



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0125852
(43) 공개일자 2019년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/29 (2006.01) G02F 1/00 (2006.01)
G03H 1/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/29 (2013.01)
G02F 1/0045 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0050179
(22) 출원일자 2018년04월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김영
경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 119동 2001호
(신봉동, 신봉마을엘지자이1차아파트)
원강희
서울특별시 서초구 서운로 201, 104동 1303호(서초동, 서초푸르지오써밋)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

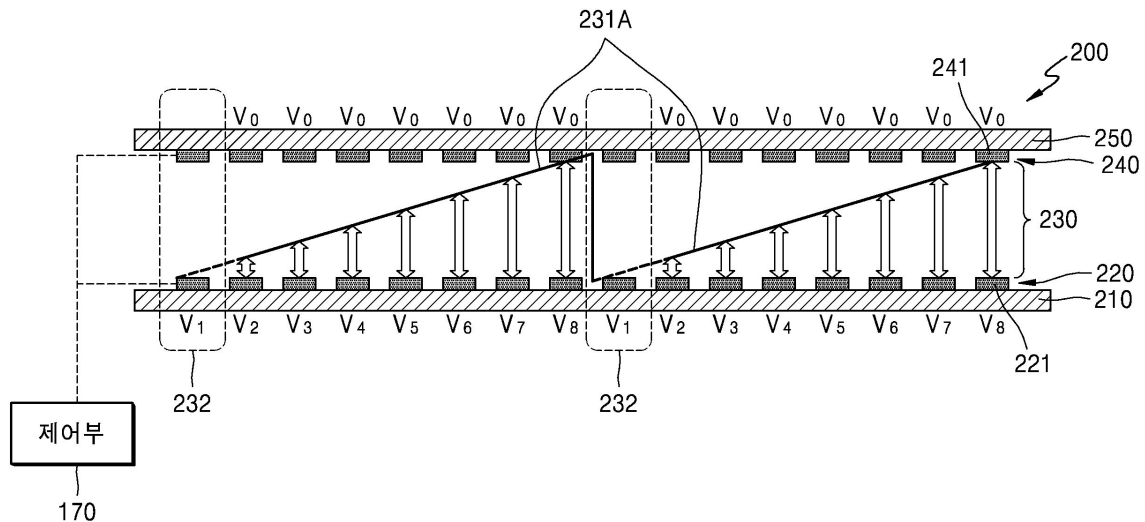
(54) 발명의 명칭 빔 편향기, 이를 포함한 홀로그래픽 디스플레이 장치 및 빔 편향기 구동 방법

(57) 요약

빔 편향기, 이를 포함한 홀로그래픽 디스플레이 장치, 및 빔 편향기 구동 방법이 개시된다.

개시된 빔 편향기는, 제1기판에 서로 이격되게 배열된 제1전극들, 제2기판에 서로 이격되게 배열된 제2전극들, 상기 제1기판과 제2기판 사이에 구비되고, 상기 제1전극층과 제2전극층 사이에 인가된 전압에 따라 가변되는 능동 프리즘들을 포함하는 액정층 및 상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존이 형성되도록 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G03H 1/22 (2013.01)

(72) 발명자

박힘찬

서울특별시 마포구 백범로 35, 서강대학교 R관 81
5호(신수동)

범진욱

서울특별시 마포구 백범로 35, 서강대학교 R관 81
5호(신수동)

송훈

경기도 수원시 영통구 덕영대로 1462-14, 117동
1103호 (망포동, 힐스테이트영통)

이홍석

서울특별시 강남구 삼성로 151, 1동 209호 (대치동, 선경아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제1기관;

상기 제1기관에 서로 이격되게 배열된 제1전극들을 포함하는 제1전극층;

상기 제1기관에 대향되게 배치된 제2기관;

상기 제2기관에 서로 이격되게 배열된 제2전극들을 포함하는 제2전극층;

상기 제1기관과 제2기관 사이에 구비되고, 상기 제1전극층과 제2전극층 사이에 인가된 전압에 따라 가변되는 능동 프리즘들을 포함하는 액정층; 및

상기 제1전극들과 상기 제2전극들 사이의 전압을 조절하여 상기 능동 프리즘들을 변화시키고, 상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존이 형성되도록 제어하는 제어부;를 포함하는 빔 편향기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1전극들과 제2전극들은 각각 독립적으로 구동되도록 구성된 빔 편향기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부가 n 개의 연속하는 제1전극들에 순차적으로 증가하거나 감소하는 전압을 인가하고, 상기 n 개의 연속하는 제1전극들에 대응되는 n 개의 제2전극들에 공통의 기준 전압을 인가하는 빔 편향기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 n 개의 연속하는 제1전극들 다음에 위치하는 제1전극과, 상기 제1전극에 대응되는 제2전극 중 적어도 하나에 전압이 턴-오프 되는 빔 편향기.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제어부가 상기 n 개의 연속하는 제1전극들과, 이에 대응하는 제2전극들의 개수를 조절하여 능동 프리즘에 의한 빔의 편향 각도를 제어하는 빔 편향기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1전극들과 상기 제2전극들은 평행하게 이격되어 배열된 라인 전극들로 구성된 빔 편향기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부가 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 제1전극층 내 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 제2전극층의 제2전극들에 공통의 기준 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시키는 빔 편향기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어부가 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 제1전극층 내 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 제2전극층 내 인접한 제2전극들 사이에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시키는 빔 편향기.

청구항 9

광원;

상기 광원으로부터의 빔을 편향시키는 빔 편향기;

상기 빔 편향기로부터의 빔을 회절시켜 홀로그램 영상을 형성하는 공간 광변조기;를 포함하고,

상기 빔 편향기가, 제1기판, 상기 제1기판에 서로 이격되게 배열된 제1전극들을 포함하는 제1전극층, 상기 제1기판에 대향되게 배치된 제2기판, 상기 제2기판에 서로 이격되게 배열된 제2전극들을 포함하는 제2전극층, 상기 제1기판과 제2기판 사이에 구비되고, 상기 제1전극층과 제2전극층 사이에 인가된 전압에 따라 가변되는 능동 프리즘들을 포함하는 액정층, 및 상기 제1전극들과 상기 제2전극들 사이의 전압을 조절하여 상기 능동 프리즘들을 변화시키고, 상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존이 형성되도록 제어하는 제어부를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1전극들과 제2전극들은 각각 독립적으로 구동되도록 구성된 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제어부가 n 개의 연속하는 제1전극들에 순차적으로 증가하거나 감소하는 전압을 인가하고, 상기 n 개의 연속하는 제1전극들에 대응되는 n 개의 제2전극들에 공통의 기준 전압을 인가하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 n 개의 연속하는 제1전극들 다음에 위치하는 제1전극과, 상기 제1전극에 대응되는 제2전극 중 적어도 하나에 전압이 턴-오프 되는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제어부가 상기 n 개의 연속하는 제1전극들과, 이에 대응하는 제2전극들의 개수를 조절하여 능동 프리즘에 의한 빔의 편향 각도를 제어하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 제1전극들과 상기 제2전극들은 평행하게 이격되어 배열된 라인 전극들로 구성된 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 제어부가 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 제1전극층 내 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 제2전극층의 제2전극들에 공통의 기준 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시키는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 제어부가 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 제1전극층 내 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 제2전극층 내 인접한 제2전극들 사이에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시키는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 17

제9항에 있어서,

상기 홀로그램 영상을 시청하는 시청자의 위치를 검출하는 위치 검출 센서가 더 구비된 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 18

제1기판에 서로 이격되게 배열된 제1전극들에 독립적으로 전압을 인가하는 단계;

상기 제1기판에 대향되게 배치된 제2기판에 서로 이격되게 배열된 제2전극들에 독립적으로 전압을 인가하는 단계;

상기 제1기판과 제2기판 사이에 구비된 액정층에서 상기 제1전극들과 제2전극들 사이의 전압을 조절하여 능동 프리즘들을 변환시키는 단계; 및

상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 인접한 제2전극들 사이에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시키는 단계;를 포함하는 빔 편향기 구동 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존을 형성하는 단계;를 더 포함하는 빔 편향기 구동 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 플로팅 존을 형성하는 단계는, n개의 연속하는 제1전극들 다음에 위치하는 제1전극과, 상기 제1전극에 대응되는 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프 하는 것을 포함하는 빔 편향기 구동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 다양한 실시예는 빔 편향기, 이를 포함한 홀로그래픽 디스플레이 장치 및 빔편향기 구동 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 홀로그래픽 디스플레이 장치(Holographic display device)는 선명한 깊이 표현을 통해 3차원 영상을 표시하면서도, 눈의 피로감이 없어 궁극의 3차원 디스플레이로 여겨지고 있다. 하지만 이를 구현하기 위해서 파장 크기의 픽셀(Pixel)을 가진 고해상도의 공간 광변조기(spatial light modulator; SLM), 가간섭성을 가진 면광원, 그리고 방대한 양의 컴퓨터 생성 홀로그램(Computer Generated Hologram; CGH)의 계산이 필요하다.

[0003] 최근에는 데이터 처리량 및 해상도의 조건을 완화하기 위하여, 관찰자의 양안에 해당하는 시역에만 각각 홀로그램 영상을 제공하는 양안 홀로그램(binocular hologram) 방식이 제안되고 있다. 예를 들어, 관찰자의 좌안 시역에 해당하는 시점을 갖는 홀로그램 영상과 관찰자의 우안 시역에 해당하는 시점을 갖는 홀로그램 영상만을 생성하여 관찰자의 좌안과 우안에 각각 제공하는 것이다. 이 경우, 나머지 시점들에 대한 홀로그램 영상들을 생성하지 않아도 되기 때문에 데이터 처리량을 크게 줄일 수 있으며, 현재 상용화된 디스플레이 장치로도 공간 광변조

기의 해상도 조건을 만족할 수 있다.

[0004] 한편, 이러한 디스플레이 구현을 위해서는 관찰자의 양안 위치로 해당 시점의 영상을 담은 빔을 전달해야 한다. 홀로그래픽용 영상을 양안으로 편향시키기 위해서 빔 편향기(beam deflector)가 사용될 수 있다. 빔 편향기는 전기적 신호로 광의 진행방향을 변경시킬 수 있는 빔 편향 패널을 구비할 수 있다. 빔 편향기의 예로는 MEMS Scanner, Galvano Mirror, Linear SLM (spatial light modulator), 액정 빔 편향기(liquid crystal beam deflector) 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 예시적인 실시예는 시청자의 위치에 따라 빔을 편향시키는 빔 편향기를 제공한다.

