



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0128049  
(43) 공개일자 2011년11월28일

<p>(51) Int. Cl. <i>G06F 3/041</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-0047647 (22) 출원일자 2010년05월20일 심사청구일자 없음</p>	<p>(71) 출원인 삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 매탄동 416</p> <p>(72) 발명자 안승언 경기도 화성시 능동 자연엔 802-1301 박성호 경기도 용인시 기흥구 동백동 백현마을한라비발디 아파트 2311-1502 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인 리엔목특허법인</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

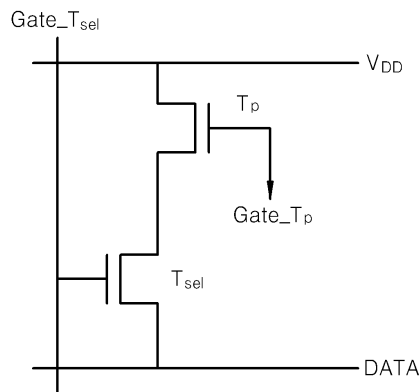
전체 청구항 수 : 총 20 항

**(54) 광센싱 회로, 상기 광센싱 회로의 구동 방법, 및 상기 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치**

**(57) 요약**

광민감성 산화물 반도체 트랜지스터를 이용한 광센싱 회로, 상기 광센싱 회로의 구동 방법, 및 상기 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치를 개시한다. 개시된 광센싱 회로는 광센싱을 위한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터와 스위칭 트랜지스터가 직렬로 연결된 구조를 갖는다. 이러한 구조에서, 대기시에는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 게이트에 하이 전압이 인가되고 스위칭 트랜지스터에 로우 전압이 인가된다. 그리고, 데이터 인출시에는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 게이트에 로우 전압이 인가되고 스위칭 트랜지스터에 하이 전압이 인가된다.

**대표도** - 도6



(72) 발명자

**송이현**

경기도 성남시 분당구 수내동 푸른마을벽산아파트  
203-1901

**전상훈**

서울특별시 서초구 서초2동 우성2차아파트 18-907

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

광을 감지하기 위한 광센싱 트랜지스터; 및

상기 광센싱 트랜지스터와 직렬로 연결되어 데이터를 인출하는 스위칭 트랜지스터;를 포함하며,

상기 광센싱 트랜지스터는 광민감성 산화물 반도체를 채널층의 재료로서 사용한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터인 광센싱 회로.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 스위칭 트랜지스터의 게이트에 연결되는 제 1 게이트 라인;

상기 스위칭 트랜지스터의 소스에 연결되는 데이터 라인;

상기 광센싱 트랜지스터의 드레인에 연결되는 구동 전압 라인; 및

상기 광센싱 트랜지스터의 게이트에 연결되는 제 2 게이트 라인;을 더 포함하는 광센싱 회로.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

대기 시간 동안에는 상기 제 1 게이트 라인을 통해 로우(Low) 전압이 공급되고 상기 제 2 게이트 라인을 통해 하이(High) 전압이 공급되며, 데이터 인출 순간에는 상기 제 1 게이트 라인을 통해 하이 전압이 공급되고 상기 제 2 게이트 라인을 통해 로우 전압이 공급되는 광센싱 회로.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 하이 전압은 상기 광센싱 트랜지스터의 내부에 트랩된 전하를 제거할 수 있는 양의 전압과 상기 스위칭 트랜지스터를 온(ON) 시키는 전압 중에 높은 전압이고, 상기 로우 전압은 상기 스위칭 트랜지스터의 문턱 전압과 상기 광센싱 트랜지스터의 문턱 전압 중에서 낮은 전압인 광센싱 회로.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 광센싱 트랜지스터는:

기판;

상기 기판 위에 전체적으로 배치된 절연층;

상기 절연층 위에 부분적으로 배치된 게이트;

적어도 상기 게이트의 주위를 덮도록 상기 절연층과 게이트 위에 배치된 게이트 절연막;

상기 게이트 절연막 위로 배치된 채널층;

상기 채널층의 양측을 덮도록 배치된 소스와 드레인; 및

상기 소스, 드레인 및 채널층을 전체적으로 덮도록 배치된 투명 절연층을 포함하며,

상기 채널층은 광민감성 산화물 반도체 재료로 이루어진 광센싱 회로.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 광센싱 트랜지스터는:

기관;

상기 기관 위에 배치된 채널층;

상기 채널층의 중심 영역에 부분적으로 배치된 게이트 절연막;

상기 게이트 절연막 위에 배치된 게이트;

상기 채널층 상에서 상기 게이트의 양쪽편으로 각각 떨어져서 배치된 소스와 드레인; 및

상기 게이트, 소스 및 드레인을 전체적으로 덮도록 배치된 투명 절연층을 포함하며,

상기 채널층은 광민감성 산화물 반도체 재료로 이루어진 광센싱 회로.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 광민감성 산화물 반도체는 ZnO, InZnO, TaZnO 또는 GaInZnO를 포함하는 광센싱 회로.

#### 청구항 8

광을 감지하기 위한 광센싱 트랜지스터와 데이터를 인출하는 스위칭 트랜지스터가 서로 직렬로 연결되어 있는 광센싱 회로의 구동 방법으로서,

상기 스위칭 트랜지스터의 게이트에 로우(Low) 전압을 인가하고, 상기 광센싱 트랜지스터의 게이트에 하이(High) 전압을 인가하는 대기 단계; 및

상기 스위칭 트랜지스터의 게이트에 하이 전압을 인가하고, 상기 광센싱 트랜지스터의 게이트에 로우 전압을 인가하는 데이터 인출 단계;를 포함하는 광센싱 회로의 구동 방법.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 하이 전압은 상기 광센싱 트랜지스터의 내부에 트랩된 전하를 제거할 수 있는 양의 전압과 상기 스위칭 트랜지스터를 온(ON) 시키는 전압 중에 높은 전압인 광센싱 회로의 구동 방법.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 로우 전압은 상기 스위칭 트랜지스터의 문턱 전압과 상기 광센싱 트랜지스터의 문턱 전압 중에서 낮은 전압인 광센싱 회로의 구동 방법.

#### 청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 대기 단계에서, 상기 광센싱 트랜지스터에 광의 인가 여부와 관계 없이 상기 스위칭 트랜지스터로부터 로우 신호가 출력되는 광센싱 회로의 구동 방법.

#### 청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 데이터 인출 단계에서, 상기 광센싱 트랜지스터에 광의 인가시 상기 스위칭 트랜지스터로부터 하이 신호가 출력되며, 상기 광센싱 트랜지스터에 광의 비인가시 상기 스위칭 트랜지스터로부터 로우 신호가 출력되는 광센싱 회로의 구동 방법.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 데이터 인출 단계에서, 상기 스위칭 트랜지스터로부터 출력되는 하이 신호의 세기는 상기 광센싱 트랜지스터에 입사하는 광의 광량에 비례하는 광센싱 회로의 구동 방법.

