



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0112012
(43) 공개일자 2014년09월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/183 (2006.01) H01L 31/0248 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7015966
(22) 출원일자(국제) 2012년01월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년06월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/021066
(87) 국제공개번호 WO 2013/105959
국제공개일자 2013년07월18일

(71) 출원인
휴렛-팩커드 디벨롭먼트 컴퍼니, 엘.피.
미국 텍사스주 77070 휴스턴 콤팩트 센터 드라이브
웨스트 11445
(72) 발명자
파탈 데이비드 에이.
미국 94304-1100 캘리포니아주 팔로알토 페이지
밀 로드 1501
뷰솔레일 레이몬드 쥐.
미국 94304-1123 캘리포니아주 팔로알토 엠에스
1123 페이지 밀 로드 1501
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

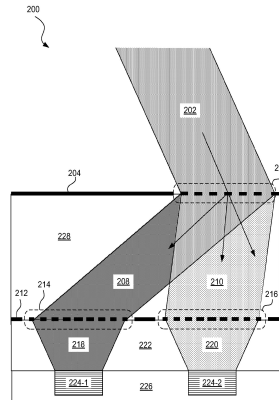
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 집적된 서브-파장 격자 시스템

(57) 요약

집적된 격자 요소 시스템은, 2개 이상의 광전자 콤포넌트를 포함하는 광전자 기관층 상에 형성된 제1 투명층과, 제1 투명층 상에 배치되고, 광전자 콤포넌트의 활성 영역과 정렬되는 상태로 형성된 2개 이상의 서브-파장 격자 요소를 포함하는 제1 격자층과, 광이 제2 격자층 내에 형성된 회절 격자 요소와 2개 이상의 서브-파장 격자 요소 사이에서 전파되도록 제1 격자층으로부터 거리를 두고 위치한 제2 격자층을 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

피오렌티노 마르코

미국 94304-1100 캘리포니아주 팔로알토 페이지 밀
로드 1501

로젠버그 폴 케슬러

미국 94304-1100 캘리포니아주 팔로알토 페이지 밀
로드 1501

모리스 테렐

미국 75040 텍사스주 가랜드 에스. 9번 스트리트
714

특허청구의 범위

청구항 1

집적된 격자 요소 시스템에 있어서,

2개 이상의 광전자 콤포넌트를 포함하는 광전자 기관층 상에 형성된 제1 투명층;

상기 제1 투명층 상에 배치되고, 상기 광전자 콤포넌트의 활성 영역과 정렬되는 상태로 형성된 2개 이상의 서브-파장 격자 요소를 포함하는 제1 격자층; 및

광이 제2 격자층 내에 형성된 회절 격자 요소와 상기 2개 이상의 서브-파장 격자 요소 사이에서 전파되도록 상기 제1 격자층으로부터 거리를 두고 있는 제2 격자층

을 포함하는 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 격자층과 상기 제2 격자층 간의 상기 거리에는 제2 투명층이 포함되어 있는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 격자층과 상기 제2 격자층 사이의 광을 상기 회절 격자 요소와 상기 서브-파장 격자 요소 사이에서 바운스(bounce)하도록 위치되는 반사성 표면을 더 포함하는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 2개 이상의 광전자 콤포넌트는 상이한 파장의 광을 상기 서브-파장 격자 요소에 투사하기 위해 광원을 포함하는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 서브-파장 격자 요소는 상기 광원으로부터 투사된 광을 상기 제2 격자층 내에 형성된 상기 회절 격자 요소 쪽으로 시준하고 각을 이루도록 하는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 2개 이상의 광전자 콤포넌트는 상기 서브-파장 격자 요소로부터 상이한 파장의 광을 수광하기 위해 광검출기 디바이스를 포함하는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 회절 격자 요소는 입사광을 파장에 따라 복수 방향으로 스플리트(split)하며, 상기 방향이 상기 서브-파장 격자 요소를 가리키는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 서브-파장 격자 요소는 사전에 정해진 방식으로 광에 영향을 미치기 위해 격자 특징부 파라미터의 2차원의 비주기적 변동을 포함하는, 집적된 격자 요소 시스템.

청구항 9

집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법에 있어서,

2개 이상의 광전자 콤포넌트를 포함하는 광전자 기관층 상에 제1 투명층을 형성하는 단계;

상기 제1 투명층 상에 제1 격자층을 형성하는 단계;

상기 광전자 콤포넌트의 활성 영역과 정렬되는 2개 이상의 서브-파장 격자 요소를 상기 제1 격자층에 형성하는 단계;

상기 제1 격자층으로부터 거리를 두고 제2 격자를 형성하는 단계; 및

광이 회절 격자와 상기 2개 이상의 서브-파장 격자 요소 사이에서 전파되도록 정렬된 회절 격자 요소를 상기 제2 격자층에 형성하는 단계

를 포함하는, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 격자층과 상기 제2 격자층 사이의 광을 상기 회절 격자 요소와 상기 서브-파장 격자 요소 사이에서 반사하는 단계를 더 포함하는, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 2개 이상의 광전자 콤포넌트는 상이한 파장의 광을 상기 서브-파장 격자 요소에 투사하기 위해 광원을 포함하는, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 서브-파장 격자 요소로, 상기 광원으로부터의 광을 상기 회절 격자 요소 쪽으로 시준하고 기울어지게 하는 단계를 더 포함하는, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 2개 이상의 광전자 콤포넌트는 상기 서브-파장 격자 요소로부터 상이한 파장의 광을 수광하기 위해 광검출기 디바이스를 포함하는, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 회절 격자 요소로, 입사광을 파장에 따라 복수 방향으로 스플리트하는 단계를 더 포함하며, 상기 방향이 상기 서브-파장 격자 요소를 가리키는, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 방법.

