



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월28일  
(11) 등록번호 10-2306410  
(24) 등록일자 2021년09월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01J 37/317 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)  
H01L 21/265 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01J 37/3171 (2013.01)  
H01J 37/32412 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7006670
- (22) 출원일자(국제) 2014년08월14일  
심사청구일자 2019년08월12일
- (85) 번역문제출일자 2016년03월14일
- (65) 공개번호 10-2016-0043066
- (43) 공개일자 2016년04월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/051162
- (87) 국제공개번호 WO 2015/023903  
국제공개일자 2015년02월19일
- (30) 우선권주장  
61/866,918 2013년08월16일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2010517304 A\*  
JP2013521596 A  
US20120142174 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
엔테그리스, 아이엔씨.  
미국 매사추세츠 (우편번호 01821) 빌러리카 콩코드 로드 129
- (72) 발명자  
탕 잉  
미국 코네티컷주 06804 브룩필드 홀리스 드라이브 8  
스위니 조셉 디  
미국 코네티컷주 06776 뉴 밀포드 랜스 레인 9  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 5 항

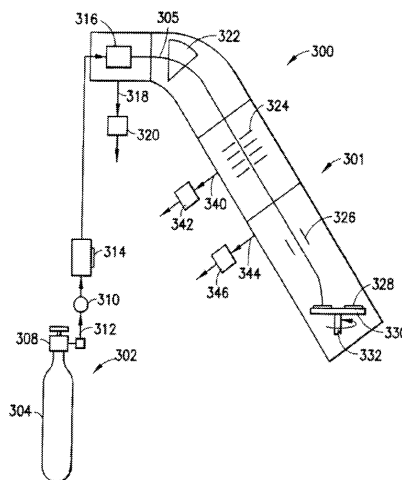
심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 기재내 규소 주입 및 이를 위한 규소 전구체 조성물의 제공

(57) 요약

상응하는 규소 전구체 조성물로부터의 규소 및/또는 규소 이온의 생성 및 기재에의 상기 규소 및/또는 규소 이온의 주입을 수반하는, 기재내 규소 및/또는 규소 이온의 주입을 위한 조성물, 시스템 및 방법이 기술되어 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01L 21/26506* (2013.01)

*H01L 21/26546* (2013.01)

*H01J 2237/006* (2013.01)

*H01J 2237/08* (2013.01)

(72) 발명자

**첸 티엔니우**

미국 매사추세츠주 01886 웨스트포드 러셀스 웨이  
35

**메이어 제임스 제이**

미국 텍사스주 78623 피셔 스탠리온 스프링스 드라  
이브 2111

**레이 리차드 에스**

미국 코네티컷주 06776 뉴 밀포드 콘코드 웨이 21

**빌 올렉**

미국 코네티컷주 06488 사우쓰버리 패스코 드라이브  
81

**에다브 샤라드 엔**

미국 코네티컷주 06811 덴버리 리비어 로드 1401

**카임 로버트**

미국 매사추세츠주 02446 브록클린 워싱턴 스트리트  
762

**명세서**

**청구범위**

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**청구항 31**

삭제

**청구항 32**

삭제

**청구항 33**

삭제

**청구항 34**

삭제

**청구항 35**

삭제

**청구항 36**

삭제

**청구항 37**

삭제

**청구항 38**

삭제

**청구항 39**

삭제

**청구항 40**

삭제

**청구항 41**

삭제

**청구항 42**

삭제

**청구항 43**

삭제

**청구항 44**

삭제

**청구항 45**

삭제

**청구항 46**

삭제

**청구항 47**

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

사불화 규소 및 수소로 구성되는, 규소 및/또는 규소 이온을 이온 주입하기 위한 기체 혼합물로서, 이때 상기

기체 혼합물 중의 수소 함량이 사불화 규소 및 수소의 총 부피를 기준으로 0.01 내지 30 부피 %인, 기체 혼합물.

**청구항 64**

제 63 항에 있어서,

상기 기체 혼합물 중의 수소 함량이 사불화 규소 및 수소의 총 부피를 기준으로 2 내지 20 부피 %인, 기체 혼합물.

**청구항 65**

제 63 항에 있어서,

기체 공급 용기에 제공되는 기체 혼합물.

**청구항 66**

제 63 항에 있어서,

사불화 규소가, 하나 이상의 규소 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한 것인, 기체 혼합물.

**청구항 67**

규소 및/또는 규소 이온을 기체에 주입하는 방법으로서,

사불화 규소 및 수소가 구성되는 기체 혼합물 중의 사불화 규소를 이온화하는 단계, 및

상기 이온화로부터의 규소 및/또는 규소 이온을 기체에 주입하는 단계

를 포함하며, 이때 상기 기체 혼합물 중의 수소 함량이 사불화 규소 및 수소의 총 부피를 기준으로 0.01 내지 30 부피 %인, 방법.

**청구항 68**

삭제

**청구항 69**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시내용은, 예를 들면 마이크로전자 제품, 태양 전지, 평판 디스플레이 등의 제조에서의, 기체 내로의 규소 및/또는 규소 이온의 주입을 위한 조성물, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0002] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0003] 본 출원은 미국 임시 특허 출원 제 61/866,918 호 (출원일: 2013년 8월 16일, 출원인 명의: 잉 탕, 조셉 디 스 위니, 티엔니우 첸, 제임스 제이 메이어, 리차드 에스 레이, 올렉 빌, 샤라드 엔 예다브, 및 로버트 카임, 발명의 명칭: "기체내 규소 주입 및 이를 위한 규소 전구체 조성물의 제공")를 우선권으로 주장한다. 미국 임시 특허 출원 제 61/866,918 호의 개시내용 전체를 본 개시내용에 모든 목적을 위해 참고로 인용한다.

**배경 기술**

[0004] 규소 및/또는 규소 이온(본 개시내용에 사용된 "규소 이온"은 규소 이온 자체 뿐 아니라 규소-함유 이온성 종을 포괄하는 것으로 사용된다)의 주입은 보통, 다양한 마이크로전자 장치 또는 장치 전구체 구조물의 제조 공정에서 수행된다. 규소 이온은 통상, 이온 주입 시스템 내 기체 박스에 또는 달리 이온 공급원 근처에 위치한 공급 용기로부터 이온화를 위한 공급원료 물질을 수용하는 이온 공급원의 사용에 의해 생성된다.

[0005] 예를 들면, 규소 주입은, 규소 장치의 제조시 결정성 규소의 모폴로지를 무정형화하거나 달리 변경하기 위해 사용될 수 있다. 규소는 트랜지스터 구조물에 주입되어 특정 영역의 에칭 속도를 조절하여 후속 에칭 단계에서의 그의 반응성을 조절할 수 있다. 규소는 또한 트랜지스터 구조물에 주입되어 트랜지스터의 소스 및 드레인 영역의 접촉 저항을 감소시킬 수 있다. 규소는 또한 GaAs 장치의 제조에 주입하기 위한 도판트로도 사용된다.

[0006] Si+ 주입을 위해 통상 사용되는 공급원료 물질은 SiF<sub>4</sub>이다. 이 물질의 사용은 이온 공급원의 작동 수명을 감소시키는 것으로 확인되었다. 어떠한 이론으로 얽매이고자 하는 것은 아니지만, 공급원 플라즈마에 불소 원자 및/또는 불소와 규소 원자의 조합물이 존재하는 것은 원치않는 침적물을 야기하고, 이는 이온 공급원 수명을 감소시키는 것으로 추정된다. 불소는, 주입기에 존재하는 텅스텐 및 몰리브덴과 같은 금속과 반응하고 아크 챔버의 부분을 에칭시키면서, 또한 아크 챔버의 컴포넌트, 예를 들면 캐소드, 페이스플레이트 등 및 전극 및 공급원 하우징 표면, 예를 들면 고전압 부싱, 벽 등에 텅스텐 또는 몰리브덴을 침착시킬 수 있다. 과도한 침착은 다양한 문제, 예를 들면 슬릿 휘스커, 캐소드 성장 또는 수축(shortage), 아크 발생, 및 공급원 수명을 단축시키는, 상응하는 공급원 또는 빔 문제를 야기하는 다른 문제를 야기할 수 있다.

[0007] Si+ 주입을 위한 또 다른 가능한 공급원료 물질은 실란, SiH<sub>4</sub>이다. 이 물질은 매우 가연성이어서 이것을 이온 주입기에 사용하는 것은 안전성 때문에 바람직하지 않을 수 있다.

[0008] SiF<sub>4</sub>와 관련된 공급원 수명 문제를 피하고 또한 실란과 관련된 안전성 문제를 피하는 규소 공급원료 물질을 제공하는 것은 당분야에 큰 진보이다.

**발명의 내용**

[0009] 본 개시내용은 기재내 규소 및/또는 규소 이온의 주입을 위한 조성물, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0010] 하나의 양태에서, 본 개시내용은 하기 단계를 포함하는, 기재내 규소 및/또는 규소 이온의 주입방법에 관한 것이다:

[0011] (a) 식 SiR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>의 모노 실란 [여기서, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 독립적으로 H, 할로젠(F, Cl, Br, I), 하이드록시, 알콕시, 아세톡시, 아미노, 식 C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>의 알킬(여기서 n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식 C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>의 사이클로알킬, 바이- 및 폴리사이클로알킬(여기서 n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), C=C 결합을 포함하는 식 C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>의 알케닐(여기서, n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 아릴, 예를 들면 페닐 및 방향족 잔기, 식 =CH<sub>2</sub> 및 C R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>의 작용기를 포함하는 알킬렌 (여기서, 각각의 R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 상기에 명시된 바와 같으며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식 ≡CH 및 ≡CR의 작용기를 포함하는 알킬린 (여기서, R은 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임), 또는 식 -OOCR의 아실옥실(여기서, R은 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임)이다],

[0012] (b) 하나 이상의 Si-Si 결합을 포함하는 식 Si<sub>n</sub>H<sub>y</sub>의 다이- 및 폴리실란[여기서, n은 1 내지 8이고, y는 비분지쇄 및 분지쇄의 경우 2n+2이고 환형 화합물의 경우 2n이다] 및 식 Si<sub>n</sub>R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>...R<sup>y</sup>의 상응하는 치환된 다이- 및 폴리실란[여기서, n은 1 내지 8이고, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>...R<sup>y</sup>는 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0013] (c) 식 H<sub>3</sub>Si-X-SiH<sub>3</sub>의 가교된 규소 전구체 [여기서, X는 -CR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>-, GeR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>-, -NR-, -PR-, -O-, -S-, -S R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>-, 및 -Se-이고, 각각의 R, R<sup>1</sup>, 및 R<sup>2</sup>는 상기 명시한 바와 같다], 및 식 R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>Si-X-SiR<sup>4</sup>R<sup>5</sup>R<sup>6</sup>의 상응하는 치환된 규소 전구체 [여기서, X는 상술한 바와 같고, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>... R<sup>6</sup>는 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0014] (d) 식 H<sub>3</sub>Si-X-SiH<sub>2</sub>-Y-SiH<sub>2</sub>-...-Z-SiH<sub>3</sub>의, 또는 달리 Si-Si 결합을 함유하는, 다중가교된 분지형 및 환형 규소 전

구체[여기서, X는  $-CR^1R^2-$ ,  $GeR^1R^2-$ ,  $-NR-$ ,  $-PR-$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-SR^1R^2-$ , 및  $-Se-$ 이고, 각각의 R,  $R^1$ , 및  $R^2$ 는 상기 명시한 바와 같다], 및 상응하는 치환된 분지형 규소 전구체 [여기서, X, Y 및 Z는 C 또는 N임], 및 상응하는 환형 규소 전구체,

