



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월11일

(11) 등록번호 10-1573961

(24) 등록일자 2015년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05H 1/34 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)  
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7003433

(22) 출원일자(국제) 2009년08월06일

심사청구일자 2014년08월05일

(85) 번역문제출일자 2011년02월14일

(65) 공개번호 10-2011-0049800

(43) 공개일자 2011년05월12일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/004495

(87) 국제공개번호 WO 2010/019197

국제공개일자 2010년02월18일

(30) 우선권주장

12/222,778 2008년08월15일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO2008048543 A1

JP2006287162 A

(73) 특허권자

램 리씨치 코포레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650

(72) 발명자

딘드사 라진더

미국 95148 캘리포니아주 샌호세 롤링사이드 드라  
이브 3670

(74) 대리인

오세일

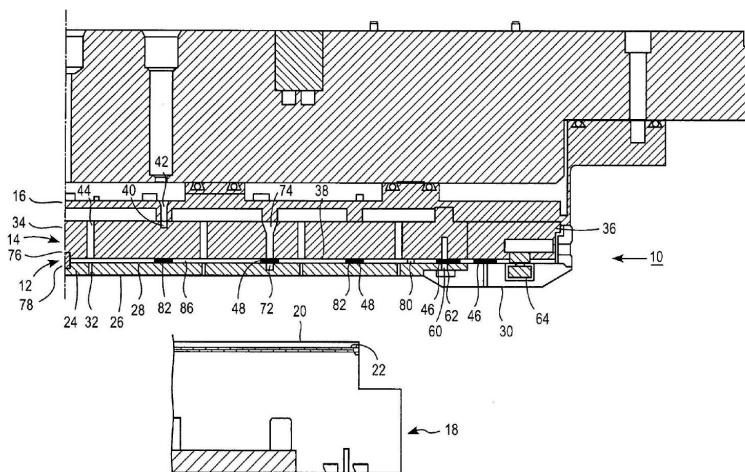
전체 청구항 수 : 총 26 항

심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 장치용 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리

**(57) 요 약**

플라즈마 처리 장치를 위한 샤퍼헤드 전극은 전극 플레이트와 백킹 플레이트의 대향하는 면들 사이에 인터페이스 젤을 포함한다. 인터페이스 젤은 열 팽창 계수의 불일치에 기인하여 온도 사이클링 동안 발생된 횡 변위 동안 열 전도성을 유지한다. 인터페이스 젤은, 예를 들면, 산화 알루미늄 미소구체들로 채워진 실리콘 (silicone) 계 복 합재를 포함한다. 인터페이스 젤은 불규칙한 형상의 피쳐들에 순응할 수 있고 짹을 이루는 면들 사이에 면 접촉 면적을 최대화할 수 있다. 인터페이스 젤은 소모성 상부 전극에 사전 도포될 수 있다.

**대 표 도**

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

플라즈마 처리 장치에서 플라즈마를 생성하기 위한 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리로서,

백킹 플레이트로서, 윗면과 밑면을 갖고, 상기 윗면과 상기 밑면 사이에 제1 가스 통로들이 구비되고, 상기 밑면은 브릿지된 영역들과 브릿지 되지 않은 영역들을 포함하고, 상기 제1 가스 통로들은 상기 플라즈마 처리 장치의 내부에 처리 가스를 공급하는 유출구들을 상기 브릿지되지 않은 영역들에서 갖는, 상기 백킹 플레이트;

전극 플레이트로서, 윗면, 플라즈마 노출 밑면, 및 제 2 가스 통로들을 갖고 상기 제 2 가스 통로들은 상기 전극 플레이트의 상기 윗면과 상기 플라즈마 노출 밑면 사이에서 연장되며 상기 제 1 가스 통로들과 유체적으로 연통되고, 상기 제 2 가스 통로들은 유입구들을 상기 전극 플레이트의 상기 윗면의 브릿지되지 않은 영역들에서 갖는, 상기 전극 플레이트; 및

인터페이스 젤로서 상기 브릿지된 영역들 각각에서 마주보는 면들 사이에 배치되고, 상기 전극 플레이트와 상기 백킹 플레이트 사이에 열 접촉을 이루고 상기 전극 플레이트와 상기 백킹 플레이트의 열 팽창 계수의 불일치로 인한 온도 사이클링 동안 상기 백킹 플레이트에 대한 상기 전극 플레이트의 횡 방향의 운동 동안 상기 열 접촉을 유지하는, 상기 인터페이스 젤을 포함하고,

상기 전극 플레이트는 상기 운동을 가능하게 하도록 상기 백킹 플레이트에 결합되는, 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 젤은 전기적으로 전도성인, 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전극 플레이트는 클램핑 부재에 의해 상기 백킹 플레이트에 결합되고 상기 클램핑 부재는 상기 전극 플레이트의 외부 가장자리에 맞물리고 상기 전극 플레이트를 상기 백킹 플레이트에 대해 탄성적으로 프레스하고, 상기 클램핑 부재와 상기 백킹 플레이트 사이에 열 및 전기 전도성인 가스켓이 개재되는, 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전극 플레이트는 상기 백킹 플레이트에 엘라스토머릭 접착 본드 (elastomeric adhesive bond)에 의해 결합되는, 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 백킹 플레이트는 내부 백킹 플레이트와 외부 백킹 링을 포함하고, 상기 외부 백킹 링은 상기 내부 백킹 플레이트를 둘러싸고, 상기 제 1 가스 통로들은 상기 내부 백킹 플레이트에 있으며 선택적으로 상기 외부 백킹 링에 있고,

상기 전극 플레이트는 상기 내부 백킹 플레이트에 결합되는 내부 샤큐헤드 전극과 상기 외부 백킹 링에 결합되는 외부 링 전극을 포함하고,

상기 제 2 가스 통로들은 상기 내부 샤큐헤드 전극에 있으며 선택적으로 상기 외부 링 전극에 있는, 복합 샤큐

헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

(a) 대향하는 상기 내부 백킹 플레이트와 샤퍼헤드 전극의 면들이 서로 평행하고, 및/또는 (b) 상기 전극 플레이트는 단결정 규소, 다결정 규소, 흑연 또는 탄화규소로 이루어지고; 그리고 상기 백킹 플레이트는 알루미늄, 흑연, 또는 탄화규소로 이루어지는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 브릿지된 영역에서 상기 전극 플레이트 및 백킹 플레이트 면들 사이에 배치된 적어도 하나의 열 및 전기 전도성 가스켓을 더 포함하는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 인터페이스 젤은 2개의 내측 브릿지된 영역들에서 대향하는 면들 사이에 제 1 및 제 2 연속적인 또는 세그먼트화된 링들을 포함하고 상기 적어도 하나의 열 및 전기 전도성 가스켓은 2개의 외측 브릿지된 영역들에서 상기 대향하는 면들 사이에 제 1 및 제 2 연속적인 또는 세그먼트화된 링들을 포함하는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 열 및 전기 전도성 가스켓은 서로 다른 물성들을 갖는 2개 이상의 적층된 층들을 포함하는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 인터페이스 젤 및 가스켓의 적어도 일부는, 상기 전극 플레이트와 백킹 플레이트 면들 사이의 열 전도도가  $0.5\text{W/mK}$  내지  $1\text{W/mK}$  이거나,  $1\text{W/mK}$  내지  $5\text{W/mK}$  이거나 또는  $5\text{W/mK}$ 를 넘는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 젤은 실리콘 계 복합재 (silicone based composite), 실록산 및 열 전도성 충전재, 또는 이들의 조합을 포함하는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 열 전도성 충전재는 질화붕소 (BN), 산화알루미늄 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 규소, 탄화규소, 및 이들의 조합 중 하나인, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 백킹 플레이트와 전극 플레이트의 대향하는 면들의 상기 브릿지된 영역들 사이의 캡 거리는  $\pm 25\mu\text{m}$  (0.001 인치) 미만으로 변하는, 복합 샤퍼헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

(a) 상기 인터페이스 젤은 시트 재료이고;

(b) 상기 브릿지된 영역들은,

1개 내지 12개 중 어느 하나의 개수로 선택된 연속적인 또는 세그먼트화된 환형 구역들을 포함하고; 또는

(c) 상기 브릿지된 영역들은,

상기 전극 플레이트 및 상기 백킹 플레이트의 대향하는 면들의 면적의 1-5%, 5-10%, 10-15%, 15-20%, 20-30%, 30-40%, 40-50%, 50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90% 또는 90-95% 중 어느 하나를 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리.

### 청구항 15

플라즈마 처리 장치용 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법으로서,

브릿징 영역들 내에서 소정의 패턴으로 전극 플레이트의 윗면에 인터페이스 젤을 도포하는 단계로서, 상기 인터페이스 젤은 상기 브릿징 영역들 각각에서 마주보는 면들 사이에 배치되고, 상기 전극 플레이트는 플라즈마 노출 밑면과 복수의 가스 통로들을 갖고 상기 복수의 가스 통로들은 상기 윗면과 상기 밑면 사이에 연장되고 브릿지되지 않은 영역들에서 유입구들을 갖는, 상기 전극 플레이트의 윗면에 상기 인터페이스 젤을 도포하는 단계;

백킹 플레이트의 밑면과 상기 전극 플레이트의 상기 윗면을 정렬시키는 단계로서, 상기 백킹 플레이트는 윗면과 복수의 가스 통로들을 갖고 상기 복수의 가스 통로들은 상기 백킹 플레이트의 상기 윗면과 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면 사이에 연장되고 유출구들을 브릿지되지 않은 영역들에서 갖는, 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면과 상기 전극 플레이트의 상기 윗면을 정렬시키는 단계;

클램프 또는 접착 본드를 이용하여 상기 전극 플레이트의 상기 윗면을 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면에 부착시키는 단계로서, 상기 인터페이스 젤은 상기 전극 플레이트의 상기 윗면과 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면 사이의 브릿징 영역들로 횡으로 퍼지고 상기 백킹 플레이트의 상기 가스 통로들은 상기 전극 플레이트의 상기 가스 통로들과 유체적으로 연통하는, 상기 밑면에 부착시키는 단계를 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법.

### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 전극 플레이트의 상기 윗면을 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면에 부착시키는 단계는,

스크류 및/또는 클램프 링을 이용하여, 상기 전극 플레이트의 외부 가장자리를 클램핑하고 상기 전극 플레이트를 상기 백킹 플레이트에 대해 탄성적으로 프레스하는 단계로서, 상기 클램프 링과 상기 백킹 플레이트 사이에는 열 및 전기 전도성 가스켓이 구비되고 상기 클램프 링과 상기 전극 플레이트 사이에는 유전체 링이 구비되는, 상기 전극 플레이트의 외부 가장자리를 클램핑하고 상기 전극 플레이트를 상기 백킹 플레이트에 대해 탄성적으로 프레스하는 단계; 및/또는

상기 전극 플레이트를 상기 백킹 플레이트에 엘라스토머릭 접착 본드를 사용하여 접착 본딩하는 단계를 더 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법.

### 청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 전극 플레이트의 상기 윗면에 상기 인터페이스 젤을 도포하는 단계는,

상기 인터페이스 젤을 복수의 연속적인 또는 세그먼트화된 링들로 도포하는 단계를 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법.

### 청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 전극 플레이트의 상기 윗면에 상기 인터페이스 젤을 도포하는 단계는,

상기 전극 플레이트를 상기 전극 플레이트의 중심점을 중심으로 회전시키고 디스펜서를 이용하여 상기 중심점에 대하여 다수의 반경 위치들에서 상기 디스펜서의 유출구들을 상기 회전하는 전극 플레이트와 접촉시킴으로써 상기 인터페이스 젤의 환형 또는 반-환형 구역들을 퇴적하는 단계를 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법.

### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

열라인먼트 핀스쳐에서 상기 백킹 플레이트와 상기 전극 플레이트 사이에 상기 인터페이스 젤을 개재하여 상기 전극 플레이트에 대해 상기 백킹 플레이트를 프레스하는 단계를 더 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법.

