



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0057596
(43) 공개일자 2010년05월31일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) Int. Cl.
H01L 41/04 (2006.01) G01S 5/18 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-7002528</p> <p>(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년06월30일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2010년02월03일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/IB2008/052610</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2009/004558
국제공개일자 2009년01월08일</p> <p>(30) 우선권주장
07111625.5 2007년07월03일
유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인
코닌클리즈케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.
네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인드호펜 그로네보 드세베그 1</p> <p>(72) 발명자
클리, 마레이케
네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀 스트란 6 내
레이만, 클라우스
네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀 스트란 6 내
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
양영준, 백만기</p> |
|---|---|

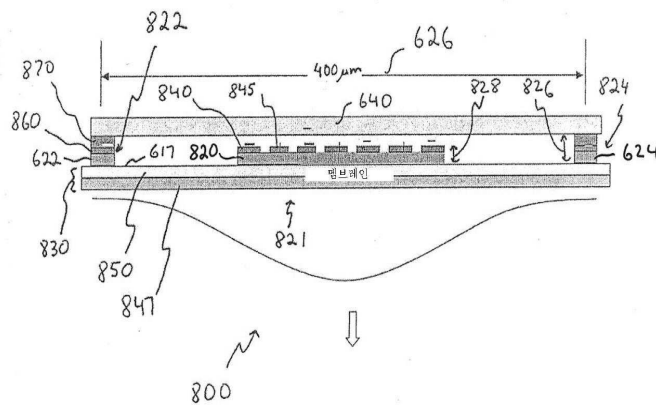
전체 청구항 수 : 총 37 항

(54) 존재 검출을 위한 박막 검출기

(57) 요약

전면 기관(615) 위에 멤브레인(830)이 형성되고, 멤브레인(830) 위에 액티브 부분(821) 및 액티브 부분(821)에 인접 위치하는 주변 부분들에 압전층(820)이 형성되는 트랜스듀서(800)가 제공된다. 압전층(820) 위에 제1 및 제2 전극들(840, 845)을 포함하는 패터닝된 도전성 층이 형성된다. 또한, 액티브 부분(821)에 인접하는 주변 부분들에 위치하는 지지대들(822, 824)을 구비하는 배면 기관 구조가 제공된다. 지지대들(822, 824)의 높이(826)는 패터닝된 압전층 및 패터닝된 도전성 층의 결합 높이(828)보다 크다. 많은 트랜스듀서가 어레이를 형성하도록 접속될 수 있으며, 예를 들어 존재 또는 모션 검출 및/또는 이미징을 위해 어레이의 빔을 조종하고, 어레이에 의해 수신되는 신호를 처리하는 것과 같이 어레이를 제어하기 위한 제어가 제공될 수 있다.

대표도 - 도8a



(72) 발명자

스리드하란 나이르, 비주, 케이.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

델노이즈, 로저, 피., 에이.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

부츠, 헨리, 엠., 제이.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

렌더스, 크리스티나, 에이.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

우니케, 올라프

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

리프만, 더크

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

디르크센, 피터

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

렉커, 로날드

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

반 에스츠, 헤리

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

드 와일드, 마르코

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

마우크조크, 튀디저

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

반 히쉬, 크리스

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

파스비어, 윌렘, 에프.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

크넵페, 엔젤, 제이.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

브린, 렘코, 에이., 에이치.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스 트란 6 내

특허청구의 범위

청구항 1

트랜스듀서(800; transducer)를 형성하는 방법으로서,
 전면 기관(615) 위에 멤브레인(830)을 형성하는 단계;
 상기 멤브레인(830) 위에 압전층(820)을 형성하는 단계;
 상기 압전층(820)의 액티브 부분(821) 위에 제1 및 제2 전극들(840, 845)을 포함하는 패터닝된 도전성 층을 형성하는 단계; 및
 상기 액티브 부분(821)의 인접 측면들 상에 위치하는 지지대들(822, 824)을 갖는 배면 기관 구조를 형성하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 지지대들(822, 824)의 지지대 높이(826)는 상기 압전층 및 상기 패터닝된 도전성 층의 결합 높이(828)보다 큰, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 배면 기관을 형성하는 단계는,
 배면 기관(640) 상에 상기 지지대들(822, 824)을 형성하는 단계; 및
 상기 액티브 부분(821)에 인접하는 위치들에 상기 지지대들(822, 824)을 부착하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 지지대들(822, 824)을 형성하는 단계는,
 상기 배면 기관(640) 상에 적어도 하나의 도전성 층(650)을 형성하여 상기 지지대들(822, 824)을 형성하는 단계; 및
 상기 지지대들(822, 824) 사이에서 상기 배면 기관(640)을 국지적으로 에칭하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 배면 기관을 형성하는 단계는,
 상기 압전층 및 상기 패터닝된 도전성 층의 전체 두께를 넘도록 상기 지지대들(822, 824)의 두께를 증가시키기 위하여 상기 지지대들(822, 824) 상에 추가 층(870)을 형성하는 단계 - 상기 지지대들은 상기 압전층 및 상기 패터닝된 도전성 층의 부분들을 포함함 -; 및
 상기 지지대들(822, 824)의 추가 층(870) 상에 배면 기관(640)을 실장하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전면 기관(815)을 완전히 또는 부분적으로 제거하는 단계를 더 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 멤브레인(830)을 형성하는 단계는,
 상기 전면 기관(615) 위에 실리콘 질화물 층(847)을 형성하는 단계; 및
 상기 실리콘 질화물 층(847) 위에 실리콘 산화물 층(850)을 형성하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 액티브 부분(821)을, 중첩되는 하부 및 상부 전극들(890, 895) 사이의 용량성 결합에 의해 직렬로 접속되는 세그먼트들로 분할하는 단계를 더 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 바이어스 전압을 공급하기 위하여 상기 중첩되는 하부 및 상부 전극들(890, 895)에 저항기들(891, 893)을 접속시키는 단계를 더 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 10

트랜스듀서(800)를 형성하는 방법으로서,
 전면 기관(615) 위에 멤브레인(830)을 형성하는 단계;
 액티브 부분(821) 및 상기 액티브 부분(821)에 인접하여 위치하는 주변 부분들에서 상기 멤브레인(830) 위에서 압전층(820)을 형성하는 단계;
 상기 압전층(820) 위에 패터닝된 도전성 층을 형성하는 단계; 및
 상기 액티브 부분(821)의 인접하는 측면들 상에 위치하는 지지대들(822, 824)을 갖는 배면 기관 구조를 형성하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 지지대들(822, 824)의 지지대 높이(826)는 상기 압전층 및 상기 패터닝된 도전성 층의 결합 높이(828)보다 큰, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,
 상기 배면 기관을 형성하는 단계는,
 배면 기관(615) 상에 도전성 층(870)을 형성하는 단계; 및
 상기 도전성 층(870)을 상기 지지대들(822, 824)에 부착하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,
 상기 배면 기관을 형성하는 단계는,
 상기 압전층 및 상기 패터닝된 도전성 층의 전체 두께를 넘도록 상기 지지대들(822, 824)의 두께를 증가시키기

위하여 상기 지지대들(822, 824) 상에 추가 층(870)을 형성하는 단계 - 상기 지지대들은 상기 압전층 및 상기 패터닝된 도전성 층의 부분들을 포함함 -;

상기 지지대들(822, 824)의 추가 층(870) 상에 배면 기판(640)을 실장하는 단계; 및

상기 지지대들(822, 824)이 적용되지 않은 영역들에서 상기 배면 기판(640) 내로 그루브들(groves)을 에칭하는 단계

를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 패터닝된 도전성 층을 형성하는 단계는 상기 패터닝된 압전층(820)의 액티브 부분(821) 위에 제1 및 제2 전극들(840, 845)을 형성하는 단계를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 15

제10항에 있어서, 추가의 패터닝된 도전성 층(840')을 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 압전층(820)은 상기 패터닝된 도전성 층과 상기 추가의 패터닝된 도전성 층 사이에 샌드위치되는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 멤브레인(830)을 형성하는 단계는,

상기 전면 기판(615) 위에 실리콘 질화물 층(847)을 형성하는 단계; 및

상기 실리콘 질화물 층(847) 위에 실리콘 산화물 층(850)을 형성하는 단계

를 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법.

청구항 17

제10항에 있어서, 상기 액티브 부분(821)을, 중첩되는 하부 및 상부 전극들(890, 895) 사이의 용량성 결합에 의해 직렬로 접속되는 세그먼트들로 분할하는 단계를 더 포함하는, 트랜스듀서 형성 방법

청구항 18

트랜스듀서(800)로서,

힘에 응답하여 형상을 변경하도록 구성되는 멤브레인(830);

상기 멤브레인(830) 위에 형성된 압전층(820);

상기 압전층(820)과 접촉하는 제1 및 제2 전극들(840, 845) - 상기 제1 및 제2 전극들(840, 845) 사이의 전기장은 상기 압전층(820)의 기계적 이동에 비례함 -;

상기 압전층(820)의 주변 측면들에 위치하는 제1 및 제2 지지대들(822, 824); 및

상기 제1 및 제2 지지대들(822, 824)에 의해 지지되는 기판(640)

을 포함하는 트랜스듀서.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전극들이 상기 압전층의 일측면 상에 형성될 때, 상기 제1 및 제2 지지대들(822, 824)의 지지대 높이(826)는 상기 압전층 및 상기 제1 전극의 제1 결합 높이(828)보다 크고, 상기 제1 및 제2 전극들이 상기 압전층의 대향 측면들 상에 형성될 때, 상기 지지대 높이는 상기 압전층 및 상기 제1 및 제2 전극들의 제2 결합 높이보다 큰 트랜스듀서.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 제1 및 제2 지지대들(822, 824)은 상기 압전층의 압전 재료 및 상기 제1 및 제2 전극들

의 도전성 재료를 포함하는 트랜스듀서.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 멤브레인(830)은 실리콘 질화물 층(847) 위에 위치하는 실리콘 산화물 층(850)을 포함하고, 상기 압전층(820)은 상기 실리콘 산화물 층(850) 위에 위치하는 트랜스듀서.

청구항 22

제18항에 있어서, 장벽층(617)을 더 포함하고, 상기 멤브레인(830)은 실리콘 질화물 층(847) 위에 형성된 실리콘 산화물 층(850)을 포함하고, 상기 장벽층(617)은 상기 실리콘 산화물 층(850) 위에 위치하고, 상기 압전층은 상기 장벽층(617) 위에 위치하는 트랜스듀서.

청구항 23

제18항의 트랜스듀서를 포함하는 어레이.

청구항 24

제18항의 트랜스듀서를 포함하는 존재 검출을 위한 센서.

청구항 25

제18항의 트랜스듀서를 포함하는 존재 검출을 위한 모션 센서.

청구항 26

제18항의 트랜스듀서를 포함하는 실시간 이미징을 위한 이미징 센서.

청구항 27

트랜스듀서 어레이(1100, 1200)로서,

압전층(1222), 적어도 2개의 전극(1242) 및 멤브레인(1230)을 구비하는 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소(1210, 1220) - 상기 멤브레인(1230)은 힘에 응답하여 형상을 변경하도록 구성됨 -; 및

플렉시블 포일(flexible foil; 1150, 1250)

을 포함하고,

상기 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소(1210, 1220)는 상기 트랜스듀서 어레이의 제1 측면 상에서 상기 플렉시블 포일(1150, 1250)에 부착되는 트랜스듀서 어레이.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 트랜스듀서 요소들(1110, 1120)의 제2 측면 상에 추가의 플렉시블 포일(1155)을 더 포함하고, 상기 플렉시블 포일(1150) 및 상기 추가의 플렉시블 포일(1155)은 상기 트랜스듀서 어레이의 제1 측면 및 제2 측면을 실질적으로 피복하는 트랜스듀서 어레이.

청구항 29

제27항에 있어서, 상기 플렉시블 포일(1250)은 상기 트랜스듀서 요소들(1210, 1220)의 반도체 기관(1240)에 부착되고, 상기 반도체 기관(1240)은 감소된 두께를 가지며, 상기 트랜스듀서 요소들(1210, 1220)의 추가 요소들에 대한 접촉을 위해 적어도 하나의 격리된 비아(1270)를 포함하는 트랜스듀서 어레이.

청구항 30

제27항에 있어서, 상기 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소는 박막 초음파 트랜스듀서 요소 및 박막 초진기 트랜스듀서 요소를 포함하는 트랜스듀서 어레이.

청구항 31

제27항에 있어서, 상기 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소 중 적어도 하나의 주변에 지지대들 사이에 위치하는

기관(1240)을 더 포함하는 트랜스듀서 어레이.

청구항 32

제27항에 있어서, 상기 압전층(1222)에 대항하는 상기 멤브레인(1230)의 일측면 상에 상기 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소 사이에 위치하는 지지대(210")를 더 포함하는 트랜스듀서 어레이.

청구항 33

제27항에 있어서, 상기 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소는 박막 초음파 트랜스듀서 요소 및 박막 초전기 트랜스듀서 요소를 포함하고, 상기 트랜스듀서 어레이는 상기 압전층(1222)에 대항하는 상기 멤브레인(1230)의 일측면 상에 적어도 상기 박막 초음파 트랜스듀서 요소와 상기 초전기 트랜스듀서 요소 사이에 위치하는 지지대(210")를 더 포함하는 트랜스듀서 어레이.

청구항 34

트랜스듀서 어레이(1000)로서,

적어도 2개의 전극(1030, 1040) 사이에 샌드위치된 압전층(1020)을 갖는 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소(1010); 및

플렉시블 포일(1050)

을 포함하고,

상기 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소(1010)는 상기 트랜스듀서 어레이의 제1 측면 상에서 상기 플렉시블 포일(1050)에 부착되며, 상기 플렉시블 포일(1050)의 이동을 향상시키고 상기 어레이(1000)의 정형(shaping)을 가능하게 하기 위해 갭(1070)에 의해 분리되는 트랜스듀서 어레이.

청구항 35

디바이스로서,

압전층을 갖는 적어도 2개의 박막 트랜스듀서 요소를 구비하는 트랜스듀서 어레이;

초전기 층을 갖는 적어도 2개의 박막 초전기 검출기를 구비하는 초전기 어레이; 및

적어도 2개의 전극

을 포함하고,

상기 압전층 및 상기 초전기 층은 상기 적어도 2개의 전극 사이에 샌드위치되는 디바이스.

청구항 36

제35항에 있어서, 플렉시블 포일을 더 포함하고, 상기 트랜스듀서 어레이 및 상기 초전기 어레이는 상기 플렉시블 포일 상에 실장되는 디바이스.

청구항 37

제36항에 있어서, 상기 트랜스듀서 어레이 및 상기 초전기 어레이는 유연성(flexibility)이 향상되도록 상기 플렉시블 포일의 부분을 노출시키기 위하여 분리되는 디바이스.

명세서

기술분야

본 시스템은, 무생물 및 생물을 포함하는 물체(들)의 존재 및/또는 모션 검출 및 실시간 이미징, 및 물체(들)의 속도, 위치 및/또는 수와 같은 다양한 파라미터의 결정을 위한 박막 초음파 트랜스듀서 및 어레이를 포함하는 초음파 트랜스듀서를 이용하는 존재 검출, 모션 검출 및 실시간 이미징 등을 위한 트랜스듀서에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

- [0002] 트랜스듀서는 모션 및 존재 검출을 위한 센서들과 같은 광범위한 응용들을 발견하고 있다. 주요 추진 요인은 필요에 따라 조명을 턴온/턴오프하는 것은 물론, 램프 수명을 향상시켜 사무실 빌딩 및 가정에서 에너지를 절약하는 것이다. 모션/존재 검출 센서 시장은 빠르게 성장할 것으로 추정된다. 이러한 성장 영역에서는, 최소의 잘못된 검출 또는 트리거와 더불어, 소형(compact), 낮은 비용, 낮은 프로파일(거의 보이지 않음)의 센서들이 요구된다. 그러한 센서들은 더 지능적이어서, 방 안의 사람들의 수 및 사람들의 위치의 검출은 물론, 예를 들어 방 안의 사람들의 모션 및 모션 방향의 검출을 가능하게 하는 것이 더 바람직하다. 또한, 무선 동작을 가능하게 하기 위해 저전력으로 동작하는 트랜스듀서가 적합하다.
- [0003] 초음파 트랜스듀서들은 예를 들어, 조명을 턴온/턴오프하거나, 예를 들어 도시, 빌딩, 거리 등에서 국지적으로 조명을 약하게 하기(dime) 위한 옥외 제어들과 같은 다른 응용들을 위한 센서들로서도 매력적이다. 이들은 침입자 검출에도 적용될 수 있으며, 감지 디바이스들을 자동으로 스위치 온한다.
- [0004] 현재의 모션 센서들은 초전기 세라믹 디바이스들에 기초하는 세라믹 초음파 모션 검출기들 및 수동형 적외선(IR) 검출기들을 포함한다. 이러한 종래의 IR 디바이스들은 매우 크며(bulky), 통상적으로 방의 천장에 장착된다. Klee 등이 저술한 특허 문헌 DE4218789는 마이크로 머시닝된 초전기 검출기를 설명하고 있으며, 그 전체가 본 명세서에 참고 문헌으로 포함된다. IR 센서들은 수신되는 적외선 에너지의 변화로부터 움직이는 사람들 또는 사람들의 모션을 검출한다. 이러한 초전기 IR 검출기들의 단점은 분명하고 방해되지 않아야 하는 적절한 검출을 위한 시선(line of sight)의 필요를 포함한다. 또한, IR 검출기들은 직접적인 일광 및 주변광의 변화에 의해 쉽게 교란되고, 연기 및 열에 민감하여, 잘못된 알람을 제공한다.
- [0005] 잘못된 알람들 또는 트리거들을 최소화하기 위하여, 초전기 수동형 검출기 및 초음파 검출기의 조합이 사용되는데, 이 경우에 초음파 트랜스듀서는 수동형 적외선 검출기 옆에 장착된다. 이러한 조합된 디바이스들은 통상의 IR 검출기보다 훨씬 더 커서, 11cm의 직경 및 3.5cm의 높이의 통상적인 크기를 갖는다. 도 1은 통상적인 트랜스듀서의 방사 패턴(100)을 나타낸다. 도 1에 도시된 바와 같이, 통상적으로 트랜스듀서는 매우 좁은 빔(110)을 투과시키며, 따라서 큰 블라인드 영역(120, 130)들을 갖는다.
- [0006] 블라인드 영역들을 줄이거나 제거하기 위하여, 트랜스듀서들의 어레이가 제공되며, 어레이의 각각의 요소 또는 트랜스듀서로부터의 신호들은 어레이로부터 투과되는 초음파 빔을 정형하거나 조종하도록 개별적으로 제어된다. 이것은 예를 들어 사람들의 위치를 검출하기 위한 방 또는 영역을 통한 스캐닝을 가능하게 한다. 트랜스듀서 어레이를 사용하는 경우, 빔을 집속(focus)하는 것도 가능하며, 이는 해상도 및 신호 대 잡음비를 향상시킨다. 초음파 어레이들은 또한 관련 전자 장치를 이용하여 초음파 이미지들을 검출하고 형성하는 것을 가능하게 한다.
- [0007] 그러한 초음파 센서들은 승객의 존재 또는 부재의 검출에 따라 승객 에어백을 턴온/턴오프하기 위한 차량 내의 에어백 제어를 위해서도 고려된다. 트랜스듀서들에 대한 다른 응용들은 거리 측정을 포함한다. 또한, 이러한 트랜스듀서들은 에어백을 턴온/오프하기 위한 승객 탑승 센서들과 같은 자동차 목적에도 흥미로울 수 있다. 또한, 초음파 트랜스듀서들은 본 명세서에 그 전체가 참고 문헌으로 포함되는 Gualtieri의 미국 특허 제6,549,487호에 설명된 바와 같은 충돌 예방 또는 방지 시스템들에도 사용되는데, 이 특허에서는 전자적으로 조정되는 초음파 빔이 물체의 범위, 각도 넓이 및 각도 방향을 측정하는 데 사용된다. 초음파 수신기들은 그러한 물체들의 범위, 넓이, 크기 및 방향과 같은 정보를 결정하기 위한 처리를 위해 물체들로부터 반사되는 음향파들을 수신한다. 이러한 시스템들은 통상적으로 개별 단일 트랜스듀서들로 형성된다.
- [0008] 본 명세서에 그 전체가 참고 문헌으로 포함되는 "Sensitivity Improvement of Diaphragm Type Ultrasonic Sensors by Complementary Piezoelectric Polarization"이라는 제목의 Kaoru Yamashita 등의 논문에 설명된 바와 같은 실리콘 다이어프램(diaphragm) 상의 압전 초음파 센서들이 공지되어 있다. 또한, 본 명세서에 그 전체가 참고 문헌으로 포함되는 "Ultrasonic Sensors in Air"라는 제목의 Valentin Magori의 논문은 물체로부터 반사되는 에코들에 기초하는 물체 인식 및 거리 검출을 위한 방출 빔의 전자적 조종과 더불어, 위상이 맞춰진(phased) 어레이들로서 동작하는 압전 초음파 트랜스듀서들을 포함하는 지능형 초음파 센서들을 설명하고 있다.
- [0009] Yamashita의 논문에 기재된 바와 같이, 공수 초음파를 이용하는 3차원 이미징 디바이스들은 차량 제어, 자율 로봇용의 물체 검출, 및 시각 장애인 및 검사 로봇의 활동 지원에 사용될 수 있다. 기재된 바와 같이, 공기 중의 초음파 측정은 초음파의 적당히 낮은 전달 속도로 인해 수 미터보다 작은 범위에서의 정밀한 거리 측정에 있어서 광 및 밀리미터파를 포함하는 전자기파에 대한 이점을 갖는다.
- [0010] 본 명세서에 각각의 내용 전체가 참고 문헌으로 포함되는, 본 발명의 양수인에게 양도된, Klee 등의 미국 특허 제6,515,402호 및 제6,548,937호 양자는 Yamashita의 논문에도 설명된 바와 같이 전극들이 압전층의 일측 또는

양측에 존재할 수 있는 초음파 트랜스듀서들의 어레이를 설명하고 있다. 그러한 트랜스듀서들은 개구를 형성하도록 마이크로 머시닝된 기관을 갖는다.