청구항 15

집적된 서브-파장 격자 요소 시스템에 있어서,

집적회로 칩을 포함하며, 상기 집적회로 칩이,

광전자 콤포넌트의 어레이를 포함하는 광전자 기관층 상에 형성된 제1 투명층;

상기 제1 투명층 상에 배치되고, 상기 광전자 콤포넌트의 활성 영역과 정렬되는 상태로 형성된 2개의

서브-파장 격자 요소의 어레이를 포함하는 제1 격자층;

상기 제1 격자층 상에 형성된 제2 투명층; 및

상기 제2 투명층 상에 형성되며, 회절 격자 요소의 어레이를 포함하며, 각각의 상기 회절 격자 요소가, 상이한 파장의 2개 이상의 상기 서브-파장 격자 요소 사이의 광을 커플링하도록 구성되는, 제2 격자층을 포함하는, 집적된 서브-파장 격자 요소 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 집적된 서브-파장 격자 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광엔진은 전자 데이터를 고속으로 전달하기 위해 흔히 이용된다. 광엔진은 전기 신호를 광신호로 변환하고, 그 광신호를 전송하고, 광신호를 수신하고, 그 광신호를 다시 전기 신호로 변환하는 하드웨어를 포함한다. 전기 신호는 레이저와 같은 광원 디바이스를 변조하기 위해 이용될 때에는 광신호로 변환된다. 그리고 나서, 광원으로 부터의 광은 광섬유와 같은 광전송 매체에 커플링된다. 광은 다양한 광전송 매체를 통해 광네트워크를 가로 지르고 자신의 목적지에 도달한 후에 광검출기와 같은 수광 디바이스 내로 커플링된다. 광검출기는 그 후 디지털 처리 회로에 의해 사용하기 위해 수신된 광신호를 기반으로 하는 전기 신호를 발생한다.

[0003] 광엔진을 이용하는 회로는 포토닉 회로(photonic circuitry)로 지칭되는 경우가 많다. 포토닉 회로를 포함하는 다양한 컴포넌트는 광도파관, 광증폭기, 레이저 및 검출기를 포함할 수도 있다. 포토닉 회로에 사용되는 한 가지 공통적인 컴포넌트는 수직 캐비티 표면 발광 레이저(Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)이다. 통상적으로, 복수의 VCSEL이 하나의 칩에 형성되고, 광전송 회로를 위한 광원으로서 작용한다. VCSEL에 의해 방출된 광은 통상적으로 렌즈들의 시스템을 이용하여 광전송 매체 내로 포커싱된다.

[0004] 이 렌즈들의 시스템은 또한 멀티플렉서 또는 디멀티플렉서 중의 하나로서 동작할 수도 있다. 이들 컴포넌트는 파장 분할 다중화(WDM) 기술을 활용하는 광네트워크용으로 이용될 수도 있다. WDM 기술은 단일 광섬유를 통한 광의 여러 파장의 전송을 허용한다. 이것은 그 단일 광섬유를 통해 여러 개의 통신 채널을 제공하고, 그러므로 더 큰 대역폭을 허용한다. 대역폭은 특정한 단위의 시간 동안에 전달될 수 있는 데이터의 양을 지칭한다. WDM 시스템에서, 멀티플렉서는 복수의 전송 매체 간에 신호를 분할하기 위해 이용되고, 디멀티플렉서는 복수의 신호를 다시 단일 전송 매체 내로 조합하기 위해 이용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 전술한 바와 같이, 렌즈들의 시스템 및 격자 또는 프리즘과 같은 기타 컴포넌트는 광을 파장에 따라 분할하기 위해 멀티플렉서로서 이용된다. 이에 부가하여, 광요소의 시스템은 복수 파장의 신호들을 단일 광전송 매체 내로 조합하기 위해 이용된다. 이러한 광시스템의 사용은 비교적 많은 양의 공간을 차지한다. 이에 부가하여, 이러한 렌즈 시스템의 제조는 복잡하고, 비용이 많이 소요되며, 비교적 많은 양의 공간을 차지할 수도 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따라, 집적된 격자 요소 시스템이 제공되며, 상기 집적된 격자 요소 시스템은, 2개 이상의 광전자 컴포넌트를 포함하는 광전자 기관층 상에 형성된 제1 투명층과, 상기 제1 투명층 상에 배치되고, 상기 광전자 컴포넌트의 활성 영역과 정렬되는 상태로 형성된 2개 이상의 서브-파장 격자 요소를 포함하는 제1 격자층과, 상기 제2 격자층 내에 형성된 회절 격자 요소와 상기 2개 이상의 서브-파장 격자 요소 사이에서 전파되도록 상기 제1 격자층으로부터 거리를 두고 있는 제2 격자층을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 첨부 도면은 본 명세서에 개시되는 원리의 다양한 예를 예시하며, 본 명세서의 일부분을 이룬다. 이들 도면은 단지 예에 불과하며, 청구항들의 범위를 한정하지 않는다.

도 1은 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른 예시의 광시스템을 도시하는 도면이다.

도 2는 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템을 도시하는 도면이다.

도 3은 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른 서브-파장 격자 시스템의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 4는 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른, 멀티플렉서로서 이용되는 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템을 도시하는 도면이다.

도 5는 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른, 디멀티플렉서로서 이용되는 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템을 도시하는 도면이다.

도 6은 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른, 각도 분산(angular spread)을 증가시키기 위해 이용되는 얇은 투명층 및 반사성 표면을 갖는 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템을 도시하는 도면이다.

도 7은 본 명세서에 개시된 원리의 일례에 따른, 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 예시의 방법을 도시하는 도면이다.

