



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0003423
(43) 공개일자 2014년01월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/041 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7012354
- (22) 출원일자(국제) 2011년10월14일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년05월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/056436
- (87) 국제공개번호 WO 2012/054350
국제공개일자 2012년04월26일
- (30) 우선권주장
13/271,049 2011년10월11일 미국(US)
61/394,054 2010년10월18일 미국(US)

- (71) 출원인
퀄컴 엠이엠에스 테크놀로지스 인크.
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하
우스 드라이브 5775
- (72) 별명자
가나파티 스리니바산 코다가날루르
미국 95134 캘리포니아주 샌호세 정션 애비뉴
2581
부찬 니콜라스 이안
미국 95134 캘리포니아주 샌호세 정션 애비뉴
2581
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리아나

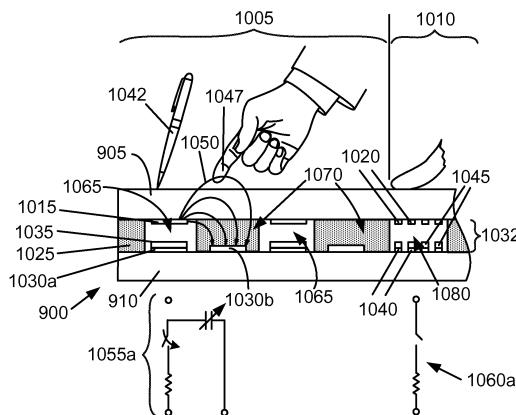
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 결합식 터치, 필기 및 지문 센서

(57) 요 약

본 개시물은 단일 또는 다중 터치 센서로서, 필기 (또는 필기 캡처) 입력 디바이스로서, 그리고 일부 구현들에서 지문 센서로서 역할을 하는 덮개 유리 장치를 갖는 디스플레이 디바이스의 시스템들, 방법들 및 장치 구현예들을 제공한다. 센서 기능성과 해상도는 덮개 유리 장치 상의 특정 로케이션들에 맞출될 수 있다. 일부 이런 구현예들에서, 지문 센싱 엘리먼트들이 위치되는 영역은 지문 검출뿐만 아니라, 필기 및 터치 기능성도 제공할 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, 지문 센서는 지문 기능성만을 제공하는 별도의 고해상도 구역으로 분리될 수도 있다.

대 표 도 - 도10a



(72) 발명자

피터슨 커트 에드워드

미국 95134 캘리포니아주 샌호세 정션 애비뉴 2581

번즈 테이비드 월리엄

미국 95134 캘리포니아주 샌호세 정션 애비뉴 2581

특허청구의 범위

청구항 1

제 1 실질적 투명 기판;

상기 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 필기 및 터치 센서 구역에 형성된 제 1 복수의 실질적 투명 전극들;

상기 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 지문 센서 구역에 형성된 제 2 복수의 실질적 투명 전극들;

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 전부가 아닌 일부 상에 형성된 제 1 복수의 저항기들;

상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들 상에 형성된 제 2 복수의 저항기들;

제 2 실질적 투명 기판;

상기 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 필기 및 터치 센서 구역에 형성된 제 3 복수의 실질적 투명 전극들; 및

상기 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 지문 센서 구역에 형성된 제 4 복수의 실질적 투명 전극들로서, 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들은 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들의 간격과 실질적으로 동일한 간격을 가지며, 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들은 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들의 제 2 전극 포지션들에 대응하는 전극 포지션들을 가지는, 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들을 포함하는, 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 장치의 필기 센서 구역은 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들 상에 형성된 상기 제 2 복수의 저항기들을 구비하는, 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들 및 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들 사이에 배치된 힘 감응 저항기 재료를 더 포함하는, 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 저항기들은 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 제 1 인스턴스들 상에 형성되며, 상기 제 1 복수의 저항기들은 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 제 2 인스턴스들 상에 형성되지 않고, 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 2 인스턴스들은 터치 센서 전극들로서 구성되는, 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 터치 센서 전극들은 상기 제 3 복수의 실질적 투명 전극들과 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 2 인스턴스들 사이의 커파시턴스에서의 변화들을 검출하도록 구성되는, 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 터치 센서 전극들은 투영 정전용량식 터치 센서 전극들로서 기능을 하도록 구성되는, 장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 2 인스턴스들로부터 상기 제 2 실질적 투명 기판까지 연장하는

실질적으로 투명한 탄성중합체 재료를 더 포함하는, 장치.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 1 인스턴스들은 필기 센서 전극들로서 구성되는, 장치.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 2 인스턴스들은, 상기 제 3 복수의 실질적 투명 전극들과 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 2 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 커패시턴스에서의 변화들을 검출하도록 구성되는, 장치.

청구항 10

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 1 인스턴스들은, 상기 제 3 복수의 실질적 투명 전극들과 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 1 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 저항에서의 변화들을 검출하도록 구성되는, 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 실질적으로 투명한 탄성중합체 재료는 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 1 인스턴스들로부터 상기 제 2 실질적 투명 기판까지 연장하지 않는, 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 상기 제 2 인스턴스들은, 상기 검출된 커패시턴스에서의 변화들에 따라, 가해진 힘 또는 압력에 의해 초래된 상기 제 2 실질적 투명 기판의 변위에서의 아날로그 변화를 결정하도록 구성되는, 장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

디스플레이;

상기 디스플레이와 통신하도록 구성되는 프로세서로서, 상기 프로세서는 이미지 데이터를 처리하도록 구성된, 상기 프로세서; 및

상기 프로세서와 통신하도록 구성되는 메모리 디바이스를 더 포함하는, 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

적어도 하나의 신호를 상기 디스플레이에 전송하도록 구성된 드라이버 회로; 및

상기 이미지 데이터의 적어도 일 부분을 상기 드라이버 회로에 전송하도록 구성된 제어기를 더 포함하는, 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 이미지 데이터를 상기 프로세서에 전송하도록 구성된 이미지 소스 모듈을 더 포함하고, 상기 이미지 소스 모듈은 수신기, 트랜시버 및 송신기 중 적어도 하나를 구비하는, 장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

입력 데이터를 수신하고 상기 입력 데이터를 상기 프로세서에 통신하도록 구성된 입력 디바이스를 더 포함하는, 장치.

청구항 17

제 1 실질적 투명 기판 수단;

상기 제 1 실질적 투명 기판 수단의 제 1 필기 및 터치 센서 구역에 형성된 제 1 전극 수단;

상기 제 1 실질적 투명 기판 수단의 제 1 지문 센서 구역에 형성된 제 2 전극 수단으로서, 상기 제 2 전극 수단은 상기 제 1 전극 수단보다 더 가까이 이격된, 상기 제 2 전극 수단;

상기 제 1 전극 수단의 전부가 아닌 일부 상에 형성된 제 1 저항기 수단;

상기 제 2 전극 수단 상에 형성된 제 2 저항기 수단;

제 2 실질적 투명 기판 수단;

상기 제 2 실질적 투명 기판 수단의 제 2 필기 및 터치 센서 구역에 형성된 제 3 전극 수단; 및

상기 제 2 실질적 투명 기판 수단의 제 2 지문 센서 구역에 형성된 제 4 전극 수단으로서, 상기 제 4 전극 수단은 상기 제 2 전극 수단의 간격과 실질적으로 동일한 간격을 가지며, 상기 제 4 전극 수단은 상기 제 2 전극 수단의 제 2 전극 포지션들에 대응하는 제 1 전극 포지션들을 가지는, 상기 제 4 전극 수단을 포함하는, 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 저항기 수단은 상기 제 1 전극 수단의 제 1 인스턴스들 상에 형성되며, 상기 제 1 저항기 수단은 상기 제 1 전극 수단의 제 2 인스턴스들 상에 형성되지 않고, 상기 제 1 전극 수단의 상기 제 2 인스턴스들은 터치 센서 전극 수단으로서 구성되는, 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 터치 센서 전극 수단은, 상기 제 3 전극 수단과 상기 제 1 전극 수단의 상기 제 2 인스턴스들 사이의 커패시턴스에서의 변화들을 검출하는 수단을 포함하는, 장치.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 터치 센서 전극 수단은 투영 정전용량식 터치 센서 전극 수단을 포함하는, 장치.

청구항 21

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극 수단의 상기 제 1 인스턴스들은 필기 센서 전극 수단을 포함하는, 장치.

청구항 22

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극 수단의 상기 제 2 인스턴스들은 상기 제 3 전극 수단과 상기 제 1 전극 수단의 상기 제 2 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 커패시턴스에서의 변화들을 검출하는 수단을 포함하는, 장치.

청구항 23

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극 수단의 상기 제 1 인스턴스들은 상기 제 3 전극 수단과 상기 제 1 전극 수단의 상기 제 1 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 저항에서의 변화들을 검출하는 수단을 포함하는, 장치.

청구항 24

제 1 실질적 투명 기판;

상기 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 필기 및 터치 센서 구역에 형성된 제 1 복수의 실질적 투명 전극들;

상기 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 지문 센서 구역에 형성된 제 2 복수의 실질적 투명 전극들로서, 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들은 상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들보다 더 가까이 이격된, 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들;

상기 제 1 복수의 실질적 투명 전극들의 전부가 아닌 일부 상에 형성된 제 1 복수의 저항기들;

상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들 상에 형성된 제 2 복수의 저항기들;

제 2 실질적 투명 기판;

상기 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 필기 및 터치 센서 구역에 형성된 제 3 복수의 실질적 투명 전극들;

상기 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 지문 센서 구역에 형성된 제 4 복수의 실질적 투명 전극들로서, 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들은 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들의 간격과 실질적으로 동일한 간격을 가지며, 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들은 상기 제 2 복수의 실질적 투명 전극들복수의 실질적 투명 전극들복수의 실질적 투명 전극들응하는 전극 포지션들을 가지는, 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들; 및

상기 제 2 및 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들과의 통신을 위해 구성된 센서 제어 시스템으로서, 상기 센서 제어 시스템은 상기 제 2 및 상기 제 4 복수의 실질적 투명 전극들로부터 수신된 전기적 신호들에 따라 지문 센서 데이터를 처리하도록 추가로 구성된, 상기 센서 제어 시스템을 포함하는, 장치.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 센서 제어 시스템은 상기 제 1 및 상기 제 3 복수의 실질적 투명 전극들과의 통신을 위해 추가로 구성되며, 상기 센서 제어 시스템은 상기 제 1 및 상기 제 3 복수의 실질적 투명 전극들로부터 수신된 전기적 신호들에 따라 필기 및 터치 센서 데이터를 처리하도록 추가로 구성된, 장치.

청구항 26

제 24 항 또는 제 25 항에 있어서,

디스플레이;

상기 디스플레이와 통신하도록 구성되는 프로세서로서, 상기 프로세서는 이미지 데이터를 처리하도록 구성된, 상기 프로세서; 및

상기 프로세서와 통신하도록 구성되는 메모리 디바이스를 더 포함하는, 장치.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 센서 제어 시스템은 상기 프로세서를 구비하는, 장치.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 센서 제어 시스템은 상기 프로세서와는 별개이지만 상기 프로세서와의 통신을 위해 구성되는, 장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 프로세서는, 적어도 부분적으로, 상기 센서 제어 시스템으로부터 수신된 신호들에 따라, 상기 디스플레이를 제어하도록 구성되는, 장치.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

상기 프로세서는, 적어도 부분적으로, 상기 센서 제어 시스템으로부터 수신된 신호들에 따라, 상기 디스플레이에 대한 액세스를 제어하도록 구성되는, 장치.

청구항 31

제 28 항에 있어서,

상기 프로세서는, 적어도 부분적으로, 상기 센서 제어 시스템으로부터 수신된 사용자 입력 신호들에 따라, 상기 디스플레이를 제어하도록 구성되는, 장치.

명세서

기술 분야

[0001]

우선권 주장

[0002]

본 출원은 발명 명칭이 "COMBINATION TOUCH, HANDWRITING AND FINGERPRINT SENSOR" (대리인 사건 번호 QALP045P/102908P1) 이고 2010년 10월 18일자로 출원된 미국 특허가출원 제61/394,054호를 우선권 주장하며, 그것은 본원에 의해 참조로써 그리고 모든 목적들을 위해 통합된다. 본 출원은 또한 발명 명칭이 "COMBINATION TOUCH, HANDWRITING AND FINGERPRINT SENSOR" (대리인 사건 번호 QALP045A/102908U1) 이고 2011년 10월 11일자로 출원된 미국 특허출원 제13/271,049호를 우선권 주장하며, 그것은 본원에 의해 참조로써 그리고 모든 목적들을 위해 통합된다.

[0003]

기술 분야

[0004]

본 개시물은 다기능 터치 스크린들을 통합하는 디스플레이 디바이스들을 포함하지만 그것들로 제한되지는 않는 디스플레이 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005]

관련 기술의 설명

[0006]

전기기계 시스템들 (Electromechanical systems; EMS) 은 전기적 및 기계적 엘리먼트들, 액추에이터들, 트랜스듀서들, 센서들, 광학적 컴포넌트들 (거울들 포함) 및 일렉트로닉스를 갖는 디바이스들을 포함한다. 전기기계 시스템들은 마이크로스케일들 및 나노스케일들을 포함하지만 그것들로 제한되지는 않는 다양한 스케일들로 제조될 수 있다. 예를 들어, 마이크로전자기계 시스템들 (microelectromechanical systems; MEMS) 의 디바이스들은 약 1 미크론부터 수백 미크론 이상까지의 범위의 사이즈들을 갖는 구조들을 포함할 수 있다. 나노전자기계 시스템들 (Nanoelectromechanical system; NEMS) 의 디바이스들은, 예를 들어, 수백 나노미터보다 작은 사이즈들을 포함하여, 미크론보다 작은 사이즈들을 갖는 구조들을 포함할 수 있다. 전기기계적 엘리먼트들은 퇴적 (deposition), 에칭, 리소그라피, 및/또는 기판들 및/또는 퇴적된 재료 층들의 부분들을 식각하는 또는 전기적 및 전기기계적 디바이스들을 형성하기 위해 층들을 추가하는 다른 마이크로머시닝 프로세스들을 이용하여 생성될 수도 있다.

[0007]

EMS 디바이스의 하나의 유형은 간섭 변조기 (interferometric modulator; IMOD) 라고 불린다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 간섭 변조기 또는 간섭형 광 변조기 (interferometric light modulator) 는 광 간섭의 원리들을 이용하여 광을 선택적으로 흡수 및/또는 반사하는 디바이스를 지칭한다. 일부 구현예들에서, 간섭 변조기는 한 쌍의 도전성 판들을 포함할 수도 있으며, 그 판들 중 하나 또는 양쪽 모두는 전체적으로 또는 부분적으로 투광성 및/또는 반사성일 수도 있고, 적절한 전기적 신호의 인가 시 상대 운동이 가능할 수도 있다. 일 구현예에서, 하나의 판은 기판 상에 퇴적된 정지 층을 포함할 수도 있고 다른 판은 정지 층으로부터 에어 캡에 의해 분리된 반사성 멤브레인을 포함할 수도 있다. 하나의 판의 다른 판에 대한 포지션은 간섭 변조기

상에 입사하는 광의 광 간섭을 변화시킬 수 있다. 간섭 변조기 디바이스들은 넓은 적용들의 범위를 가지고, 현존 제품들을 개선하고 새로운 제품들, 특히 디스플레이 능력을 갖는 새로운 제품들을 만드는데 사용될 것이 예상된다.

[0008] 핸드헬드 디바이스들에서의 터치 스크린들의 증가된 사용은 이제 디스플레이, 터치 패널 및 덮개 유리를 구비하는 모듈들에 대한 증가된 복잡도 및 비용을 초래한다. 디바이스에서의 각각의 층은 두께를 추가하고 이웃하는 기판들에 대한 부착을 위해 많은 비용이 드는 유리 대 유리 접합 솔루션들을 필요로 한다. 이들 문제들은 반사형 디스플레이들에 대해 정면조명 (front light) 이 또한 통합되어 모듈의 두께 및 비용을 추가할 필요가 있는 경우에 더욱 악화될 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0009] 본 개시물의 시스템들, 방법들 및 디바이스들 각각은 여러 혁신적 양태들을 가지며, 그들을 단일 하나만이 본원에서 개시된 소망의 속성들을 단독으로 담당하는 것은 아니다. 본원에서 설명되는 일부 구현예들은 터치 센싱, 필기 입력 및 지문 영상화를 위해 정전용량식 및 저항식 기술들의 양태들을 결합하는 결합형 센서 디바이스를 제공한다. 일부 이러한 구현예들은 디스플레이 상에 오버레이된 다중-특징 사용자 입력 센서를 인에이블 시키는, 정전용량식 및 저항식 기술들을 결합하는 터치 센서를 제공한다.

[0010] 일부 이런 구현예들에서, 셀 전화기, e-리더, 또는 태블릿 컴퓨터와 같은 소비자 디바이스의 덮개 유리 장치는 단일 또는 다중 터치 센서, 필기 또는 스타일러스 입력 디바이스, 및/또는 지문 센서를 갖는 결합형 센서 디바이스의 부분으로서 부가적으로 역할을 한다. 그 덮개 유리 장치는 2, 3 또는 그 이상의 층들을 포함할 수도 있다. 덮개 유리 장치를 형성하는 데 사용되는 기판들은 여러 가지 적합한 실질적 투명 재료들, 이를테면 실제 유리, 플라스틱, 폴리머 등으로 형성될 수도 있다. 터치, 필기 및/또는 지문 검출 능력을 갖춘 이러한 덮개 유리 장치는, 예를 들어, 디스플레이 상에 오버레이될 수도 있다.

[0011] 본 개시물에서 설명되는 주제의 하나의 혁신적 양태는 제 1 실질적 투명 기판을 구비하는 장치로 구현될 수 있다. 제 1 복수의 실질적 투명 전극들은 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 필기 및 터치 센서 구역 내에 형성될 수도 있고 제 2 복수의 실질적 투명 전극들은 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 지문 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 제 1 복수의 저항기들은 제 1 복수의 전극들의 전부가 아닌 일부 상에 형성될 수도 있고 제 2 복수의 저항기들은 제 2 복수의 전극들 상에 형성될 수도 있다. 그 장치의 필기 센서 구역은 제 2 복수의 전극들 상에 형성된 제 2 복수의 저항기들을 구비할 수도 있다.

[0012] 그 장치는 제 2 실질적 투명 기판을 구비할 수도 있다. 제 3 복수의 실질적 투명 전극들은 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 필기 및 터치 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 제 4 복수의 실질적 투명 전극들은 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 지문 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 제 4 복수의 전극들은 제 2 복수의 전극들의 간격과 실질적으로 동일한 간격을 가질 수도 있고 제 4 복수의 전극들은 제 2 복수의 전극들의 제 2 전극 포지션들에 대응하는 제 1 전극 포지션들을 가질 수도 있다. 그 장치는 제 2 복수의 전극들 및 제 4 복수의 전극들 사이에 배치된 힘 감응 저항기 재료를 포함할 수도 있다.

[0013] 제 1 복수의 저항기들은 제 1 복수의 전극들의 제 1 인스턴스들 상에 형성될 수도 있다. 제 1 복수의 저항기들은 제 1 복수의 전극들의 제 2 인스턴스들 상에 형성되지 않을 수도 있다. 제 1 복수의 전극들의 상기 제 2 인스턴스들은 터치 센서 전극들로서 구성될 수도 있다. 터치 센서 전극들은 제 3 복수의 전극들과 제 1 복수의 전극들의 제 2 인스턴스들 사이의 커패시턴스에서의 변화들을 검출하도록 구성될 수도 있다. 터치 센서 전극들은 투영 정전용량식 터치 센서 전극들로서 기능을 하도록 구성될 수도 있다.

[0014] 제 1 복수의 전극들의 제 1 인스턴스들은 필기 센서 전극들로서 구성될 수도 있다. 제 1 복수의 전극들의 제 2 인스턴스들은 제 3 복수의 전극들과 제 1 복수의 전극들의 제 2 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 커패시턴스에서의 변화들을 검출하도록 구성될 수도 있다. 제 1 복수의 전극들의 제 2 인스턴스들은, 검출된 커패시턴스에서의 변화들에 따라, 인가된 힘 또는 압력에 의해 초래된 제 2 실질적 투명 기판의 변위에서의 아날로그 변화를 검출하도록 구성될 수도 있다. 제 1 복수의 전극들의 제 1 인스턴스들은 제 3 복수의 전극들과 제 1 복수의 전극들의 제 1 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 저항에서의 변화들을 검출하도록 구성된다.

[0015] 그 장치는 또한 제 1 복수의 전극들의 제 2 인스턴스들로부터 제 2 기판까지 연장하는 실질적으로 투명한 탄성

중합체 재료를 포함할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 실질적으로 투명한 탄성중합체 재료는 제 1 복수의 전극들의 제 1 인스턴스들로부터 제 2 기판까지 연장하지 않을 수도 있다. 그 장치는 제 1 복수의 전극들 및 제 3 복수의 전극들 사이에 배치된 실질적으로 투명하고 힘 감응형의 저항기 재료를 포함할 수도 있다.

[0016] 그 장치는 디스플레이 및 디스플레이와 통신하도록 구성되는 프로세서를 구비할 수도 있다. 그 프로세서는 이미지 데이터를 처리하도록 구성될 수도 있다. 그 장치는 프로세서와 통신하도록 구성되는 메모리 디바이스를 구비할 수도 있다. 그 장치는 적어도 하나의 신호를 디스플레이에 전송하도록 구성된 드라이버 회로와 이미지 데이터의 적어도 일 부분을 드라이버 회로에 송신하도록 구성된 제어기를 구비할 수도 있다. 그 장치는 이미지 데이터를 프로세서에 전송하도록 구성된 이미지 소스 모듈을 구비할 수도 있다. 이미지 소스 모듈은 수신기, 트랜시버, 및 송신기 중 적어도 하나를 구비할 수도 있다. 그 장치는 입력 데이터를 수신하고 그 입력 데이터를 프로세서에 통신하도록 구성된 입력 디바이스를 구비할 수도 있다.

[0017] 본 개시물에서 설명되는 주제의 다른 혁신적 양태는 제 1 실질적 투명 기판을 포함하는 대안적 장치로 구현될 수 있다. 제 1 전극 어레이는 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 필기 및 터치 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 제 2 전극 어레이는 제 1 실질적 투명 기판의 제 1 지문 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 제 2 전극 어레이는 제 1 전극 어레이보다 더 가까이 이격될 수도 있다. 그러나, 다른 구현 예들에서, 제 2 전극 어레이는 제 1 전극 어레이보다 더 가까이 이격되지 않을 수도 있다.

[0018] 제 1 저항기들은 제 1 전극 어레이의 전부가 아닌 일부 상에 형성될 수도 있다. 제 2 저항기들은 제 2 전극 어레이 상에 형성될 수도 있다.

[0019] 그 장치는 제 2 실질적 투명 기판을 구비할 수도 있다. 제 3 전극 어레이는 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 필기 및 터치 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 제 4 전극 어레이는 제 2 실질적 투명 기판의 제 2 지문 센서 구역 내에 형성될 수도 있다. 제 4 전극 어레이는 제 2 전극 어레이의 간격과 실질적으로 동일한 간격을 가질 수도 있다. 제 4 전극 어레이는 제 2 전극 어레이의 제 2 전극 포지션들에 대응하는 제 1 전극 포지션들을 가질 수도 있다.

[0020] 제 1 저항기들은 제 1 전극 어레이에서의 전극들의 제 1 인스턴스들 상에 형성될 수도 있다. 제 1 저항기들은 제 1 전극 어레이에서의 전극들의 제 2 인스턴스들 상에 형성되지 않을 수도 있다. 전극들의 제 2 인스턴스들은 터치 센서 전극들로서 구성될 수도 있다. 그 장치는 제 3 전극 어레이의 전극들과 전극들의 제 2 인스턴스들 사이의 커패시턴스에서의 변화들을 검출하기 위해 구성될 수도 있다. 그 장치는 투영 정전용량 석 터치 센서 동작을 위해 구성될 수도 있다. 제 1 인스턴스들 전극들은 필기 센서 전극들을 구비할 수도 있다. 그 장치는 제 3 전극 어레이의 전극들과 전극들의 제 2 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 커패시턴스에서의 변화들을 검출하도록 구성될 수도 있다. 그 장치는 제 3 전극 어레이의 전극들과 전극들의 제 1 인스턴스들 사이의 거리에서의 변화들에 의해 초래된 저항에서의 변화들을 검출하도록 구성될 수도 있다.

[0021] 본 개시물에서 설명되는 주제의 다른 혁신적 양태는 제 1 필기 및 터치 센서 구역 내에 형성된 제 1 복수의 실질적 투명 전극들과 제 1 지문 센서 구역 내에 형성된 제 2 복수의 실질적 투명 전극들을 갖는 제 1 실질적 투명 기판을 구비한 대안적 장치로 구현될 수 있다. 제 2 복수의 전극들은, 구현예에 의존하여, 제 1 복수의 전극들보다 더 가까이 이격될 수도 있거나 이격되지 않을 수도 있다. 그 장치는 제 1 복수의 전극들의 전부가 아닌 일부 상에 형성된 제 1 복수의 저항기들과 제 2 복수의 전극들 상에 형성된 제 2 복수의 저항기들을 구비할 수도 있다.

[0022] 그 장치는 제 2 필기 및 터치 센서 구역 내에 형성된 제 3 복수의 실질적 투명 전극들과 제 2 지문 센서 구역 내에 형성된 제 4 복수의 실질적 투명 전극들을 갖는 제 2 실질적 투명 기판을 구비할 수도 있다. 제 4 복수의 전극들은 제 2 복수의 전극들의 간격과 실질적으로 동일한 간격을 가질 수도 있다. 제 4 복수의 전극들은 제 2 복수의 전극들의 전극 포지션들에 대응하는 전극 포지션들을 가질 수도 있다.

[0023] 그 장치는 제 2 및 제 4 복수의 실질적 투명 전극들과의 통신을 위해 구성된 센서 제어 시스템을 구비할 수도 있다. 그 센서 제어 시스템은 제 2 및 제 4 복수의 실질적 투명 전극들로부터 수신된 전기적 신호들에 따라 지문 센서 데이터를 처리하도록 추가로 구성될 수도 있다.

[0024] 그 센서 제어 시스템은 제 1 및 제 3 복수의 실질적 투명 전극들과의 통신을 위해 추가로 구성될 수도 있다. 그 센서 제어 시스템은 제 1 및 제 3 복수의 실질적 투명 전극들로부터 수신된 전기적 신호들에 따라 필기 및 터치 센서 데이터를 처리하도록 추가로 구성될 수도 있다.

[0025]

그 장치는 디스플레이 및 디스플레이와 통신하도록 구성되는 프로세서를 구비할 수도 있다. 그 프로세서는 이미지 데이터를 처리하도록 구성될 수도 있다. 그 장치는 프로세서와 통신하도록 구성되는 메모리 디바이스를 구비할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 센서 제어 시스템은 프로세서를 구비할 수도 있다. 대안적 구현예들에서, 센서 제어 시스템은 프로세서와는 별개이지만 그 프로세서와의 통신을 위해 구성된다. 프로세서는 적어도 부분적으로 센서 제어 시스템으로부터 수신된 신호들에 따라, 디스플레이를 제어하도록 구성될 수도 있다. 그 프로세서는, 적어도 부분적으로 센서 제어 시스템으로부터 수신된 신호들에 따라, 디스플레이에 대한 액세스를 제어하도록 구성될 수도 있다. 그 프로세서는 적어도 부분적으로 센서 제어 시스템으로부터 수신된 사용자 입력 신호들에 따라, 디스플레이를 제어하도록 구성될 수도 있다.

[0026]

본 명세서에서 설명된 주제의 하나 이상의 구현예들의 세부사항들은 첨부 도면들 및 아래의 설명에서 언급된다. 이 개요에서 제공된 예들이 MEMS 기반 디스플레이들의 측면에서 주로 설명되었지만, 본원에서 제공된 개념들은 디스플레이들의 다른 유형들, 이를테면 액정 디스플레이들, 유기 발광 다이오드 ("OLED") 디스플레이들 및 전계 방출 디스플레이들에 적용될 수도 있다. 다른 특징들, 양태들, 및 이점들은 상세한 설명, 도면들, 청구항들로부터 명확하게 될 것이다. 다음의 도면들의 상대적 치수들은 스케일대로 그려지지 않았을 수도 있음을 주의한다.

도면의 간단한 설명

[0027]

도 1은 간접 변조기 (IMOD) 디스플레이 디바이스의 일련의 화소들에서의 2개의 인접 화소들을 묘사하는 등각투상도의 일 예를 도시한다.

도 2는 3x3 간접 변조기 디스플레이를 통합하는 전자 디바이스를 예시하는 시스템 블록도의 일 예를 도시한다.

도 3은 도 1의 간접 변조기에 대한 이동가능 반사층 포지션 대 인가된 전압을 예시하는 다이어그램의 일 예를 도시한다.

도 4는 갖가지 공통 및 세그먼트 전압들이 인가되는 경우에 간접 변조기의 갖가지 상태들을 예시하는 테이블의 일 예를 도시한다.

도 5a는 도 2의 3x3 간접 변조기 디스플레이에서의 디스플레이 데이터의 프레임을 예시하는 다이어그램의 일 예를 도시한다.

도 5b는 도 5a에 예시된 디스플레이 데이터의 프레임을 쓰는 데 이용될 수도 있는 공통 및 세그먼트 신호들에 대한 타이밍도의 일 예를 도시한다.

도 6a는 도 1의 간접 변조기 디스플레이의 부분 단면의 일 예를 도시한다.

도 6b-6e는 간접 변조기들의 가변하는 구현예들의 단면들의 예들을 도시한다.

도 7은 간접 변조기에 대한 제조 프로세스를 예시하는 흐름도의 일 예를 도시한다.

도 8a-8e는 간접 변조기를 만드는 방법에서의 여러 가지 스테이지들의 단면 개략도들의 예들을 도시한다.

도 9a는 덮개 유리 상에 형성된 센서 전극들의 대안적인 예를 도시한다.

도 9b는 덮개 유리 상에 형성된 센서 전극들의 대안적인 예를 도시한다.

도 10a는 결합형 센서 디바이스의 단면도의 일 예를 도시한다.

도 10b-10d는 대안적 결합형 센서 디바이스들의 단면도들의 예들을 도시한다.

도 11a-11d는 높은 모듈러스 및 낮은 모듈러스 압축가능 층들을 갖는 결합형 센서 디바이스들의 단면도들의 예들을 도시한다.

도 12는 결합식 터치, 필기 및 지문 센서를 갖는 덮개 유리를 구비한 디바이스의 일 예를 도시한다.

도 13은 힘 감응 스위치 구현예의 평면도의 일 예를 도시한다.

도 14는 도 13에 도시된 힘 감응 스위치 구현예의 행을 관통하는 단면의 일 예를 도시한다.

도 15a는 도 13 및 14에 도시된 구현예의 컴포넌트들을 나타내는 회로도의 일 예를 도시한다.

도 15b는 도 13 및 14에 관련된 대안적 구현예의 컴포넌트들을 나타내는 회로도의 일 예를 도시한다.

도 16은 결합형 센서 디바이스에 대한 제조 프로세스를 도시하는 흐름도의 일 예를 도시한다.

도 17a-17d는 도 16의 제조 프로세스의 갖가지 스테이지들 동안에 부분적으로 형성된 결합형 센서 디바이스들의 예들을 도시한다.

도 18a는 결합형 센서 디바이스의 하이-레벨 아키텍처를 예시하는 블록도의 일 예를 도시한다.

도 18b는 결합형 센서 디바이스에 대한 제어 시스템을 예시하는 블록도의 일 예를 도시한다.

도 18c는 결합형 센서 디바이스에서의 센셀 (sense1)에 대한 물리적 컴포넌트들 및 그것들의 전기적 등가물들의 일 예의 표현을 도시한다.

도 18d는 결합형 센서 디바이스의 대안적 센셀의 일 예를 도시한다.

도 18e는 결합형 센서 디바이스에서의 센셀의 등가 회로 컴포넌트들을 나타내는 개략도의 일 예를 도시한다.

도 18f는 필기 또는 스타일러스 모드 센싱을 위해 구성될 수도 있는 결합형 센서 디바이스를 위한 연산 증폭기 회로의 일 예를 도시한다.

도 18g는 터치 모드 센싱을 위해 구성된 도 18f의 연산 증폭기 회로의 일 예를 도시한다.

도 18h는 클램프 회로를 구비하는 결합형 센서 디바이스를 위한 연산 증폭기 회로의 일 예를 도시한다.

도 18i는 클램프 회로 전달 함수들의 예들을 도시한다.

도 18j는 클램프 회로에 대한 회로도의 일 예를 도시한다.

도 19는 대안적 결합형 센서 디바이스의 일 부분의 단면의 일 예를 도시한다.

도 20은 결합형 센서 디바이스를 위한 라우팅의 평면도의 일 예를 도시한다.

도 21a는 도 20에 도시된 결합형 센서 디바이스를 관통하는 단면도의 일 예를 도시한다.

도 21b는 끝부분이 굽은 (wrap-around) 구현예의 단면의 일 예를 도시한다.

도 22는 지문 기반 사용자 인증 프로세스를 예시하는 흐름도의 일 예를 도시한다.

도 23a는 보안형 상거래들을 행하도록 구성될 수도 있는 모바일 디바이스의 일 예를 도시한다.

도 23b는 물리적 액세스 애플리케이션들에 대한 지문 보안식 모바일 디바이스의 사용의 일 예를 도시한다.

도 24a는 보안형 태블릿 디바이스의 일 예를 도시한다.

도 24b는 대안적 보안형 태블릿 디바이스의 일 예를 도시한다.

도 25a 및 25b는 결합형 센서 디바이스를 포함하는 디스플레이 디바이스를 예시하는 시스템 블록도들의 예들을 도시한다.

여러 도면들에서의 유사한 참조 번호들 및 지정들은 유사한 엘리먼트들을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 다음의 설명은 본 개시물의 혁신적 양태들을 설명할 목적을 위한 특정한 구현예들을 지향한다. 그러나, 이 기술분야의 통상의 기술을 가진 자는 본원에서의 교시들이 수많은 상이한 방법들에 적용될 수 있다는 것을 쉽사리 인식할 것이다. 설명되는 구현예들은 이미지를, 동작 (예컨대, 비디오) 이든 또는 정지 (예컨대, 스틸 이미지) 이든, 그리고 텍스트형이든, 그래픽이든 또는 그림이든 디스플레이하도록 구성될 수 있는 임의의 디바이스 또는 시스템으로 구현될 수도 있다. 더 상세하게는, 설명되는 구현예들은, 모바일 전화기들, 멀티미디어 인터넷 가능 (enabled) 셀룰러 전화기들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, Bluetooth® 디바이스들, 개인휴대 정보단말들 (PDA들), 무선 전자 메일 수신기들, 핸드헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS 수신기들/네비게이터들, 카메라들, MP3 플레이어들, 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목시계들, 클록들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평판 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들 (즉, e-리더들), 컴퓨터 모니터들, 오토 디스플레이들 (오도미터 (odometer) 및 속도계 디스플레이들 등을 포함함), 조종석 컨트롤들 (cockpit controls) 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들 (이를테면 차량에서의 후방 카메라 (rear view camera) 의 디스플레이),

전자 사진들, 전자 광고판들 및 표지판들, 프로젝터들, 건축 구조물들, 전자레인지들 (microwaves), 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 레코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 세탁기들, 드라이어들, 세탁기/건조기들, 주차 미터기들, 패키징 (이를테면 전기기계 시스템들, 마이크로전자기계 시스템들, 및 비-MEMS 애플리케이션들에서의 패키징), 미적 구조들 (예컨대, 한 점의 보석류에 대한 이미지들의 디스플레이) 및 다양한 EMS 디바이스들과 같은 것들이지만 그것들로 제한되지 않는 다양한 전자 디바이스들에 포함될 수도 있거나 또는 그런 전자 디바이스들에 연관될 수도 있다는 것이 의도된다. 본원에서의 교시들은 또한 전자 스위칭 디바이스들, 무선 주파수 필터들, 센서들, 가속도계들, 차이로스코프들, 움직임 센싱 디바이스들, 자력계들, 소비자 가전기기들을 위한 관성 컴포넌트들, 소비자 가전기기 제품들의 부품들, 버랙터들 (varactors), 액정 디바이스들, 전기영동 디바이스들, 드라이브 체계들, 제조 프로세스들 및 전자 테스트 장비와 같은 것들이지만 그것들로 제한되지는 않는 비-디스플레이 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 따라서, 그 교시들은 도면들에서 단독으로 묘사된 구현예들로 제한되도록 의도되지는 않고, 대신 이 기술분야의 통상의 지식을 가진자에게 쉽사리 명백할 바와 같이 넓은 적용 가능성을 가진다.

[0029]

본원에서 설명되는 일부 구현예들은 필기 입력을 위한 스타일러스 검출, 지문 영상화, 및 터치 센싱을 위한 정전용량식 및 저항식 기술들의 신규한 양태들을 결합한다. 일부 이러한 구현예들은, 결합형 센서 디바이스의 적어도 부분이 디스플레이 상에 오버레이될 수도 있거나 또는 그렇지 않으면 디스플레이와 결합될 수도 있는 덮개 유리 장치 내에 통합된, 그 결합형 센서 디바이스를 제공한다. 덮개 유리 장치는 2, 3 또는 그 이상의 층들을 가질 수도 있다. 일부 구현예들에서, 덮개 유리 장치는 실질적으로 투명한 및 유연한 (flexible) 상부 기판과 실질적으로 투명한 및 상대적으로 더 단단한 하부 기판을 구비한다. 일부 이런 구현예들에서, 덮개 유리 장치의 하부 기판은 디스플레이 기판 상에 오버레이될 수도 있다. 대안적 구현예들에서, 덮개 유리 장치의 하부 기판은 디스플레이 기판일 수도 있다. 예를 들어, 덮개 유리 장치의 하부 기판은 IMOD 디바이스들이, 아래에서 설명되는 바와 같이 그 위에 제작되는 동일한 투명 기판일 수도 있다.

