



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년01월21일

(11) 등록번호 10-1587665

(24) 등록일자 2016년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29D 11/00 (2006.01) B29C 43/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7015629

(22) 출원일자(국제) 2008년12월16일

심사청구일자 2013년12월13일

(85) 번역출제출일자 2010년07월14일

(65) 공개번호 10-2010-0108559

(43) 공개일자 2010년10월07일

(86) 국제출원번호 PCT/CH2008/000534

(87) 국제공개번호 WO 2009/076790

국제공개일자 2009년06월25일

(30) 우선권주장

61/014,811 2007년12월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2005539276 A

KR1020060119020 A

(73) 특허권자

헵타곤 마이크로 옵틱스 피티이. 리미티드

싱가포르 738317 싱가포르 우드랜즈 루프 26

(72) 발명자

로씨, 마르쿠스

스위스, 체하-8645 요나, 뤼티비스슈트라쎄 24

루트만, 하르트무트

스위스, 체하-8645 요나, 뤼티비스슈트라쎄 20

(74) 대리인

김태원

전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 전은재

(54) 발명의 명칭 광학 요소의 제조

(57) 요약

적어도 하나의 광학 요소를 복제하는 방법으로서, 2개의 큰 면(1.1, 1.2)을 구비하는 기관(1) 및 기관의 양쪽 큰 면상의 대응하는 위치에서 관통구(2) 또는 블라인드 홀에 의해 규정되는 적어도 하나의 소정의 복제 위치를 제공하는 단계; 복제에 의해 기관에 복제된 구조체를 추가시키는 단계로서, 복제된 구조체는 기관에 부착되고, 복제된 구조체는 상기 복제 위치에서 상기 관통구 내에 또는 상기 두 블라인드 홀 내에 각각 복제 재료를 포함하고 제1 복제된 표면 및 제2 복제된 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하는 단계를 포함하는 방법이 제공된다.

대표도 - 도3

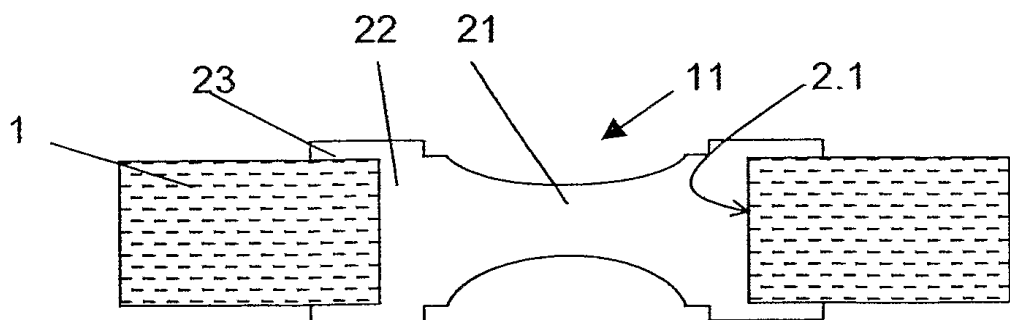


Fig. 3

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 광학 요소를 복제하는 방법으로서,

- 제1 및 제2 큰 면을 구비하는 기관 및 기관의 양쪽 큰 면상의 대응하는 위치에서 관통구 또는 블라인드 홀의 쌍에 의해 규정되는 복수의 소정의 복제 위치를 제공하는 단계;

- 복제에 의해 기관에 복제된 구조체를 추가시키는 단계로서, 복제된 구조체는 기관에 부착되고, 복제된 구조체는 상기 복제 위치에서 상기 관통구 내에 또는 상기 두 블라인드 홀 내에 각각 복제 재료를 포함하고 제1 복제된 표면 및 제2 복제된 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하며, 복제에 의해 복제된 구조체를 기관에 추가시키는 단계는 복제 도구 (31, 32) 및 상기 기관을 서로를 향해 이동시키는 것을 포함하되, 복제 재료 (51, 52)가 복제 도구상 및/또는 관통구 내에 또는 블라인드 홀 내에 있는 상태로 이동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

기관은 복제 위치를 규정하는 관통구를 포함하도록 선택되고, 복제에 의해 복제된 구조체를 추가시키는 단계는 다음의 하위-단계들, 즉

- 제1 복제 영역을 포함하는 제1 복제 도구와 제1 큰 면을 서로를 향해 이동시키되, 복제 재료가 상기 관통구 내에 있고 제1 복제 영역과 접촉하는 상태로 제1 복제 도구와 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계;

- 복제 재료를 경화시켜, 기관에 부착된 경화된 복제 재료를 제공하는 단계;

- 제2 복제 영역을 포함하는 제2 복제 도구와 제2 큰 면을 서로를 향해 이동시키되, 추가 복제 재료가 제2 복제 영역 및 경화된 복제 재료와 접촉하는 상태로 제2 복제 도구와 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계; 및

- 추가 복제 재료를 경화시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

기관은 복제 위치를 규정하는 관통구를 포함하도록 선택되고, 복제에 의해 복제된 구조체를 추가시키는 단계는 다음의 하위-단계들, 즉

- 복수의 제1 복제 영역을 포함하는 제1 복제 도구를 제1 큰 면을 향해 그리고 복수의 제2 복제 영역을 포함하는 제2 복제 도구를 제2 큰 면을 향해 이동시키되, 복제 재료가 상기 관통구 내에 있고 제1 복제 영역 및 제2 복제 영역과 접촉하는 상태로 제1 복제 도구, 제2 복제 도구 및 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계;

- 복제 재료를 경화시켜, 기관에 부착된 경화된 복제 재료를 제공하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

기관은 대응하는 측방향 위치에서, 복수의 제1 블라인드 홀을 기관의 제1 큰 면상에 그리고 복수의 제2 블라인드

드 홀을 기관의 제2 큰 면상에 포함하도록 선택되고, 제1 및 제2 블라인드 홀은 함께 복제 위치를 규정하며, 복제에 의해 복제된 구조체를 추가시키는 단계는 다음의 하위-단계들, 즉

- 복수의 제1 복제 영역을 포함하는 제1 복제 도구와 제1 큰 면을 서로를 향해 이동시키되, 제1 복제 재료 부분이 제1 블라인드 홀 내에 있고 제1 복제 영역과 접촉하는 상태로 제1 복제 도구와 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계;
- 복수의 제2 복제 영역을 포함하는 제2 복제 도구와 제2 큰 면을 서로를 향해 이동시키되, 제2 복제 재료 부분이 제2 블라인드 홀 내에 있고 제2 복제 영역과 접촉하는 상태로 제2 복제 도구와 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계; 및
- 복제 재료를 경화시키는 단계

를 포함하며,

- 복제 재료를 경화시키는 단계는 동시에 또는 2가지 하위-단계로 수행될 수 있고, 제1 하위-단계는 제2 복제 도구 및 기관의 제2 큰 면을 서로를 향해 이동시키기 전에 제1 복제 재료 부분을 경화시키기 위한 단계인 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

제1 복제 도구 및 제2 복제 도구 중 최소한 하나는 접촉 스페이스 부분을 포함하고, 상기 접촉 스페이스 부분은 접촉 스페이스 부분을 구비한 복제 도구 및 기관이 소정의 위치 관계로 위치된 후에 기관의 표면 부분에 맞대어져 놓이게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 6

제3항에 있어서,

제1 복제 도구 및 제2 복제 도구 중 최소한 하나는 접촉 스페이스 부분을 포함하고, 상기 접촉 스페이스 부분은 접촉 스페이스 부분을 구비한 복제 도구 및 기관이 소정의 위치 관계로 위치된 후에 기관의 표면 부분에 맞대어져 놓이게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 7

제4항에 있어서,

제1 복제 도구 및 제2 복제 도구 중 최소한 하나는 접촉 스페이스 부분을 포함하고, 상기 접촉 스페이스 부분은 접촉 스페이스 부분을 구비한 복제 도구 및 기관이 소정의 위치 관계로 위치된 후에 기관의 표면 부분에 맞대어져 놓이게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

각각 상기 접촉 스페이스 부분, 또는 상기 접촉 스페이스 부분들 중 하나에 의해 복제 재료의 측방향 유동이 차단되게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,

각각 상기 접촉 스페이스 부분, 또는 상기 접촉 스페이스 부분들 중 하나에 의해 복제 재료의 측방향 유동이 차단되게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

각각 상기 접촉 스페이스 부분, 또는 상기 접촉 스페이스 부분들 중 하나에 의해 복제 재료의 측방향 유동이 차

단되게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 11

제5항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

접촉 스페이서 부분은 복제 영역의 표면과 동일한 재료인 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 12

제5항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

접촉 스페이서 부분은 복제 영역을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 13

제2항, 제5항, 제6항, 제7항, 제8항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 및 제2 복제 도구 중 최소한 하나는 유동 제한 구조체를 포함하고, 상기 유동 제한 구조체에 의해 복제 재료의 측방향 유동이 차단되게 되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 유동 제한 구조체는 상이한 반경방향 위치에서 유동을 차단시키기 위한 복수의 유동 차단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 15

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

복제된 구조체를 구비한 기관을 개별 요소로 분할하는 추가 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

복제된 구조체를 구비한 기관을 개별 요소로 분할하는 단계는 추가 요소들과의 적층 후에 수행되는 것을 특징으로 하는 복수의 광학 요소 복제 방법.

#### 청구항 17

광학 요소의 웨이퍼 스케일 조립체로서,

복수의 복제 위치를 구비하는 기관을 포함하고, 각각의 복제 위치는 기관의 양쪽 큰 면상의 대응 위치에서 관통구 또는 블라인드 홀에 의해 규정되며, 복제된 구조체는 기관에 부착되고, 복제된 구조체는 상기 복제 위치에서 상기 관통구 내에 또는 상기 두 블라인드 홀 내에 각각 적어도 부분적으로 투명한 복제 재료를 포함하고 제1 복제된, 오목, 볼록, 또는 조합된 오목-및-볼록 렌즈 표면 및 제2 복제된, 오목, 볼록, 또는 조합된 오목-및-볼록 렌즈 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하는 것을 특징으로 하는 광학 요소의 웨이퍼 스케일 조립체.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

광학 요소는 굴절 및 회절 렌즈 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 광학 요소의 웨이퍼 스케일 조립체.

