



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월11일
 (11) 등록번호 10-1937767
 (24) 등록일자 2019년01월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81C 1/00 (2006.01) *H01H 1/00* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-7005594
 (22) 출원일자(국제) 2012년08월03일
 심사청구일자 2017년06월08일
 (85) 번역문제출일자 2014년02월28일
 (65) 공개번호 10-2014-0053263
 (43) 공개일자 2014년05월07일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2012/049497
 (87) 국제공개번호 WO 2013/020039
 국제공개일자 2013년02월07일
 (30) 우선권주장
 13/565,693 2012년08월02일 미국(US)
 61/514,823 2011년08월03일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

- JP2006231439 A*
 JP2007073711 A*
 JP2009009884 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

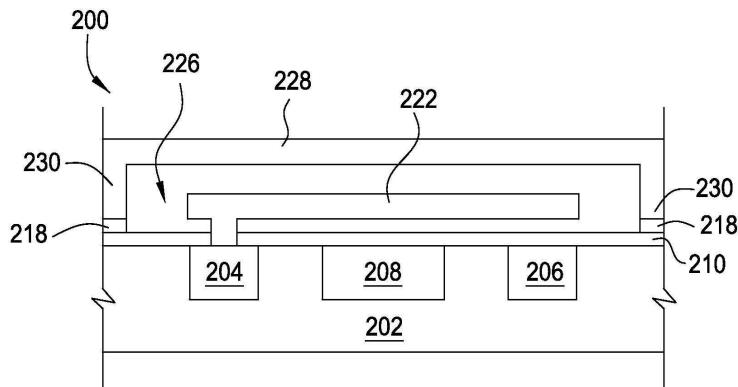
전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 장창환

(54) 발명의 명칭 MEMS 캐비티 플로어로부터 실리콘 잔류물을 제거하는 방법

(57) 요약

본 발명은 일반적으로 상기 접착 측진체 재료에서 유래한 실리콘 잔류물이 캐비티 플로어로부터 감소되거나 또는 심지어 제거된 MEMS 장치에 관한 것이다. 상기 접착 측진체는 통상 희생 재료를 기판위의 재료에 접착시키는 데 사용한다. 그 다음, 상기 접착 측진체는 상기 희생 재료와 함께 제거된다. 그러나, 상기 접착 측진체는 제거시에 캐비티내에 실리콘 기반의 잔류물을 남긴다. 본원 발명자들은 상기 접착 측진체가 상기 희생 재료를 침착시키기 전에 캐비티 영역으로부터 제거될 수 있다는 것을 발견하였다. 상기 기판의 잔존물 위에 잔류하는 상기 접착 측진체는 상기 희생 재료가 박리될 우려 없이 상기 기판에 상기 희생 재료를 접착시키기에 충분하다. 상기 장치의 캐비티 영역에는 접착 측진체를 사용하지 않기 때문에, 상기 MEMS 장치의 스위칭 소자가 유리된 후에 상기 캐비티내에는 실리콘 잔류물이 존재하지 않을 것이다.

대 표 도

(72) 발명자

맥파이어, 토머스 엘.

미합중국, 94087 캘리포니아, 씨니베일, 온타리오
드라이브 1576 #12

레이시, 조셉 대미언 고든

미합중국, 95035 캘리포니아, 밀피타스, 매토스 드
라이브 2335

바비, 제임스 에프.

미합중국, 95020 캘리포니아, 길로이, 렌 애버뉴
7310

명세서

청구범위

청구항 1

MEMS 장치를 제조하는 방법으로서,

캐비티 내에 둘러싸일 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치될 제2 부분을 가진 기판 위에 접착층을 침착시키는 단계;

상기 제1 부분 위에 배치된 영역에서 상기 접착층을 제거하는 단계;

희생층을 상기 접착층과 상기 기판의 제1 부분 위에 접촉하도록 침착시키는 단계;

상기 희생층 위에 스위칭 소자를 형성하는 단계;

상기 스위칭 소자를 상기 캐비티 내에 동봉하는 단계; 및

상기 희생층을 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 접착층은 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 희생층은 유전체를 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 유전체는 유기 유전체인 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 접착층을 제거하는 단계는:

포토레지스트층을 상기 접착층 위로 침착시키는 단계;

상기 기판의 제1 부분에 상응하는 포토레지스트층의 선택 영역을 노출시키는 단계;

상기 포토레지스트층을 전개하여, 포토레지스트층의 선택 영역을 제거함으로써 마스크를 형성하고, 상기 제1 부분 위에 배치된 영역에 상기 접착층을 노출시키는 단계; 및

노출된 접착층을 에칭하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 접착층을 침착시키기 전에 전기 절연층을 상기 기판 위에 침착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 7

MEMS 장치를 제조하는 방법으로서,

캐비티내에 둘러싸일 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치될 제2 부분을 가진 기판 위에 접착층을 침착시키는 단계;

상기 제1 부분 위에 배치된 영역에서 상기 접착층을 제거하는 단계;

희생층을 상기 접착층과 상기 기판의 제1 부분 위에 침착시키는 단계;

상기 희생층 위에 스위칭 소자를 형성하는 단계;

상기 스위칭 소자를 상기 캐비티내에 동봉하는 단계; 및

상기 희생층을 제거하는 단계;를 포함하고,

상기 접착층은 유기 재료에 공유 결합된 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 8

제1 부분 및 제2 부분을 갖는 기판 위로 MEMS 장치를 제조하는 방법으로서,

상기 기판의 제1 부분 위에 접착층을 선택적으로 형성하는 단계;

희생층을 상기 접착층 및 상기 기판의 제2 부분 위에 접촉하도록 형성하는 단계;

스위칭 소자를 상기 희생층 및 상기 기판의 제2 부분 위에 형성하는 단계;

상기 기판의 제2 부분과 적어도 부분적으로 경계를 접하는 캐비티 내에 상기 스위칭 소자를 동봉하는 단계; 및

상기 희생층을 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 접착층은 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 희생층은 유전체를 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 유전체는 유기 유전체인 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 접착층을 선택적으로 형성하기 전에 전기 절연층을 상기 기판 위에 침착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 접착층을 침착시키기 전에 전기 절연층을 상기 기판 위에 침착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 14

제1 부분 및 제2 부분을 갖는 기판 위로 MEMS 장치를 제조하는 방법으로서,

상기 기판의 제1 부분 위로 접착층을 선택적으로 형성하는 단계;

희생층을 상기 접착층 및 상기 기판의 상기 제2 부분 위에 형성하는 단계;
 스위칭 소자를 상기 희생층 및 상기 기판의 제2 부분 위에 형성하는 단계;
 상기 기판의 제2 부분과 적어도 부분적으로 경계를 접하는 캐비티 내에 상기 스위칭 소자를 동봉하는 단계; 및
 상기 희생층을 제거하는 단계;를 포함하고,
 상기 접착층이 유기 재료에 공유 결합된 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 MEMS 장치를 제조하는 방법.

