



등록특허 10-2618643



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년12월26일
(11) 등록번호 10-2618643
(24) 등록일자 2023년12월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01J 37/32724 (2013.01)
H01J 37/32174 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0083886

(22) 출원일자 2018년07월19일
심사청구일자 2021년07월19일

(65) 공개번호 10-2019-0013510

(43) 공개일자 2019년02월11일

(30) 우선권주장
62/539,065 2017년07월31일 미국
16/017,357 2018년06월25일 미국

(56) 선행기술조사문현

(73) 특허권자
램 리씨처 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이
4650

(72) 발명자
자파리안-테라니, 사에드 자페
미국, 캘리포니아주 94536, 프레몬트, 에머슨 코트 791

휘네겐, 케니스 월터
미국, 캘리포니아주 94087, 서니베일, 마틴 애비뉴 1663
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인인벤팅크

전체 청구항 수 : 총 11 항

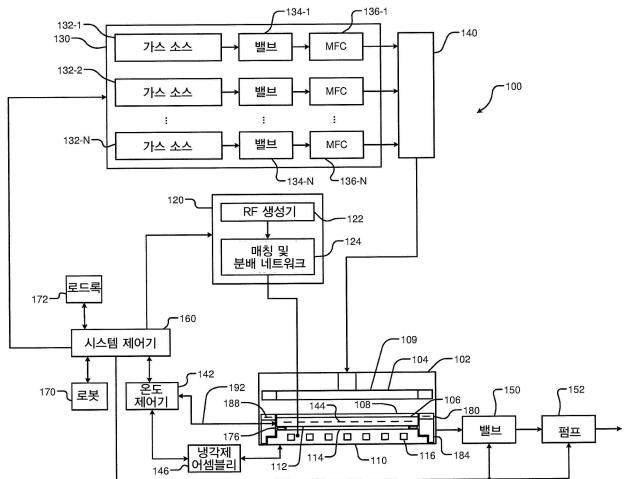
심사관 : 박정근

(54) 발명의 명칭 RF 분위기에서 가열된 캐포너트들을 위한 고저력 케이블

(57) 요약

기판 지지부는 에지 링, 하나 이상의 가열 엘리먼트들, 및 전력 소스로부터의 전력을 에지 링 및 하나 이상의 가열 엘리먼트들로 제공하도록 구성된 케이블을 포함한다. 케이블은 에지 링에 연결된 제 1 복수의 와이어들, 하나 이상의 가열 엘리먼트들에 연결된 제 2 복수의 와이어들, 필터 모듈 및 분리 디바이스를 포함하고, 제 1 복수의 와이어들 및 제 2 복수의 와이어들은 필터 모듈 내에서 함께 트위스트된다. 분리 디바이스는 제 1 복수의 와이어들에 연결되고 필터 모듈과 에지 링 사이에 배치된다. 분리 디바이스는 에지 링 및 하나 이상의 가열 엘리먼트들의 동작 동안 생성된 공진 주파수를 보상하도록 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01J 37/32577 (2013.01)

H01J 37/32623 (2013.01)

(72) 발명자

오브라이언, 션

미국, 캘리포니아주 95133, 산 호세, 라이퍼리언
코트 2539

통, 벤슨 큐.

미국, 캘리포니아주 95111, 산 호세, 아다지오 웨
이 685

(56) 선행기술조사문헌

US20150373783 A1*

US20120032756 A1*

US20170069464 A1*

US20080174387 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기판 지지부는

에지 링;

상기 에지 링 내에 배치된 가열 엘리먼트;

세라믹 층;

상기 세라믹 층 내에 배치된 적어도 하나의 가열 엘리먼트; 및

전력 소스로부터의 전력을 상기 에지 링 내의 상기 가열 엘리먼트 및 상기 세라믹층 내의 상기 적어도 하나의 가열 엘리먼트로 제공하도록 구성된 케이블을 포함하고,

상기 케이블은,

상기 에지 링 내의 상기 가열 엘리먼트에 연결된 제 1 복수의 와이어들;

상기 세라믹 층 내에 배치된 상기 적어도 하나의 가열 엘리먼트에 연결된 제 2 복수의 와이어들;

필터 모듈; 및

상기 필터 모듈과 상기 에지 링 내의 상기 가열 엘리먼트 사이의 상기 제 1 복수의 와이어들에만 연결된 분리 디바이스를 포함하고,

상기 제 1 복수의 와이어들은 상기 에지 링 내의 상기 가열 엘리먼트에 전력을 공급하도록 구성된 한 쌍의 와이어들을 포함하고,

상기 제 1 복수의 와이어들 및 상기 제 2 복수의 와이어들은 상기 필터 모듈 내에서 함께 트위스트되고,

상기 분리 디바이스는 상기 에지 링 내의 상기 가열 엘리먼트 및 상기 세라믹 층 내의 상기 적어도 하나의 가열 엘리먼트에 의해 생성된 공진을 보상하도록 구성되고,

상기 분리 디바이스는 인덕터를 포함하고, 상기 인덕터는 인덕터 코어 둘레에 형성되고, 상기 인덕터 코어는 유전체 코어인, 기판 지지부.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 와이어들은 복수의 와이어들의 쌍을 포함하고, 와이어들의 쌍 각각은 상기 하나 이상의 가열 엘리먼트들의 각각의 가열 엘리먼트로 전력을 제공하도록 구성되는, 기판 지지부.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 분리 디바이스는 공진 주파수를 상쇄함으로써, 상기 공진의 상기 공진 주파수를 보상하도록 구성되는, 기판 지지부.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 분리 디바이스는 상기 기판 지지부에 제공된 RF (radio frequency) 전력의 하나 이상의 동작 주파수들에 대해 공진 주파수를 시프트함으로써, 상기 공진의 상기 공진 주파수를 보상하도록 구성되는, 기판 지지부.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 분리 디바이스는 공진 주파수에 따라 선택되는 임피던스를 가짐으로써, 상기 공진의 상기 공진 주파수를 보상하도록 구성되는, 기판 지지부.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 분리 디바이스는 변압기를 포함하는, 기판 지지부.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 분리 디바이스는 페라이트 비드 및 페라이트 비드 재료 중 적어도 하나를 포함하는, 기판 지지부.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 필터 모듈 내에 필터링 인더터를 형성하도록 상기 제 1 복수의 와이어들 및 상기 제 2 복수의 와이어들은 함께 트위스트되고 코어 둘레에 감기는, 기판 지지부.

