



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월19일
(11) 등록번호 10-1117822
(24) 등록일자 2012년02월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/02 (2006.01) G02B 26/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7001799
(22) 출원일자(국제) 2008년06월27일
심사청구일자 2010년01월27일
(85) 번역문제출일자 2010년01월26일
(65) 공개번호 10-2010-0029131
(43) 공개일자 2010년03월15일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/068679
(87) 국제공개번호 WO 2009/003192
국제공개일자 2008년12월31일
(30) 우선권주장
11/769,580 2007년06월27일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20060221021 A1
전체 청구항 수 : 총 15 항

(73) 특허권자
프리즘, 인코포레이티드
미국, 캘리포니아 95134, 산 호세, 스위트 110,
베이테크 드라이브 180
(72) 발명자
하자르, 로저, 에이.
미국, 캘리포니아 95125, 산호세, 카미노 리카르
도 1050
버틀러, 크리스토퍼 제이.
미국, 매사추세츠 01720, 액톤, 비벌리 로드 6
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

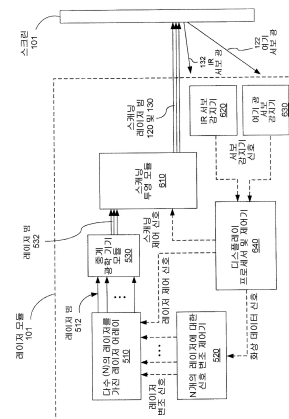
심사관 : 최훈영

(54) 발명의 명칭 발광 스크린을 갖는 스캐닝 빔 디스플레이 시스템내의 지정된 스캐닝 서보 빔에 기반하는 서보 피드백 제어

(57) 요약

하나의 서보 빔과 여기 빔을, 여기 빔의 광의 여기하에서 가시광을 방출하는 스크린상으로 스캔하며, 피드백 제어를 통해 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 기반하여 여기 빔의 광학적인 정렬을 제어하는 스캐닝 빔 디스플레이 시스템이다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

켄트, 데이빗 엘.

미국, 매사추세츠 01701, 프래밍햄, 웨이사이드 인
로드 43

칼루즈니, 미카일

미국, 매사추세츠 02459, 뉴튼, 엘모어 스트리트 66

특허청구의 범위

청구항 1

화상 정보를 반송하는 광학 펄스를 갖는 적어도 하나의 여기 빔(excitation beam)을 생성하기 위한 여기 광원;

비가시적인 서보 빔(servo beam) 과장에서 적어도 하나의 서보 빔을 생성하기 위한 서보 광원;

여기 빔 및 서보 빔을 수신하기 위한 그리고 여기 빔 및 서보 빔을 스캔하기 위한 빔 스캐닝 모듈;

스캐닝되는 여기 빔 및 서보 빔을 수신하도록 위치되고, (1) 여기 빔의 광을 흡수하여 가시광을 방출해서 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 화상을 생성하는 병렬 발광 스트라이프(stripe)들, 및 (2) 상기 발광 스트라이프들에 나란하고 상기 발광 스트라이프들과 공간적으로 인터리브(interleave)되는 스트라이프 디바이더(stripe divider)들로서, 각 스트라이프 디바이더가 2개의 인접한 스트라이프들 사이에 위치되고 광학 반사적인, 스트라이프 디바이더들을 포함하는 발광 영역을 포함하는, 발광 스크린;

상기 스트라이프 디바이더들에 의해 반사되는 광을 포함해서 상기 스크린 상에 스캐닝되는 서보 빔의 광을 수신하도록 그리고 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝(positioning)을 나타내는 모니터 신호를 생성하도록 위치되는 광학 서보 센서; 및

상기 모니터 신호에서의 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 서보 빔과 여기 빔간의 관계에 기반해서, 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 광학 펄스의 타이밍을 조정하여 상기 스크린상의 여기 빔의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하도록 동작할 수 있는 제어 유닛을 포함하는 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

서보 빔 과장은, 상기 발광 스트라이프들에 의해 방출되는 가시광의 가시 스펙트럼 범위에서의 각각의 과장보다 더 큰, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

서보 빔과 여기 빔은, 상기 빔 스캐닝 모듈로부터 상기 스크린으로 공통 광학 경로를 따라 공동-전파되는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 스크린은, 상기 발광 스트라이프들에 수직인 여기 빔 또는 서보 빔의 빔 스캔의 시작 동안에, 여기 빔의 기준 위치 및 서보 빔의 기준 위치를 나타내기 위해 상기 발광 스트라이프들에 나란한 그리고 상기 스크린의 발광 영역 외측의 시작 라인 서보 기준 마크로서의 반사 스트라이프 라인을 포함하며,

상기 제어 유닛은, 여기 빔이 상기 발광 영역내에서 스캔하여 화상을 생성할 때, 상기 스트라이프 디바이더들 및 상기 시작 라인 서보 기준 마크로부터 수신되는 서보 빔의 광에 기반하여, 상기 스크린상의 여기 빔의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하도록 동작할 수 있는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 스크린은, 상기 발광 스트라이프들에 수직인 빔 스캐닝 경로내의 상기 발광 영역 외측의 수직 빔 위치 서보 기준 마크를 포함하며, 상기 수직 빔 위치 서보 기준 마크는, 상기 발광 스트라이프들에 나란한 수직 방향의 수직 빔 위치의 정보를 나타내기 위해 스캐닝 빔에 의해 조명될 때 수직 빔 위치 서보 피드백 광을 생성하는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

화상 정보를 반송하는 광학 펄스를 갖는 적어도 하나의 여기 빔 및 여기 빔의 파장과는 상이한 서보 빔 파장에
서의 적어도 하나의 서보 빔을 지향 및 스캔하기 위한 광 모듈;

스캐닝되는 여기 빔 및 서보 빔을 수신하도록 위치되고, 여기 빔의 광을 흡수하여 가시광을 방출해서 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 화상을 생성하는 병렬 발광 스트라이프들의 발광층을 포함하는 스크린으로서, 서보 빔의 광을 상기 광 모듈쪽으로 반사하여 서보 피드백 광을 생성하도록 구성되는 스크린; 및

서보 피드백 광을 수신하여 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 나타내는 서보 피드백 신호를 생성하도록 위치되는 광학 서보 센서 모듈을 포함하며,

상기 광 모듈은, 서보 피드백 신호에서의 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 광학 펄스의 타이밍을 조정해서 상기 스크린상의 여기 빔의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 스크린은, 서보 빔의 광에 대해 경면 반사적인(specularly reflective), 상기 여기 광원을 면하는 패싯(facet)들을 갖는 서보 피드백 마크들, 및 서보 빔의 광에 대해 확산 반사적인(diffusively reflective), 상기 서보 피드백 마크들 외측의 영역들을 포함하고;

상기 시스템은, 상기 스크린과 상기 광 모듈 사이에 위치되어 스캐닝되는 서보 빔 및 여기 빔을 상기 스크린에 실질적으로 법선 입사(normal incidence)되게 지향시키는 프레넬 렌즈(Fresnel lens)를 포함하며,

상기 프레넬 렌즈는, 서보 피드백 마크에 의해 경면 반사되는 서보 빔의 광을 상기 광학 서보 센서내로 지향시키고, 서보 피드백 마크 외측의 상기 스크린에 의해 확산 반사되는 서보 빔의 광이 상기 광학 서보 센서보다 더 큰 영역에 걸쳐 상기 프레넬 렌즈에 의해 확산되어, 서보 빔의 확산 반사되는 광의 단편(fraction)을 상기 광학 서보 센서 내로 지향시키기 위해, 상기 광 모듈의 광학축으로부터 오프셋되고 상기 광 모듈의 광학축에 나란하게 상기 프레넬 렌즈의 중앙에 대칭적으로 광학축을 갖는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 23

청구항 22에 있어서,

상기 서보 피드백 마크들은 상기 스크린내에서 상기 병렬 발광 스트라이프들에 나란한 병렬 스트라이프들이며, 서보 빔의 광에 대해 경면 반사적인, 상기 여기 광원을 면하는 패싯들을 갖는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 24

청구항 21에 있어서,

상기 스크린에 대해 상대적으로 위치되어 상기 스크린에 의해 방출되는 가시광의 일부를 수신해서 제2 서보 피드백 신호를 생성하는 제2 광학 서보 센서 모듈을 포함하며,

상기 제어 유닛은, 서보 피드백 신호에서의 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 제2 서보 피드백 신호에서의 포지셔닝 정보에 관하여 캘리브레이트하도록 동작할 수 있는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 25

청구항 24에 있어서,

상기 제2 광학 서보 센서 모듈은, 상기 스크린에 의해 방출되는 상이한 컬러들의 가시광을 각각 감지하도록 복수의 광학 감지기들을 포함하는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 26

청구항 21에 있어서,

서보 빔은 IR 빔인, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템.

청구항 27

스크린상에 화상을 반송하도록 광학 펄스로 변조된 하나 이상의 여기 빔을 스캐닝하여, 병렬 발광 스트라이프들

을 여기시켜 화상을 형성하는 가시광을 방출하는 단계;

하나 이상의 여기 빔의 광학 파장과는 상이한 광학 파장에서의 서보 빔을, 상기 스크린상에 스캐닝하는 단계;

상기 스크린으로부터 서보 빔의 광을 감지하여 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 나타내는 서보 신호를 획득하는 단계; 및

상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 하나 이상의 스캐닝되는 여기 빔을 제어해서 상기 스크린상의 각각의 여기 빔의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하는 단계를 포함하는 스캐닝 빔 디스플레이 시스템 제어 방법.

청구항 28

청구항 27에 있어서,

상기 스크린으로부터 하나 이상의 여기 빔의 반사된 광의 일부를 감지하여 상기 스크린상의 여기 빔의 포지셔닝을 나타내는 제2 서보 신호를 제공하는 단계; 및

서보 신호 및 제2 서보 신호에서의 정보를 이용하여 상기 스크린상의 각각의 여기 빔의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하는 단계를 포함하는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템 제어 방법.

청구항 29

청구항 27에 있어서,

상기 스크린으로부터 방출되는 가시광의 일부를 감지하여 상기 스크린상의 여기 빔의 포지셔닝을 나타내는 제2 서보 신호를 제공하는 단계; 및

서보 신호 및 제2 서보 신호에서의 정보를 이용하여 상기 스크린상의 각각의 여기 빔의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하는 단계를 포함하는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템 제어 방법.

청구항 30

청구항 27에 있어서,

시작 라인 기준으로서의, 상기 스크린상의 상기 병렬 발광 스트라이프들에 나란하고 상기 스크린상의 상기 병렬 발광 스트라이프들로부터 이격되는 상기 스크린 상의 기준 라인 마크로부터 반사되는 광을 감지하여, 상기 병렬 발광 스트라이프들의 에지(edge)에 관한 빔의 위치를 측정하는 단계; 및

상기 기준 라인 마크로부터 측정되는 위치를 이용하여 상기 스크린상에 화상을 디스플레이할 시에 각각의 여기 빔의 광학 펄스의 타이밍을 제어하는 단계를 포함하는, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템 제어 방법.

명세서

기술 분야

[0001] [우선권 주장 및 관련 특허 출원]

[0002] 본 PCT 출원은 “Servo Feedback Control Based on Invisible Scanning Servo Beam in Scanning Beam Display Systems with Light-Emitting Screens” 라는 제목의 2007년 6월 27일에 출원된 미국 특허 출원 제11/769,580호의 이익 및 우선권을 청구한다. 미국 특허 출원 제11/769,580호의 개시는 본 PCT 출원의 명세서의 일부로서 참조로 통합되어 있다.

[0003] 본 특허 출원은 스캐닝-빔 디스플레이 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 스캐닝-빔 디스플레이 시스템에 있어서, 스크린상에 화상을 형성하기 위해 스크린 전면에 광학 빔이 스캔될 수 있다. 레이저 디스플레이 시스템과 같은 많은 디스플레이 시스템은, 수평 스캐닝을 제공하도록 다수의 반사 패킷(facet)이 있는 다각형 스캐너 및 수직 스캐닝을 제공하도록 갈보-구동 미러(galvo-driven mirror)과 같은 수직 스캐닝 미러를 사용한다. 동작시에, 다각형 스캐너가 회전하여 패킷의 방위 및 위치를 변화시킴에 따라 다각형 스캐너의 하나의 패킷이 하나의 수평 라인을 스캔하고, 다음의 패킷이 다음의 수평 라인을 스캔한다. 수

평 스캐닝 및 수직 스캐닝이 서로 동기화되어 스크린상에 화상을 투영한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 광학적 여기하에서 발광 스크린상의 스캐닝 광에 기반하는 디스플레이 시스템 및 디바이스의 구현에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 특허 출원은, 다른 것들 중에서도, 광학적 여기(optical excitation)하에서 발광 스크린상의 스캐닝 광에 기반하는 디스플레이 시스템 및 디바이스의 구현을 기술한다. 기술된 디스플레이 시스템은 광학적 여기하에서의 발광 스크린 및 적어도 하나의 여기 광학 빔(excitation optical beam)을 이용하여, 발광하여 화상을 형성하는 스크린상의 하나 이상의 발광 물질을 여기시킨다(excite). 상기 디스플레이 시스템용 서보 제어 메커니즘(servo control mechanism)은, 화상-반송(image-carrying) 여기 광학 빔을 스캔하는 동일한 스캐닝 모듈에 의해 스크린 전역에 스캔되는 지정된 서보 빔에 기반하여 기술된다. 이러한 지정된 서보 빔(servo beam)은, 일반적인 디스플레이 동작 동안에, 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 정확한 전달 및 적합한 광학적인 정렬(optical alignment)을 보장하기 위해 스캐닝되는 여기 빔의 서보 피드백 제어(servo feedback control)를 제공하는데 사용된다. 일부의 구현에 있어서, 스크린 상에 다수의 여기 레이저 빔을 동시에 스캔하기 위해 다수의 레이저들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 다수의 레이저 빔이 하나의 스크린 세그먼트(segment)를 동시에 조명하고 다수의 스크린 세그먼트를 동시에 스캔하여 완전한 스크린을 완성할 수 있다.

[0007] 일 구현에 있어서, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템은, 화상 정보를 반송하는 광학 펄스를 갖는 적어도 하나의 여기 빔 및 여기 빔의 파장과는 상이한 서보 빔 파장에서의 적어도 하나의 서보 빔을 지향 및 스캔하도록 된 광 모듈; 스캐닝되는 여기 빔 및 상기 서보 빔을 수신하도록 위치되고, 여기 빔의 광을 흡수하여 가시광을 방출해서 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 화상을 생성하는 병렬 발광 스트라이프(stripe)들의 발광층을 포함하는 스크린으로서, 서보 빔의 광을 상기 광 모듈쪽으로 반사시켜 서보 피드백 광을 생성하도록 구성되는 스크린; 및 서보 피드백 광을 수신하고 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝(positioning)을 나타내는 서보 피드백 신호를 생성하도록 위치되는 광학 서보 센서 모듈을 포함한다. 상기 광 모듈은, 서보 피드백 신호에 있어서의 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 광학 펄스의 타이밍을 조정해서 상기 스크린상의 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어한다.

[0008] 일례로서, 상기 시스템의 스크린은, 서보 빔의 광에 대해 경면 반사적인(specularly reflective), 상기 여기 광원에 면하는 패킷들을 갖는 서보 피드백 마크(servo feedback mark)들, 및 서보 빔의 광에 대해 확산 반사적인(diffusively reflective), 상기 서보 피드백 마크들 외측의 영역들을 포함할 수 있다. 이러한 예에 있어서, 상기 시스템은, 상기 스크린과 상기 광 모듈 사이에 위치되어 스캐닝되는 서보 및 여기 빔을 상기 스크린에 실질적으로 법선 입사(normal incidence)되게 지향시키는 프레넬 렌즈(Fresnel lens)를 포함한다. 상기 프레넬 렌즈는, 서보 피드백 마크에 의해 경면 반사되는 서보 빔의 광을 상기 광학 서보 센서내로 지향시키고, 서보 피드백 마크 외측의 상기 스크린에 의해 확산 반사되는 서보 빔의 광이 상기 광학 서보 센서보다 더 큰 영역에 걸쳐 상기 프레넬 렌즈에 의해 확산되는 동안, 서보 빔의 확산 반사되는 광의 단편을 상기 광학 서보 센서 내로 지향시키기 위해, 상기 광 모듈의 광학축으로부터 오프셋되고 나란하게 상기 프레넬 렌즈의 중앙에 대칭적으로 광학축을 갖는다.

[0009] 다른 구현에 있어서, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템을 제어하기 위한 방법은, 화상을 반송하도록 광학 펄스로 변조된 하나 이상의 여기 빔을 스크린상에 스캐닝하여, 병렬 발광 스트라이프들을 여기시켜 화상을 형성하는 가시광을 방출하는 단계; 서보 빔을, 하나 이상의 여기 빔의 광학 파장과는 상이한 광학 파장에서, 상기 스크린상에 스캐닝하는 단계; 상기 스크린으로부터 서보 빔의 광을 감지하여 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 나타내는 서보 신호를 획득하는 단계; 및 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 하나 이상의 스캐닝되는 여기 빔을 제어하여 상기 스크린상의 각 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하는 단계를 포함한다.

[0010] 다른 구현에 있어서, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템은, 화상 정보를 반송하는 광학 펄스를 갖는 적어도 하나의 여기 빔을 생성하도록 된 여기 광원; 비가시적인 서보 빔 파장에서 적어도 하나의 서보 빔을 생성하도록 된 서보 광원; 여기 빔 및 서보 빔을 수신하고 여기 빔 및 서보 빔을 스캔하도록 된 빔 스캐닝 모듈; 상기 스캐닝되

는 여기 빔 및 서보 빔을 수신하도록 위치되는 발광 스크린을 포함한다. 상기 스크린은, (1) 여기 빔의 광을 흡수하여 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 화상을 생성하도록 가시광을 방출하는 병렬 발광 스트라이프들, 및 (2) 상기 발광 스트라이프들에 나란하고 상기 발광 스트라이프들과 공간적으로 인터리브(interleave)되는 스트라이프 디바이더(stripe divider)들로서, 각 스트라이프 디바이더가 2개의 인접한 스트라이프들 사이에 위치되는 스트라이프 디바이더들을 포함한다. 각 스트라이프 디바이더는 광학 반사적이다. 광학 서보 센서가, 상기 스트라이프 디바이더들에 의해 반사되는 광을 포함하여 상기 스크린 상에 스캐닝되는 서보 빔의 광을 수신하고 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 나타내는 모니터 신호를 생성하도록 위치된다. 이러한 시스템은, 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 서보 빔과 여기 빔간의 관계에 기반하여 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 광학 펄스의 타이밍을 조정하여 상기 스크린상의 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하도록 동작할 수 있는 제어 유닛을 포함한다.

[0011] 다른 구현에 있어서, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템은, (1) 여기 광을 흡수하여 가시광을 방출하는 병렬 발광 스트라이프들, 및 (2)상기 발광 스트라이프들에 나란하고 상기 발광 스트라이프들과 공간적으로 인터리브되는 광학 반사 스트라이프 디바이더들로서, 각 스트라이프 디바이더가 2개의 인접한 스트라이프들 사이에 위치되는 광학 반사 스트라이프 디바이더들을 포함하는 발광 스크린을 포함한다. 여기 층들이 여기 광의 여기 레이저 빔을 생성하기 위해 구비되며, 상기 여기 레이저들에 대한 상대 위치에 고정된 적어도 하나의 서보 광원이 비가시적인 서보 빔 과정에서 적어도 하나의 서보 빔을 생성하도록 구비된다. 이러한 시스템은 또한, 여기 레이저 빔과 서보 빔을 수신하여 여기 레이저 빔과 서보 빔을 스캔하는 빔 스캐닝 모듈; 상기 스크린으로부터 반사되는 상기 서보 빔의 광을 수신하여 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 나타내는 제1 모니터 신호를 생성하도록 위치되는 적어도 하나의 제1 광학 서보 센서; 상기 스크린으로부터 반사되는 여기 레이저 빔의 광을 수신하여 상기 스크린상의 각 여기 레이저 빔의 포지셔닝을 나타내는 제2 모니터 신호를 생성하도록 위치되는 적어도 하나의 제2 광학 서보 센서; 및 상기 제1 및 제2 모니터 신호에 응하여, 서보 빔과 각 여기 레이저 빔간의 관계에 기반하여 각 여기 레이저 빔에 의해 반송되는 상기 광학 펄스의 타이밍을 조정하여 상기 스크린상의 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하도록 동작할 수 있는 제어 유닛을 포함한다.

[0012] 또 다른 구현에 있어서, 스캐닝 빔 디스플레이 시스템을 제어하기 위한 방법은, 광학 펄스로 변조된 적어도 하나의 여기 빔을, 병렬 발광 스트라이프들이 있는 스크린상에, 상기 발광 스트라이프들에 수직인 빔 스캐닝 방향으로 스캐닝하여, 형광 스트라이프들을 여기시켜(excite) 화상을 형성하는 가시광을 방출하는 단계를 포함한다. 상기 스크린은, 상기 발광 스트라이프들에 나란하고 상기 발광 스트라이프들과 공간적으로 인터리브되는 스트라이프 디바이더들로서, 각 스트라이프 디바이더가 2개의 인접한 스트라이프들 사이에 위치되고 광학 반사적인, 스트라이프 디바이더들을 포함한다. 이러한 방법은 또한, 상기 스크린상의 여기 빔을 따라 비가시적인 서보 빔을 스캐닝하는 단계; 상기 스트라이프 디바이더들에 의해 생성되는 광을 포함하여 상기 스크린으로부터 스캐닝 서보 빔의 광을 감지하여 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝을 나타내는 모니터 신호를 획득하는 단계; 및 상기 스크린상의 서보 빔의 포지셔닝에 응하여, 서보 빔과 여기 빔간의 관계에 기반하여 스캐닝되는 여기 빔에 의해 반송되는 광학 펄스의 타이밍을 조정하여 상기 스크린상의 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 공간적인 위치의 공간적인 정렬을 제어하는 단계를 포함한다.

[0013] 이들 및 다른 예시들 및 구현들이 도면, 상세한 설명 및 청구범위에서 상세히 기술된다.

발명의 효과

[0014] 본 발명은 광학적 여기하에서 발광 스크린상의 스캐닝 광에 기반하는 디스플레이 시스템 및 디바이스를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 디스플레이될 화상 정보를 반송하는 스캐닝 레이저 빔의 여기하에서 색이 있는 광을 방출하는 레이저-여기 발광 물질(예컨대, 인광체)로 구성된 발광 스크린을 갖는 예시적인 스캐닝 레이저 디스플레이 시스템을 도시한다.

도 2a 및 2b는 도 1에서의 스크린상의 컬러 픽셀의 구조 및 병렬 발광 스트라이프를 갖는 일예의 스크린 구조를 도시한다.

도 3은 다수의 레이저 빔을 스크린상에 지향시키는 다수의 레이저를 갖는 프리-오브젝티브(pre-objective) 스캐닝 구성에 있어서의 도 1에서의 레이저 디스플레이 시스템의 예시적인 구현을 도시한다.

도 4는 도 1에 있어서의 레이저 디스플레이 시스템에 기반하는 포스트-오브젝티브(post-objective) 스캐닝 디스플레이 시스템의 예시적인 구현을 도시한다. 도 5는 다수의 여기 레이저 빔과 비가시적인 서보 빔으로 연속적인 스캔 라인을 한 번에 스캐닝하기 위한 일례를 도시한다.

도 5a는 수직 갈보 스캐너 및 수평 다각형 스캐너가 그것들 개개의 널(null) 위치에 있을 때, 하나의 IR 서보 레이저와 36개의 여기 레이저의 레이저 어레이에 의해 생성되는 스크린상의 빔 위치의 맵(map)을 도시한다.

도 6은 스캐닝 서보 빔에 기반하는 서보 피드백 제어를 이용하는 스캐닝 디스플레이 시스템의 일례를 도시한다.

도 7은 도 6에서의 서보 피드백 광을 감지하기 위한 서보 감지기의 일례를 도시한다.

도 8 및 9는 스캐닝 서보 빔에 기반하는 서보 제어를 위한 2개의 스크린 예를 도시한다.

도 10은 스크린 상의 스트라이프 디바이더에 대응하는 광학 신호를 갖는 서보 광의 광학적 파워를 도시한다.

도 11은 다양한 서보 제어 기능을 위해 피드백 광을 생성하는 서보 기준 마크를 포함하는 주변 기준 마크 영역을 갖는 스크린의 일례를 도시한다.

도 12는 스크린상의 활성 형광 영역의 시작에 대한 기준을 제공하도록 된 주변 기준 마크 영역에서의 시작 라인 기준 마크를 도시한다.

도 13 및 14는, 스크린상의 끝 라인 기준 마크, 시작 라인 기준 마크, 및 스트라이프 디바이더에 대응하는 광학 신호를 갖는 서보 광의 광학적 파워를 도시한다.

도 15, 16, 및 17은, 여기 빔 또는 서보 빔으로부터의 서보 피드백 광을 이용하여 스크린상의 스트라이프 디바이더의 위치 데이터를 측정하는데 샘플링 클럭 신호를 사용하는 예를 도시한다.

도 18a는 도 11에서의 스크린에 대한 수직 빔 위치 기준 마크의 예를 도시한다.

도 18b 및 18c는, 스크린상의 수직 빔 위치를 제어하기 위해 도 18a에서의 수직 빔 위치 기준 마크를 이용하는 것에 있어서의 서보 피드백 제어 회로 및 그 동작을 도시한다.

도 19는 수직 빔 위치 기준 마크 및 시작 라인 기준 마크를 갖는 도 11에 있어서의 스크린의 예를 도시한다.

도 20은 여기 빔으로 스캔되는 서보 빔에 기반하는 서보 제어의 동작을 도시한다.

도 21, 22 및 23은, 적어도 서보 빔에 대한 확산 또는 경면 반사의 특성을 갖고 여기 빔의 투과량에 영향을 미치지 않는 IR 서보 피드백 마크를 갖는 스크린 설계의 예를 도시한다.

도 24는 스크린상의 IR 피드백 마크 외측의 확산 반사 영역 및 경면 반사 IR 피드백 마크를 갖도록 된 스크린 설계의 예를 도시한다.

도 25는 도 24의 설계에 기반하는 시스템의 예를 도시한다.

도 26은 IR 서보 피드백 및 가시광 서보 피드백을 조합하는 시스템의 예를 도시한다.

도 27, 28, 29 및 30은 도 26에 있어서의 시스템의 양태를 예시한다.

도 31은 도 26에서의 시스템의 시스템 구현을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 어플리케이션에 있어서의 스캐닝 빔 디스플레이 시스템의 예는, 레이저 비디오 디스플레이 시스템을 포함하여, 화상을 생성하도록 광학 여기하에서 발광하도록 된 발광 물질이나 형광 물질을 갖는 스크린을 이용한다. 발광 또는 형광 물질을 갖는 스크린 설계의 다양한 예가 이용될 수 있다. 일 구현에 있어서, 예컨대, 컬러 화상을 형성하기 위해 적합한 적색, 녹색 및 청색의 광을 각각 생성하도록 레이저 빔에 의해 광학적으로 여기될 수 있는 3개의 상이한 컬러 인광체(phosphor)는, 병렬의 개개의 적색, 녹색 및 청색 인광체 스트라이프 또는 픽셀 도트(pixel dot)로서 스크린상에 형성될 수 있다.

