(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0030100
(43) 공개일자 2013년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 3/02 (2006.01) *H01S 3/16* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0093642
(22) 출원일자 2011년09월16일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김진은
경기도 수원시 영통구 매탄3동 임광아파트 3-1006
박규환
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대학교)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 35 항

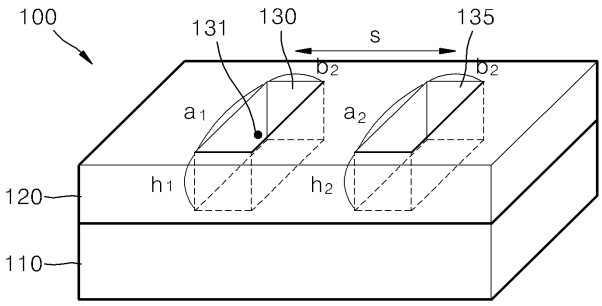
(54) 발명의 명칭 **광학 소자 및 광학 소자로부터의 광의 진행방향을 제어하는 방법**

(57) 요 약

광학 소자 및 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법이 개시된다.

개시된 광학 소자는, 금속층 상에 광원을 포함하는 적어도 하나의 제1 나노 구조물과 상기 제1 나노 구조물에 이격되게 배치된 적어도 하나의 제2 나노 구조물을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이장원

서울특별시 강남구 일원동 수서아파트 118-207

박연상

서울특별시 영등포구 문래동6가 현대2차아파트 202-407

노영근

경기도 구리시 장자대로 66, 202동 1102호 (교문동, 동양아파트)

서환수

경기도 군포시 대야2로143번길 25, 112동 1104호 (대야미동, 센트럴아이파크 아파트)

최종호

서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대학교)

특허청구의 범위

청구항 1

기판;

상기 기판 상의 금속층;

상기 금속층에 구비되고, 광원을 포함하는 적어도 하나의 제1 나노 구조물; 및

상기 제1 나노 구조물에 이격되게 배치된 적어도 하나의 제2 나노 구조물;을 포함하는 광학 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물은 금속층에 대해 음각 구조를 가지는 광학 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 나노 구조물은 금속층에 대해 음각 구조를 가지는 광학 소자.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 육면체 형상을 가지는 광학 소자.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학 소자는 광학 안테나인 광학 소자.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물이 깊이, 짧은 폭, 긴 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지고, 상기 깊이, 짧은 폭, 긴 폭 중 적어도 하나의 크기를 변경하여 상기 광원의 공진 파장이 조절되는 광학 소자.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물이 깊이, 짧은 폭, 긴 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지고, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격, 제1 나노 구조물의 긴 폭 및 제2 나노 구조물의 긴 폭 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원으로부터의 광의 진행 방향을 조절하는 광학 소자.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 슬롯 형상을 가지는 광학 소자.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광원은 점광원, 선광원 및 면광원 중 적어도 하나를 포함하는 광학 소자.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광원은 양자점(Quantum dot), 염료 분자(dye molecule), 레이저 중 적어도 하나를 포함하는 광학 소자.

청구항 11

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 금속층에 표면 플라즈몬이 생성되는 광학 소자.

청구항 12

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 광원에서 나온 광의 파장보다 작은 치수를 가지는 광학 소자.

청구항 13

기판;

상기 기판 상의 금속층;

상기 금속층에 형성된 것으로 제1깊이, 제1 긴 폭, 제1 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지고, 광원을 포함하는 제1 나노 구조물;

상기 제1 나노 구조물에 이격되게 배치되고, 제2깊이, 제2 긴 폭, 제2 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지는 제2 나노 구조물;을 포함하는 광학 소자.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1깊이와 제2깊이가 같고, 제2 긴 폭이 제1 긴 폭보다 짧거나 긴 광학 소자.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제2 긴 폭이 제1 긴 폭보다 길 때, 상기 광원으로부터 나온 광이 제2 나노 구조물쪽으로 진행되는 광학 소자.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 제2 긴 폭이 제1 긴 폭보다 짧을 때, 상기 광원으로부터 나온 광이 제2 나노 구조물과 반대 쪽으로 진행되는 광학 소자.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물에서 제2 나노 구조물과 반대 방향으로 이격되게 배치된 제3 나노 구조물을 더 포함하는 광학 소자.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제3 나노 구조물은 제3 깊이, 제3 긴 폭, 제3 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지는 광학 소자.

청구항 19

제18항에 있어서,

제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격이 같고, 제1 긴폭과 제2 긴폭이 같으며, 제3 긴폭이 제1 긴폭보다 긴 광학 소자.

청구항 20

제18항에 있어서,

제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격이 같고, 제2 긴 폭이 제1 긴폭보다 짧고, 제3 긴 폭이 제1 긴폭과 제2 긴폭보다 긴 광학 소자.

청구항 21

제18항에 있어서,

제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격이 같고, 제1 긴 폭, 제2 긴 폭, 제3 긴 폭이 각각 같은 광학 소자.

청구항 22

제17항에 있어서,

상기 제1 깊이, 제2 깊이, 제3 깊이, 제1 긴 폭, 제2 긴 폭, 제3 긴 폭, 제1 짧은 폭, 제2 짧은 폭, 제3 짧은 폭은 상기 광원에서 나온 광의 파장보다 짧은 광학 소자.

청구항 23

제17항에 있어서,

상기 제2 나노 구조물에 이격되게 배치된 제4 나노 구조물과, 제3 나노 구조물에 이격되게 배치된 제5 나노 구조물을 더 포함하는 광학 소자.

청구항 24

제13항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 슬롯 형상을 가지는 광학 소자.

청구항 25

제13항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 금속층에 표면 플라즈몬이 생성되는 광학 소자.