[0011] 도 2a는 멤브레인(220)이 상부에 형성된 실리콘 기관(210)을 갖는, 미국 특허 제6,548,937호에 설명된 바와 같은, 초음파 트랜스듀서(200)를 나타낸다. TiO_2 층과 같은 장벽 구조(230)가 멤브레인(220) 위에 형성된다. 압전층(240)이 장벽층(230) 위에 형성된다. 제1 및 제2 전극들(250, 255)이 압전층(240)의 측방 폴링 동작 (laterally poled operation)을 위해 압전층(240)의 측방 대향 단부들에 배치된다. 또한, 압전층(240) 및 전극들(250, 255)과 관련하여 적절한 위치에 멤브레인(220)을 노출시키기 위한 개구(260)를 형성하기 위하여 기관(210)의 일부가 제거된다. 그러한 초음파 트랜스듀서들의 어레이를 제조하기 위하여, 하나의 실리콘 기관 상에 여러 멤브레인을 형성하기 위하여 여러 개구가 형성된다. 개구(260)에 의해 노출된 멤브레인(220)은 그 개구(260)로 인해 (예를 들어, AC 전압의 인가시에) 발진할 수 있다.

[0012] 구체적으로, 제1 및 제2 전류 공급 콘택들(270, 275)을 통한 전극들(250, 255)로의 AC 전압의 인가는 압전층(240)이 층(240)의 면 내에서 세로 발진하도록 여기되게 한다. 압전 요소의 길이 변화는 멤브레인(220)을 발진하도록 여기시킨다. 전극들(250, 255)은 도 2b에 도시된 바와 같은 인터-디지털 전극들(250, 255)일 수 있다.

[0013] 도 2c는 미국 특허 제6,515,402호 및 Yamashita 논문에 설명된 바와 같은 초음파 트랜스듀서(200')를 나타내며, 여기서 전극들(250', 255')은 압전층(240)의 양측에 형성된다. 도 2a, 2c에 도시된 양 트랜스듀서(200, 200')는 벌크 마이크로 머시닝 기술들 또는 패턴 리소그래피 등에 의해 기관(210)의 일부를 제거하여 적절한 위치에 개구(260)를 형성하는 것을 필요로 하는데, 이는 시간 소모적이고, 그러한 트랜스듀서 어레이들의 제조 비용을 증가시킨다. 또한, 기관은 적절한 위치에 개구를 형성하도록 정렬되어야 하는데, 이는 제조 시간 및 비용을 더욱 증가시키는 것은 물론, 에러들을 유발하여 수율을 감소시킨다. 또한, Yamashita 논문에 설명된 바와 같이, 비교적 고가인 SOI(Silicon on Insulator) 웨이퍼들이 통상적으로 사용되는데, 여기서는 멤브레인이 실리콘(2 μ m) 및 실리콘 산화물(0.4 μ m)로 형성된다.

[0014] 도 2c의 2개의 대향 전극(250', 255') 사이에는 전기장이 존재한다는 점에 유의해야 한다. 이 전기장은 압전층에 수직이다. 이와 달리, 도 2a의 2개의 인접하는 전극(250, 255) 사이의 전기장은 압전층(240)에 평행하거나, 그 면 내에 존재한다. 도 2b에 도시된 바와 같이 통상적으로 인터-디지털 형태인, 가까이 이격된 전극들을 제공함으로써, 각각의 멤브레인에 대해 단지 2개의 전극을 사용하는 것보다 원하는 전기장의 생성에 더 적은 전압이 필요하게 된다.

[0015] 물론, 이미징을 위해 공수 초음파를 사용하는 것에 더하여, 초음파는 또한 유체 및 고체 내에 인가되고, 의료 초음파 검사 및 수중 이미징과 같은 이미징을 위해 사용되는데, 여기서는 본 명세서에 그 전체가 참고 문헌으로 포함되는 Bernstein의 미국 특허 제6,323,580호(이하, Bernstein이라 함)에 설명된 바와 같은 강체(ferroic) 박막들이 사용될 수 있다. Bernstein에서, 인터 디지털 전극들은 실리콘 멤브레인의 구조층 상에 차례로(in turn) 위치하는 Al_2O_3 의 절연층 위에 형성된 강체 다이어프램의 일측에만 형성된다. 실리콘 멤브레인은 실리콘 기관 상에 형성된 SiO_2 또는 Si_3N_4 의 에치 스톱층 상에 위치한다. 실리콘 기관은 실리콘 멤브레인 아래에 개구를 형성하기 위해 (SiO_2 또는 Si_3N_4 의 에치 스톱층까지) 선택적으로 에칭된다. 고가의 SOI 웨이퍼 기술이 이용되는 것은 물론, 추가적인 Al_2O_3 층이 도포되며, 이는 처리 시간 및 비용을 더 증가시킨다는 점에 유의해야 한다. 도 2a-2b와 관련하여 설명된 개구(260)와 유사하게, Bernstein 개구도, 예를 들어 전극들 아래의 원하는 위치에 개구를 적절히 제공하기 위하여 2면 리소그래피 및 정렬을 필요로 하는 에칭 및 마이크로 머시닝 등에 의한 선택적 기관 제거로부터 형성되므로, 비용이 더 증가된다.

[0016] 또 하나의 마이크로 머시닝된 트랜스듀서는, 본 명세서에 그 전체가 참고 문헌으로 포함되는 "Ultrasound Radiating Performances of Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transmitter"(이하, Wang)라는 제목의 Zhihong Wang 등에 의한 논문(Wang)에 설명되어 있다. 이 트랜스듀서도 기관 내에 정렬된 개구를 형성하기 위해 기관 정렬 및 마이크로 머시닝을 필요로 한다. Wang에서, 멤브레인은 Si_3N_4 로 형성되며, Si_3N_4 멤브레인과 Si 기관 사이에는 SiO_2 에치 스톱층이 형성된다.

[0017] 따라서, 더 얇고, 부피가 작고, 플렉시블(flexible)하며, 값싸고, 제조하기에 더 쉬우며, 감소된 단계들 및/또는 감소된 정렬 요구들을 갖고, 또한 높은 전기 음향 성능을 갖는 개량된 소형 센서들이 필요하다. 적외선 검출 등과 같은 다른 기능의 통합은 추가적인 소형화를 가능하게 할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 여기에 제공되는 시스템들 및 방법들의 한 가지 목적은 초음파 및/또는 적외선 신호들을 검출하기 위한 결합된 초음파 및 초전기 검출기들을 갖는 센서들을 제공하는 것을 포함하여 종래의 센서들의 단점들을 극복하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 설명되는 실시예들에 따르면, 예를 들어 공기는 물론, 유체 및 고체 내에서의 실시간 이미징을 위해, 그리고 예를 들어 무생물 및 생물을 포함하는 물체(들)의 도플러 효과를 이용한 존재 및/또는 모션 검출, 및 물체(들)의 이동 속도, 이동 방향, 위치 및/또는 수와 같은 다양한 파라미터의 결정을 위해 사용될 수 있는 트랜스듀서 또는 트랜스듀서들의 어레이가 제공된다. 일 실시예에서, 트랜스듀서는 전면 기판(front substrate) 위에 형성된 멤브레인을 포함하고, 멤브레인 위에는 액티브 부분 및 액티브 부분에 인접하는 주변 부분들 상에 압전층이 형성된다. 필요한 경우에, 압전층이 패터닝될 수 있다. 제1 및 제2 전극들을 포함하는 패터닝된 도전층이 압전층 위에 형성된다. 또한, 액티브 부분에 인접하는 주변 부분들에 위치하는 지지대들을 구비하는 배면 기판(back substrate) 구조가 제공된다. 지지대들의 높이는 패터닝된 압전층과 패터닝된 도전층의 결합된 높이보다 크다. 많은 트랜스듀서가 접속되어 어레이를 형성할 수 있는데, 여기서는 예를 들어 존재 또는 모션 검출 및/또는 이미징을 위해 어레이의 빔을 조정하고, 어레이에 의해 수신되는 신호들을 처리하는 것 등과 같이 어레이를 제어하기 위한 제어기가 제공될 수 있다.

[0020] 임의의 원하는 형상으로 형성될 수 있는 플렉시블 센서들을 형성하기 위해 플렉시블 포일들 상에 다양한 센서들이 제공될 수 있다. 또한, 상이한 타입의 센서들 또는 검출기들이 초음파 및/또는 적외선 신호들을 검출하기 위한 결합된 초음파 및 초전기 검출기들을 포함하는 다중 센서와 같은 단일 다중 센서로 결합 또는 통합될 수 있다. 센서들은 이미징(초음파 및/또는 IR 이미징)은 물론, 모션 또는 존재 검출과 같은 다양한 응용에 사용될 수 있는데, 초음파 센서(들)는 초음파 및/또는 IR 신호들의 전송 및/또는 수신을 포함하는 동작을 위해 시선을 필요로 하는 IR 센서(들)와 달리 동작을 위한 시선을 필요로 하지 않는다.

[0021] 본 시스템들 및 방법들의 추가 응용 영역들은 아래에 제공되는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 상세한 설명 및 특정 예들은 본 시스템들 및 방법들의 예시적인 실시예들을 지지하는 반면, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 의도가 아니라, 단지 예시적인 목적을 의도한다는 것을 이해해야 한다.

[0022] 본 발명의 장치들, 시스템들 및 방법들의 이들 및 다른 특징들, 양태들 및 이익들은 아래의 설명, 첨부된 청구항들 및 첨부된 도면들로부터 더 잘 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 통상적인 트랜스듀서의 방사 패턴의 측정을 나타내는 도면이다.
- 도 2a 내지 도 2c는 벌크 마이크로 머시닝을 이용하여 실현된 종래의 센서를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 시스템의 일 실시예에 따른 트랜스듀서들의 어레이를 나타내는 도면이다.
- 도 4a 내지 도 4b는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 일측에 전극들을 가진 트랜스듀서를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 대향측에 전극들을 가진 트랜스듀서를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 시스템의 일 실시예에 따른, 배면 기판을 구비하는 트랜스듀서들의 어레이를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 시스템의 일 실시예에 따른, 인터 디지털 전극들을 구비하는 트랜스듀서들의 어레이를 나타내는 도면이다.
- 도 8a 내지 도 8c는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 마운트들 상에 지지되는 배면 기판을 구비하는 트랜스듀서를 나타내는 도면이다.
- 도 8d는 본 시스템의 일 실시예에 따른 저항성 바이어싱 네트워크를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 시스템의 일 실시예에 따른 트랜스듀서의 전기 임피던스 대 주파수의 플롯(plot)이다.

도 10은 본 시스템의 일 실시예에 따른, 상호접속부들을 갖는 플렉시블 포일 상에 트랜스듀서들의 플렉시블 어레이를 형성하는 2개의 초음파 트랜스듀서를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 시스템의 일 실시예에 따른, 전자 장치들(electronics)이 있거나 없는 실리콘 부품들 상에 실장되는 상측 상의 박막 압전 요소들을 갖는 트랜스듀서들의 플렉시블 어레이를 형성하는 플렉시블 층 상호접속부들로 양측에서 커버되는 2개의 초음파 트랜스듀서 디바이스를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 시스템의 일 실시예에 따른 둘 이상의 초음파 트랜스듀서의 플렉시블 어레이를 나타내는 도면이다.

도 13a 내지 도 13c는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 보드 상에 개별 실장 회로를 갖는 초음파 트랜스듀서 및 초전기 트랜스듀서의 결합을 포함하는 어레이들을 나타내는 도면들이다.

도 14a 내지 도 14c는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 플립 칩 실장 또는 와이어 본딩에 의해 실장된 회로를 갖는 초음파 트랜스듀서 및 초전기 트랜스듀서의 결합을 포함하는 어레이들을 나타내는 도면들이다.

도 15a 내지 도 15c는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 통합 회로를 갖는 초음파 트랜스듀서 및 초전기 트랜스듀서의 결합을 포함하는 어레이들을 나타내는 도면들이다.

도 16a 내지 도 16c는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 압전 영역들의 양측에 전극들을 갖는 초음파 트랜스듀서 및 초전기 트랜스듀서의 결합을 포함하는 어레이들을 나타내는 도면들이다.

도 17a 내지 도 17c는 본 시스템의 일 실시예에 따른, 상이하게 도핑된 압전 영역들을 갖는 초음파 트랜스듀서 및 초전기 트랜스듀서의 결합을 포함하는 어레이들을 나타내는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하는, 도면들과 관련하여 취해질 때, 진술한 특징들 및 이익은 물론, 추가적인 특징들 및 이익들을 설명하는 예시적인 실시예들에 대한 설명이다. 아래의 설명에서는, 한정이 아니라 설명의 목적으로, 아키텍처, 인터페이스, 기술, 요소 속성 등과 같은 예시적인 상세들이 설명된다. 그러나, 이들 상세로부터 벗어나는 다른 실시예들도 또한 첨부된 청구항들의 범위 내에 속하는 것으로 이해된다는 것은 이 분야의 통상의 기술자들에게 명백할 것이다.

[0025] 따라서, 아래의 설명 또는 소정 실시예들은 본질적으로 예시적일 뿐, 본 발명, 그의 응용 또는 용도를 한정하고자 하는 의도는 전혀 없다. 본 시스템들 및 방법들의 실시예들에 대한 아래의 상세한 설명에서는, 그 일부를 구성하고, 설명되는 시스템들 및 방법들이 실시될 수 있는 특정 실시예들을 예로서 도시하는 첨부 도면들에 대한 참조가 이루어진다. 이들 실시예는 이 분야의 기술자들이 현재 개시되는 시스템들 및 방법들을 실시하는 것을 가능하게 하기 위하여 충분히 상세하게 설명되며, 다른 실시예들이 이용될 수 있고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 구조적 및 논리적 변경들이 이루어질 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0026] 따라서, 아래의 상세한 설명은 제한적인 의미로 해석되지 않아야 하며, 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들에 의해서만 정의된다. 여기서, 도면들 내의 참조 번호들의 선두 숫자(들)는 통상적으로 도면 번호에 대응하는데, 예외적으로 다수의 도면 내에 나타내는 동일한 구성요소들은 동일 참조 번호들에 의해 식별된다. 더욱이, 명료화를 위해, 공지된 디바이스, 회로 및 방법에 대한 상세한 설명은 본 시스템의 설명을 불명확하게 하지 않도록 하기 위해 생략된다.

[0027] 압전 박막 트랜스듀서(들) 및 트랜스듀서 어레이(들)를 포함하는 본 센서의 다양한 실시예는 비용 효과적이고, 효율적이고, 소형인 초음파 트랜스듀서/어레이를 가능하게 한다. 다양한 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서는 예를 들어 점유 및/또는 모션 검출에 사용되는 종래의 세라믹 초음파 트랜스듀서들보다 부피가 작은(less bulky), 편평하고 낮은 프로파일의 초음파 트랜스듀서이다. 다른 실시예들은 사람, 동물, 차량 등과 같은 생물 및 무생물의 존재, 이동 속도, 이동 방향, 위치, 모션 및/또는 수와 같은 다양한 파라미터를 검출하기 위하여 초음파 빔의 스캐닝 및 전자적 조종을 가능하게 하는 편평하고 낮은 프로파일의 박막 트랜스듀서 어레이를 포함한다. 그러한 소형이며 낮은 프로파일의 초음파 트랜스듀서/어레이는 특히, 이들이 시선을 필요로 하지 않고, 적외선 센서들에 비해 연기 및 열에 민감하지 않으므로, 다양한 응용을 발견할 수 있다.

[0028] 일 실시예에서는, 박막 압전 트랜스듀서 어레이들이 존재 및/또는 모션 검출 등에 사용되는데, 도 3은 박막 압전 트랜스듀서 요소들(310)의 어레이(300)를 나타낸다. 어레이(300) 및/또는 각각의 요소(310)는 임의의 크기 및 형상을 가질 수 있다. 요소들(310)의 피치(320)는 응용에 기초하여 선택된다. 모션 검출기들의 경우에, 공기 중에서의 낮은 감쇠를 달성하기 위하여, 어레이들은 50-450KHz의 주파수에서 동작하도록 설계된다. 이러한

낮은 주파수에서 동작하기 위하여, 요소 피치(320)는 약 수백 μm 내지 수천 μm 이다. 피치(320)는 요소의 폭(330)에다가 하나의 요소와 인접 요소가 분리되는 갭(340)을 더한 것이다.

[0029] 도 3에 도시된 바와 같이, 어레이는 도 1과 관련하여 설명된 더 넓은 커버리지 및 블라인드 스폿(120, 130)의 감소 또는 제거를 위해 초음파 빔의 전자적 조종을 가능하게 하는 것 등을 위해 어레이를 제어하고 어레이(300)로부터 수신되는 정보를 처리하기 위한, Gualtieri의 미국 특허 제6,549,487호에 설명된 바와 같은, 위상 시프터, 지연 탭, 변환기 등과 같은 관련 전자 장치들을 구비하는 제어기 또는 프로세서(350)에 접속될 수 있다. 프로세서(350)에 의해 실행될 때 어레이 시스템의 제어 및 동작을 위한 다양한 데이터 및 애플리케이션 프로그램들 및 소프트웨어 명령어들 또는 코드들을 저장하기 위한 메모리(360)도 프로세서(350)에 동작 결합될 수 있다.

[0030] 기계적 에너지로 변환되는 전기적 에너지의 양(즉, 전기-기계 변환의 효율)인 디바이스들의 높은 결합 계수를 달성하기 위하여, 도 4a에 도시된 바와 같이, 압전 재료의 대향측들에 위치하는 전극들 대신에, 전극들이 압전 박막의 동일측 상에서 처리되고, 요소들이 트랜스듀서의 면에 평행한 폴링 방향으로 동작하는 센서(400)가 제공된다. 구체적으로, 도 2b에 도시된 바와 같이 인터 디지털 형태(inter-digitated)일 수 있는 한 쌍의 전극들(430, 440 및 430', 440') 사이의 면내 전기장은 압전 박막의 면 내에서 세로 스트레스 발진을 유발하며, 이는 또한 멤브레인의 휨 발진으로 이어진다. 전극들(430, 440) 사이의 감소된 간격은 더 낮은 전압에서의 동작을 허가한다. 아래의 설명에서, "포지티브" 및 "네거티브" 전압은 각각 압전 재료 내의 전기장이 폴링 방향에 평행하거나 평행하지 않음을 지시하는 데 사용된다.

[0031] 센서(400)는 더 높은 결합 계수를 갖는 것에 외에도 더 적은 처리 단계들을 필요로 하는데, 그 이유는 압전 박막의 일측 상의 전극층의 결여로 인해 하나 더 적은 층이 존재하기 때문이며, 이는 그러한 디바이스들(400)의 비용 효과적인 생산을 가능하게 한다. 센서(400)는 기관 상에 형성된 멤브레인(410)을 포함하며, 기관은 멤브레인(410)의 이동을 허용하기 위해 센서(400)의 형성 후에 제거된다. 예를 들어, 멤브레인(410) 상에 압전 재료(420, 420')가 형성되며, 이 압전 재료는 원할 경우에 성능을 향상시키기 위하여 패터닝될 수 있다. 또한, 패터닝된 압전 재료의 각각의 압전 영역들(420, 420') 위에 한 쌍의 전극들(430, 440, 430', 440')이 형성된다.