청구항 15

적어도 부분적으로 캐비티와 경계를 접하는 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치된 제2 부분을 갖는 기판;
 상기 기판의 제2 부분 위에 배치되고, 상기 제1 부분 위에는 배치되지 않는 접착층; 및
 상기 캐비티 내에 배치된 스위칭 소자;를 포함하고,
 상기 소자는 MEMS 장치이고, 상기 접착층은 유기 재료에 공유 결합된 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16

적어도 부분적으로 캐비티와 경계를 접하는 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치된 제2 부분을 갖는 기판;
 상기 기판의 제2 부분 위에 배치되고, 상기 제1 부분 위에는 배치되지 않는 접착층; 및
 상기 캐비티 내에 배치된 스위칭 소자;를 포함하고, 상기 소자는 MEMS 장치이고, 상기 접착층은 유기 재료에 공유 결합된 실리콘을 포함하고,
 상기 기판상에 배치된 전기 절연층을 더 포함하며, 상기 접착층은 전기 절연층상에 배치되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

적어도 부분적으로 캐비티와 경계를 접하는 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치된 제2 부분을 갖는 기판;
 상기 기판의 제2 부분 위에 배치되고, 상기 제1 부분 위에는 배치되지 않는 접착층; 및
 상기 캐비티 내에 배치된 스위칭 소자;를 포함하고,
 상기 접착층은 유기 재료에 공유 결합된 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 구현예는 일반적으로 미세 전자기계 시스템(MEMS) 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

MEMS 장치는 통상 전극과 밀착하는 위치와 전극으로부터 이격된 위치 사이와 같이 다중 위치 사이에서 이동 가능한 스위칭 소자를 포함한다. 도 1a-도 1d는 종래 기술에 따른 제조의 여러 단계에서 MEMS 장치(100)의 개략적 횡단면도이다. 상기 MEMS 장치(100)는 그 내부에 매립된 복수의 전극(104, 106, 108)을 가진 기판(102)을 포함한다. 유전층(110)이 상기 기판(102) 및 전극(104, 106, 108) 위로 배치된다.

[0003]

그 희생 재료로서 유기 중합체를 이용하는 MEMS의 경우, 상기 희생 재료의 제1층의 하부의 유전체에의 접착력은 통상 낮다. 낮은 접착력 문제를 해결하기 위하여, 종종 실리콘 중합체를 그 중합체 시스템에 첨가한다. 그러나, Si는 상기 유기 희생 재료의 제거시에 MEMS 장치의 성능에 유해할 수 있는 잔류물을 남길 수 있다. 실리콘을 상기 희생 재료에 첨가하는 것의 대안으로서, 독립적인 접착 촉진제(adhesion promoter) 재료를 사용할 수 있다. 상기 접착 촉진제는 상기 유기 희생 재료의 코팅전에 스판-온 또는 CVD형 공정을 통해 기판 위로 코팅된다. 무기 재료를 상기 희생 재료로 사용하는 경우, 접착 촉진제는 이용되지 않을 수 있다.

[0004]

그 다음, 접착 촉진제층(112)은 상기 유전층(110) 위로 침착된다. 상기 접착 촉진제층(112)을 사용하여 그 위에 희생 재료를 접착시킨다. 그 다음, 제1 희생 재료층(116A)은 상기 접착 촉진제층(112) 상에 침착된다. 상기 제1 희생 재료층(116A)은 탄소, 수소, 질소 및 산소를 포함하는 유기 희생 재료이다. 그 다음, 상기 제1 희생 재료층(116A), 상기 접착 촉진제층(112) 및 상기 유전층(110)은 상기 전극(104)을 노출하도록 패턴화된다. 그 다음, 도 1b에 도시된 바와 같이, 전기 전도성 재료는 상기 스위칭 소자(118)를 형성하도록 침착되고 패턴화된다. 그 다음, 제2 희생 재료층(116B)을 상기 스위칭 소자(118) 위로 침착시킨다. 그 다음, 상기 제2 희생 재료층(116B) 및 상기 제1 희생 재료층(116A)은 표준 반도체 처리 기법을 사용하여 패턴화된다. 캐비티(114)는 도 1c에 도시된 바와 같이 루프(120), 월(122) 및 상기 유전층(110)과 접하도록 형성된다.

[0005]

