



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0046831
G03B 21/26 (2006.01) (43) 공개일자 2007년05월03일

(21) 출원번호 10-2007-7002379
(22) 출원일자 2007년01월30일
심사청구일자 없음
번역문 제출일자 2007년01월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/026813 (87) 국제공개번호 WO 2006/015133
국제출원일자 2005년07월29일 국제공개일자 2006년02월09일

(30) 우선권주장 60/592,890 2004년07월30일 미국(US)
60/646,072 2005년01월21일 미국(US)
60/666,826 2005년03월30일 미국(US)
60/667,201 2005년03월30일 미국(US)
60/667,202 2005년03월30일 미국(US)
60/689,582 2005년06월10일 미국(US)

(71) 출원인 노바룩스 인코포레이티드
미합중국 캘리포니아주 94085 서니배일 마이다스 웨이 1220

(72) 발명자 무라디안 아람
미국 94904 캘리포니아주 쉐트필드 설 프란시스 드레이크불러바드
1101
세그로프 안드레이 브이
미국 95008 캘리포니아주 캠프벨 몬테주마 드라이브 2309
왓슨 제이슨 피
미국 95125 캘리포니아주 샌호세 리치랜드 애비뉴 2266

(74) 대리인 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 투사 디스플레이 장치, 시스템 및 방법

(57) 요약

투사 디스플레이를 생성하기 위한 장치, 시스템 및 방법이 개시된다. 광원은 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저를 사용하여, 적, 녹 및 청색광을 생성한다. 개별 레이저 빔은 오버랩되고, 디스플레이 표면 상의 스펙클을 감소하도록 선택된 광 특성의 분포를 갖는다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

복수의 오버랩되는 적색 광선을 생성하는데 적합한 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 1 어레이;

복수의 오버랩되는 녹색 광선을 생성하는데 적합한 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 2 어레이; 및

복수의 오버랩되는 청색 광선을 생성하는데 적합한 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 3 어레이를 포함하는 광원을 구비하며,

상기 광원은,

투사 스크린 상에서 투사 디스플레이 시스템에 의해 생성된 이미지에 실질적으로 스펙클이 존재하지 않도록 선택된 개별 반도체 레이저 빔의 광 속성 분포를 갖는 적색, 녹색 및 청색 광으로, 상기 투사 디스플레이 시스템의 공간 변조기를 조사하도록 구성되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 공간 변조기의 입력 광 조사 요건에 부합하기 위해 상기 광원 각각의 상기 어레이의 광 출력을 동기화시키도록 구성되는 레이저 제어기를 더 구비하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이의 하나 이상은 비선형 주파수 변환을 통해 특정 컬러로 광을 생성하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 각각은,

상기 공간 변조기의 엘리먼트의 최소 온타임보다 작은 주기를 갖는 반복 레이트로 펄스화되어, 상기 최소 온타임 동안 상기 엘리먼트에 의해 레이저 펄스의 최소수가 인터셉트되도록 구성되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 공간 변조기는, 디지털 미러 광 밸브 및 액정 광 밸브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 각각에서 각각의 레이저는 모드 락 레이저로서 동작되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 각각에서 각각의 레이저는 연속파 레이저로서 동작되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 광원의 각 레이저 빔을, 상기 공간 변조기에 부합되는 균일한 탐-햇 공간 강도 분포로 투사하도록 구성되는 광소재의 어레이를 더 구비하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 각각은 서로에 대해 타임 시퀀스 버스트 모드에서 펄스 변조된 서브 어레이로 분할되어, 각 컬러에 대해 필요한 그레이 스케일을 제공하기 위해 일부 시간동안 온되고 상기 광 밸브에 동기화되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 10.

제 1 항에 있어서,

상기 광원은 상기 어레이 각각 사이의 광을 상기 광 밸브에 커플링하는 광 도파관을 더 구비하며,

상기 광 도파관은 각 어레이의 개별 레이저로부터의 빔을 스크램블링하는데 적합한, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 중 하나 이상은 레이저 공동 내에 포함된 비선형 광 크리스탈을 포함하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

상기 적색, 청색 및 녹색의 파장은 레이저 공동 외부의 비선형 광 크리스탈에 의해 주파수 2 배화됨으로써 달성되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,

안정된 공간 모드 공진기를 형성하기 위해 내부 공동 렌즈의 어레이가 제공되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 내부 공동 렌즈는 기관의 표면에 에칭되거나 기관의 표면에 결합되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 내부 공동 렌즈는 반도체 칩의 열 그래디언트로부터 형성되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 16.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 각각은, 직렬 또는 직/병렬 조합으로 접속된 복수의 표면 발산 레이저 엘리먼트를 구비하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 17.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 중 하나 이상에서 각각 외부 공동 반도체 레이저는, 내부 공동 표면 그레이팅, 볼륨 그레이팅, 솔리드 에탈론, 박막 코팅 에탈론 및 리오 필터로 구성되는 그룹으로부터 선택된 파장 제어 엘리먼트에 의해 제어되는 기본 파장을 갖는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 파장 제어 엘리먼트는 상기 외부 공동 반도체 레이저 각각에서 하나 이상의 다른 광 기능을 수행하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 19.

제 1 항에 있어서,

상기 외부 공동 반도체 레이저 각각에서는, 직교하는 고조파 광이 거의 직각으로 반사되고 기본 파장이 손실없이 투과되는 편광 선택적 프리즘 또는 이색 필터에 의해 공동 외부에서 가시적 고조파 방사가 커플링되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 20.

제 1 항에 있어서,

외부 공동 반도체 레이저 각각의 파장은,

기본 레이저 파장의 동작 파장을 규정하기 위해 페브리-페로 공진기를 형성하는 이득 영역의 일 측상에 성장된 브래그 미러의 내부 공동 쌍에 의해 제어되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 21.

제 1 항에 있어서,

상기 비선형 광소재는, 피리어디컬리 폴드 리튬 니오베이트, 피리어디컬리 폴드 리튬 탄탈레이트 및 피리어디컬리 폴드 KTP 로 구성되는 그룹으로부터 선택되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 22.

제 1 항에 있어서,

상기 컬러 중 하나에 대한 2 이상의 어레이는 특정 컬러에 대한 총 광 출력 전력을 증가시키기 위해 서로 타일되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 23.

제 1 항에 있어서,

복수의 어레이는 주파수 변환되고 함께 타일되어 상이한 컬러의 빔 어레이를 생성하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 24.

제 1 항에 있어서,

각각의 어레이의 레이저 엘리먼트는 개별적으로 어드레스가능한, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 25.

제 1 항에 있어서,

어레이의 서브 그룹은 개별적으로 어드레스가능한, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 26.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 중 하나 이상에서 일부 개별 레이저는, 실패한 레이저를 대체하도록 장래의 사용을 위해 보류되기 위해 일부 초기 주기 동안은 동작하지 않는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 27.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이 중 하나의 레이저 각각은 다중 공간 모드 또는 다중 축 모드 레이저인, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 28.

제 1 항에 있어서,

상기 어레이의 상기 빔은, 회절 제한된 빔을 투사하기 위해 설계된 회절 소자 또는 다른 광소자로 구성된 어레이 광학 시스템을 통해 투과되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 29.

투사 스크린 상에 픽셀을 생성하기 위한 엘리먼트의 어레이를 갖는 공간 변조기;

상기 공간 변조기를 조사하도록 구성되는 광원; 및

상기 공간 변조기의 입력 광 조사 요건에 부합되도록 상기 광원의 상기 어레이 각각의 각 레이저의 광 출력을 동기화시키도록 구성되는 레이저 제어기를 구비하며,

상기 광원은,

복수의 오버랩된 적색 광선을 생성하는데 적합한 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 1 어레이로서, 상기 복수의 적색 광선의 광학적 속성의 분포는 상기 투사 스크린 상에 디스플레이되는 적색 광에 대해 실질적으로 스펙클이 생성되지 않도록 선택되는, 상기 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 1 어레이;

복수의 오버랩된 녹색 광선을 생성하는데 적합한 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 2 어레이로서, 상기 복수의 빔의 광학적 속성의 분포는 상기 투사 스크린 상에 디스플레이되는 녹색 광에 대해 실질적으로 스펙클이 생성되지 않도록 선택되는, 상기 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 2 어레이; 및

복수의 오버랩된 청색 광선을 생성하는데 적합한 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 3 어레이로서, 상기 복수의 빔의 광학적 속성의 분포는 상기 투사 스크린 상에 디스플레이되는 청색 광에 대해 실질적으로 스펙클이 생성되지 않도록 선택되는, 상기 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 3 어레이를 포함하는, 투사 디스플레이 광 시스템.

