

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0044973
(43) 공개일자 2006년05월16일

(21) 출원번호 10-2005-0026320
(22) 출원일자 2005년03월30일

(30) 우선권주장 10/814,956 2004년03월31일 미국(US)

(71) 출원인 제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자
르완도우스키 로버트 스티븐
미국 뉴욕주 12010 암스테르담 카운티 하이웨이 126 978
스미스 로웰 스코트
미국 뉴욕주 12309 쉐넥테디 체쉬어 플레이스 24
바움가트너 찰스 에드워드
미국 뉴욕주 12309 쉐넥테디 모히간 로드 945
밀스 데이비드 마틴
미국 뉴욕주 12309 니스카유나 해리타지 로드 1915
윌데스 더글라스 글렌
미국 뉴욕주 12019 볼스톤 레이크 그레텔 테라스 52
피셔 레이예트 앤
미국 뉴욕주 12309 니스카유나 버클리 애비뉴 2305
소고이안 죠지 찰스
미국 뉴욕주 12302 글렌빌 크로슨 로드 317

(74) 대리인 김창세
장성구

심사청구 : 없음

(54) 센서 장치 및 초음파 변환기 장치

요약

반도전성 표면을 갖는 기판(4) 상 또는 내에 구성되는 센서 어레이(2,39,40)와 각 센서 소자를 이웃 소자로부터 격리시키는 수단(26,28,30,32,34,36,38 또는 46)을 포함하는 장치가 개시되어 있다. 센서가 초음파 변환기 소자인 경우, 음향 격리는 이웃 변환기 소자 사이에서 트렌치의 형태로 제공되어 음향 혼선을 줄인다. 이 트렌치는 음향적으로 감쇄성인 물질로 충진될 수 있다. 반도전성 접합 형태의 전기적 격리가 이웃 변환기 소자 사이에 제공되어 전기적 혼선을 줄인다. 일 예에서, 백-투-백 pn 접합 다이오드는 이웃 변환기 소자 사이에 위치한 구역에 이온을 주입함으로써 형성된다. 이를 유형의 격리는 홀로 또는 함께 이용될 수 있다.

내포도

도 7

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 전형적인 cMUT 셀의 단면도,

도 2는 도 1에 도시된 cMUT 셀의 등적도,

도 3은 cMUT 장치와, 음향 후면재 층에 의해 지탱되는 관련 전기적 접속부를 도시하는 측면도,

도 4는 기판 및 음향 후면재의 상단에 전기적으로 서로 연결된 cMUT 셀 그룹의 등적도,

도 5는 한 행의 등간격 변환기 소자를 형성하되, 각 소자는 전기적으로 연결된 다수의 cMUT 셀을 포함하도록 마이크로기계화된 기판의 등적도,

도 6은 본 발명의 제각기의 실시예에 따라 도 1의 마이크로기계화된 기판에 형성될 수 있는 두 개의 상이한 유형의 음향 격리 트렌치를 도시하는 도면,

도 7은 본 발명의 제각기의 실시예에 따라 도 1의 마이크로기계화된 기판에 형성될 수 있는 네 개의 상이한 유형의 음향 격리 트렌치를 도시하는 도면,

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 마이크로기계화된 기판의 후면 상에 음향 격리 트렌치를 형성하는 것을 도시하는 도면,

도 9 및 도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 변환기 소자 사이에 전기적 격리를 제공하도록 도핑된 반도전성 기판 상에 형성된 cMUT 소자를 제각각 도시하는 도면,

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 멤브레인을 지탱하는 벽이 p형 반도전성 물질로 구성되어 전기적 격리를 제공하는 n형 반도전성 기판 상에 형성된 한 쌍의 cMUT 셀을 도시하는 도면.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

4 : 기판 6 : 절연 지주

8 : 멤브레인 10,12 : 전극

22 : 전기적 접속부 40 : 변환기 소자

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 출원은 "Mosaic Arrays Using Micromachined Ultrasound Transducers"라는 제목으로 2003년 3월 6일에 출원된 미국 특허 출원 제 10/383,990 호의 부분 계속 출원이며 이 미국 특허 출원을 우선권으로 한다.

본 발명은 센서 어레이(예를 들어, 광학, 열, 압력, 초음파)에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 마이크로기계화된 초음파 변환기(MUT)에 관한 것이다. MUT에 대한 하나의 특정 애플리케이션은 의료용 진단 초음파 촬영 시스템과 관련된다. 또 다른 특정 예는 주조물, 단조물 또는 파이프라인과 같은 물질에 대한 비파괴 평가(NDE)를 위한 것이다.

종래의 초음파 콜영 변환기는 전기적 에너지가 막대식 압전 세라믹 물질을 사용하여 음향 에너지로 전환되는 압전 효과를 통해 음향 에너지를 생성한다. 환자가 스캐닝되는 방향인 순방향으로 전송된 이 음향 에너지는 하나 이상의 음향 정합 층을 통해 환자에 결합된다. 그러나, 스캐닝되는 환자로부터 먼 방향에서 전송된 음향은 전형적으로 변환기 어레이의 후부에 위치한 음향 후면재(an acoustic backing material)에 흡수 및/또는 산란된다. 이것은 음향 에너지가 변환기 뒤의 구조체 또는 인터페이스로부터 반사되어 다시 압전 물질로 회귀하는 것을 방지하여, 환자 내에서의 반사로부터 획득되는 음향 이미지의 품질을 저하시킨다. 음향 후면재에 대한 다수의 조성물이 알려져 있다. 예를 들어, 음향 후면재는 고무, 에폭시 또는 플라스틱과 같은 감쇄성의 부드러운 물질에 금속 입자(예로, 텅스텐)의 조성으로 구성될 수 있다. 다른 음향 후면재의 조성물이 사용될 수 있다.

의료용 진단 콜영에 사용되는 초음파 변환기는 광 대역폭과 낮은 레벨의 초음파 신호에 대한 높은 감응도를 가지고 있으며, 이러한 특징은 고품질의 이미지를 생성할 수 있다. 이들 기준을 만족하고 종래에 초음파 변환기를 구성하는데 사용되는 압전 물질은 납 지르콘산염 티탄산염(PZT) 세라믹 및 폴리비닐리덴 플루오르화물을 포함한다. 그러나, PZT 변환기는 반도체 부품과 같은 초음파 시스템의 다른 부품을 제조하는데 사용되는 공정 기술과는 다른 세라믹 제조 공정을 필요로 한다. 반도체 부품을 제조하는데 사용되는 동일한 공정을 사용하여 초음파 변환기를 제조하는 것이 바람직하다.

최근에, 반도체 공정은 용량성(cMUT) 또는 압전성(pMUT)의 종류일 수 있는 마이크로기계화된 초음파 변환기(MUTs)로서 알려져 있는 유형의 초음파 변환기를 제조하는데 사용된다. cMUT는 수신된 초음파 신호의 소리 진동을 변조된 캐페시턴스로 변환하는 전극을 구비한 작은 칸막이형 장치(tiny diaphragm-like devices)이다. 전송을 위해, 용량성 전하는 장치의 칸막이를 진동시키도록 변조되어 음파를 전송한다. 실리콘 질화물 또는 실리콘과 같은 비활성 물질 및 압전 물질로 구성된 pMUT는 칸막이가 이중 형태를 갖는다는 것을 제외하면 유사하다.

