



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0022843  
(43) 공개일자 2014년02월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G06F 3/042** (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-7027531  
(22) 출원일자(국제) 2012년04월19일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2013년10월18일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/034226  
(87) 국제공개번호 WO 2012/145496  
국제공개일자 2012년10월26일  
(30) 우선권주장  
61/477,007 2011년04월19일 미국(US)

- (71) 출원인  
**퍼셉티브 퍽셀 인코포레이티드**  
미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로  
소프트 웨이  
(72) 발명자  
**슬로보딘 데이비드 엘리엇**  
미국 오래곤주 97035 레이크 오스위고 퍼 럿지 로  
드 3330  
(74) 대리인  
**제일특허법인**

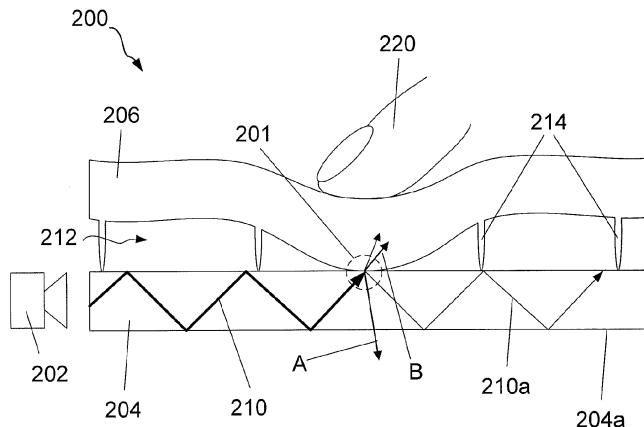
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 터치 감지를 위한 광학 필터형 센서인픽셀 기술

### (57) 요 약

본 발명에 따른 터치 감지를 위한 광학 필터형 센서인픽셀(sensor-in-pixel) 기술에서, 도파관이 광원에 의해 방사된 적외선을 수신하고, 수신된 적외선 중 적어도 일부가 도파관 내에서 내부 전반사를 겪는다. 터치 입력이 제공될 경우 도파관과 접촉하도록 프러스트레이팅 층이 도파관에 대해 배치된다. 프러스트레이팅 층은 프러스트레이팅 층과 도파관 사이의 접촉점에서 도파관 내의 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으킨다. 센서인픽셀 디스플레이이는 도파관과 프러스트레이팅 층을 통해 감지할 수 있는 이미지를 디스플레이하며 포토센서를 포함한다. 포토센서는 이미지의 각 픽셀에 대응하는 포토센서를 가지며 접촉점에서 도파관으로부터 탈출하는 적외선 중 적어도 일부를 감지한다.

대 표 도 - 도2a



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

터치 감지 디스플레이 장치로서,

적외선 광원과,

상기 광원에 의해 방사된 적외선을 수신하고 상기 수신된 적외선 중 적어도 일부가 자신의 내부에서 내부 전반사(total internal reflection)를 겪게 하도록 구성된 도파관과,

터치 입력이 제공될 때 상기 도파관과 접촉하도록 상기 도파관에 대해 배치된 프러스트레이팅 층(frustrating layer) -상기 프러스트레이팅 층은 상기 프러스트레이팅 층과 상기 도파관 사이의 접촉점에서 상기 도파관 내의 상기 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으켜, 상기 도파관 내에서 내부 전반사를 겪는 상기 수신된 적외선의 일부가 상기 접촉점에서 상기 도파관으로부터 탈출하게 하도록 구성됨- 과,

상기 도파관 및 프러스트레이팅 층을 통해 감지할 수 있는 이미지를 디스플레이하도록 구성되어 있으며 포토센서를 포함하는 센서인픽셀(sensor-in-pixel) 디스플레이 -상기 포토센서는 상기 이미지의 각 픽셀에 대응하는 포토센서를 가지며, 상기 접촉점에서 상기 도파관으로부터 탈출하는 상기 적외선 중 적어도 일부를 감지하도록 구성됨- 를 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 적외선에 감응하며 적외선에 비해 가시광에 덜 감응하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 적외선에 감응하고 가시광에는 무감응하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 가시광을 흡수하고 적외선을 투과시키도록 구성된 제 1층과,

상기 제 1 층을 투과한 적외선을 감지하도록 구성된 제 2층을 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는

400 내지 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 흡수하고, 700 나노미터보다 긴 파장을 갖는 광을 투과시키도록 구

성된 제 1 층과,

상기 제 1 층을 투과한 700 내지 880 나노미터의 파장을 갖는 광을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함하는,  
터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H)을 포함하는,  
터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 미정질(microcrystalline) 실리콘을 포함하는,  
터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는

1.7 내지 1.8eV의 유효 밴드갭(effective bandgap)을 갖는 제 1 층과,  
상기 제 1 층을 투과한 광을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함하는,  
터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는

약 0.2 내지 0.5 마이크론의 두께를 가지며 강도핑된(highly doped) p형 비정질 실리콘을 포함하는 제 1 층과,  
상기 제 1 층을 투과한 광을 감지하도록 구성되어 있으며 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H) 및 미정질  
실리콘 중 적어도 하나를 포함하는 제 2 층을 포함하는,  
터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는

약 0.2 내지 0.5 마이크론의 두께를 가지며 강도핑된 n형 비정질 실리콘을 포함하는 제 1 층과,  
상기 제 1 층을 투과한 광을 감지하며 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H) 및 미정질 실리콘 중 적어도  
하나를 포함하는 제 2 층을 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는

3중 합금을 포함하는 제 1 층과,

상기 제 1 층을 투과한 광을 감지하도록 구성되며 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H) 및 미정질 실리콘 중 적어도 하나를 포함하는 제 2 층을 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 3중 합금은 소정 비율의 게르마늄 및 질소(a-SiGeN)를 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 3중 합금은 소정 비율의 게르마늄 및 산소(a-SiGeO)를 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

#### 청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 3중 합금은 소정 비율의 게르마늄 및 탄소(a-SiGeC:H)를 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

#### 청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 3중 합금은 a-SiGeN:H 층을 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

#### 청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 프러스트레이팅 층은 가요성 프러스트레이팅 층이고, 상기 가요성 프러스트레이팅 층이 물리적으로 변형될 때 상기 가요성 프러스트레이팅 층이 상기 도파관과 접촉할 수 있도록 상기 도파관에 대해 배치되며,

상기 가요성 프러스트레이팅 층은, 상기 가요성 프러스트레이팅 층이 상기 도파관과 접촉하도록 물리적으로 변

형되어 상기 도파관 내에서 내부 전반사를 겪고 있는 상기 수신된 적외선의 일부가 상기 접촉점에서 상기 도파관으로부터 탈출할 경우, 상기 가요성 프러스트레이팅 층과 상기 도파관 사이의 접촉점에서 상기 도파관 내의 상기 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으키도록 구성되는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 도파관은 상기 센서인픽셀 디스플레이와 접촉하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 도파관은 가요성 도파관이고,

상기 프러스트레이팅 층은, 상기 가요성 도파관이 물리적으로 변형될 경우 상기 프러스트레이팅 층이 상기 가요성 도파관과 접촉할 수 있도록 상기 가요성 도파관에 대해 배치되며,

상기 프러스트레이팅 층은, 상기 가요성 도파관이 상기 프러스트레이팅 층과 접촉하도록 물리적으로 변형되어 상기 가요성 도파관 내에서 내부 전반사를 겪는 상기 수신된 적외선의 일부가 상기 접촉점에서 상기 가요성 도파관으로부터 탈출할 경우, 상기 프러스트레이팅 층과 상기 가요성 도파관 사이의 접촉점에서 상기 가요성 도파관 내의 상기 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으키도록 구성되는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 프러스트레이팅 층은 상기 센서인픽셀 디스플레이와 접촉하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 20

제 1 항에 있어서,

터치 입력을 수신하고 상기 터치 입력에 기초하여 상기 도파관과 프러스트레이팅 층이 접촉하게 하도록 배치된 클래딩 층을 더 포함하는,

터치 감지 디스플레이 장치.

### 청구항 21

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 가시광을 필터링하도록 구성된 제 1 층 및 상기 제 1 층을 투과한 적외선을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함하는 광 검출기를 포함하고,

적외선을 감지하는 중에 상기 광 검출기에 의해 생성된 전기가 상기 제 1 층 및 상기 제 2 층 각각을 통과하여

흐르는,

터치 감지 디스플레이 장치.

## 청구항 22

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 포토센서는 가시광을 필터링하도록 구성된 제 1 층 및 상기 제 1 층을 투과한 적외선을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함하는 광 검출기를 포함하고,

상기 제 1 층은 상기 광 검출기 위에 원도우로서 위치하고, 적외선을 감지하는 중에 상기 광 검출기에 의해 생성된 전기는 상기 제 2 층을 통해 흐르지만, 상기 제 1 층을 통해서는 흐르지 않는,

터치 감지 디스플레이 장치.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 출원은 2011년 4월 19일 출원된 미국 가특허출원 제61/477,007호를 우선권 주장하며, 상기 출원은 모든 면에서 그 전부가 본 명세서에 참조로서 포함된다.

[0002]

본 발명은 터치 감지를 위한 광학 필터형 센서인픽셀(optical filtered sensor-in-pixel) 기술에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003]

저비용으로 얇은 품팩터 내에 터치 입력 기능을 가능하게 하기 위해 집적된 광센서를 갖는 LCD(Liquid crystal display)가 개발 중에 있다. 센서인픽셀(SIP) LCD가 박막 트랜지스터(TFT) 기판 내에 수소화된 비정질 실리콘(a-Si:H) 포토다이오드 또는 포토트랜지스터를 포함하는 것은 다른 사람들(예컨대, Abileah 및 Den Boer)에 의해 이미 공개되었다. 이들 디바이스 구조는 TFT 플레이트에 이미 존재하는 a-Si:H 층을 이용한다. 이 디자인의 잠재적인 문제점은, 디스플레이된 이미지로부터의 가시광이 컬러 필터 기판 내 다양한 광학층으로부터 뒤쪽 LCD TFT 기판 쪽으로 반사될 수 있기 때문에, 터치 신호대 잡음비(SNR)가 가시적인 주변광 세기 및 디스플레이된 이미지에 의해 심하게 영향을 받을 수 있다는 것이다. 이로 인해, 예측할 수 없는 동작이 발생할 수 있고 잘못된 터치가 이루어질 수 있다. 게다가, 명확한 터치 임계점이 존재하지 않을 수도 있는데, 즉, 손가락이 디스플레이를 터치하지 않고 터치가 인식될 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004]

터치 감지를 위한 광학 필터형 센서인픽셀 기술에 대한 기법들을 서술한다.

