(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0102687
(43) 공개일자 2021년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/30 (2006.01) *G02B 5/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 5/30 (2013.01)
G02B 5/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0017011
(22) 출원일자 2020년02월12일
심사청구일자 2020년02월12일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
정미윤
경상남도 진주시 천수로 30, 106동 1306호 (주약동, 한보은빛마을아파트)
(74) 대리인
특허법인 태웅, 김종선

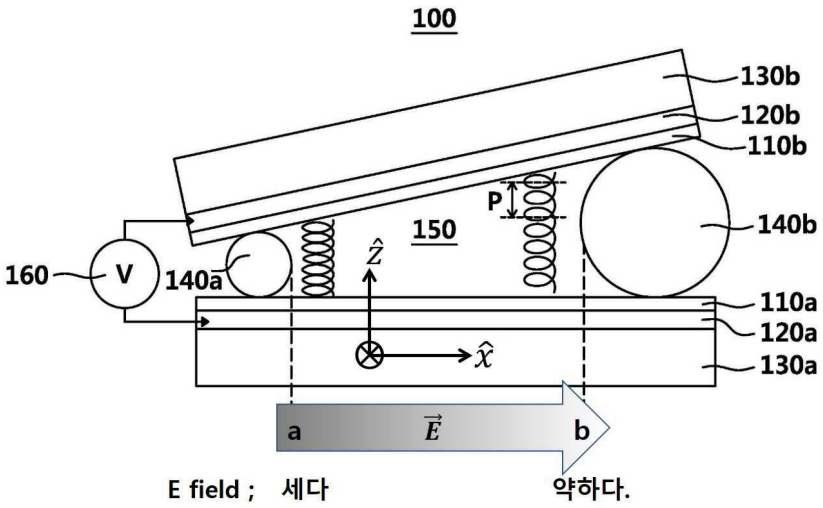
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **파장 가변 원형 편광 소자, 이를 이용한 밴드패스 필터, 노치필터, 그리고 레이저**

(57) 요 약

본 발명은 콜레스테릭 액정이 주입된 셀(cell)에 전기장 세기 그래디언트를 형성하여 측면방향(즉 x축 방향임)으로 광 밴드의 중심파장이 연속적으로 파장 가변하는 원현 편광소자 어레이 및 원형 편광 소자들을 조합하여 만든 밴드패스 필터 어레이, 노치필터 어레이 및 레이저 어레이에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345300124
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기본연구지원사업(SGER)
연구과제명	능동 표면방출 파장 가변 액정 레이저
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상대학교
연구기간	2019.06.01 ~ 2020.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

면저항을 가지는 ITO가 코팅된 두 장의 유리기판;

상기 각각의 유리기판 위의 폴리이미드 층;

서로 마주보는 상기 두 폴리이미드 층 사이에 웨지 형태 또는 평행한 형태로 공간을 확보하도록 다른 두께 또는 동일한 두께의 직경을 가지는 스페이서;

상기 스페이서에 의해 확보된 공간 사이의 웨지 형태 또는 평행한 형태의 콜레스테릭 액정 층; 및

상기 웨지 형태 또는 평행한 형태의 액정 층의 두 ITO 전극 기판 끝에 전원전압의 두 전선이 각각 연결되어 소정 세기의 전기장을 인가하는 전원전압 단자를 포함하며,

상기 전원전압의 두 전선이 두 ITO 전극 끝에 연결되는 방향에 따라, 측면방향(x축 방향)으로 액정층에 인가되는 전기장 세기에 비례하여 상기 콜레스테릭 액정층이 피치 그래디언트 또는 일정한 피치를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다른 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 웨지 형태의 셀인 경우,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝에 각각 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 액정층의 두께가 증가하는 방향으로 갈수록 감소하여 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 다른 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 웨지 형태의 셀인 경우,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층의 두께가 큰 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝에 각각 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 액정층의 두께가 증가하는 방향으로 갈수록 증가하여 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 다른 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 웨지 형태의 셀인 경우,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층의 두께가 서로 다른 ITO 전극 끝에 각각 연결되어 전원전압이 서로 반대방향에서 인가되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 셀 전체에서 균일하게 형성되고, 위치에 상관없이 일정한 피치를 가지는 원형 편광 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 동일 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 평행한 형태의 셀인 경우,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝 위치에 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 전선이 연결된 전극의 끝에서 멀어지는 x축 방향으로 갈수록 감소하여 전기장의 세기 변화에 따라 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 원형 편광 소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 동일 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 평행한 형태의 셀인 경우,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 서로 반대쪽의 두 ITO 전극 끝에 각각 연결되어 전원전압이 서로 반대방향에서 인가되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 셀 전체에서 균일하게 형성되고, 위치에 상관없이 일정한 피치를 가지는 원형 편광 소자.

청구항 7

서로 마주보게 배치된 두 장의 유리기판;

상기 두 유리기판 중 한 개의 유리기판 면 위에, 서로 마주보게 일정 간격으로 배치되거나 간격이 연속적으로 변하여 웨지 형태가 되는 면저항을 가지는 두 ITO 띠 전극;

상기 두 ITO 띠 전극을 포함하는 유리면과 서로 마주보는 유리면 위에 각각 폴리이미드 층;

상기 두 폴리이미드 층 사이의 공간 확보를 위한 다른 직경 또는 동일 직경의 스페이서;

상기 스페이서에 의해 확보된 공간에 위치하는 웨지 형태 또는 평행항 형태의 콜레스테릭 액정 층; 및

상기 두 ITO 띠 전극 끝에 전기장을 인가하는 전원전압 단자를 포함하며,

전원전압의 전선이 두 ITO 전극 끝에 연결되는 방향에 따라, 인가되는 상기 전기장 세기에 비례하여 상기 콜레스테릭 액정 층은 측면방향(x축 방향)으로 피치 그래디언트 또는 일정한 피치를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 두 ITO 띠 전극이 한 개의 유리 면 위에 서로 마주보게 일정 간격으로 배치되고,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 각각 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 액정층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 감소하여 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 두 ITO 띠 전극이 한 개의 유리 면 위에 서로 마주보게 일정 간격으로 배치되고,

상기 동일 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 평행한 형태의 셀인 경우, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 콜레스테릭 액정 층의 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 각각 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 전원전압의 두 전선이 연결된 ITO 띠 전극 끝에서 x축 방향으로 멀어질수록 감소하여 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 두 ITO 띠 전극이 한 개의 유리 면 위에 배치되고, 면 저항을 가진 두 ITO 띠 전극 간격이 연속적으로 변하여 웨지 형태가 되며,

상기 다른 두께의 직경을 가지는 스페이서 배치에 의해 콜레스테릭 액정 층이 웨지 형태의 셀인 경우,

상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 각각 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 액정층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 감소하여 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 11

서로 마주보게 배치된 두 장의 유리기판;

상기 두 유리기판 면 위에 각각, 서로 마주보게 일정 간격으로 배치된 두 ITO 띠 전극;

상기 두 ITO 띠 전극을 포함하는 두 유리기판 면 위에 각각 폴리이미드 층;

상기 두 폴리이미드 층 사이의 공간 확보를 위한 다른 직경의 스페이서;

상기 스페이서에 의해 확보된 공간에 위치하는 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층의 경우이고, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향에서 아래와 위 유리기판의 서로 미러 대칭되는 두 ITO 띠 전극 끝에 같은 전선이 각각 연결되면, 액정층에 인가되는 상기 전기장의 세기는 액정층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 감소하여 측면방향(x축 방향)으로 액정의 피치가 연속적으로 변하는 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 동일한 간격의 두 ITO 띠 전극이 배치된 유리기판 면에 콜레스테릭 액정을 스핀 코팅하여 액정층을 형성하고, 두 ITO 띠 전극이 배치된 한 개의 유리기판만 사용하여, 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝에 전원전압을 인가하여 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자.

청구항 13

제 1 항, 제 7 항 또는 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 ITO 전극 대신 면저항을 가지도록 조정된 IZO, TCO, 그래핀, 전극 두께가 조정된 금속, 전도성 고분자 막 중 어느 하나가 사용되는 원형 편광 소자.

청구항 14

면저항을 가지는 전극들로 구성된 소자들은 전기장 그래디언트 세기에 비례하여 온도 그래디언트를 형성하는 것을 특징으로 하는 소자.

청구항 15

제 1 항, 제 7 항 또는 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

콜레스테릭 액정 층에 전기장 그래디언트가 형성되면 측면방향(x축 방향)으로 연속적인 피치 그래디언트가 형성되고, 상기 피치 그래디언트가 형성된 상태에서 일정 세기의 자외선 또는 일정 온도의 열을 조사하여 상기 콜레스테릭 액정 층을 고분자하는 원형 편광 소자.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 콜레스테릭 액정 층이 고분자화되면 상기 전기장이 제거되더라도 상기 피치 그래디언트는 그대로 유지하는 원형 편광 소자.

청구항 17

제 15 항으로 이루어진 원형 편광 소자에 있어서,

상기 원형 편광 소자를 적어도 둘 이상 조합하여 소정 주파수 대역에서 빛의 투과를 차단하는 노치 필터 어레이.

청구항 18

제 15 항으로 이루어진 원형 편광 소자에 있어서,

상기 원형 편광 소자를 적어도 하나 이상 조합하여 소정 주파수 대역의 빛만을 통과시키는 밴드 패스 필터 어레

이.

청구항 19

제 15 항으로 이루어진 원형 편광 소자에 있어서,

상기 원형 편광 소자를 적어도 둘 이상 조합하여 소정 주파수 대역의 빛 만을 통과시키며, 동시에 통과하는 밴드 폭을 가변 하여 통과시키는 밴드 패스 필터 어레이.

청구항 20

제 15 항으로 이루어진 원형 편광 소자를 이용한 필터이고,

상기 콜레스테릭 액정층 내에 흡수가 있는 색소를 포함하지 않아 고출력 파워의 레이저에 사용할 수 있는 필터 어레이.

청구항 21

제 1 항 또는 제 7 항의 원형 편광 소자를 이용하고,

상기 콜레스테릭 액정층에 레이저 색소를 첨가한 후,

상기 전원전압은 상기 웨지 콜레스테릭 액정 층의 두께가 상대적으로 작은 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝에 연결한 후 전기장을 인가하여 액정층에 측면방향(x축 방향)의 피치 그래디언트를 형성함으로써 만들어진 연속 파장가변하는 레이저 어레이.

청구항 22

제 21항에 있어서,

레이저 색소가 포함된 콜레스테릭 액정 층에 전기장 그래디언트가 형성되면 측면방향(x축 방향)으로 연속적인 피치 그래디언트가 형성되고, 상기 피치 그래디언트가 형성된 상태에서 일정 세기의 자외선 또는 일정 온도의 열을 조사하여 상기 콜레스테릭 액정 층을 고분자하는 레이저 어레이.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 원형 편광 소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 콜레스테릭 액정이 주입된 셀(cell)에 전기장 그래디언트를 형성하여 측면방향(즉 x축 방향임)으로 광 밴드의 중심파장이 연속적으로 파장 가변하는 원형 편광소자 어레이 및 이를 이용한 밴드패스 필터 어레이, 노치필터 어레이 그리고 레이저 어레이에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 빛은 전기장과 자기장의 세기가 주기적으로 변하면서 진행하는 전자기파이다. 자연광은 360° 모든 방향에 대해 전기장의 세기가 주기적으로 변화하는 전자기파이다. 자연광의 성분 중 진행방향에 수직한 임의의 평면에서 전기장의 방향에 의해 편광 특성을 가진다.

