



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0020101
(43) 공개일자 2019년02월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
A61B 8/12 (2006.01) B06B 1/02 (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 8/145 (2013.01)
A61B 8/12 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7001827
- (22) 출원일자(국제) 2017년06월19일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2019년01월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/038100
- (87) 국제공개번호 WO 2017/222964
국제공개일자 2017년12월28일
- (30) 우선권주장
62/352,337 2016년06월20일 미국(US)
15/415,434 2017년01월25일 미국(US)

- (71) 출원인
버터플라이 네트워크, 인크.
미국 06437 코네티컷주 길포드 올드 윗필드 스트리트 530
- (72) 발명자
로쓰버그, 조나단, 엠.
미국 06437 코네티컷주 길포드 운카스 포인트 로드 215
알리, 수잔, 에이.
미국 02180 매사추세츠주 스톤햄 던클리 애비뉴 21
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 김연송, 백만기

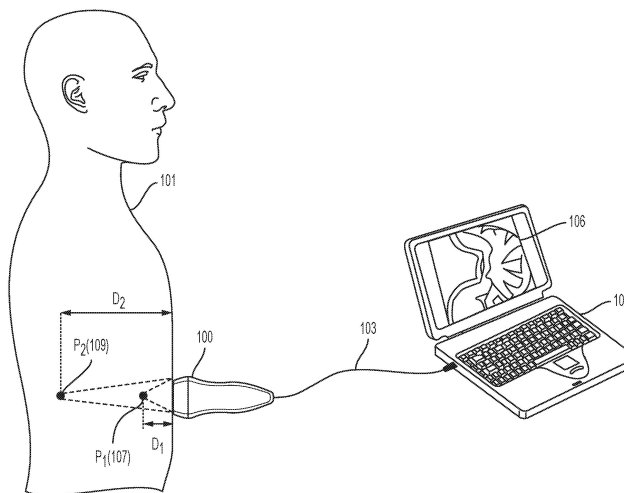
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **범용 초음파 디바이스 및 관련된 장치와 방법**

(57) 요약

다양한 모드에서 동작하도록 구성될 수 있는 초음파 디바이스가 설명된다. 모드들 중 적어도 일부는 초음파 신호의 상이한 주파수들과 연관된다. 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 다중-모드 초음파 프로브; 및 핸드헬드 다중-모드 초음파 프로브에 결합되고, 사용자에게 의해 선택된 동작 모드를 나타내는 입력을 수신하는 것에 응답하여, 다중-모드 초음파 프로브가 선택된 동작 모드에서 동작하게하도록 구성되는 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 시스템도 설명된다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 8/4236 (2013.01)
A61B 8/4427 (2013.01)
A61B 8/4444 (2013.01)
A61B 8/4494 (2013.01)
A61B 8/465 (2013.01)
A61B 8/467 (2013.01)
A61B 8/54 (2013.01)
A61B 8/56 (2013.01)
B06B 1/0292 (2013.01)

(72) 발명자

산체즈, 네바다, 제이.

미국 06437 코네티컷주 길포드 리틀 미도우 로드
1280

켈스턴, 타일러, 에스.

미국 06413 코네티컷주 클린턴 비치 파크 로드 56

맥널티, 크리스토퍼 토마스

미국 06437 코네티컷주 길포드 프로스펙트 스트리트
64

자호리안, 제이미, 스콧

미국 06437 코네티컷주 길포드 씨뷰 테라스 80 유
닛 1

크리스만, 폴 프란시스

미국 06511 코네티컷주 뉴 헤븐 비숍 스트리트 36
유닛 3

디 용, 매튜

미국 10010 뉴욕주 뉴욕 6번 애비뉴 655 아파트먼
트 2에이

파이프, 키쓰 지.

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 마타데로 애비
뉴 635

명세서

청구범위

청구항 1

범용 초음파 디바이스로서,

초음파 트랜스듀서들의 어레이(array of ultrasound transducers) - 각각의 트랜스듀서는 용량식 미세가공 트랜스듀서(capacitive micromachined transducer)(CMUT)를 포함함 - ;

상기 어레이 내의 트랜스듀서들 중 하나 이상의 트랜스듀서와 통신하고, 상기 하나 이상의 트랜스듀서를 통해 통신될 복수의 파형을 생성하도록 구성되는 파형 생성기; 및

상기 초음파 트랜스듀서들의 어레이 중 하나 이상 및 상기 파형 생성기와 선택적으로 통신하고, 상기 어레이를 제1 주파수 범위에서 동작시키고 상기 어레이를 상기 제1 주파수 범위와는 상이한 제2 주파수 범위에서 동작시키도록 구성되는 제어기

를 포함하고,

상기 제1 주파수 범위 및 상기 제2 주파수 범위 각각은 상이한 깊이에 도달하도록 구성되는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위와 상기 제2 주파수 범위는 중첩되는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위와 상기 제2 주파수 범위는 중첩되지 않는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 1-5 MHz의 범위에 있고, 중심 주파수는 약 3 MHz인, 범용 초음파 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 피험자(subject) 내에서 10-25 cm의 대략적인 깊이를 침투하는 출력으로(at a power) 상기 제1 주파수 범위에서 상기 어레이를 동작시키는 것을 포함하는 범용 초음파 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 5-12 MHz의 범위에 있고, 중심 주파수는 약 8 MHz인, 범용 초음파 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 피험자 내에서 1-10 cm의 대략적인 깊이를 침투하는 출력으로 상기 제1 주파수 범위에서 상기 어레이를 동작시키는 것을 포함하는 범용 초음파 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제어기는 상기 제1 및 제2 주파수 범위들의 동작과는 상이한 연관된 제3 주파수 범위의 동작을 갖는 제3 동작 모드에 대해, 상기 초음파 트랜스듀서들의 어레이 중 제3 주파수 범위를 정의하는 제3 세트의 초음파 트랜스듀서들을 선택하도록 추가로 구성되는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 1-3 MHz의 범위에 있고, 상기 제2 주파수 범위는 약 3-7 MHz의 범

위에 있고, 상기 제3 주파수 범위는 약 7-12 MHz의 범위에 있는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 1-5 MHz이고, 상기 제2 주파수 범위는 약 3-7 MHz이고, 상기 제3 주파수 범위는 약 5-10 MHz인, 범용 초음파 디바이스.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위 및 상기 제2 주파수 범위는 상이한 고도 초점 영역들과 연관되는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제어기는, 상기 제1 주파수 범위 또는 상기 제2 주파수 범위 중 하나를 원하는 생체내 침투 깊이(in vivo penetration depth)의 함수로서 선택하는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 초음파 디바이스는 모놀리식 칩셋을 정의하는, 범용 초음파 디바이스.

청구항 14

용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 각각 포함하는 초음파 트랜스듀서들의 어레이를 포함하는 초음파 디바이스를 동작시키는 방법으로서,

상기 초음파 트랜스듀서들의 어레이 중 제1 그룹의 트랜스듀서들로 제1 파형을 생성하는 단계; 및

제1 주파수 범위 또는 제2 주파수 범위 중 하나에서 상기 어레이를 선택적으로 동작시키는 단계

를 포함하고,

상기 초음파 트랜스듀서들의 어레이는 모놀리식 디바이스를 정의하는, 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 제1 그룹의 트랜스듀서들로 제1 파형을 생성하고 제2 그룹의 트랜스듀서들로 제2 파형을 생성하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 그룹의 트랜스듀서들과 상기 제2 그룹의 트랜스듀서들은 중첩되는, 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 제1 그룹의 트랜스듀서들과 상기 제2 그룹의 트랜스듀서들은 중첩되지 않는, 방법.

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위와 상기 제2 주파수 범위는 중첩되는, 방법.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위와 상기 제2 주파수 범위는 중첩되지 않는, 방법.

청구항 20

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 1-5 MHz의 범위에 있고, 중심 주파수는 약 3 MHz인, 방법.

청구항 21

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 피험자 내에서 약 10-25 cm의 대략적인 깊이를 침투하도록 전력공급되는(powerd), 방법.

청구항 22

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 5-12 MHz의 범위에 있고, 중심 주파수는 약 8 MHz인, 방법.

청구항 23

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 피험자 내에서 약 1-10 cm의 대략적인 깊이를 침투하도록 전력공급되는, 방법.

청구항 24

제14항에 있어서, 제3 주파수 범위에서 상기 어레이를 동작시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 1-3 MHz이고, 상기 제2 주파수 범위는 약 3-7 MHz이고, 상기 제3 주파수 범위는 약 7-12 MHz인, 방법.

청구항 26

제24항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위는 약 1-5 MHz이고, 상기 제2 주파수 범위는 약 3-7 MHz이고, 상기 제3 주파수 범위는 약 5-10 MHz인, 방법.

청구항 27

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위 및 상기 제2 주파수 범위는 상이한 고도 초점 영역들과 관련하여 이용되는, 방법.

청구항 28

제14항에 있어서, 상기 제1 주파수 범위 또는 상기 제2 주파수 범위 중 하나에서 상기 어레이를 선택적으로 동작시키는 단계는, 상기 제1 주파수 범위 또는 제2 주파수 범위를 원하는 생체내 침투 깊이의 함수로서 선택하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호참조

[0002] 본 출원은, 각각의 전체 내용이 참조로 본 명세서에 포함되는, 변리사 사건 번호 B1348.70030US00인, 2016년 6월 20일 출원된, 발명의 명칭이 "UNIVERSAL ULTRASOUND DEVICE AND RELATED APPARATUS AND METHODS"인 미국 가출원 제62/352,337호에 대한 35 U.S.C. § 119(e) 하의 혜택을 주장하는, 변리사 사건 번호 B1348.70030US01인, 2017년 1월 25일 출원된, 발명의 명칭이 "UNIVERSAL ULTRASOUND DEVICE AND RELATED APPARATUS AND METHODS"인 미국 출원 제15/415,434호에 대한 35 U.S.C. § 120 하의 혜택을 주장하는 일부 연속 출원이다.

[0003] 본 출원은 또한, 그 전체 내용이 참조로 본 명세서에 포함되는, 변리사 사건 번호 B1348.70030US00인, 2016년 6월 20일 출원된, 발명의 명칭이 "UNIVERSAL ULTRASOUND DEVICE AND RELATED APPARATUS AND METHODS"인 미국 가출원 제62/352,337호에 대해 35 U.S.C. 119(e) 하의 혜택을 주장하는 출원이다.

[0004] 분야

[0005] 본 출원은 상이한 깊이들에서 피험자(subject)의 고해상도 영상을 획득하기 위해 복수의 상이한 주파수 범위에 걸쳐 동작할 수 있는 초음파 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0006] 초음파 촬영 시스템(ultrasound imaging system)들은 통상적으로 아날로그 케이블에 의해 호스트에 접속된 초음파 프로브(ultrasound probe)를 포함한다. 초음파 프로브는 호스트에 의해 제어되어 초음파 신호를 방출하고

수신한다. 수신된 초음파 신호는 처리되어 초음파 영상을 생성한다.

발명의 내용

- [0007] 일부 실시예는, 반도체 다이, 및 반도체 다이 상에 집적된 복수의 초음파 트랜스듀서 -복수의 초음파 트랜스듀서는 제1 주파수 범위와 연관된 제1 모드 및 제2 주파수 범위와 연관된 제2 모드에서 동작하도록 구성되고, 제1 주파수 범위는 제2 주파수 범위와 적어도 부분적으로 비중첩(non-overlapping)됨 -를 포함하는 초음파 프로브; 및 제1 모드에서 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하도록 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하고, 제2 모드에서 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하도록 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성되는 제어 회로를 포함하는 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0008] 일부 실시예는, 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 다중-모드 초음파 프로브(예를 들어, 핸드헬드 다중-모드 초음파 프로브(hand-held multi-modal ultrasound probe)); 및 다중-모드 초음파 프로브에 결합되고, 사용자에게 의해 선택된 동작 모드를 나타내는 입력을 수신하는 것에 응답하여, 다중-모드 초음파 프로브가 선택된 동작 모드에서 동작하게 하도록 구성되는 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 모바일 컴퓨팅 디바이스)를 포함하는 시스템에 관한 것이다.
- [0009] 일부 실시예는, 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 다중-모드 초음파 프로브의 동작을 제어하기 위한 방법에 관한 것으로, 이 방법은: 컴퓨팅 디바이스에서, 사용자에게 의해 선택된 동작 모드를 나타내는 입력을 수신하는 단계; 및 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일에 의해 명시된 파라미터 값들을 이용하여 다중-모드 초음파 프로브가 선택된 동작 모드에서 동작하게 하는 단계를 포함한다.
- [0010] 일부 실시예는, 복수의 초음파 트랜스듀서 및 제어 회로를 포함하는 초음파 디바이스; 및 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서 및 적어도 하나의 메모리를 갖는 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 시스템에 관한 것으로, 여기서, 컴퓨팅 디바이스는 디스플레이 및 초음파 디바이스에 통신가능하게 결합되고, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서는: 디스플레이를 통해, 초음파 디바이스에 대한 각각의 복수의 동작 모드 -복수의 동작 모드는 제1 동작 모드 및 제2 동작 모드를 포함함- 를 나타내는 복수의 GUI 요소를 보여주는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 프리젠틱하고; GUI를 통해, 제1 동작 모드 또는 제2 동작 모드 중 어느 하나의 선택을 나타내는 입력을 수신하는 것에 응답하여, 선택된 동작 모드의 표시를 초음파 디바이스에 제공하도록 구성되고, 제어 회로는: 제1 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하고; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하고, 제2 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 -제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함- 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하고; 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하도록 구성된다.
- [0011] 일부 실시예는, 그래픽 사용자 인터페이스를 통해, 제1 동작 모드 및 제2 동작 모드를 포함하는 복수의 모드에서 동작하도록 구성되는 초음파 디바이스에 대한 동작 모드의 선택을 수신하는 단계; 제1 동작 모드의 선택을 수신하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하는 단계; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하는 단계; 제2 동작 모드의 선택을 수신하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 -제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함- 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하는 단계; 및 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.
- [0012] 일부 실시예는, 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 핸드헬드 다중-모드 초음파 프로브에 관한 것으로, 핸드헬드 초음파 프로브는: 복수의 초음파 트랜스듀서; 및 제어 회로를 포함하고, 이 제어 회로는: 선택된 동작 모드의 표시를 수신하고; 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일에 액세스하며; 액세스된 구성 프로파일에 명시된 파라미터 값들을 이용하여, 선택된 동작 모드에서 동작하게끔 핸드헬드 다중-모드 초음파 프로브를 제어하도록 구성된다.
- [0013] 일부 실시예는 제1 동작 모드 및 제2 동작 모드를 포함하는 복수의 동작 모드에서 동작할 수 있는 초음파 디바

이스에 관한 것으로, 초음파 디바이스는: 복수의 초음파 트랜스듀서 및 제어 회로를 포함하고, 이 제어 회로는: 선택된 동작 모드의 표시를 수신하고; 선택 동작 모드가 제1 동작 모드라고 결정하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하고; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하고; 제2 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 선택 동작 모드가 제2 동작 모드라고 결정하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 - 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함 - 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하고; 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하도록 구성된다.

[0014] 일부 실시예는 초음파 디바이스에 통신가능하게 결합된 모바일 컴퓨팅 디바이스에 관한 것으로, 이 모바일 컴퓨팅 디바이스는: 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서; 디스플레이; 및 애플리케이션 프로그램을 저장한 적어도 하나의 비일시적인 컴퓨터-판독가능한 저장 매체를 포함하고, 이 애플리케이션 프로그램은, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서에 의해 실행될 때, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서로 하여금: 다중-모드 초음파 디바이스에 대한 각각의 복수의 동작 모드를 나타내는 복수의 GUI 요소를 갖는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 생성하고; 디스플레이를 통해 GUI를 프리젠탈하며; GUI를 통해, 복수의 동작 모드 중 하나의 선택을 나타내는 사용자 입력을 수신하고; 선택된 동작 모드의 표시를 초음파 디바이스에 제공하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0015] 개시된 기술의 다양한 양태 및 실시예들이 이하의 도면들을 참조하여 설명될 것이다. 도면들은 축척비율대로 그려진 것은 아니라는 점을 이해해야 한다. 복수의 도면들 내에 나타나는 항목들은 이들이 나타나는 모든 도면들에서 동일한 참조 번호로 표시된다.

도 1a는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 피험자를 촬영하기 위해 범용 초음파 디바이스가 어떻게 이용될 수 있는지를 도시하는 도면이다.

도 1b는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 범용 초음파 디바이스의 예시적인 한 예의 블록도이다.

도 2는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 일부 실시예에서, 범용 초음파 디바이스의 주어진 트랜스듀서 요소에 대한 전송(TX) 회로 및 수신(RX) 회로가 초음파 펄스를 방출하도록 요소를 통전시키거나, 트랜스듀서 요소에 의해 감지된 초음파 펄스를 나타내는 신호를 요소로부터 수신하고 처리하기 위해 어떻게 이용될 수 있는지를 도시하는 블록도이다.

도 3은, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 범용 초음파 디바이스의 기관과 통합된 초음파 트랜스듀서들의 예시적인 배열을 도시한다.

도 4는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 밀봉된 캐비티를 갖는 기관과 통합된 CMOS 웨이퍼를 포함하는 디바이스의 단면도이다.

도 5a 내지 도 5h는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 초음파 프로브를 포함하는 알약(pill)을 도시한다.

도 6a 및 도 6b는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 초음파 프로브 및 디스플레이를 포함하는 핸드헬드 디바이스를 도시한다.

도 7a 내지 도 7d는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 초음파 프로브를 포함하는 패치(patch)를 도시한다.

도 8은, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 초음파 프로브를 포함하는 핸드헬드 프로브를 도시하는 도면이다.

도 9는 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른 피험자를 촬영하기 위해 범용 초음파 디바이스가 어떻게 이용될 수 있는지를 도시하는 또 다른 도면이다.

도 10은, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 범용 초음파 디바이스를 동작시키기 위한 예시적인 프로세스의 플로차트이다.

도 11은, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 사용자가 범용 초음파 디바이스를 동작시킬 동작 모

드를 선택할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스의 한 예를 도시한다.

도 12a 및 도 12b는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 사용자가 범용 초음파 디바이스를 동작시킬 동작 모드를 선택할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스의 추가적인 예를 도시한다.

도 13은, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 범용 초음파 디바이스의 또 다른 예시적인 실시예의 블록도이다.

도 14는, 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 사용자가 범용 초음파 디바이스와 상호작용할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스의 또 다른 예를 도시한다.

도 15 내지 도 17은, 비제한적인 실시예에 따른, 본 명세서에 설명된 유형들의 초음파 디바이스로 생성될 수 있는 초음파 빔 형상의 비제한적인 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 개시내용은 복수의 상이한 주파수 범위에서 피험자를 촬영하도록 구성되는 "범용" 초음파 디바이스의 양태를 설명한다. 범용 초음파 디바이스는 복수의 초음파 트랜스듀서를 포함하고, 이들 중 적어도 일부는 상이한 주파수 범위에서 동작할 수 있으므로, 상이한 깊이들에서 피험자의 의학적으로 적절한 영상을 생성하기 위해 단일 초음파 디바이스를 이용을 가능케한다. 그 결과, 복수의 종래의 초음파 프로브의 이용을 현재 요구하고 있는 상이한 촬영 작업들을 의료 전문가 또는 다른 사용자가 수행하기 위해 단일의 디바이스(본 명세서에서 설명된 범용 초음파 디바이스)가 이용될 수 있다.

[0017] 일부 실시예는 초음파 프로브를 포함하는 초음파 디바이스에 관한 것이다. 초음파 프로브는, 반도체 다이; 반도체 다이 상에 통합되고, 제1 주파수 범위와 연관된 제1 모드 및 제2 주파수 범위와 연관된 제2 모드에서 동작하도록 구성되는 복수의 초음파 트랜스듀서 -제1 주파수 범위는 제2 주파수 범위와 적어도 부분적으로 비중첩됨-; 및 제어 회로를 포함한다. 제어 회로는, 제1 모드에서 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하고, 제2 모드에서 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.

[0018] 본 발명자들은 종래의 초음파 프로브들은 그들 각각이 수 개의 의학적으로 적절한 주파수 범위들 중 단 하나에서만 동작하기 때문에 제한적이라는 것을 인식했다. 예를 들어, 일부의 종래의 초음파 프로브들은, (예를 들어, 산과, 복부 및 부인과 촬영 등의 응용의 경우) 1-3 MHz 범위의 주파수에서만 동작하는 반면, 다른 종래의 프로브들은 (예를 들어, 가슴, 혈관, 갑상선, 및 골반 촬영 등의 응용의 경우) 3-7 MHz 범위의 주파수에서만 동작한다. 역시 다른 종래의 초음파 프로브는 (예를 들어, 근골격계 및 표재 정맥 및 종괴 촬영 등의 응용의 경우) 7-15 MHz 범위의 주파수에서만 동작한다. 더 높은 주파수의 초음파 신호는 더 낮은 주파수의 초음파 신호보다 조직에서 더 빠르게 감쇠하기 때문에, 더 높은 주파수에서만 동작하는 종래의 프로브는, 중심선 배치 또는 전술된 피부 바로 아래에 위치한 표재성 종괴의 전술된 촬영 등의 응용에 대해 얕은 깊이(예를 들어, 5cm 이하)에서 환자의 영상을 생성하는데 이용된다. 반면에, 더 낮은 주파수에서만 동작하는 종래의 프로브는 심장 및 신장 촬영 등의 응용에 대해 더 큰 깊이(예를 들어, 10-25cm)에서 환자의 영상을 생성하는데 이용된다. 그 결과, 의료 전문가는, 상이한 주파수 범위들에서 동작하도록 구성되는 복수의 상이한 프로브들을 조달할 것이 요구되므로, 불편하고 비용이 많이 드는 복수의 상이한 프로브를 이용할 필요가 있다.

[0019] 대조적으로, 본 발명자에 의해 개발되고 본 명세서에 설명된 범용 초음파 디바이스는, 복수의 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위들에서 동작하고 넓은 범위의 깊이에서 의학적으로 적절한 영상을 형성하기에 충분히 높은 해상도에서 환자를 촬영하도록 구성된다. 따라서, 복수의 종래의 초음파 프로브는 본 명세서에서 설명된 단일의 범용 초음파 디바이스로 모두 대체될 수 있고, 의료 전문가 또는 기타의 사용자들은, 각각이 제한된 응용성을 갖는 복수의 종래의 초음파 프로브를 이용하는 것 대신에 복수의 촬영 작업을 수행하기 위해 단일의 범용 초음파 프로브를 이용할 수 있다.

[0020] 따라서, 일부 실시예는 제1 주파수 범위와 연관된 제1 모드 및 제1 주파수 범위와 적어도 부분적으로 비중첩하는 제2 주파수 범위와 연관된 제2 모드를 포함하는 복수의 모드들 각각에서 동작하도록 구성되는 복수의 초음파 트랜스듀서를 갖춘 광대역 초음파 프로브를 제공한다. 다중-주파수 초음파 프로브는, 제1 모드에서 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생

성 및/또는 검출하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하고, 제2 모드에서 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성되는 제어 회로를 더 포함한다. 초음파 트랜스듀서들은 단일 상보형 금속 산화물 반도체(CMOS) 칩 등의 단일 기관 상에 집적될 수 있거나, (예를 들어, 도 5g 및 도 5h에 도시된 바와 같이) 초음파 프로브 내의 복수의 칩 상에 있을 수 있다.

- [0021] 일부 실시예에서, 제1 주파수 범위는 1-5 MHz 범위의 주파수들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 주파수 범위는 1-5 MHz의 범위 내에(예를 들어, 2-5 MHz, 1-4 MHz, 1-3 MHz, 2-5 MHz, 및/또는 3-5 MHz 범위 내에) 완전히 포함될 수 있다. 따라서, 범용 초음파 프로브의 초음파 트랜스듀서가 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하도록 동작될 때, 초음파 트랜스듀서에 의해 검출된 초음파 신호들은 피험자 내의 타겟 깊이까지 피험자의 영상을 형성하는데 이용될 수 있고, 타겟 깊이는 10-25 cm의 범위(예를 들어, 10-20cm, 15-25cm, 10-15cm, 15-20cm, 및/또는 20-25cm의 범위 내에)에 있다.
- [0022] 일부 실시예들에서, 제2 주파수 범위는, 5-12 MHz 범위 내에(예를 들어, 5-10 MHz, 7-12 MHz, 5-7 MHz, 5-9 MHz, 6-8 MHz, 7-10 MHz, 및/또는 6-9 MHz의 범위 내에) 완전히 포함될 수 있다. 따라서, 범용 초음파 프로브의 초음파 트랜스듀서가 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하도록 동작될 때, 초음파 트랜스듀서에 의해 검출된 초음파 신호들은 피험자 내의 타겟 깊이까지 피험자의 영상을 형성하는데 이용될 수 있고, 타겟 깊이는 1-10cm의 범위 내에(예를 들어, 1-5cm, 5-10cm, 3-8cm, 3-6cm, 및/또는 3-5cm의 범위 내에) 있다.
- [0023] 일부 실시예에서, 조합된 범용 초음파 프로브의 복수의 모드는 적어도 10 MHz 또는 8-15 MHz에 걸쳐 있다. 이러한 이유로, 범용 초음파 프로브는, 때때로, "광대역" 프로브, (복수의 주파수 범위 모드를 갖는) 다중-모드 프로브, 및/또는 다중-주파수 프로브라고도 한다.
- [0024] 범용 초음파 프로브는 단지 2개의 모드에서 동작하는 것으로 제한되지 않고 임의의 적절한 수(예를 들어, 3, 4, 5 등)의 모드에서 동작할 수 있고, 각각의 모드는 각각의 주파수 범위와 연관된다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 범용 초음파 프로브는, 각각, 제1, 제2 및 제3 주파수 범위와 연관된 제1, 제2 및 제3 모드에서 동작할 수 있다. 제1, 제2, 및 제3 주파수 범위는, 쌍별로, 완전히 서로 중첩되지는 않는, 임의의 적절한 세트의 3개 범위들일 수 있다. 예를 들어, 제1 주파수 범위는 1-3 MHz 범위 내에 완전히 포함될 수 있고, 제2 주파수 범위는 3-7 MHz 범위 내에 완전히 포함될 수 있으며, 제3 주파수 범위는 7-12 MHz 범위 내에 완전히 포함될 수 있다. 또 다른 예로서, 제1 주파수 범위는 1-5 MHz 범위 내에 완전히 포함될 수 있고, 제2 주파수 범위는 3-7 MHz 범위 내에 완전히 포함될 수 있으며, 제3 주파수 범위는 5-10 MHz 범위 내에 완전히 포함될 수 있다. 추가로, 각각의 모드는 또한, 고도 초점 어쿠스틱 렌즈를 이용한 단일 1D 어레이로는 불가능한 피치인, 상이한 고도 초점 영역들을 가질 수 있다. 각각의 모드는 또한, 동작 주파수에 기초하여 요소들의 상이한 피치(pitch)를 가질 수 있다. 상이한 피치는, 예를 들어, 트랜스듀서 셀들의 서브세트 선택 및 조합에 의해 구현될 수 있다.
- [0025] 진술된 주파수 범위의 예들로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 일부 실시예들에서, 초음파 프로브의 동작 모드는 적어도 1 MHz의 주파수 대역폭과 연관될 수 있다. 다른 실시예에서, 초음파 프로브의 동작 모드는, 적어도 2 MHz, 적어도 3 MHz, 또는 적어도 4 MHz 또는 그 이상의 대역폭과 연관될 수 있고, 본 명세서에서 설명된 기술의 양태는 이 점에 제한되지 않는다. 초음파 프로브의 트랜스듀서들의 적어도 일부, 및 일부 실시예에서는 각각의 트랜스듀서는, 상이한 주파수 범위들에서 동작할 수 있을 뿐만 아니라, 넓은 대역폭을 갖는 (예를 들어, 주파수 범위의 중심 주파수에 있는) 특정한 주파수 범위에서 동작할 수 있다. 다른 실시예에서(예를 들어, 도플러 촬영(Doppler imaging)의 경우), 초음파 프로브의 동작 모드는 1 MHz보다 좁은 대역폭에 걸쳐 있을 수 있다.
- [0026] 설명된 바와 같이, 본 명세서에서 설명된 다양한 양태들 중 하나 이상에 따른 초음파 디바이스는, 도플러 촬영, 즉, 도플러 모드로 이용될 수 있다. 초음파 디바이스는, 약 1cm/s 내지 1m/s 또는 범위의, 또는 기타 임의의 적절한 범위의 속도를 측정할 수 있다.
- [0027] 특정한 모드에서 동작할 때, 프로브의 초음파 트랜스듀서들은 (예를 들어, 모드와 연관된 주파수 범위의 중심 주파수일 수 있는) 모드에 대한 피크 출력 주파수에서 최대 출력량을 갖는 초음파 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 1-5 MHz의 주파수 범위와 연관된 모드에서 동작할 때, 초음파 트랜스듀서는 3 MHz에서 최대 출력량을 갖는 초음파 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 따라서, 이 모드의 피크 출력 주파수는 이 예에서 3 MHz이다. 또 다른 예로서, 5-9 MHz의 주파수 범위와 연관된 모드에서 동작할 때, 초음파 트랜스듀서는, 이 예에서는 피크 출력 주파수인 7 MHz에서 최대 출력량을 갖는 초음파 신호를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0028] 주파수 범위의 전송된 예들로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 범용 초음파 프로브는, 제1 피크 출력 주파수를 갖는 제1 주파수 범위와 연관된 제1 모드 및 제2 피크 출력 주파수를 갖는 제2 주파수 범위와 연관된 제2 모드를 포함한 복수의 모드들에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 제1 피크 출력 주파수와 제2 피크 출력 주파수 사이의 차이는, 적어도 임계량(예를 들어, 적어도 1 MHz, 적어도 2 MHz, 적어도 3 MHz, 적어도 4 MHz, 적어도 5 MHz 등)이다.

[0029] 소정 주파수 범위에서 동작할 때, 초음파 트랜스듀서는, 일부 실시예에서, 그 동작 주파수 범위 외의 주파수들에서 신호를 생성할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 그러나, 이러한 신호는, 예를 들어, 범위의 중심 주파수에서의 신호가 생성되는 최대 출력의 일부(예를 들어, 1/2, 1/3, 1/5 등) 미만, 예를 들어, 최대 출력으로부터 3dB 또는 6dB 아래에서 생성될 것이다.

[0030] 본 명세서에서 설명된 범용 초음파 프로브는, 환자의 간, 신장, 심장, 방광, 갑상선, 경동맥, 하위 정맥 말단의 촬영, 및 중심선 배치를 수행하는 것을 포함한 그러나 이것으로 제한되지 않는 광범위한 의학적 촬영 작업에 이용될 수 있다. 이들 모든 촬영 작업을 수행하기 위해서는 복수의 종래의 초음파 프로브가 이용되어야만 할 것이다. 대조적으로, 피험자가 촬영되는 대응하는 깊이와 함께 표 1에 나타낸 바와 같이, 각각의 작업에 대해, 해당 작업에 대해 적절한 주파수 범위에서 동작함으로써 이들 모든 작업들을 수행하기 위해 단일 범용 초음파 프로브가 이용될 수 있다.

표 1

장기	주파수	깊이(최대)
간/우측 신장	2-5 MHz	15-20 cm
심장(성인)	1-5 MHz	20 cm
방광	2-5 MHz; 3-6MHz	10-15 cm; 5-10cm
하지 정맥류	4-7 MHz	4-6 cm
갑상선	7-12 MHz	4 cm
경동맥	5-10 MHz	4 cm
중심선 배치	5-10 MHz	4 cm

표 1: 본 명세서에서 설명된 실시예에 따라 구현된 범용 초음파 프로브가 피험자를 촬영할 수 있는 예시적인 깊이 및 주파수

[0031]

[0032] 표 1은 각각의 깊이 및 빈도에서 촬영하기 위한 일부 장기의 비제한적인 예를 제공한다는 것을 이해해야 한다. 그러나, 다른 장기 또는 타겟이 열거된 주파수 범위에 대응할 수 있다. 예를 들어, 2-5 MHz 범위는, 일반적으로 복부, 골반 및 흉부 초음파검사에 이용될 수 있다. 이 주파수 범위 내의 해부학적 타겟의 다른 예는, 담낭, 담관, 췌장, 위장관, 요로, 비장, 부신 동맥, 복부 대동맥, 서혜부, 전 복벽, 복막, 가슴, 및 골반 근육을 포함한다. 추가로, 2-5 MHz 범위 또는 3-6 MHz 범위는 일반적으로 태아 촬영이나 태반 촬영 등의 산과에 이용될 수 있다. 추가로, 7-12 MHz 범위에서, 표 1에 나열된 것 이외의 해부학적 타겟의 예는, 부갑상선, 가슴, 음낭, 회전근개, 힘줄, 및 두개의 뇌혈관을 포함한다. 이 예들의 목록은 비제한적이며, 임의의 적절한 장기 및 주파수 범위 조합이 본 명세서에서 이용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0033] 도 1a는 또한, 상이한 깊이들에서 피험자를 촬영하기 위해 상이한 주파수 범위들과 연관된 상이한 모드들에서 범용 초음파 프로브가 어떻게 동작할 수 있는지를 도시한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(100)가 피험자(101)를 촬영하는데 이용되고 있다. 제1 주파수 범위(예를 들어, 1-3 MHz)와 연관된 제1 모드에서 동작할 때, 프로브(100) 내의 초음파 트랜스듀서들은, 피험자의 피부로부터 깊이 D2(예를 들어, 15-20cm)에 위치한 P2로 라벨링된 지점(109)에서 또는 그 부근에서 피험자를 촬영하도록 구성될 수 있다. 제2 주파수 범위(예를 들어, 6-8 MHz)와 연관된 제2 모드에서 동작할 때, 프로브(100) 내의 초음파 트랜스듀서들은, 피험자의 피부로부터 깊이 D1(예를 들어, 1-5cm)에 위치한, P1로 또한 라벨링된, 지점(107)에서 또는 그 부근에서 피험자를 촬영하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 거리 D2는 거리 D1보다 적어도 임계 거리(예를 들어, 적어도 5cm, 적어도 7cm, 3 내지 7cm, 또는 이러한 범위들 내의 임의의 범위 또는 수)만큼 크다.

