



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개실용신안공보(U)

(11) 공개번호 20-2016-0003445  
(43) 공개일자 2016년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)  
H01L 21/687 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/683 (2013.01)  
H01L 21/02293 (2013.01)  
(21) 출원번호 20-2016-0001599  
(22) 출원일자 2016년03월24일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
62/138,365 2015년03월25일 미국(US)

(71) 출원인  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애  
브뉴 3050  
(72) 고안자  
오키, 신이치  
일본 치바켄 사쿠라시 오사키다이 5-21-9  
모리, 요시노부  
일본 856-0022 오무라시 마수라가하라마치 47-40  
(74) 대리인  
특허법인 남앤드남

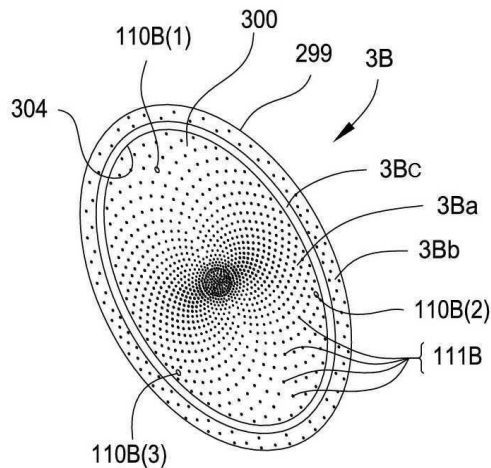
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 고안의 명칭 에피택셜 성장 장치를 위한 챔버 컴포넌트들

(57) 요약

에피택셜 성장 장치를 위한 챔버 컴포넌트들이 개시된다. 반응 챔버는 천장 플레이트에 의해 정의되고 형성된다. 반응 가스는, 측벽에 배치된 반응 가스 공급 경로에서 조정되고, 이에 의해, 반응 챔버 내에서의 반응 가스의 유동 방향의 수평 컴포넌트는 반응 가스 공급 경로의 개구부의 중앙으로부터 연장되는 방향의 수평 컴포넌트에 대응한다. 에피택셜 성장 장치의 상부 측벽, 서셉터, 및 조정 플레이트에 대한 개선들은 기관들 상에 형성되는 에피택셜 층의 형성 속도 및 균일성에 대한 개선들을 초래했고, 이는 더 높은 처리량 및 더 낮은 결함들을 초래한다.

대표도 - 도12a



(52) CPC특허분류

*H01L 21/68714* (2013.01)

*H01L 21/68785* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

에피택셜 성장 장치(epitaxial growth apparatus) 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터(susceptor)로서,

중심 축으로부터 외측 반경으로 연장되는 환형 본체 — 상기 환형 본체는 정상부 표면, 및 상기 정상부 표면에 대향하는(opposite) 바닥부 표면을 포함하고, 상기 정상부 표면은,

내측 반경으로 연장되고 상기 중심 축에 배치된 오목(concave) 부분,

상기 환형 본체의 둘레를 따라 배치된 오목하지-않은(non-concave) 부분, 및

상기 오목 부분을 상기 오목하지-않은 부분에 연결시키는 전이(transition) 부분을 포함하고,

상기 전이 부분은 상기 기관과의 어버트먼트(abutment)를 형성하고 상기 기관을 지지하도록 구성되며, 상기 전이 부분은, 상기 정상부 표면이 상방을 향하고 상기 중심 축이 수직으로 배치되는 경우, 상기 오목하지-않은 부분보다 더 낮은 높이(elevation) 및 상기 오목 부분보다 더 높은 높이에 존재함 —;

상기 정상부 표면으로부터 상기 바닥부 표면으로 연장되는 복수의 관통 홀들 — 상기 복수의 관통 홀들은 상기 오목 부분 및 오목하지-않은 부분들 내에 포지셔닝되고, 상기 오목 부분 및 상기 오목하지-않은 부분 내의 상기 복수의 관통 홀들의 밀도는 평방 센티미터당 적어도 5.0 관통 홀들임 —; 및

상기 중심 축을 중심으로 하는 상기 서셉터의 회전 동안 상기 기관의 수평 이동을 방지하도록 구성된 유지 표면을 포함하고,

상기 유지 표면은 상기 정상부 표면의 오목 부분 및 오목하지-않은 부분 중 적어도 하나에 대해 직각인,

에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 오목 부분 및 상기 오목하지-않은 부분은 상기 중심 축에 대해 직각으로 배치되는,

에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전이 부분은 상기 중심 축에 대해 직각인,

에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전이 부분은, 상기 정상부 표면이 상방으로 향하고 상기 중심 축이 수직으로 배치되는 경우, 상기 오목하지-않은 부분 위로 0.2밀리미터 미만 만큼 상승되는,

에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 전이 부분은, 상기 정상부 표면이 상방으로 향하고 상기 중심 축이 수직으로 배치되는 경우, 상기 오목하

지-않은 부분 위로 적어도 0.5밀리미터 높이에 배치되는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,  
상기 전이 부분은 상기 복수의 관통 홀들이 없는(free),  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,  
상기 서셉터의 두께는 오(5)밀리미터 미만인,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,  
상기 서셉터는 카본 그라파이트를 포함하는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,  
상기 바닥부 표면은, 관통 홀들이 없는 지지 포지션들을 포함하고, 상기 지지 포지션들 중 각각은 적어도 2밀리미터 폭 x 적어도 5밀리미터 길이의 치수들을 갖는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,  
상기 지지 포지션들은 상기 오목하지-않은 부분 바로 반대쪽에 배치되는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,  
상기 지지 포지션들은 상기 서셉터의 중심 축으로부터 등거리로 배치되는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 12

제 9 항에 있어서,  
상기 서셉터의 정상부 표면이 상방으로 향하고 상기 중심 축이 수직으로 배치되는 경우, 상기 지지 포지션들은 상기 바닥부 표면의 인접한 주위 부분(immediate surrounding portion)으로부터 적어도 0.7밀리미터 상승된 각각의 리세스된(recessed) 표면들을 포함하는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 관통 홀들의 중심 축들은 상기 서셉터의 중심 축에 대해 평행한,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,  
상기 서셉터의 외측 직경은 이백(200) 내지 삼백(300)밀리미터의 범위에 있는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,  
상기 환형 본체는 일체형으로(integrally) 형성되는,  
에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터.

### 고안의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 개시물은 에피택셜 성장을 사용한 필름 형성 방법 및 에피택셜 성장 장치에 관한 것이고, 더 구체적으로, 상기 방법을 가능하게 하는 그러한 에피택셜 성장 장치를 위한 챔버 컴포넌트들에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 현재, 에피택셜 성장을 사용하여, 기관 상에 에피택셜 필름을 성장시키기 위한 에피택셜 성장 장치로서, 프로세스 챔버, 및 프로세스 챔버에 배치되고, 회전 축을 중심으로 기관을 회전시키도록 구성된 회전 가능한 기관 지지부를 포함하는 장치가 공지되어 있고, 그러한 장치에서, 기관 지지부 상의 기관 상에 필름을 형성하기 위해, 반응 가스(reactant gas)는 기관에 평행한 방향으로 기관에 도입된다.

[0003] 그러한 에피택셜 성장 장치에서, 현재, 성장 레이트(rate)의 증가에 대한 필요가 존재한다. 그러나, 성장 레이트를 더 증가시키기 위해 많은 양의 소스 가스가 반응 가스에 포함되는 것은 바람직하지 않은데, 이는 예를 들어, 필름 형성 비용의 증가 또는 입자들의 수의 증가가 야기되기 때문이다.

[0004] 에피택셜 성장에서, 기관의 표면 상의 경계(boundary) 층(유량, 반응 가스 유동의 주 스트림(main stream)의 유량의 99%인 포지션에서)의 두께가 감소하는 경우, 성장 레이트의 증가가 예상되는 것으로 알려져 있다. 반면에, 경계 층의 두께가 단지(simply) 감소하는 경우, 기관의 표면 상에서 기관의 둘레 엣지(circumferential edge)를 향해 반응 가스가 빠져나가는(escape) 유동이 형성되고, 따라서 필름 두께 분포 또는 저항률(resistivity) 분포를 조정하기 어렵다.

#### 고안의 내용

[0005] 일 실시예에서, 에피택셜 성장 장치를 위한 상부 측벽이 본원에 개시된다. 상부 측벽은 본체를 포함한다. 본체는 상부 표면, 바닥부 표면, 및 제 1 및 제 2 볼록(convex) 부분들을 포함한다. 상부 표면은 천장(ceiling) 플레이트와의 어버트먼트(abutment)를 형성하도록 구성된 환형 형상을 갖는다. 환형 형상은 중심 축 주위에 배치된다. 바닥부 표면은 어버트먼트 표면 및 유동 가이드(guiding) 표면을 포함한다. 어버트먼트 표면들은, 상부 측벽을 지지하는 하부 측벽과의 어버트먼트를 형성하도록 구성된다. 유동 가이드 표면들은 전구체 가스들을 기관으로 및 기관으로부터 지향시키도록 구성된다. 제 1 및 제 2 볼록 부분들은 각각 바닥부 표면으로부터 연장된다. 유동 가이드 표면들은 제 1 볼록 부분과 제 2 볼록 부분 사이에 배치된다.

[0006] 다른 실시예에서, 조정 플레이트(rectification plate)가 본원에 개시된다. 조정 플레이트는 세장형 본체(elongated body), 복수의 관통 홀들(through holes), 및 파스너(fastener) 홀들을 포함한다. 세장형 본체는 제 1 표면 및 제 2 표면을 포함한다. 제 2 표면은 제 1 표면에 대향한다. 복수의 관통 홀들은 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장된다. 복수의 관통 홀들은 적어도 3개의 그룹들로 할당된다(allocated). 파스너 홀들은 적어도 3개의 그룹들의 인접한 관통 홀들 사이에 배치된다. 파스너 홀들은 제 1 표면으로부터 제 2 표면

으로 연장된다.

[0007]

[0007] 다른 실시예에서, 에피택셜 성장 장치 내에서 기판을 지지하기 위한 서셉터(susceptor)가 본원에 개시된다. 서셉터는 환형 본체 및 복수의 관통 홀들을 포함한다. 환형 본체는 중심 축으로부터 외측 반경으로 연장된다. 환형 본체는 정상부 표면, 및 정상부 표면에 대향하는 바닥부 표면을 포함한다. 정상부 표면은 오목(concave) 부분, 오목하지-않은(non-concave) 부분, 및 전이(transition) 부분을 포함한다. 오목 부분은 중심 축에 배치되고, 내측 반경으로 연장된다. 오목하지-않은 부분은 환형 본체의 둘레를 따라 배치된다. 전이 부분은 오목한 부분을 오목하지-않은 부분에 연결시킨다. 전이 부분은, 기판과의 어버트먼트를 형성하고 기판을 지지하도록 구성된다. 정상부 표면이 상방을 향하고 중심 축이 수직으로 배치되는 경우, 전이 부분은, 오목하지-않은 부분보다 더 높은 높이에 있다. 복수의 관통 홀들은 정상부 표면으로부터 바닥부 표면으로 연장된다. 복수의 관통 홀들은 오목 부분 및 오목하지-않은 부분 내에 포지셔닝된다. 오목 부분 및 오목하지-않은 부분에 서의 복수의 관통 홀들의 밀도는 평방 센티미터당 적어도 5.0 관통 홀들이다.

### 도면의 간단한 설명

[0008]

[0008] 도 1은, 본 개시물의 실시예에 따른, 에피택셜 성장 장치의 전체 구성을 예시하는 단면도이다.

[0009] 도 2는, 본 개시물의 실시예에 따른, 반응 챔버의 구성을 예시하는 분해 사시도이다.

[0010] 도 3은, 본 개시물의 실시예에 따른, 반응 챔버의 외측 구성을 예시하는 분해 사시도이다.

[0011] 도 4는, 본 개시물의 실시예에 따른, 천장 부분의 구성을 예시하는 사시 단면도이다.

[0012] 도 5는, 본 개시물의 실시예에 따른, 측벽의 내측 구성을 개략적으로 예시하는 도면이다.

[0013] 도 6은, 본 개시물의 실시예에 따른, 반응 가스 공급 경로를 예시하는 단면도이다.

[0014] 도 7a 및 7b는, 본 개시물의 실시예에 따른, 반응 가스 공급 경로를 개략적으로 예시하는 도면들이다.

[0015] 도 8a 및 8b는, 본 개시물의 실시예에 따른, 조정 플레이트의 예를 예시하는 사시도들이다.

[0016] 도 9는, 본 개시물의 실시예에 따른, 서셉터 링의 예를 예시하는 부분 단면도이다.

[0017] 도 10은, 본 개시물의 실시예에 따른, 서셉터 링의 다른 예를 예시하는 부분 단면도이다.

[0018] 도 11은, 본 개시물의 실시예에 따른, 서셉터의 예를 예시하는 평면도이다.

[0019] 도 12a 내지 12j는, 각각, 도 11의 서셉터의 다른 실시예의 상면 사시도, 저면 사시도, 평면도, 및 저면도이다.

[0020] 도 13은, 본 개시물의 실시예에 따른, 서셉터 지지부의 구성을 개략적으로 예시하는 도면이다.

[0021] 도 14는, 본 개시물의 실시예에 따른, 서셉터 샤프트를 예시하는 사시도이다.

[0022] 도 15는, 본 개시물의 실시예에 따른, 기판 리프트의 예를 예시하는 사시도이다.

[0023] 도 16은, 본 개시물의 실시예에 따른, 가스 배출 튜브의 예를 예시하는 사시 단면도이다.

[0024] 도 17은, 본 개시물의 실시예에 따른, 상부 반사체의 예를 예시하는 사시도이다.

[0025] 도 18은, 본 개시물의 실시예에 따른, 하부 반사체의 예를 예시하는 평면도이다.

[0026] 도 19는, 예들 및 비교 예들의 결과들을 예시하는 그래프이다.

[0027] 도 20a 내지 20f는, 도 1의 상부 측벽의 상면 사시도, 저면 사시도, 저면도, 좌측면도, 및 좌측 단면도이다.

[0028] 도 21은 관련 기술에 따른, 에피택셜 성장 장치의 반응 챔버의 외측 구성을 예시하는 분해 사시도이다.

[0029] 도 22는 관련 기술에 따른, 에피택셜 성장 장치의 상부 반사체의 예를 예시하는 평면도이다.

[0030] 도 23은 관련 기술에 따른, 에피택셜 성장 장치의 하부 반사체의 예를 예시하는 평면도이다.

[0031] 도 24a 내지 24c는, 각각, 도 8a 및 8b의 조정 플레이트의 다른 실시예의 상면 정면 사시도, 정면도, 및 평면도이다.

[0032] 도 25a 및 25b는, 각각, 도 24a의 조정 플레이트의 상류에 있는 반응 가스 도입 부분의 정면 저면 사시도 및 후면 저면 사시도이다.

[0033] 도 25c는, 도 24a의 조정 플레이트 및 도 25a의 반응 가스 도입 부분을 도시하는, 도 1의 에피택셜 성장 장치의 예의 부분적인 분해 상면 사시도이다.

