



(72) 발명자

유아사 다마키

일본국 효고켄 아마가사키시 후소초 1-8, 동경엘렉  
트론주식회사내

고타니 고지

일본국 효고켄 아마가사키시 후소초 1-8, 동경엘렉  
트론주식회사내

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

반도체 장치 제조용의 기판을 처리하기 위한, 냉각 대상을 구비한 기판처리장치에 있어서,  
미스트를 발생시키기 위한 미스트 발생기와,  
이 미스트 발생기로 발생한 미스트를 반송하기 위한 캐리어 가스를 공급하는 가스 공급원과,  
상기 캐리어 가스에 의해서 반송되는 미스트를 흘려 상기 냉각 대상을 냉각하기 위한 미스트 유로를 구비하고,  
상기 미스트 유로를 흐르게 한 미스트를 캐리어 가스로부터 분리하여 액체로서 회수하는 기액분리기를 더 구비하고,  
상기 미스트 발생기는, 상기 기액분리기로 회수된 액체로부터 미스트를 발생시키는 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 냉각 대상은, 내부에 수납한 기판을 처리하기 위한 처리 용기의 적어도 일부인 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 처리용기내에서 플라즈마를 이용하여 기판이 처리되는 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 적어도 플라즈마가 발생하고 있지 않을 때에 상기 냉각 대상을 가열하기 위한 히터를 더 구비한 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 처리 용기를 수용하는 가열로를 더 구비하고,

상기 미스트 유로는, 상기 처리 용기와 상기 가열로와의 사이에 형성된 공간으로서 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 냉각 대상의 온도를 검출하는 온도 센서와,

이 온도 센서의 검출 온도에 기초하여, 상기 미스트 발생기 및 상기 가스 공급원을 제어하는 제어부를 더 구비한 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 온도 센서의 검출 온도가 기준치 이하일 때에는, 상기 미스트 발생기로부터의 미스트의 발생 및 상기 가스 공급원으로부터의 캐리어 가스의 공급을 모두 정지하는 제어를 실시하는 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 온도 센서의 검출 온도가 기준치 이하일 때에는, 상기 가스 공급원으로부터의 캐리어 가스의 공급을 계속하면서 상기 미스트 발생기로부터의 미스트의 발생을 정지하는 제어를 실시하는 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

### 청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 미스트 유로에 있어서의 미스트의 유량 및 캐리어 가스의 유량 중 적어도 한쪽을 제어하는 것을 특징으로 하는 기판처리장치.

## 청구항 10

삭제

### 명세서

#### 기술 분야

<1> 본 발명은, 반도체 장치(semiconductor device) 제조용 기판을, 예를 들면 플라즈마나 열을 이용하여 처리하기 위한, 냉각 대상을 구비한 기판처리장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

<2> 기판처리장치로서는, 기판, 예를 들면 반도체 웨이퍼에 대해서 플라즈마에 의해 성막이나 에칭을 실시하는 플라즈마 처리장치, 가열로 내에서 어닐(anneal)이나 산화 처리 등을 실시하는 열처리장치 등, 여러 가지 장치를 들 수 있다. 이들 장치에서는, 온도 상승을 억제할 필요가 있는 냉각 대상을 구비하고 있는 경우가 있다. 예를 들면 플라즈마 처리장치에서는, 마이크로파 등의 에너지에 의해 처리가스가 여기되어 플라즈마가 생성되면, 그 플라즈마로부터의 열에 의해 장치의 온도가 상승한다.

<3> 한편, 기판에 대해서 이루어지는 에칭이나 성막 등의 처리는, 기판이나 처리용기의 온도에 민감하기 때문에, 이들 온도를 가능한 한 적정한 온도로 유지할 필요가 있다. 일반적으로 온도조절수단으로서 히터가 이용되는 경우가 많다. 그러나, 플라즈마 처리장치의 경우에는, 히터만으로 온도를 제어하려고 하면, 플라즈마 발생시의 열을 없애지 못하고 장치가 온도 상승해 버린다. 이 때문에, 플라즈마에 의한 발생시에 장치를 냉각할 필요가 있다.

<4> 예를 들면, 일본 특허공개공보 2002-299330호에는, 냉각 기능을 구비한 플라즈마 처리장치가 기재되어 있다. 그 구성을 도 10에 간략화하여 나타낸다. 이 장치는, 예를 들면 알루미늄으로 된 처리 용기(11)내에, 반도체 웨이퍼(W)를 얹어 놓기 위한 얹어놓음대(12)가 설치되어 있다. 처리 용기(11) 상부의 도파관(13)을 통하여 평면 안테나(14)에 마이크로파가 공급된다. 평면 안테나(14)로부터 투파창(15)을 통하여 마이크로파가 처리 용기(11) 내로 방사되어, 처리 용기(11) 내의 처리 가스가 플라즈마화되도록 구성되어 있다. 처리 용기(11)의 상부에는 플라즈마 발생시에 장치를 냉각하기 위한 냉각 유로(16)가 형성되어 있다. 도시하지 않은 히터에 의한 가열과 냉각 유로(16)를 흐르는 냉매에 의한 냉각을 조합함으로써, 처리 용기(11)의 상부를 설정 온도로 유지하는 온도 제어가 이루어진다. 냉매 유로(16)를 흐르는 냉매로서는 냉각수가 이용된다.

<5> 그러나, 냉매를 흐르게 하기 위해서는, 칠러 유니트가 필요하다. 그 칠러 유니트는, 냉동기, 일차 냉각수의 유로, 온도조절 탱크 및 히터 등을 포함한 대규모의 장치이다. 이 때문에, 설비 비용이 비싸고, 또한 넓은 점유 면적이 필요하고, 소비 전력이 더 크다고 하는 과제가 있다.

<6> 여기서 플라즈마 처리장치에 한정하지 않고 기판처리장치의 냉매로서 파악했을 경우, 냉각수를 이용하는 경우에는, 그 온도의 상한이 겨우 80°C이기 때문에, 적용 범위가 좁다. 냉매로서 갈덴(아우디 몬트사의 등록상표)을 이용하는 경우에는, 예를 들면 150°C 정도의 온도까지 사용할 수 있다. 그러나, 공장내에서 고온의 냉매가 순환하면, 안전성에 문제가 있다. 또한, 갈덴은 점성이 극히 크기 때문에, 정상적인 상태가 되기까지 긴 시간이 걸린다고 하는 불이익이 있다. 또한, 공기 등의 기체를 냉매로서 이용하는 경우에는, 공급 시스템은 간단하게 할 수 있지만, 냉각 능력이 작다고 하는 결점이 있다.

#### 발명의 상세한 설명

<7> 본 발명은 이러한 사정에 비추어 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은, 냉각 대상을 냉각함에 있어, 에너지 절약화를 도모할 수 있고, 간단하고 쉬운 구성이면서 냉각 능력이 큰 기판처리장치를 제공하는 점에 있다.

