

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.⁶
H01L 21/205

(45) 공고일자 2005년09월30일
(11) 등록번호 10-0490238
(24) 등록일자 2005년05월10일

(21) 출원번호 10-1997-0069899
(22) 출원일자 1997년12월17일

(65) 공개번호 10-1998-0064235
(43) 공개일자 1998년10월07일

(30) 우선권주장 96-354380 1996년12월19일 일본(JP)
96-354381 1996년12월19일 일본(JP)

(73) 특허권자 도시바세라믹스가부시킴가이샤
일본 도쿄도 시나가와구 오오사끼 1쵸메 6-3

도시바 기카이 가부시킴가이샤
일본 도쿄 츄오구 긴자 4 쵸메 2-11

(72) 발명자 오하시 다다시
일본 가나가와켄 사가미하라시 신이소노 1-10-6-216

차키 가즈히로
일본 가나가와켄 하타노시 소야 557-1

핑 진
일본 가나가와켄 사가미하라시 미나미다이 2-3-26-109

후지이 다츠오
일본 야마구치켄 도쿠야마시 오오아자도쿠야마 5604-12

이와타 가즈유키
일본 야마구치켄 시모마즈시 다케가미 1675-8

미타니 신이치
일본 시즈오카켄 누마즈시 오까이시킴 35-1-106

혼다 다카아키
일본 시즈오카켄 미시마시 시즈미쵸 8-22-134

(74) 대리인 김승완
나영환
이상섭

심사관 : 이강하

(54) 기상박막성장장치및기상박막성장방법

요약

본 발명은 중공(中空)인 반응로의 정상부에 복수 개의 반응 가스 공급구, 저부(底部)에 배기구, 내부에 웨이퍼 기판을 탑재하는 회전 기관 홀더, 그리고 내부 상부에 복수 개의 가스 구멍이 형성된 정류관을 포함하고, 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서, 반응로 내의 중앙부와 외주부에서의 가스 유속이 다르도록 형성된 기상 박막 성장 장치, 및 반응로의 중공 내부는 상부의 상당 내경이 하부의 상당 내경보다 작고, 또한 상부 하단과 하부 상단은 연결부에 의해 접속되어 중공 내부가 연속함과 동시에 상기 연결부에 정류 가스 유출구를 가지며, 상기 회전 기관 홀더는 반응로 하부 내의 상기 상부 하단으로부터 소정의 높낮이 차를 가지고 아래쪽에 위치하게 설치되는 기상 박막 성장 장치, 그리고 그와 같은 장치 등을 이용한 기상 박막 성장 방법을 제공한다. 본 발명의 장치는 고품질이 요구되는 반도체 웨이퍼 기판의 제조 공정에 있어서 적절하게 사용되어, 장치 노내의 기상중의 입자 발생, 노벽에의 석출물의 부착이 적어 장치의 메인テナンス 사이클이 길어지며, 더구나 균일한 두께를 가지는 박막이 형성되고, 저항치의 격차가 없어 균질함과 동시에 결정 결함이 적은 반도체 웨이퍼 기판을 제조할 수 있다.

대표도

도 1a

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 제1 양태의 기상 박막 성장 장치의 반응로의 일실시예를 나타내는 개략 단면 설명도.

도 2는 본 발명의 제1 양태의 장치의 반응로에 사용되는 정류관의 일례를 나타내는 평면 설명도.

도 3은 정류관의 다른 일례를 나타내는 평면 설명도.

도 4는 본 발명의 제1 양태의 장치의 다른 실시예를 나타내는 개략 단면 명도.

도 5는 본 발명의 제1 양태의 장치의 다른 실시예를 나타내는 개략 단면 설명도.

도 6은 본 발명의 제1 양태의 장치의 다른 실시예를 나타내는 개략 단면 설명도.

도 7은 본 발명의 제2 양태의 기상 박막 성장 장치의 일실시예의 개략 단면 설명도.

도 8은 본 발명의 제2 양태의 장치의 다른 실시예의 개략 단면 설명도.

도 9는 도 8의 장치에 있어서의 연결부의 평면 모식도.

도 10은 본 발명의 제2 양태의 장치의 다른 실시예에 있어서의 연결부 영역을 나타내는 단면 모식도.

도 11은 본 발명의 제2 양태의 장치의 다른 실시예에 있어서의 연결부를 일부 파단한 사시 모식도.

도 12는 본 발명의 제2 양태의 장치의 다른 실시예에 있어서의 연결부의 평면 모식도.

도 13은 본 발명의 비교예에 사용한 기상 박막 성장 장치의 개략 단면 설명도.

도 14는 종래의 기상 박막 성장의 장치의 일례를 나타내는 개략 단면 설명도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

11 : 반응로

12 : 회전 기관 홀더

14 : 히터

15 : 배기구

16 : 가스 공급구

17 : 정류판

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 기상 박막(氣相薄膜) 성장 장치 및 기상 박막 성장 방법에 관한 것으로, 좀 더 자세하게는 고품질이 요구되는 반도체 웨이퍼 기관의 제조 공정에 적용되는 기상 증의 입자 등과 같은 오염물의 발생 및 노벽에의 석출물 발생이 적어 균일한 두께의 박막이 형성되고, 저항치의 격차가 없어 균질하고 결정 결함이 적은 반도체 웨이퍼 기관(基板)을 얻을 수 있는 기상 박막 성장 장치 및 기상 박막 성장 방법에 관한 것이다.

도 14는 종래의 기상 박막 성장 장치의 일례를 나타내는 개략 설명도이다. 도 14에 있어서, 일반적으로 원통형의 반응로(80) 내의 하부에는 예컨대 실리콘 웨이퍼 등의 웨이퍼 기관(81)을 얹어 놓는 회전 기관 홀더(holder)(82), 회전 기관 홀더(82)를 회전시키기 위한 회전축(83) 및 가열용 히터(84)가 설치되고, 회전축(83)에는 회전 구동하는 모터(도시하지 않음)가 접속되어 있다. 또한, 반응로(80) 저부(底部)에는 미반응 가스 등을 배기하는 복수 개의 배기구(85)가 설치되어 배기 제어 장치(도시하지 않음)에 접속되어 있다. 한편, 반응로(80)의 정상부에는 노내에 원료 가스나 캐리어 가스(carrier gas)를 공급하는 복수 개의 가스 공급관(86)과 원반형의 정류판(整流板)(87)이 설치되고, 정류판(87)에는 가스의 흐름을 조절하는 다수의 구멍(87a)이 뚫려 있다. 종래의 기상 성장 장치는 상기한 바와 같이 구성되며, 모터의 회전 구동에 의해 소정의 회전수로 회전하는 회전 기관 홀더(82)상에 얹혀진 기관(81)은 회전하면서 히터(84)에 의해 소정 온도로 가열된다. 동시에, 반응로(80) 내에는 원료 가스나 캐리어 가스 등의 반응 가스를 복수 개의 가스 공급관(86)을 통해 도입하여 가스 운동량이나 압력 분포를 균일화하고, 이어서 반응로내의 가스 유속 분포가 균일하게 되도록 정류판(87)에 뚫려진 다수의 구멍(87a)으로 통과시켜, 회전 기관 홀더(82) 상의 웨이퍼 기관(81)에 반응 가스를 균일하게 공급하여 박막을 기상 성장시키고 있다.

상기한 바와 같은 반도체 웨이퍼 상에 박막을 형성하는 기상 성장 장치에서는 박막 형성 가스에 의한 입자의 발생이나 반응로 내벽에의 석출물 부착을 방지하기 위하여, 또한, 박막 형성시의 부적합함에 의해 결정 결함이 생기지 않도록 하여 박막이 균질하고 또한 막의 두께가 균일한 박막 형성 웨이퍼를 얻을 수 있도록 각종 방법이 제안되고 있다. 예컨대, 특허 공개 공보 평 5-74719호에서는 원료 가스의 공급 유량을 적절히 제어하여 반응로 내의 온도 변화를 방지함으로써 결정 결함의 방지를 꾀하고 있다. 특허 공개 공보 평 5-90167호에서는 박막을 형성할 때에 웨이퍼 기관의 면내 온도 분포가 균일하게 되도록 원료 가스량, 노내의 압력, 회전 기관 홀더의 회전수 등을 적절히 제어하여 슬립 방지를 꾀하고 있다. 특허 공개 공보 평 6-216045호에서는 석출물이 생기기 쉬운 반응로 내벽의 일부에 내주면을 평활하게 유지하여 차폐판을 설치하여, 박막 형성 조작을 행한 뒤의 반응로 세정을 용이하게 함과 동시에, 가스류를 층류(laminar flow) 상태로 유지하여 균질한 박막 형성을 꾀하고 있다. 또한, 특허 공개 공보 평 7-50260호에서는 원료 가스나 캐리어 가스의 반응로에의 도입 방법을 소정의 방법으로 설정함으로써 가스 운동량이나 가스압을 균일하게 하여 균일한 유속으로 원료 가스 등을 기관상에 공급하여 박막 두께의 균일화를 꾀하고 있다.

그렇지만, 상기 여러가지 제안된 종래 기상 성장 장치에 있어서도, 박막 성장시킨 웨이퍼 기관에 결정 결함이 생기거나, 입자 부착 등의 부적합함을 충분히 방지할 수 있는 데까지는 이르지 않고 있다. 또한, 특허 최근의 반도체 웨이퍼 기관은 초 고집적화에 따라 점점 더 고품질화가 요구되고 있기 때문에, 박막 형성 웨이퍼 기관의 미세한 결함에 의한 품질 저하도 문제시 되는 경우가 많아지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 종래의 기상 박막 성장 장치에 의한 기상 성장 박막 형성시의 웨이퍼 기관의 품질 저하를 감안하여, 그것들을 해결할 목적으로 이루어진 것이다. 발명자 등은 우선, 종래의 기상 박막 성장 장치에서 발생하고 있는 현상에 관해서 상세히 검토하였다. 그 결과, 반응로 벽에 입자가 많이 부착되는 현상을 관찰할 수 있었으며, 그 때문에 메인テナンス 사이클(maintenance cycle)을 단축시키거나, 이 반응로의 벽에 부착된 입자가 웨이퍼 기관에 부착되어 결정 결함의 원인으로 되거나, 부착 입자로서 직접적으로 웨이퍼 품질의 저하를 가져오는 원인으로 되고 있다는 것을 발견하였다.

발명자 등은 상기 발견으로부터, 또한 반응로 벽에 입자가 다량으로 부착되는 현상의 원인을 찾아내기 위하여 반응로 내에서의 원료 가스의 흐름 등을 검토하였다. 그 결과, 하기와 같은 현상이 반응로 내에서 발생한다는 것이 더욱 분명해졌다.

즉, ① 상기와 같은 종래의 반응로에 있어서, 반응로 정상부로부터 도입되어 균일한 유속으로 웨이퍼 기관(81) 상에 공급되는 실리콘 원료 가스 등의 반응 가스는 히터(84)에 의해 가열되어 상부보다 고온으로 되어 있는 반응로(80) 하부의 웨이퍼 기관(81) 근방에 도달하여 가열된다. 그 결과, 도 14에 화살표로 도시한 바와 같이, 상승 가스류가 발생하여 반응로 벽을 따라 반응 가스의 상승 현상이 발생하여 가스 와류가 발생한다. ② 또한, 가열된 반응 가스가 상승함으로써, 반응로(80) 내 전체 영역의 온도도 상승하여 기상 중에서의 박막 형성 원료 가스의 균일 핵 생성이 증대하여 기상 중에서의 입자 발생이 증대한다. ③ 또한, 상기 가스 와류가 발생하면 회전 기관 홀더(82) 상에 있는 웨이퍼 기관(81)의 외주에서 반응 가스 중의 도판트(dopant)의 재취입이 일어날 우려가 있어 얻어지는 웨이퍼 기관의 면내 저항치 분포(in-plane resistance distribution)가 불균일하게 되는 원인이 된다. ④ 또한, 웨이퍼 기관 근방에 흘러 내린 반응 가스가 반응로 윗쪽으로 올라가는 상승 현상은 가스 와류의 발생과는 별도로, 회전 기관 홀더(82)의 외주측에 소위 "가스류의 교란(disturbance)"이라 불리우는 가스류가 복잡한 흐름으로 되는 난류 현상이 발생한다. 이 가스류의 교란이 발생하면 배기구(85)로부터 배출되어야 되는 미반응 가스가 반응하여 회전 기관 홀더(82) 외주면에 박막 성분이 석출하거나, 그 회전 기관 홀더(82) 외주면에 대향하는 반응로 벽에 입자가 부착되게 된다.

상기한 각종의 부적합함을 야기하는 가스 와류나 가스류의 교란 발생은, 종래의 반응로에 있어서, 회전 기관 홀더의 축방향으로의 가스 유속을 약 1m/s이상의 지극히 빠른 속도로 함으로써 어느 정도는 억제할 수 있다. 그러나, 그렇게 하기 위해서는 다량의 캐리어 가스를 흘려 보낼 필요가 있어 공업적으로는 실용성이 희박하다.

또한, 본 발명자들은 상기 가스 와류의 발생을 억제하기 위해서 반응로 상부의 직경을 하부와 비교하여 좁게 함으로써, 고온의 반응 가스가 상승하는 공간을 좁혀 가스 와류의 발생을 방지하는 방법을 시도하였다. 그러나, 이 경우는 반응로 상부 등에 입자가 부착되는 것을 방지할 수 있지만, 다음에 도시하는 비교예에 적용한 반응로 상부의 직경을 좁게 한 기상 성장 장치의 개략 설명도를 도시한 도 13에서, 예컨대 화살표로 도시한 바와 같이, 회전 기관 홀더 외측에 위치하는 반응로 직경이 넓어지는 부분에서 가스 와류나 가스류의 교란이 발생한다는 것을 알게 되었다. 직경이 넓어지는 부분에서 이 가스 와류나 가스류의 교란이 발생하면 마찬가지로 반응로 하부 원주벽에 입자가 부착되거나, 미반응 가스의 반응에 의해 박막 성분의 석출이 발생하는 문제 등이 발생하는 반응로 영역이 변화하는 것만으로 메인テナンス 사이클이 단축되는 등의 부적합함이 마찬가지로 발생한다는 것도 분명해졌다.

따라서, 본 발명자 등은 반응로 내에서의 가스 상승류에 의한 가스 와류의 발생이나 가스류의 난류가 억제되어 상기한 입자의 다량 발생, 노벽에의 입자의 다량 부착, 박막 형성 성분의 석출, 도판트가 웨이퍼 외주부에 재취입하는 것 등과 같은 바람직하지 못한 현상의 발생을 방지할 수 있는 기상 박막 성장 장치의 구조에 관해서 여러가지로 검토한 결과, 이하에 상세술하는 바와 같이, 노내의 중앙부와 외주부의 가스 유속이 다르게 되도록 특정 구조의 정류판을 반응로 내부의 상부에 특정한 배치 형태로 설치하는 구성인 기상 성장 장치, 또는 노내의 상부 직경을 작게 하고, 하부 직경을 크게 형성하고, 직경이 다른 상부와 하부의 연결부에 정류 가스 유출 구멍을 형성하여, 정류용 가스를 유출 구멍으로부터 공급 유출시키고, 또한, 반응로의 상부 내경, 하부 내경 및 회전 기관 홀더 직경의 비율을 적절히 함으로써 직경 확대 부분을 포함하는 노 내부의 가스류의 난류를 정류하도록 구성한 기상 성장 장치 중 어느 쪽도 상기 과제를 해결할 수 있다는 것을 발견하여 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

따라서, 본 발명의 목적은 상기한 입자의 다량 발생, 노벽에의 입자의 다량 부착, 박막 형성 성분의 석출을 방지할 수 있고, 그것에 의해 웨이퍼 기관의 결정 결함의 감소나 도판트가 웨이퍼 외주부에 취입하는 것을 방지할 수 있어, 결정 결함이 적어 고품질이면서 균일한 두께를 가지는 박막이 적층된 웨이퍼 기관을 얻을 수 있는 기상 박막 장치를 제공하는 것에 있다.

또, 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 기상 박막 장치를 이용하여 결함이 적어 고품질이면서 균일한 박막을 웨이퍼 기관 상에 기상 성장시키는 방법을 제공하는 것에 있다.

본 발명의 제1 양태에 의하면, 중공(中空, hollow)인 반응로의 정상부에 복수 개의 반응 가스 공급구, 저부에 배기구, 내부에 웨이퍼 기판을 얹어 놓는 회전 기관 홀더, 그리고 내부 상부에 천장부와 공간 영역을 형성하여 복수 개의 가스 구멍이 뚫려진 정류판을 가지며, 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서, 노내의 중앙부와 외주부에서의 가스 유속이 다르게 형성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 장치가 제공된다.

