



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0033596
(43) 공개일자 2014년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 5/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0099270

(22) 출원일자 2012년09월07일

심사청구일자 2012년09월07일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

고려대학교 산학협력단

서울시 성북구 안암로 145 (안암동)

(72) 발명자

최경철

대전 유성구 대학로 291, 5-5223 (구성동, 한국과학기술원)

도윤선

대구 서구 문화로47길 26-19, (평리동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인명문

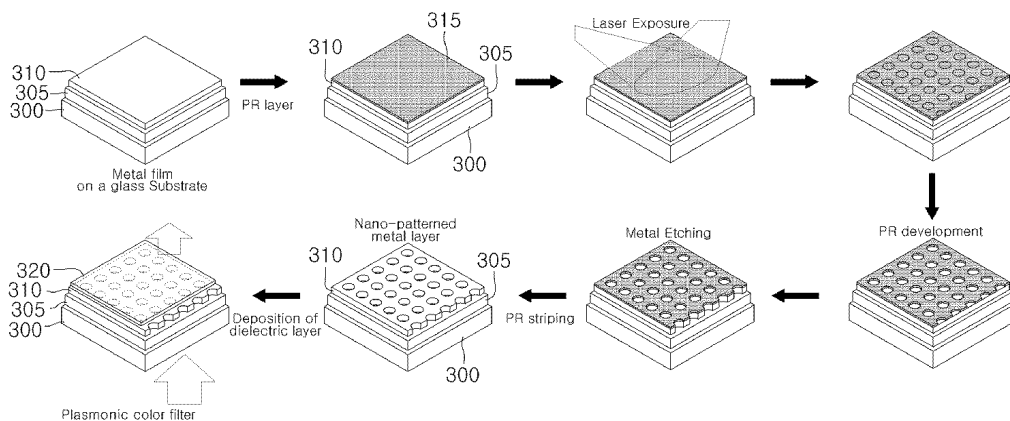
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법

(57) 요약

표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 위에 광결정 구조를 형성하는 단계와, (b) 광결정 구조 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (c) 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계와, (d) 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계와, (e) 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계와, (f) 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 금속막을 식각(etching)하여 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계와, (g) 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함한다. 광결정 구조의 차단 파장 대역과 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다르다.

대표도



(72) 발명자

주병권

서울특별시 종로구 평창동

박정호

경기도 고양시 일산동구 풍동

황보연

서울특별시 성북구 안암동5가

특허청구의 범위

청구항 1

표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법에 있어서,

- (a) 기판 위에 광결정 구조를 형성하는 단계;
 - (b) 상기 광결정 구조 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계;
 - (c) 상기 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계;
 - (d) 상기 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계;
 - (e) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계;
 - (f) 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 상기 금속막을 식각(etching)하여 상기 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계; 및
 - (g) 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함하며,
- 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다른 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계의 광결정 구조는 1차원 광결정 구조이고, 상기 1차원 광결정 구조는 원자층 증착법(ALD), 화학기상증착법(CVD), 스퍼터(sputter) 법, 스핀 코팅법(spin coating method), 또는 증착기(evaporator) 법을 통해 유전상수가 상이한 두 개의 유전물질들을 교대로 복수번 반복하는 것에 의해 형성되는 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계의 광결정 구조는 2차원 광결정 구조 또는 3차원 광결정 구조이고, 상기 2차원 광결정 구조 또는 상기 3차원 광결정 구조는 레이저 간섭 리소그래피에 의해 형성되는 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법.

청구항 4

표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법에 있어서,

- (a) 기판 위에 광결정 구조를 형성하는 단계;
- (b) 상기 광결정 구조 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계;
- (c) 상기 제1 유전체층 위에 감광층을 형성하는 단계;
- (d) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계;
- (e) 상기 제1 유전체층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막을 형성하는 단계;
- (f) 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막을 형성하는 단계; 및
- (g) 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포

함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다른 표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (e) 단계의 금속막은 전자빔 증착법(e-beam evaporation) 또는 열 증착법(thermal evaporation)에 의해 형성되는 표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법.

청구항 6

표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법에 있어서,

- (a) 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계;
 - (b) 상기 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계;
 - (c) 상기 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계;
 - (d) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계;
 - (e) 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 상기 금속막을 식각(etching)하여 상기 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계;
 - (f) 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계; 및
 - (g) 상기 제2 유전체층 위에 광결정 구조를 형성하는 단계를 포함하며,
- 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다른 표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법.

청구항 7

표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법에 있어서,

- (a) 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계;
 - (b) 상기 제1 유전체층 위에 감광층을 형성하는 단계;
 - (c) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계;
 - (d) 상기 제1 유전체층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막을 형성하는 단계;
 - (e) 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막을 형성하는 단계;
 - (f) 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계; 및
 - (g) 상기 제2 유전체층 위에 광결정 구조를 형성하는 단계를 포함하며,
- 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다른 표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법.

청구항 8

표면 플라즈몬 커플러 필터의 제조 방법에 있어서,

- (a) 기판 아래에 광결정 구조를 형성하는 단계;
 - (b) 상기 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계;
 - (c) 상기 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계;
 - (d) 상기 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계;
 - (e) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계;
 - (f) 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 상기 금속막을 식각(etching)하여 상기 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계; 및
 - (g) 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함하며,
- 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다른 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법.

청구항 9

표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법에 있어서,

- (a) 기판 아래에 광결정 구조를 형성하는 단계;
 - (b) 상기 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계;
 - (c) 상기 제1 유전체층 위에 감광층을 형성하는 단계;
 - (d) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계;
 - (e) 상기 제1 유전체층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막을 형성하는 단계;
 - (f) 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막을 형성하는 단계; 및
 - (g) 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함하며,
- 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다른 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 표면 플라즈몬을 이용하는 표면 플라즈모닉 컬러 필터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 레이저 간섭 리소그래피를 이용한, 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법(생산 방법)에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서 기존의 표시장치인 브라운관(Cathode Ray Tube; CRT)을 대체하는 경량 박막형 평판표시장치(Flat Panel Display; FPD)에 대한 연구 및 상업화가 중점적으로 이루어지고 있다. 특히, 이러한 평판표시장치 중 액정표시장치(Liquid Crystal Display; LCD)는 액정의 광학적 이방성을 이용하여 이미지를 표현하는 장치로서, 해상도와 컬러표시 및 화질 등에서 우수하여 노트북이나 데스크탑 모니터 등에 활발하게 적용되고 있다.

[0003] 액정표시장치는 컬러필터(color filter) 기판, 어레이(array) 기판(TFT(thin film transistor) 어레이 기판), 및 컬러필터 기판과 어레이 기판 사이에 형성된 액정층(liquid crystal layer)으로 구성될 수 있다. 액정표시장

치의 제조공정은 기본적으로 다수의 마스크공정 즉, 포토리소그래피(photolithography) 공정을 필요로 하므로 생산성 면에서 마스크 수를 줄이는 방법이 요구되고 있다.

- [0004] 상기 액정표시장치에 사용되는 컬러필터는 염료 또는 안료를 이용하여 불필요한 색의 광은 흡수하여 소멸시키고 구현하고자 하는 색의 광만 투과시켜 컬러를 구현함에 따라 하나의 서브-화소를 기준으로 입사된 백색광에서 RGB 삼원색 중 한가지색만 투과시킴으로써 컬러필터층에서 투과율이 30(%)이상 되기 어려울 수 있다. 이러한 이유로 패널(LCD 패널)의 투과효율이 매우 낮아 백라이트(backlight)에 의한 전력 소비가 증가할 수 있다. 또한, 상기 컬러필터는 각 원색별로 컬러 레지스트(resist) 도포, 노광, 현상 및 경화공정을 반복하여 진행하기 때문에 공정이 복잡할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제(목적)는, 금속막(금속층)에 나노 크기(nano size)의 주기적인 홀 어레이 패턴(hole array pattern)을 형성할 수 있는 레이저 간섭 리소그래피(laser interference lithography)를 이용한, 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 또한 본 발명의 목적은 단순한 구조를 가지는 표면 플라즈모닉 컬러필터를 제조하는 방법을 제공하여 공정비용을 줄일 수 있고, 주기성을 가지는 컬러필터 구조에서 나타내는 문제점이 보완되어 특성이 개선된 표면 플라즈모닉 컬러 필터를 제조할 수 있는, 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 위에 광결정 구조를 형성하는 단계; (b) 상기 광결정 구조 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (c) 상기 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계; (d) 상기 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계; (e) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계; (f) 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 상기 금속막을 식각(etching)하여 상기 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계; 및 (g) 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.
- [0008] 상기 (a) 단계의 광결정 구조는 1차원 광결정 구조일 수 있고, 상기 1차원 광결정 구조는 원자층 증착법(ALD), 화학기상증착법(CVD), 스퍼터(sputter) 법, 스핀 코팅법(spin coating method), 또는 증착기(evaporator) 법을 통해 유전상수가 상이한 두 개의 유전물질들을 교대로 복수번 반복하는 것에 의해 형성될 수 있다.
- [0009] 상기 (a) 단계의 광결정 구조는 2차원 광결정 구조 또는 3차원 광결정 구조일 수 있고, 상기 2차원 광결정 구조 또는 상기 3차원 광결정 구조는 레이저 간섭 리소그래피에 의해 형성될 수 있다.
- [0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 위에 광결정 구조를 형성하는 단계; (b) 상기 광결정 구조 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (c) 상기 제1 유전체층 위에 감광층을 형성하는 단계; (d) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층을, 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계; (e) 상기 제1 유전체층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막을 형성하는 단계; (f) 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막을 형성하는 단계; 및 (g) 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.
- [0011] 상기 (e) 단계의 금속막은 전자빔 증착법(e-beam evaporation) 또는 열 증착법(thermal evaporation)에 의해 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (b) 상기 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계;

