



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월16일
(11) 등록번호 10-2511039
(24) 등록일자 2023년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 23/70 (2023.01) H04N 23/60 (2023.01)
H04N 23/60 (2023.01) H04N 23/70 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H04N 23/70 (2023.01)
H04N 23/62 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2015-0154569
(22) 출원일자 2015년11월04일
심사청구일자 2020년10월15일
(65) 공개번호 10-2017-0052287
(43) 공개일자 2017년05월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120016475 A*
JP2011004146 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
김성진
경기도 고양시 덕양구 행당로 23, 201호(토당동, 우신빌라)
강동우
경기도 고양시 일산서구 일중로 30, 502동 2104호(일산동, 산들마을5단지)
(74) 대리인
박병석

전체 청구항 수 : 총 11 항

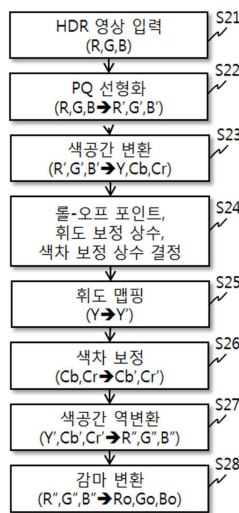
심사관 : 정명철

(54) 발명의 명칭 **영상 처리 방법 및 영상 처리 회로와 그를 이용한 표시 장치**

(57) 요약

본 발명은 영상 처리 기술은 입력 HDR 영상에 대한 휘도 분포를 분석하여 적응적으로 롤-오프 포인트 및 휘도 보정 상수와 색차 보정 상수를 결정하여 입력 HDR 영상의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성에 맞는 휘도 성분으로 변환함과 아울러 롤-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 색차 보정 상수를 이용하여 색차 성분을 보정함으로써 컬러 쉬프트(휴 쉬프트)를 방지함과 아울러 고휘도 픽셀들에서 국부적으로 과포화되는 현상을 완화시켜서 화질 열화를 최소화할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04N 23/698 (2023.01)

H04N 23/741 (2023.01)

명세서

청구범위

청구항 1

하이 다이내믹 레인지(이하 HDR)를 갖는 입력 영상 데이터를 미리 정해진 디코딩 함수를 이용하여 선형화하는 단계와;

선형화된 영상 데이터를 휘도 성분과 색차 성분으로 변환하는 단계와;

상기 입력 영상의 휘도 분포를 분석한 결과를 바탕으로 휘도 맵핑 함수의 롤-오프 포인트와, 휘도 보정 상수와, 색차 보정 상수를 결정하는 단계와;

상기 롤-오프 포인트 및 휘도 보정 상수를 이용하여 결정된 휘도 맵핑 함수를 이용하여 상기 입력 영상 데이터의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성을 갖는 휘도 성분으로 보정하는 단계와,

상기 롤-오프 포인트의 휘도 보다 높은 롤-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 상기 색차 보정 상수를 이용하여 상기 색차 성분을 보정하는 단계와;

상기 보정된 휘도 성분 및 색차 성분을 보정된 영상 데이터로 변환하는 단계와;

상기 보정된 영상 데이터를 감마 변환하여 출력하는 단계를 포함하고,

상기 보정된 영상 데이터는 상기 입력 영상 데이터 대비 휴값은 유지되고, 채도는 감소되는 형태로 변환되는 영상 처리 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

프레임 단위로 상기 입력 영상 데이터의 휘도 분포를 분석하고,

전체 픽셀수에 대한 상기 표시 장치의 최대 휘도 이상인 픽셀수의 비율을 산출하고, 산출된 비율을 1로부터 차감한 결과를 상기 롤-오프 포인트로 결정하는 영상 처리 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 휘도 분포의 분석 결과를 바탕으로 문턱값 이하가 되는 휘도 지점을 검출하고,

상기 표시 장치의 최대 휘도에 대한 상기 문턱값 이하가 되는 휘도 지점의 비율을 상기 휘도 보정 상수로 결정하고,

상기 휘도 보정 상수를 이용하여 상기 휘도 맵핑 함수로 맵핑될 상기 입력 영상의 휘도 성분의 상한값을 결정하는 영상 처리 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 표시 장치의 최대 휘도에 상기 휘도 보정 상수를 곱한 결과값에 대한 -0.5의 비를 제1값으로 산출하고, 픽셀 휘도와 롤-오프 포인트에서의 휘도 차이를 제2값으로 산출하고, 상기 제1 및 제2 값의 곱한 다음 1의 상수를 더해주는 연산을 통해 상기 색차 보정 상수를 결정하는 영상 처리 방법.

청구항 5

HDR 입력 영상 데이터를 미리 정해진 디코딩 함수를 이용하여 선형화하는 선형화부와,

상기 선형화된 영상 데이터를 휘도 성분과 색차 성분으로 변환하는 색공간 변환부와;

상기 입력 영상의 휘도 분포를 분석하나 결과를 바탕으로 휘도 맵핑 함수의 롤-오프 포인트와, 휘도 보정 상수와, 색차 보정 상수를 결정하는 휘도 분석부와;

상기 롤-오프 포인트 및 휘도 보정 상수를 이용하여 결정된 휘도 맵핑 함수를 이용하여 상기 입력 영상 데이터의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성을 갖는 휘도 성분으로 보정하는 휘도 맵핑부와,

상기 롤-오프 포인트의 휘도 보다 높은 롤-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 상기 색차 보정 상수를 이용하여 상기 색차 성분을 보정하는 색차 보정부와;

상기 보정된 휘도 성분 및 색차 성분을 보정된 영상 데이터로 변환하는 색공간 역변환부와;

상기 보정된 영상 데이터를 감마 변환하여 출력하는 감마 변환부를 구비하고,

상기 보정된 영상 데이터는 상기 입력 영상 데이터 대비 휴값은 유지되고, 채도는 감소되는 형태로 변환되는 영상 처리 회로.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 휘도 분석부는

프레임 단위로 상기 입력 영상 데이터의 휘도 분포를 분석하고,

전체 픽셀수에 대한 상기 표시 장치의 최대 휘도 이상인 픽셀수의 비율을 산출하고, 산출된 비율을 1로부터 차감한 결과를 상기 롤-오프 포인트로 결정하는 영상 처리 회로.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 휘도 분석부는

상기 휘도 분포의 분석 결과를 바탕으로 문턱값 이하가 되는 휘도 지점을 검출하고,

상기 표시 장치의 최대 휘도에 대한 상기 문턱값 이하가 되는 휘도 지점의 비율을 상기 휘도 보정 상수로 결정하고,

상기 휘도 보정 상수를 이용하여 상기 휘도 맵핑 함수로 맵핑될 상기 입력 영상의 휘도 성분의 상한값을 결정하는 영상 처리 회로.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 휘도 분석부는

상기 표시 장치의 최대 휘도에 상기 휘도 보정 상수를 곱한 결과값에 대한 -0.5의 비를 제1값으로 산출하고, 픽셀 휘도와 롤-오프 포인트에서의 휘도 차이를 제2값으로 산출하고, 상기 제1 및 제2 값의 곱한 다음 1의 상수를 더해주는 연산을 통해 상기 색차 보정 상수를 결정하는 영상 처리 회로.

