(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월19일
(11) 등록번호 10-1504084
(24) 등록일자 2015년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) *H05H 1/34* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7015878
(22) 출원일자(국제) 2008년12월15일
심사청구일자 2013년12월11일
(85) 번역문제출일자 2010년07월16일
(65) 공개번호 10-2010-0105695
(43) 공개일자 2010년09월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/086885
(87) 국제공개번호 WO 2009/085709
국제공개일자 2009년07월09일
(30) 우선권주장
11/960,300 2007년12월19일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR100384060 B1
JP2004207573 A
US05445709 A
US07033444 B1

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자
리우, 웨이
미국 95129 캘리포니아 샌어제이 무어파크 애브뉴 5035
스웬베르그, 요하네스, 에프.
미국 95032 캘리포니아 로스 가토스 매리 웨이 128
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

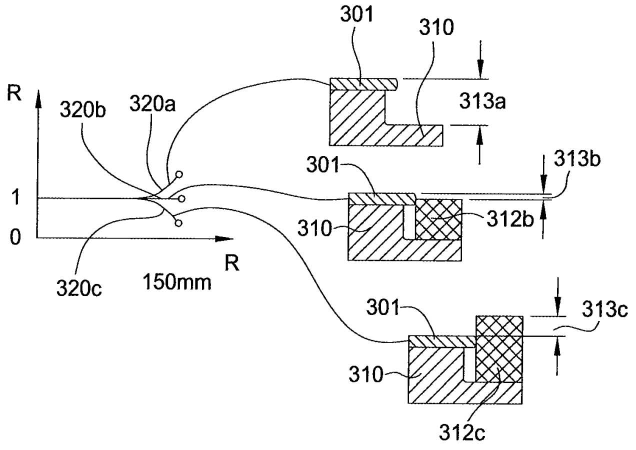
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 **유도 결합 플라즈마 챔버에서 에지 성능을 제어하기 위한 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 일반적으로 프로세스 동안 에지 성능을 제어하기 위한 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명의 일 실시예는 프로세스 체적을 한정하는 챔버 몸체, 상기 프로세스 체적 내로 프로세스 가스를 유동시키도록 구성되는 가스 유입구, 및 상기 프로세스 체적에 배치되는 지지 페데스탈을 포함하는 장치를 제공한다. 상기 지지 페데스탈은 뒷면에 기판을 수용하고 지지하도록 구성된 기판 지지 표면, 및 상기 기판의 외측 에지를 따라 상기 기판을 둘러싸도록 구성된 에지 표면을 갖는 상단 플레이트를 포함하며, 상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이는 상기 프로세스 가스에 상기 기판의 에지 지역의 노출을 제어하는데 사용된다.

대 표 도 - 도3b



(72) 발명자

엔구옌, 한, 디.

미국 95148 캘리포니아 샌어제이 라몬드 코트 3231

엔구옌, 손, 티.

미국 95136 캘리포니아 샌어제이 도우 드라이브 3032

커티스, 로거

미국 95215 캘리포니아 스톡톤 이스트 오아크우드 로드 19469

보티니, 필립, 에이.

미국 95051 캘리포니아 산타 클라라 웹스터 코트 2640

마크,마이클, 제이.

미국 95123 캘리포니아 샌어제이 아베니다 아르볼레스 349

특허청구의 범위

청구항 1

프로세스 체적(process volume)을 포함하는 챔버 몸체;

상기 프로세스 체적 내로 프로세스 가스를 유동(flow)시키도록 구성되는 가스 유입구; 및

상기 프로세스 체적에 배치되는 지지 페데스탈을 포함하고,

상기 지지 페데스탈은:

상단 플레이트로서, 기판 지지 표면, 상기 상단 플레이트의 상부 표면상에 배치되고 상기 기판 지지 표면에 의해 둘러싸이는 리세스, 및 상기 기판 지지 표면의 외측을 둘러싸고 이의 방사상으로 연장하는 에지 표면을 가지는 상단 플레이트;

상기 상단 플레이트로부터 상기 기판 지지 표면 외측에 방사상으로 돌출하는 복수의 지지 아일랜드(island)들로서, 상기 복수의 지지 아일랜드들은 상기 기판 지지 표면 보다 수직 방향으로 더 높게 연장하고 상기 복수의 지지 아일랜드들의 각각의 내부 표면이 그루브에 의해 상기 기판 지지 표면의 외측 에지로부터 분리되는, 복수의 지지 아일랜드들; 및

상기 상단 플레이트의 에지 표면상에 그리고 상기 복수의 지지 아일랜드들 외측에 방사상으로 배치되는 에지 링으로서, 기판의 상부 표면 및 상기 에지 링의 상부 표면이 서로 사이에 높이 차이를 가지고 배치되는, 에지 링을 포함하는,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판 지지 표면은 상기 기판보다 더 작은 직경을 가지는,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 에지 표면은 상기 기판의 상부 표면보다 수직 방향으로 더 낮은,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 기판의 상부 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이는 0.25 inch 내지 0.5 inch인,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 기판 지지 표면은 상기 기판의 직경보다 더 작은 직경을 갖는 링의 상부 표면인,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

실질적으로 플레이트 형태를 갖는 몸체로서, 상기 몸체는 기판 지지 표면, 상단 플레이트의 상부 표면 상에 배치되고 상기 기판 지지 표면에 의해 둘러싸이는 리세스 및 상기 기판 지지 표면의 외측을 둘러싸고 이의 방사상으로 연장하는 에지 표면을 가지는 몸체;

상기 몸체로부터 상기 기판 지지 표면 외측에 방사상으로 돌출하는 복수의 지지 아일랜드(island)들로서, 상기 복수의 지지 아일랜드들은 상기 기판 지지 표면 보다 수직 방향으로 더 높게 연장하고 상기 복수의 지지 아일랜드들의 각각의 내부 표면이 그루브에 의해 상기 기판 지지 표면의 외측 에지로부터 분리되는, 복수의 지지 아일랜드들; 및

상기 몸체의 에지 표면상에 그리고 상기 복수의 지지 아일랜드들 외측에 방사상으로 배치되는 에지 링으로서, 상기 기판의 상부 표면 및 상기 에지 링의 상부 표면이 서로 사이에 높이 차이를 가지고 배치되는, 에지 링을 포함하는,

프로세스 챔버 내에 지지 페데스탈을 위한 상단 플레이트.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 몸체는 석영을 포함하는,

프로세스 챔버 내에 지지 페데스탈을 위한 상단 플레이트.

