



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0046733
(43) 공개일자 2012년05월10일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/20 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2012-7003248(분할)</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2007년09월21일
심사청구일자 없음</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2007-7024110
원출원일자(국제) 2007년09월21일
심사청구일자 2010년10월20일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2012년02월06일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2007/079132</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2008/051670
국제공개일자 2008년05월02일</p> <p>(30) 우선권주장
11/552,474 2006년10월24일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자
부르, 데이비드
미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 벨 에어 코트 11092
워싱턴, 로리, 디.
미국 94587 캘리포니아 유니온 시티 소? 스트리트 33048</p> <p>(74) 대리인
남상선</p> |
|---|--|

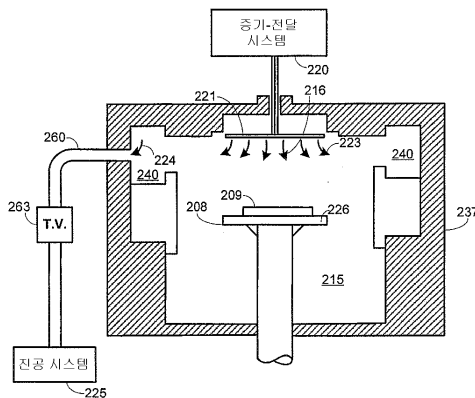
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 급속한 온도 변화를 갖는 기관 지지 구조

(57) 요약

본 발명은 급속한 온도 변화 능력을 가진 기관 지지 구조를 포함하는 반도체 반응 챔버에 관한 것이다. 본 발명의 방법 및 구성요소들은 여러 온도가 사용되는 기관 증착 및 관련 처리에서 사용될 수 있다. 본 발명의 장점에 따라서, 본 발명의 반응 챔버 및 기관 지지 구조는 짧은 시간 내에 온도를 변화시킬 수 있으며, 따라서 더욱 빠른 처리 시간을 가질 수 있다. 기관 지지 구조는 일반적으로 약 10℃/초를 초과하는 급속한 온도 변화를 허용하기 위해 구성된 물질로 형성된 서셉터 표면을 포함한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법으로서,

반도체 프로세싱 유닛의 인클로저(enclosure)의 서셉터상에 기판을 위치시키는 단계;

상기 서셉터를 제1 온도로 가열하는 단계;

상기 서셉터가 상기 제1 온도에 있는 동안 상기 기판상에 제1 III족-질화막을 형성하는 단계;

상기 서셉터를 제2 온도로 가열하는 단계 — 상기 서셉터는 10℃/초를 초과하는 온도 변화 속도로 상기 제2 온도로 상승됨 — ; 및

상기 서셉터가 상기 제2 온도에 있는 동안 상기 제1 III족-질화막상에 제2 III족-질화막을 형성하는 단계

를 포함하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 온도 변화 속도는 20℃/초를 초과하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 온도 변화 속도는 25℃/초를 초과하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 III족-질화막은 비정질 갈륨 질화물(α -Ga₂N)층이고, 상기 제2 III족-질화막은 n-타입 갈륨 질화물(n-GaN)막인, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 서셉터의 온도를 제3 온도로 낮추는 단계 — 상기 서셉터는 10℃/초를 초과하는 제2 온도 변화 속도로 상기 제3 온도로 낮춰짐 — ; 및

상기 서셉터가 상기 제3 온도에 있는 동안 상기 제2 III족-질화막 위에 제3 III족-질화막을 형성하는 단계

를 더 포함하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3 III족-질화막은 인듐 갈륨 질화물(InGa₂N)막인, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 서셉터를 제4 온도로 가열하는 단계 — 상기 서셉터는 10℃/초를 초과하는 제3 온도 변화 속도로 상기 제4

온도로 상승됨 - ; 및

상기 제4 온도에서 상기 제3 III족-질화막 위에 제4 III족-질화막을 형성하는 단계
를 더 포함하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제4 III족-질화막은 갈륨 질화물(GaN)인, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 온도 변화 속도는 20℃/초를 초과하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 온도 변화 속도는 25℃/초를 초과하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 온도 변화 속도는 20℃/초를 초과하는, 단일 반도체 프로세싱 유닛에서 다수의 III족-질화막을 형성하는 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 기판 처리 장치 분야에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 반도체 기판 처리 장치와 함께 사용하기 위한 기판 지지 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] III-V족(group) 반도체들은 발광 다이오드(LED) 및 레이저 다이오드(LD)에서 사용이 증가되고 있다. 갈륨 질화물(GaN)과 같은 특정 III-V 반도체들은 청색 및 자외선을 방출하는 광학 및 광전자학 장치를 포함하여 단파장 LED 및 LD의 생산을 위한 중요한 물질로서 부상하고 있다. 따라서 저비용 고품질 III-V 반도체 필름을 제조하기 위한 제조 공정의 개발에 관심이 증가되고 있다.