### 청구항 20

제 15 항에 있어서,

(a) 상기 부착시키는 단계는, 압축 하에서, 정적 중량 하에서 또는 선택적으로 진공 백 내에서의 기압에 의하여, 상기 전극 플레이트의 상기 윗면과 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면을 함께 프레스함으로써 상기 인터페이스 젤을 상기 브릿징 영역들에 안착시키는 단계를 더 포함하고;

(b) 상기 전극 플레이트는, 규소, 흑연, 또는 탄화규소로 이루어지고; 그리고 상기 백킹 플레이트는 알루미늄, 흑연 또는 탄화규소로 이루어지고;

(c) 상기 전극 플레이트의 상기 윗면에 상기 인터페이스 젤을 도포하는 단계는 전사 시트를 이용하는 단계를 포함하고;

(d) 상기 인터페이스 젤에 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면을 대는 (applying) 단계는, 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면을 대기 전에 상기 인터페이스 젤로부터 전사 시트를 제거하는 단계를 포함하고; 및/또는

(e) 상기 전극 플레이트는 내부 샤크헤드 전극 및 외부 링 전극을 포함하고 상기 백킹 플레이트는 원형 내부 백킹 플레이트 및 외부 백킹 링을 포함하고 상기 인터페이스 젤은 상기 내부 샤크헤드 전극과 상기 내부 백킹 플레이트 및/또는 상기 외부 링 전극과 상기 외부 백킹 링 사이의 브릿징 영역들에 배치되는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 부품들의 결합 방법.

### 청구항 21

제 15 항에 있어서,

적어도 하나의 브릿징 영역에서 상기 전극 플레이트의 상기 윗면과 상기 백킹 플레이트의 상기 밑면 사이에 열 및 전기 전도성 가스켓을 넣는 (applying) 단계를 더 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 부품들의 결합 방법.

### 청구항 22

제 15 항에 있어서,

상기 백킹 플레이트의 상기 밑면과 상기 전극 플레이트의 상기 윗면을 정렬시키는 단계는, 열라인먼트 핀, 열라인먼트 홀, 열라인먼트 마킹, 광센서 또는 이들의 조합을 사용하는 단계를 더 포함하고, 상기 백킹 플레이트 및/또는 전극 플레이트는 상기 열라인먼트 핀, 상기 열라인먼트 홀 및/또는 상기 열라인먼트 마킹을 포함하는, 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 위한 부품들의 결합 방법.

### 청구항 23

플라즈마 처리 장치에서 반도체 기판을 처리하는 방법으로서,

상기 방법은,

플라즈마 처리 장치의 반응 챔버에 있는 기판 지지체 상에 기판을 위치시키는 단계;

제 1 항에 기재된 상기 복합 샤크헤드 전극 어셈블리를 이용하여 상기 반응 챔버로 처리 가스를 도입하는 단계; 상기 복합 샤크헤드 전극 어셈블리와 상기 기판 사이의 상기 반응 챔버에서 상기 처리 가스로부터 플라즈마를 발생시키는 단계; 상기 기판을 상기 플라즈마로 처리하는 단계를 포함하는, 플라즈마 처리 장치에서 반도체 기판을 처리하는 방법.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 기판을 플라즈마로 처리하는 단계는 상기 기판을 플라즈마 에칭하는 단계를 포함하는, 플라즈마 처리 장치에서 반도체 기판을 처리하는 방법.

#### 청구항 25

플라즈마 처리 장치에서 플라즈마를 발생시키기 위한 전극 플레이트로서,

백킹 플레이트 밑면에 조립되는 윗면, 플라즈마 노출 밑면, 및 상기 윗면과 상기 플라즈마 노출 밑면 사이에 연장되는 가스 통로들; 및

브릿징 영역들 내에서 소정의 패턴으로 상기 윗면 상에 배치되는 인터페이스 젤을 포함하되, 상기 인터페이스 젤은 상기 브릿징 영역들 각각에서 마주보는 면들 사이에 배치되고,

상기 가스 통로들은 브릿지되지 않은 영역들에서 유입구들을 갖는, 플라즈마를 발생시키기 위한 전극 플레이트.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 인터페이스 젤을 덮는 전사 시트; 및/또는 적어도 하나의 브릿징 영역에서 상기 전극 플레이트의 상기 윗면 상에 배치되는 열 및 전기 전도성 가스켓을 더 포함하는, 플라즈마를 발생시키기 위한 전극 플레이트.

### 발명의 설명

#### 배경기술

[0001] 플라즈마 처리 장치들은 에칭, PVD (physical vapor deposition), CVD (chemical vapor deposition), 이온 주입 및 레지스트 제거를 포함하는 기법들에 의해 기판들을 처리하는데 사용된다. 플라즈마 처리에 사용되는 플라즈마 처리 장치의 한 유형은 상부 및 하부 전극들을 구비한 반응 챔버를 포함한다. 전계가 전극들 사이에 수립되어 처리 가스를 플라즈마 상태로 여기시켜 기판을 반응 챔버에서 처리한다.

#### 발명의 내용

#### 과제의 해결 수단

[0002] 일 실시 형태에서, 플라즈마 처리 장치에서 플라즈마를 발생시키기 위한 복합 샤크헤드 전극 어셈블리가 제공된다. 복합 샤크헤드 전극 어셈블리는 백킹 플레이트로서, 윗면과 밑면을 갖고, 윗면과 밑면 사이에 제 1 가스 통로들이 구비되고, 밑면은 브릿지된 영역 (bridged region) 들과 브릿지되지 않은 영역 (unbridged region) 들을 포함하고, 제 1 가스 통로들은 플라즈마 처리 장치의 내부에 처리 가스를 공급하는 유출구들을 브릿지되지 않은 영역들에서 갖는, 백킹 플레이트, 전극 플레이트로서, 윗면, 플라즈마 노출 밑면, 및 제 2 가스 통로들을 갖고 제 2 가스 통로들은 전극 플레이트의 윗면과 플라즈마 노출 밑면 사이에서 연장되며 제 1 가스 통로들과 유체적으로 연통되고, 제 2 가스 통로들은 유입구들을 전극 플레이트의 윗면의 브릿지되지 않은 영역들에서 갖는, 전극 플레이트, 및 인터페이스 젤로서, 브릿지된 영역들 중 적어도 하나의 대향하는 면들 사이에 배치되고, 전극 플레이트와 백킹 플레이트 사이에 열 접촉을 이루고 전극 플레이트와 백킹 플레이트의 열 팽창 계수의 불일치에 기인하여 온도 사이클링 동안 백킹 플레이트에 관하여 전극 플레이트의 횡 방향의 운동 동안 열 접촉을 유지하는, 인터페이스 젤을 포함하고, 전극 플레이트는 횡의 운동을 가능하게 하도록 백킹 플레이트에 결합된다.

[0003]

다른 하나의 실시 형태에서, 플라즈마 처리 장치용 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리를 위한 컴포넌트들의 결합 방법이 제공된다. 본 방법은 브릿징 영역들 내에서 예정된 패턴으로 전극 플레이트의 윗면에 인터페이스 젤을 도포하는 단계, 백킹 플레이트의 밑면과 전극 플레이트의 윗면을 정렬시키는 단계; 및 클램프 또는 접착 본드를 이용하여 전극 플레이트의 윗면을 백킹 플레이트의 밑면에 부착시키는 단계를 포함하고, 인터페이스 젤은 전극 플레이트의 윗면과 백킹 플레이트의 밑면 사이의 브릿징 영역들로 횡으로 퍼지고, 백킹 플레이트의 가스 통로들은 전극 플레이트의 가스 통로들과 유체적으로 연통된다.

[0004]

다른 실시 형태는 플라즈마 처리 장치에서 반도체 기판을 처리하는 방법을 제공한다. 기판은 플라즈마 처리 장치의 반응 챔버에 있는 기판 지지체 상에 놓인다. 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리를 갖는 반응 챔버로 처리 가스가 도입된다. 챔버에 있는 처리 가스로부터 플라즈마가 샤큐헤드 전극 어셈블리와 기판 사이에서 발생된다. 기판은 플라즈마로 처리된다.

[0005]

또 다른 실시 형태에서, 플라즈마 처리 장치에서 플라즈마를 발생시키기 위한 전극 플레이트는, 백킹 플레이트 밑면에 조립되는 윗면, 플라즈마 노출 밑면, 그리고 전극 플레이트의 윗면과 플라즈마 노출 밑면 사이에 연장되는 가스 통로들; 및 브릿징 영역들 내에서 예정된 패턴으로 윗면 상에 배치되는 인터페이스 젤을 포함하고, 가스 통로들은 유입구들을 브릿지되지 않은 영역들에서 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

[0006]

도 1a는 플라즈마 처리 장치용 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리와 기판 지지체의 실시 형태의 부분의 단면도를 예시한다.

도 1b는 플라즈마 처리 장치용 복합 샤큐헤드 전극 어셈블리와 기판 지지체의 다른 실시 형태의 부분의 단면도를 예시한다.

도 2는 내부 전극 부재의 실시 형태의 부분 평면도로서 가스 통로에 관한 예정된 패턴으로의 인터페이스 젤의 도포를 예시한다.

도 3a 내지 도 5a는 도 2의 샤큐헤드 전극 어셈블리의 "B" 부분의 3차원 투시도로서, 인터페이스 젤의 도포를 예시한다.

도 3b 내지 도 5b는 도 2의 샤큐헤드 전극 어셈블리의 "B" 부분의 단면도로서, 인터페이스 젤의 도포를 예시한다.

도 6a 및 도 6b는 각각 도 3의 내부 전극 부재의 부분의 투시도 및 단면도로서, 도 5a 및 도 5b에 도시된 인터페이스 젤의 도포와 내부 전극 부재에 결합되도록 정렬되는 백킹 플레이트의 부분의 실시 형태를 예시한다.

도 7a 및 도 7b는 상부 전극과 백킹 부재 사이의 인터페이스 젤 및 인터페이스 젤과 열 및 전기 전도성 가스켓의 실시 형태들의 단면도를 도시한다.

도 8a 및 도 8b는 열라인먼트 핀스쳐의 실시 형태와 백킹 플레이트에 정렬되는 내부 전극 부재의 실시 형태를 예시한다. 도 8c 및 도 8d는 열라인먼트 핀스쳐의 다른 실시 형태와 백킹 플레이트에 정렬되는 내부 전극 부재의 실시 형태의 단면도를 예시한다.

도 9는 웨이퍼의 플라즈마 처리 동안 인터페이스 젤과 열 및 전기 전도성 가스켓의 실시 형태를 포함하는 샤큐헤드 전극 어셈블리의 상부 전극에 걸친 온도 변동에 대한 테스트 결과를 나타낸다.

도 10은 도 9의 테스트에서 사용된 샤큐헤드 전극 어셈블리를 사용한 연속적인 처리 실행들 동안 온도 변동에 대한 테스트 결과를 나타낸다.

도 11은 인터페이스 젤 및 열 및 전기 전도성 가스켓을 교체한 후의 도 9의 테스트에서 사용된 샤큐헤드 전극 어셈블리의 상부 전극에 걸친 웨이퍼들의 플라즈마 처리 동안의 온도 변동 대한 테스트 결과를 나타낸다.

도 12는 도 11의 테스트에서 사용된 샤큐헤드 전극 어셈블리를 사용한 연속적인 처리 실행들 동안 온도 변동에 대한 테스트 결과들을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

집적 회로들을 제조하는 동안 반도체 웨이퍼들의 면들 상의 미립자 오염을 제거하는 것은 신뢰성있는 디바이스들을 달성하고 높은 수율을 얻는데 필수적이다. 플라즈마 처리 장치들과 같은 처리 장치는 미립자 오염원이

될 수 있다. 예를 들면, 웨이퍼 면 상의 미립자들의 존재는 포토리소그래피 및 에칭 단계들 동안 패턴 전사를 국부적으로 혼란시킬 수 있다. 따라서, 이들 입자들은, 게이트 구조물, 금속간 유전체 층들 또는 금속의 인터커넥트 라인들을 포함하는, 임계 피쳐들에 결함들을 도입시켜, 결과적으로 집적 회로 컴포넌트의 오작동 또는 고장을 야기할 수 있다.

[0008] 상대적으로 짧은 수명을 갖는 반응기 부품들은 보통 "소모품"으로 호칭되고, 예를 들면 규소 전극들이다. 소모성 부품의 수명이 짧으면, 그러면 소유의 비용이 높아진다. 유전체 에칭 도구들에서 사용되는 규소 전극 어셈블리를 다수의 RF 시간 (hour) (무선 주파수 전력이 플라즈마를 발생시키는데 사용되는 동안의 시간 (hour) 단위 시간) 후 열화한다. 소모품 및 다른 부품들의 부식은 플라즈마 처리 챔버에서 미립자 오염을 발생시킨다.

