



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0094020
(43) 공개일자 2020년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B06B 1/02 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B06B 1/0292 (2013.01)
H01L 21/7685 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0011480
(22) 출원일자 2019년01월29일
심사청구일자 2019년01월29일

(71) 출원인
한국과학기술연구원
서울특별시 성북구 화랑로14길 5 (하월곡동)
서울대학교병원
서울특별시 종로구 대학로 101(연건동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이병철
서울특별시 성북구 화랑로14길 5
최리노
서울특별시 마포구 월드컵북로 502-37, 1102동 305호
이활
서울특별시 서초구 서초중앙로 188, A동 601호
(74) 대리인
김남식

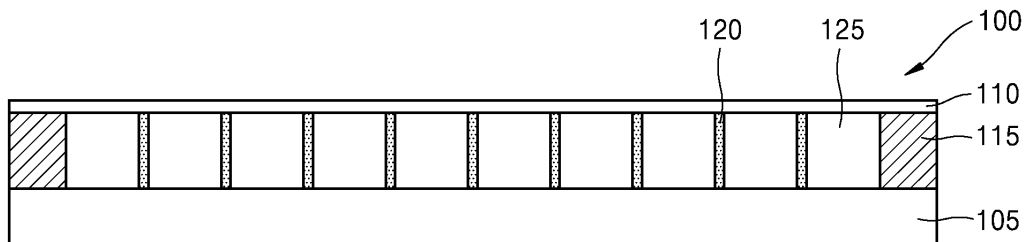
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서

(57) 요약

본 발명의 일 관점에 의한 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는 기판과, 상기 기판 상에 이격 배치된, 상부 전극과, 상기 상부 전극의 테두리부를 고정 지지하며 상기 기판과 상기 상부 전극의 테두리부 사이에 갭을 한정하도록 상기 기판과 상기 상부 전극의 테두리부 사이에 결합된 절연성 서포팅부와, 상기 갭 내의 상기 기판 및 상기 상부 전극에 양단이 고정되도록 결합되며, 상기 상부 전극에 전원이 인가되면 상기 상부 전극이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 압축 및 인장이 가능한 복수의 나노 포스트들을 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711078400

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 바이오·의료기술개발

연구과제명 반도체 기술을 이용한 초음파 탐촉자 및 부착형 기기 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2018.04.01 ~ 2019.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 이격 배치된, 상부 전극;

상기 상부 전극의 테두리부를 고정 지지하며 상기 기관과 상기 상부 전극의 테두리부 사이에 겹을 한정하도록 상기 기관과 상기 상부 전극의 테두리부 사이에 결합된 절연성 서포팅부; 및

상기 겹 내의 상기 기관 및 상기 상부 전극에 양단이 고정되도록 결합되며, 상기 상부 전극에 전원이 인가되면 상기 상부 전극이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 압축 및 인장이 가능한 복수의 나노 포스트들;을 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 나노 포스트들은 상기 기관과 결합력을 높이도록 상기 기관과 접하는 하부에 몸통부보다 단면적이 넓은 하부 보강부를 각각 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 나노 포스트들은 상기 상부 전극과 결합력을 높이도록 상기 상부 전극과 접하는 상부에 몸통부보다 단면적이 넓은 상부 보강부를 각각 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 나노 포스트들은,

상기 기관 및 상기 상부 전극 사이에서 길이 방향으로 신장하는 나노 크기의 몸통부;

상기 상부 전극과 결합력을 높이도록 상기 상부 전극과 접하는 상부에 상기 몸통부보다 단면적이 넓은 상부 보강부; 및

상기 기관과 결합력을 높이도록 상기 기관과 접하는 하부에 상기 몸통부보다 단면적이 넓은 하부 보강부를 각각 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 상부 보강부는 상기 몸통부에서 상기 상부 전극 방향으로 갈수록 그 단면적이 점차 커지고,

상기 하부 보강부는 상기 몸통부에서 상기 기관 방향으로 갈수록 그 단면적이 점차 커지는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 나노 포스트들은 그 인장율과 압축율의 비를 조절하도록 서로 다른 재질의 복수의 단결정 물질들의 다층 구조를 각각 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 단결정 물질들은 전기적인 신호를 받으면 진동이 가능한 압전 물질을 적어도 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 나노 포스트들은 복수의 직경 크기를 갖고, 상기 상부 전극을 기준으로 중심부에 배치된 적어도 하나의 제 1 나노 포스트의 직경 크기가 테두리부에 배치된 적어도 하나의 제 2 나노 포스트의 직경 크기보다 큰,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 나노 포스트들의 밀도는 상기 상부 전극을 기준으로 중심부의 밀도가 테두리부의 밀도보다 큰,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 기판 상에, 상기 상부 전극과 이격되고 상기 복수의 나노 포스트들의 하부를 이격되게 둘러싸는 돌출부를 더 포함하고,

상기 기판은 도전성 물질로 형성되어 하부 전극으로 기능하고, 상기 돌출부 및 상기 복수의 나노 포스트들은 상기 기판을 식각하여 형성된, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 캡 내의 상기 기판 상에 상기 상부 전극과 이격되고 상기 복수의 나노 포스트들의 적어도 하부를 이격되게 둘러싸는 하부 플레이트부를 더 포함하고,

상기 기판은 절연성 물질로 형성되고, 상기 하부 플레이트부는 도전성 물질로 형성되어 하부 전극으로 기능하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 상부 전극은 상기 서포팅부 및 상기 복수의 나노 포스트들과 결합된 나노 플레이트부를 포함하고,

상기 나노 플레이트부 상의 상판 보강부를 더 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 상판 보강부는 상기 복수의 나노 포스트들과 엇갈리게 배치된 복수의 홈들 또는 복수의 홀들을 포함하고,

상기 나노 플레이트부 및 상기 제 2 기판 사이에 전원이 인가되면, 상기 나노 플레이트부는 전체적으로 상기 복수의 나노 포스트부들에 의해서 제 1 주파수로 동작하고, 상기 복수의 홈들 또는 상기 복수의 홀들 하부의 상기 나노 플레이트부의 일부는 제 2 주파수로 동작하는, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 주파수와 상기 제 2 주파수는 서로 다른,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 반도체 웨이퍼 및 상기 반도체 웨이퍼에 형성된 집적회로를 포함하고,

상기 복수의 나노 포스트들은 상기 기판 상에 모노리식하게 반도체 공정을 이용하여 형성된,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 16

절연성 제 1 기판:

상기 제 1 기판 상에 배치되고 복수의 관통홀들을 포함하며 하부 전극으로 기능하는 도전성 제 2 기판;

상기 제 2 기판 상에 이격 배치된 상부 전극;

상기 제 1 기판과 상기 상부 전극 사이에 갭을 한정하도록 상기 제 1 기판 상에서 상기 제 2 기판 위로 신장되어 상기 상부 전극의 테두리부를 고정 지지하는, 절연성 서포팅부; 및

상기 갭 내에서 상기 복수의 관통홀들을 관통하여 상기 제 1 기판 및 상기 상부 전극에 양단이 고정되도록 결합되며, 상기 상부 전극 및 상기 하부 전극 사이에 전원이 인가되면 상기 상부 전극이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 인장 및 압축이 가능한 복수의 나노 포스트들;를 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 상부 전극은 나노 플레이트부를 포함하고,

상기 나노 플레이트부 상의 상판 보강부를 더 포함하는,

정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 상판 보강부는 상기 복수의 나노 포스트들과 엇갈리게 배치된 복수의 홈들 또는 복수의 홀들을 포함하고,

상기 나노 플레이트부 및 상기 제 2 기판 사이에 전원이 인가되면, 상기 나노 플레이트부는 전체적으로 상기 복수의 나노 포스트부들에 의해서 제 1 주파수로 동작하고, 상기 복수의 홈들 또는 상기 복수의 홀들 하부의 상기 나노 플레이트부의 일부는 상기 제 1 주파수와 다른 제 2 주파수로 동작하는, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 장치에 관한 것으로서, 특히 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer, CMUT)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 트랜스듀서(또는 초음파 탐촉자)는 전기적 신호를 초음파 신호로 변환시키거나 또는 초음파 신호를 전기적 신호로 변환시키는 장치를 말한다. 종래에는 압전 소재를 이용하여 초음파 신호를 처리하는 압전형 미세가공 초음파 트랜스듀서(Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer, PMUT)가 많이 사용되었으나, 최근에는 동작 주파수 범위를 넓히고 트랜스듀서의 대역폭을 넓힐 수 있으며 반도체 공정을 통해서 집적화가 가능한 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 하지만, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 경우, 전극간 한정된 갭 높이와 한정된 전압으로 인해서 발생할 수 있는 평균 변위가 작아서 높은 송신 및 수신 감도를 갖기 어려운 문제가 있다. 즉, 종래 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 구조에서는 이동셀의 밀도도 낮지만 이동셀의 가장자리가 모두 고정되어 있어서 중심부에서만 큰 변위를 가지고 주변부는 변위가 작아서 평균 범위가 낮게 된다. 이러한 평균 변위를 높이기 위해서 갭을 높이면 높은 전압을 인가해야 해서 이 역시 어려움이 있다. 나아가, 이러한 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에 있어서 그 응용성을 높이기 위해서 다중 주파수 동작을 요하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 1. 공개특허공보 10-2017-0029497 (2017. 03. 15)
(특허문헌 0002) 2. 공개특허공보 10-2018-0030777 (2018. 03. 26)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 평균 변위를 높여서 송신 감도를 높일 수 있는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은 다중 주파수를 사용할 수 있는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 의한 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는 기판과, 상기 기판 상에 이격 배치된, 상부 전극과, 상기 상부 전극의 테두리부를 고정 지지하며 상기 기판과 상기 상부 전극의 테두리부 사이에 갭을 한정하도록 상기 기판과 상기 상부 전극의 테두리부 사이에 결합된 절연성 서포팅부와, 상기 갭 내의 상기 기판 및 상기 상부 전극에 양단이 고정되도록 결합되며, 상기 상부 전극에 전원이 인가되면 상기 상부 전극이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 압축 및 인장이 가능한 복수의 나노 포스트들을 포함한다.

