(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0025690
(43) 공개일자 2008년03월21일

(51) Int. Cl.
H01L 21/3065 (2006.01) *H01L 21/302* (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7029805
(22) 출원일자 2007년12월20일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2007년12월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/023198
국제출원일자 2006년06월14일
(87) 국제공개번호 WO 2007/001865
국제공개일자 2007년01월04일
(30) 우선권주장
11/155,493 2005년06월20일 미국(US)

(71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
(72) 발명자
로저스 제임스 에이치
미국 95032 캘리포니아주 산타 클라라 카운티 로스 가토스랜스베리 코트 109
(74) 대리인
특허법인코리아나

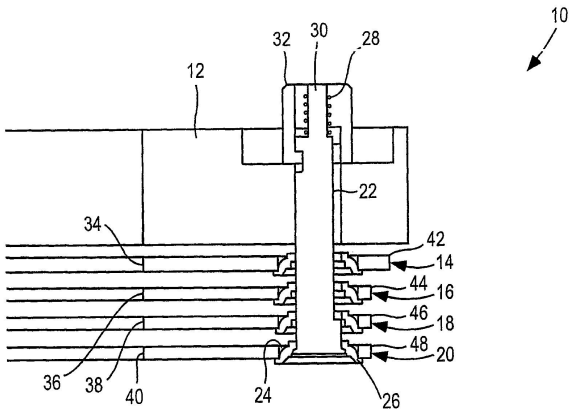
전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 폴리머 증착을 감소시키는 R F 흡수 재료를 포함하는플라즈마 한정링

(57) 요 약

플라즈마 한정링은 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기 위하여 링의 플라즈마 노출 표면 상의 충분히 높은 온도에 도달하도록 적응된다. 플라즈마 한정링은 링의 일부에서의 가열을 강화하는데 효과적인 RF 손실 재료를 포함한다. 저 복사율 재료가 가열 효과를 강화하기 위해 플라즈마 한정링 조립체의 일부상에 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체용 플라즈마 한정링으로서,

표면; 및

RF 손실 재료를 포함하고,

상기 RF 손실 재료는 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이어서, 상기 표면이 상기 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, 상기 표면이 상기 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 하는, 플라즈마 한정링.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 RF 손실 재료는 SiC 또는 도핑된 실리콘인, 플라즈마 한정링.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 RF 손실 재료는 상기 플라즈마 한정링의 내부 직경 표면 상의 코팅인, 플라즈마 한정링.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

RF 투과성 재료를 포함하는, 플라즈마 한정링.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링은,

상기 RF 손실 재료를 포함하는 내부링;

외부링; 및

상기 내부링과 상기 외부링 사이에 정의되고, 상기 내부링으로부터 상기 외부링으로의 열 전도를 감소시키는데 효과적인 적어도 하나의 갭을 포함하는, 플라즈마 한정링.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 내부링은 본질적으로 상기 RF 손실 재료로 구성되는, 플라즈마 한정링.

청구항 7

플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체로서,

적층으로 배열되며, 각각이 플라즈마 노출 표면 및 RF 손실 재료를 포함하는 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함하고,

상기 RF 손실 재료는 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이어서, 상기 플라즈마 한정링이 상기 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, 각각의 플라즈마 한정링의 상기 플라즈마 노출 표면이 상기 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링의 각각은 RF 투과성 재료를 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

장착링; 및

상기 장착링으로부터 상기 플라즈마 한정링을 매다는 장착 요소를 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링의 적어도 하나는,

상기 플라즈마 노출 표면 및 상기 RF 손실 재료를 포함하는 내부링; 및

갭이 상기 내부링과 외부링 사이에 정의되도록 상기 내부링을 지지하도록 적응되는 외부링을 포함하고,

상기 갭은 상기 내부링으로부터 상기 외부링으로의 열 전도를 감소시키는데 효과적인, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 11

상부 샤워헤드 전극;

하부 전극을 포함하는 기판 지지체; 및

상기 샤워헤드 전극과 상기 기판 지지체 사이의 공간에 플라즈마를 한정하도록 배열된 제 7 항에 기재된 플라즈마 한정링 조립체를 포함하는, 플라즈마 처리 챔버.

청구항 12

플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체로서,

적층으로 배열되며, 각각이 RF 손실 재료의 플라즈마 노출 표면을 포함하는 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함하고,

상기 RF 손실 재료는 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이어서, 상기 플라즈마 한정링이 상기 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, 각각의 플라즈마 한정링의 상기 플라즈마 노출 표면이 상기 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 RF 손실 재료는 SiC 또는 도핑된 실리콘인, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 RF 손실 재료는 플라즈마 한정링의 내부 직경 표면 상의 코팅인, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링의 각각은 RF 투과성 재료를 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

장착링; 및

상기 장착링으로부터 상기 플라즈마 한정링을 매다는 장착 요소를 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링의 적어도 하나는,

상기 RF 손실 재료를 포함하는 내부링;

외부링; 및

상기 내부링과 상기 외부링 사이에 정의되고, 상기 내부링으로부터 상기 외부링으로의 열전도를 감소시키는데 효과적인 적어도 하나의 갭을 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 내부링은 본질적으로 상기 RF 손실 재료로 구성되는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 19

제 12 항에 있어서,

상기 RF 손실 재료는 도핑된 실리콘 또는 SiC 인, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 20

상부 샤워헤드 전극;

하부 전극을 포함하는 기판 지지체; 및

상기 샤워헤드 전극과 상기 기판 지지체 사이의 공간에 플라즈마를 한정하도록 배열된 제 12 항에 기재된 플라즈마 한정링 조립체를 포함하는, 플라즈마 처리 챔버.

청구항 21

플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체로서,

적층으로 배열되며, 각각이 플라즈마 노출 표면 및 상기 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출되지 않는 임베딩된 RF 손실 재료를 포함하는 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함하고,

상기 RF 손실 재료는 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이어서, 상기 플라즈마 한정링이 상기 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, 각각의 플라즈마 한정링의 상기 플라즈마 노출 표면이 상기 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 RF 손실 재료는 금속 재료인, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링의 각각은 상기 RF 손실 재료를 둘러싸는 RF 투과성 재료를 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 플라즈마 한정링의 적어도 하나는 제 1 부분, 상기 제 1 부분에 결합된 제 2 부분, 및 상기 제 1 부분과

상기 제 2 부분 사이에 배치된 상기 RF 손실 재료를 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 부분은 엘라스토머 결합에 의해 상기 제 2 부분에 결합되는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 부분은 상기 제 2 부분에 용접되는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 27

상부 샤워헤드 전극;

하부 전극을 포함하는 기판 지지체; 및

상기 샤워헤드 전극과 상기 기판 지지체 사이의 공간에 플라즈마를 한정하도록 배열된 제 21 항에 기재된 플라즈마 한정링 조립체를 포함하는, 플라즈마 처리 챔버.

청구항 28

플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체로서,

외부링 상에 지지되도록 적응된 내부링을 포함하는 장착링으로서, 상기 내부링은 플라즈마 노출 내표면, 상기 내표면에 대향하는 외표면, 및 상기 외표면 상의 전기전도성, 저 복사율 재료의 코팅을 포함하는, 상기 장착링; 및

적층으로 배열되고 상기 장착링으로부터 매달린 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함하는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 코팅은 금속, 불화산화주석 또는 산화인듐주석으로 이루어지는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

상기 외부링은 복수의 둘레방향으로 이격된 함몰부를 포함하고,

지지체 요소가 각각의 함몰부의 각각에 제거가능하게 수용되고,

상기 내부링은 상기 지지체 요소상에 지지되도록 적응되는, 플라즈마 한정링 조립체.

