_{eff})의 값은, 전압의 증가에 따라 증가하여, 액정분자가 거의 균질하게(즉, 평행하게) 배향되어 있는 상태에서 포화되어, 그 포화전압을 초과한 전압의 인가하에 있어서도 일정하게 유지된다.

도 2는 액정재료("MLC-6608")의 30°C에서의 전압(V)과 실효적인 복굴절량(Δn_{eff})간의 관계를 표시한 그래프이다. 도 2를 참조하면, 액정분자는, 역치전압이상의 전압에서 경사지기 시작해서, 그 경사도는 안가전압에 따라서 커진다. 인가전압이 보다 증대하면, Δn_{eff} 값은 포화되므로, 결과적으로 상기 특성을 지지하게 된다. 또한, Δn_{eff} 값은, 액정소자에 전압을 인가한 상태에서 편광현미경을 통해 베렉(Berek) 보상기나 세나르몬트(Senarmont) 보상기를 이용함으로써 용이하게 측정할 수 있다.

도 3은 0°C, 10°C, 20°C, 30°C 및 40°C의 온도에서의 인가전압과 Δn_{eff} 값간의 관계를 표시한 그래프이다.

도 3에 표시한 바와 같이, 작은 경사를 지닌 저전압영역에 있어서, Δn_{eff} 값은 거의 온도의존성을 지니지 않고, 인가전압이 포화전압(고전압영역)에 가까운 경우 온도에 따라 변화한다.

고전압측의 (Δn_{eff} 의) 온도의존성은, 상기 설명한 바와 같이 기판에 대해서 액정분자가 거의 균질하게 배향되어 있는 배향 상태의 결과에 기인해서, 액정재료자신이 지닌 복굴절의 온도의존성이 그대로 소자특성에 반영되어 버릴 것이다.

통상의 컬러 액정표시소자는 명도변화범위에 있어서의 리타데이션을 변화시켜, 컬러필터를 이용해서 색을 생성한다. 한편, ECB형 컬러 액정표시소자는, 고전압측상의 Δn_{eff} 와 셀두께 d 와의 곱, 즉, 리타데이션값이 유채색 범위에 있도록 설계되어 있다. 즉, ECB형 컬러 액정표시소자에 있어서의 Δn_{eff} 의 온도변화는, 색의 변화에 따라 그 자체가 명확해진다. 색의 변화는, 명도의 변화보다도 인간의 눈에 더욱 민감하므로, 이것은, 통상의 컬러 액정표시소자의 경우에 비해서 현저하게 불리한 특성이다.

이 문제점은, 큰 리타데이션이 저전압의 인가하에 큰 셀두께로 얻어질 수 있으므로 셀두께를 증가시킴으로써 피할 수 있을 것 같지만, 셀두께가 지나치게 크면, 액정의 응답속도가 느려지므로, 액정표시소자를 실제 적용할 수 없게 된다. 또한, Δn_{eff} 를 증가시키는 것도 고려할 수 있지만, 증가된 Δn_{eff} 는 사용된 액정재료의 선택범위를 좁게하므로, Δn_{eff} 의 증가도 실현가능성이 적다.

따라서, 바람직한 해법은, 액정재료의 선택범위를 좁히는 일없이 온도가 동작전압범위내에서 변동하는 것을 방지하는 것이다.

Δn_{eff} 값이 온도에 의존하지 않는 전압범위가 고전압범위까지 확대될 경우, 얻어지는 셀두께는 원래의 셀두께보다도 감소된다. 그 결과, 응답속도가 개선된다. 또한, 일반적으로 셀두께가 작은 쪽이 양호한 시야각 특성을 제공하므로, 시야각의 개선에도 기여한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

발명의 개요

본 발명의 목적은, 상기 문제점을 해소한 컬러 액정표시소자를 제공하는 데 있다.

본 발명의 구체적인 목적은, 복굴절량의 온도의존성을 억제하면서 양호한 컬러표시를 행하는 것이 가능한 컬러 액정표시소자를 제공하는 데 있다.

본 발명의 일측면에 의하면,

각각 전극이 설치되어 호메오트로픽 배향처리된 1쌍의 대향 배치된 기판과,

상기 1쌍의 대향 배치된 기판사이에 배치된 카이럴 네마틱 액정을 구비한 컬러 액정표시소자에 있어서,

상기 카이럴 네마틱 액정은, 전극사이에 인가된 전압에 의해 복굴절을 일으켜 명도변화와 색상변화를 초래하는 것이 가능한 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자가 제공된다.

상기 카이럴 네마틱 액정은, 그의 나선형 피치가 온도상승에 따라 증가하는 온도범위를 지니는 것이 바람직하다.

상기 액정표시소자는, 전압무인가상태에서 흑색 표시를 행하는 것이 바람직하다. 또, 상기 액정표시소자는, 원형 편광판을 또 구비한 것이 바람직하다.

상기 액정표시소자에 있어서, 단위화소는 복수의 부화소로 이루어지고, 해당 부화소는 전압인가하에 상기 액정의 복굴절에 의한 유채색표시를 가능하게 하는 제 1부화소와, 컬러필터를 지니고, 전압인가하에 상기 액정의 명도변화범위에서 해당 컬러필터의 색을 표시가능하게 하는 제 2부화소를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명의 다른 측면에 의하면,

각각 전극이 설치되어 있는 1쌍의 대향 배치된 기판과,

상기 1쌍의 대향 배치된 기판사이에 배치된 액정을 구비한 컬러 액정표시소자에 있어서,

상기 액정은, 전극사이에 인가된 전압에 의해 복굴절을 일으켜 명도변화와 색상변화를 초래하는 것이 가능하고,

상기 액정은, 전극사이에 전압이 인가되지 않은 상태에서 기판에 대해서 대략 호메오토로피하게 배향되고, 전압인가상태에서 꼬임배향되는 것을 특징으로 하는 컬러 액정표시소자가 제공된다.

전압인가상태에서 꼬임 배향되어 있는 액정은 온도상승에 따라 증가하는 꼬임피치를 지니는 것이 바람직하다.

본 발명의 이들 및 기타 목적과, 특징 및 이점 등은 첨부도면과 관련해서 취한 본 발명의 바람직한 실시형태의 이하의 설명을 고려하면 더욱 명백해질 것이다.

발명의 구성

이하, 본 발명의 실시형태에 대해 도면을 참조해서 설명한다.

본 (기본)실시형태예에서는, 전압을 인가하지 않은 경우 액정분자가 호메오토로피하게(수직으로) 배향되어 있는 액정표시소자를 이용한다. 본 호메오토로피 배향방식에서는, 리타데이션의 양이 전압무인가상태에서는 항상 0이므로, 리타데이션은 온도의존성을 지니지 않는다.

본 실시형태예에서의 액정표시소자에 있어서, 액정재료에 카이럴제(도편트)가 첨가되므로, 액정분자는, 전계를 인가한 경우 꼬임배향된다. 즉, 본 실시형태예에서, 액정표시소자용의 액정재료로서는 카이럴 네마틱 액정을 이용한다.

도 4(a) 및 도 4(b)는, 액정분자의 배향상태를 개략적으로 표시한 것으로, 각각 상부쪽 도면은, 기판표면 위쪽으로부터 보았을 때의 배향상태를 나타내고, 각각 하부쪽 도면은 수직단면에 있어서의 배향상태를 나타낸 것이다. 도 4(a) 및 도 4(b)의 각각에 있어서, 가장 왼쪽의 도면은, 전계(전압)가 인가되지 않은 때의 배향상태를 나타내고, 나머지 도면은 인가전압을 가장 오른쪽 도면을 향해 점차로 증가시킨 경우의 배향상태를 나타낸다.

카이럴제가 베이스 액정에 첨가되지 않은 경우, 액정분자는, 전압무인가하에 기판에 대해서 거의 호메오토로피하게(수직으로) 배향되어 있다. 전압을 인가한 경우에는, 도 4(a)에 표시한 바와 같이, 액정분자는 꼬임없이 1방향으로 경사져 있다.

한편, 베이스액정에 카이럴제가 첨가된 경우에는, 액정분자는, 전압무인가하에서는, 베이스액정에 카이럴제를 첨가하지 않은 경우와 마찬가지로, 기판에 대해서 거의 호메오토로피하게 배향된다. 하지만, 전압을 인가하면, 도 4(b)에 표시한 바와 같이, 액정분자는, 액정분자의 경사방향, 즉, 그의 경사방향이 액정 자체의 나선형 구조에 의해, 상부쪽 기판 근방으로부터 하부쪽 기판 근방으로 연속적으로 변화하는 배향상태(이하, 이 방향상태를 "꼬임 배향상태"라 칭함)로 놓이게 된다.

액정분자가 꼬임상태로 놓여 있는 경우, 투과광에 대한 굴절률이 기판으로부터의 거리에 따라 달라, 평균화되므로, 실효적인 광학(굴절률) 이방성(Δn_{eff})이, 액정분자가 일방향으로 경사져 있는 경우에 비해서 작다.

1쌍의 (상하부) 기판사이의 꼬임배향상태의 액정분자의 꼬임각은, 액정의 나선형 피치를 변화시킴으로써 조정할 수 있다. 나선형 피치는, 베이스 액정에 배합된 카이럴제의 농도를 변화시킴으로써 임의로 제어할 수 있다.

액정이 긴 나선형 피치를 지닐 경우, 기판간의 꼬임배향상태의 꼬임각은 작다. 한편, 액정이 짧은 나선형 피치를 지닌 경우, 꼬임각은 크다. 그 결과, 액정총을 투과하는 광에 대한 이방성의 정도, 즉, 실효적인 리타데이션($\Delta n_{eff} \times d$, d: 셀 두께)이, 나선형 피치가 짧아질수록 작아진다.

많은 경우에 있어서, 카이럴제가 첨가되어 있는 액정재료의 나선형 피치는, 온도의 감소에 따라 짧아지므로, Δn_{eff} 의 온도변화는 Δn_{eff} 가 저온에서 작게 되는 변화로 되도록 나선형 피치를 변화시킴으로써 설정한다.

한편, 네마틱 액정은, 일반적으로 저온에서 작은 열변동을 지녀 질서도를 증가시키고, 고온에서 큰 열변동을 지녀 질서도를 감소시킨다. 그 결과, 저온에서, 국부적인 굴절률이 방성이 크고, 반면, 고온에서는 굴절률이 방성이 작다. 즉, 네마틱 액정의 질서도에 의한 온도변화는, 국부적인 광학 방성이 저온측에서 크도록 되어 있다.

따라서, 고온에서 긴 나선형 피치를 제공하도록 카이럴체를 선택함으로써, 나선형 피치의 변화와 네마틱 액정의 질서의 효과를 서로 상쇄시키는 것이 가능하다.

또한, 편광판(편광판들)의 위치에 따라, 전압인가하에, 액정표시소자의 밝은(백색) 상태(즉, 명상태) 또는 어두운(흑색) 상태인 표시상태를 선택하는 것이 가능하다. 그러나, 꼬인 배향상태의 경우, 전압인가시의 표시상태가 어두운(흑색) 상태이면, 넓은 파장범위에 걸쳐서 0의 투과광 강도를 제공하도록 위상보상을 행할 필요가 있다. 이 때문에, 이 목적을 위한 구성은 복잡해진다. 따라서, 꼬인 상태의 경우, 전압을 인가하지 않은 때에 흑색표시가 수행되는 것과 같은 소위 노멀 블랙구성이 바람직하다.

다음에, 다색표시를 실현하기 위해서는, 화소를 하기와 같이 컬러필터와 조합하는 방법을 이용하는 것이 가능하다.