<8> 이 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은, 반도체 장치 제조용의 기판을 처리하기 위한, 냉각 대상을 구비한 기판 처리장치에 있어서,

<9> 미스트를 발생시키기 위한 미스트 발생기(mist generator)와,

- <10> 이 미스트 발생기로 발생한 미스트를 반송하기 위한 캐리어 가스를 공급하는 가스 공급원과,
- <11> 상기 캐리어 가스에 의해서 반송되는 미스트를 흘려 상기 냉각 대상을 냉각하기 위한 미스트 유로를 더 구비한 것을 특징으로 하는 기관처리장치를 제공하는 것이다.
- <12> 이 기관처리장치에 의하면, 미스트 유로에 미스트를 흐르게 함으로써, 미스트의 기화열에 의해 냉각 대상으로부터 열을 빼앗기 때문에, 냉각 대상을 신속하게 냉각할 수 있다. 또한, 냉매로서 미스트를 이용하고 있으므로, 냉각수를 이용하는 경우와 같이 칠러 유니트를 이용하지 않아도 된다. 이 때문에, 장치 전체의 구성을 간소화하여, 장치의 설치 면적을 작게 할 수 있다. 또한, 소비 전력을 저감할 수 있으므로, 에너지 절약화를 도모할 수 있고, 비용적으로도 유리하다. 또한, 미스트의 기화열을 이용하여 냉각하고 있기 때문에, 공장내에서 고온의 냉매를 순환시키지 않지도 좋고, 안전성면에서도 유리하다.
- <13> 상기 냉각 대상은, 예를 들면, 내부에 수납한 기관을 처리하기 위한 처리용기의 적어도 일부이다. 예를 들면, 상기 처리용기내에서, 플라즈마를 이용하여 기관이 처리된다. 그 경우, 처리용기가 플라즈마의 발생에 의해 온도 상승해도, 냉각 대상은 신속하게 소정의 온도까지 냉각되므로, 안정적인 플라즈마 처리를 실시할 수 있다. 그러한 기관처리장치에 있어서는, 적어도 플라즈마가 발생하고 있지 않을 때에 상기 냉각 대상을 가열하기 위한 히터를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- <14> 기관처리장치는, 상기 처리 용기를 수용하는 가열로를 더 구비하고 있어도 좋다. 그 경우, 상기 미스트 유로는, 상기 처리용기와 상기 가열로와의 사이에 형성된 공간으로서 형성할 수 있다. 이 때, 처리 용기 이외의 부위, 예를 들면 가열로의 바깥돌레부를 냉각 대상으로 할 수도 있다.
- <15> 기관처리장치는, 상기 냉각 대상의 온도를 검출하는 온도 센서와, 이 온도 센서의 검출 온도에 기초하여, 상기 미스트 발생기 및 상기 가스 공급원을 제어하는 제어부를 더 구비하고 있는 것이 바람직하다.
- <16> 상기 제어부는, 상기 온도 센서의 검출 온도가 기준치 이하일 때에는, 상기 미스트 발생기로부터의 미스트의 발생 및 상기 가스 공급원으로부터의 캐리어 가스의 공급을 모두 정지하는 제어를 실시하도록 할 수 있다.
- <17> 한편, 상기 제어부는, 상기 온도 센서의 검출 온도가 기준치 이하일 때에는, 상기 가스 공급원으로부터의 캐리어 가스의 공급을 계속하면서 상기 미스트 발생기로부터의 미스트의 발생을 정지하는 제어를 실시하도록 해도 좋다.
- <18> 또한, 상기 제어부는, 상기 미스트 유로에 있어서의 미스트의 유량 및 캐리어 가스의 유량의 적어도 한쪽을 제어하는 것이 바람직하다.
- <19> 기관처리장치는, 상기 미스트 유로를 흐르게 한 미스트를 캐리어 가스로부터 분리하여 액체로서 회수하는 기액(氣液)분리기를 더 구비하고, 상기 미스트 발생기는, 상기 기액분리기로 회수된 액체로부터 미스트를 발생시키는 것이 바람직하다.

### 실 시 예

- <30> 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 실시형태에 대하여 상세하게 설명한다. 도 1은 본 발명과 관련된 기관처리장치의 실시형태인 플라즈마 처리장치의 개관을 나타내고 있다. 도면 중, 부호 2는 처리용기이다. 이 처리용기(2)는, 알루미늄으로 된 용기 본체(39)와, 이 용기 본체(39)의 주위를 둘러싸는 단열 부재(3)와, 용기 본체(39)의 상부에 설치된 안테나 본체(42) 등을 포함하고 있다. 용기 본체(39)는, 진공의 처리 공간을 구획형성하고 있다. 처리 용기(2) 내에는, 반도체 웨이퍼(W)(이하, 웨이퍼라고 한다)가 얹어 놓여지는 얹어놓음대(31)가 설치되어 있다. 이 얹어놓음대(31)에는, 예를 들면 13.65MHz의 바이어스용 고주파 전원(32)이 접속되어 있다.
- <31> 상기 얹어놓음대(31)의 위쪽에는, 예를 들면 원반형상의 도전체로 이루어진 가스 공급체(33)가 설치되어 있다. 이 가스 공급체(33)에 있어서의 얹어놓음대(31)와 대향하는 면에는, 다수의 가스 공급 구멍(34)이 형성되어 있다. 이 가스 공급체(33)의 내부에는, 가스 공급 구멍(34)과 연이어 통하는 격자형상의 가스 유로(35)가 형성되어 있으며, 이 가스 유로(35)에는 가스 공급로(36)가 접속되어 있다. 이 가스 공급로(36)에는, 도시하지 않은 처리 가스원이 접속되어 있다. 이 처리 가스원으로부터, 플라즈마 처리에 필요한 처리 가스가, 가스 공급로(36), 가스 유로(35), 및 가스 공급 구멍(34)을 통해서 처리 용기(2)내에 공급되도록 되어 있다.
- <32> 또한 가스 공급체(33)에는, 상기 가스 공급체(33)를 관통하도록, 도시되지 않은 다수의 개구부가 형성되어 있다. 이 개구부는, 플라즈마를 상기 가스 공급체(33)의 하부측의 공간으로 통과시키기 위한 것이며, 예를 들면 인접하는 가스 유로(35)끼리의 사이에 형성되어 있다. 또한 처리 용기(2)의 바닥부에는 배기관(37)이 접속

되어 있으며, 이 배기관(37)의 기단측에는 도시하지 않은 전공배기수단이 접속되어 있다.

<33> 가스 공급체(33)의 위쪽에는, 예를 들면 석영으로 이루어진 유전체 플레이트{마이크로파 투파창(4)}가 설치되어 있다. 이 플레이트(4) 위에는, 상기 플레이트(4)와 밀접하도록 안테나(41)가 설치되어 있다. 이 유전체 플레이트(4)의 재료는, 석영에 한정되지 않고, 예를 들면 알루미나 등이어도 좋다. 안테나(41)는, 안테나 본체(42)와, 이 안테나 본체(42) 아래에 설치되어, 다수의 슬롯이 둘레방향으로 형성된 평면 안테나재{슬롯판(43)}를 구비하고 있다. 이를 안테나 본체(42)와 평면 안테나재(43)는, 모두 도체에 의해 대략 원반 형상으로 형성되어, 동축 도파관(44)에 접속되고 있다. 또한 안테나 본체(42)와 평면 안테나재(43)와의 사이에는, 지파판(遲波板, 45)이 설치되어 있다. 이를 안테나 본체(42), 평면 안테나재(43) 및 지파판(45)에 의해 래디얼 라인 슬롯 안테나(RLSA)가 구성되어 있다.

<34> 이와 같이 구성된 안테나(41)는, 평면 안테나재(43)가 유전체 플레이트(4)에 밀접하도록 하여, 도시하지 않은 시일 부재를 개재하여 처리용기(2)에 장착되어 있다. 이 안테나(41)는, 동축 도파관(44)을 통하여 외부의 마이크로파 발생기(46)와 접속되어, 예를 들면 주파수가 2.45GHz 혹은 8.4GHz의 마이크로파가 공급되도록 되어 있다.

<35> 안테나 본체(42)에는, 제 1 미스트 유로(5)가 둘레방향으로 스파이럴형상으로 관통하도록 형성되어 있다. 제 1 미스트 유로(5)의 한쪽 끝단에는, 예를 들면 관로로 이루어진 유입로(51)가 접속된다. 제 1 미스트 유로(5)의 다른쪽 끝단에는, 예를 들면 관로로 이루어진 배출로(52)가 접속된다. 제 1 미스트 유로(5), 유입로(51) 및 배출로(52)에 의해 순환로가 형성되고 있다. 이 순환로에는, 후술하는 제 1 미스트 공급부(6)가 개재되어 설치되어 있다.

