

(30) 우선권주장

11/846,359 2007년08월28일 미국(US)

60/826,718 2006년09월22일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

입자 트랩/필터 조립체로서:

챔버 출구와 연결되도록 구성되는 입구 및 챔버 입구와 연결되도록 구성되는 출구를 갖는 입자 트랩/필터 본체;
상기 입자 트랩/필터 본체내에서 상기 입구와 출구 사이에 배치되는 필터 매체; 및
상기 필터 매체와 연결되는 열 교환 회로;를 포함하는
입자 트랩/필터 조립체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 입자 트랩/필터 본체는 상기 필터 매체에 의해 제 2 체적으로부터 분리되는 제 1 체적을 포함하고, 상기 제 1 체적은 상기 제 2 체적을 적어도 부분적으로 둘러싸는

입자 트랩/필터 조립체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 필터 매체은 니켈, 스테인리스 스틸 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 재료로 제조되는
입자 트랩/필터 조립체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 열 교환 회로는 화산 접합 또는 용접에 의해 상기 필터 매체와 연결되는
입자 트랩/필터 조립체.

청구항 5

플라즈마 강화 화학기상증착 장치로서,

가스 소오스,

챔버 출구와 챔버 입구를 갖는 처리 챔버, 및

제 1 항의 입자 트랩/필터 조립체를 포함하는 재순환 시스템을 포함하는
플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 재순환 시스템은 복수의 입자 트랩/필터 조립체를 포함하는
플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 7

플라즈마 강화 화학기상증착 방법으로서:

챔버 입구 및 챔버 출구를 갖는 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 제 공하는 단계;

플라즈마 강화 화학기상증착 프로세스를 실행하는 단계;

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 처리 가스를 배출하는 단계;

배출된 상기 처리 가스를 입자 트랩/필터 조립체를 통해 유동시키는 단계로서, 상기 입자 트랩/필터 조립체는, 상기 챔버 출구와 연결되는 입구 및 상기 챔버 입구와 연결되는 출구를 갖는 입자 트랩/필터 본체, 상기 입자 트랩/필터 본체 내에서 상기 입구와 출구 사이에 배치되는 필터 매체, 그리고 상기 필터 매체와 연결되는 열 교환 회로를 포함하는, 배출된 처리 가스 유동 단계, 및

배출된 상기 처리 가스의 적어도 일부를 다시 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 재순환시키는 단계;를 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

배출된 상기 처리 가스가 상기 입자 트랩/필터 조립체를 통해 유동하는 동안 상기 입자 트랩/필터 조립체의 온도를 제어하는 단계를 더 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버 내부로 세정 가스를 유동시키는 단계;

상기 세정 가스를 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 배출하는 단계;

배출된 상기 세정 가스를 상기 입자 트랩/필터 조립체를 통해 유동시키는 단계; 및

배출된 상기 세정 가스의 적어도 일부를 다시 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 재순환시키는 단계;를 더 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 10

플라즈마 강화 화학기상증착 방법으로서:

희석 가스 및 증착 가스를 포함하며, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 제공하는 단계;

플라즈마 강화 화학기상증착 프로세스를 실행하는 단계;

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 상기 처리 가스를 배출하는 단계; 및

입자 트랩, 입자 필터, 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 항목을 포함하는 가스 재처리 하드웨어를 통해 상기 처리 가스의 적어도 일부를 재순환시키는 단계;를 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

재순환된 상기 처리 가스는 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버와 원격 플라즈마 소오스 사이의 위치에서 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐지는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버는 입구 압력 게이지 및 재순환 스클로틀 밸브를 포함하고,

상기 방법은:

상기 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 희망 질량 유속을 처리 챔버에 대해 유지하는 단계; 및

상기 재순환 스클로틀 밸브를 통해 배기되는 가스의 양을 제어하는 단계;를 더 포함하며,

상기 배기되는 가스의 양은 상기 입구 압력 게이지에서 측정되는 상기 처리가스의 압력에 따르는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버는 챔버 압력 게이지 및 챔버 스클로틀 밸브를 포함하고,

상기 방법은:

일정한 챔버 압력을 유지하도록 상기 챔버 스클로틀 밸브를 통해 배기되는 가스의 양을 제어하는 단계;를 더 포함하며,

상기 배기되는 가스의 양은 상기 챔버 압력 게이지에서 측정되는 압력에 따르는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 14

플라즈마 강화 화학기상증착 방법으로서:

적어도 수소 및 실란을 포함하며, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 제공하는 단계;

플라즈마 강화 화학기상증착 프로세스를 실행하는 단계;

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 상기 처리 가스를 배출하는 단계; 및

입자 트랩, 입자 필터 및 이들의 조합으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 항목을 포함하는 가스 재처리 하드웨어를 통해 상기 처리 가스의 적어도 일부를 재순환시키는 단계;를 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버는 입구 압력 게이지 및 재순환 스클로틀 밸브를 포함하고,

상기 방법은:

상기 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 희망 질량 유속을 원격 플라즈마 소오스에 대해 유지시키는 단계; 및

상기 재순환 스클로틀 밸브를 통해 배기되는 가스의 양을 제어하는 단계;를 더 포함하며,

상기 배기되는 가스의 양은 상기 입구 압력 게이지에서 측정되는 상기 처리 가스의 압력에 따르는

플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버는 챔버 압력 게이지 및 챔버 스클로틀 밸브를 포함하고,

상기 방법은:

희망 챔버 압력을 유지하도록 상기 챔버 스스로를 벨브를 통해 배기되는 가스의 양을 제어하는 단계;를 더 포함하며,

상기 배기되는 가스의 양은 상기 챔버 압력 게이지에서 측정되는 압력에 따르는
플라즈마 강화 화학기상증착 방법.

청구항 17

플라즈마 강화 화학기상증착 장치로서:

챔버;

상기 챔버와 연결되는 처리 가스 소오스;

상기 처리 가스 소오스와 챔버 사이에 연결되는 제 1 압력 게이지; 및

상기 챔버와 연결되는 챔버 배출 시스템을 포함하고, 상기 챔버 배출 시스템은:

상기 챔버와 연결되는 하나 이상의 배출 도관;

상기 하나 이상의 배출 도관을 따라 연결되는 입자 필터;

상기 입자 필터 및 챔버와 연결되는 입자 필터 배출 도관; 및

상기 입자 필터 배출 도관과 연결되고 상기 제 1 압력 게이지와 전기적으로 연결되는 하나 이상의 스스로를 벨브;를 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 처리 가스 소오스와 챔버 사이에 연결되는 원격 플라즈마 소오스를 더 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 입자 필터 배출 도관은 상기 챔버와 원격 플라즈마 소오스 사이의 위치에서 상기 챔버와 연결되는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 챔버와 연결되는 챔버 압력 게이지; 및

상기 입자 필터와 처리 챔버 사이의 위치에 연결되며 상기 챔버 압력 게이지와 전기적으로 연결되는 챔버 스스로를 벨브;를 더 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 21

플라즈마 강화 화학기상증착 장치로서:

챔버;

상기 챔버와 연결되는 처리 가스 소오스;

상기 처리 가스 소오스와 챔버 사이에 연결되는 제 1 압력 게이지; 및

상기 챔버와 연결되는 챔버 배출 시스템;을 포함하고, 상기 챔버 배출 시스템은:

상기 챔버와 연결되는 하나 이상의 배출 도관;

상기 하나 이상의 배출 도관을 따라 상기 제 1 압력 게이지와 전기적으로 연결되는 하나 이상의 스로틀 밸브;

상기 하나 이상의 배출 도관을 따라 상기 챔버와 하나 이상의 스로틀 밸브 사이에 연결되는 입자 필터; 및

상기 입자 필터 및 챔버와 연결되는 입자 필터 배출 도관;을 포함하는
플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 챔버와 처리 가스 소오스 사이에 연결되는 원격 플라즈마 소오스를 더 포함하고, 상기 입자 필터 배출 도관은 상기 챔버와 원격 플라즈마 소오스 사이의 위치에서 상기 챔버와 연결되는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 챔버와 연결되는 챔버 압력 게이지; 및

상기 입자 필터와 처리 챔버 사이의 위치에서 연결되며 상기 챔버 압력 게이지와 전기적으로 연결되는 챔버 스로틀 밸브;를 더 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 입자 필터와 처리 챔버 사이에 연결되는 재순환 밸브를 더 포함하는

플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

청구항 25

플라즈마 강화 화학기상증착 장치로서:

챔버;

상기 챔버와 연결되는 처리 가스 소오스; 및

상기 챔버로부터 배출되는 처리 가스의 양을 다시 상기 챔버로 재순환시킬 수 있는 재순환 시스템;을 포함하고,

재순환된 상기 처리 가스의 양은 처리 가스의 희망 양이 상기 챔버로 제공되는 것을 보장하도록 상기 처리 가스 소오스로부터 상기 챔버로 제공되는 신선한 처리 가스에 따르며,

상기 재순환 시스템은:

하나 또는 그보다 많은 압력 부스팅 장치;

하나 또는 그보다 많은 기계식 펌프; 및

상기 하나 또는 그보다 많은 압력 부스팅 장치와 하나 또는 그보다 많은 기계식 펌프 사이에 연결되는 밸브;를 포함하며,

상기 밸브는 상기 챔버로 재순환되는 배출된 가스의 양 및 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 장치로부터

터 제거되는 배출된 가스의 양을 제어하는
플라즈마 강화 화학기상증착 장치.

