



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0169807  
(43) 공개일자 2022년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02F 1/29 (2006.01) G02B 27/01 (2006.01)  
G02F 1/1335 (2019.01) G02F 1/1343 (2006.01)  
G03H 1/04 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G02F 1/29 (2013.01)  
G02F 1/133528 (2021.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0080362  
(22) 출원일자 2021년06월21일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
김영  
경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 119동 2001호  
(신봉동, 신봉마을엘지자이1차아파트)  
송병권  
서울특별시 송파구 문정로 83, 112동 804호(문정동, 문정래미안아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
리엔목특허법인

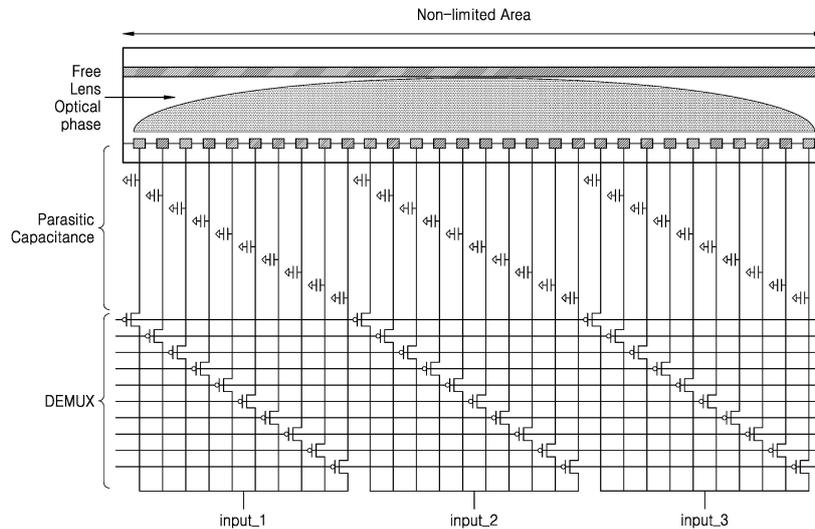
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 광 편향기, 광 편향기의 구동방법 및 광 편향기 기반의 아이 트래킹 디바이스

(57) 요약

일 실시 예에 따른 광 편향기는, 제1기판상에 배치된 복수의 패턴전극들을 포함하는 제1전극층, 제2기판상의 제2전극층, 제1전극층과 제2전극층 사이에 제1방향으로 배치된 복수의 액정 분자들을 포함하는 액정층, 복수의 입력채널을 포함하는 입력채널부, 입력채널부에 포함된 각각의 입력채널을 기설정된 분할개수의 분할채널로 분할하여 패턴전극들에 연결하는 디멀티플렉서(DEMUX) 및 디멀티플렉서에 연결되어 분할채널에서 제1전극층을 향해 출력되는 출력신호를 제어하는 제어채널부를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G02F 1/134318* (2021.01)

*G03H 1/04* (2013.01)

*G02B 2027/0174* (2013.01)

(72) 발명자

**김홍석**

서울특별시 광진구 긴고랑로22길 35 (중곡동)

**송훈**

경기도 용인시 수지구 성북1로 35, 206동 1304호  
(성북동, 성북역 롯데캐슬 클라시엘)

**원강희**

서울특별시 서초구 서운로 201, 104동 1303호(서초  
동, 서초 푸르지오 써밋)

**이홍석**

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

**정성희**

경기도 화성시 영통로26번길 24, 303동 602호 (반월동, 반달마을 푸르지오아파트)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1기판상에 배치된 복수의 패턴전극들을 포함하는 제1전극층;

제2기판상의 제2전극층;

상기 제1전극층과 상기 제2전극층 사이에 제1방향으로 배치된 복수의 액정 분자들을 포함하는 액정층;

복수의 입력채널을 포함하는 입력채널부;

상기 입력채널부에 포함된 각각의 입력채널을 기설정된 분할개수의 분할채널로 분할하여 상기 패턴전극들에 연결하는 디멀티플렉서(DEMUX); 및

상기 디멀티플렉서에 연결되어 상기 분할채널에서 상기 제1전극층을 향해 출력되는 출력신호를 제어하는 제어채널부;를 포함하는 광 편향기.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액정 분자는, 포지티브 액정 분자이고,

상기 패턴전극에 인가된 전압에 따라서 상기 제1방향에서 상기 제1기판의 수직방향으로 움직이는, 광 편향기.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 입력채널의 개수는 26개인, 광 편향기.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 디멀티플렉서의 개수는 상기 입력채널의 개수와 같은, 광 편향기.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 분할개수는, 696개인, 광 편향기.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 디멀티플렉서는,

상기 분할개수와 같은 개수의 스위치를 포함하는, 광 편향기.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 스위치는, TFT(Thin Film Transistor)인, 광 편향기.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 TFT는 P-type TFT인, 광 편향기.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제어채널부는,

서로 다른 분할채널에서 출력되는 출력신호들의 출력시간이 겹치지 않도록 제어하는, 광 편향기.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 제어채널부는,

상기 분할채널마다 구비된 스위치의 온오프상태를 조정하여 각 분할채널을 통해 출력되는 신호를 제어하는, 광 편향기.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

상기 제어채널부는 복수의 제어채널을 포함하고,

상기 제어채널의 개수는 상기 분할개수와 같은, 광 편향기.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 광 편향기는,

기설정된 주기마다 상기 디멀티플렉서에 포함된 분할채널의 순서를 변경하는 채널순서변경부;를 더 포함하는 광 편향기.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 채널순서변경부는,

상기 분할채널의 순서를 무작위로 변경하는, 광 편향기.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 채널순서변경부는,

상기 분할채널의 순서를 기설정된 순서들을 제외하여 무작위로 변경하는, 광 편향기.

**청구항 15**

광 편향기의 구동방법으로서,

복수의 입력채널을 포함하는 입력채널부가, 편향제어신호 및 채널제어신호를 수신하는 단계;

상기 입력채널부가, 상기 입력채널을 복수의 분할채널로 분할하는 디멀티플렉서별로 상기 편향제어신호를 분할하는 단계;

제어채널부가, 채널제어신호를 기초로 서로 다른 분할채널에서 출력되는 출력신호들의 출력시간이 겹치지 않도록 제어하는 단계; 및

상기 출력신호를 수신하여 전압이 인가된 전극층에 의해서 전극층에 인접한 액정분자들이 움직이면, 입사된 광이 상기 액정분자들에 의해 편향되는 단계;를 포함하는 광 편향기의 구동방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서,  
 상기 편향제어신호 및 상기 채널제어신호는,  
 기설정된 해상도의 비디오 이미지(video image) 한 개에 포함되어 있는, 광 편향기의 구동방법.

**청구항 17**

제15항에 있어서,  
 상기 액정분자들에 의해 편향되는 단계는,  
 상기 전압이 인가된 전극층에 의해 상기 액정분자들이 움직여서 광경로 변환면(optical path conversion surface)이 형성되면, 상기 형성된 광경로 변환면에서 상기 입사된 광의 굴절률이 변경되는, 광 편향기의 구동 방법.

**청구항 18**

제16항에 있어서,  
 상기 비디오 이미지의 해상도는,  
 800 \* 600 픽셀인, 광 편향기의 구동방법.

**청구항 19**

제15항에 있어서,  
 상기 분할채널의 수는 18,096개인, 광 편향기의 구동방법.

**청구항 20**

제1항에 따른 광 편향기 2개를 포함하는 아이 트래킹 디바이스(eye tracking device).

**청구항 21**

제20항에 있어서,  
 상기 아이 트래킹 디바이스는,  
 Z축 방향으로 스티어링(steering)을 제공하는 컴포넌트를 구비하지 않고, 상기 광 편향기 2개가 상기 Z축 방향으로 겹쳐져서 구현된, 아이 트래킹 디바이스.

**청구항 22**

제20항에 있어서,  
 상기 아이 트래킹 디바이스는,  
 상기 2개의 광 편향기에 의해 편향된 광을 집중시켜 사용자에게 제공하는 렌즈를 구비하지 않고, 상기 광 편향기 2개가 겹쳐져서 구현된, 아이 트래킹 디바이스.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 실시예는 광 편향기 및 그에 대한 방법으로서, 보다 구체적으로는, 광이 입사되었을 때, 전기적인 신호를 기초로 하여 입사된 광에 편향을 일으켜서 3차원 영상을 제작하거나 3차원 영상을 시청할 수 있게 하는 광 편향기 및 그 광 편향기의 구동방법이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 입사되는 빛을 원하는 방향으로 편향시키는 소자는 다양한 분야에서 널리 사용이 되고 있다. 특히, 빛이 입사되는 면적이 넓으면 넓을수록, 시스템 집적도 향상을 통하여 편향효율을 향상시켜 더욱 효과적으로 빛을 편향시킬 수 있다. 위와 같이, 입사되는 빛을 원하는 방향으로 편향 또는 회절시키는 소자를 광 편향기(beam deflector) 또는 광 회절기로 호칭된다.
- [0003] 광 편향기는 시점 추적(eye tracking)을 필요로 하는 3D(3 Dimension)디스플레이에 널리 활용될 수 있으며, 특히, 홀로그래픽 디스플레이 시스템(Holographic Display)는 일반 영상신호를 홀로그래픽용 영상신호로 변환을 한 뒤, 광학계를 이용하여 사용자의 양안으로 변환된 영상을 보내서, 사용자에게 입체감 있는 영상을 보여주는 구조로 되어있다.
- [0004] 3D로 변환된 영상을 각각 사용자의 좌안 및 우안에 각각 송출하기 위하여 다양한 편향 소자(회절 소자)들이 활용된다. 예를 들어, 광 편향소자는 사용자가 3D영상을 감상하기 위해서 장착하는 3D안경의 렌즈를 구성하는 데에 사용될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 본 실시예가 해결하고자 하는 기술적 과제는, 개선된 광 편향기 및 그 광 편향기의 구동방법 및 그 광 편향기로 구현가능한 아이 트래킹 디바이스를 제공하는 데에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 일 실시예에 따른 광 편향기는, 제1기판상에 배치된 복수의 패턴전극들을 포함하는 제1전극층; 제2기판상의 제2전극층; 상기 제1전극층과 상기 제2전극층 사이에 제1방향으로 배치된 복수의 액정 분자들을 포함하는 액정층; 복수의 입력채널을 포함하는 입력채널부; 상기 입력채널부에 포함된 각각의 입력채널을 기설정된 분할개수의 분할채널로 분할하여 상기 패턴전극들에 연결하는 디멀티플렉서(DEMUX); 및 상기 디멀티플렉서에 연결되어 상기 분할채널에서 상기 제1전극층을 향해 출력되는 출력신호를 제어하는 제어채널부;를 포함한다.
- [0007] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 액정 분자는, 포지티브 액정 분자이고, 상기 패턴전극에 인가된 전압에 따라서 상기 제1방향에서 상기 제1기판의 수직방향으로 움직일 수 있다.
- [0008] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 입력채널의 개수는 26개일 수 있다.
- [0009] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 디멀티플렉서의 개수는 상기 입력채널의 개수와 같을 수 있다.
- [0010] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 분할개수는, 696개일 수 있다.
- [0011] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 디멀티플렉서는, 상기 분할개수와 같은 개수의 스위치를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 스위치는, TFT(Thin Film Transistor)일 수 있다.
- [0013] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 TFT는 P-type TFT일 수 있다.
- [0014] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 제어채널부는, 서로 다른 분할채널에서 출력되는 출력신호들의 출력시간이 겹치지 않도록 제어할 수 있다.
- [0015] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 제어채널부는, 상기 분할채널마다 구비된 스위치의 온오프상태를 조정하여 각 분할채널을 통해 출력되는 신호를 제어할 수 있다.
- [0016] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 제어채널부는 복수의 제어채널을 포함하고, 상기 제어채널의 개수는 상기 분할개수와 같을 수 있다.
- [0017] 상기 광 편향기는, 기설정된 주기마다 상기 디멀티플렉서에 포함된 분할채널의 순서를 변경하는 채널순서변경부;를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 채널순서변경부는, 상기 분할채널의 순서를 무작위로 변경할 수 있다.