- [0015] (e) 식  $H_2Si=SiH_2$ 의 실렌(silene), 및 식  $R^1R^2Si=SiR^3R^4$ 의 상응하는 치환된 실렌[여기서,  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , 및  $R^4$ 는 상기에서 명시한 바와 같다],
- [0016] (f) 식  $HSi\equiv SiH$ 의 실린(silyne), 및 식  $R^1Si\equiv SiR^2$ 의 상응하는 치환된 실린[여기서,  $R^1$  및  $R^2$ 는 상기에서 명시한 바와 같다],
- [0017] (g) 클러스터(cluster) 규소 화합물,
- [0018] (h) 전술된 전구체 중 하나 이상을 포함하는 예비혼합물 또는 공-유동 혼합물, 및
- [0019] (i) 전술된 전구체 중 하나 이상
- [0020] 으로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체를 포함하되, 이때 하나 이상의 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한(isotopically enriched) 기체를 포함하며, (1) 사불화 규소, (2) 실란, (3) 사불화 규소와 실란 혼합물, 또는 (4) 사불화 규소, 제논 및 수소 만으로는 이루어지지 않는 조성물로부터, 규소 또는 규소-함유 이온을 생성하는 단계, 및
- [0021] 기재 내로 규소 또는 규소-함유 이온을 주입하는 단계.
- [0022] 또 하나의 양태에서, 본 개시내용은, 하기 단계를 포함하는, 기재내 규소 이온의 주입방법에 관한 것이다:
- [0023] (a) 사불화 규소  $SiF_4$ 를 포함하는 규소 전구체를 이온화하는 단계로서, 이때 사불화 규소는 불소반응 억제제와 공-유동되거나 예비혼합되는, 단계 및
- [0024] (b) 상기 이온화로부터의 규소 이온을 기재 내로 주입하는 단계.
- [0025] 추가의 양태에서, 본 개시내용은, 기재내 규소 및/또는 규소 이온의 주입에 사용하기 위한 규소 전구체 조성물에 관한 것으로서, 상기 조성물은 하기로 이루어진 군 중에서 선택된 하나 이상의 규소 전구체를 포함하되, (1) 사불화 규소, (2) 실란, (3) 사불화 규소와 실란 혼합물, 또는 (4) 사불화 규소, 제논 및 수소 만으로는 이루어지지 않는다:
- [0026] (a) 식  $SiR^1R^2R^3R^4$ 의 모노 실란[여기서, 각각의  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , 및  $R^4$ 는 독립적으로 H, 할로젠(F, Cl, Br, I), 하이드록시, 알콕시, 아세톡시, 아미노, 식  $C_nH_{2n+1}$ 의 알킬(여기서 n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식  $C_nH_{2n-1}$ 의 사이클로알킬, 바이- 및 폴리사이클로알킬(여기서 n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), C=C 결합을 포함하는 식  $C_nH_{2n}$ 의 알케닐(여기서, n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 아릴, 예를 들면 페닐 및 방향족 잔기, 식  $=CH_2$  및  $C R^1R^2$ 의 작용기를 포함하는 알킬렌 (여기서, 각각의  $R^1$  및  $R^2$ 는 상기에 명시된 바와 같으며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식  $\equiv CH$  및  $\equiv CR$ 의 작용기를 포함하는 알킬린 (여기서, R은  $C_1-C_{10}$  알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임), 식  $-OOCR$ 의 아실옥실(여기서, R은  $C_1-C_{10}$  알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임)이다],
- [0027] (b) 하나 이상의 Si-Si 결합을 포함하는 식  $Si_nH_y$ 의 다이- 및 폴리실란[여기서, n은 1 내지 8이고, y는 비분지쇄 및 분지쇄의 경우  $2n+2$ 이고 환형 화합물의 경우  $2n$ 이다] 및 식  $Si_nR^1R^2\cdots R^y$ 의 상응하는 치환된 다이- 및 폴리실란[여기서, n은 1 내지 8이고, 각각의  $R^1$ ,  $R^2\cdots R^y$ 는 각각의  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , 및  $R^4$ 에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],
- [0028] (c) 식  $H_3Si-X-SiH_3$ 의 가교된 규소 전구체[여기서, X는  $-CR^1R^2-$ ,  $GeR^1R^2-$ ,  $-NR-$ ,  $-PR-$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-SR^1R^2-$ , 및

-Se-이고, 각각의 R, R<sup>1</sup>, 및 R<sup>2</sup>는 상기 명시한 바와 같다], 및 식 R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>Si-X-SiR<sup>4</sup>R<sup>5</sup>R<sup>6</sup>의 상응하는 치환된 규소 전구체 [여기서, X는 상술한 바와 같고, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>... R<sup>6</sup>는 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0029] (d) 식 H<sub>3</sub>Si-X-SiH<sub>2</sub>-Y-SiH<sub>2</sub>...Z-SiH<sub>3</sub>의, 또는 달리 Si-Si 결합을 함유하는, 다중가교된 분지형 및 환형 규소 전구체 [여기서, X는 -CR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>-, GeR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>-, -NR-, -PR-, -O-, -S-, -S R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>-, 및 -Se-이고, 각각의 R, R<sup>1</sup>, 및 R<sup>2</sup>는 상기 명시한 바와 같다], 및 상응하는 치환된 분지형 규소 전구체 [여기서, X, Y 및 Z는 C 또는 N임], 및 상응하는 환형 규소 전구체,

[0030] (e) 식 H<sub>2</sub>Si=SiH<sub>2</sub>의 실렌, 및 식 R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>Si=SiR<sup>3</sup>R<sup>4</sup>의 상응하는 치환된 실렌 [여기서, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 상기에서 명시한 바와 같다],

[0031] (f) 식 HSi≡SiH의 실린, 및 식 R<sup>1</sup>Si≡SiR<sup>2</sup>의 상응하는 치환된 실린 [여기서, R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 상기에서 명시한 바와 같다],

[0032] (g) 클러스터 규소 화합물,

[0033] (h) 전술된 전구체 중 하나 이상을 포함하는 예비혼합물 또는 공-유동 혼합물, 및

[0034] (i) 하나 이상의 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한 전구체를 포함하는, 전술된 전구체 중 하나 이상.

[0035] 본 개시내용의 또 하나의 양태는, 그룹 A로부터의 하나 이상의 규소 전구체 기체를 임의적으로 그룹 B, C 및 D로부터의 추가의 기체 또는 기체들과 함께 포함하는 규소 전구체 조성물에 관한 것으로, 이때 그룹 A로부터의 규소 전구체 기체가 단지 하나 존재하는 경우, 그룹 B, C 및 D로부터의 하나 이상의 추가의 기체가 공-유동 기체로서 존재하거나 전구체 기체 혼합물 중에 규소 전구체 기체와 함께 혼합되며,

[0036] 그룹 A는 SiF<sub>4</sub>, SiH<sub>4</sub>, SiH<sub>x</sub>F<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiH<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiF<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiH<sub>x</sub>F<sub>y</sub>Cl<sub>z</sub>(여기서, 각각의 x, y 및 z는 0 내지 4 범위이다)로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체 기체를 포함하고,

[0037] 그룹 B는 H<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, GeH<sub>4</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 및 SiH<sub>4</sub>로 이루어진 군 중에서 선택된 수소 또는 수소 화물 기체를 포함하고,

[0038] 그룹 C는 Ne, Ar, Kr, He 및 Xe로 이루어진 군 중에서 선택된 불활성 기체를 포함하고,

[0039] 그룹 D는 N<sub>2</sub> 및 O<sub>2</sub>로 이루어진 군 중에서 선택된 다른 기체를 포함한다.

[0040] 본 개시내용의 추가의 양태는, 사불화 규소 및 불소반응 억제제를 예비혼합물 또는 공-유동 형태로 포함하는 규소 전구체 조성물에 관한 것이다.

[0041] 추가의 양태에서, 본 개시내용은, 본 개시내용의 규소 전구체 조성물을 보유하는 제1 기체 공급 용기, 및 상기 규소 전구체 조성물과 함께 사용되는 공-유동 기체를 보유하는 제2 기체 공급 용기를 포함하는, 이온 주입 시스템을 위한 기체 공급 키트에 관한 것이다.

[0042] 본 개시내용의 추가의 양태는, 본 개시내용의 규소 전구체 조성물을 보유하는 제1 기체 공급 용기, 및 상기 규소 전구체 조성물과 함께 사용되는 공-유동 기체를 보유하는 제2 기체 공급 용기를, 이온 주입 시스템에 사용하기 위해 제공하는 것을 포함하는, 이온 주입 시스템의 작동을 향상시키는 방법에 관한 것이다.

[0043] 본 개시내용의 추가의 양태는, 본 개시내용의 규소 전구체 조성물을 함유하는 유체 저장 및 분배 용기를 포함하는, 규소 전구체 조성물 공급 패키지에 관한 것이다.

[0044] 본 개시내용의 다른 양태, 특징 및 실시양태는 이후 상세한 설명 및 첨부 특허청구범위로부터 더욱 명백해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0045] 도 1은, 예시된 이온 주입 챔버에서의 기체의 이온 주입 도핑을 위해 공급되는 기체를 함유하는 저장 및 분배 용기를 포함하는 이온 주입 공정 시스템의 개략도이다.

도 2는, 상기 시스템의 아크 챔버에서의 플라즈마의 생성을 개략적으로 보여주는 이온 주입 시스템의 단면도로써, 여기서 기체 공급 라인은, 냉각되지 않으면 분해에 민감할 수 있는 본 개시내용의 전구체에 유용한, 그러한 라인의 능동적 냉각을 제공하도록 배열되어 있다.

도 3은, 본 개시내용의 하나의 실시양태에 따른, 기체들의 공-유동 공급을 위해 배열된 이온 주입 시스템의 이온 공급원의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0046] 본 개시내용은 규소 및/또는 규소 이온의 주입을 위한 조성물, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0047] 본 개시내용에서 사용되고 첨부된 청구범위에서 기재된 단수 형태는 달리 명백하게 문맥이 명시하지 않는 한 복수 형태를 포함한다.

[0048] 본 개시내용에 사용된 탄소 수 범위, 예를 들면 C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub> 알킬에서의 탄소 수 범위는, 구성성분 탄소 수 잔기 각각을 그러한 범위로 포함하여, 그 언급된 범위 내의 각각의 개체 탄소 수 및 임의의 다른 언급되거나 개재되는 탄소 수 값이 포괄되는 것으로 의도되며, 추가로, 명시된 탄소 수 범위 내의 부분 탄소 수 범위가 본 개시내용의 범위 내의 더 좁은 탄소 수 범위에 독립적으로 포함될 수 있고, 하나의 탄소수 또는 탄소수들이 구체적으로 배제되는 탄소 수 범위가 본 개시내용에 포함되며, 명시된 범위의 탄소 수 한계치 중 하나 또는 둘다가 배제된 부분 범위 또한 본 개시내용에 포함되는 것으로 이해된다. 따라서, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub> 알킬은 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 펜틸, 헥실, 헵틸, 옥틸, 노닐, 데실, 운데실 및 도데실을 포함하고, 그러한 유형의 직쇄 뿐만아니라 분지된 기를 포함하는 것으로 의도된다. 따라서, 치환체 잔기에 광범위하게 적용가능한 탄소 수 범위, 예를 들면 C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>의 확인은, 본 개시내용의 특정 실시양태에서는, 추가로 제한될 탄소 수 범위가, 치환체 잔기의 더 넓은 규격 내의 탄소 수 범위를 갖는 잔기의 부분 그룹으로서 가능하게 하는 것으로 이해되어야 한다. 예로써, 탄소 수 범위, 예를 들면 C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub> 알킬은 본 개시내용의 특정 실시양태에서는, 부분 범위, 예를 들면 C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> 알킬, C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub> 알킬, C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> 알킬, C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub> 알킬, 또는 상기 넓은 탄소 수 범위 내의 다른 임의의 부분 범위를 포함하는 것으로 더 제한적으로 명시될 수 있다. 다시 말해, 탄소 수 범위는, 치환체, 잔기 또는 그러한 범위가 적용되는 화합물에 대해, 선택 군 중의 구성원 중 특정의 것들이 선택될 수 있는 선택 군으로서, 또는 연속되는 탄소 수의 부분 범위 또는 그러한 선택 군 내의 특정 탄소 수 중으로서, 각각의 탄소 수 중을 범위로 확정적으로 기재한 것으로 간주된다.

