

## 발명의 설명

### 발명의 명칭: 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 반도체 기판을 포함하는 평판 기판에 에피택셜 공정을 이용하여 박막을 증착하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 반도체 기판 또는 평판 패널 디스플레이 장치용 유리 기판과 같은 반도체 기판은 에피택셜 공정, 박막 결정화 공정, 이온 주입 공정 또는 활성화 공정과 같은 열처리 공정이 진행되어 반도체 또는 평판 디스플레이 모듈로 제조될 수 있다.
- [3] 상기 에피택셜 공정은 반도체 기판의 표면에 필요한 박막을 성장시키는 공정이며, 공정 챔버를 구비하는 반도체 제조 장치에서 진행될 수 있다. 상기 에피택셜 공정은 진공 상태로 유지되는 공정 챔버에 공정 가스를 주입하면서 소정 온도 이상으로 반도체 기판을 가열하여 진행될 수 있다. 상기 반도체 기판은 에피택셜 공정 중에 전체적으로 온도를 균일하게 유지하는 것이 필요하다. 또한, 상기 공정 챔버는 내부가 고온으로 유지되므로 내구성과 내열성을 가지는 것이 필요하다. 또한, 상기 공정 챔버는 공정 가스가 외부로 누출되지 않도록 실링되는 것이 필요하다.
- [4] 한편, 상기 에피택셜 공정이 진행되는 반도체 제조 장치는 최근에 레이저 빔을 조사하여 반도체 기판을 가열하는 VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 소자를 사용하는 시도가 진행되고 있다. 상기 VCSEL 소자가 복수개로 배열되어 형성되는 기판 가열부는 레이저 빔을 반도체 기판의 하면으로 조사하여 반도체 기판을 가열할 수 있다. 상기 반도체 기판은 가열 과정에서 반도체 기술의 미세화에 따라 작은 온도 편차와 높은 온도 균일도를 요구한다. 상기 반도체 기판은 별도의 기판 지지대에 의하여 외측 하면이 지지되므로, 기판 지지대와 접촉되는 영역으로 상대적으로 많이 열이 방출될 수 있다. 따라서, 상기 반도체 기판은 외측의 온도가 내측보다 낮게 되므로 소자 형성에 사용되지 못할 수 있다.

#### 발명의 내용

##### 기술적 과제

- [5] 본 발명은 반도체 기판을 전체적으로 균일하게 가열할 수 있는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

##### 과제 해결 수단

- [6] 본 발명의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치는 반도체 기판의 하면이 노출되도록 상기 반도체 기판의 외측 하면을 지지하는 에지링과 상기 에지링의 외측 하면을 지지하는 기판 지지대 및 상기 반도체 기판의 하부에 위치하는 레이저 빔 투과판을 구비하는 공정 챔버와, VCSEL 모듈의 레이저 빔을 상기 레이저 빔 투과판을 통하여 상기 반도체 기판과 상기 에지링의 하면으로 조사하는 기판 가열

부 및 상기 VCSEL 모듈의 레이저 빔을 상기 에지링의 하면으로 조사하는 빔 가이드부를 포함하며, 상기 기관 가열부는 상기 VCSEL 모듈이 위치하는 가열 기관 영역과 가열 에지 영역 및 가열 지지 영역으로 구분되고, 상기 빔 가이드부는 상기 가열 지지 영역에 위치하는 상기 VCSEL 모듈에서 조사되는 상기 레이저 빔을 상기 에지링의 하면으로 유도하여 조사하는 것을 특징으로 한다.

- [7] 또한, 상기 에지링은 내주면의 상부에서 외측 방향으로 연장되며, 내경이 상기 반도체 기관의 외경보다 작은 내경으로 형성되며, 상기 기관 지지대는 상기 에지링의 외경보다 작은 내경으로 형성되는 에지링 지지홀 및 상기 에지링 지지홀의 내주면 상부에서 외측 방향으로 연장되며, 내경이 상기 에지링의 외경보다 큰 내경으로 형성되는 에지링 지지 단턱을 구비하는 상부 지지대를 포함할 수 있다.
- [8] 또한, 상기 에지링은 상기 반도체 기관과 수평면을 기준으로 단위 면적당 방사율이 동일하거나 클 수 있다.
- [9] 또한, 상기 레이저 빔 투과판은 상기 가열 기관 영역과 가열 에지 영역 및 가열 지지 영역에 대응되는 투과 기관 영역과 투과 에지 영역 및 투과 지지 영역을 구비하며, 상기 빔 가이드바는 하면이 상기 투과 지지 영역의 상부에 위치하며, 상면이 상기 에지링의 하부에 위치할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 빔 가이드바는 상면과 하면이 수평면이고 중심 축이 직선을 이루며, 상기 중심축이 상기 하면과  $90^\circ$ 보다 작은 각도를 이루도록 형성될 수 있다.
- [11] 또한, 상기 빔 가이드바는 중심축이 하부에서 수직 직선을 이루고, 상부에서 경사 직선을 이루도록 형성되며, 상기 수직 직선과 경사 직선은  $90^\circ$ 보다 큰 각도를 이룰 수 있다.
- [12] 또한, 상기 빔 가이드바는 중심축이 하부의 수직 직선과 중간의 경사 직선 및 상부의 수직 직선을 이루도록 형성될 수 있다.
- [13] 또한, 상기 빔 가이드바는 쾰프로 형성될 수 있다.

### 발명의 효과

- [14] 본 발명의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치는 VCSEL 소자로 형성되는 기관 가열부가 에지링을 동시에 가열하여 반도체 기관을 균일하게 가열할 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치는 반도체 기관의 외측을 지지하는 에지링에 별도로 레이저 빔을 조사하여 반도체 기관과 유사한 온도로 가열함으로써 반도체 기관의 열이 에지링을 통하여 방출되는 것을 감소시키고 반도체 기관의 온도를 균일하게 할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치는 기관 가열부에서 조사되는 레이저 빔을 이용하여 반도체 기관의 외측을 지지하는 에지링을 가열하므로 별도의 가열 수단을 필요로 하지 않을 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치는 반도체 기관의 외측과 내측을 전체적으로 균일하게 가열하므로 반도체 기관에서 소자가 형성되는 영역을 증가시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치의 개략적인 구성도이다.
- [19] 도 2는 도 1의 "A"에 대한 부분 확대도이다.
- [20] 도 3은 도 1의 B-B에 대한 수평 단면도이다.
- [21] 도 4는 도 1의 기판 가열부의 부분 사시도이다.
- [22] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기판 가열부의 부분 사시도이다.
- [23] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 가열부의 부분 사시도이다.
- [24] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 가이드부의 수직 단면도이다.
- [25] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 가이드부의 수직 단면도이다.
- [26] 도 9는 도 1의 빔 가이드부의 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다.
- [27] 도 10은 도 7의 빔 가이드부의 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다.
- [28] 도 11은 도 8의 빔 가이드부의 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다.
- [29] 도 12는 빔 가이드부가 없는 상태에서 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 이하에서 실시예와 첨부된 도면을 통하여 본 발명의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [31]
- [32] 먼저, 본 발명의 일 실시예에 따른 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치의 구조에 대하여 설명한다.
- [33] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치의 개략적인 구성도이다. 도 2는 도 1의 "A"에 대한 부분 확대도이다. 도 3은 도 1의 B-B에 대한 수평 단면도이다. 도 4는 도 1의 기판 가열부의 부분 사시도이다. 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기판 가열부의 부분 사시도이다. 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 가열부의 부분 사시도이다. 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 가이드부의 수직 단면도이다. 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 가이드부의 수직 단면도이다.
- [34]
- [35] 본 발명의 일 실시예에 따른 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는, 도 1 내지 도 4를 참조하면, 공정 챔버(100)와 기판 가열부(200) 및 빔 가이드부(300)를 포함할 수 있다. 또한, 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 냉각 가스 분사부(400) 및 기판 회전부(500)를 포함할 수 있다.

