



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0139936
(43) 공개일자 2016년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 3/16 (2006.01) H01S 3/102 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 3/1686 (2013.01)
H01S 3/1028 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0075881
(22) 출원일자 2015년05월29일
심사청구일자 2015년05월29일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
정미윤
서울특별시 성북구 회기로5길 100, 101동 703호
(하월곡동, 상그레빌아파트)
(74) 대리인
정홍식, 김태현

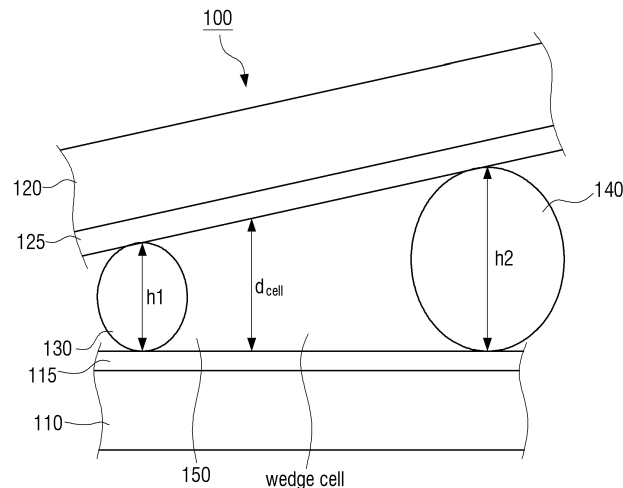
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 레이저 발진소자

(57) 요약

레이저 발진 소자가 개시된다. 본 레이저 발진 소자는 제1 기판, 상기 제1 기판의 상부에 구비되어 상기 제1 기판과의 사이에 쐼기형 셀(wedge cell)을 형성하는 제2 기판, 상기 쐼기형 셀에 주입되는 피치가 동일한 액정에 의해 형성되는 액정층 및 쐼기형 셀의 양쪽에 연결되어, 상기 쐼기형 셀의 양쪽의 온도를 다르게 조절하는 온도 컨트롤러를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345224569

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원

연구과제명 액정 레이저와 비선형 광학 소자

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교

연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 기관;

상기 제1 기관의 상부에 구비되어 상기 제1 기관과의 사이에 켜기형 셀(wedge cell)을 형성하는 제2 기관;