상기 본 발명의 제1 양태의 기상 박막 성장 장치에 있어서, 상기 정류판이 노의 내주벽에 밀접하고, 상기 가스 구멍의 개구율은 정류판에 정투영(正投影, orthogonal projection)되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향의 외측으로 연장하는 외부 영역에서 다른 영역보다 커지도록 하여, 반응로 내의 중앙부와 외주부의 가스 유속이 다르도록 하는 것이 바람직하다. 또는, 상기 정류판 외주 연부와 노의 내주벽이 그 사이에 간격을 가지고, 상기 정류판 외주 연부가 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향의 외측으로 연장하는 외부 영역에 있도록 하여, 노내 중앙부와 외주부에서의 가스 유속이 다르도록 하는 것이 바람직하다. 이들의 경우, 상기 외부 영역이 상기 반응로 내주벽으로부터 소정의 간격폭을 가지며, 상기 간격폭(X), 그리고 상기 정류판의 상당 반경(R_D)과 상기 투영 형상의 상당 반경(R_p)의 차($Y=R_D-R_p$)의 비(X/Y)가 0.02~1.0, 바람직하게는 0.05~0.5인 것이 바람직하다. 또한, 상기 반응로의 수평 단면이 원형이며, 상기 정류판과 상기 회전 기관 홀더가 동심형으로 설치되는 것이 바람직하다. 즉, 상기 개구율을 크게 하고, 반응로의 내주와 간격을 갖는 정류판 외주 연부가 위치하는 외부 영역과 반응로 내벽의 간격폭이 정류판과 회전 기관 홀더의 각 반경의 차와 동일하거나, 또는 그 차의 0.02배 이상인 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 제1 양태의 기상 성장 장치에 있어서, 상기 공간 영역이 그 내부에서 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상이 외주 연부로부터 반경 방향의 외측으로 연장하는 외부 영역에 배치되는 격벽 부재에 의해 적어도 2구역으로 구분되고, 각 구역에 2이상의 반응 가스 공급구를 각각 마련하여 노 내의 중앙부와 외주부에서의 가스 유속이 다르도록 하는 것이 바람직하다. 이들의 경우, 상기 외부 영역은 상기 반응로 내주벽으로부터 소정의 간격폭을 가지고, 상기 간격폭(X)과, 상기 정류판의 상당 반경(R_D)과 상기 투영 형상의 상당 반경(R_p)의 차($Y=R_D-R_p$)의 비(X/Y)가 0.02~1.0, 바람직하게는 0.05~0.5인 것이 바람직하다. 또한, 상기 반응로의 수평 단면은 원형이고, 상기 정류판과 상기 회전 기관 홀더는 동심형으로 설치되는 것이 바람직하다. 즉, 상기 개구율을 크게 하고 격벽판이 설치되는 외부 영역의 반응로 내벽으로부터의 간격폭이 정류판과 회전 기관 홀더의 각 반경의 차와 동일하거나, 또는 그 차의 0.02배 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구역마다 상기 반응 가스 공급구를 통해 별개의 반응 가스 공급 계통이 연결되어 노내의 중앙부와 외주부에서의 가스 유속이 다르도록 하는 것이 바람직하다.

더욱이, 상기 본 발명의 기상 박막 성장 장치에 있어서, 반응로의 중공 내부가 상당(equivalent) 내경이 다른 상하부로 구분되어, 상부의 상당 내경이 하부의 상당 내경보다 작고, 또한 상부 하단과 하부 상단이 접속되어 중공 내부가 연속하도록 형성할 수 있다.

또한, 본 발명에 의하면, 상기 제1 양태의 기상 박막 성장 장치를 적용하여 반응 가스를 상기 정류판을 통해 유통시켜 정류판과 동시에, 유통 정류 후의 반응 가스 유속이 상기 다른 영역보다 상기 외부 영역에서 고속으로 되어 상기 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면 상에 공급되는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 방법이 제공된다. 이 기상 성장 방법에 있어서, 상기 외부 영역의 가스 유속(V_x)과 상기 다른 영역의 가스 유속(V_z)과의 유속비(V_x/V_z)는 5~30이며, 바람직하게는 10~20의 범위에 있다.

더욱이, 본 발명은, 중공의 반응로 내에 윗쪽으로부터 반응 가스를 공급하여 정류한 후, 아래쪽의 지지 회전되는 웨이퍼 기판 상에 반응 가스를 아래로 흘러보내어 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 방법으로서, 상기 정류 후에 반응로 내벽 주변 영역의 가스 유속(V_x)이 웨이퍼 기판 윗쪽 영역의 가스 유속(V_z)보다 고속으로 되도록 반응 가스를 공급하는 것을 특징으로 하는 기상 성장 방법을 제공한다. 이 기상 성장 방법에 있어서, 반응로 내벽 주변 영역의 가스 유속(V_x)과 웨이퍼 기판 윗쪽 영역의 가스 유속(V_z)과의 유속비(V_x/V_z)는 5~30이며, 바람직하게는 10~20의 범위에 있는 것이 바람직하다.

본 발명의 제1 양태에 따른 기상 성장 장치 및 그것을 사용한 기상 성장 방법은 상기한 바와 같이 구성되며, 원료 가스 및 캐리어 가스 등의 반응 가스를 복수 개의 가스 공급구로부터 공간 영역에 공급함으로써 가스의 운동량이나 압력 분포를 균일화함과 동시에, 정류판의 가스 구멍의 개구율이 정류판 면 내의 소정의 외주 영역에서 그 외의 영역(주로 중심역)보다 커지도록 가스 구멍을 형성해 둠으로써, 정류판보다 아래 쪽의 반응로 내벽 주변에서의 반응 가스 유속을 빠르게 할 수 있다. 따라서, 종래의 방법과는 달리, 반응 가스류는 회전 기관 홀더상의 웨이퍼 기판 표면 가까이에서 도달하여, 반경 방향으로의 방향성을 가지고 유통하며, 그 후 미반응 가스는 노의 내벽 주변의 고속 가스류에 의해, 노벽을 따라 올라오는 상승류가 형

성되지 않아 회전 기관 홀더의 외주측으로부터 반응로 하부의 배기구로 원활히 유통한다. 따라서, 노내 가스의 온도 상승이 억제되어 균일 핵 생성이 감소되고, 입자 발생이 감소되어 노벽에의 입자 부착이나 박막 형성 성분 석출, 부착 입자의 낙하 부착 등에 의한 웨이퍼 기관의 결정 결함의 형성을 방지할 수 있다. 또한, 원활한 가스 흐름이 유지됨으로써 도판트가 웨이퍼 기관 외주부에 재취입하는 것을 방지할 수 있어, 웨이퍼 면내 저항치도 균일하게 될뿐만 아니라, 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다. 이들은 종래의 반응로에 설치된 정류관에 가스 구멍을 전체 영역에 균등한 개구율로 뚫어, 정류관 아래쪽의 반응로 내에서 균일한 유속이 되도록 조정하고 있던 것과는 전혀 다른 것으로, 본 발명에 의해 처음으로 제안되는 것이다.

또한, 본 발명의 제2 양태에 따르면, 중공인 반응로 정상부에 복수 개의 반응 가스 공급구, 저부에 배기구, 내부에 웨이퍼 기관을 얹어 놓는 회전 기관 홀더, 그리고 내부 상부에 복수 개의 구멍이 형성된 정류관을 가지며, 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기관 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 성장 장치에 있어서, 상기 반응로의 중공 내부가 상당 내경이 다른 상하부로 구분되어, 상부의 상당 내경이 하부의 상당 내경보다 작고, 또한 상부 하단과 하부 상단이 연결부에 의해 접속되어 중공 내부가 연속하며, 이 연결부에 정류 가스 유출 구멍이 제공되고, 상기 회전 기관 홀더가 반응로 하부 내의 상기 상부 하단으로부터 소정의 높낮이 차를 가지며 아래쪽에 위치하게 설치되는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 장치가 제공된다.

상기 본 발명의 제2 양태에 따른 기상 박막 성장 장치에 있어서, 상기 연결부 상에 상기 정류 가스 유출 구멍을 기밀(氣密)히 둘러싸는 공간부가 형성되며, 이 공간부에 정류 가스 공급구를 제공하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 상부의 측면이 상기 회전 기관 홀더 상면에 대하여 수직인 것이 바람직하며, 상기 공간부와 상부가 2중 환형 형태로 형성되고, 상기 공간부의 외측면이 연결부를 통해 상기 하부 상단과 연속하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 반응로 중공 내부의 수평 단면이 원형으로서, 상기 상부 직경(D_1)이 상기 웨이퍼 기관의 직경보다 크고, 또한 상기 회전 기관 홀더가 원형이며 상부 직경과 회전 기관 홀더 직경(D_s)과의 비(D_1/D_s)가 0.7~1.2인 것이 바람직하고, 상부 직경(D_1)과 하부 직경(D_2)과의 비(D_2/D_1)가 1.2이상인 것이 바람직하며, 하부 직경(D_2)과 회전 기관 홀더 직경(D_s)과의 비(D_2/D_s)가 1.2이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 상부 하단과 회전 기관 홀더와의 높낮이 차(H)가 상기 회전 기관 홀더 상면상의 가스류의 천이층(transition layer) 두께(T)보다 크고, 천이층 두께(T)가 $3.22(v/\omega)^{1/2}$ [단, v는 반응로내 분위기 가스의 동점성 계수(mm^2/s))를, ω 은 회전의 각속도(rad/s)를 각각 표시한다]의 산출값이며, 상기 연결부의 일부와 상기 회전 기관 홀더 상면이 동일 수평면 내에 있는 것이 바람직하다.

또한, 본 발명의 제2 양태에 따른 기상 성장 장치에 있어서, 회전 기관 홀더 상부의 가스류의 천이층 두께(T)가 상기 상부의 하단과 상기 회전 기관 홀더 상면과의 높낮이 차(H)보다 작아지도록, 상기 복수 개의 반응 가스 공급구로부터 박막 형성 원료 가스 및 캐리어 가스로 이루어지는 반응 가스를 공급하여 정류관의 구멍을 통과시켜 상기 웨이퍼 기관상에 유통시킵니다. 동시에, 상기 연결부의 정류 가스 유출 구멍을 통과시켜 정류용 가스를 도입하는 것을 특징으로 하는 기상 박막 형성 방법이 제공된다. 또한, 본 발명의 상기 기상 박막 성장 방법에 있어서, $3.22(v/\omega)^{1/2}$ [단, v는 반응 가스의 동점성 계수(mm^2/s))를, ω 은 회전의 각속도(rad/s)를 각각 표시한다]에 의해 계산된 값인 상기 천이층 두께(T)가 상기 높낮이 차(H)보다 작아지도록 상기 회전 기관 홀더의 회전을 제어할 수 있고, 상기 캐리어 가스 유속(G_c)과 상기 연결부의 정류 가스 유출 구멍으로부터 도입되는 정류용 가스 유속(G_1)의 비(G_1/G_c)가 0.05~2인 것이 바람직하다.

본 발명의 제2 양태에 따른 기상 박막 성장 장치는 상기한 바와 같이 구성되며, 종래의 기상 박막 성장 장치에 있어서 반응로 벽을 따라 발생하는 반응 가스의 상승 현상에 의한 가스 와류의 발생을, 상부 직경을 하부 직경보다 작게 하여 반응로 형상을 변경하여 발생 공간을 제거함으로써 억제할 수 있고, 동시에 반응로 상부에서의 기상 온도의 상승을 방지할 수 있기 때문에, 실리콘 등 박막 형성 원료 가스의 균일 핵 생성이 억제되어 기상 중에서 발생하는 입자가 감소된다. 따라서, 입자가 반응로 벽에 부착되어 메인テナンス 사이클을 단축시키거나, 입자가 웨이퍼에 부착되어 결정 결함의 원인이 된다든지, 입자가 직접 부착하여 웨이퍼의 품질을 저하시키는 것 등이 방지된다. 또한, 가스 와류의 발생을 억제함으로써, 회전 기관 홀더상에 얹혀진 웨이퍼 바로 위의 가스류가 웨이퍼 중심으로부터 웨이퍼면에 평행한 외주부로 원만히 흐를 수 있게 해준다. 그 때문에 기관 외주부에서의 기상중의 도판트의 재취입이 발생하지 않아, 면내 저항치 분포가 균일한 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다. 더욱이, 반응로 상부를 좁게 하였기 때문에, 비교적 적은 캐리어 가스량으로 회전 기관 홀더 축방향의 가스 유속을 높게 할 수가 있어, 종래의 장치에 비하여 캐리어 가스량이 감소된다.

또한, 반응로의 소경(小徑)인 상부 하단과 대경(大徑)인 하부 상단을 연결하는 연결부에 정류 가스 유출 구멍을 형성하여, 수소 등의 정류용 가스를 소정 유속으로 유출할 수 있기 때문에, 회전 기관 홀더 상에 발생하는 중심에서부터 외주로의 가스 흐름이 정류되어, 상기한 반응로 상부 직경을 하부보다 좁게 함으로써 발생하는 회전 기관 홀더 외주측의 직경이 넓어지는 하부에서의 소위 가스류의 교란을 억제할 수 있다. 따라서, 직경이 확대된 연결부 내벽이나 반응로 하부에서의 입자 부

착이나 박막 형성 성분의 석출을 방지할 수 있다. 더욱이, 반응로 상부 직경, 반응로 하부 직경 및 회전 기관 홀더 직경의 비율을 소정의 비율로 함으로써, 반응로 내에서의 가스의 상승류를 방지하여 입자 발생을 감소시킴과 동시에, 가스 와류나 가스류의 교란 발생을 방지할 수 있으며, 또한 반응로 벽에 부착된 입자가 회전 기관 홀더상의 웨이퍼 기관위에 낙하하는 것을 방지할 수 있다.

또한, 회전 기관 홀더를 소정의 높낮이 차만큼 반응로 상부의 하단(반응로 하부에서 연결부의 상단에 대응)보다 낮은 위치에 설정하고, 특히 높낮이 차를 회전 기관 홀더의 상면에 형성되는 가스류의 천이층 두께보다 크게 함으로써, 상부 하단이 원활한 가스 흐름을 방해하지 않으면서 가스의 상승을 방지하여 와류나 가스류의 교란이 발생하지 않아, 결정 결함이 없는 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다. 또한, 본 발명의 상기 기상 박막 성장 방법은, 상기 제2 양태의 장치를 사용하고, 반응 가스의 도입 유속, 연결부로부터의 정류용 가스의 유출 유속 및 회전 기관 홀더의 회전 속도 등을 제어하여, 회전 기관 홀더 상면과 반응로 상부 하부와의 높낮이 차를 회전 기관 홀더상에 형성되는 가스류의 천이층 두께보다 크게 함으로써, 마찬가지로 결정 결함이 없는 고품질의 박막을 웨이퍼 기관상에 기상 성장시킬 수 있다.

또한, 본 발명에 있어서, 천이층이란 정류관을 지나서 공급된 원료 가스류가 회전 기관 홀더상에서 중심으로부터 외주 주변 방향으로의 벡터를 가지며 흐르는 가스층을 말하며, 천이층 두께는 회전 기관 홀더상에서의 상기 벡터를 가지는 가스류의 두께를 말한다.

발명의 구성 및 작용

우선, 본 발명의 제1 양태의 기상 성장 장치의 실시예를 도면에 근거하여 상세히 설명한다.

단, 본 발명은 하기 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다. 또한, 하기 실시예에 있어서는, 편의상, 반응로의 수평 단면 형상이 원형인 원통형 중공의 반응로에 관해서 설명하지만, 수평 단면 형상은 특별히 제한되는 것이 아니라 정사각형 등이라도 좋다. 또한, 회전 기관 홀더도 마찬가지로이다. 일반적으로는, 원통형 중공 반응로 및 원형 회전 기관 홀더가 적합하게 쓰인다.

