



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년02월23일  
 (11) 등록번호 10-1709557  
 (24) 등록일자 2017년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G04F 5/14** (2006.01)

(52) CPC특허분류  
**G04F 5/14** (2013.01)  
**G04F 5/145** (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0108253

(22) 출원일자 2015년07월30일

심사청구일자 2015년07월30일

(65) 공개번호 10-2017-0014602

(43) 공개일자 2017년02월08일

(56) 선행기술조사문헌

- CN102259825 A
- US20050184815 A1
- JP2009176852 A
- JP2013030513 A

(73) 특허권자

**한국과학기술원**

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자

**박종철**

서울특별시 서초구 강남대로6길 133-19 (양재동, 신성빌딩) 505호

**김희연**

대전광역시 유성구 엑스포로 448 (전민동, 엑스포 아파트) 106-1208

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

**특허법인 플러스**

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 설관식

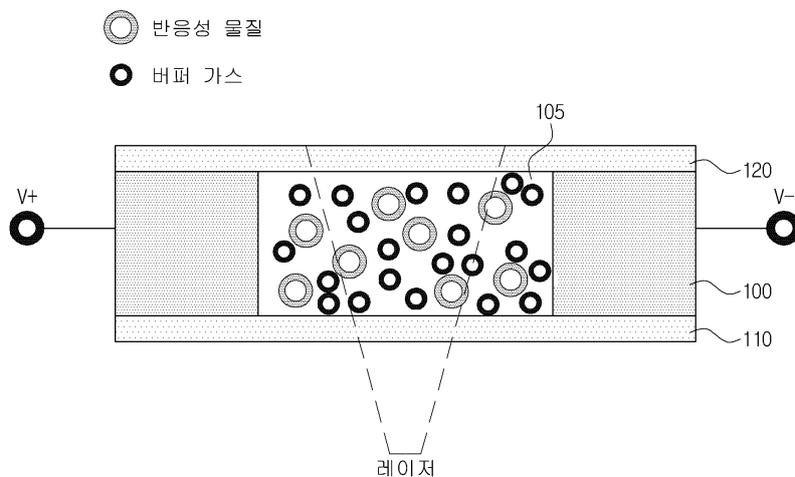
(54) 발명의 명칭 **칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀**

**(57) 요약**

본 발명에 따른 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀은, 반응성 물질이 수용되는 공간인 관통부를 구비하는 실리콘 몸체; 상기 실리콘 몸체의 일면에 배치되어 상기 관통부의 일측을 폐색하는 제 1 유리기관; 및 상기 실리콘 몸체의 타면에 배치되어 상기 관통부의 타측을 폐색하는 제 2 유리기관을 포함하여 형성되, 상기 관통부 내부의 온도를 조절하기 위하여 상기 실리콘 몸체에 전압이 인가되는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 의하면, 제 1 및 제 2 유리기관을 지지하는 실리콘 몸체 자체가 전열 장치로서의 역할도 수행하기 때문에 관통부 내부의 온도를 일정하게 유지시킬 수 있다. 게다가, 관통부 내부의 온도를 조절하기 위하여 히터와 같은 전열 장치를 별도로 구비하거나, 추가적인 가열 패턴을 형성할 필요가 없기 때문에 증기셀의 제작 공정을 간소화시킬 수 있다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**양충모**

대전광역시 유성구 배울2로 19 (관평동, 대덕테크  
노벨리9단지아파트) 909-1302

**김태현**

서울특별시 송파구 성내천로33나길 3 (마천동, 청  
홍빌라) 301호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415138373

부처명 산업통상자원부/방위사업청

연구관리전문기관 민군기술협력센터

연구사업명 민군겸용기술개발사업

연구과제명 초소형 Chip-Scale 원자시계 개발

기여율 1/1

주관기관 한국표준과학연구원

연구기간 2014.08.21 ~ 2019.08.20

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

반응성 물질이 수용되는 공간인 관통부를 구비하는 실리콘 몸체;