상기 켜기형 셀에 주입되는 피치가 동일한 액정에 의해 형성되는 액정층; 및

상기 켜기형 셀의 양쪽에 연결되어, 상기 켜기형 셀의 양쪽의 온도를 다르게 조절할 수 있는 온도 컨트롤러;를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 발진소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 주입된 액정은, 상기 켜기형 셀의 온도 차이에 의해 연속적인 피치 그래디언트(pitch gradient)를 형성하는 것을 특징으로 하는 레이저 발진소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 피치 그래디언트가 형성된 후 UV를 조사하거나 또는 열을 가하여 상기 액정을 폴리머(polymer)화하는 것을 특징으로 하는 레이저 발진소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 켜기형 셀을 형성하기 위하여 상기 제1기관과 상기 제2기관 사이 양측에 구비되는 적어도 두 개의 스페이서;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 발진소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1기관과 상기 제2기관 사이의 거리에 해당하는 상기 적어도 두 개의 스페이서의 높이는 서로 다른 것을 특징으로 하는 레이저 발진소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 액정은 네마틱 액정과 카이랄 도펀트로 이루어지는 콜레스테릭 액정이며, 상기 피치는 상기 네마틱 액정과 상기 카이랄 도펀트의 상대적 농도 비율에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 레이저 발진소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저 발진소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 일정 파장영역에서 연속적 파장 가변 레이징이 가능한 켜기형 셀을 이용하는 레이저 발진소자에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 레이저 발진소자로는 주로 두께가 균일한 셀이 이용되고 있다. 종래의 레이저 발진소자는 파장 가변을 구현하기 위해 두께가 균일한 셀에 콜레스테릭 액정을 주입한 후 액정의 온도에 따라 변하는 피치 또는 UV 광을 이용하여 만들어진다.
- [0003] 그러나 종래의 레이저 발진소자에서 사용되는 콜레스테릭 액정구조는 레이저 공진기와 같은 역할을 하며, 균일한 두께 간격의 셀은 레이저 공진기 길이가 일정하게 고정된 Fabry-Perot Laser Cavity에 해당한다. 이로써, 종래의 레이저 발진소자를 이용하여 레이징하는 경우, 레이저는 넓은 파장 영역에서 레이저 라인의 발진을 보여주나, 불연속적인 파장 가변, 즉, 불연속적인 레이저 파장 발진이라는 결과에 봉착한다.
- [0004] 또한, 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 종래에는 웨지 셀에 두 개의 다른 피치를 가지는 콜레스테릭 액정을 셀 양쪽에서 주입한 후 확산을 이용하여 연속적인 피치 그라디언트를 형성함으로써, 넓은 파장 영역 연속적으로 레이저파장을 발생시킬 수 있었다.
- [0005] 다만, 일반 액정의 경우, 수 개월이 지나면 형성된 분자 농도에 따른 그라디언트가 분자 확산에 의해 사라져 버려서, 레이저 파장의 변화가 사라지는 문제점이 있었다. 또한, 고분자화 시킨 액정의 경우, 분자 농도를 연속적으로 변화시키는 제작과정이 어렵고 많은 제작시간이 요구되는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상술한 필요성에 따른 것으로, 본 발명의 목적은, 온도 차이에 의한 액정의 피치 그라디언트를 형성하여 연속적인 레이저 파장을 발생시키는 레이저 발진소자를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 레이저 발진소자는, 제1 기판, 상기 제1 기판의 상부에 구비되어 상기 제1 기판과의 사이에 켜기형 셀(wedge cell)을 형성하는 제2 기판, 상기 켜기형 셀에 주입되는 피치가 동일한 액정에 의해 형성되는 액정층 및 상기 켜기형 셀의 양쪽에 연결되어, 상기 켜기형 셀의 양쪽의 온도를 다르게 조절할 수 있는 온도 컨트롤러를 포함한다.
- [0008] 이 경우, 상기 주입된 액정은, 상기 켜기형 셀의 온도 차이에 의해 연속적인 피치 그라디언트(pitch gradient)를 형성할 수 있다.
- [0009] 이 경우, 본 레이저 발진소자는, 상기 피치 그라디언트가 형성된 후 UV를 조사하거나 또는 열을 가하여 상기 액정을 폴리머(polymer)화할 수 있다.
- [0010] 또한, 본 레이저 발진소자는, 상기 켜기형 셀을 형성하기 위하여 상기 제1기판과 상기 제2기판 사이 양측에 구비되는 적어도 두 개의 스페이서를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 본 레이저 발진소자는, 상기 제1기판과 상기 제2기판 사이의 거리에 해당하는 상기 적어도 두 개의 스페이서의 높이는 서로 다를 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 액정은 네마틱 액정과 카이랄 도폰트로 이루어지는 콜레스테릭 액정이며, 상기 피치는 상기 네마틱 액정과 상기 카이랄 도폰트의 상대적 농도 비율에 따라 결정될 수 있다.