보다 구체적으로는, 도 5(a)에 표시한 바와 같이, 하나의 화소(50)를 복수의 부화소(이 경우에는 2개의 부화소)(51), (52)로 분리하고, 그 중 하나의 부화소(52)에는 녹색의 컬러필터(G)를 설치한다. 나머지 부화소(52)에는, 리타데이션을 조정함으로써, 흑색으로부터 백색까지의 휘도변화와, 적색으로부터 녹색을 거쳐 청색까지의 어느 색의 표시도 실현한다. 보다 구체적으로는, 단위 화소는, 전압인가하에 액정층의 리타데이션을 변화시킴으로써 유채색을 표시하는 제 1부화소와, 컬러필터가 설치되어, 전압에 의해서 명도변화범위에서 리타데이션을 변화시킴으로써 해당 컬러필터의 색을 표시하는 제 2부화소로 구성된다. 시감도가 높은 녹색을 표시시키기 위한 화소에는, ECB계 착색현상을 이용하는 일없이 녹색 컬러필터(G)를 이용한다. 또, ECB계 착색현상은, 적색과 청색에만 이용된다.

예를 들면, 녹색의 컬러필터가 설치된 녹색(G)화소를 어두운 상태로 두고, 어떠한 컬러필터도 설치되어 있지 않은 투명화소를 백색(밝은) 상태(무채색의 변화영역의 최대휘도상태)로 둠으로써, 전체로서 화소에 백색을 표시시키는 것이 가능하다.

또는, G화소를 최대투과상태로 두고, 투명화소를 유채색 영역의 마젠타(표시)상태로 두는 것도 가능하다. 마젠타는 적(R)과 청(B)의 양쪽의 색을 포함하므로, 색합성의 결과로서 백색 표시를 얻는 것이 가능하다.

녹색(G)의 단색을 제공하기 위해서는, G화소를 최대투과상태로 두고, 투명화소를 어두운 상태로 둔다. 적색(R)(또는 청색(B))의 단색을 제공하기 위해서는, G화소를 어두운 상태로 두고, 투명화소를 조정해서 450nm(또는 600nm)의 리타데이션을 제공한다.

상기 방법을 조합해서 이용함으로써, R과 G 또는 B와 G의 혼색을 얻는 것도 가능하다.

G화소와 투명화소의 양쪽 모두, 리타데이션을 0으로 해서 어두운 상태로 둠으로써 흑색표시를 행하는 것도 가능하다.

본 발명의 구성에 있어서는, G화소에서는 리타데이션을 0 내지 250nm의 범위로 변화시키고, 투명화소에서는 리타데이션을 0 내지 250nm의 범위와, 450nm 내지 600nm의 범위로 변화시킨다. 통상 액정재료는 양쪽 부화소에 공통으로 사용되므로, 구동표시범위를 부화소간에 다르도록 설정한다.

녹색의 컬러필터를 선택한 결과, 리타데이션의 조절을 통해 녹색의 작성을 회피하는 것이 가능하므로, 셀두께를 증가시킬 필요가 없다. 또, 녹색은 시감도가 높으므로, 녹색 컬러필터에 의해서 고순도의 색을 작성해서, 화질을 향상시킨다.

본 발명의 상기 실시형태에는, G화소에 녹색의 컬러필터를 통해서 녹색을 표시하고, 그 밖의 색을 매체 자체(상기 실시형태예에서는 액정)가 발생시키는 색으로 표시하는 것으로, 본 발명은 액정이외의 다른 매체에도 적용가능한 것을 특징으로 한다. 보다 구체적으로는, 본 발명은, 매체가 외부의 변조수단에 의해서 광학적 성질을 변화시키고, 그 변조수단에 의해서 명도를 변화시키는 변조영역과, 색상을 변화시키는 변조영역을 지니는 한 적용가능하다.

이러한 매체의 구체예를 후술한다. 본 발명에 있어서는, 표시소자는, 매체를 이용해서 구성하고, 단위화소는 투명한 제 1부화소와, 컬러필터를 지닌 제 2부화소로 구성한다. 제 1부화소에는, 색상을 소정의 범위에서 변화시키는 변조를 행하여

해당 소정의 범위에 그 색의 표시를 행하고, 제 2부화소에는, 명도변화범위내의 변조를 행하여 컬러필터의 밝기를 변화시킨다. 흑색, 회색 및 백색의 무채색을 표시하기 위해서는, 투명한 제 1부화소로 명도변화범위내에서 변조를 행하는 것이 충분하다.

상기 구성을 이용함으로써, ECB원리에 의해서만 3원색의 표시를 행하는 액정표시소자와 비교해서 셀두께를 지나치게 두껍게 할 필요가 없어진다. 도 1에 있어서, 적색은 450nm의 리타레이션에 상당하고, 청색은 600nm의 리타레이션에 상당하므로, 사용하는 액정표시소자는, 단지, 600nm의 리타레이션을 실현하기 위한 셀두께를 지닐 필요가 있다. 상기 실시형태의 경우, 요구되는 셀두께는 약 10 μ m이다. 이러한 정도의 셀두께가 사용되면, 응답속도의 증가도 적어, 예를 들면, 약 150밀리초이므로, 약간의 흐름은 생기지만 동화상표시를 행하는 것이 가능해진다.

또, 상기 구성을 반사형 액정표시소자에 적용한 경우에는, 셀두께가 상기 액정표시소자의 1/2이므로, 응답속도는 1/4, 즉, 40밀리초이하이다. 그 결과, 이 반사형 액정표시소자는, 실용상 문제없는 레벨로 동화상표시를 행하는 것이 가능하다.

또, 녹색의 색재현범위는 컬러필터에 의해서 결정되고, 또한 녹색은 시감도가 높으므로, 백색 성분의 투과율을 희생하는 일없이 높은 색재현성을 실현하는 것이 가능해진다.

(계조 표시)

도 5(a)에 표시한 액정표시소자에 있어서, 시감도 특성이 높은 녹색 화소에서는, 연속 계조표시를 행하는 것이 가능하지만, 투명화소에서는, 유채색 상태, 즉, 청색과 적색은 ECB계 착색현상을 이용하고 있으므로, 계조표시는 가능하지 않다.

도 5(b)는, 도 5(a)에 표시한 것에 비해서 계조특성을 개량한 1화소 구조를 표시한 것으로, 투명화소(도 5(a)의 (52))는 면적이 상이한 복수(2개)의 부화소(51), (53)로 분할함으로써, 디지털 방식으로 계조를 표시한다.

부화소는 다른 면적을 지니고 있으므로, 점등해서 대응하는 색을 표시하기 위한 부화소의 면적에 따라서 몇개의 중간조를 표시할 수 있다.

이 경우 N개의 부화소가 있을 때, 그 면적비가 1:2:……:2^{N-1}인 복수의 부분으로 해당 N개의 부화소를 분할함으로써, 직선성이 높은 계조표시특성을 얻는 것이 가능하다. 도 5(b)에 표시한 예에서, N=2이다.

본 발명의 액정표시소자에서는, 시감도 특성이 낮은 적색과 청색에만 디지털 계조를 사용하고 있다. 녹색화소에는, 0 내지 250nm의 리타레이션 범위에서 연속적인 계조를 행함으로써, 연속적인 계조레벨이 표시될 수 있다. 그 때문에, 인간의 눈은, 계조성이 크게 훼손된 것을 느끼지 못하므로, 비교적 양호한 컬러화상을 얻는 것이 가능하다. 즉, 본 발명은, 인간의 눈이 검지할 수 있는 계조레벨수가 적은 적색과 청색에 한해서 디지털 계조를 사용함으로써, 한정된 계조레벨수로도 충분한 특성을 부여하는 것이 가능한 것도 특징으로 한다. 본 실시형태예에서처럼, 한정된 계조레벨수로도 충분한 계조특성을 부여하기 위해서, 화소피치는 적은 쪽이 바람직하다. 보다 구체적으로는, 인간이 화소를 식별할 수 없게 되는 그러한 해상도라고 하는 관점으로부터, 화소피치는 200 μ m이하인 것이 보다 바람직하다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 액정표시소자는, 적색과 청색에 대해서는 ECB효과에 의거한 착색현상을 이용한 표시방법을 이용한다. 이 때문에, 적색과 청색 각각의 컬러필터를 사용할 경우와 비교해서 광손실을 대폭 감소시키는 것이 가능하다. 그 결과, 종래의 RGB컬러필터에 의해서만 3원색을 표시하는 방식의 경우보다도 광이용효율이 높은 표시소자를 제공하는 것이 가능하다. 따라서, 본 발명의 액정표시소자를, 페이퍼 라이크(paper-like) 디스플레이 또는 전자페이퍼 등의 반사형 액정표시소자로서 이용하는 것이 가능하다.

한편, 본 발명의 액정표시소자를 투과형의 액정표시소자로서 상기 표시모드에 이용한 경우에도, 액정층의 투과율이 높다. 그 결과, 종래의 것과 동일한 휙도값을 제공하는 데 필요한 백라이트의 소비전력이 낮으면 된다. 이 때문에, 투과형 액정표시소자는, 백라이트의 저소비전력화라고 하는 관점으로부터 적절하게 이용하는 것이 가능하다.

또, 본 발명의 표시소자는, 높은 액정응답성을 지니므로 동화상 표시에도 이용할 수 있다. 종래, 텔레비전목적용의 액정표시소자에 관해서, 선명한 동화상 특성을 실현하기 위해서, 1프레임 기간내에 백라이트의 소등기간을 형성한 "의사 임펄스 구동"이라 칭하는 방법이, 예를 들면, 일본국 공개특허 제 2001-272956호 공보에 제안되어 있다. 이 방법에 의해서, 백라이트의 소등기간에 해당하는 양만큼 휙도의 저하가 일어나 버리는 문제가 생긴다. 이러한 텔레비전 용도에 대해서도, 고속 응답성과 높은 투과율을 제공하는 상기 표시모드를 지닌 표시소자도 적용가능하다.

본 발명의 컬러표시소자는, 높은 광이용효율이 요구되는 투사형 표시소자에도 적합하게 적용가능하다.

(변형예)

상기 설명한 실시형태예에 있어서는, 녹색표시에 관해서는 컬러필터에 의해서 아날로그계조를 실현하고, 적색과 청색에 관해서는, ECB효과에 의거한 착색현상과 화소분할법에 의거한 표시방법을 이용함으로써 적색과 청색의 표시동안에 디지털 계조를 실현하고 있다. 상기 실시형태예에서는, 적색과 청색의 표시에 대해서 한정된 수의 계조레벨로도 충분한 계조특성을 제공하기 위해, 고정세 표시소자의 용도에 대해서 적합하게 적용가능하다.

한편, 전술한 바와 같은 반사형 액정표시소자에 있어서, 높은 투과율과 보다 많은 표시색이 요구되는 용도도 존재한다. 또, 이미 풀컬러표시가능한 투과형 액정표시소자에 있어서, 풀컬러표시능을 유지한 채로 백라이트의 소비전력을 억제하기 위해 높은 투과율의 표시모드에 대한 요구도 있었다. 그 밖에도, 풀컬러표시가능하고 또 광이용효율이 높은 표시모드에 대한 요구는 매우 많이 존재한다.

상기 요구에 부응하기 위해, 상기 설명한 컬러표시소자에 의거해서, 이하, 다색화 표시를 행하는 것이 가능한 다른 수법(구성)을 설명한다.

