



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0024941
(43) 공개일자 2015년03월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/20 (2006.01) G09G 3/34 (2006.01)
G09G 5/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2015-7002701(분할)
(22) 출원일자(국제) 2012년05월11일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2013-7033091
원출원일자(국제) 2012년05월11일
심사청구일자 2013년12월12일
(85) 번역문제출일자 2015년01월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/037606
(87) 국제공개번호 WO 2012/158549
국제공개일자 2012년11월22일
(30) 우선권주장
61/485,990 2011년05월13일 미국(US)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
픽스트로닉스 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
간디, 지그네쉬
미국 01803 매사추세츠 버링톤 킹스데일 스트리트 9
버클리, 에드워드
미국 01890 매사추세츠 윈체스터 웨리단 씨클 61
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

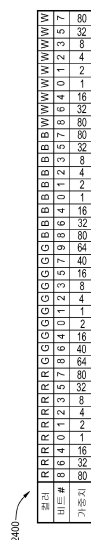
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **복합 컬러를 갖는 필드 순차적 컬러 디스플레이**

(57) 요약

디스플레이는 픽셀들 및 제어기를 포함한다. 제어기는 픽셀들로 하여금 이미지 프레임에 대응하는 컬러들을 생성하게 할 수 있다. 제어기는 디스플레이로 하여금 필드 순차적 컬러(FSC) 이미지 형성 프로세스에 따라 기여 컬러들에 대응하는 서브프레임 이미지들의 세트들을 사용하여 이미지 프레임을 디스플레이하게 할 수 있다. 기여 컬러들은 성분 컬러들 및 실질적으로, 적어도 2개의 성분 컬러들의 조합인 적어도 하나의 복합 컬러를 포함한다. 다른 성분 컬러에 대응하는 서브프레임 이미지들의 수에 비하여 제 1 성분 컬러에 대응하는 더 큰 수의 서브프레임 이미지들이 디스플레이될 수 있다. 디스플레이는 픽셀 상태들의 제 1 세트를 생성함으로써 제 1 픽셀에 대해 소정의 휘도의 제 1 기여 컬러를 출력하고, 픽셀 상태들의 제 2 상이한 세트를 생성함으로써 제 2 픽셀에 대해 동일한 휘도의 기여 컬러를 출력하도록 구성될 수 있다.

대 표 도 - 도24



(30) 우선권주장

61/551,345	2011년10월25일	미국(US)
13/468,922	2012년05월10일	미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

명세서 및 도면들에 개시된 장치 또는 방법.

명세서

기술 분야

- [0001] [0001] 본 출원은 2012년 5월 10일 출원된 미국 특허 출원 제13/468,922호 및 각각, 2011년 5월 13일과 2011년 10월 25일에 출원된 미국 가특허출원 제61/485,990호 및 제61/551,345호를 우선권으로 청구한다. 이들 출원들 각각의 내용들은 전체적으로 인용에 의해 본원에 포함된다.
- [0002] [0002] 본 개시물은 디스플레이들에 관한 것이다. 특히, 본 개시물은 디스플레이들과 연관된 이미지 아티팩트들(image artifacts)을 감소시키는 기법들에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] [0003] 개별 컬러 서브프레임 이미지들(때때로 서브필드라 칭함)의 조합을 생성하는 이미지 형성 프로세스를 사용하는 특정한 디스플레이 장치가 구현되었고, 그 마인드는 단일 이미지 프레임을 형성하기 위해 함께 혼합하는 것이고, RGBW 이미지 형성 프로세스들은 특히, 배타적이지는 않지만, 필드 순차적 컬러(FSC) 디스플레이들, 즉, 개별 컬러 서브프레임들이 한번에 하나의 컬러로 순차적으로 디스플레이되는 디스플레이들에 유용하다. 이러한 디스플레이들의 예들은 마이크로미러 디스플레이들 및 디지털 셔터 기반 디스플레이들을 포함한다. 개별 광 변조기들 또는 발광 엘리먼트들을 동시에 사용하여 컬러 서브프레임들을 나타내는 액정 디스플레이(LCD)들 및 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이들과 같은 다른 디스플레이들이 RGBW 이미지 형성 프로세스를 또한 구현할 수도 있다. 다수의 FSC 디스플레이들이 고심하고 있는 2개의 이미지 아티팩트들은 동적 거짓 윤곽(dynamic false contouring: DFC) 및 컬러 분해(color break-up: CBU)를 포함한다. 이들 아티팩트들은 일반적으로, 소정의 이미지 프레임에 대해 눈에 도달하는 동일한 (DFC) 또는 상이한 (CBU) 컬러들의 광의 불균일한 시간적 분포에 기인한다.
- [0004] [0004] DFC는, 휘도 레벨에서의 작은 변화가 출력된 광의 시간적 분포에서의 큰 변화를 생성하는 상황들로부터 발생한다. 결국, 눈 또는 관심 영역의 모션은 눈에 대한 광의 시간적 분포에서의 현저한 변화를 초래한다. 이것은 디스플레이된 이미지에서 눈과 관심 영역 사이의 상대적 모션 동안 망막의 중심와(fovea) 영역에서 광 강도의 현저한 분포를 초래하여, DFC를 발생시킨다.
- [0005] [0005] 뷰어들은 다른 컬러들 보다 너무 많이 특정한 컬러들의 시간적 분포로부터 발생하는 이미지 아티팩트들, 특히, DFC를 인지할 가능성이 더 있다. 다시 말해, 이미지 아티팩트들이 관찰자에 인지가능한 정도는 생성되는 컬러에 따라 변화한다. 인간 시각 시스템(HVS)은 레드 또는 블루에 대한 것 보다는 그린 컬러에 더욱 민감하다는 것이 관찰되었다. 이와 같이, 관찰자는 레드 또는 블루 광 보다는 그린 광의 시간적 분포에서의 갭들로부터 이미지 아티팩트들을 더욱 쉽게 인지할 수 있다.

발명의 내용

- [0006] [0006] 본 개시물의 시스템들, 방법들 및 디바이스들은, 각각 여러 혁신적인 양태들을 갖고, 이 중 단지 하나가 본 명세서에 개시된 바람직한 속성들을 단독으로 담당하고 있는 것은 아니다.
- [0007] [0007] 본 개시물에 기재된 청구물의 하나의 혁신적인 양태가 복수의 픽셀들을 갖는 디스플레이 장치 및 제어기에서 구현될 수 있다. 제어기는 디스플레이 장치의 픽셀들로 하여금 이미지 프레임에 대응하는 각각의 컬러들을 생성하게 하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 제어기는 디스플레이 장치로 하여금 필드 순차적 컬러(FSC) 이미지 형성 프로세스에 따라 복수의 기여 컬러들(contributing colors)에 대응하는 서브프레임 이미지들의 세트들을 사용하여 이미지 프레임을 디스플레이하게 할 수 있다. 기여 컬러들은 복수의 성분 컬러들 및 적어도 하나의 복합 컬러를 포함한다. 복합 컬러는 실질적으로, 복수의 성분 컬러들 중 적어도 2개의 조합인 컬러에 대응한다. 복합 컬러는 화이트 또는 옐로우 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 성분 컬러들은 레드, 그린, 및 블루를 포함할 수 있다. 다른 구현들에서, 디스플레이 장치는 4개의 기여 컬러들, 예를 들어, 시안(cyan), 옐

로우, 마젠타(magenta), 및 화이트의 상이한 세트를 사용하고, 여기서, 화이트는 복합 컬러이고, 시안, 옐로우, 및 마젠타는 성분 컬러들이다. 일부 구현들에서, 디스플레이 장치는 5개 또는 그 초과 기여 컬러들, 예를 들어, 레드, 그린, 블루, 시안, 및 옐로우를 사용한다. 이러한 구현들 중 일부에서, 옐로우는 레드 및 그린의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이러한 구현들 중 다른 것들에서, 시안은 옐로우, 그린, 및 블루의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이미지 프레임은 디스플레이하는데 있어서, 디스플레이 장치는 제 2 성분 컬러에 대응하는 서브프레임 이미지들의 수에 비해 제 1 성분 컬러에 대응하는 더 큰 수의 서브프레임 이미지들을 디스플레이하게 된다. 제 1 성분 컬러는 그린일 수 있다. 기여 컬러들 중 적어도 제 1 기여 컬러에 대해, 디스플레이 장치는 픽셀 상태들의 제 1 세트를 생성함으로써 제 1 픽셀에 대해 소정의 휘도의 제 1 기여 컬러를 출력하고, 픽셀 상태들의 제 2 상이한 세트를 생성함으로써 제 2 픽셀에 대해 동일한 휘도의 제 1 성분 컬러를 출력하도록 구성된다. 디스플레이 장치는 휘도 레벨에 대한 픽셀 상태들의 복수의 세트들을 포함하는 제 1 룩업 테이블 및 제 2 룩업 테이블을 저장하도록 구성된 메모리를 포함할 수 있다. 이러한 구현들에서, 제어기는 제 1 룩업 테이블을 사용하여 픽셀 상태들의 제 1 세트 및 제 2 룩업 테이블을 사용하여 픽셀 상태들의 제 2 세트를 유도할 수 있다. 일부 구현들에서, 메모리는 복수의 서브프레임 시퀀스들에 대응하는 복수의 이미징 모드들을 저장할 수 있고, 제어기는 이미징 모드 및 대응하는 서브프레임 시퀀스를 선택할 수 있다.

[0008]

[0008] 본 개시물에 기재된 청구물의 다른 혁신적인 양태는, 디스플레이 장치의 복수의 픽셀들로 하여금 이미지 프레임에 대응하는 각각의 컬러들을 생성하게 하도록 구성된 제어기에서 구현될 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기는 디스플레이 장치로 하여금 FSC 이미지 형성 프로세스에 따라 복수의 기여 컬러들(contributing colors)에 대응하는 서브프레임 이미지들의 세트들을 사용하여 이미지 프레임을 디스플레이하게 할 수 있다. 기여 컬러들은 복수의 성분 컬러들 및 적어도 하나의 복합 컬러를 포함한다. 복합 컬러는 실질적으로, 복수의 성분 컬러들 중 적어도 2개의 조합인 컬러에 대응한다. 복합 컬러는 화이트 또는 옐로우 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 성분 컬러들은 레드, 그린, 및 블루를 포함할 수 있다. 다른 구현들에서, 디스플레이 장치는 4개의 기여 컬러들, 예를 들어, 시안, 옐로우, 마젠타, 및 화이트의 상이한 세트를 사용하고, 여기서, 화이트는 복합 컬러이고, 시안, 옐로우, 및 마젠타는 성분 컬러들이다. 일부 구현들에서, 디스플레이 장치는 5개 또는 그 초과 기여 컬러들, 예를 들어, 레드, 그린, 블루, 시안, 및 옐로우를 사용한다. 이러한 구현들 중 일부에서, 옐로우는 레드 및 그린의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이러한 구현들 중 다른 것들에서, 시안은 옐로우, 그린, 및 블루의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이미지 프레임은 디스플레이하는데 있어서, 디스플레이 장치는 제 2 성분 컬러에 대응하는 서브프레임 이미지들의 수에 비해 제 1 성분 컬러에 대응하는 더 큰 수의 서브프레임 이미지들을 디스플레이하게 된다. 제 1 성분 컬러는 그린일 수 있다. 기여 컬러들 중 적어도 제 1 기여 컬러에 대해, 디스플레이 장치는 픽셀 상태들의 제 1 세트를 생성함으로써 제 1 픽셀에 대해 소정의 휘도의 제 1 기여 컬러를 출력하고, 픽셀 상태들의 제 2 상이한 세트를 생성함으로써 제 2 픽셀에 대해 동일한 휘도의 제 1 성분 컬러를 출력하도록 구성된다. 제어기는 휘도 레벨에 대한 픽셀 상태들의 복수의 세트들을 포함하는 제 1 룩업 테이블 및 제 2 룩업 테이블을 저장하도록 구성된 메모리를 포함할 수 있다. 이러한 구현들에서, 제어기는 제 1 룩업 테이블을 사용하여 픽셀 상태들의 제 1 세트 및 제 2 룩업 테이블을 사용하여 픽셀 상태들의 제 2 세트를 유도할 수 있다. 일부 구현들에서, 메모리는 복수의 서브프레임 시퀀스들에 대응하는 복수의 이미징 모드들을 저장할 수 있고, 제어기는 이미징 모드 및 대응하는 서브프레임 시퀀스를 선택할 수 있다.

[0009]

[0009] 본 개시물에 기재된 청구물의 다른 혁신적인 양태는 디스플레이 장치상에 이미지 프레임을 디스플레이하는 방법에서 구현될 수 있다. 이 방법은 디스플레이 장치의 복수의 픽셀들로 하여금 이미지 프레임에 대응하는 각각의 컬러들을 생성하게 하는 단계를 포함한다. 일부 구현들에서, 제어기는 디스플레이 장치로 하여금 FSC 이미지 형성 프로세스에 따라 복수의 기여 컬러들에 대응하는 서브프레임 이미지들의 세트들을 사용하여 이미지 프레임을 디스플레이하게 할 수 있다. 기여 컬러들은 복수의 성분 컬러들 및 적어도 하나의 복합 컬러를 포함한다. 복합 컬러는 실질적으로, 복수의 성분 컬러들 중 적어도 2개의 조합인 컬러에 대응한다. 복합 컬러는 화이트 또는 옐로우 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 성분 컬러들은 레드, 그린, 및 블루를 포함할 수 있다. 다른 구현들에서, 디스플레이 장치는 4개의 기여 컬러들, 예를 들어, 시안, 옐로우, 마젠타, 및 화이트의 상이한 세트를 사용하고, 여기서, 화이트는 복합 컬러이고, 시안, 옐로우, 및 마젠타는 성분 컬러들이다. 일부 구현들에서, 디스플레이 장치는 5개 또는 그 초과 기여 컬러들, 예를 들어, 레드, 그린, 블루, 시안, 및 옐로우를 사용한다. 이러한 구현들 중 일부에서, 옐로우는 레드 및 그린의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이러한 구현들 중 다른 것들에서, 시안은 옐로우, 그린, 및 블루의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이미지 프레임은 디스플레이하는데 있어서, 디스플레이 장치는 제 2 성분 컬러에 대응하는 서브프레임 이미지들의 수에 비해 제 1 성분 컬러에 대응하는 더 큰 수의 서브프레임 이미지들을 디스플레이하게 된다.

제 1 성분 컬러는 그린일 수 있다. 기여 컬러들 중 적어도 제 1 기여 컬러에 대해, 디스플레이 장치는 픽셀 상태들의 제 1 세트를 생성함으로써 제 1 픽셀에 대해 소정의 휘도의 제 1 기여 컬러를 출력하고, 픽셀 상태들의 제 2 상이한 세트를 생성함으로써 제 2 픽셀에 대해 동일한 휘도의 제 1 성분 컬러를 출력하도록 구성된다. 제어기는 휘도 레벨에 대한 픽셀 상태들의 복수의 세트들을 포함하는 제 1 룩업 테이블 및 제 2 룩업 테이블을 저장하도록 구성된 메모리를 포함할 수 있다. 이러한 구현들에서, 제어기는 제 1 룩업 테이블을 사용하여 픽셀 상태들의 제 1 세트 및 제 2 룩업 테이블을 사용하여 픽셀 상태들의 제 2 세트를 유도할 수 있다. 일부 구현들에서, 메모리는 복수의 서브프레임 시퀀스들에 대응하는 복수의 이미징 모드들을 저장할 수 있고, 제어기는 이미징 모드 및 대응하는 서브프레임 시퀀스를 선택할 수 있다.

[0010]

[0010] 본 명세서에 기재된 청구물의 하나 또는 그 초과와 구현들의 상세들이 첨부한 도면들 및 아래의 설명에 설명된다. 이러한 서머리에 제공된 예들이 MEMS-기반 디스플레이들에 관련하여 주로 설명되지만, 여기에 제공된 개념들은 LCD, OLED, 전기영동, 및 전계 방출 디스플레이들과 같은 다른 타입들의 디스플레이들에 적용될 수도 있다. 다른 특징들, 양태들, 및 이점들은 설명, 도면들, 및 청구항들로부터 명백해질 것이다. 아래의 도면들의 상대적 치수들은 일정한 비율로 도시되지 않을 수도 있다는 것에 유의한다.

도면의 간단한 설명

[0011]

[0011] 도 1a는 직시형 MEMS-기반 디스플레이 장치의 예시적인 개략도를 도시한다.

[0012] 도 1b는 호스트 디바이스의 예시적인 블록도를 도시한다.

[0013] 도 2a는 도 1a의 직시형 MEMS-기반 디스플레이 장치로의 통합에 적합한 예시적인 셔터-기반 광 변조기의 예시적인 사시도를 도시한다.

[0014] 도 2b는 예시적인 년-셔터(non-shutter) 기반 광 변조기의 예시적인 단면도를 도시한다.

[0015] 도 2c는 광학 보상 휨(optically compensated bend: OCB) 모드에서 동작하는 필드 순차적 액정 디스플레이의 일례를 도시한다.

[0016] 도 3은 셔터-기반 광 변조기들의 어레이의 예시적인 사시도를 도시한다.

[0017] 도 4는 필드 순차적 컬러(FSC)를 사용하여 이미지들을 디스플레이하는 디스플레이 프로세스에 대응하는 예시적인 타이밍도를 도시한다.

[0018] 도 5는 이진 시간 분할 그레이 스케일 프로세스에서 일련의 서브프레임 이미지들을 사용하여 이미지의 형성을 위해 제어기에 의해 이용된 예시적인 타이밍 시퀀스를 도시한다.

[0019] 도 6은 이미지 프레임들이 이미지 프레임의 각 컬러 성분에 대한 4개의 서브프레임 이미지들을 디스플레이함으로써 디스플레이되는 코딩 시간 분할 그레이 스케일 어드레싱 프로세스에 대응하는 예시적인 타이밍도를 도시한다.

[0020] 도 7은 상이한 컬러들의 램프들이 동시에 조명될 수도 있는 하이브리드 코딩 시간 분할 및 강도 그레이 스케일 디스플레이 프로세스에 대응하는 예시적인 타이밍도를 도시한다.

[0021] 도 8은 디스플레이에서 사용하기 위한 제어기의 예시적인 블록도를 도시한다.

[0022] 도 9는 제어기가 하나 또는 그 초과와 이미징 모드들에 따라 이미지들을 디스플레이할 수 있는 프로세스의 예시적인 플로우차트를 도시한다.

[0023] 도 10은 8-비트 이진 가중 방식을 구현하는데 사용하기 적합한 예시적인 휘도 레벨 룩업 테이블(LLLT)을 도시한다.

[0024] 도 11은 12-비트 년-이진 가중 방식을 구현하는데 사용하기 적합한 예시적인 LLLT를 도시한다.

[0025] 도 12a는 픽셀 상태들의 상이한 조합들을 사용하여 2개의 픽셀들에서 동일한 휘도 레벨을 동시에 생성함으로써 DFC를 감소시키는 기법을 나타내는 디스플레이의 예시적인 부분을 도시한다.

[0026] 도 12b는 도 12a의 디스플레이를 생성하는데 사용하기 적합한 예시적인 LLLT를 도시한다.

[0027] 도 12c는 픽셀 상태들의 상이한 조합들을 사용하여 4개의 픽셀들에서 동일한 휘도 레벨을 동시에 생성함으로써 DFC를 감소시키는 기법을 나타내는 디스플레이의 예시적인 부분을 도시한다.

[0028] 도 12d는 도 12c에 관하여 설명한 2개의 LLLT들의 콘텐츠를 그래픽적으로 나타내는 2개의 예시적인 차트들을 도시한다.

[0029] 도 12e는 픽셀 상태들의 상이한 조합들을 사용하여 4개의 픽셀들에서 동일한 휘도 레벨을 동시에 생성함으로써 DFC를 감소시키는, 특히, 상위 PPI(pixel-per-inch) 디스플레이 장치에 적합한 기법을 나타내는 디스플레이의 예시적인 부분을 도시한다.

[0030] 도 12f는 도 12e에 관하여 설명한 4개의 LLLT들의 콘텐츠를 그래픽적으로 나타내는 4개의 예시적인 차트들을 도시한다.

[0031] 도 13은 디스플레이 장치상에서 픽셀 값들을 생성하기 위해 사용된 코드 워드들을 공간적으로 변화시키는 프로세스를 이용하는데 적합한 서브프레임 시퀀스들을 설명하는 2개의 예시적인 테이블들을 도시한다.

[0032] 도 14는 디스플레이의 로컬화된 영역에서 동일한 디스플레이 픽셀들의 후속 프레임들의 예시적인 회화적인 표현을 도시한다.

[0033] 도 15a는 상이한 기여 컬러들에 대해 상이한 비트 배열들을 갖는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0034] 도 15b는 상이한 수들의 비트들이 상이한 기여 컬러들에 대해 스플릿팅되는 이진 가중 방식에 대응하는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0035] 도 15c는 상이한 수들의 비트들이 상이한 기여 컬러들에 대해 스플릿팅되는 년-이진 가중 방식에 대응하는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0036] 도 16a는 증가된 컬러 변화 빈도를 갖는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0037] 도 16b는 컬러 당 12-비트 년-이진 코드 워드를 이용하는 필드 순차적 컬러 디스플레이에 대한 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0038] 도 17a는 상이한 비트들에 대해 상이한 프레임 레이트들을 이용함으로써 플리커를 감소시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0039] 도 17b는 임계 프레임 레이트 아래로 프레임 레이트를 감소시킴으로써 플리커를 감소시키는 서브프레임 시퀀스의 일부를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0040] 도 18a 및 도 18b는 조명 강도를 변조함으로써 플리커를 감소시키는 기법에 대응하는 예시적인 그래픽 표현들을 도시한다.

[0041] 도 19는 일련의 이미지 프레임들을 통한 2개의 상이한 가중 방식들의 사용 사이에서 교호하는 2-프레임 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0042] 도 20은 DFC, CBU 및 플리커를 경감시키는 다양한 기법들을 조합한 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0043] 도 21a는 다른 컬러들 중 하나의 비트들의 각 그룹화 이후에 제 1 컬러의 비트들을 그룹화함으로써 DFC, CBU, 및 플리커를 경감시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0044] 도 21b는 년-이진 가중 방식에 대응하는 다른 컬러들 중 하나의 비트들의 각 그룹화 이후에 제 1 컬러의 비트들을 그룹화함으로써 DFC, CBU, 및 플리커를 경감시키는 유사한 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0045] 도 22는 제 1 컬러에 대한 연속 비트들의 개별 그룹들의 수가 다른 컬러들에 대한 연속 비트들의 개별 그룹들의 수 보다 큰 배열을 이용함으로써 DFC, CBU, 및 플리커를 경감시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

[0046] 도 23a는 RGBW 백라이트를 사용하는 예시적인 조명 방식을 도시한다.

[0047] 도 23b는 동일한 컬러 필드들의 반복에 의해 플리커를 경감시키는 예시적인 조명 방식을 도시한다.

[0048] 도 24는 기여 컬러들 중 하나에 여분의 비트들을 제공하는 4 컬러 이미징 모드에 대해 년-이진 가중 방식을 사용하여 이미지 아티팩트들을 감소시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

[0049] 본 개시물은 DFC, CBU 및 폴리커와 같은 이미지 아티팩트들을 감소시키는 이미지 형성 기법들에 관한 것이다. 동작중에, 디스플레이 디바이스는 이미지 형성 기법들 중 하나 또는 그 초과에 대응하는 다양한 이미징 모드들로부터 선택할 수 있다. 각 이미징 모드는 적어도 하나의 서브프레임 시퀀스 및 가중 방식들의 적어도 하나의 대응하는 세트에 대응한다. 가중 방식은 디스플레이 디바이스가 디스플레이할 수 있게 될 휘도 레벨들의 범위를 생성하기 위해 사용된 별개의 서브프레임 이미지들의 가중치 및 수에 대응한다. 서브프레임 시퀀스는 모든 컬러들에 대한 모든 서브프레임 이미지들이 디스플레이 디바이스 또는 장치상에 출력될 실제 순서를 정의한다. 여기에 설명한 구현들에 따르면, 다양한 이미지 형성 기법들에 대응하는 적절한 서브프레임 시퀀스들을 사용하여 이미지들을 출력하는 것은 이미지 품질을 향상시키고 이미지 아티팩트들을 감소시킬 수 있다. 특히, 예시적인 기법들은 기여 컬러의 특정한 휘도 레벨을 표현하기 위해 픽셀 상태들의 다중의 상이한(또는 "축퇴(degenerate)") 조합들을 제공하는 n-이진 가중 방식들의 사용을 수반한다. n-이진 가중 방식들은 추가로, 컬러의 동일한 소정의 휘도 레벨에 대해 사용된 픽셀 상태들의 조합들을 공간적으로 및/또는 시간적으로 변화시키기 위해 사용될 수 있다. 다른 기법들은 이들 각각의 비트 깊이들을 비트 스플릿팅하거나 변화시킴으로써 상이한 기여 컬러들에 대한 상이한 수의 서브프레임들의 사용을 수반한다. 일부 기법들에서, 가장 큰 가중치들을 갖는 서브프레임 이미지들은 서브프레임 시퀀스의 중심을 향해 배치될 수 있다. 일부 다른 기법들에서, 더 큰 가중치들을 갖는 서브프레임 이미지들은 서로 매우 인접하게 배열되고, 예를 들어, 가장 큰 가중치를 갖는 서브프레임 이미지는 3개를 초과하지 않는 다른 서브프레임 이미지들에 의해 제 2 가장 큰 가중치를 갖는 서브프레임 이미지로부터 분리된다.

[0013]

[0050] 본 개시물에 설명하는 청구물의 특정한 구현들은 아래의 잠재적 이점들 중 하나 또는 그 초과를 실현하도록 구현될 수 있다. 상술한 바와 같이, 다양한 이미지 형성 기법들에 대응하는 적절한 서브프레임 시퀀스들을 사용하여 이미지들을 출력하는 것은 이미지 품질을 향상시키고 DFC, CBU 및/또는 폴리커를 포함하는 이미지 아티팩트들의 발생률(incidence) 및 심각성(severity)을 감소시킬 수 있다. 또한, 일부 구현들은 잡음 에너지의 스펙트럼 분포를 확산시킴으로써 잡음 에너지의 지각적 중대성을 감소시킨다. 일부 구현들의 다른 이점들은 여기에 개시된 방법들을 구현하는 디스플레이에 의해 소모되는 전기 전력량의 감소를 포함한다.

[0014]

[0051] 여기에 개시된 디스플레이 장치는 인간의 눈이 가장 민감한 컬러들, 예를 들어, 그린에 초점을 맞추으로써 이미지에서의 DFC의 발생을 경감시킨다. 따라서, 디스플레이 장치는 제 2 컬러에 대응하는 서브프레임 이미지들의 수에 비해 제 1 컬러에 대응하는 더 큰 수의 서브프레임 이미지들을 디스플레이한다. 더욱이, 디스플레이 장치는 픽셀 상태들의 다중의 상이한(또는 "축퇴") 시퀀스들을 사용하여 기여 컬러(레드, 그린, 블루, 또는 화이트)에 대해 특정한 휘도 값을 출력할 수 있다. 축퇴를 제공하는 것은, 디스플레이 장치가 이미지 저하를 초래하지 않고 이미지 아티팩트들의 인지를 감소시키는 픽셀 상태들의 특정한 시퀀스를 선택하게 한다. 인간의 눈이 더욱 민감한 컬러들을 디스플레이하는데 있어서 더 많은 서브프레임 이미지들, 따라서, 더 큰 축퇴에 대한 잠재성을 할당함으로써, 디스플레이 장치는 DFC를 감소시키는 이미지에 대한 픽셀 상태들의 세트를 선택하는 더 큰 플렉시빌리티를 갖는다.

[0015]

[0052] 도 1a는 직시형 MEMS-기반 디스플레이 장치(100)의 개략도를 도시한다. 디스플레이 장치(100)는 로우들 및 컬럼들에 배열된 복수의 광 변조기들(102a-102d)(통칭해서, "광 변조기들(102)")을 포함한다. 디스플레이 장치(100)에서, 광 변조기들(102a 및 102d)은 개방 상태에 있고, 이것은 광의 통과를 허용한다. 광 변조기들(102b 및 102c)은 폐쇄 상태에 있고, 이것은 광의 통과를 막는다. 광 변조기들(102a-102d)의 상태들을 선택적으로 설정함으로써, 디스플레이 장치(100)는 램프 또는 램프들(105)에 의해 조명되는 경우에, 백릿(backlit) 디스플레이에 대한 이미지(104)를 형성하도록 활용될 수 있다. 다른 구현에서, 장치(100)는 장치의 전면으로부터 발생하는 주변광의 반사에 의해 이미지를 형성할 수도 있다. 다른 구현에서, 장치(100)는 디스플레이의 전면에 위치한 램프 또는 램프들로부터의 광의 반사에 의해, 즉, 전면광의 사용에 의해 이미지를 형성할 수도 있다.

[0016]

[0053] 일부 구현에서, 각 광 변조기(102)는 이미지(104)에서의 픽셀(106)에 대응한다. 일부 다른 구현들에서, 디스플레이 장치(100)는 이미지(104)에서 픽셀(106)을 형성하기 위해 복수의 광 변조기들을 활용할 수도 있다. 예를 들어, 디스플레이 장치(100)는 3개의 컬러-특정 광 변조기들(102)을 포함할 수도 있다. 특정한 픽셀(106)에 대응하는 컬러-특정 광 변조기들(102) 중 하나 또는 그 초과를 선택적으로 개방함으로써, 디스플레이 장치(100)는 이미지(104)에서 컬러 픽셀(106)을 생성할 수 있다. 다른 예에서, 디스플레이 장치(100)는 이미지(104)에서 휘도 레벨을 제공하기 위해 픽셀(106) 당 2개 또는 그 초과 광 변조기들(102)을 포함한다.

이미지에 관하여, "픽셀"은 이미지의 해상도에 의해 정의된 가장 작은 화소(picture element)에 대응한다. 디스플레이 장치(100)의 구조적 컴포넌트들에 관하여, 용어 "픽셀"은 이미지의 단일 픽셀을 형성하는, 광을 변조시키기 위해 활용된 조합된 기계적 및 전기적 컴포넌트들을 칭한다.

