



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월11일  
(11) 등록번호 10-1664201  
(24) 등록일자 2016년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B01J 19/24* (2006.01) *C12M 1/38* (2006.01)  
*G01N 35/08* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7004399

(22) 출원일자(국제) 2012년08월21일  
심사청구일자 2014년02월20일

(85) 번역문제출일자 2014년02월20일

(65) 공개번호 10-2014-0039079

(43) 공개일자 2014년03월31일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/005236

(87) 국제공개번호 WO 2013/027393  
국제공개일자 2013년02월28일

(30) 우선권주장  
JP-P-2011-180318 2011년08월22일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP2004194652 A\*

US20110086352 A1\*

WO2005094981 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자  
파나소닉 주식회사  
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006  
반지  
(72) 발명자  
다치바나 히로아키  
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006  
반지 파나소닉 주식회사내  
쓰지 고지  
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006  
반지 파나소닉 주식회사내  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

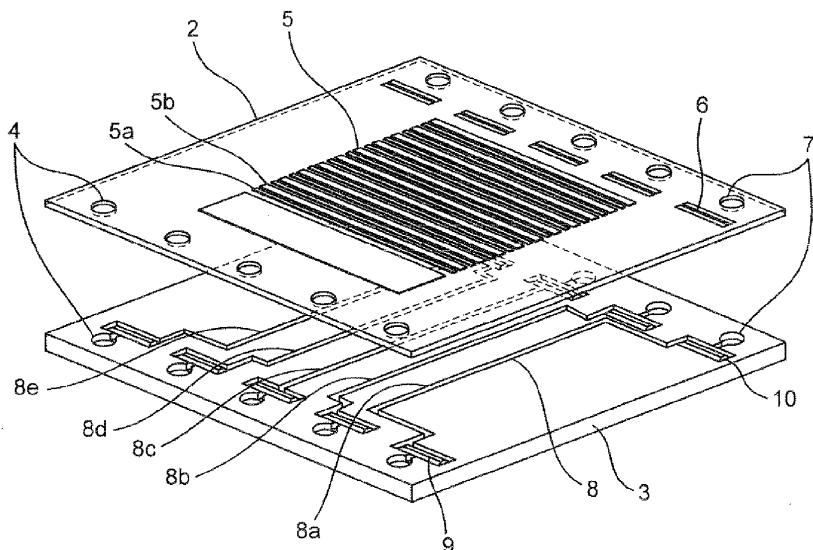
심사관 : 하승규

(54) 발명의 명칭 마이크로 유체 디바이스

**(57) 요 약**

반응 유로가 사행 형태를 채용하지 않고, 디바이스의 소형화를 도모할 수 있는 마이크로 유체 디바이스를 제공한다. 반응 유로를 가지는 마이크로 유체 디바이스에 있어서, 온도가 상이한 2개 이상의 온도 영역을 각각 포함하여 이루어지는 복수의 온도 사이를 영역이 반복 형성되어 있고, 반응 유로가 복수의 온도 사이를 영역을 통과하도록 형성된다.

**대 표 도** - 도2



(72) 발명자

사이조 다카시

일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006반  
치 파나소닉 주식회사내

다미야 에이이치

일본 오사카후 스이따시 야마다오까 2방 1고 고꾸  
리쓰 다이가꾸 호우정 오사까 다이가꾸내

사이트 마사토

일본 오사까후 스이따시 야마다오까 2방 1고 고꾸  
리쓰 다이가꾸 호우정 오사까 다이가꾸내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

반응 유로를 가지는 마이크로 유체(流體) 디바이스에 있어서,

온도가 상이한 2개 이상의 온도 영역을 각각 포함하여 이루어지는 복수의 온도 사이클 영역이 반복하여 형성되어 있고, 상기 반응 유로가 복수의 상기 온도 사이클 영역을 일 방향만을 따라 통과하도록 형성되고,

상기 마이크로 유체 디바이스가 시료 주입부 및 시료 배출부를 포함하여 이루어지고,

상기 온도 사이클 영역이, 상기 시료 주입부로부터 상기 시료 배출부의 방향을 향하여 반복하여 복수 형성되어 있고,

상기 반응 유로 내를 진행하는 반응 유체는 상기 시료 주입부로부터 상기 시료 배출부의 방향을 향하여 상기 시료 주입부로 되돌아오지 않고 진행하는,

마이크로 유체 디바이스.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마이크로 유체 디바이스가 히터부를 포함하여 이루어지고,

상기 히터부는, 상이한 온도로 설정된 복수의 히터를 가지고,

상기 히터의 주위 에지 영역에 상기 온도 영역이 형성되는, 마이크로 유체 디바이스.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 마이크로 유체 디바이스는, 결합된 기판과 커버판을 포함하여 이루어지고,

상기 히터부는, 적어도 상기 기판과 상기 커버판 중 어느 한쪽에 구비되어 이루어지고,

상기 반응 유로는, 상기 기판과 상기 커버판 사이에 형성되어 이루어지는, 마이크로 유체 디바이스.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

2개 이상의 상기 반응 유로가 병렬로 배치되어 있는, 마이크로 유체 디바이스.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

병렬로 배치된 2개 이상의 상기 반응 유로가, 같은 상기 히터부를 공유하는, 마이크로 유체 디바이스.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

병렬로 배치된 2개 이상의 상기 반응 유로는, 같은 상기 시료 주입부로부터 접속되어 있는, 마이크로 유체 디바이스.

#### 청구항 7

제2항에 있어서,

상기 히터가 금속 박막 히터로 이루어지는, 마이크로 유체 디바이스.

### 청구항 8

제1항 내지 제3항, 및 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 유로 내를 흐르는 반응 유체의 농도를 측정하기 위한 검출 전극을 포함하여 이루어지는, 마이크로 유체 디바이스.