도 1은 본 발명의 제1 양태의 기상 박막 성장 장치의 한 가지 실시예의 개략 단면 설명도(a) 및 장치내의 (a)에 나타낸 소정 위치 (A, C 및 D)에서의 각각의 수직 방향 가스 유속 분포도 (b), (c) 및 (d)이다. 또한, (a) 중의 화살표가 붙은 선분은 상기의 도 14와 같이 장치 내의 가스류를 모식적으로 나타낸 가스 유선도이다. 도 2는 도 1에 배치되는 정류관의 평면 모식도이다. 도 1a 및 도 2에 있어서, 반응로(11)는 상기한 종래의 기상 박막 성장 장치의 반응로와 거의 동일하게 구성되고, 노 내의 하부에는 웨이퍼 기관(W)을 얹어 놓는 회전체(12)가 회전축(13)에 의해 회전이 자유롭게 지지되어 설치되며, 그 아래쪽에는 회전체(12) 및 그 위에 얹혀지는 웨이퍼 기관(W)을 가열하는 히터(14)가 설치된다. 회전축(13)에는 회전 구동하는 모터(도시 생략)가 접속된다. 또한, 반응로(11) 저부에는 미반응 가스 등을 배기하는 복수 개의 배기구(15)가 형성된다. 한편, 반응로(11)의 정상부에는 예컨대 실란(silane)(SiH₄), 디클로로실란(dichlorosilane)(SiH₂Cl₂) 등의 원료 가스나, 수소(H₂), 아르곤(Ar), 헬륨(He) 등의 캐리어 가스로 이루어지는 반응 가스를 공급하는 복수 개의 가스 공급구(16)가 형성된다. 천장부와 소정의 공간 영역(S)을 유지하고 공급되는 반응 가스가 편류(偏流)되지 않게 내주 표면과 밀접하게 배치되도록, 복수 개의 소경의 가스 구멍(17a)과 복수 개의 대경의 가스 구멍(17b)이 형성된 원반형의 정류관(17)이 반응로의 상부에 배치된다.

본 발명에 있어서, 상기 반응로의 상부에 배치되는 정류관은 가스 공급구(16)로부터 유입된 반응 가스를 다수의 가스 구멍(17a, 17b)으로부터 반응로 내에 유입한다. 이 경우, 종래 정류관의 균일한 개구율과 달리, 정류관(17)의 소경 외부 영역(X영역)에서의 개구율이 그 이외의 영역, 주로 중심 영역(이하, 단순히 중심 영역 또는 Z영역이라 한다)보다 커지도록 가스 구멍을 적절히 형성한다. 이 경우, 외부 영역 개구율(Ox)과 중심 영역 개구율(Oz)의 비는 각 영역의 가스 구멍을 통과하여 정류된 뒤의 반응 가스의 유속이 후술하는 비율(Vx/Vz)로 되도록 하는 것이 바람직하다. 통상, Ox/Oz비가 10~2600이 되게 각 영역의 가스 구멍을 각각 형성한다. 또한, 가스 구멍의 구멍 형상이나 배치는 특별히 제한되는 것이 아니라 반응로의 형상이나 반응 조건에 따라서 적절히 선택할 수 있다. 예컨대, 도 1 및 도 2에 나타낸 바와 같이, 크기가 다른 가스 구멍을 형성함으로써 개구율을 변화시키는 방식이 있다. 도 1 및 도 2에 있어서, 정류관(17)의 중심 영역에는 소경인 가스 구멍(17a)이 균등하게 배치되고, 외부 영역에는 대경인 가스 구멍(17b)이 적절히 배치되어 있다. 도 2에 나타낸 대경인 가스 구멍(17b)의 개구부는 원주 방향으로 타원형으로 연장된 형상이지만, 구멍 형상은 원형이거나 정사각형이라도 좋다. 또한, 도 3에 나타낸 바와 같이, 형상이 같고 구멍 지름이 같은 가스 구멍(17c)을 외부 영역에 있어서, 단위 면적당 가스 구멍의 수를 중심 영역보다 많게 함으로써 외부 영역의 개구율을 크게 하도록 정류관에 형성할 수 있다. 더욱이, 본 발명의 정류관의 중심 영역에 형성되는 가스 구멍(17a)은, 어느 경우에 있어서도 중심 영역의 가스 구멍(17a)을 통과한 반응 가스가 정류되어, 회전 기관 홀더(12) 상의 웨이퍼 기관(W) 표면에 균일한 유속으로 흘러 내리도록 거의 균등하게 배치된다.

본 발명의 상기 양태에 따른 장치의 정류판에 있어서, 상기한 개구율이 큰 외부 영역은 도 2에 도시한 바와 같이, 반응로 아래쪽에 설치되는 회전 기관 홀더(12)가 정투영되어 묘사되는 투영 형상의 외주 연부(P)로부터 반경 방향으로 외측에 위치하는 영역을 가리키는 것이다. 즉, 원반형 회전 기관 홀더(12)의 정투영에 의해 묘사되는 투영 형상의 반경(R_p)은 회전 기관 홀더(12)의 반경(R_s)과 동일하다. 본 발명의 외부 영역과 중심 영역의 경계는 정류판 반경(R_D)과 투영 형상의 반경(R_p)의 차 $Y(=R_D-R_p)$ 와 동일하거나, 그것보다 작아지도록 한다. 즉, 외부 영역과 중심 영역 사이의 경계가 정류판이 밀접하는 반응로의 내벽으로부터 간격 거리(폭)(X)를 갖고, 정류판 중심으로부터 거리(Z)를 가지는 경우, $X \leq Y$ 이다. 따라서, $X=Y$ 이면, 경계는 $Z=R_p$ 에서 투영 형상의 외주 연부(P)에 일치하고, $X < Y$ 이면, 경계는 $Z > R_p$ 에서 외주 연부(P)로부터 반경 방향으로 외측에 위치한다. 더욱이, 외부 영역의 간격폭(X)과 상기 차(Y)의 비가 $0.02 \sim 1.0$ ($0.02 \leq X/Y \leq 1.0$)의 범위, 바람직하게는 $0.05 \sim 0.5$ 의 범위로 되도록 하는 것이 바람직하다. 이 X/Y 비가 0.02 미만이면, 반응로 벽을 따라 가스류가 윗쪽으로 상승하는 상승 현상이 발생하여 가스 와류의 발생을 억제할 수 없다. 한편, 1.0 을 넘어 상기 투영 형상의 외주 연부(P) 내까지 개구율을 크게 하면 회전 기관 홀더까지의 반응로 내에서 가장 적합한 균일한 유속 분포를 갖는 반응 가스류를 얻을 수 없어, 결정 결함이 없는 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 제조할 수 없다.

본 발명의 제1 양태에 따른 기상 성장 장치에 있어서, 반응로내 상부에 설치되는 정류판은 상기한 바와 같이 외부 영역(X 영역)에서 중심 영역(Z영역)보다 개구율이 커지도록 가스 구멍이 뚫려 있으며, 또한, 중심 영역의 가스 구멍은 통과한 반응 가스가 균일한 유속으로 흘러 내리도록 균일하게 배치된다. 따라서, 반응로 정상부의 복수 개의 가스 공급구(16, 16)로부터 공간 영역(S)에 도입된 반응 가스는 정류판(17)의 각 가스 구멍을 통과하여 정류됨과 동시에, X영역과 Z영역은 유속을 달리하여 흘러 내린다. 또한, 개구율이 큰 X영역과 개구율이 작은 Z영역의 경계는 상기한 바와 같이 회전 기관 홀더의 정투영된 투영 형상의 외주 연부(P)에 거의 일치시키지만, 그 외주 연부(P)보다 반응로 내벽 방향에 위치시킨다. 이 때문에, 투영 형상의 외주 연부(P)보다 중심측의 거의 회전 기관 홀더의 윗쪽에 위치하여 균일하게 배치된 가스 구멍(17a)을 통과하는 반응 가스는 상기한 바와 같이 회전 기관 홀더(12)상의 웨이퍼 기관(W) 표면에 소정의 균일한 유속(유량)으로 아래로 흘러내리게 공급된다. 한편, 투영 형상의 외주 연부(P)보다 외측에 위치하는 X영역의 가스 구멍(17b)을 통과하는 반응 가스는 개구율이 크기 때문에 Z영역의 가스 구멍(17a)을 통과하는 가스량보다 많아져 빠른 유속으로 흘러 내리게 된다.

상기한 바와 같이 구성된 본 발명의 제1 양태에 따른 기상 성장 장치를 사용하여, 회전 기관 홀더(12) 상에 웨이퍼 기관(W)을 얹어 놓고, 다음에 배기구(15)에 접속되어 있는 배기 제어 장치에 의해 반응로(11) 내부를 배기하여, 예컨대 실란 가스 등의 원료 가스를 공급하여 반응로의 내부 압력을 $20 \sim 50$ torr로 조정한다. 한편, 모터를 가동하여 회전축(13)을 회전 구동시켜 회전 기관 홀더(12)를 회전시키고, 따라서 그 위에 얹혀 있는 웨이퍼 기관(W)이 동시에 회전된다. 동시에, 히터(14)에 의해 회전 기관 홀더(12)상의 웨이퍼 기관(W)은 예컨대, 약 $900 \sim 1200^\circ\text{C}$ 로 가열 승온된다. 또한, 동시에, 가스 공급구(16)로부터 공급된 유량을 적절히 제어하면서 원료 가스 및 캐리어 가스로 이루어지는 반응 가스를 반응로(11) 내의 공간 영역(S)에 공급한다. 복수 개의 가스 공급구(16)로부터 공간 영역(S)에 공급되는 가스류는 운동량이나 압력 분포가 균일화되며, 또한 소정 영역에 따른 개구율로 정류판(17)의 복수 개 가스 구멍(17a, 17b)을 통과하여 정류되어 흘러 내린다. 또한, 정류판 통과 후의 반응 가스는 공급되는 가스량 및 개구율에 따라서 소정의 유속으로 된다. 더욱이, 상기와 같이, 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 영역으로부터 중심측의 Z 영역에서는 동일 직경의 가스 구멍(17a)들이 균등한 간격으로 설치되어, 반응 가스는 거의 균일한 가스 유속으로 웨이퍼 기관상에 흘러 내려 웨이퍼 기관상에 균질한 박막을 균일하게 기상 성장시킨다.

본 발명의 이와 같은 형태의 반응로의 정류판을 통과하는 반응 가스는 상기와 같이, 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부(P) 부근을 경계로 하여 개구율에 다소의 차가 있는 외부 영역(X영역)과 중심 영역(Z영역)에서 유속이 달라 반응로 내에서 가스 유속 분포에 구배가 생긴다. 예컨대, 반응 가스류는 도 1a의 가스 유선도, 또한 도 1b, 도 1c 및 도 1d의 유속 분포에서 도시한 바와 같이, 개구율이 큰 반응로 내벽 주변의 X영역에서 반응 가스 유량이 많아 고유속으로 거의 수직으로 흘러내린다. 이 반응로 내벽 주변에 형성되는 유속이 빠른 가스류에 의해 상기한 종래의 반응로에서 관찰된 반응로벽을 따라 가스류가 상승하는 상승 현상이 억제되고, 가스 와류의 발생도 방지된다. 더욱이, 승온 가스가 상승하지 않기 때문에 반응로내 기상 온도가 상승하는 것을 방지할 수 있다. 그 때문에, 반응 가스중의 원료 가스에 의한 박막 형성 성분의 균일 핵생성이 억제되어, 반응로 내의 기상에 발생하는 입자가 감소한다. 따라서, 기상 중에 발생한 입자가 반응로 벽에 부착되어 메인터넌스 사이클을 단축시키거나, 웨이퍼에 부착되어 결정 결함을 발생시키거나, 부착 입자로서 웨이퍼 품질의 직접적인 저하를 가져오는 것 등의 종래 방법에서의 부적합함이 방지된다.

한편, 정류판 중심측의 Z영역내를 유통하는 반응 가스는 X영역에 비하여 개구율이 작고 거의 균등하게 배치된 가스 구멍(17a)을 통과하여, 그 중앙부에서 X영역의 유속보다 완만하게 거의 수직으로 균일한 유속으로 흘러내려 웨이퍼 기관 상에 공급되어, 종래 방법과 같이 균일한 박막을 형성시킬 수 있다. 도 1a에 도시한 바와 같이, Z영역의 최외곽 외주부에서의 가스 흐름은 이 부분이 X 영역에 인접하고 있기 때문에 더 큰 유량으로 흐르는 X 영역의 반응 가스에 의해 영향을 받아, 이

부분에서의 가스 흐름은 압력을 받는다면 중심 쪽으로 굴곡된다. 그러나, 노 내벽 주변의 X영역에 있어서 가스의 상승 현상이나 가스 와류가 발생하지 않기 때문에, 그 후에 이 부분에서의 반응 가스는 X영역을 유통하는 가스류에 흡입되도록 웨이퍼 기판상에서 반경 방향으로 유통하고, Z영역의 중앙부를 거의 수직으로 흘러내린 반응 가스와 함께 반경 방향으로 흘러 가스류 천이층을 형성하여, 배기구(15)로 유통하는 것이 확인되었다. 따라서, 회전 기판 홀더상의 웨이퍼 기판 바로 위에서는 반경 방향으로의 가스 유통이 방해되지 않고 원활화되어, 웨이퍼 기판의 중심으로부터 외주부로 균등하게 가스가 유통한다. 이 때문에, 웨이퍼 기판 외주부에서의 도판트의 재취입이 발생하지 않는다. 따라서, 기상 성장에 의해 균일한 박막이 형성된 웨이퍼 기판의 면내 저항치 분포도 균일하게 되어, 고품질의 웨이퍼 기판을 얻을 수 있다.

본 발명에 있어서, 정류관의 외부 영역(X영역)과 다른 영역(Z영역)의 가스 구멍을 통과하여 흘러내리는 반응 가스 각각의 유속(V_x , V_z)은 상기한 대로 정류관에 형성된 가스 구멍의 직경이나 배치수 등을 적절히 조정하여 개구율을 소정의 개구율로 함으로써 V_x 가 V_z 보다 커지도록 설정된다. 바람직하게는, X영역의 유속(V_x)과 Z영역의 유속(V_z)과의 비(V_x/V_z)가 5~30, 바람직하게는 10~20이 되도록 설정한다. 이 유속비가 5미만이면, 반응로벽을 따라 윗쪽으로 가스류가 올라가는 상승 현상 및 가스 와류가 발생하여 바람직하지 못하다. 한편, 30을 넘으면 노벽 주변의 X영역(외부 영역)의 가스 유속이 지나치게 빨라지기 때문에, 회전 기판 홀더상의 회전 기판의 중앙으로부터 외주부로의 천이층을 형성하는 가스 흐름을 저해하기 때문에 바람직하지 못하다. 본 발명에 있어서, Z영역의 가스 유속은 일반적으로 0.05~0.7m/s로 하는 것이 바람직하다. 0.05m/s미만이면, X영역에 인접하는 회전 기판 홀더상의 Z영역 가장 외부의 가스류가 중앙쪽으로 압력을 받을 뿐만 아니라, 회전 기판 홀더상의 회전 기판 중앙으로부터 외주부로의 가스 흐름이 저해되기 때문에 바람직하지 못하다. 또한, 0.7m/s를 초과하여도 이상의 효과는 얻을 수 없다. 종래의 기상 성장 장치에서는, 반응 가스를 통상 비교적 빠른 0.7~1.0m/s로 흘러보내고 있었는데 비하여, 본 발명의 기상 성장 장치는 0.7m/s이하의 유속에 의해 종래 방법에서 발생하고 있는 가스 상승 현상이나 가스 와류를 방지할 수 있고, 캐리어 가스를 다량으로 흘러보낼 필요가 없어 공업적으로 지극히 실용성이 뛰어나다. 이 경우, X영역의 가스 유속은 상기 V_x/V_z 의 비율로 적절히 설정하면 좋다.

