



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월03일

(11) 등록번호 10-2211188

(24) 등록일자 2021년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/042 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)

G06F 3/044 (2006.01) G06F 3/045 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06F 3/0421 (2013.01)

G06F 3/0414 (2019.05)

(21) 출원번호 10-2015-7011527

(22) 출원일자(국제) 2013년10월04일

심사청구일자 2018년09월18일

(85) 번역문제출일자 2015년04월30일

(65) 공개번호 10-2015-0063546

(43) 공개일자 2015년06월09일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/063355

(87) 국제공개번호 WO 2014/055809

국제공개일자 2014년04월10일

(30) 우선권주장

61/744,877 2012년10월04일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

EP02437145 A1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 유주영

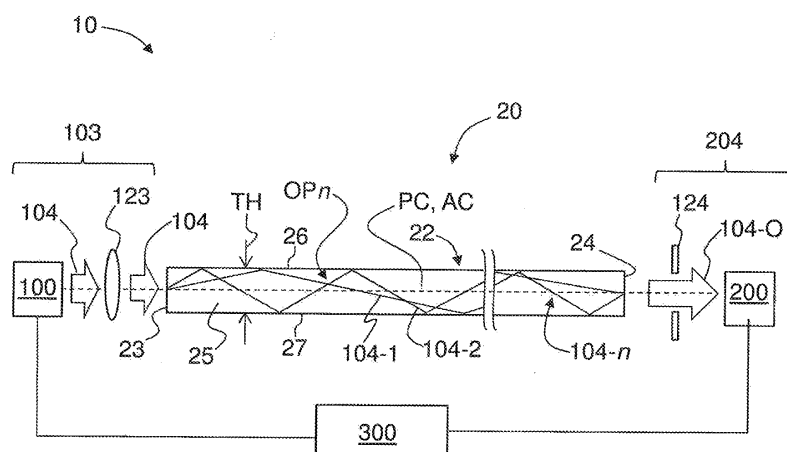
(54) 발명의 명칭 압력 감지 터치 시스템 및 방법

(57) 요약

압력-감지 터치 시스템 및 방법은 터치 위치에서 가해진 압력에 기반하여 터치 이벤트의 발생을 감지하기 위해 개시된다. 터치 시스템은 투명 시트의 형태를 하거나 투명 시트로 형성된 도파관의 입력 및 출력 에지들 각각에 인접하고 동작 가능하게 배치된, 광원 시스템 및 검출기 시스템을 포함한다. 터치 이벤트를 불러일으키는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



도파관 상의 터치 위치에서의 압력은 도파관을 구부리거나 또는 휘어지게 한다. 도파관 굽힘은 도파관에서 FTIR에 의해 이동되는 광의 광 경로들 내의 변화를 일으킨다. 이는 결과적으로 출력 광에서 광 분배를 변화시키도록 한다. 광 분배에서의 변화는 검출되며, 터치 이벤트가 일어난지를 결정하기 위해, 나아가 터치 이벤트의 시간-전개를 결정하기 위해 사용된다. 출력 광에서의 변화들은 터치 위치에서 가해진 압력에 의해 도파관에서 유도된 복굴절에 의해 일어난 편광 변화를 포함할 수 있다. 다양한 검출기 구성들은 터치 이벤트의 위치 및 압력을 감지하기 위해 개시된다.

(52) CPC특허분류

G06F 3/044 (2019.05)

G06F 3/045 (2013.01)

(72) 발명자

리, 밍-준

미국, 뉴욕 14845, 호세헤즈, 앰브로즈 드라이브 10

밀러, 윌리엄 제임스

미국, 뉴욕 14845, 호세헤즈, 브리드 홀로우 로드 638

놀란, 다니엘 아로이시우스

미국, 뉴욕 14830, 코닝, 스카이라인 드라이브 10762

미차로스키, 파울, 프란시스

미국, 뉴욕 14620, 로체스터, 락킹햄 스트리스 343

(56) 선행기술조사문헌

EP02437144 A1

EP02439620 A1

US20110122091 A1

W02006134552 A2

JP2011507108 A

KR1020070030294 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

터치 위치에서 압력량의 가함에 의해 일어난 터치 이벤트를 검출하는 압력-감지 터치 시스템에 있어서,
 몸체, 상부 표면, 하부 표면, 입력 에지 및 출력 에지를 가지는 투명 시트에 의해 정의된 도파관 - 상기 투명 시트는 압력이 상기 터치 위치에서 가해질 시에 구부러질 수 있음 -;

상기 투명 시트의 입력 에지와 광학적으로 통신을 하며, 그리고 상기 투명 시트의 출력 에지에서 선택 동작 파장의 간섭성 출력 광을 정의하기 위해 상기 투명 시트의 몸체로 상기 선택 동작 파장의 간섭성 광이 들어가도록 구성된 광원 시스템 - 상기 간섭성 광은, 상대 위상을 가진 다수의 안내 모드들 각각과 연관된 다수의 광 경로들에 걸쳐 상기 입력 에지로부터 상기 출력 에지로 상기 투명 시트의 몸체를 통해 그리고 상기 몸체 내에 이동하며, 상기 간섭성 출력 광은 상기 안내 모드들의 상대 위상들에 의해 정의된 간섭으로 인해 연관된 공간적 세기 분배를 가지며, 그리고 상기 압력량의 가함으로 인해 상기 투명 시트가 구부러지는 것은 상기 안내 모드들의 상대 위상들에서의 변화를 일으키고, 결과적으로 상기 간섭으로 인한 간섭성 출력 광의 공간적 세기 분배에서의 변화를 일으킴 -;

상기 투명 시트의 출력 에지와 광학적으로 통신으로 하며, 그리고 상기 투명 시트의 출력 에지에서 빠져 나온 선택 동작 파장의 간섭성 출력 광의 적어도 일부를 검출하고, 상기 투명 시트가 구부러질 시에 상기 공간적 세기 분배에서의 변화를 검출하여, 이에 대한 응답으로 검출기 신호를 발생시키도록 구성된 검출기 시스템; 및

상기 광원 시스템 및 상기 검출기 시스템에 동작 가능하게 연결되고, 상기 광원 시스템 및 상기 검출기 시스템의 동작을 제어하도록 구성되며, 그리고 터치 이벤트가 일어나서 상기 터치 위치에 압력이 있는지를 결정하기 위해 상기 검출기 신호를 프로세싱하도록 더 구성된 제어기;를 포함하는, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 검출기 시스템은, 상기 출력 에지에 인접한 투명 시트의 상부 표면 상에 동작 가능하게 배치된 적어도 하나의 검출기, 및 상기 출력 에지에 인접한 투명 시트의 하부 표면 상에 동작 가능하게 배치된 적어도 하나의 검출기를 포함하며,

상기 상부 및 하부 표면 상의 검출기들은 위상 차가 다른 (out of phase) 검출기 신호들 각각을 제공하도록 배치된, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 3

압력-감지 능력을 가진 디스플레이 시스템에 있어서,

청구항 1에 따른 압력-감지 터치 시스템; 및

디스플레이를 가진 디스플레이 유닛;을 포함하며,

상기 압력-감지 터치 시스템은 상기 디스플레이에 인접하여 동작 가능하게 배치되고, 상기 디스플레이 유닛은 전기 용량 및 저항식 터치-감지 능력 중 하나를 포함한 디스플레이를 가지는, 디스플레이 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 광원은, 상기 광원이 선택 편광의 광을 방출하도록 소스 편광기를 포함하고,

상기 검출기 시스템은 제 1 및 제 2 검출기들, 및 상기 제 1 및 제 2 검출기들에 대해 동작 가능하게 배치된 제 1 및 제 2 검출기 편광기들을 포함하며, 그리고

상기 검출기 신호는 상기 터치 위치에서 압력의 가함에 의해 일어난 투명 시트의 몸체에서의 유도 복굴절

(induced birefringence)의 양을 나타내고,

상기 압력-감지 터치 시스템은 옵션으로, 상기 도파관을 지지하여 상기 도파관 내의 유도 복굴절의 형성을 가능케 하도록 구성된 적어도 하나의 지지 부재를 더 포함하는, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 간섭성 출력 광에서의 공간적 세기 분배에서의 변화는 상기 안내 모드들의 상대 위상들에서의 변화 및 상기 안내 모드들 간의 간섭에 의해 일어난 세기 프린지들 (intensity fringes)의 이동을 포함하며, 그리고

상기 검출기는 상기 터치 이벤트에 연관된 압력량을 결정하기 위해, 상기 세기 프린지들의 이동을 검출하는, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 압력-감지 터치 시스템은, 상기 검출기 상에서 출력 광 위치-감지의 검출이 이루어지도록, 상기 검출기에 인접하게 배치된 경사식 감쇠기 (sloped attenuator)를 더 포함하는, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 광원은 편광 상태를 가진 간섭성 광을 방출하고,

상기 검출기 시스템은 검출기 편광기를 포함하며, 그리고

상기 검출기 신호는, 상기 터치 위치에서 압력의 가함에 의해 일어난 투명 시트의 몸체의 서로 다른 복굴절 영역들을 통해 서로 다른 광 경로들에 걸쳐 이동하는 편광된 간섭성 광으로부터 편광 상태에서의 변화량을 나타내고,

상기 투명 시트는 유리로 만들어지고, 상기 편광 상태에서의 변화는 상기 투명 시트에서의 유도 복굴절로부터 이루어지고, 상기 투명 시트의 제조시에 형성되는 복굴절이 존재하는 서로 다른 영역들을 통한 편광된 간섭성 광의 광 경로의 변화인, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 투명 시트는 유리를 포함하고,

상기 광원은 선택 편광 상태의 광을 방출하며, 그리고

상기 검출기 시스템은 다수의 검출기들을 포함하고, 이때 상기 다수의 검출기들은, 각각의 검출기 앞에 위치하고 투명 시트로부터 방출된 광의 편광 상태의 검출을 가능케 하는 서로 다른 편광 광학기들을 갖추고 있으며,

입력 편광으로부터의 지체 (retardance)의 크기;

상기 입력 편광으로부터의 지체;

편광되는 광의 백분율; 및

상기 투명 시트로부터 방출된 광의 세기의 크기; 중 하나 이상이 검출되는, 압력-감지 터치 시스템.

청구항 9

몸체를 가진 가요성 투명 시트 상의 터치 위치에서 터치 이벤트에 대해 압력의 가함을 감지하는 방법에 있어서,

상기 가요성 투명 시트의 입력 에지로부터 출력 에지까지 상기 투명 시트의 몸체를 통해 그리고 상기 몸체 내에서, 다수의 광 경로들에 걸쳐 선택 동작 파장의 간섭성 광을 전송하되, 상기 출력 에지에서 공간적 세기 분배 및 상기 선택 동작 파장을 가진 출력 광을 형성하도록 전송하는 단계 - 상기 공간적 세기 분배는 상기 다수의

광 경로들에 의해 각각 정의되고 상대 위상들을 가진 다수의 안내 모드들의 간섭에 의해 정의됨 -;

상기 투명 시트에 압력을 가함으로써 상기 투명 시트를 휘어지게 하여, 상기 다수의 광 경로들에서의 변화를 일으켜서, 상기 다수의 안내 모드들의 상대 위상들에서의 변화를 일으키고, 결과적으로 상기 간섭의 변화에 의해 상기 출력 광의 공간적 세기 분배에서의 변화를 일으키는 단계;

상기 공간적 세기 분배에서의 변화를 검출하고, 상기 변화를 나타내는 검출기 신호를 발생시키는 단계; 및

상기 터치 위치에서 압력의 가함에 상기 공간적 세기 분배에서의 변화를 연관시키기 위해 상기 검출기 신호를 프로세싱하는 단계;를 포함하는, 압력 가함 감지 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은, 35 U.S.C. § 119 하에 2012 년 10월 4일에 출원된 미국 가출원 제 61/744,877호의 우선권 주장 출원이고, 상기 가출원의 내용은 전반적으로 참조로서 본원에 병합된다.

[0003] 본원은 터치-감응 장치들 (touch-sensitive devices)에 관한 것으로, 보다 구체적으로 터치 위치에서의 가해진 압력에 기반하여 터치 위치에서 터치 이벤트를 감지할 수 있는 터치 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 비-기계적인 터치 기능성을 가진 디스플레이들 및 다른 장치들 (예를 들면, 키보드들)에 대한 시장은 급격하게 증가하고 있다. 그 결과, 터치-감지 기술은 디스플레이들 및 다른 장치들이 터치 기능성을 가지는 것을 가능케 하도록 개발되어 왔다. 터치-감지 기능성은, 스마트 폰들, 이-북 리더들, 랩탑 컴퓨터들 및 태블릿 컴퓨터들, 기타 장치 등의 모바일 장치 적용에서 보다 넓은 사용을 얻고 있는 중이다.

[0005] 단일 터치들, 다수의 터치들, 스위핑 (swiping), 손가락 터치들 및 스타일러스 터치들 등의 다양한 타입의 터치들에 응답하는 터치 스크린들의 형태를 한 터치 시스템들이 개발되어 왔다. 이러한 시스템들 중 일부는 광 산란 및/또는 광 감쇠에 의존한다. 효과적이면서, 터치 위치에서 가해진 압력에 기반하여, 터치 이벤트를 감지할 수 있는 터치-감지에 대한 대안적인 광 기반 접근법들이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본원은 터치-감응 장치에 관한 것으로, 특히 터치 이벤트의 터치 위치에서 가해진, 터치 이벤트 기반 압력을 검출하는 터치 시스템에 관한 것이다. 시스템 및 방법의 양태들은 압력이 도파관에 가해질 시에, 도파관 내에 이동하는 광의 편향, 스티어링 또는 다른 변화를 이용한다. 광 빔의 변화는 빔 경로를 변화시키는 것, 빔을 다수의 빔들로 분할시키는 것, 다수의 빔들 간의 간섭을 생성하는 것, 다수의 출력 광 빔들을 생성하는 것, 및 입력 광 빔의 편광 상태를 변화시키는 것을 포함한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 양태들은, 광-굽힘 효과들 및 광-편광 효과들을 사용하는 터치 시스템을 포함한다. 터치 시스템은 투명 시트의 형태를 한 도파관의 입력 및 출력 에지들 각각에 인접하고 동작 가능하게 배치된, 광원 시스템 및 검출기 시스템을 포함한다. 도파관은, 또한 단지 투명 시트의 일부, 예를 들면, 투명 시트의 상부 표면에 인접한, 이온-교환 또는 얇은 도파관 층을 포함할 수 있다. 터치 이벤트를 불러 일으키는 도파관 상의 터치 위치에서의 압력은 도파관을 구부리거나 또는 휘어지게 한다. 도파관 굽힘은 도파관에서 이동하는 FTIR 광의 광

경로들 내의 변화를 일으킨다. 이는 결과적으로 출력 광 내의 광 분배를 변화시키도록 한다. 광 분배에서의 변화는 검출되며, 터치 이벤트가 일어난지를 결정하기 위해, 나아가 터치 이벤트의 시간-전개를 결정하기 위해 사용된다. 변화들은 터치 위치에서 가해진 압력에 의해 도파관에서 유도된 복굴절 (birefringence)에 의해 일어난 편광 변화를 포함할 수 있다.

[0008] 본원의 양태들은 다양한 검출기 구성들을 포함하고, 상기 다양한 검출기 구성들은 터치 이벤트의 위치 및 압력을 감지하기 위해 (예를 들면, 검출기를 지나가는 프린지들의 이동을 검출함) 개시된다. 또한, 서로 다른 검출기들에서의 출력된 광의 검출은 주어진 터치 이벤트에 대한 검출기 신호들 간의 시간 차를 측정하고, 그 후에 시간 차를 사용하여 터치 이벤트의 터치 위치를 결정하기 위해 채택될 수 있다. 터치 이벤트에서의 압력량, 나아가 가해진 압력의 시간 전개를 결정하는 다양한 검출기 구성들 및 검출기 신호 프로세싱 기술들이 개시된다.

[0009] 본원의 추가 특징 및 이점은 다음의 상세한 설명에 개시되고, 상기의 설명은 통상의 기술자라면 부분적으로 설명의 기재로부터 손쉽게 명확해질 수 있거나, 상세한 설명, 청구항 및 첨부된 도면을 포함하여, 본원에서 기술된 바와 같이, 본원을 실시함으로써, 인지될 것이다.

[0010] 요약뿐만 아니라 청구항은 다음에 기술된 상세한 설명에 병합되어 상기 설명의 부분을 구성한다.

[0011] 본원에 인용된 모든 공개 문헌, 논문, 특허, 공개된 특허 출원 등은 미국 특허 출원 공보 제2011/0122091호 및 미국 특허 가출원 제61/564,003호, 제61/564,024호, 및 제61/640,605호를 포함하여, 전반적으로 본원에 참조로서 병합된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1a는 본원에 따른 예시 터치 시스템의 평면도이다;

도 1b는 도파관의 대향 예지들 각각 주위에 동작 가능하게 배치된 다수의 광원 시스템들 및 다수의 검출기 시스템들의 예시를 도시한, 도 1a의 터치 시스템의 일부의 평면도이다;

도 2a 및 2b는 다수의 광원 소자들 (도 2a)을 포함한 예시 광원 및 다수의 검출기 소자들 (도 2b)을 포함한 예시 검출기를 위에서 바라본 도면 (top-down views)이다;

도 3은 도 1a의 터치 시스템의 예시 실시예의 단면도이다;

도 4a 내지 4d는 도 1a의 터치 시스템의 서로 다른 예시 실시예들의 단면도들이다;

도 5a 내지 5c는 도파관의 서로 다른 굽힘의 양들에 있어 도파관의 출력 예지에서 출력 광의 근접 장 이미지들이고, 이때 도 5a는 굽힘이 없는 경우를 도시한다;

도 6a 내지 6b는, 도파관 굽힘으로 인해 도파관 내에 이동하는 광이 긴 광 경로를 가로질러 가는 법을 도시한 도파관의 개략적인 측면도들이다;

도 6c 및 6d는, 굽혀지지 않은 도파관에서의 바운스 없이 (도 6a) 시준된 이동된 광이, 굽혀진 도파관에서 바운스 (도 6b)되어 이동할 수 있는 법을 도시한 도파관의 입력 예지부의 확대도이다;

도 6e는 굽혀진 도파관으로부터 출력 광이 출력 예지에서 빠져나와 비-균일한 (균질성이 없음) 분배를 가지는 법을 도시한 도파관의 출력 예지부의 확대도이다;

도 6f는 도파관의 출력 예지에서 출력 광의 세기 분배를 도시하며, 그리고 도파관의 휘어지는 (굽어지는) 양이 증가될 시에, 출력 광의 세기 분배에서 일어나는 변화들을 도시한다;

도 6g는 예시 도파관의 출력 예지에서 취해진 출력 광 (104-0)의 이미지들의 시퀀스를 도시하고, 이때 상기 이미지들은 세기 분배에서의 변화들, 나아가 도파관 굽힘이 증가되는 세기 패턴에서의 이동을 도시한다;

도 7a는 손가락이 중앙 터치 위치에 터치 이벤트 (TE)를 생성할 포즈를 취하고 있는 예시 도파관의 개략적인 단면도이다;

도 7b는 도 7a의 도파관을 도시한 것으로, 도파관의 상부 표면 상에 아래로 압력을 가하여 도파관이 휘어지도록 하는 손가락에 의해 야기된 터치 이벤트를 도시한다;

도 7c는, 터치 이벤트가 출력 예지에 가까운 터치 위치에서 일어난다는 점을 제외하고 도 7b와 유사하다;

도 8은, 중앙 위치 (정사각형) 및 에지 위치 (다이아몬드)에 있어 주어진 출력 에지 위치에서의 출력 광의 측정된 파워 P_M (마이크로와트, μW) 대 가해진 터치 힘 F_T (뉴턴, N)의 도표로서, 이때 파워의 변화가 중앙 위치보다는 에지 위치에서 덜한 범을 도시한다;

도 9a 및 도 9b는 예시의 휘어진 도파관의 출력 에지에서 출력 광의 두 방향들 (위치들)로 방출되는 출력 광의 시뮬레이션되고 측정된 원거리-장 이미지들이다;

도 9c는 광 스팟들의 위치들에 배치된 포토검출기들에 의해 결정된 바와 같이, 2 개의 광 방향들 (위치들)에 있어 파워 % 대 유리 변형 (mm)의 도표이다;

도 10은, 1.2 mm의 두께 (TH)를 가진 유리로 구성된 예시 도파관에 1 뉴톤의 즉각적인 힘을 가할 시에, 2 개의 원거리-장 광 스팟들 중 하나에 대한 시간 대 전압의 도표이며, 이때 전압은 측정된 파워를 나타낸다;

