



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년10월23일  
(11) 등록번호 10-0865054  
(24) 등록일자 2008년10월17일

(51) Int. Cl.  
H01J 37/32 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2002-7017759  
(22) 출원일자 2002년12월27일  
심사청구일자 2006년06월08일  
번역문제출일자 2002년12월27일  
(65) 공개번호 10-2003-0015295  
(43) 공개일자 2003년02월20일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2001/018623  
국제출원일자 2001년06월08일  
(87) 국제공개번호 WO 2002/03415  
국제공개일자 2002년01월10일  
(30) 우선권주장  
09/607,599 2000년06월30일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
EP0792947  
US5980687

(73) 특허권자  
램 리써치 코퍼레이션  
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650  
(72) 발명자  
교초, 리처드에이.  
미국, 캘리포니아94556, 플레전튼, 라퍼레인4990  
스테거, 로버트제이.  
미국, 캘리포니아94024,  
로스알토스, 홈스테드코트#307,2240  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 29 항

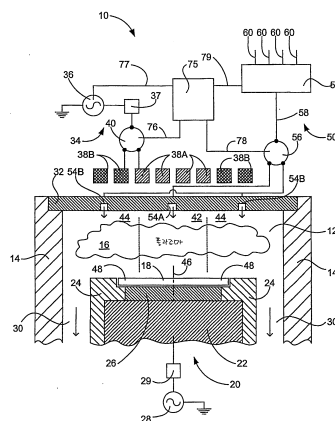
심사관 : 김성훈

(54) 스위칭 방식 균일성 제어

(57) 요약

공정 챔버 내에 구성요소를 분배시키기 위한 구성요소 전달 메커니즘이 개시된다. 구성요소는 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하기 위해 사용된다. 구성요소 전달 메커니즘은 공정 챔버의 요망 영역에 구성요소를 출력하기 위한 복수의 구성요소 출력을 포함한다. 구성요소 전달 메커니즘은 복수의 구성요소 출력에 연결되는 공간 분배 스위치를 또한 포함한다. 공간 분배 스위치는 복수의 구성요소 출력 중 하나 이상에 상기 구성요소를 전달하도록 배열된다. 구성요소 전달 메커니즘은 공간 분배 스위치에 연결된 단일 구성요소 소스를 또한 포함한다. 단일 구성요소 소스는 공간 분배 스위치에 상기 구성요소를 공급하기 위해 배열된다.

대표도 - 도1



(81) 지정국

국내특허 : 아랍에미리트, 안티구와바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리즈, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 남아프리카

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 우간다, 짐바브웨

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

공정 챔버 내에, 상기 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하는 데 사용되는 구성요소를 분배시키기 위한 구성요소 전달 장치로서,

상기 구성요소 전달 장치는,

상기 공정 챔버의 원하는 영역에 상기 구성요소를 출력하기 위한 복수의 구성요소 출력 수단으로서, 상기 공정 챔버의 제 1 영역으로 상기 구성요소를 출력하도록 배열되는 제 1 구성요소 출력 수단, 및 상기 공정 챔버의 제 2 영역으로 상기 구성요소를 출력하도록 배열되는 제 2 구성요소 출력 수단을 적어도 포함하는, 복수의 구성요소 출력 수단; 및

상기 복수의 구성요소 출력 수단에 상기 구성요소를 공급하게 하기 위해 배열되는 공간 분배 스위치로서, 상기 구성요소를 상기 제 1 구성요소 출력 수단으로 공급하게 하는 제 1 상태, 및 상기 제 2 구성요소 출력 수단으로 상기 구성요소를 공급하게 하는 제 2 상태를 가지고, 공정 중에 상기 공정 챔버 내에서 상기 구성요소를 공간적으로 분배시키기 위해 상태들 사이의 시간 조정을 수행하도록 배열되는, 공간 분배 스위치를 포함하는, 구성요소 전달 장치.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 공정 챔버의 상기 제 1 영역은 상기 작업 소재의 중앙부에 대응하고,

상기 공정 챔버의 상기 제 2 영역은 상기 작업 소재의 외측 부분에 대응하는, 구성요소 전달 장치.

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

공정 중 상기 공정 챔버 내의 상기 구성요소의 농도에 영향을 미치기 위해 소정의 시간 동안 하나의 상태에 머물도록 상기 공간 분배 스위치가 배열되는, 구성요소 전달 장치.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 구성요소는 기체성 소스 물질이고,

상기 제 1 및 제 2 구성요소 출력 수단은 상기 기체성 소스 물질을 상기 공정 챔버내로 분출하기 위한 제 1 및 제 2 기체 주입 포트에 대응하는, 구성요소 전달 장치.

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 공정 챔버의 상기 제 1 영역은 상기 작업 소재의 중앙부에 대응하고,

상기 공정 챔버의 상기 제 2 영역은 상기 작업 소재의 외측 부분에 대응하는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 기체 주입 포트와 상기 제 2 기체 주입 포트 사이에 상기 기체성 소스 물질을 공간적으로 분배시키기 위한 상태 사이에서 조정되도록 상기 공간 분배 스위치가 배열되어, 공정 중 상기 공정 챔버의 상기 제 1 및 제 2 영역 사이의 상기 기체성 소스 물질의 농도에 영향을 미치는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 구성요소는 에너지이고,

상기 제 1 및 제 2 구성요소 출력 수단은 상기 공정 챔버 내에 전기장을 생성하기 위한 제 1 및 제 2 전극 코일에 대응하는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 공정 챔버의 상기 제 1 영역은 상기 작업 소재의 중앙부에 대응하고,

상기 공정 챔버의 상기 제 2 영역은 상기 작업 소재의 외측 부분에 대응하는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극 코일 사이에 상기 에너지를 공간적으로 분배시키기 위한 상태들 사이에서 조정되도록 상기 공간 분배 스위치가 배열되어, 공정 중 상기 공정 챔버의 상기 제 1 및 제 2 영역 사이의 상기 전기장의 농도에 영향을 미치는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 작업 소재는 반도체 기판인, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 작업 소재를 균일하게 처리하도록 상기 공정 챔버 내 이온과 중성 입자들의 양에 영향을 미치도록, 상기 구성요소 전달 장치가 플라즈마 반응기에서 이용되는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 19

기관을 처리하기 위해 공간적으로 제어되는 플라즈마 반응기로서,

공정을 위해 플라즈마가 점화되고 유지되는 공정 챔버;

전력 전달 메커니즘; 및

기체 전달 메커니즘을 포함하고,

상기 전력 전달 메커니즘은,

상기 플라즈마를 점화하고 유지하기 위한 에너지를 발생시키기 위한 단일 전력원;

상기 전력원에 연결된 전극으로서, 상기 전극은 제 1 코일 및 제 2 코일을 가지며, 상기 제 1 코일은 상기 공정 챔버의 제 1 전력 영역에 전기장을 생성시키도록 배열되고, 상기 제 2 코일은 상기 공정 챔버의 제 2 전력 영역에 전기장을 생성시키도록 배열되는, 전극; 및

상기 전극의 제 1 및 제 2 코일과 상기 전력원 사이에 배치되어, 상기 제 1 코일 및 제 2 코일 사이에 상기 전력원의 에너지를 공급하게 하는 전력 분배 스위치를 포함하고,

상기 기체 전달 메커니즘은,

상기 플라즈마를 형성하여 상기 기관을 처리하기 위해, 일부분 사용되는 공정 기체를 발생시키기 위한 단일 기체 소스;

상기 공정 챔버의 제 1 기체 영역내로 상기 공정 기체를 분출하기 위해 배열되고, 상기 기체 소스에 연결된 제 1 기체 주입 포트;

상기 공정 챔버의 제 2 기체 영역에 상기 공정 기체를 분출하기 위해 배열되고, 상기 기체 소스에 연결된 제 2 기체 주입 포트; 및

상기 제 1 및 제 2 기체 주입 포트 사이에 상기 기체 소스의 상기 공정 기체를 공급하게 하기 위해 배열되고, 상기 기체 소스와 상기 제 1 및 제 2 기체 주입 포트 사이에 배치되는 기체 분배 스위치를 포함하는, 플라즈마 반응기.

## 청구항 20

공정 챔버 내에, 상기 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하는 데 사용되는 구성요소를 분배시키기 위한 구성요소 전달 장치로서,

상기 구성요소를 공급하기 위한 구성요소 소스;

상기 구성요소 소스로부터 상기 구성요소를 수용하기 위한 단일 입력, 및 상기 구성요소를 방출하기 위해 적어도 제 1 출력과 제 2 출력을 가지는 공간 분배 스위치로서, 적어도 상기 제 1 출력을 통해 상기 구성요소를 공급하게 하는 제 1 상태, 및 상기 제 2 출력을 통해 상기 구성요소를 공급하게 하는 제 2 상태를 가지는, 공간 분배 스위치;

상기 공간 분배 스위치의 상기 제 1 출력에 연결되는 제 1 구성요소 출력 수단 및 상기 공간 분배 스위치의 상기 제 2 출력에 연결되는 제 2 구성요소 출력 수단으로서, 상기 제 1 구성요소 출력 수단은 상기 공정 챔버의 제 1 영역내로 상기 구성요소를 출력하도록 배열되고, 상기 제 2 구성요소 출력 수단은 상기 공정 챔버의 제 2 영역내로 상기 구성요소를 출력하도록 배열되는, 적어도 제 1 구성요소 출력 수단 및 제 2 구성요소 출력 수단; 및

상기 공정 챔버의 상기 제 1 및 제 2 영역 내 상기 구성요소의 농도에 영향을 미치도록 상기 공간 분배 스위치로써 시간 다중화를 수행하고, 적어도 상기 제 1 및 제 2 상태 사이에 상기 공간 분배 스위치를 공급하게 하도록 설정되는, 상기 공간 분배 스위치를 제어하기 위한 제어를 포함하는, 구성요소 전달 장치.

## 청구항 21

공정 레시피 (recipe) 의 플라즈마 형성 구성요소로 작업 소재를 처리하기 위한 방법으로서,

상기 작업 소재가 처리되는 공정 챔버를 제공하는 단계로서, 상기 공정 챔버는 제 1 처리 구역 및 제 2 처리 구역을 포함하고, 각각의 구역은 처리할 상기 작업 소재의 부분을 나타내는, 제공 단계;

상기 공정 챔버의 상기 제 2 처리 구역내로 상기 구성요소를 출력하지 않고, 상기 공정 챔버의 상기 제 1 처리 구역내로 상기 플라즈마 형성 구성요소를 출력하는 단계;

상기 공정 챔버의 상기 제 1 처리 구역내로 상기 플라즈마 형성 구성요소를 출력하지 않고, 상기 공정 챔버의 상기 제 2 처리 구역내로 상기 플라즈마 형성 구성요소를 출력하는 단계; 및

상기 공정 챔버 내에 플라즈마를 생성 또는 유지하면서, 상기 제 1 및 제 2 처리 구역 사이에 상기 플라즈마 형성 구성요소의 농도에 영향을 미치도록, 상기 제 1 처리 구역내로 상기 플라즈마 형성 구성요소를 출력하는 단계와 상기 제 2 처리 구역내로 상기 플라즈마 형성 구성요소를 출력하는 단계 사이에서 계속적으로 스위칭하는 단계를 포함하는, 작업 소재 처리 방법.

## 청구항 22

공정 챔버 내에, 상기 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하는 데 사용되는 구성요소를 선택적으로 분배시키기 위한 공간 분배 스위치로서,

단일 구성요소 소스로부터 상기 구성요소를 수용하기 위한 구성요소 입력; 및

상기 구성요소를 분배시키기 위한 복수의 구성요소 출력 수단을 구비하고,

상기 구성요소를 제 1 시간에 제 1 구성요소 출력 수단으로 공급하게 하고, 상기 구성요소를 제 2 시간에 제 2 구성요소 출력 수단으로 공급하게 하도록 시간 조정을 이용하는, 공간 분배 스위치.

## 청구항 23

제 7 항에 있어서,

상기 공간 분배 스위치에 상기 기체성 소스 물질을 공급하기 위한 단일 구성요소 기체 소스를 더 포함하는, 구성요소 전달 장치.

## 청구항 24

제 12 항에 있어서,

상기 공간 분배 스위치로 상기 에너지를 공급하기 위한 단일 구성요소 전력 소스를 더 포함하는, 구성요소 전달 장치.

## 청구항 25

제 20 항에 있어서,

상기 공정 챔버의 상기 제 1 영역은 상기 작업 소재의 중앙부에 대응하고,

상기 공정 챔버의 상기 제 2 영역은 상기 작업 소재의 외측 부분에 대응하는, 구성요소 전달 장치.

## 청구항 26

제 20 항에 있어서,

상기 구성요소는 에너지인, 구성요소 전달 장치.