[0003] 유기 금속 화학 기상 증착법(MOCVD)이 III-V 질화막을 형성하는데 사용될 수 있다. MOCVD는 III족 금속을 기판에 전달하기 위해서 트리메틸갈륨(TMGa) 또는 트리메틸알루미늄(TMAI)과 같은 적정하게 휘발성인 유기-금속 III족 전구체(precursor)를 사용하며, 이는 III-V 질화막을 형성하기 위해서 질소 전구체(예를 들어, 암모늄)와 반응한다. 둘 이상의 다른 III족 유기 금속 전구체(예를 들어, Ga, Al, In 등)는 GaN의 합금 필름을 생성하기 위해서 결합될 수 있으며(예를 들어, AlGaN, InGaN 등), 도펀트도 인-시튜(in-situ) 도핑된 필름 층을 증착하기 위해서 전구체들과 더욱 쉽게 결합될 수 있다.

[0004] III-V 질화막 증착의 여러 단계들은 제조될 장치의 성질에 따라서 다양한 온도에서의 제조 단계들의 실행을 요구한다. 그러나 종래의 설계는 예를 들어 온도 변화 사이의 소요(trunaround) 시간, 불순물, 경계에서의 성장 스탑(stop) 등에 대한 제한들을 야기하는 단점들을 갖는다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0005] 상기 단점들을 다루는 부분에서, 제 1 측면으로 본 발명은 III-V 질화막의 증착에서 사용하기 위한 반도체 처리 유닛에서 사용하기 위한 급속한 온도 변화 능력을 가진 기판 지지 구조를 제공한다.
- [0006] 기판 지지 구조는 일반적으로 약 10℃/초를 초과하는 급속한 온도 변화를 허용하도록 구성된 서셉터(susceptor) 표면을 포함한다. 어떤 실시예에 따라서, 서셉터는 약 20℃/초를 초과, 다른 실시예에서는 25℃/초를 초과하는 급속한 온도 변화를 허용하도록 구성된다. 또한, 어떤 실시예에서, 서셉터는 약 1mm 내지 약 5mm의 두께를 가진 플랫폼으로 구성된다.
- [0007] 어떤 측면에서, 서셉터는 가열(heating) 동안 균일한 온도 분배를 목적으로 가열(heater) 엘리먼트를 포함한다.
- [0008] 본 발명의 다른 측면에서, III-V 질화막의 증착에서 사용하기 위한 반도체 처리 유닛이 제공된다. 일반적으로 반도체 처리 유닛은, 인클로저(enclosure); 상기 인클로저 내에 위치한 적어도 하나의 기판 웨이퍼를 지지하도록 구성된 기판 지지 구조; 처리 동안 상기 기판 지지 구조 및 상기 적어도 하나의 기판 웨이퍼를 가열하도록 구성된 적어도 하나의 가열기; 및 처리 동안 처리 가스들을 상기 인클로저로 전달하도록 구성된 가스 전달 시스템을 포함한다. 기판 지지 구조는 약 10℃/초를 초과하는 급속한 온도 변화를 허용하기 위해서 구성된 서셉터 표면을 포함한다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 측면에서, III-V 질화막의 증착에서 사용하기 위한 본 발명의 반도체 처리 유닛을 포함하는 LED 클러스터 툴(cluster tool)이 제공된다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 측면에서, 하나의 반도체 처리 유닛에서 다수의 반도체 III-V 질화막 처리를 수행하기 위한 방법이 제공되며, 적어도 하나의 상기 처리는 다른 처리와는 다른 온도에서 수행된다. 일반적으로 본 방법은, III-V 질화막의 증착에서 사용하기 위한 본 발명의 반도체 처리 유닛을 제공하는 단계; 기판 지지 구조 위의 반도체 챔버 내에 제 1 반도체 웨이퍼를 위치시키는 단계; 제 1 온도에서 인클로저 내에서 제 1 처리를 수행하는 단계; 상기 반도체 처리 유닛의 셋-포인트 온도를 제 2 온도로 변경하는 단계 및 상기 반도체 기판 지지가 약 10℃/초를 초과하는 변화인 온도 변화율로 제 2 온도에 도달하도록 하는 단계; 및 상기 제 2 온도로 상기 인클로저 내에서 적어도 제 2 처리를 수행하는 단계를 포함한다.
- [0011] 어떤 측면에서, 처리 단계 사이에서 10℃/초를 초과하는 온도 변화는, 처리 단계 사이에서 10℃/초 미만으로 변하는 온도를 사용하여 증착된 III-V 질화막과 비교할 때, 성장 스태프 경계에서 더 낮은 필름 불순물을 갖는 III-V 질화막을 야기한다.
- [0012] 본 발명의 이러한, 그리고 다른 측면들은 본 명세서를 통해서 보다 상세히, 그리고 다음의 도면과 결합하여 아래에서 보다 구체적으로 기술될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 GaN계 LED의 개념적인 도시를 제공한다.
- 도 2는 본 발명의 어떤 실시예들을 구현하는데 사용될 수 있는 예시적인 CVD 장치에 대한 간략화된 도시이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에서 사용되는 다중챔버 클러스터 툴에 대한 개념적인 도시를 제공한다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따라서 하나의 챔버에서 다중 MOCVD 처리를 수행하기 위한 예시적인 방법의 흐름도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 급속한 온도 변화를 통상적인 온도 변화와 비교하는 설명용 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명에 따라서, 기판 처리 장치 분야, 및 사용 방법에 관한 기술들이 제공된다. 보다 구체적으로, 본 발명은 급속한 온도 변화 능력을 갖춘 기판 처리 장치에서 사용하기 위한 기판 지지 구조에 관한 것이다. 단지 예시를 위한 방법으로서, 본 발명의 방법 및 구성요소들이 여러 온도들이 사용되는 III-V 질화막의 성장을 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 장점에 따라서, 본 발명의 기판 처리 장치 및 기판 지지 구조는 짧은 시간 내에 온도에 도달 할 수 있으며, 따라서 더욱 빠른 처리 시간을 가능하게 한다.
- [0015] 본 발명의 어떤 측면에서, 질화막은, 시각 LED, 근-UV 레이저 다이오드, 및 고전력 트랜지스터를 위해서, 사파

