



등록특허 10-2452268



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월06일  
(11) 등록번호 10-2452268  
(24) 등록일자 2022년10월04일

- (51) 국제특허분류 (Int. Cl.)  
*G06K 9/00* (2022.01) *G06F 21/32* (2013.01)  
*G06V 10/12* (2022.01)
- (52) CPC특허분류  
*G06V 40/1306* (2022.01)  
*G06F 21/32* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7010172
- (22) 출원일자(국제) 2017년08월23일  
심사청구일자 2020년07월03일
- (85) 번역문제출일자 2019년04월09일
- (65) 공개번호 10-2019-0068534
- (43) 공개일자 2019년06월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/048270
- (87) 국제공개번호 WO 2018/071098  
국제공개일자 2018년04월19일
- (30) 우선권주장  
62/407,386 2016년10월12일 미국(US)  
15/633,164 2017년06월26일 미국(US)

## (56) 선행기술조사문헌

JP2016524755 A\*  
KR1020160081949 A\*  
WO2015127335 A2\*

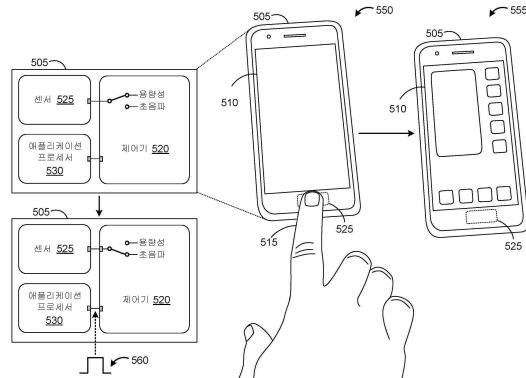
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 25 항

심사관 : 노용완

(54) 발명의 명칭 **하이브리드 용량성 및 초음파 감지****(57) 요약**

용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 시스템들, 방법들 및 장치가 개시된다. 지문 센서는 제어기를 사용하여 감지 전극을 구동함으로써 용량성 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극 상에 또는 근처에 포지셔닝된 물체는 용량성 감지 모드에서 지문 센서를 (뒷면에 계속)

**대 표 도**

사용하여 검출될 수 있고, 제어기는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위해 지문 센서의 구동 전극들을 상이하게 구동할 수 있다. 일부 구현들에서, 애플리케이션 프로세서는, 지문 센서가 초음파 감지 모드에서 동작하고 있는 경우 획득된 이미지 데이터로부터 물체의 지문을 인증하도록 명령받을 수 있다. 일부 구현들에서, 지문 센서를 포함하는 모바일 디바이스의 디스플레이에는 잠금해제될 수 있거나, 모바일 디바이스는 지문이 인증되는 경우 웨이크 업될 수 있다.

(52) CPC특허분류

*G06V 30/142* (2022.01)

(72) 발명자

헝거, 애쉬시

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

펜, 폴 펜친

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

아가시, 메이어

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

아부디, 이자크

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

로렌스, 미카 티모시

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

김, 종 수

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

안타오, 셔먼 세巴斯찬

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

왕, 보-렌

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

로함, 마수드

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

매티, 레나트 칼

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

알트만, 나단 펠릭스

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

간티, 수리아프라카시

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

번스, 테이비드 월리엄

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

하나 이상의 감지 전극들을 갖는 지문 센서; 및

상기 지문 센서를 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 스위칭하도록 구성되는 제어기를 포함하고,  
상기 제어기는:

상기 지문 센서가 상기 용량성 감지 모드에 있는 경우 상기 하나 이상의 감지 전극들에 하나 이상의 제  
1 구동 신호들을 제공하고, 그리고

상기 지문 센서가 상기 초음파 감지 모드에 있는 경우 상기 하나 이상의 감지 전극들에 하나 이상의 제  
2 구동 신호들을 제공하도록

구성되고,

상기 하나 이상의 제2 구동 신호들은 상기 하나 이상의 제1 구동 신호들과 상이하고, 상기 용량성 감지 모드 및  
상기 초음파 감지 모드 둘 모두에서 동일한 하나 이상의 감지 전극들이 사용되는, 시스템.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어기는:

상기 초음파 감지 모드에서 상기 하나 이상의 제2 구동 신호들을 제공하고, 그리고

상기 용량성 감지 모드에서 고-임피던스 상태에 있도록

구성된 증폭기를 포함하는, 시스템.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 지문 센서가 상기 용량성 감지 모드에서 터치를 검출하는 것에 기초하여 상기 지문 센서를  
상기 초음파 감지 모드로 스위칭하도록 구성되는, 시스템.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 시스템은, 상기 지문 센서를 수납하는 모바일 디바이스를 더 포함하고, 상기 모바일 디바이스는 상기 지문  
센서가 상기 용량성 감지 모드에서 또는 상기 초음파 감지 모드에서 터치를 검출하는 것에 대한 응답으로 수면  
모드로부터 웨이크업하도록 구성되는, 시스템.

#### 청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 용량성 감지 모드에서 상기 지문 센서에 의해 상기 터치에 대응하는 손가락이 검출되는 것  
을 표현하는 인터럽트 신호를, 지문 인증을 수행하기 위한 애플리케이션 프로세서에 제공하도록 추가로 구성되  
는, 시스템.

#### 청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 제어기는 터치 검출 임계치를 결정하도록 추가로 구성되고, 상기 터치 검출 임계치는 상기 지문 센서와 접

축하는 손가락의 접촉 영역에 적어도 부분적으로 기초하고, 상기 터치 검출 임계치는 지문 인증 프로세스 동안 조절될 수 있는, 시스템.

#### 청구항 7

제3 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 용량성 감지 모드 또는 상기 초음파 감지 모드에서 동작하는 동안 손가락 리프트 이벤트를 보고하도록 추가로 구성되는, 시스템.

#### 청구항 8

제3 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 지문 센서에 대응하는 온도를 결정하도록 추가로 구성되고, 상기 용량성 감지 모드에서의 상기 터치의 검출은 상기 온도에 적어도 부분적으로 기초하는, 시스템.

#### 청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 지문 센서가 상기 용량성 감지 모드에 있는 경우 상기 지문 센서의 적어도 하나의 감지 전극에 제공되는 버퍼링된 제1 구동 신호를 생성하기 위한 회로 소자(circuitry)를 포함하는, 시스템.

#### 청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 지문 센서는 하나 이상의 PMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer)들, 하나 이상의 CMUT(capacitive micromachined ultrasonic transducer)들, PVDF(polyvinylidene fluoride)의 하나 이상의 층들, 또는 PVDF-TrFE(polyvinylidene fluoride-trifluoroethylene)의 하나 이상의 층들을 포함하는, 시스템.

#### 청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 지문 센서의 하나 이상의 감지 전극들은 제1 전극 및 제2 전극을 포함하고, 상기 제1 전극은, 상기 지문 센서가 상기 용량성 감지 모드에 있는 경우 제1 신호를 제공하도록 커플링되고, 상기 제2 전극은, 상기 지문 센서가 상기 초음파 감지 모드에 있는 경우 제2 신호를 제공하도록 커플링되는, 시스템.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 모바일 디바이스의 커버 유리 아래 또는 상기 모바일 디바이스의 후방 커버 아래에 포지셔닝되는, 시스템.

#### 청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 디스플레이 디바이스의 디스플레이 아래에 포지셔닝되고, 상기 디스플레이 디바이스의 상기 디스플레이에는, 상기 용량성 감지 모드 또는 상기 초음파 감지 모드에서 손가락 터치가 검출되는 경우 상기 지문 센서의 포지션을 표시하는, 시스템.

#### 청구항 14

제11 항에 있어서,

상기 제1 전극은 터치스크린 전극인, 시스템.

#### 청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극 중 적어도 하나는 손가락 제스처를 검출하도록 구성되는, 시스템.

### 청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 제어기는:

디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 상기 초음파 감지 모드에서 상기 하나 이상의 감지 전극들을 구성하는 것,

디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 상기 용량성 감지 모드 또는 상기 초음파 감지 모드에서 손가락 검출 레이트를 조절하는 것, 또는

디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 터치 검출 임계치를 조절하는 것

중 하나 이상을 수행하도록 구성되는, 시스템.

### 청구항 17

제1 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 용량성 감지 모드에서 음향적으로 생성된 압전 신호를 검출하도록 구성되고, 상기 음향적으로 생성된 압전 신호는 손가락으로부터의 텁, 문지름 또는 음향 방출로부터 발생되는, 시스템.

### 청구항 18

지문 센서를 동작시키기 위한 방법으로서,

상기 지문 센서를 용량성 감지 모드에서 동작시키는 단계 – 상기 지문 센서는 하나 이상의 감지 전극들을 갖고, 상기 지문 센서를 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 스위칭하도록 제어기가 구성되고, 그리고 상기 용량성 감지 모드 및 상기 초음파 감지 모드 둘 모두에서 동일한 하나 이상의 감지 전극들이 사용됨 –;

상기 용량성 감지 모드에서 동작하는 상기 지문 센서에 의해, 물체가 상기 하나 이상의 감지 전극들을 터치했다고 결정하는 단계;

상기 제어기로, 상기 초음파 감지 모드에서 기능하도록 상기 지문 센서를 스위칭하는 단계; 및 상기 제어기로:

상기 초음파 감지 모드에 있는 상기 지문 센서를 사용하여, 상기 물체가 손가락인지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 손가락의 지문을 인증하도록 애플리케이션 프로세서에 명령하는 단계

중 하나 또는 둘 모두를 수행하는 단계를 포함하는, 지문 센서를 동작시키기 위한 방법.

### 청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 초음파 감지 모드에서 기능하도록 상기 지문 센서를 스위칭하는 것은 상기 지문 센서의 전극에 구동 신호를 제공하도록 증폭기를 구동하는 것을 포함하는, 지문 센서를 동작시키기 위한 방법.

### 청구항 20

제18 항에 있어서,

상기 용량성 감지 모드에서 상기 지문 센서를 동작시키는 것은 고-임피던스 상태에서 동작하도록 증폭기를 제어하는 것을 포함하는, 지문 센서를 동작시키기 위한 방법.

### 청구항 21

제18 항에 있어서,

상기 지문을 인증하도록 상기 애플리케이션 프로세서에 명령하는 것은, 상기 초음파 감지 모드에서 상기 지문 센서를 사용하여 상기 물체가 손가락인 것으로 결정되는 것을 표현하는 인터럽트 신호를 어서팅(assert)하는 것을 포함하는, 지문 센서를 동작시키기 위한 방법.

### 청구항 22

지문 센서를 구성하기 위한 방법이 수행되게 하도록 제어기의 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행가능한 명령들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 방법은:

상기 지문 센서를 용량성 감지 모드에서 기능하도록 구성하는 단계 – 상기 지문 센서는 하나 이상의 감지 전극들과 커플링되고, 상기 제어기는 상기 지문 센서를 상기 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 스위칭하도록 구성되고, 그리고 상기 용량성 감지 모드 및 상기 초음파 감지 모드 둘 모두에서 동일한 하나 이상의 감지 전극들이 사용됨 –;

상기 용량성 감지 모드에서 상기 지문 센서를 사용하여 물체가 감지 전극을 터치했다고 결정하는 단계;

상기 초음파 감지 모드에서 기능하도록 상기 지문 센서를 스위칭하는 단계; 및

상기 초음파 감지 모드에서 상기 지문 센서를 사용하여 상기 물체가 손가락인지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 손가락의 지문을 인증하도록 애플리케이션 프로세서에 명령하는 단계

중 하나 또는 둘 모두를 수행하는 단계를 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

### 청구항 23

제22 항에 있어서,

상기 초음파 감지 모드에서 기능하도록 상기 지문 센서를 스위칭하는 것은 상기 지문 센서의 전극에 구동 신호를 제공하도록 증폭기를 구동하는 것 및 상기 용량성 감지 모드에서 고-임피던스 상태로 동작하도록 상기 증폭기를 구성하는 것을 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

### 청구항 24

제22 항에 있어서,

상기 지문을 인증하도록 상기 애플리케이션 프로세서에 명령하는 것은 상기 초음파 감지 모드에서 상기 지문 센서를 사용하여 상기 물체가 손가락인 것으로 결정되는 것을 표현하는 인터럽트 신호를 어서팅하는 것을 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

### 청구항 25

제22 항에 있어서,

상기 방법은, 상기 손가락의 지문이 인증된 경우 홈 스크린으로 리턴하는 단계 또는 모바일 디바이스를 웨이크업하는 단계를 더 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는, 2017년 6월 26일에 D'Souza 등에 의해 출원되고 발명의 명칭이 HYBRID CAPACITIVE AND ULTRASONIC SENSING(대리인 열람번호 QALP447US/163494호)인 미국 특허 출원 제15/633,164호, 및 2016년 10월 12일에 D'Souza 등에 의해 출원되고 발명의 명칭이 HYBRID CAPACITIVE AND ULTRASONIC SENSING(대리인 열람번호 QALP447PUS/163494P1)인 미국 가특허 출원 제62/407,386호를 우선권으로 주장하며, 이로써 상기 출원 둘 모두는 그 전체가 모든 목적들을 위해 참조로 통합된다.

[0002] [0002] 본 개시는 용량성 및 초음파 감지에 기초한 전자 디바이스 웨이크업에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 초음파 센서 시스템에서, 초음파 송신기는 초음파 투파 매체 또는 매체들을 통해 검출될 물체를 향해 초음파를 전송하기 위해 사용될 수 있다. 송신기는 물체로부터 반사된 초음파의 부분들을 검출하도록 구성된 초음파 센서와 동작가능하게 커플링될 수 있다. 예를 들어, 초음파 지문 이미저들에서, 초음파 펄스는 매우 짧은 시간 인터벌 동안 송신기를 시작 및 중지함으로써 생성될 수 있다. 초음파 펄스가 부딪히는 각각의 재료 계면에서, 초음파 펄스의 일부는 반사된다.

[0004] 예를 들어, 초음파 지문 이미저의 상황에서, 초음파는, 지문 이미지를 획득하기 위해 사람의 손가락이 배치될 수 있는 플레이튼을 통해 이동할 수 있다. 플레이튼을 통과한 후, 초음파의 일부 부분들은 플레이튼과 접촉하는 피부, 예를 들어, 지문 용기부들에 부딪히는 한편, 초음파의 다른 부분들은 공기, 예를 들어, 지문의 인접 용기부들 사이의 골짜기들에 부딪히고, 상이한 강도들로 초음파 센서를 향해 다시 반사될 수 있다. 손가락과 연관된 반사된 신호들은 프로세싱되어 반사된 신호의 신호 강도를 표현하는 디지털 값으로 변환될 수 있다. 다수의 이러한 반사된 신호들이 분산된 영역 상에서 수집되는 경우, 이러한 신호들의 디지털 값들은, 예를 들어, 디지털 값들을 이미지로 변환하여 지문의 이미지를 생성함으로써 분산된 영역에 걸쳐 신호 강도의 그래픽 디스플레이를 생성하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 초음파 센서 시스템은 지문 이미저 또는 다른 타입의 생체인식 스캐너로서 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 검출된 신호는 용기부 구조 세부사항의 깊이를 표현하는 손가락의 윤곽 맵으로 매핑될 수 있다.

[0005] 모바일 디바이스와 접촉하거나 그에 가까운 비-손가락 물체들로 인한 모바일 디바이스의 부주의한 웨이크업은 원하지 않는 배터리 소모, 배터리 수명 감소 및 때때로 어색한 전화 통화 결기 또는 인가된 사용자에 의해 의도하지 않은 다른 기능들의 개시를 초래할 수 있다. 다른 상황들에서, 모바일 디바이스의 웨이크업은 서리, 이슬, 비, 안개, 수영장, 온천, 온수 욕조, 샤워에의 노출 또는 모바일 장치가 물에 완전히 잠기는 것과 같은 어려운 환경들에서 방해될 수 있다. 젖거나, 땀에 젖거나, 또는 국부적으로 물방울들로 부분적으로 젖은 손가락들은 또한 디바이스 웨이크업을 방해할 수 있다.

## 발명의 내용

[0006] 본 개시의 시스템들, 방법들, 컴퓨터 판독가능 매체들 및 디바이스들의 예들 각각은 몇몇 혁신적인 양상들을 가지며, 그 양상들 중 어떠한 단일 양상도 본 명세서에 개시된 바람직한 속성들을 단독으로 담당하지 않는다.

[0007] 일부 양상들에서, 시스템은 하나 이상의 감지 전극들 및 제어기를 갖는 지문 센서를 포함한다. 제어기는 용량성 감지 모드로 지문 센서를 구성하기 위해 하나 이상의 감지 전극들에 하나 이상의 제1 구동 신호들을 제공하고, 초음파 감지 모드로 지문 센서를 구성하기 위해 하나 이상의 감지 전극들에 하나 이상의 제2 구동 신호들을 제공하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 제2 구동 신호들은 하나 이상의 제1 구동 신호들과 상이할 수 있다.

[0008] 일부 구현들에서, 제어기는 초음파 감지 모드에서 하나 이상의 제2 구동 신호들을 제공하도록 구성된 증폭기를 포함한다. 증폭기는 용량성 감지 모드에서 고-임피던스 상태로 구성될 수 있고, 이러한 임피던스 상태는 초음파 감지 모드에서 증폭기의 출력 임피던스보다 큰 출력 임피던스를 갖는 증폭기를 동작시키는 것을 나타낸다. 일부 구현들에서, 제어기는, 지문 센서가 용량성 감지 모드에서 터치를 검출하는 것에 기초하여 초음파 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서를 구성하도록 추가로 구성된다. 일부 구현들에서, 지문 센서를 수납한 모바일 디바이스는 지문 센서가 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드에서 터치를 검출하는 것에 대한 응답으로 수면 모드로부터 웨이크업하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 지문 센서를 수납한 모바일 디바이스는 지문 센서가 용량성 감지 모드에서 터치 및 초음파 감지 모드에서 인가된 지문을 검출하는 것에 대한 응답으로 수면 모드로부터 웨이크업하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 지문 센서를 수납한 모바일 디바이스는 지문 센서가 용량성 감지 모드에서 터치 및 초음파 감지 모드에서 인가된 지문을 검출하는 것에 대한 응답으로 디바이스 데이터, 프로그램들 또는 능력들에 대한 더 큰 액세스를 사용자에게 허용하도록 구성된다.

[0009] 일부 구현들에서, 제어기는 용량성 감지 모드에서 지문 센서에 의해 터치에 대응하는 손가락이 검출된 것을 표현하는 인터럽트 신호를, 지문 인증을 수행하도록 구성된 애플리케이션 프로세서에 제공하도록 추가로 구성된다. 일부 구현들에서, 제어기는 터치 검출 임계치를 결정하도록 추가로 구성되고, 이는 지문 센서와 접

축하는 손가락의 접촉 영역에 적어도 부분적으로 기초할 수 있다. 터치 검출 임계치는 지문 인증 프로세스 동안 조절될 수 있다.

[0010] 일부 구현들에서, 제어기는 커패시턴스 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 동작하는 동안 손가락 리프트 이벤트를 보고하도록 추가로 구성된다. 일부 구현들에서, 제어기는 지문 센서에 대응하는 온도를 결정하도록 추가로 구성된다. 용량성 감지 모드에서 터치의 검출은 온도에 적어도 부분적으로 기초할 수 있다.

[0011] 일부 구현들에서, 제어기는 지문 센서가 용량성 감지 모드인 경우 지문 센서의 적어도 하나의 감지 전극에 제공되는 베퍼링된 제1 구동 신호를 생성하는 회로 소자를 포함한다. 일부 구현들에서, 지문 센서는 하나 이상의 PMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer)들, 하나 이상의 CMUT(capacitive micromachined ultrasonic transducer)들, PVDF(polyvinylidene fluoride)의 하나 이상의 층들 또는 PVDF-TrFE(polyvinylidene fluoride-trifluoroethylene)의 하나 이상의 층들을 포함한다.

[0012] 일부 구현들에서, 지문 센서의 감지 전극들은 제1 전극 및 제2 전극을 포함한다. 제1 전극, 예를 들어, 터치스크린 전극은 용량성 감지 모드에서 지문 센서를 동작시키는 제1 신호를 제공하기 위해 제어기에 전기적으로 커플링된다. 제2 전극은 초음파 감지 모드에서 지문 센서를 동작시키는 제2 신호를 제공하기 위해 제어기에 전기적으로 커플링된다. 제1 전극 및 제2 전극은, 예를 들어, 모바일 디바이스의 커버 유리 아래, 모바일 디바이스의 주변부 주위에, 모바일 디바이스의 후방 커버 아래 또는 디스플레이 디바이스의 디스플레이 아래에 포지셔닝될 수 있다. 일부 구현들에서, 디스플레이 디바이스의 디스플레이는, 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 손가락 터치가 검출되는 경우 지문 센서의 포지션을 표시한다. 일부 구현들에서, 디스플레이 디바이스의 디스플레이는 사용자가 자신들의 손가락을 배치할 수 있는 포지션의 추천을 표시한다. 제1 전극 및/또는 제2 전극은 손가락 제스처를 검출하도록 구성될 수 있다.

[0013] 일부 구현들에서, 제어기는 디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 초음파 감지 모드에서 하나 이상의 감지 전극들을 구성할 수 있고, 여기서 "디바이스-내"는, 제어기 및 가속도계가 동일한 핸드셋 내에 수납된 경우와 같이 가속도계 또는 자이로스코프가 제어기와 동일한 둘러싼 디바이스-내에 수납되는 것을 나타낸다. 일부 구현들에서, 제어기는 디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 손가락 검출 레이트를 조절하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기는 디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 터치 검출 임계치를 조절하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기는 용량성 감지 모드에서 음향적으로 생성된 압전 신호를 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 음향적으로 생성된 압전 신호는 손가락으로부터의 탭, 문지름 또는 음향 방출로부터 발신될 수 있다.

[0014] 일부 양상들에서, 지문 센서를 구성하기 위한 방법은, 제어기에 의해, 용량성 감지 모드에서 기능하도록 지문 센서를 구성하는 단계; 용량성 감지 모드에서 지문 센서를 사용하여 물체가 감지 전극을 터치했다고 결정하는 단계; 제어기에 의해, 초음파 감지 모드에서 기능하도록 지문 센서를 구성하는 단계; 초음파 감지 모드에서 지문 센서를 사용하여 감지 전극을 터치한 물체가 손가락이라고 결정하는 단계; 및 웨이크 업하여 손가락의 지문을 인증하도록 애플리케이션 프로세서에 명령하는 단계를 포함한다.

[0015] 일부 구현들에서, 초음파 감지 모드에서 기능하도록 지문 센서를 구성하는 단계는 지문 센서의 전극에 구동 신호를 제공하도록 증폭기를 구동하는 단계 및 용량성 감지 모드에서 고-임피던스 상태로 동작하도록 증폭기를 구성하는 단계를 포함한다. 지문을 인증하도록 애플리케이션 프로세서에 명령하는 단계는 초음파 감지 모드에서 지문 센서를 사용하여 물체가 손가락인 것으로 결정된 것을 표현하는 인터럽트 신호를 어서팅하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 방법은, 손가락의 지문이 인증된 경우 홈 스크린으로 리턴하는 단계 또는 모바일 디바이스의 디스플레이를 잠금해제하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 일부 구현들에서, 방법은 앞서 설명된 시스템들의 추가적 특징들이 수행되게 하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 일부 양상들에서, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체는 지문 센서를 구성하기 위한 방법이 수행되게 하도록 제어기의 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행가능한 명령들을 저장한다. 명령들은, 방법이, 용량성 감지 모드에서 기능하도록 지문 센서를 구성하는 단계; 용량성 감지 모드에서 지문 센서를 사용하여 물체가 감지 전극을 터치했다고 결정하는 단계; 초음파 감지 모드에서 기능하도록 지문 센서를 구성하는 단계; 초음파 감지 모드에서 지문 센서를 사용하여 감지 전극을 터치한 물체가 손가락이라고 결정하는 단계; 및 손가락의 지문을 인

증하도록 애플리케이션 프로세서에 명령하는 단계를 포함하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 방법은, 손가락의 지문이 인증된 경우 휴스스크린으로 리턴하는 단계 또는 모바일 디바이스를 웨이크 업하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 일부 구현들에서, 명령들은 앞서 설명된 시스템들 및/또는 방법들의 추가적 특징들이 수행되게 하도록 구성될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0019] 본 명세서에 설명된 요지의 하나 이상의 구현들의 세부사항들은 첨부한 도면들 및 아래의 설명에서 기술된다. 다른 특징들, 양상들 및 이점들은 설명, 도면들 및 청구항들로부터 명백해질 것이다. 하기 도면들의 상대적 치수들은 실제대로 도시되지 않을 수 있음을 주목한다.

[0020] 다양한 도면들에서 동일한 참조부호들 및 지정들은 동일한 엘리먼트들을 표시한다.

[0021] 도 1은 일부 구현들에 따라 초음파 감지 시스템을 포함하는 예시적인 모바일 디바이스의 도식적 표현의 정면도를 도시한다.

[0022] 도 2a는 일부 구현들에 따른 예시적인 초음파 감지 시스템의 컴포넌트들의 블록도 표현을 도시한다.

[0023] 도 2b는 도 2a의 초음파 감지 시스템을 포함하는 예시적인 모바일 디바이스의 컴포넌트들의 블록도 표현을 도시한다.

[0024] 도 3a는 일부 구현들에 따른 예시적인 초음파 감지 시스템의 일부의 도식적 표현의 단면 사시도를 도시한다.

[0025] 도 3b는 일부 구현들에 따른 도 3a의 예시적인 초음파 감지 시스템의 확대된 단면 측면도를 도시한다.

[0026] 도 4a는 일부 구현들에 따른 도 3a 및 도 3b의 예시적인 초음파 감지 시스템의 예시적인 컴포넌트들의 전개 사시도를 도시한다.

[0027] 도 4b는 일부 구현들에 따른 도 3a 및 도 3b의 초음파 센서 시스템에서 초음파 트랜시버 어레이의 예시적인 컴포넌트들의 전개 사시도를 도시한다.

[0028] 도 5는 전자 디바이스를 "웨이크 업"하기 위해 용량성 감지 및 초음파 감지 모드들에서 지문 센서를 사용하는 예를 도시한다.

[0029] 도 6은 전자 디바이스를 "웨이크 업"하기 위해 용량성 감지 및 초음파 감지 모드들에서 지문 센서를 사용하기 위한 흐름도의 예를 도시한다.

[0030] 도 7a는 용량성 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서를 구성하는 제어기 회로의 회로 개략도의 예를 도시한다.

[0031] 도 7b는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서를 구성하는 제어기 회로의 회로 개략도의 예를 도시한다.

[0032] 도 8은 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 제어기 회로의 회로 개략도의 예를 도시한다.

[0033] 도 9는 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 제어기 회로의 회로 개략도의 다른 예를 도시한다.

