



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월30일
(11) 등록번호 10-1883209
(24) 등록일자 2018년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/043 (2006.01) B06B 1/06 (2006.01)
G06F 3/041 (2006.01) G06K 9/00 (2006.01)
G10K 9/125 (2006.01) H01L 41/31 (2013.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/043 (2013.01)
B06B 1/0666 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7018019
(22) 출원일자(국제) 2014년12월12일
심사청구일자 2018년01월18일
(85) 번역문제출일자 2016년07월05일
(65) 공개번호 10-2016-0096648
(43) 공개일자 2016년08월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/070114
(87) 국제공개번호 WO 2015/089453
국제공개일자 2015년06월18일
(30) 우선권주장
61/915,361 2013년12월12일 미국(US)
62/022,140 2014년07월08일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120048655 A
KR1020140123508 A

(73) 특허권자
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
간티, 서야프라카쉬
미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
번스, 데이비드, 윌리엄
미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
그리피트스, 조나단, 찰스
미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 32 항

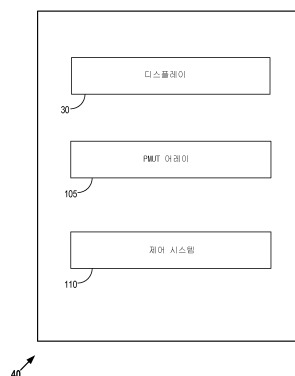
심사관 : 김상택

(54) 발명의 명칭 마이크로기계식 초음파 트랜스듀서 및 디스플레이

(57) 요약

장치는 시각적 디스플레이의 백플레인 하부, 옆, 함께, 상부에, 또는 위에 위치되는 PMUT(micromechanical ultrasonic transducer) 엘리먼트들의 1차원 어레이 또는 2차원 어레이를 포함할 수 있다. 백플레인은 TFT(thin-film transistor) 백플레인일 수 있다. PMUT 엘리먼트들의 어레이는 PMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer) 어레이 또는 CMUT(capacitive micromechanical ultrasonic transducer) 어레이일 수 있다. PMUT 어레이는 여러 주파수 범위들에 대응하는 모드들에서 동작하도록 구성가능할 수 있다. 저 주파수 모드로 동작할 경우, 장치는 제스처 검출이 가능할 수 있다. 고 주파수 모드는 지문 센서 모드 또는 스타일러스 검출 모드를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

G06F 3/0412 (2013.01)

G06F 3/0436 (2013.01)

G06K 9/0002 (2013.01)

G06K 9/00335 (2013.01)

G10K 9/125 (2013.01)

H01L 41/31 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

디스플레이 디바이스로서,

기판;

상기 기판에 커플링된 디스플레이;

상기 디스플레이에 근접하게 있는 PMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer) 어레이 - 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 상기 기판 상에 존재(reside)함 -;

복수의 박막 트랜지스터(TFT)들 - 상기 TFT들 중 적어도 제 1 어레이는 상기 기판 상에 존재하고 그리고 상기 디스플레이를 제어하기 위한 회로를 포함하고, 그리고 상기 TFT들 중 적어도 제 2 어레이는 상기 기판 상에 존재하고 그리고 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로를 포함함 -; 및

제어 시스템을 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 저 주파수 모드 또는 고 주파수 모드 중 적어도 하나에서 동작시킬지 여부를 결정하고; 그리고

상기 결정에 따라서, 상기 저 주파수 모드 또는 상기 고 주파수 모드 중 적어도 하나에서 동작하도록 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

인터페이스 시스템을 더 포함하고,

상기 결정은 적어도 부분적으로, 상기 인터페이스 시스템으로부터 수신된 입력에 따라 이루어지는, 디스플레이 디바이스.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 저 주파수 모드는 50kHz 내지 200 kHz의 주파수 범위에 대응하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 저 주파수 모드는 제스처(gesture) 검출 모드에 대응하고, 상기 디스플레이 근처의 자유-공간 제스처들이 검출될 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 고 주파수 모드는 1MHz 내지 25MHz의 주파수 범위에 대응하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 고 주파수 모드는 지문 센서 모드 또는 스타일러스(stylus) 검출 모드에 대응하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 PMUT 어레이가 상기 지문 센서 모드로 동작하는 동안 획득된 지문 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 인증 프로세스를 수행할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

메모리 시스템을 더 포함하고,

상기 인증 프로세스는,

상기 디스플레이를 통해, 상기 디스플레이 디바이스의 표면 상에 적어도 하나의 손가락을 위치시키도록 프롬프트를 제공하는 것;

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 통해, 적어도 하나의 지문 이미지를 수신하는 것;

상기 적어도 하나의 지문 이미지에 대응하는 수신된 지문 데이터를 결정하는 것; 및

상기 수신된 지문 데이터를 상기 메모리 시스템 내 저장된 지문 데이터와 비교하는 것을 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 제어 시스템은,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 상기 고 주파수 모드, 상기 저 주파수 모드 또는 중간 주파수 모드로 동작시킬지 여부를 결정하고; 그리고

상기 결정에 따라서, 상기 고 주파수 모드, 상기 저 주파수 모드 또는 상기 중간 주파수 모드로 동작하도록 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 디스플레이 디바이스는, 상기 제어 시스템이 상기 중간 주파수 모드로 동작하도록 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하고 있는 경우 터치 센서 기능을 제공할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 중간 주파수 모드는 200 kHz 내지 1MHz의 주파수 범위에 대응하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 13

제 2 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 저 주파수 모드로 동작하도록 상기 PMUT 어레이의 제 1 PMUT 엘리먼트들을 제어하고 그리고 상기 고 주파수 모드로 동작하도록 상기 PMUT 어레이의 제 2 PMUT 엘리먼트들을 제어할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 14

제 2 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 저 주파수 모드로 동작하도록 그리고 상기 고 주파수 모드로 동작하도록 상기 PMUT 어레이의 PMUT 엘리먼트를 제어할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이는 pMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer) 어레이 또는 cMUT(capacitive micromechanical ultrasonic transducer) 어레이인, 디스플레이 디바이스.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 파면 빔 포밍(wavefront beam forming), 빔 스티어링(beam steering), 수신측 빔 포밍, 또는 복귀 신호들의 선택적 판독출력 중 적어도 하나를 위해 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 어드레싱(addressing)할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 실질적으로 평면, 구면 또는 원통형 형상의 파면들을 생성하기 위해 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 적어도 하나의 위치에서 보강적 또는 상쇄적 간섭을 생성하기 위해서 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 상기 PMUT 어레이의 PMUT 엘리먼트들을 여기시키고 그리고 동일한 PMUT 엘리먼트들을 통해 응답들을 검출할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 어쿠스틱 송신기로서 상기 PMUT 어레이의 제 1 PMUT 엘리먼트를 제어하고 그리고 어쿠스틱 수신기로서 상기 PMUT 어레이의 제 2 PMUT 엘리먼트를 제어할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 능동 매트릭스 PMUT 어레이인, 디스플레이 디바이스.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 능동 매트릭스 PMUT 어레이는 드라이브 회로 및 감지 회로를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 능동 매트릭스 PMUT 어레이는 로우 및 컬럼 어드레싱 회로, 멀티플렉서 회로, 디멀티플렉서 회로, 로컬 증

폭 회로, 또는 아날로그-투-디지털 변환 회로 중 적어도 하나를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 24

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 상기 디스플레이의 일 부분 뒤에만 배치되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 25

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 상기 디스플레이의 주변 영역에 배치되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 26

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 지문 센서 기능, 시그니처 패드(signature pad) 기능, 스타일러스 검출 기능, 제스처 검출 기능 또는 버튼 기능 중 적어도 하나를 위해 상기 디스플레이의 주변 영역에 배치되는 상기 PMUT 어레이의 일 부분을 제어할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 27

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 실질적으로 상기 디스플레이의 전체 뒤에 배치되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 28

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 유리 기판인, 디스플레이 디바이스.

청구항 29

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로 및 상기 디스플레이를 제어하기 위한 회로는 플렉스(flex) 케이블을 공유할 수 있는, 디스플레이 디바이스.

청구항 30

제 1 항에 있어서,

커버 유리;

상기 커버 유리 상에 배치된 전극들을 더 포함하고,

상기 전극들은 상기 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로에 대한 상부측 전기 연결들을 위해 구성되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 전극들은, 상기 디스플레이의 주변부 상에 배치되는 적어도 하나의 PMUT 엘리먼트들에 대한 회로와의 연결들을 위해 구성되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 32

제 1 항에 있어서,

상기 PMUT 어레이의 하나의 PMUT 엘리먼트는 상기 디스플레이의 하나의 픽셀과 대응하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

우선권 주장

[0002]

[0001]이 출원은, 2013년 12월 12일에 출원되고 명칭이 "MICROMECHANICAL ULTRASONIC TRANSDUCERS AND DISPLAY"인 미국 가특허 출원 제61/915,361로 및 2014년 7월 8일에 출원되고 명칭이 "PIEZOELECTRIC ULTRASONIC TRANSDUCER AND PROCESS"인 미국 가특허 출원 제62/022,140호를 우선권으로 주장하며, 이로써, 상기 출원들은 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0003]

[0002]본 개시물은 센서 엘리먼트들을 포함하는 디스플레이들에 관한 것이며, 보다 구체적으로, 생체측정 감지, 이미징 및 터치 또는 제스처 인식을 위한 전자 센서 어레이 또는 상호작용 디스플레이에 사용하기에 적합한 압전 초음파 트랜스듀서에 관한 것이다.

배경 기술

[0004]

[0003]현재 디스플레이 터치스크린들, 이를 테면, 액정 디스플레이(LCD) 및 유기 발광 다이오드(OLED) 터치스크린들은 일반적으로, 적어도 3개의 (예를 들어, RGB) 서브-픽셀 엘리먼트들을 갖는 픽셀들을 포함하며 손가락의 터치를 검출하기 위한 위에 놓인 정전용량 터치 스크린들에 의존하고 있다. 정전용량 터치 스크린들의 해상도는 지문 이미징 또는 스타일러스 검출에 일반적으로 불충분하고, 정전용량 터치 검출은 통상적으로 터치스크린 표면으로부터 몇 밀리미터로 한정되기 때문에 검출 범위는 제스처 검출에 일반적으로 불충분하다.

발명의 내용

[0005]

[0004]본 개시물의 시스템들, 방법들 및 디바이스들은 각각 몇몇 혁신적인 양상들을 가지며, 이들 중 어떠한 단일의 양상도 본원에 개시된 바람직한 속성들을 단독으로 담당하지 않는다. 본 개시물에 개시된 요지의 일 혁신적인 양상은, 디스플레이 근처(예를 들어, 하부, 옆, 상부 또는 위)에 포지셔닝되는 PMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer) 엘리먼트들의 어레이를 포함하는 장치에서 구현될 수 있다. 장치는 제어 시스템을 포함할 수 있다.

[0006]

[0005]일부 구현들에서, 제어 시스템은, PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 저 주파수 모드 및/또는 고 주파수 모드로 동작시킬지 여부를 결정할 수 있다. 제어 시스템은, 결정에 따라, 저 주파수 모드 및/또는 고 주파수 모드로 동작할 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어할 수 있다. 디스플레이 디바이스는 인터페이스 시스템을 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 인터페이스 시스템으로부터 수신된 입력에 따라 적어도 부분적으로 결정이 이루어질 수 있다.

[0007]

[0006]일부 구현들에 따르면, 저 주파수 모드는 약 50 kHz 내지 200 kHz의 주파수 범위에 대응할 수 있다. 일부 예들에서, 저 주파수 모드는 제스처 검출 모드에 대응할 수 있으며, 디스플레이 근처의 자유 공간 제스처들

이 검출될 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 고 주파수 모드는 약 1 MHz 내지 25 MHz의 주파수 범위에 대응할 수 있다. 일부 예들에서, 고 주파수 모드는 지문 센서 모드 또는 스타일러스 검출 모드에 대응할 수 있다.

[0008] [0007]일부 구현들에서, 제어 시스템은, PMUT 어레이가 지문 센서 모드로 동작하는 동안 획득된 지문 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 인증 프로세스를 수행할 수 있다. 일부 예에서, 장치는 메모리 시스템을 포함할 수 있다. 일부 이러한 예들에서, 인증 프로세스는 다음: 디스플레이를 통해, 디스플레이 디바이스의 표면 상에 적어도 하나의 손가락을 배치시키도록 프롬프트를 제공하는 것; PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 통해, 적어도 하나의 지문 이미지를 수신하는 것; 적어도 하나의 지문 이미지에 대응하는 수신된 지문 데이터를 결정하는 것; 및 수신된 지문 데이터를 메모리 시스템 내의 저장된 지문 데이터와 비교하는 것을 포함할 수 있다.

[0009] [0008]일부 구현들에 따르면, 제어 시스템은, PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 고 주파수 모드, 저 주파수 모드 또는 중간 주파수 모드로 동작시킬지 여부를 결정할 수 있다. 제어 시스템은 결정에 따라서, 고 주파수 모드, 저 주파수 모드 또는 중간 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어할 수 있다. 일부 예들에서, 중간 주파수 모드는 약 200 kHz 내지 1MHz의 주파수 범위에 대응할 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 제어 시스템이, 중간 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하고 있는 경우, 디스플레이 디바이스는 터치 센서 기능을 제공할 수 있다.

[0010] [0009]일부 구현들에서, 제어 시스템은 저 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이의 일부 PMUT 엘리먼트들을 제어하고 그리고 고 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이의 다른 PMUT 엘리먼트들을 제어할 수 있다. 대안으로, 또는 추가적으로, 제어 시스템은 저 주파수 모드로 동작하도록 그리고 고 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이의 동일한 PMUT 엘리먼트를 제어할 수 있다. 일부 실시예들에서, PMUT 어레이는 pMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer) 어레이 또는 cMUT(capacitive micromechanical ultrasonic transducer) 어레이일 수 있다.

[0011] [0010]일부 구현들에 따르면, 제어 시스템은, 파면 빔 포밍, 빔 스티어링, 수신측 빔 포밍, 또는 복귀 신호들의 선택적 관측출력 중 적어도 하나를 위해 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현들에서, 제어 시스템은 실질적으로 평면, 구면 또는 원통형 형상의 파면들을 생성하기 위해 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어 시스템은 적어도 하나의 위치에서 보강적 또는 상쇄적 간섭을 생성하기 위해서 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있다.

[0012] [0011]일부 예들에서, 제어 시스템은 PMUT 어레이의 PMUT 엘리먼트들을 여기키시고 동일한 PMUT 엘리먼트들을 통해 응답들을 검출할 수 있다. 대안으로, 또는 추가적으로, 제어 시스템은 어쿠스틱 송신기로서 PMUT 어레이의 제 1 PMUT 엘리먼트를 제어하고 어쿠스틱 수신기로서 PMUT 어레이의 제 2 PMUT 엘리먼트를 제어할 수 있다.

[0013] [0012]일부 구현들에 따르면, PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 능동 매트릭스 PMUT 어레이일 수 있다. 일부 예들에서, 능동 매트릭스 PMUT 어레이는 드라이브 회로 및 감지 회로를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 능동 매트릭스 PMUT 어레이는 로우 및 컬럼 어드레싱 회로, 멀티플렉서 회로, 디멀티플렉서 회로, 로컬 증폭 회로, 또는 아날로그-투-디지털 변환 회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0014] [0013]일부 구현들에서, PMUT 어레이의 적어도 일 부분은 실질적으로 디스플레이의 뒤 전체에 배치될 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, 디바이스 PMUT 어레이의 단일 PMUT 엘리먼트는 디스플레이의 단일 픽셀에 대응할 수 있다. 그러나, 일부 예들에서, PMUT 어레이의 적어도 일 부분이 디스플레이의 뒤 일 부분에만 배치될 수 있다.

[0015] [0014]대안으로 또는 추가적으로, PMUT 어레이의 적어도 일 부분이 디스플레이의 주변 영역에 배치될 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 제어 시스템은, 지문 센서 기능, 시그니처 패드 기능, 스타일러스 검출 기능, 제스처 검출 기능 또는 버튼 기능 중 적어도 하나를 위해 디스플레이의 주변 영역에 배치되는 PMUT 어레이의 일 부분을 제어할 수 있다.

[0016] [0015]일부 예들에서, PMUT 어레이의 적어도 일 부분이 기판 상에 배치될 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 기판은 유리 기판일 수 있다. 그러나, 대안적인 구현들에서, 기판은, 특정 구현에 따라 투명할 수도 또는 투명하지 않을 수도 있는 다른 적절한 재료로 형성될 수 있다.

[0017] [0016]일부 구현들에 따르면, TFT(thin-film transistor)들의 적어도 하나의 어레이가 또한 기판 상에 배치될 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, TFT들의 적어도 하나의 어레이는 디스플레이를 제어하기 위한 회로를 포함할 수 있다. 일부 예들에서, TFT들의 적어도 하나의 어레이는 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로를 포함할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로 및 디스플레이를 제어하기 위한 회로는 플렉스 케이블을 공유할 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 디스플레이를 제어

하기 위한 회로를 포함하는 TFT들의 적어도 하나의 어레이가 제 2 기판 상에 배치될 수 있다.

[0018] [0017]일부 구현들에서, 장치는 커버 유리 및 커버 유리 상에 배치된 전극들을 포함할 수 있다. 전극들은 PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로에 대한 상부측 전기 연결들을 위해 구성될 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, 전극들은, 디스플레이의 주변부 상에 배치되는 적어도 하나의 PMUT 엘리먼트들에 대한 회로와의 연결들을 위해 구성될 수 있다.

[0019] [0018]다른 특징들, 양상들 및 장점들은 본 개시물의 리뷰로부터 명백해질 것이다. 본 개시물의 도면들 및 다른 다이어그램들의 상대적인 치수들이 축적대로 도시되지 않을 수 있다는 것을 주목한다. 본 개시물에 나타내어지고 설명되는 사이즈들, 두께들, 어레인지먼트들, 재료들 등은 단지 예로서만 구성되며 한정하려는 것으로 해석되지 않아야 한다.

도면의 간단한 설명

[0020] [0019]도 1a는 디스플레이 디바이스의 엘리먼트들의 예들을 보여주는 블록도이다.

[0020]도 1b는 PMUT 엘리먼트의 일례를 도시한다.

[0021]도 1c는 CMUT 엘리먼트의 일례를 도시한다.

[0022]도 2는 PMUT 여기(excitation)에 대한 주파수 범위들의 예들을 도시하는 그래프이다.

[0023]도 3a는 PMUT 어레이의 일례를 도시한다.

[0024]도 3b 내지 3f는 TFT 회로 엘리먼트들 및 PMUT 엘리먼트들의 다양한 예들을 도시한다.

[0025]도 4는 동일한 기판 상의 능동 컴포넌트들과 PMUT 어레이의 다른 예를 도시한다.

[0026]도 5a는 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스의 일례를 도시한다.

[0027]도 5b는 디스플레이 픽셀들의 어레이와 동일한 넓이는 갖는(co-extensive) PMUT 어레이를 갖는 디스플레이 디바이스의 일례를 도시한다.

[0028]도 5c는 LCD 디스플레이 및 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스에 대한 일 예시적인 스택을 도시한다.

[0029]도 5d는 OLED 디스플레이 및 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스에 대한 일 예시적인 스택을 도시한다.

[0030]도 6a는 디스플레이의 뒤 일 부분에만 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스의 일례를 도시한다.

[0031]도 6b 및 도 6d는 디스플레이의 주변부 근처에 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스의 예들을 도시한다.

[0032]도 7a 내지 도 7f는 디스플레이의 주변 영역들에 배치되는 PMUT 어레이들의 예들을 도시한다.

[0033]도 8a 및도 8b는 본원에 설명된 바와 같은 적어도 하나의 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스를 도시하는 시스템 블록도들의 예들을 도시한다.

