



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0128012  
(43) 공개일자 2009년12월15일

(51) Int. Cl.

H05H 1/24 (2006.01) H05H 1/30 (2006.01)

H05H 1/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0053982

(22) 출원일자 2008년06월10일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

다이나믹솔라디자인 주식회사

경기 수원시 영통구 신동 디지털엠펜하이퍼2차 103동 1506호, 1507호

(72) 발명자

위순임

경기도 수원시 영통구 영통동 970-3 벽적골주공@912동 103호

(74) 대리인

김수익

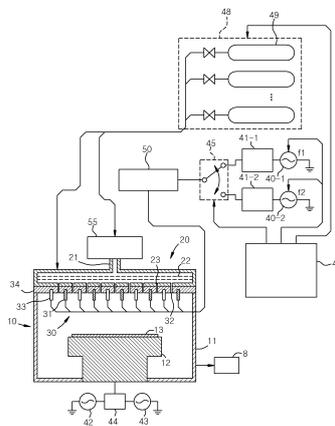
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치

**(57) 요약**

본 발명은 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치에 관한 것이다. 본 발명의 플라즈마 반응기는 피처리 기판이 놓이는 기판 지지대를 구비한 반응기 몸체, 상기 반응기 몸체의 내부에 플라즈마 방전을 유도하기 위한 복수개의 용량 결합 전극을 포함하는 용량 결합 전극 어셈블리, 상기 용량 결합 전극 어셈블리로 서로 다른 주파수를 공급하기 위한 둘 이상의 메인 전원 공급원, 상기 둘 이상의 메인 전원 공급원과 상기 용량 결합 전극 어셈블리 사이에 구성되어 선택적인 전기적 연결을 제공하는 스위칭 회로 및, 공정에 따라서 상기 스위칭 회로 및 상기 둘 이상의 메인 전원 공급원을 제어하여 선택된 주파수로 상기 용량 결합 전극을 구동시키는 제어부를 포함한다. 본 발명의 플라즈마 반응기는 둘 이상의 서로 다른 주파수 중 선택된 하나의 주파수로 용량 결합 전극 어셈블리를 선택적으로 구동할 수 있기 때문에 하나의 플라즈마 반응기에서 서로 다른 둘 이상의 공정을 교대적으로 연속해서 수행할 수 있어서 생산성을 극대화 할 수 있다.

**대표도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

피처리 기판이 놓이는 기판 지지대를 구비한 반응기 몸체;

상기 반응기 몸체의 내부에 플라즈마 방전을 유도하기 위한 복수개의 용량 결합 전극을 포함하는 용량 결합 전극 어셈블리;

상기 용량 결합 전극 어셈블리로 서로 다른 주파수를 공급하기 위한 둘 이상의 메인 전원 공급원;

상기 둘 이상의 메인 전원 공급원과 상기 용량 결합 전극 어셈블리 사이에 구성되어 선택적인 전기적 연결을 제공하는 스위칭 회로; 및

공정에 따라서 상기 스위칭 회로 및 상기 둘 이상의 메인 전원 공급원을 제어하여 선택된 주파수로 상기 용량 결합 전극을 구동시키는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 둘 이상의 메인 전원 공급원은

1MHz 이상의 주파수를 발생하는 제1 메인 전원 공급원과

1MHz 보다 낮은 주파수를 발생하는 제2 메인 전원 공급원을 포함하는 것을 특징으로 하는 포함하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 공정은 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 공정인 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 스위칭 회로와 상기 복수개의 용량 결합 전극 사이에 연결되어 상기 복수개의 용량 결합 전극으로 선택된 주파수의 전류를 분배하는 전류 분배 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전류 분배 회로는 상기 복수개의 용량 결합 전극으로 공급되는 전류의 균형을 자동으로 조절하는 자동 전류 균형 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 반응기 몸체의 내부로 하나 이상의 가스를 공급하기 위한 가스 공급 시스템을 포함하고,

상기 제어부는 상기 공정과 관련된 하나 이상의 가스가 상기 반응기 몸체의 내부로 공급되도록 상기 가스 공급 시스템을 제어하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 용량 결합 전극 어셈블리는 상기 복수개의 용량 결합 전극이 장착되며 상기 반응기 몸체의 하나의 면을 구성하는 전극 장착판을 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 전극 장착관은 복수개의 가스 분사홀을 포함하고,

상기 가스 분사홀을 통하여 상기 반응기 몸체의 내부로 가스를 공급하는 가스 공급부를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 반응기 몸체의 내부에 복수개의 레이저 주사선으로 이루어지는 멀티 레이저 스캐닝 라인을 구성하기 위한 레이저 공급원과

상기 복수개의 레이저 주사선이 통과하도록 상기 반응기 몸체에 구성되는 레이저 투과 윈도우를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 반응기 몸체의 내부에 위치한 피처리 기관으로 레이저를 주사하기 위한 레이저 소스와

상기 레이저 소스의 레이저 주사선이 통과하도록 상기 반응기 몸체에 구성되는 레이저 투과 윈도우를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기.

**청구항 11**

제1 공정을 진행하기 위하여 플라즈마 반응기의 복수개의 용량 결합 전극을 제1 주파수로 구동하는 단계; 및

제2 공정을 진행하기 위하여 상기 복수개의 용량 결합 전극을 상기 제1 주파수와 다른 제2 주파수로 구동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 제1 공정과 상기 제2 공정에서 상기 플라즈마 반응기 내부의 기압은

동일 기압 또는 서로 다른 기압인 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 제1 공정과 상기 제2 공정에서 상기 플라즈마 반응기의 내부로 공급되는 가스는

동일 가스 또는 서로 다른 가스인 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

상기 제1 공정과 상기 제2 공정에서 공정 진행 시간은

동일하거나 또는 서로 다른 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 15**

제11항에 있어서,

상기 제1 공정과 상기 제2 공정은 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 공정인 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 16**

제11항에 있어서,

상기 제1 공정과 제2 공정은 교대적으로 반복되는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 17**

제11항에 있어서,

상기 복수개의 용량 결합 전극이 구동되는 동안에 상기 플라즈마 반응기의 내부로 멀티 레이저 스캐닝 라인이 형성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 18**

제11항에 있어서,

상기 복수개의 용량 결합 전극이 구동되는 동안에 상기 플라즈마 반응기의 내부에 수용된 피처리 기관으로 레이저가 주사되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법.

**청구항 19**

제11항 내지 제18항 중 어느 한 항의 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법을 이용하여 적용된 박막을 포함하는 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

<1> 본 발명은 용량 결합 플라즈마 반응기에 관한 것으로, 구체적으로는 대면적의 플라즈마를 보다 균일하게 발생하여 대면적의 피처리 대상에 대한 플라즈마 처리 효율을 높일 수 있으며 둘 이상의 공정을 교대적으로 수행할 수 있는 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

<2> 플라즈마는 같은 수의 음이온(positive ions)과 전자(electrons)를 포함하는 고도로 이온화된 가스이다. 플라즈마 방전은 이온, 자유 라디칼, 원자, 분자를 포함하는 활성 가스를 발생하기 위한 가스 여기에 사용되고 있다. 활성 가스는 다양한 분야에서 널리 사용되고 있으며 집적 회로 장치, 액정 디스플레이, 태양 전지등과 같은 장치를 제조하기 위한 여러 반도체 제조 공정 예들 들어, 식각(etching), 증착(deposition), 세정(cleaning), 에싱(ashing) 등에 다양하게 사용된다.

<3> 플라즈마를 발생하기 위한 플라즈마 소스는 여러 가지가 있는데 무선 주파수(radio frequency)를 사용한 용량 결합 플라즈마(capacitive coupled plasma)와 유도 결합 플라즈마(inductive coupled plasma)가 그 대표적인 예이다. 용량 결합 플라즈마 소스는 정확한 용량 결합 조절과 이온 조절 능력이 높아서 타 플라즈마 소스에 비하여 공정 생산력이 높다는 장점을 갖는다. 그러나 대형화되는 피처리 기관을 처리하기 위하여 용량 결합 전극을 대형화하는 경우 전극의 열화에 의해 전극에 변형이 발생되거나 손상될 수 있다. 이러한 경우 전계 강도가 불균일하게 되어 플라즈마 밀도가 불균일하게 될 수 있으며 반응기 내부를 오염시킬 수 있다. 유도 결합 플라즈마 소스의 경우에도 유도 코일 안테나의 면적을 크게 하는 경우 마찬가지로 플라즈마 밀도를 균일하게 얻기가 어렵다.

<4> 최근 반도체 제조 산업에서는 반도체 소자의 초미세화, 반도체 회로를 제조하기 위한 실리콘 웨이퍼 기관이나 유리 기관 또는 플라스틱 기관과 같은 피처리 기관의 대형화 그리고 새로운 처리 대상 물질의 개발되고 있는 등

과 같은 여러 요인으로 인하여 더욱 향상된 플라즈마 처리 기술이 요구되고 있다. 특히, 대면적의 피처리 기관에 대한 우수한 처리 능력을 갖는 향상된 플라즈마 소스 및 플라즈마 처리 기술이 요구되고 있다. 더욱이 레이저를 이용한 다양한 반도체 제조 장치가 제공되고 있다. 레이저를 이용하는 반도체 제조 공정은 피처리 기관에 대한 증착, 식각, 어닐링, 세정 등과 같은 다양한 공정에 넓게 적용되고 있다. 이와 같은 레이저를 이용한 반도체 제조 공정의 경우에도 상술한 문제점이 존재한다.

- <5> 피처리 기관의 대형화는 전체적인 생산 설비의 대형화를 야기하게 된다. 생산 설비의 대형화는 전체적인 설비 면적을 증가시켜 결과적으로 생산비를 증가시키는 요인이 된다. 그럼으로 가급적 설비 면적을 최소화 할 수 있는 플라즈마 반응기 및 플라즈마 처리 시스템이 요구되고 있다. 특히, 반도체 제조 공정에서는 단위 면적당 생산성이 최종 제품의 가격에 영향을 미치는 중요한 요인의 하나로 작용한다.
- <6> 반도체 기관을 제조하는 과정에는 여러 공정들이 존재한다. 각각의 공정은 대부분이 별도의 공정 챔버에 진행되기 때문에 하나의 공정이 수행된 피처리 기관은 다음 공정을 진행하기 위하여 다음 공정을 진행하기 위한 공정 챔버로 이송된다. 이러한 공정 챔버간의 이송은 제조 시간을 증가시키는 부정적 요인이기 때문에 최대한 단축되어야 할 필요가 있다. 또는 하나의 공정 챔버에 서로 다른 공정이 교대적으로 진행될 수 있다면 매우 바람직할 것이다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- <7> 본 발명의 목적은 대면적의 플라즈마 균일하게 발생 및 유지 할 수 있으며 둘 이상의 기관 처리 공정을 교대적으로 수행할 수 있는 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치를 제공하는데 있다.
- <8> 본 발명의 다른 목적은 용량 결합 전극들의 상호간 용량 결합을 균일하게 제어하여 고밀도의 플라즈마를 균일하게 발생할 수 있으며 둘 이상의 기관 처리 공정을 교대적으로 수행할 수 있는 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치를 제공하는데 있다.
- <9> 본 발명의 또 다른 목적은 용량 결합 전극의 전류 공급을 균일하게 제어하여 고밀도의 플라즈마를 균일하게 발생할 수 있으며 둘 이상의 기관 처리 공정을 교대적으로 수행할 수 있는 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치를 제공하는데 있다.
- <10> 본 발명의 또 다른 목적은 대면적화가 용이하며 고밀도의 플라즈마를 균일하게 발생할 수 있으며 둘 이상의 기관 처리 공정을 하나의 플라즈마 반응기에서 교대적으로 연속해서 수행할 수 있는 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법 그리고 이것에 의해 제조된 장치를 제공하는데 있다.