청구항 10

프로세스 챔버 내에 지지 페데스탈을 제공하는 단계 - 상기 지지 페데스탈은 그 위에 기판을 수용하고 지지하도록 구성된 기판 지지 표면, 및 상기 기판의 외측 에지를 따라 상기 기판을 둘러싸도록 구성된 에지 표면을 가짐 -;

상기 기판 페데스탈 상에 기판을 위치시키는 단계;

상기 프로세스 챔버에 프로세스 가스를 유동시키는 단계; 및

상기 프로세스 가스에 의해 상기 기판을 프로세싱하는 단계를 포함하고,

상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이가 상기 프로세스 챔버로 유동하는 상기 프로세스 가스에 상기 기판의 에지 지역의 노출을 제어하는데 사용되는,

에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 프로세스 가스에 의해 상기 기판을 프로세싱하는 단계는 상기 프로세스 가스에 상기 에지 지역의 노출을 증가시키도록 상기 에지 표면을 하강(lower)시키는 단계를 포함하는,

에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 프로세스 가스에 의해 상기 기판을 프로세싱하는 단계는 상기 프로세스 가스에 상기 에지 지역의 노출을 감소시키도록 상기 에지 표면을 상승(raise)시키는 단계를 포함하는,

에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면의 높이 차이가 0.25 inch 내지 0.5 inch인,

에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이를 조절하도록 상기 에지 표면 상에 에지 링을 배치하는 단계를 더 포함하는,

에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

리프팅 핀들을 사용하여 상기 기판의 들어올림(elevation)을 변경시킴으로써 상기 높이 차이를 조절하는 단계를 더 포함하는,

에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 상단 플레이트는 석영을 포함하는,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 프로세스 체적 내에 유도 결합 플라즈마를 제공하도록 구성된 플라즈마 발생기를 더 포함하는,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] [0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명의 실시예들은 개선된 균일성을 갖는 유도 결합 플라즈마 기술을 사용하여 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

배 경 기 술

[0002] [0002] 반도체 마이크로 전자 회로들을 제조하는데 사용되는 플라즈마 리액터들은 프로세싱 가스로부터 형성되는 플라즈마를 유지하기 위해 RF(무선 주파수) 유도 결합 필드(inductively coupled field)들을 사용할 수 있다. 종래의 유도 결합 플라즈마 리액터들은 측벽 및 천정을 구비하는 진공 챔버, 일반적으로 천정과 대면하고 챔버 내에 있는 워크피스 지지 페데스탈(workpiece support pedestal), 챔버 내로 프로세스 가스를 공급할 수 있는 가스 유입구, 및 천정 위에 놓이는(overlying) 하나 이상의 코일 안테나들을 일반적으로 포함한다. 하나 이상의 안테나들은 일반적으로 천정에 대체적으로 수직한 대칭 축선을 중심으로 감긴다. RF 플라즈마 소스 전원 공급 장치는 코일 안테나들 각각에 걸쳐 연결된다. 때때로, 리액터는 천정 위에 놓이며 외측 코일 안테나에 의해 둘러싸인 내측 코일 안테나를 포함할 수 있다.

[0003] [0003] 전형적으로, 고주파 RF 소스 전력 신호는 리액터 챔버 천정 가까이의 하나 이상의 코일 안테나들에 인가된다. 기판은 바이어스 RF 신호가 이에 인가되도록 할 수 있는 챔버 내의 페데스탈 상에 배치된다. 코일 안테

나에 인가된 신호의 전력은 챔버 내의 플라즈마 이온 밀도를 주로 결정하는 반면, 기판에 인가된 바이어스 신호의 전력은 웨이퍼 표면에서의 이온 에너지를 결정한다.

[0004] [0004] "내측" 및 "외측" 코일 안테나들에 의해 전형적으로, 코일들의 방사 위치(radial location)가 그에 맞춰 확산되도록 코일들은 (개별 반경에 국한되기 보다 오히려) 방사형으로 또는 수평적으로 분포된다. 플라즈마 이온 분포의 방사형 분포는 내측 및 외측 안테나들 사이의 인가된 RF 전력의 상대적 배분을 변경시키는 것에 의해 변경된다. 그러나, 웨이퍼들이 더 커짐에 따라 전체 웨이퍼 표면에 걸쳐 균일한 플라즈마 이온 밀도를 유지하는 것은 더 어려워진다.

[0005] [0005] 도 1은 기판의 에지 가까이에서 전형적인 유도 결합 플라즈마 리액터들에 의해 발생되는 비-균일성 문제들을 개략적으로 도시한다. 도 1은 전형적인 유도 결합 플라즈마 리액터에서 수행되는 질화 반응 프로세스(nitridation process) 후에 기판에 걸친 질소 투여량(dosage)들을 도시한다. 질화 반응 프로세스는 기판 상에 형성되는 이산화 실리콘 게이트 유전체 필름(silicon dioxide gate dielectric film) 상에서 수행된다. 기판은 유도 결합 플라즈마를 발생시킬 수 있는 진공 챔버 안에 배치된다. 질소 가스는 플라즈마 챔버로 유동되며 유동이 계속되는 동안 플라즈마가 충돌(strike)된다. 질소 플라즈마에서 질소 라디컬들 및/또는 질소 이온들은 이후 확산되고 그리고/또는 이산화 실리콘 게이트 유전체 필름 내로 입자 충격을 가한다(bombard).

[0006] [0006] 도 1은 질소 반응이 유도 결합 플라즈마 리액터에서 수행된 후에 300㎜ 기판의 전체 표면의 직경에 걸친 질소 투여량(Ndose)을 도시한 직경 스캔 차트이다. 도 1의 직경 스캔 차트는 비균일성 문제 중 하나 - 일반적으로 에지-드롭(edge-drop)으로 알려진, 에지 영역 가까이에서의 낮은 투여량 - 를 도시한다. 전형적인 상황들에서 에지 드롭을 감소시켜서 기판에 걸쳐 균일성을 달성하는 것이 바람직하다. 때때로, 특정 필요들을 만족시키도록 에지 성능(edge performance)이 높거나 낮게 튜닝되도록 하는 것이 바람직하다.