<36> 안테나 본체(42)에는, 히터(48)와, 처리 용기(2)내의 온도를 검출하기 위한 온도 센서(49)가 설치되어 있다. 온도 센서(49)의 검출 온도가 제어부(7)로 보내지는 구성이 되어 있다.

<37> 또한 처리 용기(2)의 하부에도, 제 2 미스트 유로(53)가 벽면을 둘레방향으로 관통하도록 형성되어 있다. 제 2 미스트 유로(53)에도, 유입로(54) 및 배출로(55)가 접속되어 순환로가 형성되어 있다. 이 순환로에는, 제 1 미스트 공급부(6)와 같은 제 2 미스트 공급부(61)가 개재되어 설치되어 있다.

<38> 후술하는 바와 같이, 제 1 미스트 공급부(6) 및 제 2 미스트 공급부(61)는, 각각 제어부(7)에 의해 제어되는 구성으로 되어 있다.

<39> 다음에, 제 1 미스트 공급부(6) 및 제어부(7)에 대하여 상세하게 설명한다.

<40> 제 1 미스트 공급부(6)는, 미스트를 발생시키기 위한 미스트 발생기(64)와, 이 미스트 발생기(64)로 발생한 미스트를 반송하기 위한 캐리어 가스(예를 들면 공기)를 공급하는 가스 공급원(62)을 가지고 있다.

<41> 유입로(51)의 상류단에 접속된 미스트 발생기(64)에 대해서, 캐리어 가스의 유량을 조정하기 위한 유량 조정기(63)를 개재하여 가스 공급원(62)이 접속되어 있다. 한편, 배출로(52)의 하류단에는 기액분리기(65)가 설치되어 있다. 이 기액분리기(65)에 의해서 미스트를 포함한 캐리어 가스가 캐리어 가스와 미스트로 기액분리된다. 기액분리기(65)에 의해서 분리된 미스트는 회수액 저장조부(66)에 모여 미스트 발생기(64)로 보내지고, 다시 미스트의 원료액으로서 이용되도록 되어 있다.

<42> 또한 제어부(7)는, 가스 공급원(62), 유량 조정기(63) 및 미스트 발생기(64)에 접속되어, 이들을 제어한다. 한편, 가스 공급원(62)은, 예를 들면 공기 봄베 및 밸브를 구비하고, 제어부(7)에 의해서 밸브의 개폐 제어가 이루어짐으로써, 캐리어 가스의 공급, 정지가 이루어진다.

<43> 도 3은, 미스트 발생기(64)를 보다 구체적으로 나타내는 도면이다. 도면중에서, 부호 8은 파이프이며, 이 속을 가스 공급원(62)으로부터 공급되는 캐리어 가스가 흐른다. 파이프(8)에는, 직경축소부(81)가 설치되어 있다. 이 직경축소부(81)의 중심 부근에, 파이프(8)를 관통하여 설치된 미스트액 공급관(82)의 개구부(83)가 위치하고 있다. 미스트액 공급관(82)은, 미스트의 원료가 되는 액체(예를 들면 물, 알코올수 및 암모니아 등)를 축적된 미스트액 저장조부(84)에 접속되어 있다. 또한, 미스트액 공급관(82)에는 밸브(85) 및 유속계(86)가 개설되어 있다. 밸브(85) 및 유속계(86)는 제어부(7)에 의해서 제어된다.

<44> 파이프(8)의 직경축소부(81)에서는, 가스의 유속이 증가하여 압력(P1)이 내려간다. 이 압력(P1)은 미스트액 저장조부(84)내의 압력(P0)보다도 낮다. 이 때문에, 그 압력차(P0-P1)에 의해서, 직경축소부(81)의 중앙 부근에 위치한 미스트액 공급관(82)의 개구부(83)로부터 액이 빨려 나간다. 빨려 나간 액은, 파이프(8)내를 흐르는 캐리어 가스에 의해서 확산되어 미스트(안개상태의 액체)가 된다. 압력차(P0-P1)는, 가스 공급원(62)으로부터 공

급되는 캐리어 가스의 유량에 의해서 정해진다. 즉, 유량 조정기(63)로 캐리어 가스의 유량을 조정함으로써, 미스트의 유량이 조정된다.

<45> 한편, 제어부(7)에 있어서, 유속계(86)의 검출치를 감시하면서, 개구부(83)로부터 뿜어나가는 액의 양을 밸브(85)에 의해서 조절함으로써, 미스트의 유량을 조정할 수도 있다. 미스트의 발생을 멈추는 경우에는 밸브(85)가 닫혀진다.

<46> 또한, 미스트액 저장조부(84)는, 밸브(87)의 개설된 관로를 통하여 회수액 저장조부(66)에 접속되고 있다. 이 밸브(87)를 개방함으로써, 회수액 저장조부(66)에 모인 액을 미스트액 저장조부(84)에 공급한다.

<47> 도 4(a)는, 기액분리기(65)의 수평 단면도이다. 기액분리기(65)의 내부는, 도 4(b)의 사시도에도 나타낸 바와 같이, 굴곡한 유로를 형성하도록 복수의 핀(9)이 배치되어 있다. 기액분리기(65)에는 유입구(91)와 배기구(92)가 설치되어 있다. 또한 기액분리기(65)의 아랫면에는, 분리된 액을 배출하는 도시되지 않은 배출구가 설치되어 있다. 이러한 구성으로 함으로써, 미스트를 포함한 가스가 핀(9)에 닿아 미스트만이 부착하고, 가스는 배기구(92)로부터 배기된다. 또한 핀(9)에 부착한 미스트의 양이 많아지면, 이 미스트가 큰 액적이 되어, 중력에 의해서 하강하여 배출구로부터 배출되어 회수액 저장조부(66)(도 2)로 회수된다.

<48> 계속해서, 이상과 같이 구성된 플라즈마 처리장치의 동작에 대하여 도 5를 참조하면서 설명한다.

<49> 먼저, 플라즈마 처리장치를 기동할 경우에, 히터(48)가 온(on)으로 되어, 처리용기(2) 상부의 온도가 설정 온도로 유지된다. 보다 상세하게는, 온도 센서(49)의 검출 온도가 설정 온도가 되도록 히터(48)의 공급 전력이 제어된다. 이 설정 온도란, 웨이퍼(W)에 대해서 플라즈마 처리, 예를 들면 플라즈마 에칭이 이루어질 때의 처리 공간내의 적절한 온도와 같은 값이며, 예를 들면 180°C이다.

<50> 계속해서, 외부로부터 처리 용기(2)내에 웨이퍼(W)가 반입되어, 얹어놓음대(31)의 표면에 놓여진다. 이후, 가스 공급원으로부터 처리가스, 예를 들면 Ar 가스 등의 불활성 가스와 할로겐 화합물 가스 등의 에칭 가스가 처리 용기(2)내에 공급된다. 이와 함께, 마이크로파 발생기(46)로부터 안테나 부재(43) 및 유전체 플레이트(4)를 통하여 마이크로파가 처리장치(2) 내로 방사되어, 처리 가스가 플라즈마화 된다. 이 때 바이어스 전원(32)으로부터 바이어스 전력이 얹어놓음대(31)에 인가된다. 그리고 웨이퍼(W)의 표면에 형성된 박막이, 이 플라즈마에 의해 에칭된다.