[0034]다양한 도면들에서 동일한 참조 번호들 및 명칭들은 동일한 엘리먼트들을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] [0035]아래의 상세한 설명은 본 개시물의 혁신적인 양상들을 설명하기 위한 특정한 구현들에 관한 것이다. 그러나, 당업자는 본원의 교시들이 다수의 상이한 방식으로 적용될 수 있다는 것을 쉽게 인식할 것이다. 설명된 구현들은, 동화상(이를테면, 비디오) 또는 정지 화상(이를테면, 스틸 이미지들)이든지 간에, 그리고 텍스트, 그래픽 또는 그림이든지 간에, 이미지의 디스플레이가 가능할 수 있는 임의의 디바이스, 장치 또는 시스템에서 구현될 수 있다. 더 구체적으로, 설명된 구현들이, 모바일 전화들, 멀티미디어 인터넷 인에이블 셀룰러 전화들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 블루투스 디바이스들, 휴대 보조 단말기(PDA)들, 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS(global positioning system) 수신기들/네비게이터들, 카메라들, 디지털 미디어 플레이어들(이를테면, MP3 플레이어들), 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목 시계들, 시계들,

계산기들, 텔레비전 모니터들, 플랫 패널 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들(예를 들어, e-리더들), 모바일 헬스 디바이스들, 컴퓨터 모니터들, 오토 디스플레이들(주행기록계 및 속도계 디스플레이들 등을 포함함), 조종석 컨트롤들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(예컨대, 차량의 후방 뷰 카메라의 디스플레이), 전자 사진들, 전자 게시판들 또는 간판(sign)들, 프로젝터들, 건축(architectural) 구조들, 마이크로파들, 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 레코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 세탁기들, 건조기들, 세탁기/건조기들, 주차요금 징수기들(parking meters), (이를테면, 비-전자기계 시스템(EMS) 애플리케이션들은 물론, 마이크로전자기계 시스템(MEMS) 애플리케이션들을 비롯한 전자기계 시스템(EMS) 애플리케이션들에서의) 패키징, 심미적 구조들(이를테면, 한점의 보석 또는 의류 상의 이미지들의 디스플레이) 및 다양한 EMS 디바이스들과 같은, (그러나, 이들에 제한되지 않음) 다양한 전자 디바이스들에 포함되거나 또는 이들과 연관될 수 있다는 점이 참작된다. 본원에서의 교시들은 또한, 전자 스위칭 디바이스들, 무선 주파수 필터들, 센서들, 가속도계들, 자이로스코프들, 움직임-감지 디바이스들, 자력계들, 가전제품에 대한 관성 컴포넌트들, 가전제품 물건들의 부품들, 버랙터들, 액정 디바이스들, 전기영동 디바이스들, 구동 방식들, 제조 프로세스들, 및 전자 테스트 장비와 같은 (그러나, 이들에 제한되지 않음) 비-디스플레이 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 따라서, 교시들은 도면들에 단독으로 도시한 구현들로 제한되는 것으로 의도되는 것이 아니라, 대신에, 당업자에게 쉽게 명백할 바와 같이, 넓은 응용가능성을 가진다

[0022] [0036]디스플레이 디바이스, 특히, 모바일 디스플레이 디바이스 상에 제스처 검출 시스템 및/또는 지문 이미징 시스템을 제공하는 것이 어려울 수 있다. 정전용량 터치 시스템들(예를 들어, 투영식 정전용량 터치 또는 PC T)이 흔히 모바일 디스플레이 디바이스에 포함된다. 그러나, 정전용량 터치 스크린들의 해상도는 일반적으로 지문 이미징 또는 스타일러스 검출에 대해 불충분하다. 또한, 정전용량 터치 스크린들에 의해 제공되는 검출의 범위는 일반적으로 제스처 검출에 불충분한데, 정전용량 터치 검출은 일반적으로 터치스크린 표면으로부터 몇 밀리미터로 제한되기 때문이다.

[0023] [0037]본원에 개시된 일부 구현들은, 디스플레이의 백플레인에 근접하게 (예를 들어, 하부, 옆, 상부 또는 위)에 포지셔닝된 PMUT(piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer) 엘리먼트들의 1차원적 또는 2차원적 어레이를 갖는 장치를 포함한다. 백플레인은, 예를 들어, 박막 트랜지스터(TFT) 백플레인일 수 있다. PMUT 어레이 또는 이들의 서브-어레이들은 다수의 주파수 범위들에 대응하는 모드들에서 동작하도록 구성가능할 수 있다. 저 주파수 모드로 동작할 때, 장치는 제스처를 검출할 수 있다. 고 주파수 모드는, 예를 들어, 지문 센서 모드, 스타일러스 검출 모드, 또는 터치 검출 모드일 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이 또는 서브어레이의 PMUT 엘리먼트들의 일 부분은 저 주파수 모드로 동작할 수 있고, PMUT 어레이 또는 서브어레이의 제 2 부분은 고 주파수 모드로 동작할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이의 PMUT 엘리먼트들은 저 주파수 또는 고 주파수 모드로 동작할 수 있다.

[0024] [0038]본 개시물에 설명된 요지의 특정 양상들은, 다음 잠재적인 이점들 중 하나 또는 그 조합의 것을 실현하기 위해서 구현될 수 있다. 일부 구현들은 제스처 검출 및 지문 이미징 둘 모두를 할 수 있는 PMUT의 어레이를 제공할 수 있다. 몇몇 이러한 구현들에서, PMUT 어레이는 디스플레이 픽셀들의 어레이의 적어도 일부를 통해 초음파 신호들을 송신하고 수신할 수 있다. 이러한 구현들은, 디스플레이에 의해 점유되지 않은 디스플레이 디바이스의 주변 영역을 감소시킬 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이는 또한 터치 센서 기능을 제공할 수 있다. 몇몇 이러한 구현들에서, 통상 디스플레이 디바이스를 구비하는 터치 스크린이 생략될 수 있다. 그러나, 다른 구현들에서, 지문 센서, 시그니처 패드, 스타일러스 검출, 제스처 검출 및/또는 버튼 기능을 제공할 수 있는 PMUT 어레이의 적어도 일 부분이 주변 영역에 위치될 수 있다.

[0025] [0039]또한, PMUT 디바이스들은 일반적으로 기관의 외부 회로와 접속되어 있는 실리콘 또는 SOI(silicon-on-insulator) 기관 상에 제조되었다. 이러한 구성들은, 어레이 내의 PMUT 디바이스들의 수를 제한할 수 있고, 외부 회로에 대한 많은 수의 상호 접속부들을 요구할 수 있으며, 비용, 포장 제약들, 및 신호 무결성의 손실이 잠재적으로 추가될 수 있다. 본원에 제공된 일부 구현들에서, PMUT 어레이는, 동일한 기관 상에 TFT 회로와 공동 제조(co-fabricate)될 수 있으며, 이는 외부 회로에 대한 상호 연결부들의 수를 감소시킬 수 있고 잠재적으로 비용을 감소시키고 신호 무결성을 향상시킬 수 있다. TFT 회로와 PMUT 엘리먼트들의 공동 제조(co-fabrication)는 모바일 및 고정 디스플레이들의 전형적인 대형 어레이 사이즈들을 허용한다. 동일한(예를 들어, 공통) 기관 상의 PMUT 엘리먼트들 및 TFT 회로의 공동 제조는 디스플레이 디바이스에서 조립할 부품들의 수를 감소시키고, 디스플레이 디바이스의 총 두께를 감소시킬 수 있다. PMUT 엘리먼트들과 TFT 회로 간의 상호 접속부들의 대부분이 TFT 기관 상의 금속 트레이스들을 이용하여 이루어질 수 있기 때문에 외부 상호접속부의 수가 대형 어레이 사이즈들로 인해 크게 감소될 수 있다.

- [0026] [0040]압전 마이크로기계식 초음파 트랜듀서(PMUT) 어레이는, 압전식으로 작동될 수 있는 다이어프램들, 플레이트들, 멤브레인들 또는 리본들과 같은 하나 또는 그 초과 마이크로구조물들을 포함할 수 있다. 마이크로구조물 상에, 내에 또는 아래에 형성되는 증착된 박막 압전층 및 연관 전극들은 초음파를 생성하는 하나 또는 그 초과 동작 모드에서 마이크로구조물을 작동시키는 역할을 할 수 있다. 초음파들은, 일부 구현들에서, 자유-공간 제스처들을 검출하는데 사용될 수 있다. 다른 구현들에서, 초음파들은, 디스플레이 디바이스의 표면 상의 터치들을 검출하는 데에 사용될 수 있다. 더 높은 주파수(더 짧은 파장들)에서의 초음파들은 스타일러스 또는 디스플레이 표면 상에 배치되는 다른 작거나 미세하게 피쳐링된 오브젝트를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 충분한 사이즈의 어레이 내의 PMUT 엘리먼트들의 고밀도(예를 들어, 인치당 약 500픽셀들)는, 스타일러스의 팁을 검출하고 그리고/또는 사용자의 확인 및 인증을 위한 지문의 리지들(ridges)과 밸리들(valleys)을 이미징하는 데에 사용될 수 있다. PMUT 엘리먼트들은, 공기 중에서 또는 디스플레이의 표면 상에서 오브젝트로부터 반사된 후에 수신될 수 있는 초음파들을 검출하도록 구성되는 초음파 수신기들로서 사용될 수 있다. PMUT 어레이들의 많은 예들이 본 개시물에 그리고 인용에 의해 본 출원에 포함되는 연관된 출원들에 제공된다. 그러나, 일부 구현들에서, 마이크로기계식 초음파 트랜듀서(MUT) 어레이는, 용량성 마이크로기계식 초음파 트랜듀서(CMUT) 엘리먼트들과 같은 다른 타입들의 MUT 엘리먼트들을 포함할 수 있다. CMUT들 및 PMUT 엘리먼트들의 추가 설명이 도 1b 및 도 1c에 대하여 아래에 설명된다.
- [0027] [0041]도 1a는 디스플레이 디바이스의 엘리먼트들의 예들을 보여주는 블록도이다. 이 예에서, 디스플레이 디바이스(40)는 디스플레이(30), PMUT 어레이(105) 및 제어 시스템(110)을 포함한다. PMUT 어레이(105)는 디스플레이(30)에 근접할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 능동 디스플레이 영역과 동일한 면적을 차지할 수 있고 실질적으로 디스플레이 서브픽셀들(예를 들면, 인-셀 구성들)과 동일한 평면에 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 디스플레이의 능동 영역 뒤에 여전히 포지셔닝되어 있는 디스플레이(30)와 실질적으로 동일한 사이즈일 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분은 실질적으로 디스플레이(30) 뒤 전체에 배치될 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 디스플레이(30)의 뒤 일 부분에만 배치될 수 있다. 대안으로 또는 추가적으로, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분은, 디스플레이(30)의 주변 영역, 이를 테면, 디스플레이 모듈의 능동 디스플레이 영역 외부의 영역에 배치될 수 있다. 이러한 구성들 및 다른 구성들의 다양한 예들이 본원에 제공된다.
- [0028] [0042]디스플레이(30)의 주변 영역 내에 배치되는 PMUT 어레이(105)의 부분들은, 지문 센서 기능, 터치 패드 또는 시그니처(예를 들어, 스타일러스) 패드 기능, 스타일러스 검출 기능, 제스처 검출 기능 및/또는 버튼 기능을 제공하도록, 예를 들어, 제어 시스템(110)에 의해 제어될 수 있다. 버튼 기능은 인증 기능을 이용하여 또는 인증 기능을 이용하지 않고 디스플레이 디바이스(40)의 일부 양상을 제어하는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 버튼들은, "인증" 버튼들 또는 "비인증" 버튼들로 지칭될 수 있다.
- [0029] [0043]PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, PMUT 어레이 일 수 있거나 또는 일부 구현들에서, CMUT 어레이일 수 있다. 제어 시스템(110)은 하나 또는 그 초과 프로세서들, 이를 테면, 하나 또는 그 초과 범용의 단일- 또는 멀티-칩 프로세서들, 디지털 신호 프로세서들(DSP), 주문형 집적 회로들(ASIC들), 필드 프로그래머블 게이트 어레이들(FPGA들), 또는 기타 프로그래머블 로직 디바이스들, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이를 테면, TFT들, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 제어 시스템(110)은, 적어도 부분적으로 본원에 설명된 방법들을 수행할 수 있다.
- [0030] [0044]예를 들어, 제어 시스템(110)은, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 저 주파수 모드 또는 고 주파수 모드로 작동시킬 것인지 여부를 결정하고 그 결정에 따라 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 제어할 수 있다. 디스플레이 디바이스(40)의 일부 구현들은 인터페이스 시스템을 포함할 수 있다. 결정 프로세스는, 인터페이스 시스템으로부터 수신된 입력에 따라, 적어도 부분적으로 수행될 수 있다. 인터페이스 시스템은, 예를 들어, 하나 또는 그 초과 네트워크 인터페이스들, 사용자 인터페이스들 등을 포함할 수 있다. 인터페이스 시스템은 하나 또는 그 초과 USB(universal serial bus) 인터페이스들 또는 유사한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 인터페이스 시스템은 무선 또는 유선 인터페이스들을 포함할 수 있다.
- [0031] [0045]도 2는 PMUT 여기에 대한 주파수 범위들의 예들을 도시하는 그래프이다. 도 2에서, 가로축은 로그 스케일에 따른 전위 여기 주파수들을 나타내고 세로축은 PMUT 어레이 내 하나 또는 그 초과 PMUT 엘리먼트들로부터의 일반적인 출력 전압(Vout)에 대응한다. 이 예에서, 저 주파수 모드는 약 50 kHz 내지 400 kHz의 주파수 범위에 해당하고 고 주파수 모드는 약 5MHz 내지 50MHz의 주파수 범위에 해당한다. 그러나, 대안적인 구현들에서, 저 주파수 모드 및/또는 고 주파수 모드는 상이한 주파수 범위들에 대응할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, 저 주파수 모드는 약 50kHz 내지 200 kHz의 주파수 범위에 해당할 수 있고 고 주파수 모드는 약 1MHz 내지

25MHz의 주파수 범위에 해당할 수 있다. 대안으로 또는 추가적으로, 일부 구현들에서, PMUT 어레이는, 저 주파수 범위와 고 주파수 범위 사이의 주파수 범위(예를 들어, 약 200 kHz 내지 약 1 MHz)에 대응하는 중간 주파수 모드로 동작하도록 구성가능할 수 있다. 중간 주파수 모드로 동작할 때, 장치는, 고 주파수 모드보다 다소 낮은 해상도를 갖더라도, 터치 센서 기능 및 제스처 검출 능력을 제공할 수 있다.

[0032] [0046]도 1a를 다시 참고하면, 일부 구현들에서, 제어 시스템이 저 주파수 모드에서 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 동작시킬 경우, 디스플레이 디바이스(40)는, 디스플레이 디바이스(40)가 고 주파수 모드로 동작하고 있는 경우보다 공기 속으로 상대적으로 더 많이 침투할 수 있는 음파를 방출할 수 있다. 일부 예들에서, 이러한 저 주파수 음파들은, 다양한 상부층들, 이를 테면, 커버 유리, 터치스크린, 디스플레이 어레이, 백라이트 및/또는 구현에 따라 변할 수 있는 다른 계층들을 통해 전송될 수 있다. 일부 구현들에서, 저 주파수 음파들은 디스플레이 디바이스의 커버 유리 또는 커버 렌즈 내 하나 또는 그 초과를 통해 전송될 수 있다. 다양한 구성들이 본원에 개시된다.

[0033] [0047]일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)로부터 공기 안으로의 결합을 최적화하기 위해서 상부층들 중 하나 또는 그 초과를 통해 포트가 개방될 수 있다. 저 주파수 음파들은, 디스플레이 표면 위의 공기를 통해 송신되고, 디스플레이 디바이스(40)의 표면 가까이에서 있는 하나 또는 그 초과를 오브젝트들로부터 반사되고, 공기를 통해 송신되고 그리고 상부층들을 통해 복귀하여, (예를 들어, PMUT 어레이(105)의) 초음파 수신기에 의해 검출될 수 있다. 따라서, 저 주파수 모드로 동작할 경우, 디스플레이 디바이스(40)는 제스처 검출 모드로 동작할 수 있으며, 디스플레이 근처 자유-공간 제스처들이 검출될 수 있다.

[0034] [0048]고 주파수 모드로 동작할 경우, 디스플레이 디바이스(40)는 비교적 더 높은 해상도로 이미징할 수 있다. 따라서, 디스플레이 디바이스(40)는, 디스플레이 디바이스(40)의 표면 상에 배치된 손가락과 같은 오브젝트로부터의 터치, 지문, 스타일러스 및/또는 생체측정 정보를 검출할 수 있다. 일부 구현들에서, 고 주파수 모드는 터치 검출 모드 및/또는 스타일러스 검출 모드에 대응할 수 있다. 일부 구현들에서, 고 주파수 모드는 지문 센서 모드에 대응할 수 있다.

[0035] [0049]일부 경우들에서, 제어 시스템(110)은, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분이 지문 센서 모드로 동작하는 동안 획득된 지문 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 인증 프로세스를 수행할 수 있다. 인증 프로세스들은, 디스플레이를 통해, 디스플레이 디바이스의 표면 상에 적어도 하나의 손가락을 위치시키도록 프롬프트를 제공하는 것 및 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 통해, 적어도 하나의 지문 이미지를 수신하는 것을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어 시스템(110)이 지문 이미지(들)를 획득할 것을 제어하는 PMUT 어레이(105)의 부분이 디스플레이(30)의 에지, 면 또는 코너와 같은 디스플레이 디바이스(40)의 주변 영역에 배치될 수 있다.

[0036] [0050]제어 시스템(110)은 수신된 지문 이미지(들)에 대응하는 수신된 지문 데이터를 결정할 수 있다. 본원에 사용된 것과 같은 용어 "지문 데이터"는, 지문 세부사항, 이를 테면, 타입들, 위치들, 배향들 및/또는 지문 세부사항의 간격에 해당하는 데이터를 특징지우기 하기 위해 사용될 수 있는 데이터를 포함한다. 지문 데이터는 또한, 표면 지문들의 패턴 또는 이미지 정보 및 표면 아래 피쳐들과 연관된 다른 생체측정 데이터를 포함할 수 있다.

[0037] [0051]제어 시스템(110)은, 인증 프로세스의 일부로서 수신된 지문 데이터를 저장된 지문 데이터와 비교할 수 있다. 일부 구현들에서, 저장된 지문 데이터는 디스플레이 디바이스(40)의 메모리 시스템에 저장될 수 있다. 메모리 시스템은 랜덤 액세스 메모리(RAM) 및/또는 판독 전용 메모리(ROM)와 같은 하나 또는 그 초과를 비일시적 매체를 포함할 수 있다. 메모리 시스템은, 비일시적 저장 매체, 이를 테면, 플래시 메모리, 하나 또는 그 초과를 하드 드라이브들 등의 하나 또는 그 초과를 다른 적절한 타입들을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 인터페이스 시스템은 제어 시스템(110)과 메모리 시스템 사이의 적어도 하나의 인터페이스를 포함할 수 있다. 그러나, 일부 구현들에서, 인증 프로세스는, 인터페이스 시스템을 통해, 다른 디바이스로부터, 저장된 지문 데이터를 리트리브하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 저장된 지문 데이터가 인터넷을 통해 액세스가능한 서버 상에 상주할 수 있다.

[0038] [0052]일부 구현들에서, 제어시스템(110)은 중간 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이(105)를 제어할 수 있다. 일부 구현들에서, 중간 주파수 모드는 약 200kHz 내지 1 MHz의 주파수 범위 내의 동작에 대응할 수 있다. 디스플레이 디바이스(40)는, 제어 시스템(110)이 중간 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 제어하고 있는 경우 터치 센서 기능을 제공할 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 제어 시스템(110)은 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분이 고 주파수 모드, 저 주파수 모드 또는 중간 주파수 모드로 동작하는지 여부를 결정하고, 그 결정에 따라서, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 고 주파수 모드, 저 주파수

모드 또는 중간 주파수 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.