- [36] 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 에피택셜 공정을 이용하여 반도체 기판(a)의 표면에 박막을 증착할 수 있다. 예를 들면, 상기 반도체 소자 제조 장치(10)는 반도체 기판(a)에  $[\text{Si}/\text{SiGe}_x]_n$ 의 다층 박막을 에피택시 공정으로 형성하는데 사용될 수 있다.
- [37] 또한, 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 결정화 공정, 이온 주입 공정 또는 활성화 공정과 같은 반도체 제조 공정에 적용될 수 있다. 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 웨이퍼와 같은 반도체 기판(a)외에 유리 기판과 같은 반도체 기판(a)에도 적용될 수 있다. 또한, 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 수지 필름과 같은 플렉서블 기판에도 적용될 수 있다. 또한, 상기 반도체 기판(a)은 표면 또는 내부에 형성되는 다양한 소자 또는 도전 패턴을 포함할 수 있다.
- [38] 상기 기판 열처리 장치(10)는 기판 가열부(200)에서 생성되는 레이저 빔을 반도체 기판(a)에 조사하여 반도체 기판(a)을 가열할 수 있다. 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 반도체 기판(a)을 가열하기 위한 기판 가열부(200)가 복수 개의 VCSEL 소자를 포함할 수 있다. 상기 VCSEL 소자는 단일 파장의 레이저 빔을 조사할 수 있다. 예를 들면, 상기 VCSEL 소자는 바람직하게는 대략 940nm의 단일 파장의 레이저 빔을 조사하는 소자일 수 있다. 또한, 상기 VCSEL 소자는 복수 파장의 레이저 빔을 조사하는 소자일 수 있다.
- [39] 상기 반도체 소자 제조 장치(10)는 반도체 기판(a)의 외측 하면을 직접 지지할 수 있다. 상기 반도체 소자 제조 장치(10)는 반도체 기판(a)을 직접 지지하므로 400 ~ 1,000°C의 에피택시 공정의 증착 온도 범위에서 반도체 기판(a)을 빠르게 승온 또는 냉각시킬 수 있다. 또한, 상기 반도체 소자 제조 장치(10)는 반도체 기판(a)을 직접 가열하므로 에피택시 공정에서 발생하는 반도체 기판(a)의 보잉 현상에서도 증착 온도와 증착 속도의 변화를 감소시킬 수 있다.
- [40]
- [41] 상기 공정 챔버(100)는 외부 하우징(110)과 내부 하우징(120)과 에지링(130)과 기판 지지대(140)와 레이저 빔 투과판(150) 및 적외선 투과판(160)을 포함할 수 있다.
- [42] 상기 공정 챔버(100)는 외부 하우징(110)의 상측 내부에 반도체 기판(a)이 안착되어 열처리되는 챔버 상부 공간(100a)이 형성될 수 있다. 상기 챔버 상부 공간(100a)은 외부 하우징(110)의 내측에서 내부 하우징(120)의 상부에 형성되며, 반도체 기판(a)이 안착되고 에피택시 공정이 진행되는 공간을 제공할 수 있다. 또한, 상기 공정 챔버(100)는 외부 하우징(110)과 내부 하우징(120)의 사이에 챔버 하부 공간(100b)이 형성될 수 있다. 상기 챔버 하부 공간은 기판 회전부(500)의 일부가 수용되는 공간을 제공할 수 있다.
- [43] 상기 반도체 기판(a)은 공정 챔버(100)의 내부에서 기판 지지대(140)와 에지링(130)에 의하여 하면이 노출되도록 지지될 수 있다. 상기 공정 챔버(100)는 외부에 위치하는 기판 가열부(200)에서 생성되는 레이저 빔이 내부에 위치하는 평면

기판의 하면으로 조사되도록 한다. 상기 공정 챔버(100)는 레이저 빔 투과판(150)을 통과하여 레이저 빔이 기판 지지대(140)와 에지링(130)에 안착되는 반도체 기판(a)의 하면으로 조사되도록 한다.

[44]

[45] 상기 외부 하우징(110)은 외부 상측 벽체(111)와 외부 하측 벽체(113)와 상부판(115) 및 하부판(117)을 포함할 수 있다. 상기 외부 하우징(110)은 전체적으로 내부가 중공인 통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 하우징(110)은 대략 원통 형상, 사각통 형상, 오각통 형상 또는 육각통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 하우징(110)은 내부에 안착되는 반도체 기판(a)의 면적보다 큰 수평 단면적을 갖는 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 상측 벽체(111)와 외부 하측 벽체(113)는 일체로 형성될 수 있다.

[46] 상기 외부 하우징(110)은 제조 중에 발생하는 양압과 음압 조건, 급격한 온도 변화 조건에 대응할 수 있도록 압력 및 온도 변화에 따른 파손에 내구성을 갖는 금속 재질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 외부 하우징(110)은 제조 공정에 사용되는 공정 가스에 대한 내부식성이 있는 금속 재질로 형성될 수 있다. 상기 외부 하우징(110)은 스테인레스스틸, 인바합금, 하스텔로이와 같은 금속 재질로 형성될 수 있다.

[47] 상기 외부 상측 벽체(111)는 내부가 중공인 통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 상측 벽체(111)는 원통 형상, 사각통 형상, 오각통 형상 또는 육각통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 상측 벽체(111)는 내부에 기판 회전부(500)의 일부와 기판 지지대(140) 및 반도체 기판(a)이 수용되는 공간을 제공할 수 있다.

[48] 상기 외부 상측 벽체(111)는 공정 가스 공급홀(111a) 및 공정 가스 배출홀(111b)을 포함할 수 있다. 또한, 상기 외측 상부 벽체는 냉각 가스 배출홀(111c)을 더 구비할 수 있다.

[49] 상기 공정 가스 공급홀(111a)은 외부 상측 벽체(111)의 일측에 외부 상측 벽체(111)의 외부에서 챔버 상부 공간(100a)으로 관통되어 형성될 수 있다. 상기 공정 가스 공급홀(111a)은 내측 단부가 반도체 기판(a)의 상면과 동일한 높이에서 평행하게 형성될 수 있다. 상기 공정 가스 공급홀(111a)은 외부 상측 벽체(111)에서 형성되는 위치에 따라 직선 형상, 곡선 형상 또는 절곡 형상으로 형성될 수 있다. 상기 공정 가스 공급홀(111a)은 챔버 상부 공간(100a)으로 공정 가스를 공급하는 유로를 제공할 수 있다.

[50] 상기 공정 가스 배출홀(111b)은 외부 상측 벽체(111)의 타측에 외부 상부 벽체의 챔버 상부 공간(100a)에서 외측으로 관통되어 형성될 수 있다. 상기 공정 가스 배출 홀은 공정 가스 공급홀(111a)보다 하측에 위치할 수 있다. 상기 공정 가스 배출홀(111b)은 외부 상측 벽체(111)에서 형성되는 위치에 따라 직선 형상, 곡선 형상 또는 절곡 형상으로 형성될 수 있다. 상기 공정 가스 배출홀(111b)은 챔버 상부 공간(100a)에서 외부로 배출되는 유로를 제공할 수 있다.