## 청구항 27

제 20 항에 있어서,

상기 구성요소는 기체인, 구성요소 전달 장치.

## 청구항 28

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 구성요소 출력 수단은 상호 구별되어, 상기 공정 챔버로 상기 구성요소를 개별적으로 출력하는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 공간 분배 스위치는,

상기 구별되는 복수의 구성요소 출력 수단 사이에 상기 공급된 구성요소를 선택적으로 분배시키는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 공간 분배 스위치는,

주어진 시간에 상기 구별되는 구성요소 출력 수단 중의 오직 하나에 상기 구성요소를 분배시키는, 구성요소 전달 장치.

#### 청구항 31

제 22 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 구성요소 출력 수단은 상호 구별되어, 상기 공정 챔버 내로 상기 구성요소를 개별적으로 출력하는, 공간 분배 스위치.

#### 청구항 32

제 22 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 구성요소 출력 수단은,

상기 공정 챔버의 상이한 영역으로 상기 구성요소를 출력하는, 공간 분배 스위치.

#### 청구항 33

제 22 항에 있어서,

상기 제 2 시간은 상기 제 1 시간 직후인, 공간 분배 스위치.

#### 청구항 34

제 22 항에 있어서,

상기 공정 챔버 내로 출력되는 상기 구성요소는, 상기 공정 챔버 내에 플라즈마를 점화하고 유지하도록 설정되는 공정 레시피의 일부분인, 공간 분배 스위치.

#### 청구항 35

공정 챔버 내에, 상기 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하는 데 사용되는 플라즈마 형성 구성요소를 분배시키기 위한 플라즈마 형성 구성요소를 분배시키기 위한 구성요소 전달 장치로서,

상기 공정 챔버 내에서 플라즈마를 점화하고 유지시키기 위해, 상기 공정 챔버 내로 상기 플라즈마 형성 구성요소의 상기 분배를 제어하기 위한 공간 분배 스위치를 포함하고,

상기 공간 분배 스위치는,

상기 구성요소를 공급하기 위해 설정되는 구성요소 소스로부터 상기 구성요소를 수용하기 위한 입구, 및 상기 공정 챔버 내로 상기 구성요소를 직접적으로 출력하기 위해 설정되는 2 개 이상의 공간적으로 구별되는 구성요소 출력 수단으로 상기 구성요소를 개별적으로 전달하기 위한 2 개 이상의 구별되는 출구를 가지고,

상기 공정 챔버의 내부 영역 내로 직접적으로 상기 구성요소를 출력하기 위해 설정되는 제 1 구성요소 출력 수단으로 상기 구성요소를 전달하기 위한 제 1 출구, 및 상기 공정 챔버의 외부 영역 내로 직접적으로 상기 구성요소를 출력하기 위해 설정되는 제 2 구성요소 출력 수단으로 상기 구성요소를 전달하기 위한 제 2 출구를 포함

하고, 그리고

상기 공정 챔버의 상기 내부 및 외부 영역에 상기 구성요소의 농도에 영향을 미치도록, 시간 다중화를 통하여 상기 제 1 및 제 2 출구 사이에 상기 수용된 구성요소를 선택적으로 분배하도록 설정되는, 구성요소 전달 장치.

### 청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 입구는, 상기 구성요소를 출력하도록 설정되는 구성요소 소스에 연결될 수 있고,

상기 2 개의 구별되는 출구는, 상기 공정 챔버의 상이한 영역으로 상기 구성요소를 출력하기 위한 2 개의 구별되는 구성요소 출력 수단을 연결할 수 있는, 구성요소 전달 장치.

## 명세서

### 기술 분야

- <1> 본 발명은 플랫 패널 디스플레이 장치에 사용되는 글래스 패널이나 IC 제작에 사용되는 반도체 기판처럼 기판을 처리하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 특히 본 발명은 기판 표면 전체를 고도로 균일하게 처리할 수 있는 개선된 처리 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

- <2> 플랫 패널 디스플레이나 집적 회로같은 반도체 기반 제품 제작 중에, 다중 증착 및/또는 에칭 단계들이 기판 표면에 사용되어, 트랜지스터, 커패시터, 저항, 상호연결부와 같은 소자들을 형성한다. 증착 중에, 여러 물질의 일련의 층들이 기판 표면에 증착되어 적층구조를 형성한다. 예를 들어, 절연체, 전도체 및 반도체 층들이 기판 표면에 형성될 수도 있다. 역으로, 기판의, 특히 적층구조의 소정 영역의 물질을 선택적으로 제거하기 위해 에칭이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 바이어(via), 접점(contact) 또는 트렌치(trench)같은 에칭된 특징부들이 기판층에 형성될 수도 있다.
- <3> 에칭 및 증착 공정과 그 관련 반응기들에는 여러 다양한 종류가 있다. 예를 들어, 화학 증기 증착(CVD), 고온 화학 증기 증착 (thermal CVD), 플라즈마 강화 화학증기 증착(PECVD), 스퍼터링같은 물리적 증기 증착(PVD) 등을 포함한 증착 공정들과, 건식 에칭, 플라즈마 에칭, 반응성 이온 에칭(RIE), 자기 강화 반응성 이온 에칭(MERIE), 전자 사이클로트론 공명(ECR), 등을 포함한 에칭 공정들이 소개되고 여러 정도로 사용되어, 반도체 기판을 처리하고 디스플레이 패널을 처리한다.
- <4> 기판을 처리할 때, 기술자들이 사활을 걸고 개선시키려는 가장 중요한 매개변수 중 하나가 공정의 균일성이다. 예를 들어 에칭 환경에서, 에칭 균일성은 균일한 소자 성능(performance)과 소자 양품률의 중요한 결정자이고, 즉, 에칭 균일성이 높으면 결함없이 처리된 기판의 비율을 개선시키는 경향이 있고, 이는 제작자에게 저비용으로 다가온다. 여기서 사용되는 에칭 균일성이라는 표현은 에칭 속도, 마이크로로딩(microloading), 마스크 선택도, 하부층 선택도, 임계 치수 제어, 그리고 측벽 각도 및 조성 (roughness) 같은 프로파일 특성을 포함한 기판 표면간의 전체 에칭 공정의 균일성을 의미한다. 에칭이 매우 균일하다면, 기판의 여러 다른 점에서 에칭 속도가 같을 것이다. 이 경우에, 기판의 한 영역이 부적절하게 과에칭되고 다른 영역은 불충분하게 에칭되는 경우가 적을 것이다. 균일한 소자 성능 및 소자 양품률의 중요한 결정자라는 점에서 증착 균일도도 에칭 균일도와 유사하다.
- <5> 추가적으로, 여러 가지 응용에서 이 엄격한 처리 요건은 기판 처리 중 여러 다른 단계에서 모순될 수 있다. 이는 크게 다른 처리 요건으로 처리되어야만 하는 여러 층들의 존재 때문이다. 예를 들어, 원하는 성능을 얻기 위해 단일 기판을 처리하면서 전력, 온도, 압력, 기체 화학조성, 기체 흐름을 포함한 각각의 레시피 (recipe) 들이 크게 변하여야 한다. 더욱이, 공정들의 특성 때문에, 재료들이 주변 표면에, 즉, 챔버 벽에 누적될 수 있고, 그 결과 공정이 표류할 수 있다.
- <6> 공정 균일성에 추가하여, 반도체 산업에 또다른 주요 관심사가 존재한다. 제작자에게 중요한 관심사 중에는 가령, 처리 장비 소유 비용이 있으며, 가령, 시스템 구입 및 유지 비용, 수용할만한 수준의 공정 성능을 유지하는데 필요한 챔버 세척 빈도, 시스템 구성요소의 수명, 등이 여기에 포함된다. 따라서, 저렴한 비용으로 높은 수준의 처리공정을 행할 수 있는 이러한 방식으로 여러 다른 소유 비용과 공정 매개변수 사이에 올바른 균형을 유지할 수 있는 공정이 요망된다. 더욱이, 기판 위 특징부들이 점점 작아지고 처리공정의 요구사항은 점점 까다로



위지기 때문에, 저렴한 비용으로 높은 수준의 처리를 행하기 위한 새로운 방법 및 장치를 찾으려는 노력이 지속되고 있다.

<7> 앞서로부터, 기관 표면에 균일한 처리를 행하는 개선된 기술이 요망된다.

### 발명의 상세한 설명

<8> 발명은 한 실시예에서, 공정 챔버 내부에 구성요소를 분배시키는 구성요소 전달 메커니즘에 관한 것이다. 이 구성요소는 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하는 데 사용된다. 이 구성요소 전달 메커니즘은 공정 챔버의 요망 지역에 구성요소를 출력하기 위한 복수의 구성요소 출력을 포함한다. 구성요소 전달 메커니즘은 복수의 구성요소 출력의 하나 이상에 연결된 공간 분배 (distribution) 스위치를 또한 포함한다. 공간 분배 스위치는 복수의 구성요소 출력에 구성요소를 향하게 할 수 있도록 배열된다. 구성요소 전달 메커니즘은 공간 분배 스위치에 연결되는 단일 구성요소 소스를 또한 포함한다. 단일 구성요소 소스는 공간 분포 스위치에 상기 구성요소를 공급하도록 배열된다.

<9> 발명은 또하나의 실시예에서, 공정의 구성요소로 작업 소재를 처리하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법은 작업 소재가 처리되는 공정 챔버를 제공하는 과정을 포함하고, 이 챔버는 한개 이상의 제 1 처리 구역과 제 2 처리 구역을 포함한다. 각각의 구역은 처리될 소재의 부분을 나타낸다. 이 방법은 공정 챔버의 제 1 처리 구역에 구성요소를 출력하는 과정을 또한 포함한다. 이 방법은 제 1 처리 구역으로부터 제 2 처리 구역으로 스위칭하는 과정을 추가적으로 포함한다. 이 방법은 공정 챔버의 제 2 처리 구역으로 구성요소를 출력하는 과정을 또한 포함한다.

<10> 발명은 또다른 실시예에서, 기관 처리를 위한 공간적으로 제어되는 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 이 반응기의 공정 챔버 내에서는 플라즈마가 점화되어 공정동안 유지된다. 반응기의 전력 전달 메커니즘은 단일 전원과, 전력 분배 스위치를 통해 전원에 연결되는 전극을 가진다. 단일 전원은 플라즈마 점화 및 유지를 위해 충분히 큰 에너지를 발생시키기 위한 것이다. 전극은 제 1 코일과 제 2 코일을 포함한다. 제 1 코일은 공정 챔버의 제 1 전력 영역 내에 전기장을 생성하도록 배열되고, 제 2 코일은 공정 챔버의 제 2 전력 영역 내에 전기장을 생성하도록 배열된다. 더욱이, 전력 분배 스위치는 내부 코일과 외부 코일 사이에 전원의 에너지를 향하게 하도록 배열된다. 반응기는 단일 기체원, 제 1 기체 주입 포트, 제 2 기체 주입 포트, 그리고 기체 분배 스위치를 가지는 기체 전달 메커니즘을 추가적으로 포함한다. 단일 기체원은 플라즈마를 형성하고 기관을 처리하는 데 일부분 사용되는 공정 기체를 발생시키기 위한 것이다. 제 1 기체 주입 포트는 기체 분배 스위치를 통해 기체원에 연결되어, 공정 기체를 공정 챔버의 제 1 기체 영역으로 분사하는 데 사용된다. 제 2 기체 주입 포트는 기체 분배 스위치를 통해 기체원에 또한 연결되어, 공정 챔버의 제 2 기체 영역에 공정 기체를 분사하는 데 사용된다. 더욱이, 기체 분배 스위치는 내부 및 외부 기체 주입 포트 사이에 기체원의 공정 기체를 향하게 하도록 배열된다.

<11> 발명은 또하나의 실시예에서, 공정 챔버 내부에 한 구성요소를 분배시키기 위한 구성요소 전달 메커니즘에 관한 것이다. 구성요소는 공정 챔버 내 작업 소재를 처리하는 데 사용된다. 구성요소 전달 메커니즘은 구성요소 공급을 위한 단일 구성요소 소스를 포함한다. 구성요소 전달 메커니즘은 단일 구성요소 소스로부터 구성요소를 수용하기 위한 구성요소 입력과, 구성요소를 분배시키기 위한 복수의 구성요소 출력을 가지는 공간 분배 스위치를 추가로 포함한다. 공간 분배 스위치는 복수의 구성요소 출력 중 한개 이상 사이에 수용한 구성요소를 향하게 하도록 배열된다.

