



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월01일

(11) 등록번호 10-1524858

(24) 등록일자 2015년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/265 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7019482

(22) 출원일자(국제) 2009년02월11일

심사청구일자 2013년12월04일

(85) 번역출제출일자 2010년09월01일

(65) 공개번호 10-2010-0135733

(43) 공개일자 2010년12월27일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/033740

(87) 국제공개번호 WO 2009/102754

국제공개일자 2009년08월20일

(30) 우선권주장

12/367,741 2009년02월09일 미국(US)

61/027,545 2008년02월11일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO2007027798 A2*

JP2000064025 A*

JP2000103884 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.

미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35

(72) 발명자

채니, 크레이그, 알.

미국 01966 매사추세츠 락포트 대처 로드 170

도리, 아돌프, 알.

미국 01930 매사추세츠 글로스터 더 하이즈 앳 케

이프 앤 607

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 18 항

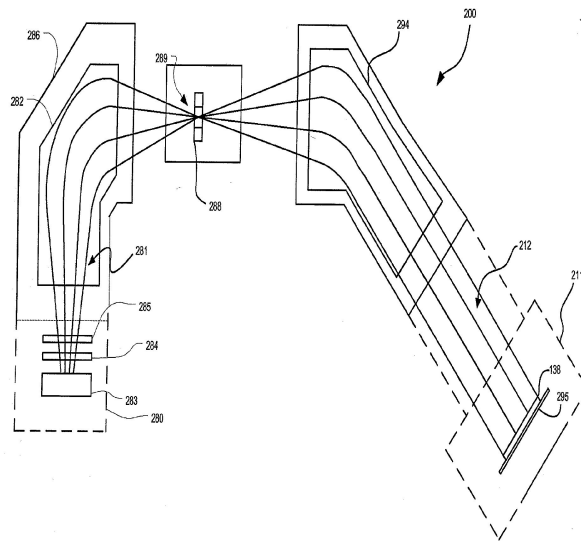
심사관 : 강병섭

(54) 발명의 명칭 **회석 가스에 의한 예탄 주입**

(57) 요약

탄소-함유 종들을 주입하기 위해, 탄소를 함유하는 가스가 이온 챔버에서 이온화된다. 이 가스의 이온화는 전형적으로 다수의 이온화된 종들을 생성한다. 그러나 이들 최종 이온 종들 중 많은 수는 원하는 주입에 이롭지 않은데, 그들이 탄소가 아닌 원자만을 함유하기 때문이다. 이들 종들은 탄소-계 종들만을 남겨 놓고 주입 전에 제거되어야 한다. 그러나 원하는 종들의 전류가 낮을 수 있고, 그 때문에 기관에 원하는 양의 탄소를 주입하기 위해 여분의 에너지 또는 시간을 필요로 할 수 있다. 이것은 제2 가스의 사용을 통해 개선될 수 있다. 이 제2 가스는 이온 챔버에서 이온화될 1차 탄소-함유 가스를 회석하기 위해 사용된다. 이 회석 가스를 포함함으로써, 최종 이온 종들 중 더 많은 수가 탄소 주입에 이롭다. 달리 말해, 최종 이온 종들의 전류 분포가 제2 가스의 사용을 통해 바람직하게 변경될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

하템, 크리스토퍼, 알.

미국 02141 매사추세츠 캄브리지 유닛 515 몬시놀
오브라이언 하이웨이 169

페렐, 알렉산더, 에스.

미국 01923 매사추세츠 덴버스 로커스트 스트리트
500

명세서

청구범위

청구항 1

이온 챔버 내로 탄소를 함유하는 공정 가스를 공급하고;

상기 이온 챔버 내로 회석 가스를 공급하고;

상기 공정 가스 및 상기 회석 가스를 이온화하고, 그로써 상기 공정 가스가 상기 회석 가스의 존재에 기인하여 상기 이온 챔버 내에서 상기 회석 가스 없이 생성되는 것보다 더 높은 전류의 탄소-함유 이온 종들을 생성하며;

