



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월22일

(11) 등록번호 10-1555074

(24) 등록일자 2015년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 6/42 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7015940

(22) 출원일자(국제) 2008년12월16일

심사청구일자 2013년11월21일

(85) 번역문제출일자 2010년07월16일

(65) 공개번호 10-2010-0109553

(43) 공개일자 2010년10월08일

(86) 국제출원번호 PCT/CH2008/000530

(87) 국제공개번호 WO 2009/076786

국제공개일자 2009년06월25일

(30) 우선권주장

12/180,175 2008년07월25일 미국(US)

61/014,801 2007년12월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003095708 A*

US04844594 A

US06324010 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

헵타곤 마이크로 옵틱스 피티이. 리미티드

싱가포르 738317 싱가포르 우드랜즈 루프 26

(72) 발명자

로써, 마르쿠스

스위스, 체하-8645 요나, 뤼티비스슈트라쎄 24

루트만, 하르트무트

스위스, 체하-8645 요나, 뤼티비스슈트라쎄 20

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김태원

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 신창우

(54) 발명의 명칭 **스페이스 요소 및 스페이스 요소를 제조하기 위한 방법**

(57) 요약

웨이퍼 스택(8)용 스페이스 웨이퍼(1)는 제1 표면(11) 및 제2 표면(12)을 구비한 스페이스 본체(10)를 포함하고, 제1 웨이퍼(6)와 제2 웨이퍼(7) 사이에 개재되도록 의도된다. 즉, 스페이스(1)는 제1 표면(11)에 맞대어져 배치되는 제1 웨이퍼(6) 및 제2 표면(12)에 맞대어져 배치되는 제2 웨이퍼(7)를 서로로부터 일정한 간격을 두고 유지시키기 위한 것이다. 스페이스(1)는 제1 웨이퍼(6) 및 제2 웨이퍼(7)의 기능 요소(9)가 개구와 정렬될 수 있도록 배치되는 상기 개구(13)를 제공한다. 스페이스(1)는 형상 복제 공정에 의해 성형 도구(2)로부터 형성되고, 바람직하게는 큐어링에 의해 경화되는 재료로 제조된다. 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 제1 및 제2 표면(11, 12) 중 적어도 하나는 개구(13)로부터 상기 표면(11, 12)을 분리하는 에지(15)를 포함하고, 에지(15)에서의 스페이스 웨이퍼(1)의 두께는 에지(15) 주위의 표면 위치에서의 스페이스 웨이퍼(1)의 두께를 초과한다.

대표도 - 도9

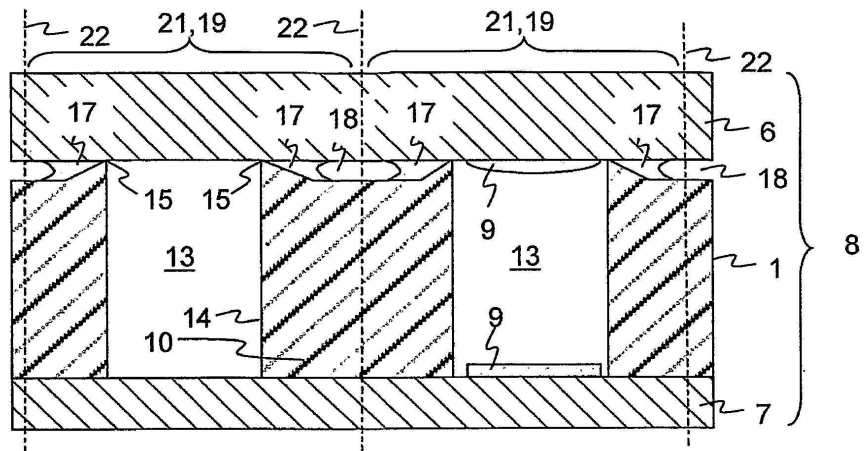


Fig. 9

(72) 발명자

스프링, 니콜라

스위스, 체하-9467 프뤼젠, 아마레르바

비취, 알렉산더

스위스, 체하-8803 뤼쉬리콘, 부라인 2

명세서

청구범위

청구항 1

웨이퍼 스택(8) 내에 통합되도록 예정되는 스페이서 웨이퍼(1)로서,

웨이퍼 스택(8)은 최소한 복수의 기능 요소(9)를 구비하는 제1 웨이퍼(6)와 제1 웨이퍼(6)의 기능 요소(9)와 정렬되는 복수의 기능 요소(9)를 구비하는 제2 웨이퍼(7)를 포함하고, 웨이퍼 스택(8)은 복수의 집적 광학 장치(21)로 분할되며,

스페이서 웨이퍼(1)는 제1 표면(11) 및 제2 표면(12)을 구비하는 스페이서 본체(10)를 포함하고, 스페이서 웨이퍼(1)는 제1 표면(11)에 맞대어져 배치되는 제1 웨이퍼(6) 및 제2 표면(12)에 맞대어져 배치되는 제2 웨이퍼(7)를 서로로부터 일정한 간격을 두고 유지시키도록 형상화되며,

스페이서 웨이퍼(1)는 복수의 개구(13)를 포함하고,

스페이서 웨이퍼(1)는 최소한 제1 표면(11) 내에 복수의 캐비티(25)를 추가로 포함하는 스페이서 웨이퍼(1)에 있어서,

캐비티(25)는 스페이서 웨이퍼(1)가 제1 웨이퍼(6)에 맞대어져 접촉될 때 초과 접촉제를 모으도록 설계되고,

이들 캐비티(25)는 개구(13)들 사이에서 제1 및 제2 표면(11, 12) 중 최소한 하나에 배치되고 개구(13)로부터 분리되는 스페이서 홈(25)인 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 2

제1항에 있어서,

웨이퍼는 웨이퍼 스택(8)의 두 웨이퍼를 분리하기 위한 스페이서 웨이퍼(1)이고,

제1 및 제2 표면(11, 12) 중 최소한 하나는 상기 표면(11, 12)을 개구(13)로부터 분리시키는 에지 영역(15)을 포함하며,

에지 영역(15)에서의 스페이서 웨이퍼(1)의 두께는 에지 영역 주위의 표면 위치(16, 25)에서의 스페이서 웨이퍼(1)의 두께를 초과하는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 3

제2항에 있어서,

표면(11)은 에지 영역(15)에 비해 함입부(16)를 형성하는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 4

제3항에 있어서,

에지 영역(15)에서의 에지 영역(15) 주위의 표면 위치에서의 두께의 차이는 1 내지 10 마이크로미터의 범위인 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 5

제1항에 있어서,

스페이서 홈(25)은 웨이퍼 스택(8)을 개별 장치(21)로 분할시키기 위한 다이싱 라인(22)과 일치하는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 6

제1항 또는 제5항에 있어서,

스페이서 홈(25)의 깊이는 스페이서 웨이퍼(1)의 높이의 최소한 50% 내지 80% 또는 90%인 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

스페이서 웨이퍼(1)는 몰딩, 엠보싱 또는 스탬핑에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

스페이서 웨이퍼(1)의 표면(11, 12) 내에 형상화되고 개구(13)로부터 각각의 개구(13)로부터 떨어진 상기 표면의 위치로 연장되는 통기 채널(26)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 9

제8항에 있어서,

통기 채널(26)은 통기 채널(26)을 통한 재료의 유동을 차단하기 위한 장애물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 10

제5항에 있어서,

제1 및 제2 표면(11, 12) 중 최소한 하나에 배치되고 다이싱 라인(22)으로부터 소정의 거리만큼 이격되는 하나 이상의 마이크로-스페이서(32)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 스페이서 웨이퍼(1).

청구항 11

웨이퍼 스택(8)이, 최소한 복수의 기능 요소(9)를 구비하는 제1 웨이퍼(6), 제1 웨이퍼(6)의 기능 요소(9)와 정렬되는 복수의 기능 요소(9)를 구비하는 제2 웨이퍼(7), 및 제1 웨이퍼(6)와 제2 웨이퍼(7) 사이에 배치되는 스페이서 웨이퍼(1)를 포함하고, 웨이퍼 스택(8)은 복수의 집적 광학 장치(21)로 분할되며,

스페이서 웨이퍼(1)는 제1 표면(11) 및 제2 표면(12)을 구비하는 스페이서 본체(10)를 포함하고, 스페이서 웨이퍼(1)는 제1 표면(11)에 맞대어져 배치되는 제1 웨이퍼(6) 및 제2 표면(12)에 맞대어져 배치되는 제2 웨이퍼(7)를 서로로부터 일정한 간격을 두고 유지시키도록 형상화되며,

스페이서 웨이퍼(1)는 복수의 개구(13)를 추가로 포함하고,

스페이서 웨이퍼(1)는 최소한 제1 표면(11) 내에 복수의 캐비티(25)를 추가로 포함하는, 웨이퍼 스택(8)에 있어서,

캐비티(25)는 제1 웨이퍼(6)에 스페이서 웨이퍼(1)를 접착하는 것으로부터 초과 접착제를 포함하고,

이들 캐비티(25)는 개구(13)들 사이에서 제1 및 제2 표면(11, 12) 중 최소한 하나에 배치되고 개구(13)로부터 분리되는 스페이서 홈(25)인 것을 특징으로 하는, 웨이퍼 스택(8).

청구항 12

제11항에 따른 웨이퍼 스택(8)으로부터 제조되는 웨이퍼 스택 요소(19)로서,

웨이퍼 스택(8)을 복수의 웨이퍼 스택 요소(19)로 분할함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는, 웨이퍼 스택 요소(19).

청구항 13

- 최소한 스페이서 웨이퍼(1)의 제1 표면(11) 내에 복수의 유동 제어 캐비티(25) 및 복수의 상승된 영역(15)을 포함하는 스페이서 웨이퍼(1)를 제공하는 단계;

- 다른 웨이퍼(6)를 제공하는 단계;

를 포함하는, 최소한 2개의 웨이퍼(1, 6)를 접합하기 위한 방법에 있어서,

- 스페이서 웨이퍼(1) 및 다른 웨이퍼(6) 중 최소한 하나에 접합제(17)를 침착시키는 추가 단계;
- 이어서 스페이서 웨이퍼(1)의 제1 표면(11)과 다른 웨이퍼(6) 사이에 접합제(17)를 구비한 상태에서 스페이서 웨이퍼(1)의 제1 표면(11)을 다른 웨이퍼(6)에 근접하게 배치하여, 접합제(17)가 모세관력에 의해 구동되어 유동 제어 캐비티(25)로부터 상승된 영역(15)으로 유동되도록 하여서, 웨이퍼(1, 6) 사이에 포획된 공기를 상승된 영역(15)으로부터 유동 제어 캐비티(25)로 배기시키는 추가 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 최소한 2개의 웨이퍼(1, 6)를 접합하기 위한 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

- 스페이서 웨이퍼(1)의 유동 제어 캐비티(25) 내에, 또는
- 스페이서 웨이퍼(1)와 다른 웨이퍼(6)가 서로 근접하게 배치될 때 유동 제어 캐비티(25)의 위치에 대응하는 위치에서 다른 웨이퍼(6) 상에

접합제(17)를 침착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 최소한 2개의 웨이퍼(1, 6)를 접합하기 위한 방법.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

스페이서 웨이퍼(1)는 직사각형 패턴으로 그리고 다이싱 라인(22)에 의해 분리된 복수의 개구(13)를 포함하고, 접합제(17)를 침착시키는 단계는

- 다이싱 라인(22)의 교차점(29)에서 스페이서 웨이퍼(1) 상에, 또는
- 스페이서 웨이퍼(1)와 다른 웨이퍼(6)가 서로 근접하게 배치될 때 다이싱 라인(22)의 교차점(29)에 대응하는 위치에서 다른 웨이퍼(6) 상에

접합제의 소적(30)을 침착시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는, 최소한 2개의 웨이퍼(1, 6)를 접합하기 위한 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 하나 이상의 광학 요소, 예컨대 굴절 및/또는 회절 렌즈를 구비한 집적 광학 장치(integrated optical device)를 복제 공정(replication process)에 의해 웨이퍼 스케일(wafer scale)로 명확히 규정된 공간 배열로 제조하는 분야에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 대응하는 독립항들의 전제부에 기술된 바와 같은 스페이서 요소 및 스페이서 요소를 제조하기 위한 방법을 다룬다.