[0017] 인광체 물질은 형광 물질의 하나의 타입이다. 형광 물질로서 인광체를 사용하는 예시들에서 다양하게 기술된 시스템, 디바이스 및 피쳐(feature)들은, 다른 광학적 여기, 발광, 비-인광체 형광물질로 구성된 스크린으로 디스플레이하도록 적용될 수 있다. 예를 들어, 양자 도트 물질(quantum dot)은 적절한 광학적 여기하에서 광을 방출하며, 따라서 본 출원에 있어서의 시스템 및 디바이스용의 형광 물질로서 사용될 수 있다. 보다 상세하게,

특히, CdSe와 Pbs와 같은, 반도체 화합물은, 광을 방출하기 위해 양자 도트 물질로서 이 화합물의 대략 엑시톤 보어 반경(exciton Bohr radius) 정도의 직경을 갖는 입자 형태로 제조될 수 있다. 상이한 컬러의 광을 생성하기 위해, 상이한 에너지 밴드 갭(energy band gap) 구조를 갖는 상이한 양자 도트 물질이 동일한 여기 광하에서 상이한 컬러를 방출하도록 사용될 수 있다. 일부의 양자 도트는 2와 10 나노미터 사이의 크기이며 10 내지 50 아톰(atom) 사이와 같이 대략 10 아톰을 포함한다. 양자 도트는, 용액, 분말, 젤리형 매트릭스 재료 및 고체(예컨대 고용체)를 형성하기 위해 다양한 재료에서 분산되고 혼합될 수 있다. 양자 도트 필름 또는 필름 스트라이프가 본 출원에 있어서의 시스템 또는 디바이스를 위한 스크린으로서 기판 상에 형성될 수 있다. 일 구현에 있어서, 예컨대, 3 개의 상이한 양자 도트 재료가, 컬러 화상을 형성하기 위해 적합한 적색, 녹색 및 청색의 광을 생성하도록 광학 펌프로써 스캐닝되는 레이저 빔에 의해 광학적으로 여기되도록 설계 및 엔지니어링될 수 있다. 상기한 양자 도트는 병렬 라인(예컨대, 반복되는 순차적 적색 픽셀 도트 라인, 녹색 픽셀 도트 라인 및 청색 픽셀 도트 라인)으로 배열된 픽셀 도트로서 스크린 상에 형성될 수 있다.

[0018] 여기에 기술된 스캐닝 빔 디스플레이 시스템의 예는, 컬러 화상을 생성하기 위해 스크린 상에 증착된 컬러 발광 물질을 여기시키는데 적어도 하나의 스캐닝 레이저 빔을 사용한다. 스캐닝 레이저 빔은 적색, 녹색 및 청색 컬러나 다른 가시적인 컬러로 화상을 반송하도록 변조되고, 레이저 빔이 적색, 녹색 및 청색 컬러의 화상으로 적색, 녹색 및 청색의 컬러 발광 물질을, 각각, 여기하는 방식으로 제어된다. 그러므로, 스캐닝되는 레이저 빔은 영상을 반송하지만, 뷰어(viewer)에 의해 보여지는 가시광을 직접적으로는 생성하지 않는다. 대신, 스크린 상의 컬러 발광 형광 물질은 스캐닝되는 레이저 빔의 에너지를 흡수하여, 적색, 녹색 및 청색 또는 다른 컬러의 가시광을 방출하여, 뷰어에 의해 보여지는 실제적인 컬러 화상을 생성한다.

[0019] 형광 물질로 하여금 광을 방출하거나 냉광을 발하게 하기에 충분한 에너지를 갖는 하나 이상의 레이저 빔을 사용한 형광 물질의 레이저 여기는 광학 여기의 여러 형태 중 하나이다. 다른 구현에 있어서, 광학 여기는, 스크린에서 사용된 형광 물질을 여기하기에 충분한 에너지의 비-레이저 광원에 의해 생성될 수 있다. 비-레이저 여기 광원의 예는, 가시 영역에서 더 높은 에너지의 광을 더 낮은 에너지의 광으로 변환하는 형광 물질을 여기하기 위해 파장 또는 스펙트럼 대역에서 광을 생성하는 다양한 발광 다이오드(LED), 광 램프 및 기타 광원을 포함한다. 스크린 상의 형광 물질을 여기하는 여기 광학 빔은 형광 물질에 의해 방출된 가시 광의 주파수보다 더 높은 주파수의 스펙트럼 영역에 또는 주파수에 있을 수 있다. 따라서, 여기 광학 빔은, 보라색 스펙트럼 영역 및 자외선(UV) 스펙트럼 영역, 예컨대, 420 nm이하의 파장에 있을 수 있다. 후술되는 예에 있어서, 보라색 또는 UV 레이저 빔은, 인광체 물질이나 다른 형광 물질에 대한 여기 광의 예로서 사용되며, 이것은 다른 파장의 광일 수도 있다.

[0020] 도 1은, 컬러 인광체 스트라이프를 갖는 스크린을 이용하는 레이저-기반 디스플레이 시스템의 예를 예시한다. 대안적으로, 컬러 픽셀로 구성된 발광 영역들이 또한 스크린 상의 화상 픽셀을 규정하는데 사용될 수 있다. 시스템은 적어도 하나의 스캐닝 레이저 빔(120)을 생성하여 스크린(101) 상으로 투영하기 위해 레이저 모듈(110)을 포함한다. 스크린(101)은 수직 방향으로 나란한 컬러 인광체 스트라이프를 가지며, 두 개의 인접한 인광체 스트라이프는, 상이한 컬러의 광을 방출하는 상이한 인광체 물질로 이루어진다. 예시된 예에 있어서, 적색 인광체는 레이저 광을 흡수하여 적색의 광을 방출하고, 녹색 인광체는 레이저 광을 흡수하여 녹색의 광을 방출하며, 청색 인광체는 레이저 광을 흡수하여 청색의 광을 방출한다. 인접한 3개의 컬러 인광체 스트라이프는 3개의 상이한 컬러를 갖는다. 스트라이프의 하나의 특정한 공간적인 컬러 시퀀스(sequence)가, 도 1에서, 적색, 녹색 및 청색으로 도시된다. 다른 컬러 시퀀스도 사용될 수 있다. 레이저 빔(120)은 컬러 인광체의 광학 흡수 대역폭 내의 파장에 있으며, 컬러 화상에 대해서는 대개 가시 청색과 녹색 및 적색 컬러보다 더 짧은 파장에 있다. 일례로, 컬러 인광체는, 420 nm 이하의 스펙트럼 범위의 UV 광을 흡수하여 원하는 적색, 녹색 및 청색 광을 생성하는 인광체일 수 있다. 레이저 모듈(110)은, 빔(120)을 생성하도록 UV 다이오드 레이저와 같은 하나 이상의 레이저와, 스크린(101) 상에 하나의 화상 프레임을 한 번에 묘사하기 위해 수평 및 수직으로 빔(120)을 스캔하도록 빔 스캐닝 메커니즘과, 적색, 녹색 및 청색 컬러를 위한 영상 채널에 대한 정보를 반송하기 위해 빔(120)을 변조하도록 신호 변조 메커니즘을 포함할 수 있다. 그러한 디스플레이 시스템은, 뷰어 및 레이저 모듈(110)이 스크린(101)의 반대 측에 있는 후방 스캐닝 시스템으로서 구성될 수 있다. 대안적으로, 그러한 디스플레이 시스템은, 뷰어 및 레이저 모듈(110)이 스크린(101)의 동일 측에 있는 전방 스캐닝 시스템으로서 구성될 수 있다.

[0021] 도 1의 스캐닝 레이저 디스플레이 시스템에 있어서의 다양한 피쳐, 모듈 및 구성 요소들의 구현의 예들이, “Display Systems and Devices Having Screens With Optical Fluorescent Materials” 라는 제목의 2006년 5월 2일자로 출원된 미국 특허 출원 제10/578,038호(미국 특허 공개 제_____호), “Servo-Assisted Scanning Beam

Display Systems Using Fluorescent Screens” 라는 제목의 2007년 2월 15일자로 출원된 PCT 특허 출원 제 PCT/US2007/004004호(PCT 공개 제WO 2007/095329호), “Phosphor Compositions For Scanning Beam Displays” 라는 제목의 2007년 5월 4일자로 출원된 PCT 특허 출원 제PCT/US2007/068286호(PCT 공개 제WO 2007/131195호), “Multilayered Fluorescent Screens for Scanning Beam Display Systems” 라는 제목의 2007년 5월 15일자로 출원된 PCT 특허 출원 제PCT/US2007/68989호(PCT 공개 제WO 2007/134329호), 및 “Optical Designs for Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens” 라는 제목의 2006년 10월 25일자로 출원된 PCT 특허 출원 제PCT/US2006/041584호(PCT 공개 제WO 2007/050662호)에 기술되어 있다. 상기한 특허 출원의 개시는, 이 출원의 명세서의 일부로서 그 전체가 참조로 포함되어 있다.

[0022] 도 2a는 도 1에서 스크린(101)의 예시적인 설계를 도시한다. 스크린(101)은 후방 기관(201)을 포함하며, 이 기관(201)은 스캐닝 레이저 빔(120)을 투과시키고, 레이저 모듈(110)에 면하여 스캐닝 레이저 빔(120)을 수신한다. 제 2 전방 기관(202)은 후방 기관(201)에 대해 고정되어 후방 스캐닝 구성에 있어서 뷰어에 면한다. 컬러 인광체 스트라이프 층(203)은 기관들(201 및 202) 사이에 위치하며, 인광체 스트라이프를 포함한다. 적색, 녹색 및 청색 컬러를 방출하기 위한 컬러 인광체 스트라이프들은 각각 "R", "G" 및 "B"로 나타내어진다. 전방 기관(202)은, 인광체 스트라이프에 의해 방출되는 적색, 녹색 및 청색 컬러를 투과시킨다. 기관들(201 및 202)은, 유리나 플라스틱 패널을 포함하는, 다양한 재료로 이루어질 수 있다. 후방 기관(201)은 박막층일 수 있고 뷰어쪽으로 가시적인 에너지를 환류시키도록 구성된다. 각 컬러 픽셀은 수평 방향에서 3개의 인접한 컬러 인광체 스트라이프의 부분을 포함하며, 그 수직 방향 치수는 수직 방향에서 레이저 빔(120)의 빔 확산에 의해 규정된다. 이처럼, 각 컬러 픽셀은 3개의 상이한 컬러(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)의 3개의 서브픽셀(subpixel)을 포함한다. 레이저 모듈(110)은 하나의 수평 라인, 예컨대 왼쪽에서 오른쪽으로 그리고 상부에서 하부까지 레이저 빔(120)을 한 번에 스캔하여 스크린(101)을 채운다. 레이저 모듈(110)과 스크린(101)의 상대 정렬은, 스크린(101)상의 각 픽셀 위치와 레이저 빔(120) 사이의 적절한 정렬을 보장하도록 모니터링되고 제어될 수 있다. 일 구현에 있어서, 레이저 모듈(110)은 스크린(101)에 대해 위치가 고정되도록 제어될 수 있음으로써, 빔(120)의 스캐닝은, 스크린(101)상의 각 픽셀 위치와 레이저 빔(120) 사이의 적절한 정렬을 보장하도록 미리 정해진 방식으로 제어될 수 있다.

[0023] 도 2a에 있어서, 스캐닝 레이저 빔(120)은 픽셀 내의 녹색 인광체 스트라이프에 지향되어 그 픽셀에 대해 녹색 광을 생성한다. 도 2b는, 스크린(101)의 표면에 수직인 방향 B-B를 따라서 본 스크린(101)의 동작을 더 도시한다. 각 컬러 스트라이프가 종방향의 형태이기 때문에, 빔(120)의 단면은, 픽셀에 대해 각 컬러 스트라이프 내에 빔의 곡선 인자(fill factor)를 최대화하기 위해 스트라이프의 방향을 따라 길어지는 형태를 이룰 수 있다. 이것은, 레이저 모듈(110)에 있어서 빔 성형(shaping) 광학 요소를 사용하는 것에 의해 달성될 수 있다. 스크린 상의 인광체 물질을 여기하는 스캐닝 레이저 빔을 생성하는데 사용되는 레이저 원은 싱글 모드 레이저나 멀티모드 레이저일 수 있다. 레이저는 또한, 각 인광체 스트라이프의 폭에 의해 제한되고 각 인광체 스트라이프의 폭보다 더 작은 빔 확산을 갖도록 인광체 스트라이프의 길어지는 방향에 수직인 방향을 따르는 싱글 모드일 수 있다. 인광체 스트라이프의 길어지는 방향을 따라, 이러한 레이저는, 인광체 스트라이프를 가로지르는 방향에 있어서의 빔 확산보다 더 넓은 면적에 걸쳐서 확산하도록 멀티플 모드를 가질 수 있다. 스크린 상의 작은 빔 풋프린트(footprint)를 갖도록 하는 한 방향에 있어서의 싱글 모드 및 스크린 상의 더 큰 풋프린트를 갖도록 수직 방향에 있어서의 멀티플 모드가 있는 레이저 빔의 이러한 사용은, 빔으로 하여금 스크린 상의 길게 된 컬러 서브픽셀에 맞는 형상을 갖게끔 하고 스크린의 충분한 휘도를 보장하도록 멀티모드를 통해 빔에 있어서의 충분한 레이저 파워를 제공할게끔 한다.

[0024] 이제 도 3을 참조하여 보면, 도 1의 레이저 모듈(110)의 예시적 구현이 예시되어 있다. 다수의 레이저를 갖는 레이저 어레이(310)는, 향상된 디스플레이 휘도를 위해 스크린(101)을 동시에 스캔하기 위해 다수의 레이저 빔(312)을 생성하는데 사용된다. 신호 변조 제어기(320)는, 레이저 빔(312)이 스크린(101) 상에 디스플레이될 화상을 반송하게끔 변조되도록, 레이저 어레이(310)에 있어서의 레이저를 제어 및 변조하도록 구비된다. 신호 변조 제어기(320)는, 3개의 상이한 컬러 채널에 대해 디지털 화상 신호를 생성하는 디지털 화상 프로세서와, 디지털 화상 신호를 반송하는 레이저 제어 신호를 생성하는 레이저 구동기 회로를 포함할 수 있다. 레이저 어레이(310)에 있어서, 그 다음으로, 레이저 제어 신호, 예컨대, 레이저 다이오드에 대한 전류가, 레이저를 변조하도록 인가된다.

[0025] 빔 스캐닝은, 수직 스캐닝을 위한 갈보 미러(galvo mirror)와 같은 스캐닝 미러(340) 및 수평 스캐닝을 위한 멀티-페이스(multi-facet) 다각형 스캐너(350)를 이용하는 것에 의해 달성될 수 있다. 스캔 렌즈(360)는, 스캐닝 빔을 다각형 스캐너(350)로부터 스크린(101) 상으로 투영하는데 사용될 수 있다. 스캔 렌즈(360)는 레이저 어

레이(310)에 있어서의 각 레이저를 스크린(101) 상으로 이미징(image)하도록 설계된다. 다각형 스캐너(350)의 상이한 반사 패킷들의 각각은 동시에 N개의 수평 라인을 스캔하며, 여기서 N은 레이저의 개수이다. 예시된 예에 있어서, 레이저 빔은 먼저 갈보 미러(340)로 지향되며, 그 다음에 갈보 미러(340)로부터 다각형 스캐너(350)로 지향된다. 그 다음으로 출력 스캐닝 빔(120)이 스크린(101) 상으로 투영된다. 중계 광학 기기 모듈(330)은, 레이저 빔(312)의 광학 경로에 위치하여, 레이저 빔(312)의 공간적인 속성을 변경하고, 스크린(101) 상으로 투영된 주사 빔(120)으로서 다각형 스캐너(350)와 갈보 미러(340)에 의한 스캐닝을 위해 조밀하게 묶인 빔(332)의 다발을 생성하여, 인광체를 여기하고 인광체에 의해 방출되는 컬러 광에 의해 화상을 생성한다. 중계 광학 기기 모듈(370)은, 스캐너들(340 및 350) 사이에 삽입되어, 수직 방향에 있어서의 다각형 스캐너(350)의 얇은 패킷을 가로지르는 빔 워크(beam walk)를 방지하도록, 수직 스캐너(340)의 반사기의 반사면을 다각형 스캐너(350)의 개개의 반사 패킷내로 이미징한다.

[0026] 레이저 빔(120)은, 상이한 컬러 픽셀을 상이한 횡수로 타격하도록 스크린(101)을 공간적으로 가로질러 스캔된다. 따라서, 변조된 빔(120)의 각각은, 각 픽셀에 대해 상이한 횡수로 그리고 상이한 픽셀에 대해 상이한 횡수로 적색, 녹색 및 청색 컬러에 대한 영상 신호를 반송한다. 그러므로, 빔(120)은, 신호 변조 제어기(320)에 의해서 상이한 횡수로 상이한 픽셀에 대해 화상 정보로 부호화된다. 따라서, 빔 스캐닝은, 빔(120)에 있어서의 시간-영역 부호화된 화상 신호를 스크린(101)상의 공간 픽셀상으로 매핑한다. 예를 들어, 변조된 레이저 빔(120)은, 3개의 상이한 컬러 채널에 대해서 3개의 컬러 서브픽셀에 대해 3개의 순차적인 시간 슬롯으로 동등하게 분할된 각각의 컬러 픽셀 시간을 가질 수 있다. 빔(120)의 변조는, 각 컬러에서의 요구되는 그레이 스케일과, 각 픽셀에서의 적절한 컬러 조합, 및 요구되는 화상 휘도를 생성하는데 펄스 변조 기술을 이용할 수 있다.

[0027] 일 구현에 있어서, 다수의 빔(120)이 상이한 그리고 인접한 수직 위치에서 스크린(101)상으로 지향되고, 2개의 인접한 빔은 수직 방향을 따라 스크린(101) 상의 1개의 수평 라인만큼 스크린(101)상에서 서로 이격된다. 갈보 미러(340)의 부여된 위치와 다각형 스캐너(350)의 부여된 위치에 있어서, 빔(120)은 스크린(101)상에서 수직 방향을 따라 서로 정렬되지 않을 수 있고, 수평 방향을 따라 스크린(101)상에서 상이한 위치에 있을 수 있다. 빔(120)은 스크린(101)의 한 부분만을 커버할 수 있다.

[0028] 일 구현에 있어서, 갈보 미러(340)의 각도 위치에서, 다각형 스캐너(350)의 회전은 레이저 어레이(310)의 N개의 레이저로부터의 빔(120)으로 하여금 스크린(101)상의 N개의 인접한 수평 라인의 1개의 스크린 세그먼트(segment)를 스캔하게끔 한다. 갈보 미러(340)는, 전체 스크린(101)이 스캔되어 전체의 스크린 디스플레이를 생성할 때까지 다각형에 의해 스캐닝되는 동안에 상부로부터 하부를 향해 수직 방향을 따라 부여된 비율로 그 자신의 틸팅(tilting) 각도를 변화시키도록 선형적으로 틸팅한다. 갈보 수직 각도 스캔 범위의 끝에서, 갈보는 그 자신의 상부 위치를 쫓아가고 디스플레이의 리프레시율(refresh rate)과 동기화하여 순환이 반복된다.

[0029] 다른 구현에 있어서, 갈보 미러(340)의 부여된 위치 및 다각형 스캐너(350)의 부여된 위치에 대해서, 빔(120)은 스크린(101)상의 수직 방향을 따라 서로 정렬되지 않을 수 있고 수평 방향을 따라 스크린(101)상의 상이한 위치에 있을 수 있다. 빔(120)은 스크린(101)상의 일 부분만을 커버할 수 있다. 갈보 미러(340)의 고정된 각도 위치에서, 다각형 스캐너(350)의 회전은 레이저 어레이(310)의 N개의 레이저로부터의 빔(120)으로 하여금 스크린(101)상의 N개의 인접한 수평 라인의 1개의 스크린 세그먼트를 스캔하게끔 한다. 1개의 스크린 세그먼트에 걸친 각 수평 스캔의 끝에서, 갈보 미러(340)가 상이한 고정 각도 위치로 조정됨으로써, N개의 빔(120) 모두의 수직 위치가 N개의 수평 라인의 그 다음 인접한 스크린 세그먼트를 스캔하도록 조정된다. 이러한 프로세스는, 전체 스크린(101)이 스캔되어 전체의 스크린 디스플레이를 생성할 때까지 반복한다.

[0030] 도 3에 도시된 스캐닝 빔 디스플레이 시스템의 상기 예에 있어서, 스캔 렌즈(360)는 빔 스캐닝 디바이스들(340 및 350)로부터 하류에 위치하여, 하나 이상의 스캐닝 여기 빔(120)을 스크린(101) 상으로 포커싱(focus)한다. 이러한 광학 구성은 "프리-오브젝티브(pre-objective)" 스캐닝 시스템으로 불린다. 그러한 프리-오브젝티브 설계에 있어서, 스캔 렌즈(360)내로 지향된 스캐닝 빔은 두 직교 방향을 따라 스캔된다. 따라서, 스캔 렌즈(360)는 두 직교 방향을 따라 스캐닝 빔을 스크린(101)상으로 포커싱하도록 설계된다. 양쪽의 직교 방향에서 적절한 포커싱을 달성하기 위해, 스캔 렌즈(360)는 복잡할 수 있고, 종종 다수의 렌즈 요소로 구성된다. 일 구현에 있어서, 예컨대, 스캔 렌즈(360)는, 입력 빔이 스캔 렌즈의 광학축에 수직인 두 직교 축의 각각의 주위에 스캔될 때, 스크린 상의 초점의 위치와 입력 스캔 각도(세타)간에 선형 관계를 갖도록 설계된, 2차원 f-세타(theta) 렌즈일 수 있다. 프리-오브젝티브 구성의 f-세타 렌즈와 같은 2차원 스캔 렌즈(360)는, 스크린(101)상의 빔 위치가 곡선을 쫓게끔 하는, 두 직교 스캐닝 위치를 따르는 광학적 왜곡을 나타낼 수 있다. 스캔 렌즈(360)는 휨

왜곡(bow distortion)을 감소시키기 위해 다수의 렌즈 요소로 설계될 수 있어 제조하기에 고가일 수 있다.

- [0031] 프리-오브젝티브 스캐닝 빔 시스템에 있어서 2차원 스캔 렌즈와 관련된 상기 왜곡 문제를 회피하기 위해, 2차원 스캔 렌즈(360)를 더 단순하고, 저가의 1차원 스캔 렌즈로 대체하도록 포스트-오브젝티브(post-objective) 스캔 렌즈(360)가 구현될 수 있다. “POST-OBJECTIVE SCANNING BEAM SYSTEMS” 라는 제목의 2007년 4월 30일에 출원된 미국 특허 출원 제11/742,014호(미국 특허 공개 제_____호)는, 본 출원에 기술된 인광체 스크린과 사용하기에 적절한 포스트-오브젝티브 스캐닝 빔 시스템의 예를 기재하며, 본 출원의 명세서의 일부로서 참조로 포함되어 있다.
- [0032] 도 4는, 도 1의 시스템 설계를 기반으로 하는 포스트-오브젝티브 스캐닝 빔 디스플레이 시스템의 예시적인 구현을 도시한다. 다수의 레이저를 가진 레이저 어레이(310)는, 향상된 디스플레이 휘도를 위해 스크린(101)을 동시에 스캔하도록 다수의 레이저 빔(312)을 생성하는데 사용된다. 신호 변조 제어기(320)는, 레이저 빔(312)이 스크린(101)상에 디스플레이될 화상을 반송하게끔 변조되도록, 레이저 어레이(310)에서 레이저를 제어 및 변조하도록 구비된다. 빔 스캐닝은 다각형 스캐너(350)와 같은 수평 스캐너와, 갈바노미터(galvanometer) 스캐너(340)와 같은 수직 스캐너가 있는 2-스캐너 설계에 기반한다. 다각형 스캐너(350)의 상이한 반사 패킷의 각각은 N개의 수평 라인을 동시에 스캔하며, 여기서 N은 레이저의 수이다. 중계 광학기기 모듈(330)은, 수평 스캐닝을 위해 다각형 스캐너(350)의 패킷 면적 내에서 확산하는 콤팩트한 레이저 빔(332) 세트를 형성하기 위해 레이저 빔(312)의 간격을 감소시킨다. 다각형 스캐너(350)로부터의 하류에는, 1-D 수평 스캔 렌즈(380)가 있고, 그 다음에는, 다각형 스캐너(350)로부터 1-D 스캔 렌즈(380)를 통해 각각의 수평 스캔된 빔(332)을 수신하며, 다각형 스캐너(350)의 그 다음 패킷에 의한 그 다음 수평 스캔 전에 각 수평 스캔의 끝에서 각 수평 스캔된 빔(332)상에 수직 스캔을 제공하는, 수직 스캐너(340)(예컨대, 갈보 미러)가 있다. 수직 스캐너(340)는 2-D 스캐닝 빔(390)을 스크린(101)으로 지향시킨다.
- [0033] 수평 및 수직 스캐닝의 이러한 광학 설계 하에서, 1-D 주사 렌즈(380)는 다각형 스캐너(140)로부터의 하류와, 수직 스캐너(340)로부터의 상류에 위치되어, 각각의 수평 스캔된 빔을 스크린(101) 상에 포커싱하고, 스크린(101) 상의 디스플레이되는 화상에 대한 수평의 휨 왜곡을 허용 가능 범위 내에서 최소화시켜, 스크린(101) 상에 시각적으로 "직선" 수평 스캔 라인을 생성한다. 직선 수평 스캔 라인을 생성할 수 있는 그러한 1-D 스캐닝 렌즈(380)는 유사한 성능의 2-D 스캔 렌즈보다 상대적으로 더 간단하고 저가이다. 스캔 렌즈(380)로부터 하류에, 수직 스캐너(340)는 편평한 반사기이고, 단순히 빔을 스크린(101)으로 반사하고, 상이한 수평 라인을 스캐닝하기 위해 스크린(101) 상의 상이한 수직 위치에 각각의 수평으로 스캔된 빔을 위치시키도록 수직으로 스캔한다. 수평 방향을 따르는 수직 주사기(340)상의 반사기의 치수는, 다각형 스캐너(350) 및 스캔 렌즈(380)로부터 들어오는 각 스캐닝 빔의 공간적인 범위(spatial extent)를 커버하기에 충분히 크다. 1-D 스캔 렌즈(380)가 수직 스캐너(340)로부터 상류에 있기 때문에, 도 4의 시스템은 포스트-오브젝티브 설계이다. 이러한 특정 예에 있어서, 수직 스캐너(340)로부터의 하류에 렌즈나 다른 포커싱 요소가 없다.
- [0034] 특히, 도 4의 포스트-오브젝티브 시스템에 있어서, 특정한 빔에 대해서 주스캔 렌즈로부터 스크린(101)상의 위치까지의 거리는, 수직 스캐너(340)의 수직 스캐닝 위치에 따라 변한다. 따라서, 1-D 스캔 렌즈(380)가 길게 된 1-D 스캔 렌즈의 중앙을 가로질러 직선 수평 라인을 따라 고정된 초점 거리를 갖도록 설계될 경우, 각 빔의 초점 특성은, 스크린(101) 상의 일관된 빔 포커싱을 유지하기 위해 수직 스캐너(380)의 수직 스캐닝 위치에 따라 변해야 한다. 이와 관련하여, 동적 포커싱 메커니즘이, 수직 스캐너(340)의 수직 스캐닝 위치에 기반하여 1-D 스캔 렌즈(380)로 나아가는 빔의 수렴을 조정하도록 구현될 수 있다.
- [0035] 예를 들어, 레이저로부터 다각형 스캐너(350)로의 하나 이상의 레이저 빔의 광학 경로에 있어서, 고정 렌즈와 동적 리포커싱(refocus) 렌즈가 동적 포커싱 메커니즘으로서 사용될 수 있다. 각각의 빔은, 고정 렌즈로부터 상류의 위치에서 동적 포커싱 렌즈에 의해 포커싱된다. 렌즈의 초점이 렌즈의 초점과 일치할 때, 렌즈로부터의 출력 광이 시준된다. 렌즈들의 초점들 사이의 편차의 방향 및 양에 따라, 콜리메이터 렌즈(collimator lens)로부터 다각형 스캐너(350) 쪽으로의 출력 광은 발산 또는 수렴할 수 있다. 그러므로, 2개의 렌즈의 그들의 광학 축을 따르는 상대적인 위치가 조정됨에 따라, 스크린(101)상에 스캔된 광의 포커싱이 조정될 수 있다. 리포커싱 렌즈 액츄에이터가, 제어 신호에 따라 렌즈들 사이의 상대적인 위치를 조정하는데 사용될 수 있다. 이러한 특정 예에 있어서, 리포커싱 렌즈 액츄에이터가, 수직 스캐너(340)의 수직 스캐닝과 동기화하여, 다각형 스캐너(350)로부터 광학 경로를 따라서 1-D 스캔 렌즈(380)내로 지향되는 빔의 수렴을 조정하는데 사용된다. 도 4의 수직 스캐너(340)는 제 1 수평 스캐너(350)의 스캔 비율보다 훨씬 더 작은 비율로 스캔하며, 그에 따라, 스크린(101)상의 수직 스캐닝에 의해 유발되는 포커싱 변동은, 더 느린 수직 스캐닝 비율로 시간에 따라 변화한다. 이것은, 포커싱 조정 메커니즘을, 높은 수평 스캐닝 비율보다는 오히려 더 느린 수직 스캐닝 비율에서의 하한의

응답 속도로 도 1의 시스템에서 구현될 수 있게 한다.