### 실시예

<21> 본 발명은 기관을 균일하게 처리하기 위한 개선된 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은 공정 챔버 내부에서 기관을 처리하는, 반응물 형성에 사용되는 구성요소들의 분배에 대해 제어도를 개선시킴으로서 균일한 공정을 얻는다. 이 구성요소들은 공정 레시피 (recipe) 의 일부이며, 전력, 기체 흐름, 온도, 등을 포함할 수 있다. 발명은 이온과 중성 입자들이 기관 처리에 사용되는 플라즈마 공정 시스템에 특히 유용하다. 발명의 한 태양은 공정 챔버 내에 여러개의 독립 구역으로 구성요소의 분배를 공간적으로 분리하는 것에 관련된다. 발명의 또다른 태양은 독립 구역 각각 사이에서, 단일 소스로부터 공급되는, 구성요소의 분배를 스위칭(또는 공간적으로 변경)하는 것에 관련된다. 발명의 또하나의 태양은 각각의 공간 구역 사이에 구성요소나 구성요소 구성자의 양을 변화시키는 것에 관련된다. 발명의 다른 하나의 태양은 각각의 독립 구역에서 구성요소가 소요하는 시간을 변화시키는 것에 관련된다.

<22> 발명은 한 실시예에서, 공정 챔버 내부에 한 구성요소를 분배하기 위한 구성요소 전달 메커니즘에 관련된다. 이

시스템은 전력, 기체 흐름, 온도 등을 포함한 다양한 구성요소들에 적용될 수 있다. 기관을 처리하는 반응제를 형성하는 데 구성요소들이 사용될 수 있고, 공정을 개선시키는 처리 상태를 제어하는 데 구성요소들이 사용될 수도 있다. 한 구현에서, 구성요소 전달 메커니즘은 공정 챔버의 여러 영역에 형성되는 반응제 양을 변경시키도록 배열된다. 따라서, 공정 챔버 내부에 반응제의 양을 변경시킨 결과로 처리 균일성을 얻을 수 있다.

<23> 구성요소 전달 메커니즘은 복수의 독립형 구성성분 출력, 단일 구성성분 소스, 공간 분포 스위치, 그리고 제어기를 포함하는 것이 일반적이다. 독립형 구성요소 출력은 구성요소를 공정 챔버 내 원하는 영역에 출력하도록 설정된다. 예를 들어, 독립형 구성성분 출력들은 구성성분을 공정 챔버의 내부 및 외부 영역에 출력하도록 설정될 수 있다. 내부 및 외부 영역들은 각각 기관의 중심과 변부 (edge) 에 대응할 수 있다. 독립형 구성요소 출력에 구성요소를 공급하기 위해 단일 구성요소 소스가 배치된다. 단일 구성요소 소스라는 것은 구성요소 소스가 구성요소 출력을 위해 단일 출력을 가진다는 것을 의미한다. 구성요소 자체는 단일하지 않을 수도 있고, 여러 구성자로 이루어질 수 있다. 예를 들어 기체 전달 메커니즘의 경우에, 구성요소는 단일 기체 공급원에 의해 믹싱 및 출력되는 복수의 기체를 포함할 수도 있다. 공간 분배 스위치는 단일 소스와 독립형 구성요소 출력들 사이에 위치하여, 복수의 독립형 구성요소 출력 중 하나에 구성요소를 향하게 하는 복수의 위치를 가지도록 적합화되어 있다. 예를 들어, 스위치의 제 1 위치는 제 1 구성요소 출력에 구성요소를 향하게 하고 스위치의 제 2 위치는 제 2 구성요소 출력에 구성요소를 향하게 할 수도 있다.

<24> 더욱이, 제어기는 단일 구성요소 소스 및 공간 스위치 양자 모두와 통신한다. 제어기의 한가지 태양은 여러 위치 각각에 공간 스위치를 선택적으로 이동시킬 수 있게 설정된다. "선택적으로"라는 표현은 처리 중 어떤 임의적 시각에 스위치를 움직이고 정해진 시간동안 독립형 구성요소 출력 중 하나에서 스위치를 홀딩할 수 있도록 제어기가 배열된다는 것을 의미한다. 가령, 기체 흐름의 경우에, 기체 흐름은 시간 T1에서 제 1 출력으로, 그리고 시간 T2에서 제 2 출력으로 흐르게 할 수도 있고, 그리고/또는 제 2 출력에 비해 제 1 출력에 대한 확장된 또는 단축된 시간동안 흐르게 할 수도 있다. 제어기의 또다른 태양은 구성요소의 양, 구성요소의 구성자, 그리고 구성요소의 유속 (flow rate) 을 변경시키도록 설정된다. 예를 들어, 기체 흐름의 경우, 총 기체 흐름에서 기체와 구성자들의 흐름비뿐만 아니라, 분사된 기체의 유속이 제어되는 스위치 각각 사이에서 조절될 수 있다.

<25> 발명의 한 태양에 따라, 공정 중 기관 중심에 대해 기관 변부 근처의 플럭스나 반응제 양을 증가/감소시키도록 앞서 언급한 매개변수 중 한개 이상과 구성성분의 방향을 변경시킴으로서 공정 균일성이 향상된다. 본 발명의 또다른 태양에 따라, 공정 중 기관의 변부에 대해 기관 중심 근처의 반응제 양을 증가/감소시키도록 앞서 언급한 매개변수들 중 한개 이상의 구성요소 방향을 변경시킴으로서 공정 균일성이 개선된다. 이 실시예들은 아래에서 보다 상세하게 설명될 것이다.

<26> 한 실시예에서, 복수의 구성요소 전달 메커니즘을 가진 공간 전달 시스템을 포함하는 플라즈마 공정 시스템이 개시된다. 공간 전달 시스템은 스위칭 방식 균일성 제어를 제공하도록 배열된다. 일반적으로, 공정 기체를 공정 챔버에 유입시켜서, 챔버 내부에 존재하는 소량의 전자를 가속시키는 전기장을 생성하여, 공정 기체의 기체 분자와 충돌하게 함으로서, 플라즈마가 생성된다. 이 충돌은 이온화와 방전 시작 또는 플라즈마를 일으킨다. 당 분야에 잘 알려진 바와 같이, 이 강한 전기장에 노출될 때 공정 기체의 중성 기체 분자는 전자를 잃고, 양으로 대전된 이온을 남긴다. 그 결과, 양으로 대전된 이온, 음으로 대전된 전자, 그리고 중성 기체 분자가 공정 챔버 내에 공존한다. 이에 따라, 이온들이 기관을 향해 가속되기 시작하고, 가속된 이온들이 중성종과 함께 기관을 처리한다. 대안으로, 전자 부착에 의해 만들어진 음이온들이 기관을 처리하는 데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 처리는 에칭, 증착, 등을 포함할 수 있다.

<27> 기관 처리 시스템에서의 공지된 문제점은, 반응제 주입 지점과 (기관을 가로질러) 펌프 개구 사이의 반응제 고갈로 인해, 또는 챔버 표면 위 반응제 및 결과물의 흡착/탈착으로 인하여(이는 기관 중심보다 변부에 큰 영향을 미침) 공간적으로 균일한 처리를 얻기 어렵다는 점이다. 여기서 개시되는 공간 전달 시스템은 공정 챔버 내 처리 상태를 공간적으로 변경함으로써 이 내재적인 비-균일 효과를 수정하려 한다. 종래 기술들은 다중 전력 및 기체 분사 구역같은 접근법들을 포함한다. 이 설계들은 좀 고가의 다중 소스(제너레이터 및 기체 전달 시스템)를 이용한다. 여기서 개시되는 방법은 단일 소스의 간단한 방법을 이용하지만, 시간 다중화 (multiplexing) 를 이용하여 시간 슬라이스 (slice) 를 생성하고, 이는 반응기 내 다중 공급 구역으로 공급된다.

<28> 공간 전달 시스템은 챔버 내에서 이온 및 중립 입자들의 소스를 공간적으로 분리시키도록 배열된다. 이온의 경우에, 공간적 분리는 공정 챔버 내 다중 독립형 전력 구역에 전기장을 생성하는 전력 전달 메커니즘을 이용함으로써 달성될 수 있다. 한 실시예에서, 전력 전달 메커니즘은 단일 전원, 제 1 코일, 제 2 코일, 그리고 전력 분배 스위치를 포함한다. 전력 분배 스위치는 제 1, 2 코일 사이에 단일 전원의 에너지를 선택적으로 향하게 하도

록 배열된다. 이 방식으로, 이온 생성은 두 코일 사이의 스위칭에 의해 공정 챔버의 원하는 영역에서 제어될 수 있다. 한 실시예에서, 두 코일은 공정 챔버의 내부 영역과 외부 영역에 관련되며, 특히 기관의 중심부와 변부에 관련된다. 추가적으로, 스위칭되는 전력의 크기와 기간이 조절되어 두 영역에서 이온의 생성에 추가적인 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로, 주어진 양의 기체에 전력이 더 공급될수록, 이온화가 더 크게 일어난다. 또한, 주어진 양의 전력이 주어진 양의 기체에 더 오랜 시간동안 공급될 경우, 이온화가 더 크게 일어난다.

<29> 중성 입자의 경우, 다중 독립형 기체 주입 구역에 공정 기체를 주입하는 기체 전달 메커니즘을 이용함으로써 공간적 분리가 일어날 수 있다. 한 실시예에서, 기체 전달 메커니즘은 단일 기체 소스, 제 1 기체 주입 포트나 제 1 포트 세트, 제 2 기체 주입 포트나 제 2 포트 세트, 그리고 기체 분배 스위치를 포함한다. 기체 분배 스위치는 제 1, 2 기체 주입포트 사이에서 기체 소스의 기체 흐름을 선택적으로 향하게 하도록 배열된다. 이 방식으로, 두 포트간을 시간별로 스위칭 (시간 다중화) 함으로써 공정 챔버의 원하는 영역에서 중성 입자의 양을 제어할 수 있다. 한 실시예에서, 두 포트는 공정 챔버의 내부 및 외부 영역에 관련되며, 특히 기관의 중앙부 및 변부에 관련된다.

<30> 앞서와 마찬가지로, 두 영역 내 기체 양에 추가적 영향을 미치기 위해 양(유속 등)과 스위칭 기간과 같은 매개 변수가 변할 수 있다. 일반적으로, 유속이 증가하고 흐름이 일정 시간 (시간 슬라이스) 동안 길어질 때의 영역에서는 더 큰 양의 중성 입자가 발견될 수 있다. 더욱이, 기체의 경우, 공정 상태에 추가적 영향을 미치기 위해 공간 구역이나 시간 슬라이스 각각 사이에서 기체 화학성질이 수정될 수 있다. 예를 들어, 1/2의 기체 A와 1/2의 기체 B를 함유한 공정 기체가 1/3의 기체 A, 1/3의 기체 B, 1/3의 기체 C로 이루어지는 기체로 변경될 수 있고, 또는 그 비율이 3/4 기체 A와 1/4 기체 B로 이루어지는 기체로 변할 수 있다. 여러 다른 화학성질은 여러 다른 공정 결과를 생성한다. 즉, 화학성질을 변경시킴으로써, 공정 챔버의 활성 반응체를 감소시키거나 증가시킬 수 있다.

<31> 발명의 실시예들이 도 1-8을 참고하여 아래에서 설명된다. 그러나, 당업자라면, 도면에 관한 상세한 설명은 제한된 실시형태를 넘어서 발명의 설명의 목적임을 용이하게 알 수 있을 것이다.

<32> 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따르는 플라즈마 반응기(10)의 개략도이다. 플라즈마 반응기(10)는 공정 챔버(12)를 포함하고, 공정 챔버(12) 일부는 챔버 벽(14)에 의해 형성되며, 공정 챔버(12) 내에서 플라즈마(16)가 점화되고 유지되어 기관(18)을 처리할 수 있게 한다. 기관(18)은 처리될 작업 소재를 나타내고, 이는 예를 들어 에칭될 반도체 기관일 수도 있고, 플랫 패널 디스플레이처리될 글래스 패널일 수도 있다. 도시되는 실시예에서, 공정 챔버(12)는 실질적으로 원기둥 형태로 설정되고, 챔버 벽은 실질적으로 수직으로 놓이도록 배열된다. 그러나, 본 발명은 상술한 바에 제한되지 않고, 챔버벽을 포함한 공정 챔버의 다양한 설정이 사용될 수도 있다.

<33> 대부분의 실시예에서, 기관(18)이 공정 챔버(12)에 삽입되어 지지대(20) 위에 놓이며, 지지대(20)는 공정 중 기관(18)을 지지하고 붙들도록 설정된다. 지지대(20)는 하부 전극(22), 변부 링(24), 그리고 척(26)을 포함한다. 한 실시예에서, 하부 전극(22)은 정합망 (match network ; 29) 을 통해 RF 전력 공급원(28)에 의해 바이어스된다. RF 전력 공급원(28)은 RF 에너지를 하부 전극(22)에 공급하도록 설정된다. 대부분의 경우에, 전극/전력공급장치 배열은 척(26), 변부 링(24), 그리고 기관(18)을 통하여 에너지를 연결할 만큼 충분히 강한 전기장을 발생시키도록 설정된다. 예를 들어, 하부 전극(22)에 의해 발생된 에너지는 플라즈마(16)와 기관(18) 표면 사이에 시스 전압(sheath voltage)을 형성하도록 배열될 수 있고, 이 전압은 기관(18)을 향해 플라즈마(16)의 이온을 가속시키는 데 사용된다. 더욱이, 전극이 RF 전력 공급 장치에 연결되는 것으로 나타나지만, 상이한 공정 챔버를 적합화하고, 또는 에너지 연결을 허용하기 위해 필요한 다른 외부 요인에 따르기 위해, 다른 설정도 가능하다. 예를 들어, 일부 단일 주파수 플라즈마 반응기에서는 지지대가 접지에 연결되기도 한다.

