(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015 년 12 월 10 일 (10.12.2015)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2015/186976 A1

(51) 국제특허분류:
G01G 9/00 (2006.01) *G01N 15/00* (2006.01)
G01N 5/00 (2006.01) *G01N 29/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2015/005590

(22) 국제출원일: 2015 년 6 월 3 일 (03.06.2015)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2014-0067724 2014 년 6 월 3 일 (03.06.2014) KR

(71) 출원인: **서강대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION SOGANG UNIVERSITY)** [KR/KR]; 121-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 떼이야르관 306 호, Seoul (KR).

(72) 발명자: **이정철 (LEE, Jung Chul)**; 135-506 서울시 강남구 선릉로 221 도곡렉슬아파트 204 동 1202 호, Seoul (KR). **김주현 (KIM, Joo Hyun)**; 407-722 인천시 계양구 장군봉길 12, 귤현 I-PARK 101 동 1103 호, Incheon (KR).

(74) 대리인: **지현조 (JI, Hyon Jo)**; 151-832 서울시 관악구 남부순환로 1922, 청동빌딩 301 호, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

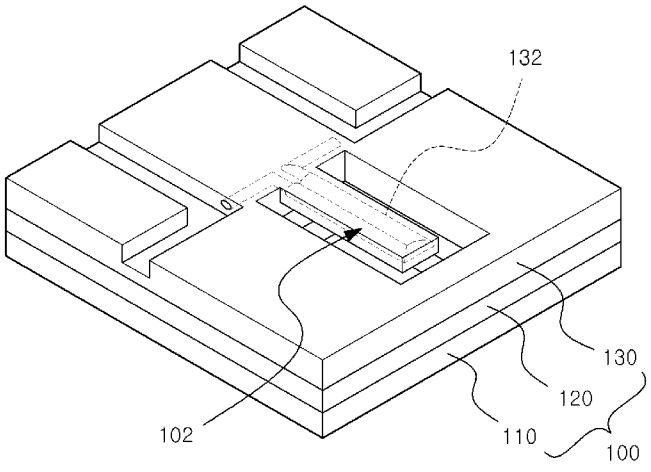
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) **Title**: MICROCHANNEL RESONATOR AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) **발명의 명칭** : 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법



(57) **Abstract**: A method for manufacturing a microchannel resonator capable of measuring the mass and a characteristic of an object by using a principle in which a resonant frequency changes according to the mass of a moving material comprises the steps of: providing a stacked substrate including a lower layer, a middle layer provided on the upper part of the lower layer, and an upper silicon layer provided on the upper part of the middle layer; forming a cavity channel for allowing a material moving in a predetermined depth inside the upper silicon layer to perform a resonant motion; and partially removing the upper silicon layer and the lower layer corresponding to the vicinity of the cavity channel, wherein, according to the partial removal of the upper silicon layer and the lower layer, a hollow micro channel structure including the cavity channel therein and capable of doing a resonant motion for the stacked substrate is formed.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/186976 A1

이동하는 물질의 질량에 따라 공진 주파수가 변화하는 원리를 이용하여 목적물의 질량 및 특성을 측정할 수 있는 마이크로채널 공진기 제조방법은, 하부층(lower layer), 하부층의 상부에 제공되는 중간층(middle layer), 및 중간층의 상부에 제공되는 상부실리콘층(upper silicon layer)을 포함하는 적층기판을 제공하는 단계; 상부실리콘층의 내부 소정 깊이에 이동하는 물질이 공진 운동하기 위한 공동 채널(cavity channel)을 형성하는 단계; 및 공동 채널의 주변에 대응하는 상부 실리콘층 및 하부층을 부분적으로 제거하는 단계;를 포함하고, 상부실리콘층 및 하부층을 부분적으로 제거함에 따라, 공동 채널을 내부에 포함하며, 적층기판에 대해 공진 운동 가능한 중공형 마이크로 채널구조체(micro channel structure)가 형성된다.

명세서

발명의 명칭: 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법

기술분야

[1] 본 발명은 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법으로서, 이동하는 물질의 질량에 따라 공진 주파수가 변화하는 원리를 이용하여 목적물의 질량 및 특성을 측정할 수 있는 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 나노바이오멤스(NanoBioMems) 기술이란 생체분자들의 물리적, 화학적, 생물학적 상호작용을 즉시 감지, 측정, 분석, 진단할 수 있는 지능화 및 자동화된 마이크로기계(Micromechanical) 의료기기 및 화학기기를 의미한다.

[3] 나노바이오멤스 기술 중 하나로서, 기존에는 살아 있는 단일 세포의 질량을 펨토그램(femtogram) 단위까지 측정할 수 있는 마이크로채널 공진 저울(microbalance, microcantilever)이 제시된 바 있으며, 기존 마이크로채널 공진 저울은 미국특허공보 제7,282,329호(2007.10.16)에서 확인할 수 있다.

[4] 기존 마이크로채널 공진 저울의 측정원리는, 텅빈 공진장치(hollow resonator)를 만들고, 그 안에 유체의 액체 분자 샘플을 주입한다. 공진장치의 주변은 진공공간으로 둘러 쌓여 있지만, 액체 상태의 유체 분자들은 공진장치의 내부에 배치된다. 내부에 배치된 유체 샘플에 고형 입자가 포함되어 있는 경우, 이 입자가 공진장치 내부에서 이동할 때 공진장치의 진동 주파수(frequency)를 측정하여 입자의 질량을 정확히 측정할 수 있게 된다.

[5] 그런데, 기존 마이크로채널 공진 저울은 그 형성이 매우 어려울 뿐만 아니라, 여러 단계에 걸쳐 정교하고 복잡한 제조 공정이 요구되어 제작이 용이하지 않은 문제점이 있다. 특히, 기존에는 실리콘기판 상에 미리 마이크로 채널이 될 부분을 형성한 후, 이를 이용하여 마이크로 채널 내장 캔틸레버 구조의 빔(beam)을 형성하기 위해 여러 단계에 걸친 복잡한 패터닝 및 식각 공정을 수행해야 하기 때문에 제조가 복잡하고 제조시간이 증가하는 문제점이 있다.

[6] 이에 따라 최근에는 마이크로채널 공진기의 구조 및 제조 공정을 간소화하기 위한 여러 가지 검토가 이루어지고 있으나, 아직 미흡하여 이에 대한 개발이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 본 발명은 구조 및 제조 공정을 간소화할 수 있는 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법을 제공한다.

[8] 특히, 본 발명은 적층기판의 내부에 공동 채널(cavity channel)을 형성하고, 공동 채널의 주변을 부분적으로 제거하여 파이프 형상의 마이크로 채널구조체를 형성할 수 있도록 한 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법을 제공한다.

[9] 또한, 본 발명은 파이프 형상의 마이크로 채널구조체를 다양한 조건 및 형상으로 형성할 수 있는 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법을 제공한다.

[10] 또한, 본 발명은 구조적인 안정성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법을 제공한다.

[11] 또한, 본 발명은 제조비용을 절감할 수 있으며, 다양한 나노바이오멤스 장치 및 분야에 적용할 수 있는 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법을 제공한다.

과제 해결 수단

[12] 상술한 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 이동하는 물질의 질량에 따라 공진 주파수가 변화하는 원리를 이용하여 목적물의 질량 및 특성을 측정할 수 있는 마이크로채널 공진기 제조방법은, 하부층(lower layer), 하부층의 상부에 제공되는 중간층(middle layer), 및 중간층의 상부에 제공되는 상부실리콘층(upper silicon layer)을 포함하는 적층기판을 제공하는 단계; 상부실리콘층의 내부 소정 깊이에 이동하는 물질이 공진 운동하기 위한 공동 채널(cavity channel)을 형성하는 단계; 및 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층 및 중간층을 부분적으로 제거하는 단계;를 포함하고, 상부실리콘층 및 중간층을 부분적으로 제거함에 따라, 공동 채널을 내부에 포함하며, 적층기판에 대해 공진 운동 가능한 중공형 마이크로 채널구조체(micro channel structure)가 형성된다.

[13] 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층 및 중간층을 부분적으로 제거하는 단계에서, 상부실리콘층 및 중간층은 단일 제거 공정 또는 복수의 제거 공정에 의해 제거 가능하다. 가령, 상부실리콘층 및 중간층은 단일 에칭 공정에 의해 한번에 제거되거나, 복수의 에칭 공정에 의해 각각 별도로 제거될 수 있다.