- [0039] [0053] 일부 구현들에서, 제어 시스템(110)은, 파면 빔 포밍, 빔 스티어링, 수신측 빔 포밍, 및/또는 리턴 신호들의 선택적 판독출력을 위해 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어 시스템(110)은 평면, 원형(구면) 또는 원통파면들과 같은 특정 형상의 파면들을 생성하기 위해서 PMUT 어레이(105)의 송신기들의 어레이를 제어할 수 있다. 제어 시스템(110)은, 원하는 위치들에서 보강적 또는 상쇄적 간섭을 생성하기 위해서 PMUT 어레이(105)의 송신기들의 어레이의 크기 및/또는 위상을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(110)은, 터치 또는 제스처가 검출되는 디스플레이 디바이스(40)의 하나 또는 그 초과 위치들에서 보강적 간섭을 생성하기 위해 송신기들의 어레이의 크기 및/또는 위상을 제어할 수 있다.
- [0040] [0054] 평면 초음파들(예를 들어, 평면파들)의 생성 및 방출은, 동시 방식으로 PMUT 어레이(105)에서 대다수의 PMUT 엘리먼트들을 여기시키고 작동시킴으로써 달성될 수 있고, 이는 실질적으로 평탄한 파면을 가진 초음파를 생성할 수 있다. PMUT 어레이(105)의 단일 PMUT 엘리먼트들의 작동은, PMUT 엘리먼트가 구면파들의 소스로서의 역할을 함에 따라, 실질적으로 구면파들을 포워드 방향으로 생성할 수 있다. 대안으로, 구면파들은, 필요에 따라, 개별 PMUT 엘리먼트(중앙 엘리먼트)를 선택하고 여기시키는 것, 중앙 PMUT 엘리먼트 주위의 PMUT 엘리먼트들의 제 1 링을 결정하고 지연 방식으로 제 1 링을 작동시키는 것, 제 1 링 주위의 PMUT 엘리먼트들의 제 2 링을 결정하고 추가 지연 방식으로 제 2 링을 작동시키는 것 등에 의해 생성될 수 있다. 여기들의 타이밍은, 실질적으로 구면파면을 형성하도록 선택될 수 있다. 유사하게, 원통파는, PMUT 엘리먼트들의 로우(row)가 원통파들의 소스로서 역할을 함에 따라, 로우 단위로 PMUT 엘리먼트들의 그룹을 선택하고 여기시키는 식으로 생성될 수 있다. 대안으로, 원통파들은, PMUT 엘리먼트들의 로우(중앙 로우)를 선택하여 여기시키고, 제어되는 시간 지연에 따라 중앙 로우로부터 등거리에 있는 PMUT 엘리먼트들의 인접한 로우들을 결정하여 여기시킴으로써 생성될 수 있다. 여기들의 타이밍은, 실질적으로 원통파면을 형성하도록 선택될 수 있다.
- [0041] [0055] PMUT 엘리먼트들의 어레이를 동시에 여기시키는 것이 PMUT 어레이에 대해 수직으로 이동하는 평면 초음파를 생성할 수 있는 반면, PMUT 여기의 위상 제어는, 위상 지연의 양에 의존하여, 다양한 방향으로 평면파의 제지향을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 파장의 10분의 1 거리만큼 떨어져 포지셔닝되는 PMUT 엘리먼트들의 인접 로우들에 10도의 위상 지연이 적용된다면, 파면은 법선으로부터 약 15.5도의 각도에서 평면파를 송신할 것이다. PMUT 어레이 전면에서 포지셔닝된 오브젝트로부터의 에코들(반사된 부분들)을 검출하면서, 상이한 각도들에서 평면파를 스캐닝하는 것은 오브젝트의 대략적인 형상, 거리 및 포지션의 검출을 가능하게 할 수 있다. 오브젝트 거리 및 포지션의 연속적인 결정들은 에어(air) 제스처들의 결정을 허용할 수 있다.
- [0042] [0056] 송신-측 빔 포밍의 다른 형태들이 사용될 수 있다. 예를 들어, PMUT 어레이(105)의 PMUT 엘리먼트들의 세트는, 어레이 앞의 특정 위치에서 초음파의 파면에 포커싱하는 방식으로 소성(fire)될 수 있다. 예를 들어, 포커싱된 파면이 선택된 PMUT 엘리먼트들의 타이밍(예를 들어, 위상)을 조정함으로써 원통형 또는 구면일 수 있으므로, 각각의 선택된 PMUT 엘리먼트로부터 생성된 파는 미리결정된 시각에 PMUT 어레이의 전면 영역 내의 미리결정된 위치에 도달한다. 포커싱된 파면들은, 관심 포인트에서 상당히 더 높은 음압을 생성할 수 있으며, 관심 포인트의 오브젝트로부터 반사된 신호가 수신 모드에서 PMUT 어레이를 동작시킴으로써 검출될 수 있다. 다양한 PMUT 엘리먼트들로부터 방출된 파면들은 초점 영역 내에서 보강적으로 간섭할 수 있다. 다양한 PMUT 엘리먼트들로부터의 파면들이 초점 영역 근처의 영역들에서 상쇄적으로 간섭하여 포커싱된 빔 에너지(진폭)의 추가 절연을 제공하고 리턴 신호의 신호 대 잡음비를 증가시킬 수 있다. 유사하게, 검출이 PMUT 어레이(105) 내의 다양한 PMUT 엘리먼트들에 대해 발생하는 위상의 제어는 수신측 빔 포밍을 가능하게 하며, 수신측 빔 포밍에서, 리턴 신호들은 공간 내 영역으로부터의 거리와 상관될 수 있고 그에 따라 결합되어 검출 영역 내의 오브젝트의 이미지를 생성한다. PMUT 어레이(105)의 PMUT 엘리먼트들로부터 전송된 파들의 주파수, 진폭 및 위상을 제어하는 것은 빔 정형 및 빔 포밍을 또한 가능하게 할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이 내 PMUT 엘리먼트들 전부가 각각의 동작 모드에 대해 또는 각각의 프레임에 대해 판독출력될 필요가 있는 것은 아니다. 프로세싱 시간을 저장하고 배터리 수명에 대한 드레인을 줄이기 위해서, PMUT 엘리먼트들의 선택 그룹에 의해 검출된 리턴 신호들이 포착 동안 판독출력될 수 있다. 제어 시스템(110)은, 파면 빔 포밍, 빔 스티어링, 수신측 빔 포밍, 또는 리턴 신호들의 선택적인 판독출력을 위해 PMUT 어레이의 일 부분을 어드레싱하도록 구성될 수 있다.
- [0043] [0057] 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 하나 또는 그 초과 능동 매트릭스 PMUT 어레이들을 포함할 수 있다. 이러한 구현들에서, 능동 매트릭스 PMUT 어레이들은, 동일한 기관 상에 능동 컴포넌트들(예를 들어, TFT들)을 포함시킴으로써 수동 PMUT 어레이들을 필요로 하는 대다수의 외부 상호접속부들을 제거할 수 있다. 이러한 능동 성분들은 제어 시스템(110)의 일부일 수 있다. 몇몇 이러한 능동 매트릭스 PMUT 어레이들은 구동 회로 및 감지 회로 둘 모두를 포함할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, TFT들은, 동기식 방식으로 PMUT 어레이

이(105)의 PMUT 엘리먼트들을 구동시킬 수 있다. 대안으로 또는 추가적으로, 일부 구현들에, TFT들은, 단계적 방식으로 PMUT 어레이(105)의 PMUT 엘리먼트를 구동시킬 수 있다. 능동 매트릭스는 또한, PMUT 어레이(105)의 PMUT 엘리먼트들로부터의 리턴 신호들을 검출하기 위해 감지 회로를 포함할 수 있다.

[0044] [0058]일부 실시예들에서, 제어 시스템(110)은 로우 및 컬럼 어드레싱 회로를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 제어 시스템(110)은, 멀티플렉서 및/또는 디멀티플렉서 회로, 로컬 증폭 회로, 아날로그-투-디지털(A/D) 변환 회로, 및/또는 다른 제어 회로를 포함할 수 있다.

[0045] [0059]도 1b는 PMUT 엘리먼트의 일례를 도시한다. PMUT 엘리먼트(100a)는 초음파들을 생성하고 수신된 초음파들을 검출하도록 PMUT 엘리먼트를 작동시키기 위해 사용될 수 있는 압전층 내에 질화 알루미늄(AlN) 또는 리드 지르코늄 티타네이트(PZT)와 같은 압전 재료의 하나 또는 그 조합의 층들을 구비할 수 있다. 압전층의 스택은, 하부 전극층(112), 압전층(115), 및 상부 전극층(114)을 포함할 수 있으며, 압전층(115)은 하부 및 상부 전극들(112 및 114)의 적어도 일 부분 사이에서 샌드위치된다. 하나 또는 그 조합의 유전체층들(116)은, 각각, 하부 및 상부 전극들(112 및 114)에 대한 접촉들을 가능하게 하는 한편 금속 상호연결 층(118)에 전기적 절연을 제공할 수 있다. 압전층 스택은 기계층(130) 상에, 아래에 또는 상부에 배치될 수 있다. 앵커 구조(170)는, 캐비티(120) 및 기관(160)에 위에 현수되는 PMUT 멤브레인 또는 다이어프램을 지지할 수 있다. 기관(160)은 PMUT(100a)를 구동하고 감지하기 위한 그리고 시각적 디스플레이를 생성하기 위한 TFT 회로를 구비할 수 있다. 압전층 스택 및 기계층(130)은, 각각 전극층들(114 및 112)에 걸쳐 인가되는 구동 전압들(Va 및 Vb)에 대한 응답으로 플렉싱, 벤딩 또는 바이브레이팅될 수 있다. PMUT 엘리먼트(100a)의 진동들은, 구동 전압들의 여기 주파수에 의해 결정되는 주파수에서 초음파들(190)을 생성할 수 있다. PMUT 다이어프램을 타격하는 초음파들은, 다이어프램의 플렉싱(flexing)을 이용하여 감지 전압들(Va 및 Vb)의 생성을 야기시킬 수 있다. 하부 캐비티(120)는, 하부 기관(160)과 접촉되지 않는 상태로 PMUT 엘리먼트(100a)의 편향(deflection)을 가능하게 한다. PMUT 엘리먼트(100a)의 동작 주파수들은, 고 주파수 동작, 저 주파수 동작, 중간 주파수 동작, 또는 주파수들의 조합에 대해 조정될 수 있다.

[0046] [0060]도 1c는 CMUT 엘리먼트의 일례를 도시한다. CMUT 엘리먼트(100b)는 앵커 구조(170)에 의해 캐비티(120) 및 기관(160) 위에 지지되는 기계층(130)을 구비할 수 있다. 캐비티 아래 기관 상의 하부 전극(112) 및 캐비티(120) 위 상부 전극(114)은, 단자들(Va 및 Vb)로 인가되는 여기 전압으로 구동되어 초음파(190)를 생성할 수 있다. 전극(112)과 전극(114) 사이의 전위차는 기관을 향해 아래쪽으로 CMUT 엘리먼트(100b)의 플렉서블 다이어프램을 끌어당기는 정전력을 발생시킨다. 이 구성에서, Va가 Vb보다 더 크지 또는 Vb가 Va보다 더 크지 여부에 따라 정전력이 인력이 되기 때문에, 전극들 중 하나는, 낮은 인가 AC 전압들로 하여금 다이어프램을 위아래로 움직이게 하기 위해서 비교적 높은 DC 전압에서 바이어싱될 필요가 있다. 바이어싱은 또한, 캐비티(120) 위에서 CMUT 다이어프램의 편향을 감지할 필요가 있다.

[0047] [0061]CMUT 엘리먼트(100b)보다 제조하기가 다소 더 복잡하더라도, PMUT 엘리먼트(100a)는 일반적으로, 비슷한 음향 전력을 생성하기 위해서 CMUT 엘리먼트(100b)보다 낮은 동작 전압을 필요로 한다. PMUT 엘리먼트(100a)는, 더 폭 넓은 이동 범위를 허용하는 CMUT 엘리먼트(100b)와 같은 정전 디바이스들에 대한 결과적인 풀-인(pull-in) 전압들을 겪지 않는다. 또한, CMUT 엘리먼트들(100b)은, 인입하는 초음파의 검출을 가능하게 하기 위해서 상당히 더 높은 바이어스 전압들을 필요로 할 수 있다.

[0048] [0062]도 3a는 PMUT 어레이의 일례를 도시한다. 이 예에서, PMUT 어레이(105)는, 일부 구현들에서는 유리 또는 플라스틱 기관일 수 있는 동일한 기관(305) 상에 TFT 회로와 공동 제조되었다. TFT 회로는 도 1a의 제어 시스템(110)의 일부일 수 있다.

[0049] [0063]TFT 회로는 로우 및 컬럼 어드레싱 일렉트로닉스, 멀티플렉서들, 로컬 증폭 스테이지들 및 제어 회로를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, TFT들의 적어도 하나의 어레이는 디스플레이를 제어하기 위한 회로를 포함한다. 일부 구현들에 따르면, 디스플레이를 제어하기 위한 회로를 포함하는 TFT들의 적어도 하나의 어레이가 제 2 기관 상에 배치될 수 있다. 일부 구현들에서, TFT들의 적어도 하나의 어레이는 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로를 포함한다. 일부 이러한 구현들 따르면, PMUT 어레이의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로 및 디스플레이를 제어하기 위한 회로는 플렉스 케이블을 공유할 수 있다.

[0050] [0064]도 3b 내지 3f는 TFT 회로 엘리먼트들 및 PMUT 엘리먼트들의 다양한 예들을 도시한다. 도 3b는, 이 경우에서 PMUT 엘리먼트인 하나의 PMUT 엘리먼트(310)를 도시한다. PMUT 어레이, 이를 테면 도 3a의 PMUT 어레이(105)는 PMUT 엘리먼트(310)의 및/또는 본원에 개시된 PMUT 엘리먼트들의 다른 타입들의 다수의 예들을 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 본원의 다른 곳에서 보다 구체적으로 설명되는 바와 같이, PMUT 어레이(105)의 PMUT

엘리먼트들(310) 중 적어도 일부는 디스플레이(30)의 개별 픽셀들과 대응할 수 있다.

- [0051] [0065]도 3b에 도시된 예에서, PMUT 엘리먼트(310)는 송신 엘리먼트(Tx) 및 수신 엘리먼트(Rx) 둘 모두로서 구성될 수 있다. 이 구현에서, TFT 회로 엘리먼트(315)는 드라이버 스테이지 및 감지 스테이지를 포함할 수 있다. 따라서, 이 예에서, TFT 회로 엘리먼트(315)는 PMUT 엘리먼트(310)로 하여금 초음파를 방출하게 할 수 있다. 또한, 이 예에서, TFT 회로 엘리먼트(315)는, PMUT 엘리먼트(310)에 의해 감지된 초음파에 대응하는, 동일한 PMUT 엘리먼트(310)로부터의 응답을 검출할 수 있다.
- [0052] [0066]도 3c에 도시된 구현들에서, PMUT 엘리먼트(310a)는 어쿠스틱 송신기로서 기능할 수 있고, 제 2 PMUT 엘리먼트(310b)는 어쿠스틱 수신기로서 기능할 수 있다. 이 예에서, TFT 회로 엘리먼트(315a)는 PMUT 엘리먼트(310a)를 제어할 수 있으며, TFT 회로 엘리먼트(315b)는 PMUT 엘리먼트(310b)에 의해 감지된 초음파에 대응하는 신호들을 제공할 수 있다.
- [0053] [0067]일부 구성들에서, PMUT 어레이(105)의 상이한 PMUT 엘리먼트들(310)은 (예를 들어, 제스처들에 대해 그리고 지문/스타일러스 검출에 대해) 저 주파수 및 고 주파수 동작이 가능할 수 있다. 도 3d에 도시된 예에서, PMUT 엘리먼트(310c)는 고 주파수(Hi-F) 어쿠스틱 송신기 및 수신기로서 기능할 수 있고, PMUT 엘리먼트(310d)는 저 주파수(Lo-F) 어쿠스틱 송신기 및 수신기로서 기능할 수 있다. 그림 3d에서, PMUT 엘리먼트(310c) 및 PMUT 엘리먼트(310d)가 대략 동일한 사이즈인 것으로 도시되지만, 일부 예들에서, PMUT 엘리먼트(310c)는 PMUT 엘리먼트(310d)보다 더 작을 수 있다. 이 구현에서, TFT 회로 엘리먼트(315c)는 고 주파수 동작을 위한 PMUT 엘리먼트(310c)를 제어할 수 있고 TFT 회로 엘리먼트(315d)는 저 주파수 동작을 위한 PMUT 엘리먼트(310d)를 제어할 수 있다.
- [0054] [0068]다른 구성들에서, 동일한 PMUT 엘리먼트(310)는 저 주파수 및 고 주파수 동작을 위해 사용될 수 있다. 도 3e에 도시된 예에서, PMUT 엘리먼트(310e)는 고 주파수 어쿠스틱 송신기 및 수신기로서 그리고, 저 주파수 어쿠스틱 송신기 및 수신기로서 기능할 수 있다. 이 구현에서, TFT 회로 엘리먼트(315e)는 고 주파수 동작 및 저 주파수 동작을 위한 PMUT 엘리먼트(310e)를 제어할 수 있다. 하나의 동작 모드에서, TFT 회로 엘리먼트(315e)는 (예를 들어, 터치, 스타일러스 또는 지문 검출을 위한) 고 주파수 모드 또는 (예를 들어, 제스처 또는 저-해상도 터치 검출을 위한) 저 주파수 모드로 동작하도록 PMUT 엘리먼트(310e)를 제어할 수 있다. 다른 동작 모드에서, TFT 회로 엘리먼트(315e)는 고 주파수 모드와 저 주파수 모드 사이에서 상대적으로 높은 레이트로(예를 들어, 초당 약 5개 내지 약 240개의 프레임들 사이의 프레임 레이트로) 플립핑되는(flipping) 교번 모드로 동작하도록 PMUT 엘리먼트(310e)를 제어할 수 있다. 연산 다른 모드에서, PMUT 엘리먼트(310e)는 고 주파수 컴포넌트 및 저 주파수 컴포넌트를 갖는 구동 신호로 여기될 수 있으므로, 저 해상도 제스처들 및 고 해상도 지문 이미징이 동시에 수행될 수 있다. 다양한 주파수들에서 리턴 신호들을 구분하기 위해서 전자 필터링이 사용될 수 있다.
- [0055] [0069]도 3f는 PMUT 어레이(105)의 일례를 도시한다. 도 3f에 도시된 PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, 더 큰 PMUT 어레이(105)의 일 부분인 PMUT 서브-어레이일 수 있다. 이 예에서, PMUT 어레이(105)는 PMUT 엘리먼트들(310f-310i)을 포함한다. 여기서, TFT 회로 엘리먼트(315f)는 PMUT 엘리먼트들(310f-310i)을 제어하기 위한 로우 및 컬럼 어드레싱 일렉트로닉스를 포함한다. 이 예에서, TFT 회로 엘리먼트(315g)는 멀티플렉서 회로와 로컬 증폭 회로를 포함한다.
- [0056] [0070]도 4는 동일한 기관 상의 능동 컴포넌트들과 PMUT 어레이의 다른 예를 도시한다. 이 예에서, PMUT 어레이(105) 및 TFT 회로 둘 모두가, 일부 구현들에서 유리 또는 플라스틱일 수 있는 공통 기관(305) 상에 제공된다. 여기서, TFT 회로는 로우 드라이버들(405a 및 405b)뿐만 아니라, 데이터 멀티플렉서 및 제어 회로(410)를 포함한다. 여기서, 로우 드라이버들(405a 및 405b)은 PMUT 어레이(105)의 개별 로우들을 어드레싱할 수 있다. 일부 실시예들에서, TFT 회로는 개별 컬럼들, 로우들, PMUT 엘리먼트들(310), 및/또는 PMUT 어레이(105)의 PMUT 엘리먼트들(310)의 그룹들을 어드레싱할 수 있다.
- [0057] [0071]이 예에서, 플렉스 패드들(415)의 어레이는 디바이스의 다른 컴포넌트들과의 연결을 제공할 수 있다. 일부 구현들에 따라, 도 4에 도시된 컴포넌트들은 도 1a의 디스플레이 디바이스(40)와 같은 디스플레이 디바이스의 일부이다. 따라서, 도 4에 도시된 TFT 회로는 도 1a의 제어 시스템(110)의 일부일 수 있다. 일부 구현들에서, 플렉스 패드들(415)을 통해 입력되는 제어 신호들 및/또는 데이터가 제어 시스템(110)으로부터 전송될 수 있고, 플렉스 패드들(415)을 통해 출력되는 데이터는, 예를 들어, 플렉스 케이블을 통해 제어 시스템(110)으로 전송될 수 있다. 일부 실시예들에서, TFT 회로 및 디스플레이를 제어하기 위한 회로는 플렉스 패드(415)에 접속된 플렉스 케이블을 공유할 수 있다. 일부 구현들에서, TFT 회로(제어 시스템(110)의 다른 컴포넌트들)는,

파면 빔 포밍, 빔 스티어링, 수신측 빔 포밍, 및/또는 리턴 신호들의 선택적 관독출력을 위해 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분을 어드레싱할 수 있다.