[0034] 도 10은 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 제어기 회로의 회로 개략도의 다른 예를 도시한다.

[0035] 도 11은 제어기 회로, 지문 센서 및 애플리케이션 프로세서의 고레벨 블록도의 예를 도시한다.

[0036] 도 12는 제어기 회로, 지문 센서 및 애플리케이션 프로세서의 고레벨 블록도의 다른 예를 도시한다.

[0037] 도 13은 온도에 기초하여 지문 센서를 사용하여 결정되는 커패시턴스를 조절하는 예를 도시한다.

[0038] 도 14는 지문 센서를 사용하여 결정된 커패시턴스를 조절하기 위한 흐름도의 예를 도시한다.

[0039] 도 15a는 지문 센서를 사용하여 물체의 존재를 검출하기 위해 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를

사용하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다.

[0040] 도 15b는 물체의 존재를 초기에 검출하기 위한 용량성 감지 모드 및 지문 센서를 사용하여 물체의 계속된 존재를 검출하고 물체가 리프트된 때를 검출하기 위한 초음파 감지 모드를 사용하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다.

[0041] 도 15c는 물체의 존재를 초기에 검출하기 위한 용량성 감지 모드 및 지문 센서를 사용하여 물체의 계속된 존재를 검출하고 물체가 리프트된 때를 검출하기 위한 초음파 감지 모드 및 용량성 감지 모드 둘 모두를 사용하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다.

[0042] 도 16a는 전자 디바이스를 웨이크 업하기 위해 지문 센서 및 하나 이상의 연관된 감지 전극들을 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다.

[0043] 도 16b는 전자 디바이스를 웨이크 업하기 위해 지문 센서 및 하나 이상의 연관된 감지 전극들을 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 다른 예를 도시한다.

[0044] 도 17은 디스플레이 디바이스의 커버 유리 아래에 포지셔닝된 하나 이상의 감지 전극들 및 지문 센서를 갖는 구성의 측면도를 도시한다.

[0045] 도 18은 전자 디바이스를 웨이크 업하기 위해 전자 디바이스의 디스플레이 뒤에 포지셔닝된 지문 센서를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다.

[0046] 도 19는 모바일 디바이스의 디스플레이 뒤에 포지셔닝된 지문 센서를 갖는 구성의 측면도를 도시한다.

[0047] 도 20은 LCD 아래 또는 OLED 아래의 지문 센서 위에 손가락을 포지셔닝하도록 LCD 또는 OLED 디스플레이 디바이스의 사용자를 안내하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다.

[0048] 도 21은 전자 디바이스를 웨이크 업하기 위해 전자 디바이스의 디스플레이 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들 및 지문 센서를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다.

[0049] 도 22는 모바일 디바이스의 디스플레이 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들 및 지문 센서를 갖는 구성의 측면도를 도시한다.

[0050] 도 23a는 전자 디바이스의 후방 커버 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들 및 지문 센서를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다.

[0051] 도 23b는 손가락 제스처들을 검출하기 위해 전자 디바이스의 후방 커버 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들 및 지문 센서를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020]

[0052] 다음의 설명은 본 개시의 혁신적인 양상들을 설명하려는 목적들을 위한 특정 구현들에 관한 것이다. 그러나, 당업자는 본 명세서의 교시들이 다수의 상이한 방식들로 적용될 수 있음을 용이하게 인식할 것이다. 설명된 구현들은 초음파 감지를 위해 본 명세서에 개시된 바와 같은 생체인식 시스템을 포함하는 임의의 디바이스, 장치 또는 시스템에서 구현될 수 있다. 또한, 설명된 구현들이 모바일 전화기들, 멀티미디어 인터넷 가능한 셀룰러 전화기들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 스마트 카드들, 웨어러블 디바이스들, 예를 들어, 팔찌, 완장, 손목 밴드, 반지, 머리띠, 및 패치 등, Bluetooth® 디바이스들, PDA들 (personal data assistants), 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS(global positioning system) 수신기들/내비게이터들, 카메라들, 디지털 미디어 플레이어들(예를 들어, MP3 플레이어들), 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목 시계들, 시계들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평판 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들(예를 들어, e-리더들), 모바일 건강관리 디바이스들, 컴퓨터 모니터들, 자동차 디스플레이들(오도미터(odometer) 및 속도계 디스플레이들 등을 포함함), 조정실 제어부들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(예를 들어, 차량 내의 후면 카메라의 디스플레이), 전자 사진들, 전자 빌보드들 또는 표지판들, 프로젝터들, 건축 구조물들, 마이크로웨이브들, 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 레코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 세탁기들, 건조기들, ATM(automatic teller machine)들 세탁기/건조기들, 주차요금 징수기들, (예를 들어, MEMS(microelectromechanical systems) 애플리케이션들을 포함하는 EMS(electromechanical systems) 애플리케이션들 뿐만 아니라 넌-EMS 애플리케이션들 내의) 패키징, 심미학적 구조물들(예를 들어, 보석 또는 의류의 일부 상의 이미지들의 디스플레이) 및 다양한

EMS 디바이스들과 같은(그러나 이에 제한되는 것은 아님) 다양한 전자 디바이스들에 포함되거나 그와 연관될 수 있음이 고려된다. 본 명세서의 교시들은 또한 전자 스위칭 디바이스들, 라디오 주파수 필터들, 센서들, 가속도계들, 자이로스코프들, 모션-감지 디바이스들, 자력계들, 소비자 전자기기에 대한 관성 컴포넌트들, 소비자 전자기기 제품들의 부품들, 버랙터, 액정 디바이스들, 전기영동 디바이스들, 구동 방식들, 제조 프로세스들 및 전자 테스트 장비와 같은(그러나 이에 제한되는 것은 아님) 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 따라서, 교시들은, 도면들에만 도시된 구현들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 그 대신, 당업자에게 용이하게 명백할 바와 같이 넓은 적용가능성을 갖는다.

[0021] [0053] 전자 디바이스들, 예를 들어, 스마트폰들, 태블릿들 및 웨어러블 디바이스들은, 디스플레이 스크린 및 애플리케이션 프로세서가 턴 오프되거나 저전력 대기 모드일 수 있는 저전력 동작 모드에 있을 수 있다. 일부 구성들에서, 디바이스는, 전용 온/오프 버튼을 누름으로써 또는 모바일 디바이스와 연관된 생체인식 버튼 상에서 손가락(즉, 엄지손가락, 엄지손가락 기초 관절 근처 엄지손가락 살이 있는 부분 및 손바닥을 포함하는 손의 임의의 손가락들)을 검출함으로써 또는 손가락으로 커패시턴스-기반 터치스크린을 터치함으로써 "웨이크 업"되고 저전력 대기 또는 오프 모드로부터 나올 수 있다. 손가락들은, 터치(예를 들어, 터치스크린을 터치하거나 스와이프하는 손가락)를 검출하는 회로 내의 커패시턴스에서의 변화를 측정하는 것을 포함하는 용량성 감지 통해 검출될 수 있다. 그러나, 터치스크린 상에서 손가락 이외의 물체들(예를 들어, 금속 테이블탑, 지갑 또는 주머니 내의 물체들, 사용자의 볼 등)이 또한 커패시턴스에서의 변화를 초래할 수 있다. 이러한 다른 물체들은 손가락이 터치스크린을 터치했다는 잘못된 긍정 결정을 생성하여, 애플리케이션 프로세서 및 터치스크린의 디스플레이가 오프로 유지되어야 할 때 턴 온되게 할 수 있다. 또한, 터치스크린을 터치하는 손가락은 소유자의 것 이어야 한다. 즉, 애플리케이션 프로세서 및 터치스크린의 디스플레이에는, 다른 물체들 또는 다른 사람들의 손가락들보다는 소유자의 손가락이 검출될 때 턴 온(예를 들어, 디바이스를 잠금해제)되어야 한다. 애플리케이션 프로세서 및 터치스크린의 디스플레이를 턴 온하는 것은 높은 전류 소비를 초래할 수 있다. 그 결과, 잘못된 긍정들은 디바이스의 배터리를 소모시킬 수 있다.

[0022] [0054] 일부 구현들에서, 모바일 디바이스의 디스플레이 또는 다른 부분들을 턴 온하고, 더 높은 전력-소비 모드에 진입하거나, 인증된 사용자 또는 디바이스 능력들과 관련된 소프트웨어, 데이터, 정보에 대한 더 큰 액세스를 제공하는 모드에 진입하는 것을 포함할 수 있는, 애플리케이션 프로세서를 "웨이크 업"하기 위한 2-단계 커패시턴스 감지 및 초음파 감지 방법이 수행될 수 있다. 예를 들어, 지문 센서는 터치를 검출하기 위해 용량성 감지 모드에서 동작하고, 터치가 손가락으로부터의 것인지 여부를 검출하기 위해 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 지문 센서의 동일한 전극(또는 전극들)은 용량성 감지 및 초음파 감지 모드들 둘 모두에서 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 지문 센서의 또는 그와 연관된 하나 이상의 감지 전극들은 용량성 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있고 하나 이상의 다른 감지 전극들은 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 감지 모드에서 동작하는 경우 압전 센서 퍽셀들의 전체 어레이 또는 지문 센서의 센서 퍽셀들의 더 작은 서브세트가 사용될 수 있다. 따라서, 지문 센서는 먼저 용량성 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있고, 터치가 검출되면 지문 센서는 다음으로 터치가 손가락으로부터의 것인지 여부를 결정하기 위해 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 제어기는, 동일한 지문 센서가 2개의 모드들 사이에서 동작을 스위칭할 수 있도록 전극(또는 전극들)에 하나 이상의 구동 신호들의 상이한 세트들을 제공하기 위해 제어기 회로 소자 및 하나 이상의 제어기 회로들을 포함할 수 있다. 터치가 손가락으로부터의 것인지 여부를 결정하기 위해 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 제어기는, 애플리케이션 프로세서가 웨이크 업해야 한다는 것을 표시하는 플래그 또는 트리거로서 인터럽트 신호를 제공하고, 초음파 감지 모드 동안 검출된 손가락에 기초하여 지문을 인증하고, 인증되면 터치스크린의 디스플레이 스크린을 턴 온하고, 사용자를 위해 동작 모드에 있도록 디바이스를 잠금해제 할 수 있다. 모바일 디바이스의 애플리케이션 프로세서가 이미 어웨이크이고 모바일 디바이스가 잠금해제된 일부 구현들에서, 2-단계 용량성 및 초음파 감지 방법에 의해 생성된 인터럽트 신호는, 모바일 디바이스가 아직 휴-스크린 모드에 있지 않으면 모바일 디바이스가 휴 스크린으로 리턴하여 추가적인 사용자 입력을 준비하게 할 수 있거나, 또는 모바일 디바이스가 인증된 사용자 또는 디바이스 능력들과 관련된 소프트웨어, 데이터, 정보에 대한 더 큰 액세스를 허용하게 할 수 있다.

[0023] [0055] 2-단계 커패시턴스 감지 및 초음파 감지는 잘못된 긍정들의 수를 감소시킬 수 있고, 따라서 디바이스의 전류 소비를 감소시키고 디바이스의 배터리 수명을 증가시킬 수 있다. 추가적으로, 용량성 감지는 종종 초음파 감지보다 더 적은 전류를 사용한다. 따라서, 초음파 감지로 진행하기 전에 먼저 용량성 감지를 사용하는 것은 배터리 수명에 관한 추가적 절감들을 제공하고 모바일 디바이스의 의도치 않은 또는 부주의한 사용을 방지할 수 있다.

- [0024] [0056] 도 1은 일부 구현들에 따라 초음파 감지 시스템을 포함하는 예시적인 모바일 디바이스(100)의 도식적 표현을 도시한다. 모바일 디바이스(100)는 다른 타입들의 휴대용 컴퓨팅 디바이스들 중, 예를 들어, 다양한 휴대용 컴퓨팅 디바이스들, 예를 들어, 셀룰러 폰들, 스마트폰들, 스마트 위치들, 멀티미디어 디바이스들, 개인용 게이밍 디바이스들, 태블릿 컴퓨터들 및 랩톱 컴퓨터들을 표현할 수 있다. 그러나, 본원에 설명된 다양한 구현들은 휴대용 컴퓨팅 디바이스들에 대한 애플리케이션으로 제한되지 않는다. 실제로, 본원에 개시된 다양한 기술들 및 원리들은 다른 애플리케이션들 중, 컴퓨터 모니터들, 텔레비전 디스플레이들, 키오스크들, 차량 내비게이션 디바이스들 및 오디오 시스템들에서와 같이 종래의 비-휴대용 디바이스들 및 시스템들에서 적용될 수 있다. 추가적으로, 본원에 설명된 다양한 구현들은 디스플레이들을 포함하는 디바이스들에 대한 애플리케이션으로 제한되지 않는다.
- [0025] [0057] 모바일 디바이스(100)는 일반적으로, 다양한 회로들, 센서들 및 다른 전기 컴포넌트들이 상주하는 인클로저(또한 "하우징" 또는 "케이스"로 지칭됨)(102)를 포함한다. 예시된 예시적 구현에서, 모바일 디바이스(100)는 또한 터치스크린 디스플레이(또한 본원에서 "터치-감응 디스플레이"로 지칭됨)(104)를 포함한다. 터치스크린 디스플레이(104)는 일반적으로 디스플레이 및 디스플레이 위에 배열되거나 달리 그에 통합되거나 그에 접적되는 터치스크린을 포함한다. 디스플레이(104)는 일반적으로 다양한 적절한 디스플레이 기술들 중 임의의 것을 이용하는 다양한 적절한 디스플레이 타입들 중 임의의 것을 표현할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이(104)는 DMS(digital micro-shutter)-기반 디스플레이, LED(light-emitting diode) 디스플레이, OLED(organic LED) 디스플레이, LCD(liquid crystal display), 백라이트들로서 LED들을 사용하는 LCD 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, IMOD(interferometric modulator)-기반 디스플레이 또는 터치-감응 UI(user interface) 시스템들과 함께 사용하기에 적절한 다른 타입의 디스플레이일 수 있다.
- [0026] [0058] 모바일 디바이스(100)는 사용자와 상호작용하거나 달리 사용자에게 정보를 통신하거나 그로부터 정보를 수신하기 위한 다양한 다른 디바이스들 또는 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 모바일 디바이스(100)는 하나 이상의 마이크로폰들(106), 하나 이상의 스피커들(108) 및 일부 경우들에서는 하나 이상의 적어도 부분적으로 기계적인 버튼들(110)을 포함할 수 있다. 모바일 디바이스(100)는 예를 들어, 하나 이상의 비디오 또는 정지-이미지 카메라들(112), 하나 이상의 무선 네트워크 인터페이스들(114)(예를 들어, 블루투스, WiFi 또는 셀룰러) 및 하나 이상의 비-무선 인터페이스들(116)(예를 들어, USB(universal serial bus) 인터페이스 또는 HDMI 인터페이스)과 같은 추가적인 특징들을 가능하게 하는 다양한 다른 컴포넌트들을 포함할 수 있다.
- [0027] [0059] 모바일 디바이스(100)는 지문, 손바닥 프린트 또는 핸드프린트와 같은 물체 서명을 스캐닝 및 이미징할 수 있는 초음파 감지 시스템(118)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(118)은 터치-감응 제어 버튼으로 기능할 수 있다. 일부 구현들에서, 터치-감응 제어 버튼은 초음파 감지 시스템(118) 아래에 포지셔닝되거나 달리 그와 통합되는 기계적 또는 전기적 압력-감응 시스템으로 구현될 수 있다. 즉, 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(118)에 의해 점유된 영역은 사용자 인증 특징들과 같은 보안 특징들을 가능하게 하기 위해 지문 센서 뿐만 아니라 모바일 디바이스(100)를 제어하는 사용자 입력 버튼 둘 모두로 기능할 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(118)은 디스플레이의 커버 유리 아래에 또는 디스플레이 자체의 일부 아래에 포지셔닝될 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(118)은 모바일 디바이스 인클로저(102)의 측벽 상에 또는 백사이드 상에 포지셔닝될 수 있다. 인클로저(102)는 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성가능한 초음파 감지 시스템(118)의 일부로서 지문 센서를 수납할 수 있다.
- [0028] [0060] 도 2a는 일부 구현들에 따른 예시적인 초음파 감지 시스템(200)의 컴포넌트들의 블록도 표현을 도시한다. 도시된 바와 같이, 초음파 감지 시스템(200)은 센서 시스템(202) 및 센서 시스템(202)에 전기적으로 커플링된 제어 시스템(204)을 포함할 수 있다. 센서 시스템(202)은 물체를 스캐닝하고, 예를 들어, 인간 손가락의 지문과 같은 물체 서명을 획득하기 위해 사용가능한 원시 측정된 이미지 데이터를 제공할 수 있다. 제어 시스템(204)은 센서 시스템(202)을 제어하고 센서 시스템으로부터 수신된 원시 측정된 이미지 데이터를 프로세싱할 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(200)은, 초음파 감지 시스템(200) 내의 또는 그에 통합된 다양한 컴포넌트들로 또는 그로부터, 또는 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템 외부의 다양한 컴포넌트들, 디바이스들 또는 다른 시스템들에 또는 그로부터 원시 또는 프로세싱된 측정된 이미지 데이터와 같은 데이터를 송신 또는 수신할 수 있는 인터페이스 시스템(206)을 포함할 수 있다.
- [0029] [0061] 도 2b는 도 2a의 초음파 감지 시스템(200)을 포함하는 예시적인 모바일 디바이스(210)의 컴포넌트들의 블록도 표현을 도시한다. 예를 들어, 모바일 디바이스(210)는 앞서 도 1에 도시되고 도 1을 참조하여 설명된 모바일 디바이스(100)의 블록도 표현일 수 있다. 모바일 디바이스(210)의 초음파 감지 시스템(200)의 센서 시스템(202)은 초음파 센서 어레이(212)로 구현될 수 있다. 초음파 감지 시스템(200)의 제어 시스템(204)은 초음

파 센서 어레이(212)에 전기적으로 커플링된 제어기(214)로 구현될 수 있다. 제어기(214)는 단일 컴포넌트로서 도시되고 설명되지만, 일부 구현들에서, 제어기(214)는 서로 전기적으로 통신하는 둘 이상의 별개의 제어 유닛들 또는 프로세싱 유닛들을 총괄적으로 지칭할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기(214)는 범용 단일- 또는 멀티-칩 프로세서, CPU(central processing unit), DSP(digital signal processor), 애플리케이션 프로세서, ASIC(application specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 또는 다른 PLD(programmable logic device), 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들 또는 본 명세서에 설명된 기능들 및 동작들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0030] [0062] 도 2b의 초음파 감지 시스템(200)은 이미지 프로세싱 모듈(218)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 센서 어레이(212)에 의해 제공되는 원시 측정된 이미지 데이터는 이미지 프로세싱 모듈(218)에 전송, 송신, 통신 또는 그렇지 않으면 제공될 수 있다. 이미지 프로세싱 모듈(218)은 초음파 센서 어레이(212)에 의해 제공되는 이미지 데이터를 프로세싱하도록 구성되거나, 적응되거나 또는 달리 동작가능한 하드웨어, 펌웨어 및 소프트웨어의 임의의 적절한 조합을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 이미지 프로세싱 모듈(218)은 다른 것들 중에서도, 예를 들어, 증폭기들(예를 들어, 기구 증폭기들 또는 베피 증폭기들), 아날로그 또는 디지털 믹서들 또는 곱셈기들, 스위치들, ADC(analog-to-digital converter)들, 수동 필터들 또는 능동 아날로그 필터들을 포함하는 신호 또는 이미지 프로세싱 회로들 또는 회로 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 이러한 회로들 또는 회로 컴포넌트들 중 하나 이상은 예를 들어 제어기(214) 내에 통합될 수 있는데, 여기서 제어기(214)는 SoC(system-on-chip) 또는 SIP(system-in-package)로서 구현된다. 일부 구현들에서, 이러한 회로들 또는 회로 컴포넌트들 중 하나 이상은 제어기(214) 내에 포함되거나 그에 커플링된 DSP 내에 통합될 수 있다. 일부 구현들에서, 이미지 프로세싱 모듈(218)은 적어도 부분적으로 소프트웨어를 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 방금 설명된 회로들 또는 회로 컴포넌트들 중 하나 이상의 하나 이상의 기능들 또는 그에 의해 수행되는 동작들은 그 대신 예를 들어, (예를 들어, 범용 프로세서 또는 DSP에서와 같이) 제어기(214)의 프로세싱 유닛에서 실행되는 하나 이상의 소프트웨어 모듈들에 의해 수행될 수 있다. 일부 구현들에서, 이미지 프로세싱 모듈(218) 또는 그의 부분들은 모바일 디바이스(210)와 연관된 프로세서(220)와 같은 애플리케이션 프로세서 상에서 실행될 수 있는 소프트웨어로 구현될 수 있다. 애플리케이션 프로세서는 애플리케이션 프로세서(때때로 "신뢰 구역"으로 지칭됨) 내의 생체인식 이미지 데이터의 보안 프로세싱을 위해 전용 코프로세서 및/또는 소프트웨어 모듈들을 가질 수 있다.

[0031] [0063] 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(200)에 추가로, 모바일 디바이스(210)는 별개의 프로세서(220), 메모리(222), 인터페이스(216) 및 전원(224)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(200)의 제어기(214)는 초음파 센서 어레이(212) 및 이미지 프로세싱 모듈(218)을 제어할 수 있고, 모바일 디바이스(210)의 프로세서(220)는 모바일 디바이스(210)의 다른 컴포넌트들을 제어할 수 있다. 일부 구현들에서, 프로세서(220)는 예를 들어, 명령들 또는 커맨드들을 포함하는 데이터를 제어기(214)에 통신한다. 일부 이러한 구현들에서, 제어기(214)는 예를 들어, 원시 또는 프로세싱된 이미지 데이터(또한 "이미지 정보"로 지칭됨)를 포함하는 데이터를 프로세서(220)에 통신할 수 있다. 또한, 일부 다른 구현들에서, 제어기(214)의 기능은 전체적으로 또는 적어도 부분적으로 프로세서(220)에 의해 구현될 수 있음을 이해해야 한다. 일부 이러한 구현들에서, 초음파 감지 시스템(200)에 대한 별개의 제어기(214)는 요구되지 않을 수 있는데, 이는 제어기(214)의 기능들이 모바일 디바이스(210)의 프로세서(220)에 의해 수행될 수 있기 때문이다.

[0032] [0064] 구현에 따라, 제어기(214) 및 프로세서(220) 중 하나 또는 둘 모두는 메모리(222)에 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(222)에 저장된 데이터는 원시 측정된 이미지 데이터, 필터링된 또는 달리 프로세싱된 이미지 데이터, 추정된 이미지 데이터 또는 최종 개선된 이미지 데이터를 포함할 수 있다. 메모리(222)는 계산들, 컴퓨터이션들, 추정들 또는 본원에 설명된 다른 결정들 중 임의의 것을 포함하는 다양한 동작들을 수행하기 위해(또는 초음파 센서 어레이(212), 이미지 프로세싱 모듈(218) 또는 다른 모듈들과 같은 다른 컴포넌트들이 동작들을 수행하게 하기 위해) 제어기(214) 및 프로세서(220) 중 하나 또는 둘 모두에 의해 실행될 수 있는 프로세서 실행 가능 코드 또는 다른 실행 가능 컴퓨터 관독 가능 명령들을 저장할 수 있다. 메모리(222)는 하나 이상의 메모리 디바이스들(또는 "컴포넌트들")을 총괄적으로 지칭할 수 있음을 또한 이해해야 한다. 예를 들어, 구현에 따라, 제어기(214)는 프로세서(220)와는 상이한 메모리 디바이스에 대한 액세스를 갖고 그에 데이터를 저장할 수 있다. 일부 구현들에서, 메모리 컴포넌트들 중 하나 이상은 NOR- 또는 NAND-기반 플래시 메모리 어레이로서 구현될 수 있다. 일부 다른 구현들에서, 메모리 컴포넌트들 중 하나 이상은 상이한 타입의 비휘발성 메모리로서 구현될 수 있다. 추가적으로, 일부 구현들에서, 메모리 컴포넌트들 중 하나 이상은 예를 들어, 소정 타입의 RAM과 같은 휘발성 메모리 어레이를 포함할 수 있다.