도 1d에 도시된 바와 같이, 접착 촉진제층(112) 뿐만 아니라 상기 제1 및 제2 희생 재료층(116A, 116B)은 스위칭 소자(118)가 화살표 "A"에 의해 도시된 바와 같이 전극(106)으로부터 이격된 위치로부터 전극(106)에 아주 근접한 위치로 (즉, 상기 유전층(110)과 접촉 상태로) 이동될 수 있도록 상기 캐비티(114)내에서 스위칭 소자(118)를 유리시키기 위해 제거한다. 상기 제1 및 제2 희생 재료층(116A, 116B)은 루프(120)에 형성된 방출공(도시하지 않음)을 통해 또는 캐비티측의 구멍을 통해 도입된 H₂/O₂ 화학을 사용하여 에칭함으로써 제거된다. 상기 유기 희생 재료에 함유된 임의의 실리콘은 에칭되지 않고, 따라서, 잔류물(124)로서 캐비티에 잔류할 것이다. 상기 잔류물(124)은 상기 접착 촉진제층(112)의 잔존물 또는 상기 희생 재료에 존재할 수 있는 실리콘인 것으로 믿어진다. 구체적으로, 상기 접착 촉진제층(112)에 또는 상기 희생 재료내에 존재하는 실리콘은 하전되기가 아주 쉬운 나노 유효 범위의 실리콘(즉, 1s 오비탈에 공격자점을 가진 실리콘)을 초래할 수 있다. 상기 잔류물(124)은 상기 스위칭 소자(118)가 전극(106)과 아주 가까운 위치로 이동하는 것을 기계적으로 방해함으로써 상기 MEMS 장치(100)의 성능을 방해할 수 있다. 캔틸레버가 허물어지게 하는 전극(108)에 가해진 유인 전압과 캔틸레버가 백업을 방출하는 유인 전압 사이의 차이가 더 작아지는 경우에, 상기 잔류물은 또한 이력 곡선이 좁아지는 결과를 초래하는 실리콘내에 전하를 저장함으로써 상기 MEMS 장치(100)의 전기적 스위칭 행동을 변화시킬 수 있다.

[0006]

그러므로, 당해 분야에서는 MEMS 장치 및 잔류물이 장치 성능을 방해하지 않는 그 제조 방법에 대한 수요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007]

본 발명은 일반적으로 상기 접착 촉진제 재료에서 유래한 실리콘 잔류물이 캐비티 플로어로부터 감소되거나 또는 심지어 제거된 MEMS 장치에 관한 것이다. 상기 접착 촉진제는 통상 희생 재료를 하부층에 접착시키는 데 사용한다. 그 다음, 상기 접착 촉진제는 상기 희생 재료와 함께 제거된다. 그러나, 상기 접착 촉진제는 제거시에 캐비티내에 실리콘 기반의 잔류물을 남긴다. 본원 발명자들은 상기 접착 촉진제가 상기 희생 재료를 침착시키기 전에 캐비티 영역으로부터 제거될 수 있다는 것을 발견하였다. 상기 기판의 잔존물 위에 잔류하는 상기 접착 촉진제는 상기 MEMS 장치가 형성되는 영역의 외부에 존재하면서, 상기 희생 재료가 상기 기판으로부터 박리될 우려 없이 상기 전극 위에 놓이는 MEMS 장치의 일부분의 제조용 기판에 상기 희생 재료를 접착시키기에 충분하다. 상기 장치의 캐비티 영역에는 접착 촉진제를 사용하지 않기 때문에, 상기 MEMS 장치의 스위칭 소자가 상기 희생 재료를 제거함으로써 유리된 후에 상기 캐비티내에는 실리콘 잔류물이 존재하지 않을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 구현예로, MEMS 장치를 제조하는 방법이 개시된다. 본 방법은 캐비티내에 동봉될 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치될 제2 부분을 가진 기판 위로 접착 촉진제층을 침착시키는 단계, 상기 제1 부분 위로 배치된 영역에서 상기 접착 촉진제층을 제거하는 단계, 희생층을 상기 접착 촉진제층 및 상기 기판의 상기 제1 부분 위로 침착시키는 단계, 상기 희생층 위에 스위칭 소자를 형성하는 단계, 상기 스위칭 소자를 상기 캐비티내에 동봉하는 단계 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 포함한다.
- [0009] 또 다른 구현예로, 제1 부분 및 제2 부분을 갖는 기판 위로 MEMS 장치를 제조하는 방법이 개시된다. 본 방법은 상기 기판의 제1 부분 위로 접착 촉진제층을 선택적으로 형성하는 단계, 희생층을 상기 접착 촉진제층 및 상기 기판의 상기 제2 부분 위에 형성하는 단계, 스위칭 소자를 상기 희생층 및 상기 기판의 제2 부분 위에 형성하는 단계, 상기 기판의 제2 부분에 의해 적어도 부분적으로 접하도록 형성되는(bound) 캐비티내에 상기 스위칭 소자를 동봉하는 단계 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또 하나의 구현예로, 적어도 부분적으로 캐비티와 접하도록 형성되는(bounding) 제1 부분 및 상기 캐비티 외부에 배치된 제2 부분을 갖는 기판, 상기 기판의 제2 부분 위에 배치된 접착 촉진제층을 포함하는 장치가 개시되는데, 상기 접착 촉진제층은 상기 제1 부분 위에는 배치되지 않는다. 상기 장치는 또한 상기 캐비티내에 배치된 스위칭 소자를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 본 발명의 상기 인용된 특징들이 상세히 이해될 수 있도록, 상기에 간략히 요약한 본 발명의 보다 구체적인 설명이 구현예들, 그 일부가 첨부 도면에 예시되어 있는 구현예들을 참조하여 제시될 것이다. 그러나, 첨부 도면은 본 발명의 대표적인 구현예를 예시할 뿐이며, 그러므로, 본 발명이 다른 동등하게 유효한 구현예에 대해 인정될 수 있는 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 아니됨을 주목하여야 한다.
- 도 1a-도 1d는 다양한 제조 단계에서 종래 기술의 MEMS 장치(100)의 개략적 획단면도이다.
- 도 2a-도 2g는 다양한 제조 단계에서 MEMS 장치(200)의 개략적 획단면도이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 명세서에서 논의된 구현예들에서 이용될 수 있는 스위칭 소자(222)의 실시예들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이해를 돋기 위해, 도면들에 공통인 동일 소자들을 지칭하는 경우 가능한 한 동일한 도면 부호를 사용하였다. 일 구현예에서 개시된 소자들이 구체적인 인용 없이 다른 구현예에 유용하게 이용될 수 있다는 것이 고려된다.
- [0013] 본 발명은 일반적으로 상기 접착 촉진제 재료에서 유래한 실리콘 잔류물이 캐비티 플로어로부터 감소되거나 또는 심지어 제거된 MEMS 장치에 관한 것이다. 상기 접착 촉진제는 통상 희생 재료를 하부층에 접착시키는 데 사용한다. 그 다음, 상기 접착 촉진제는 상기 희생 재료와 함께 제거된다. 그러나, 상기 접착 촉진제는 제거시에 캐비티내에 실리콘 기반의 잔류물을 남긴다. 본원에서 논의된 바와 같이, 상기 접착 촉진제는 상기 희생 재료를 침착시키기 전에 캐비티 영역으로부터 제거될 수 있다. 상기 기판의 잔존물 위에 잔류하는 상기 접착 촉진제는 상기 희생 재료가 박리될 우려 없이 상기 희생 재료를 상기 기판에 접착시키기에 충분하다. 상기 장치의 캐비티 영역에는 접착 촉진제를 사용하지 않기 때문에, 상기 MEMS 장치의 스위칭 소자가 유리된 후에 상기 캐비티내에는 실리콘 잔류물이 존재하지 않을 것이다.
- 도 2a-도 2g는 다양한 제조 단계에서 MEMS 장치(200)의 개략적 획단면도이다. 도 2a에 도시된 바와 같이, MEMS 장치(200)는 그 내부에 매립된 여러 구조물을 가진 기판(202)을 포함한다. 상기 장치(200)로부터 상기 기판(202) 하부층까지 전기 접속을 제공하는 전기 접속부(204)가 있다. RF 전극(206)으로부터의 첫 번째 거리에서 이격된 위치로부터 이 전극에 더 가까운 두 번째 거리까지 나중에 형성된 스위칭 소자(222)(도 2f 및 도 2g)를 끄는 데 사용되는 풀인(pull-in) 전극(208)도 있다. 상기 전기 접속부(204), 풀인 전극(208) 및 RF 전극(206)은 모두 에칭과 같은 공정에 의해 재료를 상기 기판(202)로부터 제거함으로써, 전기 전도성 재료를 기판의 에칭된 영역내로 블랭킷 침착시킴으로써 및 과량의 전기 전도성 재료를 에칭 또는 화학적 기계적 폴리싱과 같은 공정에 의해 상기 기판 표면으로부터 제거함으로써 형성될 수 있다. 사용될 수 있는 적합한 전기 전도성 재료로는 구리, 알루미늄, 티타늄, 텡스텐, 티타늄 나이트라이드, 티타늄 알루미늄 나이트라이드, 이들의 조합 및 상보성 금속 산화물 반도체(CMOS) 제조 공정의 라인(BEOL)의 후단에 전통적으로 이용되는 기타 널리 알려진 전기 전도성 재료가 있다. 상기 전도성 재료가 내부에 형성되는 상기 기판 재료로는 실리콘 옥사이드, 실리콘 나이트라이드