(c) 상기 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계; (d) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계; (e) 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 상기 금속막을 식각(etching)하여 상기 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계; (f) 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계; 및 (g) 상기 제2 유전체층 위에 광결정 구조를 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0013] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 표면 플라즈몬 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (b) 상기 제1 유전체층 위에 감광층을 형성하는 단계; (c) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계; (d) 상기 제1 유전체층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막을 형성하는 단계; (e) 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막을 형성하는 단계; (f) 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계; 및 (g) 상기 제2 유전체층 위에 광결정 구조를 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0014] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 표면 플라즈몬 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 아래에 광결정 구조를 형성하는 단계; (b) 상기 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (c) 상기 제1 유전체층 위에 금속막을 형성하는 단계; (d) 상기 금속막 위에 감광층을 형성하는 단계; (e) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계; (f) 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 상기 금속막을 식각(etching)하여 상기 금속막에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계; 및 (g) 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막으로부터 제거하고 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0015] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 표면 플라즈몬 컬러 필터의 제조 방법은, (a) 기판 아래에 광결정 구조를 형성하는 단계; (b) 상기 기판 위에 제1 유전체층을 형성하는 단계; (c) 상기 제1 유전체층 위에 감광층을 형성하는 단계; (d) 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계; (e) 상기 제1 유전체층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막을 형성하는 단계; (f) 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막을 형성하는 단계; 및 (g) 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막 위에 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층을 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 광결정 구조의 차단 파장 대역과 상기 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 표면 플라즈몬 컬러 필터의 제조 방법은 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 마스크(mask) 없이 금속막의 전체 영역에 나노 홀 어레이 패턴을 균일하게 형성할 수 있다. 따라서 본 발명은 염료 또는 안료를 기반으로 하는 기존 컬러 필터의 포토리소그래피 공정에서 필요한 마스크 정렬(alignment)로 인한 공정상의 어려움과 고가의 마스크 비용으로 인한 단점을 개선할 수 있다. 또한, 본 발명은, 전자빔 리소그래피(e-beam lithography) 등을 이용하여 나노 패턴링(nano patterning)을 하는 기술에 비하여 레이저 간섭 리소그래피를 이용하는 것에 의해 넓은 면적에 단시간에 균일한 패턴을 형성하고 공정비용을 줄일 수 있어 비용과 수율(yield)의 측면에서 타 컬러 필터에 비해 우위를 가질 수 있다.

[0017] 본 발명의 표면 플라즈몬 컬러 필터 구조는 안료 또는 염료를 이용하는 컬러필터의 재료적인 특성에 따른 낮은 빛의 투과도 문제를 해결하는 것에 의해 컬러필터의 재료적인 한계점을 극복시킬 수 있다. 즉, 본 발명은 표면 플라즈몬 공명 현상에 의해 금속막의 나노 크기의 홀(hole)들에서의 빛의 투과도(투과효율)가 향상되는 표면 플라즈몬 컬러필터를 제조(구현)할 수 있다. 따라서 본 발명을 통해 제조된 컬러 필터는 염료 또는 안료를 기반으로 하는 기존 컬러 필터 대비 높은 투과도를 가질 수 있다. 또한 본 발명은 광결정 구조를 포함하는 것에 의해 표면 플라즈몬 공명의 특성으로 발생하는 다양한 모드(mode) 중 목표표 하는 색상에 대응하는 파장 대역의

투과도만 선택적으로 향상시키고 비투과 대역에서 발생하는 공명 모드로 인한 불필요한 투과 향상 대역의 빛을 광 결정 구조의 광 밴드갭(photonic band gap, PBG)을 이용하여 차단하는 표면 플라즈모닉 컬러필터를 제조할 수 있다. 따라서 본 발명의 표면 플라즈모닉 컬러 필터는 고색순도의 화질을 구현함으로써 실감형 디스플레이를 실현하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

[0018] 본 발명에 따른 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법은, 컬러 필터를 제조할 때 안료 또는 염료의 사용을 배제하고 레이저 간섭 리소그래피를 통해 표면 플라즈몬 공명 현상을 이용하여 컬러 필터의 특성인 빛의 투과 효율을 향상시키며, 색 순도를 향상시킬 수 있는 광결정 구조를 포함하는 표면 플라즈모닉 컬러 필터 구조를 제조(fabrication)할 수 있다. 빛의 투과 효율을 향상시키고 백색광원의 빛을 플라즈몬 공명에 의해 필터링하는 본 발명의 컬러필터는 백색광원(backlight)에서의 전력 소비를 감소시킬 수 있고, 평판 디스플레이인 LCD 및 OLED(organic light emitting diode display) 소자 등에 적용될 수 있다.

[0019] 본 발명의 표면 플라즈모닉 컬러 필터는 평판 형태의 단순한 구조를 가지기 때문에 염료나 안료를 이용하는 컬러 필터 기판의 복잡한 공정을 간소화하고 공정비용을 절감시킬 수 있다.

[0020] 또한 본 발명은 금속막에 나노 크기의 주기적인 홀 어레이 패턴(hole array pattern)을 형성하는 나노 패터닝 기술인 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 표면 플라즈모닉 컬러 필터를 제조할 수 있으므로, 본 발명은 컬러 필터의 제작 공정을 포함하는 공정 절차(또는 전체 공정 절차)를 간소화할 수 있고 공정비용(공정단가)을 절감시킬 수 있다. 그 결과, 본 발명은 저가의 공정으로 대면적화하여 상용화되는 디스플레이 소자에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 발명의 상세한 설명에서 사용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여, 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(100)를 설명하는 도면(종단면도)이다.

도 2는 도 1의 표면 플라즈모닉 컬러필터(100)에서 광결정 구조(110)의 유무에 따른 빛의 투과도(transmission)의 변화를 나타내는 그래프(graph)이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)를 설명하는 도면(종단면도)이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)를 설명하는 도면(종단면도)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명, 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는, 본 발명의 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용이 참조되어야 한다.

[0023] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하는 것에 의해, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 나타낸다.

[0024] 컬러 필터는, 평판 디스플레이(flat panel display)에서 색상의 구현을 위해 디스플레이 소자를 구성하고 구동하는 주요 부품중의 하나이다. 컬러 필터는 백색 광원으로부터 적색, 녹색, 또는 청색의 빛을 선택적으로 투과시켜 색상을 구현하는 원리를 가질 수 있다.

[0025] 평판 디스플레이 시장의 주류를 이루고 있는 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display)는 백라이트(backlight)로부터 액정(액정층)을 통해 전달된 백색광을 컬러필터 층을 통해 적색, 녹색 및 청색을 구현하고, 각각 화소(pixel)에 형성된 스위칭 소자인 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT)의 동작을 통해 액정층을 투과하는 백색광의 양을 조절하여, 적색, 녹색, 및 청색의 빛의 양의 다양한 조합으로 색상을 표현하는 원리를

가진다.

- [0026] 평판 디스플레이의 다른 대표적인 예인 유기발광다이오드 소자(OLED, organic light emitting diode display)는 크게 두 가지 방법으로 적색, 녹색 및 청색을 구현한다. 첫 번째로 적색, 녹색, 및 청색 발광을 위해 각각 세 가지의 다른 유기 발광 물질을 이용하여 서브 화소(sub-pixel)를 구현하는 방법이 있고, 두 번째로 백색 광원의 유기 발광 소자에 적색, 녹색, 및 청색의 빛을 투과시키는 컬러필터(안료 또는 염료를 포함(이용)하는 컬러필터)를 결합한 방법이 있다. 상기 두 방법(예를 들어 상기 유기발광다이오드 소자가 능동 유기 발광 다이오드(Active Mode Organic Light Emitting Diode)인 경우) 모두 각 서브 화소를 구동하기 위해 각 서브 화소 내에는 스위칭 소자(예를 들어 유기 박막 트랜지스터(organic thin-film transistor, OTFT))가 내장될 수 있다.
- [0027] 염료나 안료를 이용하는 컬러 필터를 제작함에 있어 포토리소그래피(photolithography) 공정이 요구되고 이를 위해 다수의 마스크 공정이 필요하여 공정비용이 큰 문제점이 있다. 또한 염료 또는 안료를 이용하는 컬러 필터의 제작에 있어서, 평판 디스플레이의 동작의 특성상, 백플레인(backplane)의 스위칭 소자인 TFT 기판과, 컬러필터 기판 모두 서브화소로 구분되어 있어 기판간의 정확한 정렬(alignment)이 요구된다. 또한 각 화소사이의 색 분리를 위해, 화소를 평판화(평탄화)하는 역할을 수행하는 overcoat와, TFT, Gate line, 및 Data line의 영역을 막아 빛이 새는 것을 막는 차광막 기능을 수행하고 화소들(서브화소들) 사이에 배치되는 black matrix 등의 추가적인 구조가 염료나 안료를 이용하는 컬러 필터에 형성되어 공정이 복잡한 단점이 있다.
- [0028] 또한, 상용화된 평판 디스플레이에 적용되는 컬러 필터 기술은 안료 또는 염료의 재료적인 특성을 이용하여, 불필요한 색의 빛을 흡수하고 목표로 하는 색의 빛만을 투과시키기 때문에 투과율이 30(%)이상 되기 어렵고, 높은 휘도를 발생시키기 위해 백라이트(backlight)에 의한 전력소모가 커지는 단점이 있을 수 있다.
- [0029] 한편, 표면 플라즈몬 공명 현상으로 나노 크기의 홀을 뚫고 지나가는 빛의 투과량이 극대화되는 현상을 채택하여, 투과효율이 증가된 컬러 필터를 제안한 연구가 발표되고 있다. 표면 플라즈몬을 이용하여 특정 파장대역의 색상을 선택적으로 투과시키기 위해서는 금속막(금속 박막)에 나노 크기의 홀(hole)을 일정한 주기로 패턴을 해주어야하는데, e-beam lithography(전자빔 리소그래피), 또는 ion milling(이온 에칭) 등의 방법으로 나노 홀 어레이 패턴(nano hole array pattern)을 구현한 연구가 발표되고 있다.
- [0030] 부연하여 설명하면, 금속 박막층에 주기성을 가지는 나노 크기의 다수개의 홀(hole)들로 이루어진 홀 어레이 패턴(hole array pattern)을 형성하여 이 구조(홀 어레이 패턴)에서 발생하는 플라즈몬 효과(표면 플라즈몬 공명 현상)를 이용하여 컬러 필터로 응용한 연구가 발표되고 있다. 표면 플라즈몬 공명 현상은 나노 크기의 홀을 뚫고 지나가는 빛의 투과도(투과효율)를 증가시키는 현상일 수 있다.
- [0031] 컬러 필터는 백색광원에서 적색, 녹색, 또는 청색을 선택적으로 투과하는 원리로 액정 디스플레이 또는 유기발광다이오드 등 디스플레이 부품으로 많이 사용되고 있는데, 디스플레이 소자에 적용되기 위해서는 대면적 내에 균일한 성능을 가지는 필터 구조를 만들 수 있는 기술이 중요하고, 또한 공정 가격을 낮추는 것 또한 중요한 이슈(issue)이다. 이러한 관점에서 볼 때, e-beam lithography와 같은 고가의 많은 시간을 요구하는 공정방법은 산업화에 방해가 되는 요소로 작용할 수밖에 없다.
- [0032] 부연하여 설명하면, 상기 일정한 주기를 가지는 나노 크기(nano size)의 홀 어레이 패턴을 구현하기 위해서, e-beam lithography(전자빔 리소그래피), 또는 ion milling(이온 에칭) 등의 방법을 이용한 연구가 발표되고 있으나 이와 같은 공정 방법은 고가이며 많은 시간을 요구하기 때문에, 상용화를 위해 대면적화와 공정 가격을 낮추기에 방해가 되는 요소로 작용할 수밖에 없다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(100)를 설명하는 도면(종단면도)이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(또는 광결정형 구조를 포함하는 표면 플라즈모닉 컬러 필터 구조)(100)는, 기판(105), 광결정 구조(110), 제1 유전체층(115), 나노 크기의 주기를 가지는 나노 홀 어레이 패턴(nano hole array pattern)이 형성되는 금속막(120), 및 제2 유전체층(125)을 포함한다. 기판(105) 위에 광결정 구조(110), 제1 유전체층(115), 금속막(120), 및 제2 유전체층(125)이 순서대로 적층되어 표면 플라즈모닉 컬러 필터(100)가 평판 형태로 제조될 수 있다. 표면 플라즈모닉 컬러필터(100)는, 예를 들어, 액정표시장치(LCD)의 TFT 어레이 기판에 포함된 하나의 화소(pixel)(또는 서브-화소(subpixel))에 대응하는 필터일 수 있다.
- [0035] 외부 빛이 인가되어 금속막(120) 표면과 유전체(제1 유전체층(115) 및 제2 유전체층(125)) 사이의 경계면에서 표면 플라즈몬이 발생하므로, 투명한 기판(105)이 사용될 수 있다. 기판(105)은 유리(glass) 기판과 같은 투명