탄소를 함유하지 않은 종을 제거하기 위하여 상기 탄소-함유 이온 종들을 질량 분석하고; 및

기관 내로 상기 탄소-함유 종을 주입하는 것을 포함하는 탄소-함유 이온 종들의 생성을 증가시키는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 공정 가스는 탄화 수소를 포함하는 탄소-함유 이온 종들의 생성을 증가시키는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 공정 가스는 알칸을 포함하는 탄소-함유 이온 종들의 생성을 증가시키는 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서, 상기 공정 가스는 에탄을 포함하는 탄소-함유 이온 종들의 생성을 증가시키는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 회석 가스는 불활성 가스를 포함하는 탄소-함유 이온 종들의 생성을 증가시키는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 불활성 가스는 아르곤을 포함하는 탄소-함유 이온 종들의 생성을 증가시키는 방법.

청구항 7

공정 가스를 이온 빔으로 이온화하기 위한 이온 챔버 및 상기 이온빔의 선택된 종만을 통과시키기 위한 질량 분석기를 포함하는 이온 주입 시스템을 이용하고;

상기 이온 챔버 내로 상기 공정 가스를 도입하고;

상기 이온 챔버 내로 회석 가스를 도입하고;

상기 공정 가스 및 상기 회석 가스를 이온화하고, 그로써 상기 공정 가스가 상기 회석 가스의 존재에 기인하여 상기 질량 분석기의 상류(upstream)에서 상기 회석 가스 없이 생성되는 것보다 더 높은 전류의 탄소-함유 이온 종들을 생성하며; 및

상기 질량 분석기를 사용하여 탄소를 함유하지 않은 종들을 제거하는 것을 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 질량 분석기를 사용하여 상기 회석 가스를 포함하는 종들을 제거하는 것을 더 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서, 상기 공정 가스는 탄화 수소를 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증

가시키는 방법.

청구항 10

청구항 7에 있어서, 상기 공정 가스는 알칸을 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서, 상기 탄화 수소는 에탄을 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 12

청구항 7에 있어서, 상기 회석 가스는 불활성 가스를 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 불활성 가스는 아르곤을 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 14

청구항 7에 있어서, 상기 질량 분석기를 사용하여 탄소만으로 구성되지 않은 종들을 제거하는 것을 더 포함하는 기관에 주입되는 탄소-함유 이온 종들의 전류를 증가시키는 방법.

청구항 15

에탄을 이온 빔으로 이온화하기 위한 이온 챔버 및 상기 이온 빔의 선택된 종만을 통과시키기 위한 질량 분석기를 포함하는 이온 주입 시스템을 이용하고;

상기 이온 챔버 내로 에탄을 공급하고;

상기 이온 챔버 내로 아르곤을 공급하고;

상기 에탄 및 상기 아르곤을 이온화하고, 그로써 상기 에탄이 상기 아르곤의 존재에 기인하여 상기 아르곤 없이 생성되는 것보다 더 높은 전류의 탄소-함유 이온 종들을 생성하고;

상기 질량 분석기를 사용하여 상기 이온빔으로부터 탄소를 함유하지 않는 종들을 제거하고; 및

기관에 원하는 종들을 주입하는 것을 포함하는 기관에 탄소-함유 이온 종들을 주입하는 방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 상기 질량 분석기는 탄소를 함유하지 않는 종들을 제거하기 위해 사용되는 기관에 탄소-함유 이온 종들을 주입하는 방법.

청구항 17

청구항 15에 있어서, 상기 질량 분석기는 회석 가스를 포함하는 종들을 제거하기 위해 사용되는 기관에 탄소-함유 이온 종들을 주입하는 방법.

청구항 18

청구항 15에 있어서, 상기 질량 분석기는 탄소만으로 구성되지 않은 종들을 제거하기 위해 사용되는 기관에 탄소-함유 이온 종들을 주입하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄소-함유 종의 주입에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 희석 가스에 의한 에탄 주입에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이온 주입은 반도체 웨이퍼 내로 도전성-변경 불순물을 도입하기 위한 통상적인 기술이다. 요구되는 불순물 재료가 이온 소스에서 이온화되고, 이온이 가속되어 소정의 에너지를 갖는 이온빔을 형성하고, 이온빔이 웨이퍼의 표면으로 인도된다. 이온빔 내의 활성 이온들이 반도체 재료의 벌크 내로 침투하고 반도체 재료의 결정 격자 내에 매립되어 원하는 도전성 영역을 형성한다.