- [51] 상기 공정 가스는 공정 가스 공급홀(111a)을 통하여 유입되어 반도체 기판(a)의 상면과 적외선 투과판(160) 사이의 공간을 흐르면서 박막으로 증착될 수 있다. 상기 공정 가스중에서 미반응된 공정 가스와 증착후 생성되는 부산물 가스는 공정 가스 배출홀(111b)을 통하여 공정 챔버(100)의 외부로 배출될 수 있다.
- [52] 상기 냉각 가스 배출홀(111c)은 적외선 투과판(160)의 상부에서 외부 상측 벽체(111)의 내측에서 외측으로 관통되어 형성될 수 있다. 상기 냉각 가스 배출홀(111c)은 적외선 투과판(160)의 상부로 분사되는 냉각 가스가 외부로 배출되는 유로를 제공할 수 있다. 즉, 상기 냉각 가스 배출홀(111c)은 이하에서 설명하는 냉각 가스 분사 공간(100c)으로 유입되는 냉각 가스가 외부로 배출되는 유로를 제공할 수 있다.
- [53] 상기 외부 하측 벽체(113)는 내부가 중공인 통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 상측 벽체(111)는 원통 형상, 사각통 형상, 오각통 형상 또는 육각통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 하측 벽체(113)는 외부 상측 벽체(111)와 동일 또는 유사한 형상으로 형성될 수 있다. 상기 외부 하측 벽체(113)는 외부 상측 벽체(111)보다 작은 직경 또는 폭으로 형성될 수 있다. 상기 외부 하측 벽체(113)는 외부 상측 벽체(111)의 하부에 결합될 수 있다. 상기 외부 하측 벽체(113)는 내부에 내부 하우징(120)과 기판 회전부(500)의 일부를 수용하는 공간을 제공할 수 있다.
- [54] 상기 상부판(115)은 외부 상측 벽체(111)의 상단 평면 형상에 대응되는 판상으로 형성될 수 있다. 상기 상부판(115)은 외부 상측 벽체(111)의 상부에 결합되어 외부 상측 벽체(111)의 상부를 차폐할 수 있다. 상기 상부판(115)은 스테인레스 스틸, 인바합금, 하스텔로이와 같은 금속 재질로 형성될 수 있다.
- [55] 상기 상부판(115)은 상부 관통홀(115a)을 포함할 수 있다. 상기 상부 관통홀(115a)은 상부판(115)의 내측에 상면에서 하면으로 관통되어 형성될 수 있다. 상기 상부 관통홀(115a)은 적외선 투과판(160)이 전체적으로 노출되는데 필요한 직경 또는 폭으로 형성될 수 있다. 상기 상부 관통홀(115a)은 적외선 투과판(160)의 상부가 노출되고, 냉각 가스 분사부(400)에서 분사되는 냉각 가스가 적외선 투과판(160)의 상면으로 흐르는 공간을 제공할 수 있다. 따라서, 상기 상부 관통홀(115a)은 적외선 투과판(160)의 상부에 상부 냉각 가스 유로(100e)를 형성할 수 있다. 상기 냉각 가스는 질소( $N_2$ ), 아르곤(Ar) 또는 건조 공기일 수 있다. 상기 냉각 가스는 적외선 투과판(160)을 냉각시킬 수 있다.
- [56] 상기 상부판(115)은 내측 하면에서 하부 방향으로 연장되는 링 형상의 상부 지지링(116)을 더 포함할 수 있다. 상기 상부 지지링(116)은 소정 높이와 폭으로 형성될 수 있다. 상기 상부 지지링(116)은 하면이 적외선 투과판(160)의 외측 상면에 접촉되도록 결합될 수 있다. 상기 상부 지지링(116)은 상부 냉각 가스 유로(100e)의 높이를 증가시켜 냉각 가스가 상부 냉각 가스 유로(100e)에 체류하는 시간을 증가시킬 수 있다. 따라서, 상기 냉각 가스는 사용량을 줄이면서 적외선 투과판(160)을 효과적으로 냉각시킬 수 있다.

- [57] 상기 하부판(117)은 외부 하측 벽체(113)의 하단 평면 형상에 대응되는 판상으로 형성될 수 있다. 상기 하부판(117)은 내측에 상면에서 하면으로 관통되는 하부 관통홀(117a)을 포함할 수 있다. 상기 하부판(117)은 소정 폭을 갖는 원형 링 또는 사각 링으로 형성될 수 있다. 상기 하부판(117)은 외부 하측 벽체(113)의 하단에 결합되며, 외부 하측 벽체(113)의 외측을 차폐할 수 있다. 상기 하부판(117)은 외부 하측 벽체(113)와 내부 하우징(120)의 하부 사이의 공간을 밀폐할 수 있다. 즉, 상기 하부판(117)은 챔버 하부 공간(100b)의 하부를 밀폐할 수 있다. 상기 하부판(117)은 스테인레스스틸, 인바합금, 하스텔로이와 같은 금속 재질로 형성될 수 있다.
- [58]
- [59] 상기 내부 하우징(120)은 내부가 중공인 통 형상으로 형성되며, 원통 형상, 사각통 형상, 오각통 형상 또는 육각통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 내부 하우징(120)은 외부 하측 벽체(113)의 내경 또는 내측 폭보다 작은 외경 또는 외측 폭으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 내부 하우징(120)은 외부 하측 벽체(113)보다 낮은 높이로 형성될 수 있다. 또한, 상기 내부 하우징(120)은 상단이 공정 챔버(100)의 내부에서 반도체 기판(a)이 안착되는 높이로 형성될 수 있다. 또한, 상기 내부 하우징(120)은 반도체 기판(a)의 직경 또는 폭보다 큰 직경 또는 큰 폭으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 내부 하우징(120)은 반도체 기판(a)보다 큰 수평 면적을 갖도록 형성될 수 있다.
- [60] 또한, 상기 내부 하우징(120)은 하측이 외부 하우징(110)의 하측과 대략 동일한 높이에 위치하도록 결합될 수 있다. 상기 내부 하우징(120)은 하단이 하부판(117)의 내측과 결합될 수 있다. 상기 내부 하우징(120)의 외측과 외부 하우징(110)의 내측 사이의 공간은 하부판(117)에 의하여 밀폐될 수 있다. 상기 내부 하우징(120)은 스테인레스스틸, 인바합금, 하스텔로이와 같은 금속 재질로 형성될 수 있다.
- [61]
- [62] 상기 에지링(130)은 전체적으로 링 형상으로 형성될 수 있다. 상기 에지링(130)은 내경이 반도체 기판(a)의 외경보다 작은 직경으로 형성될 수 있다. 상기 에지링(130)은 상면이 반도체 기판(a)의 상면과 동일한 평면을 이루도록 형성될 수 있다. 상기 에지링(130)은 반도체 기판(a)의 외측 하면을 지지할 수 있다. 이때, 상기 에지링(130)은 반도체 기판(a)의 하면을 노출하도록 지지할 수 있다.
- [63] 상기 에지링(130)은 기판 지지 단턱(131) 및 에지 하부홈(133)을 포함할 수 있다. 한편, 상기 기판 지지 단턱(131)은 다양한 수직 단면을 갖도록 형성될 수 있다. 상기 에지링(130)은 기판 지지 단턱(131)을 포함하면서 다양한 형상의 에지 하부홈(133)을 구비하여 형성될 수 있다.
- [64] 상기 기판 지지 단턱(131)은 내주면의 상부에서 외측 방향으로 연장되어 형성될 수 있다. 상기 기판 지지 단턱(131)은 내경이 반도체 기판(a)의 외경보다 큰 내경으로 형성될 수 있다. 따라서, 상기 기판 지지 단턱(131)은 반도체 기판(a)의 외측이 안정적으로 안착되어 지지되도록 할 수 있다.