[14] 일 예로, 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층 및 중간층을 부분적으로 제거하는 단계는, 상부실리콘층 및 중간층을 제거하여 공동 채널에 인접한 가이드 트렌치를 형성하는 단계, 및 가이드 트렌치를 이용하여 공동 채널의 하부에 대응하는 중간층을 부분적으로 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[15] 상부실리콘층의 내부의 공동 채널은 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 방식으로 형성될 수 있다. 일 예로, 상부실리콘층의 내부에 공동 채널을 형성하는 단계는, 상부실리콘층 상에 복수개의 트렌치(trench)를 형성하는 단계, 및 복수개의 트렌치를 이용하여 상부실리콘층의 내부에 공동 채널을 형성할 수 있도록 적층기판을 어닐링(annealing)하는 단계를 포함할 수 있으며, 적층기판의 어닐링시 서로 인접한 트렌치가 서로 연결되며 상호 협조적으로 공동 채널을 형성하게 된다.

[16] 공동 채널을 형성하기 위한 트렌치는 요구되는 조건에 따라 다양한 방식으로 형성될 수 있다. 일 예로, 트렌치를 형성하는 단계는, 상부실리콘층 상에 제1포토레지스트 패턴을 패터닝하는 단계, 제1포토레지스트 패턴을 이용하여 상부실리콘층의 표면을 제1에칭하는 단계, 및 제1포토레지스트 패턴을

제거하는 단계를 포함할 수 있으며, 트렌치는 제1에칭시 소정 깊이를 갖도록 형성될 수 있다.

[17] 트렌치가 형성된 적층기판을 소정 온도, 압력 및 시간 조건에서 어닐링 처리함으로써 상부실리콘층의 내부에 트렌치를 이용한 공동 채널을 형성할 수 있는 바, 트렌치가 형성된 적층기판을 어닐링 처리하게 되면, 대략 물방울 모양과 같이 트렌치의 상단 개구부는 서서히 좁아지며 폐쇄됨과 동시에, 트렌치의 하단부는 확장되게 되는데, 이때 서로 인접한 트렌치의 하단부가 서로 연결됨으로써, 서로 인접한 트렌치에 의해 상호 협조적으로 상부실리콘층의 내부에 공동 채널이 형성될 수 있다.

[18] 또한, 공동채널을 따라 이동하는 물질의 이동 특성 및 진동 특성 등을 고려하여 트렌치의 형성 조건을 조절함으로써, 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 형성하는 것이 가능하다. 일 예로, 공동채널을 따라 이동하는 물질의 이동 특성 및 진동 특성 등을 고려하여 트렌치의 직경 및 이격 간격을 조절함으로써 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이를 조절할 수 있다.

[19] 하부층 및 중간층의 재질은 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 적절히 변경될 수 있다. 일 예로, 하부층은 상부실리콘층과 동일 또는 다른 재질로 형성될 수 있으며, 중간층은 SiO_2, Si_3N_4, Al_2O_3, Y_20_3, ZrO_2, HfO_2, Ta_2O_5, TiO_2 중 적어도 어느 하나를 이용하여 형성될 수 있다.

[20] 또한, 상부실리콘층의 내부에 공동 채널을 형성한 후, 상부실리콘층의 상면에 폴리실리콘 박막층(Poly-Si LPCVD)을 형성할 수 있다. 일 예로, 폴리실리콘 박막층은 상부실리콘층의 상면에 폴리실리콘층을 증착한 후, 폴리실리콘층의 상면 리세스가 제거될 수 있도록 폴리실리콘층의 상면을 폴리싱함으로써 제공될 수 있다. 경우에 따라서는 폴리실리콘 박막층 대신 다른 수단이 대체 수단으로 사용되거나 폴리실리콘 박막층이 제거되는 것도 가능하다.

[21] 가이드 트렌치는 요구되는 조건에 따라 다양한 방법으로 형성될 수 있다. 가령, 상부실리콘층 및 중간층을 제거하여 공동 채널에 인접한 가이드 트렌치를 형성하는 단계에서, 상부실리콘층 및 중간층은 단일 제거 공정 또는 복수의 제거 공정에 의해 제거 가능하다. 일 예로, 가이드 트렌치는, 상부실리콘층 상에 제2포토레지스트 패턴을 패터닝하고, 제2포토레지스트 패턴을 이용하여 상부실리콘층 및 중간층을 연속적으로 제2에칭한 후, 제2포토레지스트 패턴을 제거함으로써 형성될 수 있는 바, 가이드 트렌치는 제2에칭시 형성될 수 있다. 경우에 따라서는 상부실리콘층 및 중간층이 각각 서로 다른 에칭 공정에 의해 제거되는 것도 가능하고, 다르게는 여타 다른 가공에 의해 가이드 트렌치를 형성하는 것도 가능하다.

[22] 가이드 트렌치가 형성됨에 따라, 하부층 및 상부실리콘층의 사이에 형성된 중간층은 가이드 트렌치를 통해 외부로 부분적으로 노출될 수 있으며, 가이드 트렌치를 이용하여 공동 채널의 주변에 대응하는 중간층을 부분적으로

제거함으로써, 공동 채널을 내부에 포함하는 상부실리콘층에 의해 적층기판에 대해 공진 운동 가능한 중공형 마이크로 채널구조체(micro channel structure)가 형성될 수 있다. 일 예로, 중간층을 부분적으로 제거하는 단계에서는, 가이드 트렌치를 통한 제3에칭 공정에 의해 공동 채널의 하부에 대응하는 중간층을 부분적으로 제거할 수 있다.

[23] 마이크로 채널구조체가 적층기판에 대해 공진 운동 가능한 구조로서는 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 구조가 적용될 수 있다. 일 예로, 공동 채널의 주변에 대응하는 중간층을 부분적으로 제거함에 따라, 마이크로 채널구조체는 일단에 고정단을 가지며 타단에 자유단을 갖는 캔틸레버(cantilever) 구조로 제공될 수 있다. 다른 일 예로, 공동 채널의 주변에 대응하는 중간층을 부분적으로 제거함에 따라, 마이크로 채널구조체는 양단에 고정단을 갖는 브릿지(bridge) 구조로 제공될 수 있다.

[24] 또한, 글라스기판을 접합하기 전에 마이크로 채널구조체의 상면에 제1전극층을 형성할 수 있으며, 글라스기판에는 제1금속층과 상호 협조적으로 정전기력 작용을 위한 제2전극층이 제공될 수 있다.

[25] 글라스기판은 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 방식으로 제공될 수 있다. 일 예로, 글라스기판은 글라스기판의 표면에 제3포토레지스트 패턴을 패터닝하는 단계, 제3포토레지스트 패턴을 이용하여 글라스기판의 표면을 제4에칭하여 글라스기판의 표면에 공진 공간을 형성하는 단계, 및 공진 공간 상에 제2전극층을 형성하는 단계에 의해 제공될 수 있다. 경우에 따라서는 여타 다른 기계적인 여기 방식 의해 마이크로 채널구조체가 공진 운동하도록 구성하는 것도 가능하다.

발명의 효과

[26] 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 및 그 제조방법에 따르면, 구조 및 제조 공정을 간소화할 수 있다.

[27] 특히, 본 발명에 따르면 하부층, 중간층 및 상부실리콘층을 포함하는 적층기판에서 상부실리콘층의 내부에 공동 채널(cavity channel)을 형성하고, 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층 및 중간층을 부분적으로 제거하여 파이프 형상의 마이크로 채널구조체를 형성할 수 있기 때문에, 기존과 같이 여러 단계에 걸친 복잡한 패터닝 및 에칭 공정을 생략할 수 있고, 비교적 간단한 공정으로 마이크로 채널구조체를 형성할 수 있다.

[28] 또한, 본 발명에 따르면 공동채널을 따라 이동하는 물질의 이동 특성 및 진동 특성 등에 따라 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 형성할 수 있다. 특히, 기존에는 마이크로 채널구조체의 내부에 형성되는 채널의 형성 깊이가 상하 비대칭적으로 형성될 수 없지만, 본 발명에서는 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 형성할 수 있다. 따라서, 공동채널을 따라 이동하는 물질의 이동

특성 및 진동 특성 등에 따라 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이를 조절하여 측정 환경에 따른 최적의 조건으로 측정 대상물의 특성을 측정할 수 있다.

