

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl. ⁶ H01J 37/32	(45) 공고일자 2005년07월11일 (11) 등록번호 10-0479201 (24) 등록일자 2005년03월17일
--	---

(21) 출원번호 (22) 출원일자 번역문 제출일자 (86) 국제출원번호 국제출원일자	10-1997-0709778 1997년12월27일 1997년12월27일 PCT/US1996/010805 1996년06월20일	(65) 공개번호 (43) 공개일자 (87) 국제공개번호 국제공개일자	10-1999-0028462 1999년04월15일 WO 1997/02589 1997년01월23일
---	---	---	--

(81) 지정국

국내특허 : 아일랜드, 알바니아, 오스트레일리아, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 북한,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 케냐,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 오스트리아, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 영국,

(30) 우선권주장 08/491,349 1995년06월30일 미국(US)

(73) 특허권자 램 리서치 코포레이션
미합중국, 캘리포니아 94538-6470, 프레몬트, 쿠инг 파크웨이 4650

(72) 발명자 디블 로버트 디.
미국, 캘리포니아 94538, 프레몬트, 엔터프라이즈 플레이스 4408 에이

렌츠 에릭 에이치.
미국, 캘리포니아 95138, 샌호제, 폴리그노 웨이 5930

램슨 앤버트 엠.
미국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 에프 101, 밀몬트 드라이브 1775

(74) 대리인 노민식
이영필

심사관 : 성백두

(54) 전력을분할하는전극**요약**

한 번에 한 장의 웨이퍼를 처리하는 식각장치의 플라즈마 반응 챔버 내에서 반도체 웨이퍼와 같은 기판을 지지하는 기판 지지대 및/또는 상부전극의 일 부분으로 유용한 전력 분할 전극이 개시되어 있다. 전력 분할 전극은 기판의 균일한 처리를 제공하는 방법으로 라디오 주파수 전력이 공급되는 복수의 전극들을 구비한다. 전극들에 인가되는 전력은 전극간 용량, 하나 이상의 가변 축전기, 하나 이상의 전류 감지기, 전력 분배기, 하나 이상의 직류 바이어스 발생기, 및/또는 전력 증폭기로 구성되는 회로를 통하여 공급되어질 수 있다.

대표도

도 1a

명세서

기술분야

본 발명은 플라즈마 반응 챔버 내에 플라즈마를 발생시키는 전극 및/또는 플라즈마 밀도를 국부적으로 제어시키는 전극에 관한 것이다. 전극은 상부전극, 및/또는 반도체 웨이퍼나 평판 표시기 등과 같은 기판을 플라즈마 가스 분위기에서 처리하는 동안 기판을 고정시키기 위한 척(chuck) 장치와 같은 기판 지지대에 통합될 수 있다.

배경기술

플라즈마 가스 분위기에서 반도체 웨이퍼들을 처리하는 장치는 전형적으로 웨이퍼의 표면처리(예를 들면, 식각, 증착 등)를 수행하기 위하여 라디오 주파수(RF) 전력이 플라즈마 가스로부터 웨이퍼에 인가된다. 예를 들면, 미국 특허 제4,617,079호는 웨이퍼가 하부전극 상에 지지되고, 저주파 발생기로부터 출력되는 라디오 주파수 전력을 저주파 회로망을 거치고, 고주파 발생기로부터 출력되는 라디오 주파수 전력을 고주파 정합 및 결합 회로망에서 저주파 라디오 주파수 전력과 결합되고, 결합된 신호들은 상부 및 하부 전극을 가로질러 인가되는 평행판 배열을 개시한다. 이러한 배열에 있어서, 고주파 정합 및 결합 회로는 고주파 발생기에 의해 발생된 신호들이 저주파 발생기로 귀환되는 것을 방지하고 저주파 발생기에 의해 발생된 신호들은 감쇠되는 일 없이 고주파 정합 및 결합 회로를 통하여 고주파 발생기로부터 발생되는 신호의 주파수로 동조되는 고주파 포획기(별별 연결된 축전기 및 유도자)를 포함할 수 있다.

미국 특허 제4,948,458호는 상부전극이 플라즈마 반응 챔버 외부에 위치하여 전기적으로 유도 코일 형태를 갖고 상기 코일에 라디오 주파수 전류를 유도함으로써 코일의 면에 평행한 평판 영역에 자계를 형성하는 평행판 배열을 개시한다. 상기 코일은 1차 코일 및 2차 환상 루프를 갖는 정합 회로에 전력을 공급하는 라디오 주파수 발생기에 의해 구동된다. 상기 2차 환상 회선과 직렬 연결된 가변 축전기는 라디오 주파수 발생기의 출력 주파수와 함께 회로의 공진 주파수를 조절하고, 임피던스 정합은 평판형 코일에 전력을 전달시키는 효율을 극대화시킨다. 1차 회로의 추가 축전기는 회로 내의 코일의 유도 저항의 일 부분을 상쇄시킨다.