[0007] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 나노 포스트들은 상기 기판과 결합력을 높이도록 상기 기판과 접하는 하부에 몸통부보다 단면적이 넓은 하부 보강부를 각각 포함할 수 있다.

[0008] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 나노 포스트들은 상기 상부 전극과 결합력을 높이도록 상기 상부 전극과 접하는 상부에 몸통부보다 단면적이 넓은 상부 보강부를 각각 포함할 수 있다.

[0009] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 나노 포스트들은, 상기 기판 및 상기 상부 전극 사이에서 길이 방향으로 신장하는 나노 크기의 몸통부와, 상기 상부 전극과 결합력을 높이도록 상기 상부 전극과 접하는 상부에 상기 몸통부보다 단면적이 넓은 상부 보강부와, 상기 기판과 결합력을 높이도록 상기

기관과 접하는 하부에 상기 몸통부보다 단면적이 넓은 하부 보강부를 각각 포함할 수 있다.

- [0010] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 상부 보강부는 상기 몸통부에서 상기 상부 전극 방향으로 갈수록 그 단면적이 점차 커지고, 상기 하부 보강부는 상기 몸통부에서 상기 기관 방향으로 갈수록 그 단면적이 점차 커질 수 있다.
- [0011] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 나노 포스트들은 그 인장율과 압축율의 비를 조절하도록 서로 다른 재질의 복수의 단결정 물질들의 다층 구조를 각각 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 단결정 물질들은 전기적인 신호를 받으면 진동이 가능한 압전 물질을 적어도 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 나노 포스트들은 복수의 직경 크기를 갖고, 상기 상부 전극을 기준으로 중심부에 배치된 적어도 하나의 제 1 나노 포스트의 직경 크기가 테두리부에 배치된 적어도 하나의 제 2 나노 포스트의 직경 크기보다 클 수 있다.
- [0014] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 복수의 나노 포스트들의 밀도는 상기 상부 전극을 기준으로 중심부의 밀도가 테두리부의 밀도보다 클 수 있다.
- [0015] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는, 상기 기관 상에, 상기 상부 전극과 이격되고 상기 복수의 나노 포스트들의 하부를 이격되게 둘러싸는 돌출부를 더 포함할 수 있고, 상기 기관은 도전성 물질로 형성되어 하부 전극으로 기능하고, 상기 돌출부 및 상기 복수의 나노 포스트들은 상기 기관을 식각하여 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는, 상기 갭 내의 상기 기관 상에 상기 상부 전극과 이격되고 상기 복수의 나노 포스트들의 적어도 하부를 이격되게 둘러싸는 하부 플레이트부를 더 포함할 수 있고, 상기 기관은 절연성 물질로 형성되고, 상기 하부 플레이트부는 도전성 물질로 형성되어 하부 전극으로 기능할 수 있다.
- [0017] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 상부 전극은 상기 서포팅부 및 상기 복수의 나노 포스트들과 결합된 나노 플레이트부를 포함하고, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는 상기 나노 플레이트부 상의 상판 보강부를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 상판 보강부는 상기 복수의 나노 포스트들과 엇갈리게 배치된 복수의 홈들 또는 복수의 홀들을 포함할 수 있고, 상기 나노 플레이트부 및 상기 제 2 기관 사이에 전원이 인가되면, 상기 나노 플레이트부는 전체적으로 상기 복수의 나노 포스트부들에 의해서 제 1 주파수로 동작하고, 상기 복수의 홈들 또는 상기 복수의 홀들 하부의 상기 나노 플레이트부의 일부는 제 2 주파수로 동작할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 관점에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는, 절연성 제 1 기관과, 상기 제 1 기관 상에 배치되고 복수의 관통홀들을 포함하며 하부 전극으로 기능하는 도전성 제 2 기관과, 상기 제 2 기관 상에 이격 배치된 상부 전극과, 상기 제 1 기관과 상기 상부 전극 사이에 갭을 한정하도록 상기 제 1 기관 상에서 상기 제 2 기관 위로 신장되어 상기 상부 전극의 테두리부를 고정 지지하는, 절연성 서포팅부와, 상기 갭 내에서 상기 복수의 관통홀들을 관통하여 상기 제 1 기관 및 상기 상부 전극에 양단이 고정되도록 결합되며, 상기 상부 전극 및 상기 하부 전극 사이에 전원이 인가되면 상기 상부 전극이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 인장 및 압축이 가능한 복수의 나노 포스트들을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 상부 전극은 나노 플레이트부를 포함하고, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는 상기 나노 플레이트부 상의 강성 보강부를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에서, 상기 상판 보강부는 상기 복수의 나노 포스트들과 엇갈리게 배치된 복수의 홈들 또는 복수의 홀들을 포함할 수 있고, 상기 나노 플레이트부 및 상기 제 2 기관 사이에 전원이 인가되면, 상기 나노 플레이트부는 전체적으로 상기 복수의 나노 포스트부들에 의해서 제 1 주파수로 동작하고, 상기 복수의 홈들 또는 상기 복수의 홀들 하부의 상기 나노 플레이트부의 일부는 상기 제 1 주파수와 다른 제 2 주파수로 동작할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 실시예들에 따르면, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)에 있

어서 전극간 평균 변위를 크게 하여 송수신 감도를 높일 수 있다. 나아가, 본 발명의 일부 실시예들에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)는 다중 주파수에서 동작이 가능하여, 의료 영상 촬영 시 신체 부위마다 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 변경할 필요 없이 하나 또는 적은 수의 CMUT으로 영상 촬영이 가능하다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 2는 도 1의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 평면도이다.

도 3은 도 1의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다.

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 다른 실시예들에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)들을 보여주는 단면도들이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 6은 도 5의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 평면도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 8은 도 7의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 평면도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 10은 도 9의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 12는 도 11의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다.

도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 14은 도 13의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다.

도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 16은 도 15의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 개략적인 평면도이다.

도 17 및 도 18은 도 15의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)의 동작을 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 19는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT)를 보여주는 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 여러 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려 이들 실시예들은 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 또한, 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이다.