[0003] 편광의 종류에는 원형 편광, 선형 편광, 타원 편광이 있다. 원형 편광은 빛의 전기장의 방향이 시계 반대 방향으로 회전하는 좌원 편광과 빛의 전기장의 방향이 시계 방향으로 회전하는 우원 편광을 포함한다. 선형 편광은 우원 편광과 좌원 편광의 합이다. 빛의 편광 특성은 광학 소자 또는 디스플레이 소자 등에 이용되고 있다.

[0004] 일반적으로 원형 편광된 빛은 선형 편광 소자를 통과한 선형 편광된 빛을 위상 지연자를 통과시켜서 획득될 수 있다. 그러나, 위상 지연자는 값이 비싸고, 또 위상 지연자를 이용하기 위해서는 편광기와 위상 지연자의 광축 방향을 맞춰야 하기 때문에 광학적 지식이 필요하다. 무엇보다 단 1개의 파장에만 사용할 수 있기 때문에, 만일 파장이 바뀌면 다른 위상 지연자를 사용해야 한다.

[0005] 따라서, 여러 위상 지연자를 쓰지 않고 1개의 소자로 여러 파장에 대해 원형 편광된 빛을 획득할 수 있는 원형 편광 소자 및 원형 편광 소자를 이용한 다양한 필터에 대한 필요성이 요구된다.

[0006] 종전의 앞서 개발된 “수 백 나노 미터의 스펙트럼 범위에서 파장이 연속적으로 가변하는 콜레스테릭 액정을 이용한 원형 편광 소자들”로는 본 연구진에 의해 개발된 다음의 세가지 방법이 있다. 세가지 방법 모두 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층에 공간적인(special) 피치 그래디언트를 형성하기 위한 방법들에 대한 것이다.

[0007] 공간적인(special) 피치 그래디언트를 형성하기 위한 첫 번째 방법은 웨지 형태의 액정층 셀 내에 카이랄 분자의 농도 그래디언트를 형성하는 방법이다. 이 경우 액정 분자들 내에 카이랄 분자 농도를 확산에 의해 형성하기 때문에 셀에 카이랄 분자의 농도 그래디언트를 형성하는 시간이 4주 ~ 6주 정도로 요구되며 매우 길다.

[0008] 두 번째 방법은 웨지 형태의 액정층 셀에 온도 그래디언트를 형성하는 방법이다. 액정이 온도에 따라 굴절율이 달라지는 특성을 이용하여 공간적인(special) 피치 그래디언트를 형성할 수 있다. 액정 셀 내에 연속적인 온도 그래디언트를 형성하는데 걸리는 시간이 대략 1 ~ 2 시간 정도 요구된다. 첫 번째 방법보다는 시간적으로 많이 개선 되었으나 긴 편이다.

[0009] 세 번째 방법으로는 아조 색소를 이용하여 UV에 의한 아조색소의 광이성질화를 이용하는 방법이다. 이 방법의 경우 제작하는 시간은 수 분 이내로 매우 짧은 시간이다. 그러나 아조 색소가 들어감으로 인해 아조 색소에 의한 흡수가 있는 고 출력 레이저 파워에는 소자가 손상되어 고 출력 레이저에는 사용할 수 없는 단점이 있다.

[0010] 이와 비교해 제안하고자 하는 발명은 웨지 액정 셀에 전기장 세기 그래디언트를 형성하여 콜레스테릭 액정의 피치 그래디언트를 형성하며 제작하는 데 걸리는 시간은 2분 ~ 5분이 걸리므로 시간적인 측면에서 매우 진보된 것을 알 수 있고, 또한 상기 3가지 설명한 방법들에 비해 소자 제작에 필요한 주변 장치들이 상대적으로 매우 간단하고 저렴한 장점이 있다. 그리하여 웨지 액정 층에 전기장 그래디언트를 형성하여 파장이 연속적으로 가변할 수 있는 원형 편광 소자의 개발은 이와 같은 기능의 소자에 대한 필요성을 해결하는 또 하나의 좋은 해결책이 된다.

[0011] 또한 액정에 전기장 그래디언트를 형성하여 원형 편광되는 파장의 위치가 연속적으로 가변되는 원리를 이용하여 새로운 광학 장치들, 즉 연속 파장 가변 노치 필터, 연속 파장 가변 밴드패스 필터, 그리고 연속 파장 가변 레이저 어레이 소자들로도 활용할 수 있어 응용성과 진보성 또한 매우 우수한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위한 것으로, 전기장 그래디언트를 이용함으로써, 위상 지연자를 쓰지 않고서도 셀의 위치변화에 따라 연속적으로 파장 가변되는 원형 편광 소자를 제공함에 그 목적이 있다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 콜레스테릭 액정 층에 레이저 색소 등 광흡수도가 있는 색소를 첨가하지 않음으로써 고출력 파워의 레이저에도 이용할 수 있는 파장 가변되는 원형 편광 소자를 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 또 다른 목적은 액정 셀에 인가되는 전기장 세기를 변화함으로써 능동적으로 광밴드 그래디언트를 조정할 수 있는 원형 편광 소자를 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 또 다른 목적은 전기장을 제거한 후에도 고분자화된 콜레스테릭 액정의 웨지 셀에 피치 그래디언트가 영구적으로 남아 있는 원형 편광 소자를 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 또 다른 목적은 콜레스테릭 액정에 레이저 색소가 포함되지 않은 원형 편광 소자를 이용한 노치 필터 및 밴드 패스 필터를 제공하는 것이다.

[0017] 본 발명의 또 다른 목적은 콜레스테릭 액정에 레이저 색소를 첨가하여 연속 파장가변 레이저를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 횡방향 전극 모드 형태(즉 하기에서 설명하는 도 2, 도 4, 도 6 ~ 도 9 참고)와 종방향 전극 모드 형태(즉 하기에서 설명하는 도 10 ~ 도 13 참고)의 원형 편광 소자를 제안한다.

[0019] 그 중 하나로, 횡방향 전극 모드 형태이고, 면저항을 가지는 ITO가 코팅된 두 장의 서로 마주보는 유리기판; 상기 각각의 ITO 층 위의 폴리이미드 층; 서로 마주보도록 배치된 상기 폴리이미드 층 사이의 공간이 웨지 형태 또는 평형한 형태로 형성되게 다른 두께 또는 동일한 두께의 직경을 가지는 스페이서; 상기 스페이서에 의해 확

보된 공간에 위치한 웨지 모양 또는 평행한 모양의 콜레스테릭 액정 층; 및 상기 ITO 기판에 소정 세기의 전기장을 인가하는 전원 전압 단자를 포함하며, 인가되는 상기 전기장에 따라 상기 콜레스테릭 액정 층에 전기장에 의한 콜레스테릭 액정의 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자를 제공한다.

[0020] 상기 콜레스테릭 액정 층이 웨지 모양의 셀인 경우, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 ITO 전극 끝에 연결되면, 상기 전기장의 세기는 액정 층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 감소한다(도 2).

[0021] 상기 콜레스테릭 액정 층이 웨지 모양의 셀인 경우, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 큰 동일한 방향의 ITO 전극 끝에 연결되면, 상기 전기장의 세기는 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 증가한다(도 5).

[0022] 상기 콜레스테릭 액정 층이 웨지 모양의 셀인 경우, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 서로 다른 반대쪽 ITO 전극 끝에 각각 연결되어 전원전압이 서로 반대방향에서 인가되면, 상기 전기장의 세기는 **셀** 전체에서 균일하게 형성된다(도 6). 이때, 면저항에 의한 전기장의 세기 변화는 측면방향 (x축 방향)으로의 위치 변화에 대해 없어지고 전기장의 세기는 거의 균일하다. 이 경우 웨지 셀에서 x축을 따라 두께 변화 효과는 전기장의 세기 변화에 영향을 거의 주지 않는 정도의 기울기이다.

[0023] 다른 한편, 필요에 따라서 액정 셀의 한 개의 고정된 위치에서 인가 전원전압의 크기를 변화하면 고정된 한 위치에서 액정의 피치를 변화 시킬 수도 있다.

[0024] 다른 한편, 면저항을 무시할 수 있는 전극을 이용하여 웨지 셀을 제작할 수도 있고, 이 경우 셀의 표면 전극 모든 위치에서 액정 층에 인가 되는 전압은 일정하게 되고, 축전기에 적용되는 'V = E * d' 식에 의해서 일정 인가 전압에 대해, 웨지 셀 두께 d 가 X축을 따라 변함에 따라 전기장 세기의 변화를 연속적으로 변화 시킬 수 있다. 즉 웨지 셀의 두께에 대한 기울기 만을 조정하여 콜레스테릭 액정의 피치 변화에 영향을 줄 수 있는 전기장 그래디언트를 형성 할 수도 있다.

[0025] 상기 콜레스테릭 액정 층이 평행한 셀 모양의 경우, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 동일한 쪽의 ITO 전극 끝 위치에 연결되면(도 7), 상기 전기장의 세기는 전극이 연결된 ITO 전극 끝 위치에서 X축 방향으로 멀어질수록 감소한다.

[0026] 상기 콜레스테릭 액정 층이 평행한 셀 모양의 경우, 상기 전원전압 단자의 두 전선이 서로 반대쪽의 ITO 전극 끝에 각각 연결되어 전원전압이 서로 반대 방향에서 인가되면(도 9), 상기 전기장의 세기는 셀 전체에서 균일하게 된다.

[0027] 상기 도 7과 도 9의 평행한 액정 셀 구조의 경우, 도 4의 설명에서와 같이 콜레스테릭 액정 층이 만족해야하는 경계조건 "셀 경계 내에 허용되는 피치수가 반 피치(pitch/2)의 정수배로 양자화되어야 한다" 는 조건을 만족하지 않는 경우, 즉 평행한 액정층의 두께가 대략 25㎛ ~ 35㎛ 이하이면 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극에 전원전압의 두 전선이 각각 연결되더라도 불연속적인 피치 구간이 나타날 수 있다.

[0028] 이리하여 횡방향 전극 모드 형태를 가진 2 가지 웨지 모양의 셀과 평행한 모양의 셀에 대해 전원전압의 전선을 연결하는 방법을 달리한 5가지의 실시 예를 제안하고, 이러한 실시 예들은 아래에서 상세하게 설명한다.

[0029] 다른 하나로, 종방향 전극 모드 형태이고, 서로 마주보게 배치된 두 장의 유리기판; 상기 서로 마주보는 두 유리기판 면들 중에서 하나의 유리기판 면 위에, 면저항을 가지는 두 줄의 ITO 띠 전극(여기서, 두 띠 전극은 도 10과 같이 면 위에서 서로 마주 보게 일정 간격으로 배치되거나 또는 도 13과 같이 두 띠 전극 간격이 연속적으로 변하여 웨지 형태임); 상기 ITO 전극이 있는 면 위와 상기 ITO 전극이 없는 유리기판 면 위에 각각 배치되어 서로 마주보는 한 쌍의 폴리이미드 층; 상기 폴리이미드 층 사이의 공간 확보를 위한 동일 직경 또는 다른 직경의 스페이서; 상기 스페이서에 의해 확보된 공간에 위치한 평행한 형태이거나 또는 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층; 및 상기 ITO 띠 전극에 소정 세기의 전기장을 인가하는 전원전압 단자를 포함하며, 인가되는 상기 전기장의 세기에 따라 측면방향(X축 방향)으로 상기 콜레스테릭 액정 층은 전기장에 의한 콜레스테릭 액정의 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자를 제공한다(도 10, 도 12 ~ 도 13 참고).

