

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 6월 19일 (19.06.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/092219 A1

- (51) 국제특허분류:
G01N 30/02 (2006.01) B01D 15/08 (2006.01)
G01N 35/08 (2006.01) B81B 7/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/010902
- (22) 국제출원일: 2012년 12월 14일 (14.12.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0145050 2012년 12월 13일 (13.12.2012) KR
- (71) 출원인: 한국기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 305-806 대전시 유성구 과학로 169-148, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김상구 (KIM, Sang-Goo); 137-800 서울시 서초구 반포2동 반포힐스테이트 102동 2402호, Seoul (KR). 임성민 (LIM, Sung-Min); 136-850 서울시 성북구 정릉3동 394-9, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 대아 (DAE-A INTELLECTUAL PROPERTY CONSULTING); 135-936 서울시 강남구 역삼로 123 한양빌딩 3층, Seoul (KR).

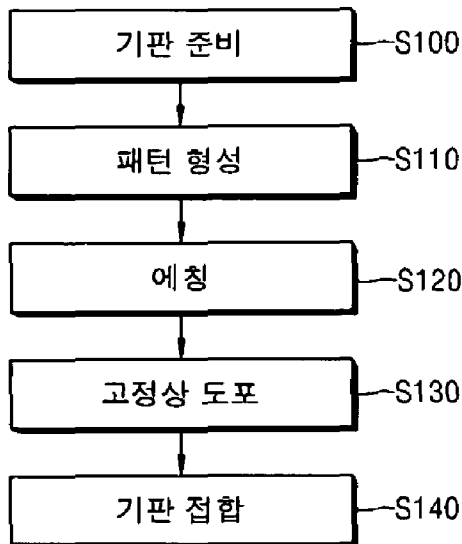
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, 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, 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, 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),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING GAS CHROMATOGRAPHY CHIP THROUGH MULTI-ETCHING AND METHOD FOR MANUFACTURING CHIP LAMINATE

(54) 발명의 명칭: 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법 및 상기 칩 적층체의 제조 방법



(57) Abstract: The present invention relates to a method for manufacturing a gas chromatography chip through multi-etching and a method for manufacturing a chip laminate and, more specifically, to a gas chromatography chip obtained through multi-etching and a method for manufacturing a gas chromatography chip laminate by laminating the gas chromatography chip.

(57) 요약서: 본 발명은 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법, 및 이 칩 적층체의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩, 및 상기 가스 크로마토그래피 칩을 적층한 가스 크로마토그래피 칩 적층체의 제조 방법을 제공한다.

S100 ... Preparing substrate
S110 ... Forming pattern
S120 ... Etching
S130 ... Coating stationary phase
S140 ... Bonding substrate

WO 2014/092219 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법 및 상기 칩 적층체의 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법, 및 이 칩 적층체의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩, 및 상기 가스 크로마토그래피 칩을 적층한 가스 크로마토그래피 칩 적층체의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 크로마토그래피(chromatography)는, 단순 혼합물로부터 매우 복잡한 혼합물까지, 즉 다성분 혼합물을 이루고 있는 각 성분을 정밀하게 분리하는 분석 기술에 관한 것이다.
- [3] 크로마토그래피는 고정상(stationary phase)과, 특히 이동상(mobile phase; moving phase)의 종류에 따라서 여러 가지로 구분될 수 있다.
- [4] 크로마토그래피는 상기 이동상의 종류에 따라, 가스 크로마토그래피(gas chromatography)와 액체 크로마토그래피로 구분될 수 있다. 본 발명에서는 액체 크로마토그래피에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [5] 상기 가스 크로마토그래피 기술은, 혼합물이 분산되어 있는 이동상(moving phase)을 고정상(stationary phase)을 통해서 이동시키면, 이동상에 포함된 혼합물 각각이 나타내는 고정상에 대한 인력 또는 흡착력의 차이에 따라서 고정상에 이동상의 흔적을 남기는 특징을 이용하고 있다.
- [6] 즉, 가스 크로마토그래피 기술에서는, 분리하려는 혼합물이 이동상에 포함되어 있다.
- [7] 상기 혼합물 성분은 고정상을 이동하며, 이때 혼합물을 이루는 각 성분은 고정상을 이동하면서 분리된다.
- [8] 이때, 가스 크로마토그래피는, 특히, 간편하고, 빠르며, 고감도이고, 열적으로(thermally) 안정된 휘발성 물질에 대해서도 분리능이 높다는 특징이 있다.
- [9] 크로마토그래피 기술을 이용하면, 임의의 혼합물을 각각의 성분별로 정밀하게 분리할 수 있다.
- [10] 이때, 매우 복잡한 혼합물을 분석하고 하는 가스 크로마토그래피 칩의 경우, 마이크로 채널, 즉 고정상의 전체 길이와, 상기 마이크로 채널(고정상)에 형성한 극성에 의해서 분리능에 차이가 발생한다.
- [11] 한편, 종래 제작하고 있었던 가스 크로마토그래피용 칩은 DRIE(Dry Reactive Ion Etching) 기법을 이용하고 있었다.
- [12] 여기서, 기판(웨이퍼)에 원하는 패턴을 새기는 방법에 대해서 간단하게

설명하기로 한다.

- [13] 기판 상에 원하는 패턴을 새기기 위해서는, (1) 패턴을 새기기에 적합한 기판을 준비하고, 이 기판 상에 식각에 적합한 물질로 박막을 형성하고, (2) 상기 기판 상에 새길 패턴, 즉 설계도를 준비한 다음, (3) 에칭(식각) 장비를 사용하여, 상기 설계도에 그려진 패턴대로, 상기 기판 상에 형성된 박막 중에서 불필요한 부분을 제거하여 원하는 패턴을 새길 수 있게 된다.
- [14] 이 패턴 새기기는, 크게, 건식(Dry) 에칭 기법과 습식(Wet) 에칭 기법으로 나눌 수 있다.
- [15] 상기 DRIE 기법은, 기판(웨이퍼, wafer)과 반응시킬 에칭(etching, 식각) 가스를 플라즈마 상태로 만들고, 이 플라즈마 상태의 식각 가스를 기판에 충돌시켜서, 기판을 이루는 성분과 식각 가스와의 물리적 충격 및 화학 반응 등이 결합된 결과, 기판의 일부분을 에칭하는 건식(Dry) 에칭 기법이다.
- [16] 이 건식 에칭 기법은 장치가 복잡하여 구현 방법이 까다롭고 비용이 과다한 문제가 있었다.
- [17] 반면, 습식 에칭 기법은 액상이 화학 약품 또는 화학 물질을 기판 표면에 흘려서 기판 표면 상에 형성된 박막 중에서 불필요한 부분을 제거하는 기술로, 건식 에칭 기법에 비해서 구현 장치가 비교적 간단하고 저렴하게 실시할 수 있다는 장점이 있다.
- [18] 본 발명에 관련된 종래 기술로는 대한민국 등록특허 제10-0243995호(2000.02.01. 공고)가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [19] 따라서, 본 발명은 투명한 기판을 사용하고, 저렴한 습식 에칭 방법을 이용하여 가스 크로마토그래피 칩을 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.
- [20] 이때, 투명한 기판을 사용한 본 발명의 가스 크로마토그래피 칩은 단일 에칭을 통해서 원하는 깊이의 마이크로 채널을 얻을 수 없기 때문에, 다중 에칭을 행하는 것이 바람직하다.
- [21] 또한, 본 발명은 상기 기판을 간단한 방법으로 접합하여 기판 사이의 밀봉을 효과적으로 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [22] 또한, 본 발명은 상기 기판 상의 마이크로 채널에 형성되는 고정상의 극성을 조절하는 것을 목적으로 한다.
- [23] 또한, 본 발명은 다중 에칭을 통해서 얻은 단일한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법 뿐만 아니라, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩을 다층으로 적층한 가스 크로마토그래피 칩 적층체를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [24]
- [25] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지