- [0033] [0065] 일부 구현들에서, 제어기(214) 또는 프로세서(220)는 메모리(222)에 저장된 데이터 또는 인터페이스(216)를 통해 이미지 프로세싱 모듈(218)로부터 직접 수신된 데이터를 통신할 수 있다. 예를 들어, 이러한 통신된 데이터는 이미지 데이터 또는 이미지 데이터로부터 유도되거나 달리 결정된 데이터를 포함할 수 있다. 인터페이스(216)는 하나 이상의 다양한 타입들의 하나 이상의 인터페이스들을 총괄적으로 지칭할 수 있다. 일부 구현들에서, 인터페이스(216)는 제거가능한 메모리 디바이스와 같은 외부 메모리로부터 데이터를 수신하거나 그에 데이터를 저장하기 위한 메모리 인터페이스를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 인터페이스(216)는 외부 컴퓨팅 디바이스, 시스템 또는 서버로의 원시 또는 프로세싱된 데이터의 전송 뿐만 아니라 그로부터 데이터의 수신을 가능하게 하는 하나 이상의 무선 네트워크 인터페이스들 또는 하나 이상의 유선 네트워크 인터페이스들을 포함할 수 있다.
- [0034] [0066] 전원(224)은 모바일 디바이스(210)의 컴포넌트들 중 일부 또는 전부에 전력을 제공할 수 있다. 전원(224)은 다양한 에너지 저장 디바이스들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전원(224)은 니켈-카드뮴 배터리 또는 리튬-이온 배터리와 같은 재충전가능한 배터리를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 전원(224)은 하나 이상의 수퍼커패시터들을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 전원(224)은, 예를 들어, 벽 소켓(또는 "아울렛") 또는 모바일 디바이스(210)와 통합된 광전지 디바이스(또는 "태양광 셀" 또는 "태양광 셀 어레이")로부터 액세스되는 전력을 사용하여 충전가능(또는 "재충전가능")할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 전원(224)은 무선으로 충전가능할 수 있다. 전원(224)은 전력 관리 통합 회로 및 전력 관리 시스템을 포함할 수 있다.
- [0035] [0067] 아래에서 사용되는 바와 같이, "프로세싱 유닛"이라는 용어는 초음파 시스템의 제어기(예를 들어, 제어기(214)), 이미지 프로세싱 모듈(예를 들어, 이미지 프로세싱 모듈(218)) 또는 초음파 시스템을 포함하는 디바이스의 별개의 프로세서(예를 들어, 프로세서(220)) 중 하나 이상의 임의의 조합을 지칭한다. 즉, 프로세싱 유닛에 의해 수행되거나 이를 사용하는 것으로 아래에서 설명되는 동작들은 초음파 시스템의 제어기, 이미지 프로세싱 모듈 또는 초음파 감지 시스템을 포함하는 디바이스의 별개의 프로세서 중 하나 이상에 의해 수행될 수 있다.
- [0036] [0068] 도 3a는 일부 구현들에 따른 예시적인 초음파 감지 시스템(300)의 일부의 도식적 표현의 단면 사시도를 도시한다. 도 3b는 일부 구현들에 따른 도 3a의 예시적인 초음파 감지 시스템(300)의 확대된 단면 측면도를 도시한다. 예를 들어, 초음파 감지 시스템(300)은 도 1을 참조하여 설명된 초음파 감지 시스템(118) 또는 도 2a 및 도 2b를 참조하여 도시되고 설명된 초음파 감지 시스템(200)을 구현할 수 있다. 초음파 감지 시스템(300)은 기판(304) 위에 있거나 플레이튼(예를 들어, "커버 플레이트" 또는 "커버 유리")(306) 아래에 있는 초음파 트랜스듀서(302)를 포함할 수 있다. 초음파 트랜스듀서(302)는 초음파 송신기(308) 및 초음파 수신기(310) 둘 모두를 포함할 수 있다.
- [0037] [0069] 초음파 송신기(308)는 일반적으로, 초음파들을 생성하여 플레이튼(306)을 향해, 및 예시된 구현에서는, 플레이튼(306)의 상부 표면 상에 포지셔닝된 인간 손가락(312)을 향해 송신하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 초음파 송신기(308)는 더 구체적으로 초음파 평면파들을 생성하여 플레이튼(306)을 향해 송신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 초음파 송신기(308)의 압전 재료는 초음파 감지 시스템의 제어기에 의해 제공된 전기 신호들을 스캐닝 주파수에서 초음파 평면파들의 연속적 또는 펄스형 시퀀스로 변환하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 송신기(308)는 예를 들어, PVDF(polyvinylidene fluoride) 또는 PVDF 코폴리머, 예를 들어, PVDF-TrFE와 같은 압전 재료의 층을 포함한다. 일부 구현들에서, AlN(aluminum nitride) 또는 PZT(lead zirconate titanate)와 같은 다른 압전 재료들이 초음파 송신기(308) 및/또는 초음파 수신기(310)에서 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 송신기(308) 및/또는 초음파 수신기(310)는 추가적으로 또는 대안적으로, 용량성 초음파 디바이스들, 예를 들어, CMUT(capacitive micromachined ultrasonic transducer)들 또는 압전 초음파 디바이스들, 예를 들어, PMUT(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer)들(또한 "압전 마이크로기계적 초음파 트랜스듀서들로 지칭됨)을 포함할 수 있다.
- [0038] [0070] 초음파 수신기(310)는 일반적으로 스캐닝되고 있는 손가락(312)의 지문을 정의하는 융기부들(316) 및 골짜기들(318)과, 초음파 송신기(308)에 의해 송신된 초음파들의 상호작용들로부터 얻어지는 초음파 반사들(314)을 검출하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 초음파 송신기(308)는 예를 들어, 도 3a 및 도 3b에 예시된 바와 같이 초음파 수신기(310) 위에 있다. 일부 구현들에서, 초음파 수신기(310)는 (아래에 설명된 도 4a에 도시된 바와 같이) 초음파 송신기(308) 위에 있을 수 있다. 초음파 수신기(310)는 검출된 초음파 반사들에 대응하여 전기 출력 신호들을 생성 및 출력하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 수신기(310)는 초음파 송신기(308)의 압전 층과 상이한 제2 압전 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 초음파 수신기(310)의 압전 재료

는 예를 들어, PVDF 또는 PVDF-TrFE 코폴리머의 층과 같은 임의의 적절한 압전 재료일 수 있다. 초음파 수신기(310)의 압전 층은 초음파 반사들에 의해 초래되는 진동들을 전기 출력 신호들로 변환할 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 수신기(310)는 TFT(thin-film transistor) 층을 더 포함한다. 일부 이러한 구현들에서, TFT 층은 초음파 수신기(310)의 압전 층에 의해 생성된 전기 출력 신호를 증폭 또는 버퍼링하도록 구성된 센서 픽셀 회로들의 어레이를 포함할 수 있다. 그 다음, 센서 픽셀 회로들의 어레이에 의해 제공되는 전기 출력 신호들은, 이미지 데이터를 프로세싱하고, 이미지 데이터와 연관된 지문을 식별하고, 일부 애플리케이션들에서 지문과 연관된 사용자를 인증하는데 사용하기 위해 프로세싱 유닛에 원시 측정된 이미지 데이터로서 제공될 수 있다. 일부 구현들에서, 단일 압전 층은 (아래에서 설명되는 도 4b에 도시된 바와 같이) 초음파 송신기(308) 및 초음파 수신기(310)로서 기능할 수 있다. 일부 구현들에서, 기판(304)은, 전자 회로 소자가 제조될 수 있는 유리, 플라스틱 또는 실리콘 기판일 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 수신기(310)의 센서 픽셀 회로들 및 연관된 인터페이스 회로 소자의 어레이 및 는 기판(304)에 또는 그 위에 형성된 CMOS 회로 소자로부터 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 기판(304)은 플레이튼(306)과 초음파 송신기(308) 및/또는 초음파 수신기(310) 사이에 포지셔닝될 수 있다. 일부 구현들에서, 기판(304)은 플레이튼(306)으로 기능할 수 있다. 하나 이상의 보호용 층들, 음향 매칭 계층들, 스머지-방지(anti-smudge) 층들, 접착제 층들, 장식 층들, 전도성 층들 또는 다른 코팅 층들(미도시)은 기판(304) 및 플레이튼(306)의 하나 이상의 측면들 상에 포함될 수 있다.

[0039] [0071] 플레이튼(306)은 초음파 송신기(308)에 음향적으로 커플링될 수 있는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 플레이튼(306)은 유리, 플라스틱, 세라믹, 사파이어, 금속 또는 금속 합금 중 하나 이상으로 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 플레이튼(306)은 예를 들어, 아래에 있는 디스플레이의 커버 유리 또는 렌즈 유리와 같은 커버 플레이트일 수 있다. 일부 구현들에서, 플레이튼(306)은 하나 이상의 폴리머들, 예를 들어, 하나 이상의 타입들의 파릴렌(parylene)을 포함할 수 있고, 실질적으로 더 얇을 수 있다. 일부 구현들에서, 플레이튼(306)은 약 10 미크론( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 1000  $\mu\text{m}$  이상의 범위 내의 두께를 가질 수 있다.

[0040] [0072] 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(300)은 포커싱 층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 포커싱 층은 초음파 송신기(308) 위에 포지셔닝될 수 있다. 포커싱 층은 일반적으로 초음파 송신기(308)에 의해 송신된 초음파들의 경로들을 변경할 수 있는 하나 이상의 음향 렌즈들을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 렌즈들은 원통형 렌즈들, 구형 렌즈들 또는 구역 렌즈들로서 구현될 수 있다. 일부 구현들에서, 렌즈들 중 일부 또는 전부는 오목 렌즈들일 수 있는 한편, 일부 다른 구현들에서 렌즈들 중 일부 또는 전부는 볼록 렌즈들일 수 있거나 오목 및 볼록 렌즈들의 조합을 포함할 수 있다.

[0041] [0073] 이러한 포커싱 층을 포함하는 일부 구현들에서, 초음파 감지 시스템(300)은 추가적으로 포커싱 렌즈(들)과 물체, 예를 들어, 플레이튼(306) 상에 포지셔닝된 순가락 사이에 적절한 음향 커플링을 보장하기 위해 음향 매칭 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 음향 매칭 층은 음향 매칭 층의 밀도를 변화시키는 입자들로 도핑된 에폭시를 포함할 수 있다. 음향 매칭 층의 밀도가 변화되면, 음향 속도가 일정하게 유지되는 경우, 음향 임피던스는 또한 밀도에서의 변화에 따라 변화될 것이다. 대안적 구현들에서, 음향 매칭 층은 금속 또는 세라믹 분말로 도핑된 실리콘 고무를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 포커싱 층의 렌즈를 통해 수신되는 초음파 반사들을 이용하는, 출력 신호들을 프로세싱하기 위한 샘플링 전략들이 구현될 수 있다. 예를 들어, 렌즈의 초점 포인트로부터 되돌아온 초음파는 렌즈로 이동할 것이고, 음향적 상호성 원리를 충족하는 수신기 어레이의 다수의 수신기 엘리먼트들을 향해 전파될 수 있다. 산란된 필드로부터 되돌아온 신호 강도에 따라, 활성 수신기 엘리먼트들의 수의 조절이 가능하다. 일반적으로, 리턴된 초음파들을 수신하도록 활성화된 수신기 엘리먼트들이 더 많을수록, SNR(signal-to-noise ratio)은 더 높다. 일부 구현들에서, 하나 이상의 음향 매칭 층들은 포커싱 층과 함께 또는 포커싱 층 없이 플레이튼(306)의 일 측 또는 양측 상에 포지셔닝될 수 있다.

[0042] [0074] 도 4a는 일부 구현들에 따른 도 3a 및 도 3b의 예시적인 초음파 감지 시스템(300)의 예시적인 컴포넌트들의 전개 사시도를 도시한다. 초음파 송신기(308)는 평면과 생성기로서 기능할 수 있는 실질적으로 평탄한 압전 송신기 층(422)을 포함할 수 있다. 초음파들은 인가된 전압 신호에 따라 층을 팽창 또는 수축시키기 위해 압전 송신기 층(422)에 걸쳐 전압을 인가함으로써 생성될 수 있고, 따라서 평면파를 생성할 수 있다. 이러한 예에서, 프로세싱 유닛(미도시)은 제1 송신기 전극(424) 및 제2 송신기 전극(426)을 통해 압전 송신기 층(422)에 걸쳐 송신기 여기 전압이 인가되게 할 수 있다. 제1 및 제2 송신기 전극들(424 및 426)은 금속화된 전극들, 예를 들어, 압전 송신기 층(422)의 대향하는 측면들을 코팅하는 금속 층들일 수 있다. 압전 효과의 결과로서, 인가된 송신기 여기 전압은 압전 송신기 층(422)의 두께에서의 변화들을 초래하고, 이러한 방식으로, 송신기 여기 전압의 주파수에서 초음파들을 생성한다. 일부 구현들에서, 제1 송신기 전극(424) 및/또는 제2 송신기 전극(426)은 용량성 감지 모드에서 동작하는 경우 용량성 감지 전극으로서 및 초음파 감지 모드에서 동작하는 경우

초음파 감지 전극으로서 사용될 수 있다.

[0043]

[0075] 초음파들은 플레이튼(306)을 통과하여 손가락과 같은 타겟 물체를 향해 이동할 수 있다. 타겟 물체에 의해 흡수 또는 투과되지 않는 초음파들의 일부는 플레이튼(306)을 통해 역으로 반사될 수 있고, 도 4a에 예시된 구현에서 초음파 송신기(308) 위에 있는 초음파 수신기(310)에 의해 수신될 수 있다. 초음파 수신기(310)는 기판(434) 상에 배치된 센서 픽셀 회로들(432)의 어레이 및 압전 수신기 층(436)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 각각의 센서 픽셀 회로(432)는 하나 이상의 TFT 또는 실리콘-계 CMOS 트랜지스터 엘리먼트들, 전기적 상호연결 트레이스들, 및 일부 구현들에서는 다이오드들, 커패시터들 등과 같은 하나 이상의 추가적인 회로 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 각각의 센서 픽셀 회로(432)는 픽셀 회로에 근접한 압전 수신기 층(436)에서 생성된 표면 전하를 전기적 신호로 변환하도록 구성될 수 있다. 각각의 센서 픽셀 회로(432)는 압전 수신기 층(436)을 센서 픽셀 회로(432)에 전기적으로 커플링시키는 픽셀 입력 전극(438)을 포함할 수 있다.

[0044]

[0076] 예시된 구현에서, 수신기 바이어스 전극(440)은 플레이튼(306)에 근접한 압전 수신기 층(436)의 측면 상에 배치된다. 수신기 바이어스 전극(440)은 금속화된 전극일 수 있고, 어느 신호들이 센서 픽셀 회로들(432)의 어레이로 통과될 수 있는지를 제어하기 위해 접지 또는 바이어싱될 수 있다. 예를 들어, 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성되는 경우, 수신기 바이어스 전극(440)은 감지 전극으로 기능할 수 있다. 수신기 바이어스 전극(440)은 초음파의 생성 동안 블록 모드에 대응하는 제1 전압 레벨, 반사된 초음파들이 센서 픽셀 회로들에 의해 수신되는 경우 샘플 모드에 대응하는 제2 전압 레벨, 및 전기 출력 신호들이 센서 픽셀 회로들의 어레이로부터 클러킹 아웃될(clocked out) 때까지 픽셀 회로 소자에 의한 전기적 출력 신호들을 유지하기 위해 홀드 모드에 대응하는 제3 전압 레벨로 구동될 수 있다. 플레이튼(306)의 노출된(상부/최상부) 표면(442)으로부터 반사되는 초음파 에너지는 압전 수신기 층(436)에 의해 표면 전하로 변환될 수 있다. 생성된 표면 전하는 픽셀 입력 전극들(438) 및 아래에 있는 센서 픽셀 회로들(432)에 커플링될 수 있다. 전하 신호는 센서 픽셀 회로들(432)에 의해 증폭 또는 버퍼링되고 프로세싱 유닛에 제공될 수 있다. 프로세싱 유닛은 제1 송신기 전극(424) 및 제2 송신기 전극(426) 뿐만 아니라 기판(434) 상의 수신기 바이어스 전극(440) 및 센서 픽셀 회로들(432)과 전기적으로 (직접 또는 간접적으로) 연결될 수 있다. 일부 구현들에서, 프로세싱 유닛은 실질적으로 앞서 설명된 바와 같이 동작할 수 있다. 예를 들어, 프로세싱 유닛은 센서 픽셀 회로들(432)로부터 수신된 신호들을 프로세싱할 수 있다. 일부 구현들에서, 수신기 바이어스 전극(440)은 용량성 감지 모드에서 동작하는 경우 감지 전극으로 재구성될 수 있고, 손가락 또는 다른 물체의 터치를 검출하기 위해 적절한 구동 신호들이 제공될 수 있다.

[0045]

[0077] 압전 송신기 층(422) 또는 압전 수신기 층(436)을 형성하기 위해 사용될 수 있는 적절한 압전 재료들의 일부 예들은 적절한 음향적 특성들, 예를 들어, 약 2.5 MRayls 내지 5 MRayls의 음향적 임피던스를 갖는 압전 폴리머들을 포함한다. 이용될 수 있는 압전 물질들의 특정 예들은 PVDF(polyvinylidene fluoride) 및 PVDF-TrFE(polyvinylidene fluoride-trifluoroethylene) 코폴리머들과 같은 강유전성 폴리머들을 포함한다. PVDF 코폴리머들의 예들은 60:40 (몰 퍼센트) PVDF-TrFE, 70:30 PVDF-TrFE, 80:20 PVDF-TrFE, 및 90:10 PVDF-TrFE를 포함한다. 활용될 수 있는 압전 물질들의 다른 예들은 PVDC(polyvinylidene chloride) 호모폴리머 및 코폴리머들, PTFE(polytetrafluoroethylene) 호모폴리머 및 코폴리머 및 DIPAB(diisopropylammonium bromide)를 포함한다. 일부 구현들에서, AlN(aluminum nitride) 또는 PZT(lead zirconate titanate)와 같은 다른 압전 재료들이 압전 송신기 층(422) 및/또는 압전 수신기 층(436)에서 사용될 수 있다.

[0046]

[0078] 압전 송신기 층(422) 및 압전 수신기 층(436) 각각의 두께는 초음파들을 생성 및 수신하기에 적합하도록 각각 선택된다. 일례에서, PVDF 압전 송신기 층(422)은 대략 28  $\mu\text{m}$  두께이고, PVDF-TrFE 수신기 층(436)은 대략 12  $\mu\text{m}$  두께이다. 초음파들의 예시적인 주파수들은 밀리미터 또는 그 미만 정도의 파장들로, 약 1 메가헤르쯔(MHz) 내지 약 100 MHz의 범위 내일 수 있다.

[0047]

[0079] 본원에서 논의되는 바와 같이, 제1 송신기 전극(424), 제2 송신기 전극(426) 및 수신기 바이어스 전극(440)은, 초음파 감지 시스템(300)이 앞서 논의된 바와 같이 초음파 감지 모드에서 뿐만 아니라 용량성 감지 모드에서 동작할 수 있도록 구동될(즉, 신호들을 제공할) 수 있다. 즉, 초음파 센서 시스템(202)의 동일한 전극들은 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드에서 동작하도록 (예를 들어, 하나 이상의 압전 마이크로 가공된 초음파 트랜스듀서들을 사용하여) 지문 센서를 구현하기 위해 사용될 수 있다. 이전에 논의된 바와 같이, 용량성 감지 및 초음파 감지를 구현하기 위해 동일한 지문 센서를 사용하는 것은 터치스크린을 터치하는 손가락의 잘못된 궁정들에서의 감소를 허용하고 디바이스의 배터리의 소모를 감소시킬 수 있다.

[0048]

[0080] 도 4b는 일부 구현들에 따른 도 3a 및 도 3b의 초음파 감지 시스템(300)에서 초음파 트랜시버 어레이의

예시적인 컴포넌트들의 전개 사시도를 도시한다. 이러한 예에서, 초음파 감지 시스템(300)은 플레이튼(306) 아래의 초음파 트랜시버 어레이(450)를 포함한다. 초음파 트랜시버 어레이(450)는 도 2b에 도시되고 앞서 설명된 초음파 센서 어레이(212)로 기능할 수 있다. 초음파 트랜시버 어레이(450)는 평면과 생성기로서 기능할 수 있는 실질적으로 평탄한 압전 트랜시버 층(456)을 포함할 수 있다. 초음파들은 압전 트랜시버 층(456)에 걸쳐 전 압을 인가함으로써 생성될 수 있다. 제어 시스템(204)은 하나 이상의 아래에 있는 핵셀 입력 전극들(438) 또는 하나 이상의 위에 있는 트랜시버 바이어스 전극들(460)을 통해 압전 트랜시버 층(456)에 걸쳐 인가될 수 있는 트랜시버 여기 전압을 생성할 수 있다. 생성된 초음파는 플레이튼(306)을 통과하여, 손가락 또는 검출될 다른 오브젝트를 향해 이동할 수 있다. 오브젝트에 의해 흡수 또는 투과되지 않는 파의 일부는 반사되어 플레이튼(306)을 역으로 통과하고 초음파 트랜시버 어레이(450)에 의해 수신될 수 있다. 초음파 트랜시버 어레이(450)는 단일 압전 트랜시버 층(456)을 사용하여 초음파 송신기 및 초음파 수신기 둘 모두로서 기능할 수 있다.

[0049] [0081] 초음파 트랜시버 어레이(450)는 센서 기판(434) 상에 배치된 센서 핵셀 회로들(432)의 어레이를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 각각의 센서 핵셀 회로(432)는 하나 이상의 TFT- 또는 실리콘-계 엘리먼트들, 전기적 상호연결 트레이스들, 및 일부 구현들에서는 다이오드들, 커패시터들 등과 같은 하나 이상의 추가적인 회로 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 각각의 센서 핵셀 회로(432)는 압전 트랜시버 층(456)을 센서 핵셀 회로(432)에 전기적으로 커플링시키는 핵셀 입력 전극(438)을 포함할 수 있다.

[0050] [0082] 예시된 구현에서, 트랜시버 바이어스 전극(460)은 플레이튼(306)에 근접한 압전 트랜시버 층(456)의 측면 상에 배치된다. 트랜시버 바이어스 전극(460)은 금속화된 전극일 수 있고, 어느 신호들이 생성될 수 있는지 및 어느 반사된 신호들이 센서 핵셀 회로들(432)의 어레이로 전달될 수 있는지를 제어하기 위해 접지 또는 바이어싱될 수 있다. 플레이튼(306)의 노출된(최상부) 표면(442)으로부터 반사되는 초음파 에너지는 압전 트랜시버 층(456)에 의해 표면 전하로 변환될 수 있다. 생성된 표면 전하는 핵셀 입력 전극들(438) 및 아래에 있는 센서 핵셀 회로들(432)에 커플링될 수 있다. 전하 신호는 센서 핵셀 회로들(432)에 의해 증폭 또는 버퍼링되고 제어 시스템(204)에 제공될 수 있다.

[0051] [0083] 제어 시스템(204)은 센서 기판(434) 상의 트랜시버 바이어스 전극(460) 및 센서 핵셀 회로들(432)에 전기적으로 (직접 또는 간접적으로) 연결될 수 있다. 일부 구현들에서, 제어 시스템(204)은 실질적으로 앞서 설명된 바와 같이 동작할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(204)은 센서 핵셀 회로들(432)로부터 수신된 증폭된 또는 버퍼링된 전기 출력 신호들을 프로세싱할 수 있다.

[0052] [0084] 제어 시스템(204)은 지문 이미지 데이터를 포함할 수 있는 초음파 이미지 데이터를 획득하도록 초음파 트랜시버 어레이(450)를 제어할 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 제어 시스템(204)은 예를 들어, 도 1 내지 도 3b 및 도 5 내지 도 20을 참조하여 본원에 설명된 바와 같이, 본원에 설명된 것과 같은 기능을 제공할 수 있다.

[0053] [0085] 초음파 트랜시버 어레이를 갖는 초음파 센서 시스템의 다른 예들에서, 센서 기판(434)의 백사이드는 위에 있는 플레이튼(306)에 직접 또는 간접적으로 부착될 수 있다. 동작 시에, 압전 트랜시버 층(456)에 의해 생성된 초음파들은 센서 기판(434) 및 플레이튼(306)을 통해 이동하고, 플레이튼(306)의 표면(442)으로부터 반사하고, 기판 센서(434) 상의 또는 내의 센서 핵셀 회로들(432)에 의해 검출되기 전에 플레이튼(306) 및 센서 기판(434)을 통해 역으로 이동할 수 있다.

[0054] [0086] 더 상세하게는, 도 5는 전자 디바이스를 "웨이크 업"하기 위해 용량성 감지 및 초음파 감지 모드들에서 지문 센서를 사용하는 예를 도시한다. 도 5에서, 전자 디바이스(505)(예를 들어, 모바일 디바이스(210))는, 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 동작하도록 센서(525)(예를 들어, 도 2b의 초음파 센서 시스템(202)의 초음파 센서 어레이(212)의 초음파 센서들 중 적어도 하나)를 스위칭할 수 있는 제어기 회로(520)(예를 들어, 도 2b의 제어기(214))를 포함한다. 도 6은 전자 디바이스를 "웨이크 업"하기 위해 용량성 감지 및 초음파 감지 모드들에서 지문 센서를 사용하기 위한 흐름도의 예를 도시한다. 도 6에서, 블록(605)에서, 전자 디바이스는, 전자 디바이스의 애플리케이션 프로세서 및 디스플레이가 턴 오프되거나 저전력 수면 모드에 있는 "잠금" 상태에 있을 수 있다. 예를 들어, 도 5에서, 시간(550)에, 전자 디바이스(505)는 잠금 상태에 있다. 이는 디스플레이(510)(즉, 전자 디바이스(505)의 터치스크린의 디스플레이)가 턴 오프되는 것(즉, 어떠한 시각적 이미지 콘텐츠도 디스플레이되지 않음)을 초래하고, 애플리케이션 프로세서(530)(예를 들어, 도 2b의 프로세서(220))는 턴 오프되거나 비교적 저전력 "수면" 모드에 있을 수 있다.

[0055] [0087] 다음으로, 블록(610)에서, 물체는 용량성 감지를 사용하여 검출될 수 있다. 예를 들어, 도 5에서, 시간(550)에, 손가락(515)은 전자 디바이스(505)의 초음파 인증 버튼(예를 들어, "홈 버튼")의 일부인 센서(525) 위에 배치된다. 일부 구현들에서, 센서(525)는 사용자를 검증 또는 달리 인증할 수 있고 전자기계적 버튼의 일

부일 수 있고, 디스플레이(510)의 커버 유리 내의 컷아웃 영역을 통해 삽입된다. (도 5에 예시된 바와 같은) 일부 구현들에서, 센서(525)는 커버 유리의 컷아웃들을 요구함이 없이 디스플레이(510)의 커버 유리 뒤에 포지셔닝될 수 있다. 도 5의 단순화된 예에서, 제어기 회로(520)는 또한 전자 디바이스(505)의 스위치의 상태로 도시된 바와 같이, 용량성 감지 모드에서 동작하도록 센서(525)를 구성하였다. 이는, 센서(525)가 용량성 감지 시스템을 구현하기 위해 사용되도록 하며, 따라서, 디스플레이(510), 센서(525) 또는 전자 디바이스(505)의 커버 유리 상에 또는 아래에 형성된 다른 감지 전극 근처에 또는 상에 포지셔닝된 물체가 검출될 수 있다. 예를 들어, 버튼 또는 디스플레이 상의 물체의 커패시턴스는 센서(525)의 전극들 중 하나를 갖는 용량성 전압 분배기의 일부로서 모델링될 수 있고, 커패시턴스에 대응하는 전압은 이전에 논의된 바와 같이 대응하는 센서 회로에 의해 "판독"될 수 있다. 일부 구현들에서, PCT(projected capacitive touch) 터치스크린과 같은 터치스크린의 하나 이상의 전극들은 용량성 감지 모드에서 동작하는 경우 감지 전극으로 기능할 수 있다. 본 개시 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같이, 감지 전극을 터치하는 것은, 손가락과 같은 물체로 감지 전극을 물리적으로 터치하는 것 및/또는 손가락이 검출될 수 있는, 감지 전극과 손가락 사이에 포지셔닝될 수 있는 임의의 유전체 층들, 코팅들, 플레이튼들, 다른 층들 또는 다른 재료들에 물리적으로 접촉하는 것 또는 이를 터치하는 것을 지칭한다. 감지 전극을 터치하는 것은 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드를 사용하여 물체의 검출을 허용하기 위해, 감지 전극 상에 또는 근처에 포지셔닝된 손가락과 같은 물체를 지칭할 수 있다.

[0056] [0088] 물체가 (예를 들어, 판독 전압에 기초하여) 디스플레이(510), 센서(525) 또는 다른 감지 전극 근처에 또는 상에 포지셔닝된 것으로 결정되면, 블록(615)에서, 물체가 손가락인지 또는 손가락일 가능성이 있는지 여부는 초음파 감지를 사용하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 5에서, 제어기 회로(520)는 전자 디바이스(505)의 스위치의 상태의 변화에서 도시된 바와 같이, 초음파 감지 모드에서 동작하도록 센서(525)를 구성할 수 있다. 이는 이전에 논의된 바와 같이 초음파들을 송신 및 수신하게 하여, 센서(525)가 손가락(515)의 전체 또는 부분적 지문 이미지에 대응하는 지문 이미지 데이터를 생성 및 제공한다. 압전 센서 픽셀들의 전체 어레이 또는 센서(525)의 센서 픽셀들의 더 작은 집합물이 사용될 수 있다.