#### 청구항 19

광학 요소로서, 기관 부분의 양쪽 큰 면상의 대응 위치에서 관통구 또는 블라인드 홀에 의해 규정되는 복제 위치를 구비하는 기관 부분을 포함하고, 복제된 구조체는 기관 부분에 부착되며, 복제된 구조체는 상기 복제 위치

에서 상기 관통구 내에 또는 상기 두 블라인드 홀 내에 각각 적어도 부분적으로 투명한 복제 재료를 포함하고 제1 복제된, 오목, 볼록, 또는 조합된 오목-및-볼록 렌즈 표면 및 제2 복제된, 오목, 볼록, 또는 조합된 오목-및-볼록 렌즈 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하는 것을 특징으로 하는 광학 요소.

## 청구항 20

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 광학 요소 복제 방법에 의해 제조되거나 또는 제17항 내지 제18항 중 어느 한 항에 따른 웨이퍼 스케일 조립체를 개별 광학 요소로 다이싱함으로써 제조되는 제19항의 광학 요소.

## 청구항 21

제19항에 있어서,

관통구 또는 블라인드 홀들 중 하나의 에지로부터 외향으로 연장되어 기관의 큰 면의 한 영역을 덮는 기층을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 요소.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 복수의 광학 요소, 예를 들어 굴절 광학 렌즈 또는 회절 마이크로-광학 렌즈를 바람직하게는 엠보싱 단계를 포함하는 복제 공정(replication process)에 의해 웨이퍼 스케일로 제조하는 분야에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 복수의 광학 요소를 복제하는 방법을 다룬다.

### 배경 기술

[0002] 복제된 광학 요소는 광범위 임의의 소정의 방식으로 영향을 주기 위한 투명한 회절 및/또는 굴절 광학 요소, 렌즈와 같은 굴절 요소, 잠재적으로 적어도 부분적으로 반사하는 요소 등을 포함한다.

[0003] 광학 요소가 복제에 의해 제조될 때, 흔히 기관 및 복제 도구와, 기관 및/또는 복제 도구와 접촉하여 배치되는 복제 재료를 포함하는 기본 구성이 있다. 복제 도구는 복제될 요소(들)의 표면 구조의 역상(negative)인 복제 구조를 포함한다. 복제 공정 중에, 복제 재료는 경화되고, 이어서 복제 도구가 제거되어, 복제 재료가 기관과 접촉한 상태로 유지된다.

[0004] 예를 들어 WO 2005/083789에 기술된 바와 같이, 광학 요소의 어레이가 대규모로, 예를 들어 디스크형("웨이퍼형") 구조로 제조되고, 복제에 이어서 개별 요소로 분할("다이싱")되거나 또는 다른 웨이퍼형 요소 상에 적층되어 적층 후 개별 요소로 분할되는 웨이퍼-스케일 제조 공정이 특히 관심을 받고 있다. '웨이퍼 스케일'이란 예컨대 2 인치 내지 12 인치의 직경을 갖는 디스크와 같이, 반도체 웨이퍼에 필적하는 크기의 디스크형 또는 플레이트형 기관의 크기를 지칭한다.

[0005] 다음의 설명에서, 기관은 때때로 "웨이퍼"로 지칭된다. 이는 기관의 크기 또는 형상 면에서 제한적인 것으로 해석되어서는 안되며, 오히려 이 용어는 복제 공정에 후속하는 어떤 단계에서 복수의 구성요소로 다이싱되는 광학 요소의 어레이에 적합한 임의의 기관을 지칭한다.

[0006] 흔히, 복제 공정에 의해 제조된 광학 요소는 웨이퍼의 양면에 복제된 구조체를 포함하고, 이 양면은 함께 예를 들어 두 표면을 구비한 렌즈를 구성한다. 그러한 렌즈는 2개의 오목 표면, 2개의 볼록 표면, 오목 표면 및 볼록 표면, 적어도 하나의 표면에 혼합된 볼록/오목 구조체, 적어도 하나의 표면에 회절 구조체, 기타 등등을 구비할 수 있다.

[0007] 많은 광학 시스템에서, 트랙(track) 길이(렌즈를 통해 이동하는 광의 경로)가 렌즈 설계를 위한 중요 파라미터이다. 그러나, 렌즈를 웨이퍼 스케일 기관의 두 면상에 제조하는 것은 몇몇 제한을 갖는다:

[0008] - 기관 두께는 필요로 하는 기계적 안정성을 제공하도록 전형적으로 400  $\mu$  이상의 최소 두께를 가질 필요가 있다.

[0009] - 비용상의 이유로, 기관은 흔히 표준 두께를 갖는 규격품(off-the-shelf item)으로 선택된다. 이용가능한 표준 두께의 범위는 제한되고, 이러한 제한은 광학 설계의 제한을 초래한다.

[0010] 종래 기술에 따른 볼록-오목 렌즈의 일례가 도 13에 도시된다. 이 렌즈는 투명 기관(1), 예를 들어 유리판의

양면의 2개의 복제된 (부분) 요소(101, 102)로 구성된다. 기관 표면에 대한 수직 방향  $z$ 로의 두께  $d_z$ 가 중요 설계 파라미터이고, 설계자는 이 파라미터를 변경시킬 수 있기를 원한다. 도시된 종래 기술의 해소방안에 따르면, 이는 불가능하였다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 목적은 종래 기술의 접근방안에 관한 설계 제약 없이 복수의 광학 요소를 복제(즉, 웨이퍼 스케일 복제)하기 위한 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 기관에 의해 지탱될 적어도 하나의 광학 요소를 복제하는 방법으로서, 광학 요소의 광학 특성에 대한 기관의 물리적 특성의 영향이 감소되는 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 제1 태양에 따르면, 복수의 광학 요소를 복제하는 방법이 제공되며, 이 방법은,
- [0013] - 2개의 큰 면을 구비한 기관 및 기관의 양쪽 큰 면상의 대응하는 위치에서 관통구 또는 블라인드 홀(blind hole)의 쌍에 의해 규정되는 복수의 소정의 복제 위치를 제공하는 단계;
- [0014] - 복제에 의해 기관에 복제된 구조체를 추가시키는 단계로서, 복제된 구조체는 기관에 부착되고, 복제된 구조체는 상기 복제 위치에서 상기 관통구 내에 또는 상기 블라인드 홀의 쌍 내에 각각 복제 재료를 포함하고 제1 복제된 표면 및 제2 복제된 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명은 광학 요소 그 자체가 기계적으로 안정되어야 한다는 요건(이는 렌즈 및 특히 가능하게는 그것의 얇은 영역이 아주 작은 측방향 치수를 갖기 때문에, 강한 제약조건은 아님)과는 별개로, 광학 요소의 설계에 관해 두께 제약이 없는 중요한 이점을 특징으로 한다. 또한, 관통구의 경우에, 기관은 광이 그것을 투과하지 않기 때문에 광학 특성을 가질 필요가 없다. 기관은 재료 및 표면 품질(스크래치 등) 면에서 중요하지 않게 되어, 종래 기술의 기관에 비해 상당히 저렴할 수 있다. 또한, 상이한 웨이퍼-스케일 조립체의 스택 또는 상이한 광학 요소의 스택에서, 기관이 서로 바로 연이어 적층될 수 있거나, 또는 감소된 두께를 갖는 스페이서가 사용될 수 있기 때문에, 공간이 절약될 수 있고, 가능하게는 구성요소의 수가 감소될 수 있다.
- [0016] 복제 위치가 관통구에 의해 규정되는 위치를 포함하는 경우에, 복제에 의해 복제된 구조체를 추가시키는 단계는 제1 선택적 실시 형태에 따라 다음의 하위-단계들, 즉
- [0017] - 제1 복제 영역을 포함하는 제1 복제 도구와 기관의 제1 큰 면을 서로를 향해 이동시키되, 복제 재료가 상기 구멍 내에 있고 제1 복제 영역과 접촉하는 상태로 제1 복제 도구와 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계;
- [0018] - 복제 재료를 경화시켜, 기관에 부착된 경화된 복제 재료를 제공하는 단계;
- [0019] - 제2 복제 영역을 포함하는 제2 복제 도구와 기관의 제2 큰 면을 서로를 향해 이동시키되, 추가 복제 재료가 제2 복제 영역 및 경화된 복제 재료와 접촉하는 상태로 제2 복제 도구와 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계; 및
- [0020] - 추가 복제 재료를 경화시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] "소정의 위치 관계"는 모든 치수에 있어서 정확히 사전-규정될 필요가 없다. 오히려, 바람직하게는,  $z$  위치(큰 표면에 수직한 방향으로의 위치)는 정확하게 규정되는 반면에,  $x$ - $y$  위치는 선택적으로 단지 복제 영역이 복제 위치 내의 어느 한 장소에 있는 정도로만 규정될 수 있다. 그러나, 제1 및 제2 도구, 또는 그것들에 의해 복제된 구조체의 상대적  $x$ - $y$  위치는 바람직하게는 보다 정확하게 규정되고, 예를 들어 수  $\mu\text{m}$ 의 정확도 또는 그보다 우수한 정확도로 규정된다.
- [0022] 제2 선택적 실시 형태에 따르면, 복제에 의해 복제된 구조체를 추가시키는 단계는 다음의 하위-단계들, 즉
- [0023] - 제1 복제 영역을 포함하는 제1 복제 도구와 제2 복제 영역을 포함하는 제2 복제 도구를 각각 제1 큰 면 및 제2 큰 면을 향해 이동시키되, 복제 재료가 상기 구멍 내에 있고 제1 복제 영역 및 제2 복제 영역과 접촉하는 상태로 제1 복제 도구, 제2 복제 도구 및 기관이 소정의 위치 관계로 위치될 때까지 이동시키는 단계;

