



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0093200
(43) 공개일자 2016년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/08 (2006.01) G02B 27/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 26/08 (2013.01)
G02B 27/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0013809
(22) 출원일자 2015년01월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
서현승
경기도 안양시 동안구 달안로 110, 504동 1003호
(관양동, 한가람세경아파트)
정승준
경기도 화성시 동탄공원로 21-39, 967동 1602호
(능동, 푸른마을신일해피트리아파트)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

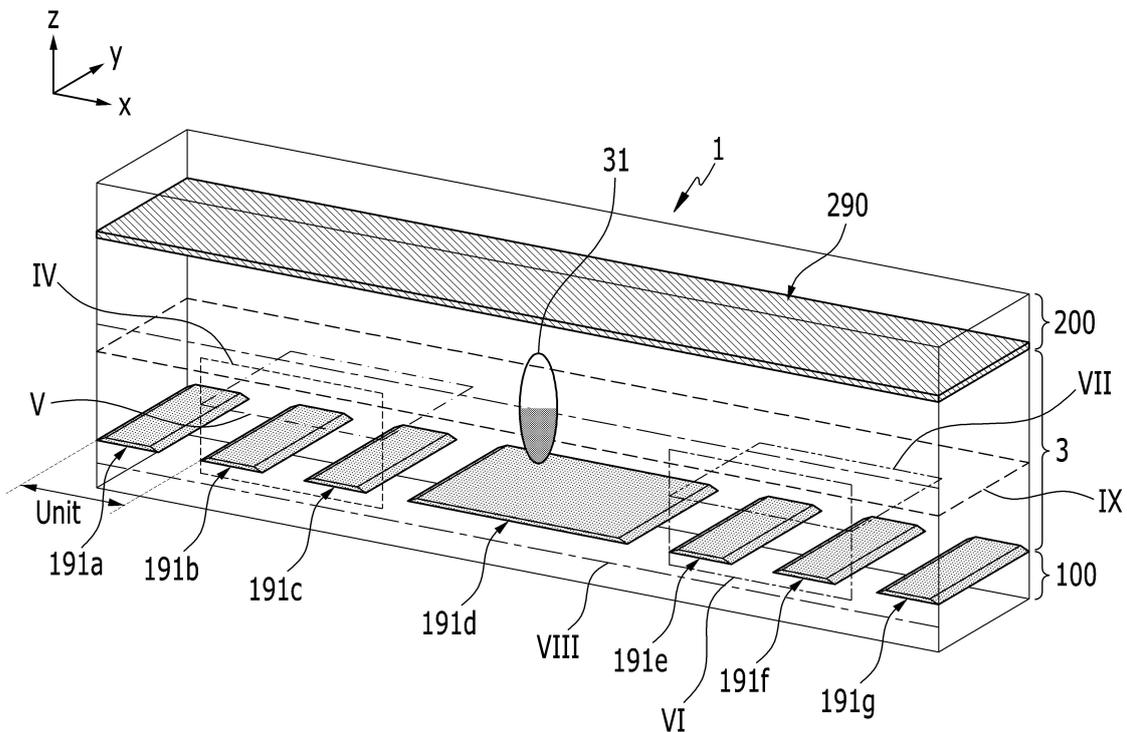
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 광 변조 장치 및 그 구동 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 관련된 광 변조 장치의 구동 방법은 복수의 하판 전극 및 제1 배향자를 포함하는 제1 판, 제1 판과 마주하고, 적어도 하나의 상판 전극 및 제2 배향자를 포함하는 제2 판, 그리고 제1 판 및 제2 판 사이에 위치하며 복수의 액정 분자를 포함하는 액정층을 포함하고, 제1 배향자의 배향 방향과 제2 배향자의 배향 (뒷면에 계속)

대표도 - 도8



방향은 서로 실질적으로 평행한 광 변조 장치의 구동방법에서, 상판 전극에 전압을 인가하는 단계, 복수의 하판 전극 중 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하여 순 위상경사를 형성하는 단계, 복수의 하판 전극 중 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호와 다른 제2 구동 신호를 인가하여 역 위상경사를 형성하는 단계 및 복수의 하판 전극 중 제1 영역과 제2 영역 사이의 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호 및 제2 구동 신호와 다른 제3 구동 신호를 인가하여 평탄한 위상경사를 형성하는 단계를 포함한다.

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 하판 전극 및 제1 배향자를 포함하는 제1 판, 상기 제1 판과 마주하고, 적어도 하나의 상판 전극 및 제2 배향자를 포함하는 제2 판, 그리고 상기 제1 판 및 상기 제2 판 사이에 위치하며 복수의 액정 분자를 포함하는 액정층을 포함하고, 상기 제1 배향자의 배향 방향과 상기 제2 배향자의 배향 방향은 서로 실질적으로 평행한 광 변조 장치의 구동방법에서,

상기 상판 전극에 전압을 인가하는 단계;

상기 복수의 하판 전극 중 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하여 순 위상 경사를 형성하는 단계;

상기 복수의 하판 전극 중 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호와 다른 제2 구동 신호를 인가하여 역 위상경사를 형성하는 단계; 및

상기 복수의 하판 전극 중 상기 제1 영역과 상기 제2 영역 사이의 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호 및 상기 제2 구동 신호와 다른 제3 구동 신호를 인가하여 평탄한 위상경사를 형성하는 단계;

를 포함하는 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호를 인가할 때, 상기 제1 영역에 포함되는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제1 전압의 절대치는 상기 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제2 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호를 인가할 때, 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압의 상기 상판 전극이 인가되는 전압에 대한 극성은 서로 동일한 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제2 영역이 상기 역 위상경사를 형성하는 단계는

상기 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호를 인가하고 제1 시간이 경과되면, 상기 제2 구동 신호를 인가하는 단계; 및

상기 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제2 구동 신호를 인가하고 제2 시간이 경과되면, 제 4 구동 신호를 인가하는 단계

를 포함하는 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제2 구동 신호를 인가할 때, 상기 제2 영역이 포함하는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제3 전압의 극성은 상기 제1 단위 영역에 이웃하는 제2

단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제4 전압의 극성과 반대인 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제4 구동 신호를 인가할 때, 상기 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제5 전압의 절대치는 상기 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제6 전압의 절대치보다 큰 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 제3 영역이 상기 평탄한 위상경사를 형성하는 단계는

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호를 인가하고 제1 시간이 경과되면, 상기 제2 구동 신호를 인가하는 단계;

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제2 구동 신호를 인가하고 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가하는 단계;

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제4 구동 신호를 인가하고 제3 시간이 경과되면, 상기 제3 구동 신호를 인가하는 단계; 및

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제3 구동 신호를 인가하고 제4 시간이 경과되면, 제5 구동 신호를 인가하는 단계;

를 포함하는 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 제3 영역은 제1 단위 영역, 상기 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역 및 상기 제2 단위 영역에 이웃하는 제3 단위 영역을 포함하고, 상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제4 구동 신호를 인가할 때, 상기 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제1 전압은 상기 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제2 전압 및 상기 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제3 전압보다 큰 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제4 구동 신호를 인가할 때, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 제3 전압의 상기 상판 전극의 전압에 대한 극성은 서로 동일한 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제3 구동 신호를 인가할 때, 상기 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제4 전압의 절대치는 상기 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제5 전압의 절대치 및 상기 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제6 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제3 구동 신호를 인가할 때, 상기 제6 전압의 절대치는 상기 제5 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제3 구동 신호를 인가할 때, 상기 제5 전압의 절대치는 상기 제1 전압의 절대치보다 큰 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제5 구동 신호를 인가할 때, 상기 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제7 전압의 절대치는 상기 제6 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제5 구동 신호를 인가할 때, 상기 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극 중 상기 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인접한 하판 전극에 인가되는 제8 전압의 절대치는 상기 제7 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치의 구동 방법.

청구항 15

복수의 하판 전극 및 제1 배향자를 포함하는 제1 판;

상기 제1 판과 마주하고, 적어도 하나의 상판 전극 및 제2 배향자를 포함하는 제2 판; 및

상기 제1 판 및 상기 제2 판 사이에 위치하며 복수의 액정 분자를 포함하는 액정층

을 포함하고,

상기 제1 배향자의 배향 방향과 상기 제2 배향자의 배향 방향은 서로 실질적으로 평행하고,

상기 상판 전극에 전압을 인가하고, 상기 복수의 하판 전극 중 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하여 순 위상경사를 형성하고, 상기 복수의 하판 전극 중 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호와 다른 제2 구동 신호를 인가하여 역 위상경사를 형성하고, 상기 복수의 하판 전극 중 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역 사이의 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 상기 제1 구동 신호 및 상기 제2 구동 신호와 다른 제3 구동 신호를 인가하여 평탄한 위상경사를 형성하는 광 변조 장치.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 제1 영역에 포함되는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제1 전압의 절대치는 상기 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제2 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치.

청구항 17

제15 항에 있어서,

상기 제2 영역은 상기 제1 구동 신호를 인가받은 후 제1 시간이 경과되면, 제2 구동 신호를 인가받고, 상기 제2 구동 신호를 인가받은 후 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가받아 상기 역 위상경사를 형성하는 광 변조 장치.

청구항 18

제15 항에 있어서,

상기 제3 영역은 상기 제1 구동 신호를 인가받은 후 제1 시간이 경과되면, 상기 제2 구동 신호를 인가받고, 상기 제2 구동 신호를 인가받은 후 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가받고, 상기 제4 구동 신호를 인가

받은 후 제3 시간이 경과되면, 상기 제3 구동 신호를 인가받고, 상기 제3 구동 신호를 인가받은 후 제4 시간이 경과되면, 제5 구동 신호를 인가받아 상기 평탄한 위상 경사를 형성하는 광 변조 장치.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 제3 영역은 제1 단위 영역, 상기 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역 및 상기 제2 단위 영역에 이웃하는 제3 단위 영역을 포함하고,

상기 제3 영역이 상기 제3 구동 신호를 인가받을 때, 상기 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제4 전압의 절대치는 상기 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제5 전압의 절대치 및 상기 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제6 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 제3 영역이 상기 제5 구동 신호를 인가받을 때, 상기 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제7 전압의 절대치는 상기 제6 전압의 절대치보다 작은 광 변조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 변조 장치 및 그 구동 방법에 관한 것으로, 특히 액정을 포함하는 광 변조 장치, 그 구동 방법, 그리고 이를 이용한 광학 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에는 광의 특성을 변조하는 광 변조 장치를 이용한 광학 장치에 대한 개발이 활발하다. 예를 들어 3차원 영상을 표시할 수 있는 광학 표시 장치가 관심을 끌고 있으며, 시청자가 영상을 입체 영상으로 인식할 수 있도록 하기 위해 서로 다른 시점에 영상을 분리하여 보내기 위한 광 변조 장치가 필요하다. 무안경식 입체 영상 표시 장치에서 사용될 수 있는 광 변조 장치로는 표시 장치의 영상의 빛의 경로를 변경하여 원하는 시점으로 보내는 렌즈, 프리즘 등이 있다.

[0003] 이와 같이 입사광의 방향을 바꾸기 위해 빛의 위상 변조를 통한 빛의 회절을 이용할 수 있다.

[0004] 편광된 빛이 위상지연자 등의 광 변조 장치를 통과하면 편광 상태가 바뀐다. 예를 들어 원편광된 빛이 반파장판에 입사하면 원편광된 빛의 회전 방향이 반대로 바뀌어 출사된다. 예를 들어 우원편광된 빛이 반파장판을 통과하면 좌원편광된 빛이 출사된다. 이때 반파장판의 광축, 즉 느린축의 각도에 따라 출사되는 원편광된 빛의 위상이 달라진다. 구체적으로 반파장판의 광축이 평면상(in-plane) ϕ 만큼 회전(rotation)하면 출력되는 광의 위상은 2ϕ 만큼 변한다. 따라서 공간상 x축 방향으로 180도(π radian)만큼의 반파장판의 광축 회전이 생기면 출사되는 빛은 x축 방향으로 360도(2π radian)의 위상 변조 또는 위상 변화를 가지며 출사될 수 있다. 이와 같이 광 변조 장치가 위치에 따라 0부터 2π 까지의 위상 변화를 일으키도록 하면 통과되는 빛의 방향이 바뀌거나 꺾을 수 있는 회절 격자 또는 프리즘을 구현할 수 있다.