[0007] [0007] 그러므로, 에지 성능을 제어할 수 있는 유도 결합 플라즈마 기술을 사용하여 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 장치 및 방법에 대한 필요가 있다.

발명의 내용

[0008] [0008] 본 발명은 프로세스 동안 기판 상에서 에지 프로세스 성능을 제어하기 위한 방법 및 장치를 일반적으로 제공한다.

[0009] [0009] 본 발명의 일 실시예는 프로세스 체적(process volume)을 한정(define)하는 챔버 몸체, 상기 프로세스 체적 내로 프로세스 가스를 유동(flow)시키도록 구성되는 가스 유입구, 및 상기 프로세스 체적에 배치되는 지지 페데스탈을 포함하는 기판을 프로세싱하기 위한 장치를 제공하며, 상기 지지 페데스탈은 뒷면에 기판을 수용하고 지지하도록 구성된 기판 지지 표면, 및 상기 기판의 외측 에지를 따라 상기 기판을 둘러싸도록 구성된 에지 표면을 갖는 상단 플레이트를 포함하며, 상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이는 상기 프로세스 가스에 상기 기판의 에지 지역의 노출을 제어하는데 사용된다.

[0010] [0010] 본 발명의 다른 실시예는 실질적으로 플레이트 형태를 갖는 몸체를 포함하는 프로세스 챔버 내에 지지 페데스탈을 위한 상단 플레이트를 제공하며, 상기 몸체는 기판을 뒷면 상에 수용하고 지지하도록 구성되는 기판 지지 표면, 및 상기 기판의 외측 에지를 따라 상기 기판을 둘러싸도록 구성되는 에지 표면을 가지며, 상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이가 상기 프로세스 챔버 내에서 유동하는 프로세스 가스에 상기 기판의 에지 지역의 목표된 노출을 달성하도록 설계된다.

[0011] [0011] 본 발명의 또 다른 실시예는 에지 프로세싱 성능을 조절하기 위한 방법을 제공하며, 상기 방법은 프로세싱 챔버 내에 지지 페데스탈을 제공하는 단계 - 상기 지지 페데스탈은 그 위에 기판을 수용하고 지지하도록 구성된 기판 지지 표면, 및 상기 기판의 외측 에지를 따라 상기 기판을 둘러싸도록 구성된 에지 표면을 가짐 -, 상기 지지 페데스탈 상에 기판을 위치시키는 단계, 상기 프로세스 챔버에 프로세스 가스를 유동시키는 단계, 및 상기 프로세스 가스에 의해 상기 기판을 프로세싱하는 단계를 포함하고, 상기 기판의 상단 표면과 상기 에지 표면 사이의 높이 차이가 상기 프로세스 챔버로 유동하는 상기 프로세스 가스에 상기 기판의 에지 지역의 노출을 제어하는데 사용된다.

[0012] [0012] 본 발명의 상기 인용된 특징들이 상세하게 이해될 수 있는 방식으로, 위에서 간단하게 요약된, 본 발명의 보다 상세한 설명이 실시예들에 대한 참조에 의해 이루어질 수 있으며, 실시예들 중 몇몇은 첨부된 도면들에 도시된다. 그러나, 본 발명은 다른 동등한 효과의 실시예들에 허용될 수 있기 때문에, 첨부된 도면들은 본 발명의 단지 전형적인 실시예들을 도시하며 따라서 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 고려되지 않아야 함을 유의

해야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] [0013] 도 1(종래 기술)은 에지 드롭으로 알려진 전형적인 유도 결합 플라즈마 리액터들에 의해 발생되는 비균일성 문제를 개략적으로 도시한다.

[0014] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 리액터의 측단면도를 개략적으로 도시한다.

[0015] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 지지 페데스탈의 상단 플레이트의 부분 측면도를 개략적으로 도시한다.

[0016] 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따라 프로세싱되는 기판의 에지 표면 및 상단 표면 사이의 높은 차이를 사용한 에지 성능의 제어를 개략적으로 도시한다.

[0017] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 지지 페데스탈의 측단면도를 개략적으로 도시한다.

[0018] 도 5a는 도 4의 지지 페데스탈의 상단 플레이트를 개략적으로 도시한다.

[0019] 도 5b는 도 5a의 상단 플레이트의 부분 측면도를 개략적으로 도시한다.

[0020] 도 6a 내지 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제어하는 에지 프로파일링을 도시한 차트들이다.

[0021] 이해를 용이하게 하기 위해, 가능하다면 동일한 도면 부호들이 도면들에 공통인 동일한 구성요소들을 지시하는데 사용되었다. 일 실시예에서 개시된 구성요소들은 특별한 상술 없이 다른 실시예들에서 바람직하게 사용될 수 있다고 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] [0022] 본 발명은 일반적으로 유도 결합 플라즈마를 사용하여 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 장치 및 방법들을 제공한다. 본 발명의 실시예들은 개선된 균일성을 제공하는 특징들을 갖는 유도 결합된 플라즈마 리액터들을 제공한다. 특히, 본 발명의 유도 결합 플라즈마 리액터는 에지 성능 프로파일을 튜닝할 수 있는 기판 지지 조립체(assembly)를 포함한다.

[0015] [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 리액터(100)의 측단면도의 개략도이다. 플라즈마 리액터(100)는 일반적으로 리액터 챔버(101) 및 리액터 챔버(101) 위에 위치된 안테나 조립체(102)를 포함한다. 안테나 조립체(102)는 리액터 챔버(101)에서 유도 결합 플라즈마를 발생시키도록 구성된다.