청구항 30.

컬러 이미지를 생성하는 투사 디스플레이 시스템용 장치로서,

외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 복수의 상이한 타입의 어레이를 포함하는 광원을 구비하며;

상기 어레이 각각의 타입은 상기 투사 디스플레이 시스템에 사용되는 선택된 컬러의 광을 생성하여 상기 광원이 2 이상의 상이한 컬러의 광을 생성하는데 적합하고,

상기 광원은, 상기 투사 디스플레이 시스템에 의해 투사 스크린에 생성된 이미지에 실질적으로 스펙클이 존재하지 않도록 선택된 개별 반도체 레이저 빔의 광학적 속성의 분포를 갖는 광으로, 상기 투사 디스플레이 시스템의 공간 변조기를 조사하도록 구성되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 31.

제 30 항에 있어서,

상기 외부 공동 표면 발산 레이저 각각은 비선형 주파수 변환기를 포함하는 어레이를 포함하고,

상기 각각의 타입의 어레이는 내부 공동 주파수 변환에 의해 특정된 컬러로 광을 생성하는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 32.

적색 광을 생성하는데 적합한 내부 공동 주파수 변환기를 갖는 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 1 세트로서, 상기 외부 공동 표면 발산 레이저의 제 1 세트의 각각은 상기 제 1 세트의 다른 멤버에 대해 코히어런트하지 않게 동작하는, 상기 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 1 세트;

녹색 광을 생성하는데 적합한 내부 공동 주파수 변환기를 갖는 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 2 세트로서, 상기 외부 공동 표면 발산 레이저의 제 2 세트의 각각은 상기 제 2 세트의 다른 멤버에 대해 코히어런트하지 않게 동작하는, 상기 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 2 세트; 및

청색 광을 생성하는데 적합한 내부 공동 주파수 변환기를 갖는 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 3 세트로서, 상기 외부 공동 표면 발산 레이저의 제 3 세트의 각각은 상기 제 3 세트의 다른 멤버에 대해 코히어런트하지 않게 동작하는, 상기 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 제 3 세트를 포함하는 광원을 구비하며,

상기 광원은,

상기 투사 디스플레이 시스템에 의해 투사 스크린 상에 생성된 이미지에 실질적으로 스펙클이 존재하지 않도록 선택된 광학 속성의 분포를 갖는 적색, 녹색 및 청색 광으로, 상기 투사 디스플레이 시스템의 공간 변조기를 조사하도록 구성되는, 투사 디스플레이 시스템용 장치.

청구항 33.

상이한 어레이로부터 적색, 녹색 및 청색 광을 생성하기 위해 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저의 개별 어레이를 포함하는 광원을 제공하는 단계; 및

회전 컬러 휠을 요구하지 않고 광 프로세싱이 달성되도록, 상이한 시간 간격에 적색, 녹색 및 청색에 대한 공간 변조기의 조사 요건에 부합되도록 선택되는 각각의 레이저 어레이를 순서대로 구동시키는 단계를 포함하는, 투사 디스플레이용 광원을 생성하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 디지털 광 프로세싱 시스템에서 사용되는 광원에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명은 반도체 레이저를 발산하는 외부 공동 (extended cavity) 표면의 하나 이상의 어레이로부터 형성된 디지털 광 프로세싱 시스템용 광원에 관한 것이다.

배경

디지털 광 프로세싱 (DLP) 은, 회의실, 홈 텔레비전 시스템, 광고 디스플레이, 자동차 대시보드, 헤드업 디스플레이 및 다른 애플리케이션과 같은 투사 디스플레이 시스템에 관한 것이다. DLP 시스템에서, 공간 광 변조기는, 투사 표면에 제어된 강도로 픽셀을 생성하기 위해 광원을 변조한다. 광 밸브는, 엘리먼트의 어레이를 가로질러 광을 변조하는 공간 광 변조기 타입이다. 통상적으로 광 밸브는 어레이를 가로지르는 광학적 투과 또는 반사 특성을 변조한다. 예를 들어, 반사 액정 광 밸브는 액정 엘리먼트의 어레이를 이용하여 어레이를 가로지르는 반사광의 강도를 변조한다. 또 다른 통상의 광 밸브는, 2 위치 사이에서 개별적으로 기울어져 디스플레이 표면상으로 반사되는 픽셀당 광의 양을 변화시킬 수 있는 이동가능한 마이크로-미러의 어레이를 갖는 디지털 마이크로-미러 디바이스 칩 (통상적으로 "디지털 광 밸브" 로 공지되어 있음) 이다.

통상적으로 비용면에서 DLP 시스템에는 단일 공간 변조기가 사용되는 것이 요구된다. 통상적으로 밝은 백색광이 광원으로서 사용된다. 회전하는 컬러 휠이 사용되어 백색 광원으로부터 적색, 녹색 및 청색을 분리한다. 따라서, 컬러 휠의 적색 필터가 백색 광원에 정렬되는 경우, 픽셀의 적색을 위한 공간 변조기 상에 적색이 포커싱되고, 컬러 휠의 녹색 및 청색에 대해서도 이와 같다.

통상의 DLP 시스템에는 다양한 결함이 존재한다. 우선, 때때로 이미지가 원하는 만큼 밝지 않다. 통상의 백색 광원은 제한된 루멘 (lumen) 의 광을 생성한다. 또한, 통상의 DLP 시스템은 상당량의 광 에너지를 낭비한다. 둘째로, 디스플레이된 이미지의 광 포화와 같은 몇몇 특성이 컬러 휠에 의해 심각하게 영향받으며, 이것은 디스플레이된 이미지에 아티팩트를 도입할 수 있다. 셋째로, DLP 시스템은 값비싼 광학 엘리먼트를 포함한다.

요약

투사 디스플레이 시스템은, 다수의 상이한 색으로 광을 생성하는 반도체 레이저의 어레이를 갖는 광원을 포함한다. 반도체 레이저들은 서로 실질적으로 코히어런트하지 않게 동작되고, 스펙클 (speckle) 을 감소시키기 위해 선택된 광학 특성의 분포를 갖는다.

발명의 일 실시형태에서는, 디지털 광 프로세싱 시스템의 컬러 휠이 요구되지 않도록, 어레이의 레이저들은 시퀀스로 구동되어, 상이한 시간 간격에서 적, 녹 및 청색 광에 대한 공간 변조기의 조사 조건에 부합한다.

투사 디스플레이 시스템에 대한 장치의 일 실시형태는: 복수의 오버랩된 적색광선을 생성하는, 반도체 레이저를 발산하는 제 1 어레이의 외부 공동 표면; 복수의 오버랩된 녹색광선을 생성하는, 반도체 레이저를 발산하는 제 2 어레이의 외부 공동 표면; 및 복수의 오버랩된 청색광선을 생성하는, 반도체 레이저를 발산하는 제 3 어레이의 외부 공동 표면을 갖는 광원을 구비하며; 본 광원은, 투사 스크린 상에서 투사 디스플레이 시스템에 의해 생성되는 이미지가 실질적으로 스펙클이 없도록 선택되는 개별 반도체 레이저 빔의 광학적 특성의 분포를 갖는 적, 녹 및 청색 광원을 갖는 투사 디스플레이 시스템의 공간 변조기를 조사하도록 구성된다. 일 실시형태에서는, 내부 공동 주파수 2 배화를 사용하여 2 이상의 컬러에서 광이 생성된다.

본 발명은 첨부한 도면을 참조한 다음의 상세한 설명으로 더 상세히 이해된다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 투사 디스플레이에서 사용되는 광원을 도시하는 평면도이다.