이 수법에는 이하의 방법(1), (2) 및 (3)이 포함된다. 즉,

- (1) ECB효과에 의거한 착색 현상을 적색 및 청색이외의 리타데이션에도 이용하는 방법,
- (2) 녹색과 보색관계에 있는 컬러필터가 배치되어 있는 화소의 저리타데이션영역의 연속계조색을 이용하는 방법 및
- (3) 적색과 청색중의 어느 한 쪽의 컬러필터가 배치된 화소를 추가하는 방법.

(변형예 1) ECB효과에 의거한 착색 현상을 적색 및 청색이외의 리타데이션에도 이용하는 방법(1)

상기 실시형태예에 있어서, ECB효과에 의거한 착색현상을 이용해서 적색 및 청색의 표시를 행하는 원리에 대해서 설명하였다. ECB효과에 의거한 착색현상에서는, 도 8에 표시한 바와 같이 백색으로부터 청색에 이르기까지 연속적으로 색조를 변화시키는 것이 가능하다. 보다 구체적으로는, 상기 설명한 적색 및 청색이외에도 사용가능한 표시색은 많이 있다. 이러한 표시색을 이용함으로써, 상기 설명한 것보다도 많은 표시색을 표현하는 것이 가능해진다.

보다 구체적으로는, 이하, 상기 제 1부화소에 컬러필터가 설치되어 있지 않은 구성에 있어서 상기 크로스-니콜조건하에서의 표시색 변화에 관해서 설명한다. 도 8중에 나타낸 화살표로 표시한 바와 같이, 리타데이션이 0으로부터 증가함에 따라서 표시상태가 흑색상태로부터 회색(중간조)상태를 거쳐서 백색상태로 변화하는 무채색의 명도변화가 생긴다. 또한, 백색영역을 초과한 리타데이션 범위에서는, 황색, 황적색, 적색, 적자색, 자색, 청자색 및 청색의 순으로 되는 바와 같이 각종 유채색을 연속적으로 변화시키는 것이 가능하다.

무채색 영역과 녹색화소를 조합함으로써, 밝은 녹색표시를 행하는 것도 가능하다. 또, 유채색 영역의 색과 밝은 녹색화소를 조합함으로써, 중간조의 색을 표시해도 된다.

또한, 얻어지는 유채색에 관해서는, 상기 적색과 청색의 경우와 마찬가지로, 상기 구성에 의해서 디지털 계조를 표현하는 것이 가능해진다. 그 결과, 보다 많은 표시색을 표현하는 것이 가능해진다.

(변형예 2) 녹색과 보색관계에 있는 컬러필터가 배치되어 있는 화소의 저리타데이션영역의 연속계조색을 이용하는 방법(2)

상기 설명한 기본 실시형태 및 변형예 1과 같이 상기 제 1부화소에 컬러필터를 설치하지 않을 경우에는, 백색영역을 초과한 리타데이션 범위에서는, 황색, 황적색, 적색, 적자색(마젠타), 자색, 청자색 및 청색의 순으로의 색조의 변화가 실현된다. 이 변형예에서는, 리타데이션 변화에 의해 착색되어야 할 제 1부화소에 녹색과 보색인 마젠타 등의 색의 컬러필터를 설치한다. 그 결과, 적색과 청색의 색재현범위를 상당히 확장시키는 것이 가능해진다.

도 5(c) 및 도 5(d)는, 본 변형예에 있어서의 화소구성을 표시한 것이다. G화소(51)에는 기본 실시형태예와 마찬가지로 녹색 컬러필터가 설치되어 있다. 또, 기본 실시형태예와 변형예 1에 있어서는 투명한 제 1부화소(52), (53)에는, 마젠타컬러필터가 설치되어 있다. 도 5(a)에 있어서는, 1개의 제 1부화소(52)를 이용하고, 도 5(d)에서는 2개의 제 1부화소(52), (53)를 이용한다. 제 2부화소(G화소)(51)에서는, 상기 기본 실시형태예와 마찬가지로, 명도변화 변조영역에서 변조를 행하여 녹색의 명도를 변화시키고, 제 1부화소(52), (53)에서는, 색상 변화 변조영역에서 변조를 행하여 유채색을 표시시키는 동시에, 명도변화변조영역에서 변조를 행하여 마젠타의 명도를 변화시키는 표시를 행한다.

도 9는 파장범위 480 nm에서 0의 투과율을, 그리고 그것 이외의 영역에서는 100%의 투과율을 제공하는 이상적인 마젠타 컬러필터가 설치되어 있는 경우의 리타데이션에 의한 색변화에 대한 계산치를 표시하고 있다. 리타데이션량이 0으로부터 증가함에 따라서, 표시상태가 흑색상태로부터 어두운 마젠타상태(중간조 마젠타상태)를 거쳐 밝은 마젠타 상태로 변화하는 유채색의 명도변화가 실현된다. 그 후, 리타데이션량이 더욱 증가해서 상기 제 1부화소에 컬러필터를 설치하지 않은 실시형태예에서의 백색영역을 초과하게 된 때에, 마젠타, 적색, 적자색(마젠타), 자색 및 청색의 순으로 유채색의 연속 변화가 실현된다.

도 8과 비교해보면, 색도변화의 범위가 적색과 청색의 순수한 색(색도도의 모서리에 위치됨) 근방에까지 확장되어 있고, 마젠타 컬러필터를 설치함으로써, 적색과 청색의 색재현범위가 확장되고 있는 것을 알 수 있다. 또, 적색으로부터 청색으로의 변화가 (컬러 삼각형의) 밀변을 따라서 움직이므로, 적색으로부터 청색으로의 연속적인 혼색의 변화가 얻어지는 것도 알 수 있다. 이와 같이 해서, 마젠타 컬러필터를 설치함으로써 적색과 청색의 색재현범위가 넓어지는 동시에, 리타데이션이 변화한 때에 중간조의 연속적인 변화도 얻는 것이 가능해진다.

본 실시형태에서 백색을 표시하기 위해서는, 마젠타화소(제 1부화소)(52), (53)와 G화소(51)와의 양쪽에 최대투과율을 제공하는 동일한 리타데이션값(250nm)을 설정한다. 또는, G화소(51)를 최대투과율상태(리타데이션값: 약 250nm)로 놓고 마젠타화소(52), (53)를 적색과 청색간의 중간상태(리타데이션값: 약 550nm)로 놓는 것도 가능하다. 전자의 경우, 무채색의 명도를 변화시키기 위해서는, 그들의 계조레벨이 함께 변화하도록 마젠타화소의 리타데이션을 녹색 컬러필터화소의 리타데이션에 따라서 변화시킨다.

흑색, RGB의 각 단색 및 이들 색의 혼색을 표시할 경우는, 상기 기본 실시형태예와 마찬가지이다.

마젠타화소가 2개의 부화소로 분할되어 있는 경우의 계조표현은, 기본 실시형태예에 있어서의 도 5(b)의 경우와 마찬가지이다.

본 변형예에 의하면, 녹색의 보색인 마젠타와 같은 색의 컬러필터를 이용함으로써, 녹색의 보색의 계조를 표현하는 것이 가능하므로, 표시가능한 색의 수를 현저하게 증가시킬 수 있다.

또, 마젠타 컬러필터는 적색과 청색의 양쪽의 투과를 허용하므로, 적색 컬러필터와 청색 컬러필터를 병용해서 사용하는 종래의 방법에 비해서 밝은 표시를 행하는 것이 가능하다.

(변형예 3) 적색과 청색중의 어느 한 쪽의 컬러필터가 배치된 화소를 추가하는 방법(3)

도 5(e)는, 본 변형예의 화소구성을 표시한 것으로, 변형예 2에서 설명한 G화소(51)와 마젠타 화소(52), (53), (54)(면적비 4:2:1로 배열됨)이외에도, 청색 컬러필터(B)가 설치되어 있는 제 3부화소(55)와 적색 컬러필터(R)가 설치되어 있는 제 4부화소(56)가 부가되어 있다.

G화소 및 마젠타화소의 표시작용은 상기 예와 마찬가지이다. G화소에서는, 저리타데이션 영역에서 변조를 행함으로써 녹색의 밝기를 연속적으로 표시한다. 마젠타화소에서는, 동일한 리타데이션 영역에서 연속 변조를 행하거나, 혹은 유채색의 리타데이션 영역의 중에서 적색, 청색 및 그들 사이의 중간조가 표시된다.

제 3 및 제 4부화소(55), (56)에서는, G화소와 마찬가지로, 0 nm에서 250nm의 리타데이션 영역에서 변조를 행함으로써, 청색과 적색의 밝기가 연속적으로 변화한다. 이 역할을 이하에 설명한다.

도 10은 RGB가산법에서의 표시가능한 색을 표시한 것으로, 입방체내의 임의의 점은 관련된 좌표에 대응하는 적색, 녹색 또는 청색의 혼색상태를 나타내고, "Bk"로 표현된 정점은 최소 명도의 상태를 나타낸다. 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)의 화

상정보신호가 공급되면, 정점(Bk)으로부터 각각 뻗는 R, G 및 B의 독립벡터의 합의 위치(점)에 대응하는 표시색이 표시된다. 정점 "R", "G" 및 "B"는 각각 적색, 녹색 및 청색의 최대명도의 상태를 나타내고 있다. 또, 정점 "W"는 최대명도의 백색 표시상태를 나타고 있다. 또한, 입방체의 한 변의 길이는 본 예에서는 255이다.

본 발명의 컬러표시소자에서는, 녹색(G)에 관해서, 컬러필터에 의해 연속 계조표시를 행하므로, 녹색방향에는 어느 점에 도 표시색이 위치할 수 있다. 이 때문에, 표시색에 대한 이하의 설명에 있어서, 적색벡터와 청색벡터에 의해 구성되는 평면(이하 "RB평면"이라 칭함)에서 표시색을 논의한다.

먼저, ECB효과에 의거한 착색현상을 이용하는 화소가 1개인 경우(화소분할이 없는 경우)에 대해서 도 11을 참조해서 설명한다. 도 11은, RB평면을 표시한 것이다. 적색표시 및 청색표시동안, ECB효과에 의거한 착색현상을 이용하고 있으므로, 밝은 상태와 어두운 상태로서 입수가능한 상태는 "온"과 "오프"의 2값이다. 따라서, R축과 B축의 각각상의 입수가능한 점은, 최대치와 최소치를 나타내는 2점이다. 한편, 변형 예 2에서 설명한 구성의 경우, 즉, 녹색의 보색인 마젠타의 컬러필터가 설치되어 있는 경우에는, 마젠타화소의 리타데이션을 0 내지 250nm의 범위로 변경함으로써 마젠타의 명도를 변화시키는 것이 가능하다. 따라서, 이 범위의 표시색은, 적색과 청색의 합성벡터를 나타내는 축상에서 명도의 연속적인 변화가 얻어지는 것에 상당한다. 보다 구체적으로는, 변형 예 2의 도 11에서는, "Bk"점(원점), "R"점, "B"점 및 화살표상의 점들로부터 선택된 임의의 점이 표시색으로서 사용될 수 있다.

다음에, ECB효과에 의거한 착색현상을 이용하는 화소를 1:2의 면적비로 2개의 화소로 분할하고 있는 경우에 대해서 도 12에 표시한 RB평면을 참조해서 설명한다. 이 경우, 화소분할하지 않은 경우와 마찬가지로, 적색표시 및 청색표시동안 ECB효과에 의거한 착색현상을 이용하고 있으므로, 입수가능한 어두운 표시상태와 밝은 표시상태는, 분할된 화소의 각각에 대해서 "온"과 "오프"의 2개의 값이다. 또, 1개의 화소는, 1:2의 면적비로 2개의 부화소로 분할되어 있으므로, R축 및 B축의 각각상에서 원으로 표시된 4개의 점을 얻을 수 있다.