[0034] 초음파 프로브(100) 전송은, 프로브(100)에 의해 수집된 데이터를 추가 처리를 위해 하나 이상의 외부 디바이스에 전송하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 1a에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(100)는, 프로브(100)에 의해 수집된 데이터를 유선 접속(103)을 통해 컴퓨팅 디바이스(105)(이 비제한적인 예에서는 랩탑)에 전송하도록 구성될 수 있고, 컴퓨팅 디바이스(105)는 이 데이터를 처리하여 피험자(101)의 영상(111)을 생성하여 디스플레이 상에 디스플레이할 수 있다.

- [0035] 다양한 요인이, 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위들과 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여한다. 하나의 이러한 요인은, 초음파 트랜스듀서들이 용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서(capacitive micromachined ultrasonic transducer)(CMUT)들에 의해 형성될 수 있으며, 일부 실시예에서는, 범용 초음파 프로브 내의 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 일부(그리고 일부 실시예에서는 각각)가 접힘 모드(collapsed mode) 및 비접힘 모드(non-collapsed mode)에서 동작하도록 구성된다는 것이다. 본 명세서에서 설명될 때, "접힘 모드"란, CMUT 초음파 트랜스듀서 멤브레인의 적어도 한 부분이 기계적으로 고정되고 멤브레인의 적어도 한 부분이 전극과 멤브레인 사이의 변화하는 전압차에 기초하여 자유롭게 진동하는 동작 모드를 말한다. 접힘 모드에서 동작할 때, CMUT 초음파 트랜스듀서는 더 높은 주파수에서 더 많은 출력을 생성할 수 있다. 복수의 초음파 트랜스듀서를 비접힘 모드로부터 접힘 모드(및 그 반대로) 전환하는 동작은, 초음파 프로브가 최고 출력 초음파 신호가 방출되는 주파수 범위를 변경하는 것을 허용한다.
- [0036] 따라서, 일부 실시예에서, 초음파 프로브는, 트랜스듀서를 비접힘 모드에서 동작시킴으로써 제1 주파수 범위(예를 들어, 3 MHz의 피크 출력 주파수를 갖는 1-5 MHz)와 연관된 제1 모드에서 동작하고, 트랜스듀서를 접힘 모드에서 동작시킴으로써 제2 주파수 범위(예를 들어, 5-9 MHz, 피크 출력 주파수는 7 MHz)와 연관된 제2 모드에서 동작한다. 일부 실시예에서, 초음파 프로브는, 제1 모드 또는 제2 모드에서 동작하도록 프로브를 제어하도록 구성되는 제어 회로(예를 들어, 도 1b에 도시된 회로(108))를 포함하고, 이 목적을 위해, 초음파 트랜스듀서들에 적절한 전압을 인가하여 이들이 접힘 모드 또는 비접힘 모드에서 동작하게 할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 제어 회로는, 때때로 "접힘 전압"이라고 불리는 임계 전압을 초과하는 전압을 트랜스듀서들에 인가함으로써, 프로브 내의 초음파 트랜스듀서들이 접힘 모드에서 동작하게 하도록 구성된다. 접힘 전압은 30-110 볼트의 범위일 수 있고, 일부 실시예에서는 대략 50 볼트일 수 있다. 일부 실시예에서는, 접힘 및 비접힘 모드에서 프로브의 트랜스듀서를 동작시키는 것은, 프로브가 복수의 주파수 범위 모드들에서 동작하는 것을 돕는 인자일 수 있지만, 프로브가 그렇게 하도록 허용하는 다른 요인(예를 들어, 약 1-15 MHz의 광대역 신호 증폭이 가능한 아날로그 수신기)도 역시 존재할 수 있다는 점에 유의해야 한다.
- [0037] 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위들과 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여하는 또 다른 요인은, 초음파 트랜스듀서들이 고주파수 및 저주파수 스캔 양쪽 모두에 적절한 피치를 갖는 어레이로 배열될 수 있다는 것이다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 초음파 트랜스듀서들의 적어도 일부는, 프로브가 엘리어싱 효과를 감소(예를 들어, 제거)시키게끔 동작하도록 설계된 최고 주파수에 대응하는 파장의 절반보다 작은 거리에서 가장 가까운 이웃으로부터 이격될 수 있다. 적어도 일부의 모드 및 일부 경우에는 각각의 모드(들)는, 또한 동작 주파수에 기초하여 요소들의 상이한 피치를 가질 수 있다. 상이한 피치는, CMOS 초음파 트랜스듀서(CUT) 셀들의 서브세트 선택 및 결합에 의해 가능해진다. 소정 주파수에 대한 적절한 피치는 일반적으로 약 λ 와 $\lambda/4$ 사이에 있으며, 여기서, λ 는 명시된 주파수의 파장이다. 예시적인 피치는, 500 마이크로미터(μm)(매우 낮은 주파수), 200 μm (중간 주파수) 및 125 μm (높은 주파수)를 포함할 수 있지만, 이것으로 제한되는 것은 아니다. 또한, 소정의 실시예에서, 피치는, (예를 들어, λ 정도로) 엘리어싱 아티팩트를 억제하도록 돕는 요소 지향성(element directivity)으로 인해 더 넓어질 수 있다. 앞서 열거된 피치들은, 다른 피치가 가능하기 때문에 비제한적이다. 일부 실시예에서, 피치는, 섹터 스캔에 대해 트랜스듀서당 약 150 내지 250 마이크로미터의 범위(그 범위 내의 임의의 값 포함) 내에 있을 수 있다. 예를 들어, 208 마이크로미터 피치는 3.7 MHz 동작에 대응할 수 있다.
- [0038] 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위와 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여하는 또 다른 요소는, 초음파 트랜스듀서들이 얇은 스캔 및 깊은 스캔 양쪽 모두가 수행되는 것을 허용하는(어레이의 폭 및 높이에 의해 결정되는) 애퍼처를 갖는 어레이로 배열될 수 있다는 것이다. 예를 들어, 각각의 모드는 상이한 활성 애퍼처를 가질 수 있다. 총 애퍼처는 임의의 한 프로브의 적용 공간을 커버하는데 필요한 최대 시야를 수용한다. 예는, 방위각 방향의 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, 5cm 및 고도 방향의 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, 5cm의 모든 조합을 포함한다.
- [0039] 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위들과 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여하는 또 다른 요인은 CUT 셀 크기의 선택이다. CUT 셀들을 함께 그룹화하는 것은 지향성과 감도 양쪽 모두를 증가시킨다. 추가로, 요소는 크기가 고정되어 유지되므로, 지향성은 주파수에 따라 증가한다. 따라서, 더 낮은 주파수들에 대해 CUT 셀들을 함께 그룹화하는 것은, 더 높은 주파수들에 대한 더 적은 그룹화와 밸런싱되어 일관된 지향성을 유지할 수 있다.
- [0040] 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위와 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여하는 또 다른 요인은, 복수의 주파수 범위에서 동작할 수 있는 것 외에도, 프로브 내의 초음파 트랜스듀서들은

넓은 대역폭(예를 들어, 적어도 100 KHz, 적어도 500 KHz, 적어도 1 MHz, 적어도 2 MHz, 적어도 5 MHz, 적어도 7 MHz, 적어도 15 MHz, 적어도 20 MHz 등)을 갖는 저주파 및 고주파 음향 파형을 생성할 수 있다는 것이다.

- [0041] 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위와 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여하는 또 다른 요인은, 일부 실시예에서, 전송 빔형성이 2-35cm 범위의 깊이를 포함한 복수의 깊이에서 포커싱되는 것을 허용하는 프로그램가능한 지연 메쉬 회로(programmable delay mesh circuitry)를 프로브가 포함할 수 있다는 것이다. 프로그램가능한 지연 메쉬 회로는, 그 전체 내용이 참조로 본 명세서에 포함되는, 본원의 양수인에게 양도된 미국 특허 제9,229,097호에 더 설명되어 있다.
- [0042] 범용 초음파 프로브가 상이한 의학적으로 적절한 주파수 범위와 연관된 복수의 모드에서 동작하는 능력에 기여하는 역시 또 다른 요인은, 일부 실시예에서, 수신 빔형성이 2-35cm 범위의 깊이를 포함한 복수의 깊이에서 포커싱되는 것을 허용하는 회로를 프로브가 포함할 수 있다는 것이다.
- [0043] 하나의 예시적인 실시예에서, 범용 초음파 프로브는 52 μ m의 피치로 이격되고 약 3cm x 1.33cm의 어레이 애퍼처를 갖는, 576 x 256 초음파 트랜스듀서들의 어레이를 포함할 수 있다. 트랜스듀서들 중 적어도 일부는 0.1-12 MHz의 대역폭과 함께 1-15 MHz의 주파수 범위에서 동작할 수 있다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 범용 초음파 프로브는, 208 μ m로 이격되고 약 3 cm \times 1.33 cm의 어레이 애퍼처를 가지며 1.5-5 MHz의 주파수 범위에서 및 5-12 MHz로부터 동작하는 64 x 140 트랜스듀서들의 어레이를 포함할 수 있다.
- [0044] 일부 실시예에서, 범용 초음파 프로브(예를 들어, 프로브(100))는 수 많은 물리적 구성들 중 임의의 것으로 구현될 수 있고, 다음 중 2개 이상을 이용하여 영상을 촬영할 때 이용될 수 있는 모드에서 촬영을 수행하기 위해 통합된 능력을 갖는다: 선형 프로브, 섹터 프로브, 위상 어레이 프로브, 곡선 프로브, 볼록 프로브, 및/또는 3D 촬영 프로브. 또한, 일부 실시예에서, 초음파 프로브는 핸드헬드 디바이스로 구현될 수 있다. 핸드헬드 디바이스는 (예를 들어, 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이) 획득된 영상을 디스플레이하는 스크린을 포함할 수 있다. 추가로 또는 대안으로서, 핸드헬드 디바이스는, 추가 처리를 위해(예를 들어, 하나 이상의 초음파 영상을 형성하기 위해) 외부 디바이스에 (무선 또는 유선 접속을 통해) 데이터를 전송하도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 일부 실시예에서, 초음파 프로브는, 피험자에 의해 삼켜져 피험자의 소화계를 따라 이동할 때 피험자를 촬영하도록 구성되는 (예를 들어, 도 5a 내지 도 5h에 도시된 바와 같이) 알약으로 구현될 수 있다. 또 다른 예로서, 일부 실시예에서, 초음파 프로브는 (예를 들어, 도 7a 내지 도 7d에 도시된 바와 같이) 피험자에 부착되도록 구성되는 패치로 구현될 수 있다.
- [0045] 진술된 양태들 및 실시예들뿐만 아니라 추가적인 양태들 및 실시예들이 이하에서 더 설명된다. 이들 양태들 및/또는 실시예들은 개별적으로, 함께, 또는 2개 이상의 임의의 조합으로 이용될 수도 있고, 본 명세서에서 설명된 기술은 이 점에서 제한되지 않는다.
- [0046] 도 1b는 본 명세서에서 설명된 기술의 다양한 양태를 구현하는 모놀리식 초음파 디바이스(100)의 예시적인 예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 디바이스(100)는, 하나 이상의 트랜스듀서 배열(예를 들어, 어레이)(102), 전송(TX) 회로(104), 수신(RX) 회로(106), 타이밍 & 제어 회로(108), 신호 조정/처리 회로(110), 전력 관리 회로(118), 및/또는 고밀도 포커싱된 초음파(HIFU) 제어기(120)를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 예시된 요소들 모두는 단일의 반도체 다이(112) 상에 형성된다. 그러나, 대안적 실시예에서, 예시된 요소들 중 하나 이상은 그 대신에 오프 칩 위치될 수 있다는 점을 이해해야 한다. 또한, 도시된 예가 TX 회로(104) 및 RX 회로(106) 양쪽 모두를 도시하지만, 대안적인 실시예에서는 TX 회로만이 또는 RX 회로만이 채용될 수도 있다. 예를 들어, 이러한 실시예들은, 음향 신호를 전송하기 위해 하나 이상의 전송-전용 디바이스(100)가 이용되고 초음파 촬영중인 피험자로부터 반사되거나 이를 통해 투과된 음향 신호를 수신하기 위해 하나 이상의 수신-전용 디바이스(100)가 이용되는 환경에서 채용될 수 있다.
- [0047] 예시된 컴포넌트들 중 하나 이상 사이의 통신은 수 많은 방식들 중 임의의 방식으로 수행될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 일부 실시예에서, 예를 들어, 통합된 노스브리지(unified Northbridge) 또는 하나 이상의 고속 직렬 링크(예를 들어, 1Gbps, 2.5Gbps, 5Gbps, 10Gbps, 20Gbps)에 의해 채용되는 등의 하나 이상의 고속 버스(도시되지 않음)는, 임의의 적절한 결합된 대역폭(예를 들어, 10Gbps, 20Gbps, 40Gbps, 60Gbps, 80Gbps, 100Gbps, 120Gbps, 150Gbps, 240Gbps)과 함께, 고속 칩 내부 통신 또는 하나 이상의 오프 칩 컴포넌트와의 통신을 허용하는데 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 오프 칩 컴포넌트와의 통신은 아날로그 신호를 이용한 아날로그 영역 내에 있을 수 있다.
- [0048] 하나 이상의 트랜스듀서 어레이(102)는 임의의 다양한 형태를 취할 수 있고, 본 기술의 양태는 임의의 특정한

유형 또는 배열의 트랜스듀서 셀 또는 트랜스듀서 요소들의 이용을 반드시 요구하지는 않는다. 사실상, "어레이"라는 용어가 본 설명에서 사용되었지만, 일부 실시예에서는 트랜스듀서 요소들이 어레이로 조직되지 않고 대신에 어떤 비어레이 방식으로 배열될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 다양한 실시예에서, 어레이(102) 내의 트랜스듀서 요소들 각각은, 예를 들어, 하나 이상의 용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT), 하나 이상의 CMOS 초음파 트랜스듀서(CUT), 하나 이상의 압전식 미세가공 초음파 트랜스듀서(PMUT), 하나 이상의 광대역 수정 트랜스듀서, 및/또는 하나 이상의 다른 적절한 초음파 트랜스듀서 셀들을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 트랜스듀서 어레이(102)의 트랜스듀서 요소들은, TX 회로(104) 및/또는 RX 회로(106)의 전자회로와 동일한 칩 상에 형성되거나, 대안으로서, TX 회로(104) 및/또는 RX 회로(106)를 갖는 칩 상에 통합될 수도 있다. 역시 다른 실시예에서, 트랜스듀서 어레이(102)의 트랜스듀서 요소들, TX 회로(104) 및/또는 RX 회로(106)는 복수의 칩 상에 타일링(tile)될 수 있다.

[0049] 트랜스듀서 어레이(102), TX 회로(104), 및 RX 회로(106)는, 일부 실시예에서, 단일 초음파 프로브에 통합될 수 있다. 일부 실시예에서, 단일 초음파 프로브는 도 6a 및 도 6b와 도 8을 참조하여 이하에서 설명되는 핸드헬드 프로브를 포함한 그러나 이것으로 제한되지 않는 핸드헬드 프로브일 수 있다. 다른 실시예에서, 단일 초음파 프로브는 환자에게 결합될 수 있는 패치로 구현될 수 있다. 도 7a 내지 도 7d는 이러한 패치의 비제한적인 예시를 제공한다. 패치는, 패치에 의해 수집된 데이터를 추가 처리를 위해 하나 이상의 외부 디바이스에 무선으로 전송하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 단일 초음파 프로브는 환자에 의해 삼켜질 수 있는 알약으로 구현될 수 있다. 알약은, 알약 내의 초음파 프로브에 의해 수집된 데이터를 추가 처리를 위해 하나 이상의 외부 디바이스에 무선으로 전송하도록 구성될 수 있다. 도 5a 내지 도 5h는 이러한 알약의 비제한적인 예를 도시한다.

[0050] CUT는, 예를 들어, CMOS 웨이퍼에 형성된 캐비티를 포함할 수 있고, 박막이 캐비티 위에 놓이며, 일부 실시예에서는, 캐비티를 밀봉한다. 전극이 제공되어 덮인 캐비티 구조물로부터 트랜스듀서 셀을 생성할 수 있다. CMOS 웨이퍼는 트랜스듀서 셀이 접촉될 수 있는 통합된 회로를 포함할 수 있다. 트랜스듀서 셀과 CMOS 웨이퍼는 모놀리식으로 통합되므로, 단일 기관(CMOS 웨이퍼) 상에 집적된 초음파 트랜스듀서 셀과 집적 회로를 형성할 수 있다. 이러한 실시예는 아래의 도 4를 참조하여 더 설명되며, 미세가공 초음파 트랜스듀서에 관한 추가적인 정보는, 그 전체 내용이 참조에 의해 본 명세서에 포함되는, 본 출원의 양수인에게 양도된 미국 특허 제9,067,779호 및 미국 특허 출원 공보 제2016/0009544 A1호에서 찾을 수 있다. 전술된 내용은 초음파 트랜스듀서의 한 예일 뿐이라는 것을 이해해야 한다. 일부 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(예를 들어, CMUT)는 회로를 갖는 기관과는 별개의 웨이퍼 상에 형성될 수 있다. 초음파 트랜스듀서를 갖는 웨이퍼는, 인터포저, 인쇄 회로 기관(PCB), 주문형 회로(ASIC) 기관, 아날로그 회로를 갖는 기관, 통합된 CMOS 회로를 갖는 기관(CMOS 기관), 또는 전기적 기능을 갖는 기타 임의의 기관일 수 있는, 전기 기관에 본딩될 수 있다. 일부 실시예에서, 초음파 트랜스듀서는 웨이퍼 상에 형성되지 않을 수 있다. 예를 들어, 광대역 수정 트랜스듀서는 적절한 기관 상에 개별적으로 배치되고 전기 기관에 결합될 수 있다. 추가적인 대안들도 가능하다.

[0051] TX 회로(104)(포함되는 경우)는, 예를 들어, 촬영을 위해 이용될 음향 신호를 생성하도록 트랜스듀서 어레이(들)(102) 내의 개개의 요소 또는 하나 이상의 그룹의 요소들을 구동하는 펄스를 생성할 수 있다. 다른 한편, RX 회로(106)는, 음향 신호가 이러한 요소에 충돌할 때 트랜스듀서 어레이(들)(102)의 개개의 요소에 의해 생성된 전자 신호를 수신 및 처리할 수 있다.

[0052] 일부 실시예에서, 타이밍 & 제어 회로(108)는, 예를 들어, 디바이스(100) 내의 다른 요소들의 동작을 동기화하고 조율하는데 이용되는 모든 타이밍 및 제어 신호들을 생성하는 책임을 질 수 있다. 도시된 예에서, 타이밍 & 제어 회로(108)는 입력 포트(116)에 공급되는 단일 클럭 신호 CLK에 의해 구동된다. 클럭 신호 CLK는, 예를 들어, 온칩 회로 컴포넌트들 중 하나 이상을 구동하는데 이용되는 고주파 클럭일 수 있다. 일부 실시예에서, 클럭 신호 CLK는, 예를 들어, 신호 조정/처리 회로(110)에서의 고속 직렬 출력 디바이스(도 1에 도시되지 않음)를 구동하는데 이용되는 1.5625GHz 또는 2.5GHz 클럭이거나, 다이(112) 상의 다른 디지털 컴포넌트들을 구동하는데 이용되는 20 MHz, 40 MHz, 100 MHz, 200 MHz, 250 MHz, 500 MHz, 750 MHz, 또는 1000 MHz 클럭이고, 타이밍 & 제어 회로(108)는, 다이(112) 상의 다른 컴포넌트들을 구동하기 위해 필요하다면 클럭 CLK를 분할하거나 증배할 수 있다. 다른 실시예에서, (앞서 언급된 것들 등의) 상이한 주파수들 중 2개 이상의 클럭이 오프칩 소스로부터 타이밍 & 제어 회로(108)에 별개로 공급될 수 있다.

[0053] 전력 관리 회로(118)는, 예를 들어, 오프칩 소스로부터의 하나 이상의 입력 전압(VIN)을 칩의 동작을 실행하는데 필요한 전압으로 변환하고, 디바이스(100) 내의 전력 소비를 기타의 방식으로 관리하는 책임을 질 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어, 단일 전압(예를 들어, 0.4V, 0.9V, 1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V, 5V, 12V, 80V,

100V, 120V, 등)이 칩에 공급될 수 있고, 전력 관리 회로(118)는, 필요에 따라, 전하 펌프 회로를 이용하여 또는 어떤 다른 DC-대-DC 전압 변환 메커니즘을 통해 전압을 스텝업 또는 스텝다운할 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 상이한 전압들이 처리 및/또는 다른 온칩 컴포넌트들로의 분배를 위해 전력 관리 회로(118)에 별도로 공급될 수 있다.

[0054] 도 1b에 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, HIFU 제어기(120)는 다이(112) 상에 통합되어 트랜스듀서 어레이(들)(102)의 하나 이상의 요소를 통한 HIFU 신호의 생성을 가능케할 수 있다. 다른 실시예에서, 트랜스듀서 어레이(들)(102)를 구동하기 위한 HIFU 제어기는 오프칩 위치하거나, 심지어 디바이스(100)와는 별개의 디바이스 내에 위치할 수 있다. 즉, 본 개시내용의 양태는, 초음파 촬영 능력을 갖추거나 갖추지 않은, 초음파-온-칩 HIFU 시스템의 제공에 관한 것이다. 그러나, 일부 실시예는 어떠한 HIFU 능력도 갖지 않을 수 있고 따라서 HIFU 제어기(120)를 포함하지 않을 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0055] 게다가, HIFU 제어기(120)는 HIFU 기능을 제공하는 이들 실시예에서 별개의 회로를 나타내지 않을 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, (HIFU 제어기(120) 이외의) 도 1b의 나머지 회로는 초음파 촬영 기능 및/또는 HIFU를 제공하는데 적합할 수 있다. 즉, 일부 실시예에서는 동일한 공유된 회로가 촬영 시스템으로서 및/또는 HIFU를 위해 동작될 수 있다. 촬영 또는 HIFU 기능이 나타나는지의 여부는 시스템에 제공되는 전력에 의존할 수 있다. HIFU는 전형적으로 초음파 촬영보다 높은 출력에서 동작한다. 따라서, 촬영 응용에 적절한 제1 전력 레벨(또는 전압 레벨)을 제공하는 것은 시스템으로 하여금 촬영 시스템으로서 동작하게 할 수 있는 반면, 더 높은 전력 레벨(또는 전압 레벨)을 제공하는 것은 시스템으로 하여금 HIFU를 위해 동작하게 할 수 있다. 이러한 전력 관리는 일부 실시예에서 오프칩 제어 회로에 의해 제공될 수 있다.

[0056] 상이한 전력 레벨들을 이용하는 것 외에도, 촬영 및 HIFU 응용은 상이한 파형들을 이용할 수 있다. 따라서, 파형 생성 회로는, 시스템을 촬영 시스템 또는 HIFU 시스템 중 하나로 동작시키기 위한 적절한 파형을 제공하는 데 이용될 수 있다.

[0057] 일부 실시예에서, 시스템은 촬영 시스템 및 (예를 들어, 영상 안내형 HIFU를 제공할 수 있는) HIFU 시스템 양쪽 모두로서 동작할 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 동일한 온-칩 회로가 양쪽 기능들을 제공하는데 이용될 수 있고, 이 경우 양쪽 양태들 사이의 동작을 제어하기 위해 적절한 타이밍 시퀀스가 이용될 수 있다.

[0058] 도시된 예에서, 하나 이상의 출력 포트(114)는 신호 조정/처리 회로(110)의 하나 이상의 컴포넌트들에 의해 생성된 고속 직렬 데이터 스트림을 출력할 수 있다. 이러한 데이터 스트림은, 예를 들어, 다이(112) 상에 통합된, 하나 이상의 USB 2.0, 3.0 및 3.1 모듈, 및/또는 하나 이상의 1Gb/s, 10Gb/s, 40Gb/s 또는 100Gb/s 이더넷 모듈에 의해 생성될 수 있다. 일부 실시예에서, 출력 포트(114) 상에서 생성된 신호 스트림은, 2차원, 3차원, 및/또는 단층촬영 영상의 생성 및/또는 디스플레이를 위해 컴퓨터, 태블릿 또는 스마트폰에 공급될 수 있다. 열거된 영상들은 가능한 영상 유형들의 예일 뿐이라는 것을 이해해야 한다. 다른 예는, 1차원 영상, 0차원 스펙트럼 도플러 영상, 및 3D를 시간과 결합한 영상(시변 3D 영상)을 포함한 시변 영상을 포함할 수 있다. 영상 형성 능력이 신호 조정/처리 회로(110)에 포함되는 실시예에서, 애플리케이션 실행에 대해 이용가능한 제한된 양의 처리 능력과 메모리만을 갖는 스마트폰이나 태블릿 등의 비교적 저전력 디바이스들조차도 출력 포트(114)로부터의 직렬 데이터 스트림만을 이용하여 영상을 디스플레이할 수 있다. 전술된 바와 같이, 디지털 데이터 스트림을 오프로드하기 위한 온-칩 아날로그-디지털 변환(on-chip analog-to-digital conversion) 및 고속 직렬 데이터 링크의 이용은, 본 명세서에서 설명된 기술의 일부 실시예에 따른 "칩 상의 초음파(ultrasound on a chip)" 솔루션을 용이하게 하는 것을 돕는 피처들 중 하나이다.

[0059] 도 1a 및 도 1b에 도시된 것 등의 디바이스(100)는, 다수의 촬영 및/또는 처리(예를 들어, HIFU) 응용 중 임의의 응용에서 이용될 수 있고, 본 명세서에서 논의된 특정한 예는 제한적인 것으로 간주되어서는 안된다. 하나의 예시적인 구현에서, 예를 들어 $N \times M$ 개의 평면형 또는 실질적으로 평면형 CMUT 요소들의 어레이를 포함하는 촬영 디바이스가, 하나 이상의 전송 단계 동안 어레이(들)(102) 내의 요소들의 일부 또는 전부를 (함께 또는 개별적으로) 통전하고 하나 이상의 수신 단계 동안 어레이(들)(102) 내의 요소들의 일부 또는 전부에 의해 생성된 신호를 수신 및 처리하여 각각의 수신 단계 동안 CMUT 요소가 피험자에 의해 반사된 음향 신호를 감지하게 함으로써, 그 자체로, 피험자, 예를 들어 사람의 복부의 초음파 영상을 획득하는데 이용될 수 있다. 다른 구현들에서, 어레이(들)(102) 내의 요소들 중 일부는 음향 신호를 전송하는 데에만 이용될 수 있고, 동일한 어레이(들)(102) 내의 다른 요소들은 음향 신호를 수신하는 데에만 동시에 이용될 수 있다. 또한, 일부 구현예에서, 단일 촬영 디바이스는 개개의 디바이스들의 $P \times Q$ 어레이, 또는 CMUT 요소들의 개개의 $N \times M$ 평면형 어레이들의 $P \times Q$ 어레이를 포함할 수 있고, 그 컴포넌트들은, 병렬로, 순차적으로, 어떤 다른 타이밍 방식에 따라 동작되어

단일 디바이스(100)에서 또는 단일 다이(112) 상에서 구현될 수 있는 것보다 많은 수의 CMUT 요소들로부터 데이터가 누적되는 것을 허용할 수 있다.

[0060] 전송 및 수신 회로

[0061] 도 2는, 일부 실시예에서, 주어진 트랜스듀서 요소(204)에 대한 TX 회로(104) 및 RX 회로(106)가, 트랜스듀서 요소(204)를 통전시켜 초음파 펄스를 방출하거나 감지된 초음파 펄스를 나타내는 트랜스듀서 요소(204)로부터의 신호를 수신 및 처리하기 위해 어떻게 이용될 수 있는지를 나타내는 블록도이다. 일부 구현에서, TX 회로(104)는 "전송" 단계 동안에 이용될 수 있고, RX 회로는 전송 단계와 중첩되지 않는 "수신" 단계 동안에 이용될 수 있다. 앞서 언급된 바와 같이, 일부 실시예에서, 디바이스(100)는 대안으로서 TX 회로(104)만을 채용하거나 RX 회로(106)만을 채용할 수 있고, 본 기술의 양태는 이러한 타입의 회로들 양쪽 모두의 존재를 반드시 요구하는 것은 아니다. 다양한 실시예에서, TX 회로(104) 및/또는 RX 회로(106)는, 단일의 트랜스듀서 셀(예를 들어, CUT 또는 CMUT), 단일 트랜스듀서 요소(204) 내의 한 그룹의 2개 이상의 트랜스듀서 셀, 한 그룹의 트랜스듀서 셀을 포함하는 단일 트랜스듀서 요소(204), 어레이(102) 내의 한 그룹의 2개 이상의 트랜스듀서 요소(204), 또는 트랜스듀서 요소(204)의 전체 어레이(102)와 연관된 TX 회로 및/또는 RX 회로를 포함할 수 있다.

[0062] 도 2에 도시된 예에서, TX 회로(104)/RX 회로(106)는 어레이(들)(102) 내의 각각의 트랜스듀서 요소(204)에 대해 별개의 TX 회로와 별개의 RX 회로를 포함하지만, 타이밍 & 제어 회로(108)와 신호 조정/처리 회로(110) 각각에 대해서는 단 하나의 사례만이 있다. 따라서, 이러한 구현에서, 타이밍 & 제어 회로(108)는 다이(112) 상의 모든 TX 회로(104)/RX 회로(106) 조합들의 모두의 동작을 동기화하고 조율하는 책임을 질 수 있고, 신호 조정/처리 회로(110)는 다이(112) 상의 RX 회로(106) 모두로부터의 입력들을 취급하는 책임을 질 수 있다. 다른 실시예에서, 타이밍 및 제어 회로(108)는 각각의 트랜스듀서 요소(204)에 대해 또는 한 그룹의 트랜스듀서 요소(204)에 대해 복제될 수 있다.

[0063] 도 2에 도시된 바와 같이, 디바이스(100) 내의 다양한 디지털 컴포넌트를 구동하는 클럭 신호를 생성 및/또는 분배하는 것 외에도, 타이밍 & 제어 회로(108)는 "TX 인에이블" 신호를 출력하여 TX 회로(104)의 각각의 TX 회로의 동작을 인에이블하거나 "RX 인에이블" 신호를 출력하여 RX 회로(106)의 각각의 RX 회로의 동작을 인에이블할 수 있다. 도시된 예에서, RX 회로(106) 내의 스위치(202)는, TX 회로(104)의 출력이 RX 회로(106)를 구동하지 못하도록, TX 회로(104)가 인에이블되어 있는 동안 항상 개방될 수 있다. 스위치(202)는, RX 회로(106)가 트랜스듀서 요소(204)에 의해 생성된 신호를 수신 및 처리하는 것을 허용하도록, RX 회로(106)의 동작이 인에이블될 때 닫힐 수 있다.

[0064] 도시된 바와 같이, 각각의 트랜스듀서 요소(204)에 대한 TX 회로(104)는 파형 생성기(206)와 펄서(208) 양쪽 모두를 포함할 수 있다. 파형 생성기(206)는, 펄서(208)로 하여금 생성된 파형에 대응하는 트랜스듀서 요소(204)에 구동 신호를 출력하게 하도록, 예를 들어, 펄서(208)에 적용될 파형을 생성하는 것을 책임질 수 있다.

[0065] 도 2에 도시된 예에서, 각각의 트랜스듀서 요소(204)에 대한 RX 회로(106)는, 아날로그 처리 블록(210), 아날로그-대-디지털 변환기(ADC)(212), 및 디지털 처리 블록(214)을 포함한다. ADC(212)는, 예를 들어, 5 비트, 6 비트, 7 비트, 8 비트, 10 비트, 12 비트 또는 14 비트, 및 5 MHz, 20 MHz, 25 MHz, 40 MHz, 50 MHz 또는 80 MHz ADC를 포함할 수 있다. ADC 타이밍은, 응용 주파수의 요구에 기초하여 모드에 대응하는 샘플 속도에서 실행되도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 1.5 MHz의 음향 신호는 20 MHz의 설정으로 검출될 수 있다. 더 높은 ADC 레이트 대 더 낮은 ADC 레이트의 선택은, 각각, 감도 및 전력 대 더 낮은 데이터 전송률 및 감소된 전력 사이의 균형을 제공한다. 따라서, 더 낮은 ADC 레이트는 더 빠른 펄스 반복 주파수를 용이화하여, 특정한 모드에서 취득 레이트를 증가시키고, 적어도 일부 실시예에서는 얇은 모드에서 고해상도를 여전히 허용하면서 메모리 및 처리 요건을 감소시킨다.