도 4는 본 발명의 기상 성장 장치의 다른 실시예의 개략적인 단면 설명도이다. 도 4에 있어서, 반응로(41)내 상부의 천장부와 정류관(17)으로 형성되는 공간 영역이 격벽판(18)에 의해 둘레부 공간 영역(S_x)과 중앙 공간 영역(S_z)으로 2구분되는 것 이외는 도 1의 장치와 동일하게 구성된다. 또한, 도 1과 동일한 부재에는 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다. 격벽판(18)은 일반적으로 상기 도 1에 도시한 정류관의 개구율이 변화하는 외부 영역과 다른 영역과의 경계, 즉, 개구율이 커서 반응 가스 유속이 빠른 외부 영역(X영역)과, 개구율이 작아 반응 가스 유속이 느린 다른 영역(Z영역)과의 경계에 설치되며, 외부 영역의 노내 주벽에서부터의 간격폭은 상기와 마찬가지로이다. 통상, 격벽판(18)은 회전 기판 홀더(12)의 정류관(17)에의 정투영 형상 외주 연부(P) 부근에 위치하여 설치된다. 공간 영역(S_x)에는 가스 공급구(16, 16)가, 또한, 공간 영역(S_z)에는 가스 공급구(19)가 각각 별개로 형성되며, 더욱이, 가스 공급구(16, 16)와 가스 공급구(19)에는 별개의 가스 공급 시스템(G_x , G_z)이 각각 따로따로 연결된다. 이 때문에, 격벽판(18)에 의해 구분된 각 공간 영역(S_x , S_z)에는 원료 가스, 캐리어 가스 등의 반응 가스를 따로따로 공급할 수 있으며, 필요하면, 반응 가스의 종류, 또한 혼합 가스이면 그 혼합 비율, 가스 공급시의 온도, 압력, 유량등의 공급 조건을 여러가지로 변화시켜 공급할 수 있다. 예컨대, 도 4에 있어서, 도 1과 같이 정류관(17)은 격벽판(18)을 경계로 하여 개구율이 달라지도록 X영역에서는 직경이 큰 가스 구멍(17b)이, Z영역에서는 직경이 작은 가스 구멍(17a)이 마련되어 있다. 또한, 이 방식에 있어서, 정류관(17) 전체 영역의 개구율이 균등하게 가스 구멍을 형성하여, 격벽판(18)에 의해 구분된 공간 영역(S_x , S_z)에 가스 공급 시스템(G_x , G_z)으로부터 각각 다른 가스 유량으로 박막 형성 원료 가스 및 캐리어 가스로 이루어지는 반응 가스를 공급하여, 정류관(17) 통과후의 가스류가 반응로 내의 X영역에서 Z영역보다 빠른 유속이 되도록 하여도 좋다. 또한, X영역에는 캐리어 가스만을 유통시키는 것도 가능하다.

도 5는 본 발명의 제1 양태에 따른 기상 성장 장치의 다른 실시예의 개략적인 단면 설명도이다. 도 5에 있어서, 중공(中空)인 반응로(51)내는 상부(1)와 하부(2)로 구분되고, 상부(1)가 하부(2)보다 좁게 형성되며, 상부 내경(D_1)이 하부 내경(D_2)보다 작은 $D_1 < D_2$ 이고, 직경이 큰 하부(2)의 상단부(U)와 소경인 상부(1)의 하단부(B)가 연결부(20)에 의해 접속되어 노내 공간이 연속되는 것 이외는 도 1의 장치와 동일하게 구성된다. 또한, 도 1과 동일한 부재에는 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다. 도 5의 반응로(51)에 있어서, 회전 기판 홀더(12)는 상면이 반응로 상부 하단(B)으로부터 소정의 높낮이 차(H)를 가지며 아래쪽에 위치하게 설치된다. 반응로 상부(1)의 측벽면은 통상, 하부(2)의 측벽면과 평행하게 수직으로 형성되며, 회전 기판 홀더(12) 상면에 대하여 수직으로 형성된다. 상기의 상부 하단(B)과 하부 상단(U)과의 연결부(20)는 통상, 수평으로 형성하지만, 특별히 제한되는 것은 아니고 경사형이나 곡면형으로 형성하더라도 좋다. 상기한 바와 같이 구성된 반응로(51)에서는, 도 1의 반응로(11)와 같이 회전 기판 홀더(12)의 정류관(17)에의 투영 형상 외주 연부(P) 부근을 경계로 노내의 외부 영역(X영역)에서의 가스 유속을 빨리함으로써, 가스류의 상승 현상이나 가스 와류의 발생이 억제됨과 동시에, 노 상부(1)의 내경(D_1)이 좁게 됨으로써, 가스류가 위쪽으로 상승하는 현상을 보다 한층 더 억제할 수 있으며, 기상 입자의 발생이 함께 억제되어 노벽에의 부착이나 웨이퍼 기판에의 영향을 방지할 수 있어 박막 형성 웨이퍼 기판의 품질이 향상됨과 동시에, 메인テナンス 사이클도 길어져 공업적 이점이 현저하다.

또한, 도 5의 반응로에 있어서, 반응로 상부 내경(D₁), 하부 내경(D₂), 회전 기관 홀더(12)의 직경(D_s)이 각각 하기와 같은 비율 관계에 있는 것이 바람직하다. 예컨대, D₁이 웨이퍼 직경보다 크고, (1) D₂/D₁비가 1.2이상(D₂/D₁≥1.2)이다. D₁이 웨이퍼 직경보다 작으면, 노 상부(1) 내벽면으로부터 떨어진 입자가 회전 기관 홀더(12)상에 얹어 놓은 웨이퍼 기관에 부착하기 쉬우며, 결과적으로 LPD[웨이퍼 표면 레이저 산란체(입자를 포함한다)]로 계속되는 결정 결함이 증가하는 경향이 있다. 또한, 통상 기상 박막 성장 공정에서 행하여지는 웨이퍼 기관 외주부의 적외선에 의한 비접촉 온도 측정이 곤란하게 된다. 한편, D₂/D₁비가 1.2보다 크면 반응 영역의 X영역과 Z영역의 가스 유속비가 비교적 작더라도 가스류가 위쪽으로 상승하는 현상을 억제할 수 있다. (2) D₁/D_s비가 0.7~1.2 (0.7≤D₁/D_s≤1.2)이다. D₁/D_s비가 0.7~1.2이면 반응로의 X영역과 Z영역의 가스 유속비가 비교적 작더라도 가스류가 위쪽으로 상승하는 현상을 억제할 수 있다. D₁/D_s비가 0.7보다 작으면 상부(1)의 벽면이 회전 기관 홀더(12)상에 얹혀진 웨이퍼 기관에 너무 근접하여 반응로 내벽면으로부터 떨어진 입자가 웨이퍼 기관에 부착하기 쉽게 된다. 그 때문에, 상기 D₁이 웨이퍼 기관 직경보다 작은 경우와 같이, LPD로서 측정되는 결정 결함이 증가하여 박막 형성 웨이퍼 기관의 품질이 저하한다. 한편, D₁/D_s비를 1.2보다 크게 하더라도 그 이상의 효과 향상은 얻을 수 없다. (3) D₂/D_s비가 1.2이상 (D₂/D_s≥1.2)이다. D₂/D_s비가 1.2보다 작으면 회전 기관 홀더(12) 위를 유통하는 Z영역의 가스류가 원활하게 배기관으로 흐르기 어렵게 되기 때문에, 회전 기관 홀더(12) 외측에 대향하는 반응로 내벽에 입자가 부착되거나, 미반응 가스가 회전 기관 홀더(12)의 아래 쪽에서 반응하여 반응로 하부(2)의 내벽에 박막 형성 성분이 석출하여 메인テナンス 사이클이 단기화한다.

또한, 도 5의 반응로(51)는 상기한 바와 같이 회전 기관 홀더(12)의 상면이 반응로 상부(1) 하단(B)으로부터 아래 쪽에서 소정의 높낮이 차(H)를 가지도록 설치된다. 이 높낮이 차(H)는 통상, 회전 기관 홀더(12) 상의 Z영역에서의 가스류가 형성하는 천이층, 즉 도 5에 화살표로써 도시한 바와 같이 정류관(17)의 가스 구멍(17a)을 통과하여 공급된 원료 가스 등의 가스류가 회전 기관 홀더(12) 상에서 중심으로부터 외주 방향으로의 백터를 가지는 가스층의 두께(T)보다 커지도록 하는 것이 바람직하다. 이 높낮이 차(H)가 천이층 두께(T)보다 작으면 회전 기관 홀더(12) 상의 웨이퍼 기관(W)의 중심으로부터 반경 방향으로의 가스류가 반응로 상부(1) 하단(B)에 의해 저해되어 반응로 상부(1)의 측면을 따라 윗쪽에서의 상승 현상이 발생하여 가스 와류의 발생을 조장한다. 또한, 회전 기관 홀더(12) 상면은 반응로 상부(1)와 하부(2)의 연결부(20)와 평행한 것이 바람직하다.

또한, 상기의 회전 기관 홀더(12) 상에서의 가스류의 천이층 두께(T)는 종래부터 사용되는 일반적인 반응로에 있어서, 주로 반응로 내의 분위기 가스의 종류, 반응로 내 압력, 회전 기관 홀더의 회전수에 따라 변화하지만, 수학적 (1)로 산출할 수 있다. 수학적 (1)은 유체 역학에 의해 일반적으로 표시되는 것이다.

$$T=3.22(v/\omega)^{1/2} \quad (1)$$

[단, v는 반응로내 반응 가스의 동점성 계수(mm²/s)를, ω은 회전의 각속도(rad/s)를 각각 나타낸다.] 이 경우, ω은 기상 성장 장치에서의 박막 형성 공정중의 최소치를 채용한다. 예컨대, 원료 가스가 실란 가스, 캐리어 가스가 수소 가스이고, 회전 기관 홀더의 회전수가 500~2000rpm(52~209 rad/s)인 경우는, 천이층 두께(T)는 약 5~50mm로 된다. 따라서, 소경인 반응로 상부(1)의 하단(B)에서 상기의 T값보다 큰 높낮이 차(H)로 회전 기관 홀더 상면이 위치하도록 설치하는 것이 바람직하다. 이로써, 웨이퍼 기관상의 중심으로부터 외주로의 가스 흐름이 보다 한층 더 원활해져, 노 내벽에 박막 형성 원료의 입자가 부착되지 않으며, 또한 얻어지는 박막 형성 웨이퍼는 결정상에 결함이 없어 균일한 박막이 형성된다.

도 6은 본 발명의 기상 성장 장치의 또 다른 실시예의 개략적인 단면 설명도이다. 도 6에 있어서, 소경 상부(1)와 대경 하부(2)와 반응로(61)가 상하로 구분되며, 상부(1)와 하부(2)의 연결부(20)에 정류용 가스를 유출하기 위한 복수 개의 정류 가스 유출 구멍(20a)이 마련되고, 반응로 상부(1)의 외주면 전 영역을 둘러싸서 2중 환형을 이루며, 중공 환형부(21)에 의해 정류 가스 유출 구멍(20a)이 뚫려진 연결부(20)를 기밀하게 둘러싸고, 중공 환형부(21)에 정류 가스 공급구(I)를 마련한 것이외는 도 5의 장치와 동일하게 구성된다. 또한, 도 5와 동일한 부재에는 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다. 도 6의 반응로(51)에 있어서, 상기 연결부(20)에 마련된 정류 가스 유출 구멍(20a)에서는 미반응 가스가 배기구(15)로 흐르는 것을 원활히 하기 위해서 정류용 가스를 유출할 수 있다. 정류용 가스는 일반적으로 상기 캐리어 가스가 사용되며, 통상, 반응로의 가스 공급구(16)로부터 도입되는 캐리어 가스와 동일 가스를 유출한다. 이 정류 가스 유출에 의해, X영역의 고유속 반응 가스와의 상승 효과에 의해 웨이퍼 기관(W)에 도달하여 박막 성장에 제공된 후의 미반응 가스가 가스 와류나 가스류의 난류를 발생시키지 않고 회전 기관 홀더(12) 외주측을 유통하여 원활히 배기구(15)로부터 배출되므로, 반응로 하부에서의 박막 형성 성분의 석출도 없어 노의 메인テナンス 사이클의 장기화를 피할 수 있다.

도 6의 반응로(61)에 있어서, X영역의 반응 가스의 유속(V_x)과 정류 가스 유출 구멍(20a)으로부터의 정류용 가스의 유속(V_1)과의 비(V_1/V_x)가 $0.05 \sim 2(0.05 \leq V_1/V_x \leq 2)$ 로 되도록 유출하는 것이 바람직하다. V_1/V_x 비가 상기 범위내가 되도록 연결부(20)의 정류 가스 유출 구멍(20a)에서 정류용 가스를 유출함으로써, 회전 기관 홀더상의 반응 가스의 흐름 및 회전 기관 홀더 외주측으로부터 반응로 하부 중공 사이로의 미반응 가스의 흐름이 가스 와류나 가스의 난류를 발생시키지 않고 원활해져, 결정 결함이 적은 균질한 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다. V_1/V_x 가 0.05미만이면, 회전 기관 홀더(12)의 외측에 위치하는 반응로 하부의 직경 확대 부분(20a)으로부터 정류용 가스를 흘러보내는 효과를 얻을 수 없다. 또한, V_1/V_x 가 2를 넘으면, 회전 기관 홀더(12) 외측의 직경 확대 부분에서의 가스 유속이 너무 빠르게 되어 회전 기관 홀더(12)상에서 중심으로부터 외주로의 원활한 가스 흐름이 저해되어, 균일한 두께이면서 균질한 박막 성장이 불가능하기 때문에 바람직하지 못하다.

다음에, 본 발명의 제2 양태에 따른 기상 성장 장치의 실시예에 관해서 설명한다.

도 7은 본 발명의 제2 양태에 따른 기상 박막 성장 장치의 한 가지 실시예의 개략적인 단면 설명도이다. 도 7에 있어서, 반응로(710)는 상부(1)와 하부(2)로 구분되고 상부(1)가 하부(2)보다 좁게 형성된다. 즉, 상부 내경(D_1)이 하부 내경(D_2)보다 작은 $D_1 < D_2$ 이다. 반응로(710)를 구분하는 상하부의 각 높이(H_1 및 H_2)의 비, 즉 구분 비율은 특별히 제한되는 것은 아니며, 하부(2) 내에 회전 기관 홀더 등이 소정으로 설치되면 좋다. 통상 $H_1/H_2 = 0.5 \sim 2.0$ 이다. 반응로(710)는 대경인 하부(2)의 상단부(U)와 소경인 상부(1)의 하단부(B)가 연결부(718)에 의해 접속되어 상하부의 직경은 다르지만 반응로의 중공 내부 공간이 연속된다. 또한, 반응로 상부(1)의 측면면은 통상, 하부(2)의 측면면과 평행하게 수직으로 형성되고, 회전 기관 홀더 상면에 대하여 수직으로 형성된다. 상기 상부 하단(B)과 하부 상단(U)의 연결부(718)는 통상, 수평으로 형성하지만, 특별히 제한되는 것은 아니고 경사형이나 곡면형으로 형성하여도 좋다. 반응로의 연결부(718)에는 정류용 가스를 유출하기 위한 정류 가스 유출 구멍(718a)이 복수 개 마련된다.

도 7에 있어서, 대경인 반응로 하부(2)에는 웨이퍼 기관(711)을 얹어 놓는 회전 기관 홀더(712)가 회전축(713)에 의해 회전이 자유롭게 지지되어 설치되고, 그 아래쪽에는 회전 기관 홀더(712) 및 그 위에 얹혀지는 웨이퍼 기관(711)을 가열하는 히터(714)가 설치된다. 회전 기관 홀더(712)는 상면이 반응로 상부 하단(B)으로부터 소정의 높낮이 차(H)를 가지며 아래쪽에 위치하도록 설치된다. 회전축(713)에는 회전 구동하는 모터(도시하지 않음)가 접속된다. 또한, 반응로(710) 저부에는 미반응 가스 등을 배기하는 복수 개의 배기구(715)가 설치된다. 한편, 반응로 상부(1)에는 정상부에 복수 개의 반응 가스 공급구(716)가 설치되어, 예컨대 실란(SiH_4), 디클로로실란(SiH_2Cl_2) 등의 원료 가스 및 수소(H_2), 헬륨(He), 아르곤(Ar) 등의 캐리어 가스인 반응 가스가 공급된다. 반응로 상부로부터 소정의 공간 영역(S)을 유지하기 위하여, 그리고 공급되는 가스가 어떤 편유로(偏流路)를 형성하도록 반응로의 상부 내주면과 밀접하도록 반응로의 상부(1) 위쪽에는 복수 개의 구멍(717a)이 형성된 원반형의 정류판(717)이 배치된다..