**과제 해결수단**

- <11> 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일면은 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 본 발명의 용량 결합 플라즈마 반응기는: 피처리 기관이 놓이는 기관 지지대를 구비한 반응기 몸체; 상기 반응기 몸체의 내부에 플라즈마 방전을 유도하기 위한 복수개의 용량 결합 전극을 포함하는 용량 결합 전극 어셈블리; 상기 용량 결합 전극 어셈블리로 서로 다른 주파수를 공급하기 위한 둘 이상의 메인 전원 공급원; 상기 둘 이상의 메인 전원 공급원과 상기 용량 결합 전극 어셈블리 사이에 구성되어 선택적인 전기적 연결을 제공하는 스위칭 회로; 및 공정에 따라서 상기 스위칭 회로 및 상기 둘 이상의 메인 전원 공급원을 제어하여 선택된 주파수로 상기 용량 결합 전극을 구동시키는 제어부를 포함한다.
- <12> 일 실시예에 있어서, 상기 둘 이상의 메인 전원 공급원은 1MHz 이상의 주파수를 발생하는 제1 메인 전원 공급원과 1MHz 보다 낮은 주파수를 발생하는 제2 메인 전원 공급원을 포함한다.
- <13> 일 실시예에 있어서, 상기 공정은 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 공정이다.
- <14> 일 실시예에 있어서, 상기 스위칭 회로와 상기 복수개의 용량 결합 전극 사이에 연결되어 상기 복수개의 용량 결합 전극으로 선택된 주파수의 전류를 분배하는 전류 분배 회로를 포함한다.

- <15> 일 실시예에 있어서, 상기 전류 분배 회로는 상기 복수개의 용량 결합 전극으로 공급되는 전류의 균형을 자동으로 조절하는 자동 전류 균형 회로를 포함한다.
- <16> 일 실시예에 있어서, 상기 반응기 몸체의 내부로 하나 이상의 가스를 공급하기 위한 가스 공급 시스템을 포함하고, 상기 제어부는 상기 공정과 관련된 하나 이상의 가스가 상기 반응기 몸체의 내부로 공급되도록 상기 가스 공급 시스템을 제어한다.
- <17> 일 실시예에 있어서, 상기 용량 결합 전극 어셈블리는 상기 복수개의 용량 결합 전극이 장착되며 상기 반응기 몸체의 하나의 면을 구성하는 전극 장착판을 포함한다.
- <18> 일 실시예에 있어서, 상기 전극 장착판은 복수개의 가스 분사홀을 포함하고, 상기 가스 분사홀을 통하여 상기 반응기 몸체의 내부로 가스를 공급하는 가스 공급부를 포함한다.
- <19> 일 실시예에 있어서, 상기 반응기 몸체의 내부에 복수개의 레이저 주사선으로 이루어지는 멀티 레이저 스캐닝 라인을 구성하기 위한 레이저 공급원과 상기 복수개의 레이저 주사선이 통과하도록 상기 반응기 몸체에 구성되는 레이저 투과 윈도우를 포함한다.
- <20> 일 실시예에 있어서, 상기 반응기 몸체의 내부에 위치한 피처리 기관으로 레이저를 주사하기 위한 레이저 소스와 상기 레이저 소스의 레이저 주사선이 통과하도록 상기 반응기 몸체에 구성되는 레이저 투과 윈도우를 포함한다.
- <21> 본 발명의 다른 일면은 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다. 본 발명의 플라즈마 처리 방법은: 제1 공정을 진행하기 위하여 플라즈마 반응기의 복수개의 용량 결합 전극을 제1 주파수로 구동하는 단계; 및 제2 공정을 진행하기 위하여 상기 복수개의 용량 결합 전극을 상기 제1 주파수와 다른 제2 주파수로 구동하는 단계를 포함한다.
- <22> 일 실시예에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정에서 상기 플라즈마 반응기 내부의 기압은 동일 기압 또는 서로 다른 기압이다.
- <23> 일 실시예에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정에서 상기 플라즈마 반응기의 내부로 공급되는 가스는 동일 가스 또는 서로 다른 가스이다.
- <24> 일 실시예에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정에서 공정 진행 시간은 동일하거나 또는 서로 다르다.
- <25> 일 실시예에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정은 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 공정이다.
- <26> 일 실시예에 있어서, 상기 제1 공정과 제2 공정은 교대적으로 반복된다.
- <27> 일 실시예에 있어서, 상기 복수개의 용량 결합 전극이 구동되는 동안에 상기 플라즈마 반응기의 내부로 멀티 레이저 스캐닝 라인이 형성되는 단계를 포함한다.
- <28> 일 실시예에 있어서, 상기 복수개의 용량 결합 전극이 구동되는 동안에 상기 플라즈마 반응기의 내부에 수용된 피처리 기관으로 레이저가 주사되는 단계를 포함한다.
- <29> 본 발명의 또 다른 일면은 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법에 의하여 제조된 장치에 관한 것이다. 본 발명의 제조된 장치는 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기를 이용한 플라즈마 처리 방법에 의하여 적층된 박막을 포함한다.

**효 과**

- <30> 본 발명의 다중 주파수 구동형 용량 결합 전극 어셈블리를 구비한 용량 결합 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 플라즈마 처리 방법에 의하면, 복수개의 용량 결합 전극에 의해 대면적의 플라즈마를 균일하게 발생할 수 있다. 복수개의 용량 결합 전극을 병렬 구동함에 있어서 전류 균형을 자동적으로 이루도록 함으로 용량 결합 전극들의 상호간 용량 결합을 균일하게 제어하여 고밀도의 플라즈마를 균일하게 발생할 수 있다. 복수개의 용량 결합 전극은 증설이 용이함으로 플라즈마의 대면적화를 용이하게 이룰 수 있다.
- <31> 또한, 둘 이상의 서로 다른 주파수 중 선택된 하나의 주파수로 용량 결합 전극 어셈블리를 선택적으로 구동할 수 있기 때문에 하나의 플라즈마 반응기에서 서로 다른 둘 이상의 공정을 교대적으로 연속해서 수행할 수 있어서 생산성을 극대화 할 수 있다.

<32> 또한, 복수개의 용량 결합 전극과 더불어 멀티 레이저 스캐닝 라인을 피처리 기관의 상부에 균일하고 넓게 조사할 수 있음으로서 대면적의 플라즈마를 균일하게 발생시킬 수 있으며 대면적의 피처리 기관을 처리하기 위한 대면적의 플라즈마 반응기를 용이하게 구현할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

<33> 본 발명을 충분히 이해하기 위해서 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상세히 설명하는 실시예로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공 되어지는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어 표현될 수 있다. 각 도면에서 동일한 부재는 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.

<34> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 플라즈마 반응기를 보여주는 도면이다.

<35> 도 1을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유도 결합 플라즈마 반응기(10)는 반응기 몸체(11), 가스 공급부(20), 용량 결합 전극 어셈블리(30)를 포함한다. 반응기 몸체(11)는 내부에 피처리 기관(13)이 놓이는 지지대(12)가 구비된다. 용량 결합 전극 어셈블리(30)는 반응기 몸체(11)의 상부에 구성된다. 가스 공급부(20)는 용량 결합 전극 어셈블리(30)의 상부에 구성되며, 복수개의 가스 공급원(49)을 구비한 가스 공급 시스템(48)으로부터 제공된 가스를 용량 결합 전극 어셈블리(30)의 가스 분사홀(32)을 통하여 플라즈마 반응기(10)의 내부로 공급한다. 용량 결합 전극 어셈블리(30)에 구비되는 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 둘 이상의 메인 전원 공급원(40-1, 40-2) 중 어느 하나로부터 선택적으로 무선 주파수를 공급 받아서 구동되어 플라즈마 반응기(10) 내부에 용량 결합된 플라즈마를 유도한다. 플라즈마 반응기(10)의 내부에 발생된 플라즈마에 의해 피처리 기관(13)에 대한 플라즈마 처리가 이루어진다.

<36> 플라즈마 반응기(10)는 반응기 몸체(11)와 그 내부에 피처리 기관(13)이 놓이는 지지대(12)가 구비된다. 반응기 몸체(11)는 알루미늄, 스테인리스, 구리와 같은 금속 물질로 제작될 수 있다. 또는 코팅된 금속 예를 들어, 양극 처리된 알루미늄이나 니켈 도금된 알루미늄으로 제작될 수도 있다. 또는 탄소나노튜브가 공유 결합된 복합 금속을 사용할 수도 있다. 또는 내화 금속(refractory metal)로 제작될 수도 있다. 또 다른 대안으로 반응기 몸체(11)를 전체적 또는 부분적으로 석영, 세라믹과 같은 전기적 절연 물질로 제작하는 것도 가능하다. 이와 같이 반응기 몸체(11)는 의도된 플라즈마 프로세스가 수행되기에 적합한 어떠한 물질로도 제작될 수 있다. 반응기 몸체(11)의 구조는 피처리 기관(13)에 따라 그리고 플라즈마의 균일한 발생을 위하여 적합한 구조 예를 들어, 원형 구조나 사각형 구조 그리고 이외에도 어떠한 형태의 구조를 가질 수 있다. 피처리 기관(13)은 예를 들어, 반도체 장치, 디스플레이 장치, 태양전지 등과 같은 다양한 장치들의 제조를 위한 웨이퍼 기관, 유리 기관, 플라스틱 기관 등과 같은 기관들이다. 플라즈마 반응기(10)는 진공펌프(8)에 연결된다. 본 발명의 실시예에서 플라즈마 반응기(10)는 대기압 이하의 저압 상태에서 피처리 기관(13)에 대한 플라즈마 처리가 이루어진다. 그러나 본 발명의 용량 결합 플라즈마 반응기는 대기압에서 피처리 기관을 처리하는 대기압의 플라즈마 처리 시스템에서도 사용이 가능하다.