[0005] 이러한 반파장판 등의 광 변조 장치의 위치에 따른 광축을 용이하게 조절하기 위해 액정을 이용할 수 있다. 액정을 이용한 위상지연자로서 구현되는 광 변조 장치에서는 액정층에 전기장을 인가하여 배열된 액정 분자들의 장축을 회전시켜 위치에 따라 다른 위상 변조를 일으킬 수 있다. 광 변조 장치를 통과하여 출사되는 빛의 위상은 배열된 액정의 장축의 방향, 즉 방위각(azimuthal angle)에 따라 결정될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 액정을 이용한 광 변조 장치를 이용해 연속적인 위상 변조를 일으켜 프리즘, 회절 격자, 렌즈 등을 구현하기 위

해서는 액정 분자의 장축이 위치에 따라 연속적으로 변하도록 액정 분자가 배열되어야 한다. 출사되는 광이 위치에 따라 0부터 2π 로 변하는 위상 프로파일을 갖기 위해서는 반과장판의 경우 그 광축이 0부터 π 까지 변해야 한다. 이를 위해 액정층에 인접한 기판에 대해 위치에 따라 서로 다른 방향의 배향 처리가 필요하기도 하여 공정이 복잡해진다. 또한 미세하게 구분하여 배향 처리를 하여야 하는 경우 러빙 공정 등의 배향 처리를 균일하게 하기 힘들어 표시 장치에 이용될 경우 표시 불량으로 나타날 수 있다.

- [0007] 따라서 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 액정을 포함하는 광 변조 장치에서 액정 분자의 평면상 회전각을 용이하게 조절하여 광 위상을 변조시키고, 액정 분자의 회전 방향을 제어하여 다양한 빛의 회전각을 형성하는 것이다.
- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는 액정을 포함하는 광 변조 장치의 제조 공정을 간단히 하는 것이다.
- [0009] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는 렌즈 중앙을 기준으로 좌측과 순 위상경사와 우측의 역 위상경사가 부드럽게 연결되는 광 변조 장치를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는 액정을 포함하는 광 변조 장치의 대형화를 가능하게 하는 것이며, 렌즈로서 기능할 수 있도록 하여 입체 영상 표시 장치 등의 광학 장치에 사용될 수 있도록 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시 예에 관련된 광 변조 장치의 구동 방법은 복수의 하판 전극 및 제1 배향자를 포함하는 제1 판, 제1 판과 마주하고, 적어도 하나의 상판 전극 및 제2 배향자를 포함하는 제2 판, 그리고 제1 판 및 제2 판 사이에 위치하며 복수의 액정 분자를 포함하는 액정층을 포함하고, 제1 배향자의 배향 방향과 제2 배향자의 배향 방향은 서로 실질적으로 평행한 광 변조 장치의 구동방법에서, 상판 전극에 전압을 인가하는 단계, 복수의 하판 전극 중 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하여 순 위상경사를 형성하는 단계, 복수의 하판 전극 중 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호와 다른 제2 구동 신호를 인가하여 역 위상경사를 형성하는 단계 및 복수의 하판 전극 중 제1 영역과 제2 영역 사이의 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호 및 제2 구동 신호와 다른 제3 구동 신호를 인가하여 평탄한 위상경사를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0012] 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가할 때, 제1 영역에 포함되는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제1 전압의 절대치는 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제2 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0013] 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가할 때, 제1 전압 및 제2 전압의 상판 전극이 인가되는 전압에 대한 극성은 서로 동일할 수 있다.
- [0014] 제2 영역이 역 위상경사를 형성하는 단계는 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하고 제1 시간이 경과되면, 제2 구동 신호를 인가하는 단계 및 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제2 구동 신호를 인가하고 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제2 구동 신호를 인가할 때, 제2 영역이 포함하는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제3 전압의 극성은 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제4 전압의 극성과 반대일 수 있다.
- [0016] 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제4 구동 신호를 인가할 때, 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제5 전압의 절대치는 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제6 전압의 절대치보다 클 수 있다.
- [0017] 제3 영역이 평탄한 위상경사를 형성하는 단계는 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하고 제1 시간이 경과되면, 제2 구동 신호를 인가하는 단계, 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제2 구동 신호를 인가하고 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가하는 단계, 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제4 구동 신호를 인가하고 제3 시간이 경과되면, 제3 구동 신호를 인가하는 단계 및 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제3 구동 신호를 인가하고 제4 시간이 경과되면, 제5 구동 신호를 인가하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 제3 영역은 제1 단위 영역, 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역 및 제2 단위 영역에 이웃하는 제3 단위 영역을 포함하고, 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제4 구동 신호를 인가할 때, 제1 단위 영역이

포함하는 하판 전극에 인가되는 제1 전압은 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제2 전압 및 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제3 전압보다 클 수 있다.

- [0019] 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제4 구동 신호를 인가할 때, 제1 전압, 제2 전압 및 제3 전압의 상판 전극의 전압에 대한 극성은 서로 동일할 수 있다.
- [0020] 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제3 구동 신호를 인가할 때, 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제4 전압의 절대치는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제5 전압의 절대치 및 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제6 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0021] 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제3 구동 신호를 인가할 때, 제6 전압의 절대치는 제5 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0022] 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제3 구동 신호를 인가할 때, 제5 전압의 절대치는 제1 전압의 절대치보다 클 수 있다.
- [0023] 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제5 구동 신호를 인가할 때, 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제7 전압의 절대치는 제6 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0024] 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제5 구동 신호를 인가할 때, 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극 중 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인접한 하판 전극에 인가되는 제8 전압의 절대치는 제7 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시 예에 관련된 광 변조 장치는 복수의 하판 전극 및 제1 배향자를 포함하는 제1 판, 제1 판과 마주하고, 적어도 하나의 상판 전극 및 제2 배향자를 포함하는 제2 판 및 제1 판 및 제2 판 사이에 위치하며 복수의 액정 분자를 포함하는 액정층을 포함하고, 제1 배향자의 배향 방향과 제2 배향자의 배향 방향은 서로 실질적으로 평행하고, 상판 전극에 전압을 인가하고, 복수의 하판 전극 중 제1 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호를 인가하여 순 위상경사를 형성하고, 복수의 하판 전극 중 제2 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호와 다른 제2 구동 신호를 인가하여 역 위상경사를 형성하고, 복수의 하판 전극 중 제1 영역 및 제2 영역 사이의 제3 영역에 대응하는 적어도 하나의 하판 전극에 제1 구동 신호 및 제2 구동 신호와 다른 제3 구동 신호를 인가하여 평탄한 위상경사를 형성할 수 있다.
- [0026] 제1 영역에 포함되는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제1 전압의 절대치는 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제2 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0027] 제2 영역은 제1 구동 신호를 인가받은 후 제1 시간이 경과되면, 제2 구동 신호를 인가받고, 제2 구동 신호를 인가받은 후 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가받아 역 위상경사를 형성할 수 있다.
- [0028] 제3 영역은 제1 구동 신호를 인가받은 후 제1 시간이 경과되면, 제2 구동 신호를 인가받고, 제2 구동 신호를 인가받은 후 제2 시간이 경과되면, 제4 구동 신호를 인가받고, 제4 구동 신호를 인가받은 후 제3 시간이 경과되면, 제3 구동 신호를 인가받고, 제3 구동 신호를 인가받은 후 제4 시간이 경과되면, 제5 구동 신호를 인가받아 평탄한 위상 경사를 형성할 수 있다.
- [0029] 제3 영역은 제1 단위 영역, 제1 단위 영역에 이웃하는 제2 단위 영역 및 제2 단위 영역에 이웃하는 제3 단위 영역을 포함하고, 제3 영역이 제3 구동 신호를 인가받을 때, 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제4 전압의 절대치는 제1 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제5 전압의 절대치 및 제2 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제6 전압의 절대치보다 작을 수 있다.
- [0030] 제3 영역이 제5 구동 신호를 인가받을 때, 제3 단위 영역이 포함하는 하판 전극에 인가되는 제7 전압의 절대치는 제6 전압의 절대치보다 작을 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 실시 예에 따르면 광 변조 장치에서 배향 공정에 따른 단점 없이 액정 분자의 평면상 회전각을 용이하게 조절하여 광 위상을 변조시키고, 액정 분자의 회전 방향을 제어하여 다양한 빛의 회전각을 형성할 수 있다.
- [0032] 액정을 포함하는 광 변조 장치의 제조 공정을 간단히 하고 제조 시간을 줄이며 액정 분자의 선경사 산포에 따른 불량을 없앨 수 있다.

- [0033] 액정 분자에 대한 제어력을 강화하여 텍스처를 억제하고 이에 따라 회절 효율을 높일 수 있다.
- [0034] 액정을 포함하는 광 변조 장치의 대형화가 용이하며, 렌즈, 회절 격자, 프리즘 등으로서 기능할 수 있어 입체 영상 표시 장치 등의 여러 광학 장치에 사용될 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면 광 변조 장치의 렌즈 중앙부의 위상을 평탄하게 형성할 수 있어, 렌즈 중앙을 기준으로 좌측과 순 위상경사와 우측의 역 위상경사가 부드럽게 연결될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 적용 가능성의 추가적인 범위는 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나 본 발명의 사상 및 범위 내에서 다양한 변경 및 수정은 당업자에게 명확하게 이해될 수 있으므로, 상세한 설명 및 본 발명의 바람직한 실시 예와 같은 특정 실시 예는 단지 예시로 주어진 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치가 포함하는 제1 판 및 제2 판에서의 배향 방향을 보여주는 평면도이다.
- 도 3은 도 2에 도시한 제1 판 및 제2 판을 합착하는 공정을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 제1 판 및 제2 판에 전압차를 부여하지 않았을 때의 액정 분자의 배열을 나타낸 사시도이다.
- 도 5는 도 4에 도시한 광 변조 장치를 I 선, II 선, 그리고 III선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 제1 판 및 제2 판에 전압차를 부여하였을 때의 액정 분자의 배열을 나타낸 사시도이다.
- 도 7은 도 6에 도시한 광 변조 장치를 I 선, II 선, 그리고 III선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 사시도이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 구동 신호의 타이밍도이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 제1 판 및 제2 판에 전압차가 부여되기 전과 제1 스텝의 구동 신호가 인가된 후의 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 IV 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 제1 스텝의 구동 신호를 인가한 후 배열이 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 V 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 그에 대응하는 위상 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 제1 스텝의 구동 신호를 인가한 후 배열이 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 제1 판 및 제2 판에 전압차를 부여하기 전의 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 VII 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 제1 스텝의 구동 신호를 인가한 직후의 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 제1 스텝의 구동 신호를 인가한 후 안정되기 전의 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 제1 스텝의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 VII 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 제1 판 및 제2 판에 전압차가 부여되기 전과 제1 내지 제3 스텝 각각의 구동 신호가 인가된 후의 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI 선을 따라 잘라 도시한 단면도들이다.
- 도 18 및 도 19는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 제1내지 제3 스텝의 구동 신호를 차례대로 인가한 후 배열이 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VII 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

도 20은 제3 스텝의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VIII 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 IX 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

도 21은 제4 스텝의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VIII 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 IX 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

도 22는 제5 스텝의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VIII 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 IX 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

도 23은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치를 통과한 빛의 위치에 따른 위상 변화를 나타낸 시뮬레이션 그래프이다.

도 24는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치를 이용하여 구현할 수 있는 렌즈의 위치에 따른 위상 변화를 나타내는 도면이다.

