



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0127211
(43) 공개일자 2012년11월21일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>G09G 5/10</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2012-0038951</p> <p>(22) 출원일자 2012년04월16일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
13/107,830 2011년05월13일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)</p> <p>(72) 발명자
브라운 엘리엇, 캔디스 헬렌
미국 95401 캘리포니아주 산타로사 멘도치노 애브뉴 767</p> <p>(74) 대리인
박영우</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 16 항

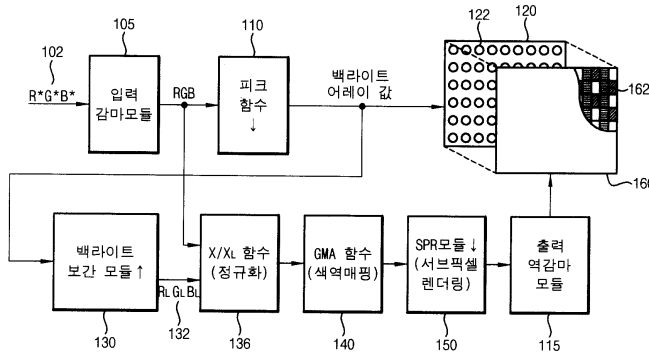
(54) 발명의 명칭 영상표시방법 및 표시 시스템

(57) 요약

적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시 장치에서 영상을 표시하는 방법은, 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함한 영상데이터를 수신하는 단계를 포함한다. 최대값은 제1 적색값, 제1 녹색값, 및 제1 청색값 중에서 결정된다. 최대값이 아닌 색값들에 대응되는 서브픽셀들의 휘도는, 최대값에 일반적으로 반비례하도록 설정된다.

대표도 - 도1a

100



특허청구의 범위

청구항 1

적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시 장치에서 영상을 표시하는 방법에 있어서, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하는 단계;

상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계;

상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 및

상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 포함하는 영상표시방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 화소는 청록색 서브픽셀을 더 포함하고,

상기 영상데이터를 수신하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함하며,

상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값을 상기 설정하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함하며,

상기 영상표시방법은, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값이 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값을 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 적색 서브픽셀의 상기 휘도 값, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값, 상기 청색 서브픽셀의 상기 휘도 값, 및 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값 중 적어도 하나의 휘도 값으로 표시되는 영상을, 상기 서브픽셀들로부터 표시하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 백색 서브픽셀은 투명한 서브픽셀인 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 5

적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시 장치에서 영상을 표시하는 방법에 있어서, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하는 단계;

상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 및 상기 제1 청색값 중에서 최대값을 결정하는 단계; 및

상기 최대값이 아닌 색값들에 대응하는 서브픽셀들의 휘도를, 상기 최대값에 반비례하도록 설정하는 단계를 포함하는 영상표시방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는,

상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계;

상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 및

상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 화소는 청록색 서브픽셀을 더 포함하고,

상기 영상데이터를 수신하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함하며,

상기 최대값을 결정하는 단계는, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 상기 제1 청색값, 및 상기 제1 청록색값 중에서 최대값을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는,

상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 및 상기 청록색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계;

상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 및

상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도가 상기 청록색 서브픽셀의 휘도보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도를, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도와 동일하게 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 백색 서브픽셀은 투명한 서브픽셀인 것을 특징으로 하는 영상표시방법.

청구항 11

적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 가지며, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하도록 구성되는 표시부; 및

상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 및 상기 제1 청색값 중에서 최대값을 결정하며, 상기 최대값이 아닌 색값들에 대응하는 서브픽셀들의 휘도를 상기 최대값에 반비례하여 설정하도록 구성되는 영상처리모듈을 포함하는 표시 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 영상처리모듈은,

상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하고,

상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하며,

상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 것을 특징으로 하는 표시 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 표시부가 갖는 상기 화소는, 청록색 서브픽셀을 더 포함하고,

상기 표시부는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하도록 더 구성되며,

상기 영상처리모듈은, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 상기 제1 청색값, 및 상기 제1 청록색값 중에서 최대값을 결정하는 것을 특징으로 하는 표시 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 영상처리모듈은,

상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 및 상기 청록색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하고,

상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하며,

상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 것을 특징으로 하는 표시 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 영상처리모듈은, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도가 상기 청록색 서브픽셀의 휘도보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도를, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도와 동일하게 설정하는 것을 특징으로 하는 표시 시스템.

청구항 16

제11항에 있어서, 상기 백색 서브픽셀은 투명한 서브픽셀인 것을 특징으로 하는 표시 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 영상표시방법 및 표시 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 표시 시스템에 표시될 색값들을 선택적으로 감소시키는 영상표시방법 및 이를 수행하는 표시 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 백라이트로 불리는 발광 요소(light emitting component) 또는 발광원이 구비된 표시 시스템은, 사용자에게 영상을 제공하기 위하여 광원으로부터 나오는 광학 에너지를 흡수 또는 전송하는 동적인 광변조 장치로서 기능한다. 백라이트(backlight) 액정표시(Liquid Crystal Display; LCD) 장치는 이러한 표시 시스템의 일례이다. 상기 발광원에 의해 출사되는 상기 광학 에너지는, LCD의 표시패널 상의 영상을 바라보는 사용자에게 의해 보여지는 상기 표시영상을 생성하는 빛의 능동원(active source)이다. 영상의 색들을 생성하기 위해 컬러필터를 사용하는 표시 시스템에서, 비교적 좁은 대역의 컬러필터들은, 색들을 구현하기 위해 상기 표시 시스템의 발광원에 의해

출사되는 광으로부터 나오는 광학 에너지를 차단한다. 상기 컬러필터들은 도 3, 및 도 6 내지 도 9를 포함한 응용들에서 설명되는 것과 같은, 다양한 서브픽셀 레이아웃에 대응하여 표시패널 상에 배치된다. 백라이트 광원으로부터 나온 광의 4 내지 10% 만큼 작은 광이, 실제로 상기 영상의 관찰자에 의해 보여지는 광으로서 상기 표시부로부터 출사되는 것으로 측정되었다. LCD 표시 시스템에서, 박막트랜지스터(Thin Film Transistor; TFT) 어레이 및 컬러필터 기판은 일반적으로 가장 큰 광 장벽(illumination barrier)들이다.

[0003] 백라이트 표시 시스템에서는, 발광원들로서 발광 다이오드(LED, Light Emitting Diode) 어레이가 사용된다. 미국 특허 제 6,923,548호는 Red (R), Green (G), Blue (B) 색들을 구현하는 발광다이오드(Light Emitting Diode; LED) 칩들이 각각 내장되는 복수의 램프(또는 칩)를 포함하는 LCD의 백라이트 유닛을 개시하고 있다. 상기 미국 특허는, 상기 백라이트 유닛을, 높은 밝기를 구현하고 얇은 백라이트 유닛을 제공하는 것으로서 설명한다. 미국 특허 제 7,002,547 호는 백라이트로서 LED들이 구비된 투과형(transmissive) 또는 반투과형(transreflective) 타입의 LCD에 대한 백라이트 제어 장치가 개시하고 있다. 상기 백라이트 제어 장치는, 상기 LED를 구동하는 전력 공급 회로에 연결되는 LED 구동 회로, 및 상기 LCD 주위의 밝기를 감지하여 상기 감지된 밝기에 따라 상기 LED에 대한 구동 전류를 제어하는 전류 제어 장치를 포함한다. Hideyo Ohtsuki et al.은 정보 디스플레이 학회 2002년도 국제 심포지엄 회의록(the Proc. of the Society for Information Display International Symposium)에 발행된 논문 "고전력 LED 백라이트를 사용한 넓은 색 재현을 갖는 18.1-inch XGA TFT-LCD(18.1-inch XGA TFT-LCD with wide color reproduction using high power led-backlighting)"에서, LED 백라이트 유닛을 사용한 18.1인치의 XGA TFT-LCD 모듈을 개시하고 있다. Ohtsuki et al.은, 사이드 에지 타입의 백라이트가 적용되며 2 개의 LED 스트립들이 광파이프의 상부 에지 및 하부 에지에 위치하는 것을 개시하고 있다. 각각의 LED 스트립은 복수의 적색(R), 녹색(G), 및 청색(B) LED 들을 배열한다. 상기 적색, 녹색 및 청색 LED들로부터 출사된 광들은 혼합되어 상기 광파이프에 주사된다. 상기 적색, 녹색, 및 청색 LED들의 밝기는 제어회로에 의해 독립적으로 디밍(dimmed)될 수 있다. Ohtsuki et al.은, 더 높은 색 포화도(color saturation)를 얻기 위하여 이 LCD 패널의 컬러필터가 잘 동조되는 것을 개시하고 있다.

[0004] "확장된 색공간을 갖는 LED 기반 LCD 백라이트(Led-based LCD backlight with extended color space)"의 제목의 미국 특허 제 6,608,614 호는, 제1 색도(chromaticity)를 갖는 광을 제공하는 제1 LED 어레이, 및 제2 색도를 갖는 광을 제공하는 제2 LED 어레이를 포함하는, LCD의 백라이트를 개시하고 있다. 조합 요소는 상기 제1 LED 어레이 및 제2 LED 어레이로부터 나온 상기 광을 조합하며, 상기 조합된 광을 상기 LCD로 주사한다. 제어 시스템은 상기 제2 LED 어레이에 동작적으로 연결된다. 상기 제어부는 상기 조합된 광의 색도를 조절하기 위하여 상기 제2 LED 어레이의 적어도 하나의 LED의 밝기를 조절한다.

[0005] "높은 다이내믹 레인지 표시 장치들(High Dynamic Range Display Devices)"의 제목의 미국 특허공개 제 2005/0162737 호(이하, 737특허라고 한다)는, 광변조부를 포함하고, 제어가능한 발광체(light-emitter)들의 어레이를 포함하는 광원의 광으로 비춰지는 화면을 갖는 표시부를 개시한다. 상기 광변조부의 상기 제어가능한 출사부들 및 요소들은, 상기 화면 상의 대응되는 영역들로부터 나오는 광도를 조절하도록 제어될 수 있다. 도 15는, 확산층(22)을 포함하는 후면 투사 방식 스크린(53)이 LED들(52)의 어레이(50)에 의해 비춰지는 표시부(60)를 통한 단면을 도시한다. 각 LED(52)의 밝기는 제어부(38)에 의해 제어된다. 화면(53)은 광변조부(20)를 포함한다. 상기 광변조부(20)의 후면은 LED 어레이(50)에 의해 비춰진다. 도 14는, 광변조부(20)의 제어가능 요소들(회소들)(42)이 각 LED(52)에 대응하는 경우의 표시부(60)의 일부에 대한 개략적인 정면도이다. 각각의 상기 제어가능 요소들(42)은 복수의 컬러 서브픽셀들을 포함할 수 있다. 상기 737특허는 LED들(52)이 어떠한 적당한 방식으로도 배열될 수 있는 것을 개시하며, 직사각 어레이 및 육각 어레이로 가능한 LED들(52)의 배열 2개를 도시한다. LED들(52)의 발광 특성과 함께 확산부(22a)는 상기 광변조부(20)의 후면에 대한 상기 LED들(52)의 광도 변화로 하여금 부드러워 지도록 한다. 상기 737특허는 또한, 광변조부(20)가 단색 광변조부 또는 고해상도 컬러 광변조부일 수 있는 것을 개시한다. 예를 들어, 광변조부(20)는 LCD 어레이를 포함할 수 있다. 상기 737특허는 표시부(60)가 매우 얇을 수 있는 것을 개시한다. 예를 들어, 표시부(60)는 두께가 10 cm 또는 그 이하일 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 기술적 과제는 영상 화질을 개선하는 영상표시방법 및 이를 구현하는 표시 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 영상표시방법은, 적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시 장치에서 영상을 표시하는 방법에 있어서, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하는 단계; 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 및 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 포함한다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 화소는 청록색 서브픽셀을 더 포함하고, 상기 영상데이터를 수신하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함하며, 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값을 상기 설정하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함하며, 상기 영상표시방법은, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값이 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값을 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함한다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 적색 서브픽셀의 상기 휘도 값, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값, 상기 청색 서브픽셀의 상기 휘도 값, 및 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값 중 적어도 하나의 휘도 값으로 표시되는 영상을, 상기 서브픽셀들로부터 표시하는 단계를 더 포함한다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 백색 서브픽셀은 투명한 서브픽셀이다.
- [0011] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 영상표시방법은, 적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시 장치에서 영상을 표시하는 방법에 있어서, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하는 단계; 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 및 상기 제1 청색값 중에서 최대값을 결정하는 단계; 및 상기 최대값이 아닌 색값들에 대응하는 서브픽셀들의 휘도를, 상기 최대값에 반비례하도록 설정하는 단계를 포함한다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는, 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 및 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계를 더 포함한다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 화소는 청록색 서브픽셀을 더 포함하고, 상기 영상데이터를 수신하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함하며, 상기 최대값을 결정하는 단계는, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 상기 제1 청색값, 및 상기 제1 청록색값 중에서 최대값을 결정하는 단계를 더 포함한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는, 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 및 상기 청록색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하는 단계; 및 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과

동일하게 설정하는 단계를 더 포함한다.

- [0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도가 상기 청록색 서브픽셀의 휘도보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도를, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도와 동일하게 설정하는 단계를 더 포함한다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 백색 서브픽셀은 투명한 서브픽셀이다.
- [0017] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 표시 시스템은, 적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 가지며, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하도록 구성되는 표시부; 및 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 및 상기 제1 청색값 중에서 최대값을 결정하며, 상기 최대값이 아닌 색값들에 대응하는 서브픽셀들의 휘도를 상기 최대값에 반비례하여 설정하도록 구성되는 영상처리모듈을 포함한다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 영상처리모듈은, 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하고, 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하며, 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하도록 더 구성된다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 표시부가 갖는 상기 화소는, 청록색 서브픽셀을 더 포함하고, 상기 표시부는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하도록 더 구성되며, 상기 영상처리모듈은, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 상기 제1 청색값, 및 상기 제1 청록색값 중에서 최대값을 결정하도록 더 구성된다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 영상처리모듈은, 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 및 상기 청록색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하고, 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 녹색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하며, 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도를, 상기 제1 적색값에서 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 동일하게 설정하도록 더 구성된다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 영상처리모듈은, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도가 상기 청록색 서브픽셀의 휘도보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도를, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도와 동일하게 설정하도록 더 구성된다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 백색 서브픽셀은 투명한 서브픽셀이다.
- [0023] 본 발명은 방법 및 장치를 포함한 다양한 방식으로 구현될 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 영상표시방법은, 적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시장치에서, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하는 단계를 포함한다. 만일 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 청색값을 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정된다. 만일 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 녹색값을 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정된다. 만일 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 적색값을 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정된다.
- [0025] 상기 화소는 청록색 서브픽셀을 더 포함할 수 있다. 상기 영상데이터를 수신하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다. 만일 상기 제1 청색값이 상기 제1 적

색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값을 설정하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도 값을 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 영상표시방법은, 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값이 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 상기 휘도 값을 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값과 실질적으로 같도록 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0026] 또 다른 실시예에서, 영상표시방법은, 적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 갖는 표시 장치에서, 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하는 단계를 포함한다. 최대값은, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 및 상기 제1 청색값들 중에서 결정된다. 상기 최대값이 아닌 색값들에 대응하는 서브픽셀들의 휘도는, 상기 최대값에 일반적으로 반비례하도록 설정된다.

[0027] 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는, 만일 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과, 실질적으로 같도록 설정하는 단계를 집합적으로 더 포함할 수 있다. 또한, 만일 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 녹색값을 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정된다. 또한, 만일 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 적색값을 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정된다.

[0028] 상기 화소는 청록색 서브픽셀을 더 포함할 수 있다. 상기 영상데이터를 수신하는 단계는, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 최대값을 결정하는 단계는, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 상기 제1 청색값, 및 상기 제1 청록색값 중에서 최대값을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 화소가 청록색 서브픽셀을 더 포함하고, 상기 영상데이터를 수신하는 단계가 상기 제1 청록색값을 수신하는 단계를 더 포함하며, 상기 최대값을 결정하는 단계가 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 상기 제1 청색값, 및 상기 제1 청록색값 중에서 최대값을 결정하는 단계를 더 포함하는 조건 하에서, 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 서브픽셀들의 휘도를 설정하는 단계는, 만일 상기 제1 청색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 휘도 값 및 상기 청록색 서브픽셀의 휘도 값을, 상기 제1 청색값에서 상기 제1 적색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과, 실질적으로 같도록 설정하는 단계를 집합적으로 더 포함할 수 있다. 또한, 만일 상기 제1 녹색값이 상기 제1 적색값 또는 상기 제1 청색값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 녹색값을 상기 제1 적색값 및 상기 제1 청색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정될 수 있다. 또한, 만일 상기 제1 적색값이 상기 제1 청색값 또는 상기 제1 녹색값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 휘도 값은, 상기 제1 적색값을 상기 제1 청색값 및 상기 제1 녹색값 중 더 큰 값으로 나눈 값과 실질적으로 같도록 설정될 수 있다. 상기 최대값을 결정하는 단계 및 상기 휘도 값들을 설정하는 단계는, 만일 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값이 상기 청록색 서브픽셀의 휘도 값보다 작은 경우, 상기 청록색 서브픽셀의 휘도 값을 상기 녹색 서브픽셀의 상기 휘도 값과 실질적으로 같도록 설정하는 단계를 집합적으로 더 포함할 수 있다.

[0029] 다른 실시예에서, 표시 시스템은, 적색, 녹색, 청색, 및 백색 서브픽셀들을 포함하는 화소를 가지며 상기 적색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 적색값, 상기 녹색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 녹색값, 상기 청색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 청색값, 및 상기 백색 서브픽셀의 휘도에 대응하는 제1 백색값을 포함하는 영상데이터를 수신하도록 설정되는 표시부를 포함한다. 또한, 상기 표시 시스템은, 상기 제1 적색값, 상기 제1 녹색값, 및 상기 제1 청색값 중에서 최대값을 결정하도록 구성되며, 상기 최대값이 아닌 색값들에 대응하는 서브픽셀들의 휘도를 상기 최대값에 일반적으로 반비례하도록 설정하도록 구성되는 영상처리모듈을 포함한다. 또한, 상기 표시 시스템은 전술한 방법들의 하나 또는 그 이상의 일부를 구현하도록 설정될 수 있다.

발명의 효과

[0030] 서브픽셀로 구분된(subpixelated) 표시 시스템에서 백라이트로서 발광 다이오드(LED)와 같은 발광체들의 어레이를 사용함은 일반적으로, 다른 백라이트 기술들에 비교할 경우, 표시부 상의 상당히 높은 색순도를 위해 필터링될 수 있는, 더 높은 순도의 색점들을 제공한다. 그러나, 몇몇 타입의 표시패널들(예컨대, LCD)에서 색대비는 무한하지 않기 때문에(즉, 검정 레벨은 완벽하게 검정이 아니다), 대개 오프상태의 서브픽셀들로부터 상기 색의

포화도를 제한하는 컬러블리드(bleed of color)가 존재한다. 또한, 상기 컬러필터들 자체는 좋은 색순도를 갖지 않을 수 있으며, 다른 색 발광체로부터 어느 정도 원치 않는 광투과를 허용할 수 있다. 백라이트 어레이에 배치된 개별 발광체들이 독립적으로 어드레스될 수 있는 표시 시스템에서는, 상기 백라이트의 색조정이 가능하다. 상기 백라이트의 색조정 능력은 표시부의 다이내믹레인지(dynamic range) 및 색순도를 증가시키는데 사용될 수 있는 부가적인 자유도를 제공한다. 상기 백라이트의 색조정 능력은 또한, 백라이트 어레이로부터 출사된 광의 전역적(globally) 또는 국소적(locally) 색온도(color temperature)를 갖는 표시패널 서브픽셀들 상에서 휘도 정보의 분포를 최적화시킴으로써, 서브픽셀 렌더링 방법의 효율성을 증가시킬 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시예들에 따르면, RGBW 또는 RGBCW의 서브픽셀들을 포함하는 표시 장치에서, 서브픽셀들의 휘도에 대응하는 색값을 포함한 영상데이터를 수신하여, 수신된 색값들 중 최대값을 결정하며, 결정된 최대값에 따라 다른 서브픽셀들의 휘도를 감소시킴으로써, 표시영상의 해상도 및 밝기를 증가시켜 화질을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1a는 다색 발광체(light emitter)들의 제1 백라이트 어레이를 갖는 다원색(multi-primary) 표시 시스템의 제 1 실시예의 선택된 구성요소들에 대한 블록도이다.

도 1b는 도 1a에 도시된 실시예에서 사용될 수 있는 피크(peak) 다운샘플링 함수 블록으로 예시된 블록도이다.

도 2a는 다색 발광체들의 제2 백라이트 어레이를 갖는 제2 다원색 표시 시스템의 선택된 구성요소들에 대한 블록도이다.

도 2b는 도 2a에 도시된 실시예에서 사용될 수 있는 피크 다운샘플링 함수 블록으로 예시된 블록도이다.

도 3은 4색 표시패널에 대한 8개의 반복되는 서브픽셀들을 도시한 평면도이다.

도 4는 3색 발광체를 갖는 백라이트 어레이의 일부를 도시한 평면도이다.

도 5는 4색 발광체를 갖는 백라이트 어레이의 일부를 도시한 평면도이다.

도 6은 6개의 반복되는 서브픽셀들을 갖는 4색 표시패널의 일부를 도시한 평면도이다.

도 7은 6개의 반복되는 서브픽셀들을 갖는 6색 표시패널의 일부를 도시한 평면도이다.

도 8은 2개의 색을 갖는 정사각 서브픽셀들을 사용한 2개의 반복되는 서브픽셀들을 갖는 표시패널의 일부를 도시한 평면도이다.

도 9는 5개의 색을 갖는 직사각 서브픽셀들을 사용한 16개의 반복되는 서브픽셀들을 갖는 표시패널의 일부를 도시한 평면도이다.

도 10은 본 발명의 백라이트 제어 기술 및 방법이 적용된 LCD시스템의 블록도이다.

도 11은 백라이트 어레이에서 발광체들의 값을 결정하기 위한 입력 영상데이터의 사용을 표현한 사시도이다.

도 12는 백라이트 어레이에서 발광체들로부터 발생된 광에 의해 저해상도 영상을 생성하기 위한 백라이트 보간 함수(interpolation function)의 동작을 표현한 단면도이다.

도 13은 백색(투명) 서브픽셀을 갖는 다원색의 반복되는 서브픽셀들의 그룹이 구비된 표시패널에서, 백색 서브픽셀이 본 발명의 백라이트 제어 기술에 의해 설정된 원색(primary color)으로 사용되는 과정을 표현한 평면도이다.

도 14는 확산층을 포함하는 후면투사 방식의 화면이 LED들의 어레이에 의해 비춰지는 종래기술의 표시 시스템의 일부를 도시한 정면도이다.

도 15는 도 14의 종래기술의 표시 시스템에서, 광변조부의 제어가능 요소들(화소들)이 각 엘이디(Light Emitting Diode; LED)에 대응하는 경우를 표현한 조직도이다.

도 16은 백라이트 LED 색역(gamut), 및 상기 백라이트 LED 색역보다 작은 개별 영상 색역맵이 도시된, 씨아이이 1931(CIE 1931) 색좌표이다.

도 17은 가상의 원색 색역 내에서 3개의 가상 원색 및 주어진 색을 도 16의 백라이트 LED 색역에 도시한 색좌표이다.

도 18은 LED 백라이트 및 엘씨디(LCD) 값들을 조절하는 공간적, 가상적 주요 수단들을 갖는 혼성 표시 시스템의 블록도이다.

도 19a 및 도 19b는, 도 18에 도시된 표시 시스템에 의해, 주어진 색을 재구성하는 두 가지 방법을 표현한 타이밍도이다.

도 20a, 도 20b, 및 도 20c는 가상의 원색들의 사용 방법을 표현한 타이밍도이다.

도 21a는 가상의 원색을 갖는 필드순차컬러(field sequential color) 시스템의 블록도이다.

도 21b는 도 21a의 가상 원색 계산 모듈(Calc Virtual Primaries module)을 도시한 블록도이다.

도 22는 도 21a의 경계상자(bounding box) 모듈의 두 가지 실시예를 도시한 그래프이다.

도 23은 다원색 백라이트 LED 색역 및 상기 다원색 백라이트 LED 색역보다 작은 개별 영상 색역맵이 도시된, 중첩된 XYZ 원색을 갖는 CIE 1931 색좌표이다.

도 24는 5가지 색들을 갖는 직사각 서브픽셀을 사용한 12개의 반복되는 서브픽셀 그룹이 포함된 표시패널의 일부를 도시한 평면도이다.

도 25는 표시 시스템에 사용되는 새롭게 세그먼트된(segmented) 백라이트를 도시한 평면도이다.

도 26은 광가이드 및 2개의 발광체를 포함하는 종래의 백라이트를 도시한 평면도이다.

도 27은 도 26의 백라이트보다 개선된 백라이트의 일 실시예를 도시한 평면도이다.

도 28은 광가이드 및 4개의 발광체들을 포함하는 종래의 백라이트를 도시한 평면도이다.

도 29는 도 28의 백라이트보다 개선된 백라이트의 일 실시예를 도시한 평면도이다.

도 30은 표시 시스템에 사용되는 새롭게 세그먼트된 백라이트의 또 다른 실시예를 도시한 평면도이다.

도 31은 새롭게 세그먼트된 백라이트의 일 실시예에서 하나의 광가이드에 대한 단면도이다.

도 32a 및 도 32b는 각각, 단색 전면패널 및 다원색 전면패널과 함께, 새롭게 세그먼트된 백라이트를 포함하는 표시 시스템을 도시한 블록도이다.

도 33은 혼성 가상 원색의 필드순차컬러 시스템 및 방법과 함께, 새롭게 세그먼트된 백라이트를 포함하는 표시 시스템을 도시한 블록도이다.

도 34는 가상의 원색들에 의해 경계지어진 입력 화소들을 단순한 2차원 표현으로 도시한 그래프이다.

도 35 및 도 36은 가상의 원색들에 의한 개선된 경계에 대한 배제 색역(exclusion gamut)을, 단순한 2차원 표현으로 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0034] 이하, 표시 시스템의 구성요소를 먼저 개관하고, 백라이트 어레이의 제어 기술을 설명한다. 이어서, 인간 시각계의 관점에서 특정 표시영상의 색 및 표시패널의 특정 서브픽셀 레이아웃의 색 간의 상호작용을 보여주는, 백라이트 제어의 구동기술을 설명한다.

[0035] 이하에서, 표시 시스템은, 색 영상들이 반복되는 서브픽셀 그룹의 배열 또는 레이아웃으로 컬러필터 기판 상에 배치되는 개별 색들을 조합함으로써 형성되는 표시패널을 포함한다. 원색(primary color)은 상기 반복되는 서브픽셀 그룹에서 발생하는 각각의 색들을 가리킨다. 또한, 소정의 매트릭스 해상도를 갖는 장치를 형성하기 위하여 상기 반복되는 서브픽셀 그룹이 표시패널에 걸쳐 반복될 때에, 상기 표시패널은 실질적으로 상기 반복되는 서브픽셀 그룹을 포함한다고 표현한다. 표시패널이 반복되는 서브픽셀 그룹을 실질적으로 포함하는 것으로 설명된 이유는, 상기 표시패널의 크기 및/또는 제조요인 내지 제한들로 인해 하나 또는 그 이상의 상기 패널의 에지에서는 상기 반복되는 서브픽셀 그룹이 불완전할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 컬러필터 기판 상에 수직 열들(즉, 통상적인 RGB 스트라이프 설정)로 배치되는 적색, 녹색, 및 청색(RGB) 색들의 반복되는 서브픽셀 그룹을 실질적으로 포함하는 표시패널은, 적색, 녹색, 및 청색의 3원색을 갖는다. 반면, 마젠타(심홍색) 서브픽셀(도 8의 809) 및 녹색 서브픽셀(도 8의 808)을 포함하는 반복되는 서브픽셀 그룹(도 8의 801)을 실질적으로 포함하는

표시패널은 마젠타 및 녹색의 2원색을 갖는다. 색 영상을 형성하기 위해 3원색 이상의 원색을 사용하는 표시 시스템은 다원색 표시 시스템이라 표현한다. 백색(투명) 서브픽셀을 포함하는 반복되는 서브픽셀 그룹을 갖는 표시패널에서, 상기 백색 서브픽셀은 백색(W) 또는 투명으로 표현되는 원색을 표현한다. 따라서 RGBW 서브픽셀들을 포함하는 반복되는 서브픽셀 그룹을 갖는 표시패널이 구비된 표시시스템은 다원색 표시 시스템이다.

[0036] 방사체(emitter)의 용어는 종종, 이상에 언급된 특허문헌들에서 개별 서브픽셀의 특정한 색을 표현하기 위하여 사용된다. 이하에서, 발광체(light emitter)는, 표시 시스템의 백라이트 어레이에 배치되는 광원을 표현한다. 백라이트 제어된(BC, Backlight-Controlled) 원색 또는 가변 원색(variable primary)은, 백색(W) 서브픽셀을 통과하며, 상기 표시 시스템의 백라이트로서 기능하는 발광체들의 어레이에서 하나 또는 그 이상의 발광체들에 의해 생성되는 광의 색을 표현한다.

[0037] 표시 시스템의 제1 실시예

[0038] 도 1a는 영상을 만들기 위한 공간적 광변조 패널(160)을 갖는 예시적인 표시 시스템(100)의 블록도이다. 패널(160)은, 예컨대, 도 3, 도 6, 도 7, 도 8, 및 도 9의 어느 하나에 도시된 것과 같은 반복되는 서브픽셀 그룹(162)을 실질적으로 포함하는 서브픽셀 구분된 표시패널이다. 도 3은 패널(160) 상의 사용에 적합한 반복되는 서브픽셀 그룹(320)을 도시한다. 반복되는 서브픽셀 그룹(320)은 적색 서브픽셀(306), 녹색 서브픽셀(308), 청색 서브픽셀(310), 및 백색(즉, 아무 컬러필터 없이 투명한) 서브픽셀(304)을 포함한다. 반복되는 RGBW 서브픽셀 그룹의 많은 다양한 변형들은, 미국 특허 제7,876,341호 "고휘도 표시 및 시스템에서의 서브픽셀 레이아웃(Subpixel layouts for high brightness displays and systems)" 및 미국 특허 제 7,583,279호 "고휘도 표시에서의 서브픽셀 레이아웃 및 배열(Subpixel layouts and arrangements for high brightness displays)"에 설명된 바와 같이 가능하다. 예를 들어, 도 6의 반복되는 서브픽셀 그룹(620)은 사이에 백색 서브픽셀(604) 및 청색 서브픽셀(610)을 갖는 체커판(checkerboard) 위에 2개의 적색 서브픽셀(606) 및 2개의 녹색 서브픽셀(608)을 포함한다. 반복되는 서브픽셀 그룹을 도시한 도면이나 서브픽셀 레이아웃을 도시한 표시패널의 일부에서 상기 서브픽셀 색들을 표현하기 위해 사용되는 빗금선들은 모든 도면들에 걸쳐 일관되게 사용된다.

[0039] 이하 설명되는 표시 시스템의 백라이트 제어 기술은 도 3의 반복되는 RGBW 서브픽셀 그룹과 다르거나, 더 적은 또는 더 많은 색들을 갖는 표시 시스템에도 똑같이 적용된다. 예를 들어, 도 7은 적색 서브픽셀(706), 녹색 서브픽셀(708), 청색 서브픽셀(710), 청록색 서브픽셀(707)(도면에서 청색 서브픽셀들보다 더 조밀한 빗금선들로 도시됨), 마젠타 서브픽셀(709), 및 황색 서브픽셀(711)을 포함하는 반복되는 서브픽셀 그룹(701)을 갖는 6색 표시패널(700)을 도시한다. 도 9는 산재된 백색 서브픽셀(904)과 함께, 적색 서브픽셀(906), 녹색 서브픽셀(908), 청색 서브픽셀(910), 및 청록색 서브픽셀(912)의 16개 서브픽셀을 갖는 반복되는 서브픽셀 그룹을 실질적으로 포함하는 5색 표시패널을 도시한다.

[0040] 이하 설명된 표시 시스템의 백라이트 구동기술은 또한, 2원색처럼 적은 수의 원색들을 갖는 표시 시스템에도 똑같이 적용된다. 예를 들어, 도 8은 마젠타 서브픽셀(809) 및 녹색 서브픽셀(808)을 포함하는 반복되는 서브픽셀 그룹(801)을 갖는, 2색 표시패널(800)을 도시한다. 도 1a의 표시패널(160)은 반복되는 서브픽셀 그룹(801)을 실질적으로 포함할 수 있다.

[0041] 다시, 도 1a를 참조하면, 예시된 표시 시스템(100)은 패널(160)의 백라이트로서 사용되는 발광원들(122)의 어레이(120)를 더 포함한다. 어레이(120)는 각각의 다른 색들의 제어로부터 완전히 분리될 수 있는 전자적 제어 하에 독립적인 어드레스가 가능한(independently addressable) 서로 다른 색들의 발광체들(122)을 포함할 수 있다. 상기 발광체들의 어레이(120)는 독립적인 어드레스 및 제어가 가능한 LED 또는 다른 타입의 발광체들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2의 LCD와 같은, 유기발광 표시장치(Organic Light Emitting Display; OLED), 탄소 나노튜브 전계방출 표시장치(Carbon NanoTube Field Emission Display; CNT), 플라즈마 표시패널(Plasma Display Panel; PDP), 후면 주사 텔레비전(Rear Projection Television; RPTV), 또는 음극선관 텔레비전(Cathode Ray Tube; CRT) 등 다양한 타입의 컬러 평판패널 표시장치가 사용될 수 있다.

[0042] 도 4 및 도 5는 백라이트로서 유용할 수 있는 발광체들의 어레이(120)에 대한 2개의 레이아웃을 도시한다. 도 5는 적색(506), 녹색(508), 청색(510) 발광체들(RGB)로 구성된 오프셋 또는 육각 어레이(500)를 도시한다. 발광체 어레이(500)는 RGB 표시패널에 대한 백라이트로서 적합하며, 또한, 도 3, 도 6, 또는 이상에 설명된 미국 특허 제7,876,341호 및 미국 특허 제 7,583,279호에 도시된 다양한 RGBW 레이아웃에 따른 타입의 서브픽셀 배열을 갖는 RGBW 패널에 대한 백라이트로서 적합하다.