청구항 31

플라즈마 처리 챔버에서 반도체 기판를 처리하는 방법으로서,

제 28 항에 기재된 플라즈마 한정링 조립체를 포함하는 플라즈마 처리 챔버 내로 처리 가스를 공급하는 단계; 및

상기 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하고 상기 플라즈마 처리 챔버에서 반도체 기판을 에칭하는 단계를 포함하고,

상기 에칭 동안, 코팅은 내부링의 내표면의 가열을 강화하여, 상기 내표면이 상기 내표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 하는, 반도체 기판 처리방법.

청구항 32

상부 샤워헤드 전극;

하부 전극을 포함하는 기판 지지체; 및

상기 상부 전극과 상기 기판 지지체 사이의 공간에 플라즈마를 한정하도록 배열된 제 28 항에 기재된 플라즈마 한정링 조립체를 포함하는, 플라즈마 처리 챔버.

청구항 33

플라즈마 처리 챔버에서 반도체 기판를 처리하는 방법으로서,

적층으로 배열되고, 각각이 플라즈마 노출 표면 및 RF 손실 재료를 포함하는 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함하는 플라즈마 처리 챔버 내로 처리 가스를 공급하는 단계; 및

상기 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하고 상기 플라즈마 처리 챔버에서 반도체 기판을 에칭하는 단계를 포함하고,

상기 에칭 동안, 상기 RF 손실 재료는 RF 에너지에 커플링하여 각각의 플라즈마 한정링의 상기 플라즈마 노출 표면이 상기 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 하는, 반도체 기판 처리방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 반도체 기판은 상기 플라즈마에 의해 에칭되는 유전성 재료를 포함하고,

상기 처리 가스는 플루오로카본, 하이드로플루오로카본, 플루오로카본 전구체 및 하이드로플루오로카본 전구체로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 성분을 함유하는, 반도체 기판 처리방법.

청구항 35

제 33 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 챔버는 접지된 상부 샤워헤드 전극, 및 전력이 상이한 주파수로 인가되는 하부 전극을 포함하는, 반도체 기판 처리방법.

청구항 36

제 33 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 챔버로부터 상기 반도체 기판을 제거하는 단계; 및

상기 플라즈마 처리 챔버에서 산소 플라즈마를 발생시키는 단계로서, 상기 산소 플라즈마는 상기 플라즈마 한정링으로부터 폴리머 증착물을 제거하는데 효과적인, 상기 산소 플라즈마 발생단계를 포함하는, 반도체 기판 처리방법.

명 세 서

<1> **배경**

<2> 플라즈마 처리 챔버는 상부 전극 및 하부 전극을 포함할 수 있다. 상부 전극은 통상적으로 플라즈마 처리 동안 반도체 기판을 지지하도록 적응된 기판 지지체와 대향하고 있다. 플라즈마 처리 동안, 전력이 하나 또는 양쪽 전극에 공급되어 처리 가스를 활성화하고 기판을 처리하는 플라즈마를 생성한다.

<3> 플라즈마 에칭은 반도체 기판상에 층들로서 제공된 선택된 물질을 에칭하기 위해 플라즈마 처리 챔버에서 수행될 수 있다. 처리 조건은 플라즈마가 그 층들 내의 소망하는 피처 (feature) 를 에칭하도록 선택된다.

<4> **요약**

<5> 플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체용 플라즈마 한정링의 일 실시형태는 표면 및 RF 손실 재료를 포함한다. RF 손실 재료는, 플라즈마 한정링이 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, 그 표면

이 그 표면상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기 위해 충분히 높은 온도에 도달하도록 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이다.

<6> 플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체의 일 실시형태는 적층적으로 배열된 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함한다. 각각의 플라즈마 한정링은 플라즈마 노출 표면 및 RF 손실 재료를 포함한다. 플라즈마 한정링이 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, RF 손실 재료는 각각의 플라즈마 한정링의 플라즈마 노출 표면이 그 플라즈마 노출 표면상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기 위해 충분히 높은 온도에 도달하도록 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이다.

<7> 플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체의 또 다른 실시형태는 적층적으로 배열된 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함한다. 각각의 플라즈마 한정링은 RF 손실 재료의 플라즈마 노출 표면을 포함한다. 플라즈마 한정링이 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, RF 손실 재료는 각각의 플라즈마 한정링의 플라즈마 노출 표면이 그 플라즈마 노출 표면상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기 위해 충분히 높은 온도에 도달하도록 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이다.

<8> 플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체의 또 다른 실시형태는 적층적으로 배열된 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함한다. 각각의 플라즈마 한정링은 플라즈마 노출 표면 및 플라즈마에 노출되지 않는 임베딩된 RF 손실 재료를 포함한다. 플라즈마 한정링이 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 때, RF 손실 재료는 각각의 플라즈마 한정링의 플라즈마 노출 표면이 그 플라즈마 노출 표면상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소시키기 위해 충분히 높은 온도에 도달하도록 RF 에너지를 커플링하는데 효과적이다.

<9> 플라즈마 처리 챔버를 위한 플라즈마 한정링 조립체의 또 다른 실시형태는 외부 링 상에 지지되도록 적응된 내부 링을 포함하는 장착링을 포함한다. 내부 링은 플라즈마 노출 내표면, 내표면에 대향하는 외표면 및 외표면 상의 전기전도성 저복사율 재료의 코팅을 포함한다. 적어도 두 개의 플라즈마 한정링은 적층적으로 배열되고 장착링으로부터 매달리도록 적응된다.

<10> 플라즈마 처리 챔버에서 반도체 기판을 처리하는 방법의 일 실시형태는, 적층적으로 배열된 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함하는 플라즈마 처리 챔버 내로 처리 가스를 공급하는 단계로서, 각각의 플라즈마 한정링은 플라즈마 노출 표면 및 RF 손실 재료를 포함하는, 상기 처리가스 공급단계; 및 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하고 플라즈마 처리 챔버 내에서 반도체 기판을 에칭하는 단계를 포함한다. 에칭 동안, RF 손실 재료는 각각의 플라즈마 한정링의 플라즈마 노출 표면이 그 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소하기 위해 충분히 높은 온도에 도달하도록 RF 에너지를 커플링한다.

<11> **도면의 간단한 설명**

<12> 도 1은 플라즈마 한정링 조립체의 일 실시형태의 일부를 도시한다.

<13> 도 2는 두 조각 (two-piece) 구성을 갖는 플라즈마 한정링의 또 다른 실시형태의 측면도이다.

<14> 도 3a 는 임베딩된 RF 손실 재료를 포함하는 플라즈마 한정링의 또 다른 실시형태의 평면도이다.

<15> 도 3b 는 라인 3B-3B 를 따라 취한 도 3a 에 도시된 플라즈마 한정링의 단면도이다.

<16> 도 4a 는 두 조각 장착링을 포함하는 플라즈마 한정링의 또 다른 실시형태를 도시한다.

<17> 도 4b 는 도 4a 에 도시된 장착링의 외부 링의 부분확대도로서, 지지체 요소가 외부 링 내의 오목부로부터 제거되어 있다.

<18> 도 4c 는 도 4b 에 도시된 장착링의 외부 링을 도시하며, 지지체 요소는 외부링의 함몰부 내에 수용된다.

