



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0040152
(43) 공개일자 2012년04월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C30B 23/02 (2006.01) C30B 29/40 (2006.01)
C23C 14/56 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7030375
- (22) 출원일자(국제) 2010년06월17일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2011년12월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/058569
- (87) 국제공개번호 WO 2010/146129
국제공개일자 2010년12월23일
- (30) 우선권주장
09305570.5 2009년06월18일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
리베르
프랑스, 베종 세텍스 에프-95873, 튀 카시미르 페리에, 31
- (72) 발명자
빌레트 제로미
프랑스, 에프-92350 르 플레시스 로빈슨, 루 데 말라브리 126
카상네 발레릭
프랑스, 에프-91470 리무어스 엔 우레포익스, 임파쎬 세르나이 5
체익스 캐서린
프랑스, 에프-78170 세인트-클라우드, 엘리제 II 92
- (74) 대리인
특허법인세진

전체 청구항 수 : 총 13 항

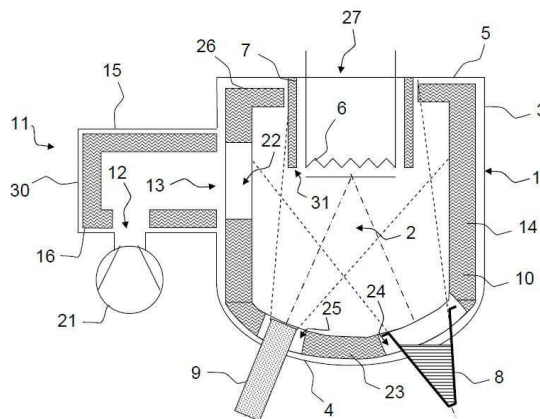
(54) 발명의 명칭 **반도체 재료의 웨이퍼를 제조하기 위한 분자선 에피택시 장치**

(57) 요약

본 발명은 공정 영역(2)을 둘러싸는 성장 챔버(1), 상기 성장 챔버(1)의 상기 측벽(3)의 내부 표면을 덮는 적어도 하나의 측 부(lateral part)(10)를 갖는 주 극저온 패널, 샘플 홀더(6), 물질을 증발시킬 수 있는 적어도 하나의 방출 셀(8), 성장 챔버(1)에 기체 전구 물질을 주입시킬 수 있는 기체 인젝터(9), 상기 성장 챔버(1)에 연결되고, 고 진공 능력을 제공할 수 있는 펌핑 수단(11)을 포함하는, 반도체 재료의 웨이퍼를 제조하기 위한 분자선 에피택시 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 분자선 에피택시 장치는 상기 성장 챔버 벽(3,4,5)의 적어도 내부 표면을 덮는 절연 밀폐물(14)을 포함하고, 상기 절연 밀폐물(14)은 기체 전구 물질의 응점 이하의 온도 T_{min} 을 갖는 냉각부, 고온 부상의 기체 전구 물질의 탈착률이 상기 기체 전구 물질의 흡착률보다 적어도 1000 배 큰 온도 이상의 온도 T_{max} 를 갖는 고온 부를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

재료 층에 의해 덮혀진 기판을 포함하는 반도체 재료의 웨이퍼를 제조하기 위한 분자선 에피택시 장치로서,

- 각각 내부 표면을 갖는 측벽(3), 하부 벽(4) 및 상부 벽(5)을 포함하는, 공정 영역(2)을 둘러싸는 성장 챔버(1),
 - 상기 측벽(3)의 내부 표면을 덮는 적어도 하나의 측 부(lateral part)(10)를 갖는 주 극저온 패널,
 - 가열 수단을 포함하는, 상기 기판을 지지할 수 있는 샘플 홀더(6),
 - 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자를 증발시킬 수 있는 적어도 하나의 방출 셀(8),
 - 성장 챔버(1)에 기체 전구 물질을 주입시킬 수 있는 기체 인젝터(injector)(9)로서, 상기 기체 전구 물질의 일 부분은 기판의 표면 위의 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자와 반응할 수 있어 상기 층을 형성하는 기체 인젝터(9),
 - 성장 챔버(1)에 연결되고, 고 진공 능력을 제공할 수 있는 펌핑 수단(11)을 추가로 포함하고,
- 상기 성장 챔버 벽(3,4,5)의 적어도 내부 표면을 덮는 절연 밀폐물(14)을 포함하고, 상기 절연 밀폐물(14)은 기체 전구 물질의 융점 이하의 온도 T_{min} 을 갖는 냉각 부(cold parts), 고온 부(hot parts)상의 기체 전구 물질의 탈착률이 상기 기체 전구 물질의 흡착률보다 적어도 1000 배 큰 온도 이상의 온도 T_{max} 를 갖는 고온 부를 포함함을 특징으로 하는 반도체 재료의 웨이퍼를 제조하기 위한 분자선 에피택시 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 방출 셀(8)은 III 족의 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자를 증발시킬 수 있고, 상기 기체 인젝터(9)는 V족의 원소를 포함하는 기체 전구 물질을 주입할 수 있는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 기판은 실리콘 기판이고, 상기 방출 셀(8)은 갈륨을 증발할 수 있으며, 상기 기체 인젝터(9)는 기체 암모니아를 주입할 수 있는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 냉각부의 온도 T_{min} 은 -78°C 이하이고, 상기 고온 부의 온도 T_{max} 는 $+100^{\circ}\text{C}$ 이상인 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연 밀폐물(14)의 상기 냉각 부는