상기 실리콘 몸체의 일면에 배치되어 상기 관통부의 일측을 폐색하는 제 1 유리기관; 및

상기 실리콘 몸체의 타면에 배치되어 상기 관통부의 타측을 폐색하는 제 2 유리기관을 포함하여 형성되며,

상기 관통부 내부의 온도를 조절하기 위하여 상기 실리콘 몸체에 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는, 칩 스케일 일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 관통부는 상기 실리콘 몸체의 중앙에 위치하는 것을 특징으로 하는, 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 실리콘 몸체에는 p형 또는 n형 불순물이 소정량 주입되어 있는 것을 특징으로 하는, 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 실리콘 몸체의 형태는  $2n$ ( $n$ 은 3이상의 정수)각기둥 또는 원기둥인 것을 특징으로 하는, 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유리기관에 구비되며 상기 관통부의 일측과 연결하는 제 1 오목부와, 상기 제 1 오목부에 위치하여 상기 제 1 유리기관으로 입사되는 광을 평행광으로 변환하는 시준기를 더 포함하는, 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유리기관에 구비되며 상기 관통부의 일측과 연결하는 제 1 오목부와, 상기 제 2 유리기관에 구비되며 상기 관통부의 타측과 연결하는 제 2 오목부를 더 포함하는, 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 관통부를 중심으로 상기 실리콘 몸체의 대향하는 양단에 외부 도선과의 배선을 위한 금속 단자를 더 포함하는, 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀.

### 발명의 설명

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 칩 스케일 원자시계에 사용될 수 있는 증기셀에 관한 것으로, 특히 전기 광학 기능이 구비되어 있는 증기셀에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 칩 스케일 기기는 집적회로나 칩에 용이하게 탑재될 수 있도록 그 크기가 충분히 작은 기기를 말하며, 일반적으로 25mm 이하로 구현된다. 칩 스케일 기기의 예로는 스위치, 센서, 자이로스코프, 가속도계, 원자시계 등을 들 수 있으며, 이러한 칩 스케일 기기를 제작하기 위해서는 전기적, 기계적 또는 화학적 성질을 변화시키지 않으면서 원하는 미세 크기의 형상을 제작할 수 있는 기술이 필요하다.

[0003] 이에 따라, 칩 스케일 기기는 반도체 공정기술을 기반으로 한 MEMS(Micro Electro Mechanical System; 미세전자제어기술)를 이용하여 제작되며, 보다 구체적으로 칩 스케일 기기는 MEMS를 기반으로 실리콘이나 유리 등의 물질을 정밀 가공함으로써 제작될 수 있다.

[0004] 상기 예로 든 칩 스케일 기기 중 하나인 원자시계는 원자의 고유공명주파수를 기준으로 구현되는 전자 타이밍 기기이다. 원자시계는 어떤 원자의 에너지 레벨이 다른 에너지 레벨로 바뀔 때, 그 변화된 에너지 레벨의 차이에 해당하는 전자기파를 방출하거나 흡수하는 현상을 이용한 것으로서 매우 높은 수준의 정밀도를 제공한다.

[0005] 원자시계는 원자의 에너지 레벨을 변화시키고 이를 감지하기 위한 물리부와, 상기 감지된 에너지 레벨을 이용하여 시간 간격을 결정하는 제어부로 구성될 수 있다.

[0006] 그 중, 물리부는 특정 파장의 레이저 광을 발생시키는 광 발생부(예를 들어, VCSEL과 같은 레이저 다이오드), 광 발생부에서 발생된 레이저 광을 집속시키는 광학요소, 외부로부터 격리된 공간에 원자를 수용하며 상기 집속된 레이저 광이 입사 및 출사되는 증기셀, 증기셀로부터 출사되는 광을 수신하여 원자의 에너지 레벨 변화를 검출하는 광 검출부(예를 들어, 포토 다이오드)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0007] 이러한 원자시계를 작동시켜 그 시간 간격의 정밀도를 높이기 위해서는, 증기셀 내부에 원자가 수용되어 격리될 수 있는 밀폐된 공간이 확보되어야 하고, 원자들이 비교적 동일한 동작 온도를 가질 수 있도록 상기 밀폐된 공간의 온도를 전체적으로 일정하게 유지시킬 필요가 있다.

[0008] 한편, 비특허문헌 1에서는, 증기셀을 구성하는 실리콘 몸체 이외에 추가적인 실리콘 구조물을 제작하고, 이로 하여금 원자가 수용되는 캐비티(cavity)의 온도를 조절하도록 하고 있다. 하지만 이와 같은 경우에는 캐비티 내 온도가 전체적으로 일정하게 유지되기 어려워 원자시계의 정밀도가 떨어지고, 추가적인 실리콘 구조물을 형성해야 하기 때문에 증기셀의 제작 공정이 복잡해진다는 문제점이 있다.