### 청구항 9

제6항에 있어서,

상기 시료 주입부와 복수의 상기 온도 사이클 영역을 통과하는 상기 반응 유로와의 사이에, 반응 시약이 담지 (擔持)되어 있는, 마이크로 유체 디바이스.

### 청구항 10

제1항 내지 제3항, 및 제7항 중 어느 한 항에 기재된 마이크로 유체 디바이스가, 직렬로 또는 병렬로 또는 이들이 조합되어 배열되어 있는, 마이크로 유체 디바이스.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은, 마이크로 유체(流體) 디바이스에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 마이크로 원자로, 집적형 DNA 디바이스 및 미소 전기 영동(泳動) 디바이스 등의 마이크로 유체 디바이스에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

최근, 미세 가공 기술은 전기·전자 분야에 한정되지 않고, 유체, 기계, 및 광 등 온갖 분야에 적용되고, 적극적으로 연구, 개발이 행해지는 동시에 향후 보다 한층 주목되는 기술이라고 해도 과언은 아니다. 이 미세 가공 기술의 발전에 의해, 디바이스의 소형화가 가능하게 되어, 자원 절약화 및 에너지 절약화라는 사회의 요청에 대하여 확실하게 대응할 수 있는 것으로 되어 있다.

[0003]

특히, 미세 가공 기술에 의한 대표적인 산물이라고 하는 마이크로 유체 디바이스는, 마이크로 원자로, 집적형 DNA 디바이스 및 미소 전기 영동 디바이스 등의 분야에 있어서, 극히 소량의 시료나 시약을 사용하여 반응 용액을 반응시킬 수 있으므로, 이용 가치가 많이 있는 것으로 되어 있다.

[0004]

또한, 미세화에 따른 표면적의 증대에 의해 신속하게 열 이동을 행할 수 있으므로, 반응 유체에 원하는 온도 변화를 필요로 하는 마이크로 유체 디바이스에 있어서도 그 효과가 기대되고 있다. 이 마이크로 유체 디바이스로서, 반응 유로가 사행(蛇行) 형태를 채용한 것이 특허 문헌 1에 개시되어 있다.

[0005]

특히 문헌 1에서는, 예를 들면, PCR[폴리메라아제(polymerase) 연쇄 반응] 법으로 대표되는 바와 같이, 반응 용액을 3개의 상이한 온도 영역에 적어도 5사이클~40사이클 시켜, DNA(디옥시리보핵산)의 어떤 일부분만을 선택적으로 증폭시킬 수 있는 미소 캐미컬 디바이스에 대하여 개시되어 있다. 이 반응 용액을 3개의 상이한 온도 영역에 적어도 5사이클~40사이클 시키기 위해, 반응 유로는 사행 형태를 취하고 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0006]

(특허문헌 0001) 일본 공개특허 제2002-18271호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007]

그러나, 종래의 마이크로 유체 디바이스는 반응 유로를 사행시키고 있으므로, 디바이스의 소형화를 도모하는 것

이 곤란해지는 문제가 있다.

[0008] 그래서, 본 발명은, 반응 유로가 사행 형태를 채용하지 않고, 디바이스의 소형화를 도모할 수 있는 마이크로 유체 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 문제점을 해결하기 위해,

[0010] 본 발명에 관한 반응 유로를 가지는 마이크로 유체 디바이스는,

[0011] 온도가 상이한 2개 이상의 온도 영역을 각각 포함하여 이루어지는 복수의 온도 사이클 영역이 반복 형성되어 있고, 반응 유로가 복수의 온도 사이클 영역을 통과하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 어떤 바람직한 태양에서는, 상기 문제점을 해결하기 위해,

[0013] 마이크로 유체 디바이스는, 히터부를 포함하여 이루어지고,

[0014] 히터부는, 상이한 온도로 설정된 복수의 히터를 가지고,

[0015] 히터의 주위 에지 영역에 온도 영역이 형성된다.

[0016] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 마이크로 유체 디바이스는, 결합된 기판과 커버판을 포함하여 이루어지고,

[0017] 히터부는, 적어도 기판과 커버판 중 어느 한쪽에 구비되어 이루어지고,

[0018] 반응 유로는, 기판과 커버판과의 사이에 형성되어 이루어진다.

[0019] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 2개 이상의 반응 유로가 병렬로 배치되어 있다.

[0020] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 병렬로 배치된 2개 이상의 반응 유로가, 같은 히터부를 공유한다.

[0021] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 마이크로 유체 디바이스가 시료 주입부 및 시료 배출부를 포함하여 이루어지고,

[0022] 병렬로 배치된 2개 이상의 반응 유로가, 같은 시료 주입부로부터 접속되어 있다.

[0023] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 히터가 금속 박막 히터로 이루어진다.

[0024] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 반응 유로 내를 흐르는 반응 유체의 농도를 측정하기 위한 검출 전극을 포함하여 이루어진다.

[0025] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 시료 주입부와 복수의 온도 사이클 영역을 통과하는 반응 유로와의 사이에 반응 시약이 담지(擔持)되어 있다.

[0026] 또한, 어떤 바람직한 태양에서는, 마이크로 유체 디바이스가 직렬로 또는 병렬로 또는 이들을 조합시켜 배열되어 있다.

### 발명의 효과

[0027] 본 발명의 마이크로 유체 디바이스는, 온도 사이클 영역이 반복 형성되어 있고, 복수의 온도 사이클 영역을 통과하도록 반응 유로가 디바이스 내에 형성되는 것에 의해, 반응 유로를 사행시키지 않고 형성할 수 있어, 마이크로 유체 디바이스의 소형화가 가능하게 된다.