### 고안을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] [0034] 에피택셜 성장을 사용한 필름 형성 방법 및 에피택셜 성장 장치를 제공하기 위해 본 개시물은 상기-언급된 상황들을 고려하여 이루어졌고, 상기 필름 형성 방법 및 에피택셜 성장 장치는, 필름 두께 분포 또는 저항률 분포의 관점으로부터, 필름 품질을 보장하면서 안정적이고 높은 성장 레이트를 달성할 수 있다. 더 구체적으로, 본 개시물은, 필름 형성 방법을 가능하게 하는 그러한 에피택셜 성장 장치를 위한 챔버 컴포넌트들을 설명한다. 예시적인 챔버 컴포넌트들은 상부 측벽, 서셉터, 및 조정 플레이트를 포함하고, 그러한 챔버 컴포넌트들의 개선들은 기관들 상에 형성된 에피택셜 층의 속도(speed) 및 균일성에 대한 개선들을 초래하며, 이는 더 높은 처리량 및 더 낮은 결함들을 초래한다.
- [0010] [0035] 본 개시물의 실시예에 따르면, 에피택셜 성장 장치를 위한 상부 측벽이 개시된다. 상부 측벽은, 천장 플레이트와의 어버트먼트를 형성하도록 구성된 환형 형상을 포함하는 상부 표면을 포함하는 본체를 포함하고, 환형 형상은 중심 축 주위에 배치된다. 상부 측벽은, 어버트먼트 표면 및 유동 가이딩 표면들을 포함하는 바닥부 표면을 더 포함한다. 어버트먼트 표면들은, 상부 측벽을 지지하는 하부 측벽과의 어버트먼트를 형성하도록 구성되고, 유동 가이딩 표면은 전구체 가스들을 기관으로 및 기관으로부터 지향시키도록 구성된다. 상부 측벽은 제 1 및 제 2 블록 부분들을 더 포함하고, 제 1 및 제 2 블록 부분들 각각은 바닥부 표면으로부터 연장되며, 유동 가이딩 표면들은 제 1 블록 부분과 제 2 블록 부분 사이에 배치된다. 이러한 방식으로, 전구체 가스들은, 더 큰 균일성으로, 기관으로 및 기관으로부터 지향될 수 있다.
- [0011] [0036] 본 개시물의 다른 실시예에 따르면, 에피택셜 성장 장치를 위한 전구체 가스 서브시스템이 개시된다. 전구체 가스 서브시스템은, 출력 표면을 포함하는 반응 가스 도입 부분, 및 적어도 하나의 전구체 가스를 출력 표면으로 전달하도록 구성된 복수의 출력 채널들을 포함한다. 전구체 가스 서브시스템은 조정 플레이트를 더 포함한다. 조정 플레이트는 제 1 표면, 제 1 표면에 대향하는 제 2 표면, 파스너 홀들, 및 복수의 관통 홀들을 포함하고, 복수의 관통 홀들은 제 1 표면으로부터 제 2 표면으로 연장되며 복수의 그룹들로 할당된다. 복수의 그룹들은, 각각, 복수의 출력 채널들과 연관되고, 파스너 홀들은, 조정 플레이트를 반응 가스 도입 부분에 부착시키기 위해 파스너들이 파스너 홀들을 통해 삽입되도록 구성된다. 이러한 방식으로, 복수의 출력 채널들 사이의 직교류 누설(cross flow leakage)이 감소되기 때문에, 더 균일한 에피택셜 층이 기관 상에 형성될 수 있다.
- [0012] [0037] 본 개시물의 다른 실시예에 따르면, 에피택셜 성장 장치 내에서 기관을 지지하기 위한 서셉터가 개시된다. 서셉터는, 중심 축으로부터 외측 반경으로 연장되는 환형 본체를 포함한다. 환형 본체는 정상부 표면, 및 정상부 표면에 대향하는 바닥부 표면을 포함한다. 정상부 표면은, 중심 축에 배치되고 내측 반경으로 연장되는 오목 부분을 포함한다. 정상부 표면은 환형 본체의 둘레를 따라 배치된 오목하지-않은 부분을 더 포함한다. 정상부 표면은, 오목 부분을 오목하지-않은 부분에 연결시키는 전이 부분을 더 포함한다. 전이 부분은 기관과의 어버트먼트를 형성하고 기관을 지지하도록 구성되며, 여기서, 정상부 표면이 상방을 향하고 중심 축이 수직으로 배치되는 경우, 전이 부분은 오목 부분보다 더 높은 높이 및 오목하지-않은 부분보다 더 낮은 높이에 존재한다. 서셉터는, 정상부 표면으로부터 바닥부 표면으로 연장되는 복수의 관통 홀들을 더 포함하고, 복수의 관통 홀들은 오목 부분 및 오목하지-않은 부분들 내에 포지셔닝된다. 오목 부분 및 오목하지-않은 부분에서의 복수의 관통 홀들의 밀도는 평방 센티미터당 적어도 오(5) 관통 홀들이다. 이러한 방식으로, 기관은, 에피택셜 층 형성 균일성을 개선하기 위해 더 균일한(homogeneous) 열 특성들을 갖는 에피택셜 성장 장치 내에서 지지될 수 있다.
- [0013] [0038] 여기서, 기관의 정상부 표면과 천장 플레이트 사이의 거리가, 미리 결정된 값과 동일하거나 그 미만이라도, 천장 플레이트가 지지부에 의해 지지되는 것이 바람직하다.
- [0014] [0039] 반응 가스 공급 경로는, 반응 가스의 입구(entrance)로부터, 반응 챔버에 연결된 출구(exit)로 상승하는(ascending) 계단형으로(step shape) 형성될 수 있다. 이러한 경우, 반응 가스의 원재료들(raw materials)인 복수의 소스 가스들이 계단형의 반응 가스 공급 경로에서 혼합된다.
- [0015] [0040] 가스 배출 경로는 측벽 외부에 배치된 가스 배출 부분에 연결될 수 있고, 가스 배출 부분은, 가스 배출



경로에 연결된 내부로부터, 외부로 협소해지는(narrowing) 개구부를 갖도록 형성될 수 있다.

- [0016] [0041] 반응 가스를 예열(pre-heat)하기 위해, 서셉터 링이 기관 장착 부분의 외측 둘레 상에 배치될 수 있다. 서셉터 링은, 측벽에 배치된 플랜지 부분 상에 장착된 외측 링 부분, 및 외측 링 부분의 정상부 표면 상에 배치된 오목 부분 상에 장착된 내측 링 부분으로 이루어진 2개의 부재들을 포함할 수 있고, 내측 링 부분은, 기관 장착 부분의 둘레 엣지와 기관 장착 부분의 내측 둘레 엣지와 외측 링 부분의 내측 둘레 엣지 사이의 갭을 감소시키기 위한 그러한 내측 직경을 가질 수 있다. 이러한 경우에, 내측 링 부분의 사용에 의해, 반응 가스가 기관 장착 부분의 둘레 엣지로부터 기관 장착 부분의 바닥부 표면으로 유동하는 것이 방지된다.
- [0017] [0042] 기관 장착 부분은 복수의 관통-홀들을 가질 수 있다.
- [0018] [0043] 반응 챔버를 미리 결정된 성장 온도로 가열하기 위한 제 1 가열 수단은 반응 챔버 위에 배치될 수 있고, 제 1 반사체(reflector)는 제 1 가열 수단 위에 배치될 수 있으며, 반응 챔버를 미리 결정된 성장 온도로 가열하기 위한 제 2 가열 수단은 반응 챔버 아래에 배치될 수 있고, 제 2 반사체는 제 2 가열 수단 아래에 배치될 수 있다. 이러한 경우에, 제 1 반사체는, 제 1 가열 수단으로부터의 열선들(heat waves)을 반응 챔버의 중앙으로 반사시키는 제 1 경사(slope) 부분 및 제 1 가열 수단으로부터의 열선들을 수직-하향 방향으로 반사시키는 제 1 편평(flat) 부분을 포함하고, 그리고 제 1 경사 부분 및 제 1 편평 부분은, 제 1 경사 부분 및 제 1 편평 부분의 지역 비율(ratio)이 미리 결정된 비율이 되어, 제 1 경사 부분 및 제 1 편평 부분의 분포가 편향되지(biased) 않도록 배열되는 것이 바람직하다. 부가적으로, 제 2 반사체는, 제 2 가열 수단으로부터의 열선들을 반응 챔버의 중앙으로 반사시키는 제 2 경사 부분 및 제 2 가열 수단으로부터의 열선들을 수직-상향 방향으로 반사시키는 제 2 편평 부분을 포함하고, 그리고 제 2 경사 부분 및 제 2 편평 부분은, 제 2 경사 부분 및 제 2 편평 부분의 지역 비율이 미리 결정된 비율이 되어, 제 2 경사 부분 및 제 2 편평 부분의 분포가 편향되지 않도록 배열되는 것이 바람직하다.
- [0019] [0044] 본 개시물에 따른, 에피택셜 성장을 사용한 필름 형성 방법 및 에피택셜 성장 장치에서, 지지부가 천장 플레이트를 천장 플레이트의 외측 및 상부측들로부터 지지하기 때문에, 기관의 정상부와 천장 플레이트 사이의 거리가 작고, 심지어 열 응력이 높은 경우에도, 천장 플레이트를 만족스럽게 지지하는 것이 가능하다. 그러므로, 경계 층의 두께를 감소시키는 것이 가능하고, 이로써, 성장 레이트의 증가에 기여한다. 반면에, 반응 가스가 반응 챔버 내로 도입되기 전에, 반응 가스는, 반응 챔버에서의 반응 가스의 유동 방향의 수평 컴포넌트가, 반응 챔버를 대면하는, 반응 가스 공급 경로의 개구부의 중앙으로부터, 반응 챔버의 중앙으로 연장되는 방향의 수평 컴포넌트에 대응하도록, 측벽에 배치된 반응 가스 공급 경로에서 조정된다. 따라서, 경계 층의 두께가 감소되는 상황에서, 반응 챔버의 기관의 표면 상에서 기관의 둘레 엣지를 향해 반응 가스가 빠져나가는 유동의 증가를 억제하는 것이 가능하고, 이로써, 반응 가스 유동의 안정화에 기여한다. 결과적으로, 필름 두께 분포 또는 저항률 분포의 관점으로부터, 필름 품질을 보장하면서 안정적이고 높은 성장 레이트를 달성하는 것이 가능하다.
- [0020] [0045] 이하에서, 본 개시물의 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치, 및 에피택셜 성장 장치를 사용하여 수행되는 에피택셜 성장을 사용하는 필름 형성 방법이 설명될 것이다. 또한, 상기 필름 형성 방법의 이점들을 획득하기에 특히 유익한 그러한 에피택셜 성장 장치를 위한 챔버 컴포넌트들이 설명된다.
- [0021] 에피택셜 성장 장치의 구성
- [0022] [0046] 우선, 본 개시물의 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치(1)의 구성이 개략적으로 설명될 것이다. 도 1은 에피택셜 성장 장치(1)의 전체 구성을 예시하는 단면도이다. 도 2는 에피택셜 성장 장치(1)의 반응 챔버(2)의 구성을 예시하는 분해 사시도이다. 도 3은 에피택셜 성장 장치(1)의 반응 챔버(2)의 외측 구성을 예시하는 분해 사시도이다.
- [0023] [0047] 에피택셜 성장 장치(1)는, 예를 들어, 실리콘의 필름이 기관(W) 상에 에피택셜 성장될 수 있게 하는 필름 형성 장치이다.
- [0024] [0048] 에피택셜 성장 장치(1)는 반응 챔버(2)를 포함한다. 반응 챔버(2)는, 상부에 기관(W)이 장착되는 서셉터(3), 측벽(4), 및 천장(5)을 포함한다.
- [0025] [0049] 서셉터(3)는, 상부측으로부터 볼 때 원형 형상을 갖는 플레이트-형 부재이고, 기관(W)보다 약간 더 큰 크기를 갖는다. 서셉터(3)에는, 상부에 기관(W)이 장착되는 기관 오목 부분(3a)이 제공된다. 서셉터(3)는 복수의 아암들(arms)을 갖는 서셉터 지지부(6)에 의해 지지된다.



- [0026] [0050] 서셉터 지지부(6)는, 서셉터(3)를 지지하면서, 서셉터(3)를 상향 및 하향으로 리프팅한다. 상부에 기관(W)이 장착되는 서셉터(3)의 표면의 리프팅 범위는, 서셉터(3) 상의 기관(W) 상에 필름이 형성되는 필름-형성 포지션(P1)으로부터, 기관(W)이 에피택셜 성장 장치(1)의 안과 밖으로 옮겨지는(put) 기관-운반 포지션(P2)까지의 범위이다. 서셉터 지지부(6)는, 필름-형성 포지션(P1)에서 서셉터 지지부(6)의 축을 중심으로 회전함으로써, 서셉터(3) 및 기관(W)이 회전할 수 있게 하도록 구성된다.
- [0027] [0051] 환형 서셉터 링(7)은 필름-형성 포지션(P1)에서 서셉터(3) 주위에 배치된다. 세부 사항들은 이후에 설명되겠지만, 서셉터 링(7)은 제 1 링(11), 및 제 1 링(11) 상에 위치한 제 2 링(12)을 포함한다. 서셉터 링(7)은 반응 챔버(2)의 측벽(4)에 배치된 플랜지 부분(13)에 의해 지지된다.
- [0028] [0052] 천장 부분(5)은 천장 플레이트(21), 및 천장 플레이트(21)를 지지하는 지지부(22)를 포함한다. 천장 플레이트(21)는 투과성(permeability)을 가지며, 천장 플레이트(21)의 외부 위에 배치된 가열 수단(23)(예를 들어, 할로겐 램프) 및 상부 반사체(26)로부터의 열을 전달하는 것에 의해 반응 챔버(2)의 내부를 가열시키도록 구성된다. 즉, 본 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치(1)는 냉벽(cold wall) 유형의 에피택셜 성장 장치이다. 본 실시예에서, 천장 플레이트(21)는 석영으로 형성된다.
- [0029] [0053] 천장 플레이트(21)를 지지하는 지지부(22)는 환형 형상을 갖는다. 천장 플레이트(21)는, 지지부(22)의 내측 엣지 내부의 개구부(24)의, 기관(W)에 근접한, 단부에 고정된다. 고정 방법의 예는 용접 방법이다.
- [0030] [0054] 측벽(4)은 환형 상부 측벽(31), 및 환형 하부 측벽(32)을 포함한다. 플랜지 부분(13)은 하부 측벽(32)의 내측 둘레 상에 배치된다. 기관 운반 포트(30)는 플랜지 부분(13)의 아래에 배치된다. 상부 측벽(31)은, 상부 측벽(31)의 정상부 표면 상의 지지부(22)의 돌출부(25)의 외부 경사 부분에 대응하는 경사 부분을 갖는다. 지지부(22)는 상부 측벽(31)의 경사부 상에 배치된다.
- [0031] [0055] 하부 측벽(32)의 정상부 표면에서, 하부 측벽(32)의 외측 둘레의 일부는 영역에서 컷아웃(cut out)되고, 컷아웃이 형성되지 않은 영역은, 상부에 상부 측벽(31)이 장착되는 장착 표면(33)으로서 역할을 한다. 하부 측벽(32)의 컷아웃에 의해, 제 1 오목 부분(34)이 하부 측벽(32)에 형성된다. 즉, 제 1 오목 부분(34)은, 하부 측벽(32)의 정상부 표면의, 장착 표면(33)이 형성되지 않은 일부에 형성된 오목 부분이다. 상부 측벽(31)에서, 제 1 오목 부분(34)의 형상에 대응하고 제 1 오목 부분(34)과 제 1 볼록 부분 사이에 갭(35)을 형성하기 위해, 상부 측벽을 하부 측벽(32) 상에 장착할 때, 제 1 오목 부분(34)에 대응하는 포지션에 제 1 볼록 부분(36)이 형성된다. 제 1 볼록 부분(36)과 제 1 오목 부분(34) 사이의 갭(35)은 반응 가스 공급 경로(공급 경로)(41)로서 역할을 한다. 반응 가스 공급 경로(41)의 세부 사항들은 이후에 설명될 것이다.
- [0032] [0056] 하부 측벽(32)의 제 1 오목 부분(34)의 맞은편 영역에서, 하부 측벽(32)의 정상부 표면의 외측 둘레 부분의 일부가 컷아웃되어 제 2 오목 부분(37)을 형성한다. 상부 측벽(31)에서, 제 2 오목 부분(37)의 형상에 대응하고 제 2 오목 부분(37)과 제 2 볼록 부분 사이에 갭(38)을 형성하기 위해, 상부 측벽을 하부 측벽(32) 상에 장착할 때, 제 2 오목 부분(37)에 대응하는 포지션에 제 2 볼록 부분(39)이 형성된다. 상부 측벽(31)의 제 2 볼록 부분(39) 및 제 2 오목 부분(37)에 의해 가스 배출 경로(42)가 형성된다.
- [0033] [0057] 이러한 방식으로, 반응 가스 공급 경로(41) 및 가스 배출 경로(42)는 반응 챔버(2)에서 서로 대면하며, 반응 챔버(2)에서의 반응 가스는 기관(W) 위를 수평 방향으로 유동한다.
- [0034] [0058] 하부 측벽(32)의 제 2 오목 부분(37)을 구성하는 벽 표면(43)에 퍼지 홀(44)이 형성되고, 퍼지 가스 퍼지 홀(44)을 통해 배출된다. 퍼지 홀(44)은 플랜지 부분(13)의 아래에 형성된다. 제 2 오목 부분(37)을 구성하는 벽 표면(43)에 퍼지 홀(44)이 형성되므로, 퍼지 홀(44)은 가스 배출 경로(42)와 소통한다(communicate). 그러므로, 반응 가스 및 퍼지 가스 양자 모두 가스 배출 경로(42)를 통해 배출된다.
- [0035] [0059] 환형 플랫폼(45)이 측벽(4)의 하부 측벽(32)의 바닥부 표면 측 상에 배치되어, 측벽(4)이 플랫폼(45) 상에 위치된다. 플랫폼은 환형 클램핑 부분(51) 내에 배치될 수 있다(도 1 참조).
- [0036] [0060] 환형 클램핑 부분(51)은 플랫폼(45), 측벽(4), 및 천장 부분(5)의 외측 둘레 측들 상에 배치되고, 그리고 환형 클램핑 부분(51)은 플랫폼(45), 측벽(4), 및 천장 부분(5)을 클램핑하고 지지한다. 클램핑 부분(51)에는, 반응 가스 공급 경로(41)와 소통하는 공급-측 소통 경로(52), 및 가스 배출 경로(42)와 소통하는 배출-측 소통 경로(53)가 제공된다. 가스 도입 튜브(55)가 공급-측 소통 경로(52) 내에 삽입된다. 가스 배출 튜브(58)가 배출-측 소통 경로(53) 내에 삽입된다.
- [0037] [0061] 반응 가스 도입 부분(54)은 클램핑 부분(51)의 외부에 배치되고, 그리고 반응 가스 도입 부분(54) 및 공