[0017] [0054] 디스플레이 장치(100)는 투영 애플리케이션들에서 통상적으로 발견되는 이미징 광학계를 포함하지 않을 수도 있다는 점에서 직시형 디스플레이이다. 투영 디스플레이에서, 디스플레이 장치의 표면에 형성된 이미지는 스크린상에 또는 벽상에 투영된다. 디스플레이 장치는 투영된 이미지 보다 실질적으로 작다. 직시형 디스플레이에서, 사용자는 광 변조기들 및 옵션으로, 디스플레이상에서 보이는 밝기 및/또는 콘트라스트를 강화시키는 백라이트 또는 프론트 라이트(front light)를 포함하는 디스플레이 장치를 직접 봄으로써 이미지를 본다.

[0018] [0055] 직시형 디스플레이들은 투과형 또는 반사형 모드에서 동작할 수도 있다. 투과형 디스플레이에서, 광 변조기들은 디스플레이 뒤에 위치한 램프 또는 램프들로부터 발생하는 광을 필터링하거나 선택적으로 차단한다. 램프들로부터의 광은 옵션으로, 각 픽셀이 균일하게 조명될 수 있도록 광가이드 또는 "백라이트"에 입사된다(injected). 투과 직시형 디스플레이들이 샌드위치 어셈블리 배열을 용이하게 하기 위해 투명 또는 유리 기판들상에 종종 구축되고, 여기서, 광 변조기들을 포함하는 하나의 기판이 백라이트의 상부에 바로 위치된다.

[0019] [0056] 각 광 변조기(102)는 셔터(108) 및 어퍼처(aperture)(109)를 포함할 수 있다. 이미지(104)에서 픽셀(106)을 조명하기 위해, 셔터(108)는 광이 뷰어를 향해 어퍼처(109)를 통과하게 하도록 위치된다. 픽셀(106)을 미조명 상태(unlit)로 유지하기 위해, 셔터(108)는 어퍼처(109)를 통한 광의 통과를 차단하도록 위치된다. 어퍼처(109)는 각 광 변조기(102)에서의 반사 또는 광흡수 재료를 통해 패터닝된 개구에 의해 정의된다.

[0020] [0057] 디스플레이 장치는 셔터들의 이동을 제어하기 위해 기판 및 광 변조기들에 연결된 제어 매트릭스를 또한 포함한다. 제어 매트릭스는, 픽셀들의 로우 당 적어도 하나의 기록-인에이블 상호접속(110)("스캔-라인 상호접속"이라 또한 칭함), 픽셀들의 각 컬럼에 대한 하나의 데이터 상호접속(112), 및 디스플레이 장치(100)에서 다중의 컬럼들 및 다중의 로우들 양자로부터의 모든 픽셀들에, 또는 적어도 픽셀들에 공통 전압을 제공하는 하나의 공통 상호접속(114)을 포함하는, 일련의 전기적 상호접속들(예를 들어, 상호접속들(110, 112 및 114))을 포함한다. 적절한 전압("기록-인에이블 전압(V_{WE})")의 인가에 응답하여, 픽셀들의 소정의 로우에 대한 기록-인에이블 상호접속(110)은 새로운 셔터 이동 명령들을 받아들이도록 로우에서 픽셀들을 준비시킨다. 데이터 상호접속들(112)은 데이터 전압 펄스들의 형태로 새로운 이동 명령들을 통신한다. 일부 구현들에서, 데이터 상호접속들(112)에 인가된 데이터 전압 펄스들은 셔터들의 정전기 이동에 직접적으로 기여한다. 일부 다른 구현들에서, 데이터 전압 펄스들은 데이터 전압들 보다 통상적으로 크기가 더 큰 개별 작동 전압들(actuation voltages)의 광 변조기들(102)로의 인가를 제어하는 스위치들, 예를 들어, 트랜지스터들 또는 다른 비선형 회로 엘리먼트들을 제어한다. 그 후, 이들 작동 전압들의 인가는 셔터들(108)의 정전기 구동 이동을 발생시킨다.

[0021] [0058] 도 1b는 호스트 디바이스(즉, 셀 폰, 스마트 폰, PDA, MP3 플레이어, 태블릿, e-리더 등)의 블록도(120)의 일례를 도시한다. 호스트 디바이스는 디스플레이 장치(128), 호스트 프로세서(122), 환경 센서들(124), 사용자 입력 모듈(126), 및 전원(power source)을 포함한다.

[0022] [0059] 디스플레이 장치(128)는 복수의 스캔 드라이버들(130)("기록 인에이블 전압원들"이라 또한 칭함), 복수의 데이터 드라이버들(132)("데이터 전압원들"이라 또한 칭함), 제어기(134), 공통 드라이버들(138), 램프들(140 내지 146), 및 램프 드라이버들(148)을 포함한다. 스캔 드라이버들(130)은 기록 인에이블 전압들을 스캔-라인 상호접속들(110)에 인가한다. 데이터 드라이버들(132)은 데이터 전압들을 데이터 상호접속들(112)에 인가한다.

[0023] [0060] 디스플레이 장치의 일부 구현들에서, 데이터 드라이버들(132)은 특히, 이미지(104)의 휘도 레벨이 아날로그 방식으로 유도되어야 하는 경우에, 아날로그 데이터 전압들을 광 변조기들에 제공하도록 구성된다. 아날로그 동작에서, 광 변조기들(102)은, 일정 범위의(a range of) 중간 전압들이 데이터 상호접속들(112)을 통해 인가될 때, 셔터들(108)에서 일정 범위의 중간 개방 상태들 및 그에 따라, 이미지(104)에서 일정 범위의 중간 조명 상태들 또는 휘도 레벨들이 발생하도록, 설계된다. 다른 경우들에서, 데이터 드라이버들(132)은 2, 3, 또는 4 디지털 전압 레벨들의 감소된 세트만을 데이터 상호접속들(112)에 인가하도록 구성된다. 이들 전압 레벨들은 셔터들(108) 각각에 대해 개방 상태, 폐쇄 상태, 또는 다른 개별 상태를 디지털 방식으로 설정하도록 설계된다.

[0024] [0061] 스캔 드라이버들(130) 및 데이터 드라이버들(132)은 디지털 제어기 회로(134)("제어기(134)"로 또한 칭함)에 접속된다. 제어기는 로우들 및 이미지 프레임들에 의해 그룹화되는 미리결정된 시퀀스들로 구성된 데이

터를 주로 직렬 방식으로 데이터 드라이버들(132)에 전송한다. 데이터 드라이버들(132)은 직렬-병렬(series to parallel) 데이터 컨버터들, 레벨 시프팅, 및 일부 애플리케이션들에 있어서는, 디지털-아날로그 전압 컨버터들을 포함할 수 있다.

[0025] [0062] 디스플레이 장치는 공통 전압원들이라 또한 칭하는 공통 드라이버들(138)의 세트를 옵션으로 포함한다. 일부 구현들에서, 공통 드라이버들(138)은 예를 들어, 전압을 일련의 공통 상호접속들(114)에 공급함으로써, DC 공통 전위를 광 변조기들의 어레이내의 모든 광 변조기들에 제공한다. 일부 다른 구현들에서, 제어기(134)로부터의 커맨드들에 이어서 커맨드 드라이버들(138)은 전압 펄스 또는 신호들, 예를 들어, 어레이의 다중의 로우들 및 컬럼들에서 모든 광 변조기들의 동시 작동을 구동 및/또는 개시할 수 있는 글로벌 작동 펄스들을 광 변조기들의 어레이에 이슈한다(issue).

[0026] [0063] 상이한 디스플레이 기능들에 대한 모든 드라이버들(예를 들어, 스캔 드라이버들(130), 데이터 드라이버들(132), 및 공통 드라이버들(138))은 제어기(134)에 의해 시간 동기화된다. 제어기로부터의 타이밍 커맨드들은 램프 드라이버들(148)을 통해 레드, 그린, 블루 및 화이트 램프들(각각, 140, 142, 144 및 146)의 조명, 픽셀들의 어레이내의 특정한 로우들의 기록 인에이블 및 시퀀싱, 데이터 드라이버들(132)로부터의 전압들의 출력, 및 광 변조기 작동을 제공하는 전압들의 출력을 조정한다.

[0027] [0064] 제어기(134)는 셔터들(108) 각각이 새로운 이미지(104)에 적합한 조명 레벨들로 재설정될 수 있는 시퀀싱 또는 어드레싱 방식을 결정한다. 새로운 이미지들(104)은 주기적 간격들로 설정될 수 있다. 예를 들어, 비디오 디스플레이들에 대해, 비디오의 컬러 이미지들(104) 또는 프레임들은 10 내지 300 헤르츠 범위의 주파수들에서 리프레시된다. 일부 구현들에서, 어레이에 대한 이미지 프레임의 세팅은 램프들(140, 142, 144 및 146)의 조명과 동기화되어서, 교호 이미지 프레임들이 레드, 그린, 및 블루와 같은 교호하는 일련의 컬러들로 조명된다. 각각의 개별 컬러에 대한 이미지 프레임들을 컬러 서브프레임이라 칭한다. 필드 순차 컬러 방법이라 칭하는 이러한 방법에서, 컬러 서브프레임들이 20Hz를 초과하는 주파수들에서 교호되면, 인간의 뇌는 교호하는 프레임 이미지들을 넓고 연속적인 범위의 컬러들을 갖는 이미지의 인지로 평균화할 것이다. 대안적 구현들에서, 원색들(primary colors)을 이용하는 4개 또는 그 초과 램프들이, 레드, 그린 및 블루 이외의 원색(primaries)을 사용하여, 디스플레이 장치(100)에 사용될 수 있다.

[0028] [0065] 일부 구현들에서, 디스플레이 장치(100)가 개방과 폐쇄 상태들 사이에서 셔터들(108)의 디지털 스위칭을 위해 설계되는 경우에, 제어기(134)는 상술한 바와 같은 시분할 그레이 스케일의 방법에 의해 이미지를 형성한다. 일부 다른 구현들에서, 디스플레이 장치(100)는 픽셀 당 다중의 셔터들(108)의 사용을 통해 그레이 스케일을 제공할 수 있다.

[0029] [0066] 일부 구현들에서, 이미지 상태(104)에 대한 데이터는 스캔 라인들이라 또한 칭하는 개별 로우들의 순차적 어드레싱에 의해 변조기 어레이에 제어기(134)에 의해 로딩된다. 시퀀스에서의 각 로우 또는 스캔 라인에 대해, 스캔 드라이버(130)는 어레이의 해당 로우에 대한 기록 인에이블 상호접속(110)에 기록-인에이블 전압을 인가하고, 후속하여, 데이터 드라이버(132)는 선택된 로우에서 각 컬럼에 대한, 원하는 셔터 상태들에 대응하는 데이터 전압들을 공급한다. 이러한 프로세스는 데이터가 어레이에서의 모든 로우들에 대해 로딩될 때까지 반복한다. 일부 구현들에서, 데이터 로딩을 위한 선택된 로우들의 시퀀스는 선형이고, 어레이의 상부에서 하부로 진행된다. 일부 다른 구현들에서, 선택된 로우들의 시퀀스는 시각적 아티팩트들을 최소화하기 위해 의사 랜덤화된다. 그리고, 다른 구현들에서, 시퀀싱은 블록들로 구성되고, 여기서, 일 블록에 대해, 이미지 상태(104)의 단지 특정한 부분(certain fraction)에 대한 데이터가 예를 들어, 시퀀스에서 어레이의 5번째 로우만을 매번 어드레싱함으로써 어레이에 로딩된다.

[0030] [0067] 일부 구현들에서, 이미지 데이터를 어레이에 로딩하는 프로세스는 셔터(108)를 작동시키는 프로세스와 시간적으로 분리된다. 이들 구현들에서, 변조기 어레이는 어레이에서의 각 픽셀에 대한 데이터 메모리 엘리먼트들을 포함할 수도 있고, 제어 매트릭스는 메모리 엘리먼트들에 저장된 데이터에 따라 셔터들(108)의 동시 작동을 개시하기 위해 공통 드라이버(138)로부터 트리거 신호들을 반송하는 글로벌 작동 상호접속을 포함할 수도 있다.

[0031] [0068] 대안의 구현들에서, 픽셀들의 어레이 및 픽셀들을 제어하는 제어 매트릭스는 직사각형 로우들 및 컬럼들 이외의 구성들로 배열될 수도 있다. 예를 들어, 픽셀들은 육각형 어레이들 또는 곡선형 로우들 및 컬럼들로 배열될 수 있다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 스캔-라인은 기록-인에이블 상호접속을 공유하는 임의의 복수의 픽셀들을 칭할 수 있다.

- [0032] [0069] 호스트 프로세서(122)는 일반적으로 호스트의 동작들을 제어한다. 예를 들어, 호스트 프로세서는 휴대용 전자 디바이스를 제어하는 범용 또는 특수용 프로세서일 수도 있다. 호스트 디바이스(120)내에 포함된 디스플레이 장치(128)에 관하여, 호스트 프로세서는 이미지 데이터 뿐만 아니라 호스트에 관한 추가 데이터를 출력한다. 이러한 정보는 주변광 또는 온도와 같은 환경 센서로부터의 데이터; 예를 들어, 호스트의 동작 모드 또는 호스트의 전원에 남아있는 전력량을 비롯한, 호스트에 관한 정보; 이미지 데이터의 콘텐츠에 관한 정보; 이미지 데이터의 타입에 관한 정보; 및/또는 이미징 모드를 선택하는데 사용하기 위한 디스플레이 장치에 대한 명령어들을 포함할 수도 있다.
- [0033] [0070] 사용자 입력 모듈(126)은 사용자의 개인 선호도들을 직접적으로 또는 호스트 프로세서(122)를 통해 제어기(134)에 전달한다. 일부 구현들에서, 사용자 입력 모듈은 사용자가 "더 짙은 컬러", "더 양호한 콘트라스트", "더 낮은 전력", "증가된 밝기", "스포츠들", "라이브 액션", 또는 애니메이션"과 같은 개인적 선호도들을 프로그래밍하는 소프트웨어에 의해 제어된다. 일부 다른 구현들에서, 이들 선호도들은 스위치 또는 다이얼과 같은 하드웨어를 사용하여 호스트에 입력된다. 제어기(134)로의 복수의 데이터 입력들은 제어기에게 최적의 이미징 특징들에 대응하는 다양한 드라이버들(130, 132, 138 및 148)에 데이터를 제공하도록 지시한다.
- [0034] [0071] 환경 센서 모듈(124)은 또한 호스트 디바이스의 일부로서 포함될 수 있다. 환경 센서 모듈은 온도 및/또는 주변 조명 조건들과 같은 주변 환경에 관한 데이터를 수신한다. 센서 모듈(124)은 디바이스가 실내 또는 사무실 환경에서 동작하고 있는지 대 밝은 낮에 실외 환경에서 동작하고 있는지 대 야간에 실외 환경에서 동작하고 있는지를 구별하도록 프로그래밍될 수 있다. 센서 모듈은 이러한 정보를 디스플레이 제어기(134)에 통신하여, 제어기는 주변 환경에 응답하여 시청 조건들을 최적화할 수 있다.
- [0035] [0072] 도 2a는 도 1a의 직시형 MEMS-기반 디스플레이 장치(100)로의 통합에 적합한 예시적인 셔터-기반 광 변조기(200)의 사시도를 도시한다. 광 변조기(200)는 액추에이터(204)에 커플링된 셔터(202)를 포함한다. 액추에이터(204)는 2개의 개별 컴플라이언트 전극 빔 액추에이터들(205)("액추에이터들"(205))로부터 형성될 수 있다. 셔터(202)는 일측상에서 액추에이터들(205)에 커플링된다. 액추에이터들(205)은 표면(203)과 실질적으로 평행한 모션의 평면에서 표면(203)상에서 셔터(202)를 가로로 이동시킨다. 셔터(202)의 반대측은, 액추에이터(204)에 의해 가해진 힘에 대항하는 복원력을 제공하는 스프링(207)에 커플링된다.
- [0036] [0073] 각 액추에이터(205)는 셔터(202)를 로드 앵커(208)에 연결하는 컴플라이언트 로드 빔(206)을 포함한다. 컴플라이언트 로드 빔들(206)과 함께 로드 앵커들(208)은, 기계적 지지부들로서 작용하여, 셔터(202)가 표면(203)에 인접하게 서스펜딩되게 유지한다. 표면은 광을 통과를 허용하는 하나 또는 그 초과와 어퍼쳐 홀들(211)을 포함한다. 로드 앵커들(208)은 컴플라이언트 로드 빔들(206) 및 셔터(202)를 표면(203)에 물리적으로 연결하고, 로드 빔들(206)을 바이어스 전압, 일부 경우들에서는, 접지에 전기적으로 연결한다.
- [0037] [0074] 기관이 실리콘과 같이 불투명하면, 어퍼쳐 홀들(211)은 기관(204)을 관통해 홀들의 어레이를 에칭함으로써 기관에 형성된다. 기관(204)이 유리 또는 플라스틱과 같이 투명하면, 프로세싱 시퀀스의 제 1 블록은 기관상에 광 차단층의 증착 및 홀들(211)의 어레이로 광 차단층의 에칭을 수반한다. 어퍼쳐 홀들(211)은 일반적으로, 원형, 타원형, 다각형, 사행형(serpentine), 또는 불규칙한 형상일 수 있다.
- [0038] [0075] 각 액추에이터(205)는 각 로드 빔(206)에 인접하여 위치된 컴플라이언트 구동 빔(216)을 또한 포함한다. 구동 빔들(216)은 일단에서, 구동 빔들(216) 사이에 공유된 구동 빔 앵커(218)에 커플링된다. 각 구동 빔(216)의 타단은 이동이 자유롭다. 각 구동 빔(216)은, 구동 빔(216)의 자유단 근처의 로드 빔(206) 및 로드 빔(206)의 앵커링된 단에 가장 근접하도록 굴곡된다.
- [0039] [0076] 동작중에, 광 변조기(200)를 통합한 디스플레이 장치는 구동 빔 앵커(218)를 통해 전위(electric potential)를 구동 빔들(216)에 인가한다. 제 2 전위가 로드 빔들(206)에 인가될 수도 있다. 구동 빔들(216)과 로드 빔들(206) 사이의 결과적인 전위차는 구동 빔들(216)의 자유단들을 로드 빔들(206)의 앵커링된 단들을 향해 당기고(pull), 로드 빔들(206)의 셔터 단들을 구동 빔들(216)의 앵커링된 단들을 향해 당겨서, 구동 앵커(218)를 향해 셔터(202)를 가로로 구동시킨다. 컴플라이언트 부재들(206)은 스프링들로서 작동하여, 빔들(206 및 216) 양단의 전압이 제거될 때, 로드 빔들(206)은 셔터(202)를 그것의 초기 위치로 밀어, 로드 빔들(206)에 축적된(stored) 응력을 완화시킨다.
- [0040] [0077] 광 변조기(200)와 같은 광 변조기는 전압들이 제거된 이후에 셔터를 그것의 정지 위치(rest position)로 복귀시키기 위해 스프링과 같은 수동 복원력을 통합한다. 다른 셔터 어셈블리들은, 개방 또는 폐쇄 상태로 셔터를 이동시키기 위해 듀얼 세트의 "개방" 및 "폐쇄" 액추에이터들 및 개별 세트들의 "개방" 및 "폐쇄" 전극

들을 통합할 수 있다.

- [0041] [0078] 서터들 및 어퍼쳐들의 어레이가 적절한 휘도 레벨을 갖는 이미지들, 많은 경우들에서는 움직이는 이미지들을 생성하기 위해 제어 매트릭스를 통해 제어될 수 있는 다양한 방법들이 존재한다. 일부 경우들에서, 제어는 디스플레이 주변의 드라이버 회로들에 연결된 로우 및 컬럼 상호접속들의 수동 매트릭스 어레이에 의해 달성된다. 다른 경우들에서, 디스플레이의 속도, 휘도 레벨 및/또는 소비 전력(power dissipation) 성능을 개선하기 위해 어레이(소위, 액티브 매트릭스)의 각 픽셀내에 스위칭 및/또는 데이터 저장 엘리먼트들을 포함하는 것이 적절하다.
- [0042] [0079] 본 명세서에 설명한 제어기 기능들은 상술한 광 변조기들과 같은 서터-기반 MEMS 광 변조기들을 제어하는 것에 제한되지 않는다. 도 2b는 본 개시물의 다양한 구현들에 포함되는데 적합한 예시적인 난-서터(non-shutter) 기반 광 변조기의 단면도이다. 구체적으로는, 도 2b는 전기습윤(electrowetting)-기반 광 변조기 어레이(270)의 단면도이다. 광 변조기 어레이(270)는 광 캐비티(274)상에 형성된 복수의 전기습윤-기반 광 변조 셀들(272a-d)(일반적으로, "셀(272)")을 포함한다. 광 변조 어레이(270)는 셀들(272)에 대응하는 컬러 필터들(276)의 세트를 또한 포함한다.
- [0043] [0080] 각 셀(272)은 물(또는 다른 투명 도전성 또는 극성 유체) 층(278), 광흡수 오일(280) 층, (예를 들어, 인듐-주석 산화물로 이루어진) 투명 전극(282) 및 광흡수 오일(280) 층과 투명 전극(282) 사이에 위치한 절연층(284)을 포함한다. 본 명세서에 설명하는 구현에서, 전극은 셀(272)의 배면의 일부를 차지한다(take up).
- [0044] [0081] 셀(272)의 배면의 나머지는 광 캐비티(274)의 전면 표면을 형성하는 반사형 어퍼쳐층(286)으로부터 형성된다. 반사형 어퍼쳐층(286)은 유전체 미러를 형성하는 반사성 금속 또는 박막들의 스택과 같은 반사성 재료로부터 형성된다. 각 셀(272)에 대해, 어퍼쳐는 광이 통과하게 하도록 반사형 어퍼쳐층(286)에 형성된다. 셀에 대한 전극(282)은 어퍼쳐내에 그리고 다른 유전체층에 의해 분리된 반사형 어퍼쳐층(286)을 형성하는 재료상에 증착된다.
- [0045] [0082] 광 캐비티(274)의 나머지부분은 반사형 어퍼쳐층(286)에 인접하게 위치한 광 가이드(288), 및 광 어퍼쳐층(286)을 마주하는 광 가이드(288) 측상의 제 2 반사층(290)을 포함한다. 일련의 광 반사기들(291)이 제 2 반사층 근처에서, 광 가이드의 배면상에 형성된다. 광 리디렉터들(redirectors)(291)은 확산 또는 거울(specular) 반사기들일 수도 있다. 하나 또는 그 초과 광원들(292)은 광(294)을 광 가이드(288)에 입사시킨다(inject).
- [0046] [0083] 대안의 구현에서, 추가의 투명 기관이 광 가이드(288)와 광 변조 어레이(270) 사이에 위치된다. 이러한 구현에서, 반사형 어퍼쳐층(286)은 광 가이드(288)의 표면 대신에 추가의 투명 기관상에 형성된다.
- [0047] [0084] 동작중에, 셀(예를 들어, 셀(272b 또는 272c))의 전극(282)에 대한 전압의 인가는 셀에서의 광흡수 오일(280)로 하여금 셀(272)의 하나의 부분에서 수집하게 한다. 그 결과, 광흡수 오일(280)은 반사형 어퍼쳐층(286)에 형성된 어퍼쳐를 통한 광의 통과를 더 이상 차단하지 않는다(예를 들어, 셀들(272b 및 272c) 참조). 그 후, 어퍼쳐에서 백라이트를 빠져나오는 광은 셀을 통해 그리고 컬러 필터들(276)의 세트에서 대응하는 컬러 필터(예를 들어, 레드, 그린, 또는 블루)를 통해 빠져나와 이미지에서 컬러 픽셀을 형성할 수 있다. 전극(282)이 접지될 때, 광흡수 오일(280)은 반사형 어퍼쳐층(286)에서의 어퍼쳐를 커버하여, 어퍼쳐를 통과하려 시도하는 입자의 광(294)을 흡수한다.
- [0048] [0085] 전압이 셀(272)에 인가될 때, 그 아래에 오일(280)을 수집하는 영역은 이미지를 형성하는 것과 관련된 낭비된 공간을 구성한다. 이러한 영역은 전압이 인가되든 안되든 광을 통과시킬 수 없고, 따라서, 반사형 어퍼쳐층(286)의 반사 부분들을 포함하지 않고, 그렇지 않으면(otherwise) 이미지의 형성에 기여하기 위해 사용될 수 있는 광을 흡수할 것이다. 그러나, 반사형 어퍼쳐층(286)의 포함으로, (그렇지 않으면 흡수되었을) 이러한 광은, 상이한 어퍼쳐를 통한 추후 빠져나옴(escape)을 위해 광 가이드(290)로 다시 반사된다. 전기습윤-기반 광 변조 어레이(270)가 본 명세서에 설명한 제어 매트릭스들에 의한 제어에 적합한 난-서터 기반 MEMS 변조기의 유일한 예는 아니다. 다른 형태의 난-서터 기반 MEMS 변조기들이 마찬가지로, 본 개시물의 범위를 벗어나지 않고 본 명세서에 설명한 제어기 기능들의 다양한 기능들에 의해 제어될 수 있다.
- [0049] [0086] MEMS 디스플레이들 이외에, 본 개시물은 예를 들어, 도 2c에 도시된 바와 같은 광 보상 힘(OCB) 모드에서 동작하는 액정 디스플레이들을 포함하는 필드 순차적 액정 디스플레이들을 또한 사용할 수도 있다. FSC 방법과 OCB 모드 LCD 디스플레이의 결합은 저전력 및 고해상도 디스플레이들을 허용할 수도 있다. 도 2c의 LCD는 원형 편광자(230), 이중 위상차 필름(biaxial retardation film)(232), 및 중합 디스코틱 재료(PDM)(234)로 이

루어진다. 이축 위상차 필름(232)은 이축 투과 특성들을 갖는 투명 표면 전극들을 포함한다. 이들 표면 전극들은 전압이 그들 양단에 인가될 때 특정한 방향으로 PDM 층의 액정 분자들을 정렬하도록 작용한다.

[0050] [0087] 도 3은 셔터-기반 광 변조기들의 어레이(320)의 사시도를 도시한다. 도 3은 또한 백라이트(330)의 상부에 배치된 광 변조기들(320)의 어레이를 예시한다. 일 구현에서, 백라이트(330)는 투명 재료, 즉, 유리 또는 플라스틱으로 이루어지고, 램프들(382, 384 및 386)로부터의 광을 디스플레이 평면 도처에 균일하게 분배하기 위한 광 가이드로서 기능한다. 필드 순차적 디스플레이로서 디스플레이(380)를 어셈블링할 때, 램프들(382, 384 및 386)은 교호 컬러 램프들, 예를 들어, 각각 레드, 그린 및 블루 램프들일 수 있다.

[0051] [0088] 제한하지 않고, 백열 램프들, 형광 램프들, 레이저들, 또는 발광 다이오드들(LED들)을 포함하는 다수의 상이한 타입들의 램프들(382 내지 386)이 디스플레이들에 이용될 수 있다. 또한, 직시형 디스플레이(380)의 램프들(382 내지 386)이 다중의 램프들을 포함하는 단일 어셈블리에 조합될 수 있다. 예를 들어, 레드, 그린 및 블루 LED들의 조합은 소형 반도체 칩에서 화이트 LED와 조합되거나 그로 대체될 수 있거나, 소형 멀티-램프 패키지로 어셈블링될 수 있다. 유사하게는, 각 램프는 4-컬러 LED들의 어셈블리, 예를 들어, 레드, 옐로우, 그린 및 블루 LED들의 조합 또는 레드, 그린, 블루 및 화이트 LED들의 조합을 표현할 수 있다.

[0052] [0089] 셔터 어셈블리들(302)은 광 변조기들로서 기능한다. 연관된 제어기로부터의 전기 신호들을 사용하여, 셔터 어셈블리들(302)은 개방 또는 폐쇄 상태로 설정될 수 있다. 개방 셔터들은 광 가이드(330)로부터의 광이 뷰어로 통과하게 하여, 직시형 이미지를 형성한다.

[0053] [0090] 일부 구현들에서, 광 변조기들은 광 가이드(330)로부터 이격되어 뷰어를 향해 대면하는 기관(304)의 표면에 형성된다. 일부 다른 구현들에서, 기관(304)은 리버시블 수 있어서, 광 변조기들은 광 가이드를 향해 대면하는 표면에 형성된다. 이들 구현들에서, 때때로, 광 가이드(330)의 상부 표면에 직접적으로 어퍼처층(322)과 같은 어퍼처층을 형성하는 것이 바람직할 수 있다. 일부 다른 구현들에서, 광 가이드와 광 변조기들 사이에 개별 피스의 유리 또는 플라스틱을 개재하는 것이 유용하고, 이러한 개별 피스의 유리 또는 플라스틱은 어퍼처층(322)과 같은 어퍼처층, 및 어퍼처 홀들(324)과 같은 연관된 어퍼처 홀들을 포함한다. 셔터 어셈블리들(302)의 평면과 어퍼처층(322) 사이의 간격은 가능한 한 근접하게, 바람직하게는, 10 미크론 미만, 일부 경우들에서는, 1 미크론 만큼 근접하게 유지하는 것이 바람직하다.

[0054] [0091] 일부 디스플레이들에서, 컬러 픽셀들은 상이한 컬러들, 예를 들어, 레드, 그린 및 블루에 대응하는 광 변조기들의 그룹들을 조명함으로써 생성된다. 그룹에서의 각 광 변조기는 원하는 컬러를 달성하기 위한 대응하는 필터를 갖는다. 그러나, 필터들은 다량의 광, 일부 경우들에서는, 필터들을 통과하는 광의 60% 만큼 많은 광을 흡수하여, 디스플레이의 효율 및 밝기를 제한한다. 또한, 픽셀 당 다중의 광 변조기들의 사용은 디스플레이된 이미지에 기여하는데 사용될 수 있는 디스플레이상의 공간량을 감소시켜서, 이러한 디스플레이의 밝기 및 효율을 더 제한한다.

