(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0079226
(43) 공개일자 2023년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/687 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/68735 (2013.01)
H01J 37/32642 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7015468
(22) 출원일자(국제) 2021년09월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년05월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/052732
(87) 국제공개번호 WO 2022/076227
국제공개일자 2022년04월14일
(30) 우선권주장
63/087,814 2020년10월05일 미국(US)

(71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
(72) 발명자
킴벌, 크리스토퍼
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
에를리히, 다렐
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
오쿠라, 유마
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

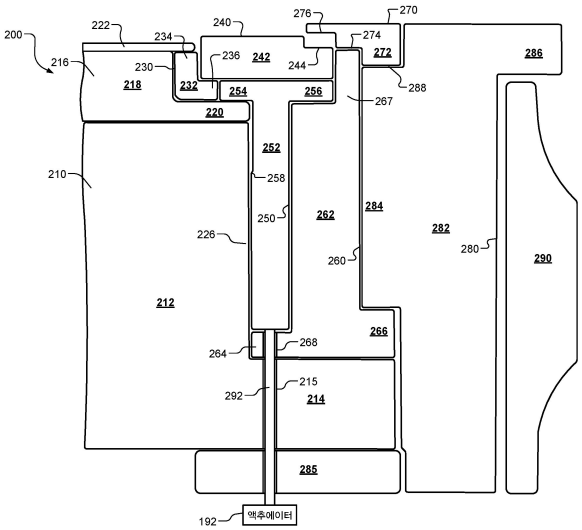
전체 청구항 수 : 총 47 항

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 프로세싱 시스템들을 위한 이동 가능한 (moveable) 에지 링들**

(57) 요 약

기판 프로세싱 시스템을 위한 이동 가능한 에지 링 시스템은 기판 지지부 둘레에 배치된 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 이동 가능한 링을 포함한다. 상단 이동 가능한 (moveable) 링은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출된다. 이동 가능한 지지 링은 상단 이동 가능한 링 아래에 그리고 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함한다. 차폐 링은 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함한다. 커버 링은 상단 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치된 제 4 환형 바디를 포함한다. 액추에이터 및 리프트 핀은 차폐 링 및 커버 링에 대해 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 21/68742 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 프로세싱 시스템을 위한 이동 가능한 (moveable) 에지 링 시스템에 있어서,

기판 지지부 둘레에 배치된 (arrange) 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 이동 가능한 링으로서, 상기 상단 이동 가능한 링은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출되는, 상기 상단 이동 가능한 링;

상기 상단 이동 가능한 링 아래에 그리고 상기 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함하는, 이동 가능한 지지 링; 및

상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함하는, 차폐 링;

상기 상단 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치된 제 4 환형 바디를 포함하는, 커버 링; 및

상기 차폐 링 및 상기 커버 링에 대해 상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성되는, 액추에이터 및 리프트 핀을 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링은 상기 제 1 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 제 1 환형 리세스를 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 차폐 링은 상기 제 3 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면으로부터 상향으로 연장하는 돌출부를 포함하고; 그리고

상기 커버 링은,

상기 돌출부를 수용하도록 구성된 제 2 환형 리세스; 및

상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링이 상승될 때 상기 상단 이동 가능한 링의 상기 제 1 환형 리세스와 정렬하도록 구성되는, 제 3 환형 리세스를 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 링은 전도성이고, 그리고 상기 커버 링은 비전도성인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 상기 이동 가능한 지지 링은,

상기 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및

상기 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상을 유지하고,

상기 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 20 mil 이하인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 상기 이동 가능한 지지 링은,

상기 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 90 % 이상; 및

상기 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 60 % 이상을 유지하고,

상기 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 20 mil 이하인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

"L"-형상 단면을 갖는 제 5 환형 바디를 포함하는 에지 링을 더 포함하고, 상기 기판 지지부는 베이스플레이트 상에 배치된 가열 층을 포함하고, 그리고 상기 에지 링은 상기 기판 지지부의 상기 가열 층과 상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 측면들 사이에 배치되는, 이동식 에지 링 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 링은 전도성이고, 그리고 상기 커버 링 및 상기 에지 링은 비전도성인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

제 5 환형 바디를 포함하고 그리고 상기 차폐 링 및 상기 커버 링의 방사상으로 외부에 배치된 에지 링을 더 포함하고, 상기 상단 이동 가능한 링, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 링은 전도성이고, 그리고 상기 커버 링 및 상기 에지 링은 비전도성인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 에지 링은 상기 커버 링을 수용하도록 상기 에지 링의 상부 및 방사상으로 내측 표면 상에 환형 리세스를 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 이동 가능한 지지 링의 하부 표면은 상기 리프트 핀이 링 센터링 (centering) 부분을 바이어싱할 (bias) 때 상기 이동 가능한 지지 링을 센터링하기 위한 상기 링 센터링 부분을 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링의 하부 표면은 상기 이동 가능한 지지 링이 상기 상단 이동 가능한 링의 링 센터링 부분을 바이어싱할 때 상기 상단 이동 가능한 링을 센터링하기 위한 상기 링 센터링 부분을 포함하는, 이동 가

능한 에지 링 시스템.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 링 중 적어도 하나는 수평 링 스페이서를 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 수평 링 스페이서는 심 (shim), 돌출부 및 핀 중 적어도 하나를 포함하는, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 15

제 1 항에 기재된 이동 가능한 에지 링 시스템;

기판을 지지하도록 구성된 상기 기판 지지부; 및

상기 기판 지지부에 대해 상기 이동 가능한 지지 링의 높이 및 상기 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위해 상기 리프트 핀을 이동시키기 위한 상기 액추에이터를 제어하도록 구성되는, 제어기를 포함하는, 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제어기는 RF 플라즈마 사이클들의 수, 프로세싱된 기판들의 수 및 RF 노출의 기간 중 적어도 하나에 응답하여 상기 이동 가능한 지지 링의 상기 높이 및 상기 상단 이동 가능한 링의 상기 높이를 조정하도록 구성되는, 시스템.

청구항 17

기판 프로세싱 시스템을 위한 에지 링 시스템에 있어서,

기판 프로세싱 동안 플라즈마에 직접 노출된 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 고정 (stationary) 링;

상기 상단 고정 링 아래에 그리고 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함하는, 이동 가능한 링;

상기 이동 가능한 링의 아래에 그리고 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함하는, 차폐 링; 및

상기 상단 고정 링 및 상기 차폐 링에 대해 상기 이동 가능한 링의 포지션을 조정하도록 구성된 액추에이터 및 리프트 핀을 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

비전도성이고 그리고 상기 상단 고정 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치되는 커버 링을 더 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 상단 고정 링은 제 1 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 제 1 환형 리세스를 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 차폐 링은 상기 제 3 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면으로부터 상향으로 연장하는 돌출부를 포함하고; 그리고

상기 커버 링은,

상기 돌출부를 수용하도록 구성된 제 2 환형 리세스; 및

상기 상단 고정 링의 상기 제 1 환형 리세스와 메이팅하도록 (mate) 구성된 제 3 환형 리세스를 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 상단 고정 링, 상기 이동 가능한 링 및 상기 차폐 링은 전도성 재료로 이루어지는, 에지 링 시스템.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 이동 가능한 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 상기 이동 가능한 링은,

상기 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 상기 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및

상기 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 상기 이동 가능한 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상을 유지하고,

상기 미리 결정된 커플링 갭은 30 mil 이하인, 에지 링 시스템.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 이동 가능한 링은 "T"-형상 단면을 갖고 그리고 상기 차폐 링은 뒤집힌 "T"-형상 단면을 갖는, 에지 링 시스템.

청구항 24

제 17 항에 있어서,

제 4 환형 바디를 포함하는 커버 링을 더 포함하고, 기판 지지부는 베이스플레이트 상에 배치된 가열 층을 포함하고, 그리고 상기 상단 고정 링이 하강된 포지션에 있을 때 상기 커버 링은 상기 기판 지지부의 상기 가열 층과 상기 상단 고정 링의 방사상으로 내측 표면 사이에 배치되는, 에지 링 시스템.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 상단 고정 링, 상기 이동 가능한 링 및 상기 차폐 링은 전도성이고, 그리고 상기 커버 링은 비전도성인, 에지 링 시스템.

청구항 26

제 20 항에 있어서,

환형 바디를 포함하고 그리고 상기 차폐 링의 방사상으로 외부에 배치된 에지 링을 더 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 에지 링은 상기 커버 링을 수용하도록 상기 에지 링의 상부 및 방사상으로 내측 표면 상에 환형 리세스를 포함하고, 상기 상단 고정 링, 상기 이동 가능한 링 및 상기 차폐 링은 전도성이고 그리고 상기 커버 링 및 상기 에지 링은 비전도성인, 에지 링 시스템.

청구항 28

제 17 항에 있어서,

상기 상단 고정 링은 방사상으로 내측 부분, 상기 방사상으로 내측 부분으로부터 연장하는 상향으로 경사진 부분, 상기 상향으로 경사진 부분으로부터 연장하는 평면형 부분을 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 이동 가능한 링은 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분을 포함하고, 그리고 상기 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분의 상부 및 방사상으로 내측 표면은 경사진 부분을 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 경사진 부분의 상부 표면은 상기 상향으로 경사진 부분의 하부 표면에 평행하게 연장하는, 에지 링 시스템.

청구항 31

제 17 항에 있어서,

상기 이동 가능한 링의 하부 표면은 상기 리프트 핀이 상기 이동 가능한 링의 링 센터링 부분을 바이어싱할 때 상기 이동 가능한 링을 센터링하기 위한 상기 링 센터링 부분을 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 32

제 17 항에 있어서,

상기 상단 고정 링, 상기 이동 가능한 링 및 상기 차폐 링 중 적어도 하나는 수평 링 스페이서를 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 수평 링 스페이서는 심, 돌출부 및 핀 중 적어도 하나를 포함하는, 에지 링 시스템.

청구항 34

제 17 항에 기재된 이동 가능한 에지 링 시스템;

기판을 지지하도록 구성된 상기 기판 지지부; 및

상기 상단 고정 링에 대해 상기 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위해 상기 리프트 핀을 이동시키기 위한 상기 액추에이터의 높이를 조정하도록 구성된 제어기를 포함하는, 시스템.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 제어기는 RF 플라즈마 사이클들의 수, 프로세싱된 기판들의 수 및 RF 노출의 기간 중 적어도 하나에 응답하여 상기 이동 가능한 링의 상기 높이를 조정하도록 구성되는, 시스템.

청구항 36

기판 프로세싱 시스템에 있어서,

원통형 바디, 상기 원통형 바디의 하부 부분으로부터 연장하는 환형 돌출하는 부분, 및 상기 환형 돌출하는 부분의 방사상으로 외측 에지로부터 상향으로 연장하는 차폐 부분을 포함하는 기판 지지부로서, 캐비티가 상기 원통형 바디와 상기 차폐 부분 사이에 규정되는, 상기 기판 지지부;

기판 지지부 둘레에 배치된 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 이동 가능한 링으로서, 상기 상단 이동 가능한 링은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출되는, 상기 상단 이동 가능한 링; 및

제 2 환형 바디를 포함하는 이동 가능한 지지 링으로서, 상기 이동 가능한 지지 링은 상기 차폐 부분과 상기 원통형 바디 사이의 상기 캐비티에서 상기 상단 이동 가능한 링 아래에 배치되는, 상기 이동 가능한 지지 링을 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치된, 커버 링; 및

상기 차폐 부분 및 상기 커버 링에 대해 상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성되는, 액추에이터 및 리프트 핀을 더 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링은 제 1 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 제 1 환형 리세스를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 39

제 37 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링, 상기 원통형 바디, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 부분은 전도성이고, 그리고 상기 커버 링은 비전도성인, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 40

제 39 항에 있어서, 상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 상기 이동 가능한 지지 링은,

상기 원통형 바디의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및

상기 차폐 부분의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상을 유지하고,

상기 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 20 mil 이하인, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 41

제 37 항에 있어서,

상기 이동 가능한 지지 링의 하부 표면은 상기 리프트 핀이 상기 이동 가능한 링의 링 센터링 부분을 바이어싱할 때 상기 원통형 바디에 대해 상기 이동 가능한 지지 링을 센터링하도록 상기 링 센터링 부분을 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 42

제 36 항에 있어서,

상기 상단 이동 가능한 링, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 링 중 적어도 하나는 수평 링 스페이서를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 43

제 42 항에 있어서,

상기 수평 링 스페이서는 심, 돌출부 및 핀 중 적어도 하나를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 44

제 42 항에 있어서,

액추에이터;

리프트 핀; 및

상기 기판 지지부에 대해 상기 이동 가능한 지지 링의 높이 및 상기 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위해 상기 액추에이터로 하여금 상기 리프트 핀을 이동시키게 하도록 구성된, 제어기를 더 포함하는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 45

제 44 항에 있어서,

상기 제어기는 RF 플라즈마 사이클들의 수, 프로세싱된 기판들의 수 및 RF 노출의 기간 중 적어도 하나에 응답하여 상기 이동 가능한 지지 링의 상기 높이 및 상기 상단 이동 가능한 링의 상기 높이를 조정하도록 구성되는, 기판 프로세싱 시스템.

청구항 46

기판 프로세싱 시스템을 위한 이동 가능한 에지 링 시스템에 있어서,

기판 지지부 둘레에 배치된 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 이동 가능한 링으로서, 상기 상단 이동 가능한 링의 상부 표면은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출되는, 상기 상단 이동 가능한 링;

상기 상단 이동 가능한 링 아래에 그리고 상기 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함하는, 이동 가능한 지지 링; 및

상기 이동 가능한 지지 링의 아래에 그리고 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함하는, 차폐 링; 및

상기 차폐 링에 대해 상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성되는, 액추에이터 및 리프트 핀을 포함하고,

상기 상단 이동 가능한 링, 상기 이동 가능한 지지 링 및 상기 차폐 링은 전도성 재료로 이루어지고, 그리고

상기 상단 이동 가능한 링 및 상기 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 상기 이동 가능한 지지 링은,

상기 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및

상기 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 상기 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상인 것을 유지하고,

상기 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 20 mil 이하인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

청구항 47

제 46 항에 있어서,

상기 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 10 mil 이하인, 이동 가능한 에지 링 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 일반적으로 플라즈마 프로세싱 시스템들, 더 구체적으로 이동 가능한 (moveable) 에지 링을 갖는 에지 링 시스템들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 본 명세서에 제공된 배경기술 기술 (description) 은 본 개시의 맥락을 일반적으로 제시할 목적이다. 이 배경기술 섹션에 기술된 정도의 본 명세서에 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원 시 종래 기술로서 달리 인증되지 않을 수도 있는 본 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0003] 기판 프로세싱 시스템들은 반도체 웨이퍼들과 같은 기판들 상에서 처리들을 수행한다. 기판 처리들의 예들은 증착, 애싱, 에칭, 세정 및/또는 다른 프로세스들을 포함한다. 기판을 처리하기 위해 프로세스 가스 혼합물들이 프로세싱 챔버로 공급될 수도 있다. 플라즈마는 화학 반응들을 향상시키기 위해 가스들을 점화하도록 (ignite) 사용될 수도 있다.

[0004] 기판은 처리 동안 기판 지지부 상에 배치된다 (arrange). 에지 링은 기판의 방사상으로 외측 에지 둘레에 그리고 인접하게 배치되는 환형 바디를 갖는다. 에지 링은 기판 상에서 플라즈마를 성형하거나 포커싱하기 위해 사용될 수도 있다. 동작 동안, 기판 및 에지 링의 노출된 표면은 플라즈마에 의해 에칭된다. 그 결과, 에지 링이 마모되고 그리고 플라즈마에 대한 에지 링의 효과가 변화되고, 이는 균일성에 부정적으로 (adversely) 영향을 줄 수도 있다.

발명의 내용

[0005] 관련 출원들에 대한 교차 참조

[0006] 본 출원은 2020년 10월 5일에 출원된 미국 특허 가출원 번호 제 63/087,814 호의 이익을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 참조로서 본 명세서에 인용된다.

[0007] 기판 프로세싱 시스템을 위한 이동 가능한 (moveable) 에지 링 시스템은 기판 지지부 둘레에 배치된 (arrange) 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 이동 가능한 링을 포함한다. 상단 이동 가능한 링은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출된다. 이동 가능한 지지 링은 상단 이동 가능한 링 아래에 그리고 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함한다. 차폐 링은 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함한다. 커버 링은 상단 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치된 제 4 환형 바디를 포함한다. 액추에이터 및 리프트 핀은 차폐 링 및 커버 링에 대해 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성된다.

[0008] 다른 특징들에서, 상단 이동 가능한 링은 제 1 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 제 1 환형 리세스를 포함한다. 차폐 링은 제 3 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면으로부터 상향으로 연장하는 돌출부를 포함한다. 커버 링은 돌출부를 수용하도록 구성된 제 2 환형 리세스를 포함한다. 제 3 환형 리세스는 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링이 상승될 때 상단 이동 가능한 링의 제 1 환형 리세스와 정렬하도록 구성된다.

[0009] 다른 특징들에서, 상단 이동 가능한 링, 이동 가능한 지지 링, 및 차폐 링은 전도성이지만 커버 링은 비전도성이다. 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 이동 가능한 지지 링은, 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상을 유지한다. 일부 실시 예들에서, 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 그리고 약 20 mil 이하이다.

[0010] 다른 특징들에서, 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 이동 가능한 지지 링은, 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 90 % 이상; 및 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 60 % 이상을 유지한

다. 일부 실시 예들에서, 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 그리고 약 20 mil 이하이다.

