



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

(45) 공고일자 2016년08월24일  
 (11) 등록번호 10-1650971  
 (24) 등록일자 2016년08월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 21/30 (2006.01) B81B 7/00 (2006.01)  
 H01L 23/12 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7012697
- (22) 출원일자(국제) 2009년11월16일  
 심사청구일자 2014년06월10일
- (85) 번역문제출일자 2011년06월02일
- (65) 공개번호 10-2011-0089334
- (43) 공개일자 2011년08월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/064509
- (87) 국제공개번호 WO 2010/057068  
 국제공개일자 2010년05월20일
- (30) 우선권주장  
 12/618,846 2009년11월16일 미국(US)  
 61/115,101 2008년11월16일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP03096216 A\*  
 JP2005302858 A\*  
 JP2008517780 A  
 KR1020070073919 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 수스 마이크로텍 리소그래피 게임마하  
 독일연방공화국 85748 가르칭 쉐라이쓰하이머 스트라쎄 90번지
- (72) 발명자  
 조지, 그레고리  
 미국, 브이티 05677, 워터베리 센터, 썬스 드라이브 228 썬스 마이크로텍 인코포레이티드 내
- (74) 대리인  
 성낙훈

전체 청구항 수 : 총 23 항

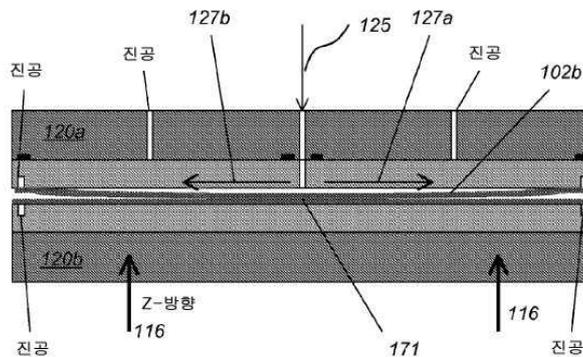
심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 웨이퍼 메이팅이 개선된 웨이퍼 본딩 방법 및 그 장치

(57) 요약

개선된 웨이퍼 본딩 방법은 상부 및 하부 웨이퍼를 정렬하고, 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 가압 가스의 흐름에 의하여 상기 상부 웨이퍼의 단일의 점에 압력을 인가하여 단일의 점 상에서 본딩을 개시하는 단계를 포함한다. 본딩면은 설정된 방사 속도로 서로 반대로 정렬된 웨이퍼 표면에 방사 형태로 형성되어, 상기 가스 압력을 조절하고/하거나 하부 웨이퍼의 상부 웨이퍼에 대한 이동 속도를 조절하여 상기 두 개의 웨이퍼 표면들이 완전히 원자 접촉하도록 한다.

대표도 - 도5b



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

반도체 구조의 본딩 방법에 있어서,

정렬장비의 고정틀 내에서 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 마주보며 평행하게 그리고 제1거리 상에 위치하는 단계와;

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 단계와;

상기 정렬된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 상기 제1거리보다 가까운 제2거리로 이동시키는 단계와;

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 단일의 점 상에서 원자 접촉하도록 하여 상기 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 단일의 점으로 압력을 인가하여 본딩 인터페이스를 형성하는 단계와;

상기 가압 가스를 조절하여 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들의 일부에 방사상으로 상기 본딩 인터페이스를 형성하는 단계와;

상기 가압 가스의 압력을 감소하고 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들이 서로 완전히 접촉하도록 하는 단계와;

상기 고정틀 내에서 상기 제1 반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 클램핑하는 단계와;

상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 본딩하는 단계를 포함하고,

상기 고정틀은 제1고정틀 부재 및 제2고정틀 부재를 포함하여, 상기 제1고정틀 부재의 제1면은 상기 제1반도체 구조의 제2면과 접촉해 있으며, 상기 제2고정틀 부재의 제1면은 상기 제2반도체 구조의 제2면과 접촉해 있고, 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들은 각각 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면과 대향하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 정렬장비는 서로 반대로 정렬되어 있는 제1척과 제2척을 포함하며, 상기 제1고정틀 부재의 제2면은 상기 제1척과 접촉해 있으며, 상기 제2고정틀 부재의 제2면은 상기 제2척과 접촉해 있고, 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제2면들은 각각 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제1면들과 대향하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들과 상기 제2면들은 상기 제2척을 상기 제1척을 향하여 이동시킴으로써 서로 완전히 접촉하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2거리는 100 내지 150mm의 범위 내에 속하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 본딩 방법은 열, 압력, 전류 또는 전자방사선 중 적어도 하나를 인가하는 방법을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들은 진공을 통하여 각각 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제1면들과 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 포함하는 상기 고정틀을 상기 본딩을 수행하기 전에 상기 정렬장비에서 제거하는 단계와;

상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조를 본딩장비에 위치시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 정렬장비는 상기 본딩장비와 일체를 이루는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 인가된 압력을 외력피드백센서를 통하여 측정하고 제어하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 가압 가스를 제어하는 단계는 상기 가압 가스의 유속, 압력 및 온도 중 적어도 하나를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 12**

반도체 구조의 본딩장치에 있어서,

정렬장비의 고정 틀 내에서 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 마주보며 평행하게 그리고 제1거리 상에 위치시키는 장비와;

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬시키는 장비와;

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 정렬된 상기 제1면들을 상기 제1거리보다 가까운 제2거리로 이동시키는 장비와;

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 단일의 점 상에서 원자 접촉하도록 하여 상기 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 단일의 점으로 압력을 인가하여 본딩 인터페이스를 형성하는 장비와;

상기 가압 가스를 조절하여 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들의 일부에 방사상으로

상기 본딩 인터페이스를 형성하는 장비와;

상기 가압 가스의 압력을 감소하고 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들이 서로 완전히 접촉하도록 하는 장비와;

상기 고정틀 내에서 상기 제1 반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 클램핑하는 장비와;

상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 본딩하는 장비를 포함하고,

상기 고정틀은 제1고정틀 부재 및 제2고정틀 부재를 포함하여, 상기 제1고정틀부재의 제1면은 상기 제1반도체 구조의 제2면과 접촉해 있으며, 상기 제2고정틀 부재의 제1면은 상기 제2반도체 구조의 제2면과 접촉해 있고, 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들은 각각 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면과 대향하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 정렬장비는 서로 반대로 정렬되어 있는 제1척과 제2척을 포함하며, 상기 제1고정틀 부재의 제2면은 상기 제1척과 접촉해 있으며, 상기 제2고정틀 부재의 제2면은 상기 제2척과 접촉해 있고, 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제2면들은 각각 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제1면과 대향하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들과 상기 제2면들은 상기 제2척을 상기 제1척을 향하여 이동시킴으로써 서로 완전히 접촉하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 제2거리는 100 내지 150mm의 범위 내에 속하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 본딩장치는 열, 압력, 전류 또는 전자방사선 중 적어도 하나를 인가하는 방법을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들은 진공을 통하여 각각 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제1면들과 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 19**

제12항에 있어서,

상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 포함하는 상기 고정틀을 상기 본딩을 수행하기 전에 상기 정렬장비에서 제거하는 장비와;

상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조를 본딩장비에 위치시키는 장비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 20**

제19항에 있어서,  
 상기 정렬장비는 상기 본딩장비와 일체를 이루는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 21**

제12항에 있어서,  
 상기 인가된 압력을 외력피드백센서를 통하여 측정하고 제어하는 장비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 22**

제21항에 있어서,  
 상기 가압 가스의 유속, 압력 및 온도 중 적어도 하나를 제어하는 장비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**청구항 23**

반도체 구조의 본딩 방법에 있어서,  
 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 마주보며 평행하게 그리고 제1거리 상에 위치하는 단계와;  
 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 단계와;  
 상기 제1반도체 구조의 제2면에서 종료하는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 제1반도체 구조의 제2면에 압력을 인가하여 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키며 상기 제2면은 상기 제1면과 반대인 단계와;  
 상기 제1반도체 구조의 상기 제2면에 인가된 힘을 측정하는 단계와;  
 상기 측정된 힘이 설정값에 도달할 때까지 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키는 단계와;  
 상기 제2반도체 구조의 이동 속도를 제어하여 상기 제1면들이 원자 접촉하여, 본딩 인터페이스가 형성되는 경우, 상기 본딩 인터페이스가 설정 속도로 상기 제1면들에 방사 형태로 형성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 24**

반도체 구조의 본딩 방법에 있어서,  
 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 마주보며 평행하게 그리고 제1거리 상에 위치하는 단계와;  
 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 단계와;  
 상기 제1반도체 구조의 제2면의 단일의 점에서 종료하는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 제1반도체 구조의 제2면에 압력을 인가하여 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키며 상기 제2면은 상기 제1면과 반대인 단계와;  
 상기 정렬된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조의 상기 제1면들이 원자 접촉하도록 하여 상기 인가된 힘이 설정값에 도달할 때까지 상기 가압 가스의 압력을 증가시키고/시키거나 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면으로 이동시켜 본딩 인터페이스를 형성하는 단계와;  
 상기 가압 가스의 압력을 조절하고/하거나 상기 제2반도체 구조의 이동속도를 조절하여 설정된 방사속도로 상기 본딩 인터페이스를 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들에 방사 형태로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법.