[0055] [0092] 도 4는 예를 들어, 도 1b에 설명한 MEMS 직시형 디스플레이에 의해 구현될 수 있는 필드 순차적 컬러(FSC)를 사용하여 이미지들을 디스플레이하는 디스플레이 프로세스에 대응하는 타이밍도(400)이다. 도 4, 5, 6 및 7의 타이밍도(400)를 포함하는, 본 명세서에 포함된 타이밍도들은 다음의 협정(convention)들에 따른다. 타이밍도들의 상부 부분들은 광 변조기 어드레싱 이벤트들을 예시한다. 하부 부분들은 램프 조명 이벤트들을 예시한다.

[0056] [0093] 어드레싱 부분들은 시간상 이격된, 대각선들에 의해 어드레싱 이벤트들을 나타낸다. 각 대각선은 일련의 개별 데이터 로딩 이벤트들에 대응하며, 이 동안, 데이터는 광 변조기들의 어레이의 각 로우에, 한번에 하나의 로우씩 로딩된다. 디스플레이에 포함된 변조기들을 어드레싱하고 구동하기 위해 사용된 제어 매트릭스에 따라, 각 로딩 이벤트는 소정의 로우에서의 광 변조기들이 작동하게 하기 위해 대기 기간을 요구할 수도 있다. 일부 구현들에서, 광 변조기들의 어레이에서의 모든 로우들은 임의의 광 변조기들의 작동 이전에 어드레싱된다. 광 변조기들의 어레이의 최종 로우로의 데이터의 로딩의 완료시에, 모든 광 변조기들은 실질적으로 동시에 작동된다.

[0057] [0094] 램프 조명 이벤트들은 디스플레이에 포함된 램프의 각 컬러에 대응하는 펄스 트레인들에 의해 예시된다. 각 펄스는, 대응하는 컬러의 램프가 조명되어, 직전(immediately preceding) 어드레싱 이벤트에서 광 변조기들의 어레이로 로딩된 서브프레임 이미지가 디스플레이된다는 것을 표시한다.

[0058] [0095] 소정의 이미지 프레임의 디스플레이에서의 제 1 어드레싱 이벤트가 시작하는 시간이 AT0으로서 각 타이밍도에 라벨링된다. 대부분의 타이밍도들에서, 이러한 시간은 디스플레이에 의해 수신된 각 비디오 프레임의

시작에 선행하는 전압 펄스 vsync의 검출 직후에 하강한다. 각 후속 어드레싱 이벤트가 발생하는 시간들이 AT1, AT2, ... AT(n-1)로서 라벨링되고, 여기서, n은 이미지 프레임을 디스플레이하기 위해 사용된 서브프레임 이미지들의 수이다. 일부 타이밍도들에서, 대각선들은 광 변조기들의 어레이로 로딩된 데이터를 표시하기 위해 더 라벨링된다. 예를 들어, 도 4의 타이밍도에서, D0는 프레임에 대한 광 변조기들의 어레이로 로딩된 제 1 데이터를 표현하고, D(n-1)는 프레임에 대한 광 변조기들의 어레이로 로딩된 최종 데이터를 표현한다. 도 5 내지 7의 타이밍도들에서, 각 어드레싱 이벤트 동안 로딩된 데이터는 비트판(bitplane)에 대응한다.

[0059]

[0096] 비트판은 광 변조기들의 어레이의 다중의 로우들 및 다중의 컬럼들에서 변조기들에 대한 원하는 변조기 상태들을 식별하는 데이터의 코히어런트 세트이다. 더욱이, 각 비트판은 이진 코딩 방식에 따라 유도된 일련의 서브프레임 이미지들 중 하나에 대응한다. 즉, 이미지 프레임의 기여 컬러에 대한 각 서브프레임 이미지는 이진 시리즈 1, 2, 4, 8, 16 등에 따라 가중된다. 최저 가중치를 갖는 비트판을 최하위(least significant) 비트판이라 칭하고, 타이밍도들에서 라벨링되며, 본 명세서에서 번호 0이 후속하는 대응하는 기여 컬러의 제 1 문자로 언급된다. 기여 컬러들에 대한 각 다음 최상위 비트판에 대해, 기여 컬러의 제 1 문자에 후속하는 번호는 1씩 증가한다. 예를 들어, 컬러 당 4개의 비트판들로 분리된(broken) 이미지 프레임에 대해, 최하위 레드 비트판은 R0 비트판으로 라벨링되고 칭한다. 다음 최상위(most significant) 레드 비트판이 R1으로 라벨링되고 칭하며, 최상위 레드 비트판이 R3으로 라벨링되고 칭한다.

[0060]

[0097] 램프-관련 이벤트들은 LT0, LT1, LT2 ... LT(n-1)로서 라벨링된다. 타이밍도에 의존하여, 타이밍도에서 라벨링된 램프-관련 이벤트 시간들은 램프가 조명되는 시간들 또는 램프가 소등되는 시간들을 표현한다. 특정한 타이밍도에서의 램프 시간들의 의미는 특정한 타이밍도의 조명 부분에서 펄스 트레인들에 대해 시간에 있어 그들의 위치를 비교함으로써 결정될 수 있다. 도 4의 타이밍도(400)를 구체적으로 다시 참조하면, 타이밍도(400)에 따라 이미지 프레임을 디스플레이하기 위해, 단일 서브프레임 이미지가 이미지 프레임의 3개의 기여 컬러들 각각을 디스플레이하기 위해 사용된다. 먼저, 레드 서브프레임 이미지에 대해 소망되는 변조기 상태들을 표시하는 데이터(D0)가 시간 AT0에서 시작하는 광 변조기들의 어레이로 로딩된다. 어드레싱이 완료된 이후에, 레드 램프가 시간 LT0에서 조명되어서, 레드 서브프레임 이미지를 디스플레이한다. 그런 서브프레임 이미지에 대응하는 변조기 상태들을 표시하는 데이터(D1)가 시간 AT1에서 광 변조기들의 어레이로 로딩된다. 그런 램프는 시간 LT1에서 조명된다. 최종으로, 시간들 AT2 및 LT2에서 각각, 블루 서브프레임 이미지에 대응하는 변조기 상태들을 표시하는 데이터(D2)가 광 변조기들의 어레이로 로딩되고 블루 램프가 조명된다. 그 후, 프로세스는 디스플레이될 후속 이미지 프레임들에 대해 반복된다.

[0061]

[0098] 도 4의 타이밍도에 따라 이미지들을 형성하는 디스플레이에 의해 달성가능한 휘도 레벨들의 수는 각 광 변조기의 상태가 얼마나 미세하게 제어될 수 있는지에 의존한다. 예를 들어, 광 변조기들이 본질적으로 이진이면, 즉, 이들이 온 또는 오프만 할 수 있으면, 디스플레이는 8개의 상이한 컬러들을 생성하는데 제한된다. 휘도 레벨들의 수는 추가의 중간 상태들로 구동될 수 있는 광 변조기들을 제공함으로써 이러한 디스플레이에 대해 증가될 수 있다. 도 4의 펄스 순차적 기법에 관한 일부 구현들에서, 인가 전압에 응답하여 아날로그를 나타내는 MEMS 기반 또는 다른 광 변조기들이 제공될 수 있다. 이러한 디스플레이에서 달성가능한 휘도 레벨들의 수는 데이터 전압원들과 협력하여 공급되는 디지털-아날로그 컨버터들의 해상도에 의해서만 제한된다.

[0062]

[0099] 대안적으로, 각 서브프레임 이미지를 디스플레이하기 위해 사용된 시간 기간이 다중의 기간들(이 각각은 자신의 대응하는 서브프레임 이미지를 가짐)로 스플릿팅되는 경우에 더 미세한 휘도 레벨이 생성될 수 있다. 예를 들어, 이진 광 변조기들로, 기여 컬러 당 동일한 길이 및 광 강도의 2개의 서브프레임 이미지들을 형성하는 디스플레이가 8개 대신에 27개의 상이한 컬러들을 생성할 수 있다. 이미지 프레임의 각 기여 컬러를 다중의 서브프레임 이미지들로 분리하는 휘도 레벨 기법들을 일반적으로, 시간 분할 그레이 스케일 기법들이라 칭한다.

[0063]

[0100] 도 5는 이진 시간 분할 그레이 스케일에서 일련의 서브프레임 이미지들을 사용하여 이미지의 형성을 위해 제어기(134)에 의해 이용된, 디스플레이 프로세스(500)로 칭하는 타이밍 시퀀스의 일례를 예시한다. 디스플레이 프로세스(500)와 사용된 제어기(134)는 타이밍된 시퀀스(시간이 도 5에서 좌에서 우로 변함)에서 다중의 동작들의 조정을 담당한다. 제어기(134)는 서브프레임 데이터 세트의 데이터 엘리먼트들이 프레임 버퍼 외부로 및 데이터 드라이버들(132)로 전달되는 시기를 결정한다. 제어기(134)는 스캔 드라이버들(130)에 의해 어레이에서의 로우들의 스캐닝을 인에이블하기 위해 트리거 신호들을 또한 전송하여, 데이터 드라이버들(132)로부터의 데이터의 어레이의 픽셀들로의 로딩을 인에이블한다. 제어기(134)는 램프들(140, 142 및 144)의 조명을 인에이블하기 위해 램프 드라이버들(148)의 동작을 또한 관리한다(기록 램프(146)는 디스플레이 프로세스(500)에서 이용되지 않는다). 제어기(134)는 어레이의 다중의 로우들 및 컬럼들에서 서터들의 글로벌 작동과 같은 기능들을

실질적으로 동시에 인에이블하는 트리거 신호들을 공통 드라이버들(138)에 또한 전송한다.

[0064]

[0101] 디스플레이 프로세스(500)에서 이미지를 형성하는 프로세스는 먼저, 각 서브프레임 이미지에 대해, 프레임 버퍼 외부로 및 어레이로의 서브프레임 데이터 세트의 로딩을 포함한다. 서브프레임 데이터 세트는 어레이의 다중의 로우들 및 다중의 컬럼들에서 변조기들의 원하는 상태들(예를 들어, 개방 또는 폐쇄)에 관한 정보를 포함한다. 이진 시간 분할 그레이 스케일에 대해, 개별 서브프레임 데이터 세트가 그레이 스케일에 대한 이진 코딩 워드(binary coded word)에서 각 컬러내의 각 비트 레벨에 대한 어레이에 송신된다. 이진 코딩의 경우에 대해, 서브프레임 데이터 세트를 비트판이라 칭한다. 디스플레이 프로세스(500)는 3개의 컬러들(레드, 그린, 및 블루) 각각에서의 4개의 비트판 데이터 세트들의 로딩을 참조한다. 이들 데이터 세트들은 레드에 대해 R0-R3, 그린에 대해 G0-G3, 및 블루에 대해 B0-B3으로서 라벨링된다. 예시의 효율적 사용을 위해, 디스플레이 프로세스(500)에 컬러 당 단지 4개의 비트 레벨들만이 예시되지만, 컬러 당 6, 7, 8, 또는 10개의 비트 레벨들을 이용하는 대안의 이미지 형성 시퀀스들이 가능하다는 것이 이해될 것이다.

[0065]

[0102] 디스플레이 프로세스(500)는 일련의 어드레싱 시간들(AT0, AT1, AT2, 등)을 참조한다. 이들 시간들은 특정한 비트판들의 어레이로의 로딩을 위한 시작 시간들 또는 트리거 시간들을 표현한다. 제 1 어드레싱 시간(AT0)은 Vsync와 일치하고, 이것은 이미지 프레임의 시작을 나타내기 위해 공통으로 이용되는 트리거 신호이다. 디스플레이 프로세스(500)는 비트판들의 로딩과 조정되는 일련의 램프 조명 시간들(LT0, LT1, LT2 등)을 또한 참조한다. 이들 램프 트리거들은 램프들(140, 142 및 144) 중 하나로부터의 조명이 소등되는 시간들을 표시한다. 레드, 그린, 및 블루 램프들 각각에 대한 조명 펄스 기간들 및 진폭들이 도 5의 하부에 따라 예시되어 있고, 문자들 "R", "G", 및 "B"에 의해 개별 라인들을 따라 라벨링되어 있다.

[0066]

[0103] 제 1 비트판(R3)의 로딩은 트리거 포인트(AT0)에서 개시한다. 로딩될 제 2 비트판(R2)은 트리거 포인트(AT1)에서 개시한다. 각 비트판의 로딩은 상당한 시간량을 요구한다. 예를 들어, 비트판(R2)에 대한 어드레싱 시퀀스는 이러한 예에서 AT1에서 개시하고 포인트(LT0)에서 종료한다. 각 비트판에 대한 어드레싱 또는 데이터 로딩 동작이 타이밍도(500)에서 대각선으로서 예시되어 있다. 대각선은 비트판 정보의 개별 로우들이 한번에 하나씩 프레임 버퍼 외부로, 데이터 드라이버들(132)로, 및 그로부터 어레이로 전달되는 순차적 동작을 표현한다. 각 로우 또는 스캔 라인으로서의 데이터의 로딩은 대략 1 마이크로초 내지 100 마이크로초를 요구한다. 다중 로우들의 완전(complete) 전달 또는 어레이로 데이터의 완전 비트판 전달은 어레이에서 로우들의 수에 따라, 대략 100 마이크로초 내지 5 밀리초 걸릴 수 있다.

[0067]

[0104] 디스플레이 프로세스(500)에서, 이미지 데이터를 어레이에 로딩하는 프로세스는 셔터(108)를 이동시키거나 작동시키는 프로세스와 시간적으로 분리된다. 이러한 구현에서, 변조기 어레이는 어레이에서의 각 픽셀에 대한 저장 커패시터와 같은 데이터 메모리 엘리먼트들을 포함하고, 데이터 로딩 프로세스는 메모리 엘리먼트들에 데이터의 저장만(즉, 온-오프 또는 개방-폐쇄 명령들)을 수반한다. 셔터들(108)은 글로벌 작동 신호가 공통 드라이버들(138) 중 하나에 의해 생성될 때까지 이동하지 않는다. 글로벌 작동 신호는 모든 데이터가 어레이에 로딩될 때까지 제어기(134)에 의해 전송되지 않는다. 지정된 시간에, 모션 또는 상태 변경을 위해 지정된 모든 셔터들은 글로벌 작동 신호에 의해 실질적으로 동시에 이동하게 된다. 비트판 로딩 시퀀스의 종료와 대응하는 램프의 조명 사이에 시간적으로 작은 갭이 표시된다. 이것은 셔터들의 글로벌 작동을 위해 요구되는 시간이다. 글로벌 작동 시간은 예를 들어, 트리거 포인트들(LT2 및 AT4) 사이에 예시되어 있다. 단지 부분적으로 폐쇄되거나 개방된 셔터들의 조명과 이미지를 혼동하지 않도록 모든 램프들은 글로벌 작동 기간 동안에는 소등되는 것이 바람직하다. 셔터 어셈블리들(320)에서와 같이, 셔터들의 글로벌 작동을 위해 요구된 시간량은 어레이에서 셔터들의 설계 및 구조에 따라, 대략 10 마이크로초 내지 500 마이크로초 걸릴 수 있다.

[0068]

[0105] 디스플레이 프로세스(500)의 예에 대해, 시퀀스 제어기는 각 비트판의 로딩 이후에 램프들 중 단지 하나만을 조명하도록 프로그래밍되고, 여기서, 이러한 조명은 어레이에서의 최종 스캔 라인의 데이터를 로딩한 이후에 글로벌 작동 시간과 동일한 시간량 만큼 지연된다. 어레이의 메모리 엘리먼트들로의 데이터의 로딩이 셔터들의 위치에 바로 영향을 미치지 않기 때문에, 램프가 온(on)을 유지하면서, 후속 비트판에 대응하는 데이터의 로딩이 시작하고 진행할 수 있다는 것에 유의한다.

[0069]

[0106] 서브프레임 이미지들, 예를 들어, 비트판들(R3, R2, R1 및 R0)과 연관된 서브프레임 이미지들 각각이 도 5의 하부에서 "R" 라인으로 표시된 레드 램프(140)로부터의 별개의 조명 펄스에 의해 조명된다. 유사하게는, 비트판들(G3, G2, G1 및 G0)과 연관된 서브프레임 이미지들 각각이 도 5의 하부에서 "G" 라인으로 표시된 그린 램프(142)로부터의 별개의 조명 펄스에 의해 조명된다. 각 서브프레임 이미지에 대해 사용된 조명 값들(이러한 예에 있어서, 조명 기간들의 길이)은, 각각, 이진 시리즈 8, 4, 2, 1에 의한 크기에서 관련된다.

조명값들의 이러한 이진 가중화는 이진 워드들로 코딩된 그레이 스케일 값의 표현 또는 디스플레이를 가능하게 하고, 여기서, 각 비트판은 이진 워드에서의 자리 값들(place values) 중 단지 하나에 대응하는 픽셀 온-오프 데이터를 포함한다. 시퀀스 제어기(160)로부터 나오는 커맨드들은 데이터의 로딩과 램프들의 조정 뿐만 아니라 각 데이터 비트판과 연관된 정확한 상대적 조명 기간을 보장한다.

[0070]

[0107] 완전한 이미지 프레임이 2개의 후속 트리거 신호들(Vsync) 사이에서 디스플레이 프로세스(500)에서 생성된다. 디스플레이 프로세스(500)에서의 완전한 이미지 프레임은 컬러 당 4개의 비트판들의 조명을 포함한다. 60Hz 프레임 레이트에 대해, Vsync 신호들 사이의 시간은 16.6 밀리초이다. 최상위 비트판들(R3, G3 및 B3)의 조명을 위해 할당된 시간은 이러한 예에서, 각각 대략 2.4 밀리초일 수 있다. 그 후, 비율에 의해, 다음 비트판들(R2, G2, 및 B2)에 대한 조명 시간들은 1.2 밀리초일 것이다. 최하위 비트판 조명 기간들(R0, G0, 및 B0)은 각각 300 마이크로초일 것이다. 더 큰 비트 해상도가 제공되었거나, 더 많은 비트판들이 컬러 당 요구되었다면, 최하위 비트판들에 대응하는 조명 기간들은 더욱더 짧은 기간들, 실질적으로는 각각 100 마이크로초 미만을 요구할 것이다.

[0071]

[0108] 시퀀스 제어기(160)의 개발 또는 프로그래밍에서, 때때로 시퀀스 테이블 스토어라 칭하는, 시퀀스 테이블에서 휘도 레벨의 표현을 관리하는 모든 임계 시퀀싱 파라미터들을 동일 장소에 위치(co-locate)시키거나 저장하는 것이 유용할 수도 있다. 저장된 임계 시퀀싱 파라미터들을 표현하는 테이블의 일례가 테이블 1로서 아래에 리스트된다. 시퀀스 테이블은 서브프레임들 또는 "필드들" 각각에 대해, 상대적 어드레싱 시간(예를 들어, 비트판의 로딩이 시작하는 AT0), 버퍼 메모리(159)에서 발견될 연관 비트판들의 메모리 위치(예를 들어, 위치(M0, M1 등)), 램프들 중 하나에 대한 식별 코드들(예를 들어, R, G, 또는 B), 및 램프 시간(예를 들어, 이러한 예에서, 램프가 턴 오프되는 시간을 결정하는 LT0)을 리스트한다.

[0072]

테이블 1

	시퀀스 테이블 1									
	필드 1	필드 2	필드 3	필드 4	필드 5	필드 6	필드 7	...	필드 n-1	필드 n
어드레싱 시간	AT0	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6	...	AT(n-1)	ATn
메모리	M0	M1	M2	M3	M4	M4	M6	...	M(n-1)	Mn
서브프레임 데이터 세트의 위치										
램프 ID	R	R	R	R	G	G	G	...	B	B
램프 시간	LT0	LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	LT6	...	LT(n-1)	LTn

[0073]

[0074]

[0109] 또한, 디스플레이 프로세스에서 이벤트들의 타이밍 또는 시퀀스를 재프로그래밍하거나 변경하는 용이한 방법을 촉진하기 위해 시퀀스 테이블에서 파라미터들의 저장소를 동일한 장소에 위치시키는 것이 유용할 수도 있다. 예를 들어, 대부분의 레드 서브프레임들에 그린 서브프레임이 바로 후속하고, 그전에 블루 서브프레임이 바로 후속하도록 컬러 서브프레임들의 순서를 재배열하는 것이 가능하다. 컬러 서브프레임들의 이러한 재배열 또는 배치(interspersing)는 조명이 램프 컬러들 사이에서 스위칭되는 공칭 주파수를 증가시키고, 이것은 CBU의 영향을 감소시킨다. 메모리에 저장된 다수의 상이한 스케줄 테이블들 사이에서 스위칭하거나, 스케줄 테이블들을 재프로그래밍함으로써, 예를 들어, 단일 이미지 프레임의 시간내에서 컬러 당 8개의 비트판들의 조명을 허용함으로써 컬러 당 더 적거나 더 큰 수의 비트판들을 요구하는 프로세스들 사이에서 스위칭하는 것이 또한 가능하다. 화이트 램프(146)와 같은 제 4 컬러 LED에 대응하는 서브프레임의 포함을 허용하기 위해 타이밍 시퀀스를 용이하게 재프로그래밍하는 것이 또한 가능하다.

[0075]

[0110] 디스플레이 프로세스(500)는 램프들에서의 펄스 폭 또는 조명 기간에 기초하여 각 서브프레임 이미지를 별개 조명값과 연관시킴으로써 코딩 워드에 따라 그레이 스케일 또는 휘도 레벨을 확립한다. 대안의 방법들이 조명값을 표현하기 위해 이용가능하다. 일 대안에서, 서브프레임 이미지들 각각에 대해 할당된 조명 기간들은 일정하게 유지되고, 램프들로부터의 조명의 진폭 또는 강도는 이진 비율 1, 2, 4, 8 등에 따라 서브프레임 이미지들 사이에서 변한다. 이러한 구현을 위해, 시퀀스 테이블의 포맷이 고유 타이밍 신호 대신에 서브프레임들 각각에 대한 고유 램프 강도들을 할당하도록 변경된다. 일부 다른 구현들에서, 램프들로부터의 펄스 지속기간 및 펄스 진폭의 변동들 양자 모두가 이용되고 서브프레임 이미지들 사이에서 휘도 레벨 구별들을 확립하기 위해

시퀀스 테이블에서 모두(both) 특정된다.

[0076]

[0111] 도 6은 테이블 2에 리스트된 파라미터들을 활용하는 타이밍도(600)이다. 타이밍도(600)는 이미지 프레임들이 이미지 프레임의 각 기여 컬러에 대한 4개의 서브프레임 이미지들을 디스플레이함으로써 디스플레이되는 코딩 시간 분할 그레이 스케일 어드레싱 프로세스에 대응한다. 소정의 컬러의 디스플레이된 각 서브프레임 이미지는 이전의 서브프레임 이미지와 같은 긴 시간 기간의 절반 동안 동일한 강도로 디스플레이되어서, 서브프레임 이미지들에 대해 이전 가중화 방식을 구현한다. 타이밍도(600)는 레드, 그린 및 블루 컬러들 이외에, 화이트 램프를 사용하여 조명되는 화이트 컬러에 대응하는 서브프레임 이미지들을 포함한다. 화이트 램프의 추가는, 디스플레이로 하여금, 동일한 밝기 레벨을 유지하면서 더 낮은 전력 레벨들에서 그의 램프들을 동작시키거나 더 밝은 이미지를 디스플레이하게 허용한다. 밝기 및 전력 소모는 선형적으로 관련되지 않으므로, 더 낮은 조명 레벨 동작 모드는 등가의 이미지 밝기를 제공하면서 에너지를 덜 소모한다. 또한, 화이트 램프들은 종종 더욱 효율적이다, 즉, 이들은 동일한 밝기를 달성하기 위해 다른 컬러들의 램프들 보다 전력을 덜 소모한다.

[0077]

[0112] 더욱 구체적으로는, 타이밍도(600)에서의 이미지 프레임의 디스플레이는 vsync 펄스의 검출시에 시작한다. 타이밍도와 테이블 2 스케줄 테이블에 표시된 바와 같이, 메모리 위치(M0)에서 시작하는 저장된 비트판(R3)은 시간(AT0)에서 시작하는 어드레싱 이벤트에서 광 변조기들(150)의 어레이로 로딩된다. 제어기(134)가 비트판의 최종 로우 데이터를 광 변조기들(150)의 어레이에 출력하면, 제어기(134)는 글로벌 작동 커맨드를 출력한다. 작동 시간을 대기한 이후에, 제어기(134)는 레드 램프로 하여금 조명되게 한다. 작동 시간이 모드 서브프레임 이미지들에 대해 일정하기 때문에, 대응하는 시간값이 이러한 시간을 결정하기 위해 스케줄 테이블 스토어에 저장될 필요가 없다. 시간(AT4)에서, 제어기(134)는, 스케줄 테이블에 따라, 메모리 위치(M4)에서 시작하는 저장된 그린 비트판들 중 제 1 그린 비트판(G3)의 로딩을 시작한다. 시간(AT8)에서, 제어기(134)는, 스케줄 테이블에 따라, 메모리 위치(M8)에서 시작하는 저장된 블루 비트판들 중 제 1 블루 비트판(B3)의 로딩을 시작한다. 시간(AT12)에서, 제어기(134)는, 스케줄 테이블에 따라, 메모리 위치(M12)에서 시작하는 저장된 화이트 비트판들 중 제 1 화이트 비트판(W3)의 로딩을 시작한다. 화이트 비트판들 중 제 1 화이트 비트판(W3)에 대응하는 어드레싱을 완료하고 작동 시간을 대기한 이후에, 제어기는 화이트 램프로 하여금 제 1 시간 동안 조명되게 한다.

[0078]

[0113] 모든 비트판들이 광 변조기들(150)의 어레이로 비트판을 로딩하는데 걸리는 시간 보다 긴 기간 동안 조명되기 때문에, 제어기(134)는 후속 서브프레임 이미지에 대응하는 어드레싱 이벤트의 완료시에 서브프레임 이미지를 조명하는 램프를 소등한다. 예를 들어, LT0는 비트판(R2)의 로딩의 완료와 일치하는 AT0 이후의 시간에 발생하도록 설정된다. LT1은 비트판(R1)의 로딩의 완료와 일치하는 AT1 이후의 시간에 발생하도록 설정된다.

[0079]

[0114] 타이밍도에서 vsync 펄스들 사이의 시간 기간은 프레임 시간을 표시하는 심볼(FT)로 표시된다. 일부 구현들에서, 어드레싱 시간들(AT0, AT1 등) 뿐만 아니라 램프 시간들(LT0, LT1 등)은 16.6 밀리초의 프레임 시간(FT)내에서, 즉, 60Hz의 프레임 레이트에 따라 4개의 컬러들 각각에 대한 4개의 서브프레임 이미지들을 달성하도록 설계된다. 일부 다른 구현들에서, 스케줄 테이블 스토어에 저장된 시간값들은 33.3 밀리초의 프레임 시간(FT)내에서, 즉, 30Hz의 프레임 레이트에 따라 컬러 당 4개의 서브프레임 이미지들을 달성하도록 변경될 수 있다. 일부 다른 구현들에서, 24Hz 만큼 낮은 프레임 레이트들이 이용될 수도 있거나 100Hz를 초과하는 프레임 레이트들이 이용될 수도 있다.