[0011] 다른 특징들에서, 에지 링은 "L"-형상 단면을 갖는 제 5 환형 바디를 포함한다. 기판 지지부는 베이스플레이트 상에 배치된 가열 층을 포함한다. 에지 링은 기판 지지부의 가열 층과 상단 이동 가능한 링과 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 측면들 사이에 배치된다.

[0012] 다른 특징들에서, 상단 이동 가능한 링, 이동 가능한 지지 링 및 차폐 링은 전도성이고, 그리고 커버 링 및 에지 링은 비전도성이다. 에지 링은 제 5 환형 바디를 포함하고 그리고 차폐 링 및 커버 링의 방사상으로 외부에 배치된다. 상단 이동 가능한 링, 이동 가능한 지지 링 및 차폐 링은 전도성이고, 그리고 커버 링 및 에지 링은 비전도성이다.

[0013] 다른 특징들에서, 에지 링은 커버 링을 수용하도록 에지 링의 상부 및 방사상으로 내측 표면 상에 환형 리세스를 포함한다. 이동 가능한 지지 링의 하부 표면은 리프트 핀이 링 센터링 (centering) 부분을 바이어싱할 (bias) 때 이동 가능한 지지 링을 센터링하기 위한 링 센터링 부분을 포함한다. 상단 이동 가능한 링의 하부 표면은 이동 가능한 지지 링이 상단 이동 가능한 링의 링 센터링 부분을 바이어싱할 때 상단 이동 가능한 링을 센터링하기 위한 링 센터링 부분을 포함한다.

[0014] 다른 특징들에서, 상단 이동 가능한 링, 이동 가능한 지지 링 및 차폐 링 중 적어도 하나는 수평 링 스페이서를 포함한다. 수평 링 스페이서는 심 (shim), 돌출부 및 핀 중 적어도 하나를 포함한다.

[0015] 시스템은 기판을 지지하도록 구성된 이동 가능한 에지 링 시스템 및 기판 지지부를 포함한다. 제어기는 기판 지지부에 대해 이동 가능한 지지 링의 높이 및 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위해 리프트 핀을 이동시키기 위한 액추에이터를 제어하도록 구성된다.

[0016] 다른 특징들에서, 제어기는 RF 플라즈마 사이클들의 수, 프로세싱된 기판들의 수 및 RF 노출의 기간 중 적어도 하나에 응답하여 이동 가능한 지지 링의 높이 및 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하도록 구성된다.

[0017] 기판 프로세싱 시스템을 위한 에지 링 시스템은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 직접 노출되는 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 고정 (stationary) 링을 포함한다. 이동 가능한 링은 상단 고정 링 아래에 그리고 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함한다. 차폐 링은 이동 가능한 링의 아래에 그리고 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함한다. 액추에이터 및 리프트 핀은 상단 고정 링 및 차폐 링에 대해 이동 가능한 링의 포지션을 조정하도록 구성된다.

[0018] 다른 특징들에서, 커버 링은 비전도성이고 그리고 상단 고정 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치된다. 상단 고정 링은 제 1 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 제 1 환형 리세스를 포함한다.

[0019] 다른 특징들에서, 차폐 링은 제 3 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면으로부터 상향으로 연장하는 돌출부를 포함한다. 커버 링은 돌출부를 수용하도록 구성된 제 2 환형 리세스 및 상단 고정 링의 제 1 환형 리세스와 메이팅하도록 (mate) 구성된 제 3 환형 리세스를 포함한다.

[0020] 다른 특징들에서, 상단 고정 링, 이동 가능한 링 및 차폐 링은 전도성 재료로 이루어진다. 이동 가능한 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 이동 가능한 링은, 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 약 70 % 이상; 및 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 이동 가능한 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 약 50 % 이상인 것을 유지한다. 미리 결정된 커플링 갭은 약 30 mil 이하이다.

[0021] 다른 특징들에서, 이동 가능한 링은 "T"-형상 단면을 갖고 그리고 차폐 링은 뒤집힌 "T"-형상 단면을 갖는다. 커버 링은 제 4 환형 바디를 포함한다. 기판 지지부는 베이스플레이트 상에 배치된 가열 층을 포함하고, 그리고 상단 고정 링이 하강된 포지션에 있을 때 커버 링은 기판 지지부의 가열 층과 상단 고정 링의 방사상으로 내측 표면 사이에 배치된다.

[0022] 다른 특징들에서, 상단 고정 링, 이동 가능한 링 및 차폐 링은 전도성이고, 그리고 커버 링은 비전도성이다.

[0023] 다른 특징들에서, 에지 링은 환형 바디를 포함하고 그리고 차폐 링의 방사상으로 외부에 배치된다.

[0024] 다른 특징들에서, 에지 링은 커버 링을 수용하도록 에지 링의 상부 및 방사상으로 내측 표면 상에 환형 리세스를 포함한다. 상단 고정 링, 이동 가능한 링 및 차폐 링은 전도성이고, 그리고 커버 링 및 에지 링은 비전도성이다.

[0025] 다른 특징들에서, 상단 고정 링은 방사상으로 내측 부분, 방사상으로 내측 부분으로부터 연장하는 상향으로 경사진 부분, 상향으로 경사진 부분으로부터 연장하는 평면형 부분을 포함한다. 이동 가능한 링은 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분을 포함한다. 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분의 상부 및 방사상으로 내측 표면은 경사진 부분을 포함한다.

[0026] 다른 특징들에서, 경사진 부분의 상부 표면은 상향으로 경사진 부분의 하부 표면에 평행하게 연장한다. 이동 가능한 링의 하부 표면은 리프트 핀이 이동 가능한 링의 링 센터링 부분을 바이어싱할 때 이동 가능한 링을 센터링하기 위한 링 센터링 부분을 포함한다. 상단 고정 링, 이동 가능한 링 및 차폐 링 중 적어도 하나는 수평 링 스페이서를 포함한다.

[0027] 다른 특징들에서, 수평 링 스페이서는 심, 돌출부 및 핀 중 적어도 하나를 포함한다.

[0028] 시스템은 에지 링 시스템, 기판을 지지하도록 구성된 기판 지지부 및 상단 고정 링에 대해 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위해 리프트 핀을 이동시키기 위한 액추에이터의 높이를 조정하도록 구성된 제어기를 포함한다.

[0029] 다른 특징들에서, 제어기는 RF 플라즈마 사이클들의 수, 프로세싱된 기판들의 수 및 RF 노출의 기간 중 적어도 하나에 응답하여 이동 가능한 링의 높이를 조정하도록 구성된다.

[0030] 기판 프로세싱 시스템은 원통형 바디, 원통형 바디의 하부 부분으로부터 연장하는 환형 돌출하는 부분, 및 환형 돌출하는 부분의 방사상으로 외측 에지로부터 상향으로 연장하는 차폐 부분을 포함하고, 캐비티가 원통형 바디와 차폐 부분 사이에 규정된다. 상단 이동 가능한 링은 기판 지지부 둘레에 배치된 제 1 환형 바디를 포함한다. 상단 이동 가능한 링은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출된다. 이동 가능한 지지 링은 제 2 환형 바디를 포함한다. 이동 가능한 지지 링은 차폐 부분과 원통형 바디 사이의 캐비티에서 상단 이동 가능한 링 아래에 배치된다.

[0031] 다른 특징들에서, 커버 링은 상단 이동 가능한 링의 방사상으로 외측 에지 위에 배치된다. 액추에이터 및 리프트 핀은 차폐 부분 및 커버 링에 대해 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성된다. 상단 이동 가능한 링은 제 1 환형 바디의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 제 1 환형 리세스를 포함한다.

[0032] 다른 특징들에서, 상단 이동 가능한 링, 원통형 바디, 이동 가능한 지지 링 및 차폐 부분은 전도성이고, 그리고 커버 링은 비전도성이다. 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 이동 가능한 지지 링은, 원통형 바디의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및 차폐 부분의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상을 유지한다. 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 그리고 약 20 mil 이하이다.

[0033] 다른 특징들에서, 이동 가능한 지지 링의 하부 표면은 리프트 핀이 이동 가능한 링의 링 센터링 부분을 바이어싱할 때 원통형 바디에 대해 이동 가능한 지지 링을 센터링하도록 링 센터링 부분을 포함한다. 상단 이동 가능한 링, 이동 가능한 지지 링 및 차폐 링 중 적어도 하나는 수평 링 스페이서를 포함한다. 일부 실시 예들에서, 수평 링 스페이서는 심, 돌출부 및 핀 중 적어도 하나를 포함한다.

[0034] 다른 특징들에서, 시스템은 액추에이터, 리프트 핀 및 기판 지지부에 대해 이동 가능한 지지 링의 높이 및 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위해 액추에이터로 하여금 리프트 핀을 이동시키게 하도록 구성된 제어기를 포함한다.

[0035] 다른 특징들에서, 제어기는 RF 플라즈마 사이클들의 수, 프로세싱된 기판들의 수 및 RF 노출의 기간 중 적어도 하나에 응답하여 이동 가능한 지지 링의 높이 및 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하도록 구성된다.

[0036] 기판 프로세싱 시스템을 위한 이동 가능한 에지 링 시스템은 기판 지지부 둘레에 배치된 제 1 환형 바디를 포함하는 상단 이동 가능한 링을 포함한다. 상단 이동 가능한 링의 상부 표면은 기판 프로세싱 동안 플라즈마에 노출된다. 이동 가능한 지지 링은 상단 이동 가능한 링 아래에 그리고 기판 지지부의 베이스플레이트의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 2 환형 바디를 포함한다. 차폐 링은 이동 가능한 지지 링의 아래에 그리고 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 제 3 환형 바디를 포함한다. 액추에이터 및 리프트 핀은 차폐 링에 대해 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링의 포지션을 조정하도록 구성된다. 상단 이동 가능한 링, 이동 가능한 지지 링 및 차폐 링은 전도성 재료로 이루어진다. 상단 이동 가능한 링 및 이동 가능한 지지 링이 최하단 포지

션으로부터 중간 포지션들까지 그리고 최상단 포지션까지 이동될 때, 이동 가능한 지지 링은, 차폐 링의 미리 결정된 커플링 갭 내에서 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 외측 표면의 수직 측면 부분들의 70 % 이상; 및 베이스플레이트의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된 이동 가능한 지지 링의 방사상으로 내측 표면의 수직 측면 부분들의 50 % 이상을 유지한다. 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 그리고 약 20 mil 이하이다.

[0037] 다른 특징들에서, 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 약 10 mil 이하이다.

[0038] 본 개시의 추가 적용 가능 영역들은 상세한 기술 (description), 청구항들 및 도면들로부터 자명해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시의 목적들을 위해 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0039] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 더 완전히 이해될 것이다.

도 1은 본 개시에 따른 기판들을 위한 플라즈마 프로세싱 시스템의 일 예의 기능적 블록도이다.

도 2a 및 도 2b는 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 각각, 하강된 포지션 및 상승된 포지션의 상단 이동 가능한 (moveable) 링의 일 예의 측단면도들이다.

도 3a 및 도 3b는, 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 각각, 하강된 포지션 및 상승된 포지션의 상단 이동 가능한 링의 또 다른 예의 측단면도들이다.

도 4a 및 도 4b는, 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 상단 고정 (stationary) 링 아래에 위치되고 그리고, 각각, 하강된 포지션 및 상승된 포지션에 배치된 (arrange) 이동 가능한 링의 또 다른 예의 측단면도들이다.

도 5a 및 도 5b는, 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 각각, 하강된 포지션 및 상승된 포지션의 상단 이동 가능한 링의 또 다른 예의 측단면도들이다.

도 6a 및 도 6b는, 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 각각, 하강된 포지션 및 상승된 포지션의 상단 이동 가능한 링의 또 다른 예의 측단면도들이다.

도 7은 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 복수의 심들을 포함하는 링 스페이서를 갖는 링을 포함하는 에지 링 시스템의 측단면도이다.

도 8은 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 복수의 핀들을 포함하는 링 스페이서를 갖는 링의 측단면도이다.

도 9a는 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 복수의 돌출부들을 포함하는 링 스페이서를 갖는 링의 측단면도이다.

도 9b는 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른 상승된 편평한 부분을 갖는 돌출부를 포함하는 링 스페이서를 갖는 링의 확대된 측단면도이다.

도 10a 및 도 10b는 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른 링 센터링 (centering) 부분들의 예들의 측단면도들이다.

도 11은 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른 에지 링의 높이를 조정하기 위한 방법의 일 예의 플로우차트이다.

도 12는 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른, 에지 링들을 재포지셔닝하거나 (reposition) 센터링하기 위해 하나 이상의 에지 링들을 가열하기 위한 방법의 일 예의 플로우차트이다.

도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하기 위해 재사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 기판 프로세싱 동안, 기판은 정전 척 (electrostatic chuck; ESC) 과 같은 페데스탈 상에 배치되고 (arrange), 프로세스 가스들이 공급되고, 그리고 플라즈마는 프로세싱 챔버 내에서 스트라이킹된다 (strike). 프로세싱 챔버 내의 컴포넌트들의 노출된 표면들은 플라즈마에 대한 노출로 인해 마모를 경험한다.

[0041] 예를 들어, 에지 링은 플라즈마를 성형하기 위해 기판의 방사상으로 외측 에지 둘레에 배치된다. 기판들을 프

로세싱한 후, 에지 링의 노출된 표면은 마모되고, 기판에 대해 상이한 높이에 놓일 수도 있다. 그 결과, 플라즈마에 대한 에지 링의 효과가 변화되고, 이는 기판의 프로세스 효과들을 변경한다. 따라서, 일부 기판 프로세싱 시스템들에서, 프로세싱 챔버는 마모된 에지 링을 대체하도록 개방되어야 할 것이다.

[0042] 진공을 파괴하지 않고 에지 링 마모로 인한 프로세스 변화들을 감소시키기 위해, 일부 프로세싱 챔버들은 조정 가능한 에지 링들을 배치한다 (deploy). 이들 프로세싱 챔버들은 마모를 보상하거나 또는 레시피의 상이한 프로세스 조건들에 대한 튜닝을 허용하도록 조정 가능한 에지 링의 높이를 증가시킬 수도 있다. 이 접근법은 에지 링 교체 사이의 시간을 증가시키고, 이는 교체 비용을 감소시키고 그리고 전체 다운 타임 (down time) 을 감소시킨다.

[0043] 에지 링의 높이가 변화함에 따라, 플라즈마, 시스 (sheath) 및/또는 커패시턴스 전달 구조체들 (에지 링을 포함함) 사이의 용량성 커플링이 또한 변화한다. 용량성 커플링의 이러한 변화들은 시간이 흐름에 따라 기판 프로세싱 불균일성들을 유발할 수 있다. 용량성 커플링 변동은 또한 에지 링들의 열적 팽창, 인접한 링들 사이의 갭들의 부식 및 부품-대-부품 변동성과 같은 다른 인자들에 응답하여 발생할 수도 있다.

[0044] 일부 예들에서, 코팅들, 스페이서들 및/또는 최소 갭들이 커패시턴스 변동을 최소화하도록 사용된다. 그러나, 이들 메커니즘들은 전체 커플링 커패시턴스를 감소시킬 수도 있고, 이는 에지 링 상의 RF 전압을 하강시킨다. 그 결과, 목표된 수직 틸팅을 달성하기 위해 더 높은 기하학적 높이가 요구될 것이다.

[0045] 본 개시에 따른 다양한 에지 링 배치들은 상단 이동 가능한 링이 마모됨에 따라 용량성 커플링 변동을 감소시키는 상단 이동 가능한 링을 포함한다. 도 2a 및 도 2b, 도 3a 및 도 3b, 도 5a 및 도 5b 및 도 6a 및 도 6b는 튜닝 가능한 상단 이동 가능한 링들을 예시한다. 이하에 더 기술된 바와 같이, 상단 이동 가능한 링의 기하학적 높이는 이동 가능한 지지 링 및 리프트 핀들을 사용하여 상단 이동 가능한 링의 높이를 변화시킴으로써 가변될 수 있다.

[0046] 도 4a 및 도 4b는 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른 또 다른 타입의 튜닝 가능한 에지 링을 예시한다. 이하에 더 기술된 바와 같이, 도 4a 및 도 4b의 상단 링은 고정되고 그리고 상단 링 아래에 배치된 이동 가능한 링 및 리프트 핀은 상단 링 상의 RF 전압을 튜닝하고 그리고 플라즈마 시스를 제어하도록 조정된다.

[0047] 이제 도 1을 참조하면, 플라즈마 프로세싱을 수행하고 그리고 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른 이동 가능한 에지 링 시스템을 포함하는 기판 프로세싱 시스템 (110) 의 일 예가 도시된다. 특정한 타입의 플라즈마 프로세싱 챔버가 도시되지만, 다른 플라즈마 프로세싱 챔버들이 사용될 수 있다. 기판 프로세싱 시스템 (110) 은 용량성 커플링 플라즈마 (Capacitively Coupled Plasma; CCP) 를 사용하여 에칭을 수행하도록 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템 (110) 은 기판 프로세싱 시스템 (110) 의 다른 컴포넌트들을 둘러싸고 (사용된다면) RF 플라즈마를 담는, 프로세싱 챔버 (122) 를 포함한다. 기판 프로세싱 시스템 (110) 은 상부 전극 (124) 및 정전척과 같은 기판 지지부 (126) 를 포함한다. 동작 동안, 기판 (128) 은 기판 지지부 (126) 상에 배치된다.