[0049] 동일한 구성 및 선택 융통성이, 원자, 작용기, 이온 또는 잔기를 명시하는 수치 및 화학양론적 계수에 대해, 명시된 범위, 수치 한계값 (예를 들면 부등호, 한계치 초과, 한계치 미만)에 대해, 뿐만 아니라 산화 상태, 및 특정 형태, 충전 상태, 및 도판트 공급원, 주입 종 및 화학적 물질에 적용가능한 조성을 결정하는 다른 변수에 대해, 본 개시내용에 개시된 넓은 범위 내에서 적용될 수 있다.

[0050] 본 개시내용의 전구체는, 본 개시내용에 개시된 다양한 명세 및 예시와 관련하여, 특정의 치환체, 기, 잔기 또는 구조를 제외하고는 단서 또는 제한 없이 특정 실시양태로 추가로 명시될 수 있다. 따라서, 본 개시내용은, 제한적으로 한정된 조성물, 예를 들면 R<sup>i</sup>가 C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub> 알킬이되 단, R<sup>j</sup>가 실릴인 경우 R<sup>j</sup>는 C<sub>4</sub> 알킬이 아닌 조성물을 고려한다.

[0051] 따라서, 본 개시내용은 그의 특징, 양태 및 실시양태와 관련하여 다양하게 서술한 바와 같이, 특정 실시양태에서 그러한 특징, 양태 및 실시양태의 일부 또는 전부를 "포함하는", "이루어진" 또는 "본질적으로 이루어진" 것으로 구성될 수 있으며, 뿐만 아니라 그의 요소 및 성분들이 합쳐져서 본 개시내용의 다양한 추가의 실시양태를 구성한다. 본 개시내용은 상응하게, 그러한 특징, 양태 및 실시양태 또는 그의 선택된 하나 또는 복수를, 다양한 치환 및 조합으로, 본 개시내용의 범위에 들어가는 것으로서 고려한다.

[0052] 하나의 양태에서, 본 개시내용은 하기 단계를 포함하는, 기재내 규소 및/또는 규소 이온의 주입방법에 관한 것이다:

[0053] (a) 식 SiR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>의 모노 실란 [여기서, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 독립적으로 H, 할로겐(F, Cl, Br, I), 하이

드록시, 알콕시, 아세톡시, 아미노, 식  $C_nH_{2n+1}$ 의 알킬(여기서  $n$ 은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식  $C_nH_{2n-1}$ 의 사이클로알킬, 바이- 및 폴리사이클로알킬(여기서  $n$ 은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), C=C 결합을 포함하는 식  $C_nH_{2n}$ 의 알케닐(여기서  $n$ 은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 아릴, 예를 들면 페닐 및 방향족 잔기, 식  $=CH_2$  및  $C R^1R^2$ 의 작용기를 포함하는 알킬렌 (여기서, 각각의  $R^1$  및  $R^2$ 는 상기에 명시된 바와 같으며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식  $\equiv CH$  및  $\equiv CR$ 의 작용기를 포함하는 알킬린 (여기서, R은  $C_1-C_{10}$  알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임), 또는 식  $-OOCR$ 의 아실옥실(여기서, R은  $C_1-C_{10}$  알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임)이다],

[0054] (b) 하나 이상의 Si-Si 결합을 포함하는 식  $Si_nH_y$ 의 다이- 및 폴리실란[여기서,  $n$ 은 1 내지 8이고,  $y$ 는 비분지쇄 및 분지쇄의 경우  $2n+2$ 이고 환형 화합물의 경우  $2n$ 이다] 및 식  $Si_nR^1R^2\cdots R^y$ 의 상응하는 치환된 다이- 및 폴리실란[여기서,  $n$ 은 1 내지 8이고, 각각의  $R^1, R^2\cdots R^y$ 는 각각의  $R^1, R^2, R^3, R^4$ 에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0055] (c) 식  $H_3Si-X-SiH_3$ 의 가교된 규소 전구체 [여기서, X는  $-CR^1R^2-$ ,  $GeR^1R^2-$ ,  $-NR-$ ,  $-PR-$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-S R^1R^2-$ , 및  $-Se-$ 이고, 각각의 R,  $R^1$ , 및  $R^2$ 는 상기 명시한 바와 같다], 및 식  $R^1R^2R^3Si-X-SiR^4R^5R^6$ 의 상응하는 치환된 규소 전구체 [여기서, X는 상술한 바와 같고, 각각의  $R^1, R^2\cdots R^6$ 는 각각의  $R^1, R^2, R^3, R^4$ 에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0056] (d) 식  $H_3Si-X-SiH_2-Y-SiH_2\cdots Z-SiH_3$ 의, 또는 달리 Si-Si 결합을 함유하는, 다중가교된 분지형 및 환형 규소 전구체 [여기서, X는  $-CR^1R^2-$ ,  $GeR^1R^2-$ ,  $-NR-$ ,  $-PR-$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-S R^1R^2-$ , 및  $-Se-$ 이고, 각각의 R,  $R^1$ , 및  $R^2$ 는 상기 명시한 바와 같다], 및 상응하는 치환된 분지형 규소 전구체[여기서, X, Y 및 Z는 C 또는 N임], 및 상응하는 환형 규소 전구체,

[0057] (e) 식  $H_2Si=SiH_2$ 의 실렌, 및 식  $R^1R^2Si=SiR^3R^4$ 의 상응하는 치환된 실렌[여기서,  $R^1, R^2, R^3, R^4$ 는 상기에서 명시한 바와 같다],

[0058] (f) 식  $HSi\equiv SiH$ 의 실린, 및 식  $R^1Si\equiv SiR^2$ 의 상응하는 치환된 실린[여기서,  $R^1$  및  $R^2$ 는 상기에서 명시한 바와 같다],

[0059] (g) 클러스터 규소 화합물,

[0060] (h) 전술된 전구체 중 하나 이상을 포함하는 예비혼합물 또는 공-유동 혼합물, 및

[0061] (i) 전술된 전구체 중 하나 이상

[0062] 으로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체를 포함하되, 이때 하나 이상의 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한 기체를 포함하며, (1) 사불화 규소, (2) 실란, (3) 사불화 규소와 실란 혼합물, 또는 (4) 사불화 규소, 제논 및 수소 만으로는 이루어지지 않는 조성물로부터, 규소 또는 규소-함유 이온을 생성하는 단계, 및

[0063] 기체 내로 규소 또는 규소-함유 이온을 주입하는 단계.

[0064] 그러한 방법에서, 상기 규소 전구체는 이온화되어 규소 및/또는 규소-함유 이온을 생성할 수 있다. 상기 이온화는 임의의 적합한 방법으로 수행될 수 있다. 예를 들면, 상기 이온화는, 규소 도판트 종의 이온 빔을 생성하도록 수행될 수 있으며, 상기 규소 도판트 종의 이온 빔은 전기장에 의해 가속화되어 기체내로 규소 이온을 주입한다. 상기 방법은, 규소-도핑된 물질을 포함하는 제품, 어셈블리 또는 서브어셈블리를 제조하는 방법으로 수행될 수 있다. 상기 제품, 어셈블리 또는 서브어셈블리는 임의의 적합한 유형의 것일 수 있으며, 예를 들면 반도체 제품, 어셈블리 또는 서브어셈블리, 태양 에너지 제품, 어셈블리 또는 서브어셈블리, 및 평판 디스플레이

이 제품, 어셈블리 또는 서브어셈블리 중에서 선택될 수 있다.

- [0065] 상술된 방법은, 규소 전구체, 및 주입 공정 장비(tool)에 공-유동될 제2 기체가, 별도의 기체 유동 스트림으로서 상기 장비로 동시에 유동되거나, 또는 혼합 매니폴드 또는 다른 컴포넌트 또는 도관으로 유동되어 여기에서 상기 공-유동 기체 스트림들이 서로 혼합된 후 상기 공정 장비로 유동됨으로써, 수행될 수 있다. 달리, 상기 규소 전구체 및 제2 기체는, 그러한 목적을 위해 예비혼합된 그러한 성분들의 혼합물로서 규소 전구체 조성물에 존재할 수도 있다.
- [0066] 주입 자체는 임의의 적합한 유형의 것일 수 있으며, 예를 들면 빔-라인 이온 주입, 플라즈마 침지 이온 주입 또는 플라즈마 도핑을 포함할 수 있다.
- [0067] 본 개시내용의 일부 실시양태에서, 상기 이온화는 이온화 챔버에서 수행되며, 상기 규소 전구체 조성물이 전달 도관에서 상기 이온화 챔버로 전달되며, 상기 이온화 챔버 및 전달 도관 중 하나 이상은, 예를 들면 상기 규소 전구체 조성물이 열-유도된 열화(degradation) 또는 분해에 민감할 수 있는 경우, 능동적으로 냉각된다. 따라서, 상기 능동적 냉각은 이온화 챔버로 들어가는 규소 전구체 조성물의 온도를 낮출 수 있다.
- [0068] 본 개시내용의 다양한 실시양태에서, 규소 전구체는 하나 이상의 규소 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부하다. 예를 들면, 상기 규소 전구체는, <sup>28</sup>Si, <sup>29</sup>Si, 및 <sup>30</sup>Si 로 이루어진 군 중에서 선택된 하나 이상의 규소 동위원소, 예를 들면 <sup>29</sup>Si가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부하다. 다양한 용도에서, 상기 규소 전구체는 <sup>29</sup>Si가, 규소 전구체 물질에 존재하는 총 동위원소 중을 기준으로 적어도 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 97%, 98%, 99%, 또는 그 이상 내지 100%의 수준으로, 동위원소-풍부하다.
- [0069] 일부 특정 양태에서, 상기 규소 전구체는, <sup>29</sup>Si가, 규소 전구체 물질에 존재하는 총 동위원소 중을 기준으로 30% 내지 70%의 수준으로, 동위원소-풍부하다.
- [0070] 본 개시내용의 주입 방법은, 언급한 바와 같이, 규소 전구체를 공-유동 기체와 함께 이온화를 위해 공-유동시키면서 수행될 수 있다. 상기 공-유동 기체는 임의의 적합한 유형의 것일 수 있으며, 예를 들면, 수소화물, 할로겐(불소, 브롬, 염소, 요오드), 할로겐화물 화합물 및 착물, 일산화 탄소, 이산화 탄소, 불화 카보닐, 제논, 이불화 제논, 산소, 질소, 아르곤, 네온, 크립톤, 헬륨, SiF<sub>4</sub>, SiH<sub>4</sub>, Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 메틸 실란, 플루오로실란, 클로로실란, 셀렌화 수소, 황화 수소, 다이보란, 메탄, 암모니아, 포스핀 및 아르신로 이루어진 군 중에서 선택된 것일 수 있다.
- [0071] 일부 실시양태에서, 상기 규소 전구체 조성물은, 규소 전구체와 다른 기체를 포함할 수 있으며, 그러한 다른 기체는 하나 이상의 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부하다.
- [0072] 특정 실시양태에서, 상기 규소 전구체 조성물은 하기로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체를 포함할 수 있다:
- [0073] 알킬 실란; 가교된 실록산; 식 R<sub>n</sub>SiH<sub>(4-n)</sub>의 화합물(여기서, 0 ≤ n ≤ 4, R<sub>n</sub>은 알킬, 알콕실, 아미도, 알킬렌, 실릴, 이미도, 수소 또는 아세테이트이다); 알킬 다이실란; 트라이실릴아민; 메틸 실란; (MeHSi)<sub>4</sub>O<sub>4</sub>; Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub>; EtSiH<sub>3</sub>; Me<sub>3</sub>SiH; (MeO)<sub>3</sub>SiH; Me<sub>3</sub>SiSiMe<sub>3</sub>; n-BuSiH<sub>3</sub>; (SiH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N; (MeHSi)<sub>4</sub>O<sub>4</sub>, (TMCTS); Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub>; Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; Me<sub>2</sub>SiF<sub>2</sub>; HSiF<sub>3</sub>; SiCl<sub>4</sub>; SiHCl<sub>3</sub>; SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>; SiH<sub>3</sub>Cl; (NMe)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>H<sub>4</sub>; Me<sub>3</sub>Si(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>); (Me<sub>3</sub>Si)<sub>3</sub>SiH; (Me<sub>2</sub>Si)<sub>3</sub>(NHMe)<sub>3</sub>; (Me<sub>3</sub>Si)<sub>3</sub>GeH; [(tBu)NCH=CHN(tBu)]Si; (Me<sub>3</sub>Si)<sub>3</sub>N; [(MeO)<sub>3</sub>Si]<sub>3</sub>N; (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Si; Si(OOCCH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Me<sub>3</sub>Si(NMe<sub>2</sub>); SiH(NMe<sub>2</sub>)<sub>3</sub>; Me<sub>3</sub>SiEt; Me<sub>2</sub>SiCH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>; Me<sub>3</sub>SiNHSiMe<sub>3</sub>; Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>; 부분 불화되거나 염화된 물질; 동일반응계에서 생성된 물질; 할로겐과 수소 둘다를 함유하는 분자; 및 이들의 유도체 및 혼합물.
- [0074] 다른 실시양태에서, 상기 규소 전구체 조성물은 하기로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체를 포함한다:
- [0075] (a) (i) 식 Si(R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>) 또는 (R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>)Si:(실릴렌)의 단량체; (ii) 식 [Si(R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>의 이량체; (iii) 식 [Si(R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>)<sub>3</sub>]<sub>3</sub>의 삼량체; 및 (iv) 식 [Si(R<sup>1</sup>)<sub>4</sub>]<sub>4</sub>의 사량체로 이루어진 군 중에서 선택된 규소-함유 전구체(상기 식에서, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 독립적으로 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬; 실릴; 아미노; 아미도; 이미도; C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알콕시; 실록시; 할로; 모노-