[0016] [0024] 리액터 챔버(101)는 실린더 측벽(105) 및 플랫 천정(110)에 의해 한정된 프로세스 체적(103)을 갖는다. 기판 지지 페데스탈(115)은 리액터 챔버(101) 내에 배치되고, 플랫 천정(110)에 대향하는 관계로 배향(orient)되며 챔버 대칭 축선 상의 중심에 놓인다. 기판 지지 페데스탈(115)은 그 위에 기판(106)을 지지하도록 구성된다. 기판 지지 페데스탈(115)은 프로세스 동안 기판(106)을 수용하고 지지하도록 구성된 지지 몸체(117)를 포함한다. 일 실시예에서, 기판 지지 페데스탈(115)은 기판(106) 주위를 둘러싸는 에지 표면(118)을 갖는다. 에지 표면(118)과 기판(106) 사이의 상대적 높이는 기판(106)의 에지 가까이에서 프로세싱 결과들을 조절하도록 구성된다.

[0017] [0025] 다수의 지지 핀들(116)은 기판 지지 페데스탈(115) 상에 이동가능하게 배치되어 기판 이송을 용이하게 하도록 구성된다. 진공 펌프(120)는 리액터 챔버(101)의 진공 포트(121)와 함께 작동한다. 슬릿 밸브 포트(104)는 실린더 측벽(105) 상에 형성되어 프로세스 체적(103)의 안팎으로 기판들의 이송을 허용한다.

[0018] [0026] 프로세스 가스 서플라이(125)는 가스 유입구(130)를 통해 프로세스 체적(103) 내로 프로세스 가스를 공급한다. 가스 유입구(130)는 플랫 천정(110) 상의 중심에 놓일 수 있고 프로세스 체적(103)의 상이한 지역들로 가스가 향하게 하는 다수의 가스 주입 포트들을 갖는다. 일 실시예에서, 가스 유입구(130)는 프로세스 체적(103) 내에 프로세싱 가스의 바람직한 분포를 달성하기 위해 프로세스 체적(103)의 상이한 지역들에 프로세스 가스의 개별적으로 조절 가능한 유동을 공급하도록 구성될 수 있다.

[0019] [0027] 안테나 조립체(102)는 리액터 챔버의 플랫 천정(110) 상에 배치된 실린더 측벽(126)을 포함한다. 코일 장착 플레이트(127)는 측벽(126) 상에 이동 가능하게 배치된다. 측벽(126), 코일 장착 플레이트(127), 및 플랫 천정(110)은 일반적으로 코일 체적(135)을 한정한다. 다수의 코일 행거들(132)은 코일 장착 플레이트(127)로부터 코일 체적(135)에 연장된다. 다수의 코일 행거들(132)은 코일 체적(135)에 하나 이상의 코일 안테나들을 위

치시키도록 구성된다.

[0020] [0028] 일 실시예에서, 내측 코일(131) 및 외측 코일(129)은 프로세스 동안 전체 기판 표면에 걸쳐 균일한 플라즈마 이온 밀도를 유지하도록 코일 체적(135)에 배치된다. 일 실시예에서, 내측 코일(131)은 대략 5 inch의 직경을 가지며 외측 코일(129)은 대략 15 inch의 직경을 갖는다. 코일 안테나들의 상이한 설계들에 대한 상세한 설명은 본 발명에 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "대칭 평행 컨덕터 코일 안테나를 갖는 플라즈마 리액터(Plasma Reactor Having a Symmetric Parallel Conductor Coil Antenna)"인, 미국 특허 번호 6,685,798호에서 발견될 수 있다.

[0021] [0029] 내측 코일(131) 및 외측 코일(129) 각각은 그 대칭 축선이 리액터 챔버(101)의 축선과 실질적으로 일치하는 수직으로 직각인(vertical right) 원형 실린더 또는 가상 실린더 표면 또는 궤적(locus)을 한정하는 솔레노이드 멀티-컨덕터 인터리브 코일 안테나(solenoidal multi-conductor interleaved coil antenna)일 수 있다. 리액터 챔버(101)에서 프로세싱되도록 내측 코일(131) 및 외측 코일(129)의 축선이 기판(106)의 대칭 축선의 축선과 일치하도록 하는 것이 바람직하다. 그러나, 내측 코일(131), 외측 코일(129), 리액터 챔버(101) 및 기판(106) 사이의 정렬은 왜곡(skew)들을 야기하는 에러들에 영향 받기 쉽다. 내측 코일(131) 및 외측 코일(129)이 함께 또는 독립적으로, 리액터 챔버(101)에 대해 경사(tilt)질 수 있도록 코일 장착 플레이트(127)는 측벽들(126) 상에 이동 가능하게 배치된다. 일 실시예에서, 코일 장착 플레이트(127)는 코일 장착 플레이트(127) 및 측벽(126) 사이에 배치된 경사 링(128)을 회전하여 조절될 수 있다. 경사 링(128)은 코일 장착 플레이트(127)의 경사진 장착을 가능하게 하는 가변적인 두께를 갖는다.

[0022] [0030] 플라즈마 리액터(100)는 내측 코일(131) 및 외측 코일(129)에 전원 공급을 제공하도록 구성되는 전력 조립체(134)를 더 포함한다. 전력 조립체(134)는 일반적으로 RF 전원 공급 장치들 및 매칭 네트워크들을 포함한다. 일 실시예에서, 전력 조립체(134)는 코일 장착 플레이트(127) 위에 배치될 수 있다.

[0023] [0031] 플라즈마 리액터(100)에 대한 더 상세한 설명은 본 발명에 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "유도 결합 플라즈마 기술을 사용하여 기판을 프로세싱하기 위한 장치 및 방법(Apparatus and Method for Processing a Substrate Using Inductively Coupled Plasma Technology)"인 2007년 12월 19일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 11/960,111호 (대리인 도켓 번호 12087)에서 발견될 수 있다.

[0024] [0032] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 지지 페데스탈, 예를 들어 도 2의 기판 지자 페데스탈(115)의 상단 플레이트(310)의 부분 측면도를 개략적으로 도시한다.

[0025] [0033] 상단 플레이트(310)는 기판(301)의 뒷면(303)을 지지하도록 구성된 기판 지지 표면(311)을 갖는 몸체(315)를 포함한다. 기판(301)의 장치 측면(302)이 프로세스 가스(305)의 유동에 노출되도록 상단 플레이트(310)는 기판 지지 표면(311) 상에 기판(301)을 수용하고 지지하도록 구성된다. 일 실시예에서, 프로세스 가스(305)의 유동은 무선 주파수 소스에 의해 충돌될 수 있고 그 안에 라디컬들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 리세스(314)는 상단 플레이트(310) 및 기판(301) 사이의 접촉 영역을 감소시키도록 기판 지지 표면(311)과 함께 몸체(315)에 형성된다. 그 결과, 기판 지지 표면(311)은 링 형태를 가질 수 있고 기판(301)의 에지(304) 가까이에 있는 영역의 밴드를 지지할 수 있다. 일 실시예에서, 상단 플레이트(310)는 기판(301)의 에지(304)가 자유롭게 매달린 채로 남도록 설계된다.