급-측 소통 경로(52)는 서로 소통한다. 본 실시예에서, 제 1 소스 가스 및 제 2 소스 가스는 반응 가스 도입 부분(54)으로부터 도입된다. 제 2 소스 가스는 또한, 캐리어 가스로서 역할을 한다. 셋 또는 그 초과 유형들의 가스들의 혼합물이 반응 가스로서 사용될 수 있다. 가스 유동 채널에 대해 수직하도록, 조정 플레이트(56)가 반응 가스 도입 부분(54)과 공급-측 소통 경로(52)의 결합부(joint)에 배치된다. 조정 플레이트(56)에는, 둘레 방향(circumferential direction)을 따라 일렬로 복수의 홀들(56a)이 제공되고, 반응 가스로 하여금 홀들(56a)을 통과하게 함으로써 제 1 소스 가스 및 제 2 소스 가스가 혼합되고 조정된다. 가스 배출 부분(57)은 클램핑 부분(51)의 외부에 배치된다. 가스 배출 부분(57)은 반응 가스 도입 부분(54)을 대면하는 포지션에 배치되고, 반응 챔버(2)의 중앙은 가스 배출 부분(57)과 가스 도입 부분(54) 사이에 개재된다.

[0038] [0062] 장치 바닥부 부분(61)은 플랫폼(45)의 내측 둘레 측의 하부 파트(part)에 배치된다. 다른 가열 수단(62) 및 하부 반사체(65)가 장치 바닥부 부분(61)의 외부에 배치되어, 기관(W)이 하부측으로부터 가열될 수 있다.

[0039] [0063] 장치 바닥부 부분(61)의 중앙에는, 퍼지 가스 도입 부분(도시되지 않음)이 제공되고, 퍼지 가스 도입 부분을 통해, 서셉터 지지부(6)의 측 부분(63)이 삽입되고 퍼지 가스가 도입된다. 퍼지 가스는, 퍼지 가스 도입 부분에 배치된 퍼지 가스 도입 수단(도시되지 않음)으로부터, 플랫폼(45), 하부 측벽(32), 및 장치 바닥부 부분(61)에 의해 형성된 하부 반응 챔버 파트(64) 내로 도입된다. 퍼지 홀(44)은 하부 반응 챔버 파트(64)와 소통한다.

[0040] 에피택셜 성장을 사용하는 필름 형성 방법의 요약

[0041] [0064] 본 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치를 사용하는 필름 형성 방법이 이하에서 설명될 것이다.

[0042] [0065] 우선, 서셉터(3)가 기관-운반 포지션(P2)으로 이동되고, 기관(W)이 기관 운반 포트(30)로부터 옮겨지며(put in), 그리고 서셉터(3)가 필름-형성 포지션(P1)으로 이동된다. 예를 들어, 200mm의 직경을 갖는 실리콘 기관이 기관(W)으로서 사용된다. 그런 후에, 기관은, 가열 수단(23 및 62)의 사용에 의해, 대기(standby) 온도(예를 들어, 800℃)로부터 성장 온도(예를 들어, 1100℃)로 가열된다. 퍼지 가스(예를 들어, 수소)가 퍼지 가스 도입 부분으로부터 하부 반응 챔버 파트(64) 내로 도입된다. 반응 가스(예를 들어, 제 1 소스 가스로서 트리클로로실란, 및 제 2 소스 가스로서 수소)가 반응 가스 도입 부분(54)으로부터 반응 가스 공급 경로(41)를 통해 반응 챔버(2) 내로 도입된다. 반응 가스는 기관(W)의 표면 상에 경계 층을 형성하고, 반응이 경계 층에서 발생한다. 따라서, 실리콘 필름이 기관(W) 상에 형성된다. 반응 가스는, 반응 챔버(2)와 소통하는 가스 배출 경로(42)로부터 배출된다. 퍼지 가스는 퍼지 홀(44)을 통해 가스 배출 경로(42)로 배출된다. 이러한 방식으로 에피택셜 성장이 종료된 후, 온도는 대기 온도로 하락하고, 기관(W)은 꺼내어져서 반도체 제조 장치의 다른 챔버로 이동된다.

[0043] 에피택셜 성장 장치를 사용하는 필름 형성 방법의 세부 사항들

[0044] [0066] 본 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치(1)의 구성 부재들의 세부 사항들 및 본 실시예에 따른 필름 형성 방법의 세부 사항들이 이하에서 설명될 것이다.

[0045] [0067] 도 4는 본 실시예의 천장 부분(5)의 구성을 예시하는 사시 단면도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 천장 플레이트(21)를 지지하는 지지부(22)의 내측 엣지는 기관을 향해 천천히 감소하는 직경을 갖는다. 천장 플레이트(21)는, 기관(W)을 대면하는, 내측 엣지의 단부 부분에 고정된다. 지지부(22)를 후면측(rear side)(바닥측)으로부터 보면, 내측 둘레 부분이 돌출되어 돌출부(25)를 형성한다. 돌출부(25)는 돌출 방향으로 천천히 감소하는 직경을 갖도록 형성된다. 이러한 방식으로, 지지부(22)는 2개의 경사 부분들을 포함한다. 즉, 지지부(22)는, 천장 플레이트(21)의 둘레 엣지에서, 둘레 엣지의 외측 및 상부측으로부터 천장 플레이트(21)를 지지한다. 돌출부(25)는, 천장 플레이트와의 계면에서 지지부(22)를 두껍게 하는(thickening) 것에 의해, 열적 유도 응력 크랙들이 지지부(22)에서 발생하는(developing) 것을 방지하고, 이로써, 응력 집중(stress concentration)을 회피하는데, 그렇게 하지 않으면, 돌출부(25)가 없는 지지부(22)에 응력 집중이 형성될 것이다.

[0046] [0068] 도 20a 내지 20f는, 도 1의 상부 측벽(31)의 상면 사시도, 저면 사시도, 저면도, 좌측면도, 및 좌측 단면도이다. 상부 측벽(31)은 정상부 표면(200)을 갖는 본체(199)를 포함하고, 정상부 표면(200)은 지지부(22)의 돌출부(25)에 대해 접하도록(abut) 구성된다. 정상부 표면(200)은 중심 축(A1)을 갖는 만곡된(curved) 환형 형상으로 형성될 수 있다. 만곡된 환형 형상은 상부 측벽의 둘레를 따라 균일할 수 있다. 균일성은, 지지부(22)가 상부 측벽(31)과의 계면(interface)을 효율적으로 형성할 수 있게 한다. 또한, 정상부 표면의  $q_0$  각도는,

어버트먼트 계면이 형성될 때 천장 플레이트(21)를 더 낮게 배치하고 이로써 기관(W)과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)를 감소시키기 위해, 상부 측벽(31)을 통해 또는 상부 측벽(31)을 실질적으로 통해 돌출부(25)가 연장될 수 있게 하도록, 중심 축(A1)에 수직인 방향에 대해 적어도 18도 각을 이룰 수 있다.

[0047] [0069] 상부 측벽(31)은, 상부 측벽(31)의 바닥부 표면(202)으로부터, 중심 축(A1)에 대해 평행하게 연장되는 제 1 및 제 2 볼록 부분들(36, 37)을 더 포함한다. 제 1 및 제 2 볼록 부분들(36, 37)은, 각각, 서로를 향하고 그리고 중심 축(A1)으로부터 등거리에 배치될 수 있는 내측 표면들(205A, 205B)을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 볼록 부분들(36, 37)은 하부 측벽(32)의 제 1 및 제 2 오목 부분들(34, 39)의 형상들에 대응하고, 제 1 및 제 2 볼록 부분들과 제 1 및 제 2 오목 부분들 사이에 각각 배치된 갭들(35, 38)은 반응 가스 공급부(41) 및 가스 배출 경로(42)로서 역할을 한다. 제 1 및 제 2 볼록 부분들(36, 37)은 각각, 각각의 각도 길이들(angular lengths)( $q_1$ ,  $q_2$ )을 따라서, 상부 측벽(31)의 둘레를 따라 연장될 수 있다. 각도 길이들은 칠십-오(75)도 내지 백십(110)도의 범위에 있다. 각도 길이들( $q_1$ ,  $q_2$ )은, 전구체 가스들이 기관(W) 위에 균일한 커버리지(coverage)를 제공하고 그리고 기관(W)을 횡단한 후에 반응 챔버(2)(도 1)를 빠져 나갈 수 있게 한다. 길이 각도들( $q_1$ ,  $q_2$ )은, 전구체 가스들이 반응 챔버(2)에 진입하고 떠나갈 때, 전구체 가스들의 온도 변화들 및 질량 변화들을 고려하여 서로 상이할 수 있지만, 바람직하게는, 길이 각도들은 동일하다. 상부 측벽의 바닥부 표면(202)은 제 1 및 제 2 볼록 부분들(36, 37) 사이에 배치된 유동 가이드 표면들(204A, 204B)을 포함할 수 있다. 유동 가이드 표면들(204A, 204B)은, 각각, 반응 가스 공급부(41)를 반응 챔버(2)로 그리고 반응 챔버(2)로부터 가이드하는 데에 사용된다. 유동 가이드 표면(204A)은, 기관(W)에서 전구체 가스들의 균일한 경계 층 형성을 용이하게 하기 위해, 기관(W)에 평행하게 또는 실질적으로 평행하게(또는 중심 축(A1)에 대해 직각으로(orthogonal)) 배치될 수 있다. 유동 가이드 표면(204B)은, 전구체 가스들이 기관(W)을 횡단한 이후, 기관(W)으로부터 전구체 가스들의 효율적인 제거를 용이하게 하기 위해, 중심 축(A1)에 대해 직각이-아닌 각도로 배치될 수 있다. 이러한 방식으로, 상부 측벽(31)은, 균일성을 강화하기 위해, 전구체 가스들을 기관(W)으로 및 기관(W)으로부터 지향시킬 수 있다.

[0048] [0070] 상부 측벽(31)의 바닥부 표면(202)은 또한, 하부 측벽(32)에 대해 어버트먼트를 형성하도록 배열된 어버트먼트 표면들(206A, 206B)을 포함한다는 것이 주지된다. 어버트먼트 표면들(206A, 206B)은, 하부 측벽(32) 상의 효율적인 설치를 용이하게 하기 위해, 중심 축(A1)에 대해 직각으로 배치될 수 있다. 상부 측벽(31)의 본체는 또한, 동작 동안 낮은 열 팽창 및 높은 온도 내성(resistance)을 위해 석영을 포함할 수 있다. 상부 측벽(31)의 본체는, 동작 동안 열 응력 크랙킹의 가능성을 최소화하기 위해, 일체형으로(integrally) 형성될 수 있다.

[0049] [0071] 이러한 방식으로, 본 실시예에서, 지지부(22)가, 관련 기술에서보다 응력이 덜 집중되는 그러한 형상으로 형성되기 때문에, 기관(W)과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)가 감소될 수 있는데, 즉, 10mm 미만으로 감소될 수 있다.

[0050] [0072] 구체적으로, 가열 수단(23)으로부터의 대부분의 적외선들이 천장 플레이트(21)를 통과하지만, 천장 플레이트(21)는 서셉터(3) 또는 기관(W)으로부터 복사열을 흡수한다. 흡수된 열은 지지부(22)와의 결합부를 통해 천장 플레이트(21)로부터 지지부(22)에 입력된다. 여기서, 기관(W)과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)가 감소되는 경우, 흡수된 복사열의 양이 증가하여, 지지부(22)로의 열 입력의 양이 증가한다. 그러므로, 관련 기술에서의 천장 부분(5')에서와 같이 지지부(22)가 실질적으로 직사각형 코너(25')를 갖는 경우, 응력이 코너(25') 상에 집중될 수 있어서 크랙들 등을 생성할 수 있다.

[0051] [0073] 반면에, 본 실시예에서, 지지부(22)에 돌출부(25)를 형성하고, 천장 플레이트(21)의 둘레 엣지에서, 둘레 엣지의 외측 및 상부측으로부터 천장 플레이트(21)를 지지하는 것에 의해, 천장 플레이트(21)는, 가능한 작게 응력이 쉽게 집중되는 코너(25')를 형성하는 것 없이, 기관 측에 대해 지지될 수 있다.

[0052] [0074] 본 실시예에서, 상기 설명된 바와 같이 경계 층을 협소하게 하기 위해 천장 플레이트(21)와 기관(W) 사이의 거리가 감소되기 때문에, 반응 가스가 기관(W)의 외부로 빠져나갈 가능성이 있고 기관의 필름 두께 분포가 잘 균일화되지(uniformized) 않을 수 있는데, 이는 바람직하게는, 방지되어야 한다. 따라서, 본 실시예에서, 이하에서 설명되는 바와 같이, 가스 유동을 균일화하기 위해, 반응 가스 공급 경로(41)에 가이드 부분이 배치된다.

[0053] [0075] 반응 가스 공급 경로(41)에 배치된 가이드 부분은 도 5 내지 7b와 관련하여 이하에서 상세하게 설명될 것이다. 상기 설명된 바와 같이, 반응 가스 공급 경로(41)는 하부 측벽(32)의 제 1 오목 부분(34) 및 상부 측

벽(31)의 제 1 볼록 부분(36)에 의해 형성되고, 공급-측 소통 경로(52)의 가스 도입 튜브(55)를 통해 반응 가스 도입 부분(54)과 소통한다. 반응 가스 공급 경로(41)는, 반응 가스 도입 부분(54)으로부터의 가스 도입 방향에 대응하는 방향(수평 방향)으로 연장되는 제 1 공급 경로(71), 가스 도입 방향에 수직인 방향(수직 방향)으로 연장되고, 제 1 공급 경로(71)와 소통하는 제 2 공급 경로(72), 및 가스 도입 방향에 평행한 방향(수평 방향)으로 연장되고, 제 2 공급 경로(72)와 소통하는 제 3 공급 경로(73)를 포함한다. 제 3 공급 경로(73)는 반응 챔버(2)와 소통한다. 즉, 반응 가스 공급 경로(41)는, 반응 가스의 입구인 공급-측 소통 경로(52)로부터, 반응 가스의 출구이며 반응 챔버(2)에 연결된 출구로 상승하는 계단형으로 형성된다.