**선행기술문헌**

**비특허문헌**

[0009] (비특허문헌 0001) Microfabricated alkali atom vapor cells with in-situ heating for atomic-based sensors, Liew L, Proc. 3rd Int. Symp. Sensor Science, 2005

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 반응성 물질이 수용되는 관통부 내부를 전체적으로 일정한 온도로 유지시킬 수 있는 증기셀을 제공하는 것에 그 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 원자시계를 구성하는 물리부에서 광 발생부, 광학요소, 증기셀 및 광 검출부를 일렬로 정렬하여 집적해야 하는 어려움을 해소하고, 물리부의 크기를 감소시킬 수 있는 증기셀을 제공하는 것에 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀은, 반응성 물질이 수용되는 공간인 관통부를 구비하는 실리콘 몸체; 상기 실리콘 몸체의 일면에 배치되어 상기 관통부의 일측을 폐색하는 제 1 유리기관; 및 상기 실리콘 몸체의 타면에 배치되어 상기 관통부의 타측을 폐색하는 제 2 유리기관을 포함하여 형성되며, 상기 관통부 내부의 온도를 조절하기 위하여 상기 실리콘 몸체에 전압이 인가되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 이 때, 상기 관통부는 상기 실리콘 몸체의 중앙에 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 실리콘 몸체에는 p형 또는 n형 불순물이 소정량 주입되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 실리콘 몸체의 형태는  $2n$ ( $n$ 은 3이상의 정수)각기둥 또는 원기둥인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명은, 상기 제 1 유리기관에 구비되며 상기 관통부의 일측과 연결하는 제 1 오목부와, 상기 제 1 오목부에 위치하여 상기 제 1 유리기관으로 입사되는 광을 평행광으로 변환하는 시준기를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은, 상기 제 1 유리기관에 구비되며 상기 관통부의 일측과 연결하는 제 1 오목부와, 상기 제 2 유리기관에 구비되며 상기 관통부의 타측과 연결하는 제 2 오목부를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명은, 상기 관통부를 중심으로 상기 실리콘 몸체의 대향하는 양단에 외부 도선과의 배선을 위한 금속 단자를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 의하면, 관통부가 구비된 실리콘 몸체가 제 1 유리기관 및 제 2 유리기관과 함께 반응성 물질을 외부로부터 격리시키는 밀폐된 공간을 제공할 뿐만 아니라, 그 자체가 전열 장치로서의 역할도 수행하기 때문에 상기 관통부 내부의 온도를 전체적으로 일정하게 유지시킬 수 있다. 따라서, 관통부 내부에 수용되는 반응성 물질의 동작 온도 환경을 일정하게 조성할 수 있고, 그에 따라 원자시계의 정밀도 향상에 기여할 수 있게 된다.
- [0020] 또한, 본 발명에 의하면, 관통부 내부의 온도를 조절하기 위하여 별도의 전열 장치를 구비하거나, 추가적인 가열 패턴을 형성할 필요가 없기 때문에 증기셀 제작 공정을 간소화시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 증기셀 내에 시준기가 일체 구비될 경우, 물리부 제작 시 광 발생부, 광학요소, 증기셀 및 광 검출부 모두를 일렬로 정렬해야 하는 까다로운 집적 공정을 보다 간소화시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 증기셀의 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 A-A'선에 따른 단면도이다.
- 도 3은 도 1에 따른 증기셀에 있어서 관통부 내부의 온도 구배(temperature gradient)를 비교하기 위하여 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 증기셀의 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 C-C'선에 따른 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증기셀의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 칩 스케일 원자시계를 위한 전기 광학 기능이 구비된 증기셀에 대해 상세하게 설명한다. 첨부한 도면들은 통상의 기술자에게 본 발명의 기술적 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것으로서, 본 발명은 첨부한 도면들만으로 한정되는 것이 아니라 본 발명의 기술적 사상을 변화시키지 않는 범위 내에서 다른 형태로 구체화될 수 있다.
- [0024] 도면들 중 동일한 부호는 동일한 구성요소를 나타내며, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대해서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 증기셀의 사시도이고, 도 2는 도 1의 A-A'선에 따른 단면도이다.
- [0026] 칩 스케일 원자시계를 구성하는 증기셀에는 반응성 물질이 수용될 수 있는 공간이 요구되며, 상기 공간에 수용

되는 반응성 물질로는 세슘(Cs)이나 루비듐(Rb)과 같은 알칼리 원자를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같이 반응성 물질이 수용되는 공간은 외부로부터 밀폐될 것이 요구되는데, 이는 반응성 물질이 외부의 열이나 자기장에 의해 영향받지 않도록 함으로써 원자시계의 정밀도를 보장하기 위함이다.