**청구항 25**

반도체 구조의 본딩장치에 있어서,  
 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 마주보며 평행하게 그리고 제1거리 상에 위치하는 장비와;  
 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 장비와;  
 상기 제1반도체 구조의 제2면의 단일의 점에서 종료하는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 제1반도체 구조의 제2면에 압력을 인가하여 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키며 상기 제2면은 상기 제1면과 반대인 장비와;  
 상기 정렬된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조의 상기 제1면들이 원자 접촉하도록 하여 상기 인가된 힘이 설정 값에 도달할 때까지 상기 가압 가스의 압력을 증가시키고/시키거나 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시켜 본딩 인터페이스를 형성하는 장비와;  
 상기 가압 가스의 압력을 조절하고/하거나 상기 제2반도체 구조의 이동 속도를 조절하여 설정된 방사 속도로 상기 본딩 인터페이스를 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들에 방사형태로 형성하는 장비를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 개선된 반도체 웨이퍼 본딩 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 특히 웨이퍼 메이팅이 개선된 산업용 반도체 웨이퍼 본딩에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 본 출원은 2008년 11월 16일 출원되고 명칭이 웨이퍼 메이팅이 개선된 웨이퍼 본딩 방법 및 그 장치인 미국 가출원 일련번호 61/115,101의 우선권을 주장하며 해당 출원의 내용은 본 명세서 상에 참조로 명시적으로 포함되어 있다.

[0003] 웨이퍼 본딩(wafer-to-wafer (W2W) bonding)은 반도체 기기를 형성하기 위한 다양한 반도체 공정 애플리케이션에 사용된다. 웨이퍼본딩이 적용되는 반도체 공정 애플리케이션의 예로는 기관 설계(engineering)와 집적 회로의 제작, 미세전자기계시스템(Micro-electro-mechanical-systems)의 포장과 캡슐화 및 여러 장의 순수 마이크로일렉트로닉스의 적층(3D-integration)을 들 수 있다. 웨이퍼 본딩은 두 장 이상의 웨이퍼 표면을 정렬하여 접촉시킨 후 강력한 본딩 인터페이스를 구축하는 것을 말한다. 전체 처리수율 및 이와 같이 제조된 반도체 기기의 제조원가 및 이러한 기기를 결합한 전자제품의 최종가격은 웨이퍼 본드의 품질 수준에 따라 크게 달라진다. 웨이퍼 본드의 품질은 본딩 강도의 균일성과 통합성 및 웨이퍼 본딩 인터페이스 전체에 걸쳐 웨이퍼의 정렬을 유지하는 것에 따라 달라진다.

[0004] 웨이퍼 본딩 방법은 직접/퓨전/산화 웨이퍼 본딩, 열압착 본딩, 접착식 본딩 및 금속 확산 본딩 방법을 포함하여 다수의 방법이 존재한다. 직접 웨이퍼 본딩은 두 개의 웨이퍼 표면을 접촉시켜 중간 접착제 또는 외력이 없이 본딩하는 공정을 말한다. 최초의 본딩 강도는 약한 것이 일반적이므로, 후속적으로 어닐링(annealing) 공정을 수행하여 본딩 강도를 강화한다. 직접 웨이퍼 본딩 공정은 표면 활성화, 실온 본딩 공정 및 어닐링 공정을 포함하여 3단계 공정으로 이루어질 수 있다. 선결합공정으로도 알려진 실온 본딩은 수소 또는 물 결합인 반 데르발스의 힘(Van-der-Waals forces)으로도 알려진 원자간 힘과 분자간 힘을 기초로 한 것으로, 이러한 힘은 상대적으로 약한 편이다. 그러나 두 개의 요철이 없고 평평한 표면은 단일의 점에서만 결합되는 경우에 자연스러운 본딩이 이루어지는 경우가 많다. 일반적으로 표면간의 본딩은 중심부 또는 측면에서 이루어진다. 일단 본딩이 개시되는 경우, 본딩인터페이스 전체로 본딩 영역이 증가하게 된다.

[0005] 위에서 설명된 바와 같이, 상기 본드 품질의 중요한 요소는 상기 웨이퍼 표면의 초기 정렬 상태를 보호하는 것이다. 상기 웨이퍼의 정렬도가 1미크론 미만의 정확도로 수행되는 여러 웨이퍼 정렬 방법이 제시되었다.

그러나, 본딩 공정의 후속 단계가 상기 초기 정렬의 정확도를 해쳐 최종 완성품에서는 상기 정렬 상태가 마이크론 단위의 정확도로 떨어질 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명의 목적은 전체 본딩 공정에서 웨이퍼의 초기 정렬의 정확성을 유지할 수 있도록 개선된 반도체 웨이퍼 본딩 공정을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 구조의 본딩 방법은 정렬장비의 고정틀 내에서 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 정반대로 그리고 제1거리 상에 위치하는 단계와; 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1마이크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 단계와; 상기 정렬된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 상기 제1거리보다 가까운 제2거리로 이동시키는 단계와; 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 단일의 점 상에서 원자 접촉하도록 하여 상기 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 단일의 점으로 압력을 인가하여 본딩 인터페이스를 형성하는 단계와; 상기 가압가스를 조절하여 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들의 일부에 방사상으로 상기 본딩 인터페이스를 형성하는 단계와; 상기 가압가스의 압력을 감소하고 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들이 서로 완전히 접촉하도록 하는 단계와; 상기 고정틀 내에서 상기 제1 반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 클램핑하는 단계와; 상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 본딩하는 단계를 포함한다.

[0008] 상기 고정틀은 제1고정틀 부재 및 제2고정틀 부재를 포함하여, 상기 제1고정틀 부재의 제1면은 상기 제1반도체 구조의 제2면과 접촉해 있으며, 상기 제2고정틀부재의 제1면은 상기 제2반도체 구조의 제2면과 접촉해 있고, 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들은 각각 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면과 대향한다. 상기 정렬장비는 서로 반대로 정렬되어 있는 제1척과 제2척을 포함하며, 상기 제1고정틀 부재의 제2면은 상기 제1척과 접촉해 있으며, 상기 제2고정틀 부재의 제2면은 상기 제2척과 접촉해 있고, 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제2면들은 각각 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제1면들과 대향한다. 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들과 상기 제2면들은 상기 제2척을 상기 제1척을 향하여 이동시킴으로써 서로 완전히 접촉한다. 상기 제2거리는 100 내지 150mm의 범위 내에 속한다. 상기 본딩 방법은 열, 압력, 전류 또는 전자방사선 중 적어도 하나를 인가하는 방법을 포함한다. 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제2면들은 진공을 통하여 각각 상기 제1고정틀 부재 및 상기 제2고정틀 부재의 상기 제1면들과 접촉을 유지한다. 상기 반도체 본딩 방법은 상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 포함하는 상기 고정틀을 상기 본딩을 수행하기 전에 상기 정렬장비에서 제거하는 단계와; 상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조를 본딩장비에 위치시키는 단계를 더 포함한다. 상기 정렬장비는 상기 본딩장비와 일체를 이룬다. 상기 본딩 방법은 상기 인가된 압력을 외력피드백센서를 통하여 측정하고 제어하는 단계를 더 포함한다. 상기 가압 가스를 제어하는 단계는 상기 가압가스의 유속, 압력 및 온도 중 적어도 하나를 제어하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 구조의 본딩장치는 고정 틀 내에서 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 정반대로 그리고 제1거리 상에 위치시키는 장비와; 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1마이크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬시키는 장비와; 상기 정렬된 제1반도체 장비 및 상기 제2반도체장비의 상기 제1면들을 상기 제1거리보다 가까운 제2거리로 이동시키는 장비와; 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 단일의 점 상에서 원자 접촉하도록 하여 상기 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 단일의 점으로 압력을 인가하여 본딩 인터페이스를 형성하는 장비와; 상기 가압 가스를 조절하여 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들의 일부에 방사상으로 상기 본딩 인터페이스를 형성하는 장비와; 상기 가압 가스의 압력을 감소하고 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들이 서로 완전히 접촉하도록 하는 장비와; 상기 고정틀 내에서 상기 제1 반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 클램핑하는 장비와; 상기 클램핑된 제1반도체