[0048] 단지 예를 들면, 상부 전극 (124) 은 프로세스 가스들을 도입하고 분배하는 샤워헤드와 같은 가스 분배 디바이스 (129) 를 포함할 수도 있다. 가스 분배 디바이스 (129) 는 프로세싱 챔버의 상단 표면에 연결된 일 단부를 포함하는 스템 (stem) 부분을 포함할 수도 있다. 환형 바디는 일반적으로 원통형이고 그리고 프로세싱 챔버의 상단 표면으로부터 이격되는 위치에서 스템 부분의 마주보는 단부로부터 방사상으로 외향으로 연장한다. 샤워헤드의 환형 바디의 기판-대면 표면, 또는 대면플레이트는 복수의 홀들을 포함하고, 이를 통해 전구체, 반응 물질들, 에칭 가스들, 불활성 가스들, 캐리어 가스들, 다른 프로세스 가스들 또는 퍼지 가스가 흐른다. 대안적으로, 상부 전극 (124) 은 전도성 플레이트를 포함할 수도 있고, 프로세스 가스들은 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다.

[0049] 기판 지지부 (126) 는 하부 전극으로서 작용하는 베이스플레이트 (130) 를 포함한다. 베이스플레이트 (130) 는 세라믹 멀티-존 가열 플레이트에 대응할 수도 있는, 가열 플레이트 (132) 를 지지한다. 본딩 (bonding) 층 및/또는 내열 층 (134) 이 가열 플레이트 (132) 와 베이스플레이트 (130) 사이에 배치될 수도 있다. 베이스플레이트 (130) 는 베이스플레이트 (130) 를 통해 냉각제를 흘리기 위한 하나 이상의 채널들 (136) 을 포함할 수도 있다.

[0050] RF 생성 시스템 (140) 이 RF 전압을 생성하고, 상부 전극 (124) 및 하부 전극 (예를 들어, 기판 지지부 (126) 의 베이스플레이트 (130)) 중 하나로 RF 전압을 출력한다. 상부 전극 (124) 및 베이스플레이트 (130) 중 다른 하나는 DC 접지되거나, AC 접지되거나, 또는 플로팅할 수도 있다. 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (140) 은 매칭 및 분배 네트워크 (144) 에 의해 상부 전극 (124) 또는 베이스플레이트 (130) 에 피딩되는 RF 플라즈마 전

력을 생성하는 RF 생성기 (142) 를 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 플라즈마는 유도적으로 또는 리모트로 생성될 수도 있다.

[0051] 가스 전달 시스템 (150) 은 하나 이상의 가스 소스들 (152-1, 152-2, …, 및 152-N) (집합적으로 가스 소스들 (152)) 을 포함하고, 여기서 N은 0보다 큰 정수이다. 가스 소스들 (152) 은 밸브들 (154-1, 154-2, …, 및 154-N) (집합적으로 밸브들 (154)) 및 MFC들 (156-1, 156-2, …, 및 156-N) (집합적으로 MFC들 (156)) 에 의해 매니폴드 (160) 에 연결된다. 보조 밸브들이 MFC들 (156) 과 매니폴드 (160) 사이에 사용될 수도 있다. 단일 가스 전달 시스템 (150) 이 도시되지만, 2 개 이상의 가스 전달 시스템들이 사용될 수 있다.

[0052] 온도 제어기 (163) 가 가열 플레이트 (132) 에 배치된 복수의 열적 제어 엘리먼트들 (thermal control elements; TCEs) (164) 에 연결될 수도 있다. 온도 제어기 (163) 는 기판 지지부 (126) 및 기판 (128) 의 온도를 제어하기 위해 복수의 TCE들 (164) 을 제어하도록 사용될 수도 있다. 온도 제어기 (163) 는 채널들 (136) 을 통한 냉각제 플로우를 제어하도록 냉각제 어셈블리 (166) 와 연통할 수도 있다. 예를 들어, 냉각제 어셈블리 (166) 는 냉각제 펌프, 저장부 및/또는 하나 이상의 온도 센서들을 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (163) 는 기판 지지부 (126) 를 냉각하기 위해 채널들 (136) 을 통해 냉각제를 선택적으로 흘리도록 냉각제 어셈블리 (166) 를 동작시킨다.

[0053] 밸브 (170) 및 펌프 (172) 가 프로세싱 챔버 (122) 로부터 반응 물질들을 배기하도록 사용될 수도 있다. 시스템 제어기 (180) 는 기판 프로세싱 시스템 (110) 의 컴포넌트들을 제어하도록 사용되는 하나 이상의 제어기들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 이동 가능한 에지 링 (182) 은 플라즈마 프로세싱 동안 기판 (128) 의 방사상으로 외부에 배치되고 그리고 플라즈마에 노출된다. 다른 예들에서, 이동 가능한 에지 링은 플라즈마에 노출되는 고정 에지 링 아래에 위치된다. 에지 링 높이 조정 시스템 (184) 은 이하에 더 기술될 바와 같이 기판 (128) 에 대해 이동 가능한 에지 링 (182) 의 상단 표면의 높이를 조정하도록 (또는 고정 에지 링의 RF 전압을 변경하도록) 사용될 수도 있다. 일부 예들에서, 이동 가능한 에지 링 (182) 은 또한 상승될 수 있고, 로봇 엔드 이펙터에 의해 제거될 수 있고, 그리고 진공을 파괴하지 않고 또 다른 에지 링으로 교체될 수 있다.

[0054] 특정한 실시 예들에서, 시스템 제어기 (180) 는 이하에 더 기술될 바와 같이 기판들 및/또는 에지 링들을 프로세싱 챔버로 전달하도록 로봇 (190) 을 제어한다. 시스템 제어기 (180) 는 또한 이하에 더 기술된 바와 같이 에지 링들의 높이 또는 틸팅을 조정하기 위해 리프트 핀들을 이동시키는 하나 이상의 액추에이터들 (192) 을 제어한다. 시스템 제어기 (180) 는 또한 에지 링들의 높이를 센싱하도록 (sense) 사용되는 하나 이상의 센서들 (196) 로부터의 출력들을 수신할 수도 있다. 센서들의 비제한적인 예들은 광학 센서들, 물리적 센서들, 피에조 (piezo) 센서들, 초음파 센서들, 등을 포함한다.

[0055] 이제 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 개시의 특정한 실시 예들에 따른 에지 링 시스템 (200) 이 하강된 포지션 (도 2a) 및 상승된 포지션 (도 2b) 에서 이동 가능한 에지 링들을 갖는 것으로 도시된다. 에지 링 시스템 (200) 은 기판 (222) 의 상부 표면에 대해 상단 이동 가능한 링 (240) 의 상부 표면의 기하학적 높이를 조정하도록 구성된다. 기판 지지부는 원통형 바디 (212) 및 원통형 바디 (212) 의 하부 부분으로부터 방사상으로 외향으로 연장하는 환형 돌출하는 부분 (214) 를 포함하는 베이스플레이트 (210) 를 포함한다. 베이스플레이트 (210) 의 환형 돌출하는 부분 (214) 은 리프트 핀 (292) 으로 하여금 내부에서 상호 (reciprocally) 이동하게 하도록 수직 방향으로 연장하는 캐비티 (215) 를 포함한다.

[0056] 가열 층 (216) 이 베이스플레이트 (210) 위에 배치된다. 가열 층 (216) 은 원통형 바디 (218) 및 원통형 바디 (218) 의 하부 부분으로부터 외향으로 연장하는 환형 돌출하는 부분 (220) 을 포함한다. 본딩 층 (미도시) 은 가열 층 (216) 과 베이스플레이트 (210) 사이에 배치될 수도 있다.

[0057] 도 2a에 도시된 바와 같이, 에지 링 시스템 (200) 은 링 (230), 차폐 링 (260), 커버 링 (270), 고정된 링 (280) 및 링 (290), 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 을 포함한다. 이러한 맥락에서, 용어 "고정 (stationary)"은 에지 링이 일반적으로 설치 후 진공을 파괴하지 않고 이동되지 않는다는 것을 의미하고, 그리고 용어 "이동 가능한 (moveable)"은 링들의 포지션이 이하에 더 기술된 액추에이터에 의해 설치 후 진공을 파괴하지 않고 조정될 수 있다는 것을 의미한다.

[0058] 링 (230) 은 기판 (222) 의 방사상으로 외측 에지 아래에, 가열 층 (216) 의 환형 돌출하는 부분 (220) 위에, 그리고 가열 층 (216) 과 상단 이동 가능한 링 (240) 의 방사상으로 내측 에지 및 이동 가능한 지지 링 (250) 의 방사상으로 내측 에지 사이에 배치된다. 특정한 실시 예들에 따라, 링 (230) 은 "L"-형상 단면을 갖고 그리고 환형 바디 (232), 수직 부분 (234) 및 수평 부분 (236) 을 포함한다.

[0059] 상단 이동 가능한 링 (240) 은 플라즈마에 직접 노출되는 상부 표면을 포함한다. 일부 실시 예들에서, 상단 이동 가능한 링 (240) 은 기판 (222) 으로부터 방사상으로 외향으로, 부분적으로 상단 커버 링 (270) 아래에, 링들 (230 및 260) 위에 그리고 링들 (230 및 260) 에 인접하여, 그리고 이동 가능한 지지 링 (250) 바로 위에 그리고 이동 가능한 지지 링 (250) 과 콘택트하여 배치된다. 일부 실시 예들에 따라, 상단 이동 가능한 링 (240) 은 일반적으로 직사각형 단면을 갖는 환형 바디 (242) 및 환형 바디 (242) 의 방사상으로 외측 및 상부 부분 상에 위치된 환형 리세스 (244) 를 포함한다.

[0060] 이동 가능한 지지 링 (250) 은 상단 이동 가능한 링 (240) 아래에 그리고 차폐 링 (260) 의 방사상으로 내측 표면과 베이스플레이트 (210) 의 방사상으로 외측 측면 표면 사이에 위치된 환형 바디 (252) 를 포함한다. 일부 실시 예들에서, 이동 가능한 지지 링 (250) 은 "T"-형상 단면을 갖지만, 다른 단면들이 사용될 수도 있다. 이동 가능한 지지 링 (250) 의 상부 부분은 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 (254) 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분 (256) 을 포함한다. 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 (254) 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분 (256) 의 상부 표면들은 상단 이동 가능한 링 (240) 의 하부 표면에 바로 인접하게 그리고 콘택트하여 배치된다.

[0061] 일부 실시 예들에서, 이동 가능한 지지 링 (250) 은 베이스플레이트 (210) 와의 커플링을 향상시키기 위해 환형 바디 (252) 의 방사상으로 내측 및 하부 측면 부분을 따라 위치된 돌출하는 부분 (258) 을 더 포함한다. 특정한 실시 예들에서, 돌출하는 부분 (258) 은 균일한 용량성 커플링을 유지하기 위해 이동 가능한 지지 링 (250) 의 모든 수직 포지션들에 대해 커플링 갭 내 베이스플레이트의 방사상으로 외측 표면에 인접하게 놓인 (lie) 이동 가능한 지지 링 (250) 의 위치로 수직으로 연장한다.

[0062] 상단 이동 가능한 링 (240) 의 상부 표면은 플라즈마 노출로 인해 부식될 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 은 상단 이동 가능한 링 (240) 의 상부 표면이 기판 (222) 에 대해 실질적으로 고정 포지션에 남아 있도록 상부 표면의 부식을 보상하도록 상승된다.

[0063] 차폐 링 (260) 은 이동 가능한 지지 링 (250) 과 링 (280) 사이에 그리고 베이스플레이트 (210) 의 환형 돌출하는 부분 (214) 위에 위치된다. 일부 예들에서, 차폐 링 (260) 은 전도성 재료로 이루어지고 그리고 이동 가능한 지지 링 (250) 의 방사상으로 외부에 배치된다. 차폐 링 (260) 의 위치는 이동 가능한 지지 링 (250) 의 전압을 제어하고 그리고 링 (290) 에 대한 커플링을 차단하는 것을 돕는다 (고전압을 유지하는 것을 돕는다). 일부 예들에서, 차폐 링 (260) 은 이하에 더 기술될 바와 같이 베이스플레이트 (212) 와 통합될 수도 있다.

[0064] 일부 실시 예들에 따라, 차폐 링 (260) 은 뒤집힌 "T"-형상 단면, 환형 바디 (262), 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 (264) 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분 (266) 을 갖는다. 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 (264) 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분 (266) 의 하부 표면들은 베이스플레이트 (210) 의 환형 돌출하는 부분 (214) 의 상부 부분에 바로 인접하게 배치된다. 차폐 링 (260) 은 환형 바디 (262) 의 상부 표면의 방사상으로 외측 에지로부터 수직으로 연장하는 상향으로 돌출하는 부분 (267) 를 더 포함한다. 캐비티 (268) 는 액추에이터 (192) 로 하여금 리프트 핀 (292) 을 내부에서 상호 이동하게 하도록 캐비티 (215) 와 정렬된다.

[0065] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 상단 커버 링 (270) 은 상단 이동 가능한 링 (240), 차폐 링 (260) 및 링 (280) 위에 위치되고 그리고 플라즈마에 직접 노출되는 상부 표면을 갖는다. 일부 예들에서, 상단 커버 링 (270) 은 환형 바디 (272), 제 1 단차 부분 (274) 및 제 2 단차 부분 (276) 을 포함한다. 제 1 단차 부분 (274) 은 차폐 링 (260) 의 상향으로 돌출하는 부분 (267) 위에 배치된다. 제 2 단차 부분 (276) 은 상단 이동 가능한 링 (240) 의 환형 리세스 (244) 에 의해 수용된다. 제 2 단차 부분 (276) 은 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 의 방사상으로 외측 에지들을 커버한다. 다른 예들에서, 상단 커버 링 (270) 은 부가적인 단차들, 더 적은 단차들을 포함하거나 또는 단차들이 없을 수도 있다. 일부 예들에서, 상단 커버 링 (270) 은 직사각형 단면을 갖는다.

[0066] 링 (280) 은 차폐 링 (260), 베이스플레이트 (210) 의 환형 돌출하는 부분 (214) 및 지지 플레이트 (285) 의 방사상으로 외부에 위치된다. 링 (280) 은 환형 바디 (282) 및 환형 바디 (282) 의 방사상으로 내측 표면의 일부로부터 방사상으로 내향으로 연장하는 돌출부 (284) 를 포함한다. 환형 바디 (282) 는 환형 바디 (282) 의 상부 및 방사상으로 내측 에지 상에 배치된 환형 리세스 (288) 를 포함한다. 환형 바디 (282) 는 환형 바디 (282) 의 상부 에지로부터 방사상으로 외향으로 연장하는 돌출하는 부분 (286) 을 포함한다. 링 (290) 은 돌출하는 부분 (286) 아래의 링 (280) 의 방사상으로 외부에 위치된다. 일부 실시 예들에서, 상단 커버 링 (270) 은 석영으로 이루어질 수도 있고 그리고 링 (280) 은 석영 또는 세라믹으로 이루어질 수도 있다.

[0067] 도 2a 및 도 2b에서 알 수 있는 바와 같이, 액추에이터 (192) 는 리프트 핀 (292) 의 높이를 조정하기 위해 리프트 핀 (292) 을 바이어싱한다 (bias). 리프트 핀 (292) 은 기판 (222) 의 상부 표면에 대해 상단 이동 가능한 링 (240) 을 리프팅하도록 이동 가능한 지지 링 (250) 을 바이어싱한다. 상단 이동 가능한 링 (240) 의 기하학적 높이를 조정하는 것은 플라즈마에 대한 노출로 인한 마모를 보상한다. 일부 예들에서, 상단 이동 가능한 링 (240), 이동 가능한 지지 링 (250), 차폐 링 (260) 및 링 (290) 은 전도성 재료로 이루어진다. 링 (230), 커버 링 (270) 및 링 (280) 은 비전도성 재료로 이루어진다.

[0068] 도 2a 및 도 2b에 도시된 배치는 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 이 최저 포지션으로부터 다양한 상승된 포지션들로 이동함에 따라 베이스플레이트 (210) 및/또는 에지 링 (260) 과 상대적으로 균일한 용량성 커플링을 유지한다. 일부 예들에서, 이동 가능한 지지 링 (250) 의 방사상으로 외측 측면 표면의 수직으로 배향된 측면 부분들의 70 %, 80 %, 또는 90 % 이상은 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 의 다양한 높이 포지션들에서 차폐 링 (260) 의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된다. 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 이동 가능한 지지 링 (250) 의 방사상으로 외측 측면 표면의 수직으로 배향된 측면 부분들의 100 %는 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 의 다양한 높이 포지션들에서 차폐 링 (260) 의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된다.

[0069] 일부 예들에서, 미리 결정된 커플링 갭은 0보다 더 크고 그리고 30 mil, 20 mil 또는 10 mil 이하이다. 미리 결정된 커플링 갭은 플라즈마 프로세싱 동안 가열로 인해 링 및/또는 인접한 표면들의 팽창을 위한 충분한 공간 (room) 을 갖는 이동 가능한 링들의 상대적인 운동 (movement) 을 허용하도록 충분히 크다. 미리 결정된 커플링 갭은 또한 링의 포지션이 상단 에지 링 상의 마모로 인해 상승될 때 상단 에지 링 상의 RF 전압을 유지하기 위해 인접한 링들 또는 베이스플레이트에 충분한 용량성 커플링을 제공하기에 충분히 작아야 한다.