청구항 26

기판 상에 금속층이 구비된 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법으로서,

상기 금속층에 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물을 서로 이격되게 배치하는 단계;

상기 제1 나노 구조물에 적어도 하나의 광원을 구비하는 단계; 및

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 형상, 사이즈, 및 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원에서 나온 광의 진행 방향을 제어하는 단계;를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물이 슬롯 형상을 가지며, 상기 슬롯의 깊이와 폭 중 적어도 하나를 변경하여 광원으로부터 나오는 광의 파장을 조절하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 28

제26항에 있어서, 상기 광의 진행 방향을 제어하는 단계는,

상기 제1 나노 구조물이 제1 깊이, 제1 긴 폭 및 제1 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성되며, 상기 제2 나노 구조물이 제2 깊이, 제2 긴 폭이 및 제2 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성되고, 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격, 제1 깊이, 제1 긴 폭, 제1 짧은 폭, 제2 깊이, 제2 긴 폭, 제2 짧은 폭 중 적어도 하나를 변경하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격, 제1 깊이, 제2 깊이, 제1 짧은 폭, 및 제2 짧은 폭을 일정하게 유지하고, 제1 긴 폭과 제2 긴 폭 중 적어도 하나를 변경하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 30

제28항에 있어서,

제1 깊이와 제2 깊이가 동일하고, 제1 긴폭과 제2 긴 폭이 동일하고, 제1 짧은 폭과 제2 짧은 폭이 동일하며, 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 간격을 변경하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 31

제26항에 있어서,

상기 제1 나노 구조물로부터 제2 나노 구조물과 반대 방향으로 이격되게 제3 나노 구조물을 배치하고, 상기 제3 나노 구조물은 제3 깊이, 제3 긴 폭, 제3 짧은 폭을 가지는 직육면체의 슬롯 형상을 가지는, 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 광의 진행 방향을 제어하는 단계는,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 간격, 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물의 간격, 제1 깊이, 제1 긴 폭, 제1 짧은 폭, 제2 깊이, 제2 긴 폭, 제2 짧은 폭, 제3 깊이, 제3 긴 폭, 제3 짧은 폭 중 적어도 하나를 변경하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 33

제31항에 있어서, 상기 광의 진행 방향을 제어하는 단계는,

상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물의 간격이 동일하고, 상기 제1깊이, 제2깊이, 제3깊이가 동일하며, 제1 짧은 폭, 제2 짧은 폭 및 제3 짧은 폭이 동일하고, 제1 긴 폭, 제2 긴 폭, 및 제3 긴 폭을 변경하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 34

제26항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 금속층에 표면 플라즈몬이 생성되고, 표면 플라즈몬의 진행 방향을 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물에 의해 제어하는 단계를 포함하는, 발광 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

청구항 35

제26항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광원은 양자점(Quantum dot), 염료 분자(dye molecule), 레이저 중 적어도 하나를 포함하는 광학 소자로부

터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 광학 소자 및 광학 소자로부터의 광의 진행방향을 제어하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근래에 광을 이용하는 광학 소자들이 많이 개발되고 있다. 광학 소자들은 광을 이용하기 때문에 처리 속도가 빠른 이점이 있다. 그런데, 전자 소자(electrical device)는 그 크기가 수십-수백 나노미터 사이즈로 작아지고 있는 반면에, 광학 소자는 광의 회절한계 특성으로 인해 파장 이하의 크기를 가지기가 어려워 그 크기를 수 ㎛ 미만으로 제작하는 것이 어렵다. 따라서, 광학 소자를 이용하여 집적된 광학적 회로를 만드는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 나노 사이즈의 광학 소자를 제공한다.

[0004] 나노 사이즈의 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자는, 기판; 상기 기판 상의 금속층; 상기 금속층에 구비되고, 광원을 포함하는 적어도 하나의 제1 나노 구조물; 및 상기 제1 나노 구조물에 이격되게 배치된 적어도 하나의 제2 나노 구조물;을 포함할 수 있다.

[0006] 상기 제1 나노 구조물은 금속층에 대해 음각 구조를 가질 수 있다.

[0007] 상기 제2 나노 구조물은 금속층에 대해 음각 구조를 가질 수 있다.

[0008] 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 육면체 형상을 가질 수 있다.

[0009] 상기 광학 소자는 광학 안테나일 수 있다.

[0010] 상기 제1 나노 구조물이 깊이, 짧은 폭, 긴 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지고, 상기 깊이, 짧은 폭, 긴 폭 중 적어도 하나의 크기를 변경하여 상기 광원의 공진 파장이 조절될 수 있다.

[0011] 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물이 깊이, 짧은 폭, 긴 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지고, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격, 제1 나노 구조물의 긴 폭 및 제2 나노 구조물의 긴 폭 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원으로부터의 광의 진행 방향을 조절할 수 있다.

[0012] 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 슬롯 형상을 가질 수 있다.

[0013] 상기 광원은 점광원, 선광원 및 면광원 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 광원은 양자점(Quantum dot), 염료 분자(dye molecule), 레이저 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 금속층에 표면 플라즈몬이 생성될 수 있다.

[0016] 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 광원에서 나온 광의 파장보다 작은 치수를 가질 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자는, 기판; 상기 기판 상의 금속층; 상기 금속층에 형성된 것으로 제1깊이, 제1 긴 폭, 제1 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지고, 광원을 포함하는 제1 나노 구조물; 상기 제1 나노 구조물에 이격되게 배치되고, 제2깊이, 제2 긴 폭, 제2 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상을 가지는 제2 나노 구조물;을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 제1깊이와 제2깊이가 같고, 제2 긴 폭이 제1 긴 폭보다 짧거나 길 수 있다.

[0019] 상기 제2 긴 폭이 제1 긴 폭보다 길 때, 상기 광원으로부터 나온 광이 제2 나노 구조물쪽으로 진행될 수 있다.

[0020] 상기 제2 긴 폭이 제1 긴 폭보다 짧을 때, 상기 광원으로부터 나온 광이 제2 나노 구조물과 반대 쪽으로 진행될

수 있다.

[0021] 상기 제1 나노 구조물에서 제2 나노 구조물과 반대 방향으로 이격되게 배치된 제3 나노 구조물을 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 제3 나노 구조물은 제3 깊이, 제3 긴 폭, 제3 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상을 가질 수 있다.

[0023] 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격이 같고, 제1 긴폭과 제2 긴폭이 같으며, 제3 긴폭이 제1 긴폭보다 길 수 있다.

[0024] 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격이 같고, 제2 긴 폭이 제1 긴폭보다 짧고, 제3 긴 폭이 제1 긴폭과 제2 긴폭보다 길 수 있다.

[0025] 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격이 같고, 제1 긴 폭, 제2 긴 폭, 제3 긴 폭이 각각 같을 수 있다.

[0026] 상기 제1 깊이, 제2 깊이, 제3 깊이, 제1 긴 폭, 제2 긴 폭, 제3 긴 폭, 제1 짧은 폭, 제2 짧은 폭, 제3 짧은 폭은 상기 광원에서 나온 광의 파장보다 짧을 수 있다.

[0027] 상기 제2 나노 구조물에 이격되게 배치된 제4 나노 구조물과, 제3 나노 구조물에 이격되게 배치된 제5 나노 구조물을 더 포함할 수 있다.