[29] 더욱이, 본 발명에 따르면 상부실리콘층 내부의 공동 채널은, 실리콘기판 상에 복수개의 트렌치를 형성한 후, 실리콘기판을 어닐링하는 비교적 간단한 공정에 의해 형성될 수 있기 때문에, 구조 및 제조 공정을 보다 간소화할 수 있다.

[30] 또한, 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이는 트렌치의 직경 및 이격 간격 등과 같은 트렌치의 형성 조건을 단순히 변경함으로써 조절할 수 있기 때문에, 구조 및 제조 공정을 간소화할 수 있다.

[31] 또한, 본 발명에 따르면 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 형태 및 구조로 공동 채널을 형성할 수 있으며, 마이크로 채널구조체는 공동 채널을 기반으로 형성될 수 있기 때문에, 구조 및 제조 공정의 제약없이 마이크로 채널구조체를 보다 다양한 조건 및 형상으로 형성할 수 있다.

[32] 또한, 본 발명에 따르면 구조적인 안정성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[33] 또한, 본 발명에 따르면 다양한 칩 설계가 가능하며, 미세채널의 조건 및 형상을 다양하게 조절할 수 있기 때문에 다양한 연구 분야 및 산업 분야에서 응용이 자유롭다.

도면의 간단한 설명

[34] 도 1 및 도 2는 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기를 설명하기 위한 도면이다.

[35] 도 2 내지 도 10은 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

[36] 도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법으로서, 어닐링 공정에 의해 공동 채널이 형성되는 원리 및 예를 설명하기 위한 도면이다.

[37] 도 13은 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법으로서, 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이 변화를 설명하기 위한 도면이다.

[38] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 마이크로채널 공진기를 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[39] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 본 설명에서 동일한 번호는 실질적으로 동일한 요소를 지칭하며, 이러한 규칙 하에서 다른 도면에 기재된 내용을 인용하여 설명할 수 있고, 당업자에게 자명하다고 판단되거나 반복되는 내용은 생략될 수 있다.

[40] 도 1 및 도 2는 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기를 설명하기 위한 도면이고, 도 2 내지 도 10은 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법을 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기

제조방법으로서, 어닐링 공정에 의해 공동 채널이 형성되는 원리 및 예를 설명하기 위한 도면이고, 도 13은 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법으로서, 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널의 형성 깊이 변화를 설명하기 위한 도면이다.

[41] 참고로, 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기는 목적물의 질량 및 특성을 측정하기 위해 사용될 수 있다. 경우에 따라서는 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기가 측정 대상물의 물리적, 화학적, 생물학적 상호작용을 감지, 측정, 분석, 진단하기 위해 사용되는 것도 가능하며, 그 사용 용도에 의해 본 발명이 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[42] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기는 적층기판(100) 및 글라스기판(200)을 포함한다.

[43] 상기 적층기판(100)은, 하부층(lower layer)(110), 상기 하부층(110)의 상부에 제공되는 중간층(middle layer)(120), 및 상기 중간층(120)의 상부에 제공되는 상부실리콘층(upper silicon layer)(130)을 포함한다.

[44] 상기 적층기판(100) 상에는 공진 운동 가능하게 마이크로 채널구조체(102)가 구비되며, 마이크로 채널구조체(102)의 상면에 형성된 제1전극층(104) 및 글라스기판(200)에 구비된 제2전극층(204) 간의 정전기력 작용에 의해 마이크로 채널구조체(102)가 공진 운동할 수 있다.

[45] 상기 마이크로 채널구조체(102)는, 상부실리콘층(130)의 내부에 공동 채널(cavity channel)(132)을 형성하고, 공동 채널(132)의 주변에 대응하는 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 부분적으로 제거함으로써, 상기 공동 채널(132)을 내부에 포함하는 대략 중공 파이프 형상으로 형성될 수 있다.

[46] 참고로, 상기 마이크로 채널구조체는 일단에 고정단을 가지며 타단에 자유단을 갖는 캔틸레버(cantilever) 구조로 제공될 수 있으나, 경우에 따라서는 마이크로 채널구조체가 양단에 고정단을 갖는 브릿지(bridge) 구조로 제공되는 것도 가능하다.

[47] 이하에서는 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법을 설명하기로 한다.

[48] 본 발명에 따른 마이크로채널 공진기 제조방법은, 하부층(110), 상기 하부층(110)의 상부에 제공되는 중간층(120), 및 상기 중간층(120)의 상부에 제공되는 상부실리콘층(130)을 포함하는 적층기판(100)을 제공하는 단계; 상기 상부실리콘층(130)의 내부 소정 깊이에 이동하는 물질이 공진 운동하기 위한 공동 채널(132)을 형성하는 단계; 상기 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 연속적으로 제거하여 공동 채널(132)에 인접한 가이드 트렌치(106)를 형성하는 단계; 및 상기 가이드 트렌치(106)를 이용하여 공동 채널(132)의 주변에 대응하는 중간층(120)을 부분적으로 제거하는 단계;를 포함한다.

[49] 먼저, 하부층(110), 중간층(120) 및 상부실리콘층(130)을 포함하는 적층기판(100)을 제공한다. 상기 적층기판(100)은 하부층(110)의 상부에 중간층(120) 및 상부실리콘층(130)을 순차적으로 적층하여 제공될 수 있다.

[50] 상기 하부층(110) 및 중간층(120)의 재질은 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 적절히 변경될 수 있다. 일 예로, 상기 하부층(110)은 상부실리콘층과 동일 또는 다른 재질로 형성될 수 있으며, 중간층(120)은 SiO_2, Si_3N_4, Al_2O_3, Y_20_3, ZrO_2, HfO_2, Ta_2O_5, TiO_2 중 적어도 어느 하나를 이용하여 형성될 수 있다. 이하에서는 상기 하부층이 상부실리콘층과 동일한 실리콘으로 형성되고, 중간층은 SiO_2로 형성된 예를 들어 설명하기로 한다.

[51] 다음, 상기 상부실리콘층(130)의 내부에 공동 채널(cavity channel)(132)을 형성한다.

[52] 상기 상부실리콘층(130)의 내부의 공동 채널(132)은 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 방식으로 형성될 수 있다. 일 예로, 상기 상부실리콘층(130)의 내부에 공동 채널(132)을 형성하는 단계는, 상기 상부실리콘층(130) 상에 복수개의 트렌치(trench)(131)를 형성하는 단계, 및 상기 복수개의 트렌치(131)를 이용하여 상부실리콘층(130)의 내부에 상기 공동 채널(132)을 형성할 수 있도록 적층기판(100)을 어닐링(annealing)하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 적층기판(100)의 어닐링시 서로 인접한 트렌치(131)가 서로 연결되며 상호 협조적으로 공동 채널(132)을 형성하게 된다.

[53] 도 3을 참조하면, 상기 적층기판(100)의 상부실리콘층(130)에는 복수개의 트렌치(131)가 소정 배열을 이루도록 형성될 수 있다. 상기 트렌치(131)는 요구되는 조건에 따라 다양한 방식으로 형성될 수 있다. 일 예로, 상기 트렌치(131)를 형성하는 단계는, 상부실리콘층(130) 상에 제1포토레지스트 패턴(미도시)을 패터닝하는 단계, 상기 제1포토레지스트 패턴을 이용하여 상부실리콘층(130)의 표면을 제1에칭하는 단계, 및 상기 제1포토레지스트 패턴을 제거하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 트렌치(131)는 제1에칭시 소정 깊이를 갖도록 형성될 수 있다.

[54] 다음, 상기 트렌치(131)가 형성된 적층기판(100)을 소정 온도, 압력 및 시간 조건에서 어닐링 처리함으로써, 도 4와 같이, 상부실리콘층(130)의 내부에 공동 채널(132)을 형성할 수 있다.

[55] 참고로, 도 11을 참조하면, 대략 원형홀 형태를 갖는 트렌치(131)가 형성된 적층기판(100)을 어닐링 처리하게 되면, 대략 물방울 모양과 같이 트렌치(131)의 상단 개구부는 서서히 좁아지며 폐쇄됨과 동시에, 트렌치(131)의 하단부는 확장되게 되는데, 이때 서로 인접한 트렌치(131)의 하단부가 서로 연결됨으로써, 서로 인접한 트렌치(131)에 의해 상호 협조적으로 상부실리콘층(130)의 내부에 공동 채널(132)이 형성될 수 있다.