- [0043] 도 4는 이하에서 RGBC 발광체들로 표현되는 적색(406), 녹색(408), 청색(410), 및 청록색(412) 발광체들의 직사각 어레이(400)를 도시한다. 청록색(cyan)은 에메랄드 색으로 표현될 수 있다. 발광체 어레이(400)는, 반복되는 RGBC 서브픽셀 그룹, 또는, 반복되는 RGBCW 서브픽셀 그룹(예컨대, 도 9의 902)을 실질적으로 포함하는 표시패널에 대한 백라이트로서 적합하다. 4개의 서로 다른 색의 발광체들을 갖는 발광체 어레이(400)는 또한, 반복되는 RGBW 서브픽셀 그룹을 실질적으로 포함하는 표시패널에 대한 백라이트로서 적합하다. 이때, 상기 녹색 서브픽셀의 통과대역이 녹색 및 청록색 발광체 방사 파장들을 모두 포함하는 경우, 발광체 어레이(400)는 실질적으로 녹색인 서브픽셀로 하여금 실질적으로 청록색(또는 에메랄드 색)으로 이동하게 한다.
- [0044] 도 4 및 도 5에 도시된 발광체 어레이들(400, 500)은 예컨대, 발광체들의 직사각 및 육각 배열을 갖지만, 다른 배열들도 이하 보다 상세히 설명되는 상기 백라이트 제어 기술을 구현하기에 가능하며 적합하다. 모든 그러한 가능하고 적합한 레이아웃들은 이하 설명되는 백라이트 제어 기술들의 구형에 포함되는 것으로 간주된다. 이하 발광체들, 표시영상의 색들, 및 표시패널의 특정한 서브픽셀 레이아웃의 색들 간의 상호작용에 대해 논의한다. 발광원들의 어레이(120)의 해상도에 대한 정보(도 1)는 상기 논의로부터 설명된다.
- [0045] 도 1a를 다시 참조하면, 표시 시스템(100)은 입력 RGB 영상데이터(102)에 대한 2개의 데이터 경로를 도시한다. 제1 RGB 영상데이터 경로는 입력 감마(선형화) 모듈(105), 색역매핑(Gamut Mapping; GMA) 함수(140), 서브픽셀 렌더링(SubPixel Rendering; SPR) 모듈(150), 및 출력 역감마(inverse gamma) 모듈(115)을 포함하며, 패널(160) 상에 표시하기 위한 출력 영상데이터를 생성한다. 이상에서 설명한 다양한 표시 시스템들에서, 상기 GMA 함수(140)는 RGB 원색 공간에서 지정된 입력 색데이터를 다원색의 타겟 색공간(target color space)(예컨대, RGBW)으로 변환한다. 상기 GMA 함수의 출력은, 식별되는 휘도(L) 요소를 갖는 RGBW 색공간에서의 입력 영상 색값들의 셋트이다. 일반적인 GMA 함수들의 동작에 대한 정보를 위해서는, 예를 들어, 미국 특허 제 7,728,846호 "소스(source) 색공간으로부터 RGBW 타겟 색공간으로 전환하는 방법 및 장치(Method and apparatus for converting from source color space to RGBW target color space)", 미국 특허 제 7,893,944호 "색역매핑 및 서브픽셀 렌더링 시스템 및 방법(Gamut mapping and subpixel rendering systems and methods)", 및 미국 특허 제 7,864,188호 "영상 표시를 위한 백색점 선택 시스템 및 방법(Systems and methods for selecting a white point for image displays)"을 참조하면 된다.
- [0046] 표시 시스템(100)에서, GMA 함수(140)는 X/X_L 함수(136)의 출력을 사용하여 패널(160) 상에 표시하기 위한 재양자화된(requantized) 영상을 생성한다. 상기 X/X_L 함수(136)는 입력 감마 모듈(105)로부터 얻은 입력 RGB 영상값들, 및 백라이트 보간(interpolation) 함수(130)에 의해 생성된 $R_L G_L B_L$ 입력 값들을 수신한다. 상기 백라이트 보간 함수(130) 및 X/X_L 함수(136)는 이하 보다 상세히 설명된다. GMA 함수(140)는 전술한 특허문헌들 내지 본 기술분야에서 알려진, 다양한 색역매핑 처리들을 사용할 수 있다. 반복되는 RGBW 서브픽셀 그룹을 갖는 표시패널 상에 영상을 생성하는 표시 시스템의 경우, GMA 함수(140)는 RGB값을 RGBW값으로 전환하는 색역매핑 처리를 사용한다.
- [0047] 도 1a의 상기 제1 데이터 경로를 계속 참조하면, GMA 함수(140)에 의해 생성된 상기 색역매핑된 입력 영상 색값들(예컨대, RGBW)의 셋트는, 다음으로 서브픽셀 렌더링(SPR) 함수(150)에 입력된다. SPR 함수(150)의 동작에 대한 정보를 위해서는, 예컨대, 미국 특허 제 7,920,154호 고휘도 서브픽셀 레이아웃을 위한 서브픽셀 렌더링 필터(Subpixel rendering filters for high brightness subpixel layouts), 및 미국 특허 제 7,787,702호 메타머 필터링을 갖는 다원색 서브픽셀 렌더링(Multiprimary color subpixel rendering with metameric filtering)을 참조하면 된다. 도 1a의 박스(150)에서 하향 화살표는, 상기 SPR 함수가 다운샘플링 함수를 수행하는 것을 나타낸다. 즉, 상기 GMA 함수로부터 얻은 색샘플들의 수보다 표시패널에서는 더 적은 색의 서브픽셀들이 있다. 상기 SPR 함수(150)의 출력값들(예컨대, RGBW)은, 다음으로 패널(160) 상에 표시하기 위한 출력 영상데이터 값들을 생성하는 출력 역감마 함수(115)에 입력된다.
- [0048] 백라이트 제어 함수들
- [0049] 도 1a를 계속 참조하면, 표시 시스템(100)에서 RGB 입력 데이터(102)는 또한, 발광체들의 백라이트 어레이(120)의 동작을 출력 영상의 궁극적인 표시로 구현하는, 제2 데이터 경로를 따라 진행된다. 상기 제2 데이터 경로는 어레이(120)에서 개별 발광체들에 대한 값들을 계산하는 피크(peak) 함수 블록(110)을 포함한다. 백라이트 보간 함수(130)는 발광체 어레이(120)의 위에 놓인 각 화소에서 각 색의 광분포를 계산하기 위하여 상기 발광체

들의 값을 사용한다. 즉, 상기 백라이트 보간 함수(130)의 출력(도 1a의 R_L, G_L, B_L)은, 발광체 어레이(120)로부터의 광분포를 근사하는 RGB 입력 영상데이터의 필터링된 버전이다. 이제 각각의 상기 함수들(110, 130)이 보다 상세히 설명된다.

[0050] 피크 함수 블록(110)은 RGB 입력 영상데이터(102)를 사용하여 어레이(120)에서 발광체들에 대한 값들을 결정한다. 피크 함수(110)의 단순한 구현의 예는 Max(VPSF)일 수 있다. 상기 Max(VPSF)는 주어진 색의 발광체의 값(V)을 상기 발광체의 점확산 함수(PSF, Point Spread Function) 지원의 국소 영역에서 원래 입력 영상(입력 감마 모듈 105에서 수행되는 감마 전처리 이후의 영상)에서의 상기 색채널의 최대(피크)값과 동일하게 설정한다. 피크 함수 블록(110)에 사용되는 방법은, 주어진 발광체에 대한 출력값들이 이웃하는 같은 색 발광체들로 경계지어진 영역에서의 입력 영상데이터의 피크값들인, 다운샘플링(도 1a의 블록 110에서 하향 화살표로 지시됨)의 형태일 수 있다.

[0051] 도 11은 표시 시스템(100)에서 상기 발광체들 및 상기 입력 영상데이터의 상호작용을 도시한 단순화된 사시도이다. 도 11은 발광체들(124, 126)을 포함한 발광체들의 어레이(120)를 도시한다. 도 1a의 RGB 입력 영상데이터의 도식적 표현(103)(입력 감마 함수 105에 의해 처리된 이후임)은 발광체들의 어레이(120) 위에 놓인 입력 색값들의 어레이에 배열되는 입력 영상데이터를 나타낸다. 발광체(124)의 점확산 함수는 점선으로 도시되며 직선(131)에 의해 경계지어진 발광체로부터 방사되는 광의 커버 영역(130)을 나타낸다. 상기 발광체(124)의 점확산 함수는 도식적 표현(103)에서 표현되는 바와 같은 입력 영상 색데이터의 영상 부분(104)에 대응한다. 발광체(124)로부터 나온 광은 영상 부분(104)에서 가장 밝은 입력 색 데이터값에 대한 광을 제공하기에 충분한 조도를 가져야한다. 발광체(124)의 점확산 함수는 2개 영역(130, 132)의 점선들로 도시되는 바와 같이, 발광체(126)의 점확산 함수와 오버랩(overlap)된다. 그러므로, 발광체(124)의 값을 결정하는데 사용되는 몇몇 입력 영상 색값들은 또한, 발광체(126)의 값을 결정하는데 사용된다.

[0052] 표 1은 어느 발광체의 값을 결정하기 위하여 입력 영상 영역의 최대값을 사용하는 의사코드(pseudo code)에서, "dopeak"로 명명된 피크 함수의 예를 제공한다. 단순화를 위하여, 상기 피크 함수는, 출력 표시패널이 백라이트 어레이의 해상도보다 8배 높은 해상도를 갖고, 상기 백라이트 어레이는 직사각(또는 정사각) 어레이로 배치된 적색, 녹색, 및 청색 발광체들을 포함하며, 상기 적색, 녹색, 및 청색 발광체들은 모두 동시적인 것으로 가정한다.

[0053] [표 1]

피크 함수(dopeak)의 의사 코드	
function dopeak (x,y)	--build backlight image
local r,g,b	
local Rp,Gp,Bp = 0,0,0	
local i, j	
for i=0, 15 do	--find the peak value
for j=0,15 do	
r,g,b = spr.fetch("ingam",x*8+1-4,y*8+j-4)	
Rp = math.max(Rp,r)	
Gp = math.max(Gp,g)	
Bp = math.max(Bp,b)	
end	
end	
spr.store("led",x,y,Rp,Gp,Bp)	
end	

[0054]

[0055] 통상의 기술자는, 싱크(sync) 또는 윈도우 싱크(windowed sync) 함수 내지 본 기술분야에서 알려진 다른 함수들에 기초하는 것과 같이, 다른 더 복잡한 다운샘플링 방법들이 사용될 수도 있음을 이해할 것이다.

[0056] 표 1에서, 상기 spr.fetch 함수는, 예컨대, 도 1a의 입력 감마 모듈(105) 등 이전 단계로부터 얻은 데이터의 인출(fetching) 또는 도착을 표현한다. 상기 spr.store 함수는, 백라이트 어레이 값(112)이 LED 어레이(120)에 저장되는 것과 같이, 그 다음 단계로 데이터를 저장 또는 전달하는 단계를 표현한다. 표 1의 의사코드는, 각 출력 값을 순서대로 저장하는 동안에 각 값을 인출하는 단계가 궁극적으로 여러 번 발생할 수 있는 랜덤 액세스 모드에서 상기 입력값들을 인출할 수 있다. 상기 의사코드는 소프트웨어에서의 구현을 위해 적절한 기술일 수

있다. 하드웨어에서는, 출력값들을 계산하기 위해 충분한 입력 데이터가 가용할 때까지 입력값들을 입력 라인 버퍼들에 유지시키면서, 입력값들이 도착하는 순서대로 상기 입력값들을 처리하기 위한 더 적은 수의 게이트들을 사용할 수 있다. 또는, 입력 데이터가 완전할 때까지 출력 라인 버퍼들에 중간(intermediate) 출력 결과들을 저장하는 동안 입력값들이 도착하는 순서대로 상기 입력값들을 처리하기 위한 더 적은 수의 게이트들을 사용할 수 있다.

[0057] 피크 함수(110)의 출력은 발광체의 조도를 나타내는 어레이(120)의 각 발광체에 대한 값이다. 상기 발광체 값들은 출력 영상이 패널(160) 상에 표시될 때 백라이트 어레이(120)의 후속 조명(illumination)을 위하여 백라이트 어레이 제어부(미도시됨)에 입력된다.

[0058] 도 12는 표시 시스템(100)에서 발광체들 및 출력 영상데이터의 상호작용을 설명하는 단순화된 도식 표현이다. 백라이트 보간 함수(130)는, 발광체(124) 위에 놓인 표시패널(160)의 각 출력 화소(164)에서의 각 색의 광분포를 계산하기 위하여, 피크 함수 블록(110)에서 설정된 바와 같은, 백라이트 어레이(120)의 각 발광체(124)의 값을 사용한다. 상기 광분포는, 어레이(120)의 각 발광체(124)의 점확산 함수(PSF), 확산부(136), 및 다른 광학 요소들을 고려하여, 피크 함수 블록(110)에서 설정된 발광체들의 값들로부터 보간된다. 상기 보간 동작은 상향 화살표로 지시된 바와 같이, "업샘플링" 동작이다. 많은 가능한 업샘플링 함수들이 적합할 수 있다. 그러한 함수의 하나는, 국소 발광체들의 점확산 함수(PSF)와 다운샘플링 피크 함수(110)에 의해 계산된 상기 발광체들의 값들을 곱한, 점샘플 기여(point sample contribution)의 합이다.

[0059] 표 2는 "dointerp"로 명명된 백라이트 보간 함수에 대한 의사 코드를 제공한다. 상기 함수는 "ledbuf"(LED 버퍼)로 명명된 메모리 영역으로부터 데이터를 인출하여, 출력 색값들을 저장하는 "fuzbuf"로 명명된 메모리 영역에 데이터를 기록한다. 상기 "dointerp" 함수는 각 입력 화소에 대해 한번씩 호출되며, 상기 입력(논리적) 화소 아래에 보여질 색값을 생성하기 위하여 주위의 모든 백라이트 점 확산 함수(PSF)들의 결과를 계산한다. 상기 "dointerp" 함수는 각 화소가 주위의 4개의 발광체들에 의해서만 영향을 받을 수 있는 것으로 가정한, 각 발광체에 대한 점확산 함수를 사용한다.

[0060] [표 2]

백라이트 보간 함수(dointerp)의 의사 코드	
function dointerp(x,y)	--build the effective backlight image
local xb,yb = math.floor(x/8),math.floor(y/8)	--position of a nearby backlight
local xd,yd = spr.band(x, 7),spr.band(y, 7)	--distance to a nearby LED center

[0061]

```

local r,g,b                                --color of the
backlight centers
local rs,gs,bs=0,0,0  --sum of the overlapping backlight point
spread functions
local psf      --point spread function for current pixel and LED
r,g,b = spr.fetch(ledbuf,xb-1 ,yb-1)      --get LED center color
psf = math.floor(spread[ xd]*spread[yd]/4096)  --calculate PSF
here
rs = rs + r*psf                            --sum upper left LED
gs = gs + g*psf
bs = bs + b*psf
r,g,b = spr.fetch(ledbuf,xb,yb-1)        --color of upper right LED
psf= math.floor(spread[7-xd]*spread[yd]/4096)  --PSF for this
led and pixel
rs = rs + r*psf                            --sum upper left LED
gs = gs + g*psf
bs = bs + b*psf
r,g,b = spr.fetch(ledbuf,xb-1,yb)        --color of lower left LED
psf= math.floor(spread[xd]*spread[7-yd]/4096)  --PSF for this
led and pixel
rs = rs + r*psf                            --sum upper left LED
gs = gs + g*psf
bs = bs + b*psf
r,g,b = spr.fetch(ledbuf,xb,yb)          --color of lower right LED
psf= math.floor(spread[7-xd]*spread[7-yd]/4096)  --PSF for this
led and pixel
rs = rs + r*psf                            --sum upper left LED
gs = gs + g*psf
bs = bs + b*psf
rs = math.floor(rs/4096)                  --sum was 12bit precision (+2
for 4 LEDs)
gs = math.floor(gs/4096)                  --collapse them back to 8bits
bs = math.floor(bs/4096)
spr.store( fuzbuf,x,y,rs,gs,bs);         --and save in output buffer
end

```

[0062]

[0063]

상기 두 함수들, 피크 함수(110)의 "다운샘플링" 및 이어지는 백라이트 보간 함수(130)의 "업샘플링"의 조합은 샘플 카운트(영상 크기) 면에서 입력 영상의 원래 해상도를 유지할 수 있다. 그러나 상기 조합은 더 낮은 공간 주파수를 갖는, 즉, 발광체 어레이(120)로부터 방사된 광분포를 근사하는 RGB 입력 영상데이터의 필터된 버전인, 출력 영상 값들의 셋트(도 1a의 R_L, G_L, B_L)를 생성한다. 상기 데이터는 다음으로 이하 설명되는 X/X_L 함수(136)에 입력된다. 몇몇 영상들은 동일한 색값들의 영역을 가질 수 있다. 영상에서 동일한 색값들의 영역의 위치에 대한 정보는 상기 영역에 공통인 값들을 유지/재사용함으로써, GMA 함수(140)의 계산 부하(computational load)를 줄이는 데에 사용될 수 있다.

[0064]

GMA 함수(140)에 입력되기 전에, 입력 영상 RGB 데이터는, 백라이트 보간 함수(130)에서 제공되는 바(즉, R_L, G_L, B_L 데이터 값들)와 같이, 입력 감마 함수(105) 뒤에 들어오는 각 RGB 값의 밝기, 및 백라이트 어레이(120)로부터 상기 주어진 화소에서 가용한 실제 RGB 광량의 관계에 의해 수정된다. 상기 수정은 X/X_L 함수(136)에서 X/X_L 비율로 이루어진다. X 는 상기 들어오는 R, G, B의 값이고, X_L 은 상기 화소에서 R_L, G_L, B_L 의 백라이트 밝기 값이다. 그러므로, 어느 주어진 RGB 색공간을 RGBW 색공간으로 전환하는 색역매핑 처리는, 입력값 $R/R_L, G/G_L, B/B_L$ 을 가질 수 있다. 통상의 기술자는, 상기 X/X_L 함수(136)의 사용은 백라이트 어레이(120)의 발광체들의 광분포를 조절하는 데에 필요한 수정 없이 "상용화된" GMA 함수(예컨대, 전술한 특허문헌들에서 개시된 어느 색역매핑 함수들)의 사용을 허용함을 이해할 것이다.

[0065]

본 발명의 백라이트 제어 방법 및 기술들은 또한, "jutter"로 알려진 동잡음을 제거 내지 감소시키기 위하여, 얼마의 기간 동안 프레임/필드 블랭킹(frame/field blanking), 또는 행 주사(row scanning)와 함께 조합될 수 있다.

- [0066] 확장된 피크 함수를 사용하여 색역을 벗어나는 색을 처리하는 방법
- [0067] 피크 함수(110)가 주어진 발광체에 대한 출력값들은 상기 입력 영상데이터의 국소 피크 값들(예컨대, 같은 색의 이웃하는 발광체들에 의해 경계지어진 영역에서 계산되는 피크 값)인 방법을 사용할 때, 상기 발광체들의 값을 상기 국소 피크 값들로 설정하는 것은, 상기 국소 피크 값에 비해 밝게 포화된 영상 색들로 하여금 "색역을 벗어나게" 할 수 있다(이하 이러한 색을 OOG색, 즉, out-of-gamut 색이라 한다). 이는 상기 백라이트 발광체들의 값으로 하여금 상기 밝은 영상 색들에 도달되게 하는 더 높은 밝기에서 설정되는 것을 요구할 수 있다.
- [0068] 상기 피크 함수는, 단순 국소 피크 함수로부터 찾아진 값들과는 다른 발광체 값들을 갖도록 설정될 수 있다. 그리고 상기 피크 함수는 색역을 벗어나는 영상 색들이 될 수 있는 값들을 수용하도록 설정될 수 있다. 도 1b의 블록도는, 도 1a의 피크 함수(110) 대신 구현될 수 있는 확장된 피크 함수(1100)를 도시한다. 피크 조사(survey) 함수(110)(도 1a의 피크 함수 110과 동일하게 동작함)는, 각각의 발광체 점확산 함수 영역 내에서 발광체에 대한 피크 값을 찾기 위하여, 각 화소의 선형적 입력 영상 RGB 값들을 조사한다.
- [0069] 상기 발광체 값들이 몇몇 입력 영상 색들로 하여금 색역을 벗어나게 하는지 판단하기 위하여, 색역매핑 기능은 피크 조사 함수(110)에 의해 생성된 출력 발광체 값들과 함께 수행된다. 따라서, 확장된 피크 함수(1100)는, 국소 피크 함수를 사용해 결정된 발광체 값들의 설정에 의해 색역을 벗어나는 입력 색값들을 식별 및 수용하기 위하여, 표시 시스템(100)에서 전술된 다른 함수들의 복제된 부가적인 기능들을 포함한다.
- [0070] 도 1b를 계속 참조하면, 피크 조사 함수(110)로부터 출력된 발광체 값들은 전술한 바와 같이, R_L, G_L, B_L 값들을 생성하기 위하여 백라이트 보간 함수(130)에 입력된다. 다음으로, 전술한 바와 같이, 상기 입력 영상 RGB 값들 및 상기 R_L, G_L, B_L 값들의 정규화가, X/X_L 박스(135)에서 수행된다. 이어서, 상기 정규화된 값들은 색역매핑 함수인 RGB(W) GMA 함수(1150)에 입력된다. 그러나, 이 경우, RGB(W) GMA 함수(1150)로부터 얻은 RGB 값들만이 색역 외로 벗어날 수 있기 때문에, 표준 RGBW GMA 함수에서 생성되는 출력 W값 및 L값들은 필요하지 않다. 다음으로, 상기 RGB(W) GMA 함수(1150)로부터 얻은 출력 RGB 값들은, 각 발광체의 점확산 함수 영역 내에서 가장 멀리 색역 외로 벗어나는 값을 찾기 위하여 OOG 피크 조사 함수(1160)에 의해 조사된다. 상기 가장 멀리 색역 외로 벗어나는 값은, 색역 외로 벗어나는 색들이 더 적게 발생하도록 상기 발광체의 값들을 증가시키기 위하여, 적절한 계수 인자(scaling factor)와 함께, 피크 조정 함수(1170)에서 피크 조사 함수(1110)에 의해 생성된 원래의 발광체 값들과 곱해진다.
- [0071] 표시 시스템의 제2 실시예
- [0072] 다원색 표시부를 갖는 다원색 백라이트 어레이
- [0073] 도 2a는 영상을 생성하기 위한 액정표시패널(LCD)로 예시된 공간적 광변조 패널(260)을 갖는 제2의 예시적 표시 시스템의 블록도이다. 패널(260)은 다원색의 서브픽셀을 갖는 표시패널이다. 상기 패널(260)은 적색-녹색-청색-청록색-백색(RGBCW)으로 지시된 5색을 포함하는 것으로 도시된다. 도 9의 반복되는 서브픽셀 그룹(902)은 상기 패널(260) 상에 사용되기 적합한 반복되는 서브픽셀 그룹의 예이다. 또한, 예시적 표시 시스템(200)은 패널(260)에 대한 백라이트로서 사용되는 발광원들(220)의 어레이를 포함한다. 어레이(220)는, 개별 색의 제어가 각각의 다른 색들의 제어로부터 완전히 분리될 수 있는 전자적 제어 하에, 독립적인 어드레스가 가능한 서로 다른 색들의 발광체들을 포함한다. 도 2a는 LED들을 포함하는 발광원들(220)의 어레이를 도시한다. 그러나 도 1a에 도시된 표시 시스템에 관하여 전술한 바와 같은 독립적인 어드레스 및 제어가 가능한 다른 타입의 발광원들 또한, 도 2a에 도시된 표시 시스템의 실시예에 사용되기 적합하다.
- [0074] 도 2a에서, 어레이(220)는 4색(RGBC) 발광체들을 갖는 것으로, 특히, 패널(260)의 반복되는 서브픽셀 그룹에서 사용되는 원색들(RGBCW)에 대응한 원색들(RGBC)의 발광체들을 갖는 것으로 도시된다. 표시 시스템(200)은, 백라이트 어레이(200)가, 표시패널(260)에 사용된 반복되는 서브픽셀 그룹의 N개의 포화된 원색들에 매치되는 N개의 포화된 원색들(이하, 포화원색이라 한다)의 발광체들을 갖는 표시 시스템이다. W 원색은 비포화 원색으로 간주된다. 표시부가 W원색을 포함하지 않는 경우, 상기 표시부의 포화된 원색들은 어레이(220)의 발광체들의 포화된 원색들과 일대일 매치될 수 있다. 그러나, 이하 상세히 설명하는 바와 같이, 본 발명의 백라이트 제어기술을 W 원색을 갖는 표시 시스템과 함께 사용함으로써, 출력 영상에서 얻어지는 영상 화질 및 색들의 다이내믹레인지(dynamic range)에 상당한 이점이 있을 수 있다.

- [0075] 입력 영상데이터 경로
- [0076] 표시 시스템(200)에서 입력 영상 RGB 데이터는, N-포화원색 백라이트 어레이의 제어, 및 N-원색 표시 패널(260)의 색역에서의 출력 색 영상을 생성하는 서브픽셀 렌더링을 위하여 색역매핑된다. 선형 데이터에 대해 동작하기 위하여, 통상적으로 비선형적으로 또는 감마양자화되어(gamma quantized) 들어오는 $R^*G^*B^*$ 데이터는, 감마(γ) 룩업 테이블(Look-Up Table; LUT)(205)에 의해, 더 큰 비트폭의 선형적 RGB 값들로 전환된다.
- [0077] 입력 감마 함수(205)로부터 출력된 상기 RGB 데이터는, 상기 RGB 입력 영상데이터를 백라이트 어레이(220)의 N-포화원색의 색역으로 매핑하는, N-포화원색 GMA 함수(207)로 진행한다. GMA 함수(207)는, 전술한 특허문헌들 또는 본 기술분야에서 알려진 바와 같은, 입력 RGB를 N-포화원색들로 매핑하는 어떠한 색역매핑 방법들일 수 있다. 예를 들어, PCT 출원(PCT/US) 제06/12766호 "저비용 색역매핑 알고리즘을 구현하는 시스템 및 방법 (Systems and Methods for Implementing Low-Cost Gamut Mapping Algorithms)"(이하, PCT 766특허라 한다)은 3값을 갖는 색 입력신호를 4값을 갖는 색 입력신호로 전환하는 방법을 개시한다. 상기 전환 방법은 RGB 입력 영상데이터를 백라이트 어레이(도 2a의 220), 예컨대, RGBC 백라이트 어레이의 4원색 색공간으로 전환하는 GMA 함수(207)에 사용될 수 있다.
- [0078] GMA 함수(207)는 또한, 미국 특허출원 제 11/278,675호 "개선된 색역매핑 알고리즘을 구현하는 시스템 및 방법 (Systems and Methods for Implementing Improved Gamut Mapping Algorithms)"에서 설명된 바와 같은, 메타머 (metamer) 선택 기술을 사용하여 기능할 수 있다. 다원색 표시 장치에서 4 또는 그 이상의 중복되지 않는(non-coincident) 원색들이 사용될 경우 종종, 동일한 색값을 제공할 수 있는 상기 원색들에 대한 값들의 다중 조합들이 존재한다. 서브픽셀 구분된 표시 장치에서의 메타머는, 각 그룹의 컬러 서브픽셀들에 적용될 경우 인간 시각계에 의해 인지되는 하나의 소정의 색을 산출하는 신호들이 존재하도록 하는, 적어도 2 그룹의 컬러 서브픽셀들의 조합(또는 셋트)이다. 주어진 색에 대한 메타머를 대체하는 것은 발광체들의 출력 N-포화원색 색공간에서의 구성요소 색들의 피크 값들을 감소시키거나 같게 할 수 있다. 상기 메타머 대체는, 최적화 디밍된(optimally dimmed) 하나 또는 그 이상의 발광체들로 하여금 출력 영상 값들의 최적의 재양자화(optimal requantization) 및 백라이트 전력의 감소를 허용하게 할 수 있다.
- [0079] GMA 함수(207)의 출력 색 신호들(백라이트 어레이 220의 발광체들의 N-포화원색 색공간에서 지정된 색 신호)은, 어레이(220)에 대한 발광체들의 값들을 생성하기 위하여, 피크 함수(210)에 의해 처리된다. 즉, 전술한 바와 같이, 피크 함수(210)는 백라이트 어레이(220)의 N-포화원색들로 정의되는, 어레이(220)에 대한 저해상도 색 영상을 생성한다.
- [0080] 피크 함수(210)로부터 출력된 상기 저해상도 색영상은 또한, 각 입력 위치에서 백라이트의 색 및 밝기를 계산하기 위하여 백라이트 보간 모듈(230)에 의해 사용된다. 또는, 모듈(230)은 패널(260)의 모든 서브픽셀 위치에서 색 및 밝기를 계산할 수 있다.
- [0081] 다음으로, 제2 색역매핑 동작(240)에 의해 처리되기 전에 상기 입력 영상 RGB 값들(백라이트 어레이220의 N-포화원색들로 매핑된 값들) 및 백라이트 보간 함수(230)에 의해 출력된 저해상도 영상은 모듈(235)에서 정규화된다. RGBC 원색들의 발광체들을 갖는 백라이트 어레이가 구비된 RGBCW 원색들의 다원색 표시 시스템의 경우, 정규화 함수(235)는, 색역매핑 함수(240)로 출력될 백라이트의 밝은 백색을 효과적으로 만들면서, RGBC 입력 색들 대 $R_iG_iB_iC_i$ 값들의 비를 계산한다. 전술한 바와 같이, 정규화 함수(235)를 사용하는 것은, 표시 시스템(200)으로 하여금 어느 특별하거나 비용이 발생하는 수정을 요구함 없이, "상용화된(off-the-shelf)" 색역매핑 함수를 사용하는 것을 허용한다.
- [0082] 제2 색역매핑 함수(240)는, 어레이(120)의 N-포화원색들의 색공간에서 정의되는(예컨대, RGBC 색데이터) 상기 정규화된 입력 영상데이터를 표시패널(260)(예컨대, RGBCW)의 원색 체계로 전환한다. 제2 GMA 함수(240)는 또한, 미국 특허 제 7,920,754호 "고휘도 서브픽셀 레이아웃을 위한 서브픽셀 렌더링 필터(Subpixel rendering filters for high brightness subpixel layouts)" 및 미국 특허 제 7,787,702호 "메타머 필터링을 이용한 다원색 서브픽셀 렌더링(Multiprimary color subpixel rendering with metameric filtering)"에 설명된 바와 같은, SPR 함수(250)에 사용되거나, 또는 도 9의 RGBCW 서브픽셀 레이아웃(902)에 대하여 향상된 필터들 및 이하의 코드가 사용될 수 있는, 원색 색값들과 휘도(L)을 계산할 수 있다. SPR 함수(250)로부터 얻은 상기 출력 영상데이터는, 상기 표시 장치의 비선형 응답을 보상하기 위하여, 출력 역감마(γ^{-1}) 룩업 테이블(LUT)(215)에 보내진다.

- [0083] 상기 SPR 블록(250)은 어떤 방식으로든 서브픽셀 렌더링을 수행할 수 있다. 몇몇 화소 레이아웃들은 같은 색 서브픽셀들 간에 상당한 거리를 나타낼 수 있다. 다음과 같은 화소 레이아웃을 고려하자.
- [0084] R W G W C W B W
- [0085] C W B W R W G W
- [0086] 여기서, 예컨대, R 서브픽셀들 간에는 상당한 거리가 존재한다. 이는 메타머 샤프닝(sharpening) 또는 동색(same-color) 샤프닝이 모두 수행될 가능성이 있음을 나타낸다. 예를 들어, 백색 서브픽셀들을 무시하면, 이상의 화소들의 반복되는 패턴은 다음과 같이 보일 것이다.
- [0087] R G C B R
- [0088] C B R G C
- [0089] R G C B R
- [0090] 만일 이 반복 패턴의 가운데에 있는 3개의 열을 정사각형으로 둘러싸고, 그 부분을 서브픽셀 렌더링하기 위해 영역 리샘플링하면, 그에 대응되는 필터 커널은 다음과 같다.
- [0091] 1 2 1
- [0092] 2 4 2
- [0093] 1 2 1
- [0094] 각각의 계수는 $16 \times M$ 으로 나누어진다. M은 녹색(G)/청색(B)이 각각, 적색(R)/청록색(C)으로 교환됨에 따라(또는, 그 반대일 때), 전체적인 색을 동일하게 유지하기 위하여 사용되는 상수이다. 상기의 적색/청록색을 녹색/청색으로 교환하는 메타머 샤프닝 필터(즉, 녹색/청색광 에너지를 적색/청록색광 에너지로 변환하는 필터)로부터 다음과 같은 계수를 얻을 것이다.
- [0095] -1 +2 -1
- [0096] -2 +4 -2
- [0097] -1 +2 -1
- [0098] 각각의 계수는 역시, 16으로 나누어진다. 적색 서브픽셀(R)들은 상기 반복되는 패턴의 중앙 및 대각선에 놓이므로, 동색 샤프닝 필터로부터 다음과 같은 계수를 얻을 수 있다.
- [0099] -2 0 0 0 -2
- [0100] 0 0 +8 0 0
- [0101] -2 0 0 0 -2
- [0102] 역시, 각각의 계수는 16으로 나누어진다. 상기 영역 리샘플링 및 동색 샤프닝 필터는 함께 적용될 수 있는데, 그 결과 얻어지는 계수들은 다음과 같다.
- [0103] -2 1 2 1 -2
- [0104] 0 2 12 2 0
- [0105] -2 1 2 1 -2
- [0106] 역시, 각각의 계수는 16으로 나누어진다. 여기서, 상기 영역 리샘플링 및 동색 샤프닝 필터는 서브픽셀 렌더링 동안(즉, SPR 블록 250 에서) 각 색중심면(color plane)에 대하여 적용될 수 있다. 또는, 상기 적색/청록색을 녹색/청색으로 교환하는 메타머 샤프닝 필터는 루마 값(luma value)을 사용하여 서브픽셀들을 더 조정하기 위해 적용될 수 있다. 필터를 단순하게 하면서 더 나은 영상 샤프닝 효과를 얻기 위해, 메타머 샤프닝 필터의 상수 M을 1로 둘 수 있으나, 그로 인해 컬러 정밀도(color accuracy)가 어느 정도 낮아질 수 있다. 반대로, 상수 M을 적절하게 설정할 경우에는, 컬러 정밀도가 향상될 수 있으나, 이로 인해 필터가 좀 더 복잡해지고, 영상 샤프닝 효과가 감소할 수 있다.
- [0107] 도 9의 RGBWC 레이아웃(902)의 컬러필터 서브픽셀들을 서브픽셀 렌더링 하기 위하여, 개별 화소들의 휘도 값들에 따라 구동되는 영역 리샘플링, 동색 샤프닝, 및 메타머 샤프닝을 조합할 경우, 다음과 같은 의사코드를 사용

하여, 향상된 서브픽셀 렌더링된 영상을 얻을 수 있다.

```
[0108] . combo =          --combined area resample and self-color sharpening filter
[0109] {
[0110] xsize=5,ysize=3,
[0111] -32, 16, 32, 16, -32,
[0112] 0, 32, 192, 32, 0,
[0113] -32, 16, 32, 16, -32,
[0114] }
[0115] RCGBMS =          --RC <-> GB metamer sharpening filter
[0116] {
[0117] xsize=3,ysize=3,
[0118] -16, 32, -16,
[0119] -32, 64, -32,
[0120] -16, 32, -16,
[0121] }
[0122]          --routine to do the SPR filtering
[0123]          --reads from buffer in string variable gmabuf
[0124]          --writes to buffer named in string variable sprbuf
[0125] function dospr(x,y)
[0126] local lft,rgt          --values during SPR
[0127] local R,B,C,G,W,L = 0,1,2,3,4,5 --give names to the locations in the GMA buffer
[0128] local color = spr.bxor(spr.band(x,3),spr.band(y,1)*2) --color at this checkerboard position
[0129] local lft,wht, prev, next
[0130] local sharp = spr.sample(gmabuf,x,y,L,RCGBMS)
[0131] lft = spr.sample(gmabuf,x,y,color,combo)+sharp
[0132] wht = spr.fetch(gmabuf,x,y,W)    --the whites are just completely sampled!
[0133] lft = math.floor(lft/256)        --filters are times 256
[0134] lft = math.max(0,lft)           --sharpening filters can cause overflow or underflow
[0135] wht = math.max(0,wht)           --we've got to clamp it to the maximum range
[0136] lft = math.min(MAXCOL,lft)
[0137] wht = math.min(MAXCOL,wht)     --may not be necessary on white...
[0138] spr.store(sprbuf,x,y,lft,wht)
[0139] end          --function dospr
```

[0140] 색역매핑 함수의 동작

[0141] 전술한 바와 같이, 입력 RGB 영상데이터를 백라이트 어레이의 포화원색 색공간으로 매핑하는 GMA 함수(207)는, RGB 입력 영상데이터의 예컨대, RGBC백라이트 어레이(도 2a의 220)의 4원색 색공간으로의 전환을 위해 상기 PCT 766특허에 개시된 기술들을 사용할 수 있다. GMA 함수들(도 2a의 240 및 도 2b의 2100)은 후술하는 바와 같이, 4값의(RGBC) 색신호를 표시패널(260)에 필요한 RGBCW 신호로 전환하기 위하여, 상기 PCT 766특허에 개시된 기술과 유사한 프로시저를 사용할 수 있다. 참조의 편의를 위해, 이하 RGBC 백라이트 어레이 및 RGBCW 표시패널에 대하여 설명된다. 그러나, 이하의 방법 및 방정식들은, 백라이트 어레이 및 표시패널이 같은 수의 포화원색을 갖거나(예컨대, RGBC로부터 RGBCW로, 또는 RGBY로부터 RGBYW로의 전환), 표시패널이 백라이트 어레이의 포화원색보다 하나 더 많은 원색을 가질 때 동작하기 위하여 적용될 수 있다.