도 11a 및 11b는, 도파관 굽힘의 서로 다른 양들에 대한 시뮬레이션 광선 추적을 도시하고 검출기들이 하부 표면 상에 (도 11a), 그리고 상부 및 하부 표면들 둘 다에 (도 11b) 배치되는 실시예들을 도시한 예시 도파관의 출력 에지부의 확대 단면도이다;

도 12a 내지 12c는, 예를 들어 입력 광이 부분적으로 도파관을 채우고 (도 12a), 도파관을 대부분 채우고 (도 12b), 그리고 실질적으로 도파관 (도 12c)을 완전하게 채우는, 시뮬레이션된 광 선들을 도시한 예시 도파관의 개략적인 다이어그램이다;

도 13은 도 11b와 유사하고, 검출기 신호들의 위상이 다르도록 2 개의 검출기들이 배치된 예시 검출기 구성을 도시한다;

도 14는 세기보다는 오히려 출력 광의 전계들을 합함으로써 얻어진 출력 광 빔들의 시뮬레이션된 일련의 이미지들을 도시한다;

도 15는 도파관 능력을 강화시키는 상부 및 하부 클래딩 층들을 포함하는 예시 도파관의 부분적인 분해 측면도를 개략적으로 도시하고, 클래딩된 도파관의 하부 표면과 계면을 이룬 디스플레이 유닛을 추가로 도시한다;

도 16은 터치 센싱에 대한 편광 효과들에 의존하는 터치 시스템 (10)의 예시 실시예의 개략적인 다이어그램이다;

도 17은, 2 개의 검출기들이 강화된 신호 검출 및 측정 감도를 제공하는데 사용될 수 있는 범을 도시한, 2 개의 검출기들 (det A, det B)로부터의 검출기 신호들 (SD)의 도표이다;

도 18a-18e는 도 16의 터치 시스템에 의해 검출된 바와 같은 출력 광의 이미지들로서, 터치 위치에서 도파관에 제공된 유도 응력 복굴절로 인한 도파관의 굽힘이 증가함에 따라 검출된 출력 광의 양이 변화하는 범을 도시한다;

도 19a-19c는 도 16의 터치 시스템의 예시 실시예들의 개략적인 측면도이고, 도 19b 및 19c는 예시 이온-교환 도파관을 도시한다;

도 20은 도 3 및 도 4a에 도시된 것과 유사한 예시 터치 시스템의 개략적인 측면도이지만, 그러나 도파관 영역은 유리 기관의 상부 표면에 인접한 얇은 층으로 형성된다;

도 21은 도 20의 예시 터치 시스템에 대한 중앙 및 에지 터치 위치들에 있어 수집된 파워 (나노와트) 대 가해진 힘 (뉴톤)을 도표화 것이다;

도 22 및 23은 터치 시스템 (10)의 예시 구성들을 위에서 본 개략적인 도면으로서, 채널 도파관 영역들은 유리 시트 상에 형성된 도면이다;

도 24는 2 개의 서로 다른 터치 이벤트 위치들에 대한 검출기 신호 진폭 대 시간의 도표로서, 서로 다른 터치 위치들에 대한 검출기 신호들 사이에는 시간 지연을 측정할 수 있어서, 터치 이벤트 위치를 결정하는 수단이 제공되는 범을 도시한 도표이다;

도 25a는 디스플레이 유닛과 계면을 이루는, 본원에 개시된 터치 시스템을 도시한 예시의 압력-감지 디스플레이 시스템의 사시도이다;

도 25b는 도 16a의 압력-감지 디스플레이 시스템의 단면도이다;

도 26a는 검출기에 인접하여 배치된 경사식 감쇠기를 포함한 예시 터치 시스템의 검출기 말단의 단면도이다;

도 26b는 예시의 필터 감쇠 프로파일을 도시한, 정상화된 전송 (T) 대 감쇠 필터 높이의 예시 도표이다;

도 27a 내지 27d는, 터치 위치에서 가해진 압력량을 결정하기 위해, 출력 신호에서 프린지들을 검출하는데 사용된 4 개의 서로 다른 검출기 구성들에 대한 검출기 신호 대 프레임 번호 (#)의 도표이다; 그리고

도 28a 내지 28c는 본원에서 기술된 편광-기반 실시예들에 대한 보충적인 정보를 제공한다.

데카르트 좌표들은 편의를 위해 특정 도면에서 도시되며, 그리고 방향 또는 배향에 대해 제한되는 것으로 의도되지는 않는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본원은 다음의 설명, 도면, 예시 및 청구항, 그리고 이들의 이전 및 이후 설명을 참조하여 손쉽게 이해될 수 있다. 그러나, 본 구성에 앞서, 물품, 장치 및 방법은 개시되고 기술되며, 이해할 수 있는 바와 같이, 이러한 본원은 별다른 언급이 없는 이상, 개시된 특정 구성요소, 물품, 장치 및 방법에 제한되지 않고, 예를 들어 변할 수 있음은 물론이다. 또한 이해할 수 있는 바와 같이, 본원에서 사용된 전문용어는 단지 특정 양태들을 기술하기 위한 목적을 위한 것이며, 그리고 제한되는 것으로 의도되지 않는다.
- [0014] 본원의 다음의 설명은 그의 현재 알려진 실시예들에서 본원의 교시를 가능케 하는 것으로 제공된다. 이를 위해, 관련 분야의 통상의 기술자가 인지 및 인식한 바와 같이, 다수의 변화들이 본원에 기술된 본원의 다양한 양태들에 대해 이루어질 수 있는 반면, 본원의 이익적인 결과가 여전히 얻어질 수 있다. 또한 명백한 바와 같이, 본원의 원하는 이익들 일부는 다른 특징들을 이용함 없이 본원의 특징들 중 일부를 선택함으로써 얻어질 수 있다. 이에 따라서, 기술 분야의 통상의 기술자가 인지할 수 있는 바와 같이, 본원에 대한 다수의 변형 및 맞춤형은 가능하며, 그리고 심지어 특정 환경에서 필요할 수 있으며, 본원의 일부일 수 있다. 이로써, 다음의 설명은 본원의 원리를 나타내는 것으로 제공되며, 제한됨 없이 제공된다.
- [0015] 개시된 것은, 사용될 수 있고, 함께 사용될 수 있고, 준비 시에 사용될 수 있는 물질, 화합물, 조성물, 및 구성요소이며 또는 개시된 방법 및 조성물의 실시예들이다. 이러한 물질 및 다른 물질은 본원에서 개시되며, 그리고 이해하는 바와 같이, 이러한 물질의 조합, 부분 집합, 상호작용, 그룹 등이 개시될 시에, 이러한 화합물의 다양한 개별적이고 집단적인 결합 및 치환 각각의 특정 참조물이 명확하게 개시되지는 않았지만, 이들 각각은 본원에서 특별하게 고려되고 기술된다.
- [0016] 이로써, 일종의 치환체 A, B, 및 C 뿐만 아니라 일종의 치환체 D, E, 및 F가 개시되는 경우, 그리고 A-D의 조합 구체예의 실시예가 개시되는 경우, 각각은 개별적으로 및 종합적으로 이해된다. 이로써, 이러한 실시예에서, 각각의 조합 A-E, A-F, B-D, B-E, B-F, C-D, C-E, 및 C-F는 특별하게 고려되고, A, B, 및 C; D, E, 및 F; 및 실시예 조합 A-D 개시로부터 개시된 것으로 간주되어야 한다. 이와 마찬가지로, 임의의 부분 집합 또는 이들의 조합은 또한, 특별하게 고려 및 개시된다. 이로써, 예를 들어, A-E, B-F, 및 C-E의 서브-그룹은 구체적으로 A, B, 및/또는 C; D, E, 및/또는 F; 및 예시 조합 A-D 개시로부터 개시된 것으로 고려되고 간주되어야 한다. 이러한 개념은 상기 개시된 조성물을 제조 및 사용하는 방법에서 조성물 및 단계의 임의의 구성성분을 포함하나 이에 제한되지 않고 본 개시의 모든 측면에 적용된다. 이로써, 수행될 수 있는 다양한 추가적 단계들이 있는 경우, 이해할 수 있는 바와 같이, 이러한 추가 단계들 각각은 개시된 방법들의 임의의 특정 실시예 또는 실시예들의 조합으로 실행될 수 있고, 각각의 상기와 같은 조합이 특별하게 고려되고 개시된 것으로 간주되어야 한다.
- [0017] 압력-감지 터치 시스템
- [0018] 도 1a는 본원에 따른, 예시인 압력-감지 터치 시스템 ("터치 시스템") (10)의 개략적인 다이어그램이다. 터치 시스템 (10)은 예를 들어, 셀폰들, 키보드들, 터치 스크린들, 및 무선 통신 등이 가능한 다른 전자 장치들, 음악 재생기들, 노트북 컴퓨터들, 모바일 장치들, 게임 제어기들, 컴퓨터 "마우스", 전자 북 리더들 등을 위한 디스플레이들과 함께, 다양한 소비자 전자 물품에서 사용될 수 있다.
- [0019] 도 1a의 예시인 터치 시스템 (10)은 일반 평면형 광-안내 조립체 ("조립체") (20)을 포함하고, 상기 조립체의 상세한 설명은 이하에서 기술된다. 조립체 (20)는 도파관 (22)을 포함하되, 상기 도파관의 둘레 (P)에 인접하여 배치된 적어도 하나의 광원 (100) 및 적어도 하나의 검출기 (200)와 함께 포함한다. 적어도 하나의 광원 (100) 및 적어도 하나의 검출기 (200)는 이하에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 도파관을 통해 광학적으로

로 커플링된다.

- [0020] 하나의 광원 (100) 및 하나의 검출기 (200)가 예시로서 조립체 (20)에 도시된다. 둘레 (P)는 광원 (100)에 인접한 예지 (말단) (23) 및 검출기 (200)에 인접한 예지 (말단) (24)을 포함한다. 둘레 (P)는 적당한 형상을 가질 수 있으며, 그리고 예시로 직사각형으로 도시된다. 조립체 (20)는 일반적으로 직사각형일 수 있으며, 그리고 예시에서 도시된 도파관 (22)은 X-방향의 치수 (길이) (LX) 및 Y-방향의 길이 (LY)를 가진다.
- [0021] 도 1b는 시스템 (10)의 예시 실시예를 도시하고, 이때 다수의 광원들 (100)이 사용되며 (또는 동등하게, 다수의 광원 소자들을 가진 광원이 사용될 수 있음), 그리고 다수의 검출기들 (200)이 사용된다 (또는 동등하게, 다수의 검출기 소자들을 가진 검출기). 시스템 (10)의 이러한 구성은, 하나 이상의 터치 이벤트들 (TE)의 위치가 결정될 필요가 있을 시에 특히나 유용하다. 추가적으로, 하나 이상의 광원들 (100) 및 하나 이상의 검출기들 (200)은, 전체 (또는 실질적으로 전체) 조립체가 터치 이벤트의 압력을 감지하는데 사용될 수 있는 것을 확보하기 위해, 조립체에 동작 가능하게 배치될 수 있다. 이는, 예를 들어, 터치 이벤트들에 대한 모든 가능한 위치들이 포함되는 것을 확보하기 위해, 광원들 (100) 및/또는 검출기들 (200)의 세트들 (예를 들면, 쌍)의 활성화 사이클링하는 것을 포함할 수 있다. 예시에서, 사이클링은 터치 시스템 (10)으로부터 응답을 끌어내기 위해, 압력이 가해진 터치 이벤트의 통상적인 지속기간 (duration)보다 매우 빠른 비율로 행해질 수 있다.
- [0022] 예시의 검출기들 (200)은 포토다이오드들 및 다양한 타입의 포토센서들을 포함한다. 예시의 광원들 (100)은 LED들, 레이저 다이오드들, 광-섬유-기반 레이저들, 뿔어나가는 광원들 등을 포함한다.
- [0023] 도 2a를 참조하여 보면, 광원 (100)은, 가요성 회로 보드들 ("가요성 회로들") (110) 상에 동작 가능하게 장착된 하나 이상의 광원 소자들 (102)을 포함할 수 있고, 상기 가요성 회로 보드들은 투명 시트 (20)의 예지 (26)에 인접하게 배치된 인쇄 회로 보드 (PCB) (112)에 장착된다. 본원의 논의에서, 광원 (100)은 이로써 하나 이상의 광원 소자들 (102)을 가진 광원을 의미할 수 있다. 이와 마찬가지로, 도 2b를 참조하여 보면, 검출기 (200)는 하나 이상의 검출기 소자들 (202)을 가진 검출기를 포함할 수 있다. 출력 광 (104AB)이 검출기 소자들 (202) 중 하나 상에 입사하는 것으로 도시된다. 예시에서, 검출기 (200)는, 검출기 소자들 (202)이 검출기 픽셀들을 구성하는 픽셀형 (pixelated) 검출기일 수 있다. 예시인 픽셀형 검출기 (200)는 CMOS 또는 CCD 어레이 검출기이다.
- [0024] 본원의 예시 실시예들에서, 압력량 (예를 들면, 상대적인 압력량)은 터치 이벤트 (TE)에 연관된 터치 위치 (TL)에서, 평면 도파관에 가해진다. 본원의 양태들은 터치 이벤트 (TE)의 발생을 감지하는 것에 관한 반면, 다른 양태들은 터치 이벤트의 터치 위치 (TL)를 결정하는 추가 기능을 포함한다. 본원의 다른 양태들은 가해진 압력량을 터치 이벤트 (TE)에서 감지하는 것을 포함한다.
- [0025] 예시에서, 터치 시스템 (10)은 광원 (100 및 200)을 덮는 역할을 하는 선택용 커버 (40)를 포함하고, 그 결과 뷰어 (예를 들면, 도 15b, 뷰어 (500) 참조)는 조립체 (20) 상에서 광원을 볼 수 없다. 예시에서, 커버 (40)는 베젤 (bezel) 역할을 한다. 예시에서, 커버 (40)는, 적어도 볼 수 있는 광을 차단하는 역할을 하고, 사용자가 터치 시스템 (10)의 일부 부분을 볼 수 없도록 구성되고, 또는 광의 일 측 파장을 차단하면서 또 다른 파장을 전송하는, 임의의 타입의 광 차단 부재, 막, 페인트, 유리, 구성요소, 물질, 직물, 구조체 등일 수 있다. 도 3에서, 단지 광원들 (100), 검출기들 (200) 및 도파관 (22)만이 도시의 용이성을 위해 도시된다.
- [0026] 예시 실시예들에서, 뷰어가 광원 (100) 또는 검출기 (200)를 보지 못하도록 역할하는 커버 (40)는 조립체 (20)에 대해 어디든지 위치할 수 있다. 커버 (40)는 인접하게 위치할 필요는 없으며, 그리고 섹션들 또는 세그먼트들로 구성될 수 있다. 더욱이, 커버 (40)는, 광원 (100)으로부터 나온 광 (104) 이외에 다른 광을 수용하는 것으로부터 검출기 (200)를 차폐시키는데 사용될 수 있다 (예를 들면, 태양광 거부). 이로써, 예시에서, 커버는 일 측 파장 (예를 들면, 가시 파장)에서 실질적으로 불투명할 수 있으며, 그리고 타 측 파장 (예를 들면, 광원 (100)으로부터의 광 (104)에 대한 적외선 파장)에서 실질적으로 투명할 수 있다.
- [0027] 예시에서, 커버 (40)는, 가시 파장에서 적어도 불투명하고 IR 파장에서 선택적으로 전송하는 막의 형태를 하고 있다. 커버 (40)용 예시 막은, 가시 및 IR 파장들을 포함하는 파장들의 넓은 범위에 걸친 광을 흡수하는 블랙 페인트를 포함한다.
- [0028] 도 1을 계속해서 참조하여 보면, 터치 시스템 (10)은, 하나 이상의 광원들 (100) 및 하나 이상의 검출기들 (200)에 동작 가능하게 (예를 들면, 버스 (301)를 통해) 연결된 제어기 (300)를 포함할 수 있다. 제어기 (300)는 터치 시스템 (10)의 동작을 제어하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 제어기 (300)는 모두 동작 가능하게 배치된 프로세서 (302), 장치 구동기 (304) 및 인터페이스 회로 (306)를 포함한다. 제어기는 광원 신

호 (SL)를 통해 광원 (100)을 제어하며, 그리고 또한 검출기 (200)로부터 검출기 신호 (SD)를 수신하고 프로세싱한다.

[0029] 예시 실시예에서, 광원 (100)은 광원 제어 신호 (SL)를 통해, 제어기 (300)의 프로세서 (302)를 통하여 변조된 파장이다. 이는 광 빔 (104)의 광 경로들 (OPn)을 선택 방식으로 변화시킴으로써, 출력 광 빔 (104-0)의 변화를 일으킨다. 이러한 선택적인 변화는 레이저 변조 주파수를 얻기 위해 제어기 (300)에 의해 프로세싱된 (필터링된) 검출기 신호 (SD)에서 그 자체로 나타난다. 이는 예를 들어 락-인 증폭기 (lock-in amplifier)에 의해 달성될 수 있다.

[0030] 예시에서, 제어기 (300)는, 펌웨어 및/또는 소프트웨어 (미도시)에 저장된 명령들을 실행하는 마이크로제어기 또는 컴퓨터를 포함한다. 제어기 (300)는, 터치 시스템의 동작, 및 예를 들어 상대 압력량, 이뿐 아니라, 터치 이벤트 또는 다수의 터치 이벤트들 및 다수의 압력들의 위치를 측정하는데 필요한 임의의 신호 프로세싱을 포함하여, 본원에서 기술된 기능들을 수행하기 위해 프로그램될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 컴퓨터는 단지 기술 분야에서 컴퓨터들을 의미하는 이러한 집적 회로들에 제한되는 것이 아니라, 폭 넓게, 컴퓨터들, 프로세서들, 마이크로제어기들, 마이크로컴퓨터들, 프로그램이 가능한 논리 제어기들, 주문형 집적 회로들, 및 다른 프로그램이 가능한 회로들을 의미하며, 그리고 이러한 용어들은 본원에서 상호 교환이 가능하게 사용된다.

[0031] 소프트웨어는 본원에 개시된 압력-감지 기능들 및 동작들이 수행될 시에 구현되거나 도움을 줄 수 있다. 소프트웨어는 제어기 (300) 또는 프로세서 (302)에 동작 가능하게 설치될 수 있다. 소프트웨어의 기능성들은 실행 가능한 코드를 포함한 프로그래밍을 수반할 수 있고, 상기와 같은 기능성들은 본원에 개시된 방법을 구현시키는데 사용될 수 있다. 상기와 같은 소프트웨어 코드는 이하에서 기술된 일반적인 목적을 가진 컴퓨터 또는 프로세서 유닛에 의해 실행 가능하다.

[0032] 동작 시, 코드 및 가능한 연관 데이터 기록물은, 프로세서 유닛 내에, 또는 로컬 메모리에서 일반적인 목적을 가진 컴퓨터 플랫폼 내에 저장된다. 그러나, 다른 시간에서, 소프트웨어는 다른 위치에서 저장될 수 있고, 그리고/또는 일반적인 목적을 가진 적절한 컴퓨터 시스템들로 로딩하기 위해 전송될 수 있다. 이에 따라, 본원에서 논의된 실시예들은 적어도 하나의 기계 판독 가능한 매체에 의해 운반된 코드의 하나 이상의 모듈의 형태를 한 하나 이상의 소프트웨어 제품들을 수반한다. 컴퓨터 시스템의 프로세서에 의한, 또는 프로세서 유닛에 의한 상기와 같은 코드의 실행은, 본원에서 논의되고 도시되는 실시예들에서 실행되는 근본적인 방식으로, 상기 플랫폼이 카탈로그 및/또는 소프트웨어 다운로드 기능을 구현하는 것을 가능케 한다.

[0033] 이하에서 논의되는 바와 같이, 컴퓨터 및/또는 프로세서 각각은, 예를 들어, 이하에서 설명되는 바와 같이, 터치 이벤트와 연관된 압력량을 결정하는 것을 포함하여, 실행을 위한 프로세서에 명령을 제공하는 것에 관여한 임의의 매체를 의미하는 컴퓨터-판독 가능한 매체 또는 기계-판독 가능한 매체를 사용할 수 있다. 이하에서 논의되는 임의의 메모리는 컴퓨터-판독 가능한 매체를 구성한다. 상기와 같은 매체는 비-휘발성 매체, 휘발성 매체, 및 전송 매체를 포함하지만 이에 제한되지 않고, 다수의 형태들을 취할 수 있다. 비-휘발성 매체는 상술된 바와 같이, 예를 들어, 서버 플랫폼들 중 하나로서 동작하는 임의의 컴퓨터 (들)에서 임의의 저장 장치들 등의 광 또는 자기 디스크들을 포함한다. 휘발성 매체는 상기와 같은 컴퓨터 플랫폼의 메인 메모리 등의 다이내믹 메모리를 포함한다. 물리적인 전송 매체는 컴퓨터 시스템 내에 버스를 포함하는 와이어들을 포함하여, 동축 케이블; 구리 와이어 및 섬유 광 장치들을 포함한다.