[0057] [0089] 물체가 손가락인 것으로 결정(예를 들어, 손가락(515)이 용기부들 및 골짜기들을 갖는다는 데이터 또는 손가락의 범위 내에 속하는 음향 임피던스와 같이 손가락에 속하는 지문의 다른 특성들에 기초하여 인식)된다고 제어기 회로(520)가 결정하면, 블록(620)에서, 제어기 회로(520)는 애플리케이션 프로세서를 "웨이크 업"할 수 있다. 예를 들어, 도 5에서, 애플리케이션 프로세서(530)는, 초음파 감지 모드에서 센서(525)를 사용하여 감지 전극들 중 적어도 하나에 터치하는 물체(예를 들어, 손가락(515))가 실제로 손가락이라는 결정 시에, 인터럽트 신호(560)를 어서팅(예를 들어, 로직 레벨을 제1 레벨로부터 제2의 상이한 레벨로, 예를 들어, 로우 전압에서 하이 전압으로 전환)하는 제어기 회로(520)에 의해 수면 모드 또는 오프 상태로부터 활성화(또는 트리거링, 초기화 등)될 수 있다. 어서팅된 인터럽트 신호는 물체가 손가락인 것으로 결정되었음을 표현할 수 있고 지문을 인증하도록 애플리케이션 프로세서에 명령하도록 기능할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기 회로(520) 또는 애플리케이션 프로세서(530)는 또한 디스플레이(510)를 터 온할 수 있다.

[0058] [0090] 다음으로, 블록(625)에서, 지문 인증이 수행될 수 있다. 예를 들어, 애플리케이션 프로세서(530)는 지문 이미지 데이터를 (예를 들어, 제어기 회로(520)에 의해 메모리에 저장된 대응하는 데이터를 수신함으로써) 획득할 수 있고, 그 다음, 예를 들어, 매칭 및 인증 프로세스를 사용함으로써 지문 이미지 데이터가 전자 디바이스(505)의 인가된 사용자의 지문을 표현하는지 여부를 결정할 수 있다. 그렇다면, 블록(630)에서, 디바이스는 잠금해제되거나 또는 일부 구현들에서는 디스플레이(510)를 잠금해제할 수 있고 홈 스크린으로 리턴할 수 있다. 예를 들어, 도 5에서, 시간(555)에, 디스플레이(510)는 터 온되고 전자 디바이스(505)는 잠금해제되었다(예를 들어, 전자 디바이스(505)의 대부분의 또는 전체 동작 기능 및 소프트웨어가 이제 사용을 위해 이용가능하다). 인가된 지문에 대한 이미지 데이터는, 예를 들어, 전자 디바이스(505)의 셋업 동안 또는 전자 디바이스의 보안 특징들의 등록 및 셋업 동안, 사용자(예를 들어, 소유자)에 의해 미리 제공되었다.

[0059] [0091] 더 상세하게는, 센서(525)는 전극들이 구동되는 방법에 기초하여 용량성 감지 모드에서 동작하는 것으로부터 초음파 감지 모드로(또는 초음파 감지 모드로부터 용량성 감지 모드로) 스위칭할 수 있다. 도 7a는 용량성 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서를 구성하는 제어기 회로의 회로 개략도의 예를 도시한다. 도 7a에서, 제어기 회로(520)는, (예를 들어, n-타입 또는 p-타입 MOSFET(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor), TFT(thin-film transistor) 등에 의해 구현된) 스위치(735)가 터 온되면(즉, 용량성 터치 모듈(705)의 출력이 수신기 바이어스 전극(725)을 구동할 수 있도록 스위치가 도 7a에 도시된 바와 같이 폐쇄 포지션에 있으면) 센서(525)의 수신기 바이어스 전극(725)(예를 들어, 수신기 바이어스 전극(440) 또는 트랜시버 바이어스 전극(460))에 신호를 제공하기 위해 사용되는 용량성 터치 모듈(705)을 포함한다.

[0060]

[0092] 일부 구현들에서, 용량성 터치 모듈(705)에 의해 생성된 구동 신호는 미리 결정된 시퀀스에서 적용되는 둘 이상의 주파수들을 갖는 주파수-흡평 신호를 포함할 수 있다. 예를 들어, 3개 또는 5개의 상이한 주파수들의 시퀀스가 용량성 터치 모듈(705)에 의해 생성되어, 용량성 감지 모드에서 동작하는 경우 감지 전극에 적용될 수 있다. 일부 구현들에서, 용량성 터치 모듈(705)에 의해 생성된 구동 신호는 변환 시퀀스의 사전-충전 페이즈 및 충전-공유 페이즈를 포함할 수 있고, 여기서 사전-충전 페이즈에서 ADC(analog-to-digital converter) 출력을 제로로 하기 위해 내부 기준 커패시터 및 ADC에 기준 전압이 적용되고, 기준 커패시터 상의 전하는 전하-공유 페이즈의 PVDF 커패시턴스와 같은 임의의 기생 커패시턴스들 및 손가락의 커패시턴스를 갖는 감지 전극을 통해 공유된다. 전하-공유 페이즈에서 ADC로부터의 출력은, ADC 출력을 터치 검출 임계값에 ADC 출력을 비교함으로써 손가락 커패시턴스의 측정 및 손가락이 존재하는지 여부를 제공한다. 각각의 측정을 갖는 변환 시퀀스를 사용하는 연속적 측정들은 손가락 터치 또는 손가락 리프트와 같은 검출된 커패시턴스에서의 임의의 변화들에 대한 결정을 허용한다. 추가적으로, 제어기 회로(520)의 증폭기(715)는, 용량성 터치 모듈(705)이 임의의 경합 없이 수신기 바이어스 전극(725)을 구동할 수 있도록, 자신의 출력을 연결해제할 수 있다(예를 들어, 증폭기(715)가 자신의 출력을 구동하고 있지 않도록 고-임피던스 상태, 부동, 미구동, 삼상 상태 등일 수 있다). 일부 구현들에서, 증폭기들(715 및 720) 둘 모두는 전력 소비를 감소시키기 위해 턴 오프(즉, 파워 오프)될 수 있는데, 이는 이들이 용량성 감지 모드에서 동작하는 센서(525)에 대해 요구되지 않기 때문이다. 수신기 바이어스 전극(725)을 구동함으로써, 용량성 전압 분배기는 결정되고 있는 터치스크린 상의 물체의 커패시턴스에 대응하는 전압으로 모델링될 수 있다. 증폭기들(715 및 720)의 도시들이 단순화된다. 예를 들어, 이들은 추가적인 접지된 입력 단자들을 포함할 수 있다. 용량성 감지 모드에서의 동작을 위한 구동 신호들 및 기술들은 모바일 디바이스에서 구성된 하나 이상의 감지 전극들에 적용될 수 있다. 제어기 회로(520)는 용량성 감지 모드에서 동작하도록 하나 이상의 감지 전극들에 구동 신호들을 제공(예를 들어, 생성, 스위칭 및 적용)하도록 구성될 수 있다.

[0061]

[0093] 동작 시에, 사용자의 손가락은 센서(525)의 수신기 바이어스 전극(725)에 접촉하거나 충분히 그 근처에 포지셔닝될 수 있고, 손가락으로 인한 추가적인 커패시턴스는 용량성 터치 모듈(705)에 의해 검출될 수 있다. 수신기 바이어스 전극(725)과 접촉하거나 그 근처에 있는 손가락의 검출은 제어기 회로(520)가 터치-검출된 신호를 생성할 수 있게 할 수 있고, 이는 결국 모바일 디바이스를 웨이크 업하거나, 손가락을 인증하기 위해 추가적인 시퀀스들을 트리거링하거나, 흄-버튼 기능과 같은 다른 기능을 개시하기 위해 사용될 수 있다.

[0062]

[0094] 반대로, 도 7b는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 지문 센서(525)를 구성하는 제어기 회로(520)의 회로 개략도의 예를 도시한다. 도 7b에서, 제어기 회로 소자(710)는 증폭기들(715 및 720)을 구동하고 스위치(735)를 오프로 구성할 수 있다(즉, 용량성 터치 모듈(705)이 수신기 바이어스 전극(725)을 구동하지 않도록 스위치는 도 7b에 도시된 바와 같이 개방 포지션에 있다). 이는 센서(525)의 수신기 바이어스 전극(725)이 증폭기(715)에 의해 구동되며 하고 다이오드 바이어스 전극(730)(예를 들어, 센서 핵셀 회로들(432)을 제어하기 위한 제어 신호)이 증폭기(720)에 의해 구동되게 한다. 수신기 바이어스 전극(725)은 증폭기(715)를 사용하여 훨씬 더 높은 전압으로 구동될 수 있다. 예를 들어, 용량성 감지 모드에서 센서(525)를 동작시키기 위해, 수신기 바이어스 전극(725)은 용량성 터치 모듈(705)에 의해 1.8 볼트(V) 신호를 제공받을 수 있다. 반대로, 초음파 감지 모드에서 센서(525)를 동작시키기 위해, 수신기 바이어스 전극(725)은 증폭기(715)에 의해 4-17 V 신호를 제공받을 수 있다. 추가적으로, 다이오드 바이어스 전극(730)은 초음파와 감지 동작 모드에 따라 구동될 수 있다. 예를 들어, 다이오드 바이어스 전극은 초음파의 생성 동안 블록 모드에 대응하는 제1 전압 레벨, 반사된 초음파들이 센서 핵셀 회로들에 의해 수신되는 경우 샘플 모드에 대응하는 제2 전압 레벨, 및 전기 출력 신호들이 센서 핵셀 회로들의 어레이로부터 클러킹 아웃될 때까지 핵셀 회로 소자에 의한 전기적 출력 신호들을 유지하기 위해 홀드 모드에 대응하는 제3 전압 레벨로 구동될 수 있다.

[0063]

[0095] 센서(525)는 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 동작하기 위한 다양한 다른 방법들로 구성될 수 있다. 도 8은 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 제어기 회로의 회로 개략도의 다른 예를 도시한다. 도 8에서, 제어기 회로(520)에 대한 회로 소자는 별개의 칩들 내에 포함될 수 있는데, 예를 들어, 제어기 회로(520a)는 외부 커패시턴스 터치 모듈(705)을 포함할 수 있는 한편, 제어기 회로(520b)는 스위치(735), 증폭기들(715 및 720) 및 제어 회로 소자(710)를 포함한다. 예를 들어, 도 8에서 용량성 감지 모드로 센서(525)를 구성하기 위해, 스위치(735)는 턴 운되어, 커패시턴스 터치 모듈(705)은 수신기 바이어스 전극(725)을 구동하고 증폭기(715)의 출력은 고-임피던스 상태로 설정된다. 다이오드 바이어스 전극(730)은 접지(예를 들어, 접지에 대응하는 전압을 제공하도록 증폭기(720)에 의해 구동)될 수 있다. 초음파 감지 모드로 센서(525)를 구성하기 위해, 스위치(735)는 개방되어, 수신기 바이어스 전극(725)은 더 이상 커패시-

턴스 터치 모듈(705)에 의해 구동되지 않을 수 있다. 오히려, 증폭기들(715 및 720)은 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성되는 경우 수신기 바이어스 전극(725) 및 다이오드 바이어스 전극(730)에 구동 신호들을 각각 제공할 수 있다. 도 7a, 도 7b 및 도 8에 도시된 것들과 같은 다양한 구현들에서, 스위치(735)는 외부 커패시턴스 터치 모듈(705)에, 제어기 회로(520)와 연관된 제어기 ASIC에, 센서(525) 내에, 또는 터치 모듈(705) 및 제어기 ASIC의 외부에 있는 컴포넌트로서 물리적으로 로케이팅될 수 있다.

[0064] 도 7a, 도 7b 및 도 8의 예들은 용량성 및 초음파 감지 둘 모두에 대해 수신기 바이어스 전극(725)을 사용한다. 즉, 수신기 바이어스 전극(725)은, 수신기 바이어스 전극 상에 또는 그 근처에 놓인 물체의 커패시턴스를 검출하기 위해, 및 수신기 바이어스 전극(725) 및 센서(525) 내의 연관된 회로 소자를 상이하게 구동함으로써 물체가 손가락이라고 결정하는 초음파 감지를 위해 사용될 수 있다.

[0065] 그러나, 용량성 감지 및 초음파 감지에 대해 별개의 전극들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 용량성 감지에 대해 수신기 바이어스 전극(725)이 사용될 수 있고, 초음파 감지에 대해 수신기 바이어스 전극(725) 및 다이오드 바이어스 전극(730) 둘 모두가 사용될 수 있다. 도 9는 용량성 감지 및 초음파 감지 모드들에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 제어기 회로의 회로 개략도의 다른 예를 도시한다. 도 9에서, 수신기 바이어스 전극(725)은 용량성 터치 모듈(705)에 의해 구동될 수 있고, 다이오드 바이어스 전극(730)은 용량성 감지 모드에서 센서(525)를 동작시키기 위해 접지되거나 다른 고정 전위로 설정될 수 있다. 반대로, 초음파 감지 모드에서, 수신기 바이어스 전극(725)은 접지될 수 있고, 증폭기(720)는 초음파 감지를 가능하게 하기 위해 다이오드 바이어스 전극(730)에 활성 신호를 제공하도록 구동될 수 있다. 이러한 구현에서, 증폭기(715) 및 스위치(735)는 도 7a 및 도 7b의 예들과 관련하여 고-임피던스 상태로 동작되거나 제거될 수 있다.

[0066] 도 10은 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 동작하도록 지문 센서를 구성하기 위한 제어기 회로의 회로 개략도의 다른 예를 도시한다. 도 10에서, 수신기 바이어스 전극(725)은 커패시턴스 터치 모듈(705)에 의해 구동될 수 있고, 다이오드 바이어스 전극(730)은 용량성 감지 모드에서 센서(525)를 구성하도록 접지될 수 있다 (예를 들어, 제어 회로 소자(710)는 접지에 대응하는 전압(예를 들어, 일부 시나리오들에서 0 V)이 다이오드 바이어스 전극(730)에 적용되도록 증폭기(720)를 구동시킬 수 있다). 반대로, 초음파 감지 모드에서 센서(525)를 구성하기 위해, 제어 회로 소자(710)는, 스위치(1005)(예를 들어, n-타입 또는 p-타입 MOSFET)를 턴 온시키고 초음파 감지 모드에서 센서(525)를 동작시키기 위해 증폭기(720)를 사용하여 다이오드 바이어스 전극(730)에 활성 신호를 제공함으로써 수신기 바이어스 전극(725)을 접지시킬 수 있다.

[0067] 앞서 논의된 바와 같이, 센서(525)는 물체가 초음파 센서의 수신기 바이어스 전극을 터치했거나 그 근처에 포지셔닝되었는지 여부를 결정하기 위해 용량성 감지 모드에 있도록 구성될 수 있고, 그 다음, 그 물체가 손가락인지 여부를 결정하기 위해 초음파 감지 모드에 있도록 후속적으로 구성될 수 있다. 물체가 손가락인 것으로 결정되면, 애플리케이션 프로세서가 웨이크 업하고 손가락의 지문을 인증(예를 들어, 디바이스의 소유자 또는 등록된 사용자의 지문에 매칭하거나 그와 유사한지 여부를 결정)해야 함을 표시하기 위한 플래그가 어서팅될 수 있다. 인증되면, 애플리케이션 프로세서는 터치스크린의 디스플레이를 턴 온시키고 정상 사용을 위해 디바이스를 잠금해제할 수 있다.

[0068] 도 11은 제어기 회로, 지문 센서 및 애플리케이션 프로세서의 고레벨 블록도의 예를 도시한다. 도 11에서, 용량성 터치 아날로그 프론트 엔드(1110) 및 초음파 아날로그 프론트 엔드(1115)는 센서(525)의 전극들을 구동하기 위해 사용되는 회로 소자를 포함한다. 인터페이스 회로(1105)(예를 들어, 이전 도면들의 제어 회로 소자(710), 스위치(1005) 등을 포함함)는 이러한 전극들을 구동하기 위해 사용되는 프론트 엔드 회로 소자를 선택한다. 마이크로제어기(1120)는, 센서(525)가 용량성 감지 모드에서 지문 센서(525) 상의 또는 근처의 물체의 존재를 검출하는지 여부를 결정하고, 물체가 손가락인지 여부를 결정하기 위해 인터페이스 회로(1105)가 초음파 감지 모드에서 동작하도록 센서(525)를 스위칭해야 하는지 여부를 결정할 수 있다. 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드의 결과들에 관한 정보가 메모리(1125)에 저장될 수 있다. 예를 들어, 마이크로제어기(1120)는 용량성 감지 모드에서 센서(525)로부터의 커패시턴스 측정 정보를 표현하는 데이터 및 초음파 감지 모드에서 센서(525)로부터의 이미지 데이터를 저장할 수 있다. 일부 구현들에서, 온도, 터치가 "강한" 터치인지 또는 "약한 터치"(예를 들어, 터치의 가능성)인지 여부 및 다른 메트릭들과 같은 측정 조건들을 표현하는 데이터가 또한 저장될 수 있다. 클럭 생성기(1135)는 용량성 터치 아날로그 프론트 엔드(1110)를 동작시키기 위해 사용되는 웨이크업 타이머(1130)에 대한 저전력 클럭 생성기일 수 있다.

[0069] 물체가 손가락이면, 인터럽트 신호(560)가 어서팅되고 애플리케이션 프로세서(530)에 제공될 수 있다. 그 결과, 애플리케이션 프로세서(530)는 예를 들어, I2C 직렬 버스 슬레이브 인터페이스(1140)를 통해 메모리

(1125)에 저장된 데이터를 판독할 수 있다. 이는 애플리케이션 프로세서(530)가 메모리(1125)에 대한 액세스를 갖지만 마이크로제어기(1120)에 대해서는 갖지 않도록 제한하고, 따라서 (예를 들어, 마이크로제어기(1120)의 임베딩된 메모리에 대한 액세스를 방지함으로써) 제어기 회로(520)의 보안을 증가시킨다. 인가된 지문에 매칭하거나 충분히 유사한 지문에 데이터가 대응하면, 애플리케이션 프로세서(530)는 전자 디바이스(예를 들어, 모바일 디바이스)를 잠금해제하고 그리고/또는 터치스크린의 디스플레이를 터치할 수 있다. 예를 들어, 인가된 지문 데이터가 메모리에 저장될 수 있고 애플리케이션 프로세서(530)에 의해 액세스가능할 수 있다. 일부 구현들에서, 애플리케이션 프로세서(530)의 하나 이상의 부분들은 인터럽트 신호(560)가 수신될 때 웨이크 업할 수 있고, 애플리케이션 프로세서(530)는 손가락의 지문을 인증하도록 명령받을 수 있다. 지문이 인증되어야 하는지 여부를 결정하기 위해, 센서(525)로부터 수신된 초음파 지문 이미지 데이터로부터의 인증 프로세스 동안 생성된 문의 템플릿은 하나 이상의 매칭 알고리즘들을 사용하여 등록 프로세스 동안 생성된 하나 이상의 등록된 템플릿들과 비교될 수 있다.

[0070] 일부 구현들에서, 마이크로제어기(1120)는 센서(525)로부터 생성된 데이터에 기초하여 지문을 인증할 수 있다. 지문이 인증되면, 마이크로제어기(1120)는 전자 디바이스를 잠금해제하도록 애플리케이션 프로세서(530)에 명령하기 위해 인터럽트 신호(560)를 어서팅할 수 있다. 지문이 인증된 경우, 모바일 디바이스의 디스플레이 및/또는 모바일 디바이스는 잠금해제될 수 있다. 일부 구현들에서 모바일 디바이스 및 디스플레이가 이미 웨이크 업되고 더 앞선 인증 프로세스로부터 잠금해제된 경우, 모바일 디바이스는, 손가락이, 예를 들어, 흠버튼 또는 다른 지정된 감지 전극 상에 배치될 때 흠 스크린으로 리턴할 수 있다.

[0071] 도 12는 제어기 회로, 지문 센서 및 애플리케이션 프로세서의 고레벨 블록도의 다른 예를 도시한다. 도 12에서, 애플리케이션 프로세서(530)는 HLOS(high-level operating system)(1205), 신뢰 구역(1210) 및 SPI 마스터(1215)를 포함한다. 제어기 회로(520)는 SPI 슬레이브(1220)를 포함할 수 있다. 애플리케이션 프로세서(530)는 SPI(serial peripheral interface) 마스터(1215) 및 SPI 슬레이브(1220)에 의해 구현된 SPI 버스를 통해 마이크로제어기(1120)에 의해 저장된 데이터에 액세스할 수 있다. 예를 들어, SPI 버스는 보안 지문 모드 및 용량성 터치 모드에서 동작할 수 있다. 보안 지문 모드에서, 애플리케이션 프로세서(530)의 신뢰 구역(1210)은 SPI 버스를 "소유"할 수 있고, 제어기 회로(520) 모두(예를 들어, 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드로부터 생성되고 저장된 데이터를 포함하는 어드레스 공간 모두)에 대한 액세스를 가질 수 있다. 용량성 터치 모드에서, HLOS(1205)는 SPI 버스를 "소유"할 수 있고, 애플리케이션 프로세서(530)는 용량성 감지 모드에 있는 센서(525)로부터의 데이터를 저장하고 있는 메모리 및 레지스터들에 대한 제한된 액세스를 가질 수 있다.

[0072] 앞서 설명된 2-단계 커패시턴스 감지 및 초음파 감지는 인증가능한 지문을 갖는 손가락인 터치스크린을 터치하는 물체의 잘못된 궁정들의 수를 감소시킬 수 있고, 따라서 디바이스의 전류 소비를 감소시키고 디바이스의 배터리 수명을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 일부 시나리오들에서, 2-단계 또는 하이브리드 커패시턴스 감지 및 초음파 감지는, 전자 디바이스를 잠금해제하기 위해 오직 초음파 감지가 사용되면, 전자 디바이스의 전류 소비를 약 200 마이크로암페어( $\mu$ A)로부터 40  $\mu$ A 아래로 감소시킬 수 있다. 또한, 본원에서 설명된 2-단계 기술들은 애플리케이션 프로세서(530) 및 터치스크린의 디스플레이의 잘못된 웨이크업들의 수를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 일부 전자 디바이스들은 디바이스가 잠금될 때 많은 비-손가락 터치들을 경험할 수 있고, 부주의하게 잠금해제되거나 터치를 겸중 또는 달리 인증하기 위해 많은 집약적 동작들을 수행할 수 있다.

[0073] 이전에 논의된 바와 같이, 센서(525)는 터치를 검출하기 위해 사용된 용량성 전압 분배기의 일부인 PVDF 또는 PVDF-TrFE와 같은 재료를 포함할 수 있다. PVDF 또는 PVDF-TrFE와 같은 재료들은 유리와 같은 다른 유전체 재료들보다 강한 커패시턴스의 온도 의존도를 경험할 수 있고, 따라서 센서(525)는 온도에 기초하여 추가적인 교정을 필요로 할 수 있다. 이는, 커패시턴스 결정이 온도에 강하게 의존하지 않는 다른 용량성 감지 시스템들의 센서들과 반대이다. 따라서, 일부 구현들에서, 센서(525)를 사용하여 결정된 커패시턴스는 예를 들어, 센서(525)의 온도에 기초하여 조절될 수 있다.

[0074] 도 13은 온도에 기초하여 지문 센서를 사용하여 결정되는 커패시턴스를 조절하는 예를 도시한다. 도 13에서, 예를 들어, 센서 기판 상의 또는 내의 센서 회로 소자의 일부로서 형성된 온도-감응 p-n 접합 다이오드를 사용하여 현재 온도(1305)를 생성하기 위해 (예를 들어, 제어기 회로(520)에 의해) 센서(525)의 현재 온도가 결정될 수 있다. 추가적으로, 평균 온도(1310)를 생성하기 위해 센서(525)의 평균 온도가 결정될 수 있다. 평균 온도(1310)는 센서(525)의 몇몇 지난 온도들의 이동 평균일 수 있고, 센서(525)의 새로운, 업데이트된 평균 온도(1310)를 제공하기 위해 현재 온도(1305)를 통합할 수 있다. 일부 구현들에서, 평균 온도는 온도-감응 다이오드로부터의 온도 측정들의 스트림에 대해 동작하는 1차 또는 2차 FIR(finite impulse response) 필터 또는 IIR(infinite impulse response) 필터의 출력일 수 있다. 현재 온도(1305)는 현재 온도(1305)와 평균 온도

(1310) 사이의 온도에서의 차이를 표현하는  $\Delta T$ (1320)를 생성하기 위해 평균 온도(1310)로부터 감산될 수 있다 (또는 그 반대일 수 있다). 그 다음,  $\Delta T$ (1320)는 교정 팩터(1315)에 의해 조절될 수 있다(예를 들어, 곱해질 수 있다). 교정 팩터(1315)는, 센서(525)가 제조된 방법에 기초하여 교정 프로세스 동안 정정될 수 있는 프로세스 변동성들 및 다른 편차들을 표현하는 조절일 수 있다. 따라서, 커패시턴스 오프셋(1325)이 생성될 수 있다. 측정된 커패시턴스(1330)는 센서(525)에 의해 측정된 바와 같이 수신기 바이어스 전극 상의 또는 근처의 물체(또는 그 일부)의 커패시턴스일 수 있다. 그 다음, 측정된 커패시턴스(1330)는 조절된 커패시턴스(1335)를 생성하기 위해 커패시턴스 오프셋(1325)에 기초하여 조절될 수 있다(예를 들어, 가산, 감산 등에 의해 오프셋될 수 있다). 조절된 커패시턴스(1335)가 손가락의 커패시턴스와 유사한 커패시턴스에 대응하면, 이전에 논의된 바와 같이 초음파 감지 모드가 시작할 수 있다.

[0075] [0107] 도 14는 지문 센서를 사용하여 결정된 커패시턴스를 조절하기 위한 흐름도의 예를 도시한다. 도 14에서, 블록(1405)에서, 온도가 결정될 수 있다. 예를 들어, 제어기 회로(520)는 센서(525)가 용량성 감지 모드에서 동작하고 있는 경우 온도를 결정할 수 있다. 다음으로, 블록(1410)에서, 평균 온도가 결정될 수 있다. 예를 들어, 제어기 회로(520)는 센서(525)의 온도의 이동 평균을 추적할 수 있고, 따라서, 이동 평균은 블록(1405)에서 결정된 온도를 고려하기 위해 업데이트될 수 있다. 이동 평균은 수백 또는 수천개 이상의 측정들에 기초할 수 있다.