도면의 전반에 걸쳐, 동일한 도면 부호는 유사하지만 반드시 동일할 필요는 없는 구성요소를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 이러한 문제점 및 기타 문제점의 면에서, 본 발명은 복수의 광전자 콤포넌트(optoelectronic component)와 단일 점 간에 모노리식 방식(monolithic manner)으로 광을 지향시킬 수 있는 집적된 서브-파장 격자 시스템을 개시한다. 광전자 콤포넌트는 VCSEL와 같은 광원 디바이스 또는 광검출기와 같은 광검출 디바이스 중의 하나를 지칭한다.
- [0009] 특정한 예시의 예에 따라, 집적회로 칩은 광전자 기관에 형성된 다수의 광전자 콤포넌트를 포함한다. 투명층이 광전자 기관의 정부(top) 상에 직접 배치되어 광전자 콤포넌트를 덮는다. 격자층은 투명층의 정부 상에 형성된다. 서브-파장 격자 요소는 광전자 기관 내에 형성된 광전자 콤포넌트의 활성 영역과 정렬되는 상태로 격자층에 형성된다. 아래에 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 이들 서브-파장 격자 요소의 패턴은 격자 요소가 광의 빔을 포커스하거나, 시준하거나, 또는 방향 전환할 수 있다는 점에서 격자 요소가 렌즈와 유사하게 동작하도록 되어 있다.
- [0010] 제2 투명층이 제1 격자층의 정부 상에 형성된다. 그리고나서, 제2 격자층이 제2 투명층 상에 형성된다. 그 후, 제2 격자층에 하나 이상의 회절 격자가 형성된다. 회절 격자는 복수 파장의 입사빔을 복수 방향으로 스플리트(split)하여, 상이한 파장의 광이 상이한 방향으로 전파하도록 설계될 수 있다. 회절 격자 및 서브-파장 격자는 광이 제2 투명층을 통해 두 가지 타입의 격자들 간에 커플링되도록 설계된다. 이러한 방식으로, 2개의 격자층은 광 멀티플렉서 또는 광 디멀티플렉서로서 동작할 수 있다. 광 멀티플렉싱은 각각 광의 상이한 파장을 이용하는 복수의 데이터 스트림이 단일 광전송 매체를 통해 전파할 수 있도록 한다. 이러한 광전송 매체는 이러한 것으로 한정되지 않는 글래스 파이버 또는 폴리머 도파관을 포함할 수 있다. 광의 복수 파장을 단일 매체를 통해 전파하는 것은 매체의 데이터 용량을 크게 증가시킨다.
- [0011] 광전자 요소가 VCSEL과 같은 광원 디바이스인 경우, 제1 격자층 내에 형성된 서브-파장 격자 요소는 입사빔을 제2 투명층을 통해 제2 격자층 내에 형성된 회절 격자를 향해 시준하고 방향 전환하도록 설계된다. 회절 격자는, 그 특정 각도로부터의 그 특정 주파수의 광을 수광하고, 그 광을 격자 시스템 외측의 특정한 방향으로 지향시키도록 설계된다. 회절 격자 렌즈는, 복수의 서브-파장 격자 요소로부터 상이한 파장의 광의 빔을 수광하고, 이들 빔의 각각을 단일 방향으로 지향시키도록 설계된다. 이러한 방식으로, 격자 시스템은 복수 파장의 광을 단일 광전송 매체 내로 조합함으로써 광 멀티플렉서로서 동작한다.
- [0012] 광전자 요소가 광검출 디바이스인 경우, 제2 격자층의 회절 격자는, 입사빔을 별개의 다수의 빔으로 스플리트하고, 이와 동시에 각각의 빔을 구조체 내의 특정한 지점을 향해 방향 전환하도록 설계된다. 회절 격자와 제1 격자층의 서브-파장 격자의 위치설정은 회절 격자로부터의 빔이 이들 서브-파장 격자를 향해 지향되도록 이루어진다. 서브-파장 격자의 패턴은 이들이 회절 격자로부터 수광된 광을 기관 내의 광검출 광전자 콤포넌트를 향해 포커싱하도록 이루어진다. 이러한 방식으로, 격자 시스템은 단일 광전송 매체를 통해 전파하는 상이한 파장의 광을 수광하고 그 광을 상이한 파장의 복수의 빔으로 분할함으로써 디멀티플렉서로서 동작한다.
- [0013] 이하의 기술 내용에서는, 설명을 목적으로, 본 시스템 및 방법의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 구체적인

세부 구성이 설명된다. 그러나, 당업자는 본 장치, 시스템 및 방법이 이들 구체적인 세부 구성 없이도 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 명세서에서의 "일례" 또는 그와 유사한 표현으로 지칭하는 것은 그 예와 관련하여 기술된 특정한 특징부, 구조 또는 특성이 기술된 바대로 포함되지만, 다른 예에서는 포함되지 않을 수도 있다는 것을 의미한다.

[0014] 도면을 참조하면, 도 1은 광시스템(100)을 예시하는 다이어그램이다. 특정한 예시의 예에 따라, 광시스템(100)은 광전자 콤포넌트(102)를 포함한다. 광전자 콤포넌트는 VCSEL과 같은 광원 디바이스 또는 광검출기와 같은 수광 디바이스 중의 하나이어도 된다. 광전자 콤포넌트(102)의 활성 영역(104)은 광을 실제로 방출하거나 검출하는 부분이다. 렌즈 시스템(106)은 통상적으로 광전자 콤포넌트(102)와 광전송 매체(108) 간에 광(110, 112)을 커플링하기 위해 이용된다.

[0015] 예컨대, 광전자 콤포넌트가 VCSEL인 경우, 활성 영역(104)은 광(110)을 렌즈 시스템(106) 내로 투사한다. 렌즈 시스템(106)은 사전에 정해진 방식으로 광에 영향을 주도록 설계되는 다수의 렌즈를 포함할 수도 있다. 구체적으로, 렌즈 시스템(106)은 시스템 내의 광의 곡률, 렌즈들 간의 거리, 및 광전자 콤포넌트(102) 자체의 성질을 포함한 다양한 요인에 기초하여 광(112)을 광전송 매체(108) 내로 포커싱한다. 렌즈 시스템(106)의 사용은 광전자 콤포넌트(102)와 광전송 매체(108) 간의 렌즈 시스템의 정밀한 배치를 수반한다. 이러한 정밀성은 제조 공정을 복잡하게 하고, 그에 따라 비용을 증가시킨다.