[0058] [0072]도 5a는 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스의 일례를 도시한다. 이 예에서, 디스플레이 디바이스(40)의 단일 디스플레이 픽셀(505)은 PMUT 어레이(105)의 단일 PMUT 엘리먼트(310)에 해당한다. 이러한 구현은 "셀 내" 구현들로 지칭될 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 엘리먼트(310)는 디스플레이(30)의 각각의 디스플레이 픽셀(505)에 대응할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 엘리먼트(310)는 디스플레이 픽셀들(505)의 일 부분에 또는 능동 디스플레이 영역의 코너 또는 에지 근처와 같이 디스플레이(30)의 선택 영역들에 포지셔닝될 수 있다.

[0059] [0073]이 예에서, 디스플레이 픽셀(505)은 적색 서브픽셀(505a), 녹색 서브픽셀(505b) 및 청색 서브픽셀(505c)을 포함한다. 다른 셀 내 구현들은, 서브픽셀들의 상이한 수들 및/또는 컬러들을 갖는 디스플레이 픽셀들(505)을 포함할 수 있다. 또 다른 셀 내 구현들은, 서브픽셀들, 이를 테면, 멀티-스테이트 IMOD 픽셀들(각각이 컬러들의 범위를 제공할 수 있음)을 포함하지 않는 디스플레이 픽셀들(505)을 구비할 수 있다.

[0060] [0074]디스플레이 디바이스(40)의 일부 고 해상도 구현들에서, 디스플레이(30)는, 인치당 약 500 도트 또는 픽셀인 50 마이크론의 간격 또는 피치를 갖는 픽셀들(500)을 포함할 수 있다. 지문 검출에 충분한 고해상도를 구비하기 위해서 지문 센서 어레이들은 또한 인치당 약 500 도트 또는 픽셀의 간격을 가질 필요가 있을 수 있다. 따라서, 도 5a에 도시된 것과 같은, 디스플레이 디바이스(40)의 일부 셀 내 구현은, 지문 센서 기능을 위해 충분히 높은 해상도를 갖는 고해상도 디스플레이(30) 및 PMUT 어레이(105)를 제공할 수 있다.

[0061] [0075]도 5a에 도시된 셀 내 구현에서, PMUT 어레이(105)의 PMUT 엘리먼트들(310)이 디스플레이 서브픽셀들과 실질적으로 동일한 평면에 포지셔닝되도록, 디스플레이 영역의 일 부분 또는 전부가 PMUT 엘리먼트들에 의해 사용된다. 이러한 구현들에서, PMUT 엘리먼트(310)가 불투명해지거나 또는 실질적으로 불투명해지도록 하는 것이 바람직하다. 다른 셀 내 구현들에서, PMUT 어레이(105)의 각각의 PMUT 엘리먼트(310)의 일 부분이 디스플레이 픽셀들(505)의 하나 또는 그 초과 디스플레이 서브픽셀들 위에 또는 아래에 포지셔닝될 수 있다. 이러한 구현들에서, PMUT 엘리먼트(310)가 투명해지거나 또는 실질적으로 투명해지도록 하는 것이 바람직하다.

[0062] [0076]일부 구현들에 따르면, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분이 실질적으로 디스플레이(30)의 뒤 전체에 배치될 수 있다. 도 5b는 디스플레이 픽셀들의 어레이와 동일한 넓이는 갖는(co-extensive) PMUT 어레이를 갖는 디스플레이 디바이스의 일례를 도시한다. 이 예에서, PMUT 어레이(105)가 디스플레이(30) 뒤에 포지셔닝되고 : 디스플레이 픽셀들(505)은 PMUT 엘리먼트들(310)과 뷰어(510) 사이에 있다. 이 예에서, PMUT 어레이(105)는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있는 기판(305) 상에 배치된다. 광이 기판(305)을 통과하여 투과되는 구현들의 경우(예를 들어, 기판(305)이 디스플레이(30)와 백라이트 패널 사이에 포지셔닝되는 경우), 기판(305)은 유리, 플라스틱 또는 다른 투명하거나 또는 실질적으로 투명한 재료일 수 있다. 그러나, 광이 기판(305)을 통해 투과될 필요가 없다면(예를 들어, 기판(305)이 백라이트 패널 아래에 포지셔닝되는 경우 또는 디스플레이(30)가 OLED(organic light-emitting diode) 디스플레이와 같은 방사성 디스플레이인 경우), 기판(305)은 투명하거나 또는 실질적으로 투명한 재료로 형성될 필요가 없다. 여기서, 디스플레이(30)는, 일부 구현들에서 유리 또는 플라스틱 기판일 수 있는 기판(515) 상에 디스플레이 픽셀들(505)의 어레이를 포함한다.

[0063] [0077]PMUT 어레이(105)는, 특정 구현에 의존하여, 여러 타입들의 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 초음파 제스처 검출을 위한 저 주파수 이미터들 및/또는 수신기들로서 구성가능한 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, 초음파 지문, 스타일러스 및/또는 기타 생체측정 검출을 위한 고 주파수 이미터 및/또는 수신기로서 구성가능한 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, 제스처 검출 및 생체측정 감지를 위해 저 주파수 및 고 주파수 이미터들 및/또는 수신기들 둘 모두로서 구성가능한 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 구성들에서, PMUT 어레이(105)는, 버튼 기능 및/또는 비-인증 버튼 기능을 인증할 수 있는 버튼 기능이 가능한 PMUT 엘리먼트(310)를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 중간 주파수 모드로 동작하도록 구성가능한 PMUT 엘리먼트(310)를 포함할 수 있다. 중간 주파수 모드로 동작할 경우, 디스플레이 디바이스(40)는, 저 주파수 또는 고 주파수 모드들에서의 동작보다 다소 낮은 해상도를 갖더라도, 제스처 검출 능력 및/또는 터치 센서 기능을 제공할 수 있다.

[0064] [0078]도 5b에 도시된 예에서, 기판(305) 및 기판(515)은 커플링제(520)를 통해 결합될 수 있다. 여기서, 기판(515) 및 커버 유리(525)는 접착제(530)를 통해 결합된다. 커플링제(520)는 실리콘, 접착제, 이를 테면, 에폭시, 감압성 접착제(PSA), 또는 적절한 어쿠스틱 및 광학 특성들을 갖는 다른 재료를 포함할 수 있다. 예를 들

어, 커플링제(520)는 기관(305)과 기관(515)과의 작은 또는 거의 제로의 어쿠스틱 임피던스 불일치를 가질 수 있다. 유사하게, 접착제(530)는 기관(515) 및 커버 유리(525)와 작은 어쿠스틱 임피던스 불일치를 가질 수 있다. 바람직하게는, PMUT 어레이(105)와 커버 유리(525) 사이에 실질적으로 공극이 존재하지 않는다.

[0065] [0079]도 5c는 LCD 디스플레이 및 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스를 위한 일 예시적인 스택을 도시한다. 단순함을 위하여, 스택의 접착층들은 도시하지 않았다. 여기서, 디스플레이 디바이스(40)는 PMUT 어레이(105), 백라이트 패널(532), LCD 디스플레이 모듈(535), 터치 패널(540) 및 커버 유리(525)를 포함할 수 있다.

[0066] [0080]이 예에서, PMUT 어레이(105)는 기관(305) 상에 pMUT 어레이 및 TFT 회로를 포함할 수 있다. 여기서, 백라이트 패널(532)은 백라이트 기관, 반사체 필름, 확산기 필름 및 휘도 향상 필름(BEF)을 포함한다. 이 구현에서, LCD 디스플레이 모듈(535)은 편광층들, TFT 기관, TFT 회로, 액정 재료, 컬러 필터들 및 컬러 필터 유리를 포함한다. 이 예에서, 터치 패널(540)은, 이 예시에서 유리로 형성되는 터치 패널 기관뿐만 아니라, 이 구현에서 인듐 주석 산화물(ITO) 층들인 투명 전극층들을 포함한다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)를 제어하기 위한 TFT 회로 및 LCD 디스플레이 모듈(535)을 제어하기 위한 TFT 회로는 플렉스 케이블을 공유할 수 있다.

[0067] [0081]도 5d는 OLED 디스플레이 및 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스를 위한 일 예시적인 스택을 도시한다. 이 예에서, 스택은 도 5c에 도시된 것보다 실질적으로 더 단순하다. TFT 기관, TFT 회로 및 OLED 재료를 포함하는 OLED 디스플레이 모듈(545)은, 도 5c에 도시된 LCD 디스플레이 모듈(535)보다 실질적으로 더 단순하다. 또한, OLED 디스플레이 모듈(545)이 방사형 디스플레이 모듈이기 때문에, 백라이트 패널이 필요없다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)를 제어하기 위한 TFT 회로 및 LCD 디스플레이 모듈(545)을 제어하기 위한 TFT 회로는 플렉스 케이블을 공유할 수 있다.

[0068] [0082]위에서 언급한 바와 같이, 디스플레이 픽셀들의 어레이와 동일한 넓이를 갖는 "전체 사이즈(full-size)" PMUT 어레이(105)를 구비하는 것은 다양한 잠재적인 이점들을 제공할 수 있다. 그러나, 디스플레이(30)의 이면(back)에 부착된 전체 사이즈 PMUT 어레이(105)는 비용을 실질적으로 추가시키거나 또는 디스플레이 디바이스 두께를 증가시킬 수 있다.

[0069] [0083]일부 구현들에 따르면, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분은 디스플레이(30)의 뒤 일 부분에만 배치될 수 있다. 도 6a는 디스플레이의 뒤 일 부분에만 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스의 일례를 도시한다. 도 6a에 도시된 엘리먼트들은 도 5b에 도시된 것들과 실질적으로 유사하다. 그러나, 도 6a의 예에서, PMUT 어레이(105)에 의해 점유되는 면적(605)은 디스플레이(30)에 의해 점유되는 면적(610)보다 실질적으로 더 작다.

[0070] [0084]일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, 초음파 지문, 스타일러스 및/또는 기타 생체측정 검출을 위한 고 주파수 이미터 및/또는 수신기로서 구성가능한 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 지문 센서 영역 또는 디스플레이 디바이스(40)의 초음파 터치패드 영역에 대응할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는 초음파 제스처 검출을 위한 저 주파수 이미터들 및/또는 수신기들로서 구성가능한 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, 디스플레이 디바이스(40)는 다수의 영역들(605)을 포함할 수 있으며, 이 다수의 영역들 각각은 PMUT 어레이(105)에 해당한다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, 제스처 검출 및 생체측정 감지를 위해 수신기들 및/또는 저 주파수 및 고 주파수 이미터들 둘 모두로서 구성가능한 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(105)는, 예를 들어, 저 해상도 제스처 검출 및/또는 터치 센서 기능을 위한, 중간 주파수 모드로 동작하도록 구성가능한 PMUT 엘리먼트(310)를 포함할 수 있다.

[0071] [0085]일부 구현들에 따르면, PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분은 디스플레이(30)의 주변 영역에 배치될 수 있다. 도 1a의 제어 시스템(110)과 같은 제어 시스템은, (지문 센서 기능과 같은) 생체측정 센서 기능, 터치패드 또는 시그니처(예를 들어, 스타일러스) 패드 기능, 제스처 검출 기능 및/또는 버튼 기능을 위해 디스플레이(30)의 주변 영역에 배치되는 PMUT 어레이(105)의 일 부분을 제어할 수 있다.

[0072] [0086]도 6b 내지 도 6d는 디스플레이의 주변부 근처에 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스의 예들을 도시한다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 디스플레이 디바이스(40)(도시되어있는 부분)는, PMUT 어레이(105)와 함께 기관(660) 상에 형성되는 시각 디스플레이(30)를 포함할 수 있다. 디스플레이(30)는 커버 렌즈들 또는 커버 글라스(630)에 광학적으로 그리고 기계적으로 결합될 수 있다. 하나 또는 그 초과와 홀들(180)이 커버 유리

(630) 내에 형성되어 어쿠스틱 및 초음파들(190)의 송신 및 수신을 허용할 수 있다. 홀들(180)은, 예를 들어, 하나 또는 그 초과와 원형 홀들, 직사각형 또는 정사각형 홀들, 세장형 홀들, 테이퍼형 홀들 또는 슬롯들을 포함할 수 있다. 도 6c는 디스플레이(30) 및 PMUT 어레이(105)가 기판(660) 상에 형성되고, 내부에 하나 또는 그 초과와 홀들(180)이 형성되어 있는 커버 유리(630)에 어셈블리가 광학적 및 기계적으로 결합되어 있는 디스플레이 디바이스(40)의 일 부분을 도시한다. 홀들(180)은, 초음파(190)의 송신을 수신을 허용하면서, PMUT 어레이(105)에 소정의 환경적 보호를 제공하기 위해 실리콘 겔과 같은 어쿠스틱 결합 재료(186)로 채워질 수 있다. 도 6d는 커버 유리(630)에 형성된 홀(180) 내부에 포지셔닝되는 결합 재료(186) 위에 배치되는 얇은 커버 또는 코팅(188)을 도시한다. 접착층(184)은 보호 멤브레인(182)을 커버 유리(630)에 연결시킬 수 있는 한편, 보호 멤브레인은, 시각 디스플레이(30)와 함께 기판(660) 상에 형성될 수 있는 PMUT 어레이(105)에 부착될 수 있다. 코팅(188)은, 하드 코팅, 이를 테면, DLC(diamond-like carbon), 아크릴, 또는 PMUT 어레이(105), 연관 회로, 및 디스플레이 디바이스(40)의 디스플레이(30)에 추가적인 환경적 보호를 제공하면서, 초음파(190)의 송신을 충분히 준수하는 다른 적절한 코팅 재료일 수 있다.

[0073] [0087]도 7a 내지 도 7f는 디스플레이의 주변 영역들에 배치되는 PMUT 어레이들의 예들을 도시한다. 이러한 예들에서, 디스플레이를 위한 TFT 회로 및 PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로가 동일한(예를 들어, 공통) 기판 상에 배치된다.

[0074] [0088]도 7a에서, 예를 들어, PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로(705)가 디스플레이를 위한 TFT 회로(730)와 동일한 기판(기판(305)) 상에 배치된다. 디스플레이는, 예를 들어, LCD 또는 OLED 디스플레이일 수 있다. 여기서, 데이터 멀티플렉서 및 제어 회로(410)는 팬아웃 영역(710)을 통해 플렉스 패드들(415)에 연결될 수 있다. 이 예에서, PMUT 어레이(105)는 지문 센서 또는 초음파 터치패드로서 구성가능한 단일 pMUT 어레이이다. 그러나, 대안적인 구현들에서, PMUT 어레이(105)의 적어도 일부는, 제스처 검출 기능 및/또는 버튼 기능과 같은 다른 기능을 위해 구성가능할 수 있다. 이 구현에서, PMUT 어레이(105)는, 능동 디스플레이 영역 외부의, 디스플레이 디바이스(40)의 코너에 배치된다. 디스플레이 영역은 도 7a에 도시된 TFT 회로(730)의 면적과 대략 동일한 면적을 차지할 수 있다. 일부 구현들에서, 기판(305) 상의 하나 또는 그 초과와 플렉스 패드들은 TFT 회로(705)와 외부 회로 사이에 전기 접속을 제공할 수 있다. 하나 또는 그 초과와 플렉스 케이블들이, 기판(305) 상의 플렉스 패드들(415)의 적어도 일부에 부착되고 전기적으로 접속될 수 있다. 예를 들면, 플렉스 케이블은, 디스플레이를 제어하기 위한 PMUT 어레이(105) 및 TFT 회로(730)의 적어도 일 부분을 제어하기 위한 회로들 사이에서 공유될 수 있다.

[0075] [0089]도 7b에서, PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로(705)가, 디스플레이를 위한 TFT 회로(730)와 동일한 기판(305) 상에 배치된다. 이 예에서, PMUT 어레이(105)는 PMUT 서브-어레이들(105a 및 105b)을 포함한다. 이 구현에서, PMUT 서브어레이들(105a-b)는 능동 디스플레이 영역 외부에 배치된다. 이 구현에서, PMUT 서브어레이들(105a 및 105b)은 디스플레이 디바이스(40)의 각각의 면들(715a 및 715b)의 적어도 일 부분을 따라 연장된다. 예를 들어, 저 주파수 PMUT 엘리먼트들의 1 차원적 스트링이 디스플레이 디바이스(40)의 제 1 면(715a)를 따라 포지셔닝될 수 있고, 저 주파수 PMUT 엘리먼트들의 다른 스트링이 디스플레이 디바이스(40)의 제 2 면(715b)을 따라 포지셔닝될 수 있다. 다른 예에서, 제 1 PMUT 엘리먼트는 디스플레이 디바이스(40)의 일 코너 근처의 제 1 면(715a)을 따라 포지셔닝될 수 있고, 제 2 PMUT 엘리먼트는 디스플레이 디바이스(40)의 제 2 코너 근처의 제 1 면(715a)을 따라 포지셔닝될 수 있다. 제 3 및 제 4 PMUT 엘리먼트는 디스플레이 디바이스(40)의 제 3 및 제 4 코너 근처의 제 2 면(715b)을 따라 포지셔닝될 수 있다. 디스플레이 디바이스(40)의 4개의 코너들 가까이에 각각 구성되어 있는 PMUT 엘리먼트들은 디스플레이 디바이스(40) 위에 포지셔닝된 손가락, 손 또는 다른 오브젝트의 삼각측량을 통한 제스처 검출을 가능하게 할 수 있다. 서브어레이 내의 2 이상의 PMUT 엘리먼트는, 디스플레이 디바이스(40)의 각각의 코너 내에 또는 하나 또는 그 초과와 면들을 따라서 구성될 수 있다. 일부 예들에서, PMUT 서브어레이들(105a 및 105b)은 제스처 검출을 위해 구성가능할 수 있다. 이 구현에서, PMUT 서브어레이(105a 및 105b)는, 디스플레이 디바이스(40) 2개의 코너들 내에 배치될 수 있는 TFT 회로(705)에 의해 구동될 수 있다. 대안적인 구현들에서, TFT 회로(705) 및 PMUT 어레이들(105)은 지문 센서 기능 또는 버튼 기능과 같은 다른 기능을 위해 구성가능할 수 있다.

[0076] [0090]도 7c에서, PMUT 어레이(105)는 서브어레이들(105a, 105b 및 105f)을 포함하고, 이들 모두는 능동 디스플레이 영역의 외부에 배치된다. 도 7b에 도시된 구현에서와 같이, PMUT 서브어레이들(105a 및 105b)은, 디스플레이 디바이스(40)의 면들(715a 및 715b)의 일 부분 또는 전부를 따라 각각 연장될 수 있다. 일부 예들에서, PMUT 서브어레이들(105a 및 105b)은 제스처 검출을 위해 구성가능할 수 있다. 이 구현에서, PMUT 서브어레이(105f)는 지문 센서 또는 초음파 터치패드 기능을 위해 구성가능할 수 있다. 따라서, 이 예에서, PMUT 어레이

(105)를 위한 TFT 회로(705)는 지문 센서 및 제스처 검출 기능을 위한 TFT 회로를 포함할 수 있다.