[56] 아울러, 도 12와 같이, 공동 채널(132)의 형성 정도는 트렌치(131)의 직경(φ_H), 트렌치(131) 간의 이격 간격(S_H), 및 어닐링 처리 조건을 적절히 변경하여 조절할 수 있다. 가령, 공동 채널(132)의 높이(두께), 공동 채널(132)의 상단부 폐쇄되는 부위의 두께 및 공동 채널(132)의 상면에 형성되는 리세스(도 2의 201 참조)의 깊이와 같은 공동 채널(132)의 형성 조건은, 트렌치(131)의 직경(φ_H) 및

트렌치(131) 간의 이격 간격(S_H)을 조절함으로써 변경될 수 있다. 이하에서는 어닐링 공정이 급속 열처리(Rapid thermal anneal)로 진행되되, 1150℃ 온도 조건, 1 atm(760 Torr) 압력 조건, 15분 시간 조건으로 진행된 예를 들어 설명하기로 한다. 물론 요구되는 조건에 따라 어닐링 처리 조건이 적절히 변경될 수 있다.

[57] 참고로, 본 발명에 따르면 트렌치의 직경 및 이격 간격 등을 조절함으로써 공동 채널의 형성 깊이를 조절할 수 있기 때문에, 요구되는 조건에 따라 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널을 상하 비대칭적으로 형성하는 것이 가능하다.

[58] 여기서, 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 공동 채널이 상하 비대칭적으로 형성된다 함은, 공동 채널의 중심에서 중공형 마이크로 채널구조체의 상면까지의 길이(L1)와 공동 채널의 중심에서 중공형 마이크로 채널구조체의 저면까지의 길이(L2)가 서로 다른 것으로 이해될 수 있다.

[59] 또한, 도 5 및 도 6과 같이, 상기 상부실리콘층(130)의 내부에 공동 채널(132)을 형성한 후, 상기 상부실리콘층(130)의 상면에 폴리실리콘 박막층(Poly-Si LPCVD)(140)을 형성할 수 있다. 일 예로, 상기 폴리실리콘 박막층(140)은 상부실리콘층(140)의 상면에 폴리실리콘층(140')을 증착한 후, 추후 본딩시 문제될 수 있는 상기 폴리실리콘층(140')의 상면 리세스가 제거될 수 있도록 폴리실리콘층(140')의 상면을 폴리싱함으로써 제공될 수 있다.

[60] 참고로, 상기 폴리실리콘 박막층(140)은 주변 구조물 또는 접합 등을 위해 형성될 수 있으며, 경우에 따라서는 폴리실리콘 박막층 대신 다른 수단이 대체 수단으로 사용되거나 폴리실리콘 박막층이 제거되는 것도 가능하다.

[61] 아울러, 본 발명의 실시예에서는 폴리실리콘 박막층(140)이 먼저 형성된 후, 후술할 마이크로 채널구조체(102)가 형성된 예를 들어 설명하고 있지만, 경우에 따라서는 마이크로 채널구조체가 형성된 후 폴리실리콘 박막층이 형성되는 것도 가능하다.

[62] 다음, 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 부분적으로 제거하여 내부에 공동 채널(132)을 포함하는 중공형 마이크로 채널구조체(102)를 형성할 수 있다.

[63] 상기 중공형 마이크로 채널구조체(102)를 형성하기 위해 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 부분적으로 제거하는 단계에서, 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)은 단일 제거 공정 또는 복수의 제거 공정에 의해 제거 가능하다. 가령, 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)은 단일 에칭 공정에 의해 한번에 제거되거나, 복수의 에칭 공정에 의해 각각 별도로 제거될 수 있다.

[64] 이하에서는 상기 중공형 마이크로 채널구조체(102)를 형성하기 위해 공동 채널의 주변에 대응하는 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 부분적으로 제거하는 단계가, 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 제거하여 공동 채널(132)에 인접한 가이드 트렌치(106)를 형성하는 단계, 및 상기 가이드

트렌치(106)를 이용하여 공동 채널(132)의 하부에 대응하는 중간층(120)을 부분적으로 제거하는 단계를 포함하는 예를 들어 설명하기로 한다.

[65] 도 7을 참조하면, 먼저, 상기 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 연속적으로 제거하여 공동 채널(132)에 인접한 가이드 트렌치(106)를 형성한다.

[66] 상기 가이드 트렌치(106)는 요구되는 조건에 따라 다양한 방법으로 형성될 수 있다. 일 예로, 상기 가이드 트렌치(106)는, 상기 상부실리콘층(130) 상에 제2포토레지스트 패턴(미도시)을 패터닝하고, 상기 제2포토레지스트 패턴을 이용하여 상부실리콘층(130) 및 중간층(120)을 연속적으로 제2에칭한 후, 상기 제2포토레지스트 패턴을 제거함으로써 형성될 수 있는 바, 상기 가이드 트렌치(106)는 제2에칭시 형성될 수 있다. 경우에 따라서는 상부실리콘층 및 중간층이 각각 서로 다른 에칭 공정에 의해 제거되는 것도 가능하고, 다르게는 여타 다른 가공에 의해 가이드 트렌치를 형성하는 것도 가능하다.

[67] 상기 가이드 트렌치(106)가 형성됨에 따라, 상기 하부층(110) 및 상부실리콘층(130)의 사이에 형성된 중간층(120)은 가이드 트렌치(106)를 통해 외부로 부분적으로 노출될 수 있다.

[68] 다음, 도 8과 같이, 상기 가이드 트렌치(106)를 이용하여 공동 채널(132)의 주변에 대응하는 중간층(120)을 부분적으로 제거한다. 일 예로, 상기 중간층(120)을 부분적으로 제거하는 단계에서는, 상기 가이드 트렌치(106)를 통한 제3에칭 공정에 의해 공동 채널(132)의 하부에 대응하는 중간층(120)을 부분적으로 제거할 수 있다.

[69] 상기와 같이, 공동 채널(132)의 하부에 대응하는 중간층(120)을 부분적으로 제거함에 따라, 공동 채널(132)을 내부에 포함하는 상부실리콘층(130)에 의해 적층기판(100)에 대해 공진 운동 가능한 중공형 마이크로 채널구조체(micro channel structure)(102)가 형성될 수 있다.

[70] 참고로, 상기 마이크로 채널구조체(102)가 적층기판(100)에 대해 공진 운동 가능한 구조로서는 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 구조가 적용될 수 있다. 일 예로, 상기 공동 채널(132)의 주변에 대응하는 상부실리콘층(130) 및 하부층(120)을 부분적으로 제거함에 따라, 상기 마이크로 채널구조체(102)는 일단에 고정단을 가지며 타단에 자유단을 갖는 캔틸레버(cantilever) 구조로 제공될 수 있다. 다른 일 예로, 상기 공동 채널(132)의 주변에 대응하는 상부실리콘층(130) 및 하부층(120)을 부분적으로 제거함에 따라, 상기 마이크로 채널구조체(102)는 양단에 고정단을 갖는 브릿지(bridge) 구조로 제공될 수 있다.

[71] 참고로, 전술한 제1에칭 내지 제2에칭 공정으로서는 통상의 포토레지스트 패턴 등을 이용한 습식 또는 건식 에칭 공정이 적용될 수 있으며, 포토레지스트 패턴 및 에칭 공정의 종류 및 특성에 의해 본 발명이 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 포토레지스트 패턴의 제거 공정 역시 통상의 애싱(ashing) 및 스트립(strip) 공정에 의해 수행될 수 있다.

[72] 다음, 도 9과 같이, 상기 마이크로 채널구조체(102)의 상면에 제1전극층(104)을

형성할 수 있다.

[73] 상기 제1전극층(104)은 마이크로 채널구조체(102)의 상면에 금속층을 증착함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극층(104)으로서는 후술할 제2전극층(204)과 정전기력 작용 가능한 다양한 단일 또는 합금 금속 재질이 사용될 수 있으며, 제1전극층(104)의 종류 및 특성에 의해 본 발명이 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 상기 제2전극층(204)에 전원이 인가됨에 따라 제2전극층(204)과 정전기력 작용하는 제1전극층(104)에 의해 마이크로 채널구조체(102)가 공진 운동할 수 있다.

[74] 다음, 도 10과 같이, 상기 제1금속층과 상호 협조적으로 정전기력 작용을 위한 제2전극층(204)을 갖는 글라스기판(200)을 상기 적층기판(100)의 상면에 접합한다.