[0016] 이러한 문제점의 면에서, 본 명세서는 모노리식 방식으로 칩 상에 직접 집적될 수 있는 광요소의 층을 제조하는 방법 및 시스템을 개시한다. 그러므로, 칩 자체는 칩의 설계 용도에 따라 광을 포커싱, 멀티플렉싱 또는 디멀티플렉싱하기 위해 이용되는 광요소를 포함한다. 상세한 설명 및 첨부된 청구범위의 전반에 걸쳐, "서브-파장 격자 요소"라는 용어는 격자 특징부의 크기가 격자 요소를 통과할 광의 파장보다 작은 광요소로서 해석될 것이다.

[0017] 도 2는 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템(200)을 도시하는 도면이다. 특정한 예시의 예에 따라, 광전자 기관(226) 내에 다수의 광전자 콤포넌트(224)가 형성된다. 광전자 기관은 광전자 콤포넌트가 안에 형성되는 칩을 지칭한다. 광전자 기관층(226) 및 그 안에 형성된 광전자 콤포넌트(224)의 정부 상에 제1 투명층(222)이 형성된다. 제1 투명층(222)의 정부 상에 제1 격자층(212)이 형성된다. 제1 격자층은 광전자 콤포넌트(224)의 활성 영역과 정렬되는 상태로 형성된 다수의 서브-파장 격자 요소(214, 216)를 포함한다. 제1 격자층(212)의 정부 상에 제2 투명층(228)이 형성된다. 제2 투명층(228)의 정부 상에는 제2 격자층(204)이 형성된다. 제2 격자층(204)에는 회절 격자 요소(206)가 형성된다.

[0018] 광전자 기관(226)은 표준 집적회로 제조 공정에서 사용되는 표준 반도체 재료이어도 된다. 투명층(222, 228)은 그 재료를 통한 광 주파수에서의 전자기 방사선의 전파를 허용하는 어떠한 재료로도 이루어질 수 있다. 예컨대, 투명층(222, 228)은 산화물 재료로 이루어질 수도 있다.

[0019] 도 2에 도시된 예에서, 광전자 콤포넌트(224)는 광검출 디바이스이다. 그러므로, 격자 시스템은 디멀티플렉서로서 동작한다. 특정한 예시의 예에 따라, 광의 빔(202)은 회절 격자(206)에 입사된다. 이 광의 빔(202)은 복수 파장의 광을 포함할 수도 있다. 광의 빔이 회절 격자 요소(206)에 충돌할 때, 이 광의 빔은 회절 격자 요소(206)의 다른 면 상의 파장에 따라 분리될 것이다.

[0020] 회절 격자는 불투명 재료에 다수의 주기적 개구부를 포함한다. 그러므로, 광은 이들 개구부에서만 회절 격자를 통과하도록 허용된다. 각각의 이들 개구부는 근본적으로 광이 충돌하는 면의 반대 면에 대한 점 소스(point source)로서 동작한다. 회절 격자의 출력 면 상의 임의의 점에서의 광의 파면(wavefront)은 각각의 개구부를 통과하는 광의 조합이 된다. 이들 파는 특정한 방향이 각각의 개구부로부터의 광의 가중(summation)에 의해 최대 세기에 있게 되도록 하는 방식으로 보강적으로 또는 상쇄적으로 상호작용할 것이다. 어느 각도가 근본적으로 광의 빔을 전파할지를 설명하는 수식은 다음과 같다:

[0021]
$$d(\sin(T_m) - \sin(T_i)) = m\lambda \quad (\text{수식 1})$$

[0022] 여기서,

[0023] d = 회절 격자의 개구부의 직경

[0024] T_m = 광이 최대치가 되는 각도

[0025] T_i = 광이 회절 격자에 입사하는 각도

- [0026] m = 정수, 및
- [0027] λ = 입사광의 파장
- [0028] 상기한 수식으로부터 알 수 있는 바와 같이, 상이한 파장은 회절 격자 요소로부터의 상이한 각도에서 최대치를 가질 것이다. 그러므로, 복수 파장의 광을 포함하는 광의 입사빔(202)이 회절 격자 요소(206)에 입사하면, 광의 상이한 파장이 회절 격자 요소(206)의 다른 면 상에서 상이한 각도로 지향될 것이다. 이 예에서, 광의 빔은 광의 2개의 파장을 포함한다. 광의 빔(202)이 회절 격자 요소(206)를 통과할 때, 하나의 파장의 광의 제1 빔(208)은 하나의 각도로 제2 투명층(228)을 통해 전파하는 한편, 상이한 파장의 광의 제2 빔(210)은 상이한 각도로 제2 투명층(228)을 통해 전파한다.
- [0029] 서브-파장 격자(216)에 관련한 회절 격자(206)의 배치는 광의 빔(208, 210)이 이들 빔의 기지의 파장(known wavelength)에 기초하여 이들 서브-파장 격자(214, 216)를 향해 지향되도록 이루어진다. 이에 부가하여, 서브-파장 격자에 입사될 빔의 기지의 파장에 기초하여, 서브-파장 격자는 적절한 각도로부터의 광을 직접 광검출 광 콤포넌트(224)를 향해 방향 전환하도록 설계될 수 있다.
- [0030] 예컨대, 제1 서브-파장 격자(214)는 특정 각도로부터 인입하는 광을 광전자 콤포넌트(224-1)를 향해 지향시키도록 설계될 수도 있다. 구체적으로, 광빔(208)이 서브-파장 격자(214)를 통과할 때, 이 광빔은 광검출 광전자 콤포넌트(224-1)의 활성 영역을 목표로 하는 포커싱된 빔(218)이 될 것이다. 마찬가지로, 다른 서브-파장 격자(216)를 통과하는 광의 빔(210)은 다른 광검출 광전자 콤포넌트(224-2)의 활성 영역을 향해 지향된 포커싱된 빔(220)이 될 것이다. 이러한 방식으로, 상이한 광전자 콤포넌트(224)는 동일한 광전송 매체를 통해 동시에 전파될 수 있는 상이한 데이터 스트림과 함께 작동할 수 있다.
- [0031] 도 3은 서브-파장 격자 요소(300)의 예시의 평면도를 도시하는 도면이다. 이러한 서브-파장 격자 요소는 전술한 바와 같이 이용될 수 있다(예컨대, 도 2에서의 214 및 216). 특정한 예시의 예에 따라, 서브-파장 격자 요소(300)는 격자층(310)에 형성된 2차원 패턴이다. 격자층(310)은 규소 또는 게르마늄과 같은 단일 원소 반도체로 구성될 수도 있다. 이와 달리, 격자층은 III-V 반도체와 같은 화합물 반도체로 구성될 수 있다. 로마 숫자 III과 V는 원소 주기율표의 IIIa 열과 Va 열의 원소를 나타낸다.
- [0032] 전술한 바와 같이, 격자층(310)은 투명층의 정부 상에 형성된다. 격자층(310) 재료는 아래의 투명층보다 높은 굴절률을 갖도록 선택될 수 있다. 격자층과 투명층 간의 이러한 비교적 높은 굴절률의 차이에 의해, 서브-파장 격자 요소는 하이-콘트라스트 서브-파장 격자 요소로서 지칭될 수 있다.
- [0033] 격자 패턴은 상보형 금속 산화물 반도체(CMOS) 호환 기술을 이용하여 서브-파장 격자 요소를 형성하기 위해 격자층(310)에 형성될 수 있다. 예컨대, 서브-파장 격자 요소(300)는 웨이퍼 본딩 또는 화학적 또는 물리적 기상 증착을 이용하여 투명층의 평면 표면 상에 격자층(310)을 침적함으로써 제조될 수 있다. 그리고나서, 포토리소 그래피 기술을 이용하여 격자층(310)의 일부분을 제거함으로써 그 아래의 투명층(304)을 노출시킬 수 있다. 격자층(310)의 일부분을 제거하는 것은 다수의 격자 특징부(302)가 남도록 할 것이다. 도 3의 예에서, 격자 특징부(302)는 포스트(post)이다. 그러나, 몇몇 경우에, 격자 특징부는 홈(groove)이어도 된다.
- [0034] 격자 특징부(302)들의 중심 간 거리는 격자 상수(308)로서 지칭된다. 격자 상수(308)는 서브-파장 격자 요소가 원하지 않는 방식으로 광을 산란시키지 않도록 선택된다. 원하지 않는 산란은 격자 상수를 적절하게 선택함으로써 방지될 수 있다. 서브-파장 격자는 또한 주기적이지 않아도 된다. 즉, 포스트의 직경 또는 홈의 폭과 같은 격자 특징부의 파라미터는 서브-파장 격자 요소(300)의 영역을 가로질러 변동될 수도 있다. 격자 특징부(302)의 치수(306) 및 격자 상수(308)의 길이 둘 모두는 서브-파장 격자 요소를 통해 진행하는 VCSEL에 의해 생성된 광의 파장보다 작다.
- [0035] 격자 상수(308) 및 격자 특징부 파라미터는 서브-파장 격자 요소(300)가 특정한 기능을 수행하도록 이루어질 수 있도록 선택될 수 있다. 예컨대, 서브-파장 격자 요소(300)는 특정한 방식으로 광을 포커싱하도록 설계될 수 있다. 이와 달리, 서브-파장 격자 요소(300)는 광을 시준하도록 설계될 수도 있다. 이에 부가하여, 서브-파장 격자 요소는 시준된 빔을 특정한 각도로 기울어지게 할 수도 있다. 몇몇 경우에, 서브-파장 격자 요소는 광의 빔을 스플리트하거나 굽어지게 할 수도 있다. 특정한 기능을 위한 이러한 서브-파장 격자 요소를 설계하는 방법에 대한 더욱 세부적인 내용은 예컨대 2011년 10월 27일자로 공개된 미국 특허 공개 번호 2011-0261856에 기술되어 있다.
- [0036] 도 4는 멀티플렉서(400)로서 사용된 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템을 도시하는 도면이다. 전술한 바와

같이, 광 멀티플렉서는 상이한 파장의 상이한 광신호를 동일한 광전송 매체 내로 조합하여 이들 신호가 매체를 통해 동시에 전파할 수 있도록 하기 위해 이용될 수 있다.

[0037] 특정한 예시의 예에 따라, VCSEL과 같은 복수 광원(402)은 상이한 파장의 광을 투사하도록 설계된다. VCSEL(402)로부터의 광의 빔은 서브-파장 격자의 어레이(404)를 향해 투사된다. 그 어레이 내의 각각의 서브-파장 격자는 대응하는 VCSEL로부터의 광을 투명 매체(406)를 통해 단일 점을 향해 지향시키도록 특별하게 정렬되고 설계된다. 그 단일 점에서, 회절 격자의 어레이(408)로부터의 회절 격자가 그 광을 모아서 광전송 매체(410)를 향해 지향시킬 것이다.

[0038] 도 5는 디멀티플렉서(500)로서 사용된 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템을 도시하는 도면이다. 전술한 바와 같이, 광 디멀티플렉서는 광의 빔을 파장에 따라 분할한다. 그러므로, 단일 광전송 매체 내로 조합되는 상이한 파장을 갖는 광의 빔이 추가의 처리를 위해 분리될 수 있다.