도 12에 있어서, (R3)점 및 (B3)점에서, 대응하는 2개의 부화소는, 각각 적색표시상태와 청색표시상태에 놓여있다. 각 (R1)점 및 (B1)점에서, 분할된 2개의 부화소중 작은 쪽의 부화소인 대응하는 부화소가, 청색표시상태 또는 적색표시상태에 놓여 있고, 나머지 큰 부화소가 흑색표시상태에 놓여 있다. 큰 부화소는, 마젠타에 대한 연속계조색을 상정할 수 있으므로, (R1)점 및 (B1)점으로부터 RB합성벡터방향으로 뻗어 있는 각 화살표상의 어느 점에도 위치될 수 있다. 마찬가지 원리에 의해, (R2)점 및 (B2)점으로부터 RB합성벡터방향으로 뻗어 있는 각 화살표상의 어느 점에도 위치될 수 있다.

보다 구체적으로는, 마젠타 컬러필터가 설치된 제 1부화소를, 다른 면적을 지닌 2개의 부화소로 분할한다. 분할된 2개의 부화소중 한쪽의 부화소에 적색 또는 청색의 유채색을 표시시키고, 다른 쪽의 부화소에 명도를 변화시키는 표시를 행함으로써 디지털중간조의 마젠타색을 표시시킨다. 녹색화소에는, 명도를 연속적으로 변화시키는 것이 가능하다. 이 표시방법의 결과, 컬러표시를 행하는 것이 가능하다.

또, 마찬가지 논리에 의해서, ECB효과에 의거한 착색현상을 이용하는 화소를 1:2:4의 면적비로 부화소로 분할하고 있는 경우에, 얻을 수 있는 표시색을 도 13중에 화살표로 표시하였다.

일반적으로, 제 1부화소(ECB효과에 의거한 착색현상을 이용함)에 마젠타 컬러필터를 설치하고, 그것을 다른 면적을 지닌 복수의 부화소로 분할한다. 그 부화소중 일부에, 적색 또는 청색의 유채색을 표시시키고, 나머지 부화소 부분에, 명도를 변화시키는 표시를 행함으로써 디지털중간조의 마젠타색을 표시시킨다.

이상 설명한 바와 같이, 분할된 화소수를 증가시킬수록, RB평면에서의 표시가능한 색의 수도 증가한다. 그러나, 이 수법은 디지털계조에 의거한 것이지, 아날로그 풀컬러표시법은 아니다. 따라서, 아날로그 계조를 실현하기 위해서는, 적색과 청색의 컬러필터가 설치된 화소(도 5(e)의 (55) 및 (56))를 추가해도 된다. 이들 화소의 각각에서는, 청색 또는 적색의 연속적인 명도 변화가 얻어지므로, 표시가능한 색은, 도 12 및 도 13에서는 B축방향과 R축방향에서의 크기가변 벡터에 의해 표현된다. 그 결과, 적색 및 청색의 연속 계조레벨을 표시하는 것이 가능하다. 따라서, 도 12 및 도 13에 표시한 화살표 이외의 부분을 보완하는 것이 가능해져서, RB평면내의 모든 점을 표현하는 것이 가능하다.

보다 구체적으로는, 제 2부화소(명도변조만의 부화소)를 복수의 부화소로 분할하고, 그중의 일부에 녹색 컬러필터를 설치하고, 나머지 부분에 적색과 청색의 컬러필터를 설치한다. 이 제 2부화소의 분할된 부화소의 각각에, 명도 변화 영역에서 변조를 행하여 명도변화를 얻음으로써, 상기 설명한 디지털중간조의 마젠타색의 표시에 연속 계조가 부가되어서, RB평면에서의 임의의 중간조의 표시를 행한다. 이것과 녹색의 연속 계조를 조합시킴으로써, 풀컬러 표시를 행하는 것이 가능해진다.

제 2부화소중 적색 컬러필터와 청색 컬러필터가 설치된 화소는, 제 1부화소에서 표시되는 마젠타색의 디지털계조의 것이 외의 색을 보상하는 데 이용되므로, 최대명도가 상기 제 1부화소를 구성하는 부화소중 최소의 부화소에서의 명도와 대략 일치하도록 변조를 행하면 된다. 이 경우, 추가하는 적색 및 청색 각각의 컬러필터를 지닌 화소(55), (56)의 각각의 크기는, 상기 화소분할된 부화소(52), (53), (54)중 최소크기의 부화소(54)와 견줄 만한 면적을 지니는 것인 한 충분하다. 보다 구체적으로는, 예를 들면, 도 13에 있어서, "Bk"점으로부터 "R7"점까지, 그리고 "Bk"점으로부터 "B7"점까지 뻗어 있는 원으로 나타낸 표시가능한 점은, 동일한 간격으로 배치되어 있다. 또, 각각의 원형 점으로부터 RB합성백터로 뻗어 있는 화살표상의 어느 점을 활용하는 것도 가능하다. 이러한 색표시가능한 구성에 대해서, 화소분할된 부화소중 관련된 최소크기의 부화소와 동일한 면적을 지닌 적색 컬러필터와 청색 컬러필터가 설치된 화소(55), (56)를 추가함으로써, 도 14중에 표시된 화살표(R-CF) 및 (B-CF)의 각각의 방향의 어느 점에서도 가산법을 행하는 것이 가능하다. 그 결과, RB평면내의 모든 점을 표현하는 것이 가능하므로, 완전한 아날로그 풀컬러표시를 행하는 것이 가능해진다.

또, 상기 설명한 바와 같이, 적색 컬러필터와 청색 컬러필터가 설치된 추가된 화소의 크기는, 화소분할된 부화소중의 최소크기의 부화소와 동일한 면적을 지니는 한 충분하다. 이 때문에, 화소분할수를 증가시킬수록, 적색 및 청색의 컬러필터를 사용하는 것에 의한 광이용효율의 감소의 영향을 효과적으로 완화시키는 것이 가능해진다. 즉, ECB효과에 의거한 착색현상을 이용하는 화소의 분할수가 증가할수록, 높은 광이용효율을 실현하는 것이 가능해진다.

또한, 상기 예에 있어서, 반드시 적색 컬러필터와 청색 컬러필터의 양쪽을 추가하지 않아도 유효한 결과를 얻는 것이 가능해진다. 도 5(f)는, 적색 컬러필터를 설치한 화소(56)만이 부가된 실시형태예를 표시하고 있다. 도 15에 있어서, 적색 컬러필터만이 부가된 경우 표시가능한 색범위는 점 영역으로 표시되어 있다. 또, 도 15에 있어서, 적색방향에서는, 모든 색이 표시가능하지만, 청색방향에서는, 표시할 수 없는 색이 있다. 그러나, 인간의 시감도특성에 대해서, 청색은 가장 민감하지 않으므로, 필요한 계조레벨수는 가장 적은 것으로 간주된다. 따라서, 적색 컬러필터만을 부가함으로써 풀컬러에 거의 견줄 만한 표시색을 얻는 것이 가능하다.

기준점 "Bk"를 도 14에 있어서의 "R1"점의 위치로 변위시킨 것을 제외하고 도 15에 표시한 것과 마찬가지의 구성을 이용해도 된다. 그 결과, 모든 표시색을 표현하는 것이 가능하다. 또한, 이 예에서는, 흑색 표시상태가 약간 적색조의 표시색을 제공하나, 그러한 방법은, 예를 들면, 반사형 표시소자에 있어서와 같이 얻어지는 표시소자의 콘트라스트가, 투과형 표시소자와 비교해서 엄격하게 요구되지 않는 용도에 적용가능하다.

상기 설명한 방법에 의해서, 높은 광이용효율을 유지한 채로, 풀컬러와 동일 또는 그에 상당하는 표시색을 표시하는 것이 가능해진다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 이용되는 컬러표시는, 투과형 및 반사형의 양쪽으로서도 사용가능하고, 높은 광이용효율을 지니면서 온도의존성이 적은 표시소자를 실현할 수 있다.

(기타 구성 요건)

본 발명의 액정표시소자는, 직접구동방식, 단순매트릭스구동방식 및 액티브 매트릭스구동방식의 어느 것에 의해서도 구동 가능하다.

본 발명에 있어서, 이용되는 기판은 유리 또는 플라스틱으로 형성해도 된다. 투과형 표시소자의 경우, 1쌍의 기판의 양쪽 모두 광투과성인 것이 필요하다. 한편, 반사형의 표시소자의 경우, 지지기판으로서, 광을 투과하지 않는 기판을 이용하는 것도 가능하다.

또, 이용되는 기판은 가요성을 지녀도 된다.

반사형 표시소자를 이용하는 경우, 반사판으로서 경면반사판이 설치되고 액정층의 외부에 배치된 산란판을 구비한 소위 전방 산란판이나, 반사면을 적절하게 정형화함으로써 지향성으로 지닌 소위 지향성 화소판 등의 각종 반사판을 이용하는 것이 가능하다.

이하, 실시예에 의거해서 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

(공통소자구성)

이하의 비교예 및 실시예에 있어서, 공통소자구성은 다음과 같다.

액정층 구조의 기본적인 구성은 도 6에 표시된 바와 같다. 보다 구체적으로는, 호메오토로픽(수직) 배향처리된 2매(상부 및 하부)의 유리기판(3), (7)을 서로 간격을 두고 맞붙여 셀을 제작하였다. 이 때, 상하부의 기판에 대해서 그들의 방향이 다르지만 서로 평행인 러빙축을 제공하도록 (안티페러럴 관계) 러빙처리를 실시하였다. 프리틸트각은, 기판에 대해서 수직인 방향으로부터 1도(수평방향으로부터 89도)로 조정하였다. 셀의 간격에는, 음의 유전이방성($-\Delta\epsilon$)을 지닌 액정재료(형명: "MLC-6882", 머크사 제품)를 주입해서, 각 예에 있어서 적절한 리타데이션을 제공하도록 셀두께를 변화시켰다. 또, 액정재료의 구성비는, 각 예에 따라서 변화시켰다.

사용된 기판구조로서는, 각 예에 따라 원하는 바대로, 기판중 하나(기판(7))는 박막트랜지스터(TFT)가 설치된 액티브 매트릭스 기판이었고, 다른 쪽 기판(3)은 컬러필터가 설치된 컬러필터기판이었다.

화소의 형상 및 컬러필터구성은 각 예에 따라 적절하게 변화시켰다.

컬러필터기판(3)은 전극(4)으로서 투명전극을 설치하였다.

TFT쪽의 화소전극(6)으로서는, 알루미늄전극을 이용해서 반사형 구성을 제공하였다.

상부 기판(3)(컬러필터기판)과 편광판(1)사이에는, 광대역 $\lambda/4$ 판(2)(가시광영역에서 1/4파장조건을 거의 만족하는 것이 가능한 위상보상판)을 배치함으로써, 반사형 표시를 행할 때에 전압무인가하에는 어두운 상태를 부여하고, 전압인가하에서는 밝은 상태를 부여하는 노멀 블랙 구성을 제공하였다.

(재료특성)

편광현미경하에서 베렉형 보상기를 이용해서, 여기에 기재된 Δn_{eff} 의 전압의존성을, 0°C 내지 40°C의 범위에서 온도를 변화시키면서 측정하였다. 이 때 액정재료(MLC-6882)에는 카이럴제(도편트)를 첨가하지 않았다.