- 측벽(3)의 내부 표면을 덮고, 펌핑 수단(11)과 연결을 위한 홀(hole)(22)이 구비된 주 극저온 패널(10)의 상기 측벽 부,
- 저부 벽(4)의 내부 표면을 덮고, 방출 셀(8)용 제 1 홀(24), 및 기체 인젝터(9)용 제 2 홀(25)이 구비된 주 극저온 패널(23)의 저 부(lower part),
- 상부 벽(5)의 내부 표면을 덮고, 상기 샘플 홀더(6)에 의해 가로질러진 홀(27)이 구비된 주 극저온 패널(26)의 상 부(upper part)를 포함하는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 펌핑 수단(11)은 펌핑 관(duct)(30)을 포함하고, 절연 밀폐물(14)의 상기 냉각부는 펌핑 관(30)의 벽(15) 내부 표면을 덮는 극저온 패널(16)을 포함하는 것을 특징으로

하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연 밀폐물(14)은 성장 챔버 벽(1) 및 펌핑 웰(pumping well)(11)의 펌핑 관(30)의 내부 표면의 적어도 80%를 덮는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방출 셀(8)은 셔터를 포함하고, 상기 기체 인젝터(9)는 가열 수단을 포함하며, 상기 절연 밀폐물(14)의 상기 고온부는 상기 방출 셀(8), 상기 기체 인젝터(9), 상기 샘플 홀더(6) 및 상기 방출 셀의 셔터를 포함하는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 분자선 에피택시 장치는 2차 극저온 패널(7)을 포함하고, 상기 주 극저온 패널(10)의 상기 측 부는 상부 단부를 가지며, 절연 밀폐물(14)의 상기 냉각 부는 주 극저온 패널(10)의 측부의 상기 상부 단부(28)에 연결된 제 1 열 윙(wing)(17), 및 2차 극저온 패널(7)의 외부 벽에 연결된 제 2 열 윙(18)을 포함하고, 상기 두 개의 열 윙(17,18)은 횡으로 연장하며, 상기 2차 극저온 패널을 둘러싸고, 성장 챔버(1)의 상부 벽(5)으로부터의 공정 영역(2)을 절연하도록 서로 근접해 있는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연 밀폐물(14)의 상기 냉각 부는 주 극저온 패널(23)의 저 부의 제 2 홀(24) 안으로 위치되고 상기 홀(24)로부터 연장하는 제 4 열 윙(20)을 포함하는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연 밀폐물(14)의 상기 고온 부는 기체 인젝터(9)에 연결된 제 3 열 윙(19)을 포함하고, 상기 제 3 열 윙(19)은 주 극저온 패널(23)의 저 부의 제 2 홀(25)과 성장 챔버(1)의 하부 벽(4)의 내부 표면 사이에 위치하며, 성장 챔버(1)의 저부 벽(4)의 내부 표면으로부터 공정 영역(2)을 절연하도록 기체 인젝터(9)를 둘러싸는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연 밀폐물(14)은 상기 절연 밀폐물(14)의 냉각 부상의 응축된 전구 물질이 상기 성장 챔버 벽에 접촉하지 않도록 간격 d에 의해 성장 챔버 벽으로부터 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 샘플 홀더(6)는 상기 샘플 홀더(6)와 상기 2 차 극저온 패널(7)의 하부 단부 사이에서의 열 변화를 제한하거나 피하기 위하여 상기 2차 극저온 패널(7)의 하부 단부 보다 낮은 것을 특징으로 하는 분자선 에피택시 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체 재료의 웨이퍼를 제조하기 위한 분자선 에피택시 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 에피택시얼 질화 갈륨(GaN) 반도체는 고 발광 LED 또는 라디오주파수 트랜지스터와 같은 고 전력 및 고 주파수 적용 경우 매우 흥미로운 반도체 물성을 나타냈다.