[0030]

이러한 센서 디바이스들의 갖가지 구현예들이 여기서 설명된다. 일부 구현예들에서, 디스플레이 디바이스의 덮개 유리는 단일 또는 다중 터치 센서로서, 필기 (또는 노트 캡처) 입력 디바이스로서, 그리고 지문 센서로서 역할을 한다. 센서 기능성과 해상도는 덮개 유리 상의 특정 로케이션들에 맞출될 수 있다. 일부 이런 구현예들에서, 지문 센싱 엘리먼트들이 위치되는 영역은 지문 검출뿐만 아니라, 필기 및 터치 기능성도 제공할 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, 지문 센서는 지문 기능성만을 제공하는 별도의 고해상도 구역으로 분리될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 센서 디바이스는 결합식 터치 및 스타일러스 입력 디바이스로서 역할을 한다. 제작의 갖가지 방법들이 여기서 설명되며, 뿐만 아니라 결합형 센서 디바이스를 구비하는 디바이스를 사용하기 위한 방법들이 설명된다.

[0031]

이 개시물에서 설명되는 주제의 특정 구현예들은 다음의 잠재적 이점들 중 하나 이상을 실현하기 위해 구현될 수 있다. 본원에서 설명되는 일부 구현예들은 터치 센싱, 필기 입력 및 일부 경우들에서는 지문 영상화를 위한 정전용량식 및 저항식 기술들의 양태들을 결합한다. 일부 이러한 구현예들은 디스플레이 상에 오버레이될 수 있는 다기능 사용자 입력 센서를 인에이블시키기 위해 정전용량식 및 저항식 기술들을 결합시키는 터치 센서를 제공한다. 결합형 센서 디바이스의 일부 구현예들은 덮개 유리와 일부 기존의 투영 정전용량식 터치 (projected capacitive touch; PCT) 기반 디바이스들에서의 디스플레이 유리 사이에 배치되는 중간 터치 센서 층을 제거한다. 따라서, 일부 이러한 구현예들은 PCT 및 저항식 기술들의 적어도 일부 단점들을 완화시키거나 또는 제거할 수 있다.

[0032]

하이브리드 PCT 및 디지털 저항식 터치 (digital resistive touch; DRT) 구현예는, 예를 들어, 좁은 스타일러스 선단이 디스플레이 상을 누르는 것을 DRT 양태로 검출하면서 또한 손가락으로 디스플레이 위를 매우 가볍게 브러싱 (brushing) 또는 가깝게 호버링 (hovering) 하는 것을 PCT 양태를 이용하여 검출하는 것을 허용한다. 센서 디바이스는 스타일러스 또는 펜 입력의 임의의 형태를 그것이 도전성이든 또는 비도전성이든 상관없이 수용할 수도 있다. 투명한 또는 사실상 (effectively) 투명한 힘 감응 저항기들은 광학적 및 전기적 성능을 개선하기 위해 센셀들의 일부 또는 전부 내에 포함될 수도 있다.

[0033]

일부 구현예들에 따르면, 결합 센서는 2 이상의 패턴화된 층들을 구비할 수도 있으며, 그 층들 중 일부는 다른 기판 상에 있을 수도 있다. 상부 (또는 바깥쪽) 기판은, 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 폴리이미드, 또는 유사한 재료와 같은 플라스틱으로 형성될 수도 있다. 상부 기판은 또한 실질적으로 투명할 수도 있고 그것의 아래쪽에 패턴화된 인듐 주석 산화물 (ITO) 과 같은 실질적으로 투명한 도전체를 가질 수도 있다. 하부 기판은 실질적 투명 기판 재료, 이를테면 유리로, 또 다른 적합한 재료와 함께 형성될 수도 있다. 실질적 투명 기판의 상단 표면은 ITO와 같은 실질적으로 투명한 도전체

재료의 패턴화된 층일 수도 있다. 일부 구현예들에서, 상부 기판의 아래쪽 및 하부 기판의 상부 쪽의 도전체들은 2 개의 상이한 층들의 각각 상에서 행들 또는 열들로서 접속된 마름모꼴 형상 전극들로 패턴화될 수도 있다.

[0034] 일부 이러한 구현예들은, 센서 디바이스의 유연한 상부 기판이 신호선들, 전기 접지, 및 전력의 라우팅을 허용하기 위해 연장된 부분 상에 패턴화된 금속화물을 가지는, 끝부분이 굽은 구성을 포함한다. 이 유연한 상부 기판은 덜개 유리 장치의 상대적으로 더 단단한 하부 기판의 에지를 에워쌀 수도 있다. 접속용 소켓들을 구비한 하나 이상의 IC들 또는 패시브 컴포넌트들은 비용 및 복잡도를 줄이기 위해 유연한 층 상에 장착될 수도 있다. 하부 기판 상의 센서 전극들을 어드레싱하는 신호선들은 유연한 상부 기판의 아래쪽에서 대응하는 패턴들에 라우팅되고 접속될 수도 있다. 이런 구현예들은 상부 층의 신호선들을 접적회로들 및/또는 다른 디바이스들에 전기 접속시키기 위한 플렉스 케이블에 대한 필요를 없애는 잠재적 이점을 가진다. 그 접근법은 최종 덜개 유리 장치의 일부 버전들에 베젤 없는 구성을 허용한다.

[0035] 제작 방법들은 밑에 있는 디스플레이들의 광학적 성능을 증가시키는 대부분의 투명한 기판들 및 재료들을 포함한다. 그 제작 프로세스들은 센서 디바이스의 적어도 일 부분을 위해 유연한 기판들을 활용할 수도 있고, 그것들을 저 비용을 위해 롤 투 롤 (roll-to-roll) 프로세싱에 제공할 수도 있다.

[0036] 결합 센서의 상부 및 하부 부분들 사이의 유연한 (compliant), 탄성중합체 층의 사용은 스타일러스로부터 가해진 압력 또는 힘에 대한 민감도를 증가시키면서도, 주어진 센셀 피치에 대한 측방향 해상도를 증가시킬 수 있다. 탄성중합체 재료는 힘 감응 저항기들의 포함을 위한 개방 지역들을 포함할 수도 있다. 탄성중합체 및 FSR 재료들의 신중한 선택으로, 에어 캡들에 수반될 수 있는 투과율의 손실은 최소화된다.

[0037] 힘 감응 스위치들 및 로컬 커패시터들의 어레이는 로컬 커패시터를 연관된 PCT 검출 회로에 접속시키기 위해 사용될 수도 있으며, 여기서 각각의 커패시터는 힘 감응 스위치가 스타일러스 또는 손가락의 누름에 의해 폐쇄되는 경우에 높은 커패시턴스 증가를 달성하기 위해 얇은 유전체 층으로 형성된다. 동일한 PCT 검출 회로는 그러므로 손가락으로 터치된 경우 (터치 모드) 의 상호 커패시턴스에서의 변화들 및 감응 스위치가 눌러지는 경우 (스타일러스 또는 지문 모드) 의 센셀 커패시턴스에서의 변화들을 검출하는데 사용될 수 있다.

[0038] 결합형, 다기능 센서 디바이스는 필기 입력 및 지문 인식과 같은 부가적인 기능들을 수행하도록 단일 터치스크린을 인에이블시킨다. 일부 구현예들에서, 이를 다수의 특징들은 사용자 인증을 통한 증가된 보안을 허용하고, 필기의 양호한 캡처 및 사용자 인터페이스들에 대한 더 상호작용적인 접근법을 허용한다. 센서 디바이스를 갖는 셀 전화기와 같은 핸드헬드 모바일 디바이스는, 거래들(transactions) 및 물리적 액세스를 가능하게 하기 위해 사용자 인증에 대한 게이트웨이로서 모바일 디바이스를 사용하는 것; 거래 애플리케이션들에 대한 시그너처 인식 및 전송을 위해 필기 입력 기능을 사용하는 것; 및 학교 설정환경 (setting)에서의 학생들 또는 회사 설정환경에서의 고용인들의 노트들 및 다른 문서들을 자동으로 캡처하기 위해 필기 입력 특징을 이용하는 것을 포함한, 애플리케이션들의 어레이를 가능하게 할 수 있다.

[0039] 일부 이런 구현예들에서, 별개의 제어기가 센서 디바이스를 위해 구성될 수도 있거나, 또는 그 제어기는 애플리케이션들 프로세서의 부분으로서 포함될 수도 있다. 필기, 터치 및 지문 검출을 위한 소프트웨어는 하나 이상의 제어기들 또는 애플리케이션들의 프로세서에 포함될 수도 있다. 저, 중 및 고 해상도는 센셀들의 서브세트를 스캐닝함으로써, 또는 라인들 또는 열들을 종합함으로써 단일 센서 디바이스로 획득될 수 있다. 소비 전력은 제어기를 사용하여 센서 화소들 (또는 행들 또는 열들) 을 전기적으로 총합함으로써 감소될 수도 있어서, 센서 화소들은 더 큰 어레이를 갖는 더 높은 해상도가 필요하기까지 저 전력 소형 어레이로서 기능을 한다. 소비 전력은 센서 디바이스의 부분들 또는 전부를 턴 오프, 제어기의 부분들을 턴 오프, 또는 감소된 프레임 레이트에서 제 1-레벨 스크리닝을 채용함으로써 감소될 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 결합식 PCT 센서 및 디지털 저항식 터치 (DRT) 센서는 커패시터들 (PCT) 의 패시브 어레이 및 저항식 스위치들 (DRT) 의 패시브 어레이를 가진다. 터치 센서 및 스타일러스 센서 시스템들이 일반적으로 상이한 센싱 기법들을 사용하지만, 공통 구조를 갖는 홀리스틱 접근법은 PCB 부품 수를 절약하며, ASIC 구현물에서의 면적을 감소시키며, 전력을 감소시키고, 터치 및 스타일러스 서브시스템들 간의 절연에 대한 필요성을 없앤다.

[0040] 설명되는 구현예들이 적용될 수도 있는 적합한 EMS 또는 MEMS 디바이스의 일 예는, 반사형 디스플레이 디바이스이다. 반사형 디스플레이 디바이스들은 입사하는 광을 광 간섭의 원리들을 이용하여 선택적으로 흡수 및/또는 반사하는 간섭 변조기들 (IMOD들) 을 통합할 수도 있다. IMOD들은 흡수체, 그 흡수체에 대해 이동가능한 것인 반사체, 그리고 흡수체 및 반사체 사이에서 규정된 광학적 공진 공동을 구비할 수 있다. 반사체는 둘 이상의 상이한 포지션들로 움직일 수 있으며, 그것은 광학적 공진 공동의 사이즈를 변화시킬 수 있고 이에 의해

간접 변조기의 반사율에 영향을 미친다. IMOD들의 반사율 스펙트럼들은 상이한 컬러들을 생성하도록 가시파장들 전체에 걸쳐 시프트될 수 있는 상당히 넓은 스펙트럼 대역들을 생성할 수 있다. 스펙트럼 대역의 포지션은 광학적 공진 공동의 두께를 변경함으로써 조절될 수 있다. 광학적 공진 공동을 변화시키는 하나의 방법은 반사체의 포지션을 변화시키는 것이다.

[0041] 도 1은 간접 변조기 (IMOD) 디스플레이 디바이스의 일련의 화소들에서의 2개의 인접 화소들을 묘사하는 등각투상도의 일 예를 도시한다. IMOD 디스플레이 디바이스는 하나 이상의 간접형 MEMS 디스플레이 엘리먼트들을 구비한다. 이들 디바이스들에서, MEMS 디스플레이 엘리먼트들의 화소들은 밝거나 또는 어두운 상태일 수 있다. 밝은 ("이완된 (relaxed)", "개방" 또는 "온") 상태에서, 디스플레이 엘리먼트는 입사 가시광선의 큰 부분을, 예컨대, 사용자에게 반사한다. 반대로, 어두운 ("작동된 (actuated)", "폐쇄된" 또는 "오프") 상태에서, 디스플레이 엘리먼트는 입사 가시광선을 거의 반사하지 않는다. 일부 구현예들에서, 온 및 오프 상태들의 광 반사율 특성들은 역전될 수도 있다. MEMS 화소들은 흑색 및 백색 외에도 컬러 디스플레이를 허용하는 특정 파장들에서 주로 반사하도록 구성될 수 있다.

[0042] IMOD 디스플레이 디바이스는 IMOD들의 행/열 어레이를 구비할 수 있다. 각각의 IMOD는, 에어 캡 (광학적 캡 또는 공동이라고도 지칭됨)을 형성하기 위해 서로로부터 가변 및 제어가능 거리에 위치된 한 쌍의 반사층들, 즉, 이동가능 반사층 및 고정된 부분 반사층을 포함할 수 있다. 이동가능 반사층은 적어도 2개의 포지션들 사이를 움직일 수도 있다. 제 1 포지션, 즉, 이완된 포지션에서, 이동가능 반사층은 고정된 부분 반사층으로부터 비교적 큰 거리에 위치될 수 있다. 제 2 포지션, 즉, 작동된 포지션에서, 이동가능 반사층은 부분 반사층에 더 가까이 위치될 수 있다. 2 개의 층들로부터 반사하는 입사 광은 이동가능 반사층의 포지션에 의존하여 보강적으로 또는 상쇄적으로 간접하여, 각각의 화소에 대해 전체의 반사 또는 비-반사 상태를 생성할 수 있다. 일부 구현예들에서, IMOD는 작동되지 않은 경우에 반사 상태에 있어, 가시 스펙트럼 내의 광을 반사할 수도 있고, 작동되지 않은 경우에 어두운 상태에 있어, 가시 범위 내의 광을 흡수 및/또는 상쇄적으로 간접할 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, 그러나, IMOD는 작동되지 않은 경우에 어두운 상태, 그리고 작동된 경우에 반사 상태에 있을 수도 있다. 일부 구현예들에서, 인가된 전압의 도입은 상태들을 변화시키기 위해 화소들을 구동시킬 수 있다. 일부 다른 구현예들에서, 인가된 전하는 상태들을 변화시키기 위해 화소들을 구동시킬 수 있다.

[0043] 도 1에서의 화소 어레이의 묘사된 부분은 2 개의 인접한 간접 변조기들 (12) (즉, IMOD 화소들)을 포함한다. 왼쪽의 (예시된 대로의) IMOD (12)에서, 이동가능 반사층 (14)은 부분 반사층을 포함하는 광학적 스택 (16)으로부터 어떤 거리 (이것은 설계 파라미터들에 기초하여 미리 결정될 수도 있음)에서 이완된 포지션으로 예시된다. 왼쪽의 IMOD (12)에 걸리게 인가된 전압 V_0 은 이동가능 반사층 (14)의 작동을 유발하는데 불충분하다. 오른쪽의 IMOD (12)에서, 이동가능 반사층 (14)은 광학적 스택 (16) 가까이 있는, 인접한 또는 접하는 작동된 포지션으로 예시된다. 오른쪽의 IMOD (12)에 걸리게 인가된 전압 V_{bias} 는 이동가능 반사층 (14)을 이동시키기에 충분하고 그 이동가능 반사층을 작동된 포지션에서 유지할 수 있다.

[0044] 도 1에서, 화소들 (12)의 반사 특성들은 화소들 (12)에 입사하는 광을 나타내는 화살표 (13), 및 왼쪽의 화소 (12)로부터 반사하는 광 (15)으로 일반적으로 예시된다. 이 기술분야의 통상의 기술을 가진 자는 화소들 (12)에 입사하는 광 (13)의 대부분이 투명 기판 (20)을 통해, 광학적 스택 (16) 쪽으로 투과될 수도 있다는 것을 쉽사리 인식할 것이다. 광학적 스택 (16)에 입사하는 광의 일 부분은 광학적 스택 (16)의 부분 반사층을 통해 투과될 수도 있고, 일 부분은 투명 기판 (20)을 통해 되반사될 것이다. 광학적 스택 (16)을 통해 투과되는 광 (13)의 부분은 이동가능 반사층 (14)에서, 투명 기판 (20) 쪽으로 (을 통해) 되 반사될 수도 있다. 광학적 스택 (16)의 부분 반사층으로부터 반사된 광 및 이동가능 반사층 (14)으로부터 반사된 광 사이의 (보강적 또는 상쇄적) 간접은 화소 (12)로부터 반사된 광 (15)의 파장(들)을 결정할 것이다.

[0045] 광학적 스택 (16)은 단일 층 또는 여러 층들을 포함할 수 있다. 그 층(들)은 전극 층, 부분 반사성 및 부분 투과성 층 및 투명 유전체 층 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 광학적 스택 (16)은 도전성이며, 부분적으로 투과성이고 부분적으로 반사성이며, 그리고, 예를 들어, 위의 층들의 하나 이상을 투명 기판 (20) 상에 퇴적함으로써 제작될 수도 있다. 전극 층은 다양한 재료들, 이를테면 갖가지 금속들, 예를 들어 인듐 주석 산화물 (ITO)로 형성될 수 있다. 부분 반사층은 부분적으로 반사성인 다양한 재료들, 이를테면 갖가지 금속들, 이를테면 크롬 (Cr), 반도체들, 및 유전체들로 형성될 수 있다. 부분 반사층은 재료들의 하나 이상의 층들로 형성될 수 있고, 층들의 각각은 단일 재료 또는 재료들의 조합으로 형성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 광학적 스택 (16)은 광학적 흡수체 및 도전체 둘 다로서 역할을 하는 단일 반투명한 두께

의 금속 또는 반도체를 포함할 수 있는 한편, (예컨대, 광학적 스택 (16)의 또는 IMOD의 다른 구조들의) 상이한, 더 큰 도전성 층들 또는 부분들은 IMOD 화소들 사이에서 신호들을 전달하도록 기능할 수 있다. 광학적 스택 (16)은 또한 하나 이상의 도전성 층들 또는 도전성/광학적 흡수층을 덮는 하나 이상의 절연성 또는 유전체 층들을 포함할 수 있다.

[0046] 일부 구현예들에서, 광학적 스택 (16)의 층(들)은 평행한 스트립들로 패턴화될 수 있고, 아래에서 더 설명되는 바와 같이 디스플레이 디바이스에서의 행 전극들을 형성할 수도 있다. 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 이해될 바와 같이, 용어 "패턴화된"은 본원에서는 마스킹 뿐만 아니라 에칭 프로세스들을 지칭하는데 이용된다. 일부 구현예들에서, 높은 도전성 및 반사성 재료, 이를테면 알루미늄 (Al)은, 이동가능 반사층 (14)을 위해 사용될 수도 있고, 그리고 이들 스트립들은 디스플레이 디바이스에서 열 전극들을 형성할 수도 있다. 이동가능 반사층 (14)은 포스트들 (18)의 상단에 퇴적된 열들 및 포스트들 (18) 사이에 퇴적된 개재 희생 재료를 형성하기 위해 (광학적 스택 (16)의 행 전극들에 직교하는) 퇴적된 금속 층 또는 층들의 일련의 평행한 스트립들로서 형성될 수도 있다. 희생 재료가 식각 제거되는 경우, 규정된 캡 (19), 또는 광학적 공동이, 이동가능 반사층 (14) 및 광학적 스택 (16) 사이에 형성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 포스트들 (18) 사이의 간격 (spacing)은 대략 1 - 1000 μm 일 수도 있는 반면, 캡 (19)은 대략 10,000 옹스트롬 (\AA) 미만일 수도 있다.

[0047] 일부 구현예들에서, IMOD의 각각의 화소는, 작동된 상태이든 또는 이완된 상태이든, 근본적으로는 고정된 및 가동 (moving) 반사층들 사이에 형성된 커패시터이다. 전압이 인가되지 않는 경우, 이동가능 반사층 (14)은, 도 1의 왼쪽의 화소 (12)에 의해 예시된 바와 같이, 캡 (19)이 이동가능 반사층 (14) 및 광학적 스택 (16) 사이에 있는 기계적으로 이완된 상태로 유지된다. 그러나, 전위차, 예컨대, 전압이 선택된 행 및 열 중의 적어도 하나에 인가되는 경우, 대응하는 화소에서 행 및 열 전극들의 교차부에 형성된 커패시터는 충전되고, 정전기력들이 전극들을 함께 끌어당긴다. 인가된 전압이 임계치를 초과한다면, 이동가능 반사층 (14)은 변형하여 광학적 스택 (16) 가까이로 또는 반대로 이동할 수 있다. 광학적 스택 (16) 내의 유전체 층 (미도시)은 단락을 방지하고 층들 (14 및 16) 사이의 분리 거리를, 도 1의 오른쪽의 작동된 화소 (12)에 의해 예시된 바와 같이, 제어할 수도 있다. 이 거동 (behavior)은 인가된 전위차의 극성에 무관하게 동일하다. 어레이에 서의 일련의 화소들이 일부 경우들에서 "행들" 또는 "열들"로서 지칭되지만, 이 기술분야의 통상의 기술을 가진자는 하나의 방향을 "행"으로서 그리고 다른 방향을 "열"로서 지칭하는 것은 임의적임을 쉽사리 이해할 것이다.

다시 말해, 일부 배향들에서, 행들은 열들로 간주될 수 있고, 열들은 행들로 간주될 수 있다. 더욱이, 디스플레이 엘리먼트들은 직교 행들 및 열들 ("어레이")로 균일하게 배열될 수도 있거나, 또는, 예를 들어, 서로에 대해 특정한 위치적 오프셋들을 갖는 비선형 구성들 ("모자이크")로 배열될 수도 있다. 용어들인 "어레이"와 "모자이크"는 어느 구성이라도 지칭할 수도 있다. 따라서, 비록 디스플레이가 "어레이" 또는 "모자이크"를 포함하는 것으로서 지칭되더라도, 엘리먼트들 그것을 자신들은, 임의의 인스턴스에서, 서로 직교하게 배열되거나 또는 균일 분포로 배치될 필요가 없고, 비대칭 형상들 및 균일하지 않게 분포된 엘리먼트들을 갖는 배치구성을 포함할 수도 있다.

[0048] 도 2는 3x3 간접 변조기 디스플레이를 통합하는 전자 디바이스를 예시하는 시스템 블록도의 일 예를 도시한다. 그 전자 디바이스는 하나 이상의 소프트웨어 모듈들을 실행하도록 구성될 수도 있는 프로세서 (21)를 구비한다. 운영 체제를 실행하는 것 외에도, 프로세서 (21)는 웹 브라우저, 전화기 애플리케이션, 이메일 프로그램, 또는 임의의 다른 소프트웨어 애플리케이션을 포함한, 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션들을 실행하도록 구성될 수도 있다.

[0049] 프로세서 (21)는 어레이 드라이버 (22)와 통신하도록 구성될 수 있다. 어레이 드라이버 (22)는, 신호들을, 예컨대, 디스플레이 어레이 또는 패널 (30)에 제공하는 행 드라이버 회로 (24) 및 열 드라이버 회로 (26)를 구비할 수 있다. 도 1에 예시된 IMOD 디스플레이 디바이스의 단면은 도 2에서 선들인 1-1에 의해 도시된다. 비록 도 2가 명료함을 위해 IMOD들의 3x3 어레이를 예시하지만, 디스플레이 어레이 (30)는 매우 큰 수의 IMOD들을 포함할 수도 있고, 다른 수의 IMOD들을 열들에서보다는 행들에서 가질 수도 있고, 반대의 경우로도 마찬가지이다.

[0050] 도 3은 도 1의 간접 변조기에 대한 이동가능 반사층 포지션 대 인가된 전압을 예시하는 다이어그램의 일 예를 도시한다. MEMS 간접 변조기들에 대해, 행/열 (즉, 공통/세그먼트) 쓰기 프로세서는 도 3에 예시된 바와 같은 이들 디바이스들의 히스테리시스 특성의 이점을 이용할 수도 있다. 간접 변조기는 이동가능 반사층, 또는 거울로 하여금, 이완된 상태로부터 작동된 상태로 변화하도록, 예를 들어, 약 10-볼트 전위차를 요구할 수도 있다. 전압이 그 값으로부터 감소되는 경우, 전압이, 예컨대, 10-볼트 미만으로 다시 강하함에 따라 이동가

능 반사층은 그것의 상태를 유지하지만, 이동가능 반사층은 전압이 2-볼트 미만으로 강하하기까지 완전히 이완되지 않는다. 따라서, 도 3에 도시된 바와 같은 전압의 범위, 대략 3 내지 7-볼트는, 디바이스가 이완된 또는 작동된 상태에서 안정한 범위가 되는 인가된 전압의 윈도가 존재하는 경우에 존재한다. 이는 본원에서는 "히스테리시스 윈도" 또는 "안정성 윈도 (stability window)"라고 지칭된다. 도 3의 히스테리시스 특성들을 갖는 디스플레이 어레이 (30)의 경우, 행/열 쓰기 프로시저는 하나 이상의 행들을 한 번에 어드레싱하도록 설계될 수 있어서, 주어진 행의 어드레싱 동안, 작동될 어드레싱된 행의 화소들은 약 10-볼트의 전압차에 노출되고, 이완될 화소들은 거의 0 볼트의 전압차에 노출된다. 어드레싱 후, 화소들은 그것들이 이전의 스트로빙 상태로 유지되도록 정상 (steady) 상태 또는 대략 5-볼트의 바이어스 전압차에 노출된다. 이 예에서, 어드레싱된 후, 각각의 화소는 약 3-7 볼트의 "안정성 윈도" 내의 전위차를 보인다. 이 히스테리시스 특성 특징은 동일한 인가된 전압 조건들 하의 작동된 또는 이완된 미리 존재하는 상태를 유지하기 위해, 예컨대, 도 1에 예시된 화소 설계를 가능하게 한다. 각각의 IMOD 화소는, 작동된 상태이든 또는 이완된 상태이든, 근본적으로는 고정된 및 가동 반사층들에 의해 형성된 커패시터이므로, 이 안정한 상태는 전력을 실질적으로 낭비하거나 손실하는 일 없이 히스테리시스 윈도 내의 정상 전압에서 유지될 수 있다. 더구나, 인가된 전압 전위가 실질적으로 고정되게 유지된다면 IMOD 화소 속으로 흐르는 전류는 근본적으로 적거나 또는 없다.

[0051]

일부 구현예들에서, 이미지의 프레임은 주어진 행에서의 화소들의 상태에 대한 소망의 변화에 (만약에 있다면) 따라서, 열 전극들의 세트를 따라 "세그먼트" 전압들의 형태로 데이터 신호들을 인가함으로써 만들어질 수도 있다. 어레이의 각각의 행은 차례로 어드레싱될 수 있어서, 프레임이 한 번에 한 행씩 쓰여진다. 소망의 데이터를 제 1 행의 화소들에 쓰기 위해, 제 1 행에서의 화소들의 소망의 상태에 대응하는 세그먼트 전압들은 열 전극들에 인가될 수 있고, 특정 "공통" 전압 또는 신호의 형태의 제 1 행 펄스는 제 1 행 전극에 인가될 수 있다. 그 다음에 세그먼트 전압들의 세트는 제 2 행의 화소들의 상태에 대한 소망의 변화에 (만약에 있다면) 대응하게 변화될 수 있고, 제 2 공통 전압은 제 2 행 전극에 인가될 수 있다. 일부 구현예들에서, 제 1 행의 화소들은 열 전극들을 따라 인가된 세그먼트 전압들에서의 변화에 의해 영향을 받지 않고, 제 1 공통 전압 행 펄스 동안에 그것들이 설정되었던 상태로 유지된다. 이 프로세스는 이미지 프레임을 생성하기 위해 전체 일련의 행들, 또는 대안으로, 열들에 대해 순차적 형태로 반복될 수도 있다. 그 프레임들은 이 프로세스를 초당 일부 소망의 수의 프레임들로 계속해서 반복함으로써 새로운 이미지 데이터로 리프레시 및/또는 업데이트될 수 있다.

[0052]

각각의 화소에 걸리게 인가된 세그먼트 및 공통 신호들의 조합 (다시 말하면, 각각의 화소에 걸리는 전위차)은 각각의 화소의 결과적인 상태를 결정한다. 도 4는 갖가지 공통 및 세그먼트 전압들이 인가되는 경우에 간접변조기의 갖가지 상태들을 예시하는 테이블의 일 예를 도시한다. 이 기술분야의 통상의 지식을 가진자에 의해 쉽사리 이해될 바와 같이, "세그먼트" 전압들은 열 전극들 또는 행 전극들 중 어느 하나에 인가될 수 있고, "공통" 전압들은 열 전극들 또는 행 전극들 중 나머지 하나에 인가될 수 있다.

[0053]

도 4에서 (뿐만 아니라 도 5b에 도시된 타이밍도에서) 예시된 바와 같이, 릴리스(release) 전압 (VC_{REL}) 이 공통선을 따라 인가되는 경우, 공통선을 따르는 모든 간접 변조기 엘리먼트들은, 세그먼트선들을 따라 인가된 전압, 즉, 하이 세그먼트 전압 (VS_H) 및 로우 세그먼트 전압 (VS_L)에 무관하게, 대안으로는 릴리스된 (released) 또는 작동되지 않은 상태라고 지칭되는 이완된 상태로 배치될 것이다. 특히, 릴리스 전압 (VC_{REL}) 이 공통선을 따라 인가되는 경우, 변조기에 걸리는 포텐셜 전압 (다르게는 화소 전압이라 지칭됨)은, 하이 세그먼트 전압 (VS_H) 및 로우 세그먼트 전압 (VS_L) 둘 다가 그 화소에 대응하는 세그먼트선을 따라 인가되는 경우에 이완 윈도 (relaxation window) (도 3 참조, 또한 릴리스 윈도라고 지칭됨) 내에 있다.

[0054]

하이 유지 전압 (VC_{HOLD_H}) 또는 로우 유지 전압 (VC_{HOLD_L})과 같은 유지 전압이 공통선에 인가되는 경우, 간접 변조기의 상태는 일정하게 유지될 것이다. 예를 들어, 이완된 IMOD는 이완된 포지션으로 유지될 것이고, 작동된 IMOD는 작동된 포지션으로 유지될 것이다. 하이 세그먼트 전압 (VS_H) 및 로우 세그먼트 전압 (VS_L) 둘 다가 대응하는 세그먼트선을 따라 인가되는 경우에 화소 전압이 안정성 윈도 내에 유지되도록 유지 전압들은 선택될 수 있다. 따라서, 세그먼트 전압 스윙, 즉, 하이 (VS_H) 및 로우 세그먼트 전압 (VS_L) 사이의 차이는, 양의 또는 음의 안정성 윈도의 폭 미만이다.

[0055]

어드레싱 또는 작동 전압, 이를테면 하이 어드레싱 전압 (VC_{ADD_H}) 또는 로우 어드레싱 (전압 (VC_{ADD_L}) 이 공통선에 인가되는 경우, 데이터는 개별 세그먼트선들에 따른 세그먼트 전압들의 인가에 의해 그 공통선을 따라 변조기들에 선택적으로 쓰여질 수 있다. 세그먼트 전압들은 인가된 세그먼트 전압에 작동이 의존하도록 선택될

수도 있다. 어드레싱 전압이 공통선을 따라 인가되는 경우, 하나의 세그먼트 전압의 인가는 결과적으로 화소 전압이 안정성 윈도 내에 있게 하여, 그 화소가 작동하지 않게 유지되게 한다. 그 반면, 다른 세그먼트 전압의 인가는 결과적으로 화소 전압이 안정성 윈도를 벗어나게 하여, 결국 화소의 작동이 되게 한다. 작동을 유발하는 특정 세그먼트 전압은 어떤 어드레싱 전압이 이용되는지에 의존하여 가변할 수 있다. 일부 구현예들에서, 하이 어드레싱 전압 ($VC_{ADD,H}$) 이 공통선을 따라 인가되는 경우, 하이 세그먼트 전압 (VS_H) 의 인가는 변조기로 하여금 그것의 현재 포지션으로 유지되게 할 수 있는 반면, 로우 세그먼트 전압 (VS_L) 의 인가는 변조기의 작동을 유발할 수 있다. 그 결과, 세그먼트 전압들의 영향은 로우 어드레싱 전압 ($VC_{ADD,L}$) 이 인가되는 경우에 반대로 될 수 있어, 하이 세그먼트 전압 (VS_H) 은 변조기의 작동을 유발하고, 로우 세그먼트 전압 (VS_L) 은 변조기의 상태에 영향을 주지 않는다 (즉, 안정을 유지한다).

[0056] 일부 구현예들에서, 변조기들에 걸리는 동일한 극성의 전위차를 항상 생성하는, 유지 전압들, 어드레스 전압들, 및 세그먼트 전압들이 이용될 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, 변조기들의 전위차의 극성을 교호시키는 신호들이 이용될 수 있다. 변조기들에 걸리는 극성의 교호 (다시 말하면, 쓰기 프로시저들의 극성의 교호) 는 단일 극성의 반복된 쓰기 동작을 후에 일어날 수 있는 전하 축적을 줄이거나 또는 억제할 수도 있다.

[0057] 도 5a는 도 2의 3x3 간섭 변조기 디스플레이에서의 디스플레이 데이터의 프레임을 예시하는 다이어그램의 일 예를 도시한다. 도 5b는 도 5a에 예시된 디스플레이 데이터의 프레임을 쓰는데 이용될 수도 있는 공통 및 세그먼트 신호들에 대한 타이밍도의 일 예를 도시한다. 그 신호들은, 예컨대, 도 2의 3x3 어레이에 인가될 수 있으며, 이는 궁극적으로 도 5a에 예시된 라인 시간 (60e) 디스플레이 배열이 될 것이다. 도 5a의 작동된 변조기들은 어두운-상태에 있다, 즉, 그 경우 반사된 광의 실질적 부분은, 예컨대, 관람자에게 어두운 외관이 되도록 하기 위해서 가시 스펙트럼의 바깥쪽에 있다. 도 5a에 예시된 프레임을 쓰기 전에, 화소들은 임의의 상태에 있을 수 있지만, 도 5b의 타이밍도에 예시된 쓰기 프로시저는 각각의 변조기가 릴리스되었고 제 1 라인 시간 (60a) 전에 작동되지 않은 상태로 존재한다고 상정한다.

[0058] 제 1 라인 시간 (60a) 동안, 릴리스 전압 (70) 이 공통선 1에 인가되며; 공통선 2에 인가된 전압은 하이 유지 전압 (72) 에서 시작하고 릴리스 전압 (70) 으로 이동하며; 그리고 로우 유지 전압 (76) 은 공통선 3을 따라 인가된다. 따라서, 공통선 1을 따르는 변조기들인 (공통 1, 세그먼트 1), (1,2) 및 (1,3) 은 제 1 라인 시간 (60a) 의 지속시간 동안 이완된, 또는 작동하지 않은 상태로 유지되며, 공통선 2를 따르는 변조기들인 (2,1), (2,2) 및 (2,3) 은 이완된 상태로 이동할 것이고, 공통선 3을 따르는 변조기들인 (3,1), (3,2) 및 (3,3) 은 그 것들의 이전의 상태로 유지될 것이다. 도 4를 참조하면, 세그먼트선들 (1, 2 및 3) 을 따라 인가된 세그먼트 전압들은, 공통선들 (1, 2 또는 3) 중의 어느 것도 라인 시간 (60a) 동안 작동을 유발할 전압 레벨들에 노출되어 있지 않을 것 (즉, VC_{REL} - 이완 및 $VC_{HOLD,L}$ - 안정) 이므로, 간섭 변조기들의 상태에 영향을 주지 않을 것이다.

[0059] 제 2 라인 시간 (60b) 동안, 공통선 1 상의 전압은 하이 유지 전압 (72) 으로 이동하고, 공통선 1을 따르는 모든 변조기들은 인가된 세그먼트 전압에 무관하게 이완된 상태로 유지되는데, 어드레싱 또는 작동 전압이 공통선 1에 인가되지 않았기 때문이다. 공통선 2를 따르는 변조기들은 릴리스 전압 (70) 의 인가로 인해 이완된 상태로 유지되고, 공통선 3을 따르는 변조기들인 (3,1), (3,2) 및 (3,3) 은 공통선 3을 따르는 전압이 릴리스 전압 (70) 으로 이동하는 경우에 이완될 것이다.

[0060] 제 3 라인 시간 (60c) 동안, 공통선 1은 하이 어드레스 전압 (74) 을 공통선 1에 인가함으로써 어드레싱된다. 이 어드레스 전압의 인가 동안에 로우 세그먼트 전압 (64) 이 세그먼트선들 (1 및 2) 을 따라 인가되기 때문에, 변조기들인 (1,1) 및 (1,2) 에 걸리는 화소 전압은 변조기들의 양의 안정성 윈도의 상한(hight end)보다 크고 (즉, 전압차가 미리 정의된 임계치를 초과하였음), 변조기들인 (1,1) 및 (1,2) 는 작동된다. 반대로, 하이 세그먼트 전압 (62) 이 세그먼트선 3을 따라 인가되기 때문에, 변조기 (1,3) 에 걸리는 화소 전압은 변조기들인 (1,1) 및 (1,2) 의 화소 전압 미만이고, 변조기의 양의 안정성 윈도 내에 유지되며, 변조기 (1,3) 은 따라서 이완된 채로 유지된다. 또한 라인 시간 (60c) 동안, 공통선 2를 따르는 전압은 로우 유지 전압 (76) 으로 감소하고, 공통선 3을 따르는 전압은 릴리스 전압 (70) 으로 유지되어, 공통선들 (2 및 3) 을 따르는 변조기들을 이완된 포지션으로 남겨둔다.

[0061] 제 4 라인 시간 (60d) 동안, 공통선 1 상의 전압은 하이 유지 전압 (72) 으로 복귀하여, 공통선 1을 따르는 변조기들은 그것들의 개별 어드레싱된 상태들로 남겨둔다. 공통선 2 상의 전압은 로우 어드레스 전압 (78) 으로 감소된다. 하이 세그먼트 전압 (62) 이 세그먼트선 2를 따라 인가되기 때문에, 변조기 (2,2) 에 걸리는

화소 전압은 변조기의 음의 안정성 원도의 하한(lower end) 미만이 되어, 변조기 (2,2) 가 작동되게 한다. 반대로, 로우 세그먼트 전압 (64) 이 세그먼트선들 (1 및 3) 에 인가되기 때문에, 변조기들인 (2,1) 및 (2,3) 은 이완된 포지션으로 유지된다. 공통선 3 상의 전압은 하이 유지 전압 (72) 으로 증가하여, 공통선 3을 따르는 변조기들을 이완된 상태로 남겨둔다. 그 다음에 공통선 2 상의 전압은 로우 유지 전압 (76) 으로 다시 전이된다.