[0070] 일부 예들에서, 이동 가능한 지지 링 (250) 의 방사상으로 내측 측면 표면의 수직으로 배향된 부분들의 50 %, 60 %, 또는 70 % 이상은 상단 이동 가능한 링 (240) 및 이동 가능한 지지 링 (250) 의 다양한 높이 포지션들에서 베이스플레이트 (210) 의 미리 결정된 커플링 갭 내에 위치된다. 일부 예들에서, 베이스플레이트 (210), 이동 가능한 지지 링 (250) 및 차폐 링 (260) 의 수직 측면 부분들의 용량성 커플링은 이동 가능한 지지 링 (250) 의 모든 수직 포지션들에 대해 일정하게 유지된다.

[0071] 이제 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 링 (230), 이동 가능한 지지 링 (250) 및 커버 링 (270) 은 다른 단면 형상들을 가질 수 있다. 도 3a에서, 이동 가능한 지지 링 (250') 은 환형 바디 (252) 를 포함한다. 일부 예들에서, 이동 가능한 지지 링 (250') 은 "L"-형상 단면을 갖는다. 링 (230') 의 수평 부분 (236) 은 이동 가능한 지지 링 (250') 의 방사상으로 내측 표면으로 연장한다. 상단 커버 링 (270') 은 환형 바디 (272) 로부터 방사상 내향으로 연장하고 그리고 차폐 링 (260) 의 돌출하는 부분 (267) 및 상단 이동 가능한 링 (240) 의 방사상 외측 표면을 수용하도록 환형 리세스를 규정하는 단차 부분 (275) 을 포함한다. 도 3b에서, 리프트 핀 (292) 은 상단 이동 가능한 링 (240) 의 높이를 조정하도록 이동 가능한 지지 링 (250) 을 바이어싱한다.

[0072] 이제 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 본 개시의 일부 실시 예들에 따른 에지 링 시스템 (400) 이 도시된다. 플라즈마에 직접 노출되는 상단 고정 링 (440) 상의 RF 전압은 상단 고정 링 (440) 아래에 위치된 이동 가능한 링 (450) 의 높이를 조정함으로써 가변된다.

[0073] 도 4a에서, 일부 실시 예들에 따른, 에지 링 시스템 (400) 은 링 (430), 차폐 링 (260), 커버 링 (470), 고정된 링 (280) 및 링 (290) 을 더 포함한다. 링 (430) 은 환형 바디를 갖고 그리고 기판 (222) 의 방사상으로 외측 에지 아래에, 상단 고정 링 (440) 의 방사상으로 내측 에지 바로 아래에, 가열 층 (216) 의 환형 돌출하는 부분 (220) 바로 위에, 그리고 가열 층 (216) 과 이동 가능한 링 (450) 의 방사상으로 내측 에지 사이에 배치된다. 일부 예들에서, 링 (430) 은 직사각형 단면을 갖는다.

[0074] 상단 고정 링 (440) 은 플라즈마에 직접 노출되는 상부 표면을 포함한다. 상단 고정 링 (440) 은 기판 (222) 의 방사상으로 외측 에지 아래에 부분적으로 배치되고 그리고 기판의 방사상으로 외측 에지를 지나 방사상으로 외향으로 연장하고 그리고 기판 (222) 위로 상승한다. 상단 고정 링 (440) 은 커버 링 (470) 아래에 그리고 이동 가능한 링 (450) 및 차폐 링 (260) 위에 부분적으로 위치된다. 상단 고정 링 (440) 은 방사상으로 내측 부분 (444), 상향으로 경사진 부분 (445), 평면형 부분 (447) 및 상단 고정 링의 상부 및 방사상으로 외측 표면 상에 위치된 환형 리세스된 부분 (448) 을 갖는 환형 바디 (442) 를 포함한다. 상단 고정 링 (440) 의 상부 표면은 플라즈마에 직접 노출된다. 경사진 부분 (445) 의 경사는 (직각 설계들과 비교하여) 링에 걸쳐 고정 두께를 유지하는 것을 돕도록 표면에 걸쳐 고르고/균일한 부식을 허용한다.

[0075] 이동 가능한 링 (450) 은 상단 고정 링 (440) 아래에 그리고 차폐 링 (260) 의 방사상으로 내측 표면과 베이스 플레이트 (210) 의 방사상으로 외측 측면 표면 사이에 위치된다. 이동 가능한 링 (450) 은 환형 바디 (452) 를 갖는다. 일부 예들에서, 이동 가능한 링 (450) 은 "T"-형상 단면, 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 (454) 및 방사상으로 외향으로 돌출하는 부분 (456) 을 갖는다. 일부 예들에서, 방사상으로 내향으로 돌출하는 부분 (454) 의 방사상으로 내측 및 상부 표면 (455) 은 일반적으로 상단 고정 링 (440) 의 경사진 부분 (445) 에 평행한 방식으로 경사질 수도 있다.

[0076] 커버 링 (470) 은 상단 고정 링 (440), 차폐 링 (260) 및 링 (280) 위에 위치되고 그리고 플라즈마에 직접 노출되는 상부 표면을 갖는다. 커버 링 (470) 은 환형 바디 (472), 제 1 단차 부분 (474) 및 제 2 단차 부분 (476) 을 포함한다. 제 1 단차 부분 (474) 은 차폐 링 (260) 의 상향으로 돌출하는 부분 (467) 위에 배치된다. 제 2 단차 부분 (476) 은 상단 고정 링 (440) 의 환형 리세스된 부분 (448) 에 의해 수용된다.

[0077] 도 4a 및 도 4b에서 알 수 있는 바와 같이, 액추에이터 (192) 는 상단 고정 링 (440) 상의 RF 전압을 가변시키는 용량성 커플링을 가변하기 위해 리프트 핀 (292) 및 이동 가능한 링 (450) 의 높이를 조정하도록 리프트 핀 (292) 을 바이어싱한다. RF 전압을 가변하는 것은 상단 고정 링 (440) 의 기하학적 높이를 변화시키지 않고 플라즈마 노출로 인한 상단 고정 링 (440) 의 마모를 보상하고, 이는 불균일성을 감소시킨다. 일부 예들에서, 상단 고정 링 (440), 차폐 링 (260), 링 (290) 및 이동 가능한 링 (450) 은 전도성 재료로 이루어진다. 링 (430), 커버 링 (470) 및 링 (280) 은 비전도성 재료로 이루어진다.

[0078] 이제 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 에지 링 시스템 (500) 의 또 다른 예는 상단 이동 가능한 링 (540), 이동 가능한 지지 링 (550) 및 차폐 링 (560) 을 포함하는 것으로 도시된다. 상단 이동 가능한 링 (540) 은 프로세싱 동안 플라즈마에 직접 노출된다. 상단 이동 가능한 링 (540) 은 이동 가능한 지지 링 (550) 상에 놓인다 (rest). 액추에이터 (192) 는 기판 (422) 에 대해 상단 이동 가능한 링 (540) 의 포지션을 조정하기 위해 이동 가능한 지지 링 (550) 의 하부 표면 내로 리프트 핀 (292) 을 바이어싱한다.

[0079] 상단 이동 가능한 링 (540) 은 환형 바디 (541) 를 포함한다. 일부 예들에서, 상단 이동 가능한 링 (540) 은 상단 이동 가능한 링 (540) 을 이동 가능한 지지 링 (550) 상에 센터링하도록 링 센터링 부분 (542) 을 포함한다. 일부 예들에서, 링 센터링 부분 (542) 은 링 센터링 부분의 하부 표면 상에 형성된 캐비티를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 캐비티는 이동 가능한 지지 링 (250) 의 상부 부분을 수용하기에 충분한 폭을 갖는다. 이해될 수 있는 바와 같이, 본 명세서에 기술된 에지 링 시스템들은 링 센터링 부분 (542) 을 포함할 수도 있다. 상단 이동 가능한 링 (540) 의 하향으로 지향된 돌출부들 (544 및 546) 은 캐비티의 마주보는 측면들 상의 환형 바디 (541) 의 방사상으로 내측 및 방사상으로 외측 위치에 배치된다. 환형 리세스 (548) 는 환형 바디 (541) 의 상부 및 방사상으로 외측 부분 상에 배치될 수도 있다.

[0080] 일부 예들에서, 상단 이동 가능한 링 (540) 의 하부 부분은 베이스플레이트 (210) 에 대해 이동 가능한 지지 링 (550) 을 센터링하도록 링 센터링 부분 (551) 을 포함한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 본 명세서에 기술된 모든 에지 링 시스템들은 링 센터링 부분 (551) 을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 링 센터링 부분 (551) 은 리프트 핀 (292) 상에 안착될 (seat) 때 이동 가능한 지지 링 (550) 을 포지션으로 바이어싱하도록 선형으로 또는 비선형으로 (예를 들어, 커브된) 경사진 부분을 포함하는 내측 표면을 갖는 캐비티 (553) 를 포함한다. 일부 예들에서, 캐비티의 표면은 센터링 효과를 제공하는 마주보는 표면들을 포함한다. 일부 예들에서, 캐비티의 표면은 "V"-형상, 원뿔 형상, 직선 및 커브된 형상들의 조합 또는 센터링 효과를 제공하는 다른 타입들의 표면들을 갖는다.

[0081] 차폐 링 (560) 은 이동 가능한 지지 링 (550) 을 부분적으로 둘러싸는 환형 바디 (562) 를 포함한다. 환형 바디 (562) 의 하부 부분은 방사상으로 외향으로 돌출하는 레그 (leg) (564) 및 방사상으로 내향으로 돌출하는 레그 (566) 를 포함한다.

[0082] 링 (580) 은 상단 이동 가능한 링 (540), 이동 가능한 지지 링 (550) 및 차폐 링 (560) 의 방사상으로 외부에 배치된다. 링 (580) 은 환형 바디 (582) 및 링 (580) 의 방사상으로 내측 표면의 중간 부분으로부터 방사상으로 내향으로 연장하는 제 1 돌출부 (584) 를 포함한다. 돌출부 (585) 는 링 (580) 의 방사상으로 내측 표면의 상부 부분으로부터 방사상으로 내향으로 연장한다. 돌출부 (585) 는 하향으로 돌출하는 레그 (546) 아래에 위치된다. 환형 리세스 (587) 는 돌출부 (585) 위의 방사상으로 내측 표면 상에 배치된다. 돌출부 (586) 는 링의 상부 표면으로부터 방사상으로 외향으로 돌출한다. 환형 리세스 (588) 는 링 (580) 의 상부 표면 상에 배치된다. 일부 예들에서, 커버 링 (470) 은 환형 리세스 (588) 상에 놓인다. 링 (590) 은 링 (580) 의 방사상으

로 외부에 배치되고 그리고 전도성 재료로 이루어질 수도 있다.

[0083] 도 5b에서, 상단 이동 가능한 링 (540) 및 이동 가능한 지지 링 (550) 은 상승된 위치에 도시된다. 액추에이터 (192) 는 상단 이동 가능한 링 (540) 을 리프팅하는 이동 가능한 지지 링 (550) 을 리프팅하고 그리고 센터링하도록 이동 가능한 지지 링 (550) 의 하부 표면 상의 링 센터링 부분 (551) 내로 리프트 핀 (292) 을 바이어싱한다.

[0084] 이제 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 에지 링 시스템 (600) 의 또 다른 예가 도시되고 그리고 베이스플레이트 (210) 와 통합된 차폐 링을 포함한다. 상단 이동 가능한 링 (640) 은 플라즈마에 직접 노출되는 상부 표면을 포함한다. 상단 이동 가능한 링 (640) 은 환형 바디 (642) 를 포함한다. 상단 이동 가능한 링 (640) 의 상부 및 방사상으로 외측 표면은 환형 리세스 (644) 를 포함한다. 일부 예들에서, 환형 바디 (642) 는 직사각형 단면을 갖는다.

[0085] 이동 가능한 지지 링 (650) 은 상단 이동 가능한 링 (640) 아래에 배치된다. 이동 가능한 지지 링 (650) 은 환형 바디 (652), 방사상으로 외측 표면 (654), 및 방사상으로 내측 표면 (656) 을 포함한다. 일부 예들에서, 이동 가능한 지지 링 (650) 은 "L"-형상 단면을 갖고 그리고 방사상으로 내측 표면 (656) 의 상부 부분으로부터 방사상으로 내향으로 연장하는 돌출하는 부분 (655) 을 포함한다.

[0086] 커버 링 (670) 은 고정되고 그리고 환형 바디 (672) 및 환형 바디 (672) 의 상부 표면으로부터 방사상으로 내향으로 연장하는 돌출부 (676) 를 포함한다. (도 6b에 도시된 바와 같이) 상단 이동 가능한 링 (640) 이 상승될 때, 커버 링 (670) 의 돌출부 (676) 는 환형 리세스 (644) 내로 연장한다. 일부 실시 예들에 따라, 베이스플레이트 (210), 상단 이동 가능한 링 (640), 이동 가능한 지지 링 (650) 및 링 (690) 은 전도성이고 그리고 커버 링 (670) 및 링 (680) 은 비전도성이다.

[0087] 선행하는 실시 예들에서, 에지 링들 중 일부는 전도성 재료 또는 전도성 코팅을 갖는 전도성 또는 비전도성 재료로 이루어진다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 전도성은 10^4 옴㎝ 이하의 저항률을 갖는 재료들 또는 코팅들을 지칭한다. 예를 들어, 도핑된 실리콘은 0.05 옴㎝의 저항률을 갖고, 실리콘 카바이드는 1 내지 300 옴㎝의 저항률을 갖고, 알루미늄 및 구리와 같은 금속들은 찌글이 $\approx 10^{-7}$ 옴㎝의 저항률을 갖는다. 일부 예들에서, 본 개시의 에지 링들은 비전도성 재료 또는 비전도성 코팅을 갖는 전도성 또는 비전도성 재료로 이루어진다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 비전도성은 10^4 옴㎝보다 더 큰 저항률을 갖는 재료들/코팅들을 지칭한다.

[0088] 전도성 링들은 하나 이상의 베이스 재료들, 하나 이상의 도금 층들, 및/또는 하나 이상의 코팅들로 이루어질 수 있다. 모재들 (base materials) 의 비제한적인 예들은 실리콘, 실리콘 카바이드, 티타늄, 흑연, 석영, 및/또는 세라믹을 포함한다. 도금 층들의 비제한적인 예들은 알루미늄 도금을 포함한다. 코팅들의 비제한적인 예들은 퍼플루오로알콕시 (PFA), 원자 층 증착 (atomic layer deposition; ALD) 알루미늄 옥사이드 (Al_2O_3), ALD 이트륨 옥사이드 또는 이트리아 (Y_2O_3), 및/또는 양극 산화된 코팅들을 포함한다. 예를 들어, 전도성 재료들은 양극 산화된 티타늄, PFA 코팅된 실리콘, 도핑된 실리콘, 알루미늄 도금 및 양극 산화된 코팅을 갖는 실리콘, ALD 알루미늄 옥사이드를 갖는 실리콘, ALD 이트리아 코팅을 갖는 실리콘, 실리콘 카바이드, PFA 코팅된 흑연, 알루미늄 도금 및 양극 산화된 코팅을 갖는 흑연, ALD 알루미늄 옥사이드 코팅을 갖는 흑연, ALD 이트리아 코팅을 갖는 흑연, 또는 다른 적합한 재료들을 포함할 수도 있다. 비전도성 재료들의 비제한적인 예들은 석영 및 세라믹을 포함한다. 선행하는 실시 예들에서, 링들의 하나 이상은 방사상, 축방향 또는 다른 방향들로 하나 이상의 구조체들에 의해 형성될 수도 있다.

[0089] 이제 도 7 내지 도 9b를 참조하면, 본 명세서에 기술된 에지 링 시스템들의 링 또는 베이스플레이트와 같은 또 다른 구조체에 대해 일 링의 운동을 제한하고, 간격을 제어하고 그리고/또는 수평으로 센터링하는 다양한 방식들이 도시된다. 도 7에서, 프로세싱 챔버 내의 링, 베이스플레이트 또는 다른 구조체와 같은 구조체 (710) 는 링 (720) 의 표면에 인접하게 위치된다. 도 7 내지 도 9b는 링 (720) 에 대한 구조체 (710) 의 운동을 제한하기 위한 다양한 방식들을 도시한다.

[0090] 도 7에서, 링 (720) 은 방사상으로 외측 표면 상에 위치된 슬롯 (738) 을 포함한다. 슬롯 (738) 은 링 (720) 의 방사상으로 외측 표면 내로 방사상 내향으로 연장한다. 심 (shim) (734) 은 슬롯 (738) 내에 배치된다. 일부 예들에서, 접착제 (730) 는 슬롯 (738) 내에 심 (734) 을 유지하도록 사용된다. 일부 예들에서, 심 (734) 은 직사각형 평면, 방사상 및 측면 단면들을 갖지만, 다른 형상들이 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 심 (734) 은 슬롯 (738) 의 깊이 이상인 방사상 방향의 두께를 갖는다. 일부 예들에서, 심 (734) 은 (사용되는 심들의

수가 미리 결정되면 (given)) 운동을 제한하기에 충분한 거리로 링 (720) 으로부터 방사상으로 외향으로 연장한다.

[0091] 도 8에서, 링 (720) 은 방사상으로 외측 표면 상에 위치된 슬롯 (748) 을 포함한다. 슬롯 (748) 은 방사상으로 내향으로 연장한다. 핀 (750) 은 슬롯 (748) 내에 배치된다. 일부 예들에서, 접착제 (730) 는 슬롯 (748) 내에 핀 (750) 을 유지하도록 사용된다. 일부 예들에서, 핀 (750) 은 원통 형상을 갖지만, 다른 형상들이 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 핀 (750) 은 슬롯 (748) 의 깊이 이상의 방사상 방향의 높이를 갖는다. 일부 예들에서, 핀 (750) 은 (사용되는 핀들의 수가 미리 결정되면) 운동을 제한하기에 충분한 거리로 링 (720) 으로부터 방사상으로 연장한다. 일부 예들에서, 핀 (750) 은 (사용되는 심들의 수가 미리 결정되면) 운동을 제한하기에 충분한 거리로 링 (720) 으로부터 방사상으로 외향으로 연장한다.