- [0019] 상기 광 편향기에 있어서, 상기 채널순서변경부는, 상기 분할채널의 순서를 기설정된 순서들을 제외하여 무작위로 변경할 수 있다.
- [0020] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 다른 일 실시예에 따른 광 편향기의 구동방법은, 복수의 입력채널을 포함하는 입력채널부가, 편향제어신호 및 채널제어신호를 수신하는 단계; 상기 입력채널부가, 상기 입력채널을 복수의 분할채널로 분할하는 디멀티플렉서별로 상기 편향제어신호를 분할하는 단계; 제어채널부가, 채널제어신호를 기초로 서로 다른 분할채널에서 출력되는 출력신호들의 출력시간이 겹치지 않도록 제어하는 단계; 및 상기 출력신호를 수신하여 전압이 인가된 전극층에 의해서 전극층에 인접한 액정분자들이 움직이면, 입사된 광이 상기 액정분자들에 의해 편향되는 단계;를 포함한다.
- [0021] 상기 방법에 있어서, 상기 편향제어신호 및 상기 채널제어신호는, 기설정된 해상도의 비디오 이미지(video image) 한 개에 포함될 수 있다.
- [0022] 상기 방법에 있어서, 상기 액정분자들에 의해 편향되는 단계는, 상기 전압이 인가된 전극층에 의해 상기 액정분자들이 움직여서 광경로 변환면(optical path conversion surface)이 형성되면, 상기 형성된 광경로 변환면에서 상기 입사된 광의 굴절률이 변경될 수 있다.
- [0023] 상기 방법에 있어서, 상기 비디오 이미지의 해상도는, 800 \* 600 픽셀일 수 있다.
- [0024] 상기 방법에 있어서, 상기 분할채널의 수는 18,096개일 수 있다.
- [0025] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한, 전술한 실시예와 또 다른 일 실시예에 따른 아이 트래킹 디바이스는 상기 광 편향기 2개를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 아이 트래킹 디바이스는, Z축 방향으로 스티어링(steering)을 제공하는 컴포넌트를 구비하지 않고, 상기 광 편향기 2개가 상기 Z축 방향으로 겹쳐져서 구현될 수 있다.
- [0027] 상기 아이 트래킹 디바이스는, 상기 2개의 광 편향기에 의해 편향된 광을 집중시켜 사용자에게 제공하는 렌즈를 구비하지 않고, 상기 광 편향기 2개가 겹쳐져서 구현될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0028] 본 실시예에 따른 광 편향기는 종래의 광 편향기에 비해서 optical phase profile을 표현할 수 있는 범위가 넓다.
- [0029] 또한, 본 실시예에 따른 광 편향기로 구현된 아이 트래킹 디바이스는 별도의 Z축 스티어링용 컴포넌트를 구비하지 않더라도 사용자에게 안정적으로 3D 영상을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0030] 도 1은 일 실시예에 따른 액정 광 편향기(100)의 구조를 개략적으로 보여주는 단면도다.
- 도 2는 제1 정렬층의 측단면도를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 액정 광 편향기(100)의 작용을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 액정 광 편향기의 제1 전극층의 패턴전극들의 배치를 보여주는 평면도이다.
- 도 5는 도 1 내지 도 4에서 설명한 광 편향기로 구현되는 아이 트래킹 디바이스의 개략도를 도시한 도면이다.
- 도 6은 비아/홀을 활용하여 액티브 영역을 확장하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 디멀티플렉서를 이용한 개선된 입력구동채널 구조를 도식적으로 나타내고 있다.
- 도 8은 도 7에서 설명한 구조를 보다 더 자세히 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 도 7 및 도 8에서 설명한 DEMUX기반의 광 편향기 렌즈의 아키텍처를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 광 편향 렌즈구조의 아키텍처를 도시한 도면이다.
- 도 11은 도 10에서 설명한 광 편향 렌즈구조를 활용한 아이 트래킹 디바이스의 개략도이다.
- 도 12는 입력채널마다 연결된 DEMUX의 동작을 제어하는 타이밍 다이어그램을 도식적으로 나타낸 도면이다.

- 도 13은 소스 채널 구동 조건 및 DEMUX의 TFT구동 조건을 그래프로 나타낸 도면이다.
- 도 14는 광 편향기에 실장되는 메인컨트롤러의 블록도를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 15는 광 편향기를 구성하는 18096개의 각 라인마다 개별적으로 데이터가 인가되는 모습을 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 16은 광 편향기에 전달되는 비디오 데이터의 동작 개념도를 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 17은 일 실시예에 따른 광 편향기 렌즈의 구조를 블록도로 나타낸 것이다.
- 도 18은 하모닉 노이즈가 발생하는 현상을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 19는 TFT에 대미지가 발생된 것을 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 20은 하모닉 노이즈를 감소시키기 위한 광 편향기의 구조를 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 21은 하모닉 노이즈를 감소시키기 위한 제어 알고리즘을 설명하는 타이밍 다이어그램을 도시하고 있다.
- 도 22는 일 실시예에 따른 광 편향기의 구동방법의 일 예를 흐름도로 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0031] 실시예들에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 명세서에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 명세서의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0032] 본 실시예들에서 사용되는 "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0033] 본 실시예들에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소와 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 전기적으로 연결되어 있는 경우도 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0034] 또한, 본 실시예들에서 사용되는 "제 1" 또는 "제 2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용할 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0035] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 그러나 실시예는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 예에 한정되지 않는다.
- [0036] 도 1은 일 실시예에 따른 액정 광 편향기(100)의 구조를 개략적으로 보여주는 단면도다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 액정 광 편향기(100)는 서로 마주보며 나란하게 배치된 제1 기관(110) 및 제2 기관(160)을 포함한다. 제1 기관(110) 상에는 제1 전극층(120)이 형성되며, 제2 기관(160) 상에는 제2 전극층(170)이 형성된다. 제1 전극층(120)과 제2 전극층(170)은 서로 마주보게 배치된다. 제1 기관(110) 및 제2 기관(160)은 절연 기관일 수 있다. 제1 기관(110) 및 제2 기관(160)은 유리 또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다.
- [0038] 제1 전극층(120)은 복수의 패턴 전극(121)을 포함할 수 있다. 패턴 전극들(121)은 서로 나란하게 배치될 수 있다. 패턴 전극들(121)은 제1 방향으로 일정한 피치(P)로 배치될 수 있다. 도 1에는 패턴 전극들(121)이 x방향으로 일정한 피치로 배치된 것이 도시되어 있다.
- [0039] 예컨대, 패턴 전극들(121)의 피치(P)는 대략 2  $\mu\text{m}$  일 수 있다. 패턴 피치(P)가 좁게 형성되므로, 광 편향기의 광의 편향 각도가 증가할 수 있다. 패턴 전극들(121)은 동일한 폭을 가질 수 있다. 패턴 전극(121)의 폭은 대략 1.5  $\mu\text{m}$  일 수 있으며, 길이는 대략 14 mm 일 수 있다.
- [0040] 일 예로서, 제1 전극층(120)은 7200개의 패턴 전극(121)을 포함할 수 있다. 다른 예로서, 제1 전극층(120)은 18096개의 패턴 전극(121)을 포함할 수 있다. 도 1에는 편의상 6개의 패턴 전극(121)이 도시되어 있다. 패턴 전

극(121)은 제2 방향(y 방향)으로 길게 형성된다.

- [0041] 패턴 전극(121)들은 투명한 도전 물질로 이루어질 수 있다. 예컨대, 패턴 전극(121)들은 ITO(indium-tin-oxide), IZO(indium-zinc-oxide), ITZO(indium-tin-zinc-oxide)를 포함할 수 있다. 후술하는 평판형 전극도 패턴 전극들(121)과 마찬가지로 투명한 도전 물질로 이루어질 수 있다.
- [0042] 제2 전극층(170)은 평판 타입의 공통 전극일 수 있다. 실시예는 이에 한정되지 않는다. 예컨대, 제2 전극층(170)은 제1 전극층(120)과 같은 복수의 패턴 전극(121)으로 이루어질 수 있다. 이 경우, 제2 전극층(170)의 패턴 전극들(121)에는 동일한 전압이 인가될 수 있다. 제2 전극층(170)은 제1 전극층(120)과 동일한 투명성 도전 물질로 이루어질 수 있다. 제1 기관(110) 상에는 제1 전극층(120)을 덮는 제1 정렬층(130)이 배치된다.
- [0043] 도 2는 제1 정렬층의 측단면도를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- [0044] 도 2의 제1 정렬층(130)의 상면에는 제1 방향과 직교하는 제2 방향으로 오목부(132)들이 길게 형성될 수 있다. 오목부(132)들은 제2 전극층(170)의 패턴 전극(121)들과 직교하도록 배치된다. 각 오목부(132)는 반구 형상을 가지며, 오목부(132)의 직경(R)은 수백 나노미터(nm)일 수 있다.
- [0045] 이어서, 도 1에 대한 설명을 하기로 한다.
- [0046] 제1 정렬층(130) 상에는 액정 분자들(152)로 이루어진 액정층(150)이 배치된다. 액정 분자들(152)은 타원형으로 장경과 단경의 길이가 서로 다르고, 장경은 제1 방향으로 정렬될 수 있다. 도 1에는 하나의 피치에 대략 2개의 액정 분자(152)가 가로 방향(x방향)으로 형성되어 있으나, 이는 편의성을 위해 도시된 것이다. 하나의 피치의 가로 방향으로 복수의 액정 분자(152)가 배치될 수 있다.
- [0047] 액정층(150) 및 제2 전극층(170) 사이에는 제2 정렬층(180)이 형성될 수 있다. 제2 정렬층(180)에서 액정층(150)과 접촉하는 면에는 제1 정렬층(130)의 오목부(132)들과 같은 오목부(132)들이 형성될 수 있다. 제2 정렬층(180)의 오목부(132)들도 제1 방향으로 길게 형성될 수 있다. 제2 정렬층(180)의 오목부(132)들은 제1 전극패턴들과 직교하는 방향으로 배치될 수 있다. 도 1에서는 편의상, 제2 정렬층(180)의 오목부(132)는 생략되어 있다.
- [0048] 제1 정렬층(130)과 제2 정렬층(180)은 폴리이미드(polyimide)로 이루어질 수 있다.
- [0049] 제1 정렬층(130) 및 제2 정렬층(180) 사이에는 복수의 스페이서 볼(미도시)이 배치된다. 스페이서 볼은 대략 2.5 ~ 3  $\mu\text{m}$ 의 직경을 갖는다. 스페이서 볼들은 제1 정렬층(130) 및 제2 정렬층(180) 사이의 거리를 일정하게 유지한다. 스페이서 볼은 폴리머 물질로 형성될 수 있다.
- [0050] 액정 분자(152)는 포지티브(positive) 액정 분자일 수 있다. 포지티브 액정 분자를 패턴 전극(121)들과 직교하는 방향으로 배치하고, 제1 전극층(120)과 제2 전극층(170)의 패턴 전극(121) 사이에 소정의 전압이 인가되면, 인가된 전압의 크기에 따라서 제1방향으로 늘어서 있던 액정 분자(152)가 제1 기관(110)에 대해서 수직방향으로 움직인다. 위와 같은 액정 분자(152)의 위치변경에 따라서, 제1 전극층(120)으로 입사되는 광에는 상 변조(phase modulation)가 일어난다.
- [0051] 실시예에 따른 액정 광 편향기(100)는 작은 폭을 가진 패턴 전극을 사용하며, 액정층이 얇으므로 그 크기가 작고 슬림(slim)하다.
- [0052] 도 3은 실시예에 따른 액정 광 편향기(100)의 작용을 설명하는 도면이다.
- [0053] 이하에서, 도 1의 구성요소와 동일한 구성요소에는 동일한 참조번호를 사용하고 상세한 설명은 생략한다.
- [0054] 도 3에는 편의상 액정 광 편향기(100)의 4개의 패턴 전극(제1 ~ 제4 패턴전극 PE1~PE4)이 제1 기관(110) 상에 도시되어 있다. 제1 ~ 제4 패턴전극(PE1~PE4)은 도 1의 패턴전극들(121) 중 연속적으로 배치된 4개의 전극을 가리킨다. 각 패턴 전극(PE1~PE4)과 공통 전극(170) 사이에 걸리는 전압차에 의해 해당 패턴 전극 영역에 전기장(electric field)이 형성된다. 공통 전극(170)에 그라운드(GND) 전압을 인가하고, 제1 패턴 전극(PE1)에 0V의 전압을 인가한 경우, 액정 분자(152)는 제1 기관(110)의 오목부(132)에 나란하게 배치될 수 있다. 즉, 0V 전압 인가시 액정 분자(152)는 움직이지 않을 수 있다. 액정 분자(152)는 초기 배열 상태를 유지한다.
- [0055] 패턴 전극에 인가되는 전압(이하, "제1 인가전압")이 점점 증가함에 따라 액정 분자(152)는 제1 기관(110)에 수직인 방향으로 움직인다. 제1 인가전압이 임계 전압에 도달하면, 액정 분자(152)는 제1 기관(110)에 수직으로 배치된다.