청구항 9

표시 패널과,

청구항 5 내지 8 중 어느 한 청구항에 기재된 상기 영상 처리 회로와,

상기 영상 처리 회로로부터 공급된 영상을 상기 표시 패널에 표시하는 패널 구동부와,

상기 패널 구동부의 구동 타이밍을 제어하는 타이밍 컨트롤러를 포함하고,

상기 영상 처리 회로는 상기 타이밍 컨트롤러에 내장되거나, 상기 타이밍 컨트롤러와 상기 패널 구동부 사이에 위치하거나, 상기 타이밍 컨트롤러의 앞단에 위치하는 표시 장치.

청구항 10

청구항 4에 있어서,

상기 픽셀의 휘도가 상기 롤-오프 포인트에서의 휘도보다 높을수록 상기 색차 보정 상수는 증가하고, 낮을수록 상기 색차 보정 상수는 감소하는 영상 처리 방법.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 픽셀의 휘도가 상기 롤-오프 포인트에서의 휘도보다 높을수록 상기 색차 보정 상수는 증가하고, 낮을수록 상기 색차 보정 상수는 감소하는 영상 처리 회로.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표시 장치에 관한 것으로, 특히 휘도 다이내믹 레인지가 넓은 영상의 화질 열화를 최소화하여 표시 장치에 표시할 수 있는 영상 처리 방법 및 영상 처리 회로와 그를 이용한 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실제 자연 환경에서 사람은 대략 $10^{-4} \sim 10^8 \text{ cd/m}^2$ 정도의 넓은 휘도 다이내믹 레인지를 인지할 수 있는 것으로 알려져 있고, 이러한 인지 특성을 고려한 하이 다이내믹 레인지(High Dynamic Range; 이하 HDR) 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 지금까지 HDR 기술은 대부분 카메라 분야에 집중되어 있었으나, 최근 영상 제작 및 표시 장치 개발 등까지 확장되고 있다.

[0003] 그러나, 현재 표시 장치가 표현할 수 있는 휘도 다이내믹 레인지는 HDR 영상 콘텐츠 보다 상당히 낮은 수준이다. 예를 들면, 현재 HDR 영상의 피크 휘도 스펙은 10000nit.이나, 표시 장치가 표현할 수 있는 피크 휘도는 400nit. 정도이다.

[0004] 따라서, 표시 장치가 표현 가능한 휘도 레인지보다 넓은 HDR 영상 콘텐츠를 표시하기 위하여, HDR 영상 콘텐츠를 표시 장치의 좁은 휘도 레인지, 즉 감마 특성에 맞게 변환하는 영상 처리 알고리즘이 표시 장치에 요구되며, 특히 HDR 영상의 컬러 쉬프트(휴 쉬프트) 등과 같은 화질 열화를 최소화하여 표시 장치에 표시할 수 있는 영상 처리 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 HDR 영상의 화질 열화를 최소화하여 표시 장치에 표시할 수 있는 영상 처리 방법 및 회로와 그를 이용한 표시 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 방법은 하이 다이내믹 레인지(이하 HDR)를 갖는 입력 영상 데이터를 미리 정해진 디코딩 함수를 이용하여 선형화하는 단계와; 선형화된 영상 데이터를 휘도 성분과 색차 성분으로 변환하는 단계와; 상기 입력 영상의 휘도 분포를 분석한 결과를 바탕으로 휘도 맵핑 함수의 롤-오프 포인트와, 휘도 보정 상수와, 색차 보정 상수를 결정하는 단계와; 상기 롤-오프 포인트 및 휘도 보정 상수를 이용하여 결정된 휘도 맵핑 함수를 이용하여 상기 입력 영상 데이터의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성을 갖는 휘도 성분으로 보정하는 단계와, 상기 롤-오프 포인트의 휘도 보다 높은 롤-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 상기 색차 보정 상수를 이용하여 상기 색차 성분을 보정하는 단계와; 상기 보정된 휘도 성분 및 색차 성분을 보정된 영상 데이터로 변환하는 단계와; 상기 보정된 영상 데이터를 감마 변환하여 출력하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 발명의 한 실시예에 따른 영상 처리 회로는 HDR 입력 영상 데이터를 미리 정해진 디코딩 함수를 이용하여 선형화하는 선형화부와, 상기 선형화된 영상 데이터를 휘도 성분과 색차 성분으로 변환하는 색공간 변환부와; 상기 입력 영상의 휘도 분포를 분석하나 결과를 바탕으로 휘도 맵핑 함수의 롤-오프 포인트와, 휘도 보정 상수와,

색차 보정 상수를 결정하는 휘도 분석부와; 상기 롤-오프 포인트 및 휘도 보정 상수를 이용하여 결정된 휘도 맵핑 함수를 이용하여 상기 입력 영상 데이터의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성을 갖는 휘도 성분으로 보정하는 휘도 맵핑부와, 상기 롤-오프 포인트의 휘도 보다 높은 롤-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 상기 색차 보정 상수를 이용하여 상기 색차 성분을 보정하는 색차 보정부와; 상기 보정된 휘도 성분 및 색차 성분을 보정된 영상 데이터로 변환하는 색공간 역변환부와; 상기 보정된 영상 데이터를 감마 변환하여 출력하는 감마 변환부를 구비한다.

[0008] 본 발명의 실시예에 따른 표시 장치는 전술한 영상 처리 회로를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 방법 및 회로와 그를 이용한 표시 장치는 입력 HDR 영상에 대한 휘도 분포를 분석하여 적응적으로 롤-오프 포인트 및 휘도 보정 상수와 색차 보정 상수를 결정하여 입력 HDR 영상의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성에 맞는 휘도 성분으로 변환함과 아울러 롤-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 색차 보정 상수를 이용하여 색차 성분을 보정함으로써 컬러 쉬프트 및 HDR 영상의 컬러 쉬프트를 방지함과 아울러 고 휘도 픽셀들에서 국부적으로 과포화되는 현상을 완화시켜서 화질 열화를 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 HDR 영상을 표시 장치의 감마 커브에 따라 맵핑시 롤-오프 구간 맵핑으로 인한 컬러 쉬프트 현상을 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 영상 처리 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 영상 처리 회로의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 휘도 맵핑 방법을 설명하기 위한 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 방법에 따른 컬러 쉬프트 개선 결과를 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 회로를 갖는 HDR 표시 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 7은 도 6에 적용되는 LCD 서브픽셀의 구성을 예시한 등가회로도이다.

도 8은 도 6에 적용되는 OLED 서브픽셀의 구성을 예시한 등가회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명의 실시예에 대한 설명에 앞서서 본 발명과 관련된 선행 기술의 문제점을 먼저 살펴보기로 한다.

[0012] 도 1은 HDR 영상의 디코딩 커브와 표시 장치의 감마 커브를 비교하여 나타낸 그래프(a)이고, HDR 영상의 롤-오프 구간 맵핑으로 인한 휴 쉬프트 결과(b)를 예시한 도면이다.

[0013] HDR 영상은 최근 SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers) ST.(Standard) 2084로 정의된 전기-광학 전달 함수(Electro-Optical Transfer Function; 이하 EOTF)를 의미하는 지각적인 양자화(Perceptual Quantizer; 이하 PQ) 인코딩 커브를 이용하여 감마 인코딩된다.