- [0027] 또한, 광 발생부(미도시)에서 발생하는 광(예를 들어, 레이저 광)에 의해 반응성 물질의 에너지 레벨 변화를 정확하게 감지하기 위해서는 상기 밀폐된 공간 내부의 온도를 일정하게 유지시켜야 하며, 반응성 물질의 광편평을 위해 레이저 광이 입사되는 일면 및 상기 일면과 대향하는 타면에는 유리기관이 구비되어 있을 것이 요구된다.
- [0028] 도 1 및 도 2를 참조하면, 실리콘 몸체(100)는 관통부(105)를 구비하고 있다. 관통부(105)는 반응성 물질이 수용되는 공간에 해당하며, 일반적으로 원통형으로 이루어진다. 관통부(105) 내에는 소정의 버퍼 가스가 상기 반응성 물질과 함께 수용될 수 있다.
- [0029] 실리콘 몸체(100)의 상부와 하부에는 광 발생부에서 발생하는 레이저 광을 각각 입사 및 출사시키기 위한 유리기관(110, 120)이 구비되어 있다.
- [0030] 구체적으로, 제 1 유리기관(110)은 관통부(105)의 일측을 폐색하는 형태로 실리콘 몸체(100)의 일면에 배치되어 있으며, 제 2 유리기관(120)은 관통부(105)의 타측을 폐색하는 형태로 실리콘 몸체(100)의 타면에 배치되어 있다.
- [0031] 반응성 물질의 밀폐는, 제 1 유리기관(110)에 의해 그 일측이 폐색되어 있는 관통부(105)에 반응성 물질을 주입(injection)한 후, 제 2 유리기관(120)에 의해 관통부(105)의 타측을 폐색함으로써 이루어질 수 있다.
- [0032] 종래에는 반응성 물질의 동작 온도 환경을 조성하기 위하여, 레이저 광이 입사 및 출사되는 제 1 유리기관(110) 및 제 2 유리기관(120)의 표면에 별도의 전열 장치를 구비하거나 가열 패턴을 형성하거나, 관통부(105) 내부에 추가적인 실리콘 패턴을 형성하는 방법을 이용하였다. 그러나 이와 같은 방법은 관통부 내부에 온도 불균일을 발생시키거나, 패턴 형성과 같은 추가적인 제작 공정을 요구하여 공정상 번거로움을 발생시켰다.
- [0033] 이에 본 발명에서는, 관통부(105)를 구비한 실리콘 몸체(100)가 제 1 유리기관(110) 및 제 2 유리기관(120)과 함께 반응성 물질을 외부로부터 격리시킬 수 있는 밀폐된 공간을 제공하면서, 관통부(105) 내부에 열을 공급할 수 있는 전열 장치로서의 기능을 수행하도록 함으로써, 추가적인 전열 장치나 가열 패턴을 마련하지 않더라도 관통부(105) 내부의 온도 조절 및 그로 인한 반응성 물질의 가열이 가능하도록 하고 있다.
- [0034] 도 3은 도 1에 따른 증기셀에 있어서 관통부(105) 내부의 온도 구배를 비교하기 위하여 나타낸 도면이다.
- [0035] 구체적으로, 도 3의 (a)는 도 1에 따른 증기셀의 실리콘 몸체(100)에 전압을 인가하였을 때 관통부(105) 내부의 열 해석 결과를 나타낸 도면이고, 도 3의 (b)는 도 1에 따른 증기셀의 제 1 유리기관(110) 및 제 2 유리기관(120)의 표면에 각각 가열 패턴을 형성한 후 상기 가열 패턴에 전압을 인가하였을 때 관통부(105) 내부의 열 해석 결과를 나타낸 도면이다. 그리고 도 3의 (c)는 상기 도 3의 (a)와 (b)의 경우에 있어서 관통부(105)의 높이(즉, 제 1 유리기관(110)의 상면으로부터 제 2 유리기관(120)의 하면에 대응하는 관통부(105)의 길이)에 따른 온도 구배를 나타낸 도면이다.
- [0036] 도 3에 의하면, 제 1 유리기관(110) 및 제 2 유리기관(120)의 표면에 각각 가열 패턴을 형성한 후 상기 가열 패턴에 전압을 인가하였을 때에 비해, 실리콘 몸체(100)에 직접적으로 전압을 인가하였을 때가, 관통부(105)의 높이에 따라 비교적 일정한 온도 구배를 나타낸다는 것을 확인할 수 있다.
- [0037] 칩 스케일 원자시계에서 증기셀의 좌우방향(도 1에서 A-A' 방향) 및 전후방향(도 1에서 B-B' 방향) 폭은 일반적으로 2mm 이하이다. 이에 따라, 실리콘 몸체(100)의 대향하는 양단에 전압을 인가(예를 들어, 도 2와 같이 실리콘 몸체(100)의 좌우 양단에 전압을 인가)할 경우에는, 관통부(105)의 높이에 따라 비교적 일정한 온도 분포를 나타낼 수 있게 된다.
- [0038] 따라서, 본 발명에 의하면 실리콘 몸체(100)에 전압을 인가시킴에 따라 반응성 물질의 동작 온도 환경을 일정하게 조성할 수 있고, 그에 따라 원자시계의 정밀도 향상에 기여할 수 있게 된다.
- [0039] 여기서, 관통부(105)가 실리콘 몸체(100)의 중앙에 위치할 경우에는, 실리콘 몸체(100)의 대향하는 양단으로부터 관통부(105)까지의 거리가 서로 동일해지기 때문에, 관통부(105) 내부의 온도를 보다 일정하게 유지시킬 수 있다.
- [0040] 다만, 실리콘 몸체(100)를 구성하는 실리콘은 전기가 잘 통하는 물질은 아니기 때문에, 관통부(105) 내부의 온도를 조절할 때 고전압을 인가하여야 하는 경우가 있을 수 있다. 이 경우에는, 이온 주입법(ion implantation)