[0080]

테이블 2

스케줄 테이블 2										
	필드 1	필드 2	필드 3	필드 4	필드 5	필드 6	필드 7	...	필드 n-1	필드 n
어드레싱 시간	AT0	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6	...	AT (n-1)	ATn
메모리	M0	M1	M2	M3	M4	M4	M6	...	M9(n-1)	Mn
서브프레임 데이터 세트의 위치										
램프 ID	R	R	R	R	G	G	G	...	W	W

[0081]

- [0082] [0115] 화이트 램프들의 사용은 디스플레이의 효율을 향상시킬 수 있다. 서브프레임 이미지들에서 4개의 별개의 컬러들의 사용은 입력 프로세싱 모듈(1003)에서 데이터 프로세싱에 대한 변화를 요구한다. 3개의 상이한 컬러들 각각에 대한 비트판들을 유도하는 대신에, 타이밍도(600)에 따른 디스플레이 프로세스는 비트판들이 4개의 상이한 컬러들 각각에 대응하여 저장되는 것을 요구한다. 따라서, 입력 프로세싱 모듈(1003)은 데이터 구조를 비트판들로 변환하기 이전에 3-컬러 공간에서의 컬러들에 대해 인코딩된 입력(incoming) 픽셀 데이터를 4-컬러 공간에 적합한 컬러 좌표들로 변환할 수도 있다.
- [0083] [0116] 타이밍도(600)에 도시된 레드, 그린, 블루 및 화이트 램프 조합에 부가하여, 달성가능한 컬러들의 공간 또는 영역(gamut)을 확장시키는 다른 램프 조합들이 가능하다. 확장된 컬러 영역을 갖는 유용한 4-컬러 램프 조합은 레드, 블루, 트루 그린(true green)(약 520nm) 플러스 패럿 그린(parrot green)(약 550nm)이다. 컬러 영역을 확장시키는 다른 5-컬러 조합은 레드, 그린, 블루, 시안, 및 옐로우이다. YIQ NTSC 컬러 공간에 대해 유사한 5-컬러는 화이트, 오렌지, 블루, 퍼플 및 그린 램프들로 확립될 수 있다. 널리 공지된 YUV 컬러 공간에 대해 유사한 5-컬러는 화이트, 블루, 옐로우, 레드 및 시안 램프들로 확립될 수 있다.
- [0084] [0117] 다른 램프 조합들이 가능하다. 예를 들어, 유용한 6-컬러 공간이 레드, 그린, 블루, 시안, 마젠타 및 옐로우 컬러들의 램프로 확립될 수 있다. 또한 6-컬러 공간이 화이트, 시안, 마젠타, 옐로우, 오렌지 및 그린 컬러들로 확립될 수 있다. 다수의 다른 4-컬러 및 5-컬러 조합들이 이미 상기에서 리스트된 컬러들로부터 유도될 수 있다. 상이한 컬러들과 6, 7, 8 또는 9 램프들의 추가 조합들이 상기 리스트된 컬러들로부터 생성될 수 있다. 추가의 컬러들이 상기 리스트된 컬러들 사이에 있는 스펙트럼들을 갖는 램프들을 사용하여 이용될 수 있다.
- [0085] [0118] 도 7은 테이블 3의 스케줄 테이블에 리스트된 파라미터들을 활용하는 타이밍도(700)이다. 타이밍도(700)는 상이한 컬러들의 램프들이 동시에 조명될 수도 있는 하이브리드 코딩 시간 분할 및 강도 그레이 스케일 디스플레이 프로세스에 대응한다. 각 서브프레임 이미지가 모든 컬러들의 램프들에 의해 조명되더라도, 특정한 컬러에 대한 서브프레임 이미지들이 그 컬러의 램프에 의해 우세하게 조명된다. 예를 들어, 레드 서브프레임 이미지들에 대한 조명 기간들 동안, 레드 램프가 그린 램프 및 블루 램프 보다 높은 강도에서 조명된다. 밝기 및 전력 소모가 선형적으로 관련되지 않기 때문에, 더 낮은 조명 레벨 동작 모드에서 다중 램프들을 각각 사용하는 것은 더 높은 조명 레벨에서 하나의 램프를 사용하여 동일한 밝기를 달성하는 것 보다 전력을 덜 요구할 수도 있다.
- [0086] [0119] 최하위 비트판들에 대응하는 서브프레임 이미지들은 이전의 서브프레임 이미지와 동일한 시간 길이 동안, 하지만 절반의 강도로 각각 조명된다. 이와 같이, 최하위 비트판들에 대응하는 서브프레임 이미지들은 비트판들을 어레이에 로딩하기 위해 요구되는 것과 동등한 또는 이보다 더 긴 시간 기간 동안 조명된다.
- [0087] [0120]
- [0088] 테이블 3

스케줄 테이블 3										
	필드 1	필드 2	필드 3	필드 4	필드 5	필드 6	필드 7	...	필드 n-1	필드 n
데이터 시간 메모리	AT0 M0	AT1 M1	AT2 M2	AT3 M3	AT4 M4	AT5 M4	AT6 M6	...	AT (n-1) M9(n-1)	ATn Mn
서브프레임 데이터 세트의 위치										
레드평균 강도	RI0	RI1	RI2	RI3	RI4	RI5	RI6	...	RI(n-1)	Rn
그린평균 강도	GI0	GI1	GI2	GI3	GI4	GI5	GI6	...	GI(n-1)	Gn
블루평균 강도	BI0	BI1	BI2	BI3	BI4	BI5	BI6	...	BI(n-1)	Bn

- [0089]
- [0090] [0121] 더욱 구체적으로는, 타이밍도(700)에서의 이미지 프레임의 디스플레이는 vsync 펄스의 검출시에 시작한다. 타이밍도(700)와 테이블 3 스케줄 테이블에 표시된 바와 같이, 메모리 위치(M0)에서 시작하는 저장된 비트판(R3)은 시간(AT0)에서 시작하는 어드레싱 이벤트에서 광 변조기들(150)의 어레이로 로딩된다. 제어기(134)가 비트판의 최종 로우 데이터를 광 변조기들(150)의 어레이에 출력하면, 제어기(134)는 글로벌 작동 커맨드를 출력한다. 작동 시간을 대기한 이후에, 제어기는 레드, 그린 및 블루 램프들로 하여금 테이블 3 스케줄에 의해

표시된 강도 레벨들, 즉, R10, G10 및 B10에서 각각 조명되게 한다. 작동 시간이 모든 서브프레임 이미지들에 대해 일정하기 때문에, 대응하는 시간값이 이러한 시간을 결정하기 위해 스케줄 테이블 스토어에 저장될 필요가 없다. 시간(AT1)에서, 제어기(134)는, 스케줄 테이블에 따라, 메모리 위치(M1)에서 시작하는 저장된 후속 비트판(R2)의 광 변조기들(150)의 어레이로의 로딩을 시작한다. 비트판(R2)에 대응하는 서브프레임 이미지, 및 비트판(R1)에 대응하는 나중의 서브프레임 이미지가 테이블 3 스케줄에 의해 표시된 바와 같이, 비트판(R1)에 대한 것과 동일한 강도 레벨들의 세트에서 각각 조명된다. 비교하여, 메모리 위치(M3)에서 시작하는 저장된 최하위 비트판(R0)에 대응하는 서브프레임 이미지는 각 램프에 대한 강도 레벨의 절반에서 조명된다. 즉, 강도 레벨들(R13, G13 및 B13)은 각각, 강도 레벨들(R10, G10 및 B10) 절반과 동일하다. 타이밍도(700)는 그린 강도가 우세한 시간 비트판들이 디스플레이되는 시간(AT4)에서 계속된다. 그 후, 시간(ATB)에서, 제어기(134)는 블루 강도가 우세한 비트판들의 로딩을 시작한다.

[0091] [0122] 모든 비트판들이 광 변조기들(150)의 어레이로 비트판을 로딩하는데 걸리는 시간 보다 긴 기간 동안 조명되기 때문에, 제어기(134)는 후속 서브프레임 이미지에 대응하는 어드레싱 이벤트의 완료시에 서브프레임 이미지를 조명하는 램프를 소동한다. 예를 들어, LT0는 비트판(R2)의 로딩의 완료와 일치하는 AT0 이후의 시간에 발생하도록 설정된다. LT1은 비트판(R1)의 로딩의 완료와 일치하는 AT1 이후의 시간에 발생하도록 설정된다.

[0092] [0123] 타이밍도(700)에서 서브프레임 이미지들내에서 컬러 램프들의 혼합은 디스플레이에서 전력 효율의 향상을 가져올 수 있다. 컬러 혼합은 이미지들이 높은 채도의(saturated) 컬러들을 포함하지 않을 때 특히 유용할 수 있다.

[0093] [0124] 상술한 바와 같이, 개별 컬러 서브프레임 이미지들의 조합을 생성하는 이미지 형성 프로세스를 사용하는 특정한 디스플레이 장치가 구현되었고, 그 마인드는 단일 이미지 프레임을 형성하기 위해 함께 혼합하는 것이다. 이러한 타입의 이미지 형성 프로세스의 일례를 RGBW 이미지 형성이라 칭하고, 그 명칭은 이미지들이 레드(R), 그린(G), 블루(B) 및 화이트(W) 서브-이미지들의 조합을 사용하여 생성된다는 사실로부터 기인한다. 서브프레임 이미지를 형성하기 위해 사용된 컬러들 각각을 본 명세서에서 일반적으로 "기여" 컬러라 칭한다. 특정한 기여 컬러들을 "성분" 또는 "복합" 컬러들이라 또한 칭할 수도 있다. 복합 컬러는 실질적으로, 적어도 2개의 성분 컬러들의 조합과 동일한 컬러이다. 일반적으로 알려진 바와 같이, 조합될 때, 레드, 그린, 및 블루는 디스플레이의 뷰어들에 의해 화이트로서 인지된다. 따라서, RGBW 이미지 형성 프로세스에 대해, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 화이트를 레드, 그린, 및 블루의 "성분 컬러들"을 갖는 "복합 컬러"로 칭할 수 있다. 다른 구현들에서, 디스플레이 장치는 4개의 기여 컬러들, 예를 들어, 시안, 옐로우, 마젠타, 및 화이트의 상이한 세트를 사용할 수 있고, 여기서, 화이트는 복합 컬러이고, 시안, 옐로우, 및 마젠타는 성분 컬러들이다. 일부 구현들에서, 디스플레이 장치는 5개 또는 그 초과와 기여 컬러들, 예를 들어, 레드, 그린, 블루, 시안, 및 옐로우를 사용할 수 있다. 이러한 구현들 중 일부에서, 옐로우는 레드 및 그린의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다. 이러한 구현들 중 다른 것들에서, 시안은 옐로우, 그린, 및 블루의 성분 컬러들을 갖는 복합 컬러로서 고려된다.

[0094] [0125] 본 명세서에 설명하는 다양한 방법들은 다양한 디스플레이 디바이스에서 발생하는 이미지 아티팩트들을 감소시키기 위해 이용될 수 있다. 이미지 아티팩트들의 예들은 DFC, CBU 및 플리커를 포함한다. 일부 구현들에서, 디스플레이 디바이스들은 본 명세서에 설명한 바와 같은 다양한 이미지 형성 기법들 중 하나 또는 그 조합을 구현함으로써 이미지 아티팩트들을 감소시킬 수 있다. 설명한 기법들이 설명한 바와 같이 활용될 수 있거나 기법들의 임의의 조합으로 활용될 수 있다는 것이 인식될 수 있다. 또한, 기법들, 변형들, 또는 그것의 조합들이 플라즈마 디스플레이들, LCD, OLED, 전기영동, 및 전계 방출 디스플레이들과 같은 필드 순차적 디스플레이 디바이스들과 같은 다른 디스플레이 디바이스들에 대한 이미지 형성을 위해 사용될 수 있다. 동작중에, 디스플레이 디바이스에 의해 구현된 기법들 각각 또는 기법들의 조합이 이미징 모드로 통합될 수 있다.

[0095] [0126] 이미징 모드는 적어도 하나의 서브프레임 시퀀스 및 가중 방식들과 휘도 레벨 룩업 테이블들(LLLT들)의 적어도 하나의 대응하는 세트에 대응한다. 가중 방식은 각각의 이러한 서브프레임 이미지의 가중치와 함께, 디스플레이가 디스플레이할 수 있는 휘도 레벨들의 범위를 생성하기 위해 사용된 별개의 서브프레임 이미지들의 수를 정의한다. 가중 방식과 연관된 LLLT는, 각 서브프레임의 수 및 가중치들이 주어지면, 가능한 휘도 레벨들의 범위에서 휘도 레벨들 각각을 획득하기 위해 사용된 픽셀 상태들의 조합을 저장한다. 픽셀 상태는 별개의 값, 예를 들어, "온"에 대해 1 및 "오프"에 대해 0에 의해 식별된다. 그들의 대응하는 값들에 의해 표현된 픽셀 상태들의 소정의 조합을 "코드 워드"라 칭한다. 서브프레임 시퀀스는, 모든 컬러들에 대한 모든 서브프레임 이미지들이 디스플레이 디바이스 또는 장치상에 출력될 실제 순서를 정의한다. 예를 들어, 서브프레임 시퀀스는 레드의 최상위 서브프레임에 블루의 최상위 서브프레임이 후속해야 하고, 다음 그린의 최상위 서브프레임이

후속해야 한다는 것을 나타낼 것이다. 디스플레이 장치가 본 명세서에 설명한 바와 같이 "비트 스플리팅"을 구현하려 한 경우에, 이것은 서브프레임 시퀀스에서 또한 정의될 것이다. 각 서브프레임 이미지의 가중치들을 구현하기 위해 사용된 타이밍 및 조명 정보와 조합된 서브프레임 시퀀스는 상술한 출력 시퀀스를 구성한다.

[0096]

[0127] 예를로서, 이러한 용어를 사용하여, 아래에 추가로 설명되는 도 10의 LLLT(1050)의 처음의 2개의 로우들이 가중 방식의 일례이다. LLLT(1050)의 제 2의 2개의 로우들이 컬러 방식과 연관된 LLLT(1050)에서의 예시된 엔트리들이다. 예를 들어, LLLT(1050)는 휘도 값 127에 관하여 코드 워드 "01111111"를 저장한다. 반대로, 아래에 추가로 설명되는 도 17a의 테이블(1702)의 처음의 2개의 로우들은 서브프레임 시퀀스를 설명한다.

[0097]

[0128] 본 명세서에 개시된 다양한 구현들에서 사용된 가중 방식들은 이진 또는 난-이진(non-binary)일 수도 있다. 이진 가중 방식으로, 소정의 픽셀 상태와 연관된 가중치는 차최하위(next lowest) 가중치를 갖는 픽셀 상태의 가중치의 2배이다. 이와 같이, 각 휘도 값은 단지, 픽셀 상태들의 단일 조합에 의해 표현될 수 있다. 예를 들어, (일련의 8-비트에 의해 표현된) 8-상태 이진 가중 방식은 0 내지 255 범위의 256개의 상이한 휘도 값들 각각에 대한 (이용된 서브프레임 시퀀스에 의존한 상이한 순서화 방식들에 따라 디스플레이될 수도 있는) 픽셀 상태들의 단일 조합을 제공한다.

[0098]

[0129] 난-이진 가중 방식에서, 가중치들은 베이스-2 수열(base-2 progression)에 따라 엄격하게 할당되지 않는다(즉, 1, 2, 4, 8, 16 등이 아니다). 예를 들어, 가중치들은 예를 들어, 도 12b에서 더 설명하는 바와 같이 1, 2, 4, 6, 10 등일 수 있다. 이러한 방식에서, 다중의 픽셀 상태들에 동일한 가중치가 할당될 수 있는 것이 가능하다. 대안적으로 또는 부가적으로, 픽셀 상태들에는 차하위(next lower) 가중 픽셀 상태의 2배 보다 적은 어떤 가중치가 할당될 수 있다. 이것은 추가의 픽셀 상태들의 사용을 요구하지만, 디스플레이 장치가 픽셀 상태들의 다중의 상이한 조합들을 사용하여 기여 컬러의 동일한 휘도 레벨을 생성할 수 있게 하는 이점을 제공한다. 이러한 특성을 "축퇴(degeneracy)"라 칭한다. 예를 들어, 2개의 상태들(예를 들어, 1 및 0)을 각각 갖는 12-비트로 이루어진 12-비트 코드 워드들을 사용하는 코딩 방식이 최대 4096개의 개별 상태들을 표현하기 위해 사용될 수 있다. 256개의 개별 휘도 레벨들을 표현하기 위해서만 사용되면, 나머지 상태들(즉, 4096-256=3840)은, 그 동일한 256개의 휘도 레벨들에 대해, 픽셀 상태들의 축퇴 코드 워드들, 또는 대안의 조합을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 3840개의 축퇴 코드 워드 각각이 이용가능할 수 있지만, 휘도 레벨 룩업 테이블은 각 휘도 레벨에 대해 픽셀 상태들 중 하나 또는 선택된 몇몇 조합들만을 저장할 수도 있다. 픽셀 상태들의 이들 조합들은 향상된 이미지 품질 및 이미지 아티팩트들을 발생시키는 감소된 가능성을 산출하는 것으로서 설계 프로세스 동안 식별된다.

[0099]

[0130] 도 8은 디스플레이에서 사용하기 위한 도 1b의 제어기(134)와 같은 제어기의 블록도를 도시한다. 제어기(1000)는 입력 프로세싱 모듈(1003), 메모리 제어 모듈(1004), 프레임 버퍼(1005), 타이밍 제어 모듈(1006), 이미징 모드 선택기(1007), 및 각각의 이미징 모드를 구현하는데 충분한 데이터를 각각 포함하는 복수의 고유 이미징 모드 스토어들(1009a-n)을 포함한다. 제어기(1000)는 다양한 이미징 모드들 사이에서 스위칭하는 이미징 모드 선택기(1007)에 응답하는 스위치(1008)를 또한 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 컴포넌트들은 회로 보드들, 케이블들, 또는 다른 전기적 상호접속들에 의해 함께 접속되는 별개의 칩들 또는 회로들로서 제공될 수도 있다. 일부 다른 구현들에서, 이들 컴포넌트들 중 여러 컴포넌트들은 그들의 경계들이, 기능에 의한 것을 제외하면, 거의 구별불가능하게 단일 반도체 칩으로 함께 설계될 수 있다.

[0100]

*[0131] 제어기(1000)는 제어기를 통합한 호스트 디바이스와 같은 외부 소스로부터 이미 신호(1001) 뿐만 아니라 호스트 디바이스(120)로부터의 호스트 제어 데이터(1002)를 수신하고, 제어기가 통합되는 디스플레이(128)의 광 변조기들 및 램프들을 제어하는 데이터 및 제어 신호들 양자 모두를 출력한다.

[0101]

[0132] 입력 프로세싱 모듈(1003)은 이미지 신호(1001)를 수신하고 그 안에서 인코딩된 데이터를 광 변조기들(100)의 어레이를 통해 디스플레이하는데 적합한 포맷으로 프로세싱한다. 입력 프로세싱 모듈(1003)은 각 이미징 프레임을 인코딩하는 데이터를 취하고 그 데이터를 일련의 서브프레임 데이터 세트들로 변환한다. 입력 프로세싱 모듈(1003)은 이미지 신호를 비트판들, 코딩되지 않은 서브프레임 데이터 세트들, 3진(ternary) 코딩된 서브프레임 데이터 세트들, 또는 다른 형태의 코딩된 서브프레임 데이터 세트들로 변환할 수도 있다. 또한, 도 10에 관하여 아래에 추가로 설명되는 일부 구현들에서, 콘텐츠 제공자들 및/또는 호스트 디바이스는 추가의 정보를 이미지 신호(1001)로 인코딩하여 제어기(1000)에 의한 이미징 모드의 선택에 영향을 미친다. 이러한 추가 데이터를 때때로 메타데이터라 칭한다. 이러한 구현들에서, 입력 프로세싱 모듈(1003)은 이러한 추가 정보를 식별하고, 추출하여, 프로세싱을 위해 사전설정 이미징 모드 선택기(1007)로 포워딩한다.

- [0102] [0133] 입력 프로세싱 모듈(1003)은 또한, 서브프레임 데이터 세트들을 메모리 제어 모듈(1004)로 출력한다. 그 후, 메모리 제어 모듈(1004)은 서브프레임 데이터 세트들을 프레임 버퍼(1005)에 저장한다. 프레임 버퍼(1005)는 바람직하게는 랜덤 액세스 메모리이지만, 다른 타입들의 직렬 메모리가 본 개시물의 범위를 벗어나지 않고 사용될 수 있다. 일 구현에서, 메모리 제어 모듈(1004)은 서브프레임 데이터 세트의 코딩 방식에서의 컬러 및 중요도에 기초하여 미리결정된 메모리 위치에 서브프레임 데이터 세트를 저장한다. 일부 다른 구현들에서, 메모리 제어 모듈은 동적으로 결정된 메모리 위치에 서브프레임 데이터 세트를 저장하고 추후 식별을 위해 룩업 테이블에 그 위치를 저장한다.
- [0103] [0134] 메모리 제어 모듈(1004)은 또한, 타이밍 제어 모듈(1006)로부터의 명령시에, 프레임 버퍼(1005)로부터 서브-이미지 데이터 세트들을 검색하여 데이터 드라이버들(132)에 출력하는 것을 담당한다. 데이터 드라이버들은 메모리 제어 모듈에 의해 출력된 데이터를 광 변조기들(100)의 어레이의 광 변조기들로 로딩한다. 메모리 제어 모듈(1004)은 서브-이미지 데이터 세트들에서의 데이터를 한번에 하나의 로우씩 출력한다. 일부 구현들에서, 프레임 버퍼(1005)는 그 역할이 교호하는 2개의 버퍼들을 포함한다. 메모리 제어 모듈은 새로운 이미지 프레임에 대응하는 새롭게 생성된 서브프레임들을 하나의 버퍼에 저장하지만, 이전에 수신된 이미지 프레임에 대응하는 서브프레임들을 광 변조기들의 어레이로의 출력을 위해 다른 버퍼로부터 추출한다. 버퍼 메모리들 양자 모두가, 어드레스에 의해서만 구별되는 동일한 회로내에 상주할 수 있다.
- [0104] [0135] 이미징 모드들 각각에 대한 디스플레이 모듈의 동작을 정의하는 데이터는 이미징 모드 스토어들(1009a-n)에 저장된다. 구체적으로는, 일 구현에서, 이러한 데이터는 이미징 모드와의 사용을 위해 LLLT들의 세트의 어드레스들과 함께, 도 5, 6 및 7에 관하여 상술한 스케줄링 테이블들과 같은 스케줄링 테이블의 형태를 취한다. 상술한 바와 같이, 스케줄링 테이블은 데이터가 광 변조기들로 로딩되는 시간들 뿐만 아니라 램프들이 조명되고 소등되는 시기를 지시하는 별개의 타이밍 값들을 포함한다. 특정한 구현들에서, 이미징 모드 스토어들(1009a-n)은 램프들의 밝기를 제어하기 위해 전압 및/또는 전류 크기값들을 저장한다. 일괄적으로, 이미징 모드 스토어들 각각에 저장된 정보는 프레임 레이트, 램프 밝기, 화이트 포인트의 컬러 온도, 이미지에서 사용된 비트 레벨들, 감마 보정, 해상도, 컬러 영역, 달성가능한 휘도 레벨 정밀도의 특성들, 또는 디스플레이된 컬러들의 채도에 있어 상이한 별개의 이미징 알고리즘들 사이, 예를 들어, 디스플레이 모드들 사이의 선택을 제공한다. 따라서, 다중 모드 테이블들의 저장소는 이미지들을 디스플레이하는 방법에서 플렉시빌리티를 제공하고, 이 플렉시빌리티는 디스플레이상에 이미지를 디스플레이할 때 이미지 아티팩트들을 감소시키는 방법을 제공할 때 특히 유리하다. 일부 구현들에서, 이미징 모드들 각각에 대한 디스플레이 모듈의 동작을 정의하는 데이터는 예를 들어, 대응하는 IC 컴퍼니 또는 소비자 전자제품 OEM(original equipment manufacturer)에 의해 기저대역, 미디어 또는 애플리케이션 프로세서에 통합된다.
- [0105] [0136] 도 8에 도시하지 않은 다른 구현에서, 메모리(예를 들어, 랜덤 액세스 메모리)는 임의의 소정의 이미지에 대한 각 컬러의 레벨을 일반적으로 저장하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 이미지 데이터는 미리결정된 양의 이미지 프레임들 또는 경과 시간 동안 수집될 수 있다. 히스토그램이 이미지에서의 데이터의 분포의 컴팩트한 요약물을 제공한다. 이러한 정보는 이미징 모드를 선택하기 위해 이미징 모드 선택기(1007)에 의해 사용될 수 있다. 이것은 제어기(1000)가 이전의 이미지들로부터 유도된 정보에 기초하여 장래의 이미징 모드들을 선택하게 한다.
- [0106] [0137] 도 9는 도 8의 제어기와 같은 제어기를 포함하는 디스플레이에 의한 사용에 적합한 이미지들을 디스플레이하는 프로세스(1100)의 플로우차트를 도시한다. 디스플레이 프로세스(1100)는 모드 선택 데이터의 수신으로 시작한다(블록 1102). 모드 선택 데이터는 동작 모드를 선택하기 위해 이미징 모드 선택기(1007)에 의해 사용된다(블록 1104). 그 후, 이미지 프레임 데이터가 수신된다(블록 1106). 대안의 구현들에서, 이미지 데이터는 이미징 모드 선택(블록 1104) 이전에 수신되고, 이미지 데이터는 선택 프로세스에서 사용된다. 그 후, 이미지 데이터의 서브세트들이 생성되어 저장되고(블록 1108), 이후 이는, 선택된 이미징 모드에 따라 디스플레이된다(블록 1110). 프로세스는 판정에 기초하여 반복된다(블록 1112).
- [0107] [0138] 상술한 바와 같이, 디스플레이 프로세스(1100)는 동작 모드를 선택하기 위해 사용될 수 있는 모드 선택 데이터의 수신으로 시작한다. 예를 들어, 다양한 구현들에서, 모드 선택 데이터는 제한없이, 아래의 데이터 타입들: 이미지 컬러 복합 데이터, 콘텐츠 타입 식별자, 호스트 모드 동작 식별자, 환경 센서 출력 데이터, 사용자 입력 데이터, 호스트 명령 데이터 및 전원 레벨 데이터 중 하나 또는 그 조합의 것을 포함한다. 이미지 컬러 복합 데이터는 이미지의 컬러들을 형성하는 기여 컬러들 각각의 기여도의 표시를 제공할 수 있다. 콘텐츠 타입 식별자는 디스플레이되는 이미지의 타입을 식별한다. 예시적인 이미지 타입들은 텍스트, 스틸 이미지들, 비디오, 웹 페이지들, 컴퓨터 애니메이션, 또는 이미지를 생성하는 소프트웨어 애플리케이션의 식별자를 포함한

다. 호스트 모드 동작 식별자는 호스트의 동작의 모드를 식별한다. 이러한 모드들은 제어기가 통합되는 호스트 디바이스의 타입에 기초하여 변환 것이다. 예를 들어, 셀 폰에 대해, 예시적인 동작 모드는 전화 모드, 카메라 모드, 대기 모드, 텍스트링(texting) 모드, 웹 브라우징 모드, 및 비디오 모드를 포함한다. 환경 센서 데이터는 광검출기들 및 열 센서들과 같은 센서들로부터의 신호들을 포함한다. 예를 들어, 환경 데이터는 주변광 및 온도의 레벨들을 표시한다. 사용자 입력 데이터는 호스트 디바이스의 사용자에게 의해 제공된 명령들을 포함한다. 이 데이터는 소프트웨어로 프로그래밍될 수도 있거나 하드웨어(예를 들어, 스위치 또는 다이얼)로 제어될 수도 있다. 호스트 명령 데이터는 "셧 다운(shut down)" 또는 "턴 온(turn on)" 신호와 같은, 호스트 디바이스로부터의 복수의 명령들을 포함할 수도 있다. 전원 레벨 데이터는 호스트 프로세서에 의해 통신되고 호스트의 전원에 남아 있는 전력량을 표시한다.

[0108]

[0139] 다른 구현에서, 입력 프로세싱 모듈(1003)에 의해 수신된 이미지 데이터는 디스플레이 모드들의 선택을 위해 코덱에 따라 인코딩된 헤더 데이터를 포함한다. 인코딩된 데이터는 사용자 정의 입력, 콘텐츠의 타입, 이미지의 타입, 또는 사용될 특정한 디스플레이 모드를 나타내는 식별자를 포함하는 다중의 데이터 필드들을 포함할 수도 있다. 헤더에서의 데이터는 특정한 이미징 모드가 사용될 수 있는 시기에 관한 정보를 또한 포함할 수도 있다. 예를 들어, 헤더 데이터는 특정한 수의 프레임들 이후에 이미징 모드가 프레임별로(frame-by-frame basis) 업데이트되거나, 정보가 다른 것을 표시할 때까지 이미징 모드가 무한히 연속될 수 있다는 것을 표시한다.

[0109]

[0140] 이들 데이터 입력들에 기초하여, 이미징 모드 선택기(1007)는 블록(1102)에서 수신된 모드 선택 데이터 중 일부 또는 모두에 기초하여 적절한 이미징 모드를 결정한다(블록 1104). 예를 들어, 선택은 이미징 모드 스토어들(1009a-n)에 저장된 이미징 모드들 사이에서 이루어진다. 이미징 모드들 중에서의 선택이 이미징 모드 선택기에 의해 이루어질 때, 이것은 디스플레이될 이미지의 타입에 응답하여 이루어질 수 있다. 예를 들어, 비디오 또는 스틸 이미지들은 텍스트 이미지와 같은 제한된 수의 콘트라스트 레벨들만을 필요로 하는 이미지에 대비하여 더 미세한 레벨들의 휘도 레벨 콘트라스트를 요구한다. 일부 구현들에서, 이미징 모드들 중에서의 선택은 이미지 품질을 향상시키기 위해 이미징 모드 선택기에 의해 이루어진다. 이와 같이, DFC, CBU 및 플리커와 같은 이미지 아티팩트들을 경감시키는 이미징 모드가 선택될 수도 있다. 이미징 모드의 선택에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인은 이미지에서 디스플레이되는 컬러들이다. 관찰자가 레드 또는 블루와 같은 다른 컬러들에 비하여, 그린과 같은 일부 지각적으로 더 밝은 컬러들과 연관된 이미지 아티팩트들을 더욱 쉽게 인지할 수 있다는 것이 결정되었다. 따라서, DFC가 더욱 쉽게 인지되어서, 레드 또는 블루의 밀접하게 이격된 휘도 레벨들 보다 그린의 밀접하게 이격된 휘도 레벨들을 디스플레이할 때 더 큰 경감의 필요성이 있다. 이미징 모드의 선택에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인은 디바이스의 주변 조명(ambient lighting)이다. 예를 들어, 사용자는 디스플레이가 밝은 태양광의 환경에 맞서야 하는 실외에 대비하여 실내 또는 사무실 환경에서 볼 때의 디스플레이에 대한 특정한 밝기를 선호할 수도 있다. 더 밝은 디스플레이들이 직사 일광의 주변에서 더욱 보기 쉬운 가능성이 있지만, 더 밝은 디스플레이들은 더 큰 전력량을 소모한다. 주변광에 기초하여 이미징 모드들을 선택할 때, 모드 선택기는 그가 통합된 광검출기를 통해 수신한 신호들에 응답하여 판정을 할 수 있다. 이미징 모드의 선택에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인은 디스플레이가 통합된 디바이스에 전력을 공급하는 배터리에서의 저장된 에너지의 레벨이다. 배터리들이 그들의 저장 용량의 바닥 근처이면, 배터리의 수명을 연장하기 위해 전력을 덜 소모하는 이미징 모드로 스위칭하는 것이 바람직할 수도 있다. 일 경우에서, 입력 프로세싱 모듈은 콘텐츠의 타입의 표시자를 찾기 위해 입력 이미지의 콘텐츠를 모니터링하고 분석한다. 예를 들어, 입력 프로세싱 모듈은 이미지 신호가 텍스트, 비디오, 스틸 이미지, 또는 웹 콘텐츠를 포함하는지를 결정할 수 있다. 표시자에 기초하여, 이미징 모드 선택기(1007)는 적절한 이미징 모드를 결정할 수 있다(블록 1104).