[0014] PQ 인코딩된 HDR 영상을 2.2 감마 커브를 따르는 표시 장치에 표시하기 위해서는, 변환 룩-업 테이블(LUT)을 이용하여, PQ 인코딩 커브와 역함수 관계를 갖는 도 1(a)에 도시된 PQ 디코딩 커브를 따르는 계조 데이터를, 표시 장치의 감마 커브, 예컨대 2.2 감마 커브를 따르는 계조 데이터로 변환하는, 룩-업 테이블(Look-up table; LUT)를 이용한 데이터 맵핑 방법이 코스트 측면에서 유리하다.

[0015] 그러나, HDR 영상의 최대 휘도 스펙은 10000nit. 인 반면, 현재 표시 장치가 표현할 수 있는 최대 휘도는 400nit. 정도로 낮으므로, 전술한 데이터 맵핑에 의해 HDR 영상에서 400nit.를 초과하는 고계조가 모두 표시 장치의 최대 휘도(400nit.)로 포화되는 고계조 뭉침이 발생한다.

[0016] 이러한 고계조 포화를 최소화하기 위하여, 표시 장치는 도 1(a)에 도시된 바와 같이 PQ 디코딩 커브를 미리 정해진 변곡점, 즉 롤-오프 포인트(Roll-off Point; RP)를 기준으로 꺾어 롤-오프 포인트 이상의 고계조 영역의 휘도를 계조 표현력은 가지면서 전체적으로 어떻게 조정하는 롤-오프(Roll-off) 처리 방식이나, 표시 장치의 최대 휘도 클리핑(Clipping)하는 클리핑 처리 방식을 이용한다.

- [0017] 예를 들면, 롤-오프 처리 방식은 도 1(a)와 같이 롤-오프 구간을 포함하는 감마 커브를 따르는 변환 LUT를 이용하여 RGB 데이터를 컬러 채널별로 변환함으로써 롤-오프 포인트(RP) 이상의 고계조 데이터들을 롤-오프 처리한다
- [0018] 그러나, RGB 데이터 중 적어도 하나의 데이터가 롤-오프 구간에 맵핑되어 변환되면 롤-오프 이전의 입력 RGB 비율과 롤-오프 이후의 출력 RGB 비율이 달라지게 된다. 이로 인하여, 도 1(b)에 도시된 바와 같이 색상을 나타내는 휴(Hue) 값이 롤-오프 이전과 이후에 달라짐으로써 색상이 왜곡되는 휴 쉬프트 현상(Hue Shift Artifact), 즉 컬러 쉬프트 현상이 발생하는 문제점이 있다.
- [0019] 도 1(a)에서 롤-오프 포인트(RP)의 데이터가 151일 때, 도 1(b)와 같이 입력 PQ 영상 R, G, B (142, 154, 166) 중 G, B (154, 166)가 롤-오프 구간에 맵핑되어 출력 영상 R', G', B' (168, 200, 207)로 변환됨으로써 입력 휴값(213°) 대비 출력 휴값(190°)이 쉬프트되어 색상이 왜곡되었음을 알 수 있다.
- [0020] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 컬러 채널별 변환 LUT를 사용하지 않고 휘도 정보(Y)를 이용하며, 변환 LUT 없이 입력 영상의 휘도 분포를 분석하여 적응적으로 PQ-to-gamma 변환을 수행함으로써, 컬러 쉬프트 현상을 억제할 수 있는 표시 장치의 영상 처리 방법 및 회로를 제안한다.
- [0021] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명하기로 한다.
- [0022] 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 영상 처리 방법을 단계적으로 나타낸 플로우 차트이고, 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 영상 처리 회로의 구성을 간략하게 나타낸 블록도이며, 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 휘도 정보(Y)의 PQ-to-gamma 맵핑을 위한 그래프를 나타낸 도면이다.
- [0023] 도 2 및 도 3을 참조하면, 입력부(10)에서 HDR 영상(R, G, B)을 수신하여 PQ 선형화부(20)로 공급한다. (S21).
- [0024] PQ 선형화부(20)는 HDR 영상의 PQ 인코딩 커브(함수)와 역함수 관계를 갖는 PQ 디코딩 커브(함수)를 이용하여 입력부(10)로부터 공급된 HDR 영상(R, G, B)을 역감마 보정함으로써 계조별 휘도 관계가 선형화된 HDR 영상(R', G', B')을 출력한다. (S22)
- [0025] 색공간 변환부(30)는 미리 정해진 색공간 변환 함수(RGB-to-YCbCr) 또는 이 함수를 적용하여 미리 정해진 색공간 변환 LUT를 이용하여 선형화된 HDR 영상(R', G', B')을 휘도 성분(Y) 및 색차 성분(Cb, Cr)으로 변환한다.(S23) 색차 성분(Cb)는 휘도 성분(Y)와 청색 성분(B)의 차이(Y-B)를, 색차 신호(Cr)은 휘도 성분(Y)과 적색 성분(R)의 차이(Y-R)를 의미한다.
- [0026] 휘도 분석부(40)는 입력 PQ 영상의 휘도(Luminance) 분포를 적어도 프레임 단위로 분석하여 롤-오프 포인트, 휘도 보정 상수, 색차 보정 상수를 결정한다. (S24)
- [0027] 휘도 맵핑부(50)는 휘도 분석부(40)로부터 공급된 롤-오프 포인트, 휘도 보정 상수를 이용하여 도 3에 도시된 Y PQ-to-gamma 맵핑 함수(그래프)를 결정하고, 결정된 Y PQ-to-gamma 맵핑 함수를 이용하여 PQ 영상의 휘도 성분(Y_PQ)를 표시 장치의 휘도 성분(Y_2.2)으로 맵핑하여 출력한다. (S25)
- [0028] 색차 보정부(60)는 픽셀 휘도가 롤-오프 포인트에서의 휘도 보다 높은 해당 픽셀들을 검출하고, 검출된 픽셀들에 한하여, 휘도 분석부(40)로부터 공급된 휘도 보정 상수, 색차 보정 상수를 이용하여 색차 성분(Cb, Cr)을 보정한다. (S26)
- [0029] 색공간 역변환부(70)는 미리 정해진 색공간 역변환 함수(YCbCr-to-RGB) 또는 이 함수를 적용하여 미리 정해진 색공간 역변환 LUT를 이용하여, 색차 보정부(60)로부터 공급된 휘도 성분(Y') 및 색차 성분(Cb, Cr)을 R', G', B' 영상으로 변환하여 출력한다. (S27)
- [0030] 감마 변환부(80)는 색공간 역변환부(70)로부터 공급된 R', G', B' 영상을 감마 변환 LUT를 이용하여 비선형화하고 비선형화된 Ro, Go, Bo 영상을 출력한다. (S28)
- [0031] 전술한 휘도 분석부(40), 휘도 맵핑부(50), 색차 보정부(60)에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.
- [0032] PQ-to-gamma 맵핑을 위하여 휘도 성분(Y)은 0~1 사이의 Y값(휘도 정규화값)으로 치환된다. PQ로 인코딩된 HDR 영상(이하 PQ 영상)은 0~10000nit. 범위의 휘도 정보가 0~1의 Y값으로 치환되며, 최대 휘도 400nit.의 표시 장치는 0~400nit. 범위의 휘도 정보도 0~1 사이의 Y_2.2값으로 치환된다.
- [0033] 이때, PQ 영상과 표시 장치의 휘도 레인지가 상이함에 따라 PQ 영상의 Y값과, 표시 장치의 Y_2.2값의 절대치가 다르므로, 아래 수학적 식 1과 같이 0~1 사이로 치환된 PQ 영상의 Y값에, "표시 장치의 최대 휘도(Max.Display

Liminance)"에 대한 "입력 PQ 영상의 최대 휘도(Max.PQ Luminance)"의 비를 보정 상수로 곱해줌으로써 도 4에 도시된 Y 맵핑 함수의 Y_PQ를 결정한다.