- [65] 상기 에지 하부홈(133)은 에지링(130)의 하면에서 상부 방향으로 소정 깊이로 형성될 수 있다. 또한, 상기 에지 하부홈(133)은 기판 지지 단턱(131)의 외측에서 소정 폭을 갖는 링 형상으로 형성될 수 있다. 상기 에지 하부홈(133)은 에지링(130)의 두께가 전체적으로 균일되도록 할 수 있다.
- [66] 상기 에지링(130)은 수평면을 기준으로 단위 면적당 방사율이 반도체 기판(a)과 동일하거나 크게 형성될 수 있다. 이를 위하여, 상기 에지링(130)은 재료의 방사율을 반영하여 소정 두께로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 에지링(130)은 세라믹 재료로 형성될 수 있다. 상기 에지링(130)은 SiC 재료로 형성될 수 있다. 상기 에지링(130)은 반도체 기판(a)보다 얇은 두께로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 반도체 기판(a)의 두께가 0.7mm일 때, 에지링(130)의 두께는 0.4mm일 수 있다. 이때, 상기 반도체 기판(a)와 에지링(130)은 동일한 두께를 기준으로 방사율이 각각 0.6 ~ 0.7이며, 에지링(130)은 0.7 ~ 0.8일 수 있다. 상기 에지링(130)은 반도체 기판(a)과 동일하게 레이저 빔이 조사될 때 상대적으로 온도 감소 정도가 동일하거나 유사할 수 있다.
- [67]
- [68] 상기 기판 지지대(140)는 상부 지지대(141) 및 측부 지지대(143)를 포함할 수 있다. 상기 기판 지지대(140)는 내부 하우징(120)의 상부에서 반도체 기판(a)의 외측에 위치하여 에지링(130)의 외측 하면을 지지할 수 있다. 또한, 상기 기판 지지대(140)는 반도체 기판(a)의 하면이 노출되도록 할 수 있다. 또한, 상기 기판 지지대(140)는 챔버 하부 공간(100b)으로 연장되어 기판 회전부(500)와 결합될 수 있다. 상기 기판 지지대(140)는 기판 회전부(500)의 작용에 의하여 에지링(130)과 반도체 기판(a)을 회전시킬 수 있다. 상기 기판 지지대(140)의 내부 공간에 별도의 수소 가스를 공급할 수 있다. 상기 수소 가스는 공정 가스가 기판 지지대(140)의 내부 공간으로 유입되는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 수소 가스는 공정 가스가 반도체 기판(a)의 하면에 공정 가스가 박막으로 증착되는 것을 방지할 수 있다. 상기 수소 가스는 구체적으로 도시하지 않았지만 별도의 유입구를 통하여 기판 지지대(140)의 내부로 유입될 수 있다.
- [69] 상기 상부 지지대(141)는 내측에 에지링 지지홀(141a) 및 에지링 지지 단턱(141b)을 구비할 수 있다. 상기 상부 지지대(141)는 에지링(130)의 하면을 노출시키면서 에지링(130)의 하부 외측을 지지할 수 있다. 상기 상부 지지대(141)는 에지링(130)의 직경보다 큰 직경 또는 폭으로 형성될 수 있다.
- [70] 상기 에지링 지지홀(141a)은 상부 지지대(141)의 중앙에서 상면과 하면을 관통하여 형성될 수 있다. 상기 에지링 지지홀(141a)은 에지링(130)의 외경보다 큰 내경으로 형성되어 에지링(130)의 외측 하부를 지지할 수 있다.
- [71] 상기 에지링 지지 단턱(141b)은 에지링 지지홀(141a)의 내주면 상부에서 외측 방향으로 연장되어 형성될 수 있다. 상기 에지링 지지 단턱(141b)은 내경이 에지링(130)의 외경보다 큰 내경으로 형성될 수 있다. 따라서, 상기 에지링 지지 단턱(141b)은 에지링(130)의 외측이 안정적으로 안착되어 지지되도록 할 수 있다.

- [72] 상기 측부 지지대(143)는 대략 상부와 하부가 개방된 통 형상으로 형성되며, 내부 하우징(120)의 형상에 대응되는 형상으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 측부 지지대(143)는 내부 하우징(120)이 원통 형상으로 형성되는 경우에 이에 대응하여 원통 형상으로 형성될 수 있다. 상기 측부 지지대(143)는 챔버 상부 공간(100a)과 챔버 하부 공간(100b)에 걸쳐서 위치할 수 있다. 상기 측부 지지대(143)는 상부가 상부 지지대(141)의 외측에 결합되며, 하부가 챔버 하부 공간(100b)으로 연장되어 기관 회전부(500)와 결합될 수 있다. 따라서, 상기 측부 지지대(143)는 기관 회전부(500)에 의하여 회전되면서 상부 지지대(141)를 회전시킬 수 있다.
- [73]
- [74] 상기 레이저 빔 투과판(150)은 내부 하우징(120)의 상부에 결합되어 내부 하우징(120)의 상부를 밀폐할 수 있다. 상기 레이저 빔 투과판(150)은 반도체 기관(a)의 하부에 위치할 수 있다. 상기 레이저 빔 투과판(150)은 쿼츠, 유리와 같이 레이저 빔이 투과하는 투명판으로 형성될 수 있다. 상기 레이저 빔 투과판(150)은 기관 가열부(200)에서 조사되는 레이저 빔이 반도체 기관(a)의 하면으로 조사되는 통로를 제공할 수 있다. 상기 레이저 빔 투과판(150)은 반도체 기관(a)의 면적보다 큰 면적으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 레이저 빔 투과판(150)은 직경 또는 폭이 반도체 기관(a)의 직경 또는 폭보다 크게 형성될 수 있다.
- [75] 상기 레이저 빔 투과판(150)은 상면이 투과 기관 영역(150a)과 투과 예지 영역(150b) 및 투과 지지 영역(150c)으로 구분될 수 있다. 상기 영역들은 상부에 위치하는 반도체 기관(a)과 예지링(130) 및 기관 지지대(140)와 대응되는 위치 관계로 설정되는 영역들이다. 상기 투과 기관 영역(150a)은 반도체 기관(a)의 하부에 위치하는 영역일 수 있다. 또한, 상기 투과 예지 영역(150b)은 예지링(130)의 하부에 위치하는 영역일 수 있다. 또한, 상기 투과 지지 영역(150c)은 기관 지지대(140)의 하부에 위치하는 영역일 수 있다. 상기 영역들은 서로 중첩되는 영역이 있을 수 있다.
- [76]
- [77] 상기 적외선 투과판(160)은 외부 상측 벽체(111)의 평면 형상에 대응되는 판상으로 형성될 수 있다. 상기 적외선 투과판(160)은 쿼츠 또는 유리와 같은 투명 재질로 형성될 수 있다. 상기 적외선 투과판(160)은 상부판(115)의 하부에서 외부 상측 벽체(111)의 상부 내측에 수평 방향으로 결합될 수 있다. 상기 적외선 투과판(160)은 하면이 반도체 기관(a)의 상부에서 반도체 기관(a)의 상면과 대향하여 위치할 수 있다. 상기 적외선 투과판(160)은 외부 상측 벽체(111)의 상부 내측을 상하 공간으로 분리할 수 있다. 즉, 상기 적외선 투과판(160)은 챔버 상부 공간(100a)의 상부에 냉각 가스 분사 공간(100c)을 분리하여 형성할 수 있다. 상기 냉각 가스 분사 공간(100c)은 냉각 가스 분사부(400)에서 분사되는 냉각 가스가 유입되어 적외선 투과판(160)과 접촉되는 공간을 제공할 수 있다.
- [78] 상기 적외선 투과판(160)은 에피택시 공정 중에 반도체 기관(a)에서 발생하는 복사 에너지를 외부로 투과시킬 수 있다. 특히, 상기 적외선 투과판(160)은 적외