[0034] 그러므로, 컴퓨터-판독 가능한 매체의 공통 형태는 예를 들어, 다음을 포함한다: 플로피 디스크, 플렉시블 디스크, 하드 디스크, 자기 테이프, 임의의 다른 자기 매체, CD-ROM, DVD, 펀치 카드들 (punch cards), 페이퍼 테이프 등의 공통으로 덜 사용되는 임의의 다른 광 매체, 홀의 패턴들을 가진 임의의 다른 물리적인 매체, RAM, PROM, 및 EPROM, FLASH-EPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지, 데이터 또는 명령을 전송하는 반송파, 상기와 같은 반송파를 전송하는 케이블들 또는 링크들, 또는 컴퓨터가 프로그래밍 코드 및/또는 데이터를 판독할 수 있는 임의의 다른 매체. 컴퓨터 판독 가능한 매체의 이러한 다수의 형태물은 실행을 위한 프로세서에, 하나 또는 그 이상의 명령들의 하나 또는 그 이상의 시퀀스를 운반하는 것에 포함될 수 있다.

[0035] 도 3은 예시 시스템 (10)의 단면도이다. 시스템 (10)은 이 예시에서 얇고 투명한 시트의 형태를 한 도파관 (22)을 가진다. 도파관 (22)은 입력 예지 (23) 및 출력 예지 (24)를 가진다. 광원 (100)은 입력 예지 (23)와 인접하게 배치되는 반면, 검출기는 출력 예지 (24)와 인접하게 배치된다. 도파관 (22)은 광원 (100)에 의해 발광된 광 (104) ("동작 파장")의 파장 (λ)에 실질적으로 투명한 몸체 (25)를 가진다. 도파관들 (22)은 두께 (TH)에 의해 분리된 상부 표면 (26) 및 하부 표면 (27)을 가진다. 도파관 (22)은, 상부 표면과 하부 표

면에 평행하고 이들 사이의 중간에 있는 중앙 평면 (PC)을 가진다. 광원 (100) 및 검출기 (200)는 중앙 평면 (PC)에서 광이 전송되는 중앙 축 (AC)를 따라 위치한다.

[0036] 다른 실시예들에서, 유리 이외의 다른 물질들은, 폴리머들, 플라스틱들 및 동작 파장 (λ)에서 실질적으로 투명한 다른 비-유리 물질 등의 도파관 (22)을 위해 사용될 수 있다.

[0037] 시스템 (10)은 광원 (100)과 입력 예지 (23) 사이에 동작 가능하게 배치된 입력 광 시스템 (123)을 포함한다. 입력 광 시스템 (123)은 (간접성) 광 (104)을 수용하고 상기 광을 도파관 (22)으로 지향시키도록 구성된다. 시스템 (10)은 또한 광원 (100)과 출력 예지 (24) 사이에 동작 가능하게 배치된 출력 광 시스템 (124)을 포함한다. 출력 광 시스템 (124)은 출력 광 (104-0)을 수용하고 상기 광을 검출기 (200)로 지향시키거나, 또는 지나가도록 구성된다. 예시에서, 출력 광 시스템 (124)은 도시된 바와 같이 다이어프램 (diaphragm) (스탑, stop)을 포함한다. 출력 광 시스템 (124)은 다른 광-지향 또는 광-조절 소자들 또는 구성요소들, 예를 들면 렌즈 소자들, 미러들 등을 포함할 수 있다.

[0038] 광원 (100) 및 입력 광 시스템 (123)의 결합은 광원 시스템 (103)을 정의하는 반면, 검출기 (200) 및 출력 광 시스템 (124)의 결합은 검출기 시스템 (204)을 정의한다. 광원 시스템 (103), 검출기 시스템 (204) 및 도파관 (22)은 터치-스크린 조립체 (20)를 구성한다.

[0039] 도 3은, 검출기 시스템 (204)이 제한된 개구부이고, 그 결과 검출기 (200)가 단지 출력 예지 (24)에서 나오는 광 (104-0) (즉, 출력 광 (104-0))의 제한된 부분만을 검출하는, 예시 실시예를 도시한다. 이는 검출기 (200)가 기본적으로 모든 광을 수집하고 실질적으로 변화할 수 없는 통합된 측정을 획득하기보다는, 출력 광 (104-0)의 세기 변화에서 국부적인 변화를 검출하도록 한다. 이는, 도파관 (22)의 동요가 도파관 내의 광의 재분배를 일반적으로 초래하기 때문이다.

[0040] 광 (104)의 재분배를 효율적으로 검출하기 위해서, 개구부 (124)의 크기는 도파관 (20)의 두께 (TH)보다 작을 필요가 있다. 이는, 도파관 두께보다 큰 검출기와 함께 개구부 (124)를 사용함으로써, 또는 도파관 두께보다 작은 크기를 가진 검출기만을 사용함으로써 달성될 수 있다. 개구부 (124)는 원형일 수 있지만, 그러나 파워 수집 효율을 최적화시키기 위해 사각형일 수도 있다.

[0041] 상술된 바와 같은 다른 실시예들에서, 검출기 (200)는 픽셀화되고, 그 결과 출력 광 (104-0)의 큰 부분의 측정은 간섭 패턴 (즉, 밝고 어두운 프린지들 (fringes)) 내의 광의 분포를 감지할 수 있는 것을 포함함으로써, 패턴 내의 변화들은 터치 이벤트들 (TE)이 일어날 시에 검출될 수 있다. 이로써, 일 예시의 실시예에서, 출력 예지 (24)의 하나 이상의 부분들은 검출기 (200) 상에서 이미지화되고, 이는 서로 다른 위치의 검출기들 (200)을 출력 예지에 바로 위치시키는 경우를 포함한다. 검출기 (200)는 또한 도파관 두께 (TH)보다 작은 치수를 가진 포토센싱 표면 (photosensing surface)을 가질 수 있다.

[0042] 시스템 (10)은, 광 선들 (104-n)에 연관된 다수의 광 경로들 (OPn)에 걸쳐 입력 예지 (23)로부터 출력 예지 (24)로, 도파관 (22)을 통하여 광 빔 (104)이 이동하도록 구성되고, 이때 n은 정수이며, 2 이상이다. 도 3에서, 광 경로들 (OPn) 중 2 개는 도시된 바와 같이, 광 선들 (104-n) 중 2 개의 광 선들 (104-1 및 104-2)에 의해 나타난다. 예시에서, 서로 다른 광 경로들의 개수 n은, 입력 예지 (23)와 출력 예지 (24) 사이에서 이동할 시에, 서로 다른 수의 내부 전반사들 ("바운스들")을 겪는 광 선들의 개수 n에 대응한다. 광 선들 (104-n)은 도시의 용이성을 위해 서로 다른 TIR 안내 모드들을 나타내는데 사용되며, 그리고 용어 "광 선들" 및 "안내 모드들"은 상호 교환적으로 사용될 수 있다.

[0043] 기술 분야의 통상의 기술자가 인식할 수 있는 바와 같이, n 개의 광 선들 (104-n)에 의해 나타난 안내 모드들은 광 간섭을 가능케 한다. 이를 위해, 출력 광 시스템 (124)은, 출력 예지 (24)에서 빠져나가는 n 개의 광 선들 (104-n)을 수용하고 상기 광 선들을 결합시키고 (안내 모드들), 그 결과 상기 광선들이 간섭하여, 출력 광 빔 (104-0)을 형성하도록 구성된다. 출력 광 빔 (104-0)은 검출기 (200)로 지향되고, 상기 검출기는 출력 광 빔을 검출한다.

[0044] 전자기학적인 관점으로 보면, 광 (104)가 도파관 (22) 내로 개시될 시에, 총 전계 (E)는 다음과 같이 나타낼 수 있다:

$$E = \sum E_n \exp(-i\beta_n z) \quad (1)$$

[0045]

[0046] E_n 및 β_n 각각은 모드 n 의 전계 분포 및 전파 상수이다. 광 세기는 다음과 같이 주어진다:

$$I \propto E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_1 E_2 \cos(\Delta\beta_{12}z) + E_1 E_3 \cos(\Delta\beta_{13}z) + \dots E_m E_n \cos(\Delta\beta_{mn}z) \quad (2)$$

[0047]

[0048] 여기서, $\Delta\beta$ 는 모드들 (n 및 m) 간의 전파 상수차이다.

[0049] 서로 다른 모드들 중 위상 차로 인하여, 식 (2)에서 도시된 바와 같이, 간섭은 도파관 (22)의 출력 예지 (24)에서 발생할 수 있다. 위상 차는 도파관 (22)에 대한 외부 동요들, 예를 들면, 굽힘, 압력 등에 매우 민감하다. 이러한 효과는 힘-감응 또는 압력-감응 터치 적용물들을 가능케 하기 위해 시스템 (10)에서 사용될 수 있다.

[0050] 일부 실시예들에서, 광 선들 (104-n) 중 적어도 하나는 도파관 (22)의 최저 차수 모드 (lowest-order mode)를 나타내는 반면, 다른 광 선들은 보다 높은 차수 모드들을 나타낸다. 도파관 (22)의 최저 차수 모드는 어떠한 바우스들로 겪음 없이 중앙 축 (A1)을 따라 직접 이동한다. 이로써, 입력 및 출력 광 시스템들 (123 및 124)은 또한 모드 조절기들 (mode conditioners)을 의미할 수 있는데, 이는 상기 광 시스템들 각각이 안내 모드들을 자극시키고 간섭된 안내 모드들을 검출하기 위해 사용되기 때문이다. 터치-스크린 조립체 ("조립체") (20)의 구성은, 광 선들 (104-n)이 상술된 서로 다른 광 경로들 (OPn)에 걸쳐 이동하고 간섭하는 간섭계를 정의한다. 광 경로들 (OPn)은 도파관 (22)의 몸체 (25) 내에서 겹쳐지게 된다.

[0051] 도파관 (22)은 일반적으로 임의의 적합한 투명 물질로 구성될 수 있고, 상기 투명 물질은 플라스틱, 아크릴, 유리 등의 얇은 평면 시트로 형성될 수 있으며, 그리고 산란 또는 흡수로 인한 실질적인 손실 없이 광 빔 (104-n)의 전송을 지지한다. 예시 실시예에서, 도파관 두께 (TH)로 인해, 도파관은, 압력이 터치 위치 (TL)에서 상부 표면 (22)에 국부적으로 가해질 시에 파손 없이 구부러질 수 있다. 두께 (TH)에 대한 예시적인 범위는 0.3 mm 내지 1.5 mm이다. 다른 두께는 터치 시스템 (10)에 대한 특정 적용과 일치하게 채택될 수 있다. 예시에서, 단지 상부 도파관 (22A)만이 구부러지도록 하는 두께를 가지는 반면, 하부 도파관 (22b)은 충분히 두껍거나, 그렇지 않다면 터치 이벤트 (TE)로 인해 구부림 힘을 받을 시에도 일반적인 평면 구성을 유지하도록 하는 강성을 가진다.

[0052] 예시 실시예에서, 도파관 (20)은 화학적으로 강화된 유리, 예를 들면 소다-석회 타입 (soda-lime-type)의 유리로 형성될 수 있다. 예를 들면, 유리는 이온 교환을 통하여 경화된 (hardened) 알칼리 알루미노실리케이트 유리 (alkali aluminosilicate glass)이다. 이러한 타입의 유리는 Na_2O (소다), CaO (석회) 및 SiO_2 (실리카)를 포함할 수 있지만, 그러나 MgO , Li_2O , K_2O , ZnO , 및 ZrO_2 등의 산화물 역시 포함할 수 있다. 이온 교환을 통하여 경화되면, 이러한 타입의 유리는 터치 스크린 적용물, 나아가 다른 적용물 (예를 들면, 커버 유리)에 대해 바람직하게 구현될 수 있는 특정 특성을 나타낸다.

[0053] 도파관 시트들로 사용되기에 적합한 소다-석회-타입의 유리의 형성 또는 제조, 또는 형성 및 제조 둘 다에 관한 추가적인 상세한 설명은 2007년 7월 31일에 출원된 미국 특허 출원 제11/888,213호; 2009년 8월 7일에 출원된 미국 특허 출원 제12/537,393호; 2009년 8월 21일에 출원된 미국 특허 출원 제12/545,475호; 및 2009년 2월 25일에 출원된 미국 특허 출원 제12/392,577호 중 하나 이상에서 발견될 수 있다. 본원에서 사용되는 예시적인 유리는 뉴욕, 코닝, 코닝 사의 Gorilla[®] 유리이다. 또한, 예시적인 유리, 예를 들면, 이온이 적은 Gorilla[®] 유리 또는 이온이 적은 다른 이온 교환식 유리는 적외선 동작 파장 (λ)에 대해 투과성을 가진다.

[0054] 도 4a는 도 3a의 조립체에 기반한 조립체 (20)의 예시 실시예이지만, 이때 광원 시스템 (103)은 입력 광 시스템 (123)으로서 단일-모드 광 섬유를 포함하며, 그리고 검출기 시스템 (204)은 단일-모드 또는 다중 모드 광 섬유를 출력 광 시스템 (124)으로서 포함한다. 단일 또는 다중 모드 광 섬유 (124)는 출력 광 (104-0)의 국부적인 측정이 이루어지도록 하는 개구부가 제한된 광 시스템의 역할을 한다. 대안적인 실시예에서, 다수의 광 섬유들 (124)은 출력 예지 (24)에서 서로 다른 위치들에서의 세기들을 비교하기 위해 사용될 수 있다. 이는 예를 들어, 광 섬유 번들을 이용하는 것을 포함한다.

[0055] 도 4b는 도 3a의 조립체에 기반한 조립체 (20)의 또 다른 예시 실시예지만, 이때 광원 시스템 (103)은 입력 광 시스템 (123)으로 그레이팅 (grating)을 포함하며, 그리고 검출기 시스템 (204)은 출력 광 시스템 (124)으로 그레이팅을 포함한다. 상술된 바와 같이, 개구부는 검출 프로세스 개구부가 제한되어 국부적인 세기 측정으로 지향되도록 검출기 (200)와 인접하여 사용될 수 있다.

[0056] 도 4c는 도 4b의 조립체와 유사한 조립체 (20)의 또 다른 예시 실시예지만, 광원 시스템 (103)은 입력 광 시스

템 (123)의 구성요소로서 하부 표면 (27) 상에 배치된 프리즘을 포함하며, 그리고 검출기 시스템 (204)은 출력 광 시스템 (124)의 구성요소로서 하부 표면 (27) 상에도 배치된 프리즘을 포함한다. 상술된 바와 같이, 개구부는 검출 프로세스 개구부가 제한되어 국부적인 세기 측정으로 지향되도록 검출기 (200)와 인접하여 사용될 수 있다.

[0057] 도 4d는 도 4c의 조립체와 유사한 조립체 (20)의 또 다른 예시 실시예지만, 입력 및 출력 예지들 (23 및 24)은 내부 방향으로 광 (104)을 반사하도록 하는 TIR 표면들을 정의하기 위해 각이져 있다. 광원 (100)으로부터 나온 광 (104)은 각도의 범위에 걸쳐 하부 표면 (27)에서 도파관 (22)으로 들어가며, 그리고 각이진 예지 (23)에서 내부 방향으로 반사된다. 내부 반사는 광 (104)을 광 경로들 (OP_n)에 걸쳐 안내되도록 지향시킨다. 검출기 측면에서, 광 선들 (104-n)로서 이동하는 광 (104)은 각이진 예지 (24)로부터 반사되며, 그리고 도파관 (22)의 하부 표면 (27)에서 빠져나가도록 지향되고, 출력 광 (104-0)은 검출기 (200)에서 검출된다. 이로써, 각이진 예지 (23)는 입력 광 시스템 (123)의 구성요소를 정의하며, 그리고 각이진 예지 (24)는 출력 광 시스템 (124)의 구성요소를 정의한다. 상기에서 논의된 바와 같이, 개구부는 검출 프로세스 개구부가 제한되어 국부적인 세기 측정으로 지향되도록 검출기 (200)와 인접하여 사용될 수 있다.

[0058] 터치 스크린 동작

[0059] 시스템 (10)의 일반적인 동작에서, 도파관 (22)의 상부 표면 (26) 상에 일어나는 터치 이벤트 (TE)가 없고, 서로 다른 안내 모드들에 연관된 광 경로들 (OP_n)은 일정한 상태를 유지하고, 그 결과 도파관에서 빠져나가는. 검출기 말단에서의 출력 광 (104-0)은 시간에 대해 일정한 상태를 유지한다. 도 5a는, 터치 이벤트 (TE)가 발생되지 않을 시에, 도파관 (22)의 출력 예지 (24)에서의 출력 광 (104-0)으로부터의 근접-장 (near-field) 간섭 패턴의 사진이다.

[0060] 도 5b는 도 5a에 연관된 시스템 (10)에 대한 출력 광 (104-0)으로부터의 근접-장 간섭 패턴의 사진이지만, 이 경우에는 터치 이벤트 (TE)에는 적정 압력량이 가해진 사진이다. 볼 수 있는 바와 같이, 근접-장 간섭 패턴의 광 분배는 도 5a의 비-터치-이벤트 상황으로부터 변화된다. 도 5c는 도 5a 및 5b에 연관된 시스템 (10)에 대한 출력 광 (104-0)의 근접-장 간섭 패턴의 사진이지만, 이 경우에는 터치 이벤트 (TE)에는 강한 압력이 가해진 사진이다. 볼 수 있는 바와 같이, 근접-장 간섭 패턴의 광 분배는 도 5b의 적정-압력 터치-이벤트 상황으로부터 변화된다.

[0061] 출력 광 (104-0)에서의 광 분배의 변화는, 터치 이벤트 (TE)로부터의 압력으로 인해 도파관 (22)이 구부러지기 때문에 발생되고, 광 선들 (104-n)에 대한 상대적인 광 경로 차이들에서의 변화를 일으킨다. 상기 도파관이 서로 다르게 구부러지는 것은 각각의 광 경로 (OP_n)에 서로 다르게 영향을 미치고, 그 결과 현존하는 광 경로 차이들의 변화들이 일어나고 변화된 광 경로들 (OP'_n) 세트를 불러 일으킨다. 이로써, 출력 광 (104-0)은 다중모드 간섭 패턴을 정의하며, 그리고 이러한 패턴은, 광 경로들 (OP_n) 간의 차이들이 변화될 시에 변화된다.

[0062] 도 6a는 도파관 (22)의 단면도로서, 광 (104)이 제 1 광 경로 (OP₁) 상에서 이동하는, 즉 최저 차수 모드에서 중앙 축 (AC)을 따라 도파관을 통해 직선으로 이동하는 단면도이다. 사실, 제 1 광 경로 (OP₁) 및 중앙 축 (AC)은 이와 같은 경우에 동일하다.

[0063] 도 6b는 도 6a와 동일한 도파관 (22)이지만, 상부 표면 (26)이 중간 내의 터치 이벤트 위치 (TL)에서 터치 이벤트 (TE)를 받고 도파관을 구부리는 도면이다. 터치 이벤트 (TE)가 일어나지 않을 시에, 도파관 (22)이 길이 (L)를 가진다고 한다. 터치 이벤트 (TE)가 터치 위치 (TL)에서 일어날 시에, 도파관 (22)은 중앙 축 (AC)에 대해 측정된 곡률 (R)의 반경으로 구부러진다.

[0064] 도 6b의 휘어진 도파관에 연관된 새로운 광 경로 (OP'₁)는 도 6a의 휘어지지 않은 상부 도파관의 광 경로 (OP₁)보다 길다. 도파관의 곡률이 곡률 ($R = r + \delta r$)의 반경을 가지고, 곡률이 각도 (θ)에 마주 대한다고 (subtend) 가정하면, θ 가 상대적으로 작은 각도인 경우 (즉, 본 예에서 타당하게 추정된 R이 상대적으로 큼), 손쉽게 도식될 수 있는 바와 같이, OPA로부터 OPA'까지의 광 경로의 변화는 대략 δr 이다.