**청구항 14**

제 8 항에 있어서,

상기 광센싱 트랜지스터는 광민감성 산화물 반도체를 채널층의 재료로서 사용한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터인 광센싱 회로의 구동 방법.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 광민감성 산화물 반도체는 ZnO, InZnO, TaZnO 또는 GaInZnO를 포함하는 광센싱 회로의 구동 방법.

**청구항 16**

입사광을 감지하는 광센싱 패널;

상기 광센싱 패널에 게이트 전압을 제공하기 위한 게이트 드라이버;

상기 광센싱 패널의 출력을 측정하는 데이터 드라이버; 및

상기 데이터 드라이버의 아날로그 출력 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기;를 포함하며,

상기 광센싱 패널은 제 1 행 내지 제 7 행에 따른 광센싱 회로를 각각 갖는 다수의 광센싱 화소들의 어레이를 구비하는, 광센싱 장치.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서,

상기 광센싱 패널은, 행(row) 방향을 따라 배열된 다수의 제 1 게이트 라인과 제 2 게이트 라인, 및 열(column) 방향을 따라 배열된 다수의 구동 전압 라인과 데이터 라인들을 더 포함하는 광센싱 장치.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,

상기 다수의 제 1 및 제 2 게이트 라인들은 상기 게이트 드라이버에 연결되어 있으며, 상기 다수의 데이터 라인들은 상기 데이터 드라이버에 연결되어 있는 광센싱 장치.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 게이트 드라이버 상기 제 1 및 제 2 게이트 라인들을 통해 각각의 광센싱 화소에 한 행씩 순차적으로 게이트 전압을 공급하는 광센싱 장치.

**청구항 20**

제 16 항에 있어서,

상기 광센싱 장치는 영상 획득 장치 또는 리모트 광터치 패널인 광센싱 장치.

**명세서**

**기술분야**

광센싱 회로, 상기 광센싱 회로의 구동 방법, 및 상기 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치를 개시한다. 더욱 상세하게는, 광센싱 소자로서 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(light-sensitive oxide semiconductor transistor)를 이용한 광센싱 회로, 상기 광센싱 회로의 구동 방법, 및 상기 광센싱 회로를 채용한 리모트 광터

[0001]

치 패널이나 영상 획득 장치와 같은 광센싱 장치를 개시한다.

**배경 기술**

[0002] 터치 스크린이란 디스플레이 화면의 특정 위치에 사람의 손이나 펜이 닿으면 그 위치를 파악하여 소프트웨어에 의해 특정 처리를 할 수 있도록, 화면에서 직접 입력 자료를 받을 수 있게 만든 장치를 말한다. 이를 위하여, 터치 스크린은 일반적인 디스플레이 패널에 터치 패널이라는 장치를 덧붙여서 그 기능을 발휘하도록 한다. 상기 터치 패널에는 압력식 저항막 방식, 접촉식 정전용량 방식, 표면초음파전도(Surface Acoustic Wave; SAW) 방식, 적외선광 감지 방식 및 압전 방식 등의 다양한 종류가 있다. 이러한 터치 스크린은 키보드나 마우스를 대신할 수 있는 입력 장치로서, 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다.

[0003] 그런데, 지금까지 널리 사용되고 있는 터치 패널은 손이나 펜 등을 이용하여 패널에 직접 터치를 해야만 하는 방식이다. 따라서, 가장 널리 사용되는 압력식 저항막 방식의 터치 패널은 외부 압력에 의해 상부/하부 도전층이 손상되는 문제가 발생할 수도 있다. 더욱이, 이러한 방식의 터치 패널은 아직까지 주로 10인치 이하의 소형으로 보급되고 있다. 대형 스크린에 적용될 수 있는 대형 터치 패널은 라인 저항과 기생 저항 등으로 인해 아직까지 충분한 성능을 발휘하지 못하고 있다. 이에 따라, 현재의 터치 패널은 일반적인 데스크탑 컴퓨터, 노트북 컴퓨터, 또는 휴대폰이나 네비게이션과 같은 휴대용 장치 등의 소형 또는 중형 디스플레이에서 주로 사용이 가능하다. 따라서, 디스플레이가 점차 대형화되면서 사용자와 디스플레이 사이의 거리가 멀어지는 경우에는 터치 패널을 적용하기가 어려울 수도 있다.

[0004] 최근에는 손이나 펜의 접촉 대신에 광을 감지하여 터치 패널의 기능과 동일한 기능을 수행할 수 있는 광터치 패널(Optical touch panel)이 제안되고 있다. 이러한 광터치 패널을 구현하기 위해서는 광을 감지할 수 있는 미세한 크기의 광센싱 소자가 요구된다. 한편, CMOS(Complimentary Metal Oxide Semiconductor) 이미지 센서 또는 CCD(Charge Coupled Device)와 같은 영상 획득 장치도 역시 영상을 획득하기 위하여 광을 감지할 수 있는 광센싱 소자를 필요로 한다. 일반적으로 널리 사용되는 광센싱 소자로는, 예를 들어, 실리콘과 같은 반도체의 PN 접합을 기본적인 구조로서 갖는 포토다이오드가 있다.

[0005] 그런데, 일반적인 실리콘 포토다이오드의 경우, 광에 의한 전류 변화가 충분히 크지 않다. 이에 따라, 광이 인가될 때 포토다이오드에서 발생한 전하를 일정한 시간 동안 캐패시터에 축적한 후, 캐패시터에 축적된 전하량으로부터 광세기에 관한 신호를 발생시킨다. 이렇게 캐패시터를 사용하는 경우, 광터치 패널 또는 영상 획득 장치의 크기가 커질수록, 기생 커패시턴스가 증가하여 대면적화가 어렵게 된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 광센싱 소자로서 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터를 이용한 광센싱 회로 및 상기 광센싱 회로의 구동 방법을 제공한다.

[0007] 또한, 상기 광센싱 회로를 채용하여 대면적화가 용이한 광터치 패널이나 영상 획득 장치와 같은 광센싱 장치를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 일 유형에 따른 광센싱 회로는, 광을 감지하기 위한 광센싱 트랜지스터; 및 상기 광센싱 트랜지스터와 직렬로 연결되어 데이터를 인출하는 스위칭 트랜지스터;를 포함할 수 있으며, 상기 광센싱 트랜지스터는 광민감성 산화물 반도체를 채널층의 재료로서 사용한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터일 수 있다.