플라즈마 가스 분위기에서 반도체 웨이퍼를 처리할 때, 웨이퍼의 표면 전체에 걸쳐서 균일한 처리가 실시되는 것이 요구된다. 예를 들면, 미국 특허 제4,615,755호는 플라즈마 식각 기술을 개시한다. 여기서, 웨이퍼 온도의 균일도는 휘어진 전극 상에 놓인 웨이퍼의 뒷면을 헬리움으로 냉각시키는 것에 의해 달성된다. 냉각용 헬리움을 사용하는 하부전극으로부터 웨이퍼를 휘게 만들므로써 웨이퍼의 냉각기능은 식각 균일도를 달성하기 위하여 저하된다. 그러나, 웨이퍼의 두께편차는 웨이퍼의 휨을 비정상적으로 제어하는 결과를 초래하므로 식각 균일도를 저하시킨다.

정전(靜電) 웨이퍼 고정장치(clamping system)를 사용하는 플라즈마 식각 공정에 있어서, 웨이퍼는 식각률 균일도를 조절하기 위하여 전극의 표면으로부터 휘어지게 만들수가 없다. 따라서, 정전 웨이퍼 고정장치에 적용되는 플라즈마 처리에서 웨이퍼의 표면처리의 균일도를 제어하기 위해서는 다른 기술이 필요하다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 플라즈마 반응 챔버 내에서 기판의 균일한 처리를 제공하기 위한 전력 분할 전극을 제공한다. 전력 분할 전극은 제1 및 제2 전극과 용량성 회로망을 포함한다. 전력 분할 전극은 제1 전극이 플라즈마 반응 챔버의 제1 영역을 가로질러 배치되고 제2 전극이 플라즈마 반응 챔버의 제2 영역을 가로질러 배치되도록 플라즈마 반응 챔버에 부착될 수 있다. 용량성 회로망은 플라즈마 반응 챔버 내에 지지된 기판과 연결된 플라즈마가 기판을 가로질러서 균일한 처리를 제공하도록 제1 및 제2 영역에서의 라디오 주파수 전력 분포를 제어한다. 바람직한 일 구현예에 있어서, 기판은 반도체 웨이퍼를 포함하고 전력 분할 전극은 플라즈마 반응 식각 챔버 내에 위치된 정전 척(chuck)에 통합된다.

전력 분할 전극은 여러 가지의 형태로 구체화될 수 있다. 예를 들면, 제1 전극은 용량성 회로망의 전극간 축전기를 형성하기 위하여 유전물질로 채워지는 간극에 의해 제2 전극과 분리될 수 있다. 바람직한 일 구현예에 있어서, 제1 전극은 제2 전극을 둘러싸고 용량성 회로망의 전극간 축전기를 형성하기 위하여 유전물질로 채워지는 간극에 의해 제2 전극과 분리된다. 이 경우에, 제1 및 제2 축전기는 용량성 회로망의 일 부분을 형성할 수 있고, 전원으로부터의 라디오 주파수 전력은 제1 축전기, 제1 전극, 제2 축전기, 및 제2 전극을 순차적으로 지나서 전기적인 접지로 통한다.

다른 하나의 구현예에 따르면, 제1 및 제2 전극은 서로 이격되고 중심이 동일한 복수의 환형 전극들을 포함하는 전극 배열의 일 부분을 형성하고, 전극들은 용량성 회로망의 일 부분을 형성하는 가변 축전기들을 통하여 라디오 주파수 전원에 전기적으로 연결되고, 전원으로부터의 라디오 주파수 전력은 각 가변 축전기 및 각 전극을 통하여 순차적으로 지난다. 이 경우에, 각 가변 축전기들로부터 출력되는 조절신호들이 각 환형의 전극들과 마주보는 기판의 환형 영역에서 기판 처리 균일도의 편차를 보상하도록 하기 위하여 각 가변 축전기들의 용량을 자동적으로 조절하기 위한 전류 감지 장치들이 제공될 수 있다. 용량성 회로망은 제1 및 제2 축전기를 포함할 수 있고, 제1 및 제2 축전기는 각각 제1 전극 및 제2 전극에 연결되고, 제1 및 제2 축전기는 라디오 주파수 발생기에 전기적으로 별별 연결된다. 전력 분할 전극은 제3 전극을 포함할 수 있으며, 제1 전극은 제2 전극을 둘러싸고 제2 전극은 제3 전극을 둘러싸고, 각 전극들은 라디오 주파수 전원에 전기적으로 연결되고, 전원으로부터의 라디오 주파수 전력은 전력 분배기 및 각 전극들을 순차적으로 지난다. 그렇지 않으면, 제1 전극은 제2 전극의 일 부분만을 둘러쌀 수 있다. 제1 및 제2 전극들은 정전 척에 통합될 수 있고, 전극들은 척으로 하여금 척 상에 놓여진 기판을 정전기적으로 고정시키는 것을 허용하는 직류 바이어스 발생기에 전기적으로 연결될 수 있다. 라디오 주파수 전력은 제1 및 제2 전극에 동일한 위상으로 공급되거나 동일하지 않은 위상으로 공급될 수 있다. 또한, 수동 회로망이 제1 및 제2 전극에 전력 및 직류 바이어스를 공급하기 위하여 사용될 수 있다.