[0006] 예시적인 실시예는 사용자의 위치에 따라 빔을 편향시키는 빔 편향기를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치를 제공한다.

[0007] 예시적인 실시예는 빔 편향기의 구동 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기는,

[0009] 제1기판;

[0010] 상기 제1기판에 서로 이격되게 배열된 제1전극들을 포함하는 제1전극층;

[0011] 상기 제1기판에 대향되게 배치된 제2기판;

[0012] 상기 제2기판에 서로 이격되게 배열된 제2전극들을 포함하는 제2전극층;

[0013] 상기 제1기판과 제2기판 사이에 구비되고, 상기 제1전극층과 제2전극층 사이에 인가된 전압에 따라 가변되는 능동 프리즘들을 포함하는 액정층; 및

[0014] 상기 제1전극들과 상기 제2전극들 사이의 전압을 조절하여 상기 능동 프리즘들을 변화시키고, 상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존이 형성되도록 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 제1전극들과 제2전극들은 각각 독립적으로 구동되도록 구성될 수 있다.

[0016] 상기 제어부가 n 개의 연속하는 제1전극들에 순차적으로 증가하거나 감소하는 전압을 인가하고, 상기 n개의 연속하는 제1전극들에 대응되는 n개의 제2전극들에 공통의 기준 전압을 인가할 수 있다.

[0017] 상기 n개의 연속하는 제1전극들 다음에 위치하는 제1전극과, 상기 제1전극에 대응되는 제2전극 중 적어도 하나에 전압이 턴-오프 될 수 있다.

[0018] 상기 제어부가 상기 n개의 연속하는 제1전극들과, 이에 대응하는 제2전극들의 개수를 조절하여 능동 프리즘에 의한 빔의 편향 각도를 제어할 수 있다.

[0019] 상기 제1전극들과 상기 제2전극들은 평행하게 이격되어 배열된 라인 전극들로 구성될 수 있다.

[0020] 상기 제어부가 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 제1전극층 내 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 제2전극층의 제2전극들에 공통의 기준 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시킬 수 있다.

[0021] 상기 제어부가 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 제1전극층 내 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 제2전극층 내 인접한 제2전극들 사이에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시킬 수 있다.

[0022] 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치는,

[0023] 광원;

[0024] 상기 광원으로부터의 빔을 편향시키는 빔 편향기;

[0025] 상기 빔 편향기로부터의 빔을 회절시켜 홀로그램 영상을 형성하는 공간 광변조기;를 포함하고,

- [0026] 상기 빔 편향기가, 제1기관, 상기 제1기관에 서로 이격되게 배열된 제1전극들을 포함하는 제1전극층, 상기 제1기관에 대향되게 배치된 제2기관, 상기 제2기관에 서로 이격되게 배열된 제2전극들을 포함하는 제2전극층, 상기 제1기관과 제2기관 사이에 구비되고, 상기 제1전극층과 제2전극층 사이에 인가된 전압에 따라 가변되는 능동 프리즘들을 포함하는 액정층, 및 상기 제1전극들과 상기 제2전극들 사이의 전압을 조절하여 상기 능동 프리즘들을 변화시키고, 상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존이 형성되도록 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 홀로그래프 영상을 시청하는 시청자의 위치를 검출하는 위치 검출 센서가 더 구비될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에 따른 빔 편향기 구동 방법은,
- [0029] 제1기관에 서로 이격되게 배열된 제1전극들에 독립적으로 전압을 인가하는 단계;
- [0030] 상기 제1기관에 대향되게 배치된 제2기관에 서로 이격되게 배열된 제2전극들에 독립적으로 전압을 인가하는 단계;
- [0031] 상기 제1기관과 제2기관 사이에 구비된 액정층에서 상기 제1전극들과 제2전극들 사이의 전압을 조절하여 능동 프리즘들을 변환시키는 단계; 및
- [0032] 상기 능동 프리즘을 변환하기 전에, 인접한 제1전극들 사이에 전압을 인가하고, 인접한 제2전극들 사이에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자들의 배향을 리셋시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 능동 프리즘들 사이에 위치하는 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존을 형성하는 단계가 더 포함될 수 있다.
- [0034] 상기 플로팅 존을 형성하는 단계는, n개의 연속하는 제1전극들 다음에 위치하는 제1전극과, 상기 제1전극에 대응되는 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프 하는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0035] 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기는 시청자의 위치에 따라 빔을 편향시킬 수 있다. 빔 편향기의 가변되는 능동 프리즘들 사이에서 발생하는 노이즈를 감소시킬 수 있다. 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치는 가변되는 능동 프리즘들 사이에서 발생하는 노이즈를 감소시키는 빔 편향기를 구비하여 홀로그래픽 영상의 화질을 향상할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 3은 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기에 전압이 인가되지 않아 전계가 형성되지 않은 전계 오프 모드를 나타낸 것이다.
- 도 4는 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기에 전압이 인가되어 전계가 형성되는 전계 온 모드를 나타낸 것이다.
- 도 5는 비교예에 따른 빔 편향기에서 나타나는 프린지 효과를 보여 준 것이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 빔 편향기의 능동 프리즘들 사이의 경계 영역에서의 전계를 보인 것이다.
- 도 7은 도 5에 도시된 비교예에 따른 빔 편향기의 능동 프리즘들 사이의 경계 영역에서의 전계를 보인 것이다.
- 도 8은 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기에서 능동 프리즘이 변환되는 것을 보인 것이다.
- 도 9는 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 가변되는 능동 프리즘에 의한 빔 편향을 보인 것이다.
- 도 10은 다른 실시예에 따른 빔 편향기를 도시한 것이다.
- 도 11은 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 구동 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12는 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 전계 온 모드에서 제1전극층과 제2전극층의 구동 전압을 보인 것이다.
- 도 13은 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 전계 오프 모드에서 제1전극층과 제2전극층의 구동 전압을 보인

것이다.

도 14는 리셋 모드 없이 빔 편향기의 능동 프리즘을 변환할 때 시간에 따른 전계와, 시간에 따른 액정 응답 시간을 도시한 것이다.

도 15는 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 구동 방법에 따라 능동 프리즘을 변환할 때 시간에 따른 전계와, 시간에 따른 액정 응답 시간을 도시한 것이다.

도 16은 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 구동 방법에 따라 제1전극과 제2전극에 인가되는 전압을 보인 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 다양한 실시예에 따른 빔 편향기, 이를 포함한 홀로그래픽 디스플레이 장치 및 빔 편향기의 구동 방법에 대해 상세히 설명한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0038] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 도면에서 각 구성요소의 크기나 두께는 설명의 명료성을 위하여 과장되어 있을 수 있다. 또한, 소정의 물질층이 기판이나 다른 층 상에 존재한다고 설명될 때, 그 물질층은 기판이나 다른 층에 직접 접하면서 존재할 수도 있고, 그 사이에 다른 제3의 층이 존재할 수도 있다. 그리고, 아래의 실시예에서 각 층을 이루는 물질은 예시적인 것이므로, 이외에 다른 물질이 사용될 수도 있다.
- [0039] 도 1은 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치의 개략적인 구조를 보이는 단면도이다.
- [0040] 홀로그래픽 디스플레이 장치(100)는 빔을 제공하는 광원(110), 광원(110)으로부터의 빔을 편향시키는 빔 편향기(120), 빔 편향기(120)에서 빔을 편향시키는 방향을 제어하는 제어부(170) 및 입사 빔을 회절시켜 홀로그램 영상을 형성하는 공간 광변조기(160)를 포함할 수 있다. 또한, 빔 편향기(120)에 의해 편향된 빔을 가이드하여 공간 광변조기(160)로 향하도록 하는 도광판(130), 홀로그램 영상을 소정의 공간상에 포커싱 하기 위한 필드렌즈(150)가 더 구비될 수 있다. 또한, 시청자의 위치를 추적하는 위치 검출 센서(180)가 더 구비될 수 있다.
- [0041] 광원(110)은 복수의 파장 대역을 포함하는 가간섭성 광을 방출하는 가간섭성 광원일 수 있다. 높은 가간섭성을 갖는 광을 제공하기 위하여, 광원(110)으로서, 예컨대, 레이저 다이오드(laser diode; LD)를 사용할 수 있다. 그러나, 광이 어느 정도의 공간 간섭성(spatial coherence)을 가지고 있다면 공간 광변조기(160)에 의해 광이 회절 및 변조될 수 있기 때문에, 광원(110)으로서, 예를 들어, 발광 다이오드(light emitting diode; LED)를 사용하는 것도 가능하다. 발광 다이오드 외에도 공간 간섭성을 갖는 광을 방출한다면 다른 어떤 광원도 사용이 가능하다. 또한, 도 1에는 편의상 광원(110)이 단지 하나의 블록으로만 표시되어 있지만, 광원(110)은 다수의 점광원 어레이를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 광원(110)은 다수의 적색 발광 레이저, 다수의 녹색 발광 레이저, 및 다수의 청색 발광 레이저를 포함할 수 있다.
- [0042] 빔 편향기(120)는 광원(110)에서의 빔을 편향시킬 수 있다. 예를 들어, L1, L2는 각각 좌안, 우안을 향하는 빔이 될 수 있다. 이러한 L1, L2의 형성을 위해 입사 빔이 제어부(170)의 제어에 의해 각각 두 방향으로 시분할적으로 편향되거나, 또는 입사 빔이 두 방향으로 동시에 편향되는 것도 가능하다.
- [0043] 도광판(130)은 투명한 유리 또는 투명한 플라스틱으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 도광판(130)의 재료로서 PMMA(PolyMethyl MethAcrylate)를 사용할 수 있다. 도광판(130)은 예를 들어, 빔을 전달하는 광도파로의 역할을 할 수 있도록 직육면체의 형상을 가질 수 있다. 도광판(130)의 한쪽 단부로 입사한 빔은 내부 전반사를 통해 반대쪽 단부까지 전달될 수 있다.
- [0044] 공간 광변조기(160)는 영상 신호 처리부(도시되지 않음)로부터 제공되는 홀로그램 신호에 따라 입사 빔을 회절시켜 변조하기 위한 홀로그램 패턴을 형성할 수 있다. 공간 광변조기(160)로는 위상 변조만 수행할 수 있는 위상 변조기, 진폭 변조만 수행할 수 있는 진폭 변조기, 및 위상 변조와 진폭 변조를 모두 수행할 수 있는 복합 변조기 중 어느 것을 사용할 수 있다. 도 1에는 공간 광변조기(160)가 투과형 공간 광변조기인 것으로 도시되어 있지만 반사형 공간 광변조기를 사용하는 것도 가능하다. 투과형인 경우, 공간 광변조기(160)는 예를 들어 GaAs

와 같은 화합물 반도체 기반의 반도체 변조기, 또는 LCD(liquid crystal device)를 사용할 수 있다. 반사형인 경우에, 공간 광변조기(160)는 예를 들어 DMD(digital micromirror device), LCoS(liquid crystal on silicon), 또는 반도체 변조기를 사용할 수 있다.