[0062] 마지막으로, 제 5 라인 시간 (60e) 동안, 공통선 1 상의 전압은 하이 유지 전압 (72) 으로 유지되고, 공통선 2 상의 전압은 로우 유지 전압 (76) 으로 유지되어, 공통선들 (1 및 2) 을 따르는 변조기들을 그것들의 개별 어드레싱된 상태들로 남겨둔다. 공통선 3 상의 전압은 공통선 3을 따르는 변조기들을 어드레싱하기 위해 하이 어드레스 전압 (74) 으로 증가한다. 로우 세그먼트 전압 (64) 이 세그먼트선들 (2 및 3) 에 인가됨에 따라, 변조기들인 (3,2) 및 (3,3) 은 작동하는 반면, 세그먼트선 1을 따라 인가된 하이 세그먼트 전압 (62) 은 변조기 (3,1) 이 이완된 포지션으로 유지되게 한다. 따라서, 제 5 라인 시간 (60e) 의 끝에서, 3x3 화소 어레이는 도 5a에 도시된 상태에 있고, 다른 공통선들 (미도시) 을 따르는 변조기들이 어드레싱 중인 경우에 발생할 수도 있는 세그먼트 전압에서의 변동들에 무관하게, 유지 전압들이 공통선들을 따라 인가되는 한, 그 상태로 유지될 것이다.

[0063] 도 5b의 타이밍도에서, 주어진 쓰기 프로시저 (즉, 라인 시간들 (60a-60e)) 는 하이 유지 및 어드레스 전압들, 또는 로우 유지 및 어드레스 전압들의 사용을 포함할 수 있다. 일단 쓰기 프로시저가 주어진 공통선에 대해 완료되면 (그리고 공통 전압이 작동 전압과 동일한 극성을 갖는 유지 전압으로 설정되면), 화소 전압은 주어진 안정성 원도 내에 유지되고, 렐리스 전압이 그 공통선에 인가되기까지 이완 원도를 통과하지 않는다. 더욱 이, 각각의 변조기가 변조기를 어드레싱하기 전에 쓰기 프로시저의 부분으로서 렐리스되므로, 렐리스 시간보다는, 변조기의 작동 시간이, 필요한 라인 시간을 결정할 수도 있다. 구체적으로는, 변조기의 렐리스 작동 시간보다 큰 구현예들에서, 렐리스 전압은, 도 5b에 묘사된 바와 같이, 단일 라인 시간보다 더 길게 인가될 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, 공통선들 또는 세그먼트선들을 따라 인가된 전압들은 다른 변조기들, 이를 테면 상이한 컬러들의 변조기들의 작동 및 렐리스 전압들에서의 변동들에 대응하기 위해 가변할 수도 있다.

[0064] 위에서 언급된 원리들에 따라서 동작하는 간접 변조기들의 구조의 세부사항들은 광범위하게 달라질 수도 있다. 예를 들어, 도 6a-6e는 이동가능 반사층 (14) 및 그것의 지지 구조들을 구비한, 간접 변조기들의 변화하는 구현예들의 단면들의 예들을 도시한다. 도 6a는 도 1의 간접 변조기 디스플레이의 부분 단면의 일 예를 도시하며, 여기서 금속 재료의 스트립, 즉, 이동가능 반사층 (14) 은 기판 (20) 으로부터 직교하게 연장하는 지지 물들 (18) 상에 퇴적된다. 도 6b에서, 각각의 IMOD의 이동가능 반사층 (14) 은 일반적으로 형상이 정사각형 또는 직사각형이고 테더들 (tethers) (32) 상의 코너들에서 또는 그 코너들 가까이에서 지지물들에 부착된다.

도 6c에서, 이동가능 반사층 (14) 은 일반적으로 형상이 정사각형 또는 직사각형이고 유연한 금속을 포함할 수도 있는 변형가능 층 (34) 에 매달려 있다. 변형가능 층 (34) 은 이동가능 반사층 (14) 의 주위를 둘러싸게 기판 (20) 에 직접적으로 또는 간접적으로 연결될 수 있다. 이런 연결체들은 본원에서는 지지 포스트들이라 지칭된다. 도 6c에 도시된 구현예는 이동가능 반사층 (14) 의 광학적 기능들의, 변형가능 층 (34) 에 의해 행해지는 그것의 기계적 기능들로부터의 분리로 도출되는 부가적인 이점들을 가진다. 이 분리는 반사층 (14) 을 위해 사용된 구조적 설계 및 재료들과 변형가능 층 (34) 을 위해 사용된 구조적 설계 및 재료들이 서로 독립적으로 최적화되는 것을 허용한다.

[0065] 도 6d는 이동가능 반사층 (14) 이 반사 서브층 (14a) 을 포함하는 IMOD의 다른 예를 도시한다. 이동가능 반사층 (14) 은 지지 구조, 이를테면 지지 포스트들 (18) 상에 놓여있다. 지지 포스트들 (18) 은 하부 정지 전극 (즉, 예시된 IMOD에서의 광학적 스택 (16) 의 부분) 으로부터 이동가능 반사층 (14) 의 분리를 제공하여서, 예를 들어 이동가능 반사층 (14) 이 이완된 포지션에 있는 경우에 캡 (19) 이 이동가능 반사층 (14) 및 광학적 스택 (16) 사이에 형성된다. 이동가능 반사층 (14) 은 또한 전극으로서 역할을 하도록 구성될 수도 있는 도전층 (14c), 및 지지 층 (14b) 을 구비할 수 있다. 이 예에서, 도전층 (14c) 은 기판 (20) 으로부터 면쪽의, 지지 층 (14b) 의 일 측에 배치되고, 반사 서브층 (14a) 은 기판 (20) 에 가까운 쪽의, 지지 층 (14b) 의 타 측에 배치된다. 일부 구현예들에서, 반사 서브층 (14a) 은 도전성일 수 있고 지지 층 (14b) 및 광학적 스택 (16) 사이에 배치될 수 있다. 지지 층 (14b) 은 유전체 재료, 예를 들어, 실리콘 산화질화물 ($SiON$) 또는 실리콘 이산화물 (SiO_2) 의 하나 이상의 층들을 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 지지 층 (14b) 은, 예를 들어, $SiO_2/SiON/SiO_2$ 삼-층 스택과 같은 층들의 스택일 수 있다. 반사 서브층 (14a) 및 도전층 (14c) 의 어느 하나 또는 양쪽 모두는, 예컨대, 약 0.5% 구리 (Cu) 를 갖는 알루미늄 (Al) 합금, 또는 다른 반사성 금속 재료를 포함할 수 있다. 유전체 지지 층 (14b) 위쪽 및 아래쪽에 도전층들 (14a, 14c) 을

채용하는 것은 응력들 (stresses) 의 균형을 잡을 수 있고 향상된 도전율 (conduction) 을 제공할 수 있다. 일부 구현예들에서, 반사 서브층 (14a) 및 도전층 (14c) 은 다양한 설계 목적들을 위해, 이를테면 이동가능 반사층 (14) 내에서 특정 응력 프로파일들을 달성하기 위해 상이한 재료들로 형성될 수 있다.

[0066] 도 6d에 예시된 바와 같이, 일부 구현예들은 또한 흑색 마스크 구조 (23) 를 구비할 수 있다. 흑색 마스크 구조 (23) 는 광학적으로 비활성 지역들 내에 (예컨대, 화소들 사이에 또는 포스트들 (18) 아래에) 주변광 또는 미광 (stray light) 을 흡수하기 위해 형성될 수 있다. 흑색 마스크 구조 (23) 는 또한 광이 디스플레이의 비활성 부분들에서 반사되거나 또는 그 부분들을 투과하는 것을 억제하며, 이에 의해 콘트라스트 비를 증가시킴으로써, 디스플레이 디바이스의 광학적 특성들을 개선할 수 있다. 덧붙여, 흑색 마스크 구조 (23) 는 도전성일 수 있고 전기 부싱 층으로서 기능을 하도록 구성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 행 전극들은 접속된 행 전극의 저항을 줄이기 위해 흑색 마스크 구조 (23) 에 접속될 수 있다. 흑색 마스크 구조 (23) 는 퇴적 및 패터닝 기법들을 포함한, 다양한 방법들을 이용하여 형성될 수 있다. 흑색 마스크 구조 (23) 는 하나 이상의 층들을 구비할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현예들에서, 흑색 마스크 구조 (23) 는 각각 약 30 - 80 Å, 500 - 1000 Å, 및 500 - 6000 Å의 범위의 두께를 가지는, 광학적 흡수체로서 역할을 하는 몰리브덴-크롬 (MoCr) 층, SiO₂ 층, 및 반사체 및 부싱 층으로서 역할을 하는 알루미늄 합금을 포함한다. 하나 이상의 층들은, 예를 들어, MoCr 및 SiO₂ 층들에 대한 탄소 테트라플루오로메탄 (CF₄) 및/또는 산소 (O₂) 와 알루미늄 합금 층에 대한 염소 (Cl₂) 및/또는 붕소 3염화물 (BCl₃) 을 포함하는, 건식 에칭 및 포토리소그래피를 포함하는 다양한 기법들을 이용하여 패턴화될 수 있다. 일부 구현예들에서, 흑색 마스크 (23) 는 에탈론 (etalon) 또는 간섭 스택 구조일 수 있다. 이러한 간섭형 스택 흑색 마스크 구조들 (23) 에서, 도전성 흡수체들은 각각의 행 또는 열의 광학적 스택 (16) 에서의 하부, 정지 전극들 간에 신호들을 전달 또는 버스전달 (bus) 하는데 사용될 수 있다. 일부 구현예들에서, 스페이서 층 (35) 은 일반적으로 흡수체 층 (16a) 을 흑색 마스크 (23) 에서의 도전층들로부터 전기적으로 절연시키는 역할을 할 수 있다.

[0067] 도 6e는 이동가능 반사층 (14) 이 자체 지지형인 IMOD의 다른 예를 도시한다. 도 6d와 대조적으로, 도 6e의 구현예는 지지 포스트들 (18) 을 구비하지 않는다. 대신에, 이동가능 반사층 (14) 은 밑에 있는 광학적 스택 (16) 과 다수의 로케이션들에서 접촉하고, 이동가능 반사층 (14) 의 곡률은 간섭 변조기에 걸리는 전압이 작동을 유발하는데 충분하지 않은 경우에 이동가능 반사층 (14) 이 도 6e의 작동되지 않은 포지션으로 복귀하는 것을 충분히 지지한다. 복수의 여러 상이한 층들을 포함할 수도 있는 광학적 스택 (16) 은, 여기서 명료함을 위해 광학적 흡수체 (16a), 및 유전체 (16b) 를 포함하는 것으로 도시된다. 일부 구현예들에서, 광학적 흡수체 (16a) 는 고정된 전극으로서 뿐만 아니라 부분 반사층으로서도 역할을 할 수도 있다.

[0068] 도 6a-6e에 도시된 것들과 같은 구현예들에서, IMOD들은 이미지들이 투명 기판 (20) 의 앞면, 즉, 변조기가 배열된 쪽과 반대인 쪽에서 보이는 직접 뷰 디바이스들로서 기능을 한다. 이를 구현예들에서, 디바이스의 뒷면 부분들 (다시 말하면, 예를 들어, 도 6c에 예시된 변형가능 층 (34) 을 포함하여, 이동가능 반사층 (14) 뒤의 디스플레이 디바이스의 임의의 부분) 은 디스플레이 디바이스의 이미지 품질에 강한 영향 또는 악영향을 주는 일 없이 구성되고 동작될 수 있는데, 반사층 (14) 이 디바이스의 그 부분들을 광학적으로 차폐하기 때문이다. 예를 들어, 일부 구현예들에서 버스 구조 (예시되지 않음) 는 변조기의 광학적 특성들을 변조기의 전기기계적 특성들, 이를테면 전압 어드레싱 및 이러한 어드레싱으로부터 생겨나는 이동들로부터 분리하는 능력을 제공하는 이동가능 반사층 (14) 뒤에 구비될 수 있다. 덧붙여, 도 6a-6e의 구현예들은 프로세싱, 이를테면 패턴화를 단순화시킬 수 있다.

[0069] 도 7은 간섭 변조기에 대한 제조 프로세스 (80) 를 예시하는 흐름도의 일 예를 도시하고, 도 8a-8e는 간섭 변조기를 만드는 방법에서의 여러 스테이지들의 단면 개략도들의 예들을 도시한다. 일부 구현예들에서, 제조 프로세스 (80) 는 도 7에 도시되지 않은 다른 블록들 외에도, 예컨대, 도 1 및 6에 예시된 일반 유형의 간섭 변조기들을 제조하기 위해 구현될 수 있다. 도 1, 6 및 7을 참조하면, 프로세스 (80) 는 블록 82에서 기판 (20) 상의 광학적 스택 (16) 의 형성으로 개시된다. 도 8a는 기판 (20) 상에 형성된 이러한 광학적 스택 (16) 을 예시한다. 기판 (20) 은 유리 또는 플라스틱과 같은 투명 기판일 수도 있으며, 그것은 유연한 또는 비교적 딱딱하고 휘지 않을 수도 있고, 광학적 스택 (16) 의 효율적인 형성을 용이하게 하기 위해 사전 준비 프로세스들, 예컨대, 세정을 받았을 수도 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 광학적 스택 (16) 은 도전성이며, 부분적으로 투과성이고 부분적으로 반사성이며, 그리고, 예를 들어, 소망의 특성들을 갖는 하나 이상의 층들을 투명 기판 (20) 상에 퇴적함으로써 제작될 수도 있다. 도 8a에서, 광학적 스택 (16) 은 서브층들 (16a 및 16b) 을 갖는 다층 구조를 포함하지만, 더 많거나 더 적은 서브층들이 일부 다른 구현예들에서 포함될 수도 있다.

일부 구현예들에서, 서브층들 (16a, 16b) 중 하나는 광학적 흡수성 및 도전성 특성을 양쪽 모두를 갖게 구성될 수 있다, 이를테면 결합형 도전체/흡수체 서브층 (16a) 일 수 있다. 덧붙여, 서브층들 (16a, 16b) 중 하나 이상은 평행한 스트립들로 패턴화될 수 있고, 디스플레이 디바이스에 행 전극들을 형성할 수도 있다. 이러한 패턴화는 마스킹 및 에칭 공정 또는 이 기술분야에서 알려진 다른 적합한 프로세스에 의해 형성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 서브층들 (16a, 16b) 중 하나는 절연성 또는 유전체 층, 이를테면 하나 이상의 금속 층들 (예컨대, 하나 이상의 반사 및/또는 도전층들) 상에 퇴적되는 서브층 (16b) 일 수 있다. 덧붙여서, 광학적 스택 (16) 은 디스플레이의 행들을 형성하는 개개의 및 평행한 스트립들로 패턴화될 수 있다.

[0070] 프로세스 (80) 는 블록 84에서 광학적 스택 (16) 상의 희생층 (25) 의 형성과 함께 계속된다. 희생층 (25) 은 공동 (19) 을 형성하기 위해 나중에 (예컨대, 블록 90에서) 제거되고 이에 따라 희생층 (25) 은 도 1에 예시된 결과적인 간접 변조기들 (12) 에서 보여지지 않는다. 도 8b는 광학적 스택 (16) 상에 형성된 희생층 (25) 을 포함하는 부분적으로 제작된 디바이스를 예시한다. 광학적 스택 (16) 상의 희생층 (25) 의 형성은, 후속하는 제거 후에, 소망의 설계 사이즈를 갖는 캡 또는 공동 (19) (또한 도 1 및 8e 참조) 을 제공하기 위해 선택된 두께의, 몰리브덴 (Mo) 또는 비정질 실리콘 (Si) 과 같은 크세논 이불화물 (XeF_2) 식각가능 재료의 퇴적을 포함할 수도 있다. 희생 재료의 퇴적은 물리적 기상 증착 (PVD, 예컨대, 스퍼터링), 플라즈마 강화 화학 기상 증착 (PECVD), 열 화학 기상 증착 (열 CVD), 또는 스픬 코팅과 같은 퇴적 기법들을 이용하여 수행될 수도 있다.

[0071] 프로세스 (80) 는 블록 86에서 지지 구조 예컨대, 도 1, 6 및 8c에 예시된 바와 같은 포스트 (18) 의 형성과 함께 계속된다. 포스트 (18) 의 형성은 지지 구조 개구부를 형성하기 위해 희생층 (25) 을 패턴화하는 것, 그 다음에 PVD, PECVD, 열 CVD, 또는 스픬 코팅과 같은 퇴적 방법을 이용하여, 포스트 (18) 를 형성하기 위해 재료 (예컨대, 폴리머 또는 무기질 재료, 예컨대, 실리콘 산화물) 를 개구부 속에 퇴적하는 것을 포함할 수도 있다.

일부 구현예들에서, 희생층 내에 형성된 지지 구조 개구부는 희생층 (25) 및 광학적 스택 (16) 둘 다를 통해, 밑에 있는 기판 (20) 까지 연장할 수 있어서, 포스트 (18) 의 하부 말단은 도 6a에 예시된 바와 같이 기판 (20) 과 접촉한다. 대안으로, 도 8c에 묘사된 바와 같이, 희생층 (25) 내에 형성된 개구부는 희생층 (25) 을 통해 연장할 수 있지만, 광학적 스택 (16) 을 통해 연장할 수 없다. 예를 들어, 도 8e는 광학적 스택 (16) 의 상부 표면과 접촉하는 지지 포스트들 (18) 의 하부 말단들을 예시한다. 포스트 (18), 또는 다른 지지 구조들은, 지지 구조 재료의 층을 희생층 (25) 상에 퇴적하고 희생층 (25) 에서 개구부들로부터 떨어져 위치된 지지 구조 재료의 부분들을 패턴화함으로써 형성될 수도 있다. 지지 구조들은, 도 8c에 예시된 바와 같이 개구부들 내에 위치될 수도 있지만, 또한, 적어도 부분적으로 희생층 (25) 의 일 부분 위로 연장할 수 있다. 위에서 지적했듯이, 희생층 (25) 및/또는 지지 포스트들 (18) 의 패턴화는 패턴화 및 에칭 공정에 의해 수행될 수 있지만, 또한 대안적 에칭 방법들에 의해 수행될 수도 있다.

[0072] 프로세스 (80) 는 블록 88에서 도 1, 6 및 8d에 예시된 이동가능 반사층 (14) 과 같은 이동가능 반사층 또는 멤브레인의 형성과 함께 계속된다. 이동가능 반사층 (14) 은 하나 이상의 퇴적 단계들, 예컨대, 하나 이상의 패턴화, 마스킹, 및/또는 에칭 단계들과 함께 하나 이상의 퇴적 단계들, 예컨대, 반사층 (예컨대, 알루미늄, 알루미늄 합금) 퇴적을 채용함으로써 형성될 수도 있다. 이동가능 반사층 (14) 은 도전성일 수 있고, 도전층이라고 지칭될 수 있다. 일부 구현예들에서, 이동가능 반사층 (14) 은 도 8d에 도시된 바와 같은 복수의 서브층들 (14a, 14b, 14c) 을 구비할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 서브층들, 이를테면 서브층들 (14a, 14c) 중의 하나 이상은, 그것들의 광학적 특성을 때문에 선택된 고반사성 서브층들을 구비할 수도 있고, 다른 서브층 (14b) 은 그것의 기계적 특성을 때문에 선택된 기계적 서브층을 구비할 수도 있다. 희생층 (25) 이 블록 88에서 형성된 부분적으로 제작된 간접 변조기에 여전히 존재하므로, 이동가능 반사층 (14) 은 이 스테이지에서 통상 이동가능하지 않다. 희생층 (25) 을 포함하는 부분적으로 제작된 IMOD는 또한 본원에서는 "릴리스되지 않은 (unreleased)" IMOD라고 지칭될 수도 있다. 도 1에 관하여 위에서 설명된 바와 같이, 이동가능 반사층 (14) 은 디스플레이의 열들을 형성하는 개개의 및 평행한 스트립들로 패턴화될 수 있다.

[0073] 프로세스 (80) 는 블록 90에서 공동, 예컨대, 도 1, 6 및 8e에 예시된 바와 같은 공동 (19) 의 형성과 함께 계속된다. 공동 (19) 은 (블록 84에서 퇴적된) 희생 재료 (25) 를 식각제에 노출시킴으로써 형성될 수도 있다. 예를 들어, Mo 또는 비정질 Si와 같은 식각가능 희생 재료는, 소망의 양의 재료를 제거하는데 효과적인 기간 동안, 건식 화학적 에칭에 의해, 예컨대, 희생층 (25) 을 기체 또는 기상 식각제, 이를테면 고체 XeF_2 로부터 파생된 증기들에 노출시킴으로써 제거될 수도 있는데, 통상 공동 (19) 을 둘러싸는 구조들에 대해 선택적으로 제거된다. 다른 에칭 방법들, 예컨대 습식 에칭 및/또는 플라즈마 에칭 또한 이용될 수도 있다. 희생층 (25) 이 블록 90 동안에 제거되므로, 이동가능 반사층 (14) 은 이 스테이지 후에 통상 이동가능하다.

희생 재료 (25) 의 제거 후, 결과적인 완전히 또는 부분적으로 제작된 IMOD는 본원에서는 "릴리스된 (released)" IMOD라고 지칭될 수도 있다.

[0074] 본원에서 설명되는 일부 구현예들에서, 결합형 센서 디바이스의 적어도 일부는 디스플레이 상에 오버레이될 수 있거나 또는 그렇지 않으면 그 디스플레이와 결합될 수 있는 덮개 유리 장치에 통합될 수도 있다. 덮개 유리 장치는 2, 3 이상의 층들을 가질 수도 있다. 일부 구현예들에서, 덮개 유리 장치는 실질적으로 투명한 및 유연한 상부 기판과 실질적으로 투명한 및 상대적으로 더 단단한 하부 기판을 구비할 수도 있다. 덮개 유리는 기판들 상에 및/또는 사이에 배치된 중간 층들, 이를테면 전극들, 실질적으로 투명한 탄성중합체 층 및/또는 힘 감응 저항기 재료를 포함할 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 덮개 유리 장치의 하부 기판은 디스플레이 기판 상에 오버레이될 수도 있다.

[0075] 도 9a는 덮개 유리 장치의 기판들 상에 형성된 센서 전극들의 일 예를 도시한다. 도 9a에 도시된 예에서, 마름모꼴 형상 실질적 투명 전극들의 3 개의 행들 (915) 은 실질적으로 투명한 상부 기판 (905) 상에서 묘사되고 실질적으로 투명한 마름모꼴 전극들의 7개 열들 (920) 은 실질적으로 투명한 하부 기판 (910) 상에 위치된다. 비교적 적은 행들 및 열들은 여기서 예시의 목적을 위해 도시되지만, 실제 센서 디바이스들에서 행들 및 열들의 수는 수십에서 수백 또는 천 이상까지도 확장될 수도 있다. 행들 및 열들이 대체로 교환 가능하고, 여기서는 제한이 의도되지 않음에 주의할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 결합형 센서 디바이스 (900) 의 상부 기판 (905) 은 비교적 유연한 재료, 이를테면 유연한 폴리머로 형성될 수도 있다. 일부 이러한 예들에서, 상부 기판 (905) 은 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 폴리아미드, 또는 유사한 재료로 만들어진 투명한 (clear) 플라스틱 필름일 수도 있다. 일부 구현예들에서, 상부 기판 (905) 은 0.5 - 5 Gpa의 범위의 탄성 계수를 가질 수도 있다. 하부 기판 (910) 은 유리, 플라스틱, 폴리머 등으로 형성될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 하부 기판 (910) 은 디스플레이 기판일 수도 있다. 예를 들어, 일부 구현예들에서 하부 기판 (910) 은 위에서 설명된 투명 기판 (20) 과 동일한 기판일 수도 있다.

[0076] 이 예에서, 모든 다른 열 전극 (920) 은 중첩 지역들 (925a) 에서 행 전극들 (915) 의 대응하는 마름모꼴들 하에 직접 위치되는 마름모꼴 전극들을 구비한다. 일부 구현예들은 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 의 마름모꼴들의 오프셋들을 가지며, 이로 인해 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 에서의 마름모꼴들은 부분적으로 서로 중첩된다.

[0077] 일부 구현예들에서, 행 전극들 (915) 및/또는 열 전극들 (920) 은 정사각형들, 직사각형들, 삼각형들, 원들, 타원들 등과 같은 다른 형상들, 및 프레임, 링, 또는 일련의 접속된 라인 세그먼트들과 같은 형상의 중심에서 대개 개방 지역들을 포함하는 형상들로 형성될 수도 있다. 일부 이러한 형상들의 설명은 2010년 12월 21일자로 출원된 발명 명칭이 "Capacitive Touch Sensing Devices and Methods of Manufacturing Thereof"인 계류증인 미국 특허출원 제12/957,025호의 여러 부분들 (예컨대, 도 11a-11j 및 대응하는 설명) 에 포함되어 있으며 그 내용들은 이로써 그 전체가 참조로 통합된다. 더구나, 대안적 구현예들에서 행 전극들 (915) 은 하부 기판 (910) 상에 형성될 수도 있고 열 전극들 (920) 은 상부 기판 (905) 상에 형성될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이에 위치된 압축가능 재료 (1025) 를 포함한 도 10c 및 10d를 참조하여 아래에서 설명되는 바와 같이, 가벼운 터치 (또한 투영 정전용량식 터치 (PCT) 라고 지칭됨) 는 인접한 마름모꼴들 사이의 상호 커패시턴스에서의 변화를 측정함으로써 검출될 수도 있다. 이런 구현예들에서, 스타일러스와의 접촉은 상부 기판 (905) 이 눌러지는 경우에 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이의 커패시턴스에서의 변화를 측정함으로써 검출될 수도 있다.

[0078] 패턴화된 유전체 재료를 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이에 갖는 구현예들에서, 대응하는 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이에 캡들이 형성될 수도 있다. 이런 구현예들에서, 가벼운 터치들은 인접한 전극들 사이의 PCT 측정들을 통해 검출될 수 있고, 스타일러스 눌림들은, 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) (도 10b 참조) 사이의 유효 평행 판 커패시턴스에서의 변화에 의해 또는 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 이 직접 기계적 및 전기적 접촉을 하게 되는 경우 (도 10a 참조) 에 발생하는 저항에서의 변화들을 측정함으로써, 또는 손가락, 스타일러스 선단, 손가락의 융선들 등으로 눌러진 경우 (도 10d 참조) 에 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이에 위치된 힘 감응 저항기에서의 변화들을 측정함으로써 검출될 수 있다. 힘 감응 저항기들은 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 에서, 지문 센서 구역 (1010) 에서, 또는 양쪽 모두에서 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이에 포함될 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 스타일러스의 로케이션의 감지 동안의 기생 신호들의 영향을 최소화하기 위해 고저항률층이 행 전극들 (915) 또는 열 전극들 (920) 상에 형성될 수도 있다.

[0079]

도 9b는 덮개 유리 상에 형성된 센서 전극들의 대안적인 예를 도시한다. 도 9b에 도시된 예에서, 행 전극들 (915)의 마름모꼴들 아래쪽에 마름모꼴들이 놓이는 열 전극들 (920)은 디자인으로부터 제거되어 있다. 결합형 센서 디바이스 (900)의 오믹 (ohmc) 멤브레인 스위치들, 저항식 멤브레인 스위치들, 힘 감응 저항성 (FSR) 재료를 갖는 저항식 스위치들, 고정된 직렬 저항기를 갖는 FSR 스위치들, 또는 정전용량식 멤브레인들은, 스타일러스 접촉 및, 일부 경우들에서는, 손가락의 손가락끝 또는 용선들을 검출하기 위해, (중첩 지역들 (925b) 내의) 행 전극들 (915) 및 열 전극들 (920) 사이의 교차부들에 형성될 수도 있다. 이런 구현예들은 외부 프로세싱 회로에 접속될 필요가 있는 열 전극들 (920)의 수 (도 9b에서의 열 전극들 (920) 및 연관된 커넥션 패드들의 수는 도 9a에서의 열 전극들 (920) 및 커넥션 패드들의 수보다 적음에 주의한다)를 감소시킬 수 있는데, 동일한 열들이 PCT 방법을 통해 가벼운 터치를 검출하거나 또는 커패시턴스 변화 방법 또는 저항 변화 방법을 통해 스타일러스 접촉을 검출할 목적으로 기여하기 때문이다.

[0080]

예를 들어, 터치 모드에서, 매우 가벼운 힘만이 터치를 등록하는데 필요할 수도 있다. 그러나, 필기 모드에서, 센서는, 포인팅 디바이스가 도전성인지 또는 비도전성인지에 무관하게, 스타일러스, 펜, 또는 다른 포인터 입력의 많은 형태들을 수용하도록 구성될 수도 있다. 본원에서 설명되는 일부 구현예들은, 지문 센서 모드로 동작 중인 동안 지문을 읽는 경우에 일어날 수도 있는, 다수의 다중-터치 이벤트들을 동시에 구별하거나, 또는 필기 센서 모드로 동작중인 경우에 우연한 손바닥 터치를 검출하고 거부할 수 있는 센서들을 제공한다.

[0081]

도 10a는 결합형 센서 디바이스의 단면도의 일 예를 도시한다. 도 10a에 도시된 센서 어레이에는 결합식 터치, 스타일러스, 및 지문 센서로서 묘사되지만, 도 10a의 구성 및 아래에서 설명되는 다른 구성들이 터치 센서, 스타일러스 센서, 지문 센서, 또는 그것들의 조합으로서만 역할을 할 수도 있다는 것에 주의해야 한다. 도 10a에 도시된 예에서, 2 개의 반복적인 셀들이 필기 및 터치 센서 구역 (1005)이라 지칭되는 제 1 지역에서 도시되어 있다. 이러한 센싱 엘리먼트들은 본원에서는 "센셀들"이라고 지칭될 수도 있다. 지문 센서 구역 (1010)이라 지칭되는 선택사항적인 제 2 지역은, 종종 지문 검출에 필요한 더 높은 해상도를 허용하기 위해 전극들 사이에 일반적으로 더 미세한 (finer) 피치를 가진다. 본원의 어딘가에서 언급된 바와 같이, 일부 구현예들에서 지문 센서 및 필기 및 터치 센서는 상이한 구역들에 있지 않다. 도 10b-10d는 대안적 결합형 센서 디바이스들의 단면도들의 예들을 도시한다. 도 10a-10d는, 본원에서 제공된 많은 다른 도면들과 같이, 스케일대로 그려지지 않을 수도 있다. 터치, 필기, 및 지문 구역들은 도 10a-10d에서 도시되지만, 모든 구역들이 보통은 동시에 활성화되지 않을 것이다. 모든 구역들과 동작 모드들이 센서 디바이스에서 이용 가능한 것이 아닐 수도 있다. 하나 이상의 손가락들을 사용한 단일 또는 다중-터치는 필기 및 터치 센서 구역 (1005)에서 PCT를 이용하여 감지된 것으로서 묘사되며, 여기서 특히 가벼운 터치들뿐만 아니라 중간의 및 강한 터치들이 검출될 수도 있다. 도 10a에 도시된 예에서, 손가락 (1047)의 근접은 상부 전극 (1015) 및 하부 전극 (1030b) 사이의 전기장 (1050)을 변경시켜, 상호 커패시턴스에서의 변화를 생성한다. 이 효과는 연관된 회로도 (1055a)의 가변 커패시터에 의해 개략적으로 묘사된다. 일부 구현예들에서, 상부 전극 (1015)은 행 전극일 수도 있고, 위에서 언급했듯이, 일부 다른 구현예들에서 상부 전극 (1015)은 열 전극일 수도 있다 (도 9a 및 9b 참조).

[0082]

큰 힘들 또는 높은 국소화된 압력 (펜, 연필, 또는 포인터와 같은 스타일러스의 선단이 결합형 센서 디바이스 (900)의 표면에 눌러지는 경우에 발생된 것과 같음)은 오믹 또는 저항식 멤브레인 스위치들을 통해 검출될 수도 있다. 펜 또는 스타일러스 (1042)에 의해 생성된 높은 국소화된 압력이 상부 전극 (1015) 및 하부 전극 (1030a)을 포함하는 기계식 스위치에 의해 검출될 수 있는 하나의 예가 도 10a에서 도시된다. 저항기 (1035)는, 때때로 고정식 (fixed) 저항기라고 지칭되며, 상부 전극 (1015) 및 하부 전극 (1030a)의 직접적인 단락을 방지하기 위해 상부 전극 (1015) 및 하부 전극 (1030a) 사이에 위치될 수도 있다. 수직 또는 사문형 (serpentine) 고정식 저항기를 구비한 스위치는 회로도 (1055a)에서 개략적으로 나타내어진다. 저항기 (1035)는 그것 및 상부 전극 (1015) 사이의 전기 접촉을 둡기 위해 그 위에 배치된 부가적인 금속 층 (미도시)을 가질 수도 있다. 여기서 규정된 바와 같은 저항식 멤브레인 스위치가 적어도 하나의 고정식 저항기를 각각의 센셀에 구비하지만 (저항식 멤브레인 스위치는 또한 고정식 저항기와 직렬로 또는 고정식 저항기 대신에 힘 감응 저항기를 구비할 수도 있다), 오믹 멤브레인 스위치는 상부 및 하부 전극들과는 직렬인 부가적인 고정식 저항기를 요구하지 않는다. 고정식 저항기는 일부 구현예들에서 오믹 재료로 형성될 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, 고정식 저항기는 리키 (leaky) 다이오드 또는 전류 흐름에 대해 비교적 높은 저항을 제공하는 다른 디바이스와 같은 비선형 디바이스일 수도 있다. 고정식 저항기는 도전성 접촉 표면으로서 역할을 하는 박막 도전성 캡을 구비할 수도 있다. 디지털 저항식 터치 (DRT) 하부 전극들 (1030a) 및 PCT 하부 전극들 (1030b)의 일 대 일 대응이 도 10a에서 도시되지만, 일부 구성들에서 PCT 하부 전극들 (1030b)은 하나

이상의 인접한 센셀들에 걸쳐 있을 수 있다. 일부 구성들에서, PCT 하부 전극 (1030b)은 DRT 하부 전극 (1030a) 보다 폭이 넓고 더 길다.

[0083] 일부 구현예들에서, 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030a)은 위에서 설명된 기계식 스위치 대신, 변형가능 평행 판 커패시터의 2개의 판들을 형성하도록 구성될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 전극들 (1015 및 1030a)은 도 10b의 영역들 (1065)에서 도시된 바와 같이, 에어 캡에 의해 분리될 수도 있고, 눌러지지 않은 정상 상태에서 베이스라인 커패시턴스에 대응하는 간격을 가질 수도 있다. 힘 또는 압력의 인가 시, 상부 전극 (1015)은 변위되고 전극들 (1015 및 1030a)은 가까워진다. 전극들 (1015 및 1030a)간의 전극간 거리가 감소되는 경우, 커패시턴스는 변화하여 (예컨대, 증가하여), 변위에서의 아날로그 변화의 감지를 가능하게 하고 인가된 힘 또는 압력의 존재의 추론을 허용한다. 따라서, 펜, 스타일러스 등으로부터의 높은 국소화된 압력 또는 힘은, 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030a) 사이의 평행 판 커패시턴스 변화들을 통해 검출될 수도 있다. 압력에서의 이러한 국소화된 변화들에 의해 유발된 커패시턴스 변화들은 회로도 (1055b)의 가변 커패시터 (1056)에 의해 개략적으로 나타내어진다. 도시된 구성에서, 고정식 저항기 (1035)는 가변 커패시터 (1056)와 직렬이다. 다른 구성들 (미도시)에서, 고정식 저항기 (1035)는 생략될 수도 있다.

[0084] 일부 구현예들에서, 충간 분리 (1032)는 상부 및 하부 전극들 사이에 압축가능 층 (1025)을 배치함으로써 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910) 사이에 형성될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025)은 패턴화 가능한, 낮은 탄성 계수를 갖는 얇은 (예컨대, 1 내지 10 미크론) 폴리머, 이를테면 탄성중합체 (elastomer)일 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 압축가능 층 (1025)은 상부 기판 (905)이 펜, 스타일러스, 손가락 등의 터치에 의해 눌려지고 상부 전극 (1015) 및 하부 전극 (1030a) 사이의 거리가 변화하는 경우에 커패시턴스 변화들의 직접 측정을 허용할 수도 있다. 압축가능 층 (1025)은 상부 기판 (905) 보다 낮은 탄성 계수를 가질 수도 있다. 예를 들어, 상부 기판 (905)은 0.5 - 5 GPa의 범위의 탄성 계수를 갖는 PET, PEN, 폴리이미드, 또는 유사한 재료로 이루어진 투명한 플라스틱 막일 수도 있다. 압축가능 층 (1025)은, 이를테면 0.5 - 50 Mpa의 범위의 상당히 낮은 탄성 계수를 가질 수도 있다.

[0085] 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025)은 스페이스들 또는 보이드들 (그것들은 또한 본원에서 "에어 캡들"이라 지칭될 수도 있음)을 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910) 사이에 포함하도록 패턴화될 수도 있다. 일부 구현예들, 이를테면 도 10a 및 10b에 도시된 것들은, 영역들 (1065) 내에 보이드들을 포함하며, 여기서 압축가능 층 (1025)은 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030a) 사이에 형성되지 않는다. 그러나, 이들 예들에서 압축가능 층 (1025)은 영역들 (1070) 내의 상부 기판 (905) 및 하부 전극들 (1030b) 사이에서 보이드들 없이 연장한다. 일부 이러한 구현예들에 따르면, 압축가능 층 (1025)은 영역들 (1065 및 1080) 내에 에어 캡들이 존재하도록 패턴화될 수도 있다. 압축가능 층 (1025) 지역들의 표시된 두께 및 간격은 단지 예로서 나타내어진다. 영역들 (1065 및 1080) 내의 에어 캡들의 로케이션들 및 측방향 치수들은 이 기술분야의 통상의 기술을 가진 자가 쉽사리 이해할 바와 같이, 힘 민감도, 신뢰도 및/또는 광학적 성능의 소망의 파라미터들에 따라 선택될 수도 있다. 예를 들어, 충간 분리 (1032)는 수분의 1미크론 내지 수 미크론일 수도 있다. 영역들 (1065 및 1080)에서의 에어 캡들의 두께는 또한 수분의 1미크론 내지 수 미크론 두께일 수도 있다.