체 구조 및 상기 제2반도체 구조를 본딩하는 장비를 포함한다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 구조의 본딩 방법은 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 정반대로 그리고 제1거리 상에 위치하는 단계와; 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 단계와; 상기 제2면에서 종료하는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 제1반도체 구조의 제2면에 압력을 인가하여 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키며 상기 제2면은 상기 제1면과 반대인 단계와; 상기 제1반도체 구조의 상기 제2면에 인가된 힘을 측정하는 단계와; 상기 측정된 힘이 설정값에 도달할 때까지 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키는 단계와; 상기 제2반도체 구조의 이동 속도를 제어하여 상기 제1면들이 원자 접촉하여, 본딩 인터페이스가 형성되는 경우, 상기 본딩 인터페이스가 설정 속도로 상기 제1면들에 방사 형태로 형성되는 단계와; 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조의 제1면들이 서로 완전히 접촉하도록 하고 고정틀 내에서 상기 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조를 클램핑하여 상기 클램핑된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조를 본딩하는 단계를 포함한다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 구조의 본딩 방법은 제1반도체 구조의 제1면을 제2반도체 구조의 제1면과 정반대로 그리고 제1거리 상에 위치하는 단계와; 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들을 1미크론 미만의 정렬 정확도로 서로 평행이 되도록 정렬하는 단계와; 상기 제2면의 단일의 점에서 종료하는 포트를 통하여 공급되는 가압 가스에 의하여 상기 제1반도체 구조의 제2면에 압력을 인가하여 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 향하여 이동시키며 상기 제2면은 상기 제1면과 반대인 단계와; 상기 정렬된 제1반도체 구조 및 제2반도체 구조의 상기 제1면들이 원자 접촉하도록 하여 상기 인가된 힘이 설정 값에 도달할 때까지 상기 가압 가스의 압력을 증가시키고/시키거나 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면을 상기 제1반도체 구조의 상기 제1면으로 이동시켜 본딩 인터페이스를 형성하는 단계와; 상기 가압 가스의 압력을 조절하고/하거나 상기 제2반도체 구조의 이동 속도를 조절하여 설정된 방사속도로 상기 본딩 인터페이스를 상기 제1반도체 구조 및 상기 제2반도체 구조의 상기 제1면들에 방사 형태로 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 구조의 본딩 방법이다.

[0012] 본 발명의 하나 이상의 실시예에 대한 자세한 내용은 첨부 도면과 아래 설명에 명시되어 있다. 기타 본 발명의 특징, 대상 및 장점은 바람직한 실시예, 도면 및 청구항의 설명으로부터 명백할 것이다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명은 다음과 같은 효과를 가진다. 1미크론 미만의 정렬 정확도가 상기 본딩된 웨이퍼들간의 최종 정렬에서 유지된다. 이는 상당한 요소에 의하여 종래의 웨이퍼 본딩 방법의 정렬 왜곡을 감소시킨다. 상기 본딩 영역의 방사선 웨이퍼 형성은 공기를 밀어내어 공기가 없는 웨이퍼 본딩이 이루어지도록 한다. 본 발명에 따른 웨이퍼 본딩 방법은 직접/퓨전/산화 본딩, 열압착 본딩, 플라즈마활성화 본딩, 확산본딩을 포함하여 거의 모든 종류의 본딩에 사용 가능하다. 본 발명에 따른 웨이퍼 본딩 방법은 공정 제어 및 압력, 유속, 온도 및 가압 가스 및/또는 웨이퍼간 거리의 화학작용의 제어를 통한 반복성을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도면을 참조하여 동일한 참조번호는 여러 도면에서 동일한 구성요소를 나타낸다.

도 1A는 본딩이 개시되기 전 두 개의 웨이퍼의 본딩을 위한 설정단계를 간략히 도시한 도면이다

도 1B는 상부 웨이퍼가 하부 웨이퍼 상에 떠 있는 단계에서 도 1A의 두 개의 웨이퍼의 본딩 설정단계를 간략히 도시한 도면이다.

도 1C는 웨이퍼 측면에서 본딩이 개시되는 과정에서 도 1B의 두 개의 웨이퍼의 본딩 설정단계를 간략히 도시한 도면이다.

도 1D는 웨이퍼의 중심부에서 본딩이 개시되는 단계에서 도 1B의 두 개의 웨이퍼의 본딩 설정단계를 간략히 도시한 도면이다.

도 2는 웨이퍼 본딩 시스템의 제1 실시예를 도시한 도면이다.

도 3A는 웨이퍼 본딩 방법의 제1 실시예를 설명하기 위한 제어흐름도이다.

- 도 3B는 웨이퍼 본딩 방법의 제2 실시예를 설명하기 위한 제어흐름도이다.
- 도 4A는 본딩이 개시되기 전에 도 2의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬 및 고정틀을 도시한 도면이다.
- 도 4B는 웨이퍼 정렬 후 도 2의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬 및 고정틀을 도시한 도면이다.
- 도4C는 본딩 개시 단계에서 도 2의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬 및 고정틀을 도시한 도면이다.
- 도4D는 본딩 완료 단계에서 도2의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬 및 고정틀을 도시한 도면이다.
- 도 4E는 고정틀이 웨이퍼 본딩 정렬틀에서 분리되는 것을 도시한 도면이다.
- 도 4F는 정렬된 웨이퍼 한 쌍과 함께 클램핑되어 분리된 고정틀을 도시한 도면이다.
- 도 5A는 도 3B의 웨이퍼 본딩 방법의 155단계를 도시한 도면이다.
- 도 5B는 도 3B의 웨이퍼 본딩 방법의 157단계 및 159단계를 도시한 도면이다.
- 도 6은 웨이퍼 본딩 시스템의 제 2실시예를 도시한 도면이다.
- 도 7은 도 6의 웨이퍼 본딩 시스템에서 수행된 웨이퍼 본딩 방법을 설명하기 위한 제어흐름도이다.
- 도 8A는 본딩이 개시되기 전 도 7의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬틀을 도시한 도면이다.
- 도 8B는 웨이퍼 정렬 후 도 7의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬틀을 도시한 도면이다.
- 도 8C는 본딩 개시 단계에서 도 7의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬틀을 도시한 도면이다.
- 도 8D는 본딩 완료 단계에서 도 7의 실시예에 따른 웨이퍼 본딩 정렬틀을 도시한 도면이다.
- 도 8E는 도 7의 실시예에 따른 본딩된 웨이퍼의 분리를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015]

도 1A를 참조하면, 통상적인 직접 웨이퍼 본딩 공정(80)에서, 웨이퍼들(102, 104)은 수평으로 위치하여 평행한 상태로 정렬된다. 하부 웨이퍼(104)는 편평한 하부 캐리어(척)(86)를 대향하여 마련된다. 상부 웨이퍼(102)는 기계 스페이서들(88a, 88b) 상부에 대향하여 마련되어 있다. 상기 웨이퍼들 간의 근접 간격(85)은 상기 스페이서의 두께 및 위치에 의하여 결정된다. 다음으로, 도 1B에 도시된 바와 같이 상기 스페이서들(88a, 88b)이 제거되고 상기 상부 웨이퍼(102)가 두 개의 편평한 표면간의 공기 쿠션(85)으로 인하여 상기 하부 웨이퍼(104)의 상부에 떠있다. 다음으로, 힘 F가 상기 웨이퍼들(102, 104)을 서로 근접한 위치에 두거나 원자 접촉을 하도록 하고 반데리발스 힘에 기초하여 본딩을 개시하기 위하여 단일의 점(83)(통상적으로 도 1C에 도시된 웨이퍼의 측면 또는 도 1D에 도시된 중심부) 상에 인가된다. 선형적 또는 원형의 본딩영역이 공기를 본딩 인터페이스에서 제거하면서 표면간에 원자 접촉을 할 수 있도록 생성된다.

[0016]

도 2를 참조하면, 개선된 웨이퍼 본딩 장비시스템(100)은 웨이퍼 정렬장비(82) 및 웨이퍼 본딩장비(84)를 포함한다. 상기 웨이퍼 정렬장비(82)는 웨이퍼 표면간에 제어된 원자 접촉 및 상기 웨이퍼 정렬장비(82)로부터 상기 접촉된 정렬 웨이퍼들을 포함한 고정틀을 제거하는 개선된 웨이퍼 고정틀(145)을 포함한다. 상기 웨이퍼들(102, 104)은 상기 웨이퍼 정렬장비(82)에 진입하여 격차거리(106)상에서 1미크론 미만의 정확도로 정렬된다. 도 4A를 참조하면, 상기 하부 웨이퍼(104)는 상부면(104a)이 위로 향한 채 하부 틀링판(108b)상에 위치하여 외측진공홀들(114a, 114b)을 통하여 진공을 유인하여 상기 하부 틀링판(108b)의 상부면에 위치하도록 한다. 상기 하부 틀링판(108b)은 정렬장비 하부척(120b) 상부에 위치하여 그 바닥면이 상기 하부척(120b)의 상부면과 접촉하도록 한다. 상부틀링판(108a)은 상기 웨이퍼(102)를 받치고 있어 그 바닥면(102a)이 아래로 향한다. 상기 상부웨이퍼(102)는 상기 외측진공홀들(115a, 115b)을 통하여 진공이 유인되어 상부진공판(108a)에 의하여 위치를 유지한다. 상기 웨이퍼(102)가 부착된 상기 상부틀링판(108a)은 두 개의 주변포트(112a, 112b)를 통하여 진공이 유인되어 상부 정렬장비척(120a)에 의하여 유지된다. 상기 주변포트(112a, 112b)는 상부척(120a)의 두께를 통하여 신장되어 상기 상부 틀링판(108a)를 지지하기 위한 진공을 유도하기 위하여 사용된다. 상기 주변포트(112a, 112b)는 상기 상부틀링판(108a)을 제어된 방법으로 상기 상부척(120a)에서 분리하기 위하여 상기 상부틀링판(108a)의 후면으로 가압가스가 흐르도록 하는데 사용된다(이하 상세히 설명됨). 또한 중심포트(110)는 상기 상부척의 두께 및 상기 상부틀링판(108a)의 두께에 의하여 신장되어 상기 웨이퍼(102a)의 후면으로 가압가스가 흐르도록 하는데 사용된다.