- [0077] [0091]도 7d에서, PMUT 어레이(105)는 서브어레이들(105g-105i)을 포함하고, 이들 모두는 능동 디스플레이 영역의 외부에 배치된다. 여기서, 팬아웃 영역(710) 및 플렉스 패드들(415)은 PMUT 서브어레이들(105g-105i)을 위한 공간을 제공하기 위해 오프셋된다. 이 구현에서, PMUT 서브어레이들(105g-105i)은 버튼 기능을 위해 구성가능할 수 있다. 따라서, 이 예에서, PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로(705)는 버튼 기능을 위한 TFT 회로를 포함할 수 있다. 버튼 기능은 인증 기능을 이용하여 또는 인증 기능을 이용하지 않고 디스플레이 디바이스(40)의 일부 양상을 제어하는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 버튼들은, "인증" 버튼들 또는 "비인증" 버튼들로 지칭될 수 있다. 인증 버튼들을 위한 PMUT 서브어레이들은 비인증 버튼들을 위한 PMUT 서브어레이들보다 실질적으로 더 많은 PMUT 엘리먼트들(310)을 포함할 수 있어, 지문들의 고해상도 이미징을 가능하게 한다. 일부 예들에서, 비인증 버튼은, 단일 PMUT 엘리먼트(310), PMUT 엘리먼트들의 작은(예를 들어, 2×2) 어레이(310), 또는 PMUT 엘리먼트들(310)의 더 큰 어레이에 대응할 수 있다.
- [0078] [0092]일부 구현들에서, PMUT 서브어레이들(105g-105i) 중 적어도 하나가 버튼 기능을 인증하기 위해 구성가능할 수 있고 PMUT 서브어레이들(105g-105i) 중 적어도 하나는 비인증 버튼 기능을 위해 구성가능할 수 있다. 이러한 구현들에서, PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로(705)는 인증 버튼 기능(예를 들어, 지문 센서 기능) 및 비인증 버튼 기능을 위한 TFT 회로를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 인증 버튼 또한 비인증 버튼으로서의 역할을 할 수 있다.
- [0079] [0093]도 7e는, 디스플레이 디바이스(40)의 코너에 각각 위치될 수 있는 PMUT 서브어레이들(105j 및 105k)을 포함한다. 이 예에서, PMUT 서브어레이(105j)는 지문 센서 기능이 가능할 수 있고, PMUT 서브어레이(105k)는 버튼 기능이 가능할 수 있다. 따라서, 이 예에서, PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로(705a)는 지문 센서 기능을 위한 TFT 회로를 포함하고, TFT 회로(705b)는, 인증 버튼 기능 또는 비인증 버튼 기능일 수 있는 버튼 기능을 위한 TFT 회로를 포함한다.
- [0080] [0094]도 7f는 PMUT 서브어레이들(105a, 105b 및 105l-105n)을 포함한다. 도 7b에 도시된 구현에서와 같이, PMUT 서브어레이들(105a 및 105b)은, 디스플레이 디바이스(40)의 면들(715a 및 715b)의 일 부분 또는 전부를 따라 각각 연장된다. 이 예에서, PMUT 서브어레이들(105a 및 105b)은 제스처 검출을 위해 구성가능하다.
- [0081] [0095]이 구현에서, PMUT 서브어레이(105l)는 지문 센서 기능 및 제스처 검출 기능 둘 모두를 제공할 수 있다. 여기서, PMUT 서브어레이(105m)는 버튼 기능이 가능할 수 있다. 이 예에서, PMUT 서브어레이(105n)는 제스처 검출 기능 및 버튼 기능 둘 모두를 제공할 수 있다. 따라서, 이 예에서, PMUT 어레이(105)를 위한 TFT 회로(705c)는 지문 센서 기능 및 제스처 검출 기능을 위한 TFT 회로를 포함할 수 있다. 여기서, TFT 회로(705d)는, 인증 버튼 기능 또는 비인증 버튼 기능일 수 있는 버튼 기능을 위한 TFT 회로뿐만 아니라 제스처 검출 기능을 위한 TFT 회로를 포함한다.
- [0082] [0096]앞의 설명을 고려할 때, 다양한 다른 구성들이 본 개시물의 범위 내에 있다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 예를 들어, 일부 대안적인 구현들은, 제스처 검출 기능을 제공할 수 있는 디스플레이 주변의 각각의 코너에 배치되는 PMUT 서브어레이들을 포함할 수 있다. PMUT 서브어레이는 제스처 검출을 위해 초음파 신호들을 전송하고 수신하는 전체(full) 능력을 제공할 수 있다. 일부 구현들에서, 제스처 검출에 있어서의 추가적인 보조를 위해서 PMUT 엘리먼트들에 의해 발생하는 초음파를 수신하기 위해 모바일 디바이스 상에 하나 또는 그 초과의 마이크로폰들이 사용될 수 있다. 통상의 마이크로폰들은 제한된 오디오 범위(예를 들어, 100 내지 10,000Hz 응답)를 갖는 반면, 보다 고성능 오디오 마이크로폰들은 최대 180 kHz 또는 200 kHz까지의 초음파 주파수들에 대해 응답할 수 있다. 마이크로폰들은, 디바이스 페이스의 하부(bottom) 근처와 같이 모바일 디바이스의 다양한 위치들에 포지셔닝될 수 있다. 고성능 전화기들은, 전화기 인클로저의 전면 및/또는 이면 상에 향상된 오디오 선명도 및 노이즈 제거를 위한 다수의 마이크로폰들을 구비할 수 있다. 고 주파수 응답을 이용하는 마이크로폰들은 수신 모드로 동작하는 PMUT 엘리먼트들과 함께 제스처 검출에 도움이 된다. 따라서, 일부 대안적인 구현들에서, 제스처 검출을 위해 사용되는 적어도 일부의 수신기들이 디스플레이 디바이스의 마이크로폰들일 수 있다.
- [0083] [0097]일부 구현들에서, 터치 패널 및 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분들은 공통 플렉스 케이블을 공유할 수 있다. 일부 구현들에 따르면, 터치 패널 기판 또는 커버 유리는, 디스플레이 영역의 주변부에 위치되는 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분에 대한 상부측 전기 접속을 위한 추가 전극들을 구비할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, 이러한 추가 전극들은 제어 시스템의 적어도 일 부분과의 전기 접속을 제공할 수 있다.

- [0084] [0098]일부 이러한 구현들은, 디스플레이의 주변부 상에 배치될 수 있는 PMUT 어레이(105)의 적어도 일 부분에 대해 그리고 디스플레이에 대해 별개의 기관들 상에 배치되는 별개의 TFT 회로를 포함하는 제어 시스템을 구비할 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, 이러한 추가 전극들은, TFT 회로와 같은 전기 연결 회로를 위해 구성될 수 있으며, PMUT 어레이(105)의 일 부분이 지문 센서 기능 및/또는 제스처 검출 기능을 위해 구성된다. 일부 이러한 구현들에서, 이러한 추가 전극들은, TFT 회로와 같은 전기 연결 회로를 위해 구성될 수 있으며, PMUT 어레이(105)의 일 부분은 버튼 기능(예를 들어, 인증 또는 비인증 버튼 기능)을 위해 구성된다.
- [0085] [0099]도 8a 및 도 8b는 본원에 설명된 바와 같은 적어도 하나의 PMUT 어레이를 포함하는 디스플레이 디바이스를 도시하는 시스템 블록도들의 예를 도시한다. 디스플레이 디바이스(40)는 예를 들어, 셀룰러 또는 모바일 전화일 수 있다. 그러나, 디스플레이 디바이스(40)의 동일한 컴포넌트들 또는 이들의 약간의 변형들이 또한 텔레비전들, 컴퓨터들, 태블릿들, e-리더들, 핸드헬드 디바이스들 및 휴대용 매체 디바이스들과 같은 다양한 타입들의 디스플레이 디바이스들을 예시한다.
- [0086] [0100]디스플레이 디바이스(40)는 하우징(41), 디스플레이(30), 안테나(43), 스피커(45), 입력 디바이스(48) 및 하나 또는 그 초과 미크로폰(46)을 포함한다. 하우징(41)은 사출 성형 및 진공 성형(vacuum forming)을 포함하는, 다양한 제조 프로세스들 중 임의의 것으로부터 형성될 수 있다. 추가로, 하우징(41)은 플라스틱, 금속, 유리, 고무 및 세라믹 또는 이들의 결합을 포함하는(그러나 이들로 제한되지 않음) 다양한 물질들 중 임의의 물질로 이루어질 수 있다. 하우징(41)은 상이한 컬러의 다른 제거 가능한 부분들과 상호교환될 수 있거나, 상이한 로고들, 사진들 또는 심볼들을 포함하는 제거 가능한 부분들(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.
- [0087] [0101]디스플레이(30)는 본원에 설명된 바와 같은, 쌍안정(bi-stable) 또는 아날로그 디스플레이를 포함하는 다양한 디스플레이들 중 임의의 것일 수 있다. 또한, 디스플레이(30)는 플랫-패널 디스플레이, 이를 테면, 플라스마, EL, OLED, STN LCD, 또는 TFT LCD, 또는 넌-플랫-패널 디스플레이, 이를 테면, CRT 또는 다른 튜브 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 디스플레이(30)는 간섭계 변조기(IMOD) 기반 디스플레이를 포함할 수 있다.
- [0088] [0102]디스플레이 디바이스(40)의 컴포넌트들은 도 8b에 개략적으로 예시된다. 디스플레이 디바이스(40)는 하우징(41)을 포함하며, 그 내부에 적어도 부분적으로 인클로징된 추가 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 디바이스(40)는 트랜시버(47)에 커플링될 수 있는 안테나(43)를 포함하는 네트워크 인터페이스(27)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(27)는 디스플레이 디바이스(40) 상에 디스플레이될 수 있는 이미지 데이터에 대한 소스일 수 있다. 따라서, 네트워크 인터페이스(27)는 이미지 소스 모듈의 일레이지만, 프로세서(21) 및 입력 디바이스(48)는 또한 이미지 소스 모듈로서의 역할을 할 수 있다. 트랜시버(47)는 프로세서(21)에 연결되며, 프로세서(21)는 컨디셔닝 하드웨어(52)에 연결된다. 컨디셔닝 하드웨어(52)는 (필터를 적용하거나 아니면 신호를 조작하는 것과 같이) 신호를 컨디셔닝할 수 있다. 컨디셔닝 하드웨어(52)는 스피커(45) 및 마이크로폰(46)에 연결될 수 있다. 프로세서(21)는 또한 입력 디바이스(48) 및 드라이버 제어기(29)에 연결될 수 있다. 드라이버 제어기(29)는 프레임 버퍼(28) 및 어레이 드라이버(22)에 커플링될 수 있으며, 이는 차례로 디스플레이 어레이(30)에 커플링될 수 있다. 도 8b에 구체적으로 도시되지 않는 엘리먼트들을 포함하는, 디스플레이 디바이스(40)에서의 하나 또는 그 초과 엘리먼트들은 메모리 디바이스로서 기능하고 프로세서(21)와 통신 가능할 수 있다. 몇몇 구현들에서, 파워 서플라이(50)는 특정 디스플레이 디바이스(40) 설계의 실질적으로 모든 컴포넌트들에 파워를 제공할 수 있다.
- [0089] [0103]이 예에서, 디스플레이 디바이스(40)는 또한 하나 또는 그 초과 선형 또는 2차원적 PMUT 어레이들(77)을 포함한다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(77)의 적어도 일 부분이 디스플레이(30) 뒤에 배치될 수 있다. 일부 이러한 구현들에서, PMUT 어레이(77)는 디스플레이(30)의 뒤 일 부분에만 배치될 수 있는 반면, 다른 구현들에서, PMUT 어레이(77)는 디스플레이(30)의 실질적으로 뒤 전체에 배치될 수 있다. 일부 구현들에서, PMUT 어레이(77)의 적어도 일 부분은 디스플레이 어레이(30)의 하나 또는 그 초과 디스플레이 픽셀들 내에 포함될 수 있다. 프로세서(21)는, 본원에 기술된 바와 같이, (적어도 부분적으로) PMUT 어레이(77)를 제어할 수 있는 제어 시스템의 일 부분일 수 있다. 따라서, 본 명세서의 다른 곳에서 설명된 바와 같이 제어 시스템(110)은 프로세서(21) 및/또는 TFT들과 같은 디스플레이 디바이스(40)의 다른 엘리먼트들을 포함할 수 있다.
- [0090] [0104]일부 구현들에서 프로세서(21)(및/또는 제어 시스템(110)의 다른 엘리먼트)는, PMUT 어레이(77)가 저 주파수 모드로 동작 중일 때 검출되는 하나 또는 그 초과 제스처들에 따라 디스플레이 디바이스(40)를 제어하기 위한 입력을 제공할 수 있다. 일부 구현들에서 프로세서(21)(및/또는 제어 시스템(110)의 다른 엘리먼트)는, PMUT 어레이(77)가 중간 주파수 모드로 동작 중일 때 결정되는 하나 또는 그 초과 터치 위치들 및/또는 움직임들에 따라 디스플레이 디바이스(40)를 제어하기 위한 입력을 제공할 수 있다. 일부 구현들에서 프로세서(21)

(및/또는 제어 시스템(110)의 다른 엘리먼트)는, PMUT 어레이(77)가 고 주파수 모드로 동작 중일 때 결정되는 지문 데이터 또는 스타일러스 입력 데이터에 따라 디스플레이 디바이스(40)를 제어하기 위한 입력을 제공할 수 있다.

[0091] [0105]네트워크 인터페이스(27)는 디스플레이 디바이스(40)가 네트워크를 통해 하나 또는 그 초과 디바이스들과 통신할 수 있도록 안테나(43) 및 트랜시버(47)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(27)는 또한 예를 들어, 프로세서(21)의 데이터 프로세싱 조건들을 완화하는 일부 프로세싱 능력들을 가질 수 있다. 안테나(43)는 신호들을 송신하고 수신할 수 있다. 몇몇 구현들에서, 안테나(43)는 IEEE 16.11(a), (b) 또는 (g)를 포함하는 IEEE 16.11 표준, 또는 IEEE 802.11a, b, g, n을 포함하는 IEEE 802.11 표준 또는 그의 추가적인 구현들에 따라 RF 신호들을 송신하고 수신한다. 몇몇 다른 구현들에서, 안테나(43)는 블루투스® 표준에 따라 RF 신호들을 송신하고 수신한다. 셀룰러 전화의 경우에, 안테나(43)는 코드 분할 다중 액세스(CDMA), 주파수 분할 다중 액세스(FDMA), 시분할 다중 액세스(TDMA), 이동 통신들을 위한 범용 시스템(GSM), GSM/제너럴 패킷 라디오 서비스(GPRS), 강화된 데이터 GSM 환경(EDGE), TETRA(Terrestrial Trunked Radio), 광대역-CDMA(W-CDMA), 에볼루션 데이터 최적화(EV-DO), 1xEV-DO, EV-DO Rev A, EV-DO Rev B, 고속 패킷 액세스(HSPA), 고속 다운링크 패킷 액세스(HSDPA), 고속 업링크 패킷 액세스(HSUPA), 진화된 고속 패킷 액세스(HSPA+), 롱 텀 에볼루션(LTE), AMPS, 또는 3G, 4G 또는 5G 기술을 활용하는 시스템과 같은 무선 네트워크 내에서 통신하기 위해 이용되는 다른 알려진 신호들을 수신하도록 설계될 수 있다. 트랜시버(47)는 안테나(43)로부터 수신되는 신호들이 프로세서(21)에 의해 수신되고 추가로 조작될 수 있도록 이들을 사전-프로세싱할 수 있다. 트랜시버(47)는 또한, 신호들이 안테나(43)를 통해 디스플레이 디바이스(40)로부터 송신될 수 있도록, 프로세서(21)로부터 수신되는 신호들을 프로세싱할 수 있다.

[0092] [0106]일부 구현들에서, 트랜시버(47)는 수신기로 대체될 수 있다. 추가로, 몇몇 구현들에서, 네트워크 인터페이스(27)는 프로세서(21)에 송신될 이미지 데이터를 저장 또는 발생시킬 수 있는 이미지 소스로 대체될 수 있다. 프로세서(21)는 디스플레이 디바이스(40)의 전체 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(21)는 네트워크 인터페이스(27) 또는 이미지 소스로부터 압축된 이미지 데이터와 같은 데이터를 수신하며, 이 데이터를 원시(raw) 이미지 데이터로, 또는 원시 이미지 데이터로 쉽게 프로세싱될 수 있는 포맷으로 프로세싱한다. 프로세서(21)는 프로세싱된 데이터를, 저장을 위해 프레임 버퍼(28) 또는 드라이버 제어기(29)에 송신할 수 있다. 원시 데이터는 통상적으로 이미지 내의 각 위치에서 이미지 특성들을 식별하는 정보를 지칭한다. 예를 들어, 그와 같은 이미지 특징들은 컬러, 채도 및 그레이-스케일 레벨을 포함할 수 있다.

[0093] [0107]프로세서(21)는 디스플레이 디바이스(40)의 동작을 제어하기 위해 마이크로제어기, CPU 또는 논리 유닛을 포함할 수 있다. 컨디셔닝 하드웨어(52)는 신호들을 스피커(45)에 전송하고 마이크로폰(46)부터 신호들을 수신하기 위한 증폭기들 및 필터들을 포함할 수 있다. 컨디셔닝 하드웨어(52)는 디스플레이 디바이스(40) 내의 이산 컴포넌트들일 수 있거나, 프로세서(21) 또는 다른 컴포넌트들 내에 포함될 수 있다.

[0094] [0108]드라이버 제어기(29)는 직접 프로세서(21)로부터 또는 프레임 버퍼(28)로부터 프로세서(21)에 의해 발생되는 원시 이미지 데이터를 취할 수 있으며 어레이 드라이버(22)로의 고속 전송을 위해 적절하게 원시 이미지 데이터를 재포맷할 수 있다. 몇몇 구현들에서, 드라이버 제어기(29)는 원시 이미지 데이터를 래스터-형(raster-like) 포맷을 갖는 데이터 흐름으로 재포맷하여, 이것이 디스플레이 어레이(30)에 걸친 스캐닝을 위해 적합한 시간 순서를 갖게 할 수 있다. 그 후에 드라이버 제어기(29)는 포맷된 정보를 어레이 드라이버(22)에 송신한다. LCD 제어기와 같은 드라이버 제어기(29)가 종종 자립형 집적 회로(IC)로서 시스템 프로세서(21)와 관련되더라도, 그와 같은 제어기들은 많은 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 제어기들은 하드웨어로서 프로세서(21)에 임베딩될 수 있고, 소프트웨어로서 프로세서(21)에 임베딩될 수 있거나, 어레이 드라이버(22)로 하드웨어에 완전히 통합될 수 있다.

[0095] [0109]어레이 드라이버(22)는 포맷된 정보를 드라이버 제어기(29)로부터 수신할 수 있으며 디스플레이 엘리먼트들의 디스플레이의 x-y 매트릭스로부터 발생하는 수 백개의 리드들 및 때때로 수 천개(또는 그 이상)의 리드들에 초당 수 회(many times) 인가되는 병렬 세트의 파형들로 비디오 데이터를 재포맷할 수 있다.

[0096] [0110]몇몇 구현들에서, 드라이버 제어기(29), 어레이 드라이버(22) 및 디스플레이 어레이(30)는 본원에 설명된 임의의 타입들의 디스플레이들에 대해 적절하다. 예를 들어, 드라이버 제어기(29)는 종래의 디스플레이 제어기 또는 IMOD 디스플레이 엘리먼트 제어기, 이를 테면, 멀티-스테이트 IMOD(MS-IMOD) 디스플레이 엘리먼트 제어기일 수 있다. 추가로, 어레이 드라이버(22)는 종래의 드라이버 또는 쌍안정 디스플레이 드라이버(이를 테면, MS-IMOD 디스플레이 엘리먼트 드라이버)일 수 있다. 또한, 디스플레이(30)는 종래의 디스플레이 어레이 또는

쌍안정 디스플레이 어레이(이를 테면, IMOD 디스플레이 엘리먼트들의 어레이를 포함하는 디스플레이)일 수 있다. 몇몇 구현들에서, 드라이버 제어기(29)는 어레이 드라이버(22)에 통합될 수 있다. 그와 같은 구현은 고 집적 시스템들, 예를 들어, 이동 전화들, 휴대용-전자 디바이스들, 시계들 또는 소형-영역 디스플레이들에서 유용할 수 있다.

[0097] [0111]일부 구현들에서, 입력 디바이스(48)는, 예를 들어, 사용자가 디스플레이 디바이스(40)의 동작을 제어할 수 있게 할 수 있다. 입력 디바이스(48)는 QWERTY 키보드 또는 전화 키패드와 같은 키패드, 버튼, 스위치, 로커(rocker), 터치-감지 스크린, 디스플레이 어레이(30)에 통합된 터치-감지 스크린 또는 압력- 또는 열-감지 멤브레인(membrane)을 포함할 수 있다. 마이크로폰(46)은 디스플레이 디바이스(40)에 대한 입력 디바이스로서 기능할 수 있다. 몇몇 구현들에서, 마이크로폰(46)을 통한 음성 커맨드들은 디스플레이 디바이스(40)의 동작들을 제어하는 데에 이용될 수 있다.

[0098] [0112]과워 서플라이(50)는 다양한 에너지 저장 디바이스들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 과워 서플라이(50)는 니켈-카드뮴 배터리 또는 리튬-이온 배터리와 같은 재충전가능 배터리를 포함할 수 있다. 재충전가능 배터리를 이용하는 구현들에서, 재충전가능 배터리는 예를 들어, 벽에 설치한 콘센트 또는 광전지 디바이스 또는 어레이로부터 발생하는 파워를 이용하여 충전할 수 있다. 대안적으로, 재충전가능 배터리는 무선으로 충전 가능할 수 있다. 과워 서플라이(50)는 또한, 재생가능한 에너지 소스, 커패시터 또는 플라스틱 솔라 셀 또는 솔라-셀 페인트를 포함하는 솔라 셀일 수 있다. 과워 서플라이(50)는 또한 벽 콘센트로부터 파워를 수신할 수 있다.