<19> 도 5는 플라즈마 한정링 조립체의 일 실시형태를 포함하는 플라즈마 처리 챔버를 도시한다.

<20> **바람직한 실시형태의 상세한 설명**

<21> 용량성 결합 챔버 등의 평행판 플라즈마 처리 챔버는 샤워헤드 전극 등의 상부 전극, 및 하부 전극을 포함한다. 상부 전극은 통상 처리될 반도체 기판과 대향한다. 플라즈마 처리 동안, 전력이 하나 또는 양쪽 전극에 공급되어 처리 가스를 활성화하고 기판을 처리할 플라즈마를 생성한다.

<22> 그러한 플라즈마 처리 챔버의 내부 표면은 전력이 공급된 표면 (예를 들어, "RF 핫 표면 (RF hot surface)"), 접지된 표면, 또는 (절연 재료로 구성된) 플로팅 표면 (floating surface) 일 수 있다. 상이한 에너지가 플라즈마 처리 동안 이들 상이한 형태의 표면에 공급되거나 작용한다. 평행판 플라즈마 처리 챔버에 있어서

챔버 부분의 가열 특성은 그 부분의 노출된 표면에 공급된 이온 에너지 및 이온 플럭스, 및 또한 그 부분의 적외선 (IR) 에너지 흡수 특성에 종속한다. 접지된 (리턴 경로) 표면 및 전력이 공급된 표면은 플라즈마로부터 상당한 이온 에너지를 받는다. 결과적으로, 이들 표면은 플로팅 부분 또는 표면 보다 더욱 많이 가열되고, 상당히 상이한 온도에 도달하는 경향이 있다.

<23> 플루오로카본, 하이드로플로오로카본, 또는 이들 가스의 전구체를 함유하는 처리 가스 등의 고도 폴리머화 처리 가스 화학제는 산화실리콘 등의 유전체 재료를 에칭하는데 사용될 수 있다. 그러한 플라즈마 에칭 처리 동안, 폴리머는 플라즈마 처리 챔버의 내표면상에 증착할 수 있다. 폴리머 증착물은 이들이 그 표면으로부터 벗겨져 나와 처리된 기판 (예를 들어, 처리된 웨이퍼) 을 오염시킬 뿐아니라 챔버를 오염시킬 수 있기 때문에 바람직하지 않다. 그러나, 디바이스 피처가 계속해서 작아지기 때문에, 반복가능한 처리 결과를 달성하기 위해 웨이퍼마다 기판 및 플라즈마 노출 챔버 표면을 깨끗하게 유지하는 것이 점점 바람직해지고 있다. 따라서, 챔버 부분의 내표면상의 폴리머 에칭 증착물의 형성을 감소, 바람직하게는 방지하는 것이 바람직하다.

<24> 플라즈마 처리 동작 동안, 열은 열 전도 (부분이 또 다른 표면과 물리적으로 접촉되어 있는 경우), 복사 (전자기파가 부분으로 및/또는 부분으로부터 열을 전달하는 경우), 대류 (열이 챔버내의 이동 유체에 의해 전달되는 경우) 에 의해 부분들 및 다른 챔버 표면으로부터/으로 전달될 수 있다. 부분들로부터의 대류성 열 손실은 챔버 압력이 증가함에 따라 증가한다. 플라즈마 처리 동안 플라즈마 노출 부분 또는 표면의 온도 증가 ΔT 는 $Q = mc\Delta T$ 의 관계에 따라 부분 또는 표면에 부가된 열량 Q , 및 그 부분의 질량 m, 및 비열 c 에 종속한다. 따라서, 하나의 부분에 부가된 소정량의 열에 대해, 부분의 질량을 증가시키는 것은 그 부분의 온도의 증가를 감소시킨다. 결과적으로, 높은 질량 (또는 높은 열 용량) 을 가지는 부분은 플라즈마 처리 동안 그 부분의 플라즈마 노출 표면 상의 폴리머 증착을 피하기에 충분히 높은 온도에 도달하지 않을 수도 있다.

<25> 일반적으로, 폴리머 증착물은 플라즈마 처리 동작 동안 플라즈마 처리 챔버의 더욱 차가운 플라즈마 노출 표면상에 형성되기 쉽다. 플로팅 표면은 더욱 차가운 표면인 경향이 있어서, 그들을 통상 전력이 공급된 표면 또는 접지된 표면에 비해 폴리머 축적을 더욱 많이 전개하는 경향이 있게 한다.

<26> 플라즈마 처리 챔버의 소정 부분의 플라즈마 노출 표면상의 폴리머 증착의 문제는 그 부분을 능동적으로 가열함으로써 다루어질 수 있다. 예를 들어, 챔버 벽은 그들의 플라즈마 노출 내표면을 그 표면상의 폴리머 증착을 피하기에 충분히 높은 온도로 유지하도록 가열될 수 있다. 샤워헤드 전극 조립체 및 정전척의 능동 온도 제어도 또한 사용될 수 있다. 그러나, 그러한 표면은 전력이 공급되거나 접지되고 결과적으로 높은 이온 에너지에 영향을 받기 때문에, 폴리머는 전력이 공급된 표면 또는 접지된 표면의 능동 가열 없이도 플로팅 표면상에 보다 이들 표면상에 증착하는 경향이 적다.

<27> 대안적으로, 폴리머 증착 문제는 챔버 표면으로부터 최종 형성된 (as-formed) 폴리머 증착물을 제거함으로써 다루어질 수 있다. 예를 들어, 폴리머 증착물은 공격적인 플라즈마 화학제를 사용하여 제거될 수 있다. 대안적으로, 플라즈마 챔버는 챔버 표면으로부터 폴리머 증착물을 제거하기 위해 습식 세정될 수 있다. 그러나, 그러한 세정 기술은 처리 쓰루풋을 감소시킨다.

<28> 바람직한 처리 효율 및 에칭 균일성을 달성하기 위하여, 플라즈마는 평행판 플라즈마 처리 챔버의 상부 전극과 하부 전극 사이에 정의된 플라즈마 한정 구역 내에 한정될 수 있다. 플라즈마 한정링 조립체는 그러한 플라즈마 한정링을 제공하는데 사용될 수 있다. 예시적인 플라즈마 한정링 조립체가 각각 그 전체가 참조로 여기에 포함되는 공유된 미국 특허 제 5,534,751 호; 제 5,998,932호; 제 6,019,060 호; 제 6,178,919 호 및 제 6,527,911호에 개시되어 있다. 미국 특허 제 5,534,751호에 기술된 바와 같이, 플라즈마 한정링 조립체는 복수의 플라즈마 한정링을 포함할 수 있다. 링은 적층형태로 배열되어 내표면으로부터 외표면까지 인접한 링들 사이에서 반지름방향으로 연장되는 복수의 가스 통로를 정의한다. 플라즈마 내의 대전된 입자는 그 입자가 그 통로를 통과할 때 중성화되어 플라즈마 한정 구역 밖에서의 방전에 대한 경향 (즉, 플라즈마의 "비한정") 을 최소화한다.

<29> 또한, 미국 특허 제 5,534,751 호에서 기술된 바와 같이, 플라즈마 한정링 조립체는 플라즈마 에칭 처리 동안의 폴리머 증착을 단지 플라즈마 한정링 그들 자체에만 한정할 수도 있다. 그러나, 챔버 및 기판 오염 문제를 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기 위해서 뿐아니라, 플라즈마 한정링으로부터 최종 형성된 폴리머 증착물을 제거하기 위해 수행되는 부가적인 챔버 세정 단계를 피하기 위해서 한정링상의 그러한 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하는 것이 바람직하다.