인접한 상부 전극들 (1015) (인접한 센셀들) 사이의 피치 또는 간격은 필기 및 터치 센서 구역 (1005)에서 10분의 몇 밀리미터에서 5 밀리미터를 초과하기까지의 범위일 수도 있는 (하부 전극들 (1030a 및 1030b) 사이의 피치는 그것의 대략 절반임) 한편, 지문 센서 구역 (1010)에서 인접한 전극들 (1040) 사이의 피치 또는 간격은 50 미크론 정도로 작을 수도 있다.

[0086] 압축가능 층 (1025)은 상부 기판 (905)의 측정가능한 힘들을 가능하게 하는 것을 도울 수도 있다. 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025)은 또한 도 10c에서 도시되고 아래에서 설명된 바와 같이, 영역들 (1065) 내에 형성될 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 압축가능 층 (1025)은 상부 기판 (905)이 펜, 스타일러스, 손가락 등의 터치에 의해 눌려지고 상부 전극 (1015) 및 하부 전극 (1030a) 사이의 거리가 변화하는 경우에 커패시턴스 변화들의 직접 측정을 허용하는 탄성중합체 재료 (또는 유사한 재료)를 포함할 수도 있다. 대안으로 상부 전극 (1015) 및 측방향으로 변위된 하부 전극 (1030b) 사이의 상호 커패시턴스는 또한 펜, 스타일러스, 손가락 등의 검출을 허용하도록 변화할 수도 있다.

[0087] 지문 센서 구역 (1010)은 지문 검출을 위해 구성될 수도 있다. 도 10a에 도시된 구현예에서, 상부 지문 전극들 (1020) 및 하부 지문 전극들 (1040)은 저항식 멤브레인 스위치들의 어레이를 형성하며, 그 스위치들 중 하나는 회로도 (1060a)로 개략적으로 나타내어진다. 도 10a-10c에 도시된 예들에서, 압축가능 층 (1025)은 영역 (1080) 내의 상부 지문 전극들 (1020) 및 하부 지문 전극들 (1040) 사이에 형성되지 않는다. 그러나, 도 10d에 묘사된 구현예 (아래에서 상세히 설명될 것이다)에서, 압축가능 층 (1025)은 FSR 재료 (1085)

가 위치되는 지역들을 제외한 영역 (1080) 에 형성된다.

[0088] 도 10a-10d에 도시된 예들에서, 상부 지문 전극들 (1020) 및 하부 지문 전극들 (1040) 은, 지문 센서 구역 (1010) 에서 비교적 높은 해상도를 제공하기 위하여, 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 내의 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030) 의 퍼치보다 작은 퍼치를 가진다. 그러나, 일부 대안적 구현예들에서, 상부 지문 전극들 (1020) 및 하부 지문 전극들 (1040) 의 퍼치는 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 에서의 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030) 의 퍼치와 실질적으로 동일할 수도 있다.

[0089] 압축가능 층 (1025) 은 리소그라피 및 에치 기법들 (또는 다른 리소그라피 기반 기법들) 을 이용하여 패턴화될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025) 은 적합한 힘이 센서의 바깥쪽 표면 (이 예에서 상부 기판 (905) 의 상단 표면임) 에 인가되기까지 영역들 (1065 및 1080) 의 오믹 또는 저항식 스위치들의 개방을 유지할 수 있다. 압축가능 층 (1025) 이 디스플레이에 오버레이될 센서의 부분이기 때문에, 압축가능 층 (1025) 은 실질적으로 투명할 수 있다.

[0090] 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025) 은 하부 기판 (910) 및 상부 기판 (905) 의 굴절률에 밀접하게 일치하는 굴절률을 가질 수도 있다. 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025) 은 하부 기판 (910) 및 상부 기판 (905) 의 굴절률로부터 5% 미만만큼, 10% 미만만큼, 20%미만만큼 등으로 상이한 굴절률을 가질 수도 있다. 예를 들어, 굴절률에서의 6% 이하의 차이는 결과적으로 재료 스택을 통한 투과에서 0.2% 미만으로 감소하게 된다. 이런 구현예들은 압축가능 층 (1025) 이 상부 기판 (905) 에서부터 하부 기판 (910) 까지 연장하는 영역들에서 양호한 광 투과를 제공할 수 있다. 그러나, 광 투과는 에어 캡 지역들에서 감소될 수도 있는데, 각각의 공기-재료 계면에서의 반사에 의해 초래된다. 이러한 반사들은 수학식 1에서 상부 기판 (905) 의 굴절률 (대략 $n = \sim 1.5$ 일 수도 있음) 및 공기의 굴절률 ($n_o = 1$) 을 이용하여 계산된 바와 같이, 예컨대, 4%보다 클 수도 있다:

$$(n - n_o)^2 / (n + n_o)^2 = R, \text{ 여기서 } R \text{은 반사율이다.} \quad (\text{수학식 1})$$

[0092] 따라서, 최소 측방향 치수들을 갖는 에어 캡들을 가지는 구현예들은 양호한 광학적 성능을 제공할 수 있다. 그러나, 일부 이러한 구현예들은 결국 주어진 압력에 대해 적은 힘이 있게 하고 그러므로 압력 또는 인가된 힘들에 덜 민감할 수도 있다.

[0093] 그러므로, 일부 구현예들은 광학적 성능을 개선할 수 있는, 굴절률이 매칭된 (index-matched) 압축가능 층 (1025) 을 제공한다. 영역들 (1065) 내에 에어 캡들을 갖는 일부 구현예들에서도, 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 의 비교적 작은 부분을 점유하는 영역들 (1065) 을 갖는 아키텍처로 인해 광학적 성능은 이미 매우 양호 할 수도 있다. 예를 들어, 에어 캡들을 갖는 영역들 (1065) 은 총 면적의 약 50% 미만을 점유할 수도 있는 한편, 다른 예들에서 영역들 (1065) 은 총 면적의 약 10%미만을 점유할 수도 있다. 이런 구현예들에서, 센서 영역의 대부분은 에어 캡을 가지지 않을 것이고, 그러므로 층 (905) / 층 (1025) 및 층 (1025) / 층 (910) 계면들에서 많이 감소된 반사를 나타낼 것이다. 즉, 수학식 1에 대해 추산된 바와 같이, 양쪽 모두의 계면들에 대한 전반사가 << 1%>> 될 수도 있다.

[0094] 개개의 센싱 엘리먼트들의 펜, 스타일러스, 또는 손가락으로부터의 압력 또는 힘에 대한 민감도는 (그것들이 저항식 스위치 모드에서 사용되든지 또는 변형가능 평행 판 커패시터 모드에서 사용되든지에 무관하게) 도 11a-11d에 도시된 바와 같이, 낮은-모듈러스 압축가능 층 (1025) 의 사용에 의해 증가될 수도 있다. 낮은 모듈러스 압축가능 층 (1025) 은 높은 모듈러스 재료에 의해 부과될 수 있는 클램핑된 경계 조건을 제거할 수도 있다. 낮은 모듈러스 압축가능 층 (1025) 을 가지는 것이, 스타일러스 선단 (1105) 에 의해 휘어지는 압축가능 층 (1025) 의 영역 (1110) 의 지름을 효과적으로 증가시킬 수 있으며, 이에 의해 영역 (1110) 에서의 상부 기판 (905) 의 힘을 증가시킨다.

[0095] 도 11a-11d는 높은 모듈러스 및 낮은 모듈러스 압축가능 층들을 갖는 결합형 센서 디바이스들의 단면도들의 예들을 도시한다. 도 11a는 단순화된 결합식 터치, 필기, 및 지문 센서의 일 부분의 유연한 상부 기판 (905) 과 접촉하는 스타일러스 선단 (1105) 을 도시하며, 여기서 압축가능 층 (1025a) 은 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910) 사이에 개재된 패턴화된 높은 모듈러스 재료이다. 압축가능 층 (1025a) 에서의 에어 캡들 (1115) 은 결합형 센서 디바이스 (900) 의 상부 기판 (905) 이 인가된 힘들에 의해 변형하는 것을 허용하지만, 획득된 휘어진 영역 (1110) 은 비교적 딱딱한 압축가능 층 (1025a) 내의 작은 에어 캡들 (1115) 에 의해 부분적으로 제한된다.

- [0096] 도 11b는 비교적 더 유연한 상부 기판 (905) 및 상대적으로 덜 유연한 하부 기판 (910) 사이에 개재된 낮은 모듈러스 압축가능 층 (1025b) 을 도시한다. 이 예에서, 상부 기판 (905) 의 스타일러스 힘들로 휘어진 영역 (1110) 은, 스타일러스 선단 (1105) 이 상부 기판 (905) 의 바깥쪽 표면에 대해 눌려질 때 압축하고 변형하는 압축가능 층 (1025b) 의 능력으로 인해 더 크다. 도 11c에 도시된 예에서, 스타일러스 (1105) 는 하부 기판 (910) 과 물리적 접촉을 하기 위해 (거의 하기 위해) 유연한 상부 기판 (905) 에 대해 충분히 세게 눌려졌다.
- [0097] 낮은 모듈러스 탄성중합체 압축가능 층 (1025b) 의 사용은 또한 도 11d에서 예시된 바와 같이, 행 또는 열 전극들의 퍼치를 감소시키지 않고, 가해진 압력 또는 힘으로부터 측방향 해상도를 효과적으로 증가시킬 수도 있다. 상부 기판 (905) 의 인식가능한 힘들은, 스타일러스 선단 (1105) 의 끝 (tip) 이 압축가능 층 (1025) 내의 에어 캡 (1115) 바로 위쪽에 있지 않은 경우에도 발생할 수 있으며, 따라서 결합형 센서 디바이스 (900) 가 인접한 센싱 엘리먼트들 사이의 비교적 넓은 간격들을 가지는 경우에도 스타일러스 선단 (1105) 의 검출을 허용한다. 예를 들어, 인접한 센셀들로부터의 응답들을 평균함으로써 인접한 행들 또는 열들 사이의 퍼치가 0.5 mm였다고 하는 경우에도 필기는 0.2 mm의 해상도로 해상될 것이다. 인접한 행들 또는 열들 사이에 상대적으로 더 큰 퍼치를 허용함으로써, 이러한 구성들은 주어진 해상도에 대해 행 전극들 및 열 전극들의 총 수를 감소시킬 수도 있으며, 이에 의해 필기 센서 제어기 상의 I/O들의 수를 감소시킨다. 이 감소는 리드아웃들 (leadouts) 의 수를 감소시킬 수 있고 필기 제어기의 비용 및 복잡도를 감소시킬 수 있다.
- [0098] 결합식 센서의 대체 구현예가 도 10c에 도시되어 있다. 도 10a 및 10b에 도시된 구현예들과 비교하면, 에어 캡들은 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 의 영역들 (1065) 로부터 제거되었다. 따라서, 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 의 광학적 성능은 도 10a 및 10b에 도시된 결합형 센서 디바이스 (900) 의 구현예에 대해 향상될 수도 있다. 도 10c에 도시된 결합형 센서 디바이스 (900) 의 구현예에서의 필기는 가변 평행 판 커페시터로서 기능을 하며, 여기서 상부 층의 강한 터치들 또는 힘들은 평행 판 커페시턴스에서의 변화들로부터 검출된다. 이 기능성은 회로도 (1055c) 의 가변 커페시터 (1056) 에 의해 나타내어진다.
- [0099] 도 10d는 대안적 구현예의 다른 예를 도시한다. 도 10d에 도시된 예에서, 에어 캡들은 지문 센서 구역 (1010) 의 영역 (1080) 에서 제거되었고 상업적으로 입수가능한 FSR 재료 (1085) 로 대체되었다. FSR 재료 (1085) 는 압축되지 않은 경우에 저항의 비교적 높은 값을 그리고 압축된 경우에 저항의 상대적으로 낮은 값을 제공하며, 이에 의해 직접 접촉 지역이 없지만 스위치로서 기능을 한다. 이 기능성은 회로도 (1060b) 의 가변 저항기 (1087) 에 의해 나타내어진다. 수직 저항기 또는 사문형 저항기와 같은 고정식 저항기 (1045) 는 각각의 센셀에서 FSR 재료 (1085) 와는 직렬로 포함될 수도 있다. 투명한 입자들 또는 낮은 충전 비율들의 입자들을 포함하는 투명한 FSR 재료 (1085) 가 일부 구현예들에서 사용될 수도 있다. 불투명한 FSR 재료 (1085) 는, 예를 들어, 저항기들의 지름 또는 폭이 (수 내지 십 미크론 정도로) 충분히 작은 일부 애플리케이션들에서 밑에 있는 디스플레이의 과도한 폐색 (occlusion) 을 피하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0100] 도 12는 결합식 터치, 필기 및 지문 센서를 갖는 덮개 유리를 구비한 디바이스의 일 예를 도시한다. 이 예에서, 덮개 유리는 결합형 센서 디바이스 (900) 의 구현예를 구비하고 디스플레이 디바이스 (40), 이를테면 모바일 폰의 디스플레이 상에 오버레이된다. 디스플레이 디바이스 (40) 의 일부 예들은 도 25a 및 25b를 참조하여 아래에서 설명된다. 결합형 센서 디바이스 (900) 는 단일 또는 다중 터치 센서, 필기 입력 센서, 및 지문 이미지 센서로서 역할을 할 수 있다. 이 예에서, 지문 센서 구역 (1010) 은 디스플레이 위의 전용인 부분에 있다. 결합형 센서 디바이스 (900) 의 나머지 부분은 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 으로서 구성된다. 일부 다른 구성들에서, 지문 센서 구역 (1010) 은 결합형 센서 디바이스 (900) 전체에 걸쳐 어디에나 위치될 수도 있다. 또 다른 구성들에서, 지문 센서 구역 (1010) 의 포지션은 소프트웨어 프로그램가능하고 소프트웨어 선택가능하다.
- [0101] 터치 모드 동작의 일 예가 이제 도 10a를 참조하여 설명될 것이다. 손가락이 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 에서의 어딘가를 터치하는 경우, 상부 기판 (905) 상의 상부 전극들 (1015) 및 하부 기판 (910) 상의 하부 전극들 (1030b) 중의 모든 또는 선택된 서브세트는 스캐닝 시퀀스 동안 어드레싱될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030b) 사이의 커페시턴스는 행 및 열 전극들 사이의 교차부들 (도 9a 및 9b 참조) 의 각각에서 측정될 수도 있다. 손가락 (1047) 의 도전성 표면은 도 10a-10d에 도시된 바와 같이, 전기장 선들 (1050) 과 간접하고 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030b) 사이의 커페시턴스를 변화시킨다. 이 커페시턴스에서의 변화를 검출하는 것은 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 의 센셀들이 손가락의 부근에 있다는 것의 판독 (reading) 을 허용한다. 이 예에서, 터치 모드 동안에 스캐닝되는 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910) 상의 전극들은 서로 바로 상하로 배치될 필요는 없다. 도 10a-10d에 도시된 예들에서, 커페시턴스에서의 변화는 상부 기판 (905) 상의 상부 전극 (1015) 및 하부 기판 (910) 상의 인접한

하부 전극 (1030b) 사이에서 검출될 수 있다. 이 PCT 측정에 대해, 매우 가벼운 터치 또는 손가락의 근접마저도 검출가능하며, 그것은 커패시턴스 변화가 상부 기판 (905)에 인가된 압력에 의존하지 않기 때문이라는 점에 주의한다.

[0102] 포인팅 디바이스, 이를테면 스타일러스 (도전성이든 또는 비도전성이든) 가 센서 표면 상에 배치되는 경우, 결과적인 압력은 스타일러스 및 표면 사이의 접촉의 작은 영역으로 인해, 손가락 터치에 연관된 것보다 상당히 높을 수 있다. 이 압력은 손가락 터치에 의해 가해진 압력보다 크기의 수백배 (이상) 까지일 수 있다. 일부 구현예들에서, 필기 모드에서의 읽어내기 (readout) 프로세스 동안, 터치 모드를 위해 사용된 것들과는 다른 전극들의 세트 (이를테면 도 10a에 묘사된 상부 전극들 (1015) 및 하부 전극들 (1030a))는 자화 (excited) 될 수도 있고 다른 회로가 측정을 위해 배치될 수도 있다. 다른 회로는 도 10a에 도시된 바와 같은 구현예에 대한 스위치의 폐쇄, 또는 도 10b-10d에 도시된 것과 같은 구현예에 대한 평행 판 커패시턴스에서의 변화를 감지할 수도 있다.

[0103] 일부 구현예들에서, 터치 모드, 필기 모드 및/또는 지문 센싱 모드를 위한 어드레싱 및/또는 측정 회로는 하나 이상의 제어기 또는 드라이버 주문형 접적회로 (ASIC) 칩들 내에 포함될 수도 있다. ASIC 칩 또는 칩들은 상부 기판 (905)의 아래쪽에 직접 부착될 수도 있거나, 또는 솔더 또는 이방성 도전 막을 이용하는 직접 다이 부착, 또는 테이프 상의 또는 외부 인쇄 회로 보드 상의 IC들에 연결되는 플렉스 테이프 (flex tape) 상의 케이블 또는 트레이스들을 통한 접속과 같은 수단에 의해 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910)의 전극들에 접속될 수도 있다.

[0104] 위에서 설명된 일부 구현예들에서, 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910) 상에서 필기 모드 동안에 스캐닝된 전극들은 서로에 대해 바로 상하로 (예를 들어, 도 10a 참조) 배치된다. 스타일러스 선단 (1105) (그것은 도 10a 또는 10b에 도시된 바와 같은 펜 (1042)의 선단일 수도 있음)이 충분한 힘으로 가해지면, 스타일러스 선단 (1105)에 의해 가해진 압력은 상부 기판 (905) 및 압축가능 층 (1025)으로 하여금 휘도록 할 수도 있고 (도 11c 참조) 상부 전극들 (1015)과 하부 전극 (1030a) 상의 저항기 (1035)로 하여금 물리적 접촉을 할 수 있도록 하여, 결과적으로 멤브레인 스위치가 폐쇄되게 한다 (도 10a 참조). 각각의 스위치에서의 큰 저항은 고정식 저항기 (1035)의 포함에 의해 가능하게 될 수도 있다. 이 저항은 전류를 실질적으로 낮출 수도 있고 하나 이상의 멤브레인 스위치들이 동시에 눌려져 있는 경우에 필기, 지문 또는 터치 모드에서 눌려져 있는 셀로 케이션들의 결정을 허용할 수도 있다. 이는, 예를 들어, 손바닥이 결합형 센서 디바이스 (900)의 표면 상에 놓여있고 스타일러스가 또한 표면에 가해질 경우에 발생할 수도 있다. 저항기 (1035)는 하부 전극들 (1030a)과는 직렬이 되도록 제작되는 저항 층으로부터 형성될 수도 있다. 대안으로, 바깥쪽 표면 상에서의 스타일러스 또는 손가락으로부터의 힘 또는 압력에 의한 상부 기판 (905)의 변위는 상부 전극 (1015) 및 대응하는 하부 전극 (1030a) 사이의 평행 판 커패시턴스에서의 변화로부터 측정될 수 있다.

[0105] 일부 구현예들은 지문 획득 모드에서, 이를테면 이 모드를 가능하게 하도록 구성되는 결합형 센서 디바이스 (900)의 특정 지역에서 결합형 센서 디바이스 (900)의 동작을 허용한다. 지문 센서 구역들 (1010)의 예들은 도 10a-10d의 맨 오른쪽 부분에서 그리고 도 12의 하부 우측 부분에서 도시된다. 일부 구현예들에서, 지문 센서 구역들 (1010)은 결합형 센서 디바이스 (900)의 나머지를 제작하는데 이용된 것들과 동일한 프로세스 흐름 및 재료들을 사용하여 제작될 수도 있다. 그러나, 일부 구현예들에서, 지문 센서 구역 (1010), 상부 지문 전극들 (1020) 및 하부 지문 전극들 (1040), 뿐만 아니라 하부 지문 전극들 (1040)의 저항기들 (1045)은, 필기 및 터치 센서 구역 (1005)의 하부 전극들 (1030) 또는 상부 전극들 (1015) 보다 상당히 가까운 피치 또는 간격으로 배열될 수도 있다. 예를 들어, 지문 센서 구역 (1010)에서의 피치 또는 간격은 약 10 미크론 내지 100 미크론 정도일 수도 있다. 이러한 구성들은 지문의 융선들 및 골들을 구별하는 충분히 높은 해상도를 갖는 센서를 제공할 수 있다.

[0106] 손가락이 지문 센서 구역 (1010)에서의 상부 기판 (905)의 표면을 누르는 경우, 지문의 융선들 바로 아래에 있는 상부 기판 (905)의 특정한 지역들은 휘어져서 상부 지문 전극들 (1020)이 하부 지문 전극들 (1040) 상의 고정식 저항기들 (1045)과 접촉하게 할 수도 있다. 이 스위치 폐쇄는 저항기, 이를테면 큰 값 저항기를 통해 이루어질 수도 있으며, 이는 많은 센서 엘리먼트들 중 어느 것들이 눌려졌고 어느 것들이 눌려지지 않았는지를 구별하기 위해 제공될 수 있다. 이러한 지문 센서 어레이의 행들 또는 열들을 스캔하는 것은 지문 융선들을 또는 그 동일한 것들의 없음을 나타내는 디지털 출력을 생성할 수 있다. 이러한 지문 센서 구현예들은 지문 어레이의 스캐닝 및 지문 이미지의 획득을 가능하게 할 수 있다.

[0107] 필기 및 지문 인식에 대한 디지털 저항식 기법의 이용은 결과적으로 빠른 스캔 레이트에 이르게 할 수 있다.

이는 부분적으로는 스캐닝 프로세스 동안에 각각의 셀로부터의 출력의 "디지털" 성질로 인한 것이며, 이는 지문 캡처 및 필기 인식을 위한 높은 프레임 레이트들을 가능하게 할 수 있다.

[0108] 일부 구현예들에서, 힘 감응 멤브레인 스위치는 과외의 커패시터를 PCT 측정 회로에 국소적으로 접속시키는데 사용되며, 따라서 스위치가, 예를 들어, 손가락 또는 스타일러스 선단으로부터 가해진 압력으로 폐쇄되는 경우 커패시턴스에서의 큰 변화를 유발할 수도 있다. 그 스위치들은 센서 행들 및 열들의 교차부를 가까이에 형성될 수도 있다. 과외의 커패시터는 행 및 열 선들과 접속하기 위해 도전성 재료를 사용하여 스위치와 직렬로 형성될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 이 커패시터는 PCT 만의 구성의 상호 커패시턴스에서의 변화에 비해 커패시턴스에서의 큰 변화를 생성할 수 있다.

[0109] 하나의 이러한 구현예는 도 13 및 14에 묘사된다. 도 13은 힘 감응 스위치 구현예의 평면도의 일 예를 도시한다. 도 13은 이러한 결합형 센서 디바이스 (900)의 2 개의 열들 및 2 개의 행들의 부분들을 나타내며, 여기서 열 전극들 (1305)은 폭 (1310) 및 간격 또는 "피치" (1315)를 가진다. 열 및 행 전극들의 폭들은 일반적으로, 결합형 센서 디바이스의 전체 투명도를 개선하기 위해 수 미크론 정도로 작게 만들어진다. 피치는 지문 검출에 적합한 약 10 - 50 미크론부터 낮은 해상도 디바이스들을 위한 약 5 mm까지의 범위일 수 있다. 대안적 구현예들은 50 미크론 미만 또는 5 mm 초과의 피치들을 가질 수도 있다. 도 14는 도 13에 도시된 힘 감응 스위치 구현예의 행을 관통하는 단면의 일 예를 도시한다.

[0110] 도 13 및 14에 도시된 구현예에서, 커패시터 (1317)는 각각의 셀에서 행 전극들 (1335) 및 커패시터 상단 전극 (1320) 사이의 행들에 걸쳐 형성된다. 열 전극들 (1305) 및 커패시터들 (1317) 사이의 접속은, 콘택트와 직렬인 고정식 저항기를 구비할 수도 있는, 행들 및 열들의 교차부에서 콘택트 (1325)를 통해 이루어질 수도 있다. 이 콘택트 (1325)는 커패시터 상단 전극 (1320)에 전기적으로 접속되어, 개방되거나 또는 폐쇄될 수도 있는 스위치의 전극을 형성할 수도 있다. 일부 대안적 구성들에서 별도의 콘택트 (1325)가 없을 수도 있다 - 물리적 접촉은 열 전극 (1305) 및 커패시터 상단 전극 (1320) 사이에 직접 만들어질 수도 있다. 행 전극들 (1335)은 실질적으로 투명한 하부 기판 (910) 상에 배치될 수도 있으며, 이는 유리, 플라스틱 등과 같은 재료로 만들어질 수도 있다. 일부 구현예들에서, 도 13 및 14에 묘사된 다른 컴포넌트들은 또한 실질적으로 투명할 수도 있다.

[0111] 이 예에서, 압축가능 층 (1025)은 상부 기판 (905) 및 커패시터 상단 전극 (1320) 사이에 배치된다. 압축가능 층 (1025)은, 쉽게 압축될 수도 있고 커패시터의 스위치와 간섭하지 않는 충분히 낮은 탄성 계수를 갖는 재료로 형성되는 절연체일 수도 있다. 여기서, 상부 기판 (905)은 스위치들을 작동시키기 위하여 터치되는 경우에 표면을 보호하면서 여전히 국소적으로 휘어지기 위해 센서의 상단에 배치된 유연한 멤브레인이다.

[0112] 도 15a는 도 13 및 14에 도시된 구현예의 컴포넌트들을 나타내는 회로도의 일 예를 도시한다. 회로 (1500a)에서, 신호는 입력 (1505)에 인가되고 아날로그-디지털 변환기 (ADC) (1540)에 의해 감지될 수도 있다. 그 신호는 손가락이 유연한 멤브레인 상에 또는 그 가까이에 있는 경우에 상호 커패시턴스 (C_m)에서의 변화에 의해 바뀔 수도 있다. 이러한 C_m 에서의 변화들은 가변 커패시터 (1525)에 의해 나타내어진다. 행들 및 열들의 자기 커패시턴스들 (self-capacitances)은 커패시터들 (1530 및 1535)에 의해 각각 나타내어질 수 있다. 행들 및 열들의 교차부에서의 콘택트들 (도 13 및 14 참조)은 저항기 (1515)에 의해 나타내어지는 저항 R1 직렬 커패시터 (1520)에 의해 나타내어지는 커패시턴스 C1을 갖는 스위치 (1510)으로서 나타내어진다. 저항 R1은 또한 대응하는 행 또는 열 전극들의 라인 저항을 포함할 수도 있다. 유연한 상부 기판 (905) 상의 힘 (이를테면 터치)이 스위치 (1510)를 폐쇄시키는 경우, 커패시턴스 C1은 상호 커패시턴스 (C_m)에 추가된다. 일부 구현예들에서, C1은 C_m 보다 실질적으로 더 큰데, 터치가 일반적으로 C_m 을 감소시키는 반면 스위치 (1510)를 폐쇄하는 것은 커패시턴스를 추가시키며: 스위치가 폐쇄되는 경우, 터치의 상호 정전용량적 효과는 C1의 값에 의해 가려질 수도 있기 때문이다.

[0113] 하나의 예에서, 고 해상도 센서는 5 μm 의 행 및 열 폭들과 50 μm 의 행들 및 열들 사이의 피치를 갖게 형성될 수도 있다 (예를 들어, 도 13 및 14 참조). 예를 들어, 커패시터 절연체 (1330)가 1000 Å 두께이고 실리콘 질화물 (SiN)로 형성되고, 커패시터 상단 전극들 (1320)이 40 μm x 5 μm 영역을 덮는다면 (도 14 참조), 60 펌토페럿 (fF) 보다 큰 변화가, 평행 판 커패시터 수학식 $C = \epsilon_r \epsilon_0 A/d$ 을 이용하여 획득될 수도 있는데, 여기서 ϵ_r 은 절연체의 상대 유전율, ϵ_0 은 자유 공간의 유전율, A는 상단 전극들의 면적 그리고 d는 유전체의 두께이다.

일부 구현예들에서, 이는 PCT 제어기 회로에 의한 결정에 적합하다고 생각될 수 있다. 커패시터 전극들의 길이 또는 폭을 감소시키는 것은 커패시턴스 값을 감소시킬 것이지만, 유전체 절연체의 두께를 감소시키는

것은 커패시턴스를 증가시킬 것이다. 일부 구현예들에서, 커패시턴스 값은 행 및 열 전극들 사이의 센셀 영역의 일부분을 커패시터 상단 전극과 연결함으로써 또는 행 및 열 폭들을 증가시킴으로써 현저히 크게 될 수 있다. 일부 구현예들에서, 커패시턴스의 값은 센셀의 전극 폭 또는 피치를 감소시킴으로써 감소될 수 있다.

커패시터 전극들의 치수들 및 절연체의 두께를 변경시킴으로써, 약 10 fF 미만부터 약 0.1 pF을 초과하기까지의 범위의 커패시턴스의 값들이 획득될 수도 있다.

[0114] 도 15b는 도 13 및 14에 관련된 대안적 구현예의 컴포넌트들을 나타내는 회로도의 일 예를 도시한다. 회로 (1500b)는 도 13 및 14에 묘사된 것과 같은 센서에 대한 응답 시간들을 고려하는데 이용될 수 있다. 여기서, 저항 R2를 갖는 누설 저항기 (1545)는, 스위치 (1510)가 개방된 경우에 직렬 커패시터 (1520)의 방전을 허용하기 위해 회로에 부가되어 있다. 예를 들어, R2가 100 메가오옴이었고 R1가 10 킬로오옴이었다면, 위에서 설명된 바와 같은 $40 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 커패시터에 대한 C1 값에 대한 주파수 응답 ($1/\text{RC}$)은 스위치 (1510)의 폐쇄-개방 전이에 대해 150 KHz의 최소가 될 것이고 스위치 (1510)가 폐쇄되는 경우에 직렬 저항기 (1515)를 통해 커패시터를 충전하기 위해 1.5 GHz의 최대값이 될 것이다. 주파수 응답은 결합 센서에 대한 최소 획득 가능한 프레임 레이트를 결정할 시에 도움이 될 수도 있다. 주파수 응답 및 프레임 레이트는, 필요하다면, 저항기 값들 (R1 또는 R2)에 대한 감소들로 또는 커패시턴스에서의 감소들로 RC 시상수를 감소시킴으로써 증가될 수도 있다.

[0115] 일부 구현예들에서, 저항기 (1515)는 콘택트 (1325)의 접촉 저항 (예컨대, 비 고정식 저항기 및 비 FSR)을 나타낸다. 일부 다른 구현예들에서, 저항기 (1515)는 도 14에 도시된 바와 같이 바로 열 전극 (1305) 및 커패시터 상단 전극 (1320) 사이의 접촉 저항 (예컨대, 비 고정식 저항기, 비 FSR, 및 비 콘택트 (1325))을 나타낸다. 일부 구현예들에서, 저항기 (1515)는 도 14에서 콘택트 (1325) 및 커패시터 상단 전극 (1320) 사이에 위치된 수직 또는 사문형 고정식 저항기 (미도시)와 같은 부가적인 고정식 저항기의 저항을 포함할 수도 있다. 고정식 저항기는 열 전극 (1305)과의 전기 접촉을 돋기 위해 콘택트 (1325)로서 역할을 하는 박막 도전성 캡을 그 상부에 구비할 수도 있다. 저항기 (1515)는 고정식 저항기와 직렬로 또는 고정식 저항기 대신 힘 감응 저항기를 구비할 수도 있다. 저항기 (1515)는 저항성 또는 금속 박막과 같은 오믹 재료를 포함할 수도 있다. 대안으로, 저항기 (1515)는 리키 다이오드 또는 다른 디바이스와 같은 비선형 디바이스를 포함할 수도 있다. 일부 구현예들에 따르면, 저항기 (1515)는 수 오옴 미만부터 100 메가오옴을 초과하기까지의 범위의 저항을 가질 수도 있다. 일부 구현예들에서, 누설 저항기 (1545)는 100 킬로오옴 정도 이상의 저항을 가질 수도 있다.

[0116] 도 13 내지 도 15b에 대해 설명된 스위칭된 커패시터 구성은, 디지털 정전용량식 터치 (DCT) 센서 어레이의 행 및 열의 교차부 가까이의 국소 커패시터가 그 교차부에서의 힘 작동식 스위치가 개방되는지 또는 폐쇄되는지에 의존하여 디지털적으로 스위치 인 또는 아웃될 수 있다는 점에서, DCT라고 불릴 수도 있다는 것을 포괄한다. DCT 어레이는, 일부 구성들에서, 대응하는 PCT 어레이 없이 지문 센서, 스타일러스 또는 필기 센서, 터치 센서, 또는 그것들의 조합으로서 역할을 할 수도 있다. DCT 어레이는, 일부 다른 구성들에서, PCT 어레이와 조합될 수도 있다. 하나의 이러한 구성에서, 어레이에서 중첩하는 행들 및 열들 사이의 각각의 교차부 가까이에서 전기 접속된 하나 이상의 정전용량형 전극들은 각각의 교차부에 위치된 힘 작동식 정전용량식 스위치를 둘러싼다 (예를 들어, 도 9b 참조). 결합형 센서 어레이는 스타일러스 검출을 위해 힘 감응 정전용량식 스위치를 그리고 가벼운 터치 또는 근접 감지를 위해 PCT 어레이를 사용할 수도 있다. 위에서 지적했듯이, 동일한 PCT 검출 회로는 DCT 양태에서의 스타일러스, 펜 또는 손가락의 누름으로부터의 힘 또는 압력의 인가, 뿐만 아니라 PCT 양태에서의 손가락 또는 스타일러스로부터의 가벼운 터치를 검출하는데 이용될 수도 있다. 일찍 언급된 바와 같이, 행들 및 열들에 관한 지정들, 중첩하는 방식, 각종 애스팩트 비들, 및 다른 특징들은 예시적이지만 비제한적인 것으로 의도된다. 예를 들어, 행들 및 열들은 교환될 수 있으며, 열 전극들은 행 전극들 위 또는 아래를 지나갈 수도 있고, 피치 또는 해상도는 일반성의 손실 없이 변경될 수도 있다.

[0117] 도 16은 결합형 센서 디바이스에 대한 제조 프로세스를 도시하는 흐름도의 일 예를 도시한다. 도 17a-17d는 도 16의 제조 프로세스의 갖가지 스테이지들 동안에 부분적으로 형성된 결합형 센서 디바이스들의 예들을 도시한다. 일부 구현예들에 따르면, 프로세스 (1600)의 블록 1605는 실질적으로 투명한 도체, 이를테면 ITO를, 상부 및 하부의 실질적으로 투명한 기판들 상에 퇴적하는 것을 수반한다. 이 예에서, 하부 기판 (910)은 유리 기판이다. 그러나, 대안적 구현예들에서, 하부 기판 (910)은 플라스틱 또는 유사한 재료로 형성될 수도 있다. 일부 이러한 구현예들의 몇몇은 그 자신들을 롤 대 롤 제조 프로세스에 제공할 수 있다.

[0118] 블록 1605는 또한 포토리소그래피 및 에칭 프로세스를 또는 다른 "첨가적 (additive)" 프로세스를 이를테면 도금, 스크린 인쇄 등을 이용하여, 실질적으로 투명한 도전성 재료를 전극들로 패턴화하는 것을 수반할 수도

있다. 일부 구현예들에서, 이 패턴화 프로세스는 결과적으로, 상부 기판 (905) 및 하부 기판 (910) 상에 패턴화된 열들 또는 행들 내에서 서로 접속된 마름모꼴 전극 형상들 (또는 다른 적절한 대로의 형상들) 이 되게 한다.

[0119] 저항성 재료는 그 뒤에, 블록 1610에서 도시된 바와 같이, 하부 기판 (910) 의 적어도 일부 전극들 상에 그리고 패턴화된 전극들 상에 또는 그 패턴화된 전극들에 접속되게 (예컨대, 스퍼터 퇴적에 의해) 퇴적될 수도 있다.

대안적 구현예들에서, 저항성 재료는 상부 기판 (905) 의 적어도 일부 전극들 상에 퇴적될 수도 있다. 그 저항성 재료는 전극들 상의 감지 로케이션들의 모든 또는 서브세트와 직렬이 되도록 패턴화될 수도 있다.

일부 구현예들에 따르면, 결과적인 저항기들은 1 메가오옴 정도의 저항을 가질 수도 있으며; 다른 구현예들은 100 킬로오옴 및 10 메가오옴 사이와 같은 더 작거나 또는 더 큰 저항을 갖는 저항기들을 생성할 수도 있다.

[0120] 전극들 및 저항기들은 도 17a 및 17b에 도시된 바와 같이, 적어도 2 개의 일반적인 방법들로 패턴화될 수도 있다. 제 1 선택사항 (도 17a에 예시된 평면도) 은 하부 기판 (910) 상에 퇴적된 하부 전극 재료 또는 다른 저항성 재료를 충분히 높은 저항을 달성하기 위해 막의 평면에서 도통하는 하나 이상의 접속된 세그먼트들의 얇고 좁은 시퀀스로 패턴화함으로써 사문형 저항기 (1035) 를 형성하는 것이다. 하부 전극 재료 또는 다른 적합한 재료로부터 형성된 도전성 접촉 지역 (1036) 은 저항기 (1035) 의 말단에 포함될 수도 있다. 제 2 선택사항 (도 17b에 예시된 측면도) 은 하부 전극들 (1030) 의 상단 바로 위에서 수직 저항기 (1035) 를 패턴화하는 것이며, 이 경우 접속 경로는 필름의 평면에 실질적으로 법선인 방향에서 저항기를 관통하고 있다. 일부 구현예들에서, 얇은 금속 접촉 지역 (1037) 은 수직 저항기 (1035) 위쪽에 포함될 수도 있다.