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100)를 보여주는 개략적인 단면도이다. 도 2는 도 1의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100)의 개략적인 평면도이다.
- [0027] 도 1 및 도 2를 참조하면, 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100)는 기관(105), 상부 전극(110), 서포팅부(115) 및 복수의 나노 포스트들(120)을 포함할 수 있다.
- [0028] 기관(105)은 도전성을 갖고, 상부 전극(110)에 대한 상대 전극, 예컨대 하부 전극으로 기능할 수 있다. 예를 들어, 기관(105)은 반도체 물질, 예컨대 실리콘, 게르마늄, 실리콘-게르마늄 등을 포함할 수 있다. 이러한 반도체 물질은 도전성을 갖도록 n형 또는 p형으로 도핑될 수 있다. 나아가, 기관(105)은 반도체 웨이퍼를 소정 두께로 가공하여 제공할 수도 있다.
- [0029] 상부 전극(110)은 기관(105) 상에 이격 배치될 수 있다. 예를 들어, 상부 전극(110)은 서포팅부(115)에 의해서 기관(105) 상에 소정 거리만큼 이격되어 지지될 수 있다. 상부 전극(110)은 도전성 플레이트로 제공될 수 있고, CMUT(100)에 있어서 이동 플레이트(moving plate)로 기능할 수 있다. 예를 들어, 상부 전극(110)은 소정 두께의 도전층, 예컨대 금속화층 또는 반도체층으로 제공될 수 있다. 이러한 반도체층은 도전성을 갖기 위하여 n형 또는 p형으로 도핑될 수 있다.
- [0030] 서포팅부(115)는 절연성 물질로 형성되며, 상부 전극(110)의 테두리부를 고정 지지할 수 있다. 예를 들어, 서포팅부(115)는 상부 전극(110)의 테두리부를 따라서 한바퀴 감는 루프 구조로 형성되어 기관(105)과 상부 전극(110)의 테두리부에 결합될 수 있다. 이에 따라 기관(105)과 상부 전극(110) 사이에 갭(125)이 한정될 수 있다. 이러한 갭(125)은 기관(105), 상부 전극(110) 및 서포팅부(115)에 의해서 외부로부터 밀폐될 수 있다. 예를 들어, 갭(125)이 진공 분위기에서 형성되면, 갭(125)은 밀폐되어 진공 상태를 유지할 수도 있다.
- [0031] 나노 포스트들(120)은 갭(125) 내의 기관(105) 및 상부 전극(110)에 양단이 고정되도록 결합될 수 있다. 예를 들어, 상부 전극(110)은 다른 기관 상의 반도체층으로 제공되어 나노 포스트들(120)과 서포팅부(115)를 갖는 기관(105) 상에 갭(125)이 한정된 채로 본딩되어 나노 포스트들(120) 및 서포팅부(115)와 결합될 수 있다. 다른 예로, 상부 전극(110)이 나노 포스트들(120) 및 서포팅부(115) 상에 형성된 후 습식 식각 등의 방법으로 갭(125) 내의 희생 물질을 제거하여 갭(125)을 형성할 수도 있다.
- [0032] 나노 포스트들(120)은 갭(125) 내에서 서로 소정 간격 이격될 수 있다. 나노 포스트들(120) 사이의 간격은 그 목적에 따라서 균일하거나 또는 불균일하게 설정될 수 있다. 예를 들어, 나노 포스트들(120)은 상부 전극(110)이 구부러지지 않고 평행하게 이동되도록 그 지지력을 고려하여 적절하게 배치될 수 있다. 이러한 구조에 의하면, 상부 전극(110)이 서포팅부(115)에 의해서 테두리만 고정될 뿐, 갭(125)에 의해서 노출된 나머지 면적 전체 부분이 실질적으로 나노 포스트들(120)과 같이 상하 변위가 가능하여, 종래보다 평균 변위를 크게 높일 수 있다.
- [0033] 도 3에 도시된 바와 같이, 나노 포스트들(120)은 상부 전극(110)에 전원(50)이 인가되면 상부 전극(110)이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 압축 및 인장이 가능하게 제공될 수 있다. 즉, 나노 포스트들(120)은 스프링의 역할을 하여 상부 전극(110)이 테두리부가 고정된 상태에서 상하로 이동되도록 할 수 있다. 예컨대, 나노 포스트들(120)은 반도체 물질로 형성될 수 있다. 반도체 단결정은 벌크 구조에서는 낮은 인장율 및 압축율을 보이나, 나노미터 레벨의 직경을 갖는 단결정 와이어는 이론적인 한계인 약 20% 부근까지 압축 및 신장될 수 있다고 알려져 있다.
- [0034] 나노 포스트들(120)은 나노 레벨에서 다양한 모양으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 나노 포스트들(120)은 원 기둥, 타원 기둥, 다각 기둥(삼각 기둥, 사각 기둥, 오각 기둥 등) 등의 형상을 갖거나 또는 이러한 형상 구조에서 안쪽이 부분적으로 빈 구조로 제조될 수도 있다. 예를 들어, 후자와 같이 나노 포스트들(120)의 안쪽에 구멍을 형성하면 그 횡방향 구속을 줄여서 더 큰 인장율과 압축율을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 이러한 나노 포스트들(120)은 반도체 공정, 예컨대 리소그래피 공정 및 식각 공정 등을 이용하여 반도체 웨이퍼를 가공하여 형성할 수 있다.
- [0035] 예를 들어, 나노 포스트들(120)은 단일 반도체 단결정 물질로 형성될 수 있다. 예컨대, 나노 포스트들(120)은 기관(105)과 같은 물질로 일체인 상태에서, 패터닝하여 형성될 수 있다. 다른 예로, 나노 포스트들(120)은 그 인장율과 압축율의 비를 조절하도록 서로 다른 재질의 복수의 단결정 물질들의 다층 구조를 포함할 수도 있다. 이 경우, 단결정 물질들은 실리콘(Si), 게르마늄(Ge), 실리콘 카바이드(SiC), 압전물질 등을 포함할 수 있다. 압전 물질은 전기적인 신호를 받으면 진동이 가능하고, 반대로 진동을 받으면 전기적인 신호를 출력할 수 있는 물질로, 예컨대 PMN-PT, PMN-PZT, ZnO 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 나노 포스트들(120)은 적어도 하나의

압전 물질을 사용함으로써, 정전기력 외에 압전 물질에 의한 인장 및 압축을 동시에 활용할 수 있어서 CMUT(100)의 동작 주파수 범위를 확장할 수 있다.

- [0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 상부 전극(110) 및 기관(105) 사이에 전원(50), 예컨대 소정 주파수 범위의 RF 전력 이 인가되면 둘 사이에서 용량결합에 의한 정전기력에 의해서 나노 포스트들(120)이 압축 및 인장되면서 진동되어 초음파를 송신할 수 있다. 역으로, 물체로부터 반사된 초음파가 외부에서 CMUT(100)에 입사되면, 나노 포스트들(120)이 압축 및 인장되면서 상부 전극(110)이 이동되어 정전용량을 변화시킴으로써 초음파 진동을 수신할 수 있다.
- [0037] 일부 실시예에서, 기관(105)은 반도체 웨이퍼 및 반도체 웨이퍼에 형성된 집적회로(IC, Integrated Circuit)를 포함할 수 있다. 아울러, 나노 포스트들(120)은 이러한 기관(105) 상에 모노리식(monolithic)하게 반도체 공정을 이용하여 형성될 수 있다. 즉, 반도체 웨이퍼 상에 집적회로(IC)를 형성하고, 그 위에 반도체 공정(예컨대, 증착, 식각 공정)을 이용하여 나노 포스트들(120)을 형성할 수 있다. 상부 전극(110)은 본딩 공정을 이용하여 나노 포스트들(120) 상에 형성될 수 있다.
- [0038] 본 실시예에 따른 CMUT(100)에 의하면, 종래와 달리 상부 전극(110)의 대부분의 면적을 사용하여 변위를 얻을 수 있어서, 평균 변위량을 키울 수 있어서 초음파 신호의 송수신 감도를 크게 높일 수 있다. 나아가, 나노 포스트들(120)의 재질을 다층 구조화하여 이용 가능한 주파수 범위를 넓힐 수 있다.
- [0039] 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 다른 실시예들에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서들(CMUT)을 보여주는 단면도들이다. 본 실시예에 따른 CMUT들(100a, 100b, 100c, 100d)은 전술한 도 1 내지 도 3의 CMUT(100)에서 일부 구성을 변형한 것이고, 따라서 중복된 설명은 생략된다.
- [0040] 도 4a를 참조하면, 나노 포스트들(120a)은 몸통부(1201)와 하부 보강부(1202)를 각각 포함할 수 있다. 예를 들어, 몸통부(1201)는 기관(105) 및 상부 전극(110) 사이에서 길이 방향으로 신장하는 나노 크기의 구조이고, 하부 보강부(1202)는 기관(105)과 결합력을 높이도록 기관(105)과 접하는 하부에 몸통부(1201)보다 단면적이 넓게 형성될 수 있다. 이러한 구조는 나노 포스트들(100a)을 형성하기 위해서 기관(105)을 식각할 때, 하부 부분이 약화되어 나노 포스트들(100a)이 아래층, 예컨대 기관(105)으로부터 분리되는 것을 막을 수 있다.
- [0041] 도 4b를 참조하면, 나노 포스트들(120b)은 몸통부(1201), 하부 보강부(1202) 및 상부 보강부(1203)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하부 보강부(1202)는 기관(105)과 결합력을 높이도록 기관(105)과 접하는 하부에 몸통부(1201)보다 단면적이 넓게 형성되고, 상부 보강부(1203)는 상부 전극(110)과 결합력을 높이도록 상부 전극(110)과 접하는 상부에 몸통부(1201)보다 단면적이 넓게 형성될 수 있다. 이에 따라, 나노 포스트들(120b)은 그 위 아래의 상부 전극(110) 및 기관(105)에 견고하게 결합될 수 있고, 이에 따라 나노 포스트들(120a)이 반복하여 압축 및 인장되더라도 나노 포스트들(120b)이 그 상하층으로부터 분리되는 것을 방지할 수 있다.
- [0042] 도 4c를 참조하면, 나노 포스트들(120c)은 몸통부(1201), 하부 보강부(1202c) 및 상부 보강부(1203c)를 포함할 수 있다. 하부 보강부(1202c)는 몸통부(1201)에서 기관(105) 방향으로 갈수록 그 단면적이 점차 선형적으로 커지고, 상부 보강부(1203c)는 몸통부(1201)에서 상부 전극(110)으로 갈수록 그 단면적이 점차 선형적으로 커질 수 있다. 이에 따르면, 몸통부(1201)와 하부 보강부(1202c) 및 상부 보강부(1203c)가 부드럽게 이어질 수 있다. 이러한 구조는 건식 식각을 이용하면 실질적으로 형성될 수 있다.
- [0043] 도 4d를 참조하면, 나노 포스트들(120c)은 몸통부(1201), 하부 보강부(1202d) 및 상부 보강부(1203d)를 포함할 수 있다. 하부 보강부(1202d)는 몸통부(1201)에서 기관(105) 방향으로 갈수록 그 단면적이 점차 곡선적으로 커지고, 상부 보강부(1203d)는 몸통부(1201)에서 상부 전극(110)으로 갈수록 그 단면적이 점차 곡선적으로 커질 수 있다. 이에 따르면, 몸통부(1201)와 하부 보강부(1202c) 및 상부 보강부(1203c)가 부드럽게 이어질 수 있다. 이러한 구조는 습식 식각을 이용하면 실질적으로 형성될 수 있다.
- [0044] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100e)를 보여주는 개략적인 단면도이고, 도 5의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100e)의 개략적인 평면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100e)은 도 1 내지 도 3의 CMUT(100)의 변형된 구조이고 따라서 중복된 설명은 생략된다.
- [0045] 도 5를 참조하면, CMUT(100e)에서 나노 포스트들(120)은 복수의 직경 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 나노 포스트들(120)은 기관(105) 또는 상부 전극(110)을 기준으로 볼 때 그 중심부와 테두리부에서 직경이 다를 수 있다. 예를 들어, 상부 전극(110)을 기준으로 그 중심부에 배치된 적어도 하나의 제 1 나노 포스트(120-1, 120)의 직경 크기가 테두리부에 배치된 적어도 하나의 제 2 나노 포스트(120-2, 120)의 직경 크기보다 클 수 있다. 나아가, 나노 포스트들(120)의 직경은 상부 전극(110)을 기준으로 중심부에서 테두리부로 갈수록 점차 또는 단계

적으로 작아질 수 있다.