<51> 여기서, 냉각 대상인 처리 용기(2) 상부에 있어서의 온도 센서(49)의 검출 온도에 착안하면, 그 온도는 도 5에 나타낸 바와 같은 추이를 가진다. 한편, 가스 공급원(62)으로부터의 캐리어 가스의 공급은 계속적으로 이루어지고 있다.

<52> 즉, 시각 t1에서, 플라즈마가 발생했다고 하면, 시각 t1까지는, 히터(48)가 온이 되어 있으며, 온도 센서(49)의 검출 온도는 대략 180°C로 일정하다.

<53> 시각 t1에서 발생한 플라즈마에 의해 온도 센서(49)의 검출 온도가 상승한다. 이 때문에 히터(48)가 오프(of f)가 됨과 동시에, 제 1 미스트 유로(5)내에 미스트가 공급된다. 구체적으로는, 미스트 발생기(64)의 밸브(85)를 개방함으로써 소정량의 미스트가 발생하고, 캐리어 가스로 반송되는 미스트가 유입로(51)를 통하여 제 1 미스트 유로(5)내로 흘러간다. 이 미스트 유로(5)내를 흐르는 미스트는, 처리 용기(2)에 발생한 열에 의해 기화되어, 그 열을 기화열로서 빼앗는다. 이 결과, 플라즈마의 발생에 의해 온도상승하려고 한 처리 용기(2){여기서는, 냉각 대상인 처리 용기(2)의 윗면 부분}가 냉각되어, 온도 센서(49)의 검출 온도가 설정 온도 부근까지 온도 하강한다. 그 후, 발열과 흡열과의 밸런스에 의해서 온도 센서(49)의 검출 온도는 설정 온도 부근에 안정되려고 한다.

<54> 그 후, 시각 t2에서 플라즈마의 발생이 정지하면, 처리 용기(2)의 온도가 내려간다. 이 때문에, 다시 히터(48)가 온이 됨과 동시에, 미스트의 공급이 정지된다. 이에 따라, 온도 센서(49)의 검출 온도가 설정 온도 부근으로 유지되도록 한다.

<55> 이상의 실시형태에 의하면, 미스트 유로(5)에 미스트를 흐르게 하여, 냉각 대상인 처리용기(2)의 상부를 냉각하도록 하고 있다. 이 때문에, 플라즈마의 발생에 의해 발생한 열을 미스트의 기화열로서 빼앗음으로써 상기 냉각 대상이 냉각되기 때문에, 냉각이 신속하게 이루어진다. 이 결과, 플라즈마 처리장치의 처리용기(2)가 플라즈마의 발생에 의해 온도가 상승해도, 신속하게 소정의 온도까지 온도하강시켜 안정시킬 수 있다. 이 때문에, 기판에 대해서 안정적인 플라즈마 처리, 예를 들면 에칭 처리를 실시할 수 있다.

<56> 또한, 냉매로서 미스트를 이용하고 있으므로, 냉각수를 이용하는 경우와 같이 칠러 유니트를 이용하지 않아도

된다. 이 때문에, 장치 전체의 구성을 간소화하여, 장치의 설치 면적을 작게 할 수 있다. 또한, 소비 전력을 저감할 수 있으므로 에너지 절약화를 도모할 수 있어, 비용적으로도 유리하다. 또한, 미스트의 기화열을 이용하여 냉각하고 있기 때문에, 공장내에서 고온의 냉매를 순환시키지 않아도 좋고, 안전성면에서도 유리하다.

<57> 또한, 미스트 유로(5)를 흐르게 한 미스트를 기액분리기(65)에 의해 회수하여 재사용하고 있으므로, 자원을 효과적으로 이용할 수 있어, 저비용화를 도모할 수 있다.

<58> 본 발명은, 상술한 바와 같이 가스 공급원으로부터의 캐리어 가스의 공급을 계속하면서, 온도 센서(49)의 검출 온도가 기준치(상기 실시형태에서는 약 180°C)를 넘은 지의 여부에 따라서 미스트를 공급/정지하는 경우에는 한정되지 않는다. 즉, 검출 온도가 기준치 이하일 때에는 미스트 뿐만 아니라 캐리어 가스의 공급도 정지해 두고, 검출 온도가 기준치를 넘었을 때에, 캐리어 가스 및 미스트를 공급하도록 해도 좋다.

<59> 또한 본 발명은, 온도 센서(49)의 검출 온도에 따라 미스트의 공급량과 캐리어 가스의 공급량의 적어도 한쪽을 바꾸도록 해도 좋다. 도 6은 이러한 변형예를 나타내는 것이다.

<60> 도 6에 나타낸 바와 같이, 제어부(7)에, 온도 영역과 미스트 유량과 캐리어 유량을 대응짓는 데이터 맵을 저장한 메모리가 마련되어 있다. 제어부(7)에 있어서, 검출 온도와 데이터 맵을 대조하여, 미스트 유량과 캐리어 유량을 구하도록 하고 있다. 도 6의 맵에 있어서의 온도 T1는, 예를 들면 플라즈마가 발생하고 있지 않을 때에 히터(48)에 의해 가열되고 있는 상태에서의 온도(플라즈마 처리를 실시할 때의 적절한 온도)이다. 이 온도 T1 이하일 때에는 미스트의 유량이 제로이고 캐리어 가스의 유량이 A1이다. 온도가 T1~T2의 사이에 있는 경우에는, 미스트의 유량이 M2이고 캐리어 가스의 유량이 A2이다. 온도가 T2 이상일 경우에는, 미스트의 유량이 M3이고 캐리어 가스의 유량이 A3이다. 한편 M2<M3, A1<A2<A3의 관계에 있다.

<61> 이 예에서는, 온도 영역을 3분할하여 각 영역에 각각 다른 유량을 할당하고 있지만, 그 분할 수는 4이상이어도 좋다. 이와 같이 복수의 온도 영역을 설정하여, 온도가 높을수록 미스트나 캐리어 가스의 유량이 커지도록 함으로써, 보다 세세한 온도 제어를 할 수 있어, 한층 신속하게 소정의 온도까지 냉각하는 것이 가능하게 된다.

<62> 또한, 본 발명의 기판처리장치는, 상술한 플라즈마 처리장치에 한정하지 않고, 이하에 설명하는 열처리 장치에도 적용할 수 있다.

<63> 도 7은, 그러한 종형 열처리장치를 나타내고 있다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 이 열처리 장치는, 처리 용기로서의 반응관(104)을 수용하는 종형의 가열로(100)를 구비하고 있다. 가열로(100)는, 대략 원통형상의 단열벽(101)과, 이 단열벽(101)의 내면을 따라서 둘레방향으로 설치되는, 예를 들면 저항 발열체로 이루어진 히터(102)를 구비하고 있다. 단열벽(101)의 하단부는 베이스체(103)에 고정되어 있다.

<64> 가열로(100)에 수용된 반응관(104)은, 예를 들면 석영으로 이루어지고, 내부에 열처리 공간을 형성한다. 이 반응관(104)의 하부도 베이스체(103)에 고정되어 있다. 이 열처리 장치에 있어서의 미스트 유로는, 가열로(100)와 반응관(104)과의 사이의 공간으로서 형성되어 있다. 이 미스트 유로로서의 공간내에 냉각용의 미스트를 포함한 가스를 공급하기 위해서, 베이스체(103)에는 둘레방향에 따라서 복수의 노즐(120)이 설치되어 있다. 이들 노즐(120)은, 베이스체(103) 바닥부에 설치된 링형상의 송풍 헤더(121)에 접속되어 있다. 송풍 헤더(121)에는, 송풍 팬(122)이 개재되어 설치된 송풍 파이프(123)로부터 미스트를 포함한 가스가 공급되도록 되어 있다. 이 송풍 파이프(123)는, 도 2에 나타낸 바와 같은 미스트 공급부(6)에 접속되어 있다. 또한 가열로(100)의 천정에는, 냉각용의 미스트를 포함한 가스를 배출하는 배기로(130)가 연결되어 있다. 이 배기로(130)에는, 개폐 셔터(131), 냉각 기구(132) 및 배기팬(133)이 차례로 개재하여 설치되어 있다.