[0009] 사워 헤드 전극 어셈블리는 기계적으로 유연성 (mechanically compliant) 및/또는 열 전도성 본딩 물질을 이용하여 2 이상의 다른 부재들을 결합함으로써 제조될 수 있으며, 이는 다수의 기능을 가능하게 한다. 전극 어셈블리의 면들을 함께 결합하는데 기계적인 클램프를 사용하는 것은 예를 들면, 공유의 (commonly-owned) 미국 특허 제5,569,356호에 기재되어 있으며, 그의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 통합되어 있다. 전극 어셈블리의 면들을 함께 본딩하기 위한 엘라스토머의 사용은, 예를 들면 공유의 미국 특허 제6,073,577호 및 동시-계류 (co-pending) 중인 2007년 12월 19일자 출원의 미국 가 특허 출원 번호 제61/008,152호 (대리인 문서 번호 제1015292-000112호) 및 2007년 12월 19일자로 출원된 제61/008,144호 (대리인 문서 번호 제1015292-000131호)에 기재되어 있고 그들의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 통합되어 있다. 엘라스토머 본드의 경우에, 본딩 재료는 전기 또는 열 전도성을 향상시키도록 전기 및/또는 열 전도성 충전재 입자들을 포함할 수 있다. 플라즈마 처리 장치의 컴포넌트들 사이에 열 및 전기 전도성을 향상시키기 위한 방법들의 예들이 제공된다.

[0010] 도 1a는 반도체 기판들, 예를 들면 규소 웨이퍼들이 처리되는 플라즈마 처리 장치용 샤퍼웨드 전극 어셈블리 (10)의 예시적인 실시 형태를 예시한다. 샤퍼웨드 전극 어셈블리 (10)는 샤퍼웨드 전극을 포함하고 샤퍼웨드 전극은 상부 전극 (12), 상부 전극 (12)에 고정되는 온도 제어 백킹 부재 (14), 및 열 제어 플레이트 (16)를 구비한다. 하부 전극 및 선택적으로 정전기 클램핑 전극을 포함하는, 기판 지지체 (18) (그의 일부만 도 1a에 도시됨)는 플라즈마 처리 장치의 진공 처리 챔버에 있는 상부 전극 (12) 밑에 위치된다. 플라즈마 처리를 받는 기판 (20)은 기판 지지체 (18)의 상부 지지체 면 (22) 상에 기계적 또는 정전기적으로 클램프된다.

[0011] 예시된 실시 형태에서, 샤퍼웨드 전극의 상부 전극 (12)은 내부 전극 부재 (24), 및 선택적인 외부 전극 부재 (30)를 포함한다. 내부 전극 부재 (24)는 바람직하게는 원통형 플레이트 (예를 들면 규소로 구성된 플레이트)이고 플라즈마-노출 밀면 (26)과 윗면 (28)을 포함한다. 플레이트가 규소로 이루어진 경우, 내부 전극 부재 (24)는 처리될 웨이퍼 보다 더 작거나, 같거나 또는 더 큰 직경 (예를 들면 약 8인치 (약 200mm) 까지 또는 약 12인치 (약 300mm) 까지)을 가질 수 있다. 바람직한 실시 형태에서, 샤퍼웨드 전극 어셈블리 (10)는 큰 기판들, 예를 들면 300mm 이상의 직경을 갖는 반도체 웨이퍼들을 처리할 정도로 충분히 크다. 300mm 웨이퍼들에 대하여, 상부 전극 (12)은 직경이 적어도 300mm이고 바람직하게는 직경이 약 12 내지 15인치이다. 하지만, 샤퍼웨드 전극 어셈블리는 다른 웨이퍼 사이즈들 또는 비원형 외형 (configuration)을 갖는 기판들을 처리하도록 하는 사이즈일 수 있다. 예시된 실시 형태에서 내부 전극 부재 (24)는 기판 (20) 보다 더 넓다.

[0012] 300mm 웨이퍼들을 처리하는데, 외부 전극 부재 (30)가 제공되어 상부 전극 (12)의 직경을 약 15인치 내지 약 17인치로 확장시킨다. 외부 전극 부재 (30)는 연속적인 부재 (예를 들면, 연속적인 다결정-규소 링), 또는 세그먼트화된 부재 (예를 들면, 규소로 이루어진 세그먼트들과 같은, 링 외형으로 배열된 2-6개의 분할된 세그먼트들을 포함) 일 수 있다. 다중 세그먼트, 외부 전극 부재 (30)를 포함하는 상부 전극 (12)의 실시 형태에서, 세그먼트들은 바람직하게는 가장자리들을 갖고, 이들은 서로 오버랩되어 아래 놓인 본딩 재료를 플라즈마에 대한 노출로부터 보호한다. 바람직하게는 내부 전극 부재 (24)는 가스 통로 (32)들의 패턴 또는 어레이를 포함하며 가스 통로 (32)들은 백킹 부재 (14)를 통해 연장되어 상부 전극 (12)과 하부 전극 (18) 사이에 위치된 플라즈마 반응 챔버에 있는 공간으로 처리 가스를 주입한다. 선택적으로, 또한 외부 전극 부재 (30)는 가스 통로 (미도시)들의 패턴 또는 어레이를 포함하며 가스 통로 (미도시)들은 백킹 부재 (14)의 백킹 링 (36)을 통해 연장되어 상부 전극 (12)과 하부 전극 (18) 사이에 위치된 플라즈마 반응 챔버에 있는 공간으로 처리 가스를 주입한다.

[0013] 규소는 내부 전극 부재 (24) 와 내부 전극 부재 (30) 의 플라즈마 노출 면들에 대한 바람직한 재료이다. 양 쪽의 전극들은 바람직하게는 고-순도, 단결정 규소로 구성되며, 플라즈마 처리 동안 기판들의 오염을 최소화하고 또한 플라즈마 처리 동안 매끄럽게 마모되어, 그에 의해 입자들을 최소화한다. 상부 전극 (12) 의 플라즈마 노출 면들에 사용될 수 있는 대안의 재료들은 예를 들면 SiC 또는 AlN를 포함한다.

[0014] 예시된 실시 형태에서, 백킹 부재 (14) 는 백킹 플레이트 (34) 와 백킹 링 (36) 을 포함하고, 백킹 링 (36) 은 백킹 플레이트 (34) 의 주변의 주위로 연장된다. 백킹 플레이트 (34) 는 밑면 (38) 을 포함한다. 본 실시 형태에서, 내부 전극 부재 (24) 는 백킹 플레이트 (34) 와 동연 (co-extensive) 을 이루고, 외부 전극 부재 (30) 는 주위 백킹 링 (36) 과 동연을 이룬다. 하지만, 백킹 플레이트 (34) 는 내부 전극 부재 (24) 를 넘어서 연장될 수 있어, 단일 백킹 플레이트가 내부 전극 부재 (24) 그리고 세그먼트화된 또는 연속적인 외부 전극 부재 (30) 를 지지하는데 사용될 수 있다. 상부 전극 (12) 은 백킹 부재 (14) 에 스크류 또는 그 주변의 주위의 클램프 링과 같은 패스너, 본딩 재료 등에 의해 고정될 수 있다.

[0015] 패스너 부재 (60) 들은 도 1a의 실시 형태에서 도시되어 있으며 내부 전극 부재 (24) 의 주변을 백킹 플레이트 (34) 에 부착시킨다. 패스너 부재들 (60) 은 내부 전극 부재 (24) 의 주변의 주위에 있는 복수의 홀 (62) 들을 통과하고 내부 전극 부재 (24) 를 백킹 플레이트 (34) 에 부착시킨다. 바람직하게는 외부 전극 부재 (30) 는 내부 전극 부재 (24) 의 주변, 복수의 패스너 홀 (62) 들, 그리고 내부 전극 패스너 부재 (60) 들과 오버랩된다. 외부 전극 캠 록 (64) 들은 외부 전극 부재 (30) 를 백킹 플레이트에 고정한다. 캠 록들의 상세는 2008년 3월 14일자로 출원된 공유의 미국 가출원 61/036862에 기재되어 있으며 그의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 통합된다.

[0016] 바람직하게는 내부 전극 부재 (24) 의 윗면 (28) 에 있는 복수의 얼라인먼트 핀 홀 (72) 들은 백킹 플레이트 (34) 에 있는 복수의 대응하는 얼라인먼트 핀 홀 (74) 들과 정렬된다. 얼라인먼트 홀들 (72/74) 에 수용되는 폴리머 핀들 또는 패스너들이 내부 전극 부재 (24) 를 백킹 플레이트 (34) 에 정렬시키는데 사용할 수 있다. 선택적으로 그러한 얼라인먼트 홀들 및 핀들 (미도시) 은 또한 외부 전극 부재 (30) 와 백킹 플레이트 (36) 에 위치되어 이를 컴포넌트들을 정렬시킨다. 선택적으로 그러한 얼라인먼트 홀들 (72/74) 은 광학적으로 정렬될 수 있다. 일 실시 형태에서, 얼라인먼트 홀들이 바람직하지 않을 수 있는 경우 얼라인먼트 마킹들 (미도시) 이 광학적으로 정렬될 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 내부 전극 부재 (24) 의 윗면 (28) 과 백킹 플레이트 (34) 의 밑면 (38) 사이의 브릿지된 영역 (82) 들에서, 인터페이스 겔 (48) 이 배치된다. 인터페이스 겔 (48) 은 내부 전극 부재 (24) 와 백킹 플레이트 (34) 사이의 열 전도성 인터페이스를 제공한다. 또한, 인터페이스 겔은 내부 전극 부재 (24) 와 백킹 플레이트 (34) 사이에 전기 전도성 인터페이스를 제공할 수 있다. 인터페이스 겔 (48) 은 내부 전극 부재 (24) 의 윗면 (28) 과 백킹 플레이트 (34) 의 밑면 (38) 사이의 캡 (86) 을 가로지르는 열 및/또는 전기 경로를 제공한다. 선택적으로, 인터페이스 겔 (48) 은 또한 외부 전극 부재 (30) 와 백킹 링 (36) 사이의 브릿지된 영역에 배치될 수 있다. 바람직하게는, 열 및 전기 전도성 가스켓 (46) 은 외부 전극 부재 (30) 와 백킹 링 (36) 사이에 배치되어 외부 전극 부재 (30) 와 백킹 링 (36) 사이에 열 및 전기 전도성 경로를 제공한다.

[0018] 무선 주파수 (RF) 링 가스켓 (80) 은 내부 전극 부재 (24) 와 내부 전극 부재 (24) 의 외주 근처에 있는 백킹 플레이트 (34) 사이에 위치될 수 있다. 백킹 부재 (14) 는 복수의 홀 (40) 들을 포함하고 복수의 홀 (40) 들은 백킹 부재 (14) 를 열 제어 플레이트 (16) 에 부착시키기 위한 패스너 부재 (42) 들을 수용하도록 구성된다. 바람직하게는 홀 (40) 들 및 패스너 부재 (42) 들은 열 제어 플레이트 (16) 를 통해 그리고 백킹 부재 (14) 로 연장된다. 또한 백킹 플레이트 (34) 는 다중 가스 통로 (44) 들을 포함하고 다중 가스 통로 (44) 들은 백킹 플레이트 (34) 를 통해 연장되고 내부 전극 부재 (24) 에 있는 가스 통로 (32) 들과 유체적으로 연통된다. 선택적으로, 백킹 링 (36) 은 또한 다중 가스 통로들 (미도시) 을 포함하고 다중 가스 통로들 (미도시) 은 백킹 링 (36) 을 통해 연장되고 외부 전극 부재 (30) 에 있는 선택적인 가스 통로들 (미도시) 과 유체적으로 연통된다.

[0019] 바람직하게는 백킹 플레이트 (34) 및 백킹 링 (36) 은 플라즈마 처리 챔버에서 반도체 기판들을 처리하는데 사용되는 처리 가스들과 화학적으로 안정하고 (chemically compatible), 열 및 전기 전도성이 있는 재료로 이루어진다. 백킹 부재 (14) 를 제조하는데 사용될 수 있는 예시적인 적합한 재료들은 알루미늄, 알루미늄 합금, 흑연 및 SiC를 포함한다. 백킹 플레이트 (34) 와 백킹 링 (36) 을 위한 바람직한 물질은 양극 처리되지 않은 알루미늄 합금 6061이다.