[0065] 이로써, 터치 이벤트로 인한 도파관 (22)의 구부러짐 때문에, 광 경로들 (OP₁ 및 OP'₁) 간의 광 경로 차이는 약 δr 이다. δr 이 예를 들어 약 2.5 마이크로인 경우, 800 마이크로 등의 파장의 적외선 광의 2 개의 파장들과 거의 같을 것이다. 이러한 광 경로 차이의 양은 출력 광 (104-0) 내의 변화, 예를 들면, 최종 간섭 패턴의 검출 부분 내의 프린지들의 이동으로 인한, 출력 예지 (24)에서 주어진 지점에서의 광 파워의 양의 변화로서 그 자체로 나타난다. 이는 도 5a 내지 5c에 도식된 것이다. 최저 차수 광 경로 이외의 다른 광 경로들의 변화들은 유사한 방식으로 변화된다.

- [0066] 모달 분해 (Modal decomposition) 및 수반되는 다중모드 간섭은, 광 (104)이 도파관 (20)에서 재-분배되는 방식을 기술하기 위한 한 방식이다. 이러한 설명에서, 출력 광 (104-0)은, 간섭 효과 변화로 인해 패턴이 변화되는 것과 같이 생각될 수 있다. 그러나, 광 (104)의 재분배를 나타내기 위한 또 다른 방식은 광선 추적 (ray tracing)에 기반하여 기하학적인 모델을 사용하는 것이다. 실제, 1mm의 정도의 도파관 두께 (TH)를 이용하면, 회절 효과들은 무시될 수 있다. 이로써, 다른 실시예들에서, 출력 광 (104-0)의 서로 다른 구성요소들 (광선들)은 도파관 (20)의 편향에 의해 제-지향되며, 그리고 재-방향은 출력 광의 특성, 예를 들면, 세기 패턴, 세기 중심의 위치, 일반적인 단일 출력 빔을 다수의 출력 빔들로 분할시키는 것 등을 변화시킨다.
- [0067] 실질적으로 시준된 광 (104)을 평면 도파관 (20), 예를 들면 투명 유리 시트 (예를 들면, 도 6c 참조)로 주입시킬 시에, 광은 반사 없이 이동할 수 있다. 도파관 (20)의 출력 에지 (24)에서 출력 광 (104-0)에 의해 정의된 바와 같은 최종 에너지 분배는 실질적으로 균질한 분배를 가진다. 일부 구부림이 일어날 시에 (도 6d 참조), 광 (104)의 일부는 상부 및 하부 표면들 (26 및 27)에 반사된다. 이는 출력 광 (104-0)의 에너지 분배를 변형시킨다.
- [0068] 도 6f는 서로 다른 양의 도파관 구부림에 대한 광선 추적 모델을 사용하여 결정된 바와 같은 예시 이미지 출력 광 (104-0)을 도시한다. 에너지 분배는, 어떠한 구부림 없이, 도파관 (20)에 대해 실질적으로 균질한 것으로 시작한다 (상부 좌측 이미지). 그 후, 에너지 분배는 비대칭이 되며, 그리고 구부림 양이 도파관 두께의 절반에 가깝게 될 시에 다시 실질적으로 균질해지는 것으로 종료된다. 개구부 (124)를 출력에 갖다놓음으로써, 구부러진 도파관 진폭의 함수로서 유사 사인 곡선의 (quasi-sinusoidal) 검출기 신호 (SD)의 획득을 기대할 수 있다.
- [0069] 도 6f에 도시된 결과물들은 어떠한 간섭 효과들도 포함하지 않는데, 이는 전파되는 광선 모두의 세기가 합쳐지기 때문이다. 도 14는 도 6f의 것과 유사한 이미지들을 도시하지만, 광선들의 전계가 추가되는 점을 제외하고는 동일한 모델의 결과물이다. 도시될 수 있는 바와 같이, 보다 높은 주파수 프린지들은 2 개의 서로 다른 각도로 도파관 (20)의 출력 에지 (24)에서 빠져나가는 2 개의 빔들 사이의 간섭 효과들로 인해 나타난다.
- [0070] 시스템 (10)은 2 개의 서로 다른 모드들에서 동작될 수 있다. 제 1 모드에서, 거의 시준된 광 (104)은 도파관 (20)에 대해 일부 각도로 주입되어, 매우 높은 주파수 프린지들의 생성을 초래하고, 이는 도 6g 및 5b에서 볼 수 있다. 이러한 프린지들의 피리어드보다 상당히 긴 개구부 (214)를 선택함으로써, 검출 프로세스는 프린지들에 둔감하게 되며, 그리고 단지 도 6f에 의해 예측된 엔벨로프 (엔벨로프)의 모션에 대해서만 민감하다. 제 2 모드에서, 광 (104)은 도파관 (20)과 거의 평행을 이루어 주입되며, 그리고 개구부 (214)는 프린지 피리어드 (fringe period)보다 상당히 작다. 이러한 경우에서, 검출 프로세스는 프린지들의 모션에 민감하고, 검출 감도를 개선시킬 수 있다.
- [0071] 도 6c 및 6d는 도 6b의 도파관 (22)의 입력 에지부의 확대도이다. 도 6c는, 도파관의 구부러짐이 없을 시에 어떠한 바운스도 없이, 최저 차수 모드에서 도파관을 따라 똑바로 이동하는 평행 (시준) 입력 광 (104)을 도시한다. 도 6d는, 입력 시준 광 (104)이 상부 및 하부 표면들의 바운싱 오프 (bouncing off)로 종료되는 구부러진 (휘어진) 도파관을 도시한다. 이는, 구부러진 도파관에서 광 (104)의 광 경로가 만족된 중앙 축 (AC)을 따라 똑바로 이동하는 경우보다 길다는 것을 의미한다. 이로써, 도파관 (22)의 휘어짐 또는 구부러짐은 시준된 (최저 차수 모드) 광을 보다 높은 차수 모드 광으로 바꿀 수 있다. 이는 광 경로의 큰 변화량을 초래하여, 출력 에지 (24)에서 출력 광 (104-0)의 분배에서의 큰 변화량으로 바뀌게 된다.
- [0072] 도 6e는 도 6c에 도시된 바와 같이, 도파관 (22)의 출력 에지부의 확대 단면도를 도시한 것으로, 도파관이 휘어질 시에 광선 추적 모델링의 결과물에 기반한 광 선들 (104-n)을 도시한 도면이다. 광 선들 (104-n)은 휘어진 도파관 (22)으로 인해, 비-균질하게 분배된다. 도 6f는 출력 에지 (24)에서 출력 광 (104-0)의 세기 분배를 도시하며, 그리고 휘어진 (구부러진) 양이 증가할 시에 세기 분배에서의 변화를 도시한다.
- [0073] 도 6g는 도파관 (22)의 출력 에지 (24)에서 출력 광 (104-0)의 이미지들의 시퀀스를 도시한다. 도파관 (22)은 두께 (TH) (= 1.3 mm 두께)를 가진 유리 시트이다. 두께 (TH)는 이미지들 각각에서 나타난다. 상부 및 하부 표면들의 대략적인 위치들은 화이트 점선들로 나타난다. 출력 광 (104-0)에서의 광 분배는 우측으로 이동하는 것으로 시작하여 광의 대부분이 시트의 에지에 집중되고, 그 후에 중앙으로 다시 되돌아오는 지점에 이른다. 구부러진 경우, 광은 우측-좌측 및 좌측-우측으로 주기적인 방식으로 이동할 수 있다. 시트 상의 중앙에 있는 광을 다시 중앙에 이동시키는데 필요한 구부림은 모델과의 우수한 조화 (good agreement)를 이룬, 시트 두께 절반과 거의 같다.

- [0074] 도 7a는 손가락 (50)이 중앙 터치 위치에 터치 이벤트 (TE)를 생성할 포즈를 취하고 있는 도파관 (22)의 개략적인 단면도이다. 도 7b는, 도파관 (22)의 상부 표면 (26) 상에 아래로 압력을 가하여 도파관 (22)이 휘어지도록 하는 손가락 (50)에 의해 야기된 터치 이벤트를 도시한다. 도 7c는, 터치 이벤트 (TE)가 출력 예지 (24)에 가까운 터치 위치 (TL) (즉, 터치 위치가 도파관 (22) 중앙에서 벗어남)에서 일어난다는 점을 제외하고는, 도 7b와 유사하다.
- [0075] 터치 이벤트의 시간 전개 결정
- [0076] 본원의 양태들은 터치 이벤트 (TE)의 시간 전개를 결정하는 것을 포함한다. 예를 들어, 이는, 예를 들어, 손가락, 스타일러스, 펜슬 말단의 지우개 또는 이와 유사한 도구에 의해 도파관 (22)의 상부 표면 (26)에 가해진 상대 압력량을 결정하는데 사용될 수 있다. 본원에서 주목해야 하는 바와 같이, 상부 도파관 (22A)에서 조립체 (30)에 가해진 압력은, 코팅 층 등의 상부 표면 (26A)에 위치한 또 다른 표면을 통해 있을 수 있다.
- [0077] 이로써, 예시 실시예에서, 프로세싱된 검출기 신호 (SD)의 시간 전개는 터치 이벤트 (TE)의 시간 전개를 특징짓는데 사용된다. 예를 들어, 물체 (예를 들면, 손가락 (50), 스타일러스 등)가 도파관 (22)의 표면 (26)에 초기에 접촉될 시에, 투명 시트의 적은 양의 휘어짐이 일어난다. 손가락 (50)이 상부 도파관 (22)을 향하여 연속적으로 밀 시에, 상부 도파관의 휘어짐 양은 변화되고, 그 결과 광 경로 길이들 (OPn)은 연속적으로 변화한다. 변화하는 광 경로들은, 출력 광 (104-0) 내의 연속적인 변화, 및 이에 따른 프로세싱된 검출기 신호 (SD)로서 나타난다. 광 경로들 내의 연속적인 변화는 출력 광 (104-0)에서 각이지고 공간적인 분배를 변화시킨다. 이는 광 경로들 내의 변화로 인한 간섭 패턴들, 및 제조에서 발생되고 응력이 발생된 복굴절 (복굴절)의 광 통과 차이 영역들로 인한 광 (104)의 편광 상태를 포함한다.
- [0078] 물체가 터치 위치 (TL)에서 일정한 압력을 가할 시에, 프로세싱된 검출기 신호 (SD)의 변화가 정지된다. 이 지점에서, 프로세싱된 검출기 신호 (SD)가 일정하게 유지되는 시간량이 측정될 수 있다. 이러한 정보는 예를 들어, 특정 양의 압력뿐만 아니라 선택 지속시간에 연관되기 위한 터치 이벤트 (TE)를 필요로 함으로써, 기능을 수행하는데 사용될 수 있다. 더욱이, 예시 실시예에서, 필요할 수 있는 바와 같이, 터치 이벤트는, 도파관 (22)의 상부 표면 (26) 상에 아래로 가압하여 부주의하게 터치 이벤트를 트리거링하는 임의의 대상과는 달리, 터치 이벤트를 의도적으로 일어나게 하는데 사용되는 손가락 또는 스타일러스와 연관되는 압력에 있어, 선택 시간 전개를 가진다.
- [0079] 도 8은, 다수의 광원들 (100) 및 다수의 검출기들 (200)을 가진 예시 시스템 (10)에 대하여, 마이크로와트 단위 (μW)의 측정된 광 파워 (P_M) 대 뉴턴 단위 (N)의 가해진 터치 힘 (F_T)의 도표이다. 상기 도표는, 도표의 정상 각형으로 나타난 바와 같이, 그리고 도 7b에 도시된 바와 같이, 도파관 (22)의 중앙에서 터치 위치를 가진 터치 이벤트 (TE)로부터의 데이터를 포함한다. 도표는 또한 도표의 다이아몬드로 나타난 바와 같이, 그리고 도 7c에 도시된 바와 같이, 예지 근방에서의 터치 이벤트로부터의 데이터를 포함한다.
- [0080] 도표는, 중앙 근방에서 터치 이벤트를 행할 시에, 도파관 (22)의 예지 근방에서의 터치 이벤트 (TE)가 검출기 (200)에서 측정된 파워를 크게 변화시키지 못한다는 것을 나타낸다. 이러한 데이터는 터치 이벤트의 일반적인 위치, 즉, 도파관의 예지보다 중앙에 가까운지를 확립하는데 사용될 수 있다.
- [0081] 시스템 (10)의 터치 감도를 증명하기 위해서, 도 4a에 도시된 바와 같은, 예시의 광 섬유 기반 시스템이 사용된다. 광원 (100)은 6328 nm의 동작 파장을 갖는 레이저의 형태를 한다. 레이저 (100)는 단일-모드 섬유 (123)에 연결된다. 시준 렌즈는 도파관 (22)으로서 4"x4" Gorilla® 유리 기판의 사용을 시작으로 한다. 다중모드 섬유 (124)는 출력 광 (104-0)의 일부를 수집하고, 이를 검출기 (200)로 전달하기 위해, 출력 예지 (24)에서 유리 기판에 버트-연결된다 (butt-coupled).
- [0082] 도파관 (22)이 터치 위치 (TL)에서 압력 (힘)을 받을 시에, 검출된 광 세기는 변화한다. 상기에서 도입되고 논의된 도 5a 내지 5c는 CCD 카메라의 형태를 한 검출기 (200)를 이용하여 유리의 예지에서 취해진 밝고 어두운 간섭 패턴의 근접-장 이미지를 도시한다. 중요한 패턴 변화들을 볼 수 있는 바와 같이, 중앙 간섭 세기 최대화는 상부 표면 (26) 근방으로부터 하부 표면 (37) 근방까지 이동된다.
- [0083] 출력 광 (104-0)의 세기 패턴이 변화하면, 검출된 파워의 변화는 터치 이벤트에 연관되어 가해진 힘의 크기를 나타내는데 사용될 수 있다.
- [0084] 근접-장 및 원거리-장 검출
- [0085] 시스템 (10)의 일 예시의 실시예는 "근접 장"에서, 즉 출력 예지 (24)에 근접하여 출력 광을 검출하는 반면, 또

다른 예시 실시예에서, 시스템은 "원거리 장"에서, 즉 출력 예지 (24)로부터 떨어져서 출력 광을 검출한다. 근접-장 검출은 검출기 (200) 앞에서 작은 개구부 (214) (즉, 도파관 (22)의 두께 (TH)보다 작음)를 위치시킴으로써 달성될 수 있다. 이러한 구성에서, 시스템 (10)의 광선-추적 모델링은, 도파관이 휘어질 시에 검출 신호 (SD)가 주기 함수라는 것을 나타내고, 이때 피리어드는 도파관 (22)의 두께 (TH)에 근접한다.

[0086] 원거리 장 검출은, 도파관 (22)의 입력 예지 (23)에 실질적으로 시준된 광 (104)을 주입시키고 두 방향 주위에 서 집광되는 것이 예측된 출력 광 (104-0)을 원거리 장에서 관측함으로써, 이루어질 수 있다. 두 방향은 짝수 및 홀수 반사를 각각 하는 광 (104)에 대응한다. 도파관 (22)의 굽힘 양의 변화는 두 방향으로 광 파워의 분배를 변화시킨다. 두 방향은, 출력 광 (104-0)이 검출되는 거리에 의존하여, 두 위치로 변형된다.

[0087] 도 9a는 출력 광의 두 방향 (위치)을 보여주고, 휘어진 도파관에 대한 원거리-장에서 측정될 시에, 출력 광 (104-0)의 시뮬레이션이다. 도 9b는 실제 휘어진 도파관 (22)에 대한 측정 결과를 보여주고, 이때 출력 광 (104-0)의 세기의 원거리-장 분배는 도 9a의 모델링된 결과물들과 거의 유사하다. 도 9c는 광 스팟의 위치에 배치된 제 1 및 제 2 포토검출기들 (도표에서 곡선 A 및 B)에 의해 결정된 바와 같이, 두 광 방향들에 대한 파워 (P)의 % 대 유리 변형 (D) (mm)의 도표이다. 도표에서 볼 수 있는 바와 같이, 스팟들의 파워 양은 주기적이며, 이때 상기 2 개의 주기는 180 도의 위상 차를 갖는다.

[0088] 도 10은, 1.2 mm의 두께 (TH)를 가진 유리로 구성된 예시의 도파관 (22)에 1 뉴톤의 즉각적인 힘을 인가할 시에, 두 원거리-장 광 스팟들 중 하나에서, 전압 (V) 대 시간의 도표이다. 전압은 검출된 광 파워를 나타낸다. 도표는 가파른 추이를 나타내고, 이는 터치 이벤트의 검출이 원거리-장 출력 광 (104-0)의 서로 다른 방향들 간의 광 파워의 이동에 기반할 수 있다는 것을 의미한다.

[0089] 시스템 (10)은 또한 상부 및 하부 표면들 (26 및 27) 중 하나 또는 둘 다에서 출력 광 (104-0)을 검출하도록 구성될 수 있다. 광 (104)이 상부 및 하부 표면들 (26 및 27)로부터 바운스되는 방식으로 굽힘 도파관 (22)이 변화하기 때문에, 이러한 변화는, 광이 액세스될 수 있고 검출될 수 있는 경우에 구부러진 도파관을 측정하는데 사용될 수 있다.

[0090] 광선 추적 시뮬레이션

[0091] 도 11a 및 11b는, 1.2 mm의 두께 (TH)를 갖는 도파관 (22)에 광 (104)의 주입에 기반한 광선 추적 시뮬레이션을 도시한다. 광 (104)은 10 도의 각도로 주입되고, 그 결과 광은 상부 및 하부 표면들 (26 및 27)에 바운스 오프된다. 도 11a는 도파관이 구부러지지 않은 것을 도시한 반면, 도 11b는 0.3 mm의 굽힘을 도시한다. 검출기 (200)는 도파관 (22)의 인접한 상부 표면 (26)에 배치된 것으로 도시된다. 검출기 신호 (SD)는 도파관 (22)의 굽힘 정도가 변화될 시에 변화되는데, 이는 광 바운스들의 위치 (그리고 일부 경우에서, 바운스의 수)가 변화되기 때문이다. 모델에 따르면, 검출기 신호 (SD)는 주기적이며, 이때 피리어드는 도파관 두께 (TH) 절반과 같다.

[0092] 예시의 검출기 (200)는 $LD = TH/(\sin\theta)$ 에 의해 정의된 중앙 축 (AC) 방향으로의 길이 (LD)를 가지며, 상기 TH는 상술된 도파관 두께이며, 그리고 θ 는 도파관 (22)의 상부 및 하부 표면들 (26 및 27)에 대한 광 (104)의 각도이다.

[0093] 도 12a 내지 12c는, 1.2 mm의 두께 (TH)를 가지고 240 mm의 축 길이를 가지는 도파관 (22)에서 이동하는 광 (104)의 광선-추적 시뮬레이션을 도시한다. 입력 예지 (23)는, 0 도 (도 12a), 0.3 도 (도 12b) 및 0.6 도 (도 12c)의 발산 (완전) 각도를 가진 균질한 조명으로 조명된다. 볼 수 있는 바와 같이, 0.6 도에서, 전체 도파관은 광 (104)으로 채워지고, 그 결과 도파관 굽힘에 의해 유도된 신호 변조는 사라진다. 최대 빔 발산 (δ)은, 입력 빔 (104)이 과하게 채워질 시에, 도파관 두께 (TH)는 $\delta < 2 \cdot TH/L$ 에 의해 대략적으로 주어지고, 여기서 L은 전파 길이이다.

[0094] 이러한 모델에 따라서, 예측할 수 있는 점은 신호가 (검출 기법과 독립적으로) 주기적일 수 있다는 점이다. 이로써, 시스템이 주기 함수의 제로에 가깝게 동작되는 한, 신호는 실질적으로 선형일 것이다. 그러나, 응답 함수의 위상은, 다수의 파라미터들, 예를 들면, 유리 길이, 유리 두께, 주입 각도 등에 의존한다. 예시 실시예에서, 활성 정렬은, 시스템 (10)이 주기 함수의 제로에 가깝게 동작하는 것을 확보하는데 사용될 수 있다.

[0095] 2 개의 검출기 실시예

[0096] 도 13은, 인접한 상부 및 하부 표면들 (26 및 27)에 배치된 2 개의 검출기들 (200) (200U, 200L)을 사용한 시스템 (10)의 예시 실시예를 도시한다. 검출기들 (200U 및 200L)은, 상기 검출기들이 주기의 4분 1만큼 위상 차

가 나는 신호들 (SD)을 검출하도록 배치된다. 그와 같은 경우, 압력을 계산하기 위해 뒤로 위치되는 것을 허용하는 코사인 및 사인 함수가 된다.