명세서

기술분야

<1> 본 발명의 실시예는 일반적으로 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 프로세스에서 처리 가스를 재순환시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

<2> 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD)은 처리 가스를 플라즈마 상태로 여기시킴으로써 기판상에 재료를 증착하기 위한 방법이다. 처리 가스는 증착되는 재료의 희망 두께가 얻어질 때까지 챔버로 계속 제공될 수 있다. 처리 중에, 처리 가스는 챔버 내에 일정한 압력을 유지시키기 위해 처리 챔버로부터 배출될 수 있다. 따라서, 효율적이며 비용 효과적으로 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 챔버로 처리 가스를 제공하고, 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 챔버로부터 가스를 배출하는 것이 종래 기술에 요구된다.

발명의 상세한 설명

<3> 본 발명은 시스템을 통해 처리 가스를 재순환시키기 위한 입자 트랩/필터를 포함하는 방법 및 장치를 포함한다. 처리 가스는 챔버로부터 배기될 수 있으며, 입자 트랩/필터를 통과할 수 있다. 가스의 일부는 처리 챔버로 다시 재순환될 수 있는 반면, 처리 가스의 나머지 일부는 기계식 보조 펌프(backing pumps)를 통해 배기될 수 있다. 처리 가스가 입자 트랩/필터를 통해 유동할 때, 오염 물질은 입자 트랩/필터 내의 필터 매체에 의해 포착될 수 있다. 재순환된 처리 가스의 일부는 그 후 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐져서 처리 챔버로 들어갈 수 있다. 재순환된 가스는, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스가 원격 플라즈마 소오스를 통과한 후에, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐질 수 있다. 원격 플라즈마 소오스 내에서 발생된 플라즈마는 재순환된 처리 가스가 처리 챔버로 안내하는 도관상에 증착되지 않는 것을 보장할 수 있다. 재순환된 가스의 양은 처리 챔버로 전달될 수 있는 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 양을 결정할 수 있다.

<4> 일 실시예에서, 입자 트랩/필터 조립체가 개시된다. 이 조립체는 챔버 출구와 연결되도록 구성되는 입구 및 챔버 입구와 연결되도록 구성되는 출구를 갖는 입자 트랩/필터 본체, 상기 입자 트랩/필터 본체내에서 상기 입구와 출구 사이에 배치되는 필터 매체, 및 상기 필터 매체와 연결되는 열 교환 회로를 포함한다.

<5> 다른 실시예에서, 플라즈마 강화 화학기상증착 장치가 개시된다. 이 장치는 가스 소오스, 챔버 출구와 챔버 입구를 갖는 처리 챔버, 및 입자 트랩/필터 조립체를 포함하는 재순환 시스템을 포함한다. 입자 트랩/필터 조립체는 챔버 출구와 연결되도록 구성되는 입구 및 챔버 입구와 연결되도록 구성되는 출구를 갖는 입자 트랩/필터 본체, 상기 입자 트랩/필터 본체내에서 상기 입구와 출구 사이에 배치되는 필터 매체, 및 상기 필터 매체와 연결되는 열 교환 회로를 포함한다.

<6> 다른 실시예에서, 플라즈마 강화 화학기상증착 방법이 개시된다. 이 방법은 챔버 입구 및 챔버 출구를 갖는 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 제공하는 단계, 플라즈마 강화 화학기상증착 프로세스를 실행하는 단계, 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 처리 가스를 배출하는 단계, 배출된 상기 처리 가스를 입자 트랩/필터 조립체를 통해 유동시키는 단계, 및 배출된 상기 처리 가스의 적어도 일부를 다시 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 재순환시키는 단계를 포함한다. 상기 입자 트랩/필터 조립체는 상기 챔버 출구와 연결되는 입구 및 상기 챔버 입구와 연결되는 출구를 갖는 입자 트랩/필터 본체, 상기 입자 트랩/필터 본체 내에서 상기 입구와 출구 사이에 배치되는 필터 매체, 그리고 상기 필터 매체와 연결되는 열 교환 회로를 포함한다.

<7> 다른 실시예에서, 플라즈마 강화 화학기상증착 방법이 개시된다. 이 방법은 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 제공하는 단계, 플라즈마 강화 화학기상증착 프로세스를 실행하는 단계, 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 상기 처리 가스를 배출하는 단계, 및 입자 트랩, 입자 필터, 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 항목을 포함하는 가스 재처리 하드웨어(gas reconditioning hardware)를 통해 상기 처리 가스의 적어도 일부를 재순환시키는 단계를 포함한다. 상기 처리 가스는 희석 가스 및 증착 가스를 포함한다.

<8> 다른 실시예에서, 다른 플라즈마 강화 화학기상증착 방법이 개시된다. 이 방법은 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로 제공하는 단계, 플라즈마 강화 화학기상증착 프로세스를 실행하는 단계, 상기 플라즈마 강화 화학기상증착 챔버로부터 상기 처리 가스를 배출하는 단계, 및 입자 트랩, 입자 필터 및 이들의 조합으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 항목을 포함하는 가스 재처리 하드웨어를 통해 상기 처리 가스의 적어도 일부를 재순환시키는 단계를 포함한다. 상기 처리 가스는 적어도 수소 및 실란을 포함한다.

<9> 다른 실시예에서, 플라즈마 강화 화학기상증착 장치가 개시된다. 이 장치는 챔버, 상기 챔버와 연결되는 처리 가스 소오스, 상기 처리 가스 소오스와 챔버 사이에 연결되는 제 1 압력 게이지, 및 상기 챔버와 연결되는 챔버 배출 시스템을 포함한다. 상기 챔버 배출 시스템은, 상기 챔버와 연결되는 하나 이상의 배출 도관, 상기 하나 이상의 배출 도관을 따라 연결되는 입자 필터, 상기 입자 필터 및 챔버와 연결되는 입자 필터 배출 도관, 및 상기 입자 필터 배출 도관과 연결되고 상기 제 1 압력 게이지와 전기적으로 연결되는 하나 이상의 스로틀 밸브를 포함한다.

<10> 다른 실시예에서, 플라즈마 강화 화학기상증착 장치가 개시된다. 이 장치는 챔버, 상기 챔버와 연결되는 처리 가스 소오스, 상기 처리 가스 소오스와 챔버 사이에 연결되는 제 1 압력 게이지, 및 상기 챔버와 연결되는 챔버 배출 시스템을 포함한다. 상기 챔버 배출 시스템은 상기 챔버와 연결되는 하나 이상의 배출 도관, 상기 하나 이상의 배출 도관을 따라 상기 제 1 압력 게이지와 전기적으로 연결되는 하나 이상의 스로틀 밸브, 상기 하나 이상의 배출 도관을 따라 상기 챔버와 하나 이상의 스로틀 밸브 사이에 연결되는 입자 필터 및 상기 입자 필터 및 챔버와 연결되는 입자 필터 배출 도관을 포함한다.

<11> 본 발명의 전술한 특징이 상세히 이해될 수 있도록, 상기에 간략히 요약된 본 발명의 보다 상세한 설명은 일부가 첨부 도면에 도시된 실시예에 관한 것일 수 있다. 그러나 첨부 도면은 본 발명의 단지 통상적인 실시예를 도시하는 것이며, 따라서 본 발명의 범주를 제한하는 것으로 간주되지 않으므로 본 발명은 다른 동등하게 효과적인 실시예를 허용할 수 있음에 주의해야 한다.

실시예

<18> 이해를 돋기 위해, 동일한 참조 부호는 가능한 도면에서 공통적이며 동일한 요소를 지시하는데 사용되었다. 일 실시예에서 개시되는 요소는 특정한 상술 없이 다른 실시예에서 유리하게 활용될 수 있는 것으로 생각된다.