### 과제의 해결 수단

[0005]

일측면에서, 터치 감지 디스플레이 장치는 적외선 광원과, 광원에 의해 방사된 적외선을 수신하고 수신된 적외선 중 적어도 일부가 자신의 내부에서 내부 전반사를 겪게 하도록 구성된 도파관과, 터치 입력이 제공될 때 도파관과 접촉하도록 도파관에 대해 배치된 프러스트레이팅 층(frustrating layer)을 포함한다. 프러스트레이팅 층은 프러스트레이팅 층과 도파관 사이의 접촉점에서 도파관 내의 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으켜, 도파관 내에서 내부 전반사를 겪는 수신된 적외선의 일부가 접촉점에서 도파관으로부터 탈출하게 하도록 구성된다. 터치 감지 디스플레이 장치는 또한 도파관 및 프러스트레이팅 층을 통해 감지할 수 있는 이

미지를 디스플레이하도록 구성되어 있으며 포토센서를 포함하는 센서인픽셀(sensor-in-pixel) 디스플레이를 포함한다. 포토센서는 이미지의 각 픽셀에 대응하는 포토센서를 가지며, 접촉점에서 도파관으로부터 탈출하는 적외선 중 적어도 일부를 감지하도록 구성된다.

- [0006] 실시예들은 다음 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 각각의 포토센서는 적외선에 감응하고 적외선에 비해 가시광에 덜 감응할 수 있다. 이 예에서, 각각의 포토센서는 적외선에 감응하고 가시광에 무감응 할 수 있다.
- [0007] 각각의 포토센서는 가시광을 흡수하고 적외선을 투과시키도록 구성된 제 1층과, 제 1 층을 투과한 적외선을 감지하도록 구성된 제 2층을 포함할 수 있다. 각각의 포토센서는 400 내지 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 흡수하고, 700 나노미터보다 긴 파장을 갖는 광을 투과시키도록 구성된 제 1 층과, 제 1 층을 투과한 700 내지 880 나노미터의 파장을 갖는 광을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함할 수 있다.
- [0008] 각각의 포토센서는 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H)을 포함할 수 있다. 각각의 포토센서는 미정질(microcrystalline) 실리콘을 포함할 수 있다. 각각의 포토센서는 1.7 내지 1.8eV의 유효 밴드갭(effective bandgap)을 갖는 제 1 층과, 제 1 층을 투과한 광을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함할 수 있다.
- [0009] 각각의 포토센서는 약 0.2 내지 0.5 마이크론의 두께를 가지며 강도평균(highly doped) p형 비정질 실리콘을 포함하는 제 1 층과, 제 1 층을 투과한 광을 감지하도록 구성되며 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H) 및 미정질 실리콘 중 적어도 하나를 포함하는 제 2 층을 포함할 수 있다. 각각의 포토센서는 약 0.2 내지 0.5 마이크론의 두께를 가지며 강도평균 n형 비정질 실리콘을 포함하는 제 1 층과, 제 1 층을 투과한 광을 감지하며 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H) 및 미정질 실리콘 중 적어도 하나를 포함하는 제 2 층을 포함할 수 있다.
- [0010] 일부 예에서, 각각의 포토센서는 3종 합금을 포함하는 제 1 층과, 제 1 층을 투과한 광을 감지하도록 구성되며 수소화된 실리콘 게르마늄 합금(a-SiGe:H) 및 미정질 실리콘 중 적어도 하나를 포함하는 제 2 층을 포함할 수 있다. 이들 예에서, 3종 합금은 소정 비율의 게르마늄 및 질소(a-SiGeN), 소정 비율의 게르마늄 및 산소(a-SiGeO), 소정 비율의 게르마늄 및 탄소(a-SiGeC:H) 또는 a-SiGeN:H 층을 포함할 수 있다.
- [0011] 일부 실시예에서, 프러스트레이팅 층은 가요성 프러스트레이팅 층이고, 가요성 프러스트레이팅 층이 물리적으로 변형될 때 가요성 프러스트레이팅 층이 도파관과 접촉할 수 있도록 도파관에 대해 배치될 수 있다. 이들 실시예에서, 가요성 프러스트레이팅 층은, 가요성 프러스트레이팅 층이 도파관과 접촉하도록 물리적으로 변형되어 도파관 내에서 내부 전반사를 겪고 있는 수신된 적외선의 일부가 접촉점에서 도파관으로부터 탈출할 경우, 가요성 프러스트레이팅 층과 도파관 사이의 접촉점에서 도파관 내의 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으키도록 구성될 수 있다. 또한 이들 실시예에서, 도파관은 센서인픽셀 디스플레이와 접촉할 수 있다.
- [0012] 일부 실시예에서, 도파관은 가요성 도파관일 수 있고, 프러스트레이팅 층은, 가요성 도파관이 물리적으로 변형될 경우 프러스트레이팅 층이 가요성 도파관과 접촉할 수 있도록 가요성 도파관에 대해 배치되며, 프러스트레이팅 층은, 가요성 도파관이 프러스트레이팅 층과 접촉하도록 물리적으로 변형되어 가요성 도파관 내에서 내부 전반사를 겪는 수신된 적외선의 일부가 접촉점에서 가요성 도파관으로부터 탈출할 경우, 프러스트레이팅 층과 가요성 도파관 사이의 접촉점에서 가요성 도파관 내의 수신된 적외선의 내부 전반사의 프러스트레이션을 일으키도록 구성될 수 있다. 이들 예에서, 프러스트레이팅 층은 센서인픽셀 디스플레이와 접촉할 수 있다.
- [0013] 또한, 터치 감지 디스플레이 장치는, 터치 입력을 수신하고 터치 입력에 기초하여 도파관과 프러스트레이팅 층이 접촉하게 하도록 배치된 클래딩 층을 더 포함할 수 있다. 각각의 포토센서는 가시광을 필터링하도록 구성된 제 1 층 및 제 1 층을 투과한 적외선을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함하는 광 검출기를 포함할 수 있다. 적외선을 감지하는 중에 광 검출기에 의해 생성된 전기는 제 1 층 및 제 2 층 각각을 통과하여 흐를 수 있다. 또한, 각각의 포토센서는 가시광을 필터링하도록 구성된 제 1 층 및 제 1 층을 투과한 적외선을 감지하도록 구성된 제 2 층을 포함하는 광 검출기를 포함할 수 있다. 제 1 층은 광 검출기 위에 원도우로서 위치할 수 있고, 적외선을 감지하는 중에 광 검출기에 의해 생성된 전기는 제 2 층을 통해 흐를 수 있지만, 제 1 층을 통해서는 흐르지 않을 수 있다.
- [0014] 상술한 기술들의 실시예는 하드웨어, 방법 또는 적어도 부분적으로 하드웨어로 구현되는 프로세스, 또는 프로세서에 의해 실행될 경우 동작들을 수행하는 실행가능 명령어로 인코딩된 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함할 수 있다.
- [0015] 하나 이상의 실시예들의 상세는 첨부 도면 및 이하의 설명에서 서술한다. 다른 특징들은 상세한 설명과 도면

및 청구범위로부터 명확해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0016]

도 1은 예시적인 터치 감지 디스플레이의 개략적인 단면도.

도 2a 및 3은 FTIR(frustrated total internal reflection) 층의 예들의 개략적인 단면도.

도 2b는 클래딩층의 일례의 개략적인 단면도.

도 4는 예시적인 포토센서 어레이를 도시한 도면.

도 5는 밴드캡 범위를 갖는 광감총을 갖는 태양 전지에 대한 양자 효과대 과장을 도시한 그래프.

도 6 및 7은 포토센서의 예들의 개략적인 단면도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017]

주변광 SNR 및 터치 임계치(touch threshold) 문제를 줄이기 위해, FTIR(frustrated total internal reflection) 기술을 SIP LCD와 통합시키는 것이 바람직할 수 있다. FTIR 터치 감지 기술을 센서인픽셀(sensor-in-pixel) 디스플레이와 통합시키기 위해, SIP 센서를 적외선(IR) 광에만 감응하도록 (그리고 주변 소스로부터의 가시광 및 디스플레이된 이미지로부터 반사된 가시광에는 무감응하도록) 만드는 것이 더 바람직할 수 있다. 터치가 내부 전반사를 프러스트레이팅하는 FTIR의 일부 실시예에서, 트랩된 IR 광으로 여기된 도파관으로부터 IR 광이 나타난다. 이를 실시예에서, IR 광은 접촉점(touch point)에서 도파관을 탈출하며, 포토센서가 IR 광에 감응하는 경우 SIP LCD 내 포토 센서에 의해 검출될 수 있다. 통상의 FTIR 구성에서, 터치 SNR을 방해하지 않도록 주변광을 감소시키기 위해 IR 필터를 포함하는 최상부 필름이 사용될 수 있다. 최상부 시트가 사람들이 디스플레이된 이미지를 볼 수 있도록 가시광을 투과시켜야 하기 때문에 SIP가 최상부 시트를 투과하는 가시광에 감응하지 않으면 이것은 SIP LCD와 함께 사용될 수 있다. 주변광 영향이 없다 하더라도, 이 실시예에서 조차 디스플레이된 이미지로부터의 반사된 가시광과 관련된 문제는 여전히 존재한다. 이것은 SIP를 가시광에 감응하지 않도록 만들도록 치유될 수 있다.

[0018]

도 1은 예시적인 터치 감지(touch-sensitive) 디스플레이(100)를 도시한 것이다. 터치 감지 디스플레이(100)는 FTIR 층(110) 및 SIP 디스플레이(120)를 포함한다. FTIR 층(110)은 광원, 도파관 및 프러스트레이팅층(frustrating layer)을 포함할 수 있다. 광원은 광(예컨대, 적외선 광)을 도파관에 주입하고, 주입된 광은 도파관 내에서 내부 전반사를 겪는다. 터치 입력이 FTIR 층에 제공될 경우, 도파관 및 프러스트레이팅층이 접촉하여 도파관 내에서 광의 전반사의 프러스트레이션(frustration)을 일으킨다. 도파관 내 광의 전반사의 프러스트레이션은 도파관 내 적어도 일부 광이 접촉점을 탈출하게 만든다. 탈출한 광은 감지되어 FTIR 층(110)에 제공되는 터치 입력의 발생 및 위치를 검출할 수 있게 한다. FTIR 층(110)은 FTIR 실시예의 임의의 유형일 수 있다. FTIR 층의 보다 상세한 예는 도 2a 내지 도 3과 관련하여 아래에서 설명될 것이다.