<34> 변부 링(24)은 기관 변부 근접 공정의 전기적 및 기계적 성질을 개선시키도록, 그리고 반응제(이온 충돌)로부터 하부 전극(22)과 척(26)을 차폐하도록 배열된다. 이와 같이, 변부 링(24)은 기관(18)의 변부를 둘러싸도록 배열되고 하부 전극(22) 위에 척(26) 둘레로 배열된다. 대부분의 경우에, 변부 링(24)은 과량의 마모 이후 교체되는 소비재이도록 설정된다. 변부 링(24)은 실리콘, 실리콘다이옥사이드, 실리콘나이트라이드, 실리콘카바이드, 퀴즈(quartz)(가령, SiO<sub>2</sub> 형태), 세라믹(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 등과 같은 적절한 유전체로부터 형성될 수 있다.

<35> 척(26)은 하부 전극(22)의 상부면에 연결되고, 기관(18)이 공정을 위해 지지대(20)에 놓일 때 기관(18) 후면을 수용하도록 설정된다. 도시되는 실시예에서, 척(26)은 정전 (ESC ; Electrostatic) 척을 나타내고, 이는 정전력에 의해 기관(18)을 척 표면에 고정시킨다. 그러나, 기계식 척이 사용될 수도 있다. 일부 실시예에서, 헬륨 냉각 기체가 기관 후면과 변부 링 후면에 전달되어 공정 중 기관 및/또는 변부 링의 온도 제어를 도와 균일하면서

반복가능한 공정 결과를 보장할 수 있다.

- <36> 추가적으로, 지지대(20)는 실질적으로 원통형으로서, 공정 챔버와 지지대가 원통형으로 대칭 (cylindrically symmetric) 이도록 공정 챔버와 축방향으로 정렬된다. 그러나, 이는 한 예일 뿐이고 지지대 위치는 각 플라즈마 공정 시스템의 설계에 따라 변할 수 있다. 지지대는 기관(18)의 로딩 및 언로딩을 위한 제 1 위치(도시되지 않음)와 기관(18) 처리를 위한 제 2 위치(도시됨) 사이에서 움직이도록 설정될 수도 있다. 대안으로, 로딩/언로딩용 제 1 위치로부터 기관 처리용 제 2 위치까지 기관(18)을 이동시키는 데 푸시 핀이 사용될 수 있다. 이 종류의 전송 시스템은 잘 알려져 있어 더 이상 설명하지 않는다.
- <37> 더욱이, 챔버벽(14)과 지지대(20) 사이에 배출 포트(30)가 위치한다. 배기 포트(30)는 공정 중 형성된 기체를 배출하도록 설정되며, 공정 챔버(12) 외부에 위치한 터보분자펌프 (turbo molecular ; 도시하지 않음) 펌프에 연결되는 것이 일반적이다. 대부분의 실시예에서, 터보분자펌프 펌프는 공정 챔버(12) 내에 적절한 압력을 유지하도록 배열된다. 더욱이, 배기 포트가 챔버 벽과 지지대 사이에 위치한다고 도시됨에도 불구하고, 배기 포트의 실제 위치는 각 플라즈마 공정 시스템의 설계마다 다를 수 있다. 예를 들어, 기체 배기가 공정 챔버 벽에 내장된 포트로부터 이루어질 수도 있다.
- <38> 공정 챔버(12) 바깥에는, 특히 유전 원도(32) 바깥에는, 공정 챔버(12) 내부에서 플라즈마(16)를 점화하고 유지시키기 위해 충분히 큰 에너지를 분배시키기 위한 전력 전달 메커니즘(34)이 배치된다. 전력 전달 메커니즘(34)은 단일 RF 전력 공급 장치(36), 유도 전극(38), 그리고 전력 분배 스위치(40)를 포함한다. RF 전력 공급 장치(36)는 정합망(37)을 통해 RF 에너지를 유도 전극(38)에 공급하도록 설정되고, 유도 전극(38)은 공정 챔버(12) 내부에 전기장을 생성하도록 설정된다. 한 실시예에 따라, 유도 전극(38)은 공간적으로 구별되는 복수의 코일로 나누어진다. 도시되는 실시예에서, 유도 전극(38)은 내부 코일(38A)과 외부 코일(38B)로 나누어진다. 내부 코일(38A)은 공정 챔버(12)의 내부 공정 구역(42) 내에 전기장을 생성하도록 배열되며, 외부 코일(38B)은 공정 챔버(12)의 외부 공정 구역(44) 내에 전기장을 생성하도록 배열된다. 내부 공정 구역(42)은 일반적으로 기관(18)의 내부 영역(46 ; 또는 중심부)에 대응하고, 외부 공정 구역(44)은 일반적으로 기관(18)의 외부 영역(48)에 대응한다. 따라서, 내부 코일(38A)은 기관(18)의 내부 영역(46) 위 이온 및 반응성 중성 입자들의 형성을 제어하고, 외부 코일(38B)은 일반적으로 기관(18)의 외부 영역(48) 위 이온 및 반응성 중성 입자의 형성을 제어한다.
- <39> 각 코일(38A, 38B)은 전력 분배 스위치(40)를 통해 RF 전력 공급 장치(36)와 정합망(37)에 따로따로 연결된다. 전력 분배 스위치(40)는 에너지를 RF 전력 공급 장치(36)로부터 내부 코일(38A)과 외부 코일(38B) 사이로 전달하도록 배열된다. 즉, 전력 분배 스위치(40)는 에너지를 내부 코일(38A)에 향하게 하기 위한 제 1 위치와, 에너지를 외부 코일(38B)로 향하게 하기 위한 제 2 위치를 가지도록 설정된다. 따라서, 전력 분배 스위치(40)의 위치에 따라, 내부 코일(38A)이나 외부 코일(38B)이 RF 전력 공급 장치(36)에 연결된다. 전력 분배 스위치(40)는 신호 연결(76)을 통해 제어기(75)와 또한 연결된다. 한 실시예에서, 제어기(75)는 제 1 위치에서 제 2 위치로 (또는 그 역으로) 언제 이동할지, 그리고/또는 또다른 위치로 이동하기 전에 한 위치에 얼마간 머무는지를 전력 분배 스위치(40)에게 알리도록 배열된다. 제어기(75)는 RF 전력 공급 장치(36)의 양(가령, 와트)의 제어를 포함한 전력 공급 장치와 관련된 다양한 동작을 제어하도록 또한 배열된다. 도시되는 바와 같이, 제어기(75)는 신호 연결(77)을 통해 전력 공급 장치(36)에 연결된다. 공간 분배 스위치는 도 2와 3에 더욱 상세하게 나타날 것이다.
- <40> 플라즈마 반응기(10)는 공정 챔버(12)에 공정 기체를 분배시키기 위한 기체 주입 메커니즘(50)을 또한 포함한다. 기체 주입 메커니즘(50)은 단일 기체 박스(52), 기체 주입 포트(54), 그리고 기체 분배 스위치(56)를 포함한다. 기체 박스(52)는 (기체 라인(58)을 통해) 기체 주입 포트(54)에 기체성 소스 물질을 전달하도록 설정되고, 기체 주입 포트(54)는 기체성 소스물질을 공정 챔버(12)에 분출하고, 특히 유전 원도(32)와 기관(18) 사이 RF-유도 플라즈마 영역에 분출하도록 설정된다. 도시되는 바와 같이, 기체 주입 포트(54)는 고정 챔버(12)의 내부 둘레 주위로 배치되고, 특히 유전 원도(32 ; 또는 기체 분배 플레이트)를 따라 배치된다. 대안으로, 기체성 소스 물질이 유전 원도에 놓인 샤워헤드를 통해, 또는 공정 챔버 자체 벽에 내장된 포트로부터 분출될 수도 있다. 더욱이, 기체 박스(52)는 유속, 사용될 기체 소스 물질 종류, 그리고 기체 소스 물질의 비를 제어하기 위해 배열되는 기체 흐름 제어기 시스템(도 1 에 도시되지 않음)을 포함하는 것이 통상적이다. 기체 박스(52)는 복수의 기체 실린더(도시되지 않음)에 연결되며, 이 실린더들은 복수의 외부 기체 라인(60)을 통해 다양한 기체 소스 물질을 공급하도록 배열된다. 기체성 소스 물질은 당 분야에 잘 알려진 것이어서 더 이상 상세하게 설명하지 않는다. 이러한 기체성 소스 물질은 반도체 기판을 처리하기 위한 플라즈마를 생성하는데 사용되는 임의



의 소스 가스일 수도 있다. 예를 들어, 산화막에 대한 에칭 가스는 구성성분으로서  $CF_4$ ,  $CHF_3$ , 및  $C_4F_8$  를 포함할 수도 있다. 실리콘막에 대한 에칭 가스는 구성성분으로서  $Cl_2$ ,  $HBr$ , 및  $SF_6$  를 포함할 수도 있다.

<41> 한 실시예에 따라, 기체 주입 포트(54)는 복수의 개별 및 공간-구분 포트(54)로 나누어진다. 도시되는 실시예에서, 기체 주입 포트(54)는 내부 포트(54A)와 외부 포트(54B)로 구성된다. 내부 포트(54A)는 공정 챔버(12)의 내부 공정 구역(42) 내에 기체성 소스 물질을 유입시키도록 구성되고, 외부 포트(54B)는 공정 챔버(12)의 외부 공정 구역(44)에 기체성 소스 물질을 유입시키도록 배열된다. 언급한 바와 같이, 내부 공정 구역(42)은 기관(18)의 내부 영역(46)에 대응하고, 외부 공정 구역(44)은 기관(18)의 외부 영역(48)에 대응한다. 이와 같이, 내부 포트(54A)는 기관(18)의 내부 영역 위 중성 입자들의 양을 제어하고, 외부 포트(54B)는 기관(18)의 외부 영역(48) 위 중성 입자들의 양을 제어한다.

<42> 각각의 포트(54A, 54B)는 기체 분배 스위치(56)를 통해 기체 박스(52)에 따로따로 연결된다. 제 2 분배 스위치(56)는 기체 박스(52)로부터 공급된 기체 소스 물질을 내부 포트(54A)와 외부 포트(54B) 사이에 향하게 하도록 배열된다. 즉, 기체 분배 스위치(56)는 기체성 소스 물질을 내부 포트(54A)에 향하게 하기 위한 제 1 위치와, 기체성 소스 물질을 외부 포트(54B)에 향하게 하기 위한 제 2 위치를 가지도록 설정된다. 따라서, 기체 분배 스위치(56)의 위치에 따라, 내부 포트(54A)나 외부 포트(54B)가 기체 박스(52)에 연결된다. 제 2 분배 스위치(56)는 신호 연결(78)을 통해 제어기(75)와 또한 연결된다. 한 실시예에서, 제어기(75)는 제 1 위치에서 제 2 위치로 (또는 그 역으로) 언제 이동할지, 그리고/또는 또다른 위치로 이동하기 전에 한 위치에 얼마간 머무는 지를 기체 분배 스위치(56)에게 알리도록 배열된다. 제어기(75)는 신호 연결(79)을 통해 기체 박스(52)에 또한 연결된다. 제어기(75)는 기체성 소스 물질 혼합물 내 각 기체의 유속과 기체 흐름비 제어를 포함한, 기체 박스(52)에 관련된 다양한 동작을 제어하도록 설정된다. 공간 분배 스위치는 도 2와 3에 더욱 상세하게 나타날 것이다.

<43> 플라즈마(16)를 생성하기 위해, 기체 주입 포트(54) 중 한개 이상을 통해 공정 챔버(12)에 공정 기체 (예를 들어, 단일 기체성 소스 물질 또는 기체성 소스 물질의 혼합물)가 입력된다. RF 전력 공급원(36)을 이용하여 전극(38) 중 한개 이상에 전력이 공급되고, 공정 챔버(12) 내에 큰 전기장이 생성된다. 전기장은 공정 챔버(12) 내에 존재하는 소량의 전자를 가속시켜서, 공정 기체의 기체 분자와 충돌하게 한다. 이 충돌로 인해 플라즈마(16)의 이온화 및 초기화가 시작된다. 당 분야에 잘 알려진 바와 같이, 강한 전기장에 노출될 때 이 공정 기체의 중성 기체 분자들은 전자를 잃어, 양으로 대전된 이온을 남기게 된다. 그 결과, 양으로 대전된 이온, 음으로 대전된 전자, 그리고 중성 기체 분자들이 공정 챔버(12) 내부에 존재한다.