, 다이- 및 트라이-알킬실릴(이때 알킬은 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬임); 모노- 및 다이-알킬아미노(이때 알킬은 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬임)로부터 선택됨);

- [0076] (b) 바이피리딘 및 알킨 실란 부가물;
- [0077] (c) 셀레늄에 직접 결합된 규소(Si-Se 결합)를 포함하는 셀렌화 규소; 및
- [0078] (d) 하나 이상의 규소 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한 상기 전구체 (a) 내지 (c).
- [0079] 일부 특정 실시양태에서, 본 개시내용의 방법은, 상기 (d)로부터 선택된 전구체를 포함하는 규소 전구체 조성물  
으로 수행될 수 있다.
- [0080] 본 개시내용의 주입 방법은, 아크 챔버에서 수행되는 이온화로 수행될 수 있으며, 상기 아크 챔버에는 내부에  
(1) 란탄화된 텅스텐 라이너, (2) WSi 라이너, (3) 규소 라이너, 및 (4) 그래파이트 라이너로 이루어진 군 중에  
서 선택된 아크 챔버 라이너가 배치되어 있다.
- [0081] 다양한 특정 실시양태에서, 본 개시내용의 주입 방법은, 그룹 A로부터의 하나 이상의 규소 전구체 기체를 임의  
적으로 그룹 B, C 및 D로부터의 추가의 기체 또는 기체들과 함께 포함하는 규소 전구체 조성물로 수행되며, 이  
때 그룹 A로부터의 규소 전구체 기체가 단지 하나 존재하는 경우, 그룹 B, C 및 D로부터의 하나 이상의 추가의  
기체가 공-유동 기체로서 존재하거나 전구체 기체 혼합물 중에 규소 전구체 기체와 함께 혼합되며,
- [0082] 그룹 A는 SiF<sub>4</sub>, SiH<sub>4</sub>, SiH<sub>x</sub>F<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiH<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0  
내지 4 범위이다), SiF<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiH<sub>x</sub>F<sub>y</sub>Cl<sub>z</sub>(여기서, 각각의 x, y 및 z  
는 0 내지 4 범위이다)로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체 기체를 포함하고,
- [0083] 그룹 B는 H<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, GeH<sub>4</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 및 SiH<sub>4</sub>로 이루어진 군 중에서 선택된 수소 또는 수소  
화물 기체를 포함하고,
- [0084] 그룹 C는 Ne, Ar, Kr, He 및 Xe로 이루어진 군 중에서 선택된 불활성 기체를 포함하고,
- [0085] 그룹 D는 N<sub>2</sub> 및 O<sub>2</sub>로 이루어진 군 중에서 선택된 다른 기체를 포함한다.
- [0086] 또하나의 양태에서, 본 개시 내용은, 하기 단계를 포함하는, 기재내 규소 이온의 주입방법에 관한 것이다:
- [0087] (a) 사불화 규소 SiF<sub>4</sub>를 포함하는 규소 전구체를 이온화하는 단계로서, 이때 사불화 규소는 불소반응 억제제와  
공-유동되거나 예비혼합되는, 단계 및
- [0088] (b) 상기 이온화로부터의 규소 이온을 기재 내로 주입하는 단계.
- [0089] 상기 불소반응 억제제는 임의의 적합한 유형의 것일 수 있으며, 예를 들면, 특정 실시양태에서, (i) 수소, (ii)  
수소화물 기체, 및 (iii) 질소 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 불소반응 억제제는  
실란을 포함할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 상기 불소반응 억제제는 암모니아를 포함할 수 있다. 추가의  
다른 실시양태에서, 상기 불소반응 억제제는 질소를 포함할 수 있다.
- [0090] 또 하나의 양태에서, 본 개시 내용은, 기재내 규소 및/또는 규소 이온의 주입에 사용하기 위한 규소 전구체 조  
성물에 관한 것으로서, 상기 조성물은 하기로 이루어진 군 중에서 선택된 하나 이상의 규소 전구체를 포함하되,  
(1) 사불화 규소, (2) 실란, (3) 사불화 규소와 실란 혼합물, 또는 (4) 사불화 규소, 제논 및 수소 만으로 이루  
어지지 않는다:
- [0091] (a) 식 SiR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>의 모노 실란 [여기서, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 독립적으로 H, 할로젠(F, Cl, Br, I), 하이  
드록시, 알콕시, 아세톡시, 아미노, 식 C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>의 알킬(여기서 n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시,  
알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), 식 C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>의 사이클로알킬, 바이- 및 폴리사이클로알킬(여기서 n은  
1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노로 치환됨), C=C 결합을 포함하  
는 식 C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>의 알케닐(여기서 n은 1 내지 10이며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미  
노로 치환됨), 아릴, 예를 들면 페닐 및 방향족 잔기, 식 =CH<sub>2</sub> 및 C<sup>1</sup>R<sup>2</sup>의 작용기를 포함하는 알킬렌 (여기서,  
각각의 R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 상기에 명시된 바와 같으며, 이는 임의적으로 하이드록시, 알콕시, 아세톡시 및/또는 아미노

로 치환됨), 식  $\equiv\text{CH}$  및  $\equiv\text{CR}$ 의 작용기를 포함하는 알킬린 (여기서, R은 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임), 또는 식  $-\text{OOCR}$ 의 아실옥실(여기서, R은 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 알킬, 하이드록실, 할로젠 또는 알킬의 아미노 유도체임)이다],

[0092] (b) 하나 이상의 Si-Si 결합을 포함하는 식 Si<sub>n</sub>H<sub>y</sub>의 다이- 및 폴리실란[여기서, n은 1 내지 8이고, y는 비분지쇄 및 분지쇄의 경우 2n+2이고 환형 화합물의 경우 2n이다] 및 식 Si<sub>n</sub>R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>...R<sup>y</sup>의 상응하는 치환된 다이- 및 폴리실란[여기서, n은 1 내지 8이고, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>...R<sup>y</sup>는 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0093] (c) 식 H<sub>3</sub>Si-X-SiH<sub>3</sub>의 가교된 규소 전구체 [여기서, X는  $-\text{CR}^1\text{R}^2-$ ,  $\text{GeR}^1\text{R}^2-$ ,  $-\text{NR}-$ ,  $-\text{PR}-$ ,  $-\text{O}-$ ,  $-\text{S}-$ ,  $-\text{S R}^1\text{R}^2-$ , 및  $-\text{Se}-$ 이고, 각각의 R, R<sup>1</sup>, 및 R<sup>2</sup>는 상기 명시한 바와 같다], 및 식 R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>Si-X-SiR<sup>4</sup>R<sup>5</sup>R<sup>6</sup>의 상응하는 치환된 규소 전구체 [여기서, X는 상술한 바와 같고, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>... R<sup>6</sup>는 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>에 대해 상기에서 명시한 바와 같다],

[0094] (d) 식 H<sub>3</sub>Si-X-SiH<sub>2</sub>-Y-SiH<sub>2</sub>...Z-SiH<sub>3</sub>의, 또는 달리 Si-Si 결합을 함유하는, 다중가교된 분지형 및 환형 규소 전구체 [여기서, X는  $-\text{CR}^1\text{R}^2-$ ,  $\text{GeR}^1\text{R}^2-$ ,  $-\text{NR}-$ ,  $-\text{PR}-$ ,  $-\text{O}-$ ,  $-\text{S}-$ ,  $-\text{S R}^1\text{R}^2-$ , 및  $-\text{Se}-$ 이고, 각각의 R, R<sup>1</sup>, 및 R<sup>2</sup>는 상기 명시한 바와 같다], 및 상응하는 치환된 분지형 규소 전구체 [여기서, X, Y 및 Z는 C 또는 N임], 및 상응하는 환형 규소 전구체,

[0095] (e) 식 H<sub>2</sub>Si=SiH<sub>2</sub>의 실렌, 및 식 R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>Si=SiR<sup>3</sup>R<sup>4</sup>의 상응하는 치환된 실렌[여기서, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 상기에서 명시한 바와 같다],

[0096] (f) 식 HSi≡SiH의 실린, 및 식 R<sup>1</sup>Si≡SiR<sup>2</sup>의 상응하는 치환된 실린[여기서, R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 상기에서 명시한 바와 같다],

[0097] (g) 클러스터 규소 화합물,

[0098] (h) 예비혼합물 또는 공-유동 혼합물 형태의 전술된 전구체 중 하나 이상, 및

[0099] (i) 하나 이상의 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한 전구체를 포함하는, 전술된 전구체 중 하나 이상.

[0100] 상술한 조성물은 특정 용도에서, 하나 이상의 규소 동위원소, 예를 들면, <sup>28</sup>Si, <sup>29</sup>Si, 및 <sup>30</sup>Si 로 이루어진 군 중에서 선택된 하나 이상의 규소 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한 규소 전구체를 포함한다. 상기 규소 전구체는 예를 들면 <sup>29</sup>Si가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부하거나 또는 <sup>29</sup>Si와 다른 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부하다. 다양한 실시양태에서, 상기 조성물은, 규소 전구체 물질에 존재하는 총 동위원소 중을 기준으로 적어도 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 97%, 98%, 99%, 또는 그 이상 내지 100%의 수준으로 <sup>29</sup>Si가 동위원소-풍부한 규소 전구체를 포함할 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 규소 전구체는, <sup>29</sup>Si가, 규소 전구체 물질에 존재하는 총 동위원소 중을 기준으로 30% 내지 70%의 수준으로 동위원소-풍부하다.

[0101] 언급한 바와 같이, 본 개시내용의 조성물은 규소 전구체 및 공-유동 기체, 예를 들면 수소화물, 할로젠(불소, 브롬, 염소, 요오드), 할로겐화물 화합물 및 착물, 일산화 탄소, 이산화 탄소, 불화 카보닐, 제논, 이불화 제논, 산소, 질소, 아르곤, 네온, 크립톤, 헬륨, SiF<sub>4</sub>, SiH<sub>4</sub>, Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 메틸 실란, 플루오로실란, 클로로실란, 셀렌화 수소, 황화 수소, 다이보란, 메탄, 암모니아, 포스핀 및 아르신로 이루어진 군 중에서 선택된 공-유동 기체를 포함할 수 있다.