[0092] 도 9a 및 도 9b에서, 링 (720) 은 방사상으로 외측 표면 상에 형성된 돌출부 (760) 를 포함한다. 일부 예들에서, 돌출부 (760) 는 방사상 외측 표면의 수직 두께를 따라 부분적으로 또는 완전히 수직 방향으로 연장한다. 도 9b에서, 돌출부 (760) 는 아치형 프로파일들과 비교하여 치수들을 검사하고 머시닝하기에 (machine) 더 용이한, 링 (720) 의 방사상으로 외측 표면 (762) 으로부터 연장하는 편평한 표면 (766) 을 포함한다. 일부 예들에서, 에지 링은 처음에 돌출부들 (760) 없이 약간 더 넓게 형성되고 그리고 이어서 방사상으로 외측 표면이 돌출부들 (760) 을 형성하도록 인접한 돌출부들 사이의 영역들에서 머시닝되거나 제거된다. 다른 예들에서, 돌출부들 (760) 은 상단 에지 링의 방사상으로 내측 대면 표면과 콘택트하는 표면적을 감소시키고 진공을 파괴하지 않고 상단 에지 링을 교체하거나 높이 조정을 수행할 때 마찰을 감소시키도록 평면도에서 아치형 또는 볼록한 프로파일들을 포함한다.

[0093] 일부 예들에서, 돌출부들 (760) 은 코팅 재료 (764) 로 코팅된다. 일부 예들에서, 코팅 재료 (764) 는 상대적으로 컨포멀하고 (conformal) 그리고 절연 재료로 이루어진다. 일부 예들에서, 코팅은 원자 층 증착을 사용하여 증착된 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE), 퍼플루오로알콕시 폴리머 (PFA), 또는 알루미늄 옥사이드, 이트륨 옥사이드, 또는 이트륨 플루오라이드로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 코팅 재료 (764) 는 단락 (short circuits) 을 방지하고 부식을 감소시키는 절연 기능을 갖는다. 코팅 재료 (764) 는 또한 단락을 방지하기 위해 링 (720) 과 구조체 (710) 사이에 최소 갭을 보장한다. 일부 예들에서, 돌출부 (760) 는 링 (720) 의 방사상으로 외측 표면으로부터 (사용되는 돌출부들의 수가 미리 결정되면) 운동을 제한하기에 충분한 거리로 방사상으로 외향으로 연장한다.

[0094] 일부 예들에서, 링 (720) 은 링 (720) 의 외측 주변부 둘레에 균일한 간격 (예를 들어, 3 개에 대해 120 ° 간격, 5 개에 대해 72 ° 간격, 8 개에 대해 45 ° 간격 (또는 360 ° /N)) 으로 배치된 3 개 내지 8 개의 스페이서들 (심들 또는 돌출부들) 을 포함한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 스페이서들은 일반적으로 상부 링 및 하부 링의 상대적인 운동을 완전히 제한하도록 구성되지 않는다. 갭은 높이 조정 및/또는 교체 동안 바인딩을 감소시키는 것을 돕는다. 따라서, 일부 상대적인 운동이 여전히 바람직하고 그리고 (유효한 커플링 커패시턴스를 변경할 수도 있는) 바람직하지 않은 운동은 여전히 3 개의 심들로 발생할 수도 있다. 일부 예들에서, 링 (720) 은 운동을 더 제한하도록 링 (720) 의 외측 주변부 둘레에 배치된 5 개의 스페이서들을 포함한다. 특정한 구성에 따라, 6 개, 7 개 또는 8 개와 같은 부가적인 스페이서들은 효과적인 커패시턴스를 제어하는 것에 대해 감소하는 리턴들을 제공하고 그리고 비용을 상승시킨다.

[0095] 스페이서들 (예를 들어, 심들 또는 돌출부들) 이 링 (720) 의 외측 표면 상에 배치되는 것으로 도시되지만, 스페이서들은 링 (720) 의 내측 표면 및/또는 구조체 (710) 의 내측 표면들 중 하나 또는 모두 상에 배치될 수 있다. 이에 더하여, 스페이서들 및/또는 절연 코팅은 에지 링 및 인접한 구조체의 방사상으로 대면하는 표면들 중 하나 또는 모두 상의 임의의 선행하는 예들 (예를 들어, 도 1 내지 도 6b) 에 대해 구성될 수 있다.

[0096] 일부 예들에서, 스페이서들은 에지 링의 방사상으로 외측 표면으로부터 50 ㎛ 내지 250 ㎛ 범위의 방사상으로 외향 방향으로 연장한다. 일부 예들에서, 스페이서들은 에지 링의 방사상으로 외측 표면으로부터 50 ㎛ 내지 250 ㎛ 범위의 방사상으로 외향 방향으로 연장한다.

[0097] 이제 도 10a 및 도 10b를 참조하면, 수평 링 간격 피처들의 부가적인 예들이 도시된다. 도 10a에서, 링 부분 (1110) 은 링 부분의 하부 표면 상에 위치된 링 간격 피처 (1112) 를 포함한다. 링 간격 피처 (1112) 는 중심선을 중심으로 미러링되는 마주보는 측벽들을 포함한다. 측벽들의 부분들은 리프트 핀 (1116) 이 상호 이동하는 방향을 가로지르는 (transverse) 평면에 대해 내측 예각으로 마주보는 방향들로부터 내향으로 경사진다. 일부 예들에서, 링 간격 피처 (1112) 는 도시된 바와 같이 일 평면에서 "V" 형상을 갖는 부분, 2 개의 직교 평면들 또는 중심 점선을 중심으로 피봇하는 (pivot) 2 개 이상의 평면들을 포함한다. 다른 예들에서, 링 간격 피

처 (1112) 는 원뿔 형상을 갖는 부분을 포함한다.

[0098] 평면형 측벽들이 도시되지만, 측벽들은 평면형일 수 있고, 부분적으로 평면형이고 그리고 부분적으로 커브될 수 있고, 그리고/또는 가변하는 프로파일들을 사용하여 완전히 커브될 수 있다. 도 10b에 도시된 바와 같이, 링 부분 (1110) 은 링 부분의 하부 표면 상에 위치된 링 간격 피처 (1120) 를 포함한다. 링 간격 피처 (1120) 는 커브되고 그리고 중심선을 중심으로 미러링되는 마주보는 측벽들을 포함한다.

[0099] 이제 도 11을 참조하면, 상단 이동 가능한 링의 높이를 조정하기 위한 방법 (1100) 이 도시된다. 일부 실시 예들에서, 상단 이동 가능한 링은 전달되고 그리고 진공을 파괴하지 않고 프로세싱 챔버 내의 포트를 통해 프로세싱 챔버로부터 제거될 수 있다. 즉, 상단 이동 가능한 에지 링은 포트의 폭보다 더 작은 직경을 갖는다. 일단 전달되면, 상단 이동 가능한 에지 링의 높이는 진공을 파괴하지 않고 플라즈마에 대한 노출에 의해 유발된 마모를 보상하기 위해 시간이 흐름에 따라 증가될 수 있다. 그 결과, 프로세싱 챔버는 프로세싱 챔버를 개방하지 않고 더 긴 기간 동안 동작될 수 있고, 이는 쓰루풋 (throughput) 을 증가시키고 그리고 비용을 감소시킨다.

[0100] 방법 (1100) 은 (1102) 에서 상단 이동 가능한 에지 링이 프로세싱 챔버 내에 있는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. (1102) 가 거짓이면, 방법은 (1104) 에서 상단 이동 가능한 링을 프로세싱 챔버로 전달한다. 예를 들어, 시스템 제어기 (180) 는 로봇 (190) 으로 하여금 상단 이동 가능한 링을 프로세싱 챔버로 전달하게 한다. (1102) 가 참이면, 방법은 상단 이동 가능한 링의 위치가 조정되어야 하는지 여부를 결정한다. 예를 들어, 하나 이상의 센서들이 상단 이동 가능한 링의 포지션, 높이 또는 틸팅을 검출하도록 사용될 수도 있다. 액추에이터들 (192) 중 하나 이상은 기판의 상부 표면에 대한 상단 이동 가능한 링의 포지션, 높이 또는 틸팅을 조정하도록 사용될 수도 있다. (1106) 이 참이면, 상단 이동 가능한 링의 포지션은 (1108) 에서 조정된다.

[0101] (1110) 에서, 프로세싱 챔버는 하나 이상의 기판들을 프로세싱한다. (1112) 에서, 방법은 상단 이동 가능한 링이 마모되었는지 여부를 결정한다. (1112) 가 거짓이면, 방법은 (1110) 으로 돌아간다. (1112) 가 참이고 상단 이동 가능한 링이 마모되었으면, 방법은 (1120) 에서 상단 이동 가능한 링이 기판들의 플라즈마 프로세싱에 적합한 최상단 포지션과 같은 미리 결정된 포지션에 있는지 여부를 결정한다. (1120) 이 거짓이면, (1124) 에서 상단 이동 가능한 링은 상승되고 그리고 방법은 (1110) 으로 계속된다. (1120) 이 참이면, 시스템 제어기는 로봇으로 하여금 상단 이동 가능한 링을 교체하게 한다. 일부 예들에서, 단계 (1106) 및 단계 (1108) 은 생략된다.

[0102] 상단 이동 가능한 에지 링이 마모되었는지 여부의 결정은 하나 이상의 방법들을 사용하여 이루어질 수 있다. 특정한 실시 예들에서, 상단 이동 가능한 에지 링은 플라즈마에 대한 미리 결정된 노출 기간 후, 미리 결정된 수의 기판들이 프로세싱된 후, 및/또는 다른 기준들 (criteria) 후에 상승된다. 다른 예들에서, 센서들 (196) 은 상단 이동 가능한 링의 상부 표면의 높이를 센싱하도록 사용된다.

[0103] 이제 도 12를 참조하면, 에지 링들을 재포지셔닝하거나 (reposition) 센터링하기 위해 하나 이상의 에지 링들을 가열하기 위한 방법 (1200) 이 사용될 수 있다. 링들, 베이스플레이트 또는 다른 컴포넌트들이 이벤트 (event) 기준에 따라 또는 다른 기준들을 사용하여 주기적으로 가열될 때, 링들, 베이스플레이트 또는 다른 컴포넌트들은 방사상으로 외향으로 팽창한다. 방사상 외향 운동은 상단 이동 가능한 링 또는 다른 링들을 센터링하거나 또는 달리 수평으로 포지셔닝하기 위해 직접적으로 또는 간접적으로 사용될 수 있다.

[0104] (1210) 에서, 기판들은 프로세싱 챔버에서 프로세싱된다. (1212) 에서, 방법은 링들 또는 다른 컴포넌트들의 포지션을 조정할 때인지 여부를 결정한다. (1212) 가 거짓이면, 방법은 (1214) 에서 기판이 프로세싱 챔버 내에 있는지 여부를 선택 가능하게 (optionally) 결정할 수도 있다. (1214) 가 참이면, 방법은 기판을 선택 가능하게 제거할 수도 있다. 예를 들어, 목표된 가열 온도가 기판에 대한 열적 예산 (budget) 을 초과하면 기판이 제거될 수도 있다.

[0105] (1220) 에서, 가열 층 (또는 기판 지지부 또는 다른 컴포넌트 내의 다른 히터) 은 링들, 베이스플레이트 또는 다른 컴포넌트들로 하여금 팽창하고 그리고 하나 이상의 링들을 센터링하게 하도록 미리 결정된 온도로 가열된다. 링들, 베이스플레이트 또는 다른 컴포넌트들은 방사상으로 외향으로 팽창한다. 방사상 외향 운동은 에지 링 시스템에서 상단 이동 가능한 링 또는 다른 링들을 센터링하거나 또는 달리 포지셔닝하기 위해 사용될 수 있다. 미리 결정된 기간 후, 히터는 (1222) 에서 턴 오프되고 (turn off) 그리고 기판들의 프로세싱은 (1226) 에서 재개될 (resume) 수 있다.

[0106] 전술한 기술은 본질적으로 단지 예시이고, 어떠한 방식으로도 본 개시, 이의 적용 예, 또는 사용들을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 개시의 광범위한 교시들 (teachings) 은 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서,

본 개시가 특정한 예들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 다른 수정들이 도면들, 명세서 및 이하의 청구항들의 연구 시 자명해질 것이기 때문에 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법의 하나 이상의 단계들은 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시 예들 각각이 특정한 피처들을 갖는 것으로 상기 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시 예에 대해 기술된 이들 피처들 중 임의의 하나 이상의 피처들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시 예들의 피처들로 및/또는 임의의 다른 실시 예들의 피처들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시 예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시 예들의 또 다른 실시 예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0107] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 관계 및 기능적 관계는, "연결된 (connected)", "인게이지된 (engaged)", "커플링된 (coupled)", "인접한 (adjacent)", "옆에 (next to)", "~의 상단에 (on top of)", "위에 (above)", "아래에 (below)" 및 "배치된 (disposed)"을 포함하는, 다양한 용어들을 사용하여 기술된다. "직접적 (direct)"인 것으로 명시적으로 기술되지 않는 한, 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 간의 관계가 상기 개시에서 기술될 때, 이 관계는 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 다른 중개하는 엘리먼트들이 존재하지 않는 직접적인 관계일 수 있지만, 또한 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 (공간적으로 또는 기능적으로) 하나 이상의 중개하는 엘리먼트들이 존재하는 간접적인 관계일 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 구 A, B 및 C 중 적어도 하나는 비배타적인 논리 OR를 사용하여, 논리적으로 (A 또는 B 또는 C) 를 의미하는 것으로 해석되어야 하고, "적어도 하나의 A, 적어도 하나의 B 및 적어도 하나의 C"를 의미하는 것으로 해석되지 않아야 한다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "약"은 주어진 값의 +/- 10 % 및/또는 주어진 백분율의 +/- 5 %를 의미한다.

[0108] 일부 구현 예들에서, 제어기는 상기 기술된 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부이다. 이러한 시스템들은 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱을 위한 플랫폼 또는 플랫폼들 및/또는 특정 프로세싱 컴포넌트들 (웨이퍼 페데스탈, 가스 플로우 시스템, 등) 을 포함하는, 반도체 프로세싱 장비를 포함할 수 있다. 이들 시스템들은 반도체 웨이퍼 또는 기판의 프로세싱 이전에, 프로세싱 동안에, 그리고 프로세싱 이후에 그들의 동작을 제어하기 위한 전자 장치 (electronics) 와 통합될 수도 있다. 전자 장치는 시스템들 또는 시스템의 서브 파트들 또는 다양한 컴포넌트들을 제어할 수도 있는 "제어기 (controller)"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정들, 진공 설정들, 전력 설정들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정들, RF 매칭 회로 설정들, 주파수 설정들, 플로우 레이트 설정들, 유체 전달 설정들, 위치 및 동작 설정들, 툴 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드 록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그래밍될 수도 있다.