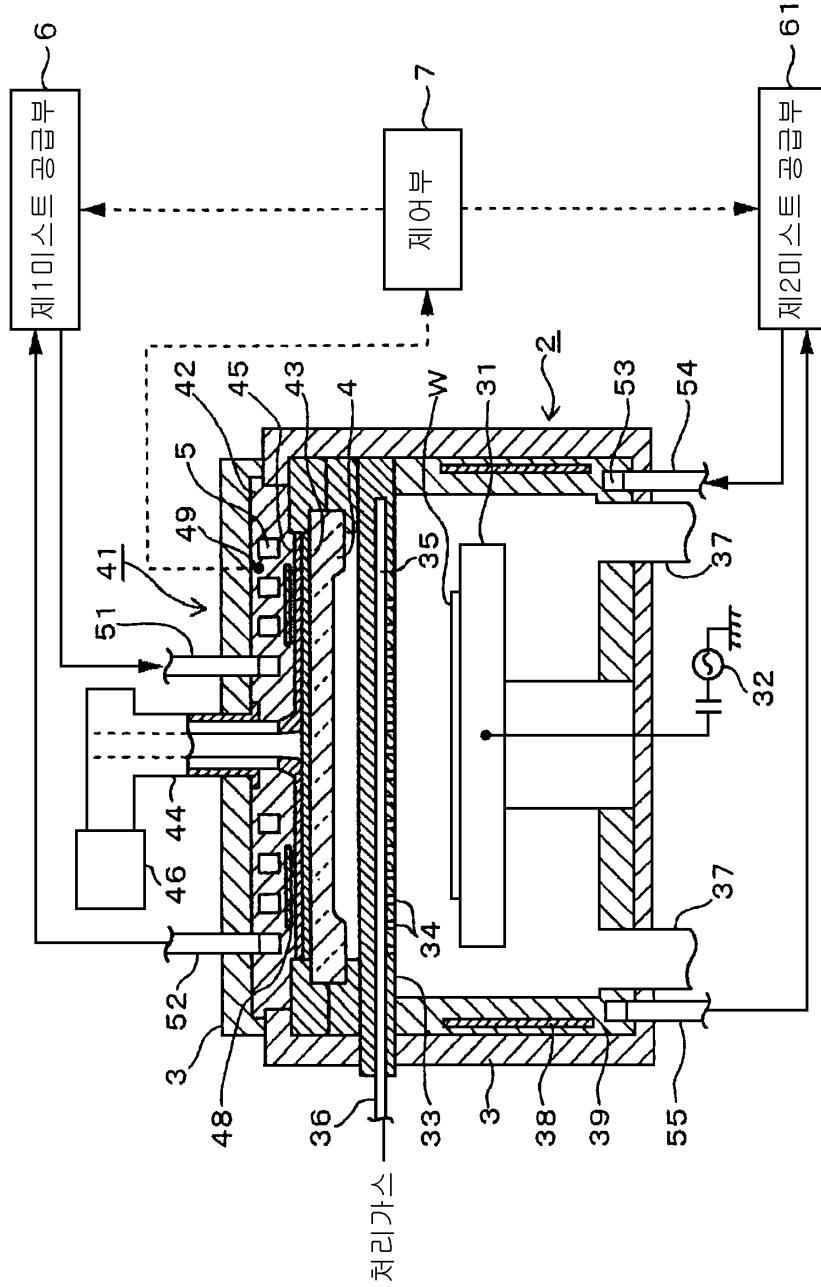
<65> 또한, 반응관(104)내에는, 복수개의 기판, 예를 들면 웨이퍼(W)를 세로 방향으로 간격을 두고 유지하는 웨이퍼 보트(110)가 설치되어 있다. 이 웨이퍼 보드(110)의 하단부는, 단열재(111) 및 턴테이블(112)을 개재하여 덮개(113)상에 부착되어 있다. 덮개(113)는, 반응관(104)의 하단 개구를 개폐하기 위한 것이다. 이 덮개(113)에는, 보트 엘리베이터(114)가 연결되어 있다. 보트 엘리베이터(114)에는 회전기구(115)가 연결되고, 이것에 의해 웨이퍼 보트(110)가 턴테이블(112)과 함께 회전하도록 되어 있다. 보트 엘리베이터(114)의 승강에 의해, 반응관(104)에 대한 웨이퍼 보트(110)의 반출입이 이루어진다.

<66> 반응관(104)의 하부를 가스 공급관(116)이 관통하고 있다. 이 가스 공급관(116)은, 반응관(104)내에서 수직으로 세워지고, 그 선단부는 반응관(104)의 천정 중앙을 향해서 처리 가스를 내뿜도록 굴곡하고 있다. 이 가스 공급관(116)으로부터 반응관(104)내에 공급된 처리 가스는, 반응관(104)의 하부에 설치된 배기관(117)으로부터, 도시하지 않은 진공 펌프에 의해서 배출된다.