발명의 효과

- [0013] 이상 설명한 바와 같이 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면 반 영구적으로 활용가능한 연속적인 레이저 파장을 발생시키는 레이저 발진소자를 제공할 수 있고, 레이저 발진소자의 제작시간을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 콜레스테릭 액정이 주입되기 이전의 레이저 발진소자의 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 켜기형 셀의 양쪽에 온도 컨트롤러가 부착된 레이저 발진소자의 단면도이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 셀의 양쪽 끝의 온도를 다르게 하는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 썰기형 셀의 온도 기울기를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 썰기형 셀의 위치에 따른 레이저 파장을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 파장에 따른 레이저의 강도를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하 본 발명의 다양한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 콜레스테릭 액정이 주입되기 이전의 레이저 발진소자의 단면도이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 레이저 발진소자(100)는 제1 기판(110), 제2 기판(120), 제1 스페이서(130), 제2 스페이서(140) 및 액정층(150)을 포함한다. 제1 기판(110)과 제2 기판(120)은 슬라이드 글라스 또는 ITO(Indium Tin Oxide) 투명전극 등의 유리기판이 사용될 수 있다. 제1 기판(110)이 하부기판인 경우, 제2 기판(120)은 제1 기판(110)을 기준으로 소정 각도만큼 기울어지도록 구비될 수 있다. 제2 기판(120)의 기울기는 제1 스페이서(130) 및 제2 스페이서(140)에 의하여 결정될 수 있다.
- [0018] 레이저 발진소자(100)를 제작하기 위해, 먼저 셀을 제작하여야 한다. 이를 위하여, 제1 기판(110)의 상면과 제2 기판(120)의 하면에 폴리이미드(Polyimide)를 코팅하고, 코팅된 폴리이미드막을 러빙 처리(Rubbed-Polyimide)하여 액정 배향막(115, 125)을 형성할 수 있다. 여기서, 액정 배향막(115, 125)은 폴리이미드뿐만 아니라, 폴리아미드(Polyamide), 폴리아미드이미드(Polyamide-imide), 폴리페닐렌 옥사이드(Polyphenylene Oxide) 등의 다양한 소재가 사용될 수 있다.