[0142] GMA 함수(207)를 개발하는 처리에서는, RGBC 백라이트 어레이의 휘도(luminosity) 및 색도(chromaticity)로부터 하나의 4×3 행렬이 계산된다. 상기 행렬은 [식 1]에서와 같이 RGBC 값들을 CIE XYZ좌표 값들로 전환할 때에 사용되며, 본 기술분야에서 널리 알려진 방법들을 사용하여 계산될 수 있다.

[0143] [식 1]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m00 & m01 & m02 & m03 \\ m10 & m11 & m12 & m13 \\ m20 & m21 & m22 & m23 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rc \\ Gc \\ Bc \\ Cc \end{pmatrix}$$

[0144]

[0145] 비슷하게, 상기 방법들을 사용하여 [식 2]에서와 같이 RGBCW 값들을 CIE XYZ 좌표 값들로 전환하기 위하여 5×3 행렬이 계산될 수 있다.

[0146] [식 2]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n00 & n01 & n02 & n03 & n04 \\ n10 & n11 & n12 & n13 & n14 \\ n20 & n21 & n22 & n23 & n24 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rw \\ Gw \\ Bw \\ Cw \\ Ww \end{pmatrix}$$

[0147]

[0148] 하나의 동일한 색에 대하여, 상기 두 식이 같아야 하므로, [식 3]을 얻는다.

[0149] [식 3]

$$\begin{pmatrix} m00 & m01 & m02 & m03 \\ m10 & m11 & m12 & m13 \\ m20 & m21 & m22 & m23 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rc \\ Gc \\ Bc \\ Cc \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n00 & n01 & n02 & n03 & n04 \\ n10 & n11 & n12 & n13 & n14 \\ n20 & n21 & n22 & n23 & n24 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rw \\ Gw \\ Bw \\ Cw \\ Ww \end{pmatrix}$$

[0150]

[0151] [식 3]은 정사각 행렬이 하나도 없으므로, 주어진 [Rc, Gc, Bc, Cc] 값들의 셋트로부터 [Rw, Gw, Bw, Cw, Ww]에 대하여 직접 풀릴 수 없다. 그러나, [식 3]을 직접 풀 수 없다는 것이 그 해(solution) 없음을 뜻하는 것은 아니다. 반대로, 많은 해들이 존재하며, 단 하나의 해도 상당한 표시영상을 생성하는 데에 충분하다.

[0152] 전술한 PCT 766특허는 어느 하나의 미지수를 적절한(reasonable) 상수로 둬으로써, 4×3 행렬식들이 풀릴 수 있다고 가르친다. 이 방법은 상기 행렬을 정사각 행렬로 전환하며, 그에 따라 나머지 변수들에 대한 해를 얻게 된다. [식 3]에서, 청록색(Cw) 및 백색(Ww) 값들은 모두 상수로 선언될 수 있으며, 그 후 상기 행렬에서 인수분해(factored)될 수 있다. 예를 들어, 백색(투명) 서브픽셀을 갖는 표시 시스템에서, 상기 Ww 값을 입력값의 휘도로 설정하는 것이 적절하다는 것이 알려져 있다. 비슷하게, 상기 Cw 값은 입력된 Cc 값으로 설정될 수 있다. 상기 두 변수들을 상수로 전환하여, [식 3]은 다음의 [식 4]로 바뀔 수 있다.

[0153] [식 4]

$$\begin{pmatrix} m00 & m01 & m02 & m03 \\ m10 & m11 & m12 & m13 \\ m20 & m21 & m22 & m23 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rc \\ Gc \\ Bc \\ Cc \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n00 & n01 & n02 \\ n10 & n11 & n12 \\ n20 & n21 & n22 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rw \\ Gw \\ Bw \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} n03 & n04 \\ n13 & n14 \\ n23 & n24 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Cw \\ Ww \end{pmatrix}$$

[0154]

[0155] [식 4]는 나머지 변수들에 대하여, 다음 [식 5]와 같이 풀릴 수 있다.

[0156] [식 5]

$$\begin{pmatrix} Rw \\ Gw \\ Bw \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n00 & n01 & n02 \\ n10 & n11 & n12 \\ n20 & n21 & n22 \end{pmatrix}^{-1} \left[\begin{pmatrix} m00 & m01 & m02 & m03 \\ m10 & m11 & m12 & m13 \\ m20 & m21 & m22 & m23 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Rc \\ Gc \\ Bc \\ Cc \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} n03 & n04 \\ n13 & n14 \\ n23 & n24 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Cw \\ Ww \end{pmatrix} \right]$$

[0157]

[0158] [식 5]는 다음의 [식 6]으로 단순화될 수 있다.

[0159] [식 6]

$$\begin{pmatrix} Rw \\ Gw \\ Bw \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a00 & a01 & b02 \\ a10 & a11 & b12 \\ a20 & a22 & b23 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Cw \\ Ww \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0160]

[0161] 상기 "a"계수들은 미리 한번 계산된 [식 2]를 사용하여 계산된다. 상기 "b" 계수들은 매 화소마다 변화하는 상기 행렬들 및 상기 입력된 [Rc,Gc,Bc,Cc] 값들을 사용하여 계산된다. 백라이트 및 그 위에 놓인 LCD 표시부의 원색들의 신중한 선택은 상기 계산들의 복잡도를 크게 줄일 수 있다. 이제, 나머지 [Rw, Gw, Bw] 값들이 계산될 수 있다.

[0162] 상기 얻어진 색은 여전히 RGBCW 색공간에서 색역 외로 벗어날 수 있다. 색역 외로 벗어난 색들은 하나 또는 그 이상의 몇 가지 기술들을 사용하여 해결될 수 있다. 몇몇 색들은, 미국 특허공개 제 11/278,675호 "향상된 색역 매핑 알고리즘을 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Implementing Improved Gamut Mapping Algorithms)"에 설명된 메타머 선택 기술들을 사용함으로써, 색역 내로 되돌려질 수 있다. 백라이트 어레이 원색들을 표현하는 색역 및 표시부의 색역의 모양에 따라, 여전히 최종적인 색공간 내에 맞지 않는 색들이 있을 수 있다. 상기 색들은, 미국 특허 제 7,893,944호 "색역매핑 및 서브픽셀 렌더링 시스템 및 방법(Gamut mapping and subpixel rendering systems and methods)"에 개시된 기술들이나 다른 색역 고정(clamping) 기술들을 사용하여, 고정되거나(clamped) 축소되어야(scaled) 한다.

[0163] 본 발명의 백라이트 제어방법 및 기술들은, 표시패널이 백라이트의 포화원색보다 더 적은 포화원색을 갖거나, 표시패널이 백라이트와 원색들을 공유하지 않는 표시 시스템에서도 구현될 수 있다. 이 경우, 도 2a의 두 단계 GMA 함수들을 사용하는 것보다, 다른 몇몇 GMA 조합 방법들이 더 바람직할 수 있다. 예를 들어, 제2 GMA 함수(240)는 입력 감마 LUT(205)에 의해 생성된 RGB 입력 색 영상데이터 값들로부터 직접 전환을 수행할 수 있다. 상기 GMA 함수는, 전술한 특허문헌들에 개시된 기술들이나 다른 가용한 색역매핑 방법들에 기초한 처리들을 사용할 수 있다.

[0164] 확장된 피크 함수를 사용하여 색역 외로 벗어난 색들을 처리하는 방법

[0165] 피크 함수(210)가, 발광체의 값들이 입력 영상데이터의 국소 피크값(예컨대, 이웃하는 같은 색 발광체들에 의해 경계지어진 영역에서 계산되는 피크값)들인 처리를 사용하는 경우, 상기 발광체들의 값을 이들 국소 피크값들로 설정하는 것은 상기 국소 피크에 비해 밝게 포화된 영상 색들로 하여금 색공간을 벗어나게(OOG, out-of-gamut) 할 수 있다. 그로 인해, 상기 밝은 영상 색들에 도달되게 하기 위하여, 상기 백라이트 발광체들의 값을 더 높은 밝기에 설정하는 것이 요구될 수 있다.

- [0166] 상기 피크 함수는 단순한 국소 피크 함수로부터 얻어지는 발광체 값들과 다르며, 색역 외로 벗어날 수 있는 색들을 수용하는, 발광체 값들을 갖도록 설계될 수 있다. 도 2b의 블록도는, 도 2a의 피크 함수(210)를 대신하여 구현될 수 있는, 확장된 피크 함수(2100)를 도시한다. 피크 함수(2100)는 RGBCW 원색들을 갖는 표시 시스템 및 RGBC 컬러 발광체들을 갖는 백라이트 어레이에 대하여 설명될 것이다. 그러나, 상기 피크 함수(2100)의 동작은, N-원색들의 다른 셋트를 갖는 다원색 표시 시스템을 수용하기 위하여 수정될 수 있다.
- [0167] 도 2a의 피크 함수(210)과 동일하게 동작하는 피크 조사(survey) 함수(210)는, 각각의 발광체 정확산 함수 영역들 내에서 한 발광체에 대한 피크값을 찾기 위하여, 각 화소의 선형적 입력 영상 RGBC 값들을 조사한다. 상기 발광체 값들이 몇몇 입력 영상 색들로 하여금 색역 외로 벗어나게 하는지 판단하기 위하여, 색역매핑 함수는, 피크 함수(2110)에 의해 생성된 출력 발광체 값들과 함께 수행되어 국소 피크 함수를 사용하여 결정되는 발광체 설정들에 의해 색역 외로 벗어날 입력 색값들을 식별하며 수용한다.
- [0168] 도 2b를 참조하면, 피크 조사 함수(2110)로부터 출력된 발광체 값들은, $R_L G_L B_L C_L$ 값들을 생성하기 위하여 백라이트 보간 함수(2130)에 입력된다. X/X_L 박스(2135)에서 생성된, 정규화된 입력 영상 RGBC 값들 및 $R_L G_L B_L C_L$ 값들은, RGBC(W) GMA 함수(2140)에 입력된다. 그러나 이 경우, RGBC(W) GMA 함수(2140)로부터 얻은 RGBC 값들만이 색역 외로 벗어날 수 있기 때문에, 표준 RGBCW GMA 함수에서 생성되는 출력 W값들은 필요하지 않다. 다음으로, RGBC(W) GMA 함수(2140)로부터 얻은 출력 RGBC 값들은, 각 발광체의 정확산 함수 영역 내에서 색역 외로 벗어나는 최대값을 찾기 위하여 OOG 피크 조사 블록(2160)에 의해 조사된다. 상기 색역 외로 벗어나는 최대값은, 색역 외로 벗어나는 색들이 더 적게 발생하도록 상기 발광체들의 값들을 증가시키기 위하여, 피크 조정(adjustment) 함수(2170)에서 적절한 계수 인자와 함께, 피크 조사 함수(2110)에 의해 생성된 원래의 발광체 값들과 곱해진다.
- [0169] 표시영상의 화질을 개선하기 위한 백라이트 동작 방법
- [0170] 이상에서 설명한 기술들에 따른 백라이트의 일 실시예에서, 표시패널의 백라이트 색도는 상기 패널에 표시될 영상의 색들의 하나 또는 그 이상의 특성의 함수로서 동적으로 제어된다.
- [0171] 백라이트 광으로부터 영상의 색온도를 조정하는 방법
- [0172] 영상의 색들의 이러한 특성 중의 하나는 평균적인 영상 색 및 휘도로 정의될 수 있는, 색온도로 표현된다. 전술한 백라이트 제어 기술들을 사용하여, 표시 시스템의 백라이트 어레이는 표시영상의 색온도의 함수로서 광을 출사하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 일몰 영상은 많은 수의 적색 및 청색과, 적은 수의 녹색을 포함할 수 있다. 반대로, 월광 영상은 다른 색들은 거의 없이 주로 청색들을 갖는 은백색일 수 있다. 전술한 백라이트 제어 기술들을 사용하면, 영상의 색온도는 표시 제어부에 의해 결정될 수 있다. 이어서, 상기 표시 제어부는 각 장면이 각각의 평균적인 색 및 휘도를 사용하여 렌더링될 수 있도록 백라이트 어레이의 색온도를 제어할 수 있다. 이런 식으로 영상을 동적으로 렌더링하는 것은 표시패널의 제한된 다이내믹레인지 및 양자화로 하여금 영상의 평균적인 색 및 휘도 내의 최대 범위에서 사용되게 할 것이며, 곧, 양자화 에러를 감소시킬 것이다. 전술한 영상 예들은 비디오 프레임에서 발생하는 것과 같이, 빠르게 표시되는 일련의 영상 내지 장면의 일부로서 발생할 수 있다. 본 발명의 백라이트 제어 기술들이 구현되는 전술한 표시 시스템들은 영상 색온도가 장면마다 바뀔 때마다, 백라이트 색온도를 프레임마다 제어할 수 있다.
- [0173] 나아가, 백라이트가 LED 표시 장치에서와 같이, 표시패널의 해상도보다 낮은 해상도를 갖는 다색 발광체들의 어레이인 경우, 색온도 조정은 상기 패널의 서로 다른 영역에 대하여 이루어질 수 있다. 그로 인해 영상의 특정 부분으로 하여금 백라이트 어레이에 의해 서로 다른 색온도로 비춰지게 함으로써, 하나의 장면 내에서 휘도 및 색도의 다이내믹레인지를 모두 높게 할 수 있다.
- [0174] 백라이트 광을 제어하여 W 표시 원색을 변경하는 방법
- [0175] 백라이트로부터 출사되는 광을 제어하는 데에 영상의 색온도를 사용하는 것과 관련되는, 그러나 그와 구분되는 것에는, 표시패널에 사용되는 반복되는 서브픽셀 그룹에 대하여 균일한(uniform) 백색 백라이트를 사용하여 얻어지는 것보다 더 높은 휘도 또는 색순도를 갖는 표시영상을 생성하기 위하여, 백라이트 어레이로 하여금 영상

의 우월한 색(predominant color)의 함수로서 광을 출사하게 하는 백라이트 제어 기술이 있다.

- [0176] 먼저, 균일한 백색 백라이트를 사용하는 것의 문제에 대해 예를 들어 설명한다. 어두운 사진 인화실에서 장면을 표현하는 영상은 대개 주로 적색으로 비취진다. 통상적인 백색 백라이트를 사용하면, 상기 장면의 휘도 정보를 렌더링하기 위한 서브픽셀 렌더링(SPR) 동작에서, 표시패널의 반복되는 서브픽셀 그룹에서 오직 적색 서브픽셀들만이 필요할 것이다. 표준 RGB 스트라이프(stripe) 표시 시스템에서는, 반복되는 RGB 서브픽셀 그룹의 서브픽셀들 중 단 1/3만이 상기 영상에 대한 휘도 정보를 제공할 것이다. 비슷하게, 도 6의 반복되는 RGBW 서브픽셀 그룹(620)을 참조하면, 서브픽셀들 중 단 1/3만이 상기 영상에 대한 휘도 정보를 제공할 것이다. 표시패널이 도 3의 반복되는 RGBW 서브픽셀 그룹(320)을 사용할 경우, 서브픽셀들 중 단 1/4만이 상기 휘도 정보를 제공할 것이다. 도 7, 도 9, 및 도 24에 도시된 반복되는 서브픽셀 그룹을 사용하는 다원색 표시패널에서는, 상기 적색 영상의 휘도 정보가 서브픽셀들 중 단 1/6 (도 7의 701), 1/8(도 9의 902), 1/6 (도 24의 2402)로부터만 제공될 것이다.
- [0177] 전술한 백라이트 제어 기술들을 구현하는 도 1a의 표시 시스템(100) 및 도 2a의 표시 시스템(200)과 같은 표시 시스템에서, 백라이트 어레이로부터 출사된 광은, RGBW 표시 레이아웃(도 3의 320)의 백색(투명) 서브픽셀로 하여금 상기 장면 렌더링에 기여하게 하여, 상기 적색이 우월한 어두운 방 영상에 대하여 서브픽셀들의 4/8이 휘도 정보를 제공하게 함으로써, 순 적색광이 되도록 제어될 수 있다. 본 발명의 백라이트 제어 기술 없이는, 적색이 우월한 영상에 대하여 반복되는 서브픽셀 그룹(도 9의 902)에서 서브픽셀들 중 1/8만이 휘도 정보를 제공하는, 다원색 반복되는 서브픽셀 그룹(902)에서도, 비슷한 효과가 얻어진다. 본 발명의 백라이트 제어 기술을 사용하면, 순 적색 영상들은, 적색 서브픽셀(906)에 대하여 4개의 백색(투명) 서브픽셀들(904), 즉, 반복되는 서브픽셀 그룹(902)을 사용한 표시패널에서 전체 서브픽셀들 중 5/8를 사용할 수 있다. 나아가, 높게 포화된 색들에 대한 상기 투명 서브픽셀들의 사용 증가는 상기 색들의 밝기 영역을 증가시킨다. 또한, 상기 적색은 다른 색들로부터의 컬러블리드(color bleed)를 제거하여 표시패널의 색순도 및 색역을 증가시키기 때문에, 진정한 적색일 것이다.
- [0178] 도 13은 반복되는 서브픽셀 그룹(1302)을 실질적으로 포함하는 다원색 표시패널(1300a)에서 백라이트 제어된(backlight-controlled) 원색의 사용을 도시한다. 도 9의 반복되는 서브픽셀 그룹(902)의 변형인, 반복되는 서브픽셀 그룹(1302)은 다수의 백색 서브픽셀들(1306)이 산재된 적색(1304), 녹색(1308), 청록색(1320), 및 청색(1312) 서브픽셀들을 실질적으로 포함한다. 상기 소수의 포화된 서브픽셀들은 각각 육각 격자 상에 위치한다. 예를 들어, 청록색 서브픽셀(1340)을 둘러싸는 청록색 서브픽셀들(1322, 1324, 1326, 1328, 1330)을 참조하라.
- [0179] 백라이트 색온도는 통상적인 RGB 스트라이프 표시 시스템이 균형된(balanced) 백색을 제공하는 것보다 더 많은 마젠타(즉, 적색 및 청색) 광에너지를 갖도록 조정될 수 있다. 그러나, 본 발명의 백라이트 제어 기술은 부가적인 원색 서브픽셀들을 제공하기 위하여 백라이트에서 발광체들의 색을 실제로 제어할 수 있다. 전술한 적색 영상의 예에서, 표시패널(1300a)이 통상적인 백색 백라이트에 의해 비취지는 경우, 서브픽셀들 중 1/8 (즉, 적색 서브픽셀들)만이 적색 우월한 영상에 대한 휘도 정보를 제공한다. 다수의 백색(1306) 서브픽셀들을 포함한 나머지 화소들은 오프임을 나타내는 검정색으로 도시되었다.
- [0180] 도 13을 참조하면, 표시패널(1300b)은 백라이트 제어된(BC) 원색으로 표현되는 원색으로서 기능하도록, 반복되는 다원색 서브픽셀 그룹을 갖는 표시부에서 백색 서브픽셀을 사용함으로써, 전술한 백라이트 제어 방법 및 기술들이 예시적인 적색 우월한 영상의 표시에 영향을 주는 방법을 도시한다. 적색 서브픽셀(1304) 뿐 아니라 4개의 백색(투명) 서브픽셀들을 더 사용하여, 반복되는 서브픽셀 그룹(130)의 표시패널(1300b)에서 전체 서브픽셀들 중 5/8를 사용함으로써, 순 적색인 영상들이 표시된다. 패널(1300b)에서 다수의 백색 서브픽셀들(1306)은 이제, 표시 시스템의 데이터 경로에서 피크 함수(도 1a의 110, 도 1b의 1100, 도 2a의 210, 도 2b의 2100), 백라이트 보간 함수(도 1a의 130, 도 2a의 230) 및 나머지 표시함수들(즉, GMA, SPR, 및 출력 역감마 함수들)을 사용하여 결정되는 바와 같이, 아래에 놓인 발광체들로부터 적색광(수직 빔으로 도시됨)을 투과시킨다.
- [0181] 도 24의 서브픽셀들(2400)의 배열은 4개의 포화원색들, 즉, 적색(2404), 녹색(2408), 청색(2412), 및 청록색(2420)과 정사각 격자 상의 백색(투명) 서브픽셀들(2406)을 갖는 도 9의 서브픽셀들의 배열에서 발견되는 특성을 공유한다. 본 발명의 다른 서브픽셀 레이아웃들에서와 같이, 상기 배열은 본 기술분야에서 잘 알려진 통상적인 RGB 스트라이프 서브픽셀 배열과 관련된, 1:3 종횡비(aspect ratio)를 사용할 수 있다. 물론, 상기 반복되는 서브픽셀 그룹을 가진 다른 종횡비들도 가능하다. 또한, 미국 특허 제7,916,156호 "서브픽셀 포맷 데이터의 다른 서브픽셀 데이터로의 전환(Conversion of a sub-pixel format data to another sub-pixel data format)"에 개시된, 다이아몬드(및 다른 모양)의 서브픽셀 렌더링 필터들을 사용할 수 있다. 메타머 필터링 응용에서 설명

되는 메타머 필터링 기술들도 사용할 수 있다.

[0182] 백라이트 광을 제어하여 표시 시스템의 다른 원색들을 변경하는 방법

[0183] 전술한 백라이트 제어 기술은 백색 서브픽셀 뿐 아니라(또는 그 대신에) 표시 시스템의 다른 원색들이, 서브픽셀 렌더링되는 영상 화질을 증가시키는 데에 사용되는 방법에 영향을 주기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 표시패널의 어느 영역에서, 특정한 반복되는 서브픽셀 그룹의 어느 한 색의 서브픽셀들 뒤에 배치되는 백라이트 어레이의 어느 한 색의 발광체들은, 상기 영역에서 상기 반복되는 서브픽셀 그룹에 의해 생성되는 색에 궁극적으로 영향을 주기 위하여 턴오프(turn off)될 수 있다. 예를 들어, 6개의 원색을 갖는 도 7의 반복되는 서브픽셀 그룹(701)을 갖는 표시패널이 구비된 다원색 표시시스템을 생각해보자. 만일 영상의 어느 밝게 포화된 황색 영역이 통상적인 비제어되는(uncontrolled) 백라이트를 사용하여 표시될 경우, 6개의 서브픽셀들 중 단 3개, 즉, 적색(706), 녹색(708), 및 황색(711) 서브픽셀들만이 상기 황색 영상 영역을 생성하기 위하여 턴온(turn on)될 것이다. 만일 본 발명의 백라이트 제어 기술 및 방법에 따라 제어되는 백라이트 어레이가 사용되는 경우, 상기 황색 영상 영역 뒤에 배치되는 청색 발광체들은 턴오프된다. 이는, 6개의 서브픽셀들 중 2개의 서브픽셀들이 더 턴온되게 할 것이다. 즉, 백라이트 스펙트럼의 적색 및 청색광을 모두 통과시키는 마젠타 서브픽셀(709)과, 청색 및 녹색광을 통과시키는 넓은 통과대역의 청록색 서브픽셀(707)이 더해져, 전체 서브픽셀들 중 5/6이 사용된다. 상기 황색 영상 영역에서 상기 청색 발광체를 턴오프하는 것은, 부가적인 재구성 점(reconstruction point)들로 하여금 더 높게 포화되는 색의 서브픽셀 렌더링을 위해 효과적으로 더해지게 한다.

[0184] 백라이트 제어부는, 그 위에 놓인 동색의 표시패널 서브픽셀이 발광체의 점확산 함수(PSF)의 영역에서 최고 화소 값에 대하여 최대로 전송하게 설정될 수 있도록 어느 주어진 색의 발광체를 어둡게(dim)한다. 이는, 더 낮은 휘도를 가질 수 있는 상기 동색의 주위의 서브픽셀들로 하여금 상기 표시패널 상에 가용한 더 많은 계조(grey levels)를 갖도록 조정되게 하여, 양자화 에러를 감소시킨다. 어느 영상 영역에서 특정한 발광체들을 어둡게 하는 것(dimming)은 또한, 상기 어두워진 발광체들이 주위 컬러필터들을 통해 잠재적으로 새어나갈 수 있는 광을 생성하지 않기 때문에, 색역을 약간 증가시킬 수 있다. 어느 영상에서 특정한 발광체들을 어둡게 하는 것은 또한, 상기 어두워진 발광체들이 오프 상태의 같은 색 컬러필터 서브픽셀들을 통해 잠재적으로 새어나갈 수 있는 광을 생성하지 않기 때문에, 표시영상의 색대비를 증가시킬 수 있다. 향상된 영상 화질을 얻기 위하여 백라이트에서 발광체들을 어둡게 하는 것은 나아가, 전력 소모를 줄이고 배터리 수명을 늘림으로써, 배터리에 의해 전력을 공급받는 장치에 상당한 이점을 제공한다.

[0185] 더 높게 포화된 색을 갖는 표시영상의 화질을 개선하기 위하여 백라이트 어레이에서 선택된 발광체들을 턴오프하는 것은, 백색(투명) 서브픽셀을 갖는 다원색 반복되는 서브픽셀 그룹과 함께 사용될 수 있다. 상기 백라이트 제어는 상기 백색 서브픽셀로 하여금 백라이트 제어되는 원색이 되도록 사용된다. 전술한 적색이 우월한 어두운 방 영상의 예에서, 상기 전체 영상은 적색이 우월한 것으로 전제된다. 열려 있는 문을 통해 사진 인화실 내부를 들여다보는 장면이나, 적색 경보등으로 긴급 전투 상황을 알리는 함교(a ships bridge)를 창문으로 들여다보는 장면 등과 같이, 영상의 제한된 영역에서는 순 적색이 비취지되, 나머지 영역에서는 상당히 밝고, 덜 포화된 색이 비취지는 영상을 고려해보자. 이런 타입의 영상이 통상적인 다원색 표시 시스템 상에 표시되는 경우, 적색 서브픽셀들만이 상기 적색 조명된(illuminated) 영상 영역을 재구성하는 데에 가용할 것이다. 이는 변조전달함수 한계(MTFL, Modulation Transfer Function Limit)를 상기 적색 서브픽셀의 나이퀴스트 한계(Nyquist Limit)로 감소시키며, 곧, 상기 영상 영역의 영상 해상도를 심각하게 제한할 수 있다.

[0186] 전술한 몇몇 특허 문헌들은 다른 색의 서브픽셀들을 휘도 혼입 변조(cross-luminance modulation)하여 상기 영상 해상도 문제를 해결하는 방법을 설명한다. 상기 해결 방법은 높은 공간 주파수를 갖는 영역에서 색의 불포화(desaturation)를 발생시킬 수 있다. 나아가, 상기 영화 장면에서처럼 매우 높은 휘도 및 포화도를 갖는 색 영상 영역들에 있어서, 색역 외로 벗어나는 색들을 모두 어둡게 하거나 불포화시키기 위하여, 밝고 높게 포화된 색은 검정색 또는 더 낮은 휘도로 고정(clipped, clamped) 내지 압축되어야 한다. 상기 각각의 방법은, 더 밝고 불포화된 영상 영역에 비해 더 어둡고 포화된 색 영역들의 휘도 대비로 인해 발생하는 문제들을 야기할 수 있기 때문에, 덜 이상적(ideal)이다.

[0187] 서로 다른 영상 영역에서 발광체들을 개별적으로 제어하는 것은, 백라이트 제어부 또는 표시 제어부로 하여금, 필요에 따라 다른 영상 영역들에서의 발광체들을 조정하는 동안, 상기 밝고 포화된 영상 영역에서 소정의 발광체들을 턴오프하게 한다. 상기 서로 다른 영상 영역에서의 발광체들의 개별적 제어 기술은, 상기 영상의 색을 고정시키거나 불포화시키지 않고도, 상기 주어진 밝고 포화된 색의 서브픽셀들과 함께 백색(투명) 서브픽셀들이

해상도 및 휘도를 높게 유지하도록 만든다. 상기 백색 서브픽셀은 더 많은 포화된 색들로 하여금 LCD 패널을 통과하게 하여, 전체적인 밝기 및 색역의 크기를 증가시킨다.

[0188] 백라이트 어레이에서 발광체들의 해상도 및 색

[0189] 전술한 바와 같이, 상기 표시 시스템의 몇몇 실시예에서, 표시패널의 다원색 컬러필터가 백라이트 어레이의 발광체들과 일대일로 매치(매핑)되는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 이것은 청구항의 범위에 포함되는 모든 표시 시스템의 실시예에서 요구되는 것은 아니다. 즉, 백라이트에서 N-포화원색에 대한 발광체들은 표시패널의 컬러필터에서의 N-포화원색에 매핑될 필요가 없다.

[0190] 사실, 제어가능한 백라이트 어레이는, 심홍색(deep-red), 청록색(에메랄드), 보라색 등 통상적인 백라이트 어레이에서는 발견되지 않는 색들을 비롯하여, 임의의 N 색의 발광체들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 표시패널보다 낮은 해상도를 갖는 백라이트 어레이가 구비된 표시 시스템에서, 표시패널에서 나타나는 원색들과 다른 색들 또는 그보다 많은 색들의 백라이트 컬러 발광체들을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, "녹색" 발광체는 530nm의 피크 파장을, "청록색" 발광체는 500-505nm의 피크 파장을 가질 수 있다. 하나의 컬러필터를 통해 이들 두 파장대의 광을 모두 통과시킬 수 있다. 어느 영상 영역에서 포화된, 녹색 내지 적색이 필요한 경우, 상기 영상 영역 뒤의 백라이트 어레이에 배치된 상기 녹색 발광체가 턴온된다. 상기 영상 영역에서 포화된, 청록색 내지 청색이 필요한 경우, 상기 청록색 발광체가 턴온된다. 어느 영상 영역에서 백색이 필요한 경우, 상기 녹색 발광체 및/또는 청록색 발광체가 턴온될 수 있다. 이런 식으로 제어되는 백라이트를 사용하는 것은, 표시패널로 하여금 더 적은 수의 서로 다른 원색들을 갖는 반복되는 서브픽셀 그룹과 함께 설정되도록 할 수 있다.

[0191] 다른 색 영역들도 비슷하게 처리될 수 있다. 예를 들어, 청색 영역에서, 인간의 눈은 450nm 파장에 가장 민감하다. 높은 효율성을 위해, 심자색(deep violet) 영역의 발광체들이 사용될 수 있다. 400nm 부근의 더 진한 심자색 발광체는 시효율이 낮으나, 인간의 눈이 더 우수한 색 분별 능력을 갖는 보라색 계열에서 더 큰 색역을 제공한다. 심자색을 가진 영상 영역을 표시할 경우, 상기 450nm 청색 발광체는 턴오프되고, 상기 400nm 심자색 발광체는 턴온될 수 있다.

[0192] 적색 영역에서, 인간의 눈은 파장이 증가함에 따라 적색광에 덜 민감하다. 상기 제어되는 백라이트 어레이를 사용하여 상당한 시효율을 갖는 진한 적색의 영상 영역을 생성하기 위하여, 610nm 발광체가 사용될 수 있다. 그러나, 상기 610nm 발광체는 700nm 바깥에서의 더 진한 적색 인지를 개선시키지는 못할 것이다. 상기 적색 영역에서 색 인지를 향상시키기 위하여, 상기 제어되는 백라이트 어레이는 700nm 영역의 발광체를 포함할 수 있다. 상기 더 긴 파장의 발광체는 필요한 경우, 상기 610nm 발광체는 턴오프하는 동안, 상기 진한 보라색 계열을 따른 상기 심자색 발광체와 함께 턴온될 수 있다. 상기 영상 영역이 덜 포화된 색들을 필요로 하는 경우, 상기 610nm 및 450nm에서의 덜 포화된 발광체들이 백라이트 효율성을 증가시키기 위해 사용될 수 있다.

[0193] 백라이트 어레이에 포함된 발광체들에 대한 색의 선택이 반드시, 상기 표시패널에 포함되는 반복되는 서브픽셀 그룹의 원색들을 결정하지는 않는다. 또한, 상기 표시패널에 포함되는 반복되는 서브픽셀 그룹의 원색들이 백라이트 어레이에 포함되는 발광체들에 대한 색의 선택을 결정하지도 않는다. 통상의 기술자는 전술한 백라이트 제어 기술에 허용되는 융통성으로 인해, 백라이트 어레이의 발광체들의 색 및 배열의 설정으로 하여금, 본 명세서에 첨부된 도면들에 도시된 반복되는 서브픽셀 그룹들, 전술한 특허문헌들에 설명된 반복되는 서브픽셀 그룹들, 또는 통상적인 RGB 스트라이프의 반복되는 서브픽셀 그룹들의 표시패널을 갖는 표시 시스템들을 수용하게 할 수 있다. 통상의 기술자는 또한, 백라이트 어레이에서 발광체들의 색 및 배열의 설정은 특정한 반복되는 서브픽셀 그룹을 보충하거나 매치하도록 설계될 수 있다.

[0194] 제어가능한 백라이트 어레이에 하나의 백색(투명) 원색을 갖는 표시 시스템의 실시예

[0195] 이상의 논의들은, 표시패널보다 낮은 해상도를 갖는 백라이트 어레이가 구비된 표시 시스템에서 발광체들의 색에 대하여 이루어질 수 있는 다양한 선택들을 설명한다. 그러나, 몇몇 표시 시스템의 실시예에서, 백라이트 어레이의 해상도는, 동일한 작은 영상 영역에서, 녹색부터 적색, 및 청록색부터 청색을 모두 보여줄 필요가 있도록 충분히 높을 수 있다. 즉, 발광체들의 백라이트 어레이는, 백라이트 어레이에 대하여 특정한 발광체들을 선택함으로써 더 넓은 색공간을 제공하는 이러한 특별한 경우, 오직 하나의 컬러 서브픽셀을 갖는 표시패널을 제공하는 것이 가능할 수 있다. 즉, 상기 표시패널은 그 반복되는 서브픽셀 그룹으로서, 완전히 투명하고 필터되지 않은 하나의 백색(투명) 서브픽셀을 가질 수 있다. 이 경우, 오직 투명한 서브픽셀들의 어레이는, N 원색 발

광체들의 백라이트 어레이가 더 낮은 해상도 색을 제공하는 것에 반해, 표시영상에 대하여 모든 고해상도 휘도 변조를 제공할 것이다.

