



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월20일
(11) 등록번호 10-1298114
(24) 등록일자 2013년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B81B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0048662

(22) 출원일자 2009년06월02일

심사청구일자 2009년06월02일

(65) 공개번호 10-2010-0130016

(43) 공개일자 2010년12월10일

(56) 선행기술조사문헌

US07145213 B1

He, R. et al, 'A LOW TEMPERATURE VACUUM PACKAGE UTILIZING POROUS ALUMINA THIN FILM ENCAPSULATION,' IN: MEMS 2006, IEEE, 2006, pp. 126-129.

US7153717 B2

Verheijden, G.J.A.M. et al, 'WAFER LEVEL ENCAPSULATION TECHNOLOGY FOR MEMS DEVICES USING AN HF-PERMEABLE PECVD SiOC CAPPING LAYER,' IN: MEMS 2008, IEEE, 2008, pp. 798-801.

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 김기현

(54) 발명의 명칭 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지 및 패키징 방법

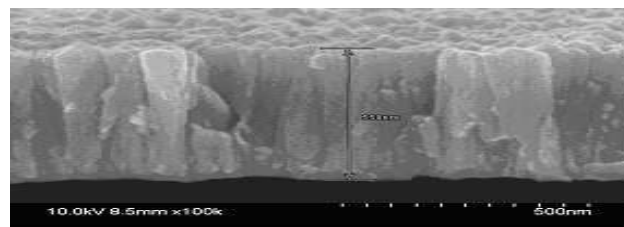
(57) 요약

본 발명은 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지 및 패키징 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 원주상 구조체 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막을 이용한 MEMS 또는 MEMS 소자 및 이를 패키징하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법은 소자가 형성된 기판상에 소자가 덮이도록 희생층을 형성하는 단계, 희생층상에 원주상 구조체 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막을 형성하는 단계, 박막상에 지지층을 형성하고, 박막의 일부분이 드러나도록 지지층을 패터닝하는 단계, 일부분이 드러난 박막에 형성된 나노 기공을 통해 희생층을 제거하여 박막 및 지지층 내부에 공동을 형성하는 단계, 및 박막과 지지층상에 차폐층을 형성하는 단계를 포함한다.

본 발명의 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 따르면, 희생층 제거를 위한 별도의 에칭 홀 생성 과정 없이, 박막 증착 시 생성되는 원주상 구조체 사이의 나노 기공을 이용함으로써 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 과정 시 희생층 제거시간을 단축시킬 수 있다. 또한, 희생층 제거 과정에서 발생하는 MEMS 또는 MEMS 소자의 물리적 및 화학적 손상을 최소화시킬 수 있다.

대표도 - 도5b



(72) 발명자

최동훈

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 전
자공학과 (구성동)

양현호

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 전
자공학과 (구성동)

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 소자가 형성된 기판상에 상기 소자가 덮이도록 희생층을 형성하는 단계;
- (b) 상기 희생층 상에 원주상 구조체(columnar structure) 및 상기 원주상 구조체 사이의 나노 기공을 포함하는 박막을 형성하는 단계;
- (c) 상기 박막 상에 지지층을 형성하고, 상기 박막의 일부분이 드러나도록 상기 지지층을 패터닝하는 단계;
- (d) 상기 일부분이 드러난 상기 박막에 형성된 나노 기공을 통해 상기 희생층을 제거하여 상기 박막 및 상기 지지층 내부에 공동(cavity)을 형성하는 단계; 및
- (e) 상기 박막 및 상기 지지층상에 차폐층을 형성하는 단계를 포함하는 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

기판상에 형성된 MEMS 또는 MEMS 소자;

상기 기판상에서 상기 MEMS 또는 MEMS 소자를 둘러싸되, 상기 MEMS 또는 MEMS 소자와 이격되어 있으며, 원주상 구조체(columnar structure) 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막층;

상기 박막층 상에 형성된 지지층; 및

상기 지지층을 둘러싸도록 형성된 차폐층

을 포함하는 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지 및 패키징 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 원주상 구조체 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막을 이용한 MEMS 또는 MEMS 소자 및 이를 패키징하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 1. 마이크로 전자기계 시스템(Micro Electro Mechanical Systems, MEMS) 또는 나노 전자기계 시스템(NanoElectro Mechanical System, MEMS) 소자의 패키징 방법

[0003] 기존의 MEMS 또는 MEMS 소자를 패키징하는 방법은, 먼저 기판상에 MEMS 또는 MEMS 소자를 제작한 후, 소자가 덮이도록 희생층을 형성한다. 이후, 희생층상에 희생층 제거를 위한 박막층을 형성한다. 이후, 박막층에 에칭 홀을 형성하고, 형성된 에칭 홀을 통해 희생층을 제거한다. 희생층 제거방법으로는 습식 식각 또는 건식 식각 등의 방법을 이용할 수 있다. 이후, 박막층이 둘러싸이도록 차폐층을 형성하여 MEMS 또는 MEMS 소자를

패키징한다.