- [0019] 러빙 처리 후, 크기가 다른(예를 들어, 높이(h1, h2)가 다른) 제1 스페이서(130)와 제2 스페이서(140)를 제1 기판(110)과 제2 기판(120) 사이에 배치하여, 속이 비어 있는 상태의 썰기형 셀(wedge cell)을 제1 기판(110)과 제2 기판(120) 사이에 형성할 수 있다. 즉, 본원 발명은 제1 기판(110)과 제2 기판(120) 사이에 썰기형 셀을 형성하기 위하여 제1 기판(110)과 제2 기판(120) 사이의 양 측에 제1 스페이서(130)와 제2 스페이서(140)를 각각 배치할 수 있다.
- [0020] 도 2는 도 1의 썰기형 셀의 양쪽에 온도 컨트롤러가 부착된 레이저 발진소자의 단면도이다.
- [0021] 도 2에 도시된 바와 같이 썰기형 셀이 형성되면, 피치가 동일한 액정을 썰기형 셀에 주입하여 액정층(150)을 형성할 수 있다. 이 경우, 액정은 콜레스테릭 액정뿐만 아니라, UV나 열에 의해 폴리머 콜레스테릭으로 변화될 수 있는 다른 액정이 될 수도 있다.
- [0022] 콜레스테릭 액정은 네마틱 액정에 카이랄 도판트를 혼합하여 생성되는데, 콜레스테릭 액정에 혼합되는 네마틱 액정과 카이랄 도판트의 비율에 따라 액정의 피치가 결정될 수 있다. 이때, 필요에 따라 다양한 레이저 색소(laser dye)를 콜레스테릭 액정에 추가하여 레이징 파장 대역을 넓히거나 좁힐 수 있다. 레이저 색소는 레이저 발진을 연속적으로 하고자 하는 영역에서 형광 스펙트럼 영역을 가지는 색소를 사용할 수 있다. 즉, 각 콜레스테릭 액정에는 레이저 튜닝을 하고자 하는 영역에서 형광스펙트럼 영역을 가지는 레이저 색소를 추가할 수 있다.
- [0023] 또한, 제1 기판(110) 및 제2 기판(120) 사이의 썰기형 셀에 피치가 동일한 콜레스테릭 액정을 주입하고, 일정시간이 지나면 연속적인 레이저 공진기가 형성될 수 있다. 구체적으로, 상온에서 콜레스테릭 액정을 주입하고 일정시간이 지나면 X축 방향으로 피치의 길이가 연속적으로 늘어나고 줄어드는 것을 반복하는 레이저 공진기 어레이가 형성될 수 있다. 이 경우, 콜레스테릭 액정은 한 가지 이상의 색소가 첨가될 수 있다. 또한, 피치는 썰기형 셀의 두께(d)에 비례할 수 있다. 즉, 썰기형 셀의 두께(d)가 커질수록 1 피치의 길이가 증가할 수 있다.
- [0024] 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 셀의 양쪽 끝의 온도를 다르게 하는 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- [0025] 도 3을 참조하면, 썰기형 셀의 양측에 셀의 온도를 조절할 수 있는 온도 컨트롤러(160)를 연결하여, 썰기형 셀의 양측의 온도를 다르게 할 수 있다. 예를 들어, 썰기형 셀의 두께(d)가 두꺼운 쪽의 온도 컨트롤러(161)의 온도를 두께(d)가 얇은 쪽의 온도 컨트롤러(162)의 온도보다 저온으로 할 수 있다. 즉, 두꺼운 쪽의 온도 컨트롤러(161)의 온도는 저온으로, 얇은 쪽의 온도 컨트롤러(162)의 온도는 고온으로 할 수 있다. 이 경우, 썰기형 셀의 x축 방향으로 연속적인 온도 그래디언트가 형성되어 연속적인 레이저 공진기 어레이를 형성할 수 있고, 넓은 파장에서 연속적으로 레이저 파장을 발생시킬 수 있다. 이 경우, 온도 컨트롤러(160)의 온도를 조절하여 온도