[0121] 프로세스 (1600) 의 블록 1615는 하부 기판 (910) 상에 압축가능 층 (1025) 을 퇴적하는 것 또는 그렇지 않으면 배치하는 것을 수반할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025) 은 패턴화가능한, 낮은 탄성 계수를 갖는 얇은 (예컨대, 1 내지 10 미크론) 폴리머, 이를테면 탄성중합체일 수도 있다. 압축가능 층 (1025) 내의 캡들을 포함하는 (도 10a-10c를 참조하여 위에서 논의된 것들과 같은) 일부 구현예들에서, 압축가능 층 (1025) 은 저항기들 (1035) 위쪽의 지역들이 위로 개방되도록 패턴화될 수도 있다. 도 17c는 하나의 이러한 예에 따라 부분적으로 제작된 결합형 센서 디바이스 (900) 의 일 부분의 단면도를 제공한다. 일부 다른 구현예들에서, 저항기들 (1035) 위쪽의 위로 개방된 지역들은 힘 감응 저항기 재료 (미도시) 로 충전될 수도 있다. FSR 재료를 가지거나 또는 가지지 않는 일부 다른 구현예들에서, 수직 또는 사문형 저항기들 (1035) 의 상부 표면은 얇은 금속 층으로 덮일 수도 있다.

[0122] 프로세스 (1600) 의 이 스테이지에서, 압축가능 층 (1025) 은 저항기들 (1035) 이 형성되어 있는 하부 전극들 (1030) 을 노출시키기 위해 패턴화되었다. 프로세스 (1600) 의 일부 구현예들에서, FSR 재료는 하부 기판 (910) 의 지문 센서 전극들 (선택사항적 블록 1620 참조), 하부 기판 (910) 의 필기 및 터치 센서 전극들, 또는 양쪽 모두 상에 형성될 수도 있다. 도 10d는 하부 지문 전극들 (1040) 상에 형성된 힘 감응 저항기 재료 (1085) 의 일 예를 제공한다. 힘 감응 재료는 전극들 상에 디스펜싱, 스크리닝, 퇴적, 또는 패턴화와 같은 방법들에 의해 형성될 수도 있다. 힘 감응 저항기 재료는 또한 하부 기판 (910) 의 필기 및 터치 센서 전극들 (미도시) 에 포함될 수도 있다.

[0123] 압축가능 층 (1025) 의 (필요하다면) 패턴화 및 경화 (curing) 에 뒤이어, 접착제 (1705) 의 부가적인 얇은 층 (이를테면 ~ 1 - 5 미크론) 이 저항기들 (1035) 의 상단 표면에 접착제를 도포하지 않도록 조심하면서, 접착력을 개선하기 위해 압축가능 층 (1025) 의 표면에 도포될 수도 있다 (선택사항적 블록 1625 참조). 접착제를 도포하는 방법들은 포토리소그래피, 스크린 인쇄, 스퀴이징 (squeezing), 및 디스펜싱을 포함한다. 이러한 접착층 (1705) 의 일 예는 도 17d에서 볼 수도 있다.

[0124] 도 17d는 상부 기판 (905) 이 압축가능 층 (1025) 에 접합된 후의 장치를 묘사한다. 상부 기판 (905) 은 실질적으로 투명한 재료로 형성될 수도 있고 아래쪽에 패턴화된 실질적으로 투명한 상부 전극들 (1015) 을 가질 수도 있다. 상부 기판 (905) 은, 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 폴리이미드, 또는 유사한 재료와 같은 플라스틱 필름으로 형성될 수도 있다. 이 예에서, 상부 전극들 (1015) 은 도 17d의 평면에서 연속하는 행들로 형성된 ITO로 만들어진다. 대안적 구현예들에서, 상부 전극들 (1015) 뿐만 아니라 하부 전극들 (1030) 은 행들 또는 열들로서 접속된 유사한 형상의 패드들로 패턴화될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 두 개의 기판들은 상부 기판 (905) 을 하부 기판 (910) 과 정렬되게 하고 압축가능 층 (1025) 위에 도포된 접착제 (1705) 를 통해 층들을 부착함으로써 접합될 수도 있다. 다른 기법들, 이를테면 2 개의 층들을 서로 열압하는 것 (hot pressing), 기판들의 주변의 기계적 클램핑, 또는 무-접착제 방법이 이용될 수도 있다.

[0125]

도 17c 및 17d에 묘사된 것들과 같은 구현예들은 상부에 저항기들이 형성된 전극들을 둘러싼 압축가능 층 (1025) 내에 에어 캡들을 포함한다. 이러한 에어 캡들은 도 17d의 영역들 (1065)에서 묘사되어 있다. 에어 캡들은 결과적으로 공기-기판 계면들에서 높은 레벨들의 바람직하지 않은 반사율로 나타날 수 있다. 세부사항들은 수학식 1을 참조하여 위에서 설명되어 있다. 따라서, 일부 구현예들에서, 에어 캡 지역들은 공간적으로 제한될 수도 있고, 그 결과 에어 캡들은 스택의 전체적인 광 투과에 구체적으로 영향을 주지 않는다. 예를 들어, 에어 캡 지역들은 센서의 총 면적의 1 - 5%의 범위로 제한될 수도 있다. 대안으로, 에어 캡들은, 낮은 광 투과의 제한된 지역일 수도 있는 지문 영상화 영역의 지역으로만 제한될 수도 있고, 그러므로 디스플레이 영역 바로 위가 아닌 덮개 유리 상에 있을 수도 있다.

[0126]

대안적 구현예들, 이를테면 도 10c 및 10d를 참조하여 설명된 예들에서, 압축가능 층 (1025)은 또한 저항기들 (1035)이 상부에 형성되어 있는 하부 전극들 (1030)의 적어도 일부 상에 퇴적될 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 필기 및 터치 센서 구역 (1005)에는 에어 캡들이 없다. 그러나, 저항기들이 상부에 형성된 (이를테면 지문 센서 구역 (1010)에서의) 다른 전극들은 그것들 상에 퇴적된 압축가능 층 (1025)을 가질 수도 있거나 가지지 않을 수도 있다. 또 다른 구현예들에서, 그러나, 지문 센서 구역 (1010)은 에어 캡들을 포함하지 않을 수도 있다. 도 10d에 도시된 바와 같이, 이런 구현예들은 지문 센서 구역 (1010) 내에 FSR 재료 (1085)를 포함할 수도 있다. 일부 다른 구현예들에서, FSR 재료 (1085)는 또한 고정식 수직 또는 사문형 저항기들 (1035)과 함께 또는 그것들 없이 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 내의 하부 전극들 (1030) 위에 포함될 수도 있다.

[0127]

프로세스 (1600)의 일부 구현예들은 비교적 적은 마스킹 단계들을 갖는 프로세스 흐름을 수반한다. 일부 이러한 구현예들은 하부 기판 (910) 상에 재료를 퇴적하기 위한 2 개의 마스킹 단계들 및 상부 기판 (905) 상에 재료를 퇴적하기 위한 단일 마스킹 단계를 수반한다. 구조들은 롤 대 를 제조 프로세스들을 이용하여 적어도 상부 기판 (905) 상에 형성될 수도 있다. 하부 기판 (910)이 플라스틱 또는 유사한 재료인 구현예들에 대해, 하부 기판 (910) 상에 재료를 퇴적하기 위해 롤 대 를 제조 프로세스가 사용될 수도 있다. 이런 구현예들에서, 하부 기판 (910)은 상부 기판 (905) 보다 두꺼울 수도 있다. 일부 예들에서, 상부 기판 (905)은 위에서 설명된 센서 스택들을 형성하기 위해 하부 기판 (910) 상에 적층될 수도 있다. 결과적인 결합형 센서 디바이스 (900)는 저렴하며, 경량, 박형이고 모바일 및 다른 핸드헬드 전자 디바이스들에 고도로 적합할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 상부 플라스틱 층 및 하부 플라스틱 층의 이 적층물은 실질적으로 투명하고 상대적으로 더 단단한 기판, 이를테면 유리 기판 상에 추가로 적층되거나 또는 그렇지 않으면 부착될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 실질적 투명 기판은 위에서 설명된 투명 기판 (20)과 같은 디스플레이 기판일 수도 있다.

[0128]

이 구현예에서, 블록 1635는 프로세싱 및 패키징을 수반한다. 블록 1635는 다수의 결합형 센서 디바이스들 (900)이 그 위에 형성된 큰 유리 판들 또는 긴 플라스틱 롤들과 같은 큰 기판들로부터의 개개의 결합형 센서 디바이스들 (900)의 절단 (cutting), 클리빙 (cleaving), 쏘잉 (sawing), 또는 다른 적합한 방법들에 의한 싱글레이션 (singulation)을 수반할 수도 있다. 큰 기판들로부터의 센서 디바이스들의 싱글레이션은 블록 1635 전에, 이를테면 상부 기판을 부착 (블록 1630 참조)하기 전에 또는 접착제를 압축가능 재료에 도포 (블록 1625 참조)하기 전에 수행될 수도 있다. 블록 1635는 하나 이상의 센서 제어기들, 이를테면 도 25b를 참조하여 아래에서 설명되는 결합형 센서 제어기 (77)와의 전기 통신을 위해 결합형 센서 디바이스들 (900)을 구성하는 것을 수반할 수도 있다. 블록 1635는 본원의 어딘가에서 설명되는 바와 같이 결합형 센서 디바이스들 (900)를 디스플레이 디바이스 (40)에 부착하는 것을 수반할 수도 있다. 블록 1635는 출하 또는 보관을 위해 개개의 결합형 센서 디바이스들 (900)을 패키징하는 것을 수반할 수도 있다.

[0129]

도 18a는 결합형 센서 디바이스의 하이-레벨 아키텍처를 예시하는 블록도의 일 예를 도시한다. 이 예에서, 다중 터치 센서 (1801), 고 해상도 필기 센서 (1803), 및 지문 센서 (1805)는 결합형 센서 디바이스 (900)에 통합된다. 결합형 센서 디바이스 (900)에 포함되는 덮개 유리는, LCD, OLED 및 반사형 디스플레이들을 포함하지만 그것들로 제한되지는 않는, 많은 디스플레이들 상에 오버레이될 수 있다. 구현예에 따라, 일부 이러한 디스플레이들은 모바일 디바이스들에 적합한 디스플레이들일 수도 있고 일부는 다른 디바이스들, 이를테면 소비자 전자 디바이스들일 수도 있다. 다중 터치 센서 (1801), 이를테면 PCT 센서, 및 고-해상도 필기 센서 (1803), 이를테면 병렬 판 정전용량식 변위 센서 또는 DRT 센서는, 도 9a 및 9b와 도 10a-10d를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이 어드레스가능 센서 디바이스의 행들 및 열들의 교차부에서 인터리브 (interleave) 될 수도 있다. 더 높은 해상도를 갖는 지문 센서 (1805)는, 이를테면 도 12에 도시된 예에서와 같이, 디스플레이 영역의 부분 위의 미리 선택된 지역에 포함될 수도 있다. 대안으로, 다중 터치 센서 (1801) 및 고 해상도

필기 센서 (1803) 는, 결합형 센서 디바이스가 충분한 해상도를 갖는 경우에 디스플레이 영역 위의 어느 곳에서나 지문 센서 (1805) 로서 역할을 할 수도 있다.

[0130] 도 18a에 도시된 예에서, 제어 시스템 (1807) 은 적어도 하나의 마이크로제어기 (1809) 및 적어도 하나의 애플리케이션 프로세서 (1810) 를 구비한다. 일부 구현예들에서, 모든 결합형 센서 디바이스 (900) 의 센서들을 위한 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어는 단일 마이크로제어기 (1809) 상에 통합될 수 있는 반면, 다른 구현들에서는 별도의 마이크로제어기들 (1809) 이 터치 센싱, 필기 센싱 및 지문 센싱 기능성을 위해 사용될 수도 있다. 모든 센서들에 대한 애플리케이션들은 단일 애플리케이션 프로세서 (1810) 상에 또는 다수의 애플리케이션 프로세서들 (1810) 상에 통합될 수도 있다. 이들 프로세서들은, 예를 들어, 디스플레이 디바이스 내에 또는 모바일 디바이스 내에 상주할 수도 있다.

[0131] 여기서, 결합형 센서 디바이스 (900) 에서의 센서들은 마이크로제어기 (1809) 와 통신하며, 그 마이크로제어기는 다시 애플리케이션 프로세서 (1810) 와 통신한다. 이들 디바이스들 간의 통신은 양 방향들로 갈 수도 있다. 일부 구현예들에서, 마이크로제어기 (1809) 는 결합형 센서 디바이스 (900) 의 센서들을 구동시키고 그 센서들로부터 감지 데이터를 수신한다. 애플리케이션 프로세서 (1810) 는 마이크로제어기 (1809) 의 출력을 감시하는 것 및 커맨드들을 마이크로제어기 (1809) 에 전송하는 것 둘 다를 위해 구성될 수도 있다. 마이크로제어기 (1809) 는, 예를 들어, 하부 기판 (910) 상에, 부착된 플렉스 케이블 상에, 또는 전기 접속된 인쇄 회로 보드 상에 위치될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 마이크로제어기 (1809) 는 디스플레이를 제어하고 및/또는 다른 기능들을 수행하도록 구성될 수도 있다.

[0132] 일부 구현예들은 하나 이상의 유형의, 머신-판독가능 매체들 내에 저장된 애플리케이션 소프트웨어를 통해 제공될 수도 있다. 그런 매체들은 애플리케이션들 프로세서 (1810) 의 부분일 수도 있거나 또는 애플리케이션들 프로세서 (1810) 에 의해 액세스가능한 별도의 매체들일 수도 있다. 애플리케이션 소프트웨어는 갖가지 기능들을 수행하기 위해 하나 이상의 디바이스들을 제어하기 위한 명령들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 애플리케이션 소프트웨어는, 지문 센싱이 필요한 경우에만 지문 센싱을 위해 지문 센서 구역 (1010) 을 활성화시키는 명령들을 포함할 수도 있다. 그렇지 않으면, 지문 센서 구역 (1010) 은 구현예에 의존하여, 다중-터치 및/또는 필기 기능성을 위해 비활성화 또는 활성화될 수도 있다.

[0133] 대안으로, 또는 덧붙여, 애플리케이션 소프트웨어는 전력을 많이 소모하는 (power-hungry) 높은 해상도 센서들을 활성화하기 전에 센서들을 턴 오프하는 것, 마이크로제어기 (1809) 의 부분들을 턴 오프하는 것 및/또는 저해상도 센서에서 감소된 프레임 레이트로 제 1-레벨 스크리닝을 채용하는 것에 의해 소비 전력을 감소시키는 명령들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 애플리케이션 소프트웨어는 마이크로제어기 (1809) 를 사용하여 전자적으로 센서들을 통합 (또는 결합형 센서 디바이스 (900) 의 행들 또는 열들을 통합) 함으로써 소비 전력을 감소시키는 명령들을 포함할 수도 있으며, 그래서 결합형 센서 디바이스 (900) 는 더 높은 해상도가 필요하기까지 더 낮은 해상도로 동작하여 전력을 적게 소비하고 더 높은 신호를 제공할 수도 있다.

[0134] 일부 구현예들에서, 결합형 센서 디바이스 (900) 는 터치 모드와 필기 모드 (그것은 또한 본원에서 스타일러스 모드라고 지칭될 수도 있다)의 양쪽 모드들로 동시에 기능하도록 구성되는 대신, 터치 모드 또는 필기 모드 중 어느 하나의 모드로 기능하도록 구성될 수 있다. 결합형 센서 디바이스 (900) 가 양쪽 모드들로 동시에 기능하지 않게 하는 것이 유익할 수도 있다. 예를 들어, 사용자가 결합형 센서 디바이스 (900) 상에 스타일러스로 쓰는 경우, 디바이스 상에 또한 놓일 수도 있는 사용자의 손바닥 또는 손가락들을 감지하는 것을 피하도록 하는 것이 바람직할 수도 있다. 필기 센서로서 기능을 하도록 결합형 센서 디바이스 (900) 를 동작시키는 것은 터치 센서로서의 결합형 센서 디바이스 (900) 의 기능성에 영향을 주며 그리고/또는 그것과 간섭할 수도 있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 따라서, 일부 구현예들은 터치 및 필기 모드 기능성을 위해 별도의 구동 및/또는 감지 서브시스템들을 제공한다. 일부 구현예들은 터치 모드 기능성 및 필기 모드 기능성 사이에서 빠르게 스위칭될 수도 있는 구동 및/또는 감지 서브시스템들을 제공한다.

[0135] 도 18b는 결합형 센서 디바이스에 대한 제어 시스템을 예시하는 블록도의 일 예를 도시한다. 이 예에서, 제어 시스템 (1807) 은 스타일러스 구동 회로 (1811) 및 터치 구동 회로 (1813) 를 구비한다. 결합형 센서 디바이스 (900) 가 필기 모드로 동작중인 경우, 스타일러스 구동 회로 (1811) 는 하나 이상의 구동 신호들 (1814) 을 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 으로 전송한다. 결합형 센서 디바이스 (900) 가 터치 모드로 동작중인 경우, 터치 구동 회로 (1813) 는 구동 신호들 (1814) 을 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 으로 전송한다. 그러나, 일부 대안적 구현예들에서, 구동 신호들 (1814) 은, 결합형 센서 디바이스 (900) 가 필기 모드로 동작중이든 또는 터치 모드로 동작중이든 간에 실질적으로 동일하다.

- [0136] 이 예에서, 제어 시스템 (1807) 은 스타일러스 감지 회로 (1815) 및 터치 감지 회로 (1817) 를 구비한다. 결합형 센서 디바이스 (900) 가 필기 모드로 동작중인 경우, 스타일러스 감지 회로 (1815) 는 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 로부터의 하나 이상의 감지 신호들 (1818) 을 처리한다. 결합형 센서 디바이스 (900) 가 터치 모드로 동작중인 경우, 터치 감지 회로 (1817) 는 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 으로부터의 감지 신호들 (1818) 을 처리한다. 일부 구현예들에서, 제어 시스템 (1807) 은 터치 구성에서 필기 구성으로 스위칭될 수 있는 단일 회로를 구비할 수도 있다. 일부 예들이 아래에서 설명된다.
- [0137] 도 18b는 또한 필기 및 터치 센서 구역 (1005) 에서의 센셀 (1819) 의 컴포넌트들을 나타내는 회로도의 일 예를 도시한다. 센셀 (1819) 의 이 확대된 뷰에서, 스위치 (1823) 의 저항이 개략적으로 묘사되며, 뿐만 아니라 센셀 (1819) 의 연관된 전극들 사이의 상호 커패시턴스 (1824) 가 개략적으로 묘사된다.
- [0138] 도 18c는 결합형 센서 디바이스에서의 센셀에 대한 물리적 컴포넌트들 및 그것들의 전기적 등가물들의 일 예의 표현을 도시한다. 이 예에서, 센셀 (1819) 은 구동 전극 (1820) 및 감지 전극 (1821) 사이의 중첩 지역에 형성된 스위치 (1823) 를 구비한다. 스위치 (1823) 는 그 스위치가 개방되는 경우에 스위치 (1823) 를 통해 흐를 수 있는 작은 양들의 누설 전류의 이유가 되는, 구동 전극 (1820) 및 감지 전극 (1821) 사이에 위치된 누설 저항 (1828) 및 스위치 커패시턴스 (1826) 에 의해 나타내어진다. 누설 저항기 (1828) 는 1 메가오옴 정도 이상의 값들을 가질 수도 있다. 고정식 저항기 (1822) 는 구동 전극 (1820) 및 감지 전극 (1821) 사이에 위치되어, 센셀 스위치 (1823) 의 콘택트들과 직렬로 전기 접속될 수도 있다. 고정식 저항기 (1822) 는 사문형 저항기, 수직 저항기, 고 저항률 필름, 리키 다이오드, 또는 다른 선형 또는 비선형 저항 엘리먼트일 수도 있다. 고정식 저항기 (1822) 는 백 킬로오옴 내지 10 메가오옴 이상의 범위에 있을 수도 있다. 이 예에서, 스위치 (1823) 는 도 17a에 묘사된 구성과 유사할 수도 있는 사문형 고정식 저항기 (1822) 를 구비한다.
- [0139] 손가락 (1047), 스타일러스 등이 스위치 (1823) 를 누르는 경우, 구동 전극 (1820) 의 부분들은 감지 전극 (1821) 에 가까워져, 구동 전극 (1820) 및 감지 전극 (1821) 사이의 병렬 커패시턴스 (1832) 를 증가시킨다. 충분히 높은 가해진 압력 또는 힘이 스위치 (1823) 를 폐쇄시킬 것이다. 손가락 (1047), 도전성 스타일러스 등의 근접은, 또한 결과적으로 인접한 구동 전극들 (1820) 및 감지 전극들 (1821) 사이의 전극간 상호 커패시턴스들 (1824) 에서 변화가 있게 한다.
- [0140] 도 18d는 결합형 센서 디바이스의 대안적 센셀의 일 예를 도시한다. 도 18d에 도시된 구성은 위에서 설명된 도 9b의 구성과 유사하다. 이 예에서, 구동 전극들 (1820) 및 감지 전극들 (1821) 은 마름모꼴 형상 섹션들 (1825) 및 좁은 부분들 (1827) 을 구비한다. 이 예에서, 스위치들 (1823) 은 중첩 지역들 (925b) 내에 형성된다 (또한 도 9b 참조).
- [0141] 병렬 커패시턴스 (1832) 는 중첩 지역들 (925b) 에서 구동 전극 (1820) 및 감지 전극 (1821) 사이에 형성된다. 센셀 (1819) 의 총 상호 커패시턴스는 인접한 구동 전극들 (1820) 및 감지 전극들 (1821) 사이의 개개의 전극간 상호 커패시턴스들 (1824) 의 각각의 합과 동일하다. 이 예에서, 총 상호 커패시턴스는 전극간 상호 커패시턴스의 약 4 배이다. 구동 전극들 (1820) 의 마름모꼴 형상 섹션들 (1825) 의 각각은 센셀 구동 저항 (1853) 을 가지고 감지 전극들 (1821) 의 마름모꼴 형상 섹션들 (1825) 의 각각은 센셀 감지 저항 (1854) 을 가지고 있다.
- [0142] 도 18e는 결합형 센서 디바이스에서의 센셀의 등가 회로 컴포넌트들을 나타내는 개략도의 일 예를 도시한다. 축 1829는 인가된 구동 신호들, 이를테면 스타일러스 구동 회로 (1811) 또는 터치 구동 회로 (1813) (예를 들어, 도 18b 참조) 로부터의 구동 신호들 (1814) 의 갖가지 레벨들을 나타낸다. 축 1831은 응답성 감지 신호들, 예컨대, 도 18b의 스타일러스 감지 회로 (1815) 또는 터치 감지 회로 (1817) 의 감지 신호들 (1818) 의 갖가지 레벨들을 나타낸다.
- [0143] 상호 커패시턴스 컴포넌트 (1833) 는, 도 18c에 도시된 바와 같이, 구동 전극들 (1820) 및 감지 전극 (1821) 사이의 상호 커패시턴스와 손가락 (1047) 의 근접에 의해 유발된 변화들을 나타낼 수도 있다. 기생 커패시턴스 컴포넌트 (1835) 는 전극, 이를테면 도 18c의 감지 전극 (1821) 의 자기 커패시턴스 (self-capacitance) 와, 손가락 (1047) 의 또는 다른 도전체의 근접에 의해 유발된 변화들을 나타낸다. 병렬 커패시턴스 컴포넌트 (1836) 는 평행 판 커패시턴스, 및 구동 전극 (1820) 이 도 18c의 감지 전극 (1821) 가까이로 이동하게 하는, 스타일러스, 손가락 (1047) 의 압력 등에 의해 유발된 것과 같은 변화들을 나타낸다. 스위치 (1823) 의 포지션은 스위치 (1823) 의 폐쇄 또는 비폐쇄를 나타낸다. 하나의 예에서, 상호 커패시턴스 컴포넌트 (1833) 는 약 0.5 pF의 값을 가지며; 기생 커패시턴스 컴포넌트 (1835) 는 약 0.5 pF 및 20 pF 사이의 값을 가지며; 병렬 커패시턴스 컴포넌트 (1836) 는 약 0.5 pF의 값을 가지며; 그리고 스위치 (1823) 는 개방되는 경우

에 약 10 기가오옴의 값 그리고 폐쇄되는 경우에 약 1 킬로오옴의 값을 가진다. 이 기술분야의 통상의 기술을 가진 자는 다른 커패시턴스 및 저항 값들이 소망의 구현예에 의존하여 또한 가능하다는 것을 쉽사리 이해할 것이다. 일부 대안적 구현예들에서, 스위치 (1823) 는 폐쇄되는 경우에 (고정식 저항기가 생략되는 경우와 같이) 100 오옴 미만의 값을 가질 것이다. 일부 다른 구현예들에서, 스위치 (1823) 는 폐쇄되는 경우에 고정식 저항기와 사실상 동일한 값을 가질 것이다.

[0144] 본원에서 설명되는 일부 구현예들은 터치 모드 구성 및 필기 모드 구성 사이에서 스위칭될 수 있는 단일 회로를 제공한다. 예를 들어, 단일 회로는 도 18b의 스타일러스 감지 회로 (1815) 및 터치 감지 회로 (1817) 의 기능들을 수행하도록 구성될 수도 있다.

[0145] 도 18f는 필기 또는 스타일러스 모드 센싱을 위해 구성될 수도 있는 결합형 센서 디바이스를 위한 연산 증폭기 회로의 일 예를 도시한다. 필기 모드에서 동작하는 경우, 회로 (1837) 는 리셋 능력을 갖는 적분기로서 기능을 하도록 구성된다. 회로 (1837) 는 하나 이상의 스위치들 (1823) 이 폐쇄되는 경우에 비교적 큰 출력 전압들을, 결합형 센서 디바이스 (900) 의 필기 센싱의 결과로서 생기는 상대적으로 작은 입력 전류들로부터 생성하도록 구성될 수도 있다.

[0146] 이 예에서, 회로 (1837) 는 연산 증폭기 (1839), 피드백 커패시터 (1841) 및 피드백 저항기 (1843), 뿐만 아니라 스위치들 (1842 및 1844) 을 구비한다. 하나의 예에서, 피드백 커패시터 (1841) 는 약 6 pF 및 20 pF 사이의 값을 가지고, 피드백 저항기 (1843) 는 약 5 메가오옴 이상의 값을 가진다. 그러나, 회로 (1837) 는 다른 커패시턴스 및 저항 값들로 구현될 수도 있고 유사한 기능성을 제공하는 다른 구성들을 가질 수도 있다.

예를 들어, 대안적 구현예들은 피드백 저항기 (1843) 대신 오프 상태에서 동작하는 (금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터 (MOSFET) 와 같은) 트랜지스터를 구비할 수도 있다. 스위치 (1842) 대신, 일부 구현예들은 알려진 저항을 갖는 NMOS 또는 PMOS 트랜지스터 또는 하이-값 (high-value) 저항기와 같은 손실 (lossy) 디바이스를 구비할 수도 있다. 더구나, 일부 구현예들은 스위치 (1842) 와 직렬인 부가적인 저항기를 구비할 수도 있다.

[0147] 스타일러스 모드로 동작하는 경우, 스위치 (1844) 는 개방된 채로 남겨질 수 있고 스위치 (1842) 는 개방되고 폐쇄될 수 있다. 그래프들 (1845, 1847 및 1849) 은 정상 (steady) 상태 입력 전류 동작의 예들을 도시한다. 그래프 1845는 시간 경과에 따른 입력 전류를 나타낸다. 이 예에서, 전류는 정상 상태 값 (I_{ss}) 으로 일정하게 유지된다. 시간 t_1 에서, 스위치 (1842) 는 개방된다. 그래프 1847을 참조하면, 스위치 (1842) 를 개방하기 위해, 스위치 (1842) 에 인가된 전압은 스위치 개방 전압 (1848) 으로 변화된다는 것을 알 수도 있다. 스위치 개방 전압 (1848) 은 특정 구현예에 따라 가변할 수도 있다. 일부 구현예들에서, 스위치 개방 전압 (1848) 은 1.8V일 수도 있는 반면, 다른 구현들에서 스위치 개방 전압 (1848) 은 3.3V, 5V, 10V, 20V 또는 일부 다른 전압일 수도 있다.

[0148] 그래프 1849는 스위치 (1842) 를 개방하는 것으로부터 생겨나는 출력 전압을 나타낸다. 이 예에서, 입력 전류가 일정하기 때문에, 출력 전압 (1850a) 은 스위치 (1842) 가 개방된 때인 시간 t_1 및 스위치 (1842) 가 다시 폐쇄된 때인 시간 t_2 사이에서 선형적으로 증가한다. 스위치 (1842) 가 개방되는 동안의 시간 간격 ($t_2 - t_1$) 은, 예를 들어, 0.1 내지 10 μ sec 정도, 또는 그 미만이 될 수도 있다. 이 예에서, 출력 전압 (1850a) 은 최대 출력 전압 (1851) 에 도달한다. 여기서, 최대 출력 전압 (1851) 은 스위치 개방 전압 (1848) 과 부호가 반대이고 스위치 개방 전압 (1848) 보다 낮은 절대 값을 가진다. 스위치 (1842) 가 폐쇄되는 경우 (시간 t_2 에서), 커패시터 (1841) 는 방전될 수도 있고 출력 전압 (1850a) 은 리셋된다.

[0149] 도 18g는 터치 모드 센싱을 위해 구성된 도 18f의 연산 증폭기 회로의 일 예를 도시한다. 이 구성에서, 스위치 (1844) 는 폐쇄되며, 이는 회로 (1837) 가 인접한 구동 전극들 (1820) 및 감지 전극들 (1821) (예를 들어, 도 18c 및 18d 참조) 사이의 상호 커패시턴스 (C_m) 에서의 변화들을 검출하기 위한 전하 증폭기로서 기능을 하는 것을 허용한다. 이 예에서, 구동 신호 (1852) 는 전압 V_{drv} 를 갖는 구형파 (square wave) 이다.

[0150] 결과적인 출력 전압 (1850b) 의 예가 도 18g에 도시된다. 출력 전압 (1850b) 은 출력 전압 (1850a) 의 그 것과 유사한 선형 응답이 아니며, 대신 구동 신호 (1852) 의 선행 및 후행 에지들에 대한 반전된 비선형 응답이다. 이 응답은, 커패시터 속으로의 전류 사이의 기본 관계인 $I = C dV/dt$ 로부터 나오는데, 여기서 I 는 전류이며, C 는 커패시터의 커패시턴스이고 dV/dt 는 시간에 대한 전압의 도함수이다.

[0151] PCT 센서는, 예를 들어, 센셀이 손가락 또는 스타일러스로 눌려지고 센셀 스위치가 폐쇄되는 경우에 단락된 센

셀들을 보여줄 수도 있다. 이 조건은 회로 (1837) 의 연산 증폭기 (1839) 를 포화시킬 수 있는 정상보다 큰 (larger-than-normal) 신호들을 생기게 할 잠재성을 가진다. 포화된 상태가 감지되고 식별될 수 있는 경우, 포화 회복 시간 (recovery time) 은 어레이 센싱 시스템들에 대해 문제가 될 수 있다. 증폭기 회복 시간은 보통 높은 신뢰도로 알려져 있지 않아, 통상은 테스팅 설비에서 특징지어진다. 연산 증폭기 (1839) 가 포화된 채로 유지된다면, 후속하는 셀 측정들은 손상될 수도 있다. 따라서, 회복 시간은 센서 어레이의 달성 가능한 스캔 레이트에 상당한 영향을 줄 수 있다.

[0152] 덧붙여서, 회로 (1837) 는 또한 긴 회복 기간에 기여할 수 있는 큰 시상수들을 갖는 피드백 컴포넌트들을 가질 수도 있다. 일부 구현예들에서, 회로 (1837) 는 회로 (1837) 를 안정화하는 DC 피드백을 제공하기 위해 (저항기 (1843) 와 같은) 큰 피드백 저항기를 구비할 수도 있다. 커패시터 (1841) 와는 별별인 큰 피드백 저항기는 센서 스캔 레이트들을 저해할 수 있는 큰 시상수를 생성시킬 수 있다.

[0153] 따라서, 회로 (1837) 의 일부 구현예들은 연산 증폭기 (1839) 의 포화를 억제하거나 또는 방지하도록 구성된다.

일부 이러한 구현예들은 커패시터 (1841) 의 전하를 빼내는 로우-임피던스 경로를 제공하여, 회로 (1837) 의 빠른 리셋 및/또는 연산 증폭기 (1839) 의 포화된 상태로부터의 빠른 회복을 허용한다.

[0154] 도 18h는 클램프 회로를 구비하는 결합형 센서 디바이스를 위한 연산 증폭기 회로의 일 예를 도시한다. 클램프 회로 (1855) 는 회로 (1837) 의 출력 전압을 제한함으로써 연산 증폭기 (1839) 의 포화를 억제 또는 방지하도록 구성될 수도 있다. 이 예에서, 클램프 회로 (1855) 는 회로 (1837) 의 다른 컴포넌트들과 별별로 배치된다.

[0155] 도 18i는 클램프 회로 전달 함수들의 예들을 도시한다. 함수 1857은 이상적인 클램프 회로 전달 함수인 반면, 함수 1859는 실제 클램프 회로 전달 함수의 일 예이다. 기능들 (1857 및 1859) 의 양쪽 모두는 매우 높은 임피던스를 나타내는 반면 클램프 회로 (1855) 는 클램프 전압 범위 ($V_{c-} < V_o < V_{c+}$) 내에서 동작한다. 클램프 회로 (1855) 는 대응하는 포화 전압들 (V_{sat-} 및 V_{sat+}) 의 절대값들보다 작은 절대값들을 갖는 클램프 전압들 (V_{c-} 및 V_{c+}) 로 구성될 수도 있다.

[0156] 클램프 전압 범위 내에서, 회로 (1837) 는 클램프 회로 (1855) 로부터의 적은 영향으로 또는 그런 영향 없이 터치 모드에서 동작할 수 있다. 연산 증폭기가 "클램핑된 (clamped)" 경우 (V_{out} 가 V_{c+} 또는 V_{c-} 에 도달하거나 그것을 초과하는 경우), 클램프 회로 (1859) 의 임피던스는, I_{out} 의 절대 값에서의 현저한 증가에 의해 도시된 바와 같이, 매우 낮다. 클램프 회로 (1855) 의 임피던스가 매우 낮게 된다면, 이는 본질적으로 회로 (1837) 의 피드백 컴포넌트들을 단락시키며, 이에 의해 피드백 커패시터 (1841) 가 방전하는 것을 허용한다 (도 18h 참조).

[0157] 도 18j는 클램프 회로에 대한 회로도의 일 예를 도시한다. 도 18j에 묘사된 구성에서, 클램프 회로 (1855) 는 직렬로 배열되고 제 1 순방향을 갖는 n 개의 다이오드들 (1861) 을 구비한다. 그 다이오드들 (1861) 은 다이오드들 (1863) 과는 별별로 배치된다. 이 예에서, 직렬로 배열되고 다이오드들 (1861) 의 제 1 순방향에 반대인 제 2 순방향을 갖는 n 개의 다이오드들 (1863) 이 있다. 일부 구현예들에서, 다이오드들 (1861 및 1863) 의 각각의 순방향 전압은 1V 이하 정도, 예컨대, 0.2V, 0.3V 또는 0.6V일 수도 있다. n의 값, 뿐만 아니라 다이오드들 (1861 및 1863) 의 순방향 전압은 구현예에 따라 가변할 수도 있다. 각각의 다이오드가 비교적 낮은 순방향 전압을 갖는 비교적 큰 수의 다이오드들을 갖춘 클램프 회로 (1855) 의 클램프 회로 전달 함수는, 각각의 다이오드가 상대적으로 높은 순방향 전압을 갖는 상대적으로 적은 수의 다이오드들을 갖춘 클램프 회로 (1855) 보다 더 가까이 이상적인 클램프 회로 전달 함수에 근사화될 것이다.

[0158] 그러나, 클램프 회로 (1855) 는 갖가지 다른 방법들로 구성될 수도 있다. 일부 대안적 구현예들에서, 다이오드들 (1861 및 1863) 중의 적어도 하나는 제너 다이오드일 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 다이오드들 (1861) 중의 하나는 제 1 순방향을 갖는 제너 다이오드이고 다이오드들 (1863) 중의 하나는 제 2 및 반대인 순방향을 갖는 제너 다이오드이다. 일부 이런 구현예들에서, 제너 다이오드들의 각각은 반대 순방향을 갖는 쇼트키 다이오드와는 직렬로 쌍을 이룰 수도 있다. 일부 구현예들에서, 쇼트키 다이오드들은 약 0.2V 또는 0.3V의 순방향 전압 강하들을 가질 수도 있다. 대응하는 제너 다이오드들의 제너 항복 전압은 실질적으로 더 높을 수도 있다. 예를 들어, ±5V 아날로그 시스템에서, 제너 항복 전압은 하나의 구현예에서 4.2V일 수도 있다.

[0159] 본원에서 설명되는 일부 구현예들에서, 하부 기판은 디스플레이 디바이스의 덮개 유리 장치의 적어도 일 부분을

형성할 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 신호선들은, 덮개 유리 아래쪽보다는, 덮개 유리의 상부 표면에 형성될 수도 있다. 이러한 구성은 어레이에서의 감지 엘리먼트들의 설계에 영향을 미치는데, 이들 엘리먼트들이 어레이 바깥쪽으로 라우팅되고 어레이에서의 여러 센싱 엘리먼트들로부터의 신호들을 어드레싱하고 감지하도록 구성되는 집적회로들 (IC들)에 부착될 수 있기 때문이다.