[0017]

먼저, 상기 웨이퍼들(102, 104)이 정렬되어 표면(102a, 104a)이 간격거리(106)상에서 평행이 되도록 한다. 도 4B를 참조하면, 상기 간격(106)은 상기 하부 척을 방향(116)으로 상향 이동시켜 100 내지 150미크론의 거리로 폐쇄된다. 이때, 상기 웨이퍼들(102, 104)은 상기 각 측면진공홀(115a, 115b, 114a, 114b)을 통하여 진공을 유도하여 상기 상부 및 하부 틀링판(108a, 108b)과 각각 접촉을 유지한다. 도 4C에 도시된 바와 같이, 가압가스(125)는 상기 중심 포트(110)를 통하여 유입된다. 상기 가압가스(125)의 유속, 온도 및 압력은 제어된다. 일례로, 상기 가압가스(125)는 질소이고 압력은 50mbar 간격으로 증가된다. 상기 가압가스(125)의 압력이 증가됨에 따라 상기 웨이퍼(102)의 후면(102b)은 하부로 밀려나 도 4C에 도시된 바와 같이 상기 상부 웨이퍼(102)가 하부 이동한다. 200mbar의 압력에서, 원자간의 접촉은 상기 중심 포트(110) 말단 아래의 점(126)에서 상기 표면(102a, 104a)간에 개시된다. 상기 점(126)에서 인가된 힘은 외력피드백센서 (도시되지 않음)에 의하여 결정된다. 일례로, 외력피드백센서는 스트레인게이지(strain gauge)이다. 방향(127a, 127b)을 따라 가압가스 영역이 방사상으로 형성되어 두 개의 웨이퍼들의 표면(102a, 104b)이 서로 원자 접촉하도록 한다. 상기 표면들(102a, 104b)간의 접촉부분은 인가된 가스 압력과 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 거리에 따라 달라진다. 이와 유사하게, 본딩영역의 생성속도는 상기 적용된 가압가스(125) 및 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 상기 거리(106)에 따라 달라진다. 이에 따라 본딩영역의 생성률과 본딩영역의 크기는 인가된 가스(125)의 압력을 조절하고 상기 하부 척(120b)을 상기 방향(116)으로 상향 이동시켜 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 상기 거리(106)를 조절하여 제어된다. 상기 점(126)에서 상기 표면들(102a, 104b)간에 완전히 원자 접촉이 이뤄지는 경우, 가압 가스(125)는 감소되고 상기 하부척(120b)은 상기 방향(116)으로 상향이동되어 도 4D에 도시된 바와 같이 상기 웨이퍼(102)의 후면(102b)과 상기 상부 틀링판(108a)간의 간격을 차단한다. 다음으로, 상기 주변 포트(112a, 112b)를 통하여 유입된 진공이 막혀서 도 4E에 도시된 바와 같이 가압 가스(130)가 평면(128)을 따라 제어된 방법으로 상기 상부척(120a)의 후면으로 상기 포트들(112a, 112b)을 통하여 흐른다. 일례로, 상기 가압 가스(130)는 20mbar의 압력에서 압축된 건조한 공기이다. 다음 단계에서, 상기 상부 및 하부 틀링판(108a, 108b)은 상기 본딩된 웨이퍼들(102, 104)과 함께 도 4F에 도시된 바와 같이 클램프(140)에 의하여 그 측면이 클램핑되며, 상기 하부 척(120b)은 방향 (117)으로 하향 이동된다. 상기 본딩된 웨이퍼(102, 104)들을 포함한 클램핑된 상기 고정물(145)은 도 2에 도시된 바와 같이 사후 공정을 위하여 상기 본딩장비(84)로 이동된다. 상기 본딩장비(84)상의 사후 공정은 고온 상의 어닐링(annealing), 특히, 압력, 전기장 또는 다른 전자방사선의 인가를 포함한다.

[0018]

도 3A를 참조하면, 상기 개선된 웨이퍼 본딩 방법(150)은 다음 단계들을 포함한다. 먼저, 웨이퍼 한 쌍이 고정틀(145)에 마련되어, 상기 웨이퍼 한 쌍이 위치한 상기 고정틀(145)이 위에서 설명한 바와 같이 그리고 도 4A에 도시된 바와 같이 정렬기의 상기 상부 및 하부 척 사이에 위치하게 된다(152). 다음으로, 상기 웨이퍼 한 쌍은 1미크론 미만의 정렬 정확도로 정렬되어(154), 정렬된 웨이퍼들간의 격차는 위에서 설명하고 도4B에 도시된 바와 같이 약 100 내지 150 미크론으로 폐쇄된다(156). 다음으로, 상기 웨이퍼 표면은 위에서 설명하고 도 5A에 도시된 바와 같이 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 가압 가스 흐름에 의하여 단일의 점에서 두 개의 웨이퍼 중 하나의 후면으로 가스 압력을 적용하여 단일의 점(126)에서 원자 접촉을 하게 된다(158). 단일의 점에서 인가된 힘은 외력피드백센서를 통하여 결정된다. 다음으로, 인가된 가스 압력은 웨이퍼의 후면을 따라 방사상으로 분포되며 본딩영역은 본딩 인터페이스의 일부에 형성된다. 상기 가압 가스의 압력이 감소되어 두 개의 상기 웨이퍼 표면은 위에서 설명하고 도 5B에 도시된 바와 같이 상기 하부 척을 상향 이동시켜 완전한 원자 접촉을 이룬다(160). 위 과정이 종료되는 경우, 위에서 설명하고 도6A에 도시된 바와 같이, 상기 고정틀은 상기 상부 척으로부터 분리되고, 상기 웨이퍼 한 쌍은 상기 고정틀 내에서 클램핑된다(162). 다음으로, 상기 고정틀은 상기 정렬부에서 제거되어 상기 본딩장비 상에 위치한다(164). 상기 본딩장비에서, 상기 본딩된 웨이퍼 한 쌍의 사후 공정은 특히, 열, 압력, 전류 또는 기타 전자방사선의 인가하는 것을 포함하여 발생한다(166).

[0019]

도 3B를 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 개선된 웨이퍼 본딩 방법(170)은 다음과 같은 과정을 포함한다. 먼저, 웨이퍼 한 쌍이 고정틀(145)내에 위치하고, 상기 웨이퍼 한 쌍이 위치한 상기 고정틀은 위에서 설명하고 도 4A에 도시된 바와 같이 정렬장비(152)의 상부 및 하부 척(120a, 120b) 사이에 위치한다. 다음으로, 위에서 설명하고 도 4B에 도시된 바와 같이, 상기 웨이퍼 한 쌍은 제1거리(106)상에서 1미크론 미만의 정렬 정확도로 정렬된다(154). 다음으로, 상기 상부 웨이퍼(102)는 도 5A에 도시된 바와 같이 패치 부위(171)에서 종료되는 포트(110)를 통하여 상기 가압 가스(125)의 흐름에 의하여 후면(102b)으로 가스 압력을 인가하여 하향 이동된다(155). 상기 가스 압력은 소정의 설정값으로 유지되어 상기 상부 웨이퍼 표면(102a)은 상기 하부 웨이퍼 표면(104a)과 접촉하지 않는다. 상기 상부 웨이퍼(102)에 인가된 힘은 외력피드백센서를 통하여 결정된다. 다음으로, 도 5B에 도시된 바와 같이, 상기 하부 척(120b)은, 상기 하부 웨이퍼 표면(104a)이 상기 패치 부위(171)에서 상기 상부 웨이퍼 표면(102a)과 접촉할 때까지 Z 방향(116)으로 상향 이동되고, 상기 패치 부위(171)에 인가된 힘은 원하는 값이다(157). 다음으로, 상기 하부 척(120b)은 상기 Z방향(116)으로 더욱 상향 이동되

고, 상기 하부 척(120b)의 수직 Z속도가 제어되어 소정의 값으로 설정됨에 따라 상기 본딩 인터페이스의 방사선 형성 속도는 원하는 설정값을 가진다(159). 상기 두 개의 웨이퍼 표면(102a, 104a)이 완전히 접촉하면, 위에서 설명하고 도 4F에 도시된 바와 같이, 상기 가스 압력이 감소되어(161) 상기 고정틀(145)은 상기 상부 척(120a)에서 분리되고, 상기 웨이퍼 한 쌍은 상기 고정틀(145) 내에서 클램핑된다(162). 다음으로, 상기 고정틀(145)은 상기 정렬장비에서 제거되어 상기 본딩장비(164)에 위치한다. 상기 본딩 장비(164)에서, 특히 열, 압력, 전류 또는 기타 전자방사선의 인가를 포함하여 상기 본딩된 웨이퍼 한 쌍의 사후 공정이 발생한다(166).