[0030] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 도 11에서와 같이 서로 마주보게 배치된 두 장의 유리기판; 상기 서로 마주보는 두 유리기판 각각의 면 위에 서로 거울 대칭될 수 있도록 동일하게 배치되는 면저항을 가지는 두 줄의 ITO 띠 전극(이때 각각의 유리면 위에 있는 두 띠 전극은 서로 마주 보게 일정 간격으로 배치되고, 또는 두 띠 전극 간격이 연속적으로 변하여 웨지 형태가 되도록 배치됨); 상기 서로 마주보는 ITO 전극이 있는 두 유리면 위에 각

각 배치되어 서로 마주보는 한 쌍의 폴리이미드 층; 상기 두 폴리이미드 층 사이의 공간 확보를 위한 동일 직경 또는 다른 직경의 스페이서; 상기 스페이서에 의해 확보된 공간에 위치한 평행한 형태 또는 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층; 및 상기 ITO 전극에 소정 세기의 전기장을 인가하는 전원전압 단자를 포함하며, 인가되는 상기 전기장의 세기에 따라 상기 콜레스테릭 액정 층은 전기장에 의한 측면 방향(X축 방향)으로 콜레스테릭 액정의 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자를 제공한다.

[0031] 도 10에 있어서, 상기 서로 마주보는 두 유리기판 중, 1개의 유리 기판에만 ITO 띠 전극이 있고, 두 ITO 띠 전극 간격이 일정하고, 콜레스테릭 액정 층이 웨지 형태의 셀에 대해, 전원전압이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 연결되는 경우 상기 인가된 전기장의 세기는 액정 층의 두께가 증가하는 X축 방향으로 갈수록 감소한다.

[0032] 상기 도 10의 일정한 간격의 두 띠 전극과 웨지 셀 구조에 있어서, 전원전압이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 큰 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 연결되면 상기 전기장의 세기는 액정 층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 증가한다.

[0033] 상기 도 10의 일정한 간격의 두 띠 전극과 웨지 셀 구조에 있어서, 전원전압이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 서로 다른 반대 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 각각 하나씩 연결되면 면저항에 의한 전기장의 세기 변화는 측면방향 (X축 방향)으로의 위치 변화에 대해 없어지고 전기장의 세기는 균일하다. 이와 같이 전원전압 전선을 셀의 서로 반대 방향에서 연결하면, 면저항에 의한 전기장의 세기 변화 효과는 사라지고, 웨지 셀의 두께 변화에 의한 전기장의 세기 변화는 액정의 피치 변화를 줄만큼 크지 않게 설정되었기 때문이다.

[0034] 다른 한편, 인가 전원전압의 크기를 변화하면 액정 셀의 고정된 임의의 한 위치에서 전기장의 세기를 변화시킬 수 있고, 콜레스테릭 액정의 피치를 한 위치에서 능동적으로 변화시킬 수 있다.

[0035] 또한, 서로 마주보는 두 유리기판 면, 상기 두 유리기판 면 중에서 아래에 위치한 유리 기판 면 위에 두 ITO 띠 전극(420a, 420c)과 위에 위치한 유리 기판 면 위에 두 ITO 띠 전극(420b, 420d)이 있고, 콜레스테릭 액정 층의 두께가 웨지 형태의 셀의 경우이며(도 11 참고), 콜레스테릭 액정 층의 “두께가 작은 동일한 방향”에 대해, 전원전압(460)의 두 전선중 하나는 윗 기판과 아래 기판의 서로 마주보는 두 ITO 띠 전극 (420a와 420b) 끝에 동시에 연결되고, 나머지 하나의 전선이 남아있는 윗 기판과 아래 기판의 서로 마주보는 두 ITO 띠 전극(420c와 420d) 끝에 동시에 연결되면 전기장의 세기는 액정 층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 감소하고 액정의 피치는 증가한다.

[0036] 상기 도 11의 일정한 간격의 두 띠 전극과 웨지 셀 구조에 있어서, 콜레스테릭 액정 층의 “두께가 큰 동일한 방향”에 대해, 전원전압(460)의 두 전선중 하나는 윗 기판과 아래 기판의 서로 마주보는 두 ITO 띠 전극(도 11; 420a와 420b) 끝에 동시에 연결되고, 나머지 하나의 전선이 남아있는 윗 기판과 아래 기판의 서로 마주보는 두 ITO 띠 전극(도 11; 420c와 420d) 끝에 동시에 연결되면 전기장의 세기는 액정 층의 두께가 증가하는 X축 방향으로 갈수록 증가하고 액정의 피치는 감소한다.

[0037] 상기 도 12의 일정한 간격의 두 띠 전극과 평행한 셀 구조에 있어서, 전원전압이 상기 콜레스테릭 액정 층의 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 연결되면 상기 전기장의 세기는 전원전압 전선이 연결된 ITO 띠 전극위치에서 x축 방향으로 멀어질수록 전기장 세기는 감소하고 액정의 피치는 증가하며 액정층의 두께에 따라 피치 변화가 불연속이 나타날 수 있다.

[0038] 상기 도 13의 두 띠 전극 간격이 웨지이고 액정 층의 두께가 웨지 셀 구조에 있어서, 전원전압이 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 띠 전극 끝에 연결되면 상기 전기장의 세기는 액정 층의 두께가 증가하는 x축 방향으로 갈수록 감소하고 피치는 증가 한다.

[0039] 그리하여 인가되는 상기 전기장의 세기에 따라 상기 콜레스테릭 액정 층은 피치 그래디언트를 형성하는 원형 편광 소자를 제공한다.

[0040] 다른 한편, 종모드 형태의 전극의 경우 또다른 형태의 평행한 셀 구조로 상기 ITO 전극이 배치된 유리기판 면 위에 콜레스테릭 액정 층을 스핀 코팅하여 액정층을 형성한 액정층 위에 다른 유리 기판 없이 사용할 수도 있다.

[0041] 이리하여 종방향 전극 모드 형태를 가진 2가지 웨지 모양의 셀과 평행한 모양의 셀에 대해, 또한 두 띠 전극의 간격이 일정한 경우와 웨지 형태로 변하는 경우 등에 대해 전원전압의 전선을 연결하는 방법을 달리한 예들이 소개되었고 아래에서 더 상세하게 설명한다.

[0042] 상기 ITO 전극은 면저항을 가지도록 조정된 IZO, TCO, 그래핀, 전극 두께가 조정된 금속, 전도성 고분자 막 등등, 면 저항 또는 길이에 비례하여 저항이 증가하는 특성을 가진 전극들 중의 어느 하나로 대신 사용될 수 있다.

[0043] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 액정의 종류에 따라 웨지 모양의 콜레스테릭 액정 층에 전기장 그래디언트가 형성되면 웨지방향으로 연속적인 피치 그래디언트가 형성되고, 상기 피치 그래디언트가 형성된 상태에서 일정 세기의 자외선 또는 일정 온도의 열을 조사하여 상기 콜레스테릭 액정 층을 고분자화 할 수도 있다.

[0044] 상기 콜레스테릭 액정 층이 고분자화 되면 상기 전기장이 제거되더라도 상기 피치 그래디언트는 형상을 그대로 유지한다.

[0045] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상술한 원형 편광 소자를 적어도 둘 이상 조합하여 소정 주파수 대역에서 빛의 투과를 차단하는 노치 필터 어레이를 제공한다.

[0046] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상술한 원형 편광 소자를 적어도 하나 이상 조합하여 소정 주파수 대역의 빛만을 통과시키는 밴드 패스 필터 어레이를 제공한다.

[0047] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상술한 원형 편광 소자를 적어도 둘 이상 조합하여 소정 주파수 대역의 빛만을 통과시키며, 동시에 통과하는 밴드 폭을 가변 하여 통과시키는 밴드 패스 필터 어레이를 제공한다.

[0048] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, ITO 전극 코팅 면이 서로 마주보게 배치되며 면저항을 가지는 한 쌍의 ITO 전극; 상기 ITO 전극의 상면에 코팅된 폴리이미드 층; 상기 폴리이미드 층 사이의 공간 확보를 위한 스페이서; 및 상기 스페이서 사이에 위치하며 전기장 그래디언트가 형성된 콜레스테릭 액정 층을 포함하며, 상기 콜레스테릭 액정 층에 추가로 레이저 색소를 첨가하여 구성함으로써 파장 가변 레이저 어레이를 또한 제공한다.

[0049] 상기 ITO 전극의 면 저항은 대략 10 ~ 30 Ω/□이나 필요에 따라 달라질 수 있다.

[0050] 상기 ITO 전극의 규격은 대략 ~1.2cm × ~3.5cm이나 필요에 따라 변경될 수 있다.

[0051] 상기 두 ITO 띠 전극의 간격은 대략 70 ~ 100㎛ 범위이나 필요에 따라 변경될 수 있다.

[0052] 상기 ITO 띠 전극이 웨지 형태로 배치되는 경우, 일단의 간격은 대략 20 ~ 50㎛, 타단의 간격은 100 ~ 150㎛ 범위이나, 필요에 따라 변경될 수 있다.

[0053] 상기 콜레스테릭 액정 층의 두께는 대략 10㎛ ~ 30 ㎛ 범위이나 필요에 따라 변경될 수 있다.

발명의 효과

[0054] 이상 설명한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따르면, 콜레스테릭 셀에 전기장을 인가하여 전기장 그래디언트를 형성함으로써 셀의 측면 방향(lateral direction of the cell surface 또는 X축 방향, 도면들을 참고)으로 위치 변화에 따른 파장 가변 원형 편광 소자 어레이를 구현할 수 있다. 따라서 종래의 위상 지연자 없이 원형 편광된 빛을 얻을 수 있고, 종전의 방법들에 대해 제작 방법에 있어 시간적으로나 주변 장치면으로도 매우 효율적이면서도 저렴하고 간편한 원형 편광 소자를 사용할 수 있다.

[0055] 또한 본 발명은 콜레스테릭 액정 셀에, 전기장 세기를 변화하기 위해 인가 전압을 변경할 필요없이 한번 일정 전압의 크기를 인가하면 ITO 전극의 면저항으로 인하여 X축을 따라서 위치를 이동함에 따라 ITO 전극 사이의 액정층에 유효 전기장 세기가 연속적으로 변하여 피치 그래디언트를 형성함으로써, 파장가변 원형편광 소자 어레이 및 레이저 어레이를 한번에 형성할 수 있다.

[0056] 또한 본 발명은 고분자화 할 수 있는 콜레스테릭 액정 셀의 경우, 전기장 그래디언트가 형성된 다음에 고분자화를 시킨 후에 전기장을 제거하더라도 웨지 방향으로 형성된 피치 그래디언트가 영구적으로 형성되기 때문에, 전기장을 계속 인가해야 하는 번거로움을 제거할 수 있다.

[0057] 또한 본 발명을 이러한 원형 편광 소자를 조합하면 특정 주파수 대역의 성분만을 제거하거나 통과하는 노치필터, 밴드 패스 필터 또는 레이저로 사용할 수 있다. 그리고 이러한 노치 필터 어레이, 밴드 패스 필터 어레이 및 레이저 레이저는 다양한 파장에 대해 파장가변 기능을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0058] 도 1은 일반적인 원형 편광 소자의 구성도로 특정 파장의 좁은 밴드 영역(20nm ~ 50nm)에 대해 원형편광 특성을

나타낸다.