<30> 상술된 폴리머 증착 문제의 견지에서, 표면을 능동적으로 가열하지 않고 이들 표면상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소 및 바람직하게는 방지하기 위해 플라즈마 노출 표면상의 충분히 높은 온도에 도달하도록 적응된 플라즈마 한정링이 제공될 수 있다는 것이 결정되어 왔다. 특히, 플라즈마 한정링은 플라즈마 노출 표면을 포함하는 링의 선택된 부분으로 가열을 국부화할 수 있다. 가열은 RF 손실재료에 의해 국부화된다.

<31> 여기에서 사용되는 바와 같이, "RF 손실 재료" 는 RF 에너지를 흡수할 수 있는 전기전도성 재료, 즉 RF 방사에 대해 비 투과적인 재료이다. 따라서, RF 손실 재료는 RF 에너지를 커플링할 수 있다. 결국, RF 손실 재료는 가열된다. 플라즈마 한정링에 사용될 수 있는 예시적인 RF 손실 재료는 도핑된 Si (즉, 그 전기저항률을 제어하기 위해 적절한 형태 및 양의 도펀트로 도핑된 실리콘) 및 SiC 를 포함하지만 이들에 제한되지 않는다. 또한, RF 손실 재료는 플라즈마 한정링의 일부 실시형태에 대해, 금속, 금속 합금 및 자성 재료를 포함하는 금속성 재료일 수 있다.

<32> RF 손실 재료 스킨 깊이 (skin depth) 를 갖는다. "스킨 깊이" 는 통상 그 전류가 표면에서의 전류의 1/e (0.37) 배인 도체의 표면 아래의 깊이로서 정의된다. 스킨 깊이 d 는 다음의 식 : $d=(2\rho/\omega\mu)^{1/2}$ 에 의해 주어지며, 여기서 ρ 는 재료 전기 저항률이고, ω 는 전류의 각주파수 (즉, $\omega=2\pi f$, 여기서 f 는 주파수) 이며, μ는 재료의 절대 투자율이다. 이러한 식에 따르면, 스킨 깊이는 RF 손실 재료의 전기저항률이 증가함에 따라 증가한다. 예를 들어, SiC 의 전기저항률은 약 10^2 μΩ-cm 로부터 약 10^5 μΩ-cm 까지 변할 수 있다고 보고되었다. 따라서, 이러한 전기저항률 범위에 대해 및 13.56 MHz 의 RF 주파수에서, SiC 의 스킨 깊이는 약 150 ㎛ 로부터 5000 ㎛ 까지의 범위에 걸칠 수 있다.

<33> 전기전도성일 뿐아니라, RF 손실 재료는 바람직하게는, 플라즈마가 플라즈마 처리 챔버에서 생성되는 기간 동안 충분한 RF 에너지를 흡수할 수 있도록 충분한 체적 (즉, 열 질량) 을 가져서, RF 손실 재료가 RF 손실 재료상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기에 충분히 높은 온도에 도달하도록 한다. 일 실시형태에 있어서, RF 손실 재료는 RF 에너지와 커플링하기에 적절한 두께를 가지고 충분한 열 질량을 제공할 수 있다. 예를 들어, 사용되는 RF 손실 재료의 두께는 플라즈마 처리 챔버 내의 RF 손실 재료 상에 입사하는 RF 주파수에 대해 대략 RF 손실 재료의 스킨 깊이로부터 대략 스킨 깊이의 3배까지의 범위를 가질 수 있다. 하나 이상의 주파수의 RF 전력을 공급할 수 있는 하나 이상의 RF 소스를 포함하는 플라즈마 처리 챔버에서의 사용을 위해, RF 재료의 두께는, 예를 들어 RF 재료가 플라즈마 처리 챔버에서 노출되는 최저 주파수에 기초하여 선택될 수 있다.

<34> 플라즈마 한정링에 있어서, RF 손실 재료는 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출될 수 있다. 다른 실시형태에서, RF 손실 재료는 플라즈마에 노출되는 것으로부터 보호될 수 있다. 예를 들어, RF 손실 재료는 플라즈마 한정링의 하나 이상의 표면 상의 코팅일 수 있다. 또 다른 실시형태에 있어서, 하나 이상의 플라즈마 한정링의 일부는 RF 손실 재료로 만들어질 수 있다. 또 다른 실시형태에서, RF 손실 재료는 하나 이상의 플라즈마 한정링에 임베딩되어 (즉, 플라즈마에 노출되는 또 다른 재료에 의해 둘러싸여), RF 손실 재료가 플라즈마에 노출되지 않도록 한다.

<35> 도 1은 플라즈마 한정링 조립체 (10) 의 일 실시형태를 나타낸다. 플라즈마 한정링 조립체 (10) 의 실시형태들은 적어도 두 개의 플라즈마 한정링을 포함한다. 도 1에 도시된 플라즈마 한정링 조립체 (10) 는, 동심원 배열로 장착링 (12) 및 장착링 (12) 으로부터 매달려 있는 네 개의 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 을 포함한다. 장착링 (12) 및 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 바람직하게는 플라즈마 처리 챔버에서 그들의 위치를 조정하도록, 예를 들어 플라즈마 한정링 사이의 갭의 사이즈를 제어하도록 수직으로 이동가능하다. 도 1에서, 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 각 쌍의 링 (14, 16; 16, 18; 및 18, 20) 사이의 반지름방향으로 연장된 갭을 개재하여 적층된 배열로 도시된다. 갭은 가스 유동 통로를 제공한다.

<36> 장착링 (12) 및 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 석영, 용융 실리카, 질화실리콘 또는 알루미나 등의 전기절연성 (유전성) 재료의 전기적 플로팅 부분이다. 고순도 석영은 이들 부분에 대해, 및 유전체 재료를 위한 에칭 처리에서의 사용을 위해 바람직한 재료이다. 석영은 RF 투과성이다.

<37> 도 1 에 도시된 실시형태에 있어서, 장착링 (12) 및 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 의 각각은 단일 피스의 절연 재료로 구성된다.

<38> 도 1에 도시된 바와 같이, 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 각각의 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 에 형성된 각각의 홀 (24) 을 통해 각각 연장되는 하나 이상의 행거 (22) 를 포함하는 요소 등의 장착 요소에 의해 장착링 (12) 에 연결될 수 있다. 인서트 (26) 는 행거 (22) 와 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및

20) 사이의 직접적인 접촉을 방지하기 위해 각각의 홀 (24) 로 삽입될 수 있다. 스프링 (28) 은 피팅 (32) 에 대해 행거 (22) 를 탄성적으로 바이어스하기 위해 행거 (22) 의 내부 샤프트 (30) 상에 장착될 수 있다.

<39> 둥근 반도체 기판을 에칭하기 위해, 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 각각 내부 직경 표면 (34, 36, 38 및 40), 및 각각 외부 직경 표면 (42, 44, 46 및 48) 을 포함한다. 내부 직경 표면 (34, 36, 38 및 40) 은 플라즈마 노출 표면이다. 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 처리될 기판 사이즈에 대해 적절한 사이즈, 예를 들어 300 ㎜ 웨이퍼를 처리하기 위해 약 17인치의 내부 직경을 갖는다. 도 1에 도시된 바와 같이, 각각의 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 의 내부 직경 표면 (34, 36, 38 및 40) 은 바람직하게는 서로 및 장착링 (12) 과 수직으로 정렬된다.