[0076] [0108] 블록(1415)에서, 블록(1405)에서 결정된 온도와 블록(1410)에서 결정된 평균 온도 사이의 차이가 결정될 수 있다. 블록(1420)에서, 제어기 회로(520)는 블록(1415)으로부터 획득된 차이를 사용할 수 있고, 커패시턴스 오프셋을 생성하기 위해 교정 팩터를 적용함으로써 차이를 조절할 수 있다. 다음으로, 블록(1425)에서, 측정된 커패시턴스가 결정될 수 있다. 예를 들어, 센서(525)는 용량성 감지 모드에 있을 수 있고, 전압은 이전에 논의된 바와 같이 제어기 회로(520)에 의해 관통될 수 있고, 수신기 바이어스 전극을 터치하거나 그 근처에 있는 물체가 손가락인지 여부를 결정하기 위해 사용될 수 있는 커패시턴스와 상관될 수 있다. 블록(1430)에서, 측정된 커패시턴스는 조절된 측정된 커패시턴스를 생성하기 위해 커패시턴스 오프셋만큼 조절될 수 있다. 이러한 조절된 측정된 커패시턴스는 물체 또는 물체의 일부의 커패시턴스를 표현하는 한편, 커패시턴스 결정에 대한 센서(525)의 온도 의존도를 고려한다. 블록(1435)에서, 센서는 조절된 측정된 커패시턴스에 기초하여 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 조절된 측정된 커패시턴스가 손가락을 표현하는 임계 커패시턴스 범위 내이면, 제어기 회로(520)는 이전에 논의된 바와 같이 초음파 감지 모드에서 동작하도록 센서(525)를 구성할 수 있다.

[0077] [0109] 조절된 커패시턴스(1335)를 제공하도록 측정된 커패시턴스(1330)를 조절하는 다른 예로서, 측정된 커패시턴스(1330)는 지문 센서(525)의 제조 변동성들을 처리하도록 조절될 수 있다. 제조 변동성들은 커버 유리, 잉크 층들, 다양한 접착제들 및 센서의 제조 동안 형성된 다른 층들의 유전 상수 및 두께의 변동성들을 포함할 수 있다. 제조 변동성들은, 사용자가 지문 센서의 감지 전극을 터치하거나 그 근처에 포지셔닝된 경우 커패시턴스 변화에서 유닛-대-유닛 변동성들을 초래할 수 있다. 사용자가 지문 센서의 감지 전극을 터치하거나 그 근처에 포지셔닝된 경우의 커패시턴스 변화는 "터치 커패시턴스"로 지칭될 수 있다. 제조 변동성들로 인한 터치 커패시턴스에서의 변동성은, 사용자의 손가락이 센서의 활성 영역의 오직 일부와 접촉하는 "부분적 터치"로 인한 응답을 변경할 수 있다. 유닛-대-유닛 터치 커패시턴스에서의 변동성들 및 사용자의 부분적 터치에 대한 감도는, 수용되지 않은 경우의 만족스러운 사용자 경험보다 적은 경험을 초래할 수 있다. 예를 들어, 더 두꺼운 커버 유리, 잉크 또는 접착제 층 및/또는 하부 커버 유리, 잉크 또는 접착제 유전 상수는 대응하는 조절들 없이 하부 터치 커패시턴스를 초래할 것이고, 모바일 디바이스는 사용자의 부분적 터치에 덜 민감할 수 있고 공칭 두께 및 유전 상수들을 갖는 다른 모바일 디바이스에 비교된 손가락 검출을 위한 손가락의 더 큰 부분에 의해 접촉될 필요가 있을 수 있다. 대안적으로, 더 얇은 커버 유리, 잉크 또는 접착제 층 및/또는 상부 커버 유리, 잉크 또는 접착제 유전 상수는 더 높은 터치 커패시턴스를 초래할 것이고, 모바일 디바이스는 손가락의 부분 터치에 더 민감할 수 있고, 이는 비-손가락 물체에 의한 부주의한 검출을 초래할 수 있다.

[0078] [0110] 손가락의 터치를 검출하기 위해 그리고 다양한 제조 변동성들을 처리하기 위해 지문 센서의 용량성 감지 전극을 교정하는 방법은 지문 센서의 활성 영역과 접촉하거나 부분적으로 접촉하는 손가락 또는 손가락 교정 타겟의 접촉 영역을 결정하기 위해 지문 센서를 사용하고, 그 다음 조절된 커패시턴스(1335)를 제공하기 위해 결정된 접촉 영역을 사용한다. 손가락 교정 타겟은 조립 및 테스트 프로세스 동안 공장에서 수행된 교정 시퀀스 동안 지문 센서의 감지 전극 상에 포지셔닝될 수 있는 손가락-유사 재료를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 사용자의 터치 커패시턴스는 지문 등록 프로세스 동안 측정될 수 있고 후속 지문 인증 프로세스들 동안 적응적으로 개선될 수 있다.

[0079]

[0111] 제1 단계 동안, 터치 커패시턴스가 측정될 수 있고, 지문 이미지는 등록 프로세스 또는 후속 인증 프로세스 동안 포착될 수 있다. 커패시턴스 측정 및 지문 이미지 포착은 동일한 손가락 접촉 이벤트 동안 연속적으로 취해질 수 있다. 예를 들어, 지문 이미지는 커패시턴스 측정 전에 포착될 수 있거나, 지문 이미지는 커패시턴스 측정 이후 포착될 수 있다. 제2 단계 동안, 지문 센서의 활성 영역 상의 사용자의 손가락의 접촉 영역은, 손가락과 같은 공기와 물체 사이의 지문 경계를 결정하기 위해 예를 들어 지문 응기부들, 골짜기들 및 특징점 (minutiae)과 같은 시각적 특징들을 사용하거나 또는 초음파 센서 어레이의 센서 팩셀들의 작은 블록들의 그레이-레벨 값들의 차이점들 및 분산들을 사용하고, 결정된 지문 경계로부터 접촉 영역을 결정하여 포착된 지문 이미지로부터 추정 또는 달리 결정될 수 있다. 제3 단계 동안, 사용자의 손가락이 전체 센서 활성 영역에 접촉하는 경우 터치 커패시턴스인 전체-접촉 터치 커패시턴스가 계산될 수 있다. 전체-접촉 터치 커패시턴스는 센서 활성 영역을 결정된 손가락 접촉 영역으로 나눈 비율로부터 계산될 수 있다. 계산된 전체-접촉 터치 커패시턴스는, 추가적인 커패시턴스 측정들 및 손가락 접촉 영역의 결정들을 행하고, 전체-접촉 터치 커패시턴스의 평균, 중간 또는 다른 적절한 통계적 측정을 계산함으로써 개선될 수 있다. 전체-접촉 터치 커패시턴스는 초기에 지문 등록 동안 계산될 수 있고, 후속 지문 매칭 및 인증 프로세스들 동안 적응적으로 조절 또는 개선될 수 있다. 제4 단계 동안, 터치 검출 임계치 및 리프트 검출 임계치는 전체-접촉 터치 커패시턴스에 따라 조절 또는 달리 결정될 수 있고, 이는 지문 센서와 접촉하는 손가락의 접촉 영역에 적어도 부분적으로 기초할 수 있다. 공칭 커버 유리 두께를 갖는 일부 구현들에서, 터치 검출 임계치는 전체-터치 커패시턴스의 약 1/4과 동일하게 설정될 수 있다. 예를 들어, 전체-접촉 터치 커패시턴스가 100 피코페럿(pF)으로 결정되면, 터치 검출 임계치는 25 pF와 동일하게 설정될 수 있다. 모바일 디바이스의 커버 유리가 공칭보다 얇고 전체-접촉 터치 커패시턴스가 110 pF인 것으로 결정되는 예에서, 터치 검출 임계치는 27.5 pF와 동일하게 설정될 수 있다. 모바일 디바이스의 커버 유리가 공칭보다 두껍고 전체-접촉 터치 커패시턴스가 90 pF인 것으로 결정되는 예에서, 터치 검출 임계치는 22.5 pF와 동일하게 설정될 수 있다. 유사한 방식으로, 손가락이 센서로부터 리프트된 때를 결정하는 것을 보조하는 리프트 검출 임계치가 그에 따라 조절될 수 있다. 일부 구현들에서, 손가락이 리프트되고 측정된 커패시턴스가 터치 검출 임계치 아래이면, 터치 검출 임계치 또는 리프트 검출 임계치를 결정 또는 조절하기 위해, 비-접촉 베이스라인 커패시턴스가 측정될 수 있고, 부분- 또는 전체-터치 커패시턴스들 및 이전 비-터치 베이스라인 커패시턴스 값들과 비교될 수 있는 베이스라인 비-터치 커패시턴스 값으로서 저장될 수 있다. 일부 구현들에서, 터치 검출 임계치 및/또는 리프트 검출 임계치는 등록 프로세스 동안 생성된 사용자의 등록 템플릿들과 함께 저장될 수 있다.

[0080]

[0112] 측정된 커패시턴스(1330)의 온도 의존도를 추가로 감소시키기 위해, 압전 수신기 층(436)의 커패시턴스는 활성 차폐 방법을 사용하여 제거될 수 있다. PVDF 또는 PVDF-TrFE 압전 층의 유전 상수가 센서(525)의 다른 유전체 재료들보다 온도에 따라 더 변할 수 있기 때문에, 압전 수신기 층(436)(또는 일부 구현들에서 압전 트랜시버 층(456))의 커패시턴스는 온도의 증가 함수일 수 있다. 활성 차폐 방법이 이용되는 경우, 압전 수신기 층(436)의 하부 표면에 커플링되는 하나 이상의 하부 전극들(예를 들어, 하나 이상의 팩셀 입력 전극들(438))은 수신기 바이어스 전극(440)(또는 일부 구현들에서 트랜시버 바이어스 전극(460))을 구동시키기 위해 사용되는 구동 신호의 베퍼링된 버전으로 구동될 수 있다. 제어기와 연관된 제어기 회로에 의해 생성된 베퍼링된 구동 신호는, 지문 센서가 용량성 감지 모드로 구성되는 경우 지문 센서의 하나 이상의 전극들에 제공될 수 있다. 수신기 바이어스 전극(440)은 감지 전극으로서, 및 유전체 층으로서의 압전 수신기 층(436)을 갖는 커패시터에 대한 상부 전극으로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 수신기 바이어스 전극(440)에 인가된 구동 신호가 0.5V만큼 증가되면, 압전 수신기 층(436)의 하부 전극(들)에 인가된 베퍼링된 구동 신호는 또한 0.5V만큼 증가될 수 있다. 유사하게, 수신기 바이어스 전극(440)에 인가된 구동 신호가 0.7V만큼 감소되면, 압전 수신기 층(436)의 하부 전극(들)에 인가된 베퍼링된 구동 신호는 또한 0.7V만큼 감소될 수 있다. 따라서, 압전 수신기 층(436)의 하부 전극(들)은 연관된 온도 의존성과 함께 압전 수신기 층(436)의 커패시턴스를 제거하기 위한 활성 차폐로서 기능할 수 있다. 일부 구현들에서, 용량성 감지 모드에서 수신기 바이어스 전극(440)을 구동하기 위해 사용되는 구동 신호는 연속-시간 필터들과 같은 증폭기들 및 신호 컨디셔닝 회로들을 포함할 수 있는 활성-제거 회로 소자에 의해 생성될 수 있다. 일부 구현들에서, 활성-제거 회로 소자는 제어기(214)에서 구현될 수 있다. 활성-제거 회로는 압전 수신기 층(436)의 하부 전극(들)에 연결될 수 있는 베퍼링된 구동 신호를 생성하기 위한 입력으로서 수신기 바이어스 전극(440)에 적용된 구동 신호를 사용할 수 있다.

[0081]

[0113] 마이크로제어기(1120), 제어기 회로(520) 및 애플리케이션 프로세서(530)는 본원에 논의된 기술들을 구현하기 위한 다양한 회로 소자를 포함할 수 있다. 예를 들어, 마이크로제어기(1120), 제어기 회로(520) 및 애플리케이션 프로세서(530) 각각은 하나 이상의 프로세서들, 메모리 및 다른 하드웨어 컴포넌트들 또는 회로들을 포함할 수 있다(또는 그에 대한 액세스를 가질 수 있다). 프로세서들은 본원에 개시된 기술들을 구현하기 위해

메모리에 저장된 명령들을 실행하기 위해 사용될 수 있다.

[0082] [0114] 도 15a는 도 5에 예시되고 도 1 내지 도 14에 대해 설명된 바와 같은 지문 센서(525)를 사용하여 물체의 존재를 검출하기 위해 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다. 손가락(515)과 같은 물체가 지문 센서(525)의 감지 전극 상에 또는 그 근처에 포지셔닝되는 경우, 손가락은 블록(1505)에 도시된 바와 같이 용량성 감지 모드에서 동작하는 지문 센서를 사용하여 검출될 수 있다. 용량성 감지 모드를 사용하여 검출된 손가락은 또한 블록(1510)에 도시된 바와 같이, 초음파 모드에서 동작하는 지문 센서로 검출될 수 있다. 일부 구현들에서, 지문 센서는, 손가락 또는 다른 물체로부터의 터치가 용량성 감지 모드에서 검출된 경우 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 손가락의 용량성 검출 및 초음파 검출의 조합은 블록(1515)에 도시된 바와 같이 더 높은 레벨의 특정성으로 물체 검출 상태를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 연관된 애플리케이션 프로세서에 인터럽트 신호를 전송하고 애플리케이션 프로세서를 웨이크 업하도록 진행하여 손가락을 인증하고 디바이스를 잠금해제하기 위해, 긍정적 물체 검출 상태가 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 용량성 감지 모드, 초음파 감지 모드, 또는 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 둘 모두에서 동작하는 지문 센서에 의해, 터치에 대응하는 손가락이 검출된 것을 표현하기 위해, 인터럽트 신호가 애플리케이션 프로세서에 제공될 수 있다.

[0083] [0115] 도 15b는 블록(1520)에 도시된 바와 같이, 물체의 존재를 초기에 검출하기 위해 용량성 감지 모드를 사용하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다. 어떠한 물체 또는 손가락도 검출되지 않으면, 용량성 감지 모드는 블록(1525)으로부터 "아니오" 경로로 도시된 바와 같이 주기적 기반으로(예를 들어, 초당 대략 5 내지 20회) 발동될 수 있다. 물체/손가락이 검출되면, 블록(1530)에 도시된 바와 같이 터치 이벤트가 보고될 수 있다. 터치 이벤트의 보고는 도 15a의 블록(1515)에 대해 설명된 바와 같이 애플리케이션 프로세서에 인터럽트 신호를 전송하는 것을 포함할 수 있다. 초음파 감지 모드는 블록(1535) 및 블록(1540)에 도시된 바와 같이, 물체/손가락의 계속된 존재를 검출하고, 블록(1545)에 도시된 바와 같이 물체/손가락이 리프트된 때를 보고하기 위해 사용될 수 있다. 보고된 손가락 리프트 이벤트는 센서 시스템으로 하여금 블록(1520)에 도시된 바와 같이 저전력 용량성 감지 모드로 리턴하게 할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기, 지문 센서 및 하나 이상의 감지 전극들은 용량성 감지 모드, 초음파 감지 모드, 또는 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 둘 모두에서 동작하는 동안 손가락 리프트 이벤트를 보고하도록 구성될 수 있다.

[0084] [0116] 도 15c는 블록(1550)에 도시된 바와 같이, 물체의 존재를 초기에 검출하기 위해 용량성 감지 모드를 사용하는 방법에 대한 흐름도의 예를 도시한다. 어떠한 물체 또는 손가락도 검출되지 않으면, 용량성 감지 모드는 블록(1555)으로부터 "아니오" 경로로 도시된 바와 같이 규칙적 또는 주기적 기반으로 발동될 수 있다. 물체/손가락이 검출되면, 터치 이벤트가 보고될 수 있다. 용량성 검출 모드 및 초음파 검출 모드 둘 모두는, 블록(1560) 및 블록(1565)에 도시된 바와 같이 물체/손가락이 감지 전극과 접촉하거나 그에 근접하게 유지된다고 준-계속적으로 결정하기 위해 사용될 수 있다. 물체/손가락의 존재가 용량성 및 초음파 감지 모드 둘 모두로 더 이상 검출되지 않는 경우, 손가락 리프트 이벤트는 블록(1570) 및 블록(1575)에 도시된 바와 같이 보고될 수 있다. 보고된 손가락 리프트 이벤트는 센서 시스템으로 하여금 블록(1550)에 도시된 바와 같이 저전력 용량성 감지 모드로 리턴하게 할 수 있다.

[0085] [0117] 도 15a 내지 도 15c에 대해 도시되고 설명된 커패시턴스 및 초음파 감지 방법들에 대해 대안적으로 또는 추가적으로, 애플리케이션 프로세서를 웨이크 업하고 지문을 인증하기 위한 판정 로직은 모바일 디바이스에 포함된 하나 이상의 가속도계들 및 자이로스코프들로부터의 입력을 사용할 수 있다. 디바이스-내 가속도계들 및 자이로스코프들은 모바일 디바이스를 웨이크 업하고 사용하려는 사용자 의도를 표시할 수 있는, 모바일 디바이스의 모션 및/또는 배향에서의 변화들의 표시를 제공할 수 있다. 가속도계들 및 자이로스코프들은 하나 이상의 MEMS(microelectromechanical) 센서들, 아날로그-디지털 신호 회로들 및 신호 프로세싱 및 마이크로제어기들을 포함할 수 있다. 가속도계들 및 자이로스코프들은 임베딩된 펌웨어 및 알고리즘들을 포함할 수 있고, 이는 모바일 디바이스의 모션 및/또는 배향에서의 변화들의 크기 및 방향을 검출 및 정량화하기 위한 알고리즘들을 실행할 수 있다. 연관된 펌웨어 및 알고리즘들과 함께 가속도계들 및 자이로스코프들은 모바일 디바이스의 자급(self-contained) 모듈들에 포함될 수 있다. 일부 구현들에서, 가속도계들 및 자이로스코프들은 신호 프로세싱 및/또는 컴퓨터이셔널 능력들을 레버리지할 수 있고 모바일 디바이스의 애플리케이션 프로세서의 저전력 아일랜드(island)와 같은 전용 섹션의 또는 공유된 센서-코어 디바이스의 기능들을 제어할 수 있다. 모바일 디바이스의 모션에서의 변화 또는 배향에서의 변화를 표시하는 디바이스-내 가속도계들 또는 자이로스코프들로부터의 출력 신호들은 임박한 터치 이벤트의 예상 시에 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 하나 이상의 감지 전극을 구성하기 위해 제어기에 의해 사용될 수 있다.

[0086]

[0118] 가속도계들 및 자이로스코프들에 의한 모션 및/또는 배향 감지를 사용하는 일부 구현들에서, 손가락 검출을 위한 용량성 및/또는 초음파 감지의 레이트는 가속도계 및 자이로스코프 신호들로부터의 표시들에 기초하여 변경될 수 있다. 예를 들어, 모션의 검출은 용량성 감지 및/또는 초음파 감지가 더 빈번하게 수행되는 것을 초래할 수 있다. 확장된 기간 동안 어떠한 모션 또는 배향의 변화도 검출되지 않는 다른 예에서, 손가락 검출을 위한 용량성 및/또는 초음파 감지는 덜 빈번하게 수행될 수 있다. 제어기는 디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 손가락 검출 레이트를 조절하도록 구성될 수 있다.

[0087]

[0119] 디바이스 내 가속도계들 및 자이로스코프들에 의한 모션 및/또는 배향 감지를 사용하는 다른 예에서, 용량성 감지 및 초음파 감지 알고리즘들에 의해 사용되는 검출 임계치들은 가속도계 및 자이로스코프 입력들에 기초하여 변경될 수 있다. 예를 들어, 가속도계들 및/또는 자이로스코프들에 의한 사용자를 향한 모바일 디바이스의 회전의 검출은, 사용자가 모바일 디바이스를 사용하려 의도할 더 높은 확률을 표시할 수 있고, 용량성 감지 및 초음파 감지 검출 임계치들은 더 낮은 레벨로 그에 따라 구성될 수 있다. 대안적으로, 가속도계들 및/또는 자이로스코프들에 의한 사용자로부터 멀어지는 모바일 디바이스의 회전의 검출은, 사용자가 모바일 디바이스를 사용하려 의도할 더 낮은 확률을 표시할 수 있고, 용량성 감지 및 초음파 감지 검출 임계치들은 더 높은 레벨로 구성될 수 있다. 제어기는 디바이스-내 가속도계 또는 디바이스-내 자이로스코프로부터 모션의 변화 또는 배향의 변화의 표시 시에 터치 검출 임계치 및/또는 손가락 리프트 검출 임계치를 조절하도록 구성될 수 있다.

[0088]

[0120] 일부 구현들에서, 모바일 디바이스 내의 가속도계들 및 자이로스코프들의 스위트(suite)(예를 들어, 각도 레이트 센서들)는 디바이스의 부분들을 웨이크 업하도록 구성될 수 있고, 이는 세이크-및-웨이크 동작으로 지칭될 수 있다. 센서 스위트에서 하나 이상의 가속도계들 및/또는 자이로스코프들로부터의 출력 신호들은 사용자가 신속하게 인증될 수 있도록 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에 대한 손가락 검출 레이트를 증가시키기 위해 지문 센서와 연관된 ASIC 또는 애플리케이션 프로세서에 의해 수신될 수 있다. 세이크-및-웨이크 동작은 일부 예들에서, 인증 프로세스에서 사용자를 보조하기 위해 디스플레이의 일부를 턴 온시킬 수 있다. 일부 구현들에서, 터치 검출 임계치는 디바이스-내 가속도계들 및 자이로스코프들로부터의 출력 신호들의 특정 범위 및 시퀀스를 검출함으로써 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 낮춰질 수 있다. 일부 구현들에서, 디바이스-내 가속도계들 및 자이로스코프들로부터의 출력 신호들의 범위 및 시퀀스가 인증 프로세스와 연관된 레이턴시를 감소시키기 위한 허용 기준을 충족하면, 터치 검출 임계치는 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에 대해 제로로 설정될 수 있다.

[0089]

[0121] 도 16a는 전자 디바이스(505)를 웨이크 업하기 위해 하나 이상의 연관된 감지 전극들(1641, 1642)을 갖는 지문 센서(525)를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다. 전자 디바이스(505)는 도 5 및 도 6에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 동작하도록 센서(525)를 스위칭할 수 있는 제어기 회로(520)를 포함할 수 있다. 전자 디바이스(505)는, 전자 디바이스(505)의 애플리케이션 프로세서(530) 및 디스플레이(510)가 턴 오프되거나 저전력 수면 모드에 있는 잠금 상태에 있을 수 있다. 예를 들어, 도 16a에서, 시간(1650)에, 전자 디바이스(505)는 잠금 상태에 있다. 이는, 디스플레이(510)가 턴 오프되고 애플리케이션 프로세서(530)가 턴 오프되거나 비교적 저전력 수면 모드에서 동작하는 것을 초래한다.

[0090]

[0122] 손가락(515)과 같은 물체는 용량성 감지 모드 및 감지 전극들(1641, 1642) 중 하나를 사용하여 검출될 수 있다. 예를 들어, 도 16a에서, 시간(1650)에, 손가락(515)은 감지 전극(1641) 상에 또는 그 근처에 포지셔닝되고, 용량성 감지 모드에서 동작하는 감지 전극(1641)을 갖는 센서(525)를 사용하여 검출된다. 도시된 구현에서, 감지 전극들(1641 및 1642)은 전자 디바이스(505)의 커버 유리 아래에 형성된 전도성 전극들(예를 들어, 맞물린 전극들)이다. 일부 예들에서, 감지 전극들(1641 및 1642)은 커버 유리의 내부 상에 스크린-인쇄될 수 있거나 또는 커버 유리의 내부에 부착되고 손가락 센서(525)에 직접 연결될 수 있는 연성 인쇄 회로(예를 들어, "플렉스")의 일부로서 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1641 및 1642)은 실질적으로 정사각형, 직사각형 또는 다른 적절한 형상의 전극들로서 구성될 수 있다.

[0091]

[0123] 손가락(515)과 같은 물체가 용량성 감지 모드를 사용하여 검출되면, 초음파 감지 모드를 사용하여 물체가 손가락인지 여부가 결정될 수 있다. 센서(525)는 손가락(515)의 전체 또는 부분 지문 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 제공하기 위해 초음파들을 송신 및 수신할 수 있다. 물체가 손가락인 것으로 결정되면, 제어기 회로(520)는 애플리케이션 프로세서(530)를 웨이크 업할 수 있고, 일부 구현들에서, 제어기 회로(520) 또는 애플리케이션 프로세서(530)는 또한 디스플레이(510)를 턴 온시킬 수 있고 지문 인증이 수행될 수 있다. 지문 이

미지 데이터가 전자 디바이스(505)의 인가된 사용자의 지문에 대응하면, 전자 디바이스(505)는 잠금해제될 수 있다. 예를 들어, 도 16a에서 시간(1655)에, 손가락(515)이 센서(525) 위에서 이동함에 따라, 센서(525)의 감지 전극들(1641, 1642) 또는 수신기 바이어스 전극을 사용하는 용량성 감지 모드는 초음파 감지 모드와 뒤섞여 (intertwine) 손가락(515)을 검출 및 인증할 수 있고, 그 후 디스플레이(510)가 턴 온되고 전자 디바이스(505)가 잠금해제될 수 있다. 일부 구현들에서, 지문 센서(525)와 연관된 감지 전극들(1641 및 1642)은, 용량성 감지 모드에서 지문 센서(525)를 동작시킬 때 감지 전극들(1641 및 1642)로 및 그로부터 신호들이 제공될 수 있도록 구성되고 제어기 회로(520)에 커플링될 수 있는 한편, 센서(525)의 수신기 바이어스 전극은, 초음파 감지 모드에서 지문 센서(525)를 동작시킬 때 수신기 바이어스 전극으로 및 그로부터 신호들이 제공될 수 있도록 구성되고 제어기 회로(520)에 커플링될 수 있다. 도 16a에 대해 앞서 설명된 바와 같이, 지문 센서(525)의 감지 전극들(1641 및 1642) 및 수신기 바이어스 전극은 모바일 디바이스의 커버 유리 아래에 포지셔닝될 수 있다.