않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)는 이하의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [26] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법은, (A) 상부 기관과 하부 기관을 준비하는 단계; (B) 상기 상부 기관 또는 하부 기관의 대향하는 일측 또는 양측 표면 상에 마이크로 채널 패턴부를 형성하는 단계; (C) 3 회 이상 상기 마이크로 채널 패턴부를 에칭하여 마이크로 채널을 형성하는 단계; (D) 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성된 기관 표면의 반대쪽 표면에 가스 공급 연결부를 형성하는 단계; (E) 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성된 기관 표면의 반대쪽 표면, 또는 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성되지 않은 대향 기관의 반대쪽 표면 상에 가스 배출 연결부를 형성하는 단계; (F) 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성된 기관의 내측 표면 상에 스핀 코팅법에 의해서 고정상을 도포하는 단계; 및 (G) 상기 고정상이 도포된 기관의 도포면과, 상기 고정상이 도포되지 않은 기관의 대향면을 맞대어 접합하여 가스 크로마토그래피 칩을 제조하는 단계를 포함하며, 상기 마이크로 채널 패턴부는, 단면이 원형 형상이고, 상기 가스 공급 연결부로부터 상기 가스 배출 연결부까지 연속적으로 연장되는 마이크로 채널로 이루어지며; 상기 가스 공급 연결부는, 가스 공급구축이 넓고, 상기 마이크로 채널로 진행함에 따라서 그 폭이 좁아지는 테이퍼 형상으로 형성되며; 상기 상부 기관 또는 하부 기관의 대향 내측 표면 상에는 하나 이상의 위치 정렬 마커가 형성되며; 상기 기관의 온도를 제어하기 위한 열 전달부 및 온도 제어 장치;를 포함하고 있으며; 상기 가스 공급 연결부 및 상기 가스 배출 연결부는, EDM 방식 또는 샌드블래스트(sandblast) 방식으로 형성되며; 상기 온도 제어 장치는, 상기 기관의 온도 조절을 수행함과 동시에 상기 기관에 열압력을 가하여 상기 기관에 형성된 상기 마이크로 채널 내의 가스 손실을 방지하는 것을 특징으로 한다.
- [27] 여기에서, 상기 기관의 소재는, 글래스 웨이퍼, 석영 웨이퍼, 폴리디메틸실록산 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 실리콘이트 웨이퍼, 보로실리콘 웨이퍼 및 용융 실리콘 웨이퍼 중에서 선택되는 하나인 것이 바람직하다.
- [28] 또한, 상기 (F) 단계에서 상기 고정상은 PDMS이며, 상기 마이크로 채널의 극성을 조절하기 위해서, 실리카겔, 알루미나, 숯, 분자체, 및 다공성 중합체 중 선택된 하나가 더 코팅되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [29] 또한, 상기 (F) 단계는, 상부 기관과 하부 기관을 접합하였을 때, 상기 고정상이 상기 기관의 접합면을 밀봉(sealing)하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [30] 한편, 본 발명에 따르면, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩을, 선행하는 가스 크로마토그래피 칩의 가스 배출 연결부와 후행하는 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부를 서로 연결하여 상기 마이크로 채널의 길이를 연장하는 가스

크로마토그래피 칩 적층체의 제조 방법이 제공될 수 있다.

- [31] 여기서, 상기 가스 크로마토그래피 칩의 고정상에 더 코팅되는 고정상은 가스 크로마토그래피 칩 적층체의 각 층마다 서로 다를 수 있다.

[32]

- [33] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

- [34] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다.

- [35] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

- [36] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭하며, 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 명세서의 명확성을 위하여 과장되어 기술되어 있을 수 있음을 알아야 한다.

발명의 효과

- [37] 이상, 본 발명의 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법, 및 상기 칩 적층체의 제조 방법에 따르면, 습식 에칭 방법에 의해서 가스 크로마토그래피 칩을 제작하기 때문에 경제적으로 유리하다.
- [38] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 의해서 얻어진 가스 크로마토그래피 칩은, 기관 접합시 간단하고 효율적인 방법으로 접합하여 밀봉된다.
- [39] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 의해서 얻어진 가스 크로마토그래피 칩은, 마이크로 채널에 코팅되는 고정상의 극성을 조절할 수 있다.
- [40] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 의해서 얻어진 가스 크로마토그래피 칩을 다층으로 적층한 가스 크로마토그래피 칩 적층체를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [41] 도 1은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [42] 도 2는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 개략적인 평면도이다.
- [43] 도 3은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭시 기관의 에칭 깊이를 나타낸 표이다.
- [44] 도 4의 (a)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부의 가스 유입로의 유로 폭이 동일한 형상을 나타낸 도면이고, 도 4의 (b)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부의 형성 모양을 나타낸 것으로, 가스 공급

연결부의 가스 유입로의 유로 폭이 테이퍼진 형상을 나타낸 도면이다.

[45] 도 5는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 개략적인 평면도와 함께, 상기 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부의 구성을 일부 확대하여 도시한 도면이다.

[46] 도 6은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부, 마이크로 채널, 및 가스 배출 연결부의 실제 사진과, 상기 가스 공급 연결부 및 가스 배출 연결부에 형성한 가스 공급/배출 커넥터의 모습을 나타낸 도면이다.

[47] 도 7은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 실제 가스 분석 결과를 나타내는 도면으로, 도면에서는 클로로포름과 4-브로모플루오르벤젠의 ECD 검출 결과를 나타내고 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[48] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[49]

[50] 먼저, 본 발명에서 '코팅'과 '도포', '웨이퍼'와 '기판', 및 '에칭'과 '식각'은, 각각, 사실상 동등한 의미로 사용되었다는 것을 알아야 한다.

[51]

[52] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법에 대해서 설명하기로 한다.

[53] 도 1은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.

[54] 도 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법은, 기판 준비 단계(S100), 패터닝 형성 단계(S110), 에칭 단계(S120), 고정상 도포 단계(S130), 및 기판 접합 단계(S140)를 포함하고 있다.

[55]

[56] 기판 준비

[57] 기판 준비 단계(S100)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법에서 사용할 기판을 준비하는 단계이다.

[58] 상기 기판은, 후술하지만, 그 소재로, 글래스 웨이퍼, 석영 웨이퍼, 폴리디메틸실록산 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 실리콘이트 웨이퍼, 보로실리케이트 웨이퍼 및 용융 실리카 웨이퍼 중에서 선택되는 하나인 것이 바람직하며, 보로실리케이트 웨이퍼인 것이 가장 바람직하다.

[59] 또한, 본 기판은 표준 4 인치 크기인 것이 바람직하나, 필요에 따라서, 기판의 크기는 상이할 수도 있다.

[60] 여기에서, 상기 기판은 상부 기판과 하부 기판으로 분리되어 있는 것이

바람직하다.

[61] 당연히, 상기 기관의 두께에 대해서는 달리 한정하지 않는다.

[62]

[63] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법에서 사용할 기관에는 미리 Au/Cr 증착막을 형성하여 두는 것이 바람직하다.

[64] 증착막을 형성할 기관으로는 상부 기관이나 하부 기관을 특정하지는 않는다.

[65] 이 증착막은 불산에 견딜 수 있기 때문에, 후술하는 습식 에칭에서의 효과적인 에칭에 도움이 될 수 있다.

[66] 상기 증착막을 형성하는데 사용한 증착 장비로는, 전자 빔 증착기(E-Beam Evaporator)(모델명: ei-5, 제조사: ULVAC)를 사용하였으며, 먼저 증착한 Cr막의 두께는 약 200 ~ 300 Å 정도, 그 위에 증착되는 Au막의 두께는 약 2000 Å 정도가 바람직하다.

[67]

[68] 패턴 형성

[69] 패턴 형성 단계(S110)는, 상기 준비된 기관에 새길 패턴을 형성하는 단계이다.

[70] 본 단계(S110)에서 말하는 패턴은, 도 2에 나타낸 것과 유사한 패턴을 가리키는 것으로, 바람직하게는, 패턴 형성 프로그램을 이용하여 미리 패턴을 구성하여 둔 것이다.

[71] 패턴 형성의 구체적인 예로는, 패턴 형성 프로그램을 사용하여, 도 2에 나타낸 것과 유사한 패턴을 미리 형성한 다음, 이 패턴을 블랭크 마스터(blank master)(모델명: Photo Plotter Mask, 제조사: Barco)에 프린팅하고, 이 블랭크 마스터를 본 발명의 기관(10, 도 2)의 패턴 제작에 이용되는 포토 마스크로 사용하여, 기관(10)을 에칭(식각)하여 형성하는 방법을 들 수 있다.