미반응 가스의 배기구(715)로의 흐름을 원활히 하기 위해서 상기 연결부(718)에 형성된 정류 가스 유출 구멍(718a)으로부터 정류용 가스가 도입된다. 정류용 가스로서는 일반적으로 상기 캐리어 가스가 사용되며, 통상, 반응로 정상부의 가스 공급구(716)로부터 공급되는 캐리어 가스와 동일한 가스가 유출된다. 이 때문에, 반응 가스가 웨이퍼 기관(711)에 도달하여 박막 성장에 제공된 후, 미반응 가스가 가스 와류나 가스류의 난류를 발생시키는 일이 없이 회전 기관 홀더(712) 외주측으로부터 원활히 유통하여 배기구(715)로부터 배출될 수 있다. 정류 가스 유출 구멍(718a)으로의 정류용 가스의 도입은 각 정류 가스 유출 구멍(718a)으로부터 균등하게 정류용 가스가 도입되는 한 특별히 제한되지 않는다. 예컨대, 정류 가스 유출 구멍(718a)마다 도입관을 설치하여 각각 별도로 정류용 가스를 도입할 수도 있다. 또한, 도 7에 도시한 바와 같이, 연결부(718)상에 정류 가스 유출 구멍(718a)를 기밀하게 둘러싸고 정류 가스 공급구(I)를 갖는 정류 가스 도입 공간부(719)를 형성하고, 정류 가스 도입 공간부(719)에 정류용 가스를 공급하여도 무방하다. 이 경우, 정류 가스 공급구(I)를 갖는 정류 가스 도입 공간부(719')와 같이, 반응로 상부(1)의 외주면 전 영역을 둘러싸서 반응로(710)의 상부를 2중 환형으로 형성하여, 중공 내부를 반응로 상부(1)로 하고, 중공 환형부를 정류 가스 도입 공간부로 할 수도 있다. 이 2중 환형 구조는 반응로의 제조상 간편하여 바람직하다.

본 발명의 기상 박막 성장 장치는, 상기한 바와 같이 회전 기관 홀더(12)는 그 상면이 반응로 상부(1)의 하단(B)으로부터 아래쪽에서 소정의 높낮이 차(H)를 갖는다. 이 높낮이 차(H)는 통상, 회전 기관 홀더(712)의 상부에 공급되는 가스류의 천이층, 즉, 도 7에 화살표로써 도시한 바와 같이 정류판(717)을 지나서 공급된 원료 가스 등의 가스류가 회전 기관 홀더(712) 상에서 중심으로부터 외주 부근 방향으로의 벡터를 갖는 가스층의 두께(T)보다 크도록 한다. 이 높낮이 차(H)가 천이층 두께(T)보다 작으면, 회전 기관 홀더(712)상의 웨이퍼 기관(711)의 중심으로부터 외주부로의 가스 흐름이 반응로 상

부(1)의 하단(B)에 의해 저해되고, 반응로 내벽을 따라 윗쪽으로의 상승 현상이 발생하여 가스 와류의 발생을 조장하기 때문에, 연결부(718)나 반응로 하부(2) 내벽에의 석출물이 많아진다. 또한, 회전 기관 홀더(712) 상면은 반응로 상부(1)와 하부(2)의 연결부(718)와 동일 수평면 내에 있는 것이 바람직하다.

상기 회전 기관 홀더(712) 상에서의 가스류의 천이층 두께(T)는 종래부터 사용되는 일반적인 반응로에 있어서, 주로 반응로 내의 분위기 가스의 종류, 반응로내 압력, 회전 기관 홀더의 회전수에 따라 변화하지만, 수학식 (1)로 산출할 수 있다. 수학식 (1)은 유체 역학에 있어서 일반적으로 표시되는 것이다.

$$T = 3.22(v/\omega)^{1/2} \quad (1)$$

[단, v는 반응로내 반응 가스의 동점성 계수(mm²/s)를, ω는 회전의 각속도(rad/s)를 각각 표시한다.] 이 경우, ω는 기상 박막 성장 장치에서의 박막 형성 공정 중의 최소치를 채용한다. 예컨대, 원료 가스가 실란 가스, 캐리어 가스가 수소 가스이고, 회전 기관 홀더의 회전수가 500~2000rpm(52~209rad/s)인 경우는, 천이층의 두께(T)는 약 5~50mm로 된다. 따라서, 소경인 반응로 상부(1)의 하단(B)으로부터 상기의 T값보다 큰 높낮이 차(H)로 회전 기관 홀더 상면이 위치하도록 설치하는 것이 바람직하다. 이로써, 웨이퍼 기관상의 중심으로부터 외주로의 가스 흐름이 원활해져 노 내벽에 박막 형성 원료의 입자가 부착되지 않을 뿐만 아니라, 또한 얻어지는 박막 형성 웨이퍼는 결정상에 결함이 없어, 균일한 박막이 형성된다.

또한, 본 발명의 상기 형태의 기상 박막 성장 장치의 다른 직경을 갖는 상하부로 이루어지는 반응로에 있어서, 반응로 상부(1)의 소경(D₁), 하부(2)의 대경(D₂), 회전 기관 홀더(712)의 직경(Ds)이 각각 하기와 같은 비율 관계로 있는 것이 바람직하다. 예컨대, D₁이 웨이퍼 직경보다 크고, (1) D₂/D₁비가 1.2이상(D₂/D₁≥1.2)이다. D₁이 웨이퍼 직경보다 작으면, 노 상부(1) 내벽면으로부터 떨어지는 입자가 회전 기관 홀더(712)상에 얹어 놓은 웨이퍼 기관에 부착하기 쉬워, 결과적으로 LPD[웨이퍼 표면 레이저 산란체(입자를 포함한다)]로서 측정되는 결정 결함이 증가한다. 또한, 통상 기상 박막 성장 공정에서 행하여지는 웨이퍼 기관 외주부의 적외선에 의한 비접촉 온도 측정이 곤란해진다. 한편, D₂/D₁비가 1.2보다 작으면, 반응로벽을 따라 가스류가 윗쪽으로 상승하는 현상이 발생하여 가스 와류가 발생하고, 반응로 상부 직경을 가늘게 하여 가스 상승 현상을 방지함으로써 가스 와류의 발생을 억제하는 효과가 저하된다.

(2) D₁/Ds비가 0.7~1.2(0.7≤D₁/Ds≤1.2)이다. D₁/Ds비가 0.7보다 작으면, 상부(1)의 벽면이 회전 기관 홀더(712)에 얹혀진 웨이퍼 기관에 너무 근접하여 노 내벽면으로부터 떨어진 입자가 웨이퍼 기관에 부착하기 쉽게 된다. 그 때문에, 상기 D₁이 웨이퍼 기관 직경보다 작은 경우와 같이, LPD로서 측정되는 결정 결함이 증가하여 박막 형성 웨이퍼 기관의 품질이 저하한다. 한편, D₁/Ds비가 1.2보다 크면, D₂/D₁비가 1.2보다 작은 경우와 같이, 반응로 내벽을 따라 가스류가 윗쪽으로 올라가는 상승 현상이 발생하여 가스 와류의 발생이 일어나는 등의 부적합이 있기 때문이다. (3) D₂/Ds비가 1.2이상(D₂/Ds≥1.2)이다. D₂/Ds비가 1.2보다 작으면 회전 기관 홀더(712) 외측의 가스류의 난류를 억제할 수 없기 때문에, 회전 기관 홀더(712) 외측에 대항하는 반응로 내벽에 입자가 부착되거나, 미반응 가스가 회전 기관 홀더(712)의 아래쪽에서 반응하여 반응로 하부(2)의 내벽에 박막 형성 성분이 석출한다.

상기한 바와 같이 본 발명의 제2 양태에 따른 기상 박막 성장 장치는, 반응로가 상하부로 구분되어 다른 직경을 가지며 연속하는 중공의 통체로서, 직경이 다른 상하부의 연결부에 정류 가스 유출 구멍을 가지며, 또한, 각 부재를 상기한 바와 같이 설치하는 것 이외는 상기한 종래 기상 박막 성장 장치의 동일 직경인 중공 통체로 이루어지는 반응로와 거의 동일하게 설계, 제조할 수 있다. 또한, 본 발명의 상기 형태의 기상 박막 성장 장치를 사용하여 행하는 기상 성장 방법도 동일하게 행할 수 있다. 상기한 바와 같이 구성된 본 발명의 기상 박막 성장 장치에 있어서, 배기구(715, 715)에 접속되어 있는 배기 제어 장치에 의해 반응로(710)내를 배기하여, 노내의 압력, 예컨대 원료 가스나 캐리어 가스인 반응 가스에 의해 20~50torr로 조정한다. 한편, 회전 기관 홀더(712)는 모터를 가동하여 회전축(713)의 회전 구동에 의해 회전되며, 그 위의 웨이퍼 기관(711)이 동시에 회전함과 함께, 히터(714)에 의해 회전 기관 홀더(712)상의 웨이퍼 기관(711)은 예컨대 약 900~1200℃로 가열된다. 또한 동시에, 반응 가스의 유량을 소정으로 제어하면서 복수 개의 반응 가스 공급구(716)로부터 원료 가스 및 캐리어 가스로 이루어지는 반응 가스를 반응로(710)내에 공급한다. 복수 개의 반응 가스 공급구(716)로부터 공간 영역(S)에 공급되는 가스류는 운동량이나 압력 분포가 균일화되고, 더욱이, 정류판(717)의 구멍(717a)을 통과함으로써 반응로 내의 가스 흐름 분포를 균일하게 하여 기관 상에 공급하여 기관상에 박막을 균일하게 기상 성장시킬 수 있다. 본 발명의 상기 형태의 기상 박막 성장 장치에 있어서는, 상기 반응 가스의 공급과 동시에 연결부(718)의 정류 가스 유출구(718a)로부터 정류용 가스로서 통상 캐리어 가스와 동일한 가스를 도입한다.

이 경우, 반응 가스 공급구(716)로부터 공급되는 반응 가스 유속(G_c)과 연결부(718)의 정류 가스 유출 구멍으로부터 도입되는 정류용 가스 유속(G_1)의 비(G_1/G_c)가 $0.05 \sim 2$ ($0.05 \leq G_1/G_c \leq 2$)가 되도록 유출하는 것이 바람직하다. G_1/G_c 가 0.05미만이면 회전 기관 홀더(712) 외측에 위치하는 반응로 하부의 직경이 확대되는 부분에서 가스류의 난류가 발생하기 때문에 바람직하지 못하다. 또한, G_1/G_c 가 2를 넘으면, 마찬가지로 회전 기관 홀더(712) 외측의 직경 확대 부분에서의 가스 유속이 너무 빠르게 되어, 회전 기관 홀더(712)상에서의 회전 기관 홀더(712) 중심으로부터 외주로의 원활한 가스 흐름을 저해하기 때문에, 균일한 두께로 균질한 박막 성장을 행할 수 없어 바람직하지 못하다. G_1/G_c 비율이 상기 범위에 있도록 연결부(718)의 정류 가스 유출 구멍(718a)으로부터 정류용 가스를 흐르게 함으로써, 회전 기관 홀더상의 반응 가스의 흐름 및 회전 기관 홀더 외주측으로부터 반응로 하부 중공 공간으로의 미반응 가스의 흐름이 가스 와류나 가스 난류를 발생시키지 않으면서 원활히 행하여진다. 이로써, 결정 결함이 적어 균질한 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다.

상기 연결부에 형성되는 정류 가스 유출 구멍의 배치는 윗쪽에서의 가스의 상승에 의한 가스 와류의 발생과 반응로의 직경 확대부에서의 가스류의 난류 발생을 방지할 수 있으면 좋으며, 반응로의 용량, 반응 가스의 종류, 반응 가스 유속, 회전 기관 홀더의 회전 속도 등 반응 조건에 따라서 적절히 선택할 수 있으며, 특별히 제한되는 것은 아니다. 통상, 도 7의 화살표로 나타내는 정류 가스의 흐름과 같이, 가스 유출 속도가 균등하게 분포되도록 연결부(718) 전 영역에 동일 직경인 유출 구멍을 균등하게 배치한다. 또한, 정류용 가스의 유출 속도 분포에 구배를 갖도록 하기 위해서, 정류 가스 유출 구멍의 직경이 소정의 분포로 구멍 직경을 변화시켜 배치하여도 무방하다. 예컨대, 도 8에 나타내는 기상 박막 성장 장치의 다른 실시예의 모식도에 있어서, 연결부(828)의 정류 가스 유출 구멍(828a)에서부터의 정류 가스의 흐름을 화살표로 나타낸 바와 같이, 연결부로부터의 정류 가스 유속이 반응로 하부(2)의 내주벽쪽에서 빠르게 중심쪽에서 늦어지게 유속 분포에 구배를 갖도록 유출시킬 수 있다. 또한, 도 8에 있어서, 도 7에 나타낸 장치와 같은 부재는 하위의 수치를 동일하게 부착하거나, 또는 동일 부호로 나타낸다(이하, 동일하다). 유속이 내주벽 쪽으로부터 중심 쪽으로의 방향으로 점차 증가하는 구배를 갖도록 정류용 가스를 제공하기 위해서, 도 9의 연결부(828)의 평면도로 도시한 것처럼 정류 가스 유출 구멍(828a)을 배치한다. 즉, 유출 구멍을 내주벽쪽에 많게 그리고 중심쪽에 적게 배치하여 형성하는 방식이다. 이와 같이 정류용 가스가 소정의 유속 구배를 갖도록 정류 가스 유출 구멍을 배치하는 것은 가스 와류나 가스류의 난류 발생을 방지하고 반응 가스의 흐름을 정류하여, 미반응 가스를 반응로 하부로부터 원활히 배기하는 데 효과적이다.

본 발명의 상기 형태의 장치에 있어서, 정류용 가스의 유출 방향은 특별히 제한되지 않는다. 통상, 정류용 가스는 상기의 도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이 회전 기관 홀더면에 수직으로 유출된다. 그러나, 필요에 따라서 수직 방향 이외의 방향으로 유출할 수도 있다. 즉, 유출 구멍의 방향에 회전 기관 홀더의 회전축과 평행하지 않게(수직 방향이 안되게), 그러나 어떤 각도로 경사지도록 연결부에 정류 가스 유출 구멍을 형성함으로써, 정류용 가스는 정류 가스 유출 구멍으로부터 회전 기관 홀더의 회전축으로 경사진 각도로 유출될 수 있다. 예컨대, 도 10은 연결부 영역의 일례의 확대 부분 단면 설명도이다. 도 10에 있어서, 연결부(1048)의 정류 가스 유출 구멍(1048a)은 반응로의 내주벽을 향해 소정 각도로 경사를 이루며 형성된다. 정류 가스 유출 구멍(1048a)으로부터의 정류 가스는 내주벽 방향으로 회전축으로부터 멀어지도록 유출한다. 이러한 정류 가스 유출 구멍 구조는 회전체 근방의 가스 흐름을 거칠게 하지 않기 때문에 바람직하다. 이 경우의 경사 각도는 통상, 회전 기관 홀더의 회전축에 대하여 약 $10 \sim 80$ 도로 반응로의 내주벽 방향으로 경사지게 한다. 구멍들이 회전축 방향으로 경사진 경우는 회전체 근방으로부터 흘러 내려간 가스 흐름을 교란시키기 때문에 바람직하지 못하다.

또한, 정류용 가스를 회전 기관 홀더의 회전 방향과 일치하게 유출시켜도 좋다. 예컨대, 도 11은, 둥근 환형 연결부(1158)의 정류 가스 유출 구멍(1158a)을 원주 방향의 소정 각도로 경사지게 형성한 연결부 부분의 일례를 일부 절결하여 도시한 사시 모식도이다. 도 11에 있어서, 각 정류 가스 유출 구멍(1158a)은 가스 유입면 상의 그 구멍 입구(1158X)로부터 환형 연결부의 이면(back surface)에 대응하는 가스 유출면 상의 구멍 입구(1158Y)까지 비스듬하게 연장하도록 형성된다. 정류 가스 유출 구멍(1158a)으로부터의 정류용 가스는 회전 기관 홀더의 회전과 동일한 원주 방향으로 유출한다. 이 정류 가스 유출 구멍 구조는 회전체 근방의 가스 흐름을 거칠게 하지 않기 때문에 바람직하다. 이 경우의 경사 각도도 통상, 연결부의 가스 유입면에 대하여 약 $10 \sim 80$ 도로 원주 방향으로 경사지게 한다. 또한, 정류 가스 유출 구멍을 원주 방향으로 경사지게 함과 동시에 중심을 향해 반경 방향으로도 경사지게 하여 회전 기관 홀더의 회전 방향으로 정류용 가스를 유출할 수도 있다. 도 12는 둥근 환형 연결부(1268)의 정류 가스 유출 구멍(1268a)을 원주방향 및 둥근 고리의 중심 방향으로 소정 각도로 경사지게 형성한 연결부 부분의 일례를 도시한 평면 모식도이다. 도 12에 있어서, 정류 가스 유출 구멍은 가스 유입면(1268) 상의 구멍 입구(1268X)로부터 비스듬하게 원주 방향으로 그리고 환형 연결부의 중심 쪽으로의 반경 방향으로 연장하도록 그리고 최종적으로 이면에 대응하는 가스 유출면 상의 구멍 입구(1268Y)와 연통하도록 형성된다. 정류 가스 유출 구멍(1268a)으로부터 정류용 가스는 회전 기관 홀더의 회전 방향과 동일 방향으로 회전하도록 유출한다. 이 정류 가스 유출 구멍 구조는 회전체 근방의 가스 흐름을 교란시키지 않기 때문에 바람직하다. 이 경우의 경사 각도는 통상, 연결부의 가스 유입면에 대하여 약 $10 \sim 80$ 도이며, 또한, 원주 방향에 대하여 약 $10 \sim 80$ 도로 경사지게 한다.

