



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0092784
(43) 공개일자 2008년10월16일

(51) Int. Cl.

G02B 5/30 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0036621

(22) 출원일자 2007년04월13일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

김국현

경기 용인시 기흥구 농서동 삼성종합기술원 기숙사 A동 220호

이수미

경기 화성시 기안동 기안마을 풍성신미주 아파트 120-1301

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 29 항

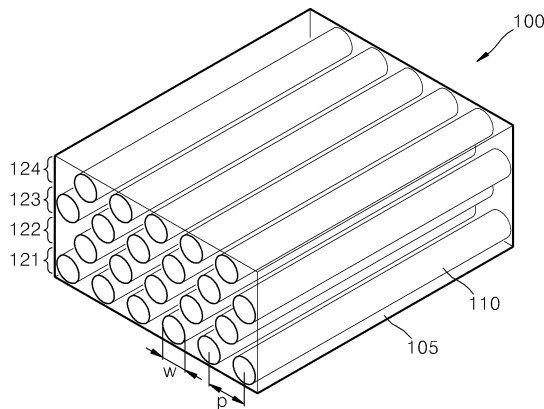
(54) 나노 와이어 그리드 편광자 및 이를 채용한 액정디스플레이 장치

(57) 요약

나노 와이어 그리드 편광자 및 이를 채용한 액정 디스플레이 장치가 개시된다.

개시된 나노 와이어 그리드 편광자는, 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하는 와이어 그리드 편광자에 있어서, 유전체층; 상기 유전체층 내부에 나노 와이어가 서로 평행하게 이격되어 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층을 포함하고, 상기 복수의 나노 와이어 어레이 층이 서로 이격되게 적층된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4a



특허청구의 범위

청구항 1

가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2편광은 반사하는 와이어 그리드 편광자에 있어서,

유전체층;

상기 유전체층 내부에 나노 와이어가 서로 평행하게 이격되어 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층을 포함하고,

상기 복수의 나노 와이어 어레이 층이 서로 이격되게 적층된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 나노 와이어가 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 나노 와이어가 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어가 원형, 타원형 또는 사각형의 단면 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 5

제 1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어 그리드 편광자를 나노 와이어의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 상기 나노 와이어가 주기적인 삼각 격자 또는 사각 격자 형상으로 배열되는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 6

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어의 지름과 배열 주기의 비가 0.4-0.7의 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 7

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수 층의 와이어 어레이 층 중 가장 아래층에 있는 나노 와이어의 하단에서 가장 위층에 있는 나노 와이어의 상단까지의 거리가 96-400nm 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 8

가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하는 와이어 그리드 편광자에 있어서,

기관;

상기 기관 위에 배열된 것으로, 와이어 코어와 상기 와이어 코어를 둘러싼 셸을 가진 코어-셸 나노 와이어가 평행하고 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층;을 포함하고,

상기 복수 개의 나노 와이어 어레이 층이 적층된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 와이어 코어가 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 나노 와이어가 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 11

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 셀이 유전체로 형성된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 12

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 코어의 지름과 나노 와이어의 지름의 비가 0.4-0.7의 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 13

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수 층의 와이어 어레이 층 중 가장 아래층에 있는 나노 와이어의 코어의 하단에서 가장 위층에 있는 나노 와이어의 코어의 상단까지의 거리가 96-400nm 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 14

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어 그리드 편광자를 나노 와이어의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 상기 나노 와이어가 주기적인 삼각 격자 또는 사각 격자 형상으로 배열되는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 15

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어가 원형, 타원형 또는 사각형의 단면 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자.

청구항 16

광을 조사하는 백라이트 유닛;

상기 백라이트 유닛으로부터의 광 중 제1 편광은 투과시키고, 제2 편광을 반사시키는 나노 와이어 그리드 편광자;

상기 나노 와이어 그리드 편광자를 통과한 광을 이용하여 영상을 형성하는 액정 패널;을 포함하고, 상기 나노 와이어 그리드 편광자는 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하고,

유전체층;

상기 유전체층 내부에 나노 와이어가 서로 평행하게 이격되어 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이

층을 포함하고,

상기 복수의 나노 와이어 어레이 층이 서로 이격되게 적층된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 나노 와이어가 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 나노 와이어가 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 19

제 16항 내지 제 18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어 어레이 층 주변이 유전체로 채워진 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 20

제 16항 내지 제 18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어 그리드 편광자를 나노 와이어의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 상기 나노 와이어가 주기적인 삼각 격자 또는 사각 격자 형상으로 배열되는 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 21

제 16항 내지 제 18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어의 지름과 배열 주기의 비가 0.4-0.7의 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 22

제 16항 내지 제 18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수 층의 와이어 어레이 층 중 가장 아래층에 있는 나노 와이어의 하단에서 가장 위층에 있는 나노 와이어의 상단까지의 거리가 96-400nm 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 23

광을 조사하는 백라이트 유닛;

상기 백라이트 유닛으로부터의 광 중 제1 편광은 투과시키고, 제2 편광을 반사시키는 나노 와이어 그리드 편광자;

상기 나노 와이어 그리드 편광자를 통과한 광을 이용하여 영상을 형성하는 액정 패널;을 포함하고, 상기 나노 와이어 그리드 편광자는 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하고,

기판;

상기 기판 위에 배열된 것으로, 와이어 코어와 상기 와이어 코어를 둘러싼 쉘을 가진 코어-쉘 나노 와이어가 평행하고 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층;을 포함하고, 상기 복수 개의 나노 와이어 어레이 층이 적층된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 와이어 코어가 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 25

제 24항에 있어서,

상기 나노 와이어가 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 26

제 23항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 셀이 유전체로 형성된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 27

제 23항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 코어의 지름과 나노 와이어의 지름의 비가 0.4-0.7의 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 28

제 23항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수 층의 와이어 어레이 층 중 가장 아래층에 있는 나노 와이어의 코어의 하단에서 가장 위층에 있는 나노 와이어의 코어의 상단까지의 거리가 96-400nm 범위를 가지는 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 29

제 23항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나노 와이어 그리드 편광자를 나노 와이어의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 상기 나노 와이어가 주기적인 삼각 격자 또는 사각 격자 형상으로 배열되는 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <29> 본 발명은 무편광의 광이 입사할 때 한 편광은 투과하고 다른 편광은 반사하는 와이어 그리드 편광자에 관한 것으로, 광 효율과 명암비가 우수하고 대면적 제작 및 대량 생산이 가능한 나노 와이어를 이용한 와이어 그리드 편광자 및 이를 채용한 액정 디스플레이 장치에 관한 것이다.
- <30> 많은 응용분야에서 광원에서 나온 광을 편리하게 제어하기 위하여 광의 편광 특성을 이용한다. 예를 들어 액정 패널을 이용한 액정 디스플레이 장치의 경우, 액정 패널은 액정분자가 직선편광의 편광방향을 변화시킴으로써 빛을 통과시키거나 차단하는 셔터 기능을 수행하므로, 일 방향으로 직선 편광된 광만을 사용하게 된다. 그러나 일반적으로 광원에서 제공되는 광은 무편광의 광이므로 액정 디스플레이 장치에 편광판이 구비된다. 이러한 편광판으로 와이어 그리드 편광자(wire grid polarizer, 이하 WGP라고 함)가 사용될 수 있다.
- <31> WGP는 기판에 금속 와이어가 주기적이며 평행하게 배열되어 있는데, 통상적인 WGP 구조의 사시도와 단면도를 도 1a, 도 1b에 각각 나타낸다. 상기 구조에서 배열된 금속 와이어의 배열 주기가 입사광의 파장보다 작으면, 회절이 일어나지 않기 때문에 편광자로서 작동이 가능하다. 구체적으로 WGP는 전기장이 금속 와이어에 수직한 편광(제1편광)은 투과하고, 평행한 편광(제2 편광)은 반사한다.
- <32> WGP는 한 편광은 투과하고 다른 편광은 반사하는 특성으로 인해 액정 디스플레이 장치에 사용될 수 있다. WGP는 이론적으로는 제1 편광을 100% 투과하고, 제2 편광을 100% 반사하지만 실제로는 제1 편광의 일부를 반사시키고,