기울기를 조절함으로써, 파장 가변 영역을 능동적으로 조절할 수 있게 된다.

- [0026] 또한, 밴드갭의 위치는 콜레스테릭 액정의 경우, 네마틱 액정과 카이랄 도폰트의 상대적인 농도 비율을 조정하여 결정할 수 있다. 레이저로서 펄스 빔을 사용하는 경우, 펄스 빔의 위치를 켜기형 셀의 두께(d)가 큰 쪽에서 작은쪽으로 이동함으로써, 연속적으로 파장이 튜닝되는 레이저를 발진할 수 있다.
- [0027] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 발진 소자에 의하면, 콜레스테릭 액정을 켜기형 셀에 주입한 후 켜기형 셀의 양측의 온도를 다르게 조절하고, 켜기형 셀의 전체에 걸쳐 연속적 파장 가변 공진기가 형성되는 시점에 UV를 조사하거나 열을 가하여 고분자 PCLC(Polymer Cholesteric Liquid Crystal)를 제작하여 사용할 수 있다. 연속적 파장 가변 공진기가 형성되는 시점, 즉, UV를 조사하거나 열을 가하는 시점은 설계자의 선택에 의해 결정될 수 있으며, 설계자는 원하는 파장 가변 영역마다 다른 시점을 선택할 수 있다.
- [0028] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 켜기형 셀의 양측의 온도를 다르게 한 경우의 피치 그래디언트를 나타낸 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 켜기형 셀에 동일한 피치를 갖는 콜레스테릭 액정을 주입한 후, 켜기형 셀의 양측의 온도를 다르게 하면 연속적인 피치 그래디언트가 나타날 수 있다.
- [0029] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 켜기형 셀의 온도 기울기를 나타내는 도면이다. 켜기형 셀에 동일한 피치를 갖는 콜레스테릭 액정을 주입한 후, 온도 컨트롤러를 이용하여 온도 기울기를 형성할 수 있고, 콜레스테릭 액정은 온도 기울기에 의하여 연속적인 피치 그래디언트를 형성함으로써, 연속적인 레이저 공진기 어레이를 형성하여 넓은 파장 영역에서 연속적으로 레이저 파장을 발생시킬 수 있다.
- [0030] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 켜기형 셀의 위치에 따른 레이저 파장을 나타내는 도면이다.
- [0031] 도 6을 참조하면, 콜레스테릭 액정이 주입된 켜기형 셀의 양측에는 온도 조절기가 연결되어, 켜기형 셀의 두꺼운 쪽은 저온으로, 켜기형 셀의 얇은 쪽은 고온으로 조절할 수 있다. 이 경우, 켜기형 셀의 두꺼운 쪽(저온)에서 얇은 쪽(고온)으로 x축 방향으로 이동할수록 레이저의 피크 파장이 연속적으로 감소할 수 있다.
- [0032] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 파장에 따른 레이저의 강도를 나타내는 도면이다.
- [0033] 도 7을 참조하면, 콜레스테릭 액정이 주입된 켜기형 셀의 양측의 온도를 다르게 조절한 경우, 레이저 라인이 600 nm ~ 670 nm 범위에서 연속적으로 파장 가변 레이징되는 것을 확인할 수 있다.
- [0034] 또한, 켜기형 셀 형태에 온도 그래디언트를 형성하여 공진기를 제작하는 경우 연속적으로 공진기 길이를 가변시킬 수 있으며, 연속적으로 공진기 길이를 가변시키는 모드에 부합되는 피치를 가진 콜레스테릭 액정이 공진기에서 피치 그래디언트를 형성함으로써 연속적으로 레이징을 발진할 수 있다.
- [0035] 또한, 연속적으로 파장 가변 레이징되는 구간은 네마틱 액정과 카이랄 도폰트의 상대적 농도 비율을 조정하거나, UV를 조사하여 고체화하는 시점을 변경함에 따라 조절할 수 있다. 따라서, UV curable PCLC를 이용하여 레이저 발진 소자를 제작하는 경우에도 수 백 나노미터 이상, 즉, 100nm 이상의 구간에서 연속적인 파장가변이 가능함은 물론이다.
- [0036] 상술한 본 발명에 따르면, 고분자가 아닌 형태의 콜레스테릭 또는 고분자 형태의 콜레스테릭을 이용하여 가시영역(VIS 영역)에서 연속적인 광범위 파장 가변 레이징을 구현할 수 있으며, 이 원리는 UV(Ultraviolet rays) 영역, VIS(Visible rays) 영역 또는 IR(Infrared rays) 영역 모두에 적용될 수 있으므로, 수십 나노미터 또는 수 백 나노미터 영역에서 연속적인 파장 변조를 구현할 수 있다.
- [0037] 즉, 본 발명에 따르면, 콜레스테릭 액정과 레이저 색소로 제작된 켜기형 광소자에서 수백 nm 이상의 범위에서 연속적인 파장 가변 레이징이 가능한 레이저를 제작할 수 있다. 특히, 본 발명은 단색 파장(monochromatic)의 레이저 라인을 약 100 nm 이상의 범위에서 다른 추가적인 광학소자 없이 연속적으로 발생시킬 수 있으므로, 적은 비용의 초소형, 고효율의 광대역 파장 가변 레이저를 제작할 수 있으며, 독립적으로 레이저 소스로 이용가능하다.
- [0038] 또한, 본 발명은, 기존의 연속적인 파장 가변 레이저 시스템인 Optical Parametric Oscillator(OPO)에 비해 매우 효율적이며, 일반적인 콜레스테릭 액정 레이저가 제공하는 특징점들을 모두 제공한다. 따라서, 본 발명은 레이저뿐만 아니라 광화학, 분광기의 광소자, 광산업 등에서 응용가능하며, 특히, 광통신에서 응용시, 광통신의 신호전달효율을 증가시킬 수 있다.
- [0039] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통

상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시예들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