본 발명의 또 다른 하나의 태양에 따르면, 전력 분할 전극은 수치적으로 연속적인 정현파를 발생시키는 정현파 발생기, 직류 상쇄값을 발생시키는 바이어스 장치, 상기 수치적으로 연속적인 정현파와 상기 직류 상쇄값을 합하는 가산장치, 상기 가산장치로부터 출력되는 신호를 아날로그 가산 신호로 변환시키는 디지털/아날로그 변환기, 상기 아날로그 가산 신호의 소정의 저주파 영역을 여과시키는 저주파 통과 여과기, 및 상기 저주파 통과 여과기에 의해 여과된 아날로그 가산 신호를 증폭시키고 증폭된 신호로 제1 및 제2 전극을 구동시키는 전력 증폭기를 포함할 수 있다. 이 경우에, 제1 전극은 제2 전극을 완전히 둘러싸고 용량성 회로망은 제1 전극보다 제2 전극에 더 많은 전력을 공급한다. 제1 전극은 제2 전극을 둘러쌀 수 있고, 전력은 제1 전극, 제1 및 제2 전극 사이의 간극에 개재된 유전물질에 의해 형성된 전극간 축전기, 제2 전극, 용량성 회로망의 일부분을 형성하는 일련의 축전기들 및 접지단자를 순차적으로 통과함으로써 제1 및 제2 전극에 공급되고, 상기 절연물질은 일련의 축전기들의 용량보다 더 낮은 전극간 용량을 제공한다. 전력 분할 전극은 제1 전극 또는 제2 전극에 전기적으로 연결된 전압 분배 회로를 더 구비할 수 있다. 제1 전극은 제1 능동 전력 구동기에 의해 구동될 수 있고 제2 전극은 제2 능동 전력 구동기에 의해 구동될 수 있다. 여기서, 제1 및 제2 전력 구동기는 서로 독립적으로 동작된다.

본 발명은 또한 플라즈마 처리 장치의 플라즈마 반응 챔버 내에 기판을 고정시키기 위한 기판 지지대, 기판과 인접한 기판 지지대의 영역들과 연관된 복수의 전극들을 포함하는 기판 지지대, 및 기판의 전면에 걸쳐서 균일한 처리가 적용되도록 복수의 전극들을 통하여 기판 지지대의 영역들에 공급되는 전력을 제어하기 위한 전력 제어기를 포함하는 플라즈마 처리 장치를 제공한다. 이 경우에, 전력 제어기는 기판 척의 영역들에 전력을 분배시키기 위한 복수의 전극들과 연결된 용량성 회로망을 포함한다. 서로 이웃한 복수의 전극들은 각각 간극에 의해 이격될 수 있고, 각 간극은 용량성 회로망의 전극간 축전기를 형성하기 위하여 유전물질로 채워질 수 있다. 복수의 전극들은 중심이 동일한 환형의 고리들로 분할된 형태이거나 반응 챔버 내에서 처리 가스의 흐름을 보상하고 기판의 균일한 처리를 제공하는 패턴 형태로 제공될 수 있다. 또한, 복수의 전극들은 상기 환형의 고리 형태이면서 반응 챔버 내에서 처리 가스의 흐름을 보상하고 기판의 균일한 처리를 제공하는 패턴 형태일 수도 있다.

도면의 간단한 설명

본 발명은 이하에 기재된 상세한 설명 및 예시의 목적만으로 주어진 첨부 도면으로부터 좀 더 충분히 이해될 것이고, 따라서 본 발명은 상세한 설명 및 첨부 도면에 국한되지 않는다.

도 1a는 본 발명의 일 구현예에서 사용되는 쌍극형의 정전 웨이퍼 고정 장치를 도시한다.

도 1b는 도 1a에서 도시된 정전 웨이퍼 고정장치의 전기적인 개략도를 도시한다.

도 2는 본 발명의 일 구현예에 따라 복수의 동심원 형태의 고리들로 분리된 전극을 도시한다.