[0109] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 세정 동작들을 가능하게 하고, 엔드포인트 측정들을 가능하게 하는, 등을 하는 다양한 집적 회로들, 로직, 메모리 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자 장치로서 규정될 수도 있다. 집적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSPs; digital signal processors), 주문형 집적 회로들 (Application Specific Integrated Circuits; ASICs) 로서 규정되는 칩들 및/또는 프로그램 인스트럭션들 (예를 들어, 소프트웨어) 을 실행하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 마이크로제어기들을 포함할 수도 있다. 프로그램 인스트럭션들은 반도체 웨이퍼 상에서 또는 반도체 웨이퍼에 대한 특정 프로세스를 수행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기와 통신하는 또는 시스템과 통신하는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 옥사이드들, 실리콘, 실리콘 다이옥사이드, 표면들, 회로들 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어들에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

[0110] 제어기는, 일부 구현 예들에서, 시스템과 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 그렇지 않으면 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합으로될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 팹 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하거나, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하거나, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하거나, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하거나, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하거나, 새로운 프로세스를 시작하기 위해서, 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버) 가 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는, 네트워크를 통해 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있

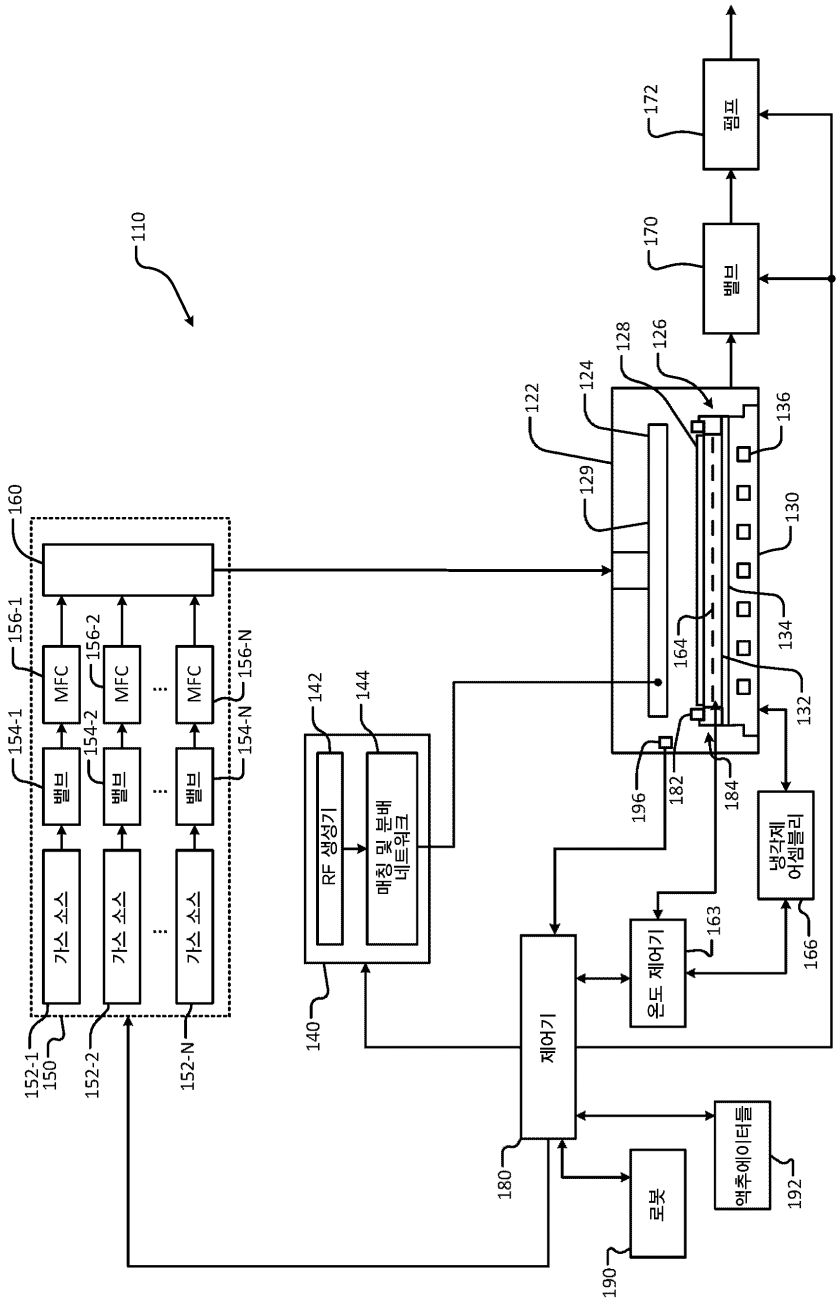
다. 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정들의 입력 또는 프로그래밍을 인에이블하는 사용자 인터페이스를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 제어기는 하나 이상의 동작들 동안 수행될 프로세싱 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정하는, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이싱하도록 구성되는 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 상기 기술된 바와 같이, 제어기는 예컨대 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들과 같은, 공동의 목적을 향해 함께 네트워킹되고 작동하는 하나 이상의 이산적인 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적들을 위한 분산형 제어기의 일 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는 (예컨대 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 것이다.

[0111] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-린스 (spin-rinse) 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 에칭 챔버 또는 모듈, 물리적 기상 증착 (physical vapor deposition; PVD) 챔버 또는 모듈, 화학적 기상 증착 (chemical vapor deposition; CVD) 챔버 또는 모듈, 원자 층 증착 (atomic layer deposition; ALD) 챔버 또는 모듈, 원자 층 에칭 (atomic layer etch; ALE) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈 및 반도체 웨이퍼들의 제작 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

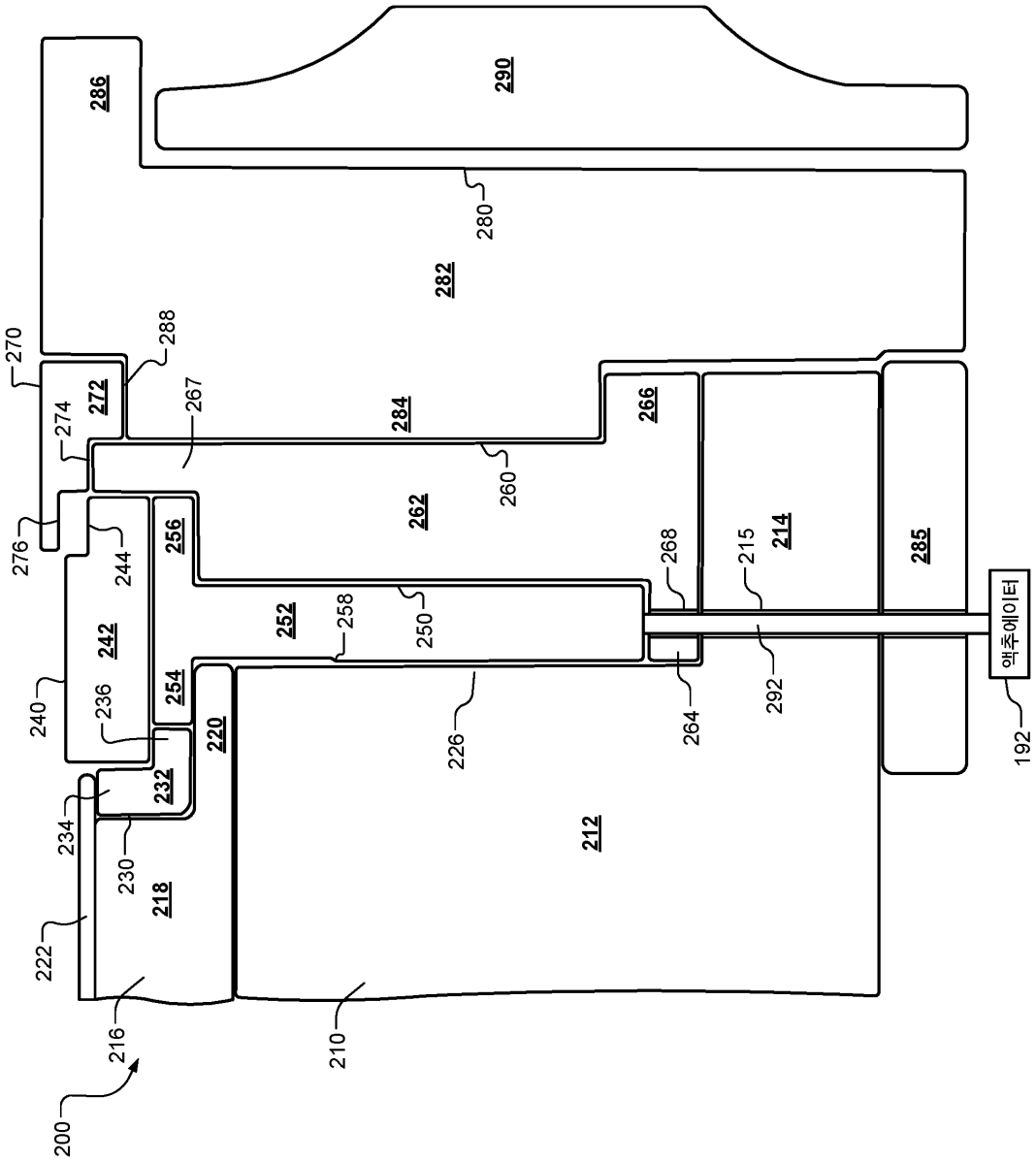
[0112] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기, 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

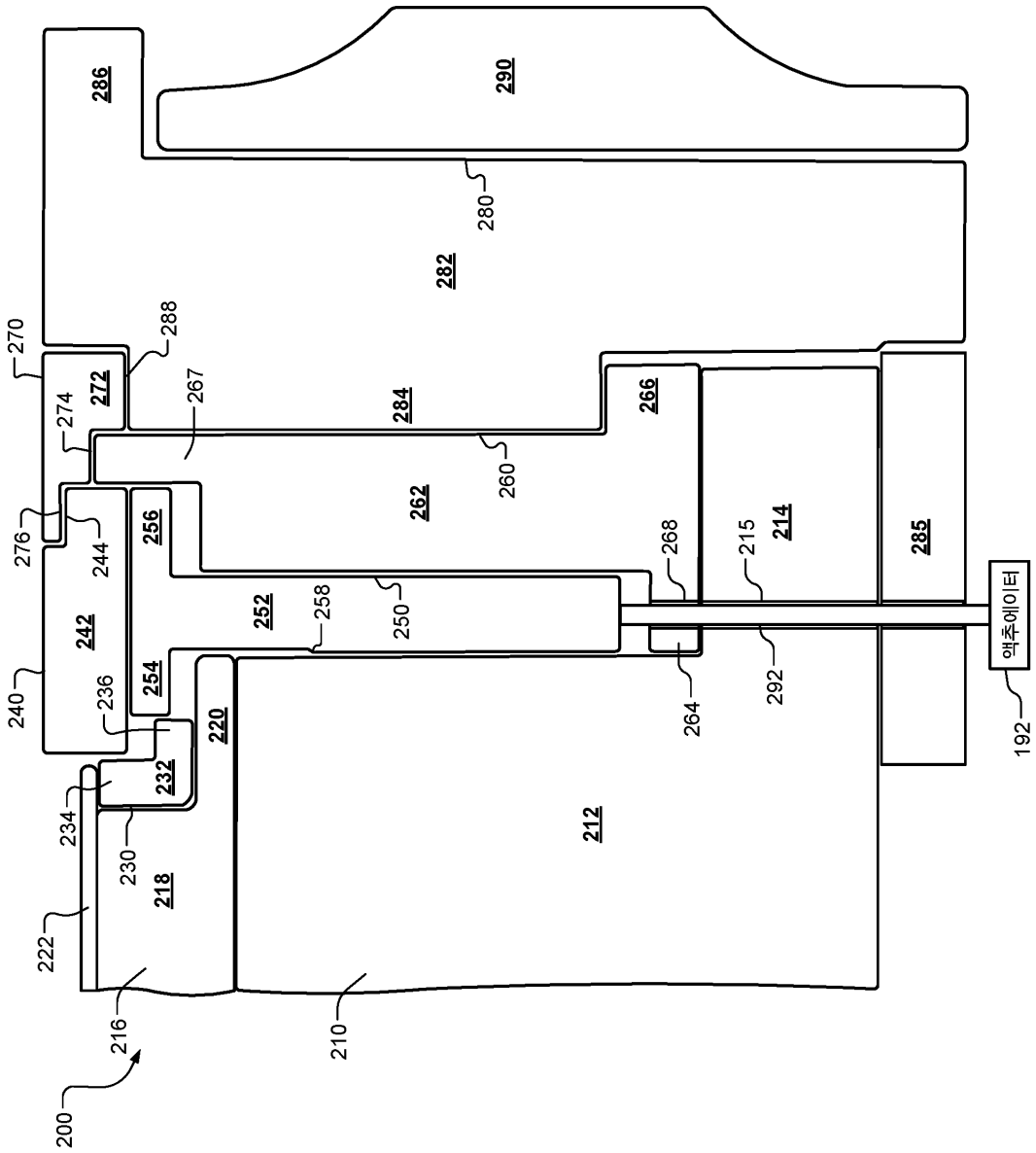
도면1


110
160
156-1
156-2
156-N
154-1
154-2
154-N
MFC
MFC
MFC
밸브
밸브
밸브
가스 소스
가스 소스
가스 소스
152-1
150
152-2
152-N
140
142
144
RF 생성기
매칭 및 분배 네트워크
122
124
128
126
129
136
130
134
164
132
196
182
184
163
166
냉각재 어셈블리
온도 제어기
제어기
180
로봇
190
액추에이터들
192
밸브
170
펌프
172

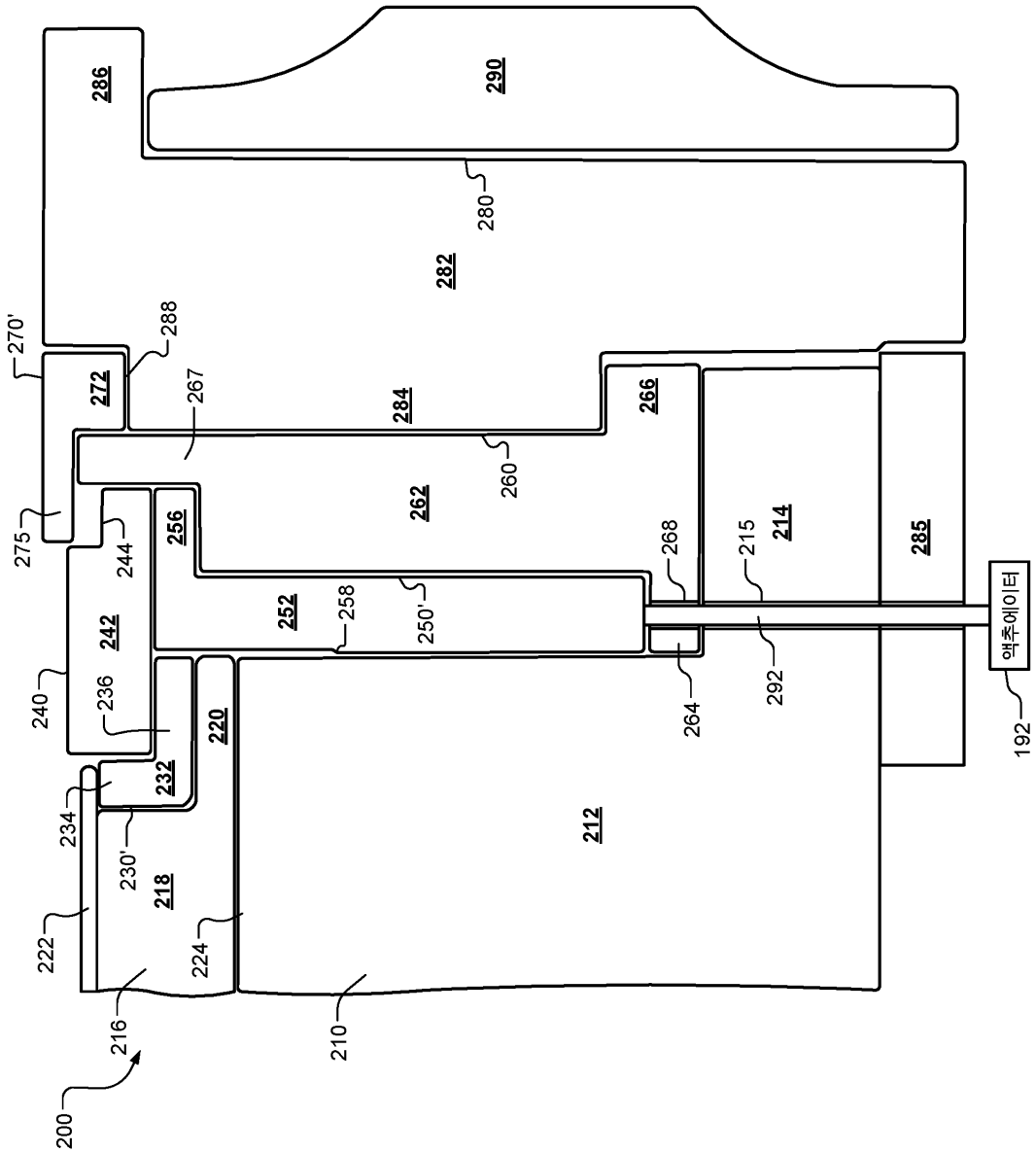
도면2a


286
290
280
282
270
288
267
272
274
284
266
260
262
276
244
256
268
215
214
285
252
258
250
242
240
236
254
220
226
264
292
액추에이터
192
232
234
230
218
212
222
216
210
200

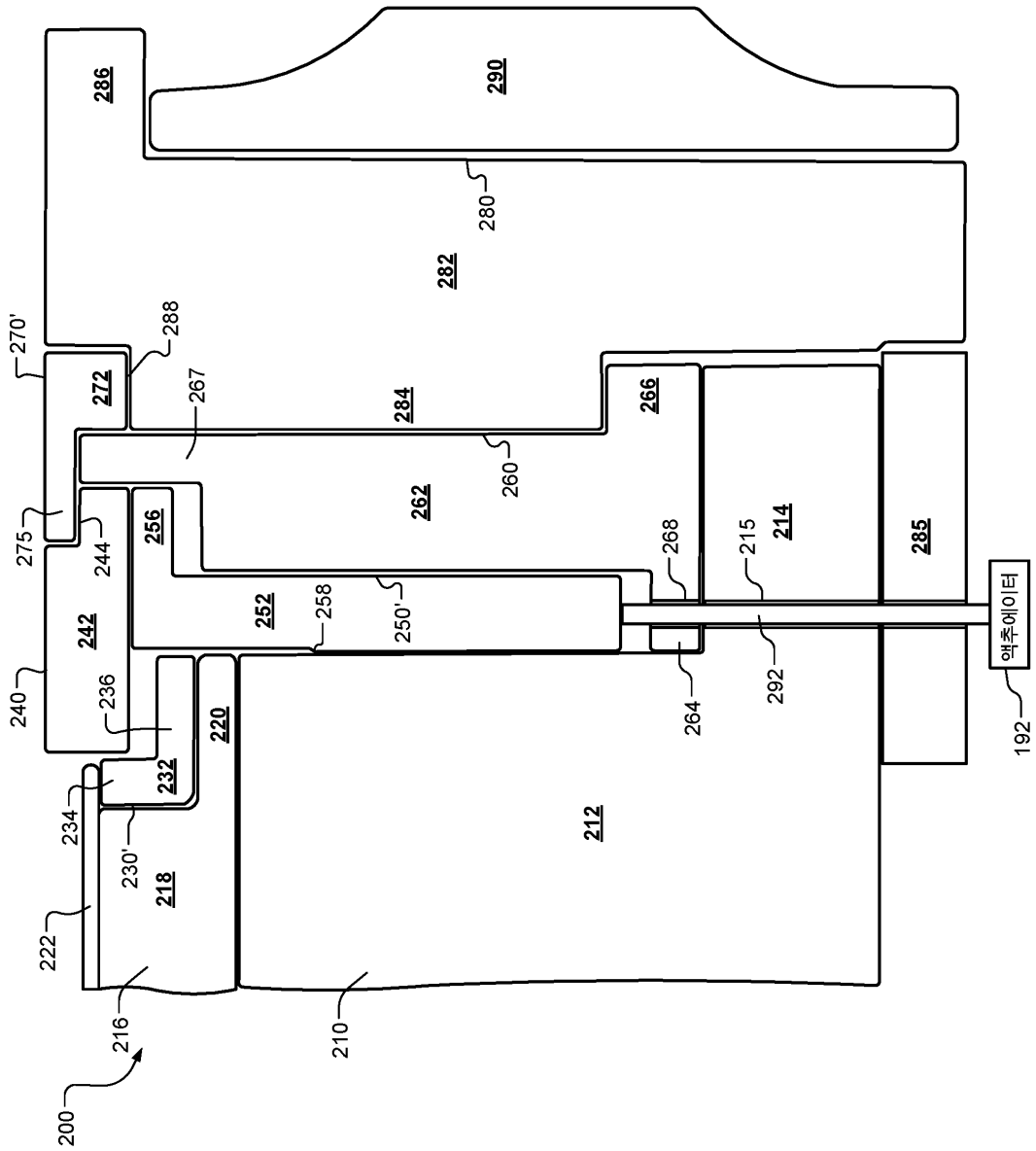
도면2b


286
290
280
282
288
270
272
274
267
284
266
260
262
276
244
256
268
215
214
285
242
252
258
250
액추에이터
240
236
254
264
292
220
192
232
234
212
230
218
222
216
210
200