배경 기술

[0002]

집적 광학 장치는 예를 들어 특히 카메라 이동 전화를 위한, 카메라 장치, 카메라 장치용 광학장치, 또는 플래시 라이트(flash light)용 시준 광학장치이다. 엠보싱 또는 몰딩과 같은 복제 기술에 의한 광학 요소의 제조가 알려져 있다. 비용 효율적인 대량 생산을 위해 광학 요소, 예컨대 렌즈의 어레이가 복제에 의해 디스크형 구조(웨이퍼)로 제조되는 웨이퍼-스케일 제조 공정이 특히 관심을 받고 있다. 대부분의 경우에, 상이한 기관에 부착된 광학 요소가 정렬되는 웨이퍼 스택 또는 웨이퍼 스케일 패키지를 형성하기 위해, 광학 요소가 부착된 2개 이상의 웨이퍼가 적층된다. 복제에 이어서, 이 웨이퍼 구조체는 개별 광학 장치로 분할될 수 있다[다이싱(dicing)].

[0003]

본 명세서에 사용되는 의미의 웨이퍼 또는 기관은 임의의 치수 안정적인, 흔히 투명한 재료의 디스크 또는 직사각형 플레이트 또는 임의의 다른 형상의 플레이트이다. 웨이퍼 디스크의 직경은 전형적으로 5 cm 내지 40 cm, 예를 들어 10 cm 내지 31 cm이다. 흔히, 그것은 2, 4, 6, 8 또는 12 인치의 직경을 갖는 원통형이며, 이때 1 인치는 약 2.54 cm이다. 웨이퍼 두께는 예를 들어 0.2 mm 내지 10 mm, 전형적으로 0.4 mm 내지 6 mm이다.

[0004]

집적 광학 장치는 대체적인 광 전파 방향을 따라 함께 적층되는 기능 요소들을 포함하고, 이들 중 적어도 하나는 광학 요소이다. 따라서, 장치를 통해 이동하는 광은 다수의 요소를 순차적으로 투과한다. 이들 기능 요소는 서로와의 추가적인 정렬이 필요 없도록 서로에 대해 소정의 공간 관계로 배치되어(집적 장치), 단지 집적 장치가 그 자체로서 다른 시스템과 정렬되도록 한다.

[0005]

그러한 광학 장치는 기능 요소, 예컨대 광학 요소를 웨이퍼 상에 명확히 규정된 공간 배열로 포함하는 웨이퍼들을 적층시킴으로써 제조될 수 있다. 그러한 웨이퍼 스케일 패키지(웨이퍼 스택)는, 최소 웨이퍼 치수의 방향(축방향)에 대응하는 축을 따라 적층되고 서로 부착되는 적어도 2개의 웨이퍼를 포함한다. 이 웨이퍼들 중 적어도 하나는 복제된 광학 요소를 구비하고, 다른 하나는 전자-광학 요소(예컨대, CCD 또는 CMOS 센서 어레이)와 같은 광학 요소 또는 다른 기능 요소를 포함할 수 있거나 그것을 수용하도록 의도될 수 있다. 따라서, 웨이퍼 스택은 나란히 배치되는 복수의 대체로 동일한 집적 광학 장치를 포함한다.

[0006]

스페이서 수단, 예컨대 복수의 분리된 스페이서 또는 US 2003/0010431 또는 WO 2004/027880에 개시된 바와 같은 상호연결된 스페이서 매트릭스에 의해, 웨이퍼가 서로 이격될 수 있고, 광학 요소가 또한 웨이퍼들 사이에서 다른 웨이퍼를 향하는 웨이퍼 표면에 배치될 수 있다. 따라서, 스페이서는 상부 웨이퍼와 하부 웨이퍼 사이에 개재된다. 이러한 구성은 추가 웨이퍼 및 중간 스페이서에 의해 반복될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 간단하면서도 비용-효율적인 제조 공정을 가능하게 하는, 서두에 언급된 유형의 스페이서 웨이퍼 및 스페이서 웨이퍼를 제조하기 위한 방법을 제공하는 것이다. 다른 목적은 생성된 웨이퍼 스택의 품질 및 양품률(yield)을 개선하는 스페이서 웨이퍼를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이들 목적은 각각의 독립항에 따른 스페이서 웨이퍼 및 스페이서 웨이퍼를 제조하기 위한 방법에 의해 달성된다.

[0009] 웨이퍼 스택용 스페이서 웨이퍼는 제1 표면 및 제2 표면을 구비한 스페이서 본체를 포함하고, 제1 웨이퍼와 제2 웨이퍼 사이에 개재되도록 의도된다. 즉, 스페이서는 제1 표면에 맞대어져 배치되는 제1 웨이퍼 및 제2 표면에 맞대어져 배치되는 제2 웨이퍼를 서로로부터 일정한 간격을 두고 유지시키기 위한 것이다. 스페이서는 또한 제1 웨이퍼 및 제2 웨이퍼의 기능 요소가 개구와 정렬될 수 있도록 배치되는 상기 개구를 제공한다.

[0010] 스페이서 웨이퍼를 제조하기 위한 방법은,

[0011] - 성형 도구를 제공하는 단계;

[0012] - 형상 복제 공정에 의해 도구의 형태에 따라 스페이서를 성형하는 단계를 포함한다.

[0013] 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 스페이서를 성형하는 단계는,

[0014] - 스페이서 재료를 변형가능한 상태, 즉 액체 또는 점성 상태로 제공하는 단계;

[0015] - 스페이서 재료의 형상을 도구의 역상(negative)으로서 규정하는 단계;

[0016] - 스페이서 재료를 경화시켜 스페이서 웨이퍼를 생성하는 단계; 및

[0017] - 스페이서 웨이퍼를 도구로부터 분리하는 단계를 포함한다.

[0018] 스페이서 재료는 바람직하게는 큐어링(curing)에 의해 경화된다. 큐어링은 화학 첨가제, 자외선 방사선, 전자빔(EB) 또는 열에 의해 유발되는 중합체 체인의 가교-결합에 의한 중합체 재료의 강인화(toughening) 또는 경화(hardening)를 지칭하는 고분자 화학 및 공정 공학의 용어이다. 따라서, 스페이서는, 초기에 액체 또는 점성 상태이고 경화가능한 합성 유기 또는 무기 기초 재료로 제조될 수 있다. 한가지 바람직한 기초 재료는 에폭시이다. 기초 재료는 선택적으로 착색을 위한 염료, 및/또는 유리 섬유 등과 같은 충전재와 혼합될 수 있다. 재료는 성형 도구가 여전히 적소에 있는 상태에서 큐어링된다 - 예를 들어 UV 큐어링된다. UV 광 큐어링은 경화 공정의 우수한 제어를 가능하게 하는 신속한 공정이다.

[0019] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 스페이서는 열가소성 재료로 제조된다. 그것은 가열된 다음에 형상 복제 공정에 의해, 예컨대 스탬핑 또는 사출 성형을 비롯한 몰딩에 의해 형상화된다. 냉각시, 재료는 스페이서의 원하는 형상으로 경화된다.

[0020] 복제 공정은 변형가능한 또는 점성의 또는 액체 성분 스페이서 재료가 기관의 표면상에 또는 성형 도구 상에 배치되는 엠보싱 또는 스탬핑 공정일 수 있다. 즉, 기관 재료는 도구와 기관 사이에 배치된다. 기관은 전형적으로 크기 면에서 또한 웨이퍼 스케일인 강성 플레이트이며, 여기에서 '웨이퍼 스케일'이란 2 인치 내지 12 인치의 직경을 갖는 디스크와 같이, 반도체 웨이퍼에 필적하는 크기의 디스크형 또는 플레이트형 기관의 크기를 지칭한다. 이어서, 복제 도구 또는 성형 도구는 기관 쪽으로 이동되거나 기관에 가압된다. 이러한 이동은 늦어도 성형 도구가 기관에 접하면 멈추어진다.

[0021] 대안으로서, 복제 공정은 몰딩 공정일 수 있다. 몰딩 공정에서는, 대조적으로, 그것으로부터 스페이서가 형상화되는 성형 도구가 우선 기관의 표면상으로 가압되어 규정된 캐비티를 형성한 다음에, 이 캐비티가 몰딩 공정을 통해 충전된다.

[0022] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 기관을 도구 쪽으로 이동시키기 전에, 스페이서 재료가 도구 상에 배치되고, 점착 방지층이 기관 플레이트와 스페이서 재료 사이에 배치된다. 점착 방지층은 경화된 스페이서가 기관 플레이트로부터 쉽게 분리되도록 한다. 점착 방지층은 예컨대 마일라(mylar)의 얇은 포일일 수 있거나, 또는 기관으로의 분사 또는 기관의 습윤(wetting)에 의해 도포되는 재료(예컨대, 테플론)의 점착 방지 필름일 수 있다. 점착 방지층은 큐어링 후 스페이서 상에 남아있을 수 있다.

[0023] 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 성형 도구를 제공하는 단계는 형상 복제 공정에 의해 마스터 폼(master

form)의 형상에 따라 도구를 성형하는 단계를 포함한다. 도구는 이어서 강성 및 견고성의 증가를 위해 백플레이트(backplate)를 포함하도록 보완될 수 있다.

[0024] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 제1 및 제2 표면 중 적어도 하나는 상기 표면을 개구로부터 분리시키는 에지를 포함하고, 스페이서 재료를 경화시키는 단계는 스페이서 웨이퍼의 두께를 에지 그 자체에서보다 더욱 많이 에지 부근의 영역에서 축소시키는 단계를 포함한다. 이는 에지에서의 스페이서 웨이퍼의 두께가 에지 주위의 표면 위치에서의 스페이서 웨이퍼의 두께를 초과하는 스페이서를 형성한다. 바꾸어 말하면, 에지는 스페이서의 평균 두께에 대해 상승된다. 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 주위 표면에 대한 에지의 높이는 약 1 내지 10 마이크로미터이다. 스페이서 그 자체는 전형적으로 100 내지 1500 마이크로미터의 두께를 갖는다.