제2 편광의 일부를 투과시킨다. WGP의 제1 편광의 투과율을 T, 제2 편광의 반사율을 R, 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 값을 CR이라고 할 때, T와 R은 액정 디스플레이의 광 효율의 척도가 되고, CR은 명암비와 같은 화질에 관련된 척도가 된다. 이들 T, R, CR이 높을 수록 우수한 성능의 디스플레이를 구현할 수 있다.

<33> 통상적으로 액정 디스플레이 장치에 사용되는 흡수형 편광판은 광원에서 공급되는 무 편광의 광 중에서 일 편광의 광은 투과하고, 다른 편광의 광은 흡수한다. 따라서 적어도 절반의 광량이 손실되어 광 이용 효율이 저하된다. 그리고, 투과해야 할 광까지 흡수하는 경우에 광 손실이 더욱 증가된다. 반면에 WGP는 투과하지 않아야 할 편광을 흡수하지 않고 광원으로 되돌려 보냄으로써 재사용을 도모한다. 이러한 동작은 흡수형 편광판의 사용에 비해 광 이용 효율을 향상시킬 것으로 예상된다.

<34> WGP는 도 1a에 도시된 바와 같이 투명한 기판(10), 기판(10) 위에 평행하게 배열된 금속 와이어(15)를 포함한다. 도 1b는 WGP의 동작을 설명하기 위한 것으로, 무편광의 광이 WGP에 입사되면 제1 편광은 와이어(15)를 통과하고, 제2 편광은 와이어(15)에서 반사된다.

<35> WGP가 실제 시스템에 사용될 때에는 미세한 선폭의 금속 와이어의 부식방지 및 물리적인 충격에 대한 보호를 위해 WGP의 금속 와이어는 공기에 노출되지 않도록 도 2에 도시된 바와 같이 와이어(15) 둘레가 유전체(20)로 둘러싸인 구조를 가질 수 있다. 여기서 와이어 그리드의 주기를 p, 와이어의 폭을 w, 와이어의 두께를 t, 입사광의 입사각을 θ 라고 한다. 금속 와이어(15)는 알루미늄으로 형성되고, 유전체(20)와 기판(10)의 굴절률은 1.5이며, $p=100\text{nm}$, $w=50\text{nm}$, $t=120\text{nm}$ 일 때, 광의 입사각(θ)에 대한 광 효율(Eff)을 입사 파장=450nm, 550nm, 650nm에 대해 도 3a에 도시하였다. 광 효율(Eff)의 좀더 구체적인 설명은 후술하기로 한다. 그리고, 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 명암비(CR)를 도 3b에 각각 도시하였다. 여기서 적용한 알루미늄의 굴절률은 하기의 [표1]과 같다.

표 1

<36> 알루미늄의 굴절률

파장	실수 굴절률(n)	허수 굴절률(k)
450nm	0.618	5.47
550nm	0.958	6.69
650nm	1.47	7.79

<37> 도 3a와 도 3b를 참조하면 입사각 0도에서 60도 범위에 대해 $\text{Eff}>0.63$ 과 $\text{CR}>2600$ 의 효과가 나타난다. 하지만, 이러한 구조의 와이어 그리드 편광자를 제작할 때, 선형 와이어 패턴을 빛의 파장보다 작은 주기로 형성하는데, 예를 들어, 가시광에 대해 WGP가 동작하기 위해서는 패턴의 주기가 200nm보다 작아야 한다. 이러한 미세 패턴 형성은 일반적으로 전자-빔 리소그래피 내지 나노-임프린트 리소그래피를 통해 이루어진다. 하지만, 이러한 제작 방법에 의해서는 제작할 수 있는 크기가 최대 8인치×8인치 정도이므로, 대면적 제작과 대량 생산이 어려운 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<38> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 나노 와이어를 이용하여 대면적 제작 및 대량 생산이 가능하고 광 효율과 명암비가 우수한 나노 와이어 그리드 편광자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<39> 또한, 나노 와이어 그리드 편광자를 구비하여 광 효율과 명암비가 우수하고 생산성이 향상된 액정 디스플레이 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<40> 상기한 목적을 달성하기 위해, 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하는 와이어 그리드 편광자에 있어서,

<41> 유전체층;

<42> 상기 유전체층 내부에 나노 와이어가 서로 평행하게 이격되어 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이층을 포함하고,