[0009] 또한, 상기 광센싱 회로는, 상기 스위칭 트랜지스터의 게이트에 연결되는 제 1 게이트 라인; 상기 스위칭 트랜지스터의 소스에 연결되는 데이터 라인; 상기 광센싱 트랜지스터의 드레인에 연결되는 구동 전압 라인; 및 상기 광센싱 트랜지스터의 게이트에 연결되는 제 2 게이트 라인을 더 포함할 수 있다.

[0010] 예를 들어, 대기 시간 동안에는 상기 제 1 게이트 라인을 통해 로우(Low) 전압이 공급되고 상기 제 2 게이트 라인을 통해 하이(High) 전압이 공급되며, 데이터 인출 순간에는 상기 제 1 게이트 라인을 통해 하이 전압이 공급되고 상기 제 2 게이트 라인을 통해 로우 전압이 공급될 수 있다.

[0011] 예를 들어, 상기 하이 전압은 상기 광센싱 트랜지스터의 내부에 트랩된 전하를 제거할 수 있는 양의 전압과 상

기 스위칭 트랜지스터를 온(ON) 시키는 전압 중에 높은 전압이고, 상기 로우 전압은 상기 스위칭 트랜지스터의 문턱 전압과 상기 광센싱 트랜지스터의 문턱 전압 중에서 낮은 전압일 수 있다.

- [0012] 또한, 상기 광센싱 트랜지스터는, 기관; 상기 기관 위에 전체적으로 배치된 절연층; 상기 절연층 위에 부분적으로 배치된 게이트; 적어도 상기 게이트의 주위를 덮도록 상기 절연층과 게이트 위에 배치된 게이트 절연막; 상기 게이트 절연막 위로 배치된 채널층; 상기 채널층의 양측을 덮도록 배치된 소스와 드레인; 및 상기 소스, 드레인 및 채널층을 전체적으로 덮도록 배치된 투명 절연층을 포함할 수 있으며, 여기서 상기 채널층은 광민감성 산화물 반도체 재료로 이루어질 수 있다.
- [0013] 다른 예에서, 상기 광센싱 트랜지스터는, 기관; 상기 기관 위에 배치된 채널층; 상기 채널층의 중심 영역에 부분적으로 배치된 게이트 절연막; 상기 게이트 절연막 위에 배치된 게이트; 상기 채널층 상에서 상기 게이트의 양쪽편으로 각각 떨어져서 배치된 소스와 드레인; 및 상기 게이트, 소스 및 드레인을 전체적으로 덮도록 배치된 투명 절연층을 포함할 수 있으며, 상기 채널층은 광민감성 산화물 반도체 재료로 이루어질 수 있다.
- [0014] 예컨대, 상기 광민감성 산화물 반도체는 ZnO, InZnO, TaZnO 또는 GaInZnO를 포함할 수 있다.
- [0015] 한편, 본 발명의 다른 유형에 따르면, 광을 감지하기 위한 광센싱 트랜지스터와 데이터를 인출하는 스위칭 트랜지스터가 서로 직렬로 연결되어 있는 광센싱 회로의 구동 방법이 제공된다. 상기 광센싱 회로의 구동 방법은, 상기 스위칭 트랜지스터의 게이트에 로우(Low) 전압을 인가하고, 상기 광센싱 트랜지스터의 게이트에 하이(High) 전압을 인가하는 대기 단계; 및 상기 스위칭 트랜지스터의 게이트에 하이 전압을 인가하고, 상기 광센싱 트랜지스터의 게이트에 로우 전압을 인가하는 데이터 인출 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 하이 전압은 상기 광센싱 트랜지스터의 내부에 트랩된 전하를 제거할 수 있는 양의 전압과 상기 스위칭 트랜지스터를 온(ON) 시키는 전압 중에 높은 전압일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 로우 전압은 상기 스위칭 트랜지스터의 문턱 전압과 상기 광센싱 트랜지스터의 문턱 전압 중에서 낮은 전압일 수 있다.
- [0018] 상기 광센싱 회로의 구동 방법에 따르면, 상기 대기 단계에서, 상기 광센싱 트랜지스터에 광의 인가 여부와 관계 없이 상기 스위칭 트랜지스터로부터 로우 신호가 출력될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 데이터 인출 단계에서, 상기 광센싱 트랜지스터에 광의 인가시 상기 스위칭 트랜지스터로부터 하이 신호가 출력되며, 상기 광센싱 트랜지스터에 광의 비인가시 상기 스위칭 트랜지스터로부터 로우 신호가 출력될 수 있다.
- [0020] 예를 들어, 상기 데이터 인출 단계에서, 상기 스위칭 트랜지스터로부터 출력되는 하이 신호의 세기는 상기 광센싱 트랜지스터에 입사하는 광의 광량에 비례할 수 있다.
- [0021] 한편, 본 발명의 또 다른 유형에 따른 광센싱 장치는, 입사광을 감지하는 광센싱 패널; 상기 광센싱 패널에 게이트 전압을 제공하기 위한 게이트 드라이버; 상기 광센싱 패널의 출력을 측정하는 데이터 드라이버; 및 상기 데이터 드라이버의 아날로그 출력 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기;를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 광센싱 패널은 상술한 구조의 광센싱 회로를 각각 갖는 다수의 광센싱 화소들의 어레이를 구비할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 광센싱 패널은, 행(row) 방향을 따라 배열된 다수의 제 1 게이트 라인과 제 2 게이트 라인, 및 열(column) 방향을 따라 배열된 다수의 구동 전압 라인과 데이터 라인들을 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 광센싱 장치에 따르면, 상기 다수의 제 1 및 제 2 게이트 라인들은 상기 게이트 드라이버에 연결될 수 있으며, 상기 다수의 데이터 라인들은 상기 데이터 드라이버에 연결될 수 있다.
- [0024] 예를 들어, 상기 게이트 드라이버 상기 제 1 및 제 2 게이트 라인들을 통해 각각의 광센싱 화소에 한 행씩 순차적으로 게이트 전압을 공급할 수 있다.
- [0025] 상기 광센싱 장치는, 예컨대, 영상 획득 장치 또는 리모트 팅터치 패널일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0026] 개시된 광센싱 회로는 광민감도가 비교적 우수한 산화물 반도체 트랜지스터를 광센싱 소자로서 사용하기 때문에, 광센싱 동작을 수행하는데 있어서 커패시터를 필요로 하지 않는다. 따라서, 개시된 광센싱 회로를 이용하여 팅터치 패널이나 영상 획득 장치와 같은 광센싱 장치를 구현할 경우 기생 커패시턴스의 발생이 크게 증가하지 않으므로, 광센싱 장치의 대면적화가 용이할 수 있다. 또한, 개시된 광센싱 회로의 구동 방법에 따르면 산