[0196] LCD 시스템의 실시예

[0197] 도 10은 본 발명의 실시예가 구현될 수 있는 액정표시패널(1000)의 단순화된 블록도이다. LCD(1000)는 유리 기관(1004, 1008)의 사이에 액정 부재(1012)를 포함한다. 기관(1004)은 LCD(1000)의 개별 화소 요소를 어드레싱하는 TFT 어레이(1006)를 포함한다. 기관(1008)은 본 명세서에 첨부된 도면이나 다른 여러 특허문헌들에서의 반복되는 서브픽셀 그룹이 배치되는, 컬러필터(1010)를 포함한다. 또한, LCD(1000)는 도 4 및 도 5 등 다양한 변형을 갖는 발광체들의 어레이가 구비된 백라이트(1020)를 포함할 수 있다. 표시 제어부(1040)는 도 1a 또는 도 2a에서 설명된 함수들에 따라, RGB 영상 입력 색값들을 처리한다. 상기 RGB 입력 영상 값들은 또한, 도 1a, 도 1b, 도 2a, 및 도 2b의 다양한 실시예에서 설명된 피크 함수들의 동작에 따라, 백라이트(1020)의 발광체들의 값을 설정하는데 사용하기 위하여, 백라이트 제어부(1060)에 입력된다. 백라이트 제어부(1060)는, 백라이트 보간 함수(130, 230)가 저해상도 영상(R_L, G_L, B_L)을 계산하는 데에 사용되는 발광체들의 값들을 제공하기 위하여 표시 제어부(1040)와 통신한다.

[0198] 저해상도 백라이트 표시 시스템 상에서 색공간을 벗어나는 색을 처리하는 다른 방법

[0199] 전술한 저해상도 컬러 백라이트를 포함하는 표시 시스템의 모든 변형에서 (예컨대, LED 백라이트, 2-LCD 구성 등), 상기 시스템의 유일한 조합을 지원하는 새로운 방법으로 영상데이터를 처리하는 경우들이 있다.

[0200] 일례로, 전술한 바와 같이, 컬러 백라이트(예컨대, LED 어레이 값들)를 조정하는 몇몇 처리 후에도 여전히, 색역을 벗어나는 색들이 있을 수 있다. 이는 예컨대, 색들이 LED의 점확산 함수 내에서 색상(hue)을 변경할 때 매우 높은 휘도 영역에서 발생할 수 있다.

[0201] 색역을 벗어나는 색들을 타겟 색공간(target gamut space)으로 되돌리기 위하여, 상기 백라이트 및 LCD 서브시스템들을 포함하여, 상기 영상데이터를 시간적 또는 시공간적으로 처리하는 것이 가능할 수 있다. 상기 시간적/시공간적 처리는 전역적(예컨대, 표시부 상에 렌더링되는 전체 영상에 대하여) 또는 국소적(예컨대, 화면 상에 렌더링되는 영상의 서브셋 영역 내에 대하여) 발생할 수 있다. 이 경우, 어느 특정한 시각에 상기 색역을 벗어나는 색들이 존재할 수 있는 영상의 특정한 영역 내에서, 상기 저해상도 백라이트를 변조하는 것이 가능할 수 있다.

[0202] 예를 들어, 일 실시예는 다음과 같이 진행될 수 있다. 제1 색(예컨대, 적색)에서 색역을 벗어나는 조건이 존재하는 어느 영역에서, 상기 색역을 벗어나는 색이 색공간 내로 들어올 때까지, 백라이트 색의 피크값에서 상기 제1 색과 반대되는 색(예컨대, 청록색)의 색값을 뺀다.

[0203] 제2 실시예로서, 백라이트의 원색들 또는 상기 백라이트 원색들과 무관한 색역을 벗어나는 조건들의 피크값에 의해 색들을 구분하는 것이 가능할 수 있다. 상기 제2 실시예에서, 색필드들은 반드시 순색일 필요가 없을 것이다. 이하 다양한 변형이 가능한 본 발명의 일 실시예를 설명한다.

[0204] 이하 RGBW LCD 레이아웃을 갖는 RGB LED 백라이트를 전제한다. 상기 RGBW LCD의 반복되는 서브픽셀 그룹은 본 명세서 등에 개시되는 다양한 반복 그룹(예컨대, 정사각 배열되는 RGBW 서브픽셀 그룹)일 수 있다. 본 실시예에서는, 상기 LCD의 서브픽셀 레이아웃 내에 사용되는 백색(투명) 서브픽셀 또는 것처럼 넓은 통과대역의 필터된 서브픽셀이 있는 것으로 충분하다. 상기 RGB LED 백라이트는 적절한 방식(예컨대, 정사각 배열 등)으로 배열될 수 있다. 또한, 본 실시예에서는, 상기 백라이트가 몇 가지 설계 전제들을 만족하면 충분하다. 예를 들어, 하나의 설계 전제는, 표시부의 어느 주어진 점을, 개별 LED의 점확산 함수 및 백라이트 표시패널 상의 LED들의 기하학적 배열에 따라, 어느 특정한 계조의 백색(또는 다른 주어진 색) 조명으로 비추는 것이 가능할 것일 수 있다. RGBW LCD를 갖는 RGB 백라이트를 구비한 표시 시스템에 대한 본 발명의 색 처리 기술은, N-원색 백라이트 및 M-다원색 LCD 표시 장치들에 대하여 적절히 일반화될 수 있다. N과 M은 같지 않을 수 있으며, N=M인 경우, 백라이트의 원색들과 LCD 표시부의 원색들은 상이할 수 있다.

[0205] 본 실시예에서, 색역 외로 벗어날 수 있는 LED들에 대하여, 3개의 필드(P1, P2, P3)가 사용될 있다. 각 필드에서 상기 LED들의 값들은 각 LED들의 점확산 함수를 참조하여, 들어올 RGB 데이터(또는 다른 적절한 데이터 포맷

의 입력데이터)를 조사함으로써 얻어질 수 있다. 상기 LED 휘도의 최종 값들은 필드 광을 집적(integration)하기 위해 더 조정될 수 있다. 그러므로, 상기 3개의 필드에 대한 총 광량은 실질적으로 소정의 총합으로 더해지고, 그 평균은 소정의 최대값(Max)과 실질적으로 같다. 이는 [식 8]과 같이 표현된다.

[식 8]

P_1 field		P_2 field		P_3 field		Sum
$(R_1$	+	R_2	+	$R_3) / 3$	=	$\text{Max}(R_{in})$
$(G_1$	+	G_2	+	$G_3) / 3$	=	$\text{Max}(G_{in})$
$(B_1$	+	B_2	+	$B_3) / 3$	=	$\text{Max}(B_{in})$

[0207]

[0208]

만일 어느 주어진 순색이 하나의 필드만 사용하여 만들어지고, 상기 순색이 3개의 필드로 만들어진 색만큼 비례하여 밝다면, 상기 하나의 필드는 3개의 필드를 모두 사용하여 순색을 표현하는 경우에 비해 3배 더 밝을 수 있다. 만일 상기 LED가 플래시되는 경우, 축적되는 열 및 소모 전력은 각 플래시의 밝기 및 플래시 비율에 근사적으로 비례한다. 그러므로, 상기 LED를 밝기는 3배로 하고 플래시 비율은 1/3로 하여 플래시하는 것은, 밝기는 동일하되 플래시 비율은 1/3로 하여 플래시하는 것과 동일한 밝기 및 전력 소요를 제공한다.

[0209]

통상의 기술자는, 상기 필드들이 LED의 원색들로 정의되는 순색 원색들인, 종래의 필드순차컬러(Field Sequential Color; FSC) 시스템을 사용할 수도 있을 것이다. 백라이트의 어느 한 색의 최대 휘도를 LCD 상에 표시될 영상데이터의 가장 밝은 값으로 설정하고, X/X_L 함수를 이용해 LCD 값을 조정하여 백라이트 광이 모두 상기 LCD를 통과하게 함으로써, 더 향상된 효과를 얻을 수 있다.

[0210]

동적인 가상 원색

[0211]

그러나 이와 다르게, 통상의 기술자는, 종래의 필드순차컬러(FSC) 시스템에서 발생하는 것으로 알려진 FSC 가시도 왜곡(visibility of FSC artifacts)을 줄이기 위하여, LCD의 어느 한 영역에 대하여, 백라이트 전체의 색역보다 더 작은 영역을 커버하는 "가상적 원색"를 사용함으로써, 백라이트 변조 효과를 향상시킬 수도 있다.

[0212]

도 16은 RGB 색역을 원래의 입력 색역맵(1610)으로 경계지어진, 색역맵(1600)(예컨대, CIE 1931)이 도시되었다. 상기 원래의 입력 색역은 RGB LED들의 색점들인 R, G, B에 의해 정의될 수 있다. RGB 색역(1610)의 내부에는, 입력 색역(1610)의 서브셋인 새로운 색역(1620)이 정의될 수 있다. 이 새로운 색역(1620)은 "가상 원색들"(1630, 1640, 1650)로 경계지어진다. "가상 원색"의 용어는, 원색 점들(1630, 1640, 1650)이 반드시, LED 자체(또는 다른 발광체)에 의해 물리적으로 정의되는 원색일 필요는 없음을 의미한다. 물론, 몇몇 또는 모든 가상 원색들은 어느 기간 동안 선택적으로, 몇몇 또는 모든 원색 점들일 수 있다. 또는, 예를 들어, 각 가상 원색 점은 LED(또는 다른 발광체)들의 R, G, B 조도 값들의 혼합으로써 만들어질 수 있다. 각각의 가상 원색 점들은 어느 유일한 시공간 좌표에 대하여 존재한다. 예를 들어, 가상 원색 점(1630)은, 시간적으로 영상데이터의 어느 한 프레임에서 존재할 수 있고, 표시부의 일부 공간 내에 제한된 수의 서브픽셀들에 대하여 존재할 수 있다. 또한, 표시 시스템은, 표시영상의 전부 또는 일부분을 비추는 가상 원색들(1630, 1640, 1650)을 갖는 3개의 필드들에 대하여 동작하는 것이 가능할 수 있다.

[0213]

또한, 상기 가상 원색은 전체 영상 프레임에 대하여, 또는 전체 영상 프레임의 사이에 대하여, 또는 하나 내지 소수의 서브픽셀들의 공간 영역에 대하여 존재할 수 있다. 상기 가상 원색의 공간 분포의 입자성(granularity)은, 백라이트가 컬러 LED들의 저해상도 어레이를 포함하기 때문에 가능할 수 있다. 나아가, 가상 원색들은 불명확한 기간 동안, 또는 몇몇 내지 하나의 프레임 동안, 또는 하나의 프레임의 일부 시간 동안 존재할 수 있다. 모든 상기 시간적, 공간적 분포는 표시 시스템의 동작 기준(criteria)에 따라 달라질 수 있다.

[0214]

본 실시예에서, 표시 시스템은 가상 원색들을 폭넓은 시공간 조건에 대하여 만들 수 있으므로, 본 실시예의 표시 시스템의 융통성에 따라 가능한 경우로 한정하여 설명할 필요가 있다. 하나의 한정된 예는, 상기 가상 원색들을 실제의 원색들로 정확히 할당하며, 한 프레임 동안 전체 영상에 대하여 지속되는 LED 조명을 갖도록 하는 것일 수 있다. 이 경우, 상기 표시 시스템은 통상적인 "필드순차" 방식으로 동작할 수 있다. 또 다른 한정된 예는, 모든 필드들에 대해 동시에 3개의 모든 LED들을 비추으로써 단 하나의 가상 원색 점(백색 점)을 할당하는 것일 수 있다. 이 경우, 상기 표시 시스템은 전술한 737특허에 설명된 방식으로 동작될 수 있다. 상기 한정된 예들은, 시스템 및 사용자에게 의해 소정의 시간 동안 동작될 수 있다. 그러나, 본 시스템의 동적인 특성에 따라,

상기 시스템에는 최대 융통성이 주어지며, 가상 원색들의 어느 할당은, 이하 상술하는 바와 같이, 몇몇 동작 기준을 최적화하기 위해 선택될 수 있다.

[0215] 가상 원색들의 수는 얼마든지 선택될 수 있으며, 상기 가상 원색들이 상기 표시부의 어느 부분을 비추는 시간 간격은, 동작 기준에 따라 얼마든지 가능하다.

[0216] 가상 원색들의 선택

[0217] 가상 원색들의 선택을 가능하는 동작 기준의 하나로서, 다음의 리스트를 포함할 수 있다. 즉, 깜빡임(flicker) 및 색분리(color breakup)를 줄이고, 최대한 절전하면서, 다이내믹레인을 높이며, 양자화 에러를 감소시키는 것이다. 최적화를 위한 어떠한 기준에도 관계없이, 일 실시예는 어느 한 LED 또는 LED 클러스터(cluster)의 점 확산 함수 내에서의 모든 색값들을 실질적으로 포함하는 적절한(경우에 따라, 가장 작은) 색도 삼각형(또는, 다른 개수의 가상 원색들)을 찾는 것을 포함할 수 있다. 즉, 가상 원색들의 새로운 셋트를 식별하여, 각각의 상기 가상 원색들의 FSC 색값들을 생성하는 것이다. 이 방법은 종종 그때그때, 가상 원색들의 각 셋트에 대하여 새로운 GMA 함수를 만드는 효과를 갖는다. 물론, 상기 순서들은 바뀔 수도 있다. 다른 실시예에서는, 가상 원색들이 선택되어 색도 면적(chromaticity area)이 얻어질 수 있다. 이하 논의는, 상기 동작 기준의 셋트 하에서 상기 시스템들의 동작을 최적화하는 데에 유용할 수 있는, 본 발명의 다양한 실시예를 설명할 것이다.

[0218] 예를 들어, 이하 설명은, 표시 시스템의 깜빡임을 최소화하는 목적을 갖는 본 발명의 일 실시예이다. 이를 위해, 이하 표시 시스템은 표시부 상에서 입력 영상의 특정한 서브셋트 또는 영역을 렌더링 하려는 것으로 전체 될 것이다. 상기 렌더링 하려는 영역은, 전체 영상 프레임만큼 크거나, 소수의 백라이트 LED들의 점 확산 함수 내에서의 하나의 서브픽셀만큼 작을 수 있다. 상기 영상 서브셋트의 선택은 사용자 또는 표시 시스템에 의해 선택될 수 있다.

[0219] 깜빡임을 줄이기 위한 상기 목적을 달성하기 위하여, 표시 시스템은 상기 영상 영역에서 상기 LED들의 값들이, 동적 FSC 시스템에서와 같이, 실질적으로 최소 휘도 변조(luminance modulation)를 갖도록 할 수 있다. 깜빡임은, 저휘도 색 필드(예컨대, 청색)의 전후로, 고휘도 색 필드(예컨대, 녹색)가 이어지는 필드들에 대하여 영상을 렌더링할 때에 주로 발생한다. 색상환(color wheel)을 가진 프로젝터를 구비시키는 등 필드순차컬러(FSC) 시스템의 깜빡임을 줄이기 위한 많은 시도들은, 선행 문헌들에 잘 개시되어 있다. 본 발명은, 깜빡임을 줄이기 위한 그와 다른 접근을 제공한다.

[0220] 도 17에서 설명을 위해 단순화된 정삼각형(1700)은, 원래의 입력 색역(본 실시예의 경우, RGB 색역)이다. 3개의 가상 원색들은 P1, P2, P3로 도시된다. 입력 색역의 원색들의 수 및 가상 원색들의 수는 실제의 백라이트 및 LCD 원색들의 수에 따라 바뀔 수 있다. 본 논의에 대한 적절한 변경은 다른 시스템을 수용하기 위하여 영향을 받을 수 있다.

[0221] 본 발명의 일 실시예에서, 표시 시스템은, 색 입력 값들의 셋트를 포함하는 입력신호로부터 형성되는 출력 색 영상을 표시하되, 개별적인 제어가 가능한 전송 요소들의 셋트를 실질적으로 포함하는, 공간적 광변조부; 상기 공간적 광변조부 상에 색 영상을 형성하는 빛을 제공하는 백라이트로서 배치되며, 개별적인 어드레스가 가능(individually addressable)하되, 복수의 원색들 중 각각 하나의 원색 광을 생성하는 복수의 컬러 발광체들; 상기 발광체들의 셋트의 점 확산 함수들의 셋트를 포함하는 복수의 영역들에 대하여, 각 상기 영역 내에서 각 색 입력 값을 경계짓고, 상기 점 확산 함수들의 셋트 내에서 상기 복수의 발광체들의 복수의 광도들을 포함하는, 가상 원색들의 셋트를 선택하는 제1 매핑 부재; 상기 공간적 광변조부 상에 중간 색 영상을 생성하기 위해 각 상기 영역 내의 상기 발광체들에 의해 형성되는 중간 색신호를 포함하는 필드들의 셋트에 대하여, 상기 가상 원색들의 조명 및 지속시간을 제어하는 필드순차제어 회로; 및 상기 출력 색 영상을 생성하기 위하여 상기 중간 색 영상을 변조하도록 각 상기 영역 내의 전송 요소들의 상기 셋트를 제어하는 제어회로를 포함할 수 있다. 각각의 이들 구성요소 및 서브시스템들은 이하 보다 상세히 설명하도록 한다.

[0222] 가상 원색들을 찾는 방법

[0223] 가상 원색 색공간 내에서 어느 하나의 색(C1)이 주어진 경우, 인간의 눈에 대하여 입력 RGB 값과 실질적으로 같게 시인되는 값 x_1P_1 , x_2P_2 , 및 x_3P_3 가 존재한다. 각각의 가상 원색은 원래의 원색 값들로 분해될 수 있으므로, 다음의 [식 10]을 얻는다.

[0224] [식 10]

$$\chi_1 (R_1, G_1, B_1) + \chi_2 (R_2, G_2, B_2) + \chi_3 (R_3, G_3, B_3) = \text{RGB value for } C_1$$

[0225]

[0226] 이를 행렬식으로 표현하면, 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & R_2 & R_3 \\ G_1 & G_2 & G_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

[0227]

[0228] X 값들을 구하기 위해 양변에 역행렬을 곱하면,

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & R_2 & R_3 \\ G_1 & G_2 & G_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

[0229]

[0230] 와 같고, 이를 전개하면, 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \frac{\begin{pmatrix} R \cdot G_2 \cdot B_3 - R \cdot G_3 \cdot B_2 - G \cdot R_2 \cdot B_3 + G \cdot R_3 \cdot B_2 + B \cdot R_2 \cdot G_3 - B \cdot R_3 \cdot G_2 \\ -R \cdot G_1 \cdot B_3 + R \cdot B_1 \cdot G_3 + G \cdot R_1 \cdot B_3 - G \cdot R_3 \cdot B_1 - B \cdot R_1 \cdot G_3 + B \cdot R_3 \cdot G_1 \\ R \cdot G_1 \cdot B_2 - R \cdot B_1 \cdot G_2 - G \cdot R_1 \cdot B_2 + G \cdot R_2 \cdot B_1 + B \cdot R_1 \cdot G_2 - B \cdot R_2 \cdot G_1 \end{pmatrix}}{(R_1 \cdot G_2 \cdot B_3 - R_1 \cdot B_2 \cdot G_3 - R_2 \cdot G_1 \cdot B_3 + R_2 \cdot B_1 \cdot G_3 + R_3 \cdot G_1 \cdot B_2 - R_3 \cdot B_1 \cdot G_2)}$$

[0231]

[0232] [식 10]으로부터, x_1 , x_2 , x_3 의 값을 구할 수 있다. 물론, 이들 값을 결정하는 방법은 전술한 행렬 대수연산을 포함하여 여러 가지가 있다. 이하, 도 18에 도시된 바와 같이, 가상 원색들을 결정하는 일 실시예 및 그를 사용하는 시스템(1800)을 설명한다.

[0233] 시스템(1800)은 영상데이터를 입력 감마 유닛(1802)에 입력한다. 이로부터, 영상데이터는 하나 또는 복수의 데이터 경로를 따라 진행할 수 있다. 도 18은 2가지 데이터 경로를 도시한다. 제1 경로에서, 영상데이터는 피크 유닛(1804), 보간 유닛(1806), X/X_L 유닛(1808), GMA 유닛(1810), OOG 피크 유닛(1812), 및 업샘플 유닛(1814)을 따라 진행할 수 있다. 이로부터, 맥스(1816)에 제공되는 OOGP 신호에 따라, 출력 감마 유닛(1818) 및 필드 순차킬러 제어 유닛(1820)을 통해 백라이트(1822) 및 LCD(1824)를 구동하기 위하여 두 데이터 경로 중 하나가 선택될 수 있다. OOGP 신호는 어느 LED의 점화산 함수 내에 색역을 벗어나는(OOG, out-of-gamut) 색값(이하, OOG 색값이라 한다)들이 존재하는지 여부를 나타내는 신호이다. 만일 그러한 OOG 색값이 없는 경우, 맥스(1816)에 의해 제1 데이터 경로가 선택된다. 그러나, 만일 OOG 색값이 있는 경우, 색역을 벗어나는 색들을 방지하기 위한 몇몇 기술들을 적용하는 제2 데이터 경로가 선택된다. 상기 기술들의 일례는 가상 원색들을 사용하는 것이다.

[0234] 상기 가상 원색들을 계산하는 제1 단계는, 예컨대, 상기 LED 색들이 중복(coincident)되지 않는 경우, 한 LED 또는 LED클러스터의 점화산 함수 내에 놓일, 모든 입력 샘플 색들을 식별하는 단계일 수 있다. 제2 데이터 경로는, 입력 감마 유닛(1802)으로부터 얻은 데이터를 경계상자 유닛(1830)에 입력함으로써, 상기 제1 단계를 수행할 수 있다. 경계상자 유닛(1830)은 입력 샘플 색들을 찾아, 각 축 상에서의 최대값 및 최소값, 예컨대, $\max(R)$, $\min(R)$, $\max(B)$, $\min(B)$, $\max(G)$, $\min(G)$ 를 계산할 수 있다. 이들 극한값들은, 한 LED에 대한 점화산 함수 내에서의 모든 색들을 포함하는 경계상자(bounding box)를 설정한다. 도 22는 이러한 처리의 그래프를 도시한다. 도 22의 점들(2202)은, 한 LED의 점화산 함수 내에 놓이는 모든 입력 화소들을 표현한다. 도 22의 박스(2204)는, 그 결과 나타나는 상기 경계상자의 축들 중 두 축을 도시한다.

[0235] 다음으로, 상기 경계상자 내의 모든 색들을 포함하는, 3개의 평면에 대한 공식이 찾아질 수 있다. 상기 평면들은, 한 점을 원점에, 다른 한 점을 경계상자의 한 꼭지점에 고정시킨 뒤, 경계상자의 두 축으로부터 45도 기울기를 갖도록 원점을 통과시킴으로써 만들어질 수 있다. 이는, 각각의 RG, GB, BR 색평면들을 경계상자의 한 꼭지점에 닿을 때까지 반대편 축을 향해 회전(즉, RG 평면을 B축으로, GB 평면을 R축으로, BR평면을 G축으로

회전)시킴으로써, 시각화될 수 있다. 도 22의 직선(2206)은, 경계상자(2204)의 가장 가까운 꼭지점에 닿을 때까지 청색 축을 향해 회전된, RG평면을 옆에서 바라본 표현을 도시한다.

[0236] [식 11]

$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ \max(R) & \max(G) & \max(B) & 1 \end{pmatrix} = 0$	GB평면 위 45° 직선 상의 한 점과 원점 및 경계상자의 바깥 꼭지점을 통과하는 평면을 결정하는 공식
$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 1 \\ \max(R) & \min(G) & \max(B) & 1 \end{pmatrix} = 0$	BR평면 위 45° 직선 상의 한 점과 원점 및 경계상자의 바깥 꼭지점을 통과하는 평면을 결정하는 공식
$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 1 \\ \max(R) & \max(G) & \min(B) & 1 \end{pmatrix} = 0$	RG평면 위 45° 직선 상의 한 점과 원점 및 경계상자의 바깥 꼭지점을 통과하는 평면을 결정하는 공식

[0237]

[식 11]에서 각각의 공식들은, CIE xy공간에서 한 직선처럼 보이는, 색공간의 어느 한 평면을 나타낸다. 이를 계산하면, 상기 CIE xy공간의 직선들은, 입력데이터의 색도 삼각형에 가까울 경우, 상기 색도 삼각형의 선분에 실질적으로 평행할 것이다. 이는, 상기 경계상자가 입력 원색들 중 어느 하나에 가까이 놓이는 경우, 바람직할 수 있다. 만일 경계상자의 반대쪽 꼭지점이 3개의 평면을 정의하는 데에 사용되는 경우, 그 결과 나타나는 삼각형은 이상의 방법으로 계산된 삼각형에 대하여 약 60도 회전되어 나타난다. 도 22의 직선(2208)은 상기 RG평면을 경계상자(2204)의 반대쪽 꼭지점으로 회전한 표현을 도시한다. 이 방향성(orientation)은 상기 경계상자가 상기 색도 삼각형의 중심에 더 가까울 때, 더 나은 결과를 만든다. 이런 식으로 평면들을 계산하기 위하여, 다음 [식 12]의 공식들을 사용할 수 있다.

[0239] [식 12]

$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ \max(R) & \min(G) & \min(B) & 1 \end{pmatrix} = 0$	GB평면 위 45° 직선 상의 한 점과 원점 및 경계상자의 안쪽 꼭지점을 통과하는 평면을 결정하는 공식
$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 1 \\ \min(R) & \max(G) & \min(B) & 1 \end{pmatrix} = 0$	BR평면 위 45° 직선 상의 한 점과 원점 및 경계상자의 안쪽 꼭지점을 통과하는 평면을 결정하는 공식
$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 1 \\ \min(R) & \min(G) & \max(B) & 1 \end{pmatrix} = 0$	RG평면 위 45° 직선 상의 한 점과 원점 및 경계상자의 안쪽 꼭지점을 통과하는 평면을 결정하는 공식

[0240]

또한, 경계상자 유닛은 어느 한 LED의 점확산 함수(PSF) 내에 놓일 상기 모든 입력 샘플 색들을 조사함으로써, 이상의 평면들의 교선 계산을 수행할 수 있다. 상기 점확산 함수에서 모든 입력 색들에 대한 각도가 계산될 수 있다. 이들 각도 중 최소(또는 최대) 각도는 상기 경계상자의 꼭지점에 대한 각도 대신에 사용된다. 도 22의 직선(2210, 2212)은, 모든 점(2202)들을 조사하는 것이 상기 경계상자(2204)를 사용한 것보다, 입력 색들(2202)에 더 맞는 결과를 얻게 하는지 도시한다. 그에 따라, 경계상자보다 더 가까운 가상 원색들 및 더 작은 삼각형을 선택할 수 있는데, 경계상자는 필요한 이상의 큰 부피의 색역을 포함하기 때문이다. 더 가까운 가상 원색들은, 표시 시스템이 최적화될 수 있는 두 가지 동작 특성인, 전력 소모 및 깜빡임의 감소를 초래할 수 있다.

[0242] 몇몇 실시예에서는, 상기 경계상자 방법에 의해 선택된 위치들을 넘어, 가상 원색들의 확산(spread)을 증가시키는 것이 바람직할 수 있다. 이는, 상기 경계상자 또는 조사 방법을 사용하여 입력 색들에 대한 각도를 계산한 뒤, 그 각도를 감소(또는 증가)시킴으로써 얻어질 수 있다.

[0243] 3개의 평면들이 어떻게 선택되는지 상관없이, CIE xy공간에서 3개의 직선들은 삼각형(또는 다른 적절한 폐쇄 영역)을 나타내며, 상기 직선들의 교점들은 3개의 색들을 나타낸다. 상기 3개의 색들은 상기 삼각형 내부, 즉, 상기 경계상자의 내부에 위치한 어떠한 색도 표시할 수 있는 가상 원색으로서 사용될 수 있다. 상기 교점들은 여러 가지 방법으로 얻어질 수 있는데, 한 가지 방법은, CIE xy공간의 직선들을 전환하고, 직선 교점 공식을 사용

하는 것이다. 이는, 선형적 RGB 좌표공간에서의 평면들을 남겨두는 방법이 바람직할 수 있는, 부동 소수점 (floating point)으로의 전환을 필요로 할 수 있다. 부동 소수점을 필요로 하지 않는 한 가지 방법은, 그레이 라인에 수직인 다음의 [식 13]과 같은 제4의 평면과, 이상의 3개의 식들 간의 각각의 쌍을 교차시키는 것이다.

[0244] [식 13]

$$\begin{pmatrix} r & g & b & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = 0$$

[0245] [0246] 상기 회전된 2개의 평면들의 교선은 원점으로부터 뻗어 나오는 직선을 나타낼 수 있다. 상기 직선 상의 모든 점들은 실질적으로 동일한 색도를 갖는다. 상기 색입체(color cube)를 통해 원점으로부터 나오는 직선은 모두, 인티저 오버플로우(integer overflow)나 0으로 나누기(divide by zero) 문제를 발생시키지 않고, [식 13]의 연직면에 교차해야 한다. 그 결과 얻어지는 교차점은 어느 하나의 가상 원색이어야 한다. 모든 가상 원색들이 상기 색역의 에지에 닿을 때까지 크기 조정(scale)하는 것이 바람직할 수 있다. 이는, LED들이 정상적인 필드순차컬러(FSC) 색들로 계산된 영역 및 가상 원색들로 계산된 영역들 간의 화소들을 비추기에 충분히 밝을 수 있게 한다. 또는, LED 백라이트의 전력 소모 및 그 위에 놓인 LCD의 양자화 에러를 줄이기 위하여, 가상 원색들을 상기 경계상자에서 가장 밝은 색과 동일한 휘도를 갖도록 다운스케일하는 것이 바람직할 수 있다.

[0247] 또 다른 실시예에서, 가상 원색들의 요소 색들은 각 LED의 최대 듀티 사이클(duty cycle)로 제한될 수 있다. 예를 들어, 적색 LED는 어느 프레임의 가장 첫 필드에서 완전히 온(on)되며, 이어지는 두 필드에서는 오프(off)될 수 있다. 또는, 적색 LED는 어느 프레임의 3개의 필드들 중 1/3에 대하여 온(on) 될 수 있다. 상기 예들에서 모두, 상기 적색 LED의 총 소비 전력은 시간에 대하여 동일하다. 상기 제한은, 모든 가상 원색의 필드들에 대하여 상기 적색을 더하며, 그 총합이 적색 LED의 듀티 사이클에 매치될 때까지 다운스케일함으로써, 강화될 수 있다. 동일한 계산이 백라이트의 녹색, 청색 및 다른 LED 원색들에 대해서도 수행될 수 있다. 상기 계산들의 결과는, 그 조합으로 상기 경계상자 내의 어떠한 색들도 생성할 수 있는 원색들의 일 셋트를 나타내는, 3개의 색들(P1, P2, P3)이다. 상기 단계는, 가상 원색 계산(Calc Virtual Primaries) 모듈(1832)에서 수행될 수 있다. 이후, 상기 가상 원색들은 상기 LED에 순차적으로 로드될 수 있다.

[0248] 상기 LED들의 정확산 함수는, LED 백라이트의 가상 원색들의 색을, 입력 샘플 점들과 동일한 해상도를 갖는 영상으로 보간하는 데에 사용될 수 있다. 이는 백라이트 보간 모듈(1834)에 의해 수행될 수 있다.

[0249] 상기 결과들은, 표시부 상에서 가용한 출력 양자화 값들로 전환되도록 출력 감마 모듈(1818)로 진행되는 값들을 생성하기 위하여, χ 값 계산 박스(1840)에서 원래의 RGB 색들과 조합될 수 있다. 상기 χ 출력 값들은, FSC 모듈(1820)에 의해 LED 백라이트에서 가상 원색들이 순차적으로 표시되는 동안, LCD 표시부(1824)에 입력될 수 있다.

[0250] 블록도(1800)에서와 같이, 서로 중첩되는 LED들의 정확산 함수들을 갖는 일반적인 포맷의 표시 시스템들의 경우, 정적인(steady) 백라이트 LED 정확산 함수들 및 동적인(dynamic) 가상 원색 LED 정확산 함수들 간의 중첩(overlap)이 있을 수 있다. 이 경우, 그 결과 나타나는 백라이트 조명은, 정적인(steady) 조명과 필드순차컬러 조명의 혼합일 수 있다. 각 필드는 서로 다른 색 및 휘도를 가질 수 있으나, 반드시 χ 값들을 사용한 모든 색들을 포함하기에 충분하도록 넓게 퍼질 필요는 없다. 이는, 상기 χ 값들이 상기 중첩된 정확산 함수에서의 모든 색들을 재구성할 수는 없음을 의미할 수 있다. 이 경우, 색공간 내에 있는 각 필드에 대하여, 특히, 주변 화소들의 평균보다 더 어두운 화소들이나, 또는 정적인 LED들에 더 가까워서 상기 중첩되는 필드순차변조된(field sequentially modulated) 가상 원색 구동 LED들로 인해 야기되는 더 좁은 확산(spread)을 나타낼 수 있는 화소들에 대하여, X/X_L 및 GMA 값들을 찾는 것이 가능할 수 있다.

[0251] 각 필드에 대하여 상기 X/X_L 및 GMA로부터 유도되는 값들을 사용하는 것은 색분리 및/또는 깜빡임의 잠재적인 가시성(visibility)을 줄이는 이점을 가질 수 있다. 몇몇 색들은 색공간 내에 있을 수 있다. 즉, 몇몇 색들은, 상기 X/X_L 및 GMA 유도된 값들을 사용할 경우, 하나 또는 그 이상의 필드들에 대하여 색역 외로 벗어날 수 있으며, 또한 상기 색값 체계에 대하여도 여전히 색공간을 벗어날 수 있다. 이 경우, 몇몇 가상 원색 필드들의 조명의 평균값은, 소정의 색을 재구성할 X/X_L 및 GMA 유도된 값을 계산하는 데에 유용할 수 있다. 즉, 중첩되는 정적인 상태의 필드들 및 동적인 가상 원색 필드들의 시간에 대한 합은, 마치 중첩된 화소들에 대한 X/X_L 및 GMA

값을 계산하는 것이 정적인 상태의 조명인 것처럼 사용될 수 있다.

[0252] χ 값들 대신에 상기 X/X_L 정규화된 GMA 값들을 사용하는 상기 두 방법들은, 오로지 가상 원색들로 제어되는 LED 들에 의해 비춰지는 영역들에도 사용될 수 있다. 이는, 표시 시스템으로 하여금, 가상 원색 LED 점확산 함수 영역과 정적인 피크 함수(1804)로부터 유도되는 LED 점확산 영역들 간의 중첩을 제거하여, 오로지 가상 원색들만을 사용하게 한다. 상기 표시 시스템에서, 소정의 색을 다음의 순서로 재구성하는 시도가 유용할 수 있다. 즉, 색분리 및 깜빡임에 대한 잠재성을 줄이기 위하여 각 가상 원색 필드에 대한 X/X_L 정규화된 GMA 값들을 구하고, 이어서, 상기 X/X_L 정규화된 GMA 값들을 가상 원색 필드들의 평균색(합)으로 재구성하거나, 또는 상기 χ 유도된 값들을 각 가상 원색 필드에 대하여 재구성하는 것이다.