<40> 이러한 실시형태에 있어서, RF 손실 재료는 각각의 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 의 내부 직경 표면 (34, 36, 38 및 40) 의 하나 이상, 및 바람직하게는 각각 상에 코팅으로서 적용된다. 예를 들면, 코팅은 도핑된 실리콘 또는 SiC 로 이루어질 수 있다. 코팅은 스퍼터 증착, 화학 기상 증착 (CVD), 열 또는 전자-빔 증착, 또는 플라즈마 스프레이 증착 등의 임의의 적합한 증착 기술에 의해 적용될 수 있다. 코팅은 바람직하게는 가열된 표면 면적을 최대화하기 위해 플라즈마 한정링의 전체 내부 직경 표면을 피복한다. 다른 실시형태에서, 코팅은 하나 이상의 플라즈마 한정링의 전체 내부 직경 표면보다 더 적은 부분을 피복할 수 있다.

<41> RF 손실 재료의 코팅은, 예를 들어 플라즈마 처리 챔버 내의 RF 손실 재료상에 입사하는 RF 주파수에 대해 대략 RF 손실 재료의 스킨 깊이로부터 스킨 깊이의 대략 3배까지의 범위의 적합한 두께를 가질 수 있다.

<42> 반도체 기판의 플라즈마 처리 동안, 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 플라즈마에 의해 가열되고, 플라즈마 처리 챔버 내의 다른 열 전달 메커니즘에 영향을 받는다. RF 손실 재료는 RF 에너지와 커플링하고, 결과적으로 우선적으로 가열된다. 결과적으로, 각각의 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 의 내부 직경 표면 (34, 36, 38 및 40) 은 플라즈마 처리 동안의 이들 표면상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기에 충분히 높은 온도에 도달할 수 있다.

<43> 또 다른 실시형태에서, 한정링 조립체의 플라즈마 한정링의 하나 이상, 및 더욱 바람직하게는 각각은 RF 손실 재료를 포함하는 한정링의 부분으로부터 RF 손실 재료에 인접한 한정링의 부분까지의 열 전도를 감소시키도록 구성되어, RF 손실 재료를 한정링 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기에 충분히 높은 온도로 유지한다. 실시형태에서, 플라즈마 한정링의 하나 이상, 바람직하게는 각각은 RF 손실 재료로부터 플라즈마 한정링의 인접 부분까지의 열 전도를 감소시킬 수 있는 열 쵸크 (thermal choke) 를 포함한다.

<44> 실시형태에서, 플라즈마 한정리 조립체 (10) 의 플라즈마 한정링 중 적어도 하나는 멀티-피스 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 플라즈마 한정링 (220) 의 실시형태는 외부링 (223) 상에 지지된 내부링 (221) 을 포함한다. 내부링 (221) 및 외부링 (223) 은 석영과 같은 유전성 재료로 이루어질 수 있다. 내부링 (221) 은 RF 손실 재료의 코팅 (241) 이 적용되는 플라즈마 노출 내부 직경 표면 (240) 을 포함한다.

<45> 또 다른 실시형태에서는, 전체 내부링 (221) 이 RF 손실 재료로 되어 있다. 예를 들어, 내부링 (221) 은 도핑된 실리콘 또는 SiC 로 이루어질 수 있다. 외부링 (223) 은 석영과 같은 적합한 유전체 재료로 이루어질 수 있다.

<46> 플라즈마 한정링 (220) 에서, 내부링 (221) 은 내부링 (221) 및 외부링 (223) 의 대향된 표면들 사이의 적어도 하나의 갭 (225) 을 정의하도록 외부링 (223) 상에 지지된다. 갭 (225) 은, 특히 내부링 (221) 의 내부 직경 표면 (240) 이 플라즈마에 노출될 때, 내부링 (221) 으로부터 외부링 (223) 으로의 열 전도를 감소시키는데 효과적인 열 쵸크로서 작용한다. 갭 (225) 을 제공함으로써, 내부 직경 표면 (240) 은 플라즈마 처리 동안 표면 (240) 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기에 충분히 높은 온도로 유지될 수 있다.

<47> 도 3a 및 도 3b 는 내부 직경 표면 (340) 및 임베딩된, 즉 인클로징된 RF 손실 재료 (360) 를 포함하는 플라즈마 한정링 (320) 의 또 다른 실시형태를 나타낸다. 임베딩된 RF 손실 재료 (360) 는 한정링 조립체의 플라즈마 한정링의 하나 이상, 및 바람직하게는 각각에 제공될 수 있다.

<48> 도 3a 에 도시된 바와 같이, RF 손실 재료는 원형 구성을 가질 수 있다. 플라즈마 처리 동안의 RF 손실 재료 (360) 의 가열에 의해 발생되는 내부 직경 표면 (340) 의 가열을 최대화하기 위해, RF 손실 재료 (360)와 내부 직경 표면 (340) 사이의 반지름방향 거리는 최소화될 수 있다.

<49> 도 3b 에 도시된 바와 같이, 플라즈마 한정링 (320) 은 인터페이스 (370) 를 따라 결합된 상부링 부분 (362) 및 하부링 부분 (364) 을 포함하는 2-피스 구성을 가질 수 있다. RF 손실 재료 (360) 는 상부링 부분 (362) 및/또는 하부링 부분 (364) 에 형성된 함몰부 (361) 에 배치될 수 있다. 함몰부 (361) 는 반원형, 원형 (도시된 바와 같음), 트렌치 구성 등의 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다. 함몰부 (361) 는 레이저 절제 또는 에칭 등의, 플라즈마 한정링 (320) 의 재료를 처리하는데 적합한 기술에 의해 형성될 수 있다. RF 손실 재료 (360) 는 전체 내부 직경 표면 (340) 주위의 가열 균일성을 강화하기 위해 함몰부 (361) 를 따라 연속해서 연장될 수 있다. 대안적으로, RF 손실 재료 (360) 는 불연속적으로 연장될 수 있다. RF 손실 재료 (360) 는 예를 들어 고체 구슬 또는 분말의 형태일 수 있다.

<50> 플라즈마 한정링 (320) 의 상부링 부분 (362) 및 하부링 부분 (364) 은 임의의 적합한 결합 기술에 의해 인터페이스 (370) 를 따라 결합될 수 있다. 예를 들어, 상부링 부분 (362) 및 하부링 부분 (364) 은, 그 전체가 참조로서 여기에 포함되는 공유된 미국 특허 제 6,073,577 호에 기재된 바와 같이, 반도체 기판의 플라즈마 처리 동안 플라즈마 한정링이 통상 직면하는 챔버 조건과 양립할 수 있는 엘라스토머 재료 등의 적합한 접착제에 의해 접착될 수 있다. 엘라스토머 재료는 선택적으로 열 전도성 입자의 충전재를 포함할 수 있다.

<51> 엘라스토머는 그 엘라스토머의 열 전도성을 강화하기 위해 열 전도성 재료, 예를 들어 Si, SiC, 금속 또는 금속 합금의 입자를 포함할 수 있다. 금속은 플라즈마 처리 챔버의 불순물 민감성 환경에서의 사용에 적합하다. 열 전도성 엘라스토머는 열 전달을 강화하기 위해 RF 손실 재료 (360) 와 내부 직경 표면 (340) 사이의 인터페이스 (370) 에서 적용되어, 내부 직경 표면 (340) 상의 폴리머 증착을 최소화할 수 있다.