등에 의해 p형 또는 n형 불순물을 실리콘 몸체(100)에 소정량 주입하여 실리콘의 저항을 감소시킬 수 있다. 이에 따라, 불순물 주입 전에 비해 낮은 전압의 인가를 통해 관통부(105) 내부의 온도를 조절할 수 있다(즉, 전력 소모가 감소됨).

- [0042] 한편, 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 증기셀의 사시도이고, 도 5는 도 4의 C-C'선에 따른 단면도이다.
- [0043] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 증기셀은 본 발명의 일 실시예에 따른 증기셀에 비해 제 1 유리기관(110)의 두께가 더 두껍고, 제 1 유리기관(110)의 내부에 시준기(130)가 구비되어 있으며, 실리콘 몸체(100)가 팔각기둥의 형태라는 점에서 차이가 있다.
- [0044] 실리콘 몸체(100)의 형태와 관련하여, 원자시계의 구성인 증기셀은 도 1에 나타난 바와 같이, 정육면체나 직육면체와 같은 사각기둥의 형태를 일반적으로 취하고 있다.
- [0045] 다만, 실리콘 몸체(100)의 체적은 칩 스케일 기기에서 전력 소모에 영향을 주는 주요 요인 중 하나에 해당하므로 이를 최소화하기 위한 방안이 마련될 필요가 있으며, 이 때 실리콘 몸체(100)가 단자로서의 기능도 수행한다는 점을 함께 고려하여야 한다.
- [0046] 이러한 사정을 고려해 보았을 때, 실리콘 몸체(100)는 사각기둥에 비해 체적이 작으며, 실리콘 몸체(100)의 대향하는 양단에서 관통부(105)까지의 거리가 서로 동일한 육각기둥, 팔각기둥 등  $2n$ ( $n$ 은 3이상의 정수)각기둥의 형태 또는 원기둥의 형태를 구비하는 것이 바람직하다. 이러한 형태를 구비하는 경우에는 사각기둥의 형태에 비해 체적이 감소되어 전체적인 전력 소모를 감소시킬 수 있게 된다.
- [0047] 한편, 제 1 유리기관(110)에는 제 1 오목부(115)와 시준기(130)가 구비될 수 있다.
- [0048] 제 1 오목부(115)는 예를 들어, 도 1에 나타난 제 1 유리기관(110)에서 관통부(105)의 일측에 대응되는 부분을 식각함으로써 구비될 수 있으며, 그 결과 제 1 오목부(115)는 상기 관통부(105)의 일측과 연결하게 된다.
- [0049] 도 5에 나타난 제 1 유리기관(110)의 두께는 도 2에 나타난 제 1 유리기관(110)의 두께에 비해 두꺼운 것으로 나타냈지만, 이는 도 5에서 시준기(130)가 제 1 유리기관(110)에 위치하는 경우를 명확히 도시하기 위한 것으로서, 제 1 유리기관(110)의 두께는 다양한 변형이 가능하다.