[0003] 이온 주입기(ion implanter)는 가스 또는 고체 재료를 잘 정의된 이온빔으로 변환하기 위한 이온 소스를 포함한다. 전형적으로, 상기 이온빔은 원치않는 이온 종들을 제거하기 위해 질량 분석되고, 원하는 에너지로 가속되어, 타겟(target) 내로 주입된다. 이온빔은 정전기적 또는 자기적 빔 주사에 의해, 타겟 이동에 의해 또는 빔 주사와 타겟 이동의 조합에 의해 타겟 영역 상부에 분포될 수 있다. 이온빔은 스폿 빔(spot beam) 또는 긴 치수 및 짧은 치수를 갖는 리본 빔(ribbon beam)일 수 있다.

[0004] 도 1을 참조하면, 선택된 재료를 도핑하기 위한 이온을 제공할 수 있는 빔-라인 이온 주입기(200)의 블록도가 예시되어 있다. 당업자라면 빔-라인 이온 주입기(200)가 선택된 재료를 도핑하기 위한 이온을 제공할 수 있는 빔-라인 이온 주입기의 많은 예들 중 단지 하나임을 알 것이다.

[0005] 일반적으로, 빔-라인 이온 주입기(200)는 이온 소스(280)를 포함하여 이온빔(281)을 형성하는 이온을 생성한다. 이온 소스(280)는 이온 챔버(283) 및 이온화될 가스를 포함하는 가스 박스를 포함한다. 가스는 그것이 이온화되는 이온 챔버(283)로 공급된다. 이온은 아크(arc) 전압으로 알려져 있는 전압을 챔버의 전극들을 가로질러 인가함으로써 생성된다. 추가로, 자기장이 이온화된 입자의 운동을 제어하기 위해 제공된다. 이것은 소스 마그넷을 통해 전류를 통과시킴으로써 얻어진다. 몇몇 실시예들에서, 이 가스는 비소, 붕소, 인, 카르보란 $C_2B_{10}H_{12}$, 또는 또다른 커다란 분자 화합물이거나 그것을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 가스는 에탄과 같은 알칸 또는 또 다른 원자 또는 분자의 탄소-함유 종들일 수 있다. 이렇게 형성된 이온은 이온 챔버(283)로부터 인출되어 이온빔(281)을 형성한다. 이온빔(281)은 분해 마그넷(282)의 폴들(poles) 사이로 인도된다. 전원 장치가 이온 소스(280)의 인출 전극(extraction electrode)에 연결되고, 예를 들면, 고전류 이온 주입기에서 약 0.2와 80kV 사이의 조정 가능한 전압을 제공한다. 따라서, 이온 소스로부터 단일하게 대전된 이온들이 이 조정 가능한 전압에 의해 약 0.2 내지 80 keV의 에너지로 가속된다.

[0006] 이온빔(281)은 억제 전극(284) 및 접지 전극(285)을 통과하여 질량 분석기(286)로 진행한다. 질량 분석기(286)는 분해 마그넷(282) 및 분해 구경(289)을 갖는 마스킹 전극(288)을 포함한다. 분해 마그넷(282)은 원하는 이온 종들이 분해 구경(289)을 통과하도록 이온빔(281) 내의 이온들을 편향시킨다. 원치않는 이온 종들은 분해 구경(289)을 통과하지 못하고, 마스킹 전극(288)에 의해 차단된다. 일 실시예에서, 분해 마그넷(282)은 원하는 이온 종들을 약 90° 만큼 편향시킨다.

[0007] 원하는 이온 종들의 이온이 분해 구경(289)을 통과하여 각도 보정 마그넷(294)으로 진행한다. 각도 보정 마그넷(294)은 원하는 이온 종들의 이온을 편향시키고 이온빔을 발산하는 이온빔으로부터 리본 이온빔(212)으로 변환하는데, 이것은 실질적으로 평행한 이온 궤적을 갖는다. 일 실시예에서, 각도 보정 마그넷(294)은 원하는 이온 종들의 이온을 약 70° 만큼 편향시킨다. 상기 빔-라인 이온 주입기(200)는 몇몇 실시예들에서 가속 또는 감속 유닛들을 더 포함할 수 있다.