- [0045] 광원(110)으로부터의 빔은 빔 편향기(120)에 의해 편향된 후, 도광판(130)에 의해 가이드되며 필드 렌즈(150)를 통해 공간 광변조기(160)에 대응하는 크기로 확대되어 공간 광변조기(160)로 입사될 수 있다. 도광판(130)에는 빔 편향기(120)에서 편향된 빔이 도광판(130)으로 입사되게 하는 입력 커플러(131), 도광판(130)에 의해 가이드되어 진행되는 빔의 출사를 위한 출력 커플러(132)가 더 마련될 수 있다.
- [0046] 도광판(130)을 통해 출사되는 지향성 빔은 필드 렌즈(150)를 통해 공간 광변조기(160)에 입사한다. 공간 광변조기(160)는 입사 빔을 변조하기 위한 간섭 무늬를 갖는 홀로그램 패턴을 형성하는 역할을 할 수 있다. 공간 광변조기(160)에서 형성되는 홀로그램 패턴에 의해 입사 빔이 회절 및 변조됨으로써 소정의 공간 상의 위치에 홀로그램 영상이 재생될 수 있다. 좌안 위치에는 좌안 홀로그램 영상이, 우안 위치에는 우안 홀로그램 영상이 재생될 수 있다.
- [0047] 위치 검출 센서(180)는 시청자의 위치를 추적하고, 시청자의 위치를 제어부(170)에 전송할 수 있다. 제어부(170)가 시청자의 위치에 따라 빔 편향기(120)를 제어하여 빔이 시청자의 눈으로 향하도록 할 수 있다.
- [0048] 도 2는 일 실시예에 따른 빔 편향기(200)를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0049] 빔 편향기(200)는 제1기판(210), 제1기판(210)에 서로 이격되게 배열된 제1전극들(221)을 포함하는 제1전극층(220), 제1기판(210)에 대향되게 배치된 제2기판(250), 제2기판(250)에 서로 이격되게 배열된 제2전극들(241)을 포함하는 제2전극층(240), 및 제1기판(210)과 제2기판(250) 사이에 구비된 액정층(230)을 포함할 수 있다.
- [0050] 제1기판(210) 및 제2기판(250)은 절연 기판일 수 있고, 유리 또는 투명 플라스틱으로 이루어질 수 있다.
- [0051] 제1전극들(221)과 제2전극들(241)은 각각 독립적으로 구동될 수 있다. 액정층(230)은 제1전극층(220)과 제2전극층(240) 사이에 형성된 전기장(electric field)에 따라 액정 분자들의 배열이 변화하여 형성되는 능동 프리즘 어레이(active prism array)(231A)를 포함할 수 있다. 능동 프리즘 어레이(231A)는 복수 개의 능동 프리즘(231)이 일렬로 배열된 구조를 가질 수 있다. 능동 프리즘 어레이(231A)는 이웃하는 능동 프리즘(231) 사이에 플로팅 존(floating zone)(232)을 포함할 수 있다. 플로팅 존(232)은 전압이 턴 오프되는 존을 나타낼 수 있다. 능동 프리즘 어레이(231A)에서는 제1전극들(221)과 제2전극들(241)에 인가되는 전압에 따라 가변되는 능동 프리즘(231)의 배열 피치(P)가 변할 수 있다. 이에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0052] 도 3과 도 4는 실시예에 따른 빔 편향기(200)에서 능동 프리즘이 형성되는 원리를 설명하는 개념도이다.
- [0053] 제1 전극들(221)은 일 방향, 예를 들어, y방향으로 연장된 라인 형상을 가질 수 있고, x 방향을 따라 나란하게 배치될 수 있다. 제2 전극들(241)은 일 방향, 예를 들어, y방향으로 연장된 라인 형상을 가질 수 있고, x 방향을 따라 나란하게 배치될 수 있다. 제1 전극들(221)과 제2 전극들(241)은 마주보고 평행하게 배열될 수 있다. 제1전극들(221)과 제2전극들(241)은 각각 독립적으로 전압이 인가될 수 있다. 제1전극들(221)과 제2전극들(241)은 투명 전도성 물질, 예를 들어, ITO(indium-tin-oxide), IZO(indium-zinc-oxide), ITZO(indium-tin-zinc-oxide)로 이루어질 수 있다.
- [0054] 액정 분자(LC)들은 도 3에 도시된 바와 같이 장축(MA) 방향이 일 방향, 예를 들어, x 방향과 나란하도록 초기 배열될 수 있다. 제1기판(210)과 제2기판(250)에는 액정 배향을 위한 배향층(alignment layer)(미도시)이 더 구비될 수 있다.
- [0055] 도 3은 제1전극들(221)과 제2전극들(241)에 전압이 인가되지 않아 전계가 형성되지 않은 전계 오프 모드(electric field off mode) 상태이고, 도 4는 제1전극들(221)과 제2전극들(241)에 전압이 인가되어 전계가 형성된 전계 온 모드(electric field on mode) 상태를 나타낸 것이다.
- [0056] 제1전극들(221)과 제2전극들(241) 사이에 인가되는 전압에 의해 액정 분자(LC)들의 배열이 변함에 따라 가변되는 능동 프리즘(231)이 형성될 수 있다. 능동 프리즘(231)의 형태 또는 능동 프리즘(231)의 프리즘면의 기울기는 인가 전압에 따라 변환될 수 있다. 능동 프리즘(231)은 액정 분자(LC)의 장축(MA) 방향의 굴절률과, 이에 수직인 단축 방향의 굴절률이 서로 다르기 때문에 형성될 수 있다. 다시 말하면, 액정 분자(LC)에 입사하는 빔 중, 장축 방향과 나란한 편광의 빔과 이에 수직인 방향에 나란한 편광의 빔에 대해 액정 분자(LC)는 서로 다른 굴절률을 나타내기 때문이다.