[0019]

SIP 디스플레이(120)는 FTIR 층(110)을 통해 이미지를 디스플레이하는 센서인픽셀 디스플레이이다. SIP 디스플레이(120)는 SIP 디스플레이(120)에 의해 디스플레이된 이미지의 각 픽셀에 포토센서를 포함한다. SIP 디스플레이(120)의 포토센서는, FTIR 층(110)에 터치 입력이 제공될 때 FTIR 층(110)으로부터 탈출하는 광(예컨대, 적외선 광)을 검출한다. SIP 디스플레이(120)는 SIP 디스플레이(120)의 어느 포토센서가 FTIR 층(110)으로부터 탈출한 광을 검출하는지에 기초하여 터치 입력의 발생 및 위치를 결정한다. SIP 디스플레이(120)는 임의의 유형의 센서인픽셀 디스플레이일 수 있다. 예를 들어, SIP 디스플레이(120)는 SIP LCD 또는 SIP 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이일 수 있다. SIP 디스플레이(120)는 FTIR 층(110)과 접촉하거나(예컨대 FTIR 층(110)에 광학적으로 부착되거나) 또는 공기 캡(예컨대, FTIR 층(110) 및/또는 SIP 디스플레이(120)의 표면 상의 미세 거칠기(microscopic roughness)에 의해 정의된 작은 공기 캡)에 의해 FTIR 층(110)으로부터 이격될 수도 있다.

[0020]

SIP 디스플레이(120)의 센서 출력은, 정류, 배경 제거(background subtraction) 노이즈 제거 및 각 프레임에 대한 분석과 같이 잘 알려진 다양한 이미지 처리 동작을 다룰 수 있는 적절한 컴퓨터 또는 기타 전자 장치에 제공된다. 그 다음에 캡처된 센서 데이터를 분리된 터치 이벤트 및 스트로크로 변환하기 위해 컴퓨터 또는 기타 전자 장치에 의해 머신 비전 추적 기술이 이용될 수 있다. 그러한 처리는 임의의 적절한 컴퓨팅 시스템에 의해 수행될 수 있다.

- [0021] 도 2a는 예시적인 FTIR 층(200)을 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, FTIR 층(200)은 방사 소스(202), 도파관(204) 및 도파관 위의 가요성 프리스트레이팅 층(pliable frustrating layer)(206)을 포함한다. 가요성 프리스트레이팅 층(206)은, 가요성 프리스트레이팅 층(206)과 도파관(204) 사이에 작은 캡(212)이 존재하도록 도파관에 대해 위치한다. 일부 실시예에서는, 가요성 프리스트레이팅 층(206)과 도파관(204) 사이에 캡(212)을 유지하기 위해 프리스트레이팅 층(206) 상에 돌출부(214)가 형성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 돌출부(214)(예컨대, 표면 거칠기)는 가요성 프리스트레이팅 층(206)과 일체로 형성될 수 있는데, 즉, 돌출부(214)가 프리스트레이팅 층(206)과 함께 한 덩어리의 이음매 없이 연속인 재료를 형성한다.
- [0022] 일부 실시예에서, 돌출부(214)는 돌출부들(214) 사이의 간격이 랜덤하거나 세미랜덤한 프리스트레이팅 층(206)의 표면 상에 존재하는 미세 거칠기(micro-roughness)의 결과이다. 일부 경우에, 돌출부(214)는 프리트레이팅 층(206)과 다른 재료로 형성된다. 예를 들어, 폴리카보네이트 프리트레이팅 층으로부터 아크릴 도파관을 분리시키기 위해 유리 스페이서가 사용될 수 있다. 돌출부들(214) 사이의 간격은 랜덤, 의사 랜덤 또는 주기적일 수 있다.
- [0023] 방사 소스(202)로부터 전자기 방사선(예컨대, 적외선(IR))이 방출되어 도파관(204)으로 커플링된다. 도파관(204)과 도파관(204)을 둘러싸는 매질(medium) 사이의 굴절률 차로 인해, 커플링된 방사선의 적어도 일부가 TIR을 겪고, 도파관(204) 아래로 계속 진행한다. 예를 들어, 도파관(204)은 공기에 의해 둘러싸인 아크릴 층으로 이루어질 수 있다. 아크릴( $n=1.49$ )과 공기( $n=1.0$ ) 사이의 굴절률 차가 주어지면, 방사 소스(202)에 의해 적절한 입사각으로 도파관(204)에 유입된 방사선은 TIR에 의해 아크릴층 내에서 아크릴층을 따라 전파된다.
- [0024] 도파관(204) 내에서 전파되는 방사선의 TIR을 프리스트레이팅하기 위해, 가요성 프리스트레이팅 층(206)은 도파관(204)과 유사한 굴절률을 갖는 재료로 형성되며 도파관 층(204)과 충분한 접촉이 이루어질 수 있도록 입력에 의해 가해진 압력에 반응하도록 충분히 유연하다. 예를 들어, 가요성 프리스트레이팅 층(206)은 폴리비닐 부티랄(PVB)과 같은 비교적 유연한 재료로 형성될 수 있다. 프리스트레이팅 층(206)은 아크릴/폴리메틸메타크릴레이트(PMMA; polymethylmethacrylate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 투명 폴리우레탄(TPU) 또는 트리아세테이트 셀룰로오스(TAC)를 포함하는 다른 재료로 형성될 수 있지만, 이들에 한정되지는 않는다. 따라서, 프리스트레이팅 층(206)이 도파관 층(204)과 접촉하게 될 경우, TIR로 인해 전파되는 방사선의 적어도 일부가 "프리스트레이팅되고(frustrated)" 도파관(204)으로부터 탈출한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 일부의 경우에는, 방사선(210)의 적어도 일부분(210a)이 도파관(204) 내에서 TIR에 의해 계속 전파된다. 또한, 프리스트레이팅 층(206)은 디스플레이의 부분으로서 통합될 경우 디스플레이 광원에 의해 방사된 광장의 범위에 대해 투명한 재료로 형성될 수도 있다. 예를 들어, PVB는 스펙트럼의 가시 영역 및 근적외선(near-infrared) 영역에서 매우 투과적이다.
- [0025] 일부 실시예에서, 프리스트레이팅 층(206)은 대략  $100\mu\text{m}$  내지  $300\mu\text{m}$  범위 내의 실질적으로 균일한 두께를 갖도록 구성될 수 있다. 프리스트레이팅 층(206)에 대한 적절한 두께를 선택할 경우에, 다음의 고려사항들을 고려할 수 있다. 프리스트레이팅 층(206)이 너무 얇으면, 예를 들어 제조 동안 조작하고 다루기가 어려울 수 있다. 반면에, 프리스트레이팅 층(206)이 너무 두꺼우면, 사용자가 상호작용을 시도하는 (디스플레이 광원에 의해 생성된)실제 객체로부터 (예컨대, 프리스트레이팅 층(206)의 두께에 의해)이동된 접촉점을 사용자가 감지하는 시차(parallax) 문제를 일으킬 수 있다. 다른 실시예에서, 프리스트레이팅 층(206)은  $100\mu\text{m}$ 보다 더 얇게(예컨대, 약  $10\mu\text{m}$  또는 약  $30\mu\text{m}$ ) 또는  $300\mu\text{m}$ 보다 더 두껍게(예컨대, 약  $1\text{mm}$  또는 약  $2\text{mm}$ ) 되도록 구성될 수도 있다.
- [0026] 가요성 프리스트레이팅 층(206)과 도파관(204) 사이의 공기 캡(212)의 존재로 인해, 일부 외부 자극없이는 도파관(204) 내에서 TIR의 프리스트레이션이 거의 발생하지 않거나 전혀 발생하지 않는다. 그러나, 가요성 프리스트레이팅 층(206)이 예를 들어 사용자의 손가락(220)에 의해 눌러지면, 가요성 프리스트레이팅 층(206)의 일부가 눌러진 부분에 대응하는 영역(201)(접선 원으로 표시되어 있음) 내의 도파관 층(204)과 접촉한다. 프리스트레이팅 층(206)의 일부분이 도파관(204)과 접촉할 경우, 도파관(204) 내에서의 내부 전반사가 영역(201)에서 프리스트레이팅되어, 적어도 일부 방사선이 도파관(204)으로부터 탈출하게 된다. 돌출부(214)가 도파관(204)과 접촉한다 하더라도, 프리스트레이팅 층(206)에 아무런 압력이 가해지지 않을 때의 돌출부(214)와 도파관(204) 사이의 접촉 영역은 프리스트레이팅 층(206)이 눌러질 때의 층(206)과 도파관(204) 사이의 접촉 영역에 비해 상대적으로 작다. 따라서, 돌출부(214)와 도파관(204) 사이의 접촉 영역 내에서 발생하는 TIR의 프리스트레이션은 프리스트레이팅 층(206)에 아무런 압력이 가해지지 않을 때에는 무시할 만하다.
- [0027] 도 2a에 도시된 바와 같이, 화살표 "A"로 표시된 일부 방사선은 도파관(204)의 표면(204a)으로부터 탈출한다. SIP 디스플레이(120)는 표면(204a)으로부터 탈출하는 방사선을 이미징한다. 그 결과, SIP 디스플레이(120)는

연속하는 순간들 동안, 프러스트레이팅 층(206)이 아무런 압력이 가해지지 않을 때 프러스트레이팅 층(206)에 의해 접촉된 도파관(204)의 부분에 비해 도파관(204)의 상당한 부분과 접촉하도록 가요성 프러스트레이팅 층(206)을 변형시키도록 힘이 가해진 접촉점을 구별하여 감지할 수 있다. 즉, 도 2a에 도시된 손가락(220)에 의한 접촉과 같이 가요성 프러스트레이팅 층(206) 상의 단일 접촉점에 대해, 도파관(204)과 접촉하는 가요성 프러스트레이팅 층(206)에 대응하는 단일 접촉 영역이 SIP 디스플레이(120)에 의해 감지된다. 마찬가지로, 둘 이상의 객체(예컨대, 사용자의 둘 이상의 손가락)가 가요성 프러스트레이팅 층(206)과 동시에 접촉하여 이를 누를 경우, 복수의 접촉 영역이 SIP 디스플레이(120)에 의해 별도로 (그리고 동시에) 감지된다. 논의의 편의를 위해, "접촉점(point of contact)"이란 용어는 본 명세서 전반에 걸쳐 접촉이 이루어지는 임의의 영역 또는 구역을 보다 일반적으로 지칭하기 위해 사용될 수 있다.

[0028] 방사 소스(202)는 전자기 방사를 내부 전반사에 커플링하는 것을 최대화하기 위해 도파관(204)의 가장자리에 직접 기대어 배열되는 복수의 LED(light emitting diode)를 포함할 수 있다. 예를 들어 레이저 다이오드와 같이 전자기 방사의 다른 소스들이 그 대신 사용될 수도 있다. 일부 실시예에서, 소스(202)는 가시광과 간섭하지 않도록 전자기 스펙트럼의 적외선(IR) 부분에서 방사선을 방출하도록 선택될 수 있다.