도 2 내지 도 13은 넓은 스펙트럼영역(~500nm 범위)에 대해, 특정 파장의 좁은 밴드 영역(20nm ~ 50nm)이 액정 소자의 위치 변화에 따라 밴드의 파장위치가 연속적으로 바뀌는 원형편광 소자 어레이를 만들 수 있는 구조를 만드는 원리를 설명하는 도면들로서,

도 2 내지 도 9는, 액정 셀 내에 전기장 그래디언트를 인가하기 위한 전극이 횡방향 형태로 구성된 실시 예에 대한 도면들이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 웨지 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 개의 서로 다른(위와 아래) ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

도 3은 도 2의 등가 회로도이다.

도 4는 도 2의 본 발명의 횡방향 형태의 웨지 셀이 구성된 실시 예에 따라 웨지 셀 구조에 의해 연속적인 피치 그래디언트가 형성되는 원리를 설명하기 위한 원형 편광 소자 구성도이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 웨지 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층의 두께가 큰 동일한 방향의 서로 다른 두 개의 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 웨지 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층의 두께가 다른 방향의 서로 다른 두 개의 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장을 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 평행한 셀에 전원전압의 두 전선을 동일한 방향의 두 개의 서로 다른 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자의 구성도.

도 8은 도 7의 등가 회로도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 평행한 셀에 전원전압의 전선을 각각 반대 방향의 서로 다른 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장을 형성하게 만든 원형 편광 소자의 구성도이다.

도 10 내지 도 13은 액정 셀 내에 전기장을 인가하기 위한 전극이 두 줄의 띠의 형태로, 한 개의 유리 평면 안에 있도록 배치한, 종방향 형태의 전극으로 구성된 실시 예의 도면들이다. 종방향 형태의 전극에 전원전압의 두 전선을 각각 다르게 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하는 예들을 보여준다.

도 10은 본 발명의 실시 예에 따라 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층을 가진 셀에 종방향 형태의 전극을 가진 셀의 실시 예 도면으로, 종방향 형태의 전극은 셀을 구성하는 한 개의 유리 기판 면 위에 두 개의 띠 전극의 간격이 일정하도록 배치하고, 웨지 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

도 11은 본 발명의 또다른 실시 예에 따라 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층을 가진 셀에 종방향 형태의 전극을 가진 셀의 실시 예 도면으로, 상기 종방향 형태의 전극은 셀을 구성하는 두 개의 유리 기판 면 위에 각각 두 개의 띠 전극의 간격이 일정하도록 배치하고, 웨지 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

도 12는 본 발명의 실시 예에 따라 평행한 형태의 콜레스테릭 액정 층을 가진 셀에 종방향 형태의 전극을 가진 셀의 실시 예 도면으로, 상기 종방향 형태의 전극은 셀을 구성하는 한 개의 유리 기판 면 위에 두 개의 띠 전극의 간격이 일정하도록 배치하고, 평행한(parallel) 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층의 두께가 작은 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

도 13은 본 발명의 실시 예에 따라 웨지 형태의 콜레스테릭 액정 층을 가진 셀에 종방향 형태의 전극을 가진 셀의 실시 예 도면으로, 상기 종방향 형태의 전극은 셀을 구성하는 한 개의 유리 기판 면 위에 두 개의 띠 전극의 간격이 웨지 형태가 되도록 배치하고, 평행한 셀에 전원전압의 두 전선을 액정 층에 대해 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하여 전기장 그래디언트를 형성하도록 만든 원형 편광 소자 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 다양한 실시 예를 보다 상세하게 설명한다. 본 명세서에 기재된 실시 예는 다양하게 변형될 수 있다. 특정한 실시 예가 도면에서 묘사되고 상세한 설명에서 자세하게 설명될 수 있다. 그

러나, 첨부된 도면에 개시된 특정한 실시 예는 다양한 실시 예를 쉽게 이해하도록 하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 첨부된 도면에 개시된 특정 실시 예에 의해 기술적 사상이 제한되는 것은 아니며, 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 균등물 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0060] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이러한 구성요소들은 상술한 용어에 의해 한정되지는 않는다. 상술한 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0061] 본 명세서에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0062] 한편, 본 명세서에서 사용되는 구성요소에 대한 "모듈" 또는 "부"는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 수행한다. 그리고, "모듈" 또는 "부"는 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합에 의해 기능 또는 동작을 수행할 수 있다. 또한, 특정 하드웨어에서 수행되어야 하거나 적어도 하나의 프로세서에서 수행되는 "모듈" 또는 "부"를 제외한 복수의 "모듈들" 또는 복수의 "부들"은 적어도 하나의 모듈로 통합될 수도 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0063] 그 밖에도, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그에 대한 상세한 설명은 축약하거나 생략한다. 한편, 각 실시 예는 독립적으로 구현되거나 동작될 수도 있지만, 각 실시 예는 조합되어 구현되거나 동작될 수도 있다.

[0064] 이하, 도면에 도시한 실시 예에 기초하면서 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.

[0065] 본 발명은 1개의 카이랄 농도를 가지는 콜레스테릭 액정층이 웨지 또는 평행한 형태의 셀에 전기장 그래디언트를 형성하여 x축 방향으로 광밴드의 중심 파장이 연속적으로 파장 가변하는 원형 편광소자를 제안하는 것이다.

[0066] 본 발명에 따르면, 액정 셀 내에 전기장을 인가하기 위한 전극 구성은 횡방향(모드) 형태 전극과 종방향(모드) 형태 전극의 2가지 타입(type)을 제안할 수 있다. 횡방향 형태의 전극을 가진 셀의 우 콜레스테릭 액정 층의 축 방향, 즉 액정 층의 두께 방향 (Z축 방향, 도 2 내지 도 9참고)으로 전기장이 인가되고, 종방향 형태의 전극을 가진 셀의 경우 콜레스테릭 액정의 축 방향에 수직한 방향, 즉 액정 층의 측면 방향(Y축 방향, 도 10 내지 도 13 참고)으로 전기장이 인가된다.

[0067] 또 본 발명의 액정은 콜레스테릭 상을 가지는 액정뿐만 아니라 나선구조를 가지며 전기장에 의해 배향될 수 있는 스메틱 상을 가지는 액정 등을 포함하여 사용될 수 있다.

[0068] 본 발명에 적용가능한 전극 형태 중, 횡방향 전극을 가진 셀의 경우 콜레스테릭 액정은 주로 음의 유전율 이방성(Negative Dielectric Anisotropy)과 열응답 스펙트럼 특성(Thermo-responsive spectral properties)을 가지는 네마틱 액정(예를 들어, Merch사의 MLC6608)과 좌선성 카이랄 물질, Merch사의 S811(또는 우선성 카이랄 물질, Merch사의 R811)을 일정 비율로 혼합하여 제조하였다. 상기 콜레스테릭 액정을 형성하는 음의 유전율 이방성은 상기 횡방향(모드) 전극인 경우에, 액정 셀에 인가된 전기장 방향(액정 층의 두께 방향)에 대해 액정 분자의 장축이 수직하게 배향하는 특성을 가지기 때문에, 전기장 인가에 의해 콜레스테릭 액정의 헬리칼 나선 구조의 변형없이 피치를 변화시킬 수 있다.

[0069] 또한 상기 콜레스테릭 액정은 상황에 따라 양의 유전율 이방성을 가지는 콜레스테릭 액정을 사용할 수도 있고 인가된 전기장 그래디언트에 의해 피치를 변화시킬 수도 있다.

[0070] 그리고 종방향 전극을 가진 셀의 경우, 본 발명에 따른 콜레스테릭 액정은 주로 양의 유전율 이방성을 가지는 콜레스테릭 액정을 사용하지만, 경우에 따라 음의 이방성을 가지는 콜레스테릭 액정을 사용할 수도 있고, 인가된 전기장 그래디언트에 의해 피치를 변화시킬 수도 있다.

[0071] 본 발명의 실시 예를 설명하기 위해 제안된 일반적인 원형 편광 소자의 구조를 살펴본다.

[0072] 기존에 알려진 바에 의하면, 도 1에 도시된 구조는 원형 편광 소자(10)로 작용할 수 있다. 원형 편광 소자(10)

는 가장 외측에 한 쌍의 기판(11a, 11b)이 마련된다. 상기 기판(11a, 11b)은 ITO(Indium Tin Oxide), 유리 또는 플라스틱 재질일 수 있다.

[0073] 한 쌍의 기판(11a, 11b) 각각의 일면에는 폴리이미드층(Polyimide: PI)(12a, 12b)이 코팅되고, 폴리이미드층(12a, 12b)은 서로 마주보도록 배치한다. 폴리이미드는 광범위한 온도에서 물성이 변하지 않고 높은 내열성, 전기 절연성, 유연성, 불연성의 특성을 포함한다. 예를 들어, 폴리이미드는 파이로멜리틱 디아니드라이드(pyromellitec dianhydride)와 4,4'-옥시디아닐린(4,4'-oxydianiline)의 축합으로 만든 캡톤(Kapton)일 수 있다. 그리고, 폴리이미드는 연결고리의 구성에 따라, 지방족 화합물(Aliphatic), 준-방향족 화합물(Semi-aromatic) 및 방향족 화합물(Aromatic)로 구분될 수 있다. 폴리이미드층(12a, 12b)은 필요에 따라 러빙(rubbing) 처리될 수 있다.

[0074] 폴리이미드층(12a, 12b) 사이의 공간을 확보하기 위해 복수의 스페이서(13)가 배치된다. 도 1에서 스페이서(13)는 동일한 사이즈로 형성되고 있다.

[0075] 스페이서(13) 사이에 콜레스테릭 액정(Cholesteric Liquid Crystal: CLC)(14)이 배치된다. 콜레스테릭 액정(14)은 막대 형태의 네마틱 액정과 기 설정된 농도의 카이랄 물질을 포함한다. 카이랄 물질은 좌원 편광된 빛을 반사시키는 좌선성 카이랄 물질 또는 우원 편광된 빛을 반사시키는 우선성 카이랄 물질을 포함한다. 즉, 콜레스테릭 액정(14)에 좌선성 카이랄 물질이 추가되는 경우, 네마틱 액정이 반시계 방향의 나선형으로 배열된다. 그리고, 콜레스테릭 액정(14)에 우선성 카이랄 물질이 추가되는 경우, 네마틱 액정이 시계 방향의 나선형으로 배열된다.

[0076] 또한 원형 편광 소자(10)는 한 가지 특성을 가지는 카이랄 물질을 포함하는 콜레스테릭 액정(14)층을 웨지(wedge) 또는 등 간격 셀에 채워 제작될 수 있다.

[0077] 본 발명은 이러한 콜레스테릭 액정 셀에 면저항을 가지는 전극을 이용하는 새로운 구조로 변형하여 전기장 세기 그래디언트를 액정 층에 인가함으로써, 전기장의 세기 변화에 따라 액정의 피치 그래디언트를 형성할 수 있는 방법을 제시한다. 도 2를 참조하여 콜레스테릭 액정에 피치 그래디언트를 형성하는 원리를 살펴본다.

[0078] 여기서, 이상적으로 전기장에 의한 콜레스테릭 액정의 연속적인 피치 그래디언트를 형성하기 위해 3가지 요인이 이용된다. 첫 번째는, 전기장을 인가하는 셀의 전극을 면 저항을 가지는 전극을 사용하고, 두 번째는, 웨지 형태의 셀을 만들고, 세 번째는 액정 셀의 두께가 작은 쪽의 ITO 전극 끝에 전선을 연결하여 저항이 증가하는 ITO 전극면을 따라 전기장 그래디언트를 형성하는 방법이다. 각각의 경우를 예를 들어 설명한다.