[0110]

[0141] 입력 프로세싱 모듈(1003)에 의해 수신된 이미지 데이터가 디스플레이 모드들의 선택을 위해 코덱에 따라 인코딩된 헤더 데이터를 포함하는 구현들에서, 이미지 프로세싱 모듈(1003)은 인코딩된 데이터를 인식할 수 있고 정보를 이미징 모드 선택기(1007)상으로 패스할 수 있다. 그 후, 모드 선택기는 코덱에서 데이터의 하나 또는 다중의 세트들에 기초하여 적절한 이미징 모드를 선택한다(블록 1104).

[0111]

[0142] 선택 블록(1104)은 타이밍 제어 모듈(1006)내의 레퍼런스를 이미징 모드 스토어들(1009a-n) 중 하나로 변경하는 로직 회로, 또는 일부 구현들에서는, 기계적 중계기에 의해 달성될 수 있다. 대안적으로, 선택 블록(1104)은 이미징 모드 스토어들(1009a-n) 중 하나의 위치를 표시하는 어드레스 코드의 수신에 의해 달성될 수 있다. 그 후, 타이밍 제어 모듈(1006)은 이미징 모드에 대한 메모리에서의 정확한 위치를 표시하기 위해, 스위치 컨트롤(1008)을 통해 수신될 때의 선택 어드레스를 활용한다.

[0112]

[0143] 블록(1108)에서, 입력 프로세싱 모듈(1003)은 선택된 이미징 모드에 기초하여 복수의 서브프레임 데이

터 세트들을 유도하고, 그 서브프레임 데이터 세트들을 프레임 버퍼(1005)에 저장한다. 서브프레임 데이터 세트는 특정한 기여 컬러의 특정 비트 #에 대한 모든 픽셀들에 대한 픽셀 상태들에 대응하는 값들을 포함한다. 서브프레임 데이터 세트를 생성하기 위해, 입력 프로세싱 모듈(1003)은 소정의 이미지 프레임에 대응하는 디스플레이 장치의 각 픽셀에 대한 입력 픽셀 컬러를 식별한다. 각 픽셀에 대해, 입력 프로세싱 모듈(1003)은 각 기여 컬러에 대한 휘도 레벨을 결정한다. 각 기여 컬러에 대한 휘도 레벨에 기초하여, 입력 프로세싱 모듈(1003)은 가중 방식에서 휘도 레벨에 대응하는 코드 워드를 식별할 수 있다. 그 후, 코드 워드들은 서브프레임 세트들을 파퓰레이팅(populate)하기 위해 한번에 하나의 비트씩 프로세싱된다.

[0113]

[0144] 완전한 이미지 프레임이 수신되고 생성된 서브프레임 데이터 세트들이 프레임 버퍼(1005)에 저장된 이후에, 방법(1100)은 블록(1110)으로 진행한다. 블록(1110)에서, 시퀀스 타이밍 제어 모듈(1006)은 이미징 모드 스토어에 포함된 명령들을 프로세싱하고, 이미징 모드내에서 사전 프로그래밍된 순서화 파라미터들 및 타이밍 값들에 따라 드라이버들로 신호들을 전송한다. 일부 구현들에서, 생성된 서브프레임들의 수는 선택된 모드에 의존한다. 상술한 바와 같이, 이미징 모드들은 적어도 하나의 서브프레임 시퀀스 및 대응하는 가중 방식들에 대응한다. 이러한 방식으로, 이미징 모드는 기여 컬러들 중 하나 또는 그 초과에 대한 특정한 수의 서브프레임들을 갖는 서브프레임 시퀀스를 식별할 수도 있고, 기여 컬러들 각각에 대응하는 특정한 코드 워드를 선택하기 위해 그로부터 가중 방식을 더 식별할 수도 있다. 서브프레임 데이터 세트들의 저장 이후에, 타이밍 제어 모듈(1006)은 서브프레임 시퀀스에 의해 정의된 바와 같은 그들의 적절한 순서로 그리고 이미징 모드 스토어에 저장된 타이밍 및 강도 값들에 따라, 블록(1110)에서 서브프레임 데이터 세트들 각각의 디스플레이를 계속한다.

[0114]

[0145] 프로세스(1100)는 판정 블록(1112)에 기초하여 반복될 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기는 호스트 프로세서로부터 수신된 이미지 프레임에 대한 프로세스(1100)를 실행한다. 프로세스가 판정 블록(1112)에 도달할 때, 호스트 프로세서로부터의 명령들은 이미징 모드가 변경될 필요가 없다는 것을 표시한다. 그 후, 프로세스(1100)는 블록(1106)에서 후속 이미지 데이터를 계속 수신한다. 일부 다른 구현들에서, 프로세스가 판정 블록(1112)에 도달할 때, 호스트 프로세서로부터의 명령들은 이미징 모드가 상이한 모드로 변경될 필요가 있다는 것을 표시한다. 그 후, 프로세스(1100)는 새로운 이미징 모드 선택 데이터를 수신함으로써 블록(1102)에서 다시 시작한다. 블록(1110)에서의 서브프레임 데이터 세트들의 디스플레이를 통해 블록(1106)에서 이미지 데이터를 수신하는 시퀀스는 다수 횟수 반복될 수 있고, 여기서, 디스플레이될 각 이미지 프레임은 동일한 선택된 이미징 모드 테이블에 의해 관리된다. 이러한 프로세스는 이미징 모드의 변경에 대한 지시들이 판정 블록(1112)에서 수신될 때까지 계속될 수 있다. 대안의 구현에서, 판정 블록(1112)은 주기적으로(periodic basis)만, 예를 들어, 10 프레임들, 30 프레임들, 60 프레임들, 또는 90 프레임들 마다 실행될 수도 있다. 또는, 다른 구현에서, 프로세스는 입력 프로세싱 모듈(1003) 또는 이미징 모드 선택기(1007) 중 하나 또는 다른 하나로부터 나오는 인터럽트 신호의 수신 이후에만 블록(1102)에서 다시 시작한다. 인터럽트 신호는 예를 들어, 호스트 디바이스가 애플리케이션들 사이에서 변경할 때마다 또는 환경 센서들 중 하나의 출력에서 실질적인 변경 이후에 생성될 수도 있다.

[0115]

[0146] 방법(1100)이 블록(1204)에서 수집된 이미지 데이터에 응답하여 적절한 이미징 모드를 선택함으로써 이미지 아티팩트들을 어떻게 감소시킬 수 있는지의 일부 예시적인 기법들을 고려하는 것이 유익하다. 이들 예시적인 기법들을 일반적으로, 이미지 아티팩트 감소 기법들이라 칭한다. 아래의 예시적인 기법들은 DFC를 감소시키는 기법들, CBU를 감소시키는 기법들, 플리커 아티팩트들을 감소시키는 기법들, 및 다중의 아티팩트 타입들을 감소시키는 기법들로 더 분류된다.

[0116]

[0147] 일반적으로, 기여 컬러의 소정의 휘도 레벨에 대한 상이한 코드 워드 표현들을 사용하는 능력은 이미지 아티팩트들을 감소시키는데 있어서 더 많은 플렉시빌리티를 제공한다. 이진 가중 방식에서, 각 휘도 레벨은 단지, 고정 서브프레임 시퀀스를 가정한 단일 코드 워드 표현을 사용하여 표현될 수 있다. 따라서, 제어기는 그 휘도 레벨을 표현하기 위해 단지, 픽셀 상태들의 하나의 조합을 사용할 수 있다. 각 휘도 레벨이 픽셀 상태들의 다중의 상이한(또는 "축퇴") 조합을 사용하여 표현될 수 있는 년-이진 가중 방식에서, 제어기는 이미지 저하를 초래하지 않고 이미지 아티팩트들의 인지를 감시시키는 픽셀 상태들의 특정한 조합을 선택하는 플렉시빌리티를 갖는다.

[0117]

[0148] 상술한 바와 같이, 디스플레이 장치는 다양한 휘도 레벨들을 생성하기 위해 년-이진 가중 방식을 구현할 수 있다. 이렇게 하는 값은 이진 가중 방식들의 사용에 비해 가장 잘 이해된다. 디지털 디스플레이들은 소정의 이미지 프레임을 생성하기 위해 다중의 서브프레임 이미지들을 생성하는데 있어서 이진 가중 방식들을 종종 이용하고, 여기서, 이미지 프레임의 기여 컬러에 대한 각 서브프레임 이미지는 이진 시리즈 1, 2, 4, 8, 16 등에 따라 가중된다. 그러나, 이진 가중화는, 기여 컬러의 휘도 값들에서의 작은 변화가 출력된 광의 시간적

본포에서 큰 변화를 생성하게 되는 상황들로부터 발생하는, DFC에 기여할 수 있다. 결국, 눈 또는 관심 영역의 모션은 눈에 대한 광의 시간적 분포에서의 현저한 변화를 초래한다.

- [0118] [0149] 이진 가중 방식들은 2개의 고정 휘도 레벨들 사이에서 모든 휘도 레벨들을 표현하기 위해 요구된 최소 수의 비트들을 사용한다. 예를 들어, 256개 레벨들에 대해, 8개 이진 가중 비트들이 활용될 수 있다. 이러한 가중 방식에서, 총 256개 휘도 레벨들을 발생시키는 0 내지 255의 각 휘도 레벨은 단지 하나의 코드 워드 표현만을 갖는다(즉, 축퇴가 없다).
- [0119] [0150] 도 10은 8-비트 이진 가중 방식을 구현하는데 사용하기 적합한 휘도 레벨 특업 테이블(1050)(LLT(1050))을 도시한다. LLT(1050)의 처음의 2개의 로우들은 LLT(1050)와 연관된 가중 방식을 정의한다. 나머지 2개의 로우들은 2개의 특정한 휘도 레벨들, 즉, 휘도 레벨들 127 및 128에 대응하는 테이블에서의 단지 예시적인 엔트리들이다.
- [0120] [0151] 상기 언급한 바와 같이, LLT(1050)의 처음의 2개의 로우들은 그것의 연관된 가중 방식을 정의한다. "비트 #"으로 라벨링된 제 1 로우에 기초하여, 가중 방식이 소정의 휘도 레벨을 생성하기 위해 비트에 의해 각각 표현된 개별 서브프레임 이미지들의 사용에 기초한다는 것이 명백하다. "가중치"로 라벨링된 제 2 로우는 8개의 서브프레임들 각각과 연관된 가중치를 식별한다. 가중값들에 기초하여 알 수 있는 바와 같이, 각 서브프레임의 가중치는 비트 0으로부터 비트 7까지, 이전 가중치의 2배이다. 따라서, 가중 방식은 이진 가중된 가중 방식이다.
- [0121] [0152] LLT(1050)의 엔트리들은 소정의 휘도 레벨을 생성하기 위해 사용된 8개의 서브프레임 이미지들 각각에서 픽셀의 상태(온 또는 오프)에 대한 값들(1 또는 0)을 식별한다. 대응하는 휘도 레벨은 최우측(right-most) 컬럼에서 식별된다. 값들의 스트림이 휘도 레벨에 대한 코드 워드를 구성한다. 예시를 목적으로, LLT(1050)는 휘도 레벨들 127 및 128에 대한 엔트리들을 포함한다. 이진 가중의 결과로서, 휘도 레벨들 127 및 128과 같은 휘도 레벨들 사이의 출력된 광의 시간적 분포가 급변한다. LLT(1050)에서 알 수 있는 바와 같이, 휘도 레벨 127에 대응하는 광은 코드 워드의 중단에서 발생하는 반면에, 휘도 레벨 128에 대응하는 광은 코드 워드의 시작에서 발생한다. 이러한 분포는 DFC의 바람직하지 못한 레벨들을 야기할 수 있다.
- [0122] [0153] 따라서, 본 명세서에 제공된 일부 기법들에서, 난-이진 가중 방식들은 DFC를 감소시키기 위해 사용된다. 이들 기법들에서, 소정의 범위의 휘도 값들에 대한 코드 워드를 형성하는 비트들의 수는 동일한 범위의 휘도 값들을 포함하는 이진 가중 방식을 사용하여 코드 워드들을 형성하기 위해 사용된 비트들의 수 보다 높다.
- [0123] [0154] 도 11은 12-비트 이진 가중 방식을 구현하는데 사용하기 적합한 휘도 레벨 특업 테이블(1140)(LLT(1140))을 도시한다. 도 10에 도시된 LLT(1050)와 유사하게, LLT(1140)의 처음의 2개의 로우들은 LLT(1140)와 연관된 가중 방식을 정의한다. 나머지 10개의 로우들은 2개의 특정한 휘도 레벨들, 즉, 휘도 레벨들 127 및 128에 대응하는 테이블에서의 예시적인 엔트리들이다.
- [0124] [0155] LLT(1140)는 256개의 휘도 레벨들(즉, 휘도 레벨들 0 내지 255)을 표현하기 위해 총 12 비트들을 사용하는 12-비트 난-이진 가중 방식에 대응한다. 이러한 난-이진 가중 방식에서, 가중 방식은 단조적으로 증가하는 가중치들의 시퀀스를 포함한다.
- [0125] [0156] 상술한 바와 같이, LLT(1140)는 2개의 휘도 레벨들에 대한 다중의 예시적인 코드 워드 엔트리들을 포함한다. 휘도 레벨들 각각이 LLT(1140)에 대응하는 가중 방식을 사용하여 30개의 고유 코드 워드들에 의해 표현될 수 있지만, 30개의 고유 코드 워드들 중 단지 5개만이 각 휘도 레벨에 대해 도시되어 있다. DFC가 광 분포의 시간적 출력에서의 상당한 변화들과 연관되기 때문에, DFC는 인접한 휘도 레벨들 사이의 시간적 광 분포에서의 변화들을 감소시키는 풀 세트의 가능한 코드 워드들로부터 특정한 코드 워드들을 선택함으로써 감소될 수 있다. 따라서, 일부 구현들에서, 더 많은 코드 워드들이 가중 방식을 사용하여 이용가능할 수도 있더라도, LLT는 소정의 휘도 레벨에 대해 하나 또는 선택 수의 코드 워드들을 포함할 수도 있다.
- [0126] [0157] LLT(1140)는 2개의 특히 두드러진(salient) 휘도 값들 127 및 128에 대한 코드 워드들을 포함한다. 8-비트 이진 가중 방식에서, 이들 휘도 값들은 임의의 2개의 이웃하는 휘도 값들의 광의 가장 발산하는 분포를 발생시키고, 따라서, 서로에 인접하게 나타날 때, 검출가능한 DFC를 가장 발생시킬 가능성이 있다. 난-이진 가중 방식의 이점은 LLT(1140)의 엔트리들(1142 및 1144)을 비교할 때 명백해진다. 광의 매우 발산하는 분포 대신에, 127 및 128의 휘도 레벨들을 생성하기 위해 이들 2개의 엔트리들을 사용하는 것은 어떠한 발산도 거의 발생시키지 않는다. 구체적으로는, 차이점은 최하위 비트들에 있다.

[0127] [0158] 256개의 휘도 레벨들을 생성하기 위해 유사하게 사용된 대안의 12-비트 년-이진 가중 방식들에서, 단조적으로 증가하는 가중치들의 세트에는 동일한(equal) 가중치들의 세트가 후속한다. 예를 들어, 총 12 비트를 사용하고 256개의 휘도 레벨들을 표현하기 위해 사용될 수 있는 다른 표현이 가중 방식 [32, 32, 32, 32, 32, 32, 32, 16, 8, 4, 2, 1]에 의해 제공된다. 또 다른 구현들에서, 가중 방식은 제 1 가중 방식 및 제 2 가중 방식으로 형성되고, 여기서, 제 1 가중 방식은 이진 가중 방식이고 제 2 가중 방식은 년-이진 가중 방식이다. 예를 들어, 가중 방식의 처음의 3개 또는 4개의 가중치들은 이진 가중 방식의 일부이다(예를 들어, 1, 2, 4, 8). 비트들이 다음의 세트는 단조적으로 증가하는 년-이진 가중치들의 세트를 가질 수도 있고, 여기서, 가중 방식에서 N번째 가중치(w_N)는 $w_{N-1} + w_{N-3}$ 과 동일하거나, 가중 방식에서 N번째 가중치(w_N)는 $w_{N-1} + w_{N-4}$ 와 동일하고, 가중 방식에서 전체 총 가중치들은 휘도 레벨들의 수와 동일하다.

[0128] [0159] 어느 코드 워드들이 LLLT에 포함되는지 결정하기 위해, 코드 워드들의 다양한 조합들이 평가되어 DFC에 대한 그들의 잠재적 기여도를 분석할 수 있다. 구체적으로는, DFC 메트릭 함수($D(x)$)는 2개의 코드 워드들 사이의 광 분포의 차이에 기초하여 정의될 수 있다.

[0129]
$$D(x) = \sum_{i=1}^N [Abs(\{M_i(x)\} - \{M_i(x-1)\}) * W_i]$$
 수학적 1

[0130] 여기서, x 는 소정의 휘도 레벨이고, $M_i(x)$ 는 그 휘도 레벨에 대한 비트 값이고, W_i 는 비트 i에 대한 가중치이고, N은 코드 워드에서 컬러의 비트들의 총 수이며, Abs는 절대값 함수이다.

[0131] [0160] DFC를 감소시키기 위해, 함수($D(x)$)는 다양한 표현들(M_i)을 사용함으로써 모든 휘도 레벨(x)에 대해 최소화될 수 있다. 그 후, LLLT들은 식별된 코드 워드 표현들로부터 형성된다. 일반적으로, 그 후, 최적화 절차는 휘도 레벨들 각각에 대한 $D(x)$ 의 최소화를 허용하는 최상의 코드 워드들을 찾는 것을 포함할 수 있다.

[0132] [0161] 도 12a는 DFC에 대한 제 2 기법, 즉 상이한 코드 워드들 및 그에 따른 픽셀 상태들의 상이한 조합들을 사용하여 2개의 픽셀들에서 동일한 휘도 레벨을 동시에 생성하는, 디스플레이(1200)의 예시적인 부분을 도시한다. 구체적으로는, 디스플레이 부분은 7×7 그리드의 픽셀들을 포함한다. 픽셀들 중 20개에 대한 휘도 레벨들은 A1, A2, B1 또는 B2로 표시된다. 도면에서 사용된 바와 같이, 휘도 레벨(A1)은 픽셀 상태들의 상이한 조합을 사용하여 생성되지만 휘도 레벨(A2)(128)과 동일하다. 유사하게, 휘도 레벨(B1)은 픽셀 상태들의 상이한 조합을 사용하여 생성되지만 휘도 레벨(B2)(127)과 동일하다.

[0133] [0162] 도 12b는 예시적인 구현에 따른 도 12a의 디스플레이(1200)를 생성하는데 사용하는데 적합한 예시적인 LLLT(1220)를 도시한다. 구체적으로, LLLT(1220)는 컬러 가중 시퀀스를 정의하는 2개의 로우들 및 휘도 레벨들 127 및 128에 대한 예시적인 엔트리들을 포함한다. LLLT(1220)는 각 휘도 레벨에 대한 2개의 엔트리들을 포함한다. 이러한 기법의 다양한 구현들에서, 디스플레이 제어기는 다양한 프로세스들에 따라 특정한 픽셀에 대한 휘도 레벨을 생성하기 위해 사용된 LLLT로부터 특정한 엔트리를 선택한다. 예를 들어, 디스플레이(1200)를 생성하기 위해, 128의 휘도 레벨을 생성하기 위한, A1 대 A2 사용 사이의 선택은 랜덤하게 이루어졌다. 대안적으로, 디스플레이 제어기는 각 휘도 레벨에 대한 상이한 엔트리들을 포함하는 2개의 개별 룩업 테이블들로부터 엔트리들을 선택할 수 있거나, 예를 들어, 미리결정된 시퀀스에 따라 엔트리들을 선택할 수 있다.

[0134] [0163] 도 12c는 각 픽셀에 대해, 그 픽셀에 대한 코드 워드들을 선택하기 위해 사용될 특정한 LLLT의 식별을 표시하는 디스플레이(1230)의 예시적인 부분을 도시한다. 도 12c는 디스플레이 장치상에서 픽셀 값들을 생성하기 위해 사용된 코드 워드들을 공간적으로 변화시키는 또 다른 대안을 도시한다. 디스플레이(1230)에서, b^A 및 b^B 로 라벨링된 2개의 LLLT들은 "체크보드" 방식으로 픽셀들에 교대로 할당되고, 즉, 로우 및 컬럼 마다 교대한다. 일부 구현들에서, 2개의 LLLT들을 적용하는 제어기는 프레임 마다 체크보드 할당을 반대로 한다.

[0135] [0164] 도 12d는 도 12c에 관하여 설명한 LLLT들의 b^A 및 b^B 로서 사용하는데 적합한 2개의 LLLT들의 콘텐츠들을 그래픽적으로 나타내는 2개의 예시적인 차트들을 도시한다. 각 차트의 수직축은 휘도 레벨에 대응한다. 수평축은 좌로부터 우로 [9, 8, 6, 8, 1, 2, 4, 8, 8, 9]의 이진 가중치들을 갖는 특정한 서브프레임 시퀀스에서 나타나는 것처럼 배열된 개별 코드 워드 위치들을 반영한다. 화이트 부분들은 비트에 대한 년-제로 값들을 나타내고, 다크 부분들은 비트에 대한 제로 값들을 나타낸다. 전체적으로, 각 차트는 0 내지 63의 범위의 64개 휘도 레벨들에 대한 재순서화된 코드 워드들을 나타낸다.

- [0136] [0165] 알 수 있는 바와 같이, 2개의 차트들이 동일한 가중 방식을 사용하여 휘도 레벨들의 동일한 범위를 커버하더라도, 차트는 상당히 다르게 보인다. 이들 차이들은, 표현된 LLLT들이 상기 나타난 던-이진 가중 방식에 의해 이용가능하게 이루어진 축퇴를 이용한다는 것을 나타낸다. 일반적으로, LLLT의 b^A 에 대응하는 차트에서, 조명은 시퀀스의 후단(latter end)에 초점이 맞춰지는 경향이 있는 반면에, 조명은 LLLT의 b^B 에 대응하는 차트에서는, 시퀀스의 시작단에 초점이 맞춰진다는 것을 알 수 있다.
- [0137] [0166] 도 12c에서 사용된 교대하는 LLLT들에 대해 유용할 수도 있는 다른 가중 시퀀스들은 [12, 8, 6, 5, 4, 2, 1, 8, 8, 9], [15, 8, 4, 2, 1, 8, 8, 4, 9, 4], [4, 12, 2, 13, 1, 4, 2, 4, 8, 13], [17, 4, 1, 8, 4, 4, 7, 4, 2, 12], [12, 4, 4, 8, 1, 2, 4, 8, 7, 13], 및 [13, 4, 4, 4, 2, 1, 4, 4, 10, 17]을 포함한다. 도 12c 및 도 12d에 대해, 동일한 가중 시퀀스가 LLLT들의 b^A 및 b^B 양자 모두에 대해 사용된다는 것이 가정된다. 다른 구현들에서, 상이한 가중 시퀀스들은 LLLT들의 b^A 및 b^B 에 대해 사용된다. 일부 구현들에서, 가중 시퀀스들은 기여 컬러들 각각에 대해 동일할 수도 있다.
- [0138] [0167] 도 12e는 픽셀 상태들의 상이한 조합들을 사용하여 4개의 픽셀들에서 동일한 휘도 레벨을 동시에 생성함으로써 DFC를 감소시키기 위한, 특히, 상위 PPI(pixel-per-inch) 디스플레이 장치에 적합한 기법을 나타내는 디스플레이(1250)의 예시적인 부분을 도시한다. 구체적으로, 도 12e는 각 픽셀에 대해, 그 픽셀에 대한 코드 워드들을 선택하기 위해 사용될 LLLT들의 4개의 상이한 b^A , b^B , b^C , 및 b^D 중 하나의 식별을 표시하는 디스플레이(1250)의 부분을 도시한다. 디스플레이(1250)에서, 4개의 LLLT들은 2×2 블록의 픽셀들에 할당된다. 그 후, 블록은 디스플레이를 가로질러 그리고 아래로 반복된다. 대안의 구현들에서, 블록내의 픽셀들에 대한 상이한 LLLT들의 할당은 블록 마다 변할 수 있다. 예를 들어, LLLT 할당들은 이전의 블록에서 사용된 할당에 관하여 회전되거나 플립될 수도 있다. 일부 구현들에서, 제어기는 체크보드형 방식에서 2개의 미리 이미지 LLLT 할당들 사이에서 교번할 수도 있다.
- [0139] [0168] 도 12f는 도 12d와 유사하게, 디스플레이(1250)에서 픽셀들에 할당된 LLLT들 각각에 포함된 다양한 코드 워드들을 그래픽적으로 도시한다. 도 12d에서와 같이, 도 12f에 도시된 각 차트는 픽셀 상태들의 동일한 수 및 동일한 가중화를 사용하여 동일한 범위의 휘도 레벨들을 도시한다. 이러한 경우에, 픽셀 상태들은 다음의 시퀀스: [4, 13, 6, 8, 1, 2, 4, 8, 8, 9]에 따라 가중된다. 사용된 가중 방식의 축퇴로 인해, 각 차트는 다른 것들과 의미 있게 상이함을 나타낸다.
- [0140] [0169] 도 12c 내지 도 12f에 도시한 원리는 추가의 LLLT들 및 LLLT-픽셀 할당 방식들의 사용으로 확장될 수 있다. 예를 들어, LLLT들은 픽셀에 할당된 상이한 LLLT를 각각 갖는 $N \times M$ (여기서, N 및/또는 M은 1 보다 큼) 픽셀들의 다양한 반복 블록들에서, 랜덤한 것을 비롯하여, 임의의 적합한 방식으로 픽셀들에 로우, 또는 컬럼 마다 할당될 수도 있다. 영역내의 각 픽셀이 상이한 LLLT와 연관되는 더 큰 픽셀 영역이 예를 들어, 약 200 PPI 보다 큰 단위 면적 당 더 큰 픽셀들의 밀도를 갖는 더 높은 PPI 디스플레이에 대해 유용할 수도 있다.
- [0141] [0170] 도 13은 디스플레이 장치상에서 픽셀 값들을 생성하기 위해 사용된 코드 워드들을 공간적으로 변화시키는 제 3 프로세스를 이용하는데 적합한 서브프레임 시퀀스들을 설명하는 2개의 테이블들(1302 및 1304)을 도시한다. 이러한 프로세스에서, LLLT들 사이에서 교번하는 대신에, 이러한 기법을 구현하는 제어기는 2개의 서브프레임 시퀀스들 사이에서 교번한다. 테이블들(1302 및 1304)을 참조하면, 테이블들 양자 모두 3개의 로우들을 포함한다. 처음의 2개의 로우들은 어느 서브프레임 데이터 세트들이 단일 이미지 프레임에 생성하는데 있어서 디스플레이에 대해 출력되는지에 따라 서브프레임 시퀀스들을 함께 식별한다. 제 1 로우는 출력되도록 설정된 서브프레임 데이터의 컬러를 식별하고, 제 2 로우는 컬러와 연관된 서브프레임 데이터 세트들 중 어느 것이 출력되는지를 특정한다. 최종 로우는 그 특정한 서브프레임의 출력과 연관된 가중치를 표시한다.
- [0142] [0171] 테이블들(1302 및 1304)에서, 서브프레임 시퀀스들은 3개의 기여 컬러들(레드, 그린, 및 블루)에 대응하는 36개의 서브프레임들을 포함한다. 화살표들로 표시된 바와 같은, 테이블들(1302 및 1304)에 대응하는 서브프레임 시퀀스들 사이의 차이는 동일한 가중치를 갖는 2개의 비트 위치들의 상호교환이다(예를 들어, 제 2 비트-스플릿 그린 비트 #4의 코드 워드에서의 위치가 그린 비트 #3의 코드 워드에서의 위치와 상호교환된다). 상호교환된 비트들의 컬러 및 가중치가 동일하기 때문에, 서브프레임 시퀀스들은 소정의 이미지 프레임내에서 픽셀별로(pixel-by-pixel basis) 교번될 수 있다.
- [0143] [0172] 일부 기법들에서, DFC는 디스플레이 장치상에서 픽셀 값들을 생성하기 위해 사용된 코드 워드들을 시간적으로 변화시킴으로써 경감될 수 있다. 일부 이러한 기법들은 동일한 휘도 레벨을 표현하기 위해 다중의 코드

워드 표현들을 이용하는 능력을 사용한다.

[0144] [0173] 도 14는 디스플레이의 코결화된 영역에서 동일한 디스플레이 픽셀들의 후속 프레임들(1402 및 1404)의 회화적인 표현을 통해 이러한 기법을 설명한다. 즉, 픽셀들의 휘도 값들은 A나 B 어느 쪽이든, 이미지 프레임들 양자 모두에서 동일하다. 그러나, 이들 휘도 값들은 상이한 코드 워드들에 의해 표현된 픽셀 상태들의 상이한 조합들을 통해 생성된다. 코드 워드 엔트리들((A1, A2)(휘도 레벨 128에 대해) 및 B1, B2 (휘도 레벨 127에 대해)은 예를 들어, 도 12a의 테이블(1200)에 도시된 엔트리들에 대응할 수 있다. 프레임 1 동안, 엔트리들(A1 및 B1)에 대응하는 코드 워드들은 이미지 프레임 디스플레이하기 위해 사용되고, 후속 프레임 2 동안, 엔트리들(A2 및 B2)에 대응하는 코드 워드들이 사용된다. 이러한 기법은, 연속 프레임들에서의 동일한 휘도 레벨에 대해 2개보다 많은 코드 워드들이 잘 활용될 수 있기 때문에 다중의 프레임들로 확장될 수 있다. 유사하게, 이 개념은 임의의 소정의 픽셀의 값들에 관계없이, 각 프레임에 대한 상이한 LLLT들의 사용으로 연장될 수 있다. 도 14에 도시한 예가 2-이진 가중 방식들을 사용하여 코드 워드들의 패턴들을 시간적으로 변화시키는 기법을 예시하지만, 이 기법은 비트 스플릿팅으로, 이진 가중 방식들을 사용하여 구현될 수 있다. 일부 구현들에서, 픽셀 상태들의 시간적 변화는 예를 들어, 도 13에 예시된 바와 같이 서브프레임 시퀀스내에서 비트들의 배치를 변화시킴으로써 달성될 수 있다. 일부 구현들에서, 픽셀 상태들은, 예를 들어, 도 12a 및 도 12e에 관하여 설명한 바와 같이, 디스플레이 장치상에 픽셀 값들을 생성하기 위해 사용된 코드 워드들을 공간적으로 변화시키고 도 14에 관하여 설명한 바와 같이, 디스플레이 장치상에 픽셀 값들을 생성하기 위해 사용된 코드 워드들을 시간적으로 변화시키는 기법들을 조합함으로써, 시간적 및 공간적 양자 모두로 변화된다. 일부 구현들에서, 2개의 개별 LLLT들이 도 12c에 관하여 설명한 기법과 유사하게 코드 워드들을 시간적으로 변화시키기 위해 사용될 수도 있다. 그러나, 이러한 구현에서, 2개의 LLLT들은 동일한 픽셀에 할당되지만 교번하는 패턴(이미지 프레임 - 이미지 프레임)에서 사용된다. 이러한 방식으로, 홀수의 프레임들이 제 1 LLLT를 사용하여 디스플레이될 수 있고 짝수의 프레임들이 짝수의 프레임들을 사용하여 디스플레이될 수 있다. 일부 구현들에서, 패턴은 공간적으로 인접한 픽셀들 또는 픽셀들의 블록들에 대해 리버스되어서, LLLT들은 각 이미지 프레임을 리버스시키는 체크보드형 방식으로 적용되게 된다.