[0028] 또한, 반응 유로를 사행시키지 않고 형성할 수 있는 것에 의해, 1개의 마이크로 유체 디바이스 내에 복수의 반응 유로를 병렬로 배치할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은, 본 발명의 마이크로 유체 디바이스의 전체 사시도이다.

도 2는, 본 발명의 마이크로 유체 디바이스의 분해사시도이다.

도 3은, 본 발명의 마이크로 유체 디바이스 내의 기판의 형성 프로세스 단면도(斷面圖)이다.

도 4는, 본 발명의 마이크로 유체 디바이스 내의 커버판의 형성 프로세스 단면도이다.

도 5는, 본 발명의 마이크로 유체 디바이스 내의 기판과 커버판의 접합 프로세스 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하에, 본 발명의 마이크로 유체 디바이스에 대하여 설명한다.

[0031] 그리고, 이하 명세서의 기재에 있어서, 마이크로 유체 디바이스를 「디바이스」라고 기재한다. 또한, 본 명세서에서 기재하는 반응 유체란 반응 유로를 흐르는 것이 가능한 액체, 기체(氣體) 및 이들의 혼합물을 가리키지만, 이들에 특별히 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 고형 입자가 액체에 분산된 슬러리도, 본 명세서에서 말하는 유체에 포함할 수 있다.

[0032] 종래 기술은 반응 유체가 상이한 온도 영역을 복수 반복하여 통과하도록 반응 유로를 사행시키고 있는 데 대하여, 본 발명의 디바이스는, 온도가 상이한 2개 이상의 온도 영역을 각각 포함하여 이루어지는 복수의 온도 사이를 영역을 반복하고 있는 것에 특징이 있다.

[0033] 이하, 본 발명에 관한 실시형태의 디바이스에 대하여 상세하게 설명한다. 도 1은, 본 발명의 디바이스(1)의 전체 사시도이다. 도 2는, 본 발명의 디바이스(1)의 분해사시도이다. 본 발명의 디바이스(1)는, 커버판(2) 및 기판(3)으로 이루어진다. 커버판(2)은, 시료 주입부(4) 및 시료 배출부(7)의 일부를 구성하는 관통공, 히터부(5) 및 검출 전극(6)을 포함하여 이루어진다. 히터부(5) 및 검출 전극(6)은 커버판(2)의 하면에 형성되어 있다. 히터부(5)는, 교호적(交互的)으로 배치된 히터(5a) 및 히터(5b)를 포함하여 이루어지고, 히터(5a) 및 히터(5b)는 상이한 온도로 각각 설정된다. 시료 주입부(4)와 시료 배출부(7)의 일부를 구성하는 관통공은 상면으로부터 하면을 관통하도록 형성되어 있다. 이어서, 기판(3)은 시료 주입부(4)의 일부를 구성하는 오목부 및 시료 배출부(7)의 일부를 구성하는 오목부, 반응 유로(8), 반응 시약 담지부(9) 및 검출부(10)를 포함하여 이루어진다. 반응 유로(8)는 반응 시약 담지부(9)와 검출부(10)와의 사이에 있어, 기판(3)에 설치된 채널(14)과 커버판(2)과의 사이에 형성된다. 또한, 반응 유로(8)는 디바이스(1) 내에 반응 유로(8a, 8b, 8c, 8d 및 8e)를 가진다. 반응 유로(8c)는 반응 시약 담지부(9)로부터 검출부(10)까지 직선형이다. 반응 유로(8d)는 반응 유로(8b)의 형상을 좌우 대칭으로 한 유로이다. 반응 유로(8e)는 반응 유로(8a)의 형상을 좌우 대칭으로 한 유로이다. 반응 유로(8a, 8b, 8c, 8d 및 8e)는 히터부(5)의 하부를 지나는 위치에 있다. 이상과 같이 구성된 커버판(2)의 하면과 기판(3)의 상면이, 시료 주입부(4)의 커버판(2) 내의 관통공과 기판(3) 내의 시료 주입부(4)의 일부를 구성하는 오목부가 일치하고, 시료 배출부(7)의 커버판(2) 내의 관통공과 기판(3) 내의 시료 배출부(7)의 오목부가 일치하고, 검출 전극(6)이 검출부(10)의 상부에 위치하도록 대향하여 접합된다.

[0034] 히터부(5) 내의 상이한 온도로 설정되는 히터(5a) 및 히터(5b)는, 각각의 히터의 주위 에지 영역에 온도 영역을 형성한다. 온도 영역이란 히터의 에지역으로 할 수 있는 온도대(溫度帶)를 말한다. 각각의 히터의 주위 에지 영역에 형성된 온도 영역은 온도가 상이한 온도 영역으로서, 이 실시형태에서는, 온도가 상이한 2개의 온도 영역은, 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향해 교호적으로 형성된다. 온도가 상이한 2개의 온도 영역이 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향해 교호적으로 형성되어 있는 경우, 온도가 상이한 2개의 온도 영역으로 이루어지는 온도 사이를 영역이, 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향해 반복하여 복수 형성되어 있는 것으로 생각할 수 있다.