[0054] [0076] 여기서, 제 2 공급 경로(72)는 상기 설명된 바와 같이 수직 방향으로 연장되기 때문에, 반응 가스 도입 부분으로부터 도입된 가스는, 반응 가스 도입 부분(54)을 대면하는, 제 2 공급 경로(72)의 벽 표면(74)과 접촉하게 된다. 따라서, 반응 가스가 확산되어(diffused), 반응 가스의 혼합 특성이 개선된다. 즉, 제 2 공급 경로(72)는 반응 가스의 혼합 챔버로서 역할을 한다. 이러한 경우에, 본 실시예에서, 반응 가스가 제 2 공급 경로(72)에 머물지 않도록, 수직 방향으로 연장되는 그루브(75)가 제 2 공급 경로(72)의 벽 표면(74)에 형성되고, 그루브(75)는 가이드 부분으로서 역할을 한다. 그루브(75)가 이러한 방식으로 형성되기 때문에, 제 2 공급 경로(72)의 벽 표면(74)과의 접촉에 의해 확산된 가스는, 제 3 공급 경로(73) 내로 쉽게 유동할 수 있고, 그루브(75)를 따라 조정되어 반응 가스의 직선적 유동 특성을 개선할 수 있으며, 이로써, 반응 가스가 반응 챔버(2)에서 유동할 때, 반응 가스의 확산을 억제한다.

[0055] [0077] 그루브(75)는 이하에서 상세하게 설명될 것이다. 복수의 그루브들(75)이, 제 2 공급 경로(72)의 벽 표면(74)의 전체 표면에서 오목 부분으로서 연속적으로 형성된다. 도 7b에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서, 오목 부분으로서의 그루브들(75)은 그루브들의 폭 방향으로 만곡되며, 정상부 측으로부터 볼 때, 각각의 그루브(75)는 호(arc) 형상으로 보인다. 그루브(75)가 폭 방향으로 만곡되기 때문에, 반응 가스가 벽 표면(74)의 그루브들(75)의 바닥부와 접촉하게 될 때, 반응 가스는, 확산될 가능성이 없고(집중될(concentrated) 가능성이 있고), 반응 가스가 반응 챔버(2)에서 유동할 때, 기관(W)의 외부로 확산될 가능성이 없다. 그루브들(75)의 깊이가 과도하게 크면, 확산은 억제될 수 있지만, 반응 가스의 제 1 소스 가스 및 제 2 소스 가스가 혼합될 가능성이 없다. 본 개시물의 실시예에서, 그루브들(75)의 깊이는 바람직하게, 1mm 내지 5mm의 범위로 설정되고, 더 바람직하게는, 3mm로 설정된다.

[0056] [0078] 그루브들(75)은 하부 측벽(32)의 평면-내 방향(in-plane direction)으로 중앙(c)을 향해 형성된다. 즉, 그루브들(75)은 하부 측벽(32)의 둘레 방향을 따라서 배열된다. 그루브들을 이러한 방식으로 배열하는 것에 의해, 그루브들(75)에 의해 가이드되고 반응 챔버(2) 내로 도입되는 반응 가스의 유동 방향의 수평 컴포넌트가, 반응 챔버(2)를 대면하는, 반응 가스 공급 경로(41)의 개구부의 중앙으로부터, 반응 챔버(2)의 중앙으로 연장되는 방향의 수평 컴포넌트에 대응하도록 조정 특성이 강화될 수 있고, 이로써, 반응 챔버(2)에서 반응 가스의 확산을 억제한다.

[0057] [0079] 그루브들(75)은, 각각의 그루브(75)의 폭 방향의 중심이, 반응 가스 도입 부분(54)에 배치된 조정 플레이트(56)의 각각의 홀(56a)의 중심에 실질적으로 일치하는(agree)(대응하는) 포지션들에서 형성된다. 즉, 본 실시예에서, 벽 표면(74)의 그루브들(75)의 개수는 홀들(56a)의 개수와 동일하다. 따라서, 조정 플레이트(56)에 의해 조정된 반응 가스가 그루브들(75)에서 유동하기 때문에, 조정 성능이 더 강화되어, 반응 가스의 직선적 유동 특성을 개선한다.

[0058] [0080] 본 실시예에서, 그루브들(75)은 제 2 공급 경로(72)의 벽 표면(74)의 전체 표면에 형성되지만, 제 2 공급 경로(72)의 벽 표면(74)의 적어도 단부 부분에서 형성될 수 있다. 그러한 단부 부분은 복수의 영역들 중 최단부 영역에 대응하는 부분을 의미하며, 조정 플레이트(56)의 홀들은 그러한 복수의 영역들로 분할된다. 예를 들어, 도 7a 및 7b에 도시된 예에서, 조정 플레이트(56)는 3개의 영역들(81)로 분할되고, 그루브들(75)은 오직 최단부 영역들(82 및 83)의 홀들에 대응하도록 형성되어야 한다. 상기 설명된 바와 같이 반응 가스가 기관(W)의 외부로 빠져나갈 가능성이 있기 때문에, 반응 가스 공급 경로(41)의 단부 부분들에서 반응 가스의 직선적 유동 특성을 강화하도록 그루브들(75)이 형성되는 것이 특히 바람직하다. 이러한 경우에, 오목 부분의 형태의 가이드로서 역할을 하는 그루브들(75)을 형성하는 것에 의해, 그러한 효과를 쉽게 획득하는 것이 가능하다. 예를 들어, 조정 부재가 제 2 공급 경로(72)에 개별적으로 배치되는 경우, 반응 가스의 혼합 특성 또는 제조 비용에서 문제가 발생할 수 있다. 그러나, 그러한 문제는, 본 실시예에서와 같은 오목 부분으로서 그루브들(75)을 형성함으로써 해결된다.

[0059] [0081] 도 8a 및 8b는 조정 플레이트(56)의 예를 예시하는 사시도들이다. 도면들에서 도시된 바와 같이, 조정



플레이트(56)의 관통 홀들은 그루브들(75)의 패턴을 따르도록 구성된다. 조정 플레이트(56)의 개구부 비율은 바람직하게, 스크러버와 같은 부수적인 장비, 또는 외부 파이프의 형상, 및 길이 등뿐만 아니라 성장 레이트의 관점을 고려한 최적 값이 되도록 결정된다.

[0060]

[0082] 도 24a 내지 24c는, 각각, 도 8a 및 8b의 조정 플레이트의 다른 실시예인 조정 플레이트(56')의 상면 정면 사시도, 정면도, 및 평면도이다. 조정 플레이트(56')가, 반응 챔버(2) 내로의 진입 동안에 전구체 가스들의 더 고도의 제어를 초래한다는 것이 관찰되었는데, 이는 더 양호한 균일성을 용이하게 한다. 조정 플레이트(56')는, 제 1 표면(210) 및 제 1 표면(210)에 대향하고 오(5) 밀리미터 미만으로 분리된 제 2 표면(212)을 포함하는 세장형 본체(209)를 포함한다. 조정 플레이트(56')는, 제 1 표면(210)으로부터 제 2 표면(212)으로 연장되는 원형 단면들을 갖는 관통 홀들(214)을 포함한다. 관통 홀들(214)은 정밀한 유동 제어를 위해 3.5밀리미터 미만의 직경들을 가질 수 있다. 관통 홀들(214)의 중심 축은, 제 1 표면(210) 및 제 2 표면(212)에 대해 직각으로 또는 비-직각으로 배치될 수 있지만, 더 균일한 유동을 용이하게 하기 위해 전구체 가스들을 조정 플레이트(56')를 통하여 지향시키도록, 바람직하게는 직각이고 서로에 대해 평행할 수 있다. 관통 홀들(214)은 3개의 영역들(81, 81(82), 81(83))에 대응하는 복수의 그룹들(216A, 216B, 216C)로 할당될 수 있다. 하부 측벽(32)의 그루브들(75)이 동일한 높이에 배치될 수 있기 때문에, 관통 홀들(214)은 제 1 표면(210)을 따라 정렬된 포지션들에서 제 1 표면(210)에 대해 개방될 수 있다. 이러한 방식으로, 관통 홀들(214)은 전구체 가스들을 하부 측벽(32)의 그루브들(75)로 지향시킬 수 있다.

[0061]

[0083] 조정 플레이트(56')의 관통 홀들(214) 중 각각의 위치 및 크기는, 전구체 가스들의 미리 결정된 분배를 그루브들(75)에 제공하도록 구성될 수 있고, 이로써, 적어도 3개의 그룹들(216A, 216B, 216C) 내에서 불균등하게 이격될 수 있다. 조정 플레이트(56')는 가스켓(220), 반응 가스 도입 부분(54), 및 환형 클램핑 부분(51)과 함께 동작한다. 이와 관련하여, 도 25a 및 25b는, 각각, 도 24a의 조정 플레이트의 상류에 있는 반응 가스 도입 부분(54)의 배면 저면 사시도 및 정면 저면 사시도이다. 반응 가스 도입 부분(54)은, 전구체 가스들을 가스 혼합 플레넘(224) 내로 수용하기 위해, 하나 또는 그 초과 유입구 유닛들(221A, 221B)을 포함할 수 있다. 반응 가스 도입 부분(54)은 조정 플레이트(56')의 영역들(81, 81(82), 81(83))에 각각 대응하는 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))을 포함한다. 반응 가스 도입 부분(54)은, 조정 플레이트(56')의 상류에 있는 위치에서 반응 가스들이 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))을 빠져나가는 출력 표면(228)을 포함한다. 도 25c에 도시된 바와 같이, 반응 가스 도입 부분(54)은, 예를 들어, 하나 또는 그 초과 파스너들(230)을 이용하여 환형 클램핑 부분(51)에 고정될 수 있고, 반응 가스 도입 부분과 환형 클램핑 부분 사이에 가스켓(220)을 이용하여 환형 클램핑 부분에 대해 밀봉될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))을 통해 유동하는 전구체 가스의 유량이, 조정 플레이트(56')의 영역들(81, 81(82), 81(83)) 중 대응하는 각각의 영역들에서 관찰되지 않았다는 것이 발견되었는데, 이는 기관(W) 위의 전구체 가스의 유동의 불-균일성을 초래한다.

[0062]

[0084] 이러한 불-균일성을 고치기 위해, 수정들이 조정 플레이트(56') 내에 통합되었다. 이와 관련하여, 도 8a의 조정 플레이트(56)와 달리, 도 24a의 조정 플레이트(56')는, 출력 표면(228)에 배치된 고정 홀들(235A, 235B)에서 파스너들(234A, 234B)이 조정 플레이트(56')를 반응 가스 도입 부분(54)에 더 고정적으로 부착시키도록 구성된 파스너 홀들(232A, 232B)을 포함한다. 파스너 홀들(232A, 232B)의 직경들은, 예를 들어, 3.5밀리미터 초과 직경의 충분한 크기의 파스너들이 조정 플레이트(56')를 반응 가스 도입 부분(54)에 고정적으로 부착시킬 수 있게 하기 위해, 관통 홀들(214)의 직경들보다 더 클 수 있다. 파스너들(234A, 234B)은, 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))과 조정 플레이트(56')의 상류 사이에서 전구체 가스들의 유동 교환(flow exchange)(또는 누설)을 방지하는 것을 돕는다. 파스너 홀들(232A, 232B)은 복수의 그룹들(216A, 216B, 216C)의 각각의 인접한 쌍들 사이에 또는 실질적으로 사이에 배치될 수 있고, 고정 홀들(235A, 235B)은 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))의 각각의 인접한 쌍들 사이에 배치될 수 있다. 파스너 홀들(232A, 232B)은 또한, 관통 홀들(214)과 정렬될 수 있다. 이러한 방식으로, 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))과 조정 플레이트(56')의 상류 사이의 유동 교환이 방지된다. 3개의 출력 채널들(226(1)-226(3))에서의 전구체 가스들의 유량들은 조정 플레이트(56')의 각각의 영역들(81, 81(82), 81(83))의 유량들과 더 잘 대응하며, 이는 기관(W) 위의 전구체 가스들의 고도의 유동 균일성을 초래한다.

[0063]

[0085] 균일성 및 경계 층 제어는, 기관(W) 상의 에피택셜 층의 성장 레이트 및 균일성을 용이하게 할 때 고려하는 단 2개의 인자들이다. 본 실시예에서, 상기 설명된 바와 같이 경계 층을 협소하게 하기 위해 천장 플레이트(21)와 기관(W) 사이의 거리가 감소되기 때문에, 반응 가스는 반응 챔버(2)의 하부 파트 내로 쉽게 유동할 수 있고, 기관(W)의 온도 분포가 균일화될 가능성이 없을 수 있다. 결과적으로, 두꺼운 필름을 형성할 때, 필름 두께 분포 또는 필름 품질의 열화(degradation)(예를 들어, 저항률의 분포 또는 결정 결함들의 발생)가 야기될

수 있다. 본 실시예에서, 이러한 문제들을 방지하기 위해, 서셉터 링(7)이 2개의 부재들에 의해 형성된다. 이 점은 이하에서 설명될 것이다.