화물 반도체 트랜지스터에 적합화된 광센싱 동작을 구현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 예에 따라 광센싱 소자로서 사용되는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 예시적인 구조를 개략적으로 보이는 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 예에 따라 광센싱 소자로서 사용되는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 예시적인 구조를 개략적으로 보이는 단면도이다.
- 도 3 및 도 4는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 동작 특성을 예시적으로 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 또 다른 동작 특성을 예시적으로 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일 예에 따른 광센싱 회로의 예시적인 구조를 도시하는 회로도이다.
- 도 7은 도 6에 도시된 광센싱 회로를 구동하는 방법을 예시적으로 나타내는 타이밍도이다.
- 도 8은 도 6에 도시된 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치의 구조를 개략적으로 보이는 블록도이다.
- 도 9는 여러 종류의 광에 대한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 동작 특성을 예시적으로 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 입사광의 광량에 따른 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 동작 특성을 예시적으로 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터를 이용한 광센싱 회로, 상기 광센싱 회로의 구동 방법, 및 상기 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다.
- [0029] 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터는 채널 재료로서 광민감성 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터이다. 예를 들어, 채널 재료로서 ZnO, TaZnO, InZnO(IZO)나 GaInZnO(Gallium Indium Zinc Oxide; GIZO) 등과 같이 ZnO 계열 또는 ZnO에 In, Hf 등의 재료가 하나 이상 함유된 산화물 반도체 재료를 사용할 수 있다. 이러한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터는 입사광의 파장이나 광량에 따라 문턱 전압 및 드레인 전류가 변하는 특성이 있기 때문에, 광센싱 소자로서 활용될 수 있다.
- [0030] 예를 들어, 도 1은 광센싱 소자로서 사용될 수 있는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터의 예시적인 구조를 개략적으로 보이는 단면도이다. 도 1을 참조하면, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10)는 기판(11), 상기 기판(11) 위에 전체적으로 배치된 절연층(12), 상기 절연층(12) 위에 부분적으로 배치된 게이트(13), 적어도 상기 게이트(13)의 주위를 덮도록 절연층(12)과 게이트(13) 위에 배치된 게이트 절연막(14), 상기 게이트 절연막(14) 위로 배치된 채널층(15), 상기 채널층(15)의 양측을 덮도록 배치된 소스(16)와 드레인(17), 및 상기 소스(16), 드레인(17) 및 제 2 채널층(15)을 전체적으로 덮도록 배치된 투명 절연층(18)을 포함할 수 있다.
- [0031] 여기서, 기판(11)은 유리, 실리콘 등과 같은 일반적인 기판 재료를 사용할 수 있다. 절연층(12), 게이트 절연막(14), 투명 절연층(18)은 예를 들어 SiO<sub>2</sub>과 같은 재료를 사용할 수 있다. 만약 기판(11) 자체가 절연성 재료로 이루어진다면, 상기 기판(11) 위의 절연층(12)은 생략될 수도 있다. 또한, 게이트(13), 소스(16) 및 드레인(17)은 전도성 금속 또는 전도성 금속 산화물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10)가 디스플레이 패널 위에 부착되는 광터치 패널에 사용되는 경우, 상기 게이트(13), 소스(16) 및 드레인(17)은 ITO와 같은 투명 전도성 재료로 이루어질 수 있다. 그러나, 상기 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10)가 투명할 것이 요구되지 않는 경우에는, 상기 기판(11), 절연층(12), 게이트(13), 게이트 절연막(14), 소스(16) 및 드레인(17)의 재료가 반드시 투명할 필요는 없다. 그 경우에는, 단지 상부의 투명 절연층(18)만이 채널층(15)에 광을 인도하기 위하여 투명할 필요가 있다. 한편, 채널층(15)은, 상술한 바와 같이, 광에 민감한 산화물 반도체 재료로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 채널층(15)의 재료로서 ZnO, TaZnO, InZnO(IZO) 또는 GaInZnO(Gallium Indium Zinc Oxide; GIZO)와 같이 ZnO 계열 또는 ZnO에 In, Hf 등의 재료가 하나 이상 함유된 산화물 반도체 재료를 사용할 수 있다.