청구항 17

기판 지지부를 위한 케이블 및 필터 시스템에 있어서,

상기 케이블 및 필터 시스템은,

상기 기판 지지부로 전력을 제공하기 위해 전력 소스에 연결하도록 구성된 커넥터;

상기 기판 지지부의 에지 링 내에 배치된 가열 엘리먼트에 전력을 제공하도록 구성된 제 1 복수의 와이어들;

상기 기판 지지부의 세라믹 층 내에 배치된 적어도 하나의 가열 엘리먼트로 전력을 제공하도록 구성된 제 2 복수의 와이어들;

필터 모듈; 및

상기 필터 모듈과 상기 에지 링 내의 상기 기판 지지부의 가열 엘리먼트 사이의 상기 제 1 복수의 와이어들에만 연결된 분리 디바이스를 포함하고,

상기 제 1 복수의 와이어들은 상기 에지 링 내의 상기 기판 지지부의 가열 엘리먼트에 전력을 공급하도록 구성된 한 쌍의 와이어들을 포함하고,

상기 제 1 복수의 와이어들 및 상기 제 2 복수의 와이어들은 상기 필터 모듈 내에서 함께 트위스트되고, 그리고 상기 분리 디바이스는 상기 에지 링 내의 상기 기판 지지부의 가열 엘리먼트 및 상기 세라믹 층 내의 상기 적어도 하나의 가열 엘리먼트에 의해 생성된 공진을 보상하도록 구성되고,

상기 분리 디바이스는 인덕터를 포함하고, 상기 인덕터는 인덕터 코어 둘레에 형성되고, 상기 인덕터 코어는 유전체 코어인, 케이블 및 필터 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 분리 디바이스는 변압기를 포함하는, 케이블 및 필터 시스템.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 와이어들 및 상기 제 2 복수의 와이어들은 상기 필터 모듈 내 필터링 인덕터의 코어 둘레에 함께 트위스트되는, 케이블 및 필터 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 기판 프로세싱 시스템 내에서 가열된 컴포넌트들을 위한 전력 케이블에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 명세서에 제공된 배경기술 설명은 일반적으로 본 개시의 맥락을 제공하기 위한 것이다. 본 발명자들의 성과로서 본 배경기술 섹션에 기술되는 정도의 성과 및 출원시 종래 기술로서 인정되지 않을 수도 있는 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0003] 기판 프로세싱 시스템들은 반도체 웨이퍼들과 같은 기판들을 처리하도록 사용될 수도 있다. 기판 상에서 수행될 수도 있는 예시적인 프로세스들은 이로 제한되는 것은 아니지만, CVD (chemical vapor deposition), ALD (atomic layer deposition), 유전체 에칭, 및/또는 다른 에칭, 증착, 또는 세정 프로세스들을 포함한다. 기판은 기판 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버 내에서 폐데스탈, ESC (electrostatic chuck), 등과 같은 기판 지지부 상에 배치될 수도 있다. 에칭 동안, 하나 이상의 전구체들을 포함하는 가스 혼합물들이 프로세싱 챔버 내로 도입될 수도 있고 플라즈마는 화학 반응들을 개시하도록 사용될 수도 있다.

[0004] 기판 지지부는 웨이퍼를 지지하도록 배치된 세라믹 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 웨이퍼는 프로세싱 동안 세라믹 층에 클램프될 수도 있다. 기판 지지부는 기판 지지부의 (예를 들어, 외부 그리고/또는 주변부에 인접한) 외측 부분 둘레에 배치된 에지 링을 포함할 수도 있다. 에지 링은 기판 위의 볼륨으로 플라즈마를 한정하고, 플라즈마, 등에 의해 유발된 부식으로부터 기판 지지부를 보호하도록 제공될 수도 있다.

발명의 내용

[0005] 기판 지지부는 에지 링, 하나 이상의 가열 엘리먼트들, 및 전력 소스로부터의 전력을 에지 링 및 하나 이상의

가열 엘리먼트들로 제공하도록 구성된 케이블을 포함한다. 케이블은, 에지 링에 연결된 제 1 복수의 와이어들; 하나 이상의 가열 엘리먼트들에 연결된 제 2 복수의 와이어들; 필터 모듈로서, 제 1 복수의 와이어들 및 제 2 복수의 와이어들은 필터 모듈 내에서 함께 트위스트되는 필터 모듈; 및 분리 디바이스를 포함한다. 분리 디바이스는 제 1 복수의 와이어들에 연결되고 필터 모듈과 에지 링 사이에 배치된다. 분리 디바이스는 에지 링 및 하나 이상의 가열 엘리먼트들의 동작 동안 생성된 공진 주파수를 보상하도록 구성된다.

[0006] 다른 특징들에서, 제 2 복수의 와이어들은 복수의 와이어들의 쌍을 포함하고, 와이어들의 쌍 각각은 하나 이상의 가열 엘리먼트들의 각각의 가열 엘리먼트로 전력을 제공하도록 구성된다. 제 1 복수의 와이어들은 에지 링에 전력을 제공하도록 구성된 한 쌍의 와이어들을 포함한다. 기판 지지부는 세라믹 층을 더 포함한다. 하나 이상의 가열 엘리먼트들은 세라믹 층 내에 배치된다.