[0020] 일례로, 상기 방사선 본딩 인터페이스 형성속도를 10mm/sec로 제어하기 위하여 다음과 같은 변수 설정 방법이 사용된다. 먼저, 단계155에서 포트(110)를 통하여 인가된 상기 가스 압력(125)은 150mbar로 설정되며 상기 웨이퍼 표면들(102a, 104a)간의 상기 거리(106)는 약 1mm이다. 상기 웨이퍼들(102, 104)은 직경이 300mm이다. 상기 하부척(120b)은 직경이 50mm인 패치 부위(171)상의 힘이 306g으로 측정될 때까지 Z축(116)을 따라 상향 이동된다. 상기 하부 척(120b)의 수직 Z속도는 36.8 $\mu$ m/sec가 되도록 제어되어 직경이 300mm인 두 개의 웨이퍼들(102, 104)간에 접촉되지 않은 부위가 12.5초 내에 완전히 접촉한다. 이러한 변수설정으로 방사선 본딩 형성속도는 10mm/sec이 된다.

[0021] 도 6을 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 개선된 웨이퍼 본딩시스템(200)은 웨이퍼 정렬장비(92) 및 상기 웨이퍼 표면들간의 제어된 원자 접촉을 제공하는 개선된 웨이퍼틀(245)을 포함한다. 본 실시예에서, 필요한 경우 상기 웨이퍼 표면들간의 직접 본딩의 사후 공정은 상기 정렬장비(92) 내에서 수행된다. 웨이퍼들(102, 104)은 상기 정렬장비(92)로 유입되어 간격 거리(106)에서 1미크론 미만의 정확도로 정렬된다. 도 8A에 도시된 바와 같이, 상기 웨이퍼(104)는 그 상부면(104a)이 위를 향한 채 하부틀링판(108b)에 위치하고, 외측진공홈(114a, 114b)을 통하여 진공이 유입되어 상기 하부 틀링판(108b)의 상부면에 계속하여 위치한다. 상기 하부 틀링판(108b)은 상기 정렬장비 하부척(120b)의 상부에 위치하여 그 바닥면이 상기 하부척(120b)의 상부면과 접촉한다. 상부 틀링판(108a)은 상기 웨이퍼(102)를 수용하여 그 바닥면(102a)이 아래를 향한다. 상기 웨이퍼(102)는 상기 외측진공홈들(115a, 115b)을 통하여 진공이 유입되어 상기 상부 틀링판(108a)에 의하여 계속하여 그 위치를 유지한다. 상기 웨이퍼(102)가 수용된 상기 상부 틀링판(108a)은 상기 두 개의 주변 포트들(112a, 112b)을 통하여 진공이 유입되어 상부 정렬장비척(120a)에 의하여 수용된다. 상기 주변 포트들(112a, 112b)은 상기 상부 척의 두께를 통하여 신장되며, 상기 상부 틀링판(108a)을 수용할 수 있도록 진공을 유입하기 위하여 사용된다. 또는 상기 주변 포트들(112a, 112b)은 제어된 방식으로 상기 상부 틀링판(108a)을 상기 상부 척(120a)으로부터 분리하기 위하여 상기 상부 틀링 판(108a)의 후면으로 가압 가스가 흐르도록 하는데 사용된다. 나아가, 중심 포트(110)는 상기 상부 척(120a)의 두께 및 상기 상부 틀링판(108a)의 두께를 통하여 신장되며 아래에서 설명되는 바와 같이 상기 웨이퍼(102)의 후면으로 가압 가스가 흐르도록 하는데 사용된다.

[0022] 먼저, 상기 웨이퍼들(102, 104)이 정렬되어 상기 표면들(102a, 104a)이 간격거리(106)에서 서로 평행이 된다. 도 8B에 도시된 바와 같이, 상기 간격(106)은 상기 하부 척을 상기 방향(116)으로 이동시켜 약 100 내지 150 미크론의 거리로 폐쇄된다. 이때, 상기 웨이퍼들(102, 104)은 상기 측면 진공홈들(115a, 115b, 114a, 114b)을 통하여 진공을 유입하여 상기 상부 및 하부 틀링판(108a, 108b)과 접촉을 유지한다. 도 8C에 도시된 바와 같이, 가압 가스는(125) 상기 중심 포트(110)를 통하여 유입된다. 상기 가스(125)의 유속, 온도 및 압력은 제어된다. 일례로, 상기 가스(125)는 질소이며 압력은 50mbar 단위로 증가된다. 상기 가스(125)의 압력이 증가됨에 따라, 상기 웨이퍼(102)의 후면(102b)은 아래로 밀려난다. 약 200mbar의 압력 상에서, 상기 포트(110)의 말단 아래의 단일의 점(126)에서 상기 표면들(102a, 104a)간의 원자 접촉이 개시된다. 단일의 점에서 인가된 힘은 외력피드백센서를 통하여 결정된다. 방향(127a, 127b)을 따라 가스 압력 영역이 방사선으로 형성되고 이에 따라 상기 두 개의 웨이퍼들(102, 104)의 상기 표면들(102a, 104b)이 서로 완전한 원자 접촉을 하게 된다. 상기 표면들(102a, 104b)의 접촉 부위는 상기 인가된 가스 압력과 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 거리에 따라 달라진다. 이와 유사하게, 상기 본딩 영역의 형성속도는 상기 인가된 가스 압력 및 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 거리에 따라 달라진다. 이에 따라, 상기 본딩 영역의 형성 속도 및 상기 본딩 영역은 상기 인가된 가스(125)의 압력 및 상기 하부척(120b)을 방향(116)으로 상향 이동시켜 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 거리를 조정하여 제어된다. 상기 표면들(102a, 104b)간의 원하는 부위가 원자 접촉을 하게 되면, 상기 가스 압력이 감소되고, 상기 측면진공홈들(114a, 114b)을 통한 진공이 소멸되어 상기 틀링판과 함께 상기 하부 척(120b)이 방향(117)으로 하향 이동된다. 다음 단계에서, 상기 직접 본딩에 의한 상기 웨이퍼들(102, 104)은 상기 상부 및 하부 틀링판들(108a, 108b)로부터 분리되어 도 8E에 도시된 바와 같이 상기 정렬/본딩 시스템(92)에서 제거된다. 고온의 어닐링 단계도 별도의 배치 어닐링 오븐(84)에서 상기 본딩된 웨이퍼 한 쌍을 상기 정렬/본딩 시스템(92)으로부터 제거하기 전 또는 후에 수행될 수 있다.

[0023] 도 7을 참조하면, 상기 개선된 웨이퍼 본딩 방법(250)은 다음과 같은 단계를 포함한다. 먼저, 웨이퍼 한 쌍이 정렬틀 내에 위치하여, 상기 웨이퍼 한 쌍을 수용하는 상기 정렬틀은 위에서 설명하고 도 8A에 도시된 바와 같이 정렬장비의 상기 상부 및 하부 척 사이에 위치한다(252). 다음으로, 상기 웨이퍼 한 쌍은 1미크론 미만의 정확도로 정렬되어(254), 상기 정렬된 웨이퍼들간의 간격은 위에서 설명하고 도 8B에 도시된 바와 같이 약 100 내지 150 미크론으로 폐쇄된다(256). 다음으로, 위에서 설명하고 도 8C에 도시된 바와 같이, 상기 웨이퍼 표면들은 상기 단일의 점에서 종료되는 포트를 통하여 가압 가스 흐름에 의하여 단일의 점에 압력을 인가하여 단일의 점 상에서 원자 접촉을 한다(258). 또 다른 실시예에서, 상기 가압 가스는 상기 상부 웨이퍼(102)가 하향 이동하도록 하며 상기 하부 웨이퍼(104)는 상기 상부 웨이퍼(102)를 접촉할 때까지 상향 이동된다. 상기 웨이퍼간의 접촉과 인가된 힘은 외력피드백센서에 의하여 결정된다. 다음으로, 본딩 영역이 본딩 인터페이스의 일부에 형성되며 상기 두 개의 웨이퍼 표면들은 상기 가압 가스(125)의 압력을 증가시키고/시키거나 위에서 설명하고 도 8D에 도시된 바와 같이 상기 웨이퍼들(102, 104)간의 간격을 메우기 위하여 상기 하부 척(120b)을 상향 이동시켜 완전한 원자 접촉을 한다(260). 위 과정이 완료되는 경우, 상기 가압 가스의 흐름이 감소되고 상기 본딩된 웨이퍼들(102, 104)은 상기 상부 및 하부 정렬판 및 상기 상부 및 하부 척에서 분리되고(262), 상기 웨이퍼 한 쌍은 상기 정렬장비(264)에서 제거된다.