<실시예>

<제1 실시예 내지 제3 실시예>

상기 도 1에 도시한 중공의 반응로와 동일하게 구성된 원형 단면의 기상 성장 장치를 사용하여 웨이퍼 기관상에 박막을 형성하였다. 정류관(17)은 개구율이 큰 외부 영역(X영역)의 반응로 내벽으로부터의 간격폭(X)과, 정류관(17)의 반경(R_D)과 회전 기관 홀더(12)의 반경, 즉 정류관(17)에의 정투영 도형의 반경(R_P)과의 차(Y)가 표 1a 및 표 1b에 나타낸 비율(X/Y)로 되도록 X영역과 Z영역의 경계를 설정하며, 정류관의 Z영역에는 각각 표 1a 및 표 1b에 나타낸 직경을 가지는 가스 구멍(17a)과 개구율(%)로, X영역에는 표 1a 및 표 1b에 나타낸 직경을 가지는 가스 구멍(17b)과 개구율(%)로 각각 형성하여 반응로에 설치하였다. 원료 가스로서 SiH_4 가스를, 캐리어 가스로서 H_2 가스를, 또한, 도판트로서 디보란(diborane)(B_2H_6)을 H_2 가스중 0.1ppm 함유시킨 가스를, X영역의 반응 가스의 유속(V_x)과 Z영역의 유속(V_z)을 표 1a 및 표 1b에 나타낸 비(V_x/V_z)로 되도록 유량을 조정하여 공급하였다. 또한, 반응 온도, 반응 압력 및 회전 기관 홀더의 회전 수를 표 1a 및 표 1b에 더불어 나타내었다.

표 1a 및 표 1b에 나타낸 기상 성장 조건하에서 실리콘 웨이퍼상에 B_2H_6 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 기상 성장 박막을 형성한 뒤, 사용한 기상 박막 성장 장치의 반응로 내벽의 입자 부착을 주의 깊게 관찰하여, 그 다소(多小)를 표 1a 및 표 1b에 나타내었다. 또한, 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관면의 결정상의 성장(性狀)에 관해서 텐콜사제 서프스캔 6200을 사용하여 0.135 μm 이상의 LPD 개수를 측정하여, 그 결과를 웨이퍼당 개수로서 표 1a 및 표 1b에 나타내었다. 또한, 형성 박막의 두께를 적외선 간섭 막 두께 측정기로 측정한 다음, 그 최대 두께(F_{max}) 및 최저 두께(F_{min})를 구하여, 박막 두께의 균일성을 $(F_{max}-F_{min})/(F_{max}+F_{min})\times 100$ 으로 하여 산출한 것을 표 1a 및 표 1b에 나타내었다. 또한, 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관의 저항치를 CV법을 사용하여 측정한 다음, 그 최대치(R_{max}) 및 최저치(R_{min})를 구하여, 박막 두께의 균일성을 $(R_{max}-R_{min})/(R_{max}+R_{min})\times 100$ 으로 하여 산출한 것을 표 1a 및 표 1b에 나타내었다.

<제4 실시예>

상기 도 4에 도시한 중공의 반응로와 동일하게 구성된 원형 단면의 기상 성장 장치를 사용하여 웨이퍼 기관상에 박막을 형성하였다. 정류관(17)은 전체가 표 2a 및 표 2b에 나타낸 개구율을 갖는 것을 설치하였다. 또한, 정류관상의 공간 영역에는 회전 기관 홀더와 동일한 직경인 원 외주부에 격벽판(18)을 설치하여, 상부 공간 영역을 S_x 영역과 S_z 영역으로 2구분하였다. S_z 영역에는 제1 실시예와 동일한 반응 가스를 표 2a 및 표 2b에 나타낸 조건으로 공급하여 유입하고, S_x 영역에는 H_2 가스를 표 2a 및 표 2b에 나타낸 유량으로 공급하여, 실리콘 웨이퍼 상에 B_2H_6 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 반응로 내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관에 관해서 제1 실시예와 동일하게 측정한 결과를 표 2a 및 표 2b에 나타내었다.

<제5 실시예 및 제6 실시예>

상기 도 5(제5 실시예) 및 도 6(제6 실시예)에 도시한 중공의 반응로와 동일하게 구성된 원형 단면의 기상 성장 장치를 사용하여 웨이퍼 기관상에 박막을 형성하였다. 표 2a 및 표 2b에 나타낸 조건으로 장치를 형성하였다. 제6 실시예에서는 연결부(20)로부터 Y영역으로 H_2 가스를 표 2a 및 표 2b에 나타낸 유량으로, X영역의 반응 가스의 유속(V_x)과 Y영역의 유속(V_y)을 표 2a 및 표 2b에 나타낸 비(V_x/V_y)로 되도록 조정하여 공급하여, 실리콘 웨이퍼상에 B_2H_6 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 반응로내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관에 관해서 제1 실시예와 동일하게 측정한 결과를 표 2a 및 표 2b에 나타내었다.

[표 1a]

		제1 실시예	제2 실시예	제3 실시예
기 상 성 장 조 건	온도 (°C)	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3
	H ₂ 유량 (l/min)	30	30	30
	B ₂ H ₆ 함유 H ₂ 가스 유량 (l/min)	0.01	0.01	0.01
	회전체의 회전수 (rpm)	2000	2000	2000
	V _x / V _z 비	20	10	30

[표 1b]

		제1 실시예	제2 실시예	제3 실시예
장 치 조 건	X / Y비	0.05	1.0	0.02
	X영역의 가스 구멍 슬릿폭 (mm)	2.25	45	0.9
	X영역의 개구율 (%)	90	90	90
	Z영역의 가스 구멍 직경 (%)	1	3	1
	Z영역의 개구율 (%)	0.115	7.31	0.035
결 과	막두께의 균일성	3.92	4.11	4.35
	저항치의 균일성	6.12	6.35	6.58
	LPD(>0.135 μ m) (개(個))	498	526	672
	반응로 하부에서의 입자석출	소(少)	소	소

[표 2a]

		제4 실시예	제5 실시예	제6 실시예
기 상 성 장 조 건	온도 (°C)	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3
	H ₂ 유량 (l/min)	30	30	30
	B ₂ H ₆ 함유 H ₂ 가스 유량(l/min)	0.01	0.01	0.01
	회전체의 회전수 (rpm)	2000	2000	2000
	V _x / V _z 비	10	10	10
	연결부 또는 Sx:유량 (l/min)	Sx:80	-	20
	V _y /V _z 비	-	-	1

[표 2b]

		제4 실시예	제5 실시예	제6 실시예
장치 조건	X / Y비	-	1.0	1.0
	D ₁ / D _s 비	-	1.0	1.0
	D ₂ / D ₁ 비	-	1.25	1.25
	D ₂ / D _s 비	-	1.25	1.25
	H (mm)	-	50	50
	X영역의 가스 구멍 슬릿폭(mm)	3	45	45
	X영역의 개구율 (%)	7.31	90	90
	Z영역의 가스 구멍직경 (%)	3	3	3
	Z영역의 개구율 (%)	7.31	7.31	7.31
	결과	막두께의 균일성	3.99	1.04
저항치의 균일성		6.20	4.93	4.27
LPD(>0.135 μ m) (개)		508	116	85
연결부에서의 입자 석출		-	소	무(無)
하부에서의 입자 석출		소	소	소

<제1~제2 비교예>

V_x/V_z가 소정보다 작은 제1 비교예에 관해서, 표 2에 나타난 조건으로 정류판을 형성하고, 또한, X/Y비가 소정보다 큰 제2 비교예에 관해서, 표 2에 나타난 조건으로 정류판을 형성하여 반응로에 설치한 이외는, 제1 실시예의 반응로와 동일하게 구성된 기상 성장 장치를 사용하여, 제1 실시예와 동일하게 하여 실리콘 웨이퍼상에 B₂H₆ 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 그 후, 반응로내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기판에 관해서 동일하게 측정된 결과를 표 3에 나타내었다.

<제3~제4 비교예>

상기 도 7에 나타난 종래의 기상 박막 성장 장치의 반응로와 동일하게, 즉, 정류판의 개구율이 균등하게 형성되어 구성된 기상 성장 장치를 이용하여, 표 2에 나타난 기상 성장 반응 조건하에서 제1 실시예와 동일하게 실리콘 웨이퍼 표면상에 B₂H₆ 도판트 실리콘 박막을 형성하였다. 그 후, 반응로내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기판에 대하여 동일하게 측정된 결과를 표 3에 나타내었다.

[표 3]

		제1 비교예	제2 비교예	제3 비교예	제4 비교예
기 상 성 장 조 건	온도 (°C)	1000	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40	30
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3	2
	H ₂ 유량(A) (l/min)	30	30	30	200
	B ₂ H ₆ 함유 H ₂ 가스 유량 (l/min)	0.01	0.01	0.01	0.07
	회전체 회전수 (rpm)	2000	2000	2000	2000
	Vx / Vz비	2	20	-	-
장 치 조 건	X / Y비	0.8	1.3	-	-
	X영역의 가스 구멍 슬릿폭(mm)	3(구멍직경)	58	-	-
	X영역의 개구율 (%)	33	90	-	-
	Z영역의 가스 구멍 직경 (%)	3	3	-	-
	Z영역의 개구율 (%)	9.70	5.66	-	-
결 과	막두께의 균일성	8.69	19.36	8.71	0.98
	저항치의 균일성	31.07	37.45	31.15	8.33
	LPD(>0.135 μ m) (개)	33269	89374	33707	1087
	반응로 하부에서의 입자 석출	다(多)	다	다	소

상기 실시예 및 비교예에서 명백하듯이, 반응로 내벽 주변의 소정 폭을 가지는 X영역의 반응 가스 유속을 중심의 Z영역 보다 소정 비율로 빠르게 한 경우에는, 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관 표면의 결정상의 LPD 개수가 1000이하로 양호한 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다. 이 LPD 개수는 유속비가 소정 비율보다 낮은 제1 비교예 및 종래 방식으로 캐리어 가스를 본 실시예와 동일하게 유통시킨 제3 비교예에 비하여 약 1/50이하이며, 또한, 소정 폭보다 넓은 영역을 유속이 빠른 반응 가스를 흘려보낸 제2 비교예에 비하여 약 1/130 이하이다. 또한, 종래 방식으로 캐리어 가스를 200 리터/분으로 유통시킨 제4 비교예에서도 1000개 이상이기 때문에, 본 발명의 기상 성장에 의한 박막 형성이 뛰어나다는 것을 알 수 있다. 또한, 형성되는 박막 두께의 균일성도 제4 비교예의 것보다는 낮지만 양호하고, 저항치의 균일성은 제4 비교예에 비하더라도 뛰어나다는 것은 분명하므로, 캐리어 가스를 다량으로 사용할 필요없이, 고품질의 박막 형성 웨이퍼 기관을 얻을 수 있다.

<제7 실시예 내지 제11 실시예>

상기 도 7에 나타난 반응로와 동일하게 증공 원통으로 구성되며, 반응로 상부 내경(D₁), 하부 내경(D₂) 및 회전 기관 홀더 직경(Ds)이 각각 표 4a 및 표 4b에 나타난 직경을 가지며, 또한, 상부 하단(B)과 회전 기관 홀더 상면이 표 4a 및 표 4b에 나타난 높낮이 차(H)를 갖도록 설치한 기상 성장 장치를 사용하였다. 원료 가스로서 SiH₄ 가스를, 캐리어 가스로서 H₂ 가스를, 또한, 도판트로서 디보란(B₂H₆)을 H₂ 가스 중 0.1 ppm 함유시킨 가스를, 각각 표 4a 및 표 4b에 나타난 유량으로 공급함과 동시에, 연결부에서 캐리어 가스와 같은 H₂ 가스를 정류용 가스로서 표 4a 및 표 4b에 나타난 유량으로 수직 방향으로 균일하게 유출하였다. 반응 가스 유속(m/s)과 정류용 가스 유속(m/s)과의 비(G₁/Gc), 반응 온도, 반응 압력 및 회전 기관 홀더의 회전수를 표 4a 및 표 4b에 더불어 나타내었다.

표 4a 및 표 4b에 나타난 기상 성장 조건하에서 실리콘 웨이퍼상에 B₂H₆ 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 기상 성장 박막을 형성한 후, 사용한 기상 박막 성장 장치의 연결부 및 반응로 하부 내주벽의 입자 부착을 주의깊게 관찰하여, 그 일부분을 표 4a 및 표 4b에 나타내었다. 또한, 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관면의 결정상의 성장에 관해서 텐콜사체 서프스캔 6200을 사용하여 0.135 μ m이상의 LPD(웨이퍼 표면 레이저 산란체)의 개수를 계측하여, 그 결과를 웨이퍼당 개수로서 표 4a 및 표 4b에 나타내었다. 또한, 형성 박막의 두께를 적외선 간섭 막 두께 측정기로 측정하여, 그 최대 두께(Fmax) 및 최저 두께(Fmin)를 구하여, 박막 두께의 균일성을 (Fmax-Fmin) / (Fmax+Fmin)×100으로서 산출한 것을 표

4a 및 표 4b에 나타내었다. 또한, 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관의 저항치를 C-V법을 사용하여 측정하여, 그 최대치 (Rmax) 및 최저치(Rmin)를 구하여, 도판트 취입에 의한 저항치의 균일성을 $(R_{max}-R_{min}) / (R_{max}+ R_{min}) \times 100$ 으로서 산출하여 표 4a 및 표 4b에 나타내었다.

[표 4a]

		실시예				
		7	8	9	10	11
기상 성장 조건	온도 (°C)	1000	1000	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40	40	40
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

[표 4b]

		실시예				
		7	8	9	10	11
기상 성장 조건	H ₂ 유량 (l/min)	30	30	30	30	30
	B ₂ H ₆ 함유H ₂ 가스유량(l/min)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	회전체의 회전수 (rpm)	2000	2000	2000	2000	2000
	연결부 유량 (l/min)	20	2	30	1	40
	G ₁ / Gc비	1	0.1	1.5	0.05	2.0
장치 조건	D ₁ / Ds비	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	D ₂ / D ₁ 비	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	D ₂ / Ds비	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	H (mm)	50	50	50	50	50
결과	막두께의 균일성	0.85	0.89	0.88	0.91	0.93
	저항치의 균일성	4.30	4.35	4.33	4.42	4.51
	LPD (>0.135 μ m) (개)	88	93	90	96	99
	연결부에서의 입자 석출	무	무	무	무	무
	하부에서의 입자 석출	소	소	소	소	소

<제5 비교예 및 제6 비교예>

정류용 가스를 표 5a 및 표 5b에 도시한 바와 같이 극소량(제5 비교예) 또는 대량(제6 비교예)으로 연결부로부터 유출한 이외는, 제7 실시예의 반응로와 동일하게 구성된 기상 박막 성장 장치를 사용하여, 제7 실시예와 동일하게 실리콘 웨이퍼 상에 B₂H₆ 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 그 후, 장치내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기관에 관해서 동일하게 측정된 결과를 표 5a 및 표 5b에 나타내었다.

<제7 비교예 내지 제13 비교예>

도 13에 개략 단면 설명도를 나타낸 기상 박막 성장 장치의 반응로(1370)를 사용하여 제7 실시예와 동일하게 웨이퍼 기판상에 실리콘 박막을 기상 성장시켰다. 도 13에 있어서, 반응로(1370)는 소경인 상부(1')와 대경인 하부(2')의 상하부 내경이 다르고, 상하부를 접속하는 연결부에 정류 가스 유출 구멍이 설치되지 않은 것 이외는 제7 실시예의 기상 박막 성장 장치의 반응로와 완전히 동일하게 구성되어 있다. 도 7에 나타낸 장치와 동일한 부재는 하위의 수치를 동일 번호로서 나타내거나, 또는 동일한 부호로 나타내었다. 반응로(1370)에 있어서, 반응로 상부 내경(D₁), 하부 내경(D₂) 및 회전 기관 홀더 직경(Ds)의 비율을 표 5a 및 표 5b 및 표 6a 및 표 6b에 도시한 바와 같이 변화시켜, 제7 실시예와 동일하게 실리콘 웨이퍼 상에 B₂H₆ 도판트 실리콘 박막의 기상 성장을 행하였다. 그 후, 장치내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기판에 관해서 동일하게 측정된 결과를 표 5a 및 표 5b, 표 6a 및 표 6b, 표 7a 및 표 7b에 나타내었다.