[0066] 디지털 처리 블록(214)에서 처리를 겪은 후에, 다이(112) 상의 RX 회로 모두의 출력(이 개수는, 이 예에서는, 칩 상의 트랜스듀서 요소(204)의 개수와 같음)은 신호 조정/처리 회로(110) 내의 멀티플렉서(MUX)(216)에 공급된다. 다른 실시예에서, 트랜스듀서 요소의 수는 RX 회로의 수보다 크며, 수 개의 트랜스듀서 요소들이 단일 RX 회로에 신호를 제공한다. MUX(216)는 RX 회로로부터의 디지털 데이터를 멀티플렉싱하고, MUX(216)의 출력은, 예를 들어, 하나 이상의 고속 직렬 출력 포트(114)를 통해, 데이터가 다이(112)로부터 출력되기 이전의 최종 처리를 위해, 신호 조정/처리 회로(110) 내의 멀티플렉싱된 디지털 처리 블록(218)에 공급된다. MUX(216)는 선택사항이고, 일부 실시예에서는, 예를 들어 각각의 RX 회로의 출력이 적절한 전용 디지털 처리 블록으로 공급되는 병렬 신호 처리가 수행된다. 블록들 사이의 또는 블록들 내의 임의의 인터페이스, 칩들 사이의 임의의 인터페이스, 및/또는 호스트에 대한 임의의 인터페이스에 고속 직렬 데이터 포트가 제공될 수 있다. 아날로그

그 처리 블록(210) 및/또는 디지털 처리 블록(214) 내의 다양한 컴포넌트들은 고속 직렬 데이터 링크 또는 기타의 방식을 통해 다이(112)로부터 출력될 필요가 있는 데이터의 양을 감소시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어, 아날로그 처리 블록(210) 및/또는 디지털 처리 블록(214) 내의 하나 이상의 컴포넌트는 그에 따라 RX 회로(106)가 투과된 및/또는 산란된 초음파 압력파를 개선된 신호-대-잡음비(SNR)로 및 다양한 파형들과 호환되는 방식으로 수신하는 것을 허용하는 역할을 할 수 있다. 따라서 이러한 요소들의 포함은 일부 실시예에서 "칩 상의 초음파(ultrasound-on-a-chip)" 해결책을 용이화하거나 및/또는 향상시킬 수 있다.

[0067] 아날로그 처리 블록(210)에 선택사항으로서 포함될 수 있는 특정한 컴포넌트들이 이하에서 설명되지만, 이러한 아날로그 컴포넌트들에 대한 디지털 대응물들이 추가적으로 또는 대안적으로 디지털 처리 블록(214)에서 채용될 수 있다는 점을 이해해야 한다. 그 역도 역시 참이다. 즉, 디지털 처리 블록(214)에 선택사항으로서 포함될 수 있는 특정한 컴포넌트들이 이하에서 설명되지만, 이러한 디지털 컴포넌트들에 대한 아날로그 대응물들이 추가적으로 또는 대안적으로 아날로그 처리 블록(210)에서 채용될 수 있다는 점을 이해해야 한다.

[0068] 초음파 트랜스듀서의 레이아웃

[0069] 도 3은 복수의 초음파 회로 모듈(304)이 형성되어 있는 초음파 디바이스의 기관(302)(예를 들어, 반도체 다이)을 도시한다. 도시된 바와 같이, 초음파 회로 모듈(304)은 복수의 초음파 요소(306)를 포함할 수 있다. 초음파 요소(306)는, 종종 초음파 트랜스듀서라고 불리는 복수의 초음파 트랜스듀서(308)를 포함할 수 있다.

[0070] 예시된 실시예에서, 기관(302)은 2개의 행과 72개의 열을 갖는 어레이로서 배열된 144개의 모듈을 포함한다. 그러나, 단일 기관 초음파 디바이스의 기관은, 임의의 적절한 개수의 행과 열을 갖는 모듈들의 2차원 어레이로서 또는 기타 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있는, 임의의 적절한 개수의 초음파 회로 모듈(예를 들어, 적어도 2개의 모듈, 적어도 10개의 모듈, 적어도 100개의 모듈, 적어도 400개의 모듈, 적어도 1000개의 모듈, 적어도 5000개의 모듈, 적어도 10,000개의 모듈, 적어도 25,000개의 모듈, 적어도 50,000개의 모듈, 적어도 100,000개의 모듈, 적어도 250,000개의 모듈, 적어도 500,000개의 모듈, 2개 내지 백만개의 모듈, 또는 이러한 범위들 내의 임의의 개수 또는 개수의 범위)을 포함할 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0071] 예시된 실시예에서, 각각의 초음파 회로 모듈(304)은 32개의 행과 2개의 열을 갖는 어레이로서 배열된 64개의 초음파 요소들을 포함한다. 그러나, 초음파 회로 모듈은, 임의의 적절한 개수의 행과 열을 갖는 초음파 요소들의 2차원 어레이로서 또는 기타 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있는 임의의 적절한 개수의 초음파 요소(예를 들어, 하나의 초음파 요소, 적어도 2개의 초음파 요소, 적어도 4개의 초음파 요소, 적어도 8개의 초음파 요소, 적어도 16개의 초음파 요소, 적어도 32개의 초음파 요소, 적어도 64개의 초음파 요소, 적어도 128개의 초음파 요소, 적어도 256개의 초음파 요소, 적어도 512개의 초음파 요소, 2개 내지 1024개의 초음파 요소, 적어도 2500개의 요소, 적어도 5000개의 요소, 적어도 10000개의 요소, 적어도 20000개의 요소, 5000 내지 15000개의 요소, 8000 내지 12000개의 요소, 1000개 내지 20000개의 요소, 또는 이러한 범위들 내의 임의의 개수 또는 개수의 범위)를 포함할 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0072] 예시된 실시예에서, 각각의 초음파 요소(306)는 4개의 행과 4개의 열을 갖는 2차원 어레이로서 배열된 16개의 초음파 트랜스듀서들을 포함한다. 그러나, 초음파 요소는 임의의 적절한 개수의 행과 열을 갖는 2차원 어레이(정사각형 또는 직사각형)로서 또는 기타 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있는 임의의 적절한 개수 및/또는 그룹화들의 초음파 트랜스듀서 셀들(예를 들어, 하나, 적어도 2개, 4개, 적어도 4개, 9개, 적어도 9개, 적어도 16개, 25개, 적어도 25개, 적어도 36개, 적어도 49개, 적어도 64개, 적어도 81개, 적어도 100개, 1개 내지 200개, 또는 이러한 범위들 내의 임의의 개수 또는 개수의 범위)을 포함할 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 트랜스듀서 셀은, 예를 들어, 원형, 타원형, 정사각형, 6각형, 또는 다른 규칙적인 또는 불규칙적인 다각형 등의 형상을 포함할 수 있다.

[0073] 전술된 컴포넌트들(예를 들어, 초음파 전송 유닛, 초음파 요소, 초음파 트랜스듀서) 중 임의의 것은 1차원 어레이로서, 2차원 어레이로서, 또는 기타 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0074] 일부 실시예에서, 초음파 회로 모듈은 하나 이상의 초음파 요소에 추가하여 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 초음파 회로 모듈은 하나 이상의 파형 생성기 및/또는 기타 임의의 적절한 회로를 포함할 수 있다.

[0075] 일부 실시예에서, 모듈 상호접속 회로는 기관(302)과 통합될 수 있고, 초음파 회로 모듈들을 서로 접속하여 데이터가 초음파 회로 모듈들 사이에서 흐르는 것을 허용하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 디바이스 모듈 상호접속 회로는 인접한 초음파 회로 모듈들 사이에 접속을 제공할 수 있다. 이러한 방식으로, 초음파 회로 모듈은, 디바이스 상의 하나 이상의 다른 초음파 회로 모듈들에 데이터를 제공하거나 및/또는 이로부터 데이터

를 수신하도록 구성될 수 있다.

- [0076] 초음파 트랜스듀서
- [0077] 범용 초음파 프로브의 초음파 트랜스듀서들은, 수 많은 방식들 중 임의의 방식으로 형성될 수 있으며, 일부 실시예에서는, 도 4를 참조하여 설명된 바와 같이 형성될 수 있다.
- [0078] 도 4는, 본 출원의 비제한적인 실시예에 따른, 밀봉된 캐비티를 갖는 공작된 기판(engineered substrate)과 통합된 CMOS 웨이퍼를 포함하는 초음파 디바이스의 단면도이다. 디바이스(400)는, 임의의 적절한 방식으로, 예를 들어 전술된 미국 특허 제9,067,779호에서 설명된 방법을 구현함으로써 형성될 수 있다.
- [0079] 디바이스(400)는 CMOS 웨이퍼(404)와 통합된 공작된 기판(402)을 포함한다. 공작된 기판(402)은 제1 실리콘 디바이스 층(408)과 제2 실리콘 디바이스 층(410) 사이에 형성된 복수의 캐비티(406)를 포함한다. 제1 및 제2 실리콘 디바이스 층들(408 및 410) 사이에는 실리콘 산화물 층(SiO_2)(412)(예를 들어, 열 실리콘 산화물 - 실리콘의 열 산화에 의해 형성된 실리콘 산화물)이 형성될 수 있으며, 그 내부에 캐비티(406)가 형성된다. 이 비제한적인 예에서, 제1 실리콘 디바이스 층(408)은 하부 전극으로서 구성될 수 있고 제2 실리콘 디바이스 층(410)은 멤브레인으로서 구성될 수 있다. 따라서, 제1 실리콘 디바이스 층(408), 제2 실리콘 디바이스 층(410), 및 캐비티(406)의 조합은, 초음파 트랜스듀서(예를 들어, CMUT)를 형성할 수 있으며, 그 중 6개가 이 비제한적인 단면도에 도시되어 있다. 하부 전극 또는 멤브레인으로서의 동작을 용이화하기 위해, 제1 실리콘 디바이스 층(408) 및 제2 실리콘 디바이스 층(410) 중 하나 또는 양쪽 모두는 도전체로서 작용하도록 도핑될 수 있고, 일부 경우에는 고농도 도핑된다(예를 들어, 1015 도펀트/cm³ 이상보다 큰 도핑 농도를 가짐). 일부 실시예에서, 형성된 캐비티를 포함하는 실리콘 산화물 층(412)은 복수의 절연 층으로서 형성될 수 있다. 예를 들어, 실리콘 산화물 층(412)은, 형성된 캐비티를 갖는 제1 층, 및 예를 들어 접힘 모드 동작에 대한 절연 층으로서 캐비티가 없는 제2 연속 층을 포함할 수 있다.
- [0080] 공작된 기판(402)은, 공작된 기판(402)을 형성하는데 이용되는 SOI(silicon-on-insulator) 웨이퍼의 BOX 층을 나타낼 수 있는 제2 실리콘 디바이스 층(410)의 상부에 산화물 층(414)을 더 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서 산화물 층(414)은 패시베이션 층으로서 기능할 수 있고, 도시된 바와 같이, 캐비티(406) 위에 존재하지 않도록 패터닝될 수 있다. 콘택트(424) 및 패시베이션 층(430)은 공작된 기판(402) 상에 포함될 수 있다. 패시베이션 층(430)은 하나 이상의 콘택트(424)로의 액세스를 허용하도록 패터닝될 수 있고, 임의의 적절한 패시베이션 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시예에서, 패시베이션 층(430)은 실리콘 질화물 Si_3N_4 로 형성되고, 일부 실시예에서는 SiO_2 및 Si_3N_4 의 스택에 의해 형성되지만, 대안도 가능하다.
- [0081] 공작된 기판(402) 및 CMOS 웨이퍼(404)는 본딩 지점(416a 및 416b)에서 함께 본딩될 수 있다. 본딩 지점은, 예를 들어, CMOS 웨이퍼(404) 상의 층과 공작된 기판(402) 상의 층의 공유 본딩에 의해 형성된 공유 본딩 지점을 나타내거나, 본 명세서에서 설명된 기타 임의의 적절한 본딩 유형(예를 들어, 실리사이드 본딩 또는 열 압착 본딩)일 수도 있다. 일부 실시예에서, 본딩 지점들(416a, 416b)은 전도성일 수 있고, 예를 들어 금속으로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본딩 지점(416a)은 본딩 지점으로서 유일하게 기능할 수 있고, 일부 실시예들에서는, 예를 들어 디바이스(400)의 초음파 트랜스듀서들을 밀봉하여 디바이스 신뢰성을 개선하는 밀봉 링(seal ring)을 형성할 수도 있다. 일부 실시예에서, 본딩 지점(416a)은, 공작된 기판과 CMOS 웨이퍼 사이의 전기적 접속을 역시 제공하는 밀봉 링을 정의할 수 있다. 마찬가지로, 본딩 지점(416b)은 일부 실시예에서 이중 목적을 제공할 수 있으며, 예를 들어 본딩 지점 역할을 하면서, 또한 공작된 기판(402)의 초음파 트랜스듀서들과 CMOS 웨이퍼(404)의 IC 사이에 전기적 접속을 제공할 수 있다. 공작된 기판이 CMOS 웨이퍼와 본딩되지 않는 실시예들에서, 본딩 지점(416b)은 공작된 기판이 본딩되는 기판 상의 임의의 전기적 구조물에 전기적 접속을 제공할 수 있다.
- [0082] CMOS 웨이퍼(404)는, 베이스 층(예를 들어, 벌크 실리콘 웨이퍼)(418), 절연 층(420)(예를 들어, SiO_2), 및 금속화부(422)를 포함한다. 금속화부(422)는, 알루미늄, 구리 또는 기타 임의의 적절한 금속화 재료로 형성될 수 있고, CMOS 웨이퍼에 형성된 집적 회로의 적어도 일부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 금속화부(422)는 라우팅 층으로서 역할할 수 있고, 하나 이상의 전극을 형성하도록 패터닝될 수 있거나, 다른 기능을 위해 이용될 수 있다. 실제로, CMOS 웨이퍼(404)는 복수의 금속화 층 및/또는 후-처리된 재분배 층을 포함할 수 있지만, 간소화를 위해 단 하나의 금속화부만이 예시되어 있다.
- [0083] 본딩 지점(416b)은, CMOS 웨이퍼(404)의 금속화부(422)와 공작된 기판의 제1 실리콘 디바이스 층(408) 사이에

전기적 접속을 제공할 수 있다. 이러한 방식으로, CMOS 웨이퍼(404)의 집적 회로는, 공작된 기관의 초음파 트랜스듀서 전극 및/또는 멤브레인과 통신할 수 있다(예를 들어, 이들에 전기 신호를 전송하거나 및/또는 이로부터 전기 신호를 수신할 수 있다). 예시된 실시예에서, 별개의 본딩 지점(416b)이 각각의 밀봉된 캐비티에(및 그에 따라 각각의 초음파 트랜스듀서에 대해) 전기적 접속을 제공하는 것으로 도시되어 있지만, 모든 실시예가 이러한 방식으로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 제공된 전기적 콘택트의 수는 초음파 트랜스듀서의 수보다 적을 수 있다.

[0084] 제2 실리콘 디바이스 층(410)으로 표현되는 초음파 트랜스듀서 멤브레인들에 대한 전기적 콘택트는, 이 비제한적인 예에서, 금속 또는 기타 임의의 적절한 도전성 콘택트 재료로 형성될 수 있는 콘택트(424)에 의해 제공된다. 일부 실시예에서, 콘택트(424)와 CMOS 웨이퍼 상의 본딩 패드(426) 사이에 전기적 접속이 제공될 수 있다. 예를 들어, 와이어 본딩(425)이 제공되거나 도전성 재료(예를 들어, 금속)가 디바이스의 상부 표면 위에 퇴적되고 패터닝되어 콘택트(424)로부터 본딩 패드(426)로의 도전성 경로를 형성할 수 있다. 그러나, 콘택트(424)를 CMOS 웨이퍼(404) 상의 IC에 접속하는 대안적 방식들이 이용될 수도 있다. 일부 실시예들에서, 제1 실리콘 디바이스 층(408)으로부터 제2 실리콘 디바이스 층(410)의 하부 측으로 (도 4에는 도시되지 않은) 임베딩된 비아가 제공되어, 제2 실리콘 디바이스 층(410)의 상부 측 상의 콘택트(424)에 대한 필요성을 제거할 수 있다. 이러한 실시예에서, 제1 및 제2 실리콘 디바이스 층들을 전기적으로 단락시키는 것을 피하기 위해 임의의 이러한 비아에 관해 적절한 전기적 절연이 제공될 수 있다.

[0085] 디바이스(400)는 또한, 도 4에 도시된, (여기서는 "초음파 트랜스듀서 요소"로 지칭되는) 초음파 트랜스듀서들의 그룹 또는 개개의 초음파 트랜스듀서를 전기적으로 격리시키도록 구성되는 격리 구조물(예를 들어, 격리 트렌치)(428)을 포함한다. 격리 구조물(428)은 일부 실시예에서 절연 재료로 채워지는 제1 실리콘 디바이스 층(408)을 관통하는 트렌치를 포함할 수 있다. 대안으로서, 적절한 도핑에 의해 분리 구조물(428)이 형성될 수 있다. 절연 구조물(428)은 선택사항이다.

[0086] 이제 디바이스(400)의 다양한 피쳐들에 주목한다. 예를 들어, 공작된 기관(402) 및 CMOS 웨이퍼(404) 웨이퍼는 모놀리식으로 통합될 수 있으며, 따라서 초음파 트랜스듀서와 CMOS IC의 모놀리식 통합을 제공할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예시된 실시예에서, 초음파 트랜스듀서는 CMOS IC에 관해 수직으로(또는 적층되어) 배치되어, 초음파 트랜스듀서와 CMOS IC를 통합하는데 요구되는 칩 면적을 감소시킴으로써 컴팩트한 초음파 디바이스의 형성을 용이하게 할 수 있다.

[0087] 추가로, 공작된 기관(402)은 단 2개의 실리콘 층(408 및 410)만을 포함하고, 이들 사이에 캐비티(406)가 형성된다. 제1 실리콘 디바이스 층(408) 및 제2 실리콘 디바이스 층(410)은 얇을 수 있고, 예를 들어, 각각은, 다른 비제한적인 예들 중에서도, 두께가 50 마이크로 미만, 두께가 30 마이크로 미만, 두께가 20 마이크로 미만, 두께가 10 마이크로 미만, 두께가 5 마이크로 미만, 두께가 3 마이크로 미만, 또는 두께가 약 2 마이크로일 수 있다. 일부 실시예에서, 공작된 기관의 2개의 웨이퍼 중 하나(예를 들어, 실리콘 층(408) 또는 실리콘 층(410))는 진동을 최소화하거나, 진동을 방지하거나 또는 원치 않는 진동의 주파수를 디바이스의 동작 범위 바깥의 범위로 이동시켜 간섭을 방지하도록 하기에 충분히 두꺼운 것이 바람직하다. CMOS와 통합된 트랜스듀서의 물리적 스택에서 기하학 모델링을 통해, 모든 층들의 두께가, 최소 간섭 진동을 수반하며, 트랜스듀서 중심 주파수 및 대역폭에 맞게 최적화될 수 있다. 이것은, 트랜스듀서 공작된 기관의 층 두께 및 피처를 변경하는 것 및 CMOS 웨이퍼(418)의 두께를 변경하는 것을 포함할 수 있지만, 이것으로 제한되는 것은 아니다. 이들 층 두께는 또한, 시판중인 웨이퍼를 이용하여, 어레이 영역에 걸쳐 균일성을 제공하고, 따라서 더욱 엄격한 주파수 균일성을 제공하도록 선택된다. 기관은 만족성이 부족할 수 있다는 점에서, 어레이는 실질적으로 편평할 수 있다. 여전히, 본 명세서에 설명된 바와 같이, 만족형 트랜스듀서 어레이가 통상적으로 이용되는 것들을 포함한, 복수의 초음파 촬영 모드가 달성될 수 있다. 기관의 만족성의 결핍은, 일부 실시예에서 어레이에 걸쳐 0.5cm 미만만큼 평면으로부터 벗어남, 예를 들어, 0.2 cm, 0.1 cm 또는 그 이하의 벗어남으로서 정량화될 수 있다.

[0088] 따라서, 공작된 기관은 얇을 수 있지만, 일부 실시예에서는, 적어도, 예를 들어, 4 마이크로, 일부 실시예에서는 적어도 5 마이크로, 일부 실시예에서는 적어도 7 마이크로, 일부 실시예에서는 적어도 10 마이크로, 또는 원치 않는 진동을 방지하기 위한 기타의 적절한 두께를 가질 수도 있다. 이러한 치수는 소형 디바이스를 달성하는데 기여하며, TSV(thru-silicon via)들의 필요없이 초음파 트랜스듀서 멤브레인(예를 들어, 제2 실리콘 디바이스 층(410))으로의 전기적 콘택트를 용이화할 수 있다. TSV는 통상적으로 구현하기에 복잡하고 비용이 많이 소요되므로, 그 이용을 피하면, 제조 수율이 증가하고 디바이스 비용이 감소될 수 있다. 게다가, TSV를 형성하는 것은 많은 상업용 반도체 파운드리가 소유하지 않는 전문화된 제작 도구를 요구하므로, 이러한 도구에 대한 필요성을 피하는 것은, 디바이스를 형성하기 위한 공급망을 개선하여, TSV가 이용되는 경우보다 상업적으로 더욱

실용적이게 할 수 있다.

- [0089] 도 4에 도시된 바와 같은 공작된 기관(402)은 비교적 얇을 수 있고, 예를 들어, 총 두께가 100 마이크로미터 미만, 총 두께가 50 마이크로미터 미만, 총 두께가 30 마이크로미터 미만, 총 두께가 20 마이크로미터 미만, 총 두께가 10 마이크로미터 미만, 또는 기타 임의의 적절한 두께일 수 있다. 이러한 얇은 치수의 중요성은, 구조적 무결성의 결여 및 이러한 초기의 얇은 치수를 갖는 층들로 다양한 유형의 제작 단계들(예를 들어, 웨이퍼 본딩, 금속화, 리소그래피 및 에칭)을 수행하는 능력의 결여를 포함한다. 따라서, 프로세스 시퀀스를 통해, 디바이스(400)에서 이러한 얇은 치수가 달성될 수 있다는 점에 주목할 만하다.
- [0090] 또한, 실리콘 디바이스 층들(408, 410)은 단결정 실리콘으로 형성될 수 있다. 단결정 실리콘의 기계적 및 전기적 속성은 안정적이며 충분히 이해되고 있으므로, (예를 들어, CMUT의 멤브레인 등의) 초음파 트랜스듀서에서의 이러한 재료의 이용은 초음파 트랜스듀서의 거동의 설계 및 제어를 용이화할 수 있다.
- [0091] 한 실시예에서, CMOS 웨이퍼(404)의 부분들과 제1 실리콘 디바이스 층(408) 사이에는, 이들 2개가 CMOS 웨이퍼(404)의 전체 표면을 덮는 본딩이 아니라 별개의 본딩 지점(416b)에서 본딩되기 때문에 갭이 존재한다. 이러한 갭의 중요성은, 제1 실리콘 디바이스 층(408)이 충분히 얇다면 진동할 수도 있다는 것이다. 이러한 진동은 바람직하지 못하며, 예를 들어 제2 실리콘 디바이스 층(410)의 원하는 진동과는 대조적으로 원치않는 진동을 나타낸다. 따라서, 적어도 일부 실시예에서는, 제1 실리콘 디바이스 층(408)이, 진동을 최소화하거나, 진동을 피하거나, 임의의 원치 않는 진동의 주파수를 디바이스의 동작 주파수 범위 바깥으로 이동시키도록 충분히 두껍게 되는 것이 유익하다.
- [0092] 대안적 실시예에서, 제1 및 제2 실리콘 디바이스 층들(408, 410) 양쪽 모두가 진동하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 이들은 상이한 공진 주파수들을 보이도록 구성되어, 다중-주파수 디바이스를 생성할 수 있다. (일부 실시예에서는 고조파로서 관련될 수 있는) 복수의 공진 주파수는, 예를 들어, 초음파 트랜스듀서의 상이한 동작 상태들에서 이용될 수 있다. 예를 들어, 제1 실리콘 디바이스 층(408)은 제2 실리콘 디바이스 층(410)의 중심 주파수의 절반에서 공진하도록 구성될 수 있다.
- [0093] 역시 또 다른 실시예에서, 실리콘 디바이스 층(410)과 실리콘 산화물 층(412) 사이의 본딩의 강도는, 실리콘 산화물 층(412) 내에 형성된 캐비티(406)가 층들(410 및 412) 사이의 더 약한 본딩에서 가능한 것보다 더 큰 직경을 갖는 것을 허용한다. 캐비티의 직경은 도 4에서 "w"로 표시된다. 본딩 강도는, 적어도 부분적으로는, 공작된 기관(402)이, 2개의 웨이퍼, 즉, 실리콘 디바이스 층(408)을 포함하는 하나와 실리콘 디바이스 층(410)을 포함하는 다른 하나의 (예를 들어, 약 400 °C 미만의 온도에서의) 본딩, 및 그에 후속되는 (약 1000 °C에서의) 고온 어닐링에 의해 형성되는 제작 프로세스를 이용함으로써 제공된다. 넓은 캐비티를 이용하여 구현된 초음파 트랜스듀서는, 더 작은 직경을 갖는 캐비티를 이용하여 구현된 초음파 트랜스듀서에 의해 동일한 특정한 주파수에서 생성된 초음파 신호보다 그 특정한 주파수에서 더 많은 출력을 갖는 초음파 신호를 생성할 수 있다. 그 다음으로, 더 높은 출력의 초음파 신호는 촬영되는 피험자로 깊숙이 침투함으로써, 더 작은 캐비티를 갖는 초음파 트랜스듀서로 가능한 것보다 더 큰 깊이에서 피험자의 고해상도 촬영을 가능케 한다. 예를 들어, 종래의 초음파 프로브는 고해상도 영상을 생성하기 위해 고주파 초음파 신호(예를 들어, 7-12 MHz 범위의 주파수를 갖는 신호)를 이용할 수 있지만, 촬영되는 피험자의 신체에서의 고주파 초음파 신호의 빠른 감쇠로 인해 얇은 깊이에서만 가능하다. 그러나, (예를 들어, 층들(410 및 412) 사이의 본딩의 강도에 의해 가능해지는 더 큰 직경을 갖는 캐비티를 이용하여 가능해지는) 초음파 프로브에 의해 방출된 초음파 신호의 출력을 증가시키는 것은, 초음파 신호가 피험자 내로 더 깊이 침투하는 것을 허용하여, 결국 종래의 초음파 프로브로 이전에 가능한 것보다 더 큰 깊이에서의 피험자의 고해상도 영상을 가능하게 한다.
- [0094] 또한, 더 큰 직경의 캐비티를 이용하여 형성된 초음파 트랜스듀서는 더 작은 직경의 캐비티를 갖는 초음파 트랜스듀서보다 더 낮은 주파수의 초음파 신호를 생성할 수 있다. 이것은 초음파 트랜스듀서가 동작할 수 있는 주파수 범위를 확장시킨다. 추가적인 기술은, 트랜스듀서 상부 멤브레인(410)의 부분들을 선택적으로 에칭하고 얇게 하는 것일 수 있다. 이것은 트랜스듀서 멤브레인에서 스프링 연화를 도입함으로써, 중심 주파수를 낮춘다. 이것은 어레이 내의 트랜스듀서들의 전부 또는 일부에 관해 패턴들의 임의의 조합으로 수행되거나, 어떠한 트랜스듀서에 관해서도 수행되지 않을 수 있다.
- [0095] 범용 초음파 디바이스의 형태
- [0096] 범용 초음파 디바이스는, 예를 들어, 피험자에 의해 삼켜질 알약 또는 스킵 또는 카테터의 단부에 장착되는 알약 등의, 내부 촬영 디바이스의 일부로서, 또는 획득된 영상을 디스플레이하는 스크린을 포함하는 핸드헬드

디바이스의 일부로서, 피험자에 부착되도록 구성되는 패치의 일부로서, 또는 핸드헬드 프로브의 일부로서 등의, 다양한 물리적 구성들 중 임의의 구성으로 구현될 수 있다.

- [0097] 일부 실시예에서, 범용 초음파 프로브는 피험자에 의해 삼켜질 알약으로 구현될 수 있다. 알약이 피험자를 통해 이동함에 따라, 알약 내의 초음파 프로브는, 획득된 데이터를, 피험자를 촬영하고 알약으로부터 수신된 데이터를 처리하고 피험자의 하나 이상의 영상을 생성하기 위해 하나 이상의 외부 디바이스에 무선으로 전송할 수 있다. 예를 들어, 도 5a에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브를 포함하는 알약(502)은, 데스크탑, 랩탑, 핸드헬드 컴퓨팅 디바이스, 및/또는 알약(502) 외부의 기타 임의의 디바이스일 수 있고 알약(502)으로부터 수신된 데이터를 처리하도록 구성되는 외부 디바이스(500)와 무선으로 (예를 들어, 무선 링크(501)를 통해) 통신하도록 구성될 수 있다. 사람은 알약(502)을 삼킬 수 있고, 알약(502)이 사람의 소화계를 통해 이동함에 따라, 알약(502)은 내부로부터 사람을 촬영할 수 있고, 알약 내부의 초음파 프로브에 의해 획득된 데이터를 추가 처리를 위해 외부 디바이스(500)에 전송할 수 있다. 일부 실시예에서, 알약(502)은 온보드 메모리를 포함할 수 있고 알약(502)은 온보드 메모리 상에 데이터를 저장할 수 있어서, 일단 사람으로부터 빠져 나오면, 알약(502)으로부터 데이터가 회수될 수 있다.
- [0098] 일부 실시예에서, 도 5b에 도시된 알약(504)의 등각 투영도로 도시된 바와 같이, 초음파 프로브를 포함하는 알약은 외부 케이스 내에 초음파 프로브를 수용함으로써 구현될 수 있다. 도 5c는 도 5b에 도시된 알약(504)의 단면도로서, 전자 어셈블리 및 배터리의 모습을 보여주고 있다. 일부 실시예에서, 도 5d에 도시된 알약(506)의 등각 투영도로 도시된 바와 같이, 초음파 프로브를 포함하는 알약은 외부 케이스 내에 초음파 프로브를 수용함으로써 구현될 수 있다. 도 5e는 도 5d에 도시된 알약(506)의 분해도로서, 전자 어셈블리(510c)를 수용하는데 이용되는 외부 하우징 부분(510a 및 510b)을 보여주고 있다.
- [0099] 일부 실시예에서, 알약의 일부로서 구현되는 초음파 프로브는, 하나 또는 복수의 초음파 트랜스듀서(예를 들어, CMUT) 어레이, 하나 이상의 영상 재구성 칩, FPGA, 통신 회로, 및 하나 이상의 배터리를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 5f에 도시된 바와 같이, 알약(508a)은, 섹션(508b 및 508c)에 도시된 복수의 초음파 트랜스듀서 어레이, 섹션(508c 및 508d)에 도시된 복수의 영상 재구성 칩, 섹션(508d)에 도시된 Wi-Fi 칩, 및 섹션(508d 및 508e)에 도시된 배터리를 포함할 수 있다.
- [0100] 도 5g 및 5h는 또한, 도 5e에 도시된 전자 모듈(506c)의 물리적 구성을 도시한다. 도 5g 및 도 5h에 도시된 바와 같이, 전자 모듈(506c)은, (다른 실시예에서는 더 많거나 더 적은 수의 CMUT 어레이가 이용될 수 있지만) 4개의 CMUT 어레이(512), 본딩 와이어 인캡슐란트(514), (다른 실시예에서는 더 많거나 더 적은 수의 영상 재구성 칩이 이용될 수 있지만) 4개의 영상 재구성 칩(516), 플렉스 회로(518), Wi-Fi 칩(520), FPGA(522), 및 배터리(524)를 포함할 수 있다. 배터리들 각각은 크기 13 PR48일 수 있다. 배터리들 각각은 300mAh 1.4V 배터리일 수 있다. 다른 배터리들이 이용될 수 있고, 본 명세서에서 설명된 기술의 양태는 이 점에서 제한되지 않는다.
- [0101] 일부 실시예에서, 알약 내의 초음파 프로브의 초음파 트랜스듀서들은, 알약 내의 프로브의 시야가 가능한 한 360도와 같거나 또는 360도에 근접하도록 물리적으로 배치된다. 예를 들어, 도 5g 및 도 5h에 도시된 바와 같이, 4개의 CMUT 어레이 각각은 대략 60도(CMUT 어레이의 표면에 수직인 벡터의 각각의 측면에서 30도)의 시야 또는 40-80도 범위의 시야일 수 있어서, 알약이 결과적으로 대략 240도의 시야 또는 160-320도 범위의 시야를 가질 수 있게 한다. 일부 실시예에서, 시야는, 비제한적인 예로서, 어레이 아래에서 선형적이고, 프로브 공간 아래에서 직선형이며, 사다리꼴 30도 또는 예를 들어 15도 내지 60도 사이의 임의의 값일 수 있다.
- [0102] 일부 실시예에서, 범용 초음파 프로브는 도 6a 및 도 6b에 도시된 핸드헬드 디바이스(602)에서 구현될 수 있다. 핸드헬드 디바이스(602)는 피험자(600)에 맞대어(또는 그 근처에) 유지되어 피험자를 촬영하는데 이용될 수 있다. 핸드헬드 디바이스(602)는 초음파 프로브(예를 들어, 범용 초음파 프로브) 및 일부 실시예에서 터치스크린일 수 있는 디스플레이(604)를 포함할 수 있다. 디스플레이(604)는, 디바이스(602) 내의 초음파 프로브에 의해 수집된 초음파 데이터를 이용하여 핸드헬드 디바이스(602) 내에서 생성된 피험자의 영상을 디스플레이하도록 구성될 수 있다.
- [0103] 일부 실시예에서, 핸드헬드 디바이스(602)는 청진기와 유사한 방식으로 이용될 수 있다. 의료 전문가는 핸드헬드 디바이스(602)를 환자의 신체를 따라 다양한 위치에 배치할 수 있다. 핸드헬드 디바이스(602) 내의 초음파 프로브는 환자를 촬영할 수 있다. 초음파 프로브에 의해 획득된 데이터는 처리되어 환자의 영상(들)을 생성하는데 이용될 수 있고, 그 영상(들)은 디스플레이(604)를 통해 의료 전문가에게 디스플레이될 수 있다. 따라서, 의료 전문가는, 부담스럽고 비실용적으로 복수의 종래 프로브를 휴대하는 것이 아니라 핸드헬드 디바이스를 (예

를 들어, 목 주위에서 또는 주머니에) 휴대할 수 있다.