[0092] [0124] 도 16b는 전자 디바이스(505)를 웨이크 업하기 위해 지문 센서(525)와 연관된 하나 이상의 감지 전극들(1643, 1644) 및 지문 센서(525)를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 다른 예를 도시한다. 도 16a에 대해 설명된 바와 같이, 전자 디바이스(505)는 도 5 및 도 6에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 동작하도록 센서(525) 및/또는 감지 전극들(1643, 1644)을 스위칭할 수 있는 제어기 회로(520)를 포함할 수 있다. 도 16b에 도시된 바와 같이, 시간(1650)에, 전자 디바이스(505)는 잠금 상태에 있을 수 있다. 손가락(515)은 센서(525)의 감지 전극들(1643, 1644) 중 하나 또는 수신기 바이어스 전극을 갖는 용량성 감지 모드 및/또는 초음파 모드를 사용하여 검출될 수 있다. 도시된 구현에서, 감지 전극들(1643 및 1644)은 전자 디바이스(505)의 커버 유리 또는 디스플레이(510) 아래에 배치된 전도성 전극들 사이에 포지셔닝된 전도성 전극들 및 압전 층을 포함한다. 감지 전극들, 압전 층 및 전도성 전극들은 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 용량성 감지 및 초음파 감지를 위해 사용될 수 있는 센서 스택(즉, 버튼)을 형성한다. 일부 예들에서, 감지 전극들(1643 및 1644)은 별개의 기판 상에 형성되거나 커버 유리 내부에 부착된 연성 인쇄 회로의 일부로서 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1643 및 1644) 및 연관된 여기 전극들을 갖는 하부 압전 층들은 실질적으로 정사각형 또는 직사각형으로 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1643 및 1644) 및 하부 압전 층들은 센서(525)와 동일한 기판으로 그 위에 함께 제조될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서(525)와 함께 도 16a의 감지 전극들(1643 및 1644)(및/또는 도 16a의 감지 전극들(1641 및 1642))은 메뉴, 홈 및 백(back) 버튼들로서 사용될 수 있지만, 다른 기능들 및 버튼 정의들이 고려될 수 있다.

[0093] [0125] 용량성 감지 모드 및/또는 초음파 감지 모드를 사용하여 손가락(515)이 검출되면, 제어기 회로(520)는 애플리케이션 프로세서(530)를 웨이크 업할 수 있고 디스플레이(510)를 턴 온시키거나 손가락(515)을 검증 또는 인증하는 것과 같은 다른 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 손가락(515)이 센서(525) 상에서 및 위에서 이동할 때, 센서(525)의 감지 전극들(1643, 1644) 또는 수신기 바이어스 전극을 사용하는 용량성 감지 모드 및/또는 초음파 모드는 손가락(515)을 검출할 수 있고 센서(525)가 손가락(515)을 인증할 수 있고, 그 후 도 16b에 예시된 바와 같이 디스플레이(510)가 턴 온될 수 있고 전자 디바이스(505)가 잠금해제될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서(525)의 감지 전극들(1643, 1644) 또는 수신기 바이어스 전극 중 하나 이상은 손가락 제스처를 검출하도록 구성될 수 있다.

[0094] [0126] 도 17은 디스플레이(510)의 커버 유리 아래에 포지셔닝된 지문 센서(525)와 연관된 하나 이상의 용량성 및/또는 초음파 감지 전극들(1745) 및 지문 센서(525)를 갖는 구성(1700)의 측면도를 도시한다. 센서(525) 및/또는 감지 전극(1745)은 도 1 내지 도 16b에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 도 17에 도시된 예에서, 센서(525)는 센서(525)에 대한 플레이튼(306)으로서 또는 디스플레이(510)에 대한 터치스크린 또는 커버 유리로서 기능할 수 있는 공통 커버 층의 일부 아래에 포지셔닝된다. 지문 센서(525)는 별개의 기판을 가질 수 있거나 또는 일부 구현들에서 디스플레이(510)와 공통 기판을 가질 수 있다. 감지 전극들(1745)은 커버 유리의 내부 상에 스크린-인쇄될 수 있거나 또는 커버 유리의 내부에 커플링되고 손가락 센서(525)에 직접 연결될 수 있는 플렉스(미도시)의 일부로서 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1745)은 하나 이상의 전도성 전극들 및 전도성 상호연결 전극들 사이에 포지셔닝된 압전 층을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1745)은 별개의 기판 상에 형성되거나 커버 유리 내부에 부착된 연성 인쇄 회로의 일부로서 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1745) 및 상호연결 전극들을 갖는 하부 압전 층들은 실질적으로 정사각형 또는 직사각형으로 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 감지 전극들(1745) 및 하부 압전 층들은 센서(525)와 동일한 기판으로 그 위에 함께 제조될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서(525) 및 감지 전극들(1745)은 디스플레이의 활성 영역에 대한 주변부일 수 있고, 디스플레이 TFT 기판 층(1720) 및 디스플레이 컬러 필터 유리 층(1740)을 포함할 수 있다. 대안적인 구성들에서, 센서(525) 및/또는

감지 전극들(1745)은 모바일 디바이스 인클로저(미도시)의 베젤(bezel) 상에, 측면 상에 또는 후방 상에 포지셔닝될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서(525)는 초음파 버튼의 일부로서 포지셔닝될 수 있다. 초음파 버튼은 기계적 또는 비-기계적일 수 있다. 예를 들어, 초음파 버튼은 전자기계적 스위치에 기계적으로 커플링될 수 있다. 초음파 버튼은 인증될 수 있거나 일부 구현들에서는 비-인증될 수 있다.

[0095] [0127] 도 18은 전자 디바이스(505)를 웨이크업하기 위해 전자 디바이스(505)의 디스플레이(510) 뒤에 포지셔닝된 지문 센서(525)를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다. 전자 디바이스(505)는 도 5 및 도 6에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 동작하도록 센서(525)를 스위칭할 수 있는 제어기 회로(520)를 포함할 수 있다. 전자 디바이스(505)는, 시간(1850)에도 18에 예시된 바와 같이, 초기에 전자 디바이스(505)의 디스플레이(510) 및 애플리케이션 프로세서(530)가 턴 오프되거나 저전력 수면 모드에 있는 잠금 상태에 있을 수 있다. 손가락(515)과 같은 물체가 용량성 감지 모드 및/또는 초음파 감지 모드를 사용하여 센서(525) 위에서 또는 그 근처에서 검출되는 경우, 디스플레이(510)의 일부는 턴 온되어, 시간(1855)에도 18에 예시된 바와 같이 지문 센서가 위치된 포지션을 표시 및 강조할 수 있다. 지문 센서의 포지션을 표시하기 위한 사용자에 대한 안내로서 제공된 많은 다른 아이콘들 및/또는 텍스트가 고려되었지만, 도 18에 도시된 바와 같이, "잠금해제를 위해 손가락을 여기에 배치하세요"를 표시하는 텍스트는 도식적으로 생성된 원형 아이콘(565)과 함께 도시된다. 용량성 및/또는 초음파 감지 모드들은 손가락(515)이 이미징될 때까지 계속 사용될 수 있고, 이 때 인증 프로세스가 성공적으로 수행되면 이미지 데이터가 분석되고 전자 디바이스(505)가 잠금될 수 있다. 센서(525)는 LCD 디스플레이, OLED 디스플레이 또는 다른 타입의 디스플레이일 수 있는 디스플레이(510)의 일부 아래에 포지셔닝될 수 있다. 일부 구현들에서, 전자 디바이스(505)의 터치스크린의 하나 이상의 전극들은 용량성 감지 모드에서 동작할 때 지문 센서(525)에 대한 감지 전극으로서 기능할 수 있어서, 지문 센서(525)가 없는 디스플레이(510)의 비-활성 부분들로부터의 신호들이 제어기 회로(520)에 의해 무시되도록 허용하는 한편, 지문 센서(525)를 갖는 디스플레이(510)의 활성 부분들로부터의 손가락 터치로 인한 신호들이 검출되도록 허용하여 전자 디바이스(505)의 부주의한 웨이크업을 추가로 감소시킬 수 있다.

[0096] [0128] 도 19는 디스플레이(510)의 부분 뒤에 포지셔닝된 지문 센서(525)를 갖는 구성(1900)의 측면도를 도시한다. 지문 센서(525)는 LCD 또는 OLED 디스플레이(510) 및 센서(525)에 대한 플레이튼(306)으로 기능하는 커버 유리 또는 터치스크린 아래에 포지셔닝된다. 센서(525) 및 연관된 감지 전극은 도 1 내지 도 16b에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서(525)는 디스플레이의 내부 부분에서 최상부, 바닥, 에지 근처 또는 어딘가에 위치될 수 있고, 이는 LCD 또는 OLED 디스플레이의 TFT 기판 층(1720) 및 다른 층들(1740)을 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 센서(525)는 디스플레이(510) 모두의 아래 또는 뒤에 포지셔닝될 수 있다. 다른 예들에서, 센서(525)는 디스플레이 TFT 기판 층(1720) 내에 통합될 수 있다. 센서(525)는 디스플레이 TFT 기판과 통합되어, 디스플레이의 활성 영역 중 일부 또는 전부를 커버하거나 전혀 커버하지 않는 센서(525)의 활성 영역과 공통 TFT 기판들을 공유할 수 있다.

[0097] [0129] 도 20은 LCD 아래 또는 OLED 아래의 지문 센서 위에 손가락을 포지셔닝하도록 LCD 또는 OLED 디스플레이 디바이스의 사용자를 안내하는 방법(2000)에 대한 흐름도의 예를 도시한다. 그래픽 디스플레이-기반 아이콘들은 디스플레이 아래의 구성들에 도움이 될 수 있는데, 이는, 디스플레이 디바이스(예를 들어, 모바일 디바이스 또는 전자 디바이스)의 사용자의 뷔를 가릴 수 있는 지문 센서의 포지션을 마킹하기 위한 착색된 잉크들 또는 다른 영구적 표시들의 사용이 회피될 수 있기 때문이다. 일부 구현들에서, 손가락의 존재는 디스플레이가 오프된 동안 디스플레이 위에 놓인 터치스크린의 용량성 감지 전극들에 의해 검출될 수 있다. 일부 구현들에서, 초음파 지문 센서의 일부로서 또는 그 근처의 전용 감지 전극들은 손가락의 존재를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 블록(2005)에서, 디스플레이의 표면 상에 포지셔닝된 사용자의 손가락은, 예를 들어, 터치스크린 또는 전용 감지 전극과 함께 위에서 도 5 내지 도 12에 대해 설명된 것과 같이 용량성 감지 모드를 사용하여 검출될 수 있다. 블록(2010)에서, 손가락의 존재를 검출한 후, 지문 센서 아이콘은 디스플레이 상에서 조명될 수 있다. 일부 구현들에서, 디스플레이에는 사용자를 안내하기 위해 오직 지문 센서 아이콘 또는 다른 선택적 정보를 디스플레이하기 위해 부분적으로 잠금해제될 수 있다. 일부 구현들에서, 디스플레이의 일부는 저전력 모드에 있는 동안 조명될 수 있고, 아이콘은 손가락이 검출될 때 사용자에게 제공된 다른 선택적 정보 또는 아이콘이 강화될 수 있다. 블록(2015)에서, 손가락은 도 15a 내지 도 15c에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드, 초음파 감지 모드 또는 용량성 및 초음파 감지 모드 둘 모두를 사용하여 지문 센서 위의 디스플레이 상에서 검출될 수 있다. 블록(2020)에서, 사용자가 인증될 수 있고 디스플레이가 잠금해제될 수 있다. OLED 스크린의 사용과 같은 대안적인 구성들에서, 디스플레이에는, 모바일 디바이스가 잠금되어 유지되는 동안 사용자

를 안내하기 위해 디스플레이 패셀들의 서브세트를 사용하여 지문 센서 아이콘 또는 다른 선택적 정보를 계속 도시할 수 있다.

[0098]

[0130] 도 21은 전자 디바이스(505)를 웨이크 업하거나 달리 상호작용하기 위해 전자 디바이스(505)의 디스플레이(510) 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들(2141, 2142, 2143 및 2144) 및 지문 센서(525)를 갖는 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다. 감지 전극들(2141, 2142, 2143 및 2144)은 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 용량성 감지 또는 초음파 감지를 위해 사용될 수 있는 센서 스택(즉, 초음파 베튼)을 형성하기 위해 아래에 놓인 압전 층 및 전도성 전극들을 포함할 수 있다. 전자 디바이스(505)는 도 5 및 도 6에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드와 초음파 감지 모드 사이에서 동작하도록 수신기 바이어스 전극 및/또는 감지 전극들(2141, 2142, 2143, 2144)을 갖는 센서(525)를 스위칭할 수 있는 제어기 회로(520)를 포함할 수 있다. 전자 디바이스(505)는, 시간(2150)에 도 21에 예시된 바와 같이, 초기에 전자 디바이스(505)의 디스플레이(510) 및 애플리케이션 프로세서(530)가 턴 오프되거나 저전력 수면 모드에 있는 잠금 상태에 있을 수 있다. 손가락(515)과 같은 물체가 용량성 감지 모드 및/또는 초음파 감지 모드를 사용하여 센서(525) 또는 감지 전극들(2141, 2142, 2143, 2144) 위에서 또는 그 근처에서 검출되는 경우, 디스플레이(510)의 일부는 턴 온되어, 시간(2155)에 도 21에 예시된 바와 같이 지문 센서가 위치된 곳을 강조할 수 있다. 모바일 디바이스를 잠금해제 하기 위해 또는 지불 기능과 같은 다른 기능을 개시하기 위해 손가락을 배치할 곳을 사용자에게 안내하기 위해 "잠금해제를 위해 손가락을 여기에 배치하세요"와 같은 텍스트 또는 다른 텍스트가 도식적으로 생성된 원형 아이콘(565)과 함께 적절하게 도시될 수 있다. 용량성 및/또는 초음파 감지 모드들은 손가락(515)이 이미징될 때까지 계속 사용될 수 있고, 이 때 인증 프로세스가 성공적으로 수행되면 이미지 데이터가 분석되고 전자 디바이스(505)가 잠금될 수 있다. 센서(525) 및 감지 전극들(2141, 2142, 2143 및 2144)은 LCD 디스플레이 또는 OLED 디스플레이와 같은 디스플레이(510)의 일부 아래에 포지셔닝될 수 있다. 센서(525) 및 감지 전극들(2141, 2142, 2143, 2144)은 태평, 더블-태평, 터치, 스와이프, 누름 또는 다른 표시 모션과 같은 손가락 제스처들 및 손가락(515)의 모션들에 대한 응답으로, 사용자를 감지 및/또는 인증하거나 또는 다른 기능들을 계속 수행할 수 있다. 일부 구성들에서, 센서(525)의 감지 전극들(2141, 2142, 2143, 2144) 또는 수신기 바이어스 전극 중 하나 이상은 손가락 제스처들을 검출하도록 구성될 수 있다. 감지 전극들(2141, 2142, 2143, 2144)은 용량성 및/또는 초음파 감지를 허용하기 위해 하나 이상의 압전 층들에 커플링될 수 있다. 도 21에 예시된 바와 같이, 감지 전극(2141) 및 감지 전극(2142)은 좌측에서 우측 방향으로 또는 우측에서 좌측 방향으로의 스와이프들과 같은 모션들을 검출하기 위해 사용될 수 있는 한편, 감지 전극(2143) 및 감지 전극(2144)은 최상부에서 바닥 방향 또는 바닥에서 최상부 방향으로의 모션들을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 지문 센서(525)와 연관된 추가적인 감지 전극들(미도시)은 지문 센서(525)에 대각으로 및 3x3 어레이 또는 그 초과와 같이 지문 센서(525)에 대한 다른 위치들에 로케이팅되어, 제스처 검출을 추가로 보조할 수 있다. 감지 전극들(2141, 2142, 2143 및 2144)은 용량성 모드 또는 초음파 모드에서의 동작을 허용하기 위해 전도성 전극들 사이에 포지셔닝된 하나 이상의 압전 층들을 포함할 수 있다.

[0099]

[0131] 도 22는 모바일 디바이스의 디스플레이(510) 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들(2243, 2244) 및 지문 센서(525)를 갖는 구성(2200)의 측면도를 도시한다. 지문 센서(525) 및 감지 전극들(2243, 2244)은 LCD 또는 OLED 디스플레이(510) 및 센서(525)에 대한 플레이튼(306)으로 기능하는 커버 유리 또는 터치 스크린 아래에 포지셔닝된다. 센서(525) 및/또는 감지 전극들(2243, 2244) 또는 다른 연관된 감지 전극들, 예를 들어, 터치스크린 내의 또는 상의 하나 이상의 전극들(예를 들어, "터치스크린 전극")은 도 1 내지 도 21에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서(525)는 디스플레이의 내부 부분에서 최상부, 바닥, 에지 근처 또는 어딘가에 위치될 수 있고, 이는 LCD 또는 OLED 디스플레이의 TFT 기판 층(1720) 및 다른 층들(1740)을 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 센서(525)는 디스플레이(510) 모두의 아래 또는 뒤에 포지셔닝될 수 있다. 다른 예들에서, 센서(525)는 디스플레이 TFT 기판 층(1720) 내에 통합될 수 있다. 센서(525) 및 감지 전극들(2243, 2244)은 디스플레이 TFT 기판과 통합되어, 디스플레이의 활성 영역 중 일부 또는 전부를 커버하거나 전혀 커버하지 않는 센서(525)의 활성 영역과 공통 TFT 기판들을 공유할 수 있다. 감지 전극들(2243, 2244)은 용량성 및/또는 초음파 모드들에서의 동작을 허용하기 위해 하나 이상의 압전 층들 및 연관된 전도성 전극들에 커플링될 수 있다.

[0100]

[0132] 도 23a는 전자 디바이스(505)의 후방 커버 뒤에 포지셔닝된 하나 이상의 연관된 감지 전극들(2341, 2342, 2343, 2344) 및 지문 센서(525)를 갖는 구성(2300)에서 용량성 감지 모드 및 초음파 감지 모드를 사용하는 예를 도시한다. 감지 전극들(2341, 2342, 2343, 2344)은 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 용량성 감지 또는 초음파 감지를 위해 사용될 수 있는 센서 스택을 형성하기 위해 아래에 놓인 압전 및 전극 층들을 포함할 수 있다. 지문 센서(525)는 전자 디바이스(505)를 웨이크 업하거나 달리 상호작용하도록 구성될 수 있

다. 전자 디바이스(505)는 도 5 및 도 6에 대해 앞서 설명된 바와 같이 용량성 감지 모드 및/또는 초음파 감지 모드 사이에서 동작하도록 수신기 바이어스 전극 및/또는 감지 전극들(2341, 2342, 2343, 2344)을 갖는 센서(525)를 스위칭할 수 있는 제어기 회로(520)를 포함할 수 있다. 용량성 및/또는 초음파 감지 모드들은 손가락(515)을 검출하고, 다른 기능들, 예를 들어, 전자 디바이스(505)를 웨이크 업하는 것, 사용자를 인증하는 것, 또는 전자 디바이스(505)가 수중에 있는 동안 사진을 찍는 것과 같이 애플리케이션 프로세서(530) 상에서 실행되는 애플리케이션과 상호작용하는 것을 수행하기 위해 사용될 수 있다. 수신기 바이어스 전극 및 감지 전극들(2341, 2342, 2343, 2344)을 갖는 센서(525)는 태핑, 더블-태핑, 스와이프, 누름 또는 다른 표시 모션, 예를 들어, 도 23b에 예시된 바와 같이 화살표(2360)로 도시된 바와 같은 스와이프 제스처와 같은 손가락 제스처들 및 손가락(515)의 모션들의 검출에 대한 응답으로, 사용자를 감지 및/또는 인증하거나 또는 다른 기능들을 계속 수행하도록 구성될 수 있다. 지문 센서(525)와 연관된 추가적인 초음파 및/또는 용량성 감지 전극들(미도시)은 지문 센서(525)에 대각으로 또는 지문 센서(525)에 대한 다른 위치들에 로케이팅되어, 제스처 검출을 추가로 보조할 수 있다.

[0101] [0133] 일부 구현들에서, 도 23a 및 도 23b에 도시된 구성(2300)에서 전자 디바이스(505)와 같은 모바일 또는 전자 디바이스의 후방 커버는 초음파 지문 센서(525)에 음향적으로 커플링될 수 있는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 후방 커버는 유리, 플라스틱, 세라믹, 사파이어, 티타늄, 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 포함하는 금속 또는 금속 합금 또는 이들의 라미네이트들 중 하나 이상으로 형성될 수 있다.

[0102] [0134] 도 15a 내지 도 15c에 대해 도시되고 설명된 커패시턴스 및 초음파 감지 방법들 및 앞서 설명된 디바이스-내 가속도계들 및 각도 레이트 센서들에 의한 세이크-및-웨이크 동작들에 대해 대안적으로 또는 추가적으로, 모바일 디바이스와 상호작용하는 사용자에 의해 생성된 힘들 및 사운드들로부터의 압전 신호들은 하이브리드 웨이크업의 다양한 양상들에 포함될 수 있다. 사용자는 모바일 디바이스의 인클로저 또는 디스플레이를 터치하거나, 텁하거나, 문지르거나, 누르거나, 구부리거나, 휘거나, 잡거나, 스queeze하거나 달리 물리적으로 상호작용할 수 있다. 모바일 디바이스와의 물리적 상호작용들은 지문 센서와 연관된 압전 층들 및 모바일 디바이스에서 구성된 감지 전극들 중 하나 이상에서 표면 전하를 생성할 수 있는 사운드들 또는 음향 방출들을 생성할 수 있다. 결국, 음향적으로 생성된 압전 신호들은 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 검출될 수 있다. 일부 구현들에서, 사용자에 의해 모바일 디바이스를 누르거나, 구부리거나, 휘거나, 잡거나 또는 스queeze하는 것과 같은 물리적 상호작용들은 검출되는 인가된 힘들의 압전 신호들을 생성할 수 있고 모바일 디바이스 상에서 실행되는 하나 이상의 애플리케이션들과 트리거링, 개시 또는 달리 상호작용할 수 있다. 예를 들어, 오른손 또는 왼손 그립으로 모바일 디바이스 인클로저를 잡거나 스queeze하는 것은 큰 디스플레이들 및 작거나 비-존재하는 베젤들을 갖는 디바이스들로 의도치 않은 터치 검출의 의도치 않은 웨이크업들을 감소시키기 위해 검출될 수 있다.

[0103] [0135] 일부 구현들에서, 제어기 및 하나 이상의 감지 전극들은 용량성 감지 모드에서 음향적으로 생성된 압전 신호를 검출하도록 구성될 수 있다. 음향적으로 생성된 압전 신호들은 모바일 디바이스와 상호작용하는 사용자의 손가락으로부터 텁, 문지름, 음향 방출 또는 다른 물리적 상호작용으로부터 발신될 수 있다. 예를 들어, 용량성 감지 모드에서 동작하는 용량성 터치 모듈의 ADC는 용량성 감지 전극 및 ADC에 커플링된 압전 층으로부터 음향적으로 생성된 압전 신호들을 검출 및 측정할 수 있다. 압전 신호의 진폭, 과형 또는 서명은 터치 검출 임계치와 같은 허용 기준을 충족할 수 있고, 손가락과 같은 물체의 검출을 위해 또는 인증을 위해 손가락을 이미징하기 위해 초음파 감지 모드로의 진행을 허용할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어기 및 하나 이상의 감지 전극들은 초음파 감지 모드에서 동작하는 동안 음향적으로 생성된 압전 신호들을 검출 및 측정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 초음파 센서 어레이의 하나 이상의 핀셀 회로들은 핀셀-내 피크 검출기에 의한 임의의 음향적으로 생성된 신호들을 검출하도록 리셋 및 구성될 수 있다. 검출된 신호들은 클러킹 아웃될 수 있고, 디바이스가 웨이크 업되어야 하는지 또는 다른 기능이 개시되어야 하는지 여부를 결정하기 위해 판독될 수 있다. 초음파 감지 모드에서 동작하는 경우, 음향적으로 생성된 압전 신호들은 초음파 이미징을 위해 통상적으로 사용되는 초음파를 생성 및 송신함이 없이 디바이스 웨이크업 기능 또는 다른 기능들을 개시하기 위해 검출될 수 있다.

[0104] [0136] 일부 구현들에서, 손가락 검출은 수동 청취 및 능동 이미징의 조합으로 발생할 수 있다. 손가락 검출 프로세스 동안, 수동 청취 모드에서 음향적으로 생성된 압전 신호들의 검출은 1 kHz 정도의 공정 샘플링 레이트에서 발생할 수 있다. 병렬적으로, 론칭(launching) 및 검출 초음파들을 갖는 초음파 웨이크업 검출을 위한 활성 초음파 감지 모드는 1 내지 100 Hz의 레이트와 같은 상이한 샘플링 레이트에서 발생할 수 있다. 활성 감지 모드 동안 전체 또는 부분 스캔들이 행해질 수 있다. 수동 청취 모드 또는 능동 감지 모드(또는 둘 모두)가 손가락 검출 프로세스 동안 손가락의 존재를 검출하면, 손가락 검증 프로세스가 트리거링될 수 있다. 손가락 검

증 프로세스 동안, 손가락은 전체 스캔으로 초음파 방식으로 이미징될 수 있고, 검출된 물체가 실제로 손가락인지 여부가 결정된다. 애플리케이션 프로세스를 웨이크업하고 지문 인증 프로세스를 실행하기 위해 인터럽트 신호가 애플리케이션 프로세서에 전송될 수 있다.

[0105] [0137] 모바일 디바이스 인클로저 또는 디스플레이를 구부리거나, 휘거나, 잡거나 스퀴즈하는 것과 같은 사용자-유도된 동작들은 디바이스 인클로저 또는 디스플레이에 커플링된 지문 센서로부터 용량성 감지 모드 또는 초음파 감지 모드에서 검출될 수 있는 압전 신호들을 초래할 수 있다. 사용자-유도된 동작들의 검출은 모바일 디바이스의 하나 이상의 부분들이 웨이크업하는 것 또는 인증 프로세스 또는 스크린 조작과 같은 다른 기능의 개시를 초래할 수 있다. 지문 센서 상의 손가락의 물리적 누름은, 용량성 또는 초음파 감지 모드들에서 검출을 위한 압전 신호를 생성하고 또한 모바일 디바이스의 하나 이상의 부분들이 웨이크업하거나 또는 다른 기능을 개시하는 것을 초래할 수 있는 사용자-유도된 인가된 힘 또는 압전 층 상의 압력을 초래할 수 있다.

[0106] [0138] LCD 또는 OLED 디스플레이와 같은 디스플레이(510) 뒤에 포지셔닝되고 그에 커플링된 지문 센서(525)를 갖는 전자 디바이스(505)의 도 18, 도 19, 도 21 및 도 22에 예시된 것과 같은 구성들로, 손가락 커패시턴스를 측정함으로써 손가락 터치 또는 손가락 리프트를 검출하는 능력이 감소될 수 있다. 디스플레이와의 물리적 상호작용으로부터 생성된 압전 신호들은 용량성 또는 초음파 감지 모드에서 동작하는 경우 검출될 수 있고, 손가락을 초음파 방식으로 이미징하고 지문을 인증하기 전에 웨이크업 프로세스에서 제1 또는 제2 단계로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 상의 손가락에 의한 사용자-유도된 동작으로부터 텁, 문자를 또는 음향 방출은 디스플레이를 통해 검출될 수 있다. 음향적으로 생성된 압전 신호를 감지함으로써 사용자-유도된 동작의 검출은 흡 스크린으로 리턴하는 것 또는 디스플레이의 일부를 조명하는 것과 같이 다른 기능들이 개시되게 할 수 있다.