[0020] 다른 실시 형태에서 (도 1b), 내부 전극 부재 (24) 는 백킹 부재 (14) 에 본드되지 않는다. 대신에, 클램프

링 (66) 이 내부 전극 부재 (24) 를 백킹 부재 (14) 에 고정시킨다. 바람직하게는, 백킹 부재는 중심에 작은 단차 (미도시) 를 가져 가장자리로부터 클램프될 때 중심의 열 접촉을 확보하도록 한다. 클램프 링 (66) 에 있는 홀 (70) 들을 통과하고 백킹 부재 (14) 에 부착되는 패스너 (68) 들에 의해 클램프 링 (66) 이 백킹 부재 (14) 에 고정된다. 바람직하게는, 유전체 링 (67) 이 클램프 링 (66) 과 내부 전극 부재 (24) 사이에 배치된다. 도 1b에 예시된 실시 형태에 있어서, 외부 전극 부재 (30) 는 클램프 링 (66), 패스너 (68) 및 내부 전극 부재 (24) 의 외주와 오버랩되고, 본딩 재료 (50) 에 의해 백킹 부재 (14) 에 부착된다. 바람직하게는, 본딩 재료 (50) 는, 열적 스트레스를 수용하고, 외부 전극 부재 (30) 와 백킹 링 (36) 사이에 열 및 전기 에너지를 전달하는 적합한 열 및 전기 전도성 엘라스토머릭 본딩 재료이다. 또 다른 실시 형태에서, 내부 전극 부재 (24) 는 엘라스토머릭 본딩 재료에 의해 백킹 부재 (14) 에 부착될 수 있고, 클램프 링 (66), 유전체 링 (67) 및 패스너 (68) 는 생략될 수 있다.

[0021] 인터페이스 겔은 진공 환경에 대해 안정하고 160°C 보다 높은 온도와 같은 고온에서의 열 분해에 대해 저항성의 폴리머 재료와 같은 임의의 적합한 겔 재료일 수 있다. 선택적으로 인터페이스 겔은 전기 및/또는 열 전도성 입자들의 충전재 또는 와이어 메시 (wire mesh), 직조 (woven) 또는 부직조 (non-woven) 전도성 페브릭과 같은 다른 형태의 충전재를 포함할 수 있다. 160°C 보다 높은 플라즈마 환경에서 사용될 수 있는 폴리머 겔 재료들은 폴리아미드, 폴리케톤, 폴리에테르케톤, 폴리에테르 술폰, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴루오로에틸렌 프로필렌 코폴리머, 셀룰로오스, 트리아세테이트 및 실리콘 (silicone) 을 포함한다.

[0022] 바람직하게는 인터페이스 겔은 플라즈마 처리 장치에서 플라즈마 발생 동안 샤퍼헤드 전극 어셈블리에 겔로 남는다. 바람직하게는 겔은 브릿지된 영역들에서 겔의 위치를 유지하도록 하는 반-가교 구조 (semi-crosslinked structure) 를 갖는다. 반 가교 구조는 접착제에서처럼 완전히 가교 (경화) 되지는 않았지만, 페이스트 보다 더 큰 점도 (스티프니스) 을 여전히 나타내며 페이스트는 겔 보다 점성이 작고 겔 보다 쉽게 흐른다. 반-가교 상태에서, 인터페이스 겔은 내부 전극 부재 (24) 의 유효 수명 (service life) 동안 내부 전극 부재 (24) 의 윗면 (28) 과 백킹 플레이트 (34) 의 밑면 (38) 사이의 캡 (86) 을 가로지르는 열 및/또는 전기 전도성 인터페이스 경로를 제공하지만, 내부 전극 부재 (24) 를 백킹 플레이트 (34) 에 접착되게 본드하지는 않는다. 따라서, 바람직하게는 인터페이스 겔은 면 불규칙성 (surface irregularity) 들을 메워 열 및/또는 전기 전도성 접촉을 제공하는 한편 내부 전극 부재 (24) 를 백킹 플레이트 (34) 에 본딩시키는 것을 방지하여, 따라서 백킹 플레이트 (34) 로부터의 내부 전극 부재 (24) 의 분리와 내부 전극 부재 (24) 의 새로운 내부 전극 부재로의 교체를 가능하게 한다.

[0023] 바람직하게는, 인터페이스 겔은 열 전도성 반-가교 실리콘 (silicone) 이며, 알루미늄 (Al) 백킹 플레이트를 단결정 규소 (Si) 샤퍼헤드 상부 전극에 열적으로 브릿징한다. 실시 형태에 있어서, 바람직하게는 인터페이스 겔은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 미소구체들로 채워진 열 전도성 반-가교 실리콘 (silicone) 계 폴리머 매트릭스를 포함한다. 바람직한 실시 형태에서, 인터페이스 겔 (48) 은 Lambda GEL COH-4000 (Geltec으로부터 입수할 수 있음) 이다. 상부 전극 (12), 예를 들면 내부 전극 부재 (24), 외부 전극 부재 (30), 및 백킹 부재 (14), 예를 들면 백킹 플레이트 (34), 백킹 링 (36) 의 접촉 면들 각각은 처리, 예를 들면 머시닝 (machining) 에 의해 야기된 어느 정도의 거칠기를 갖는다. 또한 바람직하게는 인터페이스 겔은 열 에너지를 전도하는 연한, 접착성 시트-타입 겔이다. 바람직하게는 접촉 면들은 연마되고 세정된다. 바람직하게는 인터페이스 겔 시트는 연마후 남게 되는 결함 또는 거칠기를 갖는 면에 부착되고 공기 캡들을 밖으로 내보내서 겔이 접촉 면의 면 거칠기를 상쇄시키고 접촉 면의 영역들 (예를 들면, 미세공극들) 을 효과적으로 메워서 접촉 면들 사이의 열 및/또는 전기 접촉을 증대시키도록 한다.

[0024] 바람직하게는 열 및 전기 전도성 가스켓 (인터페이스 가스켓) (46) 은 중심 부분이 상부와 하부 부분들 사이에 끼워진 것과 같은 동축 환형 링들의 라미네이트를 포함한다. 예를 들면, 중심 부분은 알루미늄의 스트립일 수 있고 상부 및 하부 부분들은 탄소 로드된 실리콘 (carbon loaded silicone) 의 스트립일 수 있다. 대안으로는, 인터페이스 가스켓 (46) 은 질화 봉소로 충전된 실리콘 (silicone) (이를테면 Chomerics에 의해 제조된 CHO-THERM 1671), 흑연 (이를테면 Graftech에 의해 제조된 eGraf 705), 인듐 호일, 샌드위치 (이를테면 Bergquist에 의한 Q-pad II), 또는 상 변화 물질 (PCM) (이를테면 Thermagon에 의한 T-pcm HP 105)와 같은 열 충전재 재료이다.

[0025] 열 및 전기 전도성 가스켓 (46) 은, 예를 들면, 전도성 실리콘 (silicone) - 알루미늄 호일 샌드위치 가스켓 구조, 또는 엘라스토머-스테인레스 강 샌드위치 가스켓 구조일 수 있다. 바람직한 실시 형태에서, 가스켓 (145) 은 미네소타, 첸하센에 위치한 The Bergquist Company로부터 입수할 수 있는 Berquist Q-pad II 복합 재

료이다. 이들 재료는 열/전기 전도성 고무로 양쪽 측면들이 코팅된 알루미늄을 포함한다. 재료들은 진공 환경에서 안정하다. 상부 전극 (12), 예를 들면 내부 전극 부재 (24), 외부 전극 부재 (30) 그리고 백킹 부재 (14), 예를 들면 백킹 플레이트 (34), 백킹 링 (36)의 접촉 면들 각각은 처리, 예를 들면 머시닝 (machining)에 의해 야기된 어느 정도의 거칠기를 갖는다. 또한 바람직하게는 가스켓 재료는 접촉 면의 면거칠기를 상쇄시키고 접촉 면들의 영역들 (예를 들면, 미세공극들)을 효과적으로 메워서 접촉 면들 사이의 열접촉을 증대시킬 정도로 유연하다.

[0026] 바람직하게는, 인터페이스 걸 (48)을 포함하는 브릿징 영역들 (82)은 환형 구역들이다. 또한 바람직하게는 환형 구역들은 세그먼트화된다. 바람직하게는 브릿지된 영역들은 내부 전극 부재 (24) 및 백킹 플레이트 (34)의 대향하는 면들에 걸친 1 내지 12개 연속적인 또는 세그먼트화된 환형 구역들 (링들), 예를 들면 1 내지 3개 환형 구역들, 3 내지 6개 환형 구역들, 6 내지 8개 환형 구역들, 8 내지 12개 환형 구역들이다. 도 2는 윗면 (28)으로 연장되는 가스 통로들 (32)의 복수의 원주 열 (circumferential row)들을 포함하는 내부 전극 부재 (24)의 평면도이다. 본 실시 형태에서, 인터페이스 걸 재료 (48)는 가스 통로 (32)들을 포함하는 영역들 사이의 환형 구역 패턴들로 도포된다. 하지만, 인터페이스 걸 (48)은 예를 들면, 어태치먼트 및 /또는 얼라인먼트 훌 (72)들을 포함하는 영역들 사이에 세그먼트화될 수 있다. 인터페이스 걸 (48)이 환형 구역들로 도포된 상태로 도시되어 있지만, 인터페이스 걸을 도포하는 패턴은 한정되지 않고 환형이 아닌 구역들과 같은 다른 패턴들로 도포될 수 있다.

[0027] 바람직하게는 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)은 내부 전극 부재 (24)의 윗면 (28)과 백킹 플레이트 (34)의 밑면 (38) 사이의 내부 전극 부재 (24)의 주변 근처에 배치된 환형 링이다. 또한 바람직하게는, 환형 링 가스켓 (46)은 외부 전극 부재 (30)와 백킹 링 (36) 사이에 배치된다. 선택적으로, 인터페이스 걸 (48)과 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)은 상부 전극 (12)의 윗면과 백킹 부재 (14)의 밑면 사이에 층으로 구성될 수 있다. 예를 들면, 인터페이스 걸 (48)은 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)의 위에 및/또는 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 아래에 있을 수 있다. 하나 보다 많은 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)이 층에 포함될 수 있고 각 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)은 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)의 위에 및/또는 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)의 아래에 인터페이스 걸 (48)을 가질 수 있다.

[0028] 인터페이스 걸은 브릿징 영역들 (도 3a 및 도 3b에서의 영역 AA)의 도포 영역들 (도 3a 및 도 3b에서의 영역 A) 내에서 예정된 패턴으로 내부 전극 부재 (24)의 윗면 (28)에 도포될 수 있다. 일 실시예에서, 내부 전극 부재 (24)를 그의 중심점 C에 관하여 회전시키고, 디스펜서 (예를 들면, 튜브 디스펜서)를 이용하여 중점 C에 관하여 단일 위치 또는 다중 반지름 방향 위치들에 디스펜서의 하나 이상의 유출구들을 접촉시켜 인터페이스 걸 (48)을 도포함으로써 걸 (48)이 도포될 수 있는데, 이에 의해 한번에 하나 이상의 환형 구역들을 생성된다. 다른 실시예에서, 내부 전극 부재 (24)의 윗면 (28)을 예정된 패턴으로 개구들을 갖는 마스크로 덮음으로써 예정된 패턴이 도포될 수 있다. 또한 인터페이스 걸은 마스크의 개구들을 통한 와이핑 (wiping), 브러싱 (brushing), 스프레이 (spraying)에 의해 도포될 수 있다. 마스크 재료들의 예는 KAPTON®, 폴리이미드-계 재료, MYLAR®, 폴리에스테르-계 재료, 또는 TEFLON®, 플루오로폴리머 수지를 포함하고, 이들 모두는 DUPONT으로부터 입수할 수 있다.

[0029] 바람직한 실시 형태에 있어서, 인터페이스 걸은 취급을 위해서 전사 시트들 사이에 공급된다. 바람직하게는 전사 시트들은 DUPONT에 의해 제조되는 TEFLON이다. 바람직하게는 전사 시트들은, 예를 들면 인터페이스 걸을 내부 전극 부재 (24) 상에 놓은 것을 가능하게 한다. 한쪽의 전사 시트를 제거하고 인터페이스 걸의 노출 면을 윗면 (28)에 도포함으로써 내부 전극 부재 (24)의 윗면 (28) 상의 도포 영역 (영역 A)들에 인터페이스 걸이 도포된다(도 4a 및 4b). 바람직하게는, 도포된 인터페이스 걸 두께는 약 0.01 내지 0.05인치 두께, 보다 바람직하게는 약 0.02 내지 0.04인치 두께이다. 다른 한쪽의 전사 시트 (52)를 제거하고 (도 5a 및 도 5b) 백킹 플레이트 (34)의 밑면 (38)을 인터페이스 걸 (48)의 노출된 윗면에 도포한다 (도 6a 및 도 6b). 인터페이스 걸 면은 점착성이 있을 수 있고, 바람직하게는 전사 시트를 정확히 제거하고 인터페이스 걸의 시트를 면상에 놓기 위해 툴링 (tooling)이 사용될 수 있다.