[0039] 특정한 예시의 예에 따라, 복수-파장 광의 빔이 광전송 매체(502)의 밖으로 나갈 때, 이 빔은 회절 격자(504)를 향해 투사된다. 회절 격자는 파장에 따라 광을 분할하도록 설계된다. 광의 각각의 분리된 빔은 투명 매체(510)를 통해 전파된 후에 서브-파장 격자 요소의 어레이(506)의 서브-파장 격자 요소에 도달한다. 이들 서브-파장 격자 요소는 그 후 자신의 각각의 광빔을 광전자 검출기 디바이스(508)의 어레이를 향해 포커싱한다.

[0040] 몇몇 경우에, 광의 복수의 파장은 비교적 작은 차이로 될 수도 있다. 그러므로, 회절 격자를 통과할 때의 광의 각각의 빔에 대한 각도의 차이는 비교적 작게 될 수 있다. 이들 빔이 충분히 분리되어 이들 빔이 상이한 광요소를 향해 투사되도록 하기 위해, 회절 격자 요소와 서브-파장 격자 요소 사이의 투명층이 상대적으로 두껍게 될 수도 있다. 그러나, 가능한 가장 적은 양의 공간을 차지하도록 회로 및 칩을 설계하는 공통적인 목적에 의해, 이와 같이 두껍게 하는 것은 바람직하지 않을 것이다. 이하에서는 별개의 빔들 간의 파장의 차이가 비교적 작은 각도 확산을 산출하는 때에도 비교적 얇은 투명층을 이용하는 방법을 설명한다.

[0041] 도 6은 각도 확산을 증가시키기 위해 이용된 얇은 투명층 및 반사성 표면을 갖는 예시의 집적된 서브-파장 격자 시스템(600)을 도시하는 도면이다. 특정한 예시의 예에 따라, 광의 복수-파장 빔(604)이 광전송 매체(602)로부터 제2 격자층(608) 내에 형성된 회절 격자 요소(606)에 투사된다. 회절 격자 요소(606)는 광의 복수-파장 빔이 파장에 따라 스플리트되도록 한다. 이 예에서, 스플리트는 상이한 파장의 광의 2개의 빔(610, 612)을 발생한다.

[0042] 투명층(620)의 비교적 얇은 성질에 의해, 2개의 빔(610, 612)은 이들이 제1 격자층(618)에 도달하는 시간에 의해서는 충분히 떨어져 확산되지 않는다. 그러므로, 투명층(620)을 통해 이들 광빔을 역반사하기 위해 제1 격자층(618) 내에 반사성 요소(614)가 형성된다. 이에 부가하여, 광빔을 투명층(620)을 통해 제1 격자층(618)을 향해 반대로 바운스(bounce)하기 위해 제2 격자층(608) 내에 또 다른 반사성 요소(616)가 형성된다.

[0043] 광은 입사하는 각도와 동일한 각도로 반사성 표면으로부터 반사된다. 그러므로, 광이 투명층(620)을 통해 왔다 갔다 바운스됨에 따라 각도 확산은 일정하게 유지될 것이다. 몇몇 예에서, 광빔(610, 612)은 제1 격자층(618) 내에 형성된 서브-파장 격자 요소(622, 624)에 도달하기 전에 왔다갔다 여러 번 바운스될 수도 있다.

[0044] 서브-파장 격자 요소(622, 624)에 도달할 시에, 각각의 광빔은 대응하는 광전자 콤포넌트를 향해 적절하게 방향 전환되고 포커싱될 것이다. 예컨대, 제1 서브-파장 격자(622)는 광을 제1 빔(612)이 수광되는 각도로부터 제1 광전자 콤포넌트(626) 쪽으로 지향시키도록 설계된다. 마찬가지로, 제2 서브-파장 격자(624)는 광을 제2 빔(610)이 수광되는 각도로부터 제2 광전자 콤포넌트(628) 쪽으로 지향시키도록 설계된다.

[0045] 반사성 요소를 형성하기 위해 다양한 재료가 이용될 수 있다. 몇몇 경우에, 격자층의 일부분이 에칭으로 제거되고, 반사성 층으로 채워질 수 있다. 몇몇 경우에, 격자층이 배치되기 전에 투명층 상에 반사성 물질이 배치될 수도 있다. 몇몇 경우에, 특정한 반사성 요소가 형성되지 않고, 광이 내부 전반사에 기초하여 바운스된다. 내부 전반사는 광이 표면에 법선을 이루는 백터에 대한 특정한 임계각보다 큰 각도로 매체 경계를 때리는 프로세스를 지칭한다. 굴절률이 경계의 다른 면 상에서보다 낮고, 입사각이 임계각보다 크다면, 모든 광이 반사될 것이다. 이 경우, 투명층의 경계 외측의 재료가 투명 재료보다 낮은 굴절률을 갖는다면, 입사각이 임계각보다 크게 되는 한, 광은 내부에서 반사될 것이다.

[0046] 도 7은 집적된 서브-파장 격자 시스템을 형성하는 예시의 방법을 도시하는 흐름도(700)이다. 특정한 예시의 예에 따라, 본 방법은, 2개 이상의 광전자 콤포넌트를 포함하는 광전자 기관층 상에 제1 투명층을 형성하는 단계(단계 702)와, 제1 투명층 상에 제1 격자층을 형성하는 단계(단계 704)와, 광전자 콤포넌트의 활성 영역과 정렬되는 2개 이상의 서브-파장 격자 요소를 제1 격자층에 형성하는 단계(단계 706)와, 제1 격자층으로부터 거리를