<52> 또 다른 실시형태에서, 상부링 부분 (362) 및 하부링 부분 (364) 은 용접 기술에 의해 인터페이스 (370) 에서 결합될 수 있다. 예를 들어, 용접 기술은 CO_2 레이저 등을 사용하는 레이저 용접일 수 있다. 상부링 부분 (362) 및 하부링 부분 (364) 은 내부 직경 표면 (340) 및 외부 직경 표면 (348) 주위의 인터페이스 (370) 에서 레이저 용접될 수 있다.

<53> 플라즈마 한정링 (320) 에 RF 손실 재료 (360) 를 임베딩함으로써, RF 손실 재료 (360) 는 플라즈마에 노출되는 것으로부터 보호된다. 따라서, RF 손실 재료 (360) 는 RF 커플링을 제공하는 금속, 금속 합금, 또는 자성 재료 (예를 들어, 페라이트) 등의 재료일 수 있다. 선택된 재료는 내부 직경 표면 (340) 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기 위해 플라즈마 노출된 내부 직경 표면 (340) 의 충분한 가열을 발생시키도록 플라즈마 처리 동안 충분히 높은 온도에 도달하기에 적합한 열 전도성 및 체적을 가질 수 있다.

<54> 도 4a 내지 도 4c 는 플라즈마 한정링 조립체 (400) 의 또 다른 실시형태를 나타낸다. 한정링 조립체 (400) 는 장착링 (402) 및 그 장착링 (402) 으로부터 매달린 플라즈마 한정링 (420, 430 및 440) 의 적층을 포함한다. 장착링 (402) 은 외부링 (405) 상에 지지된 내부링 (410) 을 포함한다. 내부링 (410) 은 플라즈마 노출 내표면 (412), 내표면 (412) 에 대향하는 외표면 (413), 및 외표면 (413) 상의 코팅 (414) 를 포함한다. 코팅 (414) 은 열 쵸크를 제공하는 갭 (416) 에 의해 외부링 (405) 으로부터 분리된다.

<55> 플라즈마 한정링 (420, 430 및 440) 은 각각의 플라즈마 노출 내표면 (422, 432, 442) 및 외표면 (428, 438, 448) 을 포함한다. 실시형태에서, 플라즈마 한정링 조립체 (400) 는 네 개 이상의 링과 같이, 세 개의 플라즈마 한정링 (420, 430 및 440) 보다 더 많은 것을 포함할 수 있고, 또는 그것은 두 개의 링을 포함할 수 있다.

<56> 실시형태에 있어서, 내부링 (410) 은 바람직하게는 석영 등의 RF-투과성 재료로 이루어진다. 갭 (416) 은 내부링 (410) 으로부터 외부링 (405) 으로의 전도성 열전달을 감소시킬 수 있다. 내부링 (410) 으로부터 외부링 (405) 으로의 열 손실은 복사 손실에 의해 지배 (T^4 복사율에 의해 지배) 될 수 있다. 그러한 복사 손실을 감소시키기 위해, 내부링 (410) 의 외표면 (413) 상의 코팅 (414) 은 전기 전도성, 저 복사율 재료로 이루어진다. 예를 들어, 코팅 (414) 은 니켈, 산화인듐주석 (ITO), 불화산화주석 (FTO) 등의 적합한 금속일 수 있다. 외표면 (413) 상에의 코팅 (414) 의 적용은 외부링 (405) 에 더욱 적은 파워를 복사하는 내부링 (410), 즉 내부링 (410) 을 더욱 뜨겁게 효과적으로 유지할 수 있는 감소된 열손실을 발생시킨다. 또한, 내부링 (410) 은 RF 에 투과성이기 때문에, RF 는 코팅에서 소산되는 전력을 발생시키는, 코팅 (414) 내의 전류를 발생시킬 수 있다. 코팅 (414) 이 내부링 (410) 에 접착되기 때문에, 코팅 (414) 은 내부링 (410) 의 가열 전력을 보충할 수 있다.

<57> 내부링 (410) 은 임의의 적합한 치수를 가질 수 있다. 예를 들어, 내부링 (410) 의 두께는 약 0.05 인치로부터 약 0.30 인치까지, 바람직하게는 약 0.10 인치로부터 약 0.20 인치까지의 범위일 수 있다.

<58> 실시형태에서, 외부링 (405) 은 외부링 (405) 의 내주 (inner periphery) 에 형성된 복수의 둘레방향으로 이격된 함몰부 (417) 를 포함한다. 도 4b 및 도 4c 는 함몰부 (417) 및 함몰부 (417) 에 제거가능하게 수용된 지지체 요소 (415) 를 포함하는 외부링 (405) 의 일부를 나타낸다 (도 4c). 도 4a 에 도시된 바와 같이, 내부링 (410) 은 지지체 요소 (415) 상에 지지된다. 지지체 요소 (415) 는 예를 들어 둥근 볼일 수 있고, 또는 다른 적합한 형상을 가질 수 있다. 그러한 둥근 볼은 내부링 (410) 에서 외부링 (405) 으로의 열전도를 감소시킬 수 있는, 지지체 요소 (415) 와 내부링 (410) 사이의 감소된 접촉 면적을 제공한다. 지지체 요소 (415) 는 TEFLON (폴리테트라플루오로에틸렌), PEEK (폴리에테르에테르케톤) 등일 수 있다.

<59> 도 4a 에 도시된 바와 같이, 플라즈마 한정링 (420 및 430) 은 각각 열 쵸크 (424, 426 및 434, 436) 를 포함할 수 있다. 한정링 (440) 은 또한 하나 이상의 열 쵸크를 포함할 수 있다. 열 쵸크 (424, 426 및 434, 436) 는 각각의 플라즈마 한정링 (420, 430) 에 형성된 슬롯일 수 있다. 열 쵸크는 플라즈마 노출 내표면 (422, 432) 이 플라즈마 처리 동작 동안 플라즈마에 노출될 때, 각각 플라즈마 노출 내표면 (422, 432) 으로부터의 열 전달을 감소시킬 수 있다. 결과적으로 내표면 (422, 432) 은 플라즈마 처리 동안 내표면 (422, 432) 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지하기에 충분히 높은 온도에 도달할 수 있다.
플라즈마 한정링 조립체 (400) 의 플라즈마 한정링 (420, 430 및 440) 에 사용될 수 있는 적합한 열 쵸크가 그 전체가 참조로 여기에 포함된 공유된 미국 특허 제 11/083,241 호에 기술되어 있다.

<60> 플라즈마 한정링 조립체의 다른 실시형태의 플라즈마 한정링은 또한 열 쵸크를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 플라즈마 한정링 조립체 (10) 의 하나 이상의 플라즈마 한정링 (14, 16, 18 및 20) 은 플라즈마 처리 동안 각각의 내표면 (34, 36, 38 및 40) 의 가열을 더욱 강화하도록 하나 이상의 슬롯을 포함할 수 있다.