[0079] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따라 횡방향의 전극과 웨지 형태의 콜레스테릭 액정층으로 구성된 셀에 전기장 그래디언트를 형성하도록 전원 전압이 연결된 원형 편광 소자(100)를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이 원형 편광 소자(100)는, 서로 마주보는 한 쌍의 유리기판(sodalime)(130a, 130b), 상기 유리기판(130a, 130b)의 일 면에 각각 형성된 면저항을 가진 한 쌍의 ITO 전극(120a, 120b), 그리고 ITO 전극(120a, 120b) 위에 형성된 폴리이미드층(110a, 110b)을 포함하여 구성된다. 상기 ITO 전극 면은 면저항(~15Ω/□)을 가진다.

[0080] 상기 폴리이미드층(110a, 110b) 사이의 공간을 확보하기 위해 제1 스페이서(140a), 제2 스페이서(140b)가 배치된다. 웨지셀 구조를 만들기 위해 스페이서(140a, 140b)는 서로 다른 직경을 가진다. 웨지셀 구조는 전기장이 인가될 때 콜레스테릭 액정(CLC; Cholesteric Liquid Crystal)의 피치 변화가 불연속 없이 연속적으로 증가하는 이상적인 구조가 구현될 수 있도록 하기 위함이다. 이때, 액정 셀을 제작할 때 경우에 따라 폴리이미드층(110a, 110b)없이 ITO 전극과 유리 기판만 사용하여 셀을 제작할 수도 있다.

[0081] 스페이서(140a, 140b)에 의해 확보된 공간 사이에 콜레스테릭 액정층(150)이 배치된다.

[0082] 콜레스테릭 액정층(150)에 전기장을 인가하도록 상기 두 ITO(120a, 120b)전극에는 전원전압단자(160)의 두 전선이 각각 연결된다. 실시 예에서 상기 전원전압단자(160)의 두 전선은 액정 셀의 두께가 얇은 두 ITO 전극의 끝부분, 즉 a쪽(즉 도면에서 좌측의 두께가 작은 a쪽)의 120a 와 120b에 각각 연결하여 x축 방향, 즉 웨지 셀의 두께가 증가하는 방향(a에서 b)의 위치로 갈수록 ITO의 면저항에 의해 콜레스테릭 액정층에 인가되는 전기장 세기가 점차 연속적으로 감소하도록 하였다. 즉 웨지 셀 구조와 연속적인 전기장 세기 그래디언트에 의해 콜레스테릭 액정층이 X축 방향으로 연속적인 피치 그래디언트를 형성하게 된다.

[0083] 따라서 제1 스페이서(140a) 주변의 네마틱 액정의 피치는 제2 스페이서(140b) 주변의 네마틱 액정의 피치보다 짧다. 이와 같은 이유로 인하여 빛이 원형 편광 소자를 통과하는 위치가 X축 방향을 따라 이동하는 경우, 원형 편광되는 주파수 대역은 저주파수 대역으로 이동하고, 원형 편광되는 파장 대역은 장파장 대역으로 이동한다.

이때 콜레스테릭 액정(150)은 콜레스테릭 액정의 반사 파장 대역 내의 파장에 대해 원형 편광된 빛만 통과시킨다. 그리고 인가된 전기장의 크기에 따라 콜레스테릭 액정(150)의 피치(p)는 변화될 수 있고, 피치(p) 변화에 따라 원형 편광되는 주파수 대역도 변할 수 있다.

[0084] 도 3은 도 2의 원형 편광 소자의 등가 회로도를 나타내고 있다. 도 2의 원형 편광 소자는 ITO의 면 저항(R: 총 저항)을 따라 위치 a에서 b로 이동할 수록 저항이 이동거리에 비례하여 증가하게 되고, n(n은 무수히 큰 수)개의 캐패시터(C)가 병렬로 일정 간격으로 연결된 것으로 볼 수 있다. 따라서 위치 a에서 b로 이동함에 따라 캐패시터 C_1, C_2, C_3 ~ C_n에 대해 대응되는 전압은 $V_1 > V_2 > V_3 >,,,,> V_n$ 이 되고, 따라서 $E_1 > E_2 > E_3 >,,,,> E_n$ 이 된다.

[0085] 또한 상기 원형 편광 소자(100)는 웨지 셀 구조이기 때문에 도시된 도 2와 3에서 a(좌측)에서 b(우측) 방향으로 갈수록 셀의 두께 d는 점점 두꺼워지고, 셀의 두께가 두꺼워짐으로 인해 전기장이 줄어드는 효과를 저항(i-1)r로 나타내었고, 이때 i은 1에서 n까지 변한다. 따라서 a(좌측)에서 b(우측) 방향으로 갈수록 전기장이 연속적으로 약해지게 된다. 이때 도 2의 면저항을 가지는 전극 구조의 경우에, 웨지 셀 구조에 의한 셀의 두께 d의 변화가 전기장 세기 변화에 영향을 주지만 액정의 피치 변화에는 미치는 효과는 약하고 주로 면저항에 의한 효과가 크다.

[0086] 한편, 웨지 셀 구조의 중요 역할은 "콜레스테릭 액정 셀의 피치수가 주어진 셀 두께 안에서 반 피치(pithc/2)의 정수배로 양자화된다"는 경계조건을 만족하면서 웨지방향(x축 방향)으로 연속적인 피치 변화를 형성할 수 있게 하는 역할을 한다. 또한 웨지 셀에 전기장 그래디언트가 형성될 때 액정 셀에 온도 그래디언트가 형성되며, 전기장의 세기가 큰 위치에서 온도가 높고 전기장의 세기가 작은 곳의 온도는 낮다. 온도 그래디언트 역시 액정의 피치 그래디언트 형성에 영향을 준다. 하지만 온도 그래디언트의 원인은 인가된 전기장 그래디언트에 있다고 간주하고, 우리가 셀에 대해 제어하는 인자는 전기장이므로 앞으로 온도 그래디언트에 대한 언급은 생략한다.

[0087] 이와 같이 콜레스테릭 액정층(150)에 전기장을 인가하면 전기장 세기의 변화에 따라 상기 콜레스테릭 액정층(150)은 연속적인 피치 그래디언트를 형성하게 된다.

[0088] 도 4는 앞서 설명한 도 2의 원형 편광 소자와 구조가 동일하며, 연속적인 피치 그래디언트가 형성되는 원리를 추가적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0089] 이러한 원형 편광 소자(100)는 전기장 그래디언트가 형성된 CLC 웨지 셀에 연속적인 피치가 형성된 상태라 할 수 있다.

[0090] 이와 같은 구조의 원형 편광 소자(100)를 참조하면, x축 방향을 따라 미리 설정된 전기장 세기 그래디언트와 선형적으로 증가하는 웨지 셀의 두께가 잘 조화하도록 셀의 기울기를 조절하면, 나선형 피치가 도면에서 P_1에서 P_8까지 연속해서 형성될 수 있다.

[0091] 그러나 콜레스테릭 액정 층의 셀이 가이드 라인(GL)을 기준으로 평행하게 형성된다면, 전기장을 인가하더라도 P_1과 P_8 사이에 형성될 수 있는 피치는 P_1과 P_8 피치의 단지 두 개의 피치만 허용되어 피치가 불연속적으로 형성된다. 이는 셀의 경계조건을 만족하지 못하기 때문이다. 콜레스테릭 액정층이 만족해야 하는 경계조건은 상기 원형 편광 소자 구조에서 폴리이미드층(110a, 110b) 사이의 콜레스테릭 액정 층의 피치수가 반 피치(pitch/2)의 정수배로 양자화되어야 하는 조건을 만족하는 것이다.

[0092] 계속해서 상기 웨지 셀 형태의 원형 편광 소자에서 전원을 셀의 다른 방향에 연결한 경우 전기장 그래디언트를 형성하는 예를 살펴본다.

[0093] 도 5는 도 2와 동일한 원형 편광 소자 구조이지만 전원전압을 웨지 셀의 두께가 두꺼운 두 ITO 전극 끝 쪽에 전원전압의 두 전선을 각각 연결한 경우로, 두께가 감소하는 x축 방향으로 갈수록 전기장 세기는 감소하고 저항은 증가하며, 전극 간격은 감소하게 된다. 이때 x축 방향으로 이동할 때 전극의 두께 변화에 의한 전기장 변화 효과보다 이동한 길이에 의한 저항의 변화가 전기장 세기의 변화에 더 많이 영향을 미치도록 두께와 전기장 세기가 설정되었다.

[0094] 도 6은 도 2와 동일한 원형 편광 소자 구조이지만, 원형 편광 소자에서 전원전압의 전선을 서로 다른 두께 방향의 ITO 전극 끝에 연결한 실시 도면이다. 즉 도면에서 하측에 마련된 ITO(120a)는 좌측 끝에 전원이 연결되고, 상측에 마련된 ITO (120b)는 우측 끝에 전원이 연결되고 있다.

[0095] 그리고 이러한 전선 연결에서는 전원전압을 연결하면, 두께가 감소하는 x축 방향으로 위치가 변하여도, 면저항이 각각의 다른 캐패시터의 위치에서의 전기장 세기에 미치는 효과는 동등하다. 또한 웨지 형태의 두 전극의 간격 차이는 전기장 세기 변화에는 영향이 거의 없고, 콜레스테릭 액정의 피치가 만족해야하는 경계조건에만 주로 영향을 미친다. 그리하여 셀의 위치변화가 있더라도 전기장 그래디언트가 형성되는 효과가 매우 약하다.

[0096] 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 횡방향의 전극을 가진 평행한 콜레스테릭 액정층의 셀에 전기장 그래디언트를 형성하기 위한 원형 편광 소자 구성도이다.

[0097] 도 7의 원형 편광 소자(200)는 평행한(parallel) 셀 구조로 서로 마주보게 배치되는 두 장의 유리 기판(220a, 220b), 상기 유리기판(220a, 220b)의 일 면에 각각 형성된 면저항을 가진 한 쌍의 ITO 전극(210a, 210b), 그리고 두 ITO(210a, 210b) 전극 사이의 공간 확보를 위한 동일한 직경의 스페이서(230a, 230b)를 포함한다. 한편 필요에 따라 ITO층 위에 콜레스테릭 액정의 배향막인 폴리이미드 층이 추가되어 사용될 수 있다.

[0098] 그리고 스페이서(230a, 230b)에 의해 확보된 공간 사이에 콜레스테릭 액정(240) 층이 형성된다.

[0099] 또한 원형 편광 소자(200)의 좌측의 동일한 방향으로 두 ITO(210a, 210b) 전극 끝에 하나씩 전원전압단자(250)의 두 전선을 각각 연결하여 콜레스테릭 액정(240)에 전기장을 인가할 수 있도록 구성한다.

[0100] 그리고 도면과 같이 콜레스테릭 액정 층(240)은 두께가 일정하게(parallel) 형성된다.

[0101] 이러한 원형 편광 소자(200)에 전기장을 인가하면 x축 방향으로 갈수록 전기장 세기는 약해지고 저항(R)은 면저항을 가지는 ITO의 이동거리에 비례하여 증가하게 된다. 즉 x축 방향으로 갈수록 전기장의 세기가 연속적으로 감소하면서 전기장 세기의 그래디언트가 형성되는 것이다.

[0102] 상기 도 7의 원형 편광 소자는 도 8의 등가회로로 나타낼 수 있다. 상술한 바와 같이 x축 방향으로 이동할 수록 저항(R)이 증가하는 것이기 때문에, 복수 개의 캐패시터가 소정 간격 이격되면서 병렬형태로 연결되게 구성되었다고 생각할 수 있다.