- [0032] 도 1에는 게이트가 채널의 아래쪽에 배치되어 있는 하부 게이트 구조의 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10)가 도시되었다. 그러나, 상부 게이트 구조의 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터를 이용하여 광센싱 소자를 제공하는 것도 역시 가능하다. 도 2는 상부 게이트 구조의 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(20)의 예시적인 구조를 개략적으로 보이는 단면도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 상부 게이트 구조를 갖는 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(20)는 예를 들어, 기판(21), 상기 기판(21) 위에 배치된 채널층(22), 상기 채널층(22)의 중심 영역에 부분적으로 배치된 게이트 절연막(23), 상기 게이트 절연막(23) 위에 배치된 게이트(24), 상기 채널층(22) 상에서 상기 게이트(24)의 양쪽편으로 각각 떨어져서 배치된 소스(25)와 드레인(26), 및 게이트(24), 소스(25) 및 드레인(26)을 전체적으로 덮도록 배치된 투명 절연층(27)을 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 상부 게이트 구조의 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(20)의 경우, 광이 채널층(22)에 입사할 수 있도록 게이트(24), 소스(25) 및 드레인(26)은 ITO와 같이 투명한 전도성 재료로 이루어질 수 있다.
- [0034] 도 3은 상술한 구조의 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 동작 특성을 예시적으로 나타내는 그래프로서, 게이트 전압에 대한 드레인 전류 특성을 보이고 있다. 도 3을 참조하면, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)에 광이 인가되면, 광이 인가되지 않았을 때에 비하여 문턱 전압보다 낮은 전압에서 드레인 전류가 크게 증가한다는 것을 알 수 있다. 즉, 도 3의 그래프를 통해 알 수 있듯이, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)에 광이 인가되었을 때와 광이 인가되지 않았을 때의 드레인 전류의 전류비가 상당히 크다. 따라서, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)를 광센싱 소자로서 활용할 경우, 여러 가지 이점을 가질 수 있다.
- [0035] 앞서 설명한 바와 같이, 일반적인 실리콘 포토다이오드 또는 비정질 실리콘(a-Si) 트랜지스터의 경우, 광 인가시와 비인가시의 전류비가 비교적 작다. 따라서, 광이 인가될 때 발생한 전하를 일정한 시간 동안 캐패시터에 축적한 후, 캐패시터에 축적된 전하량으로부터 광세기에 관한 신호를 발생시킨다. 이러한 캐패시터의 존재로 인해, 광센싱 장치를 대면적화 할 경우, 기생 커패시턴스가 증가할 수 있으며 회로의 구조도 또한 복잡해질 수 있다.
- [0036] 반면, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 경우에는, 광이 인가되었을 때와 광이 인가되지 않았을 때의 드레인 전류의 전류비가 커서, 광 인가시에 수십 nA에서 수백 nA 정도의 비교적 큰 크기의 광전류가 발생할 수 있다. 따라서, 광센싱 소자로서 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)를 사용하는 경우에는 커패시터를 이용하지 않고 직접적으로 전류를 감지하는 것이 가능하다. 따라서, 광센싱 회로에서 캐패시터가 필요하지 않기 때문에, 기생 커패시턴스의 문제 없이 광센싱 장치를 대면적화하는 것이 가능하다. 또한, 캐패시터를 사용할 경우에는 캐패시터의 충전/방전 등을 위한 복잡한 구동 방법이 요구되고 그만큼 시간이 소요되지만, 직접 전류를 감지하는 경우에는 구동 방법이 단순화되어 시간 지연을 고려할 필요가 없게 된다. 또한, 전류량이 작을 때에는 주변 배선 및 회로로 인한 노이즈에 영향을 크게 받지만, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)를 사용할 경우에는 비교적 전류량이 크기 때문에 노이즈에 의한 영향을 적게 받을 수 있다. 더욱이, 캐패시터를 사용하지 않는 만큼 화소 내에 공간이 확보되기 때문에, 화소 내의 수광 면적을 증가시킬 수도 있으며 화소의 크기를 더욱 미세화하는 것도 가능하다.
- [0037] 한편, 도 3을 다시 참조하면, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)는 광 인가시에 게이트 전압의 스위프(sweep) 방향에 따라 다른 특성을 보이고 있다. 예를 들어, 도 3에서 '①'로 표시된 제 1 그래프는 음의 전압으로부터 양의 전압으로 게이트 전압을 증가시키는 방향으로 스위프한 경우의 특성을 나타내고, '②'로 표시된 제 2 그래프는 양의 전압으로부터 음의 전압으로 게이트 전압을 감소시키는 방향으로 스위프한 경우의 특성을 나타내고 있다. 제 1 그래프와 같이, 게이트 전압이 양의 방향으로 스위프되는 경우에는, 광 인가시에 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 문턱 전압이 음의 방향으로 이동하는 것처럼 보이게 된다. 반면, 제 2 그래프와 같이, 게이트 전압이 음의 방향으로 스위프되는 경우에는, 광 인가시에 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 문턱 전압은 그대로 유지된 상태에서 오프 전류(off current)만이 증가하게 된다.
- [0038] 도 4는 광의 인가와 비인가를 반복하는 동안 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 스위프 방향에 따른 동작 특성의 차이를 예시적으로 나타내고 있다. 도 4를 참조하면, '①'로 표시된 제 1 그래프와 같이 양의 방향으로 게이트 전압을 스위프하는 동안에는, 드레인 전류의 광 의존성이 거의 나타나지 않는다는 것을 알 수 있다. 즉, 양의 방향으로 게이트 전압을 스위프하는 동안, 광의 인가와 비인가를 반복하더라도 그로 인한 드레인 전류의 변화는 거의 나타나지 않는다. 반면, '②'로 표시된 제 2 그래프와 같이 음의 방향으로 게이트 전압을 스위프하는 동안에는, 드레인 전류의 광 의존성이 명확하게 나타나게 된다. 즉, 음의 방향으로 게이트 전압을 스위프하는 동안, 광의 인가를 중단하면 드레인 전류가 크게 감소하며 다시 광을 인가하면 드레인 전류가 상승하게 된다. 도

4의 그래프를 보면, 광 오프시 드레인 전류는, 처음부터 광을 인가하지 않은 상태에서 게이트 전압을 스위칭 할 때의 오프 전류 수준까지 감소하게 됨을 알 수 있다.

[0039] 도 3 및 도 4에서 보인 스위칭 방향에 따른 특성 차이는, 일반적인 플래시 메모리에서 데이터의 기록에 이용하는 현상과 유사한 것으로, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 채널층(15,22) 내부에 또는 그 계면에 전하가 트랩되어 발생하는 것으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 빛과 함께 큰 음의 전압(예컨대, 문턱 전압보다 낮은 전압)이 게이트에 인가되면, 채널층(15,22) 내부에서 빛에 의해 생성된 정공(hole)들이 게이트 절연막(14,23)과 채널층(15,22) 사이의 계면으로 이동하여 트랩될 수 있다. 이렇게 트랩된 전하들은 충분히 큰 양의 전압이 게이트에 인가될 때까지 제거되지 않는다. 따라서, 제 1 그래프에서와 같이, 일단 전하가 트랩된 후에는 광의 인가가 중단된 후에도 게이트 전류가 낮아지지 않는 것으로 파악될 수 있다. 이러한 현상은 게이트에 양의 전압을 인가하여 트랩된 전하들을 제거하면 사라지게 된다. 예를 들어, 제 2 그래프에서와 같이, 양의 전압으로부터 음의 전압 방향으로 게이트 전압을 스위칭하면, 전하 트랩에 의한 영향 없이 순수한 광전류 효과가 나타날 수 있다.

[0040] 예를 들어, 도 5는 10ms의 샘플링 주기로 게이트 전압을 양의 전압으로부터 음의 전압 방향으로 스위칭하는 동안, 광의 인가와 비인가를 반복할 때의 드레인 전류 변화를 보이고 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 양의 전압으로부터 음의 방향으로 게이트 전압을 스위칭하는 경우에는, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)가 전하 트랩에 의한 영향 없이 매우 빠르게 광에 반응하고 있음을 알 수 있다. 따라서, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)를 이용한 광센싱 회로 및 그 구동 방법은 상술한 트랩의 영향을 고려하는 것이 필요할 수 있다.

[0041] 도 6은 상술한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 특징을 고려하여 제안된 것으로, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)를 이용한 본 발명의 일 예에 따른 광센싱 회로의 예시적인 구조를 도시하는 회로도이다. 도 6의 광센싱 회로는, 예를 들어, 광터치 패널이나 영상 획득 장치와 같은 광센싱 장치의 한 화소마다 하나씩 배치되는 것일 수 있다. 도 6을 참조하면, 상기 광센싱 회로는 캐패시터 없이 서로 직렬로 연결된 단지 하나의 광센싱 트랜지스터(Tp)와 하나의 스위칭 트랜지스터(Tsel)만을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광센싱 트랜지스터(Tp)의 소스와 스위칭 트랜지스터(Tsel)의 드레인이 서로 연결되어 있을 수 있다. 여기서, 광센싱 트랜지스터(Tp)는 광을 감지하기 위한 상술한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)일 수 있다. 또한, 데이터를 인출하기 위한 스위칭 트랜지스터(Tsel)는 광민감성이 없는 일반적인 박막 트랜지스터일 수 있다. 또한, 상기 광센싱 회로는 스위칭 트랜지스터(Tsel)의 게이트에 연결되는 제 1 게이트 라인(GATE\_Tsel), 스위칭 트랜지스터(Tsel)의 소스에 연결되는 데이터 라인(DATA), 광센싱 트랜지스터(Tp)의 드레인에 연결되는 구동 전압 라인(Vdd), 및 광센싱 트랜지스터(Tp)의 게이트에 연결되는 제 2 게이트 라인(GATE\_Tp)을 더 포함할 수 있다.