[0035] 기판(3)의 재질은, 예를 들면, 실리콘이다. 커버판(2)의 재질은 유리이다. 시료 주입부(4) 및 시료 배출부(7)의 단면(斷面) 형상은, 예를 들면, 원형이다. 그러나, 원형에 한정되지 않고, 예를 들면, 타원형, 직사각형, 정사각형 또는 다각형 등의 형상이라도 된다. 반응 유로(8)는 반응 유체가 반응 시약 담지부(9)로부터 검출부(10)까지 흐르기 위한 유로로서, 반복된 복수의 온도 사이를 영역을 지난다. 또한, 반응 유로(8)는, 반복된 복수의 온도 사이를 영역을 지난는 부분이 직선형의 유로이다. 시료 주입부(4)는, 반응 유체를 외부로부터 주입하기 위한 입구로서, 디바이스(1)의 측단에 설정되는 것이 바람직하고, 또한 시료 배출부(7)는 시료 주입부(4)의 대향하는 위치에 있다. 반응 시약 담지부(9)는 시료 주입부(4)와 반응 유로(8)와의 사이에 위치하고, 건조 담지된 반응 시약이 준비된다. 검출부(10)는 검출 전극(6)이 반응 유체의 농도를 측정하기 위해 설치된 것이다. 검출 전극(6)은 히터부(5)와 시료 배출부(7)와의 사이에 위치한다. 검출 전극(6)은 전극에 전압을 인가하여 얻어진 전류 값으로부터 반응 유체의 농도를 측정하기 위한 박막 전극이다. 시료 배출부(7)는 디바이스(1) 내의 반응 유체를 외부로 배출하기 위한 출구이다.

[0036] 다음에, 본 발명의 디바이스(1)에서의 반응 유체의 반응 프로세스에 대하여 설명한다. 먼저, 원하는 반응 용액이 시료 주입부(4)에 주입되고, 이어서, 이 반응 용액이 반응 시약 담지부(9) 내에 준비된 반응 시약과 섞인다. 본 발명의 디바이스(1)가 반응 시약 담지부(9)를 가지는 것에 의해, 외부의 반응 장치에 의지하는 일 없이 신속

하게 반응 시약과 반응시키는 것이 가능하게 한다. 이어서, 반응 시약과 반응 용액이 섞인 반응 유체가 반응 유로(8)로 진행한다. 이어서, 반응 유로(8) 내로 나아가는 반응 유체는, 반복된 복수의 온도 사이클 영역을 검출부(10)의 방향을 향해 진행한다. 이어서, 복수의 온도 사이클 영역을 진행하여 반응이 촉진된 반응 유체는 검출부(10)로 진행한다. 검출부(10)에 의해, 검출 전극(6)에 전압을 인가하여 얻어진 전류값으로부터 반응 유체의 농도가 측정된다. 마지막으로, 측정된 반응 유체는 시료 배출부(7)로부터 배출된다.

[0037] 이하, 본 발명에 관한 실시형태의 디바이스(1)의 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0038] < 기판(3)의 형성>

도 3은, 본 발명의 디바이스(1) 내의 기판(3)의 형성 프로세스 단면도이다. 먼저, 산소 및 수소 분위기의 확산로(擴散爐) 중에서 실리콘 기판(12)의 표면(表裏面)에 산화막(11)을 형성한다[도 3의 (a)]. 이어서, 산화막(11) 상에 포토리소그라피에 의해 레지스트를 형성하고, 반응성 이온 에칭(RIE)에 의해 산화막(11)을 에칭한다[도 3의 (b)]. 이어서, 레지스트를 제거하고, 실리콘의 노출된 부분을 에칭하고, 시료 주입부(4)의 일부를 구성하는 오목부, 반응 시약 담지부(9), 반응 유로(8), 검출부(10) 및 시료 배출부(7)의 일부를 구성하는 오목부의 채널(14)을 형성한다[도 3의 (c)]. 이어서, 표면의 산화막(11)을 플루오로화수소산 등에 의한 에칭에 의해 제거한다[도 3의 (d)]. 마지막으로, 반응 유로(8)의 친수성을 높이기 위해, 열산화막(13)을 형성하여 기판(3)을 얻는다[도 3의 (e)]. 상기 방법 이외에 기판(3)의 재질이 실리콘 이외의 예를 들면, 수지인 경우에는, 채널(14)의 형성 방법은 사출 성형 등의 방법에 의해 형성해도 된다.

[0040] < 커버판(2)의 형성>

도 4는, 본 발명의 디바이스(1) 내의 커버판(2)의 형성 프로세스 단면도이다. 먼저, 샌드 블라스트(sand blast)나 드릴 가공 등을 이용하여, 유리판(15)에 관통공을 형성한다[도 4의 (a)]. 이어서, 도금 등에 의해 관통공에 금속(16), 예를 들면, 동(銅)을 충전한다[도 4의 (b)]. 이어서, 히터로 되는 금속 박막(17), 예를 들면, 알루미늄 박막을 스퍼터링에 의해 형성한다. 본 발명에서는 특히 금속 박막의 종류는 한정하지 않지만, 예를 들면, 알루미늄이나 금, 백금 등이 바람직하다[도 4의 (c)]. 이어서, 스퍼터링에 의해 성막한 알루미늄을 포토리소그라피, 및 에칭에 의해 패터닝한다[도 4의 (d)]. 이 금속 박막이 본 발명의 디바이스(1) 내의 히터(5a 및 5b)에 상당한다. 이어서, 히터(5a) 및 히터(5b)로 되는 알루미늄 박막이 직접 반응 유체에 접촉되는 것을 방지하기 위해, 플라즈마 CVD에 의해 실리콘 산화막(18)을 형성한다[도 4의 (e)]. 이어서, 화학 기계적 연마(CMP)에 의해 성막한 산화막(18)을 평탄화한다[도 4의 (f)]. 이어서, 검출 전극(6)을 형성하기 위해, 산화막(18)을 포토리소그라피, 플루오로화수소산에 의한 에칭에 의해 제거하여, 검출 전극(6)의 설치부(19)를 형성한다[도 4의 (g)]. 마지막으로, 금 또는 백금 박막을 스퍼터링에 의해 검출 전극(6)을 형성하여, 커버판(2)을 얻는다[도 4의 (h)].