<44> 플라즈마(16) 형성 중, 공정 챔버(12) 내 중성 기체 분자들이 기관 표면을 향하려 한다. 예를 들어, 기관에서 중성 기체 분자들의 존재에 기여하는 메커니즘 중 하나는 확산(즉, 공정 챔버 내 분자의 임의적 움직임)일 수 있다. 따라서, 기관(18) 표면을 따라 중성종 (가령, 중성 기체 분자)의 층이 통상적으로 발견될 수 있다. 이에 따라, 하부 전극(22)에 전력이 공급되면, 이온은 기관(18)을 향해 가속되는 경향이 있고, 이 기관에서는 중성종과 조합하여, 기관 처리, 즉, 에칭이나 증착이 활성화된다.

<45> 도 1에 도시되는 전력 전달 메커니즘과 기체 전달 메커니즘 양자 모두는 공정 균일성 개선을 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 전력 전달 메커니즘은 내부 및 외부 코일간의 스위칭에 의해 공정 챔버 내 이온 밀도를 공간적으로 변화시키는 데 사용되며, 기체 전달 메커니즘은 내부 및 외부 기체 주입 포트간의 스위칭에 의해 공정 챔버 내부의 중성 입자 밀도를 공간적으로 변화시키는 데 사용될 수 있다. 추가적으로, 스위칭 기간, 구성자, 구성자 비율이 시간 슬라이스 사이에서 변경되어 이온 및 중성 입자 밀도를 추가적으로 변경시킬 수 있다. 따라서, 기관 표면을 따라 공정 균일도를 개선시키는 데 관련된 여러 예들이 이제부터 설명될 것이다.

<46> 발명의 한 실시예에 따라, 기관 변부 주변의 이온 밀도가 증가하거나 감소되어 기관 중심과 변부간 처리 균일성을 개선시킨다. 이는 본 발명의 창의적 특징을 이용한 여러 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 기관 변부 주변의 이온을 증가시키는 한가지 접근법은 전력이 내부 구역에 분배되는 시간에 비해 전력이 외부 구역에 분배되는 시간을 증가시키는 것이다. 역으로, 기관 변부 근처의 이온을 감소시키기 위해 이 시간이 감소할 수도 있다. 그러나, 내부 구역에 형성된 이온들이 외부구역을 향해 확산할 수 있기 때문에, 외부 구역에 필요한 시간이 내부 구역에 필요한 시간보다 작을 수 있다. 기관 변부 주변 이온을 증가시키기 위한 또다른 접근법은 내부 구역에 분배된 전력에 대해 외부 구역에 분배된 전력을 증가시키는 것이다. 역으로, 기관 변부 주변 이온을 감소시키도록 전력량이 감소될 수도 있다.

<47> 발명의 한 태양에 따라, 기관 중심 근처 이온 밀도가 증가하거나 감소되어, 기관 중심과 변부 사이 처리 균일성

을 개선시킨다. 또한, 이는 본 발명의 창의적 특징들을 이용한 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 기관 중심 근처 이온을 증가시키는 한가지 접근법은 전력이 외부 구역에 분배되는 시간에 비해 전력이 내부 구역에 분배되는 시간을 늘리는 것이다. 역으로, 기관 중심 근처 이온을 감소시키기 위해 이 시간이 줄어들 수도 있다. 그러나, 내부 구역에 형성된 이온이 외부 구역을 향해 확산될 수 있기 때문에, 외부 구역에 필요한 시간이 내부 구역에 필요한 시간보다 작을 수 있다. 기관 중심 근처 이온을 증가시키기 위한 또다른 접근법은 외부 구역에 분배된 전력에 비해 내부 구역에 분배된 전력량을 증가시키는 것이다. 역으로, 기관 중심 근처 이온을 감소시키기 위해 전력량이 감소할 수도 있다.

<48> 본 발명의 또다른 태양에 따라, 기관 변부 근처 중성 입자 밀도는 기관 중심과 변부간의 처리 균일도를 개선시키기 위해 감소하거나 증가할 수 있다. 이는 발명의 창의적 특징을 이용한 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 기관 변부 근처 중성 입자를 증가시키기 위한 한가지 접근법은 기체가 내부 구역에 분배된 시간에 비해 외부 구역에 기체가 분배된 시간을 늘리는 것이다. 역으로, 기관 변부 근처 중성 입자들을 감소시키기 위해 상기 시간이 감소될 수도 있다. 그러나, 내부 구역에 형성된 중성 입자들이 외부 구역을 향해 확산할 수 있기 때문에, 외부 구역에 필요한 시간이 내부 구역에 필요한 시간보다 짧을 수 있다. 기관 변부 근처 중성 입자들을 증가시키기 위한 또다른 접근법은 내부 구역에 분배된 기체의 유속에 비해 외부 구역에 분배된 기체의 유속을 증가시키는 것이다. 역으로, 기관 변부 근처 중성 원자들을 감소시키기 위해 유속이 감소할 수도 있다. 기관 변부 근처 중성 원자들을 증가시키기 위한 또하나의 접근법은 내부 구역에 분배된 기체의 화학적 배합과는 다른 외부구역의 화학적 배합을 가진 기체를 이용하는 것이다. 이는 구성요소 기체의 기체비를 변경시킴으로서, 또는 구성성분 기체를 추가하거나 삭제함으로써 이루어질 수 있다.

<49> 본 발명의 또다른 태양에 따라, 기관 중심 근처의 중성 입자들은 처리 균일성을 개선시키도록 증가하거나 감소한다. 또한 이는 발명의 창의적 특징을 이용한 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 기관 중심 근처 중성 입자들을 증가시키기 위한 한가지 접근법은 기체가 외부 구역에 분배된 시간에 비해 기체가 내부 구역에 분배된 시간을 증가시키는 것이다. 역으로, 기관 중심 근처 중성 입자들을 감소시키기 위해 상기 시간이 단축될 수도 있다. 기관 중심 근처 중성 원자들을 증가시키는 또다른 접근법은 외부 구역에 분배된 기체의 유속에 비해 내부 구역에 분배된 기체의 유속을 증가시키는 것이다. 역으로, 기관 중심 근처 중성 입자들을 감소시키기 위해 유속이 감소할 수도 있다. 기관 중심 근처 중성 입자들을 증가시키기 위한 또다른 접근법은 외부 구역에 분배된 기체의 화학적 배합과는 다른 내부 구역 화학 배합을 가진 기체를 이용하는 것이다. 이는 구성요소 기체의 기체비를 변화시킴으로서, 또는 구성요소 기체를 추가/삭제함으로써 이루어질 수 있다.

<50> 본 발명이 여러 예를 들어 설명되었으나, 본 발명의 범위 내에 있는 일부 변경사항, 대체사항, 균등물도 존재한다. 예를 들어 앞서 언급한 예들이 단일 매개변수 변화를 들어 설명되었으나, 처리 균일성에 영향을 미치기 위해 동시에, 또는 다른 순간에 여러 매개변수 변화도 행해질 수 있다. 예를 들어, 구성요소의 크기와 기간이 동시에 변경될 수 있다. 더욱이, 공정 균일성에 추가적 영향을 미치기 위해 구성요소 중복이 동시에, 또는 다른 순간에 일어날 수 있다. 예를 들어, 기체 단계 중 전력 단계가 시작될 수도 있고, 역으로, 전력 단계 중에 기체 단계가 시작될 수도 있다. 전력 단계와 기체 단계가 동시에 시작될 수도 있다.

<51> 도 2는 전력 전달 메커니즘(34)이나 기체 전달 메커니즘(50)에 사용될 수 있는 공간 분배 스위치(80)의 도면이다. 예를 들어, 공간 분배 스위치(80)는 도 1의 전력 분배 스위치(40)나 기체 분배 스위치(56)일 수 있다. 일반적으로, 공간 분배 스위치(80)는 구성요소 소스(도시되지 않음)로부터 공급된 구성요소(83)를 수용하기 위한 입력(82)과, 분배된 구성요소(83')를 방출하기 위한 제 1 출력(84) 및 제 2 출력(86)을 포함한다. 도 2에 도시되는 바와 같이, 공간 분배 스위치(80)는 공급된 구성요소(83)를 제 1 출력(84)이나 제 2 출력(86)에 분배할 능력을 가진다. 제 1 출력(84)은 공정 챔버 제 1 영역에 구성요소를 출력하기 위한 구성요소 출력에 연결되고, 제 2 구성요소 출력(86)은 공정 챔버의 제 2 영역에 구성요소를 출력하기 위한 제 2 구성요소 출력에 연결된다.

<52> 간단하게 말해서, 공급된 구성요소(83)는 단일 구성자로 이루어질 수도 있고, 복수의 구성자로 이루어질 수도 있다. 예를 들어, 공급된 기체의 경우에, 공급된 기체는 단일 기체일 수도 있고, 복수의 혼합 기체일 수도 있다. 공급된 구성요소(83)가 구성요소와 관련된 변화하는 성질을 가질 수도 있다. 예를 들어, 공급된 에너지의 경우에, 공급된 에너지는 증가된 전력을 가질 수도 있고, 감소된 전력을 가질 수도 있다. 공급된 기체의 경우에, 공급된 기체가 증가된 기체 흐름을 가질 수도 있고, 감소된 기체 흐름을 가질 수도 있으며, 서로 다른 혼합 기체 비, 또는 서로 다른 혼합 기체를 가질 수 있다. 공급된 구성요소(83)가 단일 소스(도시되지 않음)를 통해 전달되는 것이 바람직하며, 상기 단일 소스는 공정 전체과정에서 공급된 구성요소에 연계된 구성자와 성질을 조절하기 위해 배열된다. 대안으로, 복수의 소스가 사용되어 스위치(80)의 입력(82)에 구성요소를 공급할 수 있다. 예를 들어, 제 1 소스는 제 1 구성요소를 스위치에 공급하는 데 사용되고 제 2 소스는 스위치에 제 2 구

성요소를 공급하는 데 사용될 수 있다. 그러나, 다중 소스 비용이 매우 높고, 따라서, 한개의 소스를 이용하는 것이 바람직하다.

<53> 더 상세하게 설명하기 위해, 공간 분배 스위치(80)는 Y 스위치, 즉, 한개의 입력과 두개의 출력을 가지는 스위치이다. 구성요소의 방향은 공간 분배 스위치(80)의 상태에 따라 좌우된다. 공간 분배 스위치(80)가 제 1 상태(도 2A)에서 제 2 상태(도 2B)으로 바뀔 경우, 구성요소의 방향이 제 1 출력(84)에서 제 2 출력(86)으로 변경될 것이다. 설계될 때 이 배열은 한 방향으로 한동안(스위치가 상태 A에 얼마나 머무는가에 의해 결정됨), 그후 반대 방향으로 또 한동안(스위치가 상태 B에 얼마나 머무는가에 의해 결정됨), 과도현상을 최소화하는 구성요소의 일정하게 꾸준한 분포를 정확하게 생성한다. 더욱이, 스위치(80)는 기판을 균일하게 처리하기 위해 단일 공정 전체에서 이 상태들 사이에서 계속적으로 변경된다.

<54> 한 구현에서, 공간 분배 스위치(80)는 한개의 입력과 한개의 출력을 가진 한쌍의 밸브나 스위치로부터 형성된다. 특정 실시예에서, 제 1 밸브는 단일 소스와 제 1 구역 사이에 연결되고, 제 2 밸브는 단일 소스와 제 2 구역 사이에 연결된다. 이 구성요소는 한 밸브를 열(on) 때 다른 한 밸브를 닫음(off)으로서 원하는 위치에 분배된다. 예를 들어, 구성요소를 제 1 구역에 분배시키기 위해, 제 1 밸브가 열리고 제 2 밸브는 닫힌다. 역으로, 상기 구성요소를 제 2 구역에 분배시키기 위해, 제 1 밸브는 닫히고 제 2 밸브는 열린다.

<55> 삭제

<56> 스위치가 한개의 입력과 두개의 출력을 가지는 것으로 설명되고 도시되었으나, 이는 한 예일 뿐이며 스위치가 여러개의 출력(또는 여러개의 입력)을 취급할 수 있도록 배열될 수 있다. 예를 들어, 한개의 입력과 세 개의 출력을 가진 스위치는 공정 챔버의 세 섹터 사이에 한 구성요소를 분배시키는 데 사용될 수 있다. 이 경우에, 적절한 섹터에 구성요소를 분배시키기 위해 세 개의 밸브가 사용될 수 있다.