도 3은 본 발명의 일 구현예에서 분할된 전극들을 위해 사용되는 분할 구동장치를 도시한다.

도 4는 본 발명의 일 구현예에 사용되는 분할된 전극들의 비대칭 패턴을 도시한다.

도 5는 본 발명의 일 구현예에서 분할된 전극들의 영역으로 전달되는 전력을 제어하기 위한 능동 장치를 도시한다.

도 6은 본 발명의 일 구현예에서 정전 웨이퍼 고정장치의 양쪽 극들로 라디오 주파수 에너지를 동시에 연결시키기 위한 장치를 도시한다.

도 7은 본 발명의 일 구현예에서 척 표면에 가해지는 라디오 주파수 전압의 균형을 유지하고 조절하기 위하여 사용되는 전압 분배 회로 및 용량성 회로망을 도시한다.

실시예

본 발명은 원하는 기판 처리 조건을 달성하기 위하여 플라즈마 밀도를 국부적으로 증대시키거나 약화시킬 수 있는 플라즈마 반응 챔버의 전력 분할 전극을 제공한다. 반도체 웨이퍼의 경우에 있어서, 일반적으로 웨이퍼의 중심에서부터 그 가장자리까지 노출된 표면 전체를 균일하게 처리하는 것이 요구된다. 본 발명에 따르면, 플라즈마 밀도의 국부적인 제어는 웨이퍼 상의 물질층을 시작하거나 웨이퍼 상에 물질층을 형성하는 동안 웨이퍼의 노출된 표면과 인접한 영역들에서 웨이퍼와 연결된 플라즈마가 균일한 웨이퍼 처리를 제공하도록 하기 위하여 라디오 주파수 전력의 균형을 유지시키는 용량성 회로망을 사용하여 달성된다.

본 발명에 따른 전력 분할 전극은 반도체 웨이퍼를 처리하는 동안 반도체 웨이퍼와 같은 기판을 고정시키기 위한 기계적 또는 정전 척 배열에 통합될 수 있다. 정전 척은 쌍극형 척 또는 다른 형태의 전극 배열을 포함할 수 있다. 그러나, 전력 분할 전극은 또한 플라즈마 반응 챔버의 평행판 전극 배열의 상부전극에 통합될 수도 있다.

웨이퍼를 처리하는 경우에 있어서, 처리될 웨이퍼의 노출된 표면 상부에 균일한 플라즈마 밀도를 제공하는 것이 보통 요구된다. 그러나, 웨이퍼 표면에 실시될 처리에 따라서 불균일한 플라즈마 밀도가 웨이퍼 표면 상부에 발생할 수 있다. 예를 들면, 플라즈마 밀도는 웨이퍼의 가장자리에서보다 웨이퍼의 중심에서 더 크거나 그 반대일 수도 있다. 본 발명의 전력 분할 전극은 국부적인 플라즈마 밀도를 제어할 수 있으며, 이에 따라 이미 알려진 전극 배열과 비교할 때 균일도에 있어서 실질적인 개선을 이룬다.

이하, 본 발명은 몇몇 구현예들을 참조하여 설명되어질 것이다. 일 구현예에서, 전력 분할 전극은 도 1a에서 보여진 대로 쌍극형 척에 통합된다. 다른 하나의 구현예에서, 전력 분할 전극은 도 2에 보여진 대로 3개 또는 그 이상의 전극들을 포함한다. 또 다른 하나의 구현예에서, 전력 분할 전극의 전극들은 도 1a에서 보여진 대로 직렬로 배열되고 하나의 라디오 주파

수 전력 공급기에 의해 라디오 전력이 공급된다. 또 다른 하나의 배열에 있어서, 전극들은 도 5에 보여진 대로 평행하게 배열되고 하나의 라디오 주파수 공급기에 의해 라디오 주파수 전력이 공급된다. 맨 마지막 경우에 있어서, 라디오 주파수 전력은 도 5에 보여진 대로 개개의 가변 축전기를 통하여 전달될 수 있거나 또는 도 2에 보여진 대로 전력 분배기를 통하여 전달될 수 있다. 게다가, 전극들은 도 5에 보여진 대로 전류 감지기들 및/또는 가변 축전기들과 전기적으로 연결될 수 있다.