[0026] [0034] 상단 플레이트(310)는 기판 지지 표면(311) 외측에 방사상으로 있으며 기판(301)을 둘러싸도록 구성되는 에지 표면(312)을 또한 갖는다. 일 실시예에서, 에지 표면(312)과 기판(301)의 장치 측면(302)의 높이 차이(313)는 수행된 프로세스의 에지 성능을 제어하도록 설계되고, 특히 높이 차이(313)는 프로세스 동안 프로세스 가스(305)에 에지(304)의 노출을 제어하는데 사용된다. 그 결과, 높이 차이(313)는 에지(304)로부터 대략 10mm 지역 내에서 성능을 제어하는데 사용될 수 있다.

[0027] [0035] 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따라 프로세싱되는 기판의 에지 표면 및 상단 표면 사이의 높이 차이들을 사용한 에지 성능들의 제어를 개략적으로 도시한다. 도 3b는 프로세싱되는 기판의 반경을 따라서 정규화된 프로세싱 결과들의 성능 프로파일들(320a, 320b, 320c)을 도시한다. 프로세스 결과들은 상이한 프로세스들에 대한 상이한 파라미터들, 예를 들어, 도핑 프로세스에 대한 투여량, 증착에 대한 두께, 및 플라즈마 에칭에 대한 충격 강도(strength of bombardment)를 참조할 수 있다.

[0028] [0036] 프로파일(320a)은 기판의 에지 지역이 기판의 중심부와 비교하여 프로세싱 가스/플라즈마에 더 많은 노출을 수용하는 것을 나타내는 강한 에지 성능(edge intense performance)이다. 본 발명의 일 실시예에서, 기판(301)의 상단 표면과 상단 플레이트(310)의 에지 표면 사이의 포지티브(positive) 높이 차이(313a)는 320a와 유

사한 에지 성능을 달성하는데 사용된다.

[0029] [0037] 프로파일(320b)은 기판의 에지 지역이 기판의 중심부와 비교하여 프로세싱 가스/플라즈마에 유사한 노출을 수용하는 것을 나타내는 에지 플랫 성능(edge flat performance)이다. 본 발명의 일 실시예에서, 기판(301)의 상단 표면과 에지 표면 사이의 작은 포지티브 높이 차이(313b)는 320b와 유사한 에지 성능을 달성하는데 사용된다. 일 실시예에서, 요구되는 두께의 에지 링(312b)이 작은 포지티브 높이 차이(313b)를 얻기 위해 상단 플레이트(310) 상에 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 작은 포지티브 높이 차이는 대략 0.5 inch보다 작을 수 있다.

[0030] [0038] 프로파일(320c)은 기판의 중심부와 비교하여 기판의 에지 지역이 프로세싱 가스/플라즈마에 더 적은 노출을 수용하는 것을 나타내는 약한 에지 성능(edge weak performance)이다. 본 발명의 일 실시예에서, 기판(301)의 상단 표면과 에지 표면 사이의 네거티브(negative) 높이 차이(313c)는 320c와 유사한 에지 성능을 달성하는데 사용된다. 일 실시예에서, 요구되는 두께의 에지 링(312c)은 작은 네거티브 높이 차이(313c)를 얻기 위해 상단 플레이트(310) 상에 배치될 수 있다.

[0031] [0039] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 지지 페데스탈(300)의 측단면도를 개략적으로 도시한다. 지지 페데스탈(300)은 도 2의 플라즈마 리액터(100)와 같이, 프로세스 챔버에서 기판을 수용하고 지지하도록 구성된다.

[0032] [0040] 지지 페데스탈(300)은 기판(301)의 뒷면(303)을 수용하고 지지하도록 구성되는 기판 지지 표면(331)을 갖는 상단 플레이트(330)를 포함한다. 상단 플레이트(330)는 어댑터 플레이트(340)를 통해 설비 플레이트(facility plate; 350) 상에 스택(stack)된다. 상단 플레이트(330), 어댑터 플레이트(340) 및 설비 플레이트(350)의 스택은 이후 상단 플레이트(330)가 챔버 몸체(370)에 의해 한정된 프로세스 체적에 밀봉가능하게(sealable) 배치되도록 어댑터(360)를 통해 챔버 몸체(370)(부분 도시됨)에 연결된다.

[0033] [0041] 설비 플레이트(350)는 다수의 리프팅 핀들(341)을 상승 및 하강시키도록 구성된 다수의 구동 메카니즘(351)을 제공하도록 구성된다. 다수의 리프팅 핀들(341)은 상단 플레이트(330)에 형성된 다수의 핀 홀들(336)에 이동 가능하게 배치된다. 다수의 리프팅 핀들(341)은 기판 핸들러, 예를 들어 로봇을 이용한 기판 전달을 용이하게 하기 위해, 도 4에 도시된 바와 같이, 상단 플레이트(330) 위로 상승될 수 있다. 기판(301)을 수용한 후에, 다수의 리프팅 핀들(341)은 다수의 핀 홀들(336)에서 기판 지지 표면(331) 아래에 놓여서 기판 지지 표면(331) 상에 기판(301)을 배치하도록 다수의 구동 메카니즘(351)에 의해 하강될 수 있다.

[0034] [0042] 상단 플레이트(330)는 디스크 형태의 몸체를 갖는다. 일 실시예에서, 상단 플레이트(330)는 석영으로 만들어 질 수 있다. 기판(301)의 장치 측면(302)이 프로세스 체적에서 프로세스 가스의 유동에 노출되도록 상단 플레이트(330)는 기판 지지 표면(311) 상에 기판(301)을 수용하고 지지하도록 구성된다.