- [0004] 이러한 패키징 방법 이용할 경우, 희생층 제거를 위해서는 박막층에 에칭 홀을 형성시켜야 하는 과정이 필요하다. 이때, 에칭홀은 MEMS 또는 MEMS 소자의 가장자리에 인접한 위치에 형성되는데, 이러한 경우 희생층 제거를 위한 상당한 시간이 소요될 뿐만 아니라, MEMS 또는 MEMS 소자가 물리적 또는 화학적 손상을 입을 수 있는 문제점이 있다.
- [0005] 삭제
- [0006] 삭제
- [0007] 삭제
- [0008] 삭제
- [0009] 삭제
- [0010] 삭제

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0011] 이러한 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 과정 시 희생층 제거시간을 단축시키고, MEMS 또는 MEMS 소자의 물리적 또는 화학적 손상을 최소화 시킬 수 있는 패키징 방법 및 그 패키지를 제함에 그 목적이 있다.
- [0012] 삭제
- [0013] 삭제

과제 해결수단

- [0014] 본 발명에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법은 (a) 소자가 형성된 기판상에 소자가 덮이도록 희생층을 형성하는 단계, (b) 희생층상에 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물 중 하나의 물질을 물리적 기상 증착법 또는 화학적 기상 증착법을 통해 증착하여 원주상 구조체(columnar structure) 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막을 형성하는 단계, (c) 박막상에 지지층을 형성하고, 박막의 일부분이 드러나도록 지지층을 패터닝하는 단계, (d) 일부분이 드러난 박막에 형성된 나노 기공을 통해 희생층을 제거하여 박막 및 지지층 내부에 공동(cavity)을 형성하는 단계, 및 (e) 박막 및 지지층상에 차폐층을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0015] (b) 단계에서 물리적 기상 증착법은,
- [0016] 스퍼터링(sputtering) 증착 방법 또는 열증착(thermal evaporation) 방법을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0017] (b) 단계에서 화학적 기상 증착법은,
- [0018] 상압 화학적 기상 증착(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition, APCVD), 저압 화학적 기상 증착(Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD) 또는 플라즈마 강화 화학적 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical

Vapor Deposition, PECVD) 방법을 포함하는 것이 바람직하다.

- [0019] (b) 단계에서 금속물질은,
- [0020] 니켈(Ni), 크롬(Cr), 코발트(Co), 철(Fe), 티탄(Ti), 백금(Pt) 및 알루미늄(Al) 중 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0021] (b) 단계에서 산화물은,
- [0022] ITO(indium tin oxide), 산화아연(ZnO), 실리콘 산화물(SiO) 및 이산화티타늄(TiO₂) 중 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0023] (b) 단계에서 질화물은,
- [0024] 질화티타늄(TiN), 질화크롬(CrN) 및 질화나이오븀(NbN)을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0025] (b) 단계에서 플루오린화물은,
- [0026] 플루오린화 칼슘(CaF₂) 및 플루오린화 마그네슘 (MgF₂) 중 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0027] (c) 단계에서 지지층은,
- [0028] 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상을 포함하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0029] (d) 단계에서 차폐층은,
- [0030] 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상을 포함하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0031] (d) 단계에서 차폐층은,
- [0032] 벤조사이클로부텐인(Benzocyclobutene, BCB) 및 폴리이미드(Polyimide) 중 하나 이상을 포함하는 고분자 물질을 이용하여 형성되고,
- [0033] 차폐층을 형성하는 단계는,
- [0034] 박막 및 지지층상에 고분자 물질을 원하는 분위기 하에서 코팅하는 단계, 및 코팅된 고분자 물질을 열처리하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0035] 삭제
- [0036] 삭제
- [0037] 삭제
- [0038] 삭제
- [0039] 삭제
- [0040] 삭제
- [0041] 삭제

- [0042] 삭제
- [0043] 삭제
- [0044] 삭제
- [0045] 삭제
- [0046] 삭제
- [0047] 삭제
- [0048] 삭제
- [0049] 삭제
- [0050] 삭제
- [0051] 삭제
- [0052] 삭제
- [0053] 삭제
- [0054] 삭제
- [0055] 삭제
- [0056] 삭제
- [0057] 삭제
- [0058] 삭제

- [0059] 삭제
- [0060] 삭제
- [0061] 삭제
- [0062] 삭제
- [0063] 삭제
- [0064] 삭제
- [0065] 삭제
- [0066] 본 발명에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지는 기판상에 형성된 MEMS 또는 MEMS 소자, 기판상에서 MEMS 또는 MEMS 소자를 둘러싸되, MEMS 또는 MEMS 소자와 이격되어 있으며, 원주상 구조체(columnar structure) 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막층, 박막층상에 형성된 지지층, 및 지지층을 둘러싸도록 형성된 차폐층을 포함한다.
- [0067] 박막층은 금속물질, 산화물 및 질화물 중 하나를 포함하고,
- [0068] 금속물질은,
- [0069] 니켈(Ni), 크롬(Cr), 코발트(Co), 철(Fe), 티탄(Ti), 백금(Pt) 및 알루미늄(Al) 중 하나 이상을 포함하고,
- [0070] 산화물은,
- [0071] ITO(indium tin oxide), 산화아연(ZnO), 실리콘 산화물(SiO) 및 이산화티타늄(TiO₂) 중 하나 이상을 포함하고,
- [0072] 질화물은,
- [0073] 질화티타늄(TiN), 질화크롬(CrN) 및 질화나이오븀(NbN) 중 하나 이상을 포함하고,
- [0074] 플루오린화물은.
- [0075] 플루오린화 칼슘(CaF₂) 및 플루오린화 마그네슘 (MgF₂) 중 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0076] 지지층 및 차폐층은,
- [0077] 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상을 포함하여 형성된 것이 바람직하다.
- [0078] 차폐층은,
- [0079] 벤조사이클로부텐인(Benzocyclobutene, BCB) 및 폴리이미드(Polyimide) 중 하나 이상을 포함하여 형성된 것이 바람직하다.

효 과

- [0080] 본 발명의 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 따르면, 희생층 제거를 위한 별도의 에칭 홀 생성 과정 없이, 박막 증착 시 생성되는 원주상 구조체 사이의 나노 기공을 이용함으로써, MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 과정 시 희생층 제거시간을 단축시킬 수 있다. 또한, 희생층 제거 과정에서 발생하는 MEMS 또는 MEMS 소자의 물리적

및 화학적 손상을 최소화 시킬 수 있다.

[0081] 삭제

[0082] 삭제

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0083] 1. MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법.