[0025] 스페이서를 사용하여 스택이 생성될 때, 접합제, 즉 액체 또는 점성 접착제가 스페이서의 표면상에 도포된다. 에지의 상승으로 인해, 스페이서와 그에 인접한 웨이퍼 사이의 자유 공간이 에지를 향해 테이퍼진다. 액체 접합제는 모세관력에 의해 에지를 향하여 끌어당겨진다. 이는 기포가 접합제 내에 포획되더라도, 기포가 에지에 또는 그것 부근에 남지 않는 것을 보장하는데 도움을 준다. 오히려, 그곳으로 끌어당겨지는 접합제에 의해 임의의 공기가 에지로부터 멀리 가압된다. 결과적으로, 웨이퍼 스택을 개별 유닛으로 다이싱한 후에도, 에지는 충분히 밀봉된다.

[0026] 에지에서의 뚜렷한 상승이 없거나, 또는 전혀 상승이 없는 경우에도, 접합제는 두 웨이퍼 사이의 갭에 접합제의 저장소가 있는 한 그 갭을 따라 산포(spread)될 것이다. 그러한 저장소는 웨이퍼들 중 하나 상에, 추후에 다른 웨이퍼 쪽으로 이동되는 표면상에, 및/또는 캐비티 내에 침착되는 접합제의 액적(drop) 또는 덩어리(blob)일 수 있지만, 이 액적은 웨이퍼가 서로 맞대어져 배치될 때 다른 웨이퍼와 접촉한다. 아주 근접한 웨이퍼 표면들 사이의 갭은 모세관력에 의해 접착제/접합제로 충전되고, 반대로 공기는 캐비티로 배기된다.

[0027] 이는 공기와 접착제의 교체가 예를 들어 약 1 mm(밀리미터) 내지 3 mm 미만(특정한 전형적 접합제에 대해)의 범위 내에서 일어난다는 점에서 비교적 국부적인 효과이다. 예를 들어, 캐비티가 없는 영역이 1차원으로 주어진 캐비티들 사이에서 약 3 mm에 걸쳐 연장되는 경우에, 기포는 이들 3 mm를 따라 미규정된 임의의 위치에 형성될 수 있다. 기존 캐비티로부터 1.5 mm의 중간에, 즉 중앙에 캐비티를 도입하는 것은 공기가 캐비티에, 즉 명확히-규정된 장소에 모이도록 한다.

[0028] 이들 추가적인 캐비티 또는 함입부(depression)는 또한 그것들의 기능 면에서 볼 때 *유동 제어 캐비티(flow control cavities)*로 불릴 것이다. 그러나, 이는 그것들이 또한 다른 기능을 갖는 것을 배제하지 않는다. 이와 대조적으로, 다른 캐비티 또는 개구는 그것들이 예컨대 광의 투과를 위한 광전자 또는 마이크로전자 요소의 주 기능과 관련하여 사용되기 때문에 *장치 캐비티(device cavities)*로 불릴 것이다. 함께 접착될 두 표면 사이의(예컨대, 스페이서와 기관 사이의) 갭 또는 좁은 공간은 간단히 갭으로 불릴 것이다.

[0029] 함입부 또는 캐비티의 다른 기능은, 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 그것들이 연속되고 웨이퍼 절단을 위한 다이싱 라인을 따라 위치되는 경우에 발생된다. 스페이서 웨이퍼가 상부 웨이퍼에 접착되어 있지 않은 상태에서 절단되면, 다이싱 쏘(dicing saw)에 의해 유발되는 뾰족한 에지가 에지 영역과 같은 최상부 영역이 아니라 함입된 영역에 위치된다. 추후에, 단일 스페이서 웨이퍼를 그것의 상부 표면에 의해 다른 표면에 접착할 때, 뾰족한 에지는 다른 표면에 대한 상부 표면의 정렬을 방해하지 않는다.

[0030] 추후에 생성되는 광학 요소에 필요한 장치 캐비티 또는 개구만이 존재하는 경우에, 임의의 초과 접착제는 캐비티의 에지에 축적될 것이다. 이는 너무 많은 초과 접착제가 궁극적으로 광학 또는 전자 요소의 기능 또는 캐비티 내에서의 광경로를 방해할 정도로 캐비티를 충전시킬 것이기 때문에, 특정한 정확도를 갖는 접착제 투여 방법을 필요로 한다. 그러나, 추가 캐비티가 존재하면, 초과 접착제는 그것들 내로 유동할 것이어서 방해하지 않게 된다. 또한, 공기 및 초과 접착제는 채널로서 형상화된 캐비티를 통해 더욱 신속하게 유동하며, 이는 공정의 속도와 접착제 두께의 균일성을 개선한다.

[0031] 접착제의 유동을 훨씬 더 우수하게 제어하기 위해, 본 발명의 바람직한 변형예에서, 접착제는 유동 제어 캐비티 상에 또는 그것 내에 배치된다. 이러한 접착제의 배치는 함께 접착될 두 표면 사이의 갭을 접착제가 습윤시키는 전제조건을 필요로 한다. 결과적으로, 접착제는 그것이 갭의 단부에, 즉 장치 캐비티의 에지에 도달할 때까지 모세관력에 의해 갭 내로 끌어당겨진다. 접착제의 경계선은 이들 에지에 의해 명확히 규정된다. 초과 접착제는 그것이 나온 유동 제어 캐비티 내에 남는다. 접착제가 유동할 수 있는 거리는 물론 이용가능한 접착제의 양, 그것의 점도, 및 접착제 및 웨이퍼 재료의 습윤 특성과 같은 다른 물리적 파라미터에 의해 제한된다.

[0032] 유동 제어 캐비티는 형상 복제 공정에 의해 제조되는 웨이퍼(스페이서 웨이퍼뿐만 아니라) 내에 제조하기에 비

교적 쉽다. 그러나, 유동 제어 캐비티 및 대응하는 집합 방법은 다른 공정 및 재료로 제조되는 웨이퍼에도 또한 적용될 수 있다.

- [0033] 스페이서가 형상 복제 공정에 의해 형성되기 때문에(그것을 유리 플레이트로부터 기계가공하기보다는), 스페이서의 표면 내에 사실상 임의의 형상을 형성할 수 있고, 개구에 언더컷 형상을 제외한 임의의 형상을 부여할 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 마스터의 상부 또는 하부 표면과 따라서 또한 대응하는 스페이서 중 적어도 하나는 잉여 접착제 및 공기를 모으기 위한 홈 또는 채널, 또는 웨이퍼 스택의 형성 후 스페이서 내의 개구를 주위 공기에 연결시키기 위한 채널을 포함한다. 그러한 채널은 스페이서의 상부 표면 내에 및/또는 하부 표면 내에 형성될 수 있다.
- [0034] 본 발명에 따른 적어도 하나의 스페이서를 기능 요소를 구비하는 적어도 하나의 웨이퍼와 적층시킴으로써 웨이퍼 스택이 생성된다. 이 웨이퍼 스택을 복수의 웨이퍼 스택 요소로 분할 또는 다이싱함으로써, 대응하는 집적 광학 장치가 웨이퍼 스택으로부터 웨이퍼 스택 요소로서 제조된다. 웨이퍼 스택은 예컨대 하나의 웨이퍼 및 하나의 스페이서를 포함하는 중간 제품일 수 있다. 그러한 스택에는 스페이서에 의해 이격되는 추가 웨이퍼가 추후에 제공될 수 있다. 또는, 스택은 개별 요소로 다이싱될 수 있고, 이 개별 요소는 개별적으로 스페이서를 사용하여 조립된다.
- [0035] 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 웨이퍼는 한편으로는 개구(또는 장치 캐비티)를 둘러싸는 스페이서 영역과 다른 한편으로는 나머지 영역을 포함한다. 나머지 영역 또는 연결 영역은 웨이퍼의 총 두께의 적어도 절반, 바람직하게는 20% 미만의 두께로 제조된다. 엄밀히 말해서, 연결 영역은 바람직하게는 총 두께가 예컨대 0.5 mm 내지 1 mm 내지 1.5 mm의 범위인 경우에 적어도 0.2 mm 내지 0.3 mm 두께이다. 결과적으로, 웨이퍼의 기계적 안정성은 개구 및 둘러싸는 스페이서 영역의 상대 위치를 규정하기에 충분하다. 그러나, 연결 영역이 비교적 얇기 때문에, 다음의 이점들이 생긴다:
- [0036] - 웨이퍼는 그것의 영역 전체에 걸쳐 최대 두께를 갖는 웨이퍼에 비해 휘어질 가능성이 적다. 이는 예컨대 1 mm 초과 두께에 대해, 웨이퍼가 두꺼워질수록 아주 중요해진다.
- [0037] - 웨이퍼는 웨이퍼를 몰드로부터 제거한 후 재료 팽창으로 인해 xy-방향으로, 즉 웨이퍼의 평면 내에서 팽창할 가능성이 적어진다.
- [0038] - 웨이퍼의 임의의 부분에서의 유효 벽 두께가 감소된다. 즉, 웨이퍼의 최내부 지점으로부터 웨이퍼 표면까지의 거리가 감소된다. 결과적으로, 경화에 사용되는 UV 광이 보다 많이 최내부 지점에 도달하여, 경화 공정이 개선된다. 웨이퍼가 더 이상 몰드 내에 있지 않을 때, UV 조사 후 수행되고 또한 웨이퍼의 원하지 않는 변형을 수반할 수 있는 경화에 걸리는 시간이 감소된다.
- [0039] 연결 영역 - 전형적으로 웨이퍼의 적어도 하나의 표면 내에 형상화된 홈 - 은 스페이서 웨이퍼 내에 통합될 수 있을 뿐만 아니라, 웨이퍼 내에 또는 그것 상에 몰딩된 렌즈를 통합한 몰딩된 웨이퍼와 같이, 기능 요소를 구비하는 웨이퍼 내에도 통합될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 바람직한 실시 형태에서, 스페이서 영역은 스페이서 웨이퍼의 전체 두께를 규정하는, 스페이서 웨이퍼의 평면에 평행한 본질적으로 평탄한 표면을 구비하는 작은 상승된 돌출부를 포함한다. 이는 스페이서 두께가 명확히-규정되어야 하는 응용분야에 필요할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 연결 영역은 채널의 직각 그리드를 포함한다. 이는 직사각형의 메사형(mesa-like) 스페이서 영역을 형성한다. 채널은 바람직하게는 웨이퍼 스택(규정된?)이 다이싱 라인을 따라 개별 요소로 절단될 위치에 위치하도록 배치된다. 이러한 이유로, 채널은 또한 다이싱 채널로도 불릴 수 있다. 다음의 추가적인 이점들이 생긴다:
- [0042] - 다이싱 소가 절단해야 할 스페이서 웨이퍼 재료가 적어져서, 쏘 블레이드(saw blade)의 마모를 줄이고, 그리고/또는 보다 신속한 절단을 가능하게 한다.
- [0043] - 쏘잉 공정의 선택적인 개선점은 다이싱에 있어서의 쏘잉 단계의 감소이다: 재료의 수개의 층이 쏘잉 공정을 재료의 변화에 맞출 필요 없이 쏘잉 절단될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 연결 영역은 스페이서 영역을 연결하는 브리지 요소에 의해 분리되는 관통구를 포함한다. 이는 스페이서 웨이퍼의 휨 및 다른 변형에 기여할 수 있는 연결 영역의 재료의 양을 더욱 감소시킨다.