도 2 는 레이저를 발산하는 예시적인 종래의 외부 공동 표면을 도시한다.

도 3 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 광원에 사용되는 개별 표면 발산 다이오드 레이저 이득 엘리먼트를 도시한다.

도 4 는, 적, 청 및 녹색 또는 다른 컬러의 어레이가, 마이크로-디스플레이 광 밸브 상으로 순차적으로 이미징되는 광 도파관으로 포커싱되고, 전 또는 후 투사 디스플레이 시스템의 스크린 상에 재이미징되는 투사 디스플레이 시스템을 도시한다.

도 5 는, 광원의 각 레이저 엘리먼트로부터의 순환적 가우시안 레이저빔을, 광 밸브의 전체 영역을 효율적으로 커버하도록 순차적으로 유도되는 사각의 톱-햇(top-hat) 분포로 변환하여, 순차적으로 전 또는 후 투사 스크린상에 이미징하는데 굴절 광 엘리먼트가 사용되는 투사 디스플레이 시스템을 도시한다.

유사한 도면 부호는 도면들의 다양한 도에 걸쳐 대응하는 부분을 나타낸다.

상세한 설명

도 1 은 광 프로세싱(LP) 시스템에 의해 요구되는 다수의 상이한 컬러로 광을 생성하는 광원(100)을 도시하는 프로파일도이다. 적-녹-청(RGB) LP 시스템에서, 광원은 적, 녹 및 청색 광을 생성한다. 2 이상의 개별 레이저로부터 복수의 청색 광선(107)을 생성하기 위해 반도체 레이저의 제 1 어레이(105)가 사용된다. 2 이상의 개별 레이저로부터 복수의 적색 광선(113)을 생성하기 위해 반도체 레이저의 제 2 어레이(110)가 사용된다. 2 이상의 개별 레이저로부터 복수의 녹색 광선(118)을 생성하기 위해 반도체 레이저의 제 3 어레이(115)가 사용된다. 따라서, 광원(100)은 상이한 세트의 레이저를 포함한다. 2 이상의 레이저의 개별 세트는 LP 시스템에 사용되는 특정 컬러의 광을 생성한다. 그러나, 이하 더 상세히 설명하는 바와 같이, 바람직한 실시형태에서, 일 세트의 개별 레이저는 스펙클을 감소시키기 위해 동일한 세트에서는 다른 레이저에 대해 실질적으로 코히어런트하지 않도록(예를 들어, 동위상이 아니도록) 설계된다. 도 1 에서, 각각의 레이저 어레이(105, 110 및 115)는 4 개의 개별 레이저 발산기(미도시)로부터 4 개의 빔을 생성하도록 도시된다. 그러나, 통상적으로, 각각의 레이저 어레이(105, 110, 115)는 임의의 수의 개별 레이저를 가질 수도 있다.

일 실시형태에서, 광원(100)의 개별 레이저 및 광 엘리먼트(미도시)는, 광원(100)이 공간 광 변조기(미도시)의 균일한 조사를 제공하도록 어레이(105, 110 및 115)의 개별 빔(107, 113 및 118)이 적어도 부분적으로 오버랩되게 배열되는 것이 바람직하다. 마이크로-미러를 갖는 디지털 미러 광 밸브(때때로, "디지털 광 밸브"로 공지됨), 액정 엘리먼트의 어레이 또는 실리콘 액정(LCOS) 공간 변조기로부터 형성된 광 밸브와 같은 광 밸브일 수도 있다. 개별 빔(107, 113 및 118)의 초기 오버랩은, 예를 들어, 부분적이고 추가적인 광 엘리먼트(미도시)에 의해 증가될 수도 있다.

하나 이상의 어레이(105, 110 및 115)는 비선형 주파수 변환기(120, 125 또는 130)를 이용하여, 소스의 발산 주파수를 상이한 주파수의 출력 컬러로 변환할 수도 있다. 비선형 주파수 변환은, 하나의 소스 주파수로 발산된 광이 또 다른 주파수로 변환되는 것을 허용한다. 예를 들어, 일 실시형태에서, 개별 레이저에서 반도체 이득 엘리먼트에 의해 생성된 소스 레이저 주파수를 주파수 2 배화함으로써 적, 청 및 녹색 파장이 생성된다. 또 다른 실시형태에서, 적색 레이저는 적색 파장 범위에서 직접적으로 동작하지만, 녹색 및 청색은 주파수 2 배화에 의해 생성된다. 또는, 녹색 레이저는, 비선형 광 프로세스에 의해 파라메트릭하게 다운컨버팅된 녹색 레이저의 어레이로 구성될 수 있다. 비선형 주파수 변환기(120)는 각각의 개별 레이저의 레이저 공진기 내에 배치될 수도 있고 공진기 외부에 배치될 수도 있다. 비선형 주파수 변환기로 사용될 수도 있는 비선형 크리스탈의 예로는, 피리어디컬리 폴드 리튬 니오베이트(periodically poled lithium niobate), 피리어디컬리 폴드 리튬 탄탈레이트(periodically poled lithium tantalate) 및 피리어디컬리 폴드 KTP가 포함된다. 이러한 비선형 크리스탈은 산화 마그네슘과 같은 적절한 도펀트를 사용하여 신뢰도 및/또는 폴링 품질을 개선할 수도 있다.

출력 커플러(120, 125 및 130)가 포함되어, 광을 커플링하고 추가적인 주파수 안정성을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 출력 커플러(120, 125 및 130)는, 광을 커플링하고 개별 서브 어레이의 주파수 제어를 제공하는 볼륨 브래그 그레이팅(volume Bragg grating)을 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 하나 이상의 출력 커플러(120, 125 및 130)는 예를 들어, 볼륨 브래그 그레이팅을 포함한다. 또한, 하나 이상의 파장 제어 엘리먼트(미도시)가 각 레이저의 파장을 제어하기 위해 포함될 수도 있다. 파장 제어 엘리먼트의 예로는, 내부 공동 표면 그레이팅, 볼륨 그레이팅, 솔리드 에탈론(solid etalon), 박막 코팅 에탈론 및 리오 필터(Lyot filter)가 포함된다. 이러한 파장 제어 엘리먼트는 개별적일 수도 있고, 밀집도 및 비용 감소의 목적으로 다른 내부 공동 엘리먼트와 모노리식으로 결합될 수도 있다.

본 발명의 일 양태에서, 전체 광 전력은 광원(100)에서 대략 레이저의 총 수로 스케일링된다. 예로서, 광원(100)은, 각각 1 행 이상의 레이저를 갖는 3 개의 상이한 반도체 다이로부터 형성될 수도 있다. 또한, 하나 이상의 어레이(105, 110 및 115)에 대한 2 이상의 다이와 같은 추가적인 다이를 타일 구성으로 포함함으로써 전력 출력은 더 증가될 수도 있다. 패키징된 광원(100)은 예를 들어, 1 제곱센티미터 단위에서 총 영역을 갖는 발산기의 어레이를 형성할 수도 있다. 일 실시형태(미도시)에서, 2 이상의 광원(100)으로부터의 출력은 광학적으로 결합된다. 또한, 동일 컬러를 발산하는 어레이를 갖는 개별 어레이(105, 110 및 115)의 출력을 결합하기 위해 추가적인 광학 기술이 사용될 수도 있다. 2 이상의 어레이(105, 110 및 115) 또는 2 이상의 광원(100)의 광 출력을 광학적으로 결합하는 기술의 예로는 이색 옵틱스 또는 편광 빔 결합 옵틱스가 포함된다.