[0145] [0174] 일부 기법들에서, 서브프레임 시퀀스는 상이한 컬러들에 대해 상이한 비트 배열들을 가질 수 있다. 이것은, DFC 감소가 레드에 비하여 블루에 대해 덜할 수 있고 그린에 비하여 더 덜할 수 있기 때문에, 상이한 컬러들에 대한 DFC 감소의 주문제작(customization)을 가능하게 할 수 있다. 하기의 예들은 이러한 기법의 구현을 예시할 수 있다.

[0146] [0175] 도 15a는 도 1b의 디스플레이 장치(128)에 의한 사용에 적합한 상이한 기여 컬러들에 대해 상이한 비트 배열들을 갖는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1502)을 도시한다. 이러한 기법은 컬러에 기초하여 지각적으로 동일한 DFC 감소를 가능하게 하는데 유용할 수 있다. 예를 들어, 예시 목적들을 위해, 도 15a는 양측상에 연속적인 하위 가중 비트들로 배열된 가장 큰 가중화를 갖는 비트를 갖는 최상위 비트들의 그룹화가 상이한 컬러들에 대해 상이한 이러한 구현을 도시한다. 도 15a에 도시된 바와 같이, 그린은 함께 그룹화된 자신의 4개의 최상위 비트들(예를 들어, 비트 #4-7)을 갖고, 레드는 함께 그룹화된 자신의 최상위 비트들 중 3개(예를 들어, 비트 #5-7)를 갖고, 블루는 함께 그룹화된 자신의 최상의 비트들 중 2개(예를 들어, 비트 #6 및 7)를 갖는다.

[0147] [0176] 상술한 바와 같이, 일부 기법들에서, 서브프레임 시퀀스는 상이한 컬러들에 대해 상이한 비트 배열들을 가질 수 있다. 서브프레임 시퀀스가 상이한 비트 배열들을 이용할 수 있는 일 방식은 비트-스플릿팅의 사용을 포함한다. 비트-스플릿팅은 서브프레임 시퀀스의 설계에서 추가의 플렉시빌리티를 제공하고, DFC의 감소를 위해 사용될 수 있다. 비트-스플릿팅은, 상당한 가중치들을 갖는 기여 컬러의 비트들이 소정의 이미지 프레임에서 다중 횟수(비트의 풀 지속기간 또는 강도의 부분에 대한 각 시간) 스플릿팅되고 디스플레이될 수 있게 하는 기술이다.

[0148] [0177] 도 15b는 상이한 수들의 비트들이 도 1b의 디스플레이 장치(128)에 의한 사용에 적합한 상이한 기여 컬러들에 대해 스플릿팅되는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1504)을 도시한다. 테이블(1504)에서, 서브프레임 시퀀스는 (8 비트 컬러 당 10개의 트랜지션(transition)들을 발생시키는) 비트 #6 및 7이 스플릿팅되는 블루에 대응하는 10개의 서브프레임들, (8 비트 컬러 당 11개의 트랜지션들을 발생시키는) 비트 #5, 6 및 7이 스플릿팅되는 레드에 대응하는 11개의 서브프레임들, 및 (8 비트 컬러 당 12개 트랜지션들을 발생시키는) 비트 #4, 5, 6, 및 7이 스플릿팅되는 그린에 대응하는 12개의 서브프레임들을 포함한다. 이러한 배열은 단지 다수의 가능한 배열들 중 하나이다. 다른 예가 블루에 대해 9개의 트랜지션들, 레드에 대해 12개의 트랜지션들, 및 그린에 대해 15개의 트랜지션들을 가질 수 있다. 테이블(1504)에 예시한 바와 같이, 서브프레임

임 시퀀스는 이진 가중 방식에 대응한다. 비트-스플릿팅의 이런 기법은 년-이진 가중 방식들에 또한 적용가능하다.

[0149] [0178] 서브프레임 시퀀스가 상이한 비트 배열들을 이용할 수 있는 다른 방식은 상이한 기여 컬러들에 대해 상이한 비트 깊이를 사용하는 것을 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 비트 깊이는 기여 컬러의 휘도 레벨을 표현하기 위해 사용된 개별적인 값의 비트들의 수를 칭한다. 본 명세서에 설명한 바와 같이, 도 11에 관하여 설명한 바와 같은, 년-이진 가중 방식의 사용은 특정한 휘도 레벨을 표현하기 위해 더 많은 비트들의 사용을 허용한다. 특히, 12 비트들이 휘도 레벨 127을 표현하기 위해 사용되는 반면에, 이진 가중 방식에서는, 단지 8 비트들이 (도 10에 관하여 설명한 바와 같이) 사용된다. 축퇴(degeneracy)를 제공하는 것은, 디스플레이 장치가 이미지 저하를 초래하지 않고 이미지 아티팩트들의 인지를 감소시키는 픽셀 상태들의 특정한 조합을 선택하게 한다. 이러한 방식으로, 상이한 컬러들에 대해 상이한 가중 방식들(예를 들어, 12-비트 년 이진 가중 방식 대 8-비트 이진 가중 방식)을 사용하는 것이 상이한 컬러들이 더 많은 비트들을 어떻게 사용할 수 있는지의 예이다. 그 후, 일부 구현들에서, 2개 또는 그 초과와 기여 컬러들에 대해 상이한 비트 깊이들을 사용하는 것은 시각적으로 더 밝은 컬러들(예를 들어, 그린)에 대해 더 많은 비트들의 사용을 허용한다. 이것은 더 큰 비트 깊이들을 사용하여 컬러들에 대한 더 많은 DFC 경감 비트 배열들을 허용한다.

[0150] [0179] 도 15c는 상이한 수들의 비트들이 상이한 기여 컬러들에 대해 사용되는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1508)을 도시한다. 테이블(1508)에서, 서브프레임 시퀀스는 (년-이진 가중화를 사용하는) 그린에 대한 12개 고유 비트들에 대응하는 12개 서브프레임들, 레드에 대한 11개 고유 비트들에 대응하는 11개 서브프레임들, 및 블루에 대한 9개 고유 비트들에 대응하는 9개 서브프레임들을 포함하여, 이용가능한 축퇴 코드워드들을 통한 충분한 DFC 경감을 가능케한다. 고유 비트들은 스플릿팅되는 비트들과 대조적인 자신들의 고유 비트 번호들에 의해 예시되고, 여기서, 비트 번호들은 스플릿팅되는 비트에 대응하는 서브프레임들에 대해 동일하다. 예를 들어, 비트-스플릿팅의 개념을 예시하는 테이블(1504)에서, 레드 비트 #7은 동일한 대응하는 비트 번호들을 모두 갖는 2개의 서브프레임들(1505A 및 1505B)로 스플릿팅되고, 블루 비트 #7은 동일한 대응하는 비트 번호들을 또한 갖는 2개의 서브프레임들(1506A 및 1506B)로 스플릿팅된다.

[0151] [0180] DFC를 경감시키는 일 기법이 디터링(dithering)의 사용을 이용한다. 이러한 기법의 일 구현은 이미지를 공간적으로 디터링하기 위해, Floyd-Steinberg 에러 확산 알고리즘, 또는 그 변형들과 같은 디터링 알고리즘을 사용한다. 특히 심한 DFC 응답을 이끌어 내기 위한 특정한 휘도 레벨들이 알려져 있다. 이러한 기법은 소정의 이미지 프레임에서 이러한 휘도 레벨들을 식별하고, 이들을 다른 근처의 휘도 레벨들로 대체한다. 일부 구현들에서, 특정한 가중 방식의 모든 휘도 레벨들에 대한 DFC 응답을 계산하고 다른 적합한 휘도 레벨들을 갖는 이미지로부터 특정한 임계값 이상의 DFC 응답을 생성하는 이들 휘도 레벨들을 대체하는 것이 가능하다. 어느 경우에서나, 휘도 레벨이 DFC를 회피하거나 감소시키기 위해 변경될 때, 다른 근처의 휘도 값들을 조정하여 전체 이미지에 대한 영향을 감소시키기 위해 공간 디터링 알고리즘이 사용된다. 이러한 방식으로, 대체될 휘도 레벨들의 수가 너무 크지 않는 한은, DFC는 이미지 품질에 심각하게 영향을 미치지 않고 최소화될 수 있다.

[0152] [0181] 다른 기법은 비트 그룹화의 사용을 이용한다. 서브프레임 가중치들의 소정의 세트에 대해, 더 작은 가중치들에 대응하는 비트들은 컬러 레이트를 유지하면서 DFC를 감소시키도록 함께 그룹화될 수 있다. 컬러 레이트가 일 이미지 프레임에서 가장 긴 비트 또는 비트들의 그룹의 조명 길이에 비례하기 때문에, 이러한 방법은 특정한 기여 컬러에 대한 가중 방식의 픽셀 값에 대응하는 가장 큰 가중치에 대략 동일하도록 합산하는 비교적 작은 연관된 가중치들을 갖는 다수의 서브프레임들이 있는 서브프레임 시퀀스에서 유용할 수 있다. 2개의 예들이 이 개념을 예시하기 위해 제공된다.

[0153] 예 1:

[0154] 서브프레임 가중치들 $w = [5, 4, 2, 6, 1, 2, 4, 7]$

[0155] 컬러 순서 RGB RGB RGB RGB RGB RGB RGB RGB

[0156] 예 2:

[0157] 서브프레임 가중치들 $w = [5, 4, 2, 6, 1, 2, 4, 7]$

[0158] 컬러 순서 RR GG BB RRRRGGGGBBBB RR GG BB

- [0159] [0182] 제 2 예에서, 2개의 인접한 레드 서브프레임들의 사용은 약간 감소된 컬러 레이트를 희생하여 DFC를 향상시키기 위해 처음의 2개의 비트들(가중치 5 및 4)을 함께 효율적으로 그룹화한다.
- [0160] [0183] 본 명세서에 설명한 MEMS-기반 디스플레이들 중 일부와 같은, 이미지 생성을 위해 FSC 방법들을 활용하는 디스플레이들에 대해, 추가의 고려들이 컬러 변화율이 CBU 아티팩트를 회피하기 위해 충분히 높게 또한 설계되어야 하는 경우에 적용된다. 일부 구현들에서, 상이한 컬러 필드들(예를 들어, R, G 및 B 필드들)의 서브프레임 이미지들(때때로 비트판들로 칭함)은 픽셀 어레이로 로딩되고, CBU를 감소시키도록 높은 컬러 변화율로 특정한 시간 시퀀스 또는 스케줄에서 조명된다. CBU는 눈이 오브젝트를 쫓아 디스플레이를 가로지를 때 발생할 수 있는, 관심 필드를 가로지른 인간의 눈의 모션으로 인해 보인다. CBU는 그것의 배경에 대해 높은 콘트라스트를 갖는 오브젝트 주위의 일련의 트레일링 또는 리딩 컬러 대역들로서 일반적으로 보인다. CBU를 회피하기 위해, 컬러 트랜지션들이 이러한 컬러 대역들을 회피하도록 충분히 빈번하게 발생하도록 선택될 수 있다.
- [0161] [0184] 도 16a는 도 1b의 디스플레이 장치(128)에 의한 사용에 적합한 증가된 컬러 변화 빈도를 갖는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1602)을 도시한다. 테이블(1602)은 컬러 당 8-비트 이진 코드 워드를 이용하는 필드 순차적 컬러 디스플레이에 대한 서브프레임 시퀀스를 예시한다. 서브프레임들은 도 16a에서 좌로부터 우로 순서화되고, 여기서, 이미지 프레임에서 조명될 제 1 서브프레임은 레드 비트 #7이고, 조명될 최종 서브프레임은 블루 비트 #2이다. 60Hz 프레임 레이트에서 이러한 시퀀스를 완료하는데 허용된 총 시간은 약 16.6 밀리초일 것이다.
- [0162] [0185] 서브프레임 시퀀스(1602)에서, 레드, 그린 및 블루 서브프레임들은 빠른 컬러 변화율을 생성하고 CBU 아티팩트를 감소시키기 위해 시간적으로 혼합(intermix)된다. 이러한 예에서, 일 프레임내의 컬러 변화들의 수는 이제 9이고, 따라서, 60Hz 프레임 레이트에 대해, 컬러 변화율은 $9 \times 60\text{Hz}$ 또는 540Hz 이지만, 정밀한 컬러 변화율은 알고리즘에서 임의의 2개의 후속 컬러들 사이의 가장 큰 시간 간격에 의해 결정된다.
- [0163] [0186] 도 16b는 컬러 당 12-비트 난-이진 코드 워드를 이용하는 필드 순차적 컬러 디스플레이에 대한 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1604)을 도시한다. 테이블(1602)의 서브프레임 시퀀스와 유사하게, 서브프레임들은 우로부터 좌로 순서화된다. 용이한 설명을 위해, 하나의 컬러(그린)만이 도시된다. 이러한 구현은, 이러한 구현이 난-이진 가중 방식과 연관된 컬러 당 12 비트 코드 워드를 이용하는 서브프레임 시퀀스에 대응한다는 점을 제외하고 도 16a에 도시된 서브프레임 시퀀스(1602)와 유사하다.
- [0164] [0187] 플리커는 휘도의 함수이어서, 비트판들 및 컬러들의 상이한 서브필드들이 플리커에 대한 상이한 감도들을 가질 수 있다. 따라서, 플리커는 상이한 비트들에 대해 상이하게 경감될 수도 있다. 일부 구현들에서, 더 작은 비트들(예를 들어, 비트 #0-3)에 대응하는 서브프레임들은 약 제 1 레이트(예를 들어, 약 45Hz)에서 도시되어 있지만, 더 큰 비트들(예를 들어, 최상위 비트)에 대응하는 서브프레임들은 그 레이트의 약 2배 또는 이를 초과한 레이트(예를 들어, 약 90Hz 또는 이를 초과)에서 반복된다. 이러한 기법은 플리커를 나타내지 않고, 본 명세서에 제공된 이미지 아티팩트들을 감소시키는 다양한 기법들로 구현될 수도 있다.
- [0165] [0188] 도 17a는 도 1b의 디스플레이 장치(128)에 의한 사용에 적합한 상이한 비트들에 대해 상이한 프레임 레이트들을 이용함으로써 플리커를 감소시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1702)을 도시한다. 테이블(1702)의 서브프레임 시퀀스는, 각 컬러의 비트들 #0-3이 프레임 당 단지 1회 제공되는 반면에(예를 들어, 약 45Hz 의 레이트를 가짐) 비트들 #4-7이 비트 스플릿팅되고 프레임 당 2회 제공되기 때문에, 이러한 기법을 구현한다. 이러한 플리커 감소 기법은, 필드 순차적 휘도 레벨의 맥락에서 조명 필드들의 지속기간 및 강도와 관련되는, 광 임펄스의 유효 밝기에 대한 인간 시각 시스템 감도의 의존성을 활용한다. 예를 들어, 본 명세서에서 논의한 기법들에서, 그린의 더 큰 가중치의 비트들은 약 60Hz 의 상당한 플리커 레이트 감도를 나타내지만, 더 작은 비트들(예를 들어, 비트 #0-4)은 더 낮은 주파수들에서도 많은 플리커를 나타내지 않는다. 더 큰 비트들과 결합될 때, 더 작은 비트들로 인한 플리커 잡음이 보다 덜 두드러진다.
- [0166] [0189] 일부 기법들에서, 60Hz 의 프레임 레이트 아래의 무플리커(flicker-free) 동작이 달성된다. 도 17b는 임계 프레임 레이트 아래로 프레임 레이트를 감소시킴으로써 플리커를 감소시키는 서브프레임 시퀀스의 일부를 설명하는 예시적인 테이블(1704)을 도시한다. 구체적으로는, 테이블(1704)은 약 30Hz 의 프레임 레이트에서 디스플레이될 서브프레임 시퀀스의 일부를 예시한다. 일부 구현들에서, 60Hz 아래의 다른 프레임 레이트들이 사용될 수 있다. 이러한 예에서, 비트 #6 및 7은 3회 스플릿팅되고 약 30×3 , 또는 약 90Hz 의 등가 반복 레이트를 산출하는 프레임에 걸쳐 실질적으로 균일하게 분포된다. 비트들(5, 4 및 3)은 2회 스플릿팅되고 약 60Hz 의 반복 레이트를 산출하는 프레임에 걸쳐 실질적으로 균일하게 분포된다. 비트들 #2, 1 및 0은 약 30Hz 의 레이트에서 프레임 당 1회만 나타나지만, 플리커에 대한 이들의 영향은 그들의 유효 밝기가 매우 작기 때문에 무시될 수

있다. 따라서, 전체 프레임 레이트가 상대적으로 길 수도 있지만, 각각의 현저하게 가중된 서브프레임에 대한 유효 프레임 레이트는 오히려 높다.

- [0167] [0190] 일부 기법들에서, 플리커는 상이한 컬러들에 대해 상이하게 경감될 수도 있다. 예를 들어, 본 명세서에서 설명한 기법들의 일부 구현들에서, 그린 비트들의 반복 레이트는 다른 컬러들의 유사한 비트들(즉, 유사한 가중치를 가짐)의 반복 레이트 보다 클 수 있다. 하나의 특정한 예에서, 그린 비트들의 반복 레이트는 레드와 유사한 비트들의 반복 레이트 보다 크고, 이들 레드 비트들의 반복 레이트는 블루의 유사한 비트들의 반복 레이트 보다 크다. 이러한 플리커 감소 방법은 광의 컬러에 대한 인간 시각 시스템 감도의 의존성을 활용하고, 이에 의해, 인간 시각 시스템은 레드 및 블루 보다 그린에 더욱 민감하다. 구체적인 예로서, 적어도 약 60Hz의 프레임 레이트가 그린 컬러의 플리커를 제거하지만, 더 낮은 레이트는 레드에 대해 수용가능하고 훨씬 더 낮은 레이트가 블루에 대해 수용가능하다. 블루에 대해, 플리커는 모바일 디스플레이 제품들과 일반적으로 연관되는 약 1 내지 100 니트들(nits) 사이의 타당한 밝기 범위에 대해 약 45Hz의 레이트로 경감될 수 있다.
- [0168] [0191] 일부 기법들에서, 조명의 강도 변조가 플리커를 경감시키기 위해 사용된다. 조명원의 펄스 폭 변조가 휘도 레벨들을 생성하기 위해 본 명세서에서 설명한 디스플레이들에서 사용될 수 있다. 디스플레이의 특정한 동작 모드들에서, 디스플레이의 로드 시간(load time)은 도 18a의 타이밍 시퀀스(1802)에 나타난 바와 같이 (예를 들어, LED 또는 다른 광원의) 조명 시간 보다 길 수 있다.
- [0169] [0192] 도 18a 및 도 18b는 조명 강도를 변조함으로써 플리커를 감소시키는 기법에 대응하는 그래픽 표현들을 도시한다. 그래픽 표현들(1802 및 1804)은 수직축이 조명 강도를 나타내고 수평축이 시간을 나타내는 그래프들을 포함한다.
- [0170] [0193] LED가 오프인 동안의 시간은 플리커에 기여할 수 있는 불필요한 블랭크 기간들을 도입한다. 그래픽 표현(1802)에서, 강도 변조는 사용되지 않는다. 예를 들어, 레드 비트 #4에 대응하는 서브프레임은, 데이터 로드가 그린 비트 #1과 연관된 서브프레임에 대해 발생될 때 조명된다('데이터 로드 G1'). 그린 비트 #1과 연관된 서브프레임이 다음에 조명될 때, 이것은 레드 비트 #4와 연관된 서브프레임과 동일한 조명 강도로 조명된다. 그린 비트 #1의 가중치가 그렇게 낮더라도, 이러한 조명 강도에서, 서브프레임에 의해 제공된 원하는 휘도는 다음 서브프레임에 대한 데이터에서 로딩하는데 걸린 시간 보다 적은 시간에서 달성된다. 따라서, LED는 그린 비트 #1 서브프레임 조명 시간이 완료된 이후에 턴 오프된다. 따라서, LED는 그린 비트 #1 서브프레임 조명 시간이 완료된 이후에 턴 오프될 필요가 있다. 이것은 도 18a에서 블록 LED OFF에 의해 확인될 수 있다. 도면들에 표시된 바와 같은 GUT는 디스플레이들의 글로벌 업데이트 트랜지션을 표현한다.
- [0171] [0194] 도 18b는 조명 강도를 변화시킴으로써 플리커가 경감되는 경우를 표현하는 그래픽 표현(1804)을 도시한다. 이러한 예에서, 그린 비트 #1 서브프레임에 대한 LED의 조명 강도는 감소되고 그 서브프레임의 지속기간은 다음 서브프레임에 대한 데이터 로드 시간의 전체 길이를 점유하도록 증가된다('데이터 로드 G3'). 이러한 기법은 LED가 오프인 동안의 시간을 감소시키거나 제거할 수 있고 플리커 성능을 향상시킨다. 또한, LED들이 구동 전류의 증가에 대한 그들의 비선형 응답으로 인해 더 낮은 강도들에서 더욱 효율적으로 동작하기 때문에, LED들을 더 낮은 강도 레벨들에서 동작하게 함으로써, 이러한 기법은 디스플레이 장치의 전력 소모를 또한 감소시킬 수 있다.
- [0172] [0195] 일부 기법들에서, 다중의 컬러 필드 방식들(예를 들어, 2개, 3개, 4개 또는 그 초과)이 DFC 및 CBU와 같은 다중의 이미지 아티팩트들을 동시에 경감시키기 위해 후속 프레임들에서 교번 방식으로 사용된다.
- [0173] [0196] 도 19는 일련의 이미지 프레임들을 통한 2개의 상이한 가중 방식들의 사용 사이에서 교번하는 2-프레임 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(1900)을 도시한다. 프레임 1에 대응하는 서브프레임 시퀀스에서 사용된 코드 워드들은 CBU를 감소시키도록 설계된 가중 방식으로부터 선택되고, 프레임 2에 대응하는 서브프레임 시퀀스에서 사용된 코드 워드들은 DFC를 감소시키도록 설계된 가중 방식으로부터 선택된다. 컬러들 및/또는 비트들의 배열이 후속 프레임들 사이에서 또한 변경될 수 있다는 것이 인식될 수 있다.
- [0174] [0197] 일부 구현들에서, 특정한 가중 방식에 따른 기여 컬러의 모든 휘도 레벨들에 대응하는 축소 코드 워드들의 상이한 세트들이 서브프레임 시퀀스들을 생성하기 위해 활용될 수 있다. 이러한 방식으로, 서브프레임 시퀀스는 이미지 아티팩트들의 인지를 감소시키기 위해 축소 코드 워드들의 임의의 다양한 세트들로부터 코드 워드들을 선택할 수 있다. 예를 들어, 특정한 가중 방식에 대응하는 코드 워드들의 제 1 세트가 대응하는 가중 방식에 따라 생성될 수 있는 특정한 기여 컬러의 각 휘도 레벨에 대한 코드 워드들의 리스트를 포함할 수 있다. 동일한 가중 방식에 대응하는 코드 워드들의 다른 세트들의 대응하는 수가 대응하는 가중 방식에 따라 생성될

수 있는 특정한 기여 컬러의 각 휘도 레벨에 대한 상이한 코드 워드들의 리스트를 포함할 수 있다. 특정한 기여 컬러의 각 휘도 레벨에 대한 코드 워드들의 다중의 세트들을 가짐으로써, 본 명세서에 설명한 기법들 중 하나 또는 그 조합은 코드 워드들의 상이한 세트들로부터의 코드 워드들을 사용하여 서브프레임 시퀀스들을 생성할 수 있다. 일부 구현들에서, 코드 워드들의 상이한 세트는 특정 휘도 레벨들이 서로에 공간적으로 또는 시간적으로 인접하여 디스플레이될 때 사용을 위해 서로에 대해 상보적일 수 있다.

[0175] [0198] 일부 기법들에서, 다른 기법들의 조합들이 DFC, CBU 및 플리커를 감소시키기 위해 이용된다. 도 20은 DFC, CBU 및 플리커를 경감시키는 다양한 기법들을 조합한 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(2000)을 도시한다. 서브프레임 시퀀스는 이진 가중 방식에 대응하지만, 다른 적합한 가중 방식들이 다른 구현들에서 활용될 수도 있다. 이들 기법들은 최상위 가중치를 또는 휘도 값들과 컬러 서브프레임들의, 시간적으로 함께 스플릿팅하고 그룹화하는 비트의 사용을 포함한다.

[0176] [0199] 도 15b에 관하여 상술한 바와 같이, 비트-스플릿팅은 서브프레임 시퀀스의 설계에서 추가의 플렉시빌리티를 제공하고, DFC의 감소를 위해 사용될 수 있다. 도 16a에 예시한 서브프레임 시퀀스(1602)가 높은 컬러 변화 빈도의 이점을 갖지만, 이것은 DFC 효과들에 관하여 이점이 덜하다. 이것은, 서브프레임 시퀀스(1602)에서, 비트 번호들 각각은 프레임 당 1회만 조명되고 더 큰 가중치들을 갖는 조명된 서브프레임들 사이에서 시간 갭 또는 시간 분리를 발생시키기 때문이다. 예를 들어, 레드 #6 및 레드 #5에 대응하는 서브프레임들은 서브프레임 시퀀스(1602)에서 5 밀리초 만큼 많이 분리될 수 있다.

[0177] [0200] 반대로, 도 20의 서브프레임 시퀀스는 소정의 컬러의 최상위 비트들이 시간적으로 밀접하게 함께 그룹화되는 기법에 대응한다. 이러한 기법에서, 최상위 비트들 #4, 5, 6 및 7은 각 프레임에서 2회 나타날 뿐만 아니라, 이들은 서브프레임 시퀀스에서 서로에 인접하여 나타나도록 또한 순서화된다. 비트 #s의 이러한 그룹화의 결과로서, 가장 높은 휘도 레벨들을 갖는 이미지 영역들에서, 단일 컬러의 램프들은, 이들이 짧은 시간 간격(예를 들어, 4 밀리초 미만의 기간 이내)에만 걸쳐 지속하는 시퀀스에서 조명된다는 사실에도 불구하고, 광의 거의 단일 펄스로서 조명되는 것으로 나타난다. 테이블(2000)에 대응하는 예시적인 서브프레임 시퀀스에서, 조명된 서브프레임들의 최상위 비트(MSB)들의 이런 그룹화는 각 컬러에 대한 각 프레임내에서 2회 발생한다.

[0178] [0201] 일반적으로, MSB 서브프레임들의 임의의 근접한 시간 연관성은 광의 시간적 중심의 시각적 인지에 의해 특징화될 수 있다. 눈은 특정한 그리고 단일 시점에서 발생하는 것으로서 조명들의 근접한 시퀀스를 인지한다. 각 기여 컬러내의 MSB 서브프레임들의 특정한 시퀀스는 인접한 픽셀들 사이에서 자연적으로 발생할 휘도 레벨들에서의 변동들에도 불구하고, 광의 시간적 중심에서 임의의 시각적 변동을 최소화하도록 설계된다. 도 20에 도시된 예시적인 서브프레임 시퀀스에서, 각 기여 컬러에 대해, 가장 큰 가중치를 갖는 비트는 DFC를 감소시키기 위해, 비트 시퀀스의 양측들상에서 연속적으로 더 낮은 가중 비트들로, 그룹화의 중심을 향해 배열된다.

[0179] (질량 중심의 기계적 개념과 유사한(by analogy to)) 시간적 광 중심의 개념은 광 분포의 제적($G(x)$)을 정의함으로써 정량화될 수 있고, 이는 특정한 휘도 레벨(x)에 의존하여 시간적으로 약간의 변동들을 나타내는 것으로 예상된다.

$$G(x) = \frac{\sum_{i=1}^N \{M_i(x)\} * W_i * T_i}{x}$$

[0180] 수학식 2

[0181] 여기서, x 는 소정의 휘도 레벨(또는 소정의 컬러 필드내에 도시된 휘도 레벨의 섹션)이고, $M_i(x)$ 는 비트(i)에 대한 그 특정한 휘도 레벨에 대한 값(또는 소정의 컬러 필드에 도시된 휘도 레벨의 섹션)이고, W_i 는 비트의 가중치이고, N 은 동일한 컬러의 비트들의 총 수이며, T_i 는 이미지 프레임의 시작으로부터 각 비트 세그먼트의 중심의 시간 거리이다. $G(x)$ 는 x 에 의해 정규화된, 동일한 컬러 필드의 조명된 비트들을 통한 합산에 의한 광 분포의 중심에서 (프레임 시작 시간에 관한) 시점을 정의한다. DFC는 $G(x)-G(x-1)$ 을 의미하는 $G(x)$ 에서의 변동들이 다양한 휘도 레벨들(x)에 걸쳐 최소화될 수 있도록 서브프레임 시퀀스에서 서브프레임들의 순차적 순서화를 특징하는 경우에 감소될 수 있다.