- [0104] 일부 실시예에서, 범용 초음파 프로브는 환자에게 결합될 수 있는 패치로 구현될 수 있다. 예를 들어, 도 7a 및 도 7b는 환자(712)에 결합된 패치(710)를 도시한다. 패치(710)는, 패치(710)에 의해 수집된 데이터를 추가 처리를 위해 하나 이상의 외부 디바이스(도시되지 않음)에 예를 들어 무선으로 전송하도록 구성될 수 있다. 예시의 목적상, 패치의 다양한 내부 컴포넌트들의 예시적인 위치를 도시하기 위해 패치(710)의 상부하우징이 투명한 방식으로 도시되어 있다.
- [0105] 도 7c 및 도 7d는 패치(710)의 분해도를 도시한다. 특히 도 7c에 도시된 바와 같이, 패치(710)는, 상위 하우징(714), 하위 하우징(716), 및 회로 기관(718)을 포함한다. 회로 기관(718)은, 예를 들어, 히트 싱크(720), 배터리(722) 및 통신 회로(724) 등의, 다양한 컴포넌트를 지지하도록 구성될 수 있다. 한 실시예에서, 통신 회로(724)는 하나 이상의 단거리 또는 장거리 통신 플랫폼을 포함한다. 예시적인 단거리 통신 플랫폼은, 블루투스(Bluetooth)(BT), 블루투스 로우 에너지(Bluetooth Low Energy)(BLE), 근접장 통신(Near-Field Communication)(NFC)을 포함한다. 장거리 통신 플랫폼은, Wi-Fi 및 셀룰러를 포함한다. 도시되지는 않았지만, 통신 플랫폼은, 프론트-엔드 라디오, 안테나, 및 무선 신호를 보조 디바이스(도시되지 않음)에 전달하도록 구성되는 기타의 처리 회로를 포함할 수 있다. 무선 신호는 패치(710)에 의해 획득된 초음파 촬영 정보를 포함할 수 있다.
- [0106] 예시적인 실시예에서, 통신 회로는 IEEE 802.11 및 기타의 주도적인 표준에 따라 주기적인 비컨 신호를 전송한다. 비컨 신호는 BLE 광고를 포함할 수 있다. 비컨 신호 또는 BLE 광고의 수신시, 보조 디바이스(도시되지 않음)는 패치(710)에 응답할 수 있다. 즉, 비컨 신호에 대한 응답은, 패치(710)와 보조 디바이스 사이에서 통신 핸드셰이크를 개시할 수 있다.
- [0107] 보조 디바이스는, 랩탑, 데스크탑, 스마트폰 또는 무선 통신을 위해 구성된 기타 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 보조 디바이스는, 클라우드 또는 인터넷 통신에 대한 게이트웨이로서 역할할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 보조 디바이스는, 패치(710)에 통신가능하게 결합되고 패치(710)로부터 초음파와 정보를 주기적으로 수신하는 환자 자신의 스마트 디바이스(예를 들어, 스마트폰)를 포함할 수 있다. 보조 디바이스는 수신된 초음파 정보를 외부 소스에 전달할 수 있다.
- [0108] 회로 기관(718)은, 통신 회로(724)를 통한 통신을 지시하는 하나 이상의 제어기를 포함한, 하나 이상의 처리 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 회로 기관(718)은, 하나 이상의 보조 디바이스와 정보를 통신하기 위해 주기적으로 또는 필요에 따라 통신 회로에 관여할 수 있다. 초음파 정보는, 패치(710)에 의해 캡처된 초음파 영상을 정의하는 신호와 정보를 포함할 수 있다. 초음파 정보는 또한, 보조 디바이스로부터 패치(710)로 전달되는 제어 파라미터를 포함할 수 있다. 제어 파라미터는 패치(710)에 의해 획득될 초음파 영상의 범위를 지정할 수 있다.
- [0109] 한 실시예에서, 보조 디바이스는 패치(710)로부터 수신된 초음파와 정보를 저장할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 보조 디바이스는 패치(710)로부터 수신된 초음파와 정보를 또 다른 스테이션에 중계할 수 있다. 예를 들어, 보조 디바이스는 패치(710)로부터 수신된 초음파와 정보를 클라우드-기반 서버에 전달하기 위해 Wi-Fi를 이용할 수 있다. 클라우드-기반 서버는, 병원 서버이거나, 초음파 촬영을 지시하는 의사가 액세스할 수 있는 서버일 수 있다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 패치(710)는 보조 디바이스가 초음파 영상을 구성할 수 있도록 충분한 초음파와 정보를 보조 디바이스에 전송할 수 있다. 이러한 방식으로, 통신 대역폭 및 전력 소비가 패치(710)에서 최소화될 수 있다.
- [0110] 역시 또 다른 실시예에서, 보조 디바이스는 패치(710)의 동작을 능동적으로 지시하기 위해 무선 통신을 통해(즉, 통신 회로(724)를 통해) 패치(710)에 관여할 수 있다. 예를 들어, 보조 디바이스는 주기적인 간격으로 환자의 초음파 영상을 생성하도록 패치(710)에게 지시할 수 있다. 보조 디바이스는 패치(710)가 찍는 초음파 영상의 깊이를 지시할 수 있다. 역시 또 다른 예에서, 보조 디바이스는 배터리(722)의 전력 소모를 절약하기 위해 패치의 동작 방식을 제어할 수 있다. 패치(710)로부터 초음파와 정보의 수신시, 보조 디바이스는, 촬영을 중단시키거나, 촬영 속도를 증가시키거나, 환자 또는 제3자(예를 들어, 의사 또는 응급 요원)에게 경보를 전달하도록 동작할 수 있다.
- [0111] 도 7과 관련하여 설명된 통신 플랫폼은 본 명세서에서 개시된 다른 폼 팩터로도 구현될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 예를 들어, (제어 회로 및 임의의 인터페이스를 포함하는) 통신 플랫폼은 도 5a 내지 도 5h에 도시된 초음파 알약, 도 6a 및 도 6b에 도시된 핸드헬드 디바이스, 또는 도 8에 도시된 핸드헬드 프로브로 구현될 수

있다.

- [0112] 도 7c에 도시된 바와 같이, 히트 싱크(720)와 하나 이상의 영상 재구성 칩(예를 들어, CMOS)(도 7c에 도시되지 않음) 사이의 열 접촉을 위해 복수의 관통 비아(726)(예를 들어, 구리)가 이용될 수 있다. 도 7c에 더 도시된 바와 같이, 패치(710)는 또한, 패치 하우징 뿐만 아니라 환자의 피부 양쪽 모두에 접착제 표면을 제공하는 드레싱(728)을 포함할 수 있다. 이러한 드레싱(728)의 하나의 비제한적인 예는, 3M Corporation으로부터 입수가 가능한 투명한 의료용 드레싱인 Tegaderm™이다. 하위 하우징(716)은, 드레싱(728) 내의 또 다른 개구(732)와 정렬되는 대체로 직사각형 형상의 개구(730)를 포함한다.
- [0113] 도 7d를 참조하면, 패치(710)의 또 다른 "상향식" 분해도는, 회로 기관(718) 상에 초음파 트랜스듀서 및 통합된 CMOS 칩(일반적으로 734로 표시됨)의 위치를 도시한다. 트랜스듀서/CMOS(734) 위에 장착된 음향 렌즈(736)는 환자의 피부와 접촉하기 위해 개구(730, 732)를 통해 돌출하도록 구성된다. 도 7a 내지 도 7d의 실시예가 패치(710)를 환자(712)에게 부착하는 수단으로서 접착제 드레싱(728)을 도시하고 있지만, 다른 고정 기구도 역시 고려될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 패치(710)를 적절한 촬영 위치에 고정시키기 위해 드레싱(728) 대신에(또는 이에 추가하여) 스트랩(도시되지 않음)이 이용될 수 있다.
- [0114] 일부 실시예에서, 범용 초음파 프로브는 도 8에 도시된 핸드헬드 프로브(800)로 구현될 수 있다. 핸드헬드 프로브(800)는 프로브(800)에 의해 수집된 데이터를 추가 처리를 위해 하나 이상의 외부 호스트 디바이스(도 8에 도시되지 않음)에 무선으로 전송하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 본 명세서에서 설명된 기술의 양태들이 이 점에서 제한되지 않으므로, 핸드헬드 프로브(800)는, 프로브(800)에 의해 수집된 데이터를 하나 이상의 유선 접속을 이용하여 하나 이상의 외부 디바이스에 전송하도록 구성될 수 있다.
- [0115] 본 명세서에서 설명된 기술의 일부 실시예는 복수의 동작 모드 중 임의의 하나에서 동작하도록 구성될 수 있는 초음파 디바이스에 관한 것이다. 동작 모드들 각각은, 초음파 디바이스를 동작시키기 위해 이용되는 복수의 파라미터 값을 명시하는 각각의 구성 프로파일과 연관될 수 있다. 일부 실시예에서, 초음파 디바이스의 동작 모드는, 사용자에게 의해, 예를 들어, 초음파 디바이스에 통신가능하게 결합된 모바일 컴퓨팅 디바이스에 의해 프리젠텐팅된 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 선택될 수 있다. 그 다음, 사용자에게 의해 선택된 동작 모드의 표시는 초음파 디바이스에 전달될 수 있고, 초음파 디바이스는: (1) 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일에 액세스하고; (2) 액세스된 구성 프로파일에 의해 명시된 파라미터 값들을 이용하여 선택된 동작 모드에서 동작할 수 있다.
- [0116] 따라서, 일부 실시예는 다음을 포함하는 시스템을 제공한다: (1) 복수의 초음파 트랜스듀서 및 제어 회로를 갖는 초음파 디바이스(예를 들어, 핸드헬드 초음파 프로브 또는 착용형 초음파 프로브); 및 (2) 사용자가 (예를 들어, 컴퓨팅 디바이스에 결합되거나 및/또는 이와 통합된 디스플레이를 통해 사용자에게 프리젠텐팅된 그래픽 사용자 인터페이스를 통해) 초음파 디바이스에 대한 동작 모드를 선택하는 것을 허용하고 선택된 동작 모드의 표시를 초음파 디바이스에 제공하는 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 스마트폰 등의 모바일 컴퓨팅 디바이스). 그 다음, 초음파 디바이스 내의 제어 회로는: (1) 선택된 동작 모드의 표시를 수신하고; (2) 제1 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하며; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하고; (3) 제2 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하고; 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어할 수 있다.
- [0117] 일부 실시예에서, 상이한 동작 모드들에 대한 상이한 구성 프로파일들은 초음파 디바이스를 동작시키는데 이용되는 하나 이상의 파라미터에 대한 상이한 파라미터 값들을 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 상이한 구성 프로파일들은, 상이한 방위각 애퍼처 값, 고도 애퍼처 값, 방위각 초점 값, 고도 초점 값, 트랜스듀서 바이어스 전압 값, 전송 피크-대-피크 전압 값, 전송 중심 주파수 값, 수신 중심 주파수 값, 극성 값, ADC 클록 레이트 값, 테시메이션 레이트 값, 및/또는 수신 지속기간 값을 명시할 수 있다. 수신 시작 시간, 수신 오프셋, 전송 공간 진폭, 전송 파형, 펄스 반복 간격, 축 해상도, 초점에서의 축방향 해상도, 초점에서의 고도 해상도, 및 신호 등의, 다른 파라미터들이 구성 프로파일에 이용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 2개의 상이한 동작 모드들에 대한 2개의 상이한 구성 프로파일들은, 임의의 적절한 수의 파라미터 값들(예를 들어, 적어도 하나의 파라미터 값, 적어도 2개의 파라미터 값, 적어도 5개의 파라미터 값 등)에서 다를 수 있으며, 본 명세서에서 설명된 기술의 양태는 이 점에서 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 구성 프로파일들은, 전송된 파라미터 값들 및/또는 기타 임의의 적절한 파라미터 값들 중 하나 이상에서 다를 수 있다. 상이한 동작 모드들에 대한

파라미터 값들의 예가 아래의 표 2 내지 표 4에서 제공된다. 표 2 내지 표 4의 행들 각각은, 각각의 동작 모드와 연관된 특정한 구성 프로파일에 대한 예시적인 파라미터 값을 나타낸다.

- [0118] 한 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 방위각 애퍼처 값을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 방위각 애퍼처 값과는 상이한 제2 방위각 애퍼처 값을 명시할 수 있다. 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 고도 애퍼처 값을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 고도 애퍼처 값과는 상이한 제2 고도 애퍼처 값을 명시할 수 있다. 동작 모드에 대한 방위각 및 고도 애퍼처 값은, 초음파 프로브 내의 트랜스듀서 어레이의 활성 애퍼처의 크기를 제어할 수 있다. 어레이의 폭과 높이에 의해 결정되는 어레이의 물리적인 애퍼처는, 특정한 동작 모드에서 이용되는 어레이의 활성 애퍼처와는 상이할 수 있다. 실제로, 트랜스듀서 배열은 복수의 가능한 활성 애퍼처를 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서들 중 일부만이 초음파 신호를 전송/수신하는데 이용될 수 있고, 그 결과, 어레이의 활성 애퍼처는, 모든 초음파 트랜스듀서가 이용되는 경우와는 상이하게 된다. 일부 실시예에서, 방위각 및 고도 애퍼처 값은, 트랜스듀서 요소들 중 어떤 서브셋이 초음파 신호를 전송/수신하는데 이용될 것인지를 결정하는데 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 방위각 및 고도 애퍼처 값은, 각각, 방위각 및 고도 방위에 이용된 트랜스듀서 어레이의 범위를 길이의 함수로서 나타낼 수 있다.
- [0119] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 방위각 초점 값을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 방위각 초점 값과는 상이한 제2 방위각 초점 값을 명시할 수 있다. 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 고도 초점 값을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 고도 초점 값과는 상이한 제2 고도 초점 값을 명시할 수 있다. 방위각 및 고도 초점 값은 트랜스듀서 어레이의 초점을 2차원에서 독립적으로 제어하는데 이용될 수 있다. 따라서, 높이와 방위각 차원에 대해 상이한 초점이 선택될 수 있다. 초점은 상이한 동작 모드들 사이에서 독립적으로 또는 함께 달라질 수 있다. 방위각 및 고도 초점 값은, 방위각 및 고도 초점 값에 의해 정의된 초점을 갖도록 초음파 프로브를 동작시키기 위해 프로그램가능한 지연 메쉬 회로를 제어하는데 이용될 수 있다.
- [0120] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 (초음파 프로브의 하나 이상의 초음파 트랜스듀서 양단의 전압을 바이어싱하기 위한) 제1 바이어스 전압 값을 명시하고, 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 바이어스 전압 값과는 상이한 제2 바이어스 전압 값을 명시할 수 있다. 본 명세서에 설명된 바와 같이, 초음파 트랜스듀서는 접힘 모드 또는 비접힘 모드에서 동작할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 초음파 트랜스듀서 양단의 적어도 임계 바이어스 전압("접힘" 전압)의 인가는 이들 트랜스듀서들이 접힘 모드에서 동작하게 할 수 있다.
- [0121] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 전송 피크-대-피크 전압 값(예를 들어, 전송 파형을 나타내는 전기 신호에 대한 전압 값)을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 전송 피크-대-피크 전압 값과는 상이한 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시할 수 있다. 전송 피크-대-피크 전압 값은 트랜스듀서 드라이버의 진폭(볼트 단위)에서의 피크-대-피크 전압 스윙을 나타낼 수 있다. 상이한 피크-대-피크 전압 스윙은 상이한 동작 모드들에서 이용될 수 있다. 예를 들어, 근접장 촬영을 위한 동작 모드는 근접장 범위에서 수신기를 포화시키는 것을 방지하기 위해 (다른 동작 모드에서 이용될 수 있는 것보다) 더 작은 피크-대-피크 전압 스윙을 이용할 수 있다. 더 높은 전압 피크-대-피크 전압 스윙은, 예를 들어, 더 깊은 촬영, 조직 고조파의 생성, 또는 발산 또는 평면파를 이용한 촬영에 이용될 수 있다.
- [0122] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 전송 중심 주파수 값(예를 들어, 초음파 트랜스듀서들에 의해 전송되는 초음파 신호의 중심 주파수)을 명시할 수 있고, 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 전송 중심 주파수 값과는 상이한 제2 전송 중심 주파수 값을 명시할 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 및 제2 중심 주파수 사이의 차이는, 적어도 1 MHz, 적어도 2 MHz, 5 MHz 내지 10 MHz일 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 중심 주파수 값은 1-5 MHz 범위 내에 있을 수 있고 제2 중심 주파수 값은 5-9 MHz 범위 내에 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 중심 주파수 값은 2-4 MHz 범위 내에 있을 수 있고 제2 중심 주파수 값은 6-8 MHz 범위 내에 있을 수 있다.
- [0123] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 수신 중심 주파수 값(예를 들어, 초음파 트랜스듀서들에 의해 수신되는 초음파 신호의 중심 주파수)을 명시할 수 있고, 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 수신 중심 주파수 값과는 상이한 제2 수신 중심 주파수 값을 명시할 수 있다. 일부 실시예에서, 구성 프로파일은 수신 중심 주파수 값과 동일한 전송 중심 주파수 값을 명시할 수 있다. 다른 실시예에서, 구성 프로파일은 수신 중심 주파수 값과 동일하지 않은 전송 중심 주파수 값을 명시할 수 있다. 예를 들어, 수신 중

심 주파수 값은 전송 주파수 값의 배수가 될 수 있다(예를 들어, 고조파 촬영의 정황에서와 같이 전송 주파수 값의 2배가 될 수 있다). 일부 실시예에서, 트랜스듀서는 약 5 내지 15 cm의 범위에 걸쳐 약 0.1 내지 1 MPa(그 범위 내의 임의의 값을 포함) 내의 다양한 압력을 이용하여 고조파 촬영을 할 수 있다. 압력은 조직에서 고조파 진동을 유도할 수 있고, 수신기는 고조파 모드에서 신호를 수신하거나 및/또는 기본 주파수를 필터링 제거할 수 있다.

[0124] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 극성 값을 명시할 수 있고, 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 수신 중심 주파수 값과는 상이한 제2 극성 값을 명시할 수 있다. 일부 실시예에서, 극성 파라미터는 전송 체인 내의 펄서들(예를 들어, 펄서(208))을 유니폴라 모드 또는 바이폴라 모드에서 동작시킬지를 나타낼 수 있다. 펄서들을 바이폴라 모드에서 동작시키는 것은 일부 조직에 대해 제2 고조파 왜곡을 낮추기 때문에 유리할 수 있다. 반면, 펄서들을 유니폴라 모드에서 동작시키는 것은 소정의 바이어스 전압에 대해 더 큰 트랜스듀서 음향 출력을 제공할 수 있다.

[0125] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 ADC 클럭 레이트 값(예를 들어, 초음파 디바이스 상의 하나 이상의 아날로그-대-디지털 변환기를 동작시키는 클럭 레이트)을 명시할 수 있고, 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 ADC 클럭 레이트 값과는 상이한 제2 ADC 클럭 레이트 값을 명시할 수 있다. ADC 클럭 레이트 값은, 초음파 프로브의 수신 회로 내의 하나 이상의 ADC(예를 들어, 도 2에 도시된 수신 회로(106)의 ADC(212) 부분)를 동작시키는 레이트를 설정하는데 이용될 수 있다.

[0126] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 데시메이션 레이트 값을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 데시메이션 레이트 값과는 상이한 제2 데시메이션 레이트 값을 명시할 수 있다. 일부 실시예에서, 데시메이션 레이트 값은 초음파 프로브의 수신 회로 내의 하나 이상의 컴포넌트에 의해 수행되는 데시메이션의 레이트를 설정하는데 이용될 수 있다. 데시메이션 레이트 값과 ADC 클럭 레이트 값은 함께, 소정 동작 모드에서 수신기의 대역폭을 결정하며, 이 대역폭은 결국 동작 모드의 축방향 해상도를 정의한다. 또한, ADC 레이트와 데시메이션 레이트의 비율은 동작 모드에서 수신기의 유효 샘플링 레이트를 제공한다.

[0127] 또 다른 예로서, 제1 동작 모드에 대한 제1 구성 프로파일은 제1 수신 지속기간 값을 명시할 수 있고 제2 동작 모드에 대한 제2 구성 프로파일은 제1 수신 지속기간 값과는 상이한 제2 수신 지속기간 값을 명시할 수 있다. 수신 지속기간 값은 수신기가 샘플을 취득하는데 걸리는 시간의 길이를 나타낸다.

[0128] 일부 실시예에서, 초음파 프로브는, 심장 촬영을 위한 동작 모드, 복부 촬영을 위한 동작 모드, 신장 촬영을 위한 동작 모드, 간 촬영을 위한 동작 모드, 안구 촬영을 위한 동작 모드, 경동맥 촬영을 위한 동작 모드, 내부 대정맥 촬영을 위한 동작 모드, 및/또는 소부위 촬영(small parts imaging)을 위한 동작 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 초음파 프로브는, 사용자가 단일 초음파 프로브를 이용하여 복수의 상이한 유형들의 촬영을 수행할 수 있도록 이들 동작 모드들의 적어도 일부(예를 들어, 적어도 2개, 적어도 3개, 적어도 5개, 전부)에서 동작하도록 구성될 수 있다. 이것은, 종래에는 복수의 상이한 초음파 프로브를 이용해서만 수행될 수 있었던 촬영 작업을, 단일의 초음파 프로브가 수행하는 것을 허용한다.

[0129] 일부 실시예에서, 사용자는 (유선 또는 무선 접속을 통해) 초음파 프로브에 결합된 모바일 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 스마트폰)에 의해 프리젠틱팅 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 초음파 프로브에 대한 동작 모드를 선택할 수 있다. 예를 들어, 그래픽 사용자 인터페이스는 사용자에게 (예를 들어, 도 12a 및 도 12b에 도시된) 동작 모드들의 메뉴를 프리젠틱팅할 수 있고, 사용자는 (예를 들어, 터치 스크린을 탭하거나, 마우스로 클릭함으로써) 그래픽 사용자 인터페이스에서 동작 모드들 중 하나를 선택할 수 있다. 이어서, 모바일 컴퓨팅 디바이스는 선택된 동작 모드의 표시를 초음파 디바이스에 제공할 수 있다. 초음파 디바이스는 (예를 들어, 초음파 디바이스 상의 메모리에 액세스하거나 모바일 컴퓨팅 디바이스로부터 수신함으로써) 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일을 획득할 수 있고, 선택된 동작 모드에서 동작하기 위해 구성 프로파일 내에 명시된 파라미터 값들을 이용할 수 있다.

[0130] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는, 특정한 동작 모드에서의 동작을 통해 획득된 데이터를, 모바일 컴퓨팅 디바이스에 제공할 수 있다. 모바일 컴퓨팅 디바이스는 수신된 데이터를 처리하여 하나 이상의 초음파 영상을 생성하고 생성된 초음파 영상을 모바일 컴퓨팅 디바이스의 디스플레이를 통해 사용자에게 프리젠틱팅할 수 있다.

[0131] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 금속 산화물 반도체(MOS) 초음파 트랜스듀서(예를 들어, CMOS 초음파 트랜스듀서)를 포함한다. 일부 실시예에서, MOS 초음파 트랜스듀서는 MOS 웨이퍼에 형성된 캐비티

를 포함할 수 있고, 여기서, 멤브레인이 캐비티를 덮고 밀봉한다. 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 미세가공 초음파 트랜스듀서(예를 들어, 용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서)를 포함한다. 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 압전식 초음파 트랜스듀서를 포함한다.

[0132] 일부 실시예에서, 동작 모드의 선택은, 초음파 프로브에 (예를 들어, 유선 접속을 통해) 결합된 모바일 컴퓨팅 디바이스를 통해 핸드헬드 초음파 프로브에 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 동작 모드의 선택은 초음파 프로브에 직접 제공될 수 있다. 예를 들어, 초음파 프로브는, 동작 모드를 선택하기 위한 기계적 제어 메커니즘(예를 들어, 스위치, 버튼, 휠 등)을 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 초음파 프로브는 (예를 들어, 도 6a 및 도 6b에 도시된) 디스플레이를 포함할 수 있고, 이 디스플레이를 이용하여 GUI를 프리젠틱해 이를 통해 사용자가 초음파 프로브에 대한 동작 모드를 선택할 수 있게 할 수 있다.

[0133] 도 9는 본 명세서에 설명된 기술의 일부 실시예에 따른 피험자를 촬영하기 위해 범용 초음파 디바이스가 어떻게 이용될 수 있는지를 도시하는 도면이다. 특히, 도 9는 통신 링크(912)를 통해 컴퓨팅 디바이스(904)에 통신가능하게 결합된 초음파 디바이스(902)를 포함하는 예시적인 초음파 시스템(900)을 도시한다. 초음파 디바이스(902)는, 본 명세서에서 그 예들이 제공된 복수의 동작 모드 중 임의의 모드에서 피험자(901)를 촬영하는데 이용될 수 있다.

[0134] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스(902)를 동작시키는 동작 모드는 컴퓨팅 디바이스(904)의 사용자에게 의해 선택될 수 있다. 예를 들어, 도시된 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스(904)는 디스플레이(906)를 포함하고 디스플레이(906)를 통해 상이한 동작 모드들의 메뉴(910)를 포함하는 그래픽 사용자 인터페이스를 프리젠틱하도록 구성된다(추가 예들이 도 12a 및 도 12b에 도시됨). 그래픽 사용자 인터페이스는, 선택될 수 있는 동작 모드들 각각에 대한 GUI 요소(예를 들어, 아이콘, 영상, 텍스트 등)를 포함할 수 있다. 사용자는, (디스플레이가 터치 스크린을 포함하는 경우) 컴퓨팅 디바이스의 스크린을 탭하거나, 마우스, 키보드, 음성 입력을 이용하거나, 또는 기타 임의의 적절한 방식으로, 디스플레이된 메뉴 옵션 중 하나를 선택할 수 있다. 사용자의 선택을 수신한 후, 컴퓨팅 디바이스(904)는 선택된 동작 모드의 표시를 통신 링크(912)를 통해 초음파 디바이스(902)에 제공할 수 있다.

[0135] 일부 실시예에서, 선택된 동작 모드의 표시를 컴퓨팅 디바이스(904)로부터 수신하는 것에 응답하여, 초음파 디바이스(902)는 동작 모드와 연관된 구성 프로파일에 액세스할 수 있다. 구성 프로파일은, 초음파 프로브를 선택된 동작 모드에서 기능하도록 구성하는데 이용되는 하나 이상의 파라미터 값을 명시할 수 있다. 이러한 파라미터 값의 예가 여기서 제공된다.

[0136] 일부 실시예에서, 선택된 모드에 대한 구성 프로파일은 초음파 프로브(902)에 온보드로 (예를 들어, 도 13에 도시된 구성 프로파일 메모리(1302)에) 저장될 수 있다. 다른 실시예에서, 선택된 모드에 대한 구성 프로파일은 통신 링크(912)를 통해 컴퓨팅 디바이스(904)로부터의 초음파 프로브에 제공될 수 있다. 역시 또 다른 실시예에서, 구성 모드의 파라미터 값들 중 하나 이상은 초음파 프로브에 온보드로 저장될 수 있고, 구성 모드의 하나 이상의 다른 파라미터 값은 통신 링크(912)를 통해 컴퓨팅 디바이스(904)로부터 초음파 프로브에 제공될 수 있다.

[0137] 일부 실시예에서, 특정한 동작 모드에서의 동작 동안에 초음파 디바이스(902)에 의해 획득된 데이터는 통신 링크(912)를 통해 컴퓨팅 디바이스(904)에 제공될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(904)는 수신된 데이터를 처리하여 하나 이상의 초음파 영상을 생성하고 생성된 초음파 영상을 (예를 들어, 도 14에 도시된) 디스플레이(906)를 통해 디스플레이할 수 있다.

[0138] 일부 실시예에서, 초음파 프로브(902)는, 예를 들어, 도 8에 도시된 초음파 프로브를 포함한, 본 명세서에서 설명된 임의의 적절한 유형의 핸드헬드 초음파 프로브일 수 있다. 일부 실시예에서, 핸드헬드 초음파 프로브는 디스플레이를 포함할 수 있고, 예를 들어, 도 6a 및 도 6b에 도시된 종류의 초음파 프로브일 수 있다(이러한 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스(904)에 의해 수행되는 기능의 일부 또는 전부는 초음파 프로브에 온보드로 수행될 수 있음). 다른 실시예에서, 초음파 프로브(902)는 착용형 초음파 프로브일 수 있고, 예를 들어, 도 7a 내지 도 7d에 도시된 패치 등의 피부 장착형 초음파 패치일 수 있다.

[0139] 도 13은, 일부 실시예에서, 초음파 디바이스(902)의 블록도를 도시한다. 도 13에 도시된 바와 같이, 초음파 디바이스(902)는, 하나 이상의 트랜스듀서 배열(예를 들어, 어레이)(102), 전송(TX) 회로(104), 수신(RX) 회로(106), 타이밍 & 제어 회로(108), 신호 조정/처리 회로(110), 전력 관리 회로(118), 및/또는 고밀도 포커싱된 초음파(HIFU; high-intensity focused ultrasound) 제어기(120)를 포함한, 도 1b를 참조하여 도시되고 설명된

컴포넌트들을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 도시된 요소들 모두는 단일의 반도체 다이(112) 상에 형성된다. 그러나, 대안적 실시예에서, 도시된 요소들 중 하나 이상은 그 대신에 오프 칩 위치될 수 있다는 점을 이해해야 한다.

[0140] 또한, 도 13의 실시예에 도시된 바와 같이, 초음파 디바이스(902)는, 각각의 하나 이상의 동작 모드에 대한 하나 이상의 구성 프로파일을 저장할 수 있는 구성 프로파일 메모리(1302)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 구성 프로파일 메모리(1302)는 하나 이상의 구성 프로파일 각각에 대한 파라미터 값을 저장할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 회로(예를 들어, 회로(108))는, 구성 프로파일 메모리(1302)에서, 선택된 구성 프로파일에 대한 파라미터 값을 액세스하고 액세스된 파라미터 값들에 따라 동작하도록 초음파 프로브의 하나 이상의 다른 컴포넌트(예를 들어, 전송 회로, 수신 회로, 초음파 트랜스듀서 등)를 구성하도록 구성될 수 있다.

[0141] 일부 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스(904)는 휴대형 디바이스일 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(904)는, 모바일 전화, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 또는 랩탑일 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(904)는 임의의 적절한 유형일 수 있는 디스플레이를 포함할 수 있거나 및/또는 컴퓨팅 디바이스(904) 외부의 디스플레이에 통신가능하게 결합될 수 있다. 다른 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스(904)는 고정된 디바이스(예를 들어, 데스크탑 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터 등)일 수 있다.

[0142] 일부 실시예에서, 통신 링크(912)는 유선 링크일 수 있다. 다른 실시예에서, 통신 링크(912)는 무선 링크(예를 들어, Bluetooth 또는 Wi-Fi 접속)일 수 있다.

[0143] 도 10은, 본 명세서에서 설명된 기술의 일부 실시예에 따른, 범용 초음파 디바이스를 동작시키기 위한 예시적인 프로세스(1000)의 플로차트이다. 예시적인 프로세스(1000)는 임의의 적절한 디바이스(들)에 의해 수행될 수 있고, 예를 들어, 도 9를 참조하여 설명된 초음파 디바이스(902) 및 컴퓨팅 디바이스(904)에 의해 수행될 수 있다. 또 다른 예로서, 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 프로세스(1000)의 모든 동작을 수행할 수 있다.

[0144] 프로세스(1002)는 동작 1002에서 시작하고, 여기서, 복수의 동작 모드를 보여주는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)가 디스플레이 상에 나타난다. 디스플레이는 초음파 프로브에 통신가능하게 결합된 컴퓨팅 디바이스의 일부(예를 들어, 모바일 스마트폰의 디스플레이)일 수 있다. GUI는 복수의 동작 모드 각각에 대한 GUI 요소(예를 들어, 아이콘, 영상, 텍스트 부분, 메뉴 항목 등)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 동작을 나타내는 각각의 GUI 요소는, 예를 들어 손가락 또는 스타일러스(디스플레이가 터치스크린인 경우)로 탭하거나 및/또는 클릭을 통해 사용자에 의해 선택될 수 있다. 추가로 또는 대안으로서, GUI 요소는 키보드 입력 및/또는 음성 입력을 통해 선택될 수 있고, 본 명세서에서 설명된 기술의 양태는 이 점에서 제한되지 않는다.

