(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월16일
(11) 등록번호 10-1173796
(24) 등록일자 2012년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0016421
(22) 출원일자 2011년02월24일
심사청구일자 2011년02월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR100877710 B1
논문1
KR1020100083595 A
KR100783365 B1

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
안신모
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 하이테크센터 522호 (용현동)
이일항
경기도 고양시 일산동구 강송로 156, 203동 1601호 (마두동, 강촌마을)
(74) 대리인
특허법인무한

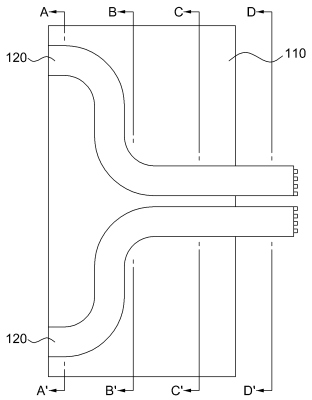
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 민경신

(54) 발명의 명칭 **금속선 광도파로 및 상기 금속선 광도파로를 이용한 틈 표면 플라즈몬 형성 방법**

(57) 요 약

유전체층 사이에 두 금속선을 배열하여 두 광도파 및 상기 두 금속선의 하부에 금속 기판을 형성하여 상기 두 광도파로에 빛을 인가하고, 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어함에 따라 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시켜 틈 표면 플라즈몬을 형성하는 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	40947-1
부처명	교육과학기술부
연구사업명	우수연구센터(ERC)사업
연구과제명	O-PCB 집적화 기술 개발
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

유전체층 사이에 두 금속선을 배열하여 두 광도파로 형성하는 단계;

상기 두 금속선의 하부에 금속 기판을 형성하는 단계;

상기 두 광도파로에 빛을 인가하는 단계;

상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어하는 단계; 및

상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시키는 단계

를 포함하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 두 광도파로로 형성하는 단계는,

상기 두 금속선을 수평 또는 수직의 병렬 형태로 배열하여 상기 두 광도파로를 형성하는 것을 특징으로 하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 두 광도파로 및 상기 금속 기판을 형성하는 단계 이후,

나노 스트립 표면 플라즈몬(nano-strip surface plasmon) 광모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시키는 단계 이후,

틈 표면 플라즈몬 (gap surface plasmon) 광모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속된 경우, 상기 금속 기판을 제거하는 단계

를 더 포함하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 집속된 빛이 방출되는 출력단의 끝이 뾰족하거나, 1차원 또는 2차원 광 결정(photonic crystal) 구조인 것을 특징으로 하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어하는 단계는,

상기 인가된 빛을 even 모드 및 odd 모드의 두 가지 빛의 형태로 존재하도록 제어하는 단계

를 포함하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어하는 단계는,

상기 Odd 모드의 유효 굴절률이 상기 Even 모드의 유효 굴절률보다 증가하도록 제어하여, 유효 굴절률 반전현상을 발생시키는 단계

를 더 포함하는 틈 표면 플라즈몬 형성 방법.

청구항 9

광모드 전환에 따라 제거 가능한 금속 기판이 하부에 형성된 유전체층; 및

상기 유전체층 사이에 형성되어 빛을 인가 받는 두 금속선;

을 포함하고,

상기 두 금속선을 근접시켜 방향성 결합기로 동작시켜 상기 인가된 빛이 상기 두 금속선 사이의 틈으로 집속시키고, 상기 금속 기판을 제거하여 틈 표면 플라즈몬(gap surface plasmon) 광모드를 형성하는 금속선 광도파로.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 두 금속선은,

수평 또는 수직의 병렬 형태로 배열되어 두 광도파로를 형성하는 것을 특징으로 하는 금속선 광도파로.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 인가된 빛이 두 금속선 사이의 틈으로 집속되기 전까지 나노 스트립 표면 플라즈몬(nano-strip surface plasmon) 광모드로 동작하는 것을 특징으로 금속선 광도파로.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 인가된 빛이 두 금속선 사이의 틈으로 집속된 이후, 틈 표면 플라즈몬 (gap surface plasmon) 광모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 금속선 광도파로.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 집속된 빛이 방출되는 출력단의 끝이 뾰족하거나, 1차원 또는 2차원 광 결정(photonic crystal) 구조인 것을 특징으로 금속선 광도파로.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 방향성 결합기로 동작되어 상기 인가된 빛이 even 모드 및 odd 모드의 두 가지 빛의 형태로 존재하는 것을 특징으로 하는 금속선 광도파로.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 두 광도파로는,