[0032] 도 4a에 도시된 바와 같이, 내측 예지 전극(440, 440')에 포지티브 전압이 인가되고, 외측 예지 전극(430, 430')에 네거티브 전압이 인가(대안으로는 접지될 수 있음)될 때, 압전층들의 신장(elongation)(450)은 도 4b에 도시된 바와 같이 멤브레인 스택의 하향 휨(downward bending; 460)을 유발한다. 전극 쌍들(430, 440 및 430', 440')에 인가되는 전압들의 극성의 반전은 멤브레인 스택을 위로 휘게 한다. 압전층들에 인가되는 전압 펄스들 또는 임의의 교류(AC) 신호는 물체들로부터 그들의 검출을 위해 반사될 수 있는 초음파들을 생성한다.

[0033] 멤브레인 트랜스듀서의 동작 원리가 도 4b에 설명되어 있으며, 여기에는 기본 휨 모드가 도시되어 있다. 멤브레인의 변위(404)는 섹션들(401, 401', 402)의 휨을 발생시킨다. 섹션들(403)은 거의 변형되지 않은(unstrained) 상태로 유지된다. 하나 또는 여러 개의 굽은 섹션들(401, 401' 또는 402)을 휘게 하기 위해 압전 구동이 이용된다. 층상의(layered) 멤브레인이 적어도 이러한 변형 가능하거나 이동 가능한 부분들(401, 401', 402)에 사용되며, 아래의 단락들에서 예시될 것이다. 주어진 구현들은 멤브레인의 어느 섹션이 구동되는지를 선택하는 자유도(freedom)에 대한 한정을 부과하지 않아야 한다. 예를 들어, 도 4a의 스택(440, 430, 420, 410)은 도 4b에 도시된 구동 섹션(401)을 형성한다. 물론, 변형 가능하거나 이동 가능한 스택이 섹션(402)에 배치될 수도 있다.

[0034] 물론, 원할 경우에, 한 쌍의 전극은 일측, 예를 들어 압전 재료의 상측이 아니라, 양측에, 예를 들어 도 5의 센서(500)에서 도시된 바와 같이 압전 재료(520, 525)를 샌드위치하도록 배치될 수 있다. 이 경우에, 전압은 상부 및 하부 전극 쌍들(530, 540 및 530', 540') 전반에 걸쳐(across) 제공된다. 상부 전극들(530, 530')과 하부 전극들(540, 540') 사이의 전압차가 포지티브일 때, 면 내에서의 압전층의 수축(550, 555) 및 멤브레인에 수직인 신장은 화살표 560으로 도시된 바와 같이 멤브레인 스택을 위로 당기게 한다.

[0035] 센서들(400, 500)은 효율적으로 형성되고 더 적은 처리 동작을 필요로 하므로 덜 비싸다. 예를 들어, 웨이퍼 및 멤브레인은 고가의 SOI 제조에 따라 제조되는 것이 아니라, 도 8a-8c와 관련하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 표준 반도체 프로세스들을 이용하여 증착될 수 있고 덜 비싼 실리콘 질화물, 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물과 실리콘 산화물의 조합들일 수 있다. 물론, 이러한 재료들 외에도, 압전 박막 처리에 적합한 임의의 다른 무기 또는 유기 재료도 사용될 수 있다. 또한, 멤브레인을 노출시키기 위하여, 도 2a 및 2b와 관련하여 설명된 바와 같이, 기관의 일부를 제거하여 개구(260)를 형성하기 위해, 예를 들어 패터닝된 벌크 마이크로 머시닝 및 2면 리소그래피에 의해, 도 6에 점선들로 도시된 하부 기관(615)을 패터닝하는 것은 필요 없을 수

있다.

- [0036] 오히려, 센서가 다이 상에 실장되고, 하부 기판(615) 모두를 제거하기 위해 어느 곳에서나 풀 에치가 수행된다. 따라서, 예를 들어 원할 경우에 전극들 및/또는 압전 재료를 패터닝하기 위해 일측에서만 리소그래피 또는 패터닝이 수행된다. 다른 측, 예컨대 도 4a 및 5에 도시된 하측은 임의의 리소그래피 또는 패터닝을 필요로 할 수 있다. 오히려, 도 6에 도시된 바와 같이 다이 또는 배면 단부 기판(640) 상에 센서 어레이 또는 센서 요소를 실장한 후에 하부 또는 전면 단부 기판(615)을 제거하여 멤브레인(410, 510, 610)을 노출시키기 위해 풀 에칭(full etch)이 수행될 수 있다.
- [0037] 기판의 패터닝 에치가 필요하지 않을 뿐만 아니라, 적절한 위치들에 개구(260)(도 2a, 2c)를 형성하기 위하여 기판의 원하는 부분들을 적절히 에칭하도록 전면 및 배면 마스크들을 정렬하는 것이 필요하지 않으므로, 비용 및 제조 시간이 감소된다. 이것은 처리 시간 및 비용을 줄일 뿐만 아니라, 취약한 천공 기판들의 정렬 에러들 및 핸들링 문제들을 제거함으로써 수율을 향상시킨다. 또한, 예를 들어 도 4a, 6 및 8a에 도시된 바와 같이, 압전 재료의 일측 상에만 전극들이 존재하는 경우에, 압전 재료의 다른 측 상의 전극들의 결여로 인해 하나 적은 층이 필요하며, 이는 제조 시간 및 비용을 줄인다.
- [0038] 압전 박막 트랜스듀서들의 기본 모듈은 도 4a 및 5a의 참조 번호들(410, 510)에 의해 각각 그리고 도 6의 610에 의해 도시되는 바와 같이 박막 멤브레인들의 스택이다. 예를 들어, 멤브레인(410, 510, 610)은 실리콘 질화물, 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물과 실리콘 산화물의 조합들로부터 형성된다. 멤브레인(410, 510, 610)은, 예를 들어 멤브레인의 일측을 노출시키기 위하여 나중에 완전히 에칭되어 제거되는(etched away) 기판(615) 상에, 예를 들어 저압 화학 기상 증착(CVD) 프로세스에서 증착될 수 있다. 기판은 실리콘 또는 임의의 다른 적절한 재료일 수 있다. 멤브레인들(410, 510, 610)의 상부에는, 도 6에 도시된 바와 같이, 필요에 따라, 예를 들어 티타늄 산화물, 지르코늄 산화물 또는 알루미늄 산화물의 박막 장벽층(617)이 도포될 수 있다.
- [0039] (압전층의 일측에만 전극들을 구비하는 도 4a에 도시된 실시예와 관련되는) 도 6에 도시된 실시예에서, 멤브레인 층(610)(도 4a의 410)의 상부에 또는 존재할 경우에는 장벽층(617)의 상부에, 압전 영역들(620, 622, 624)을 형성하기 위하여 압전 박막이 형성되고, 처리되고, (원할 경우에) 패터닝된다. 예를 들어, 압전 박막은 도핑되지 않거나, 예를 들어 La로 도핑된 납 티탄산염 지르콘산염일 수 있으나, 임의의 다른 압전 재료일 수도 있다. 압전층(620)은 연속적이거나, 구동 섹션(도 4b의 402)의 폭에 매칭되도록 패터닝될 수 있다. 복수의 트랜스듀서 요소(600)가 1차원 또는 2차원 어레이 내에 배열될 수 있으며, 요소들의 피치는 (도 3에 참조 번호 330으로도 도시된) 요소의 폭(626) 정도로 작을 수 있다. 도 6에 도시된 우측 및 좌측 압전 영역들(622, 624)은 압전 기능을 갖지 않고, 후술하는 바와 같은 스페이서들 또는 지지 마운트들로서 사용된다. 높이(826)를 갖는 공동(cavity)은 응용에 따라 본딩 프로세스 동안에 가스로 채워지거나 배기될 수 있다. 예컨대, 가스로 채워진 공동의 이점들은 가혹한 환경들에서의 더 나은 신뢰성을 위한 밀봉 패키지와 유사한 보다 양호한 밀봉을 제공하는 것을 포함한다. 공동 내에 진공을 갖는 이점들은 특히 공기 트랜스듀서들에 대해 멤브레인의 자유로운 이동을 포함하지만, 멤브레인이 더 경직되는 단점을 갖는다. 공동은 환경과 압력을 동일하게 하기 위해 환경에 대해 개방되게 남겨질 수도 있으며, 따라서 공진 주파수, 감도 등에서의 시프트(shifts)와 같은 파라미터들의 시프트 또는 드리프트(drifts)를 줄이거나 방지할 수 있다. 그러나, 개방된 공동은 수분 및 환경에 더 민감할 수 있다. 선택은 응용 환경에 의존한다.
- [0040] 또한, 하나 이상의 금속 배선 층들이 압전 박막의 일측에 도포되고, 도 6에 스트립들(630)로서 도시된 전극들을 형성하도록 패터닝된다. 예시적으로, 예를 들어 약 1 μ m의 총 두께를 갖는 얇은 TiW 층 및 Al 층일 수 있는 제1 금속층 스택이 형성되고, 제1 세트의 전극 스트립들(630, 630')을 형성하도록 패터닝되며, 제2 금속 층이 제1 세트의 전극 스트립들(630, 630') 위에 형성되고, 제2 세트의 전극 스트립들(635, 635')을 형성하도록 패터닝된다. 여기서 언급되는 바와 같은 스택 또는 층은 단일층이거나, 예를 들어 교대 층들로 형성되는 둘 이상의 재료의 다중 층일 수 있다는 것을 이해해야 한다. 제2 금속 스트립들(635, 635')은 예를 들어 약 1 μ m의 총 두께를 갖는 Ti 층 및 Au 층의 금속층 스택일 수 있다. 물론, 예를 들어 Ti 및 Au의 스택으로부터의 단지 1 금속층 스택 등을 포함하는 임의의 적절한 조합 및 타입들의 금속(들)이 전극들을 형성하는 데 사용될 수 있다. 압전 박막 및 금속층(들)의 패터닝은 예를 들어 포토레지스트 층 및 에칭을 이용하는, 공지된 리소그래피 방법과 같은 임의의 적절한 방법에 의할 수 있다.
- [0041] 각각의 어레이 요소 또는 압전 영역의 대향 예지들에서, 금속층은 더 두꺼울 수 있으며, 이전에 형성된 금속 스트립 위에 형성된 추가 금속층(들)(650, 650')을 포함하여, 주변 금속 스트립들의 높이를 증가시키고, 약 200nm 내지 2 μ m 이상, 예를 들어 최대 20 μ m의 높이 또는 두께를 갖는 지지 마운트들(660, 660')을 형성할 수 있다.

추가 금속층(들)(650, 650')은 Ti 및/또는 Au 또는 임의의 적절한 조합 및 타입들의 금속(들)일 수도 있다.

[0042] 도 8a-8b와 관련하여 더 상술하는 바와 같이, (부가 또는 추가 금속층(들)(650, 650')을 구비하는) 두꺼워진 단부 또는 주변 금속층들은 배면 단부 기관(640)을 상부에 장착하기 위한 지지 마운트들(660, 660')로도 역할한다. 구체적으로, 도 6에 도시된 디바이스(600)의 상부에, 즉 압전 영역들(620, 622, 624) 또는 어레이 요소들의 대향 에지들의 주변 금속 스트립 또는 지지 마운트들(650, 650') 위에는, 예를 들어 Ti/Au와 같은 적절한 콘택 금속들을 이용한 초음파 본딩에 의해 배면 단부 기관(640)이 장착된다. 물론, 열압축 본딩 등과 같은 임의의 다른 본딩 방식이 이용될 수도 있다. 배면 단부 기관(640)은 예를 들어 실리콘일 수 있고, 임의의 적절한 접착제들을 이용하는 임의의 다른 본딩 기술에 의해 장착될 수 있으며, 금속층(들)(650, 650') 및 제2 세트의 전극 스트립들(635, 635') 양자는 서로에 대한 초음파 본딩에 또한 매우 적합할 수 있는 Au일 수 있다.

[0043] 배면 단부 기관(640)이 장착되는 주변 금속 스트립들 또는 지지대들(660, 660')은 0.5-30 μ m의 압전층 상의 두께를 가질 수 있다. 물론, 주변 금속 스트립들(635, 635') 위에 추가 금속 스트립들(650, 650')을 형성하여 그들의 높이를 증가시키는 대신에, 추가 금속 스트립들(650, 650')이 또한 배면 단부 기관(640) 위에 도포되고, 이어서 이 기관이 주변 금속 스트립(635, 635')의 상부에 장착되는데, 이 경우에는 간단한 금속(635) 위의 금속(650) 본딩이 수행되며, Au는 초음파 본딩의 경우에 양 금속층들(650, 635)에 대해 적합하다. 물론, 원할 경우에는, 원하는 높이의 지지 마운트들이 배면 단부 기관(640) 상에 형성될 수 있으며, 그러한 배면 단부 기관(640)의 지지 마운트들은 멤브레인(610) 또는 멤브레인(610) 위에 형성된 적절한 층의 상부에 본딩된다.

[0044] 대안 스택에서, 원할 경우에, 배면 단부 기관(640)과 압전 트랜스듀서 영역 사이에 매우 큰 갭(826)을 달성하기 위하여, 압전 멤브레인(610)이 구동되는 영역에서 배면 단부 기관(640) 내에 그루브들이 에칭될 수 있다. 이를 달성하기 위하여, 예를 들어 (예를 들어 2 μ m 두께의 SiO₂ 층을 갖는 Si 기관일 수 있는) 배면 단부 기관(640)의 상부의 얇은 Ti 및 Au 층일 수 있는 금속 영역들(650, 650')의 증착 및 패터닝 후에, Ti/Au가 증착되지 않은 영역들에서 SiO₂ 및 Si에 대해 드라이 에칭 프로세스 단계가 적용된다. 드라이 에칭 절차들 외에도, SiO₂ 및 Si에 대해 웨트 에칭 기술들이 또한 적용될 수도 있다. SiO₂ 및 Si의 패터닝은 압전 트랜스듀서와 배면 단부 기관(640) 사이에 수 μ m 내지 수십 μ m의 갭을 달성하는 것을 가능하게 한다.

[0045] 배면 단부 기관(640)은 집적 전자 장치를 구비하거나 구비하지 않은 실리콘 기관, 유리 기관 또는 임의의 다른 기관일 수 있다. 장착된 배면 단부 기관(640)은 또한 집적 전자 장치, 트랜지스터, 수동형 요소 등을 구비한 Si 디바이스들을 포함할 수 있다. 예를 들어 1차원 및/또는 2차원 어레이에 대한 높은 요소 수의 상호접속부들을 가능하게 하기 위하여 배면 단부 기관(640) 내에 개구들 또는 비아들이 제공될 수도 있다.

[0046] 점선들(615)로 도시된 트랜스듀서 어레이들 아래에 유지되는(carried) 전면 또는 하부 실리콘 기관(615)(이 기관 위에는 다양한 층들, 예컨대 멤브레인, 장벽, 압전 및 금속 배선 층들이 형성되고 패터닝됨)은, 다양한 층들을 형성하고 패터닝하여, 어레이 요소들의 에지들에서 금속 배선 영역들을 두껍게 하고, 그 위에 배면 기관(640)을 장착한 후에, 완전히 또는 부분적으로 에칭되어 제거된다. 전면 또는 하부 실리콘 기관(615)은 예를 들어 웨트 케미컬 에칭 또는 드라이 에칭 또는 그라인딩 및/또는 폴리싱 또는 이들의 조합에 의해 완전히 또는 부분적으로 에칭되어 제거된다. 전면 또는 하부 기관(615)의 임의의 정렬, 또는 벌크 마이크로머시닝 또는 리소그래피 에칭의 사용이 필요 없는데, 이는 기관(615)이 패터닝되는 것이 아니라, 오히려 액티브 어레이 영역에서 주로 완전히 제거되기 때문이다. 즉, 2면 리소그래피가 필요하지 않다. 이것은 제조 시간 및 비용을 줄인다.

[0047] 도 3과 관련하여 설명된 바와 같이, 동일 및/또는 상이한 크기 및/또는 형상의 한 요소 내지 수십 내지 수백 또는 심지어 수천 개의 요소의 범위일 수 있는 복수의 요소(310)가 어레이(300) 내에 제공될 수 있다. 디바이스들을 예를 들어 50-450KHz의 주파수로 동작시키기 위하여, 요소들은 수백 μ m 내지 수천 μ m 정도의 피치를 갖도록 설계된다. 200-300KHz로 동작하는 트랜스듀서 어레이(700)에 대한 설계의 일례가 도 7에 도시되어 있으며, 요소들(710)의 단면들이 도 8a에 도시되어 있다. 이러한 낮은 주파수에서 트랜스듀서의 효율적인 동작을 가능하게 하는 임의의 다른 설계들, 예를 들어 원형 멤브레인 또는 요소 및 임의의 형상의 어레이도 가능하다는 것을 이해해야 한다.

[0048] 낮은 전압에서의 동작을 가능하게 하면서도, 약 50-450KHz의 범위에서 디바이스들의 원하는 공진 주파수들을 달성하기 위하여, 트랜스듀서 요소(800)는 도 8a에 도시된 바와 같이 400-1500 μ m의 피치(626)를 가질 수 있는데, 이는 도 2b에 도시된 인터 디지털 전극들(250, 255)과 유사하게 압전층(820)의 일측 상에만 인터 디지털 전극들(840, 845)이 형성되는 도 4a와 연관된 설계이다.

- [0049] 도 8a는 인터 디지털 레이아웃을 갖는 전극들(840, 845)이 상부에 도포되는 중앙 액티브 영역(821)을 형성하기 위하여 그 상부에 압전층(820)이 형성되고 패터닝되는 멤브레인(830)을 또한 도시한다. 인터 디지털 전극들(840, 845)과 증가된 수의 인터 디지털 전극들 사이의 매우 작은 간격을 이용하면, 저전압 동작이 달성될 수 있다.
- [0050] 압전 재료(622, 624)는 또한 주변 영역들(822, 824)에 유지되며, 주변 영역들 위에는 금속 배선 층이 형성되고, 압전 주변 영역들(622, 624) 위에 전극들(840, 845) 및 제1 금속 영역(860)을 형성하기 위하여 패터닝된다. (도 6과 관련하여 또한 설명된 바와 같이) 동일하거나 상이한 금속을 이용하여 제1 금속 영역(860) 위에 제2 금속 배선 층(870)이 형성된다. 제2 금속 배선 층(870)은 액티브 영역(821) 내의 압전층(820) 및 전극들의 두께 또는 높이(828)(또는 도 8b의 828')를 넘어 주변 영역들 또는 지지 마운트들(822, 824)의 두께 또는 높이(826)(도 8b의 826')를 증가시킨다. 트랜스듀서 요소들은 접촉제, 초음파 분당 또는 열압축 분당에 의해 상부 또는 배면 기판(640)에 실장, 예컨대 클램핑된다.
- [0051] 스캐닝 및 빔 조종을 위해 구성되는 트랜스듀서 요소들의 어레이(도 7의 700 및 도 3의 300)가 형성될 수 있는데, 예를 들어 400-800 μ m의 피치(320)(도 3)를 갖는 요소들이 병렬로 접속될 수 있다. 도 4a 및 4b와 관련하여 설명된 바와 같이, 멤브레인(830)은 (도 6의 점선들(615)로 도시되는 바와 같이 나중에 제거되는) 전면 또는 하부 기판 상에 형성된 실리콘 질화물 층(847), 및 실리콘 질화물 층(847) 위에 형성된 실리콘 산화물 층(850), 또는 실리콘 질화물 및 실리콘 산화물 층들의 조합들을 포함한다.
- [0052] 설명되는 바와 같이, 인터 디지털 전극들(840, 845)에 전압 신호를 인가하여 인접하는 전극들 상에 상이한 부호(또는 극성)의 전압들을 제공하며, 따라서 전극들(840, 845) 사이에 면내 전기장을 생성하고, 따라서 압전층(820)을 압전층(820)의 면 내에서 세로 발진하도록 여기시킨다. 압전 요소의 길이 변화는 멤브레인(830)을 여기시켜 발진시킨다.
- [0053] 물론, 압전층의 일측에 전극들이 제공되는 설계 대신에, 도 5와 관련하여 설명되고 도 8b에 도시된 바와 같이, 압전층의 양측에 전극들이 제공될 수 있으며, 이 경우에 패터닝된 압전층 또는 영역들(820')은 2개의 대향 전극(840', 845') 사이에 샌드위치된다. 이 경우에, 압전층(820')은 패터닝된 대향 전극들(840', 845')에 매칭되는 영역들로 패터닝된다.
- [0054] 도 8b에 도시된 실시예에서, 압전층(820')은 그 양면 양단에 전압을 인가하기 위한 한 쌍의 상보형 전극들(840', 845')에 의해 양면이 피복된다. 물론, 도 8a 또는 8b에 도시된 실시예에서 전극들 중 하나는 접지될 수 있다. 예시적으로, 예를 들어 하부 전극(840')은 Ti/Pt 전극이고, 상부 전극(845')은 Ti/Au 전극이다. 물론, 압전층에 적합한 임의의 다른 전극 재료가 사용될 수도 있다.
- [0055] 설계는 다른 실시예에 따른 트랜스듀서(801)를 나타내는 도 8c에 도시된 바와 같은 구동 영역들의 직렬 접속을 이용함으로써 구동 전자 장치의 전기 임피던스를 매칭하도록 맞춰질 수 있다. 그러한 설계는 또한 여전히 허용 가능한 오음 손실을 갖는 더 얇은 전극들을 사용할 수 있다. 멤브레인의 휨 모드를 방해하지 않고 여분의 금속 층(630)을 추가함으로써 더 양호하게 전도하도록 형성될 수 있는 주변 상부 전극들(880, 885) 사이에 신호 전압이 인가될 수 있다. 압전층(620)의 대향측들 상의 중첩된 전극들(890, 895)은 부유 상태이거나, 외부의 저누설 전압 분할기, 예를 들어 고저항 저항기들의 체인에 접속될 수 있다. 도 8c에서, 압전층(620)의 액티브 부분은 중첩된 하부 및 상부 전극들(890, 895) 사이의 용량 결합에 의해 직렬로 접속되는 세그먼트들로 분할된다. (모든 예들에 또한 유효한) 또 하나의 다른 대안은 도 8d에 도시된 바와 같이 DC 바이어스 전압들을 인가하여 압전 결합을 강화하는 것이다. 바이어스 전압은 저항기들(891, 893)을 통해 포트들(892, 894)에 의해 요소들(880, 885, 887, 890)에 제공될 수 있다. 예를 들어 포트들(895, 896)을 통해 입력 신호도 제공될 수 있다. 또한 이러한 방식으로, 전기 변형(electrostrictive) 재료들이 액티브 층(620)으로 사용되거나, 바이어스 접속들은 압전 재료의 풀링에 사용될 수 있다.
- [0056] 그러한 박막 트랜스듀서 어레이들은 프리 스탠딩 박막 압전 트랜스듀서 멤브레인에 대해 도 9의 플롯(900)에 도시된 바와 같이 50-450KHz의 주파수에서 동작할 수 있는데, 도 9의 플롯에서 x축은 주파수이고, y축은 전기 임피던스의 실수부이다.
- [0057] 본 명세서의 설명에 비추어 이 분야의 기술자들이 인식하는 바와 같이, 다양한 변경들도 제공될 수 있다. 예컨대, 구동 전극들은 멤브레인의 중심에 또는 그 에지들에 단일 플레이트 커패시터를 형성할 수 있다. 대안으로, 단일 플레이트 커패시터는 구동 회로의 동작 전압에 매칭되도록 직렬 구성으로 접속될 수 있는 더 작은 영역들로 분할될 수 있다. 상기 트랜스듀서, 센서 및 시스템의 각각은 또 다른 시스템들과 관련하여 이용될 수 있다.