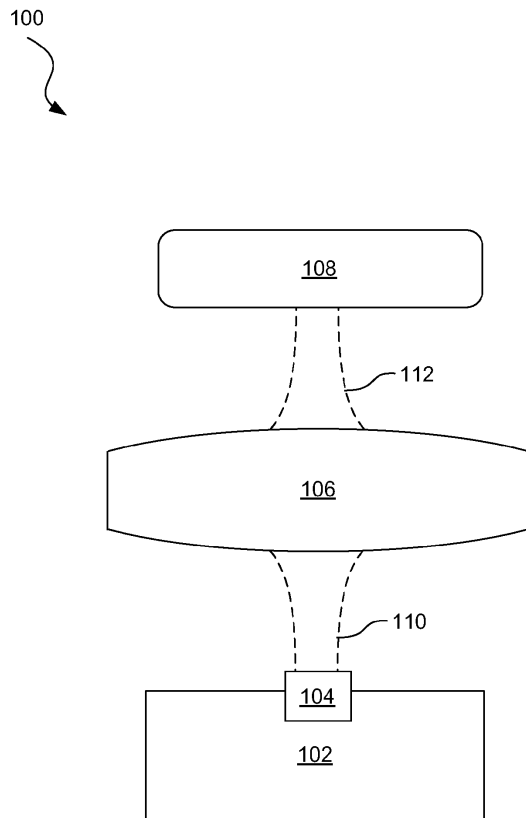
두고 제2 격자를 형성하는 단계(단계 708)와, 광이 회절 격자와 2개 이상의 서브-파장 격자 요소 사이에서 전파 되도록 정렬된 회절 격자 요소를 제2 격자층에 형성하는 단계(단계 710)를 포함한다.

[0047] 결론으로, 본 명세서에 개시된 원리를 구현하는 시스템 및 방법을 이용함으로써, 집적된 칩 상에 모노리식 방식으로 멀티플렉싱 및 디멀티플렉싱 시스템이 형성될 수 있다. 그러므로, 복잡한 렌즈 시스템 및 정렬 공정을 이용하지 않아도 된다. 이러한 시스템은 보다 비용이 덜 들고 보다 소형의 광전송 시스템을 가능하게 한다.

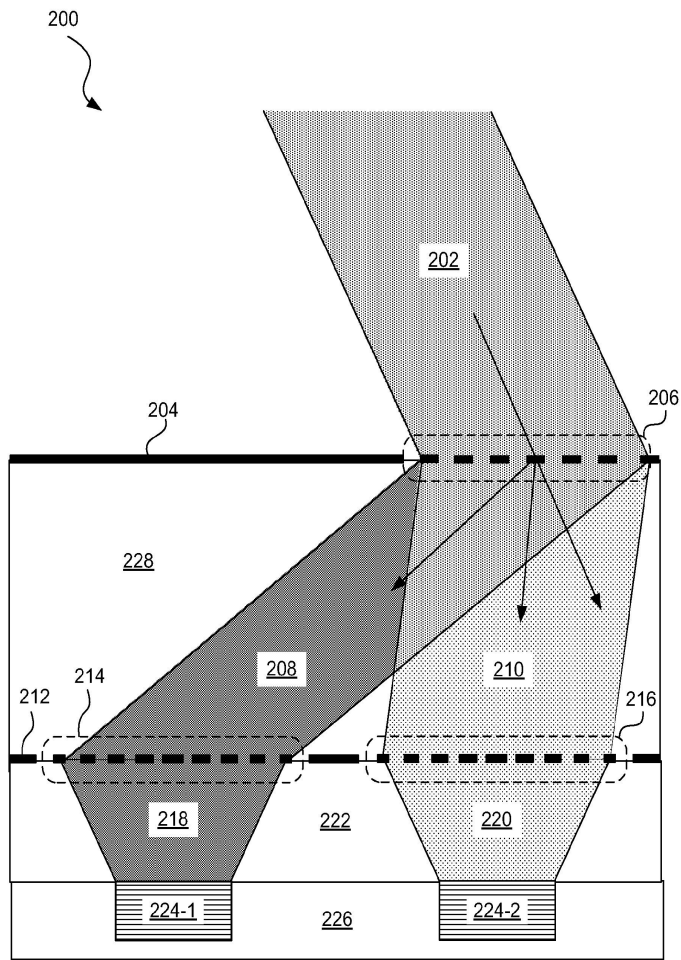
[0048] 이상의 설명은 개시된 원리의 예를 예시하고 설명하기 위해 제공된 것이다. 이러한 설명은 모든 것을 망라하여 나타내거나 또는 이들 원리를 개시된 정밀한 형태로 한정하려는 것은 아니다. 상기한 교시에 비추어 다수의 수정예 및 변형예가 가능하다.