<61> RF 손실 재료는 (RF 손실 재료가 플라즈마에 노출되는 실시형태에서) RF 손실 재료가 배치되는 플라즈마 한정링의 표면, 또는 (RF 손실 재료가 플라즈마에 노출되지 않는 실시형태에서) RF 손실 재료에 인접한 표면들 상의 폴리머 증착을 실질적으로 감소, 및 바람직하게는 방지할 수 있다. 그러나, 작은 양의 폴리머가 플라즈마 처리 동작 동안 임의의 플라즈마 한정링에 증착한다면, 그러한 폴리머 증착은 연속하는 웨이퍼의 처리 사이에 수행되는 산소 플라즈마 처리를 사용하여 플라즈마 한정링으로부터 제거될 수 있다. 플라즈마 한정링에 의해 도달되는 온도는 바람직하게는 하나 이상의 플라즈마 한정링 상에 증착된 폴리머가 산소 플라즈마에 의해 실질적으로 제거될 수 있을 정도로 충분히 높다. 산소 플라즈마 처리 동안의 챔버 압력은 예를 들어 약 500 mTorr 내지 약 700 mTorr 일 수 있다.

<62> 또 다른 실시형태에서, 한정링 조립체의 하나 이상의 플라즈마 한정링은 플라즈마 한정링 상의 폴리머의 접착을 강화하는 표면 거칠기 특성을 갖는 외표면을 포함할 수 있다. 그 실시형태에서, 반도체 기판의 플라즈마 처리 동안 조면화된 표면상에 증착할 수 있는 폴리머는 그 표면에 부착하여 폴리머가 웨이퍼 표면 또는 반도체 기판 상으로 떨어지지 않도록 한다. 예를 들어, 도 2에 도시된 멀티-피스 플라즈마 한정링 (220) 에서, 외부링 부분 (223) 의 상부 및/또는 하부 표면은 표면상의 폴리머 접착을 증진하기 위해 (예를 들어, 숏 브라스팅에 의해) 조면화될 수 있다.

<63> 도 5 는 플라즈마 한정링 조립체 (10) 가 설치된 용량성 결합 플라즈마 처리 챔버 (500) 의 예시적인 실시형태를 나타낸다. 플라즈마 처리 챔버 (500) 는 저부 표면 (504) 을 갖는 상부 전극 (502) 을 포함한다. 그 실시형태에서, 저부 표면 (504) 은 그 전체가 참고로서 여기에 포함된 미국 특허 제 6,391,787 호에 기술된 바와 같이, 상부 전극 (502) 의 노출 표면에 인접하여 형성된 플라즈마의 국부화된 밀도를 제어하도록 적응된 단차 (506) 를 포함한다. 실시형태에서, 상부 전극 (502) 은 처리 가스를 플라즈마 처리 챔버 (500) 내로 분배하기 위해 배열된 가스 통로 (508) 를 포함하는 샤워헤드 전극이다. 상부 전극 (502) 은 실리콘 (예를 들어, 단결정 실리콘 또는 다결정 실리콘), 또는 실리콘 카바이드로 이루어질 수 있다.

<64> 실시형태에 있어서, 상부 전극 (502) 은 (예를 들어 200 ㎜ 웨이퍼 처리를 위한) 단일-피스 전극이다. 상부 전극 (502) 은 흑연 또는 실리콘 카바이드 등의 적합한 재료의 백킹 부재 (510) 에 장착 (예를 들어, 엘라스토머 접착) 될 수 있다. 백킹 부재 (510) 는 상부 전극 (502) 의 대응하는 가스 통로 (508) 와 흐름 연통하는 가스 통로 (512) 를 포함한다.

<65> 또 다른 실시형태에서, 그 전체가 참고로 여기에 포함된 공유된 미국 출원 제 10/743,062 호에 기재된 바와 같이, 상부 전극 (502) 은 (300 ㎜ 웨이퍼 처리를 위한) 2-피스 구성을 갖고 단일-피스 내부 전극 부재 및 그 내부 전극 부재를 둘러싸는 외부 전극 부재를 포함할 수 있다. 그 실시형태에서, 백킹 부재 (510) 는 미국 특허출원 제 10/743,062 호에 기재된 바와 같이, 내부 전극 부재와 함께 동일 공간에 걸쳐있는 백킹 플레이트 및

외부 전극 부재와 동일 공간에 걸쳐있는 백킹 링을 포함할 수 있다.

<66> 도 5에 도시된 플라즈마 처리 챔버 (500) 의 실시형태에 있어서, 열 제어 플레이트 (514) 는 백킹 부재 (510) 상에 지지된다. 열 제어 플레이트 (514) 는 미국 특허 출원 제 10/743,062 호에 기재된 바와 같이 상부 전극 (502) 의 온도를 제어하도록 동작가능한 하나 이상의 히터를 포함할 수 있다.

<67> 플라즈마 처리 챔버 (500) 는 처리 가스를 상부 전극 (502) 에 공급하는 가스 소스 (도시하지 않음) 를 포함한다. 처리 가스는 상부 전극 (502) 의 가스 통로 (508) 에 의해 챔버 내에 분배된다. 상부 전극 (502) 은 매칭 네트워크를 통해 RF 전원 (516) 에 의해 전력이 공급될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 상부 전극 (502) 은 플라즈마 처리 챔버 (500) 의 기판 지지체 (520) 의 저부 전극에 의해 공급된 전력에 대한 리턴 경로를 제공하도록 전기적으로 접지될 수 있다.

<68> 그 실시형태에서, 처리 가스는 기판 지지체 (520) 상에 지지된 반도체 기판 (522), 예를 들어 반도체 웨이퍼와 상부 전극 (502) 사이의 공간의 플라즈마 발생 영역의 플라즈마 처리 챔버 (500) 내로 공급된다. 기판 지지체 (520) 는 정전 클램핑력에 의해 기판 지지체 상에 반도체 기판 (522) 을 고정하는 정전척 (524) 을 포함할 수 있다. 정전척 (524) 은 저부 전극으로서 작용하고, (통상 매칭 네트워크를 통해) RF 전원 (525, 527) 중 적어도 하나에 의해 바이어스될 수 있다.

<69> 반도체 기판 (522) 의 플라즈마 처리 동안, 플라즈마 한정링 조립체 (10) 는 상부 전극 (502) 과 반도체 기판 (522) 사이의 플라즈마 한정 구역에 플라즈마를 한정한다. 에지링 (526, 528) 은 에칭 균일성을 향상시키도록 플라즈마를 포커싱하기 위해 반도체 기판 (522) 을 둘러싸도록 배열될 수 있다.

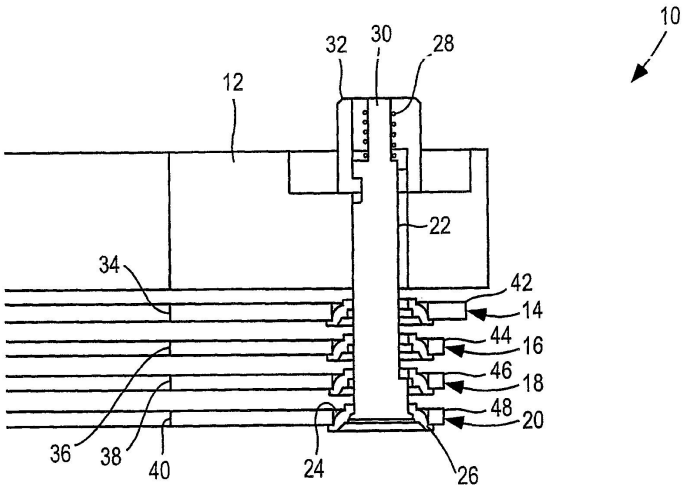
<70> 진공 펌프 (도시하지 않음) 는 플라즈마 처리 챔버 (500) 내부의 원하는 진공 압력을 유지하도록 적응된다.