[75] 상기 글라스기판(200)은 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 방식으로 제공될 수 있다. 일 예로, 상기 글라스기판(200)은 글라스기판(200)의 표면에 제3포토레지스트 패턴(미도시)을 패터닝하는 단계, 상기 제3포토레지스트 패턴을 이용하여 상기 글라스기판(200)의 표면을 제4에칭하여 글라스기판(200)의 표면에 공진 공간을 형성하는 단계, 및 상기 공진 공간 상에 제2전극층(204)을 형성하는 단계에 의해 제공될 수 있다.

[76] 상기 제2전극층(204)은 제1전극층(104)은 동일 또는 유사한 재질로 형성될 수 있으며, 제2전극층(204)에는 외부 전원이 연결될 수 있다. 상기 글라스기판(200)은 공진 공간이 형성된 표면이 적층기판(100)의 상면(마이크로 채널구조체(102)가 노출되는 면)을 마주하도록 접합될 수 있다.

[77] 참고로, 도 9 및 도 10에서 도시된 마이크로 채널구조체(102)는 캔틸레버 방식의 마이크로 채널구조체(102)의 단부에 대응하는 부위가 될 수 있다.

[78] 아울러, 전술 및 도시한 본 발명의 실시예에서는 제1전극층(104) 및 제2전극층(204) 간의 정전기적인 여기(excitation)에 의해 마이크로 채널구조체(102)가 공진 운동하도록 구성된 예를 들어 설명하고 있지만, 경우에 따라서는 여타 다른 기계적인 여기 방식 의해 마이크로 채널구조체가 공진 운동하도록 구성하는 것도 가능하다.

[79] 도 13을 참조하면, 공동채널(132)을 따라 이동하는 물질의 이동 특성 및 진동 특성 등을 고려하여 중공형 마이크로 채널구조체(102) 상에서 공동 채널(132)의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 자유롭게 변경할 수 있다.

[80] 전술할 바와 같이, 상기 트렌치(131)의 형성 조건, 예를 들어, 상기 트렌치(131)의 직경 및 이격 간격 조절함으로써, 상기 중공형 마이크로 채널구조체(102) 상에서 공동 채널(131)의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 자유롭게 변경할 수 있다. 참고로, 중공형 마이크로 채널구조체(102) 상에서 공동 채널(131)의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 변경할 수 있다 함은, 공동 채널의 중심에서 중공형 마이크로 채널구조체의 상면까지의 길이(L1)와 공동 채널의 중심에서 중공형 마이크로 채널구조체의 저면까지의 길이(L2)를 변경할 수 있는

것으로 이해될 수 있다.

[81] 한편, 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 마이크로채널 공진기를 설명하기 위한 도면이다.

[82] 전술한 본 발명의 실시예에서는 마이크로 채널구조체가 캔틸레버 구조로 제공된 예를 들어 설명하고 있지만, 본 발명의 다른 실시예에 따르면 마이크로 채널구조체가 공진 운동 가능한 다른 구조로 제공되는 것도 가능하다.

[83] 도 14를 참조하면, 상기 공동 채널(132')의 주변에 대응하는 중간층(120')을 부분적으로 제거함에 따라, 상기 마이크로 채널구조체(102')는 양단에 고정단을 갖는 브릿지(bridge) 구조로 제공될 수 있다. 참고로, 브릿지 구조의 마이크로 채널구조체(102')에서도 전술한 제1전극층 및 제2전극층과 같은 여기 수단에 의해 마이크로 채널구조체(102')가 공진 운동하도록 구성될 수 있다.

[84] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

[청구항 1] 이동하는 물질의 질량에 따라 공진 주파수가 변화하는 원리를 이용하여 목적물의 질량 및 특성을 측정할 수 있는 마이크로채널 공진기 제조방법에 있어서,
하부층(lower layer), 상기 하부층의 상부에 제공되는 중간층(middle layer), 및 상기 중간층의 상부에 제공되는 상부실리콘층(upper silicon layer)을 포함하는 적층기판을 제공하는 단계;
상기 상부실리콘층의 내부 소정 깊이에 이동하는 물질이 공진 운동하기 위한 공동 채널(cavity channel)을 형성하는 단계; 및
상기 공동 채널의 주변에 대응하는 상기 상부실리콘층 및 상기 중간층을 부분적으로 제거하는 단계;를 포함하고,
상기 상부실리콘층 및 상기 중간층을 부분적으로 제거함에 따라, 상기 공동 채널을 내부에 포함하며, 상기 적층기판에 대해 공진 운동 가능한 중공형 마이크로 채널구조체(micro channel structure)가 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 공동 채널의 주변에 대응하는 상기 상부실리콘층 및 상기 중간층을 부분적으로 제거하는 단계에서,
상기 상부실리콘층 및 상기 중간층은 단일 제거 공정 또는 복수의 제거 공정에 의해 제거 가능한 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 공동 채널의 주변에 대응하는 상기 상부실리콘층 및 상기 중간층을 부분적으로 제거하는 단계는,
상기 상부실리콘층 및 상기 중간층을 제거하여 상기 공동 채널에 인접한 가이드 트렌치를 형성하는 단계; 및
상기 가이드 트렌치를 이용하여 상기 공동 채널의 하부에 대응하는 상기 중간층을 부분적으로 제거하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 상부실리콘층 및 상기 중간층을 제거하여 상기 공동 채널에 인접한 가이드 트렌치를 형성하는 단계에서,
상기 상부실리콘층 및 상기 중간층은 단일 제거 공정 또는 복수의 제거 공정에 의해 제거 가능한 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 상부실리콘층의 내부에 공동 채널(cavity channel)을 형성하는 단계는,
상기 상부실리콘층 상에 복수개의 트렌치(trench)를 형성하는 단계; 및
상기 복수개의 트렌치를 이용하여 상기 상부실리콘층의 내부에 상기 공동 채널을 형성할 수 있도록 상기 적층기판을 어닐링(annealing)하는 단계;를 포함하고,
상기 적층기판의 어닐링시 서로 인접한 상기 트렌치가 서로 연결되며 상호 협조적으로 상기 공동 채널을 형성하는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 트렌치의 형성 조건을 조절하여 상기 중공형 마이크로 채널구조체 상에서 상기 공동 채널의 형성 깊이를 상하 비대칭적으로 형성 가능한 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 트렌치의 형성 조건은 상기 트렌치의 직경 및 이격 간격을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 공동 채널을 형성한 후 상기 상부실리콘층의 상면에 폴리실리콘 박막층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 하부층은 상기 상부실리콘층과 동일 또는 다른 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 중간층은 SiO_2, Si_3N_4, Al_2O_3, Y_20_3, ZrO_2, HfO_2, Ta_2O_5, TiO_2 중 적어도 어느 하나를 이용하여 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 공동 채널의 주변에 대응하는 상기 상부실리콘층 및 상기 하부층을 부분적으로 제거함에 따라, 상기 마이크로 채널구조체는 일단에 고정단을 가지며 타단에 자유단을 갖는 캔틸레버(cantilever) 구조로 제공되는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 공동 채널의 주변에 대응하는 상기 상부실리콘층 및 상기

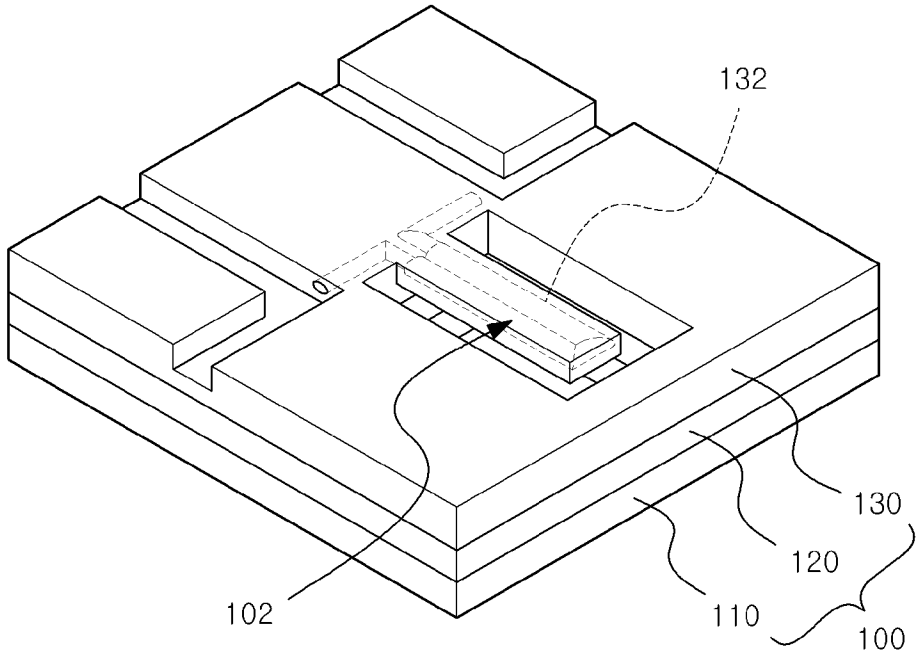
하부층을 부분적으로 제거함에 따라, 상기 마이크로 채널구조체는 양단에 고정단을 갖는 브릿지(bridge) 구조로 제공되는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 13] 제1항에 있어서,
상기 적층기판에 글라스기판을 접합하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