[0102] 다른 변형에서, 상기 규소 전구체 조성물은, 규소 전구체와 다른 기체를 포함할 수 있으며, 그러한 다른 기체는 하나 이상의 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부하다.

[0103] 본 개시내용의 규소 전구체 조성물은 알킬 실란; 가교된 실록산; 식 R<sub>n</sub>SiH<sub>(4-n)</sub>의 화합물(여기서, 0 ≤ n ≤ 4, R<sub>n</sub>은

알킬, 알콕실, 아미도, 알킬렌, 실릴, 이미도, 수소 또는 아세테이트이다); 알킬 다이실란; 트라이실릴아민; 메틸 실란; (MeHSi)<sub>4</sub>O<sub>4</sub>; Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub>; EtSiH<sub>3</sub>; Me<sub>3</sub>SiH; (MeO)<sub>3</sub>SiH; Me<sub>3</sub>SiSiMe<sub>3</sub>; n-BuSiH<sub>3</sub>; (SiH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N; (MeHSi)<sub>4</sub>O<sub>4</sub>, (TMCTS); Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub>; Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; Me<sub>2</sub>SiF<sub>2</sub>; HSiF<sub>3</sub>; SiCl<sub>4</sub>; SiHCl<sub>3</sub>; SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>; SiH<sub>3</sub>Cl; (NMe)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>H<sub>4</sub>; Me<sub>3</sub>Si(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>); (Me<sub>3</sub>Si)<sub>3</sub>SiH; (Me<sub>2</sub>Si)<sub>3</sub>(NHMe)<sub>3</sub>; (Me<sub>3</sub>Si)<sub>3</sub>GeH; [(tBu)NCH=CHN(tBu)]Si; (Me<sub>3</sub>Si)<sub>3</sub>N; [(MeO)<sub>3</sub>Si]<sub>3</sub>N; (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Si; Si(OOCCH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Me<sub>3</sub>Si(NMe<sub>2</sub>); SiH(NMe<sub>2</sub>)<sub>3</sub>; Me<sub>3</sub>SiEt; Me<sub>2</sub>SiCH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>; Me<sub>3</sub>SiNHSiMe<sub>3</sub>; Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>; 부분 불화되거나 염화된 물질; 동일반응계에서 생성된 물질; 할로젠과 수소 둘다를 함유하는 분자; 및 이들의 유도체 및 혼합물로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체를 포함할 수 있다.

[0104] 특정 용도에서, 상기 조성물은 하기로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체를 포함할 수 있다:

[0105] (a) (i) 식 Si(R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>) 또는 (R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>)Si:(실릴렌)의 단량체; (ii) 식 [Si(R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>)]<sub>2</sub>의 이량체; (iii) 식 [Si(R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>)]<sub>3</sub>의 삼량체; 및 (iv) 식 [Si(R<sup>1</sup>)]<sub>4</sub>의 사량체로 이루어진 군 중에서 선택된 규소-함유 전구체(상기 식에서, 각각의 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, 및 R<sup>4</sup>는 독립적으로 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬; 실릴; 아미노; 아미도; 이미도; C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알콕시; 실록시; 할로; 모노-, 다이- 및 트라이-알킬실릴(이때 알킬은 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬임); 모노- 및 다이-알킬아미노(이때 알킬은 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬임)로부터 선택됨);

[0106] (b) 바이피리딘 및 알킨 실란 부가물;

[0107] (c) 셀레늄에 직접 결합된 규소(Si-Se 결합)를 포함하는 셀렌화 규소; 및

[0108] (d) 하나 이상의 규소 동위원소가 자연 존재비보다 많은 양으로 동위원소-풍부한, 상기 전구체 (a) 내지 (c).

[0109] 상기 조성물은, 예를 들면 상기 (d)로부터 선택되는 규소 전구체로 구성될 수 있다.

[0110] 또 하나의 실시양태에서, 본 개시내용은, 그룹 A로부터의 하나 이상의 규소 전구체 기체를 임의적으로 그룹 B, C 및 D로부터의 추가의 기체 또는 기체들과 함께 포함하는 규소 전구체 조성물을 포함하며, 이때 그룹 A로부터의 규소 전구체 기체가 단지 하나 존재하는 경우, 그룹 B, C 및 D로부터의 하나 이상의 추가의 기체가 공-유동 기체로서 존재하거나 전구체 기체 혼합물 중에 규소 전구체 기체와 함께 혼합되며,

[0111] 그룹 A는 SiF<sub>4</sub>, SiH<sub>4</sub>, SiH<sub>x</sub>F<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiH<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiF<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>(여기서, 각각의 x 및 y는 0 내지 4 범위이다), SiH<sub>x</sub>F<sub>y</sub>Cl<sub>z</sub>(여기서, 각각의 x, y 및 z는 0 내지 4 범위이다)로 이루어진 군 중에서 선택된 규소 전구체 기체를 포함하고,

[0112] 그룹 B는 H<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, GeH<sub>4</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 및 SiH<sub>4</sub>로 이루어진 군 중에서 선택된 수소 또는 수소 화물 기체를 포함하고,

[0113] 그룹 C는 Ne, Ar, Kr, He 및 Xe로 이루어진 군 중에서 선택된 불활성 기체를 포함하고,

[0114] 그룹 D는 N<sub>2</sub> 및 O<sub>2</sub>로 이루어진 군 중에서 선택된 다른 기체를 포함한다.

[0115] 추가의 양태에서, 본 개시내용은, 사불화 규소 및 불소반응 억제제를 예비혼합물 또는 공-유동 형태로 포함하는 규소 전구체 조성물에 관한 것이다. 그러한 조성물에서 불소반응 억제제는 임의의 적합한 유형의 것일 수 있으며, 예를 들면, 수소, 수소화물 기체, 질소, 실란 및 암모니아 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 하나의 특정 실시양태에서, 상기 불소반응 억제제는 질소를 포함할 수 있다. 또 하나의 특정 실시양태에서, 상기 불소반응 억제제는 암모니아를 포함할 수 있다.

[0116] 본 개시내용은 추가로, 본 개시내용의 규소 전구체 조성물을 보유하는 제1 기체 공급 용기, 및 상기 규소 전구체 조성물과 함께 사용되는 공-유동 기체를 보유하는 제2 기체 공급 용기를 포함하는, 이온 주입 시스템을 위한 기체 공급 키트를 포괄한다.

[0117] 그러한 기체 공급 키트의 특정 실시양태에서, 상기 규소 전구체 조성물은 사불화 규소를 포함할 수 있고, 상기 공-유동 기체는 불소반응 억제제 기체를 포함할 수 있다. 그러한 기체 공급 키트는, 사불화 규소가 하나 이상의 규소 동위원소가 동위원소-풍부하도록 하여 구성될 수 있다. 상기 불소반응 억제제 기체는 수소, 수소화물 기체, 질소, 실란 및 암모니아 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 상기 기체 공급 키트는 하나의 기체 공급 용기에 규소 전구체 조성물을 포함하고, 또 하나의 기체 공급 용기에 불소반응 억제제 기체로서 질소 또는 암모니아

를 포함할 수 있다.

- [0118] 본 개시내용의 또 하나의 양태는, 본 개시내용의 규소 전구체 조성물을 보유하는 제1 기체 공급 용기, 및 상기 규소 전구체 조성물과 함께 사용되는 공-유동 기체를 보유하는 제2 기체 공급 용기를, 이온 주입 시스템에 사용하기 위해 제공하는 것을 포함하는, 이온 주입 시스템의 작동을 향상시키는 방법에 관한 것이다.
- [0119] 상기에서 언급한 바와 같이, 제1 기체 공급 용기는 사불화 규소를 함유할 수 있고, 상기 제2 기체 공급 용기는 공-유동 기체로서 불소반응 억제제 기체를 함유할 수 있다.
- [0120] 상기 방법에서, 상기 규소 전구체 조성물은 사불화 규소를 포함하고, 상기 사불화 규소는 하나 이상의 규소 동위원소가 동위원소-풍부할 수 있다.
- [0121] 상기 작동 향상 방법에서, 상기 불소반응 억제제 기체는 임의의 적합한 기체, 예를 들면 수소, 수소화물 기체, 질소, 실란 및 암모니아 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0122] 본 개시내용은 추가의 양태에서, 본 개시내용의 규소 전구체 조성물을 함유하는 유체 저장 및 분배 용기를 포함하는, 규소 전구체 조성물 공급 패키지에 관한 것이다. 상기 유체 저장 및 분배 용기는 상기 규소 전구체 조성물을 위한 저장 매질, 예를 들면 물리적 흡착 매질 또는 이온성 액체 저장 매질을 함유할 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 유체 저장 및 분배 용기는, 용기의 내부 부피에 압력-제어 어셈블리를 포함하는 압력-제어식 용기를 포함한다.
- [0123] 따라서, 본 개시내용은, 타겟 기재, 예를 들면 반도체 웨이퍼, 또는 마이크로전자 제품, 태양 전지, 평판 디스플레이 등의 제조에 유용한 다른 기재 내로, 규소, 규소 이온 또는 규소-함유 이온을 주입하는 방법을 제공한다. 이 방법은, 규소-함유 도판트 물질을 이온화하여 이온을 가진 플라즈마를 생성하고 상기 이온들 타겟 기재 내로 주입함으로써 수행될 수 있다.
- [0124] 본 개시내용의 실시예에 사용할 수 있는 예시적인 규소-함유 도판트 화합물 또는 물질의 예는 알킬 실란; 가교된 실록산; 식  $R_nSiH_{(4-n)}$ 의 화합물(여기서,  $0 \leq n \leq 4$ ,  $R_n$ 은 알킬, 알콕실, 아미도, 알킬렌, 실릴, 이미도, 수소 또는 아세테이트 기이다); 알킬 다이실란; 및 이들의 유도체 및 혼합물을 포함한다. 적합한 규소-함유 도판트 화합물 또는 물질의 특정 예는 트라이실릴아민 또는  $(SiH_3)_3N$ ; 메틸 실란 또는  $MeSiH_3$ ; TMCTS 또는  $(MeHSi)_4O_4$ ; 다이메틸 실란 또는  $Me_2SiH_2$ ; 에틸 실란 또는  $EtSiH_3$ ; 트라이메틸 실란 또는  $Me_3SiH$ ; 트라이메톡시실란 또는  $(MeO)_3SiH$ ; 헥사메틸 다이실란 또는  $Me_3SiSiMe_3$ ; TEOS 또는  $Si(OC_2H_5)_4$ ; 및 n-부틸 실란 또는  $n-BuSiH_3$ 를 포함한다. 추가적인 도판트 물질은 부분 불화되거나 염화된 물질 뿐 아니라, 동일반응계에서 생성된 물질, 및 할로겐과 수소 둘다를 함유하는 분자를 포함한다.
- [0125] 추가적인 적합한 물질의 예 및 이의 관련 특성들을 하기 표 1 및 표 2에 나타낸다.