[0107] [0139] 티타늄, 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 같은 금속 또는 금속 합금으로부터 구성된 후방 커버를 갖는 전자 디바이스(505)의 도 23a 및 도 23b에 예시된 것과 같은 구성들로, 손가락 터치 또는 손가락 리프트 이벤트를 결정하기 위한 금속 후방 커버를 통한 손가락 커패시턴스를 검출하는 능력이 제한될 수 있다. 물리적 상호작용으로부터 생성된 압전 신호를 사용한 하이브리드 웨이크업은 용량성 또는 초음파 감지 모드에서 동작하는 경우 검출될 수 있고, 손가락을 초음파 방식으로 이미징하고 지문을 인증하거나 다른 기능을 수행하기 전에 웨이크업 프로세스에서 제1 또는 제2 단계로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 텁, 문자를 또는 음향 방출은 모바일 디바이스와 상호작용하는 손가락에 의한 사용자-유도된 동작으로부터 금속 후방 커버를 통해 검출될 수 있고, 모바일 디바이스는 그에 따라 응답할 수 있다.

[0108] [0140] 대부분의 압전 재료들은 표면 전하가 온도에서의 변화에 대한 응답으로 생성된다는 점에서 초전성이기 때문에, 금속 후방 커버에 대해 포지셔닝된 손가락으로부터의 열은 용량성 또는 초음파 감지 모드에서 검출될 수 있는 금속 후방 커버에 커플링된 초음파 지문 센서로부터 열-유도된 압전 신호를 생성할 수 있다. 검출된 열-유도된 압전 신호는 터치 검출 임계치와 같은 허용 기준을 충족할 수 있고, 손가락을 검출 또는 이미징하기 위한 초음파 감지 모드로의 진행을 허용할 수 있다.

[0109] [0141] 시간적 측정 프로세스에서 초음파 센서 어레이의 둘 이상의 공간적으로 분리된 센서 퍼센들의 사용은 음향적으로 생성된 압전 신호들 또는 열-유도된 압전 신호의 발신의 결정을 허용할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 또는 후방 커버 상의 텁 또는 터치와 같은 모바일 디바이스와 사용자 상호작용에 의해 생성된 사운드 또는 음향 방출이 검출될 수 있고, 사용자 상호작용으로부터 센서 어레이로의 방향 및 거리는 하나 이상의 포착된 압전 신호들을 2개의 상이한 시간들에 비교함으로써 결정될 수 있다. 음향적으로 생성된 압전 신호들 또는 열-유도된 압전 신호들의 후속 측정들은 텁, 더블-텅, 터치, 스와이프 또는 누름과 같은 하나 이상의 손가락 제스처들의 결정을 허용할 수 있다.

[0110] [0142] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 아이템들의 리스트 "중 적어도 하나"로 지칭되는 구문은 단일 멤버들을 포함하여 그 아이템들의 임의의 조합을 지칭한다. 일례로, "a, b, 또는 c 중 적어도 하나"는 a, b, c, a-b, a-c, b-c, 및 a-b-c를 커버하도록 의도된다.

[0143] 본 명세서에 개시된 구현들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직들, 로직 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘 프로세스들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 둘 모두의 조합들로 구현될 수 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 상호교환가능성은 기능의 관점들에서 일반적으로 설명되었으며, 위에서 설명된 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 프로세스들에서 예시된다. 이러한 기능이 하드웨어로 구현되는지 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션, 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다.

- [0112] [0144] 본 명세서에 개시된 양상들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직들, 로직 블록들, 모듈들 및 회로들을 구현하기 위해 사용된 하드웨어 및 데이터 프로세싱 장치는, 범용 단일-칩 또는 멀티-칩 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적회로(ASIC), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그래밍 가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서, 또는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들어 DSP 및 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 구현될 수 있다. 일부 구현들에서, 특정 프로세스들 및 방법들은 주어진 기능에 특정한 회로에 의해 수행될 수 있다.
- [0113] [0145] 하나 이상의 양상들에서, 설명된 기능들은, 본 명세서에 개시된 하드웨어, 디지털 전자 회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 구조들 및 이들의 구조적 등가물들 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 본 명세서에 설명된 요지의 구현들은, 데이터 프로세싱 장치에 의한 실행을 위해, 또는 데이터 프로세싱 장치의 동작을 제어하기 위해 컴퓨터 저장 매체들 상에서 인코딩된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들, 즉 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 이상의 모듈들로서 구현될 수 있다.
- [0114] [0146] 소프트웨어로 구현되면, 기능들은, 비일시적인 매체와 같은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장되거나 이를 통해 송신될 수 있다. 본 명세서에 개시된 방법 또는 알고리즘의 프로세스들은, 컴퓨터 판독가능 매체 상에 상주할 수 있는 프로세서 실행가능 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은, 일 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램을 전달하도록 인에이블될 수 있는 임의의 매체들을 포함한 통신 매체들 및 컴퓨터 저장 매체들 둘 모두를 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 비일시적 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속수단(connection)이 컴퓨터-판독가능 매체로 적절히 지정될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 것과 같은 디스크(disk 및 disc)는 콤팩트 디스크(CD: compact disc), 레이저 디스크(laser disc), 광 디스크(optical disc), 디지털 다기능 디스크(DVD: digital versatile disc), 플로피 디스크(floppy disk) 및 블루레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 보통 데이터를 자기적으로 재생하는 한편, 디스크(disc)들은 데이터를 레이저들에 의해 광학적으로 재생한다. 상기의 것들의 결합들이 또한 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다. 추가적으로, 방법 또는 알고리즘의 동작들은, 컴퓨터 프로그램 제품으로 통합될 수 있는 머신 판독가능 매체 및/또는 컴퓨터 판독가능 매체 상의 코드들 및/또는 명령들 중 하나 또는 이들의 임의의 조합 또는 세트로서 상주할 수 있다.
- [0115] [0147] 본 개시에서 설명된 구현들에 대한 다양한 변형들은 당업자들에게 용이하게 명백할 수 있으며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 구현들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 개시는 본 명세서에 설명된 구현들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 청구항, 본 명세서에 개시된 원리들 및 신규 특징들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다. "예시적인"이라는 단어는, 존재한다면 오직 "예, 예증 또는 예시로서 기능하는" 것을 의미하도록 본 명세서에서 사용된다. 본 명세서에서 "예시적인" 것으로 설명되는 임의의 구현은 반드시 다른 구현들에 비해 선호되거나 유리한 것으로 해석될 필요는 없다.
- [0116] [0148] 별개의 구현들의 상황에서 본 명세서에 설명되는 특정 특징들은 또한 단일 구현으로 결합되어 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현의 상황에서 설명되는 다양한 특징들은 또한 다수의 구현들에서 별개로 또는 임의의 적절한 하위결합으로 구현될 수 있다. 아울러, 특징들이 특정한 결합들로 작용하는 것으로 앞서 설명되고 심지어 초기에 이와 같이 청구될지라도, 일부 경우들에서, 청구된 결합으로부터의 하나 이상의 특징들은 그 결합으로부터 제거될 수 있고, 청구된 결합은 하위결합 또는 하위결합의 변화에 관련될 수 있다.
- [0117] [0149] 유사하게, 동작들이 특정한 순서로 도면들에 도시되지만, 이것은, 바람직한 결과들을 달성하기 위해, 그러한 동작들이 도시된 특정한 순서 또는 순차적인 순서로 수행되거나, 모든 도시된 동작들이 수행된다는 것을 요구하는 것으로서 이해되지는 않아야 한다. 특정한 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 구현들에서의 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 구현들에서 그러한 분리를 요구하는 것으로서 이해되지는 않아야 하며, 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로, 단일 소프트웨어 제품에 함께 통합되거나 다수의 소프트웨어 제품들로 패키징될 수 있음을 이해해야 한다. 추가적으로, 다른 구현들은 다음의 청구항들의 범위 내에 존재한다. 몇몇 경우들에서, 청구항들에서 인용된 동작들은, 상이한

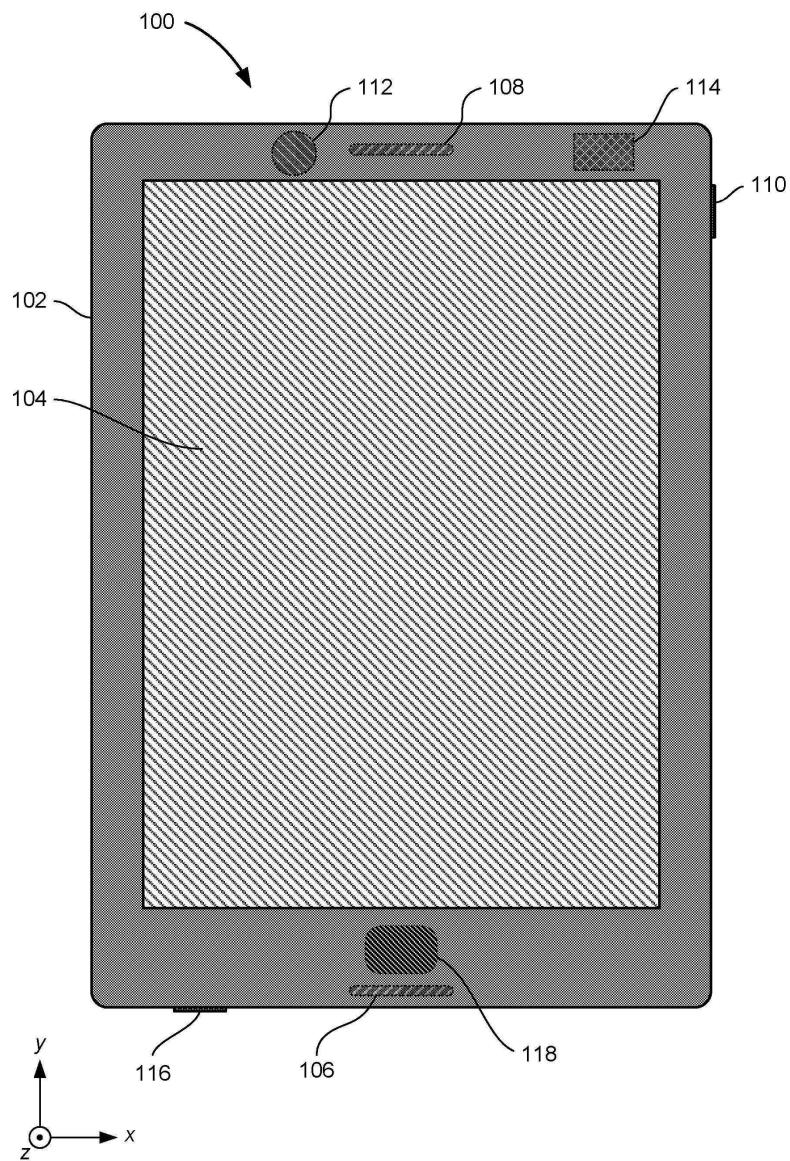
순서로 수행될 수 있으며, 여전히 바람직한 결과들을 달성할 수 있다.

[0118]

[0150] 특정하게 설명된 구현들 중 임의의 것의 특징들이 서로 호환가능하지 않는 것으로 명확히 식별되지 않거나 또는 이들이 상호 배타적이고 보완적 및/또는 지지적 관점에서 용이하게 결합가능하지 않는 것으로 주위 상황이 의미하지 않는 한, 본 개시의 전체는, 이러한 보완적 구현들의 특정 특징들이 하나 이상의 포괄적이지만 약간 상이한 기술적 솔루션들을 제공하기 위해 선택적으로 결합될 수 있는 것을 고려 및 착안함이 이해될 것이다. 따라서, 상기 설명은 단지 예시의 방식으로 주어졌으며, 상세한 설명의 수정들은 본 개시의 범위 내에서 이루어질 수 있음이 추가로 이해될 것이다.