[0024] 본 발명은 다음과 같은 효과를 가진다. 1미크론 미만의 정렬 정확도가 상기 본딩된 웨이퍼들간의 최종 정렬에서 유지된다. 이는 상당한 요소에 의하여 종래의 웨이퍼 본딩 방법의 정렬 왜곡을 감소시킨다. 상기 본딩 영역의 방사선 웨이퍼 형성

[0025] 은 공기를 밀어내어 공기가 없는 웨이퍼 본딩이 이루어지도록 한다. 본 발명에 따른 웨이퍼 본딩 방법은 직접/퓨전/산화 본딩, 열압착 본딩, 플라즈마활성화 본딩, 확산본딩을 포함하여 거의 모든 종류의 본딩에 사용 가능하다. 본 발명에 따른 웨이퍼 본딩 방법은 공정 제어 및 압력, 유속, 온도 및 가압 가스 및/또는 웨이퍼간 거리의 화학작용의 제어를 통한 반복성을 제공한다.

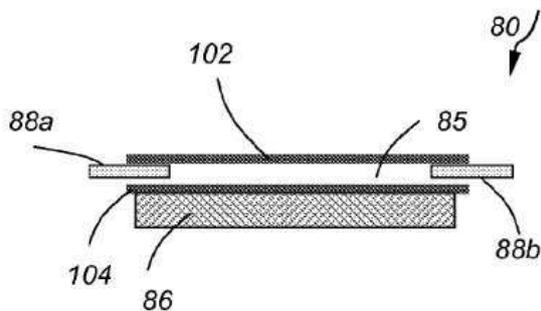
[0026] 비록 본 발명의 몇몇 실시예가 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

**부호의 설명**

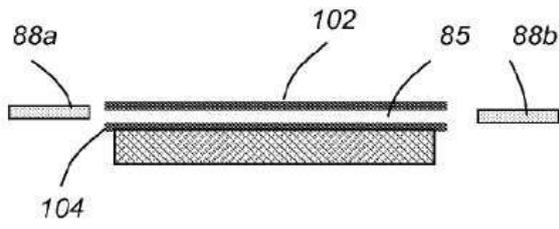
- [0027] 102 : 상부 웨이퍼                      104 : 하부 웨이퍼
- 108a : 상부 틀링판                      108b : 하부 틀링판
- 120a : 상부 척                            120b : 하부 척