한 평판 기관, 또는 PET(polyethylene terephthalate, 폴리에스터) 또는 PEN(Polyethylene naphthalate, 폴리에틸렌 나프탈레이트)을 포함하는 플라스틱 기관(투명 플라스틱 기관)과 같은 플렉시블(flexible) 기관일 수 있다. 따라서 본 발명의 표면 플라즈몬 컬러 필터(100)는 평판 디스플레이, 플렉시블 디스플레이, 또는 투명 디스플레이의 부품으로 사용될 수 있다.

[0036] 표면 플라즈몬 공명이 일어날 때, 다양한 차수의 모드(mode)가 발생하는데, 투과시키고자 하는 목표 색상 이외의 파장 대역에서 불필요하게 빛이 투과되는 현상이 발생하여 색 순도가 떨어지는 문제점이 있다. 본 발명의 컬러 필터 구조(100)는 이러한 문제점을 해결하기 위해 도 1과 같이 기관(105)과 금속막(120) 사이에 광결정 구조(110)를 삽입하여 불필요하게 투과되는 파장대역에 맞춰 광밴드갭(Photonic Band Gap, PBG)을 형성하여 그 대역에서의 빛의 투과도를 낮추거나 제거할 수 있다. 상기 투과도가 낮아지는 정도는 광밴드갭이 형성되는 정도에 영향을 받고, 이는 굴절률이 서로 다른 물질(유전물질)이 교번으로(교대로) 반복되는 횟수와 물질 사이의 굴절률의 차이에 영향을 받을 수 있다.

[0037] 광결정 구조(110)는 기관(105) 위에 형성(결합 또는 삽입)되고, 예를 들어, 1차원 광결정 구조일 수 있다. 광결정 구조(광결정(photonic crystal))(110)는 빛 파장 정도의 주기 구조를 가지고 있는 결정으로서 광학적 성질을 갖는 구조 또는 그러한 성질을 갖도록 만들어진 구조를 말한다. 이러한 광결정은 가시광선에 해당하는 빛의 파장과 유사한 길이의 격자주기를 갖는 물질을 의미할 수 있다.

[0038] 광결정 구조(110)의 다른 실시예에 있어서, 그 내부에 굴절률 또는 유전율이 서로 다른 두 가지 이상의 물질이 격자구조의 형태로 규칙적으로 배열될 수도 있다. 광결정 구조(110)는 특정 파장 대역의 빛의 투과를 차단(방지)하는 광밴드갭(Photonic Band Gap, PBG)을 포함한다. 즉, 광밴드갭을 형성하는 광결정 구조(110)는 불필요한 파장 대역(불필요한 파장 대역의 플라즈몬 공명모드)의 빛을 차단하여 컬러 필터의 특성인 색 순도를 개선할 수 있다. 광밴드갭은 광결정 구조(110)에 포함된 유전물질의 유전상수(유전율)에 의해 영향을 받을 수 있고, 특정 주파수 또는 파장을 갖는 전자기파가 광결정 내부로 전파하는 것을 차단할 수 있다. 광밴드갭에 대응하는 주파수 이외의 주파수(파장)를 갖는 입사광은 광결정을 투과한다.

[0039] 도 1에 도시된 광결정 구조(110)는 4개 층(2 쌍(pair)의 층)을 포함하는 1차원 광결정 구조일 수 있다. 상기 1차원 광결정 구조는 굴절률(또는 유전상수)이 서로 상이한 두 가지 유전물질들이 교대로(교번으로) 형성되어 4개 이상의 층의 구조로 형성될 수 있으며, 예를 들어 4개 층으로 형성될 경우 1차원 광결정 구조의 맨 아래 층에 Al_2O_3 물질이, 그 위 층에 ZnS 물질이, 그리고 그 위 층에 Al_2O_3 물질이, 그 위 층에 ZnS 물질이 반복하여 형성될 수 있다.

[0040] 1차원 광결정 구조에서 반복되는 층이 많아질수록 광밴드갭의 영향은 커지기 때문에 빛과 관련된 투과도의 저지대역(stop band)이 더 좁고 깊게 나타난다. 이 경우 stopband 대역을 더 세밀하게 조정할 수 있으므로 색순도 향상을 위해 투과 곡선을 설계하는 관점에서 유리할 수 있다. 따라서 상기 광결정 구조의 각 물질의 반복 횟수는 4층으로 제한되지 않으며 광밴드갭이 적절히 형성됨으로써 금속막(120)과 관련된 투과대역의 피크(peak)값을 가지는 대역폭(bandwidth)이 감소될 수 있다. 1차원 광결정 구조를 구성하는 물질에 따른 빛의 투과도가 도 2에 도시된다.

[0041] 특정 파장대역(특정 주파수 대역)에 대한 광밴드갭을 형성하기 위해 광결정 구조(110)는 유전상수가 다른 물질이 교번으로(교대로) 배열(배치)되는 구조를 포함하면 되므로, 광결정 구조(110)는 도 1에 도시된 1차원으로 반복되는 1차원 광결정 구조에만 한정되지 않고 광결정 구조(110)의 다른 실시예는 2차원 형태의 광결정 구조(2차원 광결정 구조) 또는 3차원 형태의 광결정 구조(3차원 광결정 구조)일 수도 있다. 2차원 광결정 구조는 2차원의 주기성을 갖고 굴절률이 변하는 광결정이며, z축으로는 변화가 없으며 x-y 평면상으로 주기적으로 굴절률이 서로 다른 물질들이 배열되는 것을 말한다. 즉, 물질 내에 단순히 구멍을 뚫는 것만으로도 2차원 광결정 구조를 제작할 수 있다. 3차원 광결정 구조는 3차원의 주기성을 갖고 굴절률이 변하는 광결정이며, x방향, y방향, 및 z방향으로 주기적으로 굴절률이 서로 다른 물질들이 배열되고 x방향, y방향, 및 z방향으로 광밴드갭을 가질 수 있다. 3차원 광결정 구조는 구형 실리카(silica sphere)를 쌓는 것에 의해 제작될 수 있다. 2차원 광결정 구조 또는 3차원 광결정 구조에서 반복되는 층이 많아질수록 광밴드갭의 영향은 커지기 때문에 빛과 관련된 투과도의 저지대역(stop band)이 더 좁고 깊게 나타날 수 있다.

[0042] 표면 플라즈몬의 공명 파장 대역에 영향을 미치는 요소는 금속(120)의 성질과, 금속(120)과 유전체(115 또는 125) 경계면의 상태뿐이므로, 광결정 구조(110)의 배치 위치는 기관(105)과 유전체(115) 사이로 한정되지 않는다. 즉, 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 광결정 구조(110)는 기관(105)과 유전체(115) 사이에 배치되지 않고,

제2 유전체층(125) 위에 형성되거나 또는 기판(105) 아래에 형성될 수도 있다.