[0029] 일부 실시예에서, 도파관(204)은 적외선의 TIR을 지원하지만 디스플레이와의 간섭을 최소화하기 위해 디스플레이 광원에 의해 방사된 파장 범위에 대해 투명한(또는 적어도 투과적인) 재료로 형성된다. 예를 들어, 도파관(204)은 아크릴과 같은 플라스틱 또는 유리를 포함하는 재료로 형성될 수 있다. 도파관(204)은 또한 PMMA, PC, PVC, PVB, TPU 또는 PET를 포함하는 재료로 형성될 수 있지만, 이들에 한정되지는 않는다. 프러스트레이팅 층(206)을 국부적으로 누르면, 프러스트레이팅 층(206)이 도파관(204)과 접촉하게 되어 도파관 층(204) 또는 프러스트레이팅 층(206)에 실질적인 국부적 변형이 일어날 수 있다. 반면에, 도파관(204)과 프러스트레이팅 층(206) 사이의 접촉 영역으로부터 먼 도파관 층(204) 또는 프러스트레이팅 층(206)의 부분들은 변형을 거의 겪지 않거나 또는 전혀 겪지 않을 수 있다. 이러한 뚜렷한 국부적 변형은 가요성 프러스트레이팅 층(206)과 도파관 층(204) 사이의 물리적 접촉부의 영역 내에서 증가할 수 있으며, 이에 따라 접촉점의 영역 내에서 도파관(204)로부터 탈출하는 IR의 양이 증가하게 된다. 일부 경우에, 도파관(204)의 가장자리가 폴리싱되어 소스(202)로부터의 방사선의 TIR 커플링이 최대화된다.

[0030] 일부 실시예에서, 도파관(204)은 약 0.5mm 내지 20mm의 범위 내의 실질적으로 균일한 두께를 갖도록 구성될 수 있다. 도파관(204)에 대해 적절한 두께를 선택하는데 있어서, 다음의 고려사항들이 고려될 수 있다. 일부 경우에, 도파관(204)이 너무 얇으면, 충분히 단단한 표면을 제공할 수 없는데, 예컨대 도파관이 사용 동안 가해질 것으로 예상되는 통상의 접촉력에 의해 과도하게 휘어질 수 있다. 대안적으로, 또는 이에 더하여, 불충분한 양의 광이 도파관에 커플링될 수도 있다. 일부 경우에, 도파관이 너무 두꺼우면, 무게 및 비용이 증가하게 될 수 있다. 대안적으로 또는 이에 더하여, 터치뷰(touch-view) 시차가 과도해질 수도 있다.

[0031] 일부 실시예에서, 클래딩 층이 프러스트레이팅 층(206)의 표면 상에 또는 그 위에 위치할 수도 있다. 도 2b는 프러스트레이팅 층(206) 위에 배치된 클래딩 층(205)의 일례를 도시하고 있다. 클래딩 층(205)은 프러스트레이팅 층(206)이 손가락 또는 스타일러스와 같은 객체에 의해 접촉될 때 프러스트레이팅 층(206)이 손상 및/또는 오염되지 않도록 보호할 수 있다. 클래딩 층(205)은 또한 디스플레이의 일부로서 통합될 경우 디스플레이 광원에 의해 방사된 파장 범위에 대해 투명하다(또는 적어도 투과적이다).

[0032] 도 2b의 예에 도시된 바와 같이, 클래딩 층(205)은 눈부심 방지층(anti-glare layer), 적외선(IR) 필터(205b) 및 비습윤층(205c)을 포함할 수 있다. IR 필터 층(205b)은 주변 IR 광이 오류로 접촉점으로 검출되는 일을 줄이기 위해(예컨대 방지하기 위해) 클래딩 층(205)에 입사하는 주변 IR 광을 필터링한다. IR 필터 층에 사용될 수 있는 재료의 예로는 스미토모 오사카 시멘트 코포레이션 리미티드(Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.)의 ClearAS가 있다. 눈부심 방지층(205a)은 IR 필터 층(205b)의 상부면에 위치하는 내스크래치성 저마찰 필름(scratch-resistant, low friction film)이다. 눈부심 방지층으로 사용될 수 있는 필름의 예로는 MacDermid Inc의 Autotex와 같은 텍스처드 폴리에스테르 필름(textured polyester film)이 있다.

[0033] 일부 경우에, 클래딩 층(205)의 상당한 영역이 프러스트레이팅 층(206)을 "적시는(wet)" 것으로 보이도록 프러스트레이팅 층(206)과 접촉할 수 있다. 이러한 "습윤(wetting)" 영역은 프러스트레이팅 층(206)과 클래딩 층(205) 사이에서 반사되는 가시광의 양을 변화시켜, 결국 다크 이미지(dark image)가 디스플레이될 때 얼룩(blotch)으로 보이는 터치 감지 장치(200)의 부분이 생기게 된다. 그러나, IR 필터층(205b)의 바닥면 상에 방습층(anti-wetting)(205c)을 형성함으로써, 습식 영역의 크기 및 수가 감소할 수 있다. 눈부심 방지층(205a)과 유사하게, 방습층(205c)도 오토텍스(Autotex)와 같은 폴리에스테르일 수 있다. 일부 경우에, 프러스트레이팅

층(206)의 면은 클래딩층(205) 내에 방습층(205c)을 포함할 필요가 없을 정도로 충분히 거칠다. 이와 달리, 어떤 경우에는, 클래딩 층(205)이 단일 PTFE(polytetrafluoroethylene) 필름 또는 아크릴 필름으로 형성될 수 있다.

[0034] 클래딩 층(205) 내의 필름들은, 예컨대 광학 접착제를 사용하여 함께 결합될 수 있다. 도 2b의 예에서, 클래딩 층(205)과 프러스트레이팅 층(206) 사이에 공기 캡이 존재한다. 클래딩 층(205)과 프러스트레이팅 층(206) 사이의 공기 캡은, 예를 들어 클래딩 층(205)의 바닥면의 표면 거칠기(비습윤 층(205c)의 표면 거칠기) 또는 프러스트레이팅 층(206)의 표면 거칠기를 이용하여 유지될 수 있다.

[0035] 도 2a에 도시된 바와 같이, 프러스트레이팅 층(206)이 도파관(204)과 접촉할 때 FTIR로 인해 도파관(204)을 탈출하는 방사선은, 예를 들어 프러스트레이팅 층(206)의 표면 텍스처(surface texture), 프러스트레이팅 층(206) 내에서의 벌크 산란 또는 도파관(204)과 프러스트레이팅 층(206) 사이의 불완전한 접촉으로 인해 많은 상이한 방향으로 진행할 수 있다. 예를 들어, 탈출하는 방사선의 일부는 도 2a에 화살표 "B"로 표시된 바와 같이 프러스트레이팅 층(206) 방향으로 진행할 수 있는 반면에, 일부 방사선은 도 2a에 화살표 "A"로 표시된 바와 같이 프러스트레이팅 층(206)으로부터 멀어지는 쪽으로 진행할 수 있다. 프러스트레이팅 층(206) 및 도파관(204)의 굴절률이 비슷하면, 방사선의 일부는 도 2a에서 화살표 "B"로 표시된 바와 같이 TIR의 프러스트레이션 바로 전에 도파관(204)에서 방사선이 진행하던 방향과 평행하거나 또는 실질적으로 평행한 방향(프러스트레이팅 층(206)과 도파관(204) 사이의 굴절률의 차에 따라서, 예컨대 10° 이내, 20° 이내, 30° 이내 또는 45° 이내)으로 탈출할 것이다. 그 결과, 탈출한 방사선의 일부는 SIP 디스플레이(120)에 도달하지 않을 수 있다. 이미 지화될 수 없는 탈출한 방사선의 큰 비율에도 불구하고, 접촉점을 검출하기 위해 프러스트레이팅된 TIR 광으로부터 충분한 양의 광을 캡처할 수 있는 한 방법은 도파관(204)에 주입된 방사선의 세기를 증가시키는 것일 수 있다. 그러나, 이 방법은 동작 효율이 감소되게 할 수 있다. 따라서, 대안적인 방법은, 도파관(204)을 탈출하는 방사선의 적어도 일부를 SIP 디스플레이(120) 쪽으로 수집 및/또는 조향하도록 프러스트레이팅 층(206)을 구성하는 것일 수 있다.

[0036] 가요성 프러스트레이팅 층(206)이 (도파관(204)을 탈출하여 프러스트레이팅 층(206)에 입사하는)방사선을 SIP 디스플레이(120) 쪽으로 수집 및/또는 조향하도록 구성되는 실시예에서, 프러스트레이팅 층(206)은 탈출한 방사선이 도파관(204)과 가요성 프러스트레이팅 층(206) 사이의 접촉점 아래에 있는 SIP 디스플레이(120) 상의 위치를 향해 진행하도록 하는 각도 범위로 탈출한 방사선을 진행시키도록 구성될 수 있다. 방사선을 SIP 디스플레이(120) 쪽으로 수집 및 조향함으로써, 동작 효율이 증가할 수 있다. 그 결과, 덜 강한 방사 소스(202)가 사용될 수 있다. 또한, 보다 많은 FTIR 탈출 방사선을 SIP 디스플레이(120) 쪽으로 진행시킴으로써, 접촉 감지 실패 확률이 감소할 수 있다.

[0037] 프러스트레이팅 층은 가공 재료(engineered material)의 표면 내 또는 그 위에 형성된 광 조향 마이크로구조(light-steering microstructure)를 갖는 가공 재료로 형성될 수 있는데, 광 조향 마이크로구조는 하나 이상의 특정 방향으로 방사선/광을 조향하도록 구성된다. 이러한 가공 재료 및 도파관(204)으로부터 탈출하는 방사선을 리다이렉트하기 위한 광 조향 마이크로구조의 다양한 실시예들이 가요성 프러스트레이팅 층에 또는 그 위에 이용될 수 있다. 예를 들어, 도파관으로부터 탈출하는 방사선을 장치 내부로 반사하기 위해 반사 코팅이 가요성 프러스트레이팅 층 상에 형성될 수 있다. 2010년 4월 9일에 출원되었고 발명의 명칭이 "Touch Sensing" 일본 출원인의 미국특허출원 제12/757,937호에 기술된 기법들 및 구조들이 프러스트레이팅 층(206)에 적용될 수 있으며, 상기 출원은 참조로서 본원에 완전히 포함된다.