## 도면

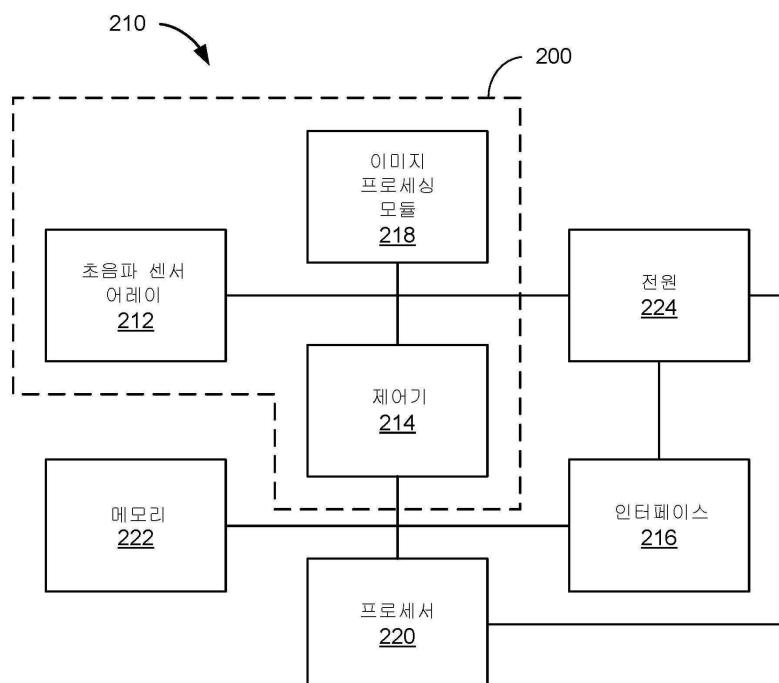
### 도면1



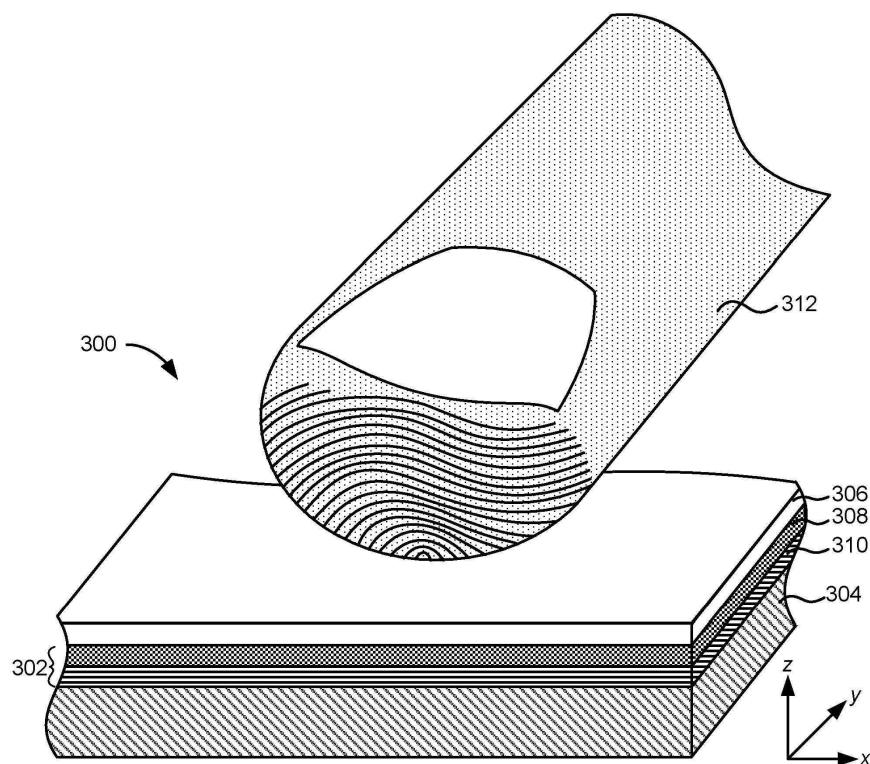
## 도면2a



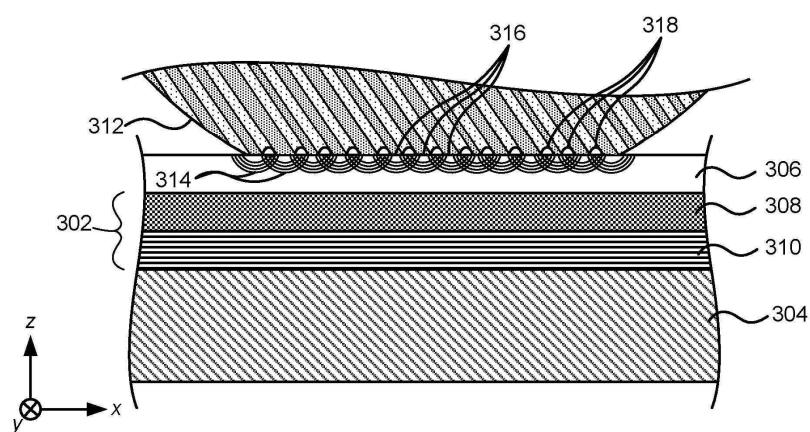
## 도면2b



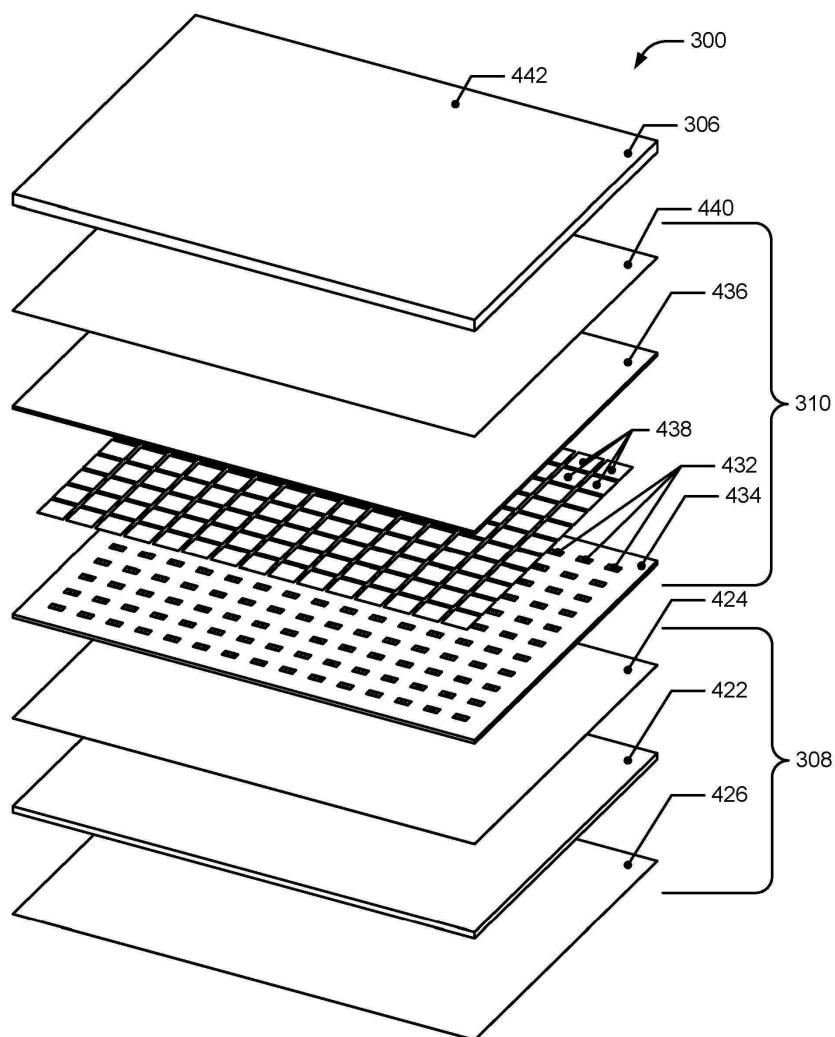
도면3a



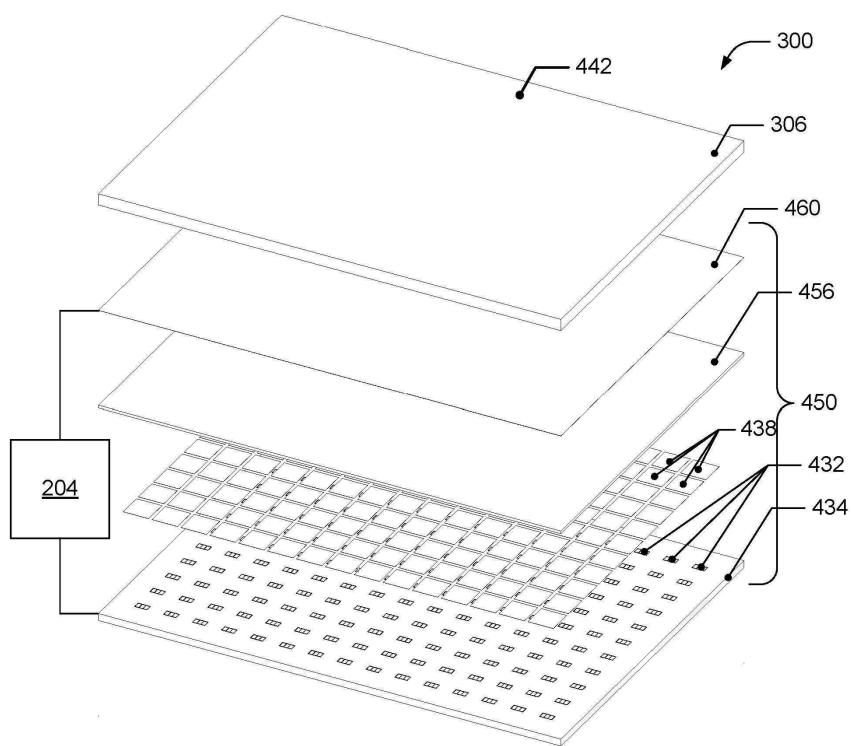
도면3b



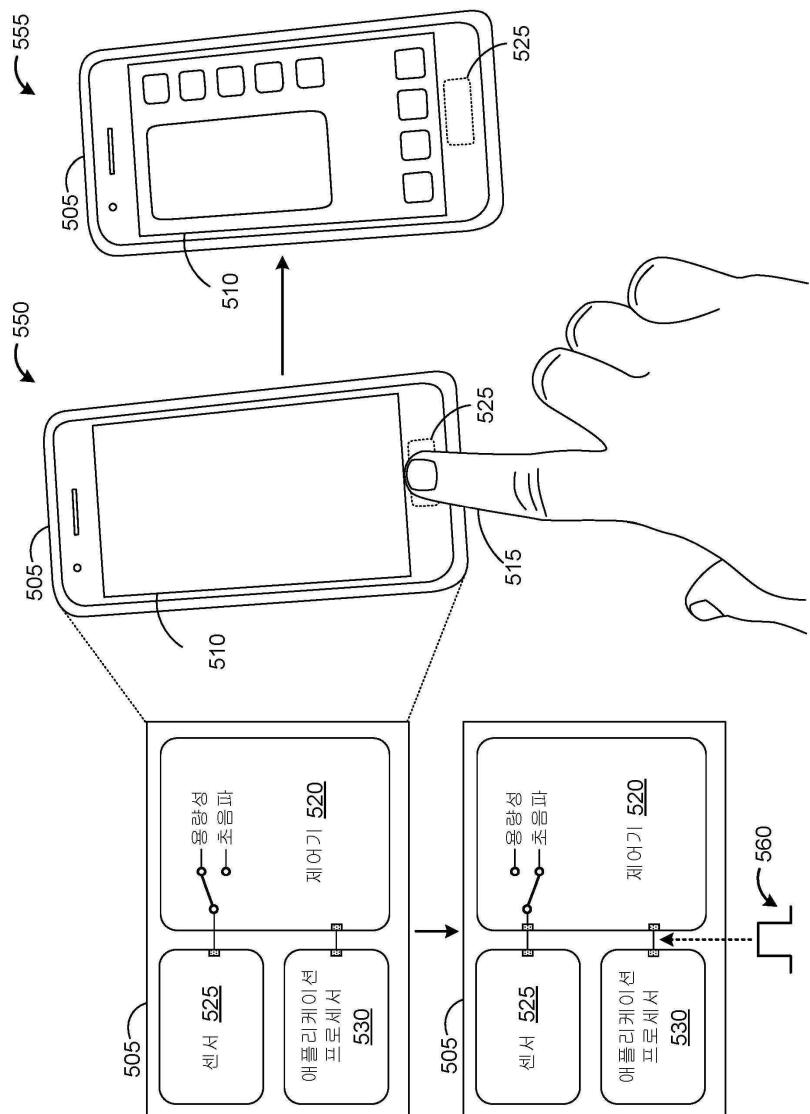
도면4a



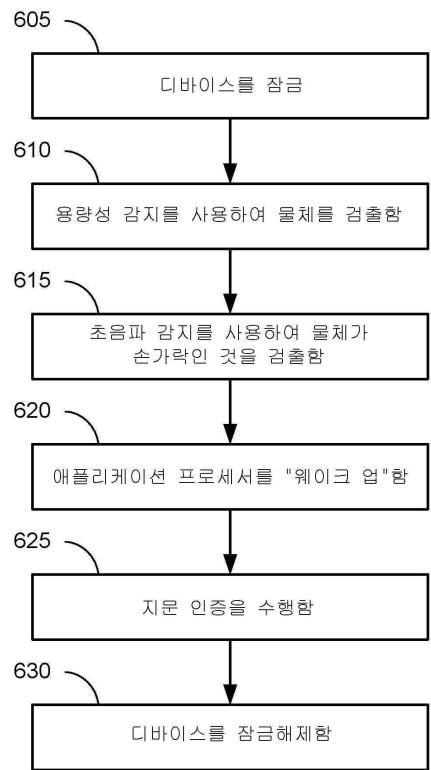
도면4b



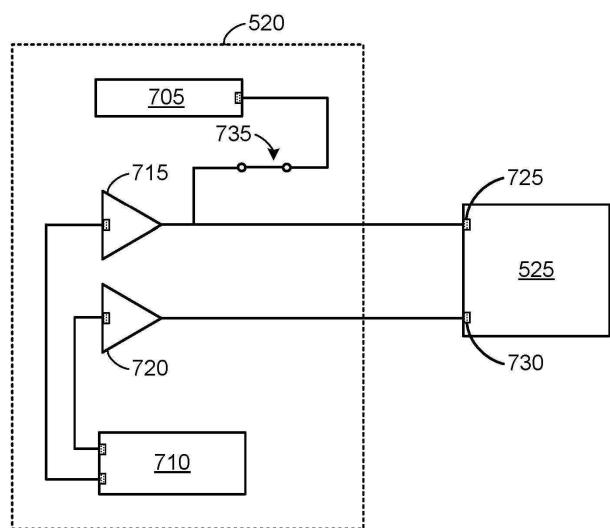
## 도면5



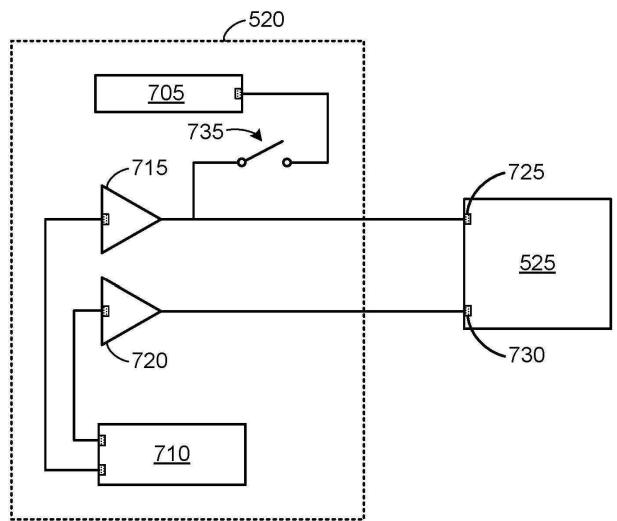
## 도면6



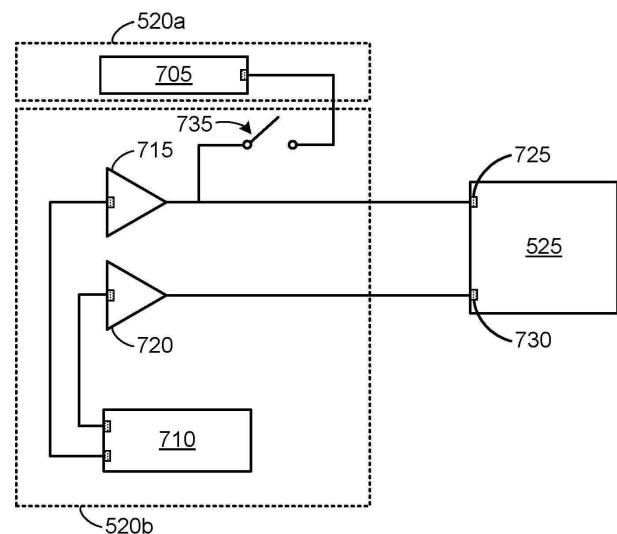
### 도면7a



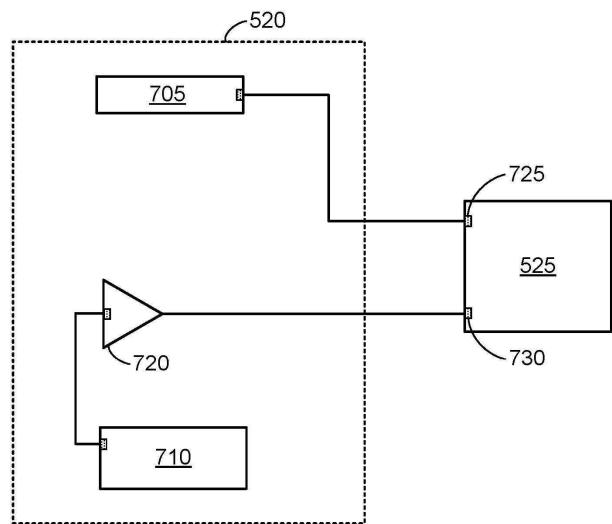
도면7b



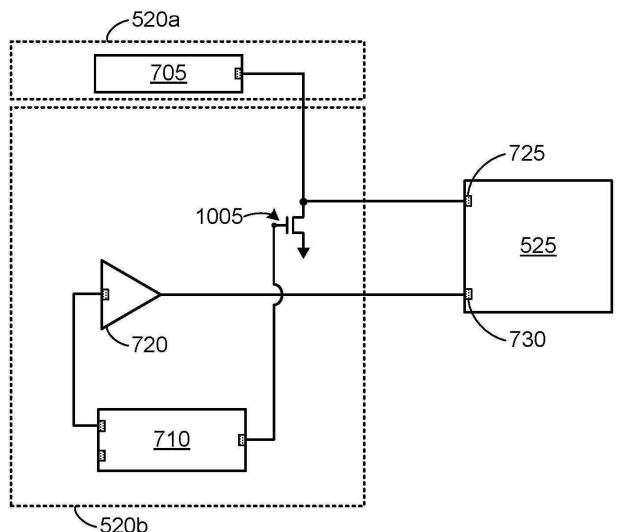
도면8



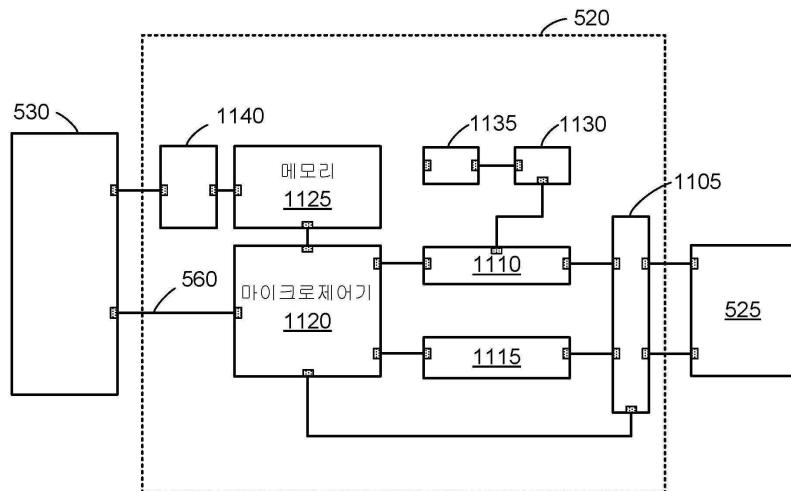
도면9



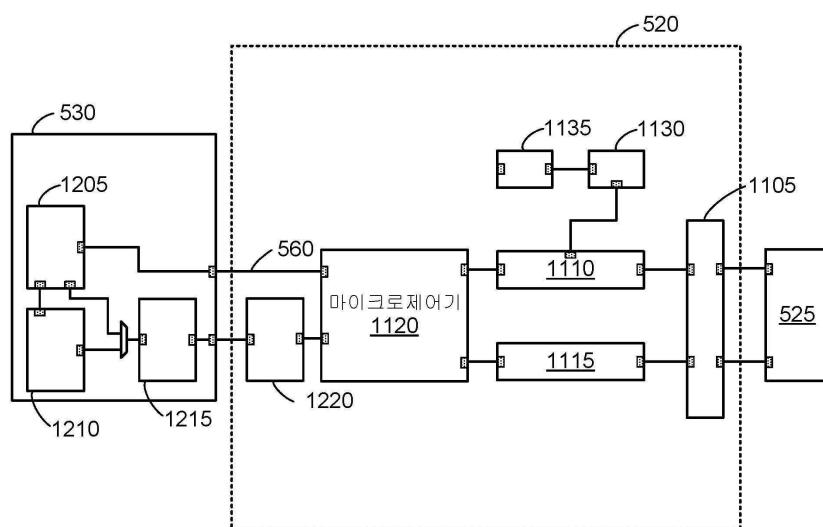
도면10



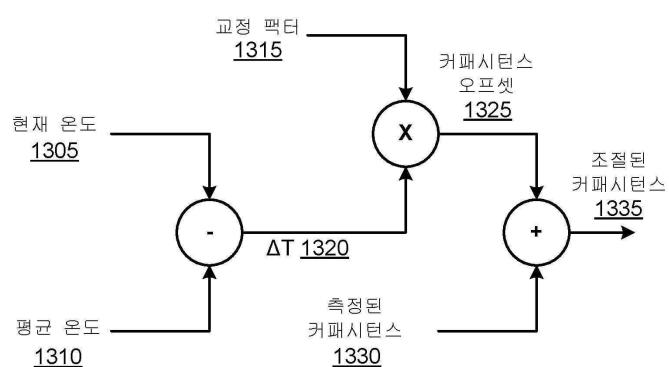
도면11



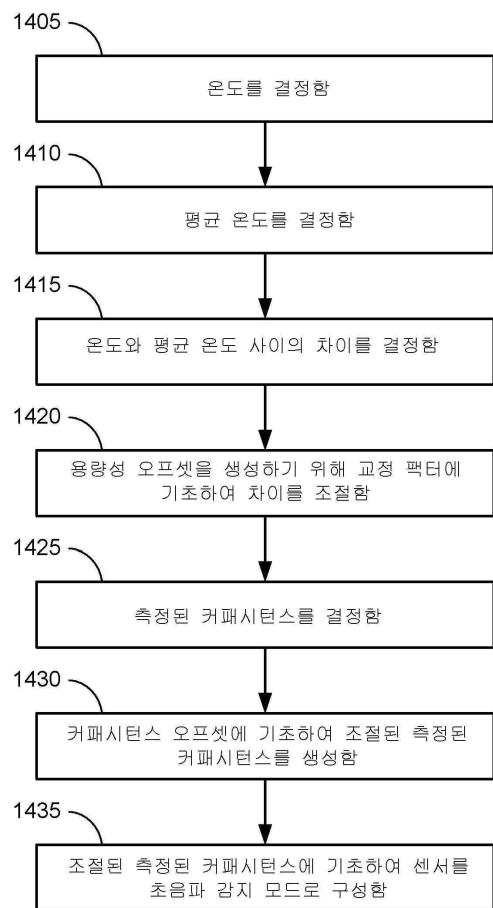
도면12



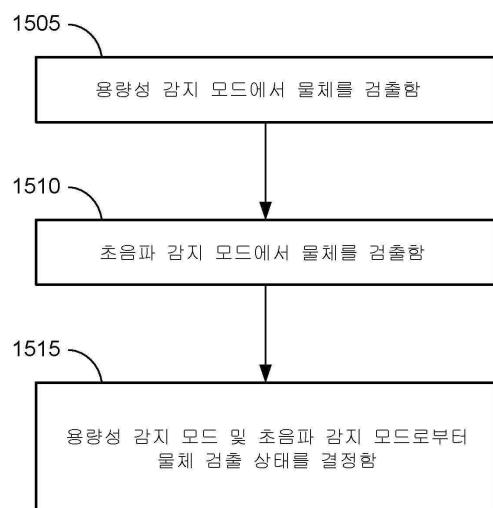
도면13



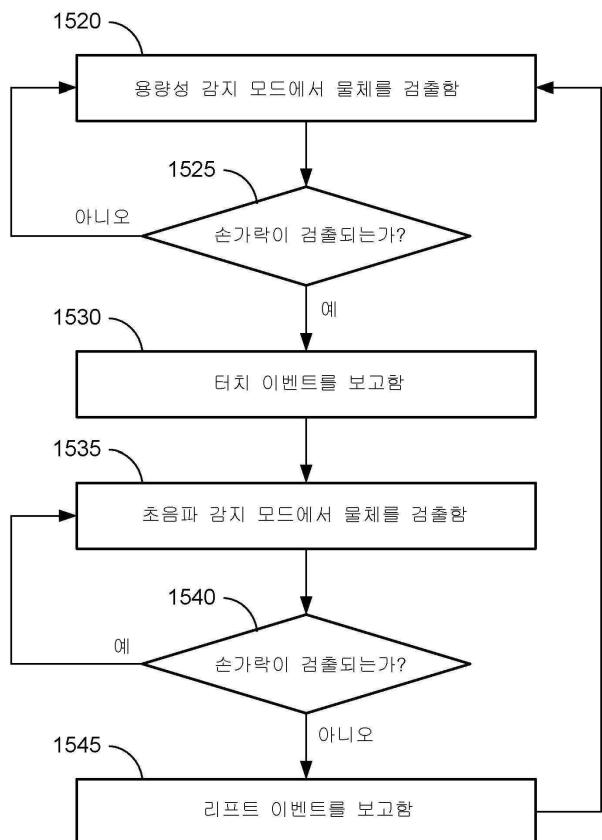
## 도면14



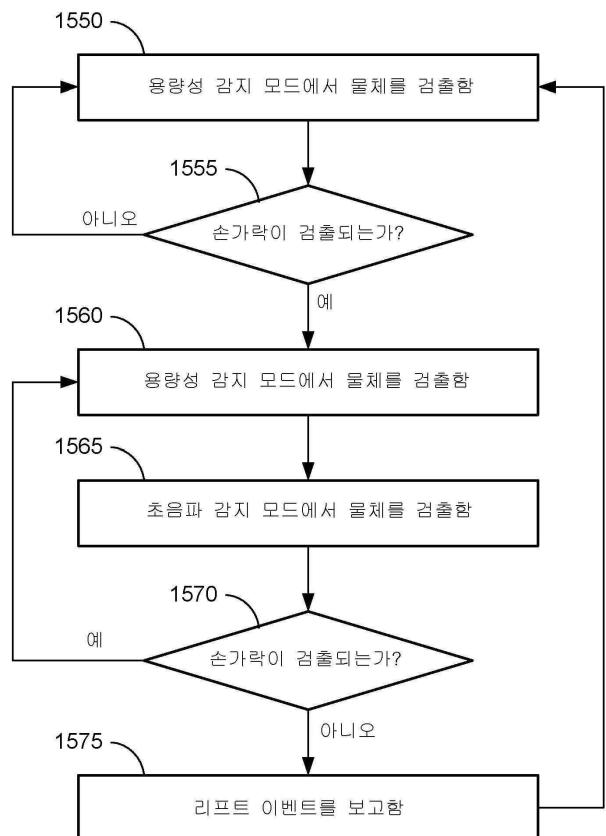
## 도면15a



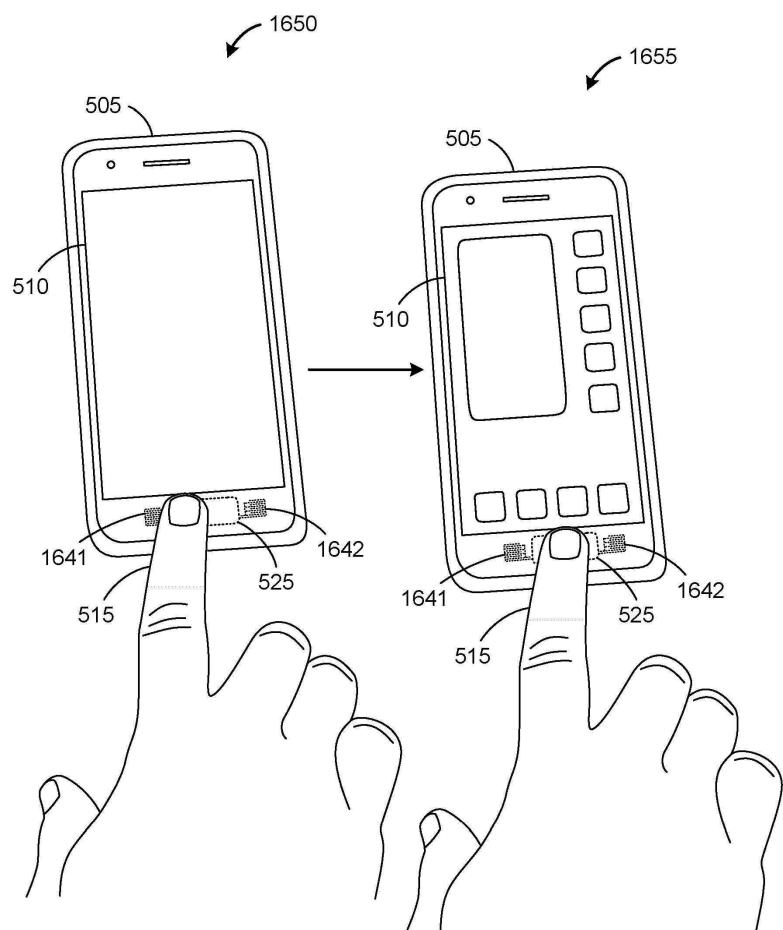
## 도면15b



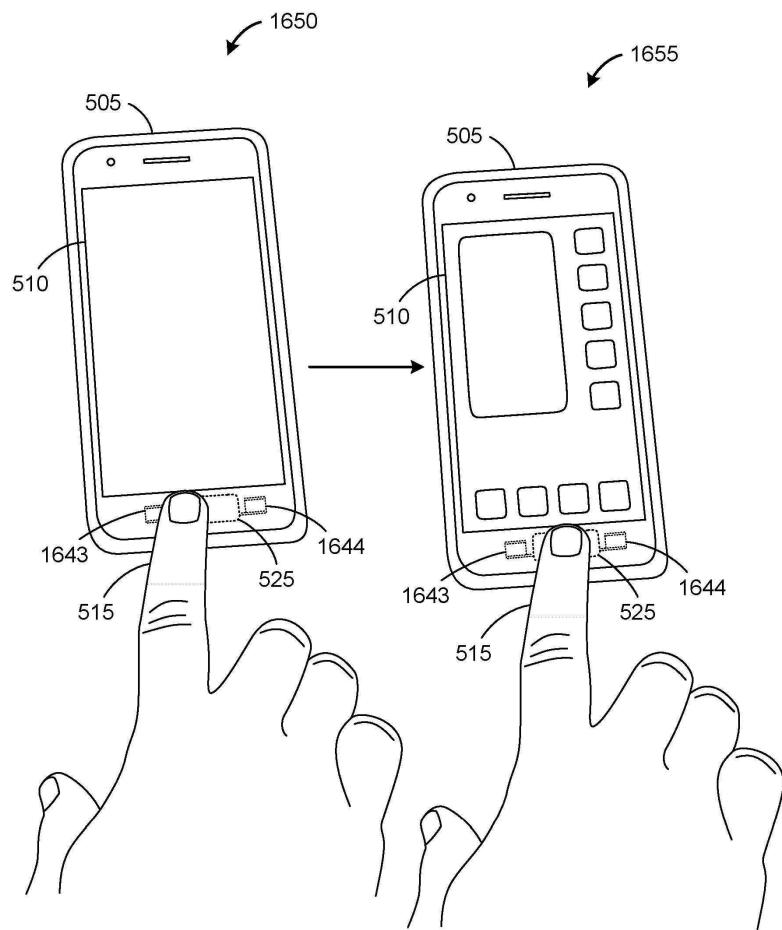
## 도면 15c



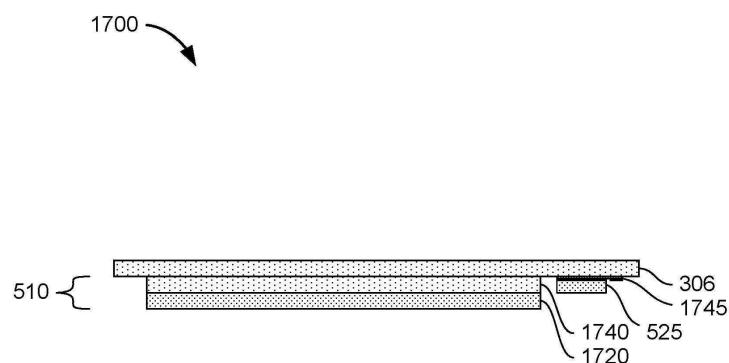
도면16a



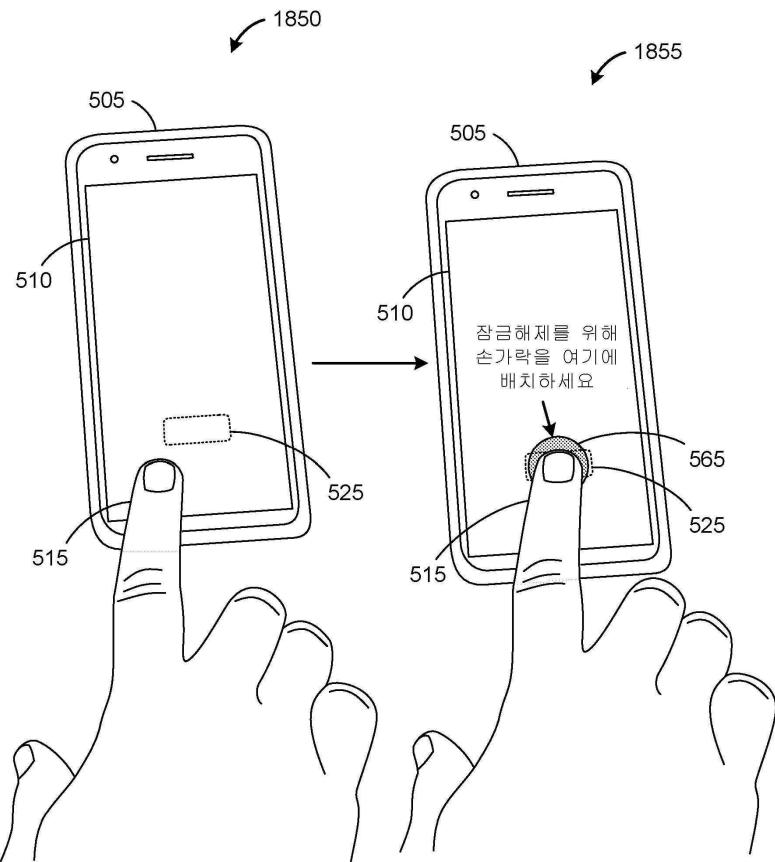
도면16b



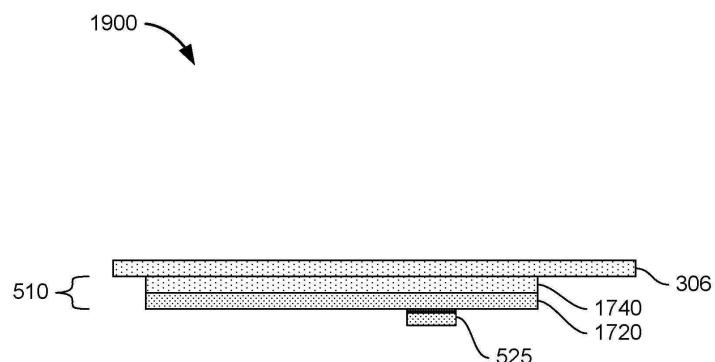
도면17



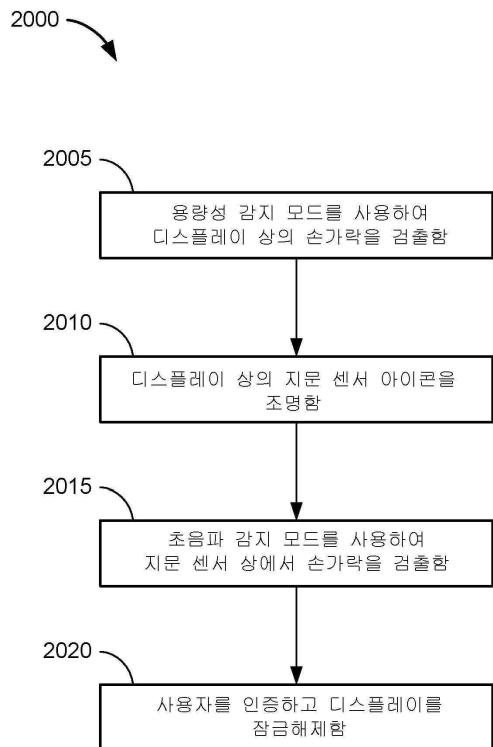
도면18



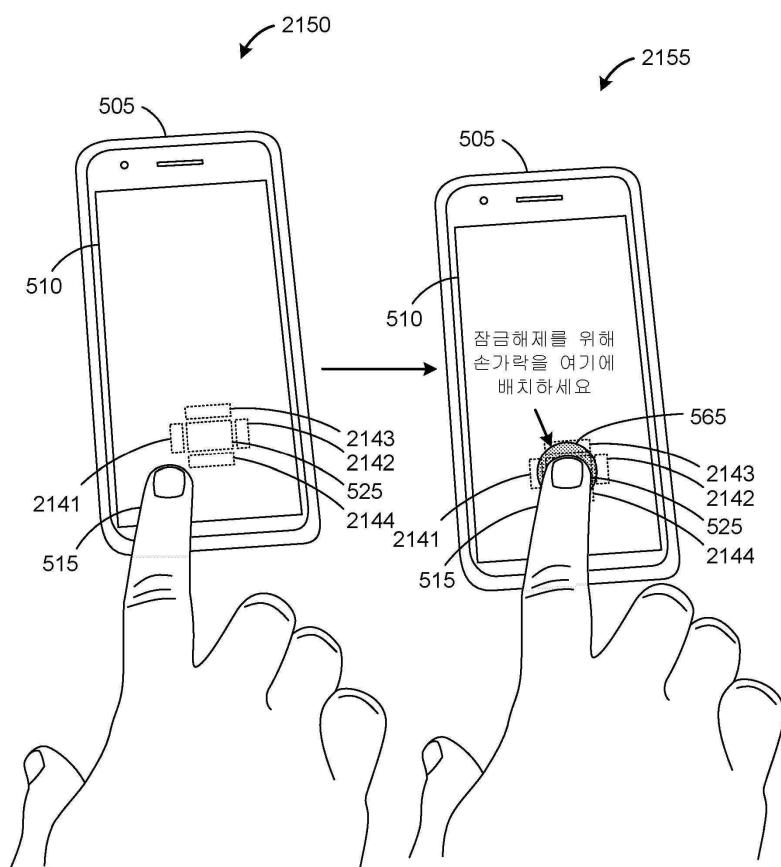
도면19



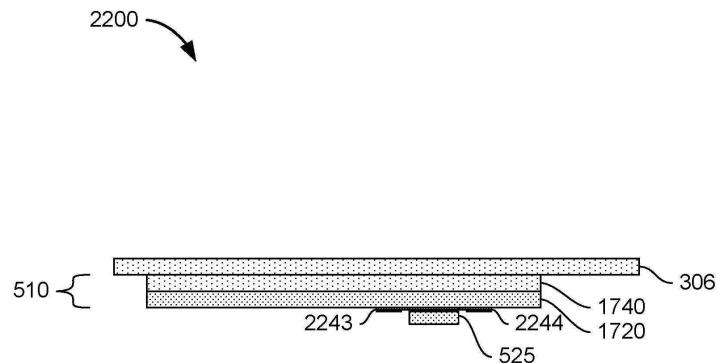
## 도면20



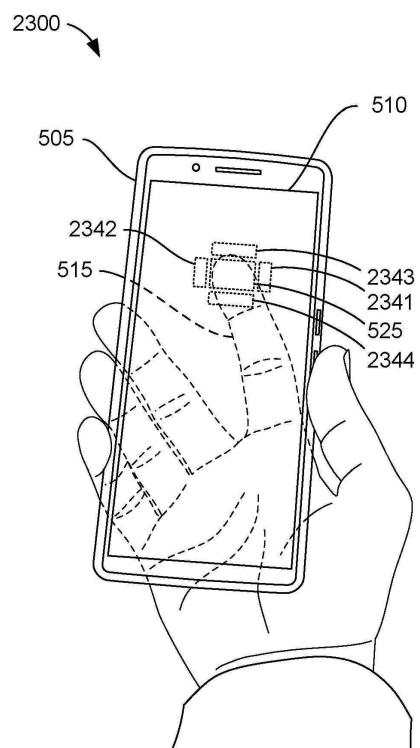
## 도면21



도면22



도면23a



도면23b