<57> 더욱이, 스위치가 전력 및 기체 전달 메커니즘을 들어 설명되었으나, 그 개념이 다른 구성요소에도 물론 적용될 수 있다. 예를 들어, 스위치가 온도, 바이어스 전력, 자력 등등과 같은 구성요소를 이용한 구성요소 전달 메커니즘에 사용될 수 있다. 각각의 구성요소 전달 시스템은 증가된 레시피 제어를 제공한다.

<58> 추가적 설명을 위해, 도 2C는 발명의 한 실시예에 따라, 시간의 함수로 스위치 동작을 보여주는 시간 대 방향 그래프(100)를 도시한다. 도시되는 바와 같이, 그래프(100)는 시간축 T와 방향축 D를 포함한다. 방향축 D는 두개의 구분된 방향(102, 104)으로 나누어진다. 예를 들어, 방향(102, 104)은 도 2A와 B의 제 1 출력(84)과 제 2 출력(86)에 각각 대응한다. 더욱이, 시간축 T는 여러 시간  $t_{0-5}$ 에서 출발하는 복수의 구분된 시간 시퀀스(106A-106F)로 나누어진다. 구성요소들이 방향(102)과 방향(104) 사이에서 공간적으로 조정될 뿐 아니라, 시간  $t_{0-5}$  사이에서 시간도 바뀐다. 즉, 스위치는 처리 과정 중 특정 시간에서 변경되는 방향을 가진다. 시간 시퀀스(106)는 같을 수도 있고 다를 수도 있다. 도 2C에 도시되는 예에서, 시간 시퀀스(106A, 106B, 106E 및 106F)는 같은 시간동안 실행되고, 시간 시퀀스(106C, 106D)는 상이한 시간동안 실행된다. 특히, 시간 시퀀스(106C)는 보다 짧은 시간동안 실행되고, 시간 시퀀스(106D)는 보다 긴 시간동안 실행된다. 이와 같이, 방향(가령, 102, 104), 타이밍(가령,  $t_{0-5}$ ), 그리고 기간(가령, 106)이 처리 균일성 개선을 위해 처리과정 전반에서 조절될 수 있다.

<59> 도 3은 발명의 한 실시예에 따르는 스위치(80)의 동작에 대한 순서도이다. 설명을 쉽게 하기 위해, 도 3의 순서도는 한쌍의 연속되는 스위치를 들어 설명된다. 그러나, 이는 하나의 예일 뿐이며, 복수의 스위치가 단일 공정에서 이용될 수도 있다. 스위칭 동작(200)은 단계 202에서 시작된다. 단계 202에서, 스위치(80) 방향이 제어기에 의해 단계 1 처리에서 설정된다. 즉, 단계 202에서, 스위치가 도 2A의 제 1 상태에서부터 도 2B의 제 2 상태로(또는 그 역으로) 변경되어, 구성요소의 분배를 제 1 출력 구역으로부터 제 2 출력 구역으로(또는 그 역으로) 향하게 한다. 방향이 단계 202에서 설정된 후, 과정은 단계 1 공정이 실행되는 단계 204로 진행된다. 단계 1 공정은 일반적으로 다음에 이어질 구성요소 전달 메커니즘에 대한 소정 레시피(또는 명령)를 포함한다. 예를 들어, 전력의 경우, 분배된 전력의 크기와 분배 시간이 소정 값으로 설정될 수 있다. 기체 흐름의 경우, 유속, 분배 시간, 기체 화학구조, 그리고 기체비가 소정값으로 설정될 수 있다. 이 지정값들은 타구역의 지정값과 같을 수도 있고 높거나 낮을 수도 있다. 한 예에서, 꾸준하고 균일한 처리를 이끌어내기 위해 지정값들은 시행착오를 통한 실험적 과정으로 결정될 수 있다.

<60> 단계 1 공정 다음에는, 스위치(80) 방향이 제어기에 의해 단계 2 공정을 위해 설정되는 단계 206으로 공정이 진행된다. 단계 206에서는 스위치(80)가 도 2B의 제 2 상태에서부터 도 2A의 제 1 상태로(또는 그 역으로)

변경되어, 구성요소의 분배를 제 2 출력 구역으로부터 제 1 출력 구역으로(또는 그 역으로) 향하게 한다. 방향이 단계 206에서 설정된후, 공정은 단계 2 공정이 실행되는 단계 208로 진행된다. 단계 1 공정과 마찬가지로, 단계 2 공정은 다음에 이어질 구성요소 전달 시스템에 대한 지정 레시피 (또는 명령)를 포함한다. 단계 2 공정 이후에는 공정 흐름이 단계210으로 진행되어, 공정의 계속 여부를 결정한다. 공정을 계속한다고 결정되면, 과정 흐름은 단계 202로 되돌아간다. 공정을 종료한다고 결정되면, 공정은 단계 212로 진행되어, 과정이 종료됨을 알린다.

<61> 추가적 설명을 위해, 본 발명의 한 예가 도 4를 참고하여 이제부터 설명될 것이다. 도 4는 발명의 한 실시예에 따르는, 알루미늄 금속화 에칭 공정의 부분 레시피 설정(400)을 도시하는 표이다. 예를 들어, 이 레시피는 도 1을 참고하여 앞서 설명한 플라즈마 반응기와 유사한 플라즈마 반응기에 사용될 수 있다. 부분 레시피 설정(400)은 복수의 단계(402)와 복수의 매개변수(404)를 포함하며, 이들은 기관 중심으로부터 기관 변부까지 균일한 에칭 결과를 얻기 위해 공정 전반에서, 특히 단계(402) 각각에서 조절될 수 있다. 본 예에서 매개변수는 시간(406), 전극 전력(408), 코일 위치(412), 제 1 유속(414), 제 2 유속(416), 제 3 유속(418), 그리고 흡기 위치(420)를 포함한다.

<62> 시간(406)은 단계들(402)의 한 단계가 실행되는 시간과 관련되며, 각 단계의 기간을 제어한다. 전극 전력(408)은 상부 전극에 전달되는 전력(가령, 와트)과 관련된다. 코일 위치 (412)는 방향, 즉, 전달되는 전력의, 내부 또는 외부 코일과 관련된다. 제 1 기체 유속(414)은 주공정 기체의 일부인 제 1 기체의 유속(가령, sccm)과 관련된다. 제 2 기체 유속(416)은 주공정 기체의 일부분인 제 2 기체의 유속과 관련된다. 제 3 기체 유속(418)은 주공정 기체의 일부인 제 3 기체의 유속과 관련된다. 예를 들어, 제 1 기체는  $\text{CHF}_3$ , 제 2 기체는  $\text{BCl}_3$ , 그리고 제 3 기체는  $\text{Cl}_2$ 일 수 있다. 흡기 위치(420)는 전달된 기체들의 방향, 즉, 내부 또는 외부 기체 주입 포트와 관련된다.

<63> 주 공정 기체가 공정 챔버에 입력되는 단계 1에서 공정이 시작된다. 도시되는 바와 같이, 주공정 기체는 5/20/80의 기체비를 가지며, 내부 기체 주입 포트에 전달된다. 단계 1 공정은 5초동안 (예를 들어, 시간=0 에서 시작, 시간=5 에서 종료) 계속된다. 단계 1 이후에는, 상부 전극의 내부 코일이 700 와트의 전력을 공급받는 단계 2로 공정이 진행되고, 동일한 기체비 5/20/80을 가진 주공정 기체가 내부 기체 주입 포트에 계속 흘러들어간다. 단계 2 공정은 10초동안 계속된다 (예를 들어, 시간=5 에서 시작, 시간=15 에서 종료) .

<64> 단계 2 종료 이후, 700 와트 전력이 상부 전극의 내부 코일에 계속해서 공급되는 단계 3으로 공정이 진행되고, 새로운 기체 비 10/20/0의 주공정 기체는 방향을 변경하여 외부 기체 주입 포트에 전달되기 시작한다. 단계3 공정은 5초동안 (예를 들어, 시간=15 에서 시작, 시간=20 에서 종료) 지속된다. 단계 3 이후에, 공정은 단계 4로 진행되어, 500 와트의 새 전력 설정을 가진 분배 전력이 방향을 변경하고 상부 전극의 외부 코일에 공급되기 시작한다. 게다가, 5/20/80의 새 기체비를 가진 주공정 기체는 방향을 변경하여 내부 기체 주입 포트에 전달되기 시작한다. 단계 4 공정은 5초동안 (예를 들어, 시간=20 에서 시작, 시간=25 에서 종료) 지속된다. 단계4 완료 이후, 공정은 단계 5로 진행되어, 700와트의 새 전력 설정을 가진 분배된 전력이 방향을 변경하여 상부 전극의 내부 코일에 공급되기 시작한다. 게다가, 새 기체비 10/20/0을 가지는 주공정 기체는 방향을 변경하여 외부 기체 주입 포트에 공급되기 시작한다.

<65> 본 예가 알루미늄 에칭 공정을 지향하고 있으나, 다른 물질을 에칭 처리하는 레시피로 변경될 수도 있다. 더욱이, 레시피는 유전체를 포함한 다른 물질을 에칭 처리하도록 레시피가 변경될 수도 있다. 이와 같이, 주공정 기체는 다른 종류의 기체나 다른 기체 유속, 그리고 기체비로 이루어질 수 있고, 전력은 여러 다른 전력 수준으로 조절될 수 있다. 추가적으로, 앞서 언급한 공정 중에 기체 및 전력 방향이 변경되었으나, 이들 구성요소 중 하나가 변경될 때 이들 구성요소 중 다른 하나가 변함없이 유지될 수도 있다. 또한, 각 공정에 대하여 시간이 변할 수 있고, 5초나 10초의 증분이 제한사항이 될 수 없다. 더욱이, 전력과 기체 흐름이 서로 다른 시간 스케일을 따라서, 공정 중 서로 다른 시간에 변경될 수 있다. 게다가, 부분 레시피(400)란 전체 레시피 중 일부분의 레시피를 의미한다. 마찬가지로, 5개의 공정 단계들은 제한사항이 아니며, 더 많거나 더 적은 단계들이 기관 처리를 위해 실행될 수 있다.

<66> 도 5는 본 발명에 따른 전력 전달 메커니즘(500)의 도면이다. 예를 들어, 전력 전달 메커니즘(500)은 도 1에 도시되는 전력 전달 시스템(34)에 각각 대응한다. 전력 전달 메커니즘(500)은 RF 전력 공급 장치(또는 제너레이터)(502), 전극(504), 정합망(506), 그리고 고전력 RF 스위치(508)를 포함한다. 전극(504)은 두 코일, 특히 내부 코일(510)과 외부 코일(512)을 포함하며, 이 두 코일은 고전력 RF 스위치(508)를 통해 RF 전력 공급 장치(502)에 전기적으로 연결된다. 코일이 두 동심 코일로 도시되지만, 이는 제한사항이 아니다. 공정 중 시간



의 함수로, 각 코일들은 RF 전력 공급 장치(502)로 스위칭되어서, RF 전력이 연결되는 곳에서 공간적으로 변화할 수 있다. 한 구현에서, 고전력 RF 스위치가 플라즈마 안정 시간에 비해 빠르게 설정되며, 이는 통상적으로 밀리초 단위이다. 고속 스위칭에 의해, 기관은 전달된 전력의 임의의 복합 평균을 보이는 경향이 있다. 스위칭 속도는 설계사항에 따라 좌우되지만, 0.1Hz에서 100Hz 사이가 통상적이다. 전력 분배 스위치는 kHz 시간 스케일에서 동작하도록 배열될 수 있다. 더욱이, 정합망(506)은 고전력 RF 스위치(508)와 RF 전력 공급 장치(502) 사이에 배치된다. 정합망(506)은 플라즈마 부하와 RF 전력 공급 장치(502)의 출력간 임피던스를 정합시키도록 배열된다.

<67> 대부분의 경우에, 시스템이 코일을 스위칭하면 시스템 임피던스가 변화한다. 즉, 내부 코일에서 생성된 임피던스가 외부 코일에서 생성된 임피던스와 일반적으로 다르다. 이와 같이, 정합망(506)은 급속하게 조절할 수 있어야 하고, 또는 전혀 조절할 필요가 없는 방식으로 시스템이 설계되어야 한다.

<68> 한 실시예에서, 정합망(506)은 고정 정합망이다. 즉, 전력 공급 장치와 플라즈마 부하 간 설정 임피던스를 가지도록 정합망이 설계된다. 한 구현에서, 내부 코일에 의해 발생된 플라즈마 부하와 전력 공급 장치간 임피던스를 정합시키도록 고정 정합망이 설계된다. 이 구현에서, 외부 코일에 전달된 전력은 외부 코일에서 임피던스 mismatch에 의해 발생된 역방향 전력을 보상하기 위해 증가된다. 또다른 구현에서, 고정 정합망은 외부 코일에 의해 발생된 플라즈마 부하와 전력 공급 장치간 임피던스를 정합시키도록 배열된다. 본 구현에서, 내부 코일에 전달된 전력은 내부 코일에서의 임피던스 mismatch에 의해 발생된 역방향 전력을 보상하도록 증가된다.