[0160] 이전의 접근법들 (이를테면 이들 라우팅 와이어들을 덮는 것 또는 IC들을 덮개 유리의 상단 측에 부착하는 것 및 그것들을 흑색 경계 (border) 에폭시로 덮는 것) 이 최적이 아닐 수도 있다. 하나의 이유는 에폭시가 결과적으로 사용자가 느낄 수도 있는 터치 표면상의 지형 (topography) 이 된다는 것이다.

[0161] 따라서, 본원에서 설명되는 일부 구현예들은 신규한 라우팅 구성들을 제공한다. 일부 구현예들은, ASIC들을 포함하지만 그것들로 제한되지 않는 하나 이상의 IC들의 직접 부착을 위한 플랫폼으로서의, 결합형 센서 디바이스 (900)의 유연한 상부 기판 (905)의 사용을 수반한다. 유연한 상부 기판 (905)은 하부 기판 (910)의 에지 (유리 기판 또는 다른 그런 실질적 투명 기판의 에지)를 둘러쌀 수도 있다. 일부 이러한 구현예들은 감지 와이어들 및 라우팅 리드들을 감싸는 것, 및 덮개 유리가 모바일 디스플레이 디바이스, 이를테면 스마트 폰 디바이스의 에지까지 연장하는 것을 가능하게 하는 방식으로 IC들을 이들 리드들에 부착하는 것을 수반한다.

IC(들)는 상부 기판 (905)의 끝부분이 굽은 부분에 직접 부착될 수 있으며, 따라서 디바이스 상의 최소 에지 경계를 가능하게 하며, 베젤에 대한 필요를 없애거나 또는 최소화하며, 그리고 덮개 층 및 유연한 인쇄 회로를 통합함으로써 비용을 감소시킨다. 일부 이러한 구현예들은 결과적으로 사용자가 느낄 수 있는 지형이 되지 않을 수도 있다.

[0162] 일부 예들이 도 19 내지 21b를 참조하여 이제 설명될 것이다. 도 19는 대안적 결합형 센서 디바이스의 일부면의 단면의 일 예를 도시한다. 이 구현예에서, 하부 기판 (910)은 유리로 형성되고 상부 기판 (905)은 유연하고 실질적으로 투명한 재료, 이를테면 투명한 폴리이미드로 형성된다. 여기서, 도전성 재료 (이 예에서 금속화물 (metallization))는 상부 기판 (905) 상의 상부 전극들 (1015)으로 패턴화된다. 상부 기판 (905) 아래쪽의 상부 전극들 (1015)은 센서의 신호선들을 라우팅하는데 사용될 수도 있다. 상부 기판 (905) (축척대로 그려지지 않음)의 일 부분 (1910)은 일부 구현예들, 이를테면 도 21b에 도시된 구현예에서의 하부 기판 (910)의 에지를 둘러싸도록 구성될 수도 있다. 도 19에 도시된 예에서, 하부 기판 (910) 상의 하부 전극들 (1030)은 이방성 도전 막 (ACF) (1905) 또는 유사한 접속 체계를 사용하여, 상부 기판 (905) 상의 상부 전극들 (1015) 또는 다른 전기 트레이스들 또는 회로에 전기적으로 접합될 수도 있다.

[0163] 도 20은 결합형 센서 디바이스를 위한 라우팅의 평면도의 일 예를 도시한다. 도 20에 예시된 결합형 센서 디바이스 (900)는 플렉스 온 유리 (flex-on-glass; FOG) (2005) 및 칩 온 플렉스 (chip-on-flex; COF) (2010a) 구성들 양쪽 모두를 구비한다. 도 20은 또한 필기 및 터치 센서 구역 (1005)과 결합형 센서 디바이스 (900)의 지문 센서 구역 (1010)을 나타낸다. 접지 렇 (2015)은 필기, 터치 및 지문 센서 구역들 (1005 및 1010)의 부분들 둘레로 포함되어 시스템으로부터의 잡음 커플링을 분리하고 잘못된 터치들을 최소화 할 수도 있다. 지문 센서 구역 (1010)이 필기 및 터치 센서 구역 (1005)과는 물리적으로 별개인 것으로 도시되지만, 필기 및 터치 구역에서 충분히 높은 해상도를 갖는 일부 구현예들에서, 2 개의 구역들은 병합되고 구별 불가능하다. 소프트웨어는 지문 검출을 위해 결합형 센서 디바이스 (900)의 일 부분을 할당하는데 이 용될 수도 있다. 밑에 있는 디스플레이 디바이스와 조합되는 경우, 소프트웨어는 센서 디바이스 상에 손가락을 위치시켜야 할 곳 (때)를 사용자에게 프롬프트하기 위한 박스 또는 다른 적합한 지정자 (designator)를 디스플레이하는데 이용될 수도 있다.

[0164] 도 21a는 도 20에 도시된 결합형 센서 디바이스를 관통하는 디바이스의 단면도의 일 예를 도시한다. 이 예에서, 상부 기판 (905)은 하부 기판 (910)에 접착층 (1705)으로 접합된다. 부가적인 COF (2010b)가 결합형 센서 디바이스 (900)의 이 뷰에서 보여질 수도 있다. 신호들, 전력, 접지, 및 외부 커넥터들을 위한 패시브 디바이스들 (미도시) 및 접속 트레이스들과 같은 부가적인 컴포넌트들은 COF (2010a 및 2010b)와 같은 다른 접적회로들 또는 제어기와 함께 상부 기판 (905)의 연장된 부분에 포함될 수도 있다. 전기적 또는 접속 비아들 (미도시)은 임의의 전기 및 전자 컴포넌트들의 접속을 돋기 위해 유연한 상부 기판 (905) 내에 포함될 수도 있다. Kapton® 테이프와 같은 스티프너 (2120)는 상부 기판 (905)의 연장된 부분에 부착될 수도 있다.

[0165] 도 21b는 끝부분이 굽은 구현예의 단면의 일 예를 도시한다. 도 21b에 예시된 결합형 센서 디바이스 (900)에서, 유연한 상부 기판 (905)은 하부 기판 (910)의 에지를 둘러싼다. 도 21b는, 상부 기판 (905) 내부 (하부측)의 상부 전극들 (1015)에 대한 이 예에서 ASIC인 IC (2105)의 접속을 묘사한다. IC (2105)는,

예를 들어, 터치 센서, 필기 센서 및/또는 지문 센서 기능성을 제공하기 위해 결합형 센서 디바이스 (900) 를 제어하게 구성될 수도 있다. 전기 커넥터 (2110) 는 이 예에서 상부 기판 (905) 의 일 측 또는 양 측들에서 상부 전극들 (1015) 에 또는 다른 트레이스들에 부착된다. 도 21b에 베젤 (2115) 이 도시되어 있다. 그러나, 다른 구현예들은 베젤 (2115) 을 포함하지 않을 수도 있다.

[0166] 여기서, 하부 기판 (910) 상의 전극들을 어드레싱하는 신호선들은 유연한 상부 기판 (905) 의 아래쪽에서 대응하는 상부 전극들 (1015) 에 라우팅되고 접속된다. 일부 이러한 구현예들에 따르면, 결합형 센서 디바이스 (900) 의 비용 및 복잡도 둘 다는 유연한 상부 기판 (905) 의 기능성을 유연한 인쇄 회로의 그것과 통합함으로서 감소될 수도 있다.

[0167] 위에서 설명된 것들과 같은 디바이스들을 사용하여, 애플리케이션들의 어레이가 가능하게 될 수 있다. 일부 이러한 구현예들은 거래들 및/또는 물리적 액세스를 가능하게 하기 위해 모바일 핸드헬드 디바이스를 사용자 인증 기반 보안형 게이트웨이로서 사용하는 것을 수반한다. 일부 구현예들은, 이를테면 상거래 또는 금융 거래를 위한 것과 같은 사용자 인증 시스템의 부분으로서 지문 센서를 사용하는 것을 수반한다. 일부 구현예들에서, 필기 입력 기능은 시그너처 인식 및 관련된 애플리케이션들을 위해 사용될 수도 있다. 대안으로, 또는 덧붙여서, 일부 구현예들은 기업의 사람 (people in an enterprise), 이를테면 학교 환경의 학생들, 회사 환경의 고용자들 등으로부터의 노트들 및 스타일러스 입력을 자동으로 캡처하기 위해 필기 입력 특징을 이용하는 것을 수반한다.

[0168] 예를 들어, 신용 카드가 사용되는 것과 유사한 방식으로 상거래들을 위해 모바일 디바이스의 사용을 가능하게 하는 것이 성장하는 추세이다. 이 사용 모델에서, 사용자는 지불 단말들과 통신하도록 구성된 근접장 통신 (Near Field Communication; NFC) 과 같은 통신 인터페이스를 갖춘 셀룰러 전화기에 단순히 PIN 번호를 입력할 수도 있다.

[0169] 이 모델과 함께 하는 하나의 도전은 사용자 인증의 도전이다. PIN들과 패스워드들은 승인되지 않은 액세스를 방지하는데 효과적이지 못할 수도 있다. 훔친 모바일 디바이스 또는 셀룰러 전화기는 결과적으로는 신용 거래 또는 직불 거래 (debit transaction) 를 위한 디바이스 또는 전화기의 부적절한 사용이 초래되게 한다.

[0170] 본원에서 제공된 일부 구현예들은 국소 사용자 인증을 가능하게 하는 내장 (built-in) 지문 센서, 이를테면 결합형 센서 디바이스 (900) 의 지문 센서의 사용에 관련된다. 도 22는 지문 기반 사용자 인증 프로세스를 예시하는 흐름도의 일 예를 도시한다. 프로세스 (2200) 는 셀룰러 전화기를 거래들 및/또는 물리적 액세스를 가능하게 하는 지문 기반 사용자 인증 시스템으로서 사용하는 것을 수반할 수도 있다.

[0171] 일부 이러한 구현예들에 따르면, 사용자는 하나 이상의 지문들을 제공함으로써 모바일 디바이스, 이를테면 셀룰러 전화기에 등록될 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 모바일 디바이스는 결합형 센서 디바이스 (900) 를 구비한다. 대안으로, 또는 덧붙여서, 사용자는 필기 데이터를 제공할 수도 있다. 지문 및/또는 필기 데이터는 암호화되어 모바일 디바이스 내에 안전하게 저장될 수도 있다. 그러나, 일부 대안적 구현예들은 원격 디바이스, 이를테면 서버에 의한 인증을 제공한다. 이런 구현예들은 지문 및/또는 필기 데이터를 원격 디바이스에 저장하는 것을 수반할 수도 있다. 더구나, 일부 구현예들은 한 명을 초과하는 사람으로부터 지문 및/또는 필기 데이터를 획득하는 것을 수반하여서, 한 명을 초과하는 사람이 동일한 모바일 디바이스를 사용하여 인증될 수도 있다.

[0172] 인증 프로세스 동안, 사용자는, 이를테면 모바일 디바이스의 덮개 유리 장치에 통합된 하나 이상의 센서들을 통해 지문 및/또는 필기 데이터를 모바일 디바이스에 제공한다 (블록 2205). 그 사용자는, 예를 들어, 사용자가 모바일 디바이스를 사용하여 상거래를 하기를 원하는 경우에 그렇게 할 수도 있다. 획득된 지문 및/또는 필기 데이터는 모바일 디바이스 내에서 또는 인증 서버와 같은 원격 디바이스를 통해 보안성 있게 처리되고, 이전에 등록되고 저장된 지문 및/또는 필기 데이터와 비교될 수도 있다 (블록 2210). 블록 2210에서, 모바일 디바이스 또는 인증 서버는 획득된 지문 및/또는 필기 데이터와 저장된 지문 및/또는 필기 데이터 사이에 일치가 존재하는지의 여부를 결정한다.

[0173] 일치가 있는 경우에만 거래가 허용될 것이다. 블록 2215에서 일치가 발견되지 않으면, 프로세스 2200은 사용자가 다시 시도하는 것을, 예컨대, 제한된 횟수 동안 허용할 수도 있다 (블록 2220). 사용자가 일치하는 지문 및/또는 필기 데이터를 이 횟수 내에 제공할 수 없다면, 프로세스는 종료될 수 있다 (블록 2230). 일부 구현예들에서, 모바일 디바이스 또는 인증 서버는, 부적절한 데이터가 수신되면, 예컨대, 금융 기관에 및/또는 지방정부 관계자들에게 통지를 전송할 수도 있다. 이 예에서, 모바일 디바이스 또는 인증 서버 중 어느

하나는 거래가 허용된다면 승인 신호를 다른 디바이스에 전송하도록 (블록 2225) 구성된다. 이러한 디바이스들의 예들은 도 23a에 도시된 모바일 디바이스 (40) 및 지불 단말 (2310) 을 포함한다.

[0174] 도 23a는 상거래들을 행하도록 구성될 수도 있는 모바일 디바이스의 일 예를 도시한다. 이 예에서, 모바일 디바이스는 지불 단말 (2310) 과의, 이를테면 NFC를 통한 무선 통신을 위해 구성되는 지문 보안식 셀룰러 전화기이다. 그 셀룰러 전화기는 본원의 어딘가에서 설명되는, 디스플레이 디바이스 (40) 의 인스턴스이고, 위에서 설명된 것과 같은 결합형 센서 디바이스 (900) 를 포함할 수도 있다. 대안으로, 셀룰러 전화기는 결합형 센서 디바이스 (900) 의 부분이 아닌 지문 센서 구역 (1010) 을 포함할 수도 있다.

[0175] 일부 구현예들에 따르면, 사용자는 도 22를 참조하여 위에서 설명된 것과 같은 프로세스에 따라 지문 데이터를 모바일 디바이스 제공할 수도 있다. 저장된 지문 데이터 및 최근에 제공된 지문 데이터 간에 일치가 존재한다면, 거래는 허용될 수 있다. 예를 들어, 도 23a의 지불 단말 (2310) 은 지불이 승인되어야 함을 나타내는 신호를 금융 기관의 대응하는 디바이스에 전송할 수도 있다. 금융 기관은 크레딧 또는 자금들의 가용성과 같은 팩터들에 의존하여 지불을 찬성 (approve) 할 수도 있거나 찬성하지 않을 수도 있다. 도 23a는 전화기에 대한 물리적 접근 시에 지불 단말에서 지불을 승인하는데 사용되는 모바일 디바이스를 도시한다. 일부 다른 구현예들에서, 모바일 디바이스는, 모바일 디바이스 상에서 실행중인 웹 브라우저 또는 다른 애플리케이션을 통해 행해진 전자상거래와 같이, 원격으로 행해진 지불들을 승인하는데, 또는 사용자의 제어 하에서 개인용 컴퓨터 상에서 실행중인 웹 브라우저 또는 다른 애플리케이션을 통해 행해진 전자상거래와 같이, 별개의 시스템을 통해 행해진 지불을 승인하는데 사용될 수 있다. 도 22 및 23a를 참조하면, 블록 2225의 승인 신호는, 모바일 디바이스 자체 상의 데이터, 이를테면 지불 또는 신용카드 정보의 지불 단말 (2310) 로의 전송을 승인하는 제어 비트의 배포 (release) 를 제어하는데 이용될 수 있다. 다른 구현예에서, 블록 2225의 승인 신호는 다른 디바이스 또는 프로세스 서버, 이를테면 금융 기관의 디바이스 또는 서버에 전송되어 지불이 승인되어야 함을 나타낼 수도 있다.

[0176] 회사 및 정부 로케이션들에서의 많은 물리적 설비들은 전자적으로 보안화되고, 특정 무선 주파수들, 이를테면 128 kHz로 동작하는 전파 식별 (radio frequency identification; RFID) 카드들, 키 포브들 (key fobs) 등을 사용하여 액세스된다. 이것들은 카드 판독기 또는 문 근처에 위치된 유사한 디바이스로부터의 전력을 유도 결합함으로써 에너지를 이끌어내는 근거리 (short-range) 디바이스들이다. RFID 카드 또는 키 포브가 나쁜 사람들 손에 들어가면, 보안은 이들 액세스 포인트들에서 위태롭게 될 수 있다.

[0177] 별도의 RFID 카드 또는 키 포브를 사용하는 대신, 일부 구현예들은 그런 물리적 설비들에 대한 액세스를 얻기 위해 지문 보안식 모바일 디바이스, 이를테면 지문 보안식 셀룰러 전화기의 사용을 수반한다. 도 23b는 물리적 액세스 애플리케이션들을 위한 지문 보안식 모바일 디바이스의 사용의 일 예를 도시한다. 모바일 디바이스는 본원의 어딘가에서 설명되는 디스플레이 디바이스 (40) 의 인스턴스이고, 결합형 센서 디바이스 (900) 를 포함할 수도 있다.

[0178] 일부 이런 구현예들에서, 지문 보안식 모바일 디바이스는 NFC-가능 (enabled) 액세스 포인트 (2320), 이를테면 전자적으로 잡겨있는, 빌딩, 자동차, 사물함, 금고 등의 문 (2315) 을 개방하기 위해 사용될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 이 액세스 포인트는 네트워크를 통해, 다른 디바이스들, 이를테면 인증 서버와의 통신을 위해 구성될 수도 있다. 모바일 디바이스 (40) 의 지문 센서 구역 (1010) 은, 모바일 디바이스 (40) 가 액세스 포인트 (2320) 와의 그것의 통신들을 개시하기 전에 (적어도 부분적으로) 사용자에 대한 인증 프로세스를 구현하는데 사용될 수도 있다. 인증 프로시저는 보안형 지불 게이트웨이에 대해 위에서 설명된 것과 유사할 수도 있다; 그러나, 가능한 애플리케이션은 거래보다는, 물리적 액세스의 애플리케이션이다.

[0179] 모바일 디바이스들은 문서들, 음악, 비디오들, 및 다른 디지털 자산들의 저장, 전송, 및 재생을 위한 유비쿼터스 수단이 되고 있다. 이러한 디지털 자산들의 디지털 및 다른 권리들을 보호하고, 무단 접근, 배포 및 복제를 방지하기 위하여, 일부 구현예들은 당해 자산에 "밀접하게 결합될 (married)" 지문 센서 및/또는 필기 센서의 사용을 수반한다. 이런 방식으로, 디지털 자산에 액세스하는 것이 승인된 사람 (또는 사람들) 만이, 본원에서 설명된 결합형 센서 디바이스 (900) 의 센서들일 수도 있는, 지문 센서 및/또는 필기 센서의 사용을 통해 그 자산에 액세스할 수 있다.

[0180] 회사, 정부, 교육 및 다른 환경들을 포함한 많은 기업들에서, 모바일 디바이스의 스크린 상에 개개의 쓰기 노트들을 가지는 것이 유익할 수도 있다. 큰 스크린을 갖는 태블릿과 같은 디바이스는 회의 노트들, 동료들 사이의 대화형 논의들 및 다른 중요한 발견들이 자동으로 캡처되는 것을 허용하는 메모장으로서 대체될 수 있다. 하나의 이러한 디바이스는 도 24a에 묘사되어 있다.

[0181]

도 24a는 보안형 태블릿 디바이스의 일 예를 도시한다. 도 24a의 태블릿 디바이스 (2400a)는 네트워크, 이를테면 기업에 의해 주로 유지되는 네트워크와의 무선 통신을 위해 구성될 수도 있다. 태블릿 디바이스 (2400a)는 본원의 어딘가에서 설명된 바와 같은 결합형 센서 디바이스 (900)를 구비할 수도 있다. 그런 네트워크 통신들은 태블릿 디바이스 (2400a)에 의해 캡처된 정보의 기업의 문서들의 데이터베이스 상의 저장을 용이하게 할 수 있다. 이들 디바이스들 내에 포함된 정보의 종종 기밀적 및 사적 특징 때문에, 그런 태블릿들 및 전화기들에 대한 액세스는 인가된 사용자(들)로만 제한되어야 한다. 그렇지 않으면, 이러한 디바이스들의 분실은 결과적으로 비승인 사용이 되게 하고 내부에 포함된 데이터를 위태롭게 한다.

[0182]

일부 이러한 구현예들은 필기 인식 프로세스 및/또는 지문 인식 프로세스에 따라 액세스 제어를 제공한다. 태블릿 디바이스 (2400a)에 대한 액세스는, 위에서 설명된 바와 같이, 태블릿 디바이스 (2400a) 상의 사용자의 필기의 분석에 따라 그리고/또는 덤개 유리 장치 상에 제공된 지문 센서로부터 수신된 지문 데이터에 따라 제어될 수도 있다. 도 24a에 묘사된 예에서, 스타일러스 선단 (1105)은 태블릿 디바이스 (2400a)를 통해 필기 데이터 (2410)를 제공하는데 사용될 수 있다. 이러한 데이터는 도 22를 참조하여 위에서 설명된 것과 유사한 인증 프로세스를 위해 이용될 수 있다.

[0183]

도 24b는 대안적 보안형 태블릿 디바이스의 일 예를 도시한다. 도 24b에 예시된 태블릿 디바이스 (2400b)의 스크린은 필기 입력 디바이스 또는 메모장으로서 역할을 할 수도 있다. 태블릿 디바이스 (2400b)는 본원의 어딘가에서 설명된 바와 같은 결합형 센서 디바이스 (900)를 구비할 수도 있다. 도 24b에 도시된 바와 같이, 태블릿 디바이스 (2400b)에 대한 액세스는 필기 인증 프로시저에 따라 제어될 수도 있다: 여기서, 스타일러스 선단 (1105)은 필기 데이터 (2410)를 제공하는데 사용될 수 있다. 대안으로, 또는 덤불여서, 태블릿 디바이스 (2400b)에 대한 액세스는 지문 센서 구역 (1010)을 통해 획득된 지문 데이터를 이용하여 지문 인증 프로시저에 따라 제어될 수도 있다. 태블릿 디바이스 (2400b)는, 특정 구현예에 의존하여, 손가락 터치 센싱을 위해 구성될 수도 있거나 또는 그렇지 않을 수도 있다. 정보는 스크린 상에서 자동으로 캡처될 수도 있고, 일부 구현예들에서, 기업의 데이터베이스와 무선으로 동기될 수도 있다. 대안으로, 또는 덤불여, 이러한 데이터는 국소적으로 저장될 수 있다. 일부 이러한 데이터는 그 뒤에 기업의 데이터베이스와, 이를테면 유선 또는 무선 인터페이스를 통해 동기화될 수도 있다.

[0184]

도 25a 및 25b는 결합형 센서 디바이스를 포함하는 디스플레이 디바이스를 예시하는 시스템 블록도들의 예들을 도시한다. 디스플레이 디바이스 (40)는, 예를 들어, 스마트 폰, 셀룰러 폰, 또는 모바일 전화기일 수 있다. 그러나, 디스플레이 디바이스 (40)의 동일한 컴포넌트들 또는 그 약간의 변형들은 또한 텔레비전들, 태블릿들, e-리더들, 핸드헬드 디바이스들 및 휴대용 미디어 플레이어들과 같은 각종 유형들의 디스플레이 디바이스들의 예시들이다.

[0185]

디스플레이 디바이스 (40)는 하우징 (41), 디스플레이 (30), 결합형 센서 디바이스 (900), 안테나 (43), 스피커 (45), 입력 디바이스 (48), 및 마이크로폰 (46)을 구비한다. 하우징 (41)은, 주입 몰딩, 및 진공 성형을 포함한, 다양한 제조 프로세스들 중의 임의의 것으로 형성될 수 있다. 덤불여서, 하우징 (41)은 플라스틱, 금속, 유리, 고무, 및 세라믹, 또는 그 조합을 포함하지만 그것들로 제한되지는 않는 다양한 재료들 중의 임의의 것으로 만들어질 수도 있다. 하우징 (41)은, 다른 컬러의 또는 상이한 로고들, 화상들, 또는 심볼들을 포함하는 다른 제거가능 부분들과 교환될 수도 있는 제거가능 부분들 (미도시)을 포함할 수 있다.

[0186]

디스플레이 (30)는, 본원에서 설명된 바와 같이, 쌍안정 (bi-stable) 또는 아날로그 디스플레이를 포함한, 다양한 디스플레이들 중의 임의의 것일 수도 있다. 디스플레이 (30)는 또한 평판 디스플레이, 이를테면 플라즈마, EL, OLED, STN LCD, 또는 TFT LCD, 또는 비-평판 디스플레이, 이를테면 CRT 또는 다른 튜브 디바이스를 포함하도록 구성될 수 있다. 덤불여서, 디스플레이 (30)는 본원에서 설명된 바와 같은, 간접 변조기 디스플레이를 포함할 수 있다. 결합형 센서 디바이스 (900)는 실질적으로 본원에서 설명된 바와 같은 디바이스일 수도 있다.

[0187]

디스플레이 디바이스 (40)의 컴포넌트들은 도 25b에서 개략적으로 도시된다. 디스플레이 디바이스 (40)는 하우징 (41)을 구비하고 적어도 그 속에 봉지된 부가적인 컴포넌트들을 구비할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 디바이스 (40)는 트랜시버 (47)에 연결된 안테나 (43)를 구비한 네트워크 인터페이스 (27)를 포함한다. 네트워크 인터페이스 (27)는 디스플레이 디바이스 (40) 상에 디스플레이될 수 있는 이미지 데이터에 대한 소스일 수도 있다. 따라서, 네트워크 인터페이스 (27)는 이미지 소스 모듈의 하나의 예이다. 트랜시버 (47)는 프로세서 (21)에 접속되며, 그 프로세서는 조절 (conditioning) 하드웨어 (52)에 접속된다. 조절 하드웨어 (52)는 신호를 조절 (예컨대, 신호를 필터링) 하도록 구성될 수도 있다. 조절 하드웨어

(52) 는 스피커 (45) 및 마이크로폰 (46)에 접속된다. 프로세서 (21)는 또한 입력 디바이스 (48) 및 드라이버 제어기 (29)에 접속된다. 드라이버 제어기 (29)는 프레임 버퍼 (28)에, 그리고 어레이 드라이버 (22)에 연결되며, 다음에 그 어레이 드라이버는 디스플레이 어레이 (30)에 연결된다. 일부 구현예들에서, 전원 공급기 (50)는 특정 디스플레이 디바이스 (40) 디자인에서의 실질적으로 모든 컴포넌트들에 전력을 제공할 수 있다.

[0188] 이 예에서, 디스플레이 디바이스 (40)는 또한 결합형 센서 제어기 (77)를 구비한다. 결합형 센서 제어기 (77)는 결합형 센서 디바이스 (900)와의 통신을 위해 구성될 수도 있고 그리고/또는 결합형 센서 디바이스 (900)를 제어하기 위해 구성될 수도 있다. 결합형 센서 제어기 (77)는 결합형 센서 디바이스 (900)에 가장 가까운, 손가락, 도전성 또는 비도전성 스타일러스 등의 터치 로케이션을 결정하도록 구성될 수도 있다. 결합형 센서 제어기 (77)는 터치 로케이션의 부근에서 검출된 커페시턴스에서의 변화들에 적어도 부분적으로 기초하여 그러한 결정들을 하도록 구성될 수도 있다. 결합형 센서 제어기 (77)는 또한 필기 센서 제어기로서 그리고/또는 지문 센서 제어기로서 기능을 하도록 구성될 수도 있다. 결합형 센서 제어기 (77)는 터치 센서, 필기 센서, 지문 센서 및/또는 사용자 입력 신호들을 프로세서 (21)에 공급하도록 구성될 수도 있다.

[0189] 비록 결합형 센서 제어기 (77)가 도 25b에서 단일 디바이스인 것으로서 묘사되지만, 결합형 센서 제어기 (77)는 하나 이상의 디바이스들로 구현될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 별개의 센서 제어기들이 터치, 필기 및 지문 센싱 기능성을 제공하기 위해 구성될 수도 있다. 그런 센서 제어기들은, 예를 들어, 별개의 집적회로들로 구현될 수도 있다. 일부 이런 구현예들에서, 터치 모드, 필기 모드 및/또는 지문 센싱 모드를 위한 어드레싱 및/또는 측정 회로는 하나 이상의 제어기 또는 ASIC 칩들 내에 포함될 수도 있다. 일부 대안적 구현예들에서, 그러나, 프로세서 (21) (또는 다른 그러한 디바이스)는 일부 또는 전부의 그러한 센서 제어기 기능성을 제공하도록 구성될 수도 있다.

[0190] 네트워크 인터페이스 (27)는 디스플레이 디바이스 (40)가 하나 이상의 디바이스들과 네트워크를 통해 통신할 수 있도록 안테나 (43) 및 트랜시버 (47)를 구비한다. 네트워크 인터페이스 (27)는 또한, 예를 들어, 프로세서 (21)의 데이터 프로세싱 요구사항들을 완화시키기 위해 일부 프로세싱 능력들을 가질 수도 있다. 안테나 (43)는 신호들을 송신하고 수신할 수 있다. 일부 구현예들에서, 안테나 (43)는 IEEE 16.11 (a), (b), 또는 (g)를 포함한 IEEE 16.11 표준, 또는 IEEE 802.11a, b, g, n을 포함한 IEEE 802.11 표준 및 그 추가의 구현예들에 따라 RF 신호들을 송신하고 수신한다. 일부 다른 구현예들에서, 안테나 (43)는 블루투스 표준에 따라 RF 신호들을 송신하고 수신한다. 셀룰러 전화기의 경우, 안테나 (43)는 무선 네트워크, 이를테면 3G 또는 4G 기술을 활용하는 시스템 내에서 통신하는데 이용되는, 부호 분할 다중 접속 (CDMA), 주파수 분할 다중 접속 (FDMA), 시분할 다중 접속 (TDMA), 이동 통신 세계화 시스템 (GSM), GSM/일반 패킷 라디오 서비스 (GPRS), 향상된 데이터 GSM 환경 (EDGE), TETRA (Terrestrial Trunked Radio), 광대역-CDMA (W-CDMA), EV-DO (Evolution Data Optimized), 1xEV-DO, EV-DO Rev A, EV-DO Rev B, HSPA (High Speed Packet Access), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), HSUPA (High Speed Uplink Packet Access), HSPA+ (Evolved High Speed Packet Access), 롱텀 에볼루션 (LTE), AMPS, 또는 다른 공지의 신호들을 수신하도록 설계된다. 트랜시버 (47)는 안테나 (43)로부터 수신된 신호들을 그것들이 프로세서 (21)에 의해 수신되어 추가로 조작될 수도 있도록 전처리할 수 있다. 트랜시버 (47)는 또한 프로세서 (21)로부터 수신된 신호들을 그것들이 디스플레이 디바이스 (40)로부터 안테나 (43)를 통해 송신될 수도 있도록 처리할 수 있다.

[0191] 일부 구현예들에서, 트랜시버 (47)는 수신기에 의해 대체될 수 있다. 덧붙여서, 일부 구현예들에서, 네트워크 인터페이스 (27)는, 프로세서 (21)에 전송될 이미지 데이터를 저장하거나 또는 생성할 수 있는 이미지 소스에 의해 대체될 수 있다. 프로세서 (21)는 디스플레이 디바이스 (40)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 프로세서 (21)는 네트워크 인터페이스 (27) 또는 이미지 소스로부터의 데이터, 이를테면 압축된 이미지 데이터를 수신하고, 그 데이터를 원 (raw) 이미지 데이터로 또는 원 이미지 데이터로 챕사리 처리되는 포맷으로 처리한다. 프로세서 (21)는 처리된 데이터를 드라이버 제어기 (29)에 또는 저장을 위해 프레임 버퍼 (28)에 전송할 수 있다. 원 데이터는 통상 이미지 내의 각각의 로케이션에서 이미지 특성을 식별하는 정보를 의미한다. 예를 들어, 그런 이미지 특성들은 컬러, 포화, 및 그레이 스케일 레벨을 포함할 수 있다.

[0192] 프로세서 (21)는 디스플레이 디바이스 (40)의 동작을 제어하기 위해 마이크로제어기, CPU, 또는 로직 유닛을 구비할 수 있다. 조절 하드웨어 (52)는 신호들을 스피커 (45)에 송신하기 위해, 그리고 신호들을 마이크로폰 (46)으로부터 수신하기 위해 증폭기들 및 필터들을 구비할 수도 있다. 조절 하드웨어 (52)는 디스플레이 디바이스 (40) 내의 개별 컴포넌트들일 수도 있거나, 또는 프로세서 (21) 또는 다른 컴포넌트들 내에 통합

될 수도 있다.

[0193] 드라이버 제어기 (29)는 프로세서 (21)에 의해 생성된 원 이미지 데이터를 프로세서 (21)로부터 직접 또는 프레임 버퍼 (28)로부터 취할 수 있고, 원 이미지 데이터를 어레이 드라이버 (22)로의 고속 송신에 적합하게 재포맷팅할 수 있다. 일부 구현예들에서, 드라이버 제어기 (29)는 원 이미지 데이터를 래스터형 (raster-like) 포맷을 갖는 데이터 흐름으로 재포맷팅할 수 있어서, 디스플레이 어레이 (30)에 걸리는 스캐닝에 적합한 타임 오더 (time order)를 가진다. 그 다음에 드라이버 제어기 (29)는 포맷팅된 정보를 어레이 드라이버 (22)에 전송한다. 비록 드라이버 제어기 (29), 이를테면 LCD 제어기가 종종 독립실행형 (stand-alone) 집적회로 (IC)로서의 시스템 프로세서 (21)에 연관되지만, 그런 제어기들은 많은 방법들로 구현될 수도 있다. 예를 들어, 제어기들은 프로세서 (21) 내에서 하드웨어로서 내장되거나, 프로세서 (21) 내에 소프트웨어로서 내장되거나, 또는 어레이 드라이버 (22) 와 하드웨어로 완전히 통합될 수도 있다.

[0194] 어레이 드라이버 (22)는 드라이버 제어기 (29)로부터 포맷팅된 정보를 수신할 수 있고, 그 비디오 데이터를, 디스플레이의 화소들의 x-y 매트릭스로부터 나오는 수백 그리고 때때로 수천 (이상)의 리드들에 대해 초당 많은 횟수로 인가되는 과정들의 병렬 세트로 재포맷팅할 수 있다.

[0195] 일부 구현예들에서, 드라이버 제어기 (29), 어레이 드라이버 (22), 및 디스플레이 어레이 (30)는 본원에서 설명되는 디스플레이들의 유형들 중의 임의의 것에 대해 적합하다. 예를 들어, 드라이버 제어기 (29)는 기존의 디스플레이 제어기 또는 쌍안정 디스플레이 제어기 (이를테면 IMOD 제어기) 일 수 있다. 덧붙여, 어레이 드라이버 (22)는 기존의 드라이버 또는 쌍안정 디스플레이 드라이버 (이를테면 IMOD 디스플레이 드라이버) 일 수 있다. 더구나, 디스플레이 어레이 (30)는 기존의 디스플레이 어레이 또는 쌍안정 디스플레이 어레이 (이를테면 IMOD들의 어레이를 포함한 디스플레이) 일 수 있다. 일부 구현예들에서, 드라이버 제어기 (29)는 어레이 드라이버 (22) 와 통합될 수 있다. 이러한 구현예는 고도로 집적된 시스템들, 예를 들어, 모바일 폰들, 휴대용-전자 디바이스들, 시계들 (watches) 또는 다른 소면적 (small-area) 디스플레이들에서 유용할 수 있다.

[0196] 일부 구현예들에서, 입력 디바이스 (48)는, 예를 들어, 사용자에게 디스플레이 디바이스 (40)의 동작을 제어하는 것을 허용하도록 구성될 수 있다. 입력 디바이스 (48)는 키패드, 이를테면 QWERTY 키보드 또는 전화기 키패드, 버튼, 스위치, 로커 (rocker), 터치 감응 스크린, 디스플레이 어레이 (30) 와 통합된 터치 감응 스크린, 또는 압력-감응 또는 열-감응 멤브레인을 포함할 수 있다. 마이크로폰 (46)은 디스플레이 디바이스 (40)에 대한 입력 디바이스로서 구성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 마이크로폰 (46)을 통한 음성 커맨드들은 디스플레이 디바이스 (40)의 동작들을 제어하기 위해 이용될 수 있다.

[0197] 전원 공급기 (50)는 다양한 에너지 저장 디바이스들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전원 공급기 (50)는 재충전가능 배터리, 이를테면 니켈-카드뮴 전지 또는 리튬-이온 전지를 포함할 수도 있다. 재충전가능 배터리를 이용하는 구현예들에서, 재충전가능 배터리는, 예를 들어, 광기전 디바이스 또는 어레이의 벽설치형 소켓 (wall socket) 으로부터 나오는 전력을 이용하여 충전가능할 수도 있다. 대안으로, 재충전가능 배터리는 무선으로 충전가능할 수 있다. 전원 공급기 (50)는 또한 재생가능한 (renewable) 에너지 소스, 커패시터, 또는 플라스틱 태양 전지 또는 솔라-셀 페인트를 포함한, 태양 전지를 포함할 수 있다. 전원 공급기 (50)는 또한 벽설치형 소켓으로부터 전력을 수신하도록 구성될 수 있다.

[0198] 일부 구현예들에서, 제어 프로그램능력 (control programmability)은 전자 디스플레이 시스템의 여러 장소들에 위치될 수 있는 드라이버 제어기 (29) 내에 상주한다. 일부 다른 구현예들에서, 제어 프로그램능력은 어레이 드라이버 (22) 내에 상주한다. 위에서 설명된 최적화는 임의의 수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들로 그리고 갖가지 구성들로 구현될 수도 있다. 본원에서 개시된 구현예들과 관련하여 설명되는 각종 예시적인, 로직들, 로직 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘 단계들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 그것 둘의 조합들로 구현될 수도 있다. 하드웨어 및 소프트웨어의 호환성은 일반적으로 기능성의 측면에서 설명되어 있고, 위에서 설명된 여러 가지 예시적 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들로 예시되어 있다. 이러한 기능성이 하드웨어 또는 소프트웨어 중 어느 것으로 구현되는지는 전체 시스템에 부과되는 특정 애플리케이션 및 설계 제약들에 의존한다.