- [0064] [0086] 도 9에서 확대된 것과 같이, 서셉터 링(7)의 제 1 링(11)은 서셉터의 외측 둘레로부터 이격되어 배치되고, 제 1 링의 내측 둘레에는 낮은 정상부 표면을 갖는 계단형 부분(91)이 형성된다. 제 2 링(12)은 계단형 부분(91) 상에 위치되고, 그리고 제 2 링(12)은, 제 1 링(11)과 서셉터(3) 사이에 형성된 공극(clearance) 부분(92)을 대면하도록, 즉, 공극 부분(92)으로 돌출되도록 형성된다. 제 2 링(12)은, 제 2 링(12)의 정상부 표면이 서셉터(3)의 정상부 표면과 동일 평면 상에 있도록(flush) 배치된다. 이러한 방식으로 제 2 링(12)의 정상부 표면이 서셉터(3)의 정상부 표면과 동일 평면 상에 있도록 만드는 것에 의해, 반응 가스 공급 경로(41) 등에서 혼합되고 조정된 상태로 유지되는 반응 가스가, 가능한 많이 유량을 낮추는 것 없이, 기관(W)에 원활하게(smoothly) 공급될 수 있다. 본원에서 언급되는 서셉터(3)의 정상부 표면은 기관 오목 부분(3a)(도 1, 2, 11, 및 12 참고)이 형성되지 않은 영역의 서셉터(3)의 정상부 표면을 의미한다. 본 실시예의 제 2 링(12)은 열 전도성을 고려하여 실리콘 탄화물로 형성된다.
- [0065] [0087] 이러한 방식으로 상이한 부재들로부터 제 1 링(11) 및 제 2 링(12)을 형성하는 것에 의해, 서셉터 링(7)이 더 높은 정확도로 구성될 수 있다. 즉, 서셉터 링(7)과 서셉터(3) 사이의 거리가 한계까지 감소될 수 있고, 따라서, 기관(W)의 후면측, 즉, 반응 챔버의 바닥측(64)으로의 반응 가스의 유동을 감소시키는 것, 그리고 기관(W)의 온도 분포를 균일화하는 것이 가능하다. 결과적으로, 본 실시예에 따라, 형성된 필름의 필름 품질 분포 또는 필름 두께 분포가 균일화된다.
- [0066] [0088] 제 1 링(11) 및 제 2 링(12)으로 이루어진 2개의 부재들을 제공하는 것에 의해, 제 1 링(11)과 제 2 링(12) 사이의 열의 전도가, 제 1 링(11) 및 제 2 링(12)이 단일 부재로 형성되는 경우보다 더 억제될 수 있다.
- [0067] [0089] 이러한 방식으로 제 2 링(12)으로 하여금 공극 부분(92)을 대면하게 하는 것에 의해, 필름을 형성할 때, 서셉터 링(7)과 서셉터(3) 사이로부터 하부 측으로 향하는 반응 가스의 누설을 감소시키는 것이 가능하고, 따라서, 반응 가스의 유동은 교란될(disturbed) 가능성이 없다. 하부 측으로의 반응 가스의 누설이 감소될 수 있기 때문에, 입자들을 감소시키는 것이 가능하다.
- [0068] [0090] 이러한 경우에, 제 2 링(12)은 제 1 링(11)보다 더 얇다. 따라서, 복사에 의한, 서셉터(3)로부터의 열 손실을 억제하는 것이 가능하다. 제 2 링(12)이 더 얇기 때문에, 제 2 링(12)을 미리 결정된 고온으로 유지하기(예열하기) 위한 열의 양을 감소시키는 것이 가능하다. 다른 실시예에서, 제 1 링(11)이, 작은 열 전도성을 갖는 재료로 형성되는 경우, 제 1 링(11)은 열 절연체로서 역할을 하고, 이로써, 상기-언급된 효과를 더 강화한다.
- [0069] [0091] 본 실시예에서, 제 2 링(12)은 공극 부분(92)을 대면하도록 구성되지만, 본 개시물은 이러한 구성으로 제한되지는 않는다. 서셉터 링(7)은, 제 2 링(12)이 적어도, 제 1 링(11)의 계단형 부분(91) 상에 위치되는 한, 높은 정밀도로 구성될 수 있다. 따라서, 서셉터 링(7)과 서셉터(3) 사이의 거리는 한계까지 감소될 수 있고, 따라서, 기관(W)의 후면측으로의 반응 가스의 유동을 감소시키는 것, 그리고 기관의 온도 분포를 균일화하는 것이 가능하다.
- [0070] [0092] 본 실시예에서, 경계 층을 협소하게 하기 위해 천장 플레이트(21)와 기관(W) 사이의 거리가 감소되기 때문에, 천장 플레이트(21)의 천장 표면은 반응 가스로 쉽게 코팅될 수 있다. 천장 표면이 코팅되는 경우, 천장 표면이 흐려지며(bedimmed), 따라서, 필름은, 가열 수단(23)을 사용하여 천장 플레이트(21)를 통해 가열되는 냉벽 유형의 에피택셜 성장 장치를 사용하여, 만족스럽게 형성되지 않을 수 있다. 이와 반대로, 본 실시예에서, 반응 가스 공급 경로(41)의 벽 표면에 그루브들(75)을 형성하는 것 그리고 상기 설명된 바와 같이 2개의 부재들로부터 서셉터 링(7)을 형성하는 것에 의해, 반응 가스가 반응 챔버(2)에 머무를 가능성이 없고, 따라서, 코팅 재료의 부착을 억제하는 것이 가능하다. 결과적으로, 필름을 연속적으로 그리고 만족스럽게 형성하는 것이 가능하다.
- [0071] [0093] 도 10은 서셉터 링(7)의 수정 예를 도시한다. 이러한 수정 예는, 제 2 링(12A)이 공극 부분(92A)을 커버하도록 배치되는 점에서, 도 9에 도시된 실시예와 상이하다. 이러한 수정 예에서, 제 1 링(11A)은 측벽(32A)의 플랜지 부분(13A) 상에 위치된다. 제 2 링(12A)은 제 1 링(11A)의 계단형 부분(91A) 상에 위치되고, 내측 둘레는 서셉터(3A)의 외측 둘레와 대면한다.
- [0072] [0094] 이러한 수정 예에서, 제 2 링(12A)이 공극 부분(92A)을 커버하도록 배치되기 때문에, 반응 챔버(2A) 내로 유동하는 반응 가스의, 하부 반응 챔버 파트(64A)로의 유동을 더 억제하는 것이 가능하다. 여기서, 제 2 링

(12A)이, 도 10에 도시되지 않은 가열 수단(23)으로부터의 서셉터(3A)의 가열을 차단하는 것을 방지하기 위해, 제 2 링(12A) 및 서셉터(3A)의 겹치는 지역이 작은 것이 바람직하다.

[0073] [0095] 이러한 수정 예에서, 제 2 링(12A)의 두께는 바람직하게, 예를 들어, 0.5mm 내지 2mm의 범위로 설정되고, 더 바람직하게는, 약 0.8mm로 설정된다. 이러한 두께를 설정하는 것에 의해, 서셉터(3A)로부터 제 2 링(12A)으로의 복사에 기인한 열 손실을 가능한 많이 억제하는 것이 가능하다.

[0074] [0096] 도 11 및 12a-12j는, 각각, 본 개시물의 2개의 실시예들에 따른, 서셉터(3A 및 3B)의 예들을 예시하는 평면도들이다. 도면들에 도시된 바와 같이, 서셉터들(3A 및 3B)에는, 각각, 리프트 핀들(123)(도 13 참고)이 통과하는 리프트-핀 관통-홀들(110A 및 110B(1)-110B(3))이 제공된다. 도 12a에 도시된 바와 같이, 복수의 관통-홀들(111B)이 형성될 수 있다. 기관(W)과 서셉터(3B) 사이에 가스가 포획될(trapped) 수 있는 몇몇 경우들에서, 문제가 발생할 수 있다. 포획된 채로 남는 경우, 포획된 가스는 서셉터(3B)와 기관(W) 사이의 열 전달 특성들을 변화시킬 수 있고, 이는 기관(W) 상에 형성되는 에피택셜 층의 관찰 가능한 불-균일성을 야기할 수 있다. 포획된 가스는, 기관(W)이 서셉터(3B) 상에 위치되고 기관(W)이 수평 방향으로 작은 슬라이딩(minor sliding)을 겪을 때, 관통-홀들(111B)을 통해 방출될 수 있다. 관통-홀들(111B)을 포함하는 서셉터(3B)가 사용되는 경우, 기관(W) 상의 필름 두께 균일성 분포 또는 저장률 분포는, 서셉터(3A)가 사용되는 경우보다 뛰어나다. 이러한 우수성은, 관통-홀들(111B)의 직경들이 더 작아지게 되고 관통 홀들(111B)의 수량이 더 많아지게 되는 경우에 발생하는 것으로 보인다. 평방 센티미터당 적어도 약 5.0 관통-홀들(111B), 예를 들어, 평방 센티미터당 약 5.1 초과 관통-홀들(111B)의 관통-홀들(111B) 밀도를 갖는 것이, 우수한 균일성과 연관된다고 여겨진다. 개구 비율이 사(4) 퍼센트를 초과하는 것이 바람직하고, 그리고 서셉터의 오목 부분(3Ba) 주위뿐만 아니라 오목하지-않은 부분(3Bb)에도 관통-홀들(111B)이 형성되는 것이 더 바람직하다. 일 실시예에서, 관통-홀들(111B)은 약 1mm의 직경을 가질 수 있다. 도 12e-12h에 도시된 실시예에서, 관통-홀들(111B)은 스테거형(staggered) 패턴으로 배열될 수 있다. 스테거형 패턴은, 제 1 공동 반경 상에 정렬된, 관통-홀들(111B)의 제 1 그룹이, 제 2 공동 반경 상에 정렬된, 관통-홀들(111B)의 제 2 그룹의 일부인 관통-홀들(111B)과 (본질적으로) 방사상으로 정렬되지 않는 것을 의미하고, 여기서, 홀들의 제 1 및 제 2 그룹들의 공동 반경들 사이에 있는 공동 반경 상에 정렬된 홀들이 없다. 이러한 실시예에서, 관통-홀들(111B)은 평방 센티미터당 적어도 5.0 관통-홀들(111B), 예컨대, 평방 센티미터당 적어도 5.1 관통-홀들(111B) 또는 평방 센티미터당 적어도 5.2 관통-홀들(111B)의 밀도를 가질 수 있다. 도 12h에 도시된 바와 같이, 관통-홀들(111B)은 제 1 챔퍼(chamfer)(1250) 및 제 2 챔퍼(1252) 중 하나 또는 양자 모두를 포함할 수 있다. 제 1 챔퍼(1250)는 서셉터(3B)의 정상부 표면(300)에 포지셔닝된다. 제 2 챔퍼(1252)는 서셉터(3B)의 바닥부 표면(302)에 포지셔닝된다. 챔퍼들(1250, 1252)은, 크랙 형성들을 방지하는 것에 의해, 서셉터(3B)를 강화하는(strengthening) 것을 돕는다.

[0075] [0097] 도 12i-12j에 도시된 실시예에서, 관통-홀들(111B)은 방사상으로 정렬된 패턴으로 배열될 수 있다. 이러한 실시예에서, 관통-홀들(111B)은 평방 센티미터당 적어도 5.0 관통-홀들(111B)의 밀도, 예컨대, 평방 센티미터당 적어도 5.2 관통-홀들 또는 평방 센티미터당 적어도 5.1 관통-홀들(111B)의 밀도를 가질 수 있다. 더 높은 홀 밀도는 기관 배면 퍼지 가스 유동 균일성 및 기관으로부터 벗어나는(away from) 기관 배면 아웃가스(outgas) 유동을 개선한다. 이는, 기관 배면 결함들을 감소시키는 것을 돕는다. 더 높은 홀 밀도는 또한, 퍼지 가스를 천장 부분(5)에 균등하게 분배하는 것에 의해, 측벽 코팅을 감소시킨다.

[0076] [0098] 도 12a-12j의 서셉터(3B)를 계속해서 참조하면, 서셉터(3B)는, 정상부 표면(300), 및 정상부 표면(300)에 대향하는 바닥부 표면(302)을 갖는 환형 본체(299)를 포함한다. 환형 본체(299)는, 백(100) 내지 백오십(150) 밀리미터 범위의 거리만큼 중심 축( $A_0$ )로부터 외측 반경( $R_0$ )으로 연장될 수 있다. 서셉터(3B)는 일체형으로 형성될 수 있고, 강하고(strong) 온도 내성인 재료, 예를 들어, 카본 그라파이트를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 서셉터(3B)는 또한, 실리콘 카바이드 코팅을 포함할 수 있다. 실리콘 카바이드 코팅은 화학 기상 증착(CVD) 프로세스를 통해, 또는 다른 적합한 프로세스들을 통해 증착될 수 있다. 일 실시예에서, 실리콘 카바이드는 관통-홀들(111B)의 내부 직경을 코팅한다. 정상부 표면(300)은 기관(W)과의 어버트먼트를 형성하도록 구성되고, 이로써, 기관(W)을 지지한다. 서셉터의 열 에너지 보유를 최소화하고, 이로써 서셉터(3B)와 기관(W) 사이의 열 과도 현상들(thermal transients) — 이러한 열 과도 현상들은 기관(W) 위에 형성되는 에피택셜 층의 불-균일성을 초래할 수 있음 — 을 최소화하기 위해, 서셉터(3B)의 최대 두께는 오(5) 밀리미터 미만일 수 있다.

[0077] [0099] 정상부 표면(300)의 오목 부분(3Ba)은 서셉터(3B)의 중심 축( $A_0$ )에 배치될 수 있고, 내측 반경( $R_1$ )으로 오십(50) 내지 백(100) 밀리미터 범위만큼 연장될 수 있다. 정상부 표면(300)의 오목하지-않은 부분(3Bb)은 환



형 본체(299)의 둘레를 따라 배치될 수 있고, 전이 부분(3Bc)을 이용하여 오목 부분(3Ba)에 연결될 수 있다. 전이 부분(3Bc)은, 기관(W)의 평면-형상 바닥부와 어버트먼트를 형성하는 것에 의해, 기관(W)의 평면-형상 바닥부를 단독으로(solely) 지지할 수 있고, 에피택셜 성장 장치(1)(도 1)의 동작 동안에 오목 부분(3Ba) 위로 0.2밀리미터 미만 만큼 상승될 수 있다. 전이 부분(3Bc)은, 관통-홀들(111B)과 연관된 둘레 코너들(peripheral corners)이 기관(W)과 접촉하고 미립자들(particulates)을 생성하는 것을 방지하기 위해, 관통-홀들(111B)이 없을 수 있다(free). 정상부 표면(300)의 전이 부분(3Bc)은, 에피택셜 성장 장치(1)(도 1)의 동작 동안의 서셉터(3B)의 회전 동안에 기관(W)의 수평 이동을 방지할 수 있는 환형 유지 표면(304)을 형성하기 위해, 에피택셜 성장 장치(1)(도 1)의 동작 동안에, 오목하지-않은 부분(3Bb) 아래에 적어도 0.5밀리미터 높이에 있을 수 있다. 유지 표면(304)은 서셉터(3B)의 정상부 표면(300)의 오목 부분(3Ba) 또는 오목하지-않은 부분(3Bb) 중 적어도 하나에 직각일 수 있거나 또는 실질적으로 직각일 수 있다. 이러한 방식으로, 기관(W)은 서셉터(3B)에 의해 지지될 수 있다.

[0078] [00100] 기관(W)은 서셉터(3B) 상에 위치되고, 서셉터 지지부(6)의 적어도 세(3)개의 리프트 핀들(도시되지 않음)을 사용하여 서셉터(3B)로부터 제거된다(도 13 내지 16과 관련하여 이후에 논의됨). 서셉터(3B)는, 서셉터(3B)의 중앙 주위에 동심적으로(concentrically) 배치될 수 있고 백이십(120)도 만큼 분리될 수 있는 세(3)개의 리프트-핀 관통-홀들(110B(1)-110B(3))을 포함하는 것에 의해, 세(3)개의 리프트 핀들의 사용을 용이하게 한다. 리프트-핀 관통-홀들(110B(1)-110B(3))은, 기관(W)을 전이 부분(3Bc)으로부터 리프팅하고 전이 부분(3Bc) 상에 하강시키기 위해 서셉터 지지부(6)의 리프트 핀들이 서셉터(3B)를 통해 이동하는 것을 허용하도록 구성될 수 있다. 리프트-핀 관통-홀들(110B(1)-110B(3))은, 미립자들을 야기할 수 있는 날카로운 코너들의 형성을 방지하기 위해, 관통-홀들(111B) 중 임의의 관통-홀 내로 연장되지 않도록 배치될 수 있다. 일단 리프팅되면, 기관(W)은 반응 챔버(2)의 안으로 및 밖으로의 이동을 위해 로봇에 액세스 가능할 수 있다.

[0079] [00101] 서셉터(3B)는 또한 서셉터 지지부(6)의 3개의 아암들에 의해 지지된다(도 13 내지 16과 관련하여 이후에 논의됨). 3개의 아암들은 지지 포지션들(312(1)-312(3))에서 서셉터(3B)의 바닥부 표면(302)과 접촉할 수 있고 지지할 수 있다. 지지 포지션들(312(1)-312(3))은 바닥부 표면(302) 상에 배치될 수 있고, 오목하지-않은 부분(3Bb)에 대해 바로 반대쪽에 있을 수 있다. 지지 포지션들(312(1)-312(3))은, 3개의 아암들로부터의 미립자들이 기관(W)의 정상부 표면에 도달할 수 있는 가능성을 최소화하기 위해, 관통-홀들(111B)이 없을 수 있다. 지지 포지션들(312(1)-312(3))은 각각, 적어도 이(2) 밀리미터 x 적어도 오(5) 밀리미터의 치수들을 가질 수 있다. 지지 포지션들(312(1)-312(3)) 각각은 또한, 3개의 아암들로부터의 미립자들을 포함하고 이러한 미립자들이 기관(W)에 도달하는 것을 방지하기 위해, 바닥부 표면(302)의 인접한 주위 부분(immediate surrounding portion)으로부터 적어도 0.7밀리미터 상승될 수 있는 리세스된(recessed) 표면들(314(1)-314(3))을 각각 포함할 수 있다. 도 13 내지 16은, 서셉터(3B)와 관련하여 상기 간략하게 언급된 바와 같은 서셉터 지지부(6)의 예들을 도시한다. 도 13에 도시된 바와 같이, 서셉터 지지부(6)는 서셉터 샤프트(121), 기관 리프트(122), 및 리프트 핀들(123)을 포함한다. 서셉터(3)는 서셉터 샤프트(121)의 3개의 아암들에 의해 지지된다. 기관 리프트(122)의 3개의 아암들에는, 오목 부분을 갖는 페데스탈들(124)이 제공되고, 그러한 오목 부분들 상에, 각각, 대응하는 리프트 핀(123)의 하부 단부가 위치된다. 기관 리프트(122)의 축 부분은 원통 형상으로 형성되고, 서셉터 샤프트(121)의 축 부분은 기관 리프트(122)의 축 부분 내로 삽입될 수 있다.