- [0050] 시준기(130)는 제 1 오목부(115)에 위치하며, 광 발생부에서 발생하는 발산광을 평행광으로 변환하는 역할을 한다.
- [0051] 시준기(130)는 통용되는 시준기를 제 1 오목부(115)에 별체로 집적하거나, 플랫폼 제 1 유리관(110)을 특정 형상(즉, 발산광을 평행광으로 변환시킬 수 있는 형상)으로 식각함으로써 구비시킬 수 있다.
- [0052] 일반적으로 VCSEL과 같은 광 발생부에서는 소정의 방사각을 갖는 발산광을 발생시키기 때문에, 상기 발산광을 집속시키기 위해서는 광 발생부와 증기셀 사이에 별도의 광학요소가 구비될 필요가 있다. 그러나 이와 같이 광학요소를 별도 구비할 경우에는 광 발생부, 광학요소 및 증기셀 모두를 일렬로 정렬시켜야 하기 때문에 집적 공정상의 어려움을 발생시킬 수 있다.
- [0053] 따라서, 본 발명에서는 시준기(130)를 제 1 오목부(115)에 위치시킴으로써 상기와 같은 집적 공정상의 어려움을 해결하기 위한 방안을 제시하고 있다.
- [0055] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증기셀의 단면도이다. 도 6을 참조하면, 제 1 유리기관(110)에 제 1 오목부(115)가 구비되어 있고, 제 2 유리기관(120)에 제 2 오목부(125)가 구비되어 있다는 점에서 앞서 설명한 본 발명의 일 실시예와 차이가 있다.
- [0056] 제 1 오목부(115)는 예를 들어, 도 1에 나타난 제 1 유리기관(110)에서 관통부(105)의 일측에 대응되는 부분을 식각함으로써 구비될 수 있고, 제 2 오목부(125)는 도 1에 나타난 제 2 유리기관(120)에서 관통부의 타측에 대응되는 부분을 식각함으로써 구비될 수 있다. 그 결과, 제 1 오목부(115)는 관통부(105)의 일측과 연결하게 되고, 제 2 오목부(125)는 관통부(105)의 타측과 연결하게 된다.
- [0057] 광 발생부에서 발생된 광은 제 1 유리기관(110)에서 제 2 유리기관(120)의 방향으로 통과하게 되는데, 이 때 증기셀 내부에서의 광의 진행 거리를 증가시키는 것이 반응성 물질의 광펌핑 측면에서 유리할 수 있다.
- [0058] 하지만 증기셀을 제작할 때에는 일반적으로 단일의 실리콘 웨이퍼를 식각하여 실리콘 몸체(100)를 형성하기 때문에, 상기 광의 진행 거리를 증가시키기 위하여 실리콘 웨이퍼를 두껍게 하는 것에는 한계가 있다.
- [0059] 이에 따라, 본 발명에서는 상기 광의 진행 거리를 증가시키기 위하여 제 1 및 제 2 유리기관(110, 120)에 제 1

및 제 2 오목부(115, 125)를 각각 구비시키는 방안을 제시한다.