<37> 플라즈마 반응기(10)는 용량 결합 전극 어셈블리(30)로 서로 다른 주파수를 선택적으로 공급하기 위한 둘 이상의 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)과 스위칭 회로(45) 그리고 제어부(46)를 구비한다. 일 실시예로 두 개의 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)이 구비된다. 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)은 각기 서로 다른 주파수(f1, f2)를 발생한다. 예를 들어, 제1 메인 전원 공급원(40-1)은 1MHz 이상의 주파수를 발생하고, 제2 메인 전원 공급원(40-2)은 1MHz 보다 낮은 주파수를 발생한다. 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)은 별도의 임피던스 정합기 없이 출력의 제어가 가능한 무선 주파수 발생기를 사용하여 구성될 수도 있다. 이 실시예에는 두 개의 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)을 구성한 예를 설명하였으나 서로 다른 무선 주파수를 발생하기 위한 셋 이상의 메인 전원 공급원이 구비될 수도 있다.

<38> 플라즈마 반응기(10)의 내부에는 피처리 기관(13)을 지지하기 위한 지지대(12)가 구비된다. 기관 지지대(12)는 바이어스 전원 공급원(42, 43)에 연결되어 바이어스 된다. 예를 들어, 서로 다른 무선 주파수 전원을 공급하는 두 개의 바이어스 전원 공급원(42, 43)이 공통 임피던스 정합기(44)(또는 각각의 임피던스 정합기)를 통하여 기관 지지대(12)에 전기적으로 연결되어 바이어스 된다. 기관 지지대(12)의 이중 바이어스 구조는 플라즈마 반응기(10)의 내부에 플라즈마 발생을 용이하게 하고, 플라즈마 이온 에너지를 더욱 개선시켜 공정 생산력을

향상 시킬 수 있다. 또는 단일 바이어스 구조로 변형 실시할 수도 있다. 또는 지지대(12)는 바이어스 전원의 공급 없이 제로 퍼텐셜(zero potential)을 갖는 구조로 변형 실시될 수도 있다. 그리고 기관 지지대(12)는 정전적을 포함할 수 있다. 또는 기관 지지대(12)는 히터를 포함할 수 있다. 기본적으로 지지대(12)는 고정형으로 구성된다. 일 변형예로 지지대(12)는 피처리 기관(13)과 평행하게 선형 또는 회전 이동 가능한 구조를 갖고, 지지대(12)를 선형 또는 회전 이동하기 위한 구동 메커니즘을 포함할 수 있다. 반응기 몸체(11)의 하부에 가스의 균일한 배기를 위하여 배기 배플(미도시)이 구성될 수 있다.

- <39> 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)과 용량 결합 전극 어셈블리(30) 사이에는 선택적인 전기적 연결을 제공하는 스위칭 회로(45)가 구비된다. 스위칭 회로(45)는 예를 들어 릴레이 스위치로 구성될 수 있다. 스위칭 회로(45)는 두 개의 입력단과 하나의 출력단을 구비한다. 스위칭 회로(45)의 두 개의 입력단은 제1 및 제2 임피던스 정합기(41-1, 41-2)를 통해서 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)과 각각 연결된다. 스위칭 회로(45)는 제어부(46)의 제어를 받아서 스위칭 동작하여 두 개의 입력단 중 어느 하나가 출력단과 전기적으로 연결된다. 그럼으로 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)으로부터 발생된 서로 다른 무선 주파수( $f_1$ ,  $f_2$ ) 중 어느 하나가 용량 결합 전극 어셈블리(30)에 구비된 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 선택적으로 공급된다. 제어부(46)는 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)과 스위칭 회로(45)를 유기적으로 제어하며 플라즈마 반응기(10)의 전반적인 동작을 제어한다. 그리고 제어부(46)는 플라즈마 반응기(10)에서 실행될 공정과 관련된 하나 이상의 가스가 반응기 몸체(11)의 내부로 공급되도록 가스 공급 시스템(48)을 제어한다.
- <40> 도 2는 교대적인 공정 진행과 그에 따른 교대적인 주파수 공급을 설명하기 위한 타이밍도이고, 도 3은 교대적인 공정 진행에 의해 피처리 기관에 교대적으로 박막이 형성되는 것을 예시하는 도면이다.
- <41> 도 2를 참조하여, 플라즈마 반응기(10)는 서로 다른 주파수로 구동되는 용량 결합 전극 어셈블리(30)를 이용하여 피처리 기관(13)에 대하여 서로 다른 두 개의 공정을 교대적으로 실행한다. 예를 들어, 제1 공정(P\_#1)에서는 제1 메인 전원 공급원(40-1)으로부터 제1 주파수( $f_1$ )가 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 공급된다. 제2 공정(P\_#2)에서는 제2 메인 전원 공급원(40-2)으로부터 제2 주파수( $f_2$ )가 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 공급된다. 제1 및 제2 메인 전원 공급원(40-1, 40-2)은 제어부(46)의 제어를 받아서 어느 하나가 동작 중일 때 다른 하나의 동작은 정지된다.
- <42> 제1 공정(P\_#1)과 제2 공정(P\_#2)은 교대적으로 반복 수행된다. 제1 및 제2 공정(P\_#1, P\_#2)은 예를 들어 플라즈마 강화 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition: PECVD) 공정일 수 있다. 이러한 교대적인 반복 공정에 의하여 피처리 기관(13)에는 도 3에 도시된 바와 같이 교대적으로 반복된 박막(L1, L2)이 증착된다. 제1 공정(P\_#1)과 제2 공정(P\_#2)에서 플라즈마 반응기(10) 내부의 기압은 동일 기압 또는 서로 다른 기압일 수 있으며, 공급되는 가기도 동일하거나 서로 다른 가스 일 수 있다. 또한 공정 진행 시간의 경우에도 동일한 공정 진행 시간을 갖거나 또는 서로 다른 공정 진행 시간을 가질 수 있다.
- <43> 도 4는 용량 결합 전극 어셈블리의 상부에 구성된 가스 공급부를 보여주는 반응기 하부의 부분 단면도이다.
- <44> 도 4를 참조하여, 가스 공급부(20)는 용량 결합 전극 어셈블리(30)의 상부에 설치된다. 가스 공급부(20)는 가스 공급원(49)으로 연결되는 가스 입구(21)와 하나 이상의 가스 분배관(22) 그리고 복수개의 가스 주입구(23)를 구비한다. 복수개의 가스 주입구(23)는 용량 결합 전극 어셈블리(30)의 전극 장착판(34)에 구성되는 복수개의 가스 분사홀(32)에 대응되어 연결된다. 가스 입구(21)를 통하여 입력된 가스는 하나 이상의 가스 분배관(22)에 의해서 고르게 분배되어 복수개의 가스 주입구(23)와 그에 대응된 복수개의 가스 분사홀(32)을 통하여 플라즈마 반응기(10)의 내부로 고르게 분사된다. 가스 공급부(20)는 둘 이상의 분리된 가스 공급 채널을 구비하여 서로 다른 가스를 독립적으로 플라즈마 반응기(10)의 내부로 공급할 수도 있다. 서로 다른 가스를 독립적으로 분리 공급하여 플라즈마 처리의 효율을 높일 수 있다.
- <45> 다시 도 1을 참조하여, 가스 공급부(20)의 가스 입구(21)에는 원격 플라즈마 발생기(55)가 연결될 수 있다. 원격 플라즈마 발생기(55)는 예를 들어, 활성 가스를 플라즈마 반응기(10)의 내부로 공급하여 플라즈마 반응기(10)의 내부를 세정한다. 가스 공급부(20)는 원격 플라즈마 발생기(55)를 경유하는 하나의 가스 공급 채널과 원격 플라즈마 발생기(55)를 경유하지 않는 다른 하나의 가스 공급 채널을 구비할 수 있다.
- <46> 도 5는 용량 결합 전극 어셈블리를 보여주는 사시도이고, 도 6은 용량 결합 전극의 단면도이다.
- <47> 도 5를 참조하여, 용량 결합 전극 어셈블리(30)는 플라즈마 반응기(10)의 내부에 용량 결합된 플라즈마 방전을 유도하기 위한 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)을 구비한다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 전극 장착판(34)에 장착된다. 전극 장착판(34)은 반응기 몸체(11)의 천정을 형성하도록 설치될 수 있다. 복수개의 용량

결합 전극(31, 33)은 반응기 몸체(11)의 상부를 선형으로 가로지르는 복수개의 정전압 전극(33)과 부전압 전극(31)이 교대적으로 병렬로 배열된 구조를 갖는다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 전극 장착판(34)의 하부로 돌출된 선형의 장벽구조를 갖는다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 전도체 영역(71)과 그 외부를 감싸는 절연체 영역(70)으로 구성될 수 있다. 또는 전도체 영역(71)만으로 구성될 수도 있다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)의 형상과 배치 구조는 후술되는 바와 같이 다양한 변형이 가능하다.

<48> 전극 장착판(34)은 복수개의 가스 분사홀(32)을 구비한다. 복수개의 가스 분사홀(32)은 복수개의 용량 결합 전극(31, 33) 사이에 간격을 두고 열을 지어 구성된다. 전극 장착판(34)은 금속이나 비금속 또는 이들의 혼합된 물질로도 구성이 가능하다. 물론, 전극 장착판(34)이 금속 물질로 구성되는 경우에는 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)과의 사이에 전기적 절연 구조를 갖는다. 전극 장착판(34)은 반응기 몸체(11)의 천정을 구성하도록 설치되지만 플라즈마 처리 효율을 높이기 위하여 반응기 몸체(11)의 측벽을 따라서 설치될 수도 있다. 또는 천정과 측벽에 모두 설치될 수도 있다. 구체적인 도시는 생략되었으나, 전극 장착판(34)은 적절한 온도 제어를 위한 냉각 채널 또는 히팅 채널을 구비할 수 있다.

<49> 도 7은 용량 결합 전극의 다양한 단면 구조들을 보여주는 도면이다.