[0028] 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물은 슬롯 형상을 가질 수 있다.

[0029] 상기 금속층에 표면 플라즈몬이 생성될 수 있다.

[0030] 기판 상에 금속층이 구비된 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법으로서,

[0031] 상기 금속층에 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물을 서로 이격되게 배치하는 단계; 상기 제1 나노 구조물에 적어도 하나의 광원을 구비하는 단계; 및 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 형상, 사이즈, 및 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원에서 나온 광의 진행 방향을 제어하는 단계;를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0032] 상기 제1 나노 구조물이 슬롯 형상을 가지며, 상기 슬롯의 깊이와 폭 중 적어도 하나를 변경하여 광원으로부터 나오는 광의 파장을 조절하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0033] 상기 광의 진행 방향을 제어하는 단계는,

[0034] 상기 제1 나노 구조물이 제1 깊이, 제1 긴 폭 및 제1 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성되며, 상기 제2 나노 구조물이 제2 깊이, 제2 긴 폭이 및 제2 짧은 폭을 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성되고, 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격, 제1 깊이, 제1 긴 폭, 제1 짧은 폭, 제2 깊이, 제2 긴 폭, 제2 짧은 폭 중 적어도 하나를 변경하는 단계를 포함하는 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자는 나노 미터 사이즈로 제작 가능하다. 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법은 광학 소자의 형상, 사이즈 등을 변경하여 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 소자의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자의 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 소자에 포함된 광원을 포함하는 나노 구조물을 도시한 것이다.

도 4는 광원을 포함하는 나노 구조물의 깊이를 변화시킬 때 파장에 대한 전기장 세기의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

도 5는 광원을 포함하는 나노 구조물의 긴폭을 변화시킬 때 파장에 대한 전기장 세기의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 소자에 포함된 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 긴 폭을 변화시킬 때 제1 나노 구조물로부터의 진행방향에 대한 전기장 세기의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자에 포함된 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 사이즈를 다르게 구성한 예들을 도시한 것이다.

도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자에 포함된 제1 나노 구조물, 제2 나노 구조물 및 제3 나노 구조물의 사이즈를 다르게 구성한 예들을 도시한 것이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자에 포함된 제1 나노 구조물, 제2 나노 구조물 및 제3 나노 구조물의 긴 폭을 변화시킬 때 광학 소자로부터의 진행방향에 대한 전기장 세기의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자 및 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 참조번호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, 각 구성 요소의 크기나 두께는 설명의 편의를 위해 과장되어 있을 수 있다. 한편, 이하에 설명되는 실시예는 단지 예시적인 것에 불과하며, 이러한 실시예들로부터 다양한 변형이 가능하다.

[0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 소자(100)를 도시한 것이다. 광학 소자(100)는 기판(110)과, 상기 기판(110) 상의 금속층(120) 및 상기 금속층(120)에 구비된 적어도 하나의 나노 구조물을 포함한다. 기판(110) 위에 금속층(120)이 도포되고, 상기 금속층(120)에 적어도 하나의 나노 구조물이 패터닝될 수 있다. 상기 적어도 하나의 나노 구조물은 금속층에 음각 구조를 가지고 형성될 수 있다. 상기 적어도 하나의 나노 구조물은 예를 들어 슬롯 구조를 가질 수 있다. 본 발명의 실시예에서는 나노 구조물들의 사이즈, 형상, 배치 간격 등에 따라 광원으로부터의 광의 진행방향이 조절될 수 있다.

[0039] 상기 적어도 하나의 나노 구조물은 예를 들어 광원을 포함하는 적어도 하나의 제1 나노 구조물과, 제1 나노 구조물로부터 이격되게 배치된 적어도 하나의 제2 나노 구조물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 나노 구조물은 광원(131)을 포함하는 제1 나노 구조물(130)과, 상기 제1 나노 구조물(130)로부터 이격되게 배치된 제2 나노 구조물(135)을 포함할 수 있다. 상기 광원(131)으로는 다양한 광원이 사용될 수 있으며, 광원(131)은 점광원, 선광원 및 면광원 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 광원(131)은 예를 들어 양자점(quantum dot), 염료 분자(dye molcule), 레이저 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 광원(131)은 자체적으로 광을 출사하는 광원 또는 외부로부터의 광에 의해 발광되는 광원을 포함할 수 있다. 광원(131)이 들어가 있는 제1 나노 구조물(130)은 광학 소자의 공급부(feeder)로 동작할 수 있다. 예를 들어, 제1 나노 구조물(130)의 사이즈와 형상 중 적어도 하나를 조절하여 광원(131)으로부터의 광의 공진 파장을 조절할 수 있다. 상기 제2 나노 구조물(135)은 예를 들어 광원(131)으로부터의 광의 방향을 가이드하는 방향부(director)나 광의 방향을 반사시키는 반사부(reflector)로 동작할 수 있다. 예를 들어, 제2 나노 구조물(135)의 사이즈, 모양, 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135) 사이의 간격(s) 중 적어도 하나를 조절하여 광의 방향을 제어할 수 있다.

[0040] 상기 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135)은 예를 들어, 육면체 형상을 가질 수 있다. 상기 제1 나노 구조물(130)은 제1깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1)을 가지는 직육면체 형상을 가질 수 있다. 제2 나노 구조물(135)은 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2)을 가지는 직육면체 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1), 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2), 및 제1 나노 구조물(131)과 제2 나노 구조물(135) 사이의 간격(s) 중 적어도 하나를 변경하여 광원(131)으로부터의 광의 진행 방향을 조절할 수 있다.

[0041] 한편, 금속층(120)은 외부로부터 입사된 광에 의해 표면에 표면 플라즈몬을 발생킬 수 있다. 그리고, 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135)이 음각 구조를 가지는 경우, 상기 금속층(120)에 생성된 표면 플라즈몬이 제1 나노 구조물(130) 및 제2 나노 구조물(135)과 커플링(coupling)을 일으켜 광으로 전환될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자는 광원(131)으로부터의 광을 전송하고, 금속층(120)에서 생성된 표면 플라즈몬을 전송할 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자는 예를 들어 나노 안테나로서 동작할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자에서는 광에 의해 표면 플라즈몬이 발생되며, 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물이 표면플라즈몬의 진행방향을 조절할 수 있다. 표면 플라즈몬의 파장은 광원으로부터의 광의 파장보다 짧을 수 있다.