[0084] 이하에는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0085] MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 대한 상세한 설명에 앞서, 본 발명의 실시예에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 형성방법에 대하여 설명한다. 또한, MEMS 또는 MEMS 소자의 형성방법은 MEMS 또는 MEMS 스위치 소자를 예로 하여 상세히 설명한다.

[0086] 도 1 내지 도 3은 본 발명에 따른 MEMS 또는 MEMS 스위치 소자의 형성방법을 나타낸 도면이다.

[0087] 먼저 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(100)상에 제1 절연층(101)을 형성한다. 여기서, 기판(100)으로는 실리콘, 유리 혹은 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 제1 절연층(101)은 저압 화학 기상 증착법(LPCVD), 플라즈마 강화 화학 기상 증착법(PECVD) 또는 상압 화학 기상 증착법(APCVD)을 이용하여 형성될 수 있다. 이후, 제1 절연층(101)상에 스위치 소자의 금속전극들(103a, 103b, 103c)과 제2 절연층(105a, 105b)을 순차적으로 형성한다.

[0088] 다음 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 희생층(110)을 형성하고, 스위치 빔을 형성하기 위해 제1 희생층(110)을 패터닝 한다. 여기서 제1 희생층(110)은 스퍼터링(sputtering) 증착방법, 열증착(thermal evaporatio) 방법, 도금(electroplating)방법 등을 이용하여 형성될 수 있다. 또한, 제1 희생층(110)으로서 사용될 수 있는 물질로는 폴리머(polymer) 또는 금속물질 등이 있으며, 후속의 박막(140)과 식각 선택비(selectivity)가 있는 물질을 선택하는 것이 바람직하다. 이후, 패터닝 된 제1 희생층(110)상에 스위치 빔의 도금을 위한 씨앗층(Au, 111)을 형성한다.

[0089] 다음 도 3에 도시된 바와 같이, 포토레지스트 몰드(120)를 이용하여 스위치 빔(121) 물질을 증착한다. 이후, 포토레지스트 몰드(120)를 제거하고, 씨앗층(111)을 패터닝 함으로써, 기판(121)상에 스위치 빔(121)을 형성한다. 제1 희생층(110)은 후속의 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 과정에서 제거된다.

[0090] 이하에는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 관하여 상세히 설명한다. 여기서 MEMS 또는 MEMS 소자는 상술한 스위치 소자로 하여 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 관하여 상세히 설명한다.

[0091] 도 4 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법을 나타낸 도면이다.

[0092] 도 4 내지 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법은 1-1) 희생층 형성단계, 1-2) 박막 형성단계 1-3) 지지층 형성단계, 1-4) 희생층 제거단계, 및 1-5) 차폐층 형성단계를 포함한다.

[0093] 1-1) 희생층 형성단계

[0094] 도 4에 도시된 바와 같이, 기판(100)상에 형성된 스위치 소자가 완전히 덮이도록 제2 희생층(130)을 형성한다. 제2 희생층(130)을 형성하는 방법으로는, 스퍼터링 증착방법, 열증착 방법 또는 도금 방법 등이 있다. 또한, 제2 희생층(130)으로 사용할 수 있는 물질로는 폴리머 또는 금속물질 등이 있으며, 후속의 박막(140)과 식각 선택비(selectivity)가 있는 물질을 선택하는 것이 바람직하다. 제2 희생층(130)의 두께는 스위치 소자의 크기 및 패키징 되는 층과의 이격 거리에 따라 조절하는 것이 바람직하다. 또한, 제2 희생층(130)을 증착 한 이후, 스위치 소자의 패키징을 위한 공동(cavity)을 형성하기 위해 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)을 패터닝 한다.

[0095] 1-2) 박막 형성단계

[0096] 도 5a에 도시된 바와 같이, 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)상에 박막(140)을 형성한다.

[0097] 도 5b는 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)상에 형성된 박막(130)의 구조를 확대하여 나타낸 전자 현미경 사

진이다.

[0098] 도 5b에 도시된 바와 같이, 박막(140)에는 수직으로 형성된 나노 기공(141)이 형성되어 있으며, 이러한 나노 기공(141)은 수직의 원주상 구조체(columnar structure) 사이에 형성된다. 박막(140)은 금속물질, 산화물 또는 질화물을 물리적 기상 증착법(physical vapor deposition, PVD)을 이용하여 형성될 수 있다. 여기서, 박막(140)을 형성하기 위해 사용되는 금속물질로는 니켈(Ni), 크롬(Cr), 코발트(Co), 철(Fe), 티탄(Ti), 백금(Pt) 및 알루미늄(Al) 등이 있다. 또한, 산화물로는 ITO(indium tin oxide), 산화아연(ZnO), 실리콘 산화물(SiO) 및 이산화티타늄(TiO₂)이 있다. 또한, 질화물로는 질화티타늄(TiN), 질화크롬(CrN) 및 질화나이오븀(NbN)이 있다. 또한, 박막(140) 형성 물질로서 플루오린화 칼슘(CaF₂) 및 플루오린화 마그네슘(MgF₂)도 가능하다. 박막(140)을 형성하기 위한 물리적 기상 증착법에는 스퍼터링(sputtering) 증착 방법 또는 열증착(thermal evaporation) 방법이 있고, 화학적 기상 증착법에는 상압 화학적 기상 증착(APCVD), 저압 화학적 기상 증착(LPCVD) 또는 플라즈마 강화 화학적 기상 증착(PECVD)이 있다.

[0099] 박막(140)에 형성된 나노 기공(141)을 갖는 수직의 원주상 구조체는 상술한 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물이 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법과 같은 물리적 기상 증착 방법으로 증착 될 때, 기판에 온도를 가하지 않는 상태에서는 제한된 표면 확산(Limited Surface Diffusion)과 원자상태의 그림자 효과(Atomic shadowing effect)에 의해서 자연스럽게 수직의 원주상 구조체를 갖는 박막이 형성된다. 한편, 특정 물질은 증착 온도를 높임으로써 화학 기상 증착법(chemical vapor deposition, CVD)을 이용하면, z 방향으로의 우선 배향성(preferred orientation)으로 나노 기공을 갖는 수직의 원주상 구조체를 형성시킬 수도 있다.