[0030] 실시 형태에서, 인터페이스 걸 (48)과 전기 및 열 전도성 가스켓 (46)은 상부 전극 (12)의 윗면과 백킹 부재 (14)의 밑면 사이에 층으로 구성될 수 있다. 바람직하게는, 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 두께는 약 0.005 내지 0.05 인치 두께이고, 보다 바람직하게는 약 0.008 내지 0.02인치 두께, 그리고 심지어 보다 바람직하게는 0.01 내지 0.014인치 두께이다. 예를 들면, 도 7a는 내부 전극 부재 (24)의 윗면과 백킹 플레이트 (34)의 밑면 (38) 사이의 브릿징 영역 AA에서의 인터페이스 걸 (48)의 단면을 도시한다. 도 7b는 내부 전

극 부재 (24) 의 윗면과 백킹 플레이트 (34)의 밑면 (38) 사이의 브릿징 영역 AA에서의 인터페이스 젤 (48) 과 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 의 단면 예를 도시한다. 바람직하게는, 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 은 중심 부분 (46b)이 상부 및 하부 부분들 (46a, 46c)의 사이에 끼워진 것과 같은 동축 환형 링들의 라미네이트를 포함한다. 예를 들면, 중심 부분 (46b) 은 알루미늄의 스트립일 수 있고, 상부 및 하부 부분들 (46a/46c) 은 탄소 로드된 실리콘 (silicone) 의 스트립일 수 있다. 바람직하게는, 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 의 압축성은 제한적이어서, 인터페이스 젤 (48) 보다 압축하는데 현저히 더 큰 힘을 필요로 한다. 바람직하게는 인터페이스 젤 (48) 은 용이하게 압축되어 최소 접촉력으로 열 인터페이스를 수립한다. 바람직하게는 인터페이스 젤이 압축됨에 따라, 열 저항이 감소한다. 예를 들면, 0.002인치/분의 압축 속도로 30% 압축된 0.02 인치 두께 인터페이스 젤은 약 0.06°C/W의 열저항을 갖는다.

[0031] 바람직하게는, 백킹 플레이트와 전극이 사전에-조립된 실시 형태에서는, 열라인먼트 핵스쳐 (도 8a 내지 도 8b) 가 상부 전극 (12) 및 백킹 부재 (14)를 정렬시키는데 사용될 수 있다. 또한 바람직하게는, 내부 전극 부재 (24) 및 내부 백킹 플레이트 (34) 는 함께 프레스되고 패스너, 클램프 링, 접착 엘라스토머릭 본드 등에 의해 결합된다. 샤퍼헤드 전극 어셈블리는 진공하에 놓여져 인터페이스 젤 아래의 임의의 캡 또는 공극들을 배출시키고 프레싱 로드를, 이를 테면 진공 배깅 (vacuum bagging) 또는 프레싱에 의해 열라인먼트 핵스쳐에서 인가 할 수 있다. 플레이트들 (24/34) 이 함께 프레스될 때, 인터페이스 젤이 횡으로 펴져 브릿지된 영역 (영역 AA) 들을 메운다. 바람직하게는, 내부 전극 부재 (24) 의 윗면 (28) 과 백킹 플레이트 (34)의 밑면 (38) 사이의 캡 (86) 을 브릿지하는 인터페이스 젤 (48) 은 결합된 샤퍼헤드 전극 어셈블리에서 약 0.005 내지 0.02 인치 두께이고 보다 바람직하게는 약 0.009 내지 0.012인치 두께이다.

[0032] 도 8a 내지 도 8b는 상부 전극 (12) 과 백킹 부재 (14) 사이의 여러 위치들에 배치된 인터페이스 젤 (48) 및/또는 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 들을 갖는 상부 전극 (12) 에 백킹 부재 (14) 를 결합시키는 열라인먼트 핵스쳐 (90) 의 실시 형태를 도시한다.

[0033] 도 8a에 도시된 실시 형태에서, 내부 전극 부재 (24) 와 같은 상부 전극 (12) 은 열라인먼트 핵스쳐 (90) 의 베이스 (106) 상에 위치된다. 선택적으로, 내부 전극 부재 (24) 는 열라인먼트 마크들 (미도시) 등을 감지하여 베이스 상에서 광학적으로 정렬될 수 있다. 열라인먼트 핵스쳐 (90) 는 백킹 플레이트 (34) 와 같은 백킹 부재 (14)의 외주를 내부 전극 부재 (24) 상으로 안내하는 열라인먼트 프레임 (108) 을 가질 수 있다. 열라인먼트 핵스쳐 (90) 의 프레스 (94) 는 패스너 홀 (102) 들을 통한 패스너 (100), 석션 (미도시) 및/또는 열라인먼트 핀 (96) 들에 의해 백킹 플레이트의 윗면에 부착되어, 백킹 플레이트 (34) 를 내부 전극 부재 (24) 상으로 낚춰서, 내부 전극 부재 (24) 에 있는 가인드 핀 (78) 들 및/또는 선택적인 열라인먼트 마크들이 백킹 플레이트 (34) 상의 대응하는 핀 삽입 홀 (76) 들 및/또는 선택적인 열라인먼트 마크들과 정렬될 수 있도록 한다. 핸들 (92) 을 자동 또는 수동으로 운전하여 프레스 (94) 를 화살표 (Fz) 방향으로 움직이도록 함으로써 정렬된 플레이트들을 함께 프레스한다.

[0034] 도 8b는 플레이트들 (24/34) 사이에 개재된 인터페이스 젤 (48) 및/또는 열 및 전기 전도성 가스켓 (46) 들과 정렬된 플레이트들 (24/34) 을 도시한다. 열라인먼트 핀 (96) 들이 백킹 플레이트 (34) 및 내부 전극 부재 (24) 에 있는 핀 열라인먼트 홀들에 삽입되어 플레이트들의 정렬을 도울 수 있다.

[0035] 프레스 (94) 는 인터페이스 젤 (48) 및/또는 전기 및 열 전도성 가스켓 (46) 들이 2개의 플레이트들 사이의 브릿지된 영역들에 배치된 상태로 2개의 플레이트들 (24/34) 상의 열라인먼트 홀 (76) 및 열라인먼트 핀들 (78) 을 정렬하고, 정렬된 플레이트들을 함께 프레스할 수 있다. 바람직하게는, 플레이트들 (24/34) 은 예정된 시간 동안 그리고 예정된 압력하에서 함께 프레스되어, 인터페이스 젤을 펴지게 한다. 그 다음 플레이트들은 패스너들, 클램프 링, 본딩 등에 의해 결합될 수 있다. 예를 들면, 내부 전극 부재 (24)의 윗면 (28) 에 있는 홀 (72) 들과 정렬되는, 백킹 플레이트 (34) 패스너 열라인먼트 홀 (74) 들은 패스너들 (도 1A) 을 수용하여 2개의 플레이트들 (24/34) 을 함께 고정한다. 선택적으로, 정렬된 플레이트들을 본드하는데 엘라스토머릭 접착제를 사용할 경우, 패스너들은 생략될 수 있다. 열라인먼트 핵스쳐 (90) 의 프레스 (94) 는 백킹 플레이트의 윗면으로부터 패스너 (100), 석션 등을 제거함으로써 분리될 수 있다. 그 다음 플레이트들은 열라인먼트 핵스쳐 (90) 로부터 제거된다. 그러한 실시 형태에서, 플레이트들 (24/34) 이 열라인먼트 핵스쳐 (90) 로부터 제거된 후에 외부 전극 부재 (30) 및/또는 백킹 링 (36) 이 설치된다. 예를 들면, 플레이트들 (24/34) 은 반응 챔버에 있는 열 제어 플레이트 (16) 와 외부 백킹 링 (36) 및/또는 외부 전극 (30) 에 부착될 수 있는데, 패스너, 클램프 링, 접착제 엘라스토머릭 본드 등을 이용하여 부착된다.

[0036] 도 8a 및 도 8b 에 도시된 실시 형태에서는 내부 전극 부재 (24) 가 열라인먼트 핵스쳐 (90) 의 베이스 (106)

상에 있고 백킹 플레이트가 내부 전극 부재 (24) 위에 있지만, 다른 실시 형태에서는, 플레이트들의 위치는 원하는 경우 반대로 될 수 있다. 바람직하게는, 챔버 벽 (202)을 갖는 플라즈마 반응 챔버 (200)에 있는 열 제어 플레이트 (16) (도 8c)에 백킹 플레이트 (34) 가 부착되고 열라인먼트 프레임 (90') 이 내부 전극 부재 (24) 와 백킹 플레이트 (34) 를 정렬하는데 사용된다. 그 다음 내부 전극 부재 (24) 는 패스너, 클램프 링, 본딩 등에 의해 백킹 플레이트 (34) 에 장착된다. 바람직하게는, 열라인먼트 프레임 (90') 이 플레이트 (24/34) 로부터 제거된 후에 외부 전극 부재 (30) 가 설치된다. 선택적으로, 열라인먼트 프레임은 외부 전극 부재 (30) 를 정렬하는데 사용될 수 있다.

[0037] 도 8d에 도시된 실시 형태에서, 열라인먼트 프레임 (90') 이 백킹 플레이트 (34) 로부터 제거된 후에 클램프 링 (66) 이 내부 전극 부재 (24) 를 백킹 플레이트 (34) 에 고정시킨다. 선택적으로, 백킹 플레이트 (34) 는 중심 단차를 가져 내부 전극 부재 (24) 가 그의 가장자리로부터만 클램프된 경우 정렬을 확보하고 중심 열 접촉을 향상시키도록 한다. 클램프 링 (66) 에 있는 홀 (70) 들을 통과하고 백킹 플레이트 (34) 에 부착되는 패스너 (68) 들에 의해 클램프 링 (66) 이 백킹 플레이트 (34) 에 고정된다. 바람직하게는, 플라스틱 또는 다른 적합한 재료의 유전체 링 (67) 은 클램프 링 (66) 과 내부 전극 부재 (24) 사이에 배치된다. 도 8d에 예시된 실시 형태에서, 외부 전극 부재 (30) 는 클램프 링 (66), 패스너 (68) 및 내부 전극 부재 (24) 의 외주와 오버랩되고 캠 록 (64) 에 의해 백킹 플레이트 (34) 에 부착된다. 그러한 캠 록 (64) 들은 예를 들면 2008년 7월 7일자로 출원된 공유의 코-웬딩 U.S. 가 특허출원 제 12/216,526호 (대리인 문서 번호 1015292-000204)에 기재되어 있고, 그의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 통합된다.

[0038] 또한 위에 기재된 방법들은 인터페이스 젤을 백킹 플레이트 (34) 의 밑면 (38) 에 도포하는데 사용될 수 있다. 인터페이스 젤이 적어도 하나의 면들에 도포된 후에, 부품들을 조립하여 면들이 압축하에서 또는 정적 중량 (static weight) 하에서 함께 프레스되고 패스너, 클램프 링, 엘라스토머릭 접착 본드들 등에 의해 결합되도록 할 수 있다.

[0039] 플라즈마 처리 동안, 상부 전극과 백킹 부재 사이에 배치된 인터페이스 젤 및/또는 전기 및 열 전도성 가스켓들을 포함하는 전극 어셈블리들은 높은 작동 온도, 높은 전력 밀도 및 긴 RF 시간들을 견딜 수 있다.

[0040] 알루미늄 백킹 플레이트와 규소 샤퍼헤드가 처리 동안 열적 사이클링에 기인하여 서로 다른 비율로 열적 팽창할 때 인터페이스 젤이 상부 전극 (12) 과 백킹 부재 (14) 사이의 열적 접촉을 유지한다. 일반적으로, 조인트, 예를 들면, 상부 전극 (12) 과 백킹 부재 (14) 를 함께 부착하는데 사용되는, 클램프 링 또는 엘라스토머릭 접착제는 2개 부품들 사이의 로드들을 커플링한다. 하지만 조인트가 연할 경우 (실시 형태에 따른 정해진 변형률에서 낮은 전단 응력), 2개 부품들은 상호 간에 응력 (stress) 또는 다이어프램 변형 (diaphragm deflection) 들을 유도하지 않게된다. 바람직하게는, 백킹 플레이트와 샤퍼헤드는 2개의 짹을 이루는 면들의 비-결합 영역들 사이에 캡을 가져서 면들의 마찰을 방지한다. 다이어프램 변형들은 2개의 부품들의 차별적인 열 팽창 동안 백킹 플레이트 면의 비-본딩된 범위들이 샤퍼헤드 면의 비-본딩된 범위들을 따라 접촉 및 마찰되게 할 수 있다. 그러한 마찰 (rubbing) 은 한쪽 또는 양쪽 면으로부터 입자들을 마모 분리시킬 수 있다. 하지만 그러한 캡은 열등한 열 전도체이고 처리 동안 기판들의 임계 치수 변동을 감소시키기 위해서는, 상부 전극 온도의 제어가 요망된다. 인터페이스 젤은 브릿지된 영역들에 있는 캡을 가로지르는 열 전도성 경로를 제공하는 한편, 플레이트들이 서로에 관하여 횡 운동하는 것을 가능하게 한다.