- [0045] 바람직하게는, 다이싱 채널의 폭은 다이싱 소 블레이드의 두께와 유사하게 약 0.2 mm이다. 바람직하게는, 채널 폭은 채널과 소의 대응하는 오정렬을 감안하여 약간 더 크다.
- [0046] 유동 제어 캐비티가 너무 깊지 않아야 한다는 요건과 깊은 연결 영역의 이점을 조합하는 것은 본 발명의 조합된 바람직한 실시 형태를 형성한다: 여기에서, 표면 영역은 한편으로는 스페이서 웨이퍼의 두께를 규정하는 돌출부와, 다른 한편으로는 접착제를 침착시키기 위한 및/또는 초과 접착제를 흡수하기 위한 국부적 유동 제어 캐비티를 포함한다. 비교적 깊은 연결 영역은 적당한 양의 접착제가 스페이서 영역 상에 접착되는 기관에 도달되도록 하기에는 너무 깊을 것이다. 따라서, 이들 하나 이상의 국부적 유동 제어 캐비티는 스페이서 영역의 상부 표면 내에 배치된다. 접착제는 이들 유동 제어 캐비티 내에 침착되고, 스페이서를 다른 표면에 접합할 때 이미 설명된 바와 같은 접착제의 유동이 일어난다.
- [0047] 스페이서 웨이퍼 또는 도구를 생성하기 위한 복제 공정에서, 깊은 연결 영역은 공기의 포획에 의한 문제를 야기할 수 있다. 이러한 이유로, 단지 복제물을 몰드(즉, 도구 또는 마스터 폼) 위에 주입(pouring)하는 대신에, 다음의 단계들이 수행된다:
- [0048] - 초기에, 복제 재료의 적어도 일부분을 몰드 상에 분사하여, 전체 복제 표면을 습윤시키고 바람직하게는 깊은 특징부를 충전시키는 단계. 한편으로는, 이는 공기의 포획 없이 몰드의 보다 깊은 특징부를 충전시키고, 다른 한편으로는, 몰드 표면의 습윤 특성이 상당히 개선된다.
- [0049] - 이어서, 액체 복제 재료를 몰드에 걸쳐 산포시키는 단계. 이는 바람직하게는 소정량의 액체 복제 재료를 몰드 상에, 적어도 근사적으로 몰드의 중간에 배치한 다음에, 플레이트를 몰드를 향해(또는 그 역으로) 이동시켜, 복제 재료가 외향으로 유동되도록 하여서, 전체 몰드를 덮고 공기를 밀어냄으로써 수행된다.
- [0050] 후속하여 도포되는 복제 재료에 대한 습윤 특성을 개선하기 위해 초기에 복제 재료를 몰드에 분사하는 이러한 방법은 당연히 임의의 복제 단계에, 특히 깊고 좁은 특징부를 수반하는 것에 적용가능하다.
- [0051] 접착제는 특정 습윤각(wetting angle) 또는 접촉각(즉, 몰드 표면과 접착제 표면 사이에서 접착제 내부의 내각)을 갖고서 몰드의 건조한 표면을 따라 유동한다. 건식 몰드에 대해, 이러한 각도는 전형적으로 90° 보다 크다. 결과적으로, 몰드의 형상 주위로 유동하고 다시 만나는 접착제는 한 점으로 모이는 접착제 사이에 공기를 포획할 가능성이 있다.
- [0052] 이와 반대로, 몰드 표면이 적어도 접착제의 얇은 필름으로 코팅되면, 몰드 표면 위에서 유동하는 대부분의 접착제의 습윤각은 작고, 전형적으로 90° 보다 훨씬 작다. 결과적으로, 형상 주위로 유동하는 접착제는 우선 형상의 표면의 한 지점에서 만나고, 접착제의 두 모이는 부분 사이에 공기가 포획되지 않는다.
- [0053] 본 발명의 또 다른 실시 형태에서, 스페이서뿐만 아니라 웨이퍼 스택의 다른 요소도 또한 플라스틱 재료로 제조되고, 형상 복제 공정에 의해 제작된다. 그러한 다른 요소는 특히 기능 요소를 구비하는 웨이퍼, 및 선택적 기능 요소(굴절 및/또는 회절 렌즈) 그 자체이다. 플라스틱 재료는 수지, 에폭시 또는 열가소성 재료일 수 있고, 바람직하게는 경화성, 특히 UV-경화성이다.
- [0054] 선택된 플라스틱 재료는 바람직하게는 예컨대 웨이퍼 스택 및 그것이 장착되는 인쇄 회로의 리플로우 솔더링(reflow soldering)을 가능하게 하기 위해 약 260°C에 이르는 온도를 견디도록 설계된다.
- [0055] 결과적으로, 웨이퍼 기관에 사용되는 통상의 유리 재료를 플라스틱 재료로 대체함으로써, 상이한 웨이퍼 유형들이 동일 또는 유사한 공정에 의해 제조될 수 있으며, 이는 제조 공정을 단순화시키고, 사용되는 도구 및 장치의 수를 감소시킨다.
- [0056] 다른 바람직한 실시 형태들이 종속항들로부터 명백하다. 방법 청구항의 특징들은 장치 청구항의 특징들과 조합될 수 있으며, 그 역도 가능하다.

발명의 효과

- [0057] 본 발명에 의하면, 간단하면서도 비용-효율적인 제조 공정을 가능하게 하는, 스페이서 웨이퍼 및 스페이서 웨이퍼를 제조하기 위한 방법이 제공된다.
- [0058] 또한, 본 발명에 의하면, 생성된 웨이퍼 스택의 품질 및 양품률을 개선하는 스페이서 웨이퍼가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0059]

본 발명의 요지는 첨부 도면들에 개략적으로 도시된 바람직한 예시적인 실시 형태들을 참조하여 다음의 설명에서 더욱 상세히 설명될 것이다.

도 1은 마스터 폼(master form)의 평면도를 도시한다.

도 2는 마스터 폼의 한 영역의 측단면도를 도시한다.

도 3은 마스터 폼으로부터 형상화된 도구를 구비한 마스터 폼의 한 영역의 측단면도를 도시한다.

도 4는 복제 재료를 구비한 도구의 한 영역의 측단면도를 도시한다.

도 5는 복제 재료가 도구와 플레이트 사이에서 형상화된 도구의 한 영역의 측단면도를 도시한다.

도 6은 생성된 스페이서의 한 영역의 측단면도를 도시한다.

도 7은 스페이서의 하향투시 사시도를 도시한다.

도 8은 스페이서의 상세부의 측단면도를 도시한다.

도 9는 웨이퍼 스택의 상세부의 측단면도를 도시한다.

도 10은 마스터 폼의 다른 실시 형태의 측단면도를 도시한다.

도 11은 스페이서의 대응하는 상세부의 측단면도를 도시한다.

도 12는 스페이서의 대응하는 상세부의 하향투시 사시도를 도시한다.

도 13은 연속된 또는 연결된 채널 및 침착된 접착제 액적을 구비한 스페이서를 하향투시도 및 측단면도로 도시한다.

도 14는 분리된 홈 또는 채널을 도시한다.

도 15는 기능 관련 개구가 없는 스페이서 내의 분리된 홈 또는 채널을 도시한다.

도 16은 홈을 향한 공기 및 초과 접착제의 유동을 도시한다.

도 17은 깊은 홈을 구비하여 휘어질 가능성이 덜한 스페이서 웨이퍼를 도시한다.

도 18은 본 발명의 바람직한 실시 형태에서의 스페이서 웨이퍼의 단일 절제 스페이서 요소를 도시한다.

도 19는 본 발명의 바람직한 실시 형태에서의 단일 절제 웨이퍼 스택 요소를 도시한다.

도 20은 접착제의 두 단계 도포로 스페이서 웨이퍼를 복제하기 위한 공정 단계를 도시한다.

도면들에 사용된 도면 부호와 그것의 의미가 도면 부호의 설명에 요약된 형태로 열거된다. 원칙적으로, 도면들에서 동일한 부재에는 동일한 도면 부호가 부여된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0060]

도 1은 마스터 폼(master form)(3)의 평면도를 도시하고, 도 2는 마스터 폼(3)의 한 영역의 측단면도를 도시한다. 마스터 폼(3)은 캐비티(23)를 포함하고, 스페이서 웨이퍼 제조 공정 중 일어나는 임의의 수축을 보상하기 위해 몇몇 치수(x, y, z)가 확장되는 것을 제외하고는, 본질적으로 최종 스페이서 웨이퍼와 동일한 형상을 갖는다. 전형적으로, 스페이서 웨이퍼의 높이 또는 두께가 특정 높이를 초과하지 않는 한, 단지 웨이퍼의 높이(z 치수)에서의 수축만이 보상될 필요가 있으며, 평면(x 및 y 치수) 내에서의 수축은 무시될 수 있다. 예컨대 특정 재료에 대해 1 mm를 초과하는 보다 두꺼운 스페이서 웨이퍼에 대해서, 웨이퍼는 큐어링(curing) 중 또는 큐어링 후 휘어질 수 있다. 마스터 폼(3)은 금속 또는 유리 또는 다른 재료로 제조되는 고정밀 기계가공된 부품일 수 있다. 스페이서 웨이퍼를 제조하는 본 목적을 위해서, 마스터 폼은 바람직하게는 강재 또는 유리로부터 마스터 스페이서 웨이퍼를 제조한 다음에 그것을 강재 또는 유리로 제조된 평탄한 표면에 접착시킴으로써 생성된다. 마스터 폼은 몰드 도구 제조 단계 중 몰드 도구(2)의 더욱 우수한 이형(release)을 위해 점착 방지 코팅으로 처리될 수 있다. 캐비티(23)는 수직 측벽들을 구비한 원형인 것으로 도시되지만, 다른 형상 및 경사진 벽들을 또한 포함할 수 있어, 이에 상응하게 형성되는 스페이서를 형성할 수 있다. 캐비티(23) 또는 스페이서 웨이퍼 상의 다른 특징부는 예를 들어 매 2 mm 내지 3 mm 내지 5 mm마다 반복되는 그리드를 형성한다.

[0061]

다음 단계에서, 몰드 도구 또는 간단히 도구(2)가 마스터 폼(3)으로부터 제조된다. 이는 액체 또는 점성 재료

를 마스터 폼(3)의 상단에 주입함으로써 이루어진다. 도 3은 마스터 폼(3)으로부터 형상화된 도구(2)를 구비한 마스터 폼(3)의 한 영역의 측단면도를 도시한다. 일단 액체 또는 점성 재료가 고화(solidification)되면, 도구(2)는 마스터 폼(3)으로부터 분리된다. 따라서, 도구(2)는 마스터(3)의 역상(negative topography)을 갖는다. 도구(2)는 복합 재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 유리 백플레이트(backplate)(도면들에는 도시되지 않음)가 도구의 강성을 증가시키도록 사용될 수 있는 반면에, 연질 재료가 마스터 폼의 형상을 형상화시키도록 사용된다. 상대적으로 연질의(유리에 비해) 도구 재료는 PDMS(폴리디메틸실록산)와 같은 플라스틱으로 제조될 수 있다.

[0062] 도구가 준비되면, 스페이서 웨이퍼 제조가 시작될 수 있다. 이를 위해, 소정량의 경화성 재료(바람직하게는 에폭시 재료와 같은 UV 경화성 재료)가 도구(2) 상에 침착되거나 주입된다. 도 4는 이러한 단계, 즉 복제 재료(20)가 추가된 도구(2)의 한 영역의 측단면도를 도시한다.