MUT의 하나의 장점은 "마이크로기계화"라는 항목 하에서 그룹화된 마이크로제조 공정과 같은 반도체 제조 공정을 통해 제조될 수 있다는 것이다. 미국 특허 제 6,359,367 호에 설명되어 있는 바와 같이:

마이크로기계화란, (A) 패터닝 도구(일반적으로 프로젝션 얼라이너(projection-aligners) 또는 웨이퍼 스텝퍼(wafer-stepper)와 같은 리쏘그래피)와, (B) PVD(physical vapor deposition), CVD(chemical vapor deposition), LPCVD (low-pressure chemical vapor deposition), PECVD(plasma chemical vapor deposition)와 같은 증착 도구와, (C) 습식 화학적 에칭, 플라즈마 에칭, 이온 밀링, 스퍼터 에칭 또는 레이저 에칭과 같은 에칭 도구의, 조합 또는 부분집합을 사용하여 마이크로스코피 구조체를 형성하는 것이다. 마이크로기계화는 전형적으로 실리콘, 유리, 사파이어 또는 세라믹으로 구성된 기판 또는 웨이퍼 상에서 수행된다. 이러한 기판 또는 웨이퍼는 일반적으로 매우 평坦하고 매끄러우며 작은 측면 크기(lateral dimensions in inches)를 갖는다. 이들은 보통 프로세스 도구에서 프로세스 도구로 이동할 때 작은 상자 내에서 그룹으로 처리된다. 각 기판은 바람직하게(반드시 그럴 필요는 없음) 제품의 다수의 복사본을 포함한다. 마이크로기계화의 두 개의 일반적 유형은 1) 웨이퍼 또는 기판 두께의 상당한 부분이 조각되는 대량 마이크로기계화, 및 2) 조각화(sculpturing)가 일반적으로 표면에, 특히 표면 상의 얇은 증착된 필름에 국한되는 표면 마이크로기계화이다. 본 명세서에서 사용된 마이크로기계화 정의는, 실리콘, 사파이어, 모든 유형의 유리 물질, 폴리머(예로, 폴리이미드), 폴리 실리콘, 실리콘 질화물, 실리콘 산화질화물, 알루미늄 합금, 구리 합금 및 텅스텐과 같은 박막 금속, 스핀 온 유리(SOGs), 주입가능한(implantable) 또는 확산된 도편트 및 실리콘 산화물 및 질화물과 같은 성장된 필름을 포함하는 종래의 또는 알려져 있는 마이크로기계화가능 물질의 사용을 포함한다.

동일한 정의의 마이크로기계화가 본 발명에 채택된다. 이러한 마이크로기계화 공정으로부터 형성되는 시스템은 전형적으로 "마이크로기계화된 전자기계 시스템(MEMS)으로 지칭된다.

용량성의 마이크로기계화된 초음파 변환기 장치를 통해 생성된 음향 에너지는 초음파 에너지를 생성하는데 압전 물질에 의존하지는 않는다. 오히려, cMUT 셀의 기본적 구조는 도전성 전극 위에 작은 캡만큼 서스펜딩된 도전성 멤브레인 또는 칸막이로 구성된다. 멤브레인과 전극 사이에 전압이 인가되는 경우, 쿨롱의 힘이 멤브레인을 전극쪽으로 유인한다. 인가된 전압이 시간에 따라 변경되어 또한 멤브레인 위치를 변경시키는 경우, 멤브레인이 위치를 이동함에 따라 장치의 표면으로부터 방사되는 음향 에너지가 생성된다. 음향 에너지가 주로 순방향 또는 환자 방향으로 생성되는 동안, 음향 에너지의 일부는 cMUT 지탱 구조체로 전파될 것이다. 이 구조체는 일반적으로 강하게 도핑된 실리콘이고 따라서 반도전성의 웨이퍼이다.

cMUT 장치는 전형적으로 변환기 소자마다 다수의 멤브레인으로 구성된다. 의료용 콜영, 비파괴 평가 또는 다른 콜영 장치용으로 사용되는 완전한 변환기 프로브는 하나의 행 또는 행들로 배열된 다수의 변환기 소자를 포함하되, 각 소자는 그

들의 전극으로 하여금 전기적으로 서로 연결하는 다수의 cMUT 셀을 포함한다. 어레이의 각 소자는 자신의 이웃과는 별개로 동작할 필요가 있다. 변환기 소자의 어레이는 공통 기판 상에 구축되기 때문에, 이웃 소자 사이의 전기적 및 기계적 장애(즉, 혼선)라는 문제가 존재한다.

MUT(cMUT 및 pMUT) 장치의 변환기 소자 사이에 격리를 제공할 필요가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 기판 상 또는 내에 구성된 센서 어레이와 각 센서 소자를 그것의 이웃 소자로부터 격리하는 수단을 포함하는 장치에 관한 것이다. 반도전성 웨이퍼의 경우에 있어서, 반도전성 표면은 보통 반도전성 웨이퍼의 한 면이지만, 이것은 또한 절연 기판 상의 반도체의 필름일 수 있다. 본 발명은 또한 이러한 장치를 제조하는 방법에 관한 것이다. 몇몇 개시되어 있는 실시예에 따르면, 음향 혼선을 줄이기 위해 이웃 센서 소자 사이에 음향 격리가 제공된다. 개시되어 있는 다른 실시예에 따르면, 전기적 혼선을 줄이기 위해 이웃 센서 소자 사이에 전기적 격리가 제공된다. 이를 유형의 격리는 센서 장치에서 홀로 또는 함께 이용될 수 있다. 센서는 광, 열 또는 압력 센서 또는 초음파 변환기일 수 있다.

본 발명의 일 측면은 각각이 기판의 전면에 배열되며 기판의 물질과 접촉하는 다수의 센서 소자와, 임의의 센서 소자 사이에서 한 형태의 에너지의 결합을 감소시키기 위해 기판의 물질 내에 배열되며, 각각이 센서 소자 상에 충돌하게 될 상기 형태의 에너지의 전파에 대해 장애물로서 역할을 하는 다수의 장벽을 포함하는 센서 장치이다.

본 발명의 다른 측면은 (a) 기판 내 또는 상에 센서 어레이를 마이크로기계화하는 단계와, (b) 임의의 센서 소자 사이에서 한 형태의 에너지의 결합을 감소시키기 위해 기판의 물질 내에 다수의 장벽을 형성하되, 각 장벽은 센서 소자 상에 충돌하게 될 상기 형태의 에너지의 전파에 대해 장애물로서 역할을 하는 단계를 포함하는 센서 장치 제조 방법이다.