[0100] 나노 기공(141)을 갖는 원주상 구조체는 박막(140) 형성을 위한 증착 물질이 기판(100)에 도착했을 때, 표면 확산(surface diffusion)이 발생하지 않을 경우 생성될 수 있다. 즉, 증착 물질이 기판(100)에 도착했을 때 기판(100)의 온도가 낮으면(상온), 안정화되지 못하고 바로 원주상 구조로 성장하는 것이다. 따라서 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법을 이용하여 물질을 증착 할때 기판(100)을 가열하지 않고 상온에서 증착하면 나노 기공(141)을 갖는 원주상 구조체가 형성될 수 있다. 한편, 원주상 구조체 사이의 나노 기공(141)은 물질이 증착되는 인시던트 플럭스 앵글(incident flux angle)에 따라서 원자 상태의 그림자 효과(atomic shadowing effect)로 인하여, 나노 기공이 생성되는 각도뿐만 아니라, 기공률 조절도 가능하다.

[0101] 따라서 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)상에 박막(140)을 형성함으로써, 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)을 제거하기 위한 에칭 홀이 형성된 것이다.

[0102] **1-3) 지지층 형성단계**

[0103] 도 6에 도시된 바와 같이, 박막(140)상에 지지층(150)을 형성한다. 지지층(150)은 패키지의 구조적 안정성을 높여 주기 위해 기계적 강도가 우수한 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 이에 따라 지지층(150)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드와 같은 기계적 강도가 우수한 물질로 형성되는 것이 바람직하다.

[0104] 박막(140)상에 지지층(150)을 형성한 후, 박막(140)의 일부분이 드러나도록 지지층(150)을 패터닝 한다. 여기서 지지층(150)을 패터닝하는 이유는 패터닝된 지지층(150)에 의해 노출된 박막(140)의 나노 기공(141)을 에칭 홀로 이용하여 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)을 제거하기 위해서이다.

[0105] **1-4) 희생층 제거단계**

[0106] 도 7a에 도시된 바와 같이, 박막(140)의 나노 기공을 통해 제1 희생층(110) 및 제2 희생층(130)을 제거하여 공동(cavity)을 형성한다. 이때 희생층 제거하기 위해서는 습식 또는 건식 식각 방법을 이용할 수 있다.

[0107] 도 7b는 실제로 제작된 공동(160)을 나타낸 전자 현미경 사진이다. 여기서 공동(160)은 속이 비어 있는 공간을 의미한다.

[0108] **1-5) 차폐층 형성단계**

[0109] 도 8에 도시된 바와 같이, 박막(140) 및 지지층(150)상에 차폐층(170)을 형성하여 스위치 소자(10)를 패키징 한다.

[0110] 차폐층(170)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상을 포함하여 형성되는 것이 바람직하다. 여기서, 차폐층(170)의 구성물질인 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드는 강도가 우수하기 때문에 패키지의 내부와 외부의 기압차에 따른 압력에 잘 견딜 수 있게 해 준다. 또한, 이온빔 스퍼터(ion beam sputter) 증착 방법을 이용하여 차폐층(170)을 형성할 경우, 실리콘 카바이드 이외에 다른 세라믹 물질도

사용 가능하다.

- [0111] 또한, 분위기가 조절된 패키징을 위한 차폐층(170) 형성 물질로는, 벤조사이클로부텐인(Benzocyclobutene, BCB) 및 폴리이미드(Polyimide)와 같은 고분자 물질을 사용 할수 있다. 이러한 경우, 원하는 분위기 하에서 고분자 물질을 박막(140) 및 지지층(150)상에 코팅한 후, 열처리 하여 차폐층(170)을 형성할 수 있다. 이때, 차폐층(170) 형성 물질로 사용하는 고분자 물질의 점도를 충분히 높게 하면, 코팅 처리 시 고분자 물질이 박막(140)에 형성된 나노 기공(141) 사이로 잘 침투될 수 있으므로 MEMS 또는 MEMS 소자에 악 영향을 끼치는 요인을 더욱 잘 방지할 수 있다.
- [0112] 본 발명의 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 방법에 따르면, 희생층 제거를 위한 별도의 에칭 홀 생성 과정 없이, 박막 증착 시 생성되는 원주상 구조체 사이의 나노 기공을 이용함으로써, MEMS 또는 MEMS 소자의 패키징 과정 시 희생층 제거시간을 단축시킬 수 있다. 또한, 희생층 제거 과정에서 발생하는 MEMS 또는 MEMS 소자의 물리적 및 화학적 손상을 최소화 시킬 수 있다.
- [0113] 도 8은 본 발명의 패키징 방법에 의해 패키징 된 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지를 나타낸 도면이다.
- [0114] 도 8을 참조하면, MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지는, 기판(100)상에 형성된 MEMS 또는 MEMS 소자(10), 기판(100)상에서 MEMS 또는 MEMS 소자(10)를 둘러싸되, MEMS 또는 MEMS 소자(10)와 이격되어 있으며, 나노 기공을 갖는 원주상 구조체가 형성된 박막층(140), 박막층(140)상에 형성된 지지층(150), 및 지지층(150)을 둘러싸도록 형성된 차폐층(170)을 포함한다.
- [0115] 박막층(170)은 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물 중 하나를 포함하여 형성된 것일 수 있다. 여기서, 박막층(170)을 형성하기 위한 금속물질로는 니켈(Ni), 크롬(Cr), 코발트(Co), 철(Fe), 티탄(Ti), 백금(Pt) 및 알루미늄(Al) 중 하나 이상을 포함 할 수 있다. 또한, 산화물로는 ITO(indium tin oxide), 산화아연(ZnO), 실리콘 산화물(SiO) 및 이산화티타늄(TiO2) 중 하나 이상을 포함 할 수 있다. 또한, 질화물로는 질화티타늄(TiN) 질화크롬(CrN) 및 질화나이오븀(NbN) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 플루오린화물로는, 플루오린화 칼슘(CaF2) 및 플루오린화 마그네슘(MgF2) 중 하나 이상을 포함 할 수 있다.
- [0116] 지지층(150)은 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지의 구조적 안정성을 높여 주기 위해 기계적 강도가 우수한 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 이에 따라 지지층(150)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상을 포함하여 형성된 것이 바람직하다.
- [0117] 차폐층(170)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 중 하나 이상을 포함하여 형성된 것일 수 있다. 차폐층(170) 형성 물질인 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드는 강도가 우수하므로 패키지 내부와 외부의 기압차에 따른 압력에 잘 견딜 수 있게 해 준다.
- [0118] 또한, 소자의 패키징 시, 차폐층(170)은 벤조사이클로부텐인(Benzocyclobutene, BCB) 및 폴리이미드(Polyimide) 중 하나 이상을 포함하여 형성된 것일 수 있다.
- [0119] **2. 나노 와이어 형성방법**
- [0120] 이하에는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 와이어의 형성방법에 관하여 상세히 설명한다.
- [0121] 도 9 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 나노 와이어의 형성방법을 나타낸 도면이다.
- [0122] 도 9 내지 도 12를 참조하면, 본 발명에 따른 나노 와이어를 형성하는 방법은 2-1) 금속 촉매 물질층 형성단계, 2-2) 박막 형성단계, 2-3) 나노 와이어 물질 증착 단계, 및 2-4) 나노 와이어 형성단계를 포함한다.
- [0123] **2-1) 금속 촉매 물질층 형성단계**
- [0124] 먼저 도 9에 도시된 바와 같이, 기판(100)상에 탄소 나노 튜브를 성장시키기 위한 금속 촉매 물질층(910)을 형성한다. 금속 촉매 물질층(910)로는 백금(Pt) 및 니켈(Ni)을 사용할 수 있다.
- [0125] **2-2) 박막 형성단계**
- [0126] 도 10에 도시된 바와 같이, 금속 촉매 물질층(910)상에 박막(920)을 형성한다.