<50> 먼저, 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 용량 결합 전극(31, 33)은 장벽 구조를 갖되, 그 단면이 'T' 형 구조를 가질 수 있으며, 그 머리 부분이 전극 장착판(34)에 고정되도록 설치되거나 그 반대의 배치 위치를 갖도록 설치될 수 있다. 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 용량 결합 전극(31, 33)은 좁은 폭을 갖는 판형 구조를 가질 수 있다. 도 7의 (c) 또는 (d)에 도시된 바와 같이, 용량 결합 전극(31, 33)은 그 단면 구조가 삼각 또는 역삼각 구조를 갖도록 할 수도 있다. 도 7의 (e) 내지 (g)에 도시된 바와 같이, 원통의 봉형 구조, 뒤틀린 타원 구조나 세워진 타원 구조의 봉형 구조를 가질 수 있다. 이와 같이, 용량 결합 전극(31, 33)은 그 단면 구조가 원형, 타원형, 다각형 구조와 같이 다양한 구조로 변형 실시될 수 있다.

<51> 도 8 내지 도 18은 용량 결합 전극의 평면 구조 및 평면 배열 구조의 다양한 변형들을 보여주는 도면이다.

<52> 먼저, 도 8에 도시된 바와 같이, 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)을 구성하는 복수개의 정전압 전극(33)과 복수개의 부전압 전극(31)은 상호 교대적으로 배열되고 그 사이에는 복수개의 가스 분사홀(32)이 배열될 수 있다. 도 9 또는 도 10과 같이, 복수개의 정전압 전극(33)과 부전압 전극(31)은 일정 길이로 나뉜 구조에서 같은 전극이 동일 열(또는 행)로 배열되거나(도 9 참조), 서로 다른 전극이 상호 교대적으로 배열된 구조(도 10 참조)를 가질 수 있다. 도 11 또는 도 12에 도시된 바와 같이, 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 매트릭스 형태로 배열되는 복수개의 사각 또는 원형의 평판형 면적적으로 구성될 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 원기둥과 같은 기둥 구조를 가질 수도 있다. 도 14 내지 도 18에 도시된 바와 같이, 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 상호 교대적으로 배열된 평판 나선형 구조나 동심원 구조를 가질 수 있다. 이러한 구조에서 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 단지 하나의 정전압 전극(33)과 부전압 전극(31)으로 구성될 수도 있다. 또는 여러 개의 정전압 전극(33)과 부전압 전극(31)으로 구성되되 전체적인 배치 구조가 평판 나선형 구조나 동심원 구조를 취할 수도 있다.

<53> 이상과 같이, 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 장벽 구조, 평판형 구조, 돌기형 구조, 기둥 구조, 동심원 또는 환형 구조, 나선형 구조, 선형 구조에서 선택된 하나 이상의 구조를 갖질 수 있다. 그리고 복수개의 정전압 전극(33)과 부전압 전극(31)의 상호 배열 구조 또한 상호 교대적인 선형 배열 구조, 매트릭스 형태의 배열 구조, 상호 교대적인 나선형 배열 구조, 상호 교대적인 동심원 배열 구조와 같은 다양한 배열 구조에서 선택된 하나 이상의 배열 구조를 가질 수 있다. 그리고 도면에는 구체적으로 도시하지 않았으나, 상기 복수개의 용량 결합 전극들(31, 33) 사이에는 절연층이 구성될 수 있다.

<54> 도 19는 가스 분사홀이 구성된 용량 결합 전극의 변형예를 보여주는 용량 결합 전극 어셈블리의 부분 단면도이다.

<55> 도 19를 참조하여, 용량 결합 전극(31, 33)은 복수개의 가스 분사홀(73)이 길이 방향을 따라 구성될 수 있다. 전극 장착판(34)의 일부 가스 분사홀(32-1)은 용량 결합 전극(31, 33)의 가스 분사홀(73)과 연결되며 다른 일부의 가스 분사홀(32-2)은 연결되지 않는다. 가스 공급부(20)는 일부의 가스 분사홀(32-1)을 통하여 반응기 몸체(11) 내부로 제1 가스를 공급하는 제1 가스 공급 경로와 다른 일부의 가스 분사홀(32-2)을 통하여 반응기 몸체(11)의 내부로 가스를 공급하는 제2 가스 공급 경로를 구비할 수 있다. 가스 공급부(20)가 갖는 제1 및 제2 가스 공급 경로는 독립적인 가스 공급 경로로 서로 다른 종류의 제1 및 제2 가스를 분리 공급할 수 있도록 구성될 수 있다. 또는 동일한 가스가 공급되도록 구성될 수도 있다. 또는 용량 결합 전극(31, 33)에 구비된 가스 분

사출(73)을 통해서만 가스가 공급되는 단일 가스 공급 채널을 구성하는 것도 가능하다.

- <56> 다시, 도 1을 참조하여, 제1 또는 제2 메인 전원 공급원(40-1 or 40-2)으로부터 발생된 무선 주파수(f1 or f2)의 전류는 전류 분배 회로(50)를 통하여 용량 결합 전극 어셈블리(30)의 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 공급되어 플라즈마 반응기(10) 내부에 용량 결합 플라즈마를 유도한다. 바람직하게 전류 분배 회로(50)는 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 공급되는 전류의 균형을 자동으로 조절하는 자동 전류 균형 회로로 구성될 수 있다. 자동 전류 균형 회로는 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 공급되는 각각의 전류가 자동적으로 상호 균형을 이루게 한다. 그럼으로 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)에 의해 대면적의 플라즈마를 발생할 수 있을 뿐만 아니라 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)을 병렬 구동함에 있어서 자동적으로 전류 균형을 이루도록 함으로 대면적의 플라즈마를 보다 균일하게 발생 및 유지할 수 있다.
- <57> 도 20은 전류 분배 회로의 일 실시예를 보여주는 도면이다.
- <58> 도 20을 참조하여, 전류 분배 회로(50)는 직렬로 연결된 복수개의 트랜스포머(52)를 포함한다. 복수개의 트랜스포머(52)는 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)에 병렬로 연결되어 각각의 전극을 병렬 구동하며 상호간 자동으로 전류 균형을 이루는 자동 전류 균형 회로를 구성한다. 복수개의 트랜스포머(52)의 일차측은 무선 주파수가 입력되는 전원 입력단(임피던스 정합기의 출력단)과 접지 사이에 직렬로 연결되며, 이차측의 일단은 복수개의 용량 결합 전극(31, 33) 중 정전압 전극(33)에 대응되게 연결되고 타단은 공통으로 접지된다. 복수개의 트랜스포머(52)는 전원 입력단과 접지 사이의 전압을 균등하게 분할하고 분할된 다수의 분할된 전압을 복수개의 용량 결합 전극(31, 33) 중에서 대응된 정전압 전극(33)으로 출력한다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33) 중에서 부전압 전극(31)은 공통으로 접지된다.
- <59> 복수개의 트랜스포머(52)의 일차측으로 흐르는 전류는 동일함으로 복수개의 정전압 전극(33)으로 공급되는 전력도 동일하게 된다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)들 중에서 어느 하나의 임피던스가 변화되어 전류량의 변화가 발생되면 복수개의 트랜스포머(52)가 전체적으로 상호 작용하여 전류 균형을 이루게 된다. 그럼으로 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)으로 공급되는 전류는 상호 균일하게 지속적인 자동 조절이 이루어진다. 복수개의 트랜스포머(52)는 각기 일차측과 이차측의 권선비율이 기본적으로 1:1로 설정되어 있으나 이는 변경이 가능하다.
- <60> 이상과 같은 자동 전류 균형 회로로 구성되는 전류 분배 회로(50)는, 도면에는 구체적인 도시를 생략하였으나, 복수개의 트랜스포머(52)에 과도전압이 발생하는 것을 방지하기 위한 보호 회로를 포함할 수 있다. 보호 회로는 복수개의 트랜스포머(52) 중 어느 하나가 전기적으로 오픈 상태가 되는 등의 결함에 의해 해당 트랜스포머에 과도전압이 증가되는 것을 방지한다. 이러한 기능의 보호 회로는 바람직하게는 복수개의 트랜스포머(52)의 각각의 일차측 양단에 배리스터(Varistor)를 연결하여 구현할 수 있으며, 또는 제너다이오드(Zener Diode)와 같은 정전압 다이오드를 사용하여 구현할 수도 있다. 그리고 전류 분배 회로(50)에는 각각의 트랜스포머(52) 마다 보상 커패시터(51)와 같은 누설 전류의 보상을 위한 보상 회로가 부가될 수 있다.
- <61> 도 21 내지 도 23은 전류 분배 회로의 다양한 변형들을 보여주는 도면이다.
- <62> 도 21을 참조하여, 일 변형의 전류 분배 회로(50)는 복수개의 트랜스포머(52)의 이차측들이 각기 접지된 중간 탭을 포함한다. 여기서 이차측의 일단은 정전압을 타단은 부전압을 각각 출력한다. 정전압은 복수개의 정전압 전극(33)으로 부전압은 복수개의 부전압 전극(31)으로 제공된다.
- <63> 도 22 및 도 23을 참조하여, 다른 변형의 전류 분배 회로(50)는 전류 균형 조절 범위를 가변 할 수 있는 전압 레벨 조절 회로(60)를 구비할 수 있다. 전압 레벨 조절 회로(60)는 멀티 탭을 구비한 코일(61)과 멀티 탭 중 어느 하나를 접지로 연결하는 멀티 탭 스위칭 회로(62)를 포함한다. 전압 레벨 조절 회로(60)는 멀티 탭 스위칭 회로(62)의 스위칭 위치에 따라 가변된 전압 레벨을 분배 회로(50)로 인가하게 되며, 분배 회로(50)는 전압 레벨 조절 회로(60)에 의해서 결정되는 전압 레벨에 의해 전류 균형 조절 범위가 가변된다. 도 22의 경우에는 복수개의 트랜스포머(52)의 이차측의 타단을 공통으로 접지한 예이고, 도 23의 경우에는 이차측의 타단을 전압 레벨 조절 회로(60)에 일차측과 같이 공통으로 연결한 예이다.
- <64> 도 24는 플라즈마 반응기의 내부에 멀티 레이저 스캐닝 라인을 구성한 다른 실시예를 보여주는 플라즈마 반응기 상부의 부분 도면이다.
- <65> 도 24를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 반응기(10)는 반응기 몸체(11)의 내부에 복수개의 레이저 주사선으로 이루어지는 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)을 구성하기 위한 레이저 공급원(80)을 포함한다. 레이저 공급원(80)은 반응기 몸체(11)의 내부에 복수개의 레이저 주사선으로 이루어지는 멀티 레이저 스캐닝 라

인(82)을 구성하기 위한 레이저를 제공한다. 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)은 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)의 사이에 위치할 수 있다.