- [0043] 제1 유전체층(115)은 광결정 구조(110) 위에 형성되고, 제1 유전체층(115)의 두께는 예를 들어 10(nm)이상이고 1000(nm)이하일 수 있다. 제1 유전체층(115)은 예를 들어 예를 들어 LiF 또는 SiO₂와 같은 일반 유전체(유전물질)를 포함하거나, 또는 Al₂O₃, MgO, ZnO, ZnS, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)과 같은 전도성 산화물(투명 전도성 산화물)인 유전체를 포함할 수 있다.
- [0044] 표면 플라즈몬 모드(mode)의 종류를 최소화해서 투과하는 색상의 단색성을 높이기 위해, 금속막(120) 주변은 유전물질이 동일한 환경을 조성해주는 것이 유리하다. 즉, 금속막(120) 양면에 다른 종류의 유전물질이 도포되면 서로 다른 플라즈몬 공명 모드가 발생하여 투과 스펙트럼에서 불필요한 파장 대역에 피크(peak) 발생할 수 있다. 따라서 금속막(120) 위 및 아래로 같은 종류의 유전물질을 가지는 제1 유전체층(115) 및 제2 유전체층(125)이 도포(application)된다. 즉, 금속막(120)은, 단일색 특성을 결정하는 플라즈몬 모드 매칭(matching) (금속막(120) 양면에서 각각 발생하는 표면 플라즈몬 공명 모드들의 일치)을 위해 서로 동일한 물질인 유전체들(115 및 125)로 둘러싸여 있는 것이 유리하므로, 제1 유전체층(115)의 유전물질의 유전율과 제2 유전체층(125)의 유전물질의 유전율은 서로 동일할 수 있다. 제1 유전체층(115)의 물질과 제2 유전체층(125)의 물질을 동일하게 하여 투과 파장 대역을 일치시킴으로써 표면 플라즈몬에 의한 투과효율 증가 현상을 극대화할 수 있다. 유전체들(115 및 125)은 표면 플라즈몬 컬러필터 구조(100)를 평탄하게 유지하는 역할을 수행할 수도 있다.
- [0045] 금속막(120)은 제1 유전체층(115) 위에 형성되고, 2차원 평면상에서 제1 방향(제1 방향축)(예를 들어, 가로 방향) 및 제2 방향(제2 방향축)(예를 들어, 세로 방향)으로 주기적으로 배치되고 나노(nano) 크기를 각각 가지는 구멍(hole)들을 포함한다. 상기 구멍(hole)들 각각은 나노 크기(입사광(예를 들어 적색의 빛)의 파장이하(sub-wavelength)의 크기)를 가지는 나노 홀(nano hole)일 수 있다. 파장이하의 작은 홀(hole)이 금속막(120)에 주기적으로 배열되면 표면 플라즈몬의 여기로 광의 투과도가 크게 증폭될 수 있다. 상기 구멍(hole)들은 직교 방향 또는 육방정계 방향(서로 120도(degree)의 각도를 이루는 제1 방향, 제2 방향, 및 제3 방향)으로 반복되는 방식과 같은 다양한 배열 방식을 통해 2차원적으로 배열될 수 있다.
- [0046] 상기 구멍은 일정한 주기를 가지고 반복되는 방향을 따라 최소 3회 이상 복수 번 반복될 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 금속막(120)에 포함되는 구멍은 적어도 두 개의 방향축들에 주기적으로 배치되고 상기 방향축들 각각에 적어도 3개가 배치될 수 있다. 예를 들어, 방향축들이 3개인 경우, 표면 플라즈몬 공명을 통해 특정 파장대역의 빛을 투과시키기 위해, 서로 120도(degree)의 각도를 이루는 제1 방향축, 제2 방향축, 및 제3 방향축 각각에 적어도 3개의 구멍들이 금속막(120)의 평면에 배치될 수 있다. 방향축들이 4개 이상인 경우 전술한 방향축들이 3개인 경우와 유사하게 서로 동일한 각도를 이루는 방향축들 각각에 구멍들이 배치될 수 있다.
- [0047] 한편, 서로 직교하는 제1 방향 및 제2 방향으로 반복되는 배열을 형성할 경우, 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향으로 배치되는 구멍들의 개수는, 표면 플라즈몬 공명을 통해 특정 파장대역의 빛을 투과시키기 위해, 예를 들어 적어도 9개일 수 있다. 상기 구멍들 각각의 형태는 예를 들어 백색광인 입사광의 파장이하(sub-wavelength)의 직경 크기를 가지는 원형, 타원형, 사각형, 또는 삼각형일 수 있다. 예를 들어, 상기 구멍(hole)들 각각은 50(nm)이상이고 1(μm)이하의 크기(직경)를 가지며, 상기 구멍(hole)들 사이의 간격(패턴 주기)은 50(nm)이상이고 1(μm)이하일 수 있다.
- [0048] 금속막(120)에 포함된 구멍의 주기(패턴의 주기)와 구멍의 크기(패턴의 모양)에 따라 컬러필터(100)가 필터링(filtering)하고자 하는 색상(빛)의 파장 대역이 결정(조정)될 수 있다. 예를 들어, 구멍의 주기가 상대적으로 크면 색상(가시광선)의 파장 대역은 장파장 쪽으로 치우치며, 구멍의 크기가 상대적으로 커질수록 투과대역(pass band)이 넓어질 수 있다.
- [0049] 금속막(120)은, 예를 들어, 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 또는 구리(Cu)를 포함할 수 있다. 금속막(120)은 예를 들어 10(nm)이상 400(nm)이하의 두께를 가질 수 있다.
- [0050] 금속막(120)의 구멍(hole)들로 구성되는 홀 어레이 패턴(hole array pattern)의 투과 파장 대역(pass band)과, 광결정 구조(110)의 차단 파장 대역(stop band)은 서로 다를 수 있다.
- [0051] 제2 유전체층(125)은 금속막(120) 위에 형성되고, 제2 유전체층(125)의 유전물질이 금속막(120)의 홀(hole)들의 내부를 채울 수 있다. 제2 유전체층(125)은 예를 들어 예를 들어 LiF 또는 SiO₂와 같은 일반 유전체(유전물질)를 포함하거나, 또는 Al₂O₃, MgO, ZnO, ZnS, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)과 같은 전도성 산화물(투명 전도성 산화물)인 유전체를 포함할 수 있다. 제2 유전체층(125)의 두께는 예를 들어 10(nm)이상이고 1000(nm)이하일 수

있다.

- [0052] 컬러필터(100)는 제2 유전체층(125) 위에 배치될 수 있는 배면광원(back light)에서 나오는 백색광에서 화소 단위로 빨강, 초록, 또는 파랑 3가지 색을 추출하여 액정 디스플레이에서 컬러를 구현할 수 있도록 하는 박막 필름 형태의 광학부품일 수 있다.
- [0053] 컬러필터(100)는 금속막(120)에 일정한 주기를 갖는 나노크기의 다수개의 홀들(holes)을 형성하는 것에 의해 특정 파장의 빛만이 선택적으로 투과되도록 구조를 형성하여 색상을 필터링하는 방식을 이용한다. 즉, 컬러필터(100)는 구멍의 주기성 나노 패턴을 가지는 금속막(120)에서의 표면 플라즈몬 공명 현상을 이용하는 것에 의해 컬러필터로 동작한다.
- [0054] 표면 플라즈몬 공명(surface plasmon resonance) 현상은 나노 크기의 금속 구조체로 빛이 입사할 경우 특정 파장의 빛과 금속박막 표면의 자유전자가 공명을 일으켜 금속과 유전체의 경계면을 따라 특정 파장의 빛이 전파되는 현상을 말하며, 주기적인 패턴이 형성된 금속 박막 구조에서는 패턴의 주기를 변경하고 금속 및 유전물질의 유전상수를 적절히 조합함으로써 공명 파장대역을 설정할 수 있다. 상기 홀(패턴)을 구비한 플라즈모닉 구조에서는, 입사된 빛에 의해 표면 플라즈몬을 형성할 수 있는 특정 파장의 빛만이 상기 금속 구조체를 투과할 수 있으며 나머지 빛은 모두 금속막(금속박막) 표면에 의해 반사 또는 흡수가 이루어진다.
- [0055] 표면 플라즈몬은 입사된 빛의 전기장에 의해 금속막 표면에 유도된 자유전자가 집단적으로 진동하는 유사 입자로서 금속 박막 표면에서 일어나는 자유 전자들의 집단적인 진동을 의미하고, 금속막 표면에 국부적으로 존재한다. 평평한(Planar) 금속층의 표면에서 입사광의 전기장에 의해 여기된 플라즈몬은 금속 표면에서 전파하기 때문에 표면 플라즈몬(surface plasmon)이라 부르기도 한다. 표면 플라즈몬 공명이 일어나는 파장 대역에서 입사광의 전기장과 플라즈몬이 커플링(coupling)되면서 홀(hole)(나노 홀)을 투과하는 빛의 양이 극대화되며 그 양은 홀(hole)의 개구율(aperture ratio)을 넘어서게 되어 투과도를 증대시킨다.
- [0056] 도 2는 도 1의 표면 플라즈모닉 컬러필터(100)에서 광결정 구조(110)의 유무에 따른 빛의 투과도(transmission)의 변화를 나타내는 그래프(graph)이다.
- [0057] 도 2를 참조하면, G/HA 선(line)(회색 선)은 광결정 구조(110)가 없는 도 1의 표면 플라즈모닉 컬러 필터에 대한 입사광의 파장(wavelength)에 따른 투과도(transmission 또는 transmittance)를 지시(indication)하고, G/ZnS-Al₂O₃/HA 선(적색 선으로, 그래프의 가장 오른쪽 영역에서 아래에 배치되는 라인(line))은 광밴드갭 형성을 위해 Al₂O₃과 ZnS 물질을 2 쌍(dyad)(총 4개 층) 적층하여 가장 간단한 형태의 1차원 구조의 광결정구조(110)를 만들고, 광결정구조(110) 위에 금속 나노 홀 어레이(120)를 형성하는 것에 의해 제조된 도 1의 표면 플라즈모닉 컬러 필터(100)에 대한 입사광의 파장에 따른 투과도를 지시한다.
- [0058] 4개 층으로 적층된 광결정 구조(110)에서의 광밴드갭의 영향은 약하지만, 이로 인해 녹색 파장 대역(예를 들어 500(nm))의 빛 및 청색 파장 대역(예를 들어 440(nm))의 빛이 저하됨을 도 2를 통해 알 수 있다. 적색 투과대역(예를 들어 630(nm))에서도 대역폭(bandwidth)이 좁아져 최대 투과도를 크게 벗어나지 않으면서 색 순도가 높아짐을 알 수 있다. 광결정 구조(110)의 적층 수를 늘리거나 2차원 광결정 구조 또는 3차원 광결정 구조를 형성하여 광밴드갭의 영향을 키우면 색순도 향상 효과를 더욱 극대화할 수 있다.
- [0059] 표면 플라즈몬을 이용하여 특정 파장대역의 색상을 선택적으로 투과시키기 위해서, 전술한 바와 같이 금속막(도 1의 120)에 나노 크기의 홀(hole)을 일정한 주기로 패턴을 해주어야 한다. 이러한 나노 홀 어레이 패턴(nano hole array pattern)을 e-beam lithography(전자빔 리소그래피), 또는 ion milling(이온 에칭) 등의 방법으로 구현한 연구가 발표되고 있으나, 문헌상에 구현된 연구 결과들은 μm 수준에 머물고 있다.
- [0060] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법을 설명하는 도면이다. 도 3은 도 1을 참조하여 설명된, 광밴드갭과 표면 플라즈몬 효과가 결합된 플라즈모닉 컬러 필터를 구현하는 전체 공정 과정을 도시한다.
- [0061] 도 3을 참조하면, 유리 기판(300) 위에 광결정 구조(305)가 형성된다. 그 후, 광결정 구조(305) 위에 제1 유전체층(미도시)이 형성된다. 그 후, 상기 제1 유전체층 위에 금속막(310)이 형성된다. 그 후, 금속막(310) 위에 포토레지스트 층(감광물질로 구성되는 감광층, photo resist layer, PR layer)(315)이 형성(도포(application))된다. 감광층(315)은 네거티브(negative) 감광층 또는 포지티브(positive) 감광층일 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 투명한 유리 기판(300) 대신 플라스틱(plastic) 기판이 사용될 수도 있다. 플라스틱 기판은, PET, PEN, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)를 포함하는 투명 플렉시블(flexible) 기판일 수 있다.