- [0127] 도 5b는 박막(920)의 구조를 확대하여 나타낸 전자 현미경 사진이다.
- [0128] 도 5b를 결부하여 도 10을 참조하면, 박막(920)에는 수직으로 형성된 나노 기공(141)이 형성되어 있으며, 이러한 나노 기공(141)은 원주상 구조체(columnar structure) 사이에 형성된다. 박막(920)은 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물을 물리적 기상 증착법 또는 화학적 기상 증착법을 이용하여 형성될 수 있다. 여기서, 박막(920)을 형성하기 위해 사용되는 금속물질로는 니켈, 크롬, 코발트, 철, 티탄, 백금 및 알루미늄 등이 있다. 또한, 산화물로는 ITO, 산화아연, 실리콘 산화물 및 이산화티타늄이 있다. 또한, 질화물로는 질화티타늄, 질화크롬 및 질화나이오븀이 사용 가능하다. 또한, 박막(920) 형성 물질로서 플루오린화 칼슘 및 플루오린화 마그네슘도 가능하다. 박막(920)을 형성하기 위한 물리적 기상 증착법에는 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법이 있고, 화학적 기상 증착법에는 상압 화학적 기상 증착, 저압 화학적 기상 증착 또는 플라즈마 강화 화학적 기상 증착 방법이 있다.
- [0129] 박막(910)에 형성된 나노 기공(141)을 갖는 수직의 원주상 구조체는 상술한 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물이 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법과 같은 물리적 기상 증착 방법으로 증착 될 때, 기판에 온도를 가하지 않는 상태에서는 제한된 표면 확산(Limited Surface Diffusion)과 원자상태의 그림자 효과(Atomic shadowing effect)에 의해서 자연스럽게 수직의 원주상 구조체를 갖는 박막이 형성된다. 한편, 특정 물질은 증착온도를 높임으로써 화학적 기상 증착방법을 이용하면, z 방향으로의 우선 배향성(preferred orientation)으로 나노 기공을 갖는 수직의 원주상 구조체를 형성시킬 수도 있다.
- [0130] 나노 기공(141)을 갖는 원주상 구조체는 박막(920) 형성을 위한 증착 물질이 기판(900)에 도착했을 때, 표면 확산이 발생하지 않을 경우 생성될 수 있다. 즉, 증착 물질이 기판(900)에 도착했을 때 기판(900)의 온도가 낮으면(상온), 안정화되지 못하고 바로 원주상 구조로 성장하는 것이다. 따라서 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법을 이용하여 물질을 증착 할 때 기판(900)을 가열하지 않고 상온에서 증착하면, 수직의 나노 기공(141)을 갖는 원주상 구조체가 형성될 수 있다. 한편, 원주상 구조체 사이의 나노 기공(141)은 물질이 증착되는 인시던트 플럭스 앵글(incident flux angle)에 따라서 원자 상태의 그림자 효과(atomic shadowing effect)로 인하여, 나노 기공이 생성되는 각도뿐만 아니라, 기공률 조절도 가능하다.
- [0131] **2-3) 나노 와이어 물질 증착 단계**
- [0132] 도 11a에 도시된 바와 같이, 금속 촉매 물질층(910)상에 형성된 박막(920)의 나노 기공 사이로 나노 와이어 물질(930a)을 증착하고, 증착된 나노 와이어 물질(930a)을 수직으로 성장시킨다. 이때, 나노 와이어 물질(930a)은 탄소 나노 튜브일 수 있으며, 탄소 나노 튜브(930a)는 화학 기상 증착법을 이용하여 증착 될 수 있다.
- [0133] 이후, 도 11b에 도시된 바와 같이, 박막(920)과 탄소 나노 튜브 물질(930a)상에 감광제(940)를 도포한 후, 습식 식각법을 이용하여 박막(920)과 탄소 나노 튜브 물질(930a)을 패터닝 할 수 있다. 박막(920)과 탄소 나노 튜브 물질(930a)을 패터닝 한 후, 감광제(940)를 제거한다.
- [0134] **2-4) 나노 와이어 형성단계**
- [0135] 도 12에 도시된 바와 같이, 건식 또는 습식 식각법을 통해 박막(920)을 제거하여 탄소 나노 와이어(930b)를 형성한다.
- [0136] 본 발명의 나노 와이어 형성방법에 따르면, 나노 기공을 갖는 원주상 구조체가 형성된 박막(920)을 나노 와이어(930b) 혹은 나노 구조체를 형성하기 위한 몰드로 이용함으로써, 나노 크기의 몰드를 형성하기 위한 공정을 생략 할 수 있다.
- [0137] **3. 소수성 표면의 형성방법**
- [0138] 이하에는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 소수성 표면의 형성방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0139] 도 13 내지 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 소수성 표면의 형성방법을 나타낸 도면이다.
- [0140] 도 13 내지 도 15를 참조하면, 본 발명에 따른 소수성 표면의 형성방법은 3-1) 박막 형성단계, 3-2) 코팅 처리 단계, 3-3) 폴리머 도포단계, 및 3-4) 소수성 표면 형성단계를 포함한다.
- [0141] **3-1) 박막 형성단계**