<71> 사용될 수 있는 예시적인 평형판 플라즈마 리액터는 이중-주파수 플라즈마 에칭 리액터이다 (예를 들어, 그 전체가 참조로 여기에 포함된 공유된 미국 특허 제 6,090,304 호 참조). 그러한 리액터에서, 에칭 가스는 가스 공급원으로부터 샤워헤드 전극으로 공급될 수 있고 플라즈마는 적어도 두 개의 RF 소스로부터 샤워헤드 전극 및/또는 저부 전극으로 상이한 주파수의 RF 에너지를 공급함으로써 리액터 내에서 발생될 수 있고, 또는 샤워헤드 전극은 전기적으로 접지될 수 있고 두 개 이상의 상이한 주파수의 RF 에너지는 저부 전극에 공급될 수 있다.

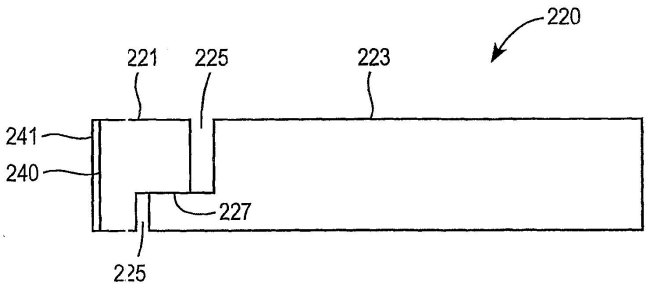
<72> 상술한 것은 본 발명의 원리, 바람직한 실시형태 및 동작의 형태를 기술하였다. 그러나, 본 발명은 논의된 특정의 실시형태에 제한되는 것으로 이해되어서는 않된다. 따라서, 상술된 실시형태는 제한적이라기보다 예시적인 것으로 간주되어야 하고, 변형이 다음의 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 범위로부터 이탈하지 않고 당업자에 의해 이들 실시형태에 행해질 수도 있다.

도면

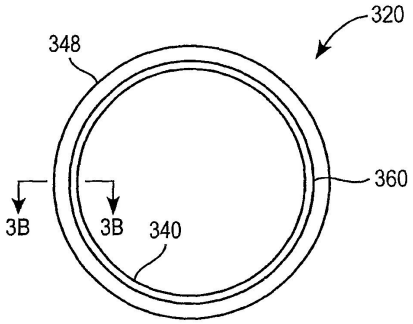
도면1



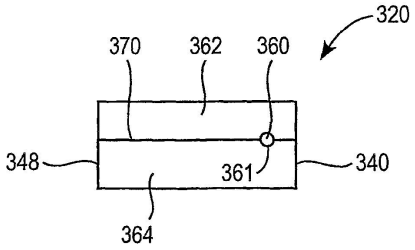
도면2



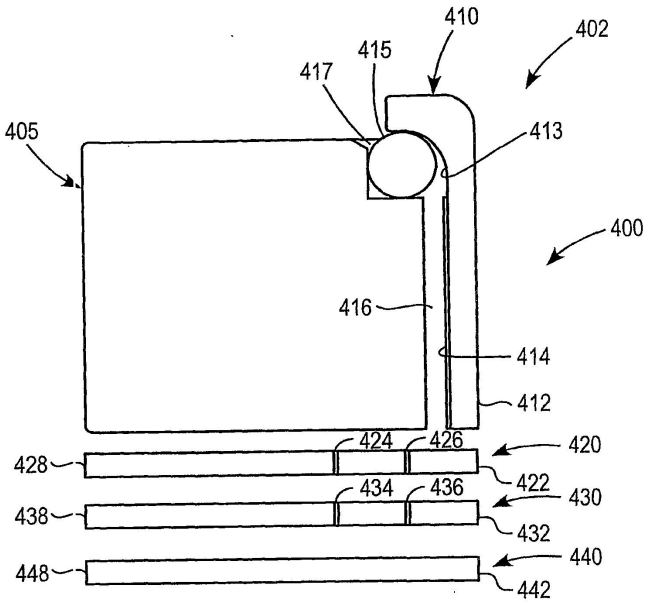
도면3a



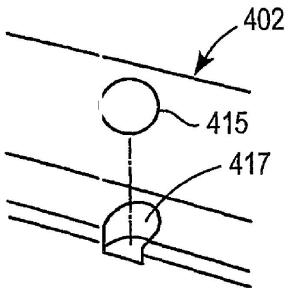
도면3b



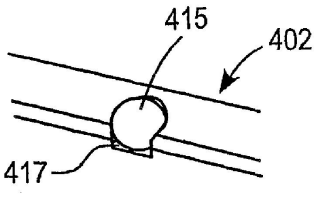
도면4a



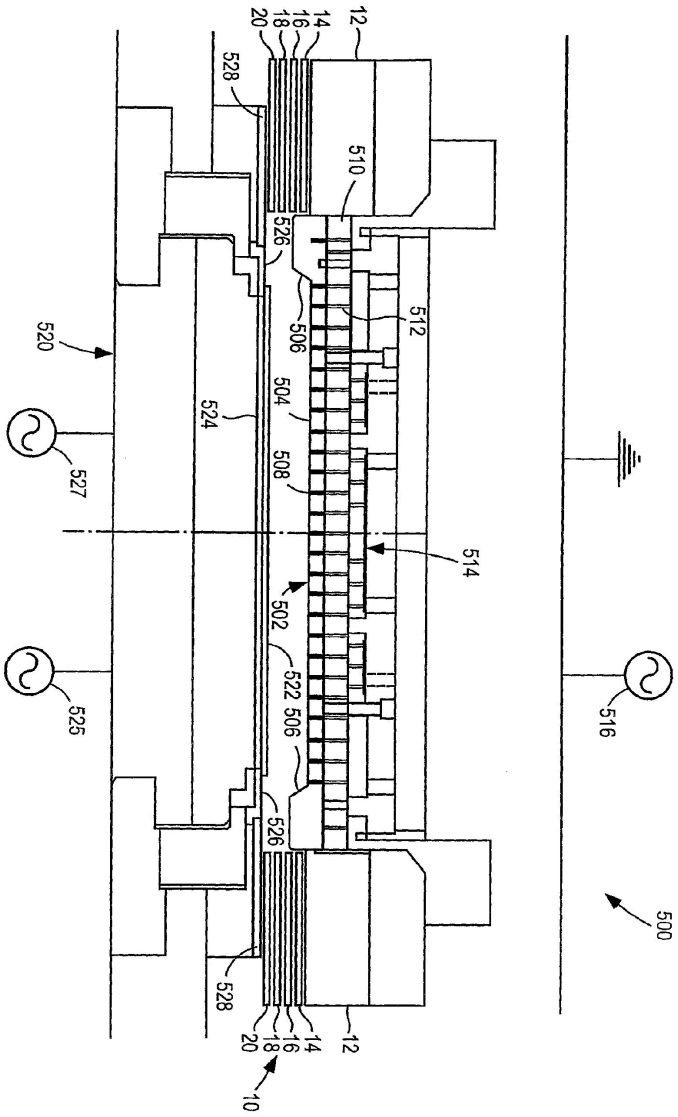
도면4b



도면4c



도면5


12
14
16
18
20
528
510
526
506
512
520
504
524
508
527
514
502
522
506
525
516
526
500
528
12
14
16
18
20
10