선을 포함하는 파장의 복사 에너지를 외부로 투과시킬 수 있다. 또한, 상기 적외선 투과판(160)은 400°C 이하의 온도로 유지되며, 바람직하게는 300 ~ 400°C의 온도로 유지될 수 있다. 상기 적외선 투과판(160)은 300 ~ 400°C의 온도로 유지되므로, 공정 가스에 의한 증착이 방지되어 증착에 의한 방사율 증가가 방지될 수 있다. 또한, 상기 적외선 투과판(160)은 에피택시 공정의 회수에 따라 방사율이 증가되지 않으므로, 공정이 진행되는 반도체 기판(a)들 사이의 증착 온도 차이를 감소시킬 수 있다. 여기서 상기 공정 가스는 열처리 공정의 종류에 따라 다를 수 있다. 예를 들면, 상기 에피택셀 공정에서 공정 가스는  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{SiHCl}_3$ , 또는  $\text{SiCl}_4$ 와 같은 가스들이 사용될 수 있다. 상기 냉각 가스의 온도가 400°C이하인 경우에 화학 증착이 현저히 감소될 수 있다. 또한, 상기 적외선 투과판(160)은 열처리 공정의 회수에 따라 방사율이 증가되지 않으므로, 공정이 진행되는 반도체 기판(a)들 사이의 공정 온도 차이를 감소시킬 수 있다.

[79]

[80] 상기 기판 가열부(200)는 소자 배열판(210) 및 VCSEL 모듈(220)을 포함할 수 있다. 상기 기판 가열부(200)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 소자 배열판(210)의 상면에 복수 개의 VCSEL 모듈(220)이 x 방향과 y 방향으로 배열되어 형성될 수 있다.

[81] 상기 기판 가열부(200)는 공정 챔버(100)의 내부 하우징(120)의 내측에서 레이저 빔 투과판(150)의 하부에 위치할 수 있다. 상기 기판 가열부(200)는 레이저 빔 투과판(150)을 통하여 반도체 기판(a)의 하면으로 레이저 빔을 조사할 수 있다.

[82] 상기 기판 가열부(200)는 상면이 가열 기판 영역(200a)과 가열 에지 영역(200b) 및 가열 지지 영역(200c)으로 구분될 수 있다. 상기 가열 기판 영역(200a)과 가열 에지 영역(200b) 및 가열 지지 영역(200c)은 각각 상부에 위치하는 반도체 기판(a)과 에지링(130) 및 기판 지지대(140)와 대응되는 위치 관계로 설정되는 영역들이다. 또한, 상기 가열 기판 영역(200a)과 가열 에지 영역(200b) 및 가열 지지 영역(200c)은 각각 투과 기판 영역(150a)과 투과 에지 영역(150b) 및 투과 지지 영역(150c)에 대응되는 영역일 수 있다. 상기 가열 기판 영역(200a)은 반도체 기판(a)의 하부에 위치하는 영역일 수 있다. 또한, 상기 가열 에지 영역(200b)은 에지링(130)의 하부에 위치하는 영역일 수 있다. 또한, 상기 가열 지지 영역(200c)은 기판 지지대(140)의 하부에 위치하는 영역일 수 있다. 상기 영역들은 서로 중첩되는 영역이 있을 수 있다.

[83]

[84] 상기 소자 배열판(210)은 소정 면적과 두께를 갖는 판상으로 형성될 수 있다. 상기 소자 배열판(210)은 바람직하게는 반도체 기판(a)과 에지링(130) 및 상부 지지대(141)의 내주면에서 외측으로 소정 폭에 대응되는 면적으로 형성될 수 있다. 상기 소자 배열판(210)은 상면이 상기에서 언급한 바와 같이 가열 기판 영역(200a)과 가열 에지 영역(200b) 및 가열 지지 영역(200c)으로 구분될 수 있다. 상기 소자 배열판(210)은 열전도성이 있는 세라믹 재질 또는 금속 재질로 형성될 수 있다.

상기 소자 배열판(210)은 VCSEL 모듈(220)에서 발생하는 열을 방열시키는 작용을 할 수 있다.

[85]

[86] 상기 VCSEL 모듈(220)은 소자 기판(221)과 VCSEL 소자(223)와 전극 단자(225) 및 냉각 블록(227)을 포함할 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 복수 개가 소자 배열판(210)의 상면에 격자 형상으로 배열되어 위치할 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 소자 배열판(210)의 상면에서 가열 기판 영역(200a)과 가열 에지 영역(200b) 및 가열 지지 영역(200c)에 전체적으로 배열될 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 레이저 빔이 반도체 기판(a)과 에지링(130) 및 상부 지지대(141)의 내주면에서 외측으로 소정 폭의 영역까지 조사되도록 배열될 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 VCSEL 소자(223)에서 방출되는 레이저 빔으로 반도체 기판(a)과 에지링(130) 및 상부 지지대(141)의 일부를 가열할 수 있다.

[87] 상기 VCSEL 모듈(220)은 소자 기판(221)의 상면에 복수 개의 VCSEL 소자(223)가 x 축 방향과 y 축 방향으로 배열되어 형성된다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 y 축 방향으로 배열될 때 전단 타측에 위치하는 단자 영역(221b)과 인접하는 VCSEL 모듈(220)의 후단 일측에 위치하는 단자 영역(221b)이 x 축 방향으로 인접하여 위치할 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 x 축 방향으로 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 각각 일직선으로 배열되고, y 축 방향으로 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 교대로 배열될 수 있다.

[88] 상기 소자 기판(221)은 전자 소자를 실장하는데 사용되는 일반적인 기판으로 형성될 수 있다. 상기 소자 기판(221)은 복수 개의 VCSEL 소자(223)가 실장되는 소자 영역(221a) 및 단자가 실장되는 단자 영역(221b)으로 구분될 수 있다. 상기 소자 영역(221a)은 복수 개의 VCSEL 소자(223)가 격자 형상으로 배열되어 실장될 수 있다. 상기 단자 영역(221b)은 소자 영역(221a)에 접하여 위치하며 복수 개의 단자가 실장될 수 있다.

[89] 상기 VCSEL 소자(223)는 복수 개가 소자 기판(221)의 상면에 x 축 방향과 y 축 방향으로 배열되어 형성된다. 상기 VCSEL 소자(223)는 940nm의 단일 파장의 레이저 빔을 조사할 수 있다. 상기 VCSEL 소자(223)는 고출력의 레이저 빔을 발진하므로, 기존의 할로겐 램프에 대비하여 반도체 기판(a)의 온도 상승률을 증가시킬 수 있으며, 수명도 상대적으로 길다.

[90] 상기 VCSEL 소자(223)는 복수 개의 마이크로 에미터가 x 축 방향과 y 축 방향으로 배열되어 형성될 수 있다. 상기 VCSEL 소자(223)는 구체적으로 도시하는 않았지만, 마이크로 에미터를 고정하기 위한 발광 프레임(미도시)과 마이크로 에미터에 전류를 공급하기 위한 전력선(미도시)을 구비하여 형성될 수 있다. 상기 VCSEL 소자(223)는 전체 마이크로 에미터에 동일한 전류가 인가되도록 형성될 수 있다. 또한, 상기 VCSEL 소자(223)는 각각의 마이크로 에미터에 서로 다른 전력이 인가되도록 형성될 수 있다.