[표 5a]

비교예		5	6	7	8	9	10
기 상 성 장 조 건	온도 (°C)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40	40	40	40
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	H ₂ 유량 (l/min)	30	30	30	30	30	30
	B ₂ H ₆ 함유 H ₂ 가스 유량 (l/min)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	회전체 회전수 (rpm)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	연결부 유량 (l/min)	0.4	60	-	-	-	-
	G ₁ / Gc비	0.02	3	-	-	-	-

[표 5b]

비교예		5	6	7	8	9	10
장 치 조 건	D ₁ / Ds비	1.0	1.0	1.0	0.7	1.2	1.0
	D ₂ / D ₁ 비	1.25	1.25	1.25	1.79	1.20	1.2
	D ₂ / Ds비	1.25	1.25	1.25	1.25	1.44	1.2
	H (mm)	50	50	50	50	50	50
결 과	막두께의 균일성	1.09	9.81	1.10	1.42	3.89	1.49
	저항치의 균일성	4.98	32.61	5.00	6.33	5.83	6.00
	LPD(>0.135 μ m) (개)	121	35479	125	362	198	487
	연결부에서의 입자 석출	소	무	소	소	소	소
	하부에서의 입자 석출	소	다	소	소	소	소

[표 6a]

비교예		11	12	13	14	15
기상 성장 조건	온도 (°C)	1000	1000	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40	40	40
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	H ₂ 유량 (l/min)	30	30	30	30	30
	B ₂ H ₆ 함유 H ₂ 가스 유량 (l/min)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	회전체의 회전수 (rpm)	2000	2000	2000	2000	2000
	연결부 유량 (l/min)	-	-	-	-	-
	G ₁ / G _c 비	-	-	-	-	-

[표 6b]

장치 조건	D ₁ / D _s 비	1.0	1.0	1.0	0.5	1.5
	D ₂ / D ₁ 비	2.0	3.0	4.0	2.5	0.83
	D ₂ / D _s 비	2.0	3.0	4.0	1.25	1.25
	H (mm)	50	50	50	50	50
결과	막두께의 균일성	1.03	0.97	0.93	10.77	5.50
	저항치의 균일성	4.86	4.73	4.51	21.00	24.17
	LPD(>0.135μm) (개)	119	107	99	90148	1679
	연결부에서의 입자 석출	소	소	소	소	다
	하부에서의 입자 석출	소	소	소	소	다

<제18 비교예 및 제19 비교예>

상기 도 14에 나타난 종래의 기상 박막 성장 장치의 반응로와 같이, 즉, 상하부로 구분되지 않고 상하 동일 직경이며 연결부가 없는 반응로(80)와 동일하게 구성된 반응로를 사용하여, 표 7a 및 표 7b에 나타난 제7 실시예와 같은 기상 성장 반응 조건하에서 실리콘 웨이퍼 표면에 B₂H₆ 도판트 실리콘 박막을 형성하였다. 그 후, 장치내의 관찰 및 얻어진 박막 형성 웨이퍼 기판에 대하여 동일하게 측정된 결과를 표 7a 및 표 7b에 나타내었다.

[표 7a]

비교예		16	17	18	19
기상 성장 조건	온도 (°C)	1000	1000	1000	1000
	압력 (torr)	40	40	40	30
	SiH ₄ 가스 유량 (l/min)	0.3	0.3	0.3	2.0
	H ₂ 유량 (l/min)	30	30	30	200

[표 7b]

비교예		16	17	18	19
기상 성장 조건	B ₂ H ₆ 함유 H ₂ 가스 유량 (l/min)	0.01	0.01	0.01	0.07
	회전체의 회전수 (rpm)	2000	2000	2000	2000
	연결부 유량 (l/min)	-	-	-	-
	G ₁ / Gc비	-	-	-	-
장치 조건	D ₁ / Ds비	1.0	1.0	-	-
	D ₂ / D ₁ 비	1.25	1.1	-	-
	D ₂ / Ds비	1.25	1.1	-	-
	H (mm)	5	50	-	-
결과	막 두께의 균일성	24.98	11.00	8.71	0.98
	저항치의 균일성	41.16	33.83	31.15	8.33
	LPD(>0.135 μ m) (개)	220589	37695	33707	1087
	연결부에서의 입자 석출	다	다	-	-
	하부에서의 입자 석출	소	다	다	다

상기 실시예 및 비교예에서 명백하듯이, 반응로를 직경이 다른 상하부로 구분하여 상하부의 직경이 넓어지는 연결부에서 정류용 가스를 적절히 유출시킴으로써, 얻어지는 박막 형성 웨이퍼 기판 표면의 결정상의 LPD 개수도 100이하로 동일조건에서 종래의 기상 성장 장치를 사용한 제18 비교예에 비하여, 약 1/300이하로 저감된다는 것을 알 수 있다. 더욱이, 형성되는 박막 두께의 균일성이 1이하로 지극히 균일한 박막이 형성되는 것은 분명하다. 또한, 저항치의 균일성도 4.4이하이고 결정상의 결함이 없음과 동시에 도판트의 재취입도 방지되어 균질한 박막이 형성된다는 것도 알 수 있다. 또한, 제19 비교예와 같이 종래의 장치로 캐리어 가스 유량을 대량으로 유통시킨 경우는, 막 두께는 비교적 균일하고 LPD도 적어 결정상도 비교적 양호하지만, 저항치의 균일성이 뒤떨어져, 회전 기판 홀더의 외주측에서 가스류의 교란이 발생하였다고 추정할 수 있다. 또한, 반응로 하부에서 석출물이 많아 반응로의 메인턴스 사이클이 단축된다는 것을 예측할 수 있다.

한편, 제7 비교예 내지 제17 비교예와 같이, 상하부의 직경이 다르게 구분된 반응로를 사용한 경우라도, 연결부로부터의 정류용 가스의 유출을 행하지 않은 경우는, 실시예와 같은 직경 비율인 제7 비교예에 있어서는, 종래의 통상 캐리어 가스 유량의 경우(제18 비교예)보다 막 균일성, 저항치 균일성, LPD 개수, 반응로 하부의 석출물량 등 어느것이나 다소나마 우수하지만, 정류용 가스를 유출한 실시예에 비하여 저하하고 있는 것은 분명하다. 또한, 노 상하부의 직경과 회전 기판 홀더의 직경과의 비율을 여러가지로 변화시킨 경우라도, 실시예에 비하여 양호한 결과를 얻을 수 없다는 것을 알 수 있다. 또한, 하부 직경을 상부 직경에 비하여 3~4배로 크게 한 제12 비교예 및 제13 비교예에 있어서는 비교적 양호한 박막이 형성되지만, 장치의 부피가 지나치게 커지는 등의 부적합함이 있으며, 또한, 연결부에 석출물이 존재하여 결정상의 결함을 다소 증가시킴으로써, 반응로의 메인턴스 사이클도 단축되므로 바람직하지 못하다. 또한, 반응로의 상부 하단(B)과 회전 기판 홀더 상면과의 높낮이 차를 5mm로 근접시킨 제12 비교예에 있어서는, LPD 개수가 현저히 증가하여, 결정상의 결함, 박막 두께의 균일성, 저항치의 균일성이 현저히 손상된다는 것을 알 수 있다.

더욱이, 제5 및 제6 비교예에 의하면, 본 발명의 기상 박막 성장 장치의 반응로를 사용하여, 연결부로부터의 정류용 가스의 유속이 반응 가스의 유속에 비하여 느린 경우는 얻어지는 박막은 비교적 양호한 데 대하여, 반응 가스의 3배의 유출량에서는 LPD 개수가 현저히 증가하고, 연결부의 석출물은 존재하지 않지만 반응로 하부에서의 석출량이 증대하여, 얻어지는 박막 성장도 저하한다는 것을 알 수 있다.

또한, 상기 실시예 및 비교예에 있어서는 천이층 두께(T)는 상기 수학식(1)에 의해 $\omega = 209\text{rad/s}$, $v = 6608 \sim 8811\text{mm}^2/\text{s}$ 를 도입한 산출치가 18~21mm이었다.

발명의 효과

본 발명의 제1 양태의 장치에 있어서는, 반응로에 도입되는 반응 가스류를 중앙부와 외주부에서 유속을 다르게 하여 외주부에서의 가스 유속이 커지도록 구성하고, 제2 양태의 장치에서는 반응로를 소경인 상부와 대경인 하부로 상하부를 구분하여 상부 하단과 하부 상단을 접합하여 중공 내부 공간을 연속적으로 형성하며, 또한 상하부 접합의 연결부에 가스 유출 구멍을 형성하여 반응 가스와 동시에 정류 가스가 도입되는 구성으로 함으로써, 어느쪽도 노 내에서 반응 가스가 윗쪽으로 올라가는 상승 현상을 방지할 수 있으며, 또한, 그 때문에 반응 가스의 온도 상승도 억제할 수 있고, 원료 가스의 균일 핵 생성이 억제되어 기상중에서 발생하는 입자가 감소한다.

따라서, 반응로벽에 부착되어 메인티넌스 사이클을 단축시키거나, 웨이퍼에 부착되어 결정 결함의 원인이 되는 입자가 감소함으로써, 고품질의 웨이퍼 기판을 제조할 수 있다.

특히, 본 발명의 제1 양태의 장치에서는 반응로 내의 가스 흐름을 입자의 발생도 없이, 난류나 편류를 발생시키지 않고 안정적으로 유지하며, 원활히 반응로내를 유통하도록 할 수 있어 박막을 형성하는 웨이퍼 기판상에서도 정체를 하지 않고 원활히 유통하기 때문에, 도판트의 재취입등이 일어나지 않아 얻어지는 웨이퍼 기판의 면내 저항치가 한층 균일하게 된다는 특징을 가지며, 또한, 본 발명의 제2 양태의 장치는 상하부 접합의 연결부에 가스 유출 구멍을 마련하여, 반응 가스와 동시에 정류용 가스를 유출시켜, 반응로 하부의 배기구로의 가스 흐름을 정류로 안정화함으로써, 웨이퍼 기판을 얹어 놓는 회전 기판 홀더상의 가스 와류의 발생을 억제함과 동시에, 그 외주측에서 반응 가스류의 교란을 방지할 수 있으며, 연결부는 반응로 하부에서의 석출물을 방지할 수 있어, 반응로의 메인티넌스 사이클을 장기로 유지할 수 있다는 특징을 가진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

중공(中空)인 반응로의 정상부에 있는 복수 개의 반응 가스 공급구, 상기 반응로의 저부(底部)에 있는 배기구, 상기 반응로의 내부에 있고 웨이퍼 기판을 얹어 놓는 회전 기판 홀더, 그리고 상기 반응로 내부의 상부에 천정부와 공간 영역을 형성하고 복수 개의 가스 구멍이 형성된 정류판을 포함하며, 상기 반응로 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기판 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서,

상기 반응로의 중공 내부는 내경이 다른 상하부로 구분되며, 상부의 내경은 하부의 내경보다 작고, 상부의 하단과 하부의 상단이 접속되어 상기 중공 내부가 연속하게 되며,

상기 정류판은 상기 반응로의 내주벽에 밀접하며, 상기 가스 구멍의 개구율은 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기판 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향의 외측의 외부 영역에서 다른 영역보다 크게 됨으로써 상기 반응로 내의 중앙부와 외주부에서의 반응 가스 유속이 서로 다르게 되는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 외부 영역은 상기 반응로의 내주벽으로부터 소정의 간격폭을 가지며, 이 간격폭(X)과, 상기 정류판의 반경(R_D)과 상기 투영 형상의 반경(R_p)의 차($Y=R_D-R_p$)의 비(X/Y)는 0.02~1.0인 기상 박막 성장 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 반응로의 수평 단면은 원형이며, 상기 정류판과 상기 회전 기판 홀더는 동심상(同心狀)으로 설치되는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 4.

중공(中空)인 반응로의 정상부에 있는 복수 개의 반응 가스 공급구, 상기 반응로의 저부(底部)에 있는 배기구, 상기 반응로의 내부에 있고 웨이퍼 기판을 얹어 놓는 회전 기관 홀더, 그리고 상기 반응로 내부의 상부에서 천정부와 공간 영역을 형성하고 복수 개의 가스 구멍이 형성된 정류판을 포함하며, 상기 반응로 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서,

상기 반응로의 중공 내부는 내경이 다른 상하부로 구분되며, 상부의 내경은 하부의 내경보다 작고, 상부의 하단과 하부의 상단이 접속되어 상기 중공 내부가 연속하게 되고,

상기 공간 영역은, 상기 공간 영역 내부에서 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향 외측으로 연장되는 외부 영역에 설치되는 격벽 부재에 의해 2 이상의 구역으로 분할됨과 동시에 상기 각 구역에 2이상의 반응 가스 공급구가 각각 마련됨으로써 상기 반응로 내의 중앙부와 외주부에서의 반응 가스 유속이 서로 다르게 되는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 외부 영역은 상기 반응로의 내주벽으로부터 소정의 간격폭을 가지며, 이 간격 폭(X)과, 상기 정류판의 반경(R_D)과 상기 투영 형상의 반경(R_p)의 차($Y=R_D-R_p$)의 비(X/Y)는 0.02~1.0인 기상 박막 성장 장치.

청구항 6.

제4항에 있어서, 상기 반응로의 수평 단면은 원형이며, 상기 정류판과 상기 회전 기관 홀더는 동심상으로 설치되는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 7.

제4항에 있어서, 개개의 반응 가스 공급 시스템이 상기 반응 가스 공급구를 통해 상기 각각의 구역에 연결되는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 8.

중공(中空)인 반응로의 정상부에 있는 복수 개의 반응 가스 공급구, 상기 반응로의 저부(底部)에 있는 배기구, 상기 반응로의 내부에 있고 웨이퍼 기판을 얹어 놓는 회전 기관 홀더, 그리고 상기 반응로 내부의 상부에서 천정부와 공간 영역을 형성하고 복수 개의 가스 구멍이 형성된 정류판을 포함하며, 상기 반응로 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치를 사용하는데 있어서,

반응 가스를 정류판을 통과시켜 정류함과 동시에, 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향의 외부 영역에 있어서의 정류 후 반응 가스의 유속이, 상기 다른 영역 보다 고속이 되도록 상기 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면 위로 공급하는 기상 박막 성장 방법으로서,

상기 공간 영역은 그 내부에서 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향 외측으로 연장되는 외부 영역에 설치되는 격벽 부재에 의해 2 이상의 구역으로 분할됨과 동시에, 상기 각 구역에 2이상의 반응 가스 공급구가 각각 마련됨으로써 상기 외부 영역의 가스 유속(V_x)과 다른 영역의 가스 유속(V_z)의 유속비(V_x/V_z)가 5~30의 범위에 있도록 하는 것인 기상 박막 성장 방법.

청구항 9.

중공(中空)인 반응로의 정상부에 있는 복수 개의 반응 가스 공급구, 상기 반응로의 저부(底部)에 있는 배기구, 상기 반응로의 내부에 있고 웨이퍼 기판을 얹어 놓은 회전 기관 홀더, 그리고 상기 반응로 내부의 상부에 천정부와 공간 영역을 형성하고 복수 개의 가스 구멍이 형성된 정류판을 포함하며, 상기 반응로 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치를 사용하는데 있어서,

반응 가스를 정류판을 통과시켜 정류함과 동시에, 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향의 외부 영역에 있어서 정류 후의 반응 가스의 유속이, 상기 다른 영역 보다 고속이 되도록 상기 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면 위로 공급하는 기상 박막 성장 방법으로서,

상기 정류판은 상기 반응로의 내주벽에 밀접하며, 상기 가스 구멍의 개구율은 상기 정류판에 정투영되는 상기 회전 기관 홀더의 투영 형상의 외주 연부로부터 반경 방향의 외측으로 연장하는 외부 영역에서 다른 영역보다 크게 형성함으로써 상기 외부 영역의 가스 유속(V_x)과 다른 영역의 가스 유속(V_z)의 유속비(V_x/V_z)가 5~30의 범위에 있도록 하는 것인 기상 박막 성장 방법.

청구항 10.