도 25 및 도 26은 각각 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치를 이용한 광학 장치의 한 예로서 입체 영상 표시 장치의 개략적인 구조 및 2차원 영상 및 3차원 영상을 표시하는 방법을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.
- [0039] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0040] 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치에 대하여 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치가 포함하는 제1 판 및 제2 판에서의 배향 방향을 보여주는 평면도이고, 도 3은 도 2에 도시한 제1 판 및 제2 판을 합착하는 공정을 도시한 도면이다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(optical modulation device)(1)는 서로 마주하는 제1 판(100) 및 제2 판(200), 그리고 그 사이에 위치하는 액정층(3)을 포함한다.
- [0043] 제1 판(100)은 유리, 플라스틱 등으로 만들어질 수 있는 제1 기관(110)을 포함할 수 있다. 제1 기관(110)은 강성(rigid) 또는 가요성(flexible)일 수 있으며, 평평하거나 적어도 일부분 휘어 있을 수도 있다.
- [0044] 제1 기관(110) 위에는 복수의 하판 전극(191)이 위치한다. 하판 전극(191)은 도전성 물질을 포함하며 ITO, IZO 등의 투명 도전 물질 또는 금속 등을 포함할 수 있다. 하판 전극(191)은 전압 인가부(도시하지 않음)로부터 전압을 인가받을 수 있고, 인접하거나 서로 다른 하판 전극(191)은 서로 다른 전압을 인가받을 수 있다.
- [0045] 복수의 하판 전극(191)은 일정한 방향, 예를 들어 x축 방향으로 배열되어 있을 수 있으며, 각 하판 전극(191)은 배열된 방향에 수직인 방향, 예를 들어 y축 방향으로 길게 뻗을 수 있다.
- [0046] 이웃한 하판 전극(191) 사이의 공간(space)(G)의 폭은 광 변조 장치의 설계 조건에 따라 다양하게 조절될 수 있다. 하판 전극(191)의 폭과 그에 인접한 공간(G)의 폭의 비는 대략 N:1 (N은 1 이상의 실수)일 수 있다.
- [0047] 제2 판(200)은 유리, 플라스틱 등으로 만들어질 수 있는 제2 기관(210)을 포함할 수 있다. 제2 기관(210)은 강성 또는 가요성일 수 있으며, 평평하거나 적어도 일부분 휘어 있을 수도 있다.
- [0048] 제2 기관(210) 위에는 상판 전극(290)이 위치한다. 상판 전극(290)은 도전성 물질을 포함하며 ITO, IZO 등의 투명 도전 물질 또는 금속 등을 포함할 수 있다. 상판 전극(290)은 전압 인가부(도시하지 않음)로부터 전압을 인가받을 수 있다. 상판 전극(290)은 제2 기관(210) 상에서 통판(whole body)으로 형성되어 있을 수도 있고 패터닝되어 복수의 이격된 부분을 포함할 수도 있다.
- [0049] 액정층(3)은 복수의 액정 분자(31)를 포함한다. 액정 분자(31)는 음의 유전율 이방성(negative dielectric anisotropy)을 가져 액정층(3)에 생성되는 전기장의 방향에 대해 가로지르는(transverse) 방향으로 배열될 수

있다. 액정 분자(31)는 액정층(3)에 전기장이 생성되지 않은 상태에서 제2 판(200) 및 제1 판(100)에 대해 대략 수직으로 배향되어 있으며, 특정 방향으로 선경사(pre-tilt)를 이룰 수 있다. 액정 분자(31)는 네마틱 액정 분자일 수 있다.

[0050] 액정층(3)의 셀갭(cell gap)의 높이(d)는 특정 파장(λ)의 빛에 대해 대략 [수학식1]을 만족할 수 있다. 이에 따르면 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)는 대략 반과장판으로 기능할 수 있고, 회절 격자, 렌즈 등으로 사용 가능하다.

수학식 1

$$\frac{\lambda}{2} \times 1.3 \geq \Delta nd \geq \frac{\lambda}{2}$$

[0051]

[0052] 위 [수학식1]에서 Δnd 는 액정층(3)을 통과하는 빛의 위상 지연값이다.

[0053] 제1 판(100)의 안쪽 면에는 제1 배향자(11)가 위치하고, 제2 판(200)의 안쪽 면에는 제2 배향자(21)가 위치한다. 제1 배향자(11) 및 제2 배향자(21)는 수직 배향막일 수 있고, 러빙 공정, 광배향 등의 다양한 방법으로 배향력을 가져 제1 판(100) 및 제2 판(200)에 근접한 액정 분자(31)의 선경사 방향을 결정할 수 있다. 러빙 공정에 의한 경우 수직 배향막은 유기 수직 배향막일 수 있다. 광배향 공정을 이용하는 경우 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 안쪽 면에 감광성 고분자 물질을 포함하는 배향 물질을 도포한 후 자외선 등의 광을 조사하여 광중합 물질을 형성할 수 있다.

[0054] 도 2를 참조하면 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 안쪽 면에 위치하는 두 배향자(11, 21)의 배향 방향(R1, R2)은 서로 실질적으로 평행(parallel)하다. 또한 각 배향자(11, 21)의 배향 방향(R1, R2)도 일정하다.

[0055] 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 오정렬(misalign) 마진을 고려할 때 제1 판(100)의 제1 배향자(11)의 방위각과 제2 판(200)의 제2 배향자(21)의 방위각의 차이는 대략 ± 5 도일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0056] 도 3을 참조하면, 서로 실질적으로 평행하게 배향된 배향자(11, 21)가 형성된 제1 판(100) 및 제2 판(200)을 서로 정렬하고 합착하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)를 형성할 수 있다.

[0057] 도시한 바와 달리 제1 판(100)과 제2 판(200)의 상하 위치는 바뀔 수도 있다.

[0058] 이와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따르면 액정을 포함하는 광 변조 장치(1)의 제1 판(100) 및 제2 판(200)에 형성된 배향자(11, 21)가 서로 평행하며, 각 배향자(11, 21)의 배향 방향이 일정하므로 광 변조 장치의 배향 공정이 간단해지며 복잡한 배향 공정이 필요 없어 광 변조 장치(1)의 제조 공정을 간단히 할 수 있다. 따라서 배향 불량에 따른 광 변조 장치 또는 이를 포함한 광학 장치의 불량을 방지할 수 있다. 이에 따라 광학 변조 장치의 대형화도 용이하다.

[0059] 그러면 앞에서 설명한 도 1 내지 도 3과 함께 도 4 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치의 동작에 대해 설명한다.

[0060] 도 4 및 도 5를 참조하면, 제1 판(100)의 하판 전극(191)과 제2 판(200)의 상판 전극(290) 사이에 전압차가 부여되지 않아 액정층(3)에 전기장이 생성되지 않은 경우 액정 분자(31)는 초기의 선경사를 이루며 배열되어 있다. 도 5는 도 4에 도시한 광 변조 장치(1)의 복수의 하판 전극(191) 중 어느 한 하판 전극(191)에 대응하는 I 선을 따라 잘라 도시한 단면도, 이웃한 두 하판 전극(191) 사이의 공간(G)에 대응하는 II 선을 따라 잘라 도시한 단면도, 그리고 상기 하판 전극(191)에 인접한 하판 전극(191)에 대응하는 III 선을 따라 잘라 도시한 단면도로서, 이를 참조하면 액정 분자(31)의 배열은 대략 일정할 수 있다.

[0061] 도 5 등의 도면에서 액정 분자(31)의 일부가 제1 판(100) 또는 제2 판(200) 영역에 침투한 것으로 도시되어 있는 부분이 있으나 이는 편의상 그렇게 도시된 것으로 실제 제1 판(100) 또는 제2 판(200) 영역에 액정 분자(31)가 침투하여 위치하는 것은 아니며, 이는 이후 도면에서도 마찬가지이다.

[0062] 제1 판(100) 및 제2 판(200)에 인접한 액정 분자(31)는 배향자(11, 21)의 평행한 배향 방향에 따라 초기 배향되므로 제1 판(100)에 인접한 액정 분자(31)의 선경사 방향과 제2 판(200)에 인접한 액정 분자(31)의 선경사 방향은 서로 평행하지 않고 반대이다. 즉, 제1 판(100)에 인접한 액정 분자(31)와 제2 판(200)에 인접한 액정 분자

(31)는 단면도 상에서 액정층(3)의 중앙을 따라 가로로 뺀 가로 중앙선을 기준으로 서로 대칭을 이루는 방향으로 기울어져 있을 수 있다. 예를 들어 제1 판(100)에 인접한 액정 분자(31)가 오른쪽으로 기울어져 있으면 제2 판(200)에 인접한 액정 분자(31)는 왼쪽으로 기울어져 있을 수 있다.

[0063] 도 6 및 도 7을 참조하면, 제1 판(100)의 하판 전극(191)과 제2 판(200)의 상판 전극(290) 사이에 문턱 전압 이상의 전압차가 부여되어 액정층(3)에 전기장이 생성된 직후에는 음의 유전율 이방성을 가지는 액정 분자(31)는 전기장의 방향에 수직인 방향으로 기울어지려 한다. 따라서 도 6 및 도 7에 도시한 바와 같이 액정 분자(31)는 대부분 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 액정 분자(31)의 장축이 평면상 회전되며 배열된다. 평면상(in-plane) 배열이란 액정 분자(31)의 장축이 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 평행하도록 배열되는 것을 의미한다.

[0064] 이때 액정 분자(31)의 평면상(in-plane)에서의 회전각, 즉 방위각(azimuthal angle)은 대응하는 하판 전극(191) 및 상판 전극(290)에 인가되는 전압에 따라 달라질 수 있으며, 결국 x축 방향의 위치에 따라 나선형(spiral)으로 변할 수 있다.

[0065] 그러면 앞에서 설명한 도면들과 함께 도 8 내지 도 12를 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)를 이용하여 순 위상경사를 구현하는 방법에 대해 설명한다.

[0066] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 액정을 포함하는 광 변조 장치(1)를 도시하며 앞에서 설명한 실시 예와 동일한 구조를 가질 수 있다. 광 변조 장치(1)는 복수의 단위 영역(unit)을 포함하고, 각 단위 영역(unit)은 적어도 하나의 하판 전극(191)을 포함할 수 있다. 본 실시 예에서는 각 단위 영역(unit)이 하나의 하판 전극(191)을 포함하는 예를 중심으로 설명하며, 이웃한 두 단위 영역(unit)에 각각 위치하는 두 하판 전극(191b, 191c)을 중심으로 살펴본다. 두 하판 전극(191b, 191c)을 각각 제2 전극(191b) 및 제3 전극(191c)이라 한다.

[0067] 도 10의 위쪽 그림을 참조하면, 제2 및 제3 전극(191b, 191c)과 상판 전극(290)에 전압이 인가되지 않았을 때 액정 분자(31)는 제2 판(100) 및 제2 판(200)의 평면에 대략 수직인 방향으로 초기 배향되어 있으며, 앞에서 설명한 바와 같이 제2 판(100) 및 제2 판(200)의 배향 방향에 따라 선경사를 이룰 수 있다. 이때 제2 및 제3 전극(191b, 191c)에 상판 전극(290)의 전압을 기준으로 0V의 전압이 인가될 수도 있고, 액정 분자(31)의 배열이 바뀌기 시작하는 문턱 전압(V_{th}) 이하의 전압이 인가될 수도 있다.

[0068] 도 9를 참조하면, 먼저 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)가 순 위상경사를 구현하기 위해 한 프레임 동안 이웃한 하판 전극(191b, 191c) 및 상판 전극(290)은 제2 스텝(step1)의 구동 신호를 인가받을 수 있다. 제2 스텝(step1)에서는 제2 판(100)의 하판 전극(191b, 191c)과 제2 판(200)의 상판 전극(290) 사이에 전압차가 형성되면서 인접한 제2 전극(191b)과 제3 전극(191c) 사이에도 전압차가 형성된다. 예를 들어 제3 전극(191c)에 인가되는 제2 전압의 절대치의 크기가 제2 전극(191b)에 인가되는 제2 전압의 절대치보다 클 수 있다. 또한 상판 전극(290)에 인가되는 제3 전압은 하판 전극(191b, 191c)에 인가되는 제2 전압 및 제2 전압과 다르다. 예를 들어 상판 전극(290)에 인가되는 제3 전압은 제2 및 제3 전극(191b, 191c)에 인가되는 제2 전압의 절대치 및 제2 전압의 절대치보다 작을 수 있다. 예를 들어 제2 전극(191b)에 4V, 제3 전극(191c)에 6V, 그리고 상판 전극(290)에 0V의 전압이 인가될 수 있다.

[0069] 도시한 바와 달리 단위 영역(unit)이 복수의 하판 전극(191)을 포함하는 경우, 하나의 단위 영역(unit)의 복수의 하판 전극(191)에는 모두 동일한 전압이 인가될 수도 있고 적어도 하나의 하판 전극(191)을 단위로 순차적으로 변하는 전압이 인가될 수도 있다. 이때 이웃한 단위 영역(unit)의 경계를 기준으로 한쪽 단위 영역(unit)의 하판 전극(191)에는 적어도 하나의 하판 전극(191)을 단위로 점차적으로 증가하는 전압이 인가될 수 있고 다른 쪽 단위 영역(unit)의 하판 전극(191)에는 적어도 하나의 하판 전극(191)을 단위로 점차적으로 감소하는 전압이 인가될 수 있다.

[0070] 모든 단위 영역(unit)의 하판 전극(191)에 인가되는 전압은 상판 전극(290)의 전압을 기준으로 정극성 또는 부극성으로 일정한 극성을 가질 수 있다. 또한 하판 전극(191)에 인가되는 전압의 극성은 적어도 한 프레임을 주기로 반전될 수 있다.

[0071] 그러면 도 10의 아래쪽 그림 및 도 11과 같이 액정 분자(31)가 액정층(3)에 생성된 전기장에 따라 재배열된다. 구체적으로 액정 분자(31)는 대부분 제2 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 장축이 평면상 회전되어 도 11 및 도 12에 도시한 바와 같이 나선형(spiral) 배열을 이루며, 더 구체적으로 u자형 배열을 이룬다. 액정 분자(31)는 하판 전극(191)의 피치를 주기로 액정 분자(31)의 장축의 방위각이 대략 0도부터 대략 180도까지 변화할 수 있다. 액정 분자(31)의 장축의 방위각이 대략 0

도부터 대략 180도까지 변화하는 부분이 하나의 u자형 배열을 형성할 수 있다.