[0034] <수학식 1>

$$Y_{PQ} = Y \times \frac{\text{Max. PQ Luminance}}{\text{Max. Display Luminance}}$$

[0035]

[0036] 예를 들면, PQ 영상의 최대 휘도(Max.PQ Luminance)가 10000nit, 표시 장치의 최대 휘도(Max.Display Luminance)가 400nit일 때, 상기 수학식 1과 같이 보정 상수(10000/400=25)를 산출하여 초기 Y값에 곱해줌으로써, 입력 PQ 영상의 초기 Y값 "1"은 Y_PQ값 25으로 결정된다.

[0037] 휘도 분석부(40)는 입력 PQ 영상의 휘도 분포를 분석하여 도 3에 도시된 도시된 Y 맵핑 그래프에서 롤-오프 구간이 시작되는 롤-오프 포인트(RP)를 결정한다. 롤-오프 포인트(RP)를 결정하기 위하여 입력 PQ 영상에서 표시 장치의 최대 휘도(Max.Display Luminance) 이상인 휘도 분포를 분석하여 아래 수학식 2와 같이 롤-오프 포인트(RP= Rolloff Point)를 결정한다.

[0038] <수학식 2>

$$\text{Rolloff Point} = 1 - \text{Over Max. Display Luminance Ratio}$$

$$\text{Over Max. Display Luminance Ratio} = \frac{\text{Pixels Over Max. Display Luminance}}{\text{All Pixels}}$$

[0039]

[0040] 휘도 분석부(40)는 입력 PQ 영상의 각 프레임에서 "전체 픽셀수 (All Pixels)"에 대한 "표시 장치의 최대 휘도 이상인 픽셀수 (Pixels Over Max. Display Luminance)"의 비율(Over Max. Display Luminance Ratio)를 산출하고 "1 - Over Max. Display Luminance Ratio"의 연산 결과를 롤-오프 포인트(Rolloff Point)를 결정한다. 표시 장치의 최대 휘도 이상인 고휘도의 픽셀수가 많다면 롤-오프 포인트는 "0" 쪽에 가깝게 세팅되고, 그 반대이면 "1" 쪽에 가깝게 세팅된다.

[0041] 예를 들어, 각 프레임에서 전체 픽셀수에 대한 표시 장치의 최대 휘도인 400nit 이상의 픽셀수의 비율이 30%일 때, 롤-오프 포인트는 "1 - 0.3 = 0.7"로 결정된다.

[0042] 그 다음, 휘도 분석부(40)는 전술한 휘도 분포를 분석한 결과를 바탕으로, 도 3에서 롤-오프 포인트로부터 Y_PQ (0~25)에서 어느 부분까지 남은 계조(1-Y_R)에 맵핑할지를 결정한다. 도 3에서 Y_PQ 25까지 맵핑하는 것이 원본 영상의 모든 정보를 표현하기에 가장 좋지만, 롤-오프 포인트(RP)로부터 남은 계조의 양이 많지 않기 때문에 실제 표시 장치에서 표현이 불가능하다. 따라서, 휘도 분석부(40)는 전술한 휘도 분포의 분석 결과를 바탕으로 휘도 보정 상수 α_Y 를 산출하고, 아래 수학식 3과 같이 Y_2.2에 휘도 보정 상수 α_Y 를 곱하여 Y(PQ) 상한값 "Y_PQ Pos"를 결정한다.

[0043] <수학식 3>

$$Y_{PQ Pos} = Y_{2.2} \times \alpha_Y$$

[0044]

[0045] 휘도 분석부(40)는 상기 수학식 3에서 휘도 보정 상수 α_Y 는 아래 표 1과 같은 휘도 분포 분석 결과를 바탕으로 문턱값 3% 이하가 되는 휘도 지점을 검출하고, "표시 장치의 최대 휘도(Max.Display Luminance)"에 대한 "문턱값 3% 이하가 되는 지점의 휘도"의 비율을 휘도 보정 상수 α_Y 로 산출한다.

표 1

[0046]

제1 영상	제2 영상
400nit 이상 = 30%	400nit 이상 = 18%
1200nit 이상 = 23%	800nit 이상 = 12%
2000nit 이상 = 12%	1200nit 이상 = 3%
2800nit 이상 = 3%	

[0047] 예를 들어, 상기 표 1과 같은 휘도 분포 분석 결과로부터 제1 영상에서 문턱값 3% 이하가 되는 휘도 지점으로 2800nit가 검출되었을 때, 휘도 보정 상수 $\alpha_Y = 2800/400=7$ 이 산출되고, 상기 수학식 3에 의해 롤-오프 구간

의 Y_PQ 상한값 "Y_PQ Pos"는 Y_2.2 최대값 "1"에 휘도 보정 상수 $\alpha_Y=7$ 을 곱한 결과인 "Y_PQ Pos = 7"로 결정된다.

[0048] 상기 표 1에서 제2 영상에서 문턱값 3% 이하가 되는 휘도 지점으로 1200nit가 검출되었을 때, 휘도 보정 상수 $\alpha_Y = 1200/400=3$ 이 산출되고, 상기 수학적 식 3에 의해 Y(PQ) 상한값 "Y_PQ Pos"는 Y_2.2 최대값 "1"에 휘도 보정 상수 $\alpha_Y=3$ 을 곱한 결과인 "Y_PQ Pos = 3"으로 결정된다.

[0049] 여기서, Y_2.2값이 "1"일 때, 휘도 보정 상수 α_Y 는 바로 Y(PQ) 상한값 "Y_PQ Pos"으로 결정된다.

[0050] 그 다음, 휘도 분석부(40)는 롤-오프 구간에 포함되는 픽셀들에 대한 색차 성분(Cb, Cr)을 보정하기 위한 색차 보정 상수 $\alpha_{Cb,Cr}$ 를 아래 수학적 식 4와 같이 전술한 휘도 보정 상수 α_Y 를 고려하여 결정한다

[0051] <수학적 식 4>

$$\begin{aligned}
 & \text{if}(\text{Luminance}_{\text{Pixel}} > \text{Luminance}_{\text{Rolloffpoint}}) \\
 & \alpha_{Cb,Cr} = -0.5 / (\text{Max. Display Luminance} \times \alpha_Y) \times (\text{Luminance}_{\text{Pixel}} - \text{Luminance}_{\text{Rolloffpoint}}) + 1 \\
 & Cb', Cr' = Cb, Cr \times \alpha_{Cb,Cr}
 \end{aligned}$$

[0052]

[0053] 휘도 분석부(40)는 픽셀 휘도(Luminance_Pixel)가 롤-오프 포인트에서의 휘도(Luminance_Rolloffpoint) 보다 높은 해당 픽셀들을 검출한다.