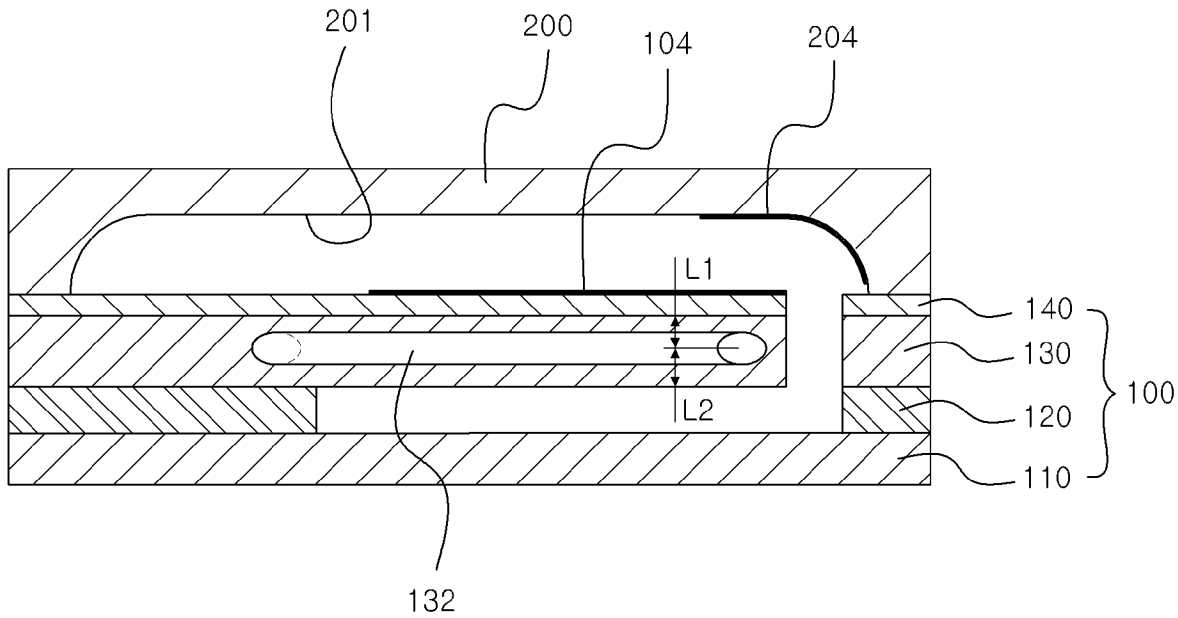
[청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 글라스기판을 접합하기 전에 상기 마이크로 채널구조체의 상면에 제1전극층을 형성하는 단계를 더 포함하고,
상기 글라스기판에는 상기 제1금속층과 이격되게 제2전극층이 제공되는 것을 특징으로 하는 마이크로채널 공진기 제조방법.

[청구항 15] 제1항 내지 제14항 중 어느 하나의 제조방법에 의해 제조된 마이크로채널 공진기.

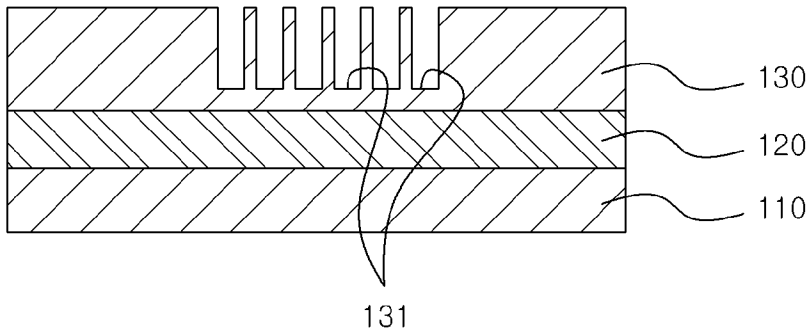
[도1]


132
130
120
102
110
100

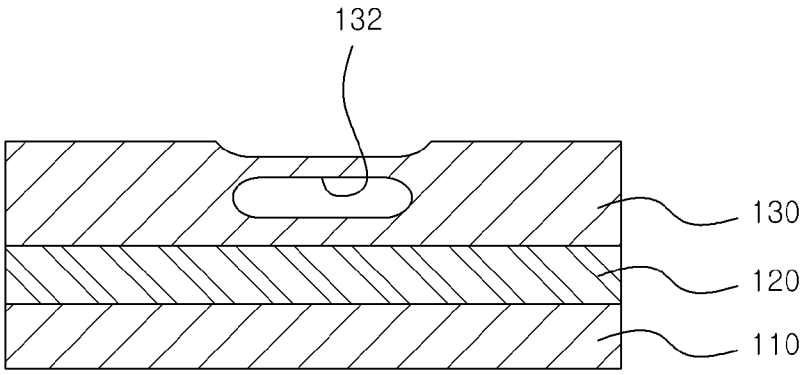
[도2]


201
200
104
204
L1
140
130
100
L2
120
110
132

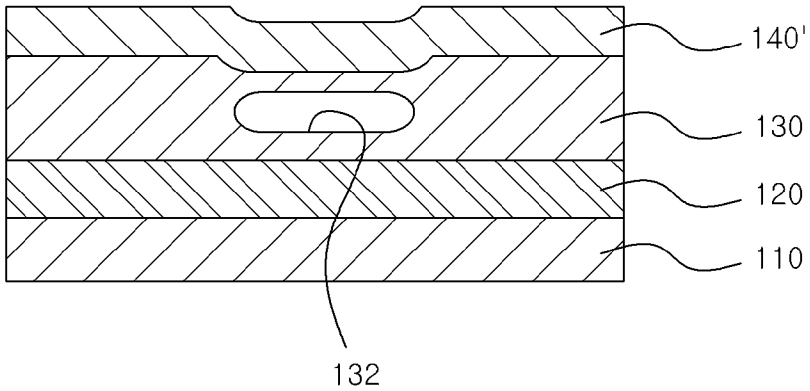
[도3]



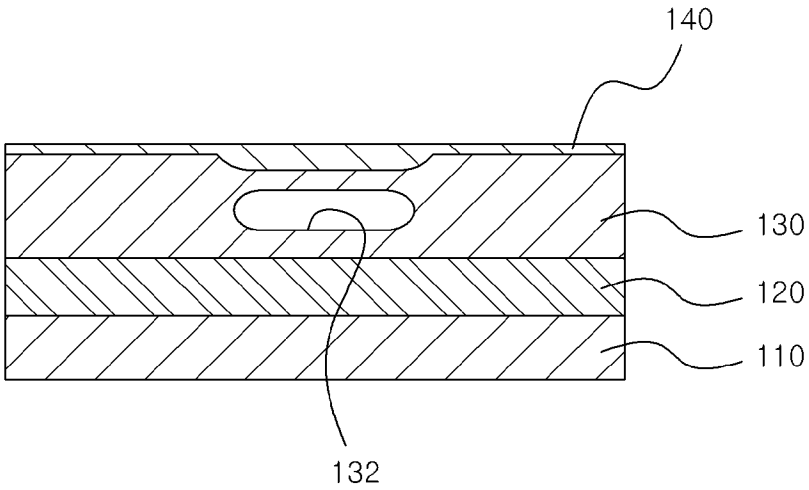
[도4]