[0253] 색분리 및 깜빡임을 줄이는 또 다른 방법 내지 동작 모드는, 중간 가상 원색들을 사용하는 것이다. 중간 가상 원색들은 소정의 색을 경계짓는 상기 X/X_L 및 GMA에 의해 형성되는 색 셋트이다. 상기 색 셋트는 χ 값 계산 블록으로 전달될 수 있다. 그 후, 상기 LCD 패널에 대한 최종 값들은 상기 X/X_L 값 및 χ 값들을 곱함으로써 찾아질 수 있다. 이 방법 또는 동작 모드는, 색분리 및 깜빡임의 잠재적 가시성을 줄일 수 있다.

[0254] 상기 모드들을 함께 "붙이기(stitch)" 위하여, 상기 모드들을 함께 섞는 것이 바람직할 수 있다. 수학적으로, 각 모드는 같은 색을 재생하고 있기 때문에, 비록 "색역 외로 벗어나는(OOG)" 값들로 인해 물리적인 구현이 불가능할지라도, 상기 모드들의 선형적 혼합(blending)은, 상기 혼합된 값들이 색역 외로 벗어나지 않는다는 전제 하에, 동일한 색을 제공할 것이다. 본 발명은, 비가시적으로 "붙여진" 다양한 모드들을 갖는 더 나은 영상을 생성하기 위하여, 선형적 혼합 방법들, 및 상기 각 모드들을 얼마나 혼합해야 하는지 결정하는 방법들을 개시한다.

[0255] 다양한 색 재생 방법들은 수학적으로 다음의 [식 14]의 형태로 표현될 수 있다(설명의 편의를 위해, χ 의 아래 첨자는 필드 넘버를 가리킬 것이다).

[0256] [식 14]

[0257]
$$\chi_1 P_1 + \chi_2 P_2 + \chi_3 P_3 = C$$

[0258] P_x 는 상기 필드에 대한 백라이트의 색들이고, C 는 그 결과 재생되는 색이다. χ_x 값들은 서브픽셀 렌더링 전에 "단색(어떤 컬러필터도 없는)" LCD 시스템의 화소들 위에 놓이는 값들이다. 가상 원색 FSC 시스템은, 그 지점에서 조합된 컬러 서브픽셀들이 단색 화소와 동일한 것처럼 나타내면서, 각각의 컬러필터들에 대하여 하나의 χ 값을 사용한다.

[0259] 가상 원색 FSC 시스템(각각의 컬러필터들에 대하여 하나의 χ 값을 사용하는 시스템) 및 또 다른 모드 간에 혼합할 경우, 상기 FSC 시스템은 다음의 [식 15]의 형태를 취한다.

[0260] [식 15]

[0261]
$$\chi_1 P_1(RGBCW) + \chi_2 P_2(RGBCW) + \chi_3 P_3(RGBCW) = C$$

[0262] (RGBCW)는 R=G=B=C=W을 나타내며, 각각은 최대값 MAXCOL에서 설정된다. 여기서, 각각의 상기 R, G, B, C, W 값들은 곱셈의 분배법칙에 따라 전개되어 계산된다. 상기 RGBCW항들(변수들)은 편의를 위해 그룹 지어진 것이며, 그들 간에 곱해지거나 더해지는 것은 아니다.

[0263] "평균적인(over average)"백라이트 값(즉, 상기 백색 서브픽셀을 통해 가변 원색을 만들기 위하여 3개의 필드 백라이트 색에 대하여 시간평균된/시간누적된 값)은 다음의 [식 16]의 형태를 취한다.

[0264] [식 16]

[0265]
$$P_1(RGBCW)_A + P_2(RGBCW)_A + P_3(RGBCW)_A = C$$

[0266] $(RGBCW)_A$ 는 상기 X/X_L 정규화된 GMA에 의해 컬러 서브픽셀들에 인가되는 값이다.

[0267] 반대로, "각각의(over each)" 백라이트 값(즉, 각 색 필드에 대하여 독립적으로 소정의 색이 얻어지는 값)은 다음의 [식 17]의 형태를 취한다.

[0268] [식 17]

- [0269] $P_1(\text{RGBCW})_1 + P_2(\text{RGBCW})_2 + P_3(\text{RGBCW})_3 = C$
- [0270] 여기서, $P_1(\text{RGBCW})_1 = P_2(\text{RGBCW})_2 = P_3(\text{RGBCW})_3 = C/3$ 이다.
- [0271] 그러므로, 각 시스템으로부터 동일한 양에 의해 각 필드의 RGBCW 값들을 혼합할 수 있으며, 상기 평균적인 값들과 함께 상기 필드순차컬러(FSC)를 혼합하기 위하여 다음의 [식 18]과 같이, 같은 색을 얻을 수 있다.
- [0272] [식 18]
- [0273] $\chi_1 P_1(\text{RGBCW})(1-\alpha) + \chi_2 P_2(\text{RGBCW})(1-\alpha) + \chi_3 P_3(\text{RGBCW})(1-\alpha) + \alpha P_1(\text{RGBCW})_A + \alpha P_2(\text{RGBCW})_A + \alpha P_3(\text{RGBCW})_A = C$
- [0274] 그러므로, RGBCW_x 에 대한 각각의 필드 값들은 다음의 [식 19]로서 얻을 수 있다.
- [0275] [식 19]
- [0276] $\text{RGBCW}_{xb} = \chi_x(\text{RGBCW})(1-\alpha) + \alpha(\text{RGBCW})_x$
- [0277] 상기 각각의 시스템에 대한 각각의 필드에 대하여 다음의 [식 20]을 얻는다.
- [0278] [식 20]
- [0279] $\text{RGBCW}_{xb} = \chi_x(\text{RGBCW})(1-\alpha) + \alpha(\text{RGBCW})_x$
- [0280] 여기서 α 는 0과 1 사이의 혼합값이고, RGBCW_{xb} 는 서브픽셀 렌더링 전의 각 컬러채널에 대한 혼합값이다.
- [0281] α 값을 결정하기 위하여, 일 실시예는, $\alpha=1$ 일 때 3개의 모든 필드에 대하여 동일하게 유지되는 LCD값들을 제공하며 $\alpha<1$ 일 때 하나의 필드로부터 다음 필드로 가장 작게 변화하는 LCD값들을 제공하는 것과 같이, 허용가능한 "평균적인"값의 최대값을 사용한다. 상기 "평균적인" 값의 최대값을 사용하는 것은, 본 기술분야에서 잘 알려진 바와 같이, 액정이 새로운 값들에 즉시 반응하지 않고, FSC 색체계에서 색재생 에러를 발생시키기 때문에 바람직하다. 하나의 필드로부터 다음 필드로 진행될 때의 LCD값들이 가까울수록, 이 반응속도 부족으로 인한 에러를 줄인다(FSC 시스템에서 상기 색 에러는 가상 원색 백라이트 시스템을 사용하여도 감소되는데, 상기 가상 원색은 발생하는 에러의 크기를 감소시키도록 가까이 분포할 수 있기 때문이다). 상기 허용가능한 최대 α 는 다음의 [식 21]과 같이 가장 큰 χ_x 및 가장 큰 $(\text{RGBCW})_x$ 값의 함수이다.
- [0282] [식 21]
- [0283] $\alpha \text{MAX}(\text{RGBCW})_x + \chi_x(1-\alpha) = \text{MAXCOL}$
- [0284] 상기 [식 21]을 α 에 대하여 풀면, 다음의 [식 22]를 얻는다.
- [0285] [식 22]
- [0286] $\alpha = \text{MAXCOL} - \chi_x / \text{MAX}(\text{RGBCW})_x - \chi_x$
- [0287] α 값은, 혼합 단계 동안 유효한 결과를 얻도록, 0과 1 사이에서 고정된다. 이상의 기본 아이디어의 몇몇 수정이 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 혼합 함수 α 는 다음의 [식 23]과 같이, 약간 확장된 함수 형태로 대체되어 사용될 수 있다.
- [0288] [식 23]
- [0289] $(\alpha - \alpha \beta)$
- [0290] β 는 0과 1 사이의 값을 갖는 임의의 상수 또는 함수이다. 상기 새로운 함수는 상기 평균적인 정적인(static) 모드를, 이전에 허용된 바와 같이 진하게 상기 χ 값 FSC 모드로 혼합하기 시작할 것이다. 또한, 상기 새로운 함수는 상기 FSC 모드로 하여금 순수한 "평균적인"모드가 기술적으로 색공간 내에 위치할 영역들로 혼합되게 할 것이다. 그러나, 상기 새로운 함수는 넓게 분포된 밝은 컬러 서브픽셀들로부터 매우 거친 "텍스처(texture)"를 발생시킬 수 있다. 상기 β 값은 또한, 다음의 [식 24]와 같이, 국소 색의 함수로 만들어질 수 있다. 녹색 서브픽셀들의 경우 청색 서브픽셀들 보다 가시성이 더 좋다.

[0291] [식 24]

[0292] $RGBCW_{xb} = \chi_x(RBCW)_A(1 - (\alpha - \alpha\beta)) + (\alpha - \alpha\beta)(RGBCW)_x$

[0293] 혼합 양을 결정하는 또 다른 방법은 다음의 의사코드에서 상술되는 바와 같이, 필터링된 모드 영상을 공간적으로 사용하는 방법일 수 있다.

[0294] --calculate the alpha values

[0295] $xhimu = \text{math.max}(xhi1, xhi2, xhi3)$

[0296] $alpha = \text{math.max}(R, B, G, C, W) - xhimu$

[0297] if $alpha \neq 0$ then

[0298] $alpha = (MAXCOL - xhimu) / alpha$

[0299] else

[0300] $alpha = 1.0$ --clamp infinity at 1.0

[0301] end

[0302] $alpha = \text{math.min}(1, \text{math.max}(0, alpha))$

[0303] $rx = (alpha - alpha * beta)$

[0304] $xx = (1 - (alpha - alpha * beta))$

[0305] $R1o = rx * R + xx * xr1$

[0306] $B1o = rx * B + xx * xb1$

[0307] $C1o = rx * C + xx * xc1$

[0308] $G1o = rx * G + xx * xg1$

[0309] $W1o = rx * W + xx * xw1$

[0310] $R2o = rx * R + xx * xr2$

[0311] $B2o = rx * B + xx * xb2$

[0312] $C2o = rx * C + xx * xc2$

[0313] $G2o = rx * G + xx * xg2$

[0314] $W2o = rx * W + xx * xw2$

[0315] $R3o = rx * R + xx * xr3$

[0316] $B3o = rx * B + xx * xb3$

[0317] $C3o = rx * C + xx * xc3$

[0318] $G3o = rx * G + xx * xg3$

[0319] $W3o = rx * W + xx * xw3$

[0320] local $MX = \text{math.max}(R1o, B1o, C1o, G1o, W1o)$

[0321] if $MX > MAXCOL$ then

[0322] $R1o = \text{math.floor}(MAXCOL * R1o / MX)$

[0323] $B1o = \text{math.floor}(MAXCOL * B1o / MX)$

```

[0324]     C1o = math. floor (MAXCOL*C1o/MX)
[0325]     G1o = math. floor (MAXCOL*G1o/MX)
[0326]     W1o = math. floor (MAXCOL*W1o/MX)
[0327] end
[0328] local MX=math.max(R2o,B2o,C2o,G2o,W2o)
[0329] if MX>MAXCOL then
[0330]     R2o = math. floor (MAXCOL*R2o/MX)
[0331]     B2o = math. floor (MAXCOL*B2o/MX)
[0332]     C2o = math. floor (MAXCOL*C2o/MX)
[0333]     G2o = math. floor (MAXCOL*G2o/MX)
[0334]     W2o = math. floor (MAXCOL*W2o/MX)
[0335] end
[0336] local MX=math.max(R3o,B3o,C3o,G3o,W3o)
[0337] if MX>MAXCOL then
[0338]     R3o = math. floor (MAXCOL*R3o/MX)
[0339]     B3o = math. floor (MAXCOL*B3o/MX)
[0340]     C3o = math. floor (MAXCOL*C3o/MX)
[0341]     G3o = math. floor (MAXCOL*G3o/MX)
[0342]     W3o = math. floor (MAXCOL*W3o/MX)
[0343] end

```

[0344] 자연적인 영상에서 발견되는 많은 어두운 포화 색들은 종종, 혼성(hybrid) FSC 표시 시스템의 컬러필터들을 사용하여 재생할 수 있다. 가상 원색들이 상기 어두운 포화 색들을 포함할 필요는 없다. 그러므로, 본 실시예에서 상기 경계상자 조사는, 상기 X/X_L 정규화된 RGB-to-RGBW(또는 RGB-to-RGBCW) 색전환 및 색역매핑(GMA) 블록에 대하여 색공간을 벗어나는(OOG) 색들만을 조사함으로써, 상기 컬러필터들에 의해 재생가능한 색들을 무시할 수 있다. 즉, 상기 처리는, 컬러필터들에 대하여 색공간을 벗어나는 색들에 따라서, 가상 원색들을 결정한다. 즉, 상기 처리는, 어떤 색들이 색공간을 벗어나는지 판단하기 위하여 상기 GMA블록에 대하여 효과적인 평균 백라이트를 1차적으로 측정해야 한다는 점에서, 회귀적(recursive)이다.

[0345] 상기 회귀적 처리는 1초에 수 차례 새로운 프레임이 보내지는 비디오 표시 기술에 적합하다. 각 프레임은, 현재의 백라이트 값들, 고유의 국소 가상 원색을 갖는 각 영역의 국소 색 디밍 백라이트, 및 상기 회귀적 처리의 히스토리에 기초한 평균적인 백라이트 값들의 결과를 사용하여 표시될 것이다.

[0346] 상기 색역매핑 방법은 현재의 백라이트 값을 사용하여 혼합 단계에서 사용될 현재의 컬러필터 값들을 출력한다. 또한, 색공간을 벗어나는 화소에 대한 플래그(flag) 값을 설정한다. 상기 경계상자 조사 방법은 단지 색공간을 벗어나는 화소들만을 평가한다. 이로부터, 가상 원색들의 새로운 셋트가 선택되며, 백라이트 제어부로 보내진다. 상기 백라이트 제어부는, 대체로 감소하면서, 프레임 진행에 따라 변화가 무더지고 늦춰지는, 시간적 필터를 갖는다. 상기 단순한 필터는, 최종 백라이트 값들 및 새롭게 계산된 값들의 혼합, 즉, 가중 평균을 사용한다. 여기에는 두 가지 목적이 있다. 첫째, 백라이트의 변화를 늦춤으로써, 시간적 결함(artifacts)들을 감소하기 위함이다. 둘째, 만일 색역을 벗어나는 색들의 개수가, 상기 동적인 백라이트 값을 결정하는 처리 동안 비점상(non-point), 또는 스트레인지(strange) 어트랙터(attractor)를 생성할 수 있는, 가상 원색들의 영역 및 밝기에 따라 변화하는 경우, 상기 회귀적 처리가 진동(oscillation)할 가능성을 줄이면서 상기 백라이트에 대해

가장 적합한 선택에 천천히 접근하게 하기 위함이다.

- [0347] 또 다른 개선 방법은, 현재의 프레임에 덧붙여, 표시될 N개의 미래 프레임을 조사하는 것이다. 이 방법은 가상 원색들의 커버 영역 및 밝기에 대한 백라이트 값들의 상기 시간적 필터된 반응이, 장면 내용이나 오브젝트 움직임의 급격한 변화들에 따라 바뀌도록 한다. 상기 미래 프레임 조사 방법은 상기 N 프레임들로부터의 최고값들을 사용하는 것과 같이, 다양한 적절한 방식으로 수행될 수 있다. 하드웨어에서, 상기 조사 방법은 현재의 프레임이 N 프레임들에 의해 시간 지연되도록, 부가적인 프레임 버퍼들을 필요로 할 수 있다. 오디오/비디오 동기화를 유지하기 위하여, 이와 같이 N 프레임들에 의해 오디오 트랙을 지연하는 방법은 신중해야 한다.
- [0348] 상기 경계상자 조사에서 어느 색들 또는 어느 화소들을 선택적으로 무시하는 상기 방법은 또한, 수정될 수 있다. 본 발명은 경계상자 선택을 향상시키기 위해 적절한 색들 내지 화소들을 선택적으로 무시하는 방법을 모두 포함한다. 도 34는, 가상 원색들의 쌍인 P1 및 P2를 갖는 입력 화소들의 클라우드(색 점들)를 경계짓기 위한 시도를 단순화된 2차원 그래프로 도시한다. P1 및 P2는 1/2로 축소되며, 공존하는 필드 원색들로서 도시된다. 상기 벡터들은 필드순차 백라이트 색공간에 대한 기저(basis)를 형성한다. 상기 P1 및 P2의 벡터합은 컬러필터 색공간의 중심축을 형성하는 데에 사용된다(벡터 P3도 존재할 것이나, 단순화를 위해 생략되었다).
- [0349] 그러나, 컬러필터 색공간 내에 놓이는 입력 화소들 전부 내지 거의 전부(밝은 화소 뿐 아니라 어두운 화소도 포함하여)를 무시하는 상기 접근 방법은 간혹, 조사되는 화소들의 작은 서브셋트가 화소 클라우드의 경계선(edge)만을 표현할 수 있기 때문에, 백라이트 값의 결정에 있어 부정확도를 야기할 수 있다. 또한, 회귀적 시스템에서는 백라이트 값의 결정에 있어 간혹, 진동하는 특성이 나타날 수 있다.
- [0350] 따라서, 본 발명은, 혼성 FSC 시스템에서 가상 원색들의 색도를 결정하는 조사로부터 어두운 포화된 입력 화소들을 배제하는, 더 단순한 인과적 방법과 같은 또 다른 접근 방법을 포함한다.
- [0351] 도 35에 도시된 바와 같이, 최종적인 평균 백라이트의 인과적인 1차 근사(first order approximation)가 수행된다. 여기서 상기 가상 원색들은, 입력 영상의 최대 적색, 최대 녹색, 및 최대 청색 데이터 값들로 스케일된(scaled), 순적색, 순녹색, 및 순청색의 수직 벡터들인 것으로 전제된다. 상기 근사된 평균 백라이트는 이들 3개의 원색들의 합으로 정의되며, 단순하게는 [max 입력 적색, max 입력 녹색, max 입력 청색]로 표현되는 벡터이다.
- [0352] 상기 근사된 평균 백라이트에 기초하여, 컬러필터 색역의 암단(dark end)만을 커버하는, 컬러필터 색역 및 부속하는 작은 배제 색역(exclusion gamut)이 정의될 수 있다. 다음으로, 상기 경계상자 조사 방법은 상기 배제 색역의 밖에 있는 화소들 또는 색들만을 사용하여 수행된다. 즉, 가상 원색들은 상기 배제 색역으로 색공간을 벗어난 화소들의 색들(컬러필터 색역 밖에 있는 색들 뿐 아니라, 컬러필터 색역 내에 있으나 배제 색역 바깥에 있는 화소들의 색들을 포함함)에 따라서 결정된다.
- [0353] 상기 배제 색역은 비교적 작은 직사각형 영역(본 실시예의 경우)을 형성하기 위한 상수 계수인자(scale factor)에 의해 피크 데이터 값들을 감소시킴으로써 결정될 수 있다. 어떠한 계수인자 내지 배제 영역의 모양도 가능할 수 있다. 그러나, 상기 근사된 컬러필터 색역의 하단 크기에 비교되는 적절한 직사각형 영역을 생성하는, 바람직한 계수인자의 일 예는, 대략 $1/(1+(Lw/Lrgb))$ 에 의해 계산된다. Lw는 백색(대역통과) 서브픽셀들의 투과도를 표현하고, Lrgb는 컬러필터 서브픽셀들의 투과도를 표현한다.
- [0354] 다른 배제 색역들도 만들어질 수 있다. 도 36은 더 많은 화소들을 배제하고, 잠재적으로, 색분리를 줄이는 더 최적화된 백라이트 값을 결정하기 위한, 두 실시예를 도시한다. 도 36의 왼쪽 그래프는 상기 예시적인 배제 색역의 일 예를 도시한다. 여기서, 배제 색역은 컬러필터 색역을 갖는 P1 및 P2의 교점들에서의 두 점들과, 컬러필터 색역의 최대 색값 또는 근사된 각각의 화소들의 최대 색값의 스케일된(scaled) 곱인 제3의 점에 의해 정의될 수 있다. 도 36의 오른쪽 그래프는 상기 예시적인 배제 색역의 또 다른 일 예를 도시한다. 여기서, 배제 색역은 컬러필터 색역의 두 경계와, 컬러필터 색역의 최대 색값 또는 근사된 각각의 화소들의 최대 색값의 스케일된 곱인 한 점에 의해 정의될 수 있다. 본 발명의 실시예들은 충분한 입력 화소들을 배제하고, 상기 입력 화소들을 더 정확히 또는 가까이 경계짓는 가상 원색들을 얻기 위한, 어떠한 방법에 의한 어떠한 크기의 배제 색역도 포함한다.
- [0355] 그러나, 지나치게 큰 배제 색역은 입력 화소 클라우드의 중요 부분들을 배제시킬 위험을 갖는다. 그러므로, 배제 색역의 범위를, 예컨대, 각 입력 채널의 데이터 값들의 평균, 즉, [평균 입력 적색, 평균 입력 녹색, 평균 입력 청색] 아래로 제한하는 데에는 신중해야 한다.
- [0356] 나아가, 배제 색역을 생성하고 궁극적으로 입력 영상 통계에 기초한 계산들로부터 백라이트 색도를 결정하는 것

은, 백라이트 색도 결정 또한 회귀적인 경우에 비해, 후속된 회귀적 휘도 결정을 보다 빠르게 수행하여, 정적인 상태(steady state)를 얻게 한다.

[0357] 하기의 의사코드는 단순한 배제 직사각 색역을 구현한다. 만일 프레임 버퍼가 상기 구현에 포함되지 않는 경우, 가상 원색 백라이트에 대한 입력 값의 조사는 바람직하게, 이전 프레임으로부터의 입력 피크 채널 조사의 결과를 사용할 것이다.

[0358] `r_excl = rin_max[i]*(1/5) --input peak channel survey results scaled by 1/(1+Lw/Lrgb) = 1/(1+4)=1/5`

[0359] `g_excl = gin_max[i]*(1/5)`

[0360] `b_excl = bin_max[i]*(1/5)`

[0361] `ooeg = 0`

[0362] `if r > r_excl or g > g_excl or b > b_excl then -- if input is outside the exclusion gamut`

[0363] `ooeg = 1 --out of exclusion gamut flag`

[0364] `end`

[0365] `if (ooeg== 1) then --if this pixel is outside the exclusion gamut`

[0366] `survey(r,g,b) --survey the input pixel for virtual primary chromaticity decision`

[0367] `end`

[0368] 전술한 상기 α 혼합 처리들은, 만일 어느 색이 상기 GMA로부터 색공간 내에 있을 경우, $\alpha=1$ 로 설정되도록, 그리하여 모든 색공간 내의 색들이 평균 백라이트에 대한 컬러필터에 의해 표현되도록, 수정될 수 있다. 만일 상기 β 혼합값이 사용되는 경우, 상기 의사코드는 상기 χ 값이 유효한지 확인하는 테스트 단계를 포함한다. 즉, 상기 색이 가상 원색의 삼각형 내에 있는지 확인한다.

[0369] 종종, 영상이 한 프레임에서 다른 프레임으로 변할 때에, 상기 회귀적 처리는 새로운 색들을 포함하기 위하여 가상 원색들을 이동시키거나 넓히기에 충분히 빠르게 반응할 수 없는 경우가 있다. 이 경우, 색들은 컬러필터 GMA 및 χ 값 FSC 시스템에 대하여 모두 색공간을 벗어날 수 있다. 이때, χ 값들은 어느 주어진 화소에 대하여 하나 또는 그 이상의 필드들에서 음수일 수 있다. 동시에, 상기 음수인 χ 값은, 색 벡터가 나머지 양수인 χ 값의 벡터로부터 빼지도록(subtracted), 주어진 벡터 부호가 바뀌어야 함을 의미하기 때문에, 음수가 아닌 χ 값을 클 것이다. 이는, 너무 밝으면서 소정의 색에 비하여 충분히 포화되지 않은 색을 만든다. 이점은, 얼핏보면, "음의 빛"을 물리적으로 구현할 수 없기 때문에, 문제될 수 있다. 그러나, 통상의 기술자는 α 혼합과 함께 수행되는 상기 음수인 χ 값들은 부분적으로, 또는 완전히 오프셋(offset)일 수 있음을 알게 될 것이다. 나아가, 상기 혼합된 GMA 값은, 음수의 χ 값을 갖는 색들에 대하여 낮거나, 또는 심지어 0인 값들을 가지며, 그에 따라, 그 위에 있는 양수인 큰 χ 값들은 혼합될 때에 감소될 것이다. 그 결과, 최종적으로는 상기 재생된 색이 원래 희망하던 값에 가까운 값을 가질 수 있다. 따라서, 전술한 모드들을 혼합하는 것은, 오프셋이 될 수 있으며 실제 시스템에 의해 재생가능한 색값들을 발생시키는 몇몇 음수인 χ 값과 함께 이루어질 수 있다. 예를 들어, 이상의 과정을 구현하는 의사코드는 다음과 같다.

[0370] `function surveypix(x,y) --how to survey a single pixel, x and y are LCD co-ords`

[0371] `local i=math.floor (x/ledXsep) +xbak*math.floor (y/ledYsep)`

[0372] `--co-ord of BLU zone`

[0373] `local r,g,b = spr.fetch(pipeline,x,y) --fetch input RGB values`

[0374] `if (r+g+b)~=0 then --ignore black`

[0375] `black[i]=0 --flag will be 1 if all black`

```

[0376] local angle          --pseudo angle calculate 'angle' of RG plane
[0377] -- rotating towards the B axis to each point
[0378] local angle = r*MAXCOL/(r+g+b)
[0379] rmin[i] = math.min(angle,rmin[i])
[0380] rmax[i] = math.max(angle,rmax[i])
[0381] angle = g*MAXCOL/(r+g+b)
[0382] gmin[i] = math.min(angle,gmin[i])
[0383] gmax[i] = math.max(angle,gmax[i])  --the angle of the BR plane
[0384] -- rotating towards the G axis
[0385] angle = b*MAXCOL/(r+g+b)
[0386] bmin[i] = math.min(angle,bmin[i])
[0387] bmax[i] = math.max(angle,bmax[i])
[0388] end          -- ignore black
[0389] --survey the xhi values for power reduction
[0390] local xhi1=spr.fetch("xhi1",x,y)    --fetch the xhi value
[0391] local xhi2=spr.fetch("xhi2",x,y)    --from all three fields
[0392] local xhi3=spr.fetch("xhi3",x,y)
[0393] peak1[i]=math.max(peak1[i],xhi1)
[0394] peak2[i]=math.max(peak2[i],xhi2)
[0395] peak3[i]=math.max(peak3[i],xhi3)
[0396] end
[0397] --how to analyze the survey results in one zone
[0398] function surveyzone(x,y)      --x,y are LED zone co-ords
[0399] local i=x+xbak*y            --index into statistic tables
[0400] if black[i]==1 then
[0401] Rp1,Gp1,Bp1=1,1,1          --set them to a very dim non-zero number if
[0402] -- the led above the zone is black
[0403] Rp2,Gp2,Bp2=1,1,1
[0404] Rp3,Gp3,Bp3=1,1,1
[0405] else
[0406] --calculate the reddish-greenish-bluish primaries
[0407] Rp1 = MAXCOL-bmin[i]-gmin[i]  --reddish
[0408] Gp1 = gmin[i]
[0409] Bp1 = bmin[i]
[0410] Rp2 = rmin[i]                --greenish

```

```

[0411] Gp2 = MAXCOL-rmin[i]-bmin[i]
[0412] Bp2 = bmin[i]

[0413] Rp3 = rmin[i]                --blueish
[0414] Gp3 = gmin[i]
[0415] Bp3 = MAXCOL-rmin[i]-gmin[i]
[0416] --scale them until they bump up against the edge of the Gamut first
[0417] Dp = math.max(Rp1,Gp1,Bp1)    --The intersection formula I used can never get zero!
[0418] Rp1 = Rp1*MAXCOL/Dp
[0419] Gp1 = Gp1*MAXCOL/Dp
[0420] Bp1 = Bp1*MAXCOL/Dp

[0421] Dp = math.max(Rp2,Gp2,Bp2)
[0422] Rp2 = Rp2*MAXCOL/Dp
[0423] Gp2 = Gp2*MAXCOL/Dp
[0424] Bp2 = Bp2*MAXCOL/Dp

[0425] Dp = math.max(Rp3,Gp3,Bp3)
[0426] Rp3 = Rp3*MAXCOL/Dp
[0427] Gp3 = Gp3*MAXCOL/Dp
[0428] Bp3 = Bp3*MAXCOL/Dp
[0429] --then reduce power according to the xhi survey
[0430] peakv=math.min(peak1[i]+HEADROOM,MAXCOL)
[0431] Rp1=Rp1*peakv/MAXCOL    --scale it down so max xhi value will be on nearly full
[0432] Gp1=Gp1*peakv/MAXCOL
[0433] Bp1=Bp1*peakv/MAXCOL

[0434] peakv=math.min(peak2[i]+HEADROOM,MAXCOL)
[0435] Rp2=Rp2*peakv/MAXCOL    --scale it down so max xhi value will be on nearly full
[0436] Gp2=Gp2*peakv/MAXCOL
[0437] Bp2=Bp2*peakv/MAXCOL

[0438] peakv=math.min(peak3[i]+HEADROOM,MAXCOL)
[0439] Rp3=Rp3*peakv/MAXCOL    --scale it down so max xhi value will be on nearly full
[0440] Gp3=Gp3*peakv/MAXCOL
[0441] Bp3=Bp3*peakv/MAXCOL

```

[0442] end

[0443] return Rp1,Gp1,Bp1,Rp2,Gp2,Bp2,Rp3,Gp3,Bp3

[0444] end --in a later step, these are decayed with the previous LED decision

[0445] 또 다른 개선 방법은, 혼합되지 않을 화소들에 대하여도 컬러 서브픽셀 값들을 수정하는 것일 수 있다. 예를 들어, 표시 시스템의 색공간에서 최대로 포화된 적색으로부터 녹색 원색에 이르는 "황색 계열"을 따라 색을 재생하려 할 경우, 청색 및 청록색 서브픽셀들은 불충분한 LCD 속도로 인해 "새어나갈 수 있는" 0의 값을 갖는 필드로부터 원치 않는 청색 및 청록색 조명을 통과시키기 때문에, 상기 청색 및 청록색 서브픽셀들을 셧오프(shut off)하는 것이 바람직할 것이다. 주요 광 스위칭 매체로서 액정 부재를 사용하는 필드순차컬러(FSC) 시스템에서, 즉각적인 반응의 부족은 낮은 값을 갖는 필드들로부터 원치 않는 백라이트 조명의 빛샘을 야기한다. 상기 낮은 값의 필드가 0이 아닌 경우, 본 기술분야에서 알려진 바와 같이, 어느 정도 타겟 값(target value)을 오버슈팅(overshoot)함으로써, 상기 빛샘이 보상될 수 있다. 그러나, 소정의 색이 포화된 경우, 상기 낮은 값의 필드는 0이다. 이 경우, 오버슈팅할 수 있는 가용한 낮은 값이 존재하지 않는다.

[0446] 컬러필터 서브픽셀들도 가용한 혼성 필드순차컬러(FSC) 시스템에서는, 0의 값을 갖는 필드의 조명 색에 매치되는 컬러 서브픽셀들을 턴오프(turn off)함으로써, 재생된 색을 향상시킬 수 있다. 그러나, 서브픽셀들의 값이 공간적으로 급격하게 변하는 것은 바람직하지 않다. 그러므로, 상기 청색 및 청록색 서브픽셀들을 셧오프(shut off)하는 양을 부드럽게 도입하는 방법이 필요하다. 비슷하게, 만일 보라색 계열을 따라 색을 재생하려 할 경우, 녹색 서브픽셀을 부드럽게 셧오프하는 방법이 필요하다. 만일 청색 계열을 따라 색을 재생하려 할 경우, 적색 서브픽셀을 부드럽게 셧오프하는 방법이 필요하다.

[0447] 하기의 의사코드는 상기 목적을 달성하기 위한 한 가지 방법이다.

[0448] R=G=B=C=W

[0449] If Bin < MAX(Rin, Gin)

[0450] Then B = C = Bin / MAX(Rin, Gin)

[0451] If Gin < MAX(Rin, Bin)

[0452] Then G = Gin / MAX(Rin, Bin)

[0453] If G<C

[0454] Then C = G

[0455] If Rin < MAX(Bin, Gin)

[0456] Then R = Rin / MAX(Bin, Gin)

[0457] Rin, Gin, Bin은 표시 시스템에서 RGB 입력 값들의 선형화된 휘도값들을 나타내며, 색을 재생하려는 패널에 대한 소정의 색을 표현한다.

[0458] 보다 구체적으로, 각 화소에 대하여, 청색 서브픽셀의 입력 휘도값이 적색 또는 녹색 서브픽셀의 입력 휘도값보다 작은지 판단하기 위한 체크가 선행된다. 만일 상기 청색 서브픽셀의 입력 휘도값이, 적색 또는 녹색 서브픽셀의 입력 휘도값보다 작은 경우, 상기 녹색 및 청록색 화소들의 값은, 청색 서브픽셀의 입력값을 적색 및 녹색 서브픽셀들의 입력값 중 큰 값으로 나눈 값으로 설정된다. 다음으로, 상기 녹색 서브픽셀의 입력값이 상기 적색 또는 청색 서브픽셀의 입력값보다 작은지 판단하는 체크가 수행된다. 만일 상기 녹색 서브픽셀의 입력값이 상기 적색 또는 청색 서브픽셀의 입력값보다 작은 경우, 녹색 서브픽셀의 값은, 녹색 서브픽셀의 입력값을 적색 및 청색 서브픽셀의 입력값 중 큰 값으로 나눈 값으로 설정된다. 다음으로, 녹색 서브픽셀의 입력값이 청록색 서브픽셀의 입력값보다 작은지 판단하는 체크가 수행되며, 만일 상기 녹색 서브픽셀의 입력값이 상기 청록색 서브픽셀의 입력값보다 작은 경우, 청록색 서브픽셀의 값은, 녹색 서브픽셀의 값이 이미 크기가 감소했는지 아니든지, 상기 녹색 서브픽셀의 입력값으로 설정된다. 마지막으로, 상기 적색 서브픽셀의 입력값이 상기 청색 또는 녹색 서브픽셀의 입력값보다 작은 경우, 상기 적색 서브픽셀의 값은, 적색 서브픽셀의 값을 청색 및 녹색 서브픽셀의 입력값 중 큰 값으로 나눈 값으로 설정된다.