[0058] 또한, 본 발명의 양수인에게 양도된 미국 특허 제6,515,402호, 제6,548,937호, Klee 등의 WO 03/092915 및 Fraser 등의 WO 03/092916에 설명된 바와 같은 다양한 재료가 상이한 층들에 대해 사용될 수 있으며, 이들 문헌들 각각의 내용은 그 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다. 예컨대, TiO₂, Al₂O₃, HfO₂, MgO 및/또는 ZrO₂ 중 하나 이상으로부터 장벽층(들)이 형성될 수 있다. 압전 박막 재료들은 다음을 포함할 수 있다.

[0059] 1. 도핑되거나 도핑되지 않은 PbZr_xTi_{1-x}O₃(0 ≤ x ≤ 1). 도핑은 La, Mn, Fe, Sb, Sr, Ni 또는 이 도핑들의 조합들을 포함할 수 있다.

2. Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃, Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃,

Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃, Pb(Sc_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃, Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})_{1-x}-

y(Mn{1/2}Nb_{1/2})_xTi_yO₃ (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O₃-PbTiO₃, Sr₃TaGa₃Si₂O₁₄,

K(Sr_{1-x}Ba_x)₂Nb₅O₁₅ (0 ≤ x ≤ 1), Na(Sr_{1-x}Ba_x)₂Nb₅O₁₅ (0 ≤ x ≤ 1), BaTiO₃, (K₁₋

_xNa_x)NbO₃ (0 ≤ x ≤ 1), (Bi,Na,K, Pb,Ba)TiO₃, (Bi,Na)TiO₃, Bi₇Ti₄NbO₂₁, (K₁₋

_xNa_x)NbO₃-(Bi,Na,K,Pb,Ba)TiO₃ (0 ≤ x ≤ 1), a(Bi_xNa_{1-x})TiO_{3-b}(KNbO_{3-c})^{1/2}(Bi₂O₃₋

Sc₂O₃) (0 ≤ x ≤ 1, a + b + c = 1), (Ba_aSr_bCa_c)Ti_xZr_{1-x}O₃ (0 ≤ x ≤ 1, a + b + c = 1),

(Ba_aSr_bLa_c)Bi₄Ti₄O₁₅ (a + b + c = 1), Bi₄Ti₃O₁₂, LiNbO₃, La₃Ga_{5.5}Nb_{0.5}O₁₄,

La₃Ga₅SiO₁₄, La₃Ga_{5.5}Ta_{0.5}O₁₄

[0060]

[0061] 또한, (예를 들어, 도 8b에 도시된 바와 같은) 지지 마운트들(822, 824)을 형성하는 다양한 스택들 또는 층들이 압전층(622) 및 배면 기관(640) 중 하나 또는 양자 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 2개의 금속층(630, 635)이 압전층(622) 상에 형성될 수 있고, 하나의 금속층(650)이 제2 금속층(635)을 본딩하기 위해 배면 기관(640) 상에 형성될 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 제1 금속층(630)은 압전층(622) 상에 형성될 수 있고, 2개의 금속층(650, 635)이 배면 기관(640) 상에 형성될 수 있으며, 제2 금속층(635)은 제1 금속층(630)에 본딩된다.

[0062] 지지 마운트들(예를 들어, 도 8b에 도시된 지지 마운트들(822, 824))을 형성하는 다양한 스택들 또는 층들은 다음과 같은 재료들 중 하나 이상을 포함할 수 있는데, 제1 금속층(630)은 압전층(622) 위에 형성되고, 제2 금속층(635)은 제1 금속층(630) 위에 형성된다. 표 1에 표시된 바와 같이, 추가 금속층(650)이 배면 기관(640) 상에 형성된다. 예컨대, 표 1의 제1 행은, Ti 층이 압전층(622) 위에 형성되고, Au 층이 Ti 층 위에 형성되는 실시예를 나타내는데, 여기서 Ti 및 Au 층들은 제1 금속층(630)을 형성한다. 다른 Au 층이 제1 금속층의 Au 층 위에 제2 금속층(635)으로서 형성된다. 배면 기관(640) 위에 Ti 층이 형성된다. 이 Ti 층 위에는 Au 층이 형성되고, 이들 Ti 및 Au 층들은 배면 기관(640) 상에 부가 또는 추가 층(650)을 형성한다. 이어서, 추가 층(650)의 Au 층은 제2 금속층(635)의 Au 층에 본딩된다.

표 1

[0063]

제1 금속층(630)(압전층(622) 위에 형성됨)	제2 금속층(635)(제1 금속층(630) 위에 형성됨)	추가 금속층(650)(배면 기관(640) 상에 형성됨)
Ti 층 + Au 층	Au 층 또는 Ti 층 + Au 층	Au 층 + Ti 층
Cr 층 + Au 층	Au 층 또는 Cr 층 + Au 층	Au 층 + Cr 층
Cu 층 + Ni 층	Au 층	Au 층 + Ni 층
TiW 층 + Al 층	Ti 층 + Au 층	Au 층 + Ti 층
Ti 층 + Au 층	Sn 층	Sn 층 + Au 층 + Ti 층
Ti 층 + Pt 층	Au 층	Au + Pt + Ti

[0064] 물론, 임의의 다른 금속들 및 금속 스택들의 조합들이 다양한 층들을 형성하는 데 사용될 수 있다. 또한, 배면 기관(640) 상에 추가 층(650)만을 형성하는 대신에, 제2 금속층(635)이 (제1 금속층(630) 위에 형성되기 전에) 추가 층(650) 위에 형성될 수도 있다. 배면 기관(640) 상에 층들(650, 635)의 스택을 형성한 후에, 제2 금속층(635)은 압전층(622) 위에 형성된 제1 금속층(630)에 본딩될 수 있다. 이 경우에, 제2 금속층(635)은 (예를 들어, 도 6 및 8b에 도시된 바와 같이 제1 금속층(630)과 중첩되는 대신에) 추가 층(650)과 중첩될 것이다. 표 2는 추가 층(650)이 배면 기관(640) 상에 형성되고 제2 금속층(635)이 추가 층(650) 상에 형성되는 경우에 층들

의 다양한 실시예를 나타낸다.

표 2

제1 금속층(630)(압전층(622) 위에 형성됨)	(배면 기관(640) 위에 형성된) 추가 금속층(650) 위에 형성된 제2 금속층(635)
Ti 층 + Au 층	두꺼운 Au 층 + Ti 층
Cr 층 + Au 층	두꺼운 Au 층 + Cr 층
Cu 층 + Ni 층 + Au 층	두꺼운 Au 층 + Ni 층
Ti 층 + Au 층	두꺼운 Au 층 + Ti 층 + Al 층 + TiW 층
Ti 층 + Au 층	Sn 층 + Au 층 + Ti 층
Ti 층 + Pt 층 + Au 층	Au 층 + Pt 층 + Ti 층

[0066] 표 2에 나타난 바와 같이, 추가 층(650)의 층들 중 하나에 제1 Au 층을 형성한 후에 제2 층(635)으로서 (제1 Au 층 위에) 제2 Au 층을 형성하는 대신에, 단독으로 두꺼운 Au 층이 배면 기관(640) 위에 형성된 (추가 층(650)의) Ti 층 위에 형성될 수 있음을 유의해야 한다. 표 1의 제1 행에 대한 경우에서와 같이, 표 2의 제1 행에 나타난 실시예에서는, Ti 층이 압전층(622) 위에 형성되고, Au 층이 제1 층(630)을 형성하기 위해 Ti 층 위에 형성되며, 이어서 제1 층(630)은 배면 기관(640)의 Ti 층 위에 형성된 두꺼운 Au 층에 분당된다. 물론, 임의의 다른 금속들 및 금속 스택들의 조합들도 표 2에 표시된 다양한 층들을 형성하는 데 사용될 수 있다.

[0067] 소정 응용에서는, 상이한 형상의 트랜스듀서 어레이들이 바람직하다. 예를 들어, 본 명세서에 그 전체가 참고 문헌으로 포함되는 Wilser의 미국 특허 출원 공개 번호 2007/0013264는 반도체 재료의 캐리어 기관들의 슬래브 (slab)들 상에 형성된 용량성 멤브레인 초음파 트랜스듀서 어레이를 설명하고 있다. 기관의 2개의 슬래브는 분리되거나, 휨을 허가하는 더 얇은 기관 브리지에 의해 접촉된다. 분리되거나 얇게 접촉된 슬래브들은 단단한 곡면을 따라 배치될 수 있으며, 이는 곡면 형태의 어레이를 발생시킨다. 슬래브들은 곡률도(degree of curvature)에 견딜 수 있을 만큼 충분히 플렉시블 도전성 상호접속들에 의해 접촉된다. 곡면 위에 슬래브들을 배치함으로써 원하는 형상이 얻어지지만, 슬래브들을 접촉하는 얇은 브리지들 또는 도체들은 파손되기 쉽다. 또한, 곡면들 자체는 플렉시블한 것이 아니라 단단하다.

[0068] 본 디바이스들 및 시스템들의 일 실시예에서는, 더 양호하게 보호되고, 단단한 표면의 필요 없이 저절로 원하는 형상으로 형성될 수 있는, 개량된 또는 진정으로 플렉시블 트랜스듀서들의 어레이가 제공된다. 예를 들어, 도 3에 도시된 어레이(300)는 적어도 하나의 전방향 모션 및 존재 검출기로서 구성되는 적어도 하나의 플렉시블 박막 초음파 트랜스듀서를 포함할 수 있다. 플렉시블 초음파 트랜스듀서(들) 대신에 또는 그에 더하여, 적어도 하나의 플렉시블 박막 초전기 센서도 제공될 수 있다. 플렉시블 초음파 및 초전기 센서들의 조합은 두 가지 타입의 센서들, 즉 초전기 및 초음파 센서들을 이용하여 더 적은 잘못된 오프들 또는 잘못된 알람들을 제공하는데, 여기서 초전기 센서(들)는 예를 들어 (적외선(IR) 신호 검출을 위해 시선을 필요로 하는 단점을 갖는) IR 신호들을 이용하는 온도 변화의 검출에 기초하며, 초음파 센서(들)는 장벽들 주위의 초음파 신호들을 검출하며, 직접적인 시선을 필요로 하지 않는다.

[0069] 초음파 및/또는 초전기 트랜스듀서들의 어레이의 유연성(flexibility)은 다양한 형상의 어레이들의 구현을 가능하게 한다. 그러한 플렉시블 트랜스듀서 어레이들은 임의의 원하는 형상, 예컨대 원뿔 형상으로 형성되고, 천장에 장착될 수 있다. 이것은 초음파 및/또는 IR 신호들의 전방향 전송 및 검출을 가능하게 한다.

[0070] 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같은 세라믹 압전 요소들 및/또는 도 11-12에 도시된 바와 같은 박막 트랜스듀서들과 같은 임의 타입의 트랜스듀서의 플렉시블 트랜스듀서들의 어레이를 포함하는 실시예들이 구현될 수 있다.

[0071] 구체적으로, 도 10은 2개의 전극(1030, 1040) 사이에 샌드위치된 압전 재료(1020)의 층을 갖는 세라믹 압전 요소들을 포함하는 플렉시블 트랜스듀서들(1010)의 어레이(1000)의 일 실시예를 나타낸다. 물론, 원할 경우에, 전극들은 예를 들어 도 2a, 4a, 6 및 8a와 관련하여 기술한 것과 유사하게 압전 재료(1020)의 일측에만 배치될 수 있다.

[0072] 도 10에 도시된 바와 같이, 트랜스듀서들(1010)은 와이어 본드들 또는 패터닝된 도전성 경로들일 수 있는 점선들(1060)로서 도시된 상호접속을 포함하는 플렉시블 캐리어(1050) 상에 예를 들어 열들 또는 행들의 어레이로서 장착된다. 상호접속(1060)은 필요에 따라 전원, 전자 장치, 제어기, 트랜지스터, 스위치, 수동형 또는 능동형 디바이스 등에 대한 접속 등을 위해 전극들을 서로 또는 다른 요소들에 상호접속한다. 플렉시블 초음파 트랜스

듀서 어레이(1000)는 박막 초음파 및/또는 초전기 트랜스듀서들을 포함할 수 있는 전방향 모션 검출을 위한 임의의 원하는 형상을 갖는 센서들의 구현을 가능하게 한다. 트랜스듀서들(1010)은 플렉시블할 필요가 없으며, 플렉시블 포일(1050)에 본딩되는 것 등과 같이 간단히 장착되고, 플렉시블 포일(1050)의 이동을 가능하게 하는 갭(1070)에 의해 분리되고, 어레이(1000)를 임의의 원하는 형상으로 정형하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0073] 도 10에 도시된 실시예의 트랜스듀서들(1010)은 멤브레인을 포함하지 않으며, 압전 슬래브들(1020)은 플렉시블 캐리어(1050)를 휘게 하는 것을 의미하지 않는다는 점에 유의해야 한다. 트랜스듀서 어레이(1010)는 플렉시블 캐리어(1050)로 인해 플렉시블하지만, 플렉시블 캐리어(1050)의 강도는 통상적으로 너무 낮아서 양호한 멤브레인으로서 작용할 수 없다. 그러나, 원할 경우에는, 제조, 예를 들어 프리-벤딩(pre-bending) 동안에 대칭 파괴(들)이 도입될 수 있으며, 따라서 면내 스트레스가 휨으로 변환된다. 또한, 음향 임피던스가 매칭되지 않는 경우, 예를 들어 압전 재료(1020)가 물 또는 공기보다 단단한 경우에 광대역 동작 등을 위해 도 10에 도시된 하부 전극(1030) 상에 옵션인 매칭 층(1075)이 제공될 수 있다. 또한, 대역폭을 향상시키고 에너지 전달을 용이하게 하기 위해 중간 강도를 갖는 층들이 제공될 수 있다. 물론, 휨 멤브레인들과 같은 기계적 변환기도 사용될 수 있다.

[0074] 도 11은 전자 장치를 갖거나 갖지 않는 실리콘 부품들 상에 장착된 어레이(1100)의 다른 실시예를 나타내는데, 여기서는 2개의 초음파 트랜스듀서 디바이스들이 상층에 박막 압전 요소들을 갖는 것으로 도시하고 있다. 초음파 트랜스듀서 디바이스들은 참조 번호들(1150, 1155)로 표시된 플렉시블 층에 의해 양면이 피복된다. 플렉시블 압전 초음파 트랜스듀서 어레이(1100)는 설명된 바와 같은 박막 처리에 의해 구현된다. 도 11에서, 2개의 박막 압전 초음파 트랜스듀서 요소는 참조 번호들(1110, 1120)로 표시된다. 물론, 임의의 원하는 수의 트랜스듀서 요소들이 예를 들어 동일하거나 상이한 수의 열들 및 행들을 갖는 임의의 원하는 구성 또는 토폴로지의 어레이 내에 포함될 수 있다. 박막 처리는 플렉시블 초음파 트랜스듀서 어레이를 구현하기 위해 적용될 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 플렉시블 용량성 마이크로 머시닝된 초음파 트랜스듀서 어레이도 구현될 수 있다. 플렉시블 박막 초음파 검출기들과 관련하여 전술한 동일한 기술이 플렉시블 박막 초전기 검출기들을 구현하는 데 사용될 수 있다.

[0075] 구체적으로, 도 11에 도시된 플렉시블 어레이(1100)의 실시예는 박막 초음파 트랜스듀서들을 포함하는데, 여기서는 2개의 트랜스듀서(1110, 1120)가 도시되어 있다. 트랜스듀서들(1110, 1120)은 양면이 제1 및 제2 플렉시블 층들(1150, 1155)에 의해 둘러싸인다. 도 11은 집적 전자 장치를 갖거나 갖지 않는 실리콘(Si) 부품들(1130)과 같은 반도체 부품들 및 Si 부품들(1130)의 상부의 유전체 층들 내에 내장된 상호접속 구조들(1132)을 포함하는, 2개의 트랜스듀서(1110, 1120)를 구비하는 플렉시블 트랜스듀서 어레이(1100)를 나타낸다. 상이한 트랜스듀서 요소들(1142)에 대한 상호접속 라인들(1140)은 예를 들어 전기 도금된 금(Au)에 기초하는 재배치 상호접속 층을 포함한다. 예를 들어 실리콘 질화물 및/또는 실리콘 산화물을 포함하는 박막 멤브레인(1186)이 제공될 수 있다. 멤브레인(1186) 상에는, 압전 박막 층(1184)이 형성될 수 있다(1184). 예를 들어 초음파 본딩에 의해 Si 부품(1130) 상에 압전 부품(1184)을 실장하기 위한 콘택을 형성하기 위해, 예를 들어 티타늄(Ti) 및/또는 Au를 포함하는 금속 배선 층(1182)이 형성될 수 있다. 이러한 콘택(1182)은 접지 콘택으로도 작용할 수 있다. 예를 들어 Ti 및/또는 Au 층을 포함하는 추가 금속 콘택들(1188)도 압전층(1184)의 상부에 형성되고, 신호 라인으로 사용될 수 있다. 물론, 도 11에 도시된 실시예는 압전 요소들을 구동하기 위한 접지 및 신호 라인들의 접속에 대한 하나의 옵션이며, 본 설명에 비추어 이 분야의 기술자들에게 명백하듯이, 다른 접속 방법들도 가능하다.

[0076] 박막 초음파 트랜스듀서 어레이(1100)는 플렉시블한 것에 더하여, 또한 어레이의 양면 상에서 2개의 플렉시블 포일(1150, 1155)에 의해 보호된다. 물론, 박막 초음파 트랜스듀서들에 더하여 또는 그 대신에, 초전기 트랜스듀서들이 사용될 수 있다.