- [0003] GaN의 박층들의 에피택시는 두 개의 주요 기술, 즉 분자선 에피택시(MBE) 및 금속 유기 화학 증착(MOCVD)에 의해 행해질 수 있다.
- [0004] 분자선 에피택시 기술 경우, 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자, 예를 들어 갈륨은 방출(effusion) 셀 중의 용융된 금속으로부터 증발되고, 질소 원소는 플라즈마 공급원에 의해 조개진 분자 질소에 의해 또는 열 활성화에 의해 기관의 표면에서 화학적으로 분해하는 기체 인젝터로부터의 기체 상태의 암모니아로부터 공급될 수 있다.
- [0005] 분자선 에피택시 장치는 보통 코팅되려는 기관이 도입되는 적재 구획, 기관이 탈수되는 구획, 기관의 탈산화 작업이 수행되는 구획, 성장 챔버 및 성장 챔버의 잔류 원소를 펌핑하는 펌핑 수단을 포함한다.
- [0006] 기관, 예를 들어 실리콘이 약 10^{-8} 파스칼의 진공 상태인 성장 챔버에 도입된다. 기관은 약 300°C 내지 1100°C 사이의 온도에서 가열된다. 이어서 암모니아와 같은 기체 전구 물질이 성장 챔버에 주입되고, 방출 셀안의 금속이 가열되어 증발된다. 기체 암모니아는 기관의 표면에서 증발된 금속과 반응하여 GaN의 에피택시얼 층을 형성한다.
- [0007] 성장 공정동안 조개지지 않은 암모니아의 부분은 성장 챔버의 측벽의 내부 표면을 덮는 극저온의(cryogenic) 패널 위에 트랩된다(trapped).
- [0008] - 주입 단계 동안 10^{-5} 내지 10^{-2} 파스칼 사이에서 사용된 암모니아 압력,
- [0009] - 실온 주위의 성장 챔버 내부 벽의 온도,
- [0010] - 성장 챔버의 부피에 비해 이들 벽의 큰 면적 및
- [0011] 약 75 내지 125 kJ/몰의 고체 위의 암모니아의 흡착/탈착 에너지 때문에,
- [0012] 암모니아 분자는 보통 감지가능하게 실온인 성장 챔버에 쉽게 흡착하고, 분(minutes) 내지 시간(hours)의 시간 상수로 탈착한다.
- [0013] 이는 암모니아 주입이 멈췄을 때 시스템에 어떤 무시할만한 정도가 아닌 증기압과, 암모니아의 유동을 유도한다. 이 잔류 암모니아는 암모니아가 요구되지 않을 때 성장 챔버 내에서 가동중인 다른 공정들을 방해할 수 있다.
- [0014] 한 예로서, 실리콘 기관이 사용될 때, 기관의 가열 동안 암모니아 압력의 중요한 배경은 기관의 표면을 질화시켜 실리콘을 질화 실리콘으로 변환시켜, 그대로 그의 전기적 성질에 영향을 준다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 목적은 기체 전구 물질이 요구되지 않을 때, 압력 한계하에서 성장 챔버내의 기체 전구 물질의 압력을 효율적으로 감소시킬 수 있는 분자선 에피택시 장치를 제공하는 것이다. 이 압력 한계는 전구 물질에 의한 성장 공정의 교란이 제한되거나 피해지는 기체 전구 물질의 압력에 상응한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 이를 위해, 본 발명은 재료 층에 의해 덮혀진 기관을 포함하고, 추가로
- [0017] - 각각 내부 표면을 갖는 측벽(a lateral layer), 하부 벽(a lower wall) 및 상부 벽(an upper wall)을 포함하는, 공정 영역을 둘러싸는 성장 챔버,
- [0018] - 상기 측벽의 내부 표면을 덮는 적어도 하나의 측 부를 갖는 주 극저온 패널,
- [0019] - 가열 수단을 포함하는, 상기 기관을 지지할 수 있는 샘플 홀더,
- [0020] - 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자를 증발시킬 수 있는 적어도 하나의 방출 셀,
- [0021] - 성장 챔버에 기체 전구 물질을 성장 챔버에 주입시킬 수 있는 기체 인젝터(injector)로서, 상기 기체 전구 물질의 일 부분은 기관의 표면 위의 원소들 또는 화합물의 증발된 원자 또는 분자와 반응할 수 있어 상기 층을 형