상기 Odd 모드의 유효 굴절률이 상기 Even 모드의 유효 굴절률보다 증가하는 경우, 유효 굴절률 반전현상을 발생시켜 틈 표면 플라즈몬(gap surface plasmon) 광모드로 전환되는 것을 특징으로 하는 금속선 광도파로.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 본 발명은 틈 (gap) 표면 플라즈몬을 형성하기 위한 효율적인 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광도파로의 매개체가 되는 금속선은 일반적으로 폭이 높이보다 넓은 형태가 되며 두 금속선이 매우 가까이에 근접해서 존재하게 되는 경우 두 금속선의 측벽과 틈 (갭-gap)을 기준으로 매우 집속된 표면 플라즈몬 폴라리톤 모드가 발생이 되는 데 이를 틈 표면 플라즈몬 폴라리톤 모드라 한다.

[0003] 이러한, 틈 표면 플라즈몬 폴라리톤은 집속도가 가장 높은 표면 플라즈몬 구조로 빛의 파장에 관계없이 수 십 nm이하의 틈에 빛을 집속시킬 수 있기 때문에 이를 응용하여 회절한계를 극복한 광학 lithography, 광학 레코딩, 비선형 광학 등에 이용할 수 있다.

[0004] 틈 표면 플라즈몬은 형성되는 표면 플라즈몬 모드의 크기가 수 십 nm 이하이기 때문에 외부로부터 빛을 받아들일 때 마이크로 단위의 기존 광학 시스템의 수백 배 크기 차이로 인해 외부로부터의 빛이 틈 표면 플라즈몬 광모드로의 전환률이 극도로 낮다.

[0005] 틈 표면 플라즈몬은 현재 시뮬레이션으로만 연구가 진행 중에 있으며, 틈 사이에 광증폭 물질을 채운뒤 외부로부터 펌핑 빛을 이용하여 빛을 틈 사이에서 형성시키는 방법이 있다.

[0006] 틈 표면 플라즈몬 폴라리톤을 이용하기 위해서는 외부 광원으로부터 효율적으로 틈 표면 플라즈몬 폴라리톤 모드를 형성하는 방법이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일실시예는 집속도가 높은 틈 표면 플라즈몬 폴라리톤 모드를 형성하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 본 발명의 일실시예는 빛의 파장보다 작은 금속 틈 속으로 빛을 입사시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법은 유전체층 사이에 두 금속선을 배열하여 두 광도파로 형성하는 단계, 상기 두 금속선의 하부에 금속 기판을 형성하는 단계, 상기 두 광도파로에 빛을 인가하는 단계, 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어하는 단계 및 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시키는 단계를 포함한다.

[0010] 본 발명의 일측에 따르면 상기 두 광도파로로 형성하는 단계는 상기 두 금속선을 수평 또는 수직의 병렬 형태로 배열하여 상기 두 광도파로를 형성할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일측에 따르면 상기 두 광도파로는 상기 두 광도파로 및 상기 금속 기판을 형성하는 단계 이후, 나노

스트립 표면 플라즈몬(nano-strip surface plasmon) 광모드로 동작할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일측에 따르면 상기 두 광도파로는 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시키는 단계 이후, 틈 표면 플라즈몬 (gap surface plasmon) 광모드로 동작할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일측에 따르면 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속된 경우, 상기 금속 기판을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일측에 따르면 상기 두 광도파로는 상기 집속된 빛이 방출되는 출력단의 끝이 뾰족하거나, 1차원 또는 2차원 광 결정(photonic crystal) 구조일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일측에 따르면 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어하는 단계는 상기 인가된 빛을 even 모드 및 odd 모드의 두 가지 빛의 형태로 존재하도록 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일측에 따르면 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어하는 단계는 상기 Odd 모드의 유효 굴절률이 상기 Even 모드의 유효 굴절률보다 증가하도록 제어하여, 유효 굴절률 반전현상을 발생시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일실시예에 따른 금속선 광도파로는 광모드 전환에 따라 제거 가능한 금속 기판이 하부에 형성된 유전체층 및 상기 유전체층 사이에 형성되어 빛을 인가 받는 두 금속선을 포함하고, 상기 두 금속선을 근접시켜 방향성 결합기로 동작시켜 상기 인가된 빛이 상기 두 금속선 사이의 틈으로 집속시키고, 상기 금속 기판을 제거하여 틈 표면 플라즈몬(gap surface plasmon) 광모드를 형성한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일실시예에 따르면 집속도가 매우 높은 틈 표면 플라즈몬을 형성할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일실시예에 따르면 리소그라피(optical lithography)에 적용할 경우 수 십 nm이하의 패턴을 형성할 수 있으며, 광 레코딩 분야에 사용할 경우 고가의 단파장 레이저를 대신하여 저가의 1um 이상의 파장대역을 갖는 레이저를 제작할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일실시예에 따르면 높은 광집속 현상을 이용하여 바이오 센서에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 금속선 광도파로의 평면도이다.