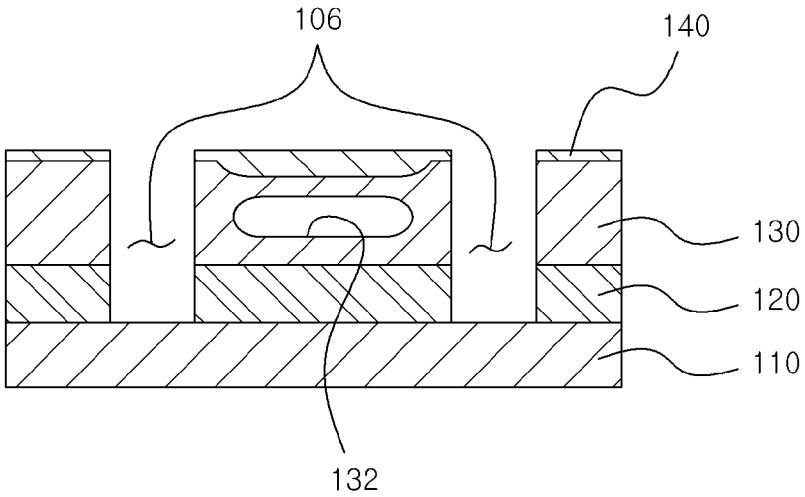
[도5]



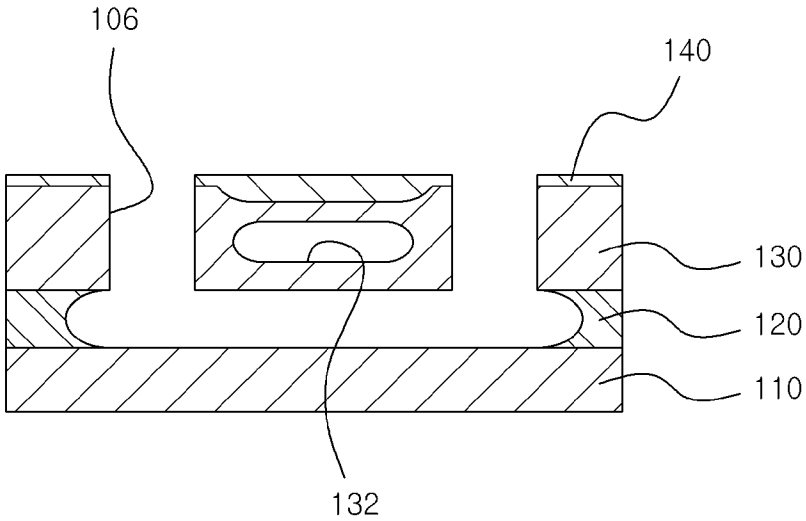
[도6]


140
130
120
110
132

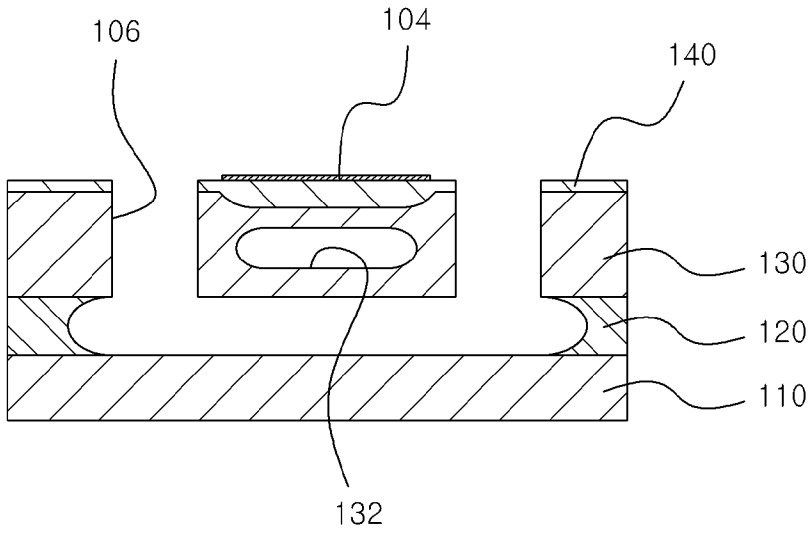
[도7]


106
140
130
120
110
132

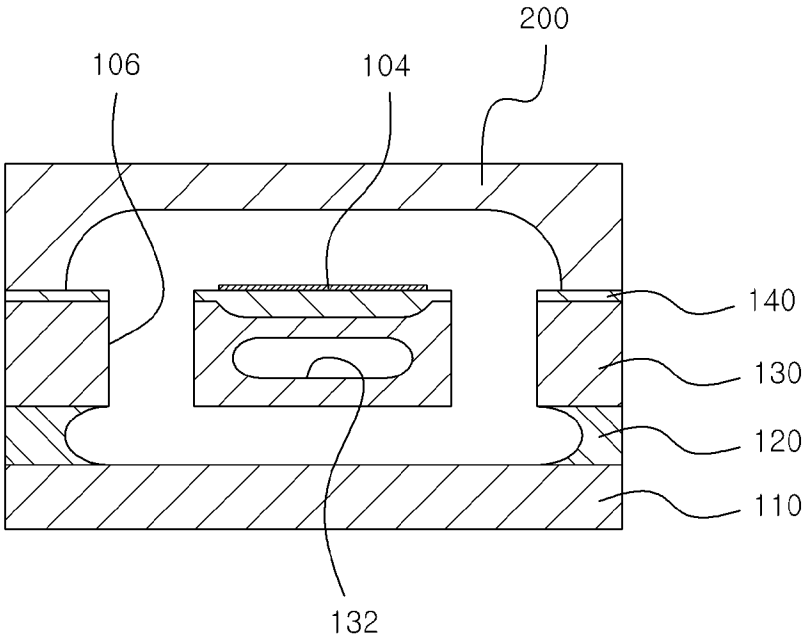
[도8]


106
140
130
120
110
132

[도9]

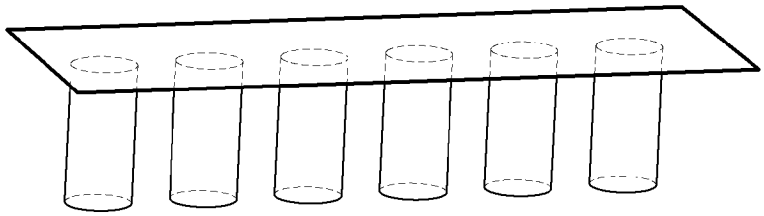


[도10]

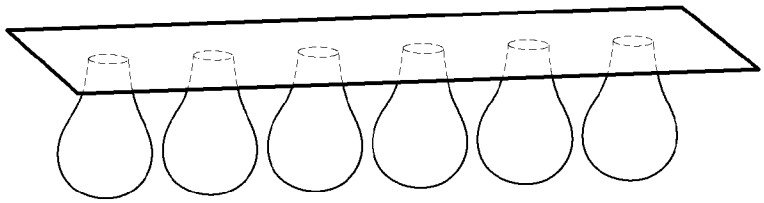


[도11]

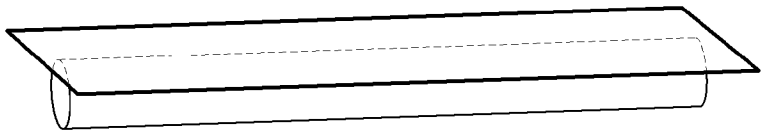
(a)



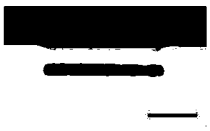
(b)



(c)

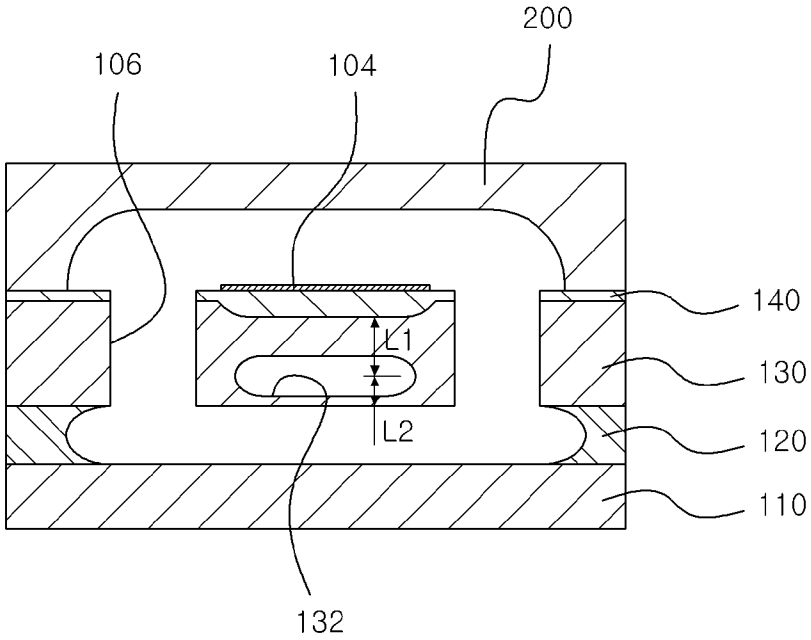


[도12]