본 발명의 또 다른 측면은 기판의 전면에 배열되며 각각이 전기적으로 서로 연결되고 기판에 음향적으로 결합된 제각기의 초음파 변환기 셀 그룹을 포함하는 다수의 초음파 변환기 소자와, 변환기 소자 사이의 영역에 배치되며 음파 에너지의 전파를 방해하는, 기판의 상기 물질 내의 다수의 트렌치를 포함하는 초음파 변환기 장치이다.

본 발명의 또 다른 측면은 기판의 물질과 접촉하며 기판의 전면에 정렬되는 다수의 센서 소자와, 센서 소자 사이의 영역에 배치되며 전류 흐름을 방해하는, 기판의 물질 내의 다수의 도편트 주입 구역을 포함하는 센서 장치이다.

본 발명의 또 다른 측면은 (a) 기판의 한 측면 상에 센서 어레이를 마이크로기계화하는 단계와, (b) 기판의 한 측면 또는 다른 측면을 제 1 지탱 구조체에 부착하는 단계와, (c) 지탱 구조체에 부착되지 않은 기판의 측면 상의 물질에 다수의 트렌치를 형성하되, 이 트렌치는 센서 소자 사이의 영역에 위치하는 단계를 포함하는 센서 장치의 제조 방법이다.

본 발명의 다른 측면이 이하에서 개시되고 청구된다.

발명의 구성 및 작용

예시를 위해, 본 발명의 다양한 실시예가 용량성 마이크로기계화된 초음파 변환기(cMUT)에 관련하여 설명될 것이다. 그러나, 본 명세서에서 개시된 본 발명의 측면들은 cMUT의 구조체 또는 제조물에 제한되지 않고, 오히려 기판 상의 다른 유형의 센서 어레이의 구조체 또는 제조물에도 적용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한 본 발명은 반도체 재료로 구성된 기판에 제한되지 않는다.

도 1을 참조하면, 전형적인 cMUT 변환기 셀(2)이 단면으로 도시되어 있다. 이러한 cMUT 변환기 셀의 어레이는 전형적으로 강하게 도핑된 실리콘(그에 따라 반도전성을 갖는) 웨이퍼와 같은 기판(4) 상에 제조된다. cMUT 변환기 셀마다, 실리콘 또는 실리콘 질화물로 구성될 수 있는 얇은 멤브레인 또는 칸막이(8)가 기판(4) 위에 서스펜딩된다. 멤브레인(8)은 그 주변에서 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 또는 기판 재료로 구성될 수 있는 절연 지주(6)에 의해 지탱된다. 멤브레인(8)과 기판(4) 사이의 공동(cavity)(16)은 공기 또는 가스로 채워질 수 있거나 또는 전체적으로 또는 부분적으로 비워질 수 있다. 알루미늄 합금 또는 다른 적절한 도전성 물질과 같은 도전성 물질의 막 또는 층은 멤브레인(8) 상에 전극(12)을 형성하고, 도전성 물질로 구성된 다른 막 또는 층은 기판(4) 상에 전극(10)을 형성한다. 이와 달리, 바닥 전극은 기판을 적절히 도핑함으로써 형성될 수 있다. 도 1에 도시되어 있는 바와 같이, 전극(12)은 멤브레인의 상단에 존재하지만, 멤브레인 내에 또는 멤브레인의 바닥면에 내장될 수도 있다.

공동(16)에 의해 분리되는 두 개의 전극(10 및 12)은 캐패시턴스를 형성한다. 충돌 음향 신호가 멤브레인(8)을 진동하도록 야기하는 경우, 연관된 전자장치(도 1에는 도시되어 있지 않음)를 사용하여 캐패시턴스의 변동을 검출할 수 있어서, 음향 신호를 전기 신호로 변환한다. 이와 반대로, 전극 중에 하나에 인가된 AC 신호는 전극 상의 전하를 변조하여, 전극 사이의 용량성 힘을 변조한다. 전극 사이의 용량성 힘의 변조는 칸막이를 이동시켜 음향 신호를 전송하게 된다.

전형적인 cMUT는 마이크론 크기의 치수를 갖기 때문에, 다수의 cMUT 셀은 전형적으로 근접하게 제조되어 단일 변환기 소자를 형성한다. 개개의 셀은 원형, 직사각형, 8각형 또는 다른 주변 형상을 가질 수 있다. 밀집한 실장을 달성하는 간단한 형상 중에서, 8각형 형상이 원형에 가깝고 따라서 가장 간단한 공진 모드를 가질 수 있다. 8각형 형상을 갖는 cMUT 셀은 도 2에 도시되어 있다. 8각형 형상은 변환기 소자의 cMUT 셀을 밀집하게 실장한다. 이 cMUT 셀은 상이한 치수를 가질 수 있어서 변환기 소자는 상이한 셀 크기의 합성 특성을 가질 것이며, 이는 변환기에 보다 광대역의 특성을 제공한다. 하나의 셀을 다른 셀에 전기적으로 접속시키는 도 2에 도시된 "스포크(spokes)"(14)는 도 1에서 항목(12)으로 참조된 패터닝된 전극의 일부이다. 전극(12)은 최적의 음향 성능으로 패터닝될 수 있고 멤브레인(8)의 바닥에 위치할 수 있다.

cMUT 장치는 기판의 후면에 음향적으로 결합된, 본 명세서에서 "음향 후면재"로 지칭되는 음향적으로 감쇄성의 물질 층을 더 포함할 수 있다. 음향 후면 층은 매우 얇은 기판에 구조적인 지탱을 제공하기에 충분한 견고성을 갖는다. 이러한 음향 후면 층은 예를 들어 실질적으로 음향이 통과하기에 충분히 얇은 에폭시 층을 사용하여 기판의 후면에 직접 결합될 수 있고, 또는 중간 층을 두고 기판에 대해 박리될 수 있다. 이와 달리, 음향 후면재는 충분한 음향 임피던스를 갖는 주조 가능한 또는 몰딩 가능한 조성물일 수 있다. 일 실시예에서, 중간 층은 실리콘 기판의 음향 임피던스와 음향적으로 감쇄성의 물질의 음향 임피던스 사이의 음향 임피던스를 갖는 음향 임피던스 정합 물질로 구성된다. 또 다른 실시예에서, 중간 층은 기판 내의 전기적 도전성의 비아에 연결되는 전기적 도전성의 패드를 구비한 가요성의 인쇄 회로 보드("가요선 회로")이다. 바람직하게, 음향 후면재는 기판 내에서 측면으로 전파하는 파동이 변환기 소자 사이의 혼선을 감소시키는 정도까지 흡수되도록 하는 감쇄 특성을 갖는다.