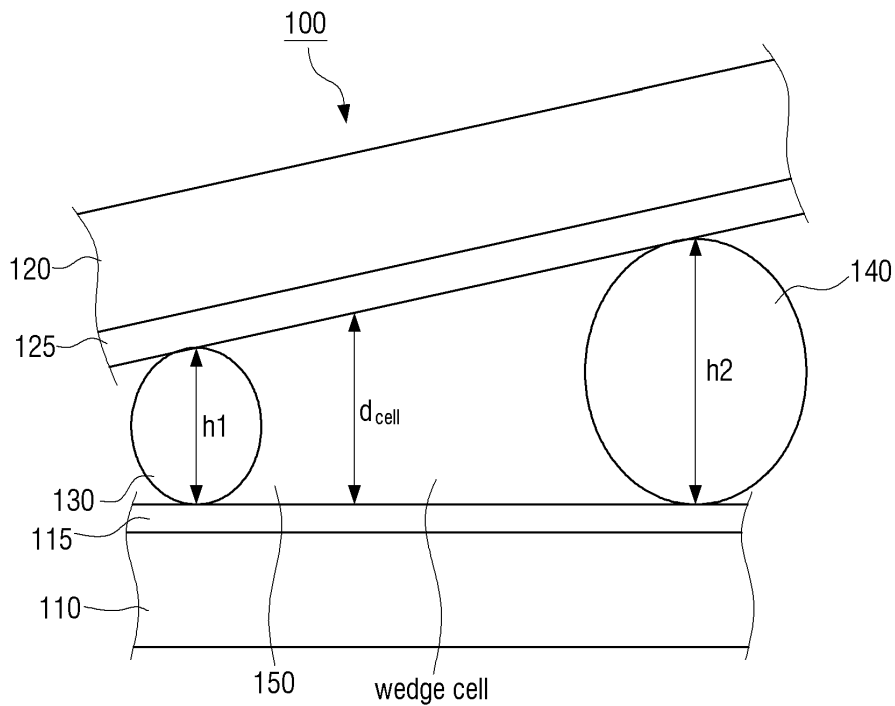
100: 레이저 발진소자 110: 제1 기판

120: 제2 기판 130: 제1 스페이서

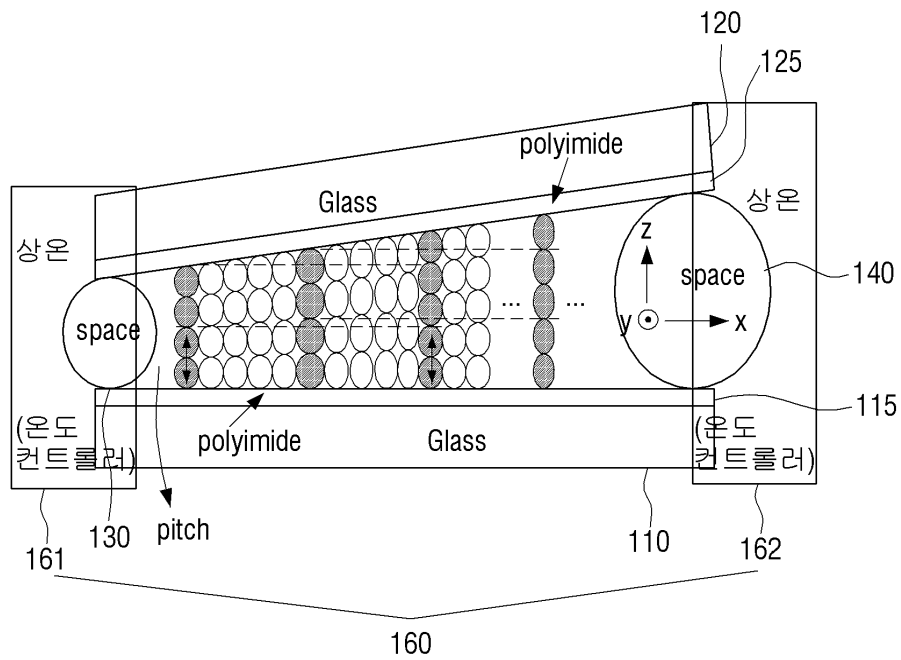
140: 제2 스페이서 150: 액정층

도면

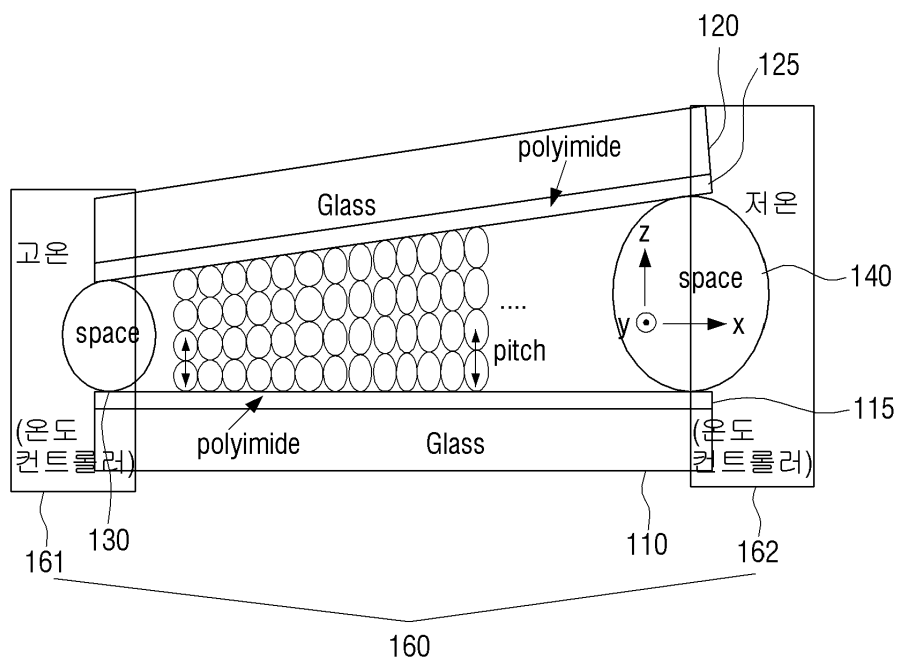