도 2는 도 1의 A 절단면에 따른 금속선 광도파로의 단면도이다.

도 3은 도 1의 B 절단면을 따른 금속선 광도파로를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일측에 따른 두 광도파로의 간격에 따른 유효 굴절률과 완전결합 길이(beat length)를 도시한 그래프이다.

도 5는 도 1의 C 절단면을 따른 금속선 광도파로를 도시한 도면이다.

도 6은 도 1의 D 절단면을 따른 금속선 광도파로를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0023] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0024] 본 발명의 일실시예는 집속도가 매우 높은 틈 표면 플라즈몬 폴라리톤 광모드의 형성 방법이다.

[0025] 본 발명의 일측에 따르면, 금속과 유전체 사이의 경계면에 형성되는 표면 플라즈몬 폴라리톤 광모드는 기존 코어-클래딩의 전반사를 매게로 진행되는 광도파로와 달리 금속 표면에 존재하는 자유전자들의 주기적인 진동을 기반으로 전자기파인 빛이 진행하므로, 회절한계를 극복하고 빛을 집속시킬 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 따른 금속선 광도파로는 빛의 집속도가 매우 높은 틈 표면 플라즈몬 광도파로에 빛을 인가시키기 위해 나노 스트립 표면 플라즈몬 광도파로를 이용하여 틈 표면 플라즈몬 광도파로로 빛을 입사시키는 구조이다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 금속선 광도파로의 평면도이고, 도 2는 도 1의 A 절단면에 따른 금속선 광도파로의 단면도이다.

[0028] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 금속선 광도파로는 광모드 전환에 따라 제거 가능한 금속 기판(130)이 하부에 형성된 유전체층(110) 및 유전체층(110) 사이에 형성되어 빛(140)을 인가 받는 두 금속선(120)으로 구성된다.

[0029] 본 발명의 일실시예에 따른 금속선 광도파로는 두 금속선(120)을 근접시켜 방향성 결합기로 동작시켜 상기 인가된 빛(140)이 두 금속선(120) 사이의 틈으로 집속시키고, 금속 기판(130)을 제거하여 틈 표면 플라즈몬(gap surface plasmon) 광모드를 형성한다.

[0030] 본 발명의 일측에 따르면, 두 금속선(120)은 수평 또는 수직의 병렬 형태로 배열되어 두 광도파로를 형성할 수 있다.

[0031] 본 발명의 일측에 따르면, 두 광도파로(120)는 빛(140)이 두 금속선 사이의 틈으로 집속되기 전까지 나노 스트립 표면 플라즈몬(nano-strip surface plasmon) 광모드로 동작할 수 있다.

[0032] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로는 일반 표면 플라즈몬 광도파로(120) 하부에 크기가 무한인 금속 기판(130)이 존재하는 형태로 빛(140)이 두 금속면 사이에 집속될 수 있다.

[0033] 도 3은 도 1의 B 절단면을 따른 금속선 광도파로를 도시한 도면이다.

[0034] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로는 나노 스트립 표면 플라즈몬 광도파로 두 개를 병렬로 인접하게 구성할 경우, 두 광도파로(120)는 방향성 결합기로 동작하게 된다.

[0035] 본 발명의 일측에 따르면, 두 광도파로(120)는 빛(140)이 두 금속선 사이의 틈으로 집속된 이후, 틈 표면 플라즈몬 (gap surface plasmon) 광모드로 동작할 수 있다.