본 발명의 또 다른 양태에서, 하나 이상의 적, 녹, 또는 청색 어레이 (105, 110 및 115) 는 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저로부터 형성될 수도 있다. 도 2 는 예시적인 종래의 외부 공동 표면 발산 레이저 (200) 를 도시한다. 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저는, 예지 발산 반도체 레이저 또는 통상의 표면 발산 레이저에 대해 다수의 이점을 갖는 반도체 레이저의 일 클래스이다. 통상적으로, 외부 공동 표면 발산 레이저는 반도체 이득 엘리먼트 내에 배치되는 하나 이상의 반사기를 포함한다. 예를 들어, 양자 우물 이득 영역 (210) 의 일 측에서 성장한 브래그 미러 (205) 의 내부 공동 쌍은 페브리-페로 (Fabry-Perot) 공진기를 형성하여, 기본 레이저 파장의 동작 파장을 규정한다. 반도체 이득 엘리먼트로부터 이격된 추가적 외부 반사기 (215) 는, 추가적 파장 제어를 제공하는 광 공진기의 외부 공동을 규정한다. 양자 우물 이득 영역 (210), 브래그 미러 (205) 및 외부 반사기 (215) 를 적절하게 선택함으로써 광범위한 파장 범위에서 기본 파장이 선택될 수 있다. 또한, 기본 파장은 주파수 2 배화 광 크리스탈 (220) 에 의해 주파수 2 배화되어, 광을 원하는 컬러로 생성할 수도 있다.

광학적 주파수 2 배화를 포함하는 추가적 광 엘리먼트, 광 크리스탈 (220) 또는 다른 주파수 변환 디바이스는, 내부 공동 주파수 변환을 위한 외부 공동의 광 공진기에 포함될 수도 있다. 또 다른 예로서, 포화 흡수체 (미도시) 가 외부 공동 (또는 반도체 이득 엘리먼트) 에 포함되어, 모드 락 레이저를 형성할 수도 있다. 효율적으로 모드 락된 외부 공동 반도체 레이저는, 본 출원과 동일자로 출원되고 그 내용이 참조로서 본 명세서에 통합되고 발명의 명칭이 "Apparatus, System, and Method for Wavelength Conversion of Mode-Locked Extended Cavity Surface Emitting Semiconductor Lasers) 인, 계속중인 출원 대리인 일람 번호 NOVX-004/02 호에 개시되어 있다.

캘리포니아 서니배일의 노바룩스사에 의해 개발된 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저는 높은 광 전력 출력, 긴 동작수명, 레이저 파장의 정확한 제어, 공간 광 모드의 제어를 나타내고, 편리한 제조 및 테스트를 위한 표면 발산의 이점을 제공하고, 2 차 고조파 주파수 2 배화와 같은 광 주파수 변환 엘리먼트를 포함하여 적, 녹 및 청색의 광을 생성하는데 적합할 수도 있다. 또한, 소수의 상이한 반도체 다이, 주파수 변환기 및 주파수 제어 엘리먼트만을 이용하는 높은 제조가능 프로세스에서 광원 (100) 이 제조될 수 있도록, 고전력의 외부 공동 표면 발산 레이저의 어레이는 단일 다이 상에 제조될 수도 있다. 그 결과, 외부 공동 표면 발산 어레이를 이용하는 광원 (100) 은, 통상의 백색 LP 시스템보다 큰 적, 녹 및 청색에서의 유용한 전력 출력을 갖도록 제조될 수도 있고, 높은 제조가능성에 기인하여 적절한 가격에서 제조될 수도 있다. 노바룩스사에 의해 개발된 개별적인 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저 및 주파수 2 배화 표면 발산 레이저를 설명하는 배경 정보는, 미국 특허 번호 제 6,243,407 호, 제 6,404,797 호, 제 6,614,827 호, 제 6,778,582 호 및 제 6,898,225 호에 개시되어 있으며, 각각의 내용은 본 명세서에 참조로 통합되어 있다. 외부 공동 표면 발산 레이저의 다른 세부사항은 미국 특허 출원 번호 제 10/745,342 호 및 10/734,553 호에 개시되어 있으며, 그 내용은 본 명세서에 참조로 통합되어 있다. 예시적인 외부 공동 표면 발산 반도체 레이저에 관한 추가적인 세부사항을 이하 더 상세히 설명한다.

일 실시형태에서, 광원 (100) 의 레이저는 펄스 모드로 동작하도록 설계된다. 전기 접속기 (미도시) 가 제공되어, 각 어레이 (105, 110 및 115) 의 개별적 레이저를 구동한다. 레이저 제어기 (180) 가 사용되어 각 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 의 구동 전류 및/또는 전압을 조절한다. 레이저 제어기 (180) 는, 개별적 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 가 펄스 모드에서 동작되도록 허용하는 것이 바람직하다. 일 실시형태에서, 레이저 제어기 (180) 는, 개별적 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 가 순차적으로 동작하게 허용하여, 즉, 하나의 시간 간격 동안 적색광을 생성하고, 다른 시간 간격 동안 녹색광을 생성하고, 다른 시간 간격 동안 청색광을 생성하여, LP 시스템에서 컬러 휠이 광을 필터링할 필요성을 제거한다. 일 실시형태에서, 개별 레이저 및 레이저의 서브그룹은 레이저 제어기 (180) 에 의해 독립적으로 어드레스 가능하다. 또한, 레이저 제어기 (180) 는 광 모니터 (미도시) 로부터 피드백을 사용하여, 선택된 출력 특성을 유지하기 위해 구동 전류/전압을 조절할 수도 있다. 예를 들어, 레이저 제어기 (180) 는 구동 전류 또는 펄스 폭을 조절하여 LP 시스템에서 원하는 그레이스케일을 유지할 수도 있다. 일 실시형태에서, 제조된 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 는 하나 이상의 여분의 레이저를 포함한다. 본 실시형태에서, 레이저 제어기 (180) 는, 각각의 어레이에서 사용되는 동작가능한 레이저의 초기 세트를 결정한다. 그 후, 오류로 유지된 여분의 레이저가 필요에 따라 턴오프되어, 실패한 레이저를 대체하고, 따라서 광원 (100) 의 유용한 수명을 증가시킨다.

일 실시형태에서, 각각의 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 는 펄스 모드로 구동된다. 펄스 모드 동작은, 감소된 열방출을 포함하는 다양한 이점을 제공한다. 또한, 펄스 모드 동작은 펄스 파라미터에 따라 양호한 스펙트럼 확장을 제공할 수도 있다. 통상적으로, 광 밸브는 반사 또는 투과 상태를 변경하기 위해 요구되는 특성 시간 및 관련된 최소 온-타임을 갖는다. 펄스 모드 동작에서, 광원 (100) 은, 광 펄스간의 주기가 광 밸브의 최소 온-타임에 비해 작도록, 높은 반복 레이트를 갖는 펄스를 생성하는 것이 바람직하다. 그 결과, 높은 반복 레이트는, 미리 선택된 최소 수의 레이저 펄스가 최소의 가능한 온-사이클 동안 디지털 광 밸브의 마이크로-미러를 때리는 것을 허용하여 그레이스케일 해상도를 개선시킨다. 예시적인 반복 레이트는 1 MHz 만큼 고속이며, 이것은 텔레비전, 비디오 및 컴퓨터 그래픽스에 사용되는 통상의 프레임 반복 레이트보다

현저하게 빠르다. 더 일반적으로, 반복 레이트는 특정한 LP 시스템의 특성에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 레이저 반복 레이트는, 회의실의 프로젝터 및 가정의 텔레비전에 사용되는 상업적으로 사용가능한 디지털 미러 광 밸브 또는 액정 광 밸브에서 풀 그레이스케일을 달성할 수 있을 정도로 고속인 것이 바람직하다.

광원 (100) 은 LP 시스템의 스펙클을 용인가능한 레벨까지 실질적으로 감소시키도록, 즉 LP 시스템에서 이미지를 보는 사람들에게 용인가능한 뷰잉 경험을 제공하는 레벨까지 스펙클을 감소시키도록 설계되는 것이 바람직하다. 광학 분야에서 공지된 바와 같이, 코히어런트한 광이 산란 중심으로부터 반사되는 경우 스펙클이 생성된다. 결과로 얻어진 간섭은 스펙클 된 형상을 갖는 밝고 어두운 단편을 생성한다. 스펙클은, 밝고 어두운 단편들간의 피크-투-밸리 강도 변조, 즉 밝고 어두운 단편들간의 피크-투-밸리 강도에서의 퍼센티지 분산에 의해 수치적으로 특징될 수 있다. LP 분야에서 때때로 사용되는 하나의 규칙은, 용인가능한 뷰잉 경험을 달성하기 위해 LP 시스템에서 약 4% 이하의 스펙클 변조이 요구된다는 것이다.