- [0057] 도 3에서와 같이, 제1전극층(220), 제2전극층(240) 사이에 전압이 인가되지 않은 초기 배열 상태에서, 액정 분자(LC)들은 모두 나란한 방향으로 정렬되어 있으며, 일정한 편광의 빔에 대해 굴절률은 어느 위치에서나 동일하게 나타난다.
- [0058] 도 4에서와 같이, 제1전극층(220), 제2전극층(240) 사이에 인가된 전압에 따라 액정층(230)에 소정의 전계 분포가 형성된 경우, 액정 분자(LC)들이 전계 방향에 의존하여 정렬하게 된다. 예를 들어, 액정 분자(LC)들은 유전율 이방성이 양인 경우(포지티브 타입)에는 장축 방향이 전기장 방향으로 배열되며, 유전율 이방성이 음인 경우(네거티브 타입)에는 장축 방향이 전기장 방향에 수직하게 배열될 수 있다. 제1전극층(220)을 구성하는 제1전극들(221)에 서로 다른 전압이 인가되고, 제2전극층(240)을 구성하는 제2전극들(241)에 기준 전압이 인가될 수 있다. 제1전극들과 제2전극들 사이의 전압 차에 따라, 액정 분자(LC)들이 다른 방향으로 정렬될 수 있다. 액정 분자(LC)들은 장축 방향과 단축 방향의 굴절률이 서로 다르기 때문에, 액정층(230)은 액정 분자(LC)들의 정렬에 따라 굴절률 구배(index gradient)를 가질 수 있다. 액정층(230) 내에서의 굴절률 구배에 따라 굴절률 변화가 일어나는 경계면이 형성되며, 이 경계면에 의해 능동 프리즘이 형성될 수 있다. 능동 프리즘에 의해 입사 빔의 굴절이 일어나 빔이 소정 방향으로 편향될 수 있다.
- [0059] 능동 프리즘(231)의 프리즘 면의 기울기는 액정층(230)내의 전계 분포에 따라 액정 분자(LC)들의 배열 방향을 변화시켜 조절할 수 있다. 프리즘 면은 굴절률이 달라지는 경계면을 나타낼 수 있다. 다시 말해, 입사 빔의 편향 방향이 제1전극들(221), 제2전극들(241) 간에 인가되는 전압에 따라 조절될 수 있다.
- [0060] 그리고, 제1전극들(221)과 제2전극들(241) 사이에 인가되는 전압을 주기적으로 변화시킴으로써 능동 프리즘 어레이를 구비할 수 있다. 능동 프리즘 어레이(231A)는 능동 프리즘(231)들과, 이웃하는 능동 프리즘들 사이의 플로팅 존(232)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 연속적인 8개의 제1전극들(221) 각각에 제1 내지 제8전압(V1)(V2)(V3)(V4)(V5)(V6)(V7)(V8)을 인가하고, 그에 대응되는 제2전극들(241) 중 처음에 위치하는 제2전극에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존(232)을 형성하고, 나머지 제2전극들에 기준전압(V0)을 인가하여 능동 프리즘(231)을 형성할 수 있다. 이와 동일한 방식을 이용하여 프리즘 어레이를 형성할 수 있다. 제1 전극들과 제2전극들 사이에 인가되는 전압 변화에 따라 능동 프리즘이 가변될 수 있다.
- [0061] 도 4를 참조하면, 능동 프리즘(231)의 도면 상 우측 단부에 있는 제1전극과 제2전극 사이의 전압 차와, 이웃하는 능동 프리즘(231)의 도면 상 좌측 단부에 있는 제1전극과 제2전극 사이의 전압 차의 변화가 크기 때문에 이웃하는 능동 프리즘 사이의 경계에서 원하지 않는 프리즘 면의 변형이 생길 수 있다. 이를 프린지 효과라고 한다. 이와 같이 프리즘 면이 변형되면 빔의 편향 방향에 악영향을 줄 수 있다. 플로팅 존(232)은 이웃하는 능동 프리즘 사이의 경계에서 전계 변화가 급격하게 변하는 것을 버퍼링해 프리즘 면의 변형을 감소시킬 수 있다.
- [0062] 도 5는 제1글라스기판, 서로 이격되게 배열된 라인 전극, 액정층, 공통 전극, 제2글라스기판을 포함한 비교예를 나타낸 것이다. 공통 전극에 기준 전압이 인가되고, 라인 전극에 0-7V 까지 차례로 인가되고, 연속하여 동일한 방식으로 반복적으로 전압이 인가된다. 이웃하는 능동 프리즘 사이의 경계 영역에서의 이웃하는 라인 전극에 7V와 0V가 각각 인가되고, 이러한 급격한 전압 변화로 인해 0V 인가 영역에서 7V 인가로 인한 전계의 영향을 받아 프리즘 면의 변형이 발생된다.
- [0063] 도 6은 실시예에 따른 빔 편향기에서의 이웃하는 능동 프리즘 사이의 경계 영역에서의 전계 분포를 보인 것이고, 도 7은 비교예에 따른 빔 편향기에서의 이웃하는 능동 프리즘 사이의 경계 영역에서의 전계 분포를 보인 것이다. 실시예에 따른 빔 편향기에서의 이웃하는 능동 프리즘 사이의 경계 영역에서의 전계 분포의 변화가 비교예에 비해 상대적으로 크지 않다. 따라서, 실시예에 따른 빔 편향기에서의 능동 프리즘의 프리즘 면의 변형을 줄일 수 있다.
- [0064] 도 8은 예시적인 실시예에 따른 빔 편향기의 능동 프리즘이 가변되는 것을 보인 것이다. 도 2에서는 예를 들어, 연속하는 8개의 전극들을 하나의 주기로 하여 전압을 인가 하였는데 비해, 도 8에서는 연속하는 5개의 전극들을 하나의 주기로 하여 전압을 인가한다. 연속하는 5개의 제1전극에 제1 내지 제5 전압(V1)(V2)(V3)(V4)(V5)을 인가하고, 4개의 제2전극에 기준 전압(V0)을 인가하여 능동 프리즘을 형성할 수 있다. 그리고, 나머지 1개의 제2전극에 전압을 턴 오프하여 플로팅 존(232)을 형성할 수 있다. 여기서, 제2전극에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존(232)을 형성하는 예를 설명하였지만, 제1전극에 전압을 턴-오프하여 플로팅 존(232)을 형성하는 것도 가능하다. 동일한 방식으로 다른 제1 및 제2전극들에 전압을 인가하여 능동 프리즘 어레이를 구비할 수 있다.
- [0065] 이와 같이, 능동 프리즘을 변환하여 빔의 편향 방향을 조절할 수 있다. 그리고, 능동 프리즘의 변화에 따라 플로팅 존의 위치도 변할 수 있다. 제어부(170)가 가변적인 능동 프리즘들의 경계 영역에 플로팅 존이 구비되도록

제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 턴-오프할 수 있다.

- [0066] 제어부(170)는 연속하는 n 개(n 은 자연수)의 제1전극과, 이에 대응하는 제2전극에 순차적으로 증가되거나 감소되도록 전압을 인가하여 능동 프리즘(231)이 형성되도록 하고, $(n+1)$ 번 째 제1전극과 제2전극 중 적어도 하나에 전압을 인가하지 않아 플로팅 존(232)이 형성되도록 제어할 수 있다.
- [0067] 도 9를 참조하면, 능동 프리즘의 프리즘 면의 기울기에 따라 빔의 편향 방향이 달라질 수 있다. 하나의 능동 프리즘을 구성하는 제1전극의 개수가 클수록 프리즘 면의 기울기가 작아지고, 편향 각도가 작아질 수 있다. 예를 들어, 하나의 능동 프리즘을 구성하는 제1전극의 개수가 5일 때, 제1 프리즘 면(2315)의 기울기를 α_1 이라고 하고, 하나의 능동 프리즘을 구성하는 제1전극의 개수가 8일 때, 제2 프리즘 면(2318)의 기울기를 α_2 라고 하면, $\alpha_1 > \alpha_2$ 이다. 그리고, 빔(L)이 능동 프리즘에 입사되어 제1 프리즘 면(2315)과 제2 프리즘 면(2318)에 의해 굴절될 때, 굴절된 빔과 제1 프리즘 면(2315)에 대한 법선 사이의 각도를 θ_1 이라고 하고, 굴절된 빔과 제2 프리즘 면(2318)에 대한 법선 사이의 각도를 θ_2 라고 하면, $\theta_1 > \theta_2$ 이다. θ_1 은 제1 프리즘 면(2315)에 의한 편향 각도를 나타내고, θ_2 는 제2 프리즘 면(2318)에 의한 편향 각도를 나타낼 수 있다.
- [0068] 또한, 하나의 능동 프리즘을 구성하는 제1전극의 개수가 5일 때, $6n$ (n 은 자연수)번째 제1전극에 대응되는 영역에 플로팅 존이 구비될 수 있다. 하나의 능동 프리즘을 구성하는 제1전극의 개수가 8일 때, $8n$ (n 은 자연수)번째 제1전극에 대응되는 영역에 플로팅 존이 구비될 수 있다. 여기서는, 하나의 제1전극에 대응되는 영역에 플로팅 존이 구비되는 것으로 설명하였으나, 플로팅 존을 구성하는 제1전극의 개수를 변경하는 것도 가능하다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 연속하는 n 개의 제1전극에 순차적으로 증가하는 전압을 인가하는 경우, 능동 프리즘의 프리즘 면이 도면 상 좌 측에서 우 측으로 올라가는 경사면을 가질 수 있다. 이 경우, 빔이 도면의 우측 방향으로 편향될 수 있다. 다음, 연속하는 n 개의 제1전극에 순차적으로 감소하는 전압을 인가하는 경우, 능동 프리즘의 프리즘 면이 도면 상 우 측에서 좌 측으로 올라가는 경사면을 가질 수 있다. 이 경우, 빔이 도면의 좌측 방향으로 편향될 수 있다.
- [0070] 도 10은 다른 실시예에 따른 빔 편향기(200A)를 도시한 것이다.
- [0071] 빔 편향기(200A)는 도 2에 도시된 빔 편향기(200)와 비교할 때, 제2전극층(241A)의 구조에서 차이가 있고, 나머지 구조는 동일하다. 따라서, 나머지 구성 요소들에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다. 제1전극층(220)은 서로 이격되어 배열된 제1전극들(221)을 포함하고, 제2전극층(240A)은 n 개, 예를 들어 7개의 제1전극(221)에 대응되는 공통 전극(241A)과, 공통 전극(241A)에 이격되어 배열된 플로팅 전극(241B)을 포함할 수 있다.
- [0072] 빔 편향기(200A)는 2개의 시점에 빔을 편향시킬 수 있다. 예를 들어, n 개의 제1전극(221)에 순차적으로 증가하는 전압을 인가할 때 형성되는 능동 프리즘에 의해 제1 시점에 빔을 편향시키고, n 개의 제1전극(221)에 순차적으로 감소하는 전압을 인가할 때 형성되는 능동 프리즘에 의해 제2 시점에 빔을 편향시킬 수 있다.
- [0073] 도 11은 일 실시예에 따른 빔 편향기의 구동 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0074] 도 11을 참고하면, 빔 편향기를 구동하는 방법은 빔 편향기에 전압을 인가하는 전계 온 모드와, 전압을 인가하지 않는 전계 오프 모드를 포함할 수 있다. 그리고, 전계 온 모드와 전계 오프 모드 사이에 수행되는 전계 리셋 모드가 구비될 수 있다. 전계 리셋 모드는 전계 온 모드로부터 전계 오프 모드로 스위칭 시 액정 분자의 액정 응답 시간을 단축시키기 위해 도입될 수 있다.
- [0075] 빔 편향기에서 빔 편향 각도를 조절하기 위해서 능동 프리즘의 프리즘 면의 기울기를 변화시킨다. 능동 프리즘의 프리즘 면의 기울기를 변화시키기 위해 빔 편향기는 전계 오프 모드(δ_{off})로부터 전계 온 모드(δ_{on1})로 스위칭되고, 이에 따라 액정 분자들(LC)의 배향들은 액정 분자들(LC)의 배향들로 회전된다.
- [0076] 뒤이어, 빔 편향기가 다른 빔 편향 각도를 가지는 능동 프리즘으로 변환되기 전, 액정 분자들(LC)이 액정 분자들(LC)의 초기 배향으로 리셋될 수 있다.
- [0077] 능동 프리즘의 편향 각도를 변환하기 전에, 액정 분자들의 배향들은, 제 1 전극층(220) 내 인접한 제1전극들 사이에 형성된 전계에 의해 리셋될 수 있다. 리셋은 액정 분자들을, 제1 및 제2 전극층(220, 240) 사이에 전계가 형성되지 않은 상태에 대응하는 배향들로 되돌리기 위한 모드이다. 전계가 형성되지 않은 상태에 대응하는 배향들은 제 1 전극층(220)에 수평으로 평행한 액정 분자들(LC)의 배향들, 즉 전계 오프 모드에서의 초기 배향들이다.
- [0078] 빔 편향기(200)는 전계 오프 모드로 동작되기 전, 전계 리셋 모드(δ_{on2})를 활성화하여 액정 분자들(LC)의 배향

들을 초기화하기 위한 리셋 전계를 형성시킬 수 있다.