- [0072] 광 변조 장치(1)가 제2 스텝(step1)의 구동 신호를 인가받은 후 액정 분자(31)의 배열이 안정화되기까지 일정 시간이 걸릴 수 있으며 순 위상경사를 형성하는 광 변조 장치(1)는 도 9에 도시한 바와 달리 제2 스텝(step1)의 구동 신호를 지속적으로 인가받을 수 있다.
- [0073] 도 11을 참조하면, 액정 분자(31)가 x축 방향을 따라 180도 회전하며 배열되는 영역을 하나의 단위 영역(unit)으로 정의할 수 있다. 본 실시 예의 경우 하나의 단위 영역(unit)은 제2 전극(191b) 및 그에 인접하는 제3 전극(191c)과의 사이의 공간(G)을 포함할 수 있다.
- [0074] 앞에서 설명한 바와 같이 광 변조 장치(1)가 [수학식1]을 만족하여 대략 반과장판으로 구현될 경우 입사된 원편광된 빛의 회전 방향이 반대로 바뀐다. 도 11은 예를 들어 우원편광된 빛이 광 변조 장치(1)에 입사된 경우 x축 방향의 위치에 따른 위상 변화를 나타낸다. 광 변조 장치(1)를 통과한 우원편광된 빛은 좌원편광된 빛으로 바뀌어 출사되며, 액정층(3)의 위상 지연값이 x축 방향에 따라 다르므로 출사되는 원편광된 빛의 위상도 연속적으로 바뀐다.
- [0075] 일반적으로 반과장판의 광축이 평면상(in-plane) Φ 만큼 회전(rotation)하면 출력되는 광의 위상은 2Φ 만큼 변하므로 도 11에 도시한 바와 같이 액정 분자(31)의 장축의 방위각이 180도 변하는 하나의 단위 영역(unit)에서 출사되는 빛의 위상은 x축 방향을 따라 0부터 2π (radian)까지 변한다.
- [0076] 이를 순 위상경사라 하기로 한다. 이러한 위상 변화는 단위 영역(unit)마다 반복될 수 있고, 이러한 광 변조 장치(1)를 이용해 빛의 방향을 바꾸는 렌즈의 순 위상경사 부분을 구현할 수 있다.
- [0077] 그러면 앞에서 설명한 도면들과 함께 도 13 내지 도 16을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)가 도 11에 도시한 바와 같은 순 위상경사를 구현하는 방법에 대해 설명한다.
- [0078] 본 실시 예에서는 이웃한 두 단위 영역(unit)에 각각 위치하는 두 하판 전극(191e, 191f)을 중심으로 살펴본다. 두 하판 전극(191e, 191f)을 각각 제5 전극(191e) 및 제6 전극(191f)이라 한다.
- [0079] 도 13은 광 변조 장치(1)의 제1 판(100)의 제5 및 제6 전극(191e, 191f)과 제2 판(200)의 상판 전극(290) 사이에 전압차를 부여하기 전의 액정 분자(31)의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 VII 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다. 도 13 내지 도 16에서는 앞에서 설명한 도면들과 달리 수평 방향으로 한 단위 영역(unit) 이동한 부분을 도시한다.
- [0080] 액정 분자(31)는 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 평면에 대략 수직인 방향으로 초기 배향되어 있으며, 앞에서 설명한 바와 같이 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 배향 방향(R1, R2)에 따라 선경사를 이룰 수 있다. 액정층(3)에 등전위선(VL)을 도시하였다.
- [0081] 도 14는 광 변조 장치(1)의 제1 판(100)의 제5 및 제6 전극(191e, 191f)과 제2 판(200)의 상판 전극(290)에 제1 스텝(step1)의 구동 신호를 인가한 직후의 액정 분자(31)의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI선을 따라 잘라 도시한 단면도이며, 한 단위 영역(unit) 수평 이동한 부분을 도시한다. 제1 판(100)과 제2 판(200) 사이에 전기장(E)이 생성되고 이에 따른 등전위선(VL)이 표시된다. 이때 제5 및 제6 전극(191e, 191f)은 가장자리 변을 가지므로 도 14에 도시한 바와 같이 제5 및 제6 전극(191e, 191f)의 가장자리 변과 상판 전극(290) 사이에는 프린지 필드(fringe field)가 형성된다.
- [0082] 제1 스텝(step1)의 구동 신호가 제5 및 제6 전극(191e, 191f)과 상판 전극(290)에 인가된 직후 제6 전극(191f)을 포함하는 단위 영역(unit)의 액정층(3)에서는 제1 판(100)에 인접한 영역(D1)에서의 전기장의 세기가 제2 판(200)에 인접한 영역(S1)에서의 전기장 세기보다 크고, 제5 전극(191e)을 포함하는 단위 영역(unit)의 액정층(3)에서는 제1 판(100)에 인접한 영역(S2)에서의 전기장의 세기가 제2 판(200)에 인접한 영역(D2)에서의 전기장 세기보다 약하다.
- [0083] 이웃한 두 단위 영역(unit)의 제5 전극(191e)과 제6 전극(191f)에 인가되는 전압에도 차이가 있으므로 도 14에 도시한 바와 같이 제5 전극(191e)에 인접한 영역(S2)에서의 전기장 세기가 제6 전극(191f)에 인접한 영역(D1)에서의 전기장 세기보다 약할 수 있다. 이를 위해 앞에서 설명한 도 9에 도시한 바와 같이 제6 전극(191f)에 인가되는 전압이 제5 전극(191e)에 인가되는 전압보다 클 수 있다. 상판 전극(290)에는 제5 및 제6 전극(191e, 191f)에 인가되는 전압과 다른 전압, 더 구체적으로 제5 및 제6 전극(191e, 191f)에 인가되는 전압보다 작은 전압이 인가될 수 있다.

- [0084] 도 15는 도 8에 도시한 광 변조 장치(1)에 제1 스텝(step1)의 구동 신호를 인가한 후 액정층(3)에 생성된 전기장(E)에 반응하는 액정 분자(31)의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI선을 따라 잘라 도시한 단면도이며, 한 단위 영역(unit) 수평 이동한 부분을 도시한다. 앞에서 설명한 바와 같이 제6 전극(191f)에 대응하는 액정층(3)에서는 제6 전극(191f)에 인접한 영역(D1)에서의 전기장이 가장 세므로 이 영역(D1)의 액정 분자(31)의 기울어지는 방향이 결국 제6 전극(191f)에 대응하는 액정 분자(31)의 평면상(in-plane) 배열 방향을 결정한다. 따라서 제6 전극(191f)에 대응하는 영역에서는 제1 판(100)에 인접한 액정 분자(31)의 초기 선경사 방향으로 액정 분자(31)가 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이룬다.
- [0085] 이와 반대로, 제5 전극(191e)에 대응하는 액정층(3)에서는 제5 전극(191e)이 아닌 이와 마주하는 상판 전극(290)에 인접한 영역(D2)에서의 전기장이 가장 세므로 이 영역(D2)의 액정 분자(31)의 기울어지는 방향이 결국 액정 분자(31)의 평면상(in-plane) 배열 방향을 결정한다. 따라서 제5 전극(191e)에 대응하는 영역에서는 제2 판(200)에 인접한 액정 분자(31)의 초기 선경사 방향으로 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이룬다. 제1 판(100)에 인접한 액정 분자(31)의 초기 선경사 방향과 제2 판(200)에 인접한 액정 분자(31)의 초기 선경사 방향은 서로 반대이므로 제5 전극(191e)에 대응하는 액정 분자(31)의 기울어지는 방향은 제6 전극(191f)에 대응하는 액정 분자(31)의 기울어지는 방향과 반대가 된다.
- [0086] 도 16은 도 8에 도시한 광 변조 장치(1)에 제1 스텝(step1)의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자(31)의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VI선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 VII선을 따라 잘라 도시한 단면도며, 한 단위 영역(unit) 수평 이동한 부분을 도시한다. 제5 전극(191e)에 대응하는 액정 분자(31)의 평면상(in-plane) 배열 방향은 제6 전극(191f)에 대응하는 액정 분자(31)의 평면상 배열 방향과 반대이며, 인접한 제5 전극(191e) 및 제6 전극(191f) 사이의 공간(G)에 대응하는 액정 분자(31)는 x축 방향을 따라 연속적으로 회전하여 나선형(spiral) 배열을 이룬다.
- [0087] 최종적으로 광 변조 장치(1)의 액정층(3)은 입사광에 대해 x축 방향을 따라 변화하는 위상 지연을 부여할 수 있다.
- [0088] 도 16을 참조하면, 액정 분자(31)가 x축 방향을 따라 180도 회전하며 배열되는 영역을 하나의 단위 영역(unit)으로 정의되고, 하나의 단위 영역은 하나의 하판 전극(191e)과 그에 인접하는 다른 하판 전극(191f)과의 사이의 공간(G)을 포함할 수 있다. 예를 들어 우원편광된 빛이 본 발명의 일 실시 예와 같은 순 위상경사를 형성한 광 변조 장치(1)에 입사된 경우 x축 방향의 위치에 따른 위상 변화를 나타내고, 우원편광된 빛은 좌원편광된 빛으로 바뀌어 출사되며, 액정층(3)의 위상 지연값이 x축 방향에 따라 다르므로 출사되는 원편광된 빛의 위상도 연속적으로 바뀐다.
- [0089] 이제 앞에서 설명한 도면들, 특히 도 9 내지 도 11과 함께 도 17 내지 도 19를 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)를 이용하여 역 위상경사를 구현하는 방법에 대해 설명한다.
- [0090] 도 17의 좌상 그림을 참조하면, 제5 및 제6 전극(191e, 191f)과 상판 전극(290)에 전압이 인가되지 않았을 때 액정 분자(31)는 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 평면에 대략 수직인 방향으로 초기 배향되어 있으며, 앞에서 설명한 바와 같이 제1 판(100) 및 제2 판(200)의 배향 방향에 따라 선경사를 이룰 수 있다.
- [0091] 앞에서 설명한 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)가 제1 스텝(step1)의 구동 신호를 인가받은 후 일정 시간(예를 들어 50ms)이 지난 후 하판 전극(191e, 191f) 및 상판 전극(290)은 제2 스텝(step2)의 구동 신호를 인가받을 수 있다.
- [0092] 제2 스텝(step2)에서는 이웃한 제5 전극(191e)과 제6 전극(191f)에 상판 전극(290)에 인가되는 전압을 기준으로 반대 극성의 전압을 인가할 수 있다. 예를 들어 제5 전극(191e)에는 상판 전극(290)의 전압을 기준으로 -6V의 전압이 인가되고 제6 전극(191f)에는 6V의 전압이 인가될 수 있고, 이와 반대일 수도 있다.
- [0093] 그러면 도 17의 좌하 그림에 도시한 바와 같이 등전위선(VL)이 형성되고 제5 및 제6 전극(191e, 191f) 사이의 공간(G)에 대응하는 영역(A)의 액정 분자(31)가 기관(100, 200)에 대략 수직인 방향으로 배열되고 평면상 나선형 배열이 깨진다.
- [0094] 제2 스텝(step2)의 구간은 예를 들어 20ms일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0095] 도시한 바와 달리 단위 영역(unit)이 복수의 하판 전극(191)을 포함하는 경우, 하나의 단위 영역(unit)의 복수의 하판 전극(191)에는 모두 동일한 전압이 인가될 수도 있고 적어도 하나의 하판 전극(191)을 단위로 순차적으로 변화하는 전압이 인가될 수도 있다. 이웃한 단위 영역(unit)의 하판 전극(191)에 인가되는 전압은 상판 전극

(290)의 전압을 기준으로 서로 반대의 극성의 전압이 인가될 수 있다. 또한 하판 전극(191)에 인가되는 전압의 극성은 적어도 한 프레임을 주기로 반전될 수 있다.