- [0046] 상부 전극(110)은 그 테두리부가 서포팅부(115)에 의해서 고정되게 지지되고 있으므로 상대적으로 중심부에서 지지력이 약하므로 중심부에 배치된 나노 포스트(120-1, 120)의 직경 크기를 상대적으로 크게 하여 그 강성을 키울 수 있다.
- [0047] 한편, 이 실시예에 따른 CMUT(100e)에서 나노 포스트들(120)은 도 4a 내지 도 4b의 나노 포스트들(120a 120b, 120c, 120d)의 구조를 갖도록 더 변형될 수도 있다.
- [0048] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100f)를 보여주는 개략적인 단면도이고, 도 8은 도 7의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100f)의 개략적인 평면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100f)은 도 1 내지 도 3의 CMUT(100)의 변형된 구조이고 따라서 중복된 설명은 생략된다.
- [0049] 도 7 및 도 8을 참조하면, CMUT(100f)에서 나노 포스트들(120)의 밀도는 기관(105) 또는 상부 전극(110)을 기준으로 중심부의 밀도가 테두리부의 밀도보다 클 수 있다. 예를 들어, 상부 전극(110)을 기준으로 그 중심부에 배치된 제 3 나노 포스트들(120-3, 120)의 밀도가 테두리부에 배치된 제 4 나노 포스트(120-4, 120)의 밀도보다 클 수 있다. 나아가, 나노 포스트들(120)의 밀도는 상부 전극(110)을 기준으로 중심부에서 테두리부로 갈수록 점차 또는 단계적으로 작아질 수 있다.
- [0050] 상부 전극(110)이 구부러지지 않고 평행으로 운동될 수 있도록, 상대적으로 지지력이 약한 중심부에 배치된 나노 포스트(120-3, 120)의 배치 밀도를 상대적으로 크게 하여 그 지지력을 키울 수 있다.
- [0051] 한편, 이 실시예에 따른 CMUT(100f)에서 나노 포스트들(120)은 도 4a 내지 도 4b의 나노 포스트들(120a 120b, 120c, 120d)의 구조를 갖도록 더 변형될 수도 있다.
- [0052] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100g)를 보여주는 개략적인 단면도이고, 도 10은 도 9의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100g)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100g)은 도 1 내지 도 3의 CMUT(100)의 변형된 구조이고 따라서 중복된 설명은 생략된다.
- [0053] 도 9 및 도 10을 참조하면, CMUT(100g)은 기관(105) 상에 돌출부(130)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 돌출부(130)는 상부 전극(110)과 전극과 이격되고 나노 포스트들(120)의 적어도 하부를 둘러싸도록 기관(105) 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 돌출부(130) 및 나노 포스트들(120)은 기관과 동일 물질로 형성될 수 있고, 예컨대 단일의 기관(105)을 식각하여 형성할 수 있다.
- [0054] 이러한 구조에 따르면, 나노 포스트들(120)의 높이를 실질적으로 도 1의 CMUT(100)과 동일하게 유지하면서, 즉 갭(125)의 높이는 실질적으로 유지하면서 상부 전극(110)과 하부 전극의 일부로 기능하는 돌출부(130) 사이의 거리를 줄여 정전 용량값을 조절할 수 있다. 이러한 구조에서, 상부 전극(110) 및 기관(105) 사이에 전원(50)을 인가하면, 상부 전극(110)과 기관(105) 및 상부 전극(110)과 돌출부(130) 사이에서 용량 결합이 형성되면서, 나노 포스트들(120)이 압축되면서 상부 전극(110)이 이동될 수 있다.
- [0055] 한편, 이 실시예에 따른 CMUT(100g)에서 나노 포스트들(120)은 도 4a 내지 도 4d의 나노 포스트들(120a 120b, 120c, 120d)의 구조를 갖거나 또는 도 5 내지 도 8의 나노 포스트들(120)의 직경 배치 또는 밀도 배치를 갖도록 더 변형될 수도 있다.
- [0056] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100h))를 보여주는 개략적인 단면도이고, 도 12는 도 11의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100h)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100h)은 도 1 내지 도 3의 CMUT(100)와 도 9 및 도 10의 CMUT(100g)에서 일부 구성을 변형한 것이고 따라서 중복된 설명은 생략된다.
- [0057] 도 11 및 도 12를 참조하면, 기관(105a)은 절연성 물질로 형성되고, 기관(105a) 상에 하부 플레이트부(135)가 제공될 수 있다. 하부 플레이트부(135)는 갭(125) 내의 기관(105a) 상에 상부 전극(110a)과 이격되고 나노 포스트들(120)의 적어도 하부를 이격되게 둘러쌀 수 있다. 예를 들어, 하부 플레이트부(135)는 도전성 물질로 형성되어 하부 전극으로 기능하며 복수의 관통홀들(137)을 포함할 수 있다. 하부 플레이트부(135)는 예컨대 반도체 물질로 형성될 수 있고, 예컨대 반도체 웨이퍼를 식각하여 형성할 수 있다. 예를 들어, 상부 전극(110a)은 나노 크기의 두께를 갖는 나노 플레이트부로 제공될 수 있고, 이 실시예에서 상부 전극은 나노 플레이트부(110a)로

지칭될 수도 있다.