도 1a에 보여진 배열에 있어서, 반도체 웨이퍼의 형태인 기판(5)는 플라즈마 반응기의 플라즈마 반응 챔버 내에 위치하는 웨이퍼 척 장치의 형태를 갖는 기판 지지대(2) 상에 위치된다. 척 장치는 웨이퍼에 커플링되는 플라즈마의 양을 국부적으로 변화시키는 데 사용되는 전극(4)를 포함한다. 전극(4)은 제2 전극(8)을 둘러싸는 제1 전극(6), 기판 지지대(2)의 제1 영역(10)에 위치된 제1 전극(6) 및 기판 지지대(2)의 제2 영역(12)에 위치된 제2 전극을 포함한다. 척 장치는 또한 제1 및 제2 영역(10, 12)에 균형 잡힌 라디오 주파수 전력을 공급하는 라디오 주파수 전원(16)을 포함한다. 보여진 구현 예에서, 라디오 주파수 전원(16)으로부터 발생되는 전력은 제1 전극(6), 제2 전극(8)에 대한 간극(18)을 통과하여 접지(20)로 전달된다. 간극(18)은 유전율 질로 채워지는 것이 바람직하고 간극(18)의 크기는 제1 및 제2 영역(10, 12)에 놓여진 웨이퍼에 커플링된 플라즈마가 웨이퍼의 중심으로부터 가장자리까지 균일한 처리를 제공할 정도로 제1 및 제2 전극(6, 8) 사이에 라디오 주파수 전력을 균형 잡는데 효과적인 전극간 축전기를 제공하기 위하여 선택된다.

이 구현 예에서, 쌍극형의 정전 웨이퍼 고정장치는 도우넛 형태와 베이스 형태인 두 개의 영역으로 분할된 전극에 웨이퍼를 고정시키기 위하여 도시된다. 이러한 정전 배열에 있어서, 웨이퍼는 하부전극으로부터 휘어질 수 없고 헬리움은 단지 웨이퍼의 뒷면을 냉각시키는 데 사용된다. 도 1b는 이러한 정전 웨이퍼 고정장치의 전기적인 개략도를 도시한다. 발생기 축전용량(C_d)은 제1 전극(6)에 갑작스런 전력이 인가되는 것을 방지하기 위하여 입력단에 연결되고 제2 전극(8) 및 접지 단자 사이의 고유 축전용량은 C_b 로 표시된다. 간극(18) 용량(C_g 로 표시) 및 베이스 용량(C_b)의 비율은 제1 및 제2 전극(6, 8)에 인가되는 전압($V_{Electrode}$, V_{Base})을 결정짓는다. 플라즈마 처리는 압력, 가스의 흐름, 전력, 온도, 간극 크기, 가스, 흐름 조절 장치의 설계, 물질, 라디오 주파수, 및 공정 범위의 학수이며 이 개략도의 축전기들은 이미 알고 있는 라디오 주파수의 위상을 기초로하여 각 영역에서 요구되는 전압을 정합시키기 위하여 선택되어질 수 있다. 이로 인하여, 축전기 값들은 플라즈마 처리의 균일성을 달성하기 위하여 요구되는 대로 전계를 다듬어 형성하도록 선택되어질 수 있다.

도 2는 동일한 중심을 갖는 복수의 링으로 전극이 분할되는 본 발명의 다른 구현 예를 도시한다. 도 2는 독립된 라디오 주파수 바이어스 전력 영역들이 웨이퍼의 중심으로부터 가장자리에 이르기까지 균일한 표면처리를 제어하는 것을 허용하기 위하여 중심이 동일한 제1, 제2, 및 제3 링(4a, 4b, 4c)으로 분할된 전극(4)을 도시한다. 이 구현 예에서, 전극(4)은 3개의 영역들로 분할된다. 그러나, 동심원 형태를 갖는 몇 개의 링들도 원하는 표면 균일도를 달성하기 위하여 전극을 여러 개의 영역들로 분리시키는 데 사용될 수 있다. 전원(16)은 각 영역들에 인가되는 에너지를 제어하기 위하여 도 2에 도시되어진 대로 전력 분배기(26)에 연결될 수 있다. 또한, 도 2는 웨이퍼의 정전 고정을 제공하기 위하여 전극을 구성하는 동심원 형태의 링들과 연결된 직류 바이어스 발생기(28)을 도시한다. 게다가, 원형의 전극은 웨이퍼의 중심으로부터 가장자리를 향하여 대칭인 플라즈마 처리가 제공되도록 하기 위하여 웨이퍼의 표면에 인가되는 전력을 제어한다. 제1 전극(6)을 구성하는 각 동심원 형태의 링들에 전달되는 라디오 주파수 전력 및 직류 바이어스는 라디오 주파수 발생기 및 고전력 공급기와 함께 수동 회로망에 의한 종래의 방법으로 달성될 수 있다.