- [0097] 도 13에서, 거리 (Dx)는 바운스 주기를 나타내고, 2 개의 검출기들을 $Dx/4 + n Dx$ (n 정수)만큼 이동시켜 위치 시킴으로써, 기대할 수 있는 점은 신호 변조 대 가해진 힘이 신호 주기의 사분의 일만큼 위상 차가 일어날 수 있다는 점이다.
- [0098] 도 13에 도시된 바와 같은 예시 실시예에서, 2 개 이상의 검출기들 (200)은 상부 및 하부 표면들 (26 및 27) 중 하나 또는 둘 다에 대해 사용될 수 있다. 예시에서, 3 개의 검출기들 (200)이 사용된다. 3 개의 검출기들 (200) 중 2 개는 출력 예지 (26)에 인접하여 상부 및 하부 표면들 (26 및 27) 상에 배치될 수 있는 반면, 제 3의 것은 상부 또는 하부 표면 어느 것에서 도파관 (22)의 중간에서 또는 그 근방에서 배치될 수 있다. 시뮬레이션들은, 상기와 같은 구성이 위상 차가 나는 3 개의 주기 검출기 신호 (SD)의 검출을 허용하는 것을 나타내며, 그리고 이때 상대 위상들은, 도파관 (22)에서의 굽힘 양의 함수로서 변화하게 된다.
- [0099] 프린지 검출
- [0100] 시스템 (10)의 동작의 일 양태에서, 광 선들 (104-n)은 도파관 (22)에서 시작되고, 출력 방사 조도 프로파일은 출력 광 (104-0)에 기반하여 측정되고, 이때 상기 출력 광은 출력 말단 (24), 및 상부 및 하부 표면들 (26 및 27) 중 하나 이상으로부터 출력될 수 있다. 결과적으로, 간섭 효과들은 완전하게 고려되지 않아도 된다. 시준된 빔들 (104)이 2 개의 서로 다른 각도들에서 전파되는 경우에서, 이들은 간섭될 수 있으며, 그리고 고-주파수 프린지들을 생성한다. 이러한 프린지들은 CCD 카메라 상에 출력 빔을 이미지화하기 위해 높은 배율을 사용할 시에 보일 수 있다.
- [0101] 실제, 출력 광 (104-0)은 상대적으로 높은 주파수를 가지는 프린지들을 정의할 수 있다. 개구부-제한 검출 기법이 사용되는 경우에서, 출력 광 (104-0)을 필터링하기 위해 사용된 개구부 (214)는 일반적으로 프린지 피리어드보다 매우 크다. 이러한 경우에서, 검출은 출력 광 빔의 엔벨로프 (envelope)의 모션에 단지 민감하다.
- [0102] 입력 광 빔 (104)이 도파관 (22)의 중앙 축 (AC)과 정확하게 정렬될 수 있는 경우, 낮은 주파수 프린지들이 일어날 수 있으며, 핀홀 (pinhole)은 프린지들을 필터링할 것이다. 이로써, 빔 엔벨로프의 모션을 검출하는 상부 상에서, 시스템은 또한 낮은 주파수 프린지들을 검출하는 것을 시작할 것이다.
- [0103] 도 14는, 세기보다는 오히려 광의 전계들을 합함으로써 얻어진 출력 광 빔들 (104-0)의 시뮬레이션된 일련의 이미지들을 도시한다. 시뮬레이션에서, 도파관 두께는 $TH = 1.2 \text{ mm}$ 이며, 그리고 입력 빔 (104)은 시준되고, 입력 말단 (23)에 정상적으로 입사하고, 이때 조명은 입력 말단을 과도하게 채운다. 굽힘 정도는 각각의 이미지 상에서 도시된다.
- [0104] 볼 수 있는 바와 같이, 도파관 (20)이 굽어지기 시작할 시에, 프린지들은 패턴으로 나타나며, 그리고 일반적으로 엔벨로프의 일반적인 모션에 더해진다. 근접-장 필터링 소자가 프린지들의 피리어드보다 작다고 한다면, 고 주파수 변조는, 빔 엔벨로프의 모션을 바로 검출할 시보다 더 민감한 이러한 측정 상황 (regime)을 이룸으로써 검출될 수 있다.
- [0105] 클래딩 층들을 가진 도파관
- [0106] 시스템 (10)의 실시예에서, 광 (104)은 도파관의 방향에 근접하게 주입되고 (즉, 실질적으로 시준됨), 그 결과 광은 매우 양호하게 안내된다. 도 15는, 상부 및 하부 클래딩 층들 (26C 및 27C) 각각 중 적어도 하나를 포함하는 시스템 (10)의 예시 실시예를 도시한다. 클래딩 층들 (26C 및 27C)은 도파관 (22)의 굴절률보다 다소 낮은 굴절률을 가지고, 이로 인해, 도파관의 도파관 속성들을 강화시키는 역할을 한다. 이는, 클래딩 층들 중 하나 또는 둘 다에 적용되거나, 또는 눈부심 방지 층 또는 상기와 같은 다른 성능 강화 층 또는 층들을 도파관 (22)의 상부 및 하부 측면들 상에 추가하되, 광 (104)의 전파를 방해함 없이 추가하도록 접착 층 (예를 들면, 에폭시 본드)이 적용되는 것을 가능케 한다.
- [0107] 편광 효과들
- [0108] 터치 시스템 (10)은 편광 효과들, 예를 들면, 출력 빔 (104-0)의 편광 상태의 변화를 검출하도록 구성된 편광 광학기들의 추가적인 사용에 의해 개선될 수 있다. 이는 도파관 몸체 (25)에서, 광 (104)이 도파관을 횡단할 시에 광의 광 경로를 따라 복굴절의 변화들에 의해, 가능해진다.
- [0109] 복굴절은 물질의 광 속성이고, 물질 굴절률은 광의 편광 및 전파 방향에 의존한다. 복굴절은 또한 광탄성으로

알려져 있다. 특정 복굴절 광 물질들, 예를 들면, 유리는 기계적인 응력으로 인해 광학적으로 이방성인 반면, 다수의 결정체들은 이들의 결정체 구조로 인해 복굴절을 가진다. 단일-축 기계적인 응력의 경우에서, 복굴절의 값은 응력의 평행 방향으로 진동하고 수직 방향으로 진동하는 광에 대한 굴절률의 차이이다.

[0110] 2 개의 수직 방향으로 진동하는 광 간의 광 경로의 차이는 빔의 지체성 (retardation, Ret)으로 알려져 있다. 빔이 선형적으로 편광 및 정렬되고, 그 결과 진동이 응력 방향에 있게 되거나, 응력에 수직을 이룬 경우, 어떠한 지체성도 검출되지 않는데, 이는 단지 하나의 굴절률만이 관측되기 때문이다. 지체성의 양은 기계적인 응력 및 응력 광 계수들 (K)에 비례한다. 응력 광 계수는 유리 타입들에 따라 변화되고 온도 및 파장에 따라서는 매우 덜 변화하게 된다.

[0111] 지체성 (Ret)의 양은 다음 식에 의해 계산될 수 있다:

$$Ret = \frac{(n_{\parallel} - n_{\perp})d}{\lambda} = \frac{Kd\sigma}{\lambda}$$

[0112]

[0113] Ret는 파장 내의 지체이고, n은 응력 방향에 대한 굴절률이고, d는 광 경로 길이이고, λ 는 파장이고, σ 은 기계적인 응력 (인장 응력에 대하여 양이고, 압축 응력에 대해서는 음임)이며, 그리고 K는 광 응력 계수이다. σ 의 단위는 N/mm^2 또는 MPa (메가-파스칼)이다. K의 단위는 mm^2/N 이다. 공통 유리 타입의 BK7은 $\sim 2.8 \times 10^{-6}$ 의 K를 가지며, 그리고 이하의 표는 근적외선 (IR) 파장에 대한 경로 길이들 (거리) 및 압력들을 통한 응력 복굴절로 인한 감소의 계산의 예시이다.

[0114] 편광 검출의 간단한 구현은 도 16에 도시된다. 도시된 바와 같이, 손가락 (50)은 터치 위치 (TL)에서, 그리고 그 주위에서 도파관 몸체 (25)에서 압력 (550)을 생성하는 터치 이벤트를 일어나게 한다. 제 1 편광기 (501)는 광원 (100)과 입력 예지 (24) 사이에 배치된다. 편광기 (501)는 압력 (550)의 주요 방향에 대해 45° 방향으로 광 (104)을 선형적으로 편광시키도록 구성되고, 이때 상기 압력의 주요 방향은 도파관 (20)의 상부 표면 (22)에 대해 수직을 이룬다. 예시에서, 광 (104)은 중앙 축 (AC)과 평행하게 이동하도록 실질적으로 시준된다.

[0115] 시스템 (10)은 또한 출력 예지 (24)와 검출기 (200), 예를 들면, 바로 인접한 검출기 (200) 사이에 배치된 제 2 편광기 (511) (또한 "분석기"라 칭함)를 포함한다. 검출기 (200)는 200-A 및 200-B로 지칭된 2 개의 검출기들로 구성되는 것으로 일부 실시예들에서 간주될 수 있다. 예시 실시예에서, 제 2 편광기 (511)는 제 1 편광기 (501)에서 45° 로 동일하게 배치되고, 그 결과 광 (104)의 어떠한 편광 회전도 없을 시에, 검출기 신호는 최대가 된다. 그러나, 제 2 편광기 (511)는 임의의 편광 배향을 가질 수 있다.

[0116] 압력 (550)이 도파관 (20)에 가해질 시에, 광 (104)의 지체 (Ret)는 변화하게 된다. 이는, 편광기 (511)의 전송이 변화되고 검출기 (200-A)로부터의 검출기 신호 (SD_A)는 변화하게 된다는 것을 의미한다.

[0117] 제 2 (검출기) 편광기 (511)가 y-축에 대해 $+45^\circ$ 로 배향되고 제 1 (소스) 편광기 (501)와 평행을 이루는 경우, 검출기 신호 (SD)는, 압력 (550)이 가해지기 이전에 최대 신호로 정상화될 시에, 1과 같아질 것이다.

[0118] 상술된 제 2 검출기 (200-B)가 사용되고 y-축에 대해 -45° 로 그리고 편광기 (511)에 대해 90° 로 배향된 그 자신의 검출기 편광기 (512)를 포함하는 경우, 어떠한 압력 (550)도 가해지지 않는 동안, 검출기 (200B)로부터의 검출기 신호 (SD_B)는 제로가 될 것이다. 이는, 유리의 장착으로부터 어떠한 추가적인 압력도 없는 상황에서, 이하에서 논의될 바와 같이, 유리가 제조 시 복굴절이 없다는 것으로 추정된다.

[0119] 도 17은, 압력 (550)에 의한 압축으로 인해, 광 경로를 따라 유도된 응력 감소 대 검출기들 (200-A ("det A") 및 200-B ("det B"))의 검출기 신호들 (SD_A 및 SD_B)을 도시한다. 입력 예지 (23)에 들어가는, 선형적으로 편광된 광 (104)은, 광 경로 (OP)를 따른 지체가 제로로부터 증가될 시에 보다 타원형으로 편광되며, 그리고 지체가 파동의 4분의 1에 이르게 될 시에 원형으로 된다. 이러한 지점에서, 2 개의 수직 편광기 (511 및 512)의 전송은 동일하다.

[0120] 압력 (550)이 도파관 몸체 (25) 내의 반파 지체를 발생시키는 지점까지 증가될 시에, 광 (104)은 선형으로 편광되었지만 소스 편광에 대해 90° 로 회전된 것으로 되돌아 간다. 이러한 지점에서, 편광기 (511)의 전송은 제로이며, 그리고 편광기 (12)의 전송은 1이다. 2 개의 편광기들의 전송 대 지체는 사인곡선을 이루고, 이때 2

개의 위상은 완전하게 다르다.

[0121] 수직 편광들을 검출하는 2 개의 검출기들 (200-A 및 200-B)을 가진 이점은, 2 개의 검출기 신호들 (SD_A 및 SD_B)의 합산 및 차이가 사용될 수 있다는 점이다. 하나의 검출기는 압력으로부터 지체 (Ret) 크기를 결정할 수 있지만, 그러나 2 개의 검출기 신호들의 합산은 검출기들 상의 입사 광의 총 세기를 제공한다. 이는, 지체 변화의 정보 및 검출기들의 빔 오프 또는 상기 검출기들 상의 빔 오프의 스티어링이 위치 (터치 위치 (TL)) 및 터치 이벤트 (TE)에 연관된 압력 (550)의 양을 격리시키도록 한다. 검출기 신호들 (SD_A 및 SD_B)의 차이는 지체의 변화들에 보다 민감하며, 그리고 검출기 신호의 지체 구성요소들 및 빔 스티어링의 격리에 도움을 준다.

[0122] 도 18a-18e는, 유리 도파관 (20)이 굽어지게 될 시에, 분석기 (편광기 (511))를 통하여 이미지화된 에너지 프로파일들의 측정된 결과들을 보여주는 이미지들이다. 분석기가 없는 도 6g에서와 같이, 빔은, 도파관이 구부러질 시에 이동한다. 그러나, 이러한 모션 상에 중첩되면, 형상 및 파워 역시 변화하게 되고, 이는 광 (104)의 편광이 광 경로 (OP)를 따라 복굴절로 인해 변화하게 된다는 것을 나타낸다. 이는, 2 개의 검출기들 (200-A 및 200-B)이 빔 스티어링 및 복굴절의 신호 변화들을 추적한다는 이점을 입증한다. 제 1 이미지 (18a)에는 어떠한 압력 (550)도 없고, 차후의 이미지들 (18b-18e)에는 압력이 증가한다. 이미지 강도 (검출기 신호 (SD)에 대응함)는 도 18e에 가해진 압력의 양에서 크게 감소하였고, 이는 반파 지체 주위에 응력 복굴절이 도입되었다는 것을 나타낸다.

[0123] 예시 실시예에서, 시스템 (10)은 소스 편광기 (501)와 도파관 (20)의 입력 예지 (23) 사이에 배치된 4분의 1의 파장판 (503) (회피하게 도시)을 선택적으로 포함한다. 파장판 (503)이 배치되되 소스 편광기 측에 대해 45° 로 상기 파장판의 고속 축 (fast axis)이 배향되어 배치되는 경우, 원형으로 편광된 광 (104)은 도파관 (20)에 주입될 것이다. 이는 보다 큰 감도가 제로 지체에 근접하게 복굴절 변화가 있도록 한다. 수평 축이 0.25λ 까지 이동하게 되는 경우에 검출기들 (200-A 및 200-B)에 연관된 검출기 신호들 (SD_A 및 SD_B)은 도 17의 도표에 의해 기술될 수 있고, 그 결과 제로 지체 위치는 검출기 신호들 (SD_A 및 SD_B)이 같아지는 곳으로 이동된다. 이러한 구성에서, 2 개의 검출기 신호들 (SD_A 및 SD_B)의 차이는 최고 경사지의 위치에 있고, 그 결과 2 개의 검출기 신호들의 비율은 보다 높은 감도를 제공한다. 검출기들 (200-A 및 200-B)에 대한 정상화된 검출기 신호들의 비율의 기울기, 근 제로 지체는 4π 이다.

[0124] 2 개의 선형 수직 편광들 간의 차이는 편광의 상태를 특징짓는 4 개의 스토크스 (Stokes) 파라미터들 중 하나에 의해 정의된다. 예시의 터치 시스템 (10)은, 검출기 편광기들 (511 및 512)의 바로 하류에 위치한 4분의 1의 파장판들 (미도시)을 가진 4 개의 검출기들을 포함하며, 이들의 고속 축들은 선형 편광기들 ("원형 분석기들")에 대해 45° 로 배향된다. 이러한 구성에서, 검출기들 (200) 중 하나는 우-원형 편광 (right-handed circularly polarized light)을 검출하며, 그리고 다른 것은 좌-원형 편광을 검출한다. 2 개의 검출기들 간의 신호들의 차이는 스토크스 파라미터들 중 또 다른 것을 정의한다.

[0125] 이러한 서로 다른 편광기들 및 4분의 1의 파장판들은 쿼드-셀 (quad-cell) 검출기 (200)의 4 개 섹션들 앞에 위치할 수 있다. 2 개의 스토크스 파라미터들을 측정하는 것은 빔 (104)의 지체에 관한 정보뿐만 아니라, 광 경로에 대해 수직을 이룬 평면에서 투영될 시에 광 경로를 따른 응력 벡터들의 평균 회전치도 제공한다. 2 개의 추가 검출기들에 의해 제공된 추가 정보는 터치 이벤트 (TE) 동안 터치 위치들에 가해진 압력 (550)의 양과 터치 위치들 (TL)을 격리시키는데 사용될 수 있다.

[0126] 도 16의 시스템 (10)의 예시 실시예는 도파관 (20)을 지지하기 위해 동작 가능하게 배치 및 구성된 적어도 하나의 지지 부재 (520)를 포함한다. 지지 부재 (520)의 실시예는 도파관 (20)의 전체 하부 표면 (24)을 덮으며, 그리고 상대적으로 유연하지 못하다. 지지 부재 (520)는 도파관 (20)의 모션을 제한하는 역할을 하고, 그 결과 압력 (550)은 압력이 가해진 터치 위치 (TL)에서, 이뿐 아니라 도파관 몸체 (25)의 둘러싸인 부분에서 압축 응력을 만들어 낸다. 지지 부재가 없는 것에 비해 압력 (550)에 의해 만들어진 압축 응력을 지지 부재가 강화시키는 한, 지지 부재 (520)는 또한 프레임의 형태를 할 수 있거나, 또는 플레넘 (plenum)과는 다른 또 다른 구성을 가질 수 있다.

[0127] 도 19a는 시스템 (10)의 개략적인 단면도이고, 이때 2 개의 프레임-라인 지지 부재들 (520)은 둘레 (P) 근방에서 도파관 (20)의 상부 및 하부 표면들 (26 및 27) 상에 동작 가능하게 배치된다 (도 1 참조). 임의의 터치 이벤트 (TE)로부터의 압력 (550)은 도파관 (20)을 대부분 구부릴 수 있으며, 그리고 전체 도파관 몸체 (25) 상에서 압축 및 인장 응력을 이끌어 낼 것이다. 광 경로 (OP)를 따라 도시된 벡터들 (551) 세트는 응력 방향을

나타내며, 그리고 압력 (550)으로 인해 도파관 몸체 (25) 상에서 어떻게 변화하는지를 나타낸다. 광 경로 차이들로부터의 지체는 추가되고, 이로써, 인장 및 압축 영역들은 서로 보상할 것이다.

[0128] 터치 위치 (TL) 근방의 압축 응력은 도파관 (20)의 굽힘의 광범위의 압축 또는 인장 압력에 벡터들로서 추가될 것이다. 응력의 2 개의 소스들의 벡터 합산의 상대 가중치 (relative weighting)는 적어도 하나의 지지 부재 (520)에 의해 제공된 제약들에 의존한다. 광 빔 (104)에 의해 겪어진 지체의 추가 특성은, 광 빔이 광 경로 (OP) 상을 이동할 시에, 지체 대 터치 압력에서 연속적인 변화를 만들어 낸다.

[0129] 장차 제약들 또는 외부 압력이 없는 상황에서, 유리는 유리의 제조 시에 복굴절의 일부 양을 통상적으로 가질 것이다. 국부적인 응력 영역들은 고체 상태로의 유리 냉각 공정에서 형성될 수 있다. 고-성능 이미지화 시스템들에 사용된 유리는, 필요한 굴절률의 높은 균질성 정도 및 통상적인 $< 2 \text{ nm/cm}$ 인 최종적인 낮은 응력 복굴절을 얻기 위해, 몇 주의 어닐링을 종종 필요로 한다. 근 IR에서, 이러한 응력의 양은 50 mm의 경로 길이당 1/100 번째의 파장을 만들어 낸다.

[0130] 도 19b 및 19c를 참조하여 보면, 응력 영역들 (552)은, 이온 교환에 의해 화학적으로 경화된 유리 판 (20)의 상부 및 하부 측면들 둘 다 상에 형성된다. 도 19a에서와 같이 벡터들에 의한 응력 분대를 도시하는 대신에, 영역의 어두운 부분은 응력의 크기를 나타내고, 보다 어두운 컬러는 보다 큰 응력을 나타낸다. 도 19a와 19b 간의 차이는 압력 (550)이 유리를 구부리고 (도 19c), 보다 큰 제조-유도 응력 복굴절의 영역을 통해 광 (104)의 경로를 변경시킨다는 점이다. 제조-유도 응력 영역들 (552)은 근접 영역 압축 응력 및 굽힘 응력들에 벡터의 특성에 의해 추가된다. 광 빔의 지체의 추가적인 특성은 지체 대 터치 압력의 연속적인 변화를 만들어 낼 것이다.