[0038] 도 3은 다른 예시적인 FTIR 층(300)을 도시한 것이다. 도시되어 있는 바와 같이, FTIR 층(300)은 방사 소스(302), 가요성 도파관(304) 및 도파관(304)에 인접한 프러스트레이팅 층(306)을 포함한다. 프러스트레이팅 층(306)은 프러스트레이팅 층(306)과 가요성 도파관(304) 사이에 작은 캡(312)이 존재하도록 가요성 도파관(304)에 대해 위치한다. 일부 실시예에서, 가요성 도파관(304)과 프러스트레이팅 층(306) 사이에 캡(312)을 유지하도록 프러스트레이팅 층(306) 상에 또는 그 일부로서 돌출부(314)가 형성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 돌출부(314)(예컨대, 표면 거칠기)는 프러스트레이팅 층(306)과 일체형으로 형성될 수 있는데, 즉, 돌출부(314)가 프러스트레이팅 층(306)과 함께 한 덩어리의 이음매 없이 연속인 재료를 형성한다. 일부 실시예에서는, 실질적으로 돌출부(314)로서 가능하는 랜덤하게(또는 세미랜덤하게) 이격된 돌출부를 갖는 마이크로 거칠기 층이 프러스트레이팅 층(306)의 표면 상에 형성될 수 있다. 일부 경우에, 돌출부(314)는 프러스트레이팅 층(306) 및/또는 도파관과 구별되는 재료로 형성된다. 예를 들어, 폴리카보네이트 프러스트레이팅 층으로부터 아크릴 도파관을 분리시키기 위해 유리 스페이서가 사용될 수 있다. 돌출부들(314) 사이의 간격은 랜덤 또는 주

기적일 수 있다.

[0039] 전자기 방사선(예컨대, IR 방사선)은 방사 소스(302)로부터 방출되어 가요성 도파관(304)에 커플링된다. 가요성 도파관(304)과 도파관(304)을 둘러싸는 매질 간의 굴절률 차로 인해, 커플링된 방사선의 적어도 일부는 TIR을 겪고 가요성 도파관 아래로 계속 진행한다. 예를 들어, 도파관(304)은 공기로 둘러싸인 얇은 가요성 아크릴 층으로 형성될 수 있다. 아크릴( $n=1.49$ )과 공기( $n=1.0$ ) 사이의 굴절률 차가 주어지면, 방사 소스(302)에 의해 적절한 입사각으로 도파관(304)에 유입된 방사선이 TIR에 의해 아크릴 층을 따라서 그 내부에서 진행된다.

[0040] 도파관(304)은 입력에 의해 인가된 압력에 반응하기에 충분히 가요성인 재료로 형성되어, 프리스트레이팅 층(306)과의 충분한 접촉이 이루어질 수 있다. 예를 들어, 도파관(304)은 아크릴/폴리메틸메타크릴레이트(PMMA: polymethylmethacrylate), 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 또는 투명 폴리우레탄(PTU)과 같은 재료로 형성될 수 있다. 다른 재료들도 또한 사용될 수 있다.

[0041] 도파관(304)에서 전파되는 방사선의 TIR을 프리스트레이팅하기 위해, 프리스트레이팅 층(306)은 가요성 도파관(304)과 비슷하거나 또는 그보다 높은 굴절률을 갖는 재료로 형성된다. 따라서, 가요성 도파관(304)이 프리스트레이팅 층(306)과 접촉하게 될 경우, TIR로 인해 도파관 아래로 전파되는 방사선의 적어도 일부가 프리스트레이팅되어 도파관(304)으로부터 탈출한다. 일부 경우에, 도 3에 도시된 바와 같이 방사선(310)의 적어도 일부분은 도파관(304) 내 TIR에 의해 계속 전파된다. 프리스트레이팅 층(306)을 형성하기 위해 강성 또는 비강성 재료가 사용될 수 있다. 또한, 디스플레이의 일부로서 통합될 경우, 프리스트레이팅 층(306)은 디스플레이 광원에 의해 방출된 광장의 범위에 대해 투명한(또는 적어도 투과적인) 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 프리스트레이팅 층(306)은 유리 또는 PMMA로 형성될 수 있는데, 둘 모두 스펙트럼의 가시 영역 및 근적외선 영역에서 일반적으로 투과적이다. 이와 달리, 프리스트레이팅 층(306)은 PVC(polyvinyl chloride), PVB(polyvinyl butyral), TPU와 같은 비교적 가요성 재료 또는 PET 또는 PC와 같은 보다 단단한 재료로 형성될 수 있다. 또한 다른 재료들이 사용될 수도 있다.

[0042] 도파관(304)을 국부적으로 누르는 것은, 도파관(304)이 프리스트레이팅 층(306)과 접촉하게 될 경우 프리스트레이팅 층(306)의 실질적인 국부적 변형을 일으킬 수 있다. 반면에, 도파관(304)과 프리스트레이팅 층(306) 사이의 접촉 영역으로부터 면 프리스트레이팅 층(306)의 부분은 변형을 거의 겪지 않거나 전혀 겪지 않을 수 있다. 이러한 뚜렷한 국부적 변형은 가요성 도파관(304)과 프리스트레이팅 층(306) 사이의 물리적 접촉부의 영역 내에서 증가할 수 있으며, 이로 인해 접촉점의 영역 내에서 도파관(304)으로부터 탈출하는 IR의 양이 증가하게 된다.

[0043] 일부 실시예에서, 프리스트레이팅 층(306)은 약  $100\mu\text{m}$  내지  $300\mu\text{m}$  범위 내의 실질적으로 균일한 두께를 갖도록 구성될 수 있다. 프리스트레이팅 층(306)에 대한 적절한 두께를 선택하는데 있어서, 다음의 고려사항이 고려되어야 한다. 프리스트레이팅 층(306)이 너무 얇으면, 예를 들어 제조하는 동안 조작하고 처리하기가 어려울 수 있다. 반면에, 프리스트레이팅 층(306)이 너무 두꺼우면, 사용자가 상호작용하려고 시도하고 있는 실제 디스플레이된 객체로부터 (예컨대, 프리스트레이팅 층(306)의 두께에 의해) 이동된 접촉점을 감지하는 시차 문제를 일으킬 수 있다. 다른 실시예에서, 프리스트레이팅 층(306)은  $100\mu\text{m}$ 보다 더 얇게(예컨대, 약  $10\mu\text{m}$  또는 약  $30\mu\text{m}$ ) 또는  $300\mu\text{m}$ 보다 더 두껍게(예컨대, 약  $1\text{mm}$  또는 약  $2\text{mm}$ ) 되도록 구성될 수도 있다.

[0044] 프리스트레이팅 층(306)과 가요성 도파관(304) 사이의 공기 갭(312)의 존재로 인해, 일부 외부 자극없이는 도파관(304) 내에서 TIR의 프리스트레이션이 거의 발생하지 않거나 전혀 발생하지 않는다. 그러나, 가요성 도파관(304)이 예를 들어 사용자의 손가락(320)에 의해 눌러지면, 가요성 도파관(304)의 일부가 누름 지점에 대응하는 영역(301)(점선 원으로 표시되어 있음) 내의 프리스트레이팅 층(306)과 접촉한다. 전술한 바와 같이, 일부 실시예에서는 가요성 도파관(304)과 프리스트레이팅 층(306) 사이의 접촉이 프리스트레이팅 층(306)의 국부적인 변형을 일으킬 수 있다. 프리스트레이팅 층(306)이 도파관(304)과 접촉할 경우, 도파관(304) 내의 전반사가 영역(301) 내에서 프리스트레이팅되어 적어도 일부 방사선이 가요성 도파관(304)으로부터 탈출하게 된다. 돌출부(304)가 도파관(304)과 접촉하지만, 가요성 도파관(304)에 아무런 압력이 인가되지 않을 때의 돌출부(314)와 도파관(304) 사이의 접촉 영역은 가요성 도파관(304)가 눌러질 때의 프리스트레이팅 층(306)과 가요성 도파관(304) 사이의 접촉 영역에 비해 비교적 작다. 따라서, 돌출부(314)와 도파관(304) 사이의 접촉 영역에서 발생하는 TIR의 프리스트레이션은 가요성 도파관(304)에 아무런 압력이 인가되지 않을 때 무시할 만하다.

[0045] 도 3에 도시된 바와 같이, 화살표 "A"로 표시된 일부 방사선은 가요성 도파관(304)의 표면으로부터 탈출하여 SIP 디스플레이(120) 쪽 방향으로 진행한다. SIP 디스플레이(120)는 표면(304a)으로부터 탈출하는 방사선을 이어진다. 그 결과, SIP 디스플레이(120)는 연속하는 순간들 동안, 도파관(304)이 아무런 압력이 가해지지 않

을 때 도파관(304)에 의해 접촉된 프리스트레이팅 층(306)의 부분에 비해 프리스트레이팅 층(306)의 상당한 부분과 접촉하도록 가요성 도파관(304)을 변형시키도록 힘이 가해진 접촉점을 구별하여 감지할 수 있다. 즉, 도3에 도시된 손가락(320)에 의한 접촉과 같이 도파관(304) 상의 단일 접촉점에 대해, 도파관(304)과 접촉하는 프리스트레이팅 층(306)의 부분에 대응하는 단일 접촉 영역이 SIP 디스플레이(120)에 의해 별도로 감지된다. 마찬가지로, 둘 이상의 객체(예컨대, 사용자의 둘 이상의 손가락)가 도파관(304)과 동시에 접촉하여 이를 누를 경우, 복수의 접촉 영역이 별도로 (그리고 동시에) 감지된다. 논의의 편의를 위해, "접촉점(point of contact)"이란 용어는 본 명세서 전반에 걸쳐 접촉이 이루어지는 임의의 영역 또는 구역을 보다 일반적으로 지칭하기 위해 사용될 수 있다.

[0046] 방사 소스(302)는 전자기 방사를 내부 전반사에 커플링하는 것을 최대화하기 위해 도파관(304)의 가장자리에 직접 기대어 배열되는 복수의 LED(light emitting diode)를 포함할 수 있다. 예를 들어 레이저 다이오드와 같이 전자기 방사의 다른 소스들이 그 대신 사용될 수도 있다. 일부 실시예에서, 소스(302)는 그 방사가 가시광과 간섭하지 않도록 전자기 스펙트럼의 적외선(IR) 부분에서 방사선을 방출하도록 선택될 수 있다.

[0047] 일부 실시예에서, 가요성 도파관(304)은 적외선의 TIR을 지원하는 재료로 형성된다. 또한, 디스플레이의 일부로서 통합될 경우, 가요성 도파관(304)은 디스플레이와의 간섭을 최소화하기 위해 디스플레이 광원에 의해 방사된 광장 범위에 대해 투명하도록(또는 적어도 투과적이도록) 선택될 수 있다. 일부 경우에, 가요성 도파관(304)의 가장자리는 소스(302)로부터의 방사선의 TIR 커플링을 최대화하기 위해 폴리싱된다.