- [0056] 설명을 위해 예를 들면, 도 3에서, 임계 전압이 5 V일 수 있다. 제3 패턴 전극(PE3)에 임계 전압이 인가되었으며, 제2 패턴 전극(PE2)에는 2.5 V 전압이 인가되었다. 전극 패턴(PE1~PE4)에 인가되는 전압이 증가함에 따라서, 광의 지연(retardation)이 증가하며, 이에 따라 해당 전극 패턴으로 입사된 광의 상(phase)이 지연된다. 전극 패턴에 임계전압이 인가되어서 액정 분자(152)가 제1 기관(110)에 대해서 수직으로 형성되면, 해당 전극 영역으로 입사된 광의 지연이  $2\pi$ 가 된다.
- [0057] 패턴 전극(PE1~PE4)에 인가되는 전압이 증가함에 따라서, 광의 지연 크기가 증가하며, 이에 따라 소정의 영역(도 3에서는 3개의 패턴전극 영역)에서 광경로 변환면(CF1)이 형성된다. 즉, 가상적 프리즘이 형성된다. 가상적 프리즘은 액정 광 편향기(100)의 제1 방향을 따라서 반복적으로 나타난다. 하나의 프리즘을 형성하는 패턴 전극(121)의 수는 패턴 전극에 인가되는 전압에 의해서 변할 수 있다. 즉, 인접한 두 개의 패턴 전극(121)에 순차적으로 0 V와 임계전압(5 V)을 인가하면, 두 개의 패턴 전극 당 하나의 프리즘이 형성된다. 도 3에는 이 때의 광경로 변환면(CF2)이 일점 쇄선으로 표시되어 있다. 여기서, 패턴 전극(121)의 수를 의미하는 m은 정수이며, 2~n 중 하나일 수 있다. 여기서, n은 정수이며, n개의 패턴 전극은 후술되듯이, 하나의 유니트 전극(unit electrode)을 구성한다.
- [0058] 제1 내지 제4 패턴 전극(PE1~PE4)으로 순차적으로 전압이 인가되는 경우, 즉, 제1~제4 패턴 전극(PE1~PE4)에 각각 0V, 5/3 V, 10/3 V, 5 V 전압이 인가된 경우, 4개의 패턴 전극 당 하나의 광경로 변환면(CF3)(도 3의 이점 쇄선)이 형성된다.
- [0059] 즉, m개의 패턴 전극에 순차적으로 0 V로부터 임계전압(5 V) 까지 증가시키면, m개의 패턴 전극 영역에 하나의 프리즘이 형성된다.
- [0060] 제1 기관(110)으로 입사된 레이저 빔(LB)은 광경로 변환면(CF1~CF3)에서 굴절되어서 출사된다. 레이저 빔(LB)은 레드광, 그린광, 블루광 중 하나일 수 있다. 패턴 전극(121)에 인가되는 전압의 조절로 광경로 변환면(CF1~CF3)에서의 굴절률이 조절되므로, 액정층(150)을 통과하는 광의 출사각도를 조절할 수 있다. 즉, 패턴 전극(121)에 인가하는 전압으로 광의 경로를 변경하므로, 광 편향 기능을 구현할 수 있다. 이러한, 광 편향 기능을 이용하면 레드광, 그린광, 블루광을 동일한 방향으로 출사시킬 수 있다.
- [0061] 도 4는 실시예에 따른 액정 광 편향기의 제1 전극층의 패턴전극들의 배치를 보여주는 평면도이다.
- [0062] 편의상, 도 4에는 전극들과 전극에 연결된 소자들만 도시되어 있다.
- [0063] 도 4를 참조하면, 제1 전극층(120)은 복수의 패턴 전극(121)을 포함한다. 패턴 전극들(121)은 복수개, 예컨대 10개의 유니트 전극으로 구분될 수 있다. 각 유니트 전극은 720개의 패턴 전극을 포함할 수 있다. 720개의 패턴 전극은 연결되는 전자 소자, 예컨대, 홀로그래피 디스플레이에 사용하는 구동 IC의 720개 채널에 대응되는 것이다. 구동 IC가 1024개 채널을 포함하는 경우, 각 유니트 전극은 1024개 패턴전극을 포함할 수 있다. 이하에서는 제1 전극층(121)이 7,200 개의 패턴 전극을 포함하는 예를 가지고 설명한다.
- [0064] 실시예에 따른 액정 광 편향기(100)의 패턴 전극(121)의 폭이 2  $\mu\text{m}$  정도로 좁으므로, 편향 각도가 증가되며, 하나의 유니트 전극 영역에 포함되는 패턴 전극들(121)의 수가 증가하므로, 액정 광 편향기(100)를 채용하는 디스플레이 장치의 해상도(resolution)가 향상된다. 실시예에서, 10개의 유니트 전극을 사용하는 것은 액정 광 편향기(100)로 입사되는 레이저 빔의 직경을 14 mm 로 하여 레이저 빔의 입사 효율을 향상시키기 위한 것이다.
- [0065] 즉, 제1 전극층으로 2  $\mu\text{m}$  폭을 가진 720개의 패턴전극을 사용하는 경우, 제1 전극층의 입사 길이는 1.4 mm 이므로 실시예의 레이저 빔의 직경이 14mm 인 경우 보다 상대적으로 10 배 더 많은 웨이브 가이드가 사용될 수 있다. 실시예에서 처럼 10개의 유니트 전극을 사용하는 경우, 제1 전극층으로 입사되는 레이저 빔의 직경이 증가하며 따라서, 레이저 빔의 축소 과정에 필요한 웨이브 가이드의 수가 줄어들므로 레이저 빔의 사용 효율이 증가한다.
- [0066] 도 4에는 편의상 제1 전극층(120)은 3개의 전극 패턴(121)으로 이루어진 3개의 유니트 전극(EU1~EU3)를 포함하는 것으로 도시되었다.
- [0067] 각 유니트 전극(EU1~EU3)의 i번째 전극패턴들(121)은 i번째 라인 전극(LE)에 의해 서로 전기적으로 연결된다. i번째 라인 전극(LE)에 연결된 3개의 검은 원은 i번째 전극패턴들(121)과 i번째 라인 전극(LE)을 연결하는 비아 메탈(via metal)을 도시한 것이다.
- [0068] i번째 라인 전극(LE)에 연결된 10개의 패턴 전극 중 하나는 외부 연결을 위해 연장부(122)를 포함한다. 즉, 제1 전극층(120)은 720 개의 연장부(122)를 포함한다. 이 연장부들(122)은 서로 일정한 간격으로 배치될 수 있다.

예컨대, 연장부들(122)은 10개의 패턴 전극들 간격(20 $\mu$ m 간격)으로 배치될 수 있다. 이 경우, 제1 유닛 전극(EU1)의 연장부(122)분들은 1, 11, 21, ... 711번째의 패턴 전극의 연장부(122)일 수 있으며, 제2 유닛 전극(EU2)의 연장부들(122)은 2, 22, 32, ... 712 번째의 패턴 전극의 연장부(122)일 수 있다. 이와 같은 방법으로 720개의 연장부(122)가 형성될 수 있다.

- [0069] 각 연장부(122)는 대응되는 전극 패드(EP)에 연결된다. 즉, 720개의 전극 패드(EP)가 형성된다. 전극 패드(EP)는 메탈, 예컨대 몰리브덴(Mo)으로 형성될 수 있다.
- [0070] 전극 패드들(Electrode Pad, EP)은 구동 IC(125)에 본딩된다. 전극 패드(EP)에 형성된 백색 원은 전극 패드(EP)와 구동 IC(125)의 전기적 연결부를 가리킨다.
- [0071] 720개의 전극 패드(EP)를 통해서 720개의 패턴 전극(121)에 구별되게 전압을 인가할 수 있다. 결과적으로, 각 유닛 전극 내의 720개의 전극 패드들(EP)에 원하는 전압을 구별되게 인가할 수 있다. 이에 따라 각 유닛 전극 별로 원하는 크기의 전기적 프리즘을 형성하여 광 편향을 할 수 있다.
- [0072] 도 4에서 설명한 내용을 확장하면, 도 1에서 설명한 것처럼, 본 실시예의 액정 광 편향기(100)에 7200개의 패턴 전극(121)이 있고, 10개의 유닛 전극이 있다면, 하나의 유닛 전극에는 720개의 패턴전극이 포함되고, 그에 따라 전극 패드들도 720개가 필요하다는 것을 알 수 있다.
- [0073] 도 4의 방식은 제한된 입력 구동 채널의 한계를 극복하기 위해서 via/hole을 활용하여 액티브 영역(active area)을 확장하는 방식이다. 제한된 720개의 채널의 입력 구동 채널의 한계를 극복하기 위해서, 유닛 전극에 포함된 패턴 전극(121)과 라인 전극(LE1~LE3 등)의 겹치는 부분인 via/hole을 이용하여 하나의 유닛 बैं크(unit bank)를 10회 반복하여 액티브 영역을 구성한다.
- [0074] 결국, 도 4와 같이 광 편향기를 구성한다면, 액티브 영역은 7200개의 채널(라인)이 되므로, 위와 같은 방법은 액티브 영역을 확장시킬 수 있지만, 유닛 बैं크가 반복되어 옵티컬 페이즈 프로파일(optical phase profile)을 표현하는데에 한계가 있다.
- [0075] 도 5는 도 1 내지 도 4에서 설명한 광 편향기로 구현되는 아이 트래킹 디바이스의 개략도를 도시한 도면이다.
- [0076] 홀로그래픽 디스플레이 시스템에서는 홀로그래픽용으로 특수제작된 영상을 특수장비를 장착한 사용자에게 정확하게 전송하는 것이 매우 중요하다. 따라서, 2D 패널의 홀로그램 영상을 사용자의 눈에 전달하기 위하여, 아이 트래킹 디바이스는 도 5처럼, 렌즈(lens)와 수직형(vertical) 및 수평형(horizontal)의 광 편향기를 Z축 방향으로 겹치는 방식으로 구현될 수 있다.
- [0077] 광 편향기는 1차원에 대해서 가능하다. 구체적으로, 도 3의 액정 광 편향기는 액정분자(152)들의 움직임에 따라서, 좌 또는 우 방향으로 광을 편향시키므로, 2D패널을 통해 사용자에게 제공되는 홀로그램 영상에 대응하기 위해서, 도 5의 아이 트래킹 디바이스는, 광 편향기 수직형과 수평형을 결합하여 구성되며, 사용자의 눈으로 영상 정보를 모아서 전달하기 위해서, 렌즈(lens)가 추가로 배치된다.
- [0078] 위와 같이, 광 편향기를 2개와 렌즈로 구성된 아이 트래킹 디바이스는 X/Y 스티어링(steering) 시스템으로 동작한다. X/Y 스티어링 시스템은, 영상을 한 점으로 집중시키기 위한 렌즈가 필수적이고, 수직형, 수평형의 광 편향기로 구현할 수 없는 Z-스티어링을 위해서, Z-스티어링 컴포넌트(미도시)도 필수적이다. X/Y 스티어링 시스템의 한계는 액티브 영역을 확장하기 위해서, 유닛 बैं크(720개채널)를 여러 번(10회) 반복하여 7200개의 라인(채널)을 구성한 것으로부터 기인한다.
- [0079] 이렇게 비아/홀(via/hole)을 활용하여 하나의 입력 구동 채널에 공통으로 बैं크 라인을 연결하여 전체 액티브 영역을 확장하는 방법은, 액티브 영역을 무한하게 확장하기 어려운 방법이다.
- [0080] 도 6은 비아/홀을 활용하여 액티브 영역을 확장하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0081] 도 6에 도시된 것과 같이, 입력 구동 채널에 대응하는 액티브 영역(active area)의 라인(채널)을 무한히 늘리게 되면, 기생 커패시턴스(parasitic capacitance)와 기생 레지스턴스(parasitic resistance)가 커져서 광 편향기의 구동능력(driving capability)에 부담(burden)이 생기게 된다.
- [0082] 또한, 도 6에서 보는 바와 같이, 비아/홀로 공유된 액티브 영역 라인마다 공통으로 인가되는 신호로 인하여, 입력 구동 채널에 제한된 하나의 고정 패턴이 반복될 수 밖에 없기 때문에, blazed grating optical phase profile의 표현의 제한이 생기며, 이로 인하여 전체 액티브 영역(active area)을 활용한 Z-스티어링이 불가능하다.