[0035] [0043] 도 5a는 상단 플레이트(330)의 일 실시예를 개략적으로 도시하며 도 5b는 상단 플레이트(330)의 부분 측면도를 개략적으로 도시한다. 일 실시예에서, 리세스(334)는 상단 플레이트(330)와 기판(301) 사이의 접촉 영역을 감소시키기 위해 기판 지지 표면(311) 내에 형성된다. 그 결과, 기판 지지 표면(331)은 링 형태를 가질 수 있으며 기판(301)의 에지 가까이에 있는 영역의 밴드를 지지할 수 있다.

[0036] [0044] 상단 플레이트(330)는 기판 지지 플레이트(331) 외측에 방사상으로 있으며 기판(301)을 둘러싸도록 구성되는 에지 표면(332)을 형성하는 플랜지(flange)를 구비한다. 일 실시예에서, 에지 표면(332)과 기판 지지 표면(331) 사이의 높이 차이(333)는 실행되는 프로세스의 에지 성능을 제어하도록 설계되고, 특히 상기 높이 차이(333)는 프로세스 동안 화학 작용(chemistry)을 프로세싱하기 위해 기판(301)의 에지의 노출을 제어하는데 사용된다.

[0037] [0045] 일 실시예에서, 높이 차이(333)는 기판(301)의 상단 표면이 대략 0.5 inch만큼 에지 표면(332)보다 더 높도록, 또는 기판의 반경에 걸쳐 균일한 프로세스 성능을 달성하는데 충분하도록 세팅된다. 일 실시예에서, 높이 차이(333)는 대략 0.25 inch일 수 있다.

[0038] [0046] 일 실시예에서, 요구되는 두께의 선택적인 에지 링(337)이 요구되는 에지 성능을 달성하도록 에지 표면의 높이를 변경하는데 사용될 수 있다.

[0039] [0047] 일 실시예에서, 다수의 지지 아일랜드(island)(335)가 기판 지지 플레이트(331) 외측에 상단 플레이트(330)로부터 돌출된다. 다수의 기판 아일랜드(335)는 기판 지지 표면(331)보다 더 높고 프로세싱 동안 기판(301)이 미끌어져 나가는 것을 방지하도록 구성된다.

[0040] [0048] 일 실시예에서, 다수의 리프팅 핀들(341)은 기판(301)의 들어올림을 조절하는데 사용될 수 있어서, 프로세스 동안, 기판(301)과 에지 표면(332) 사이의 높이 차이를 조절한다.

[0041] [0049] 일 실시예에서, 정렬 홀(338)은 상단 플레이트(330)의 중심 가까이에 형성되며 조립 동안 상단 플레이트(330)의 정렬을 용이하게 하도록 구성된다. 일 실시예에서, 도 4를 참조하여 복수의 리프팅 핀들(341)의 각각은 다수의 핀 홀들(336)이 프로세스 체적에서 프로세스 가스를 오염시키는 것을 방지하기 위해 버섯 형태의 헤드를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 다수의 리프팅 핀들(341)은 사파이어로 만들어질 수 있다.

[0042] [0050] 도 6a 내지 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제어하는 에지 프로파일링을 도시한 스캐닝 차트들이다. 도 6a 내지 도 6b는 플라즈마 리액터에서 수행된 질화 반응 프로세스들 후에 기판의 직경에 걸친 질소 투여량들을 도시한다. 질화 반응 프로세스는 일반적으로 기판 상에 형성된 이산화 실리콘 게이트 유전체 필름 상에서 수행된다. 기판은 플라즈마 리액터, 예를 들어 도 2의 플라즈마 리액터(100)에 위치된다. 질소 가스는 플라즈마 챔버로 유동하고 플라즈마는 상기 질소 유동이 계속되는 동안 도 2의 코일들(129, 131)과 같은 코일 조립체에 의해 충돌된다. 플라즈마는 질소를 이온화하고 이후 이온화된 질소는 이산화 실리콘 케이트 유전체 필름 내로 확산된다.

[0043] [0051J 도 6a는 프로세싱된 기판의 상단 표면보다 약간 더 높은 에지 표면에 의해 기판 지지를 갖는 플라즈마 리액터에서 수행된 질화 반응 프로세스들 후에 기판의 직경에 걸친 질소 투여량들을 도시한 스캐닝 차트이다. 도 6a는 200 sccm, 400 sccm, 600 sccm, 800 sccm, alc 1000 sccm의 질소 유속(flow rate)들을 갖는 질화 반응 프로세스들로부터의 투여량 결과들을 갖는다. 도 6a의 모든 결과들에 대해, 기판의 에지 가까이에서의 투여량은 기판의 나머지 부분에 걸친 평균 투여량보다 실질적으로 더 적다.

[0044] [0052] 도 6b는 프로세싱되고 있는 기판의 상단 표면보다 더 낮은 에지 표면에 의해 기판 지지를 갖는 플라즈마 리액터에서 수행된 질화 반응 프로세스들 후에 기판의 직경에 걸친 질소 투여량을 도시한 스캐닝 차트이다. 이러한 특정 경우들에서, 기판의 에지 표면과 상단 표면 사이의 높이 차이는 대략 0.5 inch이다. 도 6b는 200 sccm, 400 sccm, 600 sccm, 800 sccm, 및 1000 sccm의 질소 유속들을 갖는 질화 반응 프로세스들로부터의 투여량 결과들을 도시한다. 도 6a에서의 결과들과 비교하여, 도 6b에서의 결과들은 기판의 에지 가까이에서 증가된 투여량을 갖는다. 더욱이, 도 6b의 결과들은 기판에 걸친 평균 투여량에 실질적으로 근접한 에지 투여량들을 갖는다.

[0045] [0053] 도 6a 내지 도 6b의 차트가 또한 다른 비균일성들, 예를 들어 중심 가까이에서의 낮은 투여량 및 투여량 비대칭을 또한 도시한다는 것에 유의해야 한다. 본 발명은 오직 에지-드롭의 정정에 따라 기술된다.