[0042] < 기판(3)과 커버판(2)의 접합>

도 5는, 본 발명의 디바이스(1) 내의 기판(3)과 커버판(2)의 접합 프로세스 단면도이다. 먼저, 도 4의 (h)에 의해 얻어진 커버판(2)[도 5의 (b)]을 상하 반전시킨 것을 상판으로 되도록, 또한 도 3의 (e)에 의해 얻어진 기판(3)[도 5의 (a)]을 하판으로 되도록 한다. 이어서, 양 판을 중첩시키고, 300°C~400°C 정도로 가열하여, 유지한다. 이어서, 양 판이 원하는 온도로 된 곳에서, 400V~800V의 전압을 커버판(2) 측에 인가한다. 전압을 인가한 상태에서 20분~60분 유지함으로써 기판(3)과 커버판(2)을 접합시켜, 본 발명의 디바이스(1)를 얻는다[도 5의 (c)]. 접합 방법은, 양극 접합에 한정되지 않고, 예를 들면, 표면 활성화 접합 등을 이용하면 상온에서 접합할 수도 있다.

[0044] 이상, 본 발명의 디바이스(1)의 구조 및 제조 방법 및 본 발명의 디바이스(1)에서의 반응 유체의 반응 프로세스에 대하여 설명하였다. 그리고, 본 발명의 디바이스(1)는, 상기한 실시형태를 채용함으로써, 디바이스(1) 내의 반응 유로(8)에 다양한 가능성을 넓혔다.

[0045] 본 발명의 디바이스(1)는, 온도 사이클 영역이 필요한 온도 사이클 수만큼 반복되어 있으므로, 반응 유로(8)를 사행시킬 필요가 없다. 또한, 반응 유로(8)를 사행시킬 필요가 없기 때문에, 1개의 디바이스(1) 내에 2개 이상의 반응 유로(8)를 병렬로 배치할 수 있는 동시에, 디바이스(1) 전체로서도 소형화를 도모하는 것이 가능해진다. 그리고, 디바이스(1) 내의 반응 유로(8)의 형상은 각각 같게 해도, 또는 상이하게 해도 된다.

[0046] 또한, 본 발명의 디바이스(1) 내에 있는 반응 유로(8)가 반복된 복수의 온도 사이클 영역을 지나기 때문에, 반응 유로(8)가 시료 주입부(4)의 방향으로 되돌아오지 않고, 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향

하게 할 수 있다. 따라서, 반응 유체의 송액(送液) 저항을 억제할 수 있다.

[0047] 또한, 본 발명의 디바이스(1) 내에 있는 반응 유로(8)가 반복된 복수의 온도 사이를 영역을 통하기 때문에, 반응 유로(8)를 반응 시약 담지부(9)로부터 검출부(10)까지 직선형으로 할 수 있다. 이로써, 송액 저항을 가장 작게 할 수 있는 동시에 반응 유로(8) 내의 반응 유체의 일정한 흐름을 가장 안정적으로 할 수 있다.

[0048] 또한, 2개 이상에 병렬로 배치된 반응 유로(8)가 1개의 히터부(5)를 공유할 수 있다. 이로써, 동일 온도 변화 조건 하에서 복수의 반응 유체를 반응시킬 수 있으므로, 반응 유체로의 전열(傳熱)을 균일하게 할 수 있는 동시에, 반응 유체의 상위에 따른 반응 거동(舉動)의 차이를 객관적으로 관찰할 수 있다.

[0049] 본 발명의 디바이스(1)는 상기한 실시형태에 한정되지 않고, 예를 들면, 다음과 같은 실시형태를 채용할 수 있다.

[0050] 본 발명의 디바이스(1)는 히터부(5) 내에 설정되는 히터가 상이한 2개의 온도로 설정되어 있다. 그러나, 상이한 2개의 온도로 설정된 히터에 한정되는 것이 아니고, 상이한 3개 이상의 온도로 설정된 히터라도 된다. 예를 들면, 히터부(5) 내에 설정되는 히터가 상이한 3개의 온도로 설정된 것인 경우, 상이한 2개의 온도로 설정된 경우와 마찬가지로, 히터부(5) 내의 상이한 3개의 온도로 설정된 히터는, 각각의 히터의 주위 에지 영역에 온도가 상이한 3개의 온도 영역을 형성한다. 온도가 상이한 3개의 온도 영역은, 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향해 순차로 형성된다. 온도가 상이한 3개의 온도 영역이 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향해 반복하여 형성되어 있는 경우, 온도가 상이한 3개의 온도 영역으로 이루어지는 온도 사이를 영역이, 시료 주입부(4)로부터 시료 배출부(7)의 방향을 향해 반복하여 복수 형성되어 있는 것으로 생각할 수 있다.

[0051] 또한, 본 발명의 디바이스(1) 내의 온도 사이를 영역은 반복 연속된 형태를 채용하고 있다. 그러나, 반드시 반복 연속된 형태를 채용할 필요는 없고, 온도 사이를 영역과 온도 사이를 영역과의 사이에 상이한 온도 영역이 형성되어도 된다.

[0052] 또한, 히터의 위치 또는 크기를 변경하는 것에 의해, 각각의 온도 영역을 지나는 반응 유로(8) 내의 반응 유체의 반응 거동이 변경되어도 된다. 또한, 히터의 온도는 반드시 시료 배출부(7)의 방향 순으로 높게 할 필요도 없고, 또는 낮게 할 필요도 없고, 임의의 조합이라도 된다. 또한, 히터는 각각 분리하여 배치될 필요는 없고, 예를 들면, 1개의 히터가 U자 형상으로 배치되어도 된다.