[0099] [0113]몇몇 구현들에서, 제어 프로그래머빌리티(programmability)가, 전자 디스플레이 시스템에서의 여러 장소들에 위치될 수 있는 드라이버 제어기(29)에 존재한다. 몇몇 다른 구현들에서, 제어 프로그래머빌리티는 어레이 드라이버(22)에 존재한다. 위에서 설명된 최적화는 임의의 수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들에서 그리고 다양한 구성들에서 구현될 수 있다.

[0100] [0114]본 명세서에 사용된 바와 같이, 항목들의 리스트 중 "적어도 하나"를 지칭하는 구문은 한 개의 멤버를 비롯한, 이들 항목의 임의의 조합을 의미한다. 예로서, a, b 또는 c 중 적어도 하나는, a, b, c, a-b, a-c, b-c, 및 a-b-c를 커버하도록 의도된다.

[0101] [0115]본원에 개시된 구현들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리들, 논리 블록, 모듈, 회로, 및 알고리즘 프로세스들은, 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 및 소프트웨어의 상호 호환성은 기능성의 관점에서 대체로 설명되었고 위에서 설명된 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 프로세스들에서 예시되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 전체 시스템에 부과된 특정 애플리케이션 및 설계 제약들에 의존한다.

[0102] [0116]여기서 개시된 양상들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직들, 로직 블록들, 모듈들, 및 회로들을 구현하는데 사용되는 하드웨어 및 데이터 프로세싱 장치는, 범용 단일- 또는 다중-칩 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그래밍 가능 게이트 어레이(FPGA), 또는 기타 프로그래머블 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트, 또는 본원에 설명된 기능을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 결합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서 또는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 장치들의 조합, 예를 들어, DSP와 마이크로 프로세서의 조합, 복수의 마이크로 프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 또는 그 초과 마이크로 프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로 구현될 수 있다. 일부 구현들에서, 특정 프로세스들 및 방법들은 주어진 기능에 특정한 회로에 의해 수행될 수 있다.

[0103] [0117]하나 또는 그 초과 양상들에서, 설명된 기능들은 본 명세서에 개시된 구조 및 그의 구조적 등가물들을 비롯해서, 디지털 전자 회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수 있다. 본 명세서에 설명된 청구 대상의 구현들은 또한 데이터 프로세싱 장치의 동작을 제어하거나 장치에 의한 실행을 위해 컴퓨터 저장 매체들 상에 인코딩된 하나 또는 그 초과 컴퓨터 프로그램들 즉, 컴퓨터 프로그램 명령의 하나 또는 그 초과 모듈로서 구현될 수 있다.

[0104] [0118]소프트웨어로 구현되는 경우, 기능들은 하나 또는 그 초과 명령들 또는 코드로서 비-일시적인 매체와 같은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장되거나 이로서 전송될 수 있다. 본원에 개시된 방법 또는 알고리즘의 프로세스들은 컴퓨터 판독 가능 매체에 상주할 수 있는 프로세서-실행가능 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 한 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램을 전송하도록 가능하게 될 수 있는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 둘 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수

있는 임의의 이용가능한 매체일 수 있다. 제한적이지 않은 예로서, 비일시적인 매체는, RAM, ROM, EEPROM, FLASH 메모리, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장소, 자기 디스크 저장소 또는 다른 자기 저장 디바이스, 또는 명령 또는 데이터 구조의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독 가능 매체라고 적절하게 지칭될 수 있다. 본원에 사용되는 디스크(disk 및 disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다용도 디스크(disc)(DVD), 플로피 디스크(disk) 및 블루레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하는 한편, 디스크(disc)들은 데이터를 레이저를 이용하여 광학적으로 재생한다. 상기의 조합은 또한 컴퓨터 판독 가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다. 또한, 방법 또는 알고리즘의 연산들은, 컴퓨터 프로그램 물건에 포함될 수 있는 기계 판독가능 매체 및 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 임의의 조합 또는 세트의 코드들 및 명령들로서 상주할 수 있다.

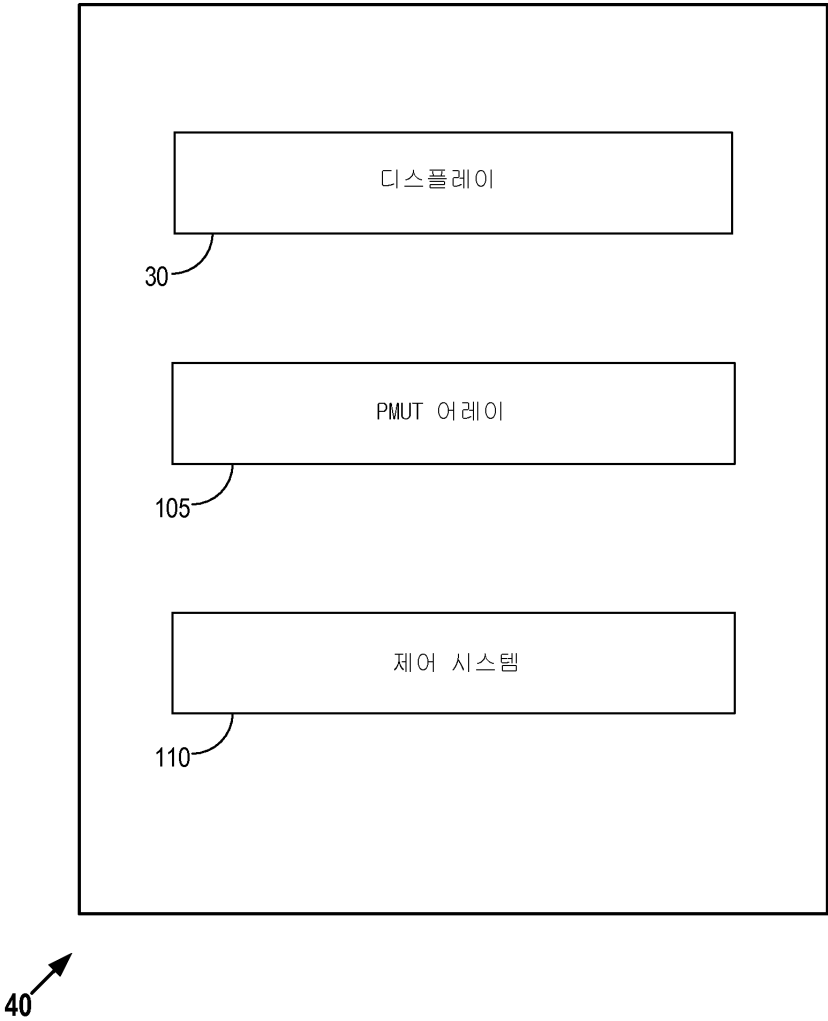
[0105] [0119]본 개시에 설명된 구현들에 대한 다양한 변경들이 당업자에게 용이하게 명백할 수 있으며, 본 명세서에 정의된 일반 원리들은 본 개시의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 구현들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 청구범위는 본 명세서에 제시된 구현들로 한정되도록 의도되는 것이 아니라, 본 명세서에 개시된 개시내용, 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위와 조화될 것이다. 추가적으로, 당업자는, 용어 "상부" 및 "하부", "위" 및 "아래", 및 "위에 놓인" 및 "아래에 놓인"이 때때로 도면들의 설명의 편의를 위해 사용되며, 적절히 배향된 지면 상의 도면의 배향에 대응하는 상대적인 위치선들을 나타내고 구현되는 것으로서 디바이스의 적절한 배향을 반영하지 않을 수 있다는 것을 쉽게 인식할 것이다.

[0106] [0120]별개의 구현들의 맥락에서 본 명세서에서 설명되는 특정 기능들은 또한 단일 구현에서의 조합으로 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현의 맥락에서 설명된 다양한 특징들은 또한 개별적으로 다수의 구현들로 또는 임의의 적합한 하위 조합으로 구현될 수 있다. 또한, 특징들이 특정 조합들에서 작용하고 심지어 그처럼 최초로 청구된 바와 같이 위에서 설명될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 또는 그 초과 특징들은 어떤 경우에는 조합으로부터 삭제될 수 있고, 청구된 조합은 하위 조합 또는 하위 조합의 변형에 관한 것일 수 있다.

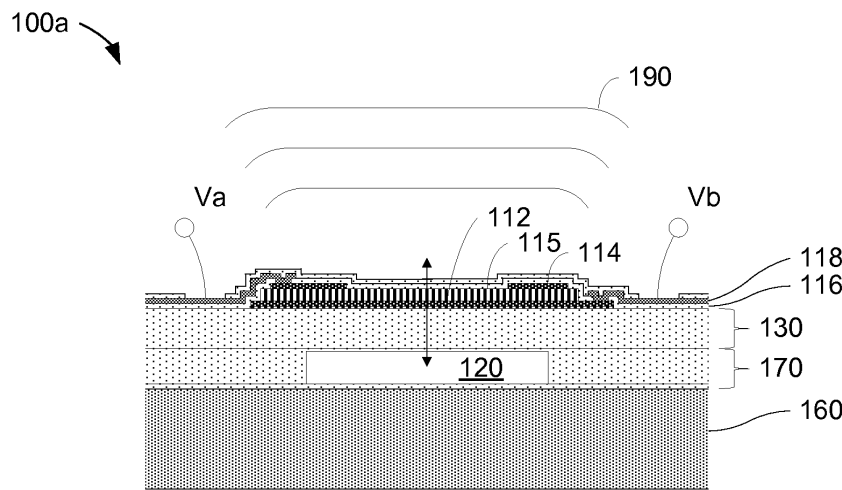
[0107] [0121]유사하게, 동작들이 특정 순서로 도면에 도시되어 있지만, 이것은 바람직한 결과를 달성하기 위해 이러한 동작들이 도시된 특정 순서로 또는 순차적인 순서로 수행되는 것 또는 모든 도시된 동작들이 수행되는 것이 필수적인 것으로 이해되어서는 안 된다. 추가로, 도면들은 하나 또는 그 초과 예시적인 프로세스들을 흐름도의 형태로 개략적으로 도시할 수 있다. 그러나, 도시되지 않은 다른 동작들은, 개략적으로 도시되는 예시적인 프로세스들에 포함될 수 있다. 예를 들어, 하나 또는 그 초과 추가 동작들이, 예시되는 동작들 중 임의의 동작 전, 후, 동시 또는 사이에서 수행될 수 있다. 특정 상황에서는, 멀티 태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 전술한 구현들에서 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 구현들에서 이러한 분리를 필요로 하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로 단일 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 복수의 소프트웨어 제품들로 패키징될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 다른 구현들이 이하의 청구 범위 내에 있다. 일부 경우에, 청구항에 기재된 동작들은 다른 순서로 수행될 수 있고 여전히 바람직한 결과를 달성할 수 있다.