[0042] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자(200)를 도시한 것이다. 광학 소자(200)는 기판(210)과, 상기

기판(210) 상의 금속층(220) 및 상기 금속층(220)에 구비된 제1, 제2 및 제3 나노 구조물(230)(235)(237)을 포함한다. 상기 제1 나노 구조물(230)은 광원(231)을 포함할 수 있으며, 제2 나노 구조물(235)이 제1 나노 구조물(230)의 일측에 이격되게 구비되고, 제3 나노 구조물(237)이 제1 나노 구조물(230)의 타측에 이격되게 구비될 수 있다. 상기 제1, 제2 및 제3 나노 구조물(231)(235)(237)은 금속층(220)에 음각 구조를 가지고 형성될 수 있다.

[0043] 상기 광원(231)은 예를 들어 양자점(quantum dot), 염료 분자(dye molcule), 레이저 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 광원(231)이 들어가 있는 제1 나노 구조물(230)은 광학 소자(220)의 공급부(feeder)로 동작할 수 있다. 예를 들어, 제1 나노 구조물(230)의 크기와 모양 중 적어도 하나를 조절하여 광원(231)으로부터 발생하는 광의 공진 파장을 조절할 수 있다. 상기 제2 나노 구조물(235)과 제3 나노 구조물(237)은 예를 들어 광원(231)으로부터의 광의 방향을 가이드하는 방향부(director)나 광을 반사시키는 반사부(reflector)로 동작할 수 있다. 예를 들어, 제2 나노 구조물(235)과 제3 나노 구조물(237)의 크기, 모양, 제1 나노 구조물(230)과 제2 나노 구조물(235) 사이의 간격(s1), 제1 나노 구조물(230)과 제3 나노 구조물(237) 사이의 간격(s2) 중 적어도 하나를 조절하여 광의 방향을 제어할 수 있다.

[0044] 상기 제1 나노 구조물(230), 제2 나노 구조물(235) 및 제3 나노 구조물(237)은 예를 들어, 육면체 형상을 가질 수 있다. 상기 제1 나노 구조물(230)은 제1깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1)을 가지는 직육면체 형상을 가질 수 있다. 제2 나노 구조물(135)은 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2)을 가지는 직육면체 형상을 가질 수 있다. 제3 나노 구조물(237)은 제3깊이(h3), 제3 긴 폭(a3), 제3 짧은 폭(b3)을 가지는 직육면체 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1), 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2), 제3 깊이(h3), 제3 긴 폭(a3), 제3 짧은 폭(b3), 제1 나노 구조물(231)과 제2 나노 구조물(235) 사이의 간격(s1), 제1 나노 구조물(231)과 제3 나노 구조물(237) 사이의 간격(s2) 중 적어도 하나를 변경하여 광원(231)으로부터의 광의 진행 방향을 조절할 수 있다.

[0045] 한편, 금속층(220)은 외부로부터 입사된 광에 의해 표면에 표면 플라즈몬을 발생킬 수 있다. 그리고, 제1 나노 구조물(230), 제2 나노 구조물(235) 및 제3 나노 구조물(237)이 음각 구조를 가지는 경우, 상기 금속층(220)에 생성된 표면 플라즈몬이 제1 나노 구조물(230), 제2 나노 구조물(235) 및 제3 나노 구노물(237)과 커플링(coupling)을 일으켜 광으로 전환될 수 있으며, 생성된 표면 플라즈몬의 진행방향을 제어할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자는 광원(231)으로부터의 광을 전송하고, 금속층(220)에서 생성된 표면 플라즈몬을 전송할 수 있다.

[0046] 다음은, 본 발명의 실시예들에 따른 광학 소자의 작동에 대해 설명한다.

[0047] 도 3은 광원(331)을 포함한 나노 구조물(330)의 동작을 설명하기 위한 도면이다. 기판(310) 위에 금속층(320)이 형성되어 있고, 금속층(320)에 상기 나노 구조물(330)이 형성되어 있다. 상기 나노 구조물(330)은 예를 들어 긴 폭(a), 짧은 폭(b) 및 깊이(h)를 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성될 수 있다. 기판(310)은 예를 들어, Al_2O_3로 형성될 수 있으며, 나노 구조물(330)은 a=150nm, b=20nm로 형성될 수 있다. 도 4는 상기 나노 구조물(330)의 깊이(h)를 변화시킬 때, 파장에 대한 전기장의 세기(Ey)의 변화를 나타낸 것이다. 전기장의 세기(Ey)는 나노 구조물(330)의 중앙부에서의 y 방향으로의 세기를 나타낸다.

[0048] 도 4를 참조하면, 나노 구조물(330)의 깊이(h)가 얕을수록 광이 기판의 영향을 많이 받게 되는 기판 효과(substrate effect)로 인해, 공진 피크(resonance peak)가 장파장 쪽으로 이동 될 수 있다. 나노 구조물(330)의 깊이(h)가 깊어지면 기판 효과가 작아지므로 그래프의 오른쪽에 있는 공진 피크는 왼쪽으로 이동하고, 나노 구조물의 깊이에 의한 Fabry-Parot 효과로 인해 그래프의 왼쪽에 새로운 공진 피크가 생길 수 있다. 나노 구조물의 깊이가 깊어질수록 Fabry-Parot 효과에 의한 공진 피크의 개수가 많아지고, 그 공진 피크가 장파장 쪽으로 이동될 수 있다.

[0049] 도 5는 나노 구조물(330)의 긴 폭(a)을 변화시킬 때, 파장에 대한 전기장의 세기(Ey)의 변화를 나타낸 것이다. 여기서, 나노 구조물(330)은 h=100nm, b=20nm로 형성되고, 나노 구조물(330)의 긴 폭(a)을 80nm, 100nm, 120nm, 140nm로 변경하였다. 도 5를 참조하면, 나노 구조물(330)의 긴 폭(a)이 짧아질수록 그래프의 오른쪽에 있는 공진 피크는 단파장쪽으로 이동하고, 그래프의 왼쪽에 있는 공진 피크는 장파장쪽으로 이동한다.

[0050] 상기한 바와 같이 광원(331)을 포함하는 나노 구조물(330)의 사이즈를 변화시켜 발광 파장을 조절할 수 있다.