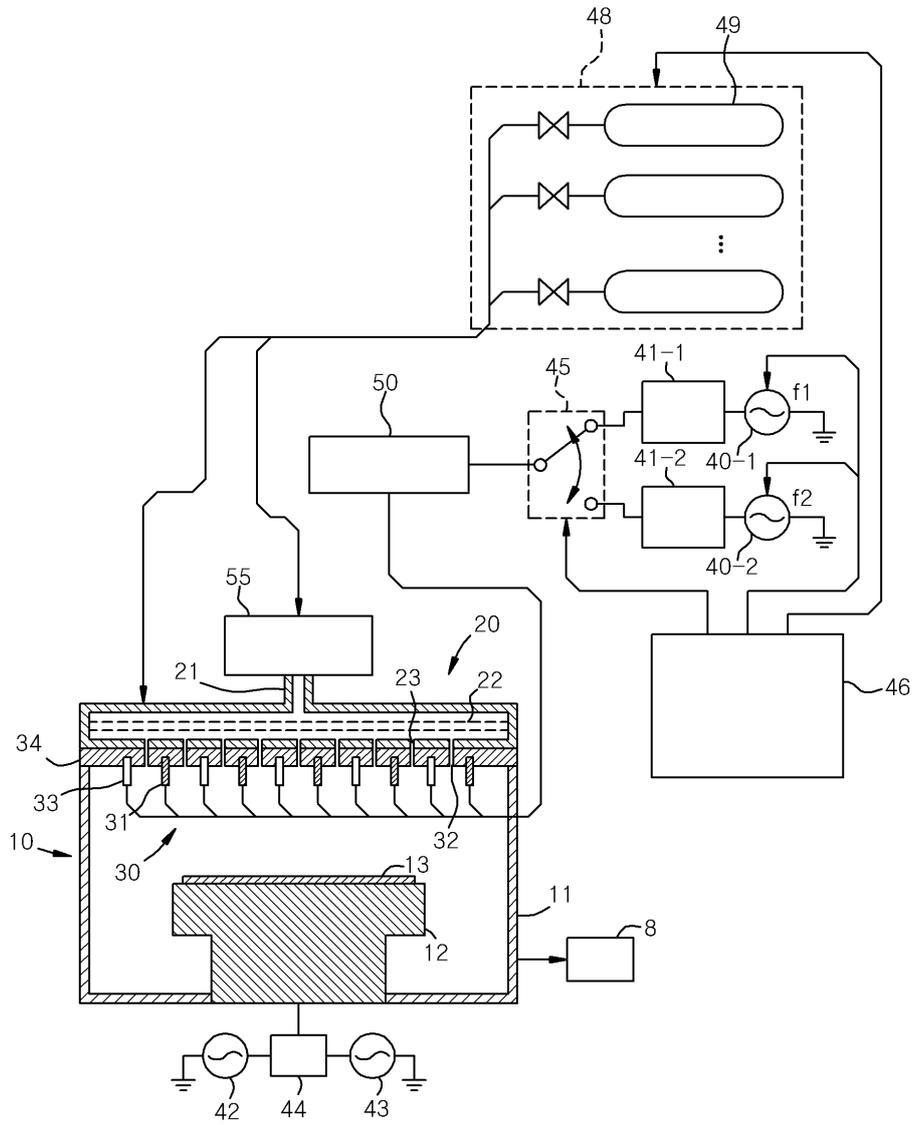
- <66> 도 25 내지 도 27은 멀티 레이저 스캐닝 라인의 다양한 구성 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- <67> 도 25 내지 도 27을 참조하여, 반응기 몸체(11)는 내부로 레이저 빔을 주사하기 위한 레이저 투과 윈도우(86, 87)를 구비한다. 레이저 투과 윈도우(86, 87)는 반응기 몸체(11)의 측벽으로 대향되게 구성된 두 개의 윈도우(86, 87)로 구성될 수 있다. 두 개의 윈도우(86, 87)는 반응기 몸체(11)에 서로 마주 대향되도록 설치되며, 동일한 길이를 갖는 슬릿 구조로 구성될 수 있다. 레이저 공급원(80)은 하나 이상의 레이저 소스(84)를 포함한다. 레이저 소스(84)는 레이저 투과 윈도우(86, 87)를 통하여 반응기 몸체(11)의 내부로 레이저 빔을 주사하여 반응기 몸체(11)의 내부에 복수개의 레이저 주사선을 형성시켜 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)을 구성한다.
- <68> 예를 들어, 도 25에 도시된 바와 같이, 일 측의 레이저 투과 윈도우(86)에 근접해서 복수개의 레이저 소스(84)가 배열되고, 그에 대응하여 타측의 레이저 투과 윈도우(87)에 근접해서는 복수개의 레이저 종결부(85)가 구성될 수 있다. 또는 도 26에 도시된 바와 같이, 몇 개의 레이저 소스(84)를 간격을 두고 구성하고 그 사이에 복수개의 반사경(83)을 설치하여 레이저 소스(84)로부터 발생된 레이저 빔을 두 개의 레이저 투과 윈도우(86, 87)를 사이에 두고 왕복하며 지그재그로 반사되도록 하여 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)을 형성시킬 수 있다. 또는 도 27에 도시된 바와 같이, 단지 하나의 레이저 소스(84)만을 구성하고 복수개의 반사경(83)을 구성할 수도 있다.
- <69> 이와 같이 하나 이상의 레이저 소스(84)와 복수개의 반사경(83)과 하나 이상의 레이저 종결부(85)를 사용하여 멀티 레이저 스캐닝 라인을 반응기 몸체(11)의 내부에 구성할 수 있다. 이때, 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)은 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)의 사이에 위치하고, 복수개의 가스 분사홀(32)에 정렬되는 것이 바람직할 수 있다. 그러나 또 다른 다양한 방법으로 레이저 스캐닝 라인을 형성할 수도 있다. 그리고 보다 구체적인 구성과 설명은 생략되었으나, 레이저 빔을 반응기 몸체(11)의 내부로 주사시키기 위하여 적절한 구조의 광학계가 사용될 수 있음을 당 업계의 통상적인 기술자들은 잘 알 수 있을 것이다.
- <70> 도 28은 멀티 레이저 스캐닝 라인과 용량 결합 전극의 다양한 상대적 배치 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- <71> 도 28의 (a)에 도시된 바와 같이, 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)으로 구성되는 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)은 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)들 사이에 형성된 전기장에 위치되는 구조를 취할 수 있다. 또는, 도 28의 (b)에 도시된 바와 같이, 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)은 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)과 반응기 몸체(11)의 내부에 구비된 지지대(12) 사이로 위치하는 구조 일 수 있다. 또는, 도 28의 (c)에 도시된 바와 같이, 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)은 반응기 몸체(11)로 반응 가스를 유입하는 가스 분사홀(32)과 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)의 사이에 위치하는 구조를 취할 수 있으며 이 경우 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)은 전극 장착판(34)과 일정 간격을 두고 이격되어 설치된다.
- <72> 이와 같은 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)과 상기 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)의 상대적 배치 구조는 반응 가스가 어느 것에 의해 먼저 에너지를 받아들이는가에 대한 것이다. 즉, 도 28의 (a)에 예시된 바와 같이, 반응기 몸체(11)의 내부로 유입된 반응 가스가 상기 용량 결합 전극에 의한 전기적 에너지와 상기 멀티 레이저 스캐닝 라인에 의한 열에너지를 혼합적으로 받아들이는 구조를 취할 수 있다. 또는, 도 28의 (b)에 예시된 바와 같이, 반응기 몸체(11)로 유입된 반응 가스가 상기 복수개의 용량 결합 전극으로부터 전달되는 전기적 에너지를 먼저 받아들이는 구조를 취할 수 있다. 또는, 도 28의 (c)에 예시된 바와 같이, 반응기 몸체(11)로 유입된 반응 가스가 상기 멀티 레이저 스캐닝 라인에 의한 열에너지를 먼저 받아들이는 구조를 취할 수 있다. 멀티 레이저 스캐닝 라인(82)과 상기 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)의 상대적 배치 구조는 하나 또는 둘 이상의 구조가 혼합적으로 사용될 수 있으며 이를 위하여 레이저 공급원(80)을 구성하는 레이저 소스(84), 반사경(83), 레이저 종결부(85)의 구성과 배치 구조는 적절히 변형이 가능하다.
- <73> 도 29는 피처리 기관에 직접 레이저를 주사하는 구조를 갖는 플라즈마 반응기를 보여주는 도면이다.
- <74> 도 29를 참조하여, 반응기 몸체(11)의 내부에 위치한 피처리 기관(13)으로 레이저를 직접 주사하기 위한 레이저 소스(90)가 구비될 수 있다. 반응기 몸체(11)의 일측에는 레이저 투과 윈도우(92)가 구비된다. 레이저 소스(90)로부터 주사된 레이저 빔은 레이저 투과 윈도우(92)를 통과하여 피처리 기관(13)에 직접 주사되면서 피처리 기관(13)을 스캐닝 한다. 복수개의 용량 결합 전극(31, 33)이 구동되는 동안에 플라즈마 반응기(10)의 내부에 수용된 피처리 기관(13)으로 레이저가 주사된다.
- <75> 이상과 같은 본 발명의 플라즈마 반응기(10)는 그 설치 구조가 도 1에 도시된 바와 같이 지지대(12)가 반응기



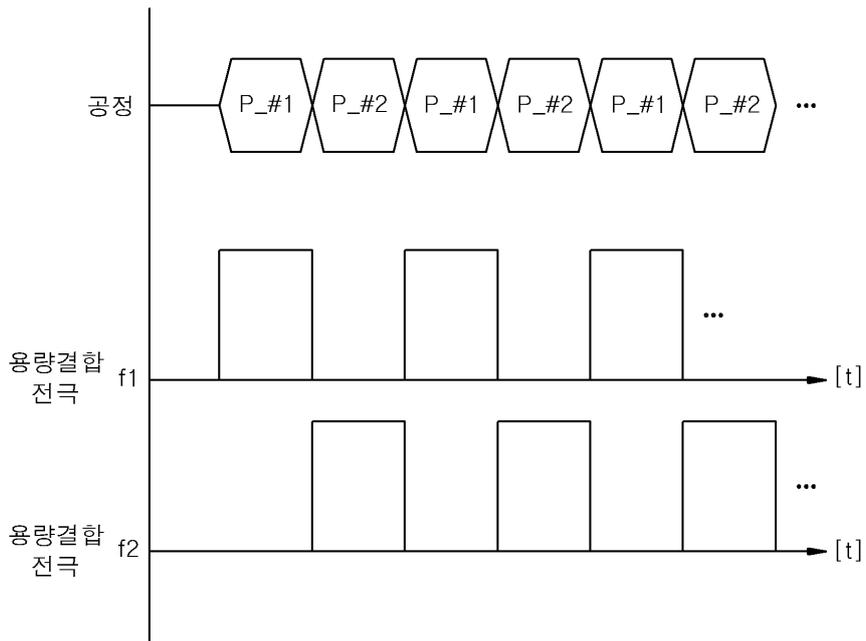
|       |                     |                      |
|-------|---------------------|----------------------|
| <100> | 34: 전극 장착판          | 40-1: 제1 메인 전원 공급원   |
| <101> | 40-2: 제2 메인 전원 공급원  | 41-1, 41-2: 임피던스 정합기 |
| <102> | 42, 43: 바이어스 전원 공급원 | 44: 임피던스 정합기         |
| <103> | 45: 스위칭 회로          | 46: 제어부              |
| <104> | 48: 가스 공급 시스템       | 49: 가스 공급원           |
| <105> | 50: 전류 분배 회로        | 51: 보상 커패시터          |
| <106> | 52: 트랜스포머           | 53: 중간탭              |
| <107> | 55: 원격 플라즈마 발생기     | 60: 전압 레벨 조절 회로      |
| <108> | 61: 코일              | 62: 멀티 탭 스위칭 회로      |
| <109> | 70: 절연체 영역          | 71: 전도체 영역           |
| <110> | 73: 가스 분사홀          | 80: 레이저 공급원          |
| <111> | 82: 멀티 레이저 스캐닝 라인   | 83: 반사경              |
| <112> | 84: 레이저 소스          | 85: 레이저 종결부          |
| <113> | 86, 87: 레이저 투과 윈도우  | 90: 레이저 소스           |
| <114> | 92: 레이저 투과 윈도우      |                      |