<69> 또하나의 구현에서, 고정 정합망은 두 상태를 가지도록 설정된다. 한개의 상태는 내부 코일에 의해 발생된 플라즈마 부하와 전력 공급 장치간 임피던스를 정합시키는 것이고, 또다른 상태는 외부 코일에 의해 발생된 플라즈마 부하와 전력 공급 장치간 임피던스를 정합시키는 것이다. 본 구현에서, 정합망은 구분된 각각의 코일에 의해 발생된 임피던스를 정합시키도록 임피던스 사이를 스위칭하도록 배열된다. 또다른 하나의 구현에서, 내부 코일과 외부 코일 사이에서 임피던스를 정합시키도록 정합망이 배열되도록, 유사한 임피던스를 가지도록 내부 및 외부 코일이 배열된다.

<70> 또하나의 실시예에서, 정합망(506)은 크게 변하는 부하 임피던스 상태 하에서 임피던스를 정합시키도록 설정되는 조정가능한 정합망이다. 예를 들어, 전력 방향, 전력량, 전력 시간, 기체 유속, 챔버 압력, 챔버 온도, 등등을 포함한 다양한 매개변수에 대해 임피던스를 정합시킬 수 있다. 조정가능한 정합망은 순방향 (forward) 및 역방향 (reflected) 전력을 결정하기 위해 배열되는 와트미터(도시되지 않음)를 일반적으로 포함한다. 당 분야에 잘 알려진 바와 같이, 역방향 전력은 플라즈마 부하와 제너레이터의 출력 임피던스간에 mismatch가 있음을 나타내는 증거이다. 따라서, 시스템 임피던스가 변경되었는 지를 결정하기 위해 와트미터가 배열된다. 변화가 있었음을 결정하였을 때, 조정가능한 정합망은 변경된 임피던스를 정합시키도록 조절될 수 있다.

<71> 도 6은 발명의 한 실시예에 따른 전력 전달 메커니즘(600)의 도면이다. 예를 들어, 전력 전달 메커니즘(600)은 도 1에 도시되는 전력 전달 메커니즘(34)에 각각 대응한다. 전력 전달 메커니즘(600)은 플라즈마와 코일 임피던스가 실질적으로 다를 경우 사용된다. 전력 전달 메커니즘(600)은 RF 전력 공급 장치(또는 제너레이터)(602), 전극(604), 제 1 정합망(606), 제 2 정합망(608), 그리고 고전력 RF 스위치(610)를 포함한다. 전극(604)은 두 코일, 특히 내부 코일(612)과 외부 코일(614)을 포함하고, 이 두 코일은 고전력 RF 스위치(610)를 통해 RF 전력 공급 장치(602)에 전기적으로 연결된다. 코일이 두 동심 코일로 도시되지만, 이는 한 예일 뿐이다. 공정 중 시간의 함수로, 각 코일은 RF 전력 공급 장치(602)에 스위칭되어, RF 전력이 연결되는 곳을 공간적으로 변화시킨다. 한 구현에서, 고전력 RF 스위치는 플라즈마 설정 시간에 비해 빠르게 설정된다. 고속 스위칭에 의해, 기관은 전달받은 전력의 임의의 복합 평균을 보이는 경향이 있다. 더욱이, 제 1 정합망(606)은 고전력 RF 스위치(610)와 외부 코일(614) 사이에 배치되는 것이 일반적이고, 제 2 정합망(608)은 내부 코일(612)과 고전력 RF 스위치(610) 사이에 배치되는 것이 일반적이다. 제 1 정합망(606)의 경우, 제 1 정합망(606)은 외부 코일(614)을 이용함으로써 생성되는 플라즈마 부하와 RF 전력 공급 장치(602)의 출력 사이에서 임피던스를 정합시키도록 배열된다. 제 2 정합망(608)의 경우에, 내부 코일(612)을 이용함으로써 생성되는 플라즈마 부하와 RF 전력 공급 장치(602)의 출력 사이 임피던스를 정합시키도록 제 2 정합망(608)이 배열된다. 한 실시예에서, 제 1, 2 정합망은 (상술한 바와 같이) 조정가능한 정합망이다. 또다른 실시예에서, 제 1, 2 정합망은 (상술한 바와 같이) 고정식 정합망이다.

<72> 도 7은 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 전달 메커니즘(700)의 도면이다. 예를 들어, 기체 전달 메커니즘(700)은 도 1에 도시되는 기체 전달 메커니즘(50)에 각각 대응한다. 기체 전달 메커니즘(700)은 기체 공급 장치(702)(또는 기체 박스), 기체 분배 플레이트(704), 그리고 기체 분배 스위치(706)를 포함한다. 기체 분배 플레

이트(704)는 두 기체 주입 포트, 특히 내부 기체 주입 포트(708)와 외부 기체 주입 포트(710)를 포함하고, 이들은 기체 분배 스위치(706)를 통해 기체 박스(702)에 연결된다. 기체 공급 장치(702)는 기체를 제 1 기체 라인(712)을 통해 기체 분배 스위치(706)에 공급하고, 스위치는 스위치 상태에 따라, 제 2 기체 라인(714)이나 제 3 기체 라인(716)에 기체를 공급한다. 도시되는 바와 같이, 제 2 기체 라인(714)은 기체를 내부 기체 주입 포트(708)에 전달하고, 제 3 기체 라인(716)은 기체를 외부 기체 주입 포트(710)에 전달한다. 공정 중 시간의 함수로, 각각의 포트는 기체 공급 장치(702)로 스위칭되어, 기체가 분배되는 곳을 공간적으로 변화시킨다. 더욱이, 도 7에는 도시되지 않지만, 기체 주입 포트는 공급받은 기체를 분출하기 위한 복수의 개구를 포함할 수 있다. 통상적으로, 각 포트들의 개구들은 서로 연결되어, 포트마다 단 하나의 기체 라인이 필요하다. 기체 분배 플레이트는 종래의 것으로 잘 알려진 것이다. 그러나 발명의 논의를 돕기 위해, 기체 분배 플레이트가 도 8에 상세하게 도시된다.

<73> 기체 박스(702)의 경우, 복수의 기체 유입 라인(716)을 가지는 고압 기체 매니폴드를 포함하며, 이 유입 라인(716)들은 개별 기체 소스(도시되지 않음)에 연결된다. 예를 들어, 기체 소스는 기체 병이나 기체 실린더일 수 있다. 네 개의 기체 유입 라인만이 도시되지만, 이는 한 예일 뿐이고 더 많은 라인이나 더 적은 라인이 사용될 수도 있다. 표준 양의 기체, 따라서 표준 양의 기체 유입 라인은 일반적으로 8개다. 기체 유입 라인(716)은 대량 흐름 제어기(718)에 연결되며, 이는 기체 유속, 기체 혼합물, 기체 비, 그리고 압력을 포함한 기체 분배에 관련된 매개변수들을 제어하고 통제하기 위해 배열된다. 각각의 기체는 고유 대량 흐름 제어기를 포함한다. 대량 흐름 제어기(718)는 일반적으로 밸브(도시되지 않음)와 유량계(flow meter ; 도시되지 않음)를 포함한다. 유량계는 기체가 통과하는 속도, 즉, 유압을 제어하기 위한 것이고, 밸브는 저압 다기관 (720 ; manifold) 에 저압 기체를 출력하기 위한 것이다. 도시되는 바와 같이, 저압 매니폴드(720)는 기체가 혼합되는 튜빙(tubing)을 포함한다. 대량 흐름 제어기 각각을 제어함으로써, 혼합 기체의 기체 화학물질, 기체 비, 그리고 유속을 조절할 수 있다. 기체의 혼합물은 제 1 기체 라인(712)을 통해 기체 분배 스위치(706)에 혼합 기체를 분출하기 위해 밸브(722)에 공급된다.

<74> 스위치(706)에 도달하면, 기체 혼합물은 두 스위치 상태 중 하나를 통해 두 기체 주입 포트(708, 710) 중 하나에 전달된다. 스위치(706)가 제 1 상태에 놓이면, 기체 혼합물은 제 2 기체 라인(714)을 통해 내부 기체 주입 포트(708)로 흘러들어가고, 스위치(706)가 제 2 상태에 놓일 경우, 기체 혼합물은 제 3 기체 라인(716)을 통해 외부 기체 주입 포트(710)로 흘러들어간다.

<75> 일부 경우에, 스위칭 과도현상은 상기 상태들 사이에서의 스위칭에 의해 나타날 수 있다. 즉, 스위칭으로 인해 기체 주입 포트가 비균일한, 또는 펄스형의 기체 흐름을 분출할 수 있다. 이 스위칭 과도현상은 방전이나 플라즈마 형성에 악영향을 끼칠 수 있고, 기체 라인의 특정 문제를 만들거나 기체 라인에 플라즈마 기체의 역류를 이끌 수 있다. 이 효과를 제거하는 데는 여러 가지 방식이 있다. 예를 들어, 한가지 방식은 기체 라인을 통한 기체 흐름의 수송율을 낮추는 것이다. 수송율을 낮춤으로써, 기체 라인으로부터 배기되기 전에 스위칭이 이루어질 수 있고, 따라서, 기체 흐름의 의사-스테디-스테이트 (pseudo-steady-state) 를 얻을 수 있다. 예를 들어, 기체 라인의 수송율을 낮추는 한가지 방식은 그 길이를 증가시키는 것일 수 있다.

<76> 도 8은 기체 분배 플레이트(800)의 도면이다. 예를 들어, 기체 분배 플레이트(800)는 도 1에 도시되는 기체 분배 플레이트(32)에 각각 대응한다. 기체 분배 플레이트(800)는 일반적으로 내부(802)와 외부(804)를 포함한다. 내부(802)는 공정 챔버의 내부 영역에 기체를 분출하기 위한 복수의 내부 개구(806)를 포함한다. 각각의 내부 개구(806)는 기체 분배 플레이트(800)의 채널을 통해 서로 연결되며, 내부 기체 주입 포트(도시되지 않음)에 연결된다. 마찬가지로, 외부(804)는 공정 챔버의 외부 영역에 기체를 분출하기 위한 복수의 외부 개구(808)를 포함한다. 각각의 외부 개구(808)는 기체 분배 플레이트(800)의 채널을 통해 서로 연결되며, 외부 기체 주입 포트(도시되지 않음)에 연결된다. 개구(806, 808)에 대해 임의의 설정을 도시하였지만, 다른 설정이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 단일 개구가 내부 및 외부용으로 사용될 수 있다. 기체 분배 플레이트는 당 분야에 잘 알려진 것으로 더 이상 상세하게 설명하지 않는다.

<77> 앞서로부터, 본 발명은 공지 기술에 대해 수많은 장점을 제공한다. 여러 다른 실시예들인 아래의 장점 중 한가지 이상을 제공할 수 있다. 본 발명의 한가지 장점은 공정 제어가 용이하다는 점이다. 예를 들어, 본 발명은 플라즈마 공정 챔버 내 여러 위치에서 이온과 중성 입자들의 농도를 제어하는 데 사용될 수 있다. 공정의 공간적 제어를 더 높이기 위해, 본 발명은 지정가능한 시간동안 공정 챔버 내 여러 다른 위치 사이에서 구성요소들의 분배를 공간적으로 변화시킬 수 있다. 제어 수준 증가의 결과, 종래에 비해 더 높은 수준의 균일한 처리를 얻을 수 있다. 발명의 또다른 장점은 비용이 저렴하고 시스템이 덜 복잡하다는 점이다. 분배 스위치를 제공함으로써,

단 하나의 구성요소 소스만이 필요하고 따라서 설계 비용이 절감된다.

<78> 본 발명이 바람직한 실시예를 들어 설명되었으나, 본 발명의 범위 내에서 여러 치환, 변경, 균등물이 있다. 본 발명의 방법 및 장치를 구현하기 위한 방식에는 여러 대안의 방식이 있다. 예를 들어, 구성요소 전달 메커니즘이 반도체 기판 처리용 플라즈마 반응기를 들어 설명되었으나, 다른 시스템에도 상기 구성요소 전달 메커니즘의 기술 및 방법을 적용할 수 있다. 예를 들어, 화학 증기 증착(CVD), 고온 CVD(thermal CVD), 플라즈마 강화 화학 증기 증착(PECVD), 스퍼터링같은 물리적 증기 증착(PVD) 등 뿐만 아니라, 건식 에칭, 플라즈마 에칭, 반응성 이온 에칭(RIE), 자기 강화 반응성 이온 에칭(MERIE), 전자 사이클로트론 공명(ECR), 등을 포함한 대부분의 반도체 공정 시스템에 본 발명의 구성요소 전달 메커니즘이 사용될 수 있다. 구성요소 전달 메커니즘이 반도체 공정이 아닌 다른 시스템에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 자기 디스크나 광학적 저장 디스크 제작에도 사용될 수 있다.