드, 실리콘 옥시나이트라이드 및 그 조합과 같은 전기 절연성 재료를 포함할 수 있다. 한편, 전기 접속부(204), 풀인 전극(208) 및 RF 전극(206)은 모두 전기 전도성 재료를 상기 기판(202) 위로 1차 블랭킷 침착시킴으로써 형성될 수 있다. 그 후, 전기 전도성 재료의 과다 부분은 에칭과 같은 공정에 의해 제거하여 전기 접속부(204), 풀인 전극(208) 및 RF 전극(206)의 최종 모양을 형성한다.

[0015] 도 2a에 도시된 바와 같이, 전기 절연층(210)과 그에 이은 접착 촉진제층(212)은 노출된 기판(202) 및 전기 접속부(204), 풀인 전극(208) 및 RF 전극(206) 위로 블랭킷 침착 공정에 의해 침착될 수 있다. 그 후, 과량의 전기 절연성 재료는 에칭 또는 CMP와 같은 공정에 의해 제거될 수 있다. 상기 전기 절연층(210)은 스위칭 소자(222)와 풀인 전극(208) 사이의 합선을 방지한다.

[0016] 그 후, 상기 접착 촉진제층(212)은 전기 절연층(210) 위로 침착된다. 상기 접착 촉진제층(212)은 20 nm 미만, 예컨대, 약 4 nm 내지 약 20 nm 또는 약 6 nm의 두께로 침착될 수 있다. 상기 접착 촉진제층(212)에 이용될 수 있는 적합한 재료로는 유기 작용기에 공유결합된 실리콘을 포함하는 화합물, 예컨대, AP3000, AP4000 및 AP6300이 있는데, 이들은 다우 케미컬에서 입수 가능하며, 일반적으로 오르가노실란계로서 SiO_2 와 유기 희생 재료 사이에서 정확한 결합 종결을 형성한다. 상기 접착 촉진제층(212)은 개선된 접착을 필요로 하는 특이 필름에 맞춰진다. 일반적으로, 상기 접착 촉진제층(212)은 30 원자%의 실리콘이라는 상한치를 가지고 약 29 원자%의 실리콘을 함유한다. 상기 접착 촉진제층(212)은 상기 희생층(220)을 상기 장치(200)에 접착시키는 데 이용된다. 상기 접착 촉진제층(212)의 부재시에 상기 희생층(220)은 상기 장치(200)로부터 박리될 것이다. 상기 접착 촉진제층(212)은 스핀-온 공정에 의해 침착시킬 수 있다.

[0017] 상기한 바와 같이, 상기 접착 촉진제층(212)은 상기 캐비티(226) 내부의 잔류물의 원천일 수 있다. 따라서, 상기 접착 촉진제층(212)은 희생층(220)을 침착시키기 전에 상기 캐비티(226)로부터 제거된다. 상기 접착 촉진제층(212)은 상기 캐비티(226) 외부의 영역에 상기 기판(202) 위에 잔류할 것이다. 일부 잔류 접착 촉진제층(212)은 제거 공정 후에도 상기 캐비티(226)내에 잔류할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 상기 잔류 접착 촉진제층(212)은 어떠한 잔류물이 형성되더라도 그 잔류물이 MEMS 장치의 착륙 성질을 변경하지 않도록 스위칭 소자(222)의 MEMS 영역 또는 심지어 MEMS 터치다운 영역 아래에 존재해서는 아니된다. 상기 접착 촉진제층(212)을 제거하기 위해, 포토레지스트층(214)은 도 2b에 도시한 대로 상기 접착 촉진제층(212) 위로 침착되고, 그 후 도 2c에 도시된 대로 마스크(216)를 형성하도록 패턴화된다. 상기 마스크(216)의 개구부는 상기 희생 재료의 침착 전에 제거될 상기 접착 촉진제층(212)의 일부에 상응한다. 도 2d에 도시된 바와 같이, 노출된 접착 촉진제층(212)은 에칭되어 상기 전극(204, 206 및 210) 영역 외부 영역에 있는 접착 촉진제층(218)의 기판상에 패턴을 남기고, 전극(204, 206 및 210) 영역 내부에는 접착 촉진제층(212)을 남기지 않는다. 잔류하는 패턴화된 접착 촉진제층(218)은 희생층(220)이 스위칭 소자의 형성전에 박리되지 않도록 희생층(220)을 상기 기판(202)에 접착 시키기에 충분할 것이다(도 2f 참조). 상기 접착 촉진제층(212)이 전극(206, 208) 위에 잔존한다면, 상기 접착 촉진제 재료는 장치 신뢰도 및 수명의 단축을 초래하는 전하 트랩으로 작용할 것이다.