도 3은 전기적 접속부(예를 들어, 가요선 회로)(22 및 24)를 통해 적절한 전자장치(도시되어 있지 않음)에 연결된 cMUT 장치(20)의 측면도이다. [본 명세서에서 사용되는 "cMUT 장치"라는 용어는 기판과 이 기판에 의해 지탱되는 다수의 cMUT 셀을 포함하는 구조체를 의미한다.] 도시되어 있는 실시예에서, cMUT 장치(20)는 음향 후면재(18)의 본체 내에 형성된 웰(well)에 장착된다. 기판의 상단의 형세는 기판의 발자국을 넘어서 연장하는 음향 후면 부분의 상단과, 기판의 제각기의 에지와 중첩되는 가요성 회로 접속부(22 및 24)의 끝단 에지와, 음향 후면 층의 제각기의 부분과 중첩 및 결합된 가요성의 전기적 접속부(22 및 24)의 인접 부분과 평행을 이룬다. 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 음향 후면 층(18)은 cMUT 장치(20) 및 가요성의 전기적 접속부(22 및 24)를 지탱한다. 음향 후면(18)은 cMUT 장치(20)에 대해 직접 박리되고 또는 앞에서 설명한 바와 같이, 중간 음향 임피던스 정합 층이 박리된 적층에 포함될 수 있다.

마이크로기계화된 초음파 변환기 어레이는 기판의 표면 상에 구축될 수 있고 또는 기판으로부터 물질을 제거함으로써 조각될 수 있다. 이 어레이는 하나 이상의 변환기 소자 행을 포함할 수 있고, 또는 이 변환기 소자는 행을 갖지 않는 2차원 배열로, 예를 들어 미국 특허 출원 제 10/383,990 호에 개시되어 있는 바와 같이 기판 상에 cMUT 셀 또는 소자가 모자이크식으로 배열되는 소위 "모자이크 어레이"로 구성될 수 있다.

전형적인 cMUT 장치의 각 변환기 소자는 다수의 cMUT 셀로 구성된다. 예를 들어, 도 4는 7개의 8각형 cMUT 셀(2)로 구성된 "데이지" 변환기 소자를 도시하는데, 중앙 셀은 6개 셀의 링으로 포위되고, 링의 각 셀은 중앙 셀의 제각기의 측면 및 링의 인접 셀에 대해 인접한다. 각 셀(2)의 상단 전극(12)은 전기적으로 서로 접속되어 있다(이 접속은 스위칭 가능하게 접속해제되지 않는다). 8각형 어레이의 경우에, 6개의 도전체(14)(도 2 및 도 4에 도시되어 있음)는 상단 전극(12)으로부터 바깥쪽으로 방사선으로 퍼져나가고 제각각 이웃 cMUT의 상단 전극에 접속된다(6개가 아닌 3개의 다른 셀에 연결되는 주변 층의 셀의 경우는 제외함). 유사하게, 각 셀(2)의 바닥 전극(10)은 전기적으로 서로 접속되어 6배나 더 큰 용량성 변환기 소자(39)를 형성한다.

도 4에 도시된 셀의 배열은 한 방향으로 연장되어 긴, 일반적으로 직사각형의 변환기 소자(40)를 형성할 수 있다. 이를 직사각형 변환기 소자는 행으로 배열되어 1차원 어레이를 형성할 수 있다. 이러한 cMUT 장치(20)는 일반적으로 도 5에서 각각 직사각형 변환기 소자(40)의 도시를 쉽게 하기 위해 단일 열의 cMUT 셀을 갖는 것으로 도시되어 있지만, 사실 각 소자는 다열의 cMUT 셀을 포함한다.

어레이의 각 변환기 소자는 이웃 소자와는 별개로 동작할 필요가 있다. 도 5에 도시되어 있는 바와 같이, 어레이는 공용 기판(4) 상에 구성되기 때문에, 이웃 소자 사이에서의 전기적 및 기계적 방해(예를 들어, 혼선)가 존재할 수 있는 문제가 있다. 본 발명은 소자 사이에 필요한 격리를 제공한다.

본 발명의 실시예의 제 1 부류에 따르면, 이웃 변환기 소자 사이의 기판 물질을 전부 또는 일부 제거함으로써 격리가 제공된다. 이것은 웨이퍼 다이싱 소(wafer dicing saw), 레이저, 습식 에칭 기법, 반응성 이온 에칭(RIE) 또는 심층 RIE를 사용하여 달성될 수 있다.

격리 트렌치를 생성하는 하나의 방법은 도 3에 도시되어 있는 바와 같이 cMUT 셀 또는 소자를 운반하는 기판을 먼저 후면재에 장착하는 것이다. 도 6은 음향적으로 감쇄성의 물질로 구성된 후면재(18)에 대해 박리된 기판(4)을 도시한다. 웨이퍼 다이싱 소(도시되어 있지 않음)는 기판(4)을 통과하며 절단하고 후면재(18) 속으로 분할하여 도 6에 도시된 격리 트렌치(26)와 같이 이격되고 서로 평행한 다수의 격리 트렌치 또는 채널을 형성할 수 있다. cMUT 장치의 동작 주파수에 따라, 기판(4)을 완전히 절단할 필요는 없다. 대신, 기판(4)의 전체 두께보다 작은 깊이를 갖는 격리 트렌치 또는 채널(28)이 형성될 수 있으며 이 또한 도 6에 도시되어 있다. 상이한 깊이의 트렌치는 경제성을 위해 동일한 도면에 도시되어 있고, 전형적으로 특정 cMUT 웨이퍼 내의 격리 트렌치는 동일한 깊이를 가질 수 있다.

격리 트렌치가 기판(4)의 전체 두께를 통과하여 후면 층(18) 내로 진입하는 경우, 후면재는 각 변환기 소자마다 기계적 지탱을 제공할 것이다. 후면재는 음향 에너지를 감쇄시키기 때문에, 기판(4)보다는 후면 층(18)에서의 혼선이 훨씬 적을 것이다.

그들의 깊이와는 무관하게, 격리 트렌치는 이웃 변환기 소자 사이의 개방 공간에 위치한다. 도 6은 변환기 소자의 하나의 행을 도시하는데, 각 변환기 소자는 다수의 cMUT 셀(2)을 포함한다. 일행의 소자를 갖는 1차 어레이 있어서, 상호 평행한 격리 트렌치가 인접 소자 사이의 개방 공간에 배치될 수 있다. 어레이가 둘 이상의 행을 포함하는 경우, 격리 트렌치는 또한 행 사이의 개방 공간에 배치될 수 있으며, 각 행 내의 트렌치를 교차시켜 격리 트렌치의 상호연결된 네트워크를 형성한다. 이 경우에 있어서, 행 사이의 격리 트렌치는 서로 평행할 수 있으며 각 행 내의 격리 트렌치에 대해 수직일 수 있다. 각 행 내의 소자가 열을 형성하도록 정렬되는 경우, 교차하는 격리 트렌치는 격자 또는 그리드를 형성할 것이다.