본 발명의 다른 하나의 구현 예에서 전극의 각 부분들은 또한 도 3에 도시된 바와 같이 직류 상쇄값과 함께 결합된 수치적으로 연속된 정현파에 의해 구동된다. 연속된 정현파는 룰(ROM; 50)에 저장되고 직류 상쇄값은 도 3에 도시된 구현 예에서의 전압 발생기(52)에 의해 발생된다. 룰(50) 및 전압 발생기(52)의 출력들은 가산회로(54)에 의해 합산되고 아날로그 신호를 출력시키는 디지털/아날로그 변환기(D/A converter; 56)에 입력된다. 디지털/아날로그 변환기(56)로부터 출력되는 아날로그 신호는 저주파 통과 필터(58)에 의해 여과되고, 여과된 출력신호는 전력 증폭기(60)에 의해 증폭되고 분할된 전극들(4a, 4b, 4c)에 인가된다.

전극들은 또한 공정 균일요건을 달성하기 위하여 요구되는 바에 따라 다른 형태로 분할될 수도 있고, 도 4는 비대칭 형태의 분할된 전극들이 사용되는 다른 하나의 구현 예를 도시한다. 도 4에 도시된 구현 예에서, 전극은 4개의 영역들로 분할된다. 그러나, 전극들은 플라즈마 처리 장치의 챔버의 기하학적 형태, 가스 전송, 또는 비대칭적인 펨핑을 보상하는 형태를 제공하기 위해 설계되어질 수 있다.

도 5는 능동 장치가 전극의 서로 다른 영역들에 전송되는 전력을 제어하는 데 사용되는 본 발명의 다른 구현 예를 도시한다. 도 5는 분할된 전극들과 연결되는 복수의 전류 감지기(24) 및 복수의 가변 축전기(22)를 도시한다. 전류 감지기(24)는 가변 축전기(22)를 능동적으로 제어한다. 이러한 능동 장치는 전류 감지기(24)를 통하여 가변 축전기(22)에 귀환 루프에 의해 전극의 영역들에 전송되는 전력의 백분율을 제어하는 데 사용된다.

도 6은 2개의 가변 축전기(C1, C2)가 정전 웨이퍼 고정장치의 양쪽 극에 라디오 주파수 에너지를 동시에 커플링시키는 데 사용되는 본 발명의 다른 구현 예를 도시한다. 이 구현 예는 척의 일 부분을 가로질러서 어떠한 위상 변화 및 어떠한 전하 불균형이 발생하는 것을 방지하는 데 도움이 된다.

도 7은 전압 분배 회로 및 축전기 회로망이 척의 표면에 인가되는 라디오 주파수 전압의 균형을 잡아주고 제어하는 본 발명의 다른 하나의 구현 예를 도시한다. 이 구현 예에서, 베이스 용량에 대한 병렬 용량(C_p)은 전압 분배기를 형성시키기 위하여 변화된다. 용량값은 패터닝된 산화막이 형성된 웨이퍼 및 패터닝되지 않은 산화막이 형성된 웨이퍼 상에서 균일도 테스트를 실시하고 결과 겹증을 위하여 수치적인 데이터 및 직경 조사와 비교함으로써 선택되어진다. 웨이퍼 처리 균일도(즉, 중심에서부터 가장자리까지)가 전형적으로 5%인 선행기술의 배열과 비교하여볼 때, 본 발명에 따른 전력 분할 전극은 1.5% 또는 그 이하의 웨이퍼 처리 균일도가 달성될 수 있는 현저한 개선점을 제공한다.

상기한 바와 같이 본 발명의 원리, 바람직한 구현 예들 및 동작 모우드들이 설명되었다. 그러나, 본 발명은 위에서 논의된 특정 구현 예들에 한정되지 않는다. 따라서, 상기 구현 예들은 제한적이라기보다는 오히려 설명적인 사항으로서 간주되어져야 할 것이며, 다음의 청구항들에 의해 한정된 본 발명의 범위 내에서 통상의 지식을 가진자에 의해 많은 변형이 가능할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

플라즈마 반응 챔버에 부착 가능하고 이 플라즈마 반응 챔버 내의 기판에 균일한 처리가 이루어질 수 있는 전력 분할 전극에 있어서,

제1 영역을 가로질러 배치된 제1 전극 및 제2 영역을 가로질러 배치된 제2 전극; 및

상기 플라즈마 반응 챔버 내에 지지된 기판에 커플링된 플라즈마가 상기 기판을 가로질러서 균일한 처리가 이루어지도록 상기 제1 및 제2 영역에 라디오 주파수 전력의 분배를 제어하는 용량성 회로망을 구비하며,