[표 1]

분류	화합물 명	화학식	C/SI 비율	동점(°C)	비점(°C)	Pvap, torr {@23C}	LEL; 가연성? 가연성, 자연 발화성 아님	인화점 (°C)	nt
	트라이실릴아민	(SiH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	0	-106	52	315		<0	
알킬실란	메틸실란	MeSiH <sub>3</sub>	1	-156	-57.2	193 psig @ 25°C	1.30%		
가교된 실록산	TMCTS	(MeHSi) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	1	-69	134.5	7 torr @ 20°C	0.70%	24	
알킬실란	다이메틸실란	Me <sub>2</sub> SiH <sub>2</sub>	2	-150	-19.6	419 psig @ 20°C	1.20%	-108	
알킬실란	에틸실란	EtSiH <sub>3</sub>	2	-132	56	3080 (계산치)	가연성	<40	
알킬실란	트라이메틸실란	Me <sub>3</sub> SiH	3	-136	6.7	7 psig @ 20°C	1.30%	-689	
<b>RaSiH<sub>4</sub></b>	트라이메톡시실란	(MeO) <sub>3</sub> SiH	3	-114	86.7	38.8 (계산치)	예	-4	
n) 알콕시									
알킬다이실란	헥사메틸다이실란	Me <sub>6</sub> SiSiMe <sub>6</sub>	3	13	112.3	22.9 torr @ 20°C	예	11	
알킬실란	n-부틸실란	n-BuSiH <sub>3</sub>	4	-138	56	280 torr @ 25°C (계산치)	예	<0°C	

[0126]

[0127]

[ 표 2 ]

분류	화합물 명	화 학 식	CSI 비율	응점 (°C)	비점 (°C)	Pvap, torr (@23°C)	LEL: 가연성?
실란	다이실란	Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>		-14.3	2940 at 25°C (계산치)	가연발화성	
	트라이실란	Si <sub>3</sub> H <sub>8</sub>			285 torr at 25°C (계산치)	가연발화성	
SiF <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>x-x'</sub>	다이메틸다이플루오로실란	Me <sub>2</sub> SiF <sub>2</sub>		(-88)	1809 torr @ 20°C	예	
SiF <sub>2</sub> H <sub>y</sub>	트라이플루오로실란	HSiF <sub>3</sub>		(-131)	기체 또는 액화 기체		
SiCl <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	사염화규소	SiCl <sub>4</sub>		-69	57	아니오	
	트라이클로로로실란	SiHCl <sub>3</sub>		-128	31.8	1.2 vol%	
	다이클로로로실란	SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>		-122	8.3	4 vol%	
	모노클로로로실란	SiH <sub>3</sub> Cl		-118	-90	4900	
아미도 다이실란		(NMe <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1		184 (계산치)	0.75 torr at 25°C	
R <sub>2</sub> SiH <sub>2</sub> (+R') <sub>1</sub> 알킬렌 또는 알킬		Me <sub>2</sub> Si(CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>					
	H <sub>(4-x)</sub> Si <sub>2</sub> (SiR <sub>3</sub> ) <sub>x</sub>	(Me <sub>2</sub> Si) <sub>x</sub> Si <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			(82.4°C, @12 torr)	0.24 (계산치)	
		(Me <sub>2</sub> Si) <sub>x</sub> (NHMe) <sub>3</sub>		(-10)	186.8	0.17 (계산치)	
Si/Ge		(tBu) <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CHN(tBu)Si					
		(Me <sub>2</sub> Si) <sub>2</sub> N	3	70	189		
		(MeO) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> N	3		110		
		(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>2</sub> Si	4	96			
		Si(OOCCH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	4	110	160-170		
R <sub>2</sub> SiH <sub>2</sub> (+R') <sub>1</sub> 아미도	DMATMS	Me <sub>3</sub> Si(NMe <sub>2</sub> )	5		86	66.5 torr at 25°C (계산치)	
	4DMAS	SiH(NMe <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	6		148	7.1 torr @ 25°C	
		Me <sub>2</sub> SiH	5		65	2.20 torr at 25°C (계산치)	
		Me <sub>2</sub> SiCH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	3		94	149 torr at 25°C (계산치)	
실란전	헥사메틸다이실란전	Me <sub>6</sub> Si <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> SiMe <sub>6</sub>	3		126.7	11.9 (계산치)	
동일반응계 생성된 SiH <sub>4</sub>	플라디메틸실란					가연	
	플라디프로실란					가연	

[0129]

[0130] 바람직하게는, 본 개시내용의 규소-함유 도판트 화합물 또는 물질은 관련 최종 용도 조건하에서 기체 상태인 것이다. 적합한 도판트 공급원 물질은 또한, 이온 주입 시스템의 이온 공급원 챔버에 충분한 증기 흐름을 제공하기에 적합한 증기압을 가진 액체 또는 고체 규소-함유 도판트 화합물 또는 물질을 포함한다.

[0131] 다양한 실시양태에서, 규소 이온 또는 규소-함유 이온은 원료 공급원 물질로부터 생성되며, 이온 주입 공정을 통해 기체의 타겟 물질 내로 주입된다.

[0132] 하나의 예시적 실시양태에서, 이온 공급원은, 공급원료 물질로서의 규소-함유 도판트 기체로 충전된 진공 아크 챔버 내로 전자를 도입함으로써 규소 이온을 발생시킨다. 규소-함유 도판트 기체 내의 분자와 전자의 충돌은, 양성 규소 이온을 함유하는 이온화된 플라즈마의 생성을 야기한다. 이어서, 상기 이온은 이온 빔으로 시준되고, 이는 타겟 물질을 향해 가속화된다. 이온 빔은, 복수의 개구부를 가진 마스크를 통해 보내져, 규소 이온을 원하는 구조로 주입한다.

- [0133] 본 개시내용은 이와 관련하여 제한이 없으며, 다른 규소 이온 주입 수단도 본 개시내용의 범위내에 든다.
- [0134] 동위원소가 풍부하거나 풍부하지 않은 본 개시내용의 규소 전구체는, 예를 들면 공-화학종(동위원소가 풍부하거나 풍부하지 않은 특성일 수 있는 다른 규소-함유 유체) 및/또는 희석제 기체와 함께, 공급물 기체 혼합물, 공-유동 배열, 뿐 아니라 연속적인 유동 시스템(규소 전구체가 간헐적으로 또는 반복적으로 공정 장비로 유동된다)으로 사용될 수 있다.
- [0135] 본 개시내용의 규소 전구체는, 임의의 동위원소 중의 규소 동위원소가 자연존재비보다 많은 양으로, 단일 동위원소 종이 100%의 동위원소 풍부도 이하로, 동위원소-풍부할 수 있다.
- [0136] 본 개시내용은 규소 이량체, 삼량체 및 사량체, 및 다른 클러스터 규소 주입 조성물의 주입을 포괄한다. 규소 전구체 조성물은, 이온 주입에 하나 초과인 규소 원자 및/또는 다른 원자를 함유하는 이온 종을 제공하는 것으로 구성될 수 있다. 하나 초과인 규소 원자를 포함하는 전구체는 다이실란, 트라이실란 및 Si-Si 결합을 함유하는 다른 화합물을 포함한다. 탄소, 게르마늄, 붕소, 인 또는 다른 성분을 함유하는 치환된 실란을 사용하여, 그러한 규소 전구체로부터 유도되는 규소 주입 중의 무정형화 효율을 향상시킬 수도 있다. 예를 들면, 본 개시내용은, 상응하게 주입된 기체에 인장 또는 압축 응력을 부여하기 위해 상응하는 규소 전구체로부터 유도된 Si- 및 C-함유 종 또는 Si- 및 Ge-함유 종을 고려한다.
- [0137] 또 하나의 양태에서, 사불화 질소 SiF<sub>4</sub>에 존재하는 불소의 해로운 영향은, SiF<sub>4</sub>와 (i) 수소 또는 수소화물 기체, 예를 들면 SiH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> 등 및/또는 (iii) 질소(N<sub>2</sub>)의 공-유동 또는 혼합물에 의해 상당히 줄어든다. 이 접근법은, 아크 챔버 물질, 예를 들면 텅스텐 또는 몰리브덴과 불소의 반응을 막는 수소 및/또는 질소를 기반으로 하며, 이로써 불소반응을 감소시키고 상응하게 에칭, 침착 및 할로젠 사이클을 감소시킨다. 본 개시내용자들은, SiF<sub>4</sub> 범위의 F+, W+, 및 WF<sub>x</sub> 피크가, SiF<sub>4</sub>가 수소, 질소 또는 수소와 질소 둘다와 혼합될 때 상당히 감소함을 실험적으로 입증하였다. 그러한 혼합물을 사용하는 방법은 SiF<sub>4</sub>와 불소반응 억제제 성분(들)의 공-유동 또는 예비혼합물일 수 있다. 상기 불소반응 억제제(예를 들면, H<sub>2</sub> 또는 H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>)의 농도는, 사불화 규소와 불소반응 억제제 성분(들)의 총 부피를 기준으로 0.001 내지 99.999 부피%, 더욱 바람직하게는 0.01 내지 30 부피%, 및 가장 바람직하게는 2 내지 20 부피% 범위일 수 있다.
- [0138] 불소반응 억제제 조성물의 공-유동 또는 혼합물 성분으로서의 유용성은 임의의 적합한 유형의 주입기에서 유리하게 사용된다. 일반적으로, 본 개시내용의 조성물 및 방법은, 반도체, 태양전지 및 평판 패널 제품의 제조에 사용하는데 적합한 주입기 장비, 예를 들면 빔라인 주입기, 플라즈마 함침 장비, 예를 들면 PLAD 장비, 이온 샤워 주입기 등과 함께 수행될 수 있다.
- [0139] 반응 억제제를 사용하는 접근법은 또한, 다른 불화물 기체, 예를 들면 GeF<sub>4</sub>, AsF<sub>3</sub>, 및 PF<sub>3</sub>/PF<sub>5</sub> 를 공-유동으로 또는 수소, 암모니아, 다른 수소화물 기체 및/또는 질소와 같은 기체와의 혼합물로 사용하여 적용될 수도 있다.
- [0140] 특정 양태에서, 본 개시내용은 빔 성능 및/또는 공급원 수명 개선을 위한 기체 공-유동 또는 예비혼합물의 용도에 관한 것이다.
- [0141] 상기 기체는, 공-유동, 예비혼합물 또는 공-유동과 예비혼합물의 조합을 비롯한 배열로 이용될 수 있다. 그러한 목적을 위해 상기 조성물은 총 2 내지 50 종의 기체를 포함할 수 있으며, 공-유동 또는 예비혼합물에 존재하는 개개의 기체 종은 0.0001 내지 99.9999 몰% 범위일 수 있으며, 모든 공-유동 또는 예비혼합물 성분의 합계는 100 몰%이다.
- [0142] 본 개시내용의 규소 전구체는 임의의 적합한 방식으로 임의의 적합한 이온화 장치 또는 시스템을 이용하여 주입 용도를 위해 이온화될 수 있다. 예를 들면, 이온화는, 전자 충격, 무선 주파수 노출, 마이크로파 충돌, 펄스화된 플라즈마 기법, IHC 플라즈마 공정 등을 수반하여 수행될 수 있다. 상기 규소 전구체는 임의의 적합한 방식으로, 예를 들면 공정 장비 상의 전구체 공급 용기의 배치에 의해, 또는 달리 전구체 공급 용기의 원격 전달 배치에 의해, 또는 달리 규소 전구체의 즉시 (on-demand) 발생에 의해, 원격으로 또는 사용시점에, 사용 위치로 전달될 수 있다.
- [0143] 규소 전구체로부터 유도되는 규소 주입 중의 주입은 임의의 적합한 용도에서, 예를 들면 반도체 제품, 집적 회로, 태양 전지, 평판 디스플레이, LED, 및 다른 이온 주입 제품의 제조에 이용될 수 있다.
- [0144] 본 개시내용의 규소 전구체는, 규소 주입에서의 개선, 예를 들면 이온 빔 공정에서의 빔 흐름 개선, 예컨대 빔

흐름의 증가된 절대값 및 이온 빔의 시간적 및 공간적 안정성을 가능하게 하며, 추가적으로 이온 공급원 성능 (예를 들면 공급원 수명의 연장 면에서)을 상당히 향상시킬 수 있다.