- [0062] 광결정 구조(305)는 예를 들어 1차원 광결정구조일 수 있고, 상기 1차원 광결정 구조는 유전 상수가 다른 두 개의 유전물질들을 교대로(교번으로) 복수번(예를 들어 2번) 반복하여 도포하는 것에 의해 형성 가능하다. 1차원 광결정 구조는, 마스크이나 특별한 패터닝 기술 없이, 원자층 증착법(atomic layer deposition, ALD), 화학기상 증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD), 스퍼터(sputter) 법, 스핀 코팅법(spin coating method), 또는 전자빔 증착법(e-beam evaporation)과 같은 증착기(evaporator) 법 등을 이용하여 간단히 형성시킬 수 있다. 광밴드 갭을 만들기 위해, 광결정 구조(305)는 2차원 광결정 구조 또는 3차원의 광결정형 구조로 제작될 수도 있으며, 2차원 광결정 구조 또는 3차원 광결정형 구조를 형성하기 위해 후술하는 레이저 간섭 리소그래피(레이저 간섭 리소그래피 방법)가 이용될 수 있다.
- [0063] 상기 제1 유전체층의 두께는 예를 들어 10(nm)이상이고 1000(nm)이하일 수 있다. 제1 유전체층은 예를 들어 LiF 또는 SiO₂와 같은 일반 유전체(유전물질)를 포함하거나, 또는 Al₂O₃, MgO, ZnO, ZnS, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)과 같은 전도성 산화물(투명 전도성 산화물)인 유전체를 포함할 수 있다.
- [0064] 금속막(310)은, 예를 들어, 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 또는 구리(Cu)를 포함할 수 있다. 금속막(310)은 예를 들어 10(nm)이상 400(nm)이하의 두께를 가질 수 있다.
- [0065] 다음, 감광층(315)에 나노 크기의 주기적인 홀 어레이 패턴(hole array pattern)(나노 홀 어레이 패턴(nano hole array pattern))을 형성하기 위하여, 감광층(315)에 레이저 간섭 리소그래피에 사용되는 레이저들의 간섭 무늬를 감광층(315) 위에 노광(exposure)(조사)한다. 상기 레이저 간섭 리소그래피 방법은 적어도 두 개의 빛(레이저)들이 만들어내는 간섭무늬를 이용하여 일정한 주기를 가지는 나노 패턴을 감광층(315)에 형성할 수 있다. 그 후, 감광물질 현상액(developing solution)(PR development)을 이용하여 레이저 간섭무늬에 노출(조사)된 부분과 그렇지 않는 부분이 구분되어 나노 홀 어레이를 가지는 감광층(315)이 형성된다. 부연하여 설명하면, 상기 레이저 간섭 리소그래피는 두 개의 빛(레이저)을 이용할 경우 1차원의 line array 패턴의 간섭무늬가 형성되며, 2차원 홀 어레이를 형성하기 위해 제1 방향 및 제2 방향(예를 들어, 제1 방향으로부터 90도(degree) 회전한 방향)으로 2번 노광을 함으로써 빛이 감광된 정도의 차이(또는 감광층의 두께에 따른 감광층이 겪는 에너지의 정도 차이)와 감광층의 종류, 즉 네거티브 감광층이나 파지티브 감광층이나에 따라 패턴의 모양을 현상을 통해 홀(hole) 혹은 닷(dot)의 형태로 만들 수 있다. 예를 들어, 파지티브 감광층을 이용할 경우, 제1 및 제2 방향으로 노광한 후 감광물질 현상액(developing solution)(PR development)을 이용하여 현상 시, 빛에 2번 노출(노광)된 부분이 제거가 되어 hole 패턴(나노 홀 어레이 패턴)을 형성할 수 있다. 혹은 빛에 1회 이상 노출된 부분이 제거가 될 수 있도록 노광 에너지를 조절하면, 현상 후 dot 패턴(나노 닷(dot) 어레이 패턴)이 형성될 수 있다. 네거티브 감광층의 경우도 제1 및 제2 방향으로 노광 후, 노광되지 않은 부분이 현상 시 제거되어 hole 패턴이 형성될 수 있다. 즉, 감광층(315)에 레이저 간섭무늬를 조사하여 감광층(315)에 나노 크기의 주기적인 홀 어레이(주기성을 가지는 나노 홀 어레이)를 형성할 수 있다.
- [0066] 레이저 간섭 리소그래피는 빛의 간섭패턴을 이용해 무늬(pattern)를 새기는 기술로서 두 개 이상의 서로 결맞음(coherence, 간섭현상)이 있는 빛이 일정한 주기성을 가지는 간섭 패턴을 만들고 기판 위에 코팅된 감광제에 노광된 후 현상 공정을 통해 나노 패턴을 형성하는 방법으로 주기적인 나노 구조체를 제작하는데 있어 매우 효과적일 수 있고, 레이저 간섭 리소그래피 장비의 세팅(setting) 수준에 따라 m 단위의 면적까지도 패턴이 가능한 기술일 수 있다. 상기 레이저 간섭 리소그래피는 대면적 공정에 용이하게 사용될 수 있어 대면적 패턴을 구현할 수 있고 특별히 마스크(masking)가 필요 없으므로 공정을 간소화시킬 수 있고 공정비용을 감소시킬 수 있다. 또한 레이저 간섭 리소그래피로 주기적인 패턴을 만들 때 마스크가 불필요하므로, 기존의 염료 또는 안료를 기반으로 하는 컬러 필터의 포토리소그래피에 요구되는 마스크의 정렬의 어려움과 마스크 가격에 대한 부담을 제거할 수 있다. 따라서 본 발명은 레이저 간섭 리소그래피를 응용하여 공정 절차를 간소화하고 공정비용을 절감하면서도 기존 컬러 필터 대비 투과효율 특성 및 색 순도 특성이 향상된 표면 플라즈몬 컬러 필터를 제조할 수 있다.
- [0067] 다음, 감광층(315)의 나노 홀 어레이를 이용하여(감광층(315)의 나노 홀 어레이를 통해 식각액(etchant)을 주입하여) 금속막(310)이 식각(etching)될 때 금속막(310)에 나노 홀 어레이(nano-patterned metal layer)가 형성된다. 그 후, 나노 홀 어레이를 가지는 감광층(315)이 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(310)로부터, 산소 플라스마를 이용하여 플라스마 식각을 수행하거나, 또는 스트리퍼 용액(stripping solvent)을 사용하는 PR 스트리핑 공정(photoresist stripping process)에 의해 박리(stripping)되어 제거될 수 있다. 상기 나노 홀 어레이는 나노 크기(예를 들어 입사광(예를 들어 적색의 빛)의 파장이하(sub-wavelength)의 크기)를 각각 가지는 구멍(hole)들이 2차원 평면상에 제1 방향(예를 들어, 가로 방향) 및 제2 방향(예를 들어, 세로 방향)으로 주기적으

로 배열(배치)되는 구조를 의미할 수 있다. 파장이하의 작은 홀(hole)이 금속막(310)에 주기적으로 배열되면 표면 플라즈몬의 여기로 광의 투과도가 크게 증폭될 수 있다. 상기 구멍들 각각의 형태는 예를 들어 백색광인 입사광의 파장이하(sub-wavelength)의 직경 크기를 가지는 원형, 타원형, 사각형, 또는 삼각형일 수 있다. 예를 들어, 상기 구멍(hole)들 각각은 50(nm)이상이고 1(μm)이하의 크기(직경)를 가지며, 상기 구멍(hole)들 사이의 간격(패턴 주기, 또는 피치(pitch))은 50(nm)이상이고 1(μm)이하일 수 있다.

[0068] 다음, 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(310) 위에, 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층(320)이 형성(또는 증착)(deposition)되면, 도 3의 좌측 하단에 도시된 바와 같이 금속막(310)의 나노 홀 어레이에 의해 특정 파장대역(표면 플라즈몬 공명 파장 대역)의 빛을 선택적으로 투과할 수 있고 광결정 구조(305)에 의해 투과 파장의 색 순도가 향상될 수 있는 본 발명의 표면 플라즈몬 공명현상을 이용하는 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터가 제조(형성)될 수 있다. 광결정 구조(305)의 차단 파장 대역과 금속막(310)의 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다. 제2 유전체층(320)의 유전물질이 금속 막(310)의 홀(hole)들의 내부를 채울 수 있다. 제2 유전체층(320)의 두께는 예를 들어 10(nm)이상이고 1000(nm)이하일 수 있다. 제2 유전체층(320)은 예를 들어 LiF 또는 SiO_2 와 같은 일반 유전체(유전물질)를 포함하거나, 또는 Al_2O_3 , MgO, ZnO, ZnS, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)과 같은 전도성 산화물(투명 전도성 산화물)인 유전체를 포함할 수 있다.

[0069] 전술한 바와 같이, 본 발명은, 두 개 이상의 빛들의 간섭무늬를 이용하여 일정한 주기를 가지고 반복되는 나노 크기의 홀 패턴을 형성할 수 있는 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여, 광결정 구조(305)와, 나노 크기의 홀 어레이(hole array)가 형성된 금속막(310)을 포함하는 표면 플라즈모닉 컬러 필터를 제조(형성)하는 방법을 제공할 수 있다.

[0070] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터의 제조 방법을 설명하는 도면이다. 도 4는 도 1을 참조하여 설명된, 광밴드갭과 표면 플라즈몬 효과 가 결합된 플라즈모닉 컬러 필터를 구현하는 전체 공정 과정을 도시한다.

[0071] 도 4를 참조하면, 유리 기판(400) 위에 광결정 구조(405)가 형성된다. 그 후, 광결정 구조(405) 위에 제1 유전체층(미도시)이 형성된다. 그 후, 상기 제1 유전체층 위에 감광층(감광막, PR layer)(410)이 형성(도포)된다. 감광층(410)은 네거티브(negative) 감광층 또는 포지티브(positive) 감광층일 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 유리 기판(400) 대신 플라스틱 기판이 사용될 수도 있다. 플라스틱 기판은, PET, ITO, 또는 PEN을 포함하는 투명 플렉시블 기판일 수 있다.