그 결과를, 0°C, 10°C, 20°C, 30°C 및 40°C의 각 온도에서의 인가전압과 Δn_{eff} 와의 관계를 나타낸 도 7에 표시한다.

도 7의 결과로부터, 0 내지 0.03의 Δn_{eff} 범위에 있어서 온도의존성이 없는 것을 알 수 있다. 또, 5 μm 의 셀두께를 지닌 액정셀을 이용해서 측정을 수행하였다. 셀두께를 변경한 경우에도, Δn_{eff} 의 전압의존성에는 거의 변화가 없었다.

(비교예 1)

비교를 위해서, 대각선 길이 12인치, 화소수 600×800×3(RGB)인 액티브 매트릭스 액정표시소자(패널)를 이용하였다. 각 화소의 크기는 약 100 μm (가로)×약 300 μm (세로)였고, 컬러필터는 설치되어 있지 않았다. 액정층은 10 μm 의 두께를 지니도록 조정하였다.

이와 같이 해서 제조한 액정표시소자에 대해서, 환경온도 25°C에서 전압을 다양하게 변화시키면서 화상형성시켰다. 그 결과, 전압 무인가하에서는 흑색표시상태가 얻어졌다. 또, 2.55V정도에서 최대반사율을 제공하는 백색표시상태가 얻어졌고, 2.85V에서 색순도는 다소 나쁘지만 적색표시상태가 얻어졌고, 3V에서 청색표시가 얻어졌다.

또, 환경온도를 0°C에서 35°C까지 다양하게 변화시킨 바, 표시상태에 변화가 없었다. 그 결과, 온도변화에 대해서 안정한 특성을 얻을 수 있었다.

하지만, 약 25°C의 온도에서 동화상이나 스크롤 화상을 표시시킨 바, 상당히 화상흐림이 일어나, 표시소자의 실용에 악영향을 미쳤다.

(비교예 2)

셀두께를 5 μm 으로 조정한 이외에는 비교예 1과 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

이와 같이 해서 제조한 액정표시소자에 대해서, 환경온도 25°C에서 전압을 다양하게 변화시키면서 화상형성시켰다. 그 결과, 전압 무인가하에서는 흑색표시상태가 얻어졌다. 또, 3.0V정도에서 최대반사율을 제공하는 백색표시상태가 얻어졌고, 3.9V에서 색순도는 약간 나쁘지만 적색표시상태가 얻어졌고, 5V에서 청색표시가 얻어졌다.

또, 환경온도를 0°C에서 35°C까지 다양하게 변화시킨 바, 백색표시상태, 흑색표시상태 및 그들의 중간조표시상태에는 전혀 변화가 없었다. 그 결과, 온도변화에 대해서 안정한 특성을 얻을 수 있었다. 그러나, 청색 및 적색 표시상태에 대해서는, 그들의 표시상태가 온도변화에 대해서 다소 변화되었으므로, 얻어지는 컬러화상은 온도에 대해서 안정하지 못했다.

하지만, 약 25°C의 온도에서 동화상이나 스크롤 화상을 표시시킨 바, 표시에 특히 문제는 없었으므로, 실용상 문제는 없다.

(실시예 1)

액정재료를 변경한 이외에는 비교예 2와 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

본 예의 액정재료로서는, 비교예 1 및 2에서 이용한 액정재료(MLC-6882)에 카이럴제(도편트)(“S-811”, 머크사 제품) 0.2중량%를 첨가해서 제조한 액정재료를 이용하였다. 이 카이럴제(S-811)는 반시계방향의 나선형 구조를 지니고, 그 나선형 피치는, 온도상승에 의해 증가되었다.

이와 같이 해서 제조한 액정표시소자에 대해서, 환경온도 25°C에서 전압을 다양하게 변화시키면서 화상형성시켰다. 그 결과, 비교예 2와 거의 마찬가지 조건하에서 소망의 표시상태가 얻어졌다. 보다 구체적으로는, 전압 무인가하에서는 흑색표시상태가 얻어졌다. 또, 3.0V정도에서 최대반사율을 제공하는 백색표시상태가 얻어졌고, 3.9V에서 색순도는 약간 나쁘지만 적색표시상태가 얻어졌고, 5V에서 청색표시가 얻어졌다.

또, 환경온도를 0°C에서 35°C까지 다양하게 변화시킨 바, 백색표시상태, 흑색표시상태 및 그들의 중간조표시상태에는 전혀 변화가 없었다. 그 결과, 온도변화에 대해서 안정한 특성을 얻을 수 있었다. 또한, 비교예 2와는 달리, 청색 및 적색 표시상태에 대해서도, 온도변화에 대해서 안정하였으므로, 양호한 온도의존성을 제공하였다.

한편, 약 25°C의 온도에서 동화상이나 스크롤 화상을 표시시킨 바, 표시에 특히 문제는 없었으므로, 실용상 문제는 없다.

또, 본 실시예(및 이하의 예)에서 사용한 카이럴액정(제)에 대해서, 도 7에 표시한 바와 같은 Δn_{eff} 의 전압의존성은, 카이럴성분의 존재에 의해서 측정하기 곤란한 경우도 있다. 이 때문에, 카이럴액정(제)을 이용하는 예에 있어서는 색상만을 평가하였다.

(실시예 2)

액정재료를 변경한 이외에는 실시예 1과 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

본 실시예의 액정재료로서는, 비교예 1 및 2에서 이용한 액정재료(MLC-6882)에 카이럴제(도편트)(“R-811”, 머크사 제품) 0.2중량%를 첨가해서 제조한 액정재료를 이용하였다. 이 카이럴제(R-811)는 시계방향의 나선형 구조를 지니고, 온도상승에 의해 증가되는 나선형 피치를 지녔다.

이와 같이 해서 제조한 액정표시소자에 대해서, 환경온도 25°C에서 전압을 다양하게 변화시키면서 화상형성시켰다. 그 결과, 비교예 2와 거의 마찬가지 조건하에서 소망의 표시상태가 얻어졌다. 보다 구체적으로는, 전압 무인가하에서는 흑색표시상태가 얻어졌다. 또, 3.0V정도에서 최대반사율을 제공하는 백색표시상태가 얻어졌고, 3.9V에서 색순도는 약간 나쁘지만 적색표시상태가 얻어졌고, 5V에서 청색표시가 얻어졌다.

또, 환경온도를 0°C에서 35°C까지 다양하게 변화시킨 바, 백색표시상태, 흑색표시상태 및 그들의 중간조표시상태에는 전혀 변화가 없었다. 그 결과, 온도변화에 대해서 안정한 특성을 얻을 수 있었다. 또한, 비교예 2와는 달리, 청색 및 적색 표시상태에 대해서도, 온도변화에 대해서 안정하였으므로, 양호한 온도의존성을 제공하였다.

한편, 약 25°C의 온도에서 동화상이나 스크롤 화상을 표시시킨 바, 표시에 특히 문제는 없었으므로, 실용상 문제는 없다.

그 결과, 나선형 구조의 방향에 관계없이 양호한 결과가 얻어진 것이 확인되었다.

(비교예 3)

액정재료를 변경한 이외에는 실시예 1과 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

본 비교예의 액정재료로서는, 비교예 1 및 2에서 이용한 액정재료(MLC-6882)에 일본국 공개특허 평 05-093923호 공보에 개시된 바와 같은 하기 화학구조식을 지닌 카이럴제(도편트) 1중량%를 첨가해서 제조한 액정재료를 이용하였다. 이 카이럴제(S-811)는 온도상승에 의해 감소되는 나선형 피치를 지닌다.



이와 같이 해서 제조한 액정표시소자에 대해서, 환경온도 25°C에서 전압을 다양하게 변화시키면서 화상형성시켰다. 그 결과, 비교예 2와 거의 마찬가지 조건에서 소망의 표시상태가 얻어졌다. 보다 구체적으로는, 전압 무인가하에서는 흑색표시상태가 얻어졌다. 또, 3.0V정도에서 최대반사율을 제공하는 백색표시상태가 얻어졌고, 3.9V에서 색순도는 약간 나쁘지만 적색표시상태가 얻어졌고, 5V에서 청색표시가 얻어졌다.

또, 이때 환경온도를 0°C에서 35°C까지 다양하게 변화시킨 바, 청색 및 적색의 표시상태에 대해서, 온도의 변화에 따라 그들의 표시상태가 다소 변화되므로, 얻어지는 컬러화상은 온도에 대해서 안정하지 않게 된다. 또한, 백색표시상태의 밝기와 중간조 표시특성도 다소 변화되므로, 온도에 대해서 불안정한 표시특성으로 되어 버린다.

그 결과, 나선형 피치의 온도의존성이 실시예 1 및 2와는 반대, 즉, 온도 상승과 함께 그 피치가 감소하는 카이럴제를 사용한 경우에는 온도의존성에 악영향을 미친다는 것을 알게 되었다.

(실시예 3)

화소구성을 변경한 이외에는 실시예 1과 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

보다 구체적으로는, 1화소단위는, 녹색컬러필터를 설치한 1개의 화소와, 컬러필터를 설치하지 않은 다른 2개의 화소를 포함해서 3개의 화소로 구성되어 있었고, 상기 컬러필터를 설치하지 않은 화소는 1:2의 면적비로 배치하였다.

그 결과, 녹색과 단색의 연속계조색의 계조표시와 적색과 청색의 4계조레벨 표시를 행하는 것이 가능하므로, 약간의 입상감은 있더라도 자연화상을 표시하는 것이 가능하였다. 또, 이 자연화상은, 환경온도가 변화된 경우에도 문제없이 표시되었다.

(실시예 4)

화소구성을 변경한 이외에는 실시예 3과 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

보다 구체적으로는, 1화소단위는, 녹색컬러필터를 설치한 1개의 화소와, 마젠타컬러필터를 1:2의 면적비로 배치한 다른 2개의 화소를 포함해서 3개의 화소로 구성되어 있었다.

그 결과, 녹색과 마젠타색 및 단색의 연속계조색의 계조표시와 색순도가 높은 적색과 청색의 4계조레벨 표시를 행하는 것이 가능하므로, 약간의 입상감은 있더라도 자연화상을 표시하는 것이 가능하였다. 또, 이 자연화상은, 환경온도가 변화된 경우에도 문제없이 표시되었다.

(실시예 5)

화소구성을 변경한 이외에는 실시예 1과 마찬가지 방식으로 액정표시소자를 제조하였다.

보다 구체적으로는, 1화소단위는, 녹색컬러필터를 설치한 1개의 화소, 적색컬러필터를 설치한 1개의 화소 및 청색컬러필터를 설치한 화소를 포함한 3개의 화소와, 마젠타컬러필터를 설치하고 1:2:4의 면적비로 배치한 다른 3개의 화소로 구성되어 있었다.

그 결과, 모든 표시색에 대해서 연속계조색의 계조표시를 행할 수 있어, 완전한 풀컬러로 이루어진 자연화상을 표시하는 것이 가능하였다. 또, 이 자연화상은, 환경온도가 변화된 경우에도 문제없이 표시되었다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 온도의존성이 적은 컬러 액정표시소자를 실현하는 것이 가능하다.

상기 실시예에서는, 액티브매트릭스 기판(TFT부착)을 구동기판으로서 이용하고 있다. 하지만, 본 발명에 있어서는, TFT 대신에 MIM(금속-절연체-금속)을 이용해도 되고, 기판은, 절환소자가 형성되어 있는 반도체기판으로 변경해도 된다. 또한, 액티브매트릭스구동방법은, 단순매트릭스구동방법이나 플라스마-어드레싱 구동방법으로 변경해도 된다.