[0077] 도 12는 둘 이상의 초음파 트랜스듀서(1210, 1220)의 플렉시블 어레이(1200)의 다른 실시예를 나타내는데, 각각의 트랜스듀서는 예를 들어 도 8a에 관련하여 설명된 초음파 트랜스듀서(800)와 유사할 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이, 각각의 초음파 트랜스듀서(1210, 1220)의 배면 기관(1240)은 플렉시블 포일 또는 폴리머 층(1250)에 부착, 예컨대 본딩된다. 배면 기관(1240)은 임의의 적절한 기관, 예를 들어 유리 또는 실리콘(Si)과 같은 반도체 재료일 수 있으며, 캐리어일 수 있을 뿐 아니라, 트랜스듀서들의 제어 및 동작을 위한 트랜지스터, 스위치, 증폭기 및 원하는 전자 장치와 같은 능동형 및/또는 수동형 요소들도 포함할 수도 있다.

[0078] 2개의 트랜스듀서(1210, 1220)의 배면 기관(1240)은 서로 직접 접속되지 않는다는 점에 유의한다. 오히려, 배면 기관들(1240)은 플렉시블 폴리머 층(1250)에 의해 접속되며, 따라서 트랜스듀서 어레이(1200)에 유연성을 제

공하고, 트랜스듀서 어레이는 임의의 원하는 형상으로 형성될 수 있다.

- [0079] 또한, 도 8a에 도시된 트랜스듀서(800)와 같이 플렉시블하지 않은 어레이 내에 사용하도록 구성된 트랜스듀서에 비해, 트랜스듀서들(1210, 1220)은 더 얇은 배면 기관(1240)을 갖는다는 점에 유의해야 한다. 멤브레인(들)(1230), 압전층(1222) 및 전극들(1242)과 같은 트랜스듀서 요소들은 예를 들어 얇아진 Si 기관일 수 있는 얇은 배면 기관(1240) 상에 실장된다. 배면 기관(1240)의 감소된 두께 및 트랜스듀서(1210, 1220)의 기관들(1240) 사이의 분리 또는 갭(1260)은 어레이(1200)의 유연성을 향상시킨다.
- [0080] Si 기관(1240)에는, 전원 및 접지를 포함하는 다양한 요소에 대한 트랜스듀서들(1210, 1220)의 상호접속을 위해, 분리된 비아들(1270)이 형성될 수 있다. 필요에 따라, 수동형 및 능동형 요소, 회로 등과 같은 다양한 요소들은 신호 및 접지 접속을 위한 다중 레벨 상호접속들을 포함하는 배면 기관(1240) 내에서 또는 플렉시블 포일(1250) 내에서 또는 상에서 처리될 수 있다. 플렉시블 디바이스를 구현하기 위하여, 다양한 트랜스듀서들(1210, 1220) 사이의 멤브레인들(1230)이 분리된다. 플렉시블 초음파 트랜스듀서들 대신에 또는 그에 더하여, 플렉시블 초전기 박막 센서들도 형성될 수 있다. 전술한 모든 상이한 기술들도 플렉시블 초음파 트랜스듀서들 및 초전기 센서들의 어레이들의 조합들을 구현하는 데 이용될 수 있다는 점에 유의해야 한다.
- [0081] 도 12는 도 8a와 관련하여 설명된 바와 같은 지지 마운트들(822, 824)을 또한 나타내는데, 지지 마운트들(822, 824)은 압전층(622) 위에 형성될 수 있고, 예를 들어 도 8a와 관련하여 설명된 것들과 유사한 것은 물론, 도 6과 관련하여 도시되고 설명된 2개의 금속층(630, 635)과 유사한 2개의 금속층(870, 860)을 포함할 수 있다. 물론, 예를 들어 도 6과 관련하여 도시되고 설명된 부가 금속층들(650)과 같은 추가 금속층들도 지지 마운트들(822, 824) 내에 포함될 수 있다.
- [0082] 또한, 도 12에 도시된 멤브레인(1230)은 도 8a와 관련하여 도시되고 설명된 바와 같이 (도 6의 점선들(615)에 의해 도시된 바와 같이 나중에 제거되는) 전면 또는 하부 기관 위에 형성된 실리콘 질화물 층(847) 및 실리콘 질화물 층(847) 상에 형성된 실리콘 산화물 층(850), 또는 실리콘 질화물과 실리콘 산화물 층들의 조합들과 같은 다양한 층들을 포함할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 물론, 산화물, 질화물 또는 산화물들의 스택 또는 산화물들과 질화물들의 스택을 포함하는 임의의 다른 조합의 멤브레인 층들이 사용될 수 있다.
- [0083] 상기 플렉시블 트랜스듀서들의 다른 실시예에서, 또한 매우 얇은 배면 기관(1240)은 유전체 층들 및 상호접속들이 실장될 수 있는, 예를 들어 50 μ m의 얇은 Si 기관일 수 있다. 이어서, 이러한 매우 얇은 기관(1240)은 플렉시블 기관으로서 동작할 수 있으며, 따라서 부가적인 플렉시블 층(1250)이 필요하지 않다.
- [0084] 추가 실시예들은, 모션 및/또는 존재 검출 등을 위한 다양한 응용들을 가질 수 있는 적외선(IR) 검출을 위한 적어도 하나의 박막 초전기 센서 및/또는 초전기 센서들의 어레이와 더불어, 압전 트랜스듀서들의 어레이 및/또는 적어도 하나의 압전 박막 초음파 트랜스듀서의 조합을 포함한다. 초음파 및 초전기 트랜스듀서들 양자는 유사한 프로세스를 이용하여 박막들로서 형성될 수 있으며, 동시에 또는 함께 형성될 수 있다. 압전 재료는 초음파 및 IR 신호들의 생성/전송 및 수신/검출 양자를 위해 사용될 수 있다. 물론, 상이한 압전 및 초전기 재료들도 도포될 수 있다. 아래의 도면들은 조합된 박막 초음파 및 초전기 검출기들의 상이한 실시예를 나타낸다.
- [0085] 도 13a는 초음파 트랜스듀서(1310) 및 초전기 트랜스듀서(1320)의 조합을 포함하는 어레이(1300)를 나타낸다. 물론, 어레이 내에 배열되는 대신에, 조합된 초음파 및 초전기 트랜스듀서는 독립 검출기이거나, 임의의 원하는 구성의 다른 검출기들과 함께 사용될 수 있다. 초음파 및/또는 초전기 트랜스듀서는, 단일 요소 또는 요소들의 어레이로서, 예를 들어 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물, 또는 실리콘 질화물과 산화물의 조합일 수 있는 멤브레인(1330)의 상부에서 처리된다. 도 13a는 도 8a 및 12와 관련하여 또한 설명된 바와 같이 실리콘 질화물 층(847) 위에 형성된 실리콘 산화물 층(850)을 나타낸다. 물론, 이것 및 다른 실시예들에서, Si 또는 Si와 실리콘 산화물(예를 들어, SiO₂)의 멤브레인 스택의 조합들과 같은 임의의 다른 멤브레인 재료도 사용될 수 있다. 실리콘 산화물 질화물 층의 이점은 낮은 비열 및 낮은 열 전도성이며, 이는 온도 향상 델타(T)가 그의 배경 값으로 감소되는 시간인 초전기 디바이스의 열 시상수를 증가시킨다.
- [0086] 초전기 검출기(1320) 옆의 박막 초음파 트랜스듀서들(1310)의 통합은 상이한 버전들로 수행될 수 있다. 예를 들어, 배면 기관(1340)은 도 13a에 도시된 바와 같이 트랜스듀서 부분 상에만 장착될 수 있다. 통합된 초음파 트랜스듀서(1310) 및 초전기 검출기(1320)를 포함하는 대형 멤브레인을 기계적으로 안정화하기 위한 목적을 갖는 대안 기술들에서, 장착된 배면 기관(1340)은, 통합된 초음파 트랜스듀서(1310) 및 초전기 검출기(1320) 양자가 배면 기관(1340)으로 피복된 도 13b에 도시된 바와 같이, 압전 검출기(1320)도 피복할 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 통합된 초음파 트랜스듀서들(1310) 및 초전기 검출기들(1320)의 대형 멤브레인들을 안정화하기 위

하여, 멤브레인(1330; 예를 들어, 실리콘 질화물 멤브레인) 아래의 Si 기판(210')은 도 13c에 도시된 바와 같이 초음파 트랜스듀서(1310)와 초전기 검출기(1320) 사이의 영역들에 부분적으로 남을 수 있다. 물론, 임의의 원하는 수(들)의 초음파 트랜스듀서들(1310) 및 초전기 검출기(1320)가 함께 통합될 수 있으며, 도 13a-13c는 참조 표시 A 및 B로서 나타낸 2개의 초전기 검출기(1320) 옆의 2개의 초음파 트랜스듀서들(1310)을 나타낸다.

[0087] 도 13a에 도시된 이러한 예에서, 도핑되지 않거나, La 또는 Mn으로 도핑된 납 티탄산염 지르콘산염일 수 있는 압전층(1322)은 멤브레인(1330)의 상부에서 처리된다. 멤브레인(1330)과 압전층(1322) 사이에는, 도 2a의 참조 번호 230 및 도 6의 617로서 표시된 장벽층과 유사한 장벽층(1317)이 도포될 수 있으며, 예를 들어 티타늄 산화물 또는 지르코늄 산화물(예를 들어, TiO_2 또는 ZrO_2)일 수 있다.

[0088] 이러한 압전층(1322)은 초음파 트랜스듀서(1310) 옆에 형성되고 처리되는 초전기 검출기(1320)의 초전기 센서 재료로도 사용된다. 자유 멤브레인(1330) 상의 다른 요소들(예를 들어, 다른 트랜스듀서들)로부터 초전기 검출기(1320)를 격리하는 것의 이점은 요소들이 열적으로 격리된다는 점이다. 열적으로 격리된 초전기 검출기(들)(1320)는 기판을 통한 열 전도로 인한 온도 저하를 방지한다. 압전 또는 초전기 층(1322)은 1-6 μ m의 통상적인 두께를 갖는다. 압전/초전기 층(1322)은 어레이(1300)의 초음파 트랜스듀서 요소들(1310) 사이는 물론, 초음파 및 초전기 디바이스들 또는 요소들(1310, 1320) 사이의 크로스토크를 방지하기 위해 패터닝될 수 있다.

[0089] 약 50nm의 두께를 갖는 티타늄(Ti) 및 약 1 μ m의 금(Au)일 수 있는 (도 12의 전극(1242) 및/또는 도 8a에 도시된 인터 디지털 전극들(840, 845)과 유사한) 상부 전극들(1342)이 형성된다. 그러나, IR 방사선의 최적 흡수를 제공하는 니켈/크롬(Ni/Cr) 전극들과 같이 다른 재료도 전극용으로 사용될 수 있다. 전극들(1342)은 초음파 트랜스듀서들(1310)의 전극들 및 또한 초전기 검출기 디바이스들(1320)의 전극들을 형성하기 위해 패터닝될 수 있다. 대안으로, 초음파 트랜스듀서들(1310)의 전극들은 기판 다이들의 초음파 본딩을 위한 최적의 전극들을 갖기 위해 Ti/Au로 이루어질 수 있으며, IR 센서들(1320)의 전극들은 Ni/Cr로 형성될 수 있다. Ni/Cr은 초음파 트랜스듀서의 더 두꺼운 금속들에 대한 접착층으로 사용되는 것과 동일한 층일 수 있다.

[0090] 각각의 초전기 요소(1320)는 도 13a에 참조 번호 1342로 표시된 도 2b에서와 같은 인터 디지털 상부 전극들을 구비할 수 있다. 최고 감도(sensitivity)를 위해, 이들은 2개의 센서를 형성한다. 하나의 센서는 예를 들어 렌즈를 통해 적외선에 의해 조명되는 반면, 제2 센서는 조명되지 않는다. 차분 신호는 적외선의 임의의 변화를 지시하며, 주변 온도의 느린 변화는 취소된다. 신호 대 잡음비를 포함하는 신호들을 최적화하기 위한, 프레넬 렌즈와 같은 광학 시스템이 포함될 수 있다. 초전기 또는 압전 재료(1322)는 섭씨 180도와 같은 상승된 온도에서 직류(DC) 전기장을 인가함으로써 폴링(polled)될 수 있다. 하나의 초전기 요소(1320) 상에 집중되는, IR 방사선으로 인한 이 하나의 초전기 요소(1320)에서의 온도 증가가 모션 검출을 위해 사용될 수 있다. 초전기 요소(1320)의 온도 변화는 초전기 요소(1320)의 분극 변화로 이어지며, 따라서 표면에서의 전하의 해리(release)로도 이어진다. 이러한 전하는 전치 증폭기에 의해 판독되는 전압을 발생시키는데, 이는 모션(또는 온도 변화)을 지시한다.

[0091] 공지된 바와 같이, 렌즈(1380)는 IR 방사선(1385)을 수신하기 위하여 초전기 요소(1320)의 멤브레인(1330)의 정면에 제공될 수 있다. 렌즈(1380)는 열 전도를 줄이기 위해 멤브레인(1330)으로부터 격리될 수 있으며, 원하는 방향으로부터 IR 방사선(1385)을 수신하기 위하여 지향적이라도 구성될 수 있다. 초음파 트랜스듀서(1310)에 의해 전송 또는 수신될 수 있는 초음파들이 도 13a에 화살표 1387로서 표시되어 있다.

[0092] 원하는 동작을 위해, 상이한 설계들이 가능하다. 하나의 버전에서는, 2개의 초전기 요소가 직렬로 설계되고 반대 폴링을 가질 수 있다. 그러한 이중 요소 레이어아웃은 배경 온도의 변화를 보상하는 데 사용될 수 있으며, 이는 양 요소의 온도를 동시에 증가시킨다. 도 13b-13c에 도시된 이중 요소 설계 외에도, 4개 이상의 요소와 같은 임의의 원하는 수의 초전기 요소를 이용하는 다른 설계들도 이용될 수 있다.

[0093] 추가 디바이스, 회로 및 전자 장치들이 제공, 예를 들어 기판(1340) 내에 통합될 수 있다. 전계 효과 트랜지스터(FET)(1390)일 수 있는 증폭기와 같은 전자 장치들은 보드(1395) 상에 개별적으로 실장될 수 있으며, 초음파 트랜스듀서 및 초전기 센서를 포함하는 디바이스에 와이어 본딩될 수 있다. 그 일례가 도 13a에 도시되어 있다. 임의의 다른 시스템들의 스택도 형성될 수 있다. 예를 들어, 대안 실시예가 도 13b에 도시되어 있는데, 여기서 기판(1340)은 초음파 트랜스듀서/어레이 상에 장착되며, 또한 초전기 센서/어레이 위로 연장하여 이들을 보호하는 데 사용된다. 물론, 임의의 다른 원하는 스택이 형성될 수 있다. 도 13c에 추가 실시예가 도시되어 있는데, 여기서 전면 기판(210')이 압전 초음파 트랜스듀서 또는 트랜스듀서 어레이들과 초전기 센서 또는 센서 어레이들 사이의 지지대(210")를 형성하는 방식으로 멤브레인 아래에서 제거된다.

- [0094] 따라서, 검출기들의 어레이는 단지 초음파 검출기들, 단지 IR 검출기들, 또는 임의의 원하는 수 또는 조합의 검출기들을 이용하는 초음파 및 IR 검출기들의 조합을 포함할 수 있으며, 초음파 및 적외선 투과, 검출 및 이미징에 둘 다 사용될 수 있는 조합된 어레이들을 형성하기 위하여 초음파 요소들 옆에 임의의 원하는 수의 적외선 요소들이 형성될 수 있다. 그러한 조합된 초음파 및 IR 트랜스듀서들은 박막 처리에 의해 형성될 수 있으며, 전극들은 예를 들어 도 2a-8d와 관련하여 기술한 것과 유사하게 압전 재료의 동일 측 또는 대향 측들 상에 위치할 수 있다.
- [0095] 도 14a에 도시된 어레이(1400)의 다른 실시예에서, 증폭기(1390)와 같은 회로는 패키지 솔루션에서 시스템을 달성하기 위하여 캐리어 또는 전면 기판(210') 상에 트랜스듀서 및 초전기 요소들(1310, 1320) 옆에 플립칩 실장 또는 와이어 본딩(1495)에 의해 실장될 수 있다. 통상적으로 Si 캐리어인 이러한 캐리어(210')는 예를 들어 저항기와 같은 다른 요소, 기능 및 디바이스도 포함할 수 있다. 캐리어 또는 전면 Si 기판(210')은 도 2a-2c에 도시된 전면 기판(210)과 유사하다는 점에 유의해야 한다. 이러한 방식으로, 도 14a에 도시된 바와 같이, 상당히 소형화된 낮은 프로파일의 초음파 검출기 어레이 및 초전기 검출기 어레이가 얻어질 수 있다. 도 13b와 유사하게, 도 14b에 도시된 바와 같이, 배면 기판(1340)은 연장되어, 초전기 센서들을 보호하는 데에도 사용될 수 있다. 대안으로, 도 14c에 도시된 바와 같이, 디바이스를 지지하기 위하여, 전면 기판(210')은 도 13c와 관련하여 설명된 것과 유사하게 압전 초음파 트랜스듀서들 및 초전기 센서들을 분리하는 지지대(210'')를 형성하는 방식으로 패터닝될 수 있다.
- [0096] 도 15에 도시된 트랜스듀서 어레이(1500)의 다른 대안 실시예에서, 예를 들어 FET일 수 있는 증폭기와 같은 회로를, 도 2a 및 2c에 도시된 전면 기판(210)과 유사한 전면 Si 기판(210') 내에 통합함으로써 더 추가적인 소형화가 달성될 수 있다. 이것은, 도 14a와 관련하여 설명된 바와 같이, 독립형이고, 플립칩 실장 또는 와이어 본딩(1495)과 같은 임의의 수단에 의해 트랜스듀서에 접속 또는 장착될 수 있는 비통합형 증폭기를 갖는 것과 대조적이다. 도 2a, 2c와 관련하여 또한 설명된 바와 같이, 전면 기판(210, 210')은 그 위에 초음파 트랜스듀서 및/또는 초전기 트랜스듀서를 구현하기 위한 다양한 층들을 형성하고 패터닝하기 위한 캐리어로서 사용된다. 설명된 바와 같이, (예를 들어, 도 2a, 2c에 도시된 개구(260)를 형성하기 위하여) 전면 기판의 부분들이 제거되며, 따라서 기판 섹션들(210, 210')이 남겨진다. 필요에 따라, 전면 Si 기판(210')에 통합된 전극들(1342)과 FET 사이 등에 상호접속들(1515)이 제공될 수 있다.
- [0097] 대안으로, 도 13b 및 14b와 관련하여 설명되는 것과 유사하게, 배면 기판(1340)은 압전 트랜스듀서 상에 장착하기 위해 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 도 15b에 도시된 바와 같이, 초전기 센서들 위로 연장하여, 초전기 센서들을 보호하는 데에도 사용될 수 있다. 또한, 전면 기판(210')은 도 15c에 도시되고 도 13c 및 14c에 유사하게 도시된 바와 같이 압전 초음파 트랜스듀서들 및 초전기 센서들을 분리하는 방식으로 패터닝될 수 있다.
- [0098] (d33 모드로서 참조되는) 초전기 층의 일측 상의 전극들을 보여주는 다양한 실시예에 대한 상기 설명은 도 5 및 8b-8c와 관련하여 도시되고 설명된 바와 같이 초전기 층의 대향 측들에 전극들이 위치하는 d31 모드로 동작하는 실시예들에도 동일하게 적용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0099] 예를 들어, 도 16에 도시된 트랜스듀서 어레이(1600)의 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(1610)는 (예를 들어 d33 모드로 동작하는 도 12-15에 도시된 이전 실시예와 달리) d31 모드로 동작한다. d31 모드에서, 압전층을 구동하기 위한 전극들은 압전막의 대향 측들 상에 설계된다. 이러한 설계는 트랜스듀서들이 더 낮은 전압들에서 동작할 수 있는 이점을 갖는다. 초음파 트랜스듀서(1610)는 도 2c, 5 및 8b-8c와 관련하여 설명된 바와 같이 이전에 설명된 것과 유사하게 형성될 수 있다.
- [0100] 도 16a에 도시된 어레이(1600)의 다른 실시예에서는, 초음파 트랜스듀서(1610)가 압전 영역들(1621)의 양측에 전극들을 갖는 것에 더하여, 초전기 검출기 요소들(1620)도 초전기 층(1622)의 대향 측들 상에 전극들을 갖는 플레이트 커패시터들로서 처리된다. 초전기 IR 트랜스듀서(1620)는 (즉, 예를 들어 도 2c, 5 및 8b-8c와 관련하여 기술한 것과 유사하게, 예를 들어 멤브레인(1330)을 노출시키기 위하여 기판(210')의 부분들을 제거하기 전에) 전체 전면 기판(210') 상에 유지되고 있는 멤브레인(1330) 상에 제1 또는 전면 전극(1642)을 형성함으로써 구현될 수 있다. 이어서, 전면 전극(1642) 위에 초전기 압전 층(1622)이 형성되고, 압전층(1622) 위에 제2 또는 배면 전극(1644)이 형성되고, 원하는 경우에는 패터닝된다. 이어서, 필요에 따라 예를 들어 멤브레인(1330)을 노출시키기 위하여 전면 기판(210')의 부분들이 제거되며, 필요에 따라, 원하는 대로 패터닝될 수 있는 전면 전극(1642)을 노출시키기 위하여 멤브레인(1330)의 부분들이 제거된다. 이어서, 렌즈(1380)가 전면 전극(1642)의 일 부분들에 제공될 수 있으며, 렌즈는 열적으로 격리될 수 있다.
- [0101] 초전기/압전 영역들 및 층(1621, 1622)은 섭씨 100-300도(예컨대, 섭씨 180도) 등의 상승된 온도에서 DC 전기장

을 인가함으로써 풀링된다. 초전기 압전 층들(1621, 1622)의 분극은 층들(1621, 1622)에 수직이다. 서로 대향하는 분극을 갖는 둘 이상의 초전기 요소가 직렬로 설계될 수 있다. 적외선으로부터의 온도 변화로 인한 요소들의 분극 변화는 전면 실리콘 기관(210')에 통합되거나 임의의 다른 원하는 전자 부품 및 회로와 더불어 트랜스듀서들에 실장/접속된 FET일 수 있는 전치 증폭기에 의해 판독된다. 즉, FET를 포함하는 전자 장치들은 예를 들어 개별 인쇄 회로 보드(PCB) 상에 구현되고, 그리고/또는 Si 캐리어(210') 상의 와이어 본딩 또는 플립칩 실장에 의해 실장될 수 있다. 또한, 도 16a의 대안에서는, 도 16b에 도시된 바와 같이, 전극 및 초전기 층들 아래의 멤브레인이 제거되지 않을 수 있다.