- [0024] - 복제 재료를 경화시켜, 기관에 부착된 경화된 복제 재료를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 복제 위치가 기관의 대향하는 큰 면들 상의 블라인드 홀에 의해 규정되는 경우에(즉, 관통구가 존재하지 않는 경우에), 한 단계로 또는 두 단계로 복제하는 것도 또한 가능하다. 그러나, 관통구를 통한 전술된 복제 방법과는 대조적으로, 복제 재료는 또한 단일-단계 복제의 경우에 2개의 별개의 부분으로, 하나는 제1 블라인드 홀에 대해 그리고 다른 하나는 제2 블라인드 홀에 대해 제공될 것이다.
- [0026] 바람직하게는, 모든 실시 형태들에서, 복수의 광학 요소가 병렬 공정 단계를 포함하는 공정으로 웨이퍼 스케일로 제조된다. 이때, 기관은 복수의 복제 위치를 포함하고, 도구는 복수의 복제 영역을 포함한다.
- [0027] 다음의 설명에서, 관통구 또는 블라인드 홀은 때때로 "구멍"으로 지칭되고, "구멍"에 대한 임의의 언급은 본 발명의 "관통구" 실시 형태들 및 "블라인드 홀" 실시 형태들 둘 다에 관계된다.
- [0028] 본 발명의 전술된 실시 형태들 중 임의의 것에서, 복제 도구는 다음의 것들 중 적어도 하나를 포함하도록 선택될 수 있다:
- [0029] - 복제 영역(들)을 적어도 부분적으로 둘러싸거나 완전히 둘러싸고 복제 중 기관 표면에 맞대어져 놓이기에 적합한 접촉 스페이스 부분으로서, 복제 재료가 스페이스 부분보다 멀리 측방향으로(반경방향으로) 유동하지 못하도록 하기 위해 복제 영역 주위에 시일을 형성하는 접촉 스페이스 부분;
- [0030] - 복제 영역(들) 주변의 에지에 의해 형성되고 표면 에너지 효과로 인해 복제 재료의 측방향 유동을 제한하기에 적합한 하나 또는 복수의 유동 차단부.
- [0031] 어느 경우든, 접촉 스페이스 부분(들) 및/또는 유동 차단부를 포함하는 그러한 복제 도구는 개별 복제 위치에 복제 재료를 분배하는 것, 따라서 복제 위치당 적어도 하나의 복제 재료 부분과 조합되어 사용되며, 여기에서 상이한 위치의 복제 재료 부분은 전체 공정 중 분리되어 유지된다. 응용에 따라, 이는 복제 재료가 기관의 큰 표면에 걸쳐 분배되는 접근방안에 비해 상당한 이점을 나타낼 수 있다. 또한, 그것은 주연부에서 기관 및 복제 도구의 상대적  $z$ -위치가 고정되는 경우에 상기 두께를 정확하게 규정하기에 충분히 복제 도구(및/또는 기관)가 치수 강성이지 않은 경우에도 또한 접촉 스페이스가 최종 복제된 요소의  $z$ -치수를 규정하는데 도움을 주도록 한다.
- [0032] 접촉 스페이스 부분은 바람직하게는 복제 영역(들)을 규정하는 복제 표면과 동일한 재료이며, 따라서 복제 영역과 연속되고 그것과 함께 제조된다.
- [0033] 접촉 스페이스 부분은 전술된 바에 따르면, 복제 중 기계적 안정성을 제공하고  $z$ -치수를 규정하는 것 외에, 또한 측방향 유동을 방지하는 시일을 형성하는 기능을 갖는다. 이는 특히 복제 위치가 관통구에 의해 규정되는 경우에 바람직하고 유리하다. 이어서, 바람직하게는, 제1 복제 도구가 제1 면으로부터 기관과 접촉하고, 복제 도구가 기관과 맞대어져 놓이고 접촉 스페이스가 관통구의 제1 면 림(rim) 주위의 어딘가에 시일을 형성하는 경우에 생성되는 블라인드 홀 내로 복제 재료(또는 그것의 제1 부분)가 제2 대향면으로부터 분배된다.
- [0034] 제2 복제 도구는 대조적으로 바람직하게는 복제 재료의 양이  $z$ -치수만큼 정확하게 규정될 필요는 없도록 상이한 반경방향 위치에서 복수의 유동 차단부를 포함한다. 복제면이 관통구에 의해서가 아니라 대향면들 상의 블라인드 홀의 쌍에 의해 규정되는 경우에, 이와 동일한 사항이 (양쪽) 복제 도구에 적용된다. 그러나, 유동 차단부를 구비한 복제 도구도 역시 접촉 스페이스 부분을 구비할 수 있고 - 그리고 바람직하게는 구비할 것이며 - 이때 접촉 스페이스 부분은 유동 차단부로부터 더욱 바깥쪽에 있다.
- [0035] 전술된 실시 형태들 중 임의의 것에서, 복제된 요소의 기계적 안정성 및 그것의 기관에 대한 부착을 위해서, 복제된 기층이 복제된 광학 요소 구조체의 일부분으로서 생성될 수 있으며, 이 기층은 구멍의 에지로부터 외향으로 연장되어 기관의 큰 면의 한 영역을 덮는다.
- [0036] 이를 위해서, 복제된 구조체를 기관에 추가시키는 단계는 상기 기층을 구비한 복제된 구조체를 추가시키는 단계를 포함한다.
- [0037] 이를 수행하기 위해서, 제1 복제 도구 또는 제2 복제 도구 또는 - 바람직하게는 - 제1 및 제2 복제 도구 둘 다, 복제 영역(들) 주변에 위치하고 예를 들어 그것들을 둘러싸는 기층 복제 영역(들)을 구비할 수 있다. 이 기층 복제 영역(들)은 기층을 규정한다. 기층의 측방향 연장범위는 복제 도구에 의해 규정될 수 있거나, 또는 복제 도구는 복수의 가능한 측방향 기층 연장범위 제한부를 제공하는 복수의 유동 차단부를 포함할 수 있거나, 또는 기층 연장범위는 도구에 의해 미결정된 상태로 유지되어 오직 배치된 복제 재료의 양에 의해서만 규정될



수 있다.

[0038] 또한, 본 발명은, 예를 들어 전술된 방법에 의해 제조되는 광학 요소의 웨이퍼 스케일 조립체로서, 복수의 복제 위치를 구비하는 기관을 포함하고, 각각의 복제 위치는 기관의 양쪽 큰 면상의 대응 위치에서 관통구 또는 블라인드 홀에 의해 규정되며, 복제된 구조체는 기관에 부착되고, 복제된 구조체는 상기 복제 위치에서 상기 관통구 내에 또는 상기 두 블라인드 홀 내에 각각 적어도 부분적으로 투명한 복제 재료를 포함하고 제1 복제된 표면 및 제2 복제된 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하는 웨이퍼 스케일 조립체에 관한 것이다.

[0039] 또한, 본 발명은, 예를 들어 전술된 방법에 의해 제조되는 그리고/또는 웨이퍼 스케일 조립체를 개별 광학 요소로 다이싱함으로써 제조되는 광학 요소로서, 기관 부분의 양쪽 큰 면상의 대응 위치에서 관통구 또는 블라인드 홀에 의해 규정되는 복제 위치를 구비하는 기관 부분을 포함하고, 복제된 구조체는 기관 부분에 부착되며, 복제된 구조체는 상기 복제 위치에서 상기 관통구 내에 또는 상기 두 블라인드 홀 내에 각각 적어도 부분적으로 투명한 복제 재료를 포함하고 제1 복제된 표면 및 제2 복제된 표면을 포함하며, 제1 및 제2 복제 표면은 대향면들을 향하는 광학 요소에 관한 것이다.

[0040] 본 명세서 전반에 걸쳐, 치수, 방향 및 배향은 때때로 다음의 도면들 중 몇몇에 또한 도시되는 직교 좌표계에 적용된다. 이때,  $x$ - $y$  평면은 복제 도구 및 기관의 큰, 전체적으로 평탄한 면에 의해 규정된다.  $z$ -방향은 그것에 수직한 방향이다. 이러한 좌표계의 정의는 본 명세서 전반에 걸쳐 그리고 모든 도면에 대해 사용된다. 예를 들어, 복제된 구조체의  $z$ -치수는 항상 기관의 큰 표면에 수직하게 측정되는 복제된 구조체의 두께를 나타낸다. 용어 "측방향" 및 "반경방향"은  $x$ - $y$  평면에서의 방향을 지칭(그리고 광학 요소 축 또는 광학 요소 중심선을 지칭할 수 있음)하는 반면에, "두께"는  $z$ -방향으로의 연장범위를 지칭한다.

[0041] 기관의 "면" 또는 "큰 면"은 보통 기관의 표면(디스크형 기관에 대해 상면 및 저면 표면, 직사각형 기관에 대해 최대 표면 등)의 대부분을 구성하는 기관의 본질적으로 평행한 표면 부분들이다.

[0042] 본 발명에 따른 방법에 의해 제조되는 광학 요소는 바람직하게는 렌즈이며, 여기에서 "렌즈"는, 광(이는 IR 및 가능하게는 UV 광과 같은 비-가시 전자기 방사선을 포함함)을 투과시키고 입사각에 따라 방향에 영향을 주는 두 표면(평행한 평면들이 아님)을 구비한 투명한 물체로서 해석되어야 한다. 이러한 의미의 렌즈는 축 대칭(대칭 축은 좌표계의  $z$ -축에 대응함)을 갖는 종래의 렌즈뿐만 아니라, 그러한 축 대칭으로부터 벗어난 다른 렌즈일 수 있다.

### 발명의 효과

[0043] 본 발명에 의하면, 종래 기술의 접근방안에 관한 설계 제약 없이 복수의 광학 요소를 복제(즉, 웨이퍼 스케일 복제)하기 위한 방법이 제공된다.

[0044] 또한, 본 발명에 의하면, 기관에 의해 지탱될 적어도 하나의 광학 요소를 복제하는 방법으로서, 광학 요소의 광학 특성에 대한 기관의 물리적 특성의 영향이 감소되는 방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0045] 본 발명의 원리와 그것의 실시 형태들이 첨부 도면들을 참조하여 다음의 설명에서 더욱 상세히 설명될 것이다. 도면들에서, 동일한 도면 부호는 동일하거나 유사한 요소를 지칭한다. 도면들은 모두 개략도이고, 축척에 맞게 도시되지 않는다.

도 1은 기관의 도면이다.

도 2는 기관의 단면도이다.

도 3 내지 도 6은 본 발명의 방법에 따라 제조된 렌즈의 상이한 실시 형태들의 단면도이다.

도 7a 내지 도 7f는 본 발명에 따른 방법의 일 실시 형태의 방법 단계이다.

도 8은 도 7a 내지 도 7f의 방법의 단계의 변형예이다.

도 9a 내지 도 9c는 본 발명에 따른 방법의 다른 실시 형태이다.

도 10a 내지 도 10d는 기관이 블라인드 홀을 포함한, 본 발명에 따른 방법의 일 실시 형태의 방법 단계이다.

도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 방법의 실시 형태들의 순서도이다.