- [0036] 스크린(101)상의 빔(12)은, 2개의 인접한 빔들이 수직 방향을 따라 스크린(101)의 하나의 수평 라인만큼 스크린(101)상에서 서로 이격되는 상이한 그리고 인접한 수직 위치들에 위치된다. 갈보 미러(540)의 부여된 위치 및 다각형 스캐너(550)의 부여된 위치에 있어서, 빔(120)은 스크린(101)상에서 수직 방향을 따라 서로 정렬되지 않을 수 있고 수평 방향을 따라 스크린(101)상에서 상이한 위치들에 있을 수 있다. 빔(120)은 스크린(101)의 일부분을 커버할 수 있다.
- [0037] 도 5는 한 번에 다수의 스캐닝 레이저 빔(120)에 의한 하나의 스크린의 상기한 동시 스캐닝을 예시한다. 시각적으로, 빔(120)은 페인트 브러시처럼 작용하여 한 번에 스크린(101)을 가로질러 하나의 “페인트” 두께를 수평으로 그려서 스크린(101)의 화상 영역의 시작 예지와 끝 예지 사이의 하나의 스크린 세그먼트를 커버하며 그리고 나서 그 다음에 다른 “페인트” 두께를 구평으로 그려서 인접한 수직으로 시프트(shift)된 스크린 세그먼트를 커버한다. 레이저 어레이(310)가 N=36 레이저들을 갖는다고 가정하면, 스크린(101)의 1080-라인 순차 스캔(progressive scan)은 전체 스캔을 위해 30개의 수직 스크린 세그먼트를 스캔하는 것을 필요로 할 것이다. 그러므로, 이러한 구성은 사실상 스크린(101)을 수직 방향을 따라 다수의 스크린 세그먼트로 분할함으로써, N개의 스캐닝 빔이 하나의 스크린 세그먼트를 한 번에 스캔하는데, 각 스캐닝 빔은 스크린 세그먼트의 하나의 라인만을 스캐닝하며 상이한 빔들이 그 스크린 세그먼트의 상이한 일련의 라인들을 스캐닝한다. 하나의 스크린 세그먼트가 스캔된 후에, N개의 스캐닝 빔들이 동시에 이동되어 다음의 인접한 스크린 세그먼트를 스캔한다.
- [0038] 다수의 레이저 빔들이 있는 상기한 설계에 있어서, 각 스캐닝 레이저 빔(120)은, 스크린 세그먼트의 수와 동등한, 수직 방향을 따라 전체 스크린을 가로지르는 다수의 라인들만을 스캔한다. 그러므로, 수평 스캐닝을 위한 다각형 스캐너(550)는, 싱글의 빔이 전체 스크린의 모든 라인을 스캔하는, 싱글 빔 설계를 위해 요구되는 스캐닝 속도보다 더 느린 속도로 동작할 수 있다. 스크린상의 총 수평 라인의 부여된 개수(예컨대, HDTV에서의 1080 라인)에 대해서는, 레이저의 개수가 증가함에 따라 스크린 세그먼트들의 개수가 감소한다. 그러므로, 36개의 레이저에 의해서는, 갈보 미러 및 폴리곤 스캐너가 프레임 당 30개의 라인을 스캔하며, 10개의 레이저만이 있는 경우에 프레임 당 총 108 라인이 스캔된다. 따라서, 다수의 레이저의 사용은, 사용되는 레이저의 개수에 대략적으로 비례하는 화상 휘도를 증가시킬 수 있으며, 동시에, 또한 스캐닝 시스템의 속도를 유리하게 감소시킬 수 있다.
- [0039] 본 상세한 설명에 기술된 스캐닝 디스플레이 시스템은 제조 공정 동안에 캘리브레이트될 수 있음으로써, 레이저 빔 온-오프 타이밍 및 스크린(101)의 형광 스트라이프에 관련한 레이저 빔의 위치는 알려져 있으며, 시스템이 지정된 화상 품질로 적절히 동작하도록 허용 가능한 허용차(tolerance margin)내에서 제어된다. 그러나, 시스템의 레이저 모듈(101)의 구성 요소 및 스크린(101)은, 스캐닝 디바이스 지터(scanning device jitter), 온도 및 습도의 변화, 중력에 관련한 시스템의 배향상의 변화, 진동에 기인하는 가라앉음, 노화 및 그 외와 같이, 다양한 요인들에 의해 경시적으로 변화할 수 있다. 그러한 변화들은 스크린(101)에 관하여 레이저 원의 포지셔닝에 경시적으로 영향을 미칠 수 있으며, 따라서 공장에서 설정된 정렬이 상기한 변화들로 인해 변화될 수 있다. 특히, 상기한 변화들은 디스플레이되는 화상에 가시적인, 그리고 종종 바람직하지 않은, 영향들을 준다. 예를 들어, 스캐닝 여기 빔(120)의 레이저 펄스는, 수평 스캐닝 방향을 따르는 스크린에 관한 스캐닝 빔(120)의 오정렬(misalignment)에 기인하여, 그 레이저 펄스에 대해 의도된 목표 서브픽셀에 인접한 서브픽셀을 타격할 수 있다. 이것이 발생하면, 디스플레이되는 화상의 착색이 의도된 화상의 착색으로부터 변화된다. 그러므로, 의도된 화상에 있어서의 적색 픽셀은 스크린 상에 녹색 픽셀로서 디스플레이될 수 있다. 다른 예로서, 스캐닝 여기 빔(120)의 레이저 펄스는, 수평 스캐닝 방향을 따르는 스크린에 관한 스캐닝 빔(120)의 오정렬에 기인하여, 의도된 목표 서브픽셀과 의도된 목표 서브픽셀의 다음에 있는 인접한 서브픽셀의 양쪽을 타격할 수 있다. 이것이 발생하면, 디스플레이되는 화상의 착색이 의도된 화상의 착색으로부터 변화되며 화상의 해상도가 저하된다. 더 작은 픽셀은 위치 변화에 있어서 더 작은 허용도를 의미하기 때문에, 이들 변화의 가시적인 영향은, 스크린 디스플레이 해상도가 증가함에 따라, 증가할 수 있다. 추가적으로, 스크린의 크기가 증가함에 따라, 정렬에 영향을 미칠 수 있는 변화의 영향은, 큰 스크린과 관련하여 각각의 여기 빔(120)을 스캐닝하는 것에 있어서의 큰 모멘트 암(moment arm)이, 각도의 오류가 스크린상의 큰 위치 오류의 원인이 될 수 있다는 것을 의미하기 때문에, 더욱 뚜렷해질 수 있다. 예를 들어, 알려진 빔 각도에 대해 스크린상의 레이저 빔 위치가 경시적으로 변화하면, 그 결과는 화상에 있어서의 컬러 시프트이다. 이러한 영향은 뚜렷할 수 있으며 따라서 뷰어에게 바람직스럽지 않다.
- [0040] 요구되는 서브픽셀상의 스캐닝 빔(120)의 적절한 정렬을 유지하여 요구되는 화상 품질을 달성하도록, 다양한 정렬 메커니즘의 구현이 본 상세한 설명에 제공된다. 이들 정렬 메커니즘은, 여기 빔(120)에 의해 유발되는 피드

백(feedback) 광을 제공하고 스크린상의 스캐닝 빔의 위치 및 다른 특성을 나타내도록, 인광체 스트라이프에 의해 적색, 녹색 및 청색 컬러의 가시광을 방출하는, 형광 영역 외측의 하나 이상의 주변 영역 및 형광 영역의 양 쪽에, 스크린 상에서, 기준 마크(reference mark)를 포함한다. 피드백 광은 하나 이상의 광학 서보 센서를 이용하는 것에 의해 측정되어 하나 이상의 피드백 서보 신호를 생성할 수 있으며, 그러한 피드백 서보 신호는 스크린상의 적색, 녹색 및 청색 서브픽셀에 대한 위치 맵을 생성하는데 사용된다. 레이저 모듈(110)의 서보 제어는 이러한 피드백 서보 신호를 처리하여 스크린 상의 빔 포지셔닝 및 다른 특성에 대한 정보를 추출하고, 응하여, 디스플레이 시스템의 적절한 동작을 보장하도록 스캐닝 빔(120)의 방향 및 다른 특성을 조정한다.

[0041] 예를 들어, 피드백 서보 제어 시스템은 뷰어에 의해 관측될 수 없는 디스플레이 영역 외측에 위치되는 주변 서보 기준 마크를 이용하여, 형광 스트라이프에 수직인 수평 스캐닝 방향을 따르는 수평 포지셔닝, 형광 스트라이프의 길이 방향을 따르는 수직 포지셔닝, 화상 컬러(예컨대, 채도) 및 화상 샤프니스(sharpness)의 제어를 위한 스크린 상의 빔 포커싱, 및 스크린 전역의 화상 휘도의 비균일성 및 화상 휘도의 제어를 위한 스크린상의 빔 파워와 같은, 다양한 빔 특성의 제어를 제공하도록 구비될 수 있다. 다른 예로서, 스크린 캘리브레이션 절차는 디스플레이 시스템의 기동시에 실행되어, 시간 영역에서 스크린상의 서브픽셀의 정확한 위치를 갖는 캘리브레이션 맵으로서 빔 위치 정보를 측정할 수 있다. 그 다음에, 이러한 캘리브레이션 맵은, 요구되는 색순도를 달성하기 위해, 스캐닝 빔(120)의 포지셔닝 및 타이밍을 제어하도록, 레이저 모듈(110)에 의해 이용된다. 또 다른 예에 있어서, 동적 서보 제어 시스템이, 스크린의 형광 영역의 서보 기준 마크를 이용하는 것에 의해 디스플레이 시스템의 일반적인 동작 동안에 캘리브레이션 맵을 정기적으로 갱신하여 뷰어의 뷰잉(viewing) 체험에 영향을 미치지 않고 피드백 광을 제공하도록 구비될 수 있다. 스크린 캘리브레이션 및 서보 제어를 위해 다른 기준 마크로부터 피드백 광 및 여기 광으로부터 인광체 스트라이프 디바이더(phosphor stripe divider)에 의해 생성되는 서보 광을 이용하는 것에 대한 예가, “Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens” 라는 제목의 참조로 통합된 PCT 특허 출원 제PCT/US2007/004004호(PCT 공개 제WO 2007/095329호)에 기술되어 있다.

[0042] 본 출원의 디스플레이 시스템은, 화상-반송 여기 광학 빔을 스캔하는 동일 스캐닝 모듈에 의해 스크린에 걸쳐 스캔되는 지정된 서보 빔에 기반하는 서보 제어 메커니즘을 제공한다. 이러한 지정된 서보 빔은, 일반적인 디스플레이 동작 동안에 여기 빔에 있어서의 광학 펄스의 정확한 전달 및 적절한 광학 정렬을 보장하기 위해 스캐닝 여기 빔의 서보 피드백 제어를 제공하는데 사용된다. 이러한 지정된 서보 빔은 여기 빔의 그것과는 상이한 광학 파장을 갖는다. 일례로, 이러한 지정된 서보 빔은 인간에게 비가시적일 수 있는 IR 서보 빔일 수 있다. 하기의 예는, 이러한 지정된 서보 빔의 동작 및 특징을 예시하기 위해 IR 서보 빔(130)을 사용한다.

[0043] 도 1을 참조하여 보면, 레이저 모듈(110)은, 지정된 서보 빔의 일례로서 IR 빔과 같은 비가시적인 서보 빔(130)을 생성한다. 레이저 모듈(110)은 여기 빔(120)과 함께 스크린(101)상으로 서보 빔(130)을 스캔한다. 여기 빔(120)과는 상이하게, 서보 빔(130)은 화상 데이터를 반송하도록 변조되지 않는다. 서보 빔(130)은 CW 빔일 수 있다. 스크린(101)상의 스트라이프 디바이더는 서보 빔(130)의 광에 반사적이어서 반사에 의해 피드백 광(132)을 생성하도록 만들어질 수 있다. 서보 빔(130)은 여기 빔(120)과의 알려진 공간적인 관계를 갖는다. 따라서, 서보 빔(130)의 포지셔닝이 여기 빔(120)의 포지셔닝을 결정하는데 사용될 수 있다. 서보 빔(130)과 여기 빔(120)간의 이러한 관계는, 스크린(101)의 논-뷰잉(non-viewing) 영역의 시작 라인(start of line; SOL) 마크와 같은 기준 서보 마크를 이용하는 것에 의해 결정될 수 있다. 레이저 모듈(101)은 피드백 광(132)을 수신 및 감지하여 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 포지셔닝 정보를 획득하고 이 포지셔닝 정보를 스크린상의 여기 빔(120)의 정렬을 제어하는데 사용한다.

[0044] 서보 빔(130)은 인간에게 비가시적이고, 따라서, 화상이 스크린(101)상에 생성될 때, 시스템의 일반적인 동작 동안에 스크린(101)상에 어떠한 뚜렷한 가시적인 아티팩트(artifact)도 생성하지 않는다. 예를 들어, 서보 빔(130)은 780 nm로부터 820 nm까지의 범위의 파장을 가질 수 있다. 안전성 우려에 대해서, 스크린(101)은, 스크린(101)으로부터 비가시적인 서보 빔(130)이 뷰어측에 나가는 것을 차단하는 필터를 갖도록 만들어질 수 있다. 이에 관련하여, 가시적인 스펙트럼 범위(예컨대, 420 nm로부터 680 nm까지)에서만 대역통과 투과 범위를 갖는 컷오프(cutoff) 흡수 필터가 서보 빔(130) 및 여기 빔(120)을 차단하는데 사용될 수 있다. 서보 빔(130)에 기반하는 여기 빔(120)의 서보 제어는 시스템의 일반적인 동작 동안에 동적으로 실행될 수 있다. 이러한 서보 설계는, 서보 동작에 대한 일반적인 디스플레이 모드 동안에 화상-생성 여기 빔(120)의 조작을 회피하며, 따라서, 화상-생성 여기 빔(120)의 서보-관련 조작에 의해 유발될 수 있는 어떠한 가시적인 아티팩트도 회피한다.

[0045] 추가적으로, 스크린(101)에 의해 호트러지거나 반사된 여기 광은, 시스템이 화상을 보여주지 않을 때, 예컨대 시스템의 기동 기간 동안 또는 여기 빔(120)이 스크린(101)의 활성 디스플레이 영역 외측에 있을 때의 기간 동

안 서보 제어 동작을 위해 또한 사용될 수 있다. 상기한 사례에 있어서, 광(122)로 명칭이 붙여진, 흐트러지거나 반사된 여기 광은, 각각의 레이저 빔(120)의 서보 제어, 예컨대, 수평 정렬 또는 수직 정렬을 위한 서보 피드백 광으로서 사용될 수 있다.

[0046] 도 3 및 4의 시스템의 예에 있어서, 서보 빔(130)은, 중계 광학 기기 모듈(330A 또는 330B), 빔 스캐너(340, 및 350), 및 스캔 렌즈(360 또는 380)를 포함하는, 동일한 광학 경로를 통해 하나 이상의 여기 빔(120)과 함께 지향된다. 도 5를 참조하여 보면, 서보 빔(130)은, 스크린의 수직 방향을 따라 하나의 스크린 세그먼트를 스캐닝 여기 빔(120)과 함께 한 번에 스캔한다. 서보 빔(130)은, 비가시적이며, 하나의 여기 빔(120)의 스캐닝 경로와 겹쳐지거나 임의의 여기 빔(120)의 경로와는 상이한 그 자신의 스캐닝 경로를 따라 갈 수 있다. 서보 빔(130)과 각각의 여기 빔(120)간의 공간적인 관계는 알려져 있으며, 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 포지셔닝이 각각의 여기 빔(120)의 포지셔닝을 추론하는데 사용될 수 있도록 고정된다.

[0047] 서보 빔(130)을 생성하기 위한 광원 및 여기 빔(120)을 생성하기 위한 광원은, 레이저의 어레이일 수 있는 광원 모듈내의 반도체 레이저일 수 있으며, 레이저 어레이 중 적어도 하나의 레이저가 서보 빔(130)을 생성하는 서보 레이저일 수 있다. 일 구현에 있어서, 서보 레이저의 위치는 레이저 모듈(110)내의 레이저 어레이의 각각의 여기 레이저에 관하여 알려져 있다. 서보 빔(130)과 각각의 여기 빔(120)은 동일 중계 광학 기기, 동일 빔 스캐너 및 동일 투영 렌즈를 통해 지향되어 스크린(101)상에 투영된다. 따라서, 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 포지셔닝은 스크린상의 각각의 여기 빔(120)의 포지셔닝과 관련하여 알려져 있다. 서보 빔(130)과 각각의 여기 빔(120)간의 이러한 관계는, 서보 빔(130)의 측정된 포지셔닝에 기반하여 여기 빔(120)을 제어하는데 사용될 수 있다. 서보 빔(130)과 각각의 여기 빔(120)간의 이러한 위치 관계는, 예컨대, 시스템의 기동 기간 동안에 실시되거나 분리적으로 실시될 수 있는 캘리브레이션 프로세스 동안에, 서보 피드백을 이용하여 측정될 수 있다. 측정된 상대 위치 관계는 서보 피드백 제어를 위해 사용된다.

[0048] 도 5a는, 원형의 프리-오브젝티브 스캐닝 디스플레이 시스템에 있어서 수직 갈보 스캐너 및 수평 다각형 스캐너가 그것들 개개의 널(null) 위치에 있을 때, 하나의 IR 서보 레이저와 36개의 여기 레이저의 레이저 어레이에 의해 생성되는 스크린상의 빔 위치의 맵을 도시한다. 36개의 여기 레이저는 4x9 레이저 어레이로 배열되며 IR 서보 레이저는 레이저 어레이의 중앙에 위치된다. 레이저 빔은 스크린상에서 약 20 mm x 25 mm의 면적을 점유한다. 이러한 예에 있어서, 수직 간격은 2개의 수직으로 인접한 여기 레이저들 사이의 픽셀의 2분의 1이며, 2개의 인접한 여기 레이저들 사이의 수평 간격은 3.54 픽셀이다. 여기 레이저들이 수평 및 수직 방향의 양쪽을 따라 공간적으로 갈지자형이기 때문에, 하나의 스크린 세그먼트에 있어서의 각 스캔은 수직 방향을 따라 36 픽셀을 점유하는 스크린상의 36개의 수평 라인을 생성한다. 동작시에, 이들 37개의 레이저 빔은 도 5에 도시된 스캐닝에 기반하여 함께 스캔되어, 하나의 스크린 세그먼트를 한 번에 스캔하고, 상이한 수직 위치들에서 상이한 스크린 세그먼트들을 순차로 스캔하여, 전체 스크린을 스캔한다. IR 서보 레이저는 36개의 여기 레이저의 하나 하나에 관하여 위치가 고정되어 있기 때문에, 스크린(101)상의 IR 서보 레이저에 의해 생성되는 서보 빔(130)의 포지셔닝은 36개의 여기 레이저의 각각으로부터의 여기 빔(120)의 각각의 빔 스폿(beam spot)에 관하여 알려진 관계를 갖는다.

[0049] 도 6은 가시적인 서보 빔(130)을 이용하는 서보 제어에 기반하는 스캐닝 빔 디스플레이 시스템을 예시한다. 디스플레이 프로세서 및 제어기(640)는, 스크린(101)으로부터 서보 피드백 광(132)을 감지하는 방사 서보 감지기(620)로부터의 서보 감지기 신호에 기반하여 제어 기능 및 제어 정보를 제공하는데 사용될 수 있다. 단일의 감지기(620)면 충분할 수 있고 서보 감지 감도를 향상시키기 위해 2 이상의 서보 감지기(620)가 사용될 수 있다.

[0050] 유사하게, 하나 이상의 방사 서보 감지기(630)가, 서보 제어를 위해 프로세서와 제어기(640)에 추가적인 피드백 신호를 제공하도록 스크린에서 여기 빔(120)을 흐트러트리거나 반사하는 것에 의해 생성되는 여기 서보 광(122)을 수집하는데 또한 사용될 수 있다. 피드백 제어를 위한 이러한 서보 광(122)의 사용은, IR 서보 피드백 제어와 조합하여 사용되는 선택적인 특징일 수 있다. 일부의 시스템 구현에 있어서, IR 서보 피드백은 단독으로, 도 6에 도시된 피드백 광(122)에 기반하는 피드백 없이, 여기 빔(120)을 스크린(101)상의 적절한 인광체 스트라이프에 정렬시키는데 충분할 수 있다. 서보 제어를 위해 인광체 스트라이프 디바이더에 의해 생성되는 서보 광(122)을 사용하는 것에 대한 예는, 참조로 통합된 “Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens” 라는 제목의 PCT 출원 제PCT/US2007/004004호(PCT 공개 제WO 2007/095329호)에 기술되어 있다.

[0051] 도 6에 있어서, 스캐닝 투영 모듈(610)은 여기 및 서보 빔(120 및 130)을 스크린(101)상으로 스캔 및 투영하도록 구비된다. 모듈(610)은 포스트-오브젝티브 구성 또는 프리-오브젝티브 구성으로 될 수 있다. 예시된 바와

같이, 화상 데이터는, 여기 레이저(510)를 위해 신호 변조기 제어기(520)로 화상 데이터를 반송하는 화상 데이터 신호를 생성하는, 디스플레이 프로세서 및 제어기(640)로 공급된다. 어레이(510)내의 여기 레이저들 중에 있는 서보 레이저는 화상 데이터를 반송하도록 변조되지 않는다. 신호 변조 제어기(520)는 화상 데이터를 갖는 화상 신호들을 상이한 레이저들(510)로 각각 반송하는 레이저 변조 신호들을 생성하는 레이저 구동 회로들을 포함할 수 있다. 그 다음에, 레이저 제어 신호가 인가되어 레이저 어레이(510)내의 레이저들을 변조시킨다, 예컨대, 레이저 다이오드에 대해 전류가 인가되어 레이저 빔(512)을 생성한다. 디스플레이 프로세서 및 제어기(640)는 또한, 스크린상의 수직 빔 위치 또는 각 레이저의 DC 전력 레벨을 변화시키기 위해 레이저 방위를 조정하도록, 레이저 어레이(510)내의 레이저들에 대해 레이저 제어 신호를 생성한다. 디스플레이 프로세서 및 제어기(5930)는 또한, 수평 다각형 스캐너 및 수직 스캐너를 제어 및 동기화시키도록 스캐닝 투영 모듈(610)에 대해 스캐닝 제어 신호를 생성한다.

[0052] 도 7은 서보 감지기(620)가 서보 피드백 광(132)을 감지하는 서보 감지기 설계의 일예를 도시한다. 서보 감지기(620)는, 비가시적인 서보 빔(130)에 대한 서보 빔 파장의 광에 대해 감응하도록 그리고 가시광 및 여기광과 같은 다른 광에 대해 덜 감응하도록 설계된 감지기일 수 있다. 광학 필터(710)가, 스크린(101)으로부터의 광을 필터링하여 서보 피드백 광(132)을 선택적으로 송신하고, 여기 광과 가시광과 같은, 다른 파장의 광을 차단하는데 사용될 수 있다. 상기한 필터는 더 넓은 범위의 광학 감지기를 서보 감지기로서 사용될 수 있게 한다. 도 7은 여기 파장에서의 서보 피드백 광(122)을 감지하기 위한 선택적인 서보 감지기(630)의 예를 또한 도시한다. 서보 감지기(620)는 여기 빔(120)의 여기 파장의 광에 감응하고 스크린(101)에 의해 방출되는 가시광 및 서보 빔(130)의 파장에서의 광에 덜 감응하도록 설계된 감지기일 수 있다. 광학 필터(720)는 스크린(101)으로부터의 광을 필터링하여 여기 서보 피드백 광(122)을 선택적으로 송신하고, 다른 파장에서의 광을 차단하는데 사용될 수 있다. 서보 감지기(620, 630)로부터의 서보 감지기 신호(721, 722)는 각각 서보 제어 동작을 위해 프로세서 및 제어기(640)에 지향된다.