[0102] 다양한 도면에 도시된 IR 검출기들의 렌즈(1380)는 통상적으로 프레넬 렌즈들과 유사한 상이한 곡률들 및 상이한 두께와 같은 상이한 특성들의 세그먼트들로 분할되며, 각각의 세그먼트는 특정 영역 또는 구역으로부터 IR 방사선을 수신하도록 구성된다. 세그먼트의 수 및 타입은 커버리지 영역에 기초하여 변할 수 있으며, 통상적으로 더 넓은 커버리지 영역은 더 많은 수의 세그먼트를 필요로 한다. IR 방사선에 대해 모니터링되는 커버리지 영역의 크기에 따라, IR 검출기에 사용되는 통상의 렌즈는 7-14개의 세그먼트를 포함한다. 그러한 렌즈들은 비교적 비싸며, 세그먼트 수의 증가에 따라 비용도 증가한다.

[0103] 많은 세그먼트를 갖는 비싼 렌즈를 구비하는 대신에, 세그먼트가 감소하거나 전혀 없지만, 넓은 커버리지 영역을 갖는 렌즈와 함께 박막 센서들의 어레이가 사용될 수 있다. 따라서, 박막 트랜스듀서들의 어레이의 사용은 렌즈를 더 쉽게 설계할 수 있게 하고, 두께를 줄이며, 따라서 소형의 디바이스를 제공하는 것은 물론, 비용을 낮춘다. 예를 들어, 천장 응용을 위한 IR 모션/존재 센서는 4개의 요소 또는 센서(쿼드 디바이스) 및 14개의 세그먼트를 갖는 렌즈를 구비하여, 4 x 14, 즉 56개의 검출 영역을 제공할 수 있다. 대신에, IR 초전기 센서는 14개의 요소 또는 센서를 포함할 수 있으며, 렌즈는 4개의 세그먼트만을 갖지만, 여전히 동일한 수의 검출 영역, 즉 14 x 4, 즉 56개의 검출 영역을 가질 수 있다.

[0104] 도 17a-17c에 도시된 다른 예에서, d33 또는 d31 모드로 동작하는 초음파 트랜스듀서(1310)는 전용 조성을 갖는 압전 박막층을 이용하고 있으며, 초전기 검출기(1320)는 초음파 트랜스듀서(1310)의 압전 박막층의 구성과 다른 특별 조성을 갖는 다른 전용 층을 사용하고 있다. 도 17a-17c에 도시된 통합된 초음파 및 초전기/적외선(IR) 디바이스들의 실시예들에서, 통합된 초음파 트랜스듀서들(1310)은 La가 도핑된 납 티탄산염 지르콘산염을 갖는 전용 압전 조성을 가질 수 있으며, 통합된 IR 검출기들(1320)은 La, Mn 도핑된 납 티탄산염 지르콘산염의 전용 초전기 조성을 가질 수 있다.

[0105] 하나의 설명 예 또는 실시예가 도 17a에 도시되어 있다. 이 실시예는 도 13a와 유사한 초음파 트랜스듀서 또는 초음파 트랜스듀서들의 어레이 및 초전기 센서 또는 초전기 센서들의 어레이의 시스템을 나타낸다. 압전 초음파 트랜스듀서들은 이 예에서 d33 모드로 동작한다. 예를 들어 실리콘 질화물 및 실리콘 산화물일 수 있을 뿐 아니라, 임의의 다른 멤브레인 스택일 수도 있는 멤브레인(1330)의 일부의 상부에, 압전층(1322), 예를 들어 란타늄(La) 도핑된 납 티탄산염 지르콘산염 층이 증착되고, 초음파 트랜스듀서가 기능하고 있는 영역에만 위치하도록 패터닝된다. 초전기 센서 또는 센서들의 어레이가 위치하는 멤브레인(1330)의 다른 부분 상에는, 멤브레인(1330)의 상부에 초전기 박막층(1722)이 증착된다. 초전기 박막층은 예를 들어 란타늄 및 마그네슘(Mn) 도핑된 납 티탄산염 지르콘산염 층일 수 있다.

[0106] 도 17b 및 17c는 도 17a의 변형을 나타내는데, 여기서는 도 13a-13c와 유사하게, 실장된 배면 기관(1340)이 도 17b에 도시된 바와 같이 초음파 트랜스듀서(들) 및 초전기 센서(들)를 피복하도록 연장한다. 도 17c에서, 전용 압전 박막 재료를 갖는 초음파 트랜스듀서 영역은 도 13c, 14c 및 15c와 관련하여 설명된 것과 유사하게 전면 기관(210')을 패터닝함으로써 초전기 센서 영역으로부터 분리된다.

[0107] 마지막으로, 위의 설명은 단지 본 시스템을 예시하는 것을 의도하며, 첨부된 청구항들을 임의의 특정 실시예 또는 실시예들의 그룹으로 한정하는 것으로 해석되지 않아야 한다. 따라서, 본 시스템은 그의 특정 실시예들을 참조하여 상세히 설명되었지만, 아래의 청구항들에 기재된 바와 같은 본 시스템의 더 넓은 의도된 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 이 분야의 통상의 기술자들에게 의해 다양한 변형들 및 대안 실시예들이 고안될 수 있다는 것도 알아야 한다. 따라서, 명세서 및 도면들은 예시적인 것으로 간주되어야 하며, 첨부된 청구항들의 범위를 제한하고자 하는 의도는 없다.

[0108] 첨부된 청구항들을 해석함에 있어서, 다음을 이해해야 한다.

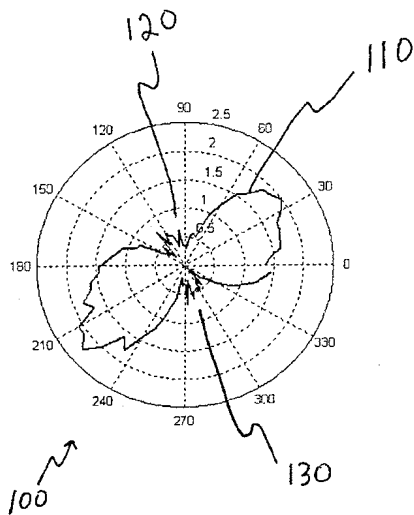
[0109] a) "포함한다"라는 단어는 주어진 청구항에 기재된 것들과 다른 요소들 또는 동작들의 존재를 배제하지 않는다.

[0110] b) 요소 앞의 "하나" 또는 "일"이라는 단어는 복수의 그러한 요소의 존재를 배제하지 않는다.

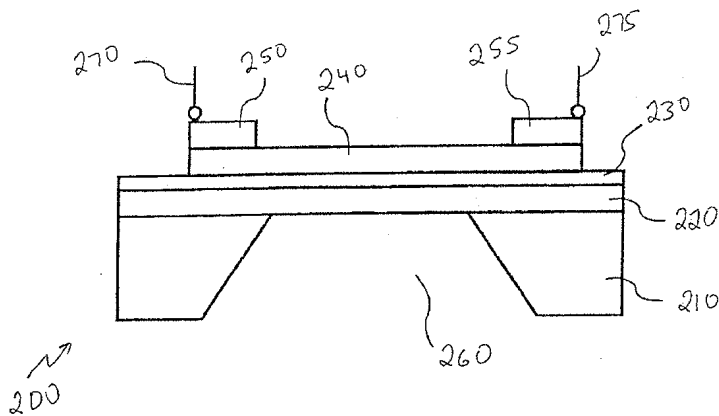
- [0111] c) 청구항들 내의 임의의 참조 부호들은 그들의 범위를 제한하지 않는다.
- [0112] d) 여러 "수단"은 동일하거나 상이한 아이템 또는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는 구조 또는 기능에 의해 표현될 수 있다.
- [0113] e) 개시되는 요소들 중 임의의 요소는 (예를 들어, 개별 및 집적 전자 장치를 포함하는) 하드웨어 부분들, 소프트웨어 부분들(예를 들어, 컴퓨터 프로그래밍) 및 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0114] f) 하드웨어 부분들은 아날로그 및 디지털 부분들 중 하나 또는 양자를 포함할 수 있다.
- [0115] g) 개시되는 디바이스들 또는 그의 부분들 중 임의의 것은 특별히 달리 언급되지 않는 한은 함께 결합되거나 추가 부분들로 분리될 수 있다.
- [0116] h) 특별히 지시되지 않는 한, 동작들 또는 단계들의 특정 순서가 요구되는 것을 의도하지 않는다.
- [0117] i) 요소의 "복수"라는 용어는 청구되는 요소의 둘 이상을 포함하며, 임의의 특정 범위의 요소 수를 의미하지 않는데, 즉 복수의 요소는 2개의 요소 정도로 적을 수 있으며, 측정 불가능한 수의 요소를 포함할 수 있다.