이어, SiC, 또는 Si 기판 상에, 예를 들어 MOVPE 또는 MOCVD(유기 금속 기상 에피택시 또는 유기 금속 화학 기상 증착)에 의해, 에피택셜하게(epitaxially) 증착될 수 있다. GaN계 LED와 같은 III-V 질화막의 MOCVD 성장은 통상적으로 몇 가지 온도 변화 단계들을 통합하며, 예를 들어 비정질(amorphous) 버퍼층과 두꺼운 결정형(crystalline) GaN의 성장 사이에서, 그리고 또한 InGaN 다중 양자 우물(quantum well) 활성 영역과 주변 물질 사이에서 조정할 때이다. 반응 챔버 내에서의 온도 변화율은 일반적으로 웨이퍼 캐리어 및 서셉터 구조에 의해 제한되며, 이들은 종종 열적으로 크다(thermally massive).

[0016] 이론에 의해 제한되고자 함 없이, 급속한 온도 변화에 대한 본 발명의 기판 지지 구조는, 감소된 가열 및 냉각 시간을 통해 더욱 짧은 증착 동작 시간을 제공한다. 또한 향상된 효율은 증착 처리 동안의 좀더 낮은 압모늄 및 알킬 소비로 변환된다.

[0017] 또한 예를 들어 사파이어 상의 GaN(GaN-on-sapphire) 에피택셜 필름의 구조적 품질에 있어서의 향상은 증착 단계 사이의 급속한 온도 변화의 결과로서 얻어질 수 있다. 예를 들면, n-GaN의 증착동안 온도가 증가함으로써 더 적은 GaN이 기화할 수 있다. 추가적으로, 온도 변화가 발생하는 경계에서의 더 짧은 성장 스태프들은, 예를 들어 이러한 경계에서의 불순물 축적을 최소화함으로써, 물질 품질을 향상시킬 수 있다. 추가적으로, 온도 변화는 막의 성질을 조절하는 파라미터로서 사용될 수 있다. 예를 들면 InGaN 양자 우물/배리어 합성물(composition)은 흐름 변화에 의한 것보다 온도 조절에 의해 조절될 수 있으며, 또는 비정질 버퍼층의 크리스탈라이트(crystallite)로의 고상(solid-phase) 에피택셜 변환에 대한 제어가 강화될 수 있다.

[0018] *1. 예시적인 III-V 질화막 구조들

[0019] 하나의 전형적인 III-V 질화물계 막 구조는 GaN계 LED 구조(100)로서 도 1에 도시된다. 이는 사파이어(0001) 기판(1004) 위에서 제조된다. n형 GaN층(112)은 기판 위에 형성된 GaN 버퍼층(108)위에 증착된다. 장치의 활성 영역은 InGaN층을 포함하는 것으로 도면에서 도시된 다중-양자-우물층(multi-quantum-well; 116)으로 구현된다. pn 정션은 콘택층으로 기능하는 p형 GaN층(124)로, 위에 놓인 p형 AlGaN층으로 형성된다.

[0020] 상기 LED를 위한 전형적인 제조 과정은 유기 금속 화학 기상 증착("MOCVD") 공정을 사용할 수 있으며, 이는 처리 챔버 내에서의 기판(104)의 세정 뒤에 일어난다. MOCVD 증착은 처리 챔버에 적절한 전구체의 흐름을 제공하고 증착을 달성하기 위해 열적 처리를 사용함으로써 성취된다. 예를 들면, GaN층은, 아마도 N₂, H₂, 및/또는 NH₃와 같은 플루언트(fluent) 가스의 흐름과 함께, Ga와 N 전구체들을 사용하여 증착될 수 있다. InGaN층은 아마도 플루언트 가스의 흐름과 함께 Ga, N, 및 In 전구체들을 사용하여 증착될 수 있다. AlGaN층도 또한 아마도 플루언트 가스의 흐름과 함께 Ga, N, 및 Al 전구체들을 사용하여 증착될 수 있다. 도시된 구조(100)에서, GaN 버퍼층(108)은 약 300Å의 두께를 가지며, 약 550℃의 온도에서 증착되었다. n-GaN층(112)의 다음 증착은 전형적으로 일 실시예에서 대략 1050℃와 같은 더 높은 온도에서 수행된다. n-GaN층(112)은 상대적으로 두꺼우며, 4μm 정도의 두께를 증착하는데 약 140분이 필요하다. InGaN 다중-양자-우물층(116)은 약 750Å의 두께를 가지며, 약 750℃의 온도에서 약 40분의 기간동안 증착될 수 있다. p-AlGaN층(120)은 약 200Å의 두께를 가지며, 950℃의 온도에서 약 5분간 증착될 수 있다. 이 구조의 마지막인 콘택층(124)의 두께는 일 실시예에서 약 0.4 μm일 수 있으며, 약 25분동안 약 1050℃의 온도에서 증착될 수 있다.