- [0096] 다음, 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)가 제2 스텝(step2)의 구동 신호를 인가받은 후 일정 시간(예를 들어 20ms)이 지난 후 하판 전극(191e, 191f) 및 상판 전극(290)은 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 인가 받고 해당 프레임의 나머지 구간 동안 유지할 수 있다.
- [0097] 제3 스텝(step3)에서 하판 전극(191e, 191f) 및 상판 전극(290)에 인가되는 전압 레벨은 제1 스텝(step1)에서와 유사하나 제5 전극(191e)과 제6 전극(191f)에 인가되는 전압의 상대적인 크기가 반대로 바뀔 수 있다. 즉, 제1 스텝(step1)에서 제5 전극(191e)에 인가된 전압이 제6 전극(191f)에 인가된 전압보다 작았다면, 제3 스텝(step3)에서는 제5 전극(191e)에 인가된 전압이 제6 전극(191f)에 인가된 전압보다 클 수 있다. 예를 들어 제3 스텝(step3)에서 제5 전극(191e)에 10V, 제6 전극(191f)에 6V, 그리고 상판 전극(290)에 0V의 전압이 인가될 수 있다.
- [0098] 그러면 도 17의 우하 그림과 같이 액정 분자(31)가 액정층(3)에 생성된 전기장에 따라 재배열된다. 구체적으로 액정 분자(31)는 대부분 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 장축이 평면상 회전되어 도 18 및 도 19에 도시한 바와 같이 나선형(spiral) 배열을 이루며, 더 구체적으로 n자형 배열을 이룬다. 액정 분자(31)는 하판 전극(191)의 피치를 주기로 액정 분자(31)의 장축의 방위각이 대략 180도부터 대략 0도까지 변화할 수 있다. 액정 분자(31)의 장축의 방위각이 대략 180도부터 대략 0도까지 변화하는 부분이 하나의 n자형 배열을 형성할 수 있다.
- [0099] 광 변조 장치(1)가 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 인가받은 후 액정 분자(31)의 배열이 안정화되기까지 일정 시간이 걸릴 수 있으며 역 위상경사를 형성하는 광 변조 장치(1)는 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 지속적으로 인가받을 수 있다.
- [0100] 앞에서 설명한 바와 같이 광 변조 장치(1)가 [수학식1]을 만족하여 대략 반과장판으로 구현될 경우 입사된 원편광된 빛의 회전 방향이 반대로 바뀐다. 도 18은 예를 들어 우원편광된 빛이 광 변조 장치(1)에 입사된 경우 x축 방향의 위치에 따른 위상 변화를 나타낸다. 광 변조 장치(1)를 통과한 우원편광된 빛은 좌원편광된 빛으로 바뀌어 출사되며, 액정층(3)의 위상 지연값이 x축 방향에 따라 다르므로 출사되는 원편광된 빛의 위상도 연속적으로 바뀐다.
- [0101] 일반적으로 반과장판의 광축이 평면상(in-plane) Φ 만큼 회전(rotation)하면 출력되는 광의 위상은 2Φ 만큼 변하므로 도 18에 도시한 바와 같이 액정 분자(31)의 장축의 방위각이 180도 변하는 하나의 단위 영역(unit)에서 출사되는 빛의 위상은 x축 방향을 따라 2π (radian)부터 0까지 변한다. 이를 역 위상경사라 한다. 이러한 위상 변화는 단위 영역(unit)마다 반복될 수 있고, 이러한 광 변조 장치(1)를 이용해 빛의 방향을 바꾸는 렌즈의 역 위상경사 부분을 구현할 수 있다.
- [0102] 역 위상경사를 구현하는 방법은 순 위상경사를 구현하는 방법과 그 원리가 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0103] 이와 같이 본 발명의 실시 예에 따르면 구동 신호의 인가 방법에 따라 액정 분자(31)의 평면상 회전각을 용이하게 조절하여 광 위상을 다양하게 변조시킬 수 있고, 다양한 빛의 회전각을 형성할 수 있다.
- [0104] 다음으로, 도 20 내지 도 22를 참조하여 순 위상경사와 역 위상경사가 연결되는 렌즈의 중앙부를 구현하는 방법에 대해 설명한다.
- [0105] 본 실시 예에서는 이웃한 세 단위 영역(unit)에 각각 위치하는 세 하판 전극(191c, 191d, 191e)을 중심으로 살펴본다. 세 하판 전극(191c, 191d, 191e)을 각각 제3 전극(191c), 제4 전극(191d) 및 제5 전극(191e)이라 한다.
- [0106] 도 20은 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VIII 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 IX 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- [0107] 도 21은 제4 스텝(step4)의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VIII 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 IX 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- [0108] 도 22는 제5 스텝(step5)의 구동 신호를 인가한 후 안정된 액정 분자의 배열을 나타낸 단면도로서 도 8의 VIII 선을 따라 잘라 도시한 단면도 및 IX 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

- [0109] 도 20에 도시한 바와 같이, 제1 스텝(step1) 내지 제3 스텝(step3)에서 제1 전극(191a), 제3 전극(191c)에 제2 전극(191b)보다 큰 전압이 인가되어, 제4 전극(191d) 좌측 영역의 액정 분자(31)가 액정층(3)에 생성된 전기장에 따라 재배열된다.
- [0110] 구체적으로 제4 전극(191d) 좌측 영역의 액정 분자(31)는 대부분 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 장축이 평면상 회전되어 도 11에 도시한 바와 같이 나선형(spiral) 배열을 이루며, 더 구체적으로 u자형 배열을 이룬다.
- [0111] 그리고, 제1 스텝(step1)에서 제5 및 제7 전극(191e, 191g)에 제6 전극(191f)보다 큰 전압이 인가된 후, 제2 스텝(step2)에서 제5 및 제7 전극(191e, 191g)과 제6 전극(191f)에 상판 전극(290)에 인가되는 전압을 기준으로 반대 극성의 전압을 인가하고, 제3 스텝(step3)에서 하판 전극(191e, 191f, 191g) 및 상판 전극(290)에 인가되는 전압 레벨은 제1 스텝(step1)에서와 유사하나 제5 및 제7 전극(191e, 191g)과 제6 전극(191f)에 인가되는 전압의 상대적인 크기가 반대로 바뀔 수 있다.
- [0112] 그러면, 제4 전극(191d) 우측 영역의 액정 분자(31)가 액정층(3)에 생성된 전기장에 따라 재배열된다. 구체적으로 제4 전극(191d) 우측 영역의 액정 분자(31)는 대부분 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 장축이 평면상 회전되어 도 18 및 도 19에 도시한 바와 같이 나선형(spiral) 배열을 이루며, 더 구체적으로 n자형 배열을 이룬다.
- [0113] 그리고, 제3 스텝(step3)에서 제4 전극(191d)에는 제3 및 제5 전극(191c, 191e)에 인가되는 전압보다 작은 전압이 인가된다. 예를 들어 제3 전극(191c)에는 상판 전극(290)의 전압을 기준으로 +6V의 전압이 인가되고 제5 전극(191e)에는 10V의 전압이 인가될 수 있다. 그리고, 제4 전극(191d)에는 0V의 전압이 인가될 수 있다. 그러면, 제4 전극(191d)에 대응하는 영역의 액정 분자(31)가 제2 판(200) 및 제1 판(100)에 대해 대략 수직으로 배열된다.
- [0114] 앞에서 설명한 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)가 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 인가받은 후 일정 시간(예를 들어 180ms)이 지난 후 하판 전극(191c, 191d, 191e) 및 상판 전극(290)은 제4 스텝(step4)의 구동 신호를 인가받을 수 있다.
- [0115] 제4 스텝(step4)에서 제3 및 제4 전극(191c, 191d)에 인가되는 전압의 상대적인 크기가 반대로 바뀔 수 있다. 그리고, 제4 및 제5 전극(191d, 191e)에 인가되는 전압의 상대적인 크기는 유지될 수 있다.
- [0116] 즉, 제3 스텝(step3)에서 제4 전극(191d)에 인가된 전압이 제3 전극(191c)에 인가된 전압보다 작았다면, 제4 스텝(step4)에서는 제4 전극(191d)에 인가된 전압이 제3 전극(191c)에 인가된 전압보다 클 수 있다.
- [0117] 또한, 제3 스텝(step3) 및 제4 스텝(step4)에서는 제5 전극(191e)에 인가된 전압이 제4 전극(191d)에 인가된 전압보다 클 수 있다. 예를 들어 제4 스텝(step4)에서 제5 전극(191e)에 13V, 제4 전극(191d)에 10V, 제3 전극(191c)에 0V, 그리고 상판 전극(290)에 0V의 전압이 인가될 수 있다.
- [0118] 그러면 도 21과 같이 액정 분자(31)가 액정층(3)에 생성된 전기장에 따라 재배열된다. 구체적으로 제4 전극(191d)에 대응하는 영역의 액정 분자(31)는 대부분 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 장축이 평면상 회전되어 x축과 평행한(parallel) 배열을 이룬다. 그리고, 제3 전극(191c)에 대응하는 영역의 액정 분자(31)는 액정 분자(31)는 제2 판(200) 및 제1 판(100)에 대해 대략 수직으로 배열된다.
- [0119] 다음, 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)가 제4 스텝(step4)의 구동 신호를 인가받은 후 일정 시간(예를 들어 50ms)이 지난 후 하판 전극(191c, 191d, 191e) 및 상판 전극(290)은 제5 스텝(step5)의 구동 신호를 인가받고 해당 프레임의 나머지 구간 동안 유지할 수 있다.
- [0120] 제5 스텝(step5)에서는 제2 전극(191b)에 인가되는 전압보다 상대적으로 크고, 제4 전극(191d)에 인가되는 전압보다 상대적으로 작은 전압이 제3 전극(191c)에 인가될 수 있다. 예를 들어 상판 전극(290)의 전압을 기준으로 제2 전극(191b)에 4V, 제4 전극(191d)에 10V가 인가되는 경우, 제3 전극(191c)에는 5V의 전압이 인가될 수 있다.
- [0121] 그러면 도 22와 같이 제3 전극(191c)에 대응하는 영역의 액정 분자(31)가 액정층(3)에 생성된 전기장에 따라 재배열된다. 제3 전극(191c)에는 5V가 인가되어, 제3 전극(191c)으로부터 4V가 인가된 제2 전극(191b) 방향으로 전기장이 더 형성될 수 있다. 구체적으로 제3 전극(191c)에 대응하는 영역의 액정 분자(31)는 대부분 제1 판(100) 또는 제2 판(200)의 표면에 대략 평행하게 기울어져 평면상(in-plane) 배열을 이루며 장축이 평면상 회전

되어 나선형(spiral) 배열을 이루며, 더 구체적으로 u자형 배열을 이룬다.