- <43> 상기 복수의 나노 와이어 어레이 층이 서로 이격되게 적층된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자를 제공한다.
- <44> 상기 나노 와이어가 금속으로 형성될 수 있다.
- <45> 상기 나노 와이어가 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성될 수 있다.
- <46> 상기 나노 와이어가 원형, 타원형 또는 사각형의 단면 형상을 가질 수 있다.
- <47> 상기 목적을 달성하기 위해, 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하는 와이어 그리드 편광자에 있어서,
- <48> 기관; 상기 기관 위에 배열된 것으로, 와이어 코어와 상기 와이어 코어를 둘러싼 셸을 가진 코어-셸 나노 와이어가 평행하고 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층;을 포함하고,
- <49> 상기 복수 개의 나노 와이어 어레이 층이 적층된 것을 특징으로 하는 나노 와이어 그리드 편광자를 제공한다.
- <50> 상기 셸이 유전체로 형성될 수 있다.
- <51> 상기 코어의 지름과 나노 와이어의 지름의 비가 0.4-0.7의 범위를 가질 수 있다.
- <52> 상기 복수 층의 와이어 어레이 층 중 가장 아래층에 있는 나노 와이어의 코어의 하단에서 가장 위층에 있는 나노 와이어의 코어의 상단까지의 거리가 96-400nm 범위를 가질 수 있다.
- <53> 상기 나노 와이어 그리드 편광자를 나노 와이어의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 상기 나노 와이어가 주기적인 삼각 격자 또는 사각 격자 형상으로 배열될 수 있다.
- <54> 상기 목적을 달성하기 위해, 광을 조사하는 백라이트 유닛; 상기 백라이트 유닛으로부터의 광 중 제1 편광은 투과시키고, 제2 편광을 반사시키는 나노 와이어 그리드 편광자; 상기 나노 와이어 그리드 편광자를 통과한 광을 이용하여 영상을 형성하는 액정 패널;을 포함하고, 상기 나노 와이어 그리드 편광자는 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고 제2 편광은 반사하고,
- <55> 유전체층; 상기 유전체층 내부에 나노 와이어가 서로 평행하게 이격되어 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층을 포함하고, 상기 복수의 나노 와이어 어레이 층이 서로 이격되게 적층된 액정 디스플레이 장치를 제공한다.
- <56> 상기 목적을 달성하기 위해, 광을 조사하는 백라이트 유닛; 상기 백라이트 유닛으로부터의 광 중 제1 편광은 투과시키고, 제2 편광을 반사시키는 나노 와이어 그리드 편광자; 상기 나노 와이어 그리드 편광자를 통과한 광을 이용하여 영상을 형성하는 액정 패널;을 포함하고, 상기 나노 와이어 그리드 편광자는 가시광의 입사광 중 제1 편광은 투과하고, 제2 편광은 반사하고,
- <57> 기관; 상기 기관 위에 배열된 것으로, 와이어 코어와 상기 와이어 코어를 둘러싼 셸을 가진 코어-셸 나노 와이어가 평행하고 주기적으로 배열된 복수 개의 나노 와이어 어레이 층;을 포함하고, 상기 복수 개의 나노 와이어 어레이 층이 적층된 것을 특징으로 하는 액정 디스플레이 장치를 제공한다.
- <58> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자 및 이를 채용한 액정 디스플레이 장치에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <59> 본 발명의 일 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자는 나노 와이어가 주기적이고 평행하게 배열된 나노 와이어 어레이 층이 복수 층으로 적층된다. 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 나노 와이어 그리드 편광자(100)는, 유전체(105) 내부에 복수 층의 나노 와이어 어레이 층이 주기적으로 배열되어 구성된다. 도 4a에서는 제1 내지 제4 나노 와이어 어레이 층(121)(122)(123)(124)이 적층된 구조를 예시하였다. 각 나노 와이어 어레이 층(121)(122)(123)(124)은 나노 와이어(110)가 주기적이고 평행하게 서로 이격되게 배열되어 있다. 나노 와이어(110)의 배열 주기가 p일 때, p는 입사광의 파장보다 작으며, 나노 와이어의 직경(w)은 입사 파장보다 작고, 길이는 입사 파장보다 크다. 또한, 상기 각 나노 와이어 어레이 층(121)(122)(123)(124)은 서로 이격되게 적층되어 있다.
- <60> 상기 나노 와이어(110)는 여러 가지 형상의 단면을 가질 수 있으며, 예를 들어 원형, 타원형, 또는 사각형 등이 가능하다. 또한, 나노 와이어(110)는 금속으로 형성되며, 예를 들어 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 나노 와이어 어레이 층은 도 4b에 도시된 바와 같이 각 층의 나노 와이어가 층마다 서로

교대로 위치하도록 배열할 수 있다. 즉, 나노 와이어 그리드 편광자(100)를 나노 와이어(110)의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 각 나노 와이어(110)는 주기적인 삼각 격자 형태로 배열될 수 있다. 또는, 도 4c에 도시된 바와 같이 각 층의 나노 와이어가 종 방향으로 일렬로 배치되도록 배열할 수 있다. 다시 말하면, 나노 와이어 그리드 편광자(100)를 나노 와이어(110)의 길이 방향에 대해 수직하게 자른 단면에서 볼 때 나노 와이어(110)가 주기적인 사각 격자 형태로 배열될 수 있다. 이밖에도 상기 나노 와이어 어레이 층의 개수와 배열 방법은 다양하게 구성하는 것이 가능하며, 구체적인 나노 와이어 층의 개수에 대해서는 후술하기로 한다.

<61> 나노 와이어는 대량으로 생산하는 것이 가능하므로 나노 와이어를 이용하여 편광자를 제작하는 경우 대면적 제작 및 대량 생산이 가능하며, 나노 와이어 어레이 층을 복수 층으로 적층하면 명암비와 광 효율이 향상된다. 이에 대해서는 후술할 구체적인 실시예를 참조하여 설명하기로 한다.

<62> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자(200)를 도시한 것으로, 코어(203)와 코어(203)를 둘러싸고 있는 셸(205)로 이루어진 코어-셸 나노 와이어(210)가 주기적으로 배열된 나노 와이어 어레이 층이 복수 개 적층되어 있다. 상기 복수 개의 나노 와이어 어레이 층은 예를 들어 제1, 제2, 제3, 및 제4 나노 와이어 어레이 층(221)(222)(223)(224)을 포함할 수 있다.

<63> 상기 코어(203)는 금속으로 형성되며, 예를 들어 알루미늄, 은, 금, 구리, 니켈 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 코어-셸 나노 와이어(210)는 서로 접하도록 배열될 수 있으며 또는 일정 간격으로 이격되어 배열되는 것도 가능하다. 상기 셸(205)은 유전체로 형성되어, 도 4a 및 도 4b에 도시된 구조에서 유전체(105)의 역할을 할 수 있다. 즉, 코어(203)들은 유전체 셸(205)에 의해 일정 간격으로 떨어져 배열되게 되므로 그리드 편광자로서의 기능을 할 수 있다. 코어-셸 나노 와이어의 배열 방식은 여러 가지가 가능하며 예를 들어 가장 효율적인 공간 활용을 위해 나노 와이어의 길이 방향 축에 대해 수직한 평면으로 자른 단면에서 볼 때 삼각 격자 형태로 배열될 수 있다. 또는, 각 나노 와이어 어레이 층을 적층할 때 나노 와이어가 각 층마다 일렬로 배치되도록 배열하는 것도 가능하다.

<64> 도 6은 코어-셸 나노 와이어(210)가 유전체(220) 안에 배열된 구조를 도시한 것이다. 기판(201) 위에 제1 내지 제4 나노 와이어 어레이 층(221)(222)(223)(224)이 적층되고 나노 와이어 어레이 층의 주변이 유전체(220)로 채워진다. 상기 유전체(220)는 나노 와이어가 외부에 노출되어 손상되거나 물리적인 충격으로부터 보호하기 위한 것이다.

<65> 본 발명에 따른 나노 와이어 그리드 편광자는 대량 생산이 가능한 나노 와이어를 이용하여 편광자를 제작하므로 생산성이 향상된다. 더욱이, 코어-셸 나노 와이어를 밀착시키는 경우에는 배열 간격을 조절할 필요가 없기 때문에 쉽게 편광자를 제작할 수 있는 이점이 있다.

<66> 한편, 본 발명에 따른 나노 와이어 그리드 편광자를 이용하여 액정 디스플레이 장치를 제작할 수 있다. 도 7은 액정 디스플레이 장치(300)를 개략적으로 도시한 것으로, 광을 조사하는 백라이트 유닛(303)과, 백라이트 유닛(303)으로부터 조사된 광을 이용하여 영상을 형성하기 위한 액정 패널(315)을 포함한다. 백라이트 유닛(303)으로는 액정 패널(315)의 하방에 위치한 광원으로부터 광을 직접 조사하는 직하형과, 도광판과 도광판의 측면에 구비된 광원으로 구성되는 측광형이 모두 사용 가능하다. 상기 백라이트 유닛(303)과 액정 패널(315) 사이에는 나노 와이어 그리드 편광자(310)가 배치된다.