[0053] 도 8 및 9는 피드백 광(122, 132)을 제공하기 위한 스크린(101)에 대한 2개의 예시적인 스크린 설계를 도시한다. 도 8에 있어서, 각각의 스트라이프 디바이더(810)는 서보 및 여기 빔에 대해 광학 반사적으로 이루어지므로, 그 반사는 피드백 광(132)으로서 사용될 수 있다. 스트라이프 디바이더(810)는 또한, 콘트라스트(contrast)를 향상시키고 크로스 토크(cross talk)를 감소시키도록 인접한 발광 스트라이프들을 광학적으로 격리시키기 위해, 광에 반사적이고 불투명하게 이루어질 수 있다. 적색, 녹색 및 청색 광을 방출하는 인광체 스트라이프와 같은 발광 스트라이프는, 스트라이프 디바이더(810)보다 서보 및 여기 빔에 덜 반사적임으로써, 서보 또는 여기 빔(130)이 스트라이프 디바이더(810)를 통과할 때마다 스파이크(spike)를 나타낸다. 흡수 흑색층(820)이, 뷰어에 대한 주변광의 눈부신 빛을 감소시키기 위해 뷰어측의 각 스트라이프 디바이더상에 코팅될 수 있다. 도 9는 반사 서보 기준 마크(901)가 각각의 스트라이프 디바이더(901)의 여기측상에 형성되는 다른 스크린 설계, 예컨대, 반사 스트라이프 코팅을 도시한다.

[0054] 각각의 수평 스캔에 있어서, 빔(120 또는 130)은 발광 스트라이프를 가로질러 스캔하며, 스트라이프 디바이더에 의해 생성되는 반사는 스트라이프 디바이더의 수평 위치, 2개의 인접한 스트라이프 디바이더들 사이의 간격 및 수평으로 스캔된 빔(120 또는 130)의 수평 위치를 나타내는데 사용될 수 있다. 따라서, 스트라이프 디바이더로부터의 반사는, 빔(120)과 발광 스트라이프 사이의 수평 정렬의 서보 제어를 위해 사용될 수 있다.

[0055] 도 10은 정렬 기준 마크로서 스트라이프 디바이더의 동작을 도시한다. 서보 빔(120 또는 130)이 스크린(101)을 가로질러 수평으로 스캔됨에 따라, 서보 빔의 광은, 서보 빔(130)이 발광 스트라이프에 있을 때 낮은 파워를 그리고 서보 빔이 스트라이프 디바이더에 있을 때 높은 파워를 나타낸다. 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 빔 스폿이 하나의 서브픽셀의 폭 미만일 때, 서보 광의 파워는, 높은 파워 피크가 스트라이프 디바이더에 대응하는, 각각의 수평 스캔에 있어서의 주기적인 패턴을 나타낸다. 이러한 패턴은, 프로세서 및 제어기(640)의 클럭킹 신호의 클럭 사이클에 기반으로 각각의 스트라이프 디바이더의 폭 또는 스트라이프 디바이더의 위치를 측정하는데 사용될 수 있다. 이러한 측정된 정보는, 수평 스캔에 있어서의 각 여기 빔(120)의 포지셔닝 맵을 갱신하는데 사용된다. 서보 빔(130)의 빔 스폿이 서브픽셀의 하나의 폭보다는 크고 3개의 인접한 서브픽셀들에 의해 이루어지는 하나의 컬러 픽셀보다는 작은 경우에, 서보 광(132)의 파워는 여전히, 높은 파워 피크가 하나의 컬러 픽셀에 대응하는 각각의 수평 스캔에 있어서의 주기적인 패턴을 나타내고 따라서 서보 제어를 위해 사용될 수 있다.

[0056] 스크린(101)상의 정렬 기준 마크로서 스트라이프 디바이더에 더하여, 스크린과 빔의 상대적인 위치 및 스크린상의 여기 빔의 다른 파라미터를 판정하기 위해 추가적인 정렬 기준 마크가 구현될 수 있다. 예를 들어, 발광 스트라이프를 가로지르는 여기 및 서보 빔들의 수평 스캔 동안에, 스크린(101)의 활성 발광 디스플레이 영역의 시

작을 판정하기 위해 시스템에 대해서 시작 라인 마크가 구비될 수 있음으로써, 시스템의 신호 변조 제어기는 목표의 픽셀에 광학 펄스를 전달하는데 있어서의 타이밍을 적절히 제어할 수 있다. 수평 스캔 동안에 스크린(101)의 활성 발광 디스플레이 영역의 끝을 판정하기 위해, 시스템에 대해서 끝 라인 마크가 또한 구비된다. 또 다른 예로, 스캐닝되는 빔들이 스크린상의 적절한 수직 위치에 지시되는지의 여부를 판정하기 위해 시스템에 대해서 수직 정렬 기준 마크가 구비될 수 있다. 기준 마크에 대한 다른 예는, 스크린상의 빔 스폿 크기를 측정하기 위한 하나 이상의 기준 마크 및 여기 빔(120)의 광학 파워를 측정하기 위한 스크린상의 하나 이상의 기준 마크일 수 있다. 상기 기준 마크는, 스크린(101)의 활성 형광 영역 외측의 영역, 예컨대, 활성 형광 스크린 영역의 하나 이상의 주변 영역에 위치될 수 있고 여기 및 서보 빔의 양쪽을 위해 사용된다.

[0057] 도 11은 주변 기준 마크 영역을 갖는 형광 스크린(101)의 일 예를 예시한다. 스크린(101)은, 화상을 디스플레이하기 위한 병렬의 형광 스트라이프를 가진 중앙 활성 발광 디스플레이 영역(1100), 상기 형광 스트라이프에 나란한 2개의 스트라이프 주변 기준 마크 영역(1110 및 1120)을 포함한다. 각각의 주변 기준 마크 영역은 스크린(101)에 대해 다양한 기준 마크를 제공하는데 사용될 수 있다. 일부의 구현에 있어서, 형광 스트라이프를 가로지르는 수평 스캔이 영역(1100)의 좌측으로부터 우측으로 지향될 때에는, 제2 영역(1120) 없이 좌측 주변 기준 마크 영역(1110)만이 제공된다.

[0058] 스크린(101)상의 상기한 주변 기준 마크 영역은, 스캐닝 디스플레이 시스템이 시스템의 특정 동작 파라미터를 모니터링하는 것을 가능케 한다. 주변 기준 마크 영역에 있어서의 기준 마크는, 서보 빔(130)으로부터 생성되는 서보 피드백 광(132)에 기반하는 서보 제어 동작을 위해 사용될 수 있다. 여기 빔(120)으로부터 생성되는 서보 피드백 광(122)이 또한 서보 제어 동작을 위해 사용될 때, 주변 기준 마크 영역에 있어서의 기준 마크는 서보 피드백 광(122)에 기반하는 서보 제어 동작을 위해 사용될 수 있다. 주변 기준 마크 영역에 있어서의 기준 마크는, 일부의 구현에 있어서의 서보 제어 동작을 위해 여기 빔(120)과 서보 빔(130)의 양쪽을 측정하는데 사용될 수 있다. 하기의 기준 마크의 다양한 예에 대한 설명은 여기 빔(120)에 대해 특히 언급할 수 있으며, 유사한 기능이 서보 빔(130)과 관련하여 사용될 수 있다.

[0059] 특히, 주변 기준 마크 영역에 있어서의 기준 마크는 스크린(101)의 활성 디스플레이 영역(1100)의 외측에 있으며, 따라서 대응하는 서보 피드백 제어 기능이, 여기 빔이 활성 형광 디스플레이 영역(2600)을 통해 스캐닝하여 화상을 디스플레이할 때의 디스플레이 동작 동안의 지속 시간 밖에서 실행될 수 있다. 따라서, 동적 서보 동작이, 뷰어에 대한 화상의 디스플레이를 간섭하지 않고 구현될 수 있다. 이에 관련하여, 각각의 스캔은, 동적 서보 검출 및 제어를 위해 여기 빔이 주변 기준 마크 영역을 통해 스캔할 때의 연속 모드 기간 및 여기 빔이 활성 형광 디스플레이 영역(1100)을 통해 스캔함에 따라 화상-반송 광학 펄스를 생성하도록 여기 빔의 변조가 턴온될 때의 디스플레이 모드 기간을 포함할 수 있다. 서보 빔(130)은 화상 데이터를 반송하도록 변조되지 않으며 따라서 스크린(101)상으로의 입사시에 일정한 빔 파워를 가진 연속적인 빔일 수 있다. 피드백 광(132)에 있어서의 반사된 서보 광의 파워는, 스크린(101)상의 다른 스크린 패턴과 스트라이프 디바이더와 기준 마크에 의해 변조된다. 반사된 서보 광의 변조된 파워는 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 위치를 측정하는데 사용될 수 있다.

[0060] 도 12는 스크린(101)내의 좌측 주변 영역(1110)에 있어서의 시작 라인(SOL) 기준 마크(1210)의 일 예를 도시한다. SOL 기준 마크(1210)는, 스크린(101)의 활성 발광 영역(1100)의 형광 스트라이프에 나란한, 광학적으로 반사성의, 확산성의, 또는 형광의 스트라이프일 수 있다. SOL 기준 마크(1210)는, 영역(1100)의 제1 형광 스트라이프로부터 알려진 거리의 위치에 고정된다. SOL 패턴은, 일부의 구현에 있어서 단일의 반사 스트라이프일 수 있고, 다른 구현에 있어서 균일하거나 다양한 간격을 가진 다수의 수직 라인을 포함할 수 있다. 다수의 라인은, 여분, 신호 대 잡음비의 증가, 위치 (시간) 측정의 정밀도, 및 누락 펄스 감지의 제공을 위해 선택된다.

[0061] 동작시에, 스캐닝 여기 빔(120)은, 주변 기준 마크 영역(1110)을 통한 그리고 그 다음에 활성 영역(1100)을 통한 제1 스캐닝에 의해 스크린(101)의 좌측에서 우측으로 스캔된다. 빔(120)이 주변 기준 마크 영역(1110)에 있을 때, 시스템의 레이저 모듈(110)내의 신호 변조 제어기는, 빔(120)을, 크로스토크 없는 정보의 적당한 샘플링(예컨대, 하나의 프레임 동안에 한 번에 하나의 빔)을 보장하는 모드로 설정한다. 스캐닝 여기 빔(120)이 SOL 기준 마크(1210)를 통해 스캔할 때, 여기 빔(1210)에 의한 조명으로 인해 SOL 기준 마크(1210)에 의해 반사, 산란, 방출된 광이, SOL 기준 마크(1210)에 가까이 위치되는 SOL 광학 감지기에서 측정될 수 있다. 이러한 신호의 존재는 빔(120)의 위치를 나타낸다. SOL 광학 감지기는, 스크린(101) 밖 또는 스크린(101)상의 영역(1110)의 위치에 고정될 수 있다. 따라서, SOL 기준 마크(1210)는 시스템의 수명 동안에 주기적인 정렬 조정을 가능케하도록 사용될 수 있다.

- [0062] 부여된 여기 빔에 대해서 SOL(1210)로부터의 펄스가 검출될 때, SOL(1210)로부터 활성 디스플레이 영역(1100)의 왼쪽 에지로 스캐닝하기 위한 시간을 나타내는 지연 후에, 레이저가 화상 모드로 동작하여 광학 펄스에 이미징 데이터를 반송하도록 제어될 수 있다. 그 다음에, 시스템은 SOL 펄스로부터 화상 영역(1100)의 시작까지의 지연에 대해서 이전에 측정된 값을 소환한다. 이러한 프로세스는, 각각의 수평 라인이 화상 영역을 적합하게 시작하고 각각의 수평 스캔에 있어서의 광학 펄스가 발광 스트라이프에 대해 정렬되는 것을 보장하도록 각각의 수평 스캔에 있어서 구현될 수 있다. 스크린(101)상의 영역(1100)의 그 라인에 대해서 화상을 페인팅하기 전에 교정이 이루어져서, 서보 제어에 의해 유발되는 화상을 디스플레이하는 것에 있어서 시간 지체가 없다. 이것은, 고주파수(라인 스캔 비율까지의) 및 저주파수 오류들의 양쪽이 교정될 수 있게 한다.
- [0063] 서보 빔(130)은, 여기 빔이 활성 발광 영역(1100)을 들어가기 전 그리고 여기 빔(120)이 활성 발광 영역(1100)에서 스캔할 때의 일반적인 디스플레이 동안, 화상-반송 펄스를 시작하기 위한 타이밍의 양쪽을 제어하기 위한 각각의 여기 빔(120)에 대한 포지셔닝 기준을 제공하는데 사용될 수 있다. 도 13은 스크린(101)상의 스트라이프 디바이더 및 SOL 마크의 위치를 나타내는 광학 신호를 나타내도록 피드백 광(132)에서의 서보 빔 파장에서의 광의 감지된 신호 파워를 예시한다. 도 13 및 14에 도시된 피드백 광에 있어서의 광학적인 피크는, 날카로운 구형파 신호로서 이상화되고 도 15 내지 도 16에 도시된 테일링 프로파일(tailing profile) 및 리딩 프로파일(leading profile)을 갖기 쉽다. 테일링 프로파일 및 리딩 프로파일을 가진 그러한 펄스 신호는 에지 검출에 의해 구형파형의 펄스 신호로 변환될 수 있다.
- [0064] SOL 마크(1210)와 유사하게, 끝 라인(end-of-line; EOL) 기준 마크가 스크린(101)의 반대측상에, 예컨대 도 11에 있어서의 주변 기준 마크 영역(1120)에 구현될 수 있다. SOL 마크는 화상 영역의 시작과의 레이저 빔의 적절한 정렬을 보장하는데 사용된다. 이것은, 위치 오류가 스크린을 가로질러 존재할 수 있기 때문에, 전체의 수평 스캔 동안에는 적절한 정렬을 보장하지 않는다. 영역(1120)에서의 끝 라인 광학 감지기 및 EOL 기준 마크를 구현하는 것은, 화상 영역을 가로지르는 레이저 빔 위치의 선형의 2 포인트 교정을 제공하는데 사용될 수 있다. 도 14는 스크린(101)상의 EOL 마크, 스트라이프 디바이더, 및 SOL 마크의 위치를 나타내는 광학 신호를 나타내도록 피드백 광(132)에 있어서의 서보 빔 파장에서의 광의 감지된 신호 파워를 예시한다.
- [0065] SOL 마크 및 EOL 마크의 양쪽이 구현되면, 레이저는, EOL 센서 영역에 도달하기 전에, 연속파(CW) 모드로 연속적으로 턴온된다. 일단 EOL 신호가 감지되면, 레이저는 화상 모드로 돌아갈 수 있고 타이밍(또는 스캔 속도) 교정 계산이 SOL 펄스와 EOL 펄스간의 시간차에 기반하여 이루어진다. 이들 교정은 다음의 하나 이상의 라인들에 적용된다. SOL 내지 EOL의 다수의 라인들의 시간 계산은 노이즈를 감소시키도록 평균화될 수 있다.
- [0066] 스트라이프 디바이더 및 SOL/EOL 주변 기준 마크에 기반하여, 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 포지셔닝이 측정될 수 있다. 서보 빔(130)이, SOL 기준 마크 또는 EOL 기준 마크에서 측정될 수 있는, 각각의 여기 빔(120)이 관련하여 고정되기 때문에, 서보 빔(130)의 포지셔닝에 있어서의 임의의 오류가 각각의 여기 빔(120)에서의 대응되는 오류를 암시한다. 따라서, 서보 빔(130)의 포지셔닝 정보는, 여기 빔의 정렬 오류를 감소시키기 위해 서보 빔(130) 및 각각의 여기 빔(120)을 제어하도록 서보 제어에서 사용될 수 있다.
- [0067] 현재의 서보 제어는, 여기 빔(120)에 있어서의 각각의 광학 펄스를 목표 발광 스트라이프의 부근 또는 중앙에 두어 그 스트라이프의 발광 물질을 인접한 발광 스트라이프에 넘치는 일 없이 여기시키도록 동작한다. 서보 제어는, 수평 스캔 동안에 스크린(101)상의 요구되는 위치에 펄스를 두기 위해서 각각의 광학 펄스의 타이밍을 제어하는 것에 의해 그러한 정렬 제어를 달성하도록 설계될 수 있다. 따라서, 서보 제어, 즉 프로세서 및 제어기(640)는, 스캔 동안에 광학 펄스의 타이밍을 제어하기 위해 각각의 수평 스캔 전에 각각의 수평 라인에 있어서의 발광 스트라이프의 수평 위치를 “알고 있을” 필요가 있다. 각각의 수평 라인에 있어서의 발광 스트라이프의 수평 위치의 이러한 정보는, (x, y) 좌표의 스크린(101)의 발광 영역 또는 활성 디스플레이 영역의 2차원 위치 “맵”을 구성하며, 여기서, x는 각각의 스트라이프 디바이더의 수평 위치(또는, 등가적으로, 각각의 스트라이프의 중앙의 수평 위치)이고 y는 수평 스캔의 ID 번호 또는 수직 위치이다. 이러한 스크린(101)의 위치 맵은 공장에서 측정될 수 있고, 온도, 노화 및 다른 요인으로 인한 시스템 구성 요소들에서 있어서의 변화에 기인하여 조만간 변화할 수 있다. 예를 들어, 광학 이미징 시스템에 있어서의 왜곡 및 열팽창 효과는, 픽셀의 각 컬러를 활성화시키기 위해 정확한 타이밍에 있어서의 대응 조정을 필요로 할 것이다. 레이저 액츄에이션(actuation)이, 빔이 의도된 인광체에 대한 스트라이프 또는 서브픽셀의 중앙부에 지향되는 타이밍에 적절하게 대응되지 않으면, 빔(120)은 부분적으로 또는 완전히 잘못된 컬러 인광체를 활성화시킬 것이다. 추가적으로, 스크린(101)의 이러한 위치 맵은, 제조 동안의 구성 요소 및 디바이스 허용도에 기인하여 하나의 시스템으로부터 다른 시스템으로 변화할 수 있다.

- [0068] 따라서, 일반적인 디스플레이 동안에, 스크린(101)의 위치 맵을 갱신시키고, 각각의 수평 스캔에서 여기 빔(120)의 펄스의 타이밍을 제어하기 위해 갱신된 위치 맵을 사용하는 것이 이상적이다. 스크린(101)의 위치 맵은, 시스템이 일반적인 디스플레이 모드에 있지 않을 때, 예컨대, 시스템의 기동 단계 동안에, 캘리브레이션 스캐닝에 있어서의 피드백 광(122, 132)을 이용하여 획득될 수 있다. 추가적으로, 서보 피드백 광(132)은, 시스템이 스크린(101)상에 화상을 생성하도록 일반적인 디스플레이 모드에서 동작할 때, 스크린(101)의 기존 위치 맵에 있어서의 변화를 모니터링하고 측정하도록 실시간 비디오 디스플레이에서 사용될 수 있다. 이러한 모드의 서보 제어는 동적 서보로 불린다. 스크린(101)의 동적 모니터링은, 스크린(101)이, 시스템의 기동 단계 동안에 갱신되는 스크린(101)의 위치 맵에 현저한 변화를 이끌 수 있는 변화를 겪을 수 있기 때문에, 시스템이 비가동 시간 없이 연장된 기간동안 동작할 때 유용할 수 있다.
- [0069] 스크린(101)의 위치 맵은 레이저 모듈(110)의 메모리에 저장될 수 있고, 보상되는 효과가 현저히 변화되지 않는다면, 시간의 간격 동안에 재사용될 수 있다. 일 구현에 있어서, 디스플레이 시스템이 턴온되면, 디스플레이 시스템은, 디폴트(default)로서, 저장된 위치 맵의 데이터에 기반하여 스캐닝 레이저 빔의 레이저 펄스의 타이밍을 설정하도록 구성될 수 있다. 서보 제어는 서보 피드백 광(132)을 이용하여 실시간 모니터링을 제공하고 동작 동안에 펄스 타이밍을 제어하도록 동작할 수 있다.
- [0070] 다른 구현에 있어서, 디스플레이 시스템이 턴온되면, 디스플레이 시스템은, 디폴트로서, 여기 빔(120) 및 서보 빔(130)을 이용하여 캘리브레이션을 실행해서 전체 스크린(101)을 통해 스캔하도록 구성될 수 있다. 측정된 위치 데이터는 스크린(101)의 위치 맵을 갱신하는데 사용된다. 기동 단계 동안의 이러한 초기 캘리브레이션 후에, 시스템은 일반적인 디스플레이 모드로 전환될 수 있고, 차후에 일반적인 디스플레이 동작 동안에, 서보 빔(130)만이 스크린(101)을 모니터링하는데 사용되며, 서보 빔(130)으로부터 획득된 스크린(101)의 데이터는 위치 맵을 동적으로 갱신시키는데 그리고 이에 따라서 각각의 수평 스캔에서의 빔(120)의 펄스의 타이밍을 제어하는데 사용될 수 있다.
- [0071] 스크린(101)의 위치 맵의 캘리브레이션은, 다수의 레이저 빔(120)이 사용될 때, 도 5에 도시된 바와 같이, 스캐닝 레이저 빔(120, 130)이 전체 스크린을 통해 동시에 하나의 세그먼트를 한 번에 스캔하는 동안의 하나의 프레임에 대해서 각각의 스캐닝 레이저 빔(120 또는 130)을 연속파(CW) 모드로 동작시키는 것에 의해 달성될 수 있다. 하나의 여기 빔(120)을 생성하기 위해 단일의 레이저가 사용되면, 서보 빔(130)을 따라, 하나의 라인을 한 번에, 전체 스크린(101)을 스캔하도록 단일의 스캐닝 빔(120)이 CW 모드로 설정된다. 스트라이프 디바이더상의 서보 기준 마크로부터의 피드백 광(122, 132)은, 서보 감지기(620, 630)를 이용하는 것에 의해 스크린(101)상의 레이저 위치를 측정하는데 사용된다.
- [0072] 서보 감지기(620, 630)로부터의 서보 감지기 신호는, 서보 신호가 그것의 최고 관련 진폭에 있을 때에는 언제나 전자 펄스를 생성하는 전자 “피크” 감지기를 통해 송신될 수 있다. 이들 펄스들 사이의 시간은, 수평 스캔에서 각각의 여기 빔(120)에서의 광학 펄스의 타이밍을 제어하도록 오류 신호를 처리 및 생성하기 위해 프로세서 및 제어기(640)에 의해 사용되는 마이크로제어기 또는 디지털 회로의 샘플링 클럭에 의해 측정될 수 있다.
- [0073] 일 구현에 있어서, 전자 피크 감지기로부터의 2개의 인접한 펄스들 사이의 시간은, 스크린(101)상의 스캐닝 빔(120 또는 130)의 스캔 속도에 기반하여 2개의 인접한 전자 펄스를 생성하는 2 위치의 간격을 결정하는데 사용될 수 있다. 이러한 간격은, 서브픽셀 폭 및 서브픽셀 위치를 결정하는데 사용될 수 있다.
- [0074] 다른 구현에 있어서, 서보 측정 및 교정은 관련 시간 측정에 기반한다. 빔 스캔 비율 및 샘플링 클럭의 주파수에 따라, 각각의 서브픽셀에 대해서 약간의 공칭 수의 클럭이 있다. 광학적 왜곡, 스크린 결함 또는 왜곡 및 왜곡의 조합으로 인해서, 임의의 부여된 서브픽셀에 대한 2개의 인접한 펄스들 사이의 클럭 사이클의 수는 공칭 수의 클럭 사이클로부터 변화할 수 있다. 클럭 사이클에 있어서의 이러한 변화는 각각의 서브픽셀에 대해서 메모리에 부호화되어 저장될 수 있다. 대안적으로, 변화들은 대개 인접한 서브픽셀들 사이에서 현저한 변화와 더불어 발생하지 않기 때문에, 교정값은 계산되어 일부의 수(N)의 인접한 서브 픽셀들에 대해서 사용될 수 있다.
- [0075] 도 15는, 샘플링 클럭 신호, 피크 감지기의 개개의 출력, 하나의 수평 스캔의 일부에 대한 스캔 시간의 함수로서의 감지된 반사 피드백 광의 일예를 도시한다. 샘플링 클럭의 9 클럭 사이클에 대응하는 폭을 가진 공칭 서브픽셀 및 8 클럭 사이클에 대응하는 인접한 짧은 서브픽셀이 예시된다. 일부의 구현에 있어서, 서브픽셀의 폭은 10-20클럭 사이클에 대응할 수 있다. 서보 제어를 위한 마이크로제어기 또는 디지털 회로의 샘플링 클럭 신호의 클럭 사이클은 오류 신호의 공간적인 해상도를 지시한다. 이러한 공간적인 해상도를 향상시키기 위한 기술에 대한 일예로서, 많은 프레임들에 걸친 평균화가 오류 신호의 공간적인 해상도를 효율적으로 증가시키는데

사용될 수 있다.