[0008] 엔드 스테이션(211)은 원하는 종들의 이온이 작업 대상물(138)에 주입되도록 리본 이온빔(212)의 경로에 하나 이상의 작업 대상물, 예컨대 작업 대상물(138)을 지지한다. 엔드 스테이션(211)은 플레튼(295)을 포함하여 작업 대상물(138)을 지지할 수 있다. 엔드 스테이션(211)은 또한 리본 이온빔(212) 단면의 긴 치수에 수직하게 작업 대상물(138)을 이동시키기 위한 스캐너(도시하지 않음)를 포함할 수 있으며, 그것에 의해 작업 대상물(138)의 전체 표면에 걸쳐 이온을 분포시킬 수 있다. 리본 이온빔(212)이 예시되지만, 다른 실시예들은 스폿빔을 제공할 수 있다.

[0009] 상기 이온 주입기는 당업자에게 공지된 추가 부품들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 엔드 스테이션(211)은 전형적으로 빔-라인 이온 주입기(200)로 작업 대상물을 도입하고 이온 주입 후 작업 대상물을 제거하기 위한 자동화된 작업 대상물 핸들링 장치를 포함한다. 엔드 스테이션(211)은 또한 도즈 계량 시스템, 전자 플러드 건(electron flood gun), 또는 다른 공지 부품을 포함할 수 있다. 이온빔이 지나가는 전체 경로가 이온 주입 동안 배기되는 것이 당업자에게 이해될 것이다. 빔-라인 이온 주입기(200)는 몇몇 실시예들에서 핫(hot) 또는 콜드

(cold) 주입을 포함할 수 있다.

- [0010] 이온 주입은 기판에 도펀트(dopants)를 도입하기 위한 효과적인 방법이지만, 극복해야만 하는 원치않는 부차적인 영향이 있다. 예를 들어, 주입된 이온들이 종종 예상치보다 더 깊은 깊이로 분포된다. 이것은 채널링(channeling)으로 알려진 현상에 의해 발생하는 것으로 믿어지는데, 여기서 이온이 결정 구조의 대칭축 및 대칭면을 따라 이동 또는 채널링된다. 따라서, 이온은 실질적으로 기판 내에서 결정 격자 내의 원자들 사이에 주입될 수 있다. 이 채널링 효과는 도펀트의 더 깊은 농도를 야기하고, 이는 효과적인 접합 깊이를 증가시킨다.
- [0011] 전통적으로, 이 문제를 극복하기 위해, 작업 대상물 또는 기판이 실제 도펀트 주입에 앞서 더 무거운 종들로 주입된다. 이 주입은 선비정질화(pre-amorphization) 주입, 또는 PAI로 알려져 있다. 전형적으로, 더 무거운 종들, 예컨대 실리콘 또는 게르마늄이 실리콘 결정 구조를 비정질 층으로 효과적으로 바꾸기 위해 기판에 주입된다. 비정질 층은 조직된 결정 구조가 없기 때문에, 주입된 이온이 결정 격자 내의 원자들 사이에서 채널링하지 않을 수 있다. 이 비정질층이 채널링을 상당히 감소시키고, 그것에 의해 위에서 설명된 문제를 제거할 수 있다.
- [0012] 그러나 PAI 단계에서 단점이 없지않다. 이들 종들은 (EOR 결함으로 언급되는) 영역 끝단 잔류 손상을 야기하는 경향이 있다. 예를 들어, 게르마늄은 전위(dislocation)의 관점에서 많은 양의 손상을 생성한다. 더욱이, 게르마늄은 열처리 공정 동안에도 재결정화하지 않는다. 이들 EOR 결함은 최종 CMOS 트랜지스터로 누설 전류를 유발한다. 접합 깊이가 점점 더 작아짐에 따라, 이 누설은 더 큰 문제로 부각된다.
- [0013] 특정 실시예들에서, 탄소가 또 다른 PAI와 관련하여 함께 주입되는 종으로서 사용될 수 있다. 탄소 주입의 목적은 얇은 도펀트와 PAI 주입에 의해 야기된 EOR 손상 사이에 카본을 위치시키는 것이다. 이들 주입된 탄소 원자는, 또한 치환형(substitutional) 탄소로 알려져 있는데, 열처리 동안 EOR로부터 다시 나오는 몇몇 침입형(interstitials)을 차단할 수 있는데, 그렇지 않으면 상기 열처리는 과속 증속 확산(transient enhanced diffusion; TED) 및 붕소 침입형 클러스터(boron interstitial cluster; BIC)를 야기할 것이다. 그러나 탄소 영역은 종종 PAI 종들의 영역과 중첩되고, 따라서 탄소 주입 자체가 PAI에 기여한다. 따라서, 탄소는 또한 그 자체의 속성에 의해 PAI 종으로 사용될 수 있다.
- [0014] 탄소는 또한 국부적인 압축 변형률(compressive strain)을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 그러므로, SiC에서 소스/드레인을 생성하면, 탄소 주입은 채널에 인장 변형률(tensile strain)을 야기할 것이다. 이는 NMOS 거동을 향상시킬 수 있다. 결정 격자 내로 탄소를 함유시키려면, 에피택셜(epitaxial) 성장 또는 실리콘 격자 내로의 탄소의 높은 도즈(dose) 주입이 필요할 수 있다. 이것은 비정질화를 야기할 수 있고, 재성장에서 탄소가 격자 내로 함유될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 비정질화 및 응력은 모두 반도체 제조업자한테 중요하다. 따라서, 당해 분야에서 탄소-함유 종들을 주입하는 새롭고 개선된 방법, 특히 에탄을 주입하는 새롭고 개선된 방법이 요구된다.