- [0058] CMUT(100h)에 따르면, 나노 포스트들(120)과 하부 전극, 즉 하부 플레이트부(135)를 분리함에 따라서, 기생 용량(parasitic capacitance)을 줄일 수 있다. 나아가, 이러한 구조에 따르면, 나노 포스트들(120)의 길이 즉, 갭(125)의 높이를 하부 플레이트부(135)와 독립적으로 조절할 수 있고, 하부 플레이트부(135)와 상부 전극(110) 사이의 갭을 나노 포스트들(120)의 높이와 독립적으로 조절할 수 있게 된다.
- [0059] 한편, 그 기능과 형성 과정을 고려하여, 기관(105a)을 절연성 제 1 기관으로 지칭하고, 하부 플레이트부(135)를 도전성 제 2 기관으로 부를 수도 있다. 이러한 지칭 구조에서 보면, 제 2 기관은 제 1 기관 상에 배치되어 하부 전극으로 기능할 수 있다. 상부 전극(110)은 제 2 기관 상에 이격 배치될 수 있다. 서포팅부(115)는 제 1 기관과 상부 전극(110) 사이에 갭을 한정하도록 제 1 기관 상에서 제 2 기관 위로 신장되어 상부 전극(110)의 테두리부를 고정 지지할 수 있다. 나노 포스트들(120)은 갭(125) 내에서 복수의 관통홀들(137)을 관통하여 제 1 기관 및 상부 전극(110)에 양단이 고정되도록 결합되며, 상부 전극(110) 및 하부 전극 사이에 전원이 인가되면 상부 전극(110)이 적어도 상하로 이동되도록 길이 방향으로 인장 및 압축이 가능할 수 있다,
- [0060] 또 한편, 이 실시예에 따른 CMUT(100h)에서 나노 포스트들(120)은 도 4a 내지 도 4d의 나노 포스트들(120a, 120b, 120c, 120d)의 구조를 갖거나 또는 도 5 내지 도 8의 나노 포스트들(120)의 직경 배치 또는 밀도 배치를 갖도록 더 변형될 수도 있다.
- [0061] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100i)를 보여주는 개략적인 단면도이고, 도 14은 도 13의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100i)의 개략적인 동작을 보여주는 단면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100i)은 전술한 도 11 내지 도 12의 CMUT(100h)에서 일부 구성을 부가한 것으로서 중복된 설명은 생략된다.
- [0062] 도 13 및 도 14를 참조하면, 상부 전극으로 기능하는 나노 플레이트부(110a) 상에 상판 보강부(140)가 더 부가될 수 있다. 상판 보강부(140)는 나노 플레이트부(110a)를 구조적으로 보강하여 나노 플레이트부(110a)가 나노 포스트들(120)에 의해서 상하 이동 시 구부러지는 것을 방지할 수 있다. 이러한 구조에 의하면, 나노 플레이트부(110a)는 테두리부에서 서포팅부(115)에 의해서 고정 지지되면서, 상판 보강부(140)에 의해서 구조적으로 보강되어 평평하게 퍼진 상태에서 상하 평해 운동을 할 수 있게 된다.
- [0063] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100j)를 보여주는 개략적인 단면도이고, 도 16은 도 15의 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100j)의 개략적인 평면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100j)은 도 13 내지 도 14의 CMUT(100i)에서 일부 구성을 변형한 것이고 따라서 중복된 설명은 생략된다.
- [0064] 도 15 및 도 16을 참조하면, CMUT(100j)에서 상판 보강부(140a)는 복수의 홀들(142)을 포함할 수 있다. 홀들(142)은 상판 보강부(140a)의 평면 상에서 볼 때 나노 포스트들(120)과 엇갈리게 배치될 수 있다. 이에 따르면, 나노 플레이트부(110a)의 홀들(142)로부터 노출된 부분이 나노 포스트들(120)의 스프링 운동과 분리된 진동을 할 수 있다. 홀들(142)의 모양은 원형, 타원형, 다각형 또는 속인 빈 형태 등 다양하게 형성할 수 있다.
- [0065] 도 17에 도시된 바와 같이, 나노 플레이트부(110a) 및 하부 플레이트부(135) 사이에 제 1 주파수의 전원이 인가되면, 나노 플레이트부(110a)는 전체적으로 나노 포스트들(120)에 의해서 제 1 주파수로 동작할 수 있다. 즉, 나노 포스트들(120)이 압축 및 인장되면서, 나노 포스트들(120)과 결합된 나노 플레이트부(110a)가 상판 보강부(140a)와 함께 상하로 이동될 수 있다. 한편, 나노 플레이트부(110a) 및 하부 플레이트부(135) 사이에 제 2 주파수의 전원이 인가되면, 나노 플레이트부(110a)의 홀들(142)로부터 노출된 부분이 제 2 주파수로 동작할 수 있다. 제 1 주파수와 제 2 주파수는 이동 주체가 다르다는 점에서 기본적으로 서로 다르나, 설계에 따라서 서로 동일하게 할 수도 있다.
- [0066] 한편, 도 18에 도시된 바와 같이, 제 2 주파수 대역에서 나노 포스트들(120)의 동작 없이 나노 포스트들(120)의 움직임과는 독립적으로 나노 플레이트부(110a)의 홀들(142)로부터 노출된 부분이 독립적으로 제 2 주파수로 동작할 수도 있다
- [0067] 따라서, CMUT(100j)은 제 1 주파수와 제 2 주파수로 다중 주파수에서 동작할 수 있다. 나아가, 제 1 주파수와 제 2 주파수의 간격을 조절함으로써 이들 주파수가 합해진 광대역폭 주파수 동작을 구현할 수 있게 된다. 더 나아가, 상판 보강부(140a)의 구조와 모양을 변경하여 두 개 이상의 주파수에서의 동작을 구현할 수도 있다. 종래 의료 영상 촬영 시 신체 부위마다 동작 주파수가 달라서 주파수 동작 범위가 다른 복수의 CMUT들을 이용하였으나, 이 실시예의 CMUT(100j)에 따르면 광폭 대역에서 다중 주파수 동작이 가능해져서 회로에서 필요한 동작 주

파수를 설정함으로써 하나 또는 적은 수의 CMUT(100j)으로 여러 신체부위를 촬영할 수 있다.

[0068] 도 19는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(CMUT, 100k)를 보여주는 개략적인 단면도이다. 이 실시예에 따른 CMUT(100k)은 도 15 내지 도 18의 CMUT(100j)의 일부 구성을 변형한 것이고 따라서 중복된 설명은 생략된다.

[0069] 도 19를 참조하면, CMUT(100k)에서 상판 보강부(140b)는 복수의 홈들(144)을 포함할 수 있다. 홈들(144)은 상판 보강부(140b)의 평면 상에서 볼 때 나노 포스트들(120)과 엇갈리게 배치될 수 있다. 홈들(144)의 깊이는 그 하부의 나노 플레이트부(110a)의 움직임을 허용하도록 나노 플레이트부(110a)의 홈들(144) 바닥 아래 부분이 소정 두께 이하로 얇아지도록 소정 깊이 이상으로 형성될 수 있다. 이에 따르면, 나노 플레이트부(110a)의 홈들(144) 아래 부분이 나노 포스트들(120)의 스프링 운동과 분리된 진동을 할 수 있다. 홈들(144)의 모양은 원형, 타원형, 다각형 또는 속인 빈 형태 등 다양하게 형성할 수 있다.

[0070] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0071] 100, 100a ~ 100k: 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서