또, 상기 실시예에서는, 반사형의 액정표시소자를 이용하고 있다. 하지만, 액정표시소자는, 투과형 또는 투과반사형(반투과형)의 것에도 적용가능하다.

이상, 본 발명을 여기에 개시된 구성을 참조해서 설명하였으나, 본 발명은 전술한 상세로 한정되는 것은 아니고, 이 출원은, 이하의 특허청구범위의 범위 또는 개량의 목적내에 들어오는 그러한 변형이나 수정도 망라하는 것으로 의도된 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 리타데이션이 변화한 때의 색의 변화를 표시한 색도도

도 2는 30°C에서의 실효적인 복굴절량의 전압의존성을 표시한 그래프

도 3은 온도가 변화한 때의 실효적인 복굴절량의 전압의존성을 표시한 그래프

도 4(a) 및 도 4(b)는 액정분자의 통상의 배열상태(도 4(a)) 및 꼬인 배열상태(도 4(b))를 표시한 개략도

도 5(a) 내지 도 5(f)는 각각 본 발명의 액정표시소자의 일실시형태예에 의한 1화소의 화소구조를 표시한 개략도

도 6은 본 발명의 액정표시소자의 층구성의 설명도

도 7은 비교예에 이용된 액정재료에 관해서 온도가 변화한 때의 실효적인 복굴절량의 전압의존성을 표시한 색도도

도 8은 본 발명의 액정표시소자에 있어서 리타데이션이 변화한 때의 색의 변화를 표시한 색도도

도 9는 녹색과 보색인 컬러필터가 설치된 본 발명의 액정표시소자에 있어서의 리타데이션이 변화한 때의 색의 변화를 표시한 색도도

도 10은 본 발명의 액정표시소자에 있어서의 풀컬러표시범위를 표시한 개념도

도 11 내지 도 15는 각각 본 발명의 액정표시소자에 있어서 적색-청색(RB)평면에서의 표시가능한 색을 표시한 개략도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1: 편광판 2: 광대역 $\lambda/4$ 판(위상보상필름)

3: 상부 기판(컬러필터기판) 4: 투명전극

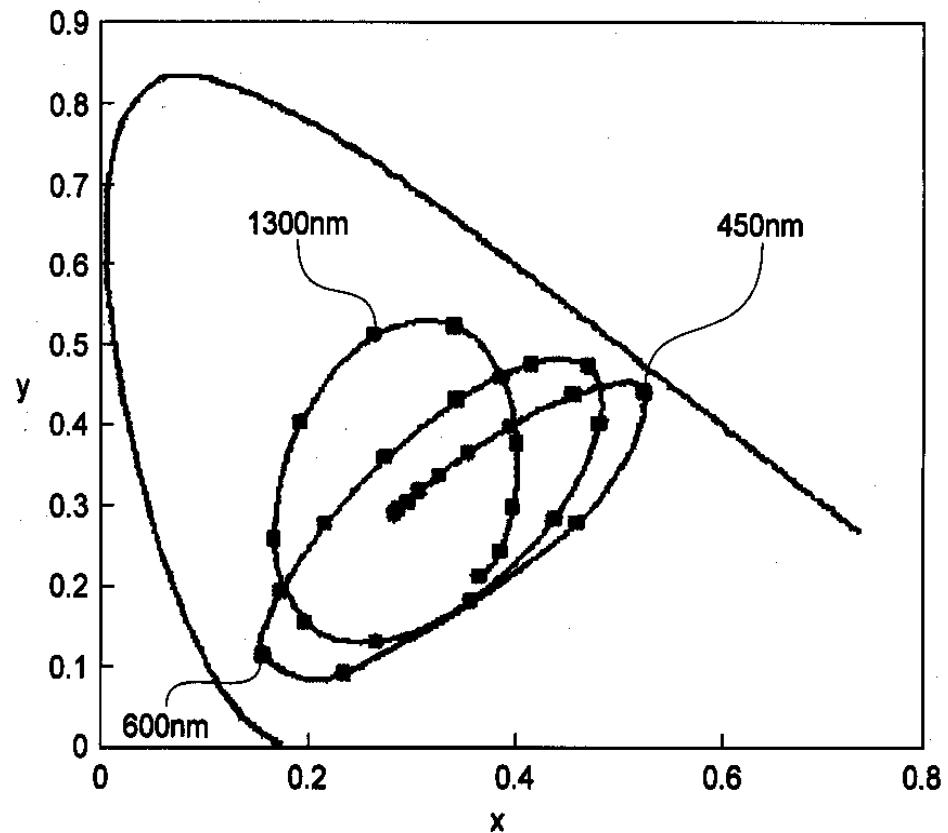
5: 액정 6: 화소전극

7: 액티브 매트릭스 기판 50: 화소

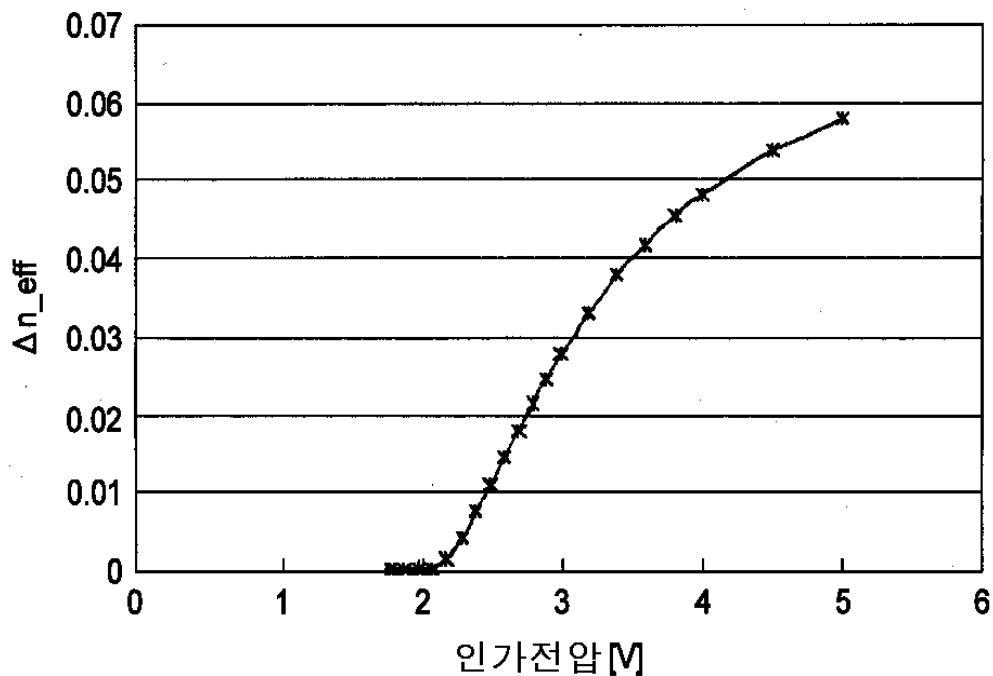
51: 제 2부화소 52: 제 1부화소

도면

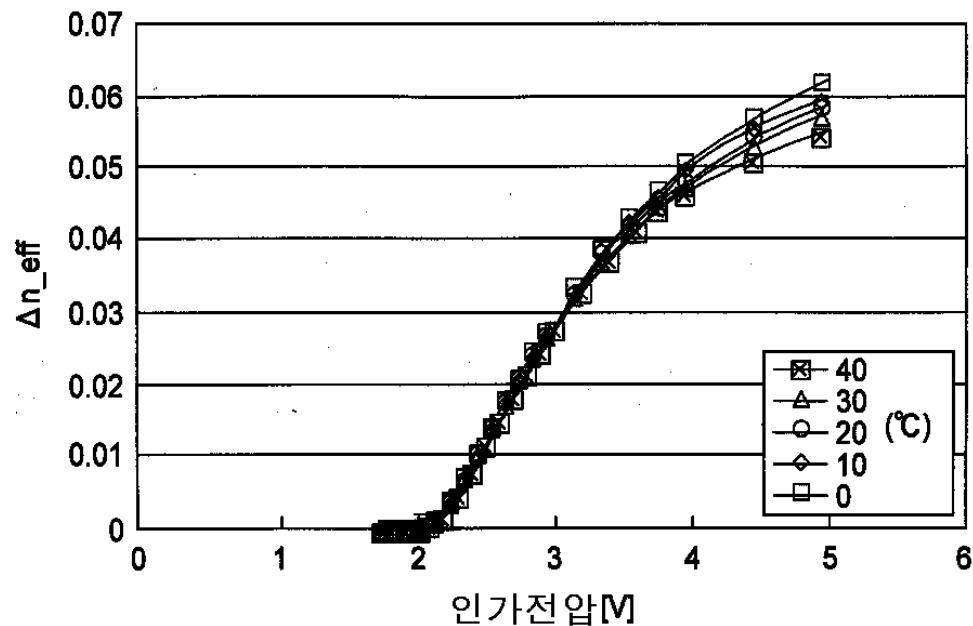
도면1



도면2

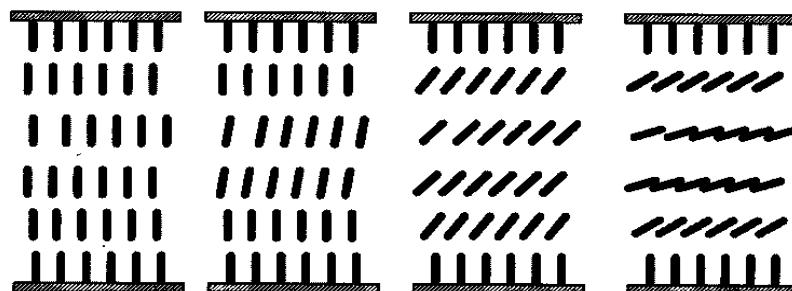
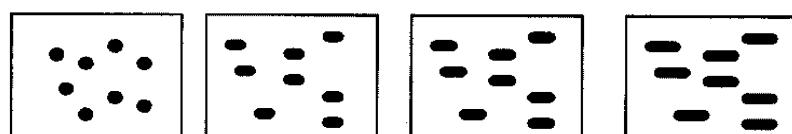


도면3

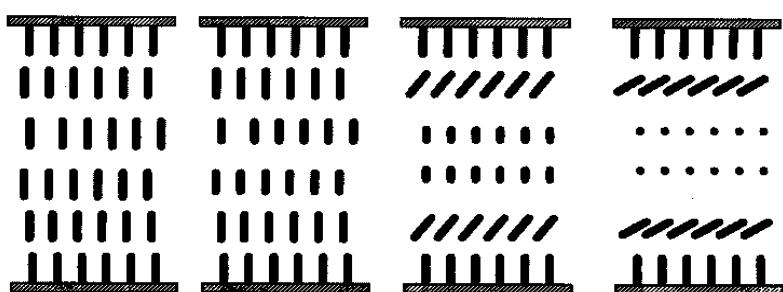
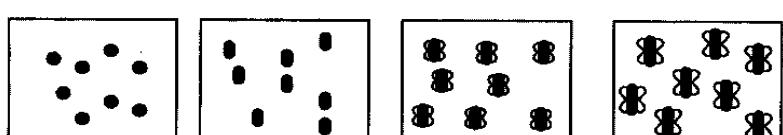