- [0122] 이와 같이 본 발명의 실시 예에 따르면 구동 신호의 인가 방법에 따라 액정 분자(31)의 평면상 회전각을 용이하게 조절하여 광 위상을 다양하게 변조시킬 수 있고, 다양한 빛의 회절각을 형성할 수 있다.
- [0123] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면 렌즈 중앙부의 위상을 평탄하게 형성할 수 있어, 렌즈 중앙을 기준으로 좌측과 순 위상경사와 우측의 역 위상경사가 부드럽게 연결될 수 있다.
- [0124] 도 23은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치를 통과한 빛의 위치에 따른 위상 변화를 나타낸 시뮬레이션 그래프이다. 도 23을 참조하면, 광 변조 장치(1)에 앞에서 설명한 제1 스텝(step1) 구동 신호를 인가하면 B 부분과 같이 위치에 따라 순 위상경사가 구현됨을 확인할 수 있다.
- [0125] 앞에서 설명한 제1 스텝(step1) 내지 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 순차적으로 광 변조 장치(1)에 인가하면 C 부분과 같이 위치에 따라 역 위상경사가 구현됨을 확인할 수 있다.
- [0126] 앞에서 설명한 제1 스텝(step1) 내지 제5 스텝(step5)의 구동 신호를 순차적으로 광 변조 장치(1)에 인가하면 D 부분과 같이 위치에 따라 평탄한 위상경사가 구현됨을 확인할 수 있다.
- [0127] 도 24는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치를 이용하여 구현할 수 있는 렌즈의 위치에 따른 위상 변화를 나타내는 도면이다. 광 변조 장치(1)는 앞에서 설명한 바와 같이 위치에 따라 구동 신호의 인가 방식을 달리 하여 순 위상경사와 역 위상경사를 모두 구현할 수 있으므로 렌즈를 형성할 수 있다.
- [0128] 도 24는 광 변조 장치(1)가 구현할 수 있는 렌즈의 예로서 프레넬 렌즈(Fresnel lens)의 위치에 따른 위상 변화를 나타낸다. 프레넬 렌즈는 프레넬 존 플레이트(Fresnel zone plate)의 광학적 특성을 이용한 렌즈로서 위상 분포가 주기적으로 반복되어 유효 위상 지연이 고체 블록 렌즈 또는 그린 렌즈와 동일하거나 유사할 수 있다.
- [0129] 도 24에 도시한 바와 같이 하나의 프레넬 렌즈의 중심(0)을 기준으로 좌측 부분(La)은 x축 방향의 폭이 다를 수 있는 복수의 순 위상경사 영역을 포함하고, 우측 부분(Lb)은 x축 방향의 폭이 다를 수 있는 복수의 역 위상경사 영역을 포함한다. 따라서 프레넬 렌즈의 좌측 부분(La)에 대응하는 광 변조 장치(1)의 부분은 앞에서 설명한 제1 스텝(step1)의 구동 신호만을 인가하여 순 위상경사를 형성할 수 있고, 프레넬 렌즈의 우측 부분(Lb)에 대응하는 광 변조 장치(1)의 부분은 앞에서 설명한 제1 스텝(step1), 제2 스텝(step2) 및 제3 스텝(step3)의 구동 신호를 순차적으로 인가하여 역 위상경사를 형성할 수 있다. 또한, 프레넬 렌즈의 중심(0)에 대응하는 광 변조 장치(1)의 부분은 앞에서 설명한 제1 스텝(step1) 내지 제5 스텝(step5)의 구동 신호를 순차적으로 인가하여 평탄한 위상경사를 형성할 수 있다.
- [0130] 프레넬 렌즈의 좌측 부분(La)이 포함하는 복수의 순 위상경사는 위치에 따라 다른 폭을 가질 수 있는데, 이를 위해 각 순 위상경사 부분에 대응하는 광 변조 장치(1)의 하판 전극(191)의 폭 및/또는 한 단위 영역(unit)에 포함되는 하판 전극(191)의 수 등을 적절히 조절할 수 있다. 마찬가지로 프레넬 렌즈의 우측 부분(Lb)이 포함하는 복수의 역 위상경사는 위치에 따라 다른 폭을 가질 수 있는데, 이를 위해 각 역 위상경사 부분에 대응하는 광 변조 장치(1)의 하판 전극(191)의 폭 및/또는 한 단위 영역(unit)에 포함되는 하판 전극(191)의 수 등을 적절히 조절할 수 있다.
- [0131] 하판 전극(191) 및 상판 전극(290)에 인가되는 전압을 조절하면 프레넬 렌즈의 위상 곡률도 변경할 수 있다.
- [0132] 도 25 및 도 26은 각각 본 발명의 일 실시 예에 따른 광 변조 장치(1)를 이용한 광학 장치의 한 예로서 입체 영상 표시 장치의 구조 및 2차원 영상 및 3차원 영상을 표시하는 방법을 보여준다.
- [0133] 본 발명의 일 실시 예에 따른 광학 장치는 입체 영상 표시 장치로서 표시판(300), 그리고 표시판(300)의 영상이 표시되는 전면 앞에 위치하는 광 변조 장치(1)를 포함할 수 있다. 표시판(300)은 영상을 표시하는 복수의 화소를 포함하며, 복수의 화소는 행렬 형태로 배열되어 있을 수 있다.
- [0134] 표시판(300)은 2차원 모드에서는 도 25에 도시한 바와 같이 표시판(300)이 표시하는 각 프레임의 2차원 영상을 표시하고, 3차원 모드에서는 도 26에 도시한 바와 같이 우안용 영상, 좌안용 영상 등 여러 시점에 해당하는 영상을 공간 분할 방식으로 분할하여 표시할 수 있다. 3차원 모드에서 복수의 화소 중 일부는 어느 한 시점에 대응하는 영상을 표시할 수 있고, 다른 일부는 다른 시점에 대응하는 영상을 표시할 수 있다. 시점의 개수는 2개 이상일 수 있다.
- [0135] 광 변조 장치(1)는 복수의 순 위상경사 부분과 복수의 역 위상경사 부분을 포함하는 프레넬 렌즈를 반복적으로 구현하여 표시판(300)에서 표시된 영상을 시점 별로 분할할 수 있다.

[0136] 광 변조 장치(1)는 스위칭 온/오프가 가능할 수 있다. 광 변조 장치(1)가 온(on)되면 입체 영상 표시 장치는 3차원 모드로 동작하며, 도 24에 도시한 바와 같이 표시판(300)이 표시하는 영상을 굴절시켜 해당 시점에 영상이 표시되도록 하는 복수의 프레넬 렌즈를 형성할 수 있다. 반면, 광 변조 장치(1)가 오프(off)되면 도 25에 도시한 바와 같이 표시판(300)이 표시하는 영상이 굴절되지 않고 통과하여 2차원 영상이 관찰될 수 있다.

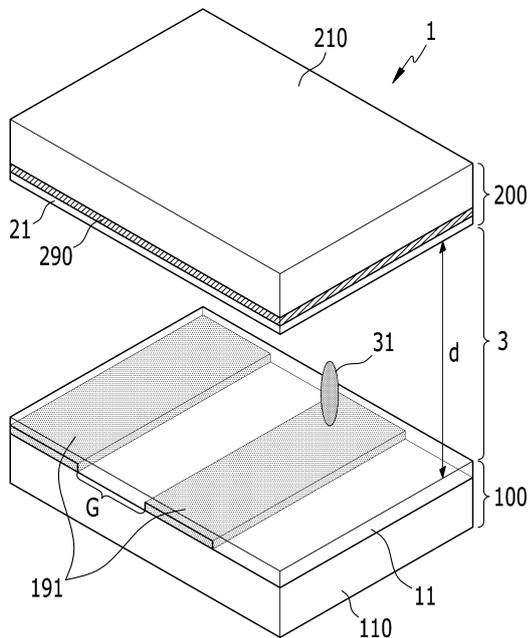
[0137] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

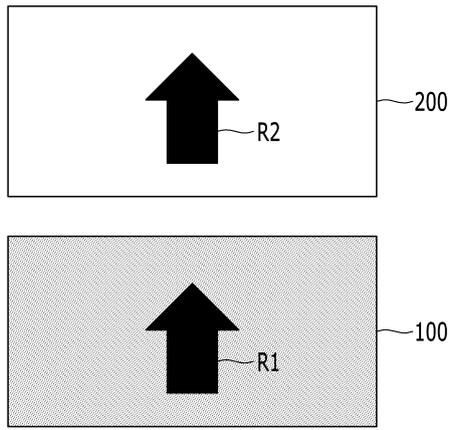
- [0138] 3: 액정층
- 11, 21: 배향자
- 31: 액정 분자
- 100: 제1 판
- 110, 210: 기판
- 191, 191a, 191b, 191c, 191d, 191e, 191f, 191g: 하판 전극
- 200: 제2 판
- 290: 상판 전극