성하는 기체 인젝터(injector),

- [0022] - 성장 챔버에 연결되고, 고 진공 능력을 제공할 수 있는 펌핑 수단을 포함하는, 반도체 재료의 웨이퍼를 제조하기 위한 분자선 에피택시 장치에 분자선 에피택시 장치에 관한 것이다.
- [0023] 본 발명에 따르면, 분자선 에피택시 장치는 성장 챔버 벽의 적어도 내부 표면을 덮는 절연 밀폐물을 포함하고, 상기 절연 밀폐물은 기체 전구 물질의 용점 이하의 온도 T_{min} 을 갖는 냉각 부(cold parts), 고온 부(hot parts) 상의 기체 전구 물질의 탈착률이 상기 기체 전구 물질의 흡착률보다 적어도 1000 배 큰 온도 이상의 온도 T_{max} 를 갖는 고온 부를 포함한다.
- [0024] 냉각 부 T_{min} 의 온도는 기체 전구 물질을 트랩(trap)하고 이를 방출하지 않기에 충분히 낮다. 고온 부의 온도 T_{max} 는 기체 전구 물질의 고정을 피하기에 충분히 높다.
- [0025] 본 발명은 보통 실온(보통 T_{min} 내지 T_{max} 사이의 범위에 포함되지 않는 온도)인 성장 챔버 벽으로부터 탈착하는 기체 전구 물질로부터 공정 영역을 차폐하는 것을 가능하게 하여, 기체 전구 물질이 필요로 하지 않을 때 공정의 교란을 감소시키거나 제거한다. 본 발명은 기체 전구 물질(예를 들어 암모니아)의 잔류 증기압을 성장 챔버로 제한하는 것을 가능하게 한다. 기관, 방출 셀, 기체 인젝터 및 압력 게이지의 오염이 피해진다.
- [0026] 다양한 실시형태에 따르면, 본 발명은 또한 개별적으로 또는 모든 그들의 조합으로 고려되는 하기 특성들에 관한 것이다:
- [0027] - 방출 셀은 III 족의 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자 또는 화합물을 증발시킬 수 있고, 기체 인젝터는 V 족의 원소를 포함하는 기체 전구 물질을 주입할 수 있으며,
- [0028] - 기관은 실리콘 기관이고, 방출 셀은 갈륨을 증발할 수 있으며, 기체 인젝터는 기체 암모니아를 주입할 수 있고,
- [0029] - 상기 냉각부의 온도 T_{min} 은 -78°C 이하이고, 상기 고온 부의 온도 T_{max} 는 $+100^{\circ}\text{C}$ 이상이며,
- [0030] - 절연 밀폐물의 상기 냉각 부는
 - 측벽의 내부 표면을 덮고, 펌핑 수단과 연결을 위한 홀(hole)이 구비된 주 극저온의 패널의 상기 측벽 부,
 - 저부 벽의 내부 표면을 덮고, 방출 셀용 제 1 홀, 및 기체 인젝터용 제 2 홀이 구비된 주 극저온 패널의 저부(lower part),
 - 상부 벽의 내부 표면을 덮고, 상기 샘플 홀더에 의해 가로질러진(crossed) 홀이 구비된 주 극저온 패널의 상부(upper part)를 포함하고,
- [0034] - 상기 펌핑 수단은 펌핑 관(duct)을 포함하고, 절연 밀폐물의 상기 냉각부는 펌핑 관의 벽 내부 표면을 덮는 극저온 패널을 포함하며,
- [0035] - 절연 밀폐물은 성장 챔버 벽 및 펌핑 웰(pumping well)의 펌핑 관의 내부 표면의 적어도 80%를 덮고,
- [0036] - 상기 방출 셀은 셔터를 포함하고, 상기 기체 인젝터는 가열 수단을 포함하며, 절연 밀폐물의 상기 고온부는 상기 방출 셀, 상기 기체 인젝터, 상기 샘플 홀더, 및 상기 방출 셀의 셔터를 포함하며,
- [0037] - 상기 분자선 에피택시 장치는 2차 극저온 패널을 포함하고, 상기 주 극저온 패널의 상기 측 부는 상부 단부를 포함하며, 절연 밀폐물의 상기 냉각 부는 주 극저온 패널의 측부의 상부 단부에 연결된 제 1 열(thermal) 윙(wing), 및 2차 극저온 패널의 외부 벽에 연결된 제 2 열 윙(thermal wing)을 포함하고, 상기 두 개의 열 윙은 횡으로 연장하며, 2차 극저온 패널을 둘러싸고, 성장 챔버의 상부 벽으로부터의 공정 영역을 절연하도록 서로 근접해 있으며,
- [0038] - 절연 밀폐물의 상기 냉각부는 주 극저온 패널의 저 부의 제 2 홀 안으로 위치되고 상기 홀로부터 연장하는 제 4 열 윙을 포함하고,
- [0039] - 절연 밀폐물의 상기 고온부는 기체 인젝터에 연결된 제 3 열 윙(thermal wing)을 포함하고, 상기 제 3 열 윙은 주 극저온 패널의 저부의 제 2 홀과 성장 챔버의 하부 벽의 내부 표면 사이에 위치하며, 성장 챔버의 저부