도면4

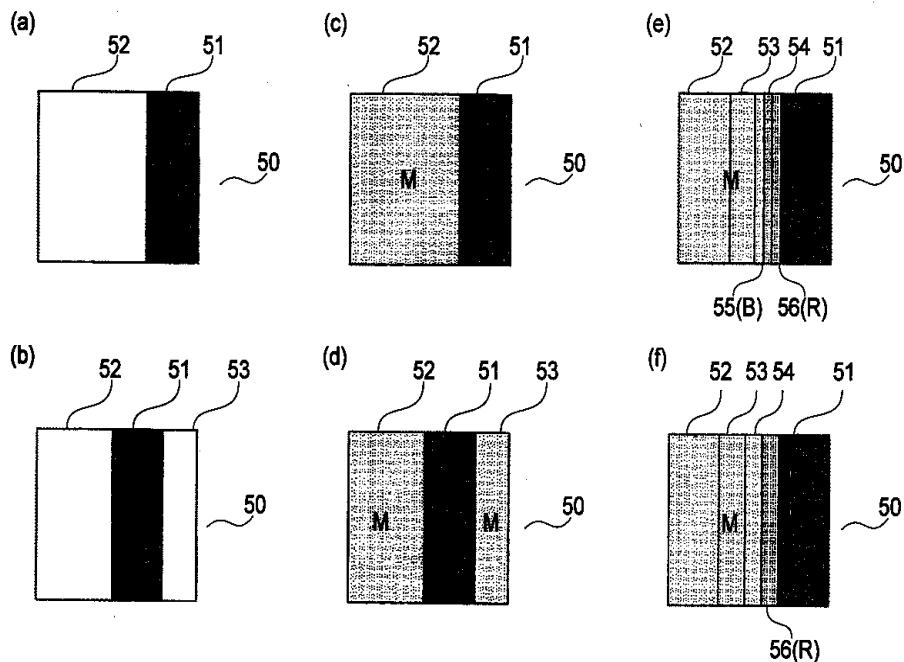
(a)



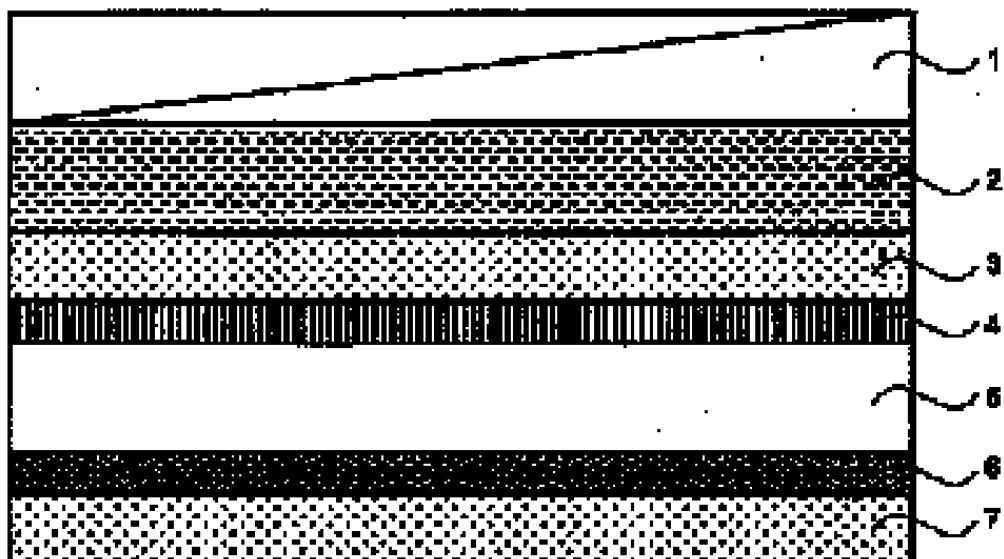
(b)