레이저에 의해 조사되는 LP 시스템 상황에서, 코히어런트한 광이 광 밸브 또는 LP 시스템의 다른 광 엘리먼트에서 산란 중심으로부터 반사되는 경우 스펙클이 발생한다. 스펙클은 투사된 이미지의 광학적 품질을 악화시키는 광학적 불균일성을 발생시킨다. 스펙클은 단일한 레이저 소스로부터 매우 코히어런트한 광을 수신하는 LP 시스템에서 더 심각한 문제이다. 광학 분야에서 공지된 바와 같이, 코히어런트는 광 파장이 보강적으로 및 상쇄적으로 간섭하는 능력에 관련된다. 광 주파수, 위상 및 공간 속성에서 좁은 분포를 갖는 단일 레이저 소스는 매우 코히어런트하며, 따라서 스펙클을 생성하기 쉽다.

본 발명의 일 실시형태에 따르면, 광원 (100) 의 광학적 속성 (예를 들어, 위상, 스펙트럼 폭) 의 분포를 증가시킴으로써 광원 (100) 에서의 코히어런트를 감소시키기 위해, 독립적으로 또는 조합되어 사용될 수도 있는 다수의 상이한 기술들에 의해 광원 (100) 을 사용하여 LP 시스템에서의 스펙클이 감소된다. 우선, 실질적으로 서로 코히어런트하지 않은, 광원 (100) 에서 동일한 컬러의 레이저 수를 증가시키는 것은 스펙클을 감소시킬 것이다. 단일 어레이 (105, 110 또는 115) 에서 각각의 레이저가 동일한 컬러로 코히어런트한 레이저 광을 발산하는 경우에도, 상이한 위상을 갖는 동일 컬러의 비동위상 (un-phased) 레이저는 스펙클을 유발시키는 광학적 간섭 효과 면에서 서로 코히어런트하지 않다. 그 결과, 각각의 비동위상 레이저에 대한 스펙클 유도 강도 변량은, 비동위상 레이저의 수가 증가함에 따라 비동위상 레이저의 어레이 (105, 110 또는 115) 에 대한 결합된 조사 균일성이 개선되도록, 다른 레이저에 대해 독립적이다. 더 상세하게는, 스펙클은, 동일 진폭을 갖는 동일 컬러의 비동위상 레이저의 수의 제공근에 반비례하여 감소한다. 따라서, 각 어레이의 레이저는 서로에 대해 비동위상으로 동작하도록 설계되는 것, 즉, 개별 어레이 (105, 110 또는 115) 가 어레이에서 2 이상의 레이저의 주파수 및 위상을 현저하게 고정시킬 수 있는 현저한 인터-레이저 피드백을 제공하지 않도록 설계되는 것이 바람직하다. 둘째로, 스펙트럼 확장이 스펙클을 감소시키기 때문에, 스펙트럼을 확장시키는 임의의 동작 모드는 스펙클을 감소시킬 것이다. 반도체 레이저의 스펙트럼을 확장시키는 기술의 예로는, 스펙트럼 확장을 발생시키도록 선택되는 펄스 파라미터 (예를 들어, on time) 로 레이저를 펄스 모드에서 동작시키는 것; 스펙트럼 확장을 발생시키도록 선택되는 레이저의 고주파수 변조; 스펙트럼 확장을 발생시키기 위한 모드 락 레이저, 및 펄스 모드에서 모드 락 레이저를 동작시키는 것과 같은 조합들이 포함된다. 셋째로, 어레이 (105, 110 및 115) 에서 개별 레이저는 다중의 주파수, 축 또는 공간 모드로 동작하도록 설계되어 각 레이저의 주파수, 위상 및 지향성 (각도) 을 증가시킬 수도 있다. 넷째로, 빔 (107, 113 및 118) 의 방향, 위상 및 편광 정보를 스크램블링하는데 광 엘리먼트가 사용되어 코히어런트를 감소시킬 수도 있다.

레이저 어레이 (105, 110 및 115) 에 사용되는 외부 공동 레이저는 안정된 광학적 특성을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 주파수 2 배화가 사용되면, 제 2 고조파 변환 프로세스의 효율을 감소시키는 디페이징 (dephasing) 효과를 최소화시키는 것이 바람직하다. 도 3 은 주파수 2 배화 프로세스에서 광학적 모드를 안정화시키고 열화적 디페이징을 감소시키기 위해 렌즈 (310) 를 갖는 외부 공동 표면 발산 레이저 (300) 를 도시한다. 각각의 레이저 이득 엘리먼트 (305) 는 광학적 이득 영역을 포함하고, 또한, 하나 이상의 분산된 브래그 반사기 (미도시) 를 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 에칭된 렌즈 (310) 가 반도체 기판 (315) 상에 형성된다. 또 다른 실시형태에서는, 에칭된 렌즈 (310) 대신 외부 렌즈 (미도시) 가 사용되고, 외부 렌즈는 광학적 유리와 같은 통상의 광소재를 사용하여 형성된다. 예시적인 제조된 에칭 렌즈 (310) 의 프로파일은 인셋 (350) 에 상세히 도시된다. 레이저 공진기에 비선형 광소재 (320) 가 포함된다. 공진 미러 (325) 는 비선형 재료 상에 직접 적층되거나, 그레이팅 디바이스일 수도 있으며, 둘 모두는 비선형 광소재 (320) 의 위상 매칭 파장을 매칭시키기 위해 출력 파장을 제어하도록 설계된다. 그러나, 어레이의 개별 엘리먼트를 제조하는데 다른 기술이 사용될 수도 있음을 이해할 것이다.

반-공초점 (semi-confocal) 구성에서 안정된 횡단 모드 (바람직하게는 TEM_{00} 모드) 를 제공하기 위해 내부 공동 렌즈 (310) 가 사용된다. 이러한 구성에서는, 적외광 (즉, 반도체에 의해 생성되며 주파수 2 배화되는 기본 주파수 광) 이 비선형 광소재 (320) 에 포커스되고, 순방향으로 진행하는 고조파 광은 평탄한 출력 커플러 (미도시) 를 통해 투과되고, 역방향으

로 진행하는 고조파 광은, 기본 파장에는 매우 투명하고 고조파 파장에는 매우 반사적으로 코팅된 렌즈 (310) 의 표면으로부터 반사된다. 이러한 렌즈 엘리먼트는 고조파 광에 대해 볼록 거울로서 작용하고, 기본 파장 레이저 빔을 오버랩할 때 비선형 재료에서 감소된 강도를 가질 것이다.

비선형 광소재 (320) 에서 기본 레이저 빔을 갖는 오버랩 영역에서의 감소된 강도는, 전반적인 비선형 변환 효율을 감소시키는 디페이징 효과를 감소시키는 이점을 가질 것이다. 순방향 및 역방향 파장의 빔 다이버전스는 거의 동일하다. 순방향 파장의 고조파 광의 모드 웨이스트 (waist) 위치는 출력 미러 위치 근처이고, 역방향 파장의 고조파 광의 모드 웨이스트 위치는 반사 미러의 가상 이미지에 존재한다. 이러한 2 빔은 동일한 방향에서 전파되지만 다소 상이한 빔 각도로 전파될 것이다.

공동에서의 포커싱 렌즈 (310) 는 반도체 표면의 에칭, 또는 유리 또는 쌍광성 (binary optical) 렌즈의 도입에 의해 제조될 수 있으며, 이 모두는 어레이 형태로 배열될 수 있다. 이러한 케비티 내의 렌즈의 도입은, 양의 dn/dt 를 갖는 재료를 구비한 대부분의 레이저 시스템에 통상적으로 제공되는 가변적 열 렌즈 효과 (온도에 따른 굴절율의 변화) 를 감소시킬 것이다. 그러나, 공동의 공간 모드를 안정화시키기 위해 열 렌즈에 의존하는 실시형태 또한 본 발명의 범주 내이다. 이 경우, 역방향으로 전파되는 제 2 고조파 빔을 추출하는, 예를 들어, 45-도 빔스플리터와 같은 더 통상적인 방법이 사용될 수 있다.