[0018] 패턴화된 접착 촉진제층(218)의 부재시에, 상기 희생층(220)은 습식 처리될 때 상기 기판(202)의 큰 영역 위로 박리될 것이다. 비패턴화된 접착 촉진제층(218)의 영역은 상기 캐비티(226)에 의해 충분히 크고, 상기 잔존하는 접착 촉진제층(218)이 웨이퍼의 잔존 부분 위로 상기 희생층(220)을 누를(hold down) 것이다.

[0019] 상기 패턴화된 접착 촉진제층(218)이 형성되면, 상기 마스크(216)는 애싱(ashing) 또는 습식 에칭과 같은 널리 알려진 공정에 의해 제거되고, 상기 희생층(220)은 도 2b에 도시된 바와 같이 침착된다. 희생층(220)에 사용될 수 있는 적합한 재료로는 탄소 골격(carbon backbone)을 갖는 장쇄 분자(long chain molecule)를 보유하는 유기계 유전체가 있다. 상기 희생층(220)에 사용될 수 있는 구체적인 재료로는 다우 케미컬에서 입수 가능한 SILKTM과 같은 폴리아릴렌 또는 폴리페닐렌계 중합체 또는 JSR의 LKD 7200 시리즈가 있다. 상기 패턴화된 접착 촉진제층(218)의 유기 작용기는 상기 희생층(220)에 필요한 결합 작용기를 제공한다. 상기 희생층(220)은 스핀-온 공정에 의해 침착된 다음 경화될 수 있다. 상기 패턴화된 접착 촉진제층(218)은 상기 희생층(220)이 MEMS 장치(200) 공정 단계의 나머지 부분에서 잔존하도록 스핀-온 희생층(220)에 충분한 접착력을 제공한다. 상기 희생층(220)이 침착되면, 그것은 패턴화되고 상기 장치(200)의 나머지가 형성된다.

[0020] 스위칭 소자(222)가 상기 희생층(220) 위로 형성되고, 또 다른 희생층(224)은 상기 스위칭 소자(222) 위로 형성되어 희생 재료내에 상기 스위칭 소자(222)를 매립시킨다. 제2 희생층의 대부분이 상기 제1 희생층상에 존재하기 때문에 이 단계에서 추가의 접착층은 필요 없으나, 접착층이 필요하면, 그러한 접착층은 캐비티 영역에 잔존하지 않도록 패턴화될 수 있다. 상기 스위칭 소자(222)는 전기 전도성 재료를 블랭킷 침착시키고, 그 위로 마스크를 형성하고, 상기 전도성 재료를 에칭하여 상기 스위칭 소자(222)를 형성한 다음, 애싱 또는 에칭과 같은 널

리 알려진 공정에 의해 상기 마스크를 제거함으로써 형성된다. 상기 스위칭 소자(222)는 전기 접속부(204)에 전기적으로 접속된다.

[0021] 상기 희생 재료 모두가 침착되고 패턴화되어 상기 캐비티(226)의 내부 모양을 만들면, 상기 캐비티(226)는 캡슐화되어 루프(228) 및 월(230)이 도 2f에 도시한 바와 같이 존재할 수 있다. 상기 희생층(220, 224)을 제거하고 상기 스위칭 소자(222)를 유리시켜 캐비티내로 이동시키는 에칭제를 도입시키기 위해 개구부가 하나 이상의 상기 루프(228) 및 월(230)을 통해 형성될 수 있다. 상기 희생층(220, 224)은 이방성 플라즈마 에칭 공정에 의해 제거된다. 도 2g로부터 알 수 있듯이, 상기 접착 촉진제층(212)은 상기 희생층(220)을 침착시키기 전에 상기 캐비티(226)로부터 제거되었기 때문에, 상기 캐비티(226) 내부에는 잔류물이 없으며, 스위칭 소자는 전기 절연층(210)의 잔류물 또는 반발성 하전에 의해 방해받지 않는다.

[0022] 상기 스위칭 소자(222)가 전기 접속부(204)에 결합된 고정단 및 자유단을 가진 캘틸레버 구조로서 도시되었지만, 본 발명은 그러한 스위칭 소자로 국한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 본 발명은 전기 접속부를 가진 반대쪽 단부에서 고정된 스위칭 소자, 및 RF 전극으로부터 이격된 위치와 이 전극과 아주 가까운 위치 사이에서 이동 가능한 고정단들 사이의 가요성 브릿지와 같은 기타 스위칭 소자에 동등하게 적용될 수 있다. 스위칭 소자(222)에 사용될 수 있는 적합한 재료로는 티타늄 나이트라이드, 티타늄 알루미늄, 텡스텐, 구리, 티타늄 알루미늄 나이트라이드 알루미늄 및 그 조합과 티타늄 나이트라이드-알루미늄-티타늄 나이트라이드 또는 옥사이드-티타늄 알루미늄 나이트라이드-옥사이드 적층체와 같은 다층 구조물이 있다. 상기 스위칭 소자(222)는 물리적 증착(PVD)과 같은 방법에 의해 전기 전도성 재료를 침착시킨 다음, 에칭과 같은 공정에 의해 전기 전도성 재료를 패턴화함으로써 형성될 수 있다. 필요에 따라 전기 전도성 재료는 상기 스위칭 소자(222)의 하나 이상의 상부 표면 및 하부 표면상에 형성될 수 있다.