<19> 본 발명은 시스템을 통해 처리 가스를 재순환시키기 위한 입자 트랩/필터를 포함하는 장치 및 방법을 포함한다. 처리 가스는 챔버로부터 배기될 수 있으며, 입자 트랩/필터를 통과할 수 있다. 가스의 일부는 처리 챔버로 다시 재순환될 수 있는 반면, 처리 가스의 나머지 일부는 기계식 보조 펌프를 통해 배기될 수 있다. 처리 가스가 입자 트랩/필터를 통해 유동할 때, 오염 물질은 입자 트랩/필터 내의 필터 매체에 의해 포착될 수 있다. 재순환된 처리 가스의 일부는 그 후 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐져서 처리 챔버로 들어갈 수 있다. 재순환된 가스는, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스가 원격 플라즈마 소오스를 통과한 후에, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐질 수 있다. 원격 플라즈마 소오스 내에서 발생된 플라즈마는 재순환된 처리 가스가 처리 챔버로 안내하는 도관상에 증착되지 않는 것을 보장할 수 있다. 재순환된 가스의 양은 처리 챔버로 전달될 수 있는 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 양을 결정할 수 있다.

플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 시스템

<21> 도 1은 캘리포니아 산타 클라라에 소재한 어플라이드 머티어리얼스 사의 사업부인 AKT로부터 시판중인 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 시스템(100)의 일 실시예의 개략적 횡단면도이다. 본 발명은 챔버 내부로 가스를 유입시킬 필요가 있는 다른 처리 시스템에 대해 실행될 수 있음이 이해되어야 하며, 다른 처리 시스템은 다른 제조업자에 의해 제조된 이러한 처리 시스템을 포함한다. 이 시스템(100)은 가스 소오스(104)에 연결되는 처리 챔버(102)를 포함할 수 있다. 처리 챔버(102)는 처리 챔체(112)을 부분적으로 형성하는 바닥(108) 및 벽(106)을 갖는다. 처리 챔체(112)은 벽(106)의 포트(미도시)를 통해 접근될 수 있으며, 이 포트는 처리 챔버(102) 내부로 및 외부로의 기관(140)의 이동을 용이하게 한다. 벽(106) 및 바닥(108)은 알루미늄 또는 처리에 적합한 다른 재료로 된 단일한 블록으로부터 제조될 수 있다. 벽(106)은 덮개 조립체(110)를 지지한다. 처리 챔버(102)는 진공 펌프(184)에 의해 배기될 수 있다.

<22> 온도 제어된 기관 지지 조립체(138)는 처리 챔버(102) 내에서 중심에 배치될 수 있다. 지지 조립체(138)는 처리중에 기관(140)을 지지할 수 있다. 일 실시예에서, 기관 지지 조립체(138)는 알루미늄 본체(124)를 포함하며, 알루미늄 본체는 하나 이상의 매립형 히터(132)를 캡슐화한다. 저항 요소와 같이, 지지 조립체(138)

내에 배치되는 히터(132)는 전력 소오스(174)에 연결될 수 있고, 지지 조립체(138) 및 그 위에 위치된 기판(140)을 미리 결정된 온도로 제어 가능하게 가열한다. 히터(132)는 증착되는 재료에 대한 증착 처리 파라미터에 따라, 약 150°C 내지 적어도 약 460°C의 균일한 온도에서 기판(140)을 유지할 수 있다.

<23> 기판 지지 조립체(138)는 두 구역의 매립형 히터를 포함할 수 있다. 한 구역은 기판 지지 조립체(138)의 중심에 인접하여 위치되는 내부 가열 구역일 수 있다. 외부 가열 구역은 기판 지지 조립체(138)의 외부 에지에 인접하여 위치될 수 있다. 외부 가열 구역은 기판 지지 조립체(138)의 에지에서 발생할 수 있는 더 높은 열 손실을 보상하기 위해 더 높은 온도로 설정될 수 있다. 본 발명을 실행하는데 사용될 수 있는 예시적인 두 구역의 가열 조립체는 US 특허 제5,844,205호에 개시되며, 이는 본 명세서에서 전체로서 참조된다.

<24> 지지 조립체(138)는 하부측(126) 및 상부측(134)을 포함할 수 있다. 상부측(134)은 기판(140)을 지지한다. 하부측(126)은 이에 연결되는 스템(142)을 가질 수 있다. 스템(142)은 (도시된 바와 같은) 상승된 처리 위치와 하강된 위치 사이에서 지지 조립체(138)를 이동시키는 리프트 시스템(미도시)에 지지 조립체(138)를 연결하며, 리프트 시스템은 처리 챔버(102)로부터 및 처리 챔버(102)로의 기판 이송을 용이하게 한다. 스템(142)은 시스템(100)의 다른 구성요소와 지지 조립체(138) 사이에 열전쌍 리드 및 전기 도관을 또한 제공한다.

<25> 처리 챔버(102)의 바닥(108)과 지지 조립체(138)(또는 스템(142)) 사이에는 벨로우즈(146)가 연결될 수 있다. 벨로우즈(146)는 지지 조립체(138)의 수직 이동을 용이하게 하면서, 처리 챔버(102) 외부의 분위기와 챔버 체적(112) 사이에 진공 시일을 제공한다.

<26> 지지 조립체(138)는 접지되어서, 전력 소오스(122)에 의해 덮개 조립체(110)와 기판 지지 조립체(138) 사이에 위치된 가스 분배판 조립체(118)(또는 챔버의 덮개 조립체 내에 또는 덮개 조립체에 인접하여 위치되는 다른 전극)로 공급되는 RF 전력이 분배판 조립체(118)와 지지 조립체(138) 사이의 처리 체적(112) 내에 존재하는 가스를 여기시킬 수 있다. 전력 소오스(122)로부터의 RF 전력은 기판의 크기에 비례하게 선택되어 화학기상증착 프로세스를 구동시킬 수 있다.

<27> 지지 조립체(138)는 주위를 둘러싸는 샐도우 프레임(148)을 또한 지지할 수 있다. 샐도우 프레임(148)은 지지 조립체(138) 및 기판(140)의 에지에 증착을 방지할 수 있어서 기판(140)이 지지 조립체(138)에 붙지 않을 수 있다.

<28> 덮개 조립체(110)는 처리 체적(112)에 상부 경계를 제공한다. 덮개 조립체(110)는 처리 챔버(102)를 수리하기 위해 제거 또는 개방될 수 있다. 일 실시예에서, 덮개 조립체(110)는 알루미늄으로 제조될 수 있다.

<29> 덮개 조립체(110)는 입구 포트(180)를 포함할 수 있으며, 가스 소오스(104)에 의해 제공되는 처리 가스는 입구 포트를 통해 처리 챔버(102)로 유입될 수 있다. 입구 포트(180)는 세정 소오스(182)에 또한 연결될 수 있다. 세정 소오스(182)는 해리된 플루오르(disassociated fluorine)와 같은 세정제를 제공하며, 세정제는 처리 챔버(102)로 유입되어 가스 분배판 조립체(118)를 포함한 처리 챔버 하드웨어로부터 증착 부산물 및 막을 제거할 수 있다.

<30> 가스 분배판 조립체(118)는 덮개 조립체(110)의 내부측(120)에 연결될 수 있다. 가스 분배판 조립체(118)는, 예를 들면 대면적의 평판 구조물 또는 태양 에너지 기판에 대해 다각형이고 반도체 또는 태양 에너지 기판에 대해 원형인 것과 같은, 기판(140)의 프로파일을 실질적으로 따르도록 형성될 수 있다. 가스 분배판 조립체(118)는 천공된 영역(116)을 포함할 수 있으며, 가스 소오스(104)로부터 공급되는 처리 가스 및 다른 가스가 천공된 영역을 통해 처리 체적(112)으로 전달될 수 있다. 가스 분배판 조립체(118)의 천공된 영역(116)은 가스 분배판 조립체(118)를 통해 처리 챔버(102)로 나아가는 가스의 균일한 분배를 제공하도록 형성될 수 있다. 본 발명으로부터 이를도록 구성될 수 있는 가스 분배판은 일반 양도된 미합중국 특허 제6,477,980호; 제6,772,827호; 제7,008,484호; 제6,942,753호 및 미합중국 특허공개 출원 제2004/0129211A1호에서 설명되며, 이들은 본 명세서에서 전체로서 참조된다.