변환기 소자가 음향적으로 격리된 후, 변환기 소자 사이의 격리 트렌치는 실리콘 고무와 같은 음향 흡수 물질로 충진될 수 있다. cMUT 장치의 표면에 렌즈가 부착되어 음파를 집속하거나 또는 장치의 표면을 보호하게 되는 경우, 렌즈 부착물로 격리 장치를 충진하게 되면 cMUT 장치에 대한 렌즈의 부착을 개선할 수 있다. 소자 사이의 트렌치 충진은 또한 소자에 대한 기계적 지탱을 원조할 수 있다.

트렌치의 구성이 최적의 형상을 갖도록 하는 결정이 있을 수 있다. 도 7을 참조하면, 격리 트렌치는 직각 바닥을 갖는 프로파일(트렌치(30)를 참조))을 가질 필요는 없고, 대신 이 프로파일은 "V"(트렌치(32)를 참조)) 또는 "U"(도시되어 있지 않음)의 형상을 가질 수 있다. 도 6의 트렌치(34 및 36)는 다른 프로파일을 도시한다. 트렌치(34)의 프로파일은 평행한 측벽 및 대개 포물선의 바닥 프로파일을 갖는 반면, 트렌치(36)는 평행한 측벽 및 V형상의 바닥 프로파일을 갖는다. 기판(4) 내에 형성된 격리 트렌치의 모두는 전형적으로 동일한 형상의 프로파일을 가질 것이며, 도 6에 도시된 상이한 형상은 하나의 기판 내에 함께 그룹화되어 필요한 도면의 수를 최소화한다.

다이싱 소의 사용은 결과적인 절단면 또는 트렌치가 직선의 기학구조를 갖는 한 변환기 소자 사이의 기판 물질을 제거하는 효과적인 방법이다. 물질이 비직선의 라인을 따라 제거될 필요가 있는 경우, 레이저 절단, 습식 에칭 기법 또는 RIE와 같은 다른 방법이 더 적용 가능하다. 이것의 예는 원형(예를 들어 환형의 어레이)으로 구성된 장치일 수 있다. 이 원형 변환기 어레이에는 동심의 환형 링을 형성하고 따라서 원형의 격리 패턴을 필요로 하는 소자를 갖는다. 이 기학구조는 음향 에너지의 한 점 집속을 허용한다.

기판의 한 측면 상에 위에서 설명한 음향 격리 기법 중 어느 것이라도 수행하여도 본 발명의 범주 내에 존재한다. 물질이 도 8에 도시된 cMUT 셀의 반대편인 장치의 후방으로부터 제거된 경우, 격리 트렌치(38)가 기판(4)의 전체 두께를 통해 연장하지 않는 한 보다 큰 활성 영역이 획득될 수 있다. 이 경우에, 트렌치는 cMUT 셀 또는 소자 바로 아래의 영역을 점유하도록 구성될 수 있다.

cMUT 장치는 후부 격리를 제공하기 위해 전면(즉, cMUT 셀 측면) 상에 지탱될 필요가 있다. 그러나, cMUT 장치는 쉽게 손상되기 때문에, 다이싱 테이프는 사용될 수 없다. 서스펜딩 형 멤브레인에 부착된 테이프는 그들을 떼어낼 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 후면 상에 음향 격리를 제공하는 동안, cMUT 장치는 망가지기 쉬운 cMUT 멤브레인과 접촉하는, 장치의 전면 상에 도포되는 저온 표장 왁스가 지원된다. 격리 프로세스가 완료되고 cMUT 장치가 다이싱 동작으로부터 부스러기가 세정된 후, cMUT는 표장 왁스를 제거하기 전에 지원될 필요가 있다. 이 지원은 앞서 설명한 음향적으로 감

체성의 후면재일 수 있다. cMUT 장치는 이 지원물에 장착된 후, 표장 왁스를 녹이도록 가열될 수 있다. 표장 왁스에 대한 적절한 용매를 사용하여, cMUT 장치는 왁스가 세정될 수 있다. 또 다른 지원 기법은 활성 영역 바깥측의 cMUT만을 지원하는 것이고 또한 멤브레인에 대한 직접 접착을 피하는 것이다.

cMUT 소자의 격리를 제공하는 위에서 설명한 임의의 방법을 사용하면, 활성 cMUT 셀로 전파될 수 있는 마이크로-크랙과 같은 손상이 있을 수 있다. 이것은 적당한 도전성 액체의 침투를 허용하여 신호를 단락하고 전극을 접시키도록 한다. 본 발명의 또 다른 관점은 스퍼터식 또는 증기 증착식 실리카, 실리콘 질화물, 산화 알루미늄, 또는 다른 절연 무기물과 같은 컨포멀 코팅을 도포함으로써 보호 수단을 제공하여 이러한 결점을 봉합할 수 있다. 증기 증착 코팅 프로세스는 두드러진 순응성 및 두께 균일성을 갖는 무결함의 코팅을 생성할 수 있고 또한 진공 상태에서 수행된다.

코팅 프로세스는 다음과 같이 수행될 수 있다. cMUT 소자 사이로부터 물질을 제거하여 격리 트렌치를 형성한 후, cMUT 셀은 그 위에 남아있는 임의의 잔류물을 제거하도록 세정될 수 있다. 그런 다음, cMUT 장치는 진공에서 상승한 온도로 건조될 수 있다. cMUT 장치가 건조된 후, 스퍼터링 또는 증기 코팅 머신에 배치되어 몇 마이크론의 선택된 물질로 코팅될 수 있다. 이러한 코팅이 매우 컨포멀할 지라도, 마이크로-크랙은 충분히 작은 경우엔 봉합될 수 있고 cMUT 셀은 진공을 가질 수 있다. 다수의 절연 무기 물질은 외부 환경으로부터 cMUT 셀을 절연하는데 도움을 주는 높은 유전성 세기를 갖는다.

본 발명의 또 다른 관점은 cMUT 장치의 제조에 관한 것으로, 변환기 소자는 전기적으로 서로 절연된다. 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 전기적 절연은 선택적 이온 주입에 의해 달성될 수 있다. 전기적 결합은 전자기적 에너지의 흐름에 의해, 원리적으로는 전자의 흐름에 의해 제어되어 때문에, 이 결합은 기판 내의 전기적 도전을 수정함으로써 최소화될 수 있다. 보다 정확히, 변환기 소자 사이에 위치하는 기판 내의 소정의 영역은 기판의 반도전성 특성을 변경하는 이온으로 도핑될 수 있다. 소자 사이의 영역에 도편트를 선택적으로 주입함으로써, 백-투-백(back-to-back) pn 접합 다이오드와 같은 접합부, 또는 전기적 혼선을 억제하는 인접 절연 영역을 형성할 수 있다. 이 접근법에 따르면, 어떠한 물질도 제거되지 않지만, 선택된 영역 내의 전기적 특성은 변경된다. 이러한 프로세스는 cMUT 셀의 형성 전, 동안 또는 그 후에 이루어질 수 있다. 이온 주입 조건이 cMUT 셀의 마이크로기계화 동안 지배적인 온도보다 높은 온도를 요구하는 경우, 마이크로기계화 이전에 이온 주입을 수행하도록 선택할 수 있다.