[0199] 본원에서 개시된 양태들에 관련하여 설명된 갖가지 실례의 로직들, 로직 블록들, 모듈들, 및 회로들을 구현하는데 사용되는 하드웨어 및 데이터 프로세싱 장치는 본원에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 범용 단일 칩 또는 다중 칩 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적회로 (ASIC), 필드 프로그램가능 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그램가능 로직 디바이스, 개별 게이트 또는 트랜지스터 로직, 개별 하드웨어 컴포넌트

들, 또는 그것들의 임의의 조합으로 구현되거나 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있거나, 임의의 기준 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한, 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 이를테면 DSP 및 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들의 조합, DSP 코어와 협력하는 하나 이상의 마이크로프로세서들의 조합, 또는 임의의 다른 이러한 구성의 조합으로 구현될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 특정 단계들 또는 방법들은 주어진 기능에 특정된 회로에 의해 수행될 수도 있다.

[0200] 하나 이상의 양태들에서, 설명된 기능들은 명세서에서 개시된 구조들 및 그것들의 구조적 동등물들을 포함한, 하드웨어, 디지털 전자 회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어로, 또는 그것들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다.

본 명세서에서 설명된 주제의 구현예들은 또한, 데이터 프로세싱 장치에 의한 실행을 위해, 또는 그 장치의 동작을 제어하기 위해 컴퓨터 저장 매체들 상에 인코딩된, 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들, 즉, 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 이상의 모듈들로서 구현될 수 있다.

[0201] 소프트웨어로 구현된다면, 기능들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장되거나 전송될 수도 있다. 본원에서 개시된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 상주할 수도 있는 프로세서 실행가능 소프트웨어 모듈로 구현될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 한 장소에서 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전송하기 위해 인에이블될 수 있는 임의의 매체를 포함하는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체 양쪽 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 비제한적인 예로, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지, 또는 다른 자기적 저장 디바이스들, 또는 소망의 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장하는데 사용될 수도 있으며, 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수도 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독가능 매체로 적절히 칭해질 수 있다.

디스크 (Disk 및 disc) 는 본원에서 사용되는 바와 같이, 콤팩트 디스크 (compact disc, CD), 레이저 디스크, 광 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 (floppy disk) 및 블루레이 디스크를 포함하는데, disk들은 보통 데이터를 자기적으로 재생하지만, disc들은 레이저들에 의해 광학적으로 데이터를 재생한다.

상기한 것들의 조합들은 또한 컴퓨터 판독가능 매체들의 범위 내에 포함될 수도 있다. 덧붙여, 방법 또는 알고리즘의 동작들은 컴퓨터 프로그램 제품에 통합될 수도 있는 머신 판독가능 매체 및/또는 컴퓨터-판독가능 매체 상에 코드들 및/또는 명령들 중의 하나 또는 임의의 조합 또는 세트로서 존재할 수도 있다.

[0202] 본 개시물에서 설명된 구현예들에 대한 다양한 변형예들은 이 기술분야의 숙련된 자들에게 쉽사리 명확하게 될 수도 있고, 본원에서 정의된 일반 원리들은 본 개시물의 정신 또는 범위로부터 벗어남 없이 다른 구현예들에 적용될 수도 있다. 그래서, 청구항들은 본원에서 보인 구현예들로 한정할 의도는 아니며, 본 개시물과 본원에서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 가장 넓은 범위를 부여하는 것을 의도한다. 단어 "예시적인"은 본 명세서에서는 "예, 사례, 또는 예시로서 쓰일 수 있다"는 의미로 사용된다. "예시적인" 것으로서 본원에서 설명된 임의의 구현예는 다른 가능성들 또는 구현예들보다 바람직하거나 유익하다고 생각할 필요는 없다. 덧붙여, 이 기술분야의 통상의 기술을 가진 자는, 용어들 "상부" 및 "하부"가 도면들을 설명하는 것의 용이함을 위해 때때로 이용되고, 적절해 배향된 페이지의 도면의 배향에 대응하는 상대적인 포지션을 나타내고, 구현된 대로의 IMOD의 적절한 배향을 반영하지 않을 수도 있다는 것을 쉽사리 이해할 것이다.

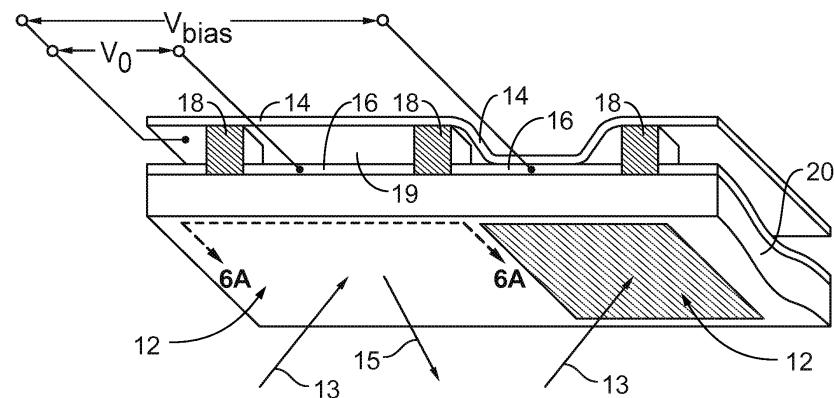
[0203] 별개의 구현예들의 맥락에서 본 명세서에서 설명되는 특정한 특징들은 또한 단일 구현예로 조합하여 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현예의 측면에서 설명되는 갖가지 특징들은 또한 따로따로 다수의 구현예들에서 또는 임의의 적합한 서브컴비네이션에서 구현될 수 있다. 더구나, 비록 특징들이 특정한 조합들에서 작용하는 것으로 위에서 설명될 수도 있고 그와 같이 처음으로 청구된 경우에도, 청구된 조합들로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우들에서 조합으로부터 삭제될 수 있고, 청구된 조합은 서브컴비네이션 또는 서브컴비네이션의 변형예를 위한 것일 수도 있다.

[0204] 마찬가지로, 동작들이 도면들에서 특정 순서로 묘사되었지만, 이 기술분야의 통상의 기술을 가진 자는, 그런 동작들이 도시된 특정 순서로 또는 순차적 순서로 수행될 필요는 없다는 것을, 또는 모든 예시된 동작들이 소망의 결과들을 획득하기 위해 수행될 것이라는 것을 쉽사리 인식할 것이다. 게다가, 도면들은 하나 이상의 예의 프로세스들을 흐름도의 형태로 개략적으로 묘사할 수도 있다. 그러나, 묘사되지 않은 다른 동작들은 개략적으로 도시된 예의 프로세스들에 통합될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 부가적인 동작들은 예시된 동작들 중의 임의의 것 전에, 후에, 동시에, 사이에 수행될 수 있다. 특정한 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유익할 수도 있다. 더구나, 위에서 설명된 구현예들에서의 여러 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 구현예들에서 그러한 분리를 요구한다고 이해되지 않아야 하고, 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들은 일

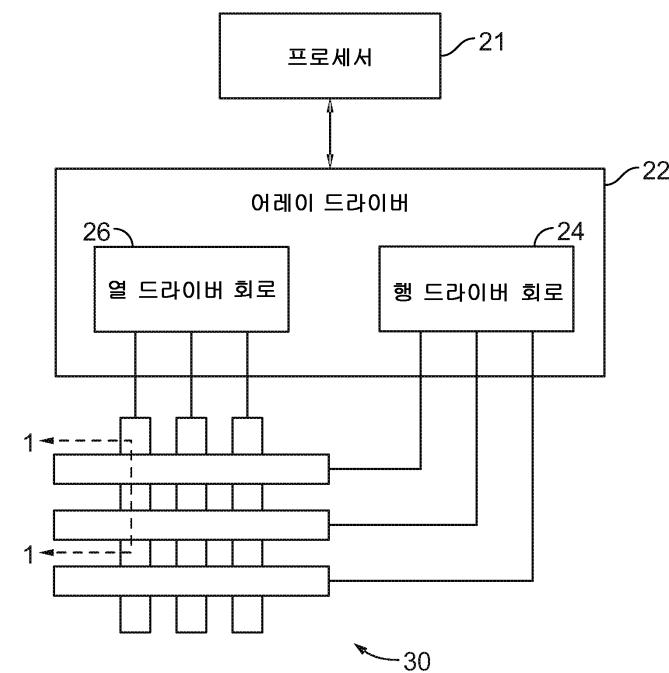
반적으로 단일 소프트웨어 제품에 함께 통합될 수 있거나 또는 다수의 소프트웨어 제품들로 패키지화될 수 있다. 그것이 이해되어야 한다. 덧붙여서, 다른 구현예들은 다음의 청구항들의 범위 내에 있다. 일부 경우들에서, 청구항들에서 언급된 액션들은 다른 순서로 수행되고 여전히 소망의 결과들을 달성할 수 있다.

도면

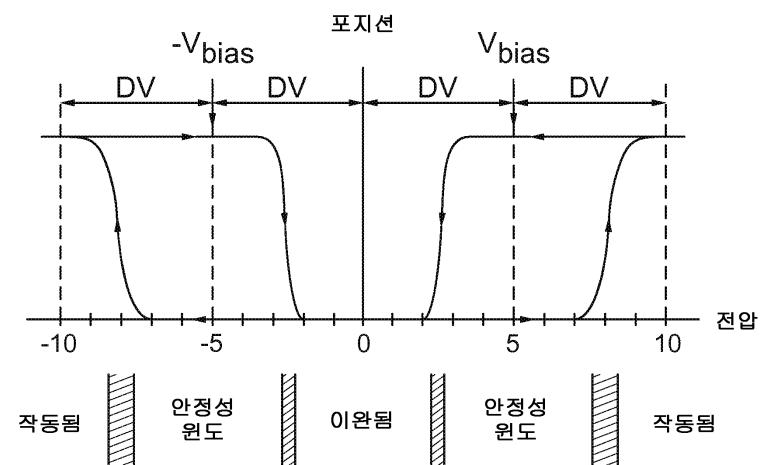
도면1



도면2



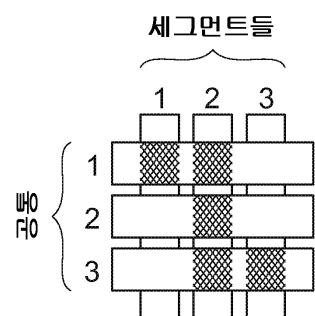
도면3



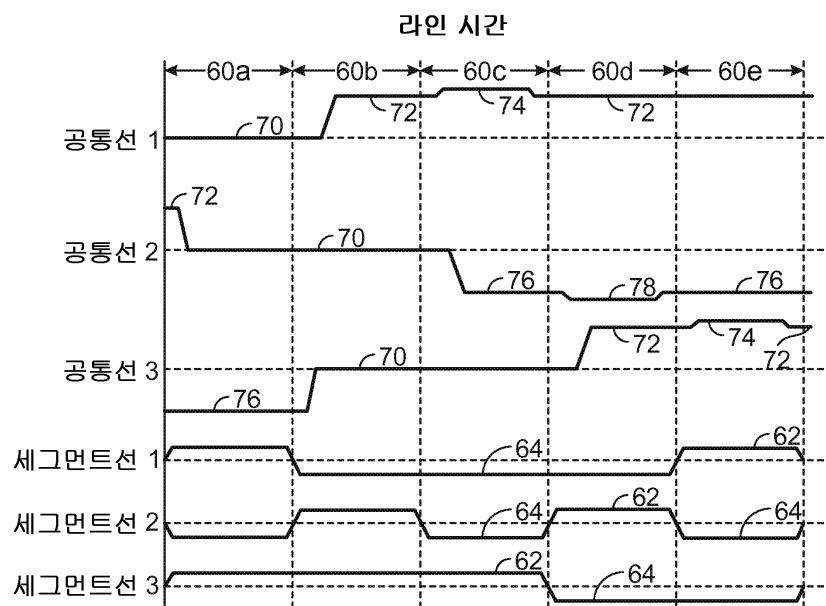
도면4

공통 전압들					
세그먼트 전압들	VC _{ADD_H}	VC _{HOLD_H}	VC _{REL}	VC _{HOLD_L}	VC _{ADD_L}
VS _H	안정	안정	이완	안정	작동
VS _L	작동	안정	이완	안정	안정