[0053] 또한, 히터부(5)는 커버판(2)에 있지만, 반드시 커버판(2)에 있을 필요는 없고 기판(3)에 있어도 된다. 또한, 시료 주입부(4) 및 시료 배출부(7)는, 기판(3)에만 설치되어도 된다. 또한, 히터부(5)는 반드시 1개일 필요는 없고, 2개 이상이라도 된다. 따라서, 예를 들면, 2개 이상 병렬로 배치된 반응 유로(8)가 2개의 상이한 히터부(5)를 공유하고 있어도 된다.

[0054] 또한, 반응 유로(8)는 반복된 복수의 온도 사이를 영역을 지나는 부분을, 반드시 직선형으로 할 필요는 없고, 반원, 반타원 등의 곡선형을 가지고 있어도 된다. 이로써, 반응 유체의 송액 저항을 억제할 수 있으므로, 반응 유로(8) 내의 반응 유체의 일정한 흐름을 형성할 수 있다. 또한, 온도 사이를 영역을 교차하여 지나는 반응 유로(8)는 직교하여 지나는 것이 바람직하다.

[0055] 또한, 2개 이상 병렬로 배치된 반응 유로(8)는 같은 시료 주입부(4)로부터 접속되어 있어도 된다. 이로써, 같은 반응 유체가 2개 이상의 반응 유로(8)를 지나는 것이 가능하므로, 얻어지는 측정값은 신뢰성이 높을 것으로 된다.

[0056] 또한, 시료 주입부(4) 및 시료 배출부(7)의 수는 병렬로 배치되는 반응 유로(8)의 수에 따라 변경되어도 된다. 또한, 시료 주입부(4) 및 시료 배출부(7)의 수는, 병렬로 배치된 반응 유로(8)의 수에 따라 각각 같게 해도 되고, 또는 상이하게 해도 된다.

[0057] 이상으로부터, 본 발명의 디바이스(1)는, 반복된 복수의 온도 사이를 영역을 통과하도록 반응 유로(8)가 디바이스(1) 내에 형성되는 것에 의해,

[0058] (1) 반응 유로(8)를 사행시키지 않고 형성할 수 있는 것

[0059] (2) 반응 유로(8)를 사행시키지 않고 형성할 수 있는 것에 의해, 1개의 디바이스(1) 내에 복수의 반응 유로(8)를 효율적으로 병렬로 배치할 수 있는 것

[0060] (3) 안정적인 반응 흐름을 실현함으로써, 반응 유체의 유동(流動) 제어 및 유동 조작이 용이해지는 것

[0061] (4) 디바이스(1)의 소형화를 도모할 수 있는 것

[0062] 의 효과를 가진다.

[0063] 또한, 본 발명의 디바이스(1) 자체가 2개 이상 배열되어 있어도 된다. 이 때의 디바이스(1)끼리의 배열 형태는, 병렬 형태에 한정되는 것이 아니고, 직렬 및/또는 병렬 및/또는 이들의 임의의 조합이라도 된다. 이로써, 각 디바이스(1)의 소형화를 유지하면서, 겹겹이 겹친 상이한 반응 프로세스를 필요로 하는 경우에 유효하다.

[0064] 또한, 본 발명의 디바이스는, 각종 기능 및 형태를 가진 다른 상이한 기기(機器) 등과 조합시켜도 되는 것은 당업자에게는 용이하게 이해될 것이다. 예를 들면, 본 발명의 디바이스(1)에 시료를 주입하기 위한, 및/또는 본 발명의 디바이스(1)로부터 시료를 배출하기 위한 시린지(syringe) 펌프 등이라도 된다. 시린지 펌프의 토출압은 0.1MPa~10MPa가 바람직하다.

[0065] [실시예]

[0066] 본 실시예에서는, 디바이스 중에서, PCR을 실시하는 경우에 대하여 설명한다. PCR법은, DNA(디옥시리보핵산)의 수를 증폭시키는 반응이다. 구체적으로는, 증폭해야 할 DNA 단편(斷片), 폴리메라아제 효소, DNA 증폭의 원인이 되는 프라이머(primer)를 포함하여 이루어지는 반응 용액에 대하여, 변성 온도(약 95°C), 어닐링(annealing) 온도(약 60°C), 신장(伸長) 온도(약 60°C~75°C)를, 30~50 사이클 정도 반복하는 것에 의해, DNA를 지수 함수적으로 증가시키는 것이다.

[0067] 본 발명의 디바이스(1)에서는, 변성 반응을 행하는 고온의 온도 영역(예를 들면, 95°C~100°C)과 어닐링, 신장 반응을 행하는 저온의 온도 영역(예를 들면, 50°C~75°C)을 히터에 의해 형성한다. 여기서는, 어닐링 반응과 신장 반응을 같은 온도로 실시하는 경우에 대하여 설명하지만, 이들을 상이한 온도로 하고, 온도 영역을 별개로 형성해도 상관없다. 각각의 온도 영역에 체재(滯在)하는 시간은, 반응 유체의 속도를 제어하여 행한다. 반응 유체의 속도는, 반응 유로(8)의 폭이나 깊이를 변경하는 것에 의해 제어한다. 각각의 온도 영역에서의 반응 유체의 체재 시간은, 예를 들면, 고온의 온도 영역에 1초~5초 정도, 저온의 온도 영역에 4초~20초 정도인 것이, 반응 유체를 고속으로 하는 관점에서 바람직하다. 송액은 모세관 현상에 의해 행하는 것이 소형화의 관점에서 바람직하고, 예를 들면, 반응 유로(8)의 폭, 및 깊이를 20μm~100μm의 범위에서 설계하면, 원하는 유속(流速)을 얻을 수 있다.