- [0459] 이상의 프로시저는, 어느 색이 색공간의 어느 주어진 직선을 향해 백색(회색)과의 사이에서, 색공간의 한 선분 상에 있는지 확인하기 위해 테스트한다. 상기 프로시저는 원치 않는 색을, 원하는 색의 포화도에 반비례하는 값으로 설정한다. 상기 동작들은 모드 스티칭(stitching) 또는 혼합(blending) 전에 수행될 수 있다. 상기 반비례도는 정확할 필요가 없다. 본 발명의 실시예들은 상기 "원치 않는" 색들의 감소량을 얼마든지 포함한다.
- [0460] 펜타일(Pentile) RGBW와 같은, RGBW 시스템에 대하여, 하기의 의사코드가 이상의 프로시저를 구현할 수 있다.
- [0461] $R=G=B=W$
- [0462] If $Bin < MAX(Rin, Gin)$
- [0463] Then $B = Bin / MAX(Rin, Gin)$
- [0464] If $Gin < MAX(Rin, Bin)$
- [0465] Then $G = Gin / MAX(Rin, Bin)$
- [0466] If $Rin < MAX(Bin, Gin)$
- [0467] Then $R = Rin / MAX(Bin, Gin)$
- [0468] 그러므로, 각 화소에 대하여, 상기 청색 서브픽셀의 입력값이 상기 적색 또는 녹색 서브픽셀의 입력값보다 작은지 판단하는 체크가 선행된다. 만일 상기 청색 서브픽셀의 입력값이 상기 적색 또는 녹색 서브픽셀의 입력값보다 작은 경우, 상기 청색 서브픽셀의 값은, 청색 서브픽셀의 입력값을 적색 및 녹색 서브픽셀의 입력값 중 큰 값으로 나눈 값으로 설정된다. 다음으로, 상기 녹색 서브픽셀의 입력값이 적색 또는 청색 서브픽셀의 입력값보다 작은지 판단하는 체크가 수행된다. 만일 상기 녹색 서브픽셀의 입력값이 적색 또는 청색 서브픽셀의 입력값보다 작은 경우, 상기 녹색 서브픽셀의 값은, 녹색 서브픽셀의 입력값을 적색 및 청색 서브픽셀의 입력값 중 큰 값으로 나눈 값으로 설정된다. 마지막으로, 적색 서브픽셀의 입력값이 청색 또는 녹색 서브픽셀의 입력값보다 작은지 판단하는 체크가 수행된다. 만일 상기 적색 서브픽셀의 입력값이 청색 또는 녹색 서브픽셀의 입력값보다 작은 경우, 적색 서브픽셀의 입력값은 청색 및 녹색 서브픽셀의 입력값 중 큰 값으로 나눈 값으로 설정된다. 예를 들어, 상기 과정은 하기의 의사코드(pseudo code)를 사용해 구현된다.
- [0469] --get xhi values early, we need them in several places
- [0470] local xhi1,og1=spr.fetch("xhi1",x,y)
- [0471] local xhi2,og2=spr.fetch("xhi2",x,y)
- [0472] local xhi3,og3=spr.fetch("xhi3",x,y)
- [0473] --these will contain the results, however calculated
- [0474] local R1o,B1o,C1o,G1o,W1o,L1o
- [0475] local R2o,B2o,C2o,G2o,W2o,L2o
- [0476] local R3o,B3o,C3o,G3o,W3o,L3o
- [0477] local R,B,C,G,W,L,Og=spr.fetch("gmaA",x,y) --the GMA results
- [0478] ri,gi,bi=spr.fetch(ingam,x,y) --the RGB values after ingamma
- [0479] --separate storage for xhi for each primary
- [0480] local xr1,xb1,xc1,xg1,xw1=xhi1,xhi1,xhi1,xhi1,xhi1
- [0481] local xr2,xb2,xc2,xg2,xw2=xhi2,xhi2,xhi2,xhi2,xhi2
- [0482] local xr3,xb3,xc3,xg3,xw3=xhi3,xhi3,xhi3,xhi3,xhi3
- [0483] if CYANNESS==1 then
- [0484] if $ri < \text{math.max}(bi, gi)$ then

```

[0485]         local cnes=ri/math.max(bi,gi)
[0486]         xr1=math.floor(xhi1*cnes)
[0487]         xr2=math.floor(xhi2*cnes)
[0488]         xr3=math.floor(xhi3*cnes)
[0489]     end
[0490] end
[0491] if MAGENTNESS==1 then
[0492]     if gi<math.max(ri,bi) then
[0493]         local mnes=gi/math.max(ri,bi)
[0494]         xg1=math.floor(xhi1*mnes)
[0495]         xc1=math.floor(xhi1*mnes)
[0496]         xg2=math.floor(xhi2*mnes)
[0497]         xc2=math.floor(xhi2*mnes)
[0498]         xg3=math.floor(xhi3*mnes)
[0499]         xc3=math.floor(xhi3*mnes)
[0500]     end
[0501] end
[0502] if YELLOWNESS==1 then
[0503]     if bi<math.max(ri,gi) then
[0504]         local ynes=bi/math.max(ri,gi)
[0505]         xb1=math.floor(xhi1*ynes)
[0506]         xc1=math.floor(xhi1*ynes)
[0507]         xb2=math.floor(xhi2*ynes)
[0508]         xc2=math.floor(xhi2*ynes)
[0509]         xb3=math.floor(xhi3*ynes)
[0510]         xc3=math.floor(xhi3*ynes)
[0511]     end
[0512] end

```

[0513] 또 다른 개선 방법 또는 동작 모드는, 가상 원색 필드순차컬러(FSC) 시스템의 제4의 필드로 효과적으로 되기 위한 4개의 타임 슬롯 중 하나에 대하여, 상기 정적인(steady) 백라이트의 휘도를 집중시키는 것이다. 4개의 가상 원색들을 갖는 경우, 소정의 색들에 대한 메타머들(metamer)이 존재하여 그 중 어느 메타머를 선택할 수 있을 것이다. 하나의 가능한 메타머는 소정의 색으로부터 가장 멀리 있는 가상 원색을 최소화시키기 위한 것일 수 있다. 만일 상기 최소화된 가상 원색이 0인 경우, 상기 색은, 단지 3개의 가상 원색들에 의해 효과적으로 재구성될 수 있으며, 전술한 3개의 가상 원색 x 값 계산 방법을 사용하여 계산될 수 있다.

[0514] 통상의 기술자는, 상기 시스템은 색역 외로 벗어나는 색을 처리하기 위한 가능한 많은 시스템들 중 하나임을 알 수 있을 것이다. 상기 시스템의 가능한 다른 변형들도 본 발명의 실시예에 포함된다. 예를 들어, 서브픽셀 렌더링(SPR)은 전술한 방법과 비슷하게 상기 시스템에서 구현/조합될 수 있다. 또한, 많은 블록들(예컨대, X/X_L ,

GMA)이 도 18에 반복되지만, 다른 실시예들은 반복을 피하기 위해, 동일한 하드웨어를 다시 사용할 수 있다. 또한, 색공간을 벗어나는 색을 처리하기 위한 다른 방법들도 가능하다.

[0515] 다른 표시 시스템들은 다른 개수의 다원색 백라이트(예컨대, 적색, 녹색, 청색, 청록색 LED들)를 사용할 수 있을 것이다. 전술한 방법들은, 필요한 경우, 다른 색도 영역(예컨대, 평행사변형 영역, 삼각형 영역 등)들을 계산하기 위하여 비슷하게 확장될 수 있다. 도 23에서, 허용 가능한 색들의 색역은 4 가지 색의 LED 발광체를 사용하여 확장된다. 이 부가적인 발광체는 실질적으로 청록색일 수 있다. LED 컬러 발광체들의 어떠한 허용가능한 메타머 조합으로도 가상 원색들의 셋트(예컨대, 2330, 2340, 2350)가 생성될 수 있다. 가상 원색들이 취할 수 있는 색공간은 통상적인 RGB 원색들의 색공간보다 크기 때문에, 통상의 기술자는 상기 더 큰 다원색 색공간을 포함할, 적절한 원색들을 사용할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 원색들의 상기 셋트는 가상적일 수 있다. 즉, 상기 가상 원색들의 셋트는 수학적으로는 유용하나, 물리적으로는 구현이 불가능할 수 있다. 그러한 원색들의 셋트의 하나는, CIE XYZ 원색들이다. 어느 구현 가능한 가상 원색이라도 상기 XYZ 원색들의 선형결합(linear combination)으로 표현될 수 있기 때문에, 이상의 계산들에서 RGB 표시는, 색공간 간의 적절한 변환과 함께, XYZ표시로 대체될 수 있다.

[0516] 필드순차컬러(FSC) 기술을 사용하는 본 발명의 일 실시예에서는, 색분리 및 깜빡임과 같은, 필드순차컬러(FSC) 결점(artifacts)을 줄이는 것이 바람직할 수 있다. 상기 결점을 줄이는 한 방법은, 각 LED 점확산 함수 내에서 발견되는 색들의 분포에 밀착하여 경계짓지 않는(not tightly bound) 색도 영역을 갖는 것일 수 있다. 밀착한 경계는 χ 값들에 더 큰 분리를 발생시켜, 가시적인 깜빡임을 더 많이 야기할 수 있다.

[0517] 또한, 각 LED 점확산 함수에서 발견되는 색들의 분포보다 비례하여 더 큰 가상 색역을 생성하는 가상 원색들을 선택할 수 있다. 한 가지 선택 방법은, 원래의 RGB(또는 RGBC) 원색들을 향하여, 가상 원색들을 어느 고정된 거리 또는 비례하는 거리만큼 이동시키는 것일 수 있다. 또 다른 선택 방법은, 가상 원색들의 중심(centroid)을 찾아서, 원래 거리의 어느 인자(factor)만큼 상기 중심으로부터 멀리 이동시키는 것일 수 있다. 또 다른 선택 방법은, 상기 점확산 함수 내에 있는 영상에서 발견되는 색들의 평균값을 찾는 것일 수 있다. 가상 원색들은 원래 거리의 어느 인자만큼 멀리 이동되거나, 원래 더 가까이 있던 경우에 비례하여 더 멀리 어느 함수에 의해 이동될 수 있다. 더 정밀한 이동 방법은, 필드간(interfield) χ 값 변조가 큰 밝은 색들이 가시적인 깜빡임을 더 자주 발생시킬 것이기 때문에, 어두운 색들보다 밝은 색들에 가중(weight)되게 이동하는 것일 수 있다.

[0518] 몇몇 LED 점확산 함수들의 전체 영역에 확장되는 총무지색(solid color)은 분산도가 0이므로, 가상 원색들은 동일한 값으로 수렴한다(collapsed). 가능하다면 더 적은 수의 원색을 사용하는 것이 바람직한 경우, 동일한 값에 대하여 2 또는 3개의 원색들을 설정할 수 있다. 다음으로, 부가적인 로직(logic)이 상기 원색들을 결합하는데, 이때, 상기 원색들의 χ 값들은 동일하게 유지되어야 한다. 상기 원색들의 결합은 시간 주파수를 증가시킬 수 있으며, 그로 인해 잔상 등의 결점(artifacts)을 감소시킬 수 있다. 소정의 화소 색들의 작게 확산될수록, 상기 가상 원색들의 수렴(collapsing)이 더 빈번해진다.

[0519] 또 다른 실시예는, 원하는 필드순차컬러(FSC) 변조를 수행하기 위하여 한 상태에서부터 다른 상태로 액정표시장치가 느리게 반응할 때 및 상기 느린 반응을 보상하기 위해 가상 원색들을 조정할 때에 자주 발생하는 χ 값 에러를 계산하는 것일 수 있다. 이 경우, 밝은 원색들은 더 밝아지고, 어두운 원색들은 더 어두워질 수 있다.

[0520] 다른 실시예에 따른 필드순차컬러(FSC) 기술들

[0521] 예컨대, LED 등을 포함하는 백라이트를 구동하기 위하여 필드순차컬러(FSC) 백라이트 시스템에 펄스폭변조(PWM, Pulse Width Modulation) 기법을 적용할 수 있다. 도 19a 및 도 19b는 색공간을 벗어나는 색들을 처리하기 위한 필드순차컬러(FSC) 시스템의 단일 펄스폭 변조(PWM) 사이클의 일 실시예를 도시한다. 도 19a 내지 도 20c에서, x축은 펄스폭 변조 사이클의 타임 슬롯을, y축은 적색(R), 녹색(G), 청색(B) LED들의 켜짐의 정도(OFF 부터 최대 ON까지)를 나타낸다. 도 19a에서는, 실질적으로 적색인 약간 불포화된 색(따라서, 녹색 및 청색 LED들은 약하게 켜지는 경우)을 표시하려 하는 것으로 가정한다. 나아가, 본 실시예에서는, 상기 표시할 적색이 도 19a의 영역 A1으로 도시된 것처럼 2배 가까이 색공간을 벗어나는 것으로 가정한다. 적색 LED는 상기 적색을 표시하기에 충분히 밝게 켜질 수 없다. 도 19b는 가상 원색 시스템의 동작을 도시한다. 펄스폭 변조(PWM) 사이클의 3개의 타임 슬롯에서 R, G, 및 B를 표시하는 대신에, 도 19b는 가상 원색들 P1(적색), P2(적색-오렌지 혼합색), P3(어두운 심홍색)을 표시하고 있다. 부가된 영역들(A2 및 A3)은 근사적으로, 색공간을 벗어나는 적색 영역(A1)과 같다. 따라서, 도 19b의 적색 곡선은 도 19a의 적색 입력값의 모든 에너지를 포함하며, 상기 색은 더 이상

색공간을 벗어나지 않는다.

[0522] 또 다른 실시예에서, 도 20a는, 대략 동일한 양으로 순차적으로 적색, 녹색 및 청색 LED들이 켜지는 LED백라이트에서 실질적으로 백색인 영역을 생성하는, 필드순차컬러(FSC) 파형을 도시한다. 도 20b는, 상기 LED들을 각 사이클에서, 1/3의 밝기로 3배 더 긴 시간동안 켜으로써, 도 20a와 동일한 백색값이 생성되는 과정을 도시한다. 도 20b는 3개의 가상 원색들(P1, P2, P3)이 모두 동일한 계조로 설정되는 것과 같다. 영상들이 흑백으로 계조되거나(grey scaled), 또는 무색의 넓은 영역을 갖는 것은 흔하다. 도 20a의 파형이 가시적인 깜빡임을 가질 수 있는 것과 달리, 도 20b의 파형은 어떠한 가시적인 깜빡임도 갖지 않을 것이기 때문에, 상기 흑백으로 계조된 영역 내지 무색 영역을 감지하여, 도 20b와 같은 단색의 가상 원색들을 사용하는 것은 유용할 것이다. 그러나, 도 20b의 파형을 생성하는 것이 바람직하지 않은 경우도 있을 수 있다. 이 경우, 하나의 필드순차컬러(FSC) 사이클에서 원하는 평균적인 휘도를 생성하기 위하여, 펄스폭 변조(PWM) 기법에 따라 동작하는 LED들과 함께, 도 20c의 파형이 사용될 수 있다. 도 20c는, 깜빡임 주파수가 도 20a의 깜빡임 주파수의 3배로서, 인간의 눈에 의해 시인되는 영역을 넘어서기 때문에, 실질적으로 깜빡임이 줄어든 것으로 보일 수 있다.

[0523] 필터링되지 않은 LCD 표시부를 갖는 동적인 가상 원색 시스템

[0524] 본 발명의 또 다른 실시예는 도 21a에 도시되는데, 도 21는 위에 놓인 LCD(2160)의 화소 패턴(2162)에 아무런 컬러필터가 없는 표시 시스템을 도시한다. 상기 시스템은 오직 가상 원색 필드순차컬러로만 동작한다. 구체적으로, RGB* 인지되는 인코딩된 데이터는 입력 감마 모듈(2105)에 의해 선형화된다. 선택적인 입력 필터(2110)는 상기 영상으로부터 노이즈(noise)를 제거할 수 있다. 경계상자 모듈(2130)은 각각의 LED들의 점확산 함수에 표시될 색들의 색역맵을 결정한다. 상기 색역맵 데이터는 "가상 원색 계산(Calc Virtual Primaries)" 모듈(2132)에서 가상 원색들을 계산하는 데에 사용된다. 상기 가상 원색들은 "필드순차컬러(FSC)" 모듈(2125)에 의해 LED 백라이트 어레이(2120) 상에 표시된다. "백라이트 보간" 모듈(2134)은, 적절한 보간 및 상기 알려진 LED들의 점확산 함수에 의하여, LED(2160)의 각 화소(즉, 필터되지 않은 서브픽셀)의 뒤에서 가용한 실제 색을 결정한다. 상기 결정된 색값들은, "x 값 계산" 모듈(2140)에 의해 x 값들을 계산하기 위하여, 상기 RGB 영상데이터와 조합된다. 상기 x 값들은, "출력 감마" 모듈(2115)에 의해 LCD(2160) 상에 가용한 수준으로 감마 양자화된다.

[0525] 도 21a 및 도 21b를 참조하면, 몇가지 예시적 처리들이 각각의 모듈에 대해 설명된다. 이하 논의는 상기 설명을 단순화하기 위해 백라이트의 몇몇 단순화된 특성을 가정한다. 예를 들어, LED 백라이트(2120)는 직사각형 레이아웃에, 하나의 점에 위치한 것으로 간주될 정도로 서로 충분히 가까이 위치한 적색, 녹색, 및 청색 LED들의 삼중점(triplet)을 갖도록 구성될 수 있다. 각 LED는 직사각형의 점확산 함수를 갖는 것으로 전제된다. 상기 실시예에서, 각 LED 사이에는 8개의 LCD 화소들이 존재하며, LCD 매트릭스의 경계(edge)에서 "여분의" LED들의 행이 있는 것으로 전제된다. 이상의 전제들은 본 발명의 범위에 속하는 다른 시스템들에서는 다르게 변경될 것이다.

[0526] 반점(peckle)과 같은, 입력 영상의 노이즈는, 이하의 단계들로 하여금 표시부의 다이내믹레인지를 감소시키거나, LED 백라이트의 전력 소모를 증가시키게 할 수 있다. 따라서, 상기 노이즈를 제거하기 위하여, 입력 감마 모듈(2105)의 뒤에, 선택적인 입력 필터(2110)를 부가하는 것이 유용할 수 있다. 선행문헌들에는 여러 영상 노이즈 제거 필터들이 설명된다. 일 실시예는 YCrCb 또는 CIELAB과 같은 적절한 색공간에서 색도 요소를 필터링하는 것일 수 있다. 상기 필터링은 색도 노이즈를 감소시킬 것이다. 실제 영상들은 종종, 인간의 눈에 의해 시인될 수 없는 정보를 포함한다. 상기 정보가 높은 공간-색도(spatio-chromatic) 주파수에서 발견되는 경우, 상기 정보는 가상 원색들로 하여금 엄격히 요구되는 것보다 더 멀리 떨어지게 만들 수 있다. 이와 같은 색도 노이즈는 종종, 영상의 어두운 영역들에서 발견된다. 상기 색도 노이즈를 필터링하는 것은, x 값의 변화를 줄이면서, 더 작고 밀착된 가상 원색 색역을 생성하게 함으로써, 잔상 등과 같은 잠재적인 가시적 결점(artifacts)들을 줄일 수 있다.

[0527] 전술한 [식 11] 및 [식 13]은 행렬에 0과 1을 많이 가질 수 있기 때문에, 상기 평면들의 교선에 대한 공식은 매우 단순화될 수 있다. 어느 하나의 색 평면 및 입력 색점 간의 실제 각도를 계산하는 것은, 계산적으로 어려울 것이다. 그러나, 계산하기 더 쉬우면서, 상기 각도와 동일한 차수(order)를 갖는 다른 행렬들이 존재한다. 하기의 [식 25]는 입력 색 (r, g, b)를 취하여, 이와 같은 행렬 하나를 계산한다.

[0528] [식 25]

[0529] $rangle = 2*r*MAXCOL/(2*r+g+b)$

[0530] $gangle = 2*g*MAXCOL/(r+2*g+b)$

[0531] $bangle = 2*b*MAXCOL/(r+g+2*b)$

[0532] MAXCOL은 모듈(2105)에서 입력 감마 전환된 후의 입력 색의 최대 정수값이다. [식 25]는 실제 LED의 점확산 함수 내의 모든 입력 점들을 조사하도록 만들기에 충분히 단순하다. 경계상자 모듈(2130)에서는, LED의 점확산 함수 내의 모든 입력 화소들이 [식25]와 같은 의사각도(pseudo-angle)로 전환되며, 각 축에 대한 상기 의사각도의 최소값(또는 최대값)이 얻어질 수 있다. 각 LED 사이에 8개의 LCD 화소들을 갖는, 2*8*2*8 또는 256개의 입력 화소들은, 하나의 백라이트 LED에 대한 최소 각도를 찾도록 조사될 수 있다. 중간 결과들을 라인 버퍼 내지 프레임 버퍼들에 저장함으로써, 실질적인 계산 부하가 감소할 수 있다.

[0533] 일단 최소 각도들이 찾아진 경우, 상기 최소 각도들은 가상 원색 계산(Calc Virtual Primaries) 모듈(2132)에서 사용될 수 있다. 전술한 바와 같이, [식 11]에서의 두 평면들의 교선 및 [식 13]의 대각 평면은 어느 하나의 가상 원색들을 표현할 수 있다. 상기 평면 교차 공식이 대수적으로 전개되는 경우, 비교적 간단한 계산이 얻어진다. 하기의 [식 26]은 녹색 축에 실질적으로 가까운 가상 원색에 대한 계산이다.

[0534] [식 26]

[0535] $Rp1 = MAXCOL*rmin/(2*MAXCOL-rmin)$

[0536] $Gp1 = MAXCOL*gmin/(2*MAXCOL-gmin)$

[0537] $Bp1 = MAXCOL*$

[0538] $(4*MAXCOL^2-4*MAXCOL*gmin-4*rmin*MAXCOL+3*gmin*rmin)/$

[0539] $(rmin*gmin-2*rmin*MAXCOL-2*MAXCOL*gmin+4*MAXCOL^2)$

[0540] rmin, gmin, bmin은, [식 25]와 함께, 주위의 입력 색값들을 조사하여 얻어지는 최소값들이다. [식 26]의 결과값은 가상 원색 P1의 RGB 좌표값이다. 이와 비슷한 하기의 [식 27]은 가상 원색 P2의 RGB 좌표값을 계산한다.

[0541] [식 27]

[0542] $Rp2 = MAXCOL*$

[0543] $(4*MAXCOL^2-4*MAXCOL*bmin-4*MAXCOL*gmin+3*gmin*bmin)/$

[0544] $(4*MAXCOL^2-2*MAXCOL*bmin-2*MAXCOL*gmin+gmin*bmin)$

[0545] $Gp2 = MAXCOL*gmin/(2*MAXCOL-gmin)$

[0546] $Bp2 = MAXCOL*bmin/(2*MAXCOL-bmin)$

[0547] 그리고, 이와 비슷한 하기의 [식 28]의 셋트들은 가상 원색 P3의 RGB 좌표값을 계산한다.

[0548] [식 28]

[0549] $Rp3 = MAXCOL* rmin/(2*MAXCOL-rmin)$

[0550] $Gp3 = MAXCOL*$

[0551] $(4*MAXCOL^2-4*MAXCOL*bmin-4*MAXCOL*rmin+3*rmin*bmin)/$

[0552] $(4*MAXCOL^2-2*MAXCOL*bmin-2*MAXCOL*rmin+rmin*bmin)$

[0553] $Bp3 = MAXCOL*bmin/(2*MAXCOL-bmin)$

[0554] 전술한 바와 같이, 상기 가상 원색들은 최대 휘도 표시를 위해 색역의 경계(edge)에 닿을 때까지 크기 조정(scaled)될 수 있다. 또한, 상기 가상 원색들은 LED의 점확산 함수 내부의 입력 색들의 최대 휘도로 크기 조정

될 수 있다. 만일 최소 각도들을 조사하여 상기 최소 각도들을 변수 L_{max} 에 저장하는 동안, 경계상자 다운샘플링 모듈(2130)이 최대 휘도를 계산한 경우, 상기의 크기 조정을 수행하는 식들은 하기의 [식 29]의 형태를 취한다.

[0555] [식 29]

[0556] $Rp1 = Rp1 * L_{max} / \max(Rp1, Gp1, Bp1)$

[0557] $Gp1 = Gp1 * L_{max} / \max(Rp1, Gp1, Bp1)$

[0558] $Bp1 = Bp1 * L_{max} / \max(Rp1, Gp1, Bp1)$

[0559] $Rp2 = Rp2 * L_{max} / \max(Rp2, Gp2, Bp2)$

[0560] $Gp2 = Gp2 * L_{max} / \max(Rp2, Gp2, Bp2)$

[0561] $Bp2 = Bp2 * L_{max} / \max(Rp2, Gp2, Bp2)$

[0562] $Rp3 = Rp3 * L_{max} / \max(Rp3, Gp3, Bp3)$

[0563] $Gp3 = Gp3 * L_{max} / \max(Rp3, Gp3, Bp3)$

[0564] $Bp3 = Bp3 * L_{max} / \max(Rp3, Gp3, Bp3)$

[0565] 또한, 전술한 바와 같이, 각 LED의 전체 전력을 제한하는 것이 바람직할 수 있다. 3개의 가상 원색들을 갖는 본 실시예에서, 3개의 모든 가상 원색들 중 적색값의 합을, 허용되는 최대 색값으로 제한하는 것은, 1/3의 듀티 사이클(duty cycle)을 발생시킬 수 있다. 이는 녹색 및 청색 LED에 대하여도 마찬가지이다. 이 계산은, 3개의 모든 가상 원색들 중 적색 값의 합이 이미 MAXCOL보다 작은 경우에는 불필요할 수 있다. 그러므로, 이상의 계산을 수행하는 의사코드는 하기의 형태를 취할 수 있다.

[0566] $Div = \max(Rp1+Rp2+Rp3, Gp1+Gp2+Gp3, Bp1+Bp2+Bp3)$

[0567] If $Div > MAXCOL$ then

[0568] $Rp1 = Rp1 * MAXCOL / Div$

[0569] $Gp1 = Gp1 * MAXCOL / Div$

[0570] $Bp1 = Bp1 * MAXCOL / Div$

[0571] $Rp2 = Rp2 * MAXCOL / Div$

[0572] $Gp2 = Gp2 * MAXCOL / Div$

[0573] $Bp2 = Bp2 * MAXCOL / Div$

[0574] $Rp3 = Rp3 * MAXCOL / Div$

[0575] $Gp3 = Gp3 * MAXCOL / Div$

[0576] $Bp3 = Bp3 * MAXCOL / Div$

[0577] end

[0578] 표시 영역이 실질적으로 단색인 경우, 가상 원색들은 색도 다이어그램 상에서 가까이 놓일 수 있으며, 실질적으로 동일한 값들을 가질 수 있다. 이상의 계산들에 의해, 각 필드에서는 최대값들의 1/3 근방의 값들을 가지나 전체 프레임에서는 100%로 더해지는 값들을 갖는, 3개의 가상 원색들을 얻을 수 있다. 그러나, 영상 영역이 높은 색도의 공간 주파수를 가질 경우, 가상 원색들은 매우 멀리 떨어질 수 있다. 이 경우, 이상의 계산 식들로 인해 각 가상 원색은, 동일한 프레임의 다른 필드들에서는 오프(off)되거나 저전력으로 켜지기 때문에, 어느 한 필드에서 최대 전력을 가질 수 있다.

[0579] 이상의 전력 감소 계산들은, LED의 점화산 함수 내부의 화소들이 실질적으로 단색일 경우에 잘 적용될 수 있다.

그러나 상기 전력 감소 계산들은 높은 색도의 공간 주파수를 갖는 영역에서는 최소 전력값을 찾지 못할 수 있다. LED 백버퍼에서 전력을 감소시키기 위한 또 다른 실시예는, 각 LED의 점확산 함수 내에서 가장 큰 χ 값을 조사하는 것일 수 있다. 그러므로 상기 최대 χ 값은, LED값들을 가능한 최소값들로 다운스케일(scale down) 하는 데에 사용될 수 있다. 그러나, 상기 χ 값들은 이후에 χ 값 계산 모듈(2140)에서 계산되기 전까지는 계산되지 않을 수 있다. 본 발명의 일 실시예는, 도 21b에 도시된 바와 같이, 가상 원색 계산 모듈(2132) 내부에, 복제된 백라이트 모듈(2134) 및 복제된 χ 값 계산 모듈(2140)을 가질 수 있다. 제1 LED 근사 모듈(2135)은 가상 원색 계산 모듈(2132)에 대하여 이상에 설명된 계산들을 수행할 것이다. 상기 복제된 모듈들(2134, 2140)은 χ 값들의 제1 근사(approximation)를 계산할 것이다. 다음으로, 상기 χ 값들은, 각 LED의 점확산 함수 내에서 최대값을 찾기 위하여, 조사 최대 χ 값 모듈(2150)에 의해 분석될 수 있다. 다음으로, 각 LED의 최종 값은 스케일 LED값 모듈(2152)에 의해 계산될 수 있다. 상기 마지막 두 단계들은 하기의 의사코드를 사용하여 구현될 수 있다.

```
[0580] for j=0, 15 do      --survey the max xhi value in the point spread function (PSF)
[0581] for i=0,15 do      --loop for all pixels in PSF
[0582] local xhi=spr.fetch("LCD",x*8+i-8,y*8+j-8,xbuf)  --fetch the xhi value
[0583] maxhi=math.max(maxhi,xhi)          --find the maximum one
[0584] end                                -- pixels in PSF
[0585] end                                -- lines in PSF
[0586] local r,g,b=spr.fetch(ledbuf,x,y)      --read in LED buffer values
[0587] maxhi=math.max(MAXCOL,maxhi+floor) --prevent zero valued  $\chi$  determinants D
[0588] r=r*maxhi/MAXCOL                    --Scale LED Values
[0589] g=g*maxhi/MAXCOL
[0590] b=b*maxhi/MAXCOL
[0591] spr.store(ledbuf,x,y,r,g,b)          --store them back in LED buffer
```

[0592] 상기 처리는, 각각의 3개의 필드들에서 각 LED 삼중점(triplet)에 대하여 반복될 수 있다. LED의 상기 제2 근사는 실질적으로 감소된 값들과 감소된 전력 소모를 가질 수 있다.

[0593] 이상의 실시예는, 한 프레임의 3개의 모든 필드들에서 하나의 LED에 대한 가상 원색들을 계산한다. 도 21a에서, 상기 LED값들은, 이를 저장하기 위한 작은 LED 프레임 버퍼를 포함할 수 있는 필드순차컬러(FSC) 모듈(2125)로 전달된다.

[0594] 백라이트 보간 모듈(2134)은 LCD 매트릭스(2160)의 각 화소(2162) 아래에 효과적인 백라이트 색을 계산하기 위하여, 상기 LED 프레임 버퍼로부터 상기 LED값들을 사용할 수 있다. 이 계산은 화소들이 표시될 때에 그때그때 계산될 수 있다. 또는, 모든 효과적인 백라이트 색들을 미리 계산하여 이를 또 다른 프레임 버퍼에 저장하는 것이 바람직할 수 있다. 이 경우, 3개의 프레임 버퍼들이, 하나의 프레임의 3개의 모든 필드들에 대한 효과적인 백라이트 색들을 저장하는 데에 사용될 수 있다. 각각의 상기 버퍼들의 각 위치는, 본 실시예에서, 최대 4개의 주위 LED들의 구성으로부터 계산될 수 있다. 하기의 의사코드는 spread로 명명된 룩업 테이블(look-up table)에 저장된 점확산 함수를 사용할 수 있다. 본 실시예에서, 상기 테이블의 값들은, LED에 대한 직접적인 휘도로서 4096개의 계조로 인코딩되는, 8개의 12비트 정수들이다. 하기의 의사코드는 하나의 필드에서 어느 한 위치 (x, y)에 대한 하나의 효과적인 백라이트 색 (rs, gs, bs)을 계산한다.

```
[0595] xb = x/8
[0596] yb = y/8          --position of a nearby LED
[0597] xd = mod(x,7)
[0598] yd = mod(y,7)    --distance to a nearby LED center
```

```

[0599] Rp,Gp,Bp = fetch(xb,yb)          --get upper left LED color
[0600] psf= spread[xd]*spread[yd]/4096  --look up point spread function
[0601] rs = Rp*psf                      --sum upper left LED
[0602] gs = Gp*psf
[0603] bs = b*psf
[0604] Rp,Gp,Bp = fetch(xb+1,yb)        --color of upper right LED
[0605] psf= spread[7-xd]*spread[yd]/4096 --PSF for this led and pixel
[0606] rs = rs + Rp*psf                --sum upper left LED
[0607] gs = gs + Gp*psf
[0608] bs = bs + Bp*psf
[0609] Rp,Gp,Bp = spr.fetch(ledbuf,xb,yb+1) --color of lower left LED
[0610] psf = spread[xd]*spread[7-yd]/4096 --PSF for this led and pixel
[0611] rs = rs + Rp*psf                --sum upper left LED
[0612] gs = gs + Gp*psf
[0613] bs = bs + Bp*psf
[0614] Rp, Gp,Bp = fetch(xb+1,yb+1)     --color of lower right LED
[0615] psf = spread[7-xd]*spread[7-yd]/4096 --PSF for this led and pixel
[0616] rs = rs + Rp*psf                --sum upper left LED
[0617] gs = gs + Gp*psf
[0618] bs = bs + Bp*psf
[0619] rs = rs/4096                    --sum was 12-bit precision
[0620] gs = gs/4096                    --collapse them back to pixel precision
[0621] bs = bs/4096

```

[0622] 이상의 의사코드와 같은 계산은 프레임의 각 필드에서 각 화소에 대하여 수행될 수 있다. 그 결과 얻어진 값들은 χ 값 계산 모듈(2140)에 의해 사용될 수 있다. χ 값 계산 모듈(2140)은, 3개의 모든 필드들에서 각 LCD 화소에 대한 χ 값들을 계산하기 위하여 확장된 [식 10]을 사용할 수 있다. 그러나, [식 10]은 역행렬을 포함하고 있으나, 모든 행렬이 역행렬을 갖는 것은 아니다. 따라서, 먼저 상기 행렬의 행렬식(determinant)이 계산되어 그 값이 0이 아님이 확인되어야 한다. 만일 행렬식의 값이 0이 아닌 경우, [식 10]은 거의 그대로 사용될 수 있다. 실제 사용에서, 화소 값들은 0과 가능한 최대값 MAXCOL 사이의 정수들이다. 따라서, 각 계산에서는 MAXCOL의 부가적인 인자가 필요하다. 하기의 의사코드에서, (R1, G1, B1) 값들은 한 위치에서 첫번째 필드로부터의 효과적인 백라이트 색값이다. (R2, G2, B2) 및 (R3, G3, B3) 값들은 동일한 프레임의 두번째 및 세번째 필드로부터의 효과적인 백라이트 색값이다. 그리고 (R, G, B) 값은 입력 감마 모듈(2105)에서 나온, 표시부의 상기 위치에서의 입력 색값이다.

```

[0623] D = R1*G2*B3-R1*B2*G3-R2*G1*B3+R2*B1*G3+R3*G1*B2-R3*B1*G2
[0624] if D!=0 then
[0625] x1= ((G2*B3-B2*G3)*R+(R3*B2-R2*B3)*G+(G3*R2-R3*G2)*B)*MAXCOL/D
[0626] x2= ((B1*G3-G1*B3)*R+(R1*B3-B1*R3)*G+(R3*G1-R1*G3)*B)*MAXCOL/D

```


[0627] $x_3 = ((G1*B2 - B1*G2)*R + (B1*R2 - R1*B2)*G + (R1*G2 - G1*R2)*B) * MAXCOL / D$

[0628] end

[0629] 상기 계산들은, 실질적으로 단색인 표시부의 영역으로 하여금, 깜빡임을 감소시키면서, 프레임의 모든 3개의 필드들에서 동일한 색값을 표시하게 할 수 있다. 상기 깜빡임 감소 효과는 흑백 영상들 또는 어느 색이든 단색인 영상 영역들에서 나타날 수 있다. 예를 들어, 적색의 램프(ramp), 또는 어두운 방 안의 적색등 아래서 찍은 사진을 고려하자. 몇몇 컬러 영역들 및 다른 단색 영역을 갖는 영상들은, LED들의 점화산 함수를 넘어 컬러 영역들로부터 충분히 멀리 떨어진 단색 영역들 내부의 깜빡임 적은 모드로 바뀔 수 있다. 이상의 계산들은 각 입력 화소 값에 대하여 수행될 수 있으며, 출력 감마 모듈(2115) 및 LED 매트릭스(2160)에 전달될 수 있다. x_1 , x_2 , x_3 값들은 상기 프레임의 고유의 필드에 대한 값이다.