**도면**

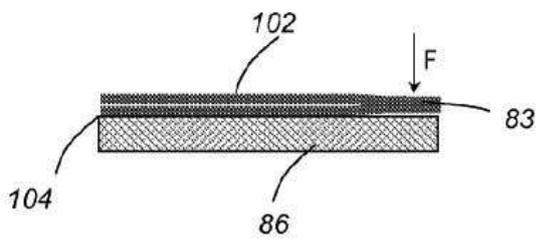
**도면1a**



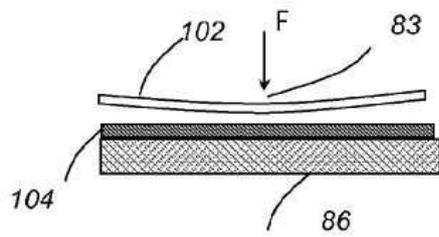
도면1b



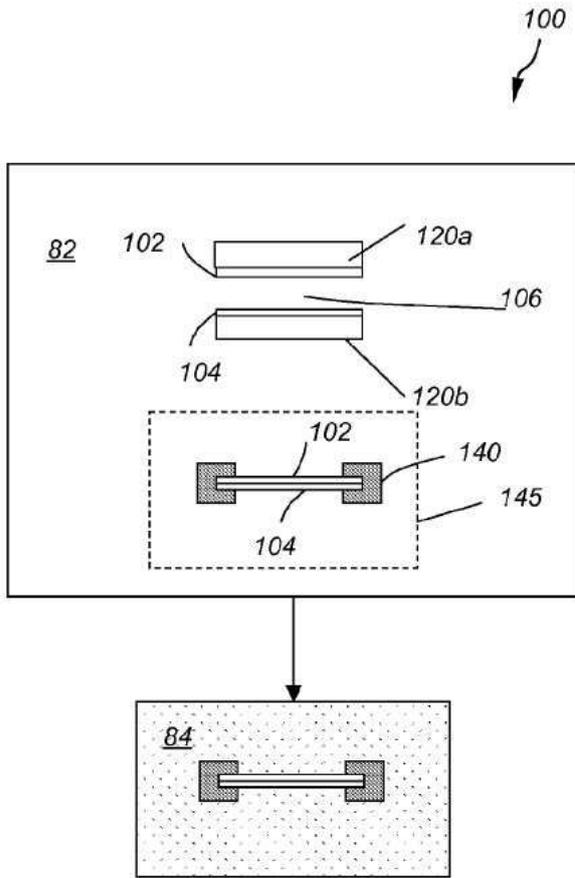
도면1c



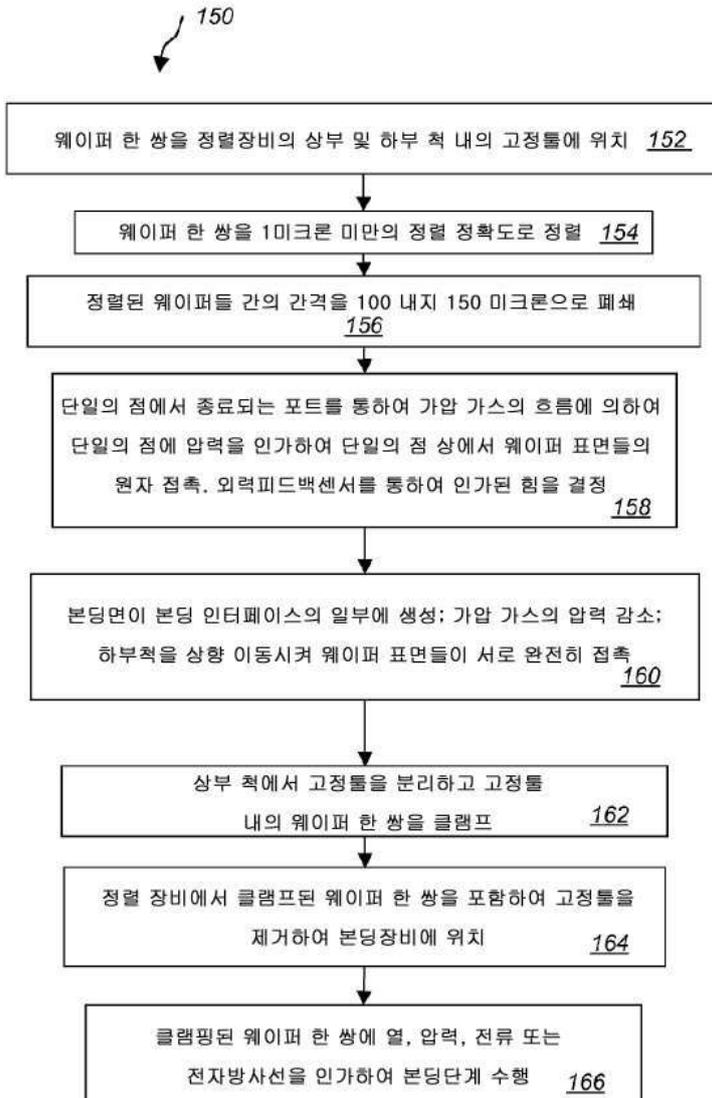
도면1d



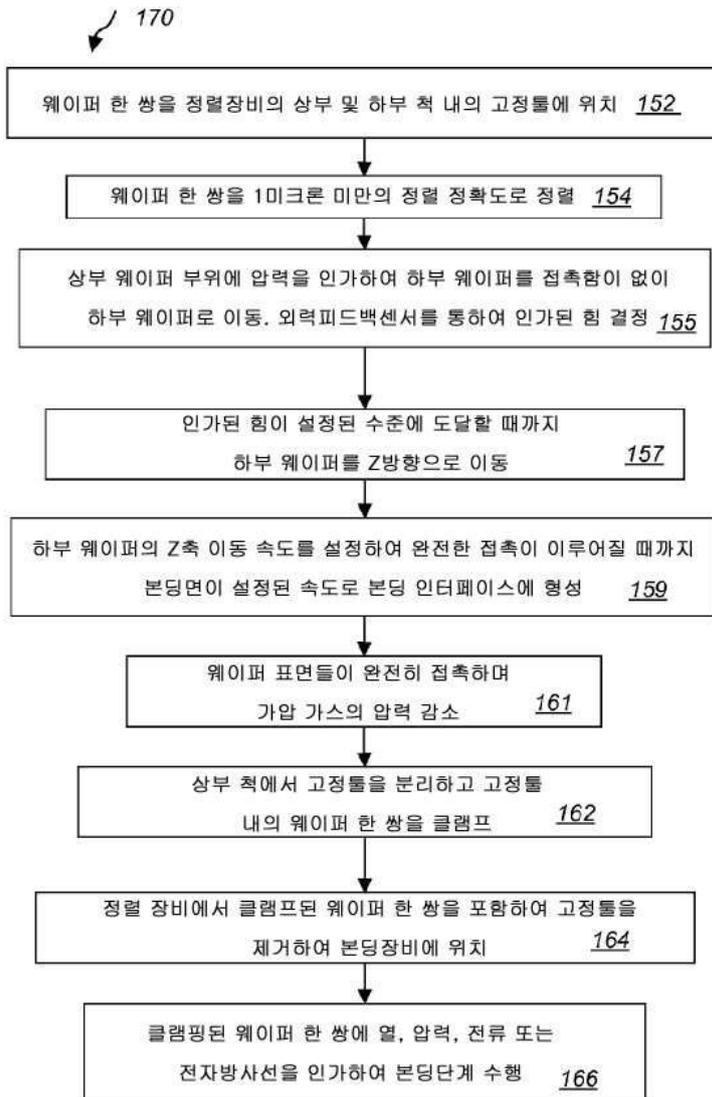
도면2



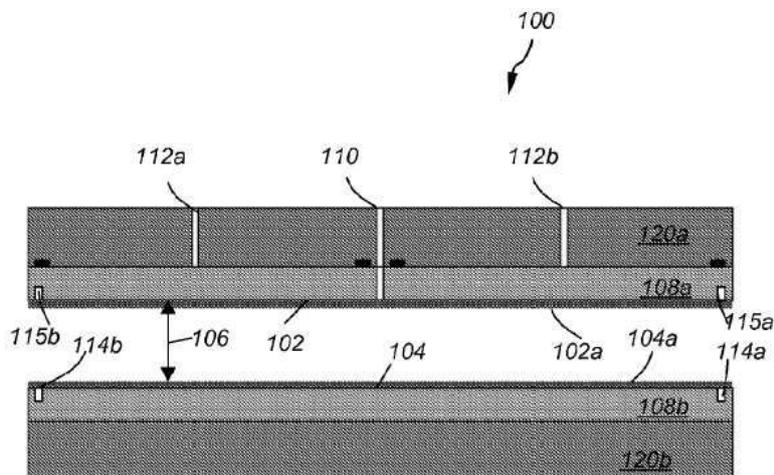
도면3a



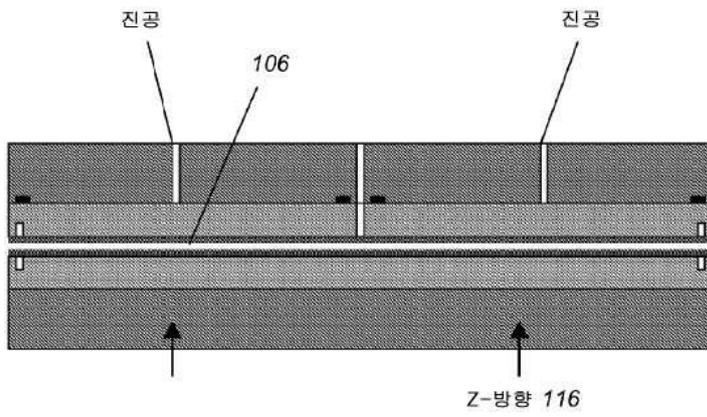
도면3b



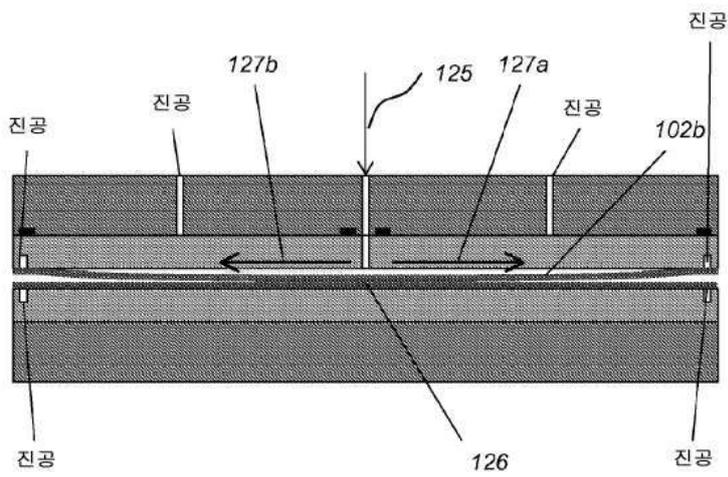
도면4a



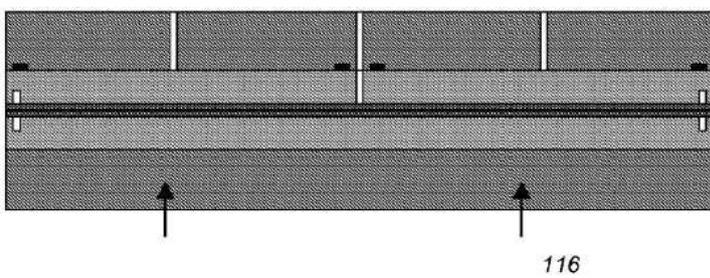
도면4b



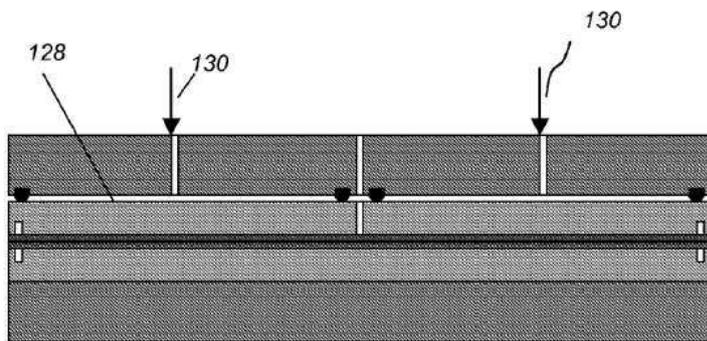