도면

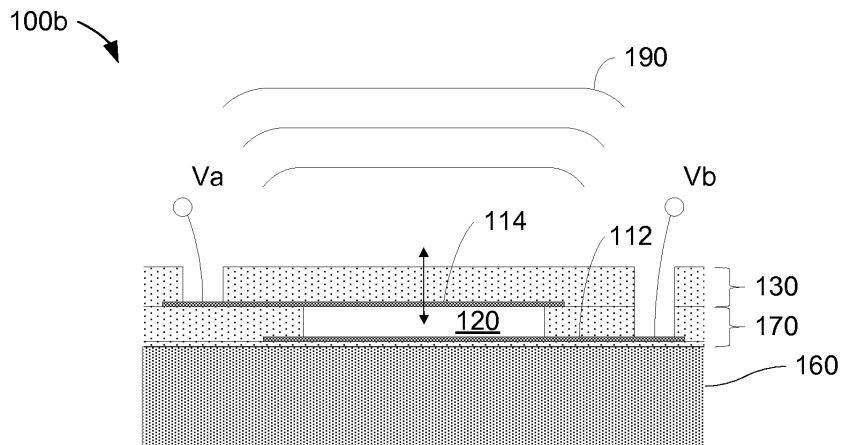
도면1a



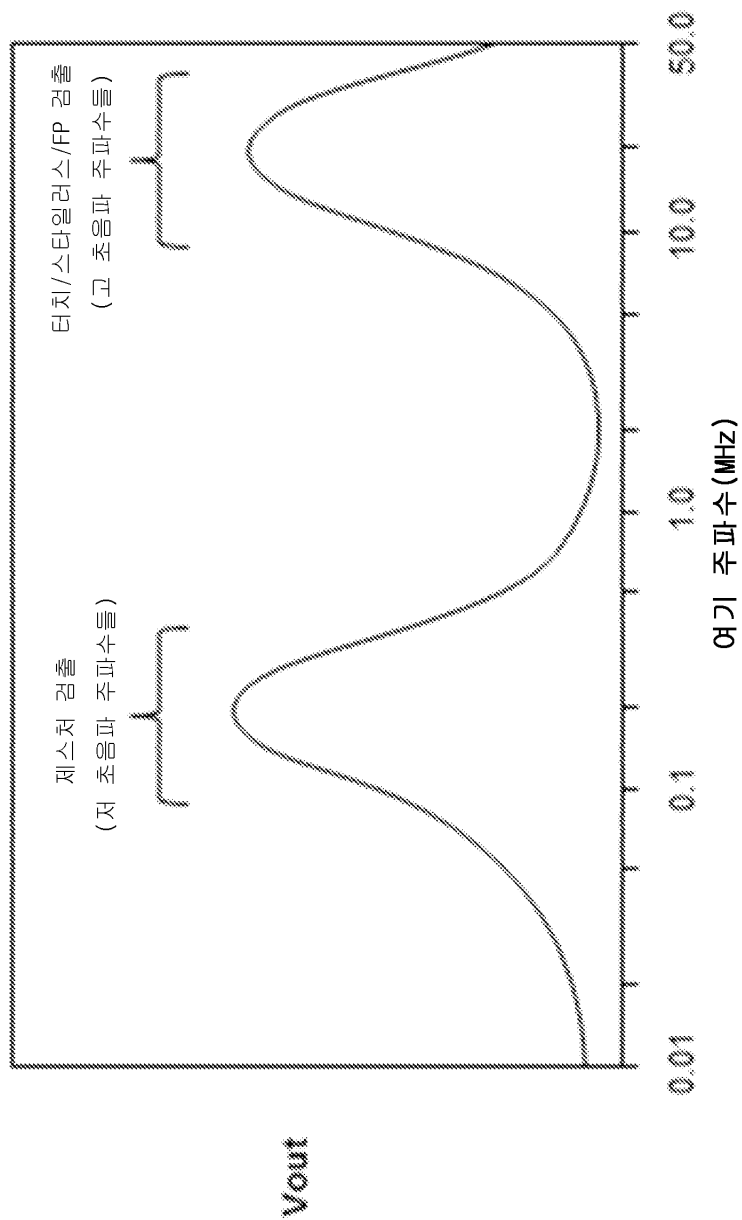
도면1b



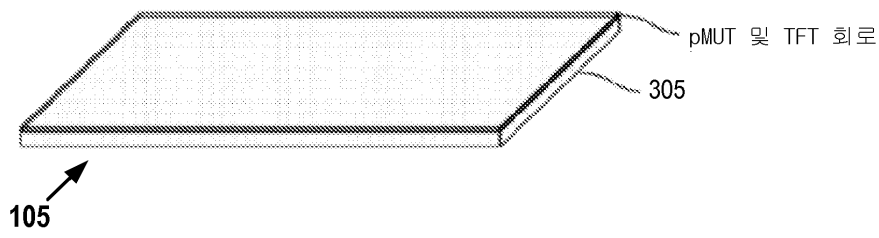
도면1c



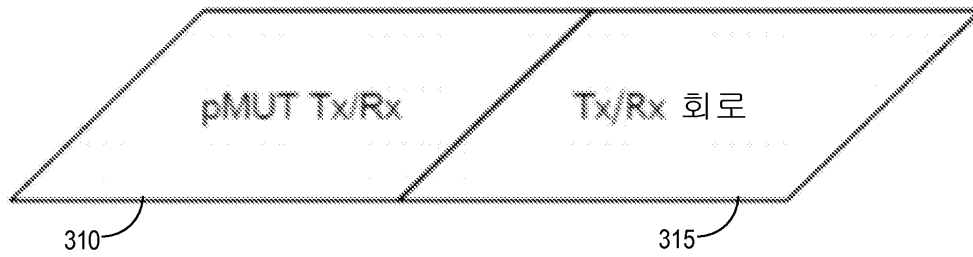
도면2



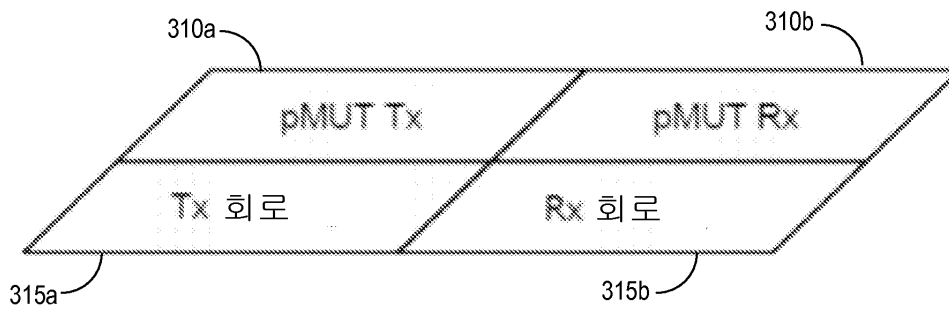
도면3a



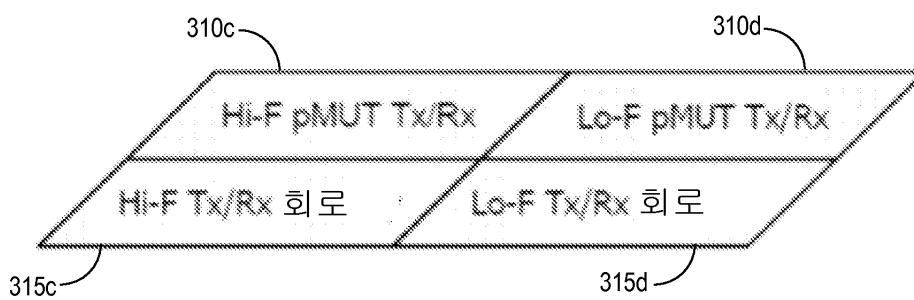
도면3b



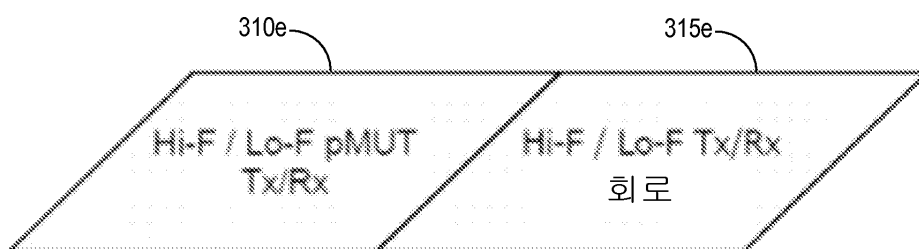
도면3c



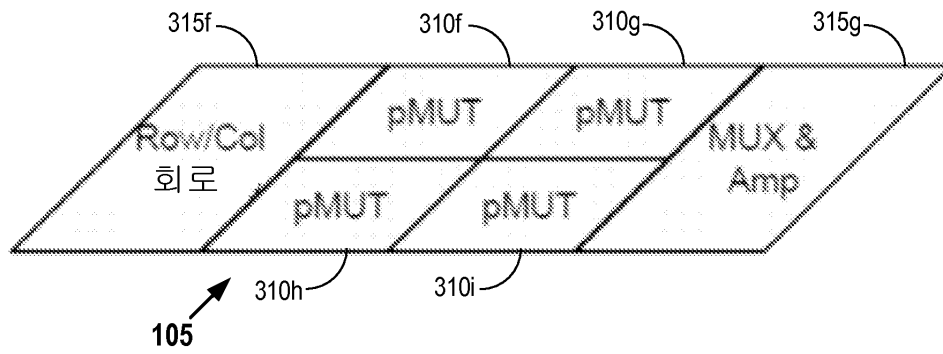
도면3d



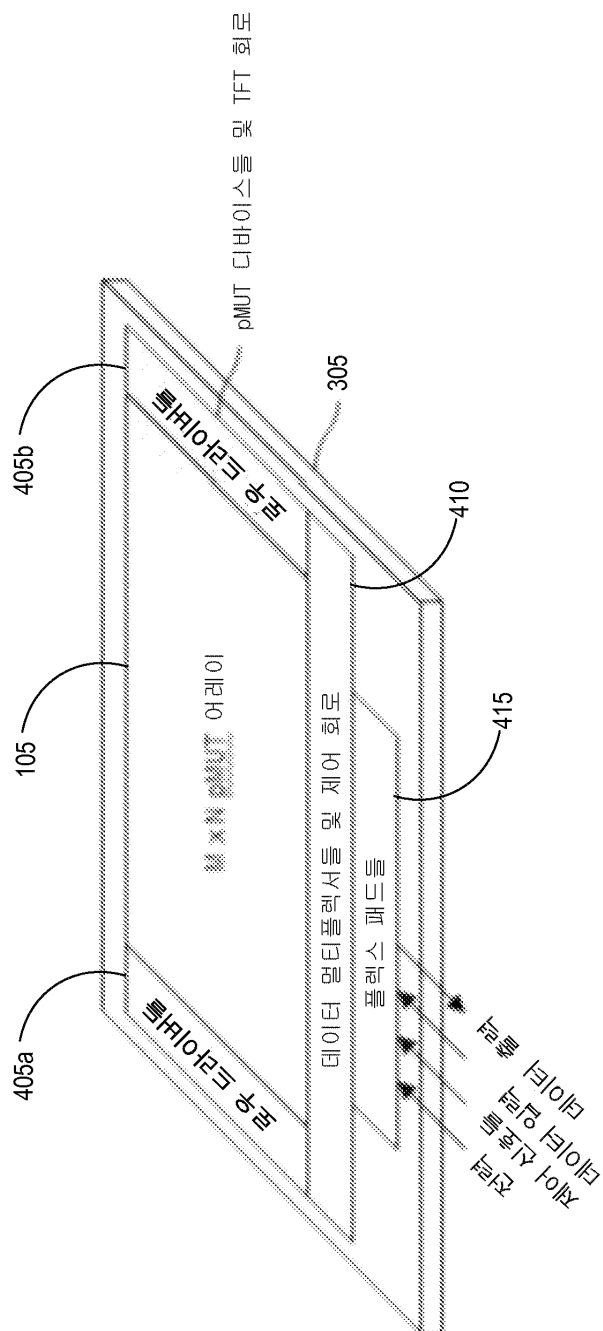
도면3e



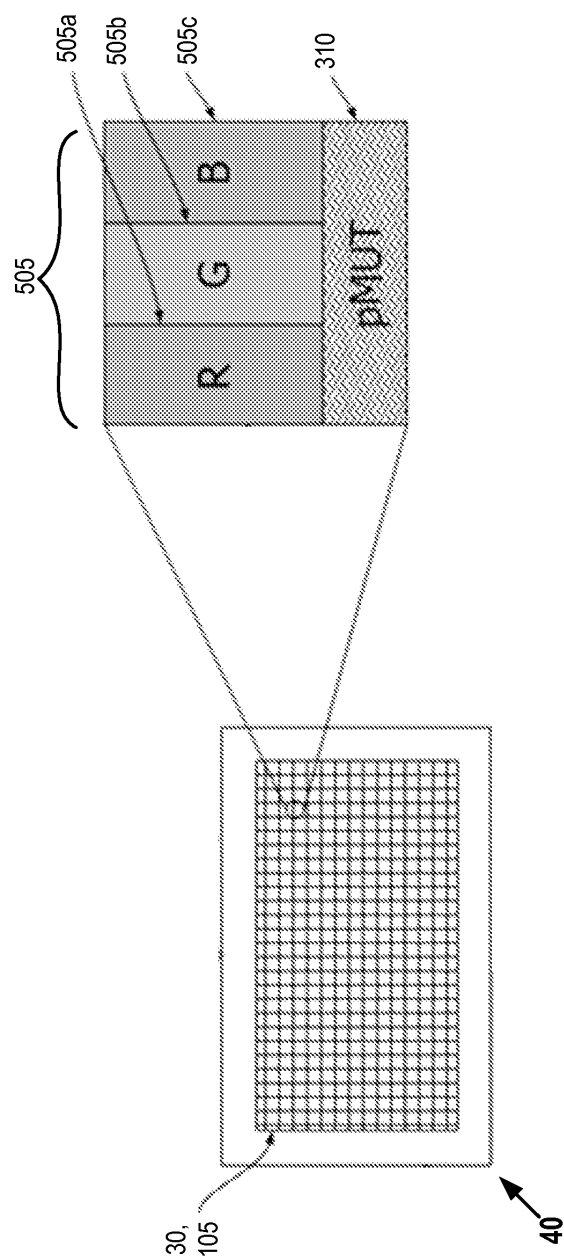
도면3f



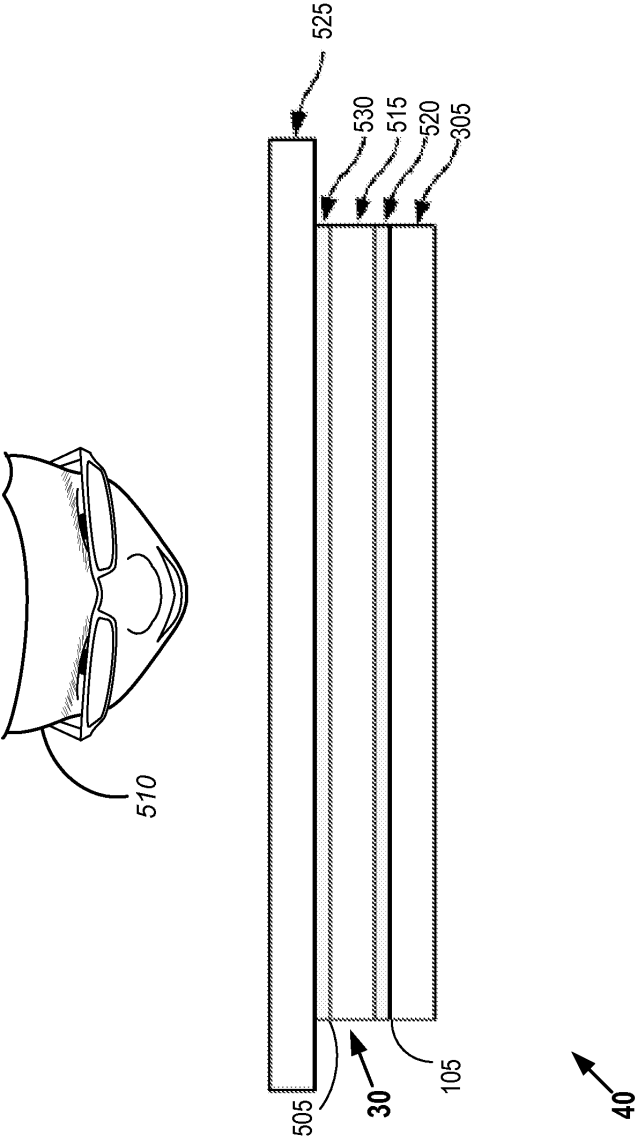
도면4



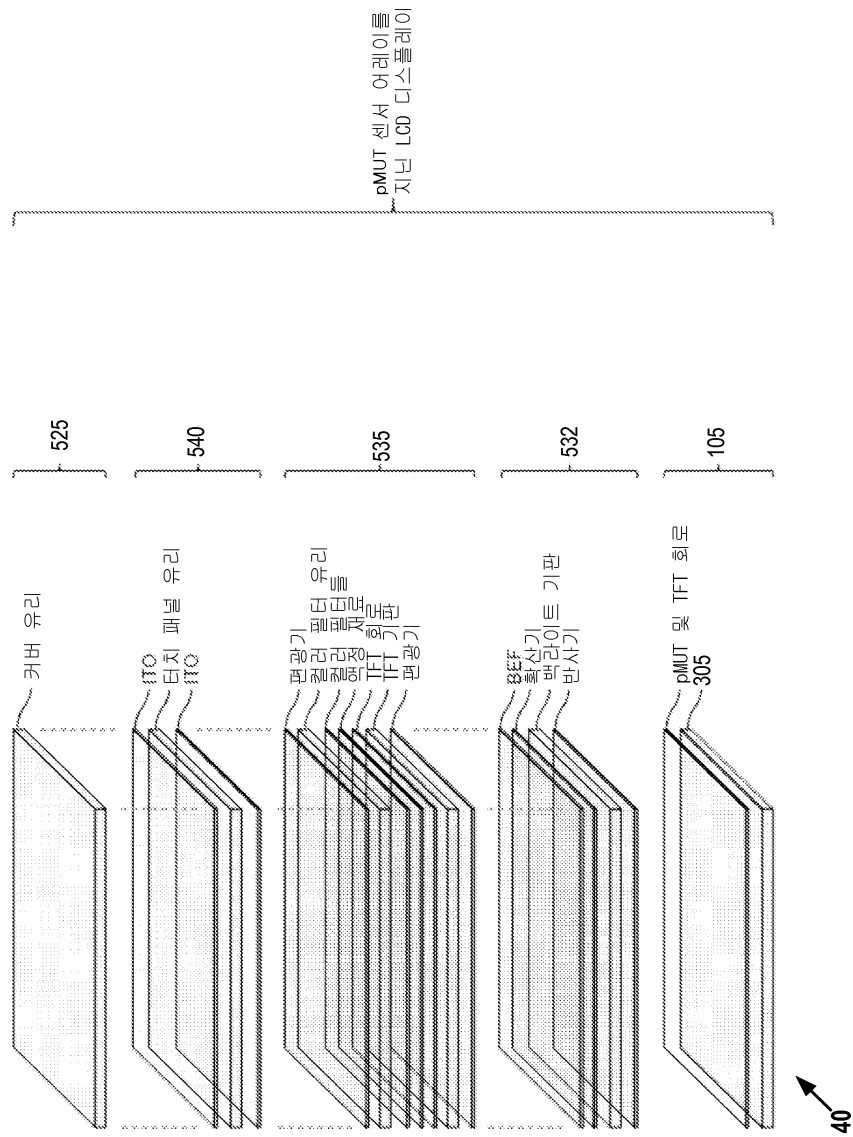
도면5a



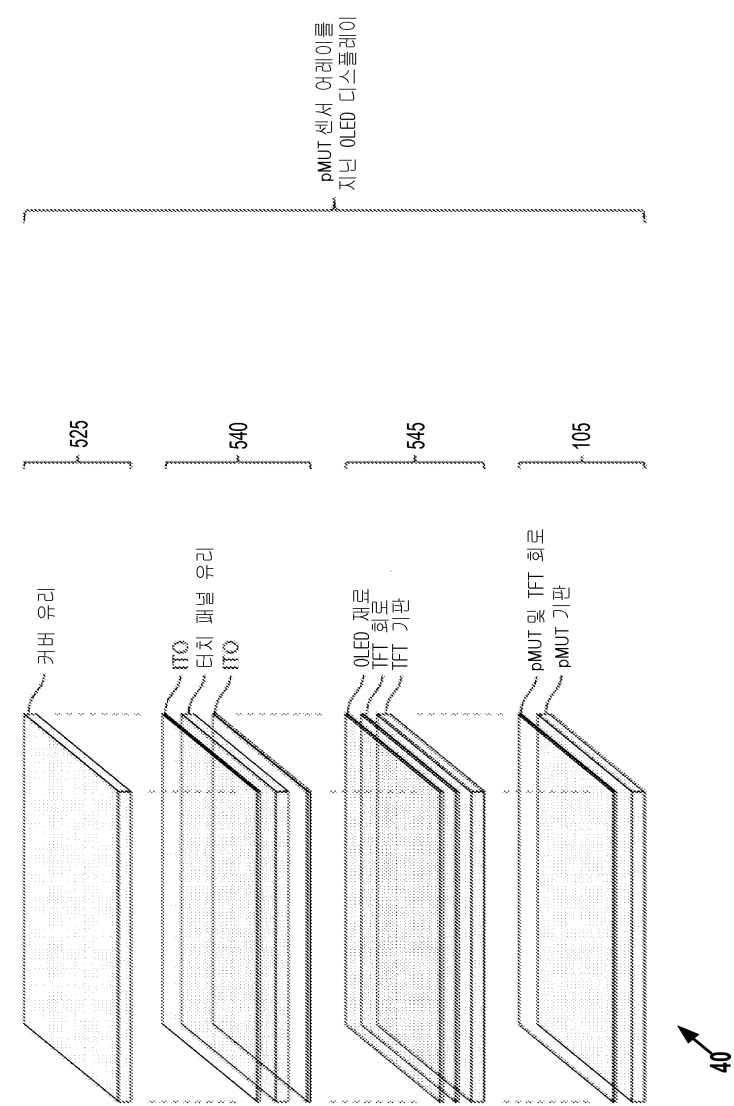
도면5b



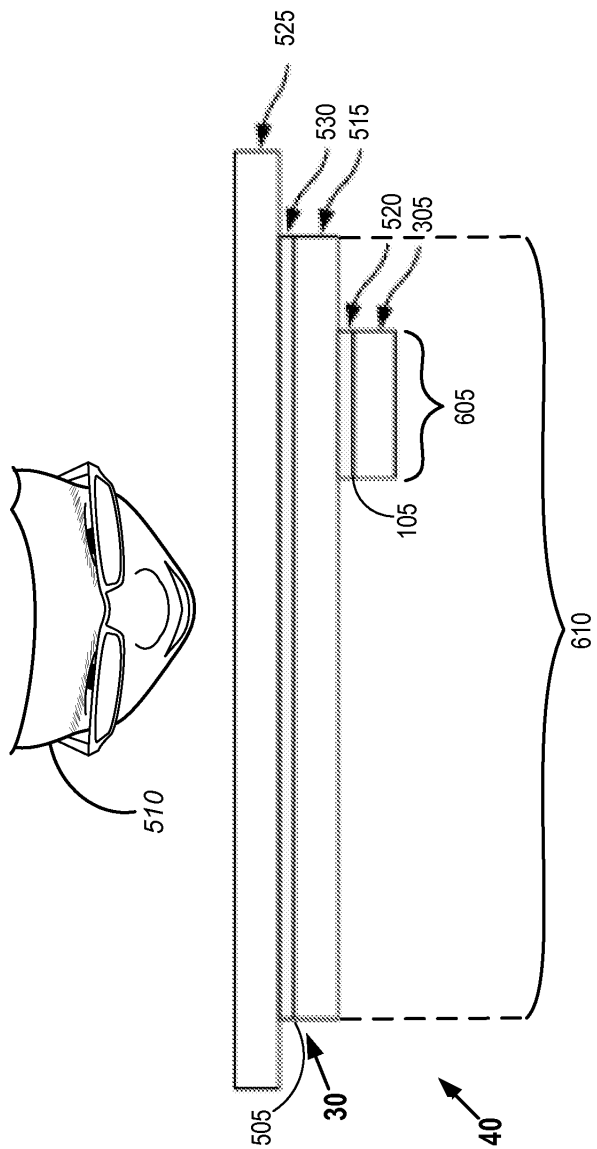
도면5c



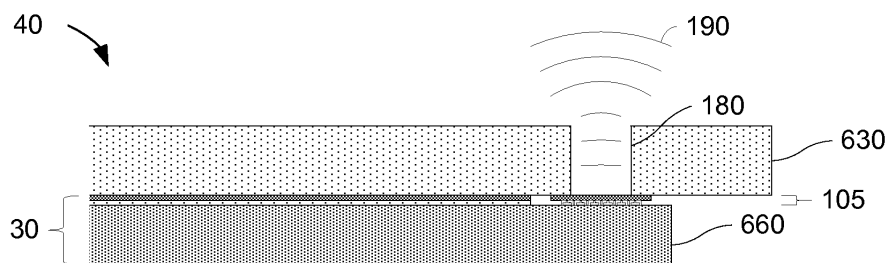
도면5d



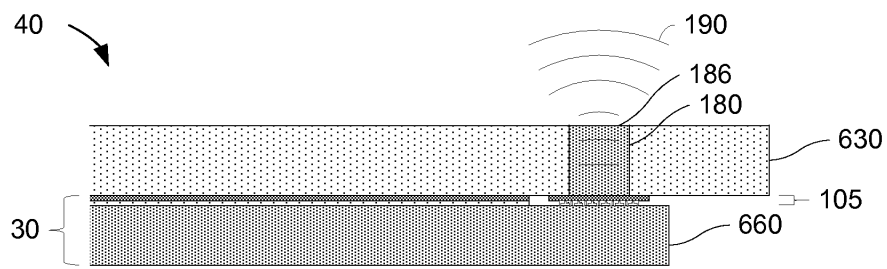