<31> 가스 분배판 조립체(118)는 행거 플레이트(160)로부터 현수되는 확산기 플레이트(158)를 포함할 수 있다. 확산기 플레이트(158) 및 행거 플레이트(160)는 대안적으로 하나의 단일한 부재를 포함할 수 있다. 복수의 가스 통로(162)는, 가스 분배판 조립체(118)를 통해 및 처리 체적(112) 내부로 나아가는 가스의 미리 결정된 분배를 허용하도록, 확산기 플레이트(158)를 관통하여 형성될 수 있다. 행거 플레이트(160)는 덮개 조립체(110)의 내부 표면(120)과 확산기 플레이트(158)를 이격된 관계로 유지시켜서, 그 사이에 플레넘(164)을 형성한다. 플레넘(164)은 덮개 조립체(110)를 통해 유동하는 가스를 확산기 플레이트(158)의 폭에 걸쳐서 균일하게 분배될 수 있게 하여서, 가스는 중심의 천공된 영역(116) 상에 균일하게 제공될 수 있으며, 균일한 분배로 가스 통로(162)를

통해 유동할 수 있다.

<32> 확산기 플레이트(158)는 스테인리스 스틸, 알루미늄, 양극 산화된 알루미늄, 니켈, 또는 임의의 다른 RF 전도성 재료로 제조될 수 있다. 확산기 플레이트(158)는 기판 처리에 불리하게 영향을 미치지 않도록, 개구(166)에 걸쳐서 충분한 평탄도(flatness)를 유지하는 두께로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 확산기 플레이트(158)는 약 1.0 인치 내지 약 2.0 인치의 두께를 가질 수 있다. 확산기 플레이트(158)는 반도체 또는 태양 에너지 기판 제조를 위해 원형일 수 있거나, 평판 디스플레이 또는 태양 에너지용 제조를 위해 직사각형과 같은 다각형일 수 있다.

<33> 도 1에 도시된 바와 같이, 제어기(186)는 기판 처리 시스템의 여러 가지 구성요소를 조정 및 제어할 수 있다. 제어기(186)는 중앙 처리 유닛(CPU; 190), 지지 회로(192) 및 메모리(188)를 포함할 수 있다.

<34> 처리 가스는 가스 소오스(104)로부터 챔버(102) 내부로 들어가 진공 펌프(184)에 의해 챔버(102)의 외부로 배출될 수 있다. 하기에 논의되는 바와 같이, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스는 원격 플라즈마 소오스(미도시)를 통해 가스 소오스(104)로부터 챔버(102)로 제공될 수 있다. 챔버(102)로부터 배기되는 가스의 일부는 적어도 입자 트랩/필터를 통과한 후 챔버(102)로 다시 재순환될 수 있다. 재순환된 처리 가스는 원격 플라즈마 소오스 뒤의 위치에서 다시 챔버(102)로 연결될 수 있다. 재순환될 수 있는 예시적인 가스는 H₂, 실란, PH₃, 또는 TMB를 포함할 수 있다.

재순환 시스템

<35> 도 2는 희석 가스 재순환 시스템(200)의 일 실시예를 도시하는 도면이다. 도 2로부터 볼 수 있는 바와 같이, 처리 가스는 가스 소오스(208)로부터 입구 도관(204, 210)을 통해 처리 챔버(212)로 처음에 제공될 수 있다. 원격 플라즈마 소오스(202)는 입구 도관(204, 210)을 따라 위치되어 처리 챔버(212)로부터 떨어져서 플라즈마를 가할 수 있다. 챔버(212)로부터 떨어져서 플라즈마를 가함으로써, 원격 플라즈마 소오스(202) 내에서 발생되는 플라즈마는 입구 도관(210)을 통과할 수 있으며, 입구 도관(210)을 중착물 없이 유지시킬 수 있다.

<36> 처리 챔버(212)는 처리 가스를 제거하도록 배기될 수 있다. 하나 또는 그보다 많은 기계식 보조 펌프(232)가 위치되어 처리 챔버(212)를 배기할 수 있다. 하나 또는 그보다 많은 압력 부스팅 장치(218)가 처리 챔버(212)와 하나 또는 그보다 많은 기계식 보조 펌프(232) 사이에 추가로 제공되어 챔버(212)를 배기하는 것을 도울 수 있다. 일 실시예에서, 압력 부스팅 장치(218)는 루츠 송풍기(roots blower)일 수 있다. 다른 실시예에서, 압력 부스팅 장치(218)는 기계식 펌프일 수 있다. 또한, 압력 부스팅 장치(218)는 다시 처리 챔버(212)로 도관(226)을 따라 배치될 수 있다. 챔버 압력 게이지(234)는 처리 챔버(212) 내의 압력을 측정하기 위해 처리 챔버(212)와 연결될 수 있다. 챔버 스로틀 밸브(214)는 출구 도관(216)을 따라 위치될 수 있다. 챔버 스로틀 밸브(214)는 챔버 압력 게이지(234)와 연결될 수 있다. 챔버 압력 게이지(234)에서 측정되는 압력을 기초로, 챔버 스로틀 밸브(214)가 개방되는 양이 조정될 수 있다. 챔버 스로틀 밸브(214)와 챔버 압력 게이지(234)를 함께 연결시킴으로써, 미리 결정된 챔버 압력이 유지될 수 있다. 일 실시예에서, 챔버 압력은 약 0.3 Torr 내지 약 25 Torr일 수 있다. 다른 실시예에서, 챔버 압력은 약 0.3 Torr 내지 약 15 Torr일 수 있다.

<37> 배기되는 처리 가스의 일부는 처리 챔버(212)로 다시 재순환될 수 있다. 배기되는 처리 가스는 챔버 스로틀 밸브(214) 및 루츠 송풍기(218)를 통해 도관(216, 220)을 따라 입자 트랩/필터(224)로 통과한다. 도관(220) 내의 처리 가스의 압력은 도관(220)을 따라 배치된 배출 압력 게이지(222)를 이용하여 측정될 수 있다. 입자 트랩/필터(224)는 펌프(232), 루츠 송풍기(218), 또는 여러 가지 밸브로부터 나올 수 있는 오일 물질 및 부산물 입자와 같이, 배기되는 처리 가스 내에 존재하는 오염 물질을 포착하도록 구성된다. 처리 가스 내에 존재하는 오염 물의 양을 감소시킴으로써, 처리 챔버(212)로 안내하는 도관(226, 210)에 발생할 수 있는 증착의 양이 감소될 수 있다.

<38> 차단 밸브(238)는 입자 트랩/필터(224)로부터 하류의 재순환 도관(226)의 위치에 배치될 수 있다. 차단 밸브(238)는, 입자 트랩/필터(224)를 통과하여 처리 챔버(212)를 향해 재순환될 필요가 없는 가스를 배기하기 위해, 폐쇄된 상태로 돌려질 수 있다.

<39> 입자 트랩/필터(224) 및 재순환 시스템은 재순환 시스템 또는 입자 트랩/필터(224) 내에서 발생할 수 있는 임의의 막힘(clogging)이 감소될 수 있도록 보장하기 위해 주기적으로 세정될 수 있다. 입자 트랩/필터(224)는 입자 트랩/필터(224)가 교체될 필요가 없도록 보장하기 위해 NF₃ 또는 F₂ 등과 같은 식각 가스와 양립적인 재료로 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 재순환 시스템 및 입자 트랩/필터(224)를 세정하는데 워터 플러시(water

flush)가 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, NF_3 또는 F_2 와 같은 식각 가스가 재순환 시스템 및 입자 트랩/필터(224)를 세정하는데 사용될 수 있다.

<41> 재순환되는 처리 가스의 양은 재순환 스로틀 밸브(228)에 의해 제어될 수 있다. 차단 밸브(238)의 개방과 결부되는 재순환 스로틀 밸브(228)가 개방되는 양은 재순환될 수 있는 처리 가스의 양 및 도관(230)을 통해 기계식 보조 펌프(232)로 배기될 수 있는 처리 가스의 양을 결정한다. 재순환 스로틀 밸브(228)가 더 많이 개방될수록, 더 많은 처리 가스가 기계식 보조 펌프(232)로 배기된다. 재순환 스로틀 밸브(228)가 더 적게 개방될수록, 더 많은 처리 가스가 처리 챔버(212)로 다시 재순환된다. 차단 밸브(236)는, 희망에 따라 재순환을 방지할 수 있도록, 재순환 도관(226)이 처리 챔버(212)로 안내하는 도관(210)과 합쳐지는 곳에 위치될 수 있다.