이와 달리, cMUT 제조에서 주로 비도전성인 기판이 사용될 수 있는데, 바닥 전극은 증착된 금속 또는 cMUT 아래에서 선택적으로 도핑된 영역일 수 있다. 이 경우에 있어서, 각 소자 사이의 영역을 선택적으로 도핑하고 그들을 전기적으로 접지 시킴으로써 이들 영역을 접지시키는 것이 바람직할 수 있다. (앞서 설명한 바와 같이) 격리 트렌치와 분리되는 소자 사이의 영역을 접지시키는 또 다른 방법은 트렌치의 표면(예를 들어, 벽)을 알루미늄 또는 알루미늄 실리콘 합금과 같은 전기적 도전성 물질로 코팅하고 그런 다음 이 금속을 접지에 연결하여 하나의 소자를 다음 소자로부터 전기적으로 격리시킬 수 있다. 어느 방법도 표유 전하를 이웃 소자보다는 접지로 도전되게 한다.

pn 접합 다이오드는 한 면을 따라 인접하는 도핑된 반도전성 물질의 두개의 부피를 포함하며, 이 면은 접합부를 구성한다. 한 구역 내의 물질은 n형 반도체 물질일 수 있고, 다른 구역 내의 물질은 p형 물질일 수 있다. 다시 말해, 반도체 물질은 접합부의 양 측면 상에서 다르게 도핑된다. pn 접합 다이오드는 한 방향으로만 도전성을 갖는다. 두 개의 pn 접합 다이오드를 연속적으로 배치함으로써, 어느 방향으로도 도전성을 갖지 않는 장치가 형성될 수 있다. 이러한 한 쌍의 백-투-백 pn 접합 다이오드의 길이를 연장함으로써, 전류 흐름에 대한 긴 장벽이 형성될 수 있다. 도 9 및 도 10은 이러한 전기적 절연 장치에 대한 두 가지 예를 도시하는데, 기판(4)은 npn 유형의 백-투-백 다이오드를 형성하도록 도핑되었다. 양 경우에 있어서, 백-투-백 다이오드는 도핑제를 기판 물질의 필요한 깊이까지 주입함으로써 제조된다.

도 9에 도시된 실시예에서, 변환기 소자(각 소자는 다수의 cMUT 셀(2)을 포함함)는 n형 반도체 물질로 이루어진 제각기의 영역(44 및 48) 상에 구성되고, 변환기 소자 사이의 영역(46)에는 p-도편트가 이온 주입된다. n형 반도체 물질로 이루어진 각 영역은 자신 위에 구축되는 변환기 소자에 대해 바닥 전극으로서 동작한다. 각 p형 영역은 양 측면 상에서 제각기의 n형 영역에 접하여 제각기의 np 접합(50 및 42)을 형성한다. 이와 달리, 변환기 소자는 p형 물질 상에 구축될 수 있는데, 이 p형 영역은 변환기 소자 사이에서 이온 주입된 n형 영역이 중간에 삽입된다.

도 10에 도시된 실시예에서, 변환기 소자는 반도전성의 또는 p형도 n형도 아닌 전기적으로 비도전성(비도핑된 폴리 실리콘) 물질로 구성된 제각기의 영역 상에 구축되고, 인접 변환기 소자 사이에 위치한 각 영역 내에, n-도편트가 영역(44 및 48) 내에 이온 주입되고, p-도편트는 영역(44 및 48) 사이의 영역(46) 내에 이온 주입된다. 다시, 각 p형 영역은 양 측면 상에서 n형 영역에 인접하여 제각기의 np 접합부(50 및 52)를 형성한다. 이와 달리, npn 접합 대신, pnp 접합이 변환기 소자 사이의 영역에 주입될 수 있다.

그러므로, 이웃 변환기 소자는 이웃 변환기 소자 사이의 비점유 공간에 도 9 또는 도 10에 도시된 유형의 장벽을 배치함으로써 전기적으로 서로 격리될 수 있다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 p형 물질로 구성된 공통 벽(46)을 공유하는 두 개의 변환기 소자의 단면도이다. 경제성을 위해 부가적인 변환기 소자는 도시되어 있지 않지만, 각 쌍의 인접 변환기 소자는 p형 물질로 구성된 공통 벽을 공유할 수 있다. 제각기 소자의 바닥 전극은 n형 물질의 제각기의 영역(44 및 46)으로 구성된다. n형 물질의 인접 영역 사이의 영역은 상향 투사되는 p형 물질에 의해 점유되어 공통 벽을 형성한다. p형 물질의 벽은 변환기 소자를 구성하는 개별 cMUT 셀의 제각기의 공동(10) 위에 서스펜딩되는 맴브레인(8)을 지탱한다. 특정 변환기 소자의 cMUT 셀은 바람직하게 n형 물질로 구성된 공통 바닥 전극을 공유할 것이다.

기판 뒤에 음향 후면 층이 배치되는 실시예에 있어서, 이 음향 후면재는 cMUT 기판에 대해 음향적으로 정합되어 장치로의 음향 에너지 반사를 방지하는 조성을 갖는다. 기판(4)이 실리콘으로 구성되는 경우에, 적절한 후면재의 일 예는 96.3% (부피로)의 텅스텐(이 중 85%는 10 마이크론의 입자 크기를 갖고 15%는 1 마이크론의 입자 크기를 가짐)과 3.67%의 폴리비닐 염화물(PVC) 분말의 혼합물을 포함하며, 이는 "Backing Material for Micromachined Ultrasonic Transducer Devices"라는 제목의 미국 특허 출원 제 10/248,022 호에 개시되어 있다. 텅스텐-비닐 합성물은 음파 및 초음파에 대한 IEEE 트랜잭션에서 1972년 1월 Lees, Gilmore 및 Kranz 등의 "Acoustic Properties of Tungsten-Vinyl Composites"의 Vol. SU-20, No. 1, pp. 1-2에서 설명되어 있다. 당업자라면 음향 후면재의 조성을 위에서 주어진 예와는 달라질 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

또한, 도 3에 도시된 실시예는 cMUT 어레이의 상단에 가요성의 상호연결 회로를 배치하는 것을 포함한다. 어레이를 상호연결하는 또 다른 가능한 수단은 후면재 내에 내장된 유선 또는 트레이스를 통해 후면재를 통과하는 접속이다. 이들 접속은 쓰루-웨이퍼 비아 또는 랩 어라운드 접속을 통해 cMUT 장치의 표면까지 이어질 수 있다. 또 다른 변형예에 따르면, 가요선 회로는 기판 아래에 배치될 수 있고, 쓰루-웨이퍼 비아 또는 랩 어라운드 접속은 신호를 cMUT 장치의 상단에 전달하는데 사용될 수 있다. 또 다른 변형예에 따르면, cMUT 기판은 초음파 변환과는 별개인 또는 관련된 전기적 기능, 예를 들어 임피던스 정합, 멀티플렉싱, 스위칭 및 빔형성물의 송신 및 수신을 제공하는 제 2 기판에 접속될 수 있다. 음향 후면 층은 이들 기판 사이에 배치될 수 있다. 이 실시예에서, cMUT 셀 전극으로부터 제 2 기판 상의 전자장치까지의 전기적 접속은 기판 및 음향 후면 층 내에 형성된 비아를 통해 이어질 수 있다.