[0036] 본 발명의 일측에 따르면, 두 광도파로(120)는 상기 방향성 결합기로 동작되어 상기 인가된 빛이 even 모드 및 odd 모드의 두 가지 빛의 형태로 존재할 수 있다.

[0037] 본 발명의 일측에 따르면, 두 광도파로(120)는 방향성 결합기로 동작 시에 방향성 결합기에 존재하는 빛이 even 모드와 odd 모드 두 가지 빛의 형태로 존재할 수 있다.

[0038] 본 발명의 일측에 따르면, 두 광도파로(120)는 상기 Odd 모드의 유효 굴절률이 상기 Even 모드의 유효 굴절률보다 증가하는 경우, 유효 굴절률 반전현상을 발생시켜 틈 표면 플라즈몬(gap surface plasmon) 광모드로 전환될 수 있다.

[0039] 예를 들어, 두 광도파로(120) 사이의 거리가 좁아지게 되는 경우 even 모드의 유효 굴절률은 크게 변동이 없으며, odd 모드의 유효 굴절률은 급격히 증가하는 특성을 보이며, 특정 거리에서는 even, odd 두 모드의 유효굴절률이 같아지며 그 이하가 될 경우에는 유효굴절률 반전현상이 발생할 수 있다.

[0040] 도 4는 본 발명의 일측에 따른 두 광도파로의 간격에 따른 유효 굴절률과 완전결합 길이(beat length)를 도시한 그래프이다.

[0041] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로는 두 광도파로(120)의 간격이 0.55um 지점에서 even 모드와 odd 모드의 유효 굴절률이 같아지며, 그 이하가 될 경우 굴절률이 반전될 수 있다.

[0042] 도 5는 도 1의 C 절단면을 따른 금속선 광도파로를 도시한 도면이다.

[0043] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로는 유효 굴절률 반전현상에 의하여 빛(510)이 방향성 결합기로 구성된 좌우 두 금속선(120) 사이로 집결될 수 있다.

[0044] 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로는 좌우의 금속선(120)으로 구성된 구조에 빛(510)이 집속되는 구조를

형성함으로써, 틈 표면 플라즈몬 형태로 전환될 수 있다.

[0045] 도 6은 도 1의 D 절단면을 따른 금속선 광도파로를 도시한 도면이다.

[0046] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로는 틈 표면 플라즈몬을 형성하게 되면, 금속 기판(130)을 제거하여 완전한 틈 표면 플라즈몬 광도파로로서 동작할 수 있다.

[0047] 본 발명의 일측에 따르면, 두 광도파로(120)는 집속된 빛(610)이 방출되는 출력단의 끝이 뾰족하거나, 1차원 또는 2차원 광 결정(photonic crystal) 구조일 수 있다.

[0048] 상기와 같이, 본 발명의 일측에 따른 금속선 광도파로의 출력단 형태를 끝이 뾰족하거나, 1차원 또는 2차원 광 결정(photonic crystal) 구조화 함으로써, 집속된 틈 표면 플라즈몬 모드의 광도파로와 빛이 전파될 자유공간 사이의 높은 유효 굴절률 차이로 인해 빛이 자유공간으로 전파하지 못하고 금속 주변에 머물게 되는 현상을 완화할 수 있다.

[0049] 아래에서는 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬을 형성하는 방법에 대하여 설명하도록 한다.

[0050] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법을 도시한 흐름도이다.

[0051] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법에 따라 유전체층 사이에 두 금속선을 배열하여 두 광도파로 형성한다(710).

[0052] 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법에 따라 상기 두 금속선의 하부에 금속 기판을 형성한다(720).

[0053] 본 발명의 일측에 따른 상기 두 광도파로는 상기 두 광도파로 및 상기 금속 기판을 형성하는 단계 이후, 나노 스트립 표면 플라즈몬(nano-strip surface plasmon) 광모드로 동작할 수 있다.

[0054] 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법에 따라 상기 두 광도파로에 빛을 인가한다(730).

[0055] 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법에 따라 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어한다(740).

[0056] 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법에 따라 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시킨다(750).

[0057] 본 발명의 일측에 따른 상기 두 광도파로는 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속시키는 단계 이후, 틈 표면 플라즈몬 (gap surface plasmon) 광모드로 동작할 수 있다.

[0058] 본 발명의 일실시예에 따른 틈 표면 플라즈몬 형성 방법에 따라 상기 인가된 빛이 상기 두 광도파로 사이의 틈으로 집속된 경우, 상기 금속 기판을 제거한다(760).