- [0079] 전계 리셋 모드($\delta_{on,2}$)에서, 제 1 전극층(210) 내 인접한 하나의 제1전극에는 소정의 기준 전압이 인가되고 다른 하나의 제1전극에는 기준 전압과 다른 제 1 전압이 인가될 수 있다. 또한, 제 2 전극층(240) 내 인접한 하나의 제2전극에는 소정의 기준 전압이 인가되고 다른 하나의 제2전극에는 기준 전압과 다른 제 2 전압이 인가될 수 있다.
- [0080] 이에 따라, 인접한 제1전극들(221) 사이 및 인접한 제2전극들(241) 사이에는 각각 전압 차이에 기초한 리셋 전계(RE)가 형성될 수 있다. 리셋 전계(RE)는, 액정 분자들이 제 1 전극층(220)과 제2 전극층(240)에 대해 수직으로 배향되기 위해 필요한 전계의 세기와 동일하게 또는 이에 근접한 세기로 형성될 수 있다.
- [0081] 전계 오프 모드(δ_{off}) 전에 수행된 전계 리셋 모드($\delta_{on,2}$)에 의해 액정 분자 배향이 미리 회복(리셋)될 수 있으므로, 빔 편향기(200)의 편향 각도 변환에 필요한 액정 응답 시간이 단축될 수 있다.
- [0082] 도 11은 일 실시예에 따라 전계 온 모드에서 능동 프리즘을 형성하기 위한 제 1 전극층의 제1전극들 및 제 2 전극층의 제2전극들에 인가되는 전압들을 설명하기 위한 도면이다.
- [0083] 도 11을 참고하면, 빔 편향기(200)에서 액정층(230) 내 능동 프리즘을 형성하기 위해 제 1 전극층(220)의 제1전극들(221)에 인가되는 전압이 도시되어 있다.
- [0084] 제 2 전극층(240)의 제2전극(241)에는 기준 전압(V_0)이 인가되고, 1 전극층(120)에서 채널 1부터 채널 n의 제1전극들(121)에는 점진적으로 증가하는 크기의 전압들이 각각 인가된다. 이에 따라, 전계는 채널 1의 제1전극 부근보다 채널 n의 제1전극 부근에서 강하게 형성될 수 있다. 한편, 제1전극과 제2전극 간의 전계는, 기준전극의 전압 V_0 를 기준으로 포지티브하게 또는 네거티브하게 스위칭되면서 형성될 수 있고, 이는 액정 분자의 경화를 방지하기 위함이다.
- [0085] 도 11은 전계 온 모드에서의 제1전극들 및 제2전극들에 인가되는 전압에 관한 것이다.
- [0086] 도 12는 일 실시예에 따라 전계 오프 모드에서 제 1 전극층(220)의 제1전극들(221) 및 제 2 전극층(240)의 제2전극들(241)에 인가되는 전압들을 설명하기 위한 도면이다.
- [0087] 전계 오프 모드에서는 제 1 전극층(220)의 제1전극들(221) 및 제 2 전극층(240)의 제2전극들(241) 간에 전계가 형성되지 않도록, 제 1 전극층(220)의 제1전극들(221) 및 제 2 전극층(270)의 제2전극들(241)에는 모두 기준 전압 V_0 이 인가될 수 있다.
- [0088] 도 13은 전계 온 모드와 전계 오프 모드 간의 스위칭에 따른 액정 응답 시간을 설명하기 위한 도면이다. 전계 온 모드에서 제 1 전극층(220)의 제1전극들(221)에 도 11에서 설명된 개별 전압들이 인가된 후 전계 오프 모드에서 제1전극들(221)에 도 12에서 설명된 기준 전압이 인가되면, 액정 분자의 액정 이동 속도가 느리기 때문에, 상대적으로 긴 액정 응답 시간(LRT)이 소요될 수 있다. 전계 온 모드(δ_{on}) 시 액정 분자의 배향 설정에 필요한 액정 응답 시간(RT)에 비해, 전계 오프 모드(δ_{off}) 시 액정 분자의 배향 설정에 필요한 액정 응답 시간(LRT)이 상대적으로 더 오래 걸린다. 이와 같은 현상은 빔 편향기(200)의 반복적인 편향 각도 변환을 위한 전체적인 동작 속도에 영향을 줄 수 있다.
- [0089] 도 14는 일 실시예에 따른 빔 편향기의 구동 방법에서의 전계 리셋 모드에 의한 액정 응답 시간의 변화를 설명하기 위한 도면이다. 도 14를 참고하면, 전계 온 모드($\delta_{on,1}$)가 종료된 직후 전계 리셋 모드($\delta_{on,2}$)가 활성화되는 경우, 도 13의 그래프와 비교할 때 전계 오프 모드(δ_{off})에서의 액정 분자 배향으로 초기화되기 위한 액정 응답 시간(FRT)이 단축될 수 있다. 이에 따라, 빔 편향기(200)는 보다 빠른 편향 각도의 변환, 즉 보다 빠른 응답 속도를 구현할 수 있다. 다시 말하면, 리셋 구간을 통해 액정 분자의 배향이 전계가 형성되지 않았을 때의 배향으로 강제적으로 회전됨으로써, 액정 분자의 응답 시간을 줄일 수 있다.
- [0090] 도 15는 일 실시예에 따른 전계 리셋 모드에서 리셋 전계를 형성하기 위하여 제 1 전극층 및 제 2 전극층에 인가되는 전압들을 설명하기 위한 도면이다.
- [0091] 도 15를 참고하면, 전계 리셋 모드에서 제 1 전극층(220) 내 인접한 제1전극들 사이에 리셋 전계가 형성될 수 있다. 여기서, 인접한 제1전극들은, 제 1 전극층(220) 내 이웃하는 두 전극들일 수 있다. 또는, 인접한 제1전극들은 제 1 전극층(220)에서 소정 개수만큼 떨어진 두 전극들일 수 있다.

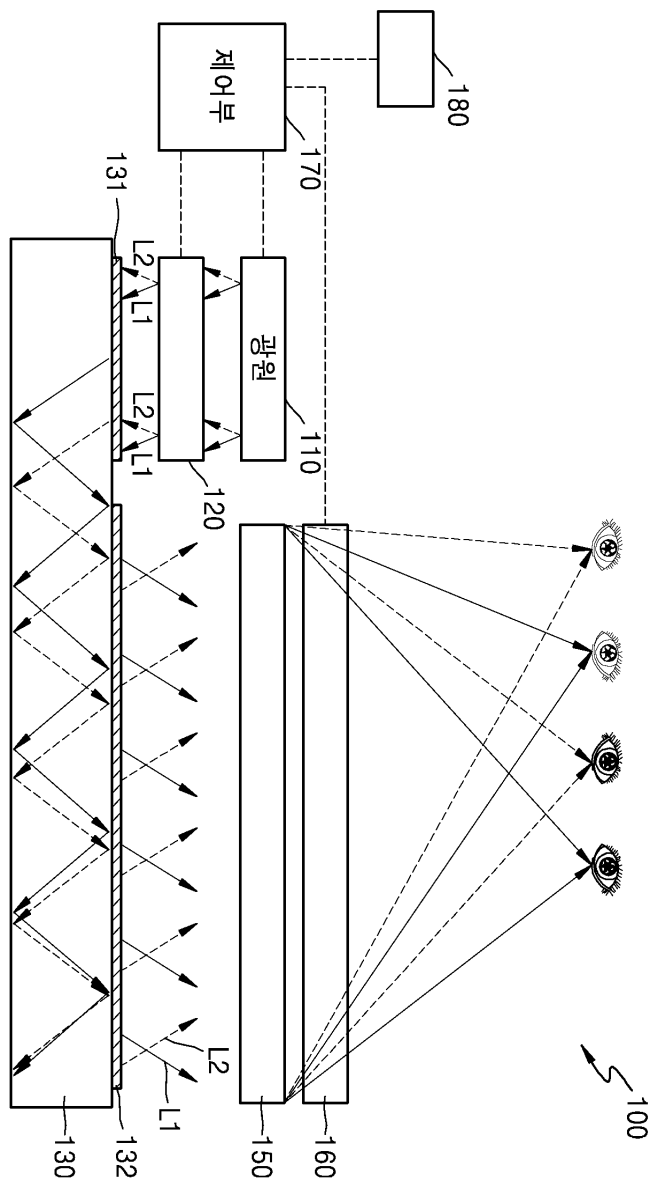
- [0092] 예를 들어, 제 1 전극층(220)에서 짝수 번째 제1전극들 각각에는 기준 전압 (V_0)이 인가되고, 제 1 전극층(220)에서 홀수 번째 제1전극들 각각에는 기준 전압과 다른 제1 전압이 인가될 수 있다. 또한, 제 2 전극층(240)에서 짝수 번째 제2전극들 각각에는 기준 전압 V_0 이 인가되고, 제 2 전극층(240)에서 홀수 번째 제2전극들 각각에는 기준 전압과 다른 제2 전압이 인가될 수 있다.
- [0093] 이웃하는 홀수 번째 제1전극과 짝수 번째 제1전극 사이에 리셋 전계가 형성될 수 있다. 또한, 이웃하는 홀수 번째 제2전극과 짝수 번째 제2전극 사이에 리셋 전계가 형성될 수 있다. 이와 같이 제1 전극층(220)과 제2 전극층(240) 모두에서 리셋 전계가 형성되므로 빠르게 액정 배향의 리셋이 이루어질 수 있다.
- [0094] 한편, 리셋 전계는 액정 분자의 경화를 방지하기 위하여 포지티브 또는 네거티브의 전계로 스위칭되면서 형성될 수 있다. 즉, 도 15를 참조하면, 리셋 전계 형성 시, 제1 전압과 제2전압을 기준 전압(V_{ref})에 대해 상대적으로 큰 전압으로 인가하여 포지티브 전계를 형성하는 것과, 제1 전압과 제2전압을 기준 전압(V_{ref})에 대해 상대적으로 작은 전압으로 인가하여 네거티브 전계를 형성하는 것을 교대로 수행할 수 있다.
- [0095] 한편, 도 15에 도시되지는 않았으나, 리셋 전계를 형성하기 위한 전압과 기준 전압은 이웃하는 홀수 번째 전극 및 짝수 번째 전극이 아닌, 소정 개수만큼 떨어진 두 개의 전극에 인가되는 것도 가능하다.
- [0096] 상기한 실시예들은 예시적인 것에 불과한 것으로, 당해 기술분야의 통상을 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다. 따라서, 예시적인 실시예에 따른 진정한 기술적 보호범위는 하기의 특허 청구범위에 기재된 발명의 기술적 사상에 의해 정해져야만 할 것이다.