[0080] [00102] 본 실시예에서, 서셉터 지지부(6)의 아암들은 관련 기술에서보다 더 작은 두께를 갖는다. 따라서, 가열 수단(62)의 사용에 의해 서셉터(3) 상의 기관(W)을 가열할 때 서셉터 지지부(6)의 영향이 감소될 수 있기 때문에, 서셉터(3)의 온도 분포를 균일화하는 것이 가능하다. 실시예의 서셉터 지지부(6)의 상세한 구성 및 리프팅 작동은, 본 개시물의 출원인에 의해 출원된 국제 공보 W02013/005481의 팜플렛에 설명된 서셉터 장치에서와 동일하다. 그러나, 국제 공보의 팜플렛에 설명된 서셉터 장치는 단일 서셉터 샤프트(플랫폼 샤프트)를 포함하지만, 본 실시예의 서셉터 지지부(6)는 3개의 서셉터 샤프트들(아암들)(121)을 포함한다.

[0081] [00103] 도 16은 본 실시예의 가스 배출 튜브(58)의 예를 예시하는 사시 단면도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 가스 배출 튜브(58)는, 개구부가, 반응 챔버(2)로부터 가스 배출 부분(57)으로, 중앙을 향하여 협소해지도록 형성된다. 따라서, 중앙에서 배기가 조정되고, 이로써, 배기 효율을 개선한다.

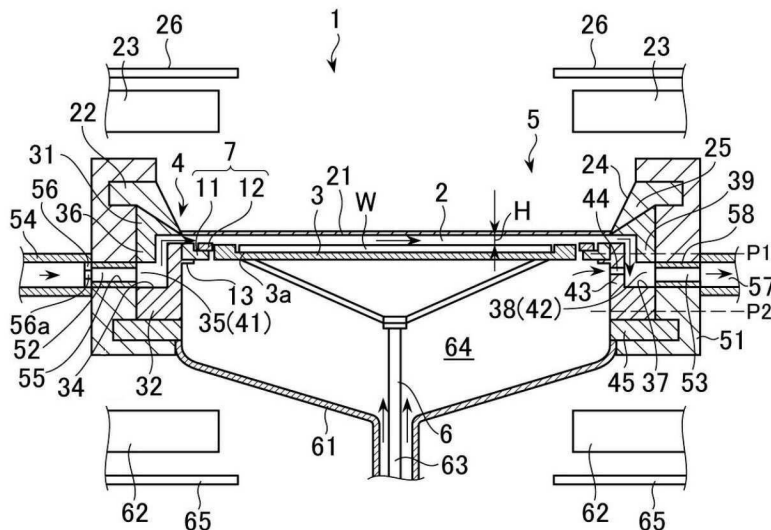
[0082] [00104] 도 21은 관련 기술에 따른 에피택셜 성장 장치의 반응 챔버(2)의 외측 구성의 환형 클램핑 부분(51')을 예시하는 분해 사시도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 가스 도입 튜브(55) 및 가스 배출 튜브(58)와 가스 도입 튜브(55') 및 가스 배출 튜브(58')를 비교하면, 튜브들의 중앙 부분들에서의 마감 처리된(finished) 부분들이, 본 실시예에서 제거된다. 따라서, 필름 두께 분포에 영향을 주는 가스의 유동이 원활해진다.

- [0083] [00105] 퍼지 홀(44) 및 가스 배출 경로(42)의 개구부 비율이 과도하게 큰 경우, 반응 가스는 하부 반응 챔버 파트(64) 내로 유동하고, 개구부 비율이 과도하게 작은 경우, 퍼지 가스는 반응 챔버(2)에서의 필름 형성 프로세스에 영향을 준다. 따라서, 퍼지 홀 및 가스 배출 경로의 개구부들은 개구부 비율들이 최적 값들을 갖도록 형성된다.
- [0084] [00106] 도 17은 본 개시물의 실시예에 따른 상부 반사체(26)의 예를 예시하는 사시도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 상부 반사체(26)는 가열 수단(23)으로부터의 열선들을 반응 챔버(2)의 중앙으로 반사시키는 경사 부분들(26a), 및 가열 수단(23)으로부터의 열선들을 수직-하향 방향으로 반사시키는 편평 부분들(26b)을 포함한다. 반면에, 도 22는 관련 기술에 따른 에피택셜 성장 장치의 상부 반사체(26')의 예를 예시하는 사시도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 관련 기술의 상부 반사체(26')는 경사 부분들(26a') 및 편평 부분들(26b')을 포함하지만, 경사 부분들(26a)의 배열에서, 본 개시물의 실시예에 따른 상부 반사체(26)와 상이하다. 구체적으로, 본 개시물의 실시예에 따른 상부 반사체(26)는, 관련 기술의 상부 반사체(26')의 편평 부분(26b')의 중앙에 경사 부분이 추가되는 배열을 갖는다. 이러한 방식으로, 경사 부분들(26a) 및 편평 부분들(26b)의 지역 비율이 미리 결정된 비율이 되도록, 그리고 경사 부분들(26a) 및 편평 부분들(26b)의 분포가 편향되지 않도록 경사 부분들(26a) 및 편평 부분들(26b)을 배열하는 것에 의해, 기관(W)의 온도 분포의 균일화가 달성된다.
- [0085] [00107] 도 18은 본 개시물의 실시예에 따른 하부 반사체(65)의 예를 예시하는 사시도이다. 도 23은 관련 기술에 따른 에피택셜 성장 장치의 하부 반사체(65')의 예를 예시하는 사시도이다. 상부 반사체(26)와 유사하게, 하부 반사체(65)는, 가열 수단(62)으로부터의 열선들을 반응 챔버(2)의 중앙으로 반사시키는 경사 부분들(65a), 및 가열 수단(62)으로부터의 열선들을 수직-상향 방향으로 반사시키는 편평 부분들(65b)을 포함하고, 관련 기술에 따른 하부 반사체(65')의 편평 부분(65b')의 중앙에 경사 부분(65a')이 추가되는 배열을 갖는다. 이러한 방식으로, 경사 부분들(65a) 및 편평 부분들(65b)의 지역 비율이 미리 결정된 비율이 되도록, 그리고 경사 부분들(65a) 및 편평 부분들(65b)의 분포가 편향되지 않도록 경사 부분들(65a) 및 편평 부분들(65b)을 배열하는 것에 의해, 기관(W)의 온도 분포의 균일화가 달성된다.
- [0086] [00108] 본 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치에서, 지지부(22)가 천장 플레이트(21)를 지지하기 때문에, 반응 챔버를 대면하는, 천장 플레이트(21)의 중앙 부분의 천장 표면과 기관(W) 사이의 거리(H)는 10mm 미만으로 설정될 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치(1)는, 천장 플레이트(21)와 서셉터(3) 사이에서 유동하는 반응 가스에 의해 형성된 경계 층이, 천장을 향해 퍼지는(spreading) 것을 방지할 수 있고, 따라서, 경계 층은 협소해진다. 그런 후에, 경계 층에서의 가스 유량이 증가하기 때문에, 결과적으로 가스 밀도가 증가하고, 따라서, 기관(W)의 표면 상에서의 반응 효율을 강화하는 것이 가능하다. 따라서, 에피택셜 성장 장치(1)에서, 성장 레이트를 강화하는 것이 가능하다.
- [0087] [00109] 본 개시물의 실시예에서, 천장 플레이트(21)와 기관(W) 사이의 거리(H)는 10mm 미만이고, 천장 플레이트(21)와 기관(W) 사이의 거리(H)가 10mm 미만인 것과 기관(W) 상에 형성된 필름으로부터 천장 플레이트(21)까지의 거리가 1mm와 동일하거나 그 초과인 것이 바람직하다. 이러한 범위를 설정하는 것에 의해, 경계 층을 형성하면서 반응 가스의 가스 유동을 원활하게 하는 것이 가능하다.
- [0088] [00110] 즉, 본 실시예의 반응 챔버(2)에서, 기관(W)과 천장 플레이트(21) 사이의 거리를, 관련 기술(관련 기술에서는 약 20mm)에서보다 더 작도록 설정하는 것에 의해, 경계 층을 협소하게 하여 기관의 표면 상에서의 반응 효율을 강화하고, 따라서 성장 레이트를 상승시키는 것이 가능하다.
- [0089] 예들
- [0090] [00111] 본 개시물은 예들과 관련하여 이하에서 상세하게 설명될 것이다.
- [0091] 예 1
- [0092] [00112] 에피택셜 성장은 이하의 성장 조건들 하에서, 도 10에 도시된 서셉터 링을 채용하는 에피택셜 성장 장치(1A)(이 장치에서, 기관(W)의 표면과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)는 9.27mm임)의 사용에 의해 수행되었다.
- [0093] 제 1 소스 가스(트리클로로실란)의 양 : 8.5SLM
- [0094] 퍼지 가스(수소)의 양 : 15.0SLM
- [0095] 성장 시간 : 600.0초

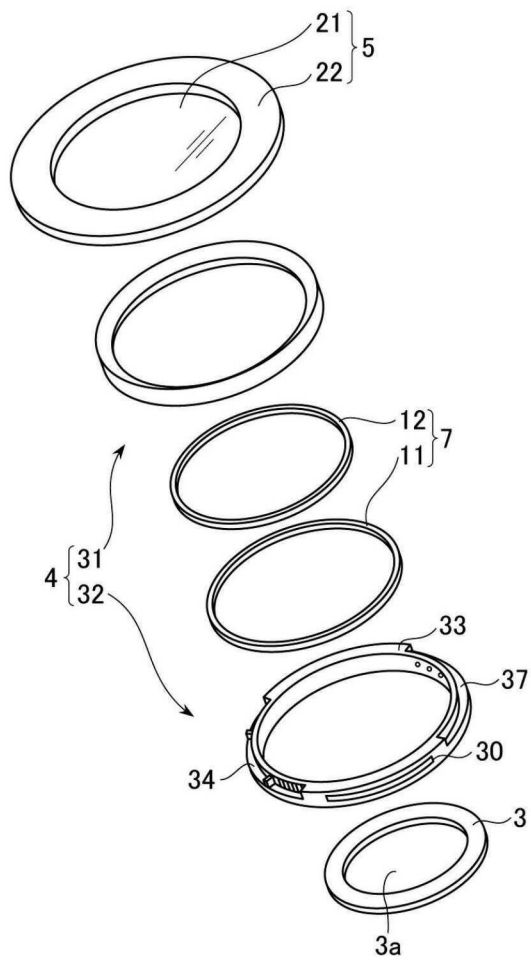
- [0096] 성장 온도 : 1100.0℃
- [0097] 회전 속도 : 20.0RPM
- [0098] 예 2
- [0099] [00113] 에피택셜 성장은, 제 1 소스 가스의 양이 13.5SLM으로 변경된 것을 제외하고, 예 1에서의 조건들과 동일한 조건들 하에서 수행되었다.
- [0100] 예 3
- [0101] [00114] 에피택셜 성장은, 제 1 소스 가스의 양이 17.0SLM으로 변경된 것을 제외하고, 예 1에서의 조건들과 동일한 조건들 하에서 수행되었다.
- [0102] 비교 예 1
- [0103] [00115] 에피택셜 성장은, 회전 속도가 35.0RPM으로 변경된 것을 제외하고, 예 1에서의 조건들과 동일한 조건들 하에서, 관련 기술에 따른 에피택셜 성장 장치(이 장치에서, 기관(W)의 표면과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)는 20mm였고, 그루브(75)가 없었으며, 서셉터 링은 단일 부재로 형성되었음)를 사용하여 수행되었다.
- [0104] 비교 예 2
- [0105] [00116] 에피택셜 성장은, 회전 속도가 35.0RPM으로 변경된 것을 제외하고, 예 2에서와 동일한 조건들 하에서, 관련 기술에 따른 에피택셜 성장 장치(이 장치에서, 기관(W)의 표면과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)는 20mm였고, 그루브(75)가 없었으며, 서셉터 링은 단일 부재로 형성되었음)를 사용하여 수행되었다.
- [0106] 비교 예 3
- [0107] [00117] 에피택셜 성장은, 회전 속도가 35.0RPM으로 변경된 것을 제외하고, 예 3에서와 동일한 조건들 하에서, 관련 기술에 따른 에피택셜 성장 장치(이 장치에서, 기관(W)의 표면과 천장 플레이트(21) 사이의 거리(H)는 20mm였고, 그루브(75)가 없었으며, 서셉터 링은 단일 부재로 형성되었음)를 사용하여 수행되었다.
- [0108] [00118] 예들 및 비교 예들에서의 필름 성장 레이트가 검출되었다. 검출된 성장 레이트들과 제 1 소스 가스 사이의 관계가 도 19에 도시된다.
- [0109] [00119] 도 19에 도시된 바와 같이, 본 개시물의 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치(1A)를 채용하는 것에 의해, 성장 레이트가 50%만큼 개선되었고, 제 1 소스 가스의 양이 증가되었을 때, 성장 레이트의 개선이 증가되었다. 따라서, 성장 레이트는 본 실시예에 따른 에피택셜 성장 장치를 사용함으로써 강화되었다.