도면

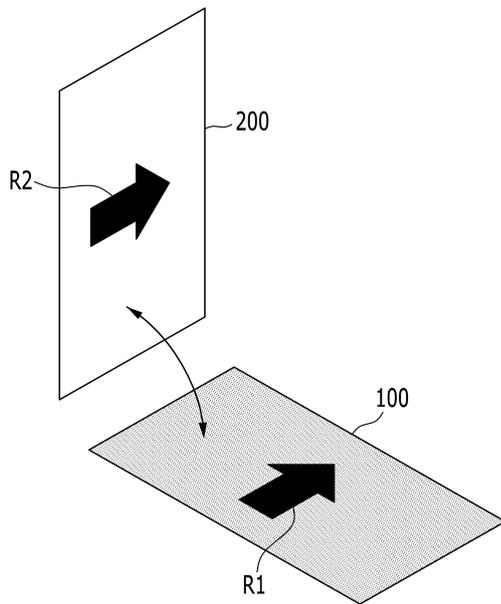
도면1



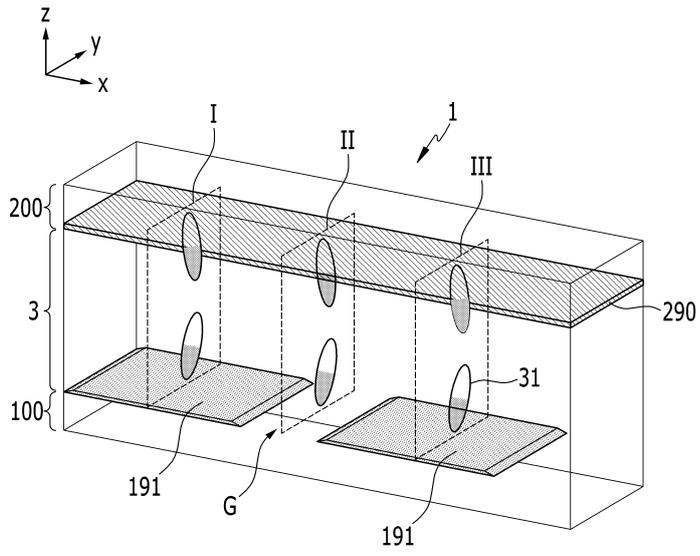
도면2



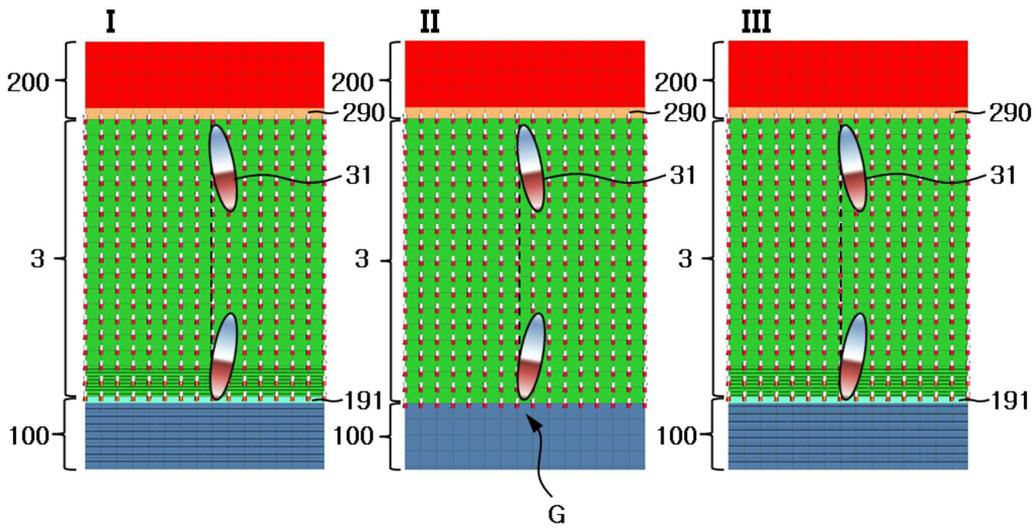
도면3



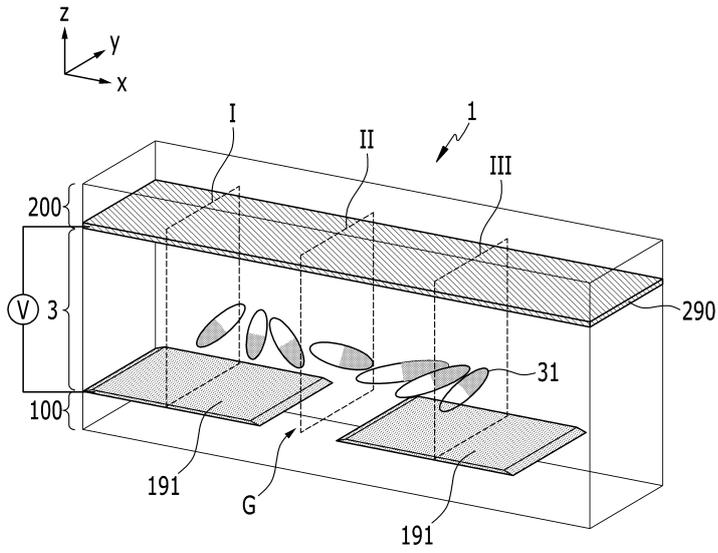
도면4



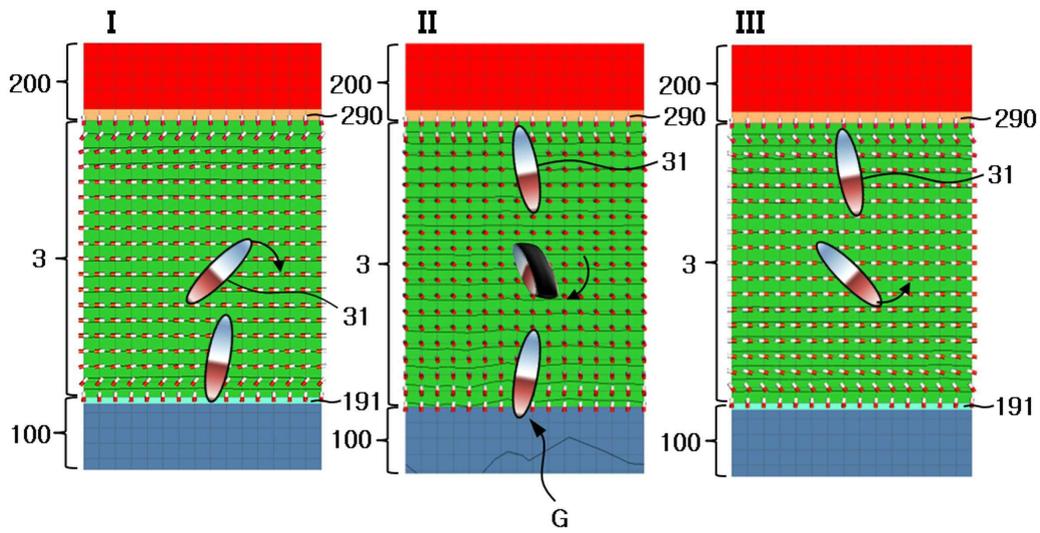
도면5



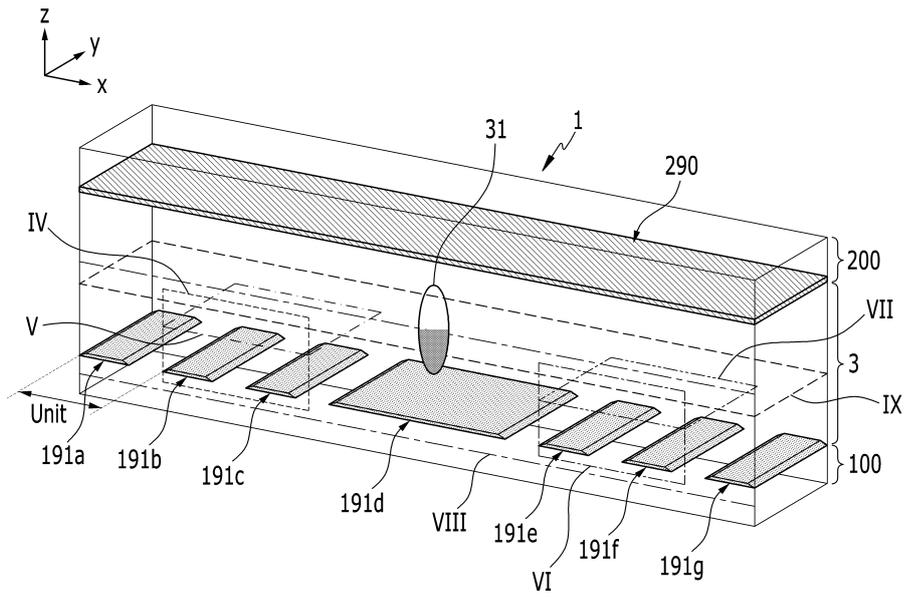
도면6



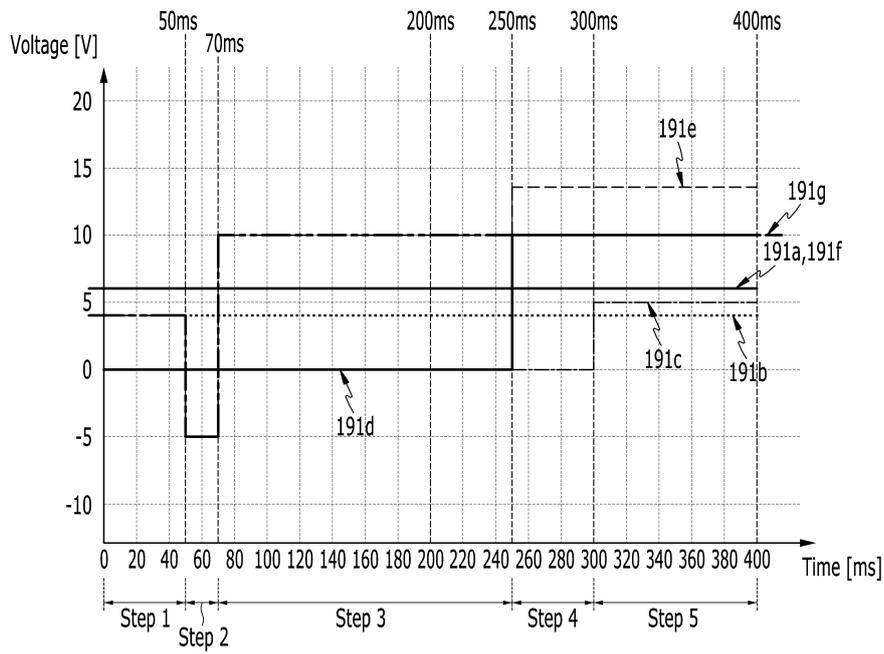
도면7



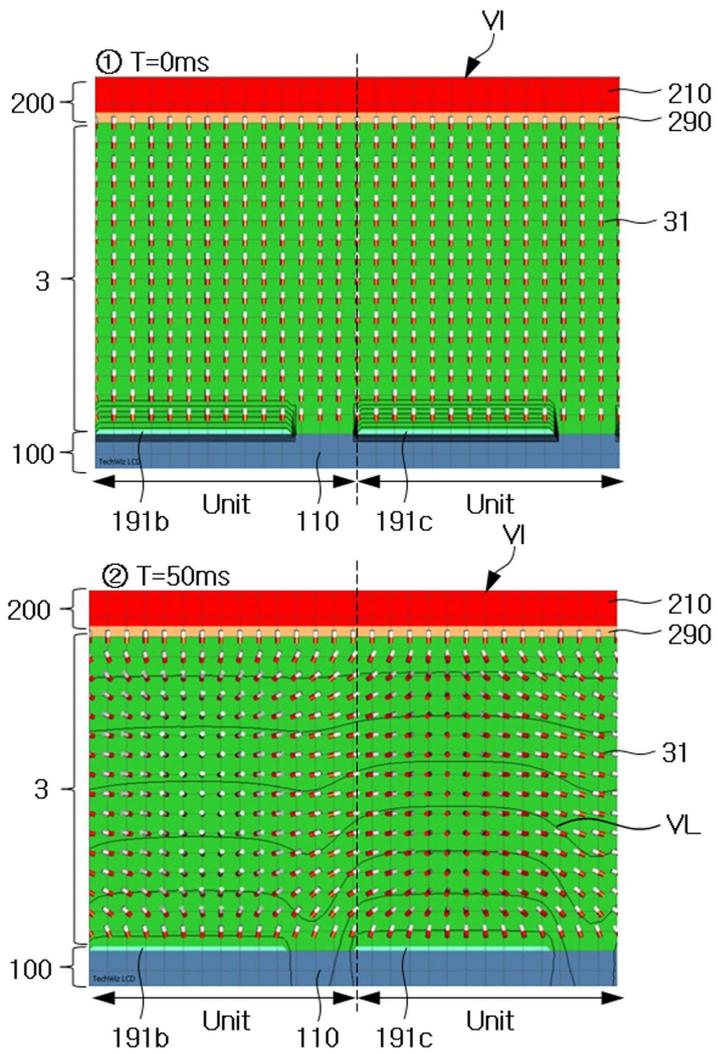
도면8



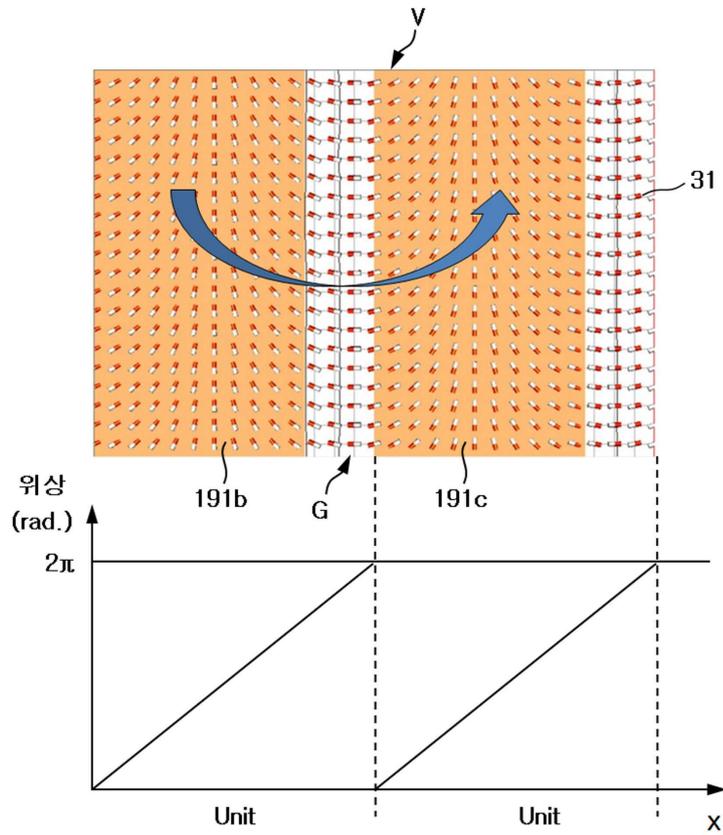
도면9



도면10



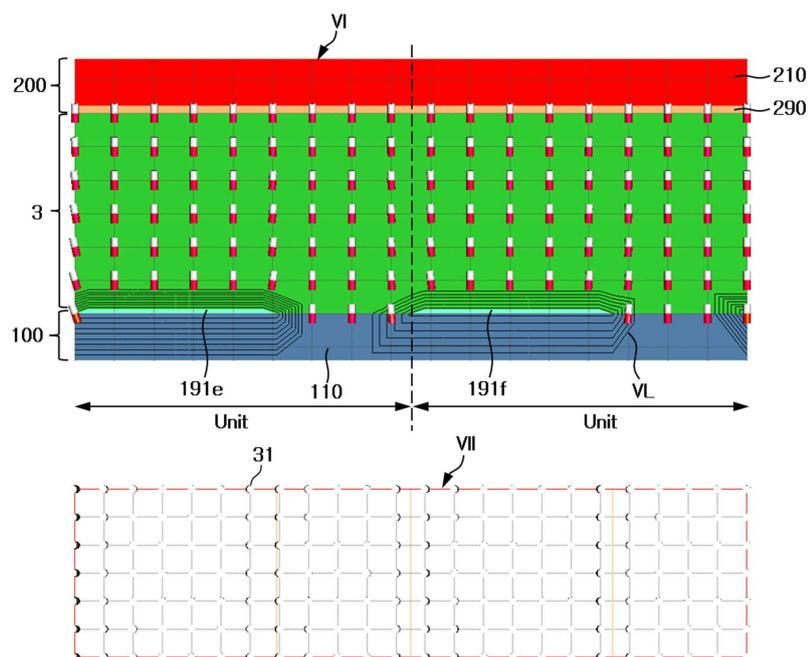
도면11