도면

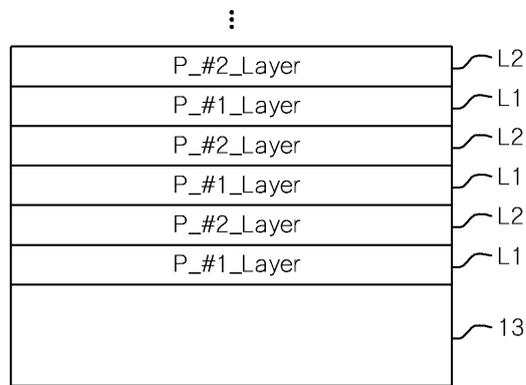
도면1



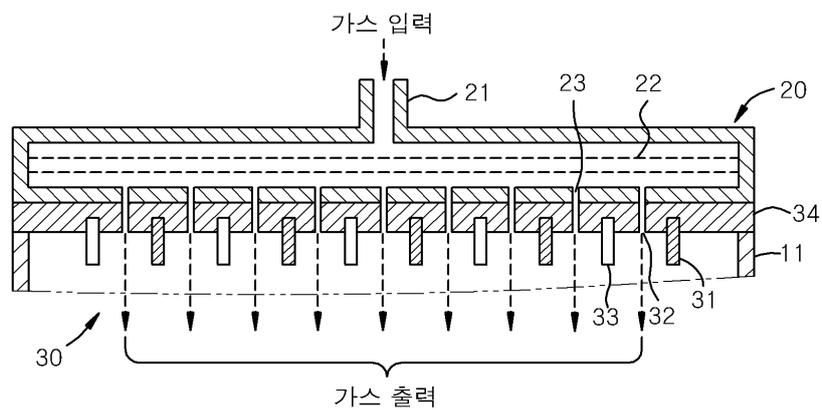
도면2



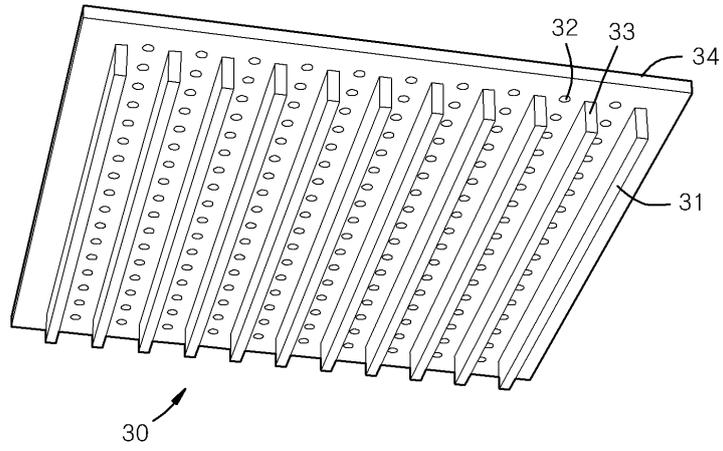
도면3



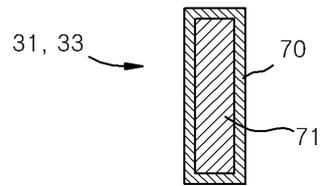
도면4



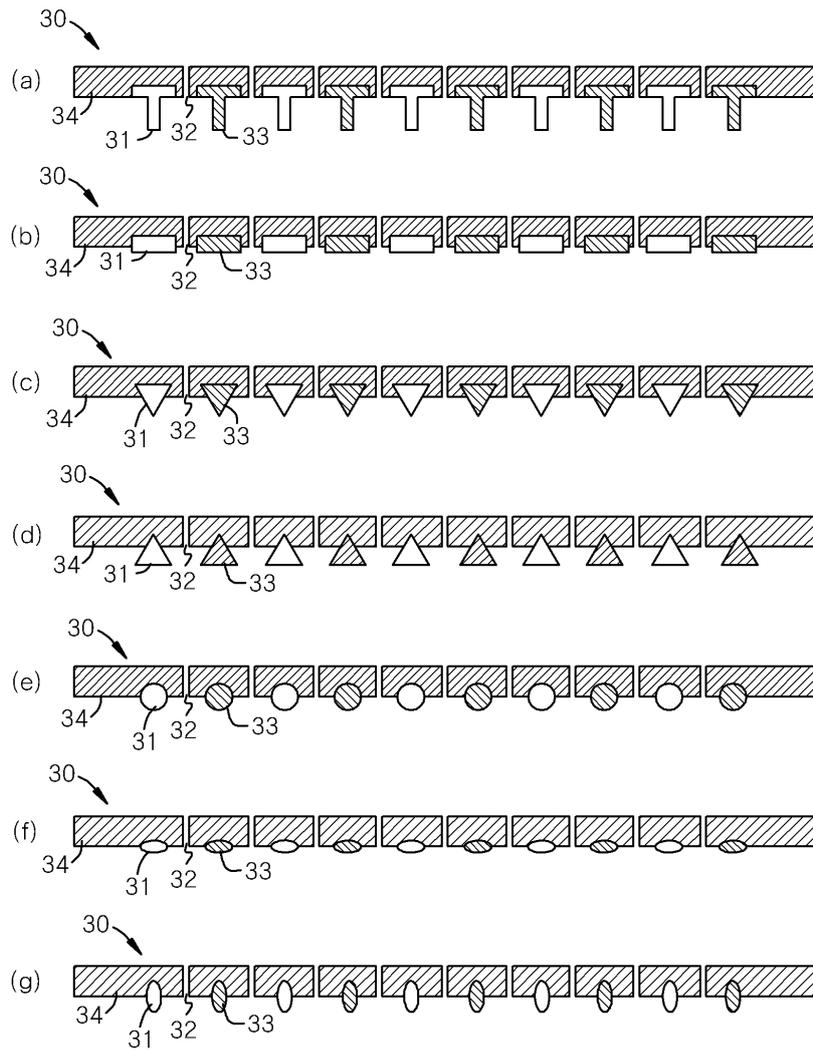
도면5



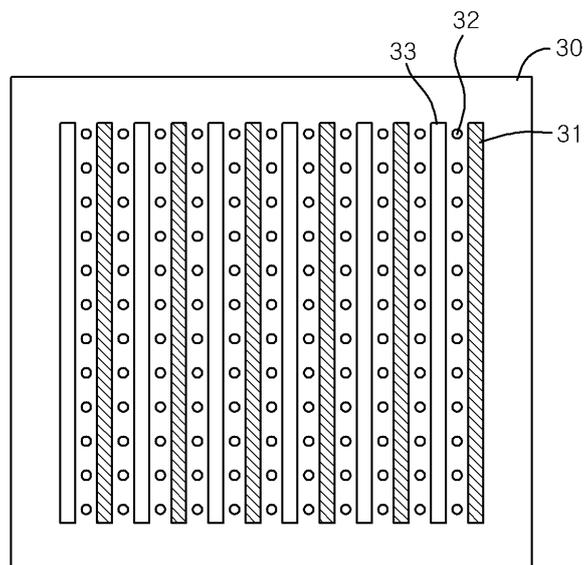
도면6



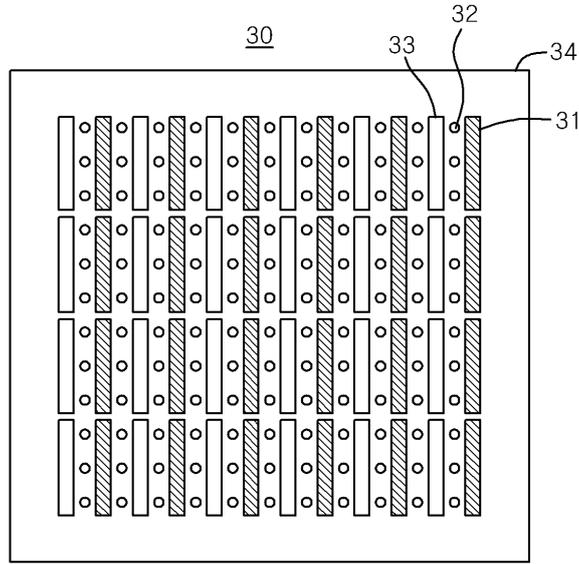
도면7



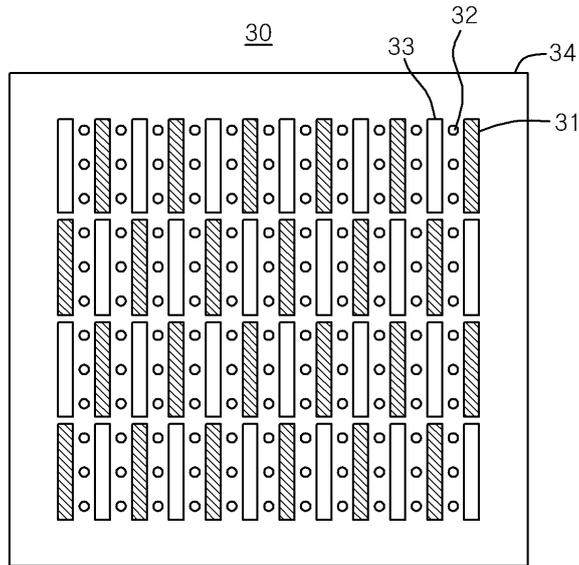
도면8