도 13은 종래 기술에 따른 렌즈이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0046] 도 1에 개략적으로 도시된 기관(1)은 본질적으로 평탄하며, 이때 복수의 복제 위치가 기관 내의 구멍(2)에 의해 규정된다. 바람직하게는, 기관은 웨이퍼-스케일이다. 큰 표면상에서의 구멍의 배열은 다이싱(복제 후, 그리고 가능하게는 다른 웨이퍼-스케일 요소와의 적층과 같은 추가 방법 단계 후, 광학 조립체를 개별 요소로 분할시키는)과 같은 후속 공정 단계를 용이하게 하도록 규칙적인 패턴일 수 있다.
- [0047] 본 발명의 상이한 실시 형태들에 사용되는 기관은 투명할 수 있다. 그것은 유리로, 또는 유기 또는 무기 플라스틱 재료로, 또는 충분한 치수 강성을 제공하는 임의의 적합한 투명 재료로 제조될 수 있다.
- [0048] 대안에 따르면, 기관은 불투명할 수 있다. 특히, 기관은 복제 위치가 관통구에 의해 규정되면, 심지어는 제조된 광학 요소가 렌즈인 경우에 불투명할 수도 있다. 불투명한 기관은 그것을 불투명하게 하는 염료 및/또는 코팅 또는 다른 혼합물이 첨가된 전술된 재료들 중 임의의 것일 수 있거나, 또는 그것은 반도체 재료[기관은 예를 들어 스크랩(scrap) 실리콘 웨이퍼일 수 있음], 금속, 불투명한 산화 금속, 세라믹 등과 같은 본래 불투명한 재료일 수 있다. 보다 일반적으로, 그것은 충분한 치수 강성을 제공하는 임의의 재료로 제조될 수 있다.
- [0049] 구멍(관통구 또는 블라인드 홀)은 도시된 바와 같이 원형 단면을 가질 수 있지만, 그것들은 또한 타원형, 직사각형(예를 들어 라운딩된 모서리를 구비한) 등을 비롯한 다른 형상을 가질 수 있다. 이 형상은 바람직하게는 명확히 규정되지만, 반드시 그렇지는 않다. 블라인드 홀의 경우에, 구멍의 깊이도 또한 바람직하게는 명확히 규정된다.
- [0050] 도 2는 관통구(2)를 구비한 기관(1)의 개략적인 단면도를 도시한다. 또한, 기관의 제1(큰) 면(1.1)과 기관의 제2(큰) 면이 도시되며, 여기에서 도 2에 도시된 배향에서, 제1 면은 상부면에 해당하고, 제2 면은 하부면에 해당한다. 다음의 설명에서, 용어 복제된 광학 요소의 "제1 면 표면" 또는 "상부 표면"과 "제2 면 표면" 또는 "하부 표면"은 최종 제품에서, 각각 기관의 상부 표면 및 하부 표면과 물리적으로 연속되고 본질적으로 그것과 동일한 방향으로 향하는 표면들을 지칭한다. 이 용어는 어떠한 방식으로든 기관의 형상을 지칭하는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [0051] 도 1 및 도 2에 또한 좌표계가 도시된다. 그것은 위의 정의에 부합되고, 또한 다음의 도면들에 관계된다.
- [0052] 다음의 도면들에서, 광학 요소(렌즈)의 여러 변형예들과 적어도 하나의 광학 요소를 제조하는 방법의 여러 변형예들이 도시된다. 도면들은 단지 하나의 렌즈(그것의 제조)만을 도시하지만, 모든 도시된 실시 형태들에 대한 바람직한 변형예는 웨이퍼-스케일 제조이며, 여기에서 기관은 복수의 복제 위치를 포함하고, 복제 도구는 복수의 대응하는 복제 영역을 포함한다. 따라서, 다음의 도면들에서 기관 및 도구의 도시는 단지 기관/도구의 어느 한 영역만을 도시하는 것으로 간주되도록 의도되지만, 도시된 구조는 복수의 복제 위치 모두에 대해 반복된다.
- [0053] 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 방법에 의해 제조될 수 있는 렌즈(11), 즉 양면 볼록 렌즈(도 3), 오목-볼록 렌즈(도 4), 및 양면 오목 렌즈(도 5)의 원리를 실시예들로서 도시한다.
- [0054] 도시된 광학 요소는 축 대칭을 갖는 굴절 렌즈이다. 렌즈 축 주위의 중앙 부분(21)에서, 제1 표면 및 제2 표면은 원하는 광학 기능에 따라 굴절 표면을 형성한다. 도면들로부터 명백해지는 바와 같이, 본 발명의 개념으로 인해, 광학 요소 두께 제약이 없다. 특히, 중앙 부분은 거의 임의적으로 얇은 부분을 포함할 수 있어, 아주 얇은 렌즈가 가능하다.
- [0055] 도시된 실시 형태들에서, 기계적 안정성의 이유로, 주연부 부분(22)이 구멍의 전체 원주방향 표면(2.1)을 따라 연장되도록 선택된다. 그러나, 기관 재료에 대한 경화된 복제 재료의 부착(구멍의 원주방향 표면에서)에 의해 제공되는 기계적 안정성이 광학 요소를 유지시키기엔 충분하지 않은 경우에, 스페이서 구멍(2)의 에지에 기층(23)이 제공될 수 있다. 기층(23)은 더욱 상세히 후술되는 바와 같이, 복제 재료의 양이 충분한 정확도로 규정될 수 없는 경우에 복제 공정 중 오버플로우 채널로서 적합한 추가적인 이점을 제공한다.
- [0056] 예를 들어 도 4에 명확하게 도시된 바와 같이, 종래 기술의 해소방안(도 13)에 비해 두께 파라미터  $d_2$ 는 렌즈 설계에 따라, 종래 기술의 크기보다 훨씬 작거나 그것과 거의 동일할 수 있으며, 상기 두께는 본 발명의 접근방안으로 인해, 거의 자유로이 선택가능한 설계 파라미터이다.
- [0057] 본 발명의 실시 형태들의 또 다른 특징들 및 이점들이 도 5에 도시된다. 흔히, 광학 요소는 조리개(aperture) 또는 배플(baffle)과 같은 구성요소를 포함한다. 조리개(24)가 도 5에 도시되지만, 본 발명의 다른 실시 형태

들에도 또한 해당 조리개가 제공될 수 있다. 또한, 예를 들어 기관(1)의 양면에 2개의 조리개형 층을 포함하는 배플과 같은 다른 차폐(screening) 구조체가 본 발명의 실시 형태들 중 임의의 것에 유사한 방식으로 제공될 수 있다.

- [0058] 조리개(24)(또는 배플의 층)는 사실상 전체 상부 표면(1.1)을 덮는 층으로서 제공될 수 있다. 따라서, 조리개 층에 대해 복잡한 정렬 공정을 필요로 하지 않는다. 실제로, 평탄한 구조체인 조리개와 함께 기관의 제조는 복제 공정으로부터 거의 완전히 분리될 수 있다.
- [0059] 또 다른 이점은 조리개 층이 z-위치에 관해 렌즈 표면에 대한 더욱 우수한 위치 관계에 있다는 점이다(종래 기술의 접근방안에서와 같이 복제된 재료 부분 바로 밑에 있지 않음).
- [0060] 기관(1)(스페이서 웨이퍼)이 흡광성인 경우에, 조리개 또는 배플을 필요로 하지 않는다.
- [0061] 물론, 본 발명에 따른 방법은 도시된 실시 형태들로 한정되지 않고, 임의의 종류의 적어도 투명한 광학 요소에 사용될 수 있다. 여러 변형예들은 이로 한정되지는 않지만 다음의 것들을 포함한다:
- [0062] - 굴절 렌즈를 형성하는 만곡된 표면에 추가하여 또는 그것에 대안적으로 마이크로-광학 굴절 및/또는 회절 구조체;
- [0063] - 일면 또는 양면 상의 조합된 볼록/오목 구조체;
- [0064] - 비대칭 장치;
- [0065] - 어떠한 기층(23)도 구비하지 않는 장치, 오직 하나의 기층을 구비한 장치, 및/또는 전체 주연부를 둘러싸지 않는 적어도 하나의 기층을 구비한 장치[그러나 예를 들어 단지 규정된 원주방향 위치에서 바형(bar-like) 돌출부를 포함함];
- [0066] - 원형 형상과는 다른 구멍; 외부 림은 심지어 명확히 규정될 필요 없음;
- [0067] - 도 6에 도시된 바와 같이, 관통구가 아니라, 대응하는 측방향 위치에서 기관의 각각의 면 내에 블라인드 홀을 포함하는 구멍; 이때, 적어도 구멍들 사이에 남아있는 브리지 부분(1.3)의 위치에서 기관은 투명함;
- [0068] - 상술한 것들의 조합.
- [0069] 당업자라면, 다음에 기술되는 방법이 복제 도구의 적절한 수정에 의해 모든 변형예들에도 또한 관계될 것을 이해할 것이다. 다만, 도 6의 실시 형태 및 그것의 여러 변형예들은 복제 중 방법 단계의 순서에 관해 다소 상이한 접근방안을 필요로 하며; 이는 다음에서 명확하게 다루어진다.
- [0070] 다음의 도면들에서, 적어도 하나의 광학 요소를 제조하는 방법의 여러 변형예들이 도시된다. 이들 변형예들 모두는 바람직하게는 웨이퍼 스케일로 수행된다. 도시된 분배 단계(복제 재료가 개별적으로 각각의 복제 위치에 대해 분배됨)는 웨이퍼 스케일로 바람직하게는 직렬(serial) 공정일 것이며, 여기에서 어느 하나의 분배 유닛 또는 수개의 분배 유닛이 도구/기관의 표면 위로 안내되고, 소적(droplet)이 잉크젯 프린터와 다르지 않게 원하는 위치에 분배된다. 복수의 부분의 도포와 그것의 이점에 관하여, 본 명세서에 참고로 포함되는 WO 2007/107027을 참조하라. 분배 단계는 대안으로서 또한 병렬(parallel) 단계일 수 있고, 예를 들어 복제 재료를 구비한 리셉터클 내에 대규모 도구를 침지시킨 다음에 복제 재료의 소적들이 도구의 여러 부분에 부착되도록 하는 단계를 포함할 수 있다. 병렬 분배 단계의 다른 예로서, 복제 재료는 전체 기관 및/또는 도구의 큰 부분에 걸쳐 큰 영역 상에 분배될 수 있다.
- [0071] 경화 단계를 비롯한 모든 다른 단계는 바람직하게는 웨이퍼 스케일로 병렬로 수행된다.
- [0072] 일반적으로, 기관상의 복제 위치의 수는 복제 도구 상의 복제 영역의 수와 동일할 것이지만, 예를 들어 복제 위치가 모두 사용되지는 않아, 결과적으로 복제 위치 모두에 대응하지는 않는 복제 영역이 도구 내에 존재하는 특수한 경우가 고려될 수 있다. 또한, 도구가 소정의 복제 위치에 대한 복제 영역 외에, 기관의 평탄한, 예비-구조화되지 않은 부분에 대한 복제 영역을 추가로 포함하는 경우가 있을 수 있다. 이들 특수한 경우는 다음의 설명에서 논의되지 않는다.
- [0073] 도 7a 내지 도 7f는 본 발명에 따른 방법의 제1 실시 형태의 방법 단계를 도시하며, 이 방법은 관통구(2)를 구비한 기관에 적합하다. 제1 단계에서(도 7a), 제1 복제 도구(31)가 기관(1)에 대해 명확히-규정된 위치에 배치된다.
- [0074] 복제 도구(31) - 이는 모든 실시 형태들에 관계됨 - 는 강성 백플레이트(backplate)(34) 및 보다 연질의 재료

부분[이하 "연질 재료 부분"이라 함](35)을 포함할 수 있다. 이 연질 재료 부분은 복제 영역(36) 및 잠재적 스페이스 부분을 형성한다.