<42> 재순환 스로틀 밸브(228)는 입구 압력 게이지(206)와 연결될 수 있다. 입구 압력 게이지(206)를 재순환 스로틀 밸브(228)에 연결함으로써, 재순환 스로틀 밸브(228)가 개방되는 양은 입구 압력 게이지(206)에서 측정되는 압력을 기초로 제어될 수 있다. 그러므로 재순환되는 가스의 양은 입구 압력 게이지(206)에서 측정되는 압력에 따른다. 일 실시예에서, 입구 압력 게이지(206)에서 측정되는 압력은 약 1 Torr 내지 약 100 Torr일 수 있다. 다른 실시예에서, 입구 압력 게이지(206)에서 측정되는 압력은 약 1 Torr 내지 약 20 Torr일 수 있다. 처리 가스의 희망 질량 유속은 처리 챔버(212)에 대해 제어될 수 있다. 처리 챔버(212)에 대한 희망 질량 유속이 결정되면, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 질량 유속이 설정될 수 있고, 재순환된 처리 가스의 양이 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스에 따라 조정될 수 있어서, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스 및 재순환된 처리 가스의 합쳐진 유동이 챔버(212)에 대한 희망 질량 유속과 같다.

<43> 재순환된 처리 가스는 원격 플라즈마 소오스(202)와 처리 챔버(212) 사이의 위치에서 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐진다. 원격 플라즈마 소오스(202) 뒤에 재순환된 처리 가스를 제공함으로써, 재순환된 가스의 존재로 인해 발생할 수 있는 입자 도관(210)을 따르는 증착이 감소될 수 있다. 또한, 원격 플라즈마 소오스(202) 내에서 발생된 플라즈마는 재순환된 가스의 존재로 인해 입구 도관(210) 내에 형성될 수 있는 증착물을 세정할 수 있다.

<44> 도 6은 희석 가스 재순환 시스템(600)의 다른 실시예를 도시하는 도면이다. 가스 패널(608)로부터의 처리 가스는 도관(604, 610)을 통해 처리 챔버(612)로 제공될 수 있다. 처리 가스의 플라즈마는 처리 챔버(612)와 가스 패널(608) 사이에 배치되는 원격 플라즈마 소오스(602)에서 가해질 수 있다. 처리 챔버(612)는 기계식 보조 펌프(미도시)에 의해 배기될 수 있다. 처리 챔버(612)와 기계식 보조 펌프 사이에 배치되는 하나 또는 그보다 많은 압력 부스팅 장치(618)는 처리 챔버(612)를 배기하는 것을 도울 수 있다. 일 실시예에서, 압력 부스팅 장치(618)는 루츠 송풍기일 수 있다. 다른 실시예에서, 압력 부스팅 장치(618)는 기계식 펌프일 수 있다. 또한, 압력 부스팅 장치(618)는 도관(632)을 따라 다시 처리 챔버(612)에 대해 배치될 수 있다. 처리 가스는 처리 챔버(612)로부터 도관(616, 620, 636)을 통해 기계식 보조 펌프로 배기될 수 있다. 배출 압력 게이지(622)는 도관(620) 내의 압력을 측정할 수 있다.

<45> 챔버 압력 게이지(638)는 처리 챔버(612) 내의 압력을 측정할 수 있다. 챔버 스로틀 밸브(614)는 개방 및 폐쇄되어 처리 챔버(612)로부터 배기되는 처리 가스의 양을 제어한다. 챔버 스로틀 밸브(614)가 개방되는 양은 챔버 압력 게이지(638)에서 측정되는 압력에 따른다. 챔버 압력 게이지(638) 및 챔버 스로틀 밸브(614)는 함께 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 챔버 압력 게이지(638)에서 측정된 압력은 약 0.3 Torr 내지 약 25 Torr일 수 있다. 다른 실시예에서, 챔버 압력 게이지(638)에서 측정된 압력은 약 0.3 Torr 내지 약 15 Torr일 수 있다.

<46> 처리 챔버(612)로부터 배기되는 처리 가스의 일부는 입자 트랩/필터(628)를 통해 처리 챔버(612)로 다시 재순환될 수 있다. 재순환 스로틀 밸브(624)는 기계식 보조 펌프로 배기되는 처리 가스의 양 및 얼마나 많은 처리 가스가 입자 트랩/필터(628)로 재순환되는지를 제어할 수 있다. 기계식 보조 펌프는 차단 밸브(630)가 개방될 때 입자 트랩/필터(628)를 통해 처리 가스를 끌어당긴다. 입자 트랩/필터(628)를 통해 끌어 당겨진 처리 가스의 일부는 도관(634)을 통해 기계식 보조 펌프로 배기될 수 있는 반면, 일부는 도관(632)을 통해 처리 챔버(612)로 다시 재순환될 수 있다. 재순환/격리 밸브(626) 및 차단 밸브(640)가 추가로 제공될 수 있으며, 이들은 처리 챔버(612)로 다시 재순환되는 것을 방지하거나 허용하도록 폐쇄 또는 개방될 수 있다.

<47> 재순환 스로틀 밸브(624)는 입구 도관(604)을 따라 배치되는 입구 압력 게이지(606)와 연결될 수 있다. 입구 압력 게이지는 처리 챔버(612)로 제공되는 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 압력을 측정한다. 입구 압력 게이지(606)에서 측정된 압력을 기초로, 재순환 스로틀 밸브(624)가 개방될 수 있는 양이 제어될 수 있다. 일 실시예에서, 입구 압력 게이지에서 측정된 압력은 약 1 Torr 내지 약 100 Torr일 수 있다. 다른 실시예에서,

입구 압력 게이지(606)에서 측정된 압력은 약 1 Torr 내지 약 20 Torr일 수 있다.

<48> 재순환 스클로틀 밸브(624) 및 입구 압력 게이지(606)는 함께 연결되어 처리 챔버(612)에 대한 처리 가스의 질량 유속을 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 챔버(612)에 대한 처리 가스의 희망 질량 유속은 미리 결정될 수 있다. 미리 결정된 질량 유속을 기초로, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 질량 유속은 일정한 유속 또는 희망 유속으로 설정될 수 있다. 재순환된 처리 가스의 양은 그 후 입구 압력 게이지(606)에서 측정되는 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 압력에 따라 제어될 수 있어서, 처리 챔버(612)로 제공되는 재순환된 처리 가스 및 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 합쳐진 투입량(input)이 챔버(612)에 대한 전체 처리 가스의 미리 결정된 희망 질량 유속과 동일하다.

<49> 작용

<50> 전술한 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 시스템은 태양 에너지 패널 기판과 같은 기판상에 막을 증착하는데 사용될 수 있다. 이러한 막은 P-I-N계 구조물을 형성하기 위해 증착되는, p-도핑된 실리콘 층(P-타입), n-도핑된 실리콘 층(N-타입), 또는 진성 실리콘 층(I-타입)과 같이 실리콘을 함유하는 막을 포함할 수 있다. 실리콘 함유 막은 비정질 실리콘, 미세결정질 실리콘, 또는 폴리실리콘일 수 있다. 재순환 시스템의 작용은 도 2를 참조로 논의될 것이나, 도 6에 도시된 재순환 시스템이 동일하게 적용 가능함이 이해되어야 한다.

<51> 시동시, 재순환 시스템은 아직 가동중이지 않으며, 재순환 스클로틀 밸브(228)는 완전히 개방되어 모든 처리 가스가 기계식 보조 펌프(232)로 배출될 수 있게 한다. 신선한 처리 가스는 가스 소오스(208)로부터 도관(204)을 통해 원격 플라즈마 소오스(202)로 전달될 수 있다. 신선한 처리 가스는 증착 가스, 비활성 가스, 및 수소 가스와 같은 희석 가스를 포함할 수 있다. 이들 가스는 분리된 도관(204)을 통해 원격 플라즈마 소오스(202)로, 또는 단일한 도관(204)을 통해 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 증착 가스는 처리 챔버(212)로 직접 펌핑될 수 있는 반면, 희석 가스 및 비활성 가스는 원격 플라즈마 소오스(202)로 직접 제공될 수 있다.

<52> 입구 압력 게이지(206)는 원격 플라즈마 소오스(202)로 제공되는 신선한 처리 가스의 양을 측정 및 제어한다. 플라즈마가 원격 플라즈마 소오스(202)에서 가해진 후, 처리 가스는 증착이 발생할 수 있는 처리 챔버(212)로 지속된다. 일단 사용된 처리 가스는 기계식 보조 펌프(232)에 의해 처리 챔버(212)로부터 도관(216)을 통해 배기된다. 챔버 압력 게이지(234)는 처리 챔버(212) 내의 압력을 측정한다. 처리 챔버(212) 내에 적절한 압력을 유지하기 위해, 챔버 스클로틀 밸브(214)는 챔버 압력 게이지(234)에서 측정된 압력을 기초로 개방 또는 폐쇄될 수 있다. 하나 또는 그보다 많은 압력 부스팅 장치(218)가 처리 챔버(212)와 보조 펌프(232) 사이에 배치될 수 있다.