상기 제1 전극은 간극에 의해 사익 제2 전극과 분리되고, 상기 각각은 유전 물질로 채워져서 상기 용량성 회로망의 전극 간 축전기를 형성하고,

상기 전력 분할 전극은 하나의 단일 반도체 웨이퍼를 지지하는 기판 지지대에 통합되고 상기 기판 지지대는 플라즈마 식 각 챔버 내에 위치된 정전 척인 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 전력 분할 전극은 라디오 주파수 전원, 상기 용량성 회로망의 일부분을 형성하는 제1 및 제2 축전기 및 전기적인 접지를 더 포함하고, 상기 라디오 주파수 전원으로부터 발생되는 라디오 주파수 전력은 상기 제1 축전기, 상기 제1 전극, 상기 제2 축전기, 및 상기 제2 전극을 순차적으로 지나서 상기 전기적인 접지로 통하여 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전극은 서로 이격된 복수의 고리 형태의 전극을 구비하는 동심 전극 배열의 일부분을 형성하고, 상기 전극들을 상기 용량성 회로망의 일부분을 형성하는 가변 축전기들을 통하여 라디오 주파수 전원과 전기적으로 연결되고 상기 전원으로부터 발생되는 라디오 주파수 전력은 상기 각 가변 축전기 및 상기 각 전극을 통하여 순차적으로 통과하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 각 가변 축전기의 용량을 자동적으로 조절하기 위한 전류 감지 장치들을 더 포함하여, 상기 가변 축전기로부터 나오는 조절 신호들이 상기 각 고리 형태의 전극들과 대면하는 기판의 고리 형태의 영역에 있어서 상기 기판의 처리 균일도로부터의 편차를 보상하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 용량성 회로망은 제1 및 제2 축전기를 포함하고, 상기 제1 축전기는 상기 제1 전극과 연결되고 상기 제2 축전기는 상기 제2 전극과 연결되고, 상기 제1 및 제2 축전기는 라디오 주파수 전원과 전기적으로 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 6.

제1항에 있어서, 제3 전극을 더 포함하여, 상기 제1 전극은 상기 제2 전극을 둘러싸고 상기 제2 전극은 상기 제3 전극을 둘러싸고, 상기 각 전극들은 라디오 주파수 전원과 전기적으로 연결되고, 상기 전원으로부터 발생되는 라디오 주파수 전력은 전력 분배기 및 상기 각 전극들을 순차적으로 통과하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 전력 분할 전극은 정전 척에 통합되고, 상기 제1 및 제2 전극은 상기 척이 상기 척 상에 놓인 기판을 정전기적으로 고정시키는 것을 허용하는 직류 바이어스 발생기에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전극에 동일한 위상 또는 서로 다른 위상으로 인가되는 라디오 주파수의 전원을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 9.

제1항에 있어서, 수치적으로 연속되는 정현파를 발생시키는 정현파 발생기;

직류 상쇄값을 발생시키는 바이어스 장치;

상기 수치적으로 연속되는 정현파 및 상기 직류 상쇄값을 합산하는 가산기;

상기 가산기로부터 출력되는 신호를 아날로그 가산 신호로 변환시키는 디지털/아날로그 변환기;

상기 아날로그 가산 신호의 소정의 저주파 영역을 여과시키는 저주파 통과 여과기; 및

상기 저주파 통과 여과기에 의해 여과된 아날로그 가산 신호를 증폭시키고 상기 증폭된 신호로 상기 제1 및 제2 전극을 구동시키는 전력 증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 제1 전극은 상기 제2 전극을 둘러싸고 전력이 상기 제1 전극, 상기 제1 및 제2 전극 사이의 간극에 개재된 유전물질에 의해 형성되는 전극간 축전기, 상기 제2 전극, 상기 용량성 회로망의 일부분을 형성하는 일련의 축전기들, 및 전기적인 접지를 순차적으로 통과함으로써 상기 제1 및 제2 전극에 공급되고 상기 유전물질은 상기 일련의 축전기들의 용량보다 적은 전극간 용량을 제공하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극에 전기적으로 연결된 전압 분배회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 제1 전극은 제1 능동 전력 구동기에 의해 구동되고 상기 제2 전극은 제2 능동 전력 구동기에 의해 구동되고, 상기 제1 및 제2 전력 구동기는 서로 독립적으로 동작하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

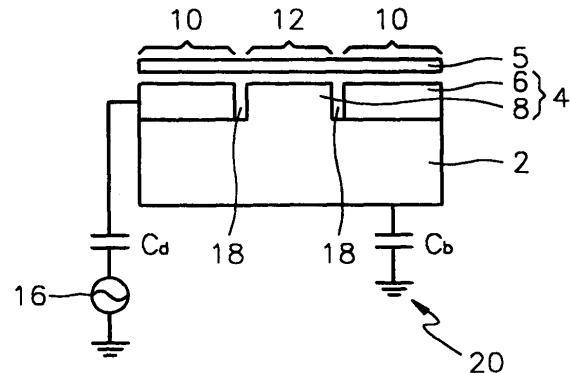
청구항 13.