<67> 상기 나노 와이어 그리드 편광자(310)는 도 4, 5, 및 6을 참조하여 설명한 구조를 가질 수 있으며, 제1편광, 예컨대 p편광의 광은 투과시키고, 제2편광, 예컨대, s편광의 광은 반사시키는 과정을 통해 입사된 광의 대부분이 제1편광(p편광)의 광으로 출사되도록 한다. 그럼으로써, 액정 패널(315)에서의 편광 효율을 향상한다.

<68> 구체적으로 액정 디스플레이 장치의 동작을 살펴보면, 백라이트 유닛(303)을 통해 나온 무편광의 광(Lo)이 나노 와이어 그리드 편광자(310)에 입사하면 제1편광(Lp)은 투과되어 액정 패널의 편광 광원으로 사용된다. 한편, 제2편광(Ls)은 반사되어 백라이트 유닛(303)으로 되돌아와서 재사용되는 과정을 거친다. 와이어 그리드 편광자의 성능은 제1편광의 투과율(Tp), 제1편광의 반사율(Rp), 제2편광의 투과율(Ts), 제2편광의 반사율(Rs)의 네 개의 값으로 평가된다. 도 7을 참조하여 백라이트 유닛(303)에서 생성된 광이 액정 패널(315)에 유용한 편광 광원으로 전환되는 효율(Eff)을 계산하면 다음과 같으며, 이는 광 효율을 나타내는 척도이다.

수학식 1

$$Eff = \frac{0.5T_p}{1 - 0.5(R_p + R_s)(R_b)}$$

<69>

<70>

여기서, R_b 는 와이어 그리드 편광자(310)에서 반사되어 백라이트 유닛(303)으로 돌아간 광이 반사되어 와이어 그리드 편광자(310)로 다시 입사되는 비율을 나타낸다. 또 하나의 중요한 척도로서 T_p 를 T_s 로 나눈 값(CR)이 사용되는데, 이는 전체 액정 패널의 명암비와 같은 화질에 관련된 척도이다. 본 발명에 따른 나노 와이어 그리드 편광자에 대해 광 효율(Eff)과 명암비(CR)를 알아보기 위해, 도 6에 도시된 나노 와이어 그리드 편광자에 대해 나노 와이어 어레이 층의 개수(L), 배열 주기(p), 나노 와이어의 직경(w)을 배열 주기(p)로 나눈 값을 변화시키면서 광 효율과 명암비의 변화를 알아보려고 한다.

<71>

코어-셸 나노 와이어(210)의 금속 코어(203)는 알루미늄으로 형성하고, 셸(205)은 굴절률이 1.5인 물질로 형성한다. 기관(201)과, 유전체(220)의 굴절률도 1.5로 설정한다. 이러한 구조는 결과적으로 그 단면을 보면 굴절률이 1.5인 유전체에 금속 코어(203)가 삼각 격자 형상으로 배열된 구조(도 4b 참조)와 같다. 이러한 구조에서 p, w/p, L의 세 가지 변수를 다양하게 변화시키면서 광 효율(Eff)과 명암비(CR)를 계산하여 우수한 광 효율과 명암비(CR)를 나타내는 구조를 알아낼 수 있다. 이하에서 제1 내지 제5 실시예에 대해 설명하고 그 결과를 그래프를 참조하여 설명한다. 이들 실시예에서는 일반적으로 백라이트 유닛에서 R_b 가 0.9인 점을 고려하여 $R_b=0.9$ 로 가정하여 Eff를 계산한다.

<72>

<제1 실시예>

<73>

제1 실시예에서는 $L=3$ 층, $p=50\text{nm}$, $w/p=0.6$ 이다. 또한, 복수 층의 나노 와이어 어레이 층 중 가장 아래층에 있는 나노 와이어의 코어의 하단에서 가장 위층에 있는 나노 와이어의 코어의 상단까지의 거리를 h라고 할 때, $h=107\text{nm}$ 이다. 제1 실시예의 Eff, CR을 도 8a 및 도 8b에 파장 별로 각각 나타낸다. 입사각(θ) 0도에서 60도에 대해 $Eff>0.63$, $CR>4000$ 의 결과를 얻을 수 있다. 여기서, 입사각(θ)은 도 6에 도시된 바와 같이 나노 와이어 그리드 편광자의 법선에 대한 입사광의 기울기를 나타낸다.

<74>

<제2 실시예>

<75>

제2 실시예에서는 $L=4$ 층, $p=60\text{nm}$, $w/p=0.5$, $h=186\text{nm}$ 이다. 제2 실시예의 Eff, CR을 도 9a와 도 9b에 각각 나타낸다. 입사각 0도에서 60도에 대해 $Eff>0.64$, $CR>18000$ 의 결과를 얻을 수 있다.

<76>

<제3 실시예>

<77>

제3 실시예에서는 $L=6$ 층, $p=40\text{nm}$, $w/p=0.5$, $h=193\text{nm}$ 이다. 제3 실시예의 Eff, CR을 도 10a와 도 10b에 각각 나타낸다. 입사각 0도에서 60도에 대해 $Eff>0.65$, $CR>58000$ 의 결과를 얻을 수 있다.

<78>

<제 4 실시예>

<79>

제4 실시예에서는 $L=8$ 층, $p=30\text{nm}$, $w/p=0.5$, $h=197\text{nm}$ 이다. 제4 실시예의 Eff, CR을 도 11a와 도 11b에 각각 나타낸다. 입사각 0도에서 60도에 대해 $Eff>0.65$, $CR>88000$ 의 결과를 얻을 수 있다.

<80>

<제 5 실시예>

<81>

제 5 실시예에서는 $L=12$ 층, $p=20\text{nm}$, $w/p=0.5$, $h=200\text{nm}$ 이다. 제5 실시예의 Eff, CR을 도 12a와 도 12b에 각각 나타낸다. 입사각 0도에서 60도에 대해 $Eff>0.65$, $CR>130000$ 의 결과를 얻을 수 있다.

<82>

상기 실시예들을 종합해 보면, L, p, w를 변화시킬 때 Eff 값은 거의 변화가 없는데 반해 CR 값은 L이 증가하고, p가 감소할수록 증가함을 알 수 있다. 도 2에 도시된 기존의 와이어 그리드 편광자가 $Eff>0.63$ 과 $CR>2600$ 의 효과를 가지는 것과 비교할 때, 상기 실시예들은 광 효율은 거의 비슷하거나 그보다 나은 값을 가지면서 명암비(CR)는 매우 향상되었음을 알 수 있다. WGP가 우수한 성능을 갖는 L, p, w의 범위를 알아보기 위해 $L=3$, $p=30\sim80\text{nm}$, $w/p=0.4\sim0.8$ 일 경우의 Eff와 CR을 다음의 표 2 및 표 3에 제시한다.