[0042] 도 7은 도 6에 도시된 광센싱 회로를 구동하는 방법을 예시적으로 나타내는 타이밍도이다. 도 6의 회로도 및 도 7의 타이밍도를 참조하면, 광센싱 회로로부터 데이터를 인출하지 않는 대기 시간 동안에는, 제 1 게이트 라인(GATE\_Tsel)에 로우 전압이 인가되어 스위칭 트랜지스터(Tsel)가 오프 상태에 있게 한다. 여기서, 로우(Low) 전압은 예를 들어 스위칭 트랜지스터(Tsel)의 문턱 전압보다 낮은 전압일 수 있다. 한편, 광센싱 트랜지스터(Tp)의 게이트에는 제 2 게이트 라인(GATE\_Tp)을 통해 하이(High) 전압이 인가된다. 여기서, 하이 전압은 예를 들어 광센싱 트랜지스터(Tp)의 채널층 내부에 또는 그의 계면에 트랩된 전하를 제거할 수 있도록 충분히 높은 양의 전압일 수 있다. 따라서, 이 동안에는 광이 광센싱 트랜지스터(Tp)에 인가되더라도 스위칭 트랜지스터(Tsel)가 오프 상태이므로, 데이터 라인(DATA)은 항상 로우 상태에 있다. 즉, 데이터 라인(DATA)을 통해서 낮은 전류가 흐르게 되어 로우 신호가 출력된다.

[0043] 반면, 상기 광센싱 회로로부터 데이터를 인출하는 순간에는, 제 1 게이트 라인(GATE\_Tsel)을 통해 스위칭 트랜지스터(Tsel)의 게이트에 하이 전압을 인가하여, 스위칭 트랜지스터(Tsel)를 온(ON) 시킨다. 따라서, 하이 전압은 광센싱 트랜지스터(Tp)에서 트랩된 전하를 제거할 수 있는 양의 전압과 스위칭 트랜지스터(Tsel)를 온 시킬 수 있는 전압 중에 높은 전압일 수 있다. 동시에, 광센싱 트랜지스터(Tp)의 게이트에는 제 2 게이트 라인(GATE\_Tp)을 통해 로우 전압이 인가된다. 여기서, 로우 전압은 광센싱 트랜지스터(Tp)의 문턱 전압보다 낮은 전압일 수 있다. 따라서, 로우 전압은 스위칭 트랜지스터(Tsel)의 문턱 전압과 광센싱 트랜지스터(Tp)의 문턱 전압 중에서 낮은 전압일 수 있다. 이 상태에서, 광센싱 트랜지스터(Tp)에 광이 인가되지 않으면, 도 7에 도시된 바와 같이, 광센싱 트랜지스터(Tp)의 소스로부터 스위칭 트랜지스터(Tsel)를 통해 데이터 라인(DATA)으로 로우 신호가 출력된다. 그리고, 광센싱 트랜지스터(Tp)에 광이 인가되면, 광센싱 트랜지스터(Tp)의 오프 전류가 증가하면서 데이터 라인(DATA)으로 높은 전류가 흐르게 되어 하이 신호가 출력된다. 이때, 광센싱 트랜지스터(Tp) 내에는 트랩된 전하가 충분히 제거된 상태이므로, 도 3의 제 2 그래프와 같이, 순수한 광전류 효과에 의한 전류만이 데이터 라인(DATA)으로 흐를 수 있다. 이렇게 출력되는 하이 신호의 세기는 예를 들어 광센싱 트랜지스터

(Tp)에 입사하는 광의 광량에 비례할 수 있다. 한편, 광센싱 트랜지스터(Tp)의 드레인에 공급되는 구동 전압은 전 과정에서 항상 일정하게 유지될 수 있다.

[0044] 도 8은 도 6에 도시된 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치(100)의 구조를 개략적으로 보이는 블록도이다. 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 광센싱 장치(100)는, 예를 들어, 입사광을 감지하는 광센싱 패널(120), 상기 광센싱 패널(120)에 게이트 전압을 제공하기 위한 게이트 드라이버(110), 상기 광센싱 패널(120)의 출력을 측정하는 데이터 드라이버(130), 및 상기 데이터 드라이버(130)의 아날로그 출력 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기(analog digital converter; ADC) (140)를 포함할 수 있다.

[0045] 여기서, 광센싱 패널(120)은 도 6에 도시된 광센싱 회로를 각각 갖는 다수의 광센싱 화소(30)들의 어레이를 포함할 수 있다. 따라서, 상기 광센싱 패널(120)은 행(row) 방향을 따라 배열된 다수의 제 1 게이트 라인(GATE\_Tsel)과 제 2 게이트 라인(GATE\_Tp), 및 열(column) 방향을 따라 배열된 다수의 구동 전압 라인(Vdd)과 데이터 라인(DATA)들을 더 포함할 수 있다. 여기서, 다수의 제 1 및 제 2 게이트 라인(GATE\_Tsel, GATE\_Tp)들은 게이트 드라이버(110)에 연결되어 있다. 게이트 드라이버(110)는, 예를 들어, 상기 제 1 및 제 2 게이트 라인(GATE\_Tsel, GATE\_Tp)들을 통해 각각의 광센싱 화소(30)에 한 행씩 순차적으로 게이트 전압을 공급할 수 있다. 또한, 다수의 데이터 라인(DATA)들은 데이터 드라이버(130)에 연결되어 있다. 상기 데이터 드라이버(130)는, 예를 들어, 광센싱 화소(30)들로부터의 출력 신호를 측정하여 한 열씩 순차적으로 출력하도록 구성될 수도 있다.

[0046] 이러한 구조의 광센싱 장치(100)는 광을 감지하는 것이 요구되는 다양한 장치에서 응용될 수 있다. 예를 들어, 디지털 카메라 등에서 사용되는 영상 획득 장치로서 CCD 이미지 센서나 CMOS 이미지 센서 대신에 상기 광센싱 장치(100)가 적용될 수 있다. 또한, 기존의 터치 패널 대신에, 예를 들어 레이저 포인터와 같은 광원 장치로부터 방출된 광을 감지하여 터치 기능을 수행할 수 있는 리모트 광터치 패널로서 상기 광센싱 장치(100)가 사용될 수도 있다. 이 경우, 광센싱 장치(100)는 디스플레이 장치의 표면에 부착되어 사용될 수 있다. 또는, 광센싱 장치(100)는 디스플레이 장치 내에 통합되어 일체로 형성될 수도 있다. 예를 들어, 디스플레이 장치의 한 화소는 일반적으로 컬러의 구현을 위해 RGB 색깔별로 3개의 셀을 갖는데, 여기에 하나의 셀을 추가하여 도 6에 도시된 것과 같은 광센싱 회로를 더 배치하는 것도 가능하다.