- [0083] 구체적으로, blazed grating optical phase profile의 표현이 제한된다는 것은, 액정 광 편향기(100)에 포함되는 패턴 전극(121)의 수를 아무리 많이 늘리더라도, 비아/홀 에이리어에서 반복된 주기마다 패턴 전극(121)에 걸리는 전압이 동일하게 입력하게 되므로, 복수의 패턴 전극(121)에 순차적으로 전압을 높여가면서 인가할 수 없게 되어, 제한된 영역에서만 스티어링이 가능하다는 것을 의미한다.
- [0084] 결국, 도 6은 액티브 영역을 확장하기 위해서, 패턴 전극(121)의 수를 무한히 늘리더라도, 광 편향을 발생시키기 위해 유니트 전극, 패턴 전극들에 전압을 인가하기 위한 하드웨어의 구조가 한계(반복특성)가 있어서, blazed grating optical phase profile의 표현이 제한되는 것을 도식적으로 나타낸다.
- [0085] 도 7은 디멀티플렉서를 이용한 개선된 입력구동채널 구조를 도식적으로 나타내고 있다.
- [0086] 도 7은 전술한 비아/홀 방식의 문제점을 개선하기 위해 제안된 구조로서, 도 7에 도시된 구조에 따르면, 기생 커패시턴스 및 기생 레지스턴스로 인한 구동능력의 부담이 해소될 수 있다. 또한, 도 7에 도시된 구조에 따르면, 디멀티플렉서(DEMUX)를 활용하여 시간별로 각각의 채널에 다른 입력 데이터를 인가할 수 있기 때문에, 페이즈 프로파일 표현의 한계가 없으며, 좌우 스티어링뿐만 아니라, Z-스티어링도 가능하게 된다.
- [0087] 도 7에 도시된 DEMUX를 활용한 입력구동채널 구조는, 입력채널의 개수가 제한된 상황에서 출력채널의 개수를 늘릴 수 있다. 출력채널의 개수가 늘어난다는 것은 광 편향기를 통해 광이 출사되는 가동영역인 액티브 영역을 넓힐 수 있다는 것을 의미한다. 결국, 도 7에 도시된 구조는 제한된 수의 입력 채널에서 멀티 채널을 구현할 수 있는 구조이므로, 최종적인 액티브 영역의 라인들은 입력되는 신호(signal)를 샘플&홀드로 정의하게 된다.
- [0088] 도 7에 도시된 구조는 복수의 DEMUX가 하나의 입력제어채널을 공유하는 방식으로 구현되어 있다. 각각의 DEMUX의 입력제어채널은 DEMUX에 포함된 여러 출력채널의 순서를 공유하게 된다. 예를 들어, 도 7에서 입력 1에 대응되는 1번 DEMUX와 입력 2에 대응되는 2번 DEMUX의 첫번째 입력제어채널은 하나의 라인(Selection Line)으로 공유되어 있다. 이때, 첫번째 입력제어채널이 ON되면, 모든 DEMUX의 첫번째 게이트가 열리게 된다. DEMUX에 포함되는 게이트에 대해서는 도 8에서 설명하기로 한다.
- [0089] 도 8은 도 7에서 설명한 구조를 보다 더 자세히 설명하기 위한 도면이다.
- [0090] 도 8에서 제어채널로 컨트롤되어 온/오프되는 스위치는 단일 P-type TFT(Thin Film Transistor)가 될 수 있다. 또한, TFT의 구동전압은 입력 채널을 통해 입력되는 데이터의 전압 레벨에 의존할 수 있다. 도 8에서, N은 DEMUX에 의해서 하나의 입력채널이 분할되는 채널의 개수를 의미하고, 이하에서, DEMUX에 의해 분할되는 채널을 분할채널로 호칭하기로 한다.
- [0091] 도 8에 도시된 구조에 따라서, DEMUX 내부의 TFT의 수는 DEMUX에 의해 분할되는 채널의 개수인 N이 된다.
- [0092] 도 9는 도 7 및 도 8에서 설명한 DEMUX기반의 광 편향기 렌즈의 아키텍처를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0093] 도 9에 도시된 구조는 하나의 입력 구동 채널(input\_1, input\_2 등)이 비아/홀을 활용하여 동시에 여러 액티브 라인에 물려 있는 것이 아니고, DEMUX를 활용하여 시간다중화(time-multiplexing)방식으로 여러 분할 채널을 공유하는 구조이다.
- [0094] 도 9의 개선된 구조에서, DEMUX에 의해 분할된 각 분할채널(라인)은 소프트웨어나 펌웨어를 통해서 시분할제어가 되므로, 동시에 여러 액티브 라인이 물려서 발생하는 기생 임피던스의 부담도 문제되지 않을 뿐만 아니라, optical phase profile 표현의 제한도 사라져서 좌우 스티어링(steering)만 되는 기존 광 편향기의 한계를 극복할 수 있게 된다.
- [0095] 도 10은 일 실시예에 따른 광 편향 렌즈구조의 아키텍처를 도시한 도면이다.
- [0096] 도 10에 도시된 광 편향 렌즈구조는, 입력되는 입력구동 채널 하나를 시간적으로 분할(time multiplexing)하여 액티브영역의 모든 라인에 각기 다른 신호를 독립적으로 인가할 수 있다. 도 10에 도시된 광 편향 구조는, 광 편향 구조를 구성하는 모든 라인(채널)마다 개별적으로 표현이 가능하게 되어, 모든 액티브 영역을 활용하여 광 편향이 가능하다. 위와 같은 본 실시예의 특징은 반복되는 입력데이터 패턴으로 인해 제한되었던 스티어링의 자유도를 확장할 수 있게 한다.
- [0097] 도 11은 도 10에서 설명한 광 편향 렌즈구조를 활용한 아이 트래킹 디바이스의 개략도이다.
- [0098] 도 11을 도 5와 비교하면, 도 11에 도시된 아이 트래킹 디바이스는, 사용자의 눈에 영상을 집중시키기 위한 렌즈(lens)가 생략되어 있음을 알 수 있다. 도 10에 도시된 구조에 따르면, 각 라인이 독립적으로 데이터를 표현

할 수 있게 되면서, Z-steering을 위한 렌즈 옵티컬 페이즈 프로파일(lens optical phase profile)이 가능해진다.

- [0099] 결국, 본 실시예에 따르면, 도 11처럼 영상을 집중시키기 위한 별도의 렌즈를 생략하고, Z스티어링을 위한 컴포넌트가 없더라도, 두 장의 variable cylindrical lens를 활용하여 3D 스티어링이 가능한 아이 트래킹 디바이스를 구현할 수 있다.
- [0100] 도 12는 입력채널마다 연결된 DEMUX의 동작을 제어하는 타이밍 다이어그램을 도식적으로 나타낸 도면이다.
- [0101] 실시예에 따른 광 편향구조에서 하나의 입력(input\_1, input\_2, ... input\_N 중 하나)마다 N개의 출력이 나오기 위해서, 도 12에 도시된 것처럼, 각 DEMUX에는 시분할제어신호가 송신된다. 보다 구체적으로, DEMUX를 제어하는 제어채널(도 8 및 도 9의 Selection Line)은 시간다중화(time-multiplexing)방식으로 DEMUX의 출력을 제어하여, 하나의 DEMUX에서 출력되는 여러 신호들이 제어신호에 설정된 순서에 따라서, 순차적으로 출력될 수 있다.
- [0102] 도 12는 26개의 DEMUX가 구비된 광 편향 구조에 입력되는 신호들을 타이밍 다이어그램으로 나타낸 것이며, MUX 1부터 MUX 26까지 Data Setup Time에서의 신호송신시점을 개별적으로 제어하게 된다. 전술한 것처럼, DEMUX에는 스위치에 해당하는 TFT가 구비되어 있으므로, 제어신호가 시분할되어 각각의 DEMUX에 입력되면 DEMUX에 구비된 TFT가 개별적인 타이밍에 ON/OFF되는 방식으로 모든 채널로부터 신호가 출력되는 시점이 달라질 수 있다.
- [0103] 예를 들어, 도 12처럼 26개의 DEMUX가 포함된 구조에서, 입력채널당 DEMUX에 의해 분할되는 분할채널의 수가 696개라면, 광 편향 구조에 포함되는 분할채널의 개수는 총 18096개가 되고, 시분할 제어신호를 통해 18096 line마다 독립적으로 데이터가 서로 다른 타이밍에, 패턴 전극으로 전달될 수 있다. 즉, 도 12에 도시된 시간다중화 방식을 통해, 제한된 입력채널을 활용하여 입력채널당 N개의 output 채널(분할채널)이 만들어질 수 있고, 광 편향기의 액티브 영역은 확장될 수 있다.
- [0104] 도 13은 소스 채널 구동 조건 및 DEMUX의 TFT구동 조건을 그래프로 나타낸 도면이다.
- [0105] 소스 채널(source channel)에 인가되는 전압은 도 13의 (a)에 도시된 것처럼, 네거티브 감마(negative gamma)와 포지티브 감마(positive gamma)로 구분된다. 또한, TFT의 전압구동조건( $V_{GS}$ )은 0 내지 10V, 10내지 20V로 각각 정의된다.
- [0106] TFT 스위치의 구동전압조건은 네거티브 감마일 때 -15 ~ 10V 이고, 포지티브 감마일 때 -5 ~ 20V이다. 따라서, 최종 구동 전압은 -15 ~ 20V이며, DEMUX내부에서 동작하는 TFT스위치는 -15V에 ON되고, 20V에서 OFF로 동작하게 된다.
- [0107] 도 14는 광 편향기에 실장되는 메인컨트롤러의 블록도를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- [0108] 광 편향기의 패턴 전극마다 연결된 각 라인(DEMUX에 의해 분할된 분할채널)들이 모두 독립적으로 데이터를 갖게 되며, 각 라인의 데이터는 8비트(1바이트)를 갖게 된다. 전술한 예처럼, 26개의 DEMUX가 연결되고, 696개의 라인이 있다면, 총 18096라인의 데이터가 전달되어야 하는데, 방대한 양의 데이터를 오류없이 전달하기 위한 방법으로서, 모든 라인들의 데이터를 기록하고 있는 비디오 이미지(video image)를 산출하여 전달하는 방법이 있다.
- [0109] 도 14에서 광 편향기로 전달되는 비디오 데이터는 1차적으로 광 편향기의 수신기에 구비된 PCB1에서 AD컨버터를 통과하여 디지털 데이터로 가공된다. 이어서, 비디오 데이터는, 2차적으로 PCB2에 전달되어 FPGA(Field Programmable Gate Array)에 구현된 펌웨어(firmware)에 의해 처리되어 소스 드라이브 IC에 전달될 수 있다.
- [0110] 도 15는 광 편향기를 구성하는 18096개의 각 라인마다 개별적으로 데이터가 인가되는 모습을 도식적으로 나타낸 것이다.
- [0111] 도 15에는 각 입력채널마다 26개의 라인이 할당되어 있으며, DEMUX에 의해서 개별 입력채널이 분할된 것을 의미한다.
- [0112] 도 16은 광 편향기에 전달되는 비디오 데이터의 동작 개념도를 도식적으로 나타낸 것이다.
- [0113] 보다 구체적으로, 도 16에 도시된 도면은 광 편향기가 수신한 비디오 이미지 방식의 데이터가 광 편향기의 메모리(memory)소자에 어떤 과정을 통해서 읽히는지에 대해서 개략적으로 설명한 것으로서, 비디오 이미지의 해상도는 800 \* 600 픽셀로 간주한다. 비디오 데이터의 RGB 각각이 각 라인마다 전달되는 8비트의 데이터를 정의하게 되고, 총 18096라인에 전달되어야 하는 데이터는 754 \* 8(bit) \* 3(RGB)의 데이터가 처리됨으로써 확보될 수 있다.

다.

- [0114] 도 17은 일 실시예에 따른 광 편향기 렌즈의 구조를 블록도로 나타낸 것이다.
- [0115] 도 17을 참조하면, 일 실시 예에 따른 광 편향기 렌즈는 액정 광 편향기(1710), 입력채널부(1730), 복수의 DEMUX(1751-1 ~ 1751-n), 제어채널부(1770) 및 채널순서변경부(1790)를 포함하는 것을 알 수 있다. 도 17에 도시된 광 편향기 렌즈(beam deflector lens)의 특징을 설명하기 필요한 구성들만 개략적으로 나타낸 것으로서, 그 외의 다른 구성들은 생략되었다.
- [0116] 먼저, 액정 광 편향기(1710)는 도 1 내지 도 3에서 설명한 액정 광 편향기(100)와 동일한 모듈로 간주한다. 액정 광 편향기(1710)는 제1전극층, 제2전극층 및 제1전극층과 제2전극층 사이에 제1방향으로 배치된 복수의 액정 분자들을 포함하는 액정층을 포함하고 있다. 제1전극층은 제1 기판(substrate)상에 배치된 복수의 패턴전극들을 포함하고 있고, 제2전극층은 제1 기판과는 구별되는 제2 기판상에 배치되어 있다.
- [0117] 입력채널부(1730)는 복수의 입력채널을 포함하고 있다.
- [0118] 입력채널의 개수는 26개일 수 있다. 입력채널부(1730)의 입력채널들을 통해 데이터가 입력되면, 디멀티플렉서를 거쳐서 액정 광 편향기(1710)의 패턴전극들에 전달되어, 제1전극층 및 제2전극층 간에 전위차를 발생시키고, 그에 따라 입사된 광을 편향시킬 수 있는 광경로 변환면(optical path conversion surface)이 형성될 수 있다는 것은 도 3을 통해 설명한 바 있다.
- [0119] 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)는 입력채널부에 포함된 각각의 입력채널을 기설정된 분할개수의 분할채널로 분할하여, 분할채널들이 제1전극층의 패턴전극들에 연결되게 하는 기능을 수행한다. 디멀티플렉서의 개수는 입력채널의 개수와 같을 수 있다.
- [0120] 또한, 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)에 의해 하나의 입력채널이 분할채널로 분할되는 개수는 696개가 될 수 있다. 또한, 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)는 내부에 분할채널의 개수와 동일한 개수의 스위치를 포함할 수 있고, 그 스위치는 P-type TFT일 수 있다. 또한, 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)는 후술하는 제어채널부(1770) 및 채널순서변경부(1790)로부터 신호를 전달받고, 그 신호를 기초로 동작할 수 있다. 이에 대해서는 후술한다.
- [0121] 제어채널부(1770)는 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)에 연결되어, 분할채널에서 제1전극층을 향해 출력되는 출력 신호를 제어할 수 있다.
- [0122] 또한, 제어채널부(1770)는 서로 다른 분할채널에서 출력되는 출력신호들의 출력시간이 겹치지 않도록 제어할 수 있다. 본 실시예는, 도 12에서 설명한 시간다중화(time-multiplexing)제어기법을 전술한 용어로 풀어서 설명한 것이다.
- [0123] 또한, 제어채널부(1770)는 분할채널마다 구비된 스위치의 온오프상태를 조정하여 각 분할채널을 통해 출력되는 신호를 제어할 수 있다. 도 10 내지 도 13을 통해서, TFT스위치의 ON/OFF동작을 통해서 시분할 제어가 가능하다는 것은 이미 설명한 바 있다.
- [0124] 또한, 제어채널부(1770)는 복수의 제어채널을 포함하고, 제어채널의 개수는 분할개수와 동일할 수 있다. 여기서, 제어채널은 도 7 내지 도 9에서 DEMUX를 제어하는 Selection Line과 같은 모듈일 수 있다. 예를 들어, 제1제어채널에 신호가 입력되면, 제1제어채널에 연결되어 있는 각 DEMUX의 TFT소자가 ON 또는 OFF로 동작할 수 있다.
- [0125] 채널순서변경부(1790)는 기설정된 주기마다 디멀티플렉서에 포함된 분할채널의 순서를 변경할 수 있다. 채널순서변경부(1790)는 분할채널의 순서를 무작위로 변경할 수 있다. 또한, 채널순서변경부(1790)는 분할채널의 순서를 기설정된 순서를 제외하여 무작위로 변경할 수 있다. 채널순서변경부(1790)는 DEMUX에 포함되어 있는 일부 TFT소자의 오류로 인해서, 하모닉 노이즈(harmonic noise)가 발생했을 때 유발되는 영상품질 저하현상을 최소화하기 위한 모듈이며, 이에 대해서는 도 18 내지 도 20을 통해 설명하기로 한다. 실시예에 따라서, 채널순서변경부(1790)는 광 편향기 렌즈의 구조에서 생략될 수 있다.
- [0126] 도 18은 하모닉 노이즈가 발생하는 현상을 설명하기 위한 도면이다.
- [0127] 일 실시예에 따른 광 편향기 구조는, Selection Line을 통해서 모든 DEMUX가 하나의 라인을 공유하고 있다. 위와 같은 공유연결은 TFT소자가 손상되거나 Selection Line 자체가 불량이라서 연결상태가 훼손되면, 모든 DEMUX에 신호가 전달되지 않는 신호누락(signal loss)현상이 발생할 수 있다.