[0075] 도시된 실시 형태들에서 - 이는 모든 실시 형태들에 대한 바람직한 특징임 - 도구(31)는 복제 중 기관(1)에 맞대어져 놓이도록 작동가능한 접촉 스페이스 부분(38)을 포함하고, 이때 접촉 스페이스 부분과 기관 사이에는 재료가 없다. 접촉 스페이스 부분은 연속될 수 있거나, 또는 주연부 주위로 또는 주연부의 큰 부분 및/또는 복제 표면의 내부에 걸쳐 분포되는 복수의 이산된 부분을 포함할 수 있다. 바람직한 실시 형태에 따르면, 둘 다 본 명세서에 참고로 포함되는 WO 2004/068198 및 WO 2007/107026에 교시된 바와 같이, 접촉 스페이스 부분과 부동(floating) 스페이스 부분(만약 있다면)은 도구가 기관상에 놓이는 경우에, 두께(z-치수, 즉 기관 및 도구 평면에 수직한 치수)가 스페이스 부분에 의해 규정되도록 배치 및 구성된다.

[0076] 연질 재료 부분(35)은 비교적 낮은 강성을 갖는 재료로 제조될 수 있어, 이 재료는 그것이 맞대어져 놓이는, 서브-마이크로미터-스케일(sub-micrometer-scale) 표면 조도와 같은, 물체의 표면 구조에 그것의 형상을 맞추도록 소규모로 변형가능하다. 상기 재료는 또한 그러한 맞춤을 강력하게 유인하기 위해 비교적 낮은 표면 에너지를 가질 수 있다. 이에 의해서, 돌출된 접촉 스페이스 부분(38)은 기관에 부착되며, 따라서 복제 재료의 측방향 유동을 방지하기 위한 시일을 형성할 수 있고, 측방향 유동-차단부(stop)를 효과적으로 형성할 수 있다. 그러한 재료의 바람직한 일례는 폴리디메틸실록산(PDMS)이다. 이 재료는 본 명세서에 참고로 포함되는 WO 2004/068198의 도 14 내지 도 16에 기술된 바와 같이, 복제 도구 형성 공정에도 또한 아주 적합하다.

[0077] 측방향 유동 차단부를 형성하는 접촉 스페이스(38)에 추가하여 또는 그것 대신에, 본 명세서에서 후술되는 바와 같이, 복제 재료가 작은 갭과 같은 장소를 회피하도록 하는(예를 들어 높은 표면 장력을 갖는 복제 재료로 인해) 적절한 표면 특성을 갖는 재료를 선택하는 것을 포함하여, 그리고 에지 등에 의해 형성되는 유동 차단부를 포함하여, 다른 유동 차단 수단이 복제 재료의 유동을 측방향으로 제한하도록 사용될 수 있다.

[0078] 도 7a는 또한 복제 재료의 개별적인 제1 부분(51)을 분배하기 위한 분배 도구(41)를 도시한다. 복제 재료는, 경화될 수 있고 경화 후 광학 요소의 형성을 위해 적어도 부분적으로 투명한 임의의 적합한 재료일 수 있다. 또한, 상이한 복제 재료의 혼합물 및/또는 부분들이 사용될 수 있다. 적합한 재료의 한가지 종류는 UV 경화성 에폭시 수지이다.

[0079] 도시된 구성에서, 접촉 스페이스 부분(38)은 복제 영역 및 주연부 기층 복제 영역(37)을 둘러싸도록, 그리고 모든 방향으로의 복제 재료의 유동을 측방향으로 제한하도록 선택된다(도 7b).

[0080] 도 7b에 도시된 방법 단계는 복제 재료를 에너지로 조사하는 단계를 포함한다. 도 7b에서, UV 램프와 같은 해당 에너지원(42)이 도시된다.

[0081] 도 7b에서는 UV 램프가 제1 복제 도구로서 기관의 맞은편에 있는 것으로 도시되지만, 그럴 필요는 없다. 오히려, 선택된 에너지 방사선(UV 광과 같은)에 투명한 복제 도구에 대해서, 조사는 또한 도구를 통해 수행될 수 있다.

[0082] 경화 단계는, 복제 재료를 조사하는 하위-단계(sub-step) 및 복제 재료가 그것의 최종 정도(consistency)에 도달할 때까지 대기하는 또 다른 하위-단계와 같은 여러 하위-단계를 포함할 수 있다. 몇몇 상황 하에서, 경화 공정의 제2 또는 그보다 나중의 하위-단계는 제1 복제 도구의 제거 후 수행될 수 있다.

[0083] 복제 재료의 제1 부분(51)이 경화된 후, 제1 복제 도구가 제거되고, 복제 재료의 또 다른 제2 부분(52)이 분배된다. 그 후에, 제2 복제 도구(32)와 기관(1)이 명확히-규정된 위치 관계로 위치될 때까지 제2 복제 도구와 기관(1)이 서로를 향해 이동된다. 도시된 실시 형태에서, 제2 복제 도구(32)도 또한 그 위치 관계를 규정하도록 기관(1) 표면에 맞대어져 놓이는 접촉 스페이스를 포함한다. 복제 영역(36)과 접촉 스페이스 부분 사이의 영역에서, 예를 들어 본 명세서에 참고로 포함되는 WO 2007/107025에 기술된 바와 같이, 복제 도구는 또한 복제 영역 주위에 유동 제한 특징부(39)를 포함할 수 있다. 이들 유동 제한 특징부는, 복제 재료의 양을 정확히 규정하기가 어렵고 모세관력이 복제 재료를 중앙 영역 밖으로 주연부 및 접촉 스페이스 부분(38)을 향해 끌어당기려는 경향이 있을 경우에 유리하다.

[0084] 도 7e는 제2 복제 재료 부분(52)이 경화되는 구성을 도시한다. 도 7e는 경화 후의 렌즈(11)를 도시한다. 적어도 제1 및 제2 복제 재료 부분이 동일한 재료인 경우에, 복제 재료의 제1 및 제2 부분 사이의 경계가 더 이상 보이지 않는다.

[0085] 도 7e가 제2 복제 재료 부분(52)을 구멍(2)[또는 제1 복제 재료 부분(51)의 경화 후 그것의 남아 있는 것] 내로

분배하는 것을 도시하지만, 추가적으로 또는 대안으로서, 제2 부분을 위한 복제 재료는 또한 도 8에 도시된 바와 같이 제2 복제 도구(32) 상에 분배될 수 있다. 특히 볼록 렌즈 또는 볼록한 부분을 구비한 렌즈에 대해서, 도구에 분배하는 것은(유일한 또는 기관상에 분배하는 것에 추가하여) 품질 면에서 유리한 결과를 제공하는 것으로 판명되었다.

- [0086] 도 9a 내지 도 9c를 보면, 복제 위치로서 관통구(2)를 구비한 기관 내에 적어도 하나의 광학 요소를 복제에 의해 제조하는 대안적인 실시 형태가 도시된다. 이 대안적인 실시 형태는 광학 요소의 제1 면 표면 및 제2 면 표면을 규정하는 2개의 도구에 의해 광학 요소를 복제하는 것을 특징으로 하며, 여기에서 두 도구는 그들 사이에 초기에 액상의 또는 점성의 또는 소성 변형가능한 복제 재료를 갖고서 동시에 제공되고, 복제 재료는 이어서 경화된다.
- [0087] 제1 단계(도 9a)는 사실상 도 7a를 참조하여 기술된 단계와 같이 수행될 수 있다. 그 후에, 제1 복제 재료 부분(51)이 경화되는 것이 아니라, 제2 복제 도구(32)와 제2 복제 재료 부분(52)이 배치되어(도 9b), 제1 및 제2 복제 재료 부분이 서로 내로 유동하여 공통된 광학 요소 복제 부분(51, 52)을 형성한다(도 9c). 따라서, 전체 광학 요소가 단일 단계로 복제된다.
- [0088] 도 9a 내지 도 9c에서, 제1 복제 도구(31)는 전술된 실시 형태에서와 같이, 접촉 스페이서 부분(38)이 복제 영역(36)을 비교적 근접하게 둘러싸는 배치로 도시되는 반면에, 제2 복제 도구(32)의 접촉 스페이서 부분(38)은 더욱 바깥쪽에 있고, 또 다른 유동 차단 수단(39)이 복제 영역(36)과 접촉 스페이서 부분 사이에 배치된다. 이러한 또 다른 유동 차단 수단이 상이한 양의 재료를 수용하기 위한 복수의 유동 차단부(복수의 동심 에지 등과 같은)를 포함하는 경우에, 광학 요소의 모든 치수는 심지어 복제 재료의 양이 정확하게 알려지지 않은 경우에도 규정될 것이다.
- [0089] 도시된 장치는 유일한 가능한 실시 형태가 아니다.
- [0090] 그 대신에, 예를 들어, 장치는 역전될 수 있거나, 또는 양쪽 복제 도구(31, 32)가 제2 복제 도구와 같은 특징부를 구비할 수 있다. 분배 단계가 정확하면, 양쪽 복제 도구는 제1 복제 도구와 같이 형성될 수 있거나, 또는 도구들 중 하나 또는 둘 다가 다른 유동 차단 수단을 구비할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 모든 실시 형태들에 관계되는 또 다른 대안으로서, 일면에서 또는 심지어 양면에서, 기관은 도구 대신에 또는 그것에 추가하여 유동 차단 수단을 포함할 수 있다. 유동 차단 수단은 또한 상이한 표면 특성의 영역, 예를 들어 기관상에서 구멍을 둘러싸는 링 형상의 코팅에 의해 구성될 수 있다. 마지막으로, 역시 본 발명의 모든 실시 형태들에 관계되어, 그리고 복제 재료의 재료 특성과 선택된 기관 및 복제 도구의 표면 특성에 따라서, 도구 및/또는 기관상에 물리적 유동 차단 수단을 필요로 하지 않을 수 있다.
- [0092] 도 9a 내지 도 9c를 참조하여 기술된 실시 형태의 변형예에서, 분배는 사실상 단일 단계로, 제1 도구가 기관 표면에 맞대어져 놓인 동안에 제1 도구에 수행될 수 있거나, 또는 가능하게는 제2 도구에 수행될 수 있거나, 또는 기하학적 경계 조건이 허용한다면 심지어 제1 도구가 표면에 접근하기 전에 제1 도구에 수행될 수 있다.
- [0093] 이제 도 10a 내지 도 10d를 보면, 기관이 기관의 양쪽(큰) 면상의 블라인드 홀의 쌍에 의해 규정되는 복제 위치를 포함하는 경우에 대해, 한 광학 요소 또는 복수의 광학 요소를 복제에 의해 제조하는 방법이 도시된다. 이 방법은 도 7a 내지 도 7f와 도 8에 도시된 방법과 유사하여, 단지 차이점만을 다음에서 설명한다.
- [0094] - 도시된 구성에서, 제1 및 제2 복제 재료 부분(51, 52) 둘 다의 분배는 각각 제1 및 제2 복제 도구(31, 32) 상에 분배된다. 그러나, 그 대신에, 한쪽 또는 양쪽 부분이 블라인드 홀 내로 분배될 수 있거나, 또는 두 하위-부분으로서, 하나는 블라인드 홀 내로 그리고 다른 하나는 각각의 도구 내로 분배될 수 있으며; 임의의 조합이 가능하다.
- [0095] - 양쪽 복제 재료 부분(51, 52)의 양(두 양의 합뿐만 아니라)이 복제된 요소의 확산(spread)에 영향을 미치기 때문에, 제1 및 제2 복제 도구(31, 32) 둘 다는 스페이서 부분(38)이 멀리 바깥쪽에 있고 복수의 유동 차단부(39)가 상이한 위치에 있는 전술된 유형을 갖는다.
- [0096] 제1 복제 재료 부분이 경화되고, 제2 복제 도구가 적소에 위치되기 전에 제1 복제 도구(31)가 제거되는 도시된 2-단계 절차 대신에, 양쪽 복제 도구가 적소에 위치되고, 제1 및 제2 복제 재료 부분(51, 52)이 동시에 경화되는 1-단계 절차(도 9a 내지 도 9c에 도시된 방법 단계의 순서와 유사한)가 선택될 수 있다.
- [0097] 전술된 실시 형태들 모두에서, 제1측 복제된 구조체는 제2측 복제된 구조체와 정렬되어야 한다. 복제 위치를 규정하는 기관 내의 구멍의 형상에 따라, 기관에 대한 정렬을 또한 필요로 할 수 있다(비록 대부분의 실시 형태