도면

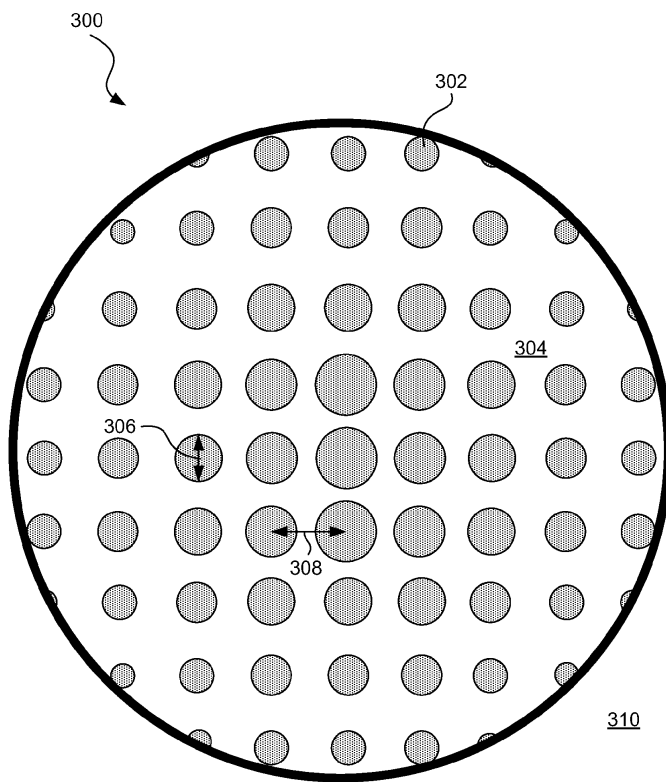
도면1



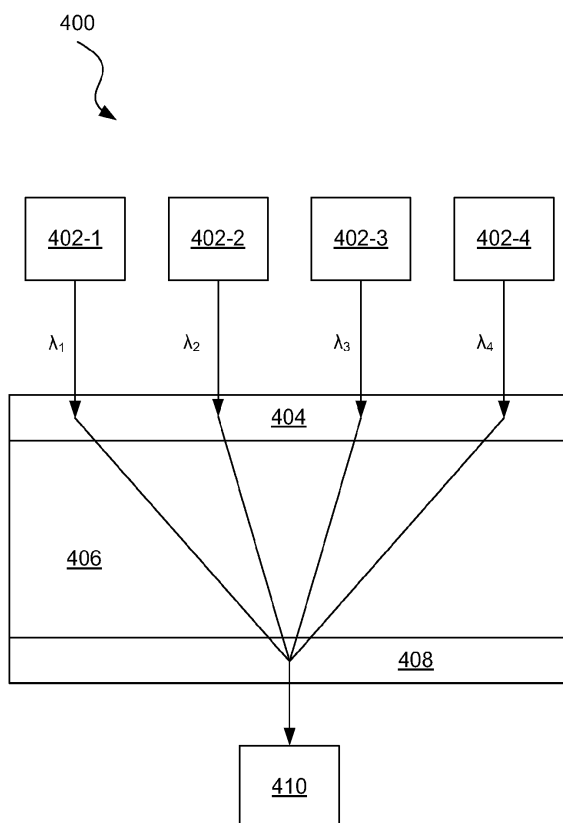
도면2



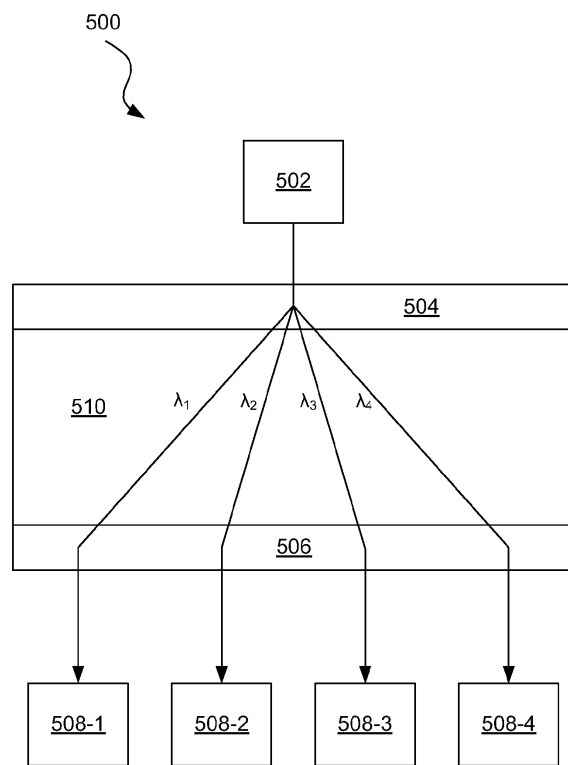
도면3



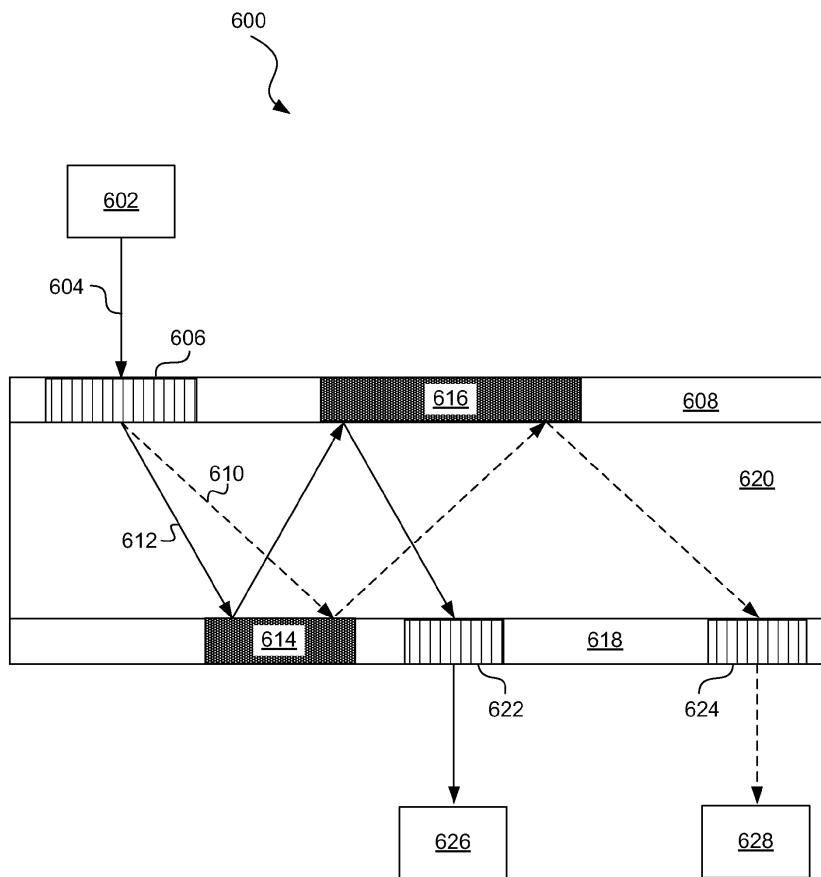
도면4



도면5



도면6



도면7