- [0145] 본 개시내용의 규소 전구체를 이온 주입 시스템의 이온 공급원으로 전달할 때, 열적으로 안정하지 않고 냉각 부재시 분해되는 규소 전구체를 위해, 아크 챔버에 수용되기 전에, 아크 챔버로의 전달 라인의 냉각 및/또는 아크 챔버의 냉각이 이용될 수 있다. 다른 실시양태에서, 아크 챔버로의 전달 라인은, 규소 전구체의 증기 전달을 위해 가열되어, 전달 라인에서의 응축을 피할 수도 있다.
- [0146] 공급원 수명 및/또는 빔 흐름은 또한, 다른 실시양태에서, 적합한 아크 챔버 라이너 물질을 사용함으로써 개선될 수 있다. 예시적인 라이너는, 제한 없이, 공급원 수명을 개선하는데 상당히 유리할 수 있는 란탄화된 텅스텐 라이너, 100% 텅스텐 라이너에서 일어날 수 있는 뒤틀림(warping)을 억제할 수 있는 WSi 라이너, 공급원 불량을 야기할 수 있는 할로젠 사이클을 감소시키는 기능을 하고 텀 흐름을 증가시킬 수 있는 규소 라이너, 및 그라파이트 라이너를 포함할 수 있다.
- [0147] 이제 도면을 참조해보면, 도 1은, 예시된 이온 주입 챔버에서의 기재의 이온 주입 도핑을 위해 공급되는 규소-함유 도판트 기체 또는 다른 규소 전구체 공급원 물질을 함유하는 저장 및 분배 용기를 포함하는 이온 주입 공정 시스템의 개략도이다.
- [0148] 이온 주입 공정 시스템(300)은, 예시된 이온 주입 챔버(301)에서의 기재(328)의 이온 주입 도핑을 위해 공급되는 규소 공급원 물질을 보유하는 저장 및 분배 용기(302)를 포함한다.
- [0149] 저장 및 분배 용기(302)는, 규소 공급원 물질을 보유하는 내부 부피를 둘러싸는 용기 벽(304)을 포함한다.
- [0150] 상기 용기는, 단지 기체만을 보유하도록 배열된 내부 부피를 가진 통상적인 유형의 기체 실린더일 수 있거나, 또는 달리, 상기 용기는, 규소-함유 도판트 공급원 기체에 대해 흡착 친화성을 갖는 흡착제 물질을 함유할 수도 있으며, 이 물질로부터 도판트 공급원 기체가 분배 조건하에서 상기 용기로부터 탈착되어 방출된다.
- [0151] 저장 및 분배 용기(302)는, 방출 라인(312)과 기체 흐름 연통된 상태로 결합된 밸브 헤드(308)를 포함한다. 상기 라인(312)에 물질 흐름 제어기(314)와 함께 압력 센서(310)가 배치된다. 상기 라인에 다른 모니터링 및 감지 컴포넌트가 결합되고, 액추에이터, 피드백 및 컴퓨터 제어 시스템, 사이클 타이머 등과 같은 제어 수단이 인터페이스될 수 있다.
- [0152] 이온 주입 챔버(301)는, 라인(312)로부터 분배된 규소-함유 공급원 물질을 수용하고 이온 빔(305)을 발생하는 이온 빔 발생기 또는 이온화기(316)을 포함한다. 이온 빔(305)은 물질 분석기 유닛(322)을 통과하며, 이는 필요한 이온을 선택하고 선택되지 않은 이온을 배제시킨다.
- [0153] 선택된 이온은 가속화 전극 어레이(324)를 통과한 다음 편향(deflection) 전극(326)을 통과한다. 생성된 집중된(focused) 이온 빔은, 스펀들(332)에 탑재된 회전가능한 홀더(330) 상에 배치된 기재 요소(328) 상에 충돌된다. Si<sup>+</sup> 이온 또는 다른 규소-함유 이온의 이온 빔은, 원하는 기재를 도핑하여 규소-도핑된 구조를 형성하는데 사용된다.
- [0154] 이온 주입 챔버(301)의 각각의 영역은, 각각 펌프(320), (342) 및 (346)에 의해 라인(318), (340) 및 (344)을 통해 배기된다.
- [0155] 도 1에 도시된 유형의 이온 주입 시스템에 임의의 적합한 이온 공급원, 예를 들면 미국 특허 제 6,135,128 호 (그라프(M.A. Graf) 등에게 2000년 10월 24일에 허여됨)에 더욱 자세히 기술된 바와 같은 유형의 이온 공급원이 유용하게 사용될 수 있다.
- [0156] 상기 이온 공급원은 예를 들면, 플라즈마 챔버 및 이온 추출기 어셈블리를 한정하는 하우징을 포함할 수 있다. 상기 플라즈마 챔버 내에서 이온을 생성하기 위해 이온화가능한 규소 공급원 물질에 에너지가 부여된다. 상기 플라즈마 챔버내 슬릿을 통해, 복수의 전극을 포함하는 이온 추출기 어셈블리에 의해, 이온이 추출된다. 따라서, 상기 이온 추출기 어셈블리는, 플라즈마 챔버로부터 추출 개구부 플레이트를 통해 이온의 빔을 추출하고 추출된 이온을 물질 분석 마그넷 쪽으로 가속시키는 기능을 한다.
- [0157] 그러한 배열에서, 이온화가능한 규소 공급원 물질은, 이를 위한 적합한 공급장치로부터 유동되어 내부에 물질 흐름 제어기를 함유하는 도관을 통해 상기 플라즈마 챔버 내로 주입된다. 상기 공급 장치는, 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 SDS로 상업적으로 구입가능한 유형의, 흡착제-기반 기체 저장 및 공급 용기, 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서

상품명 VAC로 상업적으로 구입가능한 유형의, 내부 기체 압력 조절기를 포함하는 압력-제어식 용기, 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 VACSorb로 상업적으로 구입가능한 유형의, 내부 기체 압력 조절기를 포함하는 압력-제어식 용기를 포함하거나, 또는, 고체 도판트 공급원 물질이 사용되는 경우, 상기 공급원은 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 ProEvap로 상업적으로 구입가능한 유형의 고체 공급 용기를 포함할 수 있다.

- [0158] 규소-함유 공급원 물질이 사용되는 본 개시내용의 이온 주입 방법은 당분야의 기술 내에서 본 개시내용의 개시내용을 기초로 하여 다양한 이온 주입기 시스템에서 실시되어, 다양한 마이크로전자 제품, 예를 들면 반도체 제품, 예컨대 규소로 도핑된 컴포넌트 부품 또는 장치 구조물의 상업적인 생산을 가능하게 할 수 있다.
- [0159] 도 2는, 상기 시스템의 아크 챔버에서의 플라즈마의 생성을 개략적으로 보여주는 이온 주입 시스템의 단면도로서, 여기서 기체 공급 라인은, 냉각되지 않으면 분해에 민감할 수 있는 본 개시내용의 전구체에 유용한, 그러한 라인의 능동적 냉각을 제공하도록 배열되어 있다.
- [0160] 이온 주입 시스템(10)은, 아크 챔버(12)와, 본 개시내용의 전구체를 아크 챔버에서의 그의 이온화를 위해 아크 챔버에 공급하기 위한 기체 공급 라인(14)을 포함한다. 그러한 시스템의 아크 챔버(12)에서 플라즈마(16)가 생성된다. 전구체 기체 공급 라인(14) 내로 화살표 A로 표시된 방향으로 전구체 기체가 유동되며, 상기 전구체 기체 공급 라인(14)에는, 아크 챔버로 들어가는 기체 및 공급 라인의 열적 상태의 질을 결정하기 위해 모니터링 관계로 모니터링 온도계 TC1 및 TC2가 부착되어 있다.
- [0161] 이 이온 주입 시스템(10)에서, 전구체 기체 공급 라인(14)은 그러한 라인의 능동적 냉각에 적합하도록 구성되어 있다. 구체적으로, 상기 전구체 기체 공급 라인(14)은 냉각제 통로(20)와 결합되어 있고, 이 냉각제 통로를 통해 냉각 매질이 화살표 B로 표시된 방향으로 유동한다. 모니터링 온도계 TC1 및 TC2는 모니터링 관계로 전구체 기체 공급 라인에 부착되어, 아크 챔버로 들어가는 기체 및 공급 라인의 열적 상태의 질을 결정한다.
- [0162] 냉각제 통로는, 전구체 기체 공급 라인 상에 냉각 자켓으로서 구성될 수 있거나, 또는 전구체 기체 공급 라인을 둘러싸거나 그와 맞물린(interdigitated) 통로를 포함하거나, 전구체 기체에 냉각을 제공하는데 효과적인 다른 열교환 또는 냉각 요소, 어레이 또는 어셈블리를 포함하여, 기체 공급 라인 및 아크 챔버 내에서 막힘성(clogging) 고체 부산물이 분해되고 침착되는 것을 피하도록 할 수 있다.
- [0163] 전구체 기체 공급물 유동의 냉각 배열은, 전구체 기체의 필수적인 냉각을 수행하는데 적합한 임의의 방식으로 수행되고 작동될 수 있으며, 냉각 배열은 추가로, 이온 공급원을 위한 열관리 제어 시스템과 통합되어, 냉각제의 유속 및 다른 작동 변수가, 이온화 용도에 적합하지 않을 전구체 기체를 이용하여 효과적인 이온 주입을 하기에 적합하게 설정되도록 한다. 그러한 냉각 배열은, 본 개시내용의 상응하게 변화된 전구체 기체를 사용하여 다양한 유형의 이온 주입 시스템과 함께 이용될 수 있다.
- [0164] 도 3은, 본 개시내용의 하나의 실시양태에 따른, 기체들의 공-유동 공급을 위해 배열된 이온 주입 시스템의 이온 공급원의 단면도이다. 이온 공급원(112)은, 플라즈마 챔버(122)를 한정하는 하우징 및 이온 추출기 어셈블리를 포함한다. 상기 플라즈마 챔버(122) 내에서 이온을 생성하기 위해 이온화가능한 전구체 기체에 에너지가 부여된다. 일반적으로, 양 이온이 생성되지만, 본 개시내용은, 전구체 기체에 의해 음이온이 생성되는 시스템에도 적용가능하다. 상기 플라즈마 챔버(122)내 슬릿을 통해, 복수의 전극을 포함하는 이온 추출기 어셈블리(124)에 의해, 양 이온이 추출된다. 따라서, 상기 이온 추출기 어셈블리는, 플라즈마 챔버로부터 추출 개구부 플레이트(146)를 통해 양 이온의 빔을 추출하고 추출된 이온을 물질 분석 마그넷(도 3에 도시되지 않음) 쪽으로 가속시키는 기능을 한다.
- [0165] 이온화가능한 전구체 기체는, 이온화가능한 전구체 기체의 공급원(166)으로부터 유동되어, 내부에 물질 흐름 제어기(168)를 함유하는 도판트(170)를 통해 플라즈마 챔버(122) 내로 주입된다. 상기 공급원(166)은, 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 SDS로 상업적으로 구입가능한 유형의, 흡착제-기반 기체 저장 및 공급 용기, 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 VAC로 상업적으로 구입가능한 유형의, 내부 기체 압력 조절기를 포함하는 압력-제어식 용기, 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 VACSorb로 상업적으로 구입가능한 유형의, 내부 기체 압력 조절기를 포함하는 압력-제어식 용기를 포함하거나, 또는, 고체 도판트 공급원 물질이 사용되는 경우, 상기 공급원(166)은 예를 들면 인티그리스 인코포레이티드(미국 메사추세츠주 빌러리커 소재)에서 상품명 ProEvap로 상업적으로 구입가능한 유형의 고체 공급 용기를 포함할 수 있다. 플라즈마 챔버(122)는, 챔버 내부에서 이온화 영역(420)을 경계짓는 전기전도성 챔버 벽(412, 414, 416)을 갖는다. 측벽

(414)는, 플라즈마 챔버(122)의 중심 축(415) 주위로 원형 대칭성이다. 분해(resolving) 마그넷과 대면하는 전도성 벽(416)은 플라즈마 챔버 지지체(422)에 연결되어 있다. 벽(416)은 다중 개구부들을 가진 개구부 플레이트(146)를 지지하며, 이들은 이온들이 플라즈마 챔버(122)를 나가게 한 후 조합되어 여러 군데의 공간적으로 떨어져 있고 전기적으로 단리된 추출 전극(124)으로부터 하류의 위치에서 이온 빔을 형성하도록 한다. 개구부 플레이트(146)는 명시된 패턴으로 배열된 다수의 개구부들을 포함하며, 이들은, 공간적으로 떨어진 추출 전극(142)에서 유사하게 구성된 다중 개구부와 함께 정렬된다. 단지 하나의 그러한 개구부만이 도 3에 도시되어 있다.