- [0076] 도 16은 샘플링 클럭 신호, 피크 감지기의 개개의 출력, 하나의 수평 스캔의 일부에 대한 스캔 시간의 함수로서의 감지된 반사 피드백 광의 일예를 도시하며, 9 클럭 사이클의 폭에 대응하는 공칭 서브픽셀 및 10 클럭 사이클의 폭에 대응하는 인접한 긴 서브픽셀이 재 예시된다.
- [0077] 캘리브레이션 동안에, 스크린상의 먼지와 같은 오염 물질, 스크린 결함, 또는 일부의 다른 요인들은, 스크린(101)상의 2개의 인접한 서브픽셀들 사이의 서보 기준 마크에 의해 생성되었을 반사 피드백 광에 있어서의 광학 펄스의 누락을 유발할 수 있다. 도 17은 펄스가 누락되는 예를 예시한다. 서브픽셀에 대한 공칭 수의 클럭으로부터 최대 예기되는 일탈내의 서브픽셀에 대한 공칭 수의 클럭 사이클내에서 펄스가 샘플링되지 않거나 감지되지 않으면, 누락 펄스가 판정될 수 있다. 펄스가 누락되면, 서브픽셀에 대한 공칭 값의 클럭 사이클이 그 누락 서브픽셀에 대해서 추정될 수 있고 다음 서브픽셀은 양쪽의 서브픽셀에 대한 타이밍 교정을 포함할 수 있다. 타이밍 교정은, 감지의 정밀도를 향상시키기 위해, 서브픽셀의 양쪽에 걸쳐서 평균화될 수 있다. 이러한 방법은 임의의 수의 연속적인 누락 펄스들에 대해서 연장될 수 있다.
- [0078] 스크린(101)의 위치 맵을 측정하는데의 샘플링 클럭 신호의 상기한 사용은, 스크린(101)으로부터의 여기 서보 피드백 광(122) 또는 서보 피드백 광(132)과의 검출과 더불어 사용될 수 있다. 여기 빔 또는 빔들(120)이, CW 모드에서의 캘리브레이션 스캔 동안에 스크린(101)의 전체 수평 라인들을 스캔하기 때문에, 여기 서보 피드백 광(122)으로부터의 위치 데이터는 스크린(101)의 각각의 그리고 모든 서브픽셀에 대한 데이터를 제공할 수 있다. 서보 빔(130) 및 그 대응하는 피드백 광(132)으로부터 획득되는 위치 데이터는, 하지만, 도 5에 도시된 바와 같이 스크린 세그먼트 당 하나의 수평 스캔 라인만을 커버한다. 그 스크린 세그먼트에서의 전체 수평 라인들에 대해서 대표적인 스캔으로서 사용될 수 있는 하나의 스크린 세그먼트에 대해서 서보 빔(130)으로부터 측정된 위치 데이터는, 그 스크린 세그먼트에서의 전체 라인들에 대해서 위치 데이터를 갱신하는데 사용된다. 2 이상의 서보 빔(130)이 각각의 스크린 세그먼트에서 측정되는 라인들의 개수를 증가시키는데 사용될 수 있다.
- [0079] 각 레이저의 수직 위치는, 액츄에이터, 수직 스캐너, 각 레이저 빔의 광학 경로내의 조정 가능한 렌즈 또는 이들 및 다른 메커니즘들의 조합을 이용하는 것에 의해 모니터 및 조정될 수 있다. 스크린으로부터 레이저 모듈로의 수직 서보 피드백을 가능케 하기 위해 수직 기준 마크가 스크린상에 구비될 수 있다. 각각의 여기 빔(120)의 수직 위치를 측정하기 위해, 하나 이상의 반사성의, 형광의 또는 투과성의 기준 마크가 스크린(101)의 화상 영역에 인접하여 구비될 수 있다. 도 11을 참조하여 보면, 상기 수직 기준 마크는 주변 기준 마크 영역에 위치될 수 있다. 하나 이상의 수직 마크 광학 감지기는, 빔(120 또는 130)에 의해 조명될 때, 수직 기준 마크로부터의 반사된, 형광의 또는 투과된 광을 측정하는데 사용될 수 있다. 각각의 수직 마크 광학 감지기의 출력이 처리되고, 빔 수직 위치의 정보가 스크린(101)상의 수직 빔 위치를 조정하도록 액츄에이터를 제어하는데 사용된다.
- [0080] 도 18a는 수직 기준 마크(2810)의 예를 도시한다. 마크(2810)가 포함하는 것은, 수평 방향을 따른 겹침을 유지하기 위해 수직 및 수평 방향의 양쪽으로 서로 분리 및 이격되는 한 쌍의 동일한 삼각형 기준 마크(2811 및 2812)이다. 각각의 삼각형 기준 마크(2811 또는 2812)가 수직 방향을 따라 면적상의 변화를 생성하도록 지향됨으로써, 빔(120)은, 수평 방향을 따라 마크를 스캐닝할 때, 각 마크와 부분적으로 겹친다. 빔(120)의 수직 위치가 변화함에 따라, 빔(120)과 마크상에서 겹치는 면적은 크기가 변화한다. 2개의 마크(2811, 2812)의 상대적인 위치는 미리 정해진 수직 빔 위치를 규정하며, 이러한 미리 정해진 수직 위치를 가로지르는 수평 라인을 따르는 스캐닝 빔은 2개의 마크(2811, 2812)에서 그늘진 영역으로 표시되는 것과 같이 동등한 면적들을 통해 스캔한다. 빔 위치가 이러한 미리 정해진 수직 빔 위치의 위에 있을 때, 빔은 제2 마크(2812)에서의 마크 면적보다 더 큰 제1 마크(2811)에서의 마크 면적을 만나며, 빔에 의해 만나게 되는 마크 면적에 있어서의 이러한 차이는 빔 위치가 수직 방향을 따라 더 위로 이동함에 따라 증가한다. 역으로, 빔 위치가 이러한 미리 정해진 수직 빔 위치 아래에 있으면, 빔은 제1 마크(2811)에서의 마크 면적보다 더 큰 제2 마크(2812)에서의 마크 면적을 만나며, 빔에 의해 만나게 되는 마크 면적에 있어서의 이러한 차이는 빔 위치가 수직 방향을 따라 더 아래로 이동함에 따라 증가한다.
- [0081] 각각의 삼각형 마크로부터의 피드백 광은 마크 위에서 통합되며, 2개의 마크의 통합된 신호들이 비교되어 차분 신호를 생성한다. 차분 신호의 사인(sign)은 미리 정해진 수직 빔 위치로부터의 오프셋의 방향을 나타내며 차분 신호의 크기는 오프셋의 양을 나타낸다. 각 삼각형으로부터의 통합된 광이 동등할 때, 즉, 차분 신호가 0일 때, 여기 빔은 적절한 수직 위치에 있다.
- [0082] 도 18b는 도 18a에서의 수직 기준 마크에 대한 레이저 모듈(110)에서의 수직 빔 위치 서보 피드백 제어의 일부

로서 신호 처리 회로의 일부를 도시한다. PIN 다이오드 프리앰플리파이어(preamplifier)(2910)는 2개의 마크(2811, 2812)로부터 2개의 반사 신호에 대한 차분 신호를 수신 및 증폭하고 증폭된 차분 신호를 통합기(integrator)(2920)로 향하게 한다. 아날로그-디지털 변환기(2930)는 차분 신호를 디지털 신호로 변환하기 위해 구비된다. 디지털 프로세서(2940)는 차분 신호를 처리하여 수직 빔 위치에 있어서의 조정의 양 및 방향을 판정하고 그에 따라 수직 액츄에이터 제어 신호를 생성한다. 이러한 제어 신호는 디지털-아날로그 변환기(2950)에 의해 아날로그 제어 신호로 변환되어 액츄에이터를 조정하는 수직 액츄에이터 제어기(2960)에 인가된다. 도 18c는 단일의 광학 감지기를 이용하는 것에 의한 차분 신호의 생성을 더 도시한다.

[0083] 도 19는 시작 라인(SOL) 기준 마크 및 수직 빔 위치 기준 마크를 갖는 도 11에서의 스크린의 예를 도시한다. 다수의 수직 빔 위치 기준 마크들, 전체 스크린 세그먼트에서의 여기 빔(120)의 수직 위치 검출을 제공하기 위해 상이한 수직 위치들에 위치될 수 있다. 도 19의 예는, 좌측으로부터 우측으로의 수평 스캔 시작에 있어서, 여기 빔(120) 또는 서보 빔(130)이 수직 빔 위치 기준 마크 후의 SOL 기준 마크를 타격하도록, 수직 빔 위치 기준 마크와 스크린 디스플레이 영역 사이에 위치되는 SOL 기준 마크를 도시한다. 좌측으로부터 우측으로의 수평 스캔 시작에 대한 다른 구현에 있어서, 여기 빔(120) 또는 서보 빔(130)이 수직 빔 위치 기준 마크 전의 SOL 기준 마크를 타격하는 것을 보장하도록, SOL 기준 마크가 수직 빔 위치 기준 마크와 스크린 디스플레이 영역 사이에 위치된다. 추가적으로, 각 스크린 세그먼트에 있어서의 서보 빔(130)의 수직 위치 검출을 제공하기 위해, 여기 빔(120)에 대한 수직 빔 위치 기준 마크들로부터, 상이한 기준 위치에 놓일 수 있는 다수의 수직 빔 위치 기준 마크들, 예컨대, 서보 빔(130)에 대한 하나의 수직 기준 마크를 분리한다. 이들 수직 기준 마크들은 도 19에 있어서 번호 “1910”에 의해 소개된다. 발광 영역(1110)의 스트라이프 구조에 있어서의 주기적인 패턴, 수직 기준 마크(1910) 및 SOL 기준(1210)의 조합은, 스캐닝 디스플레이 시스템에서의 서보 제어를 위해 스크린(101)상의 픽셀들의 수평 파라미터들, 여기 빔(120)의 포지셔닝 정보 및 비가시적인 서보 빔(130)의 포지셔닝 정보를 제공한다.

[0084] 도 20은, 각각의 여기 빔(120)이 스크린(101)상에 화상을 생성하기 위해 광학 펄스를 반송하기 위해 사용되고 서보 제어를 위해 사용되지 않을 때의 일반적인 디스플레이 모드 동안에 서보 빔(130)을 이용하는 서보 제어의 동작의 예를 도시한다. 서보 빔(130)은 CW 빔이고 스캐닝 변조 여기 레이저 빔(120)과 스크린 세그먼트 당 하나의 수평 라인에 걸쳐 스캔된다. 일반적인 디스플레이 동안에 스크린(101)상의 서보 빔(130)의 정렬 오류를 측정하기 위해, 서보 피드백 광(132)이 하나 이상의 서보 감지기(620)에 의해 감지된다. 여기 레이저 빔(120)의 정렬 오류를 감소시키기 위해 각각의 여기 레이저 빔(120)의 정렬이 서보 빔(130)의 측정된 정렬 오류에 기반하여 조정된다. 다른 구현에 있어서, 스크린(101)에 의해 방출되는 적색, 녹색 및 청색 광 또는 스캐닝 여기 빔(120)의 후방-반사된 여기 광의 일부가 서보 빔(130)을 통해 획득되는 측정을 캘리브레이트하도록 캘리브레이션 메커니즘을 제공하는데 사용될 수 있다.

[0085] 피드백 광(132)을 레이저 모듈(110)에 제공하기 위해 비가시적인 IR 서보 빔(130)을 이용하는 상기 예들에 있어서, 스크린(101)상의 병렬 인광체 스트라이프와 스트라이프 디바이더는 스트라이프 디바이더에서의 서보 빔(132)의 반사에 의해 후방-반사 피드백 광(132)을 생성하는데 사용된다. 대안적으로, 스크린(101)은, 요구되는 피드백 광(132)을 생성하도록 구성되는 IR 피드백 마크를 포함하도록 설계될 수 있다. IR 피드백 마크는 스트라이프 디바이더 또는 인광체 스트라이프에 대한 특수한 공간적인 광계와 등록될 수 있다, 예컨대, 서보 피드백 마크가 스크린의 2개의 인접한 병렬 발광 스트라이프들 사이에서 발광 스트라이프 또는 디바이더(디바이더)와 위치적으로 정렬된다. 후술되는 예들에 있어서, 상기한 위치 등록은 요구되지 않으며 IR 피드백 마크가 스트라이프 디바이더 또는 인광체 스트라이프에 대한 고정되고 알려진 공간적인 관계를 갖는 것으로 충분함으로써, IR 피드백 마크의 위치와 인광체 스트라이프 및 스트라이프 디바이더의 위치의 고정되고 알려진 매핑이 있다.

[0086] 도 21은 인광체 층의 여기 측상의 IR 피드백 마크를 포함하는 발광 스크린(101)에 대한 예시적인 설계를 도시한다. 이러한 스크린(101)은, 여기 빔(120)의 여기 하에서 적색, 녹색 및 청색 광을 방출하는 병렬 인광체 스트라이프를 가진 인광체 스트라이프 층(2110), 여기 빔(120) 및 IR 서보 빔(130)을 면하는 인광체 층(2110)의 여기측의 후방 패널(2112), 및 인광체 층(2110)의 뷰어 측의 전방 패널(2111)을 포함한다. 이러한 예에 있어서, IR 피드백 마크(2120)는, IR 서보 빔(130)의 반사 또는 산란에 의해 IR 피드백 광(132)을 제공하도록, 후방 패널의 후면상에 형성된다. 다른 구현에 있어서, IR 피드백 마크(2120)는 다른 위치에 놓일 수 있고 인광체 층(2110)의 뷰어측 또는 여기측에 위치될 수 있다.

[0087] IR 피드백 마크(2120)는 스크린상의 서보 빔(130)의 위치 등록을 제공하도록 설계되며 다양한 구성으로 구현될 수 있다. 예를 들어, IR 피드백 마크(2120)는, 인광체 층(2110)의 병렬 인광체 스트라이프에 나란한 주기적인 병렬 스트라이프들일 수 있다. IR 피드백 마크(2120)는, 인광체 스트라이프의 중앙 또는 스트라이프 디바이더

로부터 수평으로 옮겨진 위치를 포함하여, 수평 방향을 따르는 인광체 층(2110)의 인광체 스트라이프 또는 스트라이프 디바이더에 관한 임의의 위치에 놓일 수 있다. IR 서보 피드백 광(132)에 대한 감지가 피크 감지기에 기반할 때, IR 피드백 마크(2120)의 각각의 폭은 스크린(101)상의 IR 서보 빔(130)의 빔 스폿의 폭과 동등할 수 있다. 스크린(101)상의 IR 서보 빔(130)의 빔 스폿의 폭보다 더 넓은 폭을 가진 IR 피드백 마크(2120)는, IR 서보 피드백 광(132)에 대한 감지가 SOL 마크와 같은 위치 기준에 관한 각각의 IR 피드백 마크(2120)의 위치에 기반하는 경우에 사용될 수 있다. IR 피드백 마크(2120)의 폭은, 각각의 인광체 스트라이프의 폭보다 더 적을 수 있다, 예컨대, 인광체 스트라이프의 폭의 2분의 1일 수 있다. 2개의 인접한 IR 피드백 마크(2120) 사이의 간격은 2개의 인접한 인광체 스트라이프 사이의 간격 보다 더 클 수 있다. 예를 들어, IR 마크 간격은 25 mm일 수 있고 인광체 스트라이프 간격을 1.5 mm일 수 있다.

[0088] IR 피드백 마크(2120)는, 여기 빔(120)에 대해서 IR 피드백 마크들(2120)의 사이의 그리고 IR 피드백 마크들(2120)을 에워싸는 영역과 실질적으로 동일한 광학적 투과를 유지하면서, 스크린상의 IR 피드백 마크(2120)의 위치를 등록하기 위해 IR 피드백 마크(2120)의 광학 감지를 가능케 하도록, IR 피드백 마크들(2120)의 사이의 그리고 IR 피드백 마크들(2120)을 에워싸는 영역으로부터 광학적으로 상이하게 만들어질 수 있다. 따라서, IR 피드백 마크(2120)의 존재는, 스크린(101)의 인광체 층에 도달하는 여기 빔(120)상의 마크(2120)의 형상을 광학적으로 각인하는 것에 의해 여기 빔(120)의 광학 투과와 광학적으로 간섭하지 않는다. 이와 관련하여, IR 피드백 마크(2120)는 다양한 구성으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 각각의 IR 피드백 마크(2120)는 광에 대해 광학적으로 경면 반사적이고 여기 층에 면하는 부드러운 표면을 갖도록 만들어 질 수 있고, IR 피드백 마크(2120) 사이의 그리고 IR 피드백 마크(2120)를 에워싸는 영역은 상이한 방향으로 퍼지는 광학적 확산 반사를 나타내도록 구성된다. 경면 반사성 IR 피드백 마크(2120) 및 마크(2120) 사이의 그리고 마크(2120)를 에워싸는 확산 반사성 영역은 동일한 광학 투과 특성을 갖는다. 확산성 배후내에 경면 반사성 마크(2120)를 갖는 상기한 설계와 다르게, IR 피드백 마크(2120)은 또한 광에 대해 확산 반사적으로 만들어질 수 있고 마크(2120) 사이의 그리고 마크(2120)를 에워싸는 영역은 경면 반사적으로 만들어진다. 다른 예로서, IR 피드백 마크(2120)는, 서보 파장 및 서보 빔의 파장과는 현저히 상이한 여기 빔(120)의 파장에서 투과성 또는 반사성을 가질 수 있다. 예를 들어, IR 피드백 마크(2120)는 여기 빔(120)의 광에 광학적으로 투명하도록 그리고 서보 빔(130)의 광에 광학적으로 반사적이도록 구성될 수 있음으로써, IR 피드백 마크(2120)는 여기 빔(120)에 광학적으로 “비가시적”이며 IR 서보 피드백 광(132)을 생성하도록 서보 빔(130)을 반사한다.

[0089] 도 22 및 23은 IR 서보 빔(130)의 수직 위치를 측정하기 위한 수직 기준 마크(1910)를 가진 스크린 레이아웃 구성의 예를 도시한다. 도 22에 있어서, 수직 기준 마크(1910)는, 스크린의 주 디스플레이 영역의 바람직한 외측의, 스크린의 에지에 위치된다. 도 23에 있어서, 수직 기준 마크(191)는 스크린의 중앙에 그리고 에지에 위치되며 여기 빔(120)의 광에 대해서 동일한 광학적 투과 특성을 갖도록 만들어질 수 있다.

[0090] 도 24는 IR 피드백 마크들 사이의 그리고 IR 피드백 마크들을 에워싸는 광학 확산성 영역 및 경면 반사성 IR 피드백 마크가 있는 스크린 설계의 특정 예를 도시한다. 이러한 예에 있어서, IR 피드백 마크는, 입사 IR 서보 광(130)의 경면 반사(2430)를 생성하도록 부드러운 표면을 갖는 필름 스트라이프에 의해 형성된다. 2개의 IR 피드백 마크들 사이의 스크린 영역은, 확산 반사 원뿔체를 형성하는 상이한 방향으로 퍼지는 확산 반사(2440)를 생성하도록 입사 IR 서보 광(130)을 반사하는데 있어서 광을 확산하는 거칠게 된 표면을 가진 필름 층에 의해 형성된다. 2개의 영역(2410, 2420)은 여기 빔(120)의 광에 대해서 대략적으로 동일한 광학 투과도를 갖는다.

[0091] IR 서보 피드백에 대한 상기한 스크린 설계는, 도 25에서의 예시에 도시된 바와 같이 서보 감지를 촉진시키기 위해, 스크린으로부터 먼 광학 필드에서 스크린으로부터 IR 서보 빔(130)의 확산 반사 및 경면 반사의 상이한 광학 작용을 이용할 수 있다.

[0092] 도 25는 도 24에서의 스크린 설계에 기반하여 IR 서보 피드백을 제공하는 예시적인 스캐닝 빔 디스플레이 시스템(2500)을 도시한다. 레이저 모듈(110)은 IR 서보 빔(130) 및 여기 빔(120)의 양쪽을 IR 피드백 마크가 있는 스크린(101)상으로 투영 및 스캔한다. 레이저 모듈(110)은 빔 스캐닝이 실행되는 주위에 대칭 광학축(2501)을 갖는다. 스크린(101)은 도 24에서의 설계에 기반하는 도 21 또는 도 22에서 도시된 바와 같은 구성을 갖는다. 프레넬(Fresnel) 렌즈 층과 같은 광학 텔레센트릭 렌즈(telecentric lens)(2510)가, 레이저 모듈(110)로부터 스크린(101)상으로의 입사 스캐닝 빔(120, 130)을 실질적으로 법선의 입사로 스크린(101)에 결합하도록 구비된다. 텔레센트릭 렌즈(2510)는, 오프셋(2503)을 갖는 레이저 모듈(110)의 광학축(2501)에 나란하게 된 그것의 대칭 광학축(2502)을 갖도록 구성된다. 예시된 바와 같이, 프레넬 렌즈(2510)는 공극(2520)을 가진 스크린(101)의 후방 표면의 전방에 위치된다.

- [0093] IR 서보 감지기는, 스크린(101)상의 IR 피드백 마크로부터 입사 IR 서보 광(130)의 되돌아오는 경면 반사(2430)의 광학 경로를 따라 위치되는 IR 서보 감지기(2530)를 이용하는 것에 의해 제공된다. IR 서보 감지기(2530)의 위치는, 스크린(101)상의 각각의 IR 피드백 마크로부터 입사 IR 서보 광(130)의 되돌아오는 경면 반사(2430)를 수신하기 위한 오프셋(2503)에 의해 결정된다. 각각의 IR 피드백 마크에서의 경면 반사 방향과는 상이한 방향의 되돌아오는 IR 광은, 경면 반사로부터의 일탈이 IR 서보 감지기(2530)의 구경을 넘어서는 범위를 초과할 때, IR 서보 감지기(2530)를 빗맞히도록 프레넬 렌즈(2510)에 의해 지향된다. 이러한 설계하에서, IR 피드백 마크들 사이의 영역으로부터의 확산 반사(2440)로 되돌아오는 IR 서보 광의 아주 작은 단편만이 IR 서보 감지기(2530)에 의해 수신되며 확산 반사(2440)로 되돌아오는 IR 서보 광의 대부분은 IR 서보 감지기(2530)에 의해 수집되지 않는다. 대조적으로, 스크린(101)상의 각각의 IR 피드백 마크로부터의 입사 IR 서보 광(130)의 되돌아오는 경면 반사(2430)에서의 광은 IR 서보 감지기(2530)에 의해 실질적으로 수집된다. 이러한 차이에 기반하여, IR 서보 감지기(2530)으로부터의 감지기 신호가 IR 피드백 마크상의 IR 서보 빔(130)을 스캐닝하는 것에 의한 타격을 판정하는데 이용될 수 있다.
- [0094] 여기 빔(120)의 광이 또한 스크린(101)상의 경면 및 확산 영역들에 의해 반사하여 되돌아올 수 있다. 그러므로, 여기 파장에서의 경면적으로 반사된 광은 IR 서보 감지기(2530)에서의 동일한 위치로 되 지향된다. 파장 선택 광학 빔 스플리터(splitter)가, 서보 파장에서의 수집된 광 및 여기 파장에서의 수집된 광을, 분리된 광학 감지기들, IR 서보 광을 수신하는 IR 서보 감지기(2530) 및 여기 파장에서의 피드백 광을 수신하는 다른 서보 감지기를 위한 2개의 분리된 신호로 쪼개는데 사용될 수 있다.
- [0095] 스캐닝 IR 서보 빔(130)은 CW 빔일 수 있다. 상기와 같이, 스크린상의 IR 피드백 마크에서의 각각의 타격은 IR 서보 감지기(2530)에서의 광학 펄스를 생성한다. 각각의 수평 스캔에 있어서, IR 서보 감지기(2530)는 스크린상의 상이한 IR 피드백 마크에 각각 대응되는 광학 펄스들의 시퀀스를 감지한다. IR 서보 감지기(2530)의 감지기 출력은, 제때의 IR 서보 감지기(2530)의 감지기 출력에 있어서의 펄스 분리가 IR 피드백 마크 간격에 대응하고 그리고 더 크다는 것을 제외하고, IR 피드백 마크로서 인광체 스트라이프 디바이더를 이용하여 획득되는 도 13 내지 도 17에 도시된 감지가 출력과 유사하다. 유사하게, SOL 또는 EOL 신호가 스캐닝 IR 서보 빔(130)의 수평 위치를 판정하는데 사용될 수 있고 수직 기준 마크가 스캐닝 IR 서보 빔(130)의 수직 위치를 판정하는데 사용될 수 있다.
- [0096] 도 1, 6 및 7에서의 시스템 예들에 있어서, 여기 서보 피드백 광(122)은 비가시적인 서보 빔(130)에 기반하는 서보 피드백과의 조합으로 사용될 수 있다. 조합의 서보 제어를 갖는 상기한 시스템에 있어서, IR 서보 광 피드백 및 여기 광 서보 피드백의 양쪽으로부터의 포지셔닝 측정은 서로에 관하여 캘리브레이트하도록 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 디스플레이 시스템은, 상기 여기 빔(120)과 IR 서보 빔(130)을 이용하는 캘리브레이션을 실행하여, 전체 스크린(101)을 통해 스캔해서 스크린(101)의 위치 맵을 측정하고 여기 빔(120)으로부터 획득된 위치 맵을 이용하여 IR 서보 빔(130)으로부터 획득된 위치 맵을 캘리브레이트하도록 동작될 수 있다. 이러한 캘리브레이션에 기반하여, 시스템의 일반적인 동작 동안에, 스크린(101)을 모니터링하기 위해 그리고 각각의 수평 스캔에서의 빔(120)의 펄스의 타이밍을 제어하기 위해, 여기 광 서보 피드백에 기반하는 피드백 없이, IR 서보 빔(130)으로부터의 피드백이 사용될 수 있다.
- [0097] 일부의 구현에 있어서, 스크린(101)은, 여기 빔(120)으로부터의 여기 광의 임의의 광학적 손실을 감소시키는 것에 의해 가시광을 생성하기 위한 여기 광을 가능한 활용하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 여기 빔의 광을 인광체 층내로 투과시키고 인광체 층 후방으로부터 인광체 층내로의 임의의 여기 광을 재생 이용하기 위해, 예컨대, 인광체 층의 여기 층의 광학층을 이용하는 것에 의해 레이저 모듈(110)로 돌아가는 임의의 광학 반사를 제어하도록 설계될 수 있다. 상기한 설계하에서, 여기 빔(120)으로부터의 광을 이용하여 서보 빔(122)을 생성하는 것이 어려울 수 있다. 하기의 섹션은, 스크린(101)의 인광체 층에 의해 방출되는 가시광을 이용하여 가시적인 서보 빔을 생성하고 비가시적인 IR 서보 피드백에 더하여 제2 피드백 메커니즘을 제공하는 시스템 설계를 기술한다.
- [0098] 도 26은 스크린의 인광체 층으로부터 방출되는 가시광의 감지에 기반하는 제2 서보 피드백 및 IR 서보 빔(130)에 기반하는 서보 피드백을 제공하는 스캐닝 빔 디스플레이 시스템(2600)의 예를 도시한다. 이러한 시스템에 있어서, 오프-스크린(off-screen) 광학 서보 스캐닝 유닛(2610)은 스크린(101)으로부터 방출되는 적색, 녹색 및 청색 광을 감지하는데 사용된다. 서보 검출 유닛(2610)은, 스크린(101)으로부터 방출된 가시광은, 예컨대, 도시된 바와 같이 스크린(101)의 여기 측에서 또는 스크린(101)의 뷰어측에서 감지될 수 있으며, 서보 검출 유닛(2610)의 위치는 스크린 설계 및 시스템 레이아웃에 기반하여 선택될 수 있다. 3개의 광학 감지기(PD1, PD2, PD3)는 각각 적색, 녹색 및 청색 형광의 광을 감지하기 위해 검출 유닛(2610)내에 구비된다. 각각의 광학 감지

기는 전체 스크린(101) 또는 일부의 스크린(101)으로부터 광을 수신하도록 설계된다. 대역 통과 광학 필터가, 지정된 컬러를 선택하고 다른 컬러의 광을 거부하도록 각각의 광학 감지기의 전방에 위치될 수 있다. 이러한 검출 유닛(2610)은 시스템 동작을 제어하기 위해 레이저 모듈(110)로의 서보 피드백 신호(2612)를 생성한다.

[0099] 도 26에서의 디스플레이 시스템의 수평 오정렬을 교정하는 하나의 방법은, 피드백 신호(2612)에서 감지되는 위치 오류에 기반하여 광학 펄스의 타이밍을 제어하도록 레이저 모듈(110)의 디스플레이 프로세서를 프로그래밍하는 것이다. 예를 들어, 레이저 모듈(110)은, 변조된 레이저 빔(120)에 의해 반송되는 변조된 화상 신호를, 녹색 감지기가 출력을 갖고 적색 및 청색 감지기들이 출력을 갖지 않을 경우 하나의 서브 컬러 픽셀 시간 슬롯(slot)만큼 또는 청색 감지기가 출력을 갖고 적색 및 녹색 감지기가 출력을 갖지 않을 경우 2개의 서브 컬러 픽셀 시간 슬롯만큼, 지연시킬 수 있다. 시간 지연에 의한 이러한 공간적인 정렬 오류의 교정은 디스플레이 프로세서 내에서 디지털적으로 달성될 수 있다. 광학 스캐닝에 있어서의 물리적인 조정 및 레이저 모듈(110)내의 이미징 유닛이 필요치 않다. 대안적으로, 스크린(101)상의 레이저 위치가 서보 검출 유닛(2610)에 의해 감지되는 오류에 따라 하나의 서브 픽셀만큼 좌측 또는 우측으로 수평으로 조정되도록, 레이저 모듈(110)내의 제어 유닛이 스크린(101)상의 여기 빔(120)의 위치를 물리적으로 시프트하도록 조정될 수 있다는 것이 의도된다. 스캐닝 레이저 빔(120)을 물리적으로 조정하는 것에 의한 광학적 정렬 및 광학 펄스의 타이밍을 제어하는 것에 의한 전자 또는 디지털 정렬이 적절한 수평 정렬을 제어하도록 조합될 수 있다.