비선형 크리스탈 (320) 이 출력 미러 (미도시) 에 또는 근처에 배치되고, 고조파에 대해서는 매우 투과적이고 기본 파장에 대해서는 매우 반사적인 미러 (325) 가 크리스탈에 직접 적층될 수도 있다. 개별적 출력 미러는 사용되면 파장 선택을 위한 볼록 홀로그래픽 그레이팅, 또는 레플리카 그레이팅 또는 공진 에탈론 반사기와 같은 임의의 다른 파장 공진 반사기를 포함할 수도 있다. 또는, 미러는 광대역 코팅으로 코팅된 통상의 유리일 수도 있고, 고체 또는 박막 적층된 에탈론과 같은 파장 선택기가 틸트 각도에서 공동에 배치될 수도 있다. 이러한 엘리먼트 (그레이팅 또는 에탈론) 는 독립적일 수도 있고, (밀집도 및 비용 절감을 위해) 다른 엘리먼트와 통합될 수도 있다. 예를 들어, 통상의 그레이팅 또는 박막 간섭 필터는 비선형 크리스탈의 켜기형 표면 또는 출력 미러의 제 2 (내부 공동에서 바라본) 표면 상에 적층될 수도 있다. 또한, 출력 미러는, 비선형 광소재 (320) 가 배치되는 공동에서 중간 포커스 지점을 제공하도록 설계되는 볼록 반사기일 수도 있으며, 따라서 비선형 크리스탈의 유효 경로 길이를 2 배화한다.

광원 (100) 은 광 밸브뿐 아니라 상이한 타입의 공간 변조기로 사용하기에 적합할 수도 있다. 일 실시형태에서, 광원 (100) 은 스캐닝 광 시스템에 사용하기 위한 단일 빔을 생성하도록 설계된 광 렌즈 시스템을 가질 수도 있다. 스캐닝 광 시스템에서, 공간 변조기는, X-Y 래스터 움직임에서 레이저 빔을 스캐닝하는데 사용되는 미러를 포함한다. 스캐닝 광 시스템에 있어서, 어레이의 각각의 빔은 바람직하게는 회절 한계에 근접해야 한다.

도 4 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 LP 시스템 (400) 의 블록도이며, 광원 (100) 으로부터 투사 스크린 (405) 까지의 광 경로의 개략적 레이아웃을 도시한다. 광원 (100) 으로부터의 빔은 대부분의 경우 직사각형인 광 도파관 (410) 으로 포커싱되고, 광 도파관 (410) 으로부터 나타난 후 광 밸브 (420; 예를 들어, 디지털 광 밸브) 상에 포커싱된다. 광원 (100) 에 의해 생성된 빔은 몇몇 초기 오버랩을 가질 것이다. 그러나, 광 도파관은 빔의 오버랩을 증가시키도록 선택될 수도 있다. 더 상세하게는, 내부 반사, 회절, 모드 변환, 또는 도파관의 다른 전자기적 특성이 이용되어 광 도파관 (410) 내 빔을 스캐램블링할 수도 있다. 이 경우, 모든 빔은, 각각의 빔에 개별적으로 존재할 수도 있는 스펙클이 감소되어 어느 정도 균일하게 오버랩될 것이다. 모드 락 레이저 어레이의 경우, 스펙클의 추가적인 감소는 모드 락 펄스의 스펙트럼 확장으로부터 발생할 것이다. 또한, 몇몇 공간 모드 또는 스펙트럼 모드에서의 처핑 (chirping) 또는 동작에 기인하여 스펙트럼 확장을 갖는 펄스 디바이스는 어느 정도의 스펙클 감소를 가질 것이다.

시스템 (400) 의 개별 레이저는 비동위상일 수도 있다. 펄스 동작은 개별 레이저의 스펙트럼을 확장할 것이고, 따라서, 코히어런스의 정도를 감소시키고 스펙클을 감소시킨다. 단일 렌즈 (430) 는 서로 평행하게 이동하는 모든 레이저 빔들을 촛점에 포커싱할 것이고, 촛점 크기는 각 빔의 직경 및 렌즈 (430) 의 촛점 길이에 의해 결정된다. 레이저 빔을 어레이의 피치까지 연장함으로써 각각의 서브-애퍼처가 충전되고 그 후 후속적으로 단일 렌즈 (430) 로 포커싱되어 모든 빔에 대한 최소 촛점 크기를 제공할 수도 있다. 입력 레이저 빔은, 빔을 스캐램블링하는 경향이 있는, 광 도파관 (410) 내에서의 몇몇 바운스를 겪어서, 출력 광은 균일하게 충전된 사각형 패턴을 갖는 광 도파관 (410) 에서 출력되어 디지털 광 밸브에 매칭된다.

일 실시형태에서, 시스템 (400) 은 레이저 어레이를 제어하기 위한 레이저 제어기 (180) 및 광 밸브를 제어하기 위한 광 밸브 제어기 (480) 를 포함한다. 2 개의 제어기는 서로 통신하기 위한 링크 (490) 를 갖는 것이 바람직하다. 일 실시형태에서, 레이저 제어기 (180) 는 반복 레이트와 같은 광원 (100) 의 동작 속성을 제어한다. 레이저 제어기 (180) 가 레이저 출력을 모니터링하고 출력 전력을 제어하도록 하기 위해 센서 (미도시) 가 포함될 수도 있다. 또한, 모드 락 레이저의 경우, 레이저 제어기 (180) 레이저를 모드 락시키는데 사용되는 포화 흡수체의 동작을 제어할 수 있다.

또한, 레이저 제어기 (180) 는, 광원 (100) 의 적, 녹 또는 청색 레이저가 프레임의 특정 시간 동안 광을 방출할지 여부를 결정한다. 일 실시형태에서, LP 시스템 (400) 은 컬러 필터 휠을 갖지 않는다. 대신, 프레임의 상이한 시간 동안 버스트 모드로 동작시키기 위해 광원 (100) 의 적, 녹 및 청색 레이저를 동기화시킴으로써 프레임의 적, 녹 및 청색 부분이 생성된다. 버스트 모드에서는, 레이저의 1 세트 (예를 들어, 적, 녹 또는 청) 만이 사용되어 광 펄스의 트레인을 생성한다. 따라서, 디스플레이되는 각각의 프레임에서, 레이저 제어기 및 광 밸브 제어기 (480) 는 서로 통신하여, 픽셀의 적색 부분이 광 밸브 (420) 에 의해 투사되어야 하는 경우 적색 레이저만을 턴온하고, 픽셀의 녹색 부분이 광 밸브 (420) 에 의해 투사되어야 하는 경우 녹색 레이저만을 턴온하고, 픽셀의 청색 부분이 광 밸브 (420) 에 의해 투사되어야 하는 경우 청색 레이저만을 턴온하는 것을 동기화시킨다. 이러한 정합은, 단일한 디지털 광 밸브 칩을 갖는 시스템에서 컬러 필터를 제거되는 것을 허용하고, 신뢰도 및 효율을 개선하고, 디스플레이되는 이미지의 품질을 개선한다.

또한, 일부 실시형태에서는, 레이저 제어기 (180) 에 의해 레이저 반복 레이트가 조절되어, 디지털 광 밸브에서의 개별 미러와 같은 광 밸브 (420) 에서의 개별 엘리먼트의 응답 시간을 설명한다. 디지털 광 밸브는 마이크로-미러의 온/오프 응답의 펄스폭 변조에 의해 그레이스케일을 제어한다. 디지털 광 밸브의 개별 마이크로-미러는 오프 상태에서 온 상태로의 마이크로-미러의 회전과 관련된 상승 및 하강 시간을 갖는다. 특정 컬러 (예를 들어, 적색) 의 레이저 광의 버스트는 펄스의 시퀀스이다. 전술한 바와 같이, 비교적 높은 공칭 펄스 레이트의 선택은 그레이스케일의 제어를 용이하게 한다. (버스트의 많은 광 펄스가 투사 스크린쪽으로 편향될 수 있기 때문에) 높은 펄스 레이트는 비교적 작은 최소 미러 온타임이 사용될 수 있게 한다.