[0131] 도 28a 내지 28c는 본원에 기술된 편광 기반 실시예들에 대한 보충 정보를 제공한다.

[0132] 얇은 도파관 영역

[0133] 도 20은 예시 터치 시스템 (10)의 개략적인 측면도이고, 지금 도파관 (20)은, 상부 표면 (22)에 인접한 상대적으로 얇은 도파관 영역 (29)을 포함하는 유리 시트의 형태를 한다. 도파관 영역 (29)은 상기의 다양한 예시의 실시예에 기술된 바와 같이, 도파관으로 역할하는 전체 벌크의 몸체 (25)에 비해 상대적으로 얇은 광 도파관으로 역할한다.

[0134] 도파관 영역 (29)은, 이온-교환 또는 적층식 퓨전 드로우 공정 (laminated fusion draw process) 또는 기관 상에 얇은 도파관 구조체들을 형성하기 위해 기술 분야에서 공지된 임의의 다른 기술을 사용하여 형성될 수 있다. 예시에서, 광원 (100)은 광 섬유 (123)의 섹션을 통해 도파관 영역 (29)에 광학적으로 연결되고, 이때 상기 광 섬유의 섹션은 입력 에지 (23) (이하에서, 도파관 입력 말단 (23))에서, 도파관 입력 말단에 버트-연결된 하나의 말단을 가진다. 검출기 (200)는 출력 에지 (24) (이하에서, 도파관 출력 말단 (24))에서 도파관 영역 (29)에 광학적으로 연결되거나 상기 도파관 영역에서 광 통신을 한다.

[0135] 이로써, 광 (104)은, 광이 안내될 시에 도파관 영역 (29) 내에 이동하며, 그리고 광은 출력 광 (104-0)에서 도파관 출력 말단 (24)으로부터 출력된다. 도파관 영역 (29)이 벌크 도파관 몸체 (25)보다 매우 얇기 때문에, 광 안내는, 회절 및 이와 같은 효과들을 무시하는 기하학적인 광 선 접근법보다 오히려 전자기 이론을 사용하여 최적으로 기술된다.

[0136] 도 20의 터치 시스템 (10)의 구성에 기반한 실험에서, 연결된 레이저 다이오드는 광원 (100)으로서 사용된다. Gorilla[®] 유리는 유리 시트 (20)를 위해 사용되며, 그리고 이온-교환 공정은 도파관 영역 (29)을 형성하기 위해 사용된다. 도파관 영역의 굴절률이 몸체 (25)의 굴절률보다 크기 때문에, 광은, 얇은 슬랩 도파관을 정의하는 도파관 영역 (29) 내에서 안내된다. 도파관 영역 (29)은 유리 시트보다 매우 얇은 약 50 μm 의 두께를 가진다. 이로써, 도파관 영역 (29)은 다수의 모드들을 지원하지만, 전체 유리 시트가 도파관으로 사용될 시보다 훨씬 적은 모드들을 지원한다.

[0137] 터치 힘이 유리 시트 (20)의 상부 표면 (22)에 가해지게 되면, 도파관 영역 (29) 내에 이동하는 서로 다른 모드들 중 상대 위상 차는 변화하게 된다. 이는 본 예에서 간섭 패턴을 나타내는 출력 광 (104-0)의 특성을 변경시키는 역할을 한다. 특히, 출력 광 내의 광 분배가 변화하게 된다. 다중모드 섬유에 의해 수집된 바와 같이, 수집된 (광) 파워 (P) (nW) 대 터치 힘의 크기 (뉴턴) 간의 양적 관계는 도 21에 도표화된다. 광 (104)은 유리 중앙을 통해 전파된다. 명확한 바와 같이, 유리 시트의 서로 다른 부분들 (에지 대 중앙)은 서로 다른 터치 감도를 가지며, 이러한 차이는, 힘이 터치 이벤트 (TE) 중에 가해진 터치 위치 (TL)를 결정하는데 사용될

수 있다.

- [0138] 도 22는, 유리 시트 (20) 상에 형성된 바와 같이 도파관 영역들 (29)에 대한 대안 구성을 위에서 바라본 도면이다. 표면 슬랩 도파관들로 구성된 것보다는 오히려, 도파관 영역들 (29)은 도시된 바와 같이 채널 도파관들로 구성될 수 있다. 채널 도파관 영역들 (29)은 유리 내에 또는 유리 꼭대기에 조각되어 구성될 수 있다. 도 23은 또한, 두 쌍의 광원들 (100) 및 검출기들 (200)에 연관된 2 개의 분기 네트워크들 (팬-아웃, fan-outs)을 도시한 채널 도파관 영역들 (29)에 대한 대안 실시예를 도시한다. 주목해야 하는 바와 같이, 채널 도파관 영역들 (29)의 공간은 균일할 필요가 없으며, 그리고, 터치 이벤트들 (TE)이 일어날 것 같거나, 또는 일어날 것이라 지정된 곳에 일반적으로 연관된 특정 위치들에 집중되어 있을 수 있다.
- [0139] 채널 도파관 영역들 (20)의 특정 패턴에 의존하여, 서로 다른 광원들 (100) 및 검출기들 (200)은 가해진 힘 및 (x, y) 터치 위치 (TL)를 검출하기 위해 사용될 수 있다.
- [0140] 본원의 양태는 터치 이벤트 (TE)의 터치 위치 (TL)를 식별하기 위해, 2 개 이상의 검출기들 (200)의 시간 응답을 사용하는 것이다. 이러한 기술은, 도파관/유리 시트 (20)의 변형이 시간 함수로서 터치 위치로부터 외부를 향하여 진행하기 때문에, 사용될 수 있다. 이는 결과적으로 광 선들 (104)이 도파관을 통해 취해지는 서로 다른 광 경로들 상의 서로 다른 영향을 가진다. 결과물은 2 개의 검출기들의 검출기 신호들의 지연이다.
- [0141] 도 24는, 도파관/유리 시트 (20) 상의 서로 다른 위치에서의 2 개의 서로 다른 터치 이벤트들 (TE)에 대한 2 개의 서로 다른 검출기들 (도면에서 A 및 B)에 있어, 검출기 신호 (임의의 단위)의 진폭 (AMP) 대 시간 (t)을 도표화 한다. A 신호와 B 신호 간의 시간 지연은 도파관/유리 시트 (20) 상의 서로 다른 위치들과 상관 관계를 가질 수 있다. 터치 이벤트 위치 (TL)에 가장 가까운 광 경로는 우선적으로 응답하여, 검출기 신호들의 시간 지연을 불러일으킨다. 이로써, 예시 실시예에서, 제어기 (300)는, 가능한 터치 위치들 (TL)의 함수로서, 다양한 검출기들 (200)에 대한 검출기 신호들과 연관된 다양한 시간 지연들에 대한 정보를 포함한다. 또 다른 예시에서, 제어기 (300)는 하나 이상의 검출기 신호들 내의 정보에 기반하여 터치 위치 (TL)를 계산하도록 구성된다.
- [0142] 압력 감지 디스플레이 시스템
- [0143] 도 25a는, 종래의 디스플레이 유닛 (410) 예를 들면, 액정 디스플레이 위 (예를 들면, 꼭대기)에 있고 인접하게 위치된 터치 시스템 (10)을 동작 가능하게 배치시킴으로써 형성된 예시 압력-감지 디스플레이 (400)의 개략적인 평면도이고, 이때 디스플레이는 종래의 위치 기반 감지 능력을 가질 수 있고, 터치 시스템 (10)은 본원에서 기술된 실시예들 중 어느 하나일 수 있다.
- [0144] 도 25b는 종래의 디스플레이 유닛 (410)에 터치 시스템 (10)을 통합시키는 법의 예시를 도시하는 예시 터치-감응 디스플레이 (400)의 개략적인 단면도의 부분 분해도이다. 종래의 디스플레이 유닛 (410)은, 도시된 바와 같이 모두 배치된, 광 (416)을 방출하는 백라이트 유닛 (414), 박막 트랜지스터 (TFT) 유리 층 (420), 액정 층 (430), 상부 표면 (452)을 가진 컬러 필터 유리 층 (450), 및 상부 표면 (462)을 가진 상부 편광기 층 (460)을 포함한 액정 디스플레이의 형태로 도시된다. 프레임 (470)은 컬러 필터 유리 층 (450)의 에지 주위에 배치된다. 광원 (100)은 예를 들면 프레임 (470) 내에 동작 가능하게 지지되는 것으로 도시된다. 이는 상부 측면 (482)을 가진 통합형 디스플레이 조립체 (480)를 형성한다.
- [0145] 최종적인 터치-감응 디스플레이 (400)를 형성하기 위해, 조립체 (20)는 상부 측면 (482) 상에 조립체를 동작 가능하게 배치시킴으로써, 종래의 디스플레이 유닛 (410)의 통합형 디스플레이 조립체 (480)에 추가된다. 조립체 (20)는 광원 (100) 및 검출기 (200)에 인접하게 배치된, IR-투명이지만 육안으로는 불투명한 층의 형태를 한 상술된 커버 (40)를 포함할 수 있다.
- [0146] 예시에서, 다양한 표시부 또는 표시부들 (미도시), 예를 들면 키보드 (미도시)는 상부 표면 (26) 상에 또는 상기 상부 표면을 통하여 사용자 (500)에게 나타나서, 상호작용하도록 안내한다. 예를 들면, 표시부들은 사용자 선택들, 소프트웨어 실행 등을 나타내기 위해 또는 사용자가 터치 이벤트 (TE)를 생성해야 하는 영역을 나타내기 위해 한쪽에 설정된, 도파관 (22)의 상부 표면 (26) 상의 구역들을 포함할 수 있다. 상기와 같은 영역은 예를 들어, 광 (104)이 상부 표면 (26)의 특정 부분들에 도달하지 않는 곳을 필요로 할 수 있다.
- [0147] 프린지 검출을 통해 터치 이벤트의 가함 힘의 추정
- [0148] 터치 시스템 (10)의 일부 적용에 있어서, 터치 위치 (TL)에서 가하는 힘 (압력)이 증가될 시에, 적어도 하나의

검출기 (200)는 출력 광 (104-0) 내의 세기 변화들에 균일하게 (매끄럽게) 응답하지 않을 것이다. 이에 따라, 본원의 양태들은 출력 광 (104-0)의 검출을 위해 다양한 실시예들 및 구성들을 사용하여 상기와 같은 경우들에서 가해지는 힘을 추정하는 것에 관한 것이다.

[0149] 도 26a 및 26b에 도시된 예시 실시예에서, 터치 시스템 (10)은 검출기 (200) 앞에서 경사식 감쇠 필터 (sloped attenuation filter) (감쇠기) (125)를 포함할 수 있다. 경사식 감쇠기 (125)는, 하부 에지로부터 상부 에지까지 균일하게 변화하는 감쇠로 구성된 유리로 형성될 수 있다. 도 26b는 감쇠기 (125)의 전송 (T) 대 높이의 예시 도표이다. 검출기 (200)의 광-감응 구역을 강타하는 전반적인 파워가 실질적으로 일정하기 때문에, 경사식 감쇠는, 검출기 신호 (SD)가 출력 광 (104-0)의 수직 "질량 중심"과 함께 변화되도록 할 수 있을 것이다. 이는 검출기 신호 (SD)가 가해진 압력과 상관관계가 가지도록 한다.

[0150] 일부 경우들에서, 터치 위치에서 가해진 압력에 응답하는 검출기는 완전하게 단조로울 수는 없다. 예를 들어, 이미지는, 압력이 특정 양에 도달하고 유리의 다른 에지 (검출기)로 점프할 때까지 일 방향으로 이동할 수 있다. 단조로운 범위가 너무 작지 않고 터치 힘이 즉각적으로 변화하지 않기 때문에, 본원의 양태는 측정치들을 "언랩 (unwrap)"하는 방법을 실행하는 것을 포함한다.

[0151] 방법에서 추정된 바와 같이, 검출기 신호 (SD)는 충분히 빠르게, 예를 들면, 60Hz 또는 그 이상의 빠르기로 샘플링되며, 상기 힘은 상당히 크고 (예를 들면, 100 g), 단조롭게 대 충동적으로 가해진다. 또한:

[0152] · 전기용량의 터치가 터치가 없다는 것을 감지할 때마다, 축적된 측정 값을 0으로 리셋한다.

[0153] · 새로운 위치가 예전 위치 (old position)에 상당히 가깝게 있는 경우, 새로운 위치를 유효 측정치로서 사용할 수 있다. 예전 위치가 단조 범위의 마지막에 가깝게 되고, 새로운 위치가 다른 범위의 마지막으로 점프한 경우, 가장 최근의 측정치에 전체 범위를 추가시킨다.

[0154] · 예전 위치가 단조로운 범위의 시작에 가깝고 한 범위보다 크게 추정하고, 새로운 위치가 다른 범위의 마지막으로 점프한 경우, 전체 범위를 감산하여 가장 최근의 추정치를 얻는다.

[0155] 본원의 또 다른 양태는 프린지-모션 검출을 사용한다. 출력 광 (104-0) 내의 프린지들이 압력으로 균일하게 이동하는 경향이 있기 때문에, CMOS 또는 CCD 셀들의 수직 스트라이프 (vertical stripe) (선형 어레이)를 사용할 수 있다. 수십 개의 셀들을 사용하는 것이 충분할 수 있다. 통상적인 2D 어레이 픽셀-기반 검출기 (200)는 수천 개의 셀들을 가진다. 선형 어레이 검출기 (200)는 출력 광 (104-0)의 수직 세기 프로파일을 제공할 수 있다. 세기 프로파일은 2 개의 구성요소들을 가진다: 하나는 하나 또는 두 개의 피크들을 통상적으로 갖고 천천히 변화하는 반면, 제 2 것은 빠르게 변화하는 프린지들을 나타낸다.

[0156] 예시 실시예에서, 필터는 천천히 변화하는 구성요소를 제거하기 위해 사용된다. 남아 있는 고속 변화 구성요소는 프린지들에 대응하는 피크들을 보여준다. 프린지 프로파일이 충분히 빠르게 (예를 들면, 60 Hz) 샘플링된 경우, 연이은 프레임들 간의 위상 차는 산출될 수 있다. 차이들을 통합시키는 것은 터치 위치 (TL)에서 가해진 압력을 (예를 들면, 비례적으로) 나타내는 검출기 신호 (SD)를 만들어 낸다.

[0157] 이로써, 예시의 검출기 측정치 구성들 및 방법들은 압력이 터치 위치 (TL)에서 가해지는 터치 이벤트 동안 다음의 실행을 포함한다:

[0158] · (큰 구역의 검출기와 동등한) 총 파워 통합. 이러한 구성을 TOTAL이라 칭함.

[0159] · (작은 핀홀1과 동등한) 이미지 중간 내의 작은 구역 통합. 이러한 구성을 PINHOLE1이라 칭함.

[0160] · (작은 핀홀2와 동등한) 이미지 중간 바로 위의 작은 구역 통합. 이러한 구성을 PINHOLE2라 칭함.

[0161] · 감쇠 수직 변화가 20:1인 큰 구역 통합 (이미지의 상부에서 가장 큰 감쇠). 이를 SLOPE1 구성이라 칭함.

[0162] · 감쇠 수직 변화가 20:1인 큰 구역 통합 (이미지의 하부에서 가장 큰 감쇠). 이를 SLOPE2 구성이라 칭함.

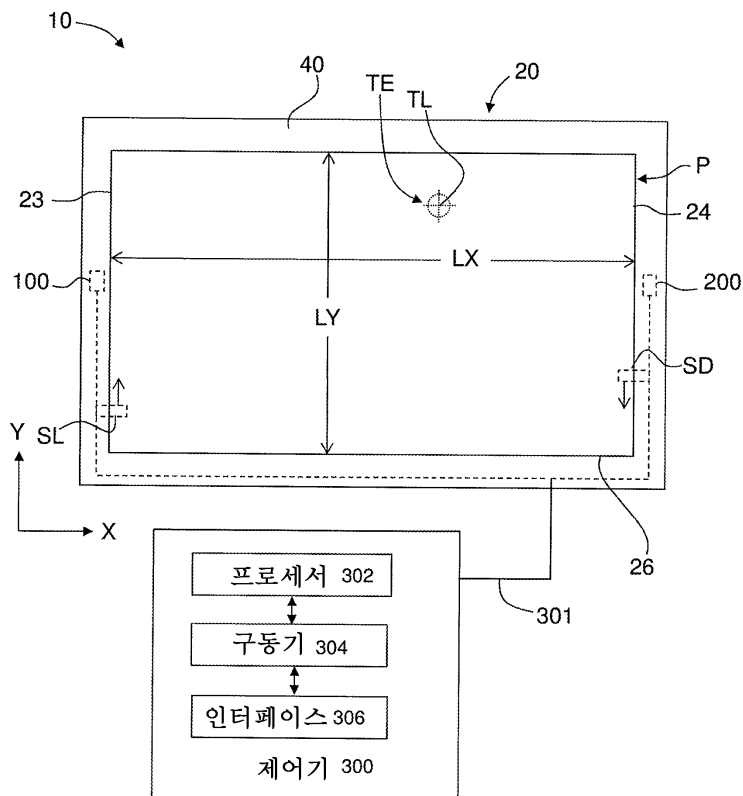
[0163] 도 27a는, 총 통합 파워 즉, TOTAL 신호 (블루) 및 검출기의 중간 내의 작은 구역의 통합 파워, 즉 PINHOLE 1 신호 (오렌지)에 대한 검출기 신호 (SD) (임의의 단위) 대 프레임 # F의 도표이다.

[0164] 도 27b는, 총 통합 파워 즉, TOTAL 신호 (블루) 및 검출기의 중간 바로 위의 작은 구역의 통합 파워, 즉 PINHOLE 2 신호 (오렌지)에 대한 검출기 신호 (SD) (임의의 단위) 대 프레임 #의 도표이다.

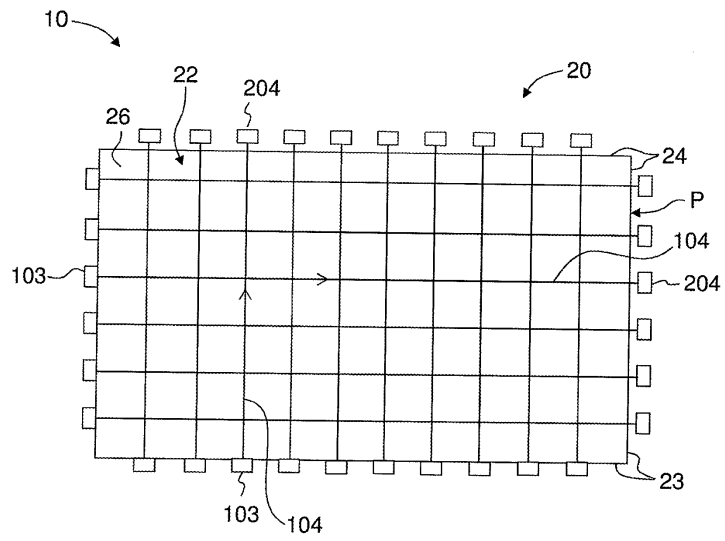
- [0165] 도 27c는, 총 통합 파워 즉, TOTAL 신호 (블루) 및 선형 감쇠 필터를 가진 신호 (이미지의 상부에서 높은 감쇠), 즉, SLOPE 1 (오렌지)에 대한 검출기 신호 (SD) (임의의 단위) 대 프레임 #의 도표이다.
- [0166] 도 27d는, 총 통합 파워 즉, TOTAL 신호 (블루) 및 선형 감쇠 필터를 가진 신호 (이미지의 하부에서 높은 감쇠), 즉, SLOPE 1 (오렌지)에 대한 검출기 신호 (SD) (임의의 단위) 대 프레임 #의 도표이다.
- [0167] 27a 내지 27d의 서로 다른 4 개의 신호 도표들 중에서, SLOPE2 및 PINHOLE1은 터치 위치에서 가해진 압력의 양을 가늠하는데 사용하기 위한 적합한 후보자들이다. 또한, PINHOLE 신호들은 위치를 감지하고 이로써, 터치 위치 (TL)의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다.
- [0168] 본원에서 실시예들이 특정 양태들 및 특징에 대해 기술되었지만, 이해하여야 하는 바와 같이, 이러한 실시예들은 원하는 원리 및 적용을 단지 나타낼 뿐이다. 그러므로, 이해하여야 하는 바와 같이, 다양한 변형들은 예시 실시예들에서 이루어질 수 있으며, 다른 배치들도 첨부된 청구항의 기술 사상 및 권리 범위로부터 벗어남 없이 고안될 수 있다.