[0021] 2. 예시적인 기판 처리 시스템

[0022] 도 2는 예시적인 화학 기상 증착("CVD") 시스템의 간략화한 다이어그램이며, 각각의 증착 단계들이 수행될 수 있는 챔버의 기본적인 구조를 도시한다. 이 시스템은 열적, 감압(sub-atmospheric) CVD("SACVE") 처리뿐만 아니라 리플로우(reflow), 드라이브-인(drive-in), 세정, 에칭, 증착 및 게터링(gettering) 처리와 같은 기타 처리들을 수행하는데 적절하다. 일부 예에서, 다수-단계 처리들은 다른 챔버로 전달되기 위해서 제거되기 전에 개별 챔버 내에서 여전히 수행될 수 있다. 시스템의 중요한 구성요소들은, 다른 것들 중에서, 가스 또는 증기 전달 시스템(220)으로부터 처리 가스 및 기타 가스들을 수령하는 진공 챔버(215), 진공 시스템(225), 및 제어 시스템(미도시)을 포함한다. 이러한 컴포넌트 및 기타 컴포넌트들은 아래에서 더욱 자세히 설명된다. 도면이 설명을 목적으로 단지 하나의 챔버의 구조만을 도시하였지만, 유사한 구조를 갖는 여러 챔버들이 클러스터 토폴로지로서 제공될 수 있으며, 각각은 어떠한 전체 제조의 상이한 측면들을 수행하기 위해 맞춰져 있다는 것을 알 것이다. 그러나 본 발명이 위와 같이 제한되는 것이 아니라는 것을 이해할 것이며, 예를 들어 진공이 아닌 챔버도 사용될 수도 있고, 본 발명의 기판 지지 구조 및 방법들이 필요하다면 대기압에서 수행될 수도 있다.