들에서는, 복제된 특징부에 대한 정확한 위치 관계가 요소의 원하는 광학 특성에 영향을 미치지 않도록 하기에 충분히 개구의 벽이 중요하지 않기 때문에 대략적인 정렬이 충분할 수 있긴 하지만).

[0098] 정렬을 위해서, 기관은 웨이퍼-레벨 정렬 마크를 구비할 수 있다. 이것들은 예를 들어 복제 전에, 예를 들어 리소그래픽(lithographic) 기술에 의해 웨이퍼 상에 제공될 수 있다. 대안으로서, 그것들은 제1 복제 도구로부터 복제에 의해 제공될 수 있으며, 이때 제1 복제 도구는 복제가능한 특징부를 구비하여야 한다. 이때, 제2 복제 도구는 예를 들어 제1 복제 도구로부터의 복제된 정렬 구조체와 정렬될 대응 마크를 구비한다. 또 다른 대안으로서, 2개의 복제 도구가 제공되고 복제시 동시에 기관과 명확히-규정된 위치 관계로 위치되는 실시 형태에서, 두 복제 도구는 웨이퍼-스케일 정렬 마크에 의해 오직 서로에 대해 정렬될 수 있다. 기관에 대한 위치 관계는 복제 영역이 복제 위치와 정렬되도록 상대적 z-위치 및 상대적 x-y 위치가 근사적으로 규정된다는 점에서 명확히-규정되지만, 위의 정렬은 복제된 표면들의 서로에 대한 정렬만큼 정확할 필요가 없다.

[0099] 따라서, 바람직하게는 모든 실시 형태들에서 제2 복제 도구 및 기판을 서로를 향해 이동시키는 단계는, 접촉 스페이서가 기판에 맞대어져 놓이도록 하기 전에, 각각 제2 복제 도구를 제1 복제 도구와 정렬시키거나 또는 제1 복제 도구로부터 복제된 구조체와 정렬시키는 하위-단계를 포함한다. 제2 복제 도구가 어떠한 접촉 스페이서도 포함하지 않는 경우에, 예를 들어 제2 복제 도구가 복제 재료의 얇은 필름에 맞대어져 놓여 기판 표면의 큰 부분을 덮을 수 있는 비-접촉 스페이서를 포함하는 경우에, x-y 정렬의 하위-단계는 또한 제2 복제 도구가 그것의 z 위치에 도달한 후 종료될 수 있다.

[0100] 정렬의 하위-단계는 기관 및/또는 도구의 정렬 마크를 사용하여 마크 정렬기(또는 유사한 도구)에 의해 정렬시키는 것을 비롯한, 예를 들어 당업계에 공지된 임의의 적합한 방식으로 수행될 수 있다. 또한, 기계적 수단(자체 정렬 구조체)에 의한 정렬, 또는 이미지 처리 기술을 이용한 정렬 등이 가능하다.

[0101] 마지막으로, 도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 방법의 순서도를 도시한다. 도 11은 제2 부분이 분배되기 전에 복제 재료의 제1 부분이 경화되는 상황을 언급하며, 구멍을 구비한 기관 및 제1 도구를 제공하는 단계(71), 선택적으로 복제 재료를 제1 도구 상에 분배하는 단계(72; 이 분배 단계는 예를 들어 개별 부분을 각각의 복제 영역에 분배하는 단계를 포함하고, 이 복제 영역은 예를 들어 접촉 스페이스에 의해 둘러싸이는 캐비티를 규정함), 제1 도구 및 기관을 복제 위치에 도달할 때까지 접촉시키는 단계(여기에서 존재하는 경우 접촉 스페이스 부분(들)은 기관 표면에 맞대어져 놓임; 73), 생성된 조립체 상에 복제 재료를 분배하는 단계(구멍이 판통구이면, 분배는 바람직하게는 제1 도구가 기관의 제1 면과 접촉하는 경우에 생성되는 블라인드 홀 내로 수행됨)(74), 복제 재료가 경화되도록 하는 단계(75)를 포함한다. 추가적인 단계는 경화 후 제1 도구를 제거하는 단계(76; 이 단계는 원칙적으로 또한 후후에 수행될 수 있어, 도면에 선택적인 것으로 표기됨), 이어서 제2 도구를 제공하는 단계(77), 복제 재료의 제2 부분을 남아 있는 구멍 내로 및/또는 도구 상으로 분배하는 단계(78), 바람직하게는 제1 복제 도구에 의해 복제된 구조체와 정렬되는 방식으로, 제2 도구와 기관을 복제 위치로 접촉시키는 단계(79; 여기에서 접촉 스페이스(들)는 기관의 제2 표면에 맞대어져 놓임), 제2 복제 재료 부분이 경화되도록 하는 단계(80), 및 제2 도구를 제거하는 단계(81)를 포함한다.

[0102] 도 12는 복제 재료의 단지 하나의 부분만이 분배되거나 또는 양쪽 복제 부분이 동시에 경화되는 상황을 언급한다. 도 12로부터, 도 11에 도면 부호 75 및 76으로 표기된 단계들이 존재하지 않는 것이 명백하다. 기관 내의 구멍이 관통구이면, 복제 재료는 선택적으로 제1 도구가 기관의 제1 면과 접촉하는 경우에 생성되는 블라인드 홀 내로 단일 단계(74)로 분배될 수 있다. 복제 재료가 두 단계(74, 78)로 분배되면, 기관과 제2 복제 도구를 접촉시키는 단계는 두 복제 재료 부분이 서로 내로 유동하도록 한다.

[0103] 기판이 초기에 두 블라인드 홀을 포함하면, 두 복제 재료 부분은 분리되어 유지된다.

[0104] 모든 실시 형태들에서, 각각의 분배 단계는 선택적으로 복제 재료의 소적들이 함께 복제 재료 부분(들)을 형성하도록 분배되는 몇몇 하위-단계들을 포함할 수 있고, 이 하위-단계들은 바로 서로 후속할 수 있거나, 또는 이 하위-단계들 사이에서 다른 단계가 수행될 수 있다.

## 부호의 설명

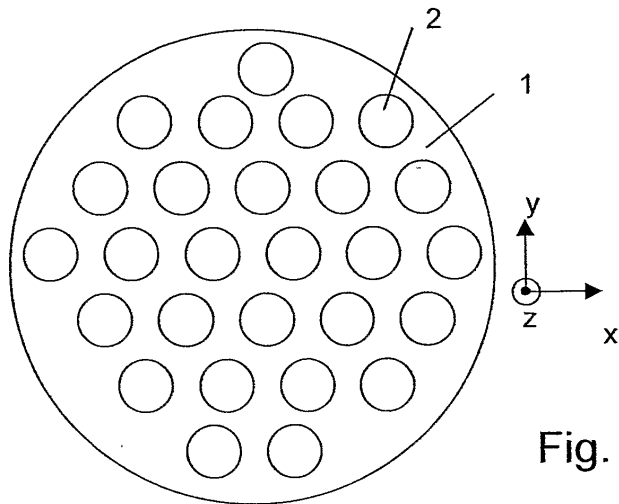
[0105]

1: 기관	2: 구멍
11: 렌즈	21: 중앙 부분
22: 주연부 부분	23: 기층

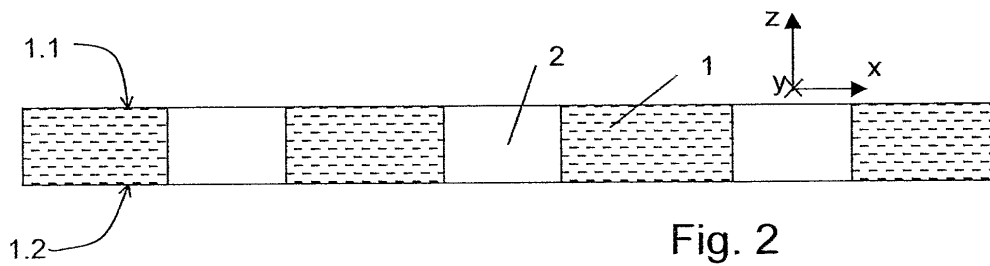
- |                |              |
|----------------|--------------|
| 24: 조리개        | 31: 제1 복제 도구 |
| 32: 제2 복제 도구   | 36: 복제 영역    |
| 38: 접촉 스페이서 부분 | 39: 유동 차단 수단 |
| 41: 분배 도구      | 42: 에너지원     |