[0007] 다른 특징들에서, 분리 디바이스는 공진 주파수를 상쇄함으로써 공진 주파수를 보상하도록 구성된다. 분리 디바이스는 기판 지지부에 제공된 RF (radio frequency) 전력의 하나 이상의 동작 주파수들에 대해 공진 주파수를 시프트함으로써 공진 주파수를 보상하도록 구성된다. 분리 디바이스는 공진 주파수에 따라 선택되는 임피던스를 가짐으로써 공진 주파수를 보상하도록 구성된다.

[0008] 다른 특징들에서, 분리 디바이스는 인덕터를 포함한다. 인덕터는 에어-운드 (air wound) 이다. 인덕터는 인덕터 코어 둘레에 형성된다. 인덕터 코어는 유전체 코어이다. 인덕터 코어는 도전성이다. 인덕터 코어는 페라이트 (ferrite) 및 철 중 하나이다. 분리 디바이스는 변압기를 포함한다. 분리 디바이스는 페라이트 비드 및 페라이트 비드 재료 중 적어도 하나를 포함한다. 필터 모듈 내에 인덕터를 형성하도록 제 1 복수의 와이어들 및 제 2 복수의 와이어들은 함께 트위스트되고 감긴다.

[0009] 기판 지지부용 케이블 및 필터 시스템은 기판 지지부로 전력을 제공하기 위해 전력 소스에 연결하도록 구성된 커넥터; 기판 지지부의 에지 링에 전력을 제공하도록 구성된 제 1 복수의 와이어들; 기판 지지부의 하나 이상의 가열 엘리먼트들로 전력을 제공하도록 구성된 제 2 복수의 와이어들; 필터 모듈 및 분리 디바이스를 포함한다. 제 1 복수의 와이어들 및 제 2 복수의 와이어들은 필터 모듈 내에서 함께 트위스트된다. 분리 디바이스는 제 1 복수의 와이어들에 연결되고 필터 모듈 외부에 있다. 분리 디바이스는 에지 링 및 하나 이상의 가열 엘리먼트들의 동작 동안 생성된 공진 주파수를 보상하도록 구성된다.

[0010] 다른 특징들에서, 분리 디바이스는 인덕터 및 변압기 중 적어도 하나를 포함한다. 제 1 복수의 와이어들 및 제 2 복수의 와이어들은 필터 모듈 내 인덕터 코어 둘레에 함께 트위스트된다.

[0011] 본 개시의 추가 적용가능 영역들은 상세한 기술, 청구항들 및 도면들로부터 명백해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시를 목적으로 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않았다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.

도 1은 본 개시에 따른 예시적인 프로세싱 챔버의 기능적 블록도이다.

도 2는 본 개시에 따른 케이블 및 필터 시스템을 포함하는 예시적인 기판 지지부를 도시한다.

도 3은 본 개시에 따른 케이블 및 필터 시스템의 예시적인 회로 개략도이다.

도 4a는 본 개시에 따른 예시적인 케이블이다.

도 4b는 도 4a의 케이블의 단순화된 개략도이다.

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

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 관련 출원들에 대한 교차 참조

[0014] 본 출원은 2017년 7월 31일 출원된 미국 특허 출원 번호 제 62/539,065 호의 이점을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 참조로서 본 명세서에 인용된다.

[0015] 기판 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버는 이로 제한되는 것은 아니지만, 전극 (예를 들어, 기판 지지부의 세라믹 층 또는 다른 가열된 층) 기판 지지부의 에지 링, 등을 포함하는 가열된 컴포넌트를 포함할 수도 있다. 프

로세싱 챔버와 같은, RF (radio frequency) 플라즈마 분위기는 가열된 전극 및/또는 에지 링으로 DC (direct current) 또는 저주파수 (예를 들어, 47 Hz 내지 400 Hz) 전력을 제공하기 위한 하나 이상의 고전력 케이블 및 필터 시스템들을 포함할 수도 있다. 단지 예를 들면, 전달된 전력은 1 W 내지 수 kW (예를 들어, 8 kW) 범위일 수도 있다.

[0016] 일부 예들에서, 2 이상의 컴포넌트들 (예를 들어, 전극 및 에지 링 둘다) 이 가열된다. 예를 들어, 가열 엘리먼트들은 전극 및/또는 에지 링 내에 집적될 수도 있다. 전력은 에지 링 및 전극의 가열 엘리먼트들로 각각의 (즉, 복수의) 케이블 및 필터 시스템을 통해 공급된다. 복수의 케이블 및 필터 시스템들은 비용 및 제조 복잡성을 상승시키고 기판 지지부 내에서 보다 큰 공간을 점유한다.

[0017] RF 전력은 또한 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 생성하도록 기판 지지부의 도전성 베이스플레이트에 (예를 들어, RF 생성/전력 전달 시스템을 통해) 공급된다. 일부 예들에서, 각각의 전극 및 에지 링의 가열 엘리먼트들의 커플링 특성들은 RF 생성 시스템에 대해 각각의 임피던스들이 또한 유사하도록 유사할 수도 있다. 그러나, 전극 및 에지 링 가열 엘리먼트들은 임피던스 시프트를 유발하는, RF 생성 시스템의 동작 주파수들 근방에 국부 공진들을 유발할 수도 있다. 이러한 임피던스 시프트는 RF 생성 시스템의 동작을 악화시킬 수도 있다. 예를 들어, 임피던스 시프트는 플라즈마 생성으로부터 전력을 인출할 수도 있고, 15 내지 60 %만큼 예칭 레이트를 감소시킬 수도 있고, 웨이퍼 불균일도를 유발할 수도 있는, 등 한다.