[0145] 일부 실시예에서, GUI는 컴퓨팅 디바이스에서 실행되는 애플리케이션 프로그램에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, GUI는 모바일 스마트폰 상에서 실행되는 애플리케이션 프로그램 "앱"에 의해 생성될 수 있다. 애플리케이션 프로그램은, GUI를 생성 및 디스플레이할 뿐만 아니라 동작 1004에서 사용자의 동작 모드 선택을 수신하고 동작 1006에서 사용자의 선택의 표시를 초음파 디바이스에 제공하도록 구성될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 애플리케이션 프로그램은 초음파 디바이스에 의해 수집된 데이터를 수신하고, 이 데이터를 이용하여 하나 이상의 초음파 영상을 생성하며, 생성된 초음파 영상(들)을 모바일 컴퓨팅 디바이스의 디스플레이를 이용하여 디스플레이하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 애플리케이션 프로그램은, (초음파 영상(들) 자체를 생성하는 것이 아니라) 초음파 디바이스 상에서 온보드로 생성된 초음파 영상(들)을 수신하여 디스플레이할 수 있다.

[0146] 도 11은 동작 1002의 일부로서 디스플레이될 수 있는 예시적인 GUI(1100)를 도시한다. GUI(1100)는, 상이한 동작 모드들을 나타내는 GUI 요소들(1104, 1106, 1108 및 1110)을 포함하는 제1 부분(1102)을 포함한다. GUI(1100)는 4개의 동작 모드들의 메뉴를 도시하지만, GUI는 임의의 적절한 수의 동작 모드들을 보여줄 수 있기 때문에, 이것은 단지 설명을 위한 것이지 제한하려는 것은 아니다. 또한, 일부 실시예에서, GUI는 동작 모드들 주 일부를 보여줄 수 있고, 사용자가, 예를 들어 스크롤링하거나 GUI를 기타 임의의 적절한 방식으로 네비게이션함으로써 추가적인 동작 모드들을 드러내는 것을 허용할 수 있다. 예시적인 GUI(1100)는 또한, 사용자가 제1 부분(1102)에 도시된 동작 모드들 중 어떠한 것도 선택하지 않는 것을 허용하는, "취소" 옵션에 대응하는 GUI 요소를 보여주는 제2 부분(1112)을 포함한다.

[0147] 도 12a는 동작 1002의 일부로서 디스플레이될 수 있는 또 다른 예시적인 GUI(1202)를 도시한다. GUI(1202)는, 복부 촬영, 소부위 촬영, 심장 촬영, 폐 촬영, 및 안구 촬영을 수행하기 위한 동작 모드들에 각각 대응하는 GUI 요소들(1204, 1206, 1208, 1210, 및 1212)을 포함하는 각각의 동작 모드에 대응하는 복수의 선택가능한 GUI 요

소를 포함한다. "샵 프리셋(Shop Presets)" GUI 요소(1214)는, 사용자가 추가적인 동작 모드(들)에 대한 하나 이상의 구성 프로파일을 (예를 들어, 구매를 통해) 다운로드하는 것을 허용한다. 추가적인 구성 프로파일이 다운로드된 후, 이들은 추가 동작 모드(들)에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하는데 이용될 수 있다. GUI(1202)는 또한, 사용자가 GUI(1202)에 나타난 어떠한 동작 모드도 선택하지 않는 것을 허용할 수 있는, "취소" 옵션에 대응하는 GUI 요소(1216)를 포함한다.

[0148] 또한, 도 12a에 도시된 바와 같이, GUI(1202)는, 하이라이트된 동작 모드를 나타내는 동작 모드 표시자(1218)를 포함한다. 사용자가 (예를 들어, 터치 스크린을 따라 스와이핑함으로써, 마우스 또는 키보드를 이용하여 스크롤함으로써 등에 의해) 상이한 동작 모드들을 스크롤할 때, 상이한 동작 모드들이 동작 모드 표시자(1218)에 의해 하이라이트될 수 있다. 사용자는 하이라이트된 동작 모드를 선택할 수 있다(예를 들어, 탭, 클릭 등에 의해). 이에 응답하여, GUI는 사용자에게 자신의 선택에 대한 시각적인 확인을 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 12b에 도시된 바와 같이, 사용자가 심장 동작 모드를 선택한 후에, GUI는 동작 모드 표시자의 색상을 변경함으로써 사용자의 선택의 시각적 확인을 제공한다. 동작 모드 표시자는 모드를 식별하는 텍스트를 둘러싼 컬러 박스 또는 기타의 형상을 통해 구현될 필요가 없다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 동작 모드 표시자는, 텍스트에 밑줄을 긋거나, 텍스트 크기를 변경하거나, 폰트 크기를 변경하거나, 텍스트를 기울임꼴로 하거나, 및/또는 기타 임의의 적절한 방식에 의해 제공될 수 있다. 일부 실시예에서는 동작 모드 표시자가 시각적일 수 있지만, 역시 다른 실시예에서는, 동작 모드 표시자는 (예를 들어, 동작 모드를 나타내는 기록된 또는 합성된 음성의 재생을 통해) 오디오 표시자로서 제공될 수도 있다. 유사하게, 선택의 시각적인 확인은 임의의 적절한 방식으로 사용자에게 제공될 수 있고, 일부 실시예에서는, 시각적 확인에 추가하여 또는 그 대신에 오디오 확인이 제공될 수 있다.

[0149] 동작 1002에서 GUI가 디스플레이된 후, 프로세스(1000)는 동작 1004로 진행하고, 여기서, 사용자가 동작 모드들 중 하나를 선택하는 결과로서, 동작 모드의 사용자 선택이 (예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(904)에 의해) 수신된다. 논의된 바와 같이, 사용자는, 터치스크린, 마우스, 키보드, 음성 입력, 및/또는 기타 임의의 적절한 방식을 이용함으로써 GUI를 통해 동작 모드들 중 하나를 선택할 수 있다. GUI는 사용자에게 선택의 시각적 확인을 제공할 수 있다.

[0150] 그 다음, 프로세스(1000)는 동작 1006으로 진행하고, 여기서, 선택된 동작 모드의 표시가 초음파 디바이스에 제공된다. 예를 들어, 선택된 동작 모드의 표시는 컴퓨팅 디바이스(904)에 의해 초음파 디바이스(902)에 제공될 수 있다. 이 표시는 임의의 적절한 포맷으로 제공될 수 있고, 본 기술의 양태는 이 점에서 제한되지 않는다. 일부 실시예에서, 이 표시는 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일의 적어도 일부(예를 들어, 전부)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이 표시는 선택된 동작 모드에 대한 하나 이상의 파라미터 값을 포함할 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, 이 표시는 선택된 동작 모드를 식별하는 정보를 포함할 수 있지만, 그 모드에 대한 어떠한 파라미터 값도 포함하지 않으며, 그 파라미터 값은 초음파 디바이스에 온보드로 저장될 수 있다.

[0151] 그 다음, 동작 1008에서, 초음파 디바이스는 선택된 동작 모드에 대한 구성 프로파일을 획득한다. 일부 실시예에서, 구성 프로파일은, 초음파 디바이스에 온보드로 탑재된 적어도 하나의 메모리(예를 들어, 도 13에 도시된 구성 프로파일 메모리(1302))에 저장될 수 있다. 다른 실시예에서, 구성 프로파일의 적어도 일부(예를 들어, 파라미터 값들의 적어도 일부)는 외부 디바이스로부터 초음파 프로브에 제공될 수 있다(예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(904)는 선택된 동작 모드에 대한 구성 프로파일의 적어도 일부 또는 전부를 초음파 프로브(902)에 전송할 수 있다).

[0152] 그 다음, 동작 1010에서, 획득된 구성 프로파일 내의 파라미터 값들은 선택된 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 구성하는데 이용될 수 있다. 이를 위해, 파라미터 값들은 초음파 디바이스의 하나 이상의 컴포넌트를 구성하는데 이용될 수 있고, 이를 위해, 하나 이상의 레지스터, 메모리 등에 로딩될 수 있으며, 이들 위치들로부터 파라미터 값들은 선택된 동작 모드에서의 동작 동안 초음파 프로브 회로에 의해 이용될 수 있다.

[0153] 그 다음, 동작 1012에서, 초음파 디바이스는, 선택된 동작 모드에 대한 구성 프로파일에 명시된 파라미터 값들을 이용하여 선택된 동작 모드에서 동작될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 초음파 디바이스의 제어 회로(예를 들어, 도 13에 도시된 제어 회로(108))는, 구성 프로파일에 명시된 파라미터 값을 이용하여 초음파 프로브의 하나 이상의 컴포넌트(예를 들어, 파형 생성기, 프로그램가능한 지연 메쉬 회로, 전송 회로, 수신 회로 등)를 제어할 수 있다.

[0154] 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 초음파 프로브에 의해 획득된 데이터는 처리되어 초음파 영상을 생성할 수 있다. 일부 실시예에서, 초음파 프로브에 의해 획득된 데이터는 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 컴퓨팅 디바이스

(904))에 제공되어 하나 이상의 초음파 영상을 생성하도록 처리될 수 있다. 이어서, 초음파 영상(들)은 컴퓨팅 디바이스의 디스플레이를 통해 사용자에게 프리젠틱팅될 수 있다.

- [0155] 도 14는 하나 이상의 초음파 영상(예를 들어, 단일 초음파 영상, 초음파 영상의 시리즈 또는 영화)을 사용자에게 보여주도록 구성되는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)(1400)의 한 예를 도시한다. 도 14의 예에서, GUI(1400)는 영상 부분(1406)에 초음파 영상을 디스플레이한다. 초음파 영상에 추가하여, GUI(1400)는, 상태 바(1402), 스케일(1404) 및 선택가능한 옵션(1408, 1410 및 1412) 등의 다른 컴포넌트들을 포함할 수 있다.
- [0156] 일부 실시예에서, 상태 바(1402)는, 예를 들어, 동작 주파수 및/또는 배터리 수명 표시자 등의, 초음파 디바이스의 상태에 관한 정보를 디스플레이할 수 있다. 일부 실시예에서, 스케일(1404)은 영상 부분(1406)에 대한 스케일을 보여줄 수 있다. 스케일(1404)은 영상 부분(1406)에 대한 스케일을 보여줄 수 있다. 스케일(1404)은, 깊이, 크기, 또는 영상 부분(1406)과 함께 디스플레이하기 위한 기타 임의의 적절한 파라미터에 대응할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 부분(1406)은 스케일(1404)없이 디스플레이될 수 있다.
- [0157] 일부 실시예에서, 선택가능한 옵션(1408)은, 사용자가, 초음파 디바이스의 하나 이상의 동작 모드로부터 선택된 하나 이상의 미리 설정된 동작 모드들에 액세스하는 것을 허용할 수 있다. 선택가능한 옵션(1410)은 사용자가 영상 부분(1406)의 정지 영상을 찍는 것을 허용할 수 있다. 선택가능한 옵션(1412)은 사용자가 영상 부분(1406)의 비디오를 기록하는 것을 허용할 수 있다. 선택가능한 옵션(1414)은 사용자가 초음파 디바이스의 동작 모드들 중 임의의 또는 모든 동작 모드에 액세스하는 것을 허용할 수 있다. 일부 실시예에서, 선택가능한 옵션들(1408, 1410, 1412 및 1414) 중 임의의 것 또는 전부가 디스플레이될 수 있는 반면, 다른 실시예에서는 이들 중 어느 것도 디스플레이되지 않을 수 있다.
- [0158] 전술된 바와 같이, 일부 실시예에서, 초음파 프로브는 각각의 구성 프로파일과 각각 연관된 복수의 동작 모드 중 하나에서 동작될 수 있다. 동작 모드에 대한 구성 프로파일은 그 동작 모드에서 기능하는 초음파 프로브에 의해 이용되는 하나 이상의 파라미터 값을 명시할 수 있다. 이하의 표 2 내지 표 4는 복수의 예시적인 동작 모드에 대한 구성 프로파일에서의 파라미터 값들을 보여준다. 특정한 구성 프로파일에 대한 파라미터 값들은, 3개의 테이블 모두에서 특정한 행에 표시되어 있다(모든 파라미터 값을 보여주는 단일 테이블은 프리젠틱이션의 용이화를 위해 3개의 테이블로 분할되었으며, 처음 2개의 열은 각각의 표에서 반복되어 교차-참조를 간소화한다). 따라서 표 2 내지 표 4의 각각의 행은 특정한 동작 모드에 대한 구성 프로파일의 파라미터 값들을 명시한다. 예를 들어, 복부 촬영을 위한 동작 모드에 대한 파라미터 값들은, 표 2의 제1 행, 표 3의 제1 행, 및 표 4의 제1 행에서 찾을 수 있다. 또 다른 예로서, 갑상선 촬영을 위한 동작 모드에 대한 파라미터 값들은, 표 2의 마지막 행, 표 3의 마지막 행, 및 표 4의 마지막 행에서 찾을 수 있다.
- [0159] 표 2 내지 표 4에서 이해할 수 있는 바와 같이, 일부 파라미터 값들은 복수의 모드에 걸쳐 변하지만, 상이한 모드들에 대한 파라미터들 값들 모두가 서로 상이하지는 않기 때문에, 일부 파라미터 값들은 복수의 모드에서 동일할 수 있다. 그러나, 하나 이상의 파라미터 값은 임의의 2개의 주어진 동작 모드에 대해 상이하다. 표 2 내지 표 4에 도시된 값들은 가능한 파라미터들의 예라는 것을 이해해야 한다. 동작 모드들에 적절한 임의의 값들의 범위가 가능하다; 예를 들어, 열거된 값들 임의의 것에 대해, +/-20 % 이내의 대안적인 값이 이용될 수도 있다.
- [0160] 표 2는, (1) 전송 중심 주파수 값을 나타내며 이 예에서는 Hertz로 명시된 "TX 주파수(Hz)" 파라미터의 파라미터 값; (2) 트랜스듀서 어레이에 의해 이용되는 전송 사이클의 수를 나타낼 수 있는 "TX # 사이클" 파라미터에 대한 파라미터 값; (3) 방위각 초점 값들 나타낼 수 있고 이 예에서는 미터 단위로 명시되는 "TX Az. 초점(m)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (4) 고도 초점 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 미터 단위로 명시되는 "TX El. 초점(m)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (5) 전송기 방위각의 F 수를 나타낼 수 있는(및 방위각 초점 값을 방위각 애퍼처 값으로 나눔으로써 획득될 수 있는) "TX Az. F#" 파라미터에 대한 파라미터 값; (6) 전송기 고도의 F 수를 나타낼 수 있는(및 고도 초점 값을 방위각 애퍼처 값으로 나눔으로써 획득될 수 있는) "TX El. F#" 파라미터에 대한 파라미터 값; (7) 방위각 애퍼처 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 미터 단위로 명시되는 "TX Az. 애퍼처(m)" 파라미터에 대한 파라미터 값을 포함하는, 복수의 동작 모드에 대한 파라미터 값들을 보여준다. 일부 실시예에서, "TX Az. 애퍼처" 파라미터는 1.8 내지 3.5 cm의 범위를 가질 수 있다(예를 들어, 1.9 내지 3.4 cm 또는 2.0 내지 3.3 cm). 표 2는 또한, 간소화를 위해 표 3에 복제되어 있고 표 3과 관련하여 이하에 더 설명되는 "TX El. 애퍼처(m)"에 대한 열을 포함한다.

표 2

미리 설정된 명칭	TX 주파수 (Hz)	TX # 사이클들	TX Az. 초점 (m)	TX El. 초점 (m)	TX Az. F#	TX El. F#	TX Az. 애퍼처 (m)	TX El. 애퍼처 (m)
abdomen	3500000	1	0.1	0.07	4	5	0.025	0.013
abdomen_thi	1750000	1	0.1	0.07	4	5	0.025	0.013
abdomen_vascular	2800000	2	0.18 INF		2 INF		0.028	0.013
abdomen_vascular_thi	1600000	1	0.08 INF		2 INF		0.028	0.013
cardiac	2300000	2	0.14 INF		3 INF		0.028	0.013
cardiac_thi	1500000	2	0.06 INF		3 INF		0.020	0.013
carotid	8100000	2	0.045	0.06	4	18	0.011	0.003
carotid_flow	4000000	4 INF		0.1	1	1	0.028	0.013
interleave_cardiac_flow_bmode	3000000	1 INF		0.09	2	2	0.028	0.013
interleave_cardiac_flow_color	2000000	4 INF		0.1	2	7.5	0.028	0.013
interleave_carotid_flow_bmode	7500000	2 INF		0.06	2	9	0.028	0.007
interleave_carotid_flow_color	4000000	4 INF		0.05	1	1	0.028	0.013
joint	7000000	1 INF		0.03	1	6.5	0.028	0.005
joint_power	4000000	4 INF		0.01	1	0.75	0.028	0.013
m_mode	4000000	1 INF		0.03	2	2	0.028	0.013
msk	6200000	2 INF		0.03	2	6.5	0.028	0.005
msk_superficial	8300000	1	0.02	0.02			0.005	0.004
obstetric	3500000	1	0.14	0.09	4	5	0.028	0.013
patch_kidney	3000000	2 INF		0.06	2	2	0.028	0.013
thyroid	7500000	2	0.045	0.035	4	2.5	0.011	0.013

표 2: 상이한 동작 모드들과 연관된 구성 프로파일들에 대한 예시적인 파라미터 값들.

[0161]

[0162]

표 3은, (1) 고도 애퍼처 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 미터 단위로 명시되는 "TX El. 애퍼처(m)" 파라미터에 대한 파라미터 값. 일부 실시예에서, TX El. 애퍼처 파라미터는 1.5-2.5cm의 범위일 수 있다(예를 들어, 1.75-2.25cm); (2) 트랜스듀서 바이어스 전압 값을 나타낼 수 있고, 이 예에서는 볼트 단위로 명시되는 "바이어스 전압(V)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (3) 전송 피크-대-피크 전압 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 볼트 단위로 명시되는 "TX Pk-Pk 전압(V)" 파라미터에 대한 파라미터 값; 및 (4) 극성 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 유니폴라 또는 바이폴라 중 하나인 "바이폴라?" 파라미터에 대한 파라미터 값을 포함하는, 복수의 동작 모드에 대한 추가적인 파라미터 값들을 보여준다.

표 3

미리 설정된 명칭	TX 주파수 (Hz)	TX El. 애퍼처 (m)	바이어스 전압(V)	TX Pk-Pk. 전압 (V)	바이폴라?
abdomen	3500000	0.013	70	31	참
abdomen_thi	1750000	0.013	70	38	거짓
abdomen_vascular	2800000	0.013	60	40	참
abdomen_vascular_thi	1600000	0.013	60	40	참
cardiac	2300000	0.013	60	31	참
cardiac_thi	1500000	0.013	60	40	참
carotid	8100000	0.003	80	20	참
carotid_flow	4000000	0.013	80	41	참
interleave_cardiac_flow_bmode	3000000	0.013	48	31	거짓
interleave_cardiac_flow_color	2000000	0.013	48	31	거짓
interleave_carotid_flow_bmode	7500000	0.007	80	41	참
interleave_carotid_flow_color	4000000	0.013	80	41	참
joint	7000000	0.005	90	18	거짓
joint_power	4000000	0.013	90	16	거짓
m_mode	4000000	0.013	60	31	거짓
msk	6200000	0.005	90	18	거짓
msk_superficial	8300000	0.004	90	20	참
obstetric	3500000	0.013	70	31	참
patch_kidney	3000000	0.013	60	25	거짓
thyroid	7500000	0.013	80	20	참

표 3: 표 2의 구성 프로파일들 내의 (추가적인 파라미터들에 대한) 예시적인 파라미터 값들.

[0163]

[0164]

표 4는, (1) 수신 중심 주파수 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 헤르쯔 단위로 명시되는 "RX 주파수 (Hz)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (2) ADC 클럭 레이트 값을 나타낼 수 있고, 이 예에서는 헤르쯔 단위로 명시되는 "ADC 레이트 (Hz)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (3) 데시메이션 레이트 값을 나타낼 수 있는 "데시메이션 레

이트" 파라미터에 대한 파라미터 값; (4) 수신기의 대역폭을 나타낼 수 있고, 이 예에서는 헤르쯔 단위로 명시되는 "대역폭 (Hz)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (5) 동작 주파수 범위의 낮은 컷오프 및 높은 컷오프를 각각 나타내며, 이 예에서는 헤르쯔 단위로 명시되는 "저(Low)(Hz)" 파라미터 및 "고(High)(Hz)" 파라미터에 대한 파라미터 값; (6) 미터 단위로 제공될 수 있는 "RX 깊이(m)" 파라미터에 대한 파라미터 값; 및 (7) 수신기 지속기간 값을 나타낼 수 있고 이 예에서는 마이크로초 단위로 명시되는 "RX 지속기간(us)" 파라미터에 대한 파라미터 값을 포함하는, 복수의 동작 모드에 대한 추가적인 파라미터 값들을 보여준다.

표 4

미리 설정된 명칭	TX 주파수 (Hz)	RX 주파수 (Hz)	ADC 레이트(Hz)	샘플링 레이트	대역폭 (MHz)	저 (Hz)	고 (Hz)	RX 깊이(m)	RX 지속기간 (us)
abdomen	3500000	3500000	25000000	4	3125000	1937500	5062500	0.12	80.0
abdomen_thi	1750000	3500000	25000000	4	3125000	1937500	5062500	0.12	80.0
abdomen_vascular	2800000	2800000	25000000	6	2083333	1758333	3841667	0.15	100.0
abdomen_vascular_thi	1600000	3200000	25000000	6	2083333	2158333	4241667	0.15	100.0
cardiac	2300000	2300000	25000000	6	2083333	1258333	3341667	0.15	100.0
cardiac_thi	1500000	3000000	25000000	6	2083333	1958333	4041667	0.15	100.0
carotid	8100000	8100000	25000000	3	4166667	6016667	10183333	0.04	26.7
carotid_flow	4000000	4000000	25000000	8	1562500	3218750	4781250	0.04	26.7
interleave_cardiac_flow_bmode	3000000	3000000	25000000	16	781250	2609375	3390625	0.035	23.3
interleave_cardiac_flow_color	2000000	2000000	25000000	16	781250	1609375	2390625	0.035	23.3
interleave_carotid_flow_bmode	7500000	7500000	25000000	5	2500000	6250000	8750000	0.16	106.7
interleave_carotid_flow_color	4000000	4000000	25000000	9	1388889	3305556	4694444	0.16	106.7
joint	7000000	7000000	25000000	3	4166667	4916667	9083333	0.03	20.0
joint_power	4000000	4000000	25000000	5	2500000	2750000	5250000	0.025	16.7
m_mode	4000000	4000000	25000000	8	1562500	3218750	4781250	0.15	100.0
msk	6200000	6200000	25000000	3	4166667	4166667	8283333	0.04	26.7
msk_superficial	8300000	8300000	25000000	2	6250000	5175000	11425000	0.02	13.3
obstetric	3500000	3500000	25000000	4	3125000	1937500	5062500	0.15	100.0
patch_kidney	3000000	3000000	25000000	9	1388889	2305556	3694444	0.11	73.3
thyroid	7500000	7500000	25000000	4	3125000	5937500	9062500	0.04	26.7

표 4: 표 2의 구성 프로파일들 내의 (또 다른 추가적인 파라미터들에 대한) 예시적인 파라미터 값들.

[0165]

[0166]

앞서 설명된 바와 같이, 적어도 일부 실시예에서, 상이한 동작 모드들과 함께 상이한 해상도들이 달성되거나 제공될 수 있다. 예를 들어, 표 2 내지 표 4에 반영된 동작 모드들은, 300 μm 내지 2,000 μm 범위와 그 범위 내의 임의의 값뿐만 아니라, 다른 범위의 측방향 해상도를 제공할 수 있다. 동일한 동작 모드들은, 200 μm 내지 5,000 μm 범위와 그 범위 내의 임의의 값 뿐만 아니라, 다른 범위의 초점에서 측방향 해상도를 제공할 수 있다. 동일한 동작 모드들은, 300 μm 내지 7,000 μm 범위와 그 범위 내의 임의의 값 뿐만 아니라, 다른 범위의 초점에서 고도방향 해상도를 제공할 수 있다. 비제한적인 예로서, 제1 "복부" 모드는 대략 400 μm의 측방향 해상도, 대략 2,000 μm의 초점에서의 측방향 해상도, 및 대략 2,700 μm의 초점에서의 고도방향 해상도를 제공할 수 있다. 대조적으로, "interleave cardiac flow color" 모드는 대략 1,700 μm의 측방향 해상도, 대략 900 μm의 초점에서의 측방향 해상도, 및 대략 7,000 μm의 초점에서의 고도방향 해상도를 제공할 수 있다. 이들은 비제한적인 예를 나타낸다.

[0167]

설명된 바와 같이, 본 출원의 양태에 따른 초음파 디바이스(예를 들어, 프로브)는 다양한 연관된 주파수 범위 및 깊이를 갖는 다양한 모드에서 이용될 수 있다. 따라서, 본 명세서의 다양한 양태에 따른 초음파 디바이스들은 상이한 초음파 빔들을 생성하는데 이용될 수 있다. 이 점을 설명하기 위해, 다양한 비제한적인 예들이 이제 도 15 내지 도 17과 관련하여 설명된다. 본 명세서에서 설명된 초음파 디바이스는, 적어도 일부 실시예에서, 통상적으로, 선형, 섹터, 곡선(볼록), 및 기계적으로 스캔된(이동된) 프로브와 연관된 2개 이상의 초음파 빔 유형(예를 들어, 빔 형상)을 생성할 수 있다. 적어도 일부 실시예에서, 본 출원의 양태에 따른 초음파 프로브는, 통상적으로, 선형, 섹터, 곡선 및 기계적으로 스캔된 프로브 모두와 연관된 초음파 빔을 생성할 수 있다.

[0168]

도 15는 본 발명의 비제한적인 실시예에 따른 초음파 프로브의 빔 형상의 한 예를 도시한다. 도 15에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브는 트랜스듀서 어레이(1500)에 의해 생성된 선형 빔 형상(1502)을 이용할 수 있다. 빔 형상(1502)은 소정 공간 영역에 걸친 누적된 방위각 전송 강도에 기초할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 복수의 고도방향 전송 각도 및/또는 초점을 취득하고 이들을 코히어런트 합산함으로써, 방위각 빔 형상은 효과적으로 좁은 슬라이스가 될 수 있다. 빔 형상(1502)의 허리의 깊이는, 이용되는 주파수의 감쇠에 기초하여 적절한 위치에 고정될 수 있다. 일부 실시예에서, 선형 빔 형상(1502)은, 3-7 MHz, 5-12 MHz, 또는 7-15 MHz에서 이용될 수 있다. 선형 빔 형상(1502)은 증가하는 주파수들에서 더 높은 해상도 및 더 얇은 촬영을 제공할 수

있다.

- [0169] 도 16은 비제한적인 실시예에 따른 초음파 프로브에 대한 빔 형상의 또 다른 예를 도시한다. 도 16에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브는 트랜스듀서 어레이(1500)에 의해 생성된 섹터 빔 형상(1602)을 이용할 수 있다. 빔 형상(1602)은 소정 공간 영역에 걸친 누적된 방위각 전송 강도에 기초할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 일부 실시예에서, 섹터 빔 형상(1602)은, 1-3 MHz, 2-5 MHz, 또는 3.6-10 MHz에서 이용될 수 있다. 이들 주파수 범위는, 예를 들어, 심장, 복부, 골반, 또는 흉부 촬영에 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 섹터 빔 형상(1602)은 깊은 조직 촬영에 적합할 수 있다.
- [0170] 도 17은 초음파 프로브의 빔 형상의 또 다른 예를 도시한다. 도 17에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브는 트랜스듀서 어레이(1500)에 의해 생성된 3D 빔 형상(1702)을 이용할 수 있다. 빔 형상(1702)은 소정 공간 영역에 걸친 누적된 방위각 전송 강도에 기초할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 일부 실시예에서, 3D 빔 형상(1702)은, 3.5-6.5 MHz, 또는 7.5-11 MHz에서 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 3D 빔 형상(1702)은, 기계적으로 프로브를 스캔하지 않고, 섹터 또는 곡선 프로파일 중 하나를 전자적으로 스캔/스위핑한 결과일 수 있다. 일부 실시예에서, 3D 빔 형상(1702)은 3D 체적 촬영에 적합할 수 있다.
- [0171] 본 출원의 적어도 일부 실시예에 따르면, 초음파 프로브는, 도 15 내지 도 17에 도시된 모든 빔 형상을 생성할 수 있을 뿐만 아니라, 추가적인 빔 형상들을 잠재적으로 생성할 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서 어레이(1500)는 도 15a 내지 도 15c에 도시된 모든 빔 형상을 생성할 수 있다. 게다가, 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 다양한 동작 모드, 및 다양한 연관된 빔 형상이 실질적으로 납작한 초음파 트랜스듀서 어레이로 생성될 수 있다. 따라서, 적어도 일부 실시예에서, 통상적으로 곡선 트랜스듀서 어레이와 연관된 빔 형상은, 대신에, 실질적으로 납작한 초음파 트랜스듀서 배열로 달성될 수 있다.
- [0172] 지금까지 본 개시내용에서 개시된 기술의 수 개의 양태와 실시예들을 설명하였으므로, 본 기술분야의 통상의 기술자에게는, 다양한 변형, 수정, 및 개선이 용이하다는 것을 이해해야 한다. 이러한 변형, 수정 및 개선은 본 명세서에서 설명된 기술의 사상과 범위 내에 포함시키고자 한다. 예를 들어, 본 기술 분야의 통상의 기술자라면, 기능을 수행하거나 및/또는 여기서 설명된 결과 및/또는 이점들 중 하나 이상을 획득하기 위해 다양한 다른 수단 및/또는 구조를 용이하게 구상할 것이며, 이러한 변형들 및/또는 수정들 각각은 본 명세서에서 설명된 실시예들의 범위 내에 있는 것으로 간주된다. 본 기술분야의 통상의 기술자라면, 단지 일상적인 실험만으로, 본 명세서에서 설명된 특정한 실시예들에 대한 많은 균등물을 인식하거나, 확인할 수 있을 것이다. 따라서, 상기 실시예들은 단지 예로서 제시된 것일 뿐이며, 첨부된 청구항들과 그 균등물의 범위 내에서, 본 발명의 실시예들은 구체적으로 설명된 것과는 다른 방식으로 실시될 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 여기서 설명된 2 개 이상의 피쳐, 시스템, 항목, 재료, 키트 및/또는 방법의 임의의 조합은, 이러한 피쳐, 시스템, 항목, 재료, 키트 및/또는 방법이 상호 불일치하지 않는다면, 본 개시내용의 범위 내에 포함된다.
- [0173] 전술된 실시예들은 수 많은 방식들 중 임의의 방식으로 구현될 수 있다. 프로세스 또는 방법의 수행을 수반하는 본 개시내용의 하나 이상의 양태와 실시예들은 프로세스 또는 방법을 수행하거나 수행을 제어하기 위해 디바이스(예를 들어, 컴퓨터, 프로세서, 또는 기타의 디바이스)에 의해 실행가능한 프로그램 명령어를 이용할 수 있다. 이 점에서, 다양한 발명적 개념은, 하나 이상의 컴퓨터 또는 기타의 프로세서 상에서 실행될 때, 전술된 다양한 실시예들 중 하나 이상을 구현하는 방법들을 수행하는 하나 이상의 프로그램으로 인코딩된 컴퓨터 판독가능한 저장 매체(또는 복수의 컴퓨터 판독가능한 저장 매체)(예를 들어, 컴퓨터 메모리, 하나 이상의 플로피 디스크, 콤팩트 디스크, 광 디스크, 자기 테이프, 플래시 메모리, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(Field Programmable Gate Arrays) 또는 기타의 반도체 디바이스의 회로 구성, 또는 기타의 유형 컴퓨터 저장 매체)로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 매체 또는 매체들은, 저장된 프로그램 또는 프로그램들이 하나 이상의 상이한 컴퓨터 또는 기타의 프로세서에 로딩되어 전술된 양태들 중 다양한 양태를 구현하도록, 이송가능할 수 있다. 일부 실시예에서, 컴퓨터 판독가능한 매체는 비일시적인 매체일 수 있다.
- [0174] 용어 "프로그램" 또는 "소프트웨어"는, 본 명세서에서, 전술된 다양한 양태를 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타의 프로세서를 프로그램하도록 채용될 수 있는 임의의 유형의 컴퓨터 코드 또는 컴퓨터-실행가능한 명령어 세트를 지칭하는 일반적 의미로 사용된다. 추가적으로, 한 양태에 따르면, 실행될 때 본 개시내용의 방법들을 수행하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램은 단일의 컴퓨터 또는 프로세서 상에 존재할 필요는 없고, 본 개시내용의 다양한 양태를 구현하기 위해 다수의 상이한 컴퓨터 또는 프로세서들 사이에서 모듈식으로 분산될 수도 있다는 점을 이해해야 한다.
- [0175] 컴퓨터-실행가능한 명령어는, 하나 이상의 컴퓨터 또는 기타의 디바이스에 의해 실행되는 프로그램 모듈 등의,

많은 형태로 존재할 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈은, 특정 작업들을 수행하거나 특정 추상 데이터 유형들을 구현하는 루틴, 프로그램, 객체, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 전형적으로, 프로그램 모듈의 기능은 다양한 실시예에서 원한다면 결합되거나 분산될 수도 있다.