- [0142] 먼저 도 13에 도시된 바와 같이, 기판(1300)상에 박막(1310)을 형성한다.
- [0143] 도 5b는 박막(1310)의 구조를 확대하여 나타낸 전자 현미경 사진이다.
- [0144] 도 5b를 결부하여 도 13을 참조하면, 박막(1310)에는 수직으로 형성된 나노 기공(141)이 형성되어 있으며, 나노 기공(141)은 수직의 원주상 구조체(columnar structure) 사이에 형성된다. 박막(1310)은 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물을 물리적 또는 화학적 기상 증착법을 이용하여 형성될 수 있다. 여기서, 박막(1310)을 형성하기 위해 사용되는 금속물질에는, 니켈, 크롬, 코발트, 철, 티탄, 백금 및 알루미늄 등이 있다. 또한, 산화물에는 ITO, 산화아연, 실리콘 산화물 및 이산화티타늄이 있다. 또한, 질화물로는 질화티타늄, 질화크롬 및 질화나리오븀이 사용 가능하다. 또한, 박막(1310) 형성 물질로서 플루오린화 칼슘(CaF₂) 및 플루오린화 마그네슘(MgF₂)도 가능하다. 박막(1310)을 형성하기 위한 물리적 기상 증착법에는 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법이 있고, 화학적 기상 증착법에는 상압 화학적 기상 증착, 저압 화학적 기상 증착 또는 플라즈마 강화 화학적 기상 증착 방법이 있다.
- [0145] 박막(1310)에 형성된 나노 기공(141)을 갖는 수직의 원주상 구조체는 상술한 금속물질, 산화물, 질화물 및 플루오린화물이 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법과 같은 물리적 기상 증착 방법으로 증착 될 때, 기판에 온도를 가하지 않는 상태에서는 제한된 표면 확산(Limited Surface Diffusion)과 원자상태의 그림자 효과(Atomic shadowing effect)에 의해서 자연스럽게 수직의 원주상 구조체를 갖는 박막이 형성된다. 한편, 특정 물질은 증착 온도를 높임으로써 화학적 기상 증착 방법을 이용하면, z 방향으로의 우선 배향성(preferred orientation)으로 나노 기공을 갖는 수직의 원주상 구조체를 형성시킬 수도 있다.
- [0146] 나노 기공(141)을 갖는 원주상 구조체는 박막(1310) 형성을 위한 증착 물질이 기판(1300)에 도착했을 때, 표면 확산이 발생하지 않을 경우 생성될 수 있다. 즉, 증착 물질이 기판(1300)에 도착했을 때 기판(1300)의 온도가 낮으면(상온), 안정화되지 못하고 바로 원주상 구조로 성장하는 것이다. 따라서 스퍼터링 증착 방법 또는 열증착 방법을 이용하여 물질을 증착 할 때 기판(1300)을 가열하지 않고 상온에서 증착하면, 나노 기공(141)을 갖는 원주상 구조체가 형성될 수 있다. 한편, 원주상 구조체 사이의 나노 기공(141)은 물질이 증착되는 인시던트 플럭스 앵글(incident flux angle)에 따라서 원자 상태의 그림자 효과(atomic shadowing effect)로 인하여, 나노 기공이 생성되는 각도뿐만 아니라, 기공률 조절도 가능하다.
- [0147] **3-2) 코팅 처리단계**
- [0148] 박막(1310) 형성 이후, 후속의 폴리머(1320) 도포를 위해서 박막(1310)이 친수성을 갖도록 해 준다. 즉, 박막(1310)의 구성 물질이 척수성 물질로 되어 있을 경우, 박막(1310)의 표면을 SAM(self-assembled monolayer) 코팅 처리하여 친수성을 갖도록 해 주는 것이 바람직하다.
- [0149] **3-3) 폴리머 도포단계**
- [0150] 도 14에 도시된 바와 같이, 박막(1310)상에 폴리머(1320)를 도포한다. 이때, 박막(1310)에 형성된 나노 기공으로 폴리머(1320)가 잘 유입되도록 도포한다. 폴리머(1320)를 도포하는 방법에는 박막(1310)과 폴리머(1320) 사이에 기포를 제거함으로써, 박막(1310)에 형성된 나노 기공을 통해 폴리머(1310)가 잘 유입되도록 진공 챔버 내부에서 스핀 코팅하고, 일정 시간 안정화 시켜주는 방법이 있다.
- [0151] **3-4) 소수성 표면 형성단계**
- [0152] 도포된 폴리머(1320)를 박막(1310)으로부터 분리하여 소수성 표면을 갖는 폴리머(1320)를 형성한다. 박막(1310)의 분리 방법으로는, 박막(1310)과 폴리머(1320)를 기계적인 방법으로 뜯어내거나, 습식 식각을 통해 박막(1320)을 제거하는 방법이 있다.
- [0153] 이러한 방법들을 통해 박막(1310)으로부터 분리된 폴리머(1320)의 표면에는 원주상 구조체 사이의 나노 기공으로부터 전사된 나노 사이즈의 구조체가 형성된다. 이러한 나노 구조체로 인하여 폴리머(1320) 표면은 소수성을 갖게 된다.
- [0154] 본 발명의 소수성 표면의 형성방법에 따르면, 기존의 소수성 표면 제작 방법에 있어 포토리소그래피, 전자빔 리소그래피 또는 나노 임플란트 등의 고가의 공정을 사용하지 않고, 나노 기공을 갖는 원주상 구조체가 형성된 박막을 이용함으로써, 저비용으로 더욱 손쉽게 소수성 표면을 제작 할 수 있다.