제1항 내지 제7항 중 어느 한 청구항에 개시된 기상 박막 성장 장치를 사용하는 방법으로서, 반응 가스를 상기 정류판을 통과시켜 정류함과 동시에, 정류 후의 반응 가스의 유속이 상기 다른 영역에서보다 상기 외부 영역에서 더 고속이 되도록 상기 회전 기관 홀더 상의 웨이퍼 기판 표면 위로 공급하는 것을 특징으로 하는 기상 성장 방법으로서,

상기 외부 영역의 가스 유속(V_x)과 다른 영역의 가스 유속(V_z)의 유속비(V_x/V_z)는 5~30의 범위에 있는 것인 기상 박막 성장 방법.

청구항 11.

중공인 반응로 내에 상방으로부터 반응 가스를 공급하여 정류 한 다음, 하방에서 지지되어 회전하는 웨이퍼 기판상에 반응 가스가 흐르도록 하여 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 방법에 있어서,

상기 반응 가스가 정류된 후에, 상기 반응로 내벽 주변 영역의 가스 유속(V_x)이 웨이퍼 기판 위쪽 영역의 가스 유속(V_x)보다 고속으로 되도록 반응 가스를 공급하는 기상성장방법으로서,

상기 반응로 내벽 주변 가스 유속(V_x)과 상기 웨이퍼 기판 상방 영역의 가스 유속(V_z)의 유속비(V_x/V_z)는 5~30의 범위에 있는 것인 기상 박막 성장 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 반응로 내벽 주변 영역의 가스 유속(V_x)과 상기 웨이퍼 기판 위쪽 영역의 가스 유속(V_z)의 유속비(V_x/V_z)는 5~30의 범위에 있는 기상 박막 성장 방법.

청구항 13.

중공인 반응로의 정상부에 복수 개의 반응 가스 공급구, 저부에 배기구, 내부에 웨이퍼 기판을 얹어 놓은 회전 기관 홀더, 그리고 내부 상부에 복수 개의 가스 구멍이 형성된 정류판을 포함하며, 내부에 반응 가스를 공급하여 회전 기관 홀더상의 웨이퍼 기판 표면에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서,

상기 반응로의 증공 내부는 상당 내경이 다른 상하부로 구분되며, 상부의 상당 내경은 하부의 상당 내경보다 작고, 상부 하단과 하부 상단이 연결부에 의해 접속되어 연속한 증공 내부가 형성되고, 상기 연결부에는 정류 가스 유출 구멍들이 있으며, 상기 회전 기관 홀더는 반응로 하부내의 상기 상부 하단으로부터 소정의 높낮이 차를 가지며 아래쪽에 위치하게 설치되는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 연결부상에 상기 정류 가스 유출 구멍들을 기밀(氣密)히 둘러싸서 이루어지는 공간부가 형성되고, 이 공간부에 정류 가스 공급구들이 제공되는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 15.

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 상부의 측면은 상기 회전 기관 홀더 상면에 대하여 수직인 기상 박막 성장 장치.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 공간부와 상부는 2중의 환형 구조로 형성되고, 상기 공간부의 외측면은 연결부를 통해 상기 하부 상단에 연속하는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 17.

제13항에 있어서, 상기 반응로 증공 내부의 수평 단면은 원형이고, 상기 상부 직경(D_1)은 상기 웨이퍼 기관의 직경보다 크며, 상기 회전 기관 홀더는 원형이고 상부 직경(D_1)과 회전 기관 홀더 직경(D_s)과의 비(D_1/D_s)는 0.7~1.2인 기상 박막 성장 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 상부 직경(D_1)과 상기 하부 직경(D_2)의 비(D_2/D_1)는 1.2 이상인 기상 박막 성장 장치.

청구항 19.

제17항 또는 제18항에 있어서, 상기 하부 직경(D_2)과 상기 회전 기관 홀더 직경(D_s)의 비(D_2/D_s)는 1.2 이상인 기상 박막 성장 장치.

청구항 20.

제13항에 있어서, 상기 상부 하단과 회전 기관 홀더의 높낮이 차(H)는 상기 회전 기관 홀더 상면상의 가스류의 천이층 두께(T)보다 큰 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 천이층 두께(T)는 $3.22(v/\omega)^{1/2}$ [단, v는 반응로내 분위기 가스의 동점성 계수(mm²/s)를, ω 는 회전의 각속도(rad/s)를 각각 표시한다]에 의한 산출치인 기상 박막 성장 장치.

청구항 22.

제13항에 있어서, 상기 연결부의 일부와 상기 회전 기관 홀더 상면은 동일 수평면 내에 있는 것인 기상 박막 성장 장치.

청구항 23.

상기 청구항 13에 기재된 기상 박막 성장 장치를 사용하는 기상 박막을 성장시키는 방법에 있어서,

상기 회전 기관 홀더 상부의 가스류의 천이층 두께(T)가 상기 상부 하단과 상기 회전 기관 홀더 상면과의 높낮이 차(H)보다 작아지도록 상기 복수 개의 반응 가스 공급구로부터 박막 형성 원료 및 캐리어 가스로 이루어지는 반응 가스를 공급하여 정류관의 구멍을 통과시켜 상기 웨이퍼 기관상에 유통시킴과 동시에, 정류용 가스를 상기 연결부의 정류 가스 유출 구멍을 통해 반응로 속으로 도입하는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 방법.

청구항 24.

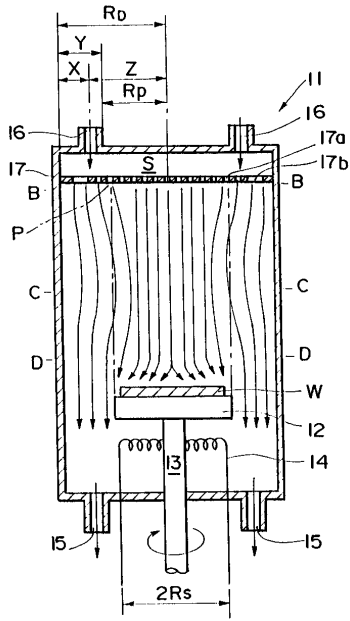
제23항에 있어서, $T=3.22(v/\omega)^{1/2}$ [단, v는 반응로내 분위기 가스의 동점성 계수(mm²/s)를, ω 는 회전의 각속도(rad/s)를 각각 표시한다]에 의해 산출되는 상기 천이층 두께(T)가 상기 높낮이 차(H)보다 작아지도록 상기 회전 기관 홀더의 회전을 제어하는 것을 특징으로 하는 기상 박막 성장 방법.

청구항 25.

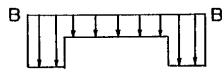
제23항 또는 제24항에 있어서, 상기 캐리어 가스 유속(G_c)과 상기 연결부의 정류 가스 유입 구멍으로부터 도입되는 정류용 가스 유속(G_1)의 비(G_1/G_c)는 0.05~2인 기상 박막 성장 방법.

도면

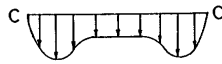
도면1a



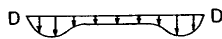
도면1b



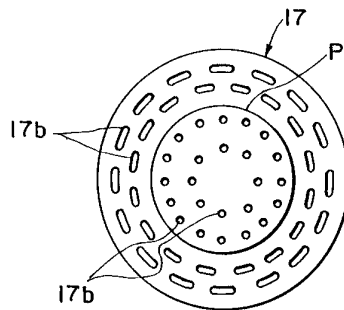
도면1c



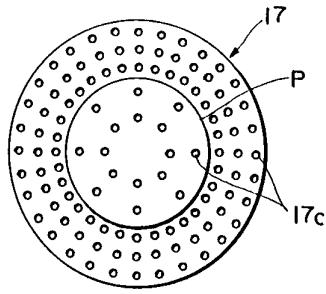
도면1d



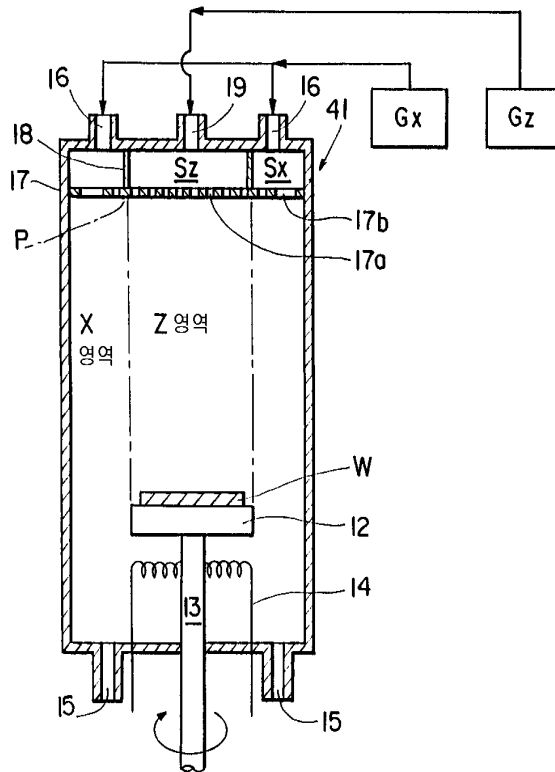
도면2



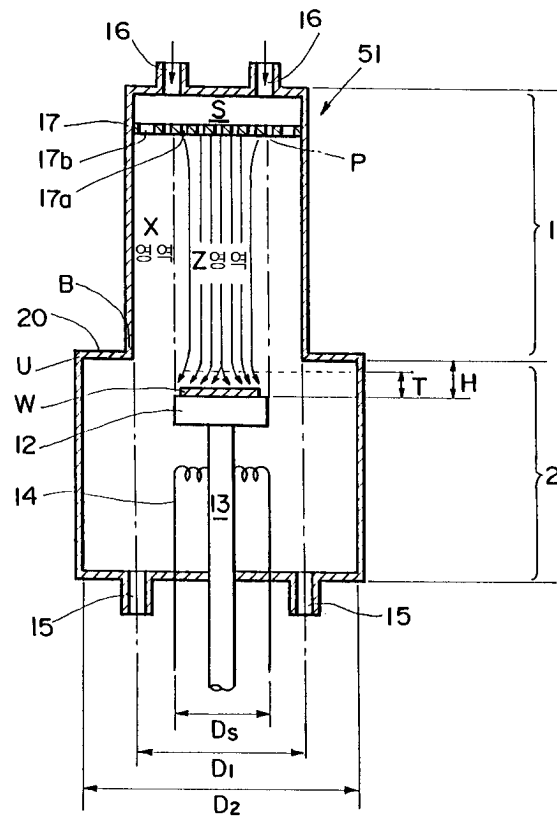
도면3



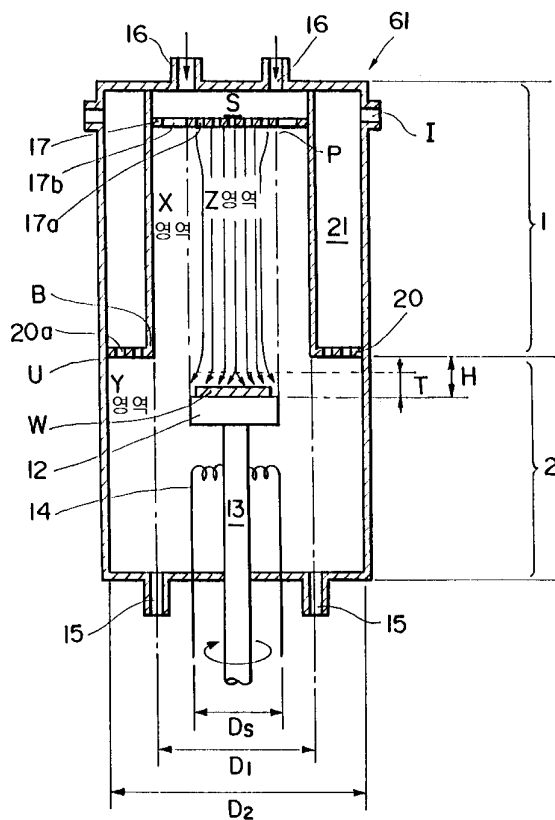
도면4



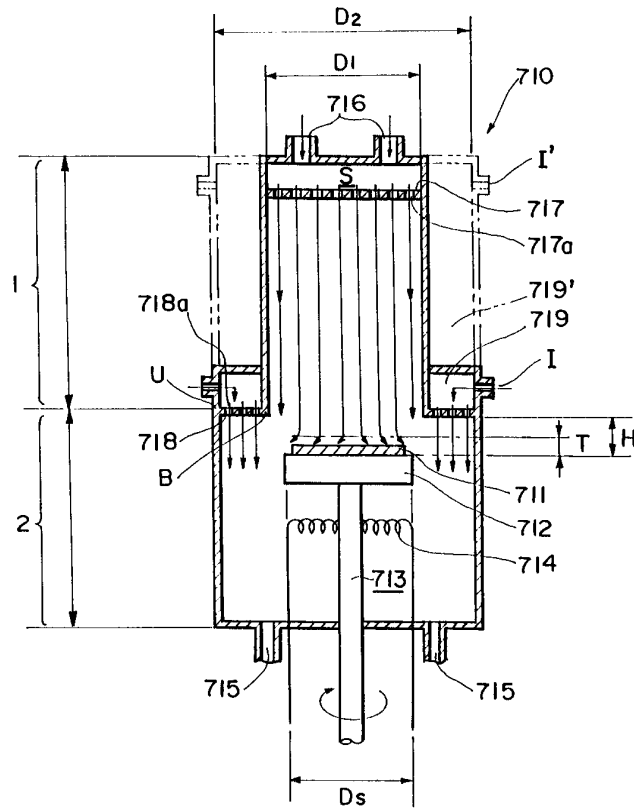
도면5



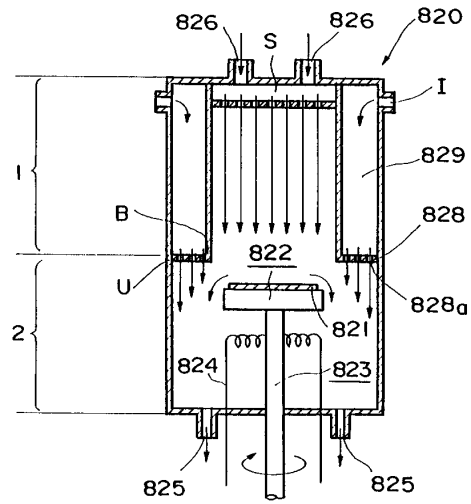
도면6



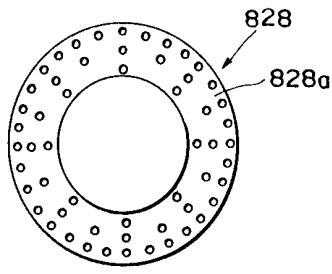
도면7



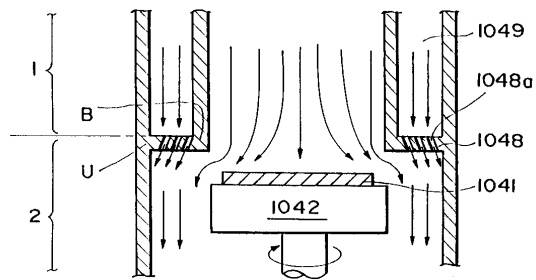
도면8



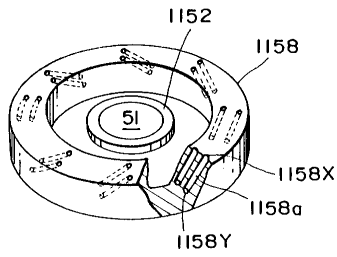
도면9



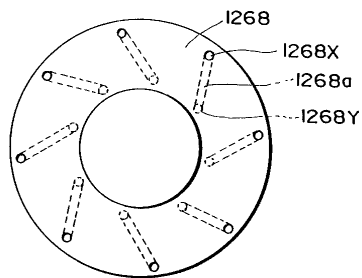
도면10



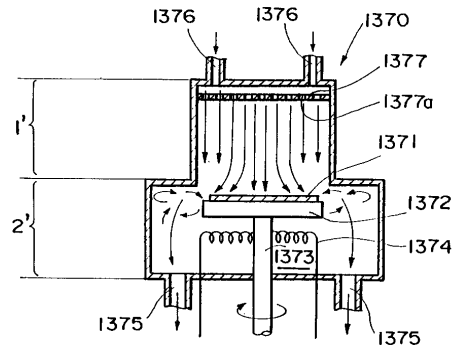
도면11



도면12



도면13



도면14

