



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월09일
(11) 등록번호 10-1669015
(24) 등록일자 2016년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 9/31 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7009929
(22) 출원일자(국제) 2009년10월08일
심사청구일자 2014년10월01일
(85) 번역문제출일자 2011년04월29일
(65) 공개번호 10-2011-0083638
(43) 공개일자 2011년07월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/060071
(87) 국제공개번호 WO 2010/042771
국제공개일자 2010년04월15일
(30) 우선권주장
12/249,695 2008년10월10일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080005966 A*
KR1020080078599 A*
WO2006089041 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
오스텐도 테크놀로지스 인코포레이티드
미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파
세오 델 노르트 6185
(72) 발명자
엘-고루리 허세인 에스
미국 92009 캘리포니아 칼스배드 스폰빌 레인
7275
마점더 아다이티
미국 92617 캘리포니아 엘마인 프라사키 스트리트
2
(74) 대리인
특허법인신성

전체 청구항 수 : 총 29 항

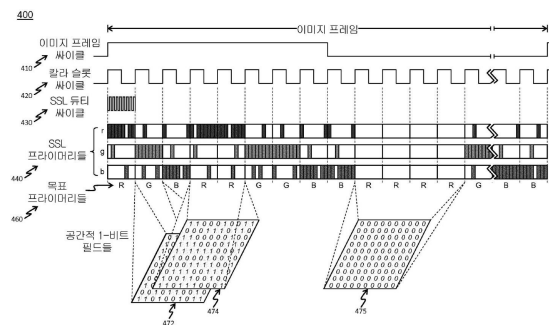
심사관 : 김창원

(54) 발명의 명칭 프라이머리 칼라들의 계층적 시간적 멀티플렉싱을 사용하는 프로젝션 디스플레이 시스템

(57) 요약

본 발명은, 디스플레이 시스템의 밝기와 효율뿐만 아니라 칼라 품질과 안정성을 향상시키기 위한, SSL-기반 시스템들의 네이티브 칼라 프라이머리들(native color primaries)을 고속 계층적 멀티플렉싱(high speed hierarchical multiplexing)하는 장치 방법 및 시스템에 대해 기술한다.

대표도



(72) 발명자

브라운 로버트 쥐 더블유

미국 92780 캘리포니아 터스틴 포플러 드라이브
14421

란존 앤드류 제이

미국 92078 캘리포니아 샌 마르코스 트릴로지 스트
리트 265

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 칼라 슬롯 각각의 내부의 다수의 픽셀을 조명하기 위한 다수의 픽셀 조명 장치 -각 픽셀은 디지털 제어 가능한 온/오프 상태를 가지며, 상기 다수의 픽셀 조명 장치는 솔리드 스테이트 라이트 소스들을 사용함-;

상기 다수의 디지털 제어 가능한 픽셀에 의해 생성된 이미지를 확대하도록 광학적으로 결합된 프로젝션 옵틱스;

상기 디지털 제어 가능한 픽셀들 각각의 온/오프 상태를 제어하기 위해 상기 픽셀 조명 장치들에 결합된 펄스폭 모듈레이션 기능 블록; 및

상기 다수의 디지털 제어 가능한 픽셀이 이미지 데이터에 대응하는 이미지를 생성할 수 있도록, 디지털 이미지 데이터와 다수의 다른 외부 입력들을 수신하고, 상기 다수의 픽셀 조명 장치와 상기 펄스폭 모듈레이션 기능 블록에 제어 및 동기화 신호들을 제공하는 계층적(hierarchical) 멀티플렉싱 기능 블록을 포함하며,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 3개 레벨의 프로세싱을 수행하되,

색영역 제어 레벨이라 불리는 제1프로세싱 레벨에서는, 목표 색 영역을 합성하기 위해 요구되는 상기 픽셀 조명 장치들 각각의 동시 온/오프 듀티 사이클들이 외부 입력에 의해 제공된 상기 픽셀 조명 장치들의 네이티브 칼라 프라이머리들의 색도 및 밝기 값들을 외부 입력에 의해 제공된 목표 색영역 칼라 프라이머리들의 색도 및 밝기 값들에 맵핑하는 것에 의해 계산되고,

화이트 포인트 제어 레벨이라 불리는 제2프로세싱 레벨에서는, 상기 제1프로세싱 레벨에서 계산된 상기 픽셀 조명 장치들의 동시 온/오프 듀티 사이클들이 외부 입력에 의해 제공된 요구되는 화이트 포인트의 색도 및 밝기 값들을 포함(incorporate)하도록 변경되고,

밝기 제어 레벨이라 불리는 제3프로세싱 레벨에서는, 상기 제2프로세싱 레벨에서 계산된 상기 픽셀 조명 장치들의 동시 온/오프 듀티 사이클들이 외부 입력에 의해 제공된 상기 디스플레이 시스템 화이트 포인트의 밝기 조절을 포함하도록 더 변경되는

솔리드 스테이트 라이트(solid state light) 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은

외부적으로 제공된 이미지 프레임 사이클 신호를 수신하고, 두개의 하단(lower tier) 동기화 신호들 - 상기 두개의 하단 동기화 신호들 중 첫번째 신호는 상기 이미지 프레임 사이클을 포함하는 칼라 슬롯들의 타이밍을 전달하고, 두번째 신호는 상기 다수의 칼라 슬롯 각각의 내부의 디지털 제어가능 픽셀들의 동시 온/오프 듀티 사이클들(simultaneous on/off duty cycles)의 타이밍을 전달함 - 을 생성하도록 결합되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 다수의 픽셀 조명 장치는 각각의 픽셀을 위한 다수의 라이트 칼라 프라이머리들(primaries)을 제공하고,

각 픽셀 조명 장치는 시간적(temporal) 제어 신호 - 상기 시간적 제어 신호는 각 칼라 슬롯 내의 상기 픽셀 조명 장치의 각 픽셀의 온/오프 상태가 상기 각각의 온/오프 듀티 사이클 타이밍에 동기되도록 시간적 제어하기

위한 것임 - 를 수신하도록 전기적으로 결합되는
솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 다수의 픽셀 조명 장치는

다른 라이트 칼라 프라이머리들에 대해 그리고 다른 칼라 슬롯 싸이클들 동안의 다른 온/오프 듀티 싸이클들에
서 동시에 동작하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은

목표 화이트 포인트를 합성하기 위해 요구되는 상기 다수의 픽셀 조명 장치의 라이트 칼라 프라이머리들 각각의
다수의 칼라 슬롯 싸이클의 각각 동안에 상기 동시 온/오프 듀티 싸이클들을 계산하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 펄스폭 모듈레이션 기능 블록은

상기 디지털 제어가능 픽셀들을 제어하기 위해 각 이미지 픽셀의 온/오프 상태를 나타내는 1비트-필드, 칼라 슬
롯 동기화 신호 및 상기 이미지 픽셀 온/오프 상태 1-비트 필드들에 적용될 칼라 슬롯 싸이클들의 개수를 나타
내는 디지털 제어 워드를 수신하도록 결합되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 다수의 픽셀 조명 장치 각각은 다수의 라이트 칼라 프라이머리들 중 하나를 제공하고, 각 픽셀 조명 장치는,
상기 각각의 온/오프 듀티 싸이클의 타이밍과 동기하여, 각 칼라 슬롯 내의 각 픽셀 조명 장치의 상기 온/
오프 상태의 시간적 제어를 위한 시간적 제어 신호를 수신하도록 전기적으로 결합되고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은, 상기 전달된 1-비트 필드들의 데이터에 적용될 칼라 슬롯 싸이클의 개수
를 나타내는 상기 디지털 제어 워드와 상기 디지털 이미지 픽셀 각각의 온/오프 상태를 나타내는 1-비트 필드들
을 상기 펄스폭 모듈레이션 기능 블록에 제공하는 것과 동기하여, 상기 픽셀 조명 장치에 상기 온/오프 상태 시
간적 제어 신호를 제공하도록 결합되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 다수의 픽셀 조명 장치는, 상기 각각의 온/오프 듀티 싸이클의 타이밍에 동기하여, 다수의 라이트 칼라 프라임리들을 제공하고, 각 픽셀 조명 장치는 각 칼라 슬롯 내의 상기 픽셀 조명 장치들의 온/오프 듀티 싸이클의 시간적 제어가 가능하도록 전기적으로 결합되고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은

상기 다수의 픽셀 조명 장치에 의해 생성되는 상기 라이트 칼라 프라임리들의 각각의 상기 밝기와 색도(솔리드 스테이트 라이트 소스 색영역(gamut))를 나타내는 외부 신호를 수신하고,

상기 디스플레이 시스템을 위한 목표 색영역(gamut)을 정의하는 칼라 프라임리들의 밝기(brightness)와 색도(chromaticity)를 나타내는 외부 신호를 수신하고,

상기 디스플레이 시스템을 위한 목표 화이트 포인트(white point)의 상기 밝기와 색도를 나타내는 외부 신호를 수신하도록 결합되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 솔리드 스테이트 라이트 소스들은 솔리드 스테이트 라이스 소스 색영역을 가지고, 상기 목표 색영역은 상기 솔리드 스테이트 라이트 소스 색영역 내에 완전히 포함되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 목표 색영역은 NTSC 또는 HDTV 디스플레이 시스템 색영역 표준인

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 다수의 픽셀 조명 장치는, 상기 각각의 온/오프 듀티 싸이클의 타이밍에 동기하여, 다수의 라이트 칼라 프라임리들을 제공하고, 각 픽셀 조명 장치는 다수의 칼라 슬롯 각각에 있어서의 각 픽셀 조명 장치의 상기 온/오프 상태의 시간적 제어가 가능하도록 전기적으로 결합되고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 상기 목표 색영역을 정의하는 상기 칼라 프라임리들 각각을 합성하는데 필요한 상기 다수의 픽셀 조명 장치들에 의해 생성된 각각의 상기 라이트 칼라 프라임리들의 각각의 칼라 슬롯들 동안의 상기 동시 온/오프 듀티 싸이클을 계산하도록 결합되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은

각 이미지 프레임 싸이클내에서 다수의 칼라 슬롯을 상기 합성된 칼라 프라임리들에게 할당하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 펄스폭 모듈레이션 기능 블록은 각 이미지 픽셀 온/오프 상태를 나타내는 1-비트 필드, 칼라 슬롯 동기화 신호 및 상기 픽셀들 각각의 상태를 제어하기 위해 상기 이미지 픽셀의 온/오프 상태 1-비트 필드에 적용될 칼라 슬롯 싸이클의 개수를 나타내는 디지털 제어워드를 수신하도록 결합되고,

상기 할당된 개수의 칼라 슬롯은 상기 1-비트 필드들을 사용하는 상기 디지털 이미지 데이터 내의 상기 이미지 픽셀의 그레이스케일 값들 각각의 다수 비트 워드의 값을 전달하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 14

제 8항에 있어서,

상기 칼라 슬롯들은 상기 목표 색영역 칼라 프라이머리들을 합성하기 위한 복수의 상기 픽셀 조명 장치 온/오프 듀티 싸이클로 구성된

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 15

제 8항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은

동일한 합성된 칼라 프라이머리에 할당된 칼라 슬롯들의 과도한 시간적 근접성에 의해 유발되는 시간적 스페클(temporeal speckle)을 줄이기 위해 상기 목표 색영역 칼라 프라이머리들에 할당된 상기 칼라 슬롯들을 인터리브하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 16

제 8항에 있어서,

상기 펄스폭 모듈레이션 기능 블록은 각 이미지 픽셀의 온/오프 상태를 나타내는 1-비트 필드와, 칼라 슬롯 동기화 신호 및 상기 픽셀들 각각의 반사 상태들(reflective states)을 제어하기 위해 상기 이미지 픽셀의 온/오프 상태 1-비트 필드에 적용될 칼라 슬롯 싸이클의 개수를 나타내는 디지털 제어 워드를 수신하도록 결합되고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은, 상기 이미지 픽셀들 각각에 대한 영(zero) 값을 포함하는 1-비트 필드들과 연관된 상기 합성된 칼라 프라이머리들 중 어느 것이라도 할당된 상기 칼라 슬롯들 동안에, 모든 픽셀 조명 장치들을 턴오프하여 블랙 프라이머리를 삽입하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 17

삭제

청구항 18

제 1항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 2개의 프로세싱 모듈로 구성되고,

시간적 모듈레이션 모듈이라 불리는 각 레벨의 제1프로세싱 모듈에서는, 상기 목표 색영역을 합성하기 위해 요구되는 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 동시 온/오프 듀티 사이클들이 계산되고,

밝기 모듈이라 불리는 상기 제2프로세싱 모듈에서는, 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 계산된 동시 온/오프 듀티 사이클들이 상기 디스플레이 시스템 화이트 포인트 밝기를 합성하기 위해 변경되는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 19

제 1항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 상기 3개 레벨의 프로세싱을 수행하되,

각 프로세싱 레벨들은 상기 디스플레이 시스템의 특성들인 목표 색영역, 화이트 포인트 및 밝기 중 하나만을 제어하는데 있어서 독립적인 레벨이고,

상기 제2 및 제3프로세싱 레벨 각각은 상기 제1프로세싱 레벨, 및 상기 제1 및 제2프로세싱 레벨에서 각각 설정되었던 디스플레이 시스템의 상기 특성들을 변경하지 않음으로써 불변(invariant)인 레벨이고,