제1항에 있어서,

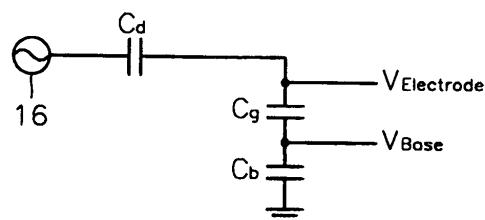
상기 제1 전극은 상기 제2 전극을 둘러싸고, 전력은 상기 제1 전극, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 상기 캡에서의 전극간 축전기, 상기 제2 전극, 상기 용량성 회로망의 일부를 형성하는 다수의 축전기 및 전기적인 접지를 순차적으로 통과하면서 상기 제1 전극과 상기 제2 전극에 공급되며, 상기 유전 물질은 상기 다수의 축전기의 정전 용량보다 작은 적극간 정전 용량을 제공하는 것을 특징으로 하는 전력 분할 전극.

도면

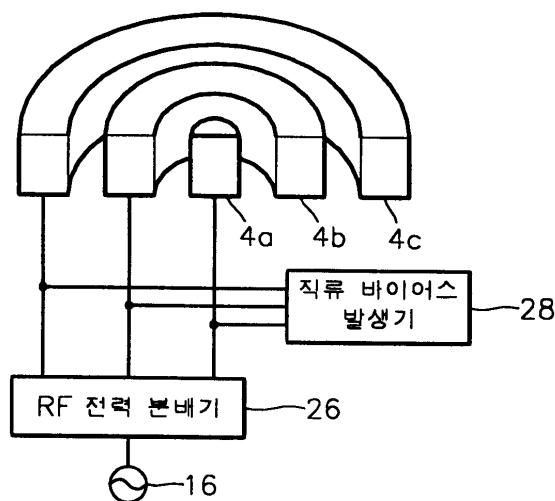
도면1a



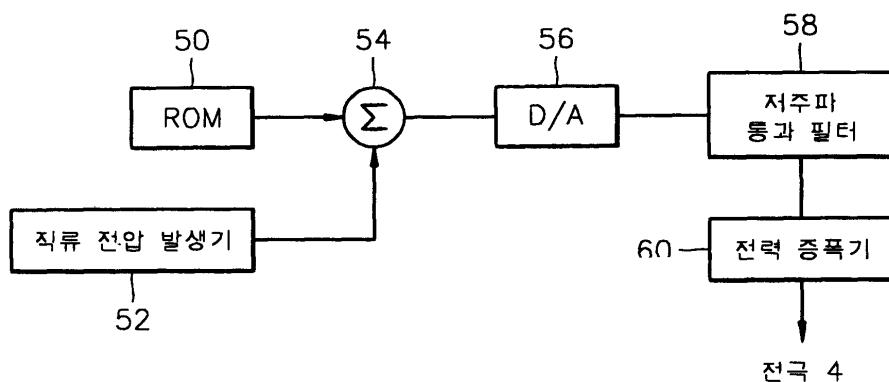
도면1b



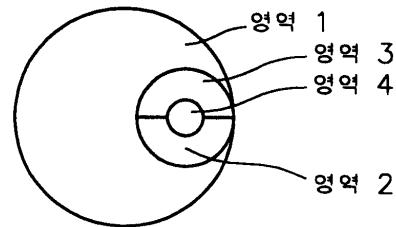
도면2



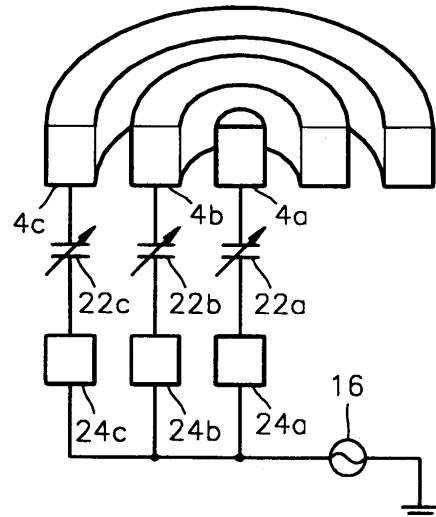
도면3



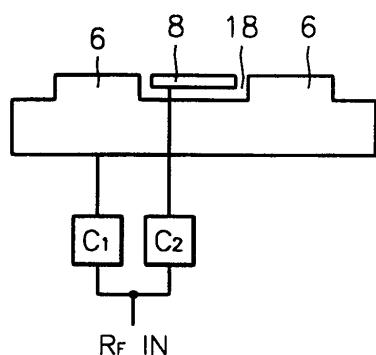
도면4



도면5



도면6



도면7