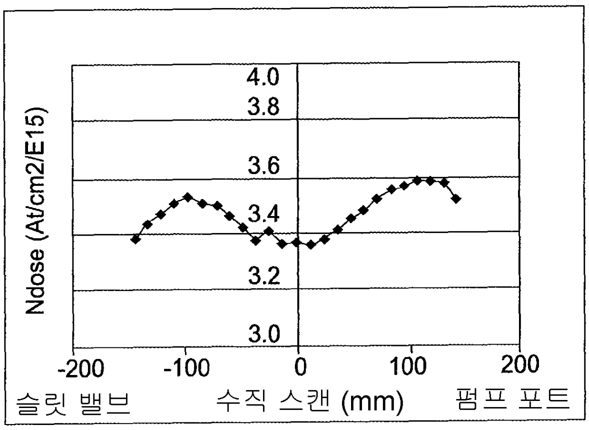
[0046] [0054] 도 6a 내지 도 6b에서 도시하는 기판의 중심 가까이에서의 낮은 투여량들은 유동 분포에 기인하며 중심 가까이에서의 낮은 투여량들의 정정은 기판의 상이한 지역들로 독립적으로 제어 가능한 유동을 제공함으로써 다루어질 수(address) 있다. 중심 가까이에서의 낮은 투여량들의 정정에 대한 상세한 설명은 본 발명에 참조로 통합되며, 발명의 명칭이 "듀얼 존 가스 주입 노즐(Duel Zone Gas Injection Nozzle)"이며 2007년 12월 19일에 제출된 미국 특허 출원 일련 번호 11/960,166호(대리인 도켓 번호 12088)에서 발견될 수 있다.

[0047] [0055] 기판에 걸친 투여량의 비대칭은 일반적으로 베이스라인 왜곡(baseline skew)으로 지칭된다. 베이스라인 왜곡의 정정은 프로세싱되고 있는 기판에 대하여 코일 조립체들을 조절하는 것에 의해 달성될 수 있다. 베이스라인 왜곡의 정정에 대한 상세한 설명은 본 발명에 참조로 통합되며, 발명의 명칭이 "새로운 동력화된 소스 코일 조립체에 의해 베이스라인 왜곡을 수정하는 방법(Method of Correcting Baseline Skew by a Novel Motorized Source Coil Assembly)"이며 2007년 12월 19일에 제출된 미국 특허 출원 일련번호 11/960,246호(대리인 도켓 번호 12089호)에서 발견될 수 있다.

[0048] [0056] 전술된 내용이 본 발명의 실시예들에 대하여 지향되는(directed) 동안, 본 발명의 다른 그리고 추가적인 실시예들이 본 발명의 기본 범주로부터 벗어남이 없이 고안될 수 있으며, 이러한 범주는 다음의 청구범위에 의해 결정된다.

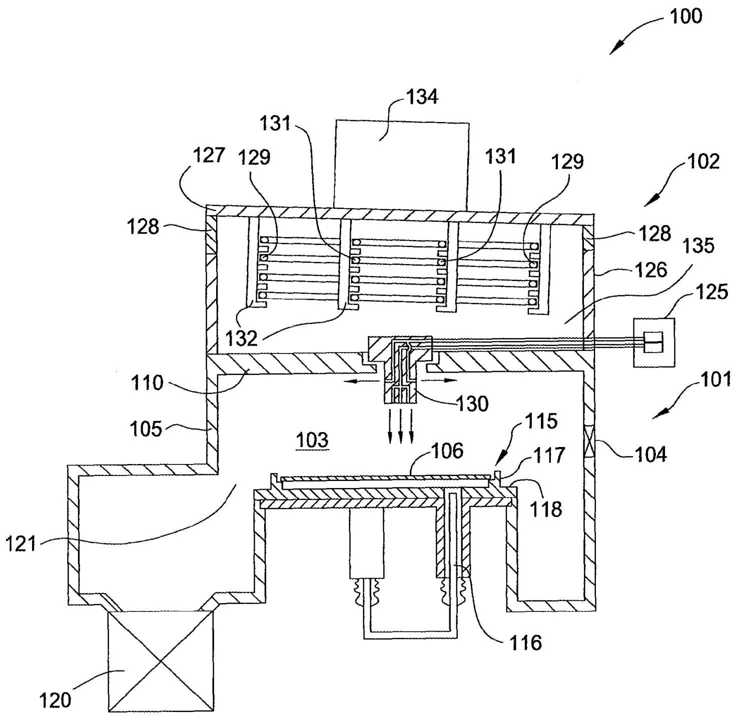
도면

도면1

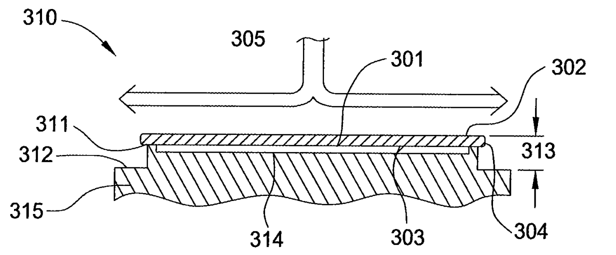


(종래 기술)