[0054] 휘도 분석부(40)는 "표시 장치의 최대 휘도(Max.Display Luminance)에 휘도 보정 상수(α_Y)를 곱한 결과"에 대한 "-0.5"의 비를 산출하고, "픽셀 휘도(Luminance_Pixel)와 롤-오프 포인트에서의 휘도(Luminance_Rolloffpoint) 차이"를 산출하고, 전자의 산출값과 후자의 산출값을 곱한 다음 "1"의 상수를 더해줌으로써 -0.5~0.5 범위의 색차 보정 상수 $\alpha_{Cb,Cr}$ 를 결정한다. 해당 픽셀의 휘도가 롤-오프 포인트에서의 휘도 보다 높을수록 색차 보정 상수 $\alpha_{Cb,Cr}$ 는 증가하고, 낮을수록 색차 보정 상수 $\alpha_{Cb,Cr}$ 는 감소한다.

[0055] 이와 같이, 휘도 분석부(40)에서 입력 영상의 휘도 분포에 따라 도 4에 도시된 바와 같이 롤-오프 포인트(RP)와 Y(PQ) 상한값 "Y_PQ Pos"이 결정됨으로써 휘도 맵핑부(50)에서 휘도 정보(Y)의 PQ-to-gamma 맵핑을 위한 그래프 1, 2가 결정된다.

[0056] 휘도 맵핑부(50)는 도 4에 도시된 휘도 성분(Y)의 맵핑 그래프(함수)를 이용하여 입력 PQ 영상의 휘도 성분(Y_PQ)를 표시 장치의 휘도 성분(Y_2.2)으로 맵핑하여 출력한다.

[0057] 색차 보정부(60)는 픽셀 휘도(Luminance_Pixel)가 롤-오프 포인트에서의 휘도(Luminance_Rolloffpoint) 보다 높은 해당 픽셀들에 한하여, 휘도 분석부(40)로부터 공급된 색차 보정 상수 $\alpha_{Cb,Cr}$ 를 이용하여 상기 수학적 식 4와 같이 색차 성분(Cb, Cr)을 보정한다. 이에 따라, 롤-오프 포인트에서의 휘도(Luminance_Rolloffpoint) 보다 높은 픽셀들에서 휴값(H)은 유지하면서 채도(Saturation)만 감소하여 과포화되는 현상을 완화시킬 수 있다.

[0058] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 방법 및 회로는 입력 PQ 영상의 휘도 분포를 분석한 결과를 바탕으로 롤-오프 포인트, 휘도 보정 상수, 색차 보정 상수 등을 결정하여 PQ 영상의 휘도 성분(Y_PQ)을 표시 장치의 휘도 성분(Y_2.2)으로 맵핑하고, 롤-오프 포인트보다 휘도가 높은 픽셀들은 색차 보정 상수를 이용하여 색차 성분(Cb, Cr)을 더 보정함으로써, 휴값(H)은 유지하면서 채도(Saturation)만 감소하여 컬러 쉬프트 현상을 방지하고 과포화 현상을 완화시킬 수 있으므로 화질을 향상시킬 수 있다.

[0059] 도 5는 본 발명에 따른 영상 처리 방법에 따른 휴 쉬프트 개선 결과를 보여주는 도면이다.

[0060] 도 5(a)를 참조하면, 입력 PQ 영상 R, G, B (142, 154, 166)가 기존의 RGB 롤-오프 지점(151)을 기준으로 한 롤-오프 처리의 영향을 받아 출력 R', G', B' (168, 200, 207)로 변환되어 입력 휴값(213°) 대비 출력 휴값(190°)이 쉬프트되어 색상이 왜곡되었으나, 본 발명의 전술한 영상 처리 기술을 통해서는 출력 Ro, Go, Bo (167, 205, 252)로 변환되어 휴값(213°)이 유지되어 컬러 쉬프트를 방지할 수 있음을 알 수 있다.

[0061] 도 5(b)를 참조하면, 입력 PQ 영상 R, G, B (166, 151, 146)가 기존의 RGB 롤-오프 지점(151)을 기준으로 한 롤-오프 처리의 영향을 받아 출력 R', G', B' (188, 176, 173)로 변환되어 입력 휴값(13°) 대비 출력 휴값(36°)이 쉬프트되어 색상이 왜곡되었으나, 본 발명의 전술한 영상 처리 기술을 통해서는 출력 Ro, Go, Bo (251, 195, 179)로 변환되어 휴값(13°)이 유지되어 컬러 쉬프트를 방지할 수 있음을 알 수 있다.

[0062] 도 5(c)를 참조하면, 입력 PQ 영상 R, G, B (137, 122, 61)가 기존의 RGB 롤-오프 지점(151)을 기준으로 한 롤-오프 처리의 영향을 받지 않아 출력 R', G', B' (154, 118, 33)로 변환되어 휴값(44°)이 유지되고, 본 발명의 전

술한 영상 처리 기술을 통해서도 출력 Ro, Go, Bo (154, 119, 33)로 변환되어 휴값(44°)이 유지되어 컬러 쉬프트가 발생하지 않음을 알 수 있다.