- [0023] CVD 장치는 가스 반응 영역(216)을 갖는 진공 챔버(215)를 형성하는 인클로저 어셈블리(237)를 포함한다. 가스 분배 구조(221)는 반응 가스 및 정화(purge) gas와 같은 기타 가스들을 하나 이상의 기관(209)로 분산시키며, 기관들은 일반적으로 서셉터로 구성된 기관 지지 구조(208)에 의해 제 위치에 고정된다. 가스 분배 구조(221)와 기관(209) 사이는 가스 반응 영역(216)이다. 가열기(226)는 상이한 증착 처리뿐만 아니라 예칭 또는 세정 처리를 수용하기 위해서 다른 위치들 사이에서 제어가능하게 이동될 수 있다. 센터 보드(center board)(미도시)는 기관의 위치에 대한 정보를 제공하기 위한 센서들을 포함한다.
- [0024] 상이한 구조들이 가열기(226)를 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 일부 실시예들은 하나 이상의 기관들(209)의 대향 면에 대해 분리된 가열 소스들을 제공하기 위해서 기관 지지 구조(208)의 대향 면에 위치되고, 매우 가깝게 위치하는 한쌍의 플레이트를 유리하게 사용한다. 단지 예시적으로, 플레이트들은 어떠한 특정 실시예들에서 흑연 또는 SiC를 포함할 수 있다. 다른 예에서, 가열기(226)들은 세라믹 내에 둘러싸인 전기적으로 저항성인 가열 엘리먼트(미도시)를 포함한다. 세라믹은 가열 엘리먼트를 잠재적으로 부식하는 챔버 환경으로부터 보호하며, 가열기가 온도를 약 1200℃까지 이르도록 한다. 예시적인 실시예에서, 진공 챔버(215)에 노출된 가열기(226)의 모든 표면은 알루미늄 산화물(Al_2O_3 또는 알루미나) 또는 알루미늄 질화물과 같은 세라믹 물질로 만들어진다. 또 다른 실시예에서, 복사(radiant) 램프 가열기(미도시)는 기관 지지 구조를 빠르게 가열하기 위해서 다양한 위치에 위치되어 바람직하게 사용될 수 있다. 상기 램프 가열기 배치는 1200℃를 초과하는 온도를 달성할 수 있으며, 어떠한 특정 어플리케이션에 대해 유용할 수 있다. 대안적으로, 텅스텐, 레늄, 이리듐, 토륨, 또는 이들의 합금과 같은 내열성 금속으로 만들어진, 노출된 금속 필라멘트 가열 엘리먼트는 기관을 가열하기 위해서 사용될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 어떤 측면에서, 하나 이상의 가열기(226)는 기관 지지 구조(208) 내에 선택적으로 통합될 수 있으며, 본 발명의 급속한 온도 변화에 부분적으로 도움이 된다. 대안적으로 인클로저 어셈블리(237)의 하나 이상의 가열기(226)의 구성 및/또는 배치는 본 발명의 급속한 온도 변화에 부분적으로 도움이 된다.
- [0026] 반응 가스 및 캐리어 가스는 공급 라인을 통해 가스 또는 증기 전달 시스템(220)으로부터 가스 분배 구조(221)로 공급된다. 일부 예에서, 공급 라인은 가스 분배 구조로 전달하기 전에 가스들을 혼합하기 위해서 가스 혼합 박스로 가스를 전달 할 수 있다. 다른 예에서, 공급 라인은 아래에 설명된 어떤 사위헤드 구성에서와 같이 개별적으로 가스 분배 구조로 가스들을 전달 할 수도 있다. 가스 또는 증기 전달 시스템(220)은 다양한 소스와 적절한 공급 라인을 포함하여, 본 기술분야의 당업자가 이해할 수 있는 것과 같이, 챔버(215)로 각 소스의 선택된 양을 전달한다. 일반적으로, 각 소스에 대한 공급라인은 이의 관련 라인으로의 가스 흐름을 자동으로 또는 수동으로 차단하는데 사용될 수 있는 차단(shut-off) 밸브, 및 공급 라인을 통한 가스 또는 액체 흐름을 측정하는 가스 유량 제어장치(mass flow controller) 또는 다른 형태의 제어장치를 포함한다. 시스템에 의해 동작하는 처리에 따라서, 일부 소스들은 실제로 가스 소스라기보다는 액체 또는 고체 소스일 수 있다. 액체 소스가 사용되는 경우, 가스 전달 시스템은 액체를 기화시키기 위해서 액체 주입 시스템 또는 기타 적절한 메커니즘(예를 들어, 버블러(bubbler))을 포함한다. 그리고 액체로부터의 증기는 일반적으로 본 기술분야의 당업자가 이해할 수 있는 것과 같은 캐리어 gas와 혼합된다. 증착 처리동안, 가스 분배 구조(221)로 전달된 가스는 기관 표면(화살표(223)에 의해 지시되듯이)을 향해 발산되며, 여기서 얇은 층으로 이루어진(laminar) 흐름으로 기관 표면에 걸쳐 방사상으로 균일하게 분배될 수 있다.
- [0027] 정화 gas는 가스 분배 구조(221) 및/또는 주입구 포트 또는 튜브(미도시)로부터 인클로저 어셈블리(237)의 저벽(bottom wall)을 통과하여 진공 챔버(215)로 전달될 수 있다. 챔버(215)의 저부로부터 주입된 정화 gas는 가열기(226)를 지나 주입구 포트로부터 위로, 그리고 환형 펌핑 채널(240)로 흐른다. 진공 펌프(미도시)를 포함하는 진공 시스템(225)은 배출 라인(260)을 통해 가스(화살표(224)로 지시되듯이)를 배출한다. 배출 가스 및 반출된 입자들이 배출 라인(260)을 통과해 환형 펌핑 채널(240)로부터 인출되는 속도는 스로틀(throttle) 밸브 시스템(263)에 의해 조절된다.
- [0028] 증착 챔버(215)의 벽들 및 배출 통로와 같은 주변 구조의 온도는 챔버의 벽에 있는 채널(미도시)들을 통해 열-교환 액체를 순환시킴으로써 더욱 조절될 수 있다. 열-교환 액체는 목적하는 효과에 따라서 챔버 벽을 가열하거나 냉각시키는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 뜨거운 액체는 열 증착 처리 중에 심지어 열 변화를 유지하는데 도움을 줄 수 있으며, 차가운 액체는 다른 처리 중에 시스템으로부터 열을 제거하거나, 또는 챔버의 벽에 증착 생성물(product)의 형성을 제한하기 위해서 사용될 수 있다. 또한 가스 분배 매니폴드(manifold; 221)도 열 교환 통로(미도시)를 갖는다. 전형적인 열-교환 유체는 수성(water-based) 에틸렌 글리콜(ethylene glycol) 혼합물, 유성(oil-based) 열 전달 유체 또는 유사한 유체이다. "열 교환기"에 의해 가열되는 것으로 언급되는,

이러한 가열은 바람직하지 않은 반응 생성물의 농도를 유익하게 감소시키거나 제거하며, 처리 가스의 휘발성 생성물 및 기타 오염물질 - 이러한 기타 오염물질들은 이들이 냉각 진공 통로의 벽에 농축되고, 가스의 흐름이 없는 기간 동안 처리 챔버 안으로 거꾸로 이동된다면 처리(process)를 오염시킬 수 있음 - 의 제거를 향상시킨다.