[0051] 다음은, 광원을 포함한 제1 나노 구조물과, 제1 나노 구조물로부터 이격되어 배치된 제2 나노 구조물을 포함한 광학 소자의 동작에 대해 설명한다. 도 6은 도 1에 도시된 광학 소자(100)에서, 제1 나노 구조물(130)과 제2 나

노 구조물(135) 사이의 간격(s)과, 제1 나노 구조물(130)의 사이즈는 일정하게 유지하고, 제2 나노 구조물(135)의 긴 폭(a2)을 변화시킬 때 광원(131)으로부터의 방향(ky)에 대한 전기장의 세기(Ey)의 변화를 나타낸 것이다. 도 7a를 참조하면, 광원(131)으로부터의 방향(ky)은 광원(131)을 지나는 금속층(120)의 가로 방향일 수 있다. k0는 광의 웨이브 벡터(wavevector)이며, ky는 예를 들어, +y방향으로 진행하는 웨이브(wave)를 말하며 -ky는 -y방향으로 진행하는 웨이브(wave)를 나타낼 수 있다. 즉, ky값이 (+)값을 가지면 광은 샘플을 기준으로 한 좌표계에서 (+y)방향, (-)값을 가지면 (-y)방향으로 진행하는 것을 나타낼 수 있다. ky(k0)는 입사된 광의 웨이브 벡터(wavevector)를 기준으로 함을 나타낸다. 이때, 광원(331)으로부터의 광의 파장은 800nm이고, 간격(s)은 190nm이고, 제1 나노 구조물(130)의 긴 폭(a1)이 120nm이고, 짧은 폭(b1)이 20nm이고, 제2 나노 구조물(135)의 짧은 폭(b2)이 20nm 일 수 있다. 그리고, 기판(110)이 Al_2O_3로 형성되고, 금속층(120)이 금(Au)으로 형성될 수 있다. 도 7a에 도시된 바와 같이, 제2 나노 구조물(135)의 긴 폭(a2)이 제1 나노 구조물(130)의 긴 폭(a1)보다 길 때(a1<a2), 도 6을 참조하면 빛의 세기(Ey)가 (LONG)으로 표시된 선으로 나타날 수 있다. 이때, 빛이 제2 나노 구조물(135)쪽으로 상대적으로 많이 진행하고, 제2 나노 구조물(135)의 반대쪽으로 상대적으로 적게 진행할 수 있다. 이 경우 제2 나노 구조물(135)은 예를 들어 광원(131)으로부터의 광의 방향을 제2 나노 구조물(135)쪽의 순방향으로 가이드하는 방향부(director)로 동작할 수 있다.

[0052] 도 7b에 도시된 바와 같이, 제2 나노 구조물(135)의 긴 폭(a2)이 제1 나노 구조물(130)의 긴 폭(a1)보다 짧을 때(a1>a2), 도 6을 참조하면, 빛의 세기(Ey)가 (SHORT)로 표시된 선으로 나타날 수 있다. 이때, 빛이 제2 나노 구조물(135)의 반대 방향으로 상대적으로 많이 진행하고, 제2 나노 구조물(135) 쪽으로 상대적으로 적게 진행할 수 있다. 이 경우 제2 나노 구조물(135)은 예를 들어 광원(131)으로부터의 광의 방향을 제2 나노 구조물(135)의 반대쪽의 역방향으로 반사시키는 반사부(reflector)로 동작할 수 있다. 그리고, 광원(131)이 있는 제1 나노 구조물(130)은 광학 소자의 공급부(feeder)로 동작할 수 있다.

[0053] 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135)의 사이즈가 같을 때 제1 나노 구조물(130)의 좌측과 우측으로 거의 같은 양의 빛이 진행될 수 있다.

[0054] 도 7a 및 도 7b에 도시된 실시예에서와 같이 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 긴 폭 중 적어도 하나를 변화시키면서 빛의 방향을 제어할 수 있다. 또는, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격(s)을 조절하여 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다. 또는, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 깊이 중 적어도 하나를 변화시켜 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다. 또는, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 중 적어도 하나의 형상을 변화시켜 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다. 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 사이즈에 관련된 요소(긴 폭, 짧은 폭, 깊이 등)와, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격(s), 형상 중 적어도 하나를 변화시켜 빛의 방향을 제어할 수 있다.

[0055] 도 8a 내지 도 8c는 제1 나노 구조물(430), 제2 나노 구조물(435) 및 제3 나노 구조물(437)을 포함한 광학 소자에서 제2 나노 구조물(435)과 제3 나노 구조물(437)의 사이즈를 변화시키는 예를 도시한 것이다. 제1 나노 구조물(430)에 광원(431)이 포함되고, 제1 나노 구조물(430), 제2 나노 구조물(435) 및 제3 나노 구조물(437)은 금속층(420)에 음각 구조로 형성될 수 있다. 제1 나노 구조물(430)과 제2 나노 구조물(435) 사이의 간격(s1)과 제1 나노 구조물(430)과 제3 나노 구조물(437) 사이의 간격(s2)이 같을 수 있다. 예를 들어, s1=s2=190nm 일 수 있다. 도 8a에서는 제1 나노 구조물(430)의 긴 폭(a1)과 제2 나노 구조물(435)의 긴 폭(a2)이 같고, 제3 나노 구조물(437)의 긴 폭(a3)이 a1(=a2)보다 긴 예를 도시한다. 예를 들어, a1=a2=120nm이고, a3=136nm일 수 있다. 도 9는 제1 내지 제3 나노 구조물(430)(435)(437)의 긴 폭(a1)(a2)(a3) 중 적어도 하나를 변화시킬 때 광원(431)으로부터의 방향(ky)에 대한 전기장의 세기(Ey)의 변화를 나타낸 것이다.

[0056] 도 8a에 도시된 바와 같이, 제2 나노 구조물(435)이 제1 나노 구조물(430)의 긴 폭(a1)과 같은 긴 폭(a2)을 가지고, 제3 나노 구조물(437)이 제1 나노 구조물(430)의 긴 폭(a1)보다 긴 폭(a3)을 가질 때, 도 9를 참조하면 빛의 세기(Ey)가(LONG-FEED-SAME)으로 표시된 선으로 나타날 수 있다. 이 경우, 제1 나노 구조물(430)의 광원(431)으로부터의 빛이 제1 나노 구조물(430)의 우측에 비해 제1 나노 구조물(430)의 좌측에서 많이 존재할 수 있다. 본 명세서에서 좌측과 우측은 도면에서의 좌측과 우측을 의미하는 것으로 한다.