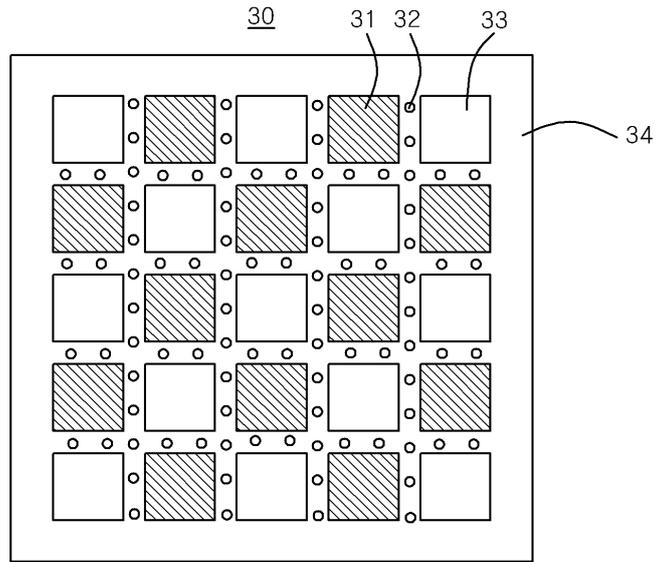
도면9



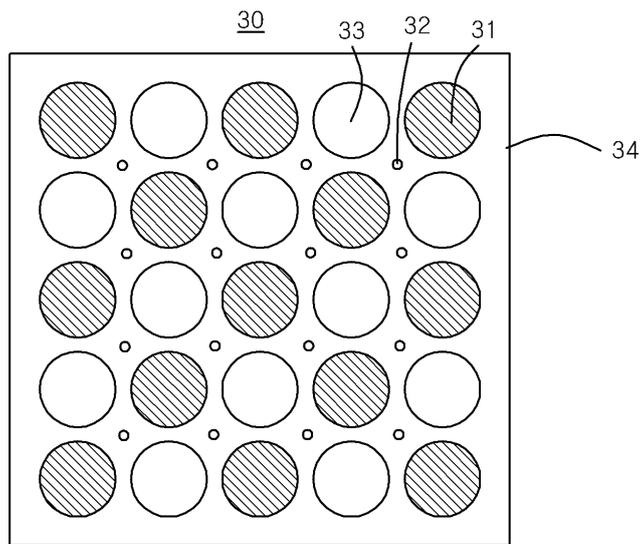
도면10



도면11

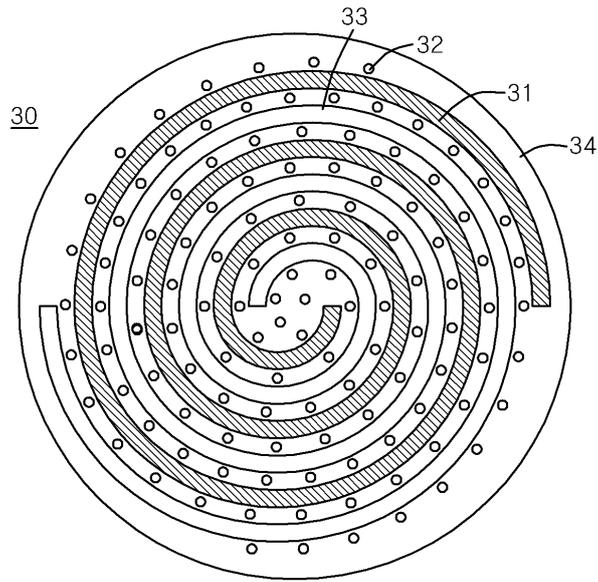


도면12

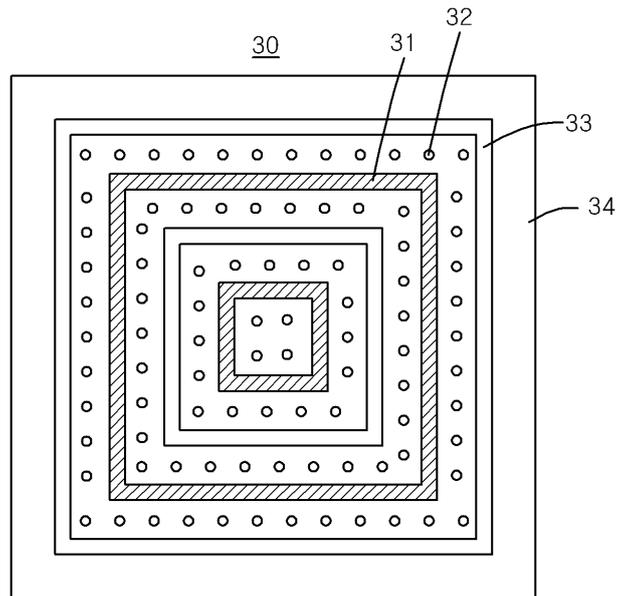




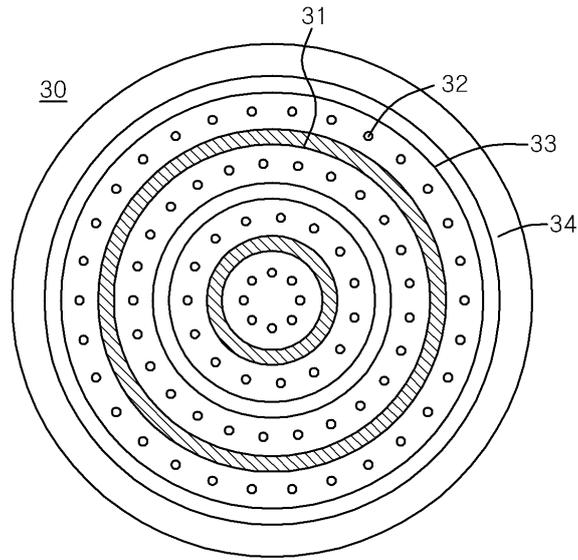
도면15



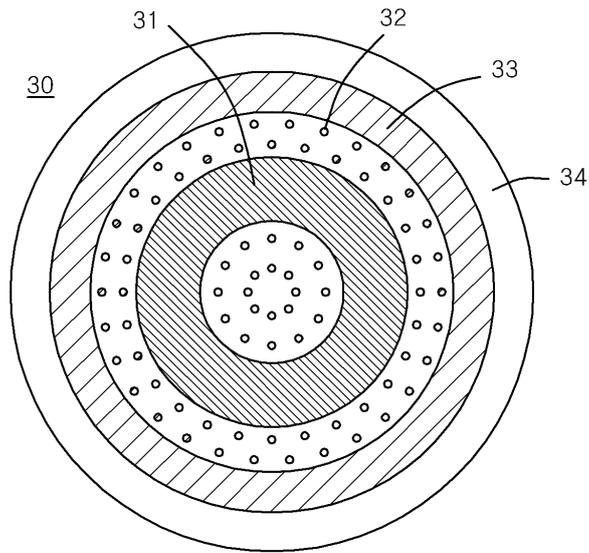
도면16



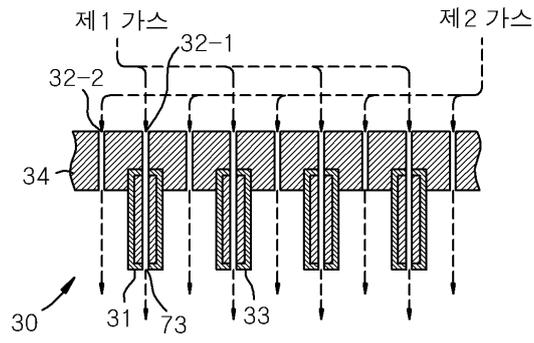
도면17



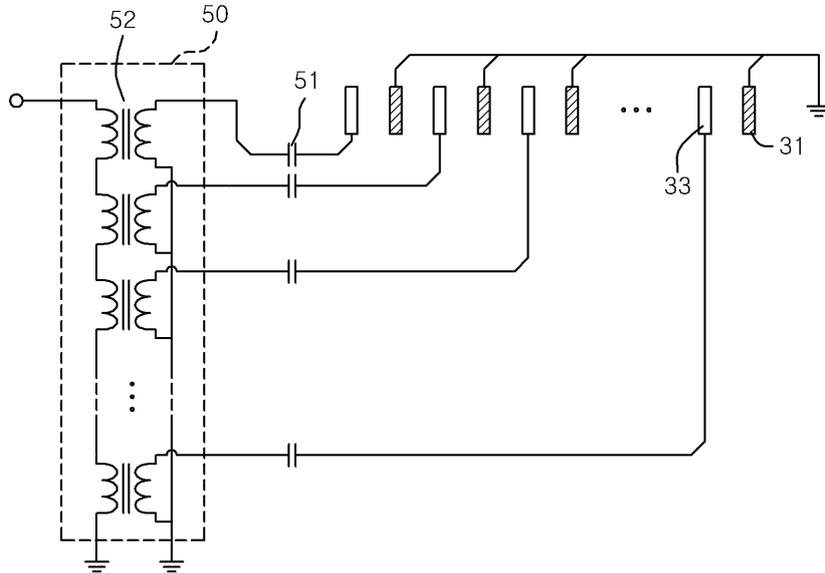
도면18