[0068] 시료 주입부(4)로부터 주입된 반응 용액은, 반응 시약이 견조 담지된 반응 시약 담지부(9)에 도달하여, 반응 시약을 용해시킨다. 반응 시약은 폴리메라아제 효소, 프라이머를 포함하여 이루어지고, 동결 견조 등에 의해 견조 담지된다. 반응 시약이 용해된 반응 유체는 모세관 현상에 의해 반응 유로(8)를 전파(傳播)하고, 이 때, 고온의 온도 영역과 저온의 온도 영역을 반복하여 통과함으로써, PCR이 실시된다. 반응 후의 반응 유체는 검출부(10)에 도달하고, 전극과의 상호 작용에 의해, 증폭된 DNA의 농도를 알 수 있다.

[0069] 기판(3)의 형성 프로세스

[0070] 본 발명의 디바이스(1) 내의 기판(3)의 형성 프로세스이다. 본 실시예에서는, 기판(3)으로서 실리콘을 사용한다.

[0071] (1) 열산화

[0072] 산소 및 수소 분위기의 확산로 중에서, 실리콘 기판(12)의 표면에 500nm~1μm 정도의 실리콘 산화막(11)을 형성한다.

[0073] (2) 실리콘 산화막(11) 제거

[0074] 실리콘 산화막(11) 상에 포토리소그라피에 의해 레지스트를 패터닝하고, 반응성 이온 에칭(RIE)에 의해 실리콘 산화막(11)을 에칭한다.

[0075] (3) Si 에칭

[0076] 레지스트를 제거하고, 실리콘의 노출된 부분을, 깊이 파기 RIE(DRIE)에 의해, 예를 들면, 20μm~100μm 에칭하고, 디바이스의 시료 주입부(4)의 일부를 구성하는 오목부, 반응 시약 담지부(9), 반응 유로(8), 검출부(10) 및 시료 배출부(7)의 일부를 구성하는 오목부의 채널(14)을 형성한다. 이 실리콘의 에칭은 DRIE에 한정되지 않고, 예를 들면, TMAH 등을 사용한 웨트·에칭이라도 된다.

[0077] (4) 실리콘 산화막(11) 제거

- [0078] 표리면의 실리콘 산화막(11)을 플루오로화수소산 등에 의한 에칭에 의해 제거한다.
- [0079] (5) 열산화
- [0080] 반응 유로(8)의 친수성을 높이기 위해, 50nm~100nm 정도의 산화막을 형성한다.
- [0081] 커버판(2)의 형성 프로세스
- [0082] 본 발명의 디바이스(1) 내의 커버판(2)의 형성 프로세스이다. 본 실시예에서는, 커버판(2)으로서 유리를 사용한다.
- [0083] (1) 관통공 가공
- [0084] 샌드 블라스트나 드릴 가공 등을 사용하여, 유리판(15)에 관통공을 형성한다.
- [0085] (2) 금속(16) 매립
- [0086] 도금 등에 의해, 관통공에 금속(16), 예를 들면, 동을 충전한다.
- [0087] (3) 히터 금속 박막의 형성
- [0088] 히터로 되는 금속 박막(17), 예를 들면, 0.5μm~1.5μm 정도의 알루미늄 박막을 스퍼터링에 의해 형성한다. 본 발명에서는 특히 금속 박막(17)의 종류는 한정하지 않지만, 예를 들면, 알루미늄이나 금, 백금 등이 바람직하다.
- [0089] (4) 금속 박막(17)의 패터닝
- [0090] 스퍼터링에 의해 성막한 알루미늄을 포토리소그라파, 및 에칭에 의해 패터닝한다.
- [0091] (5) 보호막 형성
- [0092] 플라즈마 CVD에 의해, 1μm~2μm 정도의 실리콘 산화막(18)을 형성한다. 히터로 되는 알루미늄 박막이 직접 액에 접촉되는 것을 방지한다.
- [0093] (6) 평탄화
- [0094] 화학 기계적 연마(CMP)에 의해, 성막한 실리콘 산화막(18)을 평탄화한다.
- [0095] (7) 산화막 패터닝
- [0096] 검출 전극(6)을 형성하는 부분의 산화막을 포토리소그라파, 플루오로화수소산에 의한 에칭에 의해 제거한다.
- [0097] (8) 검출 전극(6)의 형성
- [0098] 검출 전극(6)으로서, 금 또는 백금 박막을 스퍼터링에 의해 형성한다.
- [0099] 기판(3)과 커버판(2)과의 접합
- [0100] 본 발명의 디바이스(1) 내의 기판(3)과 커버판(2)의 접합 프로세스이다.
- [0101] 접합의 방법으로서는, 예를 들면, 양극 접합에 의해 접합한다. 먼저, 기판(3)과 커버판(2)을 중첩시키고, 300°C ~400°C 정도로 가열, 유지한다. 이어서, 기판(3)과 커버판(2)이 원하는 온도로 된 곳에서, 기판(3)에 대하여 400V~800V의 전압을 커버판(2) 측에 인가한다. 전압을 인가한 상태에서 20분~60분 유지함으로써 양호한 접합을 실현할 수 있다. 접합 방법은, 양극 접합에 한정되지 않고, 예를 들면, 표면 활성화 접합 등을 이용하면 상온에서 접합할 수도 있다.
- [0102] 본 실시예에서는, 기판(3)으로서 실리콘, 커버판(2)으로서 유리를 사용하는 경우에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 디바이스는 이에 한정되지 않고, 예를 들면, 수지의 임프린트(imprint) 가공이라도 된다.