- [91] 상기 전극 단자(225)는 소자 기판(221)의 단자 영역(221b)에 복수 개로 형성될 수 있다. 상기 전극 단자(225)는 + 단자와 - 단자를 포함하며, VCSEL 소자(223)에 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 전극 단자(225)는, 구체적으로 도시하지 않았지만, 다양한 방식으로 VCSEL 소자(223)에 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 전극 단자(225)는 VCSEL 소자(223)의 구동에 필요한 전류를 공급할 수 있다.
- [92] 상기 냉각 블록(227)은 소자 기판(221)의 평면 형상에 대응되는 평면 형상과 소정 높이로 형성될 수 있다. 상기 냉각 블록(227)은 열전도성이 있는 세라믹 재질 또는 금속 재질로 형성될 수 있다. 상기 냉각 블록(227)은 소자 기판(221)의 하면에 별도의 접착제층에 의하여 결합될 수 있다. 상기 냉각 블록(227)은 소자 기판(221)의 표면에 실장되는 VCSEL 소자(223)에서 발생하는 열을 하부로 방출할 수 있다. 따라서, 상기 냉각 블록(227)은 소자 기판(221)과 VCSEL 소자(223)를 냉각할 수 있다. 미설명 부호인 226은 소자 기판(221)과 냉각 블록(227)을 결합시키는 접착제층일 수 있다.
- [93] 또한, 상기 냉각 블록(227)은 내부에 냉각수가 흐르는 냉각 유로(미도시)가 형성될 수 있다. 상기 냉각 유로는 유입구와 유출구가 하면에 형성되고, 냉각 블록(227)의 내부에 다양한 형태의 유로로 형성될 수 있다.
- [94]
- [95] 상기 기판 가열부(200)는 다른 실시예들에서 소자 기판(221)의 상면에 VCSEL 소자(223)와 전극 단자(225)가 배치되는 형상에 따라 VCSEL 모듈(220)이 다양한 형상으로 형성될 수 있다.
- [96] 본 발명의 다른 실시예에 따른 VCSEL 모듈(220)은, 도 5를 참조하면, 전체적으로 정사각형 또는 직사각형 형상으로 형성될 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 소자 영역(221a)이 전체 폭과 소정 길이의 사각 형상으로 형성되며, 소자 영역(221a)의 전단 또는 후단에 전체적으로 단자 영역(221b)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 단자 영역(221b)은 소자 영역(221a)보다 작은 길이로 형성될 수 있다.
- [97] 상기 기판 가열부(200)는 VCSEL 모듈(220)이 소자 배열판(210)에 y 축 방향으로 배열될 때 전단에 위치하는 단자 영역(221b)과 전측에 위치하는 서브 조사 모듈(220)의 소자 영역(221a)이 접하면서 배열될 수 있다.
- [98] 이러한 경우에, 상기 기판 가열부(200)는 x 축 방향으로 VCSEL 모듈(220)의 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 각각 연속적으로 배열되고, y 축 방향으로 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 교대로 배열될 수 있다.
- [99] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 VCSEL 모듈(220)은, 도 6를 참조하면, 대략적으로 사각형 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 VCSEL 모듈(220)은 단자 영역(221b)이 사각형 형상에서 전단 타측과 후단 일측에 소정 길이와 전체 폭의 절단에 해당하는 폭을 갖는 직사각형 형상으로 형성될 수 있다. 즉, 상기 단자 영역(221b)은 서브 소자 모듈의 폭의 절단에 해당되는 폭으로 형성될 수 있다. 상기 단자 영역(221b)은 직사각형에서 서로 대각선 방향으로 위치할 수 있다. 상기 VC

SEL 모듈(220)은 단자 영역(221b)을 제외한 영역이 소자 영역(221a)으로 형성될 수 있다.

- [100] 또한, 상기 VCSEL 모듈(220)은 일측과 타측이 직선 형상으로 형성될 수 있다. 상기 단자 영역(221b)의 길이는 소자 영역(221a)의 길이보다 짧게 형성될 수 있다. 상기 단자 영역(221b)은 전측과 후측에 동일한 길이로 형성될 수 있다.
- [101] 상기 VCSEL 모듈(220)은 소자 배열판(210)에 y 축 방향으로 배열될 때 전단 일측에 위치하는 단자 영역(221b)이 전측에 위치하는 VCSEL 모듈(220)의 후단 일측에 위치하는 소자 영역(221a)과 인접하여 위치할 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)은 y 축 방향으로 배열될 때 후단 타측에 위치하는 단자 영역(221b)이 전측에 위치하는 VCSEL 모듈(220)의 전단 타측에 위치하는 소자 영역(221a)과 인접하여 위치할 수 있다.
- [102] 또한, 상기 VCSEL 모듈(220)은 y 축 방향을 기준으로 단자 영역(221b)이 형성되는 영역에서 x 축 방향으로 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 교대로 배열되고, 단자 영역(221b)이 형성되지 않는 영역에서 x 축 방향으로 소자 영역(221a)이 직선 형상으로 배열될 수 있다.
- [103] 따라서, 상기 기판 가열부(200)는 x 축 방향으로 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 교대로 배열되는 영역 및 소자 영역(221a)만이 배열되는 영역을 구비하며, y 축 방향으로 소자 영역(221a)과 단자 영역(221b)이 교대로 배열될 수 있다.
- [104]
- [105] 상기 빔 가이드부(300)는 직선 형상이며 소정 길이와 직경을 갖는 바 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 빔 가이드부(300)는 레이저 빔 투과판(150)의 상면과 에지링(130)의 하면 사이의 높이보다 작은 높이로 형성될 수 있다. 상기 빔 가이드부(300)는 중심 축이 직선을 이루며 수평면에 대하여 경사진 방향으로 위치하도록 형성될 수 있다. 이때, 상기 빔 가이드부(300)는 상면과 하면이 수평면을 이루며, 중심 축이 하면과 90도보다 작은 각도를 이루도록 형성될 수 있다. 상기 빔 가이드부(300)는 하면이 레이저 빔 투과판(150)의 투과 지지 영역(150c)에 위치하고, 상면이 투과 에지 영역(150b)에 대응되는 에지링(130)의 하면에 인접하도록 위치할 수 있다. 따라서, 상기 빔 가이드부(300)는 투과 지지 영역(150c)과 에지링(130)의 하면 사이의 높이와 수평 방향의 위치 관계에 따라 상면과 중심축의 각도가 결정될 수 있다. 상기 빔 가이드부(300)는 쿼츠(quartz) 재질로 형성될 수 있다.
- [106] 상기 빔 가이드부(300)는 수평 단면이 원형인 원기둥 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 빔 가이드부(300)는 수평 단면이 사각형, 오각형, 육각형 또는 팔각형과 같은 다각형 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 빔 가이드부(300)는 내부가 중공인 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 빔 가이드부(300)는 내부가 중공이고 하단과 상단이 개방된 관 형상으로 형성될 수 있다.
- [107] 상기 빔 가이드부(300)는 상면의 직경 또는 폭이 에지링(130)의 폭과 동일하거나 작게 형성될 수 있다. 여기서 상기 에지링(130)의 폭은 에지링(130)의 외경과 내경의 차에 대응되는 거리일 수 있다. 상기 빔 가이드부(300)는 상면에서 레이

저 빔을 에지링(130)의 하면으로 조사하므로, 상면의 직경이 에지링(130)의 하면에 대응되도록 형성될 수 있다. 또한, 상기 빔 가이드부(300)는 하면이 상면과 동일한 면적이거나 큰 면적으로 형성될 수 있다. 다만, 상기 빔 가이드부(300)는 하면의 직경 또는 폭이 가열 지지 영역(200c)의 폭보다 작은 직경으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 빔 가이드부(300)는 상면과 하면이 서로 다른 직경 또는 폭으로 형성될 수 있다.