- [0176] 또한, 데이터 구조는 임의의 적절한 형태의 컴퓨터-판독가능한 매체에 저장될 수 있다. 예시의 간소화를 위해, 데이터 구조는 데이터 구조 내의 위치를 통해 관련된 필드들을 갖는 것으로 도시될 수 있다. 이러한 관계는 마찬가지로, 필드들 사이의 관계를 전달하는 컴퓨터-판독가능한 매체 내의 위치들을 갖는 필드들에 대해 저장장소를 할당함으로써 달성될 수 있다. 그러나, 데이터 요소들 사이의 관계를 설정하는 포인터, 태그 또는 기타의 메커니즘의 이용을 포함한 임의의 적절한 메커니즘이 데이터 구조 내의 필드들에서 정보 간의 관계를 설정하기 위해 이용될 수 있다. 소프트웨어로 구현될 때, 소프트웨어 코드는, 단일의 컴퓨터에 제공된 또는 복수의 컴퓨터들 사이에 분산된 임의의 적절한 프로세서 또는 프로세서들의 집합 상에서 실행될 수 있다.
- [0177] 또한, 컴퓨터는, 비제한적 예로서, 랩-탑재형 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 또는 태블릿 컴퓨터 등의, 다수의 형태들 중 임의의 형태로 구현될 수 있다는 점을 이해해야 한다. 추가로, 컴퓨터는, 개인용 디지털 보조도구(PDA), 스마트폰 또는 기타 임의의 적절한 휴대형 또는 고정형 전자 디바이스를 포함한, 일반적으로 컴퓨터로서 간주되지 않지만 적절한 처리 기능을 갖는 디바이스에 임베딩될 수도 있다.
- [0178] 또한, 컴퓨터는 하나 이상의 입력 및 출력 디바이스를 가질 수도 있다. 이들 디바이스들은, 특히, 사용자 인터페이스를 프리젠티ング하는데 이용될 수 있다. 사용자 인터페이스를 제공하는데 이용될 수 있는 출력 디바이스들의 예로서는, 출력의 시각적 프리젠티이션을 위한 프린터 또는 디스플레이 스크린이나, 출력의 청각적 프리젠티이션을 위한 스피커 또는 기타의 사운드 생성 디바이스가 포함된다. 사용자 인터페이스를 위해 이용될 수 있는 입력 디바이스들의 예로서는, 키보드와, 마우스, 터치패드 및 디지털타이징 태블릿 등의 포인팅 디바이스가 포함된다. 또 다른 예로서, 컴퓨터는 음성 인식을 통한 또는 기타의 청각적 포맷의 입력 정보를 수신할 수 있다.
- [0179] 이러한 컴퓨터들은, 기업 네트워크, 지능형 네트워크(IN) 또는 인터넷 등의, 근거리 통신망이나 광역 네트워크를 포함한, 임의의 적절한 형태의 하나 이상의 네트워크에 의해 상호접속될 수 있다. 이러한 네트워크들은 임의의 적절한 기술에 기초할 수 있고 임의의 적절한 프로토콜에 따라 동작할 수 있으며 무선 네트워크, 유선 네트워크 또는 광섬유 네트워크를 포함할 수도 있다.
- [0180] 본 개시내용의 발명적 양태를 예시하기 위해 다음과 같은 비제한적인 예시적인 실시예들이 제공된다.
- [0181] 예 1은, 반도체 다이, 및 상기 반도체 다이 상에 집적된 복수의 초음파 트랜스듀서 -상기 복수의 초음파 트랜스듀서는 제1 주파수 범위와 연관된 제1 모드 및 제2 주파수 범위와 연관된 제2 모드에서 동작하도록 구성되고, 상기 제1 주파수 범위는 상기 제2 주파수 범위와 적어도 부분적으로 비중첩됨 -를 포함하는 초음파 프로브; 및 상기 제1 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하고, 상기 제2 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성되는 제어 회로를 포함하는 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0182] 예 2는, 상기 제1 주파수 범위의 폭이 적어도 1 MHz이고 상기 제2 주파수 범위의 폭이 적어도 1 MHz인 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0183] 예 3은, 상기 제1 주파수 범위의 제1 중심 주파수와 상기 제2 주파수 범위의 제2 중심 주파수 사이의 차이는 적어도 1 MHz인, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0184] 예 4는, 상기 차이가 적어도 2 MHz인, 예 3의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0185] 예 5는, 상기 차이가 약 6 MHz 내지 약 9 MHz인, 예 4의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0186] 예 6은, 상기 제1 주파수 범위가 1-5 MHz의 범위 내에 완전히 포함되는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0187] 예 7은, 상기 제1 주파수 범위가 2-4 MHz의 범위 내에 완전히 포함되는, 예 6의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0188] 예 8은, 상기 제2 주파수 범위가 5-9 MHz의 범위 내에 완전히 포함되는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.

- [0189] 예 9는, 상기 제2 주파수 범위가 6-8 MHz의 범위 내에 완전히 포함되는, 예 8의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0190] 예 10은, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서는 또한, 상기 제1 주파수 범위 및 상기 제2 주파수 범위와 적어도 부분적으로 비중첩하는 제3 주파수 범위와 연관된 제3 모드에서 동작하도록 구성되고, 상기 제어 회로는 또한 : 상기 제3 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제3 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성됨, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0191] 예 11은, 상기 제1 주파수 범위가 1-3 MHz의 범위 내에 완전히 포함되고, 상기 제2 주파수 범위가 3-7 MHz 범위 내에 완전히 포함되고, 제3 주파수 범위가 7-15 MHz의 범위 내에 완전히 포함되는, 예 10의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0192] 예 12는, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서가 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 검출하도록 제어될 때, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서에 의해 검출된 초음파 신호들은 피험자 내의 제1 깊이까지 피험자의 영상을 형성하는데 이용되고; 상기 복수의 초음파 트랜스듀서가 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 검출하도록 제어될 때, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서에 의해 검출된 초음파 신호들은 피험자 내의 제2 깊이까지의 피험자의 영상을 형성하는데 이용되며, 상기 제2 깊이는 상기 제1 깊이보다 작은, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0193] 예 13은, 상기 제1 깊이가 상기 피험자의 표면으로부터 8-25cm까지의 범위 내에 포함되는, 예 12의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0194] 예 14는, 상기 제1 깊이가 상기 피험자의 표면으로부터 15-20cm까지의 범위 내에 포함되는, 예 13의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0195] 예 15는, 상기 제2 깊이가 피험자의 표면으로부터 3-7cm까지의 범위 내에 포함되는, 예 12의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0196] 예 16은, 복수의 초음파 트랜스듀서가 용량식 초음파 트랜스듀서이고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서가 접힘 모드에서 동작하게 함으로써 상기 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성되고, 상기 접힘 모드에서, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서는 멤브레인의 적어도 한 부분은 기계적으로 고정되고 상기 멤브레인의 적어도 한 부분은 전극과 상기 멤브레인 사이의 변화하는 전압차에 기초하여 자유롭게 진동하는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0197] 예 17은, 상기 제어 회로는: 상기 초음파 프로브를 상기 제1 주파수 범위에서 동작시키라는 표시에 응답하여 상기 복수의 초음파 트랜스듀서에 제1 전압이 인가되게 하고; 상기 제2 주파수 범위에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시에 응답하여 상기 복수의 초음파 트랜스듀서에 제2 전압이 인가되게 하도록 구성되며, 상기 제2 전압은 상기 제1 전압보다 높은, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0198] 예 18은, 상기 제2 전압은 상기 복수의 초음파 트랜스듀서에 대한 접힘 전압보다 크고, 상기 접힘 전압은 초음파 트랜스듀서들의 멤브레인이 상기 초음파 트랜스듀서의 캐비티의 하단과 접촉하게 하는 전압을 포함하는, 예 17의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0199] 예 19는, 상기 접힘 전압은 적어도 30 볼트인, 예 18의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0200] 예 20은, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서는, 적어도 하나가 상기 제1 주파수 범위 및 상기 제2 주파수 범위에서 초음파 신호를 생성하도록 구성되는 복수의 초음파 트랜스듀서를 포함하는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0201] 예 21은, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서가 복수의 CMOS 초음파 트랜스듀서를 포함하는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0202] 예 22는, 상기 복수의 CMOS 초음파 트랜스듀서가 CMOS 웨이퍼에 형성된 캐비티를 포함하는 제1 CMOS 초음파 트랜스듀서를 포함하고, 멤브레인이 상기 캐비티 위에 놓여 상기 캐비티를 밀봉하는, 예 21의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0203] 예 23은, 상기 복수의 초음파 트랜스듀서가 복수의 미세가공 초음파 트랜스듀서를 포함하는, 예 1의 초음파 디

바이스에 관한 것이다.

- [0204] 예 24는, 상기 복수의 미세가공 초음파 트랜스듀서가 복수의 용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서를 포함하는, 예 23의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0205] 예 25는, 상기 복수의 미세가공 초음파 트랜스듀서가 복수의 압전식 초음파 트랜스듀서를 포함하는, 예 23의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0206] 예 26은, 상기 초음파 프로브가 핸드헬드 디바이스를 더 포함하는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0207] 예 27은, 상기 핸드헬드 디바이스가 디스플레이를 더 포함하는, 예 26의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0208] 예 28은, 상기 핸드헬드 디바이스가 터치스크린을 더 포함하는, 예 26의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0209] 예 29는, 상기 초음파 프로브가 피험자에 부착되도록 구성되는 패치를 포함하는, 예 1의 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0210] 예 30은, 반도체 다이 및 상기 반도체 다이 상에 통합된 복수의 초음파 트랜스듀서 -상기 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나는 제1 주파수 범위와 연관된 제1 모드 및 제2 주파수 범위와 연관된 제2 모드에서 동작하도록 구성되고, 상기 제1 주파수 범위는 상기 제2 주파수 범위와 적어도 부분적으로 비중첩됨-를 포함하는 모듈리식 초음파 칩; 및 상기 초음파 칩을 수용 및 유지하도록 구성되는 드레싱 -상기 드레싱은 또한, 환자의 몸에 결합하도록 구성됨- 을 포함하는 피부-장착가능한 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0211] 예 31은, 상기 모듈리식 초음파 칩은, 상기 제1 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하고, 상기 제2 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성되는 제어 회로를 더 포함하는, 예 30의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0212] 예 32는, 상기 제어 회로가 CMOS 회로를 정의하는, 예 31의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0213] 예 33은, 상기 드레싱이 상기 패치를 환자의 몸에 결합시키는 접착 층을 더 포함하는, 예 30의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0214] 예 34는, 상기 모듈리식 초음파 칩을 수용하기 위한 하우징을 더 포함하고, 상기 하우징은 상위 부분 및 하위 부분을 가지며, 상기 하위 하우징 부분은 상기 초음파 트랜스듀서를 피험자의 신체에 노출시키는 애퍼처를 더 포함하는, 예 30의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0215] 예 35는, 초음파 신호를 상기 초음파 칩에 전달하고 초음파 칩으로부터의 초음파 신호를 전달하는 통신 플랫폼을 더 포함하는 예 30의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0216] 예 36은, 상기 초음파 칩을 수용하는 회로 기판을 더 포함하는 예 30의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0217] 예 37은, 외부 통신 디바이스와 통신하는 통신 플랫폼을 더 포함하는 예 30의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0218] 예 38은, 상기 통신 플랫폼은, 근접장 통신(NFC), 블루투스(BT), 블루투스 로우 에너지(BLE) 및 Wi-Fi로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 예 37의 초음파 패치에 관한 것이다.
- [0219] 예 39는, 초음파 트랜스듀서들의 어레이를 포함하는 초음파 칩 -각각의 초음파 트랜스듀서는 신호를 송수신할 수 있는 용량식 마이크로 기계 가공된 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 정의함-; 및 상기 초음파 칩을 수용 및 유지하도록 구성되고, 또한 피험자 신체에 결합되도록 구성되는 드레싱을 포함하는 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다; 여기서, 초음파 트랜스듀서들의 어레이는 접힘 모드에서 동작하도록 구성되는 제1 복수의 CMUT 및 비접힘 모드에서 동작하도록 구성되는 제2 복수의 CMUT를 더 포함한다.
- [0220] 예 40은, 상기 초음파 칩은, 상기 제1 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제1 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하고, 상기 제2 모드에서 상기 초음파 프로브를 동작시키라는 표시를 수신하는 것에 응답하여, 상기 제2 주파수 범위의 주파수들을 갖는 초음파 신호들을 생성 및/또는 검출하게끔 상기 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성되는 제어 회로를 더 포함하는, 예 39의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.

- [0221] 예 41은, 상기 초음파 칩이 고체-상태 디바이스를 정의하는, 예 40의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0222] 예 42는, 상기 초음파 트랜스듀서는 접힘 모드에서 동작될 때 제1 주파수 대역을 생성하고 비접힘 모드에서 동작될 때 제2 주파수 대역을 생성하도록 구성된, 예 39의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0223] 예 43은, 상기 초음파 칩은 접힘 동작 모드와 비접힘 동작 모드 사이에서 전환하도록 구성된, 예 39의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0224] 예 44는, 외부 통신 디바이스와 통신하는 통신 플랫폼을 더 포함하는 예 39의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0225] 예 45는, 상기 통신 플랫폼은, 근접장 통신(NFC), Bluetooth (BT), Bluetooth Low Energy(BLE) 및 Wi-Fi로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 예 44의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0226] 예 46은, 상기 통신 플랫폼은 보조 디바이스로부터 촬영 명령어를 수신하고 상기 수신된 명령어에 응답하여 하나 이상의 초음파 영상을 상기 보조 디바이스에 전송하는, 예 45의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0227] 예 47은, 상기 드레싱이 초음파 트랜스듀서들의 어레이에 인접한 광학 렌즈를 수용하는 개구를 더 포함하는, 예 39의 착용형 초음파 디바이스에 관한 것이다.
- [0228] 본 출원의 일부 양태에 따르면, 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 다중-모드 초음파 프로브; 및 다중-모드 초음파 프로브에 결합되고, 사용자에게 의해 선택된 동작 모드를 나타내는 입력을 수신하는 것에 응답하여, 다중-모드 초음파 프로브가 상기 선택된 동작 모드에서 동작하게 하도록 구성되는 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 시스템이 제공된다.
- [0229] 일부 실시예에서, 복수의 동작 모드는, 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일과 연관된 제1 동작 모드, 및 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이한 제2 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제2 구성 프로파일과 연관된 제2 동작 모드를 포함한다.
- [0230] 일부 이러한 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는 선택된 동작 모드의 표시를 다중-모드 초음파 프로브에 제공함으로써 다중-모드 초음파 프로브가 선택된 동작 모드에서 동작하게 한다.
- [0231] 일부 이러한 실시예에서, 다중-모드 초음파 프로브는 복수의 초음파 트랜스듀서와 제어 회로를 포함하고, 이 제어 회로는: 컴퓨팅 디바이스로부터 제1 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하고; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하고, 컴퓨팅 디바이스로부터 제2 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 - 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함 - 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하고; 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하도록 구성된다.
- [0232] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 애퍼처 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 애퍼처 값과는 상이한 제2 방위각 애퍼처 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 방위각 애퍼처 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 방위각 애퍼처 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0233] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 애퍼처 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 애퍼처 값과는 상이한 제2 고도 애퍼처 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 고도 애퍼처 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 고도 애퍼처 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0234] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 초점 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 초점 값과는 상이한 제2 방위각 초점 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 방위각 초점 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 방위각 초점 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0235] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 초점 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 초점 값과는 상이한 제2 고도 초점 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 고도 초점 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 고도 초점 값을 이용함으로써 제2

동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.

- [0236] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나에 대한 제1 바이어스 전압 값을 명시하고, 제2 세트의 파라미터 값들은 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나에 대한 제2 바이어스 전압 값을 명시하며, 제2 바이어스 전압 값은 제1 바이어스 전압 초점 값과는 상이하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 바이어스 전압 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 바이어스 전압 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0237] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 피크-대-피크 전압 초점 값과는 상이한 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 전송 피크-대-피크 전압 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0238] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 중심 주파수 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 중심 주파수 값과는 상이한 제2 전송 중심 주파수 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 전송 중심 주파수 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 전송 중심 주파수 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0239] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 중심 주파수 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 중심 주파수 값과는 상이한 제2 수신 중심 주파수 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 수신 중심 주파수 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 수신 중심 주파수 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0240] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 극성 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 극성 값과는 상이한 제2 극성 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 극성 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 극성 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0241] 일부 이러한 실시예에서, 핸드헬드 초음파 프로브는 아날로그-대-디지털 변환기(ADC)를 더 포함하고, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 ADC 클럭 레이트 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 ADC 클럭 레이트 값과는 상이한 제2 ADC 클럭 레이트 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 ADC 클럭 레이트 값에서 ADC를 동작시킴으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 ADC 클럭 레이트 값에서 ADC를 동작시킴으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0242] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 데시메이션 레이트 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 데시메이션 레이트 값과는 상이한 제2 데시메이션 레이트 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 데시메이션 레이트 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 데시메이션 레이트 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0243] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 지속기간 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 지속기간 값과는 상이한 제2 수신 지속기간 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 수신 지속기간 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 수신 지속기간 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0244] 일부 실시예에서, 다중-모드 초음파 프로브는 핸드헬드 초음파 프로브이다.
- [0245] 일부 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는 모바일 컴퓨팅 디바이스이다. 본 출원의 일부 양태에 따르면, 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 다중-모드 초음파 프로브의 동작을 제어하기 위한 방법이 제공되고, 이 방법은: 컴퓨팅 디바이스에서, 사용자에게 의해 선택된 동작 모드를 나타내는 입력을 수신하는 단계; 및 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일에 의해 명시된 파라미터 값들을 이용하여 다중-모드 초음파 프로브가 선택된 동작 모드에서 동작하게 하는 단계를 포함한다.

- [0246] 본 출원의 일부 양태에 따르면, 복수의 초음파 트랜스듀서 및 제어 회로를 포함하는 초음파 디바이스; 및 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서 및 적어도 하나의 메모리를 갖는 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 시스템이 제공되고, 컴퓨팅 디바이스는 디스플레이 및 초음파 디바이스에 통신가능하게 결합되고, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서는: 디스플레이를 통해, 초음파 디바이스에 대한 각각의 복수의 동작 모드 -복수의 동작 모드는 제1 동작 모드 및 제2 동작 모드를 포함함- 를 나타내는 복수의 GUI 요소를 보여주는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 프렌칭하고; GUI를 통해, 제1 동작 모드 또는 제2 동작 모드 중 어느 하나의 선택을 나타내는 입력을 수신하는 것에 응답하여, 선택된 동작 모드의 표시를 초음파 디바이스에 제공하도록 구성되고, 제어 회로는: 제1 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하고; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하고, 제2 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 -제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함- 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하고; 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하도록 구성된다.
- [0247] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 애퍼처 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 애퍼처 값과는 상이한 제2 방위각 애퍼처 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 방위각 애퍼처 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 방위각 애퍼처 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0248] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 애퍼처 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 애퍼처 값과는 상이한 제2 고도 애퍼처 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 고도 애퍼처 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 고도 애퍼처 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0249] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 초점 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 초점 값과는 상이한 제2 방위각 초점 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 방위각 초점 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 방위각 초점 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0250] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 초점 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 초점 값과는 상이한 제2 고도 초점 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 고도 초점 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 고도 초점 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0251] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나에 대한 제1 바이어스 전압 값을 명시하고, 제2 세트의 파라미터 값들은 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나에 대한 제2 바이어스 전압 값을 명시하며, 제2 바이어스 전압 값은 제1 바이어스 전압 초점 값과는 상이하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 바이어스 전압 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 바이어스 전압 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0252] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 피크-대-피크 전압 초점 값과는 상이한 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 전송 피크-대-피크 전압 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0253] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 중심 주파수 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 중심 주파수 값과는 상이한 제2 전송 중심 주파수 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 전송 중심 주파수 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 전송 중심 주파수 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0254] 일부 이러한 실시예에서, 제1 중심 주파수 값과 제2 중심 주파수 값 사이의 차이는 적어도 1 MHz이다.
- [0255] 일부 이러한 실시예에서, 이 차이는 적어도 2 MHz이다.

- [0256] 일부 이러한 실시예에서, 이 차이는 5 MHz 내지 10 MHz이다.
- [0257] 일부 이러한 실시예에서, 제1 중심 주파수 값은 1-5 MHz 내에 있고 제2 중심 주파수 값은 5-9 MHz 내에 있다.
- [0258] 일부 이러한 실시예에서, 제1 중심 주파수 값은 2-4 MHz 내에 있고 제2 중심 주파수 값은 6-8 MHz 내에 있다.
- [0259] 일부 이러한 실시예에서, 제1 중심 주파수 값은 6-8 MHz 내에 있고 제2 중심 주파수 값은 12-15 MHz 내에 있다.
- [0260] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 중심 주파수 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 중심 주파수 값과는 상이한 제2 수신 중심 주파수 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 수신 중심 주파수 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 수신 중심 주파수 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0261] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 또한, 제1 수신 중심 주파수 값과 동일한 제1 전송 중심 주파수 값을 명시한다.
- [0262] 일부 이러한 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 또한, 제1 수신 중심 주파수 값과 동일하지 않은 제1 전송 중심 주파수 값을 명시한다.
- [0263] 일부 이러한 실시예에서, 제1 수신 중심 주파수 값은 제1 전송 주파수 값의 배수이다.
- [0264] 일부 이러한 실시예에서, 제1 수신 중심 주파수 값은 제1 전송 주파수 값의 대략 2배이다.
- [0265] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 극성 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 극성 값과는 상이한 제2 극성 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 극성 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 극성 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0266] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 아날로그-대-디지털 변환기(ADC)를 더 포함하고, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 ADC 클럭 레이트 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 ADC 클럭 레이트 값과는 상이한 제2 ADC 클럭 레이트 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 ADC 클럭 레이트 값에서 ADC를 동작시킴으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 ADC 클럭 레이트 값에서 ADC를 동작시킴으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0267] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 데시메이션 레이트 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 데시메이션 레이트 값과는 상이한 제2 데시메이션 레이트 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 데시메이션 레이트 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 데시메이션 레이트 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0268] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 지속기간 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 지속기간 값과는 상이한 제2 수신 지속기간 값을 명시하며, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 수신 지속기간 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 수신 지속기간 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0269] 일부 실시예에서, 복수의 GUI 요소는, 심장 촬영을 위한 동작 모드, 복부 촬영을 위한 동작 모드, 소부위 촬영을 위한 동작 모드, 폐 촬영을 위한 동작 모드, 안구 촬영을 위한 동작 모드, 혈관 촬영을 위한 동작 모드, 3D 촬영을 위한 동작 모드, 전단(shear) 촬영을 위한 동작 모드, 또는 도플러 촬영을 위한 동작 모드 중 적어도 2 개를 나타내는 GUI 요소를 포함한다.
- [0270] 일부 실시예에서, 디스플레이는 터치 스크린이고, 컴퓨팅 디바이스는 터치 스크린을 통한 선택을 나타내는 입력을 수신하도록 구성된다.
- [0271] 일부 실시예에서, 제어 회로는, 컴퓨팅 디바이스로부터 수신함으로써 제1 구성 프로파일을 획득하도록 구성된다.
- [0272] 일부 실시예에서, 제어 회로는 초음파 디바이스의 메모리에 액세스함으로써 제1 구성 프로파일을 획득하도록 구성된다.
- [0273] 일부 실시예에서, 제어 회로는, 제1 동작 모드에서 초음파 디바이스를 동작시키고 제1 동작 모드에서의 초음파

디바이스의 동작을 통해 획득된 데이터를 컴퓨팅 디바이스에 제공하도록 구성된다.

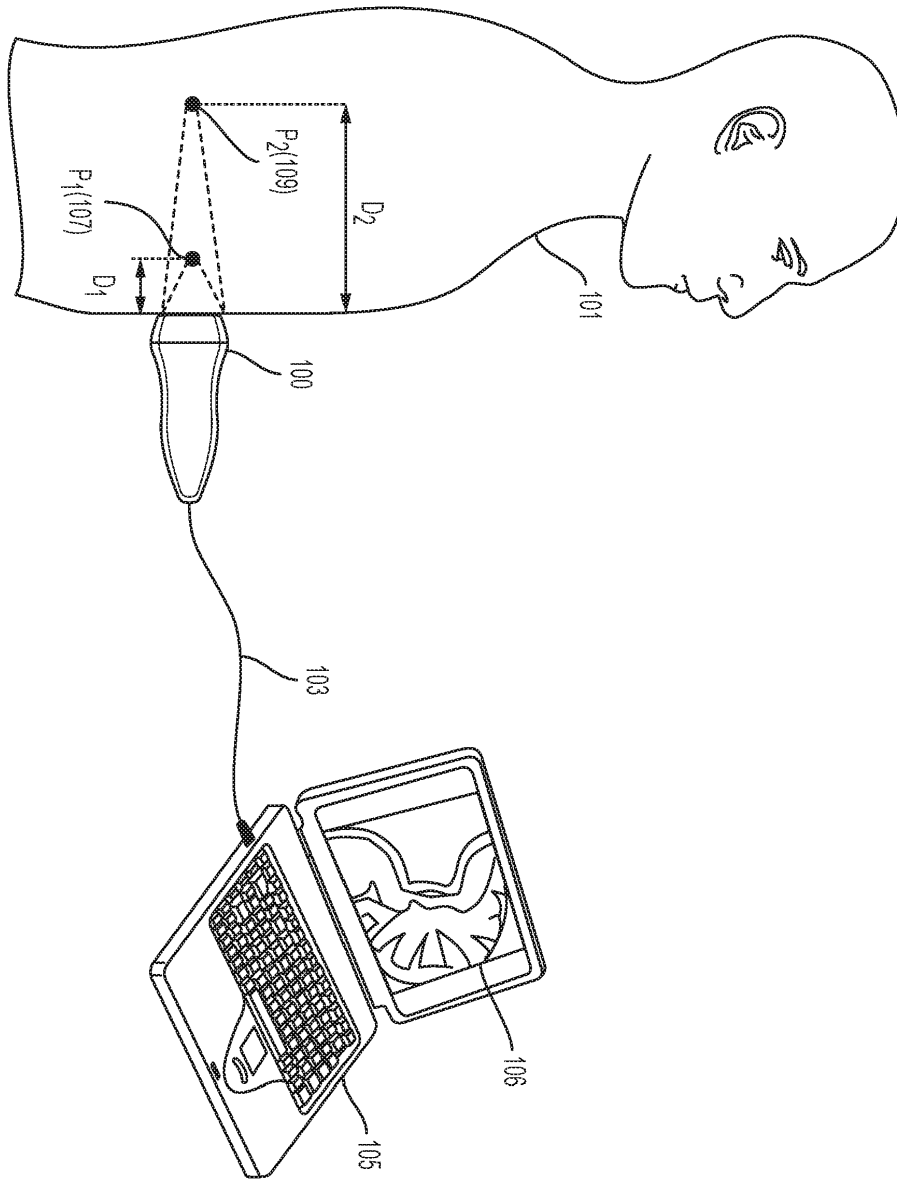
- [0274] 일부 실시예에서, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서는: 데이터로부터 초음파 영상과 영상을 생성하고; 초음파 영상을 디스플레이를 통해 디스플레이하도록 구성된다.
- [0275] 일부 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는 디스플레이를 포함한다.
- [0276] 일부 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는 모바일 디바이스이다.
- [0277] 일부 실시예에서, 컴퓨팅 디바이스는 스마트폰이다.
- [0278] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 핸드헬드 초음파 프로브이다.
- [0279] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 착용형 초음파 디바이스이다.
- [0280] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 금속 산화물 반도체(MOS) 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0281] 일부 실시예에서, 복수의 MOS 초음파 트랜스듀서는 MOS 웨이퍼에 형성된 캐비티를 포함하는 제1 MOS 초음파 트랜스듀서를 포함하고, 멤브레인은 캐비티의 위에 놓여 캐비티를 밀봉한다.
- [0282] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 미세가공 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0283] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0284] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 압전식 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0285] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 2차원 배열로 배열된 5000 내지 15000개의 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0286] 본 출원의 일부 양태에 따르면, 그래픽 사용자 인터페이스를 통해, 제1 동작 모드 및 제2 동작 모드를 포함하는 복수의 모드에서 동작하도록 구성되는 초음파 디바이스에 대한 동작 모드의 선택을 수신하는 단계; 제1 동작 모드의 선택을 수신하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하는 단계; 및 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하는 단계; 제2 동작 모드의 선택을 수신하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 - 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함 - 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하는 단계; 및 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하는 단계를 포함하는 방법이 제공된다.
- [0287] 본 출원의 일부 양태에 따르면, 각각의 복수의 구성 프로파일과 연관된 복수의 동작 모드에서 동작하도록 구성되는 핸드헬드 다중-모드 초음파 프로브가 제공되며, 핸드헬드 초음파 프로브는: 복수의 초음파 트랜스듀서; 및 제어 회로를 포함하고, 제어 회로는: 선택된 동작 모드의 표시를 수신하고; 선택된 동작 모드와 연관된 구성 프로파일에 액세스하며; 액세스된 구성 프로파일에 명시된 파라미터 값들을 이용하여, 선택된 동작 모드에서 동작하게끔 핸드헬드 다중-모드 초음파 프로브를 제어하도록 구성된다.
- [0288] 본 출원의 일부 양태에 따르면, 제1 동작 모드 및 제2 동작 모드를 포함하는 복수의 동작 모드에서 동작할 수 있는 초음파 디바이스가 제공되고, 이 초음파 디바이스는: 복수의 초음파 트랜스듀서, 및 제어 회로를 포함하고, 이 제어 회로는: 선택된 동작 모드의 표시를 수신하고; 선택된 동작 모드가 제1 동작 모드라고 결정하는 것에 응답하여, 제1 동작 모드와 연관된 제1 세트의 파라미터 값들을 명시하는 제1 구성 프로파일을 획득하고; 제1 구성 프로파일을 이용하여, 제1 동작 모드에서 동작하도록 초음파 디바이스를 제어하고; 제2 동작 모드의 표시를 수신하는 것에 응답하여, 선택된 동작 모드가 제2 동작 모드라고 결정하는 것에 응답하여, 제2 동작 모드와 연관된 제2 세트의 파라미터 값들 - 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 세트의 파라미터 값들과는 상이함 - 을 명시하는 제2 구성 프로파일을 획득하고; 제2 구성 프로파일을 이용하여, 제2 동작 모드에서 동작하게끔 초음파 디바이스를 제어하도록 구성된다.
- [0289] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 복수의 동작 모드 중에서 한 동작 모드를 선택하기 위한 기계적 제어 메커니즘을 포함한다.
- [0290] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 디스플레이를 포함하고, 초음파 디바이스는, 복수의 모드 중에서 한 동작 모드를 선택하기 위한 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 생성하고 생성된 GUI를 디스플레이를 통해 프리젠틱하도록 구성된다.

- [0291] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 애퍼처 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 애퍼처 값과는 상이한 제2 방위각 애퍼처 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 방위각 애퍼처 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 방위각 애퍼처 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0292] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 애퍼처 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 애퍼처 값과는 상이한 제2 고도 애퍼처 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 고도 애퍼처 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 고도 애퍼처 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0293] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 초점 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 방위각 초점 값과는 상이한 제2 방위각 초점 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 방위각 초점 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 방위각 초점 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0294] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 초점 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 고도 초점 값과는 상이한 제2 고도 초점 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 고도 초점 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 고도 초점 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0295] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나에 대한 제1 바이어스 전압 값을 명시하고, 제2 세트의 파라미터 값들은 복수의 초음파 트랜스듀서 중 적어도 하나에 대한 제2 바이어스 전압 값을 명시하며, 제2 바이어스 전압 값은 제1 바이어스 전압 초점 값과는 상이하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 바이어스 전압 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 바이어스 전압 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0296] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 피크-대-피크 전압 초점 값과는 상이한 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 전송 피크-대-피크 전압 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 전송 피크-대-피크 전압 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0297] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 중심 주파수 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 전송 중심 주파수 값과는 상이한 제2 전송 중심 주파수 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 전송 중심 주파수 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 전송 중심 주파수 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0298] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 중심 주파수 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 중심 주파수 값과는 상이한 제2 수신 중심 주파수 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 수신 중심 주파수 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 수신 중심 주파수 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0299] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 극성 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 극성 값과는 상이한 제2 극성 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 극성 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 극성 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0300] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 아날로그-대-디지털 변환기(ADC)를 포함하고, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 ADC 클럭 레이트 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 ADC 클럭 레이트 값과는 상이한 제2 ADC 클럭 레이트 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 ADC 클럭 레이트 값에서 ADC를 동작시킴으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 ADC 클럭 레이트 값에서 ADC를 동작시킴으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.