[0059] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 인가된 빛을 even 모드 및 odd 모드의 두 가지 빛의 형태로 존재하도록 제어함으로써, 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0060] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 Odd 모드의 유효 굴절률이 상기 Even 모드의 유효 굴절률보다 증가하도록 제어하여 유효 굴절률 반전현상을 발생시킴으로써, 상기 두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0061] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0062] 110: 유전체층

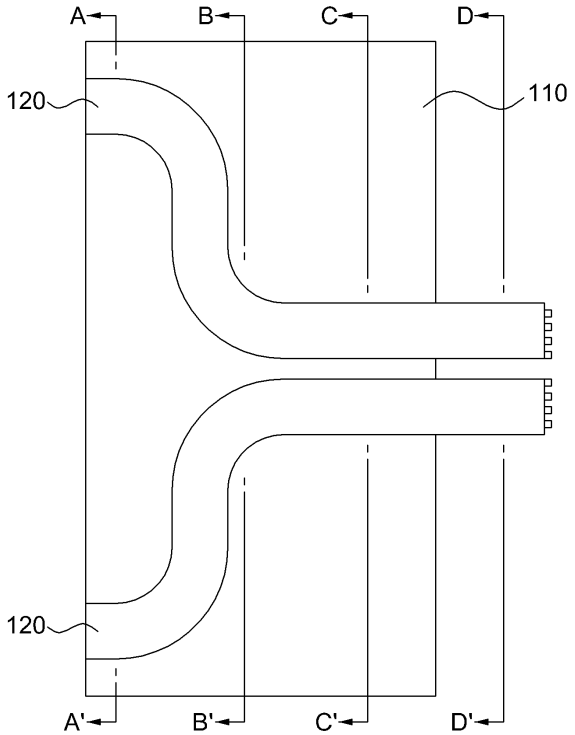
120: 금속선

130: 금속 기판

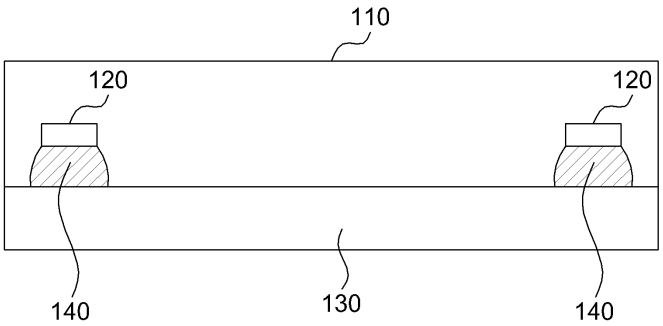
140: 빛

도면

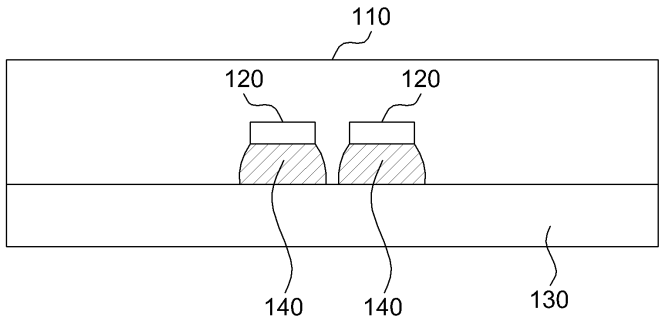