[0103] 그러기 때문에, 캐패시터 C_1, C_2, C_3 ~ C_n에 인가되는 전압은 커패시터 C_1에 인가되는 전압 V_1이 가장 크고 우측으로 갈수록 전압크기는 작아지게 된다. 또한 전기장 크기도 전원이 연결된 좌측이 가장 크고 우측으로 갈수록 감소한다.

[0104] 따라서 도 7의 원형 편광 소자(200)의 콜레스테렉 액정층(240)에는 x축 방향으로 갈수록 전기장의 세기가 연속되게 줄어들어 전기장 세기의 그래디언트가 형성된다.

[0105] 도 9의 구조는 도 7의 구성과 동일하다고 할 수 있다. 다만, 도 9는 ITO 전극(210a, 210b)의 서로 반대 방향에서 전원전압을 인가하도록 연결된다는 점에서 차이가 있다. 즉 도면에서 하측에 마련된 ITO(210a)는 좌측에 전원이 연결되고, 상측에 마련된 ITO(210b)는 우측에 전원이 연결되고 있다.

[0106] 그러나 이러한 구성에서는 도면 기준으로 좌측에서 우측방향으로 이동하더라도 전기장 세기는 일정하여 위치 변화에 따라 전기장 그래디언트를 형성하지 못하고 따라서 피치 그래디언트를 형성하지 못한다.

[0107] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 종방향 형태의 전극과 콜레스테릭 액정층으로 구성된 웨지 셀의 실시예(300)를 보인 평면도 및 측면도이다. 도시한 바와 같이 한 개의 유리기판(330a)에 면저항(대략 10 ~ 50Ω/□)을 가지는 두 개의 ITO 띠 전극(320a, 320b)이 일정 간격으로 패턴 형성된다. 이때 상기 ITO 전극(320a, 320b)의 간격은 대략 70 ~ 150㎛이다. 그리고 ITO 전극(320a, 320b)이 있는 면 위에 폴리이미드 층(310a)이 코팅된다. 그리고 폴리이미드 층(310a)의 상측으로, 서로 마주보도록 폴리이미드 층(310b)이 형성된 유리기판(330b)이 배치된다.

[0108] 상기 두 폴리이미드 층(310a, 310b) 사이 공간을 확보하기 위해 서로 직경이 다른 두 종류의 스페이서(두께; 350a와 350b가 동일, 350c와 350d가 동일)가 배치되어 웨지 셀을 형성한다. 스페이서들(350a, 350b, 350c, 350d) 사이에 콜레스테릭 액정층(340)이 배치된다. 전원전압은 액정 셀의 두께가 작은 ITO 끝 쪽에 각각 두 전선을 연결함으로써, x축 방향으로 갈수록 저항이 증가하여 전기장 그래디언트를 형성하게 되고, 상기 웨지 전극 사이에 위치하는 콜레스테릭 액정층(340)은 웨지 방향(x축 방향)으로 위치를 이동함에 따라 피치가 연속적으로 변하는 CLC 구조를 가지게 된다.

[0109] 도 11은 본 발명의 또 다른 형태의 종방향 전극과 콜레스테릭 액정층으로 구성된 웨지 셀의 실시예(400)를 보인 평면도(도 11a) 및 측면도(도 11b)이다.

[0110] 도시한 바와 같이 두 개의 유리 기판면(430a, 430b)에 각각 면저항을 가지는 ITO 띠 전극(420a, 420b, 420c,

420d)이 동일 간격으로 패턴 형성된다. 이때 ITO 전극의 간격은 대략 70 ~ 150㎛이다. 그리고 ITO 전극이 있는 면 위에 폴리이미드 층(410a, 410b)이 코팅 형성되며, 두 폴리이미드 층(410a, 410b)이 서로 마주보게 배치된다.

[0111] 상기 폴리이미드층(410a, 410b) 사이의 공간을 확보하기 위해 서로 직경이 다른 두 스페이서(450a, 450b, 450c, 450d)가 배치되어 웨지 셀을 형성한다. 스페이서들(450a, 450b, 450c, 450d)에 의해 확보된 공간에 콜레스테릭 액정층(440) 이 배치된다.

[0112] 전원전압의 두 전선은 웨지 액정 층의 두께가 작은 ITO 전극 끝 쪽에 각각 연결하는데, 이때 서로 마주보며 미러 대칭되는 아래와 위 기판의 ITO 띠 전극(420a와 420b) 그리고 (420c와 420d)의 끝은 각각 전원전압의 같은 전선으로 연결된다(도 11a 및 도 11b 참고).

[0113] 전원전압이 인가되면 x축 방향으로 이동할 수록 저항이 증가하여 전기장 세기 그래디언트를 형성하고, 상기 웨지 전극 사이에 위치하는 콜레스테릭 액정(440) 층은 웨지 방향(+ x축 방향)으로 위치를 이동함에 따라 피치가 연속적으로 증가하는 CLC 구조를 가지게 된다. 이때, 사용되는 액정의 특성(음의 유전율, 양의 유전율, 듀얼 frequency 액정, blue phase 액정, Smatic 등)에 따라 전원전압은 웨지 액정 층의 두께가 큰 ITO 전극 끝 쪽에 두 전선을 연결하여 사용할 수도 있다.

[0114] 또한 필요에 따라 ITO 띠 전극들에 전선을 연결하는 방법을 달리하여 사용할 수도 있고 420a와 420d만 사용하거나 또는 420b와 420c만 사용하여 전기장을 형성할 수도 있다.

[0115] 도 12는 본 발명의 또 다른 예로 종방향 형태의 전극을 포함하는 콜레스테릭 액정층의 평행(parallel)한 셀의 실시예(500)을 보여준다. 도시한 바와 같이 한 개의 유리기판(530a)에 면저항(대략 10 ~ 50Ω/□)을 가지는 두 개의 ITO 띠 전극(520a, 520b)이 일정 간격으로 패턴 형성된다. 이때 상기 ITO 전극(520a, 520b)의 간격은 대략 70 ~ 150㎛이다. 그리고 ITO 전극(520a, 520b)이 있는 면 위에 폴리이미드 층(510a)이 코팅된다. 그리고 폴리이미드 층(310a)의 상측으로, 서로 마주보도록 폴리이미드 층(510b)이 형성된 유리기판(530b)이 배치된다.

[0116] 상기 두 폴리이미드 층(510a, 510b) 사이 공간을 확보하기 위해 서로 직경이 동일한 스페이서(550a, 550b, 550c 와 550d)가 배치되어 평행한(parallel) 셀을 형성한다. 스페이서들(550a, 550b, 550c 와 550d) 사이에 콜레스테릭 액정층(540)이 배치된다. 전원전압은 동일한 방향의 두 ITO 전극 끝 쪽에 각각 두 전선을 연결함으로써, x축 방향으로 갈수록 저항이 증가하여 전기장 그래디언트를 형성하게 되고, 상기 두 ITO 전극 사이에 위치하는 콜레스테릭 액정층(540)은 x 축 방향으로 위치를 이동함에 따라 피치가 변하는 CLC 구조를 가지게 된다.

[0117] 도 13은 본 발명의 또 다른 예로 종방향 형태의 전극을 포함하는 실시 예(600) 도면이다. 도시한 바와 같이 한 개의 유리 기판(630a)면 위에 면저항을 가지는 두 ITO 띠 전극(620a, 620b)의 간격이 웨지 형태로 패턴 형성된다. 이때 두 ITO 띠 전극(620a, 620b)의 간격이 가까운 거리는 대략 30 ~ 50㎛이고 먼 거리는 100 ~ 150㎛ 이다.

[0118] ITO 전극(620a, 620b)이 있는 면 위에 폴리이미드층(610a)이 코팅되며, 상기 폴리이미드 층 위에, 서로 마주보는 폴리이미드층(610b)을 포함한 유리기판(630b)이 배치된다.

[0119] 상기 폴리이미드층(620a, 620b) 사이에 웨지 형태의 공간을 확보하기 위해 다른 직경의 스페이서(두께; 650a와 650b는 동일, 650c와 650d는 동일)가 배치된다. 그리고 스페이서들(650a, 650b, 650c, 650d) 사이에 콜레스테릭 액정층(640)이 배치된다.

[0120] 이와 같은 구조에서 전원전압의 전선을 전극 간격이 좁고 액정 층의 두께가 작은 쪽에 연결하면, + x축 방향으로 갈수록 저항이 증가하고 전극 간격이 증가하여 전기장 세기가 감소하는 그래디언트를 형성하고, 상기 웨지 전극 사이에 위치하는 콜레스테릭 액정층(640)은 웨지 방향(+ x축 방향)으로 위치를 이동함에 따라 피치가 연속적으로 변하는 CLC 구조를 가지게 된다.

[0121] 이와 같이 본 발명은 콜레스테릭 액정 셀에 전기장을 인가하여 전기장 그래디언트를 형성하며, 따라서 웨지 셀의 위치 변화에 따라 파장 가변 가능한 원형 편광소자를 제공할 수 있다.

[0122] 본 발명은 전기장 그래디언트에 의해 형성된 액정의 공간적(special) 피치 그래디언트를 고정하는 방법으로 상술한 바와 같이 UV에 의해 고분자화 할 수 있는 콜레스테릭 액정층의 셀에 전기장을 인가하여 피치 그래디언트가 형성되었을 때, 자외선(UV: UltraViolet)을 일정 세기 및 시간 동안 조사하여 액정 셀을 고분자화시키는 방안도 제안한다. 즉 UV에 의해 고분자화 될 수 있는 콜레스테릭 액정을 이용하여 셀을 형성하고, 전기장을 인가

하여 x축 방향으로 연속적인 피치 그래디언트를 형성한 후, UV를 조사하여 웨지 셀을 고분자화 할 수 있다.

[0123] 이렇게 고분자화 후 전원전압을 제거하여 전기장을 더 이상 인가하지 않더라도 셀에 피치 그래디언트가 영구적으로 형성되게 되며, 따라서 파장 가변 원형 편광소자를 구현할 수 있게 된다.

[0124] 그리고 본 발명에서 상기 고분자화는 UV를 조사하는 실시 예를 설명하였지만 일정 온도의 열을 가하여 고분자화 할 수도 있다.

[0125] 본 발명의 파장 가변 원형 편광소자는 파장가변 노치필터 및 밴드 패스필터로 구현할 수도 있다. 노치필터의 경우 소정 주파수 대역에서 빛의 투과를 차단하는 필터이고, 콜레스티릭 액정에 포함되는 카이랄 물질의 종류에 따라 특정 대역의 좌원 편광된 빛 또는 우원 편광된 빛을 제거한다. 밴드 패스 필터는, 빔 스플리터, 좌원 편광소자 또는 우원 편광소자를 포함하거나, 또는 빔 스플리터, 좌원 편광소자 및 우원 편광소자를 포함할 수도 있고, 소정 대역의 빛만을 통과시키는 필터이다. 상기한 편광소자의 개수는 적어도 하나 이상으로 구현할 수 있다. 또 빔 스플리터 대신 광 도파로를 사용할 수도 있다.

[0126] 그리고 상기 좌원 편광 소자나 우원 편광소자는 이동체와 함께 구성할 수 있으며, 이 경우 빛이 통과하는 위치를 바꾸어 줌으로써 파장대역을 달라지게 할 수 있다.

[0127] 또한 본 발명은 콜레스테릭 액정에 레이저 색소를 첨가하여 파장 가변 레이저를 구현할 수도 있다.

[0128] 뿐만 아니라 면저항 전극을 상기 횡방향과 종방향 전극 방식으로 연결하는 방법은 온도 그래디언트를 형성하기 위한 방법으로도 사용될 수 있다.