본 발명은 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 당업자라면 본 발명의 범주를 벗어나지 않고서 다양한 변형이 이루어질 수 있고 다른 등가물이 대체될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 본 발명의 본질적 범주를 벗어나지 않고서 본 발명의 개시물에 대한 특정 상황에 대해 다수의 수정이 이루어질 수 있다. 따라서, 본 발명은 개시되어 있는 특정 실시예를 본 발명을 수행할 수 있는 최선의 형태로 고려되는 것으로 제한되지 않고, 본 발명은 첨부된 청구항의 범주 내에 들어가는 모든 실시예를 포함할 것이다.

청구항에서 사용되는 "초음파 변환기"라는 용어는 용량성 및 압전성 초음파 변환기를 포함한다. 청구항에서 사용되는 "기판의 마이크로기계화"라는 문구는 표면 및/또는 벌크 마이크로기계화를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

발명의 효과

본 발명은 기판 상 또는 내에 구성된 센서 어레이와 각 센서 소자를 그것의 이웃 소자로부터 격리하는 수단을 포함하는 장치를 제공함으로써, 이웃 소자 사이의 전기적 및 기계적 장애(즉, 혼선)라는 문제를 해결할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

각각 기판의 전면에 배열되며 상기 기판의 물질과 접촉하는 다수의 센서 소자(2,39,40)와,

상기 임의의 센서 소자 사이의 한 형태의 에너지의 결합을 감소시키기 위해 상기 기판의 상기 물질 내에 배열되며, 각각이 상기 센서 소자에 충돌하게 될 상기 형태의 에너지의 전파에 대해 장애물로서 역할을 하는 다수의 장벽(26,28,30,32,34,36,38 또는 46)

을 포함하는 센서 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 센서 소자는 이웃 센서 소자 사이와 등간격을 두면서 2차원 어레이로 배열되고, 상기 장벽은 각각이 제각기의 센서 소자에 의해 점유되는 다수의 경계 영역을 정의하는 상호연결된 네트워크를 형성하는 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 센서 소자 각각은 전기적으로 서로 연결된 제각기의 다수의 초음파 변환기 셀(2)을 포함하는 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 각 장벽은 제각기의 트렌치(26,28,30,32,34,36 또는 38)를 포함하는 장치.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 센서 소자 각각은 제각기의 초음파 변환기 소자를 포함하고, 상기 트렌치는 음향적으로 감쇄성인 물질로 충진되는 장치.

청구항 6.

제 4 항에 있어서,

상기 트렌치 및 상기 기판의 인접 부분은 절연 물질로 구성된 얇은 층으로 코팅되는 장치.

청구항 7.

제 4 항에 있어서,

상기 트렌치 각각의 표면은 하나의 센서 소자를 다음 센서 소자로부터 전기적으로 격리시키도록 접지되는 전기적으로 도전성의 물질로 코팅되는 장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 장벽 각각은 내부에 주입된 도핑체를 갖는 상기 기판의 상기 물질의 제각기의 부피(44,46,48)를 포함하되, 상기 도핑된 물질은 그를 통해 전류가 실질적으로 흐르지 못하게 하는 기능을 갖는 장치.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 부피 각각은 제각기 쌍의 연속적 pn 접합 다이오드를 포함하는 장치.

청구항 10.

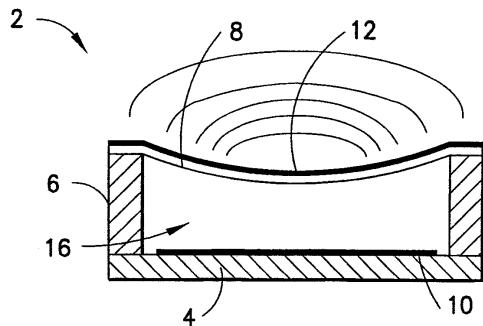
기판(4)의 전면에 배열되며 각각이 전기적으로 서로 연결되고 상기 기판에 음향적으로 결합된 제각기의 초음파 변환기 셀 그룹을 포함하는 다수의 초음파 변환기 소자(2,39,40)와,

상기 변환기 소자 사이의 영역에 배치되며 음파 에너지의 전파를 방해하는, 상기 기판의 상기 물질 내의 다수의 트렌치(26,28,30,32,34,36 또는 38)

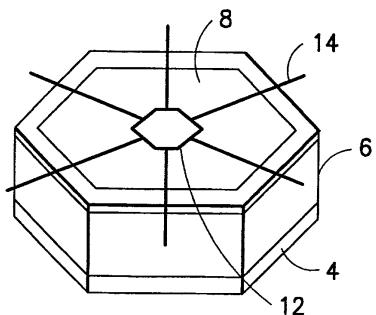
를 포함하는 초음파 변환기 장치.