각 프로세싱 레벨은, 각 프로세싱 레벨이 동일한 2개의 프로세싱 모듈을 사용하지만, 상기 디스플레이 시스템의 다른 특성들에 영향을 주도록 다른 입력들을 가지는, 불변의 프로세싱인

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 20

제 1항에 있어서,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 상기 3개 레벨의 프로세싱을 수행하되,

상기 색영역 제어 및 화이트 포인트 제어 레벨들 각각은 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 계산된 동시 온/오프 듀티 사이클들을 스케일링 업(scaling up)하는 것에 의해 상기 디스플레이 시스템의 밝기를 최대화해, 이들 온/오프 듀티 사이클들 중 가장 큰 것이 상기 솔리드 스테이트 라이트 기반 디스플레이 시스템의 최대값으로 설정되도록 하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 21

제 1항에 있어서,

상기 프로세싱 레벨들은 상기 이미지 데이터 그레이스케일 값들을 바이어싱하지 않거나 또는 변경함이 없이 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 온/오프 듀티 사이클들 만을 조절하여 상기 디스플레이 시스템 색영역 및 화이트 포인트 밝기와 색도의 제어를 활성화하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 22

제 1항에 있어서,

상기 픽셀 조명 장치들을 온/오프 듀티 사이클들에서 동작시키는 것 때문에, 상기 프로세싱 레벨들은, 상기 솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템이, 솔리드 스테이트 라이트 장치들을 칼라 시퀀셜 패션에서 직접적으로 사용하는 디스플레이 시스템보다, 더 높은 레벨의 밝기와 월-플러그 효율을 달성할 수 있게 하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 23

제 1항에 있어서,

상기 픽셀 조명 장치들은

솔리드 스테이트 라이트 소스들; 및

픽셀들 각각의 반사 상태를 시간적으로 제어하기 위해 결합된, 다수의 마이크로 거울들 또는 다수의 액체 크리스탈 셀들로 구성되는, 반사 타입의 이미징 장치를 포함하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 24

제 1항에 있어서,

목표 색 영역을 정의하는 상기 칼라 프라이머리들은 적어도 적, 녹, 청록(blue cyan), 자홍(magenta) 및 황색을 포함하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 25

제 1항에 있어서,

상기 다수의 픽셀 조명 장치는 다수의 라이트 칼라 프라이머리들을 제공하고, 각 픽셀 조명 장치는, 상기 각각의 온/오프 듀티 사이클의 타이밍과 동기하여, 다수의 칼라 슬롯 각각 내의 각 픽셀 조명 장치의 온/오프 상태의 시간적 제어가 가능하도록 전기적으로 결합되고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 외부적으로 제공된 이미지 프레임 사이클 신호를 수신하고, 두개의 하단 동기화 신호들을 생성하도록 결합되고 -상기 두개의 하단 동기화 신호들 중 첫번째 신호는 상기 이미지 프레임 사이클을 포함하는 칼라 슬롯들의 타이밍을 전달하고, 두번째 신호는 상기 다수의 칼라 슬롯 각각의 내부의 상기 조명 장치들의 동시 온/오프 듀티 사이클들의 타이밍을 전달함-, 상기 목표 색영역을 정의하는 상기 칼라 프라이머리들 각각을 합성하기 위해 요구되는 상기 다수의 픽셀 조명 장치에 의해 생성된 상기 라이트 칼라 프라이머리들 각각의 칼라 슬롯들 각각 동안에, 상기 동시 온/오프 듀티 사이클들을 계산하고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 상기 목표 화이트 포인트를 합성하기 위해 요구되는 상기 픽셀 조명 장치 칼라 프라이머리들 각각의 다수의 칼라 슬롯 사이클의 각각 동안에, 상기 동시 온/오프 듀티 사이클들을 계산하고,

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은 상기 이미지 프레임 사이클 동안에 상기 합성된 목표 칼라 프라이머리들 각각의 포화(saturation) 레벨의 제어를 허용하기에 충분한 합성된 목표 화이트 포인트에 복수의 칼라 슬롯을 할당하는

솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 26

제 1항에 있어서,

상기 솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템은 디스플레이된 이미지에 걸쳐서 칼라와 밝기의 균일성을 달성하기 위해 멀티-프로젝터 어레이(array) (타일드(tiled)) 디스플레이 시스템에서 복수개 사용되는 솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템.

청구항 27

삭제

청구항 28

다수의 칼라 슬롯 각각에 있어서의 다수의 픽셀을 조명하기 위한 다수의 픽셀 조명 장치 -각 픽셀은 디지털 제어 가능한 온/오프 상태를 가지며, 상기 픽셀 조명 장치들은 솔리드 스테이트 라이트 소스들을 사용함- 및 상기 다수의 디지털 제어 가능한 픽셀에 의해 생성된 이미지를 확대하도록 광학적으로 결합된 프로젝션 옵틱스를 가지는 솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템에 있어서,

색영역 제어 레벨이라 불리는 제1프로세싱 레벨에서, 외부 입력 신호에 응답하여, 솔리드 스테이스 라이트 소스의 에이징과 동작 온도 변화와 연관된 칼라와 밝기 이동이 정정되고, 외부 입력에 의해 제공되는 상기 픽셀 조명 장치들의 네이티브 칼라 프라이머리들의 색도 및 밝기 값들을 외부 입력에 의해 제공되는 목표 색영역 칼라 프라이머리들의 색도 및 밝기 값들에 맵핑하는 것에 의해 목표 색 영역을 합성하기 위해 요구되는 상기 픽셀 조명 장치들 각각의 동시 온/오프 듀티 싸이클들을 계산하는 단계;

화이트 포인트 제어 레벨이라 불리는 제2프로세싱 레벨에서, 외부 입력에 의해 제공되는 요구되는 화이트 포인트의 색도 및 밝기 값들을 포함(incorporate)하도록 상기 제1프로세싱 레벨에서 계산된 상기 픽셀 조명 장치들의 동시 온/오프 듀티 싸이클들을 변경하는 단계; 및

밝기 제어 레벨이라 불리는 제3프로세싱 레벨에서, 외부 입력에 의해 제공된 상기 디스플레이 시스템 화이트 포인트의 밝기 조절을 포함하도록 상기 제2프로세싱 레벨에서 계산된 상기 픽셀 조명 장치들의 동시 온/오프 듀티 싸이클들을 변경하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 29

제 28항에 있어서,

각 프로세싱 레벨은 상기 디스플레이 시스템의 특성들인 목표 색영역, 화이트 포인트 및 밝기 중 하나만을 제어 하는데 있어서 독립적인 레벨이고,

상기 제2 및 제3프로세싱 레벨 각각은 상기 제1프로세싱 레벨, 및 상기 제1 및 제2프로세싱 레벨에서 각각 설정되었던 디스플레이 시스템의 상기 특성들을 변경하지 않음으로써 불변(invariant)인 레벨이고,

각 프로세싱 레벨은 각 프로세싱 레벨이 동일한 2개의 프로세싱 모듈을 사용하지만, 상기 디스플레이 시스템의 다른 특성들에 영향을 주도록 다른 입력들을 가지는, 불변의 프로세싱인

방법.

청구항 30

제 29항에 있어서,

시간적 모듈레이션 모듈이라고 불리는 각 레벨의 제1프로세싱 모듈에서는, 상기 목표 색 영역을 합성하기 위해 요구되는 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 동시 온/오프 듀티 싸이클들이 계산되고,

밝기 모듈이라 불리는 제2프로세싱 모듈에서는, 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 계산된 동시 온/오프 듀티 싸이

클들이 상기 디스플레이 시스템 화이트 포인트 밝기를 합성하기 위해 변경되는 방법.

청구항 31

제 28항에 있어서,

상기 색 영역 제어 및 화이트 포인트 제어 레벨들 각각은 상기 픽셀 조명 장치들의 상기 계산된 동시 온/오프 듀티 사이클들을 스케일링 업(scaling up)하는 것에 의해 상기 디스플레이 시스템의 밝기를 최대화해, 이들 온/오프 듀티 사이클들 중 가장 큰 것이 상기 솔리드 스테이트 라이트 기반 프로젝션 디스플레이 시스템의 최대값으로 설정되도록 하는

방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이 시스템 분야와 관련된 것으로, 더욱 상세하게는, 목표 색영역(target gamut)을 갖는 이미지 데이터로부터 이미지를 디스플레이하기 위한 네이티브 색영역(native gamut)을 갖는 솔리드 스테이트 라이트 소스(solid state light source) 기반 디스플레이 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1a는 일반적인 공간적으로 모듈레이트된(spatially modulated) 프로젝션 시스템을 도시한다. 중심으로부터 가장 공간적으로 모듈레이트된(central to most spatially modulated) 칼라 프로젝션 시스템("Projection Displays", E.H.Stupp et al., John Wiley and Sons Ltd., 1999 참조), 예를 들어 마이크로 미러(micro mirrors) 또는 실리콘 상의 리퀴드 크리스탈 셀(LCOS: Liquid Crystal on Silicon) 프로젝터, 는 흰색 라이트 램프(110) 및 칼라 휠(120)을 포함하는 라이트 파이프(light pipe)이다. 칼라 휠(120)은 보통 적(red), 녹(green), 청(blue) {R,G,B} 프라이머리들(primaries)의 스펙트럼(spectrum)을 선택적으로 통과시키기 위한 3개의 다른 타입의 필터를 포함한다. 최근에, 칼라 휠은 미리 정의된 칼라 셋(predifined set of colors), 특히 회색들(미국특허 6,910,777 참조), 을 재생(reproduce)하기 위해 선택적으로 사용되는 4번째의 투명한(clear) 필터 역시 제공한다. 이 4 칼라 프라이머리 시스템은 프린터들의 CMYK 칼라 시스템과 유사하며, 더 높은 밝기(brightness)와 콘트라스트(contrast) 사양을 가능하게 한다. 이러한 개념은 재생된 색 영역(reproduced color gamut)을 확장하기 위한 5개 또는 그 이상의 프라이머리들을 제공하는 것이 일반화되었다(미국 특허 5,526,063 및 6,769,772 참조).

[0003] 그러나, 모든 이러한 시스템들에서, 어느 특정한 경우의 시간(instance of time)에서, 칼라 프라이머리들 중 하나(예, 적, 녹 또는 청)만이 턴온될 수 있다. 그러므로, 디스플레이 시스템의 칼라 특성들(properties)은 칼라 휠(120)에서 사용되는 칼라 필터들의 색차(chrominance) 및 휘도(luminance)에 특성들에 의해 완전히 좌우된다("Visible Laser and Laser Array Sources for Projection Displays", Jansen et al., Proc. of SPIE Vol. 6135, 2006 참조). 예를 들어, 디스플레이 시스템의 색영역은 미리 정의된 표준 색영역에 매치시키기 위해 변경될 수 없다. 결과적으로, 디스플레이 장치 성능(performance)은 칼라 휠(120) 상에서 사용되는 칼라 프라이머리 필터들의 품질 및 이들 프라이머리들이 미리 정의된 표준 또는 목표 색영역 칼라 프라이머리들에 (색차 면에서)얼마나 가까운지에 크게 의존적이다. 특히 표준의 개수가 정의되어 있으며 오늘날에는 이것이 빠르게 재정의되므로, 이는 심각한 제약이 될 수 있다.

[0004] 최근에, 다른 디스플레이 산업과 마찬가지로 프로젝션 산업은 디스플레이 품질을 희생하지 않고 소형(compact), 로우-파워(low-power), 긴-수명(high-longevity) 프로젝터를 제조하는 방향으로 움직여 왔다. 이는 발광 다이오드(LED: Light Emitting Diode) 및 레이저 다이오드(LD: Laser Diode)와 같은 솔리드 스테이트 라이트(SSL: Solid State Light) 소스에 의해 조명되는 프로젝터들의 출현을 가져왔다(미국특허 7,101,049, 미국특허 7,334,901 참조, 이들의 개시내용은 여기에 포함됨). SSL 소스는 수십에서 수백배 밝고(bright) 강렬한(saturated) 칼라를 높은 수명으로 제공할 수 있다. 도 1b는 SSL 소스(140)를 사용하는 공간적으로 모듈레이트

된 프로젝션 시스템을 도시한다. 도 1b에 도시된 프로젝션 시스템의 라이트 파이프 내의 칼라 프라이머리들 각각은 하나 또는 특정 칼라의 어레이 SSL로 구성된 SSL(140)에 의해 생성된다(미국특허 7,101,049, 7210,806 및 7,334,901 그리고 "Visible Laser and Laser Array Sources for Projection Displays", Jansen et al., Proc. of SPIE Vol.6135, 2006. 참조). 더욱이, 다수의 라이트 소스에 의해 다수의 프라이머리들이 제공되므로, 라이트 파이프는 어떤 칼라 휠도 포함할 필요가 없다. 이 발명의 문맥으로 도 1b에 도시된 프로젝션 시스템 아키텍처의 가장 중요한 특징은, 전구와 칼라 휠을 사용하는 프로젝터들과는 다르게, 도 1b에 도시된 프로젝션 시스템 아키텍처와 같은 다수의 SSL을 사용하는 프로젝터들에서는, 선행기술(미국특허 7,334,901)에 개시된 바와 같이 하나 이상의 프라이머리가 동시에 턴온될 수 있다는 것이다. 또한, 도 1a에 도시된 것과 같은, 대부분의 프로젝션 시스템에서 사용되는 (일반적으로 턴온되기 위해 수십초가 요구되는) 아크 등(arc lamp)과는 다르게, SSL은 마이크로초 보다 훨씬 작은 시간에서 스위치 온/오프 될 수 있다.