[0018] 본 개시의 원리들에 따라 결합된 히터 및 필터 시스템은 기판 프로세싱 시스템 내 그리고 기판 프로세싱 시스템에서 가열된 전극 및 에지 링 둘레에 존재하는 임피던스들을 보상하도록 구성된다. 예를 들어, 케이블 전달 및 필터 시스템은 전극 및 에지 링 둘다의 가열 엘리먼트들로 전력을 전달하기 위해 공통 필터와 기판 지지부 사이에 제공된 단일 전력 전달 케이블을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 시스템은 에지 링에서 임피던스를 상승시키기 위해 RF 블록킹 또는 분리 디바이스 (예를 들어, 시스템의 다양한 임피던스들에 따라 선택된 값을 갖는 인덕터) 를 포함할 수도 있다. 이러한 방식으로, 저주파수 또는 DC 전력은 RF 생성 시스템을 간섭하지 않고 가열 엘리먼트들에 전력을 공급하도록 제공될 수도 있다.

[0019] 이제 도 1을 참조하면, 예시적인 기판 프로세싱 시스템 (100) 이 도시된다. 단지 예를 들면, 기판 프로세싱 시스템 (100) 은 RF 플라즈마 및/또는 다른 적합한 기판 프로세싱을 사용하여 예칭을 수행하기 위해 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템 (100) 은 기판 프로세싱 시스템 (100) 의 다른 컴포넌트들을 둘러싸고 RF 플라즈마를 담는 프로세싱 챔버 (102) 를 포함한다. 기판 프로세싱 챔버 (102) 는 상부 전극 (104) 및 ESC (electrostatic chuck) 와 같은 기판 지지부 (106) 를 포함한다. 동작 동안, 기판 (108) 이 기판 지지부 (106) 상에 배치된다. 특정한 기판 프로세싱 시스템 (100) 및 챔버 (102) 이 예로서 도시되지만, 본 개시의 원리들은 인시츄로 플라즈마를 생성하는 기판 프로세싱 시스템, 리모트 플라즈마 생성 및 (예를 들어, 플라즈마 튜브, 마이크로웨이브 튜브를 사용한) 전달, 등을 구현하는 기판 프로세싱 시스템과 같은, 다른 타입들의 기판 프로세싱 시스템들 및 챔버들에 적용될 수도 있다.

[0020] 단지 예를 들면, 상부 전극 (104) 은 프로세스 가스들을 도입하고 분배하는 샤큐헤드 (109) 와 같은 가스 분배 디바이스를 포함할 수도 있다. 샤큐헤드 (109) 는 프로세싱 챔버 (102) 의 상단 표면에 연결된 일 단부를 포함하는 스템 부분을 포함할 수도 있다. 베이스 부분은 일반적으로 실린더형이고, 프로세싱 챔버 (102) 의 상단 표면으로부터 이격되는 위치에 스템 부분의 반대편 단부로부터 외향으로 방사상으로 연장한다. 샤큐헤드 (109) 의 베이스 부분의 기판-대면 표면 또는 대면 플레이트는 프로세스 가스 또는 퍼지 가스가 흐르는 복수의 홀들을 포함한다. 대안적으로, 상부 전극 (104) 은 도전 플레이트를 포함할 수도 있고, 프로세스 가스들은 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다.

[0021] 기판 지지부 (106) 는 도전성 베이스플레이트 (110) 를 포함한다. 베이스플레이트 (110) 는 세라믹층 (112) 을 지지한다. 일부 예들에서, 세라믹층 (112) 은 세라믹 멀티-존 히팅 플레이트와 같은 히팅층을 포함할 수도 있다. 내열 층 (114) (예를 들어, 본딩층) 은 세라믹층 (112) 과 베이스플레이트 (110) 사이에 배치될 수도 있다. 베이스플레이트 (110) 는 베이스플레이트 (110) 를 통해 냉각제를 흘리기 위한 하나 이상의 냉각제 채널들 (116) 을 포함할 수도 있다. 베이스플레이트 (110), 내열 층 (114) 및 세라믹층 (112) 은 집합적으로 하부 전극으로 기능한다.

[0022] RF 생성 시스템 (120) 은 RF 전력 (예를 들어, 전압 소스, 전류 소스, 등으로서) 을 생성하고 상부 전극 (104) 및 하부 전극 (예를 들어, 기판 지지부 (106) 의 베이스플레이트 (110), 내열 층 (114) 및 세라믹층 (112)) 중 하나로 제공한다. 단지 예시를 목적으로, RF 생성 시스템 (120) 의 출력은 RF 전압으로서 본 명세서에서 기술될 것이다. 상부 전극 (104) 및 하부 전극 중 다른 하나는 DC 접지될 수도 있거나, AC 접지될 수도 있거나 풀

로팅할 수도 있다. 도시된 바와 같이, RF 생성 시스템 (120) 은 하부 전극에 대응하는 베이스플레이트 (110) 로 RF 전압을 제공한다. 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (120) 은 매칭 및 분배 네트워크 (124) 에 의해 상부 전극 (104) 또는 베이스플레이트 (110) 에 의해 피딩되는 RF 전압을 생성하는 RF 전압 생성기 (122) 를 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 플라즈마는 유도성으로 또는 리모트로 생성될 수도 있다. 예를 목적으로 도시되었지만, RF 생성 시스템 (120) 은 CCP (capacitively coupled plasma) 시스템에 대응하고, 본 개시의 원리들은 단지 예를 들면 TCP (transformer coupled plasma) 시스템들, CCP 캐소드 시스템들, 리모트 마이크로웨이브 플라즈마 생성 및 전달 시스템들, 등과 같은, 다른 적합한 시스템들로 구현될 수도 있다.