[0063] 이어서, 플레이트(4)가 도구(2) 및 복제 재료(20) 위에 배치된다. 복제 재료(20)를 도구(2)의 캐비티 내로 가압시키기 위해 얼마간의 압력이 플레이트(4)에 인가될 수 있다. 스페이서 재료(20)를 향하는 플레이트(4)의 면상에는, 큐어링 후 스페이서 웨이퍼의 분리를 용이하게 하기 위해 고착 방지층(5)이 도포될 수 있다. 이 고착 방지층(5)은 스페이서 웨이퍼에 대해 단지 한 번만 사용되는 희생 마일라 포일(mylar foil)일 수 있다. 강성 백플레이트(4)는 또한 복제 재료(20)의 UV 큐어링 중 UV 광이 투과되도록 하는 유리 플레이트(4)일 수 있다. 도 5는 복제 재료(20)가 도구(2)와 플레이트(4)[또는 존재하는 경우 포일(5)] 사이에서 형상화된 도구(2)의 한 영역에 의해 이러한 단계의 측단면도를 도시한다.

[0064] 일단 스페이서 웨이퍼 재료(20)가 도구(2) 내로 균일하게 산포되면, 전체 샌드위치형 조합체[도구(2), 커버 플레이트(4), 선택적 포일(5) 및 스페이서 재료(20)]는 스페이서 웨이퍼 재료(20)의 고화를 위해 UV 광 하에 놓인다. 고화 후, 샌드위치형 조합체는 상부 플레이트(4)를 들어올려 새로이 형상화된 스페이서 웨이퍼(1)로부터 스페이서 웨이퍼 도구(2)를 제거함으로써 개방될 수 있다. 이어서, 도구(2)는 다음 스페이서 웨이퍼(1)를 제조하기 위해 다시 충전될 수 있다. 전형적으로, 도구로부터 수십 개 내지 수백 개의 스페이서 웨이퍼가 제조될 수 있다. 하나의 도구로부터 제조되는 스페이서 웨이퍼의 수는 스페이서 웨이퍼와 도구 재료의 적합성(compatibility)의 함수이다. 경제적인 이유로, 도구 재료와 스페이서 웨이퍼 재료의 우수한 적합성이 도구 수명을 최대화시키는데 유리하다.

[0065] 도구로부터 스페이서 웨이퍼(1)의 분리 후, 희생 마일라 포일(5)은 스페이서 웨이퍼(1)에 부착된 상태로 있을 수 있다. 이 마일라 포일(5)은 보관 또는 다른 공정 단계 중 보호 포일로서 스페이서 웨이퍼(1) 상에 있을 수 있다. 도 6은 큐어링 및 도구(2)와 플레이트(4)의 제거 후 생성된 스페이서 또는 스페이서 웨이퍼(1)의 한 영역의 측단면도를 도시한다. 이 실시예에서, 포일(5)은 스페이서(1)에 부착된 상태로 유지되는 것으로 도시된다.

[0066] 몇몇 경우들에서, 마일라 포일(5)과 도구(2) 사이에 에폭시 재료의 얇은 층 또는 멤브레인이 형성될 수 있다. 이 멤브레인은 포일(5)이 스페이서(1)로부터 제거될 때 떨어지거나, 또는 압축 공기에 의해 붙어 내어질 수 있다.

[0067] 도 7은 스페이서(1)의 하향투시 사시도를 도시한다. 스페이서(1)의 기하학적 형상은 도구 복제 및 스페이서 복제 공정에서의 수축으로 인한 치수의 변화를 제외하고는, 원 마스터(3)의 형상에 의해 규정된다. 스페이서(1)는 따라서 복수의 개구(13)를 포함하고, 이 개구(13)는 스페이서의 상부 표면(11) 및 하부 표면(12)으로부터 예지 또는 예지 영역(15)에 의해 분리된다.

[0068] 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 큐어링 중, 또는 보다 일반적으로 고화(solidification) 공정 중 복제 재료(20)의 수축 거동은 전체적으로 스페이서 구멍 주위의 측벽이 스페이서 웨이퍼(1)의 평균 높이보다 다소 높게 유지되도록 한다. 이러한 높이 차이는 1 내지 10 마이크로미터와 같은 수 마이크로미터의 범위일 수 있다. 도 8은 스페이서의 상세부의 대응하는 측단면도를 도시한다.

[0069] 스페이서 웨이퍼 구멍 또는 개구(13) 주위에서의 이러한 증가된 높이는 평탄한 웨이퍼에 대한 스페이서 웨이퍼(1)의 접착 중에, 예컨대 웨이퍼 스택(8)의 형성시에 유리한 효과를 갖는다. 이는 웨이퍼 스택(8)의 상세부의 측단면도를 도시한 도 9에 도시된다. 모세관력의 효과로 인해, 스페이서(1) 표면에 도포된 접착제(17)는 접착제 갭의 가장 얇은 부분으로, 즉 스페이서 개구(13)를 둘러싸는 표면 영역으로 끌어 당겨진다. 결과적으로, 접착제는 스페이서 개구(13) 주위로 모이고, 스페이서(1)와 그에 인접한 상부 웨이퍼(6) 사이에서 접착제 내에 포획될 수 있는 기포(18)가 예지(15)로부터 멀리 가압된다. 그 결과, 개구(13)를 상부 웨이퍼(6)(및 하부 웨이퍼

(7))로 덮음으로써 생성되는 스페이서 구멍 캐비티가 접착제(17)에 의해 밀봉된다. 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 함입부(depression)(16)를 생성하도록 마스터(3) 및 도구(2)를 형상화시킴으로써 함입부(16)가 (또한) 형성된다.

[0070] 주: 상부 표면(11) 및 하부 표면(12)과 상부 웨이퍼(6) 및 하부 웨이퍼(7)는 용이한 설명을 위해 "상부" 및 "하부"로 표기되며; 보다 일반적인 용어로 그것들은 "제1" 및 "제2" 표면/웨이퍼로도 또한 표기될 수 있다.

[0071] 공기의 포획은 주로 상부 웨이퍼(6)가 스페이서에 접착될 때의 문제이다. 만일 하부 웨이퍼(7)가 먼저 스페이서(1)에 접착되면, 개구(13)는 개방되고, 접착제는 스페이서 아래로부터 개구(13) 내로 유출될 수 있어, 개구(13)를 통해 공기를 배기시킬 수 있다. 그러나, 상부 웨이퍼(6)가 추후에 스페이서(1) 상에 접착될 때, 개구(13)가 이제 양단에서 밀폐되기 때문에, 공기가 더 이상 개구(13)를 통해 배기될 수 없다. 이는 상승된 에지에 의해 생성된 모세관 효과가 작용하기 시작하여 에지(15)를 밀봉시키는 때이다.

[0072] 도 9는 또한 예시적으로 개구(13)에 의해 규정된 캐비티들 중 하나 내의 기능 요소(9)를 도시한다. 실제로는, 전형적으로 개구(13)의 각각이 그러한 기능 요소(9)를 포함할 것이다. 이들 기능 요소(9)는 전형적으로 굴절 또는 회절 렌즈, 광수용기, 감광 또는 발광 장치, 이미지 센서 등과 같은 광학 또는 전자-광학 장치이다. 웨이퍼의 각각에 대해, 기능 요소(9)는 전형적으로 서로 동일하고, 웨이퍼 스케일 제조 공정, 예를 들어 광학 요소를 형성하기 위한 복제 공정, 또는 전자 또는 전자-광학 요소를 형성하기 위한 IC 제조에 의해 생성된다. 기능 요소(9)는 상부 웨이퍼 및 하부 웨이퍼를 스페이서(1)와 조합시키기 전에 상부 웨이퍼(6) 및/또는 하부 웨이퍼(7) 상에 배치된다. 도시되지 않은 추가 웨이퍼 및 스페이서를 포함할 수 있는 웨이퍼 스택(8)이 완성되면, 웨이퍼 스택(8)은 다이싱 라인(22)을 따라 개별 요소, 또는 바람직하게는 집적 광학 장치(21)인 웨이퍼 스택 요소(19)로 절단된다.

[0073] 도 10은 마스터 홈(24)을 포함하는 마스터(3)를 도시하고, 이 마스터 홈은 복제 후 개구(13) 주위에 배치되는, 도 11에 도시된 스페이서 홈(25)을 형성한다. 스페이서 홈(25)은 바람직하게는 다이싱 라인을 따라 배치되고, 상부 웨이퍼(6)가 스페이서(1) 상에 배치될 때 접착제의 초과분을 모으는 역할을 한다. 스페이서 홈(25)은 서로 그리고 스페이서(1)의 면에 연결될 수 있거나, 또는 그것들은 모세관력에 의해 에지 또는 에지 영역(15)으로부터 멀리 가압된 공기 및 잉여 접착제를 모으고 수용하는 격리된 용적부를 형성할 수 있다. 상부 웨이퍼(6)를 스페이서(1) 상에 접착시키기 위한 대응하는 방법에서, 접착제는 단지 상부 표면(11)의 선택된 영역에만 도포된다. 이러한 선택적인 접착제 침착은 예컨대 (실크)스크린 프린팅 또는 분사(잉크젯 프린터에서의 분사 프린팅과 유사한)에 의해 달성된다. 선택된 영역 또는 접착 영역(28)은 개구(13)와 스페이서 홈(25) 그리고 선택적으로 또한 후술되는 통기 채널(26) 사이에 남아있는 표면 영역에서 상부 표면(11) 상에 배치된다.

[0074] 도 12는 스페이서(1)의 대응하는 상세부의 하향투시 사시도를 도시한다. 단지 4개의 복수의 스페이서 요소만이 도시된다. 스페이서 요소는 향후의 다이싱 라인에 대응하는 스페이서 홈(25)에 의해 분리된다. 스페이서 요소들 중 3개는, 도 9를 참조하여 설명된 바와 같이 상부 웨이퍼(6)를 스페이서(1) 상에 접착한 후 개구(13)가 밀봉되도록, 개구(13)가 상부 표면(11)에 의해 완전히 둘러싸인 상태로 도시된다. 스페이서 요소들 중 하나는 상부 표면(11) 내에 개구(13)로부터 멀리 이어지는 통기 채널(26)을 포함한다. 그러한 실시 형태는 개구(13)가 밀봉되지 않아야 하는 응용분야에 사용된다. 통기 채널(26)은 개구(13)로부터 멀리 떨어진 위치로 이어지고, 예컨대 웨이퍼 스택을 다이싱할 때 절단되어 개방된다. 통기 채널(26)이 절단되어 개방된 후, 개구(13)는 주위 공기로 개통된다. 통기 채널(26)은 바람직하게는 장애물, 예를 들어 사행로(meander)(27) 또는 좁은 영역과 같은 형상 특징부를 포함한다. 그러한 장애물은 공기가 완성된 채널(26)을 통해 유동하도록 하지만, 예컨대 웨이퍼 스택의 다이싱에 사용되는 냉각액에 대한 장애물을 형성하여 그 액체가 개구(13)로 유입되지 못하도록 한다. 접착제를 상부 표면(11)에 도포할 때, 통기 채널(26)은 물론 접착 영역(28)으로부터 배제된다. 접착제는 접착 표면(28) 그 자체뿐만 아니라, 예컨대 홈(25)의 그리드의 교차점(29)에서 홈(25)의 선택된 부분에도 또한 도포될 수 있다. 후자의 경우에, 상부 웨이퍼(6)가 스페이서 웨이퍼(1) 상에 배치될 때, 접착제는 모세관력에 의해 홈(25) 외부로 끌어당겨져 접착 표면(28)에 걸쳐 산포될 것이다.