일 실시형태에서는, 광원 (100) 에서 각각의 레이저의 펄스 반복 레이트가 조절되어, 디지털 광 밸브의 마이크로-미러의 가장 크리티컬한 상승/하강 부분에서 광학적 응답을 최적화한다. 예를 들어, 디지털 광 밸브의 미러는 10 도 내지 15 도와 같은 한정된 범위의 이동 내에서 틸트한다. 그러나, 최후의 1 내지 2 도의 틸트는 그레이스케일의 제어에 큰 영향을 미친다. 마이크로-미러의 턴온/턴오프 응답에 기초하여 반복 레이트를 조절함으로써, 디지털 광 밸브의 광 응답이 최적화될 수도 있다. 또한, 디지털 광 밸브 및 각각의 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 의 충분한 동기화로, 각각의 레이저 어레이 버스트의 턴온 및 턴오프는, 마이크로-미러의 위상의 턴온 또는 턴오프에 관한 정확한 시점에 펄스의 트레인의 개시 또는 정지를 정확하게 할 수도 있다. 또한, 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 의 반복 레이트는 버스트 동안 동적으로 변화할 수도 있음을 이해할 것이다.

일 실시형태에서는, 각각의 어레이 (105, 110 115) 를, 유효 펄스 레이트를 증가시키기 위해 상이한 위상으로 구동하는 개별 서브 섹션 ("서브 어레이") 으로 분할함으로써, 유효 펄스 레이트가 증가된다. 이 실시형태에서, 단일 컬러의 상이한 서브 어레이 각각은, 서로 동위상으로 지연된 개별 드라이버로 펄스화된다. 펄스 차이는, 예를 들어, 각 컬러에 대한 펄스의 총 반복 레이트를 증가시키기 위해, 서브 어레이의 수만큼 분할된 펄스 반복 레이트의 일부로 선택될 수도 있다. 이것은, 임의의 적절한 그레이 스케일을 달성하고 디지털 미러 펄스 폭 및 마이크로-미러의 상승 및 하강 시간에 부합하기 위해, 어레이의 임의의 개별 엘리먼트에 대한 임의의 펄스 반복 레이트 제한을 극복할 것이다.

도 5 는 광원 (500) 에서 각각의 레이저로부터의 광 출력을 광 밸브 (540) 의 프로파일에 매칭되는 프로파일로 변환하도록 설계된 광 렌즈 시스템 (505; 체커보드 패턴으로 도시됨) 을 포함하는 투사 시스템의 일 실시형태를 도시한다. 예를 들어, 개별 레이저 엘리먼트 (510) 는, 그 출력을 광 밸브 (540) 의 출력에 매칭되는 광 출력으로 변환하는 광 엘리먼트를 갖는다. 유사하게, 또 다른 개별 레이저 엘리먼트 (520) 는, 그 출력을 광 밸브의 출력에 매칭되는 광 출력으로 변환하는 광 엘리먼트를 갖는다. 이러한 구성의 이점은, 광 밸브 (540) 표면에서의 광 균일성이 광원 (500) 의 개별 레이저 엘리먼트의 동작에 대해 독립적이라는 것이다. 즉, 광 렌즈 시스템 (505) 의 결과는, 동일한 프로파일을 갖는 광 밸브 (540) 에서 각 레이저 오버랩으로부터의 출력이다. 따라서, 개별 레이저 엘리먼트 (510 또는 520) 의 하나 이상의 실패는 광 밸브 (540) 를 가로지르는 조사 균일성에 영향을 미치지 않을 것이다. 그 결과, 하나의 개별 레이저 엘리먼트가 실패한 경우, 다른 레이저 엘리먼트의 전력 출력이 증가되어 조사 균일성에서의 변화 없이 전력에서의 손실을 보상한다. 또한, 이러한 구성은, 전력 출력을 유지하기 위해 요구되는 턴온된 여분의 레이저의 사용을 용이하게 한다.

일 실시형태에서, 광 렌즈 시스템 (505) 은 광원 (500) 의 각 레이저 빔을 디지털 광 밸브 (520) 상에 이미지되는 사각형의 탑-햇 강도 프로파일 (510) 로 투사한다. 회절 광 엘리먼트와 같은 광 엘리먼트가 사용되어, 광원 (500) 에서 각각의 엘리먼트로부터의 원형 가우시안 레이저 빔을, 광 밸브의 전체 영역을 효율적으로 커버하기 위해 순차적으로 유도되어 전면 또는 후면 투사 스크린상에 순차적으로 이미지되는 사각형의 탑-햇 광학 분포로 변환한다. 이러한 렌즈 시스템은 반사적, 회절적 또는 투과적일 수도 있고, 예를 들어, 유리 렌즈 어레이 또는 디지털 광 렌즈 시스템으로부터 제조될 수도 있다. 디지털 광 렌즈 시스템은 플라스틱과 같은 다양한 재료로부터 제조될 수도 있다. 디지털 광 렌즈 시스템은 알라바마 헨트스빌의 MEMS Optical 사와 같은 다양한 판매자로부터 이용할 수 있다. 일 예로, 광 렌즈 시스템 (505) 은, 원형 가우시안 레이

저 빔을 각각 생성하는 레이저의 어레이에 대해 탐-햇 강도 분포를 생성하도록 설계된 비대칭적 쌍광 렌즈 구성을 포함할 수도 있다. 더 일반적으로는, 광 렌즈 시스템은, 광 밸브 (540) 상에 이미지되는 원하는 강도 프로파일, 광원 (500) 에서 레이저 배열의 선택, 및 광원 (500) 에서 각 레이저의 빔 특성을 고려하는 광 모델링 기술을 사용하여 설계될 수도 있다.

광 렌즈 시스템 (505) 은, 어레이에서 각각의 레이저가 디지털 광 밸브의 프로파일에 거의 매칭되는 광 빔 프로파일을 갖도록 허용한다. 광 렌즈 시스템은, 어레이에서 각각의 레이저가 디지털 광 밸브에 투사되는 거의 동일한 사각의 탐-햇 강도 프로파일을 갖도록 설계되는 것이 바람직하다. 이것은, 각각의 레이저를 디지털 광 밸브에 거의 완벽하게 매칭시킨다. 또한, LP 시스템의 전체 광 시스템은 광 렌즈 시스템 (505) 의 추가에도 불구하고 통상의 3 프리즘 이색 렌즈 시스템이 LP 시스템에서 제거되기 때문에 더 저렴할 수도 있다. 또한, 다른 레이저의 전력을 조절함으로써 개별 레이저의 실패를 설명할 수 있다. 도 5 의 시스템은, 투사 시스템이 균일한 광 강도를 갖게 허용하고, 어레이로부터 전체 광 전력을 제어할 수 있어서 시스템의 전체 수명동안 그 강도를 유지할 수 있게 한다. 이것은, 어레이의 구동 전류를 증가시킴으로써 또는 나중에 턴온될 수도 있는, 어레이에 추가적인 (여분의) 레이저 엘리먼트를 가짐으로써 달성될 수도 있다.

각각의 표면 발산 레이저 어레이 (105, 110 및 115) 는, 모든 엘리먼트가 직렬이 되도록 또는 직렬과 병렬의 조합이 되도록 배선될 수도 있다. 이것은, 감소된 전류 및 감소된 저항열에 기인하여 전원에 개선된 효율성을 허용한다. 또한, 직렬 배선된 어레이는 열 손실을 회피하기 위해 하나의 전류로 구동될 것이다. 또한, 각각의 컬러 서브어레이는, 항상 온되어 있고 컬러 필터 휠을 사용하여 다른 파장은 거부하고 1 컬러만을 선택하는 램프에 비해 순차적으로 1/3 시간만 구동될 수 있다.