[0023] 가스 전달 시스템 (130) 은 하나 이상의 가스 소스들 (132-1, 132-2, … 및 132-N (집합적으로 가스 소스들 (132)) 을 포함하고, N은 0보다 큰 정수이다. 가스 소스들 (132) 은 하나 이상의 전구체들 및 이들의 혼합물들을 공급한다. 가스 소스들 (132) 은 또한 퍼지 가스를 공급할 수도 있다. 기화된 전구체가 또한 사용될 수도 있다. 가스 소스들 (132) 은 벨브들 (134-1, 134-2, … 및 134-N (집합적으로 벨브들 (134)) 및 질량 유량 제어기들 (mass flow controllers) (136-1, 136-2, … 및 136-N (집합적으로 질량 유량 제어기들 (136)) 에 의해 매니폴드 (140) 에 연결된다. 매니폴드 (140) 의 출력은 프로세싱 챔버 (102) 로 피드된다. 단지 예를 들면, 매니폴드 (140) 의 출력은 샤퍼헤드 (109) 로 피딩된다.

[0024] 온도 제어기 (142) 는 세라믹 층 (112) 에 배치된 복수의 TCE들 (thermal control elements) 과 같은 복수의 가열 엘리먼트들 (144) 에 연결될 수도 있다. 예를 들면, 가열 엘리먼트들 (144) 은 이로 제한되는 것은 아니지만, 멀티-존 가열 플레이트의 각각의 존들에 대응하는 매크로 가열 엘리먼트들 및/또는 멀티-존 가열 플레이트의 복수의 존들에 걸쳐 배치된 마이크로 가열 엘리먼트들의 어레이를 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (142) 는 기관 지지부 (106) 및 기관 (108) 의 온도를 제어하기 위해 복수의 가열 엘리먼트들 (144) 을 제어하도록 사용될 수도 있다. 예를 들면, 온도 제어기 (142) 는 전력 공급부에 대응할 수도 있고, 그리고/또는 가열 엘리먼트들 (144) 로 전력을 제공하기 위해 온도 제어기 (142) 외부의 전력 공급부 (미도시) 를 제어할 수도 있다.

[0025] 온도 제어기 (142) 는 채널들 (116) 을 통한 냉각제 플로우를 제어하도록 냉각제 어셈블리 (146) 와 연통할 수도 있다. 예를 들어, 냉각제 어셈블리 (146) 는 냉각제 펌프 및 저장부를 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (142) 는 기관 지지부 (106) 를 냉각하기 위해 채널들 (116) 을 통해 냉각제를 선택적으로 흘리도록 냉각제 어셈블리 (146) 를 동작시킨다.

[0026] 벨브 (150) 및 펌프 (152) 는 프로세싱 챔버 (102) 로부터 반응물질들을 배기하도록 사용될 수도 있다. 시스템 제어기 (160) 는 기관 프로세싱 시스템 (100) 의 컴포넌트들을 제어하도록 사용될 수도 있다. 로봇 (170) 은 기관 지지부 (106) 상으로 기관들을 전달하고 그리고 기관 지지부 (106) 로부터 기관들을 제거하도록 사용될 수도 있다. 예를 들어, 로봇 (170) 은 기관 지지부 (106) 와 로드록 (172) 사이에서 기관들을 이송할 수도 있다. 별도의 제어기로서 도시되지만, 온도 제어기 (142) 는 시스템 제어기 (160) 내에 구현될 수도 있다. 일부 예들에서, 보호 시일 (176) 이 세라믹층 (112) 과 베이스플레이트 (110) 사이의 본딩층 (114) 의 주변부 둘레에 제공될 수도 있다.

[0027] 기관 지지부 (106) 는 에지 링 (180) 을 포함한다. 에지 링 (180) 은 하단 링 (184) 에 의해 지지될 수도 있는, 상단 링에 대응할 수도 있다. 에지 링 (180) 은 하나 이상의 가열 엘리먼트들 (188) 을 포함할 수도 있다. 이에 따라, 온도 제어기 (142) 는 세라믹 층 (112) 의 가열 엘리먼트들 (144) 뿐만 아니라 에지 링 (180) 의 가열 엘리먼트들 (188) 둘 다로 전달된 전력을 제어할 수도 있다. 본 개시의 원리들에 따른 기관 프로세싱 시스템 (100) 에서, 온도 제어기 (142) 는 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이, (예를 들어, 도 1에 도시되지 않지만, 공통 필터 모듈, 및 전력 전달 케이블 (192) 을 포함하여) 공유된 케이블 및 필터 시스템을 통해 가열 엘리먼트들 (144 및 188) 로 전력을 제공한다.

[0028] 이제 도 2를 참조하면, 본 개시의 원리들에 따른 케이블 및 필터 시스템 (단순히 "케이블"로 지칭될 수도 있음) (204) 을 포함하는 단순화된 예시적인 기관 지지부 (200) 가 보다 상세히 도시된다. 기관 지지부 (200) 는 하나 이상의 가열 엘리먼트들 (216) 을 포함하는 도전성 베이스플레이트 (208) 및 세라믹 층 (212) (함께 하부 전극에 대응함). 에지 링 (220) 은 세라믹 층 (212) 을 둘러싸도록 배치되고 하나 이상의 가열 엘리먼트들 (224) 을 포함한다. 도시된 바와 같이, 세라믹 층 (212) 은 4 개의 가열 엘리먼트들 (216) (예를 들어, 복수의 동심 환형 존의 내측 존, 중간 내측 존, 중간 외측 존, 및 외측 존에 대응함) 을 포함하고 에지 링 (220) 은 가열 엘리먼트들 (224) 중 하나를 포함한다. 일부 예들에서, 베이스플레이트 (208) 는 절연 링 (226) 상에 배치될 수도 있다.