[0166] 금속 안테나(430)는, 플라즈마 챔버(122)내로 에너지를 방사하기 위해 챔버 내부 내에서 노출되는 금속 표면(432)을 갖는다. 플라즈마 챔버(122) 외부의 전원(434)이 적합한 특성의 무선 주파수(RF) 신호(예를 들면 대략 13.56 메가헤르츠(MHz)의 RF 신호)로 상기 금속 안테나(43)을 에너지 충전시켜, 금속 안테나에 교류 전류를 설정하여 플라즈마 챔버(122)내에 이온화 전기장을 유도한다. 상기 안테나의 전력은, 특정 이온화 조작에 적합한 임의의 크기를 가질 수 있으며, 예를 들면 500 내지 3000 와트(W) 정도의 전력이다. 공급원 챔버내의 압력은 예를 들면 1 내지 10 밀리토르 정도일 수 있으며, 이는, 공급원(112)이 저압 고밀도 유도성 공급원으로서 작용할 수 있도록 한다. 플라즈마 챔버(122)는 또한, 안테나(430)와 개구부 플레이트(146) 간의 챔버 내부 영역을 통해 연장되는 마그네틱 필터 어셈블리(440)를 포함할 수 있다.

[0167] 안테나(430)는 제거가능한 지지체 플레이트(450)에 의해 플라즈마 챔버(122)내에 위치될 수 있다. 지지체 플레이트(450)는, 안테나가 통과 연장되는 환형 컷아웃(cutout)(452)을 가진 위치에서 측벽(414)에 의해 지지된다. 안테나(430)용 지지체 플레이트(450)는, 챔버 벽(414) 내의 컷아웃(452) 내에 장착되는 크기를 가지며, 이온화 영역(420) 내에 안테나(430)의 노출된 U-형 금속 부분(432)을 위치시킨다.

[0168] 지지체 플레이트(450)는, 두 개의 진공 압력 피팅(456)을 수용하는 두 개의 관통 통로를 한정한다. 안테나(430)의 길다란 레그 단편(457)이 상기 피팅을 통해 밀려나간 후, 상기 피팅 상으로 말단 캡(458)이 나사고정되어 피팅(456)과 레그 단편(457) 간의 접촉 영역을 밀폐시킨다. 안테나(430)는 바람직하게는, 그의 복사선-방출 영역에서 U-형이고, 예를 들면 알루미늄으로 구성될 수 있다. 상기 튜브는 압력 피팅(456)을 통과하도록 하는 치수의 외경을 갖는다. 상기 안테나는 사용되는 동안 그의 주변으로부터 열을 흡수한다. 이 열을 소산시키기 위해 상기 튜브의 중심을 통해 냉각제가 흐른다.

[0169] 플레이트(450)는, 플라즈마 챔버의 내부에 노출되는 일반적으로 평면인 표면(460)을 가지며, 상기 챔버 내부에서 떨어져 있는 평행한 외측 표면(462)를 포함한다. 벽(414)내의 컷아웃을 감싸고 커넥터(472)에 의해 벽(414)에 결합되는 링 마그넷(470) 위에 플레이트(450)의 플랜지된 부분(464)이 위치된다. 지지체 플레이트(450)에 부착된 강자성 인서트(474)가 상기 마그넷(470)위에 피팅되어, 상기 플레이트(450)가 상기 컷아웃(452) 내에 위치될 때, 강자성 인서트(474)와 마그넷(470)이 서로 끌어당겨, 챔버 내부 내로 연장되는 안테나(430)와 함께 플레이트(450)가 제자리에 고정되도록 한다.

[0170] 이온 공급원의 조작 도중에 열이 발생하며, 이 열은 벽(412, 414, 416, 418)에 의해 흡수된다. 흡수된 열은 챔버(122)로부터 냉각제에 의해 제거될 수 있으며, 상기 냉각제는, 벽을 통과하는 통로 내로 물을 도입하기 위한 피팅(476)을 통해 도입되고 제2의 배출 피팅(도시되지 않음)에 의해 챔버로부터 나간다. 이 배열에 의해, 벽의 온도는 100°C 미만의 온도로 유지되어, 이온 공급원(112)가 냉각된 벽의 이온 공급원으로 기능하게 한다.

[0171] 지지체 플레이트(450) 부근의 안테나(430)의 영역은 이온 주입기의 작동 중에 스퍼터링된 물질로 코팅되기가 특히 쉬울 수 있다. 이러한 스퍼터링의 효과를 최소화하기 위해, 상기 안테나가 지지체 플레이트(450) 내로 삽입되기 전에 두개의 쉴드(480)가 상기 알루미늄 안테나 위로 슬립될 수 있다. 이들 쉴드는 바람직하게는 알루미늄으로 제작되며, 안테나(430)의 노출된 알루미늄의 외측 표면과 상기 쉴드 간의 마찰 피트(fit)에 의해 제자리에 유지된다.

[0172] 이온 공급원(112)의 작동 중에, 이온화 영역(420)을 경계짓는 내부 벽(412, 414 및 416) 상에 도판트 원소의 침착물이 형성될 수 있다. 본 개시내용은, 공급원 기체와 동시에 공-유동 기체를 흐르게 하면서 이온 공급원(112)을 정상 조작 조건하에 작동시키는 것을 고려한다. 공-유동 기체 공급원(482) 및 상응하는 물질 유동 제어기(484)가 제공되고, 플라즈마 챔버(122)로 전달되기 전에 도판(170)에서, 물질 유동 제어기(484)의 공-유동 기체 출력이 물질 유동 제어기(168)의 공-유동 기체 출력과 조합될 수 있다. 달리, 전구체 기체 및 공-유동 기체는 별개로 플라즈마 챔버로 전달될 수 있다.

[0173] 전구체 기체 공급원(166)은 전구체 기체를 다른 물질, 예를 들면 세정 물질, 희석제, 반응 억제제, 평형-유도

물질, 반응물, 냉각제 등과의 예비혼합물 또는 조합으로 함유할 수 있다. 달리, 공-유동 기체 공급원(482)은 공-유동 기체 또는 기체들을 세정 물질, 희석제, 반응 억제제, 평형-유도 물질, 반응물, 냉각제 등과의 혼합물 또는 조합으로 함유할 수 있다. 그러한 임의의 보충 물질은, 공급 용기 및/또는 다른 공급 장비 컴포넌트의 임의의 적합한 배열을 이용하여 상기 이온 공급원 및/또는 관련 유동 회로에 공급될 수 있다.

[0174] 따라서, 공-유동 기체(들)은, 전구체 기체를 공급하는 공급원 용기와 관련하여 동일하거나 상이한 공급원 용기로부터, 상기 전구체 기체 및 공-유동 기체를 이온 공급원 챔버로 공-유동시키기 위해 공급될 수 있다.

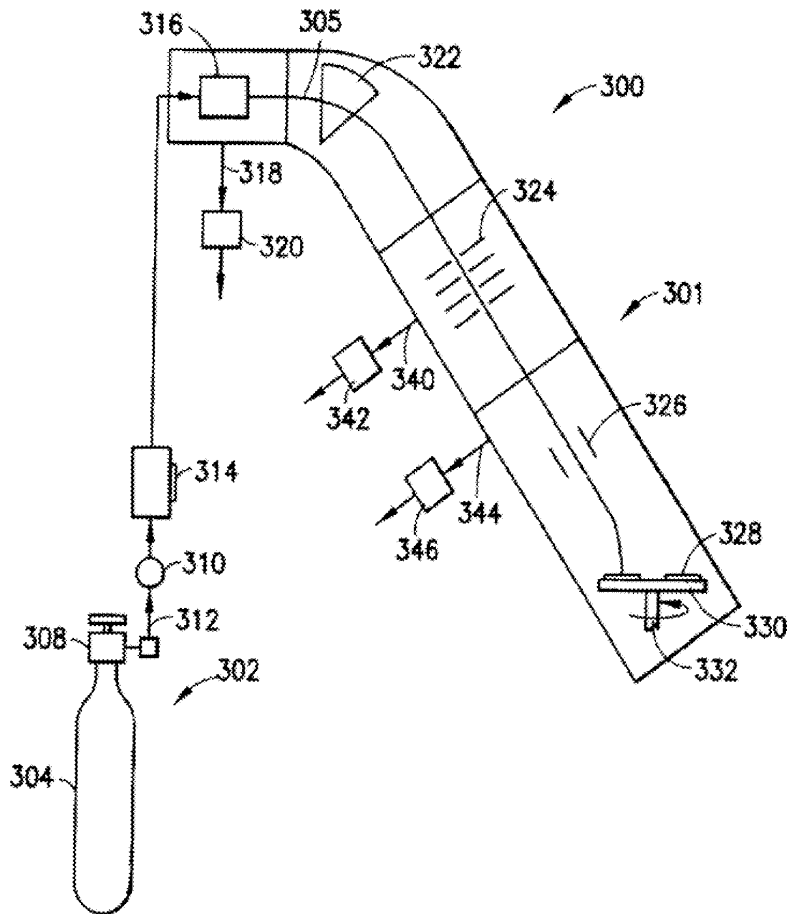
[0175] 공-유동 기체는, 침착을 야기하는 반응을 억제함으로써 이온 공급원 챔버에서의 원치않는 침착을 조절하는 기능을 할 수도 있으며, 또는 이온 공급원 챔버의 제자리 세정을 수행하기 위해 세정 기체를 포함할 수 있다. 그러한 목적을 위해, 다양한 세정 기체, 예를 들면, 제한없이,  $XeF_2$  및  $NF_3$ 와 같은 반응성 불화물이 사용될 수 있다.

[0176] 공-유동 기체와 전구체 기체 증기의 상대적인 유속은 유리하게는, 본 개시내용에 기초하여, 각각의 공-유동 기체 스트림에 적합한 공-유동 조건을 확립하기 위해 당분야 기술 내에서, 실험적 또는 다른 기법에 의해 결정된다.

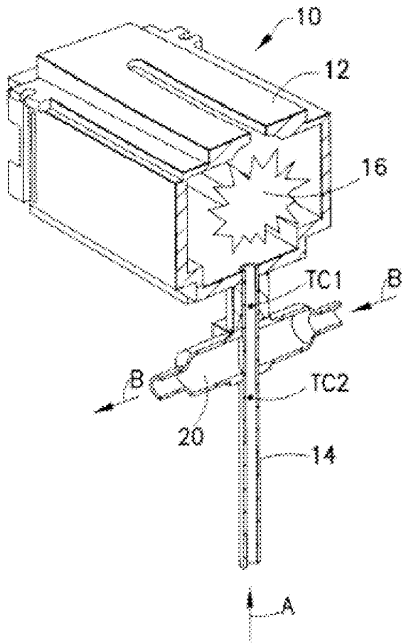
[0177] 본 개시내용은 본 개시내용에서 특정 양태, 특징 및 예시적 실시양태를 참고로 기술되었지만, 본 개시내용의 유용성은 그렇게 제한되지 않으며, 오히려, 본 개시내용의 분야에서 당업자들에게 제시되는 바와 같이, 본 개시내용에 기초하여 수많은 다른 변경, 변화 및 대안적 실시양태로 확장되고 이들을 포함하는 것임을 인식할 것이다. 상응하게, 이후 청구되는 바와 같이, 본 개시내용은 발명의 진의 및 범주 내에 그러한 변경, 변화 및 대안적 실시양태 모두를 포함하는 것으로 광범위하게 간주되고 해석된다.

도면

도면1



도면2



도면3