벽의 내부 표면으로부터 공정 영역을 절연하도록 기체 인젝터를 둘러싸고,

- [0040] - 절연 밀폐물은 상기 절연 밀폐물의 냉각 부상의 응축된 전구 물질이 상기 성장 챔버 벽에 접촉하지 않도록 간격 d에 의해 성장 챔버 벽으로부터 분리되어 있으며,
- [0041] - 샘플 홀더는 상기 샘플 홀더와 상기 2 차 극저온 패널의 하부 단부 사이에서의 열 변화를 제한하거나 피하기 위하여 2차 극저온 패널의 하단 보다 낮다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 본 발명의 기술은 다음 도면에 의해 예시되며, 여기에서,
 - 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 분자선 에피택시 장치를 나타내고,
 - 도 2는 본 발명의 실시형태에 따른 열 윙들을 나타내며,
 - 도 3은 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 열 윙을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 분자선 에피택시 장치를 나타낸다.
- [0044] 분자선 에피택시 장치는 공정 영역(2)를 둘러싸는 성장 챔버(1)을 포함한다. 성장 챔버(1)은 측벽(3), 저부 벽(4) 및 상부 벽(5)을 포함한다. 이들 벽의 각각은 내부 표면을 갖는다. 성장 챔버 벽(3,4,5)은 밀폐된 실린더의 일반적인 모양을 갖는 일체형(unitary) 어셈블리를 형성한다.
- [0045] 분자선 에피택시 장치는 측벽(3)의 내부 표면을 적어도 덮는 측부(10)를 갖는 주 극저온 패널을 포함한다. 이 주 극저온 패널(10)은 예를 들어 액체 질소와 같은 극저온 유체로 냉각된다. 글리콜이 또한 극저온 유체로 사용될 수 있다. 바람직하게는, 주 극저온 패널(10)의 측 부가 원통형 모양을 갖는다.
- [0046] 분자선 에피택시 장치는 원통형 모양을 갖는 2차 극저온 패널(7)에 의해 결국 둘러싸일 수 있는 샘플 홀더(6)를 포함한다. 샘플 홀더(6)는 성장 챔버(1)의 상부에 위치하고, 기관을 지지한다. 이는 기관을 300℃ 내지 1100℃의 온도에서 가열하기 위한 가열 수단을 포함한다.
- [0047] 분자선 에피택시 장치는 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자를 증발시킬 수 있는 적어도 하나의 방출 셀(8), 및 성장 챔버(1)에 기체 전구 물질을 주입할 수 있는 기체 인젝터(9)를 포함한다. 방출 셀(8) 및 기체 인젝터(9)는 성장 챔버(1)의 바닥에 위치한다.
- [0048] 기체 전구 물질의 일부는 기관의 표면에서 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자와 반응하여 예를 들어 GAN과 같은 재료의 에피택시얼 층을 형성할 수 있고, 기체 전구 물질의 다른 부분은 소모되지 않는다.
- [0049] 기관은 예를 들어 실리콘, 탄화규소, 사파이어, 질화 알루미늄, 다이아몬드, 질화 갈륨 주형일 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 증발되는 원소들 또는 화합물의 원자 또는 분자는 III 족의 금속일 수 있고, 주입되려는 원소는 V족의 원소일 수 있다.
- [0051] 바람직하게는, 분자선 에피택시 장치는 실리콘 기관의 표면에 GAN의 에피택시얼 층을 얻기 위하여 사용되고, III 족의 원소는 갈륨이며, V족의 원소를 포함하는 기체 전구 물질은 암모니아(NH₃)이다.
- [0052] 각 방출 셀(8)은 이동성 셔터(shutter)(나타나지 않음)를 포함하고, 예를 들어 알루미늄과 같은 다양한 물질로 만들어진다.
- [0053] 분자선 에피택시 장치는 성장 챔버(11)에 연결되고, 고 진공 능력을 제공할 수 있는 펌핑 수단(11)을 포함한다.
- [0054] 펌핑 수단(11)은 벽(15)를 갖는 펌핑 관(duct)(30)을 포함할 수 있다. 펌핑 관(30)은 제 1 단부(12)에 의해 펌핑 장치(21)에 연결되고 제 2 단부(13)에 의해 성장 챔버(10)로 빠져나온다.
- [0055] 펌핑 장치(21)는 2차 펌프와 연결된 1차 펌프일 수 있다.
- [0056] 주 극저온 패널(10)의 측부에는 펌핑 수단(11)의 제 2 단부(13) 앞에 위치한 홀(22)이 구비된다.
- [0057] 본 발명의 실시형태에 따르면, 분자선 에피택시 장치가 성장 챔버(3,4,5)의 적어도 내부 표면을 덮는 절연 밀폐

물(14)를 포함한다.