표 2

<83> L=3일 경우의 Eff

		w/p				
h(nm)	p(nm)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
82	30	0.66	0.70	0.70	0.66	0.51
96	35	0.68	0.71	0.70	0.64	0.44
109	40	0.68	0.71	0.69	0.60	0.39
123	45	0.68	0.70	0.66	0.55	0.36
137	50	0.68	0.69	0.64	0.51	0.36
150	55	0.68	0.68	0.61	0.49	0.35
164	60	0.67	0.66	0.59	0.49	0.30
178	65	0.66	0.65	0.58	0.49	0.22
191	70	0.65	0.64	0.58	0.46	0.15
205	75	0.65	0.63	0.57		
219	80	0.64	0.63	0.55		

표 3

<84> L=3일 경우의 CR

		w/p				
h(nm)	p(nm)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
82	30	9.0E+00	3.7E+01	1.6E+02	6.8E+02	2.4E+03
96	35	1.4E+01	7.4E+01	3.9E+02	2.1E+03	6.8E+03
109	40	2.2E+01	1.4E+02	9.3E+02	5.5E+03	2.0E+04
123	45	3.2E+01	2.6E+02	2.0E+03	1.3E+04	6.9E+04
137	50	4.6E+01	4.5E+02	4.0E+03	3.2E+04	2.7E+05
150	55	6.3E+01	7.3E+02	7.6E+03	8.1E+04	1.1E+06
164	60	8.2E+01	1.1E+03	1.4E+04	2.2E+05	3.4E+06
178	65	1.0E+02	1.7E+03	2.7E+04	6.0E+05	6.9E+06
191	70	1.2E+02	2.4E+03	5.2E+04	1.5E+06	1.2E+07
205	75	1.4E+02	3.5E+03	9.8E+04		
219	80	1.6E+02	4.9E+03	1.7E+05		

<85> 상기 표 2 및 표 3을 참조하면, $w/p=0.5\sim0.7$ 이고, $h>96\text{nm}$ 의 영역에서 $\text{Eff}>0.6$, $\text{CR}>1000$ 의 비교적 우수한 성능이 달성된다. 그리고, $L=6$, $p=15\sim80\text{m}$, $w/p=0.3\sim0.7$ 일 경우의 Eff와 CR을 표4와 표5에 각각 나타낸다. 여기에서 $w/p=0.4\sim0.6$ 이고 $h=107\sim400\text{nm}$ 의 영역에서 $\text{Eff}>0.6$, $\text{CR}>1000$ 의 우수한 성능이 달성된다.

표 4

<86> L=6일 경우의 Eff

		w/p				
h(nm)	p(nm)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
80	15	0.58	0.66	0.70	0.70	0.66
107	20	0.60	0.68	0.71	0.69	0.59
133	25	0.61	0.68	0.69	0.64	0.54
160	30	0.60	0.67	0.67	0.61	0.53
187	35	0.60	0.66	0.65	0.61	0.50
213	40	0.59	0.66	0.65	0.59	0.44
240	45	0.58	0.65	0.64	0.55	0.41
267	50	0.57	0.64	0.61	0.52	0.40
293	55	0.56	0.63	0.59	0.51	0.36

320	60	0.53	0.62	0.58	0.50	0.00
346	65	0.53	0.61	0.58	0.46	
373	70	0.52	0.61	0.56	0.42	
400	75	0.51	0.60	0.52		
426	80	0.50	0.58			

표 5

<87> L=6일 경우의 CR

h(nm)	p(nm)	w/p				
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
80	15	2.9E+00	1.0E+01	4.6E+01	2.0E+02	8.8E+02
107	20	4.8E+00	3.0E+01	2.2E+02	1.5E+03	8.6E+03
133	25	7.8E+00	8.3E+01	9.8E+02	9.5E+03	7.7E+04
160	30	1.2E+01	2.2E+02	3.9E+03	5.8E+04	8.9E+05
187	35	1.8E+01	5.3E+02	1.5E+04	3.8E+05	8.9E+06
213	40	2.4E+01	1.3E+03	5.8E+04	2.2E+06	6.3E+07
240	45	3.2E+01	2.8E+03	2.0E+05	1.1E+07	5.1E+08
267	50	3.8E+01	5.7E+03	6.0E+05	4.7E+07	4.6E+09
293	55	4.2E+01	1.0E+04	1.7E+06	2.3E+08	3.1E+10
320	60	4.8E+01	1.7E+04	4.5E+06	9.8E+08	
346	65	3.9E+01	2.7E+04	1.1E+07	3.2E+09	
373	70	3.4E+01	4.0E+04	2.5E+07	9.7E+09	
400	75	2.8E+01	5.2E+04	4.5E+09		
426	80	2.2E+01	5.7E+04			

<88> 상술한 제1 내지 제5 실시예 결과와 표2 내지 표5의 결과를 고려하여, 우수한 Eff와 CR을 달성하기 위해 w/p는 0.4-0.7의 범위를 가지며, h는 96-400nm의 범위를 가지도록 나노 와이어 그리드 편광자를 설계할 수 있다. 하지만, 이 밖에도 L, p, w를 변화시키면서 원하는 광 효율(Eff)과 명암비(CR)를 얻는 것이 가능하다.

발명의 효과

<89> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 나노 와이어 그리드 편광자는 대량 생산이 가능한 나노 와이어를 이용하여 제작되므로 생산성이 향상된다. 그리고, 나노 와이어가 주기적으로 배열된 나노 와이어 어레이 층을 복수 층 적층함으로써 우수한 광 효율과 명암비를 얻을 수 있다.

<90> 또한, 본 발명에 따른 액정 디스플레이 장치는 나노 와이어 그리드 편광자를 채용하여 영상을 형성함으로써 생산성이 향상되고, 편광 효율이 개선될 수 있다.

<91> 상기한 실시예들은 예시적인 것에 불과한 것으로, 당해 기술분야의 통상을 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 하기의 특허청구범위에 기재된 발명의 기술적 사상에 의해 정해져야만 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1a는 종래 사각 단면의 와이어 그리드 편광자의 사시도이다.

<2> 도 1b는 도 1a에 도시된 와이어 그리드 편광자의 단면도이다.

<3> 도 2는 종래 와이어가 유전체 물질에 둘러싸인 형태의 와이어 그리드 편광자의 단면도이다.

<4> 도 3a는 도 2에 도시된 와이어 그리드 편광자로 입사되는 광의 입사각에 따른 광 효율(Eff)을 파장별로 도시한 것이다.

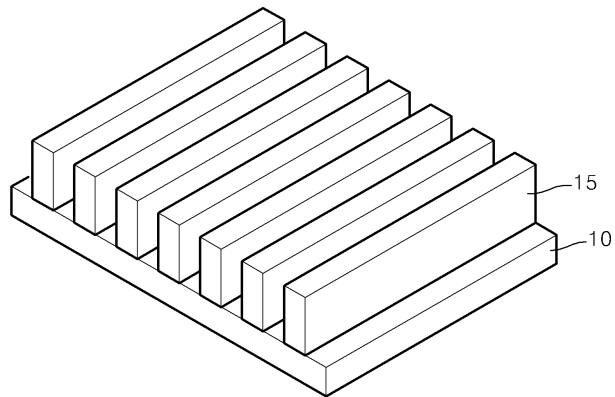
<5> 도 3b는 도 2에 도시된 와이어 그리드 편광자에서 와이어의 두께에 따른 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과

율로 나눈 값(CR)을 입사광의 파장별로 나타낸 것이다.