[0048] 일부 실시예에서, 도파관(304)은 약 0.50mm 내지 2mm 범위 내의 실질적으로 균일한 두께를 갖도록 구성될 수 있다. 도파관(304)에 대한 적절한 두께를 선택하는데 있어서, 다음의 고려사항들이 고려될 수 있다. 도파관(304)이 너무 얕으면, 불충분한 양의 방사선이 소스(302)로부터 도파관(304)으로 커플링될 수 있다. 그러나, 광원(302)으로 하나 이상의 레이저를 이용하는 실시예에서는, 보다 얕은 도파관(304)을 사용하여 광원(302)으로서 하나 이상의 LED를 이용하는 실시예에서보다 도파관(304)으로의 충분한 양의 방사선 커플링을 여전히 갖는 것이 가능할 수 있다. 또는, 도파관(304)이 너무 두꺼우면, 가벼운 터치에 응답하는 도파관 변형이 터치가 검출되기에 충분한 방사선 아웃커플링(outcoupling)을 생성하기에 충분하지 않을 수도 있다. 또한, 이것이 장치에 의해 디스플레이된 출력 이미지의 품질을 저하시키고 과도한 터치 시차를 생성할 수도 있다.

[0049] 일부 경우에, 손가락, 스타일러스 또는 기타 물체로 도파관(304)에 접촉하는 것은, 프리스트레이팅 층(306)과 접촉하게 되도록 충분히 도파관(304)이 눌러지지 않는다 하더라도, 도파관(304) 내 내부 전반사의 우연한 프리스트레이션을 일으킬 수 있다. 또한, 그러한 객체는 도파관(304)을 손상시킬 수도 있다. 따라서, 일부 실시예에서는, 클래딩 층(305)이 도파관과의 광학 접촉부 내에 또는 클래딩 층(305)과 도파관(304) 사이의 얇은 공기 캡과 적층되어 가요성 도파관(304)의 상부에 위치한다. 클래딩 층이 도파관과 광학 접촉하는 경우, 클래딩 층(305)은 도파관(304) 내에서 방사선의 내부 전반사를 유지하기 위해 도파관(304)보다 낮은 굴절률을 갖는 재료로 형성된다. 클래딩 층(305)은 우연한 FTIR의 발생을 줄일(방지할) 수 있으며 도파관(304)과 접촉 대상 사이의 장벽 역할을 할 수 있다. 또한, 클래딩 층(305)은 도파관(304)이 손가락 또는 스타일러스와 같은 객체에 의해 접촉될 때 손상 및/또는 오염되지 않도록 도파관(304)을 보호한다. 클래딩 층(305)은 디스플레이의 일부로서 통합될 경우 디스플레이 광원에 의해 방사된 광장의 범위에 대해 투명하다(또는 적어도 투과적이다). 예를 들어, 클래딩 층은 PTEE(polytetrafluoroethylene) 또는 아크릴 필름으로 형성될 수 있다.

[0050] 일부 실시예에서, 클래딩 층(305)은 복수의 층을 포함한다. 도 2b와 관련하여 위에서 설명한 클래딩 층이 클래딩 층(305)으로 사용될 수 있다.

[0051] 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 가요성 도파관(304)이 프리스트레이팅 층(306)과 접촉할 경우에 FTIR로 인해 가요성 도파관(304)을 탈출하는 방사선은, 예를 들어, 프리스트레이팅 층(306)의 표면 텍스처, 프리스트레이팅 층(306) 내에서의 벌크 산란 또는 가요성 도파관(304)과 프리스트레이팅 층(306) 사이의 불완전 접촉으로 인해 많은 상이한 방향으로 진행할 수 있다. 예를 들어, 가요성 도파관(304)으로부터 탈출하는 방사선의 일부는 프리스트레이팅 층(306)으로부터 멀어지는 방향으로 진행하지만, 탈출한 방사선의 일부는 프리스트레이팅 층(306) 쪽으로 진행할 것이다. 그 결과, 도 3에서 화살표 "B"로 표시된 일부 탈출한 방사선은 SIP 디스플레이(120)에 도달할 수 없을 수 있다. 이미징되지 않는 탈출한 방사선에도 불구하고 위치를 산출하기 위해 프리스트레이팅 된 TIR로부터 충분한 양의 광을 캡처할 수 있는 한 방법은 가요성 도파관(304)에 주입된 방사선의 세기를 증가시키는 것일 수 있다. 그러나, 이 방법은 동작 효율을 감소시킬 수 있다. 따라서, 가요성 도파관(304)을 탈출하여 SIP 디스플레이(120) 쪽으로 프리스트레이팅 층(306) 상에 입사하는 방사선을 수집 및/또는 조향하도록 프리스트레이팅 층(306)을 구성하기 위한 다른 방법이 있을 수 있다.

- [0052] 프러스트레이팅 층(306)이 가요성 도파관(304)을 탈출하여 층(306)에 입사하는 방사선을 수집 및/또는 조향하도록 구성되는 실시예에서, 프러스트레이팅 층(306)은 탈출한 방사선을 탈출한 방사선이 실질적으로 가요성 도파관(304)과 프러스트레이팅 층(306) 사이의 접촉점 아래에 있는 위치를 향해 조향되도록 하는 각도 범위로 조향하도록 구성될 수 있다. 방사선을 SIP 디스플레이(120)의 최적 영역 쪽으로 수집 및 조향함으로써, 동작 효율이 증가될 수 있다. 그 결과, 덜 강한 방사 소스(302)가 사용될 수 있고, 미광 문제(stray light issue)가 감소할 수 있다. 또한, 보다 많은 FTIR 탈출 방사선을 SIP 디스플레이(120) 쪽으로 조향함으로써, 접촉 감지 실패 가능성성이 줄어들 수 있다. 프러스트레이팅 층은 가공 재료의 표면 내에 또는 그 위에 형성된 광 조향 마이크로 구조를 갖는 가공 재료로 형성될 수 있는데, 광 조향 마이크로 구조는 하나 이상의 특정 방향으로 방사선/광을 조향하도록 구성된다.
- [0053] 일부 경우에, 프러스트레이팅 층 상에 또는 그 내부에 채용되는 가공 마이크로 구조는 DOE(diffractive optical element)를 포함한다. 일반적으로, DOE 구조는 대략 광의 파장의 굴절률 변화 패턴을 포함하고 주로 입사 방사선을 회절시키는 구조이다. DOE 구조는 코히어런트 광의 2개의 파면 사이에 간섭 패턴으로서 디지털 방식으로 또는 광학적으로 생성될 수 있다. 일부 실시예에서, DOE 내에서의 굴절률 변화의 패턴은 간섭 패턴을 간섭 패턴의 최소 및 최대 세기를 나타내는 일련의 프린지(fringe)가 굴절률 변화의 패턴에 대응하는 재료에 전송함으로써 형성될 수 있다. 예를 들어, 간섭 패턴은 간섭 리소그래피와 같은 기술을 이용하여 기록 재료(recording material)로 전사될 수 있다. 패턴은 주기적, 랜덤, 세미랜덤 또는 수학적으로 복잡한 하나 이상의 다른 재료들을 가로지르는 두께 또는 굴절률의 결정론적 변화에 의해 표현될 수 있다. 일부 경우에, 전사된 간섭 패턴의 프린지는 격자 구조에 대응한다. 설계 및 구성에 따라서, DOE 구조는 하나 이상의 방향으로 입사 방사선을 전송하거나 반사한다. DOE 구조는 재료의 표면 상에 또는 그 내부에 형성되는 표면 확산 구조 또는 재료 벌크의 적어도 일부를 통해 일체형으로 형성되는 볼륨 확산 구조를 포함할 수 있다.
- [0054] DOE 구조는 2개의 카테고리, 얇은 홀로그램 구조 및 두꺼운(볼륨) 홀로그램 구조 내에 포함되는 것으로 간주될 수 있는 HOE(holographic optical element)라고 하는 종류의 구조를 포함한다. 일반적으로, 얇은 홀로그램 구조는 표면에 사실상 직각으로 변하는 굴절률 변화의 평면들 또는 표면 구조를 포함하며, 하나 이상의 특정 방향으로 다양한 파장을 투과적으로 조향하는데 일반적으로 사용된다. 이들은 미러와 같이 반사적으로 동작하는 별개의 반사 요소와 함께 사용될 수 있다. 반면에, 두꺼운 홀로그램 구조는 방사선이 입사되는 표면에 실질적으로 평행하게 진행되는 굴절률 변화의 평면을 포함할 수 있으며, 하나 이상의 특정 방향으로 하나 이상의 특정 입사각으로 입사하는 좁은 범위의 파장을 반사하거나 또는 통과시키기 위해 일반적으로 브래그 선택도를 사용한다.
- [0055] 일부 실시예에서, HOE에서 굴절률 변화의 평면들은 간섭 패턴을 간섭 패턴의 최소 및 최대 세기를 나타내는 일련의 프린지가 굴절률 변화의 평면들에 대응하는 재료에 전송함으로써 형성될 수 있다. 예를 들어, 간섭 패턴은 간섭 리소그래피와 같은 기술을 사용하여 기록 재료에 전사될 수 있다. 일부 경우에, 전사된 간섭 패턴의 프린지는 격자 구조에 대응한다.
- [0056] 방사선을 원하는 방향으로 향하게 하기 위한 얇거나 두꺼운 홀로그램 구조의 설계를 용이하게 하기 위해 광학 모델링 소프트웨어 패키지가 이용 가능하다. Code V®는 방사선을 원하는 방향으로 향하게 하기 위해 얇거나 두꺼운 홀로그램 구조를 설계하는데 사용될 수 있는 그러한 광학 모델링 소프트웨어 패키지의 일례이다. 다른 광학 모델링 소프트웨어 패키지 또한 이용 가능하다.
- [0057] 2010년 4월 9일에 출원되었고 발명의 명칭이 "Touch Sensing"인 본 출원인의 미국특허출원 제12/757,693호에 기술된 기법들 및 구조들이 프러스트레이팅 층(306)에 적용될 수 있으며, 상기 출원은 참조로서 본원에 완전히 포함된다.
- [0058] SIP 디스플레이(120)에 사용된 포토센서와 관련하여, a-Si:H는 특히 낮은 두께(수십 마이크론) 특성에서, 적외선(~700nm 보다 긴 파장)에 감응한다. A-Si:H는 1.7eV의 밴드갭을 갖는다. 일부 실시예에서, a-Si:h에 비해 광응답(photoresponse)을 적외선 스펙트럼(보다 긴 파장)으로 더 확장하기 위해 수소화된 실리콘 게르마늄(a-SiGe:H) 또는 미정질(microcrystalline) 실리콘이 포토센서에 사용될 수 있다. 예를 들어, 1.4eV의 밴드갭을 갖는 a-SiGe:H는 850nm 광에 감응한다. 그러나, a-SiGe:H는 또한 가시광에도 여전히 감응한다. FTIR 터치 감지를 위해 필요한 IR 광감도를 유지하면서 그러한 재료의 가시 광감도를 줄이기 위한 기술들이 아래에 설명된다.
- [0059] 도 4는 예시적인 포토 센서 어레이(400)를 도시한 것이다. 포토센서 어레이(400)는 SIP 디스플레이(120) 내의 각 픽셀에 대해 포토센서를 포함하는 포토센서 어레이(400)를 갖는 SIP 디스플레이(120)에 사용될 수 있다. 도

4는 간략화를 위해 9개의 포토센서를 도시하고 있지만, 포토센서 어레이(400)는 훨씬 더 많은 포토센서를 포함할 수 있다.