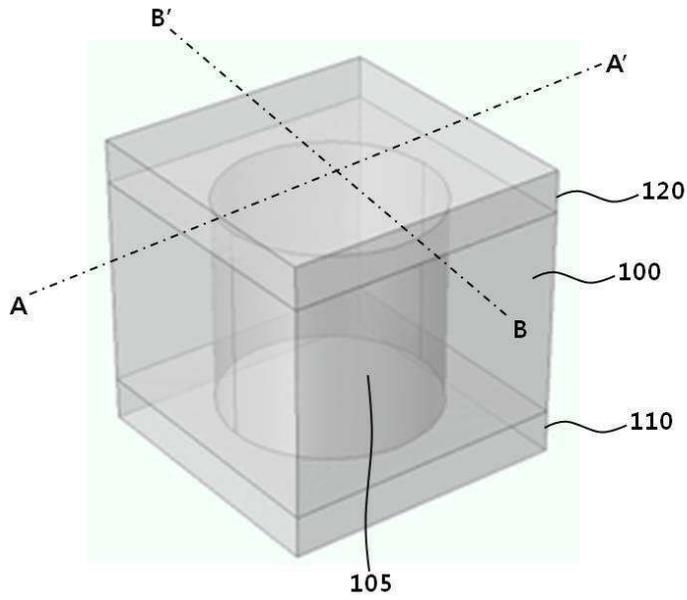
- [0060] 제 1 및 제 2 오목부(115, 125)의 깊이는 제 1 및 제 2 유리기관(110, 120)의 두께 및 오목부 구비를 위한 식각 정도에 따라 달라지며, 다만 상기 광의 진행 거리를 증가시킨 경우에는 증기셀 전체의 체적이 증가하기 때문에 반응성 물질의 종류, 광 발생부에서 발생하는 광의 세기 등을 고려하여 적절한 진행 거리를 갖도록 하는 것이 바람직하다.
- [0061] 비록 도 6에는 제 1 오목부(115)에 시준기(130)가 위치하지 않은 것으로 도시하였지만, 앞서 설명한 바와 같이 제 1 오목부(115)에는 발산광을 평행광으로 변환시키기 위한 시준기(130)가 구비될 수 있다.
- [0062] 이상에서 언급한 본 발명의 다양한 실시예에 대한 설명에서, 실리콘 몸체(100)는 관통부(105) 내에 수용되는 반응성 물질의 동작 온도 환경을 조성하기 위하여 그 자체가 외부 도선과의 배선을 위한 단자로서의 역할을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0063] 이 경우, 실리콘 몸체(100)와 상기 외부 도선과의 배선이 용이하도록, 실리콘 몸체(100)가 제 1 유리기관(110) 및 제 2 유리기관(120)으로부터 돌출되어 구비될 수도 있다.
- [0064] 다만, 외부 도선에 의해 실리콘 몸체(100)에 직접적으로 전압이 인가될 경우, 외부 도선이 연결되는 실리콘 몸체(100)의 접합부에서는 실리콘의 산화 등 열에 의한 상태 변화가 일어날 수 있다.
- [0065] 이에 따라, 실리콘 몸체(100)와 외부 도선 사이의 배선을 용이하게 하고, 그와 동시에 열에 의한 상태 변화를 방지하기 위하여 실리콘 몸체(100)에 금속 단자(미도시)를 구비하는 것이 바람직하다. 그리고 이 경우 관통부(105) 내부의 온도를 일정하게 유지시키기 위해서는 금속 단자를, 관통부(105)를 중심으로 실리콘 몸체(100)의 대향하는 양단에 구비하는 것이 바람직하다.
- [0066] 금속 단자는 실리콘 몸체(100)에 철, 구리, 금, 은, 주석, 납과 같은 통상의 금속을 전기적 또는 화학적 방법으로 도금하여 형성할 수 있다.
- [0067] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것은 자명하다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명의 기술적 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**부호의 설명**

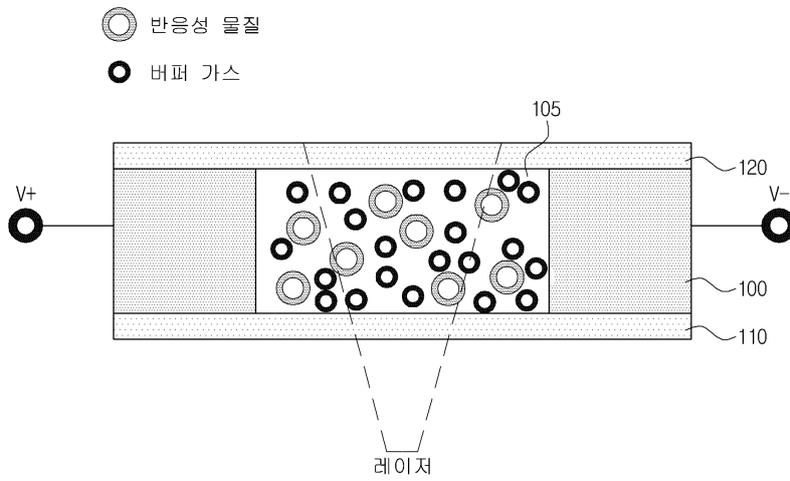
- [0069] 100: 실리콘 몸체
- 105: 관통부
- 110: 제 1 유리기관
- 115: 제 1 오목부
- 120: 제 2 유리기관
- 125: 제 2 오목부
- 130: 시준기