[0041] 인터페이스 젤 (48) 은 브릿지된 영역들을 통해 열 전달을 증대시켜 상부 전극 (12) 의 온도를 보다 잘 제어할 수 있도록 하여, "1차 웨이퍼 효과들" 또한 일련의 웨이퍼들을 연속적으로 처리하는 동안 감소될 수 있다. 즉, "1차 웨이퍼 효과들" 은 1차로 처리된 웨이퍼를 처리하는 동안의 샤퍼헤드 전극의 가열에 의해 간접적으로 야기되는 다음 웨이퍼들의 2차 가열을 지칭한다. 구체적으로는, 1차 웨이퍼의 처리의 완료시, 가열된 처리 웨이퍼 및 처리 챔버 측벽들은 상부 전극을 향해 열을 발산한다. 그 다음 간접적으로 상부 전극은 챔버에서 처리되는 다음 웨이퍼들에 2차 가열 메카니즘을 제공한다. 따라서, 시스템에 의해 처리되는 1차 웨이퍼는 시스템에 의해 처리되는 다음 웨이퍼들에 비하여 원하는 것보다 더 큰 임계 치수 (CD) 변동을 나타낼 수 있는데, 이는 반도체 기판에서 고 종횡비의 콘택트 비아 (contact via) 들을 에칭하는 동안 웨이퍼 온도 변동이 CD에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 다음에 처리되는 웨이퍼들은 챔버에서의 온도 안정화에 기인하여 1차 처리 웨이퍼에 비하여 상이한 및/또는 보다 작은 CD 변동을 가질 수 있다.

[0042] 또한 바람직하게는 웨이퍼 전역에 걸친 (across-wafer) 그리고 웨이퍼-대-웨이퍼 (wafer-to-wafer) 온도 변동은 인터페이스 젤 (48) 을 갖는 브릿지된 영역 (82) 들을 통한 열 전달을 증대시킴으로써 감소될 수 있다. 또한 바람직하게는, 원하는 처리 또는 스루풋 (throughput) 에 대해 서로 다른 처리 라인들에 있는 다중 플라즈마

예정 챔버들을 사용하는 경우, 브릿지된 영역 (82) 들을 통해 열 전달을 증대시킴으로써, 챔버-대-챔버 (chamber-to-chamber) 온도 매칭이 이루어질 수 있다.

[0043] 웨이퍼 전역에 걸친, 웨이퍼-대-웨이퍼, 또는 챔버-대-챔버에서 웨이퍼 온도의 섭씨 1도 변동은  $3\sigma$  ( $3x$  표준 편차) 로 약 0.5 내지 0.1nm 만큼 (예를 들면,  $0.4 \text{ nm}/^\circ\text{C} - 0.2\text{nm}/^\circ\text{C}$  또는  $0.35 \text{ nm}/^\circ\text{C} - 0.25\text{nm}/^\circ\text{C}$ )의 CD 변동 증가를 야기할 수 있다.

[0044] 언급한 바처럼, 1차 웨이퍼가 처리된 후에, 브릿지된 영역들 (82) 에서 열 전도성 인터페이스 겔 (48) 을 사용 함으로써, 다음에 처리된 웨이퍼들의 온도가 안정화되어, 다음에 처리된 웨이퍼들 상에서의 기준점들의 온도 변동이 바람직하게는 약  $10^\circ\text{C}$  미만, 보다 바람직하게는 약  $5^\circ\text{C}$  미만이 되도록 하여서, 예를 들면, 반도체 기판들에서 고 종횡비의 콘텍트 비아들을 예치하는 것에 대한 CD 변동이 약  $5\text{nm}$  ( $0.5\text{nm}/^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C}$ ) 내, 보다 바람직하게는 약  $3 \text{ nm}$  ( $0.3\text{nm}/^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C}$ ) 내, 가장 바람직하게는 약  $0.5\text{nm}$  ( $0.1\text{nm}/^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C}$ ) 내로 제어되도록 할 수 있다.

[0045] 메모리 어플리케이션 (memory application) 들에 대한 CD 변동은 바람직하게는  $3\sigma$ 에서  $4\text{nm}$  미만이다. 브릿지된 영역 (82) 들을 통한 증대된 열 전달이 인터페이스 겔 (48) 에 의해 제공되어서, CD 변동은 바람직하게 웨이퍼-대-웨이퍼에서  $1\text{nm}$  이하이고 챔버-대-챔버에서  $4\text{nm}$  이하이다. 로직 어플리케이션 (logic application) 들에 대한 CD 변동은 바람직하게는  $3\sigma$ 에서  $3\text{nm}$  미만이다. 브릿지된 영역 (82) 들을 통한 증대된 열 전달이 인터페이스 겔 (48) 에 의해 제공되어서, CD 변동은 바람직하게 웨이퍼-대-웨이퍼에서  $2\text{nm}$  이하이고 챔버-대-챔버에서  $4\text{nm}$  이하이다.

[0046] 바람직하게는, 인터페이스 겔 (48) 은 전극의 중심에서부터 전극의 가장자리 까지의 온도 변화를  $10^\circ\text{C}$  미만으로 최소화하고 방위각 상 온도 변화를  $5^\circ\text{C}$  이하로 최소화한다. 새로운 또는 중고의 알루미늄 백킹 부재들의 사용에 기인한 전극 온도 변동은 새로운 및 중고의 알루미늄 백킹 부재들의 접촉면 상태와 관련된다. 바람직하게는 인터페이스 겔 (48) 은 새로운 및 중고의 알루미늄 백킹 부재들에 의해 야기되는 전극 온도 변화를 약  $5^\circ\text{C}$  미만으로 최소화할 수 있다. 또한, 부품들은 제거되어 세정될 수 있고 바람직하게는 그러한 세정 후 부품은 동일한 열적 성능을 나타낸다. 바람직하게는, 인터페이스 겔 (48) 은 알루미늄 백킹 부재들의 세정 전과 후 사이의 열적 성능 변화들을 전극 온도에서의 약  $5^\circ\text{C}$  미만의 변화로 최소화한다.

[0047] 다양한 어플리케이션들의 필요조건들을 수용할 수 있도록, 인터페이스 겔은 순수하게 저 분자량 디메틸 실리콘 (dimethyl silicone) 및 선택적인 충전제로 만들어질 수 있거나, 또는 인터페이스 겔은 또한 유리섬유 스크린 (스크립), 금속 스크린 주위에 매트릭스화될 수 있거나, 또는 인터페이스 겔은 유리 또는 다른 물질의 유리 마이크로비드들 및/또는 나노비드들과 혼합될 수 있다. 바람직하게는 인터페이스 겔은 메틸 기와 Si-O 백본 (실록산) 을 갖는 겔 매트릭스 재료를 포함한다. 바람직하게는, 인터페이스 겔은  $\text{Al}_2\text{O}_3$  마이크로비드들 주위에 매트릭스화된 저 분자량 디메틸 실리콘 (dimethyl silicone) 으로 만들어진다.

[0048] 인터페이스 겔이 열 및/또는 전기 전도성 겔인 경우에, 열 및/또는 전기 전도성 충전제 재료는 열 및/또는 전기 전도성 금속 또는 금속 합금의 입자들을 포함할 수 있다. 플라즈마 반응 챔버의 불순물 민감성 환경에서의 사용을 위한 바람직한 금속은 알루미늄 합금, 산화 알루미늄 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 규소, 산화규소, 탄화규소, 산화이트륨 ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ), 흑연, 탄소나노튜브, 탄소나노입자, 질화규소 ( $\text{SiN}$ ), 질화알루미늄 ( $\text{AlN}$ ) 또는 질화붕소 ( $\text{BN}$ )이다. 바람직하게는 인터페이스 겔은 용이하게 압축될 수 있어, 접촉 면들의 횡 변위 (lateral dislocation) 하에서 열 및/또는 전기 접촉을 유지할 수 있고 높은 열 전도도를 갖는다. 바람직하게는, 열 전도도는 약  $0.5\text{W}/\text{mK}$  내지  $1\text{W}/\text{mK}$ , 보다 바람직하게는 약  $1\text{W}/\text{mK}$  내지  $5\text{W}/\text{mK}$ 이고 가장 바람직하게는 적어도  $5\text{W}/\text{mK}$ 이다.

[0049] 브릿지된 영역들은 전극 플레이트 (24) 와 백킹 플레이트 (34) 의 대향하는 면들 (28/38) 의 면적의 1 내지 95% 일 수 있다. 예를 들면, 브릿지된 영역은 대향 면들 (28/38)의 면적의 1~5%, 5~10%, 10~15%, 15~20%, 20~30%, 30~40%, 40~50%, 50~60%, 60~70%, 70~80%, 80~90% 또는 90~95%일 수 있다. 대향하는 면들 (28/38) 상의 가스 통로 (32/44) 개구들은 브릿지되지 않은 영역에 있고 인터페이스 겔은 브릿지된 영역들을 열적으로 브릿지한다.

[0050] 또한 바람직하게는, 백킹 플레이트 밀면 (38) 은 전극 윗면 (28) 에 평행하며 2개의 대향하는 면들 사이의 거리 (캡) 는 약  $\pm 25\mu\text{m}$  (0.001인치) 미만으로 변한다.

[0051] 백킹 플레이트 (34) 는 예를 들면, 참조에 의해 전체 내용이 본 명세서에 통합된 공유의 U.S. 특허 출원 공보 No. 2007/0068629에 기재되어 있는 적합한 패스너 부재들에 의해 열 제어 플레이트 (16) 에 부착된다. 백킹 부재 (34) 는 복수의 홀 (40) 들을 포함하고 복수의 홀 (40) 들은 백킹 부재 (34) 를 열 제어 플레이트 (16) 에

부착하기 위한 패스너 부재 (42) 들을 수용하도록 구성된다.

#### [0052] 실시예

웨이퍼의 플라즈마 처리 실행 동안 내부 전극 부재와 온도 제어 알루미늄 백킹 플레이트 사이에 배치된 인터페이스 젤과 전기 및 열 전도성 가스켓들을 갖는 상부 규소 샤크헤드 전극들의 온도 테스팅의 비제한적 실시예들이 제시된다. 인터페이스 젤이 내부 전극 부재의 중심 근처 2개의 동심 환형 브릿지된 구역들에 위치되었고 2개의 동심 환형 전기 및 열 전도성 가스켓들이 외주 근처에 위치되었다 (실시예 1). 내부 전극 부재의 중심 근처 2개의 동심 환형 브릿지된 구역들은 약  $r=1.5$ 인치에 있었고 약  $r=3$ 인치에 있었다. 외주 근처 2개의 동심 환형 전기 및 열 전도성 가스켓들은 약  $r=4.5$ 인치에 있었고 약  $r=6.25$ 인치에 있었다. 옥사이드 에칭이 블랭킷 포토레지스트 웨이퍼들 상에 수행되었다. 하지만, 임의의 특정 타입의 웨이퍼 처리 장치 또는 시스템이, 퇴적 (deposition), 산화, 에칭 (드라이 에칭, 플라즈마 에칭, RIE (reactive ion etching), MERIE (magnetically enhanced reactive ion etching), ECR (electron cyclotron resonance)를 포함) 등에 알맞은 웨이퍼 처리 시스템들을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는, 임의의 적절한 웨이퍼 처리 시스템에서의 사용에 알맞을 수 있다. 플라즈마 옥사이드 에칭 테스트 (plasma oxide etch test) 들이 약 2500W 및 27MHz 와 약 3500W 및 2MHz의 2개 주파수로 하부 전극을 통해 전달되는 약 6kW 전체 전력에서 수행되었다. 챔버 압력은 약 45mTorr로 유지되었고 플라즈마가 약 300sccm Ar, 18sccm C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 및 19sccm의 O<sub>2</sub>로 챔버로 유입되는 처리 가스로부터 형성되었다. 상부 전극은 약 120°C의 온도로 유지되었고 하부 전극은 약 20°C의 온도로 유지되었다. 처리 시간은 약 5분이었다. 전기 및 열 전도성 가스켓들은 0.012 두께 Bergquist Q-pad II였다. 인터페이스 젤은 0.02 인치 두께로 도포된 Geltech Lambda Gel COH-4000이었다. 실시예 1의 상부 규소 샤크헤드 전극을 사용한 제1 처리 실행 동안, 상부 전극의 최대 중심 대 가장자리 온도차는 9.5°C였고 상부 전극의 최대 중심 대 중간 전극 온도차는 7.7°C였다. 도 9는 블랭킷 포토레지스트 웨이퍼들을 플라즈마 옥사이드 에칭하는 제1 실행 동안 상부 전극 중심 (약  $r=1.5$ 인치), 중간 상부 전극 (약  $r=3$ 인치) 및 상부 전극 가장자리 (약  $r=5$ 인치) 위치들에서의 온도의 테스트 결과들을 나타낸다. 평균 상부 전극 중심 온도는 171.75±0.75°C였다. 평균 중간 상부 전극 온도는 165.30±0.5°C였고 평균 가장자리 온도는 163.50±0.5°C로 옥사이드 에칭 동안 측정되었다. 테스트 중 제2 열적 사이클 상에서 웨이퍼 폴트 (fault) 가 발생되었고 처리 실행이 재시작되었다. 그 폴트 사이클로부터의 데이터가 나타나 있지만, 계산들에서는 사용되지 않았다.