[0075] 본 발명의 바람직한 실시 형태에서, 각각의 개구(13)에 대해 단지 단일의 그러한 통기 채널(26)만이 존재한다. 이는 다이싱 쏘(dicing saw)가 통기 채널(26)을 절단할 때, 대응하는 체적의 공기가 개구(13)로부터 배기될 수 있도록 하는 제2 채널이 없기 때문에, 물이 통기 채널(26)을 통해 유입되지 못하도록 한다.

[0076] 도 12는 동일한 스페이서(1)의 부분인 2가지 상이한 유형의 스페이서 요소를 예시적으로 도시하지만, 실제로는 보통 모든 스페이서 요소가 동일한 유형, 즉 통기 채널(26)을 구비하거나 구비하지 않은 유형일 것이다.

- [0077] 도 13은 도 12와 유사한 채널 또는 홈(25)을 하향투시도 및 측단면도 A-A'로 도시한다. 단면도 A-A'는 홈(25)의 교차점에서 홈(25) 내에 또는 그것 위에 배치되는 접촉제 소적(droplet)(30)을 개략적으로 도시한다. 이 소적(30)은 또한 홈(25)을 따라 다른 위치에, 또는 에지 영역(15)에 도포될 수 있다. 모든 경우에서, 모세관력은 접촉제를 홈(25)으로부터 스페이서 웨이퍼(1) 상에 배치된 다른 웨이퍼 사이의 공간으로 끌어당겨서, 접촉제를 웨이퍼들 사이에 분포시킨다. 이 접근방안이 실행되도록 하기 위한 전제조건은, 다른 웨이퍼를 스페이서 웨이퍼(1) 상에 배치시킨 후, 접촉제가 두 웨이퍼 사이의 좁은 공간 또는 갭 내로 끌어당겨지도록 하기 위해 그 갭과 접촉하여야 한다는 것이다. 이 접근방안이 실행되도록 하기 위해, 홈(25)과 다른 홈(25) 또는 개구(13) 사이의 거리는 액체 에폭시 접촉제에 대해 약 2 mm 또는 3 mm 또는 5 mm이어야 한다.
- [0078] 도 14는 스페이서 내에 분리된 또는 미연결된 홈을 구비한 다른 구성을 하향투시도로 도시하며: 도 12의 교차되고 연결된 홈(25)과는 대조적으로, 홈(25)은 분리된다. 홈(25)은 그것들이 에지 영역(15)에서 공기 및 접촉제의 유동을 제어한다는 점에서 유동 제어 캐비티의 역할을 한다. 이 유동 제어 캐비티는 웨이퍼 표면에 걸쳐 여러 가지 크기 및 분포를 가질 수 있다. 유동 제어 캐비티의 폭은 0.05 mm 내지 10 mm일 수 있고, 그것의 깊이는 예컨대 0.02 mm 내지 10 mm일 수 있으며, 캐비티의 간격은 0.1 mm 내지 10 mm일 수 있다.
- [0079] 도 15에 따른 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태가 어떠한 개구(13)도 구비하지 않은 웨이퍼를 기판에 접촉시키도록 사용된다. 홈(25)은, 한편으로는 초과 접촉제가 홈 내에 모여지고 다른 한편으로는 임의의 포획된 공기가 홈(25) 내에 모여지도록 접촉제의 유동을 제어한다. 이는 접촉제 층의 소정의 접촉 영역(28)에 공기가 없도록 기포의 위치를 제어하도록 한다. 이러한 유동 제어는 당연히 교차되고 연결된 홈에 의해서도 또한 달성된다. 도 16은 접촉제(17)가 홈(25)[또는 개구(13)]으로부터 멀리 떨어진 위치에 배치되는 경우에, 화살표로 지시되는 바와 같이 공기 및 초과 접촉제(17)가 홈(25)을 향해 유동하는 것을 측단면도로 개략적으로 도시한다.
- [0080] 도시된 실시예들은 소적 침착에 기초하지만, 즉 접촉제의 단일 액적이 개별적으로 침착되지만, 본 발명은 접촉제가 라인 또는 복수의 라인 영역을 따라 침착될 때에도 적용가능하다. 그러한 라인은 직선 또는 사행선일 수 있다.
- [0081] 원칙적으로, 도 11 내지 도 16을 참조하여 설명된 유동 효과, 기하학적 특징부(15, 16, 25) 및 접촉제 배치는 복제 공정으로 제조된 스페이서 웨이퍼(1)뿐만 아니라 임의의 종류의 웨이퍼에도 적용가능하다. 그러나, 복제 공정은 접촉제 유동을 제어하기 위한 기하학적 특징부를 구비한 스페이서 웨이퍼(1)의 제조를 특히 쉽게 한다.
- [0082] 만일 웨이퍼가 제조 공정에서 추후에 절단될 예정이면, 홈(25)은 역시 바람직하게는 다이싱 라인(22)과 일치되게 배치된다.
- [0083] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에서, 홈(25)의 깊이는 스페이서 웨이퍼(1)의 두께의 적어도 절반 또는 최대 80% 또는 그 이상이다. 엄밀히 말해서, 예컨대 1 mm 내지 1.5 mm 또는 2 mm의 스페이서 웨이퍼에 대해, 홈 또는 채널(25)은 바람직하게는 웨이퍼를 함께 유지시키는 남아있는 재료가 0.2 mm 내지 0.4 mm 내지 0.5 mm의 두께를 가질 정도로 깊다. 도 17은 그러한 스페이서 웨이퍼(1)의 한 영역의 도면을 개략적으로 도시하며, 이때 깊은 홈(25)은 남아있는 재료를 메사형(mesa-like) 스페이서 요소(31)로서 규정한다. 그러한 깊은 홈(25)을 구비하는 것은 스페이서 웨이퍼(1)가 휘어지고 과도하게 수축되는 것을 방지한다. 깊은 홈(25)과 일치하는 다이싱 라인(22)에 의해, 다이싱 공정은 쏘의 마모를 줄이며, 간단해질 수 있다.
- [0084] 도 18은 웨이퍼로부터 분리된 단일 스페이서 요소(31)를 도시한다. 스페이서 요소(31)의 상부 표면(33)은 상부 표면(33)으로부터 돌출되는 마이크로-스페이서(32)를 포함한다. 그것들이 돌출되는 높이는 바람직하게는 약 20 마이크로미터, 즉 10 또는 15 내지 25 또는 35 마이크로미터이다. 이 실시 형태의 깊은 홈(25)이 상부 웨이퍼(6)에 대한 스페이서 웨이퍼(1)의 접합 전 접촉제(17)를 침착시키기에 너무 깊을 수 있기 때문에, 접촉제(17)는 바람직하게는 상부 표면(33)에 도포된다. 마이크로-스페이서(32)는 상부 웨이퍼(6)가 스페이서 웨이퍼(1)에 맞대어져 놓이는 정확한 거리를 규정한다. 마이크로-스페이서(32)는 접촉제의 유동이 관계되는 한, 도 11의 에지(15)에 대응하고, 남아있는 상부 표면(33)은 도 11의 함입부(16)에 대응한다. 이들 상부 표면(33)은 또한 국부적 유동 제어 캐비티(33), 즉 하나의 웨이퍼 스택 요소(19)에 대응하는 특정 메사의 스페이서 영역에 국한되는 유동 제어 캐비티인 것으로 간주될 수 있다. 상부 표면은 또한 도 12에 도시된 바와 같은 하나 이상의 통기 채널을 포함할 수 있다.
- [0085] 상부 웨이퍼(6)가 없는 중간 제품이 제조되어 다이싱될 수 있으며, 즉 개별 웨이퍼 스택 요소(19)로 절단될 수 있다. 따라서, 생성된 웨이퍼 스택 요소(19)는 적어도 하부 웨이퍼(7)(예컨대, 광학 또는 전자 요소를 구비한)

및 스페이스 웨이퍼(1)의 절제(cutout) 부분을 포함한다. 이 웨이퍼 스택 요소(19)는 개별적으로 그리고 별도의 추후 공정에서 스페이스 웨이퍼의 자유 상부 표면에 의해 다른 물체에 접촉될 수 있다. 이때, 유동 제어 캐비티는 또한 그것들의 기능을 제공한다.

[0086] 도 19는 웨이퍼 스택으로부터 절제되고 적어도 하부 웨이퍼(7) 및 스페이스 요소(31)의 절제 부분을 포함하는 그러한 단일 절제 웨이퍼 스택 요소(19)를 도시한다. 여기에서, 도시된 스페이스 요소는, 스페이스 요소(31)의 거의 전체 상부 표면을 덮고 원래 홈(25) 및 홈(25)에 대응하는 다이싱 라인으로부터 나머지 상부 표면(33)을 형성하는 작은 레지(ledge)만큼 이격되는 마이크로-스페이스(32)를 포함한다. 이 레지는 도 9 및 도 11에 도시된 함입 영역(16)에 대응한다. 따라서, 하나 이상의 마이크로-스페이스(32)가 제1 및 제2 표면(11, 12) 중 적어도 하나에 배치되고, 다이싱 라인(22)으로부터 소정의 거리만큼 이격된다.

[0087] 물론, 그러한 웨이퍼 스택 요소(19)는 도 18에서와 같이 형상화된 스페이스에 의해서도 또한 제조될 수 있다.

[0088] 도 18 및 도 19에서와 같은 마이크로-스페이스(32)가 다이싱 라인으로부터 이격된다는 사실은 다이싱 소가 스페이스 웨이퍼 또는 단일 웨이퍼 스택 요소(19)의 최상부 표면[즉, 마이크로-스페이스(32)의 상부 표면]을 방해하지 않는 추가적인 이점을 제공한다. 스페이스 요소(31)의 본체를 절단하는 다이싱 소에 의해 생성되는 임의의 뾰족한 에지는 마이크로-스페이스(32)의 그것보다 낮은 나머지 상부 표면(33)의 영역으로 제한될 것이다. 결과적으로, 그러한 비-이상적 에지는 상부 표면을 다른 요소에 접촉시킬 때 방해하지 않는다. 레지의 폭은 예를 들어 100 내지 300 마이크로미터이고, 그것의 높이는 도 18을 참조하여 기술된 마이크로-스페이스(32)의 그것과 같다.

[0089] 도 20은 단계 a)에 제공되는 도구로, 깊은 홈(25)과 같은 깊은 특징부 및 상응하게 비교적 얇고 높은 스페이스 요소(31)를 포함하는 스페이스 웨이퍼(1)를 복제하기 위한 공정 단계를 도시한다. 이들 스페이스 요소(31)는 도구(2) 내의 깊은 스페이스 요소 역상체(34)에 대응한다. 깊은 홈(25)은 도구(2) 내의 높은 리지(ridge)(35)에 대응한다. 도 4에 도시된 복제 단계, 즉 도구(2) 상으로의 스페이스 재료(20)의 덩어리의 침착 및 도구(2) 상에서의 스페이스 재료(20)의 산포는 공기가 도구(2)의 보다 깊은 특징부(34) 내에 포획되는 것을 초래할 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명의 바람직한 변형예에서는, 제1 침착 단계 b)에서, 스페이스 재료 또는 복제 재료(20)가 도구(2) 상에 분사되어, 도구(2)의 전체 복제 표면을 얇은 층으로 덮는다. 바람직하게는, 이 단계에서 보다 깊은 특징부(34)도 또한 적어도 부분적으로 충전된다.