[0072] 광결정 구조(405)는 예를 들어 1차원 광결정구조일 수 있고, 상기 1차원 광결정 구조는 유전 상수가 다른 두 개의 유전물질들을 교대로(교번으로) 복수번(예를 들어 2번) 반복하여 도포하는 것에 의해 형성 가능하다. 1차원 광결정 구조는, 마스크잉이나 특별한 패터닝 기술 없이, 원자층 증착법(ALD), 화학기상증착법(CVD), 스퍼터(sputter) 법, 스핀 코팅법(spin coating method), 또는 전자빔 증착법(e-beam evaporation)과 같은 증착기(evaporator) 법 등을 이용하여 간단히 형성시킬 수 있다. 광밴드갭을 만들기 위해, 광결정 구조(405)는 2차원 광결정 구조 또는 3차원의 광결정형 구조로 제작될 수도 있으며, 2차원 광결정 구조 또는 3차원 광결정형 구조를 형성하기 위해 후술하는 레이저 간섭 리소그래피가 이용될 수 있다.

[0073] 상기 제1 유전체층의 두께는 예를 들어 10(nm)이상이고 1000(nm)이하일 수 있다. 제1 유전체층은 예를 들어 LiF 또는 SiO_2 와 같은 일반 유전체(유전물질)를 포함하거나, 또는 Al_2O_3 , MgO, ZnO, ZnS, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)과 같은 전도성 산화물(투명 전도성 산화물)인 유전체를 포함할 수 있다.

[0074] 다음, 감광층(410)에 나노 크기의 주기적인 닷 어레이 패턴(dot array pattern)(나노 닷 어레이 패턴(nano dot array pattern))을 형성하기 위하여, 감광층(410)에 레이저 간섭 리소그래피에 사용되는 레이저들의 간섭무늬를 감광층(410) 위에 노광(exposure)한다. 상기 레이저 간섭 리소그래피는 적어도 두 개의 빛(레이저)들의 간섭무늬를 이용하여 일정한 주기를 가지는 나노 패턴을 감광층(410)에 형성할 수 있고, 도 3에 대한 설명에서 언급된 레이저 간섭 리소그래피의 방법이 적용될 수 있다. 그 후, 레이저 간섭무늬에 노출된 부분 또는 노출되지 않은 부분에 대해 감광물질 현상액(PR development)을 이용하는 현상공정이 적용되어 나노 닷 어레이를 가지는 감광층(410)이 형성될 수 있다. 즉, 감광층(410)에 레이저 간섭무늬를 조사하여 감광층(410)을 나노 크기의 주기적인 닷 어레이(주기성을 가지는 나노 닷 어레이)로 형성할 수 있다. 상기 나노 닷 어레이를 이용할 경우 금속 식각 공정이 본 발명의 제조 방법에서 생략되어 도 3의 제조방법과 비교할 때 공정이 더 간소화되며 공정비용을 더 감소시킬 수 있다. 상기 나노 닷 어레이는 나노 크기(예를 들어 입사광(예를 들어 적색의 빛)의 파장이하

(sub-wavelength)의 크기)를 각각 가지는 예를 들어 원통들이 2차원 평면인 제1 유전체층 상에 제1 방향(예를 들어, 가로 방향) 및 제2 방향(예를 들어, 세로 방향)으로 주기적으로 배열되는 구조를 의미할 수 있다. 본 발명은 전술한 레이저 간섭 리소그래피를 응용하여 공정 절차를 간소화하고 공정비용을 절감하면서도 기존 컬러 필터 대비 투과효율 특성 및 색 순도 특성이 향상된 표면 플라즈몬 컬러 필터를 제조할 수 있다.

[0075] 다음, 상기 제1 유전체층(또는 상기 제1 유전체층 위)과, 나노 닷 어레이의 감광층(410) 위에 금속막(415)이 형성(또는 증착)(deposition)된다. 금속막(415)은 전자빔 증착법(e-beam evaporation) 또는 열 증착법(thermal evaporation)에 의해 형성될 수 있다.

[0076] 다음, 나노 닷 어레이의 감광층(410)과, 나노 닷 어레이의 감광층(410) 위에 형성된 금속막(415)을 리프트-오프(lift-off) 방식(포토리소그래피(PR)를 녹이는 용제(solvent)를 사용하는 PR-lift off 공정)으로 제거하여 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(nano-patterned metal layer)(415)이 형성된다. 금속막(415)은, 예를 들어, 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 또는 구리(Cu)를 포함할 수 있다. 금속막(415)은 예를 들어 10(nm)이상 400(nm)이하의 두께를 가질 수 있다. 상기 나노 홀 어레이에 포함되는 구멍들 각각의 형태는 예를 들어 백색광인 입사광의 파장이하(sub-wavelength)의 직경 크기를 가지는 원형, 타원형, 사각형, 또는 삼각형일 수 있다. 파장이하의 작은 홀(hole)이 금속막(415)에 주기적으로 배열되면 표면 플라즈몬의 여기로 광의 투과도가 크게 증폭될 수 있다. 예를 들어, 상기 구멍(hole)들 각각은 50(nm)이상이고 1(μ m)이하의 크기(직경)를 가지며, 상기 구멍(hole)들 사이의 간격(주기 또는 피치(pitch))은 50(nm)이상이고 1(μ m)이하일 수 있다. PR-lift off 공정에서 나노 닷 어레이의 감광층(410)과, 나노 닷 어레이의 감광층(410) 위에 형성된 금속막(415)을 제거하기 위해 현상액(예를 들어 SU-8 포토리소그래피 solvent)이 사용될 수 있다.

[0077] 다음, 상기 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(415) 위에, 상기 제1 유전체층에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층(420)이 형성(deposition)되면, 도 4의 좌측 하단에 도시된 바와 같이 금속막(415)의 나노 홀 어레이에 의해 특정 파장의 빛을 선택적으로 투과할 수 있고 광결정 구조(405)에 의해 투과 파장의 색 순도가 향상될 수 있는 본 발명의 표면 플라즈몬 공명현상을 이용하는 표면 플라즈몬 컬러 필터가 제조(형성)될 수 있다. 광결정 구조(405)의 차단 파장 대역과 금속막(415)의 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다. 제2 유전체층(420)의 유전물질이 금속 막(415)의 홀(hole)들의 내부를 채울 수 있다. 제2 유전체층(420)의 두께는 예를 들어 10(nm)이상이고 1000(nm)이하일 수 있다. 제2 유전체층(420)은 예를 들어 LiF 또는 SiO₂와 같은 일반 유전체(유전물질)를 포함하거나, 또는 Al₂O₃, MgO, ZnO, ZnS, 또는 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 전도성 산화물(투명 전도성 산화물)인 유전체를 포함할 수 있다.

[0078] 전술한 바와 같이, 본 발명은, 두 개 이상의 빛들의 간섭무늬를 이용하여 일정한 주기를 가지는 패턴을 형성할 수 있는 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여, 광결정 구조(405)와, 나노 크기의 홀 어레이(hole array)가 형성된 금속막(415)을 포함하는 표면 플라즈몬 컬러 필터를 제조하는 방법을 제공할 수 있다.

[0079] 본 발명의 컬러 필터 구조에서 투과 대역을 결정하는 요소는 표면 플라즈몬 공명 파장 대역이다. 표면 플라즈몬의 공명 파장 대역을 결정짓는 요소는, 금속(금속막)의 유전 상수, 유전 물질(유전체층)의 유전상수, 금속막의 두께, 주기성(홀 패턴의 주기), 또는 홀의 크기일 수 있다. 따라서 표면 플라즈몬 컬러 필터의 투과 대역을 결정하는 요소는 금속막과 유전체층 사이의 경계면의 상태뿐이므로, 광결정 구조의 위치는 자유롭게 배치될 수 있다. 즉, 본 발명의 다른 실시예는 기판/일반 플라즈몬 컬러 필터/광결정구조, 또는 광결정구조/기판/일반 플라즈몬 컬러 필터의 순서로 배치하여 구성될 수도 있다. 따라서 도 1의 컬러 필터 구조는 도 5와 도 6과 같이 구조가 변형될 수 있으며, 컬러 필터 구조에 포함된 구성요소들의 배치 순서에 따라 도 3 및 도 4에서 도시한 공정 과정의 순서가 바뀔 수 있다.

[0080] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈몬 컬러 필터(500)를 설명하는 도면(종단면도)이다.

[0081] 도 5를 참조하면, 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈몬 컬러 필터(또는 광결정형 구조를 포함하는 표면 플라즈몬 컬러 필터)(500)는, 기판(505), 제1 유전체층(510), 금속막(515), 제2 유전체층(520), 및 광결정 구조(525)를 포함한다. 기판(505) 위에 제1 유전체층(510), 금속막(515), 제2 유전체층(520), 및 광결정 구조(525)가 순서대로 적층되어 형성될 수 있다. 표면 플라즈몬 컬러 필터(500)는, 예를 들어, 액정표시장치(LCD)의 TFT 어레이 기판에 포함된 하나의 화소(pixel)(또는 서브-화소(subpixel))에 대응하는 필터일 수 있다.

[0082] 기판(505), 제1 유전체층(510), 금속막(515), 제2 유전체층(520), 및 광결정 구조(525)의 배치 관계(형성 순서)를 제외하고는 기판(505), 제1 유전체층(510), 금속막(515), 제2 유전체층(520), 및 광결정 구조(525)의 구

성(구성 물질을 포함하는 구성) 및 작용(기능) 등에 대한 설명은 도 1의 기관(105), 제1 유전체층(115), 금속막(120), 제2 유전체층(125), 및 광결정 구조(110)의 구성 및 작용 등에 대한 설명과 유사하므로, 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 구성 요소인 기관(505) 등의 구성 및 작용 등에 대한 설명은 도 1에 도시된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(100)의 기관(105) 등의 구성 및 작용 등에 대한 설명이 참조될 수 있다.

[0083] 광결정 구조(525)의 평탄도를 높이기 위해서, 제2 유전체층(520)의 평탄한 특성을 높이는 것이 필요할 수 있다. 따라서 제2 유전체층(520)의 평탄한 특성을 증가시키기 위해, 제2 유전체층(520)은 충분한 두께로 쌓아주는 것이 바람직할 수 있다.