[0047] 광센싱 장치(100)를 리모트 광터치 패널로서 사용하는 경우에, 예를 들어 광센싱 장치(100)에 입사하는 다양한 외광 성분들과 터치 기능을 수행하기 위한 터치 광의 구별이 문제될 수도 있다. 도 9는 여러 종류의 광에 대한 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)의 동작 특성을 예시적으로 나타내는 그래프이다. 도 9의 그래프를 보면, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)는 동일 세기의 광 중에서 특히 청색광(예를 들어, 광원 장치로서 청색 LED 사용)에 민감하다는 것을 알 수 있다. 또한, 도 10의 그래프에 도시된 바와 같이, 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터(10,20)는 청색광의 세기가 클수록 더욱 민감해진다는 것을 알 수 있다. 따라서, 청색광이나 UV 광과 같이 파장이 짧은 광을 사용할 경우에는, 실내의 전등광이나 태양광과 같이 외광 성분이 존재하는 경우에도, 터치 광만을 구별하는 것이 가능할 수 있다.

[0048] 지금까지, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터를 이용한 광센싱 회로, 상기 광센싱 회로의 구동 방법, 및 상기 광센싱 회로를 채용한 광센싱 장치에 대한 예시적인 실시예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었다. 그러나, 이러한 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 그리고 본 발명은 도시되고 설명된 설명에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 이는 다양한 다른 변형이 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

**부호의 설명**

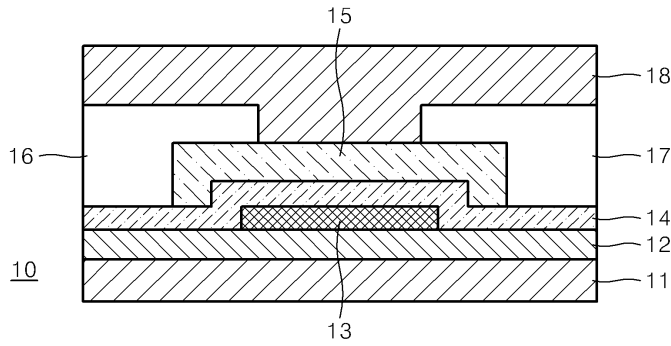
- [0049] 10, 20.... 광민감성 산화물 반도체 트랜지스터
- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 11, 21.....기판     | 12.....절연층         |
| 13, 24.....게이트    | 14, 23.....게이트 절연막 |
| 15, 22.....채널층    | 16, 25.....소스      |
| 17, 26.....드레인    | 18, 27.....투명 절연층  |
| 30..... 광센싱 화소    | 100..... 광센싱 장치    |
| 110..... 게이트 드라이버 | 120..... 광센싱 패널    |