[0023] 도 3a 및 도 3b는 본 명세서에 언급된 구현예에 이용될 수 있는 스위칭 소자(222)의 예들이다. 도 3a에서, 상기 스위칭 소자(222)는 그 전도성 부분(302)을 적어도 부분적으로 둘러싸는 복수의 유전층(304)을 포함한다. 상기 유전층(304)은 상기 전도성 부분(302)보다 더 얇다. 상기 유전층(304)은 상기 희생 재료가 노출된 전도성 재료와 상호작용하여 상기 캐비티(226)에 잔류하는 비휘발성 잔류물을 생성할 것이기 때문에 유용하다. 상기 전도성 부분(302)은 이들을 유전층(304)(예컨대, 실리콘 디옥사이드와 같은 옥사이드 재료)으로 둘러쌈으로써 상기 캐비티(226)로부터 적어도 부분적으로 분리될 때, 릴리스후의 잔류물의 양은 상당히 감소되거나 또는 함께 제거된다.

[0024] 도 3b는 또 다른 구현예에 따른 스위칭 소자(222)를 도시한다. 상기 스위칭 소자(222)는 기저부(310)가 하나 이상의 전기 전도성 기둥(330)에 의해 상부(320)에 결합된 와플 같은 구조를 가진다. 상기 기저부(310)는 전도성 부분(312)을 적어도 부분적으로 둘러싸는 복수의 유전층(314)에 의해 둘러싸인 전도성 부분(312)을 포함한다. 유사하게, 상부(320)는 전도성 부분(322)을 적어도 부분적으로 둘러싸는 복수의 유전층(324)에 의해 둘러싸인 전도성 부분(322)을 포함한다.

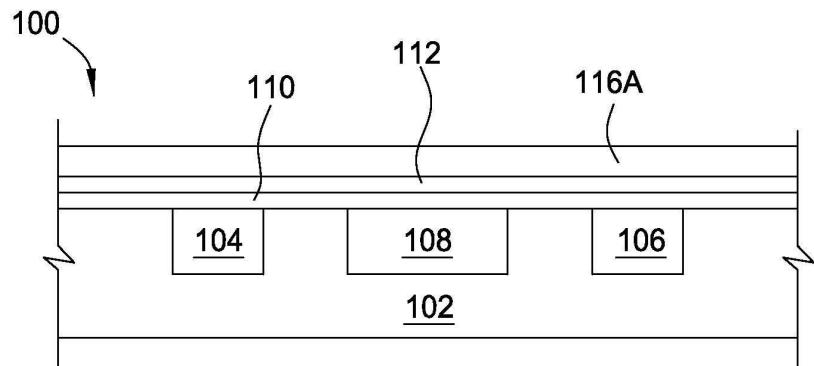
[0025] 장치 캐비티의 외부인 MEMS 장치의 영역에 접착 촉진제층을 이용함으로써, 상기 희생층은 추가의 MEMS 공정중에 박리될 우려 없이 침착되고 접착될 수 있다. 캐비티내에 실리콘계 접착층이 없으면, 실리콘 잔류물이 감소되거나 심지어 제거된다. 따라서, 상기 MEMS 장치는 상기 희생 재료가 박리되거나 또는 접착 재료 잔류물이 MEMS 장치의 기계적 또는 전기적 조작을 방해할 우려 없이 필요한 희생 재료를 사용하여 제조될 수 있다.

[0026] 상기 접착 촉진제층은 다른 방법에 따라 캐비티 영역내에서 제거되고/되거나 존재하지 않을 수 있다는 것도 이해하여야 한다. 예컨대, 마스크는 상기 유전층 위에 형성될 수 있다는 것이 고려된다. 상기 마스크는 캐비티의 하부의 목적하는 모양을 가진다. 그 후, 상기 접착 촉진제는 상기 기판 위로 블랭킷 침착된다. 그 후, 접착 촉진제 재료가 위에 존재하는 상기 마스크는 목적하는 영역이 그 위에 접착 촉진제를 갖지 않도록 제거된다.

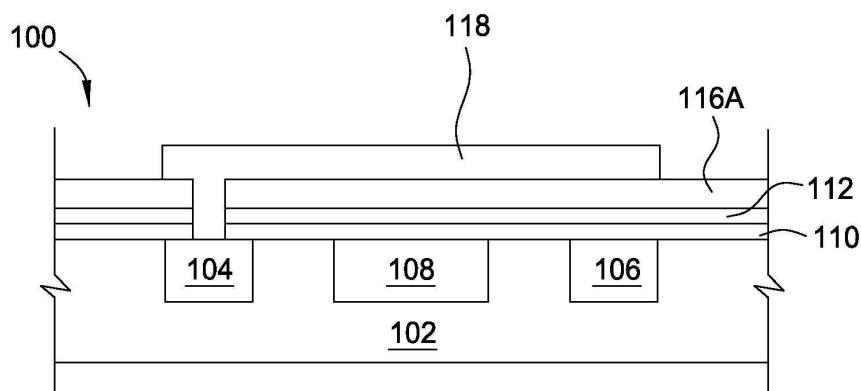
[0027] 상기 설명은 본 발명의 구현예에 대한 것이지만, 본 발명의 기타 및 추가의 구현예들이 본 발명의 기본 범위로부터 벗어나지 않고 고안될 수 있고, 그 범위는 후술하는 특허청구의 범위에 의해 결정된다.