도 10은 실시예 1의 샤크헤드 전극 어셈블리를 사용한 상부 전극의 중심에서의 연속적인 처리 실행들 동안의 온도 재현성을 도시한다. 최대 중심 대 중심 (연속적인 실행 동안) 온도차는 1.7°C였다. 제1 실행 동안의 상부 전극의 평균 중심 온도 ("중심")은 171.85±0.65°C였고 제2 실행 동안의 평균 ("중심 2") 은 171.35±0.55°C였다.

백킹 플레이트 (34) 가 내부 전극 부재 (24)로부터 제거되었다. 인터페이스 젤 및 전기 및 열 전도성 가스켓들은 실시예 1에서 사용되었던 새로운 젤 및 가스켓 재료들로 교체되었고 샤크헤드 전극 어셈블리는 추가 테스트를 위해 재조립되었다. 도 11 및 12는 새로운 젤 및 가스켓 재료를 이용한 연속적인 처리 실행들 동안 상부 전극의 전역과 상부 전극 중심에 대한 테스트 결과들로부터의 온도 변동을 도시한다 (실시예 2). 실시예 2의 상부 규소 샤크헤드 전극을 사용한 제3 처리 실행 중에, 옥사이드 에칭 동안 상부 전극의 최대 중심 대 가장자리 온도차는 10.1°C였고 최대 중심 대 중간 전극 온도차는 6.8°C였다. 평균 중심 온도 ("중심") 는 168.85±0.65°C였다. 평균 중간 상부 전극 온도는 163.2±0.50°C였고 평균 가장자리 온도는 160.05±0.65°C였다. 실시예 2의 상부 규소 샤크헤드 전극을 사용한 제4 옥사이드 에칭 처리 실행 동안, 평균 중심 상부 전극 온도 ("중심 2")는 168.65±0.65°C였고 연속적인 실행 동안의 최대 중심 온도차는 1.5°C였다. 표 1은 2개 실시예들에 대한 테스트 결과들 사이의 일부 차이들을 요약한다.

**표 1**

	실시예 1 (°C)	실시예 2 (°C)	평균 값의 차이 실시예 1 - 실시예 2 (°C)
중심	171.75 +/- 0.75	168.85 +/- 0.65	2.9
중간	165.30 +/- 0.5	163.2 +/- 0.5	2.1
가장자리	163.50 +/- 0.5	160.05 +/- 0.65	3.45

[0056]

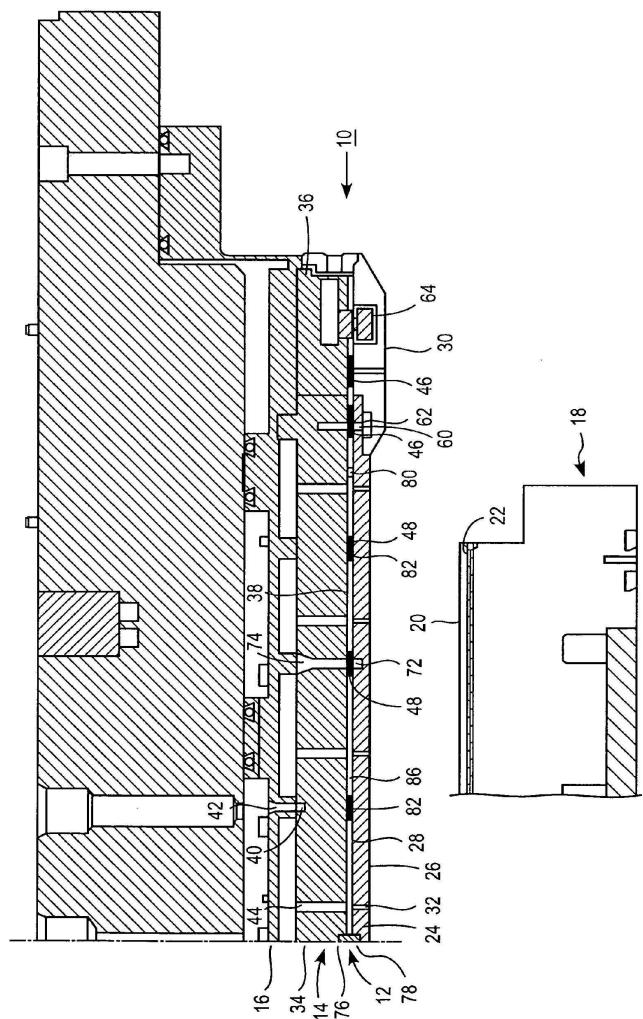
용어 "약"이 수치 값들과 관련되어 본 명세서에서 사용된 경우, 관련된 수치 값들은, 표명된 수치 값 주변으로  $\pm 10\%$ 의 공차를 포함하는 것으로 의도되었다. 본 명세서에서 사용된 용어 및 어구들은 수학적 또는 기하학적 엄밀성으로 해석되어서는 아니되며, 오히려 기하학적 전문용어들은 기하학적 용어 및 개념에 가깝거나 비슷한 의미로 해석되어야 한다. "일반적으로" 및 "실질적으로"와 같은 용어들은 관련 용어 및 개념들의 정확한 의미들 모두 포함하고 형태, 기능 및/또는 의미와 일치하는 온당한 허용 범위를 제공하는 것으로 의도된다.

[0058]

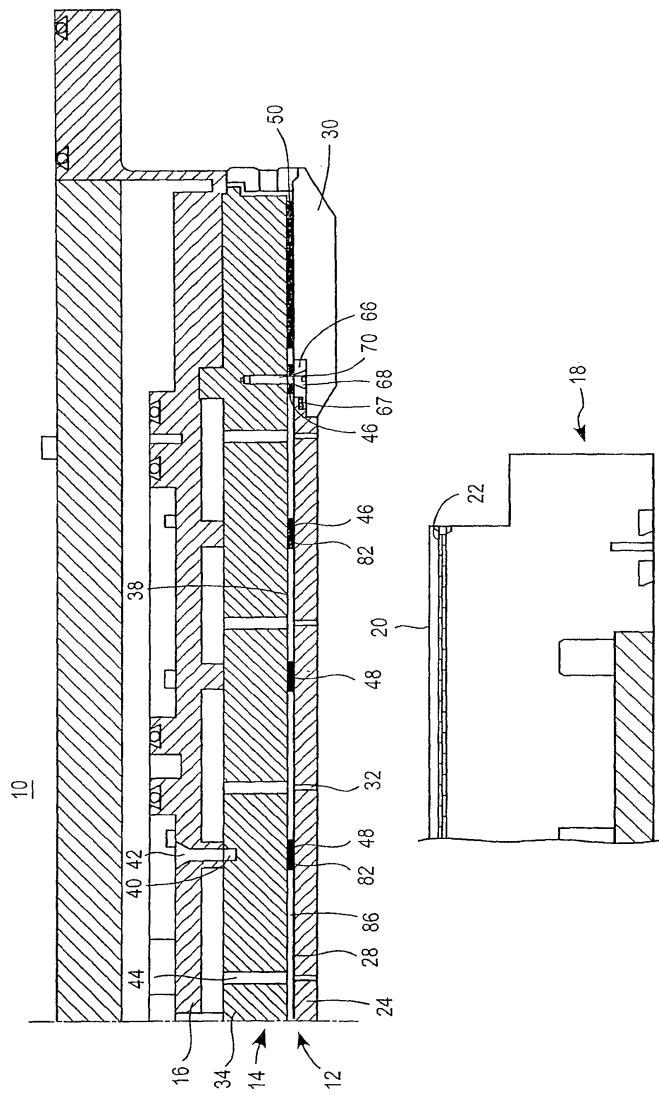
본 발명은 본 발명의 특정 실시 형태들을 참조하여 상세히 설명하였지만, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 첨부된 청구항들의 범위를 이탈함이 없이, 다양한 변형에 및 수정예들이 이루어질 수 있고, 균등예들이 채용될 수 있음이 자명할 것이다.