### 부호의 설명

- [0103]
- 1 마이크로 유체 디바이스
  - 2 커버판
  - 3 기판

4 시료 주입부

5 히터부

5a 히터

5b 히터

6 검출 전극

7 시료 배출부

8 반응 유로

8a 반응 유로

8b 반응 유로

8c 반응 유로

8d 반응 유로

8e 반응 유로

9 반응 시약 담지부

10 검출부

11 실리콘 산화막

12 실리콘 기판

13 산화막

14 채널

15 유리판

16 금속

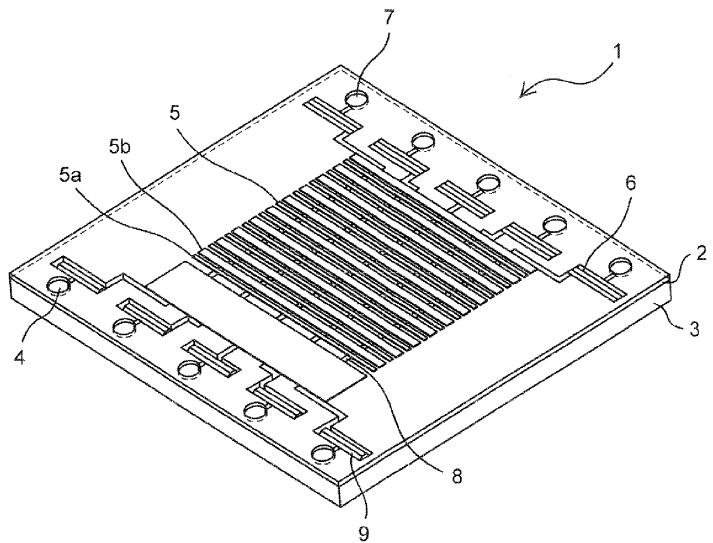
17 금속 박막

18 실리콘 산화막

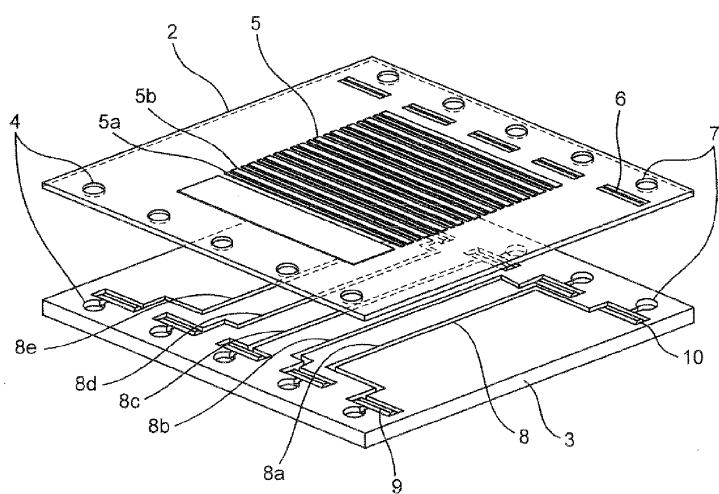
19 검출 전극 설치부

도면

도면1

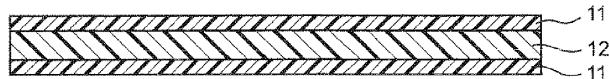


도면2



## 도면3

(a) 열산화



(b) 산화막제거



(c) Si 에침



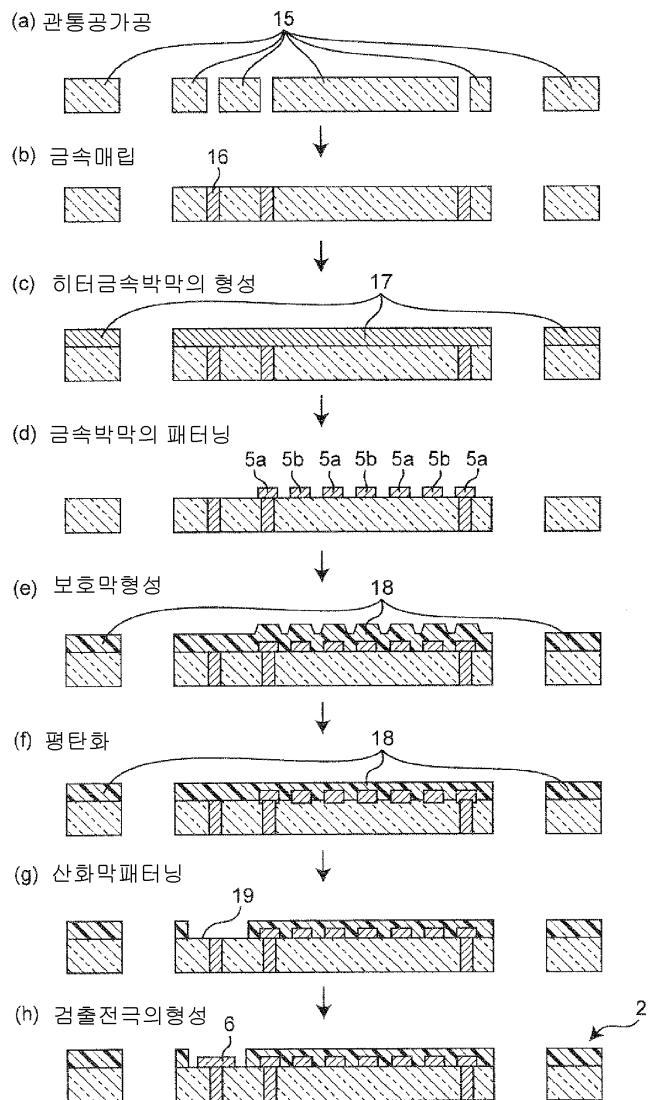
(d) 산화막제거



(e) 열산화



## 도면4



## 도면5