도면

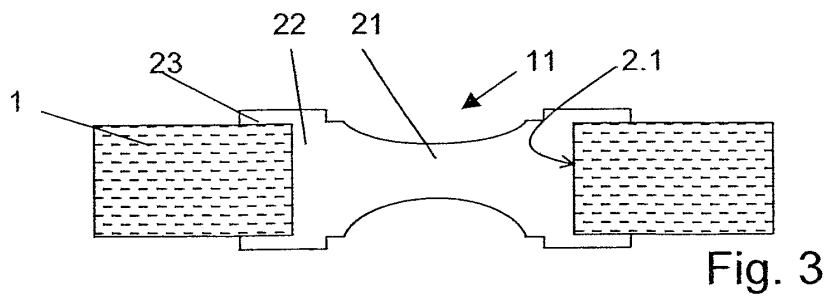
도면1



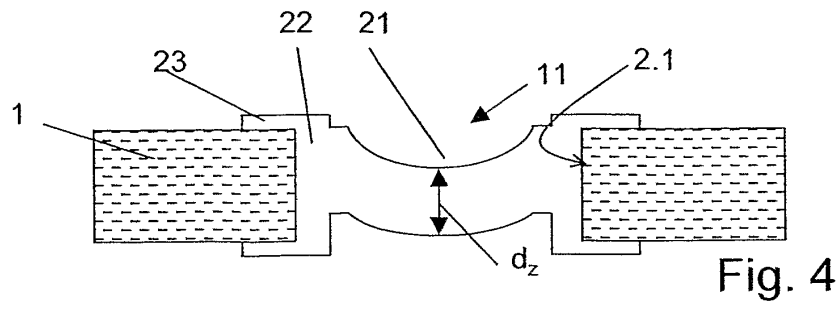
도면2



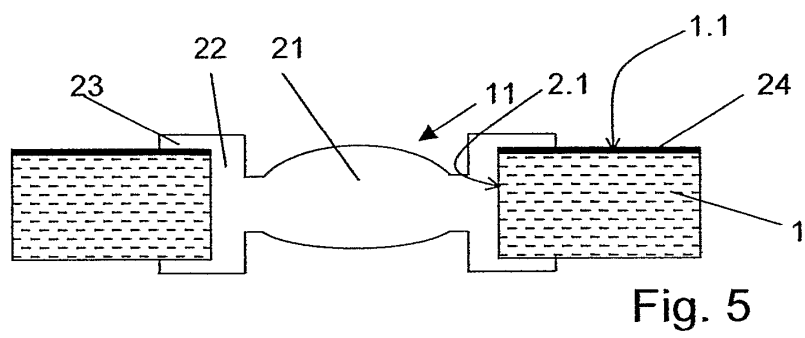
도면3



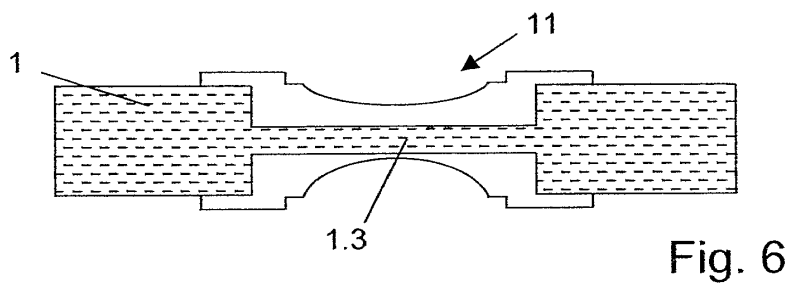
도면4



도면5

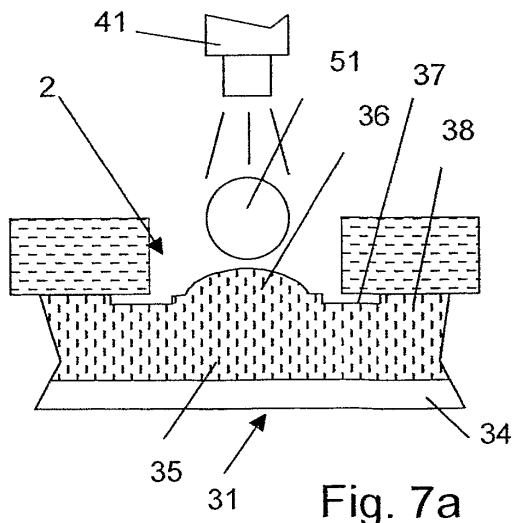


도면6

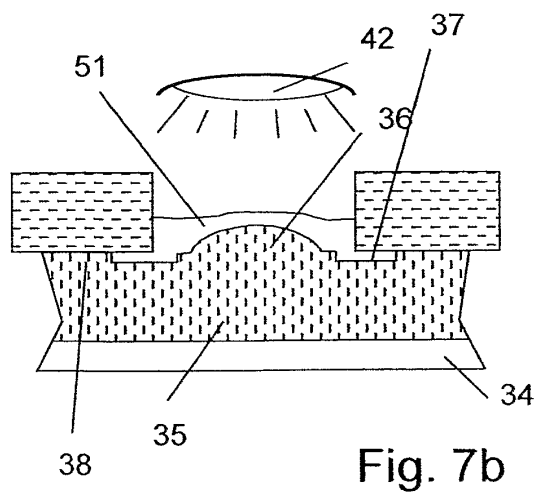




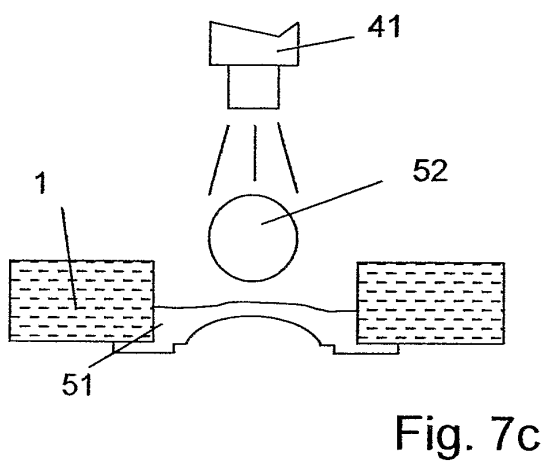
도면7a



도면7b



도면7c



도면7d

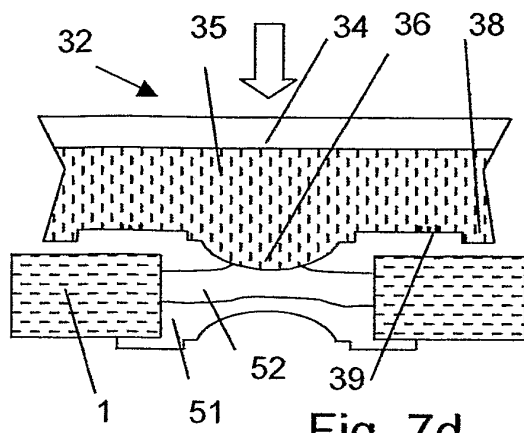


Fig. 7d

도면7e

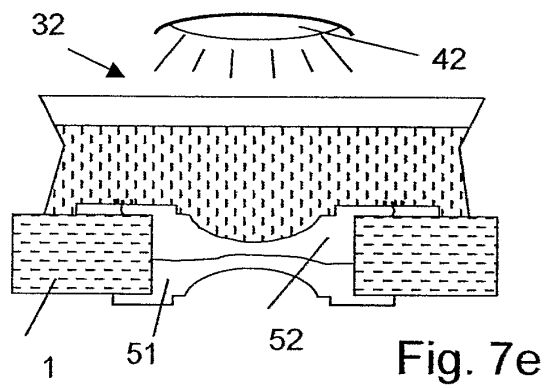


Fig. 7e

도면7f

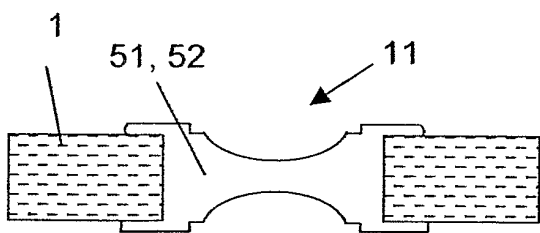
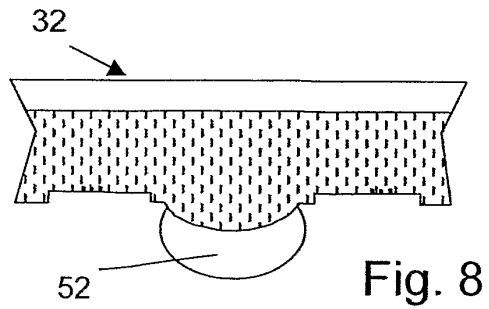
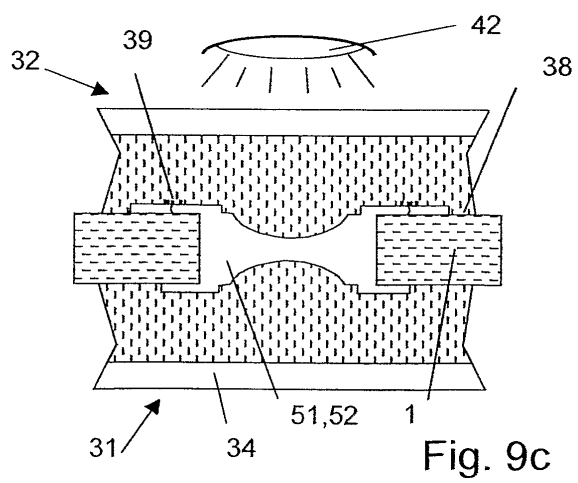
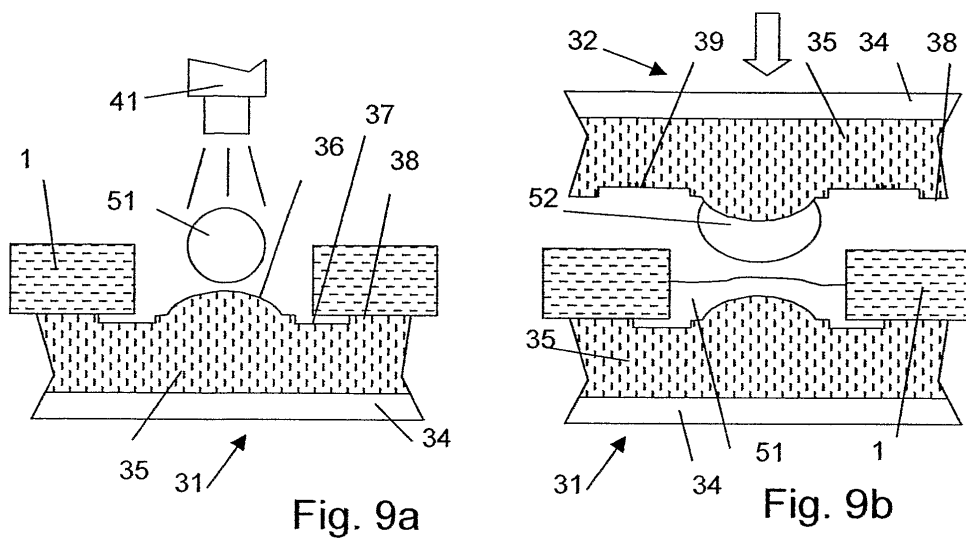