[72] 이때, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 포토 마스크와, 상기 기관(10) 상에 도포한 포토 레지스트를 이용하여, 상기 기관(10) 상에 원하는 패턴을 형성할 수 있음을 잘 알 것이다.

[73] 포토 레지스트로는 SU-8 50(미국 Microchem 제품)을 사용할 수 있다.

[74] 상기 SU-8 50은 네거티브 에칭용 포토 레지스트이며, 이때의 코팅 두께는 40 ~ 100 m로 조절하여 도포할 수 있다.

[75]

[76] 또한, 기관의 에칭시에 위치 정렬을 용이하게 하기 위한 용도로서의 위치 정렬 마커도 동시에 형성되는 것이 바람직하다.

[77] 더욱 자세한 패턴 형성 방법에 대해서는, 후술한다.

[78]

[79] 에칭

[80] 에칭 단계(S120)는, 소정의 패턴 형상대로, 상기 기관을 에칭하는 단계이다.

[81] 에칭 단계(S120)에서는, 기관 상에 형성된 패턴만을 에칭하도록 하는 것이

바람직하다.

- [82] 이때, 상술한, 원하는 패턴이 형성된 포토 마스크를 이용하여, 포토 레지스트(PR)와 습식 에칭 방식을 적용하여 에칭을 수행할 수 있다.
- [83] 본 에칭 단계(S120)에서, 상기 습식 에칭은, 원하는 에칭 깊이, 즉 50 μm 정도가 나올 때까지, 적어도, 3 회 이상 반복하는 것이 바람직하다. 이에 대해서는 도 3을 참조하여 후술한다.
- [84]
- [85] 고정상 도포
- [86] 고정상 도포 단계(S130)는, 상기 에칭 단계(S120)에서 에칭을 끝난 기판의 표면에 대해서, 고정상, 바람직하게는 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 도포하는 단계이다.
- [87] 상기 PDMS는 광학적으로 투명하고 비극성이며 비가연성의 특징을 갖는 물질로서 스핀 코터를 사용하여 스핀 코팅 방식으로 도포하였다. 구체적인 스핀 코팅 방식에 대해서는, 후술하는 실시예의 단락에서 더욱 자세하게 설명하기로 한다.
- [88] 참고로, 본 발명에서 사용한 기판 역시 광학적으로 투명하다는 것을 알아야 한다.
- [89]
- [90] 본 고정상 도포 단계(S130)에서는, 상술한 PDMS 이외에도, 필요에 따라서, 극성이 다른 고정상을 기판의 코팅층에 추가 도포할 수도 있다.
- [91] 극성이 다른 고정상의 예로는, 실리카겔, 알루미나, 숯, 분자체, 및 다공성 중합체를 들 수 있으며, 이들을 고정상으로 도포하는 경우 마이크로 채널의 극성을 용이하게 조절할 수 있다.
- [92]
- [93] 기판 접합
- [94] 기판 접합 단계(S140)는, 고정상의 도포가 종료된 기판을 접합하는 단계이다.
- [95] 이때, 기판을 이루는 상부 기판 또는 하부 기판의 어느 한쪽 표면에 코팅된 PDMS가 고정상의 기능을 수행할 뿐만 아니라 본 발명의 기판의 접합(bonding)에도 작용한다는 점을 알아야 한다.
- [96] 따라서, 상기 PDMS는, 마이크로 채널 내에서 고정상으로의 역할, 및 상부 기판과 하부 기판 사이의 밀봉에 동시에 기여할 수 있다.
- [97] 다르게는, 상기 PDMS는 상부 기판 및 하부 기판의 양 표면 모두에 코팅될 수도 있다.
- [98]
- [99] 여기에서, 상기 PDMS는, 상부 기판과 하부 기판을 접합한 다음, 마이크로 채널의 어느 한쪽의 개구에 대해서, 가압 주입함으로써, 마이크로 채널의 벽면을 코팅하는 방법을 사용하는 것이 아니라, 스핀 코터를 이용하는 스핀 코팅법에 의해서 매우 간단하게 도포될 수 있다는 점에 주목하여야 한다.

[100]

[101] 다음으로, 도 2는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 개략적인 평면도이다.

[102] 여기에서, 상기 가스 크로마토그래피 칩은, 원형으로 형성된 기관(10), 상기 기관(10)의 일측 표면 상에 형성된 위치 정렬 마커(20, 30), 가스 크로마토그래피 칩에 가스를 공급하기 위한 가스 공급 연결부(40), 가스 크로마토그래피 칩에서 배출되는 가스의 배출 연결부(50), 마이크로 채널(60), 및 상기 기관(10)의 일측에서 시작하여 상기 기관(10)의 대부분의 평면을 덮도록 마이크로 채널(60)이 연장되어 있는 마이크로 채널 패턴부(70)를 포함하고 있다.

[103] 상기 기관(10)은, 상술한 바와 같이, 상부 기관과 하부 기관으로 분리되어 형성될 수 있으며, 상기 가스 공급 연결부(40), 가스 배출 연결부(50), 마이크로 채널(60) 및 마이크로 채널 패턴부(70)는, 각각, 상기 상부 기관과 하부 기관의 어느 일측에 모두 형성되어 있을 수 있다.

[104] 다르게는 이들 구성 요소는, 그 일부분만 상기 기관(10)의 상부 기관과 하부 기관의 어느 일측에 형성되고 나머지 일부분은 상기 기관(10)의 상부 기관과 하부 기관의 반대쪽 대향 표면 상에 형성되어 있을 수도 있다.

[105]

[106] 상기 기관(10)의 소재는, 상술한 바와 같이, 글래스 웨이퍼, 석영 웨이퍼, 폴리디메틸실록산 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 실리콘에이트 웨이퍼, 보로실리케이트 웨이퍼 및 용융 실리카 웨이퍼 중에서 선택되는 하나인 것이 바람직하며, 보로실리케이트 웨이퍼인 것이 가장 바람직하다.

[107]

[108] 또한, 상기 위치 정렬 마커(20, 30)는, 도면에서, 상기 기관(10) 상에서 마이크로 채널 패턴부(70)를 사이에 두고 대향하여 상기 기관(10)의 양측면에 형성되어 있는 것으로 도시되어 있으나, 위치 정렬 마커(20, 30)의 위치는 이에 한정되지 않는다.

[109] 즉, 상기 위치 정렬 마커(20, 30)의 형성 위치는, 상기 기관(10)의 일측 표면 또는 상기 기관(10)의 일측과 타측 표면 상에 각각 형성될 수 있으며, 적어도 하나 이상을 구비할 수 있다.

[110] 따라서, 상기 기관(10)의 일측면 상에 인접하여 위치 정렬 마커를 형성할 수도 있고, 다르게는, 상기 기관(10)의 일측면 상에 하나만 형성하여 두고, 상기 기관(10)의 일측면을 절단한 다음 이 절단한 면을 보조 위치 정렬 마커로 이용할 수도 있다.

[111]

[112] 도면에서, 가스 공급 연결부(40)는 기관(10)의 상단의 일측에 형성되어 있으나, 그 형성 위치는 임의의 다른 위치일 수도 있다.

[113] 상기 가스 공급 연결부(40)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 얻은 가스 크로마토그래피 칩에, 이동상으로서의 혼합물 가스를 공급할 때 사용하는

부분이다.