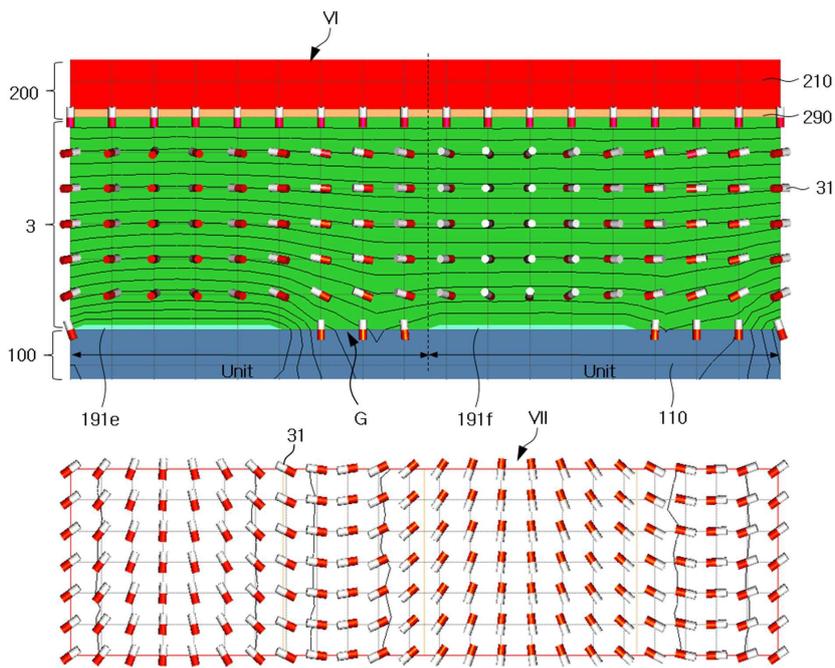
도면12



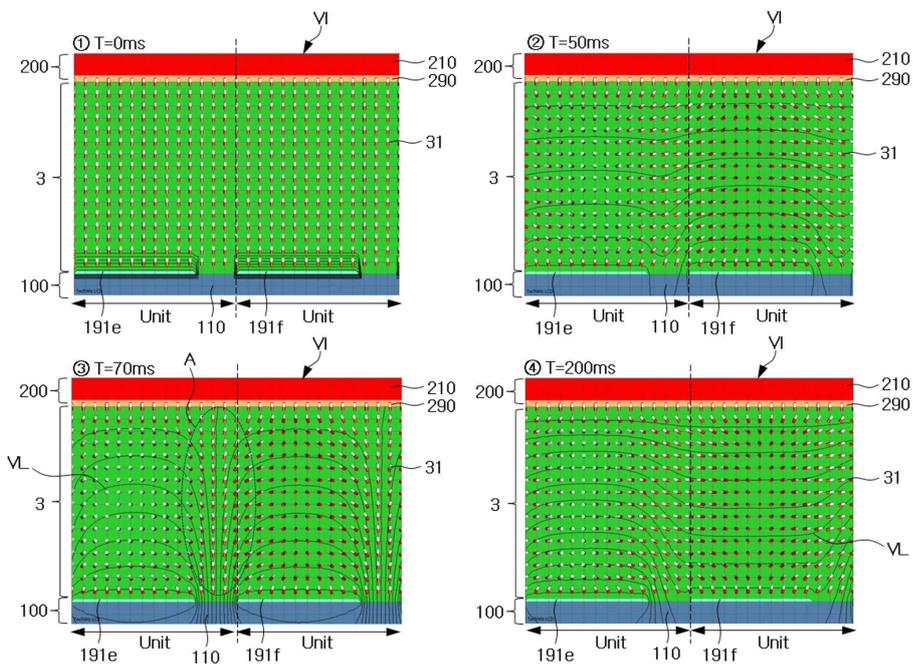
도면13



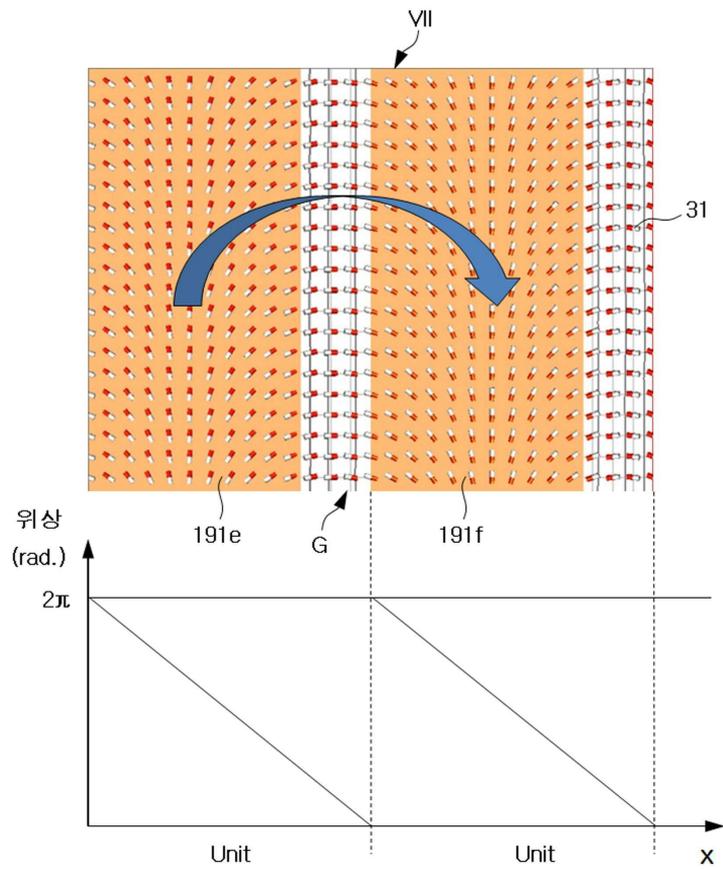
도면16



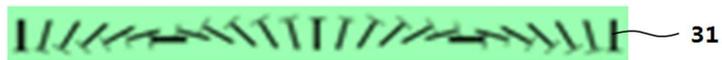
도면17



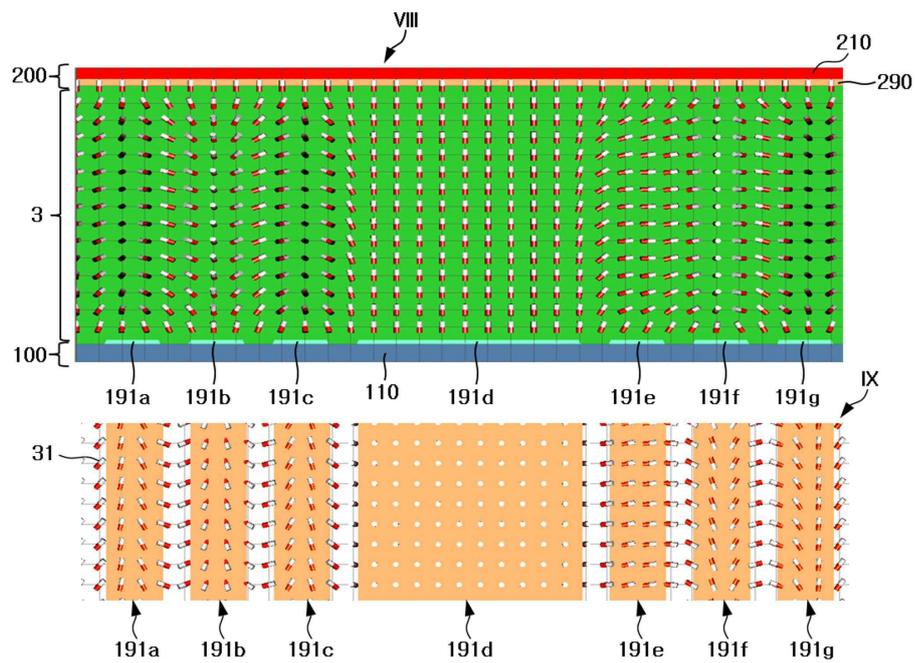
도면18



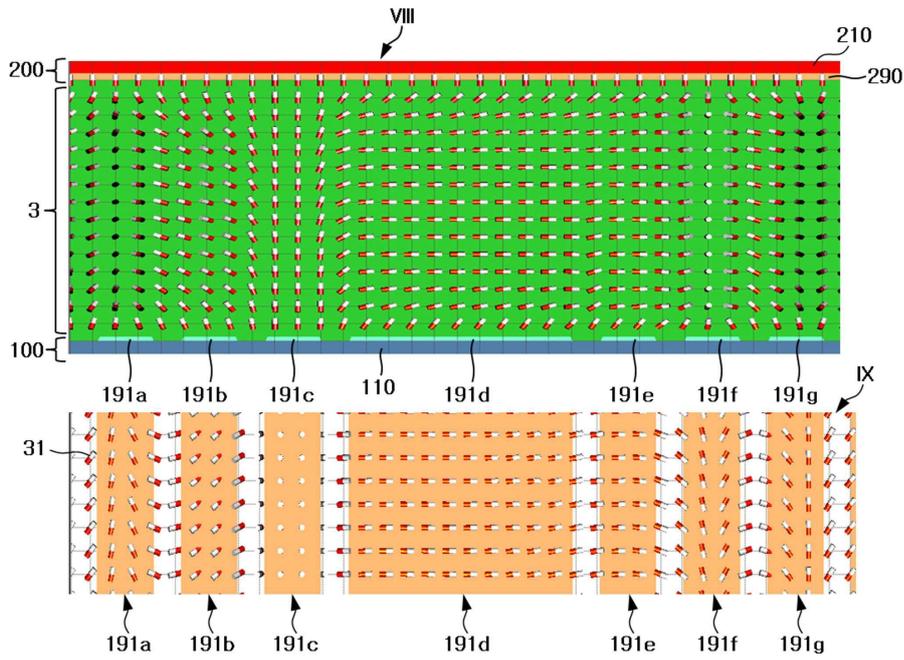
도면19



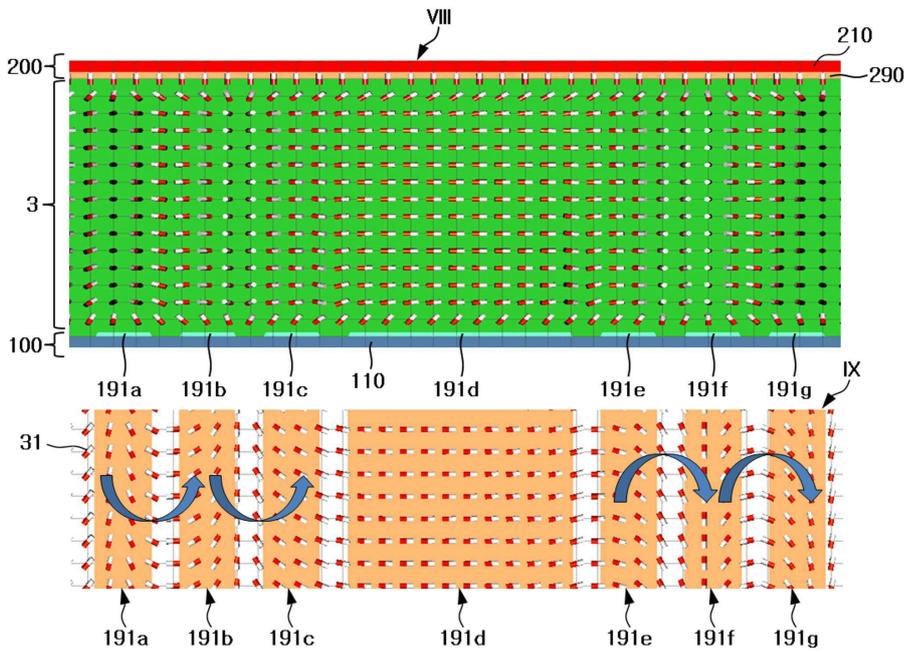
도면20



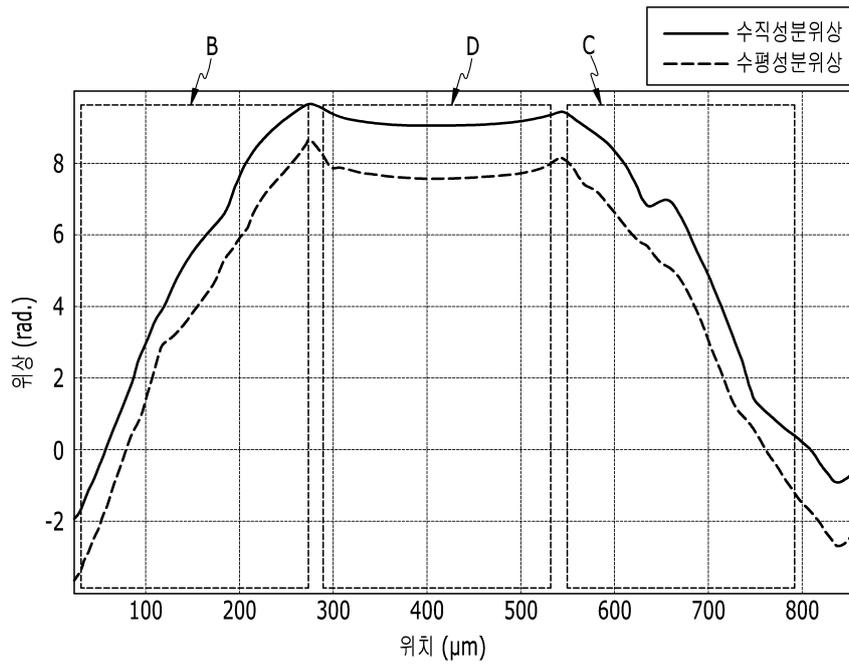
도면21



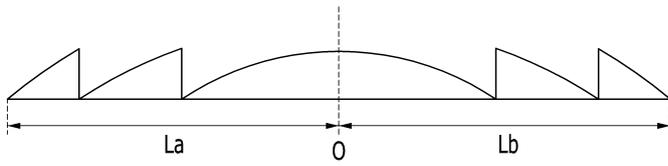
도면22



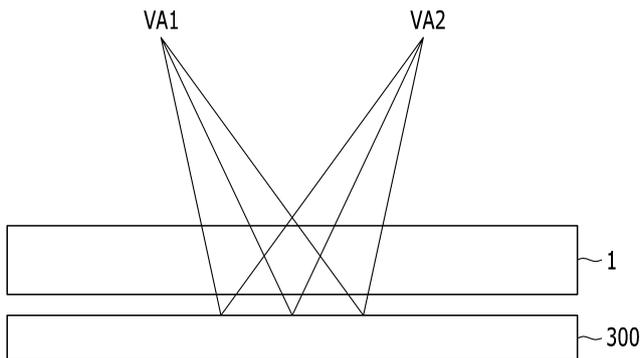
도면23



도면24



도면25



도면26