[0005] 도 1a와 같은 종래의 공간적으로 모듈레이트된 프로젝터에 있어서, 디스플레이의 칼라 특성들이 칼라 필터들의 물리적 특성에 의해 완전히 좌우되기 때문에, 칼라 특성들은 오직 제한된 방식으로만 조절될 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 시스템의 색영역을 도 2(u',v') 색도 칼라 공간으로 구현된 다양한 색영역을 보여줌에 도시된 NTSC(210) 또는 HDTV(220)와 같은 미리 정의된 표준들에 매칭시킬 수 있다. 화이트 포인트(white point) 또는 밝기는 디스플레이 시장의 어떠한 프로젝션-기반 제품에 대해서도 중요한 성능 파라미터이다. 그러나, 도 1a에 도시된 것과 같은 종래의 공간적으로 모듈레이트된 프로젝터들에 의해 생성된 색영역은 그것의 적, 녹, 청 필터들의 색도 좌표들에 의해 정의되며, 칼라 필터들(120) 또는 전구들(110)을 바꾸지 않고는 변경될 수 없다. 일반적으로, 도 1a에 도시된 것과 같은 종래의 공간적으로 모듈레이트된 프로젝터들의 화이트 포인트는, 줄어든 콘트라스트, 다이내믹 레인지(dynamic range), 월-플러그 효율(wall-plug efficiency) 및 전체적으로 얻어진 밝기를 희생하고, 칼라 프라이머리들 각각의 디스플레이된 이미지 픽셀들의 그레이스케일(grayscale) 값을 바이어싱(biasing)하는 제한된 방법에 의해서만 변경될 수 있다. 또한, 종종 이러한 특성들을 변경하기 위한 제어는 다른 것들에 독립적으로 이루어지지 않으며, 컨버전스(convergence) 문제들로 고생하게 될 매우 어려운 캘리브레이션 과정을 유발한다. 특히, 만약에 밝기 및 화이트 포인트와 같은 다수의 특성들을 같이 최적화하려고 하는 경우에 이러한 어려움은 더 커진다.

[0006] 디스플레이 시스템이 칼라 특성 표준 파라미터들(색영역, 밝기 및 화이트 포인트 같은 것들)과 호환되도록 보장하기 위해, 디스플레이 산업은 라이트 소스들(110)과 칼라 필터들(120)을 제조할 때 엄격한 품질 절차를 따라야 한다. 예를 들어, 만약 칼라 필터들(120)로부터의 색영역이 NTSC 색영역(210)을 포함(cover)하지 못한다면, 복잡한 색영역 맵핑 방법들이 도구화되어야(instrumented) 하고, 도 2에서 사용되는 SSL 소스들(140)과 같은 넓은 색영역 라이트 소스들이 사용되더라도 요구되는 시각적 품질을 여전히 제공하지 못할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, SSL 소스들(140)에 의해 제공된 색영역들(250, 260)은, NTSC(210) 또는 HDTV(220)과 같은 일반적인 상용 디스플레이 시스템 색 영역보다 훨씬 넓다. 디스플레이 시스템의 네이티브 색영역(native gamut)이 목표 색영역보다 훨씬 넓은 경우에, 도 1b에 도시된 SSL 기반 프로젝션 디스플레이 시스템 아키텍처와 같은 것이 NTSC(210) 또는 HDTV(220)와 같은 상용 디스플레이 색영역을 목표로 사용되는 경우에, 특별한 칼라 맵핑 기술들이 디스플레이의 네이티브 색영역을 목표 색영역으로 제한하기 위해 사용된다. 게다가, SSL 소스들의 일반적인 넓은 색영역들(250, 260)에 의해 제공되는 잠정적으로 높은 광속(luminous flux)을 버리면서, 이러한 기술들은 종종 심하게 비-선형적이고 종종 각 특정 SSL 장치에 맞게 조절되는 것(custom fit)을 필요로 한다.

[0007] 이 발명의 계층적 멀티칼라 프라이머리 멀티플렉싱(hierarchical multicolor primaries multiplexing) 시스템은, 모든 이러한 경직성(rigidities)을 제거하기 위해, SSL-기반 프로젝션 디스플레이 시스템에 의해 동시에 제공되는 다수 칼라 프라이머리의 능력(capability)을 이용한다(미국특허 7,334,901 참조). 이 발명의 계층적 칼라 프라이머리 멀티플렉싱 시스템을 사용하여, 표준 색영역, 화이트 포인트 및 밝기에 맞는 디스플레이 시스템이 SSL 소스들의 넓은 가변성을 위해 쉽게 제공될 수 있다. 이는 미리 정의된 표준들에 엄격히 부합되지 않을 수 있다. 또한, 이 발명의 계층적 멀티칼라 프라이머리 멀티플렉싱 시스템은 요구되는 목표 색영역과 화이트 포인트 규격에 완전히 부합하면서, 디스플레이 시스템의 능력, 특히 밝기와 월-플러그 효율, 을 최대화하기 위해 사용될 수 있다.

[0008] 중심으로부터 다수 프로젝션(central to manmy projection) 디스플레이 시스템은, 마이크로 미러와 LCOS 장치들과 같은 공간적 라이트 모듈레이터(SLM: Spatial light modulator)이다(미국특허 5,535,047 및 4,596,992 참조). 도 1a와 도 1b에 도시된, 마이크로 미러 또는 LCOS 장치들과 같은 반사 타입(reflective type) SLM 장치들을 사용하는 이러한 프로젝션 시스템들에 있어서, SLM 장치 픽셀들 각각의 반사 상태가 디지털 이미지를 형성하는 픽셀들 각각의 원하는 온/오프 상태에 기초하여 디지털적으로 설정될 수 있다. 프로젝션 이미지는, SLM

장치와 각 칼라 픽셀의 이미지 픽셀 그레이스케일 데이터를 공간적으로 사용하는 디스플레이 시스템 칼라 프라이머리들 각각을 순차적으로(sequentially) 모듈레이팅하는 것에 의해, 형성된다. 일반적으로 다수 비트 워드(multiple bit words)라고 표현되는 각 칼라 프라이머리를 위한 픽셀 그레이스케일 데이터는, 일반적으로 펄스 폭 모듈레이션(PWM: Pulse Width Modulation) 기술을 사용하는 시리얼 비트 스트림(serial bit stream)으로 변환된다. PWM 비트들은 SLM 장치 픽셀 온/오프 상태를 설정하기 위해 사용된다. 일반적으로, 각 칼라 프라이머리와 연관된 디지털 이미지 데이터는 SLM 장치에 의해 순차적으로 시간적 멀티플렉싱 방식(temporal multiplexing fashion)으로 모듈레이팅된다. PWM 기술과 함께 프라이머리들 각각의 시간적 멀티플렉싱 기술은 각 칼라 프라이머리(이는 각 이미지 픽셀 칼라 프라이머리의 다른 그레이스케일 값을 나타내는 픽셀 각각의 온/오프 상태를 설정하기 위해 SLM 장치에 로드됨)를 위한 공간적 모듈레이션 1-비트 플레인들을 생성하기 위해 사용된다(미국특허 5,280,277 참조). 그러나, 도 1b에 도시된 아키텍처와 같이 SSL 소스들이 사용되는 경우에, SSL 소스에 의해 생성된 칼라 프라이머리들이, 도 2에 도시된 대부분의 상업용 디스플레이 시스템을 위해 요구되는 색영역과 다른 색도 특성을 일반적으로 가질 수 있다. 결과적으로 디스플레이 시스템의 네이티브 칼라 프라이머리들(SSL 장치들에 의해 생성되는 네이티브 칼라 프라이머리들을 의미함)에 대한 종래의 시간적 멀티플렉싱은 사용될 수 없다. 또한, 앞서 설명한 바와 같이, 현재 SSL-기반 프로젝션 시스템들에서 사용되고 있는 색영역 맵핑 스킴(scheme)은 경직되어 있으며(inflexible) 비효율적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009]

그러므로, 본 발명의 목적은, 칼라 품질과 안정성뿐만이 아니라 디스플레이 시스템의 효율을 개선하기 위한, SSL-기반 프로젝션 시스템들에서 사용될 수 있는 계층적 멀티칼라 시간적 멀티플렉싱 시스템을 개시하고자 하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0010]

본 발명의 바람직한 실시예는, 디스플레이 시스템의 효율성뿐만이 아니라 칼라 품질 및 안정성을 개선하기 위해, SSL-기반 디스플레이 시스템의 네이티브 칼라 프라이머리들을 계층적으로 멀티플렉싱하기 위한 장치, 방법 및 시스템을 제공한다. 이 목적은 SSL 장치의 고속 온/오프 스위칭 능력과 다른 SSL 프라이머리들의 가능한 온-사이클 동시성을 이용하고, 새로운 셋의 칼라 프라이머리들을 합성하기 위한 SSL 장치들의 네이티브 칼라 프라이머리들을 계층적으로 멀티플렉싱하고, 프로젝션 이미지를 생성하기 위한 SLM 장치에 의해 모듈레이팅될 공간적 칼라 필드들을 생성하기 위한 새로 합성된 칼라 프라이머리들을 시간적으로 멀티플렉싱하는 것에 의해 얻어진다. 제1레벨의 계층에서, SSL 장치 네이티브 프라이머리들은, 합성된 칼라 프라이머리들의 셋을 생성하기 위한 다른 SSL 네이티브 프라이머리들의 적절한 비율(proportion)을 할당하기 위해, 동시에 시간적으로 멀티플렉싱된다. 합성된 칼라 프라이머리들 각각은 그러므로 SSL 네이티브 칼라 프라이머리들의 고속 동시 시간적 멀티플렉싱된 패턴들에 의해 생성된다. 제2레벨의 계층에서, 이들 동시에 멀티플렉싱된 패턴들 각각은 새로 합성된 칼라 프라이머리를 나타내는 SSL 네이티브 칼라 프라이머리들의 하나의(single) 시간적 멀티플렉싱 블록으로서 고려된다. SSL 네이티브 칼라 프라이머리들의 동시 시간적 멀티플렉싱 블록들은, 디지털 이미지 픽셀(합성된 칼라 프라이머리를 사용하여 표현되는)의 그레이스케일 값들과 관련된 특정한 화이트 포인트를 생성하기 위해 더 시간적으로 멀티플렉싱된다. 그러므로, SSL 네이티브 칼라 프라이머리들의 시간적 멀티플렉싱 블록은, 제2레벨에서 생성되고, 디스플레이 시스템의 밝기를 증가시키기 위한 네이티브 SSL 프라이머리들의 동시성에 기인한 증가된 광속을 이용하기 위한 계층의 제3레벨에서 스케일링된다.

도면의 간단한 설명

[0011]

본 발명은 예시적인 방법으로 도시되며, 제한적인 방법으로 도시되지 않는다. 다음의 도면들에서 동일한 참조번호들은 유사한 구성을 나타낸다.

도 1a는 칼라 휠 기반 SLM 프로젝터의 라이트 경로를 도시한다.

도 1b는 SSL 기반 SLM 프로젝터의 라이트 경로를 도시한다.

도 2는 SSL 장치들의 색영역 능력과 관련된 일반적인 목표 색영역들을 도시한다.

도 3은 본 발명의 계층적 시간적 멀티플렉싱을 포함하는 SSL 기반 SLM 프로젝터의 블록도이다.