[0084] 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 제조 방법의 실시예가 도 5 및 도 3을 참조하여 다음과 같이 설명될 수 있다. 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 제조 방법의 실시예는 도 3의 제조 방법의 실시예와 결합될 수 있다. 즉, 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 제조 방법의 실시예는, 기관(505) 위에 제1 유전체층(510)을 형성하는 단계와, 제1 유전체층(510) 위에 금속막(515)을 형성하는 단계와, 금속막(515) 위에 도 3의 감광층(315)과 유사한 감광층을 형성하는 단계와, 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하고 상기 조사에 의해 상기 감광층에 생성된 나노 홀 어레이 패턴을 현상공정을 통해 현상(development)하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계와, 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 금속막(515)을 식각(etching)하여 금속막(515)에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계와, 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(515)으로부터 제거하고 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(515) 위에 제1 유전체층(510)에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층(520)을 형성하는 단계와, 제2 유전체층(520) 위에 광결정 구조(525)를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 광결정 구조(525)의 차단 파장 대역과 금속막(515)의 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0085] 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 제조 방법의 다른 실시예가 도 5 및 도 4를 참조하여 다음과 같이 설명될 수 있다. 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 제조 방법의 실시예는 도 4의 제조 방법의 실시예와 결합될 수 있다. 즉, 표면 플라즈모닉 컬러 필터(500)의 제조 방법의 다른 실시예는, 기관(505) 위에 제1 유전체층(510)을 형성하는 단계와, 제1 유전체층(510) 위에 도 4의 감광층(410)과 유사한 감광층을 형성하는 단계와, 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하고 상기 조사에 의해 상기 감광층에 생성된 나노 닷 어레이 패턴을 현상공정을 통해 현상(development)하여 상기 감광층을, 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계와, 제1 유전체층(510)(제1 유전체층(510) 위)과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막(515)을 형성하는 단계와, 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막(515)을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막(515)을 형성하는 단계와, 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(515) 위에 제1 유전체층(510)에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층(520)을 형성하는 단계와, 제2 유전체층(520) 위에 광결정 구조(525)를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 광결정 구조(525)의 차단 파장 대역과 금속막(515)의 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0086] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)를 설명하는 도면(종단면도)이다.

[0087] 도 6을 참조하면, 광결정 구조가 결합된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(또는 광결정형 구조를 포함하는 표면 플라즈모닉 컬러 필터)(600)는, 광결정 구조(605), 기관(610), 제1 유전체층(615), 금속막(620), 및 제2 유전체층(625)을 포함한다. 광결정 구조(605) 위에 기관(610), 제1 유전체층(615), 금속막(620), 및 제2 유전체층(625)이 순서대로 적층되어 형성될 수 있다. 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)는, 예를 들어, 액정표시장치(LCD)의 TFT 어레이 기관에 포함된 하나의 화소(pixel)(또는 서브-화소(subpixel))에 대응하는 필터일 수 있다.

[0088] 광결정 구조(605), 기관(610), 제1 유전체층(615), 금속막(620), 및 제2 유전체층(625)의 배치 관계(형성 순서)를 제외하고는 광결정 구조(605), 기관(610), 제1 유전체층(615), 금속막(620), 및 제2 유전체층(625)의 구성(구성 물질을 포함하는 구성) 및 작용(기능) 등에 대한 설명은 도 1의 광결정 구조(110), 기관(105), 제1 유전체층(115), 금속막(120), 및 제2 유전체층(125)의 구성 및 작용 등에 대한 설명과 유사하므로, 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)의 구성 요소인 광결정 구조(605) 등의 구성 및 작용 등에 대한 설명은 도 1에 도시된 표면 플라즈모닉 컬러 필터(100)의 광결정 구조(110) 등의 구성 및 작용 등에 대한 설명이 참조될 수 있다.

[0089] 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)의 제조 방법의 실시예가 도 6 및 도 3을 참조하여 다음과 같이 설명될 수 있다. 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)의 제조 방법의 실시예는 도 3의 제조 방법의 실시예와 결합될 수 있다. 즉, 표면 플라즈모닉 컬러 필터(600)의 제조 방법의 실시예는, 기관(605) 아래에 광결정 구조를 형성하는 단계

와, 기관(610) 위에 제1 유전체층(615)을 형성하는 단계와, 제1 유전체층(615) 위에 금속막(620)을 형성하는 단계와, 금속막(620) 위에 도 3의 감광층(315)과 유사한 감광층을 형성하는 단계와, 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하고 상기 조사에 의해 상기 감광층에 생성된 나노 홀 어레이 패턴을 현상공정을 통해 현상(development)하여 상기 감광층에 주기성을 가지는 나노 홀 어레이(nano hole array)를 형성하는 단계와, 상기 감광층의 나노 홀 어레이를 이용하여 금속막(620)을 식각(etching)하여 금속막(620)에 나노 홀 어레이를 형성하는 단계와, 상기 나노 홀 어레이를 가지는 감광층을 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(620)으로부터 제거하고 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(620) 위에 제1 유전체층(615)에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층(625)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 광결정 구조(605)의 차단 파장 대역과 금속막(620)의 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0090] 표면 플라즈몬 컬러 필터(600)의 제조 방법의 다른 실시예가 도 6 및 도 4를 참조하여 다음과 같이 설명될 수 있다. 표면 플라즈몬 컬러 필터(600)의 제조 방법의 실시예는 도 4의 제조 방법의 실시예와 결합될 수 있다. 즉, 표면 플라즈몬 컬러 필터(600)의 제조 방법의 다른 실시예는, 기관(610) 아래에 광결정 구조(605)를 형성하는 단계와, 기관(610) 위에 제1 유전체층(615)을 형성하는 단계와, 제1 유전체층(615) 위에 도 4의 감광층(410)과 유사한 감광층을 형성하는 단계와, 상기 감광층에 레이저 간섭무늬를 조사하고 상기 조사에 의해 상기 감광층에 생성된 나노 닷 어레이 패턴을 현상공정을 통해 현상(development)하여 상기 감광층을, 주기성을 가지는 나노 닷 어레이(nano dot array)로 형성하는 단계와, 제1 유전체층(615)(제1 유전체층(615) 위)과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 금속막(620)을 형성하는 단계와, 상기 나노 닷 어레이의 감광층과, 상기 나노 닷 어레이의 감광층 위에 형성된 금속막(620)을 제거하여 상기 나노 닷 어레이에 대응하는 나노 홀 어레이(nano hole array)가 형성된 금속막(620)을 형성하는 단계와, 나노 홀 어레이가 형성된 금속막(620) 위에 제1 유전체층(615)에 포함된 유전물질과 동일한 유전물질을 포함하는 제2 유전체층(625)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 광결정 구조(605)의 차단 파장 대역과 금속막(620)의 나노 홀 어레이의 투과 파장 대역은 서로 다를 수 있다.

[0091] 이상에서와 같이, 도면과 명세서에서 실시예가 개시되었다. 여기서, 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이며 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명으로부터 다양한 변형 및 균등한 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 이 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

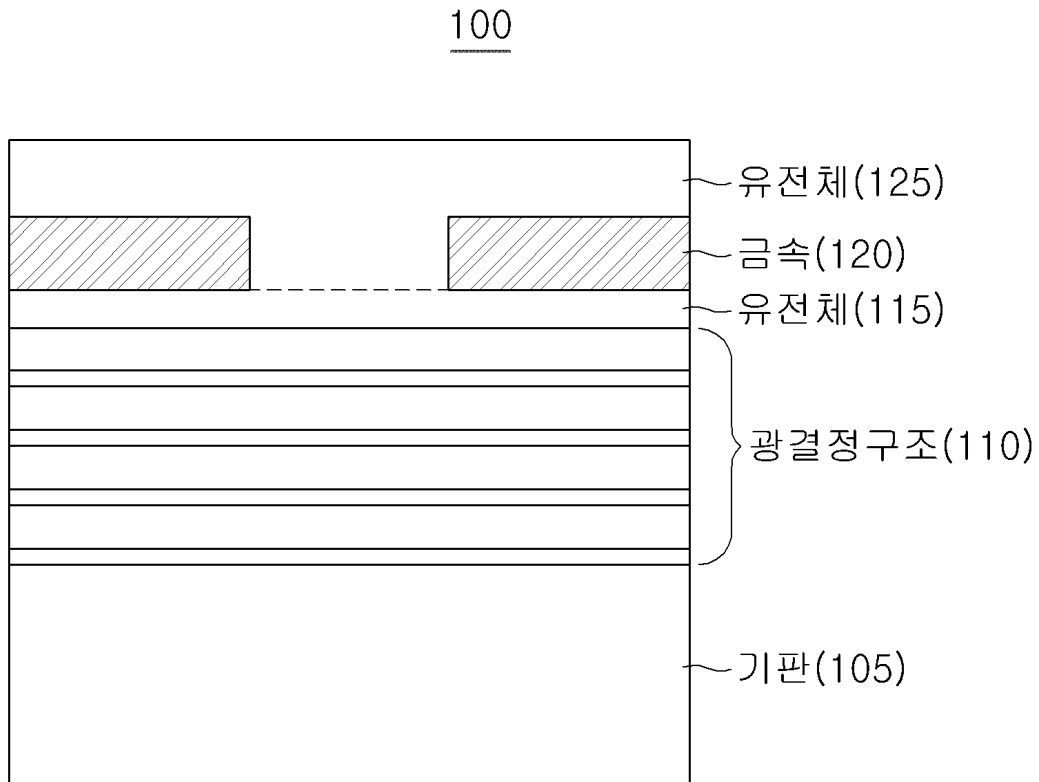
부호의 설명

[0092] 110: 광결정 구조
115: 제1 유전체층
120: 금속막
125: 제2 유전체층
305: 광결정 구조
310: 금속막
315: 감광층
320: 제2 유전체층
405: 광결정 구조
410: 감광층
415: 금속막
420: 제2 유전체층
510: 제1 유전체층
515: 금속막
520: 제2 유전체층