도면6a



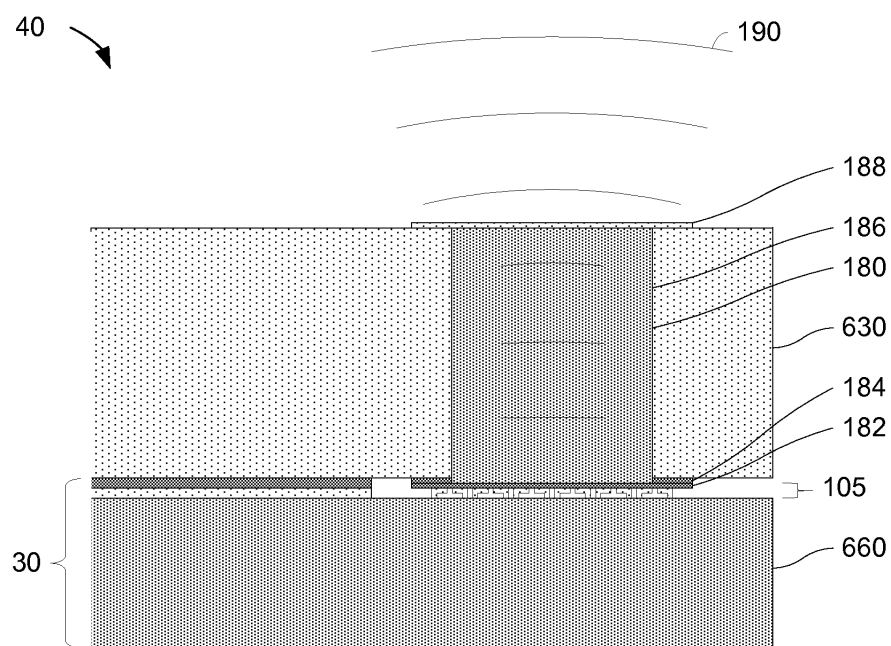
도면6b



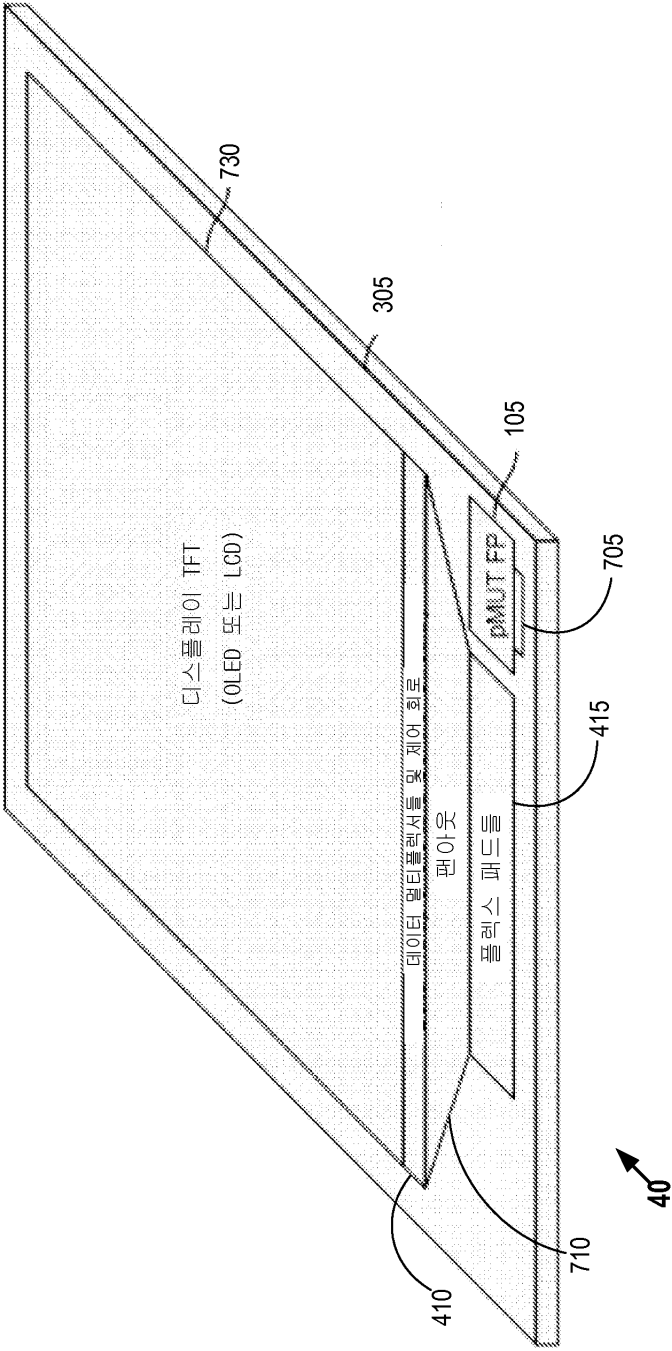
도면6c



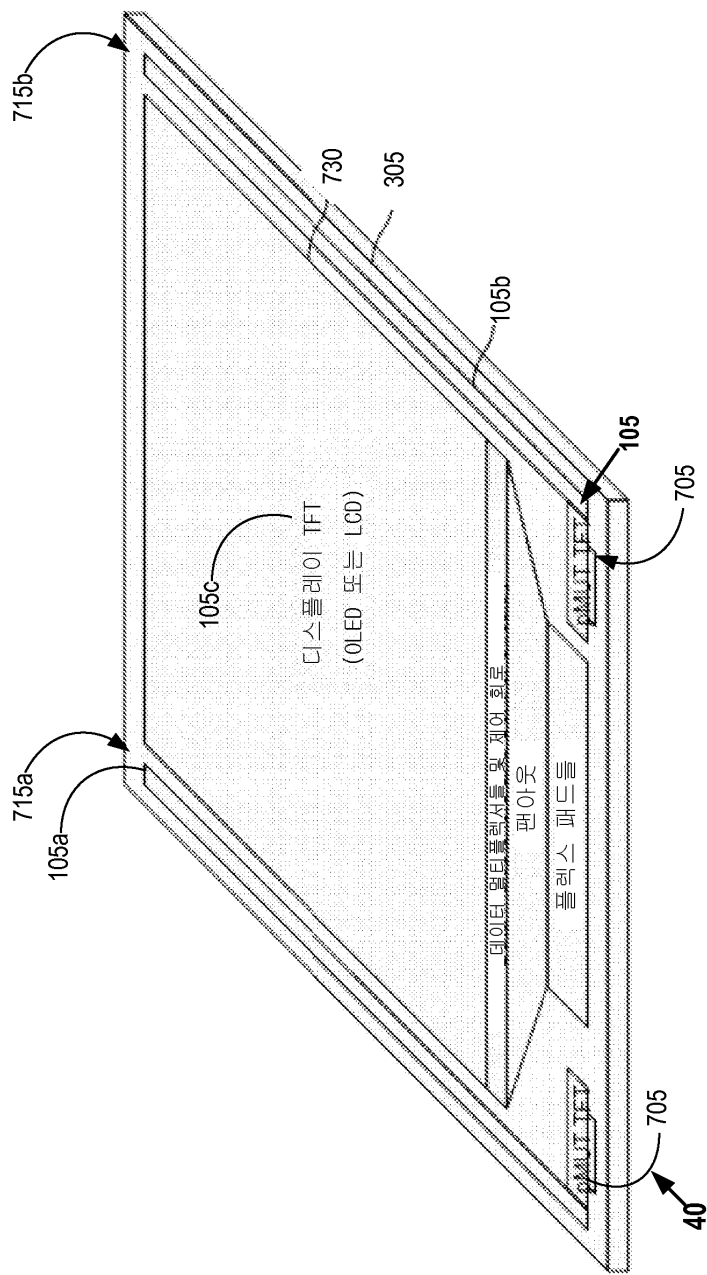
도면 6d



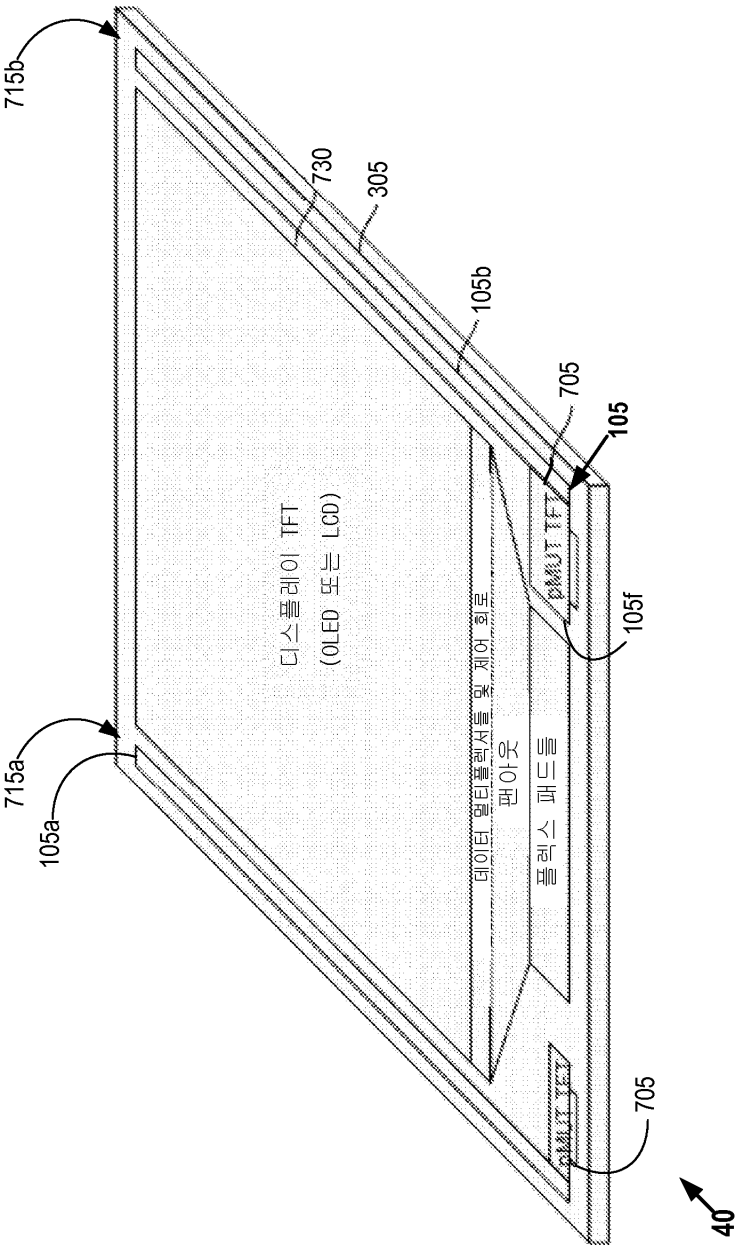
도면7a



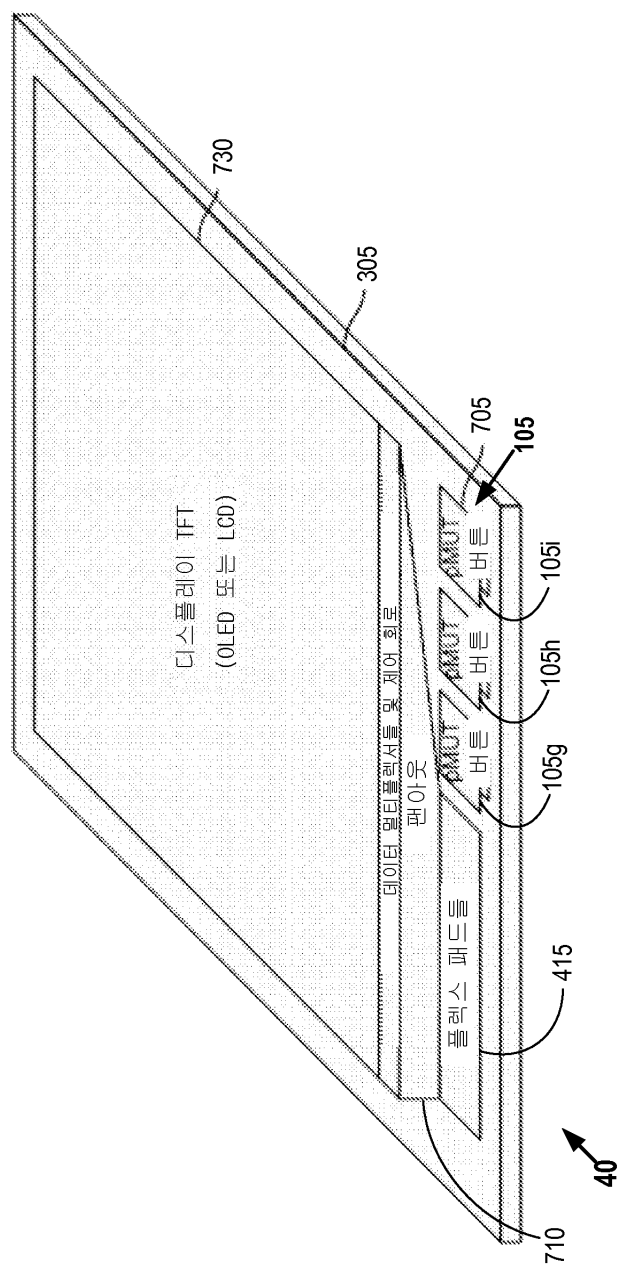
도면7b



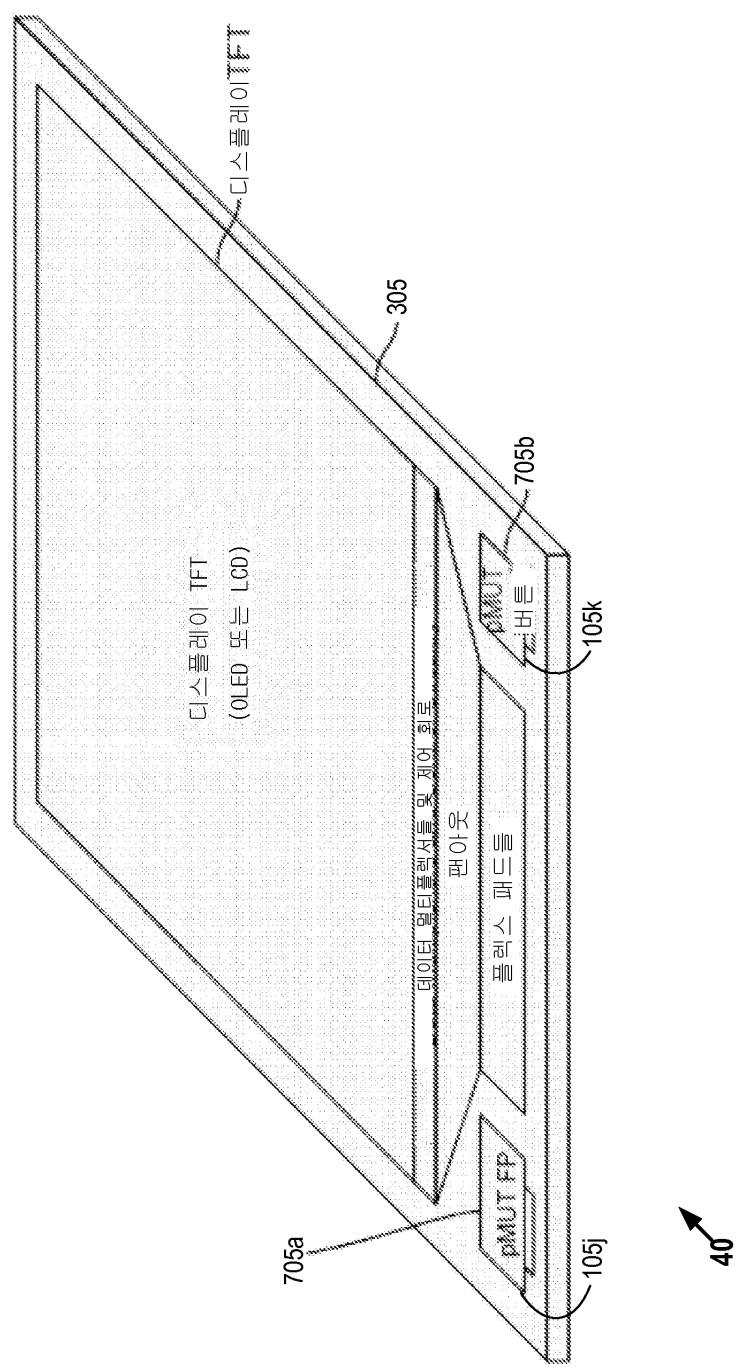
도면7c



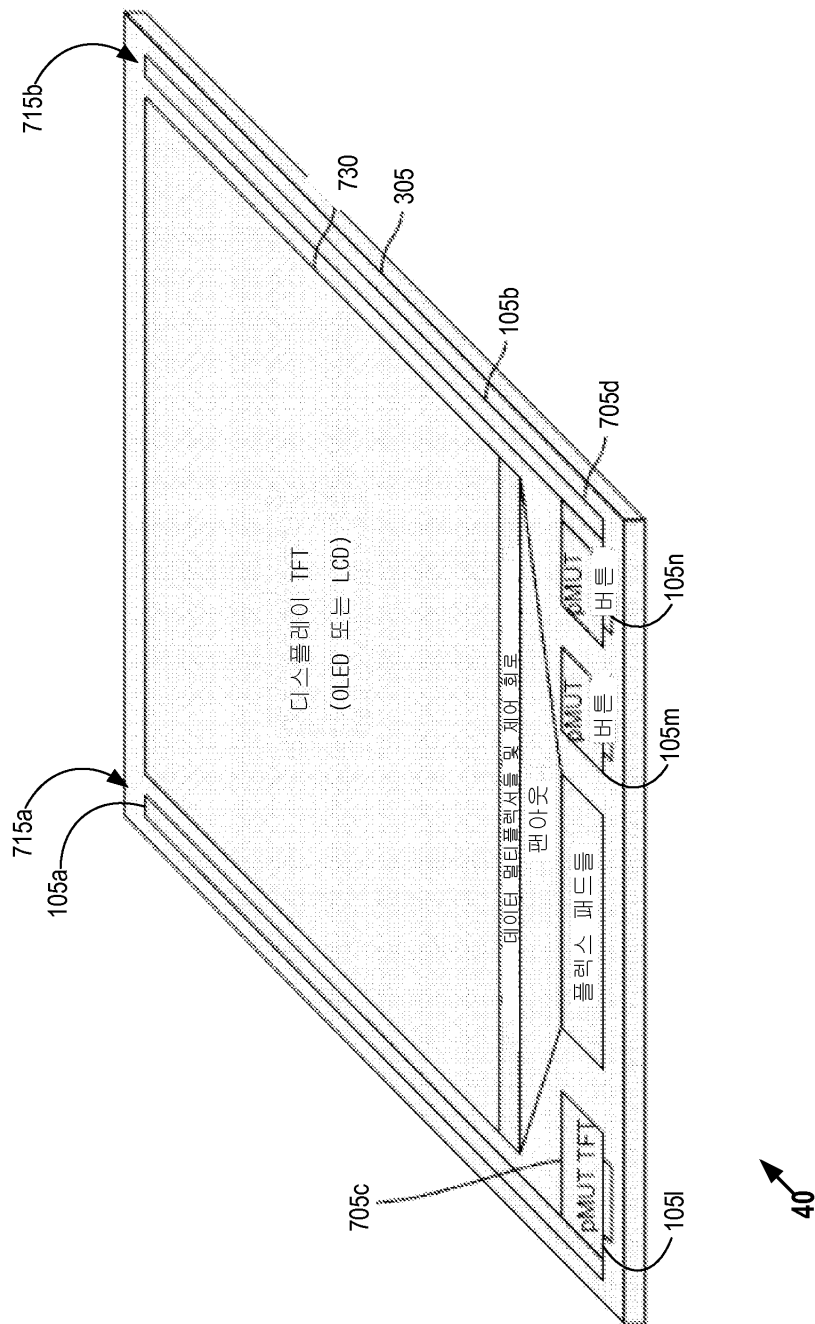
도면7d



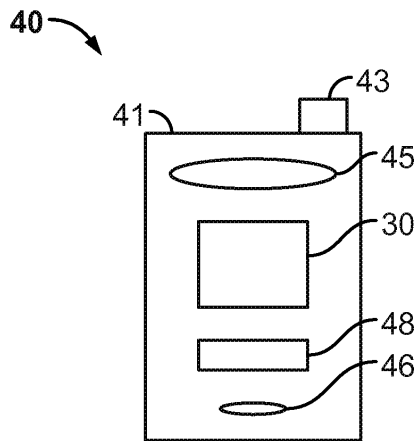
도면7e



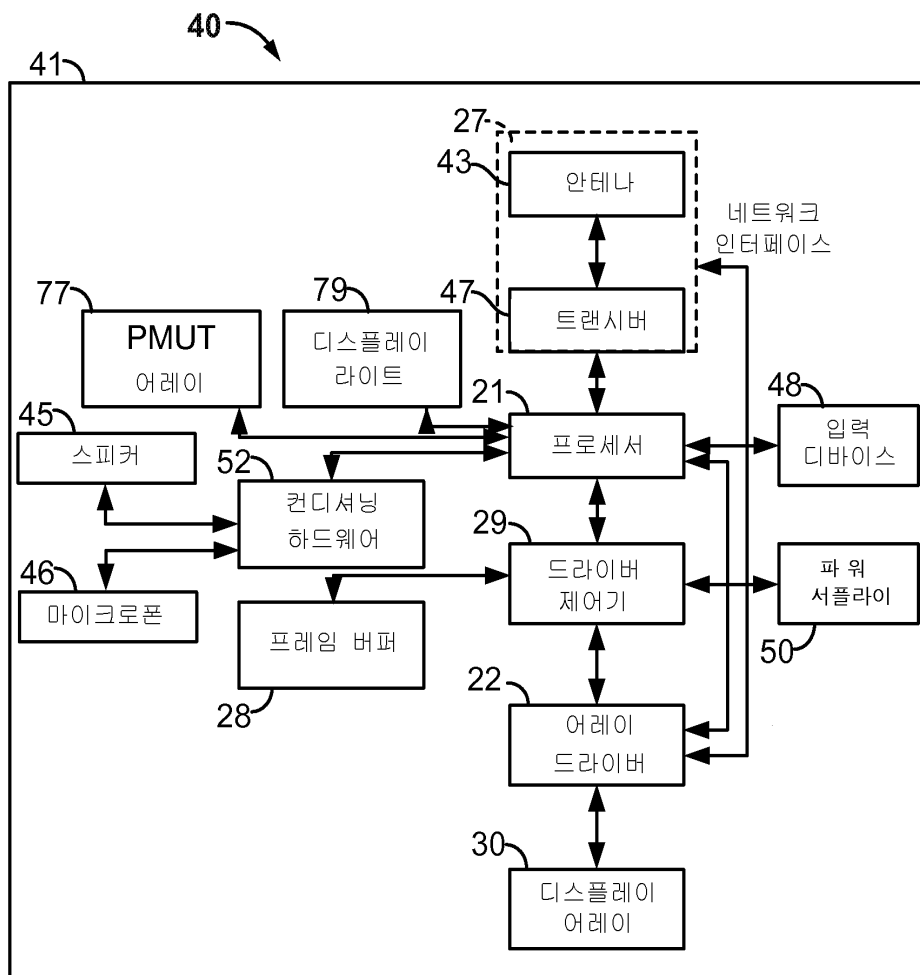
도면7f



도면8a



도면8b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제4항의 2번째 줄

【변경전】

대략적으로 50kHz

【변경후】
50kHz

【식권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제12항의 2번째 줄

【변경전】
대략적으로 200 kHz

【변경후】
200 kHz

【식권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제6항의 2번째 줄

【변경전】
대략적으로 1MHz

【변경후】
1MHz