과제의 해결 수단

- [0016] 종래기술의 문제점들은 본 명세서에서 설명된 방법에 의해 극복된다. 탄소-함유 종들을 주입하기 위해, 탄소를 함유하는 가스가 이온 챔버에서 이온화된다. 이 가스의 이온화는 전형적으로 다수의 이온화된 종들을 생성할 것이다. 그러나 이들 최종 이온 종들 중 상당수는 원하는 주입에 이롭지 않은데, 그들이 탄소가 아닌 원자들만을 포함하기 때문이다. 이들 종들은 탄소-계 종들만을 남겨놓고 주입 전에 제거되어야 한다. 그러나 원하는 종들의 전류가 낮을 수 있고, 그 때문에 기판에 원하는 양의 탄소를 주입하기 위해 여분의 에너지 또는 시간을 필요로 할 수 있다. 이것은 제2 가스의 사용을 통해 개선될 수 있다. 이 제2 가스는 이온 챔버에서 이온화된 1차 탄소-함유 가스를 희석하기 위해 사용된다.

발명의 효과

- [0017] 이 희석 가스를 포함함으로써, 최종 이온 종들 중 더 많은 수가 탄소 주입에 이롭다. 달리 말해, 최종 이온 종들의 전류 분포가 제2 가스의 사용을 통해 바람직하게 변경될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 본 발명을 더 잘 이해하기 위해 첨부된 도면들이 참조 되는데, 이들 도면들은 참조에 의해 본 명세서에 포함된다:
- 도 1은 재료를 이온으로 도핑하기 위한 빔-라인 이온 주입기의 블록도이다.
- 도 2는 공정 가스로서 에탄 만에 의한 빔 스펙트럼을 예시하는 차트이다.
- 도 3은 공정 가스로서 에탄과 아르곤에 의한 빔 스펙트럼을 예시하는 차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 상술한 바와 같이, 탄소를 기관에 주입하기 위해, 전형적으로 탄소-함유 가스가 이온 주입 시스템(200)의 이온 챔버(183)에서 이온화된다. 이 가스는 데카보란(decaborane) 화학 조성식 C_nH_{2n+2} 의 알칸, 예컨대 에탄, 및 다른 적합한 가스들을 포함하는 많은 유형들 중 하나일 수 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0020] 이들 가스가 이온화될 때, 그것들은 다수의 이온화된 종들을 생성하는데, 각각 탄소-함유 가스 내의 원자들의 서브세트를 함유한다. 도 2는 공정 가스로서 에탄을 사용하는 빔 스펙트럼을 예시하는 차트이다. 이 특정 예에서, 에탄(C_2H_6)은 희석 가스 없이 주입되었다. 도 2는 다수의 피크를 나타내는데, 각각 이온 종들과 연관된다. 각 유동의 크기는 수직축 상에 나타나고, 원자량(AMU)은 수평축 상에 나타난다. 이것은 20sccm의 가스 유량, 90V의 아크 전압 및 4.0Amp의 소스 마그넷 전류를 사용하여 생성되었다.