도 4는 본 발명의 계층적 시간적 멀티플렉싱을 포함하는 SSL 기반 SLM 프로젝터의 동작 타임라인들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명의 다양한 관점에 따른 추가적인 목적들 및 장점들은 첨부된 도면들을 참조한 바람직한 실시예에 대한 다음의 상세한 설명들에 의해 분명해 질 것이다. 그것과 관련하여, 본 발명에 대한 다음의 상세한 설명에서의 참조들에서 "하나의 실시예" 또는 "실시예"는 실시예와 관련하여 설명된 특정한 특징, 구조 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되었다는 것을 의미한다. 상세한 설명의 다양한 곳에서 등장하는 "일 실시예에서" 라는 어구는 모두 동일한 실시예를 나타내는 것이 아니다.
- [0013] SSL-기반 프로젝션 디스플레이 시스템에서 사용되기 위한 계층적 멀티칼라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱 시스템이 설명된다. 다음의 기재에서, 설명을 위해, 다양한 상세한 세부사항들이 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 나열된다. 그러나, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명이 다른 상세한 세부사항들과 함께 실시될 수 있다는 것은 자명하다. 다른 예에서, 본 발명을 불분명하게 하는 것을 방지하기 위해 구조들 및 장치들이 블록도의 형태로 도시된다.
- [0014] 계층적 멀티칼라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱 시스템이 프로젝션 디스플레이 시스템 내에 포함된 형태로 도 3에 기능적인 블록도로 도시된다. 도 1b에 도시된 SSL-기반 프로젝션 시스템과 유사하게, 프로젝션 시스템(300)은, 각각 프로젝션 시스템(300)의 네이티브 칼라 프라이머리들 중 하나를 제공하는 SSL 장치들(332, 324, 326)의 셋에 의해 조명되는 SLM 장치(310)를 포함하는, 본 발명의 계층적 멀티칼라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱 시스템을 포함한다. SSL 장치들(332, 334, 336)의 셋에 의해 생성되는 라이트는 평행하게 되고(collimated) 결합되며(combined), 조명 옵틱(illumination optics)(330)에 의해 전달되고 SLM 장치의 옵티컬 표면(optical surface)으로 결합된다. 그러면, 결합된 라이트는 SLM 장치(310)에 의해 공간적으로 모듈레이트되고, 디스플레이 프로젝션 이미지(350)를 형성하기 위해 프로젝션 옵틱(projection optics)에 의해 확대된다. 본 발명의 계층적 멀티칼라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱 시스템을 포함하는, 프로젝션 시스템(300)의 동작 중심에, SSL 장치들(332, 334, 336)의 온/오프 듀티 싸이클을 제어하고 합성된 칼라 프라이머리들(synthesized color primaries) 내에서 표현되는 디스플레이 이미지 데이터를 PWM 기능 블록(390)에 제공하는 고속 온/오프 신호들(365)을 생성하는, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)이 있다. PWM 기능 블록(390)은 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)에 의해 제공된 디스플레이 이미지 데이터를 공간적 모듈레이션 1-비트 플레인들(spatial modulation 1-bit planes)로 변환하고, 이는 각 픽셀들의 온-상태를 제어하기 위해 SLM 장치(310)로 결합된다.
- [0015] 계층적 멀티플렉싱 기능 블록의 동작의 타임라인이 도 4에 도시된다. 이미지 데이터는, 도 2에 도시된 NTSC(210) 또는 HDTV(220)과 같은, 목표 색영역 칼라 프라이머리들(target gamut color primaries)의 형태로 표현된다. 이는 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)에 이미지 데이터 입력으로 제공되며, 이는 일반적으로 이미지 프레임 싸이클 신호와 다양한 다수 비트 워드들을 포함한다. 워드 비트들 각각은 목표 색영역의 칼라 프라이머리들 각각에 대한 그레이스케일(grayscale) 값을 나타낸다. 또한, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록에 하나의 시간 입력으로 제공되는 것은, (u', v') 또는 (x, y) 칼라 공간의, SSL 장치들(322, 324, 326)의 칼라 좌표와 목표 색영역 칼라 프라이머리들의 칼라 좌표를 각각 나타내는 디지털 입력들(362, 363)이다. 디지털 입력들(362, 363)의 값에 기초하여, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은, 외부 입력(363)에 의해 지정된 목표 색영역 칼라 프라이머리들을 합성하기 위해 필요한, SSL 장치들(322, 324, 326) 각각의 동시 듀티 싸이클을 계산한다. SSL 장치들(322, 324, 326)의 계산된 동시 듀티 싸이클들은 목표 색영역 칼라 프라이머리들을 합성하기 위해 요구되는 SSL 장치들의 동시성(simultaneity)의 레벨을 나타낸다. 계산된 동시 듀티 싸이클들은, 도 4에 도시된 합성된 칼라 슬롯 싸이클들(color slot cycles) 각각 동안의 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각의 동시 듀티 싸이클 동작을 제어하기 위해, SSL 장치들(322, 324, 326)로 제공되는 타이밍 신호(365)를 생성하기 위해 사용된다.
- [0016] 도 4를 참조하면, 대부분의 디스플레이 시스템들에서 60Hz 또는 120Hz로 동작하는 이미지 프레임(410)은, 일반적으로 합성된 칼라 슬롯 싸이클들(420)로 분배될 수 있다. 칼라 슬롯 싸이클들(420)은 공간적 모듈레이션 1-비트 필드들이 SLM 장치(310)로 로드되는 동안의 시간 구간(time duration)을 나타낸다. 일반적으로, 이미지 프레임(410)의 구간 내의 합성된 칼라 슬롯 싸이클들(420)의 개수는, PWM 비트들의 개수 $(2^N - 1)$ 를 합성된 프라이머

리들의 개수에 곱한 것과 같다. 여기서 N은 이미지 픽셀 그레이스케일 값들을 나타내는 다수 비트 워드들 각각을 포함하는 비트들의 개수를 나타낸다. 대부분의 디지털 이미지 데이터는, 도 2에 도시된 NTSC(210) 또는 HDTV(220)와 같은 3개 칼라 프라이머리들로 표현되는 목표 색영역과, 8-비트 워드들(이는 765 칼라 슬롯 사이클들(420)로 구성되는 도 4에 도시된 일반적인(typical) 이미지 프레임 사이클(420)을 생성함)로 표현되는 이미지 픽셀 그레이스케일 값들을 사용하여 포맷된다(formatted). 예를 들어, 본 발명의 계층적 멀티칼라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱을 포함하는 프로젝션 시스템(300)이 60Hz의 이미지 프레임 사이클(420)로 동작하는 경우에, 합성된 칼라 슬롯 사이클들(420)의 일반적인 구간은 대략적으로 21.8 마이크로초가 된다. 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 많은 수의 칼라 프라이머리들과 높은 이미지 프레임 사이클 레이트(rate) 및/또는 이미지 픽셀 그레이스케일 값들을 나타내는 높은 수의 비트들을 사용하는, 디스플레이 시스템(300)을 위한 이미지 프레임 사이클(420)의 디자인 파라미터를 어떻게 얻어야 할지를 알 것이다.

[0017] 도 4를 참조하면, 합성된 칼라 슬롯 사이클들(420)은 다양한 SSL 듀티 사이클들(430)로 더 분배되며, 여기서 후자는 SSL 장치들(322, 324, 326)의 온/오프 상태 구간을 나타낸다. 각 칼라 슬롯 사이클(420)의 SSL 듀티 사이클들의 개수는, SSL 장치들(322, 324, 326)의 네이티브 칼라 프라이머리들과 SSL 장치들(322, 324, 326)의 온/오프 스위칭 속도의 최대값에 의한 상계(upper bound)를 사용하는, 목표 색영역 칼라 프라이머리들(460)을 합성하는데 요구되는 정확도(degree of precision)에 의해 결정된다. 예를 들어, 만약 SSL 장치들(322, 324, 326)의 온/오프 스위칭 속도의 최대값이 1Mhz이면(이는 1마이크로초의 최소 SSL 듀티 사이클(430)과 동일함), 합성된 칼라 슬롯 사이클들(420)은 최대 개수의 SSL 듀티 사이클들(430)을 포함할 수 있다. 이는 SSL 장치들(322, 324, 326)의 네이티브 칼라 프라이머리들을 사용하여 2.4% 이하의 정확도로 목표 색영역 칼라 프라이머리들(460)을 합성하는 것을 가능하게 한다. 실제로, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 디지털 로직 구현을 가능하게 하기 위하여, SSL 듀티 사이클들(430)의 개수는 2^N 단위가 되며, 앞선 예시의 경우에 각 칼라 슬롯 사이클(420) 내의 SSL 듀티 사이클들(430)의 개수는 16 사이클이 된다.

[0018] 도 4가 3개의 목표 색영역 칼라 프라이머리들을 합성하기 위해 3개의 SSL 칼라 프라이머리들이 사용되는 경우의 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 동작 타임라인을 도시하지만, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)을 동작시키는 원리는 3개 이상의 SSL 칼라 프라이머리들을 사용하는 경우에도 동일하게 적용 가능하며, 또한 3개 이상의 목표 색영역 칼라 프라이머리들을 합성하기 위해 사용될 수도 있다. 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 동작의 가장 중요한 관점은 목표 색영역 칼라 프라이머리들이 SSL 칼라 프라이머리들에 의해 형성되는 색영역 내에 완전히 포함되어야 한다는 것이다. 예를 들어, 몇몇의 어플리케이션에 있어서의 특정한 이점은, 근본(principle) 칼라 프라이머리들의 포화 레벨의 조절을 위해, 적, 녹, 청뿐만 아니라 청록(cyan), 황(yellow), 자홍(magenta) 또한 흰(white)색의 다수 칼라 프라이머리의 사용가능하다는 점이다. 이 모든 것은 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 구현(embodiment)에 의해서 이루어질 수 있다. 이 경우의 예에서, 목표 프라이머리는 SSL 장치들(322, 324, 326)의 동시 듀티 사이클들을 조절하여 합성될 수 있다. 예를 들어 합성된 C-프라이머리 슬롯은, 최소한의 녹색 SSL 프라이머리의 기여를 포함할 수 있으며, 이와 유사하게 합성된 K-프라이머리 슬롯은 K-프라이머리를 위해 필요한 흰색(white)를 생성하기 위한 3개의 SSL 장치들(322, 324, 326) 모두의 적당한 동시 기여를 포함할 수 있다.

[0019] 시간적 멀티플렉싱과 SSL 장치들(322, 324, 326)의 동시 동작을 제어하는 제어 신호(365)를 생성하는 것에 대하여, 프로젝션 시스템(300)의 일실시예는 본 발명의 계층적 멀티칼라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱을 포함하고, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 또한 SSL 장치들(322, 324, 326)의 동작을 PWM 기능 블록(390)의 동작에 동기화한다. 상세하게, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 PWM 기능 블록(390)에 입력(366)을 제공한다. 입력(366)은 (1)칼라 슬롯 사이클들(420)의 타이밍을 나타내는 SYNC 신호, (2)디지털 이미지의 각 픽셀에 대한, 합성된 목표 색영역 칼라 프라이머리 각각을 위한 그레이스케일 다수 비트의 각 비트의 1-비트 값(1-비트 플레인), (3)1-비트 플레인에 할당된 칼라 슬롯 사이클들(420)의 개수를 포함한다. 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 일실시예에서, 특정 칼라 프라이머리의 다수 비트 그레이스케일 값의 n번째 중요(significant) 비트를 나타내는 입력(366)은, 0 또는 1의 1-비트 값을 포함할 수 있다. 이 비트는 각각의 디지털 이미지 픽셀들과 2^N 칼라 슬롯 사이클들(420)의 할당을 위한 것이다(픽셀들 각각의 반사 상태들을 제어하기 위한 전달된 이미지 픽셀 온/오프 상태 1-비트 필드들에 적용될 칼라 슬롯 사이클들의 개수를 나타내는 디지털 제어 워드). 입력(366)에 응답하여, 지정된 개수의 칼라 슬롯 사이클들(420) 구간들 동안에, PWM 기능 블록(390)은 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)에 의해 출력된 1-비트 필드 값들을 SLM 장치(310)로 동기해 전달한다.

[0020] 합성된 색영역 녹색(G) 프라이머리의 그레이스케일 멀티비트 워드의 최하위 2비트들과 연관된 1-비트 플레인들

이 도 4에 472와 474로 각각 도시된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 그레이스케일 값의 최하위 비트(least significant bit)는 칼라 슬롯 사이클들(420) 중 하나를 요구하며, 그 동안에, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 적절한 개수의 듀티 사이클들(430)을 목표 색영역 G-프라이머리를 합성하기 위해 요구되는 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각에 할당 및 명령할 수 있으며, 이 값들을 인터페이스 신호(365)를 통해 SSL 장치들(322, 324, 326)에 출력할 수 있으며; 동시에, 지정된 개수의 칼라 슬롯 사이클들(420) 구간들(이 경우에 오직 하나의 칼라 슬롯 사이클(420) 구간과 동일함) 동안에 출력된 1-비트 필드 값들을 SLM 장치(310)에 동기해 전달하기 위해, 도 4에 도시되고 명령과 연관된 1-비트 필드 값들(472)을 PWM 기능 블록(390)으로 출력할 수 있다. 도 4는 또한 합성된 목표 색영역 적색(R) 프라이머리의 그레이스케일 다수 비트 워드의 두번째 최하위 비트(second least significant bit)의 경우를 도시하며, 이 경우에 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 적절한 개수의 듀티 사이클들(420)을 목표 색영역 R 프라이머리를 합성하기 위해 요구되는 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각에 할당 및 명령할 수 있으며, 이 값들을 인터페이스 신호(365)를 통해 SSL 장치들(322, 324, 326)로 출력할 수 있으며; 동시에 지정된 개수의 칼라 슬롯 사이클들(420) 구간들(이 경우에 2칼라 슬롯 사이클(420) 구간들과 동일함) 동안에 출력된 1-비트 필드 값들을 SLM 장치(310)에 동기해 전달하기 위해, 도 4에 도시되고 명령과 연관된 1-비트 필드 값들(474)을 PWM 기능 블록(390)으로 전달할 수 있다. 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 위에 예시된 상세한 설명 내용을, 목표 색영역 칼라 프라이머리들 각각에 대한 그레이스케일 값들의 더 높은 상위 비트들에 대해서 어떻게 구현할 것인지를 알 것이다.