[0029] 케이블 및 필터 시스템 (204) 은 가열 엘리먼트 전력 소스 (228) 로부터 가열 엘리먼트들 (216 및 224) 로 전력

(예를 들어, DC 또는 저주파수 AC 전압)을 제공한다. 단지 예를 들면, 가열 엘리먼트 전력 소스 (228)는 도 1의 온도 제어기 (142)에 의해 제어된 전력 소스에 대응한다. 반대로, RF 전력 소스 (232)는 도전성 베이스 플레이트 (208)로 RF 전달 라인 (236) (예를 들어, 동축 와이어, RF 할로우 튜브 시스템, 등)을 통해 RF 전력을 제공한다. 예를 들어, RF 전력 소스 (232)는 도 1의 RF 생성 시스템 (120)에 대응한다. 일부 구성들에서, 케이블 (204), RF 전달 라인 (236), 가열 엘리먼트들 (216 및 224), 및/또는 기판 지지부 (200) 내 다른 컴포넌트들 간 근접도는 RF 전력의 전달을 간섭할 수도 있다. 예를 들어, 케이블 (204) 및 가열 엘리먼트들 (216 및 224)의 컴포넌트들은 RF 전력으로 하여금 베이스플레이트 (208)로부터 인출되게 하는, 베이스 플레이트 (208)에 제공된 RF 전력의 동작 주파수들 근방에 국부적인 공진을 유발할 수도 있다. 이에 따라, 본 개시에 따른 케이블 (204)은 이들 국부적인 공진들을 보상하여 RF 전력 손실을 최소화하도록 다양한 피쳐들을 구현한다.

[0030] 케이블 및 필터 시스템 (204)은 필터 모듈 (240) 및 가열 엘리먼트들 (216 및 224)로 전력을 제공하기 위한 복수의 (예를 들어, 10 개) 와이어들 (244)을 포함한다. 예를 들어, 복수의 와이어들 (244)은 에지 링 (220)의 가열 엘리먼트 (224)로 전력을 제공하기 위한 한 쌍의 와이어들 (248) 및 세라믹 층 (212)의 가열 엘리먼트들 (216)로 전력을 제공하기 위한 4 쌍의 와이어들 (252)을 포함한다. 복수의 와이어들 (244)은 가열 엘리먼트 전력 소스 (228)로부터 필터 모듈 (240)로 그리고 내측 (예를 들어, 기판 지지부 (200)의 외측으로부터 기판 지지부 (200)의 내부 (258)로) 케이블 (204)의 제 1 부분 (256)에서 함께 트위스트될 수도 있다. 일부 예들에서, 필터 모듈 (240)은 그 중에서, 인덕터 코어 둘레에 꼬인 (coiled) 함께 트위스트된 와이어들 (244)에 대응하는 주 필터링 인덕터를 포함한다. 예시적인 필터 시스템은 전체가 본 명세서에 인용된, 미국 특허 공개공보 제 2016/0028362 호에서 찾을 수 있다.

[0031] 기판 지지부 (200) 내에서, 와이어들 (248)의 단일 쌍은 기판 지지부 (200)를 통해 에지 링 (220)의 가열 엘리먼트 (224)로 라우팅되도록 4 쌍의 와이어들 (252)로부터 분리 (즉, 트위스트된 복수의 와이어들 (244)로부터 제거) 된다. 반대로, 4 쌍의 와이어들 (252)은 기판 지지부 (200)를 통해 세라믹 층 (212)의 가열 엘리먼트들 (216)로 라우팅된다. 본 개시의 원리들에 따른 케이블 및 필터 시스템 (204)에서, 분리된, 단일 쌍의 와이어들 (248)은 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이, 주파수 분리 또는 상쇄 디바이스 (260)를 구현한다.

[0032] 이제 도 3을 참조하여 그리고 계속해서 도 2를 참조하면, 본 개시에 따른 케이블 및 필터 시스템 (204)의 예시적인 회로 개략도 (300)가 도시된다. 일 예로서, 국부적인 공진 주파수들이 회로 루프들 (304와 308) 사이에서 생성될 수도 있다. 예를 들어, 국부적인 공진 주파수들은 부분적으로 에지 링 (220)의 가열 엘리먼트들 (224)과 베이스플레이트 (208) 사이, 등에 커플링함으로써 유발될 수도 있다 (예를 들어, 다양한 커패시턴스들 (312)로 나타낸 바와 같이 베이스플레이트 (208)와 다른 구조체들 사이의 커패시턴스 커플링으로 인해). 이에 따라, 주파수 분리 디바이스 (260)는 베이스플레이트 (208)로 전달된 목표된 RF 전력을 보존하도록 생성된 공진 주파수들을 보상 (예를 들어, 상쇄, 분리, 블록, 등) 하도록 제공된다.

[0033] (도시된 바와 같은) 일 예에서, 주파수 분리 디바이스 (260)가 인덕터 (316)에 대응한다. 예를 들어, 분리된, 단일 쌍의 와이어들 (248)은 함께 트위스트되고 인덕터 코어 둘레에 꼬이고, 에어-운드 (air wound), 등 될 수도 있다. 인덕터 코어는 유전체, 도전성, 자성 (페라이트, 페라이트 비드, 철), 등일 수도 있다. 이 예에서, 주파수 분리 디바이스 (260)의 임피던스는 생성된 공진 주파수에 따라 선택된다 (예를 들어, 목표된 임피던스를 달성하도록 인덕터 (316)의 인덕턴스 값을 선택함으로써). 즉, 주파수 분리 디바이스 (260)의 임피던스는 생성된 공진 주파수를 보상하도록 선택된다 (예를 들어, 공진 주파수를 상쇄함으로써, RF 전력의 동작 주파수에 대해 상이한 대역으로 공진 주파수로 시프트함으로써, 등에 의해). 예를 들어, 임피던스는 커패시턴스들 (312), 에지 링 (220)의 인덕턴스, 루프들 (304 및 308) 내 와이어들의 인덕턴스들 (예를 들어, 와이어들 (248) 및 기판 지지부 (200) 내 와이어들 (248)에 가장 가까운 와이어들 (252) 중 선택된 와이어들의 인덕턴스들), 필터 모듈 (240)의 주 인덕터 (320)의 인덕턴스, 등에 따라 선택될 수도 있다.