부호의 설명

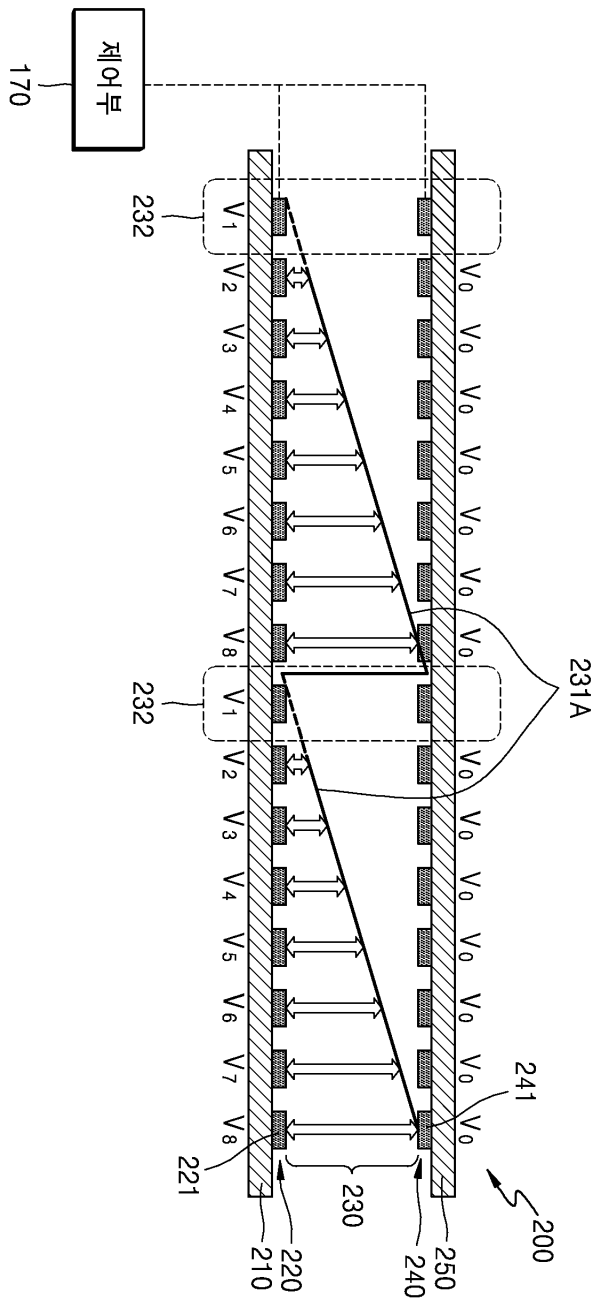
- [0097]
- | | |
|----------------------|---------------|
| 100: 홀로그래픽 디스플레이 장치, | 110: 광원 |
| 120, 200: 빔 편향기, | 130: 도광판 |
| 150: 필드 렌즈, | 160: 공간 광변조기 |
| 170: 제어부, | 180: 위치 검출 센서 |
| 210: 제1기관, | 220: 제1전극층 |
| 221: 제1전극, | 230: 액정층 |
| 240: 제2전극층, | 241: 제2전극 |
| 250: 제2기관 | |