- [0058] 절연 밀폐물(14)은 기체 전구 물질이 원해지지 않을 때, 성장 챔버(1)안의 기체 전구 물질의 부분적인 압력을 제한하기 위하여, 기체의 흡착/탈착 변화 공정이 공정 영역(2) 주변에서 제한되거나 피해지도록 하는 온도를 갖는 냉각부와 고온부를 갖는다.
- [0059] 절연 밀폐물(14)은 성장 챔버 벽(3,4,5)의 내부 표면으로부터 공정 영역(2)을 절연하기 위하여, 성장 챔버 벽(3,4,5)의 내부 표면을 완전히 또는 거의 덮는다.
- [0060] 냉각부의 온도 T_{min} 은 냉각부에서 소모되지 않은 기체 전구물질을 트랩(trap)하기 위하여 기체 전구물질 용융점 이하이다.
- [0061] 냉각부의 온도 T_{min} 은 탈착 시간 상수가 높아 공정 영역(2)에서 암모니아의 무시할만한 유동에 이르도록 하는 정도이다. 이 온도는 기체 전구물질, 예를 들어 암모니아의 용융점보다 적어도 낮아야 한다.
- [0062] 예를 들어, -78°C 의 암모니아 용융점 아래의 온도 경우, 탈착 시간 상수가 실온에 비해 5 차수(orders) 크기로 감소한다. 따라서, 공정 영역(2)로의 오염 유동이 이 인자에 의해 수십 배 역시 감소한다. 냉각부의 온도는 암모니아를 트랩하고 이를 방출하지 않도록 충분히 낮아야 한다.
- [0063] 유리하게는, 액체 질소의 온도(-196°C)에서, 12 차수 크기를 얻는다.
- [0064] 대부분의 기체 암모니아는 냉각부에 의해 트랩된다. 암모니아 경우, 절연 밀폐물(14)의 냉각부의 펌핑 능력은 총 펌핑 능력의 약 99%이다. 질소, 탄소, 물 및 수소와 같은, 냉각부에 의해 트랩되지 않은 잔류 종들은 펌핑 수단(11)에 의해 펌핑된다.
- [0065] 고온부의 온도 T_{max} 는 고온 부위에서 기체 전구 물질의 탈착률이 기체 전구 물질의 흡착률보다 적어도 1000배 크다. 달리 말하면, 고온부의 온도 T_{max} 는 기체 전구 물질의 고정을 피하기에 충분히 높다.
- [0066] 고온부의 온도 T_{max} 는 기체 전구물질의 탈착 시간 상수가 고온부 위의 기체 전구 물질의 흡착을 제한하기 위하여 공정의 전이 기간 동안보다 미만한 온도 이상이다.
- [0067] 전형적으로, 분(minutes) 범위의 전이 시간과 함께, 탈착 시간 상수는 초 이하이어야 한다. 분명히, 스테인리스강 또는 탄탈륨 같은 보통의 재료상에서, 이는 $+100^{\circ}\text{C}$ 보다 높은 온도 T_{max} 를 필요로 한다.
- [0068] 요약하여, 기체 전구 물질로 암모니아를 사용할 때, 냉각부의 온도 T_{min} 은 -78°C 이하이고, 고온부의 온도 T_{max} 는 $+100^{\circ}\text{C}$ 이상이다. -78°C 내지 $+100^{\circ}\text{C}$ 사이의 온도를 갖는 절연 밀폐물(14)의 표면은 제한되고, 바람직하게는 제거된다. 다르게 말해서, 절연 밀폐물(14)의 온도는 T_{min} 내지 T_{max} 사이의 범위(암모니아 경우 -78°C 및 $+100^{\circ}\text{C}$)에 포함되지 않는다.
- [0069] 이들 온도는 예를 들어 산소와 같은 다른 전구 물질을 사용할 때 다르다.
- [0070] 암모니아의 잔류 압력은 암모니아가 필요로 하지 않을 때, 즉, 성장 챔버(1)에서 기체 암모니아의 주입 전 및 후, 10^{-7} 파스칼 미만이어야 한다. 이는 성장 공정이 교란되거나, 멈추지 않는 한계 압력이다. 바람직하게는, 암모니아의 잔류 압력은 약 10^{-8} 파스칼이다. 비교를 위하여, 성장 공정 동안, 기체 전구 물질이 주입될 때, 암모니아의 잔류 압력은 약 10^{-5} 파스칼이다.
- [0071] 주 극저온 패널은 측 벽(3)의 내부 표면을 덮는 측부(10), 저부 벽(4)의 내부 표면을 덮는 저부(23) 및 상부 벽(5)의 내부 표면을 덮는 상부(26)를 포함한다.
- [0072] 절연 밀폐물(14)의 냉각부는 주 극저온 패널의 측부(10), 저부(23), 및 상부(26)를 포함한다.
- [0073] 주 극저온 패널(23)의 저부에는 방출 셀(8)용의 제 1 홀(24), 및 기체 인젝터(9)용의 제 2 홀(25)이 구비된다.
- [0074] 주 극저온 패널(26)의 상부에는 샘플 홀더(6)가 및 결국에는 샘플 홀더를 둘러싸는 2차 극저온 패널(7)이 가로지르는 홀(27)이 구비된다.
- [0075] 다른 가능한 실시 형태에서, 절연 밀폐물(14)의 냉각부는 펌핑 수단(11)의 펌핑 관(30)의 벽(15) 내부 표면을 완전히 또는 거의 덮는 극저온 패널(16)을 포함한다.