[0060] 포토센서 어레이(400) 내의 포토센서는 TFT 프로세스와 유사한 재료에 기초하며 적외선(IR) 광에 감응하고 가시광에는 덜 감응하거나 전혀 감응하지 않는다. TFT 프로세스는 일반적으로 a-Si:H에 기초하지만, 비정질 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)와 같은 비정질 반도체 산화물 재료 또는 폴리실리콘에도 기초할 수 있다. 도시된 바와 같이, 포토센서 어레이(400) 내의 각각의 포토센서는 상부층(410) 및 하부층(420)을 갖는 2층 포토센서이다. 상부층(410)은 대략 400 내지 700nm의 가시광을 흡수하고, 700nm보다 긴 파장을 갖는 광은 대부분 통과시킨다. 통과된 광은 하부층(420)에 입사되는데, 하부층은 a-SiGe:H 광감층, 미정질(microcrystalline) 실리콘 또는 낮은 밴드갭 비정질 반도체 산화물일 수 있다. 게르마늄 함유량에 따라서, a-SiGe:H는 일부 근적외선, 이상적으로는 700 내지 880nm 범위의 광에 감응한다. 일반적으로, 하부 포토센서 재료로 a-SiGe:H가 미정질 실리콘보다 선호될 수 있는데, 그 이유는 a-SiGe:H가 훨씬 더 높은 흡수율을 가지며 따라서 훨씬 더 얇은 층이 사용될 수 있기 때문이다. 이것은 TFT 제조 시간 및 프로세스에 더 잘 맞을 수 있다. 그러나, 일부 실시예에서는 미정질 실리콘에 사용될 수도 있다. 가시광을 흡수하기 위해 상부층이 대략 1.7 내지 1.8eV 밴드갭을 갖고 적외선을 검출하기 위해 하부층은 보다 낮은 밴드갭을 갖는 합금 조성을 선택함으로써 비정질 반도체 산화물의 경우에 유사한 구조가 고안될 수 있을 것이다.

[0061] 도 5는 최고가 a-Si:H이고 최저가 미정질 실리콘인 밴드갭의 범위를 갖는 광감층을 갖는 태양 전지에 대한 양자 효율(quantum efficiency) 대 과장을 도시한 것이다. 중간에, 게르마늄의 양이 증가하고 그에 따라 밴드갭이 낮아지는 층들이 존재한다. 양자 효율은 층의 광 흡수를 잘 보여준다. 도 4에 도시된 2층 포토센서를 구현하기 위해, 1.7 내지 1.8eV의 유효 밴드갭을 갖는 상부층(410)이 사용될 수 있다. 이 밴드갭에 의해, 대부분의 가시광이 흡수될 것이다.

[0062] 도 6은 포토센서 어레이(400)에 사용될 수 있는 포토센서(600)의 일례를 도시한 것이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 포토센서(600)는 광검출기(610)(예컨대, 포토다이오드 또는 포토다이오드 디바이스)를 포함한다. 포토센서(600)에서, 상부층(410) 및 하부층(420)은 광검출기(610)의 부분이다. 이 예에서, 광검출기(610)에 입사하는 광(예컨대, 적외선)을 검출하는 중에 상부층(410) 및 하부층(420)을 통해 전기가 흐른다. 따라서, 가시광에 대한 필터 역할을 하는 상부층(410)을 통해 전기가 흐르기 때문에, 상부층(410)에 사용된 재료는 상부층(410)의 영향을 적외선만 감지하는 것으로 제한하도록 설계될 수 있다. 이와 관련하여, 상부층(410)은 가시광을 흡수하는 중에 생성된 광전류를 제한하도록 설계될 수 있다.

[0063] 태양 전지와 달리, 상부층(410)은 광전류를 생성하는데 매우 낮은 양자 효율을 가질 수 있다. 다음은 광전류를 거의 생성하지 않거나 전혀 생성하지 않는 상부 가시 필터층(410)을 구현하는 다양한 가능성을 요약한다. 포토다이오드 또는 포토트랜지스터의 성능에 영향을 미치지 않는 것이 바람직하며, 따라서 층(410)의 전도도가 고려되어야 한다는 점에 주목해야 한다.

[0064] 일부 실시예에서, 두꺼운(~0.2 내지 0.5 마이크론) 강 도핑된 p형 또는 n형 비정질 실리콘이 상부층(410)에 사용될 수 있다. 층(410) 내의 높은 붕소 또는 인 함유량은 낮은 광생성 캐리어(photogenerated carrier) 수명을 보장하며 따라서 포토다이오드 구현에서 낮은 가시광 광전류를 보장할 것이다. 두께는 너무 많은 직렬 저항을 다이오드에 추가하지 않으면서 최고의 가시광을 흡수하도록 최적화될 수 있다.

[0065] 일부 예에서는, 상부층(410)에 3중 합금이 사용될 수도 있다. 게르마늄을 첨가함으로써 비정질 실리콘 밴드갭이 감소되고 질소, 산소 또는 탄소를 첨가함으로써 밴드갭이 증가되는 것으로 일반적으로 알려져 있다. 또한 합금에 의해, 특히 3중 합금에서 광감성과 같은 전기적 특성이 크게 감소하는 것으로 알려져 있다. 적절한 비율의 게르마늄과 질소, 산소 또는 탄소를 갖는 이를 3중 합금, 예컨대 a-SiGeN, a-SiGeO 또는 a-SiGeC:H 층 가운데 밴드갭이 1.7eV 이하인 층이 마련될 수 있다. TFT의 제조에 게이트 유전체로서 a-SiN:H가 통상 사용되기 때문에, A-SiGeN가 바람직할 수 있다. PECVD(Plasma enhanced chemical vapor deposition) 시스템은 시레인(silane) 및 암모니아 기체로부터 SiN을 침전시키기 위한 준비를 한다. A-SiGeN:H는 시레인, 저메인(germane) 및 암모니아를 사용하여 유사한 방식으로 PECVD로부터 형성될 수 있다. 이 방법은 포토트랜지스터 설계의 경우에 사용될 수 있는데, 여기서 이 층의 낮은 전도성은 큰 문제가 되지 않는다.

[0066] 도 7은 포토센서 어레이(400)에 사용될 수 있는 포토센서(700)의 다른 예를 도시한 것이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 포토센서는 광검출기(710)(예컨대, 포토다이오드 또는 포토다이오드 디바이스)를 포함한다. 포토센서(700)에서, 하부층(420)은 광검출기(710)의 일부이고 상부층(410)은 그렇지 않다. 상부층(410)은 광검출기(710) 자체의 외부에 있으며 단순히 광검출기(710) 위에 위치하는 광학 필터 "윈도우"로서 기능한다. 이 예에

서, 전기는 광검출기(710) 상에 입사하는 광(예컨대, 적외선)을 검출하는 중에 하부층(420)을 통해 흐르지만, 상부층(410)을 통해 흐르지는 않는다. 따라서, 전기는 상부층(410)을 통해 흐르지 않기 때문에, 상부층(410)에 사용되는 재료는 가시광을 흡수하는 중에 생성된 광전류에 대해 큰 염려 없이 선택될 수 있다. 본 명세서 전반에 걸쳐 설명된 재료들 중 임의의 재료는 포토센서 내 상부층(410)에 사용될 수 있다.

[0067] 다수의 실시예들이 설명되었다. 그러나, 다양한 변형들이 이루어질 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

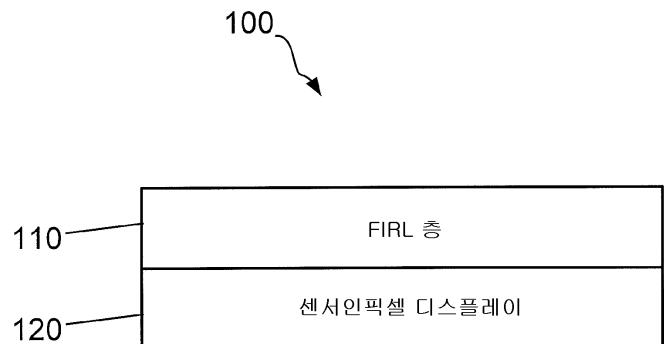
[0068] 일부 실시예에서, FTIR 기반 터치 센서는 센서인픽셀 디스플레이와 함께 사용될 수 있고, 터치 이벤트는, 예를 들어 손가락과 같은 적절한 입력 메커니즘에 의한 도파관과의 접촉의 결과로서 FTIR 기반 터치 센서로부터 탈출하는 광으로 인한, 센서인픽셀 디스플레이 내의 포토센서에 의해 관측된 광의 변화에 기초하여 인식될 수 있다. 임의의 유형의 FTIR 기반 터치 센서가 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서 전반에서 기술된 센서인픽셀 디스플레이 및 포토센서 기술이, 본 출원인의 2010년 4월 9일에 출원되었고 발명의 명칭이 "Touch Sensing"인 미국특허출원 제12/757,693호, 제10년 4월 9일 출원되었고 발명의 명칭이 "Touch Sensing"인 미국특허출원 제12/757,937호, 2010년 6월 1일 출원되었고 발명의 명칭이 "Touch Sensing"인 미국특허출원 제12/791,663호에 기술되어 있는 FTIR 기반 터치 센서와 결합될 수 있다. 미국특허 출원 제12/757,693호, 12/757,937호 및 12/791,663호는 참조로서 본 명세서에 포함된다.