[0100] 도 26에서의 디스플레이 시스템(2600)의 수평 정렬을 체크하는데 테스트 패턴이 사용될 수 있다. 예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 컬러 중 하나의 프레임이 정렬을 검사하기 위해 테스트 패턴으로서 사용될 수 있다. 도 27a는 서보 검출 유닛(2610)의 감지기들과 통합된 컬러 픽셀에 대한 테스트 패턴 및 수평 정렬이 오류 없이 적절할 때 3개의 감지기(PD1, PD2, PD3)의 대응 출력을 도시한다. 도 27b, 27c 및 27d는, 수평 방향으로 오정렬이 있을 때 3개의 감지기(PD1, PD2, PD3)에 의해 생성되는 3개의 상이한 응답들을 도시한다. 감지기 응답들은, 레이저 모듈(110)로 공급되어 시간-지연 기술 또는 빔 이미징 광학 기기들의 조정을 이용하여 수평 오정렬을 교정하는데 사용된다.

[0101] 그러므로, 도 26에서의 스크린-방출 가시광을 검출하는 것에 기반하는 서보 피드백 제어는, 시스템(2600)이 뷰어에 대해 화상을 디스플레이하지 않을 때 시스템(2600)의 지정된 캘리브레이션 동작 동안에 동작된다. 이러한 타입의 피드백 제어는 “정적”인데, 그 이유는 시스템이 그 자신의 일반적인 디스플레이 모드 밖에서 동작되고 스크린(101)의 정렬 조건을 측정하기 위한 테스트 패턴과 동작되기 때문이다. 예를 들어, 그러한 정적 서보 피드백 알고리즘은, 시스템이 스크린(101)상의 화상의 일반적인 디스플레이를 시작하기 전에, 디스플레이 시스템의 기동시에 또는 공장의 초기 맵 생성시에 한번 실행될 수 있고, 디스플레이 시스템은 서브픽셀 중앙 위치로 레이저 펄스를 정렬하도록 초기 클럭 캘리브레이션을 실행하도록 제어될 수 있다. 정적 서보 제어와는 달리, 동적 서보 제어가, 시스템의 일반적인 디스플레이 동작 모드 동안에 또한 구현될 수 있다. 예를 들어, 동적 서보 피드백 알고리즘이, 디스플레이 시스템의 일반적인 동작 동안에 연속적으로 실행된다. 이러한 동적 서보 피드백은, 온도, 스크린 움직임, 스크린 뒤틀림, 시스템 노화 및 레이저와 스크린 사이의 정렬을 변화시킬 수 있는 다른 요인들의 변화에 대항하여 서브픽셀 중앙 위치에 시간이 맞추어진 펄스를 유지시킨다. 동적 서보 제어는, 비디오 데이터가 스크린상에 디스플레이될 때 실행되고 그것이 뷰어에게 보여지지 않는 방식으로 설계된다. 이러한 동적 제어는 도 26의 시스템(2600)에서의 비가시적인 서보 제어에 의해 제공된다.

[0102] 도 28은 스캐닝 빔 디스플레이 시스템(2600)에서의 스크린(101)의 뷰어측의 형광 스크린(101)으로부터 떨어져 위치되는 가시광 서보 광학 센서(4501)를 이용하는 광학 서보 설계의 예를 예시한다. 광학 센서(4501)는 전체 스크린(101)의 시계(field of view)를 갖도록 구성되고 위치될 수 있다. 컬렉션 렌즈(collection lens)가, 스크린(101)으로부터 형광의 광의 수집을 촉진하도록 스크린(101)과 센서(4501)의 사이에서 사용될 수 있다. 광학 센서(4501)는, 스크린(101)에 의해 방출되는 상이한 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)로부터 선택된 색, 예컨대, 녹색에서의 형광의 광을 감지하도록 적어도 하나의 광학 감지기를 포함할 수 있다. 서보 제어에 사용되는 특정 기술에 따라, 단일 컬러에 대한 단일의 감지기가 일부의 구현에 있어서 서보 제어를 위해 적합할 수 있고, 다른 구현에 있어서, 스크린(101)으로부터 형광의 광의 2 이상의 컬러를 감지하기 위해 2 이상의 광학 감지기가 필요할 수 있다. 서보 제어에 대해 감지의 여분을 제공하기 위해 추가적인 감지기들이 사용될 수 있다. 기준 신호를 생성하기 위한 기준 마크, 상기한 기준 신호의 감지 및 기준 마크로부터의 기준 신호에 기반하는 제어 기능을 참조하여 보면, 서보 제어는 시스템에 대한 기준 마크의 제어 기능과 조합될 수 있다. 후술되는 예시에 있어서, 형광 스트라이프를 갖는 스크린 영역 외측의 시작 라인 기준 마크가, 스캐닝 빔의 광학 펄스의 타이밍의 정적 서보 제어를 위한 타이밍 기준으로서 사용될 수 있다.

[0103] 도 28의 예에 있어서, 광학 센서(4501)는, 스크린(101)에 의해 방출되는 3개의 상이한 컬러를 각각 감지하는 3

개의 서보 광학 감지기(4510, 4520, 4530)(예컨대, 광다이오드)를 포함한다. 광 다이오드(4510, 4520, 4530)는 3개의 그룹으로 배열되고 각 그룹은, 3개의 광 다이오드(4510, 4520, 4530)가 각각 3개의 상이한 컬러를 수신하도록, 적색 필터(4511), 녹색 필터(4521) 또는 청색 필터(4531)에 의해 필터링된다. 각각의 필터는, 광다이오드를 표시중인 스크린으로부터 적색, 녹색 및 청색 중 하나에만 감응하게 만드는 필터와 같은 다양한 구성으로 구현될 수 있다.

[0104] 각 컬러 그룹에 대한 감지기 회로는, 프리앰플리파이어(프리앰프)(4540), 신호 통합기(예컨대, 차지 통합기(charge integrator)), 및 마이크로컴퓨터 또는 마이크로프로세서일 수 있는 디지털 서보 회로(4550)에서의 처리를 위해 적색, 녹색 또는 청색 감지기 신호를 디지털화하도록 A/D 변환기(4540)를 포함할 수 있다. 스크린(101)으로부터 방출되는 형광 광의 적색, 녹색 및 청색 광의 강도가 측정될 수 있으며 측정된 결과는 디지털 서보 회로(4550)에 송신된다. 디지털 서보 회로(4550)는, 감지기들의 통합 동작을 제어하기 위해 통합기들(4541)을 리셋시키도록 리셋 신호(4552)를 생성 및 사용할 수 있다. 이들 신호들을 이용하여, 디지털 서보 회로(4550)는, 스크린(101)상의 스캐닝 레이저 빔의 정렬에 오류가 있는지의 여부를 판정할 수 있고, 감지된 오류에 기반하여, 레이저 펄스를 스크린(101)상의 서브픽셀에 중심 맞추기 위해서 레이저 클럭이 시간적으로 앞서게 될지 또는 지연되게 될지의 여부를 판정할 수 있다.

[0105] 이 명세서에 기술된 정적 서보 제어 동작은, 디스플레이 시스템이 스크린상에 화상을 디스플레이하기 위한 일반적인 동작에 있지 않을 때, 실행된다. 그러므로, 일반적인 동작 동안에 갈보 수직 스캐너 및 다각형 수평 스캐너를 사용하는 양쪽 방향의 정적의 프레임 스캐닝이 회피될 수 있다. 갈보 스캐너에 의한 수직 스캐닝은 스캐닝 레이저 빔을 요구되는 수직 위치에 지향시키는데 사용될 수 있으며, 수평 스캔에 있어서의 레이저 타이밍 오류를 나타내는 요구되는 오류 신호를 획득하도록 레이저 펄스 타이밍에 있어서의 상이한 시간 지연과 더불어 반복적인 수평 스캔을 실행하기 위해 그 위치에 고정될 수 있다. 추가적으로, 화상 신호를 반송하지 않는 특수한 레이저 펄스 패턴(예컨대, 도 27a~d 및 도 29)이, 오류 신호를 생성하도록 정적 서보 동작 동안에 사용될 수 있다.

[0106] 정적 서보 제어에 있어서, 레이저에 대한 레이저 펄스 패턴은, 스크린(101)상에서의 레이저 펄스의 위치 오류에 비례하는 신호를 생성하도록 선택될 수 있다. 다수의 레이저가 사용되는 일 구현에 있어서, 각각의 레이저가 스크린(101)을 가로질러 하나씩 펄스형태로 인가되고 나머지 레이저는 턴오프된다. 이러한 동작 모드는, 정적 서보 제어 프로세스 동안에 각각의 레이저에 대한 타이밍이 측정되어 독립적으로 교정될 수 있게 한다.

[0107] 도 29 및 30은 정적 서보 제어를 구현하기 위해 오류 신호를 생성하기 위한 하나의 예시적인 기술을 예시한다. 도 29는 레이저 펄스의 주기적인 펄스 패턴을 갖는 스캐닝 레이저 빔상으로 변조된 테스트 광학 펄스 패턴의 예를 도시한다. 이러한 테스트 펄스 패턴의 제때의 펄스 폭은, 2개의 인접한 서브픽셀들 사이의 경계의 폭(d)보다 더 크고 하나의 서브픽셀(하나의 형광 스트라이프)의 폭(D)의 2배보다 더 적은 스크린상의 공간적인 폭에 대응한다. 예를 들어, 이러한 펄스 패턴의 제때의 펄스 폭은 하나의 서브픽셀의 폭(D)에 동등한 공간적인 폭에 대응한다. 펄스 패턴의 반복 시간은, 하나의 컬러 픽셀(3개의 연속적인 형광 스트라이프)의 폭(3D)에 동등한 스크린상의 2개의 인접한 레이저 펄스의 공간적인 분리에 대응한다.

[0108] 동작시에, 도 29에 있어서의 레이저 펄스 패턴의 타이밍은, 2개의 인접한 서브픽셀에서의 상이한 컬러들의 광을 여기하기 위해, 각각의 레이저 펄스가 하나의 서브픽셀 및 인근의 하나의 서브픽셀과 부분적으로 겹치도록 조정된다. 그러므로, 2개의 인접한 서브픽셀들(예컨대, 적색 서브픽셀 및 녹색 서브픽셀)과 겹치는 레이저 펄스는, 적색 광을 생성하도록 적색 서브픽셀과 겹치는 적색 여기 부분 및 녹색 광을 생성하도록 인근의 녹색 서브픽셀과 겹치는 녹색 여기 부분을 갖는다. 방출되는 적색 광 및 방출되는 녹색 광의 관련 파워 레벨은, 레이저 펄스의 중앙이, 2개의 인접한 서브픽셀들 사이의 경계의 중앙에 있는지의 여부 및 레이저 펄스의 중앙과 상기 경계의 중앙 사이의 위치 오프셋을 판정하는데 사용된다. 상기 위치 오프셋에 기반하여, 서보 제어는 상기 오프셋을 감소시키도록 그리고 상기 레이저 펄스의 중앙을 상기 경계의 중앙에 정렬시키도록 상기 레이저 펄스 패턴의 타이밍을 조정한다. 이러한 정렬의 완료시에, 서보 제어는 상기 레이저 펄스 패턴의 타이밍을 앞서게 하거나 지연시켜 각각의 레이저 펄스를 서브픽셀 폭의 2분의 1만큼 시프트하여 레이저 펄스의 중앙을 2개의 인접한 서브픽셀 중 어느 한 쪽의 중앙에 위치시킨다. 이것은 레이저와 컬러 픽셀 사이의 정렬을 완성한다. 상기한 프로세스 동안에, 수직 스캐너는 고정된 수직 위치로 정렬하에서 레이저를 지향시키도록 고정되며 수평 다각형 스캐너는 오류 신호를 생성하도록 동일한 수평 라인을 따라 반복적으로 레이저 빔을 스캔한다.

[0109] 상기한 프로세스는 방출된 적색 광 및 방출된 녹색 광의 관련 파워 레벨을 이용하여 레이저 펄스의 중앙과 2개의 인접한 서브픽셀들 사이의 경계의 중앙 사이의 위치 오프셋을 판정한다. 이러한 기술을 구현하는 하나의 방

법은, 2개의 상이한 인광체 재료에 의해 방출되는 광량의 차이에 기반하는 차분 신호를 이용하는 것이다. 도 28의 서보 감지에 있어서의 인자들의 수는 구현에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 상이한 컬러를 방출하기 위한 상이한 형광 물질들이 부여된 여기 파장에서 상이한 방출 효율을 가질 수 있고, 그래서, 동일한 스캐닝 여기 빔하에서, 2개의 인접한 서브픽셀이 상이한 파워 레벨을 가진 2개의 상이한 컬러(예컨대, 녹색 및 적색)의 광을 방출할 수 있다. 다른 예로서, 적색, 녹색 및 청색 컬러를 투과하기 위한 컬러 필터들(4511, 4521, 4531)이 상이한 투과 값을 가질 수 있다. 또 다른 예로서, 광학 감지기들(4510, 4520, 4530)이 3개의 상이한 컬러에서 상이한 감지기 효율을 가질 수 있고, 따라서 상이한 컬러에서 감지기들내로 들어가는 동일한 광량에 대해서, 감지기 출력이 상이할 수 있다. 이제, 레이저 펄스의 중앙이 2개의 인접한 서브픽셀들 사이의 경계의 중앙에 정렬되고 따라서 레이저 펄스가 2개의 인접한 서브픽셀들 사이에서 동등하게 쪼개지는 조건을 고려한다. 상기 및 다른 인자들로 인해, 2개의 인접한 서브픽셀의 방출 컬러에 대응하는 서보 광학 감지기는, 레이저 펄스가 2개의 인접한 서브픽셀들 사이에서 동등하게 쪼개질 때, 2개의 상이한 신호 레벨의 2개의 감지기 출력을 생성할 수 있다. 그러므로, 부여된 디스플레이 시스템에 있어서, 서보 감지기 신호는, 레이저 펄스의 위치 오프셋을 정확히 나타내기 위해 상기 및 다른 인자들에 대해서 감안하도록 캘리브레이트될 수 있다. 캘리브레이션은, 하드웨어 설계, 도 28의 서보 디지털 회로(4550)의 디지털 신호 처리에 있어서의 소프트웨어, 또는 하드웨어 설계 및 신호 처리 소프트웨어의 양쪽의 조합을 통해 달성될 수 있다. 하기의 섹션들에 있어서, 적절한 캘리브레이션이 구현됨으로써, 2개의 상이한 서보 광학 감지기로부터의 캘리브레이트된 감지기 출력, 레이저 펄스가 2개의 인접한 서브픽셀들 사이에서 동등하게 쪼개질 때, 동등하다고 가정한다.

[0110] 따라서, 적절한 정렬 조건하에서, 레이저 펄스의 각각은 녹색 서브픽셀에 걸친 펄스의 2분 1, 및 인근의 적색 서브픽셀에 걸친 동일 펄스의 나머지 2분의 1을 갖는다. 이러한 펄스 패턴은, 정렬이 적절할 때, 서보 감지기들상에서 동등한 양의 적색 및 녹색 광을 생성한다. 따라서, 적색 감지기 및 녹색 감지기 사이의 감지기 출력 전압의 차이가, 정렬이 적절한지의 여부를 나타내는 오류 신호이다. 정렬이 적절할 때, 적색 및 녹색 감지기들 사이의 차분 신호가 0이며; 정렬이 적절한 정렬 밖에 있을 때, 차이는 정렬에 있어서의 오프셋의 방향을 나타내는 양의 값 또는 음의 값이다. 2개의 컬러 채널들 사이의 차분 신호의 이러한 사용은, 표시중인 스크린 인광체로부터 방사되는 광의 절대 진폭을 측정하는 중요성을 부정하는데 사용될 수 있다. 대안적으로, 2개의 상이한 컬러 채널들, 청색 및 적색 감지기들 또는 녹색 및 청색 감지기들 사이의 차이가, 또한 정렬 오류를 나타내는데 사용될 수 있다. 일부의 구현에 있어서, 청색 광이 입사 여기 레이저 광 파장에 최근접하기 때문에, 서보 제어를 위해 녹색 및 적색 감지기들 사이의 차이를 이용하는 것이 보다 실용적일 수 있다. 도 28에서의 스크린으로부터의 형광 피드백 광을 감지하기 위한 광학 센서(4501)로부터 분리된, 기준 마크로부터 광을 감지하기 위한 광학 센서는, 감지 신호를 생성하는데 사용되며 디지털 서보 회로(4550)에 연결된다.

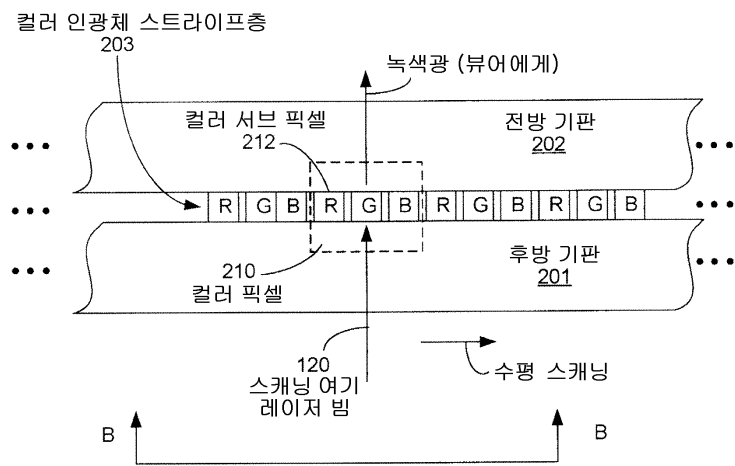
[0111] 정적 서보 제어에 있어서, 타이밍 스캔의 시작은 스캐닝 레이저 빔에 있어서의 테스트 펄스 패턴을 먼저 이용하여 교정될 수 있다. 수평 스캔을 따라 제1 그룹의 인접한 픽셀들(예컨대, 5 픽셀들)에 대해서 타이밍이 교정된 다음, 전체 스캔이 부여된 레이저에 대해서 교정될 때까지, 동일 크기의 다음 그룹의 인접한 픽셀들에 대해서, 예컨대, 다음의 5 그룹, 그리고 나서 다음의 5 그룹에 대해서, 타이밍이 교정된다. 여기서, 5 픽셀들의 개수는 예시를 위해 예로서 선택되었다. 상기한 그룹화는, 하나의 그룹의 상이한 픽셀들로부터 생성되는 신호가 통합될 때 오류 신호의 신호 대 잡음비를 증가시키는데 그리고 서보 제어를 위해 필요한 시간량을 감소시키는데 사용될 수 있다. 실제로, 각각의 그룹에 대한 픽셀들의 개수는 디스플레이 시스템의 특정 요구 사항에 기반하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 초기 타이밍 오류의 엄격함이 고려될 수 있고, 이 경우 작은 타이밍 오류는 다수의 연속적인 픽셀들이 서보 제어를 위해 그룹화되는 것을 허용할 수 있고 큰 타이밍 오류는 더 적은 수의 연속적인 픽셀들이 서보 제어를 위해 함께 그룹화될 것을 요구할 수 있다. 각각의 측정에 있어서, 스캐닝 빔의 타이밍 오류는 디지털 서보 회로(4550)의 디지털 클럭의 하나의 클럭 사이클로 교정될 수 있다. 도 45에 있어서, 디지털 서보 회로(4550)는 각각의 개별적인 레이저에 대한 타이밍 제어를 갖도록 설계되고 각각의 픽셀에 대해서 레이저 펄스의 타이밍을 교정하는데 사용되는 마이크로제어기이다.

[0112] 특히, 다양한 인광체가 형광 방사의 지속성을 나타낼 수 있다. 이러한 인광체의 특성은, 레이저 펄스가 다음 픽셀로 이동된 후에 인광체로 하여금 광을 생성하도록 유발할 수 있다. 도 28을 참조하여 보면, 이러한 인광체의 효과를 오프셋시키기 위해, 신호 통합기(4541)가 각각의 서보 감지기에 대한 프리앰프(4540)의 출력에 연결될 수 있다. 통합기(4541)는 다수의 픽셀들에 걸쳐서 부여된 프리앰프(4540)에 대한 전체 광을 효율적으로 “합산”하는데 사용될 수 있고, 통합기에 대한 리셋 라인은 통합기를 통합모드로 설정하도록 로우 “low”이다. 마이크로제어기가 A/D 샘플링을 시작할 때, 부여된 컬러에 대한 합산된 광이 샘플링된다. 그 다음에, 각각의 통합기(4541)에 대한 리셋 라인(4552)은, 통합기 전압이 0으로 되 설정되어 통합기(4541)를 리셋할 때까지, 하이(high)로 진행하며, 그 다음에 그 통합기(4541)가 다시 광의 합산을 시작하는 동안의 새로운 통합 기간을 재

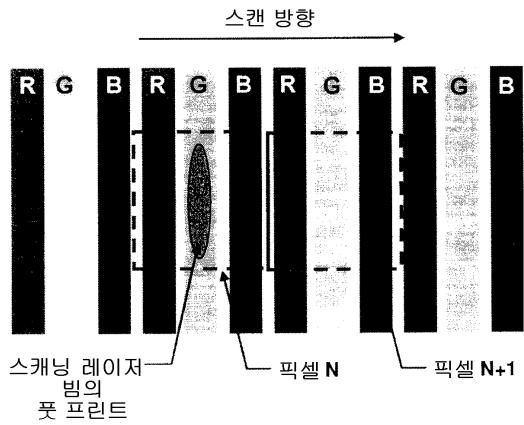
시작하도록 로우로 복귀된다.

- [0113] 도 30은, 도 29에서의 레이저 펄스 패턴을 이용하여 적색과 녹색 서브픽셀들 사이에 직접적으로 중앙에 맞추어진 그 공칭 위치로부터 레이저 타이밍이 변화함에 따라 오류 신호가 어떻게 변화하는가를 예시한다. 도 29에서의 레이저 펄스 패턴에 기반하는 차분 신호의 오류 전압이 도 30에 도시된 바와 같이 0과 동등할 때, 적색 및 녹색 서보 감지기에 동등한 양의 적색 및 녹색 광이 있으며, 레이저 펄스의 타이밍이 2개의 인접한 서브픽셀들 사이의 경계에 바로 걸쳐 있다. 이러한 식으로, 각 샘플에서의 오류 신호는 이전의 리셋 펄스 후의 기간 동안에만 레이저 타이밍 오류를 나타낸다. 이러한 스킴(scheme)을 이용하여, 전체 스크린 타이밍이 각각의 레이저에 대해서 교정될 때까지, 교정된 레이저 타이밍 맵이 모든 수평 스위프(sweep)상의 각 레이저에 대해서 생성될 수 있다. 수직 스캐닝은 각각의 레이저로부터의 수평 스캐닝 빔의 수직 위치를 변화시키는데 사용된다.
- [0114] 정적 서보 오류 신호를 생성하기 위한 상기한 기술은, 레이저 펄스 패턴에서의 레이퍼 펄스를 정렬시키기 위해 정렬 기준으로서 2개의 인접한 서브픽셀들사이의 경계를 사용한다. 대안적으로, 2개 인접한 서브픽셀들 사이의 경계를 사용하지 않고, 레이저 펄스를 서브픽셀들에 바로 걸쳐 중앙을 맞추기 위한 정렬 기준으로서 각각의 서브픽셀의 중앙이 직접적으로 사용될 수 있다. 이러한 대안적인 방법하에서, 단일의 컬러 서보 광학 감지기로부터의 출력은 서보 제어를 위한 오류 신호를 생성하기에 충분하다. 도 12에서의 시작 라인(SOL) 주변 정렬 기준 마크 및 SOL 마크로부터 피드백 광을 감지하는 분리된 SOL 광학 감지기와 같은, 정렬 기준 마크는 타이밍 기준을 제공하고 정렬을 보조하는데 사용될 수 있다. 도 45를 참조하여 보면, SOL 광학 감지기는 그 자신의 출력을 디지털 서보 회로(4550)로 지향시키도록 연결된다.
- [0115] 이러한 대안적인 정적 서보 기술은 하기와 같이 구현될 수 있다. 하나의 픽셀내의 하나의 서브픽셀에 대응하는 적어도 하나의 펄스를 갖는 테스트 펄스 패턴은, 펄스폭이 하나의 서브 픽셀 폭(D) 또는 그 미만에 대응하는 스캐닝 레이저 빔을 변조시키는데 사용된다. 수평 스캔에 있어서, 레이저 타이밍은, SOL 신호가 SOL 광학 감지기에 의해 감지된 후의 스캔의 제1 그룹의 서브픽셀들상에서 조정된다. SOL 신호로부터의 타이밍 기준에 기반하여, 레이저 펄스 패턴의 레이저 타이밍은, 형광 스크린에 의해 방출되는 3가지 컬러 중 하나, 예컨대, 녹색 광(또는 적색, 또는 청색)의 감지된 광학 파워를 최대화하도록 조정된다. 조정은, 레이저를 픽셀당 1회 펄스화하고 레이저 타이밍을 조정하는 것에 의해 달성될 수 있다. 녹색 광이 첫 번째의 5 픽셀들상에서 최대화될 때, 다음의 5개의 녹색 서브픽셀들이 펄스화된다. 타이밍은, 하나의 수평 스캔 동안에 하나의 클럭 사이클만큼 앞서가게 되며, 그 다음에 스크린상의 동일한 수직 위치에서 후속의 레이저 수평 스캔상에서 하나의 클럭 사이클만큼 지연된다. 최대의 녹색 광을 생성하는 타이밍은 정확한 레이저 타이밍으로서 선택된다. 앞서고 있는 클럭 사이클로부터의 출력 신호가 지연하고 있는 클럭 사이클로부터의 출력 신호와 동등하면, 레이저 타이밍은 적절하며 변화되지 않은 채 남는다. 그 다음에, 다음의 5 픽셀들이 앞서게 된 그리고 지연된 레이저 클럭 사이클로 조명되며, 최대 녹색광을 생성하는 타이밍이 이러한 그룹의 5 픽셀들에 대해서 선택된다. 이러한 동작은, 스크린의 끝이 도달할 때까지 스크린의 수평 길이를 가로질러 반복된다. 이러한 방법은, 레이저로부터의 빔이 스크린을 수평으로 가로질러 스위프함에 따라, 각각의 레이저에 대해서 교정되는 레이저 클럭을 생성할 수도 있다.
- [0116] 상기 정적 서보 제어 동작은, 디스플레이 시스템이 일반적인 동작에 있지 않을 때, 실행되며, 따라서 화상 신호를 반송하지 않는 테스트 펄스 패턴(예컨대, 도 29)이 사용될 수 있다. 동적 서보 교정은, 일반적인 동작 그리고 스크린상에 화상을 표시하고 있는 동안에, 비가시적인 IR 서보 피드백을 이용하는 것에 의해 실행된다.
- [0117] 부여된 수평 스캔에서, 전체 레이저들이 디지털 회로(4550)의 하나의 클럭 사이클만큼 상(phase)이 앞서게 될 수 있다. 이러한 동작은, 전체 레이저 빔을 스크린상의 그들의 위치에서 하나의 클럭 사이클에 걸친 스캐닝 거리만큼 시프트하도록 유발시키며, 이러한 시프트는, 스캐닝 거리가 짧으면(예컨대, 서브픽셀 폭의 10분의 1 미만), 짧다. 따라서, 서브픽셀(예컨대, 녹색 감지기)로부터 방출된 컬러 광의 진폭이 약간 변화된다. 다음 프레임에서, 전체 레이저는 하나의 클럭 사이클만큼 상이 지연된다. 공칭의 레이저 펄스 위치가 초기에 교정되면, 2개의 상이한 그리고 연속적인 화상 프레임들의 지연된 그리고 앞서게 된 스캔들의 진폭들은, 측정 및 관찰되도록 선택된 임의의 컬러에 대해서 동등해져야 한다. 2개의 상이한 프레임들의 지연된 그리고 앞서게 된 스캔들의 진폭들이 상이할 때는, 레이저 타이밍 오류가 있으며, 후속의 화상 프레임들에서 차이를 감소시키도록 레이저 타이밍에 교정이 적용될 수 있으며, 오류 신호가 모니터링되고 새롭게 생성된 오류 신호에 기반하여 교정이 갱신된다. 상기 차이의 사인이 레이저 타이밍 오류에서의 오프셋의 방향을 나타냄으로써, 서보 제어는 오프셋을 부정하도록 교정을 적용할 수 있다. 앞서 기술된 제2 정적 서보 제어 방법과 유사하게, 단일의 컬러 서보 감지기로부터의 출력은, 동적 서보 제어를 위한 오류 신호를 생성하기에 충분하다.