도면1



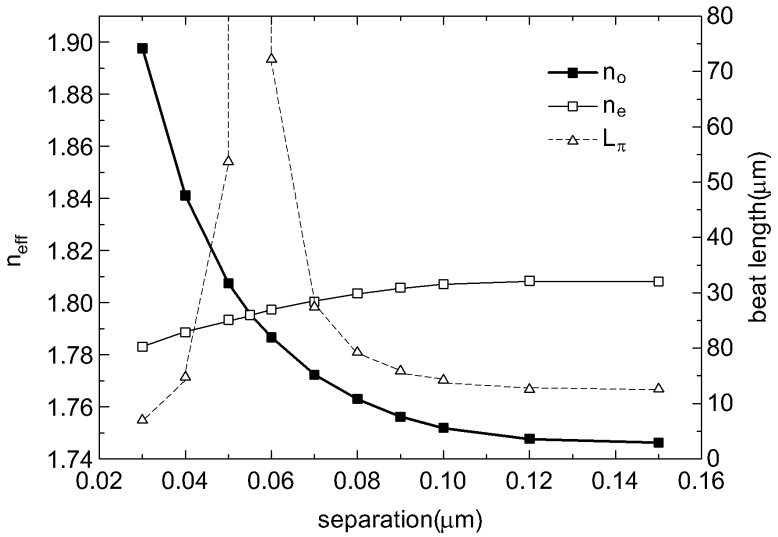
도면2



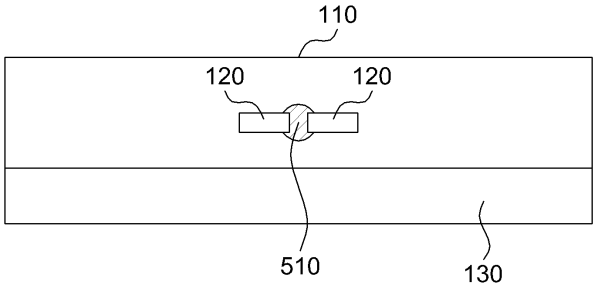
도면3


110
120
120
140
140
130

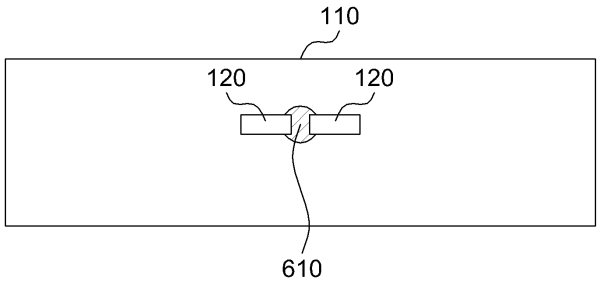
도면4


1.90
1.88
1.86
1.84
1.82
1.80
1.78
1.76
1.74
n_eff
0.02
0.04
0.06
0.08
0.10
0.12
0.14
0.16
separation(μm)
80
70
60
50
40
30
80
10
0
beat length(μm)
n_o
n_e
L_π

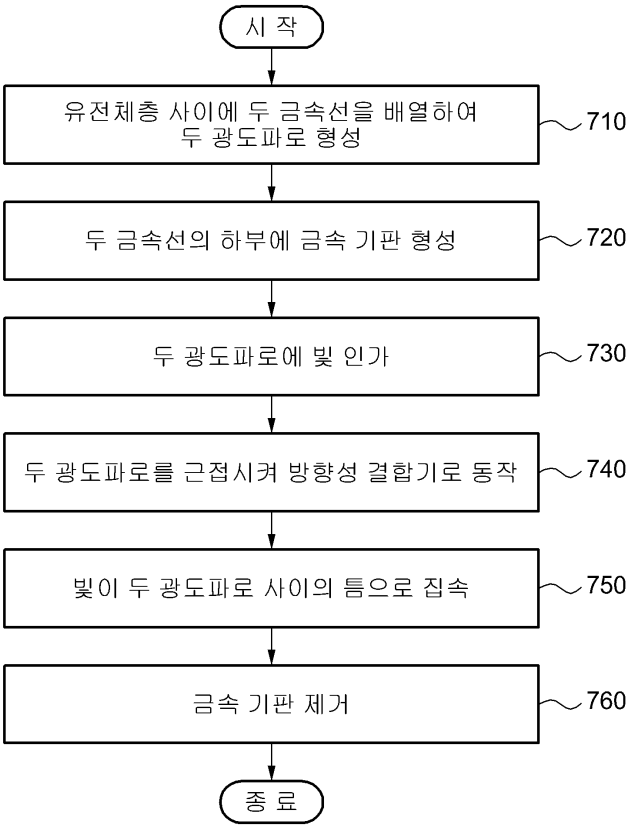
도면5


110
120
120
510
130

도면6


110
120
120
610

도면7


시 작
유전체층 사이에 두 금속선을 배열하여 두 광도파로 형성
710
두 금속선의 하부에 금속 기판 형성
720
두 광도파로에 빛 인가
730
두 광도파로를 근접시켜 방향성 결합기로 동작
740
빛이 두 광도파로 사이의 틈으로 집속
750
금속 기판 제거
760
종 료