[0021] 본 발명의 프로젝션 시스템(300)의 다른 실시예에서, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 가능한 시간적 스페클(possible temporal speckle), 이는 픽셀 그레이스케일 값들의 상위 비트들에 할당된 칼라 슬롯 사이클들(420)을 클러스터링 하는 것에 의해 발생할 수 있음, 을 줄이기 위한 수단을 포함할 수 있다. 도 1a에 도시된 것과 같은 칼라 휠들을 사용하는 현재의 프로젝션 디스플레이 시스템들에 있어서, 특정 칼라 프라이머리를 위한 1-비트 플레인들은 일반적으로 그 칼라 필터의 시간 구간 내에서 클러스터링되며, 이는 특히 높은 밝기 이미지들에서 종종 인지가능한 프로젝션 이미지 스페클과 아티팩트(artifacts)를 발생시킨다. 이러한 종류의 이미지 스페클은, 칼라 휠 및 각 칼라 프라이머리의 그레이스케일 비트들과 연관된 1-비트 플레인들의 클러스터링과 연관된 칼라 순차적 본성(color sequential nature)의 시간적 멀티플렉싱 측면들,에 의해 일반적으로 발생된다. 이 실시예에서 본 발명의 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)을 포함하는 프로젝션 시스템(300)은, 최대 개수의 인접한 칼라 슬롯 사이클들(420)을 각 칼라 프라이머리에 할당함으로써, 이 타입의 칼라 슬롯 클러스터링을 방지한다. 그리고 동일한 합성된 칼라 프라이머리에 할당된 칼라 슬롯 사이클들(420)의 과도한 접근을 방지하기 위해, 할당된 칼라 슬롯 사이클들(420)을 시간적으로 인터리브(temporally interleave)한다. 예를 들어, 인접한 칼라 슬롯 사이클들(420)의 최대 개수가 16-슬롯으로 제한되는 경우에, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 4번째 하위 비트보다 높은 그레이스케일 워드 비트들을 위해 요구되는 칼라 슬롯 사이클들(420)의 개수를 16-슬롯의 클러스터들로 분배한다. 그리고 다른 합성된 칼라 프라이머리들(460)의 16-슬롯의 클러스터를 인터리브하여, 어느 하나의 합성된 칼라 프라이머리에 대한 결과적인 할당이 16-슬롯 이하가 되도록 한다. 이 예시에서, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 앞서 설명된 기준에 기초하여 4번째 하위 비트까지의 모든 그레이스케일 워드 비트들에 칼라 슬롯 사이클들(420)의 개수를 할당한다. 그러나, 각 합성된 칼라 프라이머리(460)의 그레이스케일 워드 비트들의 5번째 하위 비트에 대하여 16-슬롯 2그룹을 배정하고, 각 합성된 칼라 프라이머리(460)의 그레이스케일 워드 비트들의 6번째 하위 비트에 대하여 16-슬롯 4그룹을 배정하고, 각 합성된 칼라 프라이머리(460)의 그레이스케일 워드 비트들의 최상위 비트에 대하여 16-슬롯 8그룹을 배정한다. 그리고 이들 16-슬롯 할당을 인터리브하여 각 합성된 칼라 프라이머리(460)에 대한 인접한 칼라 슬롯 할당이 16-슬롯을 초과하지 않도록 한다. 각 합성된 칼라 프라이머리에 대한 인접한 칼라 슬롯 할당들의 개수 제한과 다른 합성된 칼라 프라이머리들(460)의 할당된 최대 크기 그룹들(이 예시의 경우에는 16-슬롯)을 인터리빙하는 것은, 합성된 칼라 프라이머리들(460) 시간적 멀티플렉싱의 증가된 레이트에 의해 얻어지는 시간적 칼라 동일성(temporal color uniformity)에 기인한 시간적 이미지 스페클을 크게 줄여준다.

[0022] 다른 실시예에서, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)을 포함하는 본 발명의 프로젝션 시스템(300)은, 프로젝션 시스템(300)의 콘트라스트를 더 개선하기 위해서, SSL 장치들(322, 324, 326)의 고속 스위칭 능력을 이용하기 위해, 칼라 슬롯 사이클들(420) 각각과 관련된 1-비트 필드들을 조사하고, 이들 칼라 슬롯 사이클 동안에 그들의 관련된 1-비트 필드의 1-비트 픽셀 값들 모두가 0값이면 흑색 프라이머리(BLK-primary)를 삽입한다. 이 능력은 합성된 R-프라이머리에 할당된 4-슬롯과, 그들의 관련된 1-비트 플레인(475)이 모든 이미지 픽셀들에 대한 0값을 포함하는 경우에 스위치 오프되는 SSL 장치들(322, 324, 326)을 보여주는 도 4에 도시되어 있다. 이 능력 없이는 합성된 R-프라이머리에 할당된 4-슬롯 동안에, SSL 장치들(322, 324, 326)은 적절한 듀티 사이클들에서 턴온되지만(도 1a와 도 1b에 각각 도시된 램프-기반 및 SSL-기반 프로젝션 시스템의 경우와 같이), 모든 SLM 장

치(310) 픽셀들은 이 4-슬롯 구간 동안에 오프-상태에 있으며, 이는 프로젝션 옵틱스를 통해 프로젝션 이미지(350)에 전달될 SLM 장치(310)와 관련된 포토닉 누설(photonic leakage)을 일반적으로 유발하며, 이는 최대 흑색 레벨(maximum black level)의 악화시키며, 이는 차례로 프로젝션 이미지(350)의 콘트라스트 레벨을 악화시킨다. 사실상, 공간적 1-비트 필드가 모든 픽셀들에 대해 0값인 경우의 흑색-프라이머리를 적응적으로 삽입하는(adaptively insert) 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 능력은, 이 타입의 1-비트 필드들 동안의 포토닉 누설의 레벨을 줄이며, 그 결과 디스플레이 시스템(300) 흑색 레벨과 콘트라스트를 실질적으로 개선한다. 사실, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 적응적 BLK-프라이머리 삽입 능력은, 디스플레이 시스템(300)의 최대 흑색 레벨이 충분히 높은 연속적 콘트라스트 레벨(100000:1 만큼의)을 달성하도록 한다. 이러한 콘트라스트 레벨은 어떠한 현재의 프로젝션 시스템에 의해서도 달성될 수 없다.

[0023] 본 발명의 계층적 멀티컬라 프라이머리 시간적 멀티플렉싱 시스템을 포함하는 프로젝션 시스템(300)의 기능적인 동작을 설명하였으며, 이후의 설명은 디자인 스펙들 및 이들의 주요 기능 블록(즉, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(300)의 동작에 대한 추가적인 세부사항을 제공한다. 앞서 언급된 실시예들로 서술된 능력들을 실시하기 위해, 계층적 멀티플렉싱 블록(350)은 다음의 특성들을 갖는다.

[0024] **a) 레벨 독립성(Level Independency)** -- 계층의 각 레벨에서, 디스플레이 시스템의 오직 하나의 특성(예, 색영역, 화이트 포인트 또는 밝기)가 독립적으로 제어된다. 계층의 레벨 1에서, SSL 장치들(322, 324, 326)의 네이티브 색영역으로부터의 합성된 목표 색영역 칼라 프라이머리들로의 색차(chrominance) 맵핑이 조절된다. 레벨 2에서, 합성된 목표 색영역의 화이트 포인트가 조절된다. 레벨 3에서, SSL 장치들(322, 324, 326)의 네이티브 색영역으로부터 합성된 목표 색영역으로의 휘도(luminance) 맵핑이 조절된다.

[0025] **b) 레벨 불변성(Level Invariance)** -- 계층의 상위 레벨들(upper levels)에서 특성들을 다루는 경우에, 하위 레벨들(lower levels)에서 고정된 특성들은 변경되지 않는다. 예를 들어, 화이트 포인트가 레벨 2에서 변경되는 경우에, 레벨 1에서 얻어진 색영역은 변경되지 않는다.

[0026] **c) 프로세싱 불변성(Processing Invariance)** -- 계층의 각 레벨에서 동일한 프로세싱 모듈이 사용되지만, 디스플레이 시스템(300)의 다른 특성들을 변경하기 위해 다른 입력들이 사용된다. 각 레벨은 시간적 모듈레이션 및 밝기 프로세싱 모듈을 포함한다.

[0027] 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 이들 특성들은 목표 파라미터들(예, 목표 색영역, 화이트 포인트 또는 밝기)에 대한 원하는 리니어 컨버전스를 제공한다. 그리고 다른 파라미터들에 영향을 주지 않으면서 한번에 오직 하나의 파라미터를 다루는 것을 제공하며, 이는 디스플레이 시스템의 캘리브레이션(calibration)을 크게 단순화한다.

[0028] 도 3을 참조하면, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 프로세싱 모듈은 다음의 파라미터들을 활용한다. 이들은 다음의 기호에 의해 표현된다.

[0029] (a) $r=(r_x, r_y)$, $g=(g_x, g_y)$ 및 $b=(b_x, b_y)$, SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라이머리들(440) 색도 좌표들(chromaticity coordinates)(입력(362))을 나타냄;

[0030] (b) L_r , L_g 및 L_b , SSL 장치들(322, 324, 326) 풀 듀티 싸이클 밝기(full duty cycle brightness)(입력(362))를 나타냄;

[0031] (c) $R=(R_x, R_y)$, $G=(G_x, G_y)$ 및 $B=(B_x, B_y)$ 목표 색영역 칼라 프라이머리들(460) 색도 좌표들(입력(362))을 나타냄;

[0032] (d) L_R , L_G 및 L_B , 목표 색영역 칼라 프라이머리들(460) 필요 밝기;

[0033] (e) $W=(W_x, W_y)$ 디스플레이 시스템(300)에 대한 목표 화이트 포인트의 색도 좌표들을 나타냄(입력(364));

[0034] (f) L_w 디스플레이 시스템(300)에 대한 목표 화이트 포인트의 필요한 밝기를 나타냄(입력(364)); 및

[0035] (g) α , β 및 γ , 디스플레이 시스템(300)의 화이트 포인트 밝기(입력(364)와 바람직한 목표 색영역(입력(363))을 달성하기 위해 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각에 할당되는 것이 필요한 칼라 슬롯 싸이클들(420)의 부분(fraction)을 나타낸다.

[0036] 하단의 문자(lower case letter)는 SSL 장치들의 칼라를 나타내며, 대문자는 합성된 칼라들을 나타낸다. 그리고

모든 칼라들의 밝기는 칼라 표기와 함께 L로 나타낸다.

[0037] 레벨 0: 캘리브레이션 및 초기화(Calibration and Initialization)

[0038] SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라이머리들(440)(SSL 색영역)의 색도 좌표 $\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}$ 및 밝기 L_r, L_g, L_b 는 디스플레이 시스템(300)의 초기 캘리브레이션 동안 측정되며, 디스플레이 시스템(300)의 초기화 동안에 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)에 입력(362)으로 제공된다. 또한, 디스플레이 시스템(300)의 초기화 동안에 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)으로 입력(363)과 입력(364)이 제공되는데, 입력(363)은 목표 색영역 칼라 프라이머리들 색도 좌표들 $\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}$ 및 밝기 L_R, L_G, L_B 를 전달하며, 입력(364)은 원하는(desired) 화이트 포인트 색도 좌표들 $\mathbf{W}$ 및 밝기 L_W 를 전달한다. 입력들(362, 363, 364)의 값들은, 후속 동작에서 사용되기 위해, 디스플레이 시스템(300)의 초기화 동안에 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 내부적으로 저장될 수 있다.

[0039] 레벨 1 프로세싱: 색영역 제어(Gamut Control)

[0040] 외부적으로 제공된, SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라이머리들(440) $\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}$ (입력 362)의 색도 좌표들 값들을 이용하여, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은 (목표 색영역 칼라 프라이머리들 $\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}$ (입력363)를 합성하기 위해 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각이 턴온되는)각 칼라 슬롯 사이클(420) 내의 SSL 듀티 사이클들(430) $t_r^{R,G,B}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$ 을 결정한다. 각 칼라 슬롯 사이클(420)에 대한 값들 $t_r^{R,G,B}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$ 은 각 칼라 슬롯(420) 내부의 전체 SSL 듀티 사이클들의 개수와 부분 값들 α, β, γ 에 기초하여 결정된다. 예를 들어, 만약 칼라 슬롯 사이클(420)이 16 SSL 듀티 사이클들(430) 및 값 $\alpha_G=0.1875$ 으로 구성되면(이는 목표 색영역 녹색 프라이머리를 합성하기 위해 적색 SSL이 턴온된 동안에, 합성된 녹색 칼라 프라이머리에 할당되는 칼라 슬롯 사이클(420)의 부분을 나타냄), $t_r^G=3$ 이다. 이 예에서 만약 $\beta_G=0.875$ 이면(이는 목표 색영역 녹색 프라이머리를 합성하기 위해 녹색 SSL이 턴온된 동안에, 합성된 녹색 칼라 프라이머리에 할당되는 칼라 슬롯 사이클(420)의 부분을 나타냄), $t_g^G=14$ 이다. 유사하게, 만약 $\gamma_G=0.0625$ 이면(이는 목표 색영역 녹색 프라이머리를 합성하기 위해 청색 SSL이 턴온된 동안에, 합성된 녹색 칼라 프라이머리에 할당되는 칼라 슬롯 사이클(420)의 부분을 나타냄), $t_b^G=1$ 이다. 그러므로 이 예에서, 목표 색영역 녹색($\mathbf{G}$) 프라이머리는, 합성된 녹색($\mathbf{G}$) 칼라 프라이머리에 할당된 칼라 슬롯 사이클(420) 동안에, SSL 듀티 사이클들(430)의 3사이클 동안 적색 SSL 장치(322), SSL 듀티 사이클들(430)의 14 사이클 동안 녹색 SSL 장치(324) 및 SSL 듀티 사이클들(430)의 1 사이클 동안 청색 SSL 장치(326)를 동시에 턴온하는 것에 의해 합성된다.