[0029] 시스템 제어장치는 증착 시스템의 활동(activity)과 동작 파라미터들을 제어한다. 시스템 제어장치는 컴퓨터 프로세서 및 프로세서에 연결된 컴퓨터-관독가능 메모리를 포함할 수 있다. 프로세서는 메모리 내에 저장된 컴퓨터 프로그램과 같은 시스템 제어 소프트웨어를 실행한다. 프로세서는 시스템 제어 소프트웨어(프로그램)에 따라 동작하며, 이 소프트웨어는 타이밍, 가스들의 혼합, 챔버 압력, 챔버 온도, 마이크로웨이브 파워 레벨, 기초(pedestal) 위치, 및 특정 처리의 기타 파라미터들을 결정하는 컴퓨터 명령어들을 포함한다. 이러한 파라미터 및 기타 파라미터들의 제어는 시스템 제어장치를 가열기, 스로틀 밸브, 및 가스 전달 시스템(220)과 관련된 다양한 밸브 및 유량 제어장치와 통신적으로 연결시키는 제어 라인을 통해 수행된다.

[0030] 클러스터 툴의 물리적 구조는 도 3에서 개념적으로 도시된다. 이러한 도시에서, 클러스터 툴(300)은 3개의 처리 챔버(304) 및 2개의 추가적인 스테이션(308)을 챔버(304)와 스테이션(308) 사이에서 기관의 전달을 수행하도록 적응된 로봇(312)과 함께 포함한다. 이러한 구조는 진공 상태, 선택된 가스가 존재하는 상태, 정의된 온도 조건 상태 등을 포함하는 정의된 주변 환경에서 전달이 수행되도록 한다. 어떤 실시예에서, 광 액세스(optical access)는 전달이 윈도우(310)를 통과해 수행되는 전달 챔버에 제공될 수 있다. 다양한 광 엘리먼트는 희망하는 대로 광을 배향하도록 전달 챔버 내 또는 외에서 포함될 수 있다.

[0031] 3. 급속한 온도 변화에 대한 기관 지지 구조

[0032] 이제 본 발명의 어떤 측면에 따른 특정 반응 챔버 및 인클로저에 대해 설명하자면, 다시 도 2는 예를 들어 GaN 계 LED와 같은 III-V 질화막의 MOCVD 증착에 사용될 수 있는 예시적인 반도체 인클로저의 정면 개념도를 도시한다. 그러나 인클로저 및 관련 구성요소들은 상기 MOCVD 처리로 제한되지는 않는다. 일 실시예에서, 진공 챔버(215)는 일반적으로 서셉터와 같이 구성된 기관 지지 구조(208) 및 가열기(226)를 포함한다. 다시, 본 발명은 진공 챔버로 제한되지 않으며, 임의의 적절한 반도체 반응 챔버 또는 인클로저를 포함할 수도 있다. 사용에 있어서, 기관 지지 구조(208)는 하나 이상의 기관 웨이퍼(209)를 지지하도록 구성되고, 증착 및 처리 동안 급속한 온도 변화가 허용되는 것을 나타내도록 구성된다. 어떤 실시예에서, 기관 지지 구조(208)는 사파이어 웨이퍼와 같은 하나 이상의 기관 웨이퍼를 지지하도록 구성된 서셉터를 포함할 수 있으며, 상기 웨이퍼를 유지시키도록 구성된 하나 이상의 지지 인덴테이션(indentation)을 포함할 수 있다. 본 기술분야의 당업자가 이해하듯이, 가열기(226)는 희망하는 셋-포인트 온도로 기관 지지 구조(208)와 기관 웨이퍼(209)들을 제어가능하게 가열시키기 위해서 제어가능한 가열기 엘리먼트들(미도시)을 포함할 것이다. 어떤 실시예에서, 기관 지지 구조(208), 예를 들어 서셉터는 가열기 엘리먼트(미도시)를 통합할 수 있다. 어떤 실시예에서, 가열기 엘리먼트들은 가열하는 동안 온도 균일성에 도움을 주기 위해서 사용될 수 있다. 임의의 적절한 가열기 엘리먼트는 기관 지지 구조 안에 통합될 수 있으며, 즉 전기 가열기 엘리먼트는 서셉터의 구성 물질(material) 내에 통합될 수 있으며, 홀로 또는 반응 챔버 인클로저 내에 위치한 다른 가열기(226)들과 결합하여 서셉터를 제어가능하게 가열할 수 있다.