[0182] [0202] 서브프레임 시퀀스에 대한 대안의 구현에서, 가장 큰 가중치를 갖는 비트가 최상위 비트의 일측상에 배치된 연속적으로 더 낮은 가중 비트들을 갖는 시퀀스의 일단을 향해 배열된다. 일부 구현들에서, 하나 또는 그 조합의 상이한 기여 컬러들의 개재하는 비트들은 소정의 컬러에 대한 최상위 비트들의 그룹화 사이에 배치된다.

- [0183] [0203] 일부 구현들에서, 코드 워드는 최상위 비트들의 제 1 세트(예를 들어, 비트 #4, 5, 6 및 7) 및 최하위 비트들의 제 2 세트(예를 들어, 비트 #0, 1, 2 및 3)를 포함하고, 여기서, 최상위 비트들은 최하위 비트들 보다 큰 가중치들을 갖는다. 테이블(2000)에 대응하는 예시적인 서브프레임 시퀀스에서, 컬러에 대한 최상위 비트들은 함께 그룹화되고, 그 컬러에 대한 최하위 비트들은 그 기여 컬러에 대한 최상위 비트들의 그룹 이전 또는 이후에 위치된다. 일부 구현들에서, 그 컬러에 대한 최하위 비트들 중 적어도 일부는 테이블(2000)에 대응하는 서브프레임 시퀀스의 처음의 6개의 코드 워드 비트들에 대해 도시된 바와 같이, 상이한 컬러에 대한 개재하는 비트들 없이, 그 컬러에 대한 최상위 비트들의 그룹 이전 또는 이후에 배치된다. 예를 들어, 서브프레임 시퀀스는 서로 아주 인접한 비트들 #7, 6, 5, 및 4의 배치를 포함한다. 대안의 비트 배열들은 4-7-6-5, 7-6-5-4, 6-7-5-4 또는 이들의 조합을 포함한다. 더 작은 비트들이 프레임에 걸쳐 균일하게 분포된다. 또한, 동일한 컬러의 비트들이 가능한 한 많이 함께 유지된다. 이러한 기법은 임의의 원하는 수들의 비트들이 최상위 비트 그룹화에 포함되도록 변경될 수 있다. 예를 들어, 3개의 최상위 비트들 또는 5개의 최상위 비트들 그룹들의 그룹화가 또한 이용될 수도 있다.
- [0184] [0204] 예시된 구현은 효과들이 출력 시퀀스에서 어떻게 관리될 수 있는지를 또한 나타낸다. 각 서브프레임의 폭은 프레임 레이트에 대응한다. 각 컬러에 대해, 비트 #7, 6, 5 및 4는 일 프레임에서 2회 반복된다. 이들 최상위 비트들은 그들의 높은 유효 밝기로 인해 플리커 레이트를 감소시키기 위해 (예를 들어, 통상적으로 적어도 60Hz, 바람직하게는, 그 이상) 더 높은 출현 빈도를 요구하고, 이는 이러한 맥락에서, 비트 가중치와 직접 관련된다. 이들 비트들을 2회 나타냄으로써, 최상위 비트들의 빈도를 여전히 높게 (프레임 레이트의 2배) 유지 하면서, 60Hz 보다 낮은 입력 프레임 레이트를 허용할 수 있다. 최하위 비트 #0, 1, 2 및 3은 프레임 당 1회만 나타난다. 그러나, 인간 시각 시스템이 최하 가중치들을 갖는 비트들에 대한 플리커에 민감하지 않다는 것이 또한 인식될 수도 있다. 약 45Hz의 프레임 레이트가 이러한 낮은 유효 밝기 비트들에 대한 플리커를 억제하는데 충분하다. 모든 비트들에 대한 약 45Hz의 평균 프레임 레이트가 이러한 구현을 위해 충분하다. 여전히 더 큰 비트들은 결국 약 $45 \times 2 = 90\text{Hz}$ 이게 된다. 프레임 레이트는, 최하 유효 밝기 비트들이 플리커에 대한 더욱 낮은 감도를 가질 것이기 때문에 비트 #3 및 #2에 대해 추가 비트 스플릿팅이 수행되는 경우에 더 감소될 수 있다. 이러한 기법의 구현은 애플리케이션에 강하게 의존한다.
- [0185] [0205] 더 예시되는 구현은 상호 상이한 컬러 비트 그룹화들에서의 컬러에 대한 최하위 비트들(예를 들어, 비트 #0, 1, 2 및 3)의 배열을 더 포함한다. 예를 들어, 테이블(2000)에 대응하는 서브프레임 시퀀스에서, 비트들 #0 및 1은 레드 컬러 비트들의 제 1 그룹화에 위치되고, 비트들 #2 및 3은 레드 컬러 비트들의 제 2 그룹화에 위치된다. 하나 또는 그 초과 상이한 컬러들의 비트들이 레드 컬러 비트들의 제 1 그룹화와 제 2 그룹화 사이에 위치된다. 유사하거나 상이한 서브프레임 시퀀스가 다른 컬러들에 대해 활용될 수도 있다. 최하위 비트들이 밝은 비트들이 아니기 때문에, 플리커 관점으로부터 더 느린 레이트들에서 이들을 나타내는 것이 허용 가능하다. 이러한 기법은 프레임 당 발생하는 트랜지션들의 수를 감소시킴으로써 상당한 전력 절감을 이룰 수 있다.
- [0186] [0206] 도 21a는 예시적인 구현에 따른, 다른 컬러들 중 하나의 비트들의 각 그룹화 이후에 제 1 컬러의 비트들을 그룹화함으로써 DFC, CBU, 및 플리커를 경감시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(2102)을 도시한다. 구체적으로는, 도 21a는 다른 컬러들 중 하나의 비트들의 각 그룹화 이후에 그린 비트들의 그룹화를 제공하는 기법에 대응하는 예시적인 서브프레임 시퀀스를 예시한다. 인간의 눈은 DFC 및 플리커 양자 모두의 관점으로부터 그린에 더욱 민감하기 때문에, RG-BG-RG-BG와 같은 컬러 순서를 갖는 서브프레임 시퀀스는, 그린 비트들의 더 많은 스플릿들에 대해 또는 (이진 또는 난-이진 가중 방식들에 대한) 더 많은 그린 비트들을 디스플레이하기 위해 더 긴 총 시간을 제공하면서 RGB 컬러 순서 반복 사이클을 갖는 서브프레임 시퀀스와 동일하거나 유사한 CBU의 정도를 제공할 수 있다. 도 21b는 난-이진 가중 방식에 대응하는 다른 컬러들 중 하나의 비트들의 각 그룹화 이후에 제 1 컬러의 비트들을 그룹화함으로써 DFC, CBU, 및 플리커를 경감시키는 유사한 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(2104)을 도시한다.
- [0187] [0207] 일부 기법들에서, FSC 방법에서 디스플레이된 컬러들의 상대적 배치는 이미지 아티팩트들을 감소시킬 수도 있다. 일부 구현들에서, 그린 비트들은 프레임에 대한 서브프레임 시퀀스의 중심부에 배치된다. 서브프레임 시퀀스는 프레임의 서브프레임 시퀀스의 중심부에 배치될 그린 비트들을 제공하는 기법에 대응하는 테이블(2104)에 대응한다. 서브프레임 시퀀스는 감소된 이미지 아티팩트들을 갖는 컬러 당 7-비트 휘도 레벨들의 재생을 효과적으로 인에이블할 수 있는 각 컬러(레드, 그린, 및 블루)에 대한 10-비트 코드 워드에 대응한다. 예시된 서브프레임 시퀀스는 중심부에 위치한 그린 비트들을 나타내고, 여기서, 그린 비트들은 서브프레임 시퀀스에서 비트들 중 처음의 1/5이 없고 서브프레임 시퀀스에서 비트들 중 최종의 1/5이 없다. 특히, 서브프레임

시퀀스에서, 그린 비트들은 서브프레임 시퀀스에서 처음의 6개 비트들이 없고 서브프레임 시퀀스에서 최종 6개의 비트들이 없다.

[0188]

[0208] 일부 기법들에서, 제 1 기여 컬러의 비트들은 서브프레임 시퀀스의 비트들의 총 수의 약 2/3를 초과하지 않게 포함하는 서브프레임 시퀀스의 연속 부분내에 모두 있다. 예를 들어, 서브프레임 시퀀스에서 이러한 상대적 근접성으로 가장 시각적으로 인지가 가능한 그린 비트들의 배치가 서브프레임 시퀀스의 그린 부분과 연관된 DFC를 완화시키기 위해 사용될 수 있다. 또한, 그린 비트들은 또한 CBU 및 DFC 아티팩트들을 동시에 완화시키기 위해, 레드 및/또는 블루 비트들과 같은 다른 컬러들의 작은 가중된 비트들에 의해 스플릿팅될 수도 있다. 예시 목적들을 위해, 서브프레임 시퀀스는 그린 비트들이 서브프레임 시퀀스의 비트들의 총 수의 3/5을 초과하지 않게 포함하는 서브프레임 시퀀스의 연속 부분내에 모두 있는 이러한 기법을 설명한다.

[0189]

[0209] 일부 기법들에서, 서브프레임 시퀀스의 적어도 하나의 컬러에 대해, 그 컬러의 최상위 비트 및 제 2 최상위 비트는 이들이 시퀀스에서 3개를 초과하지 않는 다른 비트들에 의해 분리되도록 배열된다. 일부 이러한 기법들에서, 서브프레임 시퀀스의 각 컬러에 대해, 최상위 비트 및 제 2 최상위 비트는 이들이 3개를 초과하지 않는 다른 비트들에 의해 분리되도록 배열된다. 테이블(2104)에 대응하는 서브프레임 시퀀스는 이러한 서브프레임 시퀀스의 예를 제공한다. 구체적으로는, 최상위 블루 비트(블루 비트 #9)는 2개의 레드 비트들(레드 비트 #3 및 레드 비트 #9)에 의해 제 2 최상위 블루 비트(블루 비트 #6)로부터 분리된다. 유사하게는, 최상위 레드 비트(레드 비트 #9)는 하나의 블루 비트(블루 비트 #6)에 의해 제 2 최상위 레드 비트(레드 비트 #6)로부터 분리된다. 최종으로, 최상위 그린 비트(그린 비트 #9) 및 제 2 최상위 그린 비트(그린 비트 #6)는 하나의 레드 비트(레드 비트 #2)에 의해 분리된다.

[0190]

[0210] 일부 구현들에서, 프레임에 대한 서브프레임 시퀀스의 적어도 하나의 컬러에 대해, 그 컬러의 (동일한 가중치들을 갖는) 2개의 최상위 비트들은 서브프레임 시퀀스의 3개를 초과하지 않는 다른 비트들(예를 들어, 2개를 초과하지 않는 다른 비트들, 1개를 초과하지 않는 다른 비트, 또는 다른 비트들 없음)에 의해 분리된다. 일부 이러한 구현들에서, 서브프레임 시퀀스의 각 컬러에 대해, 각 컬러의 (동일한 가중치들을 갖는) 2개의 최상위 비트들은 서브프레임 시퀀스의 3개를 초과하지 않는 다른 비트들에 의해 분리된다.

[0191]

[0211] 일부 기법들에서, 프레임에 대한 서브프레임 시퀀스는 연속 그린 비트들의 개별 그룹들의 수 및/또는 연속 레드 비트들의 개별 그룹들의 수 보다 큰, 연속 블루 비트들의 개별 그룹들의 수를 포함한다. 이러한 서브프레임 시퀀스는 동일한 강도의 블루광, 레드광, 및 그린광의 인간의 시각적인 상대적 중요도가 각각 73%, 23% 및 4%이기 때문에 CBU를 감소시킬 수 있다. 따라서, 서브프레임 시퀀스의 블루 비트들은 서브프레임 시퀀스의 블루 비트들과 연관된 인지된 DFC를 현저하게 증가시키지 않으면서 CBU를 감소시키기 위해 원하는 바와 같이 분포될 수도 있다. 테이블(2104)에 대응하는 서브프레임 시퀀스는 이러한 구현을 예시하고, 여기서, 연속 블루 비트들의 개별 그룹들의 수는 7이고, 연속 그린 비트들의 개별 그룹들의 수는 4이다. 또한, 이러한 예시적인 구현에서, 연속 레드 비트들의 개별 그룹들의 수는 7이고, 이는 연속 그린 비트들의 개별 그룹들의 수 보다 또한 크다.

[0192]

[0212] 도 22는 제 1 컬러에 대한 연속 비트들의 개별 그룹들의 수가 다른 컬러들에 대한 연속 비트들의 개별 그룹들의 수 보다 큰 배열을 이용함으로써 DFC, CBU, 및 플리커를 완화시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(2202)을 도시한다. 특히, 서브프레임 시퀀스는 각 기여 컬러(레드, 그린 및 블루)에 대한 9-비트 코드 워드에 대응하고, 여기서, 연속 블루 비트들의 개별 그룹들의 수는 연속 그린 비트들의 개별 그룹들의 수 및 연속 레드 비트들의 개별 그룹들의 수 양자 모두보다 크다. 예시적인 서브프레임 시퀀스(2202)는 연속 블루 비트들의 5개의 개별 그룹들, 연속 레드 비트들의 3개의 개별 그룹들, 및 연속 레드 비트들의 3개의 개별 그룹들을 갖는다. 인식될 수도 있는 바와 같이, 동일한 컬러와 연관된 연속 비트들의 특정한 수의 그룹들은 단지 예시 목적들을 위해 제공되며, 다른 특정한 수들의 그룹들이 가능하다.

[0193]

[0213] 일부 기법들에서, 프레임의 서브프레임 시퀀스의 처음의 N개의 비트들은 제 1 기여 컬러에 대응하고 서브프레임 시퀀스의 최종 N개의 비트들은 제 2 기여 컬러에 대응하고, 여기서, N은 1, 2, 3 또는 4를 포함하지만 이에 제한되지 않는 정수이다. 테이블(2202)에 대응하는 서브프레임 시퀀스에 도시된 바와 같이, 서브프레임 시퀀스의 처음의 2개의 서브프레임들은 레드에 대응하고, 서브프레임 시퀀스의 최종의 2개의 서브프레임들은 블루에 대응한다. 대안의 구현에서, 서브프레임 시퀀스의 처음의 2개의 서브프레임들은 블루에 대응할 수 있고, 서브프레임 시퀀스의 최종의 2개의 서브프레임들은 레드에 대응할 수 있다. 프레임에 대한 서브프레임 시퀀스의 시작과 종단에서의 레드 및 블루 비트 시퀀스들의 이러한 반전은 시각적으로 덜 현저한 컬러인 마젠타 컬러의 형성으로 인해 CBU 프린지들의 인지를 완화시킬 수 있다.

- [0194] [0214] 화이트(W) 및/또는 옐로우(Y)와 같은 추가의 컬러 채널을 가짐으로써, 다양한 이미지 아티팩트 감소 기법들을 구현하는데 있어서 더 많은 자유를 제공할 수 있다. 화이트(및/또는 다른 컬러) 필드는 단지 RGBW로서 뿐만 아니라 그룹들(RGW, GBW 및 RBW)의 일부로서 추가될 수 있고, 여기서, 더 많은 화이트 필드들이 이제 이용 가능하고 DFC, CBU 및/또는 플리커의 감소가 달성될 수 있다. RGBW 조명된 디스플레이들에서, 훨씬 더 높은 동작 효율이 레드, 그린, 및 블루 LED들만을 활용하는 것에 비하여 화이트 LED들의 더 높은 효율들로 인해 가능하다. 대안적으로, 또는 추가로, 화이트는 레드, 그린 및 블루 컬러들의 혼합에 의해 생성될 수도 있다.
- [0195] [0215] 도 23a는 RGBW 백라이트를 사용하는 조명 방식(2302)을 도시한다. 조명 방식(2302)에서, 수직축은 강도를 나타내고 수평축은 시간을 나타낸다. 이미지 프레임이 디스플레이되는 시간을 프레임 기간(T)이라 칭한다. 레드, 그린, 블루 및 화이트는 T/4의 기간을 각각 갖는다. 레드, 그린, 블루, 및 화이트 필드들 각각의 기간들은 LED들의 상대적 효율들에 의존하여 상이하도록 선택될 수 있다. 일부 구현들에서, 프레임 레이트는 애플리케이션에 의존하여, 약 30-60Hz일 수 있다.
- [0196] [0216] 도 23b는 동일한 컬러 필드들의 반복에 의해 플리커를 경감시키는 예시적인 조명 방식(2304)을 도시한다. 다른 조명 방식은 컬러 스펙트럼에서 임의의 컬러가 RGW, RBW 또는 GBW와 같은 3개의 기여 컬러들을 사용하여 획득될 수 있도록 광원들(예를 들어, LED들)을 구동시키는 것을 포함할 수도 있다. 3개의 기여 컬러들을 사용하여 컬러 스펙트럼에서 임의의 컬러를 획득하는 이러한 기법이 프레임 레이트를 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 각 프레임 기간은 이제, 도 23b에 예시된 바와 같이, RBWGBWRGW와 같은 서브프레임 시퀀스를 사용하여 9개의 서브프레임들로 분할될 수 있다. 이러한 서브프레임 시퀀스는 동일한 컬러 필드들의 반복으로 인해 더 낮은 플리커를 나타낼 수 있고, 이는 프레임 레이트에서의 감소를 가능케한다. 각 컬러 필드들의 지속기간은 LED들의 효율들에 의존하여 상이할 수 있다. 일부 구현들에서, 데이터 레이트(예를 들어, 트랜지션 레이트)는 프레임 레이트를 감소시킨 결과로서 현저하게 감소될 수 있다. 이러한 기법을 구현할 때, 제어기는 RGB 컬러 좌표들로부터 RGBW 컬러 좌표들로의 변환을 포함할 수도 있다. 프레임 레이트의 감소가 조명 필스들의 광 강도를 감소시키면서 지속기간 시간을 연장시키기 위해 활용될 수도 있어서, 프레임 주기에 걸쳐 방출되는 총 광을 일정하게 유지한다는 것이 또한 인식될 수도 있다. 더 낮은 광 강도는 더 낮은 LED 동작 전류와 동일하고, 이것은 통상적으로 LED 동작에 대한 더욱 효율적인 레짐(regime)이다.
- [0197] [0217] 다른 기법에 따라, 서브프레임 시퀀스는 듀티 사이클이 적어도 2개의 컬러들에 대해 상이하도록 구성된다. 인간 시각 시스템이 상이한 컬러들에 대해 상이한 감도를 나타내기 때문에, 감도에서의 이러한 변동은 각 컬러의 듀티 사이클을 조정함으로써 이미지 품질 향상을 제공하기 위해 활용될 수 있다. 컬러 당 동일한 듀티 사이클은, 총 가능한 조명 시간이 이용가능한 컬러들(예를 들어, 레드, 그린 및 블루와 같은 3개의 컬러들) 사이에서 동일하게 분할된다는 것을 암시한다. 2개 또는 그 초과 컬러들에 대한 동일하지 않은 듀티 사이클은 그린 조명에 대한 더 큰 총 가능한 시간량, 레드에 대해 적은 총 가능한 시간량, 및 블루에 대해 더욱 적은 총 가능한 시간량을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 테이블(2000)에 예시한 바와 같이, 그린에 대응하는 서브프레임들의 폭들의 합은 블루에 대응하는 서브프레임들의 폭들의 합 보다 큰 레드에 대응하는 서브프레임들의 폭들의 합 보다 크다. 여기서, 프레임의 총 폭에 대한 소정의 기여 컬러에 대한 서브프레임들의 폭들의 합은 소정의 기여 컬러의 듀티 사이클에 대응한다. 이것은 여분의 비트들 및 그린 및 레드에 대한 비트 스펙트럼들을 허용하고, 이것은 블루 보다 이미지 품질에 대해 상대적으로 더욱 중요하다. 이러한 동작은, 그린의 레드 또는 블루 보다 (그린 LED들의 더 낮은 효율성으로 인해) 발광효율(luminosity) 및 전기 전력 소모에 상대적으로 더욱 기여하기 때문에, 더 낮은 전력 소모를 가능하게 할 수 있고, 따라서, 더 큰 듀티 사이클을 가짐으로써, 프레임에 걸친 유효 밝기가 강도와 조명 시간의 곱이기 때문에 더 낮은 LED 강도(및 동작 전류)를 가능하게 할 수 있다. LED들이 더 낮은 전류들에서 더욱 효율적이기 때문에, 이것은 전력 소모를 약 10 내지 15% 만큼 감소시킬 수 있다.
- [0198] [0218] 상술한 기법들 중 하나 또는 그 초과는 상술한 다른 기법들 중 하나 또는 그 초과, 또는 서브프레임 이미지들을 디스플레이하기 위한 하나 또는 그 초과 다른 기법들 또는 이미징 모드들과 결합될 수 있다는 것이 인식될 수도 있다. 본 명세서에 설명한 다양한 기법들을 이용하는 서브프레임 시퀀스의 일례가 도 24에 관하여 예시되어 있다.
- [0199] [0219] 일부 기법들에서, 다중의 기법들이 결합되어 단일 기법을 형성할 수 있다. 일례로서, 도 24는 기여 컬러들 중 하나에 여분의 비트들을 제공하는 4 컬러 이미징 모드에 대해 년-이진 가중 방식을 사용하여 이미지 아티팩트들을 감소시키는 서브프레임 시퀀스를 설명하는 예시적인 테이블(2400)을 도시한다. 이러한 특정한 구현에서, 기여 컬러들은 복수의 성분 컬러들(레드, 그린, 블루) 및 적어도 하나의 복합 컬러(화이트)를 포함한다. 복합 컬러(화이트)는 3개의 나머지 기여 컬러들의 조합에 실질적으로 대응한다. 이러한 경우에서, 화이트는 성

본 컬러들(레드, 그린 및 블루)의 조합으로부터 형성된 복합 컬러이다. 이러한 서브프레임 시퀀스에서, 10개의 비트들이 그린에 대응하고, 9개의 비트들만이 각각의 레드, 블루, 및 화이트에 대응한다.

[0200]

[0220] 본 명세서에 개시한 구현들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 로직들, 논리 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 프로세스들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양자 모두의 조합들로서 구현될 수도 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 상호교환성을 기능과 관련하여 일반적으로 설명하였고, 상술한 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 프로세스들에 예시하였다. 이러한 기능이 하드웨어로 구현되는지 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 전체 시스템에 부과된 특정한 애플리케이션 및 설계 제약들에 의존한다.

[0201]

[0221] 본 명세서에 개시한 양태들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 로직들, 논리 블록들, 모듈들 및 회로들을 구현하기 위해 사용된 하드웨어 및 데이터 프로세싱 장치는 범용 단일- 또는 멀티-칩 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 응용 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그램가능한 게이트 어레이(FPGA) 또는 프로그램가능한 로직 디바이스, 개별 게이트 또는 트랜지스터 로직, 개별 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명한 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현되거나 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서, 또는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들어, DSP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서, DSP 코어와 함께 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 또한 구현될 수도 있다. 일부 구현들에서, 특정한 프로세스들 및 방법들이 소정의 기능에 특정되는 회로에 의해 수행될 수도 있다.

[0202]

[0222] 하나 또는 그 초과 양태들에서, 설명한 기능들은, 본 명세서에 개시된 구조들 및 이들의 구조적 등가물들을 포함하는, 하드웨어, 디지털 전자 회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 본 명세서에 개시된 주제의 구현들은 또한, 하나 또는 그 초과 컴퓨터 프로그램들, 즉, 데이터 프로세싱 장치에 의한 실행을 위해 또는 데이터 프로세싱 장치의 동작을 제어하기 위해 컴퓨터 저장 매체상에서 인코딩된, 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 또는 그 초과 모듈들로서 구현될 수 있다.

[0203]

[0223] 소프트웨어에서 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체상에 하나 또는 그 초과 명령들 또는 코드로서 저장되거나 이들을 통해 송신될 수도 있다. 본 명세서에 개시된 방법 또는 알고리즘의 프로세스들은 컴퓨터 판독가능 매체상에 상주할 수도 있는 프로세서-실행가능한 소프트웨어 모듈에서 구현될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 하나의 장소로부터 다른 장소로 컴퓨터 프로그램을 전달하도록 인에이블될 수 있는 임의의 매체를 포함하는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체 양자 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 제한이 아닌 예로서, 이러한 컴퓨터-판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 원하는 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장하는데 사용될 수도 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수도 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독가능 매체로 적절하게 지칭될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크(DVD), 플로피 디스크 및 블루레이 디스크를 포함하고, 여기서, 디스크(disk)들은 통상적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만 디스크(disc)들은 레이저들을 이용하여 데이터를 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들이 또한, 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다. 추가로, 방법 또는 알고리즘의 동작들은 컴퓨터 프로그램 물건에 통합될 수도 있는 머신 판독가능 매체 및 컴퓨터 판독가능 매체상에 코드들 및 명령들 중 하나 또는 이들의 임의의 조합 또는 세트로서 상주할 수도 있다.

[0204]

[0224] 본 개시물에 설명한 구현들에 대한 다양한 변형들이 당업자에게 용이하게 명백할 수도 있고, 본 명세서에 정의된 일반 원리들은 본 개시물의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 구현들에 적용될 수도 있다. 따라서, 청구항들은 본 명세서에 나타난 구현들에 제한되는 것으로 의도되지 않고, 본 개시물, 본 명세서에 개시된 원리들 및 신규한 특징들에 따른 최광의 범위로 보여진다.

[0205]

[0225] 추가로, 당업자는 용어를 "상위" 및 "하위"가 때때로 도면들의 용이한 설명을 위해 사용되고, 적절하게 배향된 페이지상의 도면의 배향에 대응하는 상대적 위치들을 나타내며, 구현될 때 임의의 디바이스의 적절한 배향을 반영하지 않을 수도 있다는 것을 쉽게 인식할 것이다.

[0206]

[0226] 개별 구현들의 맥락에서 본 명세서에 설명되는 특정한 특징들이 또한 단일 구현에서 조합으로 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현의 맥락에서 설명되는 다양한 특징들이 또한 다중의 구현들에서 개별적으로 또는 임의의 적합한 서브조합으로 구현될 수 있다. 더욱이, 특징들이 특정한 조합들에서 그리고 심지어 초기에 청구한 바와 같이 작동하는 것으로 상술될 수도 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 또는 그 초과 특징들은 일부 경우들에서 조합으로부터 삭제(excise)될 수 있고, 청구된 조합은 서브조합 또는 서브조합의 변동에 관한 것일

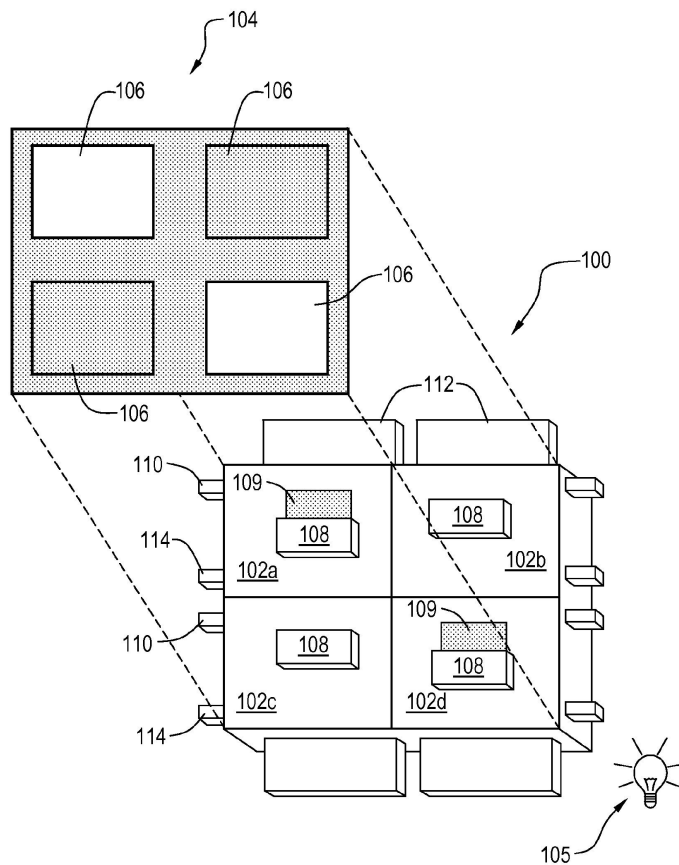
수도 있다.