[0057] 도 8b에 도시된 바와 같이, 제2 나노 구조물(435)의 긴 폭(a2)이 제1 나노 구조물(430)의 긴 폭(a1)보다 짧고, 제3 나노 구조물(437)의 긴 폭(a3)이 제1 나노 구조물(430)의 긴 폭(a1)보다 길 때, 도 9를 참조하면 빛의 세기(Ey)가(LONG-FEED-SHORT)으로 표시된 선으로 나타날 수 있다. 이 경우, 제1 나노 구조물(430)의 광원(431)으로부터의 빛이 제1 나노 구조물(430)의 우측에 비해 제1 나노 구조물(430)의 좌측에서 많이 존재할 수 있다. 또한, 도 8a에 도시된 구조에 따른 (LONG-FEED-SAME)에 비해 상대적으로 제1 나노 구조물(430)의 좌측에 빛이

더 많이 존재할 수 있다. 여기서, 제2 나노 구조물(435)은 반사부(reflector)로서 동작하고, 제3 나노 구조물(437)은 방향부(director)로 동작할 수 있다.

[0058] 도 8c에 도시된 바와 같이, 제1 나노 구조물(430)의 긴 폭(a1), 제2 나노 구조물(435)의 긴 폭(a2), 제3 나노 구조물(437)의 긴 폭(a3)이 같을 때, 도 9를 참조하면 빛의 세기(Ey)가(SAME-FEED-SAME)으로 표시된 선으로 나타날 수 있다. 이 경우, 제1 나노 구조물(430)의 광원(431)으로부터의 빛이 제1 나노 구조물(430)의 좌측과 우측에서 거의 동일하게 존재할 수 있다.

[0059] 도 9를 참조하면, 제2 나노 구조물(435)과 제3 나노 구조물(437)의 긴 폭을

[0060] 도 8a, 도 8b 및 도 8c에 도시된 실시예에서와 같이 제1 나노 구조물, 제2 나노 구조물, 제3 나노 구조물의 긴 폭 중 적어도 하나를 변화시키면서 빛의 방향을 제어할 수 있다. 또는, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격(s1)과 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격(s2) 중 적어도 하나를 조절하여 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다. 또는, 제1 나노 구조물, 제2 나노 구조물 및 제3 나노 구조물의 깊이 중 적어도 하나를 변화시켜 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다. 또는, 제1 나노 구조물, 제2 나노 구조물 및 제3 나노 구조물 중 적어도 하나의 형상을 변화시켜 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다. 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 제1 나노 구조물, 제2 나노 구조물 및 제3 나노 구조물의 사이즈에 관련된 요소(긴 폭, 짧은 폭, 깊이 등)와, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격(s1), 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격(s2), 나노 구조물 들의 형상 중 적어도 하나를 변화시켜 빛의 방향을 제어할 수 있다.

[0061] 한편, 도 8a 내지 도 8c에서는 세 개의 나노 구조물을 이용하여 빛의 방향을 제어하는 방법을 설명하였지만, 이 밖에도 세 개 이상의 나노 구조물을 이용하여 빛의 방향을 제어하는 것도 가능하다.

[0062] 다음, 본 발명의 실시예에 따른 광학 소자로부터의 광의 진행 방향을 제어하는 방법에 대해 도 1에 도시된 광학 소자(100)를 참조하여 설명한다.

[0063] 기판(110) 상에 금속층(120)을 구비하고, 상기 금속층(120)에 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135)을 서로 이격되게 배치할 수 있다. 상기 제1 나노 구조물(130)에 적어도 하나의 광원(131)을 구비할 수 있다. 그리고, 상기 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135)의 사이즈, 형상 및 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격(s) 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원에서 나온 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0064] 예를 들어, 상기 제1 나노 구조물(130)이 슬롯 형상을 가지며, 상기 슬롯의 깊이(h)와 폭(a) 중 적어도 하나를 변경하여 광원으로부터 나오는 광의 파장을 조절할 수 있다.

[0065] 예를 들어, 상기 제1 나노 구조물(130)이 제1 깊이(h1), 제1 긴 폭(a1) 및 제1 짧은 폭(b1)을 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성될 수 있다. 상기 제2 나노 구조물(135)이 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2)이 및 제2 짧은 폭(b2)을 가지는 직육면체 형상의 슬롯으로 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 간격(s), 제1 깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1), 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2) 중 적어도 하나를 변경하여 광원(131)으부터의 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0066] 예를 들어, 상기 제1 나노 구조물(130)과 제2 나노 구조물(135)의 간격(s), 제1 깊이(h1), 제2 깊이(h2), 제1 짧은 폭(b1), 및 제2 짧은 폭(b2)을 일정하게 유지하고, 제1 긴 폭(a1)과 제2 긴 폭(a2) 중 적어도 하나를 변경하여 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0067] 또는, 제1 깊이(h1)와 제2 깊이(h2)가 동일하고, 제1 긴폭(a1)과 제2 긴 폭(a2)이 동일하고, 제1 짧은 폭(b1)과 제2 짧은 폭(b2)이 동일하며, 상기 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물의 간격(s)을 변경하여 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0068] 한편, 이상에서는 두 개의 나노 구조물을 이용하여 광의 진행 방향을 제어하는 방법에 대해 설명하였으나, 세 개의 나노 구조물을 이용하여 광의 진행 방향을 제어하는 것도 가능하다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 나노 구조물(230)의 일측에 이격되게 제2 나노 구조물(235)을 배치하고, 제1 나노 구조물(230)의 타측에 이격되게 제3 나노 구조물(237)을 배치할 수 있다. 상기 제1 나노 구조물(230)은 제1 깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1)을 가지는 직육면체의 슬롯 형상을 가질 수 있다. 제2 나노 구조물(235)은 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2)을 가지는 직육면체의 슬롯 형상을 가질 수 있다. 제3 나노 구조물(237)은 제3 깊이(h3), 제3 긴 폭(a3), 제3 짧은 폭(b3)을 가지는 직육면체의 슬롯 형상을 가질 수 있다.

[0069] 상기 제1 나노 구조물(230), 제2 나노 구조물(235), 제3 나노 구조물(237)의 사이즈, 형상, 제1 나노 구조물과 제2 나노 구조물 사이의 간격(s1), 및 제1 나노 구조물과 제3 나노 구조물 사이의 간격(s2) 중 적어도 하나를

변경하여 광원(231)에서 나온 광의 진행 방향을 제어할 수 있다. 나노 구조물의 사이즈는 예를 들어 깊이, 긴 폭, 짧은 폭 중 적어도 하나를 변경하여 조절될 수 있다.