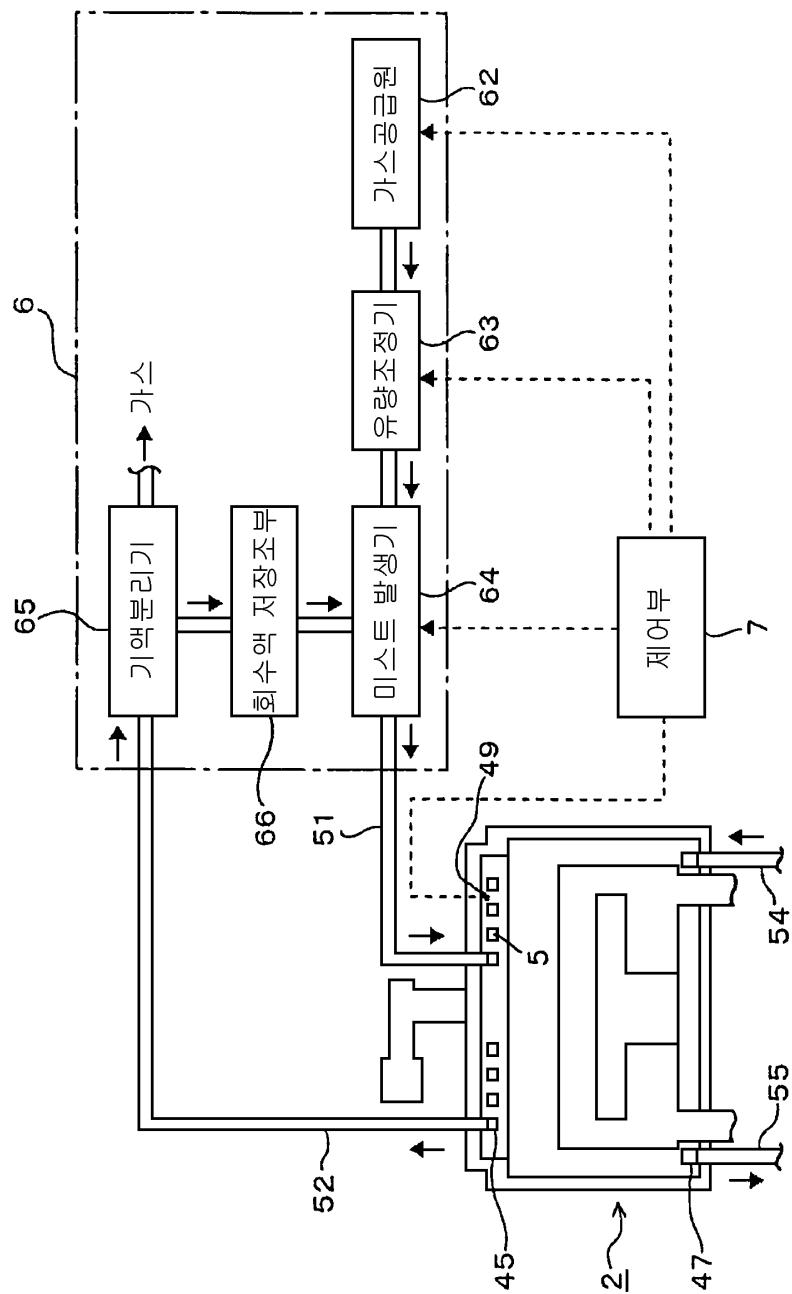
- <67> 이 열처리장치에서는, 반응관(104)내를 소정 온도까지 가열하여 웨이퍼(W)에 대해서 성막처리, 산화처리 혹은 어닐처리 등의 열처리를 실시한다. 그 처리의 완료후, 단열체(101)와 반응관(104)의 사이의 미스트 유로에, 미스트 공급부(6)로부터 공급되는 미스트를 포함한 가스를 흐르게 한다. 이에 따라서, 반응관(104)에 축적된 열을 미스트의 기화열에 의해 재빠르게 제거할 수 있다. 이 때문에, 반응관(104)내를 신속하게 온도하강시켜, 처리가 끝난 웨이퍼(W)를 유지한 웨이퍼 보트(110)를 반응관(104)으로부터 반출할 수 있다. 이 때문에 처리 생산성을 향상시킬 수 있다.
- <68> 다음에, 본 발명에 의한 기판처리장치의 효과를 확인하기 위해서 실시한 실험예에 대하여 설명한다.
- <69> [실험예 1]
- <70> 도 1에 나타낸 플라즈마 처리장치에서, 냉각 대상인 처리 용기(2) 상부의 냉각 효과에 대하여 실험하였다. 구체적으로는, 먼저 히터(38,48)를 온으로 하고, 온도 센서(49)의 검출 온도가 120°C가 되도록 가열하였다. 이어서, 미스트 유로(5)에 미스트를 포함한 공기(실시예 1)와, 공기만(비교예 1)을 각각 여러 가지의 유량으로 흐르게 하였다. 그리고, 온도 센서(49)의 검출 온도가 정상 상태가 되었을 때의 온도를 조사하였다.
- <71> 또한, 가열 온도가 180°C인 경우에 대해서도 마찬가지로, 미스트 유로(5)에 미스트를 포함한 공기(실시예 2)와, 공기만(비교예 2)을 흐르게 하여 정상 상태가 되었을 때의 온도를 조사하였다.
- <72> 그들 결과를 도 8에 나타낸다. 도 8로부터 알 수 있듯이, 유량에 상관없이, 미스트를 포함한 공기(실시예 1 및 2)가, 공기에만(비교예 1 및 2) 의한 것보다 냉각 효과가 크다.
- <73> [실험예 2]
- <74> 도 1에 나타낸 플라즈마 처리장치에서, 냉각 대상인 처리 용기(2) 상부의 안테나 본체(42)에 있어서의 4개소의 온도 변화를 계측하는 실험을 실시하였다. 구체적으로는, 미스트 유로(5)에 공기 및 미스트(물)를 50 ℓ/min 및 1g/min의 유량으로 흐르게 하여, 그들 4개소(TC1~TC4)의 온도 변화를 조사하였다. 이것을 실시예 3으로 하여, 도 9(a)에 결과를 나타낸다.
- <75> 마찬가지로, 미스트를 포함하지 않는 공기만을 흐르게 하여, 그들 4개소(TC1~TC4)의 온도 변화를 조사하였다. 이것을 비교예 3으로 하고, 도 9(b)에 결과를 나타낸다. 이 비교예 3에서는, 도 9(b)에 나타낸 바와 같이 시간과 함께 공기의 유량을 증가시키고 있다.
- <76> 도 9로부터 알 수 있듯이, 4개소(TC1~TC4) 모두, 미스트를 포함한 공기(실시예 3)가, 공기에만(비교예 3) 의한 것보다 냉각 효과가 크다.
- <77> 이상의 실험 결과는, 본 발명에 의하면 미스트의 기화열에 의해서, 종래보다 냉각 대상을 신속하게 냉각할 수 있는 것을 나타내고 있다.
- ### 도면의 간단한 설명
- <20> 도 1은, 본 발명에 의한 기판처리장치의 일실시형태로서의 플라즈마 처리 장치를 나타내는 종단면도이다.
- <21> 도 2는, 도 1의 플라즈마 처리장치에 있어서의 미스트 공급부를 상세하게 나타내는 블럭도이다.
- <22> 도 3은, 도 2의 미스트 발생기를 보다 구체적으로 나타내는 도면이다.
- <23> 도 4는, 도 2의 기액분리기를 보다 구체적으로 나타내는 도면이다.
- <24> 도 5는, 도 1의 플라즈마 처리장치의 동작을 나타내는 타임 차트이다.
- <25> 도 6은, 본 발명에 의한 기판처리장치의 또 하나의 실시형태를 나타내는, 도 2와 같은 도면이다.
- <26> 도 7은, 본 발명에 의한 기판처리장치의 또 하나의 실시형태로서의 종형 열처리장치를 나타내는 종단면도이다.
- <27> 도 8은, 본 발명의 실시예 1 및 2와 비교예 1 및 2의 실험 결과를 나타내는 그래프이다.
- <28> 도 9는, (a) 본 발명의 실시예 3의 실험 결과를 나타내는 그래프와, (b) 비교예 3의 실험 결과를 나타내는 그래프를 대비시킨 도면이다.
- <29> 도 10은, 종래의 기판처리장치로서의 플라즈마 처리 장치를 나타내는 종단면도이다.