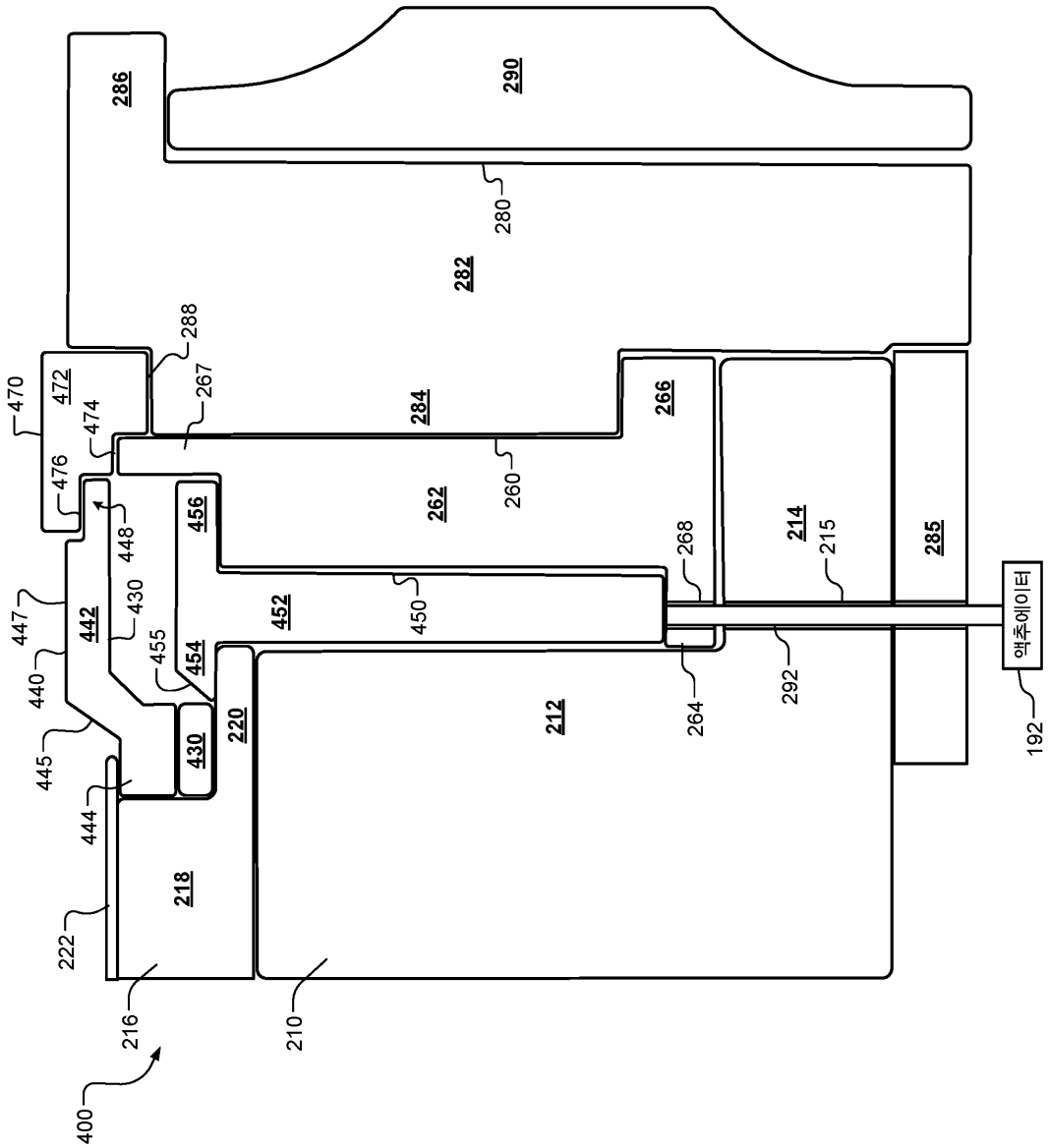
도면3a


286
290
280
282
270'
288
272
267
284
266
260
262
275
244
256
268
215
214
285
242
252
258
250'
240
236
220
264
292
192
액추에이터
232
234
230'
212
218
222
224
216
210
200

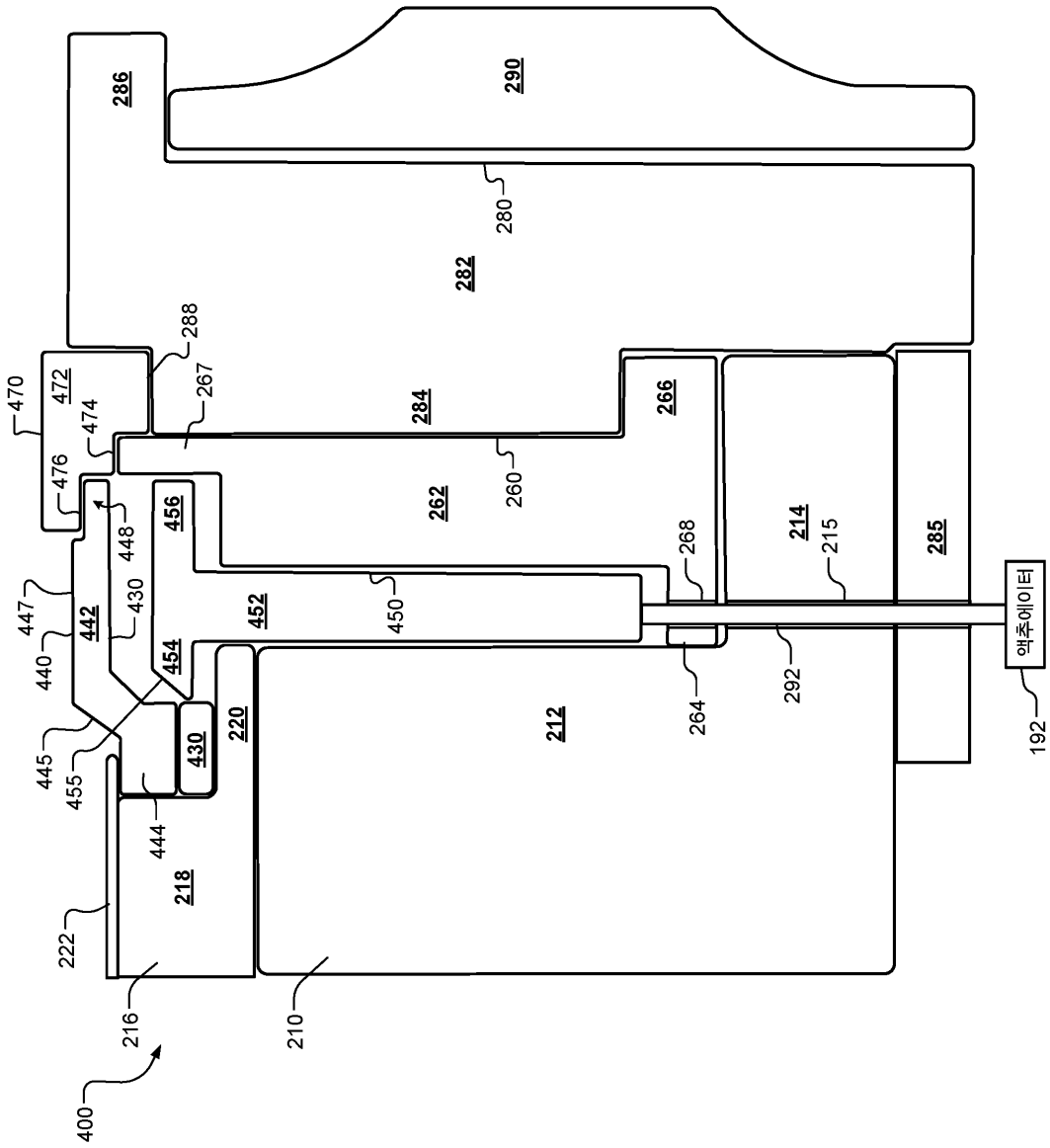
도면3b


286
290
280
282
270'
288
272
267
284
266
260
262
275
244
256
268
215
214
285
242
252
258
250'
240
236
220
264
292
액추에이터
192
232
234
212
230'
218
222
216
210
200

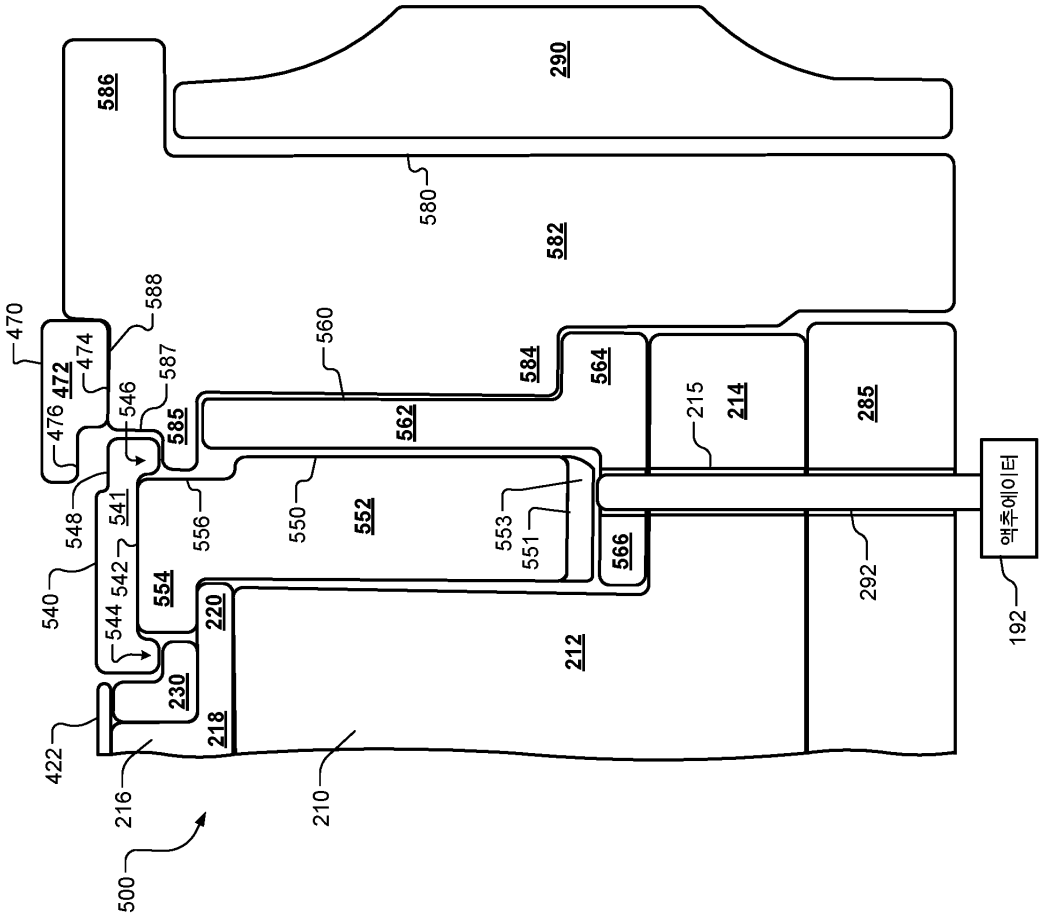
도면4a


286
290
280
282
288
267
470
472
474
284
266
476
262
260
456
448
214
215
285
268
447
442
430
452
450
455
454
440
212
264
292
액추에이터
445
430
220
192
444
218
222
216
210
400

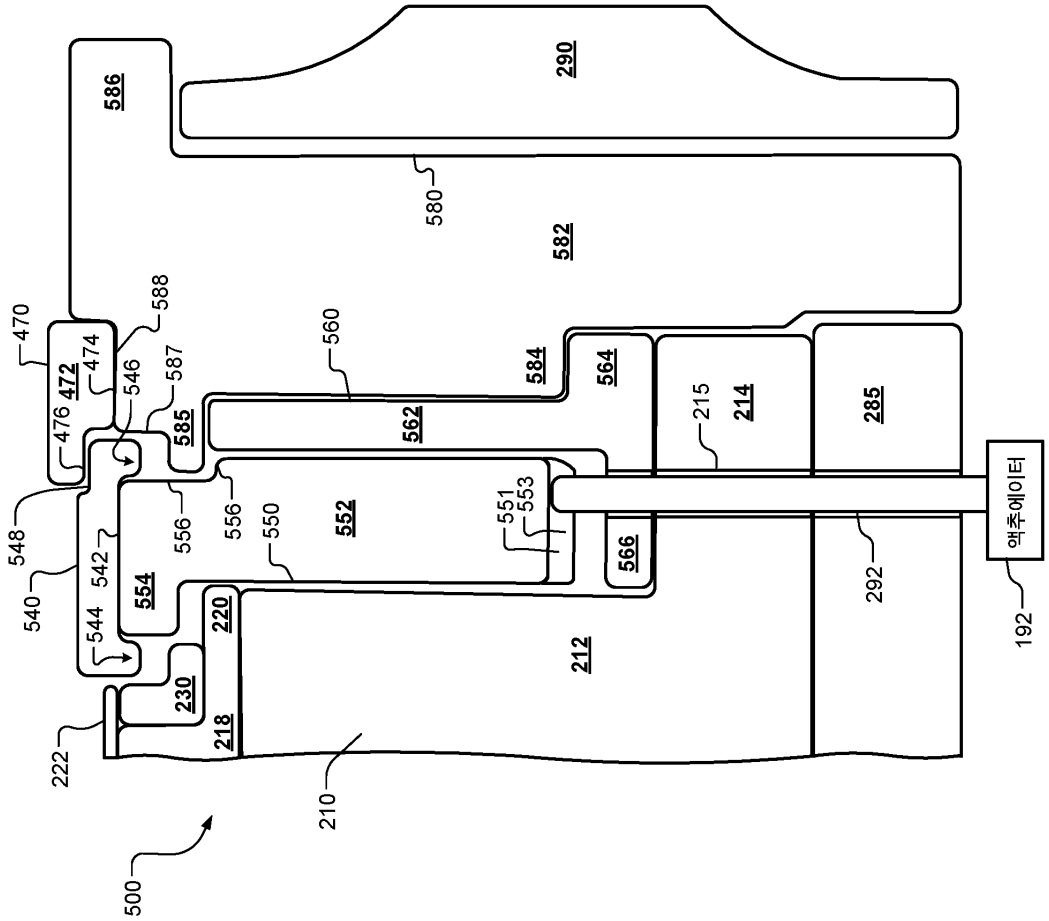
도면4b


286
290
280
282
288
267
470
472
474
476
284
266
262
260
456
448
214
215
285
268
447
442
430
452
450
액추에이터
440
454
445
455
220
212
264
292
192
430
444
218
222
216
210
400