- [0021] 피크(301, 302 및 303)는 H^+ , H_2^+ 및 H_3^+ 에 각각 대응한다. 피크(303)는 C^+ 에 대응하고, 피크(304, 305 및 306)는 CH^+ , CH_2^+ 및 CH_3^+ 에 각각 대응한다. 피크(307)는 C_2^+ 에 대응하고, 피크(308-312)는 C_2H^+ , $C_2H_2^+$, $C_2H_3^+$, $C_2H_4^+$, 및 $C_2H_5^+$ 에 각각 대응한다. 피크(313)는 이온화된 에탄에 대응한다. 이 차트는 전류 출력의 즉석 스냅 사진을 표현한다. 방출된 이온 종들에 대한 자세한 연구는 대략 9.5mA의 H_1^+ , 대략 4.0mA의 H_2^+ , 대략 1.8mA의 H_3^+ , 및 대략 1.8mA의 C-12의 실제 전류를 나타내었다. 에탄(C_2H_6) 피크(313)는 대략 0.9mA의 최대 전류를 가졌다. 피크(314)는 잔류 P^+ 에 대응하는데, 이것은 빔-라인 이온 주입기를 세정하기 위해 사용된다.
- [0022] 탄소 주입 동안, 바람직하게 이온화된 탄소만이 질량 분석기(286) 및 분해 구경(289)을 통과한다. 따라서, 피크들(303 내지 313)만 기관을 임플란트하기 위해 사용된다. 이들 피크는 에탄을 이온화함으로써 생성되는 전체 전류의 매우 작은 부분을 나타낸다. 다른 실시예들에서, 순수한 탄소(즉 피크(303))만이 기관에의 주입을 위해 질량 분석기를 통과한다.
- [0023] 이들 전류가 그렇게 작기 때문에, 기관 내에서 원하는 탄소 농도를 달성하기 위해 긴 주입 시간이 요구된다. 이것은 긴 주입 시간을 필요로 하고, 그 때문에 이온 주입 시스템(200)의 효율 및 이용을 감소시킨다. 따라서, 탄소-함유 종들의 전류 증가는 이온 주입 시스템(200)의 효율을 향상시킬 것이다. 상기 장치의 이용 증가가 또한 실현될 수 있다.
- [0024] 희석 가스의 사용은 특히 플라즈마 잠입(plasma immersion) 시스템에 대해 당해 분야에서 알려져 있다. 많은 경우, 희석 가스는 그것의 특정 성질 및 기관에 대한 그것의 영향에 기초하여 선택된다. 예를 들어, 희석 가스는 증착된 표면층의 제거를 돕기 위해 사용된다. 불소가 표면층을 화학적으로 스퍼터링하는 능력 때문에 희석가스로서 종종 사용된다.
- [0025] 그러나 예상치 못하게, 적합한 희석 가스의 포함이 이온 챔버 내 공정 가스로부터 형성된 이온 종들의 전류 분포를 변형하기 위해 사용될 수 있다는 것이 발견되었다. 달리 말해, 에탄 또는 다른 탄화 수소와 같은 공정 가스와 함께 희석 가스를 사용하면, 공정 가스가 다르게 이온화하도록 할 수 있다. 따라서, 기관에 대한 영향 때문에 상기 희석 가스를 사용하기보다는, 상기 희석 가스는 공정 가스의 이온화에 대한 영향 때문에 포함된다.
- [0026] 도 3은 공정 가스로서 에탄과 아르곤에 의한 빔 스펙트럼을 예시하는 차트이다. 이 예에서, 아르곤은 희석 가스로서 에탄과 함께 도입되었다. 동일한 분자 조성을 갖는 피크에는 도 3에서 동일하게 번호가 부여되었다. 따라서, 피크(300, 301 및 302)는 도 2의 경우와 같이, H^+ , H_2^+ 및 H_3^+ 에 각각 대응한다. 이 실험은 에탄 23.7sccm

및 아르곤 1.5sccm의 가스 유량을 사용하여 수행되었다. 덧붙여, 아크 전압은 80V이고 소스 마그네틱은 0.8A이었다.