도면

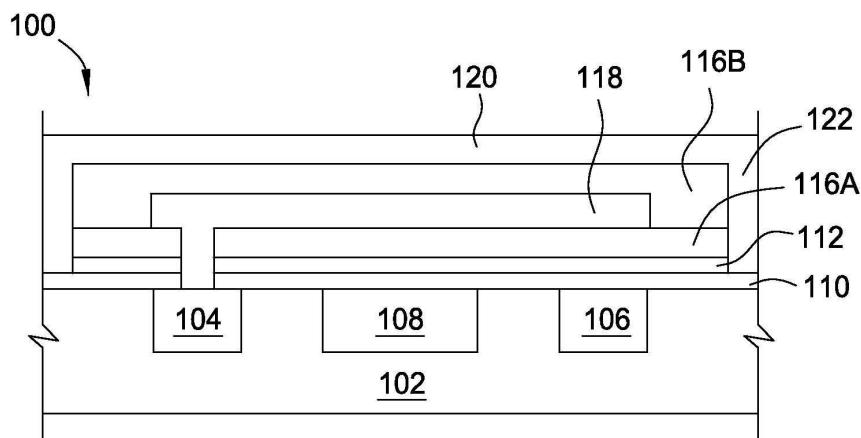
도면1a



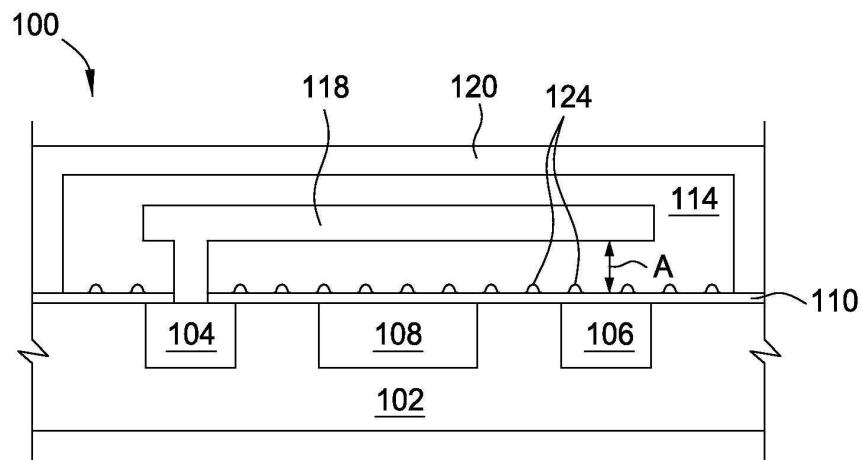
도면1b



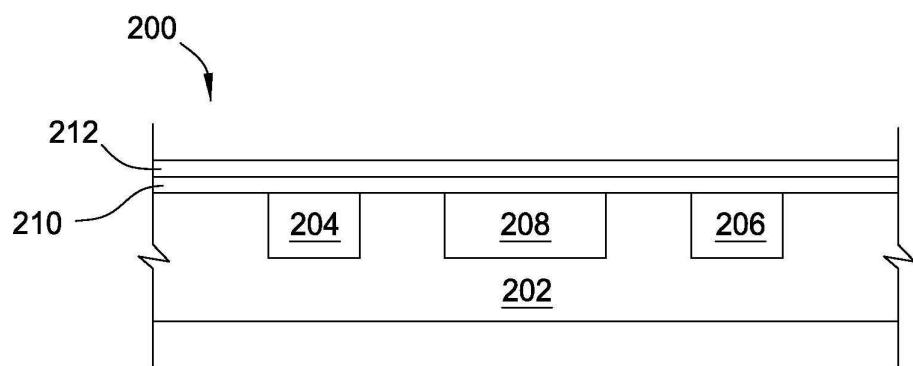
도면1c



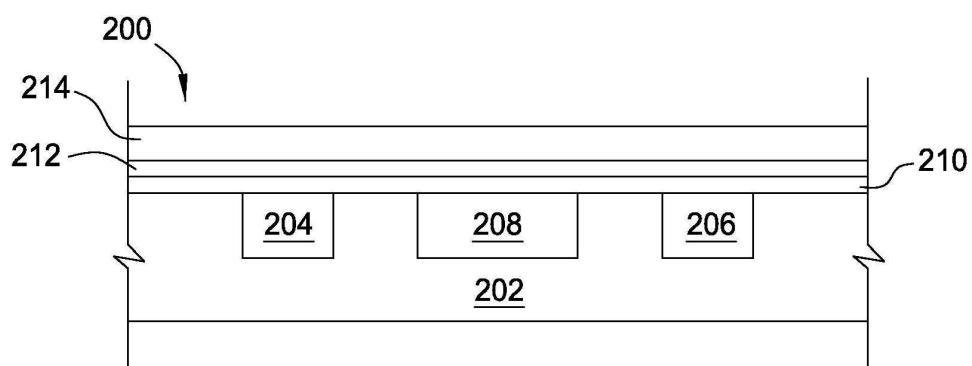
도면1d



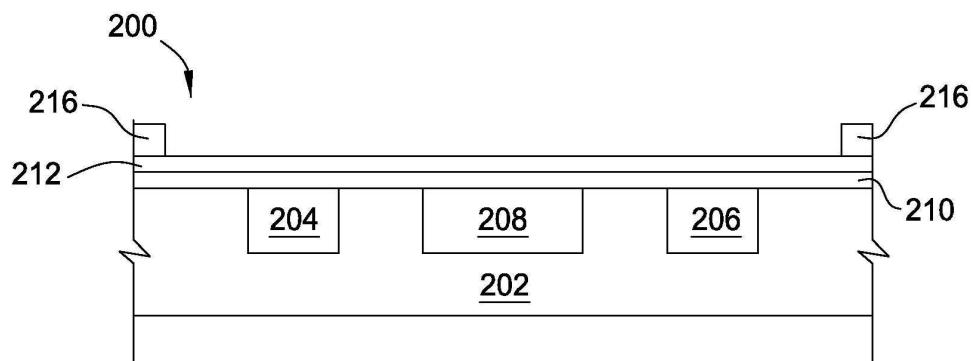
도면2a



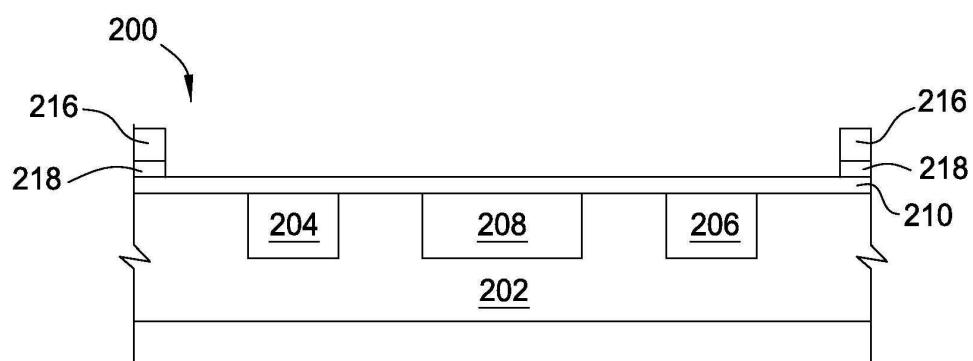
도면2b