[0630] 도 21a의 시스템은 백라이트 어레이(2120)가 개별적으로 제어되게 한다. 몇몇 실시예에서, LED들 또는 다른 컬러 발광체들은 공간적으로 개별적인 제어가 가능하지 않을 수 있으며, 오직 전체 광도만 제어될 수 있다. 이 경우, 점화산 함수는 전역적으로(globally) 균일한 함수가 된다. 백라이트 보간 함수(2134)는 불필요해진다. 이러한 시스템은, 표시될 대부분의 영상들이 백라이트 어레이(2120)의 원색들의 전체 색공간 영역보다 더 작은 색역 맵을 가질 것이기 때문에, 필드순차컬러 결점들이 감소되는 것을 보여준다. 상기 실시예는, LED 또는 레이저 펌프되는(pumped) 주파수 컨버터(비선형 광학 장치들)와 같은 제어가능한 광원들로부터의 색 광이 순차적인 필드들에서 광도 변조되는(intensity modulated) 컬러 프로젝터들에서 유용할 수 있다.

[0631] 본 실시예의 논의에서, 동적인 필드순차 표시장치는, 백라이트를 형성하는 영역들의 셋트에 대하여 독립적으로 재생가능할 수 있는, 복수의 색들 및 상기 색들의 복수의 광도들(intensities)을 비출 수 있는 백라이트를 포함하며, 주어진 영역에서 상기 색 및 백라이트 광도를 동적으로 선택하기 위한 제어회로를 더 포함하면 충분하다. 상기 동적인 선택은 주어진 영역에서 입력 색값들에 따라 달라질 수 있다. 통상적인 필드순차 표시장치들은 어느 시각에 주어진 점에서 영상 영역의 색 및 광도를 함께 독립적으로 제어하지 못한다. 그리고 통상적인 필드순차 표시장치들의 이러한 제어는 어느 시각에 주어진 점에서 입력 색값들에 따라 달라지지도 않으며, 어떠한 동작 규준을 최적화하지도 못한다.

[0632] 세그먼트된(segmented) 백라이트

[0633] 이하 새롭게 세그먼트된 백라이트를 갖는 표시 시스템들에 대한 다양한 실시예들 및 이의 동작 방법들이 설명된다. 상기 새롭게 세그먼트된 백라이트들은, 동적명암비(dynamic contrast) 등에서 실질적으로 유사하게 향상된 효과를 얻기 위하여 상기 표시 시스템들이 적은 수의 광 요소들을 사용할 수 있기 때문에, 상기 새로운 표시 시스템들에 대한 백라이트 비용을 절감할 수 있다.

[0634] 복수의 세그먼트된 백라이트를 갖는 표시 시스템

[0635] 전술한 바와 같이, 여러 실시예들의 백라이트는, 그 위에 놓인 고해상도 LCD와 연동되는(convolved) 저해상도 영상 조영 장치로서 동작하는 방사체들(예컨대, 도 1a의 120)의 어레이를 포함할 수 있다. 소정의 $N \times M$ 백라이트 해상도를 얻기 위해서는, 어레이 타입의 구성에 $N \times M$ 개의 방사체들(도 1a의 122) 또는 방사체들의 클러스터(cluster)가 필요하다. 반대로, 본 발명의 일 실시예를 도시하는 도 25를 참조하면, 새로운 백라이트(2500)는, 대략 $N+M$ 개의 방사체들(2512, 2522)을 사용함으로써, 근사적으로 $N \times M$ 해상도를 구현할 수 있다. 상기 새로운 백라이트(2500)가 동작될 수 있는 방법은 이하 설명된다.

[0636] 도 26에 도시된 종래의 백라이트(2600)를 고려하자. 종래의 백라이트(2600)는 하나의 평판 광가이드(2610) 및 2개의 발광체들(2612)를 포함한다. 상기 평판 광가이드(2610)는, 내부의 전반사를 통해 그 위에 놓인 공간적 광변조부를 향해 광을 재향(redirecting)시키는 면 특성을 포함한다. 발광체들(2612)은 본 기술분야에서 일반적으로 사용되는 냉음극관(CCFL, cold cathode fluorescent lamp) 또는 발광 다이오드(LED)와 같은 적절한 발광체들일 수 있다.

[0637] 퍼거슨(Ferguson)에게 허여된 미국 특허 제5,717,422호 "가변 광도의 고명암비를 갖는 수동 표시장치(Variable Intensity High Contrast Passive Display)"에 설명된 바와 같이, 발광체들(2612)의 휘도는, 그 위에 놓인 공

간적 광변조부(예컨대, LCD)가 더 많은 광을 통과시키도록 조절되는 동안, 최고 휘도보다 낮은 휘도를 갖는 영상에 반응하여 백라이트(2600)를 어둡게(dim)하기 위해 제어될 수 있다. 상기 백라이트(2600)의 감소된 휘도 및 공간적 광변조부의 증가된 투과도의 연동(convolution)은, 발광체(2612)의 전력 소모를 감소시키며 그에 수반하여 공간적 광변조부의 명암비(contrast)를 증가시키는 동안, 소정의 영상 휘도를 유지할 수 있다. 그러나, 상기 영상이 최대 화질로 재생되게 할 경우, 입력 영상의 단 하나의 화소가 최고 휘도를 나타내는 경우라도, 상기 백라이트 발광체(2612)의 휘도 또한, 최고 휘도를 가져야 한다.

[0638] 도 27에는 향상된 백라이트의 일 실시예가 도시된다. 백라이트(2700)는, 각각 발광체들(2722, 2723)에 연결되며 광학적으로 분리된 2개의 광가이드들(2720, 2721)로 나누어진다. 이렇게 광가이드를 둘로 나누는 것은 상기 발광체들(2722, 2723)로 하여금 동시에 서로 다른 휘도 레벨을 갖게 할 수 있다. 그러므로, 영상의 어느 한 반부(half)에서는 하나의 화소가 최고 휘도(full brightness)를 나타내지만, 다른 반부에서는 화소들이 더 낮은 휘도를 나타내는 경우, 적어도 상기 더 낮은 휘도의 화소를 갖는 반부에는, 발광체의 휘도를 더 낮게 할 수 있다. 통계적으로, 이러한 광가이드 배열은, 전체적인 발광체의 평균 휘도 및 전력 소모를 줄이게 하여, 잠재적으로 영상 화질의 개선을 수반할 수 있다.

[0639] 백라이트를 세그먼트하는 처리는 통계적인 개선을 더 증가시킬 수 있다. 도 28은 하나의 평판 광가이드(2810) 및 4개의 발광체들(2812)을 포함하는 종래의 백라이트(2800) 배열을 도시한다. 전술한 바와 같이, 발광체들(2812)은 CCFL 또는 LED일 수 있다. 도 29에 도시된 새로운 백라이트(2900)는 광학적으로 분리된 4개의 광가이드들(2910, 2914, 2920, 2924)을 포함한다. 발광체들(2912, 2916, 2922, 2926)은, 각각 상기 광가이드들(2910, 2914, 2920, 2924)에 배타적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 한 쌍의 광가이드들(2920, 2924)은, 독립적으로 제어되며 배타적으로 연결되는 발광체들(2922, 2926)에 의해 상반부 및 하반부 휘도 레벨을 분리시키도록, 수평축을 따라 나누어진다. 또 다른 쌍의 광가이드들(2910, 2914)은 상기 광가이드들의 쌍(2920, 2924)의 위 또는 아래에 놓일 수 있다. 상기 광가이드들의 쌍(2910, 2914)은, 독립적으로 제어되며 배타적으로 연결되는 발광체들(2912, 2916)에 의해 우반부 및 좌반부 휘도 레벨을 분리시키도록, 수직축을 따라 나누어진다. 이 경우, 4개의 모든 발광체들(2912, 2916, 2922, 2926)이 서로 다른 휘도 레벨을 가질 수 있다.

[0640] 상기 백라이트(2900)의 동작에서, 만일 영상의 어느 일 사분면(예컨대, 2930)에서 한 화소는 최고 휘도를 나타내지만, 상기 영상의 나머지 3개의 사분면의 화소들은 더 낮은 휘도를 나타내는 경우, 적어도 상기 영상의 일부에는 발광체들의 휘도를 더 낮게 할 수 있다. 예를 들어, 어느 영상이 한 꼭지점에서만 최고 휘도를 나타내는 화소들을 가지며, 상기 영상의 나머지 부분들에서는 매우 낮은 휘도를 나타내는 화소들을 갖는 것으로 가정하자. 상기 영상의 가장 밝은 부분은 우측 상단 꼭지점에 있는 것으로 가정하자. 상부 발광체(2922) 및 우측 발광체(2912)는 최고 휘도로 켜질 것이다. 반면에, 하부 발광체(2926) 및 좌측 발광체(2916)는 최저 휘도로 설정될 것이다. 우측 상부 사분면(2930)은 최고 휘도로 비춰질 것이다. 좌측 상부 사분면(2932) 및 우측 하부 사분면(2934)은 중간 휘도로 비춰질 것이다. 좌측 하부 사분면(2936)은 최저 휘도로 비춰질 것이다. 통계적으로, 상기 백라이트 배열은, 도 28의 백라이트(2800)에서 보다 전체적인 발광체들(2912, 2916, 2922, 2926)의 평균 휘도 및 전력 소모를 줄이게 하여, 잠재적으로 도 27의 백라이트(2700)에서 보다 더 영상 화질의 개선을 수반할 수 있다.

[0641] 비슷하게, 백라이트를 세그먼트하는 처리는 전력 및 영상 화질의 통계적인 향상을 더 증가시킬 수 있다. 도 30에 도시된 백라이트(3000)는 중첩된(overlapping) 광가이드들의 매트릭스로부터 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 각 사분면은 광가이드들의 독립적인 매트릭스이다. 발광체들(3022)에 배타적으로 연결되는 몇 개의 광가이드들(3020)은 열(column) 방향으로 주로 배치될 수 있다. 반면에, 발광체들(3012)에 배타적으로 연결되는 몇 개의 다른 광가이드들(3010)은 행(row) 방향으로 주로 배치될 수 있다.

[0642] 본 실시예(도 30)에서는, 2개의 열(좌우측 백라이트) 및 2개의 행(상하측 백라이트)으로 배치된 발광체들 및 $2 \times (N+M)$ 개의 광가이드들을 사용함으로써, 근사적으로 $N \times M$ 의 저해상도 백라이트를 얻을 수 있다. 또 다른 실시예에서, $N+M$ 개의 광가이드들 및 발광체들을 사용하여, 비슷한 $N \times M$ 의 저해상도 백라이트를 얻을 수 있다. 이는, 하나의 열(우측 또는 좌측) 및 하나의 행(상측 또는 하측)의 발광체들 및 행렬마다 하나의 광가이드를 사용함으로써, 얻어질 수 있다. 이 경우, 광가이드 행 및 광가이드 열이 교차되는 매트릭스 교차 연결(cross connection)들의 수는 동일하기 때문에, 동일한 백라이트 해상도를 더 적은 비용으로 얻을 수 있다. 그러나, 이 경우 도 30의 백라이트에서 얻어지는 통계적인 이점 및 그에 수반되는 전력 소모의 이점은 일부 상실될 수 있다. 전술한 바와 같이, 발광체들(3022)은 백색 발광체이거나, 하나 또는 그 이상의 컬러 발광체들의 조합일 수 있다. 그 밖에 상기 백라이트 세그먼트의 원리를 사용하는 다른 실시예들도 본 발명의 범위에 포함된다.

- [0643] 도 31은, 열 방향으로 배치된 복수의 광가이드들(3120)의 아래에 놓이며, 행 방향으로 배치된 하나의 광가이드(3110)를 갖는 백라이트(3100)의 단면도를 도시한다. 상기 백라이트(3100)의 단면도에서, 광선 다발(3130)은, 광가이드의 표면 특성(3140)에 의해 그 일부(3135)가 산란되고 큰 각도로 굴절되어 벗어날 때까지, 내부 전반사(total internal reflection)에 의해 광가이드(3110) 안에 트랩(trap)된다. 상기 광가이드를 벗어난 광선들(3135)은 그 위에 놓인 열 방향 광가이드들(3120)을 통과할 수 있다. 비슷하게, 상기 아래의 광가이드를 벗어난 광선들은, 상기 위에 놓인 광가이드들(3120)에 의해 트랩되고 산란될 수 있다. 위아래의 모든 광가이드들이 모두 최고 휘도(full brightness)로 비춰지는 백라이트의 동작 단계에서, 상기 광가이드들(3110, 3120) 모두로부터 산란된 광선은 최고 휘도가 되도록 합해될 것이다. 만일 위 아래의 광가이드들이 모두 조명되지(illuminate) 않는 경우, 상기 광가이드들의 교차 영역에서는 아무런 광이 보이지 않을 수 있다. 만일 하나의 광가이드는 조명되고, 다른 광가이드는 조명되지 않는 경우, 상기 조명된 광가이드로부터의 기여와 동일한 낮은 값으로 광선이 합해될 것이다. 그러므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 백라이트는, 행 방향 및 열 방향으로 매우 큰 혼선(crosstalk)를 갖는 $N \times M$ 표시부로서 간주될 수 있다.
- [0644] 상기 매우 큰 혼선을 갖는 세그먼트된 백라이트는 다양한 표시 시스템에 유용할 수 있다. 예를 들어, 도 32a는 상기 백라이트를 적용할 수 있는, 단색 전면 패널을 갖는 표시 시스템의 블록도이고, 도 32b는 상기 백라이트를 적용할 수 있는, 컬러 서브픽셀 전면 패널을 갖는 표시 시스템의 블록도이다. 도 32a는 투과형(transmissive) 공간적 광변조부(3260)(예컨대, 단색 LCD)를 비추기 위하여 세그먼트된 백라이트(3220)을 사용하는 표시 시스템(3200)의 블록도이다. 일반적으로, 상기 공간적 광변조부(3260)는 백라이트(3220)보다 해상도가 높을 것이나, 실시예에 따라서는 백라이트(3220)의 해상도와 동일하거나 그보다 더 낮을 수 있다.
- [0645] 동작 단계에서, 상기 시스템(3200)은, 예컨대, 디지털적으로 감마 양자화된 $R^*G^*B^*$ 영상과 같은 입력 영상데이터 스트림을 입력받을 수 있다. 상기 데이터는 감마 함수(3205)에 의해 선형화될 수 있다. 상기 선형화된 RGB 신호는, 상기 행 및 열의 매트릭스 백라이트(3220)에 의해 조명되는 영역 내에 놓인 또는 그에 매핑된 화소들에 대한 피크 휘도 값들을 찾기 위하여, 피크 함수(3210)에 의해 조사될 수 있다. 일 실시예에서, 발광체들(3222)은 넓은 스펙트럼(예컨대, 백색)의 발광체일 수 있다. 이 경우, 상기 RGB 값들은, 각각의 주어진 행 및 각각의 주어진 열에 매핑되는, 최대 적색, 최대 녹색, 또는 최대 청색 값들을 찾기 위해 조사될 수 있다.
- [0646] 또 다른 실시예에서, 발광체들(3222)은 독립적인 제어가 가능한, 적색, 녹색, 청색과 같은 원색 발광체들을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 RGB 값들은, 각각의 주어진 행 및 각각의 주어진 열에 독립적으로 매핑되는 최대 적색, 최대 녹색, 또는 최대 청색 값들을 찾기 위해 조사될 수 있다. 만일 어느 주어진 프레임 동안 렌더링될 영상이, 광도값들을 개별적인 컬러 발광체들에 할당하기 전에, 미리 분석되는 경우, 몇 가지 고려해야할 자유도(degree of freedom) 및 제한들(constraint)이 있다. 단순한 일례로서, 만일 M행에서, 상기 M행에 대한 최대 적색값은 중간 정도(middle range)의 광도 값이고, 상기 최대 적색값은 연직 광가이드들의 어느 특정한 교차 영역(M,S)(S는 상기 교차 영역의 열 넘버를 가리킴)에 위치하는 경우, 상기 적색 광도값은, M행에 대한 적색 발광체 값 및 S열에 대한 적색 발광체 값 간에 분리(split)될 수 있다.
- [0647] 이 경우, 가능한 하나의 광도 값들의 할당은, 각각의 적색 발광체들이 상기 교차 영역(M,S)에 필요한 적색 광도값에 구분적으로(separately) 기여하도록, 그리고 전면 패널이 적절한 필요 수준으로 적색광의 양을 제한하도록, M행 및 S열의 적색 발광체 값을 모두 설정하는 것이다. 그러나, 이는 전력 소모 측면에서는 최적화된 방법이 아니다. 또 다른 실시예는, 모든 적색광을 하나의 발광체에만 할당하고, 나머지 발광체들의 광량을 줄이는 것일 수 있다. 이 경우, 2차적 통계치(second order statistics)를 사용하여 향상된 효과를 얻을 수 있다. 예를 들어, (M,S)에서 중간 정도의 적색 광도 값이 S열에 대하여는 국소 최대값인 경우, M행 및 S열에 필요한 두번째로 높은 적색 광도 값이, 두 적색 발광체들의 적색 광도 값의 선택에 영향을 줄 수 있다. 컬러 발광체들에 대한 광도 값들의 선택은 여러 가지 가능한 최적화 기법(예컨대, 전력 소모 감소)에 따라 이루어질 수 있다.
- [0648] 공간적으로 광도 값들을 할당하는 방법과 함께, 또는 별개로, 시간적으로 광도 값들을 할당하는 방법도 사용될 수 있다. 예를 들어, 또 다른 동작 모드는 소정의 조도를 갖는 열들 또는 행들을 스캔하는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 열들은 절전을 위해 어렵게 유지되다가 어느 짧은 시간 동안 어느 한 열이 조명될 수 있다. 상기 조명 방법은 순서에 따라, 또는 무작위적으로(random) 진행될 수 있다. 순서에 따르는 경우, 상단에서 하단으로 또는 하단에서 상단으로의 순서를 가질 수 있다. 비슷하게, 상기 행들도 순서에 따라, 또는 무작위적으로 스캔될 수 있다. 순서에 따르는 경우, 좌단에서 우단으로 또는 우단에서 좌단으로 진행될 수 있다. 상기 스캔하는 시퀀스(sequence)는, 공간적 광변조부(예컨대, LCD 화소들)가 조명되기 전에 소정의 투과도 값에 도달하도록,

백라이트에 의해 조명되는 상기 광변조부의 어드레스 스캐닝과 함께 진행될 수 있다.

- [0649] 도 32a 및 도 32b를 참조하면, 피크 함수(3210)의 출력은, 하향 화살표로 지시된, 매트릭스 형태로 인코딩되는 다운샘플링된 영상일 수 있다. 다음으로, 상기 출력된 피크 값들은 백라이트 제어부(3212) 및 후속되는 백라이트(3220)의 발광체들(3222)에 보내진다. 또한, 상기 피크 값들은 공간적 광변조부(3260) 상에 렌더링될 영상의 각 화소 아래에서의 조도를 계산할 수 있는, 백라이트 보간 블록(3205)에 보내질 수 있다. 상기 계산들은 인가된 영상데이터 값들에 기초한 이론적인 조명 모델에 따라 수행될 수 있다. 또한, 상기 계산들은 인가된 영상데이터 값들에 기초한 경험적인 측정되는 조명 데이터에 따라 수행될 수 있다.
- [0650] 백라이트 보간 블록(3205)의 출력은 백라이트(3220) 조명 X_L 을 표현하는 상향 화살표로 지시된, 업샘플링된 영상일 수 있다. 다음으로, 선형적 RGB 입력 값들(X)은, X/X_L 블록(3236)에서 보간된 백라이트 조명 값들(X_L)로 나누어질 수 있다. 다음으로, 상기 X/X_L 영상은, 감마 정정(γ^{-1}) 블록(3215)에서 표시부의 감마에 매칭되도록 감마 정정 양자화될 수 있다. 백라이트(3220) 조명 X_L 이, 공간적 광변조부(3260) 상에서 상기 X/X_L 영상과 연동되는 경우, 소정의 영상(X)이 재구성될 수 있다.
- [0651] 매트릭스 백라이트는, 서브픽셀 렌더링된 RGBW 또는 다른 다원색의 표시 시스템들의 화질을 개선할 수 있다. 도 32b는, 전술한 특허문헌들 등에 개시된 레이아웃을 사용한, 다원색(RGBW, RGBC, RGBY 등)의 컬러필터(3265)를 갖는 투과형 공간적 광변조부(3260)(예컨대, LCD)를 비추기 위하여, 세그먼트된 백라이트(3220)를 사용하는 표시 시스템(3201)의 블록도이다. 입력되는, 디지털적으로 감마 양자화된 $R^*G^*B^*$ 영상은 감마 함수(3205)에 의해 선형화된다. 상기 선형화된 RGB 신호는, 매트릭스 백라이트(3220)의 행 및 열에 의해 비춰지는 영역 내에 놓인, 또는 그 영역에 매핑되는 화소의 피크 휘도 값들을 찾기 위하여, 피크 함수(3210)에 의해 조사된다. 넓은 스펙트럼(예컨대, 백색)의 발광체들(3222)의 경우, 상기 RGB 값들은, 전술한 새로운 백라이트 제어 기술에 따라, 각각의 주어진 열 및 각각의 주어진 행에 매핑되는 최대 적색, 최대 녹색, 최대 청색 값들을 찾기 위하여 조사된다. 독립적인 제어가 가능한, 예컨대, 적색, 녹색, 청색의 발광체들(3222)의 경우, 상기 RGB 값들은, 각각의 주어진 열 및 각각의 주어진 행에 독립적으로 매핑되는 최대 적색, 최대 녹색, 최대 청색 값들을 찾기 위하여 조사된다. 피크 함수(3210)의 출력은, 하향 화살표로 지시된, 매트릭스 형태로 인코딩되는 다운샘플링된 영상일 수 있다. 다음으로, 피크 함수(3210)에서 출력된 피크 값들은 백라이트 제어부(3212) 및 후속하는 백라이트(3220)의 발광체들(3222)에 보내질 수 있다. 또한, 상기 피크 값들은 공간적 광변조부(3260) 상에 렌더링될 영상의 각 화소의 조도를 계산하는, 백라이트 보간 블록(3205)에 보내질 수 있다.
- [0652] 백라이트 보간 블록(3205)의 출력은 백라이트(3220) 조명(X_L)을 표현하는, 상향 화살표로 지시된, 업샘플링된 영상일 수 있다. 상기 선형적 RGB 영상 값들(X)은, X/X_L 블록(3236)에서, 보간된 백라이트 조명 값들(X_L)로 나누어진다. 다음으로, 상기 정규화된 RGB 영상은, 어느 적절한 색역매핑 방법을 사용하는 색역매핑(GMA) 블록(3240)에서 정규화된 RGBW 영상으로 전환될 수 있다. 다음으로, 상기 정규화된 RGBW 영상은, 적절한 서브픽셀 렌더링 방법을 사용하여, 서브픽셀 렌더링될 수 있다. 다음으로, 상기 서브픽셀 렌더링되며 정규화된 RGBW 영상은, 감마 정정(γ^{-1}) 블록(3215)에서, 표시부의 감마에 매칭하도록 감마 정정 양자화될 수 있다. 백라이트(3220) 조명(X_L)이, 공간적 광변조부(3260) 상에서 상기 서브픽셀 렌더링되며 정규화된 RGBW 영상과 연동될 경우, 소정의 영상(X)이 재구성될 수 있다.
- [0653] 매트릭스 백라이트는 필드순차컬러(FSC) 시스템들에서의 화질을 개선할 수도 있다. 도 33에 도시된 바와 같이, 투과형 공간적 광변조부(3360)를 비추기 위하여 세그먼트된 백라이트(3320)를 사용하는 표시 시스템의 블록도(3300)를 고려하자. 입력되는, 디지털적으로 감마 양자화된 $R^*G^*B^*$ 영상은 감마 함수(3305)에 의해 선형화될 수 있다. 상기 선형화된 RGB 신호는, 매트릭스 백라이트(3320)의 행 및 열에 의해 비춰지는 영역 내에 놓인 또는 그 영역에 매핑되는 화소들의 색값 및 휘도 값들을 경계짓는, 가장 작은 경계상자를 찾기 위하여, 경계상자 블록(3330)에 의해 조사된다. 상기 경계상자 블록(3330)으로부터 얻은 값들은, 가상 원색 계산 블록(3332)에서 가상 원색들의 셋트를 계산하는 데에 사용될 수 있다. 다음으로, 상기 가상 원색 값들은, 세그먼트된 백라이트(3320)에서, 발광체들(3322)의 필드순차 색 휘도 값들을 제어하기 위하여, FSC 모듈(3325)에 의해 사용될 수 있다. 상기 발광체들은, 전술한 실시예에서와 같이, 적색, 녹색, 청색 LED들, 또는 적색, 녹색, 청색, 청록색 LED들을 포함할 수 있다. 또한, 발광체들(3320)의 색값 및 휘도 값들은, 공간적 광변조부(3360) 상에 렌더링될 영상의 각 화소 아래의 조명을 계산하는, 백라이트 보간 블록(3334)으로 보내질 수 있다.

- [0654] 백라이트 보간 블록(3334)의 출력은, 상향 화살표로 지시된, 업샘플링된 영상일 수 있다. 상기 보간된 조명 값 및 렌더링될 선형적 RGB 값들을 사용하여, χ 값 계산 블록(3340)에 의해 χ 값들이 얻어진다. 상기 χ 값들은, 각각의 색 필드들에 대한 백라이트 조명 값들과 함께 연동될 경우 상기 표시부 상에 렌더링될 소정의 색값으로 실질적으로 더해질 수 있는, 상대적인 투과 값들이다. 상기 χ 값들은, 출력 감마 블록(3315)에 의해, 투과형 공간적 광변조부(3360)의 양자화된 전자-광학(electro-optical) 변환 함수에 매칭하기 위하여 감마 정정 및 감마 양자화될 수 있다.
- [0655] 일 실시예에서는, 꼭지점에 컬러스테이션(color station) 아이콘을 갖는 TV 상에서의 흑백 영화를 표시하는 경우를 고려하는 것이 바람직할 수 있다. 매트릭스 백라이트(3320)의 대부분의 행 및 열들은, 변화하는 흑백 계조로 수렴(collapse)하는 가상 원색들을 가질 것이다. 상기 아이콘에서 교차하는 행 및 열은 더 큰 색공간을 갖는 가상 원색들을 가질 수 있다. 상기 교차 영역에서, 상기 색공간은 실질적으로 완전히(fully) 가용할 수 있다. 흑백 계조들로 비춰지는 행 및 열들과 교차하는, 상기 아이콘 영역은, 감소된 색공간을 갖는 파스텔 가상 원색들을 형성하기 위하여, 실질적으로 선형적인 방식으로, 넓은 색공간을 갖는 가상 원색들과 혼합(blend)될 수 있다. 백라이트 보간 블록(3334)이 상기 혼합을 가리킬 것이며, χ 값 계산 블록(3340)은 그에 따라 색값을 보상할 것이다. 최종 결과는, 렌더링된 영상에 가시적인 색분리(color break-up)가 거의 없으며, 꼭지점에는 실질적으로 완전한 컬러 아이콘을 갖는, 흑백영상일 수 있다.
- [0656] 본 발명의 실시예들 및 모든 기능적 동작들은, 본 명세서에 개시된 구조들이나 그 구조의 등가물 또는 그들의 조합을 포함하는, 디지털 전자회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어(firmware), 또는 하드웨어에서 구현될 수 있다. 본 발명의 실시예들은, 하나 또는 그 이상의 컴퓨터 프로그램 제품들, 즉, 데이터 처리 장치에 의해 실행되기 위한, 또는 데이터 처리 장치의 동작을 제어하기 위한, 하나 또는 그 이상의 컴퓨터 판독 가능한(computer-readable) 매체 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 또는 그 이상의 모듈로서 구현될 수 있다.
- [0657] 컴퓨터 프로그램(프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 어플리케이션, 스크립트, 코드 등을 포함한다)은, 컴파일 언어 또는 기계어로 번역된 언어를 포함한 어느 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 프로그램은, 컴퓨팅 환경에서 사용되기에 적절한, 독립형(stand alone) 프로그램 또는 모듈, 컴포넌트, 서브루틴, 다른 유닛을 포함한 어느 형태로서도 실행될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 반드시 파일 체계의 파일에 대응될 필요가 없다. 프로그램은, 다른 프로그램 또는 데이터를 홀드하는 파일의 일부(예컨대, 마크업 랭귀지 도큐먼트(markup language document)에 저장된 하나 또는 그 이상의 스크립트), 상기 프로그램에 기여하는 하나의 파일, 또는 다중 좌표를 갖는 파일들(예컨대, 하나 또는 그 이상의 모듈, 서브프로그램, 코드 부분을 저장하는 파일들)에 저장될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은, 한 장소(site)에 위치하거나, 또는 복수의 장소에 분산되어 통신 네트워크로 연결되는, 하나 또는 복수의 컴퓨터들 상에서 실행되도록 배치될 수 있다.
- [0658] 본 명세서에 설명된 처리들 및 논리적 흐름들은, 입력 데이터에 대해 동작하여 출력 데이터를 생성하는 기능들을 수행하기 위하여, 하나 또는 그 이상의 컴퓨터 프로그램의 명령들을 실행하는, 하나 또는 그 이상의 프로그램 가능한(programmable) 프로세서(processor)들에 의해 수행될 수 있다. 또한, 상기 처리들 및 논리적 흐름들은, 특별한 목적의 논리 회로, 예컨대, FPGA(field programmable gate array), 또는 ASIC(application-specific integrated circuit)에 의해 수행될 수 있다.
- [0659] 컴퓨터 프로그램의 실행에 적절한 프로세서들은, 예컨대, 범용 내지 특별한 목적의 마이크로프로세서(microprocessor), 및 아무 종류의 컴퓨터에서의 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 읽기전용 메모리(ROM, read-only memory) 및/또는 랜덤액세스 메모리(RAM, random access memory)로부터 데이터 및 명령들을 수신할 것이다. 컴퓨터의 본질적 구성요소는 명령들을 수행하기 위한 프로세서, 및 데이터와 명령들을 저장하기 위한 하나 또는 그 이상의 메모리 장치들이다. 컴퓨터는 또 다른 장치, 예컨대, 전송한 표시장치들, 이동전화기, PDA(personal digital assistant), 이동식 오디오플레이어, GPS(global positioning system) 수신기 등에 내장(embed)될 수 있다. 데이터 및 컴퓨터 프로그램 명령들을 저장하기 위한, 컴퓨터 판독가능한 매체는, 모든 형태의 비휘발성 메모리, 기억매체, 및 메모리 장치들, 예컨대, 반도체 메모리 장치들(EPROM, EEPROM, 플래쉬 메모리 장치 등), 자기디스크(하드디스크, 분리성 디스크 등), 자기-광학(magneto-optical) 디스크, CD-ROM, DVD-ROM 디스크 등을 포함한다. 상기 프로세서 및 상기 메모리는, 특별한 목적의 논리회로를 포함하거나, 또는 그의 보조를 받을 수 있다.

산업상 이용가능성

- [0660] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 영상표시방법 및 이를 구현하는 표시 시스템에 따르면, RGBW 또는 RGBCW

의 서브픽셀들을 포함하는 표시 장치에서, 서브픽셀들의 휘도에 대응하는 색값을 포함한 영상데이터를 수신하여, 수신된 색값들 중 최대값을 결정하며, 결정된 최대값에 따라 다른 서브픽셀들의 휘도를 감소시킴으로써, 표시영상의 해상도 및 밝기를 증가시켜 화질을 개선할 수 있다.