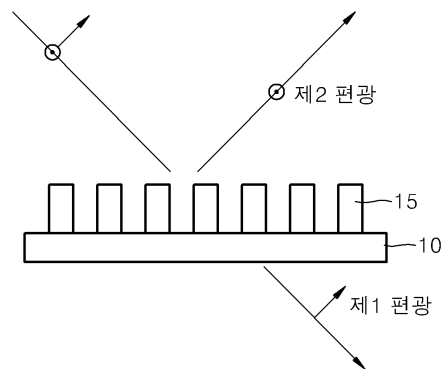
- <6> 도 4a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자의 사시도이다.
- <7> 도 4b는 도 4a의 단면도이다.
- <8> 도 4c는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자에서 와이어의 배열을 변경한 예를 도시한 것이다.
- <9> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자의 사시도이다.
- <10> 도 6은 도 5에 도시된 나노 와이어 그리드 편광자의 와이어가 유전체에 의해 둘러싸인 형태의 와이어 그리드 편광자를 도시한 것이다.
- <11> 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 와이어 그리드 편광자를 채용한 액정 디스플레이 장치를 개략적으로 도시한 것이다.
- <12> 도 8a는 본 발명의 제1실시예에 따른 와이어 그리드 편광자로 입사되는 광의 입사각에 따른 광 효율을 파장별로 도시한 것이다.
- <13> 도 8b는 본 발명의 제1실시예에 따른 와이어 그리드 편광자에서 입사광의 입사각에 따른 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 값을 입사광의 파장별로 나타낸 것이다.
- <14> 도 9a는 본 발명의 제2실시예에 따른 와이어 그리드 편광자로 입사되는 광의 입사각에 따른 광 효율을 파장별로 도시한 것이다.
- <15> 도 9b는 본 발명의 제2실시예에 따른 와이어 그리드 편광자에서 입사광의 입사각에 따른 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 값을 입사광의 파장별로 나타낸 것이다.
- <16> 도 10a는 본 발명의 제3실시예에 따른 와이어 그리드 편광자로 입사되는 광의 입사각에 따른 광 효율을 파장별로 도시한 것이다.
- <17> 도 10b는 본 발명의 제3실시예에 따른 와이어 그리드 편광자에서 입사광의 입사각에 따른 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 값을 입사광의 파장별로 나타낸 것이다.
- <18> 도 11a는 본 발명의 제4실시예에 따른 와이어 그리드 편광자로 입사되는 광의 입사각에 따른 광 효율을 파장별로 도시한 것이다.
- <19> 도 11b는 본 발명의 제4실시예에 따른 와이어 그리드 편광자에서 입사광의 입사각에 따른 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 값을 입사광의 파장별로 나타낸 것이다.
- <20> 도 12a는 본 발명의 제5실시예에 따른 와이어 그리드 편광자로 입사되는 광의 입사각에 따른 광 효율을 파장별로 도시한 것이다.
- <21> 도 12b는 본 발명의 제5실시예에 따른 와이어 그리드 편광자에서 입사광의 입사각에 따른 제1 편광의 투과율을 제2 편광의 투과율로 나눈 값을 입사광의 파장별로 나타낸 것이다.
- <22> <도면 중 주요 부분에 대한 설명>
- <23> 100,200...나노 와이어 그리드 편광자, 105,220...유전체
- <24> 110...와이어, 203...코어,
- <25> 205...셸, 210...코어-셸 나노 와이어
- <26> 121,122,123,124,221,222,223,224...나노 와이어 어레이 층
- <27> 300...액정 디스플레이 장치, 303...백라이트 유닛
- <28> 310...와이어 그리드 편광자, 315...액정 패널