도면

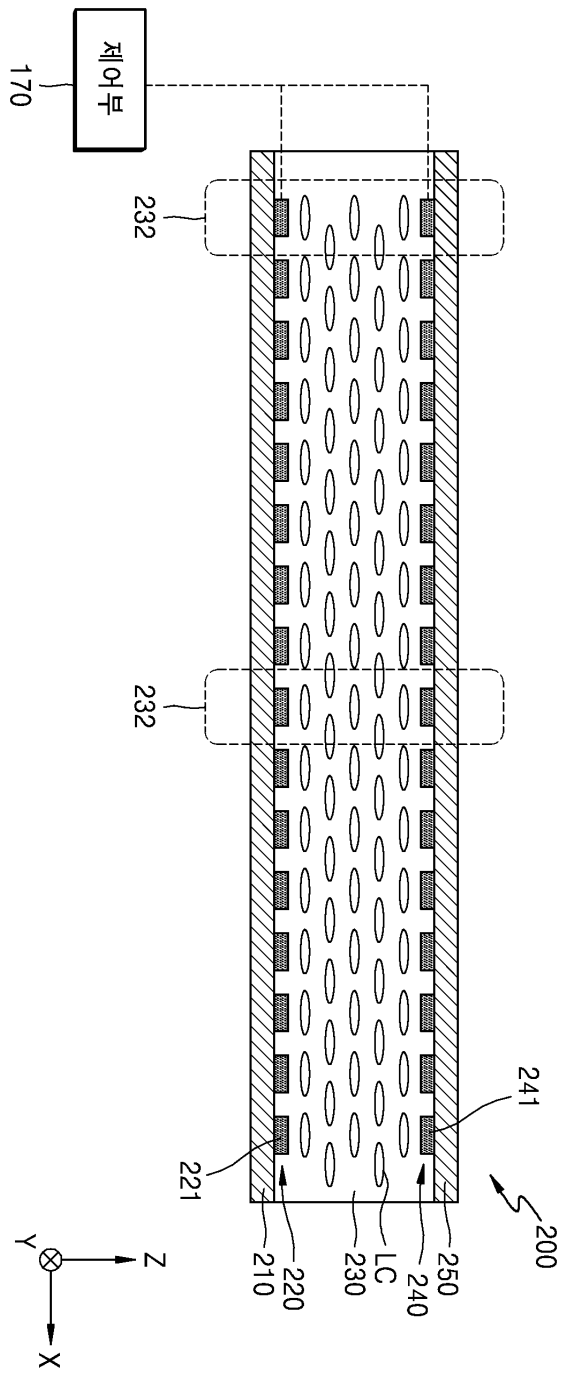
도면1



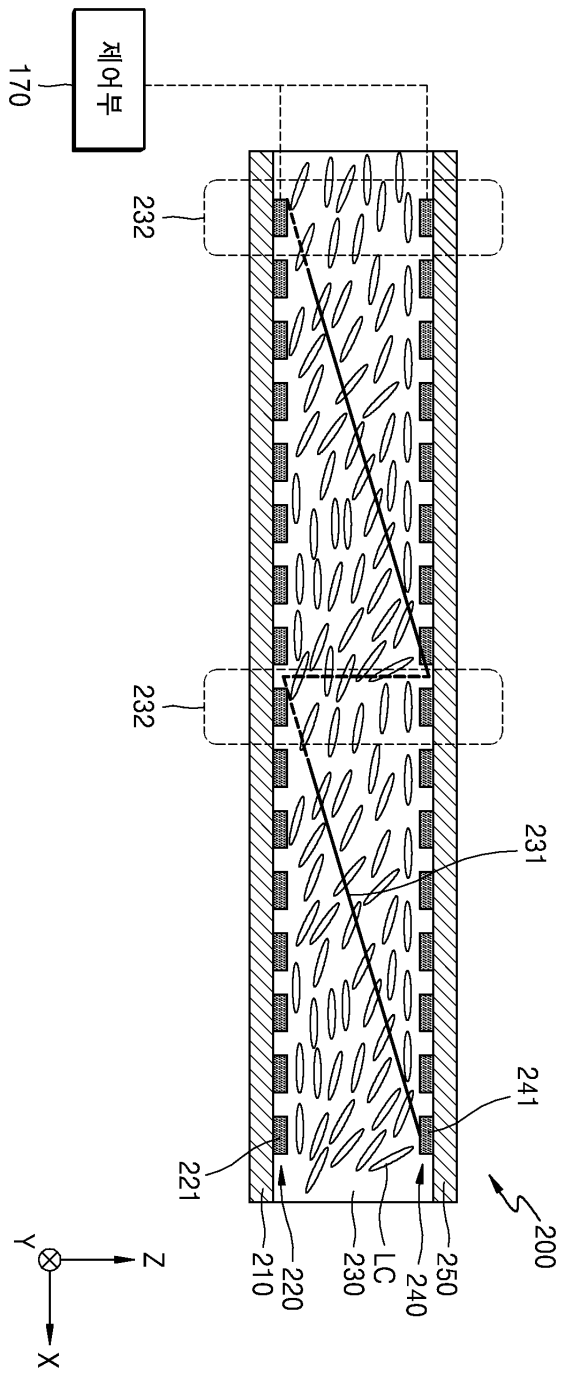
도면2



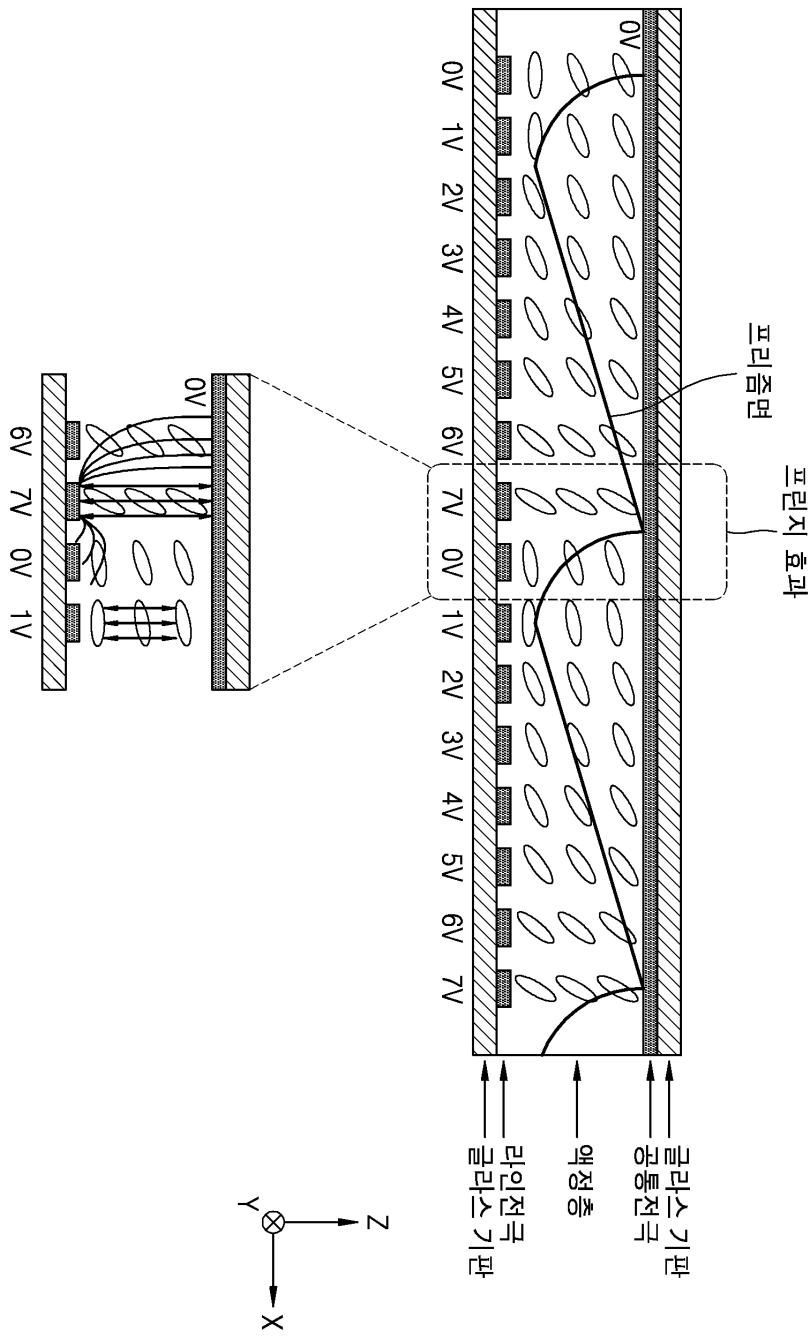
도면3



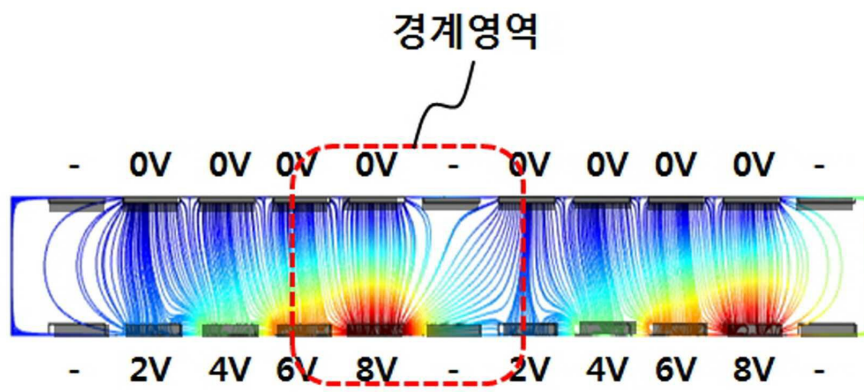
도면4



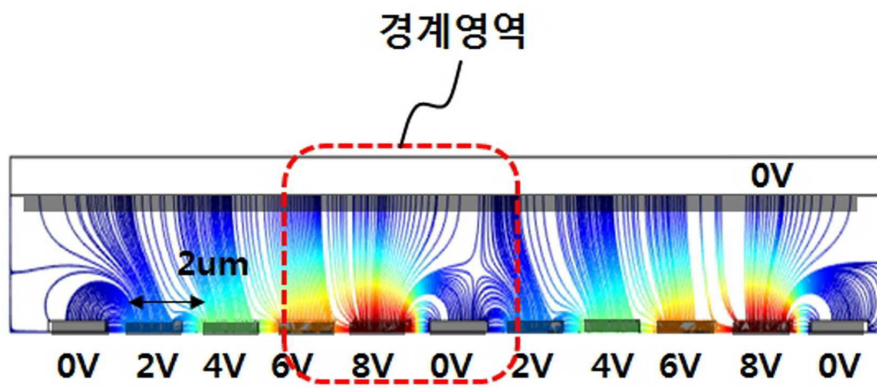
도면5



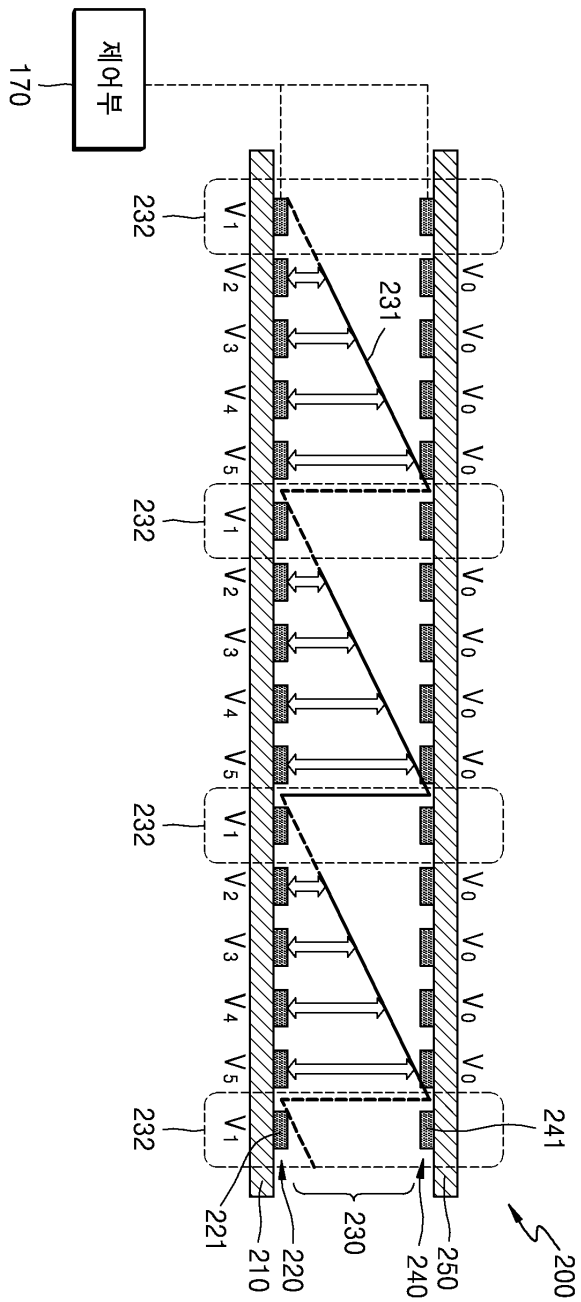
도면6



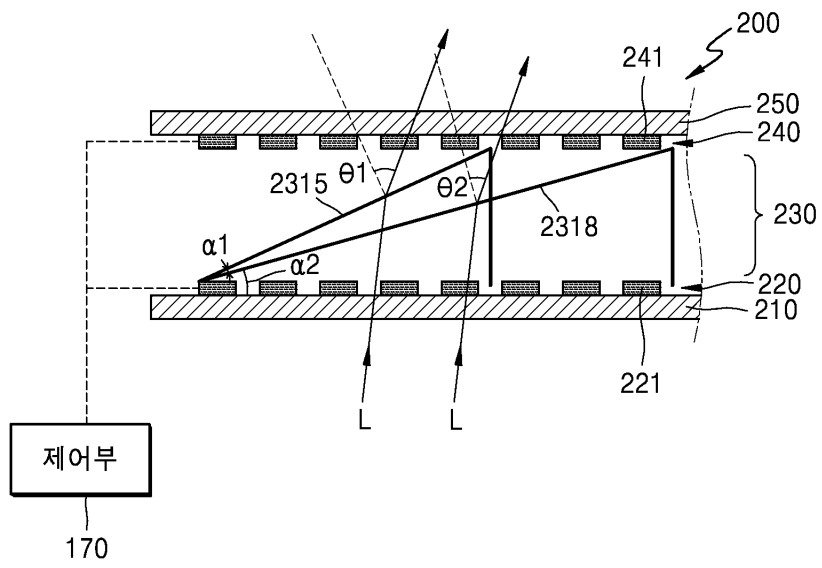