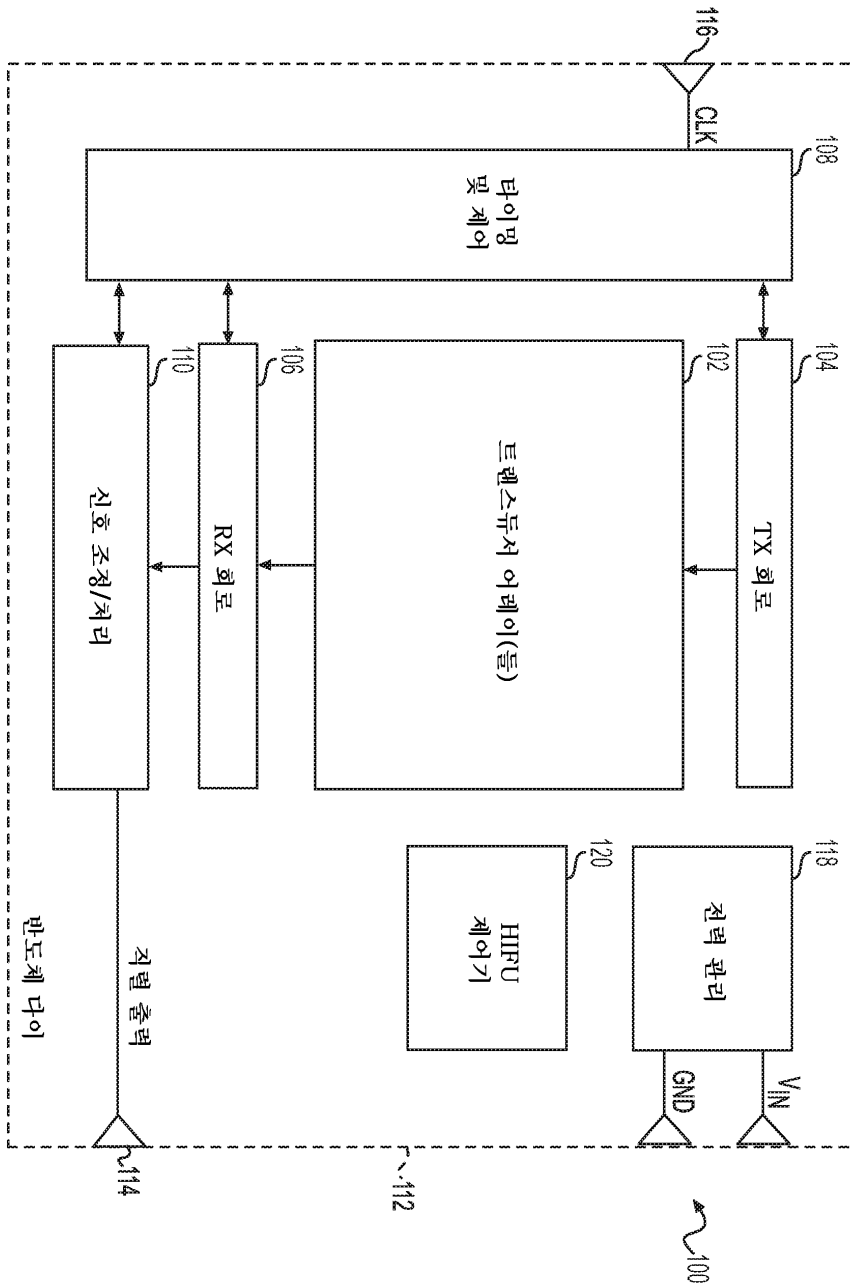
- [0301] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 데시메이션 레이트 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 데시메이션 레이트 값과는 상이한 제2 데시메이션 레이트 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 데시메이션 레이트 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 데시메이션 레이트 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0302] 일부 실시예에서, 제1 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 지속기간 값을 명시하고 제2 세트의 파라미터 값들은 제1 수신 지속기간 값과는 상이한 제2 수신 지속기간 값을 명시하고, 제어 회로는, 적어도 부분적으로, 제1 수신 지속기간 값을 이용함으로써 제1 동작 모드에서 동작하고, 적어도 부분적으로, 제2 수신 지속기간 값을 이용함으로써 제2 동작 모드에서 동작하게끔 복수의 초음파 트랜스듀서를 제어하도록 구성된다.
- [0303] 일부 실시예에서, 복수의 동작 모드는, 심장 촬영을 위한 동작 모드, 복부 촬영을 위한 동작 모드, 소부위 촬영을 위한 동작 모드, 폐 촬영을 위한 동작 모드, 및 안구 촬영을 위한 동작 모드를 포함한다.
- [0304] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 핸드헬드 초음파 프로브이다.
- [0305] 일부 실시예에서, 초음파 디바이스는 착용형 초음파 디바이스이다.
- [0306] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 금속 산화물 반도체(MOS) 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0307] 일부 실시예에서, 복수의 초음파 트랜스듀서는 복수의 용량식 미세가공 초음파 트랜스듀서를 포함한다.
- [0308] 본 출원의 일부 양태에 따르면, 초음파 디바이스에 통신가능하게 결합된 모바일 컴퓨팅 디바이스가 제공되고, 이 모바일 컴퓨팅 디바이스는: 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서; 디스플레이; 및 애플리케이션 프로그램을 저장한 적어도 하나의 비일시적인 컴퓨터-판독가능한 저장 매체를 포함하고, 이 애플리케이션 프로그램은, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서에 의해 실행될 때, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서로 하여금: 다중-모드 초음파 디바이스에 대한 각각의 복수의 동작 모드를 나타내는 복수의 GUI 요소를 갖는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 생성하고; 디스플레이를 통해 GUI를 프리젠틱하며; GUI를 통해, 복수의 동작 모드 중 하나의 선택을 나타내는 사용자 입력을 수신하고; 선택된 동작 모드의 표시를 초음파 디바이스에 제공하게 한다.
- [0309] 일부 실시예에서, 복수의 GUI 요소는, 심장 촬영을 위한 동작 모드, 복부 촬영을 위한 동작 모드, 소부위 촬영을 위한 동작 모드, 폐 촬영을 위한 동작 모드, 및 안구 촬영을 위한 동작 모드를 나타내는 GUI 요소를 포함한다.
- [0310] 일부 실시예에서, 디스플레이는 터치스크린이고, 모바일 컴퓨팅 디바이스는 터치 스크린을 통한 선택을 나타내는 사용자 입력을 수신하도록 구성된다.
- [0311] 일부 실시예에서, 적어도 하나의 컴퓨터 하드웨어 프로세서는 또한 : 선택된 동작 모드에서의 동작 동안에 초음파 디바이스에 의해 획득된 데이터를 수신하고; 이 데이터로부터 적어도 하나의 초음파 영상을 생성하며; 적어도 하나의 생성된 초음파 영상을 디스플레이를 통해 디스플레이하도록 구성된다.