- [0076] 본 발명인들은 "덮는(covering)"에 의해 냉각부 상의 응축된 전구 물질이 벽에 접촉하지 않도록, 이들 내부 표면과 극저온 패널 사이에 간격 d 를 두고 벽을 따라 배치된 것을 의미한다. 간격 d 는 0.5 cm 내지 5 cm이다.
- [0077] 바람직하게는, 주 극저온 패널의 측부(10), 주 극저온 패널의 저 부(23) 및 성장 챔버(1)의 주 극저온 패널의 상 부(26)는 극저온 유체가 순환하는 일체형 어셈블리를 형성한다.
- [0078] 이 일체형 어셈블리는 성장 챔버 벽(3,4,5)의 형태에 적합하다.
- [0079] 주 극저온 패널의 부분들은 성장 챔버 벽(3,4,5)의 내부 표면의 대부분을 덮도록 설계된다. 이 극저온 패널안의 홀들은 추가로 샘플 홀더(6), 방출 셀(8), 가열 수단을 포함하는 기체 인젝터(9) 및 방출 셀의 서터를 포함하는 고온부로 채워진다.
- [0080] 달리는, 주 극저온 패널(26)의 측 부(10), 저 부(23) 및 상 부는 세 개의 별개의 극저온 패널이다.
- [0081] 도 1에 나타난 바와 같이, 유리하게는, 두드러지게 실온에서 및 보통으로는 T_{min} 내지 T_{max} 사이의 범위에 포함되지 않는 온도인 성장 챔버로부터 직접적인 도시는 없다.
- [0082] 바람직한 방법으로는, 성장 챔버 벽의 80% 보다 많은 부분이 공정 영역(2)를 향하는 절연 밀폐물(14)의 고온 및 냉각 부에 의해 차폐된다.
- [0083] 달리는, 도 2에 나타난 바와 같이, 주 극저온 패널(10)의 측 부는 상부 단부(28)를 포함하고, 절연 밀폐물(14)의 냉각부는 주 극저온 패널(10)의 측 부의 상부 단부(28)에 연결된 제 1 열 왕(17)을 포함한다.
- [0084] 절연 밀폐물(14)의 냉각 부는 2차 극저온 패널(7)의 외부 벽에 연결된 제 2 열 왕(18)을 동등하게 포함한다.
- [0085] 이들 두 개의 열 왕(17,18)은 횡으로 연장한다. 제 2 열 왕(18)은 2차 극저온 패널(7)의 외부 벽으로부터 횡으로 연장한다. 이들 두 개의 왕(17,18)은 2차 극저온 패널(7)을 둘러싸고, 성장 챔버(1)의 상부 벽(5)으로부터 공정 영역(2)을 절연하기 위하여 서로 근접해 있다.
- [0086] 간격(29)이 두 개의 열 왕(17,18) 사이에 제공된다. 바람직하게는, 열 왕(17,18)은 고리-모양이다.
- [0087] 제 1 열 왕(17)은 주 극저온 패널(10)의 측 부로부터 2차 극저온 패널(7)의 부근까지 연장한다. 간격이 제 1 열 왕(17)의 단부와 2차 극저온 패널(7)의 벽 사이에 제공된다.
- [0088] 제 2 열 왕(18)은 제 1 열 왕(17) 아래에 위치한다. 제 2 열 왕(18)은 제 1 열 왕(17) 보다 짧고, 제 1 열 왕(17)의 단부와 2차 극저온 패널(7) 사이에 제공된 간격 앞에 제공된다.
- [0089] 열 왕(17,18)은 열 전도체로서 작용하고, 극저온 패널에 의해 냉각된다.
- [0090] 절연 밀폐물(14)의 고온 부는 기체 인젝터(9)에 연결된 제 3 열 왕(19)을 포함한다. 제 3 열 왕(19)은 주 극저온 패널(23)의 저 부의 제 2 홀(25)과 성장 챔버(1)의 저부 벽(4)의 내부 표면 사이에 위치한다. 제 3 열 왕(19)은 성장 챔버(1)의 저부 벽(4)의 내부 표면으로부터 공정 영역(2)을 절연시키도록 기체 인젝터(9)를 둘러싼다.
- [0091] 제 3 열 왕(19)은 기체 인젝터(9)의 표면으로부터 연장한다. 이는 고리-모양이다. 그의 폭은 주 극저온 패널(23)의 저 부의 제 2 홀(25)의 직경에 대략적으로 상응한다.
- [0092] 증기 상태의 암모니아의 순환은 제 3 열 왕(19)과 주 극저온 패널(23)의 하 부 사이에 제한된다.
- [0093] 절연 밀폐물(14)의 냉각부는 주 극저온 패널(23)의 저 부의 제 2 홀(24)에 삽입되고, 주 극저온 패널(23)의 하 부로부터 연장하는 제 4 열 왕(20)을 포함한다. 제 4 열 왕(20)은 성장 챔버(1)의 저부 벽(4)의 내부 표면으로부터 공정 영역(2)을 절연하기 위하여 기체 인젝터(9)를 둘러싼다. 제 4 열 왕(20)은 고리-모양일 수 있다.
- [0094] 본 발명의 다른 가능한 실시 형태에서, 샘플 홀더(6)는 샘플 홀더(6)와 2차 극저온 패널(7)의 하부 단부(31) 사이의 열 교환을 제한하거나 피하기 위하여 2차 극저온 패널(7)의 하단(31)보다 낮다.
- [0095] 본 발명은 기체 전구 물질의 주입이 멈출 때 성장 챔버(1)에로의 기체 전구 물질의 잔류 증기압을 제한하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 성장 공정은 교란되지 않는다.