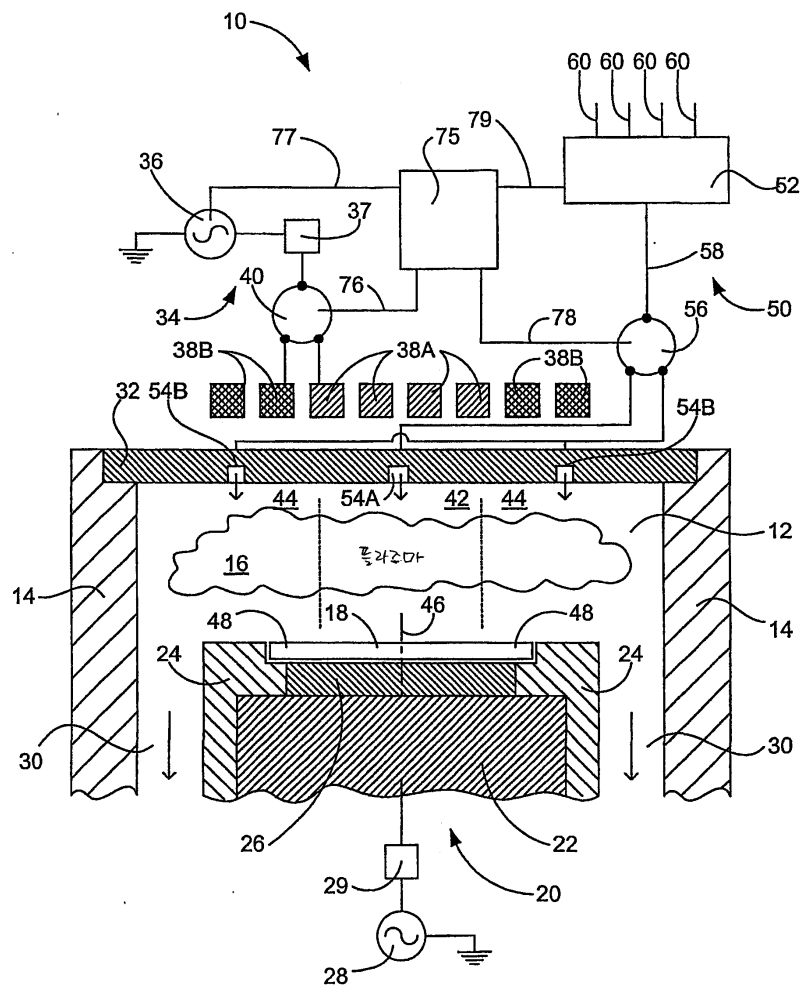
따라서, 이하 첨부된 청구범위는 본 발명의 진정한 정신과 범위 내에서 모든 치환, 변경, 균등물을 포함하는 것으로 해석되고자 한다.

### 도면의 간단한 설명

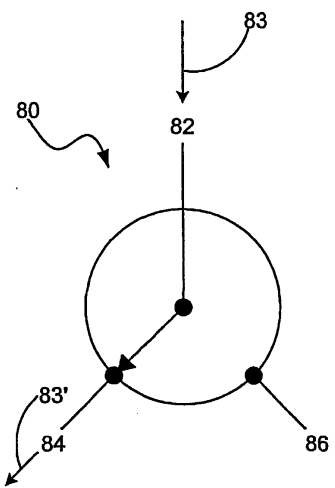
- <12> 본 발명은 동일한 참조부호가 동일 구성요소를 나타내는 첨부도면에서 제한으로서가 아니라 예시로서 도시된다. 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 플라즈마 반응기 도면이다.
- <13> 도 2A 및 B는 본 발명의 한 실시예에 따르는 공간 분배 스위치의 도식적 도면이다.
- <14> 도 2C는 본 발명의 한 실시예에 따르는, 시간 함수로 스위치 동작을 도시하는 예시적인 시간 대 방향 그래프이다.
- <15> 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따르는, 도 2의 구성요소 전달 메커니즘의 스위치에 관련된 동작의 순서도이다.
- <16> 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따르는, 부분 레시피 (recipe) 설정의 표이다.
- <17> 도 5는 본 발명의 한 실시예에 따르는, 전력 전달 메커니즘의 도면이다.
- <18> 도 6은 본 발명의 한 실시예에 따르는, 전력 전달 메커니즘의 도면이다.
- <19> 도 7은 본 발명의 한 실시예에 따르는, 기체 전달 메커니즘의 도면이다.
- <20> 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따르는, 도 7의 기체 전달 메커니즘에 사용될 수도 있는 기체 전달 플레이트의 도면이다.

도면

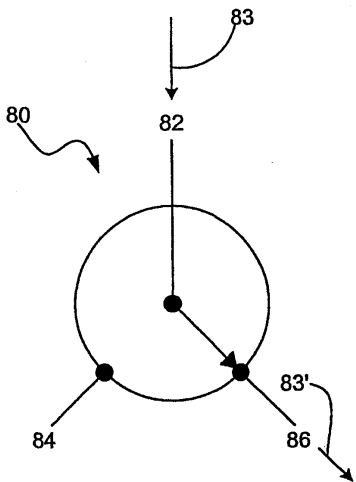
도면1



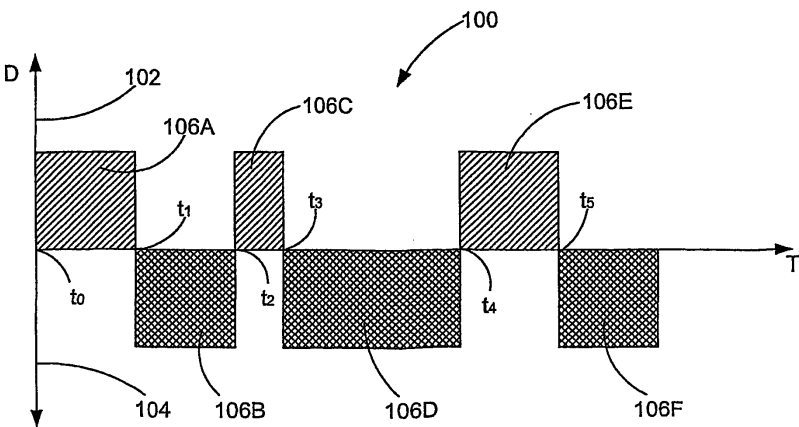
도면2a



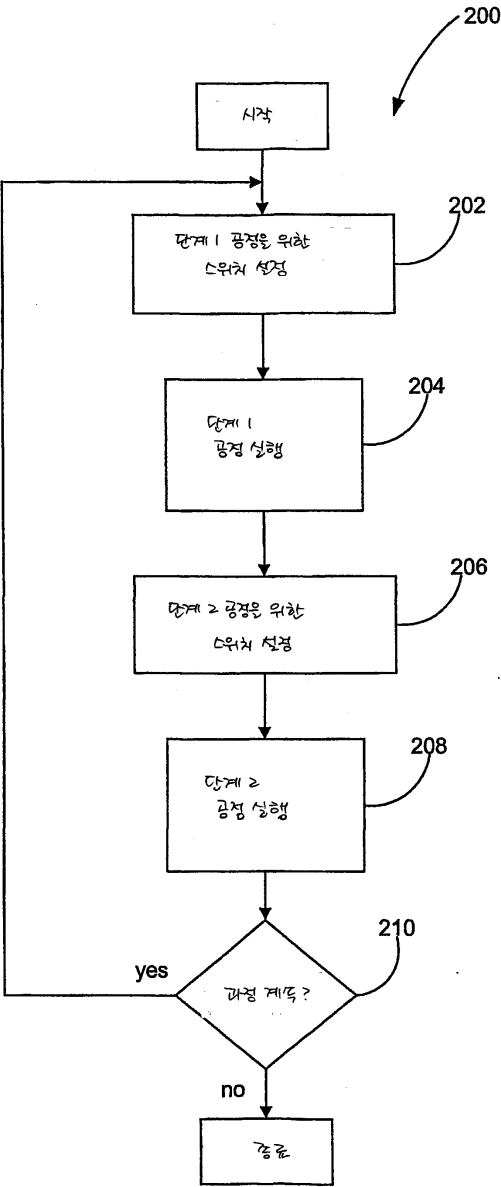
도면2b



도면2c



도면3



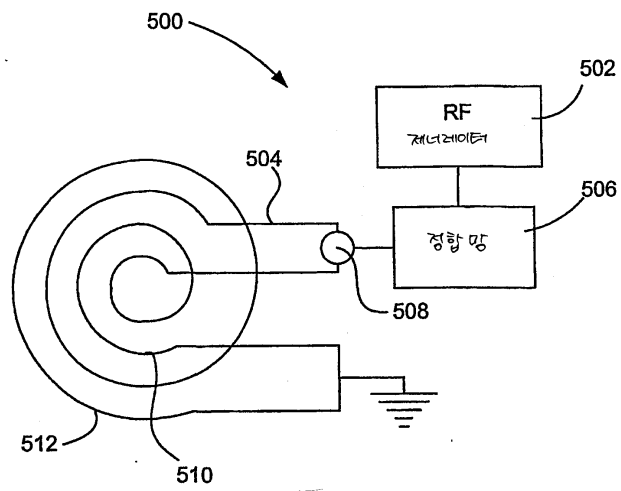
도면4

400 →

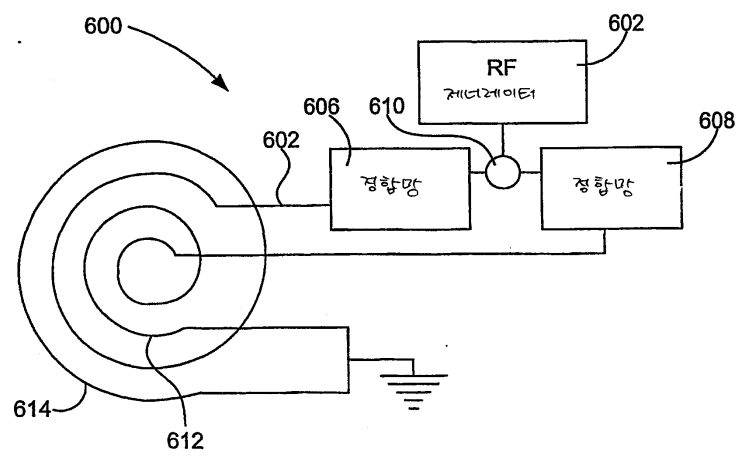
402	406	408	412	414	416	418	420
일련 번호	시간	전력	근로	제1기재	제2기재	제3기재	종료
1	0	0	내부	5	20	80	내부
2	5	700	내부	5	20	80	내부
3	15	700	내부	10	20	0	외부
4	20	500	외부	5	20	80	내부
5	25	700	내부	10	20	0	외부

404

도면5

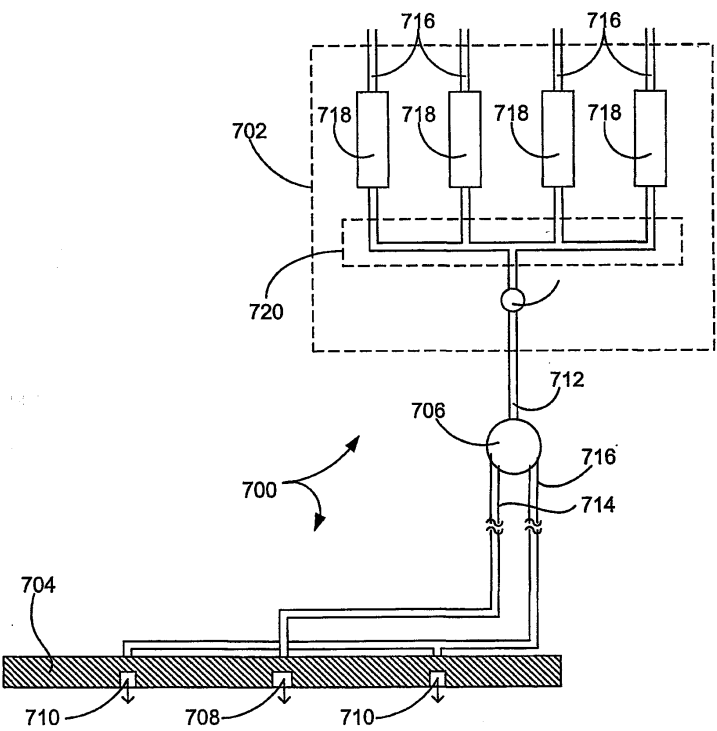


도면6





도면7



도면8