도면

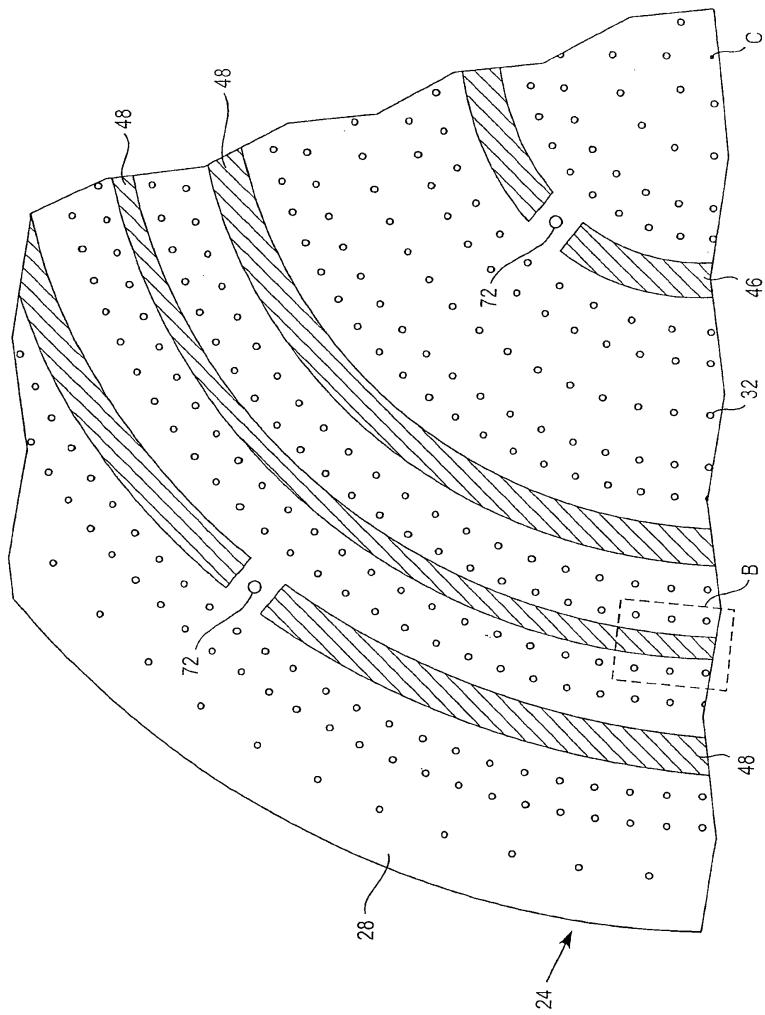
도면 1a



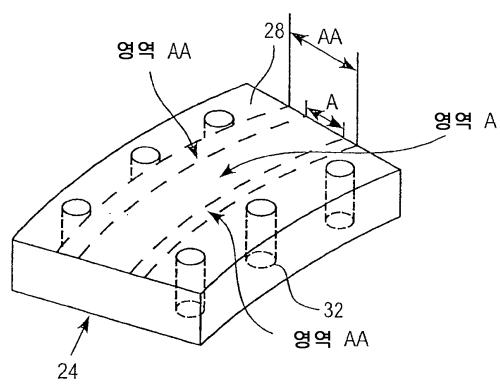
도면1b



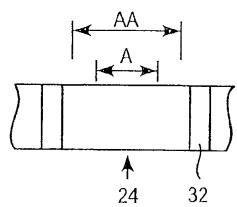
도면2



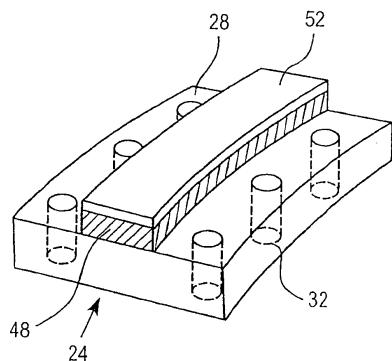
도면3a



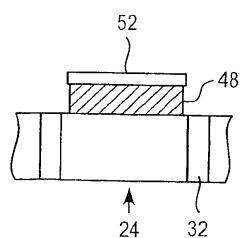
도면3b



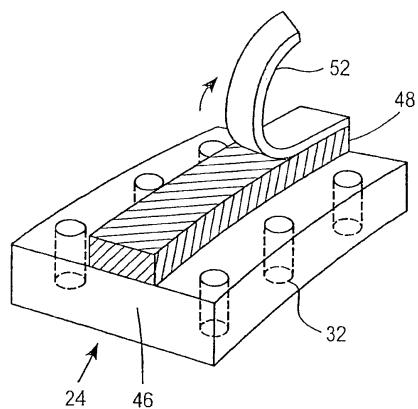
도면4a



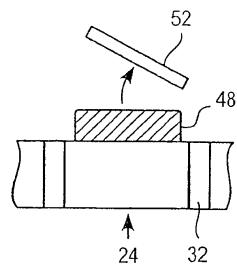
도면4b



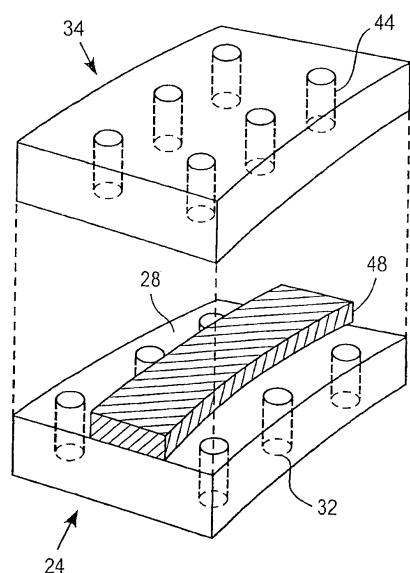
도면5a



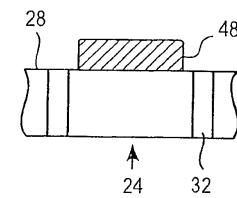
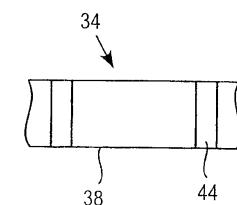
도면5b



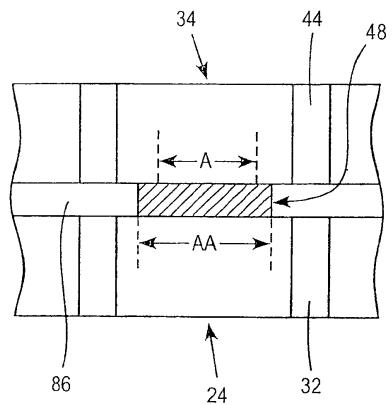
도면6a



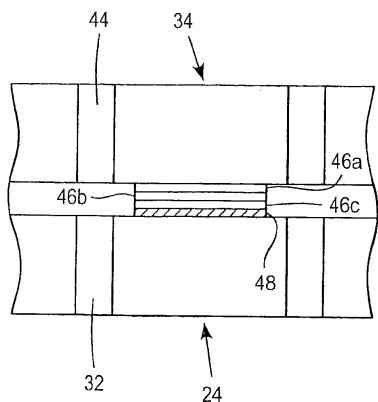
도면6b



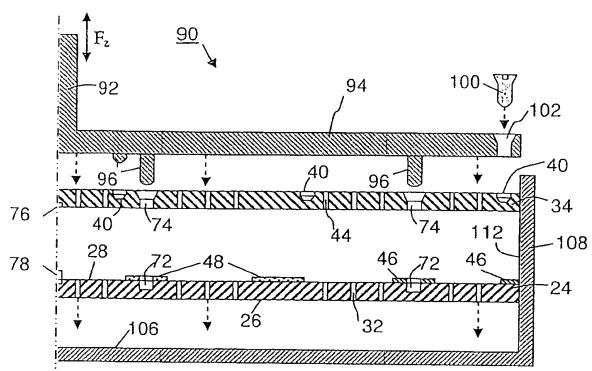
도면7a



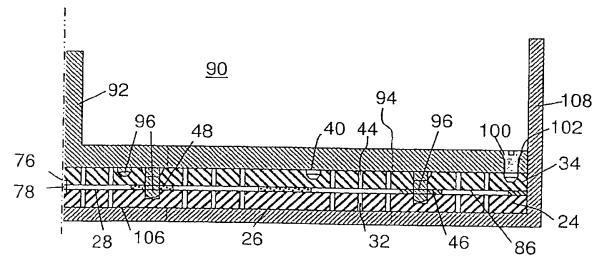
도면7b



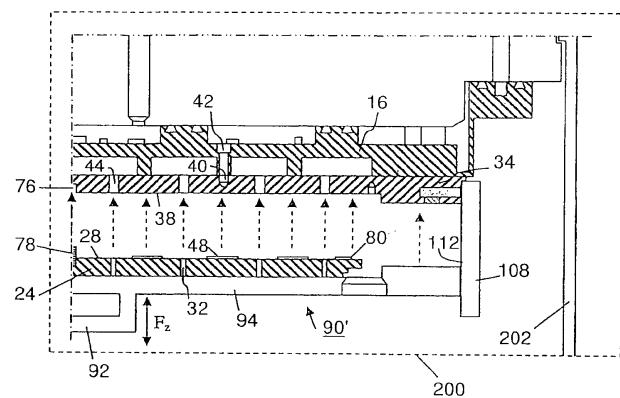
도면8a



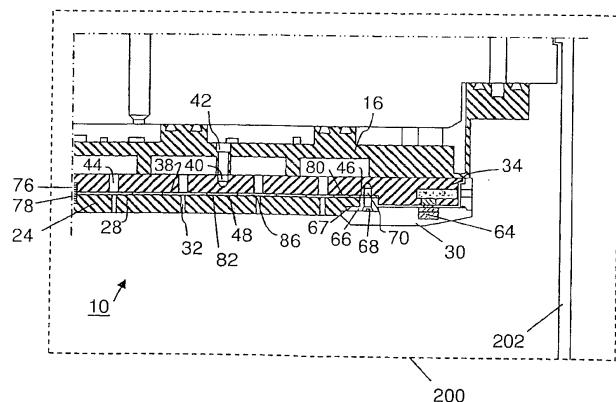
도면8b



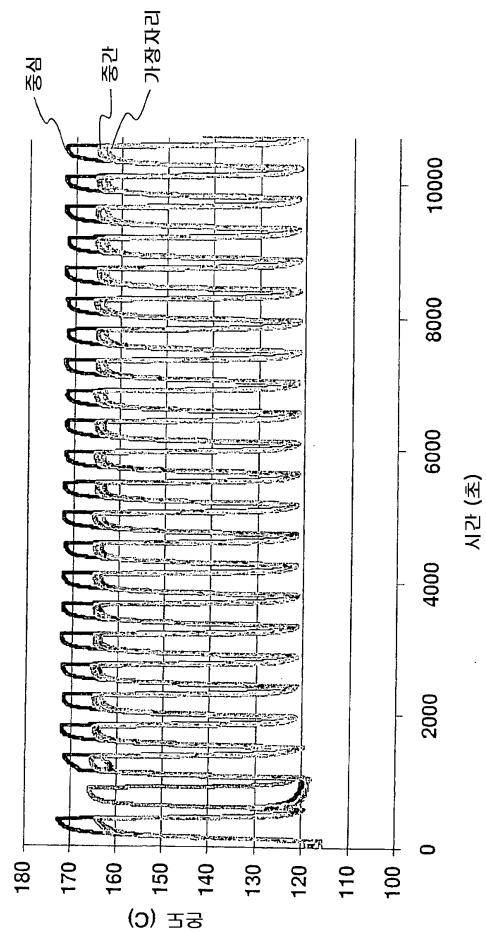
도면8c



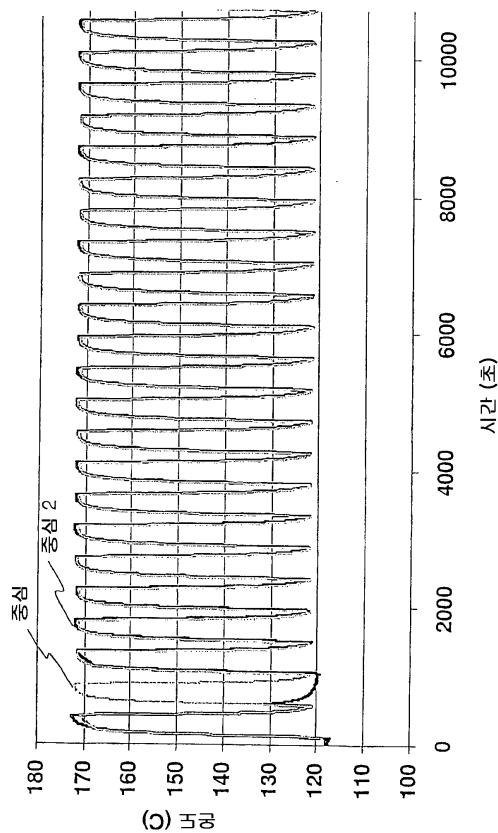
도면8d



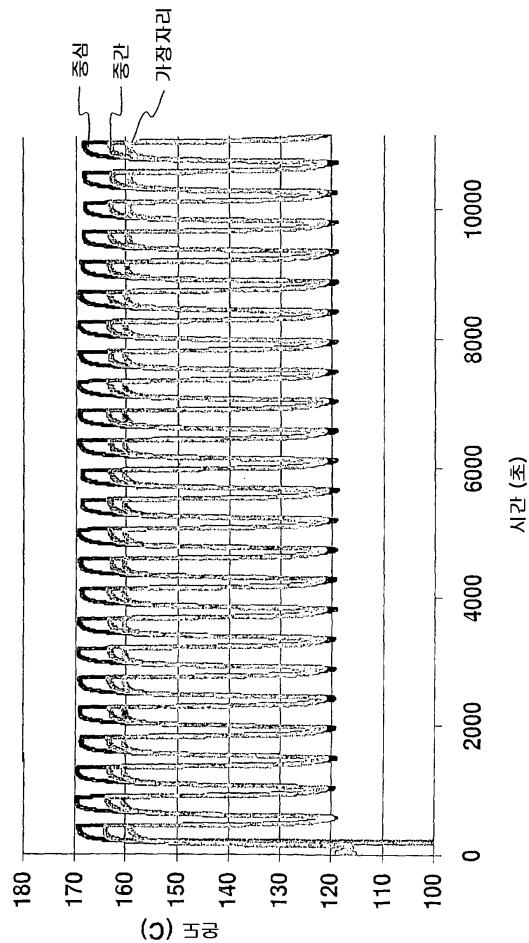
도면9



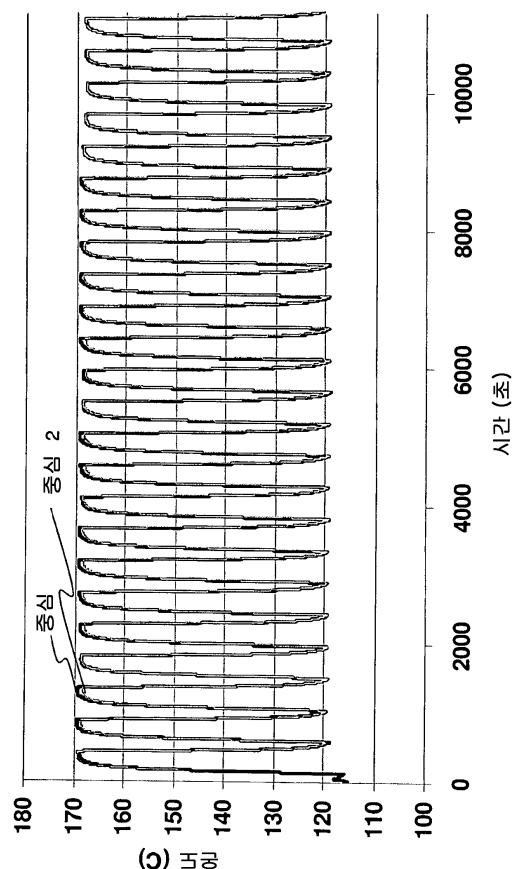
도면10



도면11



도면12



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 특히 청구범위 제20항 넷째줄

【변경전】

상기 인퍼페이스 젤을

【변경후】

상기 인터페이스 젤을