도면

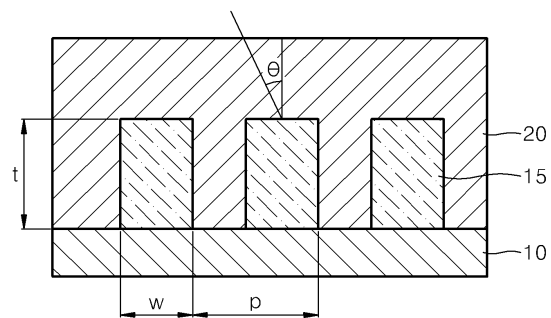
도면1a



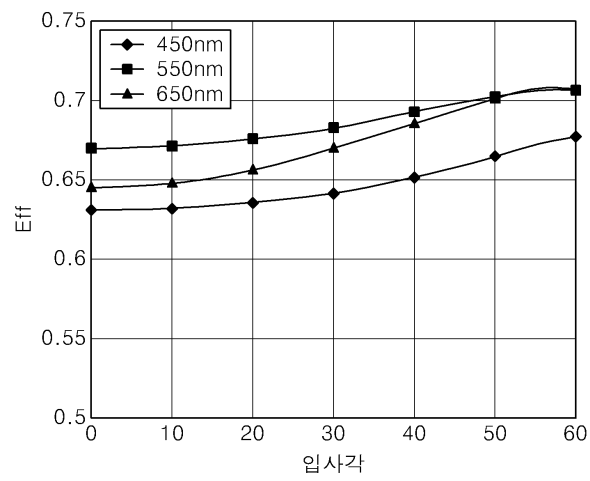
도면1b



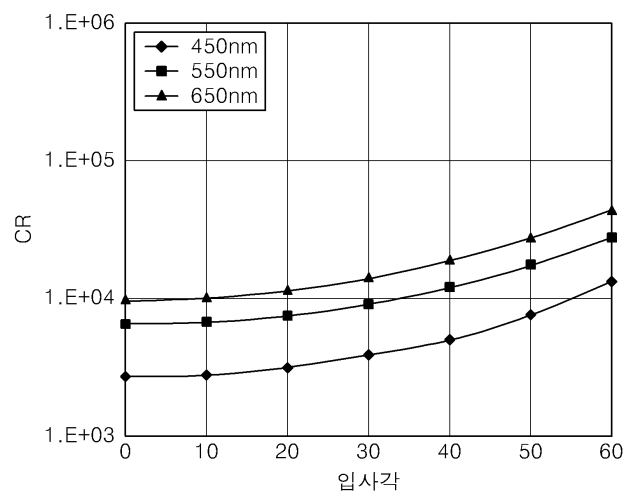
도면2



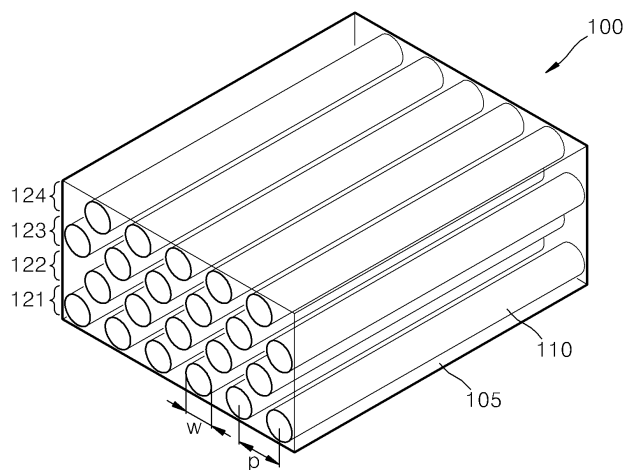
도면3a



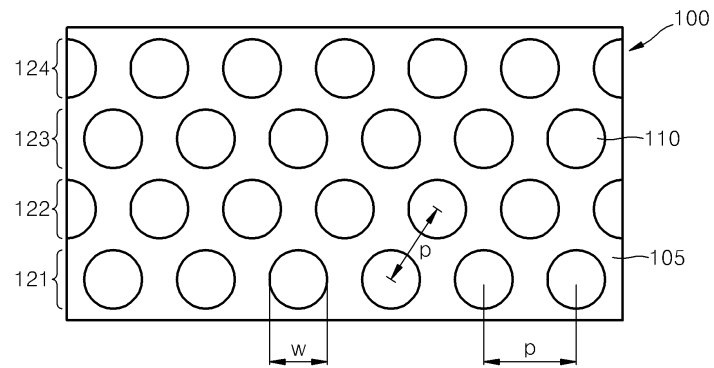
도면3b



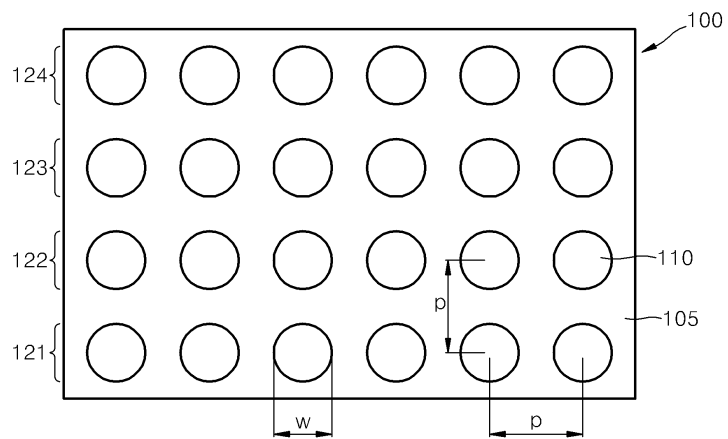
도면4a



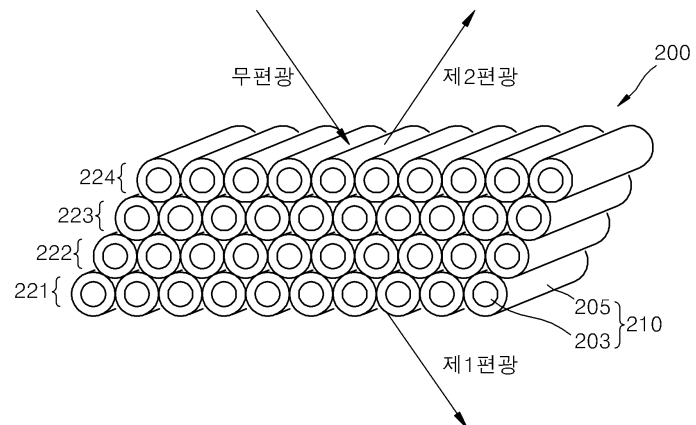
도면4b



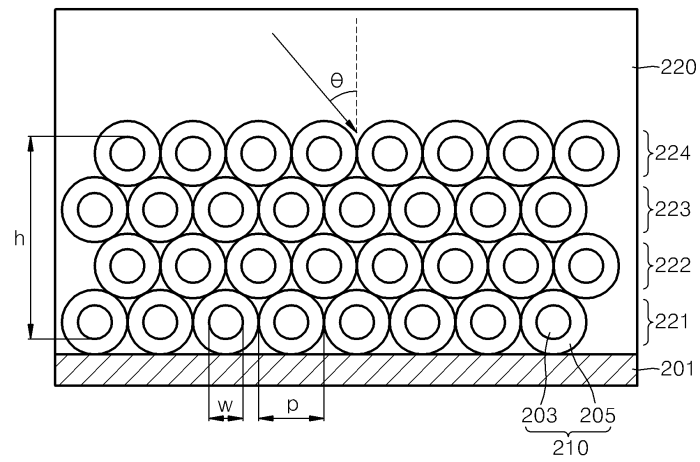
도면4c



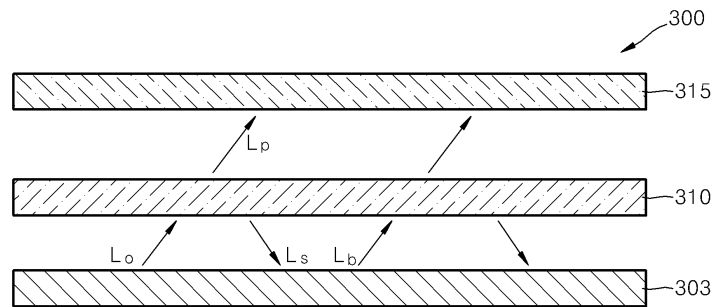
도면5