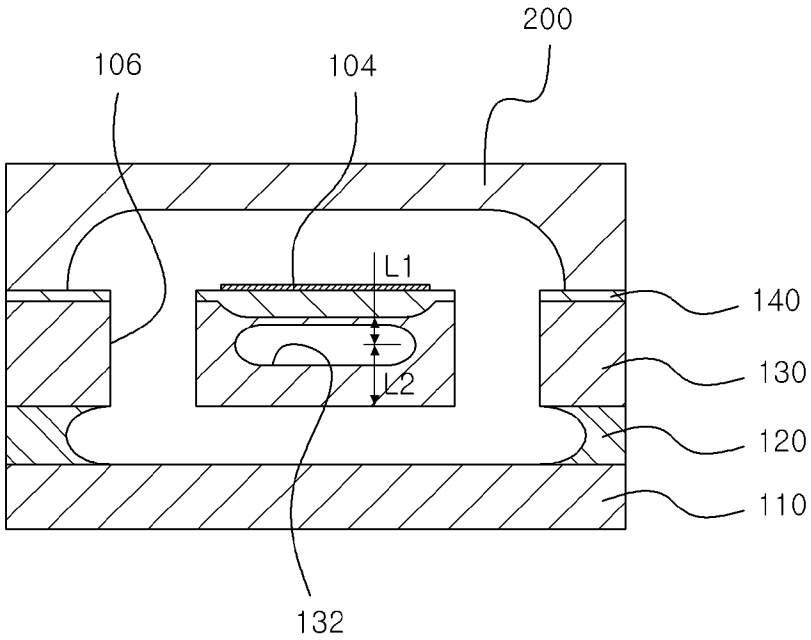
S_H \ Φ_H	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6
0.4					
0.6					
0.8					
1.0					
1.2					

[도13]

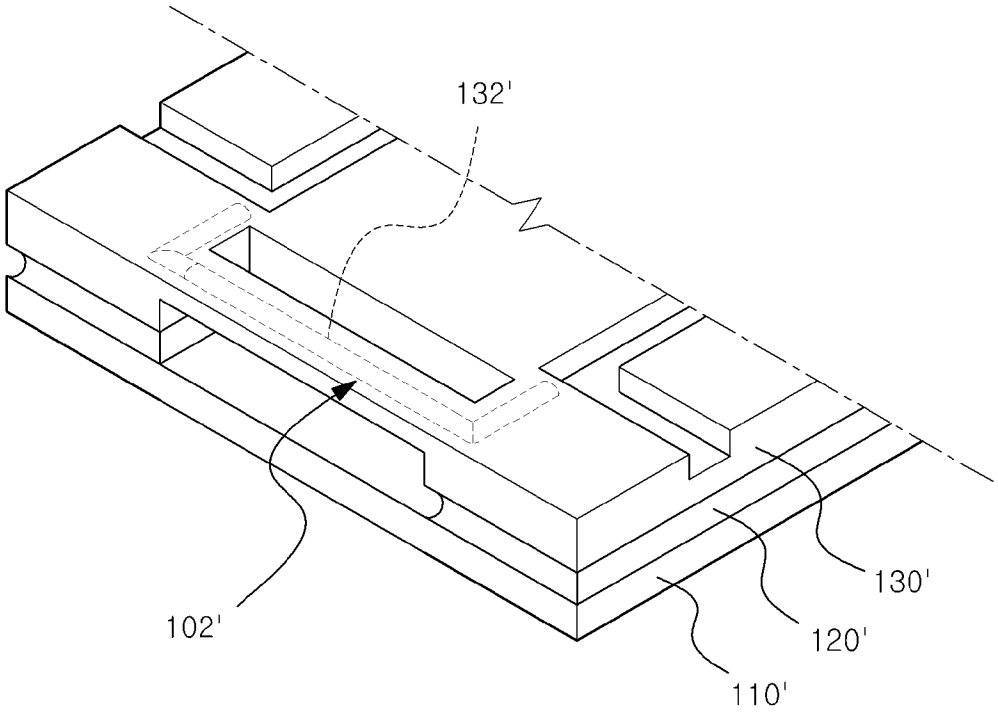
(a)


200
106
104
140
L1
130
L2
120
110
132

(b)


200
106
104
L1
140
130
L2
120
110
132

[도14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2015/005590

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01G 9/00(2006.01)i, G01N 5/00(2006.01)i, G01N 15/00(2006.01)i, G01N 29/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01G 9/00; G01N 9/00; G01N 5/02; C12M 1/34; G01N 5/00; G01N 15/00; G01N 29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: SMR, Sensor, attogram

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Olcum, Selim, et al. "Weighing nanoparticles in solution at the attogram scale." Proceedings of the National Academy of Sciences 111.4 (2014): 1310-1315. See pages 1310-1311 and fig. 1.	1-15
A	Burg, Thomas P., et al. "Vacuum-packaged suspended microchannel resonant mass sensor for biomolecular detection." Journal of Microelectromechanical Systems 15.6 (2006): 1466-1476. See abstract, pages 1469-1471 and fig. 3-7.	1-15
A	WO 2012-014142 A1 (ISTITUTO SPERIMENTALE ITALIANO "LAZZARO SPALLANZANI" et al.) 02 February 2012 See abstract, claims 1-5 and fig. 1-6.	1-15
A	US 2011-0124095 A1 (MANALIS, Scott et al.) 26 May 2011 See abstract, paragraphs [0036]-[0038] and fig. 3-8.	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 SEPTEMBER 2015 (15.09.2015)	**16 SEPTEMBER 2015 (16.09.2015)**

Name and mailing address of the ISA/**KR**
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

International application No.
PCT/KR2015/005590

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2012-014142 A1	02/02/2012	IT T020100651A1	29/01/2012
US 2011-0124095 A1	26/05/2011	US 2009-0053749 A1	26/02/2009
		WO 2007-081902 A2	19/07/2007
		WO 2007-081902 A3	09/10/2008

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2015/005590

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01G 9/00(2006.01)i, G01N 5/00(2006.01)i, G01N 15/00(2006.01)i, G01N 29/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G01G 9/00; G01N 9/00; G01N 5/02; C12M 1/34; G01N 5/00; G01N 15/00; G01N 29/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: SMR, Sensor, attogram

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	Olcum, Selim, et al. "Weighing nanoparticles in solution at the attogram scale." Proceedings of the National Academy of Sciences 111.4 (2014):1310-1315. 페이지 1310-1311 및 Fig. 1 참조.	1-15
A	Burg, Thomas P., et al. "Vacuum-packaged suspended microchannel resonant mass sensor for biomolecular detection." Journal of Microelectromechanical Systems 15.6 (2006):1466-1476. 요약, 페이지 1469-1471 및 Fig. 3-7 참조.	1-15
A	WO 2012-014142 A1 (ISTITUTO SPERIMENTALE ITALIANO "LAZZARO SPALLANZANI" 외 1명) 2012.02.02 요약, 청구항 1-5 및 Fig. 1-6 참조.	1-15
A	US 2011-0124095 A1 (MANALIS SCOTT 외 3명) 2011.05.26 요약, 문단번호 [0036]-[0038] 및 Fig. 3-8 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2015년 09월 15일 (15.09.2015)	2015년 09월 16일 (16.09.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
김민석
전화번호 +82-42-481-5466

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2015/005590

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2012-014142 A1	2012/02/02	IT TO20100651A1	2012/01/29
US 2011-0124095 A1	2011/05/26	US 2009-0053749 A1	2009/02/26
		WO 2007-081902 A2	2007/07/19
		WO 2007-081902 A3	2008/10/09