[108] 상기 빔 가이드부(300)는 하부에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되어 입사되는 레이저 빔을 에지링(130)의 하면으로 조사할 수 있다. 상기 빔 가이드부(300)는 하면을 통하여 내부로 입사되는 레이저 빔을 내부 반사시키면서 상면으로 유도하고, 상면을 통하여 에지링(130)의 하면으로 출사시킬 수 있다. 따라서, 상기 빔 가이드부(300)는 VCSEL 모듈(220)의 레이저 빔이 에지링(130)의 하면으로 집속하여 조사되도록 함으로써 에지링(130)이 추가로 가열되도록 할 수 있다. 상기 에지링(130)은 레이저 빔에 의하여 추가로 가열되므로 반도체 기판(a)의 열이 에지링(130)을 통하여 방출되는 것을 감소시킬 수 있다. 따라서, 상기 반도체 기판(a)은 중심 영역부터 외주 영역까지 가열 온도가 동일 또는 유사하게 될 수 있다.

[109]

[110] 상기 빔 가이드부(300)는 다른 실시예들에서 다양한 형상으로 형성될 수 있다.

[111] 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 가이드부(300)는, 도 7을 참조하면, 바 형상이며, 중심축이 하부에서 수직 직선을 이루고, 상부에서 경사 직선을 이루도록 형성될 수 있다. 이때, 상기 상부의 경사 직선은 수직 직선과 90도보다 큰 각도를 이룰 수 있다. 다만, 이러한 경우에도 상기 빔 가이드부(300)의 하면은 투과 지지 영역(150c)의 상부에 위치하며, 상면은 에지링(130)의 하면에 인접하도록 위치할 수 있다. 따라서, 상기 빔 가이드부(300)는 하면을 통하여 입사되는 레이저 빔을 에지링(130)의 하면으로 조사되도록 할 수 있다.

[112] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 가이드부(300)는, 도 8을 참조하면, 바 형상이며, 중심축이 하부의 수직 직선과 중간의 경사 직선 및 상부의 수직 직선을 구비하도록 형성될 수 있다. 다만, 이러한 경우에도 상기 빔 가이드부(300)의 하면은 투과 지지 영역(150c)의 상부에 위치하며, 상면은 에지링(130)의 하면에 인접하도록 위치할 수 있다. 따라서, 상기 빔 가이드부(300)는 하면을 통하여 입사되는 레이저 빔을 에지링(130)의 하면으로 조사되도록 할 수 있다.

[113]

[114] 상기 냉각 가스 분사부(400)는 분사 하우징(410) 및 가스 분사관(420)을 포함할 수 있다. 상기 냉각 가스 분사부(400)는 적외선 투과판(160)의 상면에 냉각 가스를 분사하여 적외선 투과판(160)을 냉각시킬 수 있다. 상기 냉각 가스는 질소( $N_2$ ) 가스, 아르곤(Ar) 가스 또는 압축 냉각 공기일 수 있다.

[115] 상기 분사 하우징(410)은 냉각 가스 유입홀(411)을 포함할 수 있다. 상기 분사 하우징(410)은 내부가 중공이고 하부가 개방된 통 형상으로 형성될 수 있다. 상

기 분사 하우징(410)은 평면 형상이 외부 하우징(110)의 상부판(115)에 대응되는 형상으로 형성될 수 있다. 상기 분사 하우징(410)은 내부에 냉각 가스가 유입되는 냉각 가스 유입 공간(410a)이 형성될 수 있다.

- [116] 상기 냉각 가스 유입홀(411)은 분사 하우징(410)의 상판 또는 측면판에 외부에서 내부 측, 냉각 가스 유입 공간(410a)으로 관통하는 홀 형상으로 형성될 수 있다. 상기 냉각 가스 유입홀(411)은 분사 하우징(410)의 평면 면적에 따라 1개 또는 복수 개로 형성될 수 있다. 상기 냉각 가스 유입홀(411)은 냉각 가스가 냉각 가스 유입 공간(410a)으로 유입되는 경로를 제공할 수 있다.
- [117] 상기 가스 분사판(420)은 가스 분사홀(421)을 포함할 수 있다. 상기 가스 분사판(420)은 판상으로 형성되며, 분사 하우징(410)의 평면 면적에 대응되는 면적으로 형성될 수 있다. 상기 가스 분사판(420)은 분사 하우징(410)의 하부에 결합되어 분사 하우징(410)의 하부를 차폐할 수 있다.
- [118] 상기 가스 분사홀(421)은 가스 분사판(420)의 상면에서 하면으로 관통되어 형성된다. 상기 가스 분사홀(421)은 냉각 가스 유입 공간(410a)과 상부판(115)의 상부 관통홀(115a)을 연결할 수 있다. 상기 가스 분사홀(421)은 외부에서 냉각 가스 유입 공간(410a)으로 유입되는 냉각 가스를 상부 관통홀(115a)의 내측과 적외선 투과판(160)의 상면으로 분사할 수 있다.
- [119] 상기 가스 분사홀(421)은 복수 개가 가스 분사판(420)에 전체적으로 이격되어 형성될 수 있다. 상기 가스 분사홀(421)은 냉각 가스를 적외선 투과판(160)의 상면으로 전체적으로 균일하게 분사할 수 있다. 따라서, 상기 가스 분사판(420)은 하부의 적외선 투과판(160)을 보다 균일하게 냉각할 수 있다.
- [120]
- [121] 상기 기관 회전부(500)는 내측 회전 수단(510) 및 외측 회동 수단(520)을 포함할 수 있다. 상기 기관 회전부(500)는 기관 지지대(140)를 비접촉식으로 수평 방향으로 회전시킬 수 있다. 보다 구체적으로는 상기 내측 회전 수단(510)은 공정 챔버(100)의 챔버 하부 공간(100b)에서 기관 지지대(140)의 하부에 결합될 수 있다. 또한, 상기 외측 회동 수단(520)은 공정 챔버의 외측에서 내측 회전 수단(510)과 대향하여 위치할 수 있다. 상기 외측 회동 수단(520)은 내측 회전 수단(510)을 자력을 이용하여 비접촉식으로 회전시킬 수 있다.
- [122] 상기 내측 회전 수단(510)은 모터의 로터와 같은 구조로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 내측 회전 수단(510)은 전체적으로 링 형상으로 형성되며 N극과 S극이 원주 방향을 따라 교대로 형성되는 자석 구조로 형성될 수 있다. 상기 내측 회전 수단(510)은 기관 지지대(140)의 측부 지지대(143)에 결합될 수 있다. 이때, 상기 내측 회전 수단(510)은 하부판(117)의 상부에서 상측으로 이격되어 위치할 수 있다. 한편, 상기 내측 회전 수단(510)은, 구체적으로 도시하지 않았지만, 회전시에 진동을 방지하거나 원활하게 회전할 수 있도록 별도의 지지 수단에 의하여 지지될 수 있다. 예를 들면, 상기 내측 회전 수단(510)은 하부에 지지 베어링 또는 롤러에 의하여 지지될 수 있다.