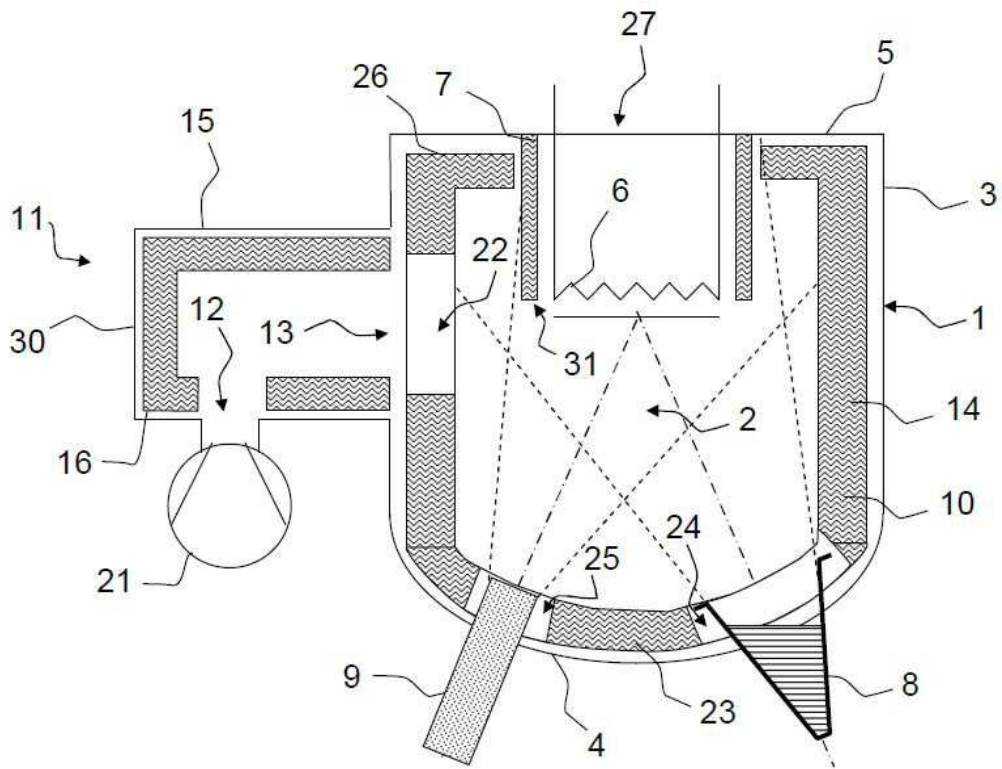
부호의 설명

[0096]

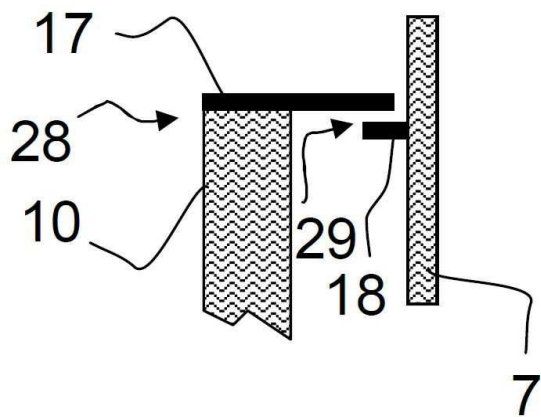
- (1) : 성장 챔버
- (2) : 공정 영역
- (3) : 측 벽
- (4) : 저부 벽
- (5) : 상부 벽
- (6) : 샘플 홀더
- (7) : 2차 극저온 패널
- (8) : 방출 셀
- (9) : 기체 인젝터
- (10) : 주 극저온 패널의 측부
- (11) : 펌핑 웰
- (12) : 제 1 단부
- (13) : 제 2 단부
- (14) : 절연 밀폐물
- (15) : 벽
- (16) : 극저온 패널
- (17) : 제 1 열 원
- (18) : 제 2 열 원
- (19) : 제 3 열 원
- (20) : 제 4 열 원
- (21) : 펌핑 장치
- (22) : 홀
- (23) : 주 극저온 패널의 저 부
- (24) : 제 1 홀
- (25) : 제 2 홀
- (26) : 주 극저온 패널의 상 부
- (27) : 홀
- (28) : 상부 단부
- (29) : 간격
- (30) : 펌핑 관
- (31) : 하부 단부

도면

도면1



도면2



도면3