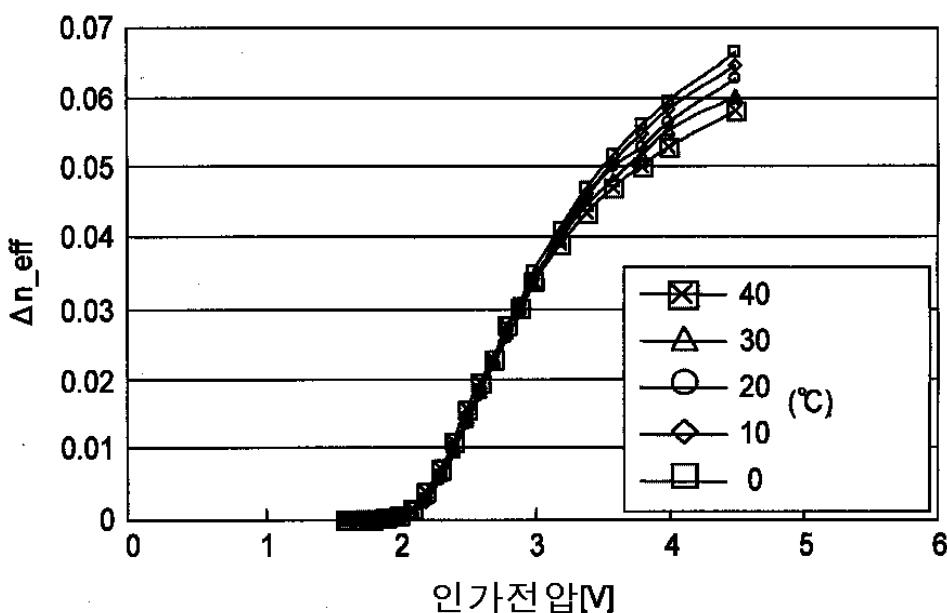
도면5



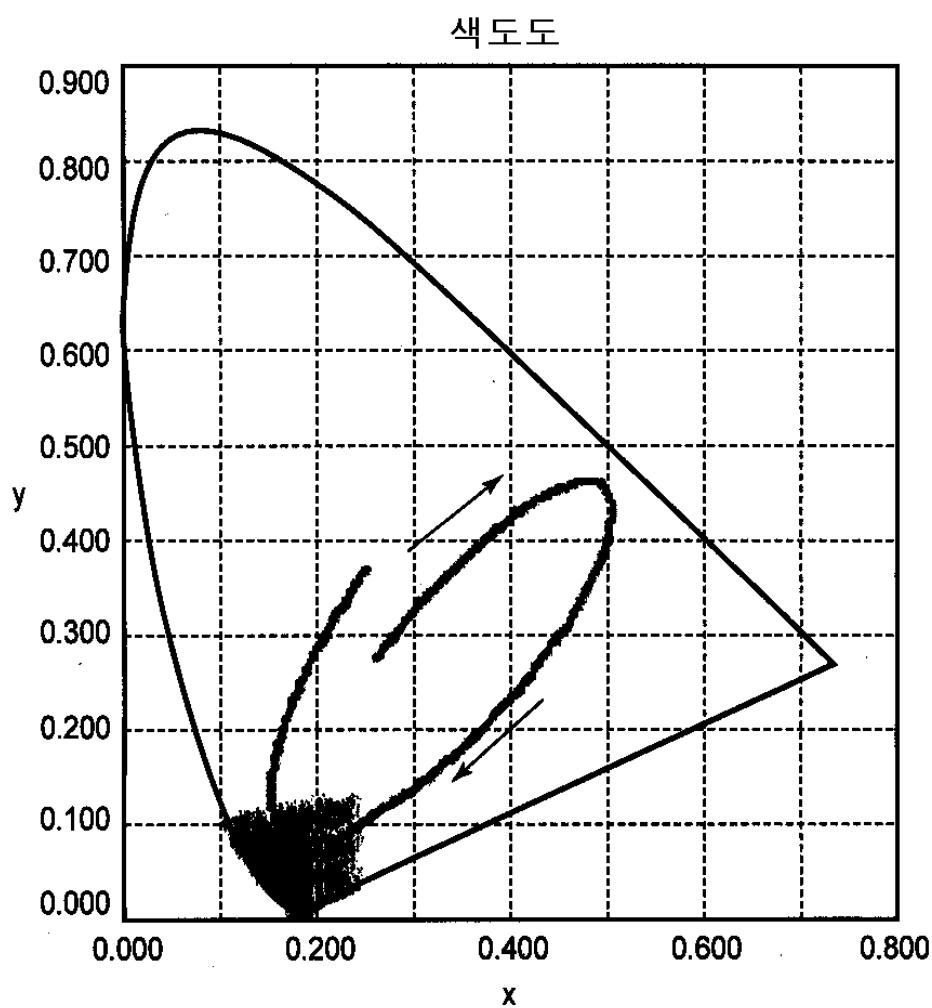
도면6



도면7

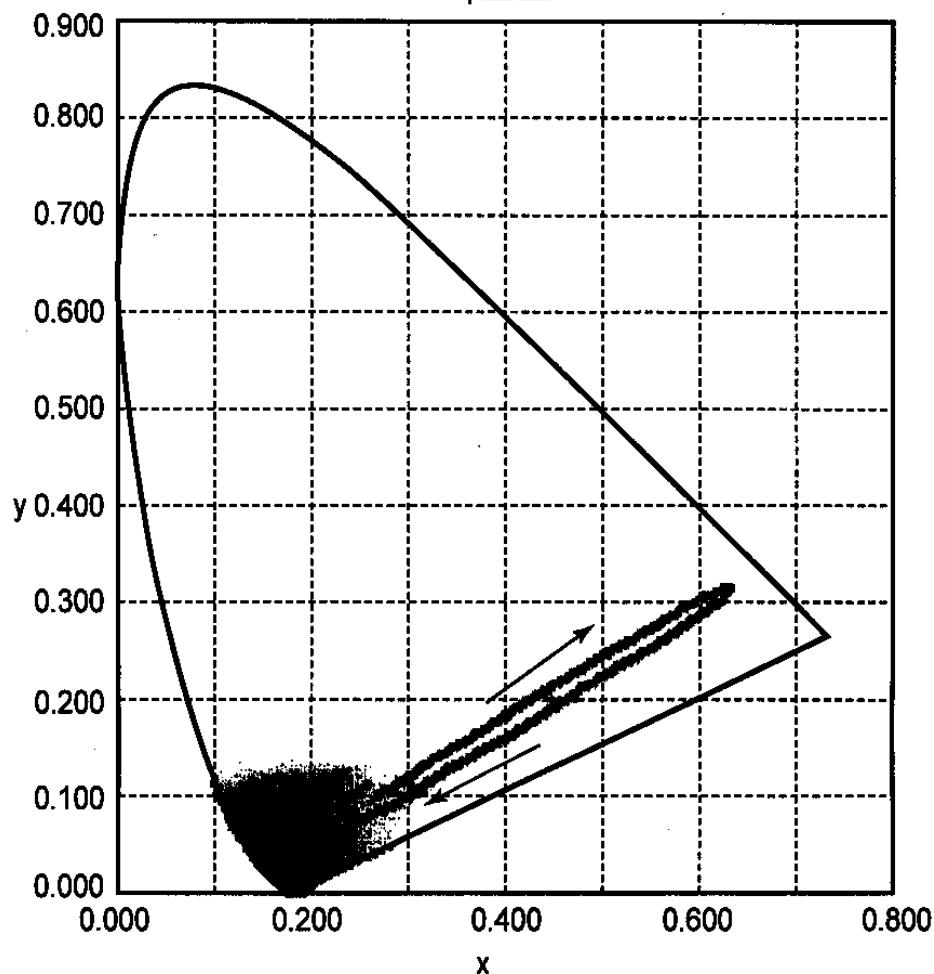


도면8

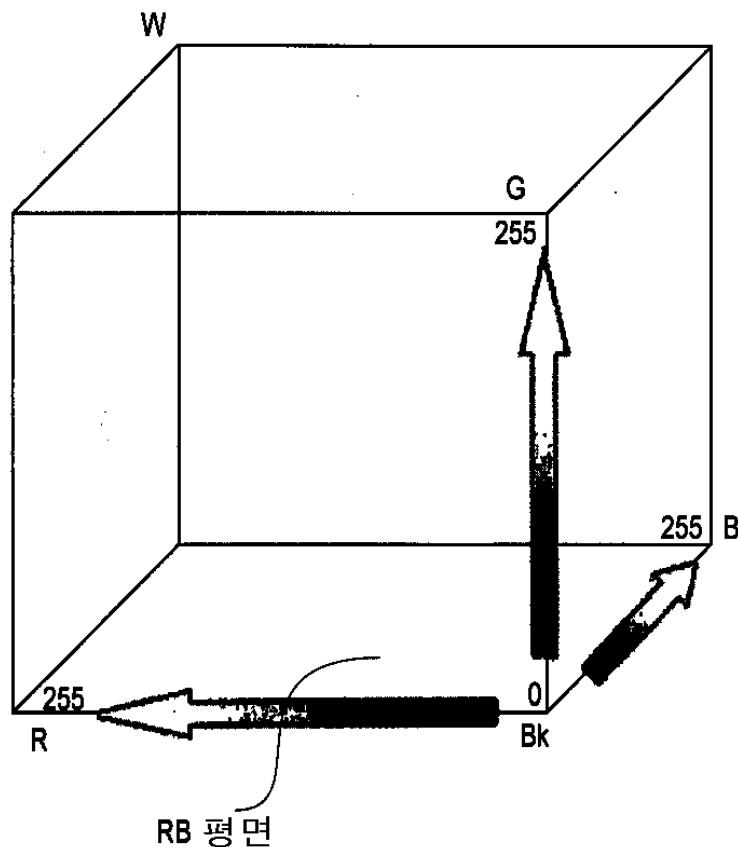


도면9

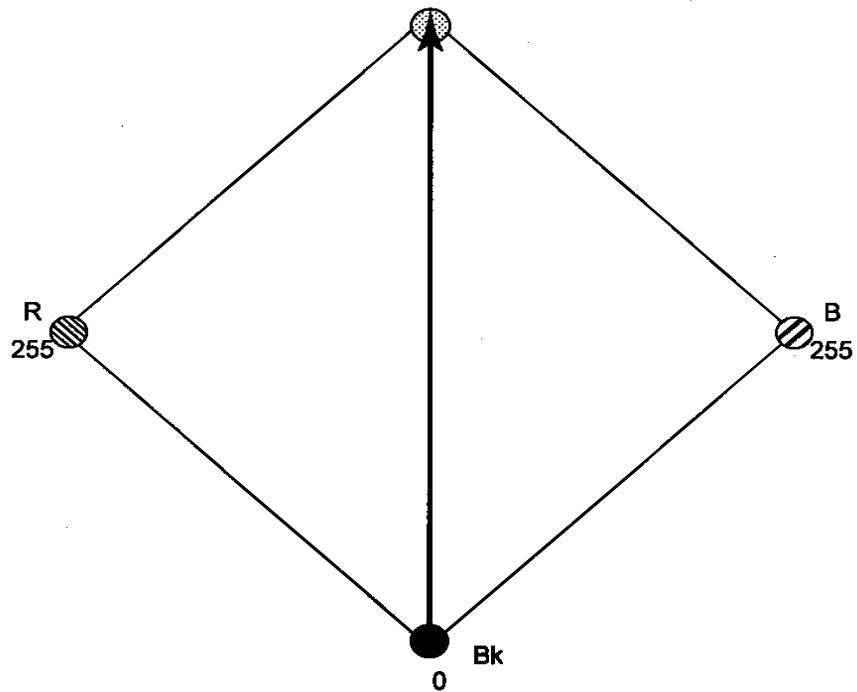
색도도



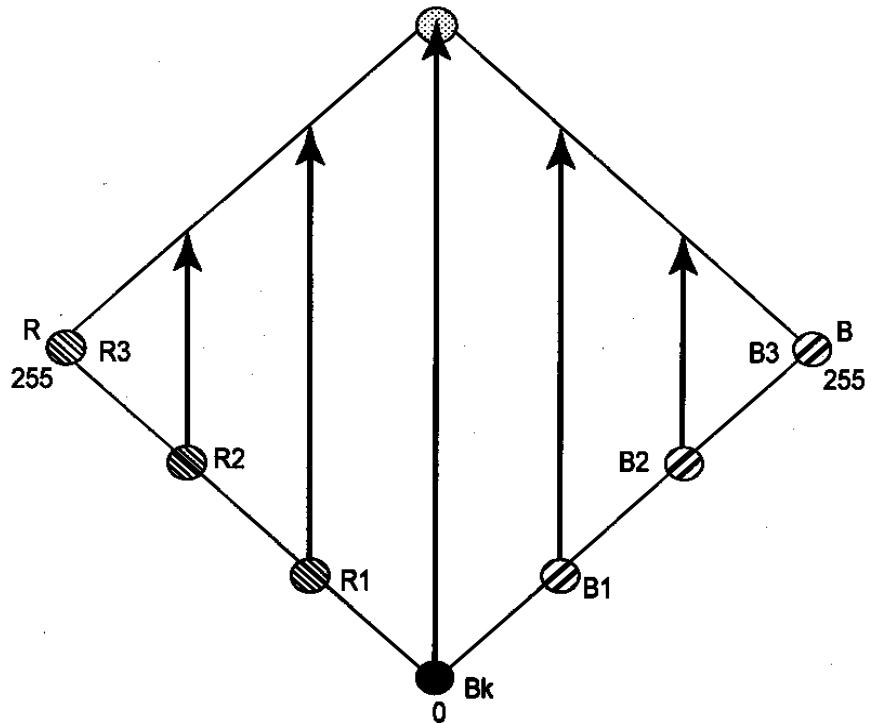
도면10



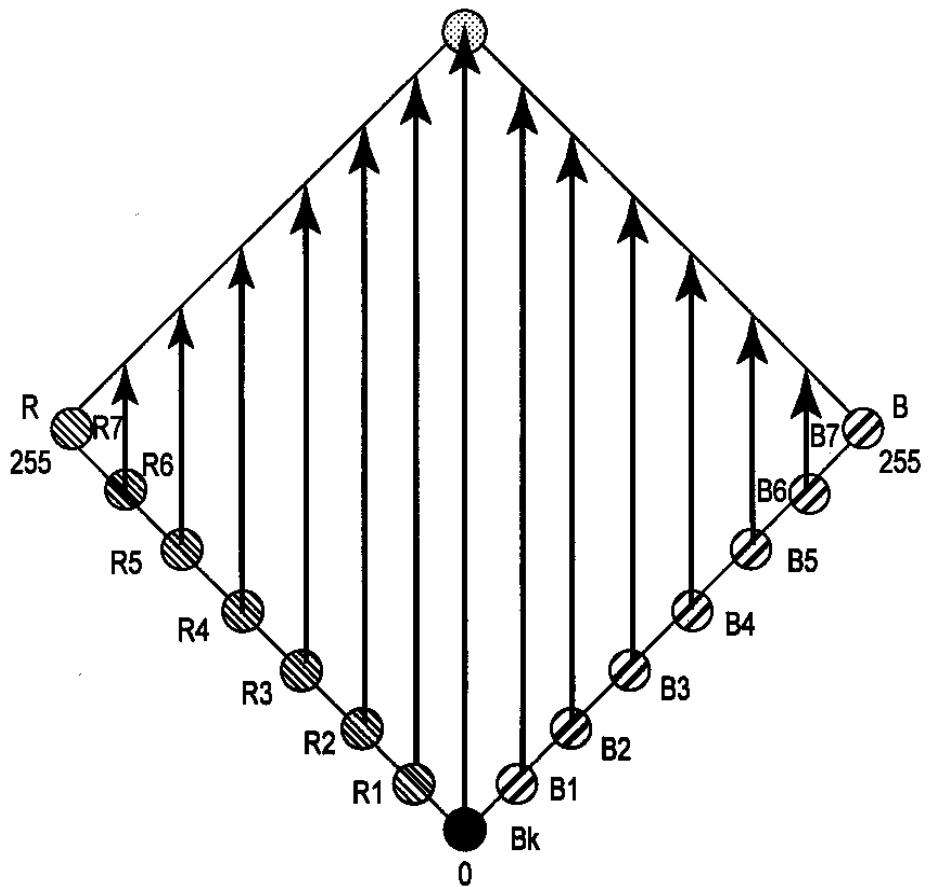
도면11



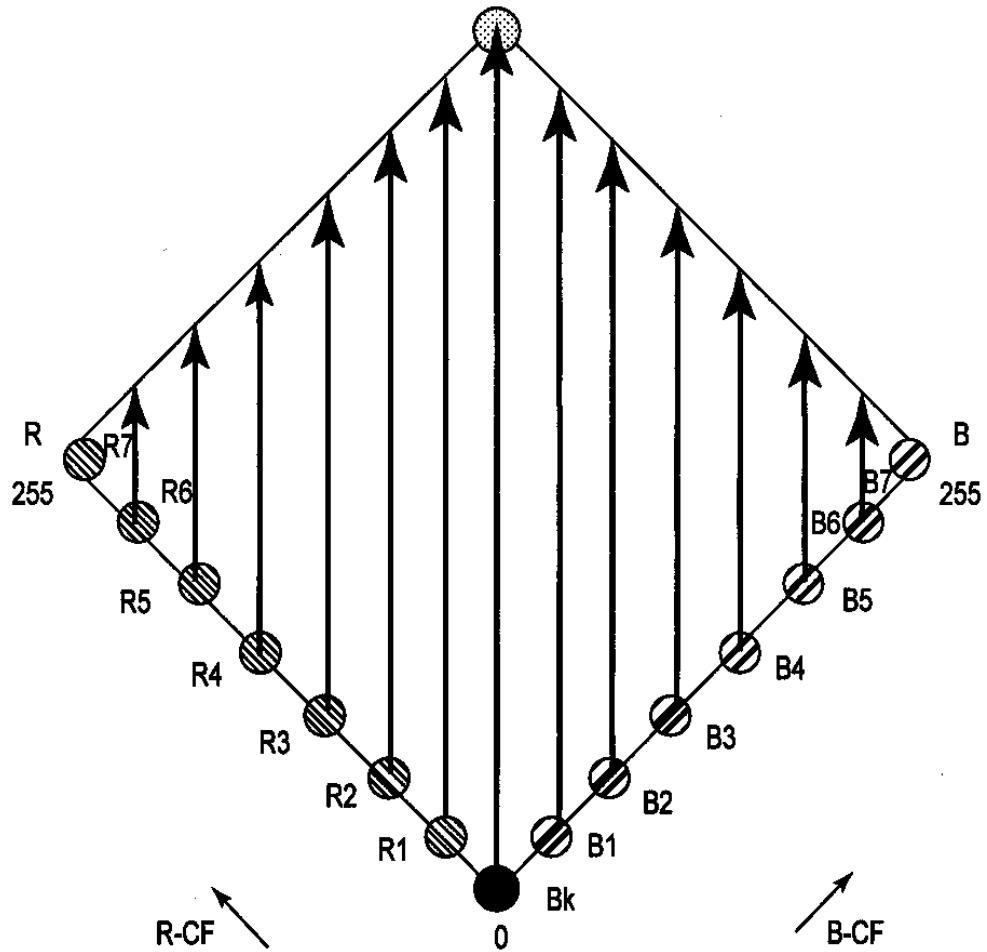
도면12



도면13



도면14



도면15