도면

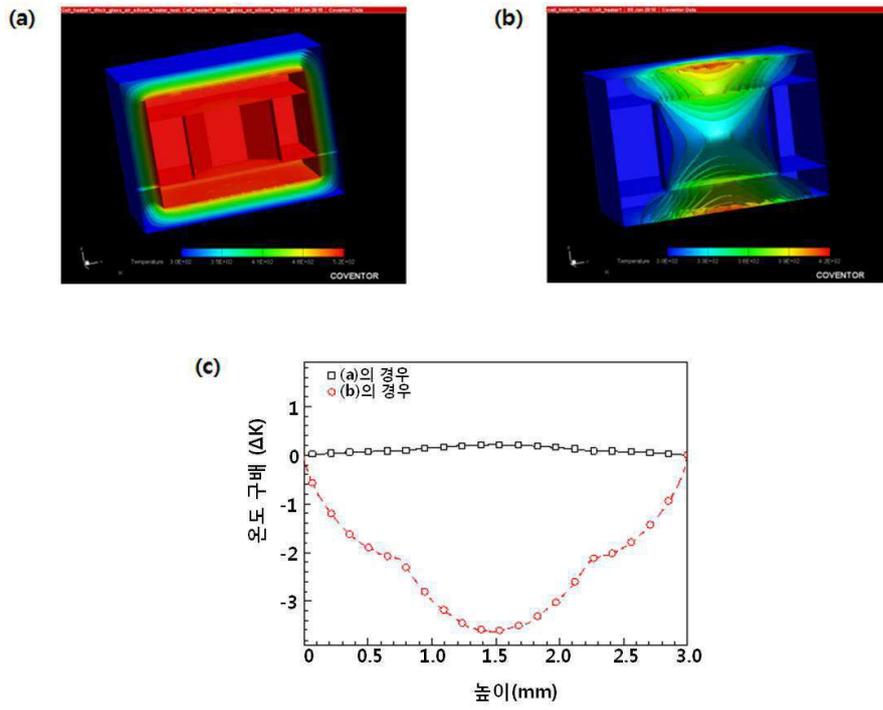
도면1



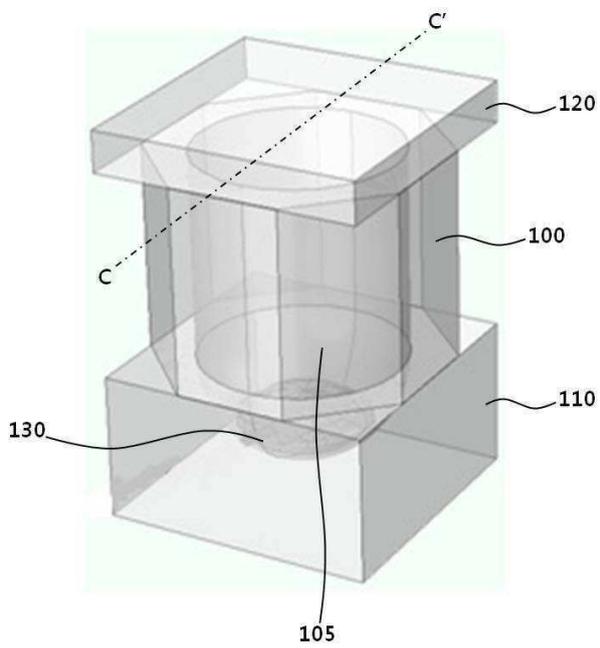
도면2



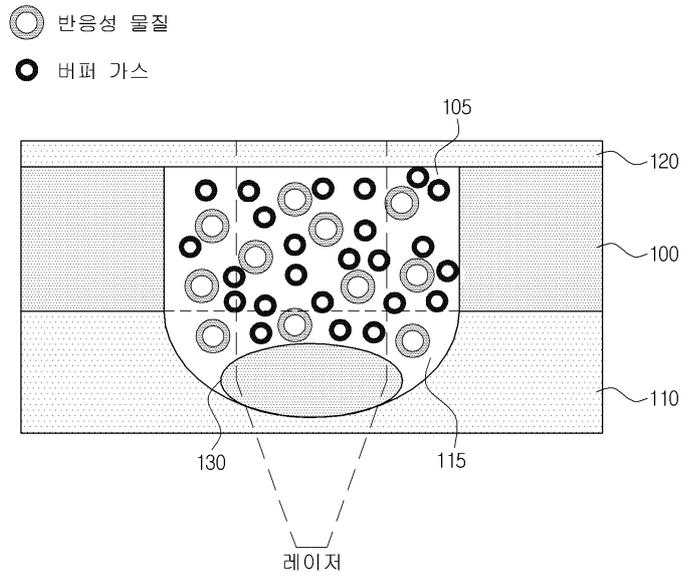
도면3



도면4



도면5



도면6