## 도면

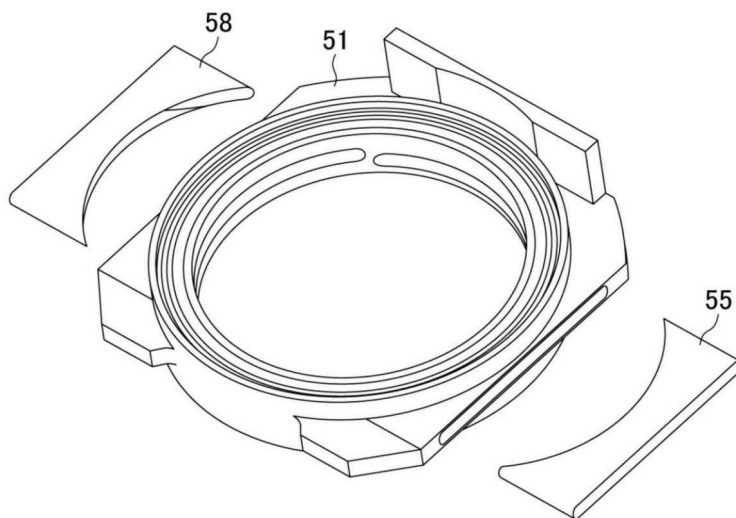
### 도면1



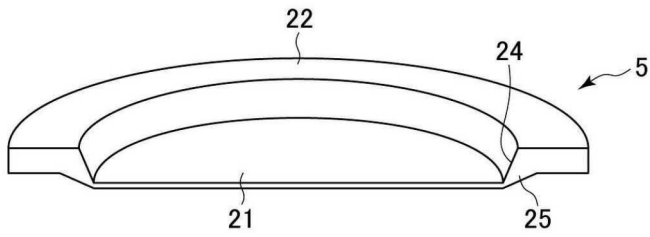
도면2



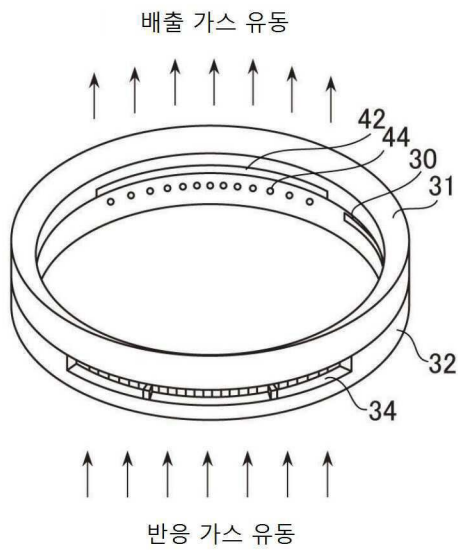
도면3



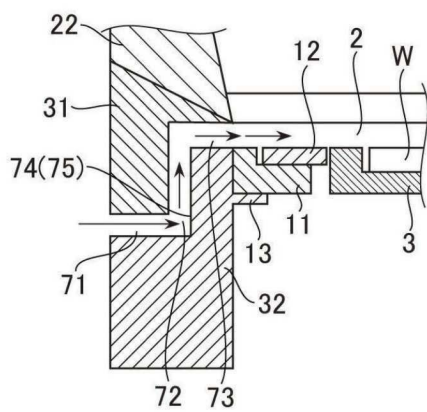
도면4



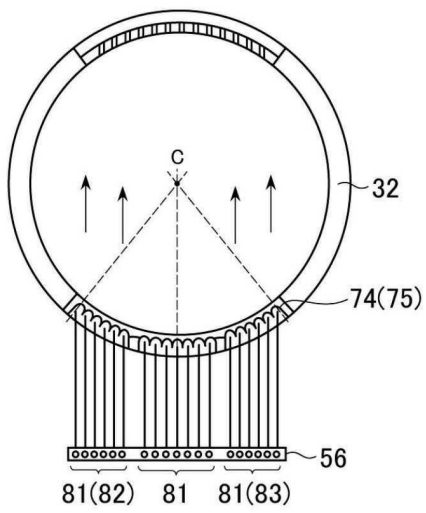
도면5



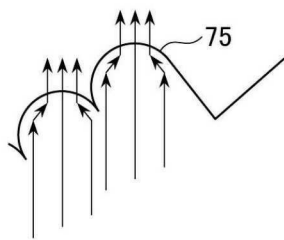
도면6



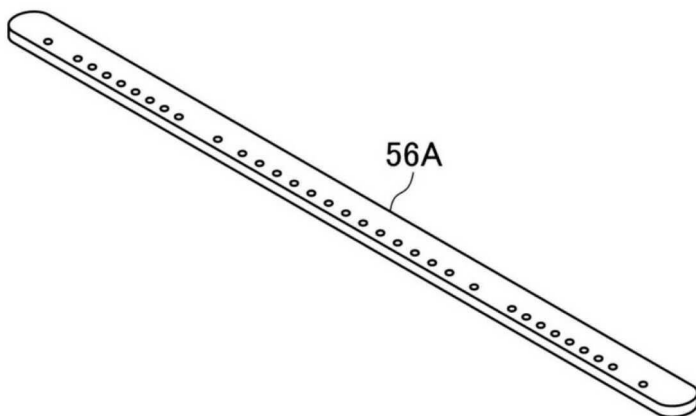
도면7a



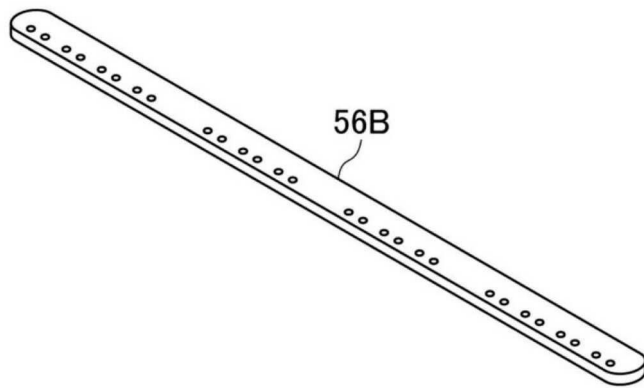
도면7b



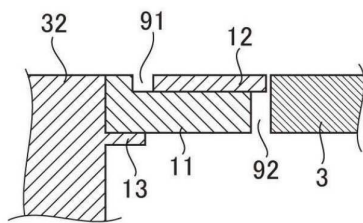
도면8a



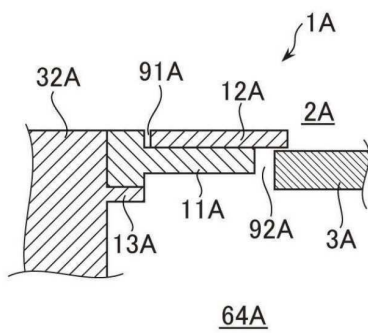
도면8b



도면9

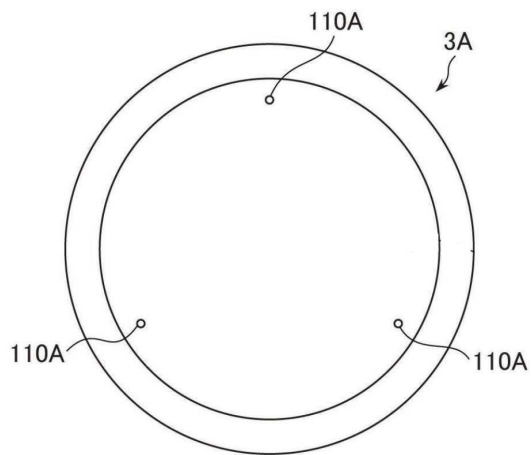


도면10

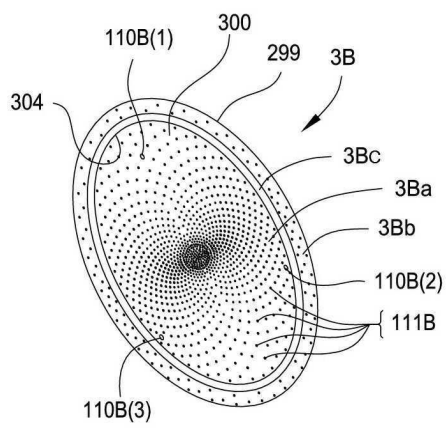




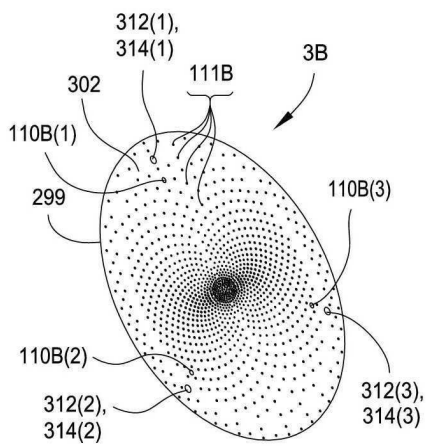
도면11



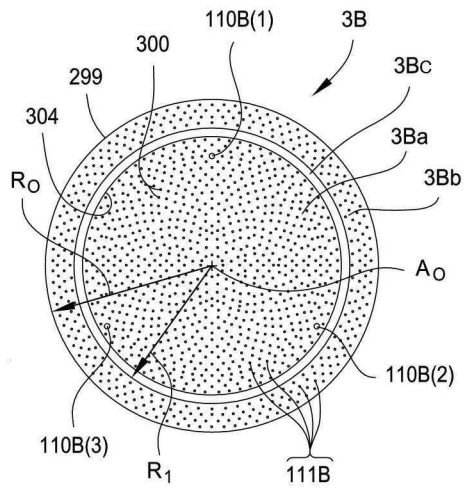
도면12a



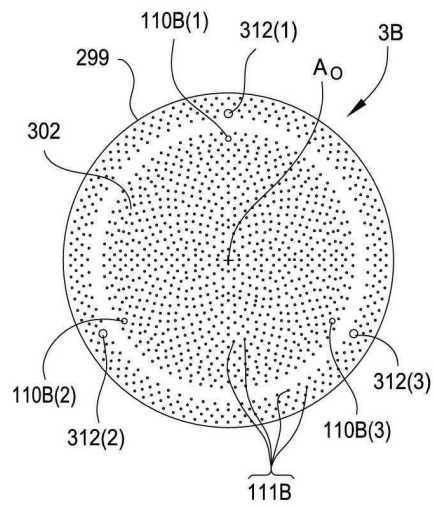
도면12b



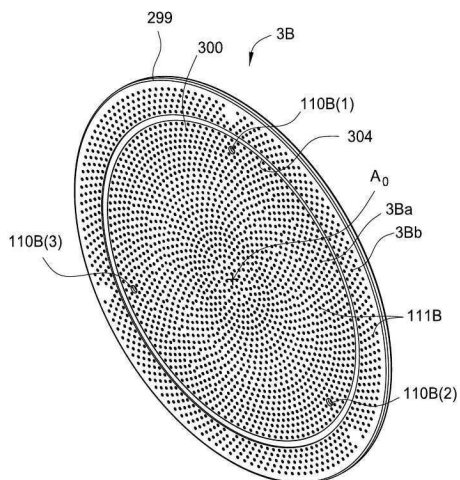
도면12c



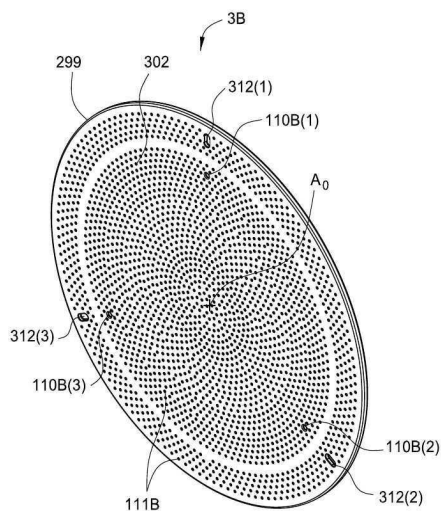
도면12d



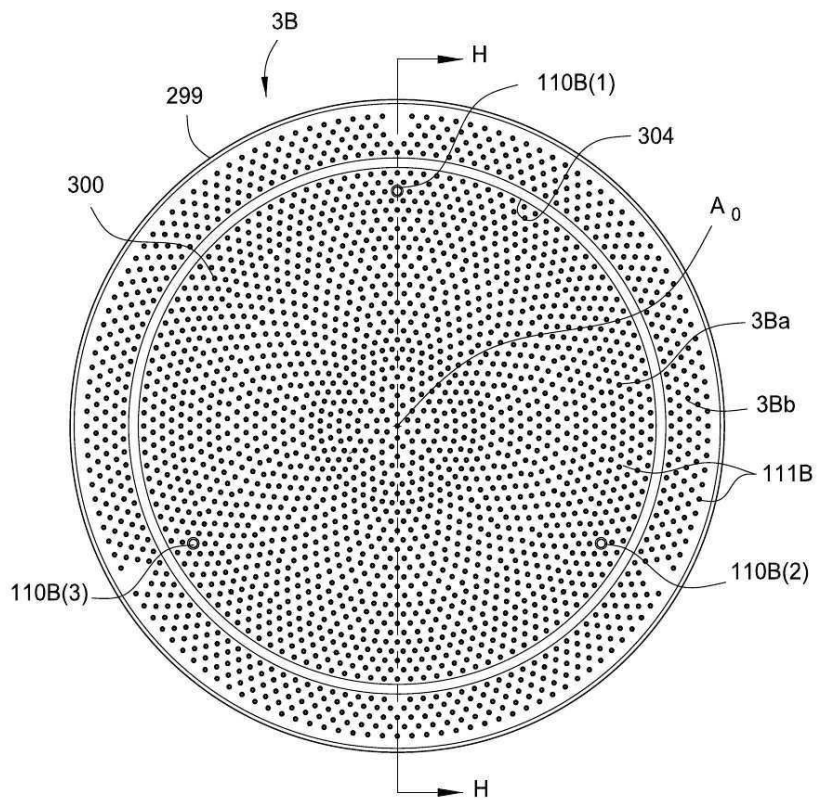
도면12e



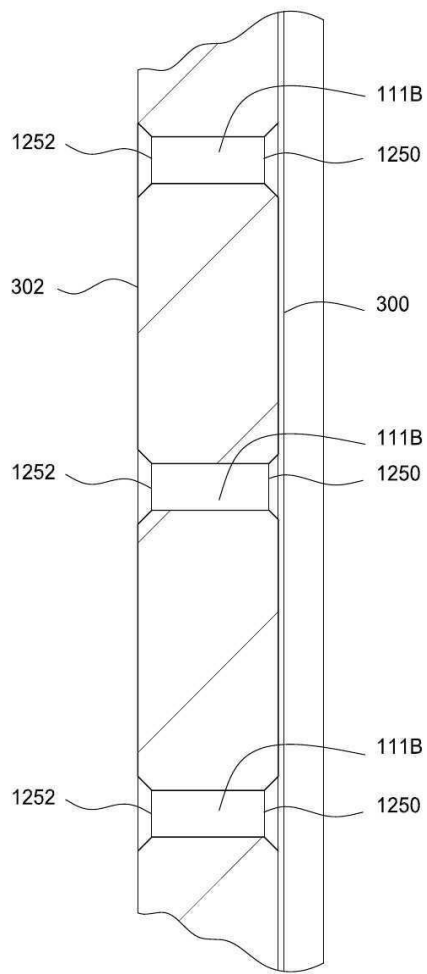
도면12f



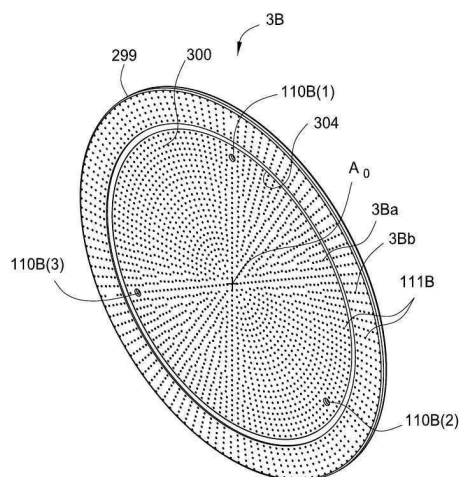
도면12g



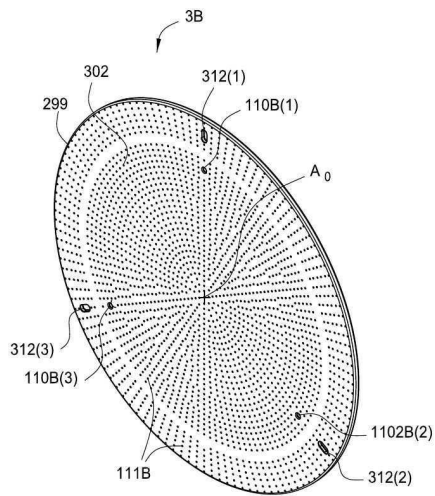
도면12h