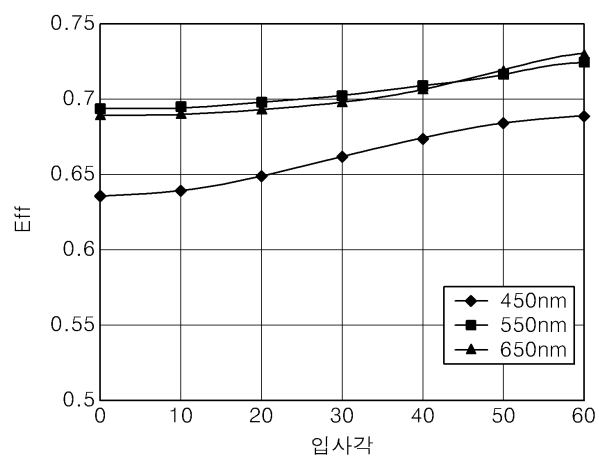
도면6



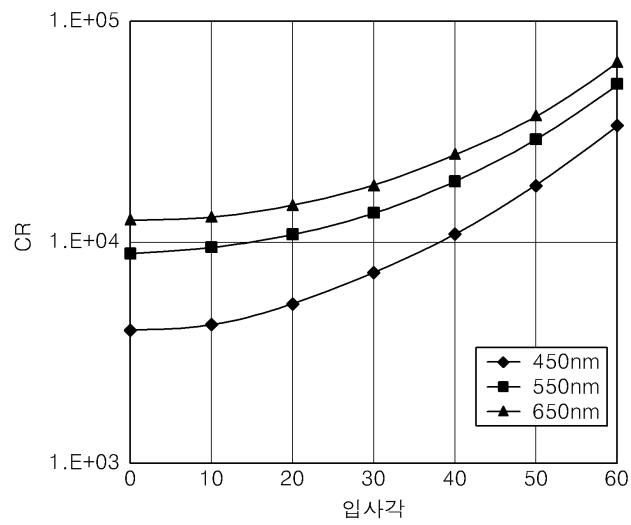
도면7



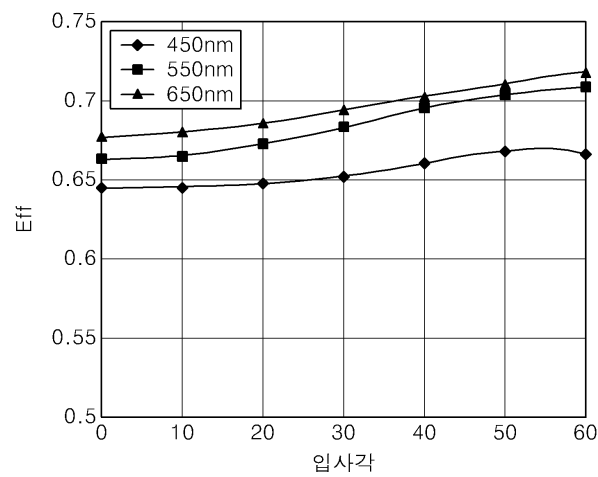
도면8a



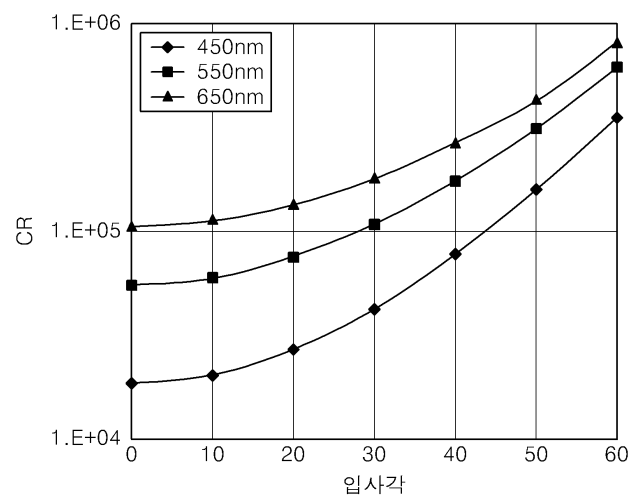
도면8b



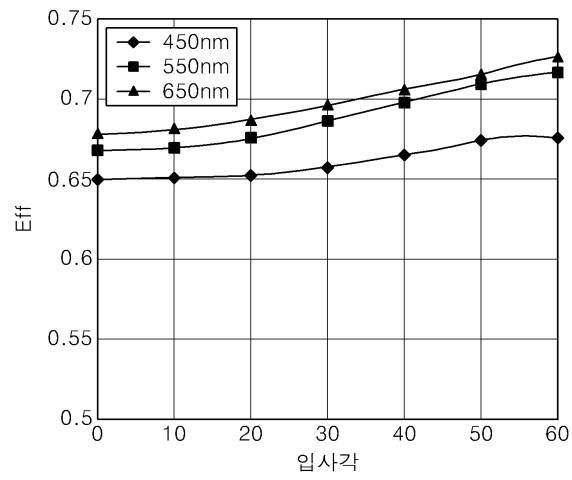
도면9a



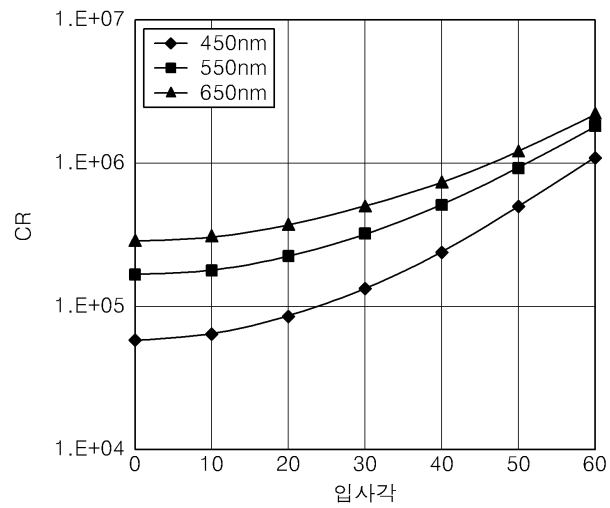
도면9b



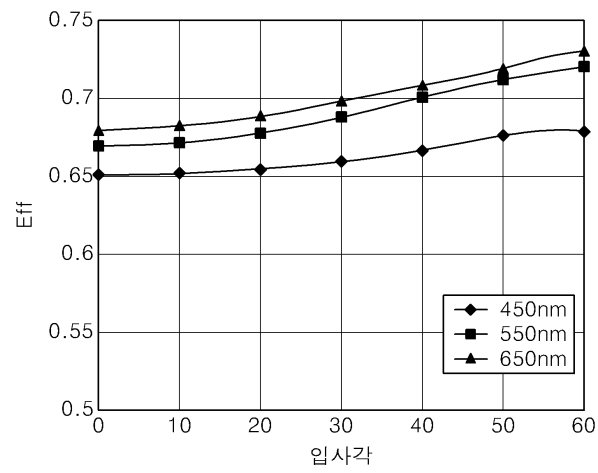
도면10a



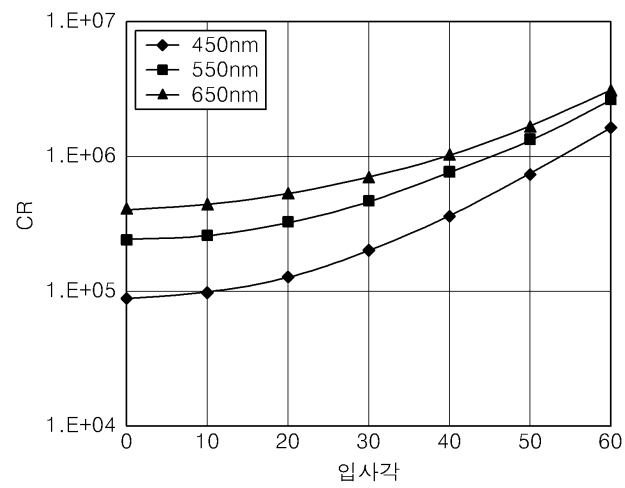
도면10b



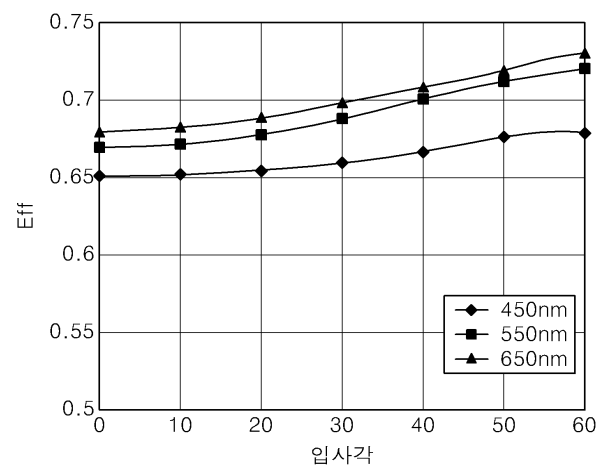
도면11a



도면11b



도면12a



도면12b