[0070] 도 2를 참조하면, 상기 제1 나노 구조물(230)과 제2 나노 구조물(235) 사이의 간격(s1), 제1 나노 구조물(230)과 제3 나노 구조물(237) 사이의 간격(s2), 제1 깊이(h1), 제1 긴 폭(a1), 제1 짧은 폭(b1), 제2 깊이(h2), 제2 긴 폭(a2), 제2 짧은 폭(b2), 제3 깊이(h3), 제3 긴 폭(a3), 제3 짧은 폭(b3) 중 적어도 하나를 변경하여 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0071] 예를 들어, 상기 제1 나노 구조물(230)과 제2 나노 구조물(235) 사이의 간격(s1)과 제1 나노 구조물(230)과 제3 나노 구조물(237) 사이의 간격(s2)이 동일하고, 상기 제1깊이(h1), 제2깊이(h2), 제3깊이(h3)가 동일하며, 제1 짧은 폭(b1), 제2 짧은 폭(b2) 및 제3 짧은 폭(b3)이 동일하고, 제1 긴폭(a1), 제2 긴폭(a2), 및 제3 긴폭(a3)을 변경하여 광의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0072] 또한, 나노 구조물들이 형성된 금속층(220)에는 표면 플라즈몬이 생성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 광의 진행 방향 제어 방법은 광원(231)으로부터의 광을 전송하고, 금속층(220)에서 생성된 표면 플라즈몬을 전송할 수 있다. 그리고, 광원으로부터의 광 및/또는 표면 플라즈몬의 진행 방향을 제어할 수 있다.

[0073] 상기한 실시예들은 예시적인 것에 불과한 것으로, 당해 기술분야의 통상을 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 하기의 특허청구범위에 기재된 발명의 기술적 사상에 의해 정해져야만 할 것이다.

부호의 설명

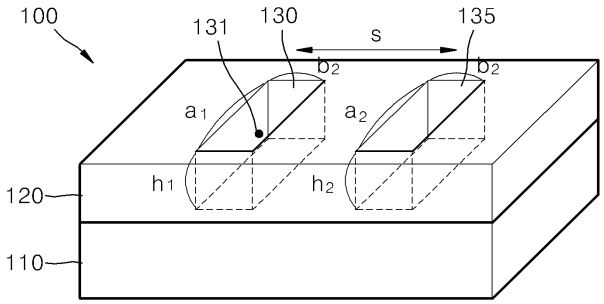
[0074] 100,200...광학 소자,

110,210...기판, 120,220,320...금속층

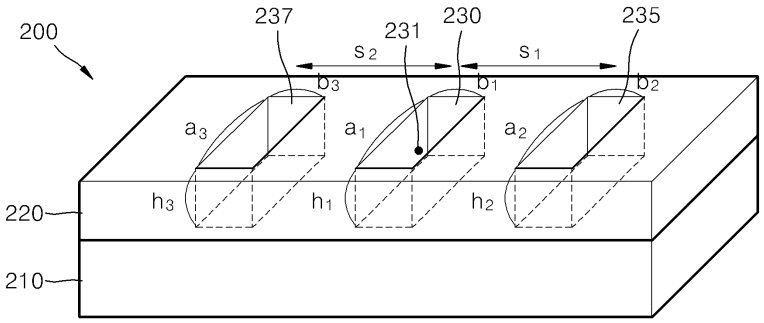
130,135,230,235,237,330,430,435,437...나노 구조물