[0155] 이상에서 보는 바와 같이, 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시 될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0156] 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로 이해해야만 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0157] 도 1 내지 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자 형성방법을 나타낸 도면.

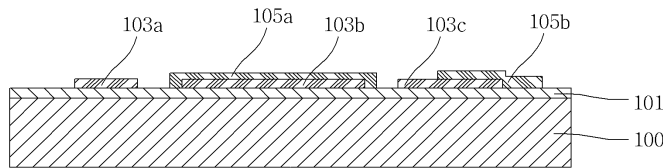
[0158] 도 4 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 MEMS 또는 MEMS 소자 패키징 방법을 나타낸 도면.

[0159] 도 9 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 나노 와이어 형성방법을 나타낸 도면.

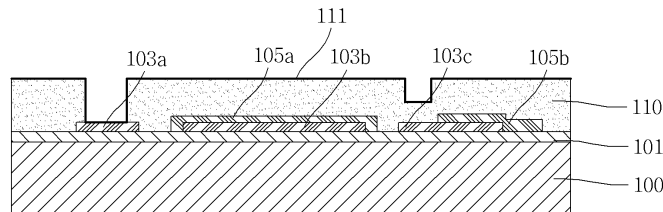
[0160] 도 13 내지 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 소수성 표면 형성방법을 나타낸 도면.