[0034] 인덕터 (316)로서 예에서 상기 기술되었지만, 주파수 분리 디바이스 (260)의 다른 구현예들이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 주파수 분리 디바이스 (260)는 T 네트워크, 부가적인 인덕터들, 인덕터/커패시터 회로, 변압기/인덕터 회로, 등을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 에지 링 (220)의 커패시턴스가 상승될 수도 있다. 이에 따라, 상기 예에서, 인덕터 (316)의 인덕턴스 값은 생성된 공진 주파수를 보상하기 위해 주파수 분리 디바이스 (260)의 목표된 임피던스에 따라 선택될 수도 있지만, 다른 예들에서, 주파수 분리 디바이스 (260)의 다른 특성들 (예를 들어, T 네트워크의 레지스턴스들, 변압기 특성들, 인덕턴스 및/또는 커패시턴스 값들, 등)

이 목표된 임피던스를 달성하도록 선택될 수도 있다.

[0035] 이제 도 4a를 참조하면, 도 2 및 도 3의 케이블 및 필터 시스템 (204)에 대응하는 예시적인 케이블 (400)이 도시된다. 케이블 (400)은 도 4b에 개략적으로 도시된다. 이 예에서, 케이블 (400)은 10 개의 와이어들 (예를 들어, 2 개의 와이어들 (404-1)은 예지 링의 가열 엘리먼트에 전력을 제공하도록 구성되고 8 개의 와이어들 (404-2)은 기판 지지부의 가열 엘리먼트들로 전력을 제공하도록 구성되고, 집합적으로 와이어들 (404)로 지칭됨)을 포함한다. 케이블 (400)은 기판 지지부 외부의 전력 소스 (예를 들어, 가열 엘리먼트 전력 소스 (228))에 연결하도록 구성된 커넥터 (408)를 포함한다. 케이블 (400)의 제 1 부분 (412)은 필터 모듈 (416)을 포함한다. 와이어들 (404)은 필터 모듈 (416) 내에서 함께 트위스트된다. 예를 들어, 와이어들 (404)은 코어 (예를 들어, 인덕터 코어, 유리 섬유 코어, 등) 둘레에 동축 방식으로 함께 트위스트된다.

[0036] 케이블 (400)의 제 2 부분 (420)에서, 와이어들 (404-1)은 와이어들 (404-2)로부터 분리되고 분리 디바이스 (424)에 연결된다. 분리 디바이스 (424)는 도 2 및 도 3에서 상기 기술된 바와 같이 공진 주파수들을 보상하도록 구성된 구조체 (예를 들어, 하나 이상의 인덕터들, T 네트워크, 인덕터/커패시터 회로, 변압기/인덕터 회로, 등)를 포함한다. 와이어들 (404) 각각의 단부들은 기판 지지부의 각각의 가열 엘리먼트들의 말단부들에 와이어들 (404)를 연결하도록 구성된 핀들 (428)을 포함할 수도 있다. 케이블 (400)의 부분들은 하나 이상의 절연 층들 (432)을 포함할 수도 있다.

[0037] 전술한 기술은 본질적으로 단순히 예시적이고 어떠한 방법으로도 개시, 이들의 애플리케이션 또는 용도들을 제한하도록 의도되지 않는다. 개시의 광범위한 교시가 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시는 특정한 예들을 포함하지만, 다른 수정 사항들이 도면들, 명세서, 및 이하의 청구항들을 연구함으로써 명백해질 것이기 때문에, 본 개시의 진정한 범위는 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법 내의 하나 이상의 단계들이 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시예들 각각이 특정한 피처들을 갖는 것으로 상기에 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시예에 대하여 기술된 임의의 하나 이상의 이를 피처들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시예들의 피처들로 및/또는 임의의 다른 실시예들의 피처들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시예들의 또 다른 실시예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0038] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간)의 공간적 및 기능적 관계들은, "연결된 (connected)", "인케이지된 (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 엘리먼트가 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 명세서에서 논의된 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 의미하도록 해석되지 않아야 한다.

[0039] 일부 구현예들에서, 제어기는 상술한 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부일 수 있다. 이러한 시스템들은, 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱용 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 전자장치에 통합될 수도 있다. 전자장치들은 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부분들을 제어할 수도 있는 "제어기"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정사항들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정사항들, 전공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴들 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그램될 수도 있다.

[0040] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 세정 동작들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하는 등을 하는 다양한 집적 회로들, 로직, 메모리, 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 집적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어

의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP), ASIC (application specific integrated circuit) 으로서 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 실행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정사항들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기로 또는 시스템으로 전달되는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 충들, 재료들, 금속들, 산화물들, 실리콘, 이산화 실리콘, 표면들, 회로들, 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어에 의해 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