<53> 사용된 처리 가스는 그 후 가스로부터 미립자가 제거될 수 있는 입자 트랩/필터(224)를 통해 유동할 수 있다. 재순환 스클로틀 밸브(228)는 완전히 개방되어 처리 챔버(212)로부터 배기된 모든 처리 가스가 처리 개시시 시스템으로부터 배기될 수 있게 한다. 그러나 처리가 진행되며 희망 챔버 압력이 얻어지고 유지될 때, 처리 가스는 재순환되기 시작할 수 있다. 재순환 스클로틀 밸브(228)는 부분적으로 또는 전체적으로 폐쇄될 수 있다. 재순환 스클로틀 밸브(228)가 개방 또는 폐쇄되는 양은 입구 압력 게이지(206)에서 측정된 압력에 따른다.

<54> 재순환 스클로틀 밸브(228)가 폐쇄될 때, 원격 플라즈마 소오스(202)로 제공되는 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 양은 그에 대응하여 감소되어서, 처리 가스의 희망 양이 처리 챔버(212)로 추가되는 것을 보장한다. 입구 압력 게이지(206)에서 측정된 바와 같은 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 양이 감소될 때, 재순환 스클로틀 밸브(228)는 폐쇄되어 희망 처리 챔버 압력을 유지하도록 충분한 처리 가스가 처리 챔버(212)로 다시 재순환되는 것을 보장할 수 있다. 일 실시예에서, 재순환 스클로틀 밸브(208)는 모든 처리 가스가 재순환되도록 폐쇄될 수 있다.

<55> 처리 챔버(212)로 제공되는 처리 가스 혼합물은 실란계 가스 및 수소 가스를 포함할 수 있다. 적합한 실란계 가스의 예시는 모노-실란(SiH_4), 디-실란(Si_2H_6), 실리콘 테트라플루오라이드(SiF_4), 실리콘 테트라클로라이드(SiCl_4) 및 디클로로실란(SiH_2Cl_2) 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 실란계 가스 및 H_2 의 가스 비는 가스 혼합물의 반응 작용을 제어하도록 유지되어 결정체의 희망 비율을 가능하게 할 수 있다. 진성 미세결정질 막에 대해, 결정체의 양은 약 20% 내지 약 80%일 수 있다. 일 실시예에서, 실란계 가스 대 H_2 의 비율은 약 1:20 내지 약 1:200일 수 있다. 다른 실시예에서, 이 비율은 약 1:80 내지 약 1:120일 수 있다. 다른 실시예에서, 이 비율은 약 1:100일 수 있다. 또한, 처리 챔버(212)로 비활성 가스가 제공될 수 있다. 비활성 가스는 Ar, He, Xe 등을 포함할 수 있다. 비활성 가스는 약 1:10 내지 약 2:1인 비활성 가스 대 H_2 의 유동 비율로 공

급될 수 있다.

<56> 진성 미세결정질 실리콘 층을 증착하기 전에, 전술된 바와 같이, 실란계 가스 및 H₂를 사용하여 진성 미세결정질 실리콘의 얇은 시드 층이 증착될 수 있다. 가스 혼합물은 약 1:100 내지 약 1:20000의 실란계 가스 대 H₂의 비율을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 이 비율은 약 1:200 내지 약 1:1000일 수 있다. 다른 실시예에서, 이 비율은 약 1:500일 수 있다.

<57> 입자 트랩/필터

<58> 도 3은 입자 트랩/필터(300)의 일 실시예를 도시하는 개략도이다. 입자 트랩/필터(300)는 가스 입구(310) 및 가스 출구(312)와 소통하는 내부 체적을 갖는 하우징(302) 및 이 하우징(302) 내에 조립되는 필터 매체(304)를 포함한다. 하우징(302)은 알루미늄 또는 다른 양립성 재료로 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 하우징(302)은 스테인리스 스틸을 포함할 수 있다. 하우징(302) 내의 필터 매체(304) 조립체는 하우징의 내부 체적을 필터 매체(304)에 의해 실질적으로 둘러싸인 안쪽 체적(320), 및 실질적으로 안쪽 체적(320)을 둘러싸는 바깥쪽 체적(318)으로 분할한다. 가스 유동 방향(314)으로 지시된 바와 같이, 처리 가스는 가스 입구(310)를 통해 하우징(302)으로 들어가, 바깥쪽 체적(318)으로부터 필터 매체(304)를 통해 안쪽 체적(320)으로 유동한 후, 가스 출구(312)를 통해 입자 트랩/필터(300)를 빠져나온다.

<59> 필터 매체(304)는 니켈, 스테인리스 스틸, 또는 플루오르계 세정 가스와 같이 플라즈마로 세정 가능한 다른 양립성 금속 합금, 또는 이들의 조합으로 제조될 수 있다. 일 실시예에서, 필터 매체(304)는 316 스테인리스 스틸을 포함할 수 있다. 필터 매체(304)는 약 20% 내지 약 30%의 개방 영역을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 세정 가스는 SF₆, NF₃, 또는 F₂를 포함할 수 있다. 필터 매체(304)는 천공(306)을 구비할 수 있으며, 천공은 바깥쪽 체적(318)으로부터 안쪽 체적(320)으로 처리 가스의 유동(314)을 허용하는 반면, 처리 가스 내에 존재하는 미립자의 통행을 차단하기에 적합한 크기이다. 일 실시예에서, 필터 매체(304)는 가스 선택적 투과성 맴브레인을 구비할 수 있으며, 이 맴브레인은 특정한 가스가 매체를 통과할 수 있게 하는 반면 상이한 가스가 매체를 통과하는 것은 방지한다. 포집된 미립자의 크기는 천공(306)의 형태에 좌우될 수 있으며, 일 실시예에서 약 1 미크론의 영역을 가질 수 있다. 또한, 필터 매체(304)의 일 측면은 열 교환 도관(308)을 포함하며, 열 교환 도관은 확산 접합(diffusion bonding) 또는 용접에 의해 필터 매체(304)에 부착될 수 있다. 일 실시예에서, 열 교환 도관(308)은 필터 매체(304)와 동일한 재료로 제조될 수 있다. 외부 소오스(316)로부터 공급되는 냉각 또는 가열 유체는 필터 매체(304)의 온도 상태를 제어하도록 순환될 수 있다. 보다 상세하게, 입자 트랩/필터(300)가 여과 모드로 작용중일 때, 물 또는 다른 적합한 냉각 유체와 같은 냉각제가 열 교환 도관(308)을 통해 유동될 수 있다. 처리 가스가 냉각된 필터 매체(304)를 통해 유동할 때, 미립자는 효과적으로 포착될 수 있으며, 처리 가스내에 존재하는 펌프 오일 증기는 응축되어 필터 매체(304)의 표면상에 포집될 수 있다.

<60> 도 3에 도시된 바와 같이, 입자 트랩/필터(300)의 일 실시예는 필터 매체(304)를 포함하며, 필터 매체는 재순환된 처리 가스로부터 오염 물질을 포착하기 위해 열 교환 도관(308)에 의해 냉각될 수 있다. 보다 상세하게, 재순환된 처리 가스 내에 증기 상으로 존재할 수 있는 오일 물질이 이에 따라 응축되어 냉각된 필터 매체(304)에 의해 포착될 수 있다.

<61> 입자 트랩/필터(300)를 세정하기 위해, SF₆, NF₃, 또는 F₂를 포함하는 세정 가스 및/또는 플라즈마는 가스 입구(310)로부터 하우징(302) 내부로 유동되어 하우징(302) 내에 및 필터 매체(304) 상에 축적된 잔류물을 삭각할 수 있다. 플라즈마 및 세정 가스가 입자 트랩/필터(300)를 통해 유동하는 동안, 가열 유체가 열 교환 도관(308)을 통해 또한 순환되어 필터 매체(304)의 온도를 상승시킬 수 있다. 응축된 오일 및 실리콘 암모늄 혼사 플루오라이드와 같이, 입자 트랩/필터(300) 내에서 포착된 특정한 잔류물을 이에 따라 증발 및 승화에 의해 대안적으로 제거될 수 있다.

<62> 일 실시예에서, 플라즈마 및 세정 가스는 도 2에 도시된 가스 패널(608) 및 원격 플라즈마 소오스(202)에 의해 발생될 수 있다. 입자 트랩/필터(224)는 이에 따라 플라즈마 및 세정 가스가 재순환 시스템을 통해 하류로 유동할 때 편리하게 세정될 수 있다. 입자 트랩/필터(224)는 따라서 필터 요소를 교체할 필요 없이 주기적으로 세정될 수 있다.