- [114] 상기 가스 공급 연결부(40)의 가스 공급측에는, 후술하는, 가스 공급측 커넥터(80)와 가스 공급 컬럼(100)(이상, 도 6 참조)이 연결되며, 이 가스 공급 컬럼(100)을 통해서 이동상의 가스가 공급된다. 이때, 기관(10)과 상기 가스 공급 컬럼(100) 사이에는 가스 공급측 커넥터(80, 도 6 참조)가 설치되어 있는 것이 바람직하다.
- [115] 상기 가스 공급 연결부(40)로 공급된 가스는, 연속하여 형성된 마이크로 채널(60)로 유동한다.
- [116] 상기 마이크로 채널(60)은 마이크로 채널 패턴부(70)를 구성하는 마이크로 채널로서, 상기 가스 공급 연결부(40)에서 유동되어 온 이동상의 가스를 연속적으로 유동시키는 역할을 한다.
- [117]
- [118] 상기 마이크로 채널 패턴부(70)는, 바람직하게는, 패턴 형성 프로그램을 이용하여 미리 패턴을 구성한 것으로, 상술한 바와 같이, 이 패턴을 블랭크 마스터에 프린팅하고, 이 블랭크 마스터를 본 발명의 기관(10)의 패턴 제작에 이용되는 포토 마스크로 사용하여, 기관(10)을 에칭(식각)하여 형성한 것이다.
- [119]
- [120] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 형성된 상기 마이크로 채널 패턴부(70)의 폭은 약 100 μm 였다.
- [121] 따라서, 기관(10) 상에 형성되는 마이크로 채널(60)의 폭도 이와 사실상 동일한 폭으로 형성되는 것은 자명하다.
- [122] 한편, 기관(10) 상에 형성되는 마이크로 채널(60)의 길이는, 상기 마이크로 채널 패턴부(70)의 패턴 형상에 따라서 가감될 수 있다.
- [123]
- [124] 또한, 가스 배출 연결부(50)는 기관(10)의 상단의 일측에 형성된 가스 공급 연결부(40)의 연장 방향과 반대 방향으로 형성되어 있으나, 이는 반드시 이에 한정되지는 않는다.
- [125] 즉, 도시한 도면에서, 상기 가스 공급 연결부(40)와 가스 배출 연결부(60)는, 각각, "┐"와 "┌"의 형상으로 도시되어 있지만, 상기 가스 공급 연결부(40)와 가스 배출 연결부(50)는, "┌"와 "┐"의 형상처럼 서로 마주보도록 형성될 수도 있다.
- [126] 또한, 상기 가스 공급 연결부(40)와 가스 배출 연결부(50)는, 기관(10)의 일측 표면 상에 모여서 형성될 수도 있지만, 기관(10)의 상측과 하측, 또는 우측과 좌측에, 각각, 이격되어 형성될 수도 있다.
- [127] 다르게는, 상기 가스 공급 연결부(40)와 가스 배출 연결부(50)는, 기관(10)의 어느 일측 표면 상에 하나가 형성되고, 기관(10)의 어느 일측의 반대쪽 표면 상에 다른 하나가 형성될 수도 있다.
- [128]

- [129] 상기 가스 배출 연결부(50)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 얻은 가스 크로마토그래피 칩에 공급된 이동상으로서의 가스가 배출되는 부분이다.
- [130] 상기 가스 배출 연결부(50)의 가스 배출측에는, 후술하는, 가스 배출측 커넥터(90)와 가스 배출 컬럼(110)(이상, 도 6 참조)이 연결되며, 이 가스 배출측 커넥터(90)와 가스 배출 컬럼(110)을 통해서 이동상의 가스가 배출된다.
- [131] 상기 가스 배출 연결부(50)로 배출된 가스는 외부로 배출될 수도 있으며, 다르게는, 가스 크로마토그래피 칩을 적층하여 가스 크로마토그래피 칩 적층체를 구성하는 경우, 상기 가스 배출 컬럼(110)을 통해서, 인접한, 또는 원격지의 다른 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부(미도시)로 공급될 수도 있다.
- [132] 즉, 선행하는 가스 크로마토그래피 칩의 가스 배출 연결부에 설치된 가스 배출측 커넥터로부터 배출되는 가스는, 후행하는 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부에 설치된 가스 공급측 커넥터로 연속적으로 공급될 수 있다.
- [133]
- [134] 가스 크로마토그래피 기법에서는 장치 전체의 온도 제어가 매우 중요하며, 특히 혼합물을 고분리능으로 분석하기 위해서는 기관(10) 및 기관(10) 내에 형성한 마이크로 채널(60)의 온도를 정밀하게 제어할 필요가 있다.
- [135] 이를 위해서, 도면에 도시하지는 않았지만, 상기 기관(10)에 형성한 위치 정렬 마커(20, 30), 가스 공급 연결부(40), 가스 배출 연결부(50), 및 마이크로 채널(60)과 마이크로 채널 패터부(70)를 제외한 부분에 열 전달부가 더 형성되어 있을 수도 있다.
- [136] 다르게는, 상기 열 전달부(미도시)는 상기 기관(10)에 형성된 가스 공급 연결부(40), 가스 배출 연결부(50), 및 마이크로 채널(60)과 마이크로 채널 패터부(70) 전체를 가열할 수 있도록 형성될 수도 있다.
- [137] 또한, 이 경우, 열 전달부에는 온도 제어 장치(미도시)가 더 설치되어 있는 것이 더욱 바람직하다.
- [138] 본 발명에 따른 가스 크로마토그래피 칩의 경우, 상기 온도 제어 장치에 의해서 가스 크로마토그래피 칩의 온도를 고속으로 또한 정밀하게 제어할 수 있다.
- [139] 이때, 상기 열 전달부에는 기관(10)의 크기가 소형인 점을 감안하여 펠티에(peltier) 소자를 사용할 수도 있다.
- [140]
- [141] 도 3은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭시 기관의 에칭 깊이를 나타낸 표이다.
- [142] 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 에칭을 1 회 시행한 경우, 마이크로 채널(60)의 깊이는 $17\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ 정도(평균 깊이: $18\ \mu\text{m}$)였으나, 에칭을 3 회 시행한 경우, 마이크로 채널(60)의 깊이는 $42\ \mu\text{m} \sim 57\ \mu\text{m}$ 정도(평균 깊이: $50\ \mu\text{m}$)까지 깊어진다.
- [143] 본 발명의 바람직한 실시예에서 형성한 마이크로 채널(50)의 깊이는 $50\ \mu\text{m}$ 였다.
- [144]

- [145] 도 4의 (a)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부의 가스 유입로의 유로 폭이 동일한 형상을 나타낸 도면이고, 도 4의 (b)는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부의 형성 모양을 나타낸 것으로, 가스 공급 연결부의 가스 유입로의 유로 폭이 테이퍼진 형상을 나타낸 도면이다.
- [146] 도 4의 (a)에 나타낸 가스 공급 유로는 유로 자체가 평행하게 형성되어 있고, 도 4의 (b)에 나타낸 가스 공급 유로는 유로 자체가 가스 공급구(도면에서 가운데 원형 부분) 부분의 폭이 가장 넓고 우측으로 갈수록 그 폭이 좁아지는 유로가 형성되어 있음을 알 수 있다.
- [147] 본 발명에서, 상기 가스 공급 연결부의 가스 유입로의 형상을 테이퍼진 형상으로 형성한 이유는, 도 4의 (a)에서와 같이 평행한 유로를 형성한 경우, 기관(10)의 마이크로 채널(60)을 통해서 유동되어 기관(10)의 가스 배출 연결부(50)로 배출되는 가스의 양이 너무 적었기 때문이다.
- [148] 도 4의 (b)에서는 가스 공급구측을 약 500 μm 정도의 폭으로 형성하고, 마이크로 채널 패턴부(70)의 시작점, 즉 마이크로 채널(60)이 시작되는 지점까지 100 μm 정도의 폭으로 줄어드는, 테이퍼진 형상으로 형성하였다.
- [149] 그 구체적인 형상에 대해서는, 도 5를 참조하여 설명한다.
- [150]
- [151] 도 5는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 개략적인 평면도와 함께, 상기 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부의 구성을 일부 확대하여 도시한 도면이다.
- [152] 도 5에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부(40)에 형성한 가스 공급구(42) 부근의 유로의 폭은 약 500 μm 이고, 상기 가스 공급구(42)에서 멀리 떨어진 곳의 유로의 폭은 약 100 μm 로 형성되어 있으므로, 이들은 테이퍼 형상 채널부(44)를 이루고 있다.
- [153]
- [154] 도 6은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부, 마이크로 채널, 및 가스 배출 연결부의 실제 사진과, 상기 가스 공급 연결부 및 가스 배출 연결부에 형성한 가스 공급/배출 커넥터의 모습을 나타낸 도면이다.
- [155] 도 6으로부터, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가스 크로마토그래피 칩은, 기관(10)의 일측에 형성된 가스 공급 연결부(40)의 가스 공급구(42)에 가스 공급측 커넥터(80)가 설치되어 있고, 기관(10)의 타측에 형성된 가스 배출 연결부(50)의 가스 배출구(미도시)에 가스 배출측 커넥터(90)가 설치되어 있는 것을 알 수 있다.
- [156] 본 발명의 바람직한 실시예에서, 상기 가스 공급측 커넥터(80)와 가스 배출측 커넥터(90)로는 Nanoport Assembly(R)(제조사: Upchurch Scientific(미국))를

사용하였으며, 이들 커넥터의 소재는 PEEK(polyether ether ketone)이기 때문에 원하는 내열성 조건(m.p. = 340 °C)을 만족하였고, 가스 크로마토그래피 칩에 고압이 걸리는 경우에도 기판(10) 내부로부터의 가스 유출이 발생하지 않았다.