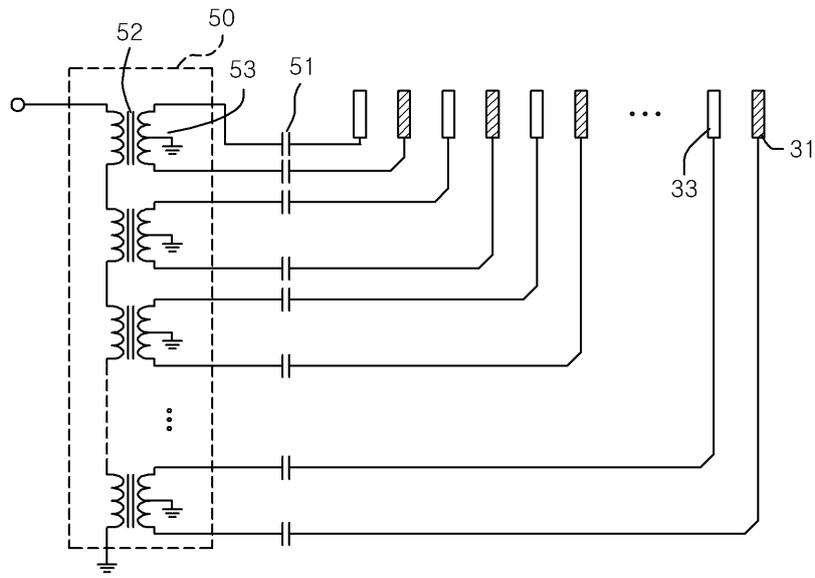
도면19



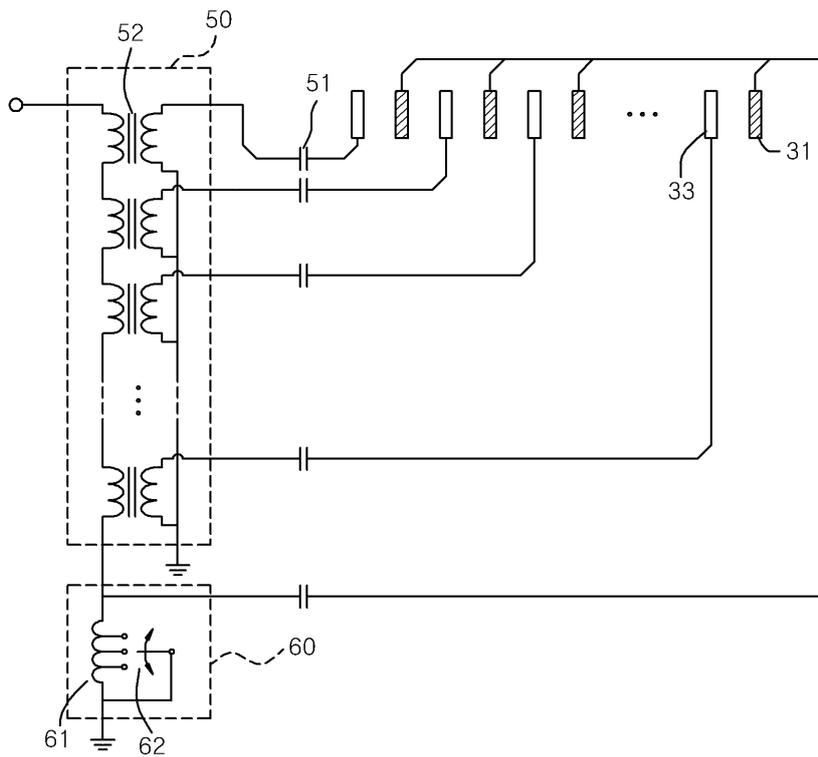
도면20



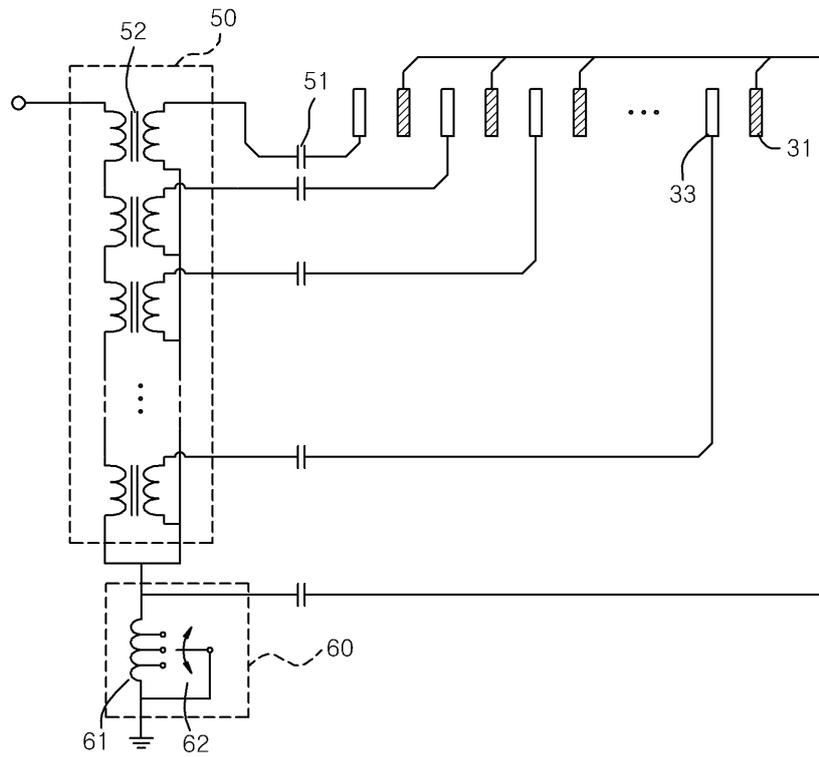
도면21



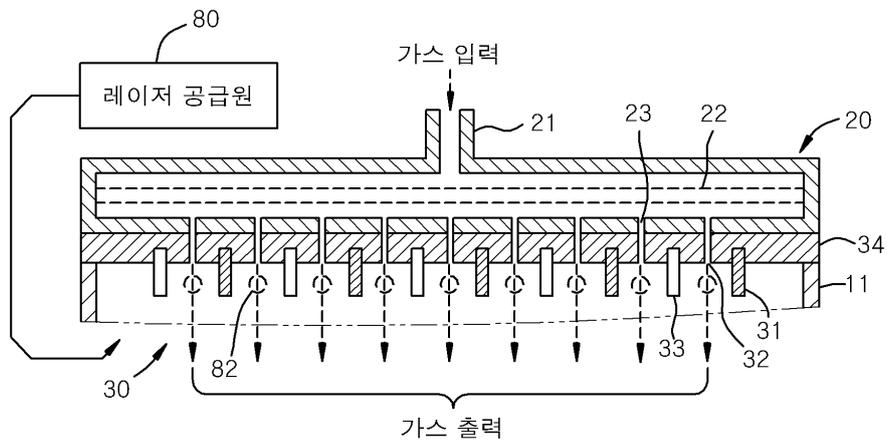
도면22



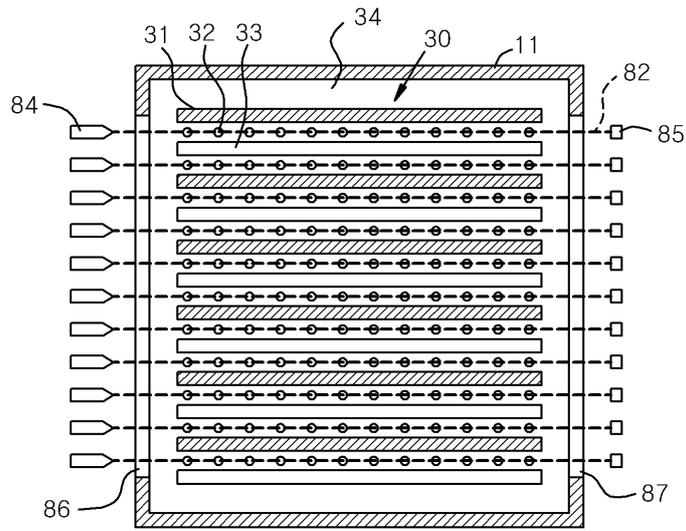
도면23



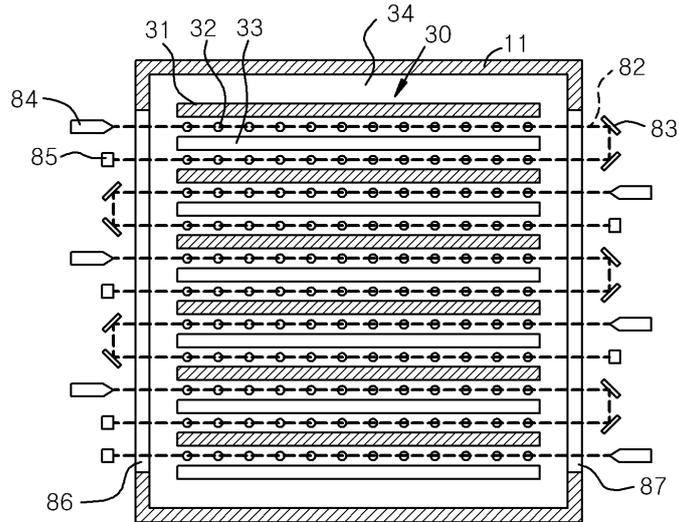
도면24



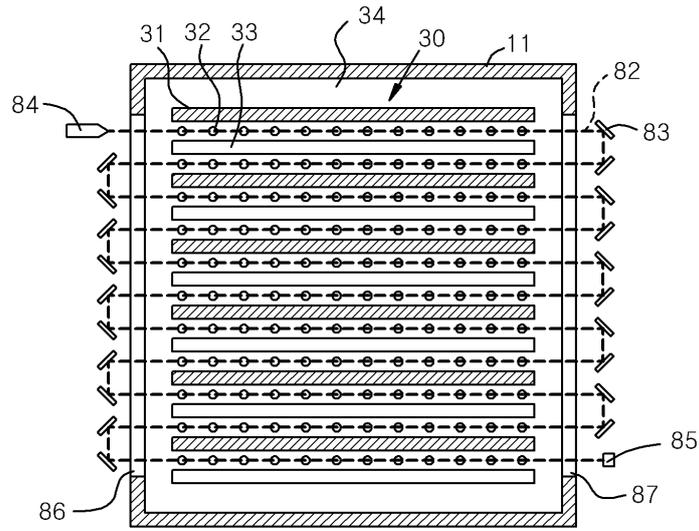
도면25



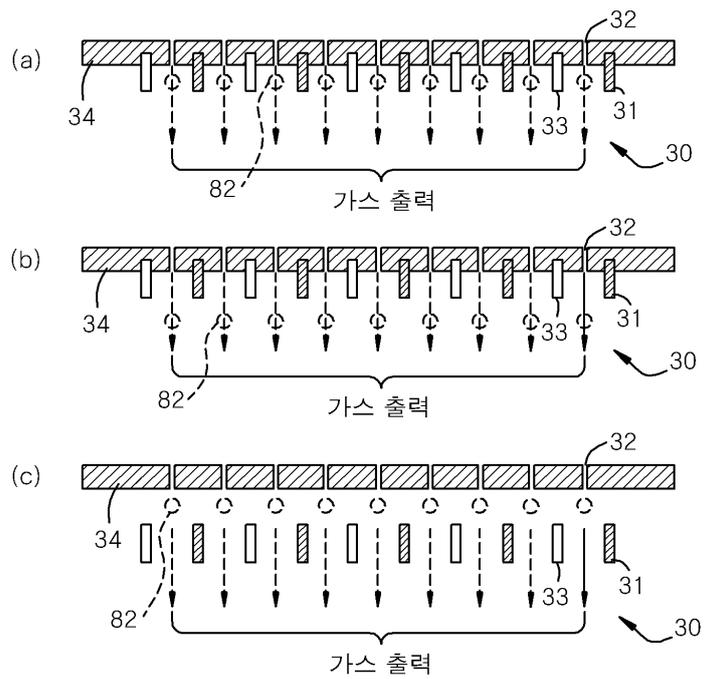
도면26



도면27



도면28



도면29