도면

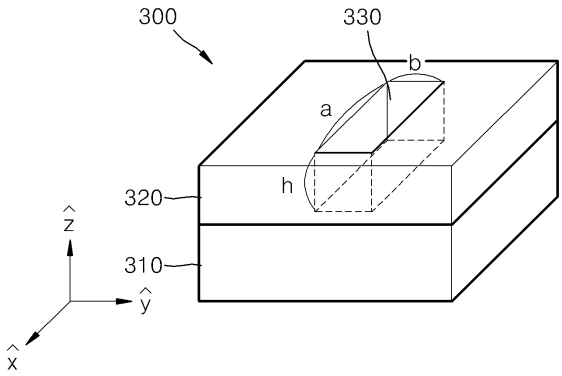
도면1



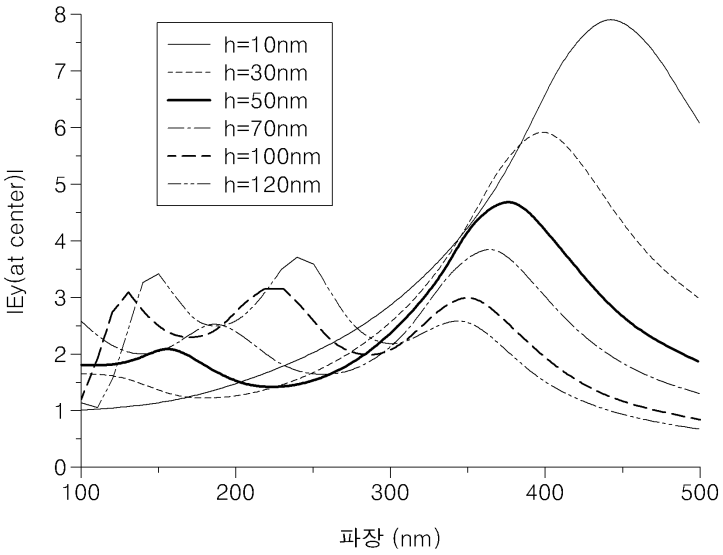
도면2



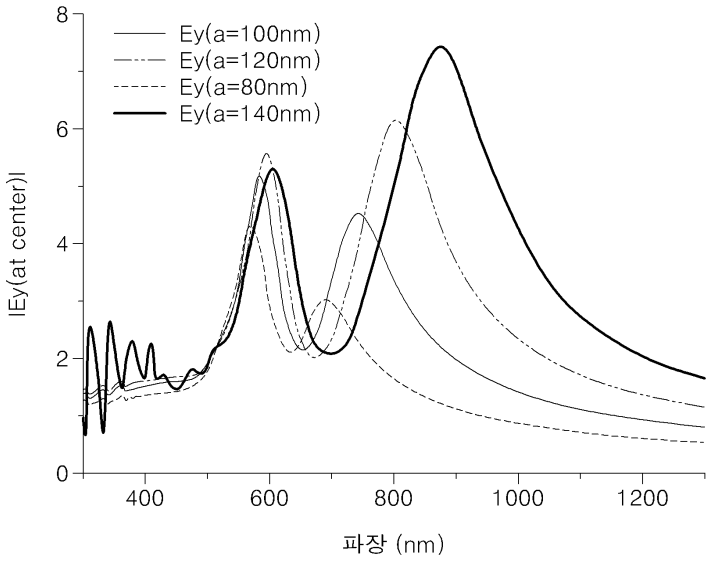
도면3


300
330
b
a
h
320
310
z
y
x

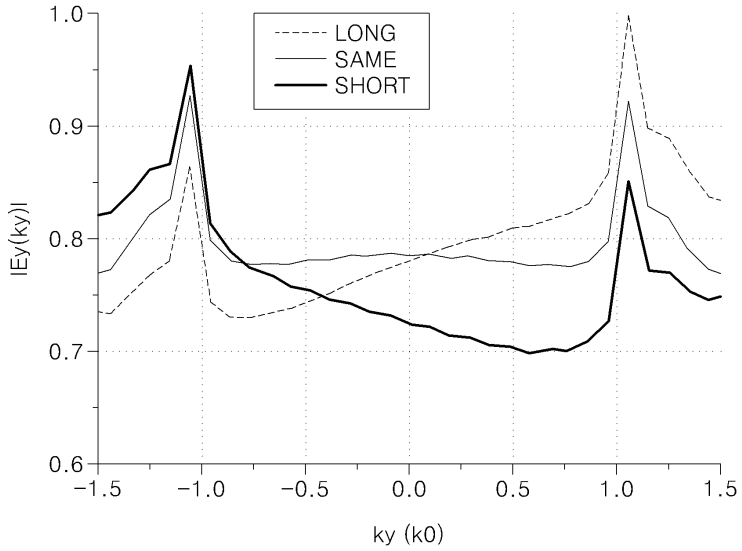
도면4


h=10nm
h=30nm
h=50nm
h=70nm
h=100nm
h=120nm
|Ey(at center)|
파장 (nm)

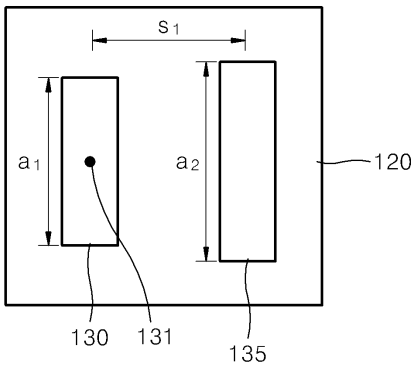
도면5


Ey(a=100nm)
Ey(a=120nm)
Ey(a=80nm)
Ey(a=140nm)
|Ey(at center)|
파장 (nm)

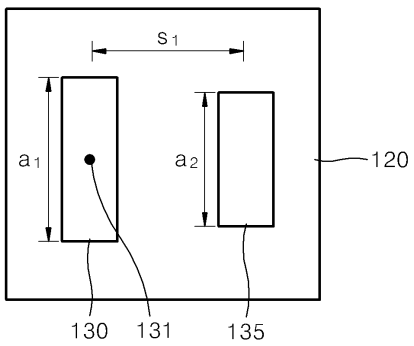
도면6



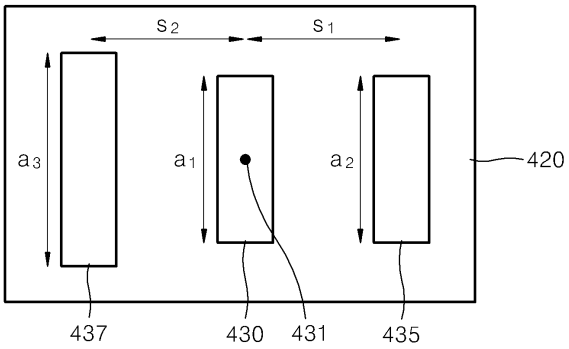
도면7a



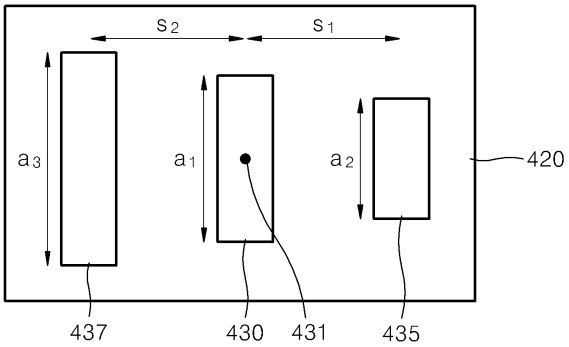
도면7b



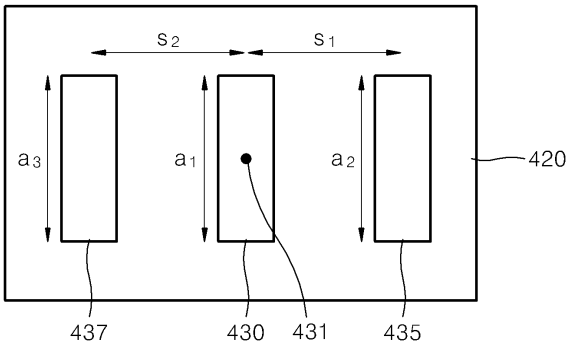
도면8a



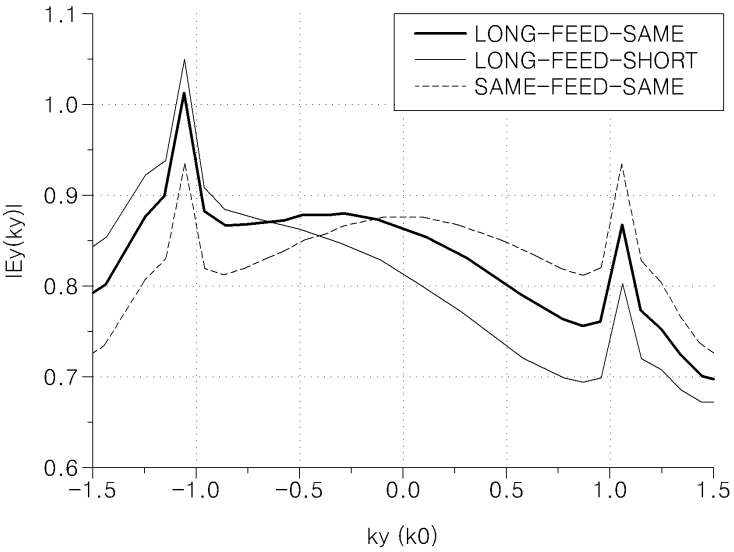
도면8b



도면8c



도면9


LONG-FEED-SAME
LONG-FEED-SHORT
SAME-FEED-SAME
|Ey(ky)|
ky (k0)
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
−1.5
−1.0
−0.5
0.0
0.5
1.0
1.5