- [123] 상기 외측 회동 수단(520)은 모터의 스테이터와 같은 구조로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 외측 회동 수단(520)은 링 형태로 형성되는 철심과 철심에 권취되는 도선을 포함할 수 있다. 상기 외측 회동 수단(520)은 도선에 공급되는 전원에 의하여 발생하는 자력으로 내측 회전 수단(510)을 회전시킬 수 있다. 상기 외측 회동 수단(520)은 외부 하우징(110)을 기준으로 내측 회전 수단(510)과 대향하도록 외부 하우징(110)의 외부에 위치할 수 있다. 즉, 상기 외측 회동 수단(520)은 내측 회전 수단(510)과 동일한 높이에서 외부 하우징(110)을 기준으로 외측에 위치할 수 있다.
- [124]
- [125] 다음은 본 발명의 일 실시예에 따른 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치의 작용에 대하여 설명한다. 이하에서는 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치를 구성하는 빔 가이드부의 작용을 중심으로 설명한다.
- [126] 도 9는 도 1의 빔 가이드바의 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다. 도 10은 도 7의 빔 가이드바의 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다. 도 11은 도 8의 빔 가이드바의 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다. 도 12는 빔 가이드바가 없는 상태에서 레이저 빔의 유도 방향과 조사 밀도를 시뮬레이션한 결과이다.
- [127] 상기 빔 가이드부(300)는, 도 9에서 보는 바와 같이, 하부에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔을 집속하여 상면의 상부로 유도할 수 있다. 상기 빔 가이드부(300)는 가열 지지 영역(200c)에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔을 에지링(130)의 하면으로 유도하여 조사할 수 있다.
- [128] 상기 레이저 빔은 VCSEL 모듈(220)에서 조사된 후에 빔 가이드부(300)의 하면을 통하여 내부로 입사된 뒤에 측면에서 내부 반사를 통하여 상면 방향으로 유도될 수 있다. 또한, 상기 레이저 빔은 빔 가이드부(300)의 측면을 통하여 외부로 조사되지 않으며, 상면 방향으로 유도될 수 있다. 상기 레이저 빔은 상면을 통하여 집속되어 출사되어 에지링(130)의 하면으로 조사되어 에지링(130)을 가열할 수 있다.
- [129] 상기 에지링(130)은 가열 에지 영역(200b)에 위치하는 VCSEL 모듈(220)과 가열 지지 영역(200c)에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔에 의하여 가열될 수 있다. 즉, 상기 에지링(130)은 가열 지지 영역(200c)에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔에 의하여 추가로 가열될 수 있다. 따라서, 상기 에지링(130)은 반도체 기판(a)과 기판 지지대(140)보다 많은 레이저 빔이 조사되어 가열되므로, 에지링(130)의 열이 기판 지지대(140)를 통하여 방열되더라도 반도체 기판(a)의 열이 에지링(130)을 통하여 방열되지 않을 수 있다. 상기 반도체 기판(a)은 외측의 열이 에지링(130)을 통하여 방열되지 않으므로, 중앙 영역과 외측 영역의 온도가 균일하게 가열될 수 있다.
- [130] 상기 빔 가이드부(300)는, 도 10 및 도 11에서 보는 바와 같이, 형상에 따라 에지링(130)의 하면으로 유도하는 레이저 빔의 밀도와 영역에 다소의 차이가 있으나,

가열 지지 영역(200c)에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔을 에지링(130)의 하면으로 추가적으로 유도할 수 있다.

- [131] 이에 비하여, 상기 레이저 빔은, 도 12에서 보는 바와 같이 빔 가이드부(300)가 없는 경우에 VCSEL 모듈(220)의 상면에서 소정 각도 범위로 분산되어 조사될 수 있다. 상기 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔은 조사 범위에 대하여 전체적으로 분산되어 조사되며, 필요로 하는 영역에 집중적으로 조사될 수 없다. 상기 가열 지지 영역(200c)에 위치하는 VCSEL 모듈(220)에서 조사되는 레이저 빔은 에지링(130)의 하면으로 집중적으로 조사되지 않으며 에지링(130)을 추가로 효율적으로 가열할 수 없다.
- [132] 상기 반도체 제조 장치는 반도체 기판(a)을 전체적으로 균일하게 가열할 수 있다. 따라서, 상기 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는, 구체적으로 도시하지 않았지만, 반도체 기판(a)의 상면에서 내측 영역과 외측 영역이 균일하게 Si 박막을 증착하는 것을 확인할 수 있었다. 상기 반도체 기판(a)은 Si 박막의 증착 과정에서 내측 영역과 외측 영역이 균일하게 가열되므로 Si 박막이 균일하게 증착되는 것으로 확인된다. 이에 비하여 기존의 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치(10)는 반도체 기판(a)의 외측 영역이 상대적으로 낮은 온도로 가열되므로 증착되는 Si 박막의 두께가 내측 영역에 비하여 얇아질 수 있다.
- [133]
- [134] 본 명세서에 개시된 실시예는 여러 가지 실시 가능한 예중에서 당업자의 이해를 돕기 위하여 가장 바람직한 실시예를 선정하여 제시한 것일 뿐, 이 발명의 기술적 사상이 반드시 이 실시예에만 의해서 한정되거나 제한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화와 부가 및 변경이 가능함 물론, 균등한 다른 실시예의 구현이 가능하다.

## 청구범위

- [청구항 1] 반도체 기판의 하면이 노출되도록 상기 반도체 기판의 외측 하면을 지지하는 에지링과 상기 에지링의 외측 하면을 지지하는 기판 지지대 및 상기 반도체 기판의 하부에 위치하는 레이저 빔 투과판을 구비하는 공정 챔버와,  
VCSEL 모듈의 레이저 빔을 상기 레이저 빔 투과판을 통하여 상기 반도체 기판과 상기 에지링의 하면으로 조사하는 기판 가열부 및  
상기 VCSEL 모듈의 레이저 빔을 상기 에지링의 하면으로 조사하는 빔 가이드부를 포함하며,  
상기 기판 가열부는 상기 VCSEL 모듈이 위치하는 가열 기판 영역과 가열 에지 영역 및 가열 지지 영역으로 구분되고,  
상기 빔 가이드부는 상기 가열 지지 영역에 위치하는 상기 VCSEL 모듈에서 조사되는 상기 레이저 빔을 상기 에지링의 하면으로 유도하여 조사하는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
상기 에지링은 내주면의 상부에서 외측 방향으로 연장되며, 내경이 상기 반도체 기판의 외경보다 작은 내경으로 형성되며,  
상기 기판 지지대는  
상기 에지링의 외경보다 작은 내경으로 형성되는 에지링 지지홀 및 상기 에지링 지지홀의 내주면 상부에서 외측 방향으로 연장되며, 내경이 상기 에지링의 외경보다 큰 내경으로 형성되는 에지링 지지 단턱을 구비하는 상부 지지대를 포함하는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,  
상기 에지링은 상기 반도체 기판과 수평면을 기준으로 단위 면적당 방사율이 동일하거나 큰 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,  
상기 레이저 빔 투과판은 상기 가열 기판 영역과 가열 에지 영역 및 가열 지지 영역에 대응되는 투과 기판 영역과 투과 에지 영역 및 투과 지지 영역을 구비하며,  
상기 빔 가이드부는 하면이 상기 투과 지지 영역의 상부에 위치하며, 상면이 상기 에지링의 하부에 위치하는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,

상기 빔 가이드바는 상면과 하면이 수평면이고 중심 축이 직선을 이루며, 상기 중심축이 상기 하면과  $90^\circ$ 보다 작은 각도를 이루도록 형성되는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.

[청구항 6]

제 4 항에 있어서,

상기 빔 가이드바는 중심축이 하부에서 수직 직선을 이루고, 상부에서 경사 직선을 이루도록 형성되며, 상기 수직 직선과 경사 직선은  $90^\circ$ 보다 큰 각도를 이루는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.

[청구항 7]

제 4 항에 있어서,

상기 빔 가이드바는 중심축이 하부의 수직 직선과 중간의 경사 직선 및 상부의 수직 직선을 이루도록 형성되는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.

[청구항 8]

제 1 항에 있어서,

상기 빔 가이드바는 꺾으로 형성되는 것을 특징으로 하는 에피택셜 공정용 에피택셜 공정용 반도체 제조 장치.