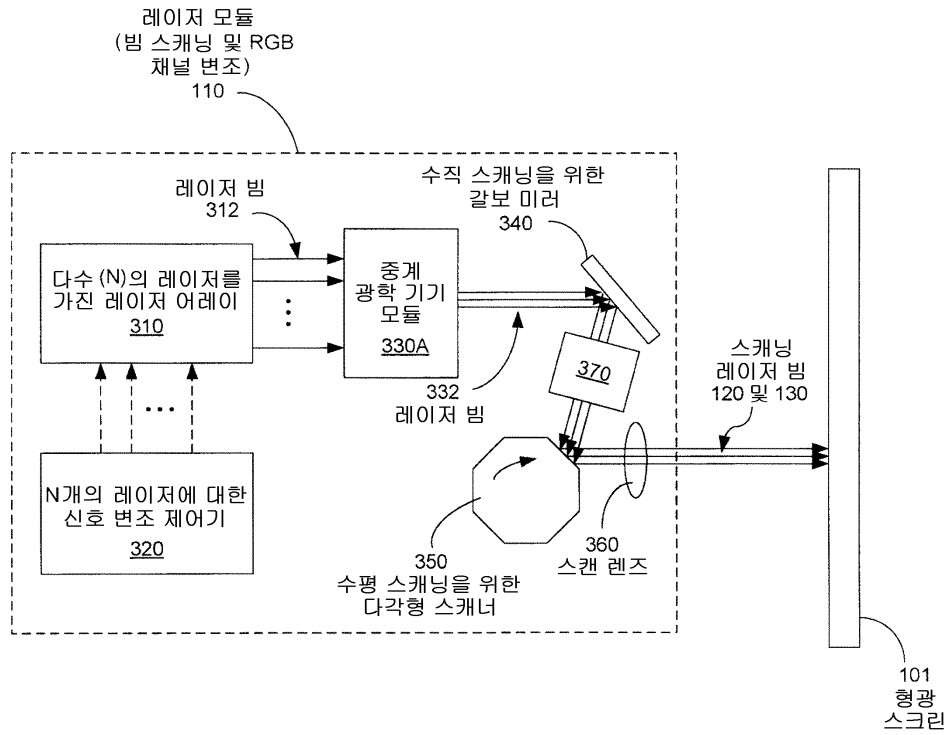
도면2a



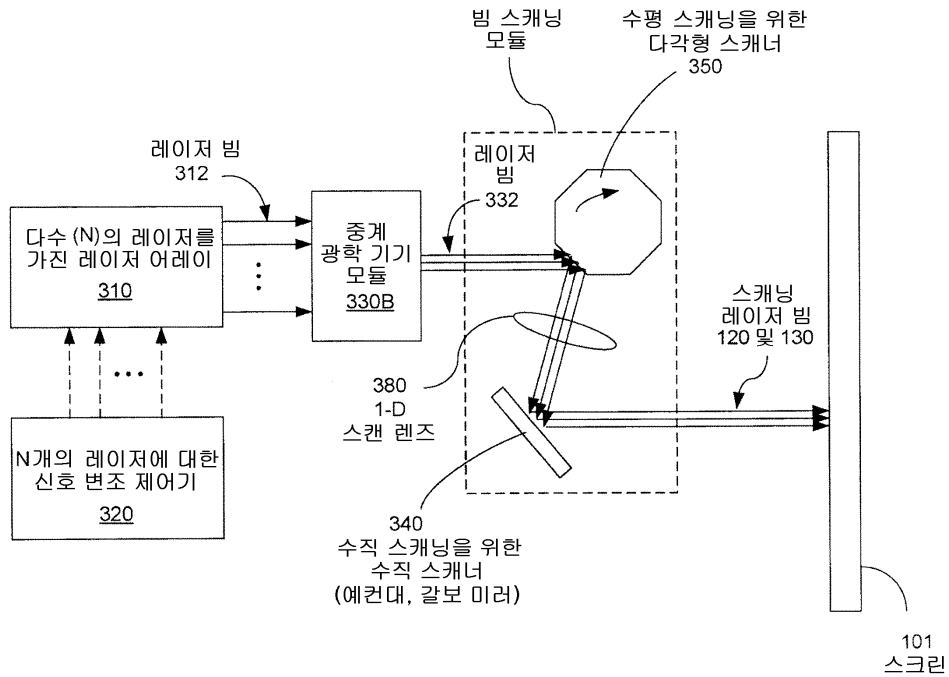
도면2b



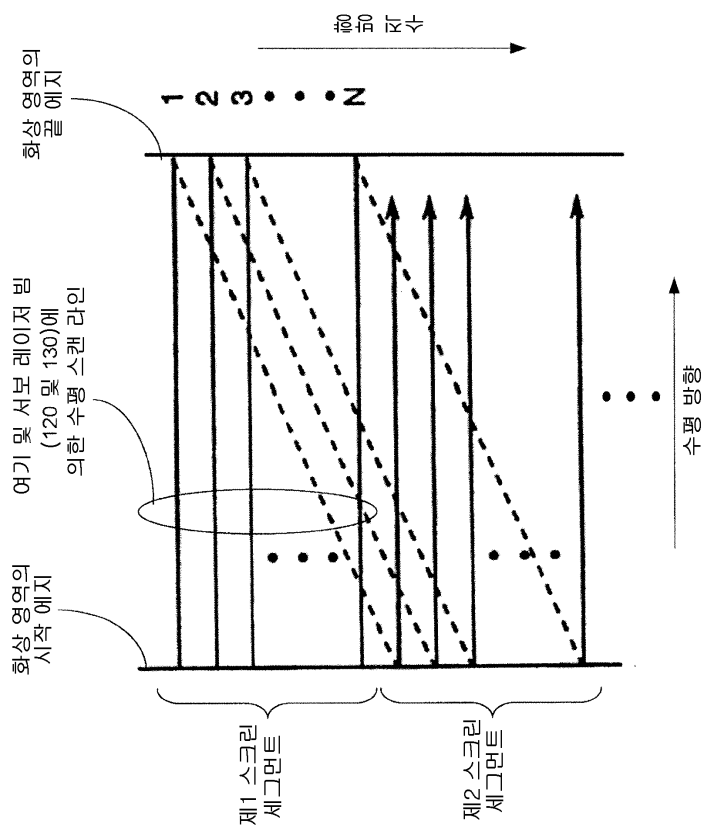
도면3



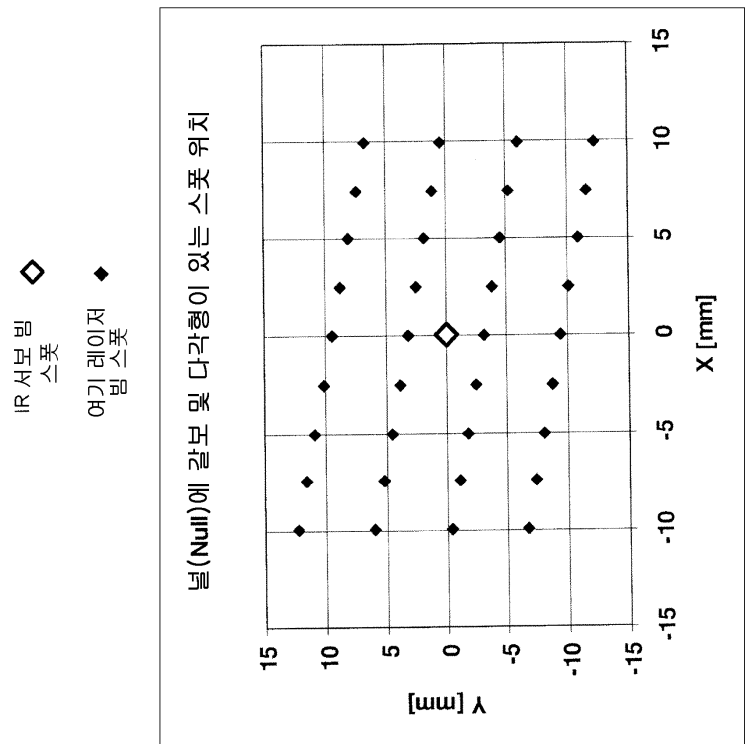
도면4



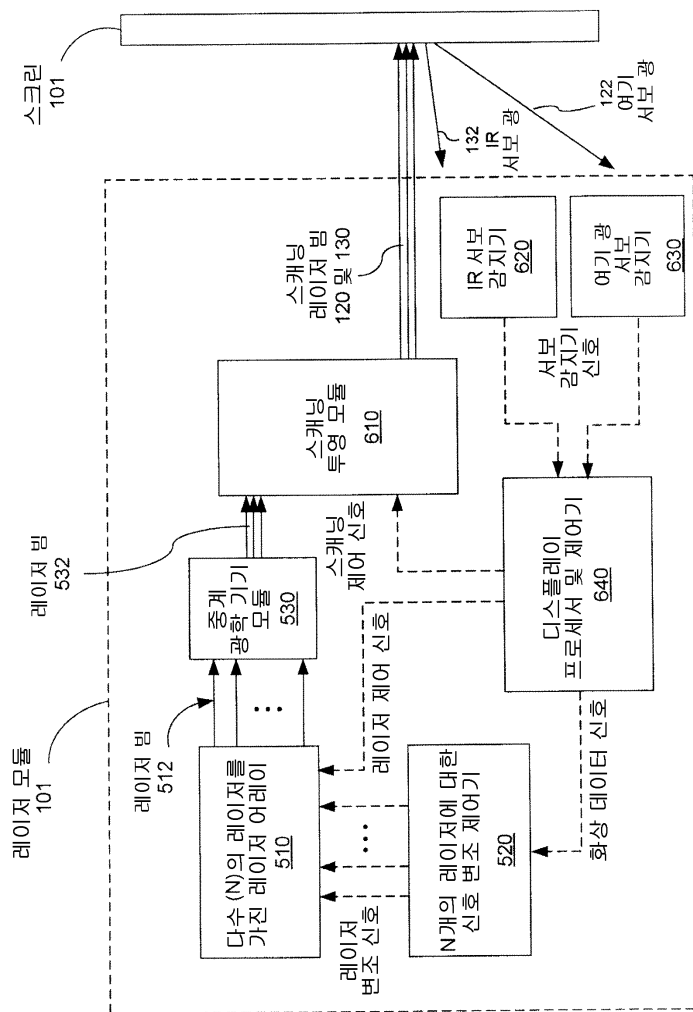
도면5



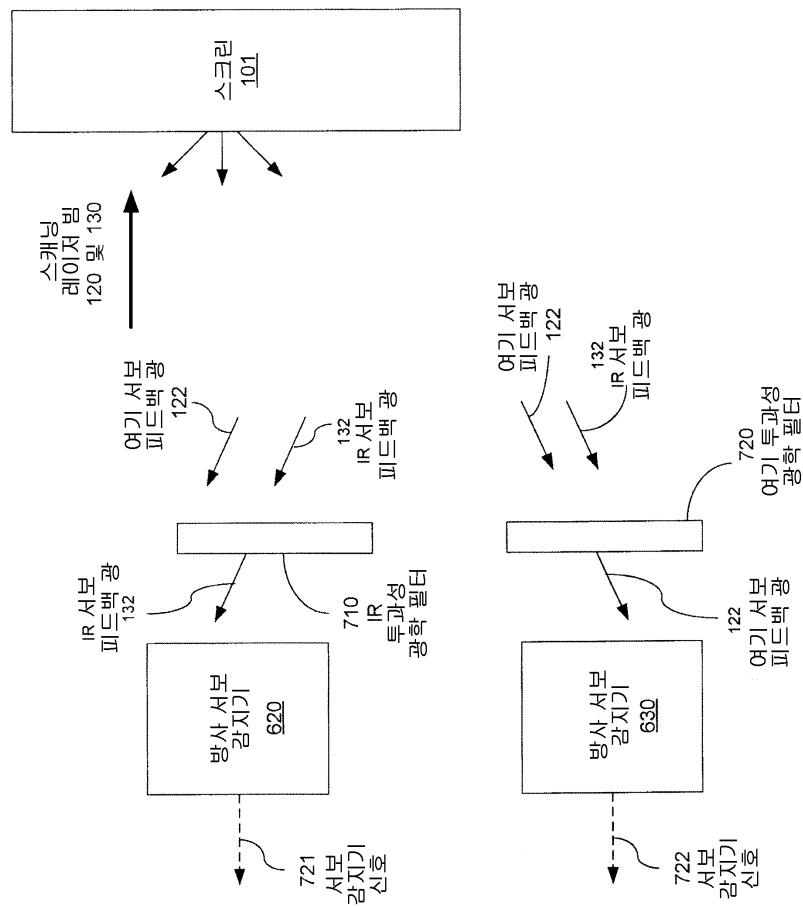
도면5a



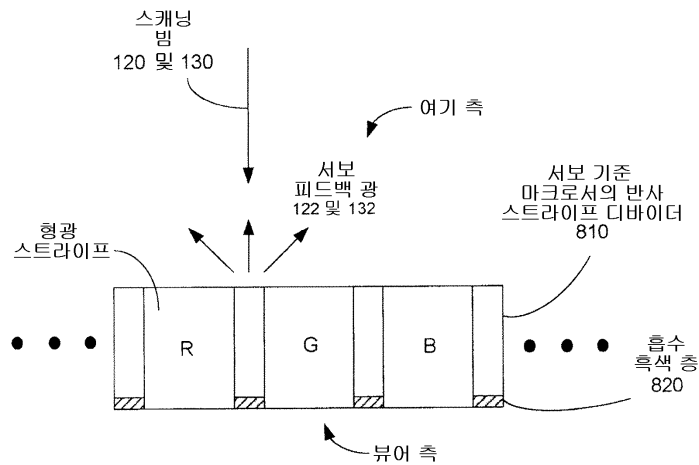
도면6



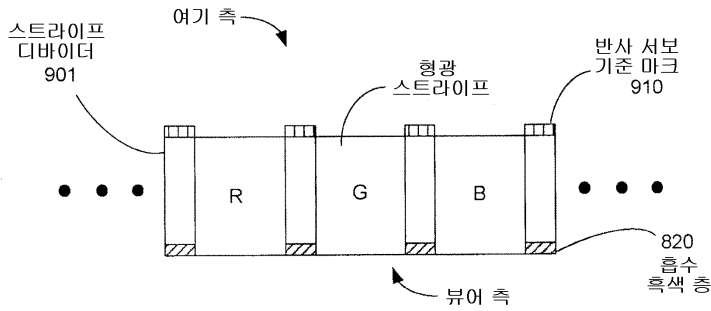
도면7



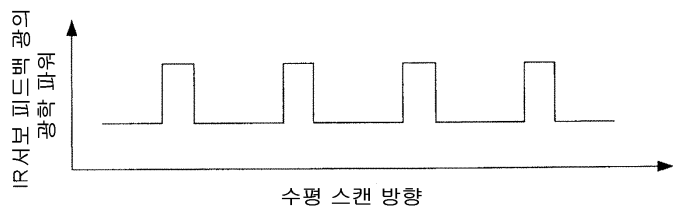
도면8



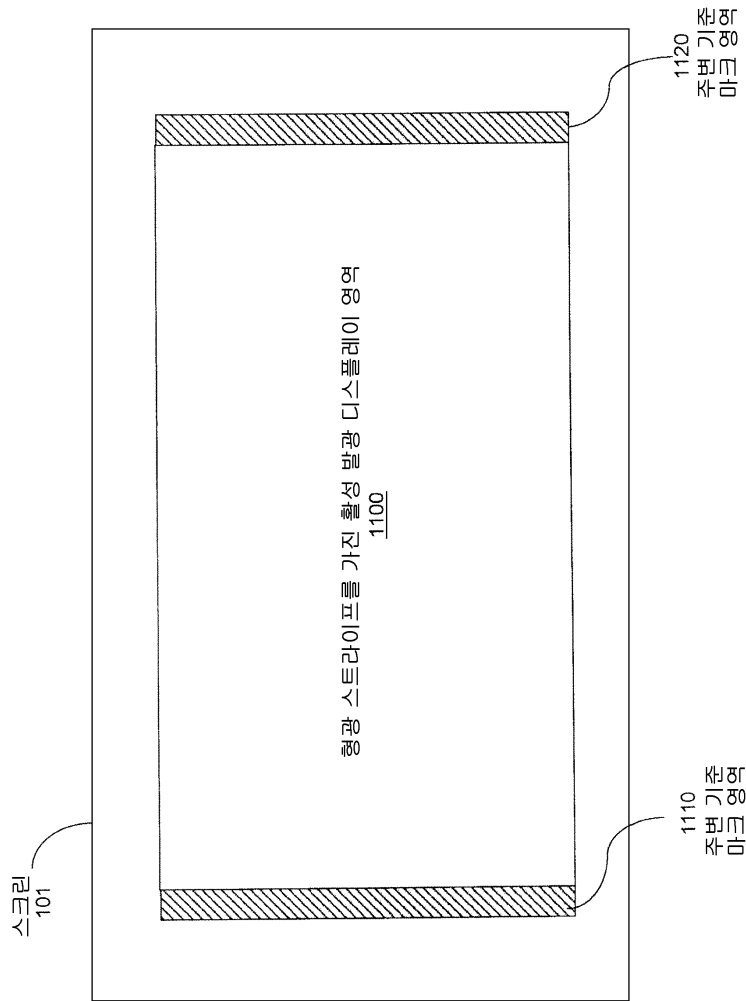
도면9



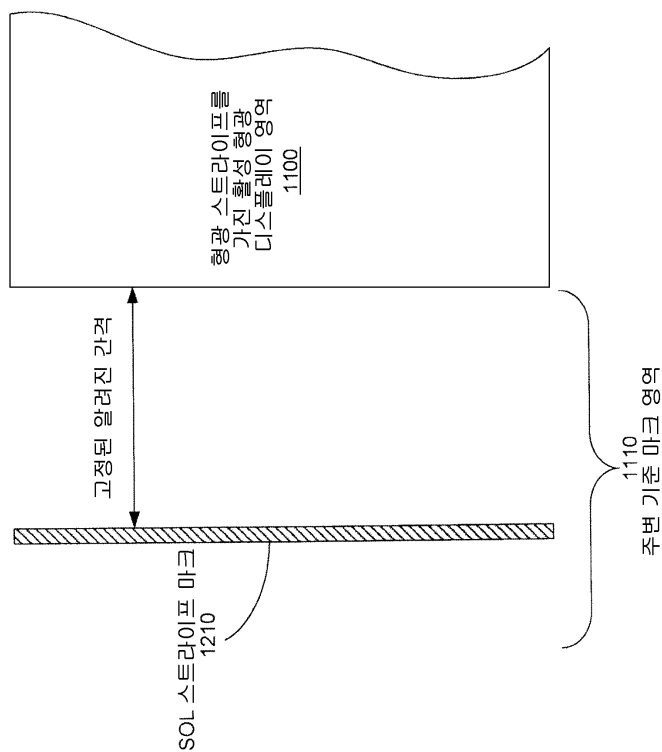
도면10



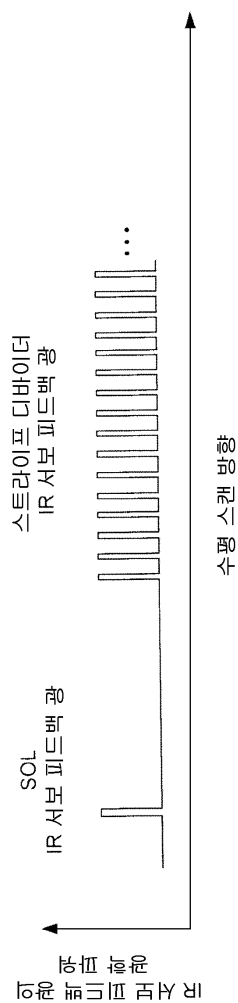
도면11



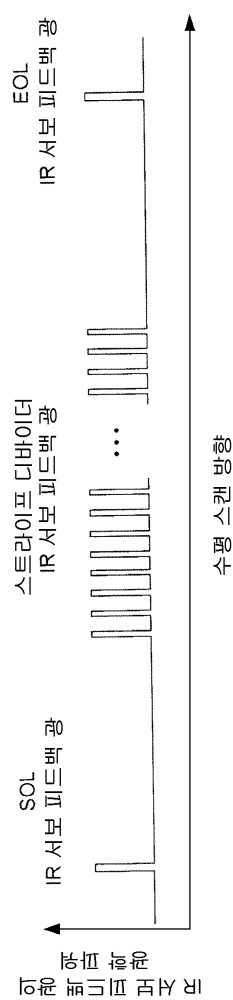
도면12



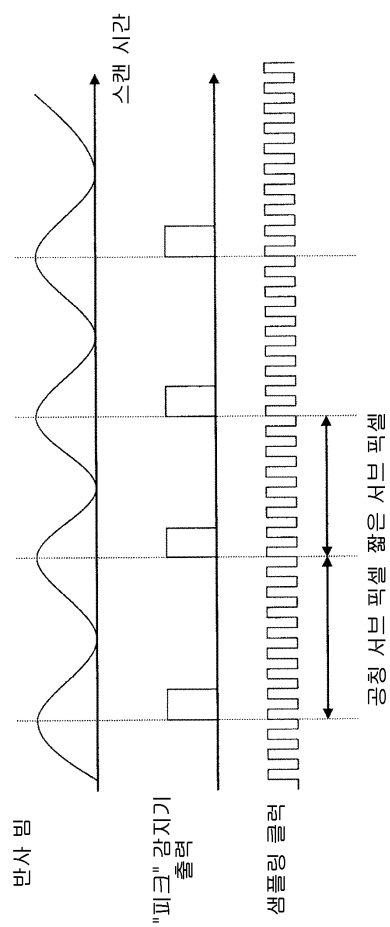
도면13



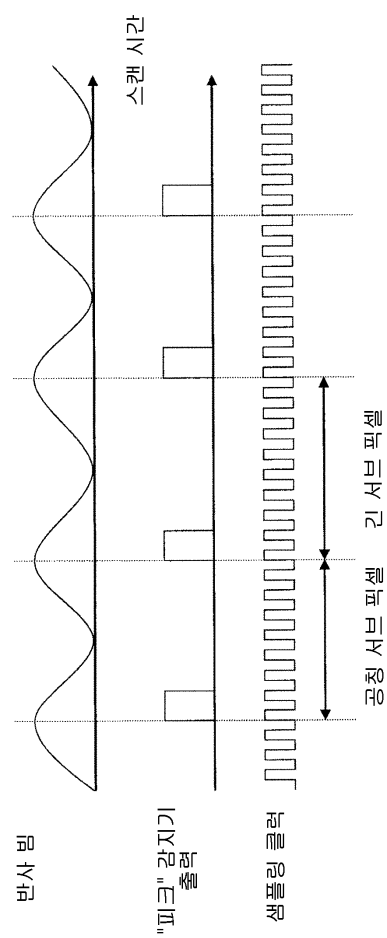
도면14



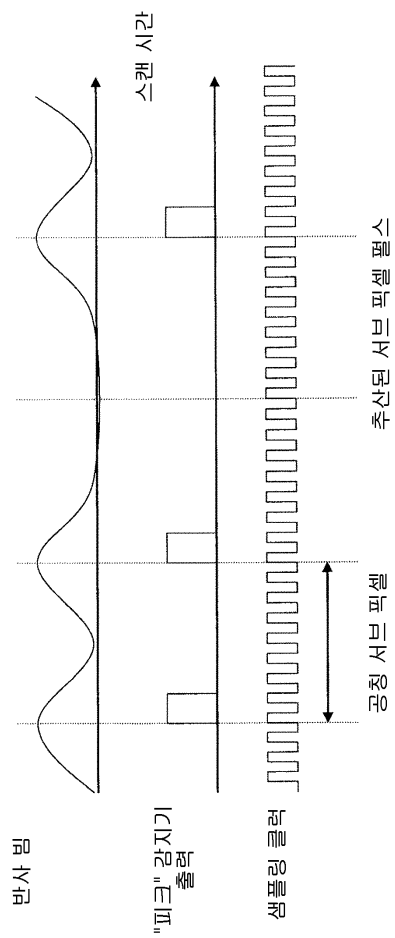
도면15



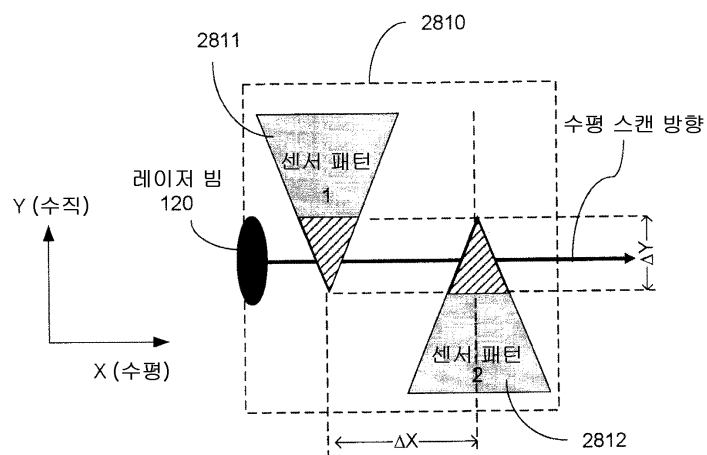
도면16