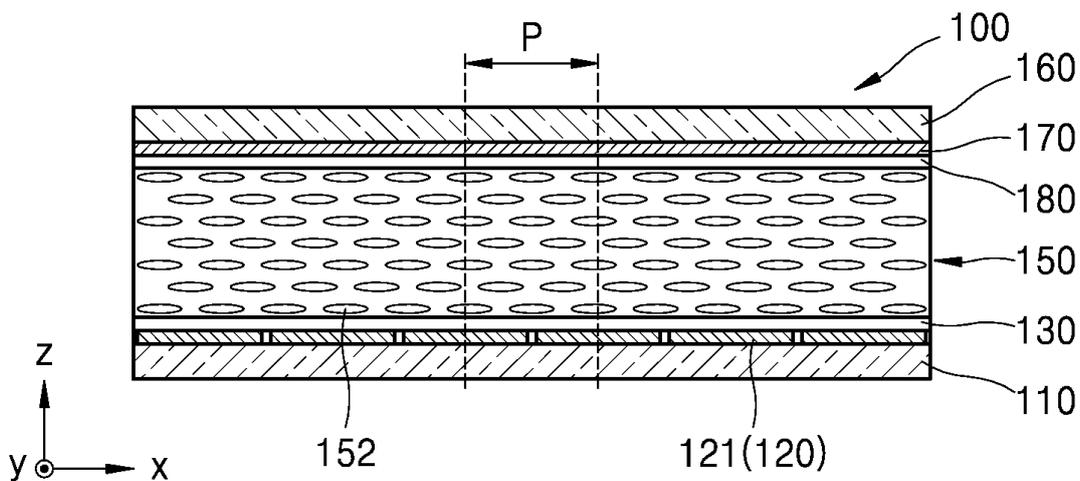
- [0128] 도 19는 TFT에 대미지가 발생된 것을 도식적으로 나타낸 도면이다.
- [0129] 도 19는 광 편향기 구조에 포함되는 DEMUX에 불량이 발생된 것을 나타내고 있으며, 보다 구체적으로는, 점선박스로 강조되어 있는 TFT소자 3개가 ESD(Electrical Static Discharge)로 인하여 번아웃(burn out)된 것을 나타내고 있으며, 이럴 경우, 광 편향기를 사용하는 사용자는 3D영상에서 하모닉 노이즈를 관측할 수 있다.
- [0130] 3D영상에 발생하는 하모닉 노이즈는 DEMUX의 공유구조와 주기적인 연결특성에 의해서 생기는 노이즈이므로, 사람의 육안으로도 쉽게 관찰가능한 intensity가 높은 노이즈로 분류된다.
- [0131] 도 20은 하모닉 노이즈를 감소시키기 위한 광 편향기의 구조를 도식적으로 나타낸 것이다.
- [0132] 도 20을 도 10과 비교하면, 두번째 입력채널과 세번째 입력채널에 대응되는 DEMUX에 포함된 TFT스위치의 배치순서가 무작위로 변경된 것을 알 수 있다. 기설정된 주기마다 DEMUX의 Selection Line을 재정의하는 방식을 통해서, 하모닉 노이즈가 현저하게 제거될 수 있다. 도 17에서 설명한 채널순서변경부(1790)는 DEMUX의 Selection Line을 재정의하기 위한 주기와 알고리즘을 저장하고 있다.
- [0133] 특히, 채널순서변경부(1790)는 Selection line을 재정의할 때 하모닉 노이즈가 커질 수 있는 일부 배치순서를 제외할 수 있다.
- [0134] 도 21은 하모닉 노이즈를 감소시키기 위한 제어 알고리즘을 설명하는 타이밍 다이어그램을 도시하고 있다.
- [0135] 도 21에서, DMUX1에는 1부터 26까지 TFT소자가 순차적으로 배치되나, DMUX2, DMUX3에서는 내부에 포함된 TFT소자의 배치가 무작위로 배치되어서, 하모닉 노이즈가 현저하게 줄어 들 수 있다. 도 21을 참조하면, Selection Line1을 구성하는 TFT소자는 DMUX1의 TFT1, DMUX2의 TFT11, DMUX3의 TFT7이고, Selection Line2를 구성하는 TFT소자는 DMUX1의 TFT2, DMUX2의 TFT4, DMUX3의 TFT22이어서, 무작위적으로 Selection Line이 형성된 것을 알 수 있다.
- [0136] 채널순서변경부(1790)는 각 라인들에 전달되는 데이터들을 TFT소자의 변경에 맞춰서 다시 한번 재배열된 후에 전달되도록 제어함으로써, 최종적으로 광 편향기에 통해 출력되는 데이터에는 영향이 없도록 한다.
- [0137] 도 22는 일 실시예에 따른 광 편향기의 구동방법의 일 예를 흐름도로 도시한 도면이다.
- [0138] 도 22에 따른 방법은 도 5 내지 도 21을 통해 설명한 광 편향기에 의해 구현될 수 있으므로, 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0139] 먼저, 복수의 입력채널을 포함하는 입력채널부(1730)가 편향제어신호 및 채널제어신호를 수신한다(S2210).
- [0140] 단계 S2210에서 편향제어신호는 패턴 전극에 일정한 전압을 가하여 편향을 유발하기 위한 신호를 의미하고, 채널제어신호는 제어채널부(1770)가 복수의 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)를 제어하기 위한 신호를 의미한다. 구체적으로, 채널제어신호는 제어채널부(1770)가 Selection Line을 정의하기 위한 참조하는 신호가 되며, 실시예에 따라서, 채널순서변경부(1790)가 기설정된 Selection Line을 재정의하기 위한 신호도 포함될 수 있다.
- [0141] 입력채널부(1730)는 입력채널을 복수의 분할채널로 분할하는 디멀티플렉서(1751-1 ~ 1751-n)별로 편향제어신호를 분할한다(S2230). 분할된 편향제어신호는 대응되는 디멀티플렉서에 입력되며, 편향제어신호가 디멀티플렉서를 통과하여 출력되면 출력신호가 된다. 또한, 디멀티플렉서에 의한 분할된 입력채널들을 분할채널이라고 호칭할 수 있다.
- [0142] 제어채널부(1770)는 채널제어신호를 기초로 서로 다른 분할채널에서 출력되는 출력신호들의 출력시간이 겹치지 않도록 제어한다(S2250). 단계 S2250에서 설명한 제어기법은 시간다중화(time-multiplexing)기법이라고 이미 설명한 바 있다.
- [0143] 액정 광 편향기는 디멀티플렉서에서 출력된 출력신호를 수신하여 전압이 인가된 전극층에 의해서 전극층에 인접한 액정분자들이 움직이면, 입사된 광이 액정분자들에 의해 편향되도록 한다(S2270).
- [0144] 본 실시예와 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기된 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 실시예가 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 권리 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 실시예에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

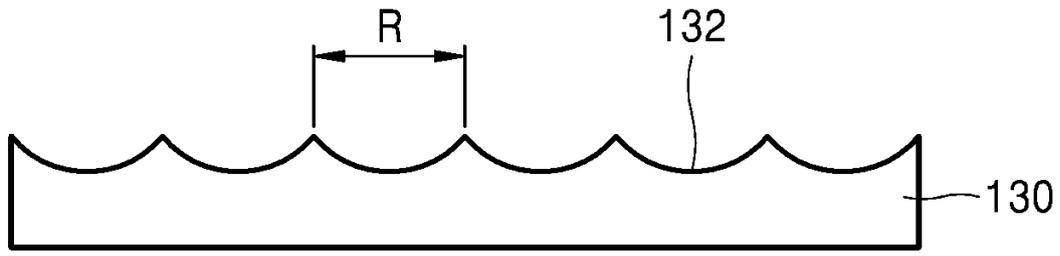
- [0145] 100: 액정 광 편향기
- 110: 제1 기판
- 120: 제1 전극층
- 121: 패턴 전극
- 125: 구동 IC
- 130: 제1 정렬층
- 132: 오목부
- 150: 액정층
- 160: 제2 기판
- 170: 제2 전극층
- 180: 제2 정렬층
- 1710: 액정 광 편향기
- 1730: 입력채널부
- 1770: 제어채널부
- 1790: 채널순서변경부
- EU1~EU3: 유니트 전극
- EU2: 제2 유니트 전극
- LE1~LE3: 라인 전극
- PE1: 제1 패턴 전극
- PE2: 제2 패턴 전극
- PE3: 제3 패턴 전극