<63> 도 4는 입자 트랩/필터(400)의 다른 실시예를 도시한다. 도 3에 도시된 실시예와 같이, 입자 트랩/필터(400)는 하우징(402), 하우징(402)의 내부 체적을 안쪽 체적(418) 및 이를 둘러싸는 바깥쪽 체적(420)으로 분할하며 천공(406)을 갖는 필터 매체(404), 및 외부 소오스(416)에 연결된 열 교환 회로(408)를 포함한다. 입자 트랩/필

터(400)는 안쪽 체적(418)이 가스 입구(410)와 소통하는 반면, 바깥쪽 체적(420)이 가스 출구(412)와 소통하는 점에서 도 3의 실시예와 상이하다. 가스 유동 방향(414)으로 지시된 바와 같이, 처리 가스는 가스 입구(410)를 통해 하우징(402)으로 들어가, 안쪽 체적(418)으로부터 필터 매체(404)를 통해 바깥쪽 체적(420)으로 유동한 후, 가스 출구(412)를 통해 입자 트랩/필터(400)를 빠져나온다. 필터 매체(404)의 일 측면은 열 교환 회로(408)를 포함하며, 열 교환 회로는 확산 접합 또는 용접에 의해 필터 매체(404)에 부착될 수 있다. 일 실시예에서, 열 교환 회로(408)는 필터 매체(404)와 동일한 재료로 제조될 수 있다.

<64> 도 5는 입자 트랩/필터(500)의 다른 실시예를 도시한다. 입자 트랩/필터(500)는 가스 입구(510) 및 가스 출구(512)와 소통하는 내부 체적을 갖는 하우징(502)을 포함한다. 하우징은 명확성을 위해 투명하고 개방되게 도시된다. 하우징(502)의 내부 체적은 복수의 입자 트랩/필터 유닛(504)을 조립한다. 각각의 입자 트랩/필터 유닛(504)의 구성은 도 3에 도시된 입자 트랩/필터(300) 또는 도 4에 도시된 입자 트랩/필터(400)와 유사할 수 있다. 가스 유동은 가스 입구(510)를 통해 하우징으로 들어가, 각각의 입자 트랩/필터(500)를 통해 유동하여, 가스 출구(512)를 통해 빠져나간다. 개별적인 입자 트랩/필터(504) 내의 열 교환 회로는 확산 접합 또는 용접에 의해 필터 매체에 부착될 수 있다. 일 실시예에서, 열 교환 회로는 필터 매체와 동일한 재료로 제조될 수 있다.

<65> 처리 챔버 및 재순환 시스템이 효과적으로 작용하도록 보장하기 위해, 2개의 증착 작용 사이에 세정 작용이 주기적으로 실행된다. 세정 작용은 도 2 및 도 3을 참조로 하기에서 논의될 것이지만, 도 4에 도시된 시스템이 동등하게 적용 가능함이 이해되어야 한다.

<66> 세정 작용의 개시시, 차단 밸브(238)가 폐쇄되고, 재순환 스로틀 밸브(228)가 개방된다. 가스 소오스(208)는 그 후 SF₆, NF₃, 또는 F₂를 포함하는 세정 가스를 공급하며, 세정 가스는 도관(204)을 따라 플라즈마가 가해지는 원격 플라즈마 소오스(202)로 유동한다. 세정 가스는 그 후 처리 챔버(212)를 통과하고, 도관(216, 220)을 따라 입자 트랩/필터(224)로 유동하며, 결국 도관(230)을 따라 배출되어 경감된다.

<67> 도 3에 도시된 바와 같이, 세정 가스가 입자 트랩/필터(300)를 통과할 때, 입자 트랩/필터(300) 내의 필터 매체(304)는 열 교환 회로(308)를 따라 가열 유체를 순환시킴으로써 또한 가열될 수 있다. 따라서, 입자 트랩/필터(300) 내에 축적될 수 있는 잔류물을 식각, 증발 및 승화의 조합된 작용에 의해 편리하게 제거될 수 있다.

<68> 본 발명은 가스 소오스로부터의 처리 가스를 포함하는 단일한 도관으로 상기에 설명되었지만, 각각의 하나 또는 그보다 많은 처리 가스를 포함하는 복수의 도관은 자신의 입구 압력 계이지를 갖는 각각의 도관으로 사용될 수 있으며, 재순환 스로틀 밸브와 접합적으로 연결됨이 이해되어야 한다. 일 실시예에서, 희석 가스는 자신의 분리된 도관에서 원격 플라즈마 소오스로 직접 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 증착 가스는 원격 플라즈마 소오스를 통과하지 않고 자신의 분리된 도관을 통해 가스 소오스로부터 챔버로 제공될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 재순환된 처리 가스는 원격 플라즈마 소오스와 처리 챔버 사이의 위치에서 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스와 합쳐지지 않고, 처리 챔버로 직접 펌핑될 수 있다.

<69> 처리 가스를 재순환시킴으로써, 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스의 양이 감소될 수 있다. 덜 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스를 사용함으로써, 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD)에 의해 기판상에 층을 증착하는 비용이 감소될 수 있으며, 이는 신선하고 재순환되지 않은 처리 가스에 더 적은 비용이 소모될 수 있기 때문이다. 따라서, 배출된 처리 가스를 재순환시킴으로써, 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 프로세스는 효율적으로 진행될 수 있다. 또한, 전술한 재순환 시스템은 주기적인 세정과 완전히 양립적이기 때문에, 그 작용은 비용 효율적인 방식으로 최적의 수준으로 유지될 수 있다.

<70> 전술한 바는 본 발명의 실시예에 관한 것이지만, 본 발명이 기본 범주를 벗어나지 않고 본 발명의 다른 추가의 실시예가 안출될 수 있으며, 본 발명의 범주는 계속되는 특허청구범위에 의해 결정된다.

도면의 간단한 설명

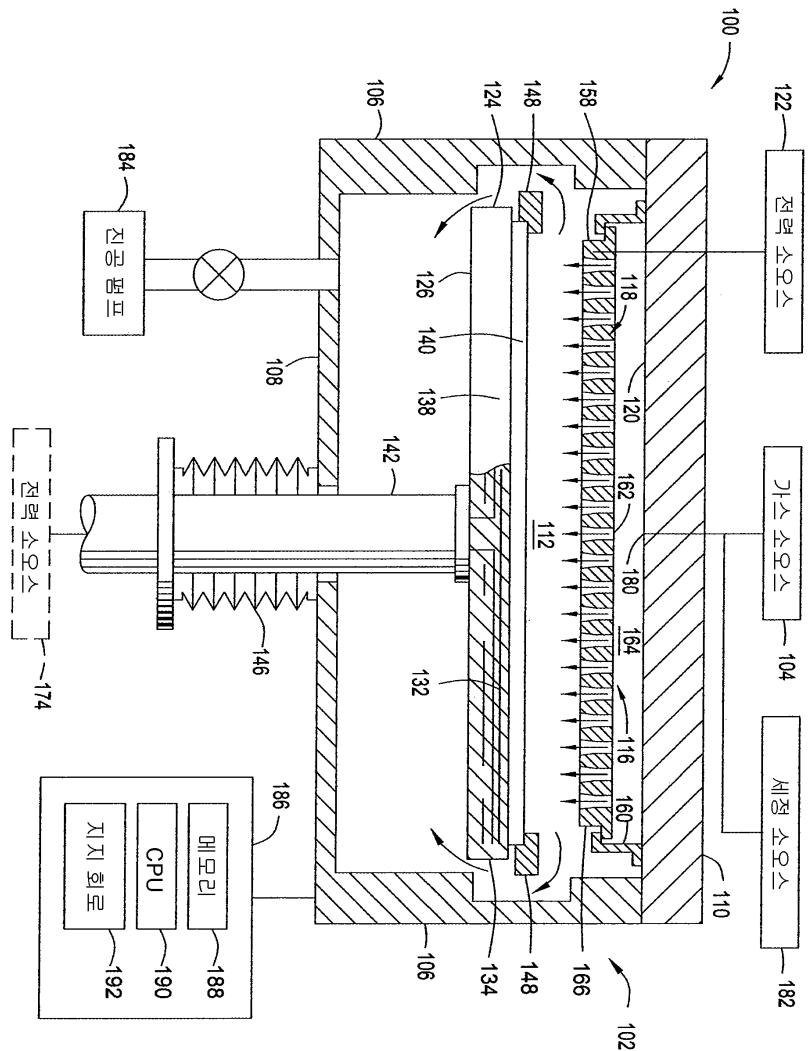
- <12> 도 1은 본 발명의 하나 또는 그보다 많은 실시예에 관하여 사용될 수 있는 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 챔버(100)의 단면도를 도시하고,
- <13> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 희석 가스 재순환 시스템(200)의 개략도이며,
- <14> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 트랩/필터(300)의 개략도이며,
- <15> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 입자 트랩/필터(400)의 개략도이며,