- [0063] 전술한 본 발명의 영상 처리 회로 및 방법은 액정 표시 장치, 유기 발광 다이오드 표시 장치 등에 모두 적용될 수 있다.
- [0064] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 HDR 표시 장치의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이고, 도 7은 도 6의 표시 패널에 적용되는 LCD 서브픽셀의 구성을, 도 8은 도 6의 표시 패널에 적용되는 OLED 서브픽셀의 구성을 예시한 등가회로도이다.
- [0065] 도 6에 도시된 표시 장치는 타이밍 컨트롤러(100), 패널 구동부인 데이터 드라이버(200) 및 게이트 드라이버(300), 표시 패널(400), 감마 전압 생성부(500) 등을 포함한다.
- [0066] 표시 패널(400)은 픽셀들이 매트릭스 형태로 배열된 픽셀 어레이를 통해 영상을 표시한다. 픽셀 어레이의 각 픽셀은 R(Red), G(Green), B(Blue) 서브픽셀들(SP)로 구성되며, 휘도 향상을 위해 W(White) 서브픽셀을 추가로 구비하기도 한다. 표시 패널(400)로는 액정 표시 장치(LCD), 유기 발광 다이오드(OLED) 표시 장치, 전기영동 표시 장치(EPD) 등이 이용될 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 표시 패널(400)이 LCD 패널인 경우, 도 7에 도시된 바와 같이 각 서브픽셀(SP)은 게이트 라인(GL) 및 데이터 라인(DL)과 접속된 박막 트랜지스터(TFT), 박막 트랜지스터(TFT)와 공통 전극 사이에 병렬 접속된 액정 커패시터(C1c) 및 스토리지 커패시터(Cst)를 구비한다. 액정 커패시터(C1c)는 박막 트랜지스터(TFT)를 통해 픽셀 전극에 공급된 데이터 신호와, 공통 전극에 공급된 공통 전압(Vcom)과의 차전압을 충전하고 충전된 전압에 따라 액정을 구동하여 광투과량을 제어한다. 스토리지 커패시터(Cst)는 액정 커패시터(C1c)에 충전된 전압을 안정적으로 유지시킨다.
- [0068] 이와 달리, 표시 패널(400)이 OLED 패널인 경우, 도 8에 도시된 바와 같이 각 서브픽셀(SP)은 고전위 전원(EVDD) 라인 및 저전위 전원(EVSS) 라인 사이에 접속된 OLED 소자와, OLED 소자를 독립적으로 구동하기 위하여 제1 및 제2 스위칭 TFT(ST1, ST2) 및 구동 TFT(DT)와 스토리지 커패시터(Cst)를 포함하는 픽셀 회로를 구비하며, 픽셀 회로 구성은 다양하므로 도 8의 구조로 한정되지 않는다.
- [0069] OLED 소자는 구동 TFT(DT)와 접속된 애노드와, 저전위 전압(EVSS)과 접속된 캐소드와, 애노드 및 캐소드 사이의 발광층을 구비하여, 구동 TFT(DT)로부터 공급된 전류량에 비례하는 광을 발생한다.
- [0070] 제1 스위칭 TFT(ST1)는 한 게이트 라인(GLa)의 게이트 신호에 의해 구동되어 해당 데이터 라인(DL)으로부터의 데이터 전압을 구동 TFT(DT)의 게이트 노드에 공급하고, 제2 스위칭 TFT(ST2)는 다른 게이트 라인(GLb)의 게이트 신호에 의해 구동되어 레퍼런스 라인(RL)으로부터의 레퍼런스 전압을 구동 TFT(DT)의 소스 노드에 공급한다. 제2 스위칭 TFT(ST2)는 센싱 모드에서 구동 TFT(DT)로부터의 전류를 레퍼런스 라인(R)으로 출력하는 경로로 더 이용된다.
- [0071] 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 및 소스 노드 사이에 접속된 스토리지 커패시터(Cst)는 제1 스위칭 TFT(ST1)를 통해 게이트 노드로 공급된 데이터 전압과, 제2 스위칭 TFT(ST2)를 통해 소스 노드로 공급된 레퍼런스 전압의 차전압을 충전하여 구동 TFT(DT)의 구동 전압으로 공급한다.
- [0072] 구동 TFT(DT)는 고전위 전원(EVDD)으로부터 공급되는 전류를 스토리지 커패시터(Cst)로부터 공급된 구동 전압에 따라 제어함으로써 구동 전압에 비례하는 전류를 OLED 소자로 공급하여 OLED 소자를 발광시킨다.
- [0073] 데이터 드라이버(200)는 타이밍 컨트롤러(100)로부터의 데이터 제어 신호(DCS) 및 영상 데이터(VD)를 공급받는다. 데이터 드라이버(200)는 데이터 제어 신호(DCS)에 따라 구동되어, 감마 전압 생성부(500)로부터 공급된 레퍼런스 감마 전압 세트를 데이터의 계조값에 각각 대응하는 계조 전압들로 세분화한 다음, 세분화된 계조 전압들을 이용하여 디지털 영상 데이터(VD)를 각각 아날로그 데이터 신호로 변환하고, 아날로그 데이터 신호를 표시 패널(400)의 데이터 라인들로 각각 공급한다.
- [0074] 데이터 드라이버(200)는 표시 패널(400)의 데이터 라인들을 분할 구동하는 다수의 데이터 드라이브 IC로 구성되고, 각 데이터 드라이브 IC는 TCP(Tape Carrier Package), COF(Chip On Film), FPC(Flexible Print Circuit) 등과 같은 회로 필름에 실장되어 표시 패널(400)에 TAB(Tape Automatic Bonding) 방식으로 부착되거나, COG(Chip On Glass) 방식으로 표시 패널(400) 상에 실장될 수 있다.
- [0075] 게이트 드라이버(300)는 타이밍 컨트롤러(100)로부터 공급된 게이트 제어 신호(GCS)를 이용하여 표시 패널(40

0)의 다수의 게이트 라인을 각각 구동한다. 게이트 드라이버(300)는 게이트 제어 신호에 응답하여 각 게이트 라인에 해당 스캔 기간에서 게이트 온 전압의 스캔 펄스를 공급하고, 나머지 기간에서는 게이트 오프 전압을 공급한다. 게이트 드라이버(300)는 타이밍 컨트롤러(100)로부터 게이트 제어 신호(GCS)를 공급받거나, 타이밍 컨트롤러(100)로부터 데이터 드라이버(200)를 경유하여 게이트 제어 신호(GCS)를 공급받을 수 있다. 게이트 드라이버(300)는 적어도 하나의 게이트 IC로 구성되고 TCP, COF, FPC 등과 같은 회로 필름에 실장되어 표시 패널(400)에 TAB 방식으로 부착되거나, COG 방식으로 표시 패널(400) 상에 실장될 수 있다. 이와 달리, 게이트 드라이버(300)는 표시 패널(400)의 픽셀 어레이를 구성하는 박막 트랜지스터 어레이와 함께 박막 트랜지스터 기판에 형성됨으로써 표시 패널(400)의 비표시 영역에 내장된 GIP(Gate In Panel) 타입으로 구비될 수 있다.

[0076] 타이밍 컨트롤러(100)는 외부 호스트 시스템으로부터 HDR 영상, 즉 PQ 영상 데이터 및 타이밍 신호 등을 공급받는다. 예를 들면, 외부 호스트 시스템은 컴퓨터, TV 시스템, 셋탑 박스, 태블릿이나 휴대폰 등과 같은 휴대 단말기의 시스템 중 어느 하나일 수 있다.

[0077] 타이밍 컨트롤러(100)는 입력된 타이밍 신호들을 이용하여 데이터 드라이버(200) 및 게이트 드라이버(300)의 구동 타이밍을 각각 제어하고, PQ 영상 데이터를 표시 장치의 감마 특성에 맞게 변환하여 데이터 드라이버(200)로 출력한다.

[0078] 이를 위하여, 타이밍 컨트롤러(100)는 제어 신호 생성부(110) 및 영상 처리 회로(120)를 구비한다. 한편, 영상 처리 회로(120)는 타이밍 컨트롤러(100)와 분리되어 별도의 IC로 구비될 수 있으며, 타이밍 컨트롤러(100)의 이 전단에 위치할 수 있다.