130..... 데이터 드라이버

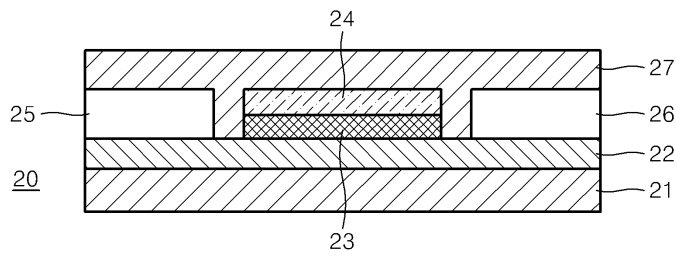
140..... A/D 변환기

도면

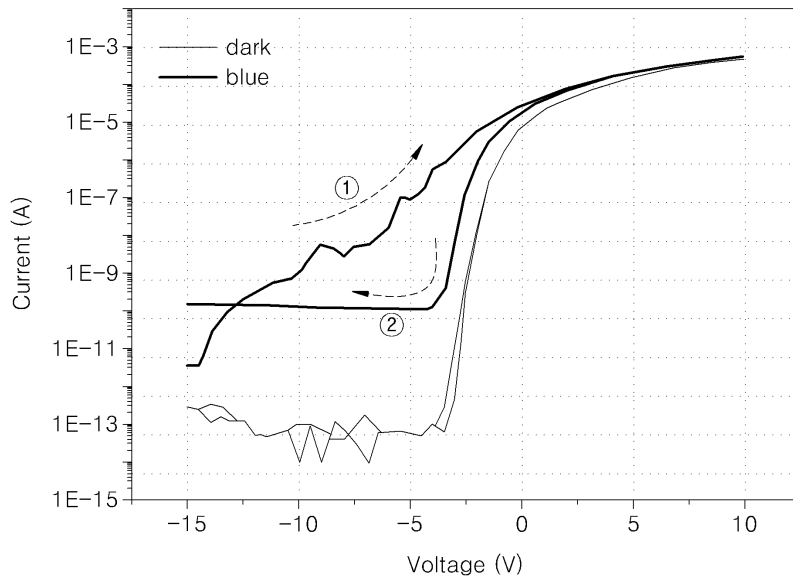
도면1



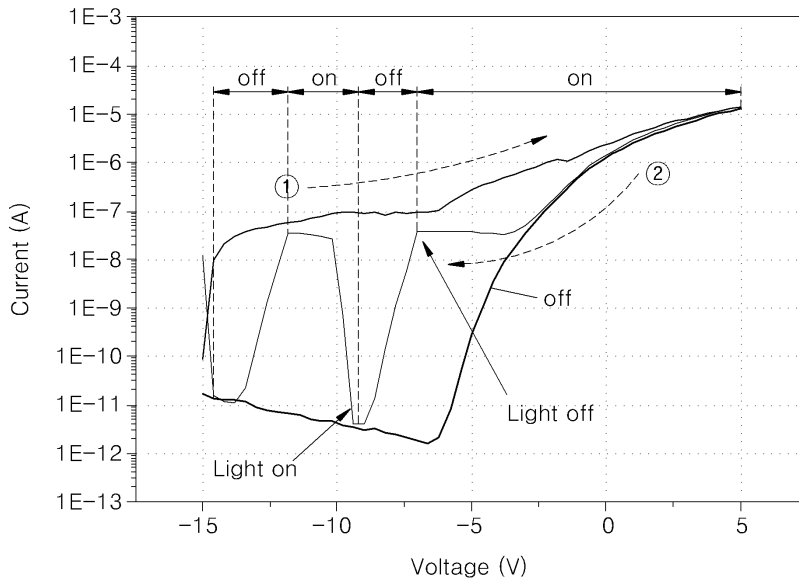
도면2



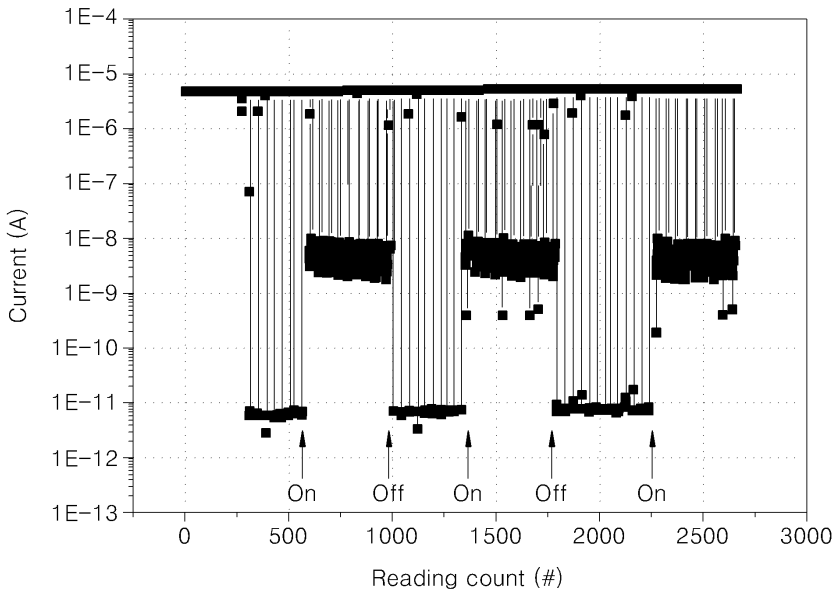
도면3



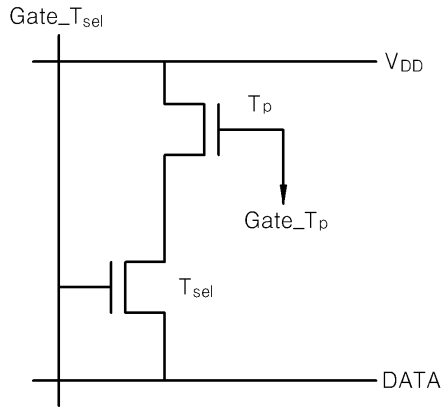
도면4



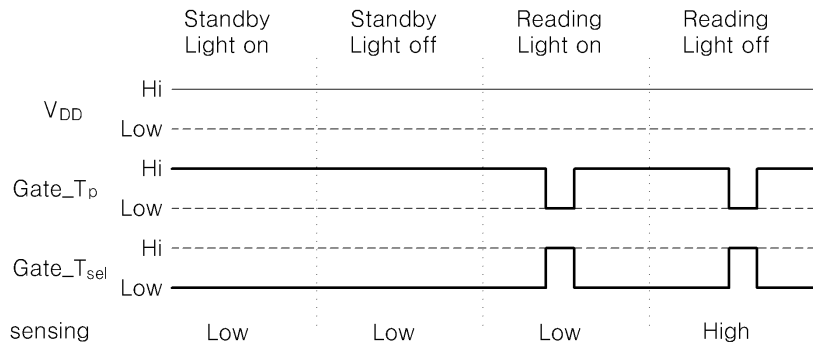
도면5



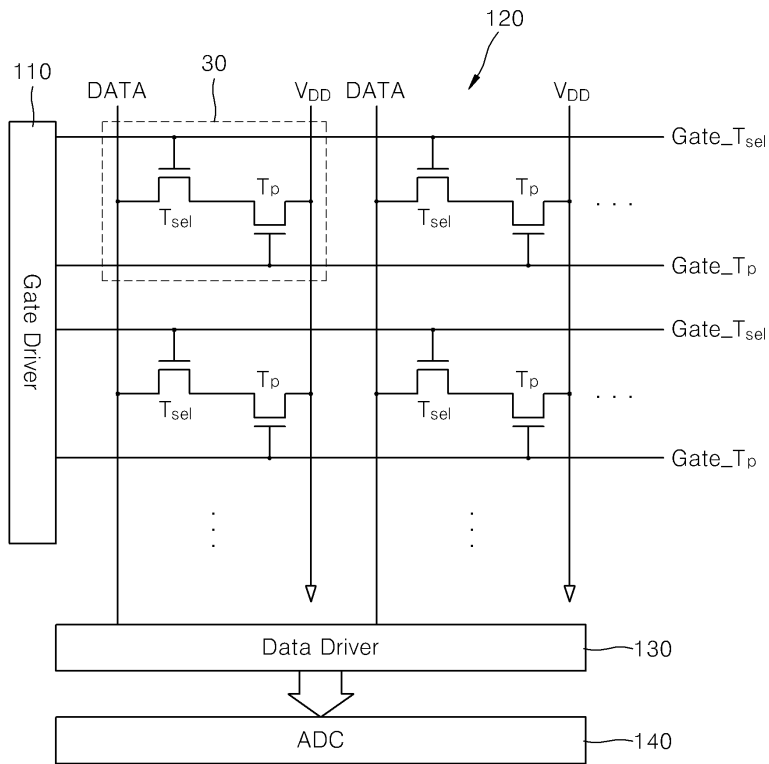
도면6



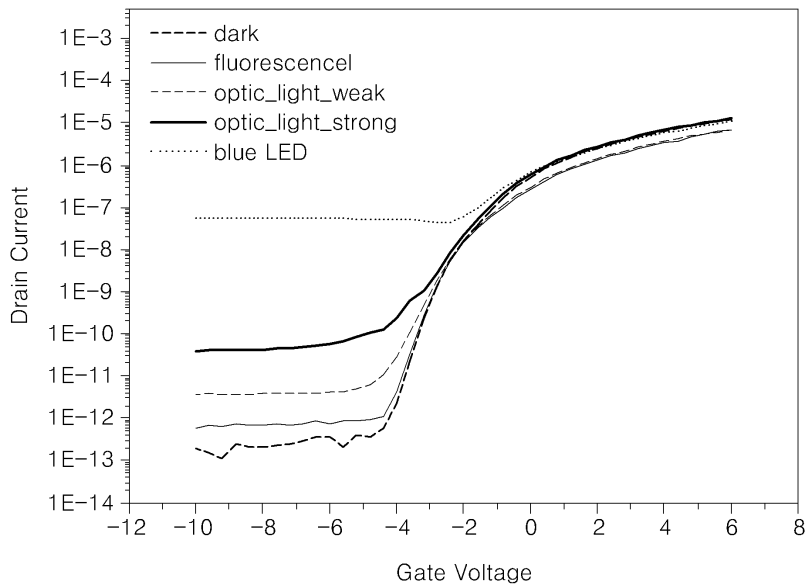
도면7



도면8



도면9



도면10