도면

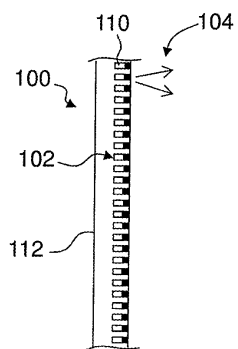
도면1a



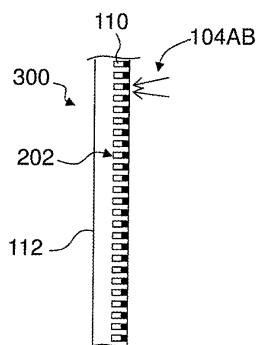
도면1b



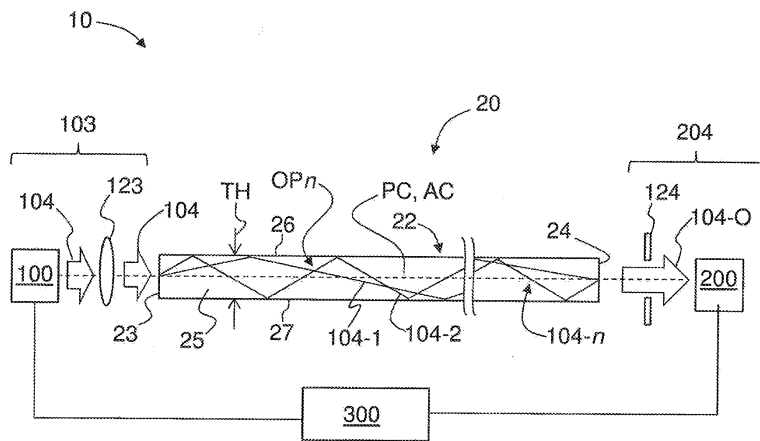
도면2a



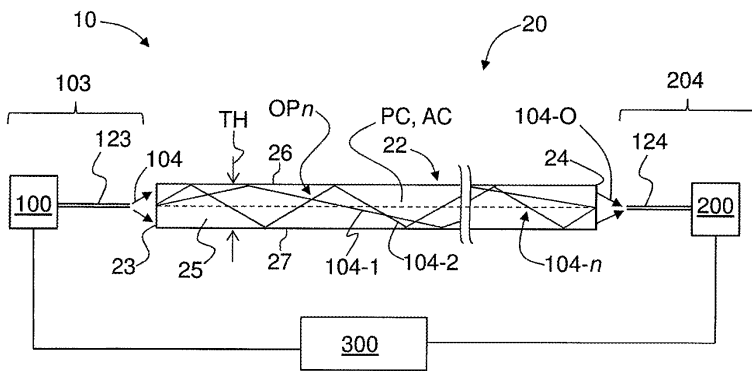
도면2b



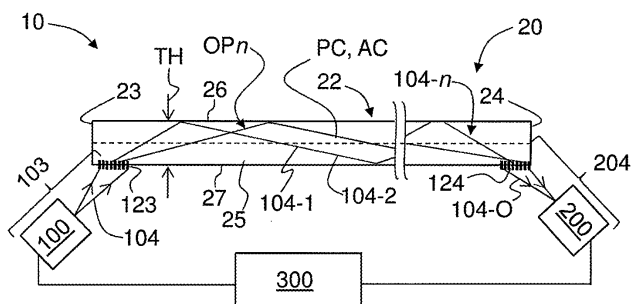
도면3



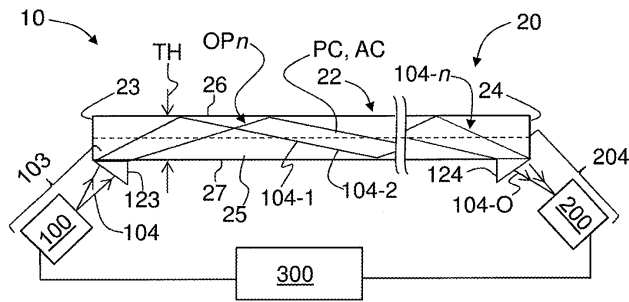
도면4a



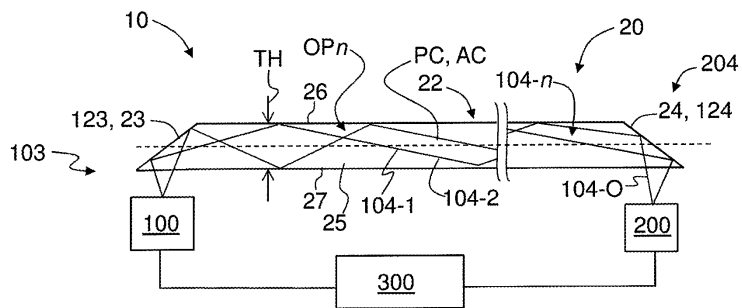
도면4b



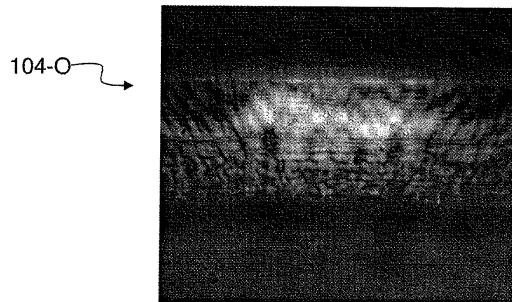
도면4c



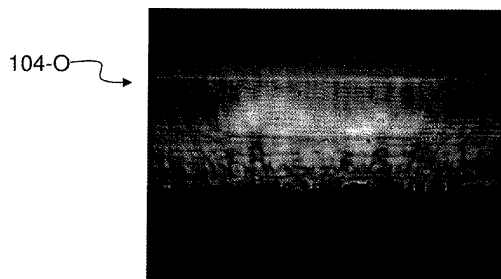
도면4d



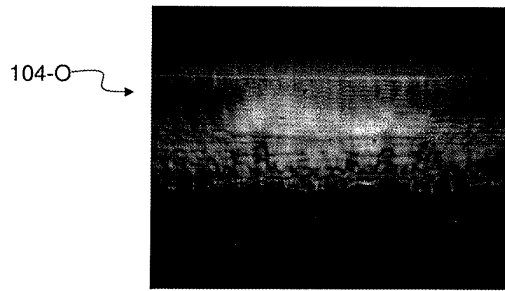
도면5a



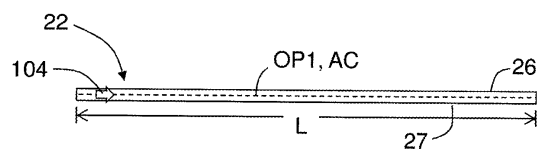
도면5b



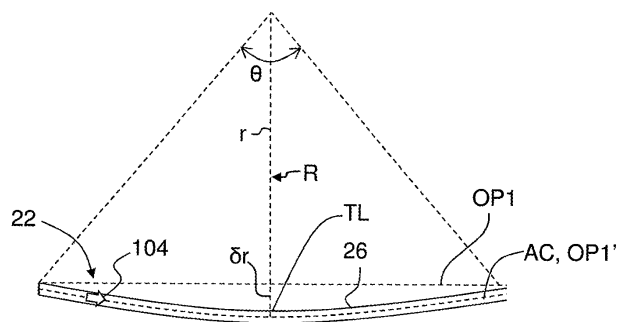
도면5c



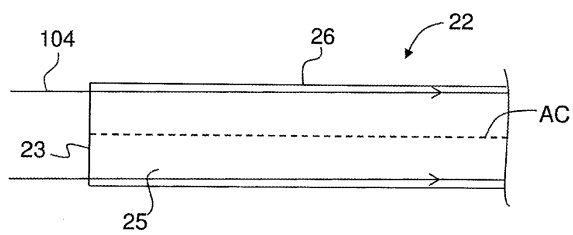
도면6a



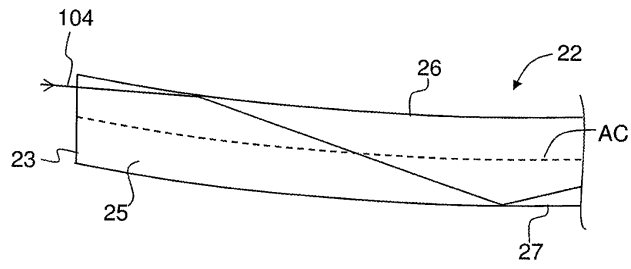
도면6b



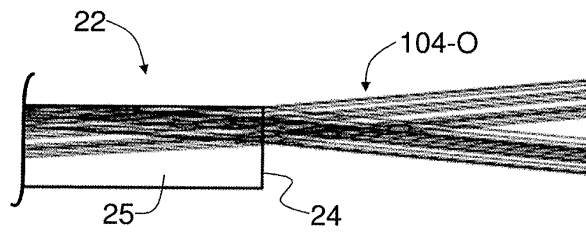
도면6c



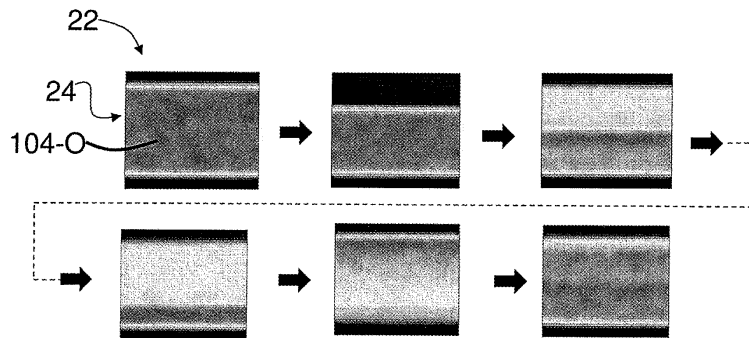
도면6d



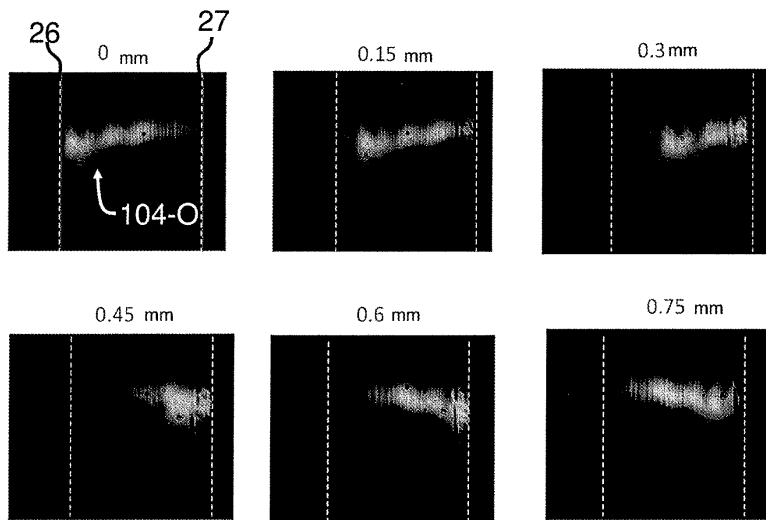
도면6e



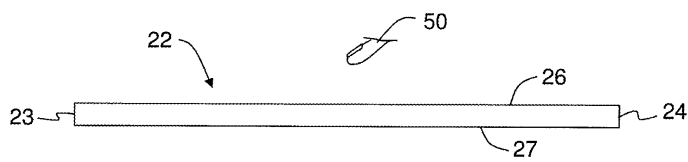
도면6f



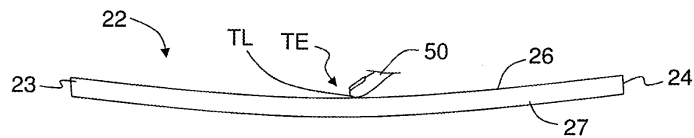
도면6g



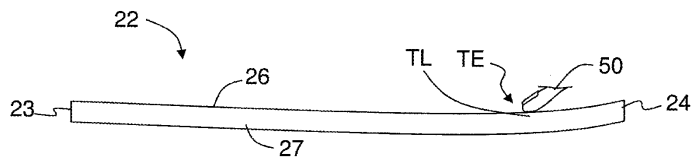
도면7a



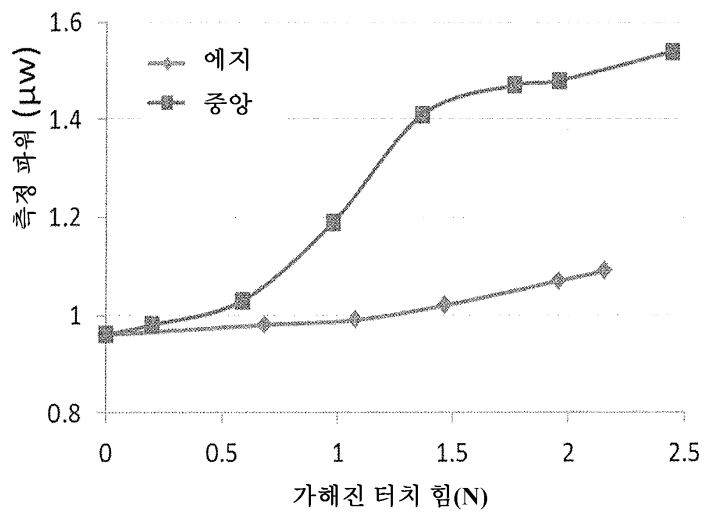
도면7b



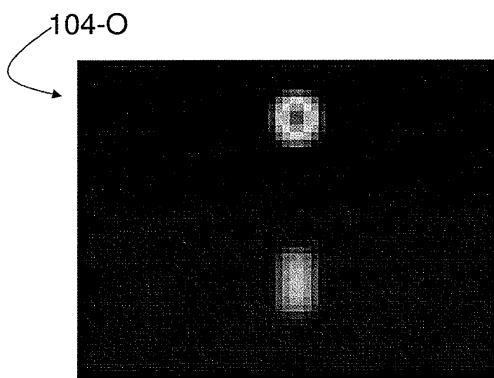
도면7c



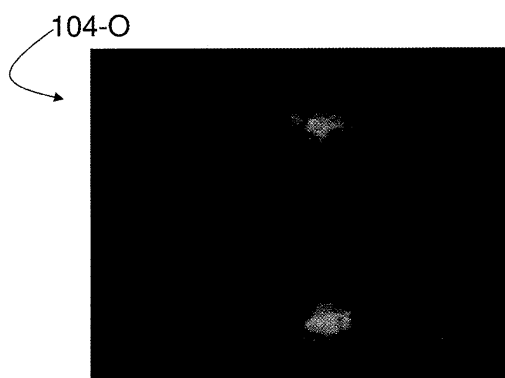
도면8



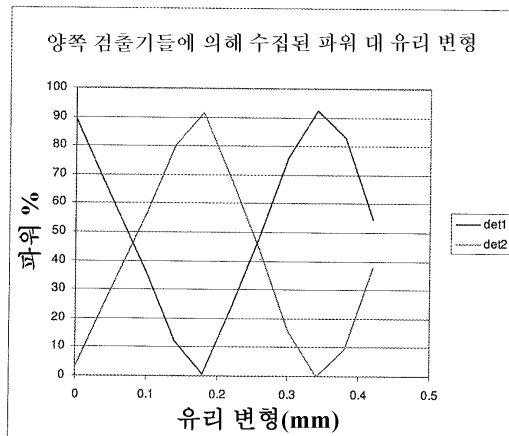
도면9a



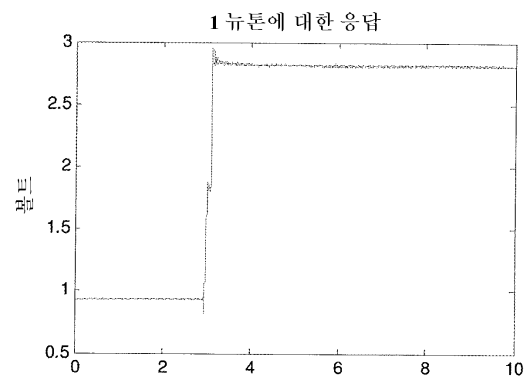
도면9b



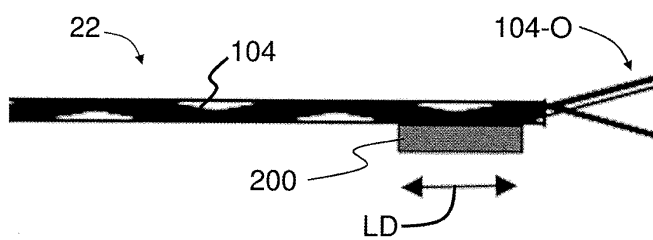
도면9c



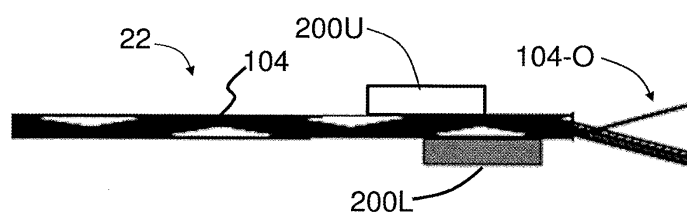
도면10



도면11a



도면11b



도면12a



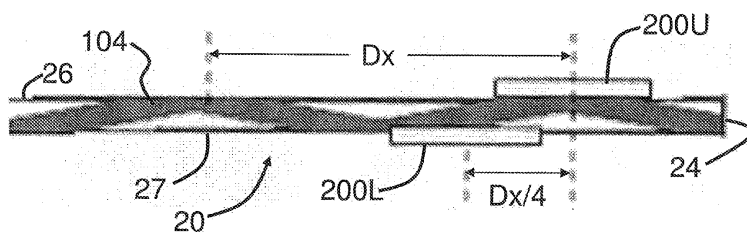
도면12b



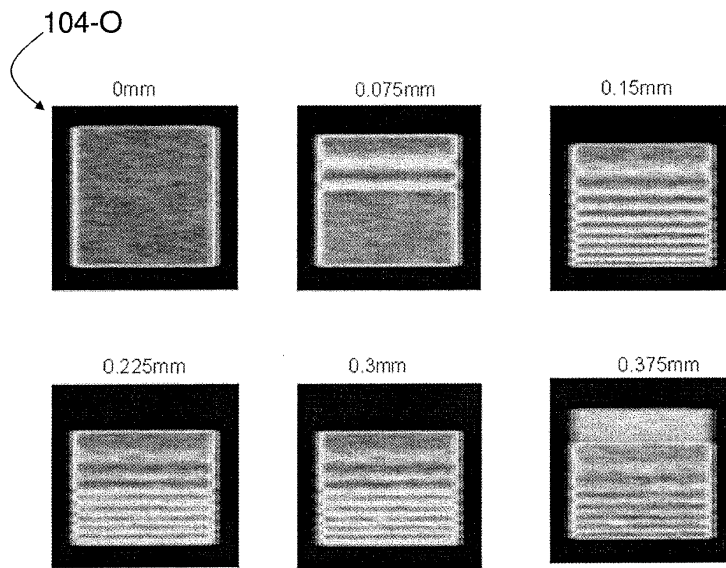
도면12c



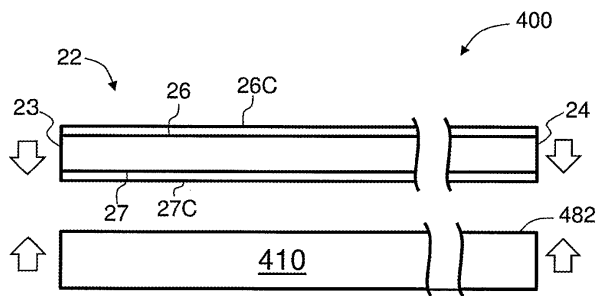
도면13



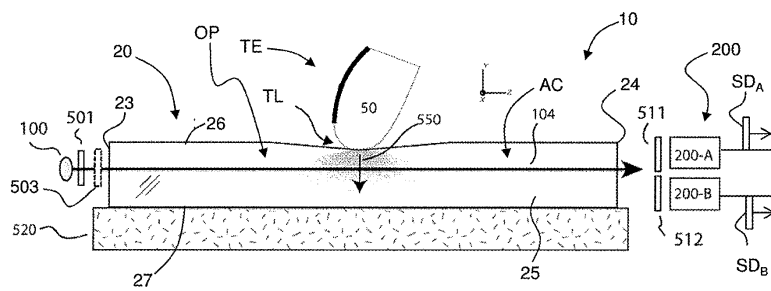
도면14



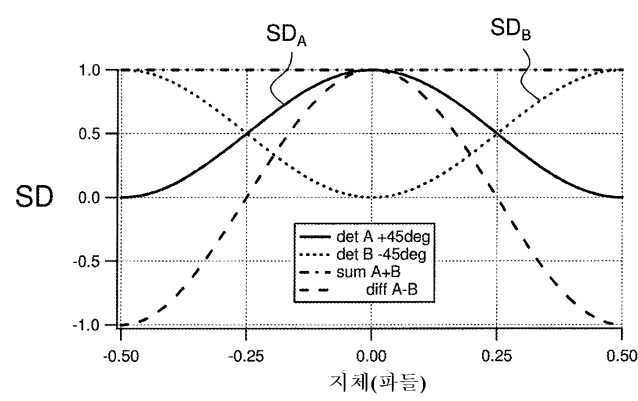
도면15



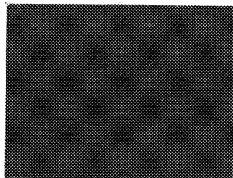
도면16



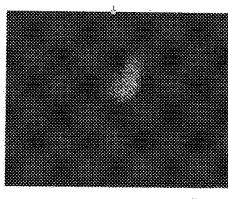
도면17



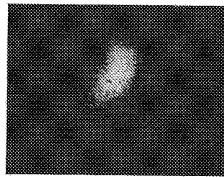
도면18a



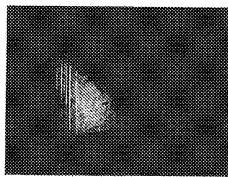
도면18b



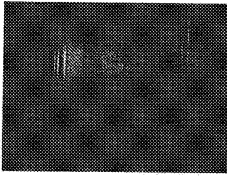
도면18c



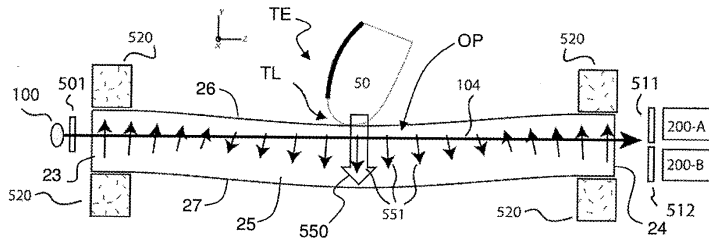
도면18d



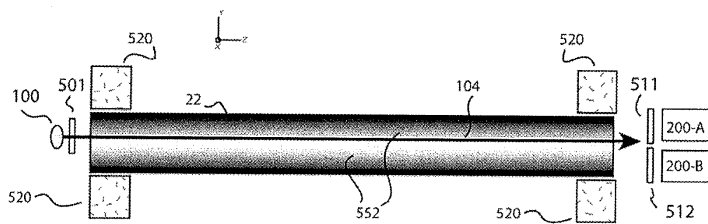
도면18e



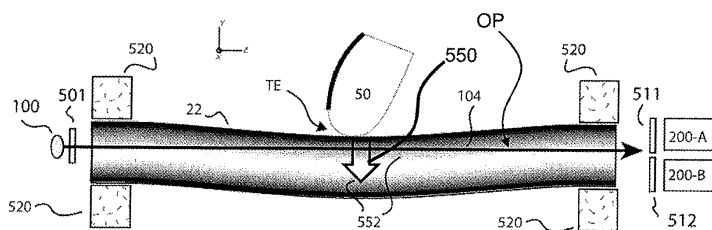
도면19a



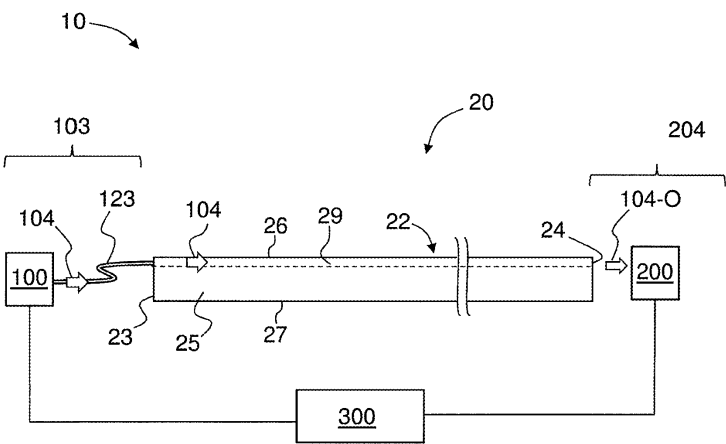
도면19b



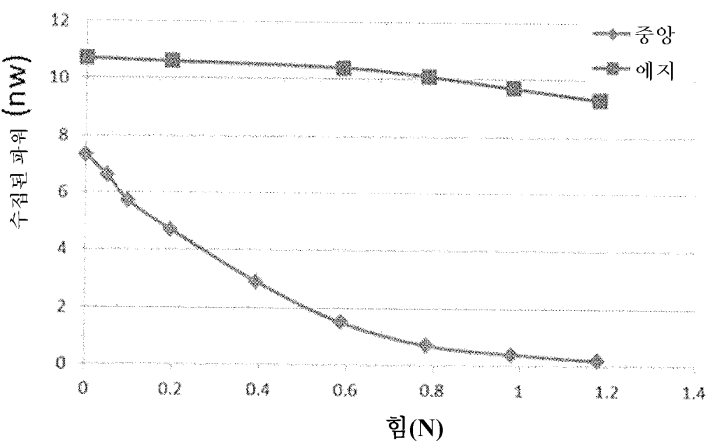
도면19c