도면

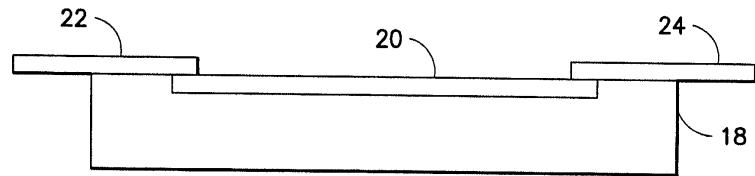
도면1



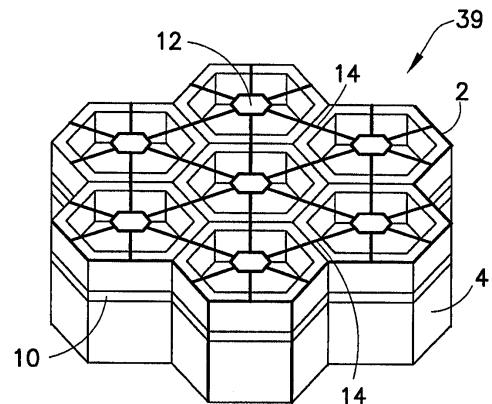
도면2



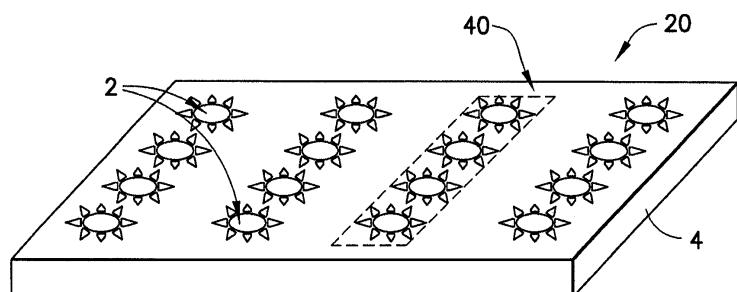
도면3



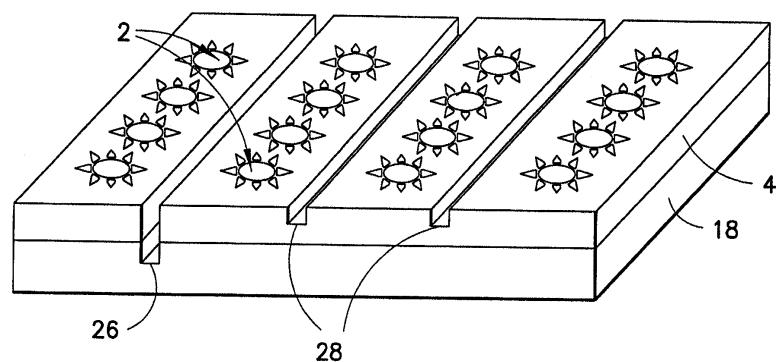
도면4



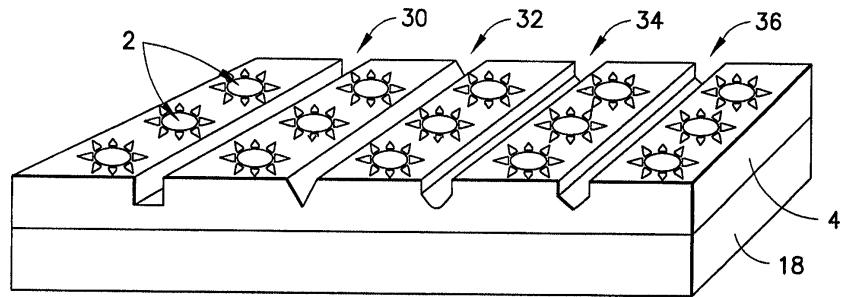
도면5



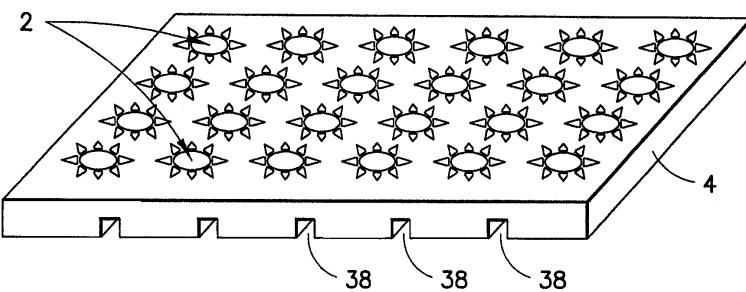
도면6



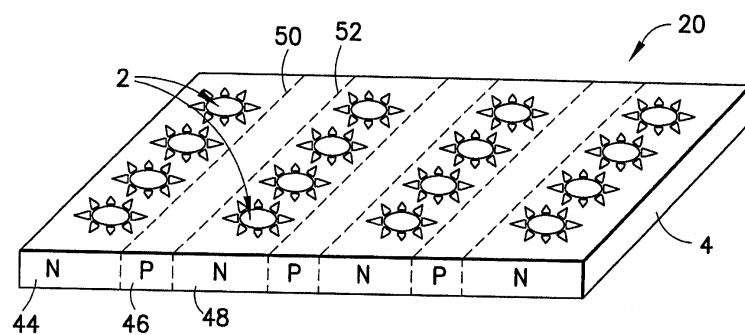
도면7



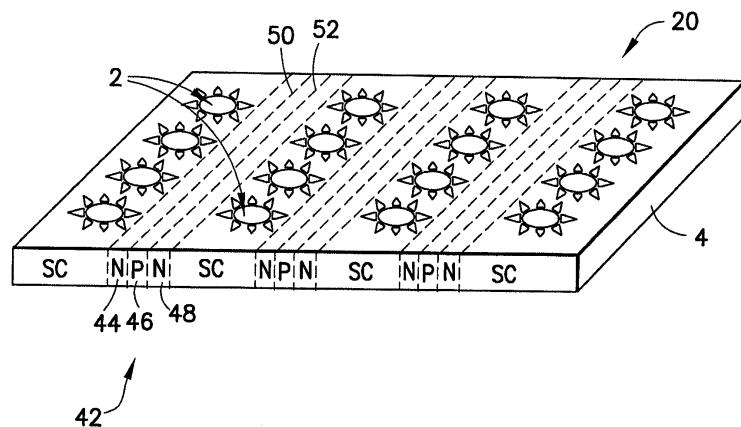
도면8



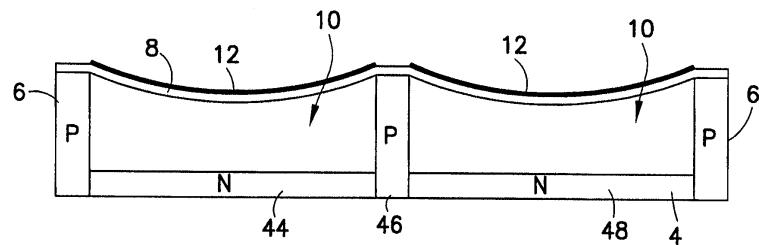
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	传感器装置和超声换能器装置		
公开(公告)号	KR1020060044973A	公开(公告)日	2006-05-16
申请号	KR1020050026320	申请日	2005-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	LEWANDOWSKI ROBERT STEPHEN 르완도우스키로버트스티븐 SMITH LOWELL SCOTT 스미스로웰스코트 BAUMGARTNER CHARLES EDWARD 바움가트너찰스에드워드 MILLS DAVID MARTIN 밀스데이비드마틴 WILDES DOUGLAS GLENN 윌데스더글라스글렌 FISHER RAYETTE ANN 피셔레이예트앤 SOGOIAN GEORGE CHARLES 소고이안조지찰스		
发明人	르완도우스키로버트스티븐 스미스로웰스코트 바움가트너찰스에드워드 밀스데이비드마틴 윌데스더글라스글렌 피셔레이예트앤 소고이안조지찰스		
IPC分类号	A61B8/00 B06B1/02 B06B1/06 B81B7/04 B81C1/00 G01N29/00 G01N29/24 G10K11/00 H01L21/76 H01L41/08 H02N1/00 H04R17/00		
CPC分类号	B06B1/0629 G10K11/002 B06B1/0292		
代理人(译)	张居正 , KU SEONG		
优先权	10/814956 2004-03-31 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种装置，包括具有半导电表面的基板(4)相或在内部配置的传感器阵列(2,39,40)，并且将每个传感器元件与相邻装置隔离。在传感器是超声换能器装置的情况下，在沟槽形式的相邻转换器元件之间提供声学隔离，并且减少声音的交叉。在声学上，该沟槽可以填充到衰减成人材料中。在相邻转换器元件之间提供半导体连接形状的电隔离，并且减少了电混乱。在一个示例中，通过将离子注入到背对背PN结二极管位于相邻转换器元件之间的部分中，形成该部分。或者可以单独使用这些类型的隔离。