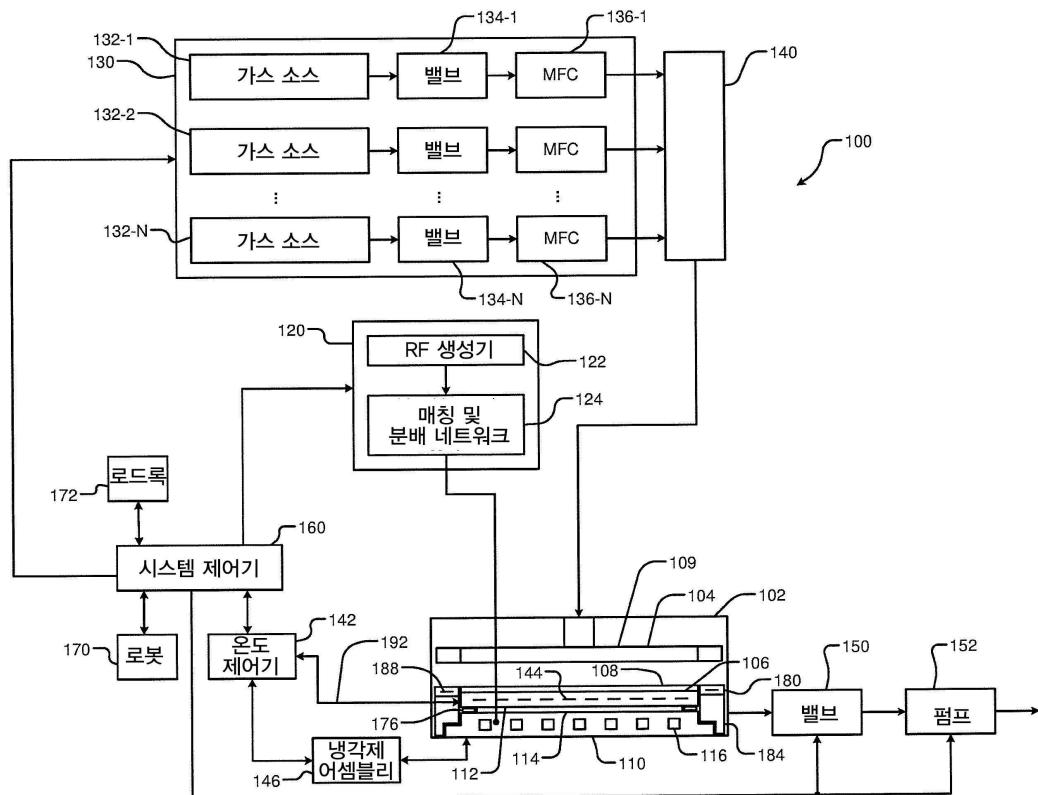
[0041] 제어기는, 일부 구현예들에서, 시스템에 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 이와 달리 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합으로 될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하고, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하고, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하고, 또는 새로운 프로세스를 시작하기 위해서 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버) 는 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는 네트워크를 통해서 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있다. 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정사항들의 입력 또는 프로그래밍을 인에이블하는 사용자 인터페이스를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 제어기는 하나 이상의 동작들 동안에 수행될 프로세스 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정한, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 이 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이싱하도록 구성된 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 상술한 바와 같이, 제어기는 예를 들어 서로 네트워킹되어서 함께 공통 목적을 위해서, 예를 들어 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들을 위해서 협력하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는, (예를 들어, 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 수 있다.

[0042] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 애칭 챔버 또는 모듈, 중착 챔버 또는 모듈, 스피-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 애칭 챔버 또는 모듈, PVD (physical vapor deposition) 챔버 또는 모듈, CVD (chemical vapor deposition) 챔버 또는 모듈, ALD (atomic layer deposition) 챔버 또는 모듈, ALE (atomic layer etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈, 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

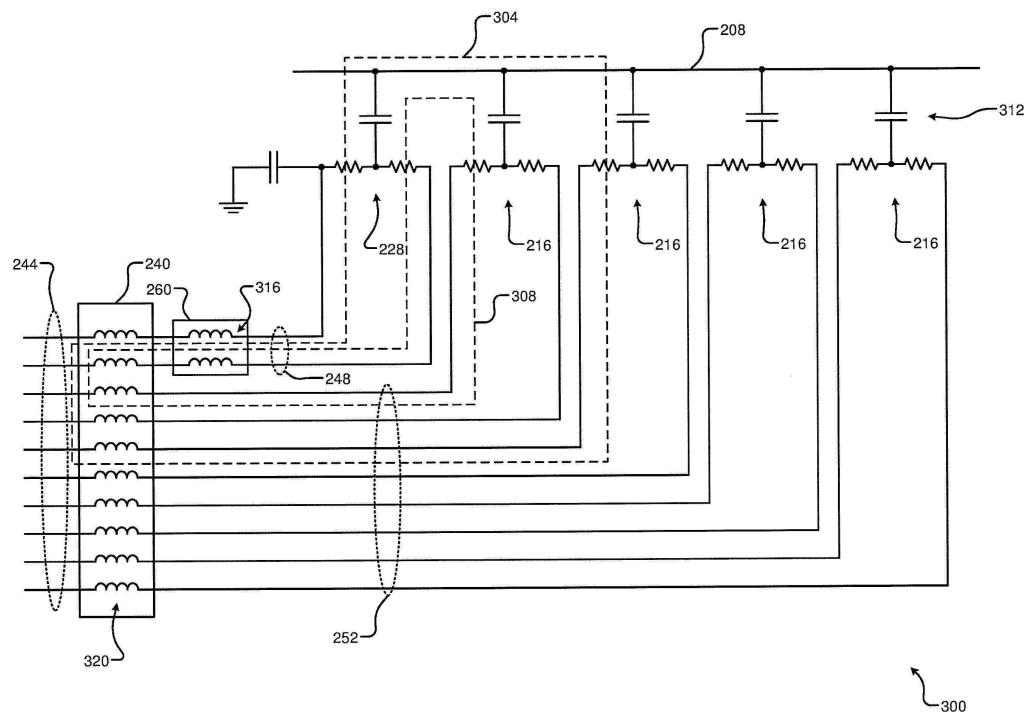
[0043] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

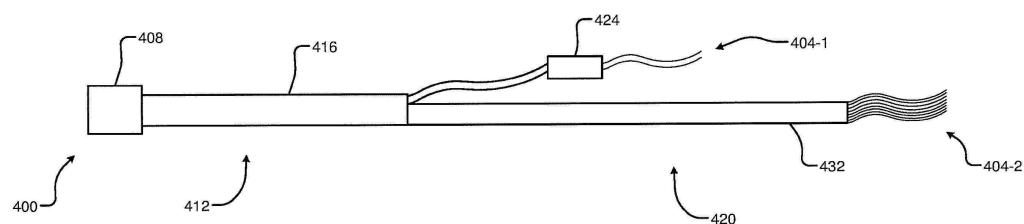
도면1



도면3



도면4a



도면4b