[0041] 대안적으로, 칼라 슬롯 사이클(420) 당 SSL 듀티 사이클들(430) 개수의 특정 값을 고려해 볼 때, 예를 들어 앞선 예시의 경우와 같이 각 칼라 슬롯 사이클(420)이 16 SSL 듀티 사이클(430)로 구성되는 경우에, 값들 t_r^G, t_g^G, t_b^G 은 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\alpha_G, \beta_G, \gamma_G$ 각각의 바이너리 값들로부터 4-비트 펄스폭 모듈레이션(PWM) 기술을 이용하여 직접적으로 결정될 수 있다.

[0042] 시간적 구간들 $t_r^{R,G,B}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$ 동안에 SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라이머리들 $\{\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}\}$ 이 동시에 턴온된 동안의, 레벨 1에서 생성된 시간적 멀티플렉싱 칼라 슬롯들(420)은 합성된 프라이머리들(460) $\{\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}\}$ 를 형성한다(도 4의 도시 참조). 동시 시간적 구간들 $t_r^{R,G,B}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$ 은 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 칼라 프로세싱 모듈에 의해 결정되며, 합성된 프라이머리들(460) $\{\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}\}$ 의 결과적인 밝기는 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 밝기 모듈에서 결정된다. 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 시간적 모듈레이션 및 밝기 모듈의 기능적인 설명은 아래에 주어진다. 이 두 모듈들은 일반적으로 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 부분인 고속 로직 내에서 구현될 수 있다.

[0043] 시간적 모듈레이션 모듈(Temporal Modulation Module): 앞서 설명된 바와 같이, 목표 색영역 칼라 프라이머리들(460) $\{\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}\}$ 를 합성하기 위해서, SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라이머리들(440) $\{\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}\}$ 는 비율 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 로 시간적으로 결합되어, 그들의 결합된 광속(light flux)이 요구되는 목표 색영역 칼라 색도 좌표들 생성하도록 한다. 이 시간적 모듈레이션 합성에 대한 방정식이 하기의 방정식들(1)에 도시된다.

$$[0044] \quad \mathbf{R} = \alpha_R \mathbf{r} + \beta_R \mathbf{g} + \gamma_R \mathbf{b} \quad (1.1)$$

$$[0045] \quad \mathbf{G} = \alpha_G \mathbf{r} + \beta_G \mathbf{g} + \gamma_G \mathbf{b} \quad (1.2)$$

$$[0046] \quad \mathbf{B} = \alpha_B \mathbf{r} + \beta_B \mathbf{g} + \gamma_B \mathbf{b} \quad (1.3)$$

[0047] 이들 방정식들 각각은 합성된 칼라 프라임리들(460) $\{\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}\}$ 각각에 대해 안 알려진 비율들(unknown ratios) $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 에 대해 독립적으로 풀어진다. 특정 칼라 프라임리에 대한 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 을 찾기 위해서, 예를 들어 녹색 목표 색영역 프라임리 $\mathbf{G}$, 방정식(1.2)가 SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라임리들(440) $\{\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}\}$ 의 색도 좌표들에 기반하여 사용된다. SSL 장치들(322, 324, 326)에 의해 생성된 칼라 프라임리들(440) $\{\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}\}$ 은 목표 합성된 프라임리들(460) $\{\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}\}$ 을 생성하기 위한 방법으로 결합되어야 한다. 예를 들어, 녹색 목표 색영역 프라임리 $\mathbf{G}$ 를 합성하기 위해, $\{r_x, g_x, b_x\}$ 로 표현되는 SSL 장치들(322, 324, 326)의 x-좌표들의 비율은, 녹색 목표 색영역 x-좌표 G_x 으로 합산되어야 한다. 마찬가지로, y-좌표들의 비율 $\{r_y, g_y, b_y\}$ 은, 목표 색영역 y-좌표 G_y 으로 합산되어야 한다. 이 비율들을 찾는 것은 $\{\alpha_G, \beta_G, \gamma_G\}$ 에 대한 방정식(2)의 시스템을 풀 것을 요구한다.

$$[0048] \quad \alpha_G r_x + \beta_G g_x + \gamma_G b_x = G_x \quad (2.1)$$

$$[0049] \quad \alpha_G r_y + \beta_G g_y + \gamma_G b_y = G_y \quad (2.2)$$

$$[0050] \quad \alpha_G + \beta_G + \gamma_G = 1 \quad (2.3)$$

[0051] 적색 및 청색 목표 색영역 프라임리에 대한 비율들 $\{\alpha_R, \beta_R, \gamma_R\}$ 과 $\{\alpha_B, \beta_B, \gamma_B\}$ 은 각각 유사한 셋들의 방정식들을 이용하여 얻어질 수 있다.

[0052] 동일한 밝기의 SSL 장치들(322, 324, 326)의 셋이 주어진 방정식(1)에 의해 계산된 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 비율들에 따라 시간적으로 결합되면, 그들은 목표 색영역 프라임리 색도 포인트를 생성한다. 각 SSL 장치의 밝기가 다를 것이므로, 비율 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 은 SSL 장치들의 밝기($\{L_r, L_g, L_b\}$ 로 표시됨)의 차이를 계산(account for)하기 위해 스케일링되어야 한다. 예를 들어, SSL 장치들(322, 324, 326)의 밝기의 차이를 계산하기 위해, 녹색 목표 색영역 프라임리를 도출하는 비율들 $\{\alpha_G, \beta_G, \gamma_G\}$ 은, 다음의 방정식(3)에 따라서 변경되어야 한다.

$$[0053] \quad \alpha_G * (L_r + L_g + L_b) / L_r \rightarrow \alpha_G \quad (3.1)$$

$$[0054] \quad \beta_G * (L_r + L_g + L_b) / L_g \rightarrow \beta_G \quad (3.2)$$

$$[0055] \quad \gamma_G * (L_r + L_g + L_b) / L_b \rightarrow \gamma_G \quad (3.3)$$

[0056] 유사한 방정식들의 셋이 적색 및 청색 목표 색영역 프라임리들을 위해 사용될 수 있다. $\mathbf{G}$ 는 $\mathbf{g}$ 에 훨씬 가깝고 $\mathbf{r}$ 과 $\mathbf{b}$ 로부터 훨씬 멀기 때문에, 녹색 목표 색영역 프라임리 $\mathbf{G}$ 를 생성하기 위해, 값 β_G 이 일반적으로 α_G 과 γ_G 보다 훨씬 크다. 비슷하게, $\mathbf{R}$ 은 $\mathbf{r}$ 에 훨씬 가깝고 $\mathbf{g}$ 과 $\mathbf{b}$ 로부터 훨씬 멀기 때문에, 적색 목표 색영역 프라임리 $\mathbf{R}$ 을 생성하기 위해, 값 α_R 이 일반적으로 β_R 과 γ_R 보다 훨씬 크다. 비슷하게, $\mathbf{B}$ 는 $\mathbf{b}$ 에 훨씬 가깝고 $\mathbf{r}$ 과 $\mathbf{g}$ 로부터 훨씬 멀기 때문에, 청색 목표 색영역 프라임리 $\mathbf{B}$ 를 생성하기 위해, 값 γ_B 이 일반적으로 α_B 와 β_B 보다 훨씬 크다.

[0057] 앞서 설명한 바와 같이, 시간적 비율 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 을 실제로 이용하기 위해서는, 비율이 실제 시간 값들(actual time values)로 변환되어야 한다. 이 변환은 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 을 3 값중에 가장 큰 값으로 노말라이징(normalizing) 하고, SSL 듀티 사이클들(430)의 개수로 표현되는 칼라 슬롯(420)의 크기(size) t_{slot} 을 결과적인 값들에 곱하는 것에 의해 이루어질 수 있다. 그 결과는 목표 색영역 프라임리들(460) $\{\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B}\}$ 각각을 합성하기 위해 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각이 턴온되는 칼라 슬롯(420) 내의 SSL 듀티 사이클들(430)의 개수이다. 예를 들어, 녹색 목표 프라임리 $\mathbf{G}$ 를 합성하기 위해, SSL 장치들(322, 324, 326)에 대한 동시 온-시간 듀티 사이클들(simultaneous on-times duty cycles) $((t_r^G, t_g^G, t_b^G)$ 로 표현됨)은 다음의 방정식(4)에 의해 계산될 수 있다.

$$[0058] \quad t_r^G = t_{slot} * (\alpha_G) / \{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)\} \quad (4.1)$$

$$[0059] \quad t_g^G = t_{slot} * (\beta_G) / \{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)\} \quad (4.2)$$

$$[0060] \quad t_b^G = t_{slot} * (\gamma_G) / \{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)\} \quad (4.3)$$

[0061] 적색 **R** 및 청색 **B** 목표 프라임리들의 합성을 위해 요구되는 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 은 유사한 방정식들의 셋에 의해 구해질 수 있다. 방정식(4)에서 명시된 것과 같은, 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 의 이들 3개 값 중 가장 큰 값에 대한 노멀리제이션은, 디스플레이 시스템(300)의 밝기를 최대화하기 위해, 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**}의 동시성을 이용하고자 한다. 방정식(2.3)에 의해 나타난 노멀리제이션 제약(normalization constraint)은, 일반적으로 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 을 설정해 3개 비율의 합이 단위 값으로 설정되도록 하며, 이는 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**}의 연속적 시간적 멀티플렉싱(sequential temporal multiplexing)을 예상하며, 실제로는 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**}의 동시성을 고려하지 않는다. 반면에, 방정식(4)은, 이들 비율들을 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들로 변환하기 위하여 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 을 더 노멀라이징해, 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**}의 동시성을 포함한다. 방정식(4)의 노멀리제이션 결과, 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 각각의 상대적인 값들은 스케일링 업 되고 이들 비율들의 최대값은 단위 값으로 설정된다. 방정식(4)의 결과적인 효과는 합성된 녹색 칼라 프라임리 **G**(예)에 할당된 칼라 슬롯(420)의 구간 내에서, 비록 각각 다른 시간적 듀티 사이클일지라도 모든 SSL 장치들(322, 324, 326)이 동시에 턴온되고, 네이티브 녹색 프라임리 **g**가 칼라 슬롯(420)의 전체 구간 동안 턴온된다는 것이다. 결과적으로, 모든 SSL 장치들(322, 324, 326)의 결합된 광속은 합성된 프라임리 각각의 결과적인 광속에 기여한다. 이에 비해, 만약, SSL 장치들(322, 324, 326)에 의해 생성된 네이티브 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**}가, 도 1b에 도시된 SSL-기반 프로젝션 시스템의 경우와 같이 칼라 연속 방식(color sequential fashion)으로 직접적으로 사용되면, 개별적인 SSL 장치들의 광속만이 디스플레이 시스템의 밝기에 기여한다.

[0062] 디스플레이 시스템(300)의 달성 가능한 밝기를 증가시키는 것에 더하여, 앞선 문단에서 설명된 네이티브 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**}의 동시 시간적 멀티플렉싱은, 외부 입력(364)에 의해 규정된 화이트 포인트 밝기의 요구되는 레벨을 달성하기 위해, SSL 장치들(322, 324, 326)이 듀티 사이클의 높은 레벨과 함께 낮은 레벨의 피크 전력(peak power)에서 동작하도록 하며, 이는 차례로 디스플레이 시스템(300)의 월-플러그 효율에서의 순증가를 유발한다(높은 듀티 사이클과 낮은 피크 전력 레벨에서 동작하는 경우에 SSL 장치들이 특징적으로 드러내는 높은 효율).

[0063] 방정식(4)에 의해 얻어진 SSL 장치들(322, 324, 326)의 동시 온-타임 듀티 사이클들은 잠정적인 값들(interim values)이며, 이에 대해서는 다음에서 논의되는 바와 같이, 외부 입력(364)에 의해 규정되는 값에 기초한 디스플레이 시스템(300) 화이트 포인트의 요구되는 밝기와 색도를 고려하기 위해 조절된다.

[0064] 밝기 모듈(Brightness Module): 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 레벨 2에서, 시스템 화이트 포인트는 외부 입력(364)에 의해 규정된 값으로 설정된다. 레벨2는 밝기 모듈이 레벨 1에서 생성된 합성된 목표 프라임리들(460){**R, G, B**} 각각의 밝기를 계산할 때 초기화된다. 레벨 1에서 생성된 3개의 합성된 프라임리들(460){**R, G, B**}의 결과적인 밝기($\{L_R, L_G, L_B\}$ 로 표현됨)는 방정식(3)에 의해 얻어진 시간적 비율 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 을 하기의 방정식(5)에 나타난 바와 같이 사용하여 계산될 수 있다.

$$[0065] \quad L_R = (\alpha_R L_r + \beta_R L_g + \gamma_R L_b) / \{\max(\alpha_R, \beta_R, \gamma_R)\} \quad (5.1)$$

$$[0066] \quad L_G = (\alpha_G L_r + \beta_G L_g + \gamma_G L_b) / \{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)\} \quad (5.2)$$

$$[0067] \quad L_B = (\alpha_B L_r + \beta_B L_g + \gamma_B L_b) / \{\max(\alpha_B, \beta_B, \gamma_B)\} \quad (5.3)$$

[0068] 레벨 2: 화이트 포인트 제어(White Point Control)

[0069] 레벨 1에서 사용된 동일한 시간적 모듈레이션 모듈이 레벨 2에서도 사용될 수 있지만, SSL 장치들(322, 324, 326) 칼라 프라임리들(440){**r, g, b**} 대신에 합성된 목표 색영역 프라임리들(460){**R, G, B**}에 적용된다. 레벨 2에서, 목표 색영역의 3개의 개별적인 칼라 프라임리 색영역 포인트들을 합성하는 대신에, 하나의 화이트 색영역 포인트가 합성된다. 앞에서와 같이, 바람직한 화이트 포인트를 생성하기 위한 새로운 프라임리들에 대해

요구되는 시간적 구간들의 부분들을 결정할 필요가 있다. 그 뒤에, 결과적인 화이트 포인트의 밝기를 계산하기 위해 동일한 밝기 계산이 사용되며, 그래서 디스플레이 시스템(300)의 밝기가 계산된다.