Fig. 7f

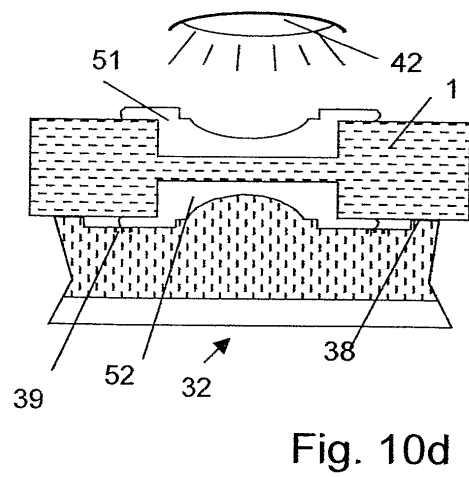
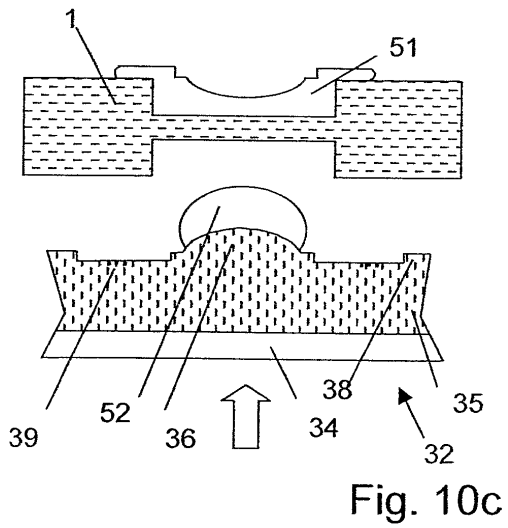
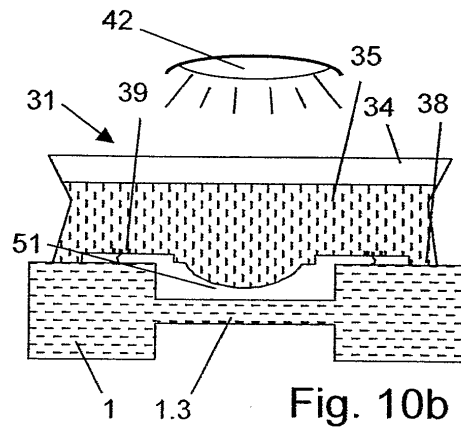
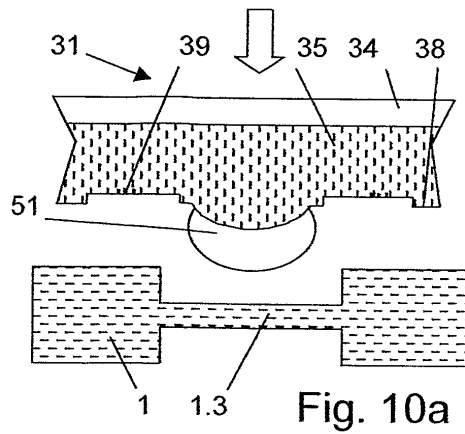
도면8



도면9



도면10



도면11

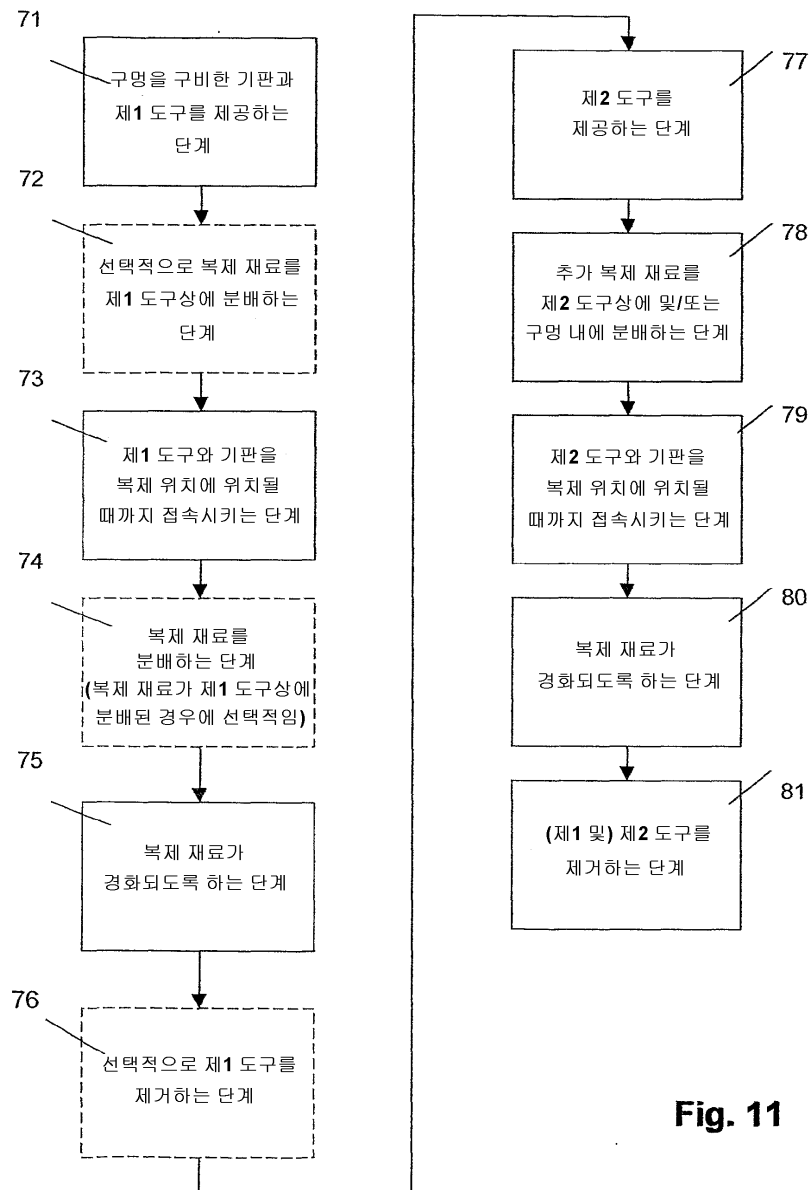


Fig. 11

도면12

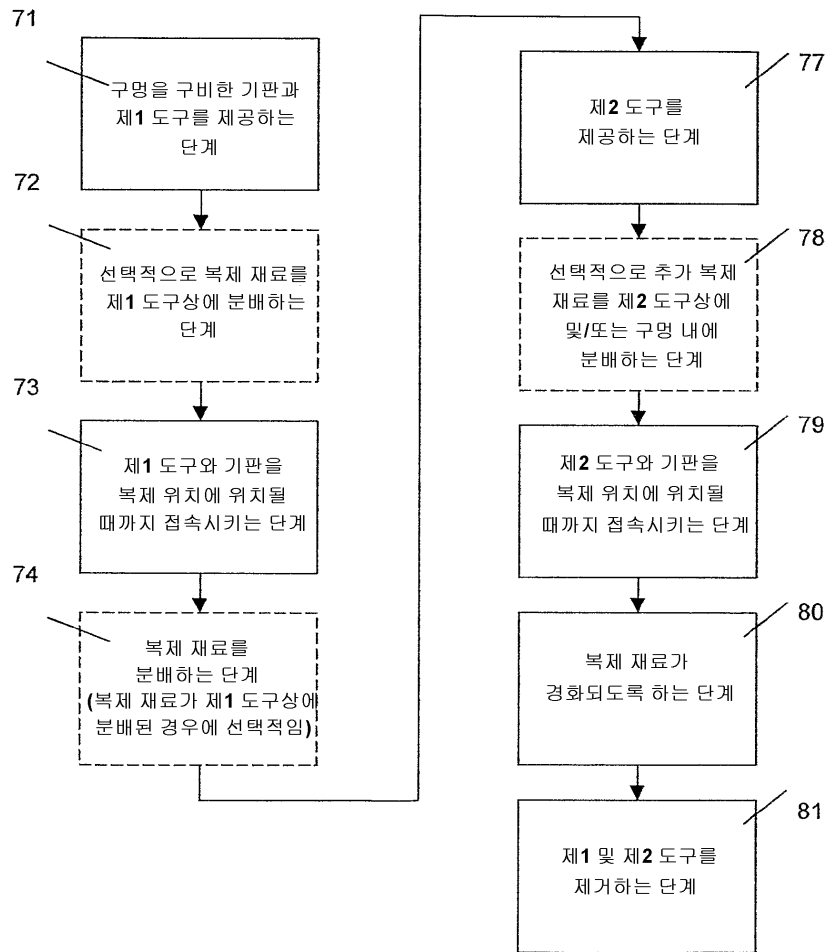
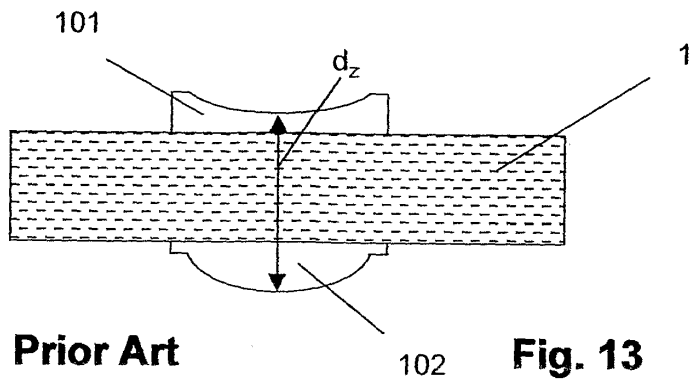


Fig. 12

도면13



Prior Art

Fig. 13