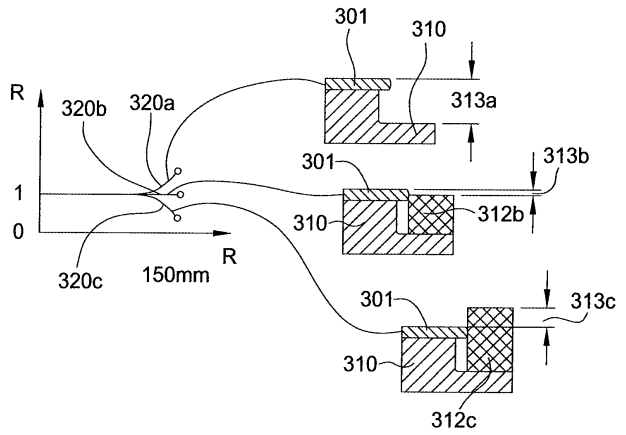
도면2



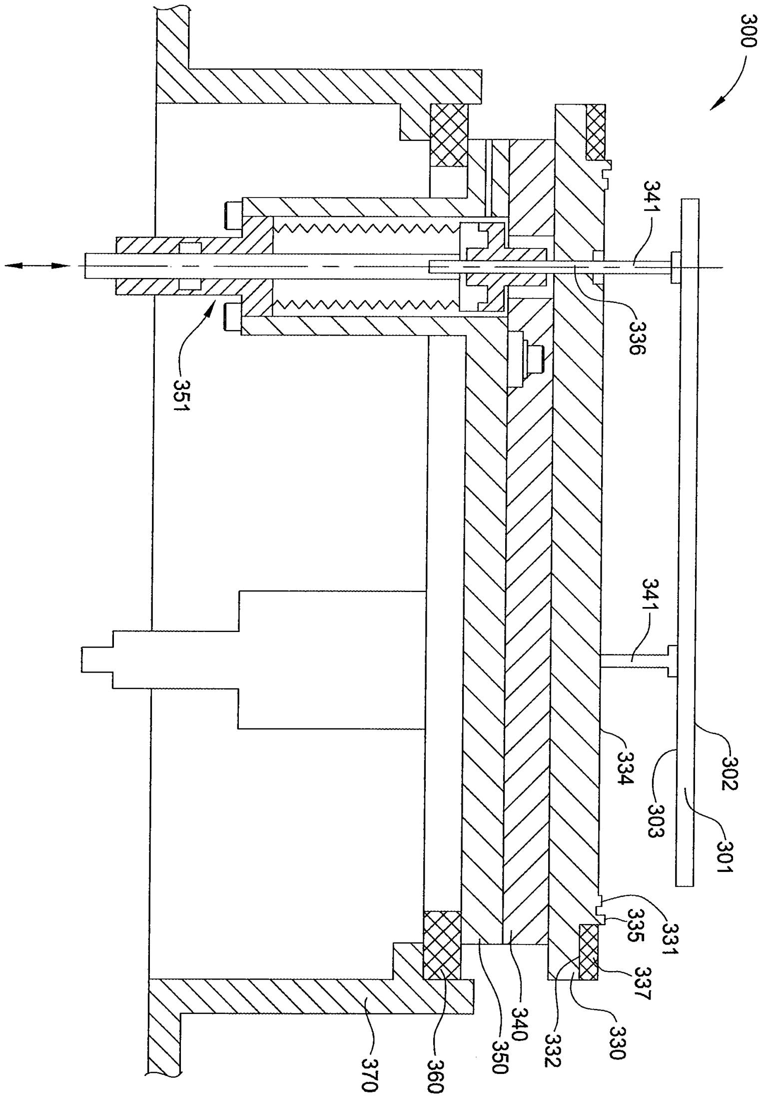
도면3a


310
305
301
302
311
312
313
315
314
303
304

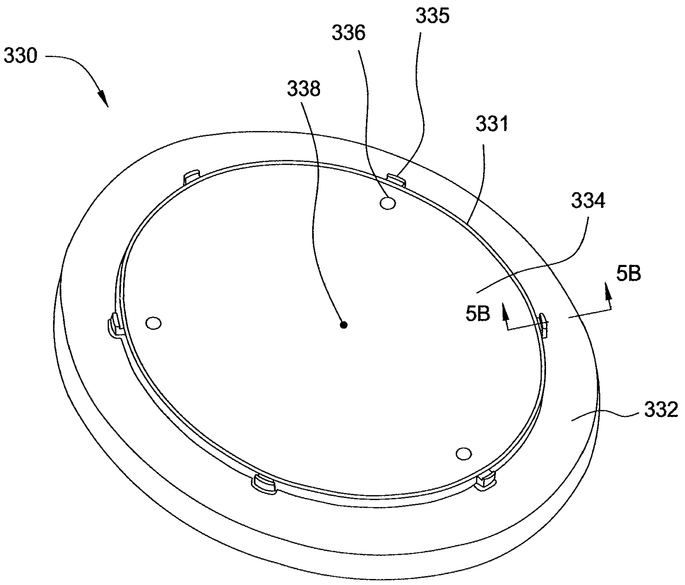
도면3b


301
310
313a
R
320b
320a
301
313b
1
312b
310
0
R
320c
150mm
301
313c
310
312c

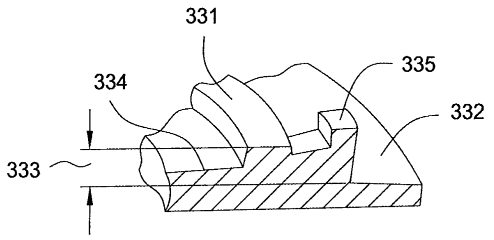
도면4


300
341
336
351
341
334
302
303
301
331
335
337
330
332
340
350
360
370

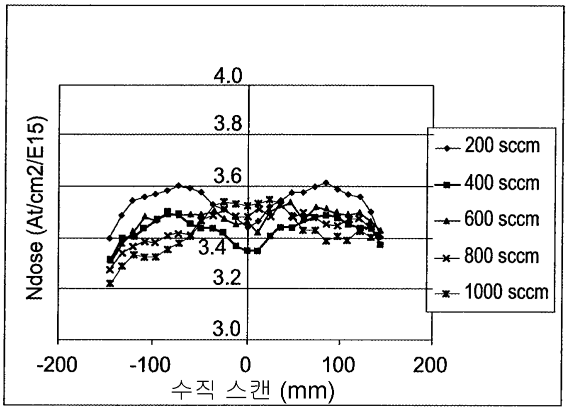
도면5a



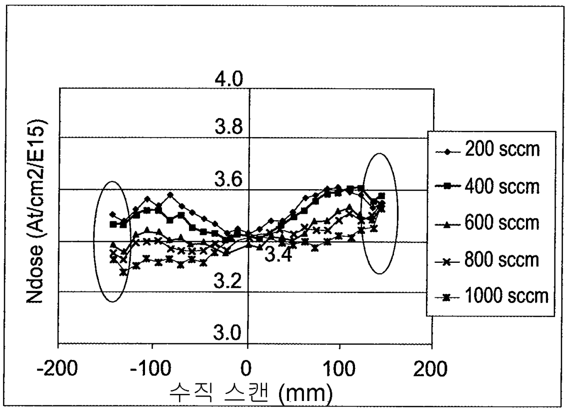
도면5b



도면6a



도면6b


Ndose (At/cm2/E15)
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
-200
-100
0
100
200
수직 스캔 (mm)
200 sccm
400 sccm
600 sccm
800 sccm
1000 sccm