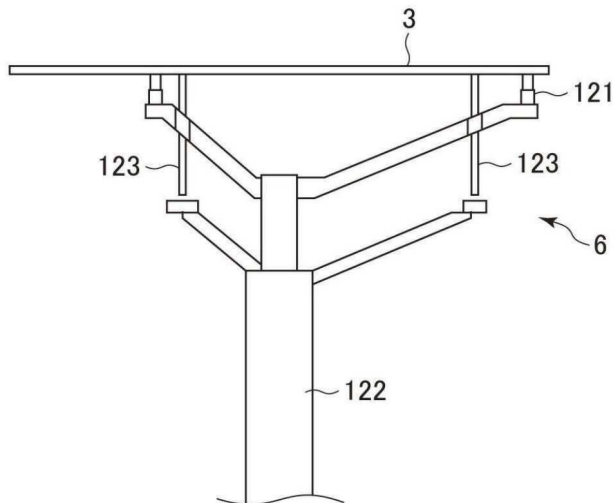
도면12i



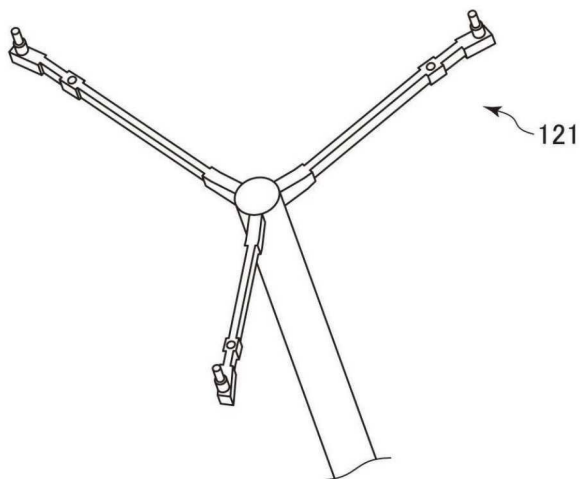
도면12j



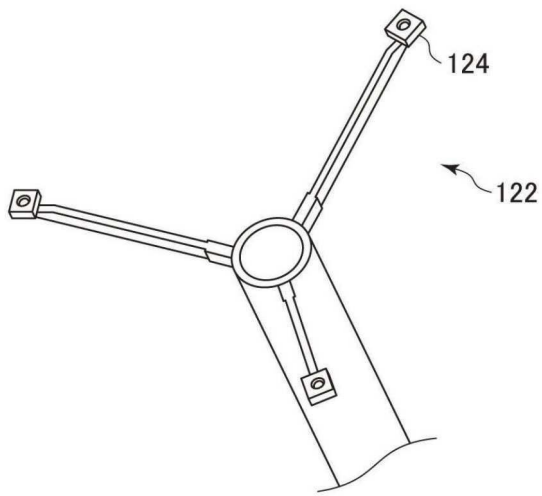
도면13



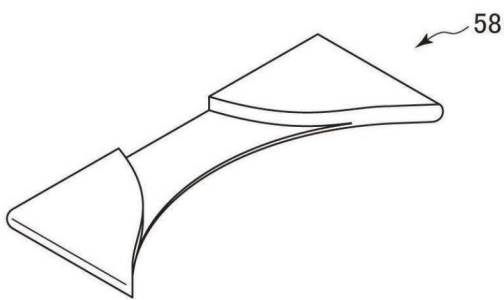
도면14



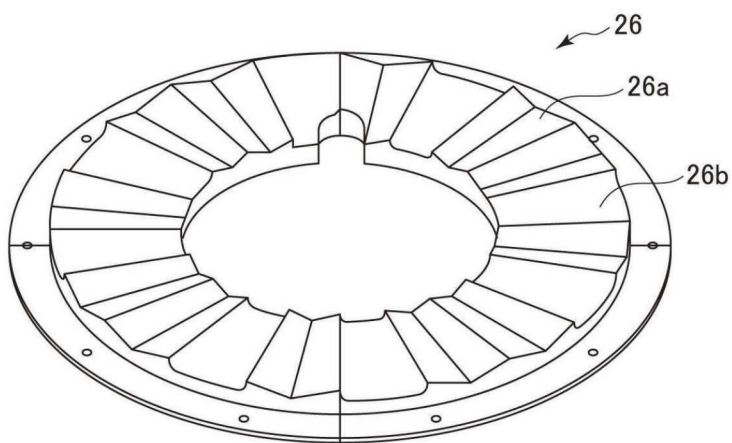
도면15



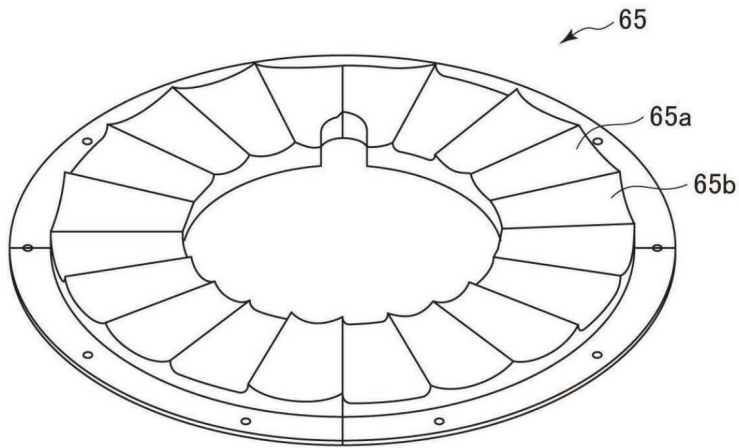
도면16



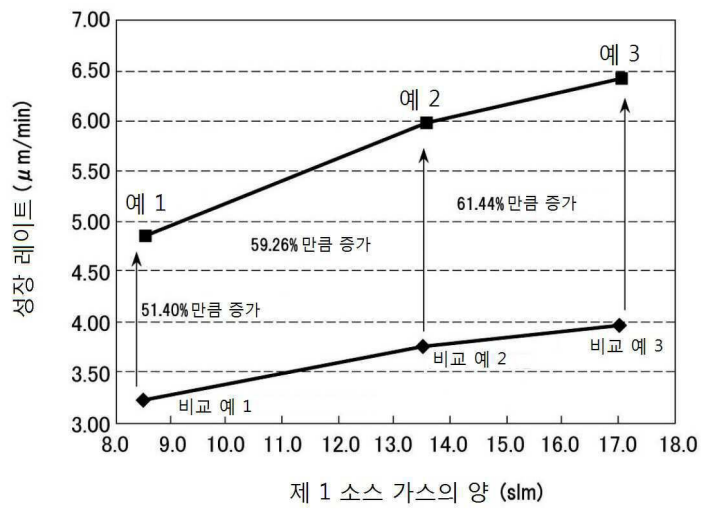
도면17



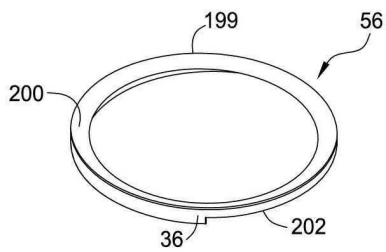
도면18



도면19

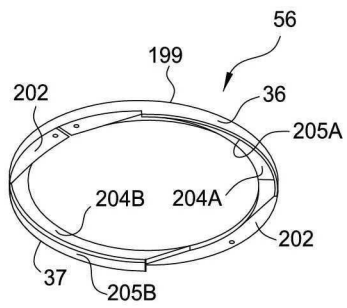


도면20a

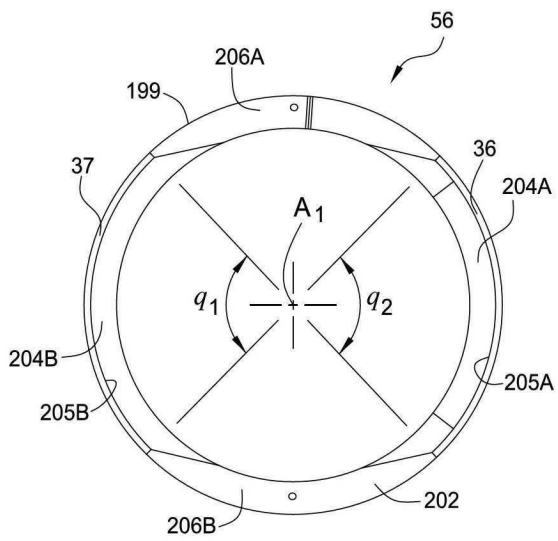




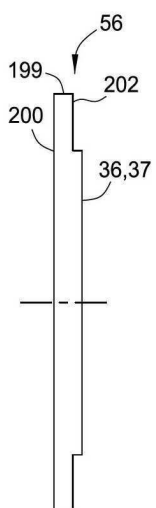
도면20b



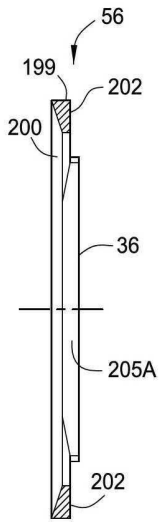
도면20c



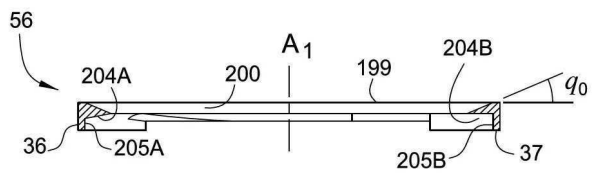
도면20d



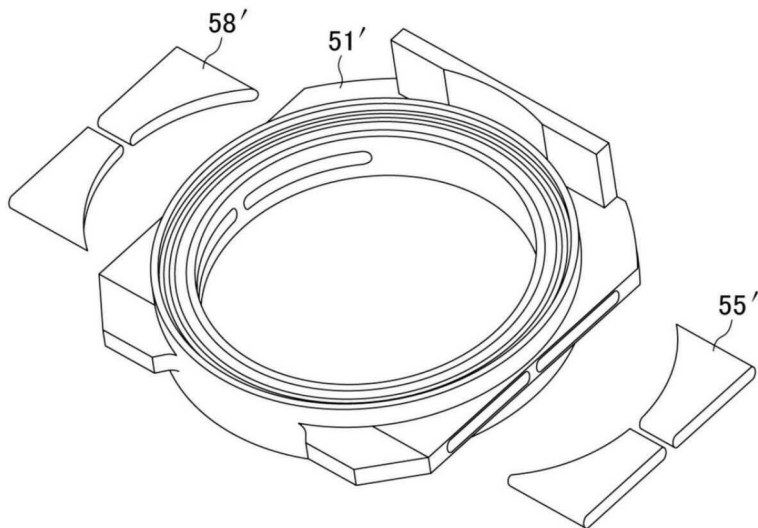
도면20e



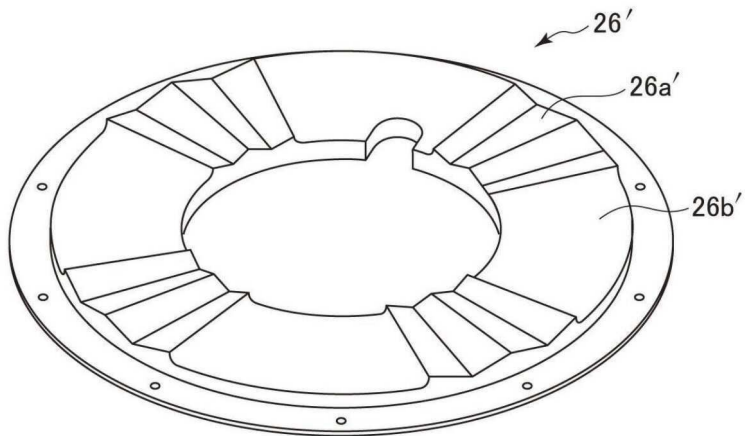
도면20f



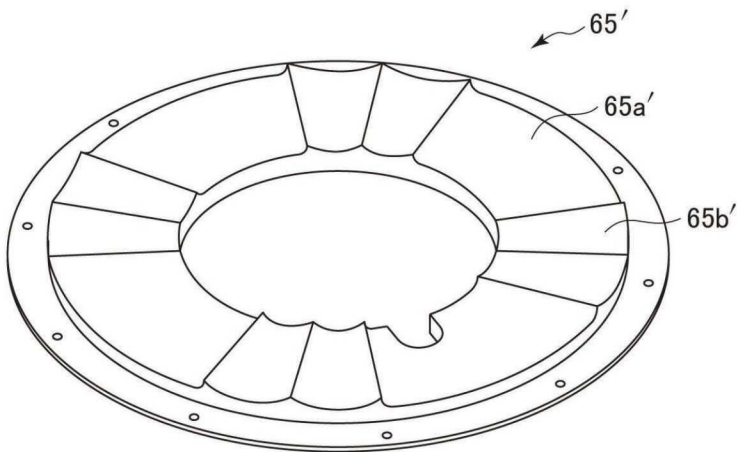
도면21



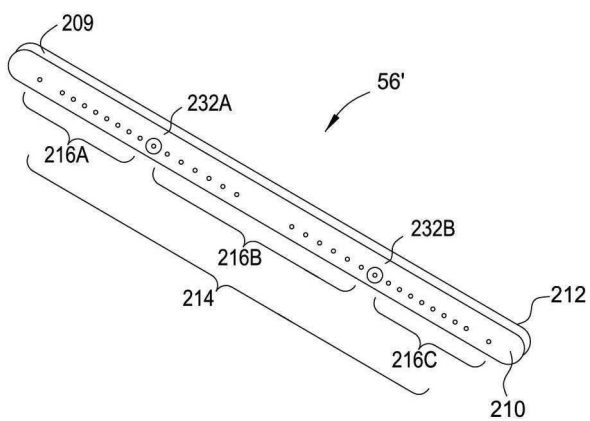
도면22



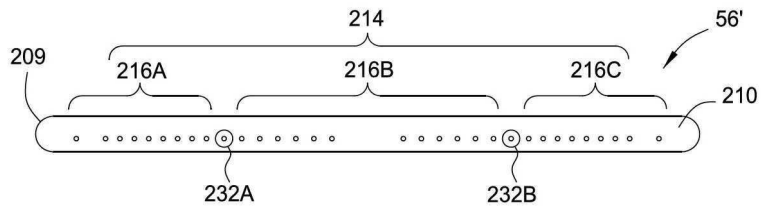
도면23



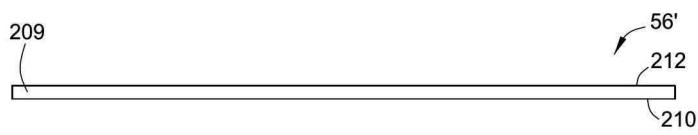
도면24a



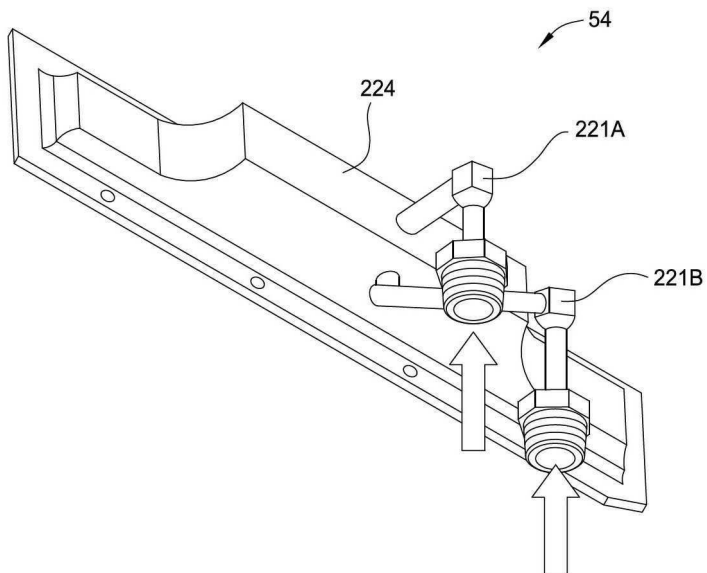
도면24b



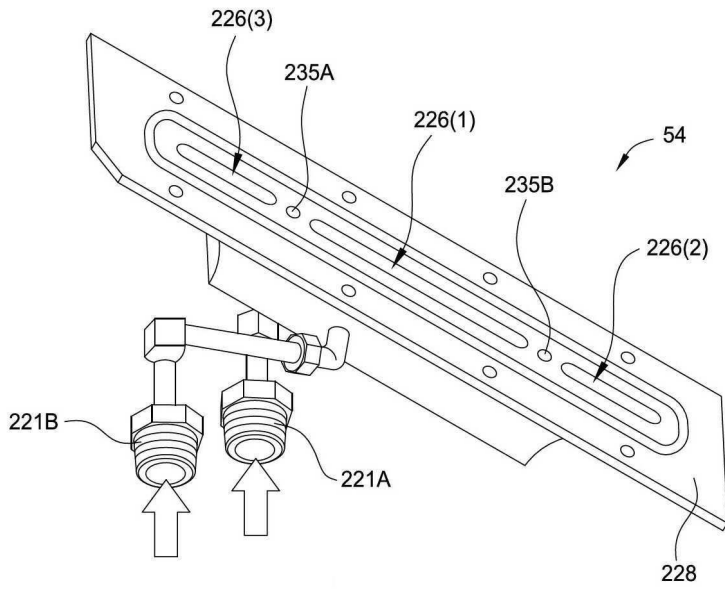
도면24c



도면25a



도면25b



도면25c