[157]

[158] 마지막으로, 도 7은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 다중 에칭을 통해 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 실제 가스 분석 결과를 나타내는 도면으로, 도면에서는 클로로포름과 4-브로모플루오르벤젠의 ECD 검출 결과를 나타내고 있다.

[159] 도 7의 그래프를 얻기 위해서, 분석용 시료로서, 클로로포름(Chloroform) 9 μ l와, 4-브로모플루오르벤젠(4-Bromofluorobenzene) 1 μ l를 혼합한 다음, 헥산(Hexane)을 추가하여 1/200의 비율로 희석하였다.

[160]

[161] 분석 장비로는 μ ECD 검출기(모델명: HP 6890, 제조사 : Agilent, 제조국 : USA)를 사용하였다.

[162] 기타, 분석 조건은 다음과 같다.

[163] 가스 공급 온도 : 300 °C

[164] 캐리어 가스 : He

[165] 압력 : 1.30 MPa

[166] 스플릿비 : 50:1

[167] 공급량 : 1 μ l

[168] 사용한 컬럼 : Micro fab column (2 m x 0.10 mm ID x 0.1 μ m)

[169] 온도 구배(ramp) : 40 °C (2 min) $\rightarrow$ 10 °C/min $\rightarrow$ 120 °C (10 min)

[170] 검출기의 온도 : 300 °C

[171]

[172] 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 그래프의 첫번째 피크(peak)는 클로로포름(Chloroform)임을 명확하게 나타내고 있고, 그래프의 두번째 피크는 4-브로모플루오르벤젠(4-Bromofluorobenzene)임을 명확하게 나타내고 있다.

[173]

[174] 다음으로, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법 및 이의 적층체를 구현하는 방법에 대해서 설명하기로 한다.

[175] 이와 관련하여, 도 1을 참조하여 설명한 바가 있으므로, 설명이 중복되거나 이미 설명한 부분에 대해서는 설명이 생략될 수도 있음을 알아야 한다.

[176]

[177] 먼저, 상부 기판과 하부 기판으로 이루어진 기판을 준비한다.

[178] 이때, 상기 기판의 소재는, 글래스 웨이퍼, 석영 웨이퍼, 폴리디메틸실록산 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 실리콘이트 웨이퍼, 보로실리콘이트 웨이퍼 및 용융 실리콘 웨이퍼 중에서 선택되는 하나인 것이 바람직하고, 보로실리콘이트 웨이퍼인 것이 가장 바람직하다.

- [179] 그리고, 상술한 바와 같이, 원하는 패턴이 형성된 마스크를 이용하여 상기 보로실리케이트 웨이퍼에 포토 레지스트(PR)와 습식 에칭 방식을 적용하여, 약 100 μm 폭의 마이크로 채널 패턴부를 형성한다.
- [180] 상기 마스크에서 마이크로 채널의 폭은 0.1 mm, 가스 공급 연결부와 가스 배출 연결부의 직경은 0.5 mm, 전체 마이크로 채널의 길이는 6054 mm였다.
- [181] 이때의 습식 에칭은, 상술한 바와 같이, 원하는 에칭 깊이, 즉 50 μm 정도가 나올 때까지 적어도, 3 회 이상 반복하는 것이 바람직하다.
- [182]
- [183] 여기에서, 상기 마이크로 채널(60) 또는 마이크로 채널 패턴부(70)는, 기관(10)을 이루는 상부 기관과 하부 기관의 어느 한쪽의 일측면, 또는 상부 기관과 하부 기관의 서로 대향하는 양측면의 표면 상에 형성될 수 있다.
- [184] 또한, 상술한 바와 같이 기관(10)에 형성한 위치 정렬 마커(20, 30)를 참조하여 에칭을 반복하므로, 마이크로 채널(60) 및 원하는 패턴의 마이크로 채널 패턴부(70)를 일정한 깊이와 넓이로 정확하게, 또한 서로 맞물리게 에칭할 수 있다.
- [185] 그 결과, 얻어지는 마이크로 채널(60)의 단면은 원형 형태가 될 수 있다.
- [186]
- [187] 이상과 같은 기법을 이용하면, 상술한 바와 같이, 기존의 DRIE 기법에서 필수였던 마스크 레이어나 기타 특수 장비가 필요하지 않으므로, 간단한 방식으로 저렴하게 기관(10)에 마이크로 채널 패턴부(70)를 형성할 수 있다.
- [188]
- [189] 다음으로, 고정상으로서 및 상부 기관과 하부 기관을 접합/밀봉하는 용도로서의 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 도포한다.
- [190] 이때, PDMS는 광학적으로 투명하고 비극성이며 비가연성의 특징을 갖는 물질로서 스핀 코터를 사용하여 스핀 코팅 방식으로 도포하였다.
- [191] 상기 스핀 코팅시의 스핀 코터의 회전 속도는 4000 ~ 8000 RPM 정도, 회전 지속 시간은 1 초 정도였다.
- [192] 또한, PDMS의 점도를 낮추기 위하여, 1:1 또는 1:2(v/v)의 비율로 톨루엔(toluene)으로 희석하였으며, 따라서, PDMS의 코팅 높이 또한 최대한의 수준으로 억제되었다.
- [193]
- [194] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기관(10)을 이루는 상부 기관 또는 하부 기관의 어느 한쪽 표면에만 스핀 코팅을 행하고, 다른 한쪽 표면에는 도포하지 않고 상부 기관과 하부 기관의 양 기관을 접합하였으며, 이후, 오븐에서 70 °C의 온도로 약 1 시간 정도 가열하여 완전하게 접합하였다.
- [195] 이때, PDMS는 기관을 이루는 상부 기관 또는 하부 기관의 어느 한쪽 측면에 코팅되는 것이 바람직하며, 다르게는 양면에 모두 코팅될 수도 있다.
- [196] 이렇게 코팅된 PDMS는 고정상의 기능을 수행할 뿐만 아니라 실리케이트

웨이퍼의 접합(bonding)에도 직접 이용할 수 있기 때문에, 마이크로 채널(60) 내의 가스의 유동과 기관(10) 사이의 밀봉에 동시에 기여할 수 있다.

[197] 즉, 상기 PDMS는, 가스 크로마토그래피 칩을 형성한 다음, 가스 공급 연결부(40) 또는 가스 배출 연결부(50)의 어느 한쪽으로 가압 주입하여 마이크로 채널(60)의 벽면을 코팅하는 기술적으로 어려운 방법이 아니라, 스핀 코터를 이용하여 간단하게 코팅하는 방식으로 제작될 수 있으므로, 매우 경제적인임을 알 수 있다.

[198]

[199] 여기서, 상술한 바와 같이, 필요하다면, 극성이 다른 고정상을 기관(10)의 코팅층에 추가 도포할 수도 있다.

[200] 극성이 다른 고정상의 예로는, 실리카겔, 알루미나, 숯, 분자체, 및 다공성 중합체를 들 수 있으며, 이들을 고정상으로 도포하는 경우 상기 마이크로 채널(60)의 극성을 용이하게 조절할 수 있다.

[201]

[202] 또한, 상기 극성이 다른 고정상은, 기관(10)의 상부 기관 또는 하부 기관의 어느 한쪽에 도포될 수도 있고, 마이크로 채널(60) 전체에 도포될 수도 있다.