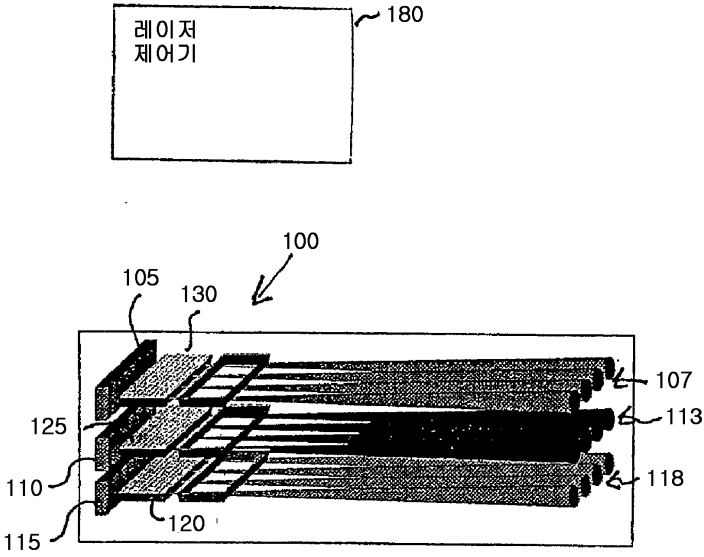
3 원색을 생성하는 광원에 관하여 본 발명을 설명했지만, 또한, 광원 (100 및 500) 은, 원하는 출력 컬러를 갖는 빔을 달성하도록 레이저 어레이의 특징 및 수를 선택함으로써 상이한 시퀀스의 컬러 또는 3 이상의 색을 생성하는데 적합할 수도 있다. 따라서, 본 발명은 적, 녹 및 청 (RGB) 광원에 기반한 광 투사 시스템에 한정되는 것이 아님을 이해할 것이다. 예를 들어, 광 투사 시스템이 RGB 와는 다른 세트의 컬러를 요구하면, 본 발명의 광원 (100 및 500) 은, 광 투사 시스템에 요구되는 상이한 컬러 각각을 생성하는 레이저의 어레이를 포함하는데 적합할 수도 있다. 또한, 비선형 주파수 변환은 주파수 3 배화 또는 4 배화로 연장될 수도 있음을 이해할 것이다.

일부 타입의 공간 변조기는 편광된 광에서 가장 효율적으로 동작한다. 일 예로, 특정 타입의 액정 변조기는 편광된 광을 변조한다. 일부 실시형태에서, 광원 (100 및 500) 은, 편광된 광을 변조하는 공간 변조기에 의한 변조를 용이하게 하도록 선택된 편광으로 설계됨을 이해할 것이다.

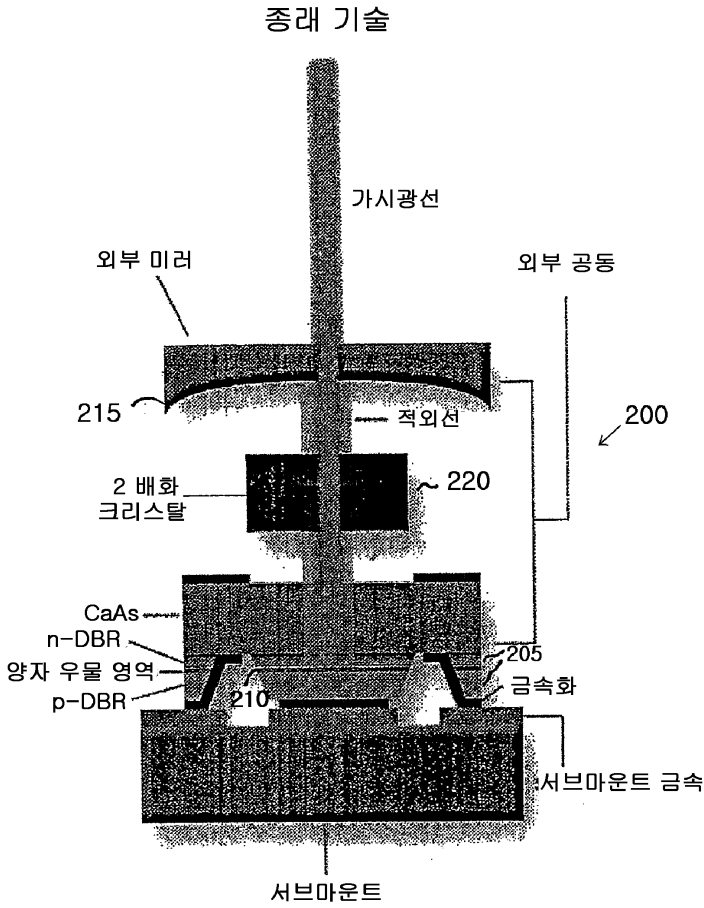
설명을 위해, 전술한 기술은 본 발명의 철저한 이해를 제공하도록 특정한 용어를 사용하였다. 그러나, 본 발명을 실행하기 위해 특정한 세부사항들이 요구되지는 않는 것은 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명의 특정 실시형태들의 전술한 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제공된다. 전술한 설명은 본 발명을 정확한 형태로 규명하거나 한정하려는 것이 아니며; 전술한 교시의 관점에서 다양한 변형에 및 변화가 가능함은 명백하다. 실시형태들은 본 발명의 원리 및 실용적 애플리케이션을 최상으로 설명하기 위해 선택되고 설명되었으며, 따라서, 당업자가 본 발명 및 다양한 실시형태들을 고려되는 특정한 용도에 적합하도록 다양한 변형을 사용하여 최상으로 이용할 수 있게 한다. 다음의 청구항 및 그 균등물이 본 발명의 범주를 정의하도록 의도되었다.

도면

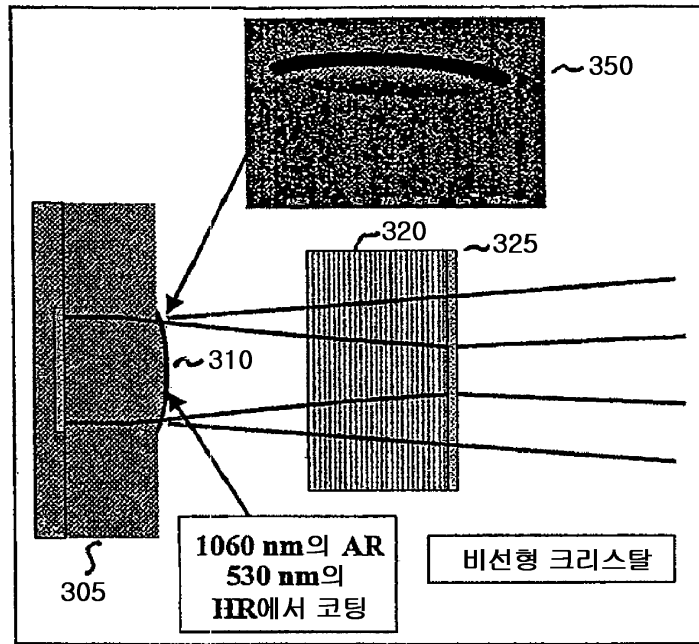
도면1



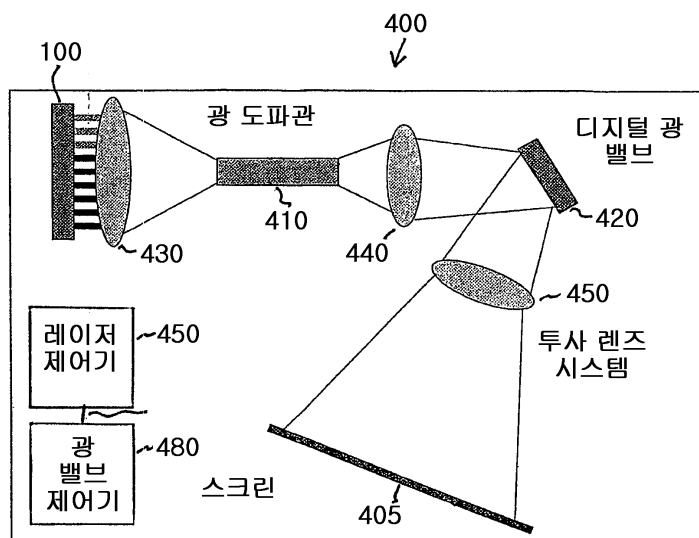
도면2



도면3



도면4



도면5