도면

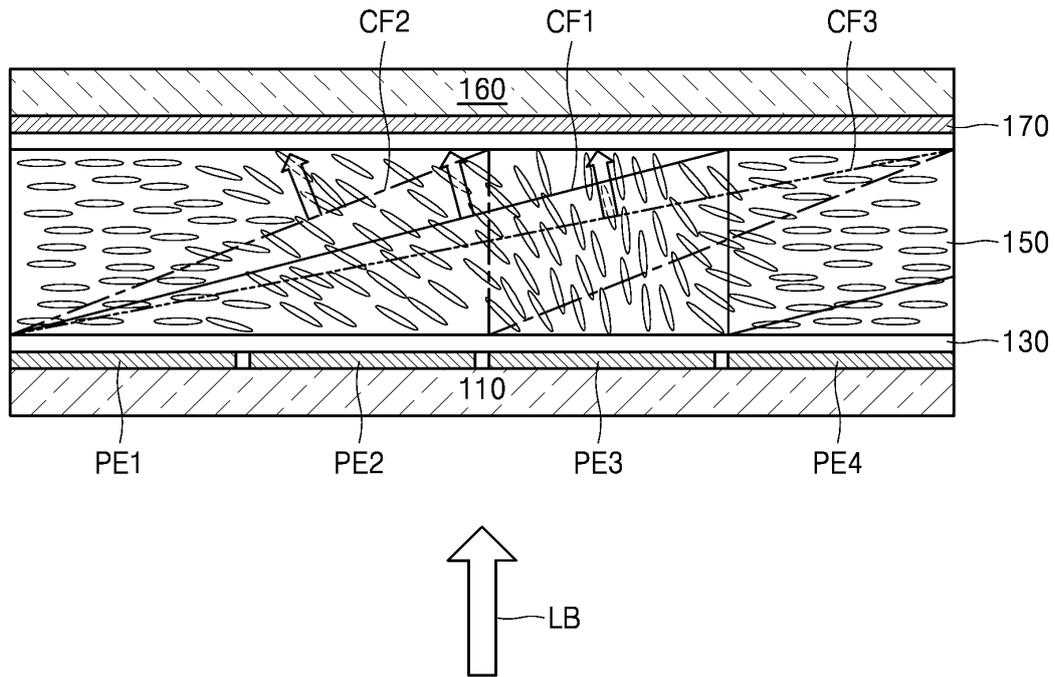
도면1



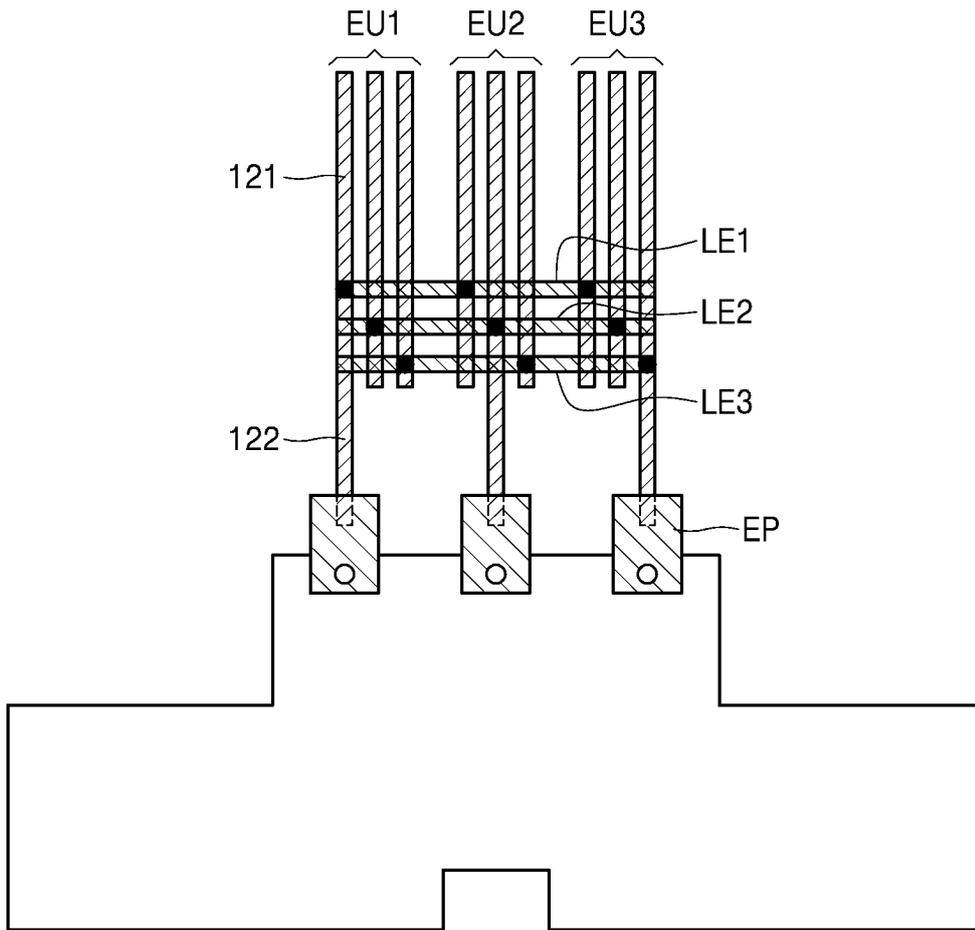
도면2



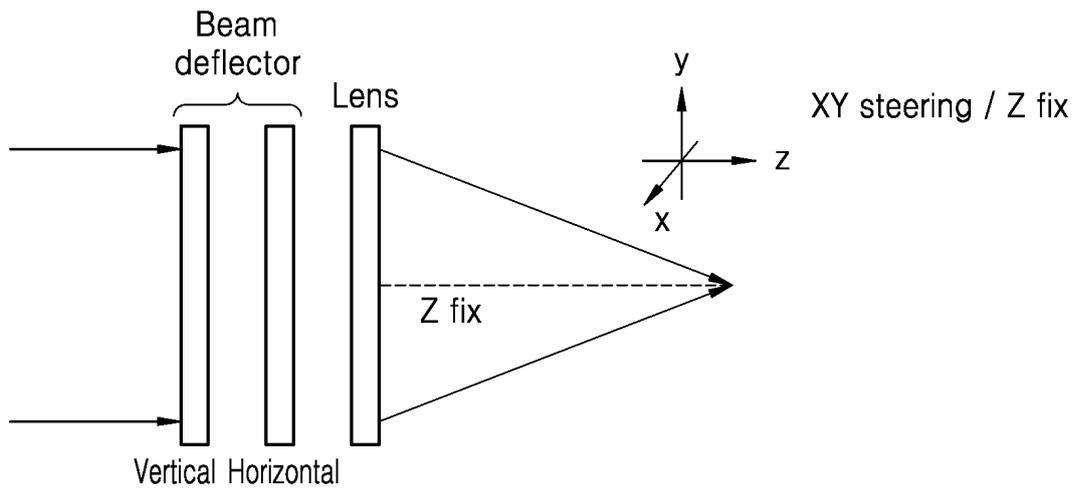
도면3



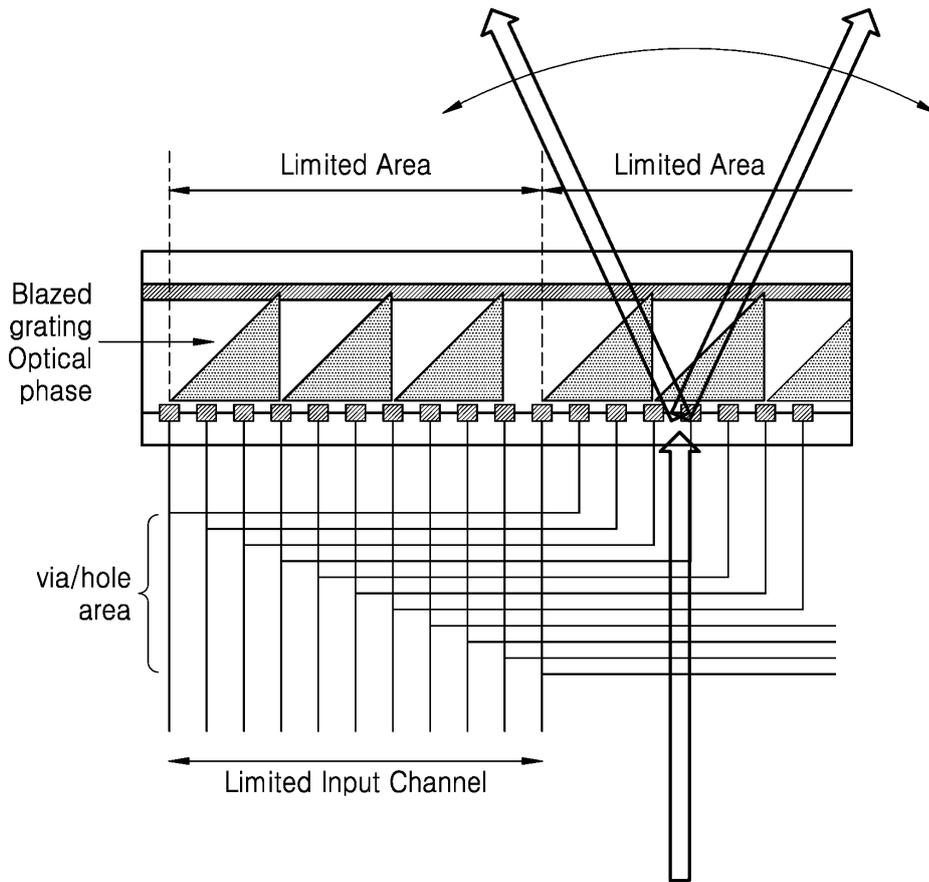
도면4



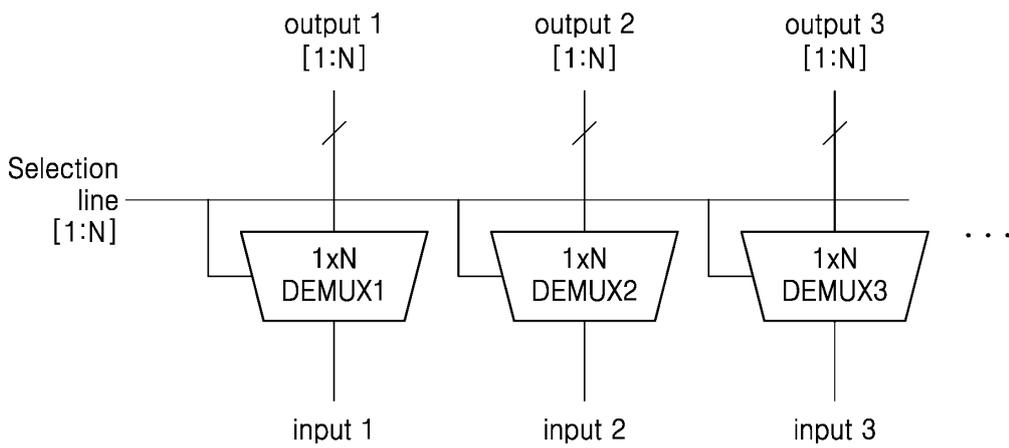
도면5



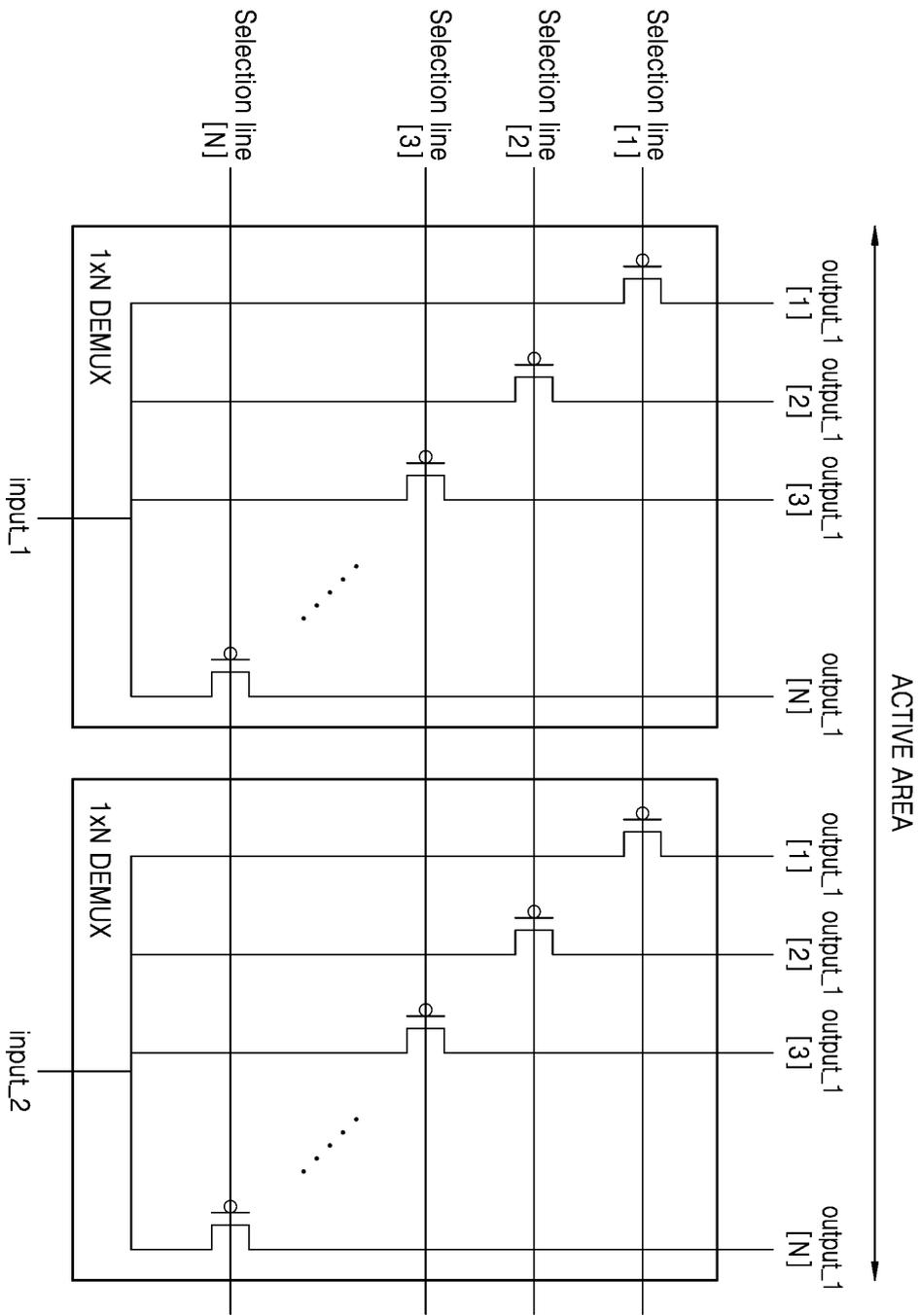
도면6



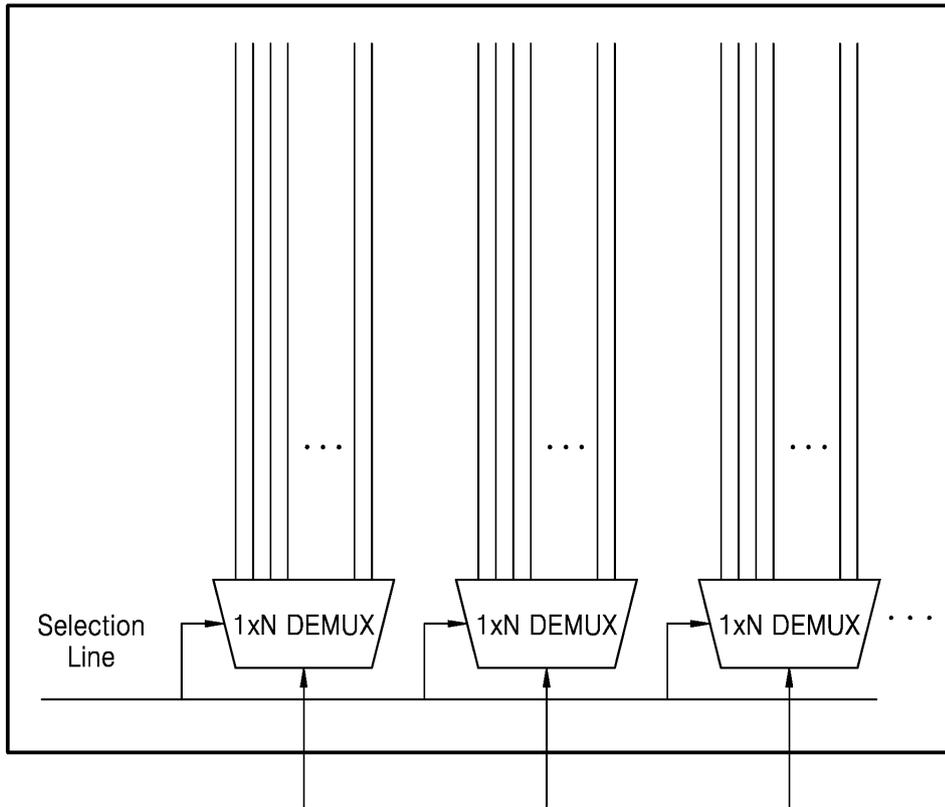