[203] 더 나아가, 가스 크로마토그래피 칩 적층체를 이루는 경우, 각각의 가스 크로마토그래피 칩에 동일한 고정상을 도포할 수도 있고, 각각의 가스 크로마토그래피 칩에 대해서 서로 다른 고정상을 도포할 수도 있다.

[204] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에서의 칩 제작은 종래의 건식 에칭 기법(DRIE)에서와는 달리, 습식 에칭 기법을 사용하고 있기 때문에, 저렴하고 간단한 구조의 스핀 코터를 사용할 수 있어서 공정이 간단하면서도 경제적인 효과가 있다.

[205]

[206] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 가스 크로마토그래피 칩에 사용된 기관(10)의 사양은 다음과 같다.

[207]

[208] 기관의 크기 : 4 인치

[209] 가스 공급구의 크기 : 500 μm

[210] 가스 배출구의 크기 : 500 μm

[211] 마이크로 채널의 폭 : 100 μm

[212] 기관의 소재 : 보로실리케이트 웨이퍼

[213]

[214] 여기에서, 상기 가스 공급구의 크기는 500 μm 이고, 마이크로 채널의 폭은 100 μm 이며, 따라서 상기 가스 공급구로부터 상기 마이크로 채널까지의 유로는 테이퍼진 형상이라는 점에 유의하여야 한다.

[215]

[216] 다음으로, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 가스 크로마토그래피 칩의 가스

공급 연결부(40)에 형성된 가스 공급구(42)와 가스 배출 연결부(50)에 형성된 가스 배출구(미도시)의 형성 방법에 대해서 설명한다.

- [217] 먼저, 상기 가스 공급구와 가스 배출구는 샌드 블라스트 방식(sand blasting)으로도 정확하게 구현할 수 있지만, 소량 생산하기 위해서는 상기 샌드 블라스트 방식은 매우 비효율적이기 때문에, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 가스 공급구와 가스 배출구는, 전기적인 방식의 EDM(Electrical Discharge Machining, 방전 가공) 기법을 이용하여 제작되었다.
- [218] 이때, 5 M KOH 용액을 만든 다음, 본 발명의 가스 크로마토그래피 칩을 상기 KOH 용액에 완전 침지(8 mm 이상 침지)하고, 40 V/3 A 전류를 흘려 보냈다.
- [219] 필요에 따라서 방전 가공용 전극과 용액 등을 적절히 교환해 주었다.
- [220] 상기 가스 공급구와 가스 배출구는 가스 크로마토그래피 칩의 일측면에 동시에 형성될 수도 있고, 한쪽 측면에 이들 중 하나가 형성되고 다른쪽 측면에 이들 중 다른 하나가 형성될 수도 있다.
- [221] 전자의 경우, 작업이 편리하다는 장점이 있고, 후자의 경우, 가스 크로마토그래피 칩 적층체를 형성할 때, 매우 유리할 수 있다.
- [222]
- [223] 다음으로, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 얻은 가스 크로마토그래피 칩에, 분석하고자 하는 가스 혼합물을 공급하기 위한 컬럼을 연결하였다.
- [224] 이를 위해서, 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가스 크로마토그래피 칩의 일측에 형성된 가스 공급 연결부(40)의 가스 공급구(42)에 가스 공급측 커넥터(80)를 설치하고, 칩의 타측에 형성된 가스 배출 연결부(50)의 가스 배출구(미도시)에 가스 배출측 커넥터(90)를 설치하였다.
- [225] 상기 가스 공급측 커넥터(80) 및 가스 배출측 커넥터(90)에는, 각각, 외부로부터의 가스 공급을 담당하는 가스 공급 컬럼(100)과 가스 배출 컬럼(110)이 연결될 수 있다.
- [226] 상기 가스 공급 컬럼(100)은 이동상의 가스 및 분석하고자 하는 혼합물이 포함된 가스를 유동 공급하기 위한 컬럼이며, 가스 배출 컬럼(110)은 상기 가스를 외부로 배출하거나, 가스 크로마토그래피 칩 적층체의 경우, 다른 가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부로 연결되는 컬럼이다.
- [227]
- [228] 기타, PDMS의 도포, 기관의 접합, Au/Cr의 증착 등에 대해서는 상술한 바가 있으므로, 설명을 생략한다.
- [229] 또한, 이상과 같이 하여 제조된, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가스 크로마토그래피 칩의 분석 성능에 대해서도, 도 7을 참조하여 설명한 바가 있다.
- [230]
- [231] 여기에서, 본 발명의 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법, 및 상기 칩 적층체의 제조 방법에 따라서 얻은 가스 크로마토그래피 칩의 분석 성능을 측정하기 위해서는, 상기 가스 크로마토그래피 칩에 연결되는 검출 장치,

예를 들면, FID(flame ionization detector), ECD(electron capture detector), 및 질량 분석 장치가 더 포함될 수 있다.

[232] ECD는 주로 할로젠(halogen) 원소(예: F, Cl, Br, I)를 포함하고 있는 화합물의 검출에 유용하며, 주로 농약, PCB, N₂O 가스 등의 검출에 사용된다. FID는 HC, TCE, PCE 등의 유기 화합물의 분석에 주로 사용된다.

[233] 아울러, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 얻은 가스 크로마토그래피 칩에는, 상술한 바와 같이, 온도 제어를 위해서 열 전달부가 더 형성되어 있을 수 있다.

[234] 상기 열 전달부는 가스 크로마토그래피 칩의 부속물이 형성되지 않은 영역에 형성될 수도 있으며, 다르게는 가스 크로마토그래피 칩 전체를 가열할 수 있도록 형성될 수도 있다.

[235] 또한, 상술한 바와 같이, 상기 열 전달부에는 온도 제어 장치가 더 설치되어 있는 것이 바람직하다.

[236] 따라서, 본 발명에 따른 가스 크로마토그래피 칩의 경우, 상기 온도 제어 장치에 의해서 가스 크로마토그래피 칩의 온도를 고속으로 또한 정밀하게 제어할 수 있으므로, 기존의 가스 크로마토그래피 기법과 비교하여 온도 조절이 즉각적이고 효과적으로 제어되므로, 가스 혼합물의 분석시 매우 선명한 피크(peak)를 얻을 수 있다.

[237] 이때, 상기 열 전달부는 가스 크로마토그래피 칩의 크기가 소형인 점을 감안하여 펠티에(peltier) 소자를 사용할 수도 있다.

[238] 또한, 상기 열 전달부는 가스 크로마토그래피 칩의 온도를 조절할 뿐만 동시에 가스 크로마토그래피 칩을 이루는 상부 기판과 하부 기판 사이의 접합부에 열압력을 가하여 마이크로 채널 내의 가스 손실을 방지하는 역할을 수행한다.

[239] 이는 가스 크로마토그래피 칩에 가해지는 열이 상부 기판과 하부 기판 사이에 도포된 PDMS의 접착력을 강화시켜 주기 때문이다.

[240]

[241] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.