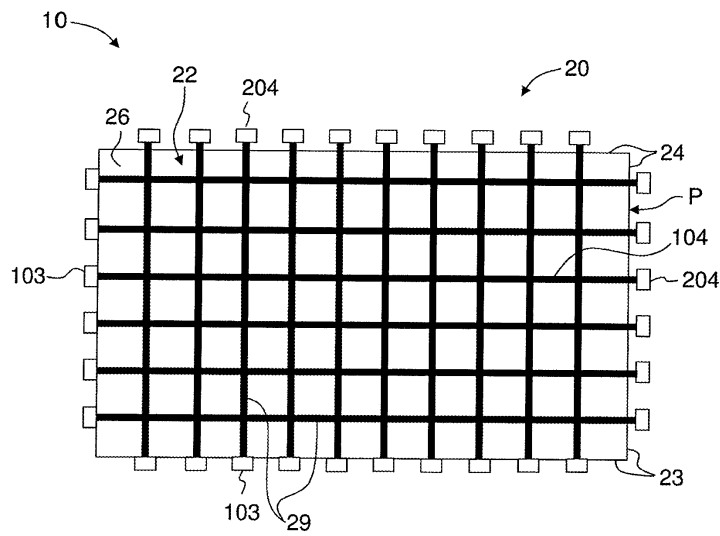
도면20



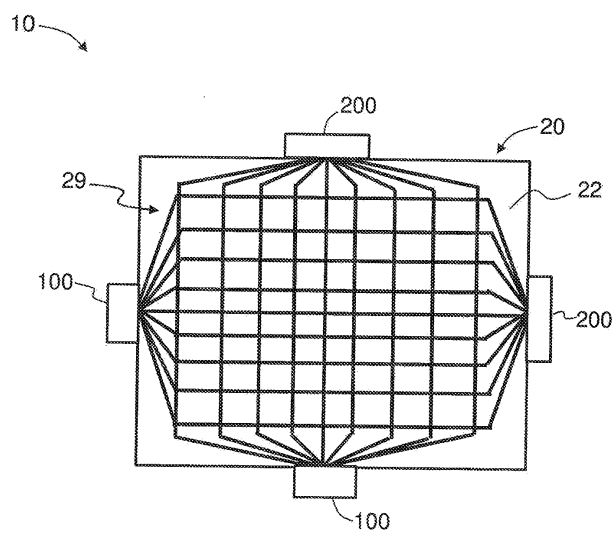
도면21



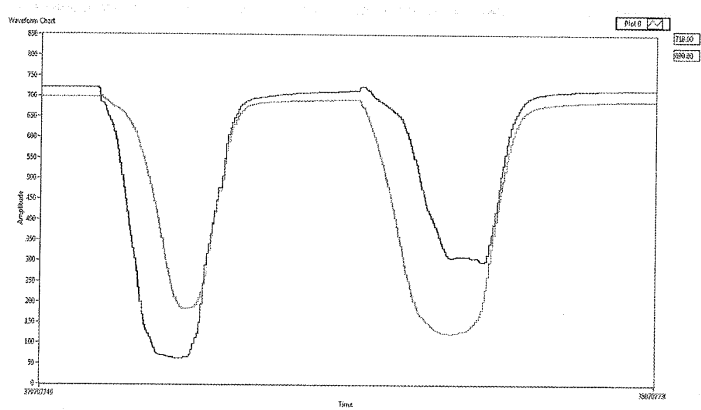
도면22



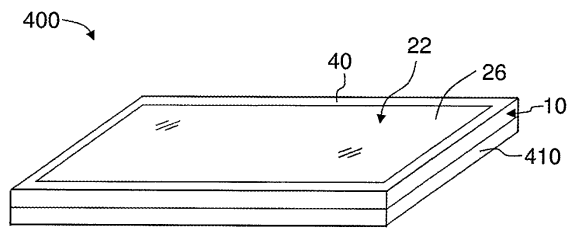
도면23



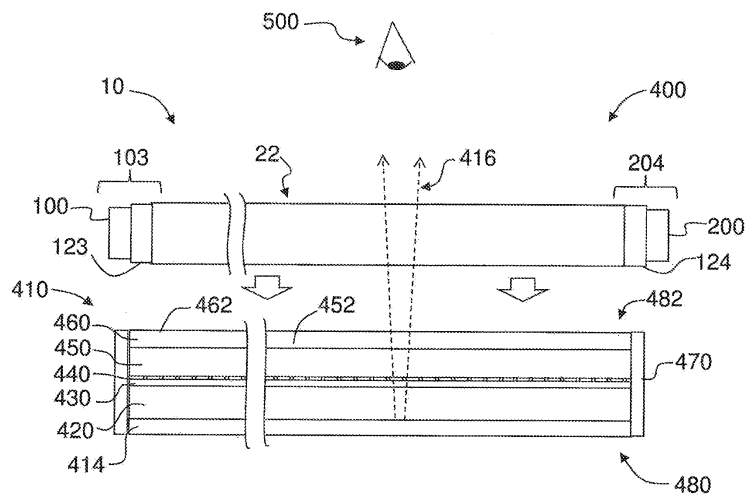
도면24



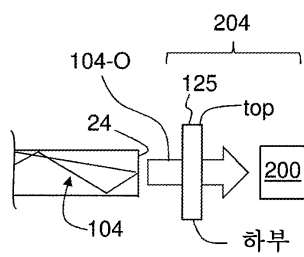
도면25a



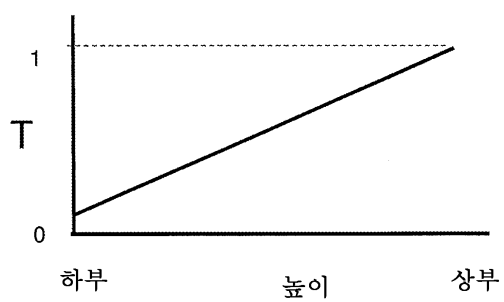
도면 25b



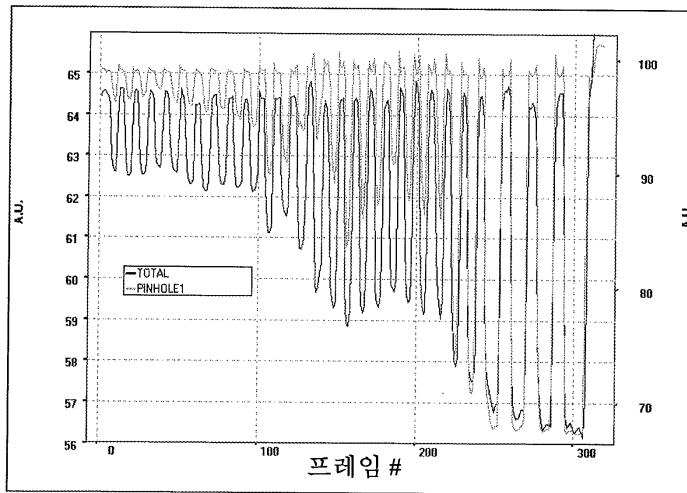
도면26a



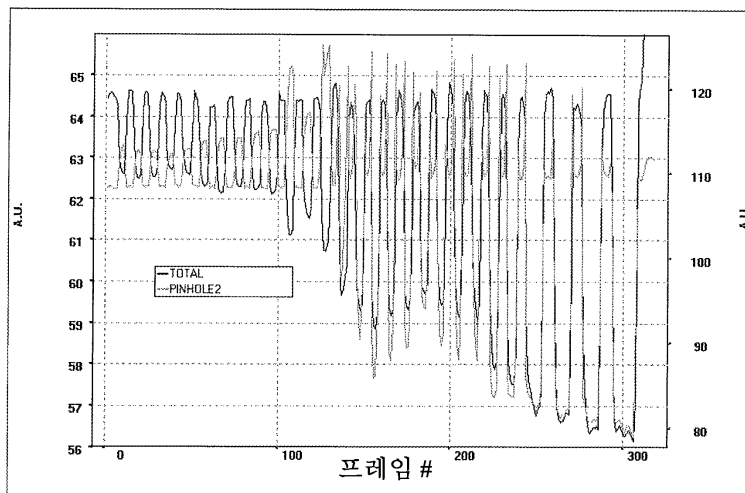
도면26b



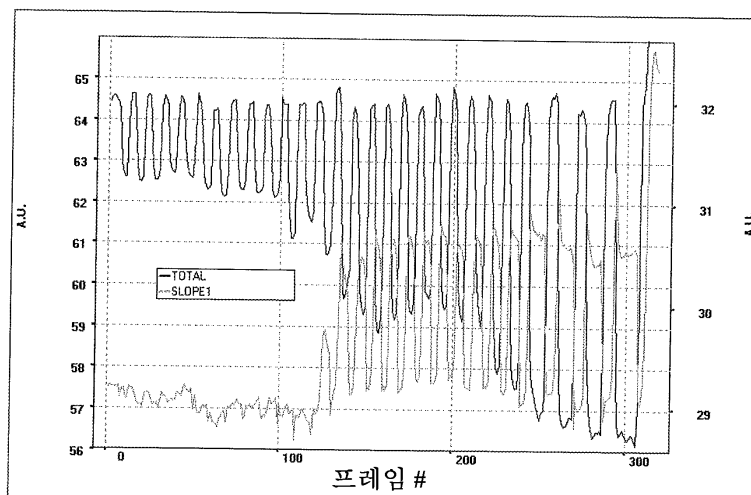
도면27a



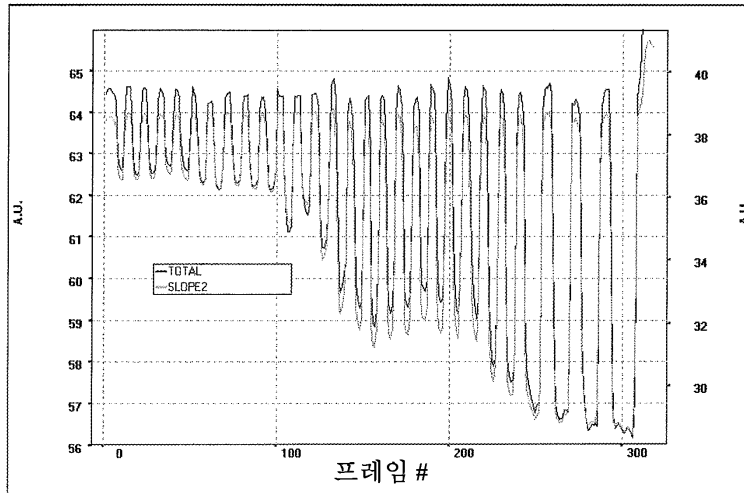
도면27b



도면27c



도면27d



도면28a

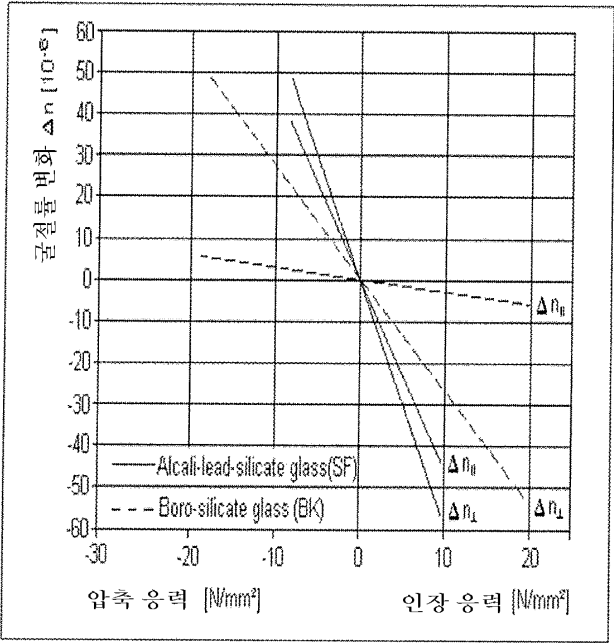
단일 축 응력 상태에서, 응력 광학 계수(K)는
다음 식에 의해 정의됨

$$\Delta s = (n_{\parallel} - n_{\perp})d = (K_{\parallel} - K_{\perp})d\sigma = Kd\sigma$$

여기서: Δs 광 경로 차
 d 샘플의 광 경로 길이
 n_{\parallel} 응력 방향에 대해 평행한 광 발진에 대한 굴절률
 n_{\perp} 응력 방향에 대해 수직인 광 발진에 대한 굴절률
 $K_{\parallel} = (n_{\parallel} - n_0)/\sigma$
 $K_{\perp} = (n_{\perp} - n_0)/\sigma$
 n_0 응력을 받지 않은 유리의 굴절률
 σ 기계적인 응력(인장 응력에 대해 양)

응력 광 계수(K)의 단위는 mm^2/N 이고,
 응력 단위는 N/mm^2 또는 일반적으로 MPa 임

도면28b



도 6: 외부 압축 및/또는 인장 부하와 관련된 굴절률의 변화

1 PSI (N/mm^2)	6.89E-03
K for BK7 (mm^2/N)	2.77E-06
K for FS (mm^2/N)	3.50E-06

도면28c

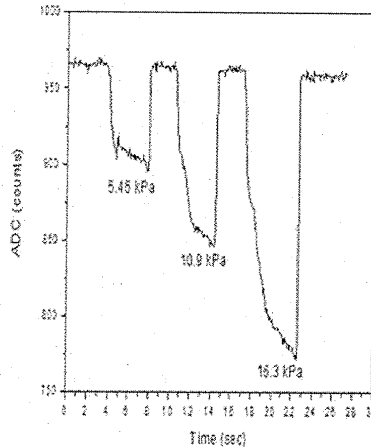
압력	
$Pa = \text{Pascal (N/m}^2\text{)}$	
1 Pa (PSI)	1.45E-04
1 PSI (Pa)	6.89E+03
1 PSI (N/mm ²)	6.89E-03
1 kPa (N/mm ²)	0.001
1 PSI (kPa)	6.895

- 연필-지우개 사용 (120 mm²)
- 가압, 해제를 3 번
- 공지된 압력 가압 측정
 - 5.45 kPa :: '표면 상의 손가락'
 - 10.9 kPa :: '키보드와 같은 가압'
 - 16.3 kPa :: '키보드를 세게 가압'



(5.45 kPa ~ 67 grams/ 2.4oz on the eraser)

- 서로 다른 이벤트를 명확하게 구분
- 손가락에 대한 유사 결과물
- 이러한 방법은 단지 압력 내의 상대 변화를 줄 수 있음 (비 선형 상대 변화)



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

청구항 1에 있어서,

상기 출력 간섭성 광에서의 공간적 세기 분배에서의 변화는 상기 안내 모드들의 상대 위상들에서의 변화 및 상기 안내 모드들 간의 간섭에 의해 일어난 세기 프린지들 (intensity fringes)의 이동을 포함하며, 그리고

상기 검출기는 상기 터치 이벤트에 연관된 압력량을 결정하기 위해, 상기 세기 프린지들의 이동을 검출하는, 압력-감지 터치 시스템.

【변경후】

청구항 1에 있어서,

상기 간섭성 출력 광에서의 공간적 세기 분배에서의 변화는 상기 안내 모드들의 상대 위상들에서의 변화 및 상기 안내 모드들 간의 간섭에 의해 일어난 세기 프린지들 (intensity fringes)의 이동을 포함하며, 그리고

상기 검출기는 상기 터치 이벤트에 연관된 압력량을 결정하기 위해, 상기 세기 프린지들의 이동을 검출하는, 압력-감지 터치 시스템.