## 도면

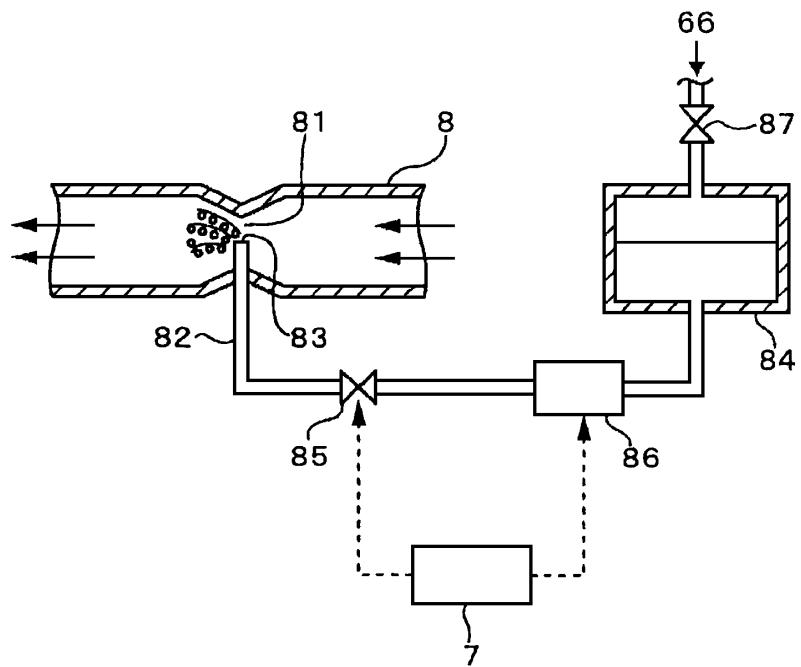
## 도면1



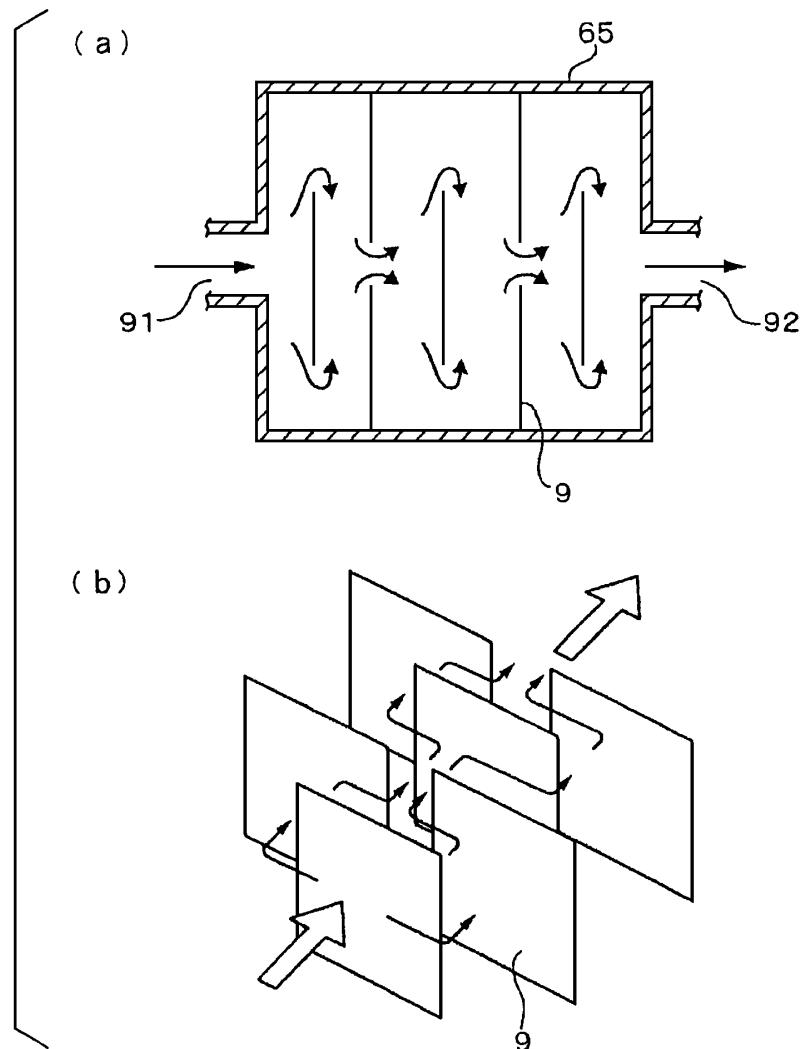
도면2



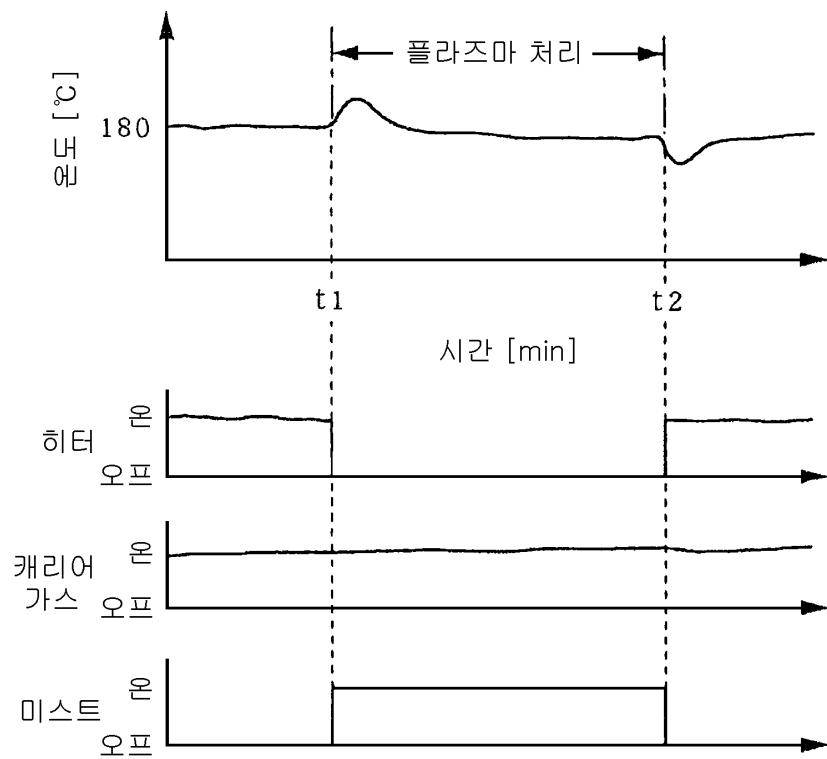
도면3



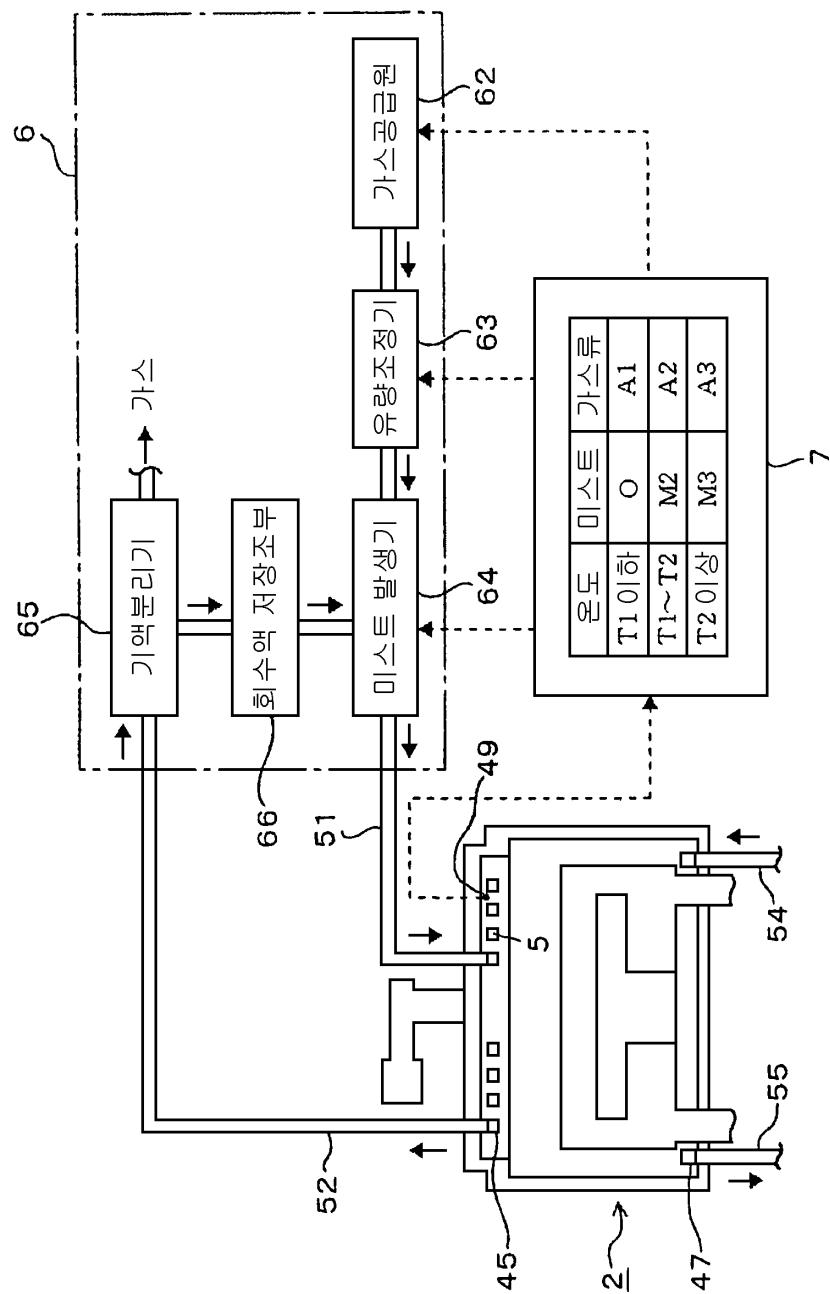