105: 기판

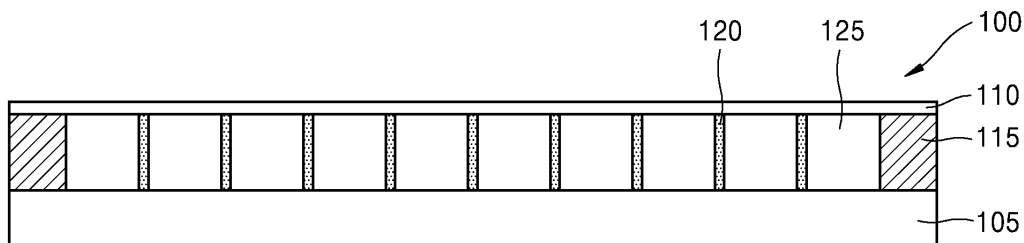
110: 전극

115: 서포팅부

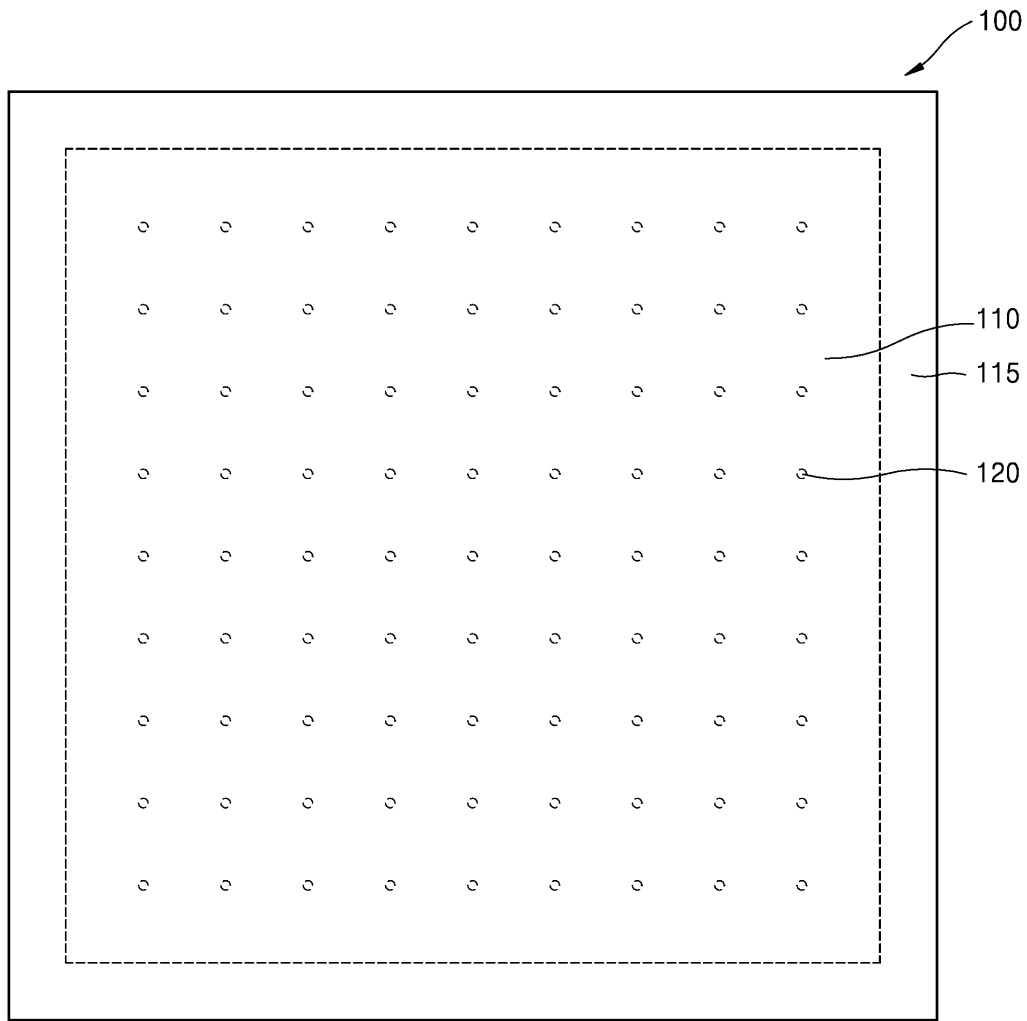
120, 120a, 120b, 120c, 120d: 나노포스트

도면

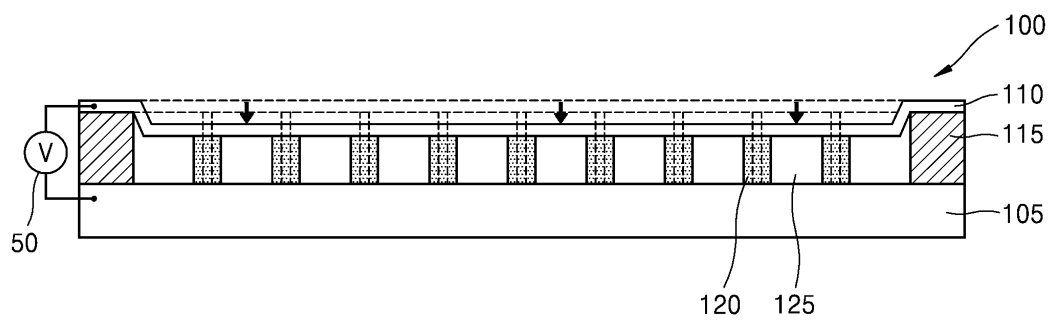
도면1



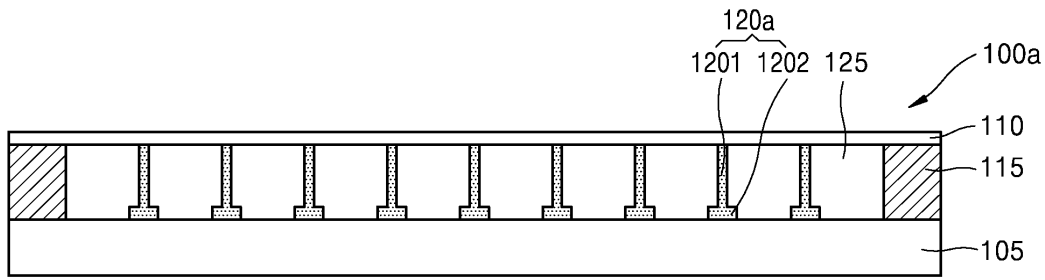
도면2



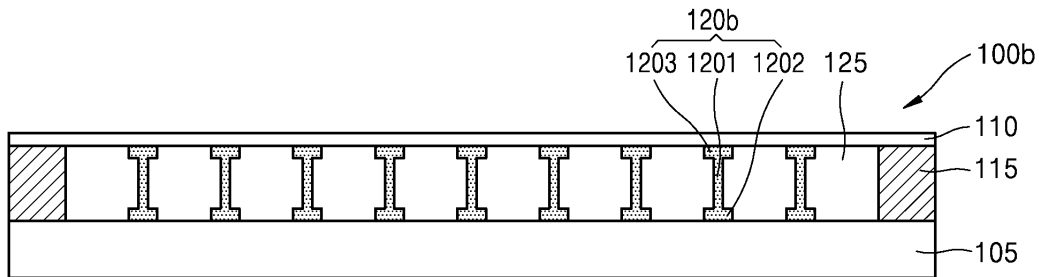
도면3



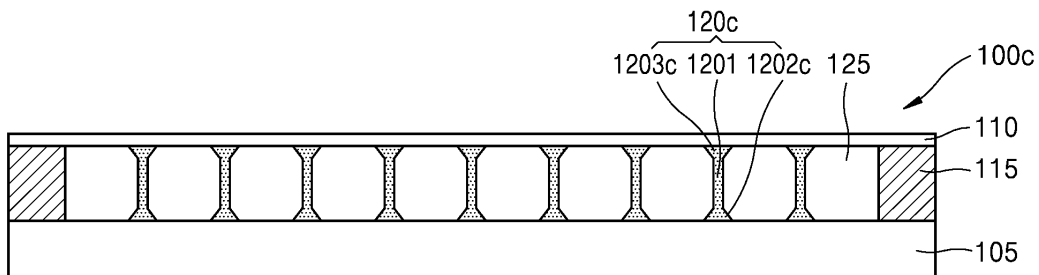
도면4a



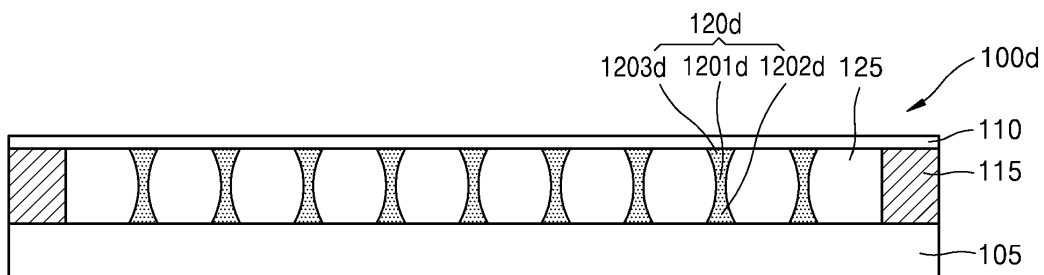