[0070] 시간적 모듈레이션: 이는 레벨 1에서의 시간적 모듈레이션과 유사하지만, 이번에는 모듈이 합성된 목표 프라임리들(460)의 색도 좌표들 $\{R, G, B\}$ 와 밝기 $\{L_R, L_G, L_B\}$ 를 사용한다. 이 레벨에서, 외부 입력(364)에 의해 규정되는 목표 화이트 포인트 색도와 밝기를 생성하기 위해, 합성된 프라임리들(460)은 연속적으로 시간적 멀티플렉싱된다. 그것을 달성하기 위해, SSL 장치들(322, 324, 326)의 기여 부분들은, 외부 입력(364)에 의해 규정되는 화이트 포인트의 색도 W 가 달성되도록 하는 방식으로, 변경되어야 한다.

[0071] 목표 화이트 포인트 W 를 생성하기 위해, 3개의 합성된 프라임리들(460) $\{R, G, B\}$ 은 비율 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 로 결합되어야 하고, 그 결과 연속적으로 시간적 멀티플렉싱 될 때 외부 입력(364)에 의해 규정되는 바람직한 화이트 포인트가 생성된다. 방정식(6)은 목표 화이트 포인트 색도를 합성된 색영역 프라임리들로 나타낸다.

$$[0072] \quad W = \alpha_W R + \beta_W G + \gamma_W B \quad (6)$$

[0073] 화이트 포인트를 생성하기 위해 필요한 비율들 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 을 결정하기 위해서는, 3개의 미지수 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 에 대해 방정식(6)을 풀어야 한다. 이전과 유사하게, 목표 색영역 프라임리들의 색도 좌표들에 기초하여 3개의 방정식이 사용된다. 목표 색영역 프라임리들은, 그들이 화이트 포인트의 색도 (x, y) 좌표들을 생성하도록 결합된다. 목표 색영역 프라임리들의 x -좌표들의 비율은, $\{R_x, G_x, B_x\}$ 로 표시됨, 화이트 포인트의 x -좌표 W_x 에 합쳐져야 한다. 마찬가지로, y -좌표들 $\{R_y, G_y, B_y\}$ 은 화이트 포인트의 y -좌표 W_y 에 합쳐져야 한다. 이들 비율들을 알아내려면 방정식(7)의 시스템을 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 에 대해 풀어야 한다.

$$[0074] \quad \alpha_W R_x + \beta_W G_x + \gamma_W B_x = W_x \quad (7.1)$$

$$[0075] \quad \alpha_W R_y + \beta_W G_y + \gamma_W B_y = W_y \quad (7.1)$$

$$[0076] \quad \alpha_W + \beta_W + \gamma_W = 1$$

[0077] 위의 방정식(7)의 시스템을 푼 이후에, 결과적인 비율들 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 는, 레벨 1에서 합성되고 방정식(5)에 의해 얻어진 목표 색영역 프라임리들 $\{R, G, B\}$ 의 달성된 밝기 $\{L_R, L_G, L_B\}$ 의 차이를 고려하기 위해 스케일링되어야 한다.

$$[0078] \quad \alpha_W * (L_R + L_G + L_B) / (L_R) \rightarrow \alpha_W \quad (8.1)$$

$$[0079] \quad \beta_W * (L_R + L_G + L_B) / (L_G) \rightarrow \beta_W \quad (8.2)$$

$$[0080] \quad \gamma_W * (L_R + L_G + L_B) / (L_B) \rightarrow \gamma_W \quad (8.3)$$

[0081] 요구되는 목표 화이트 포인트 W (외부 입력(364)에 의해 규정됨)를 생성하기 위해, 방정식(7)과 방정식(8)의 시스템을 이용하여, 합성된 목표 색영역 $\{R, G, B\}$ 의 연속적 시간적 멀티플렉싱 비율들(sequential temporal multiplexing ratio) $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 이 한번 결정되면, 이들 비율들은 레벨 1에서 생성된 SSL 장치들(322, 324, 326)의 네이티브 칼라 프라임리들 $\{r, g, b\}$ 의 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 의 변경을 통해 시행될(implemented) 필요가 있다. 이를 달성하기 위해, 목표 색영역 칼라 프라임리들 $\{R, G, B\}$ 각각을 합성하기 위해 요구되는 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 의 셋은 방정식(9) 내지 (11)에 따라 적절한 화이트 포인트 비율 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 에 의해 스케일링 되어야 한다.

$$[0082] \quad \alpha_R * (\alpha_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \alpha_R \quad (9.1)$$

$$[0083] \quad \beta_R * (\alpha_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \beta_R \quad (9.2)$$

$$[0084] \quad \gamma_R * (\alpha_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \gamma_R \quad (9.3)$$

$$[0085] \quad \alpha_G * (\beta_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \alpha_G \quad (10.1)$$

[0086] $\beta_G * (\beta_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \beta_G$ (10.2)

[0087] $\gamma_G * (\gamma_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \gamma_G$ (10.3)

[0088] $\alpha_B * (\alpha_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \alpha_B$ (11.1)

[0089] $\beta_B * (\beta_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \beta_B$ (11.2)

[0090] $\gamma_B * (\gamma_W) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\} \rightarrow \gamma_B$ (11.3)

[0091] 방정식 (9) 내지 (11)에 의해 규정되는 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 의 셋은, 외부 입력(364)에 의해 규정되는 화이트 포인트 밝기와 색도를 합성하기 위해 요구되는, 최종 조절된 시간적 비율들이다. 이들 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 의 최종 값들은, 합성된 목표 색영역 프라임리들 $\{R, G, B\}$ (방정식(4)에 나타낸 것과 같이 $(t_r^R, t_g^R, t_b^R), (t_r^G, t_g^G, t_b^G)$ 및 (t_r^B, t_g^B, t_b^B) 로 표시됨) 각각에 대한 SSL 장치들(322, 324, 326) 각각에 대한 동시 온-타임 듀티 싸이클들로 변환된다.

[0092] 밝기 모듈(Brightness Module): 레벨 2의 셋업(set up)을 위해서, 레벨 1에서 합성된 목표 색영역 프라임리들 $\{R, G, B\}$ 의 밝기 L_R, L_G, L_B 의 달성된 레벨에 대한 지식을 요구하는 경우와 유사하게, 레벨 3의 셋업을 위해서는 레벨 2에서 합성된 화이트 포인트 W 의 밝기의 달성된 레벨을 알아야 한다. L_W 로 표시된 화이트 포인트의 밝기는, 연속적 시간적 비율들 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 과 목표 색영역 프라임리들의 달성된 밝기(방정식(12)에 보인 것처럼 $\{L_R, L_G, L_B\}$ 로 표시됨)를 이용하여, 계산된다.

[0093] $L_W = (\alpha_W L_R + \beta_W L_G + \gamma_W L_B) / \{\max(\alpha_W, \beta_W, \gamma_W)\}$ (12)

[0094] 레벨 3: 밝기 조절(Brightness Control)

[0095] 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 레벨 3에서, 디스플레이 시스템(300)의 화이트 포인트 밝기가 연속적 시간적 비율들 $\{\alpha_W, \beta_W, \gamma_W\}$ 을 스케일링하는 것에 의해 계속해서 조절된다. 레벨 2의 마지막에서 계산된 밝기 L_W 는, 외부 입력(364)을 통해 나중에 규정되는 어떠한 바람직한 기준 밝기(L_{Ref} 로 나타냄)로 조절되기 위해서, 스케일링될 수 있다. 그것을 달성하기 위해, 스케일 지수 S 는 다음의 방정식(13)에 나타난 바와 같이 계산되어야 한다.

[0096] $S = L_{Ref} / L_W$ (13)

[0097] 방정식(13)에 의해 규정되는 스케일 지수 S 를 사용하여, 레벨 1로부터의 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha_R, \beta_R, \gamma_R\}, \{\alpha_G, \beta_G, \gamma_G\}, \{\alpha_B, \beta_B, \gamma_B\}$ 이 요구되는 목표 밝기 값 L_{Ref} 를 생성하기 위해 스케일링된다. 예를 들어, 방정식(14)는 녹색 프라임리를 위한 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들이, 요구되는 목표 밝기값 L_{Ref} 를 생성하기 위해, 어떻게 스케일링되는지를 보여준다. 적색 및 청색 목표 색영역 프라임리들을 위한 방정식들은 유사하다.

[0098] $\alpha_G * S \rightarrow \alpha_G$ (14.1)

[0099] $\beta_G * S \rightarrow \beta_G$ (14.2)

[0100] $\gamma_G * S \rightarrow \gamma_G$ (14.3)

[0101] 본 발명의 디스플레이 시스템(300)의 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 각 레벨들의 기능적 세부사항에 대한 앞선 설명으로부터 명확해진 바와 같이, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은, 이미지 데이터의 그레이스케일 값들을 바이어싱 또는 변경하는 것 없이, SSL 장치들(322, 324, 326)의 동시 시간적 멀티플렉싱 파라미터들을 변경하는 것에 의해, 디스플레이 시스템(300) 색영역, 화이트 포인트 밝기 및 색도의 실-시간 제어를 가능하게 한다. 이 능력은 타일드(tiled) 멀티-프로젝터 디스플레이 시스템(미국특허 7,334,901 참조)에서 중요한 칼라 및 밝기 균일성을 달성하는데 매우 중요하다. 이러한 시스템에서, 외부 입력들(363, 364)이, 외부 기능 블록들

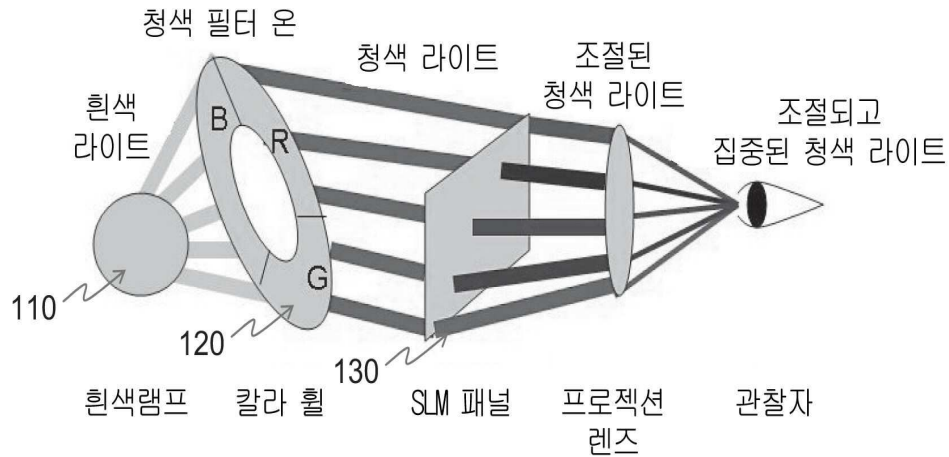
(첫번째로 타일드 멀티-프로젝터 디스플레이 시스템을 포함하는 다수의 프로젝터들 각각의 색과 밝기를 감지하는 기능과 두번째로 타일드 멀티-프로젝터 디스플레이 시스템을 포함하는 다수의 프로젝터들 전부에 걸친 칼라 및 밝기 균일성의 바람직한 레벨을 달성하고 유지하는 각 프로젝터들을 위한 입력들(363, 364)을 생성하는 기능을 수행하는)에 의해 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)으로 제공된다.