[0207]

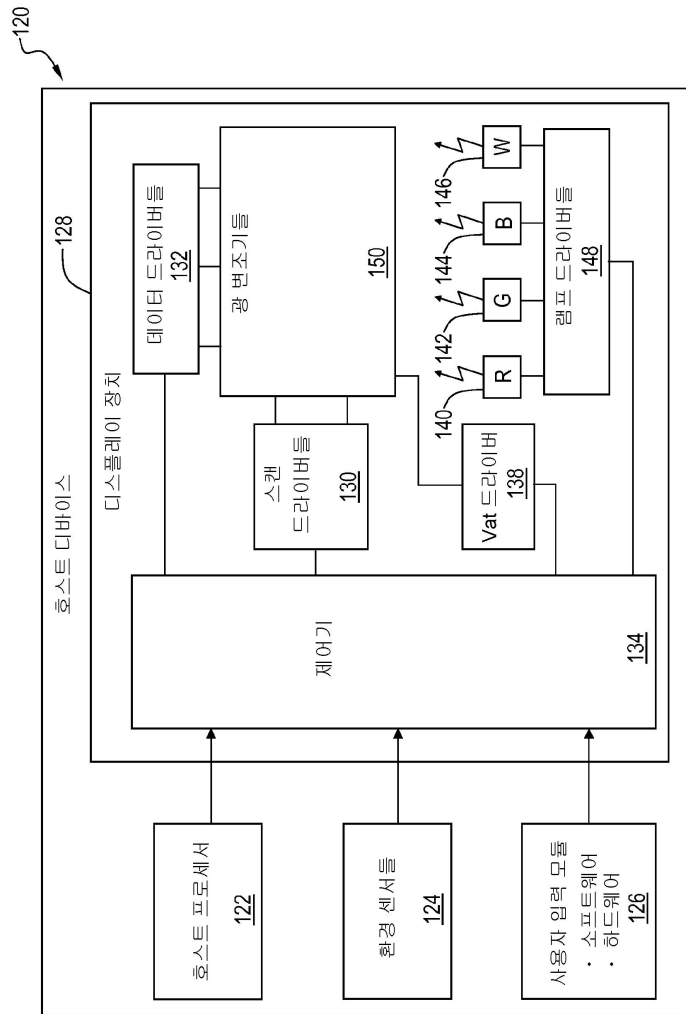
[0227] 유사하게는, 동작들을 도면들에 특정한 순서로 도시하였지만, 이것은 이러한 동작들이 나타낸 특정한 순서 또는 순차적 순서로 수행되거나, 모든 예시한 동작들이 원하는 결과들을 달성하기 위해 수행되는 것을 요구하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 도면들은 흐름도의 형태로 하나 또는 그 초과의 예시적인 프로세스들을 개략적으로 도시할 수도 있다. 그러나, 도시하지 않은 다른 동작들이 개략적으로 도시된 예시적인 프로세스들에 통합될 수 있다. 예를 들어, 하나 또는 그 초과의 추가의 동작들이 임의의 예시된 동작들 이전에, 이후에, 동시에, 또는 그 사이에 수행될 수 있다. 특정한 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수도 있다. 더욱이, 상술한 구현들에서 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 구현들에서 이러한 분리를 요구하는 것으로서 이해되어서는 안 되고, 설명한 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로, 단일 소프트웨어 물건에서 함께 통합될 수 있거나 다중의 소프트웨어 물건들로 패키징될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 추가로, 다른 구현들은 아래의 청구항들의 범위내에 있다. 일부 경우들에서, 청구항들에서 인용된 동작들은 상이한 순서로 수행될 수 있고 원하는 결과들을 여전히 달성할 수 있다.

도면

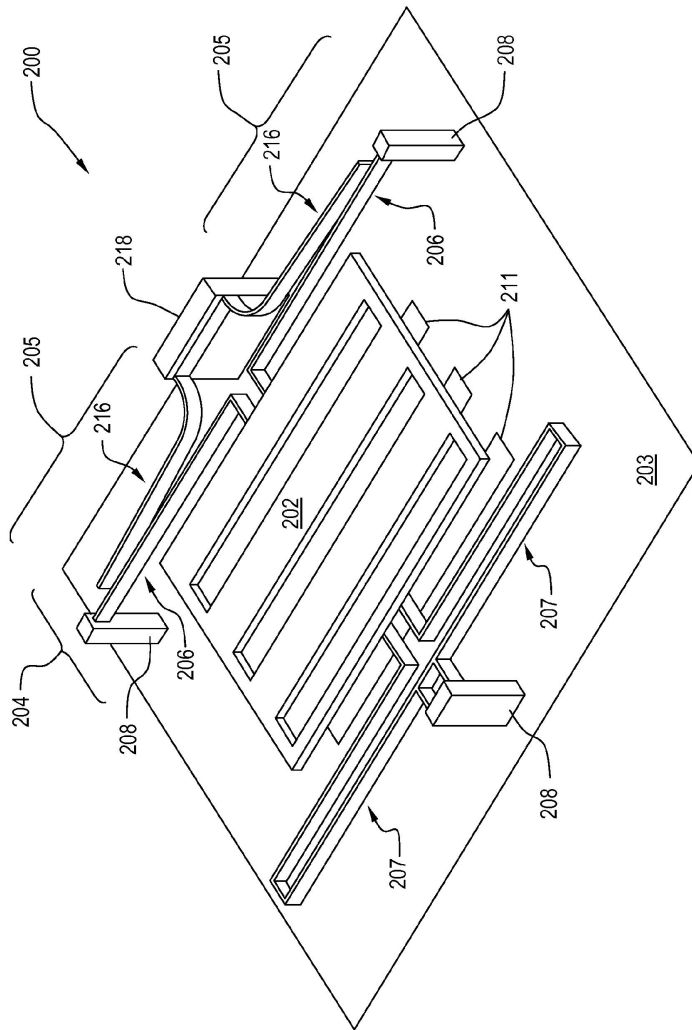
도면1a



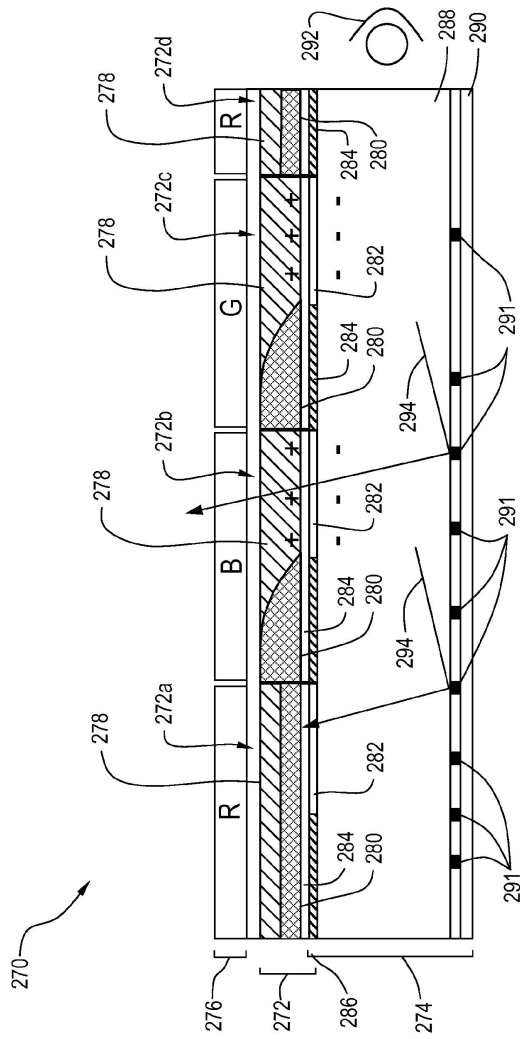
도면1b



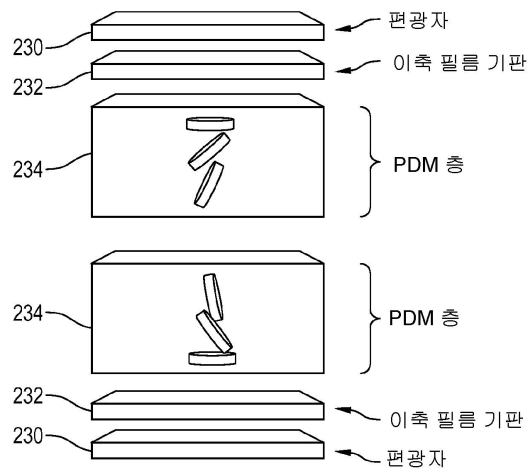
도면2a



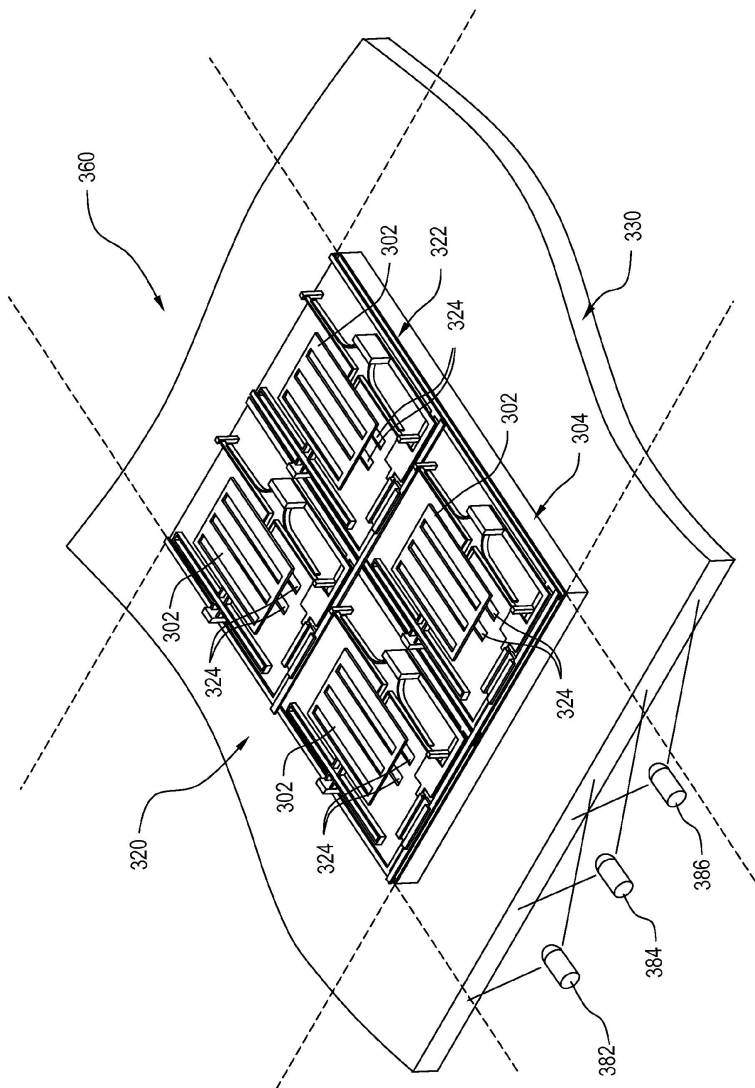
도면2b



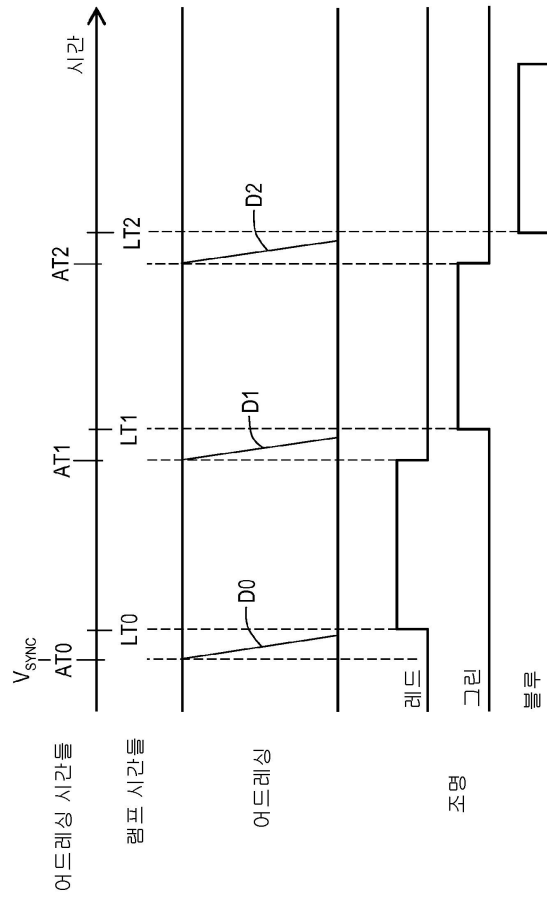
도면2c



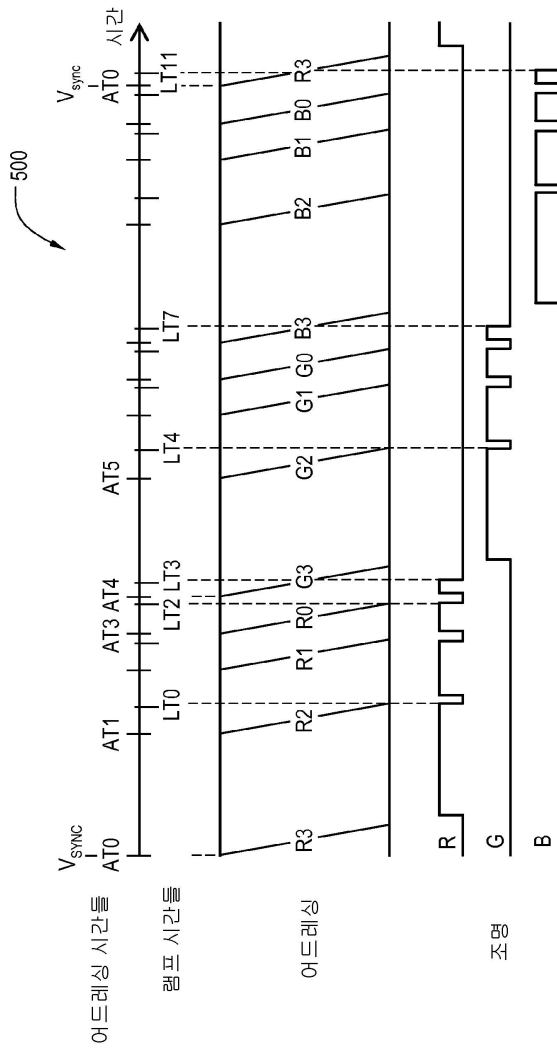
도면3



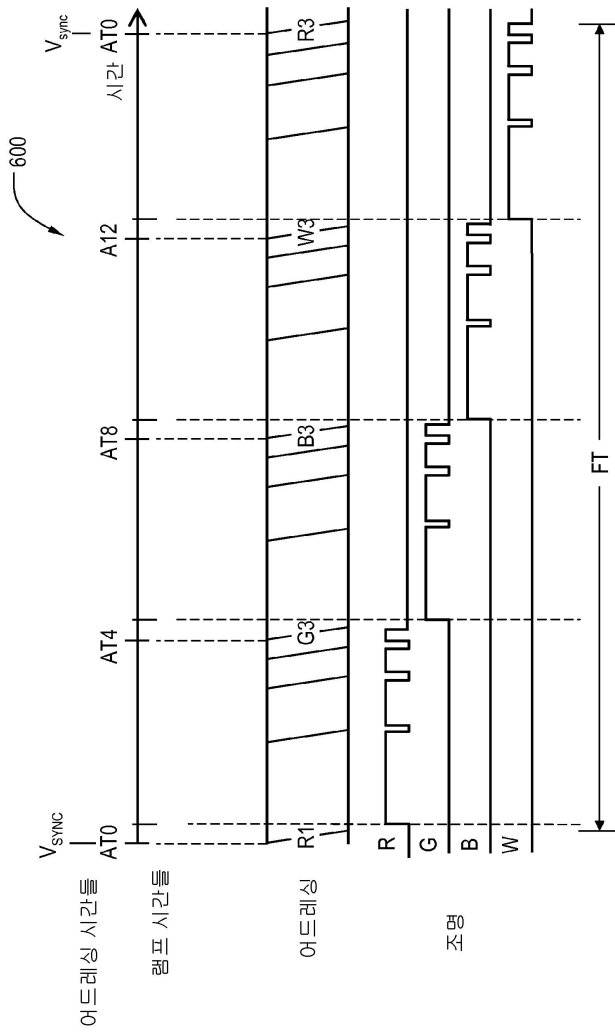
도면4



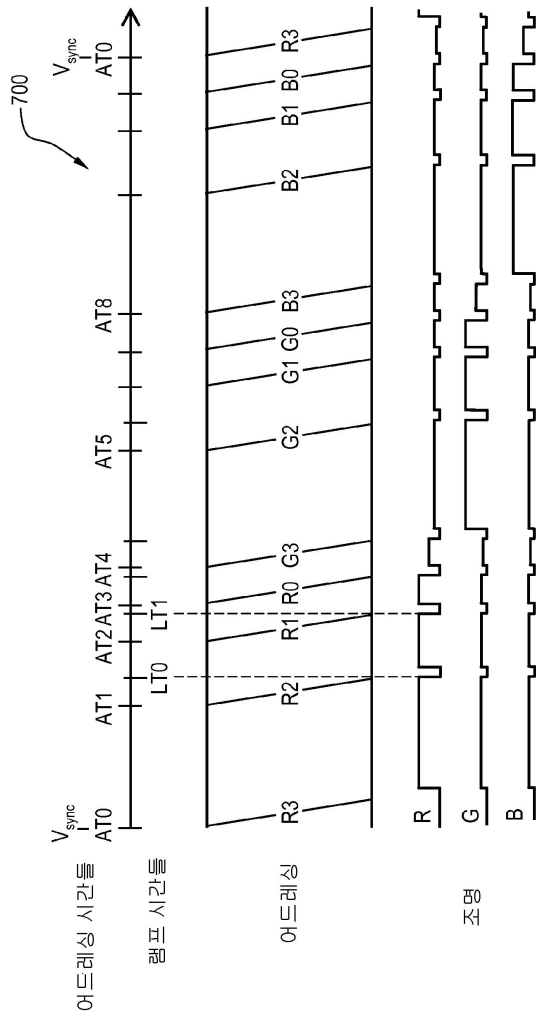
도면5



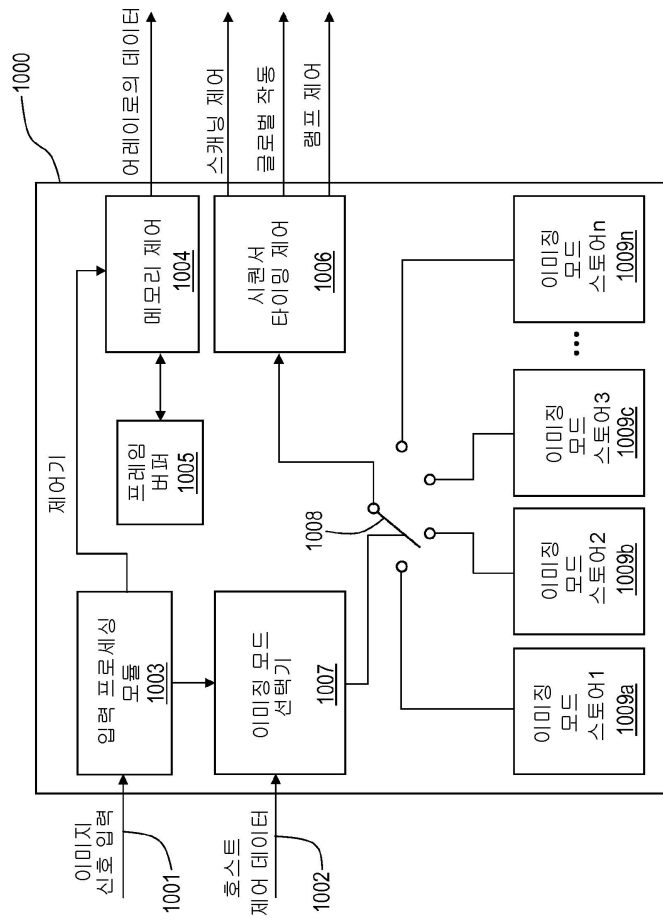
도면6



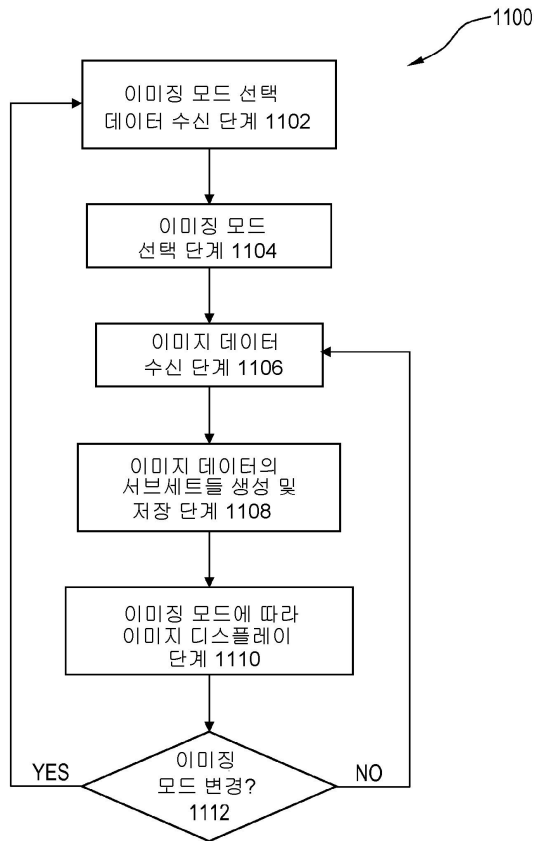
도면7



도면8



도면9



도면10

비트 #	7	6	5	4	3	2	1	0	휘도 레벨
가중치	128	64	32	16	8	4	2	1	
1	0	1	1	1	1	1	1	1	127
2	1	0	0	0	0	0	0	0	128

도면11

비트 #	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	후도 레벨
가중치	70	52	38	27	19	14	12	10	6	4	2	1	
	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	128
	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	128
	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	128
	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	128
	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	128
	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	127
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	127
	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	127
	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	127
	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	127

도면12a

1200

A1	A1	A1	A1	A1	A1
A2	A2	A2	A2	A2	A2
A1	A1	A1	A1	A1	A1
A2	A2	A2	A2	A2	A2
B2	B2	B2	B2	B2	B2
B1	B1	B1	B1	B1	B1

도면12b

1220

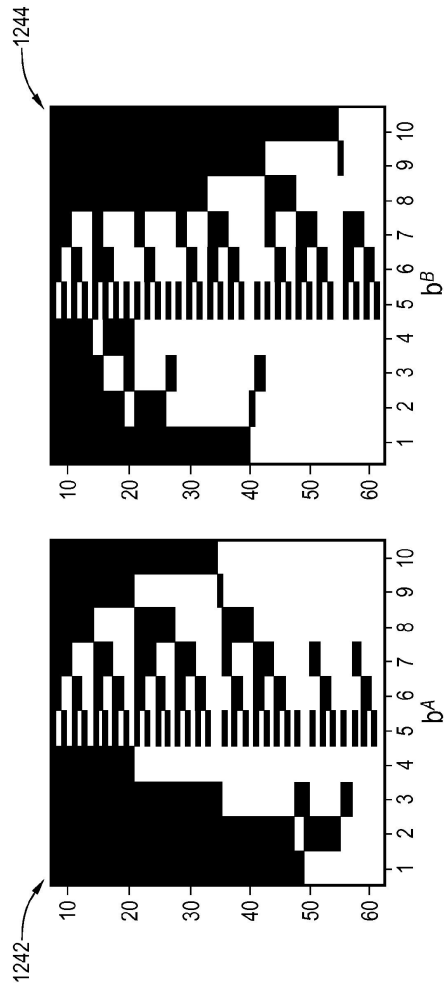
	비트 #	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	워드 레벨
	가중치	70	52	38	27	19	14	12	10	10	4	2	1	
A1		0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	128
A2		0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	128
B1		0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	127
B2		0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	127

도면12c

1230

b^A	b^B	b^A	b^B	...	b^A	b^B
b^B	b^A	b^B	b^A	...	b^B	b^A
b^A	b^B	b^A	b^B	...	b^A	b^B
...
b^A	b^B	b^A	b^B	...	b^A	b^B
b^B	b^A	b^B	b^A	...	b^B	b^A

도면12d

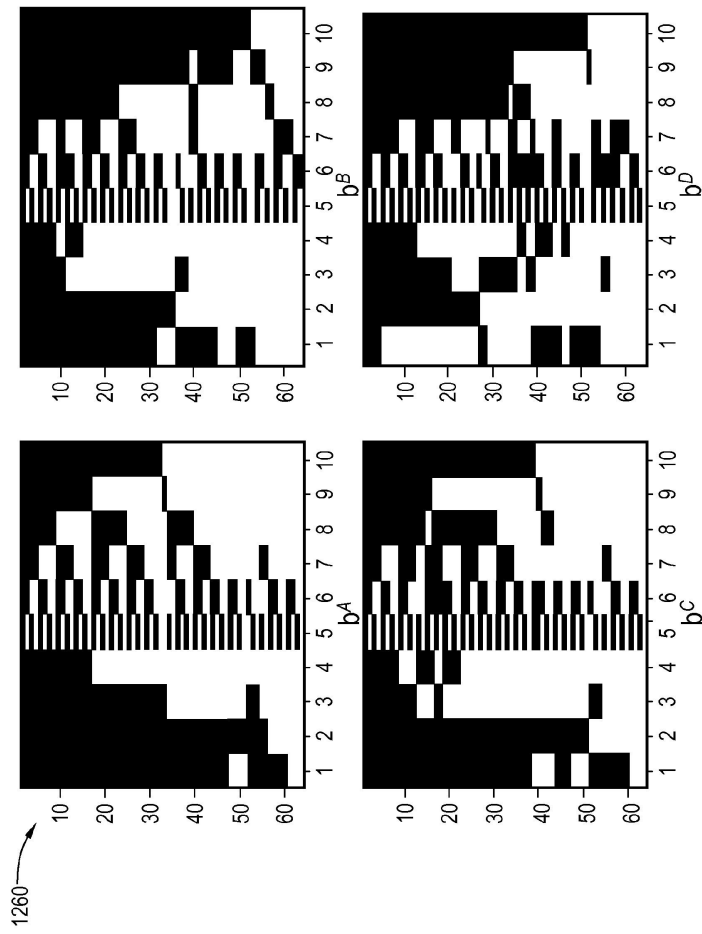


도면12e

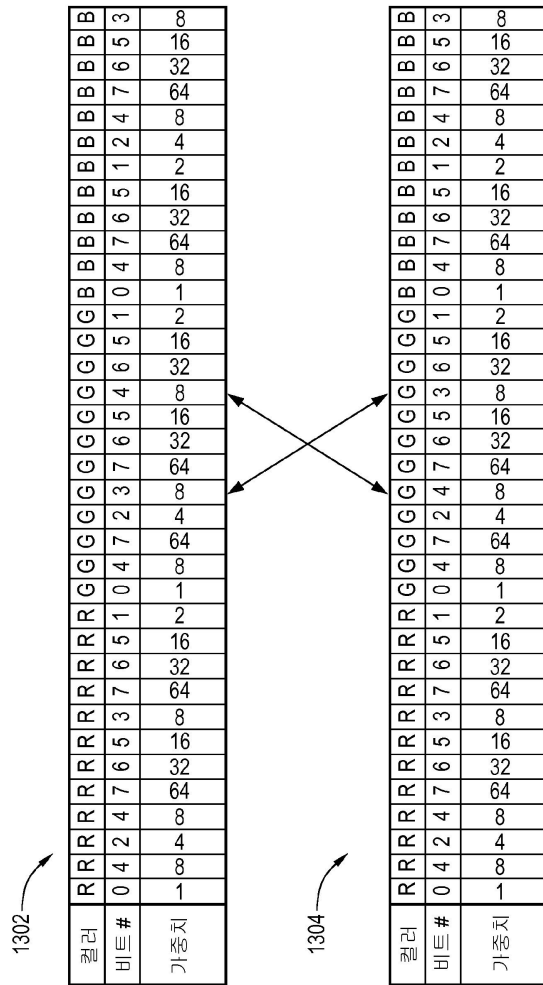
1250

b^A	b^B	b^A	b^B	...	b^A	b^B
b^C	b^D	b^C	b^D	...	b^C	b^D
...
b^A	b^B	b^A	b^B	...	b^A	b^B
b^C	b^D	b^C	b^D	...	b^C	b^D

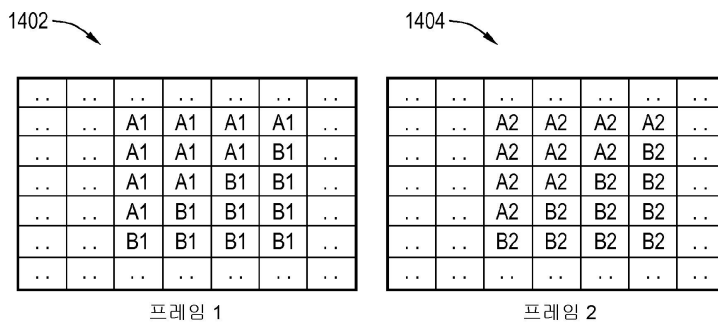
도면12f



도면13



도면14



도면15a

클럭	R	R	R	G	G	G	B	B	R	R	R	G	G	G	B	B	B	B		
비트 #	7	6	5	4	7	6	5	7	6	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	5

도면15b

[illegible]

도면15c

[illegible]

도면16a

컬러	R	R	G	B	B	R	R	G	G	B	B	B	R	R	G	G	B	B	B
비트 #	7	6	7	6	7	6	5	4	3	5	4	3	2	1	0	2	1	0	2
가중치	128	64	128	64	128	64	32	16	8	32	16	8	32	16	8	2	1	4	2

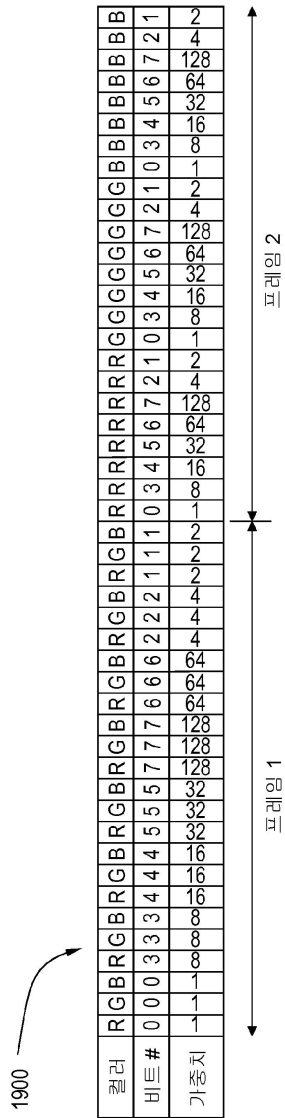
도면16b

	R	R	R	G	G	B	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	G	G	G	G	B	B	B	B	B
비트 #				11	10	9	8											7	6	5	4					
가중치				70	62	38	27											19	14	12	10					

도면17a

[illegible]

도면19



도면20

[illegible]

도면21a

[illegible]

도면21b

[illegible]

도면22

2202

컬러	비트 #	기준치
R	7	26
R	5	24
B	7	26
B	5	24
G	6	12
G	4	2
B	1	1
B	0	12
G	4	2
G	1	1
G	0	4
G	2	8
G	3	4
B	2	24
G	5	26
G	7	26
R	6	24
R	8	8
B	3	12
R	4	2
R	1	1
R	0	4
R	2	8
B	3	24
B	5	26
R	7	24
R	5	26

도면23a