[0129] 이상과 같이 본 개시는 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 개시는 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 개시가 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양하게 수정 및 변형할 수 있다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 특허 청구 범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0130] 200, 300, 400, 500, 600: 원형 편광 소자

120a, 120b, 210a, 210b, 320a, 320b, 420a, 420b, 520a, 520b, 520c, 520d,

620a, 620b: ITO

130a, 130b, 220a, 220b, 310a, 310b, 430a, 430b, 530a, 530b, 630a, 630b: 기판

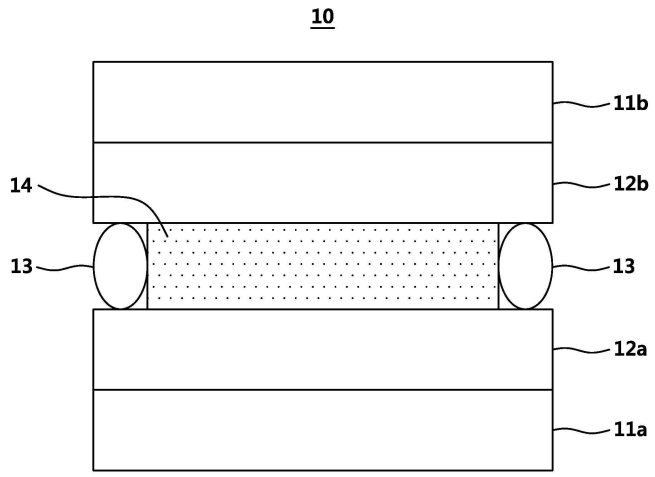
140a, 140b, 230a, 230b, 330a, 330b, 450a, 450b, 450c, 450d, 550b, 550c, 550d, 650a, 650b, 650c, 650d: 스페이서

150, 240, 440, 540, 640: 콜레스테릭 액정층

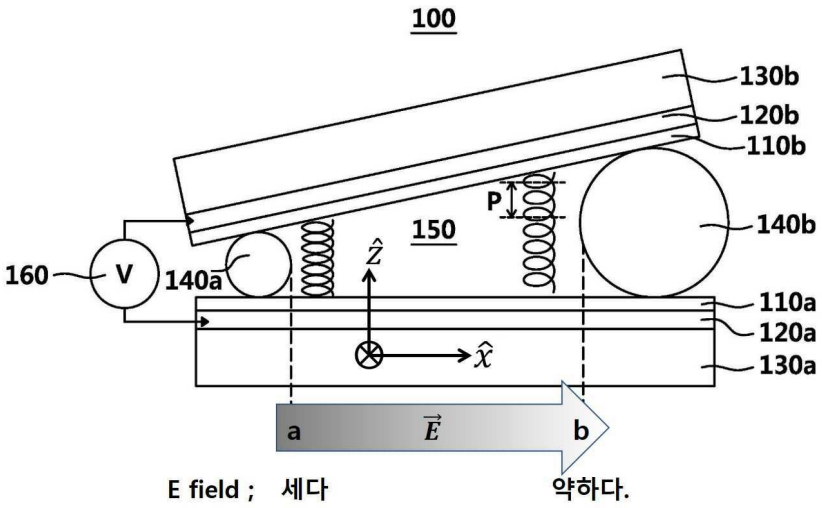
160, 250, 360, 460, 560, 660: 전원전압단자

도면

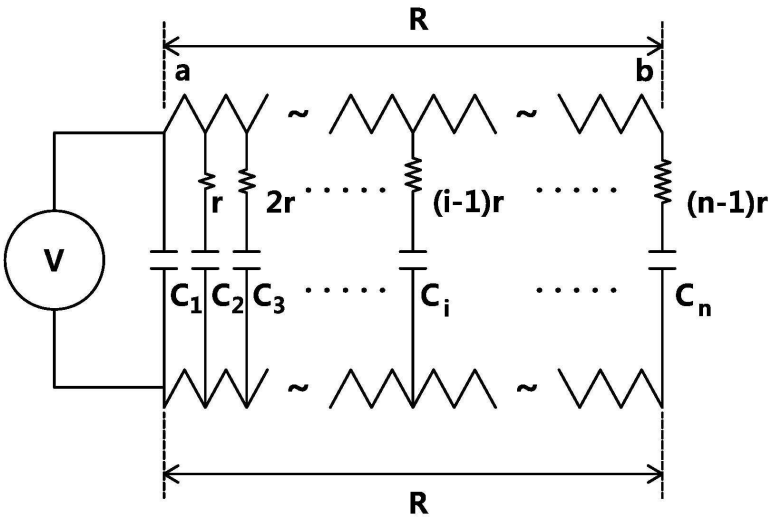
도면1


10
11b
12b
14
13
13
12a
11a

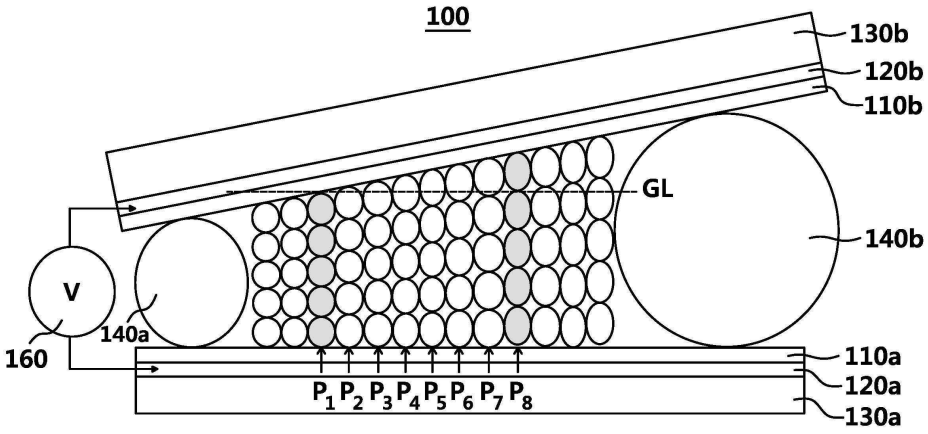
도면2


100
130b
120b
110b
P
150
140b
160
V
140a
$\hat{z}$
110a
120a
130a
$\hat{x}$
a
$\vec{E}$
b
E field ; 세다
약하다.

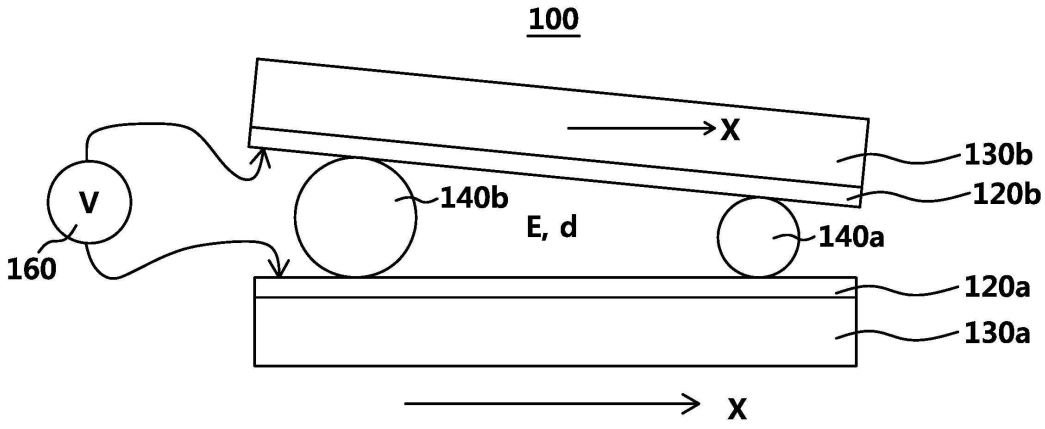
도면3


R
a
b
r
2r
(i-1)r
(n-1)r
V
C1 C2 C3
Ci
Cn
R

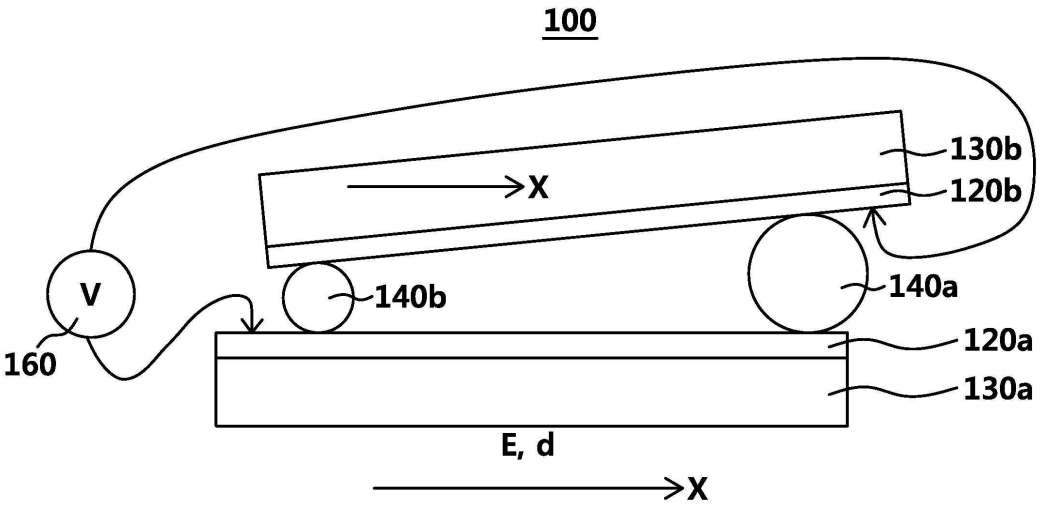
도면4


100
130b
120b
110b
GL
140b
V
160
140a
110a
120a
130a
P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8