도면

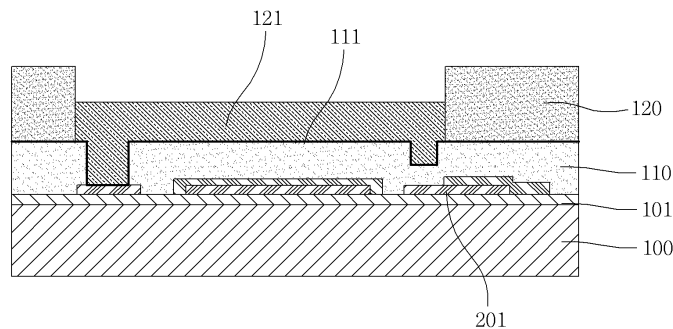
도면1



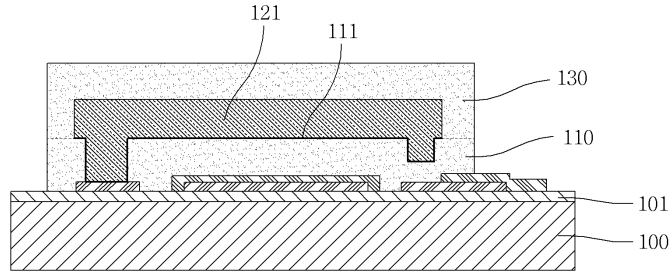
도면2



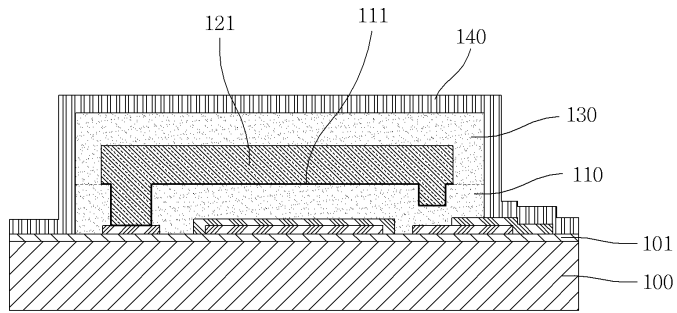
도면3



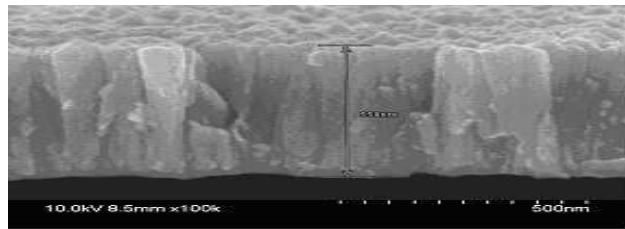
도면4



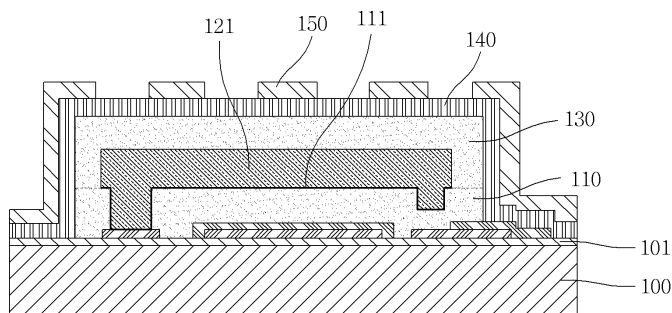
도면5a



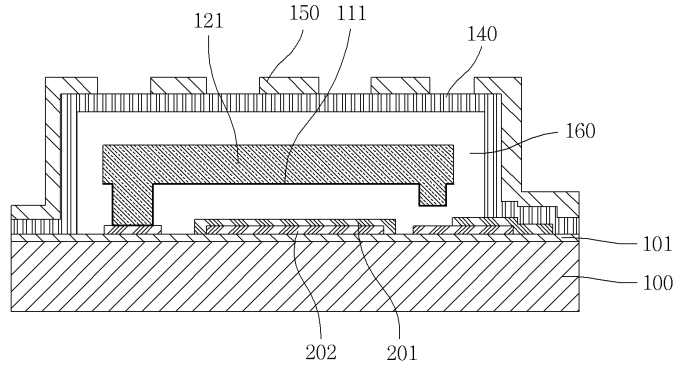
도면5b



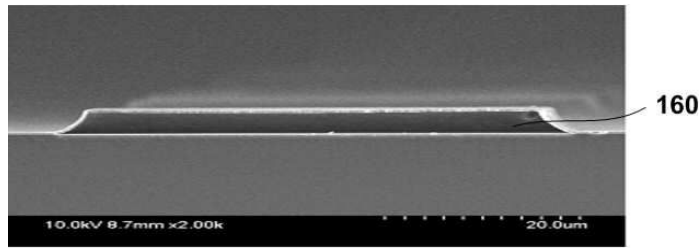
도면6



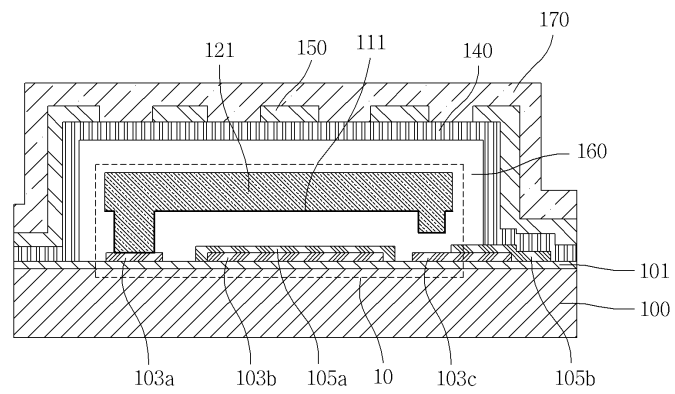
도면7a



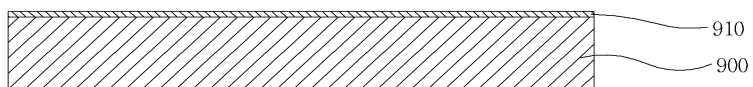
도면7b



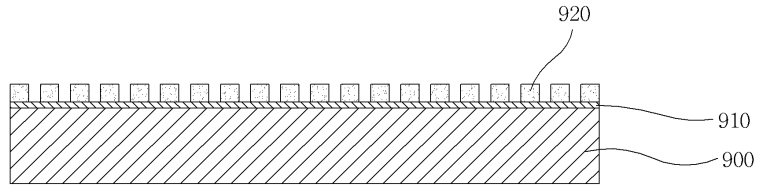
도면8



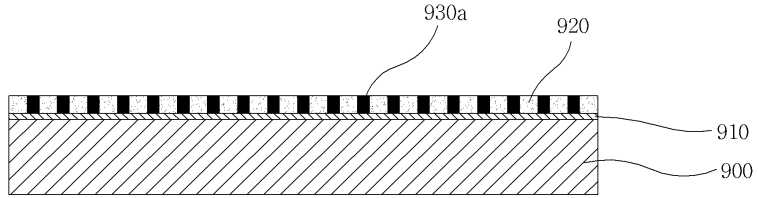
도면9



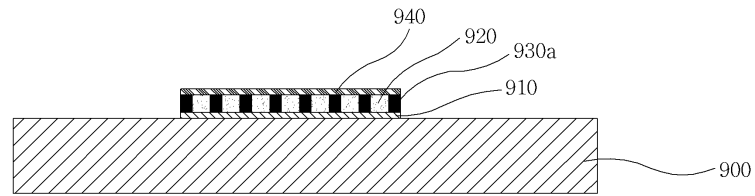
도면10



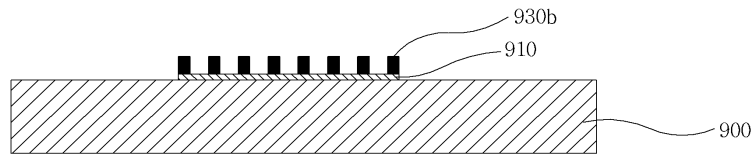
도면11a



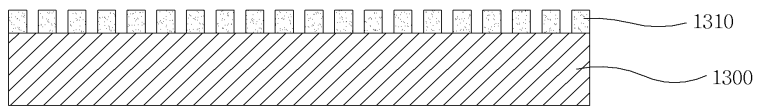
도면11b



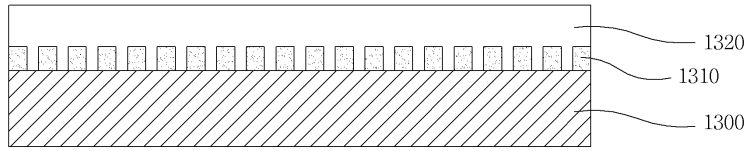
도면12



도면13



도면14



도면15