[0027] 이들 종들의 자세한 분석은 에탄 임플란트 빔 스펙트럼이 대략 2.5mA의 H_1^+ , 대략 2.2mA의 H_2^+ , 대략 1.1mA의 H_3^+ , 및 대략 1.7mA의 $C-12^+$ 를 포함하는 것을 보여주었다. 상기 빔 스펙트럼은 또한 아르곤 가스의 다양한 피크를 포함하는데, 대략 3.0mA의 $Ar^+(325)$ 및 Ar^{++} 의 작은 피크(320)를 포함한다. 최대 에탄 피크(313)는 대략 1.5mA이었다. 이에 더하여, 피크들(307-313)이 증가되었다.

[0028] 따라서, 에탄과 함께 희석가스로서 아르곤을 도입함으로써, 다양한 이온 종들의 전류 분포가 변형되었다. 에탄 빔 전류가 증가되었다. 더욱이, 모든 탄소-함유 종들, 특히 20보다 큰 AMU를 갖는 것들과 관련된 빔 전류가 증가되었다. 달리 말해, 모든 C_2H_x (여기서 x 는 0과 6 사이) 종들에 대한 빔 전류가 증가되었다. 동시에, 수소 빔 전류는 감소되었다. 따라서, 전체 15mA 이상의 수소-계 전류를 생성하기보다는, 아르곤의 도입으로 수소 전류를 전체 5.8mA까지 감소하였다. 부가적인 이점으로서, 아르곤을 희석 가스로 사용할 때, 더 낮은 아크 전압 및 소스 마그네틱 파워가 또한 상기 이온 빔을 최적화하기 위해 필요한 것이 발견되었다. 그러므로, 이온 주입 시스템(200)이 더 효율적으로 이용되고, 수소 전류는 감소한다. 덧붙여, 이들 증가된 전류는 앞서 수행된 것보다 더 낮은 아크 전압 및 소스 마그네틱 전류를 사용하여 생성된다.

[0029] 이 공정은 에탄 이외의 다른 탄소-함유 종들에 사용될 수 있다. 희석 가스는 또한 메탄, 프로판 또는 부탄과 같은 다른 알칸을 함유하는 이온 빔에 적용될 수 있으며, 또한 예를 들어, 카보란 $C_{20}B_{10}H_{12}$ 또는 데카보란과 같은 더 큰 탄소-함유 분자에도 적용될 수 있다. 따라서, 이 공정은 단지 에탄에만 제한되지 않고 당업자에게 공지된 모든 탄소-함유 종들에 적용될 수 있다. 더욱이, 이 공정은 단지 아르곤에만 제한되지 않는다. 다른 불활성 가스, 예컨대, 이에 제한되는 것은 아니지만, 크세논 또는 헬륨이 또한 희석 가스로 사용될 수 있다. 수소 또한 희석 가스로 사용될 수 있다.

[0030] 빔-라인 이온 주입기 내의 펌프의 작동 또한 에탄 빔 전류를 증가시키고 수소 빔 전류를 감소시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 터보펌프는 주입기 내 수소량 및 빔 스펙트럼에서 나타나는 수소를 감소시키도록 제어될 수 있다. 터보펌프를 통한 빔 전류의 조작은 아르곤 희석 가스와 함께 수행될 수 있다. 또는, 상기 펌프는 아르곤 희석 가스를 사용하지 않고 제어될 수 있다.

[0031] 본 명세서에서 채용된 용어 및 표현은 설명을 위한 것으로서 제한을 위한 것으로 사용되지 않으며, 그러한 용어 및 표현의 사용에 있어서, 도시 및 설명된 특징들(또는 그들 중 일부)의 어떠한 균등물도 배제하려는 의도가 없다. 다양한 변형이 청구범위 내에서 가능하다는 것이 또한 인식된다. 다른 변형, 변화 및 대체가 또한 가능하다. 따라서, 앞의 설명은 단지 예일 뿐이며, 제한하는 것으로서 의도되지 않는다.

도면3