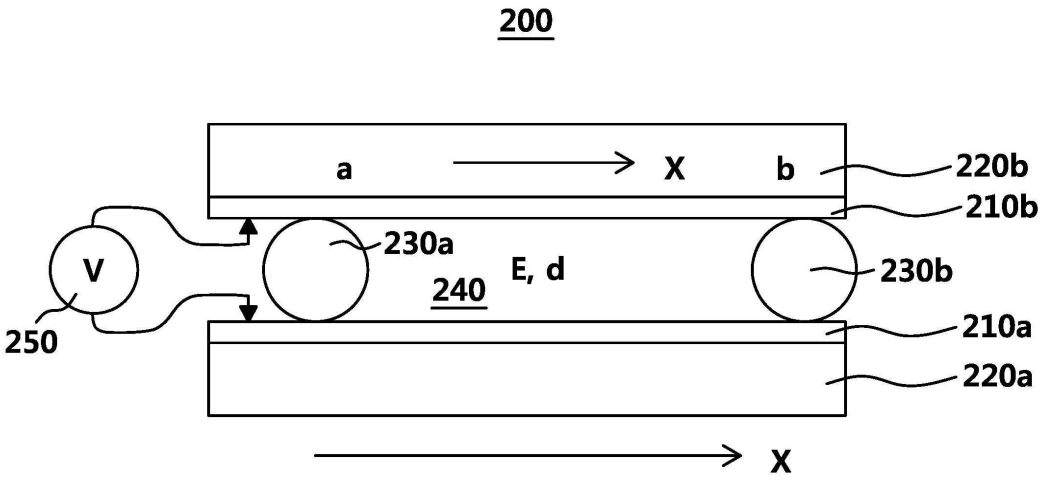
도면5


100
X
130b
120b
V
160
140b
E, d
140a
120a
130a
X

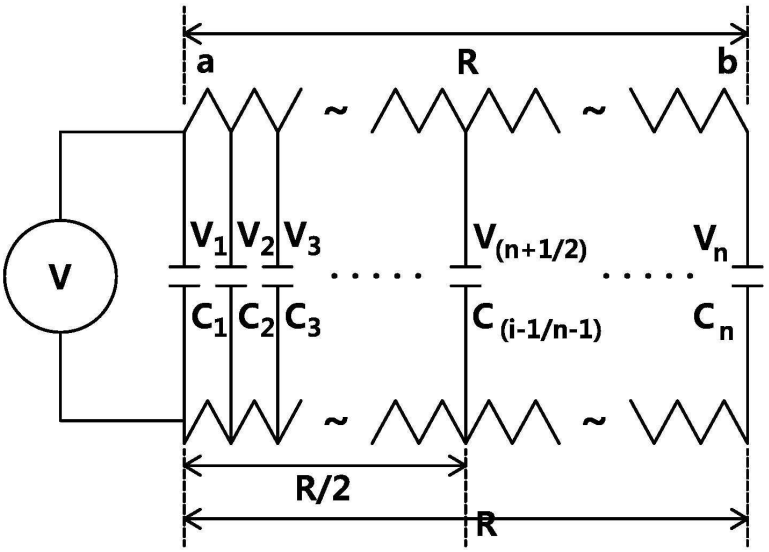
도면6


100
130b
120b
X
V
140b
140a
160
120a
130a
E, d
X

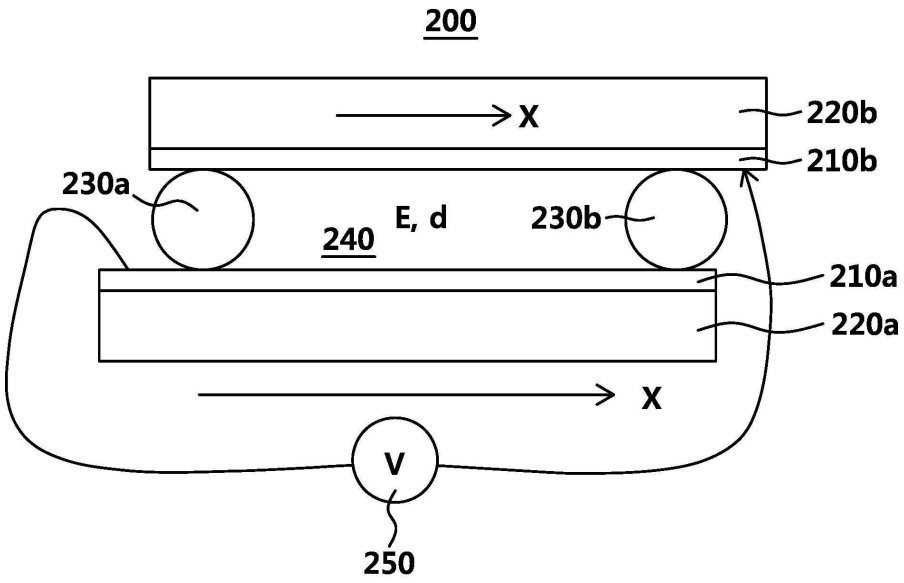
도면7


200
a
X
b
220b
210b
230a
V
E, d
240
230b
250
210a
220a
X

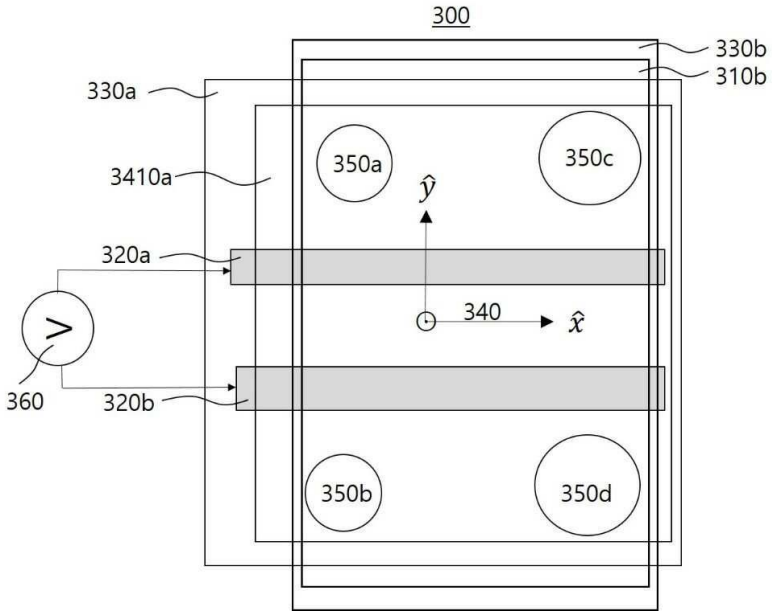
도면8


a
R
b
V
V1 V2 V3
V(n+1/2)
Vn
C1 C2 C3
C(i-1/n-1)
Cn
R/2
R

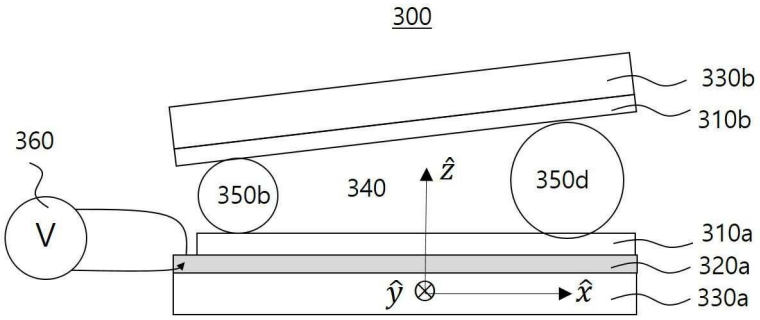
도면9


200
X
220b
210b
230a
E, d
230b
240
210a
220a
X
V
250

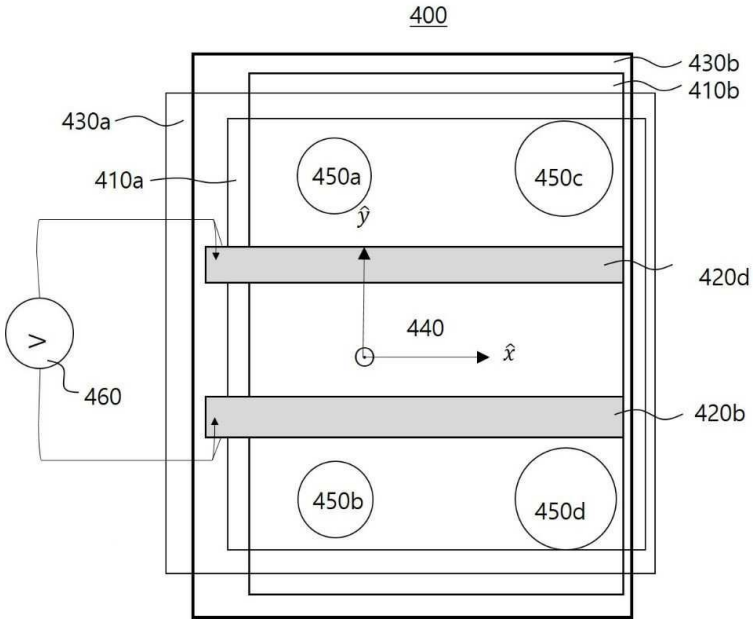
도면10a


300
330b
310b
330a
3410a
350a
350c
$\hat{y}$
320a
340
$\hat{x}$
V
360
320b
350b
350d

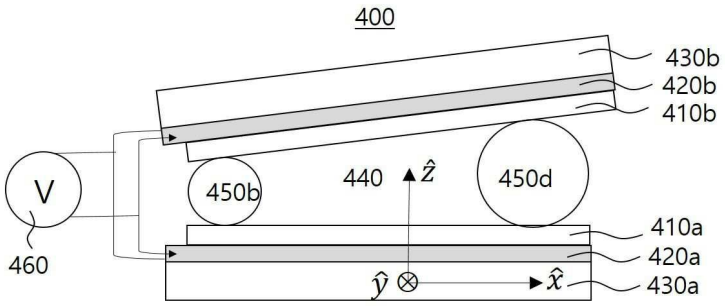
도면10b


300
330b
310b
360
350b
340
$\hat{z}$
350d
V
310a
320a
$\hat{y}$
$\hat{x}$
330a

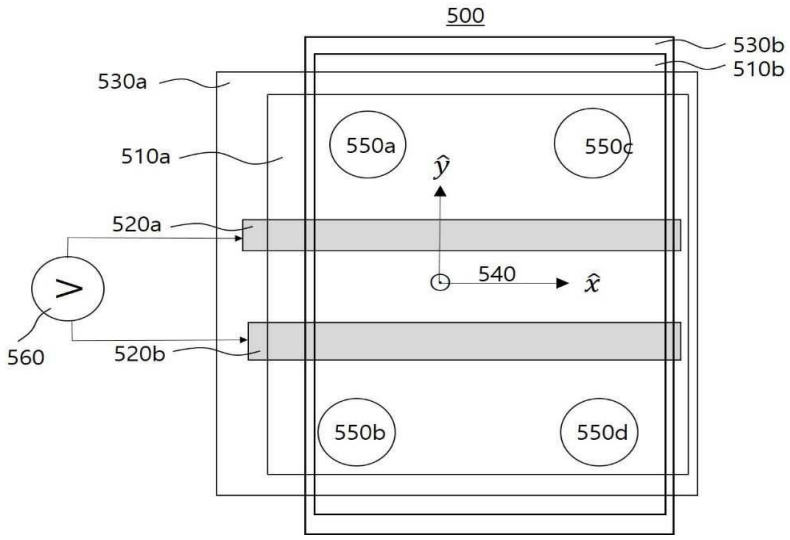
도면11a



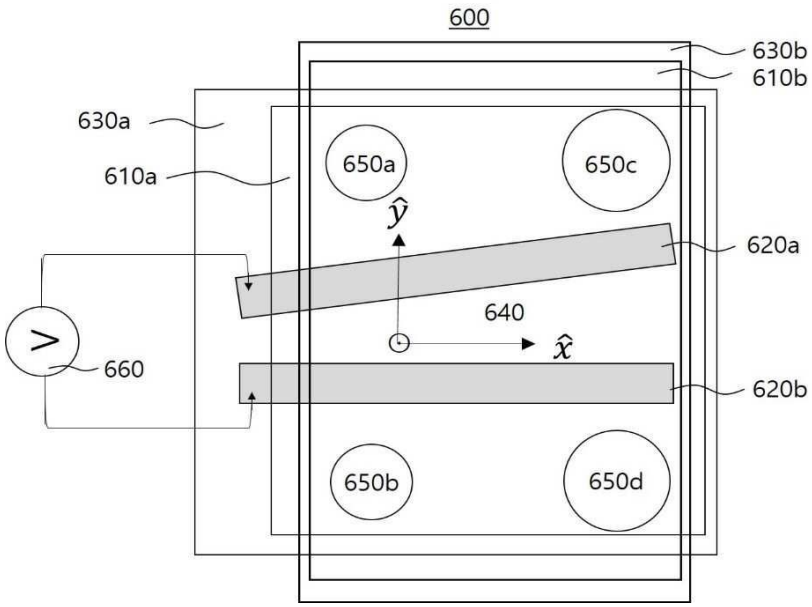
도면11b



도면12



도면13


600
630b
610b
630a
610a
650a
650c
$\hat{y}$
620a
640
$\hat{x}$
660
620b
650b
650d