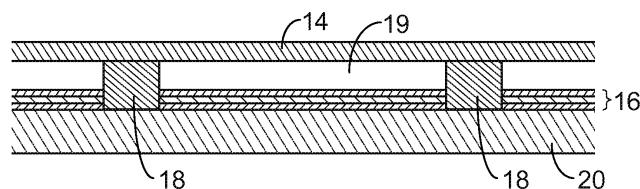
도면5a



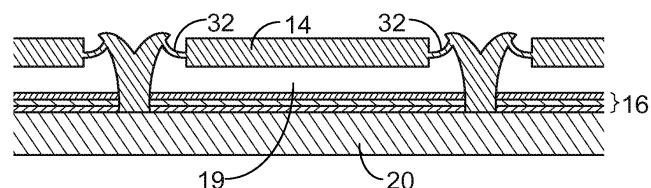
도면5b



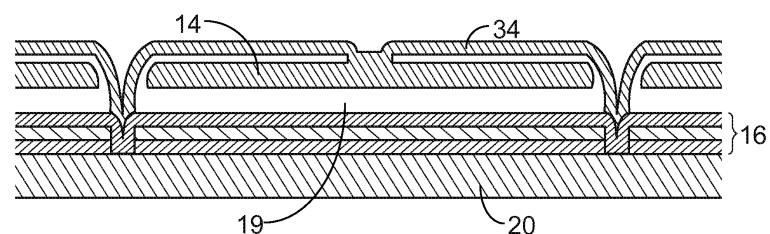
도면6a



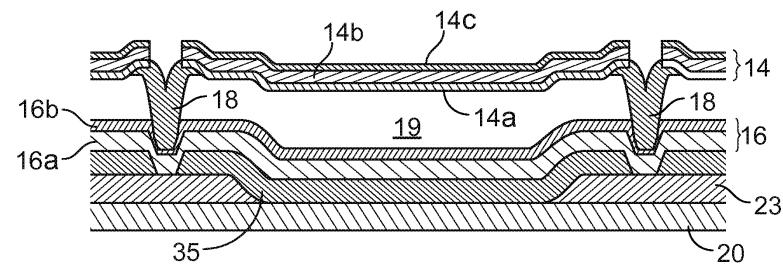
도면6b



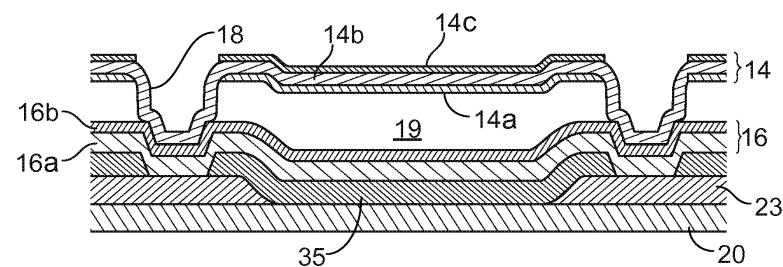
도면6c



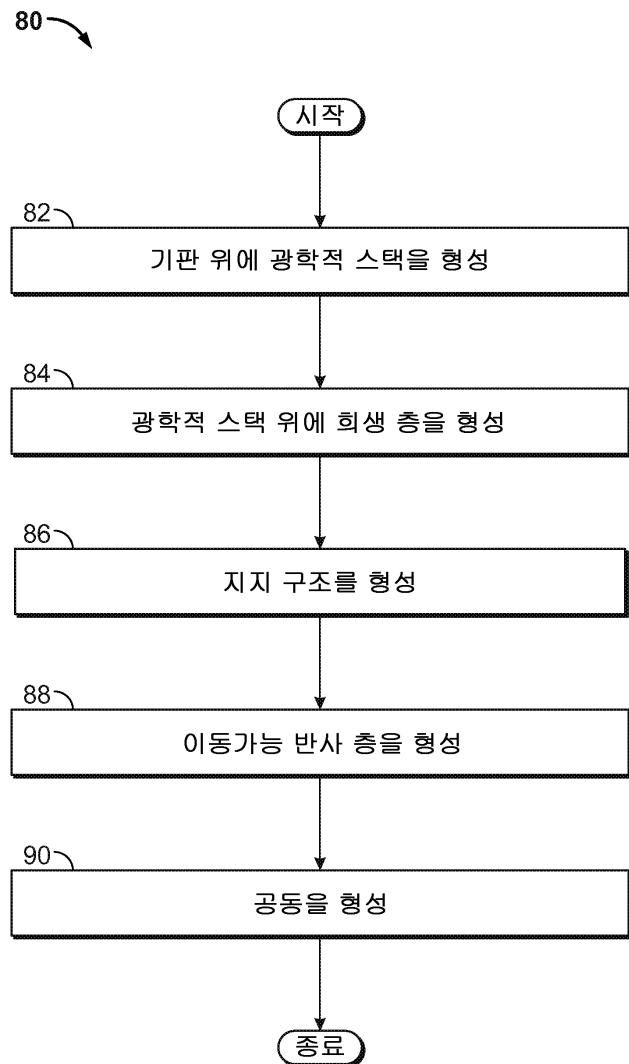
도면6d



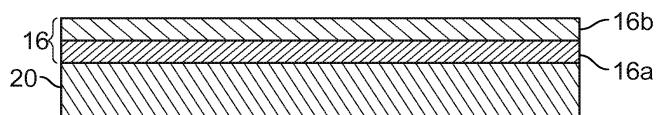
도면6e



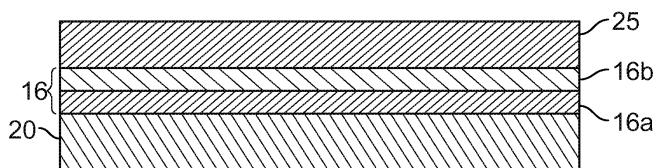
도면7



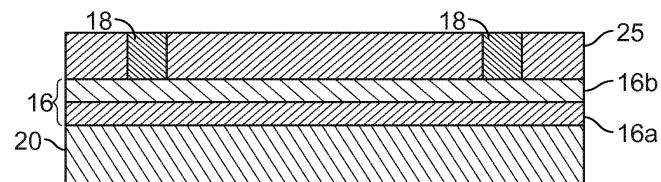
도면8a



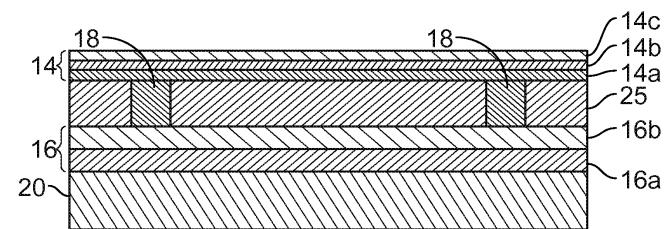
도면8b



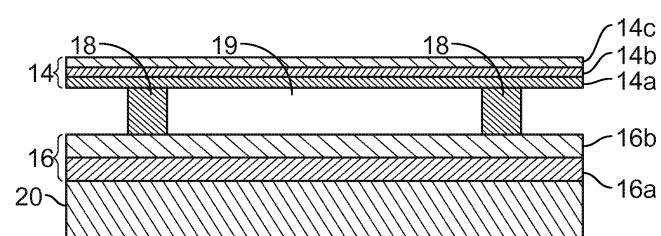
도면8c



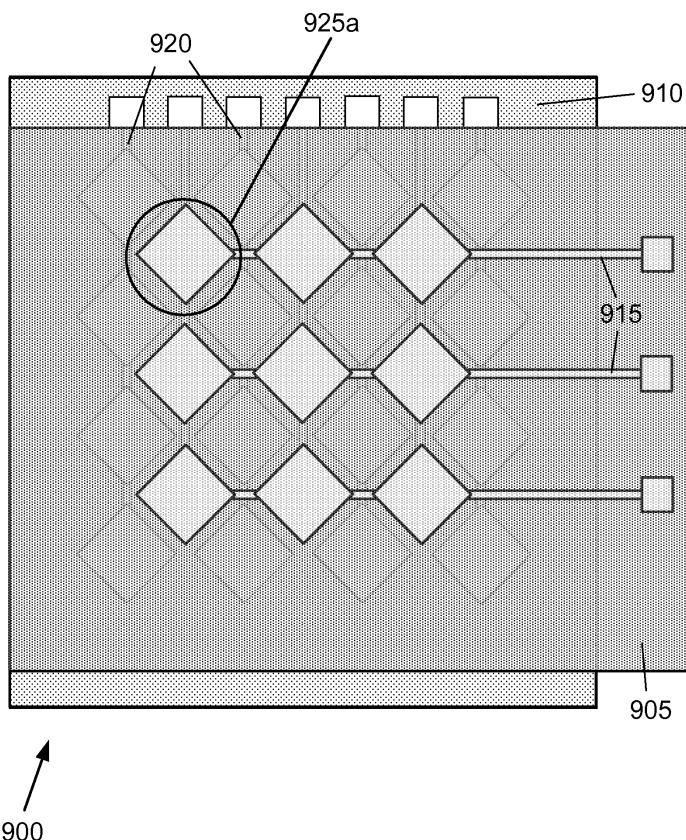
도면8d



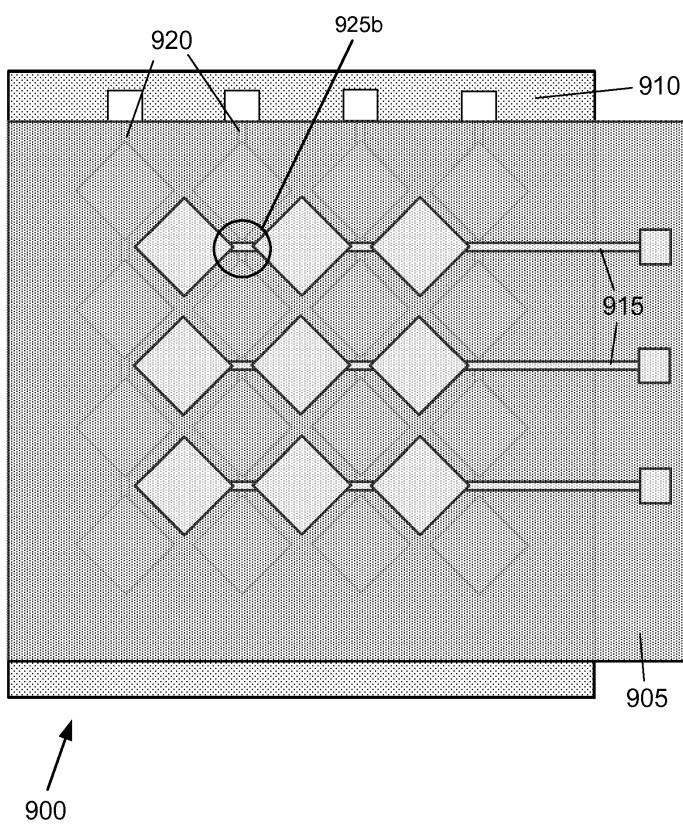
도면8e



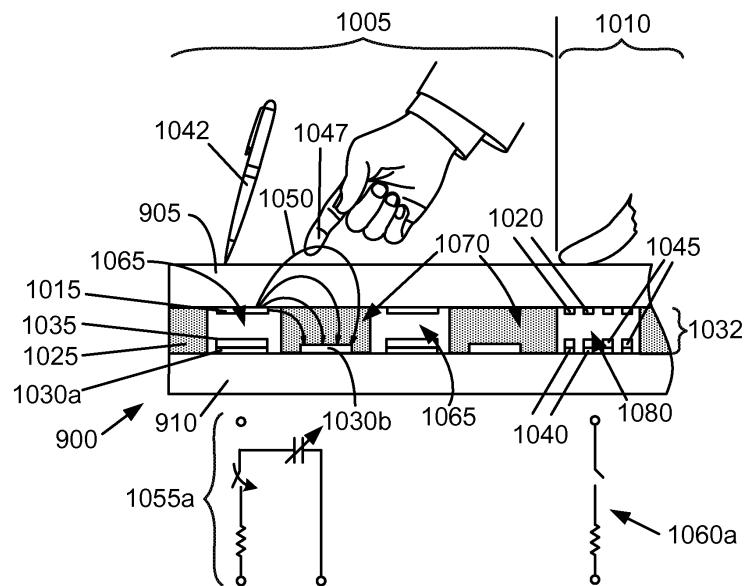
도면9a



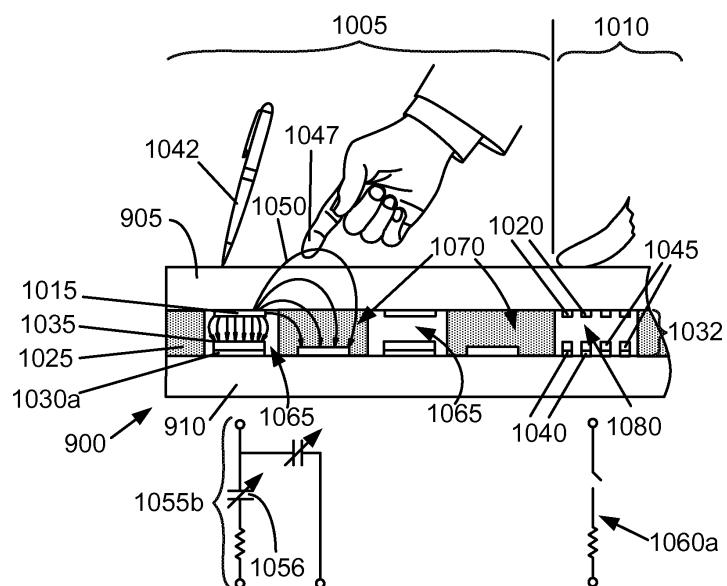
도면9b



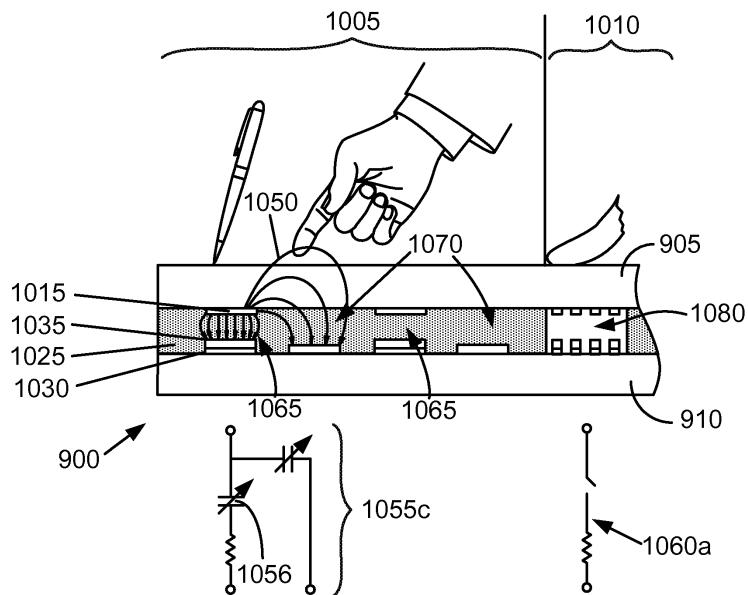
도면10a



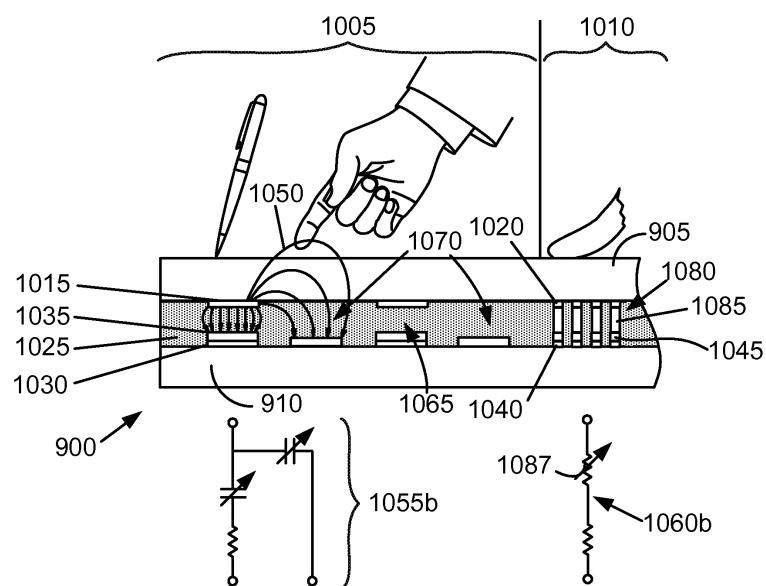
도면10b



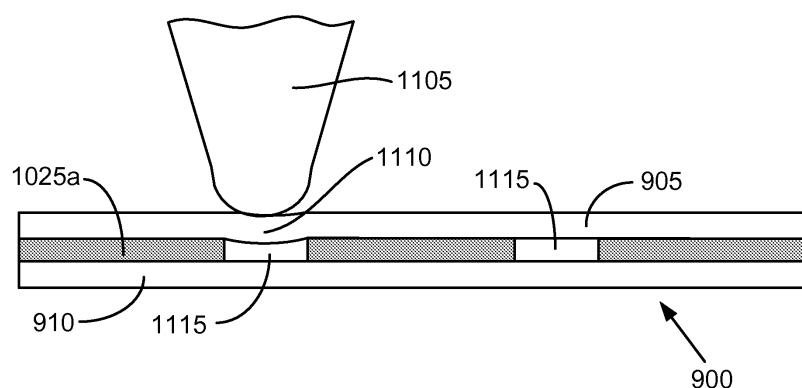
도면10c



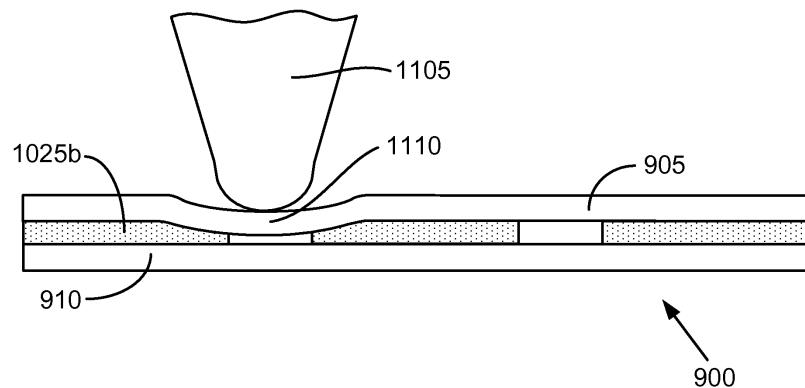
도면10d



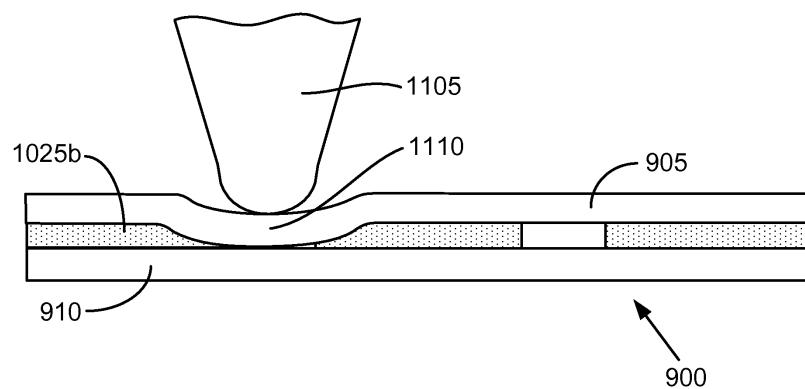
도면11a



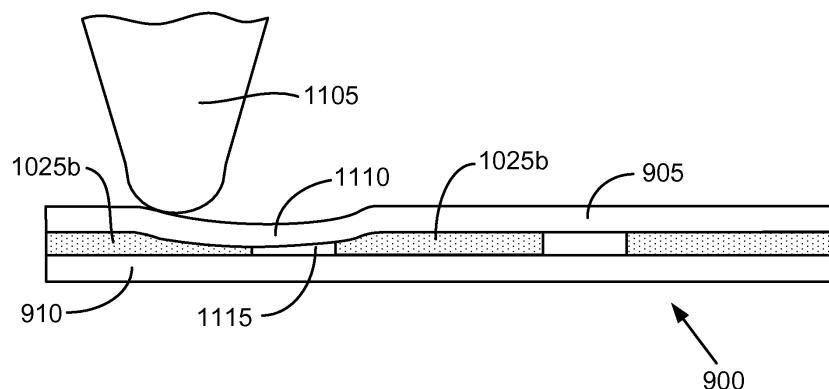
도면11b



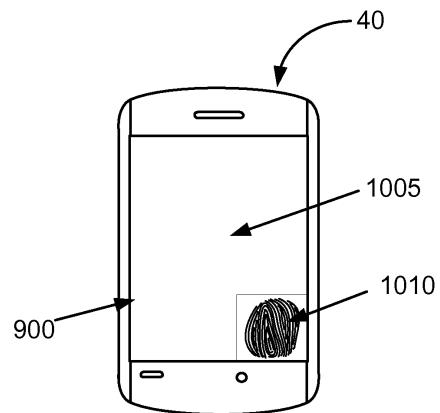
도면11c



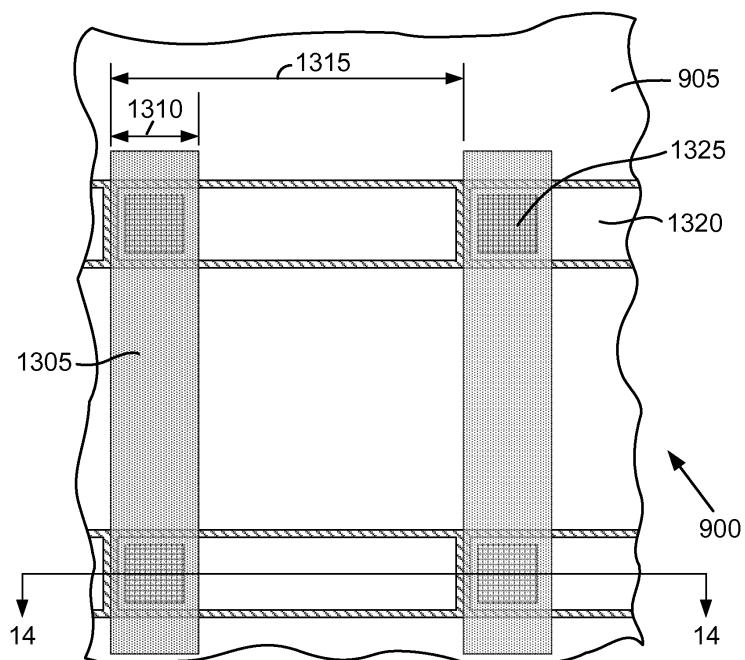
도면11d



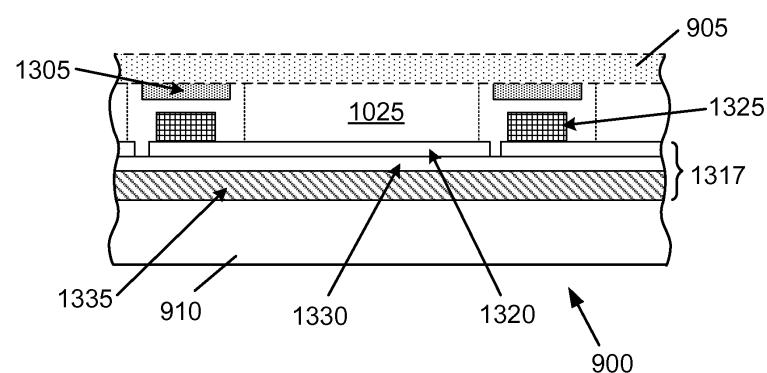
도면12



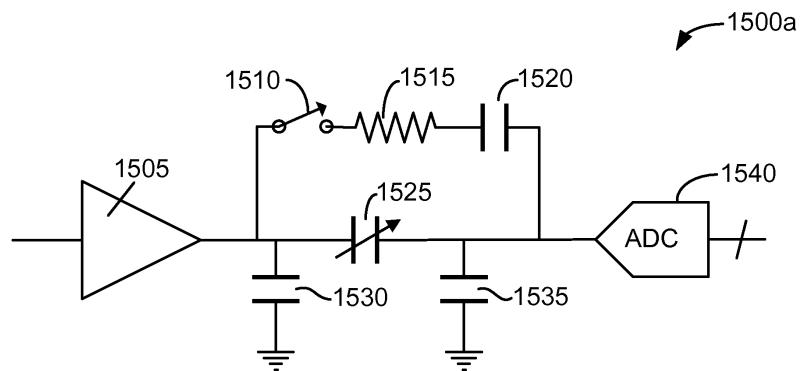
도면13



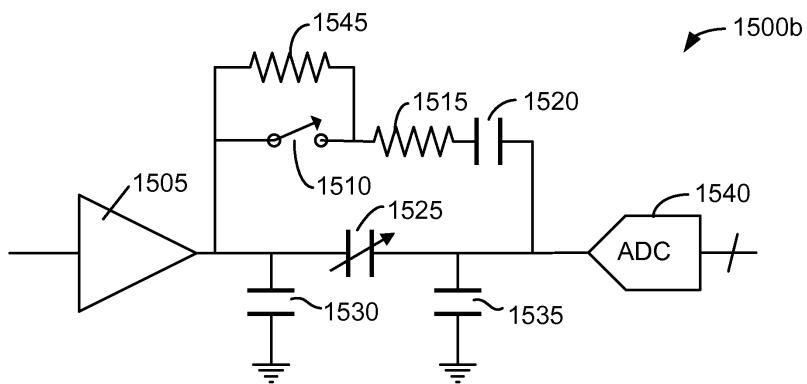
도면14



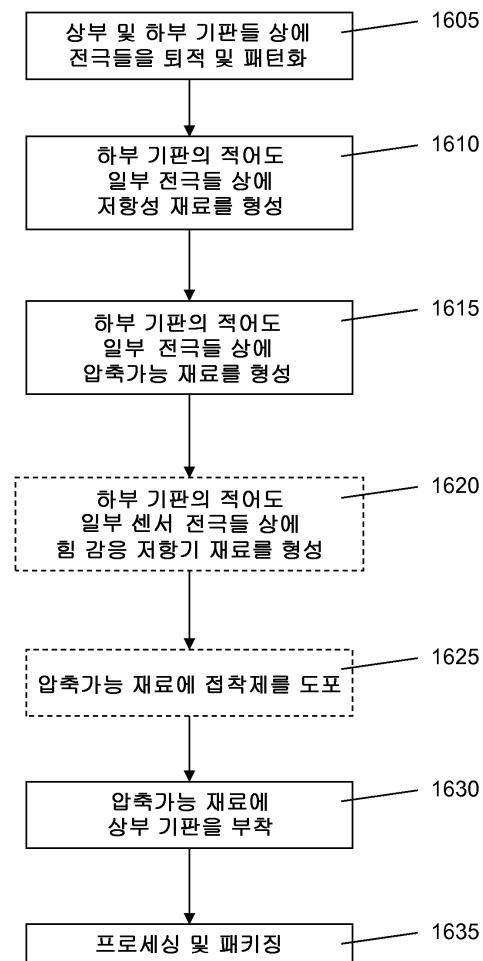
도면15a



도면15b

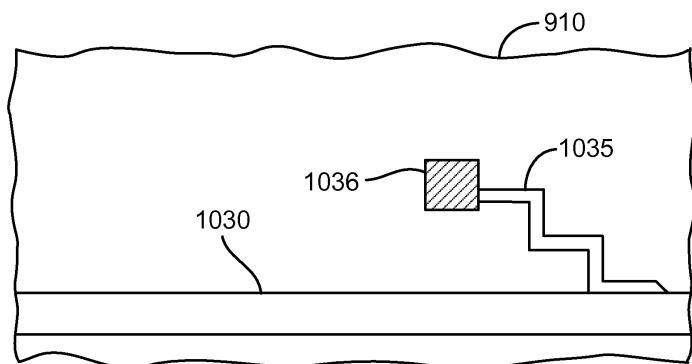


도면16

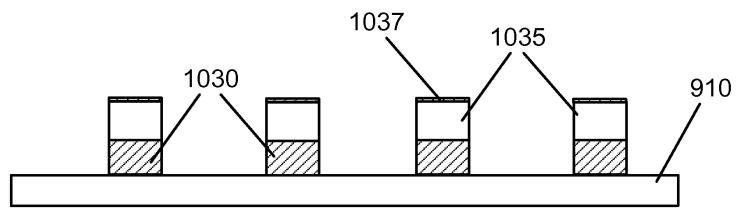


1600

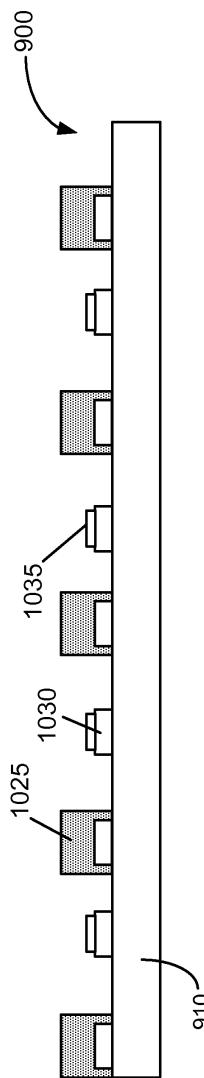
도면17a



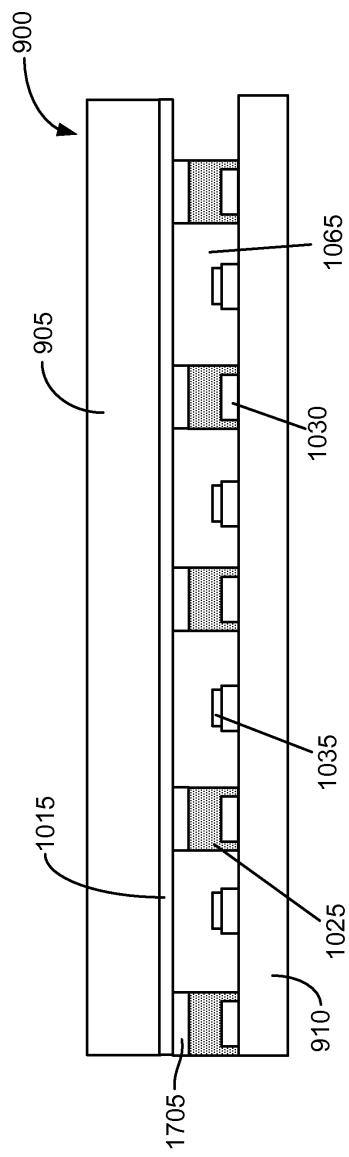
도면17b



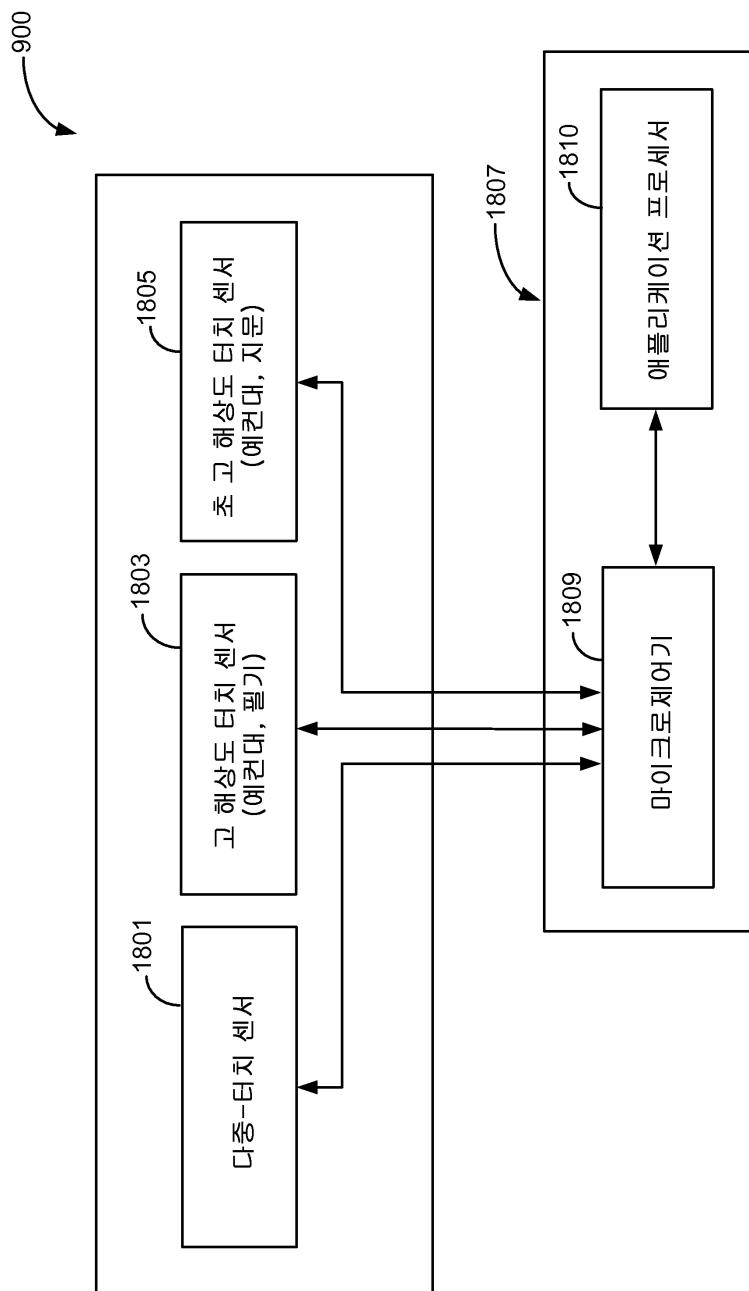
도면17c



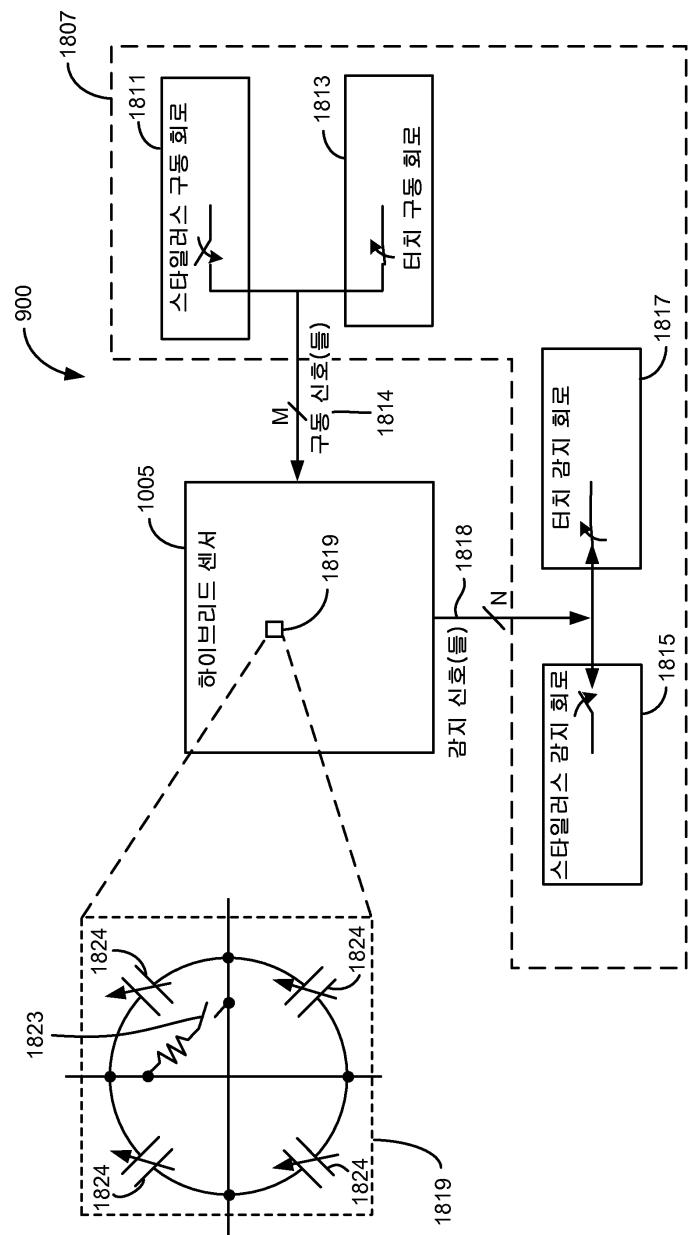
도면17d



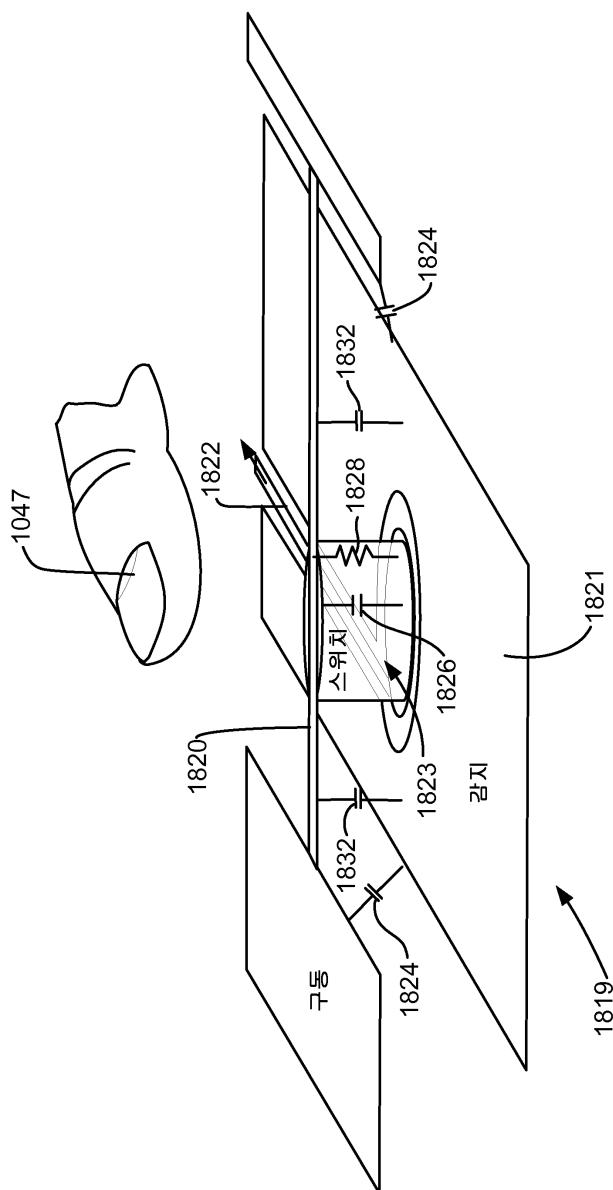
도면18a



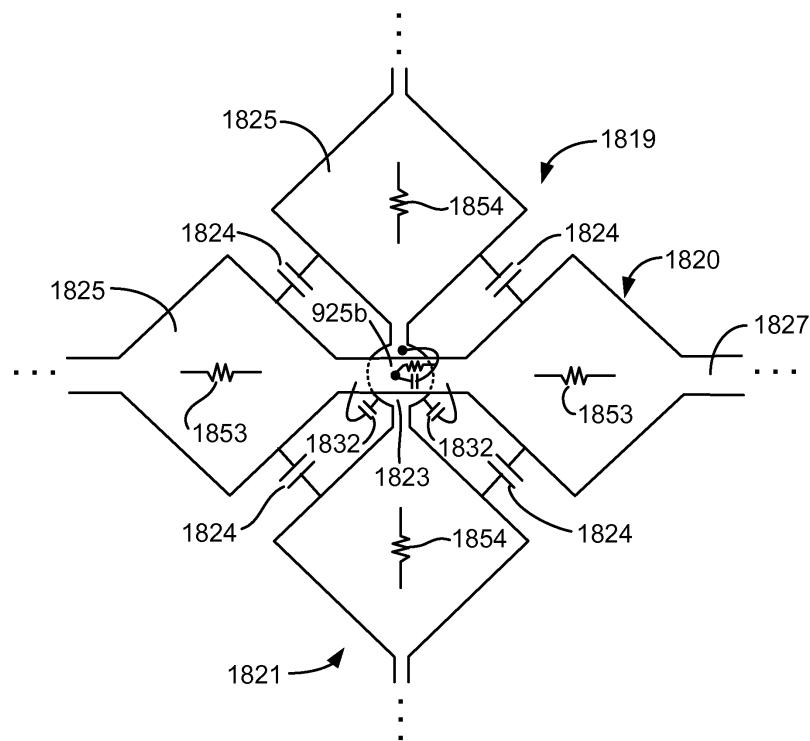
도면18b



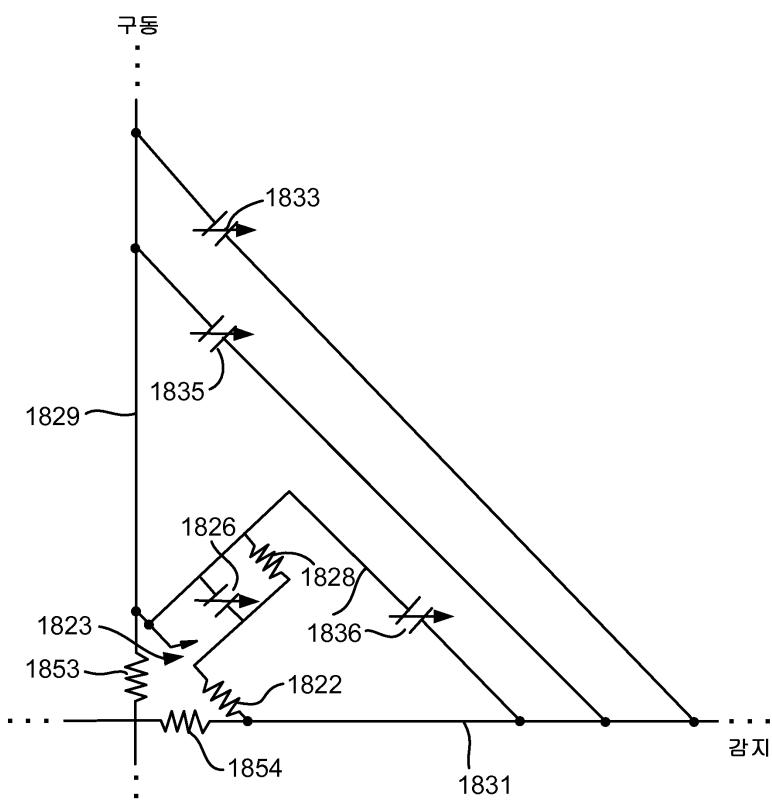
도면 18c



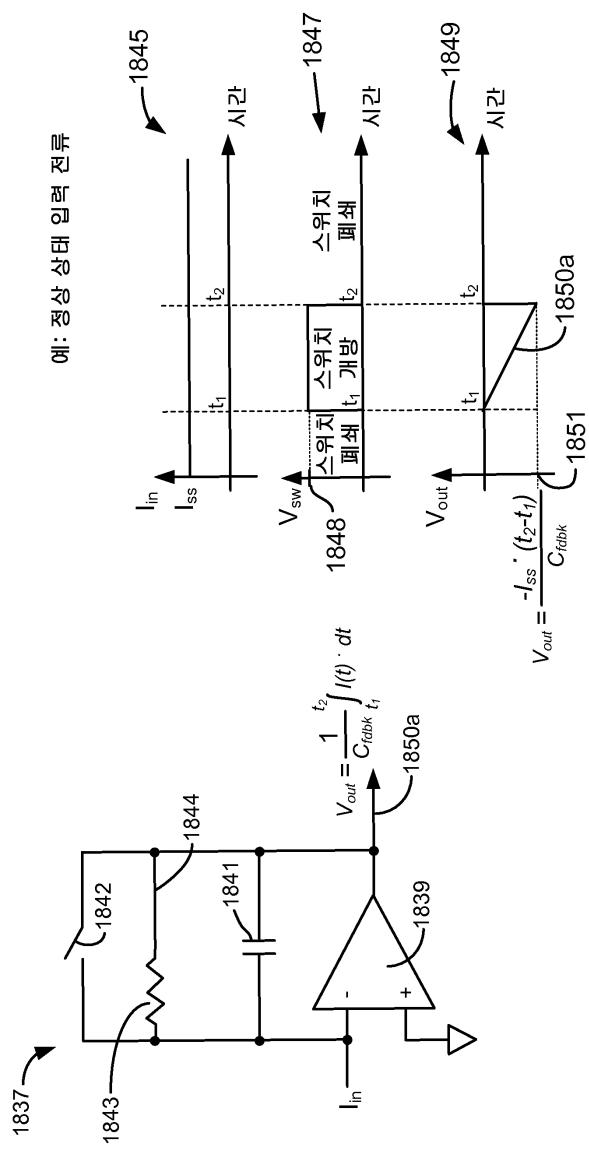
도면18d



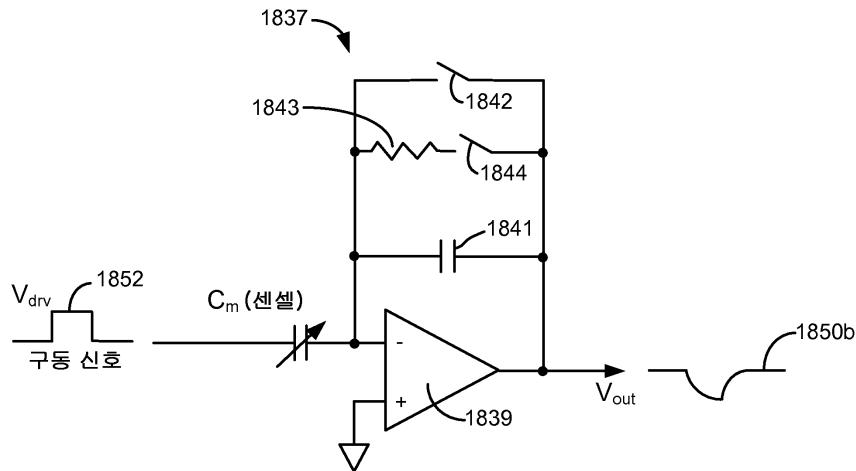
도면18e



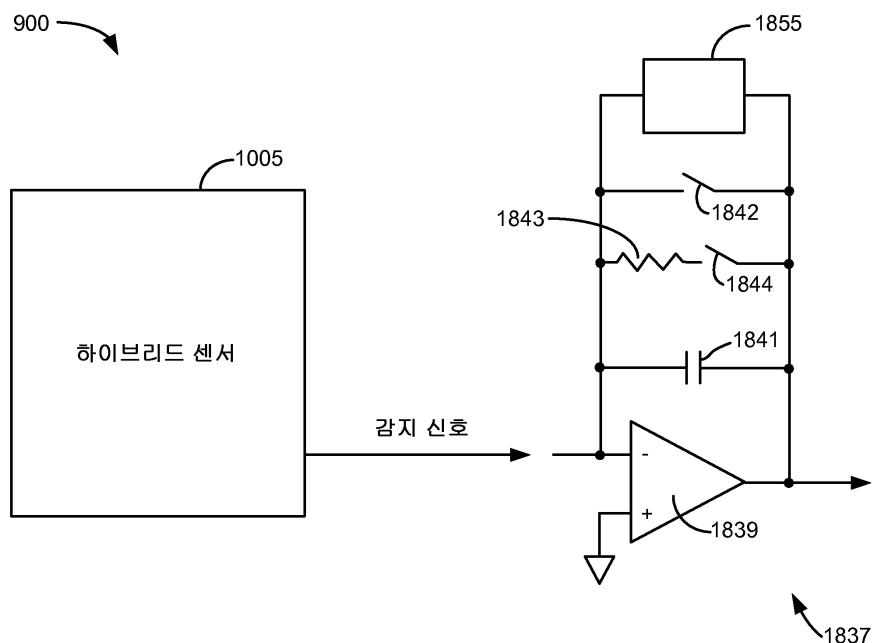
도면 18f



도면 18g

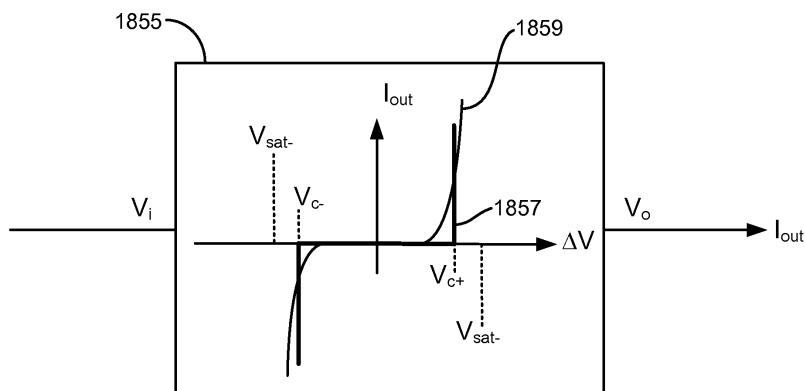


도면18h

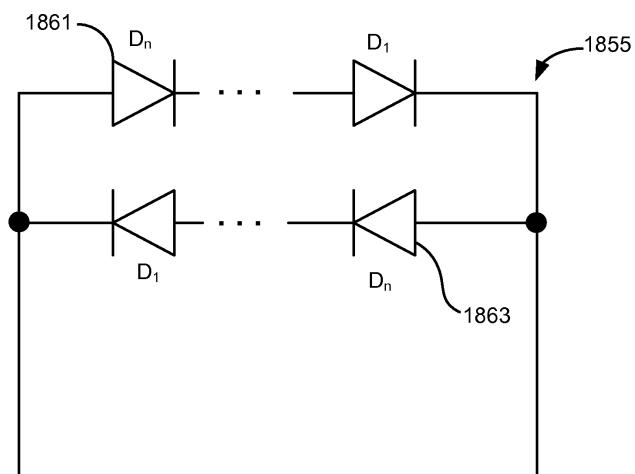


도면18i

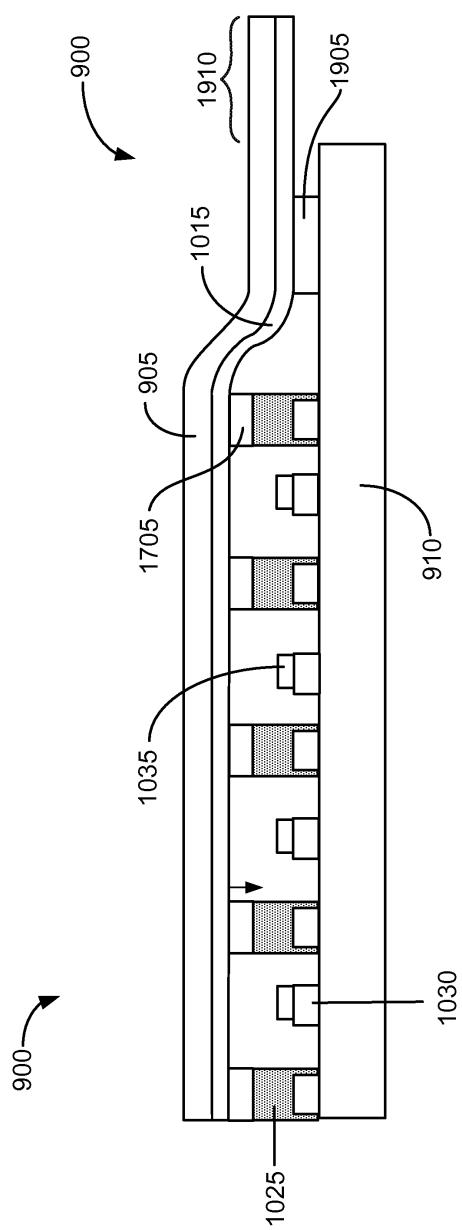
$$\Delta V = V_o - V_i$$



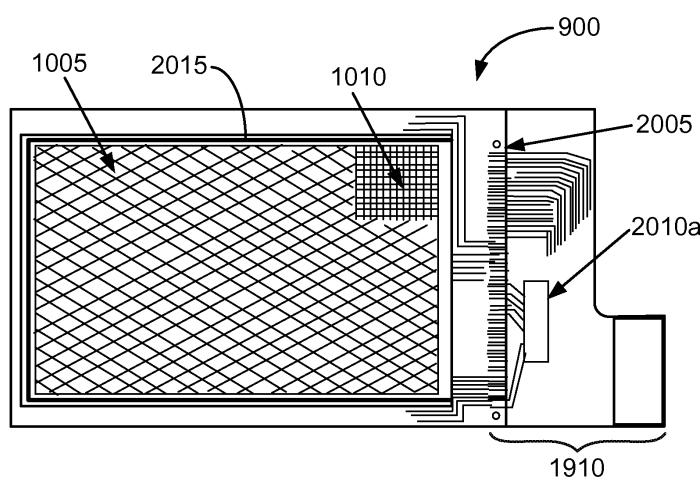
도면18j



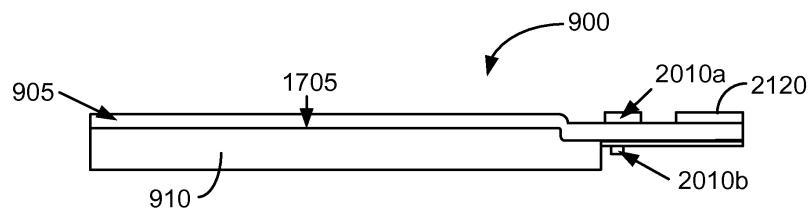
도면19



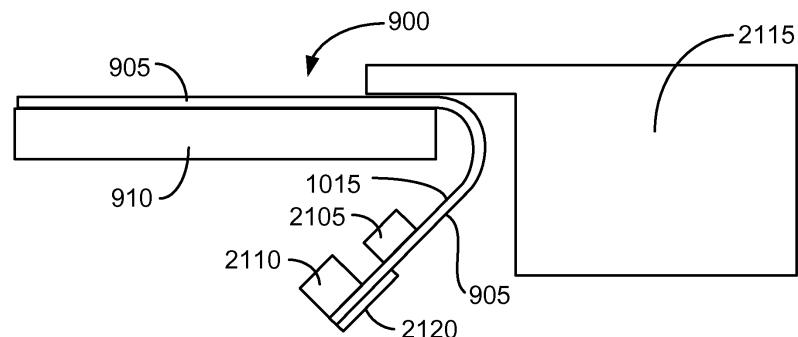
도면20



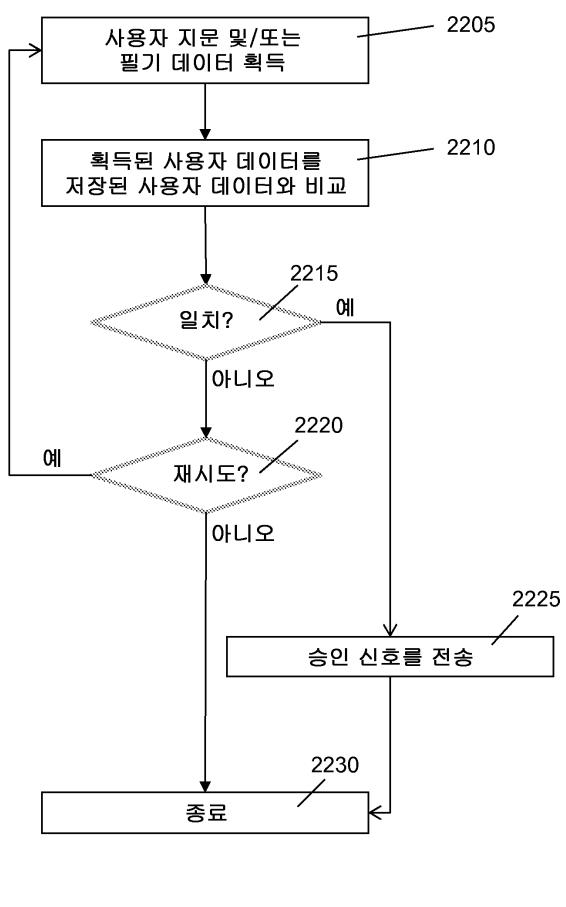
도면21a



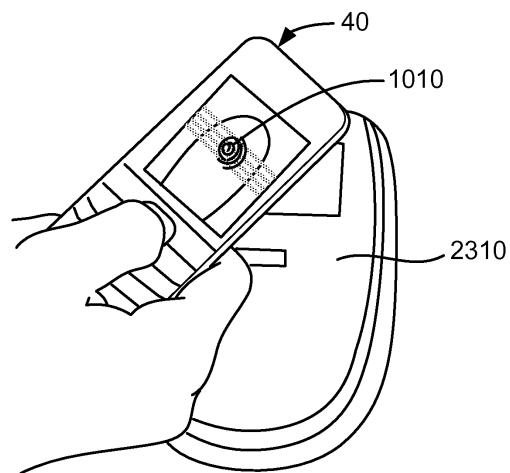
도면21b



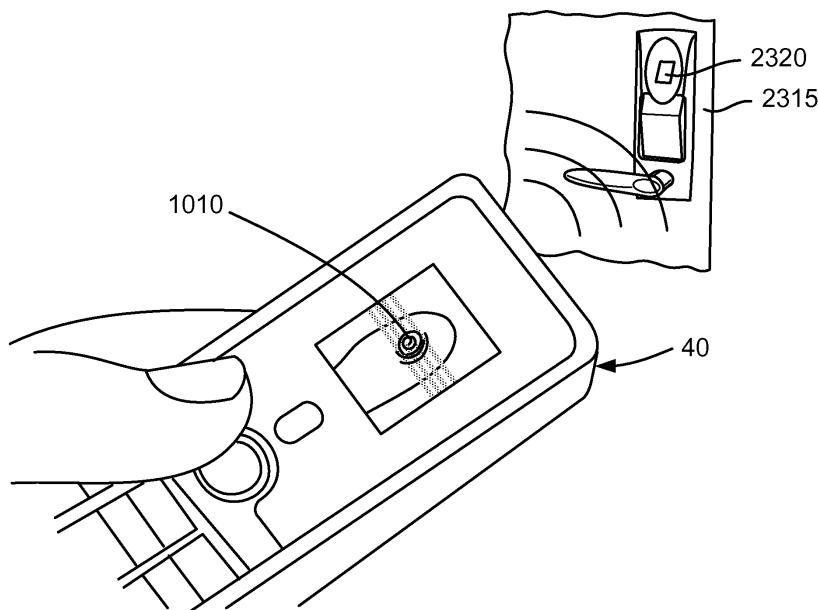
도면22



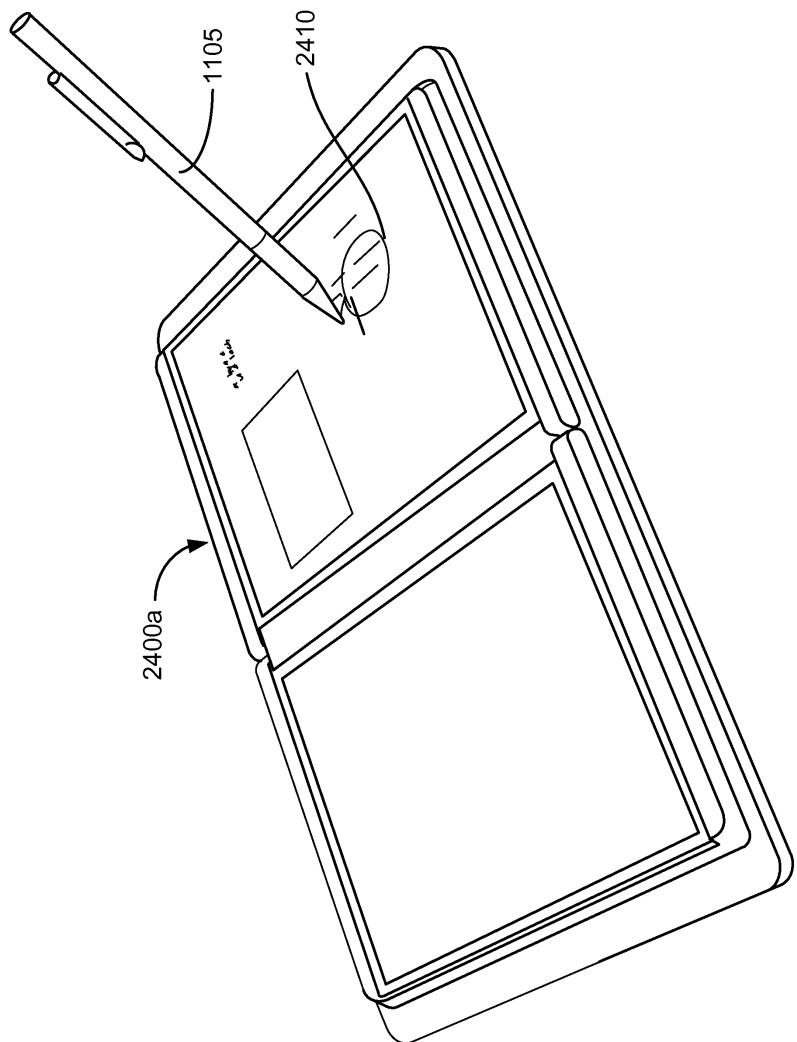
도면23a



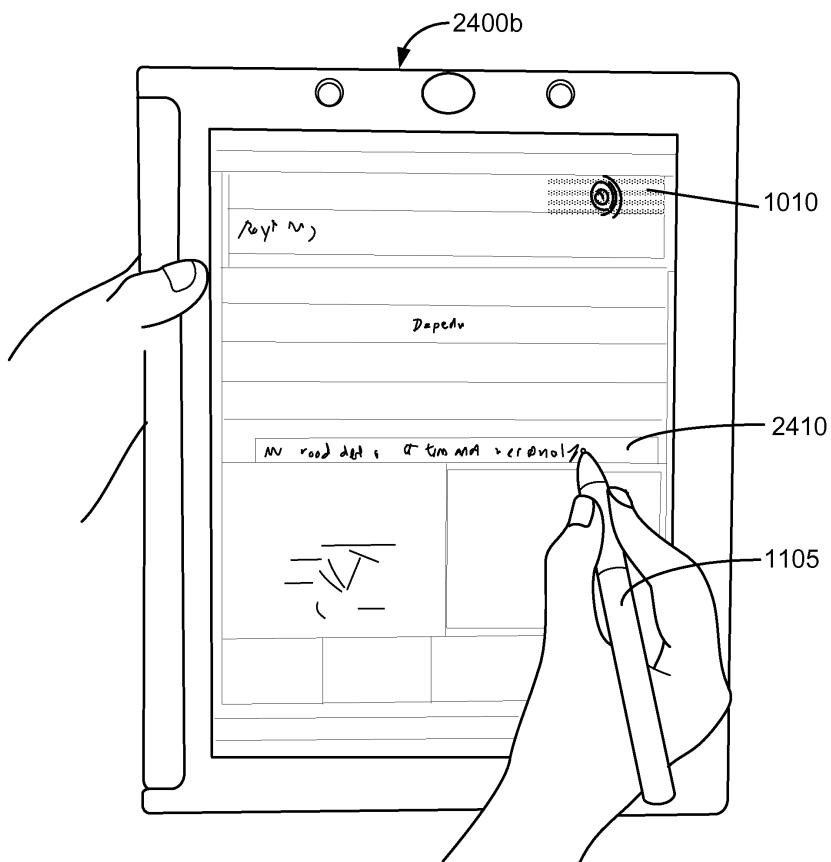
도면23b



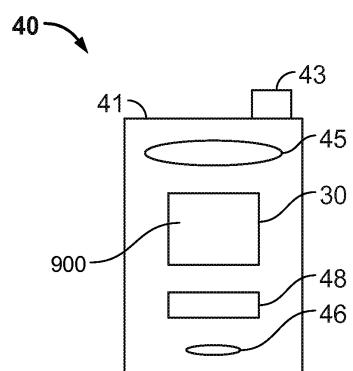
도면24a



도면24b



도면25a



도면25b