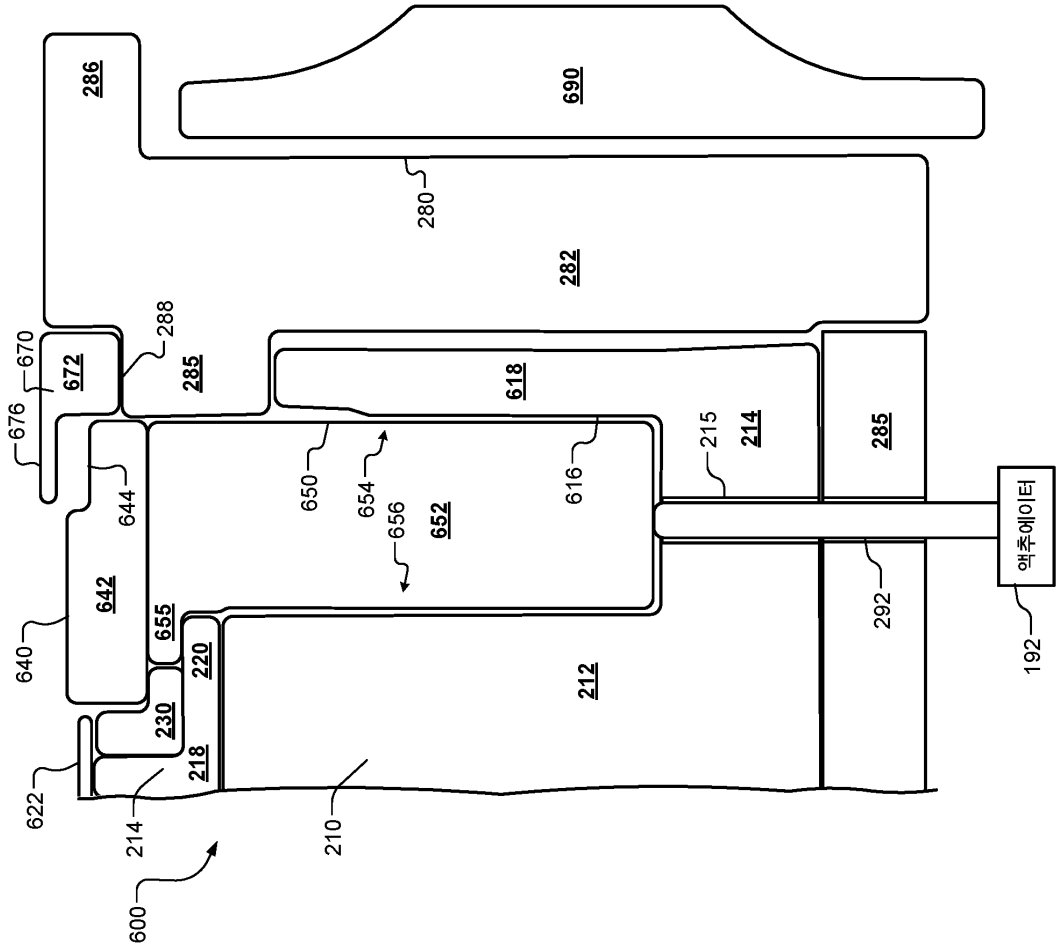
도면5a


290
586
580
582
588
470
474
472
476
587
546
585
560
584
564
562
215
214
285
548
541
556
550
552
553
551
566
액추에이터
540
542
554
220
544
292
212
230
218
422
216
210
500
192

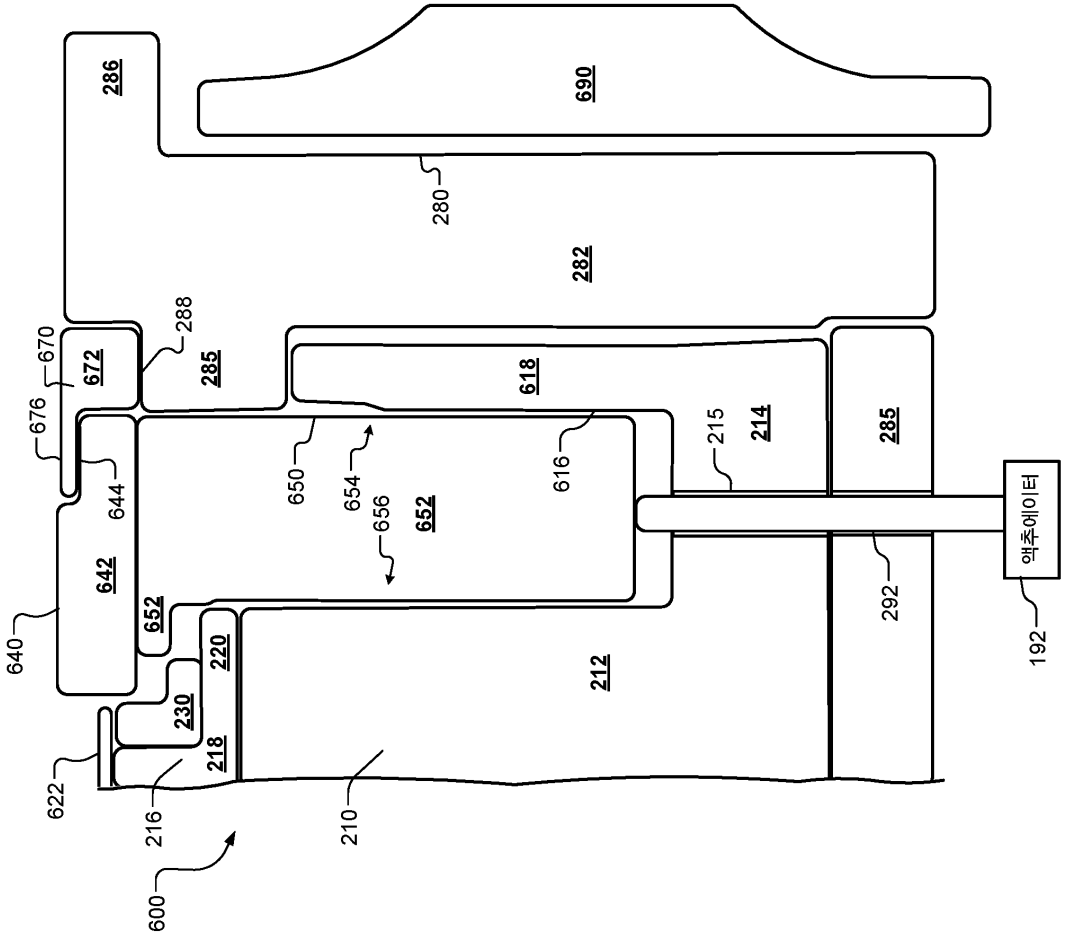
도면5b


290
586
580
582
588
470
474
546
587
560
584
564
472
476
585
562
215
214
285
548
556
556
550
552
551
553
566
액추에이터
542
554
540
544
220
292
212
230
218
222
210
192
500

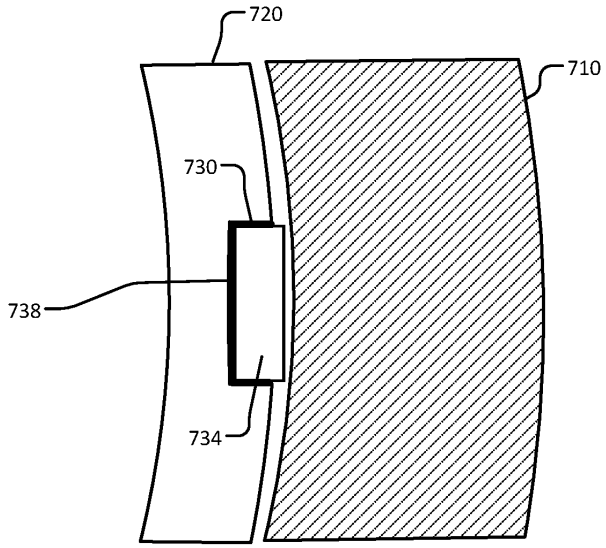
도면6a


286
690
280
282
288
670
672
285
618
676
644
650
654
656
652
616
215
214
285
642
655
220
640
230
218
212
292
192
액추에이터
622
214
210
600

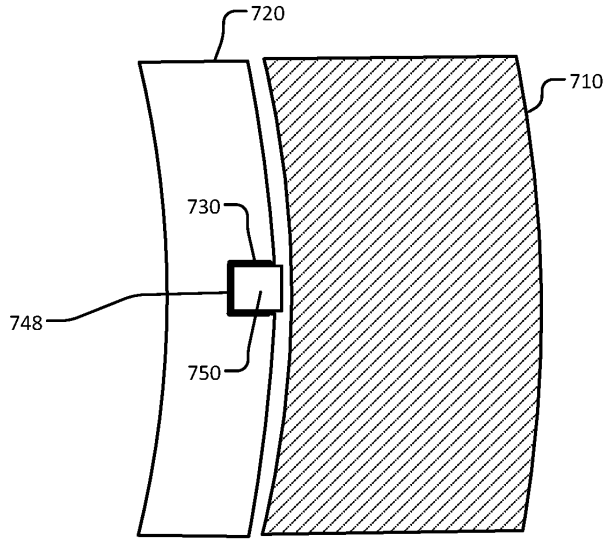
도면6b


286
690
280
282
288
670
672
285
618
676
644
650
654
656
652
616
215
214
285
642
652
640
220
212
292
액추에이터
192
230
218
622
216
210
600

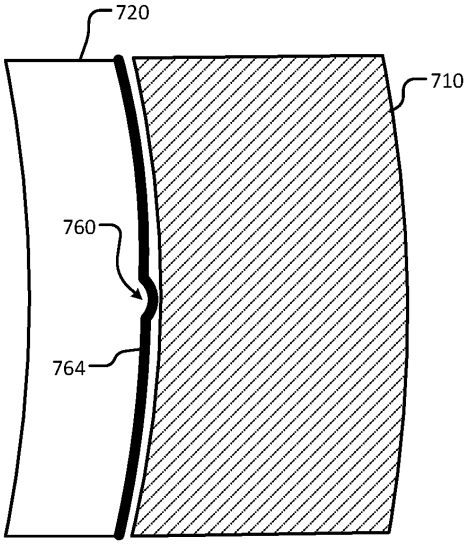
도면7


720
710
730
738
734

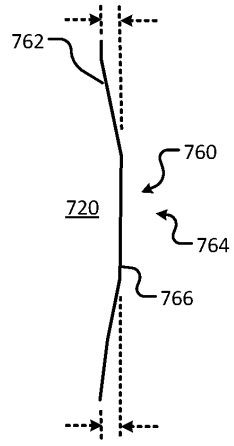
도면8



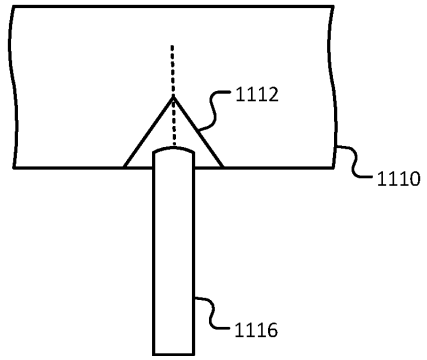
도면9a



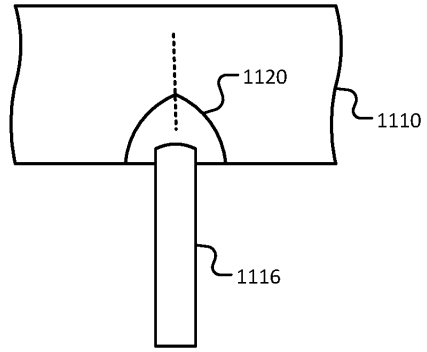
도면9b



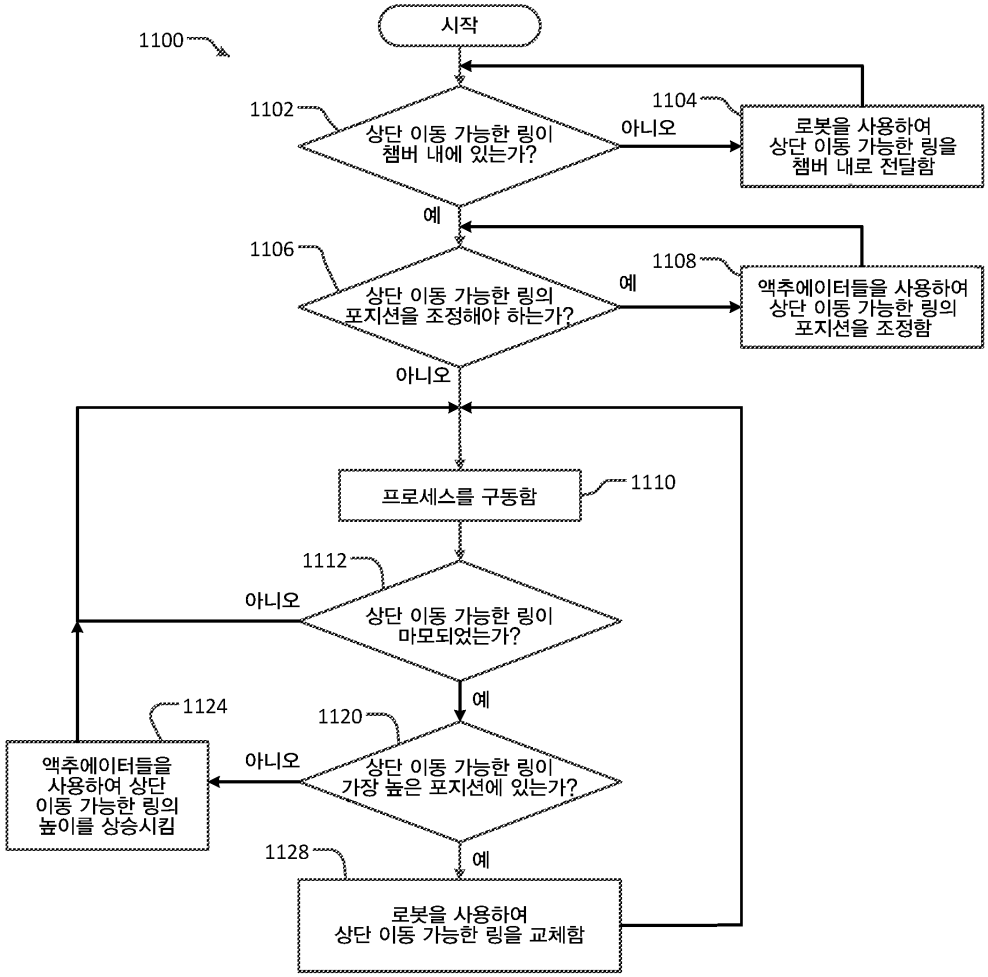
도면10a



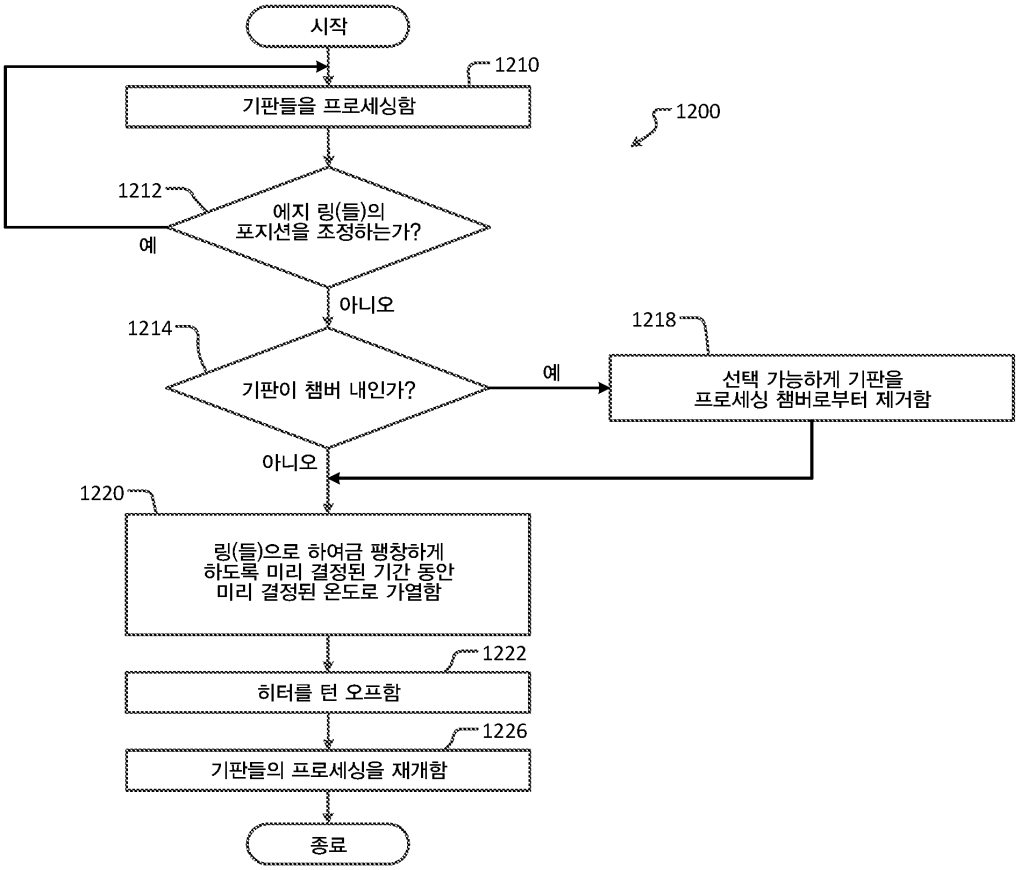
도면10b



도면11


1100
시작
1102
상단 이동 가능한 링이 챔버 내에 있는가?
아니오
1104
로봇을 사용하여 상단 이동 가능한 링을 챔버 내로 전달함
예
1106
상단 이동 가능한 링의 포지션을 조정해야 하는가?
예
1108
액추에이터들을 사용하여 상단 이동 가능한 링의 포지션을 조정함
아니오
프로세스를 구동함
1110
1112
상단 이동 가능한 링이 마모되었는가?
아니오
예
1120
상단 이동 가능한 링이 가장 높은 포지션에 있는가?
아니오
1124
액추에이터들을 사용하여 상단 이동 가능한 링의 높이를 상승시킴
예
1128
로봇을 사용하여 상단 이동 가능한 링을 교체함

도면12


시작
1210
기판들을 프로세싱함
1200
1212
에지 링(들)의
포지션을 조정하는가?
예
아니오
1214
기판이 챔버 내인가?
예
1218
선택 가능하게 기판을
프로세싱 챔버로부터 제거함
아니오
1220
링(들)으로 하여금 팽창하게
하도록 미리 결정된 기간 동안
미리 결정된 온도로 가열함
1222
히터를 턴 오프함
1226
기판들의 프로세싱을 재개함
종료