[0079] 제어 신호 생성부(110)는 입력 타이밍 신호들을 이용하여 데이터 제어 신호 및 게이트 제어 신호를 생성하여 데이터 드라이버(200) 및 게이트 드라이버(300)로 각각 출력한다. 제어 신호 생성부(110)가 입력받는 타이밍 신호는 도트 클럭, 데이터 인에이블 신호, 수직 동기 신호, 수평 동기 신호를 포함하지만, 여기서 수직 동기 신호 및 수평 동기 신호는 생략될 수 있다. 수직 동기 신호 및 수평 동기 신호가 생략되는 경우 제어 신호 생성부(110)는 도트 클럭에 따라 데이터 인에이블 신호를 카운트하여 수직 동기 신호 및 수평 동기 신호를 생성하여 이용할 수 있다. 데이터 제어 신호들은 데이터 드라이버(200) 구동을 제어하는 소스 스타트 펄스, 소스 샘플링 클럭, 극성 제어 신호, 소스 출력 인에이블 신호 등을 포함할 수 있다. 게이트 제어 신호들은 게이트 드라이버(300) 구동을 제어하는 게이트 스타트 펄스, 게이트 쉬프트 클럭, 게이트 출력 인에이블 신호 등을 포함할 수 있다.

[0080] 영상 처리 회로(120)에는 도 2 내지 도 4에서 기술한 영상 처리 기술이 적용된다. 영상 처리 회로(120)는 입력 PQ 영상(RGB)를 선형화한 후 휘도 성분(Y)과 색차 성분(Cb, Cr)으로 변환하고, 입력 PQ 영상의 휘도 분포를 분석한 결과를 바탕으로 룰-오프 포인트, 휘도 보정 상수, 색차 보정 상수 등을 결정하여 PQ 영상의 휘도 성분(Y_PQ)을 표시 장치의 휘도 성분(Y_{2.2})으로 맵핑하고, 룰-오프 포인트보다 휘도가 높은 픽셀들은 색차 보정 상수를 이용하여 색차 성분(Cb, Cr)을 더 보정함으로써, 휴값(H)은 유지하면서 채도(Saturation)만 감소하여 컬러 쉬프트 현상을 방지하고 과포화 현상을 완화시킬 수 있으므로 화질을 향상시킬 수 있다. 영상 처리 회로(120)는 보정된 휘도 성분(Y')과 색차 성분(Cb', Cr')을 R'G'B 데이터로 역변환한 후 비선형화하여 데이터 드라이버(200)로 출력한다.

[0081] 영상 처리 회로(120)는 소비 전력 감소나 화질 보상, 열화 보상 등과 같은 필요한 영상 처리를 더 실시한 다음 데이터 드라이버(200)로 출력할 수 있다.

[0082] 예를 들면, 선행 기술에 따른 HDR 표시 장치에서는 고계조 영역의 룰-오프 처리에 의해 피부색의 휴가 변경되어 옐로위시(Yellowish)하게 보이는 휴 쉬프트 현상이 발생하였으나, 본 발명의 실시예에 따른 HDR 표시 장치에서는 선술한 영상 처리를 통해 피부색의 휴를 왜곡없이 유지할 수 있다.

[0083] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 영상 처리 방법 및 회로와 그를 이용한 표시 장치는 입력 HDR 영상에 대한 휘도 분포를 분석하여 적응적으로 룰-오프 포인트 및 휘도 보정 상수와 색차 보정 상수를 결정하여 입력 HDR 영상의 휘도 성분을 표시 장치의 감마 특성에 맞는 휘도 성분으로 변환함과 아울러 룰-오프 구간에 해당되는 픽셀들은 색차 보정 상수를 이용하여 색차 성분을 보정함으로써 컬러 쉬프트 및 HDR 영상의 컬러 쉬프트를 방지함과 아울러 고휘도 픽셀들에서 국부적으로 과포화되는 현상을 완화시켜서 화질 열화를 최소화할 수 있다.

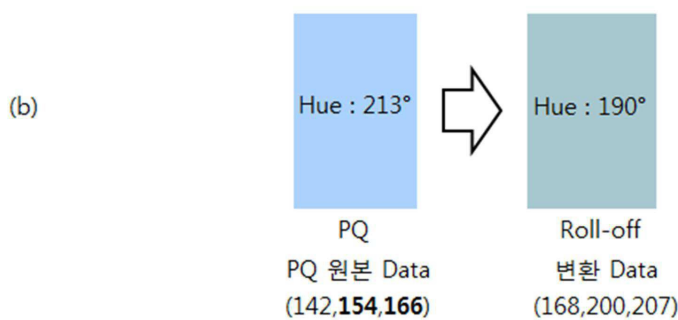
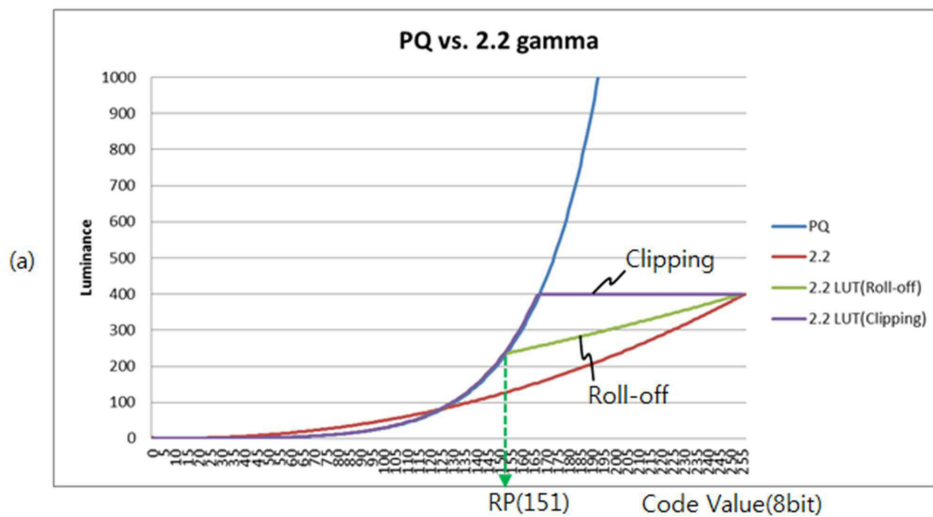
[0084] 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

부호의 설명

- [0085]
- | | |
|----------------|---------------|
| 10: 영상 입력부 | 20: PQ 선형화부 |
| 30: 색공간 변환부 | 40: 휘도 분석부 |
| 50: 휘도 맵핑부 | 60: 색차 보정부 |
| 59: 색공간 역변환부 | 70: 감마 변환부 |
| 110: 제어 신호 생성부 | 120: 영상 처리 회로 |
| 100: 타이밍 컨트롤러 | 200: 데이터 드라이버 |
| 300: 게이트 드라이버 | 400: 표시 패널 |
| 500: 감마 전압 생성부 | |