도면

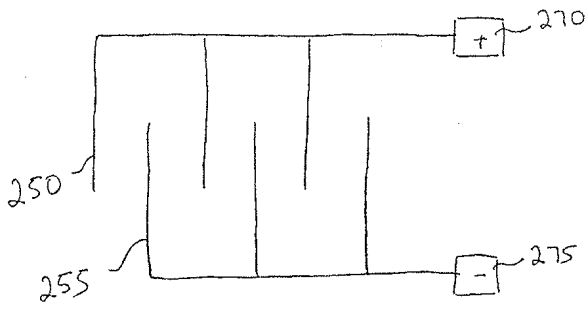
도면1



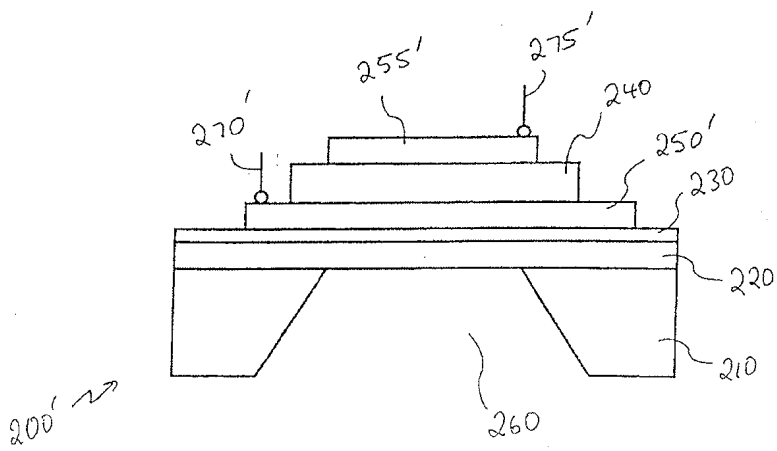
도면2a



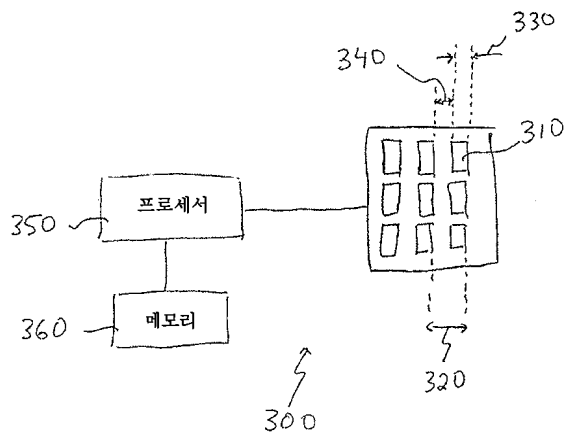
도면2b



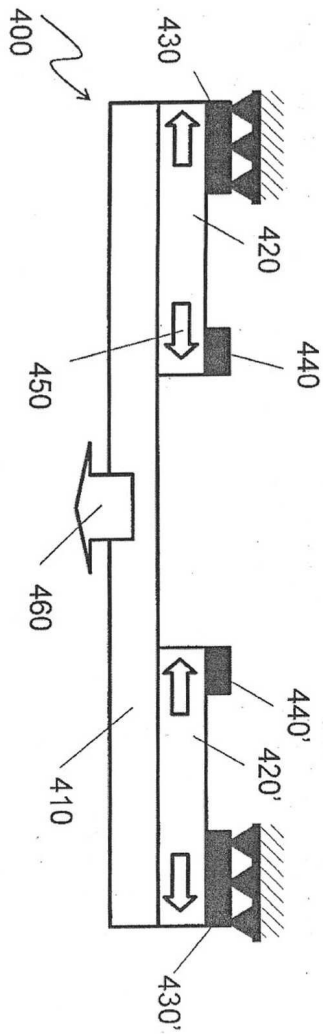
도면2c



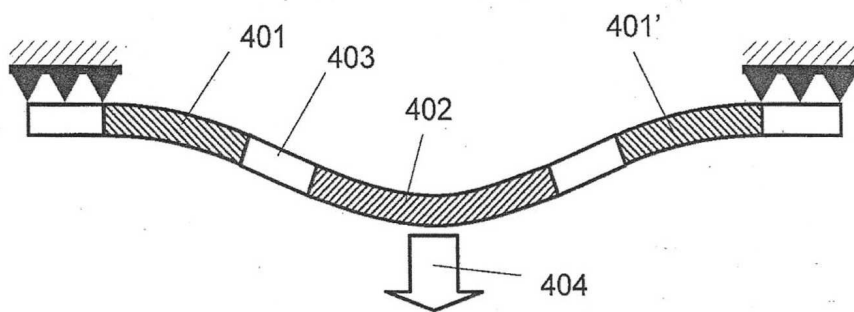
도면3



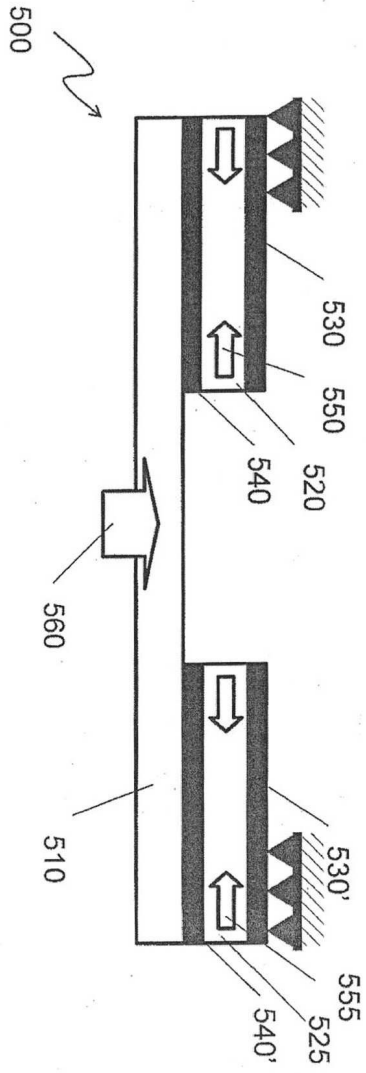
도면4a



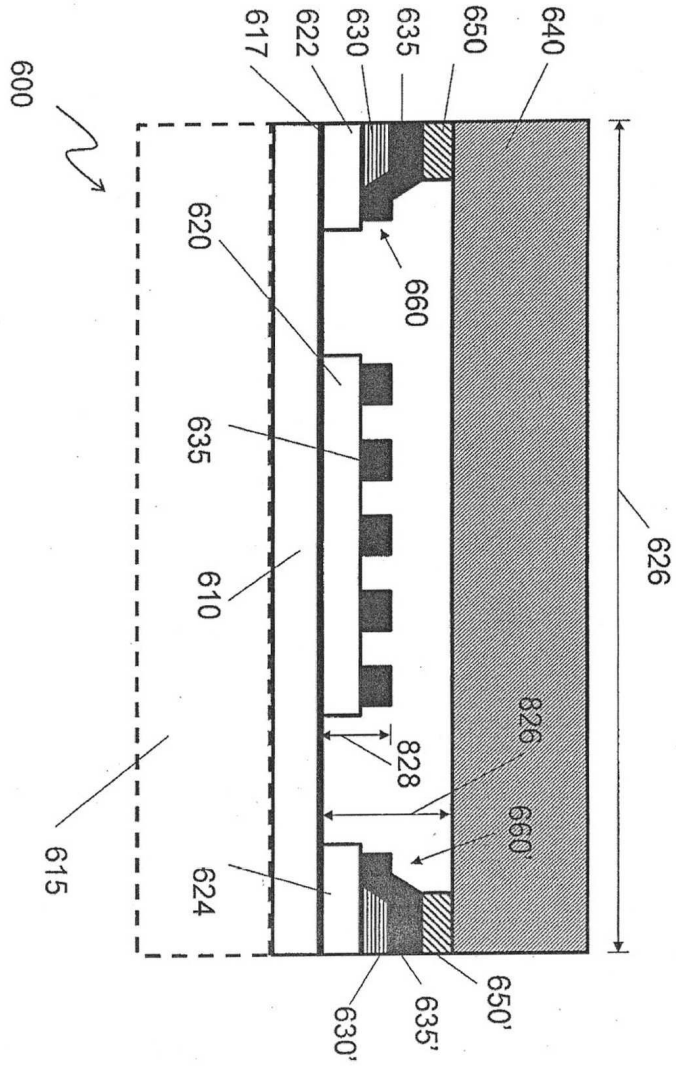
도면4b



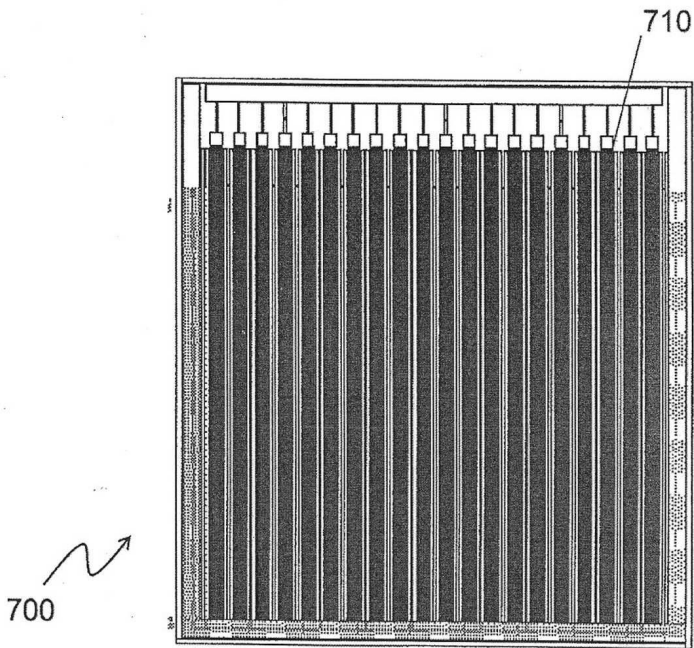
도면5



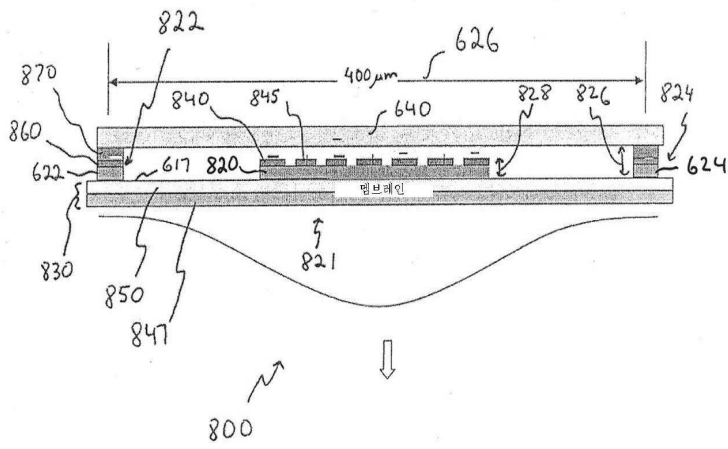
도면6



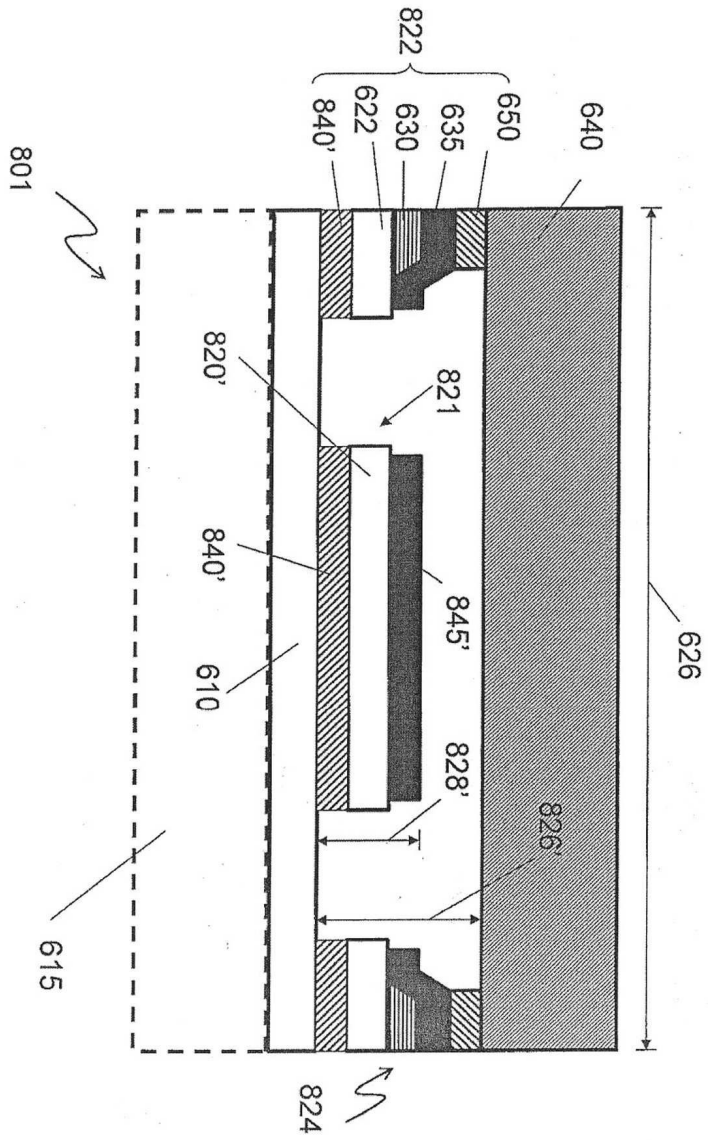
도면7



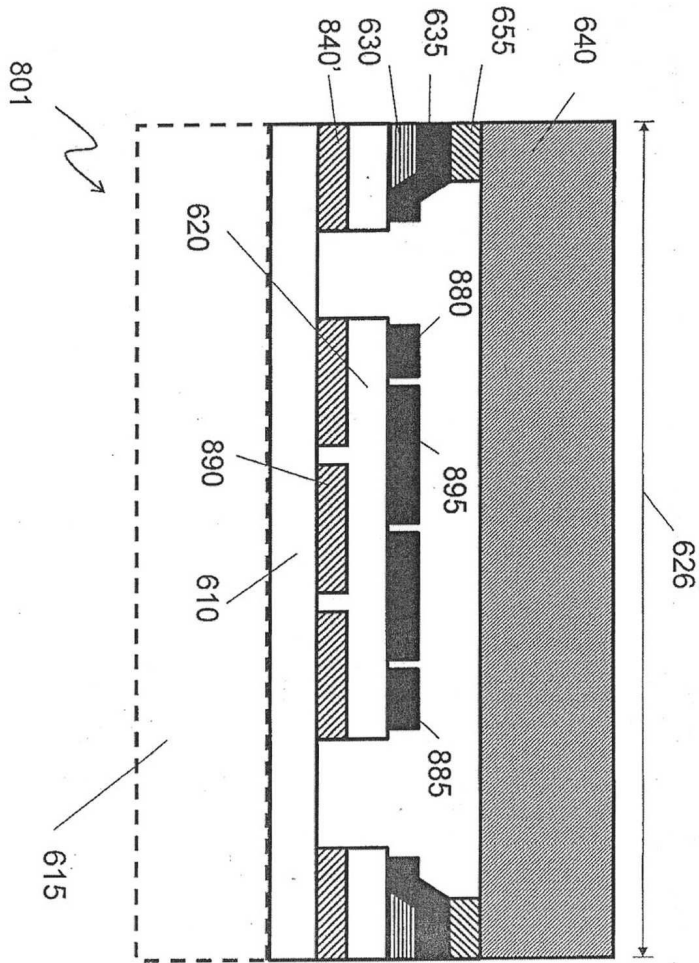
도면8a



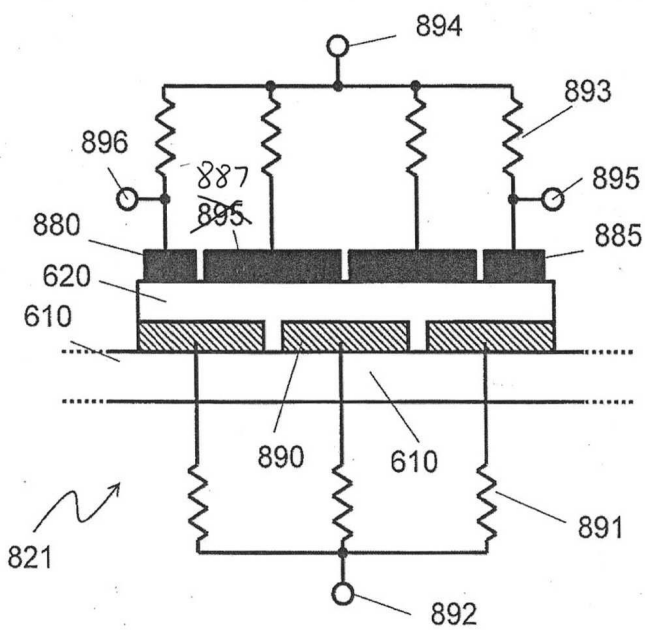
도면8b



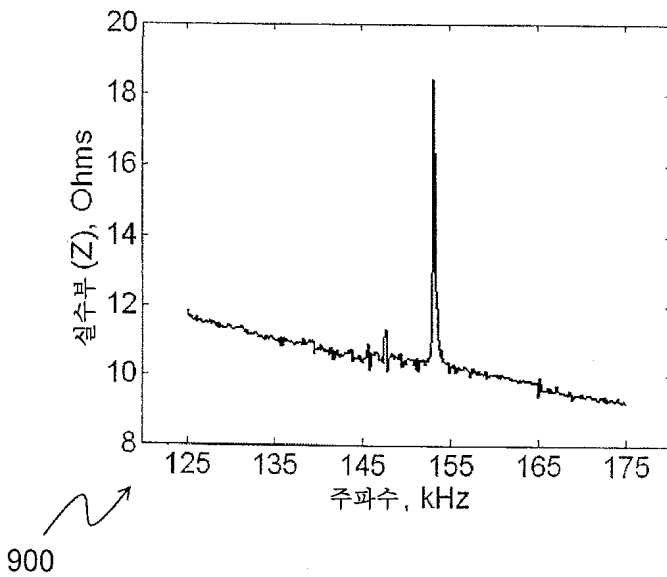
도면8c



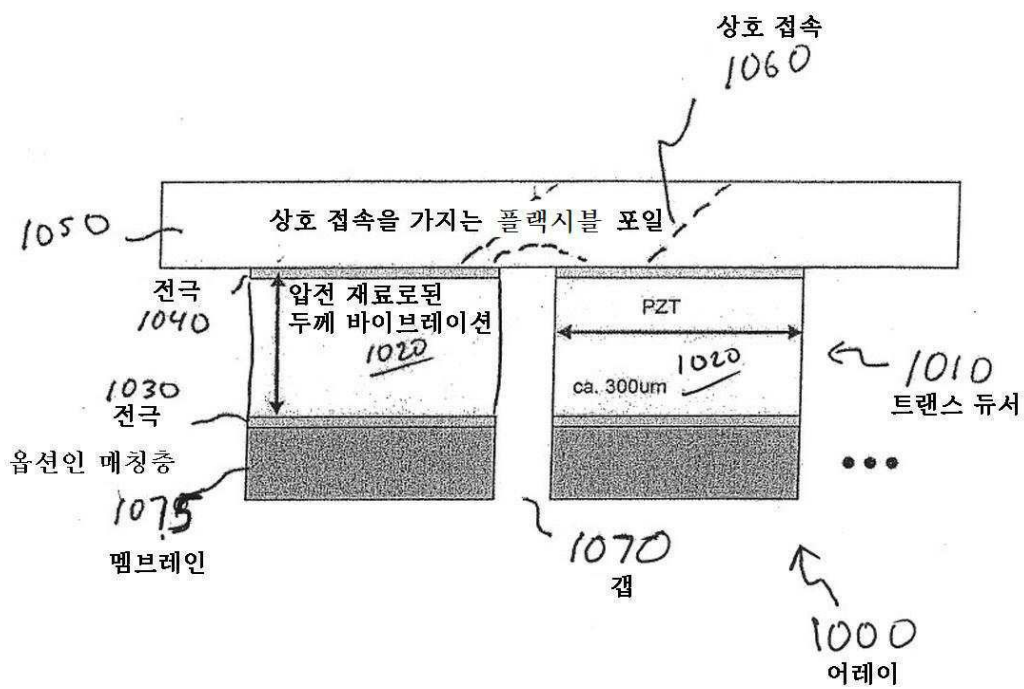
도면8d