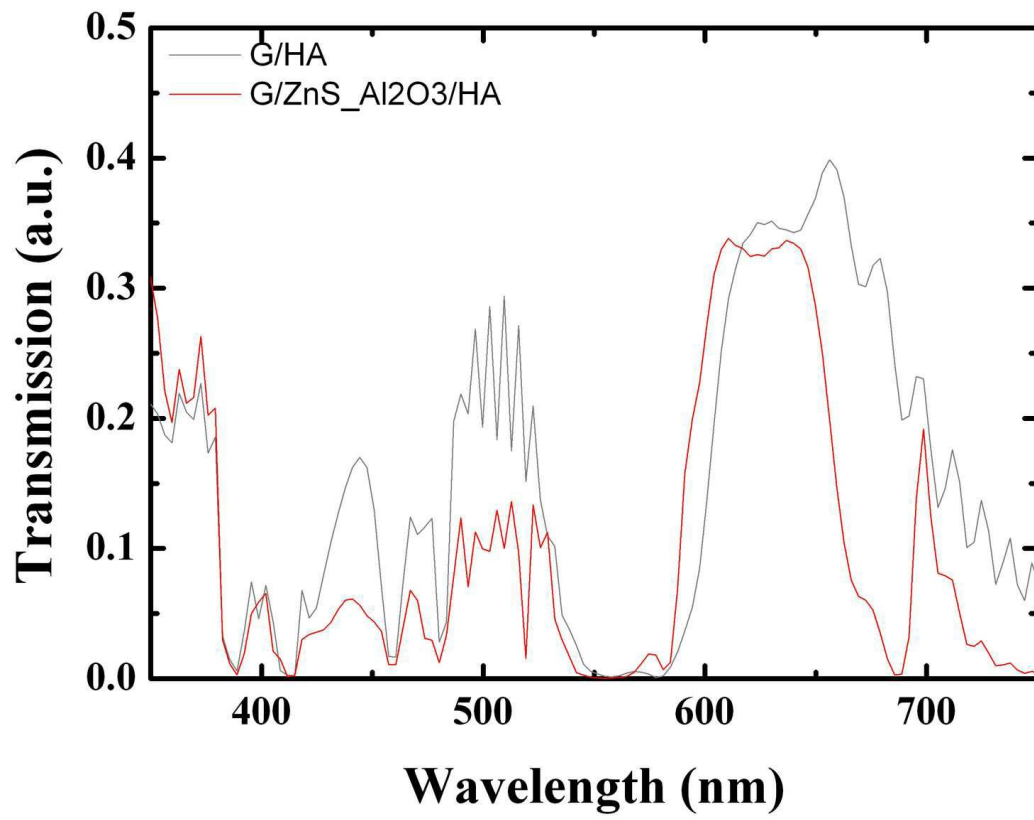
- 525: 광결정 구조
- 605: 광결정 구조
- 615: 제1 유전체층
- 620: 금속막
- 625: 제2 유전체층

도면

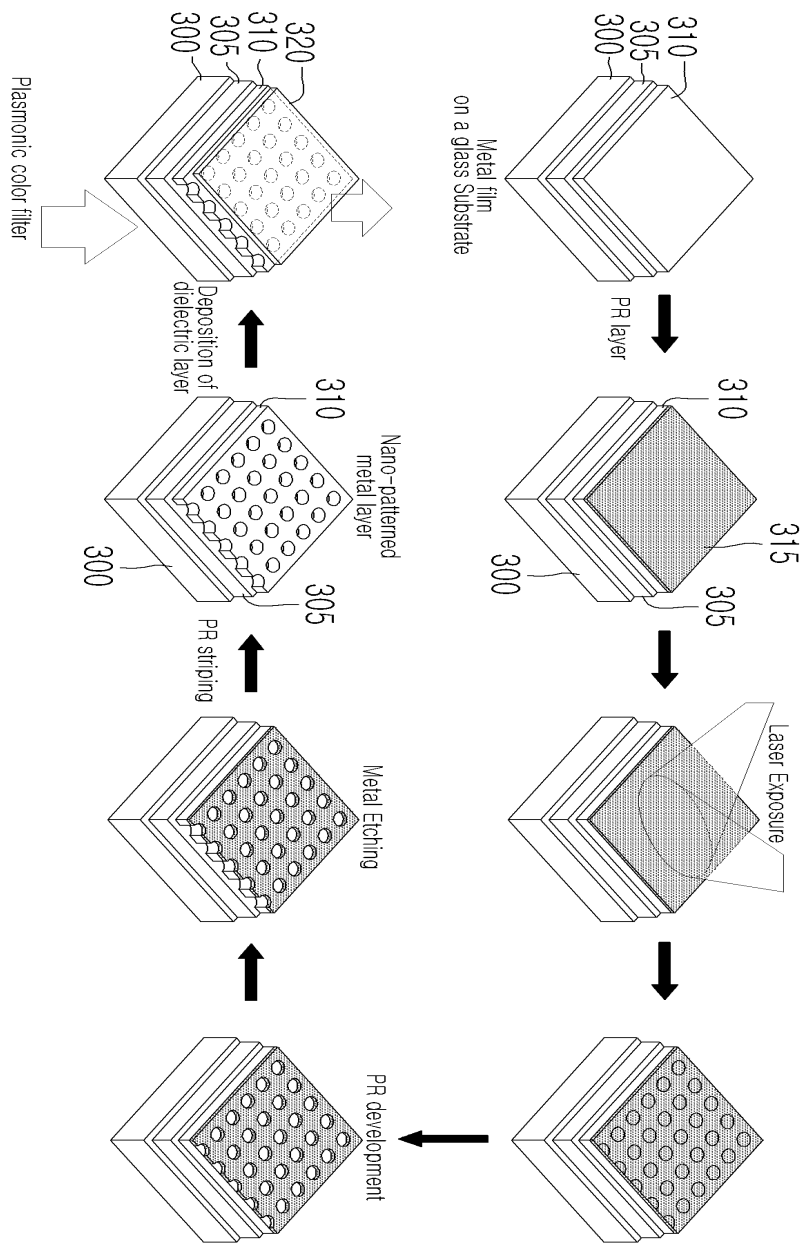
도면1



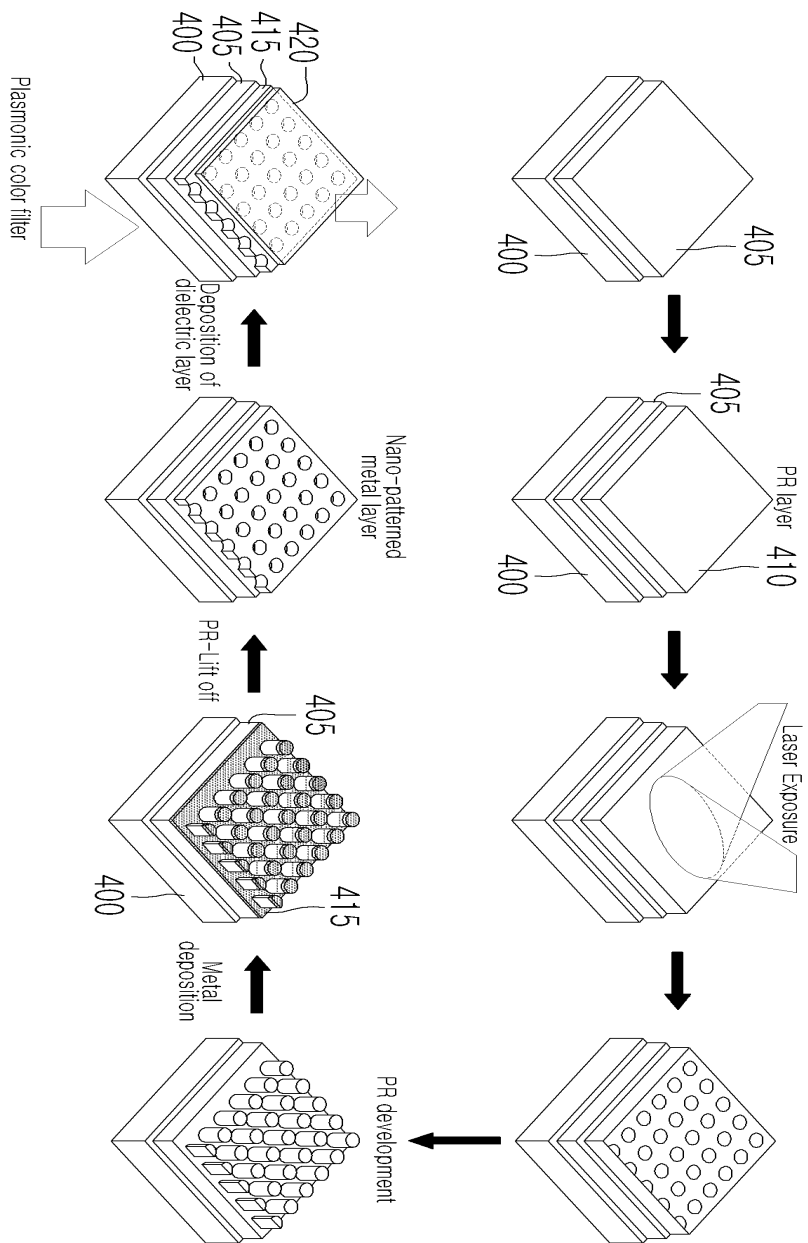
도면2



도면3

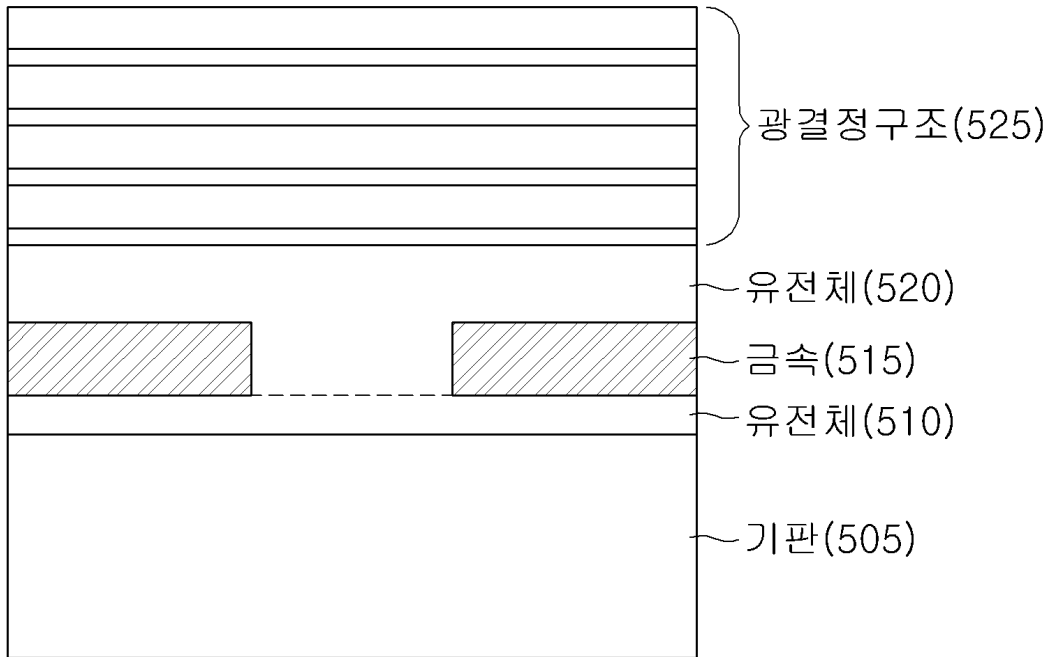


도면4



도면5

500



도면6

600