[0069] 전술한 시스템, 방법 및 기술들은 디지털 전자 회로, 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어 또는 이를 요소들의 조합으로 구현될 수 있다. 이를 기술들을 구현하는 장치는 적절한 입력 및 출력 디바이스, 컴퓨터 프로세서 및 프로그램 가능한 프로세서에 의한 실행을 위해 기계판독가능한 저장 장치에 구현된 컴퓨터 프로그램 제품을 포함할 수 있다. 이를 기술들을 구현하는 프로세스는 입력 데이터를 처리하여 적절한 출력을 생성함으로써 원하는 기능을 수행하는 명령어들의 프로그램을 실행하는 프로그램가능한 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 이를 기술은, 데이터 및 명령어들을 수신하고 데이터 및 명령어들을 데이터 저장 시스템, 적어도 하나의 입력 장치 및 적어도 하나의 출력 장치로 전송하도록 결합된 적어도 하나의 프로그램가능 프로세서를 포함하는 프로그램가능한 시스템 상에서 실행가능한 하나 이상의 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 각각의 컴퓨터 프로그램은 하이 레벨 절차적 언어 또는 객체 지향 프로그래밍 언어 또는 원한다면 어셈블리어 또는 기계어로 구현될 수 있으며, 어떠한 경우든, 언어는 컴파일되거나 또는 해석된 언어일 수 있다. 적절한 프로세서는, 예컨대 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서를 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 및/또는 랜덤 액세스 메모리로부터 명령어 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터 프로그램 명령어 및 데이터를 유형적으로 구현하는데 적합한 저장 장치는, 예를 들어, EPROM(Erasable Programmable Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 및 플래시 메모리 디바이스와 같은 반도체 메모리, 내부 하드 디스크 및 착탈식 디스크와 같은 자기 디스크, 자기 광학 디스크, 및 CD-ROM(Compact Disc Read-Only Memory)을 포함한, 모든 형태의 비휘발성 메모리를 포함한다. 이들 중 어느 하나는 특별히 설계된 ASIC(application-specific integrated circuit)에 의해 보충되거나 또는 그에 포함될 수 있다.

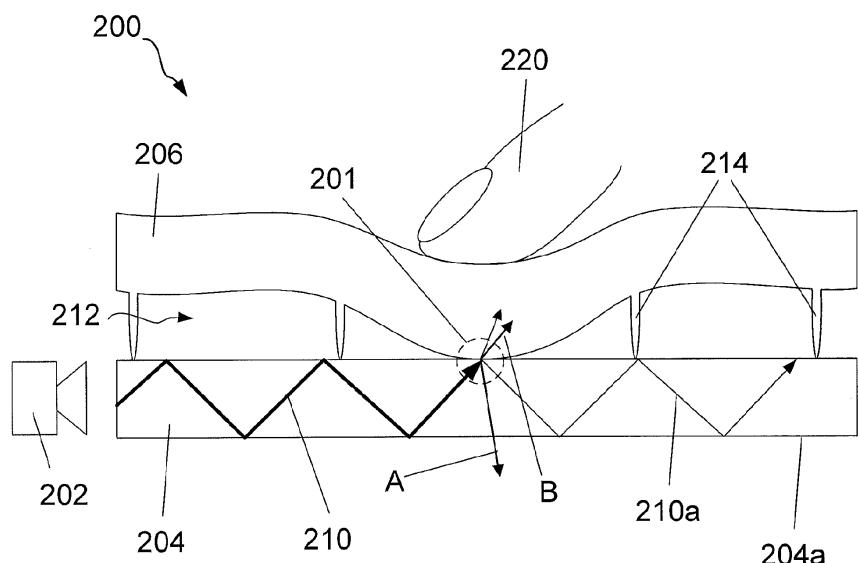
[0070] 다양한 변형들이 만들어질 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 개시된 시스템의 단계들이 상이한 순서로 수행되고/또는 개시된 시스템 내의 구성요소들이 다른 방식으로 조합되고/또는 다른 구성요소에 의해 대체되거나 보충될 경우, 다른 유용한 실시예가 달성될 수 있다. 따라서, 다른 실시예들은 첨부한 청구항들의 범위내에 있다.

## 도면

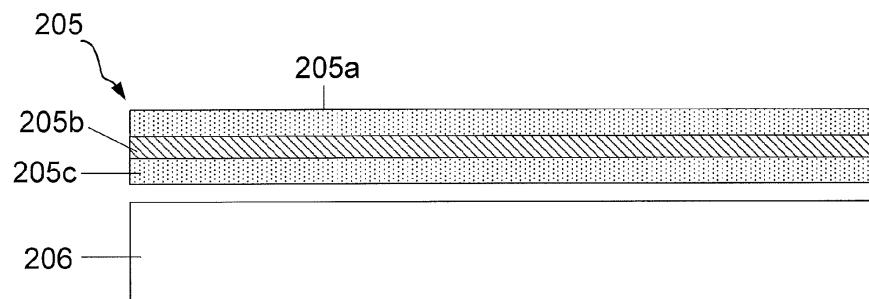
## 도면1



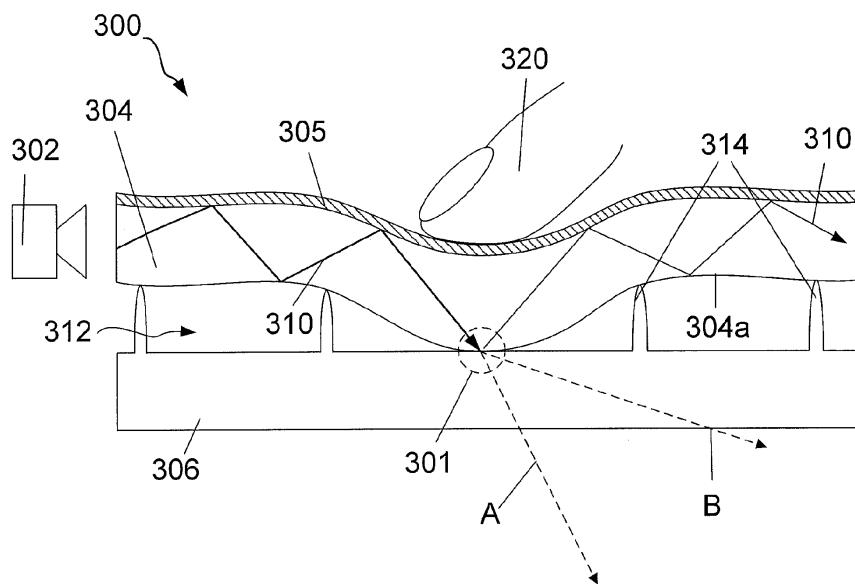
## 도면2a



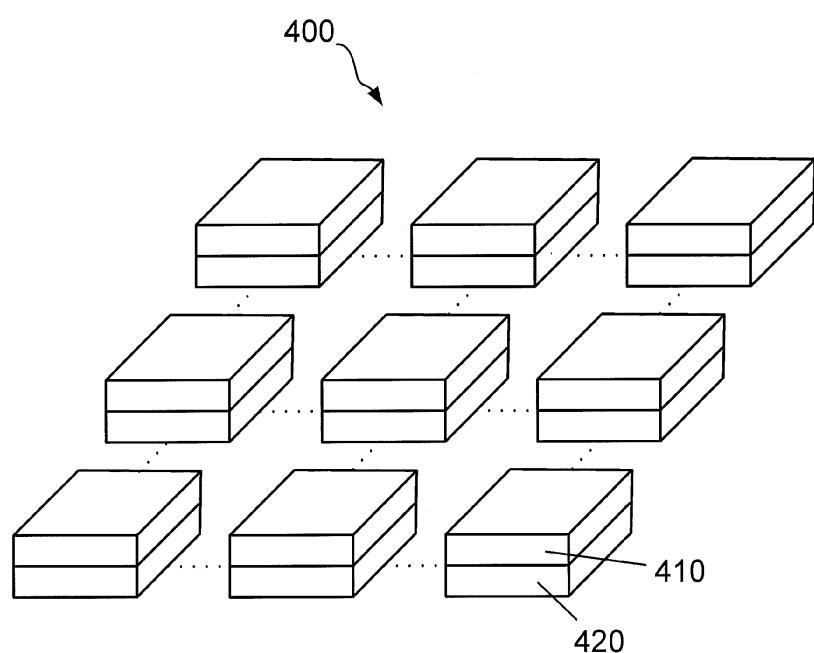
## 도면2b



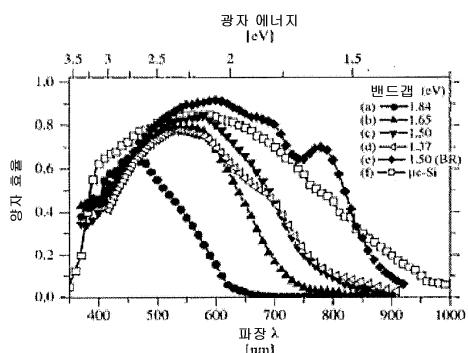
도면3



도면4

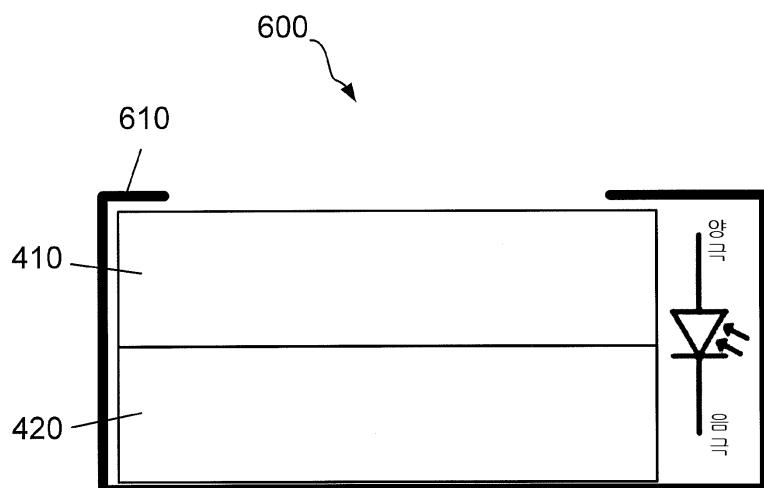


## 도면5



일련의 a-Si- 및 a-SiGe 기반 펀 단일 접합 태양 전지에 대한 양자 효율(QE) 스펙트럼.  
도면에는 (a) 1.84eV의 a-Si i-층, (b) 1.65eV의 a-SiGe i-층, (c) 1.50eV의 a-SiGe i-층,  
(d) 1.37eV의 a-SiGe i-층, (e) 후면 반사막(BR) 상에 놓여진 디바이스를 갖는  
1.50eV의 a-SiGe i-층, (f)  $\mu$ e-Si i-층을 갖는 단일 접합 태양 전지에 대한 QE 곡선이 도시되어 있다.

## 도면6



## 도면7