도면4



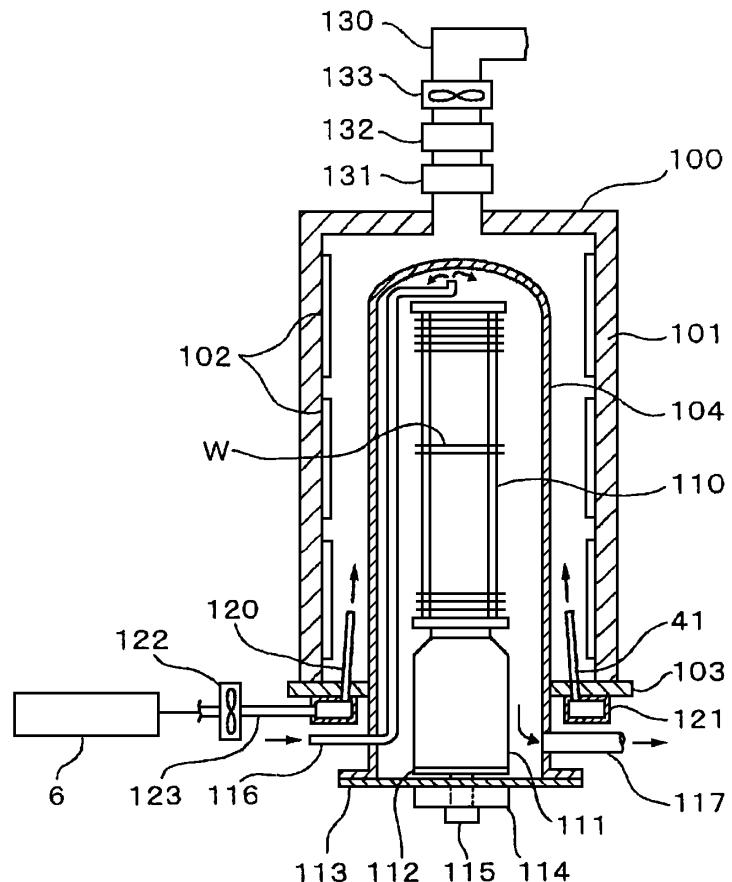
도면5



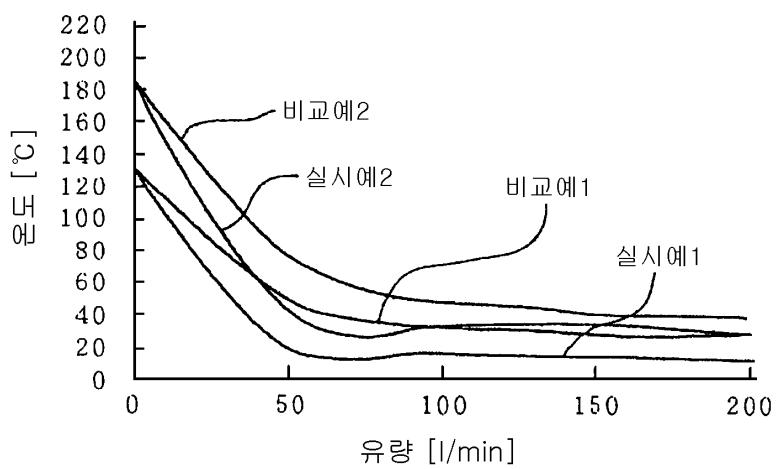
도면6



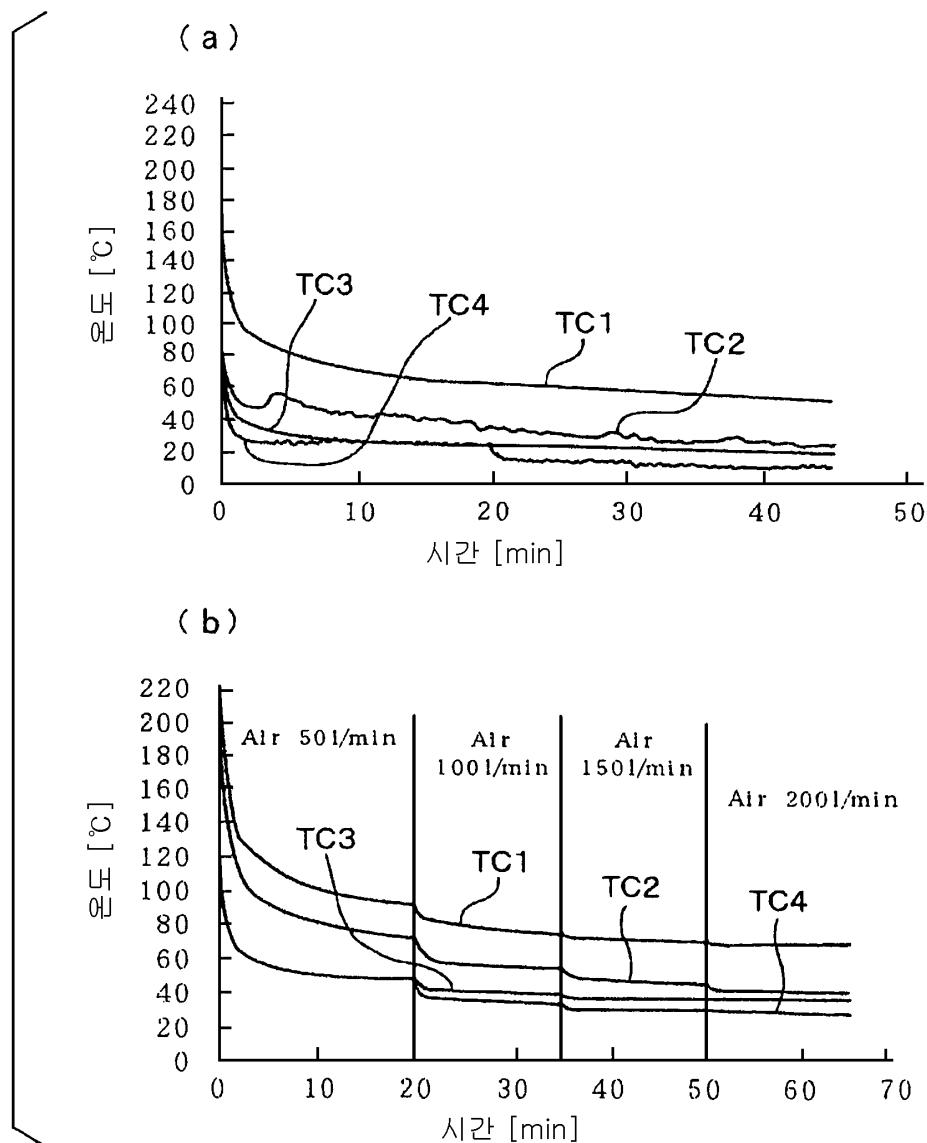
도면7



도면8



도면9



도면10