도면

도면1

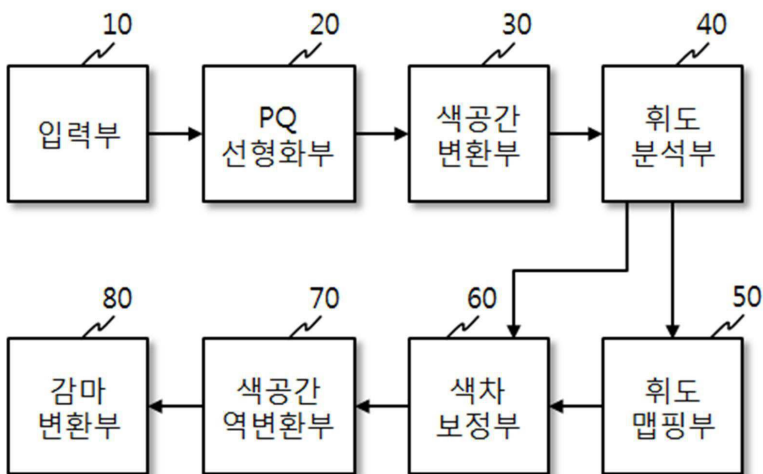


도면2

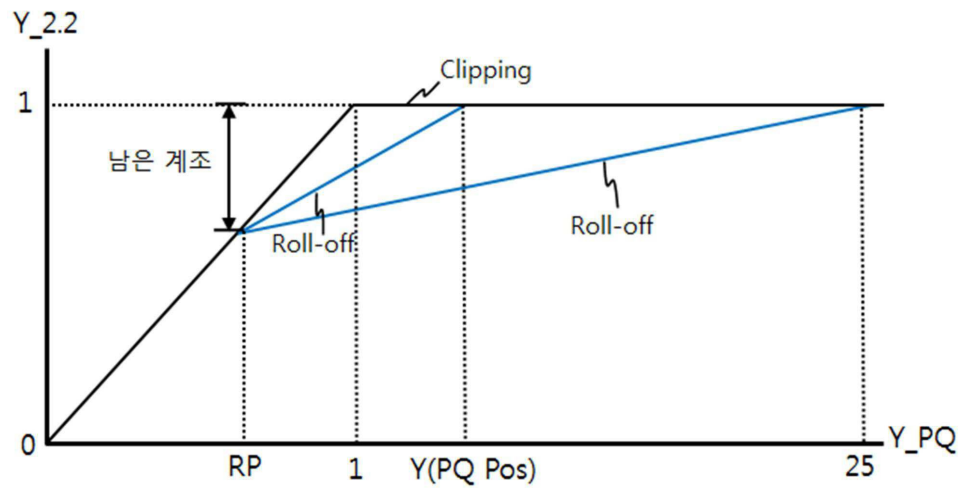


도면3

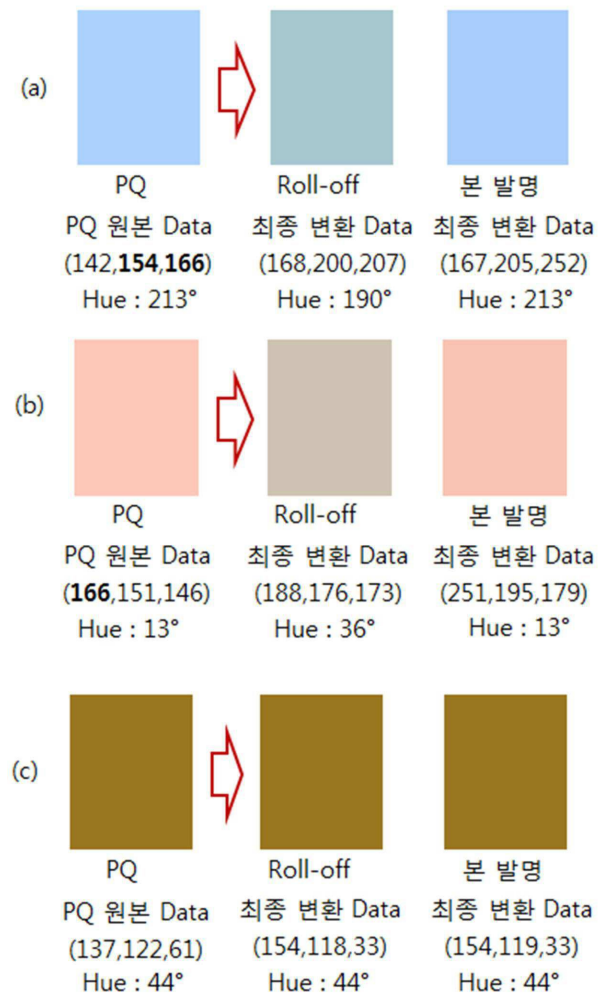
120



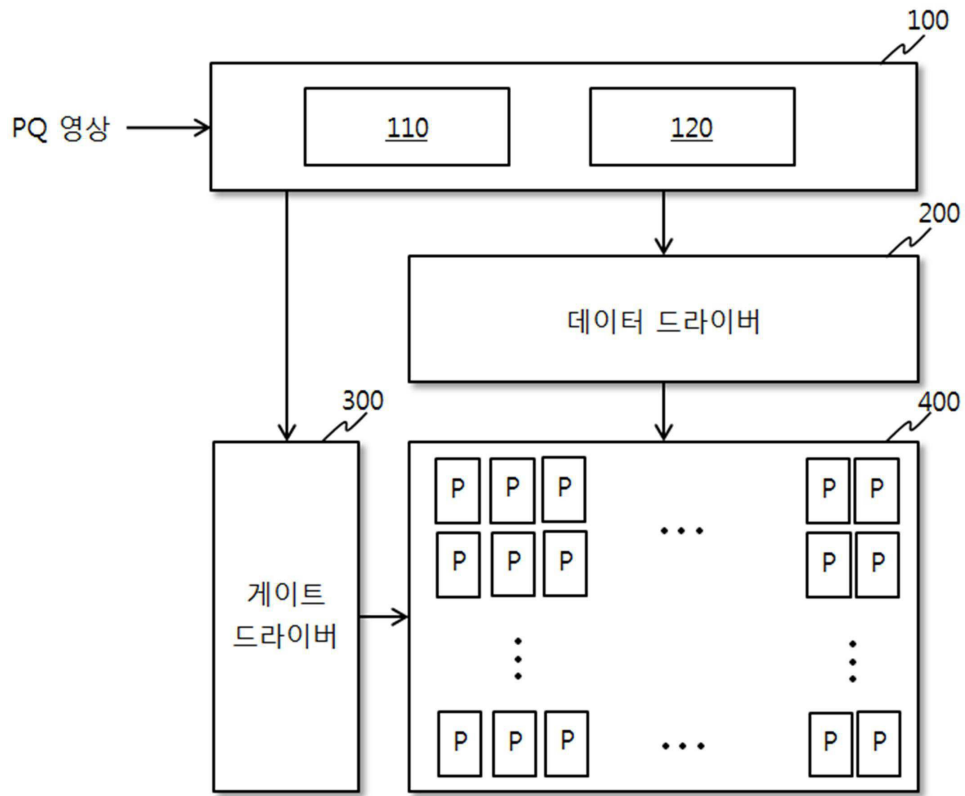
도면4



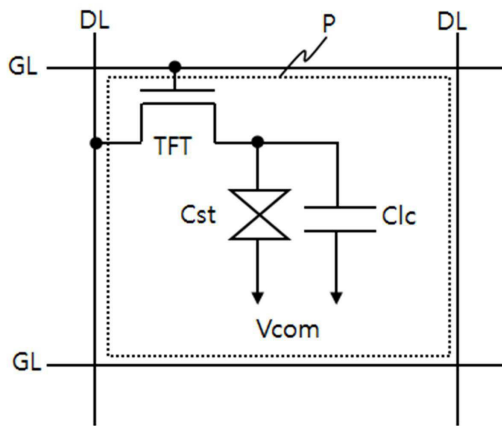
도면5



도면6



도면7



도면8