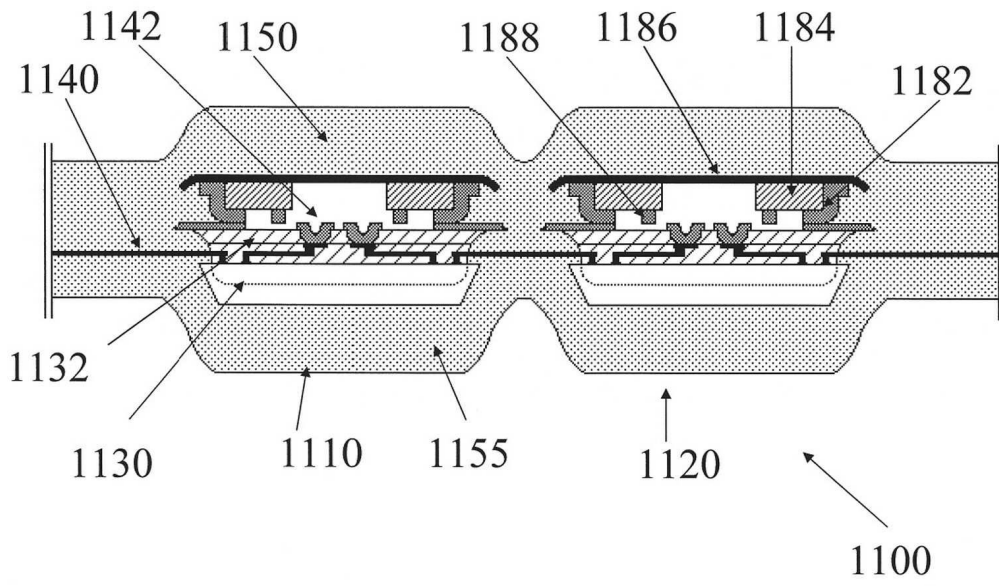
도면9



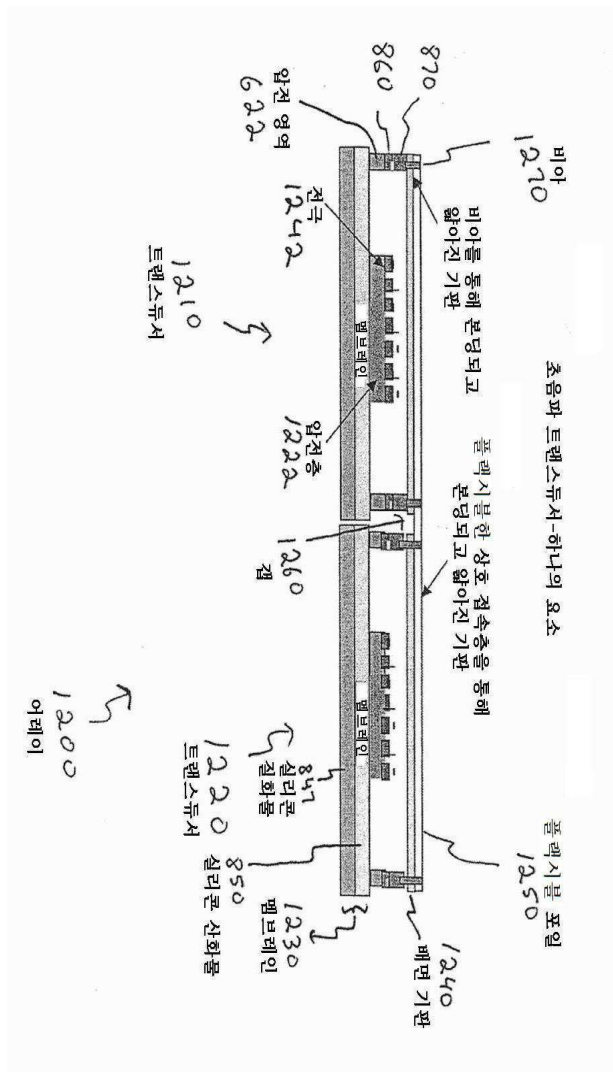
도면10



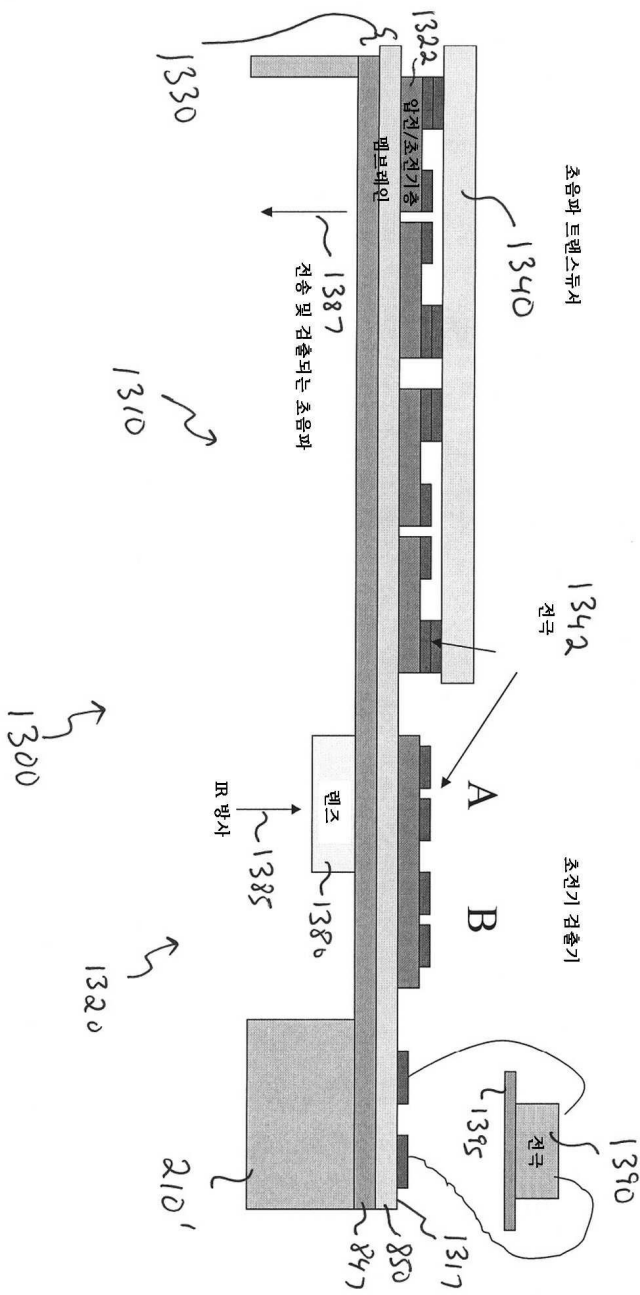
도면11



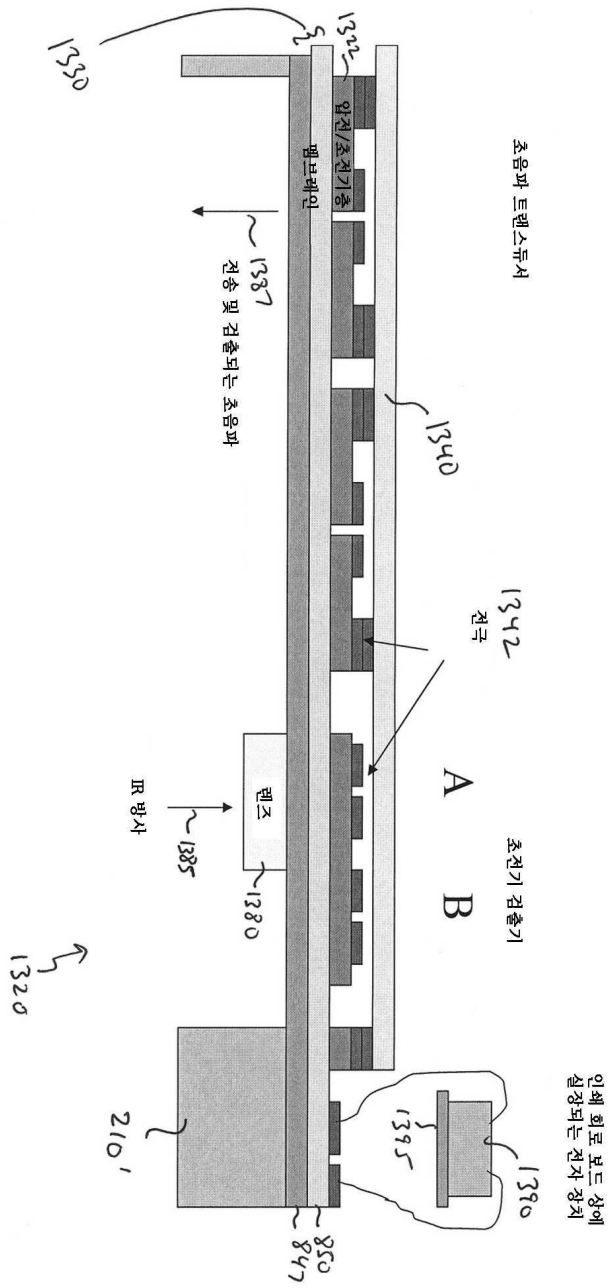
도면12



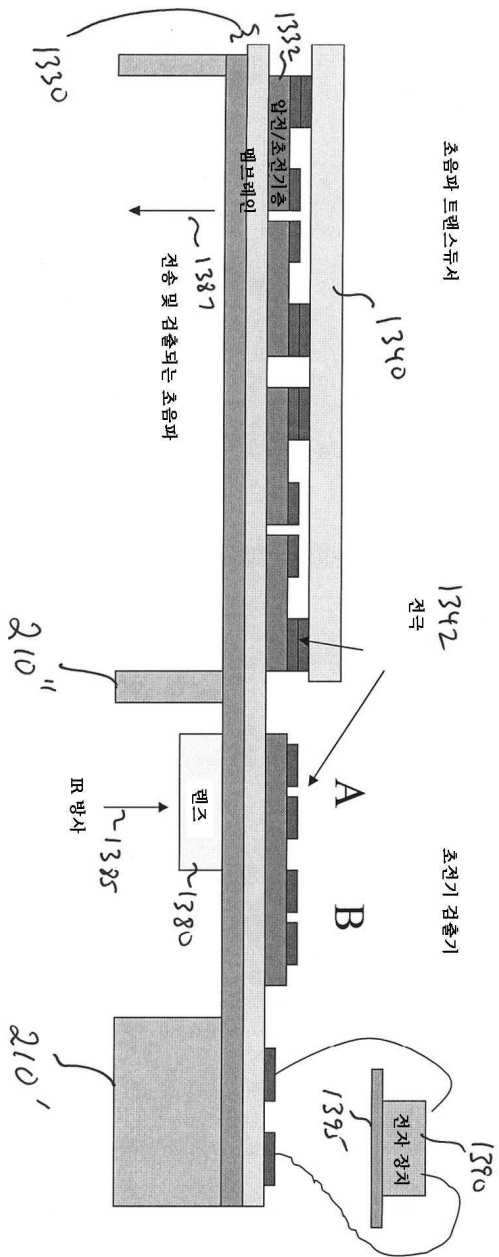
도면13a



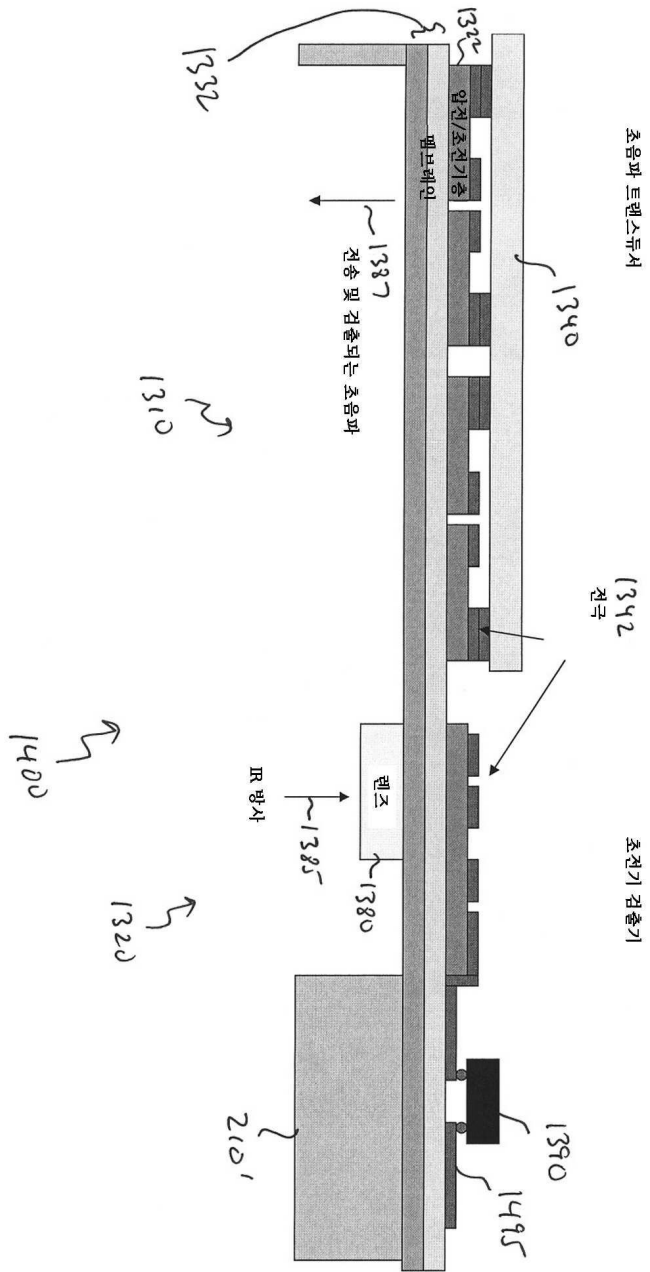
도면13b



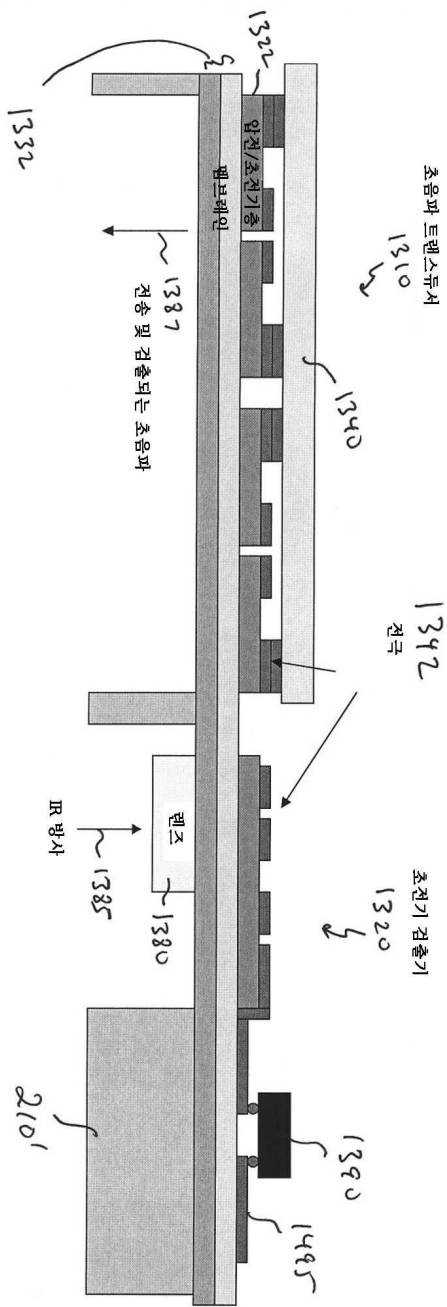
도면13c



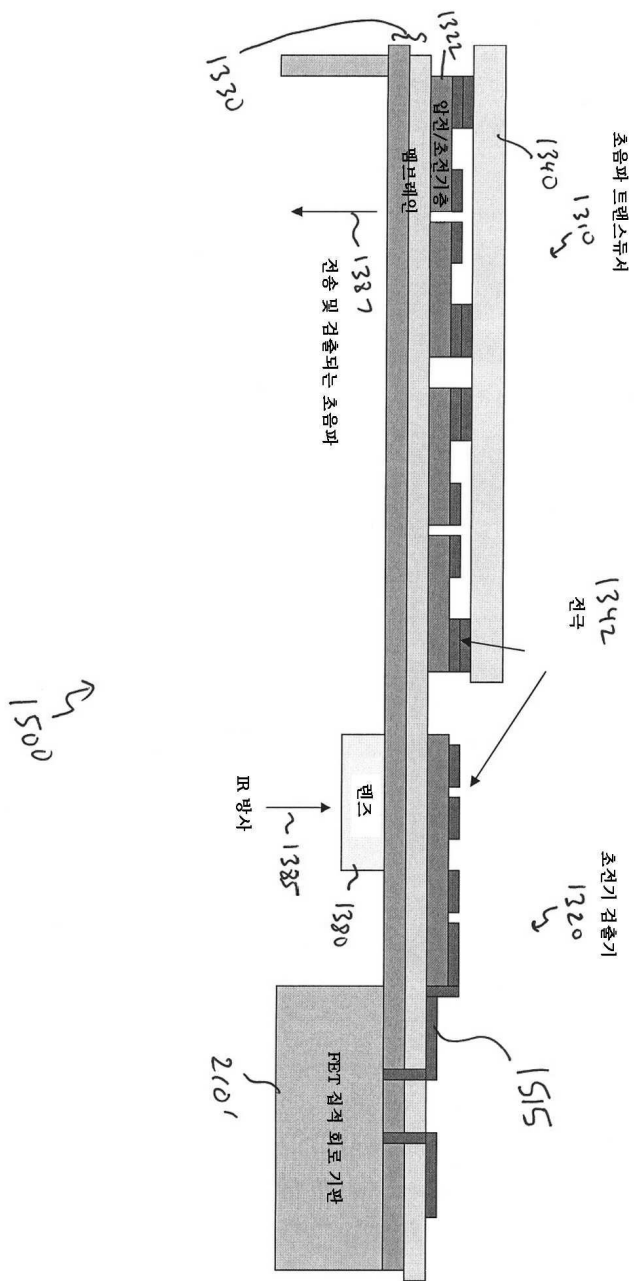
도면14a



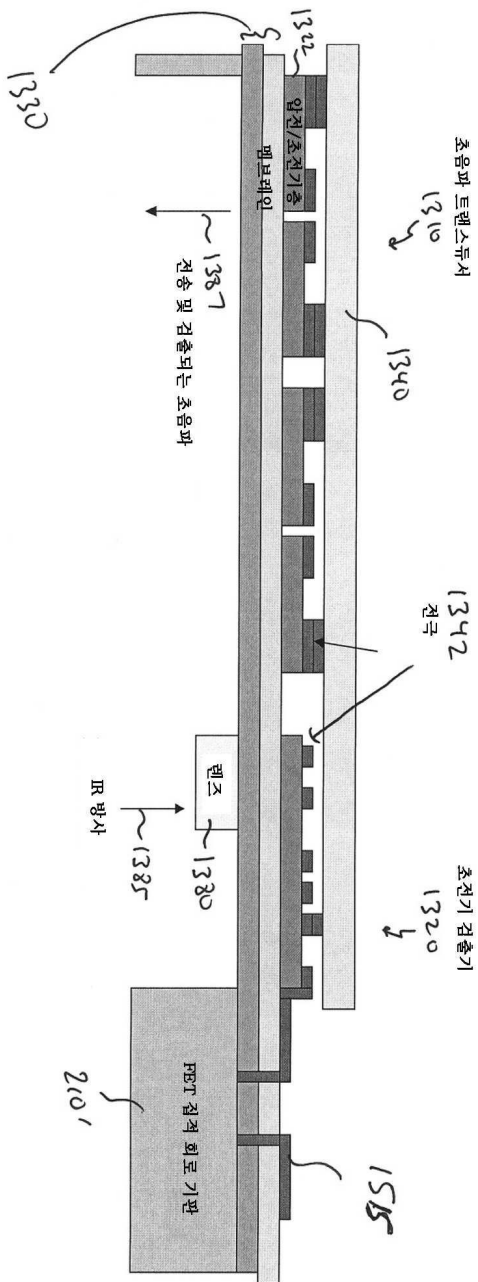
도면14c



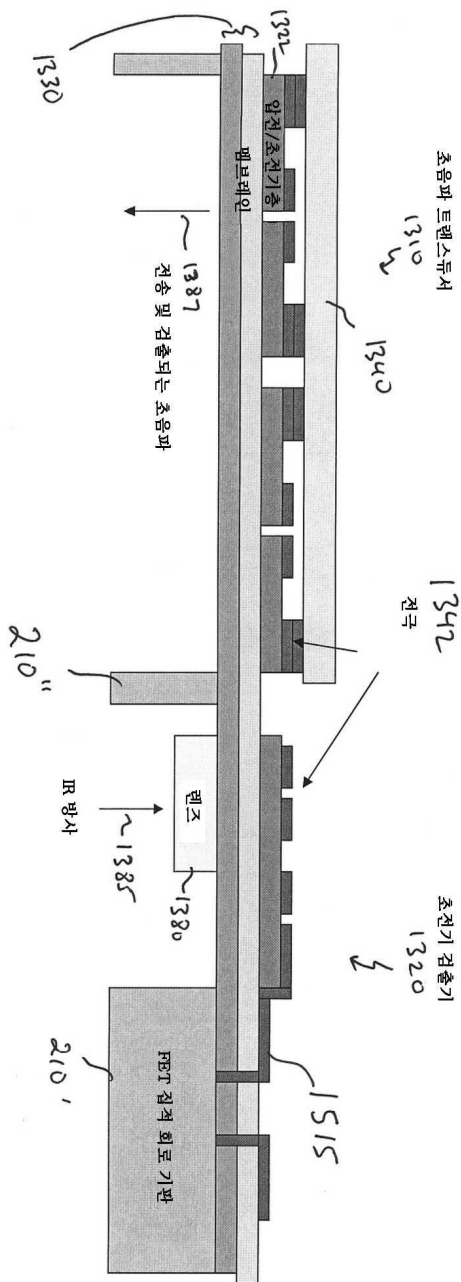
도면15a



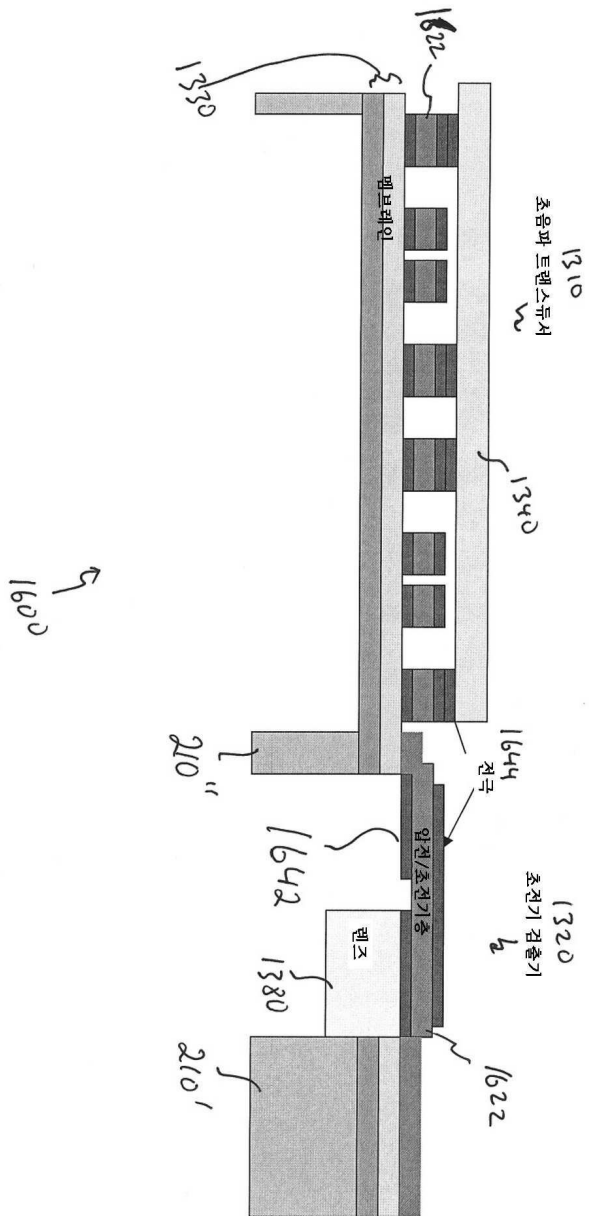
도면15b



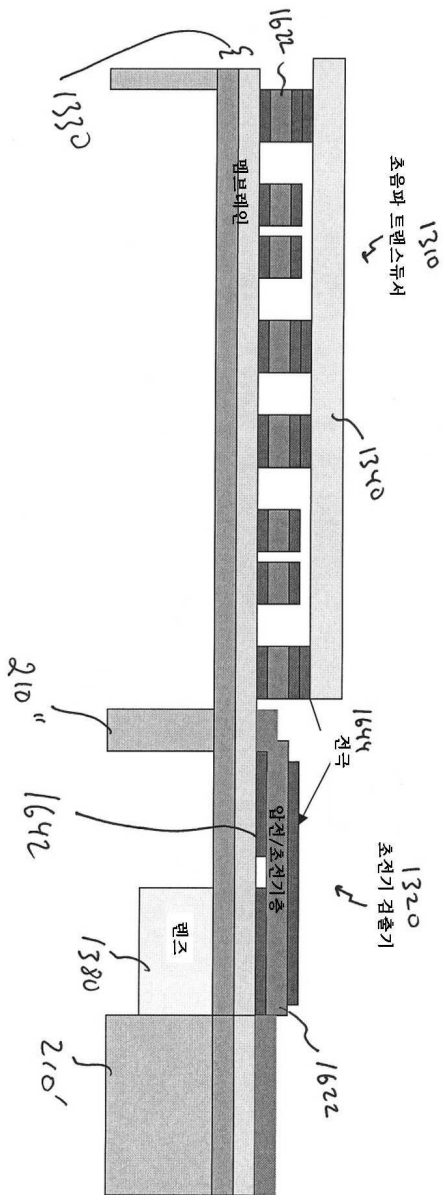
도면15c



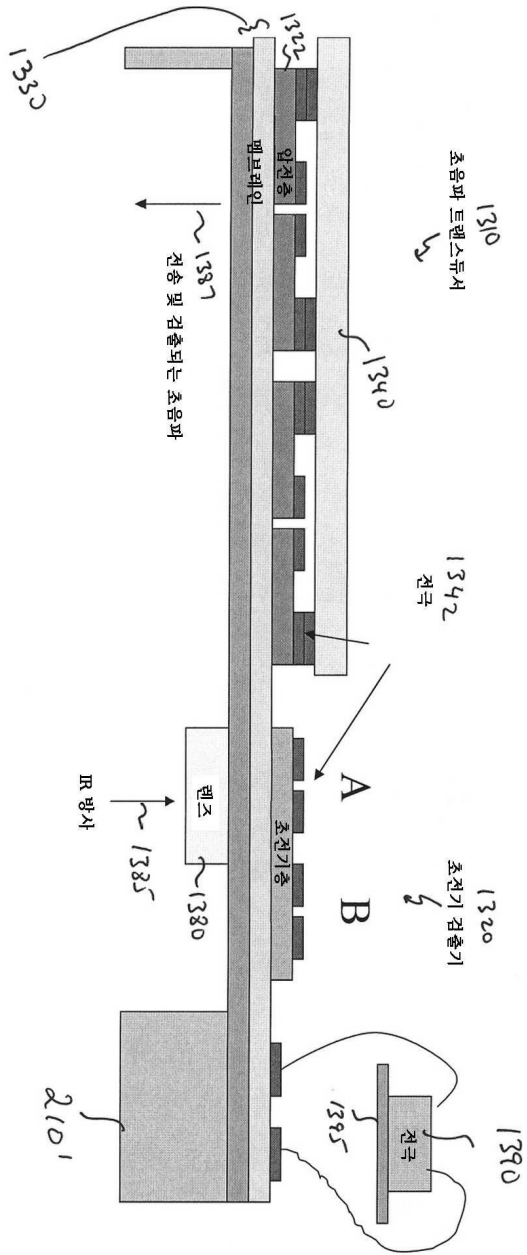
도면16a



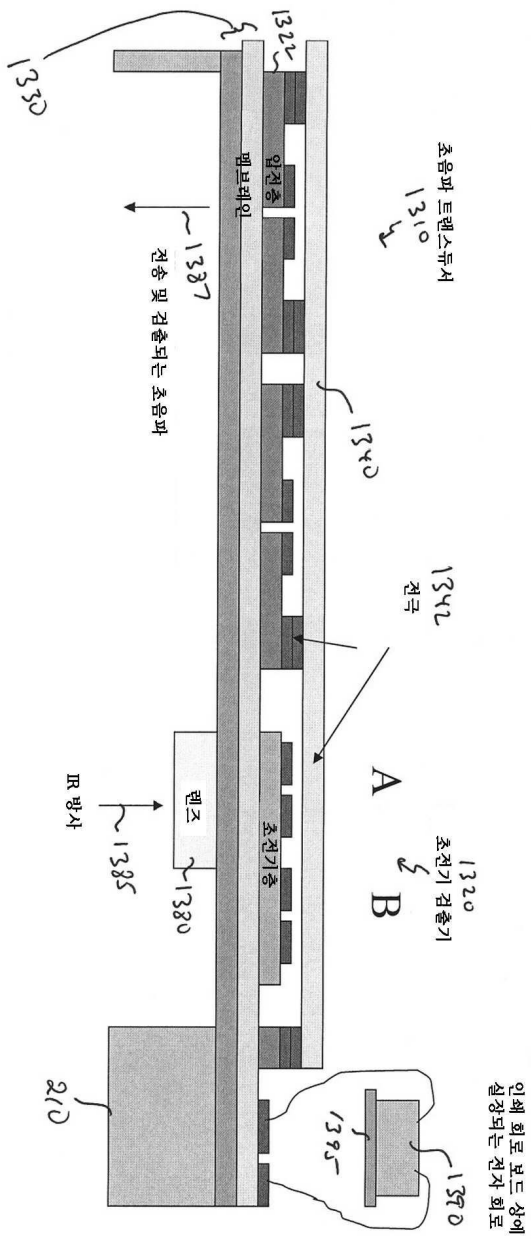
도면16b



도면17a



도면17b



도면17c