[242] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[243] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[244] 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

산업상 이용가능성

- [245] 본 발명의 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법, 및 상기 칩 적층체의 제조 방법에 따르면, 습식 에칭 방법에 의해서 가스 크로마토그래피 칩을 제작하기 때문에 경제적으로 유리하다.
- [246] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 의해서 얻어진 가스 크로마토그래피 칩은, 기관 접합시 간단하고 효율적인 방법으로 접합하여 밀봉된다.
- [247] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 의해서 얻어진 가스 크로마토그래피 칩은, 마이크로 채널에 코팅되는 고정상의 극성을 조절할 수 있다.
- [248] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 의해서 얻어진 가스 크로마토그래피 칩을 다층으로 적층한 가스 크로마토그래피 칩 적층체를 제공할 수 있다.
- [249] <부호의 설명>
- [250] S100 : 기관 준비 단계
- [251] S110 : 패턴 형성 단계
- [252] S120 : 에칭 단계
- [253] S130 : 고정상 도포 단계
- [254] S140 : 기관 접합 단계
- [255]
- [256] 10 : 기관
- [257] 20, 30 : 위치 정렬 마커
- [258] 40 : 가스 공급 연결부
- [259] 42 : 가스 공급구
- [260] 44 : 테이퍼 형상 채널부
- [261] 50 : 가스의 배출 연결부
- [262] 60 : 마이크로 채널
- [263] 70 : 마이크로 채널 패턴부
- [264] 80 : 가스 공급측 커넥터
- [265] 90 : 가스 배출측 커넥터
- [266] 100 : 가스 공급 컬럼
- [267] 110 : 가스 배출 컬럼

청구범위

[청구항 1]

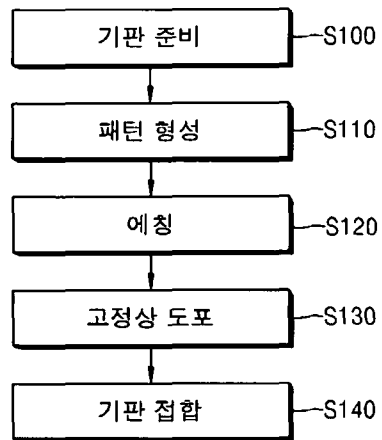
(A) 상부 기관과 하부 기관을 준비하는 단계;
 (B) 상기 상부 기관 또는 하부 기관의 대향하는 일측 또는 양측 표면 상에 마이크로 채널 패턴부를 형성하는 단계;
 (C) 3 회 이상 상기 마이크로 채널 패턴부를 에칭하여 마이크로 채널을 형성하는 단계;
 (D) 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성된 기관 표면의 반대쪽 표면에 가스 공급 연결부를 형성하는 단계;
 (E) 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성된 기관 표면의 반대쪽 표면, 또는 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성되지 않은 대향 기관의 반대쪽 표면 상에 가스 배출 연결부를 형성하는 단계;
 (F) 상기 마이크로 채널 패턴부가 형성된 기관의 내측 표면 상에 스펀 코팅법에 의해서 고정상을 도포하는 단계; 및
 (G) 상기 고정상이 도포된 기관의 도포면과, 상기 고정상이 도포되지 않은 기관의 대향면을 맞대어 접합하여 가스 크로마토그래피 칩을 제조하는 단계를 포함하며,
 상기 마이크로 채널 패턴부는, 단면이 원형 형상이고, 상기 가스 공급 연결부로부터 상기 가스 배출 연결부까지 연속적으로 연장되는 마이크로 채널로 이루어지며;
 상기 가스 공급 연결부는, 가스 공급구측이 넓고, 상기 마이크로 채널로 진행함에 따라서 그 폭이 좁아지는 테이퍼 형상으로 형성되며;
 상기 상부 기관 또는 하부 기관의 대향 내측 표면 상에는 하나 이상의 위치 정렬 마커가 형성되며;
 상기 기관의 온도를 제어하기 위한 열 전달부 및 온도 제어 장치;를 포함하고 있으며;
 상기 가스 공급 연결부 및 상기 가스 배출 연결부는, EDM 방식 또는 샌드블래스트(sandblast) 방식으로 형성되며;
 상기 온도 제어 장치는, 상기 기관의 온도 조절을 수행함과 동시에 상기 기관에 열압력을 가하여 상기 기관에 형성된 상기 마이크로 채널 내의 가스 손실을 방지하는 것을 특징으로 하는,
 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법.

[청구항 2]

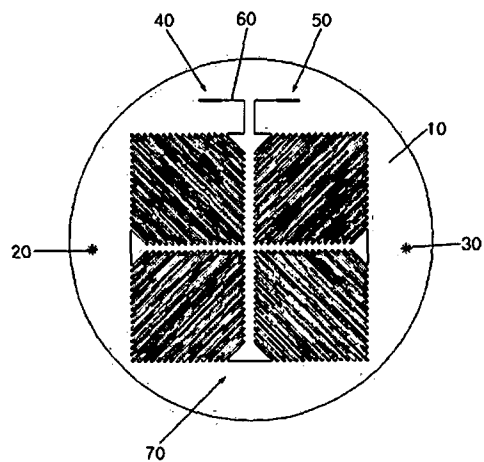
제 1 항에 있어서,
 상기 기관의 소재는,
 글래스 웨이퍼, 석영 웨이퍼, 폴리디메틸실록산 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 실리콘이트 웨이퍼, 보로실리콘이트 웨이퍼 및 용융 실리콘 웨이퍼 중에서 선택되는 하나인 것을 특징으로 하는,

- [청구항 3] 다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법.
제 2 항에 있어서,
상기 (F) 단계에서 상기 고정상은 PDMS이며,
상기 마이크로 채널의 극성을 조절하기 위해서, 실리카겔,
알루미나, 숯, 분자체, 및 다공성 중합체 중 선택된 하나가 더
코팅되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 (F) 단계는, 상부 기판과 하부 기판을 접합하였을 때, 상기
고정상이 상기 기판의 접합면을 밀봉(sealing)하는 단계를 더
포함하는 것을 특징으로 하는,
다중 에칭을 통한 가스 크로마토그래피 칩의 제조 방법.
- [청구항 5] 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 다중 에칭을 통한 가스
크로마토그래피 칩의 제조 방법을 통해 얻은 가스 크로마토그래피
칩을,
선행하는 가스 크로마토그래피 칩의 가스 배출 연결부와 후행하는
가스 크로마토그래피 칩의 가스 공급 연결부를 서로 연결하여
상기 마이크로 채널의 길이를 연장한 것을 특징으로 하는,
가스 크로마토그래피 칩 적층체의 제조 방법.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,
고정상에 더 코팅되는 고정상은 가스 크로마토그래피 칩 적층체의
각 층마다 서로 다를 수 있는 것을 특징으로 하는,
가스 크로마토그래피 칩 적층체의 제조 방법.

[Fig. 1]



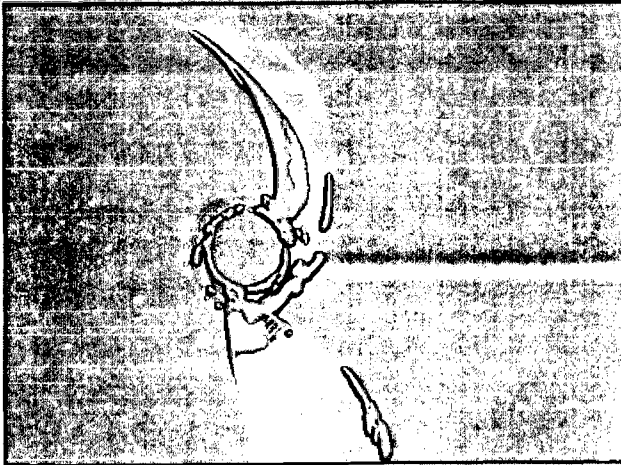
[Fig. 2]



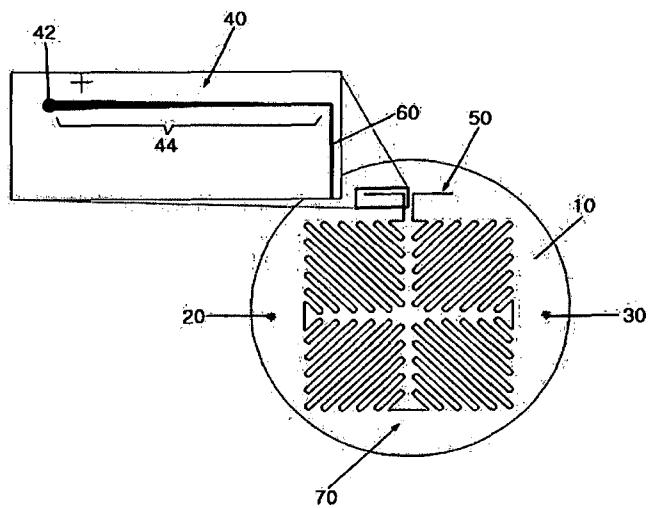
[Fig. 3]

	에칭1회	에칭2회	에칭3회
깊이(μm)	18.95	33.10	56.43
	17.63	32.83	41.51
	17.07	49.98	49.88
	19.58	40.64	49.87
평균	18.29	39.14	49.42
표준편차	1.150	8.08	6.11