도면4b



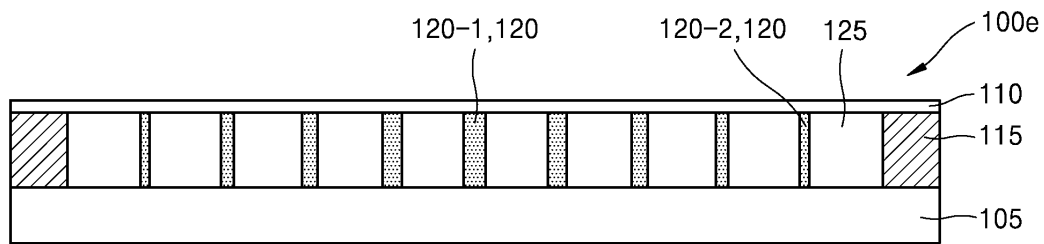
도면4c



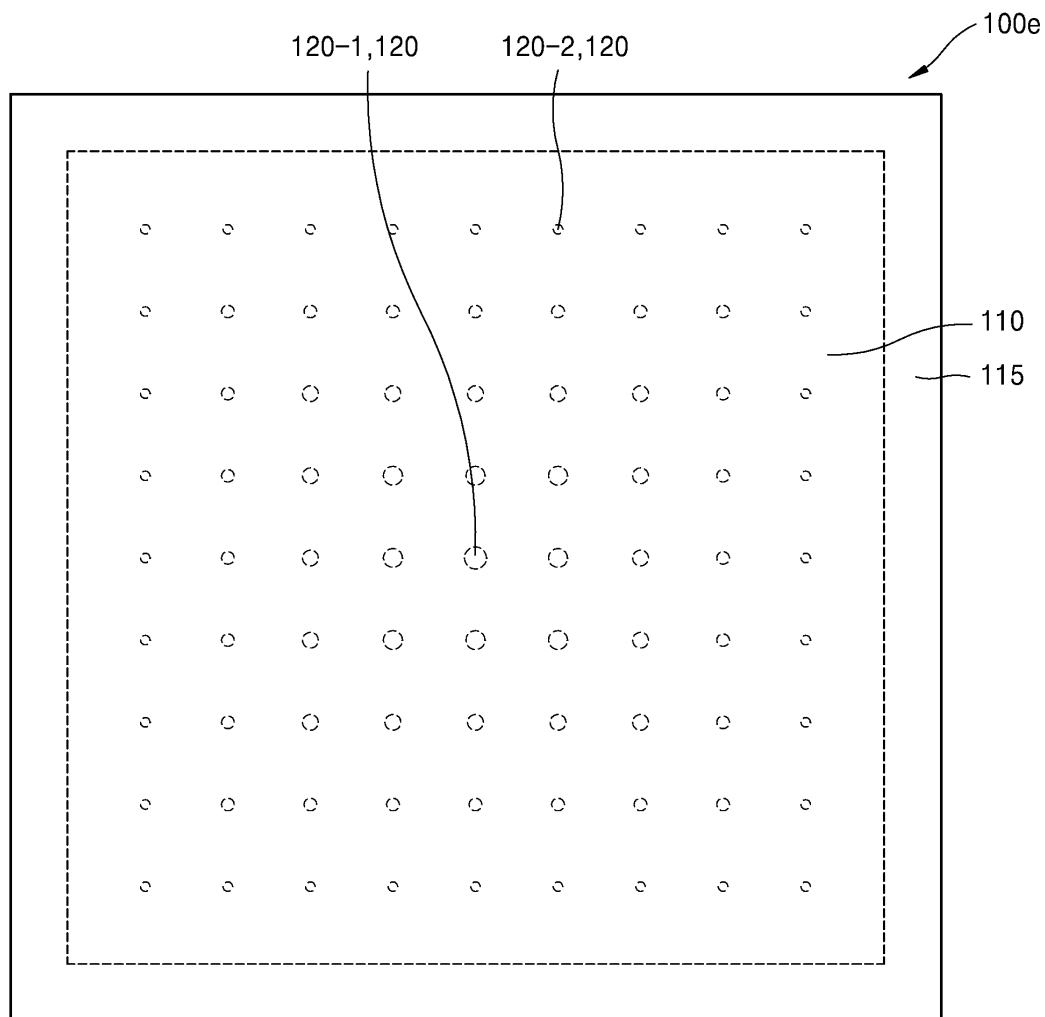
도면4d



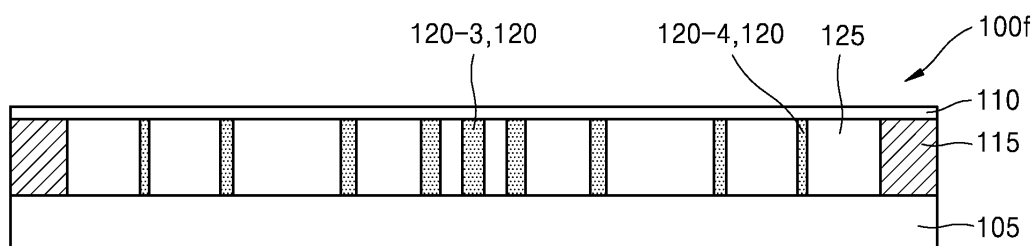
도면5



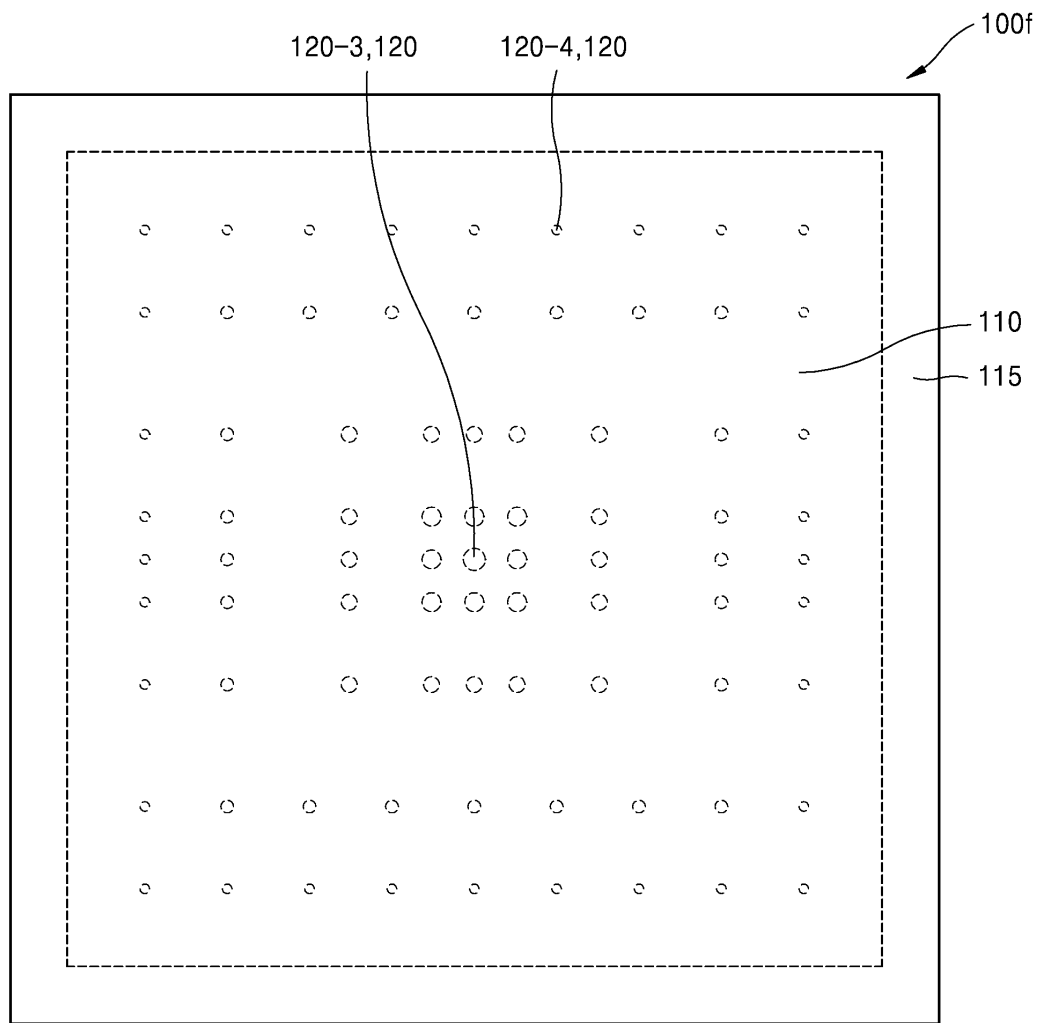
도면6



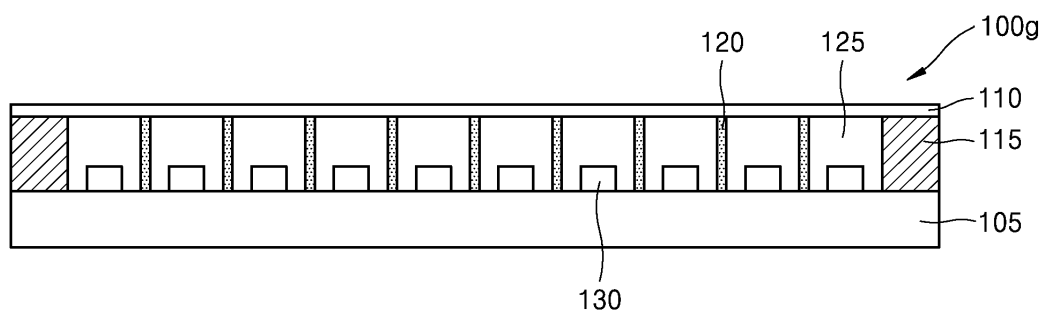
도면7



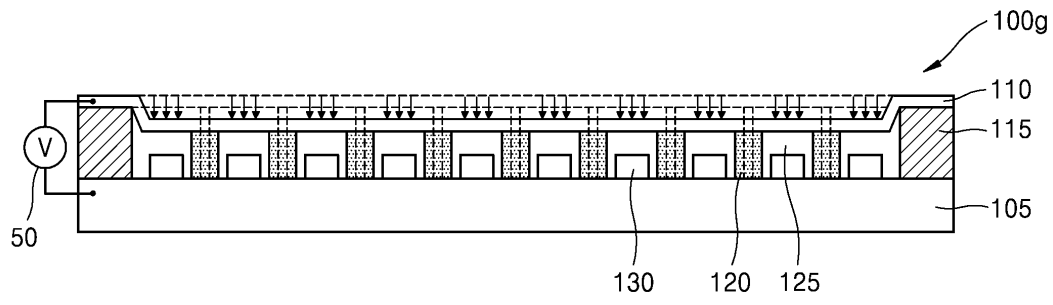
도면8



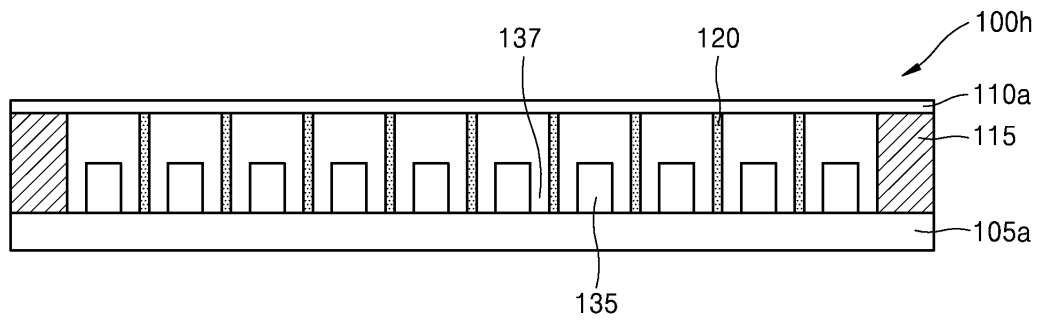
도면9