도면1



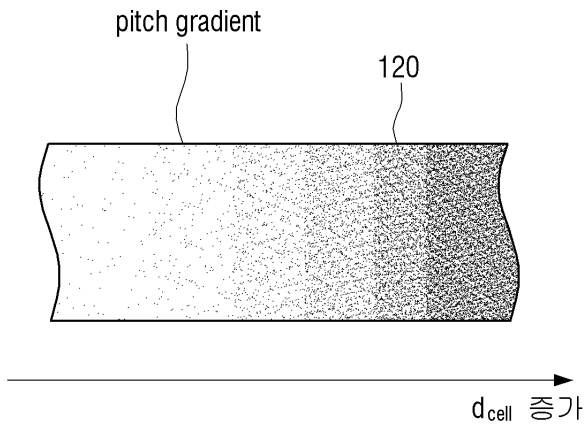
도면2



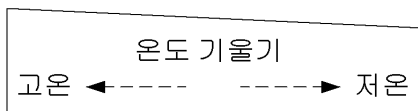
도면3



도면4

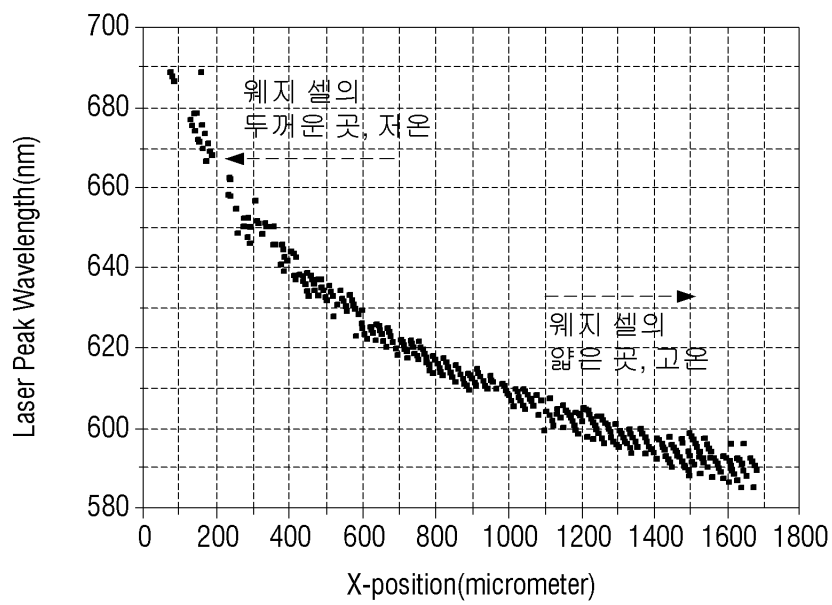


도면5



콜렉스테릭 액정 웨지 셀의 온도 기울기

도면6



도면7