[0090] 후속하는 침착 단계 c)에서, 복제 재료(20)는 바람직하게는 도구의 중간 부근에서 도구 상에 배치되거나 주입된다. 후속 단계 d)에서, 복제 재료(20)는 화살표로 지시되는 바와 같이, 플레이트(4)가 도구(2)에 대해 도구(2)를 향하여 이동됨에 따라 중력 및/또는 플레이트(4)에 의해 구동되어 도구(2)에 걸쳐 외향으로 유동한다. 대안적으로, 도구(2)는 복제 재료 내에 침지(dipping)되어, 남아있는 캐비티를 충전시킬 수 있다.

[0091] 동일한 공정이 물론 마스터(3)로부터 도구(2) 그 자체의 생성에 적용가능하고, 깊은 특징부가 충전될 필요가 있는 임의의 다른 복제 공정에 적용가능하다.

[0092] 이상 본 발명이 본 발명의 바람직한 실시 형태들로 기술되었지만, 본 발명은 그것들로 한정되는 것이 아니라, 특허청구범위의 범주 내에서 다른 방식으로 다양하게 구현 및 실시될 수 있는 것으로 명확하게 이해되어야 한다.

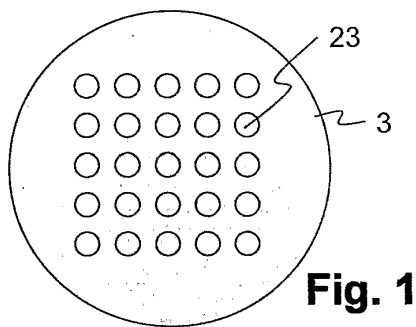
부호의 설명

- | | |
|----------------|-------------|
| [0093] 1: 스페이스 | 2: 도구 |
| 3: 마스터 | 4: 백플레이트 |
| 5: 포일, 점착 방지층 | 6: 상부 웨이퍼 |
| 7: 하부 웨이퍼 | 8: 웨이퍼 스택 |
| 9: 기능 요소 | 10: 스페이스 본체 |
| 11: 상부 표면 | 12: 하부 표면 |
| 13: 개구 | 14: 측벽 |
| 15: 에지 | 16: 함입부 |

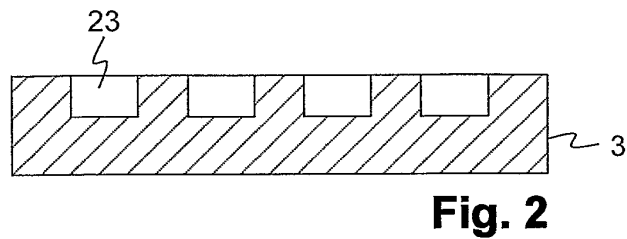
- | | |
|----------------------|-----------------|
| 17: 접착제 | 18: 공기 |
| 19: 웨이퍼 스택 요소 | 20: 스페이서 재료 |
| 21: 광학 장치 | 22: 다이싱 라인 |
| 23: 캐비티 | 24: 마스터 내의 홈 |
| 25: 스페이서 또는 웨이퍼 내의 홈 | 26: 통기 채널 |
| 27: 사행로 | 28: 접착 영역 |
| 29: 교차점 | 30: 접착제 소적 |
| 31: 스페이서 요소 | 32: 마이크로-스페이서 |
| 33: 상부 표면 | 34: 스페이서 요소 역상체 |
| 35: 리지 | |