도면7



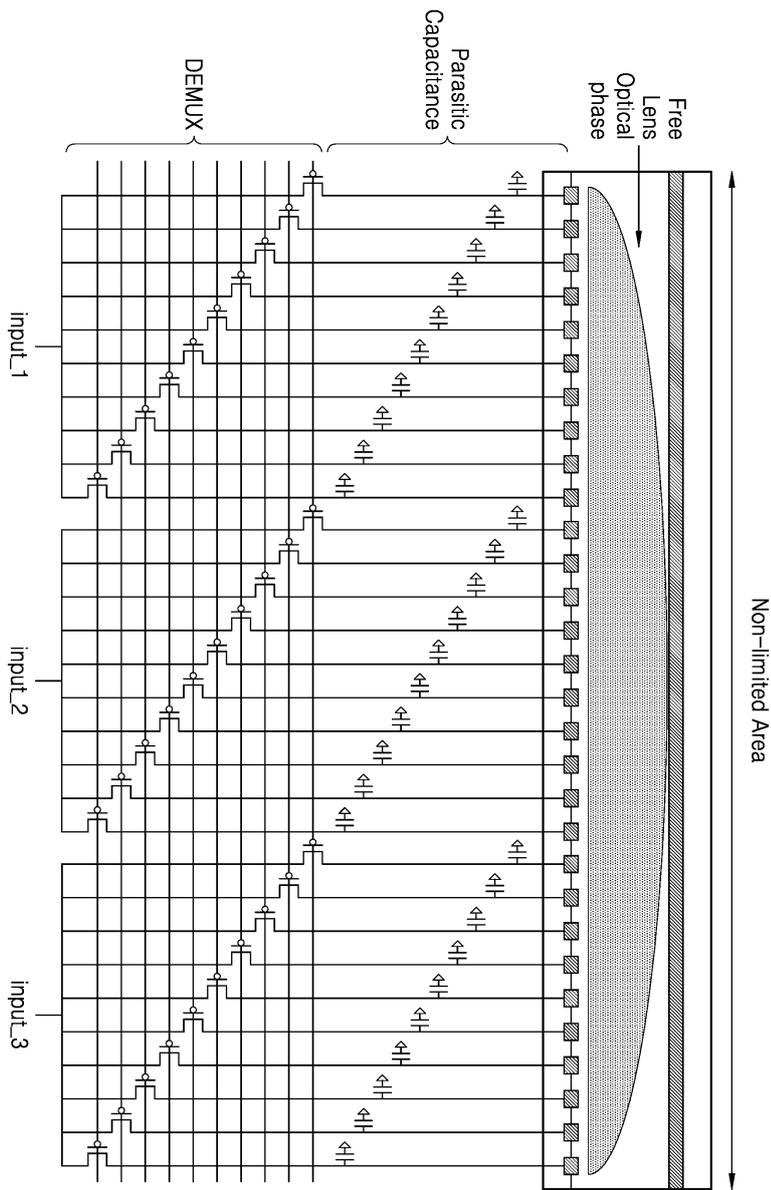
도면8



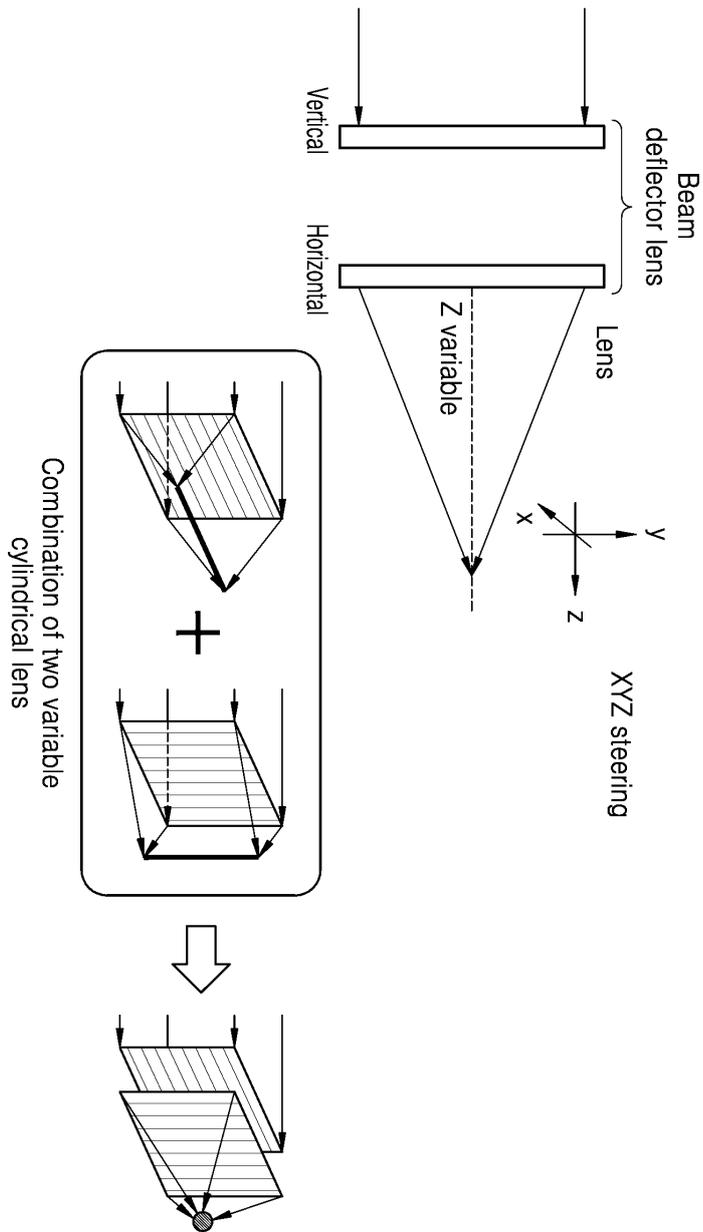
도면9



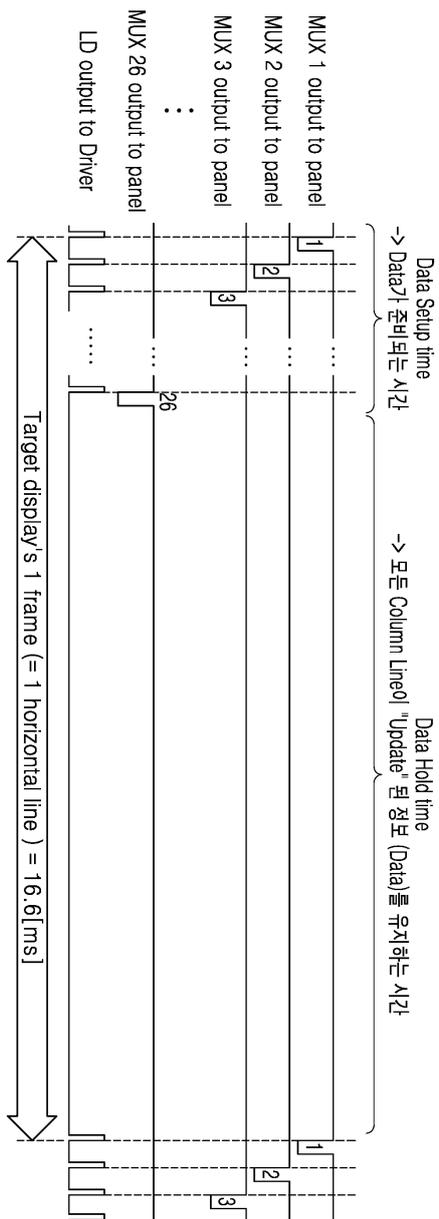
도면10



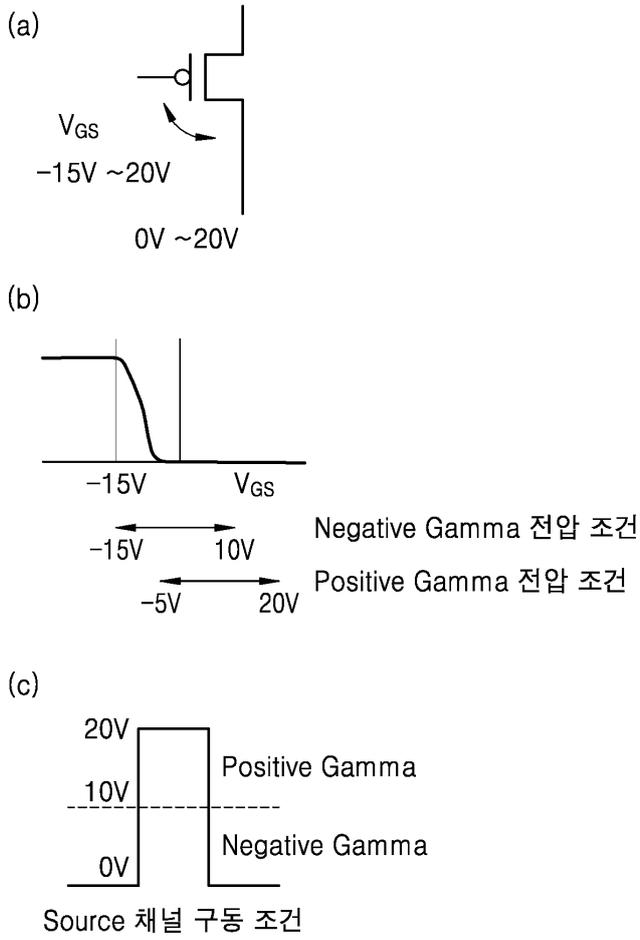
도면11



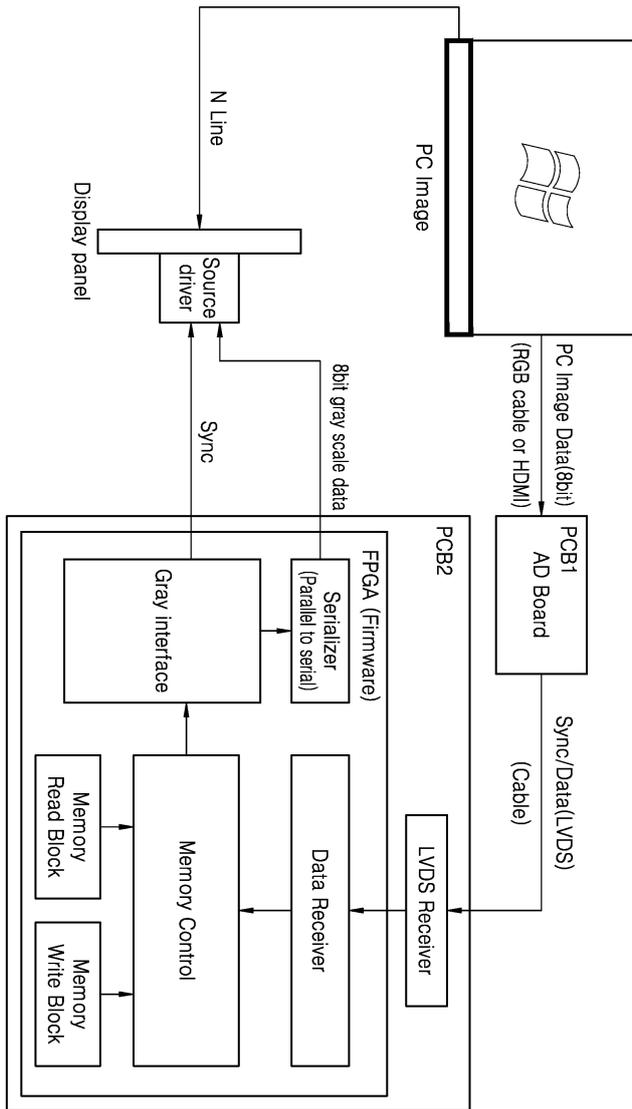
도면12



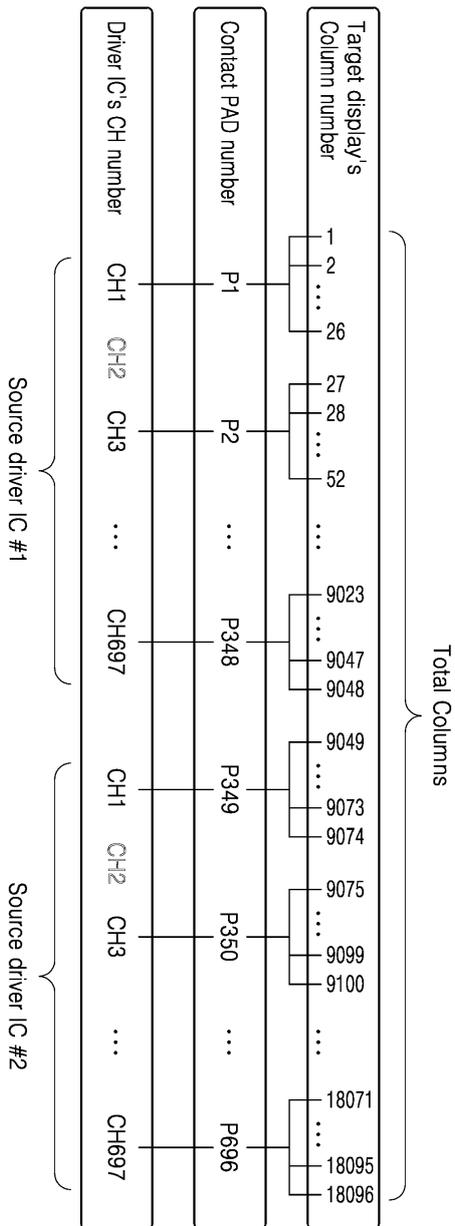
도면13