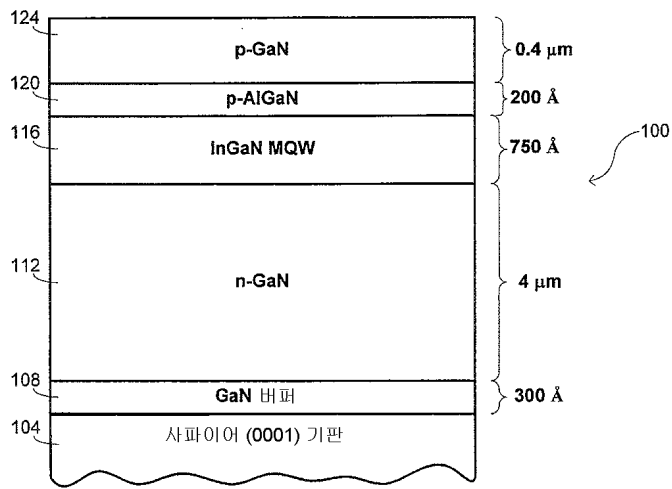
[0033] 본 발명의 기관 지지 구조(208)는 일반적으로 니켈-철 합금, 석영, 규소, 탄화규소, 또는 탄소 복합체 등으로 이루어진 낮은 열 질량(thermal mass) 물질로 형성될 수 있다. 예시적으로, 어떤 실시예에서, 기관 지지 구조(208)는 두께에 있어서 약 1 내지 5mm, 예컨대 약 2 내지 4mm, 약 3 내지 5mm, 약 3mm 두께 동일 수 있고, 열 질량으로 나타낼 수 있어, 약 10°C/초를 초과, 약 15°C/초를 초과, 약 20°C/초를 초과, 약 25°C/초를 초과하는 등으로 기관 지지 구조의 실질적으로 균일한 온도 가열이 달성될 수 있다. 유사한 냉각 속도도 달성될 수 있다 (예를 들어, 약 10°C/초를 초과, 약 15°C/초를 초과, 약 20°C/초를 초과, 약 25°C/초를 초과하는 등). 온도를 보다 빠르게 변화시키는 이러한 능력은 처리 동안 반도체 반응 챔버의 온도를 변화시킬 필요가 있을 때 중요한 장점이다.

[0034] 본 발명의 어떤 실시예들에 따라서, 기관 지지 구조는 급속한 온도 변화를 허용하기 위해서 낮은 열 질량을 가지는 물질로 형성된다(예를 들어, 약 10°C/초를 초과, 약 15°C/초를 초과, 약 20°C/초를 초과, 약 25°C/초를 초과하는 등). 어떤 실시예에서, 열 질량은, 예를 들어 30 내지 50 kW의 전력을 갖는 MOCVD 반응기 가열기가, 예를 들어 10°C/초, 20°C/초 등을 초과하는 속도로 질량을 가열시킬 수 있도록 할 수 있으며, 유사한 냉각 속도도 허용할 수 있다. 본원에서 사용된 것과 같이, 열 질량은 단위 질량을 1 켈빈(Kelvin)만큼 증가시키는데 필요한 열 에너지의 측정이다. 본원에서 설명된 것과 같이, 어떤 실시예에서, 반응기 내의 하나 이상의 가열기는 복사 램프 가열기일 수 있으며, 기관 지지 구조는 홀로 또는 추가적인 가열기 소스와 결합하여 상기 복사 램프 가열기들에 의해 희망하는 급속한 온도 변화로 가열될 수 있도록 구성될 수 있다.