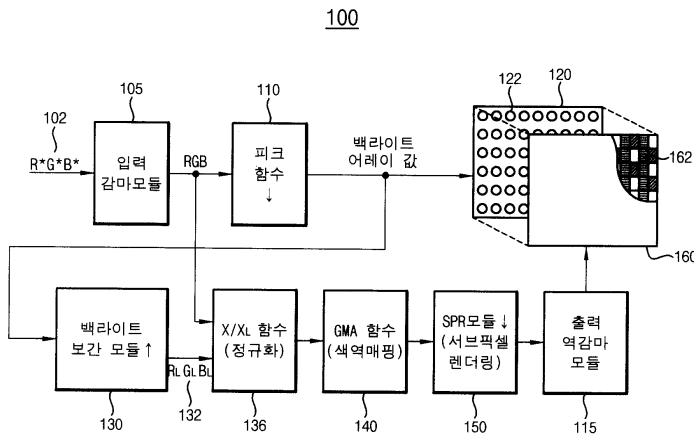
[0661] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

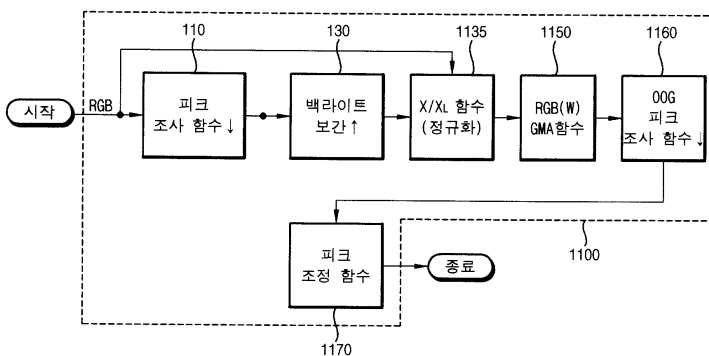
- [0662] 105 : 입력 감마 모듈 110 : 피크 함수
- 120 : 백라이트 어레이 130 : 백라이트 보간 모듈
- 140 : 색역매핑 모듈 150 : 서브픽셀 렌더링 모듈
- 160 : 표시패널

도면

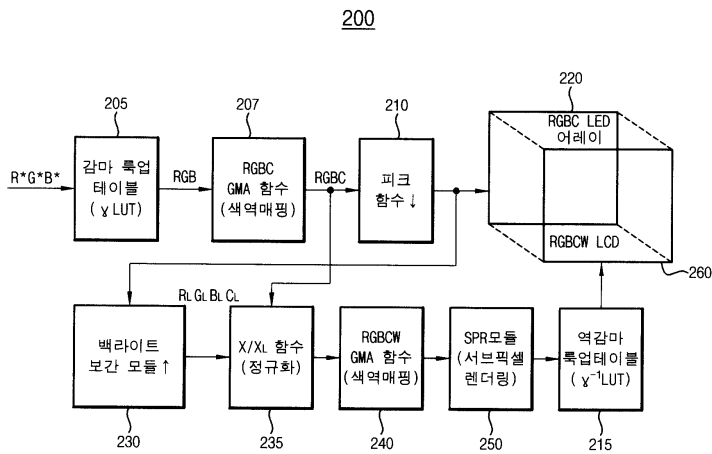
도면1a



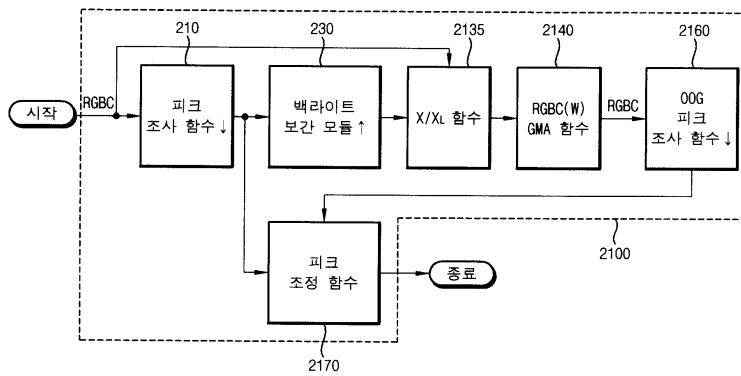
도면1b



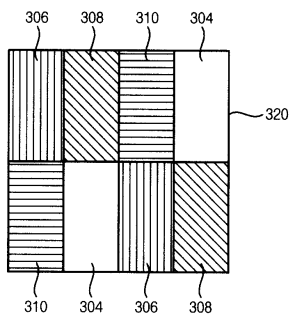
도면2a



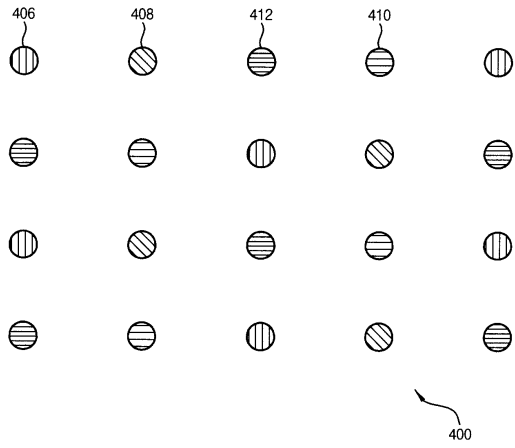
도면2b



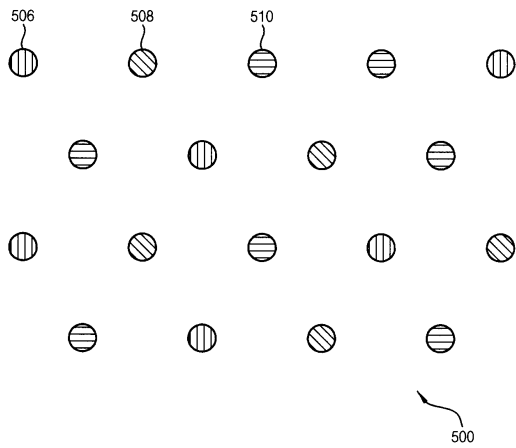
도면3



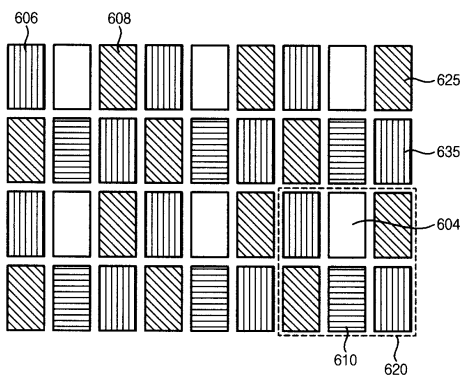
도면4



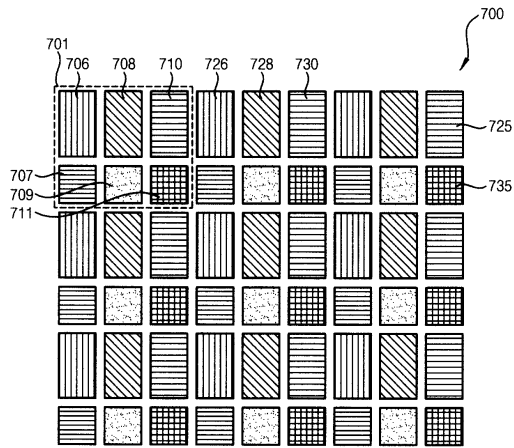
도면5



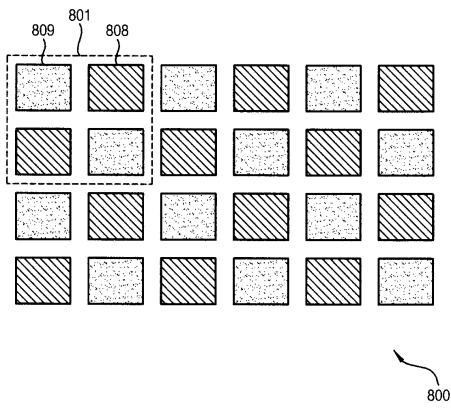
도면6



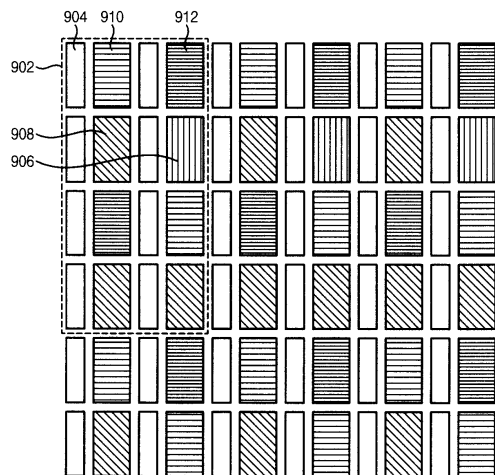
도면7



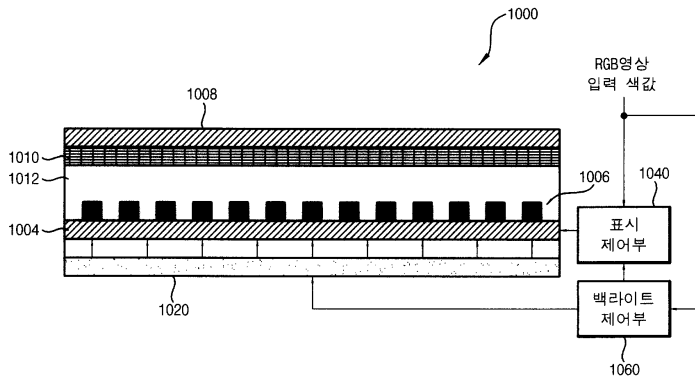
도면8



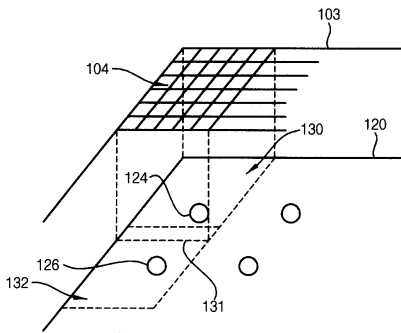
도면9



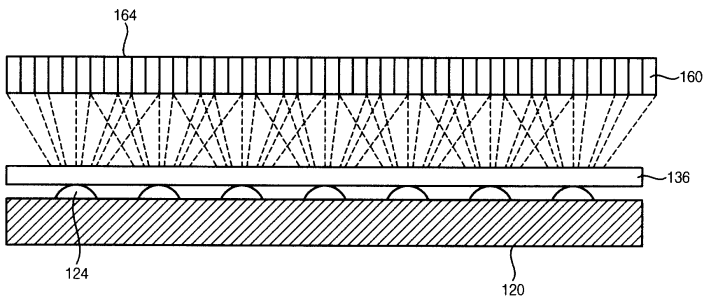
도면10



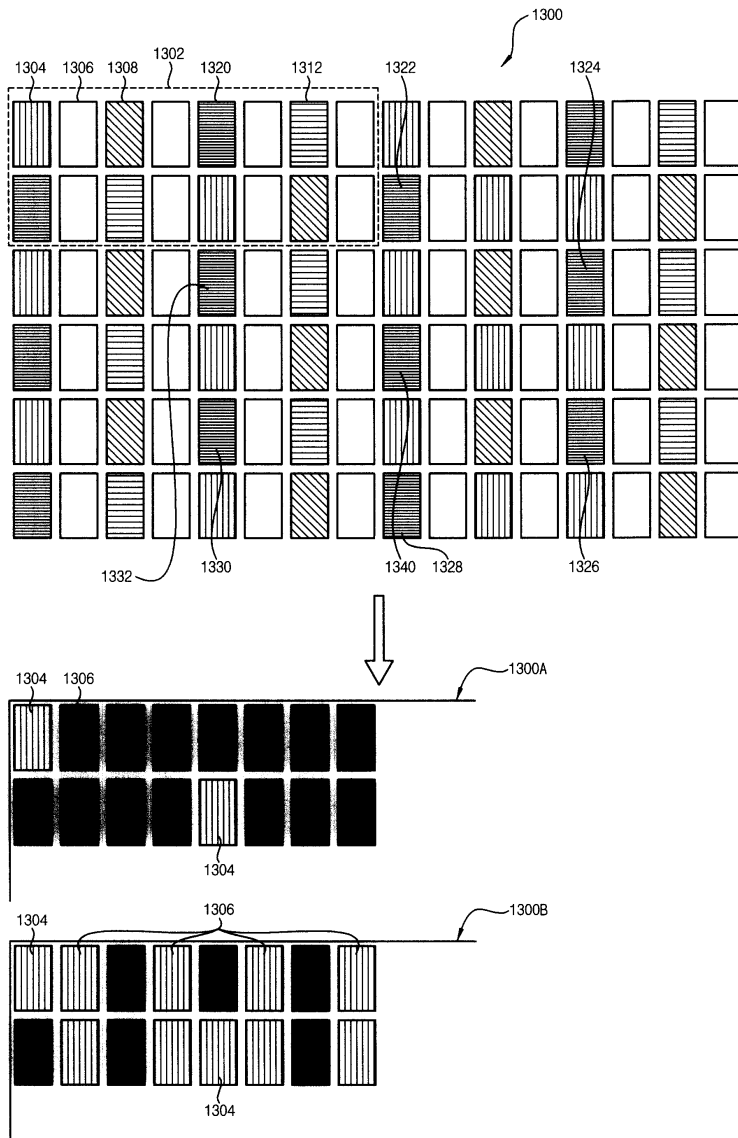
도면11



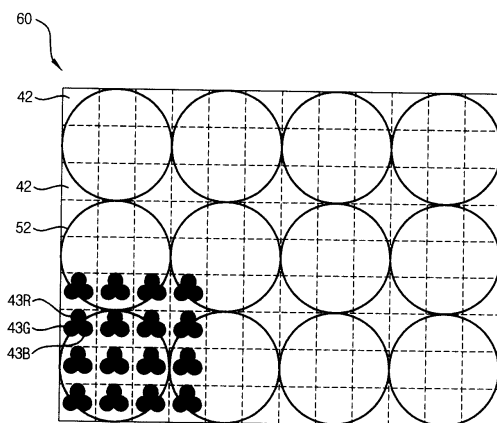
도면12



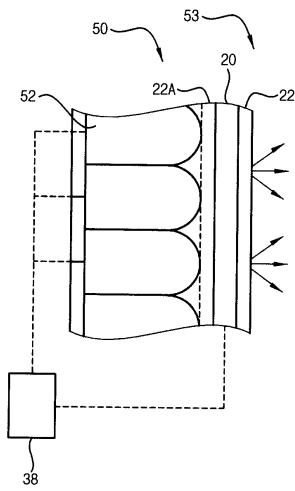
도면13



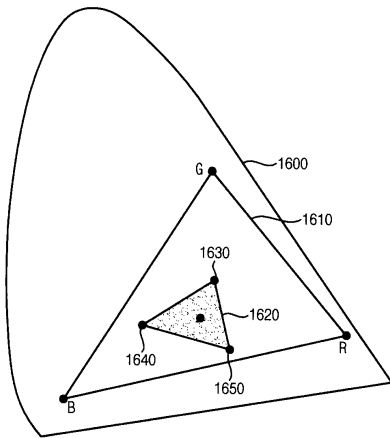
도면14



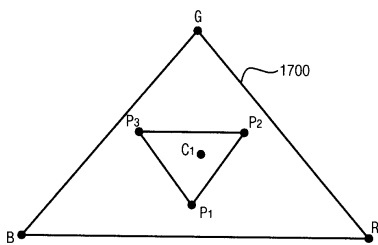
도면15



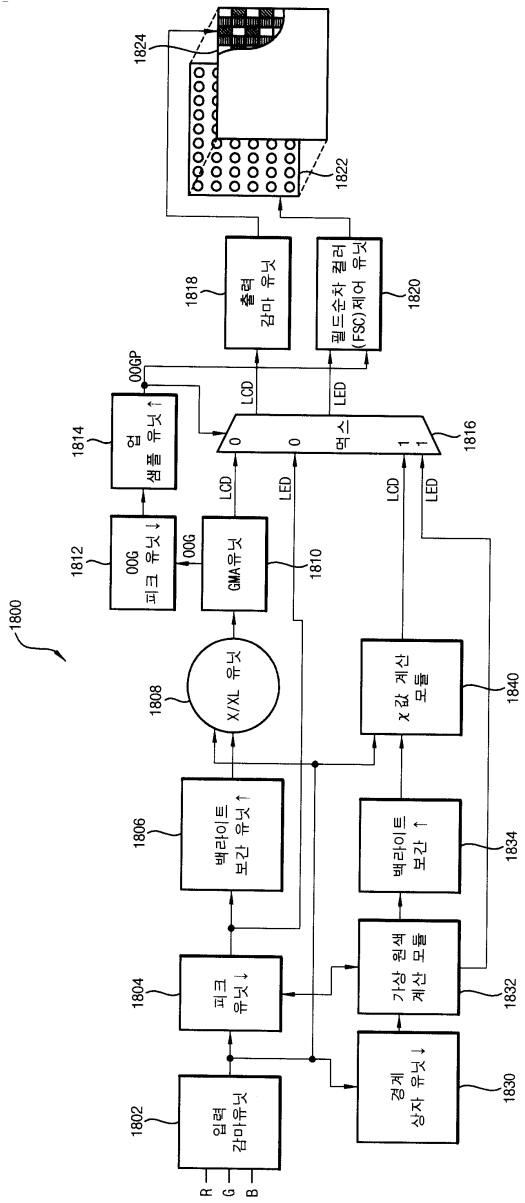
도면16



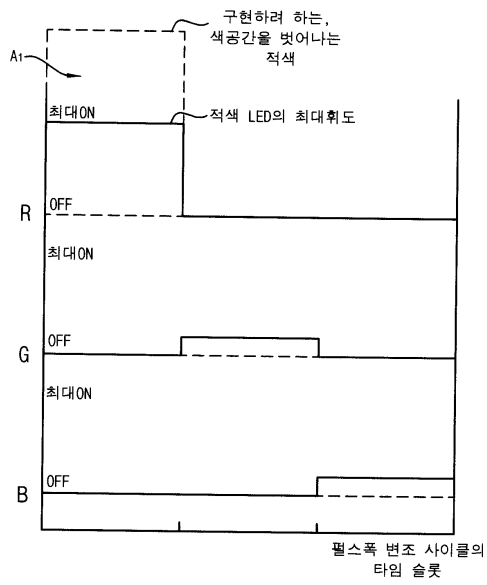
도면17



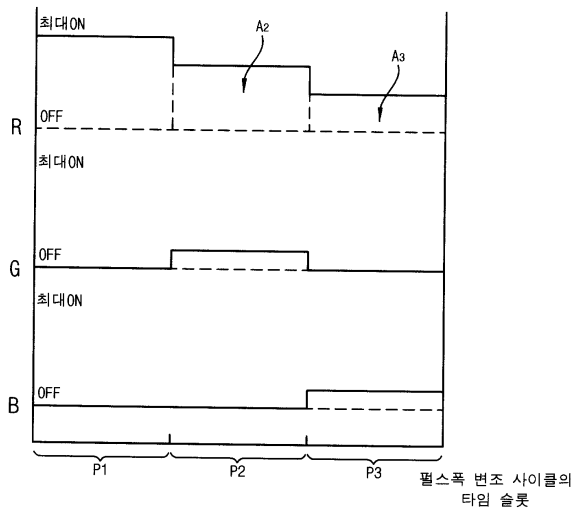
도면18



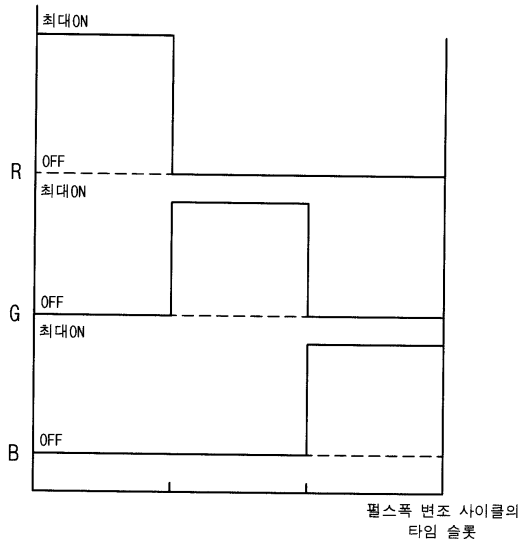
도면19a



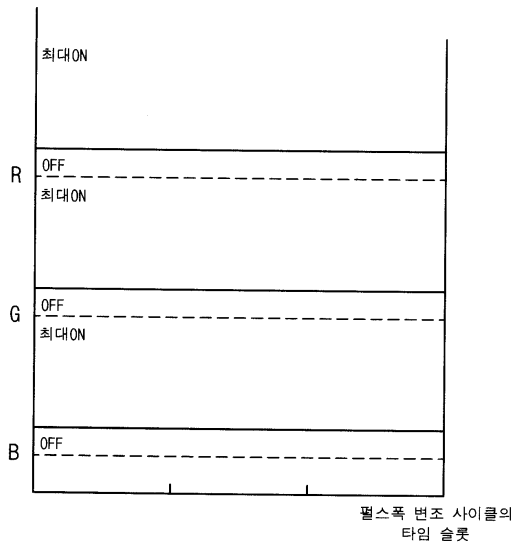
도면19b



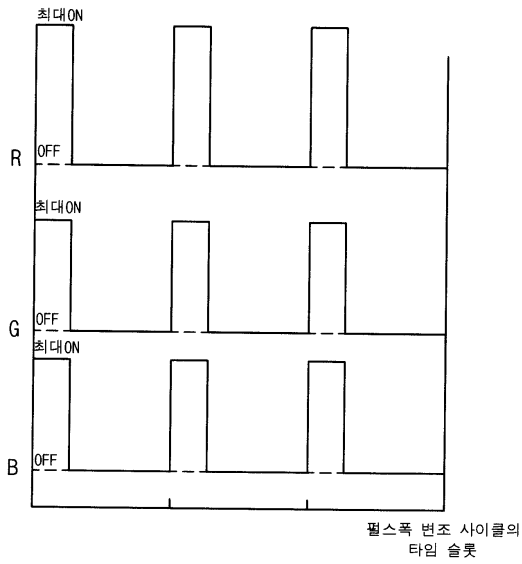
도면20a



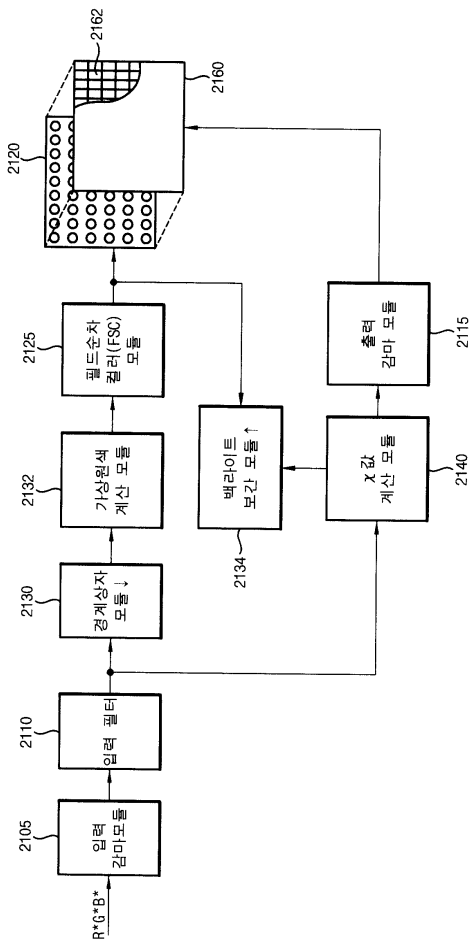
도면20b



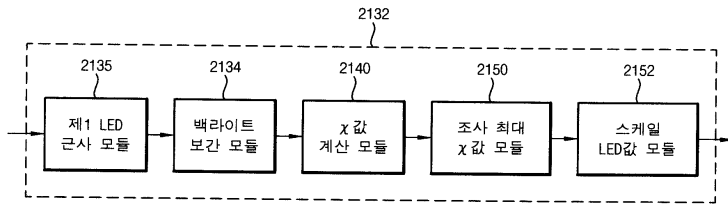
도면20c



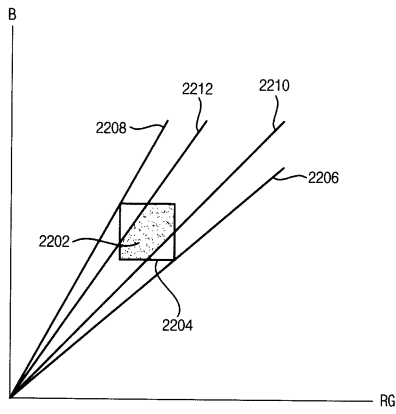
도면21a



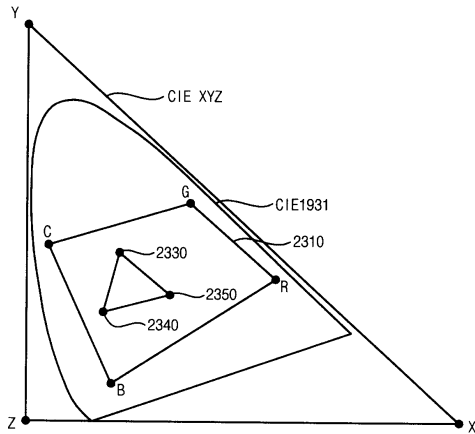
도면21b



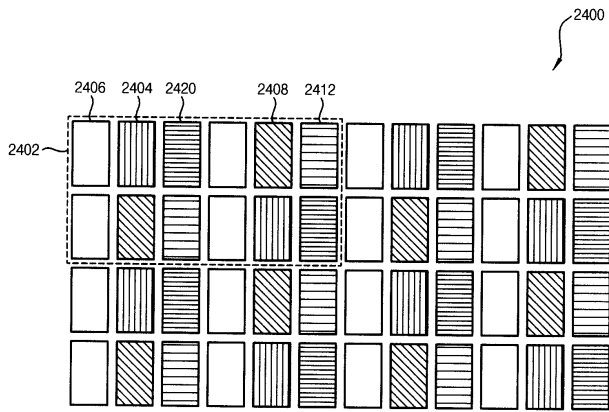
도면22



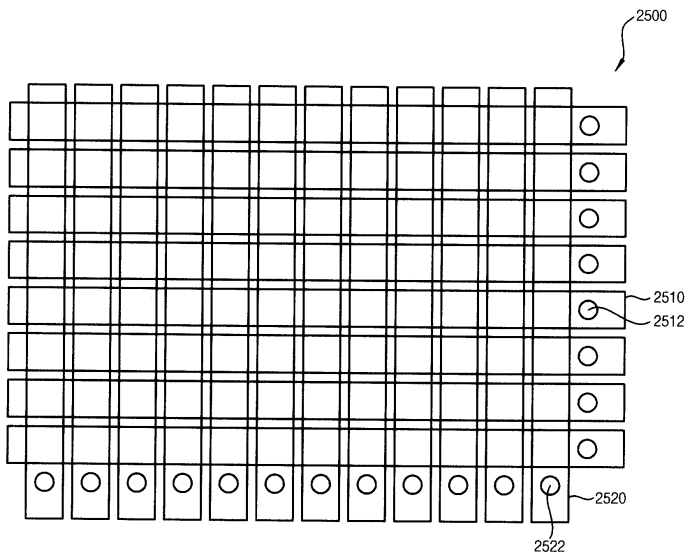
도면23



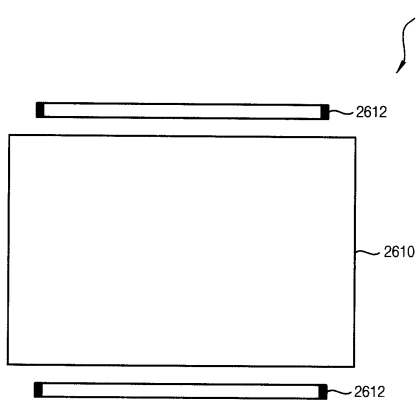
도면24



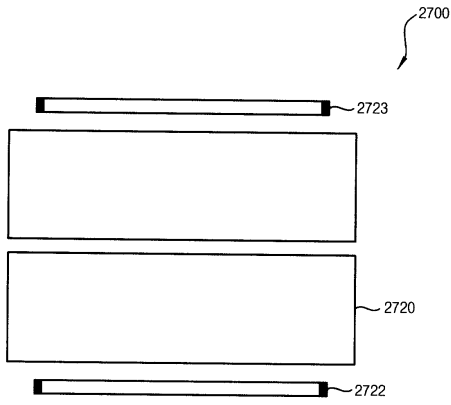
도면25



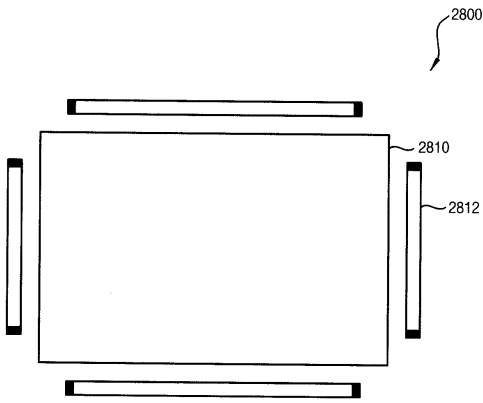
도면26



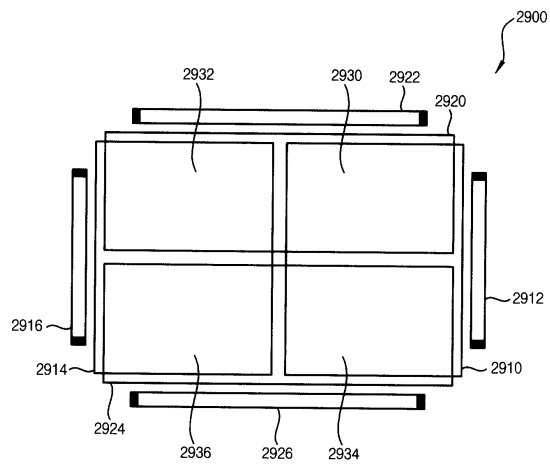
도면27



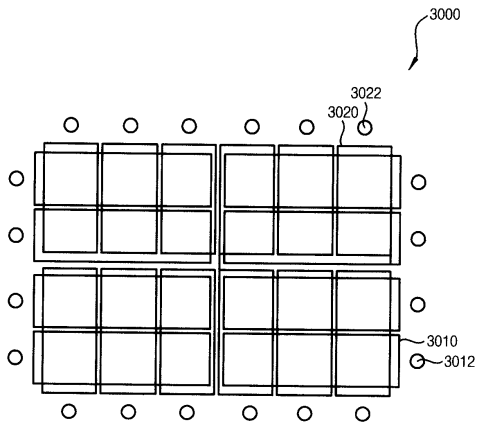
도면28



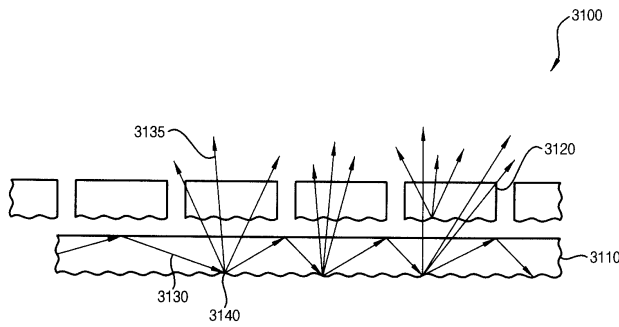
도면29



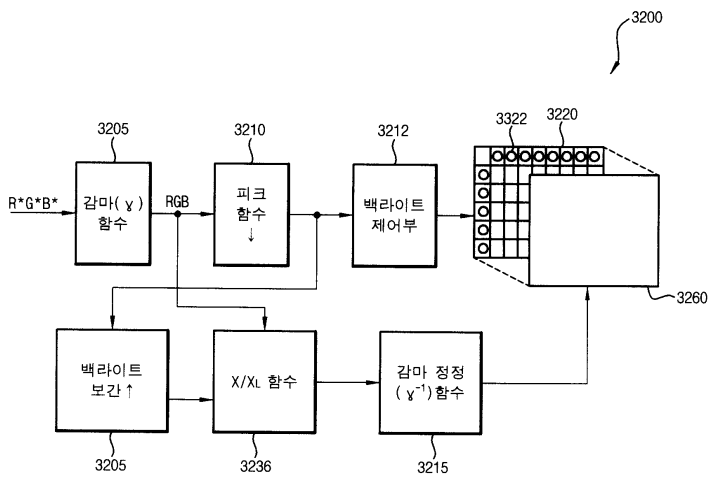
도면30



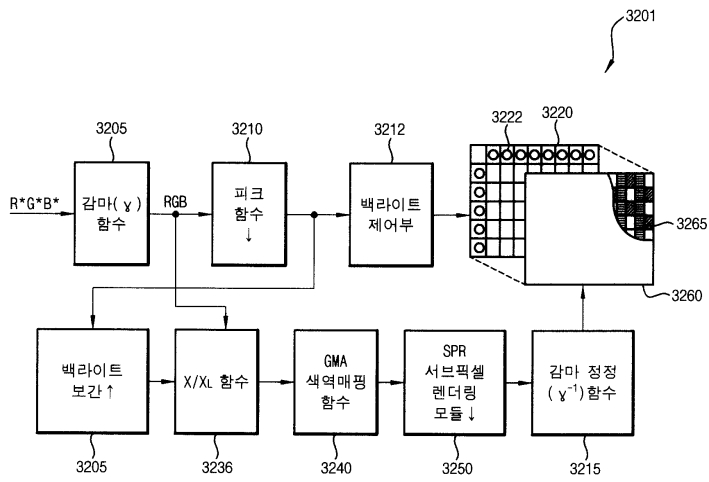
도면31



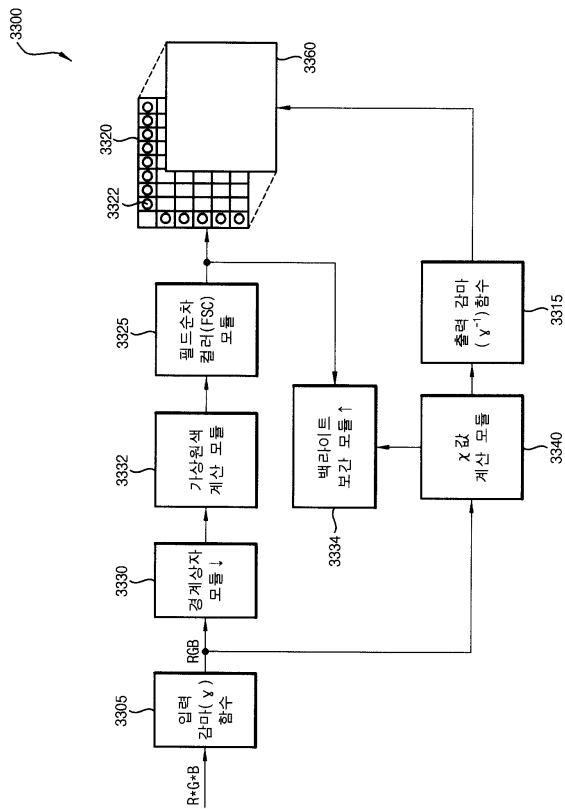
도면32a



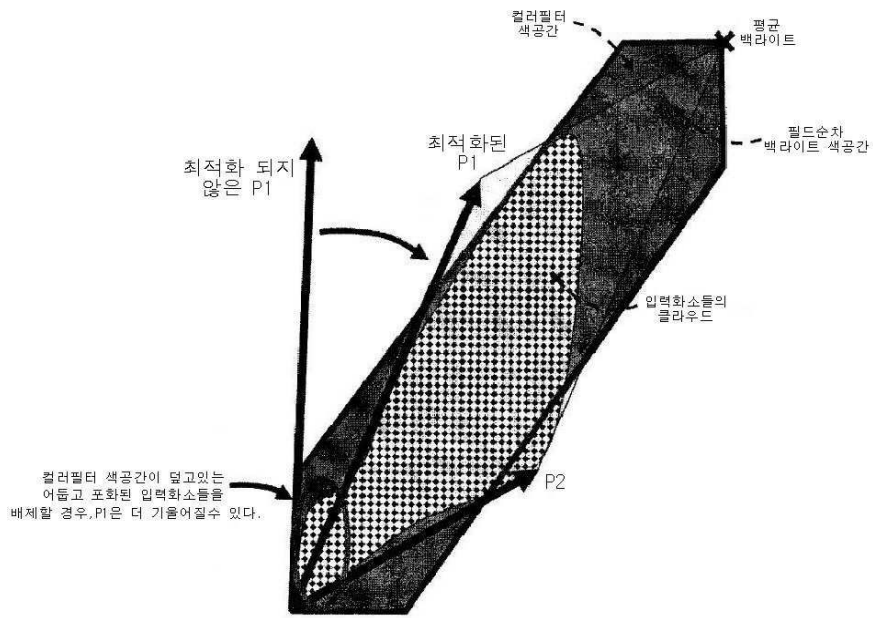
도면32b



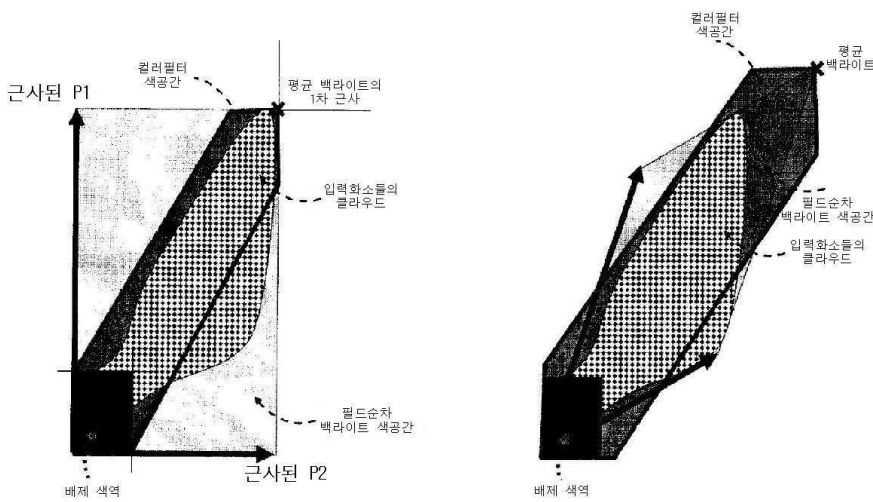
도면33



도면34



도면35



도면36