- [0102] 앞서 언급된, 본 발명의 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)에 의한 디스플레이 시스템(300) 색영역, 화이트 포인트 및 색도의 실-시간 제어 능력은, 동작 온도 변화와 노화된 SSL 장치들(322, 324, 326)(미국특허 7,334,901 참조)과 일반적으로 관련된, 칼라 및 밝기 이동을 보상하기 위해 사용될 수도 있다. 이러한 타입의 어플리케이션들에서, SSL 장치들(322, 324, 326)에 의해 생성된 칼라 및 밝기를 감지하기 위해 결합되고, SLM 장치(310)(미국특허 7,334,901 참조) 내로 결합되는, 라이트 센서는 외부 입력(362)을 생성할 수 있으며, 이는 SSL 장치들(322, 324, 326)의 동시 시간적 멀티플렉싱 파라미터들을 조절하기 위해 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)에 의해 차례로 사용된다(이는 앞선 단락에서 설명한 것과 같이, SSL 장치들(322, 324, 326)의 칼라와 밝기의 변화를 보상하고, 합성된 프라이머리들의 밝기와 색도를 유지하기 위한 것임). 이 경우에, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)은, SSL 장치들(322, 324, 326)의 네이티브 프라이머리들을 외부 입력(364)에 의해 규정되는 목표 색영역의 프라이머리들로 맵핑하는 것을, 동시 시간적 멀티플렉싱 비율들 $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ 의 값들을 변경하는 것에 의해 조절한다(앞서 설명한 바와 같이, 외부 입력(362)에 의해 규정되는 값들에서의 합성된 프라이머리들의 밝기와 색도를 유지하기 위한 것임).
- [0103] 요약하면, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)을 포함하는 본 발명의 SSL-기반 프로젝션 디스플레이 시스템(300)은, SSL 장치들 동작 듀티 사이클을 SLM 장치(310)의 시간적 동작에 동기되도록 하는 동시 시간적 멀티플렉싱을 통해, 다음의 동작 및 성능 이점들을 가능하게 한다.
- [0104] 1. SSL 장치들의 칼라 프라이머리들에 의해 형성되는 네이티브 색영역 내에 완전히 포함되는, 다수의 합성된 프라이머리들로 구성된 어떠한 원하는 목표 색영역도 합성할 수 있는 능력;
- [0105] 2. 디스플레이 시스템 칼라 포화와 콘트라스트 레벨을 개선하기 위해, 합성된 색영역 내에 화이트 프라이머리 및/또는 블랙 프라이머리 내에 선택적으로 포함시키는 능력;
- [0106] 3. 동일한 칼라 프라이머리의 인접 연속적 시간적 슬롯에 의해 발생될 수 있는 프로젝션 이미지 스펙클(speckle)과 아티팩트(artifacts)를 줄이기 위해, 합성된 프라이머리들의 시간적 슬롯 할당들을 선택적으로 인터리브하는 능력;
- [0107] 4. SSL 장치들의 네이티브 색영역에서의 가능한 변화를 보상하고 목표 색영역 밝기와 색도의 안정성을 유지하기 위해, SSL 장치들의 네이티브 색영역으로부터 목표 합성된 색영역으로의 맵핑을 실-시간 제어하는 능력;
- [0108] 5. 이미지 데이터 그레이스케일 값들을 바이어싱 또는 변경하지 않고, 어떠한 바람직한 목표 화이트 포인트 밝기와 색도도 합성하는 능력;
- [0109] 6. 이미지 데이터 그레이스케일 값들을 바이어싱 또는 변경하지 않고, SSL 장치들 동작 듀티 사이클들의 동시 시간적 멀티플렉싱을 변경하는 것에 의해, 디스플레이 시스템 화이트 포인트 밝기와 색도를 실-시간 제어하는 능력;
- [0110] 7. 기존의 칼라 연속적 스킴(conventional color sequential scheme) 기반 SSL을 사용하는 디스플레이 시스템보다 높은 레벨의 밝기와 월-플러그 효율을 달성하는 능력; 및
- [0111] 8. 목표 색영역 또는 칼라 포인트 특성을 조절하기 위해 이미지 그레이스케일 값들을 조작하는 것에 의존하는 디스플레이 시스템들(램프 기반이던지 또는 SSL 기반이던지)보다 높은 콘트라스트, 다이내믹 레인지 및 월-플러그 효율을 달성하는 능력.
- [0112] 앞선 상세한 설명에서, 본 발명은 특정 실시예들을 참조하여 설명되었다. 그러나, 본 발명의 넓은 진정한 의미(spirit)와 범위로부터 벗어나지 않으면서, 다양한 변경 또는 변화가 가능하다. 따라서, 디자인 세부사항과 도면들은, 제한적인 관점이 아닌 설명적인 관점으로 이해되어야 한다. 당업자는 본 발명의 부분들이 바람직한 실시예에 대해 기술된 구현과는 다르게 구현될 수 있음을 인지할 것이다. 예를 들어, 당업자는 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)을 포함하는 본 발명의 SSL-기반 프로젝션 디스플레이 시스템(300)이, 사용된 SSL 장치들의 개수, 사용된 SSL 장치들에 관련된 칼라 프라이머리들의 개수, 프로젝션 옵틱스(340)의 특정 디자인 세부사항, 조명 옵틱스(330)의 특정 세부사항, PWM 기능 블록(390) 및 이의 SLM 장치(310)와의 인터페이스, 계층적 멀티플렉싱 기능 블록(360)의 특정 구현 상세들 및 외부 인터페이스들(362, 363, 364)과의 결합에 대한 특정 디자인

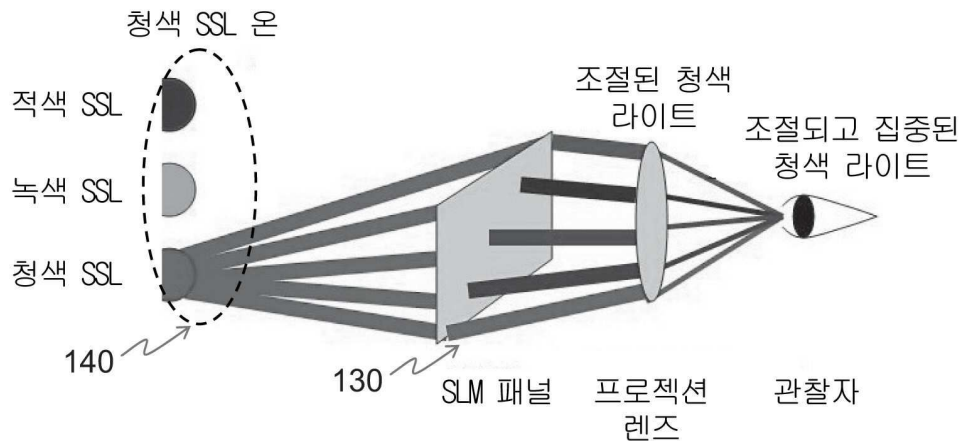
상세, 등에 대한 다양한 변경과 함께 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 또한, 당업자는 내재된 원리들에 벗어남이 없이 본 발명의 앞서 설명된 실시예의 세부사항들에 대해 많은 변경이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로, 본 발명의 권리범위는 다음의 청구항들에 의해서만 결정되어야 한다.

도면

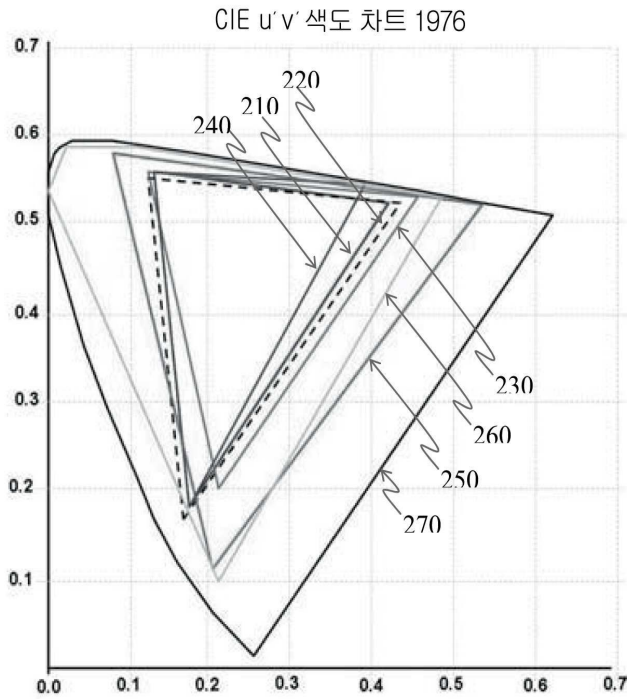
도면1a



도면1b



도면2



210 NTSC

220 HDTV

230 LCD 패널

240 전통적 램프기반 SLM
프로젝터들

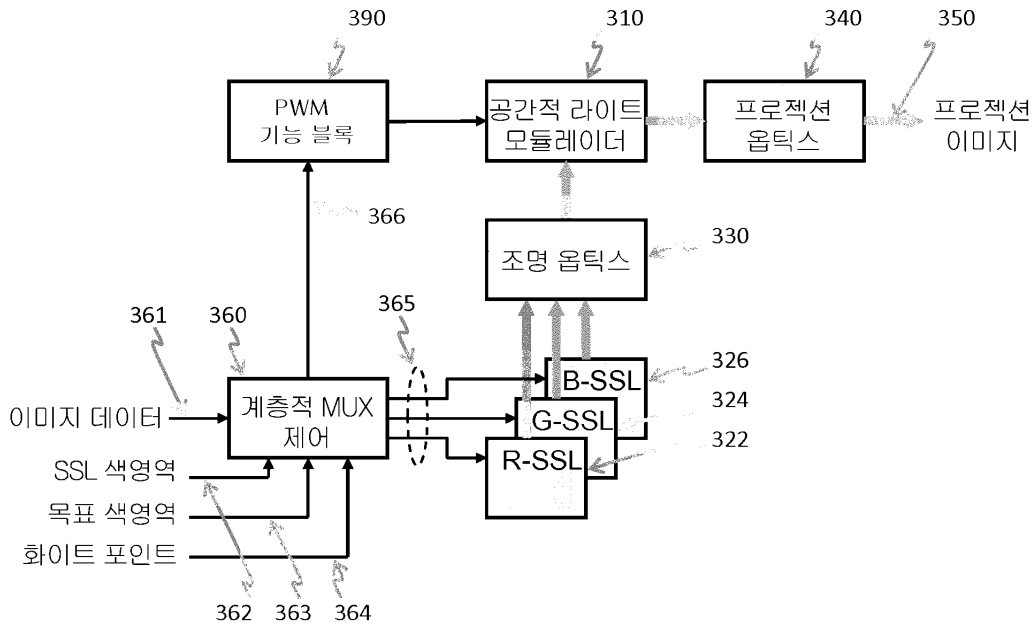
250 LED기반 SLM 프로젝터들

260 레이저 기반 SLM 프로젝터들

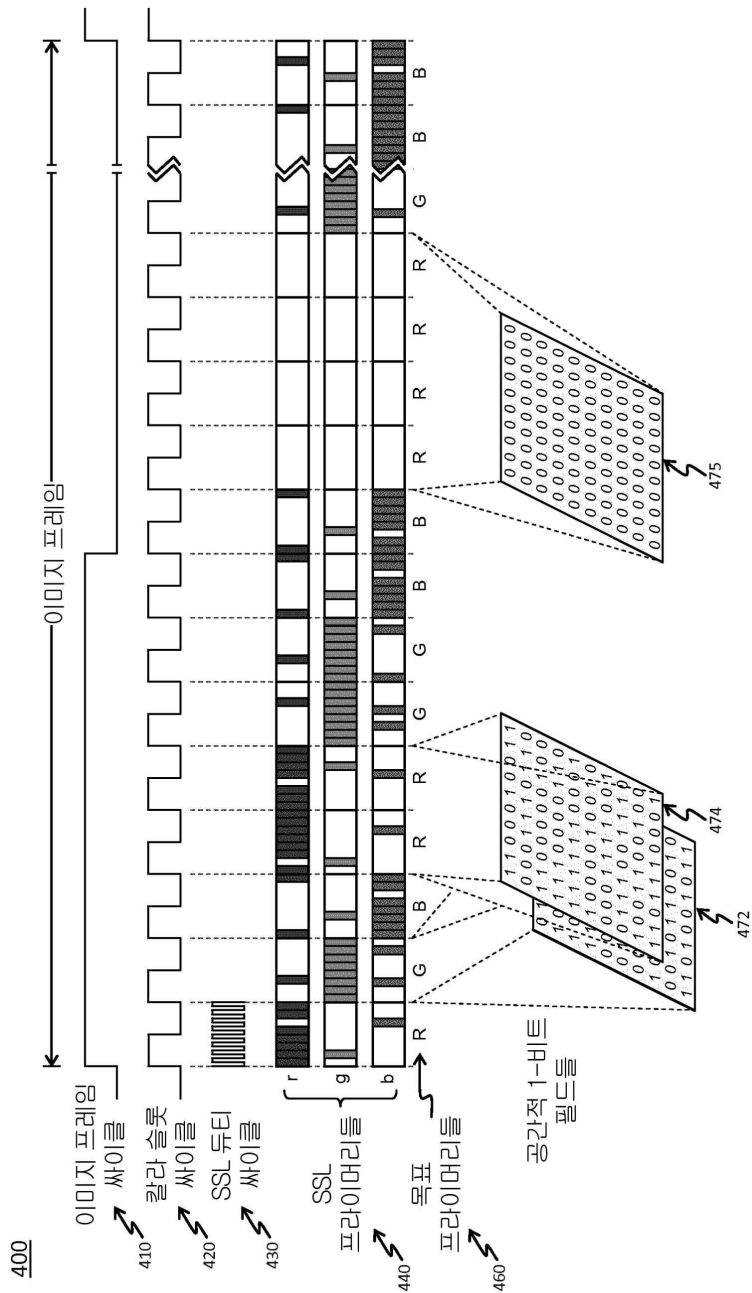
270 가시 라이트 색역역

도면3

300



도면4



【심사관 직권보정사항】

【저작권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

계층적(hierarchical) 멀티플렉싱 블록

【변경후】

계층적(hierarchical) 멀티플렉싱 기능 블록

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6, 13, 16

【변경전】

상기 펄스폭 모듈레이션 블록은

【변경후】

상기 펄스폭 모듈레이션 기능 블록은

【식권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

상기 계층적 멀티플렉싱 블록은

【변경후】

상기 계층적 멀티플렉싱 기능 블록은