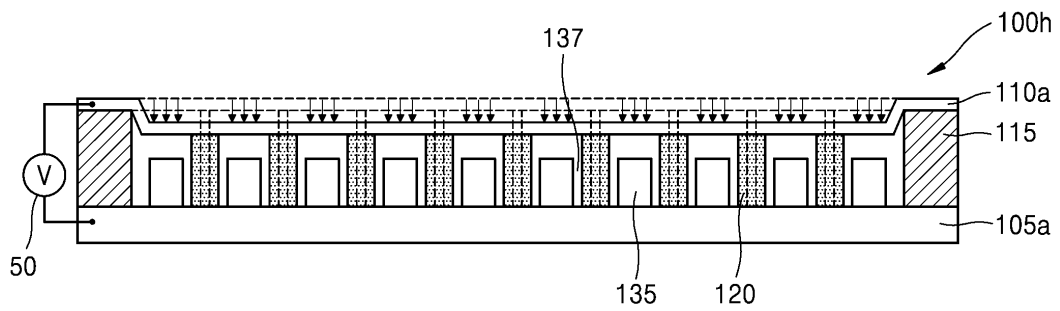
도면10



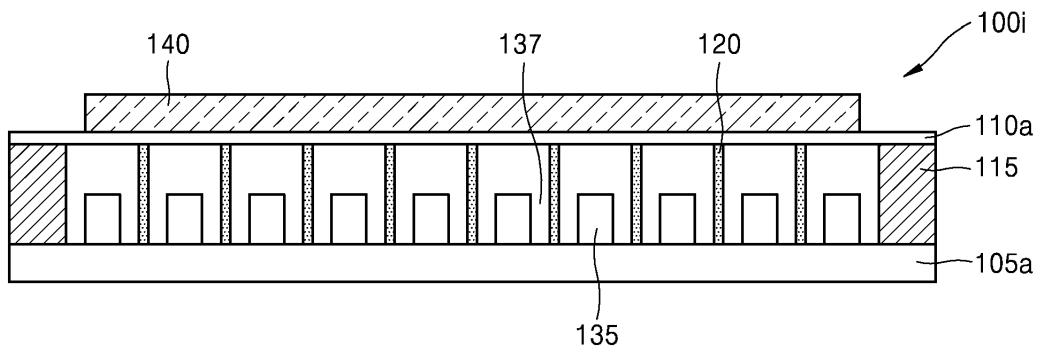
도면11



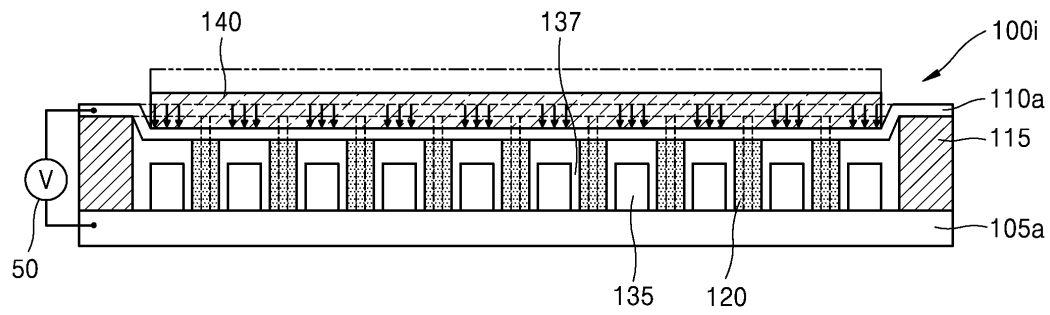
도면12



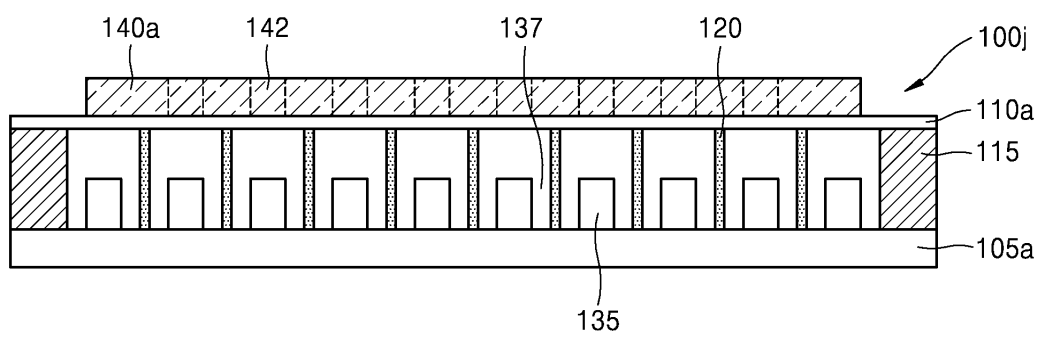
도면13



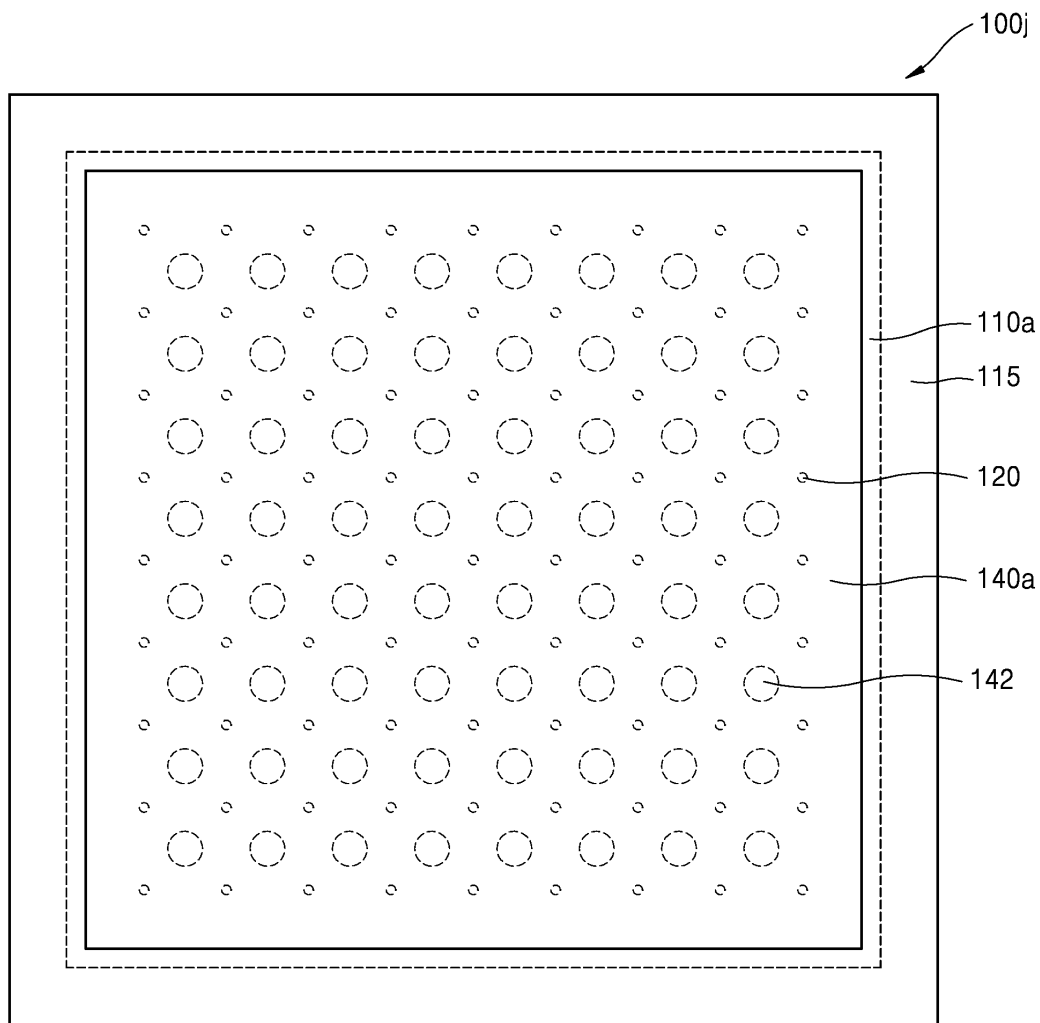
도면14



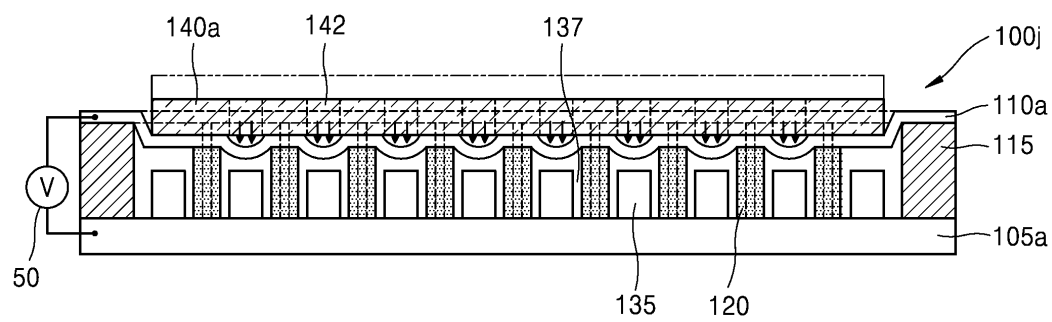
도면 15



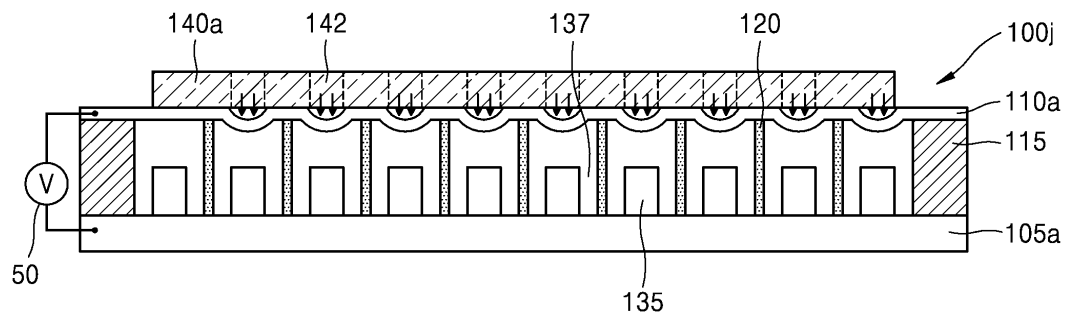
도면16



도면17



도면18



도면19