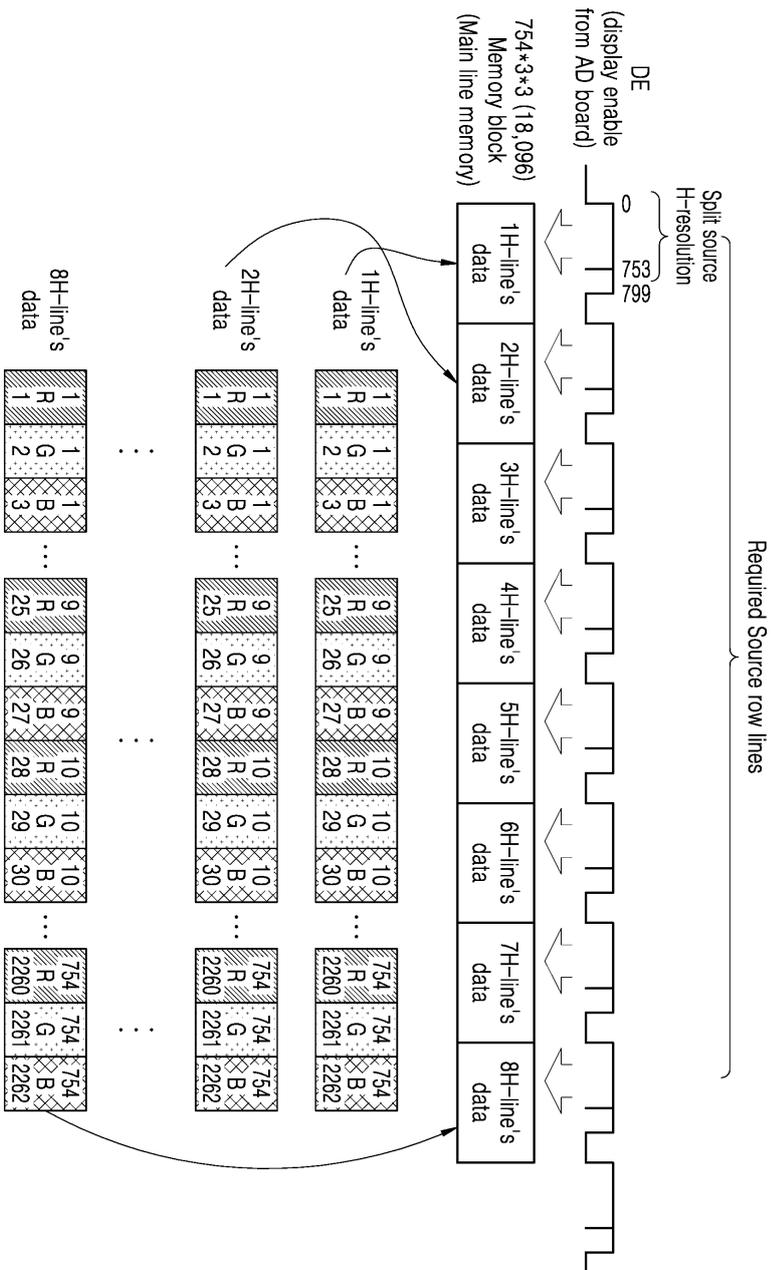
도면14



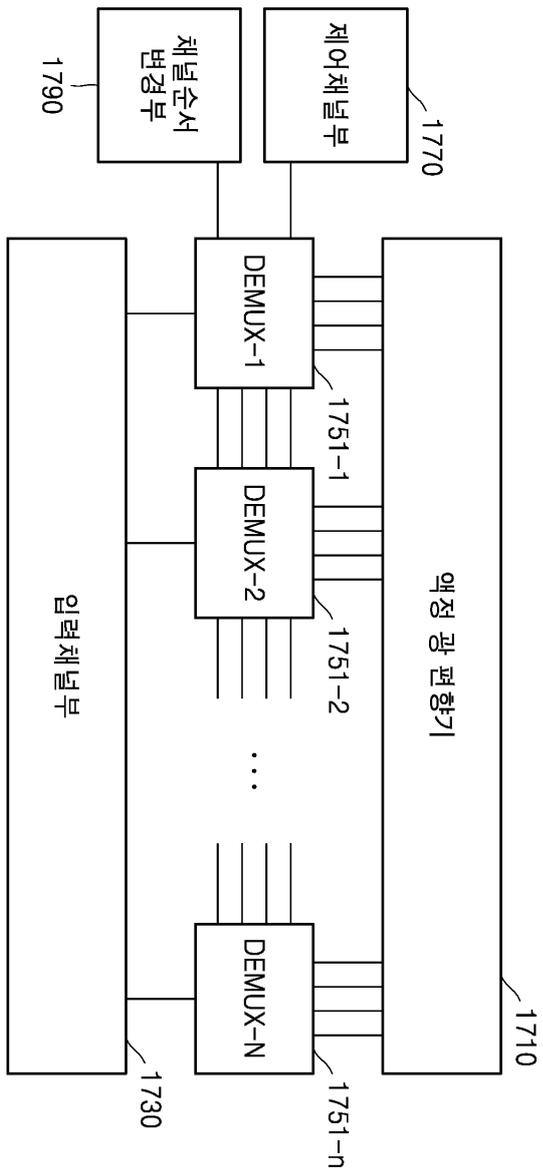
도면15



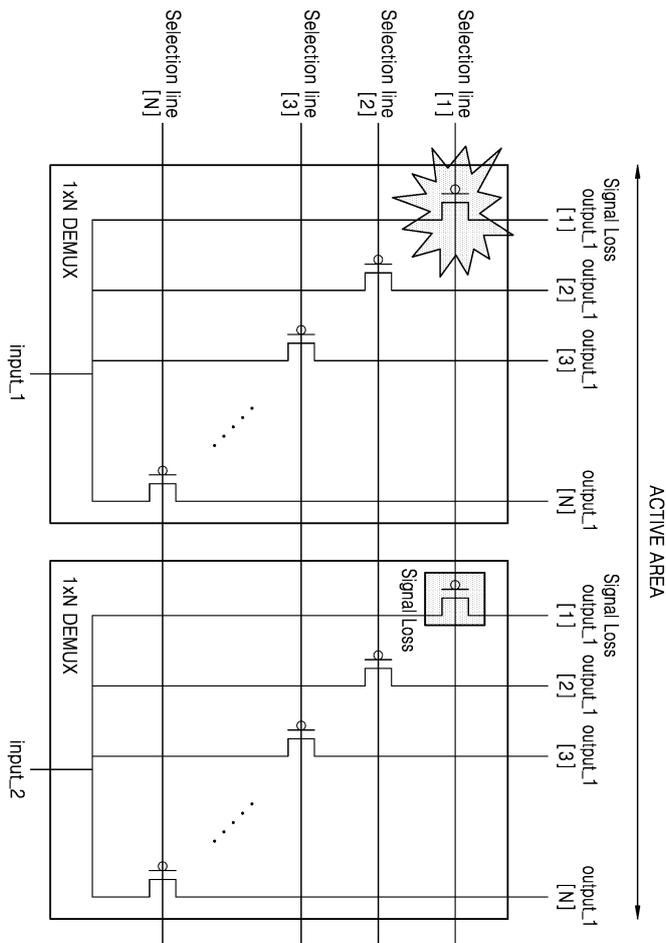
도면16



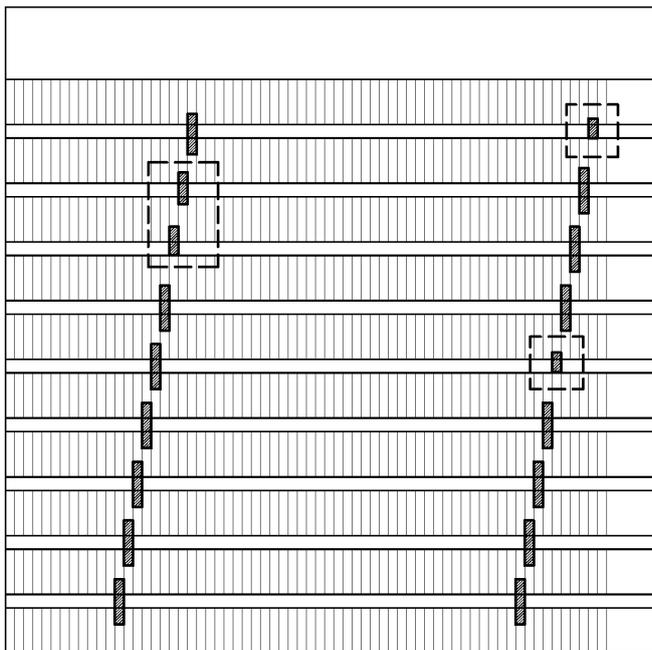
도면17



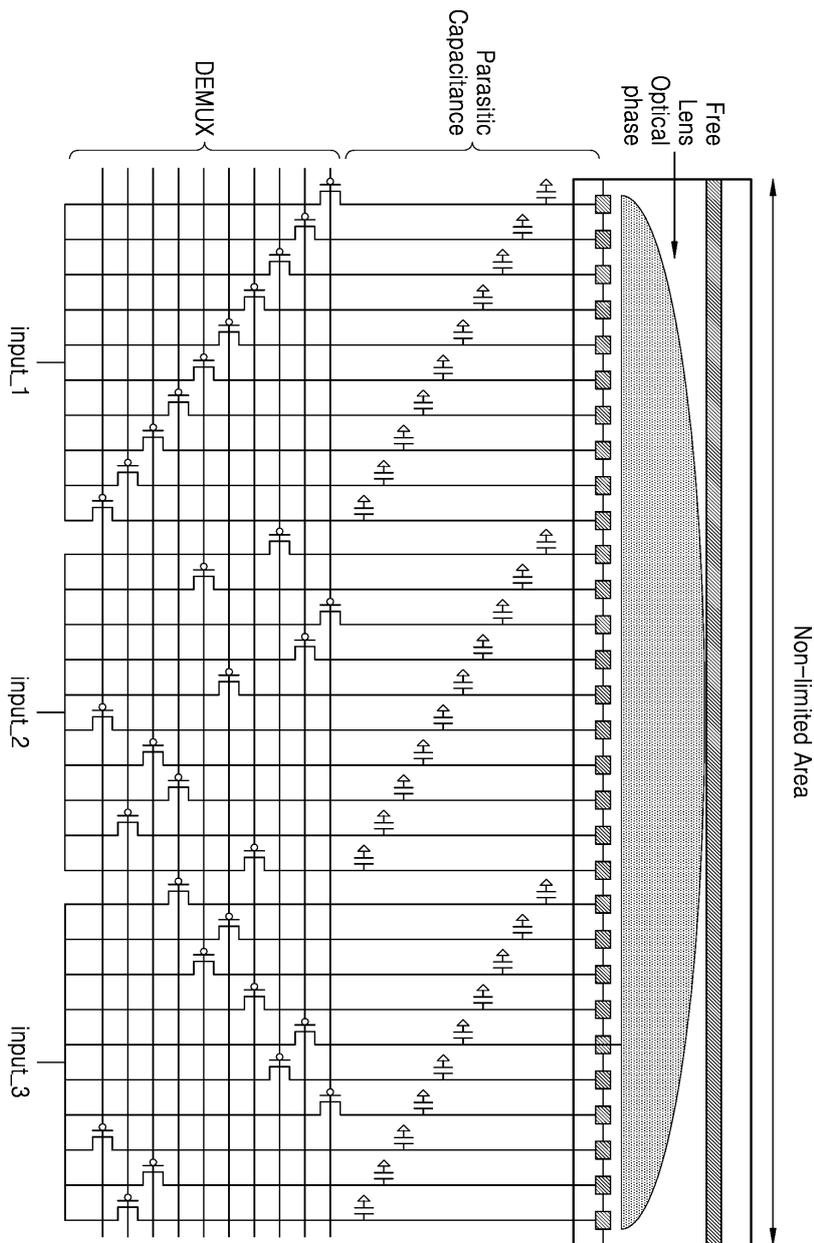
도면18



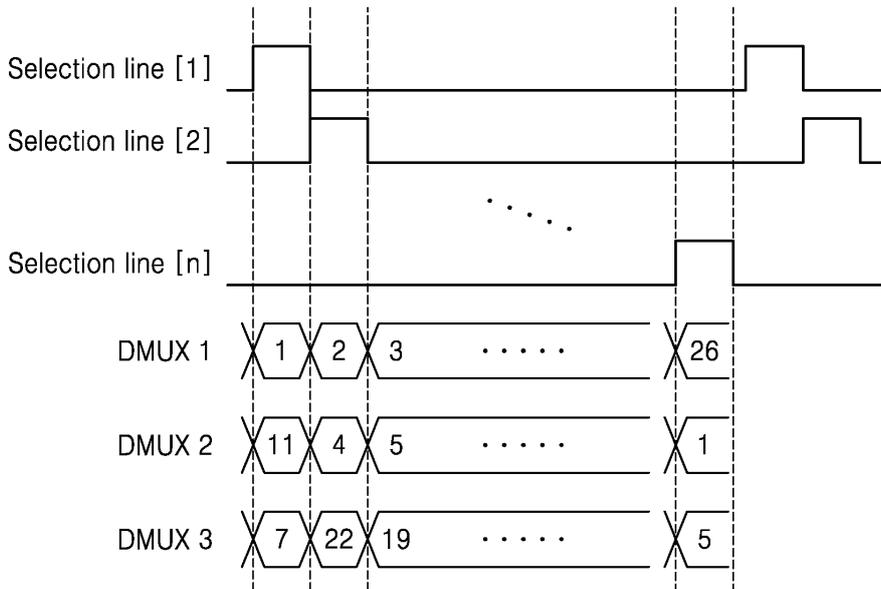
도면19



도면20



도면21



도면22