도면7



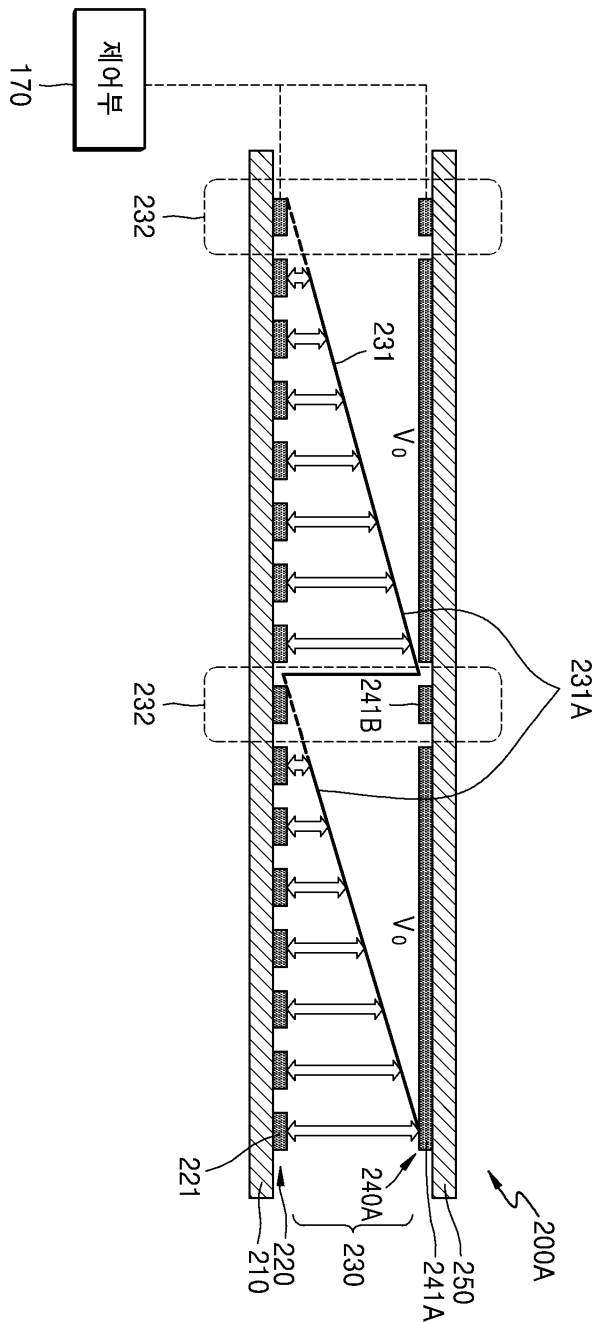
도면8



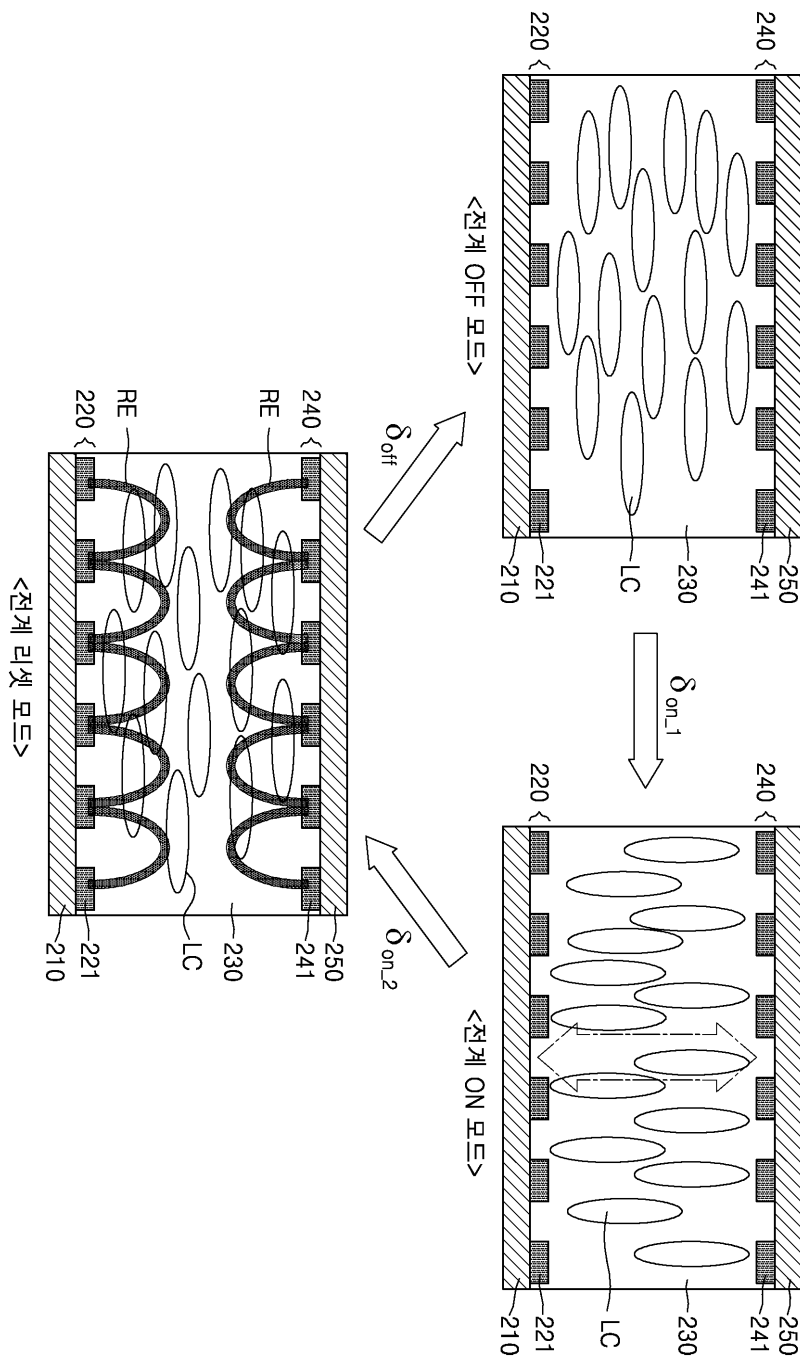
도면9



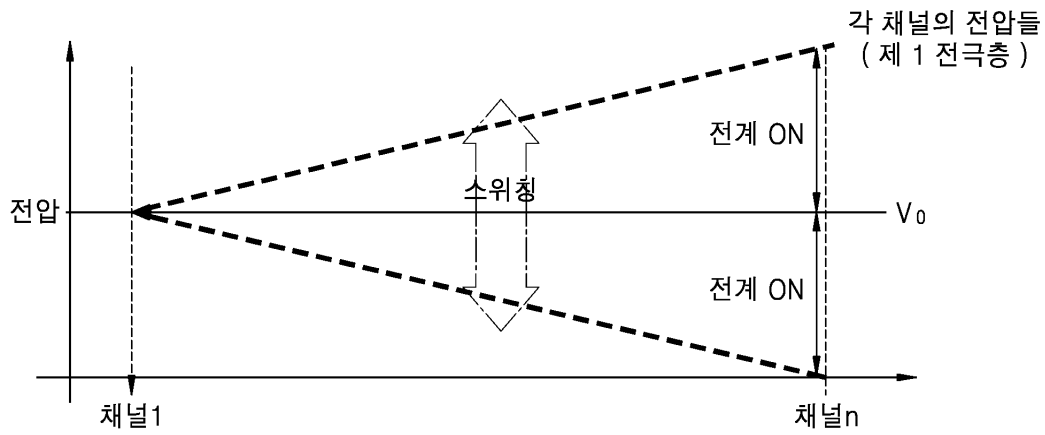
도면10



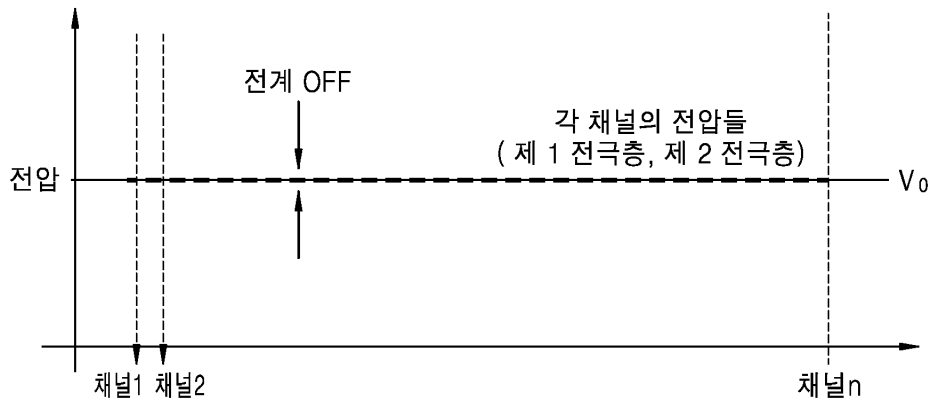
도면11



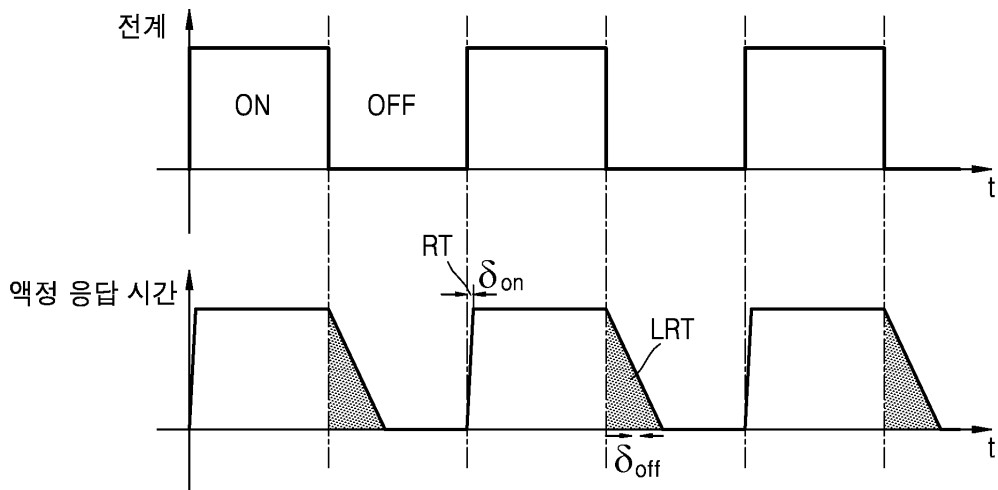
도면12



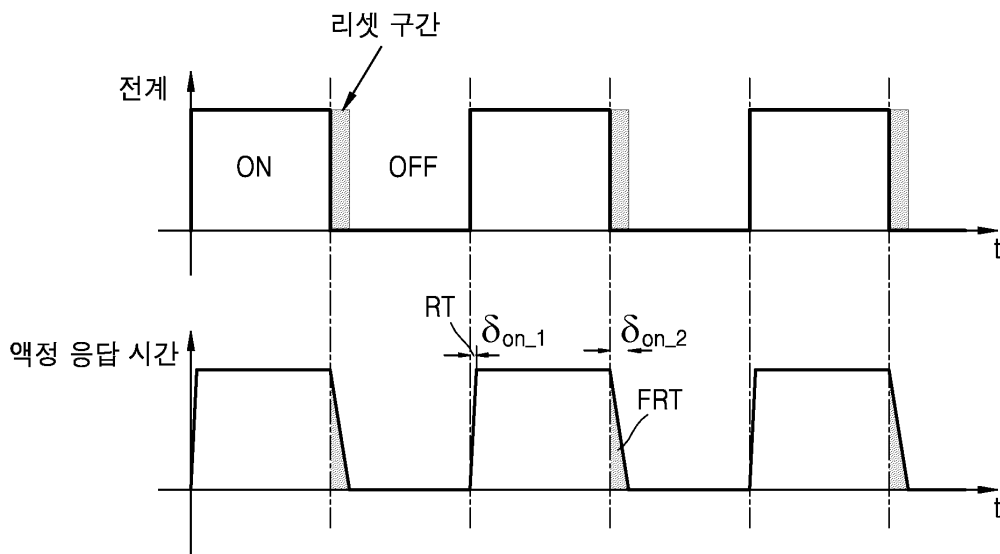
도면13



도면14



도면15



도면16