<16> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 입자 트랩/필터(500)의 개략도이며,

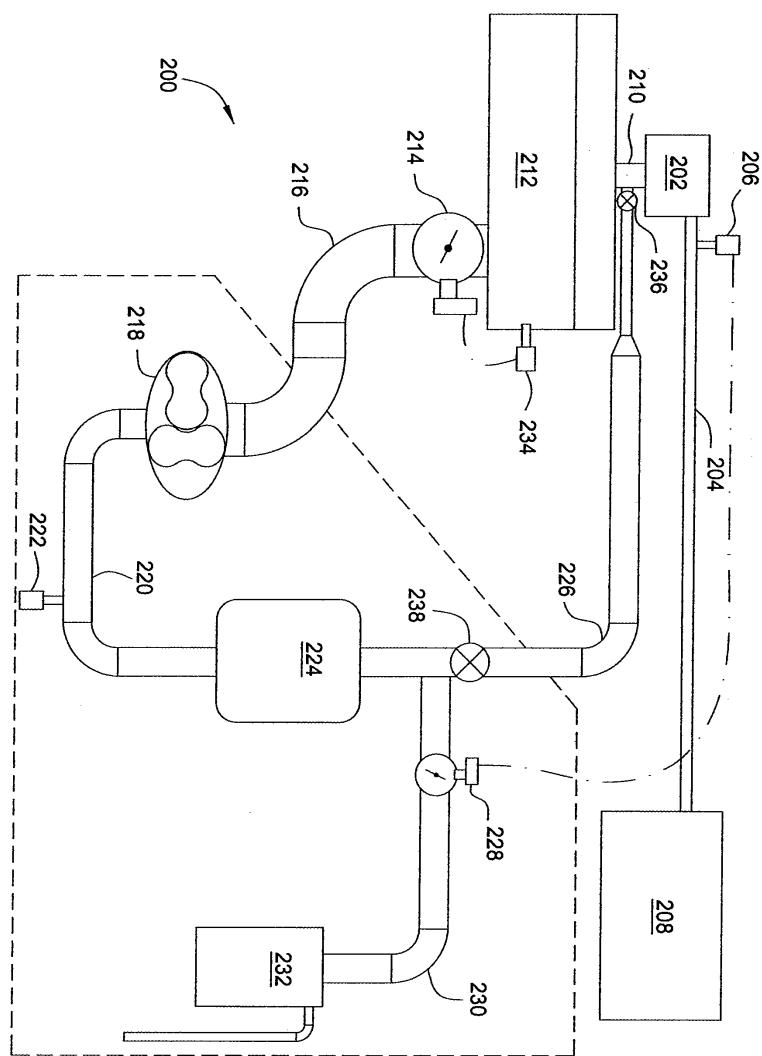
<17> 도 6은 희석 가스 재순환 시스템(600)의 다른 실시예를 도시하는 도면이다.

도면

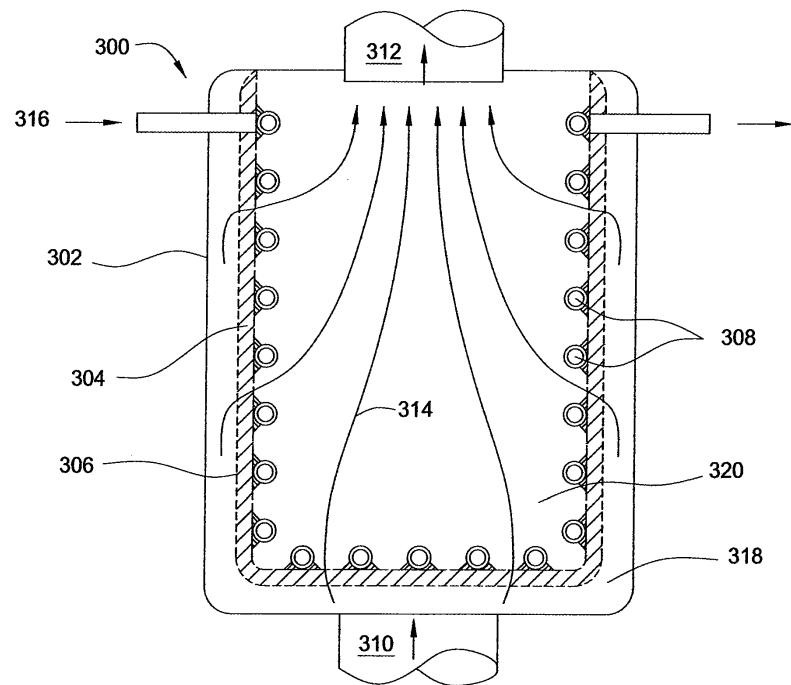
도면1



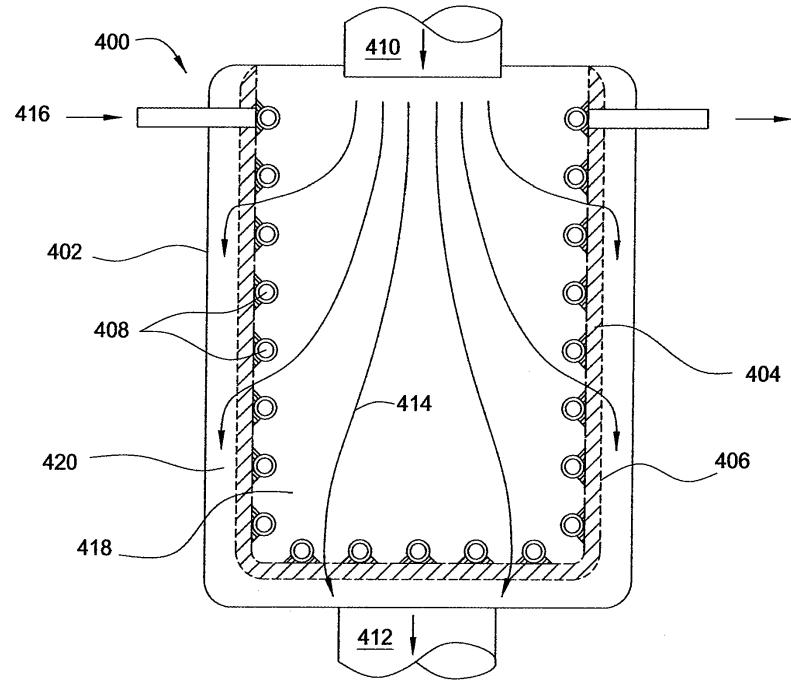
도면2



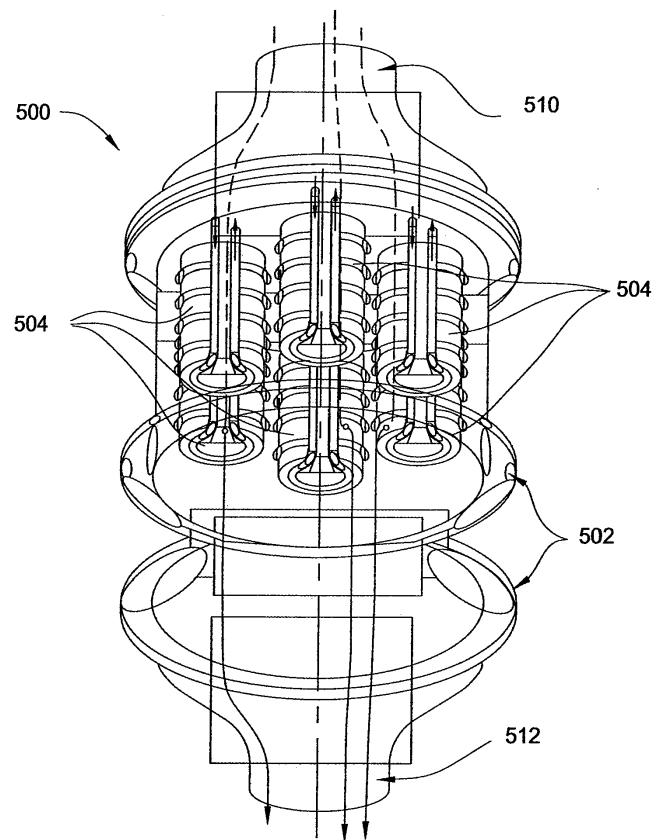
도면3



도면4



도면5



도면6