도면4c



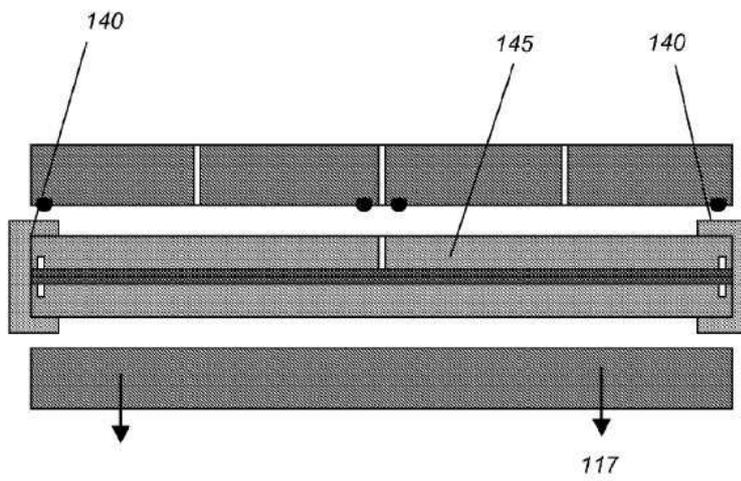
도면4d



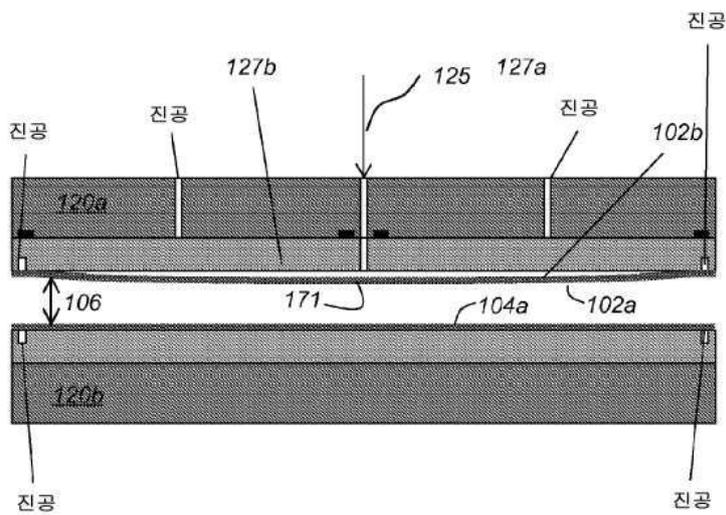
도면4e



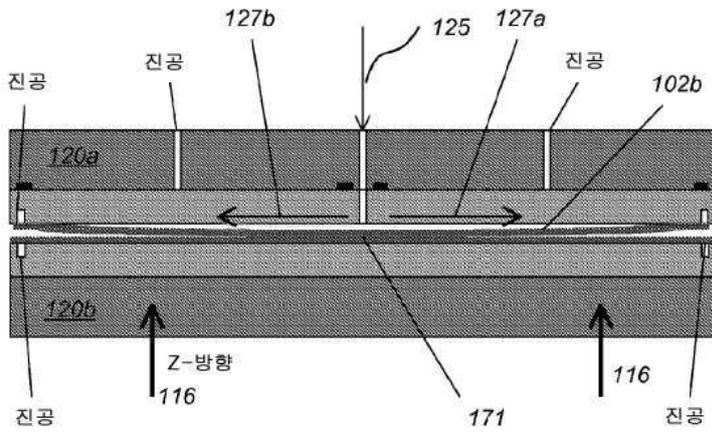
도면4f



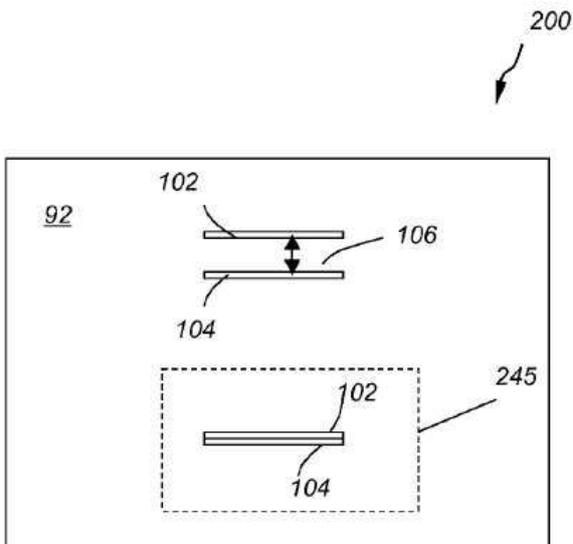
도면5a



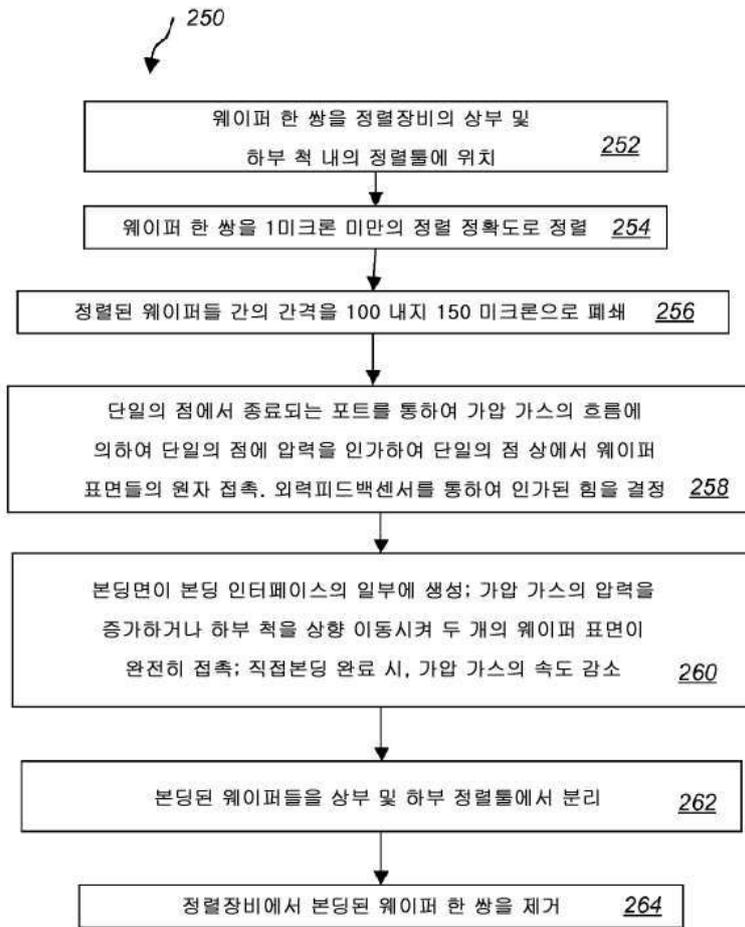
도면5b



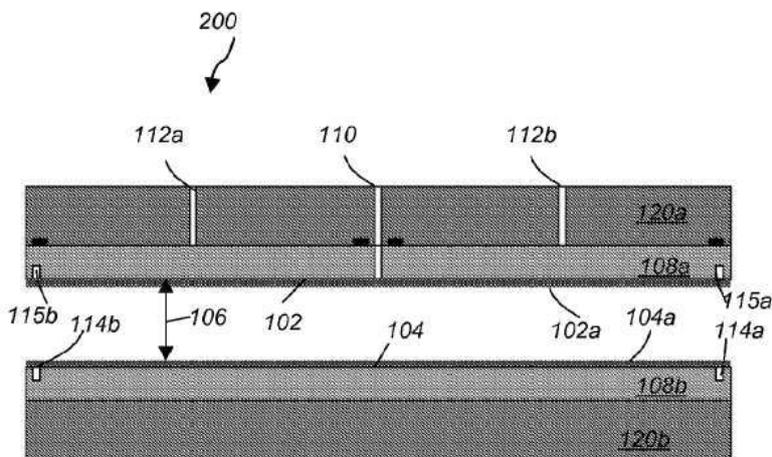
도면6



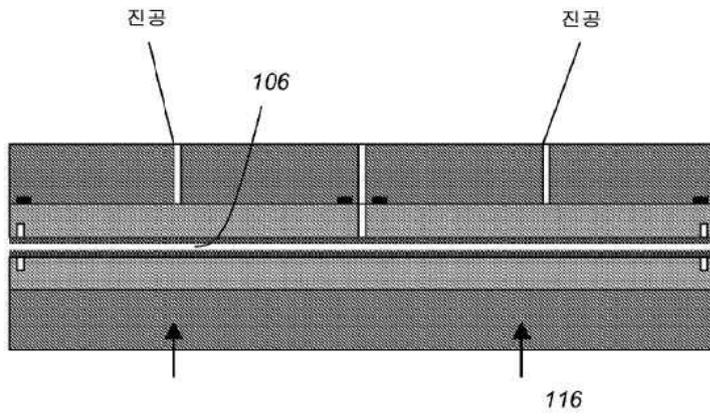
도면7



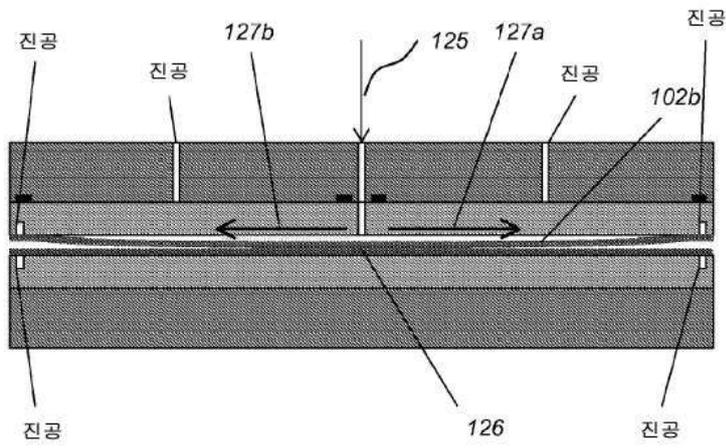
도면8a



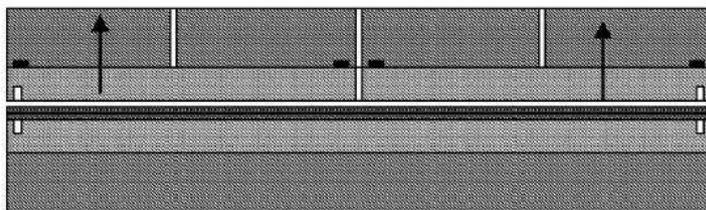
도면8b



도면8c



도면8d



도면8e