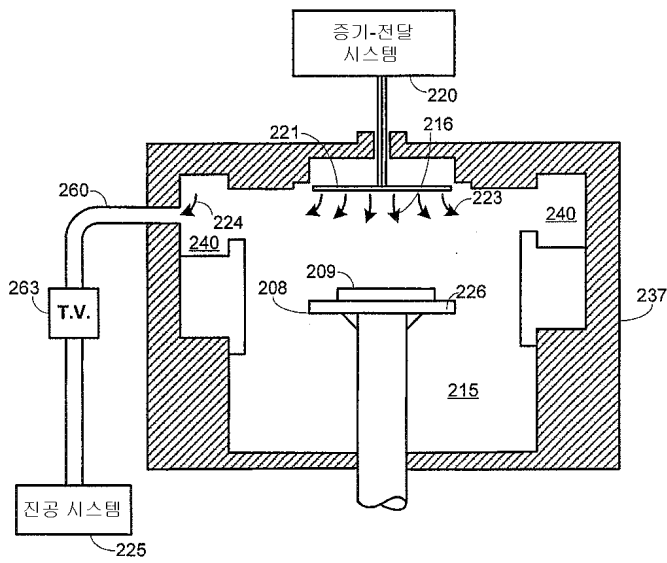
- [0035] 도 4를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예들은 본원에서 개시된 하나의 반도체 반응 챔버에서 다수의, 예를 들어, III-V 질화막 증착 또는 기타 관련 처리들을 수행하기 위한 방법(400)들에 관한 것이며, 여기서 적어도 하나의 처리는 다른 처리와는 다른 온도에서 수행된다. 상기 방법은 일반적으로 제 1 처리를 위한 본 발명의 기판 지지 구조 상에서 반도체 반응 챔버 내에 적어도 제 1 반도체 웨이퍼를 위치시키는 단계(402) 및 제 1 온도에서 반응 챔버 내에서 제 1 처리를 수행하는 단계(404)를 포함할 것이다. 제 1 처리 후에, 처리의 셋-포인트 온도는 제 2 온도로 수정된다(406). 그리고 반응 챔버, 웨이퍼, 및/또는 기판 지지 구조는 (본 기술분야의 당업자가 인식하고 있는 것과 같이 모니터링하는 지점에 따라서) 본 발명에 따라서 예를 들어 약 10℃/초를 초과, 약 15℃/초를 초과, 약 20℃/초를 초과, 약 25℃/초를 초과하는 등의 온도 변화율로 이의 온도 셋포인트에 도달하도록 허용된다(408). 기판 지지 구조가 온도 셋 포인트에 도달하면, 제 2 처리가 위치되고, 제 2 온도로 수행된다(410).
- [0036] 추가적인 처리 단계들이 예를 들어 셋 포인트로 변하기 전의 제 1 온도, 제 2 온도, 제 3 온도, 제 4 온도 등에서 선택적으로 수행될 수 있다. 또한 다수의 기판 웨이퍼들이 필요하다면 다양한 단계에서 처리될 수 있다. 예를 들면, 온도 셋 포인트로 변하는 도중에, 기판 웨이퍼들이 바뀔 수 있다.
- [0037] **예시들**
- [0038] 다음의 예시들은 본 발명과 연결되어 개시된 범용 페이스플레이트(faceplate) 및 시스템들이 어떻게 빠른 온도 평형(equilibration)을 위해 사용될 수 있는지를 도시하기 위해 제공된다. 그러나 본 발명은 기술될 예시들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0039] 비교적인 다수의 단계 증착이 도 5에서 도시되며, 여기서 실선은 대표적인 급속한 온도 변화 증착 처리를 다수의 처리 단계와 함께 도시하며, 점선은 통상적인(즉, 약 5℃/초 이하) 온도 변화를 나타낸다. 도시된 것과 같이, 본 발명에 따른 급속한 온도 변화는 짧은 처리 시간을 초래할 수 있다. 또한, 부분적으로 더 짧은 전이 기간으로 인해, α -GaN 핵생성층으로부터의 기화에 더 적은 GaN이 사용될 수 있다.
- [0040] 몇 가지 실시예들을 기술하였던 것과 같이, 본 기술분야의 당업자는 본 발명의 사상을 벗어나지 않고서 다양한 변경, 대안적인 설계, 및 균등물들이 사용될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 추가적으로, 다수의 공지된 처리들과 엘리먼트들은 본 발명을 불필요하게 불명확하게 하는 것을 피하기 위해서 기재되지 않았다. 따라서 상기 설명은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로써 해석되어서는 안 된다.
- [0041] 값들의 범위가 제공된 경우에, 상기 범위의 상한과 하한 사이의 각각의 사이 값 - 문맥이 달리 명확하기 지시하고 있지 않다면, 하한의 단위의 소수 첫 자리 까지 - 도 명확히 개시된다는 것이 이해된다. 임의의 전술된 값 또는 전술된 범위 내의 사이 값, 및 임의의 다른 전술된 값 또는 상기 전술된 범위 내의 사이 값 사이의 각각의 더 작은 범위가 포함된다. 이렇게 더 작은 범위의 상한과 하한은 독립적으로 상기 범위 내에 포함되거나 제외될 수 있으며, 상기 더 작은 범위 내에 둘 중 하나의 한계 또는 두 한계 모두 포함되거나, 두 한계 모두 포함되지 않는 각각의 범위도 상기 전술된 범위 내의 임의의 명확히 제외된 한계를 조건으로 하며 또한 본 발명 내에 포함된다. 상기 전술된 범위가 상기 한계들의 하나 또는 모두를 포함하는 경우, 이렇게 포함된 한계들 중 어느 하나 또는 둘 다를 제외하는 범위들도 또한 포함된다.

도면

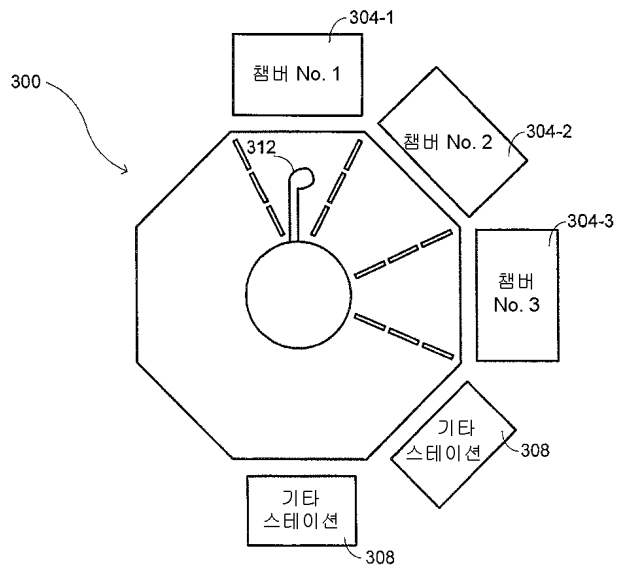
도면1



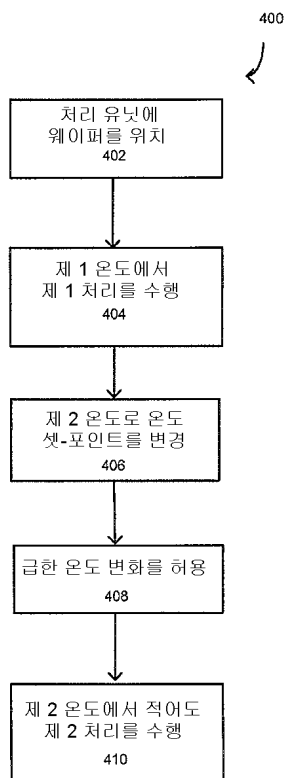
도면2



도면3



도면4



도면5