도면

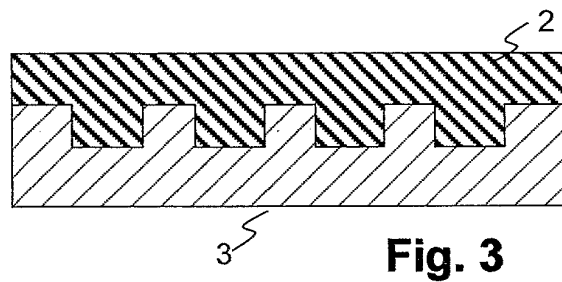
도면1



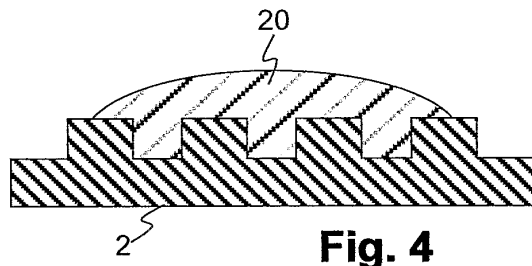
도면2



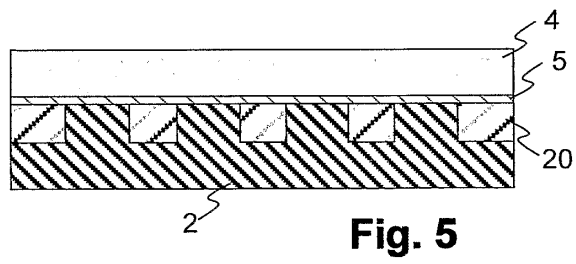
도면3



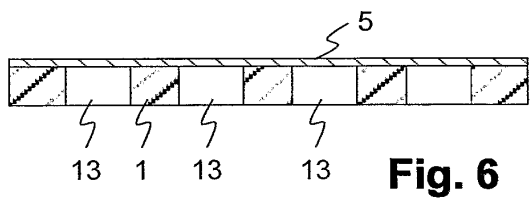
도면4



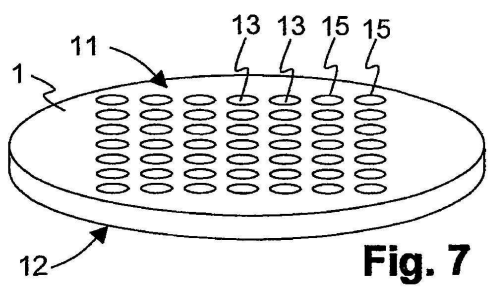
도면5



도면6



도면7



도면8

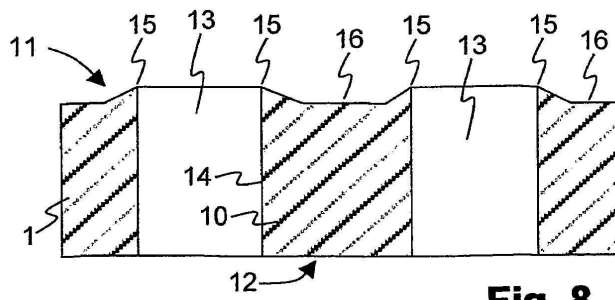


Fig. 8

도면9

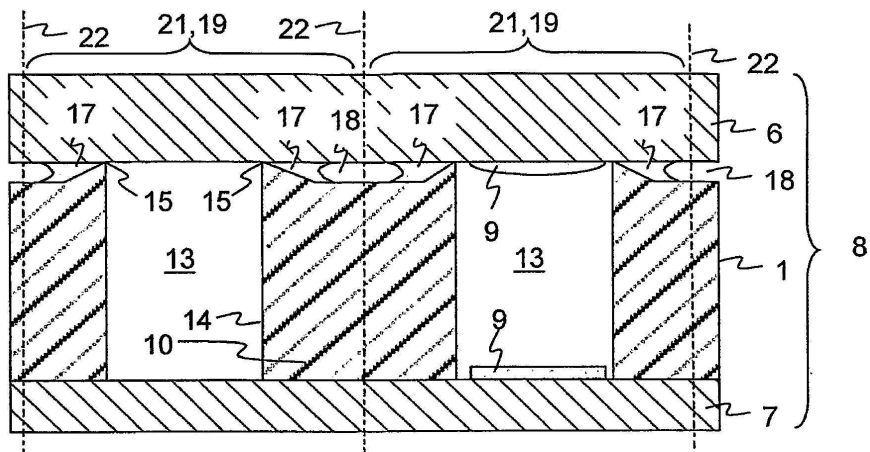


Fig. 9

도면10

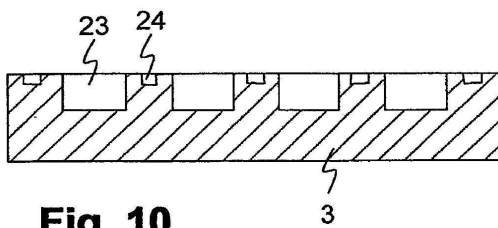


Fig. 10

도면11

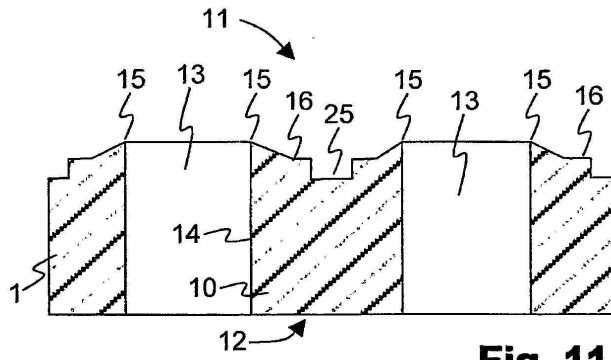


Fig. 11

도면12

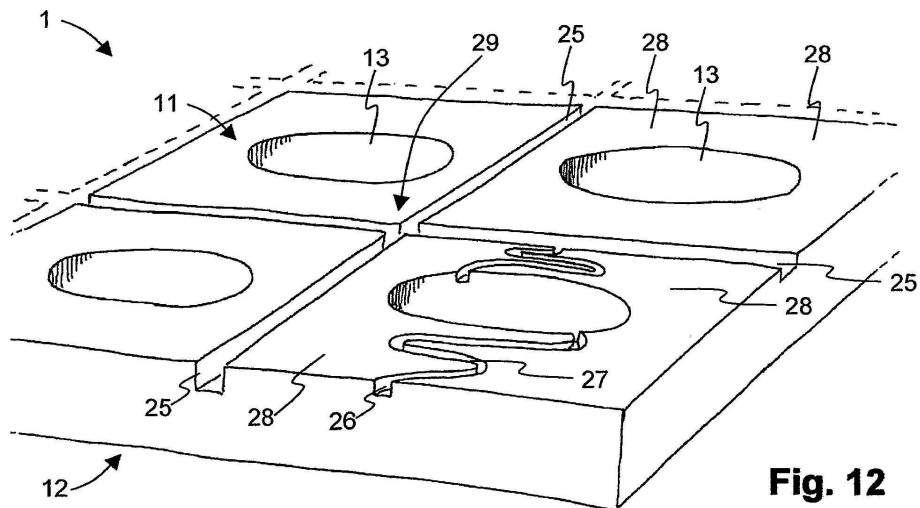


Fig. 12

도면13

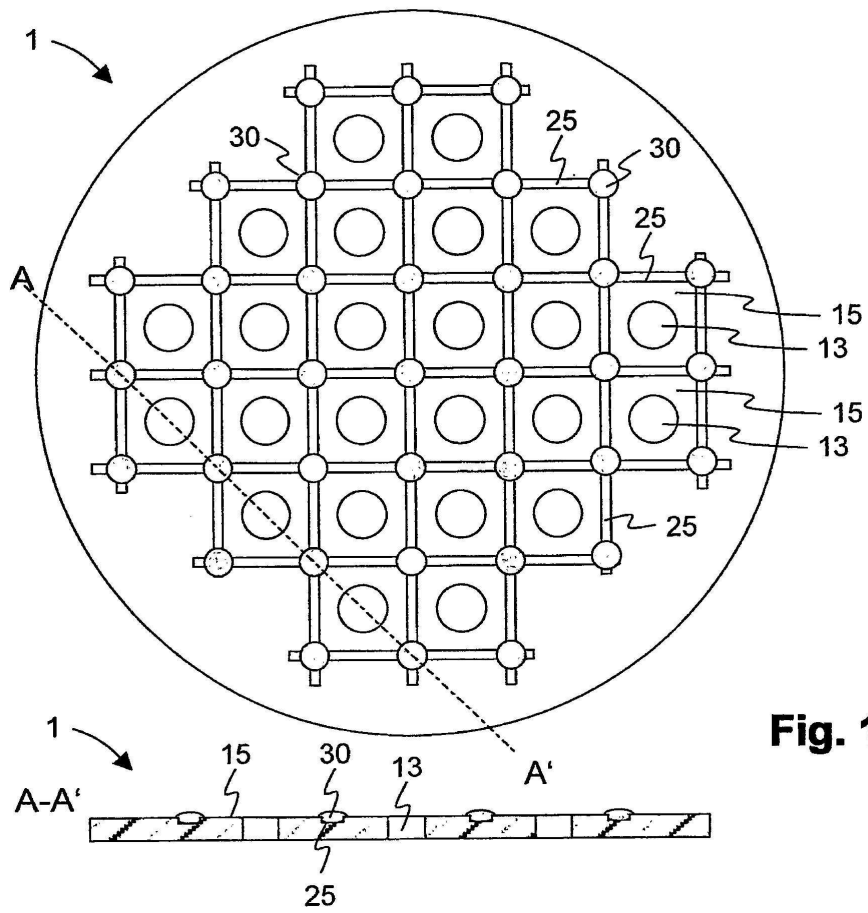
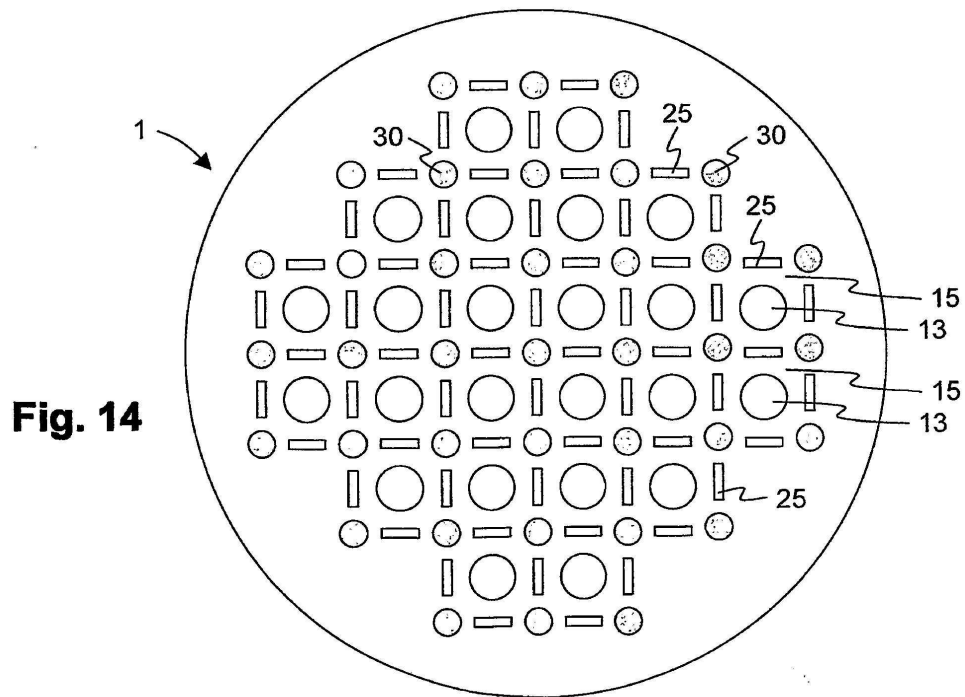
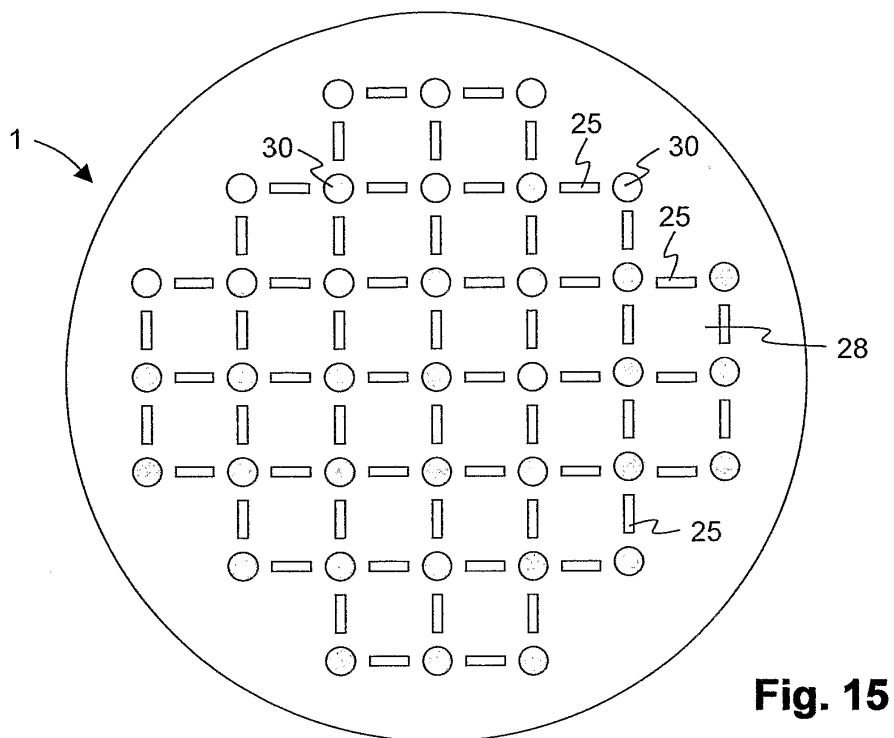


Fig. 13

도면14



도면15



도면16

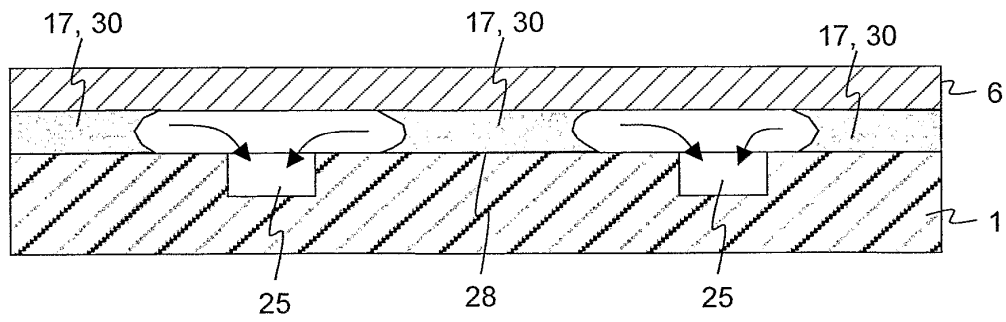


Fig. 16

도면17

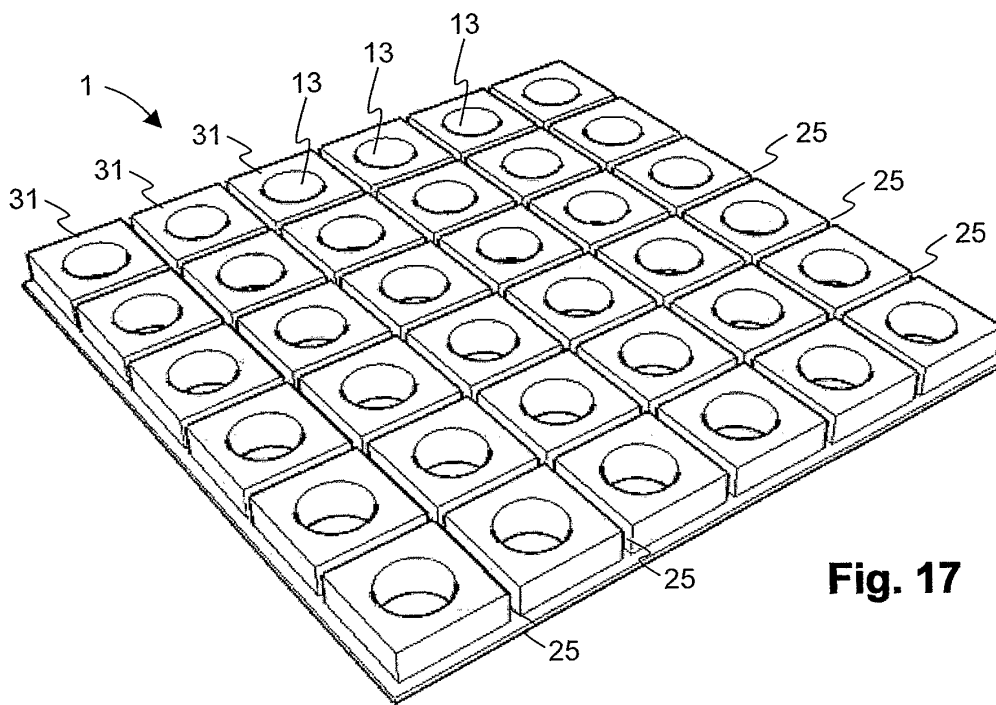


Fig. 17

도면18

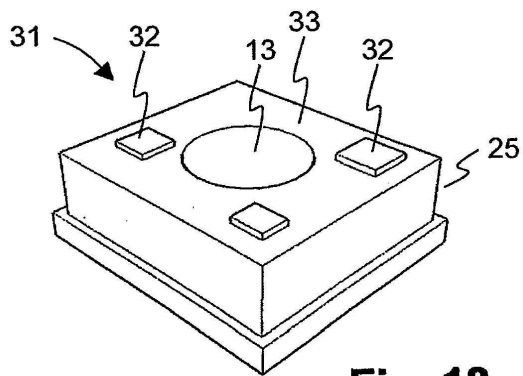


Fig. 18

도면19

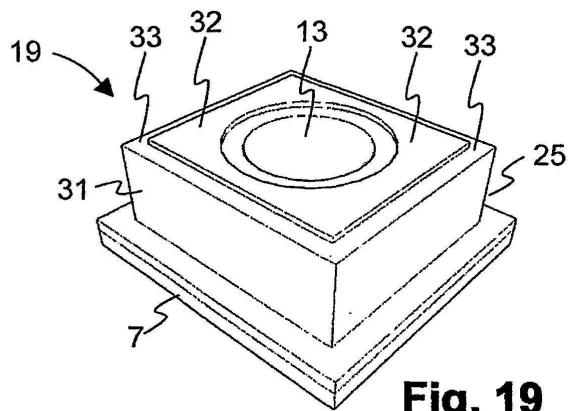


Fig. 19

도면20