도면

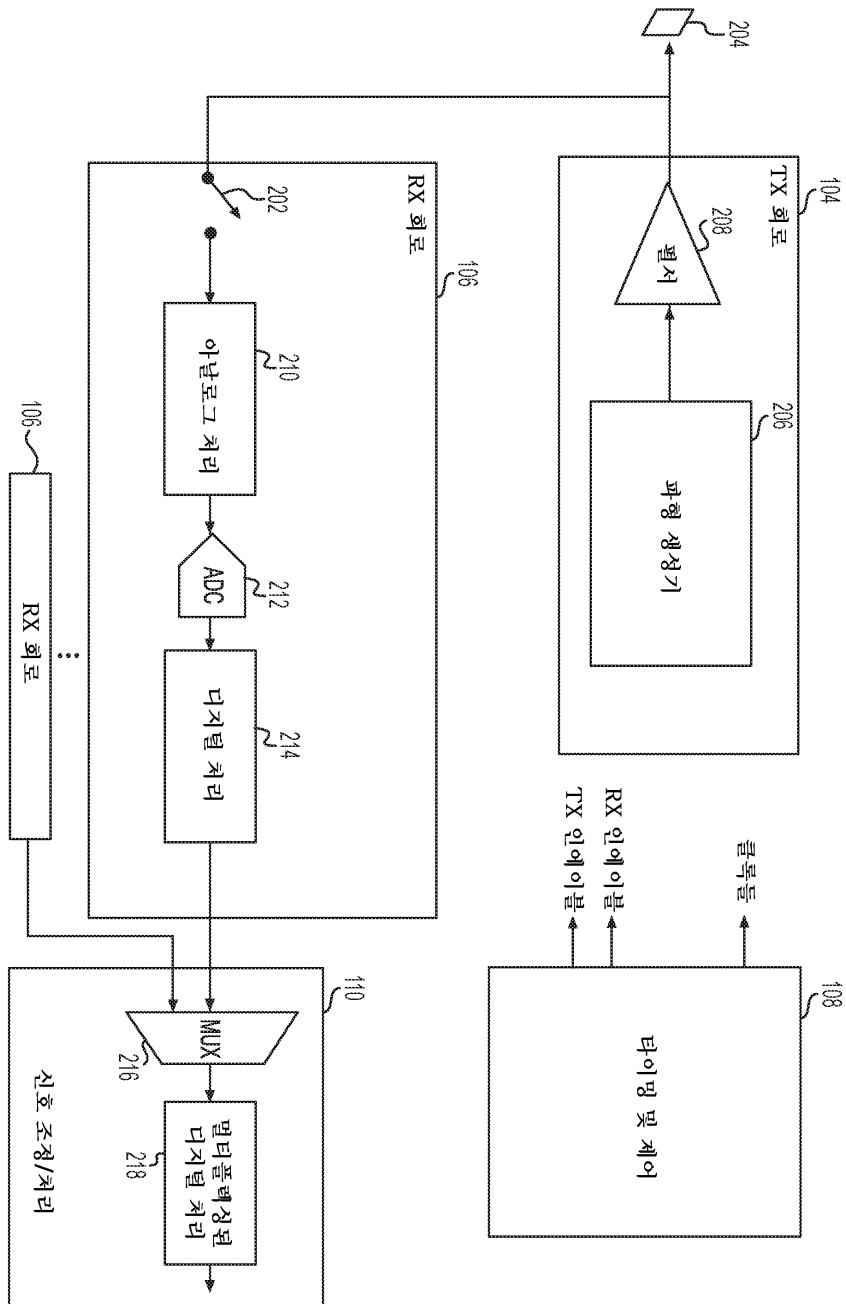
도면1a



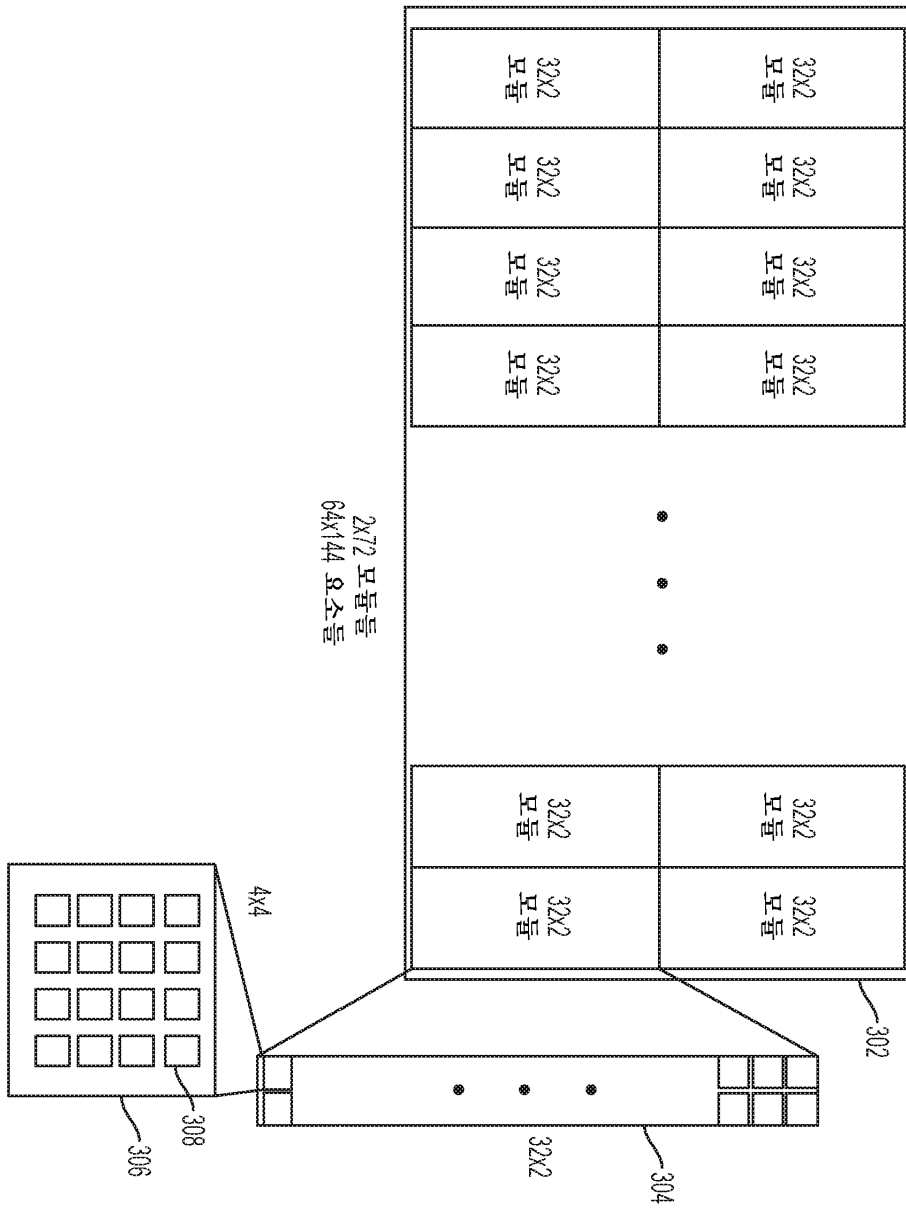
도면1b



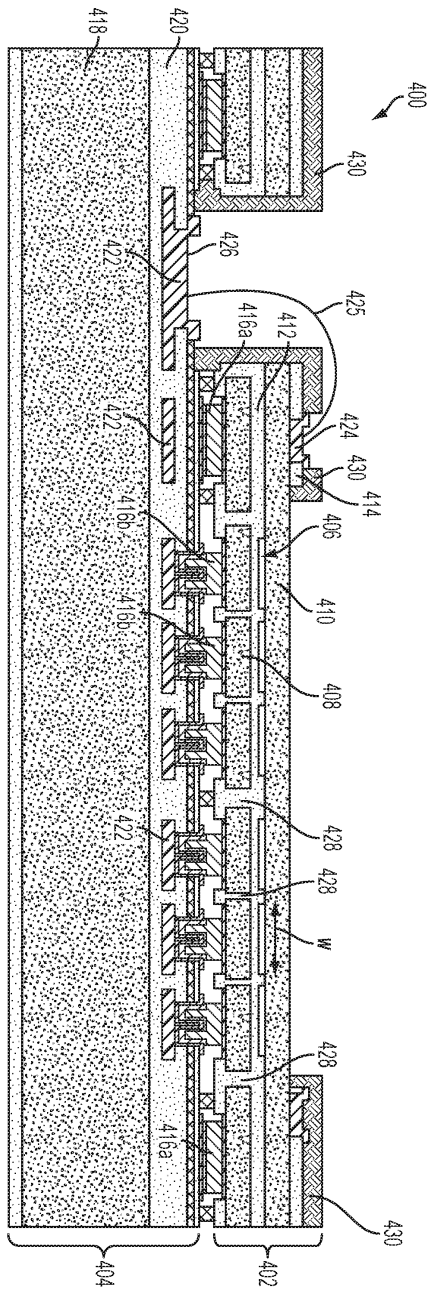
도면2



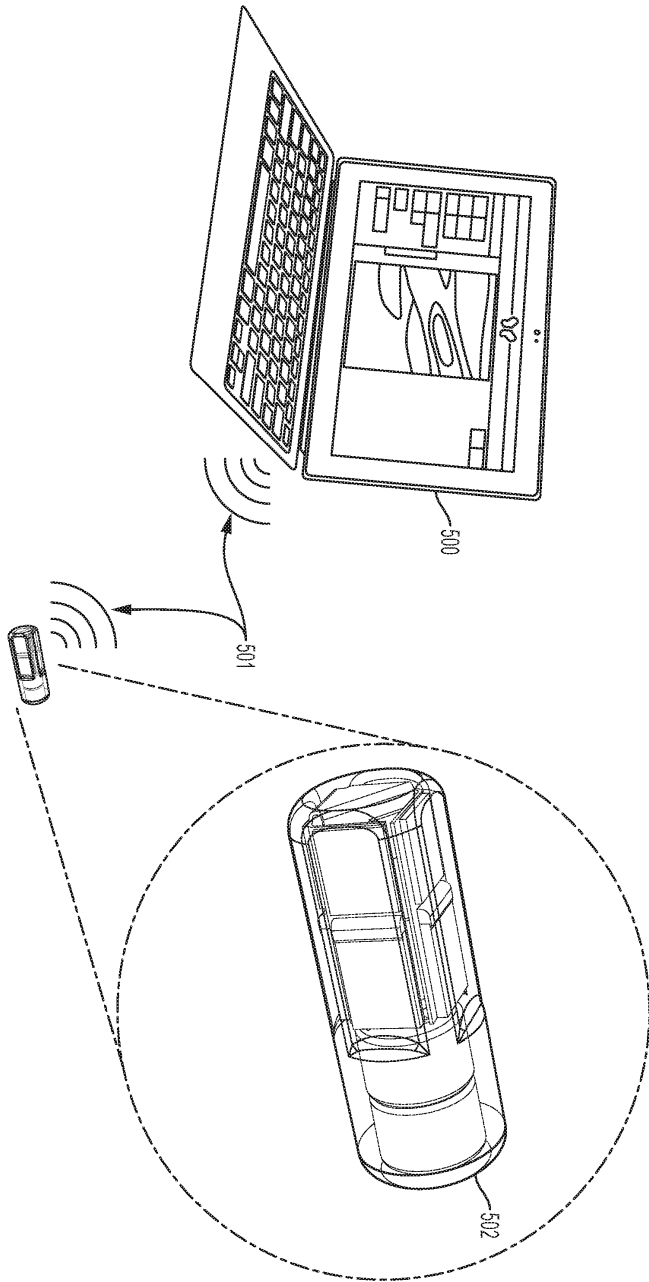
도면3



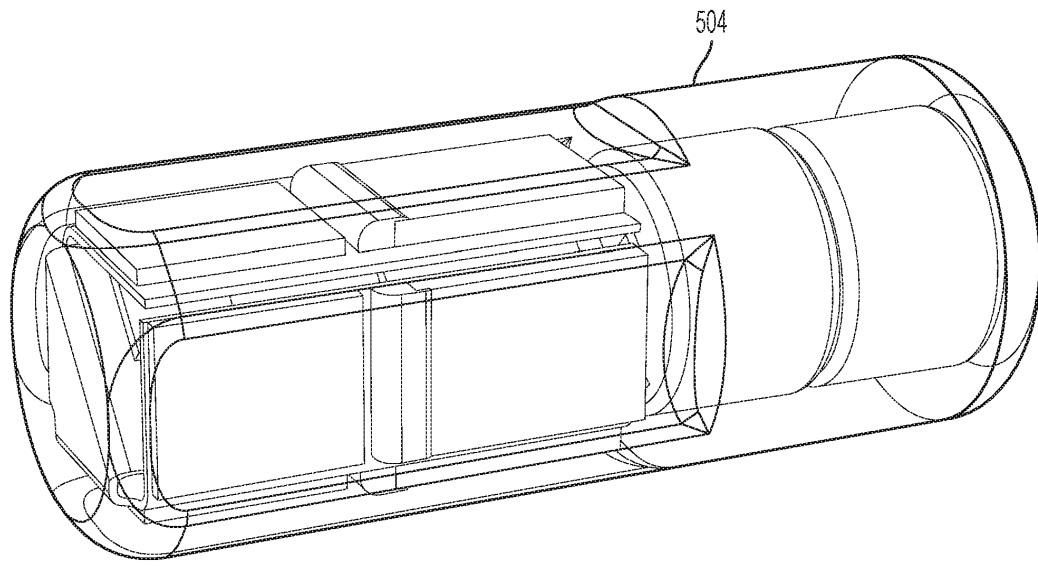
도면4



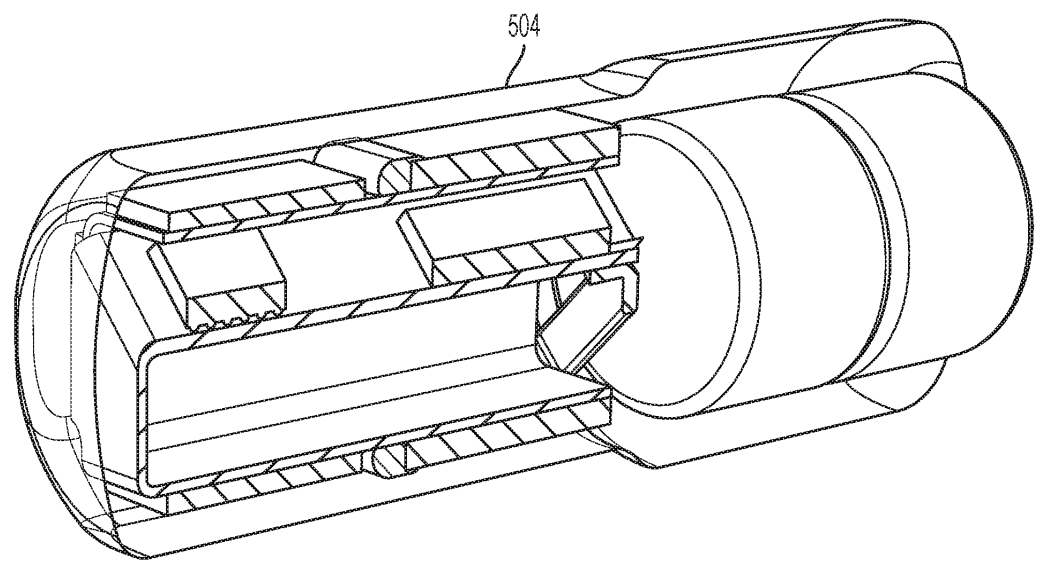
도면5a



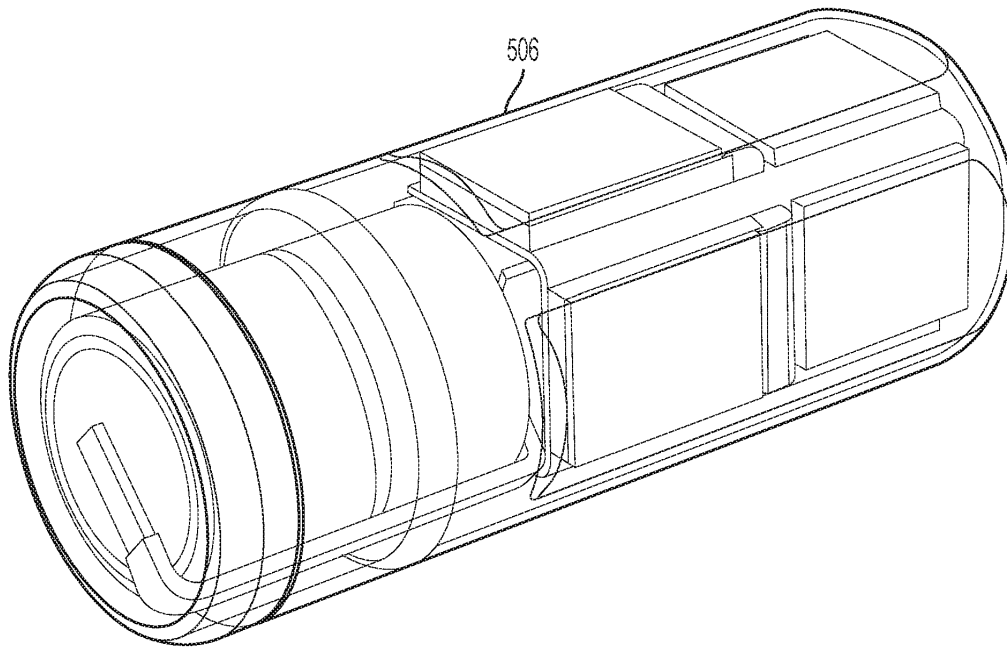
도면5b



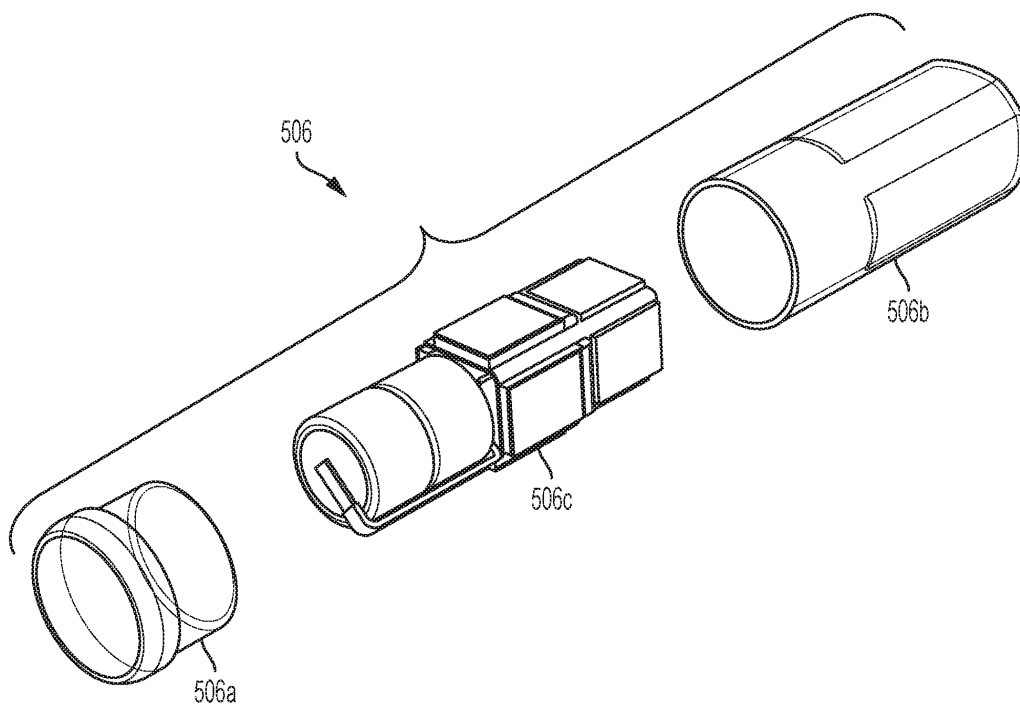
도면5c



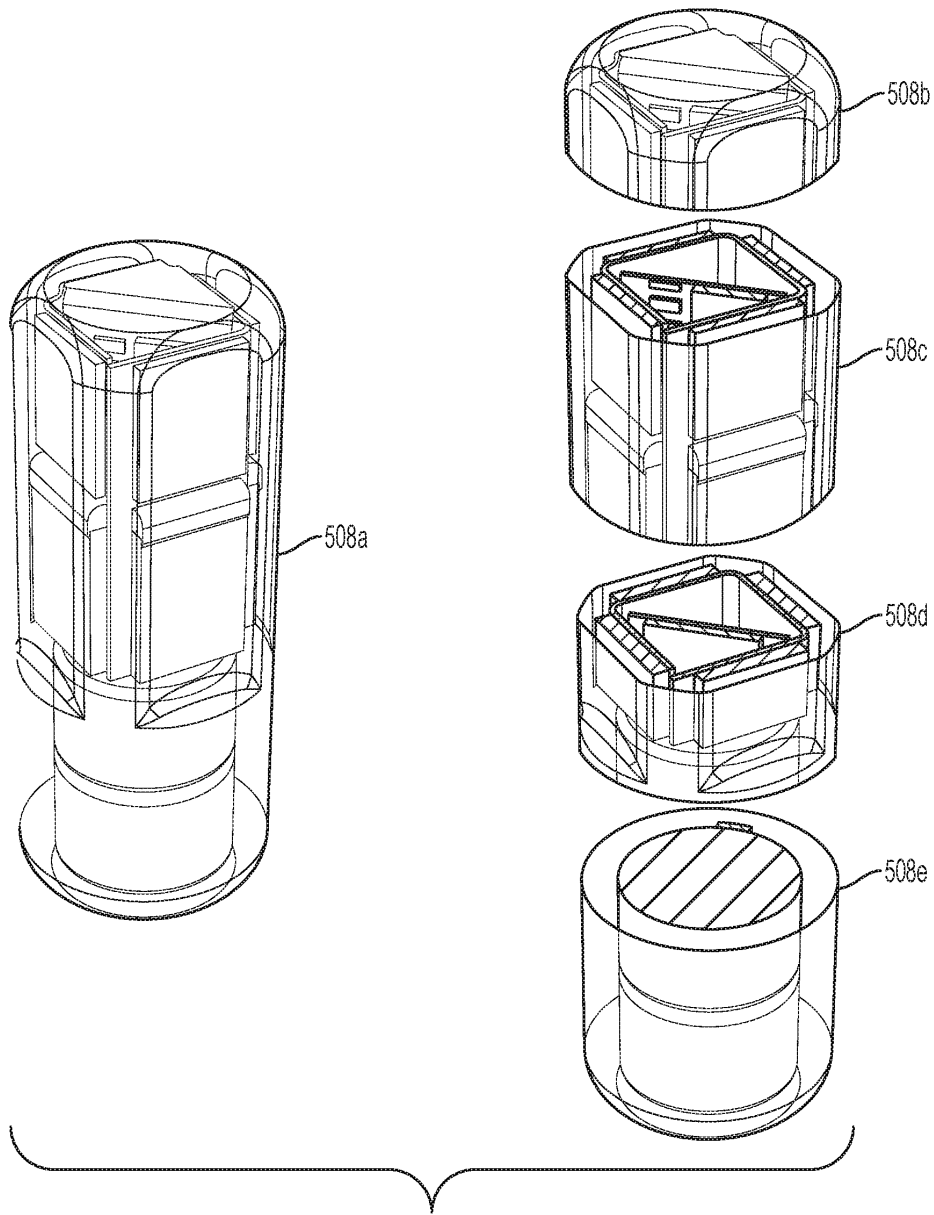
도면5d



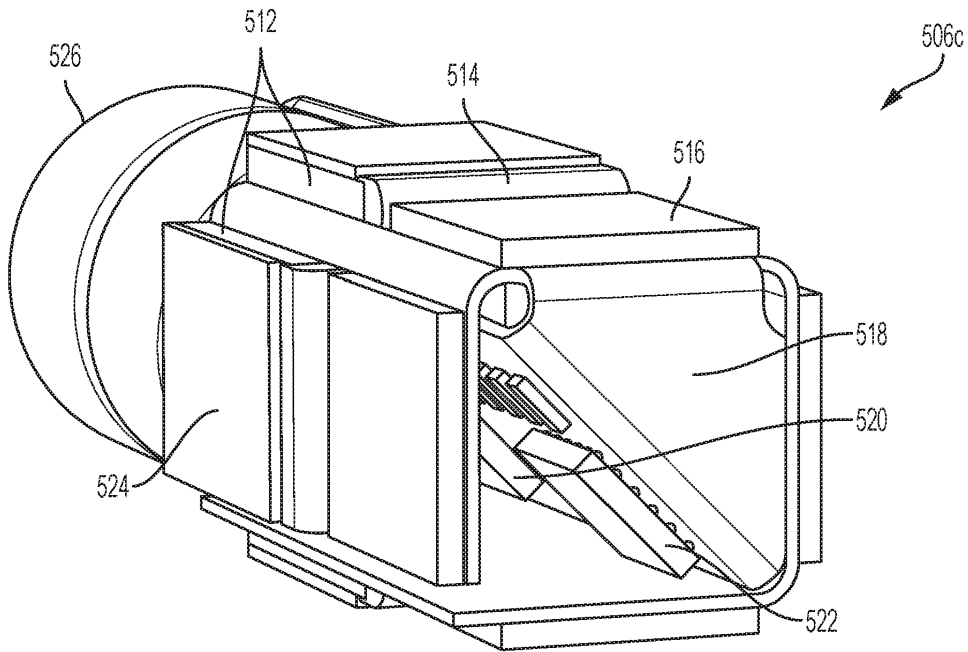
도면5e



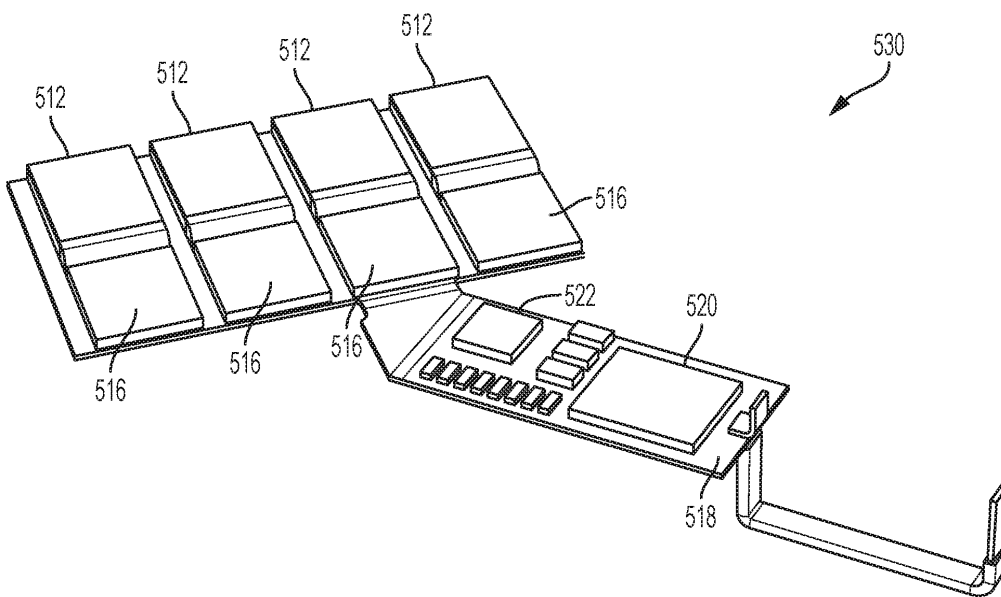
도면5f



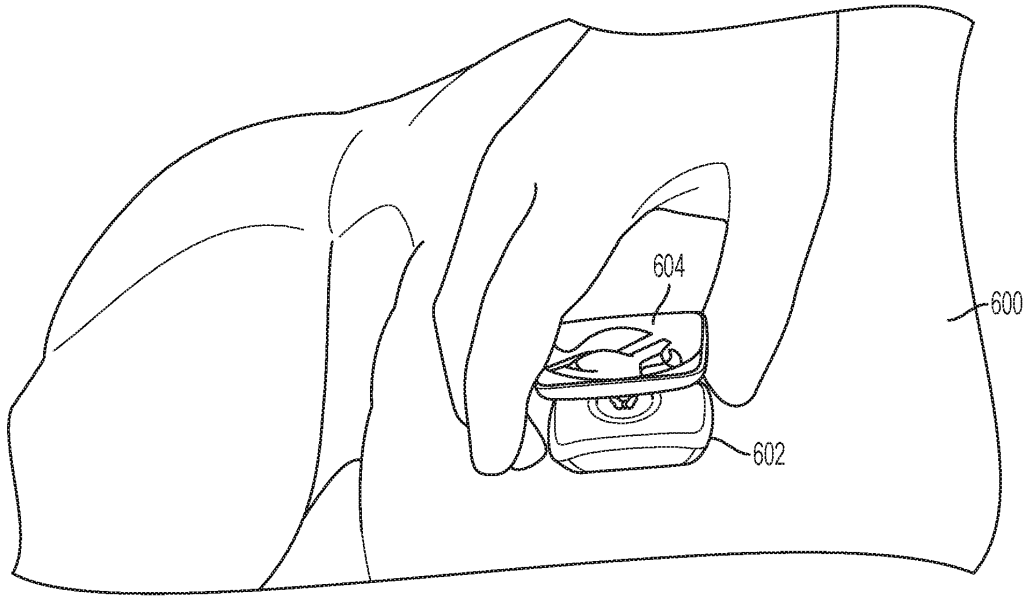
도면5g



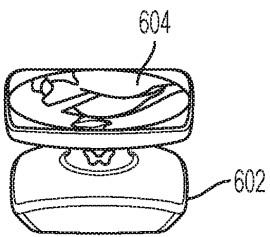
도면5h



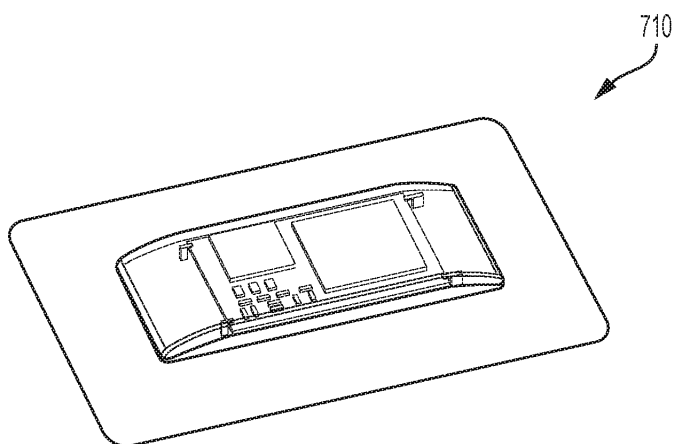
도면6a



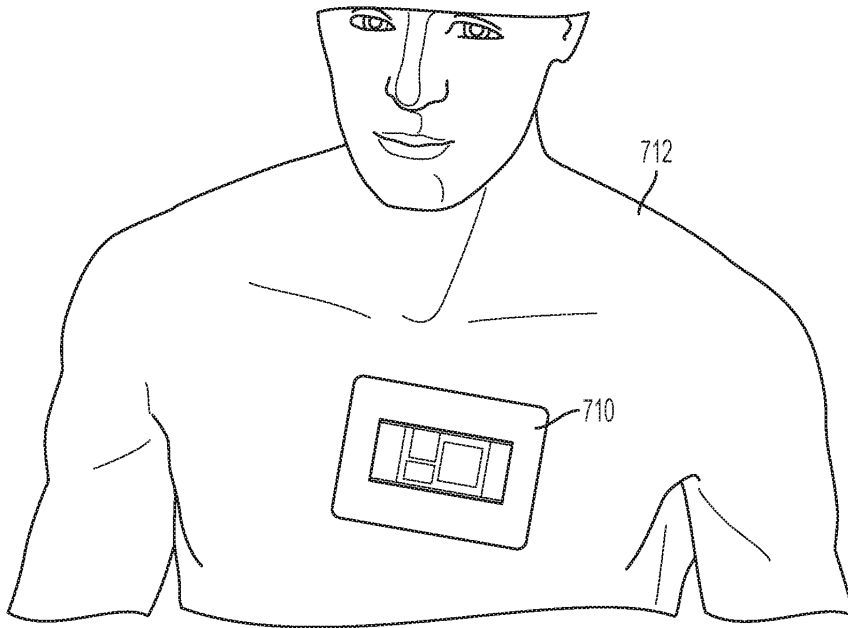
도면6b



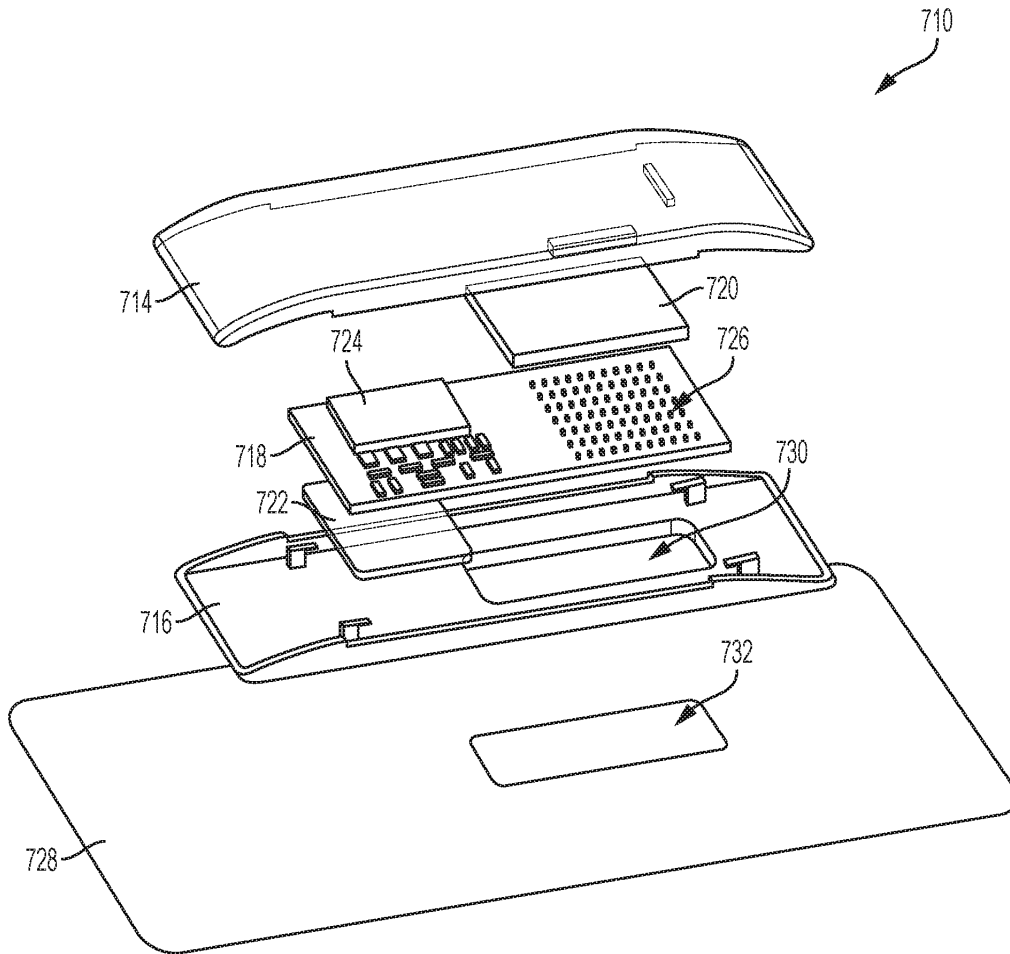
도면7a



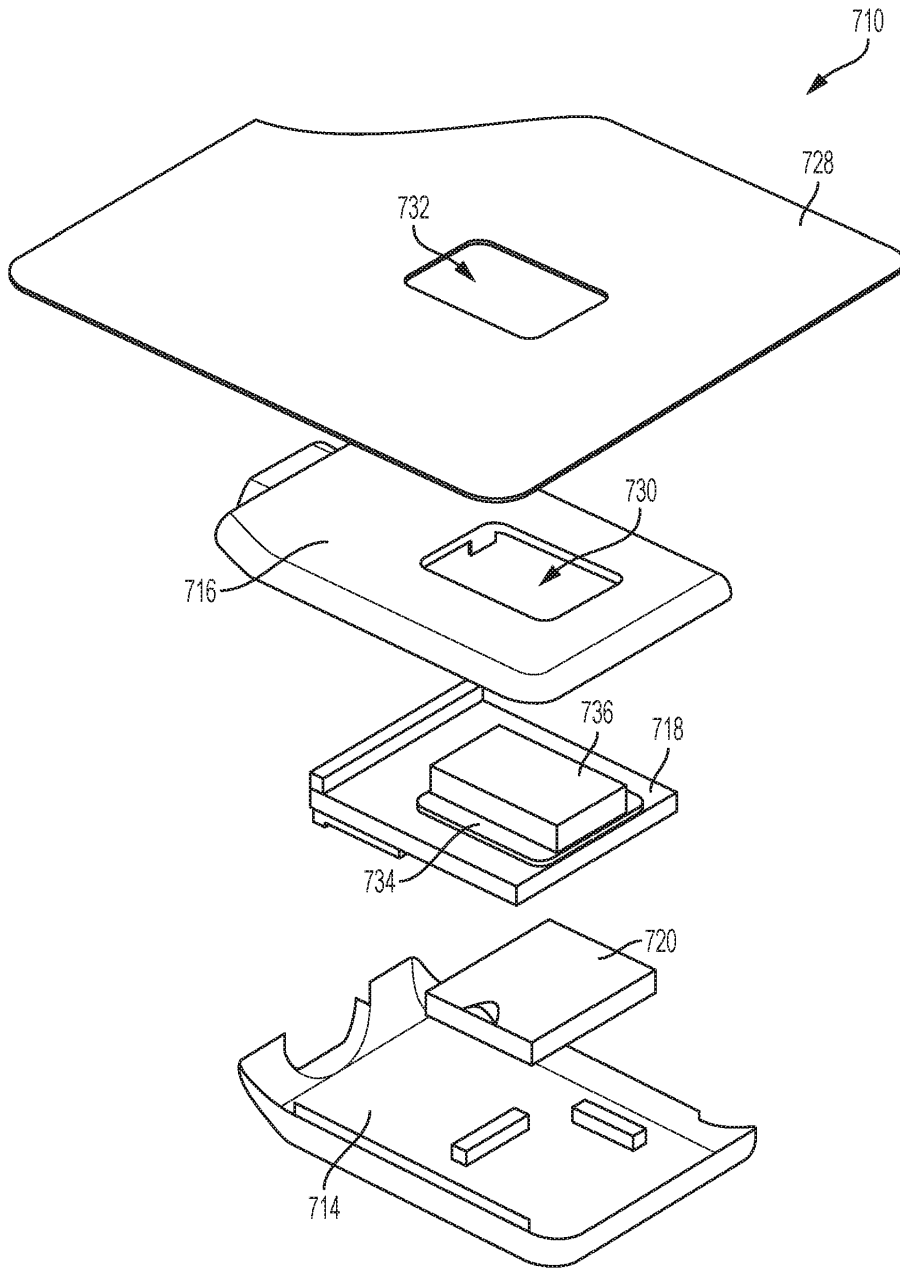
도면7b



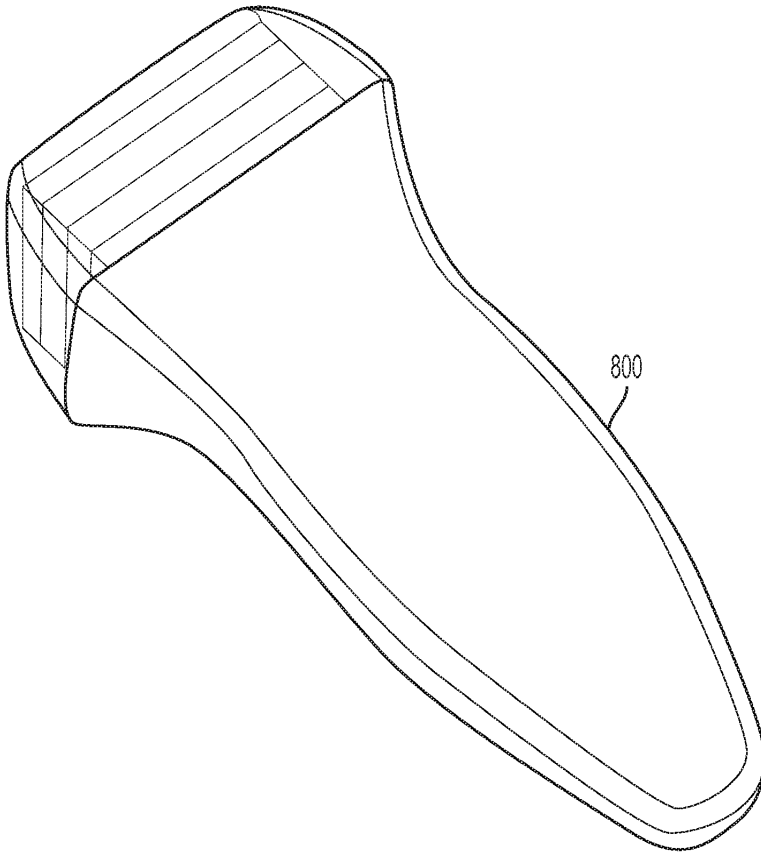
도면7c



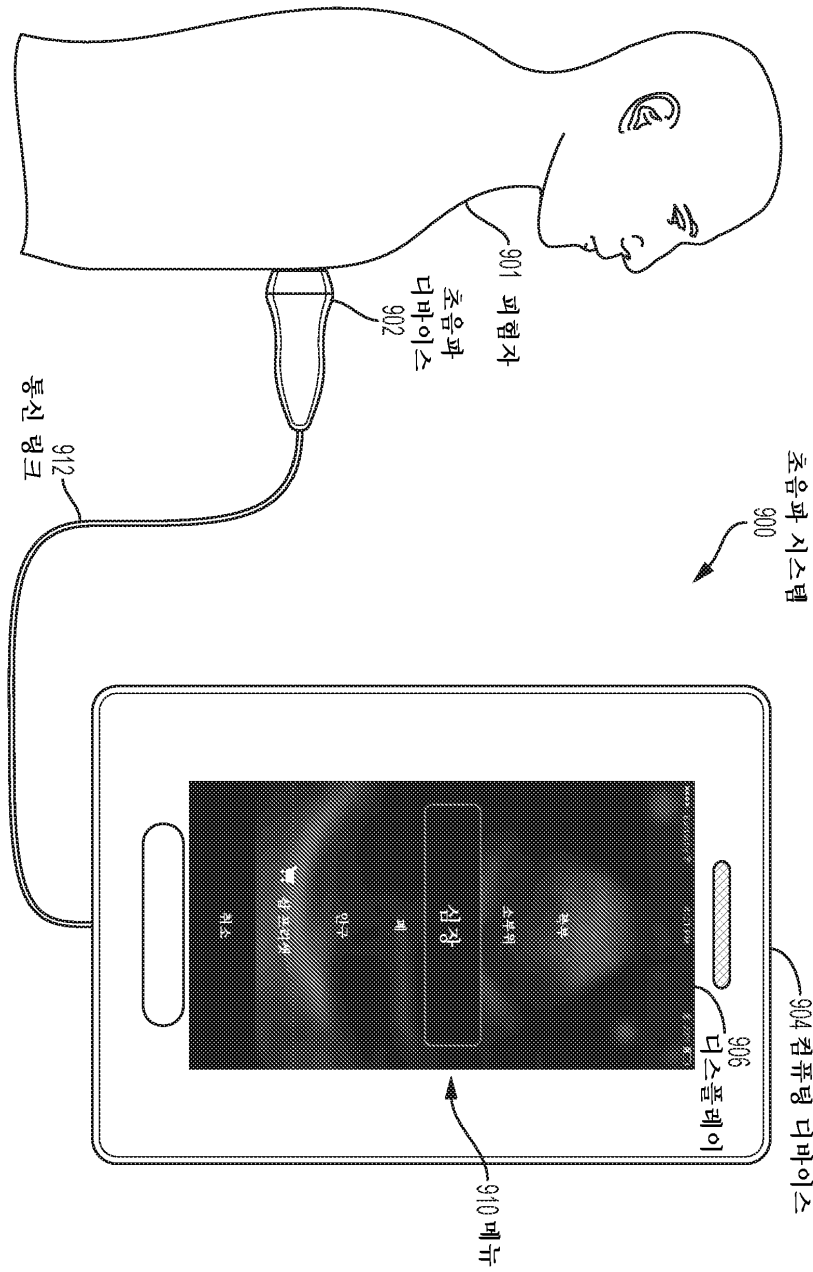
도면7d



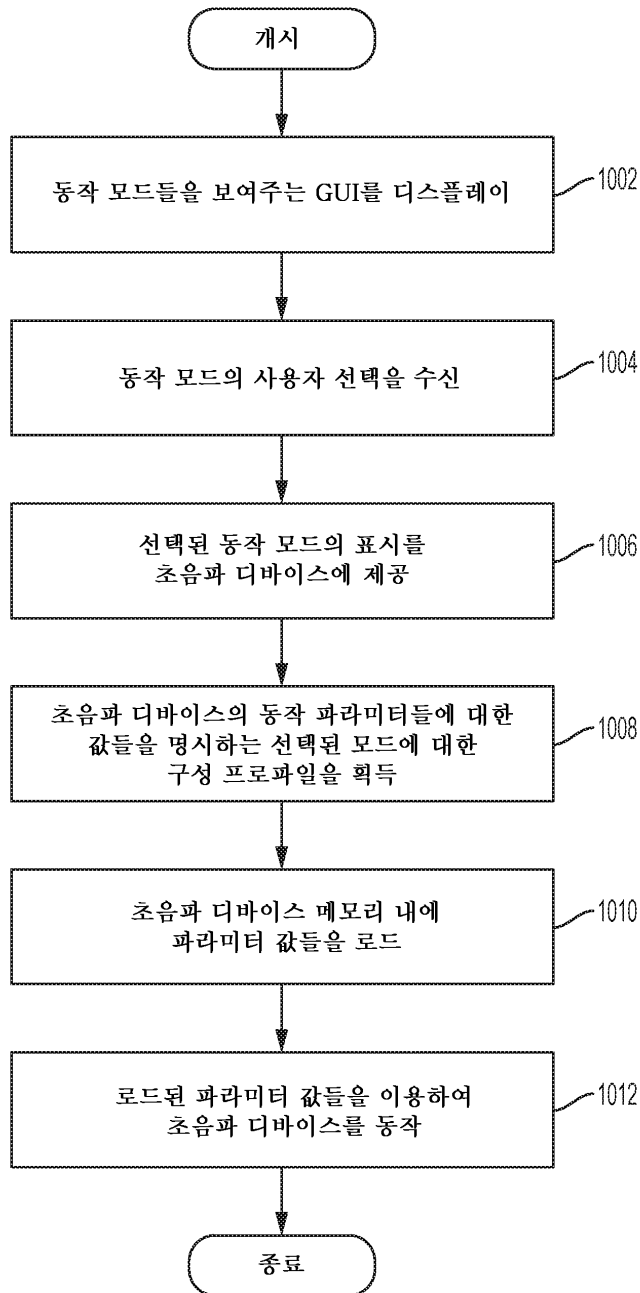
도면8



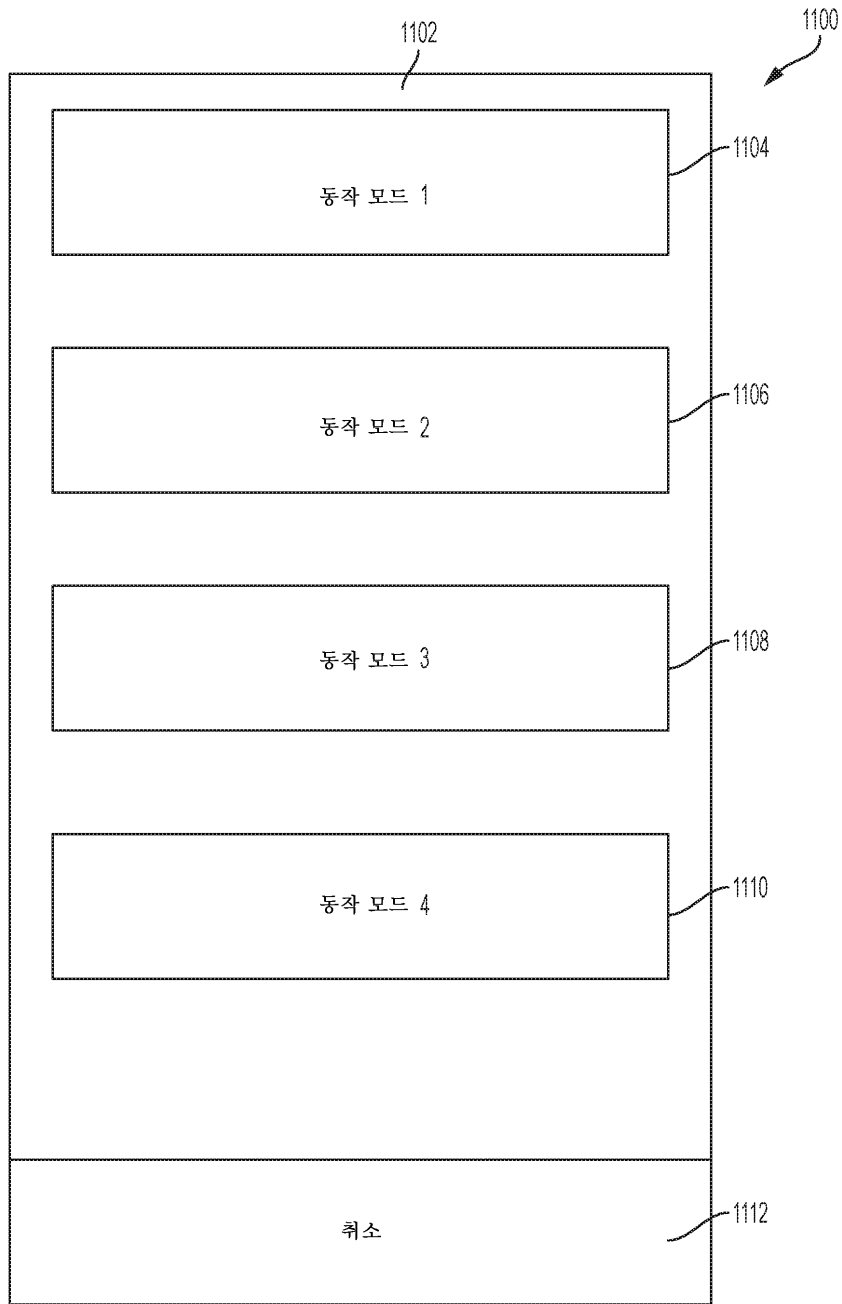
도면9



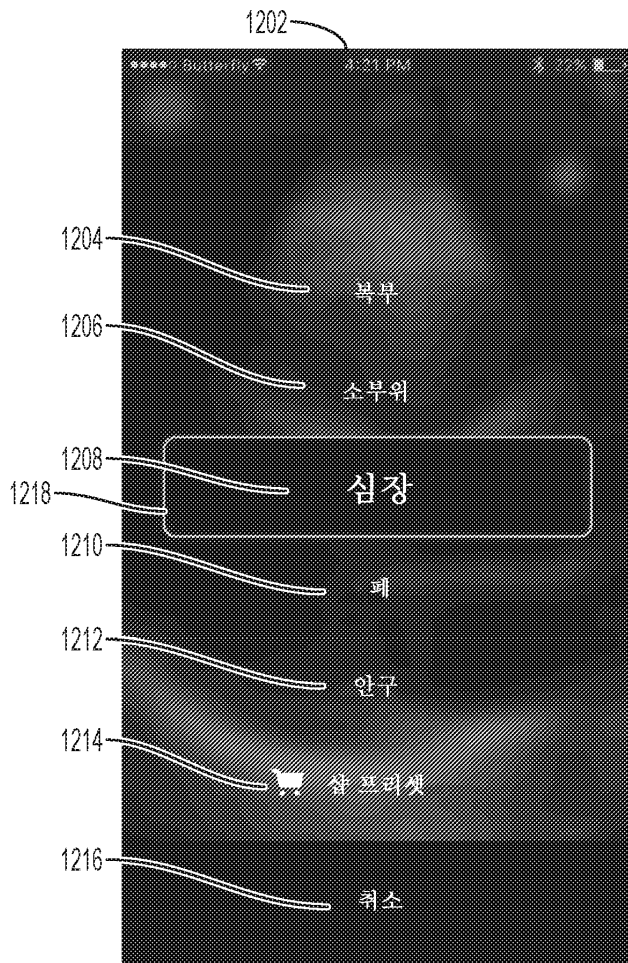
도면10



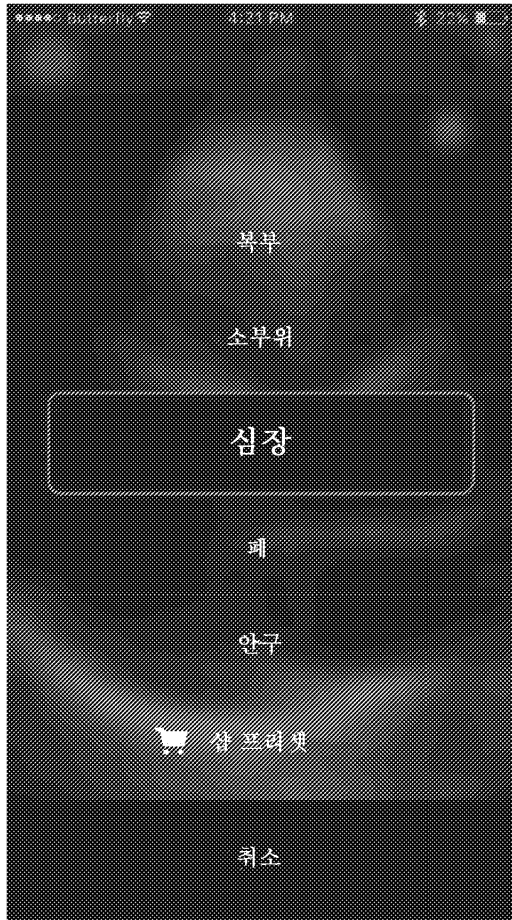
도면11



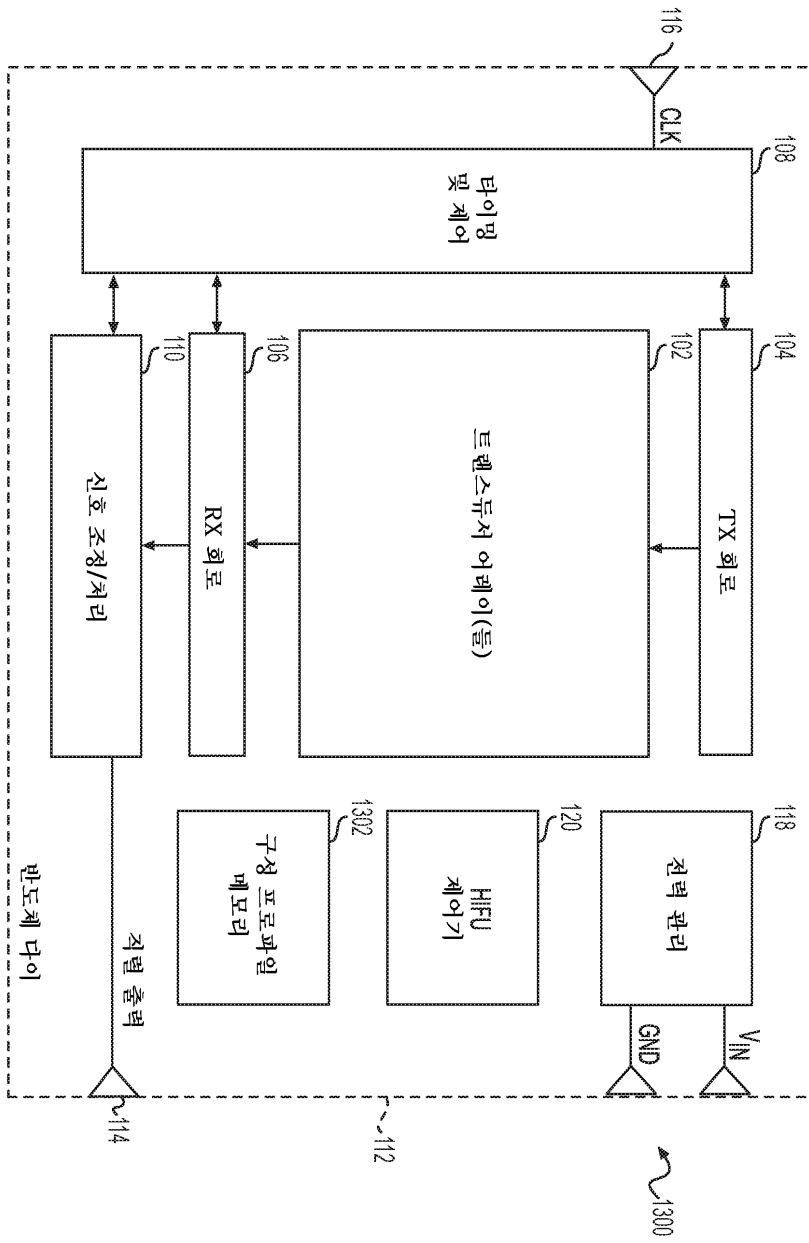
도면12a



도면12b



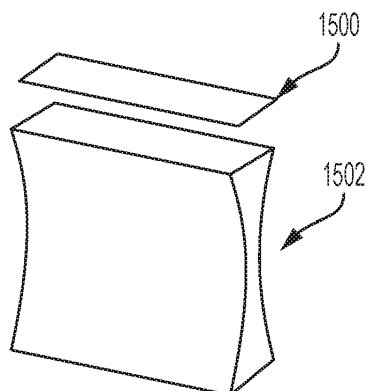
도면13



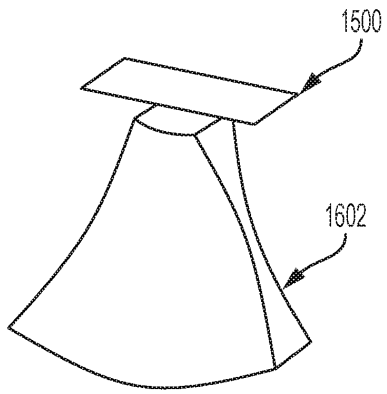
도면14



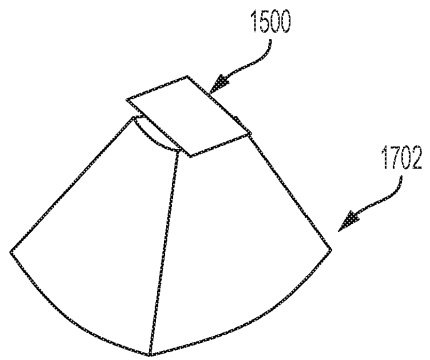
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	通用超声波装置及相关装置和方法		
公开(公告)号	KR1020190020101A	公开(公告)日	2019-02-27
申请号	KR1020197001827	申请日	2017-06-19
[标]申请(专利权)人(译)	蝶形网络的大		
申请(专利权)人(译)	蝶形网络公司		
发明人	로쓰버그, 조나단, 엠. 알리, 수잔, 에이. 산체즈, 네바다, 제이. 렐스턴, 타일러, 에스. 맥널티, 크리스토퍼 토마스 자호리안, 제이미, 스콧 크리스만, 폴 프란시스 디 옹, 매튜 파이프, 키스 지.		
IPC分类号	A61B8/14 A61B8/00 A61B8/12 B06B1/02 B06B1/06		
CPC分类号	A61B8/145 A61B8/12 A61B8/4236 A61B8/4427 A61B8/4444 A61B8/4494 A61B8/465 A61B8/467 A61B8/54 A61B8/56 B06B1/0292 A61B8/4483 A61B8/4488 A61B8/585 A61N7/02 A61N2007/0052 A61N2007/0073 A61N2007/0078 B06B1/0622 G01S15/8915 G01S15/8927 G01S15/8952 G01N29 /2406		
代理人(译)	Yangyoungjun Gimyeonsong Baekmangi		
优先权	62/352337 2016-06-20 US 15/415434 2017-01-25 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

描述了可以被配置为以各种模式操作的超声设备。至少一些模式与超声信号的不同频率相关。多模式超声探头，其配置为在与多个配置文件中的每个配置文件相关联的多个工作模式下工作；一种计算设备，其耦合至所述手持式多模式超声探头，并被配置为响应于接收到指示用户选择的工作模式的输入，使所述多模式超声探头以所选的工作模式工作。解释一下。