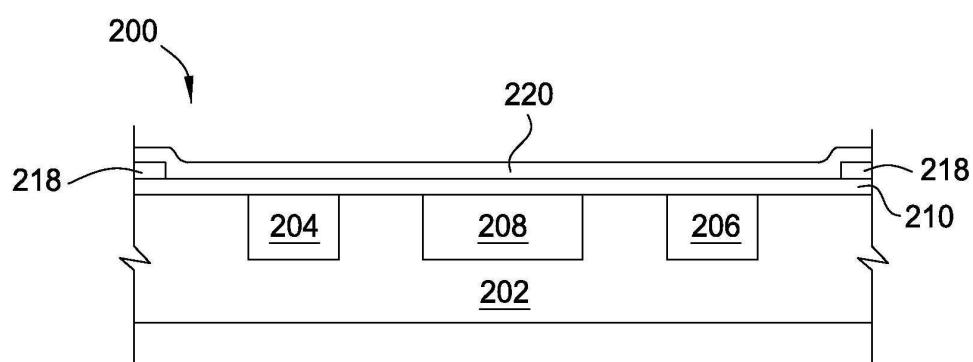
도면2c



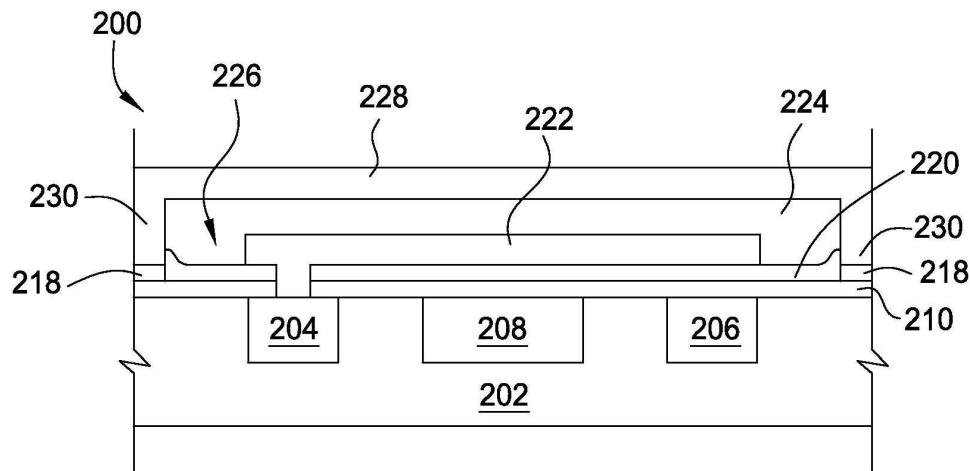
도면2d



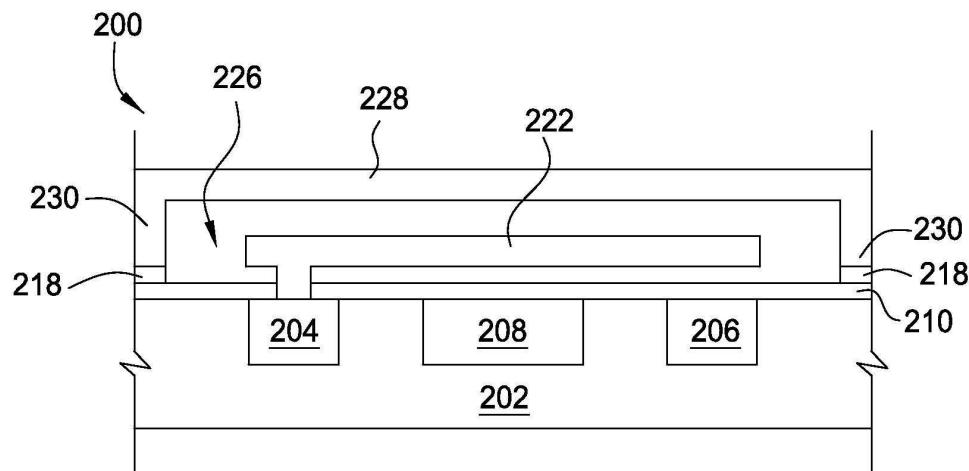
도면2e



도면2f



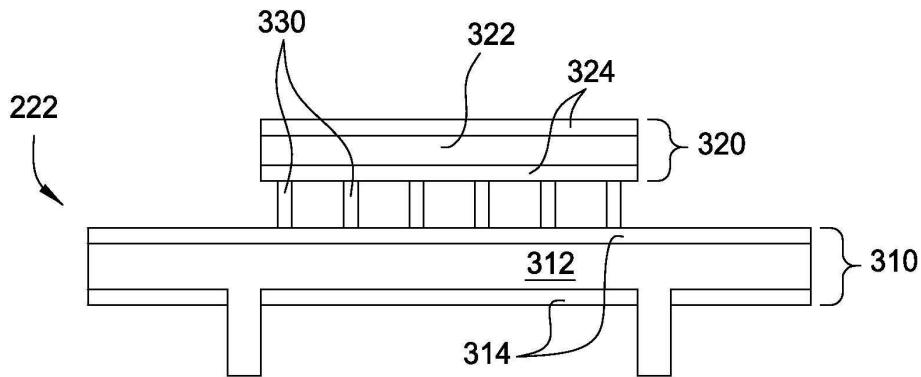
도면2g



도면3a



도면3b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제15항, 제16항

【변경전】

상기 장치는

【변경후】

상기 소자는