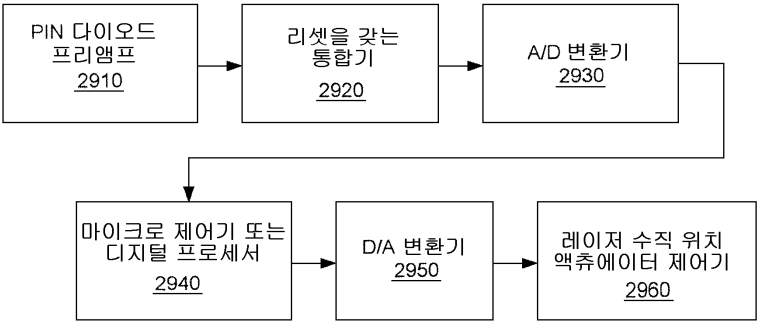
도면17



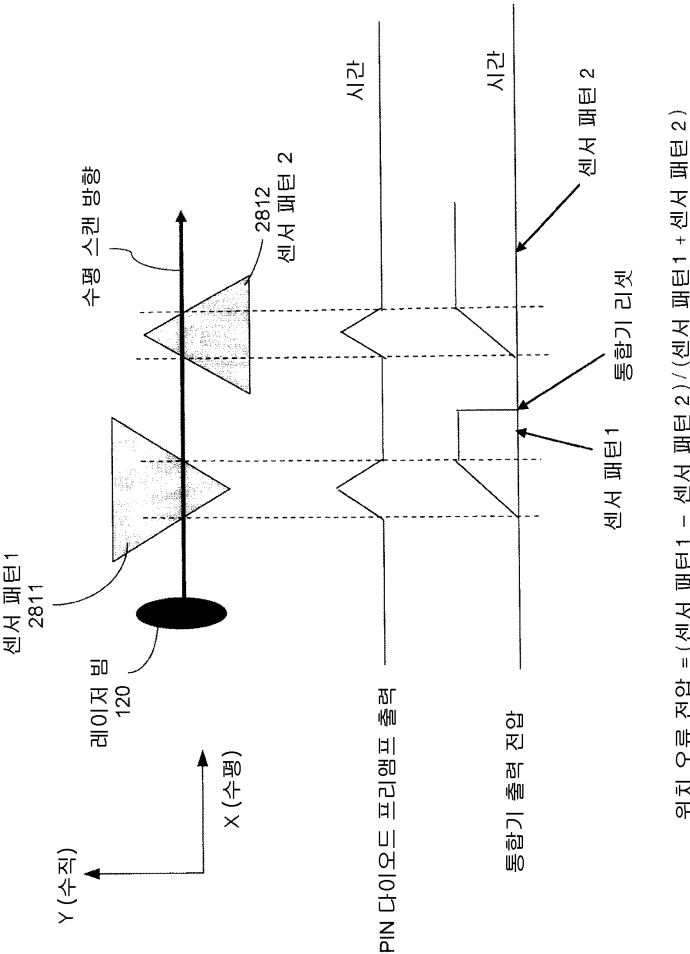
도면18a



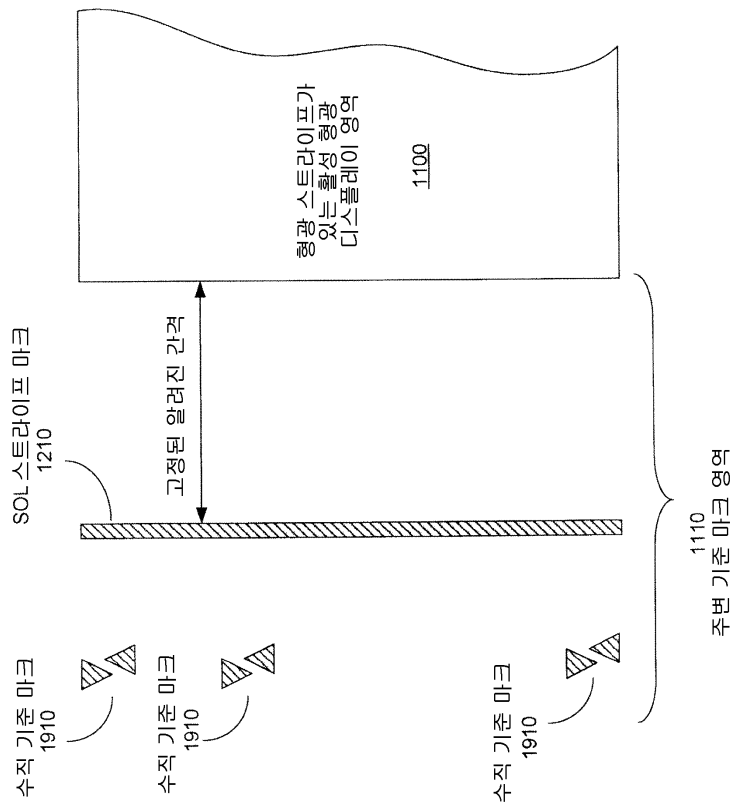
도면18b



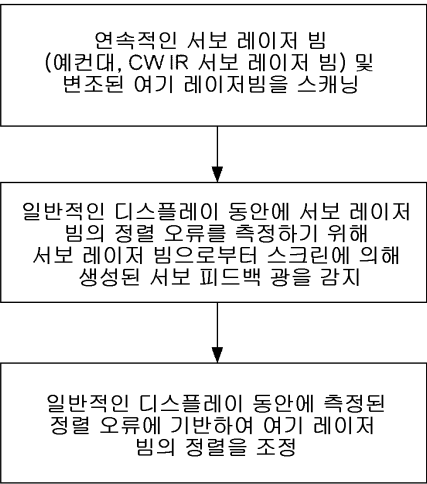
도면18c



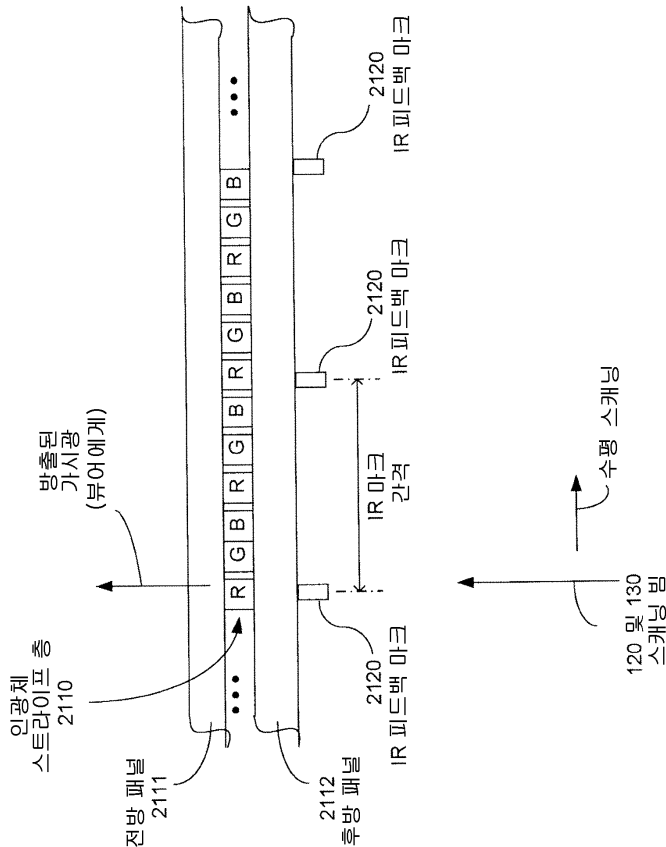
도면19



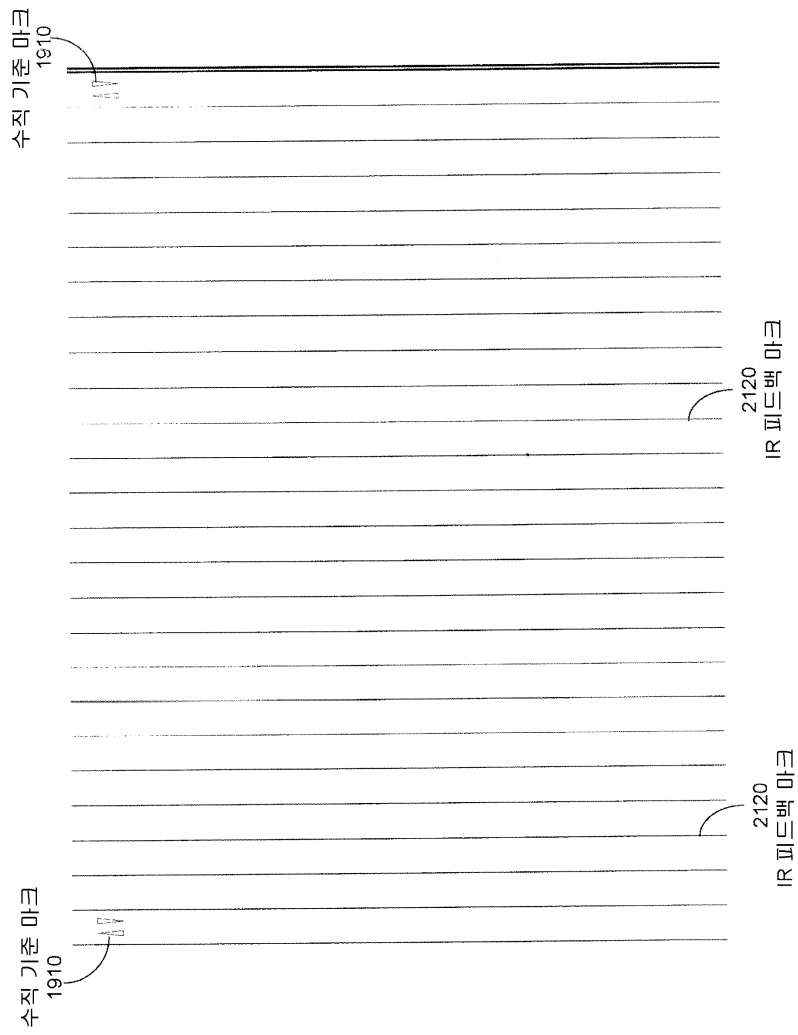
도면20



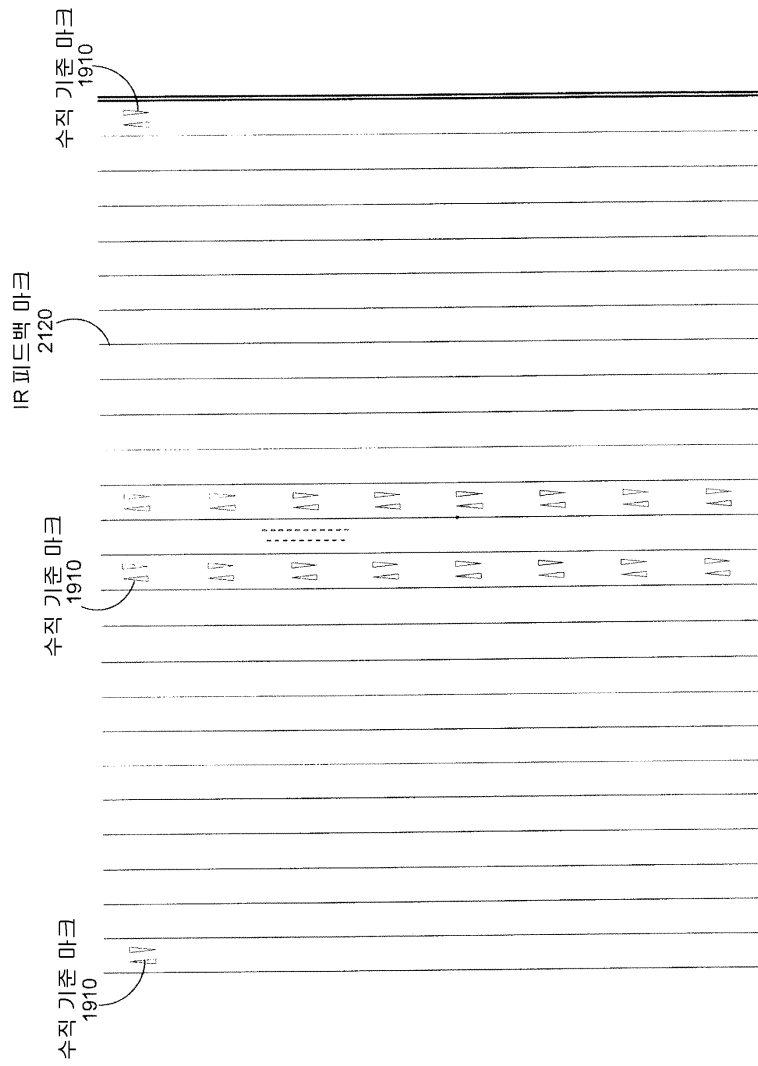
도면21



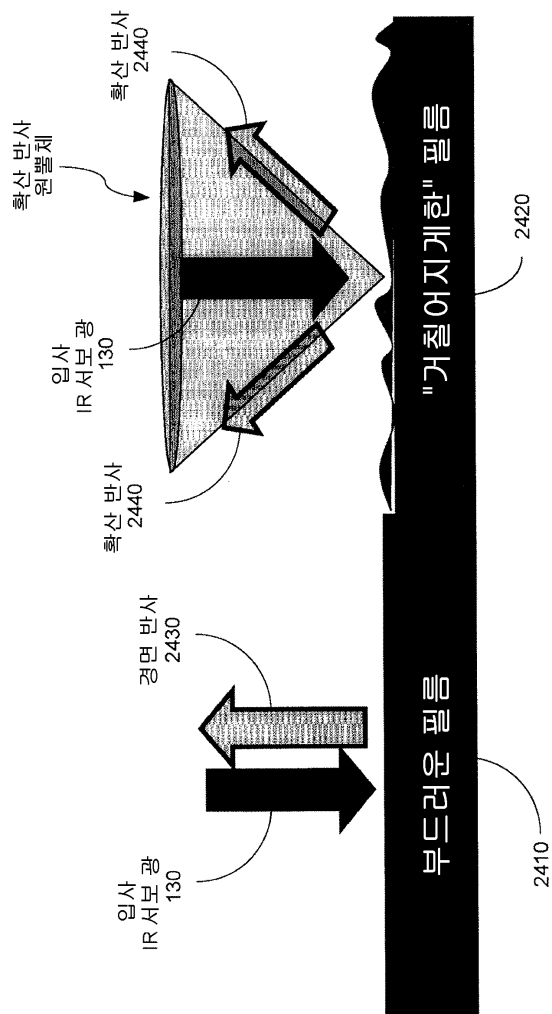
도면22



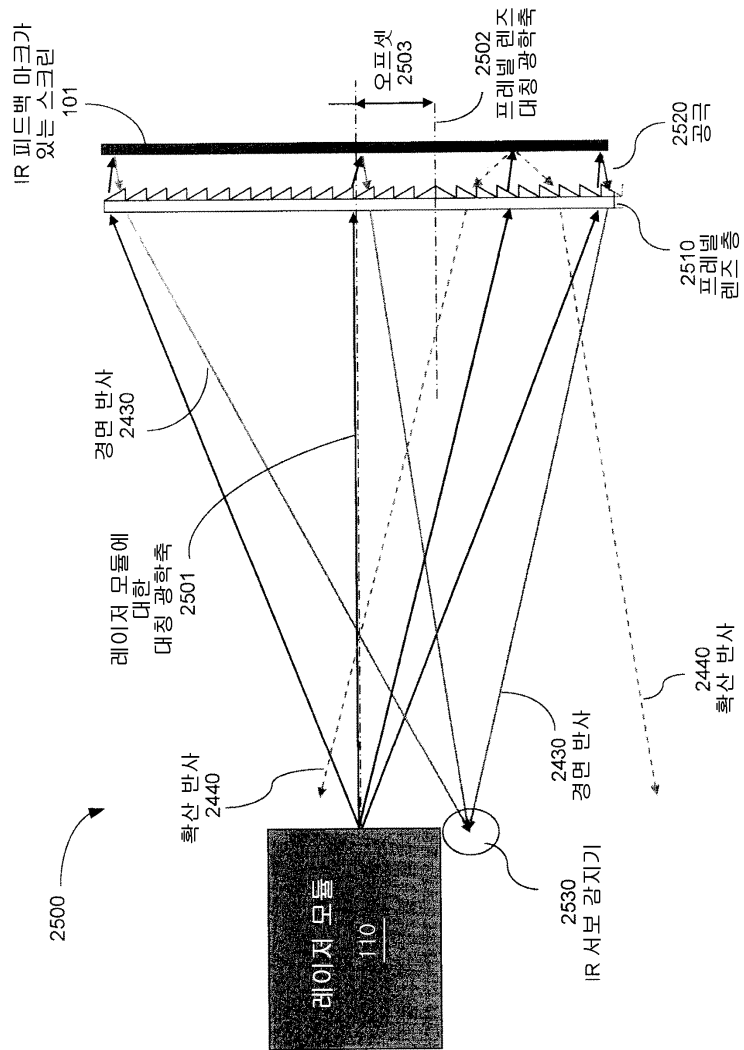
도면23



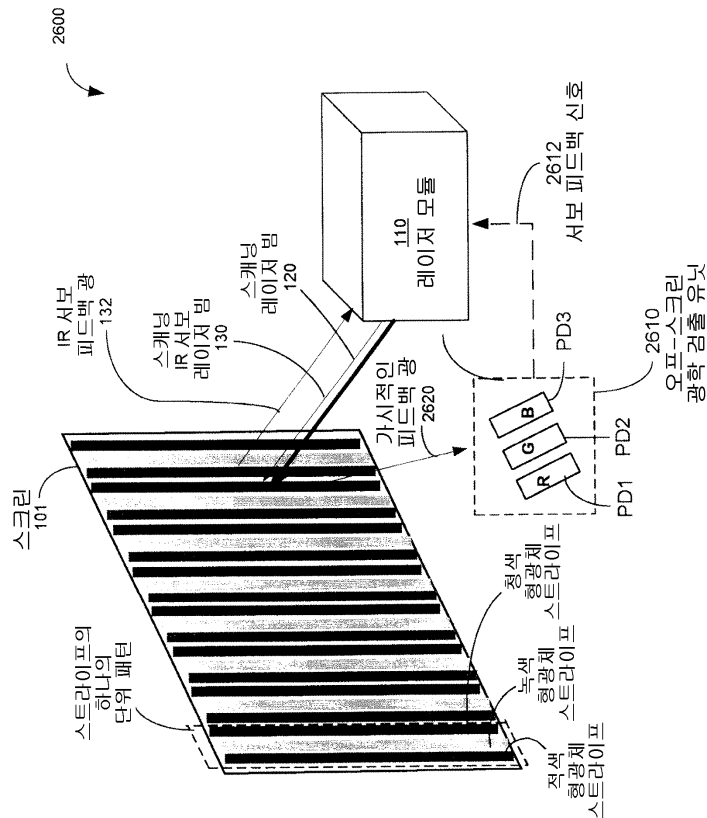
도면24



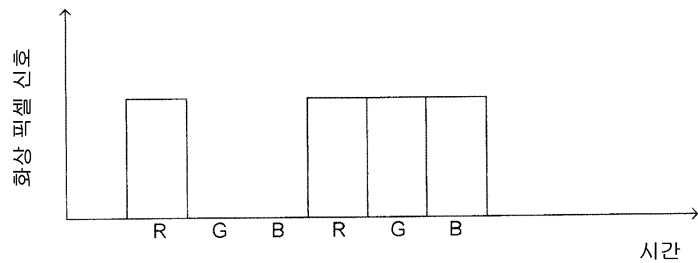
도면25



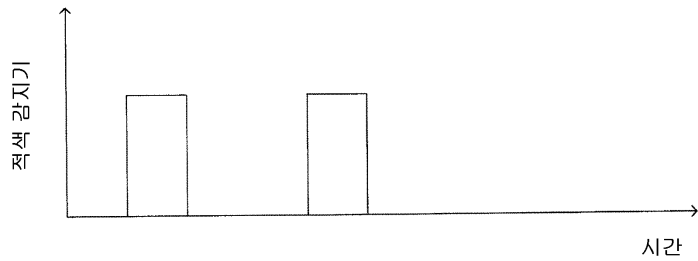
도면26



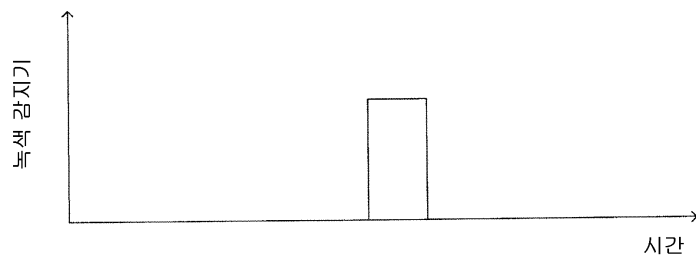
도면27a



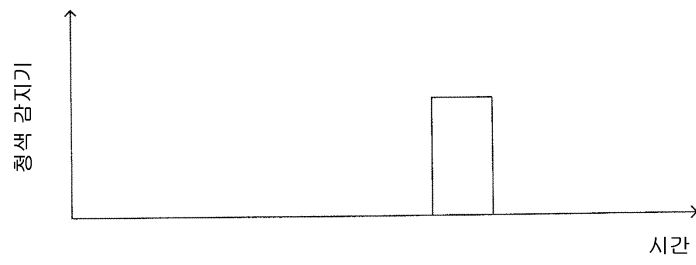
도면27b



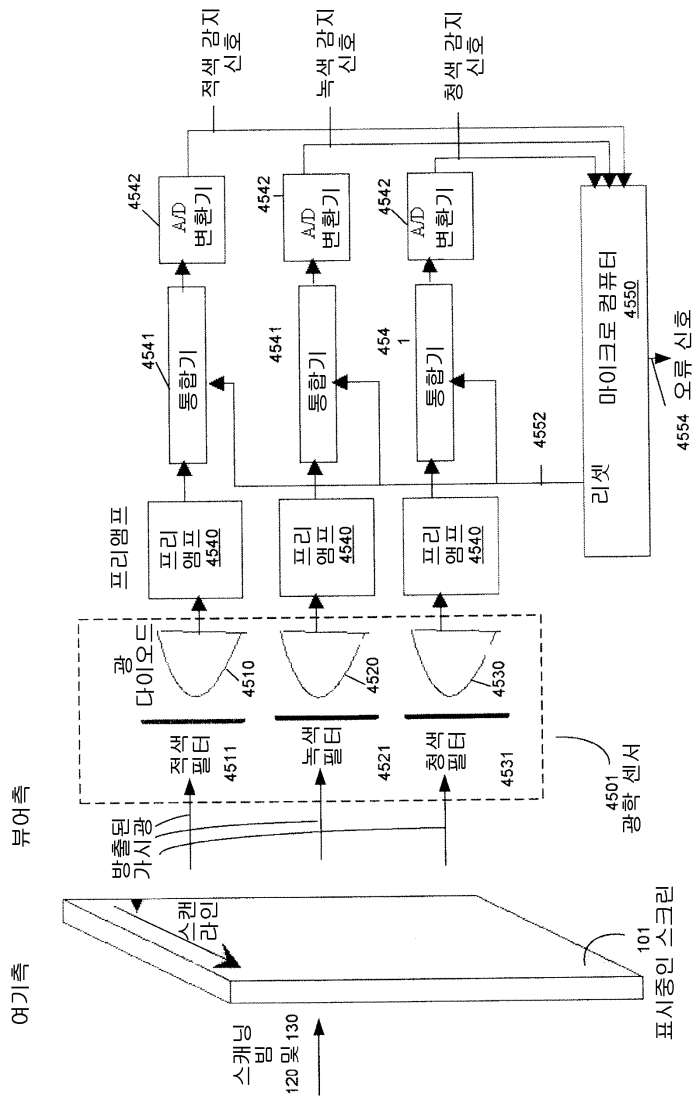
도면27c



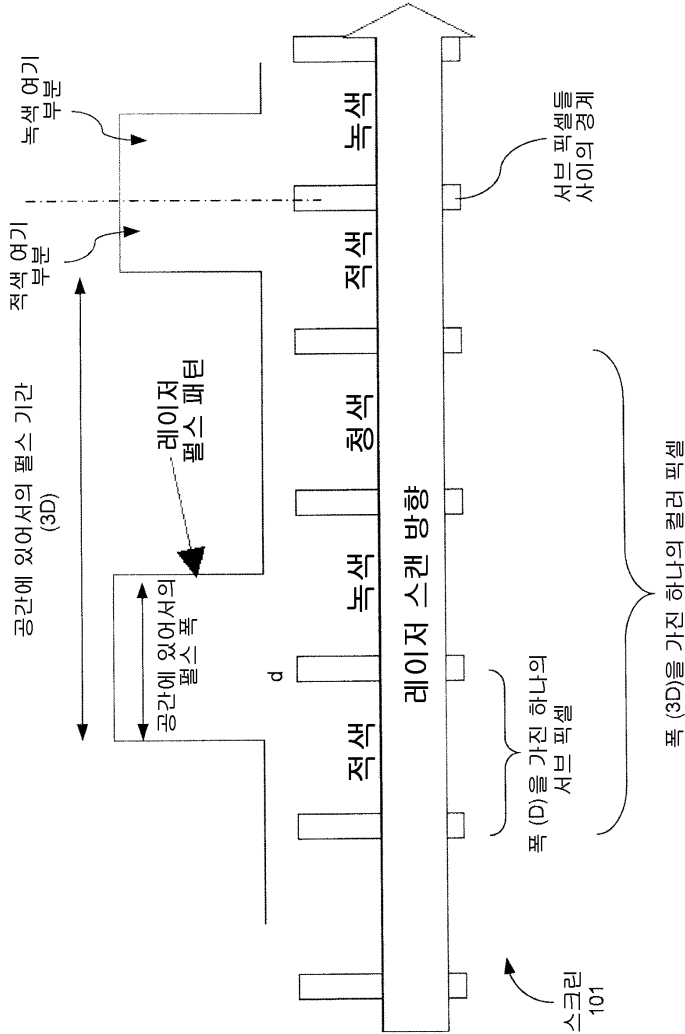
도면27d



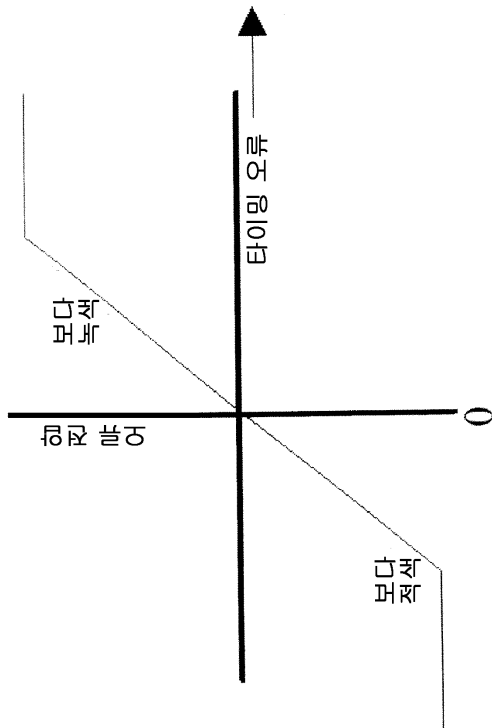
도면28



도면29



도면30



도면31