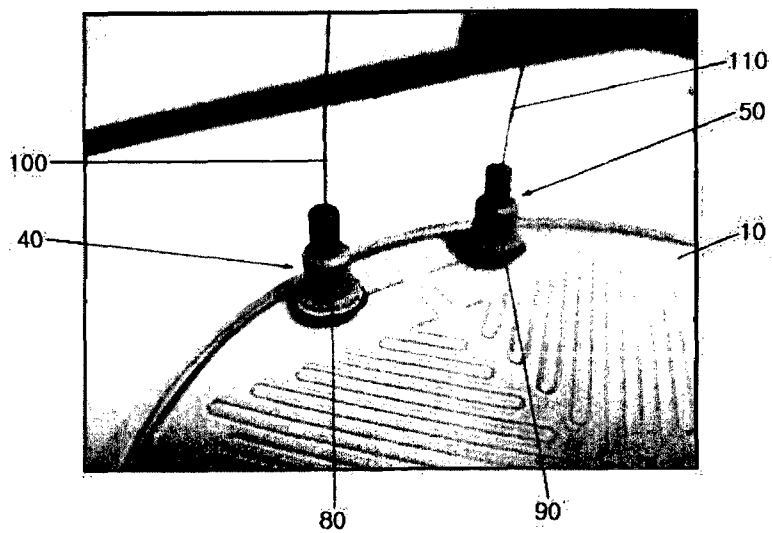
[Fig. 4]



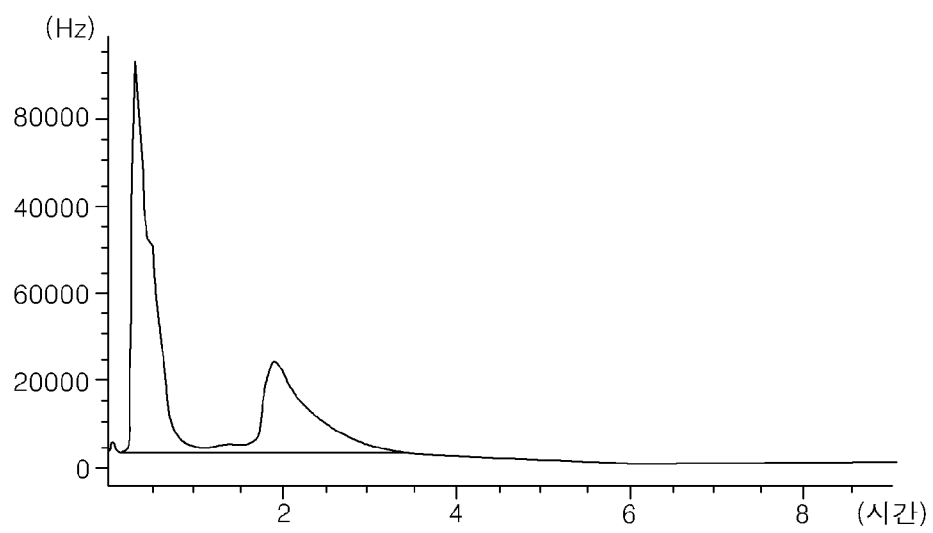
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/010902**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 30/02(2006.01)i, G01N 35/08(2006.01)i, B01D 15/08(2006.01)i, B81B 7/00(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)

G01N 30/02; G01N 30/56; G01N 30/04; G01N 30/20; G01N 30/60; G01N 30/93; B01D 15/08; G01N 35/08; B81B 7/00

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: gas chromatography chip, micro channel, pattern unit, etching, location alignment marker, temperature control device, gas supply, gas discharge connecting part, spin coating, EDM, sand blast, laminate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004-051258 A1 (CAPITAL BIOCHIP COMPANY, LTD. et al.) 17 June 2004 See abstract; claims 1-3, 12 and 19-21; figures 1-3.	1-6
A	JP 2008-241543 A (TOPPAN PRINTING, CO., LTD.) 09 October 2008 See claims 1 and 2; paragraphs [0032]-[0035]; figure 2.	1-6
A	US 5583281 A (YU, C. M.) 10 December 1996 See abstract; claims 1, 2, 7 and 8; figures 1-4.	1-6
A	US 7654130 B2 (SHAH, J. et al.) 02 February 2010 See abstract; claims 13, 14 and 17; figure 16.	1-6
A	JP 2011-141271 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) 21 July 2011 See abstract; claims 4-7; figure 3.	1-6



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

19 AUGUST 2013 (19.08.2013)

Date of mailing of the international search report

20 AUGUST 2013 (20.08.2013)

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 SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/010902

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2004-051258 A1	17/06/2004	AU 2002-357422 A1 AU 2002-357422 B2 CA 2507884 A1 CN 1217188 C CN 1419123 A EP 1576365 A1 EP 1576365 A4 JP 2006-509191 A US 2006-0144237 A1	23/06/2004 24/04/2008 17/06/2004 31/08/2005 21/05/2003 21/09/2005 30/06/2010 16/03/2006 06/07/2006
JP 2008-241543 A	09/10/2008	NONE	
US 5583281 A	10/12/1996	NONE	
US 7654130 B2	02/02/2010	CN 101641596 A EP 2102648 A2 US 2008-0121016 A1 US 2008-0121017 A1 US 7600413 B2 WO 2008-067296 A2 WO 2008-067296 A3	03/02/2010 23/09/2009 29/05/2008 29/05/2008 13/10/2009 05/06/2008 18/09/2008
JP 2011-141271 A	21/07/2011	CN 102087254 A EP 2333539 A1 US 2011-0132196 A1	08/06/2011 15/06/2011 09/06/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 30/02(2006.01)i, G01N 35/08(2006.01)i, B01D 15/08(2006.01)i, B81B 7/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류 기재)

G01N 30/02; G01N 30/56; G01N 30/04; G01N 30/20; G01N 30/60; G01N 30/93; B01D 15/08; G01N 35/08; B81B 7/00

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: 가스크로마토그래피 칩, 마이크로 채널, 패턴부, 에칭, 위치정렬마커, 온도제어장치, 가스공급, 가스배출 연결부, 스핀코팅, EDM, 샌드블래스트, 적층제

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	WO 2004-051258 A1 (CAPITAL BIOCHIP COMPANY, LTD. 외 1명) 2004.06.17 초록; 청구항 1-3, 12 및 19-21; 도면 1-3 참조.	1-6
A	JP 2008-241543 A (TOPPAN PRINTING, CO., LTD.) 2008.10.09 청구항 1 및 2; 단락 [0032]-[0035]; 도면 2 참조.	1-6
A	US 5583281 A (YU, C. M.) 1996.12.10 초록; 청구항 1, 2, 7 및 8; 도면 1-4 참조.	1-6
A	US 7654130 B2 (SHAH, J. 외 3명) 2010.02.02 초록; 청구항 13, 14 및 17; 도면 16 참조.	1-6
A	JP 2011-141271 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) 2011.07.21 초록; 청구항 4-7; 도면 3 참조.	1-6

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2013년 08월 19일 (19.08.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 08월 20일 (20.08.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

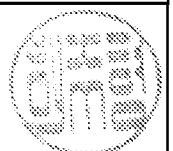
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

허주형

전화번호 +82-42-481-8150



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2004-051258 A1	2004/06/17	AU 2002-357422 A1 AU 2002-357422 B2 CA 2507884 A1 CN 1217188 C CN 1419123 A EP 1576365 A1 EP 1576365 A4 JP 2006-509191 A US 2006-0144237 A1	2004/06/23 2008/04/24 2004/06/17 2005/08/31 2003/05/21 2005/09/21 2010/06/30 2006/03/16 2006/07/06
JP 2008-241543 A	2008/10/09	없음	
US 5583281 A	1996/12/10	없음	
US 7654130 B2	2010/02/02	CN 101641596 A EP 2102648 A2 US 2008-0121016 A1 US 2008-0121017 A1 US 7600413 B2 WO 2008-067296 A2 WO 2008-067296 A3	2010/02/03 2009/09/23 2008/05/29 2008/05/29 2009/10/13 2008/06/05 2008/09/18
JP 2011-141271 A	2011/07/21	CN 102087254 A EP 2333539 A1 US 2011-0132196 A1	2011/06/08 2011/06/15 2011/06/09