

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-524793

(P2016-524793A)

(43) 公表日 平成28年8月18日 (2016.8.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 37/317 (2006.01)	HO 1 J 37/317 Z	5 C 0 3 0
HO 1 J 27/02 (2006.01)	HO 1 J 27/02	5 C 0 3 4
HO 1 J 37/08 (2006.01)	HO 1 J 37/08	
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 L 21/265 F	
	HO 1 L 21/265 6 0 3 A	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 30 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-515059 (P2016-515059)	(71) 出願人	505307471 インテグリス・インコーポレーテッド アメリカ合衆国、マサチューセッツ・01 821-4600、ビレリカ、コンコード ・ロード・129
(86) (22) 出願日	平成26年5月21日 (2014.5.21)	(74) 代理人	110001173 特許業務法人川口国際特許事務所
(85) 翻訳文提出日	平成27年10月16日 (2015.10.16)	(72) 発明者	メイヤー, ジェームズ・ジェイ アメリカ合衆国、テキサス・78623、 フィッシャー、スタリオン・スプリングス ・ドライブ・2111
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/039028	(72) 発明者	レイ, リチャード・エス アメリカ合衆国、コネチカット・0677 6、ニュー・ミルフォード、コンコード・ ウェイ・21
(87) 国際公開番号	W02014/190087		
(87) 国際公開日	平成26年11月27日 (2014.11.27)		
(31) 優先権主張番号	13/898,809		
(32) 優先日	平成25年5月21日 (2013.5.21)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 濃縮されたケイ素前駆体組成物およびこれを利用するための装置および方法

(57) 【要約】

ケイ素前駆体組成物の同位体濃縮を行わない、対応するイオン注入に対し、イオン注入システムの性能を高めるのに有用なイオン注入として、同位体濃縮されたケイ素前駆体組成物が開示される。ケイ素ドーパント組成物は、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つのケイ素化合物を含み、同種のガスおよび希釈ガスの少なくとも1つを含む補助ガスを含んでもよい。このようなケイ素ドーパント組成物をイオン注入部に提供するためのドーパントガス供給装置、およびこのようなドーパントガス供給装置を備えるイオン注入システムが記載される。

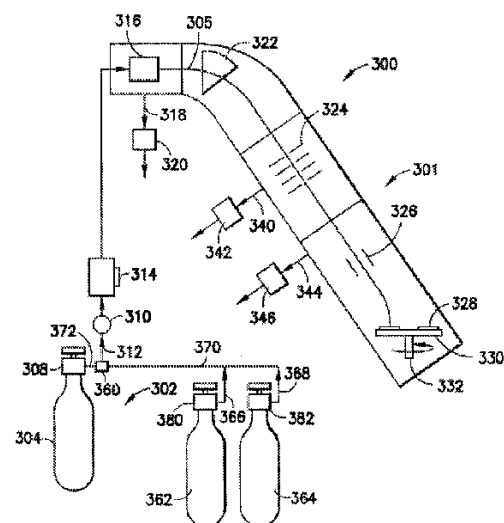


FIG.1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケイ素をイオン注入する方法であって、ケイ素ドーパント組成物をイオン化し、イオン化したケイ素を作製することと、イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入することとを含み、ここで、ケイ素ドーパント組成物は、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも 1 つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも 1 つのケイ素化合物を含み、ケイ素ドーパント組成物が、 ^{29}Si が濃縮された四フッ化ケイ素からなる場合、この濃縮度は、50 原子%より高く、100 原子%までである、方法。

【請求項 2】

前記ケイ素ドーパント組成物は、(i) ケイ素ドーパントガスとして気体形態での前記ケイ素化合物と、(ii) 同種のガスおよび希釈ガスの少なくとも 1 つを含む補助ガスとを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ケイ素ドーパント組成物は、ケイ素イオンのイオンビームを発生させるためのイオン化装置を用いてイオン化され、イオンビームを電場によって加速し、前記接触させるときに基材にケイ素を注入することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

プラズマ浸漬プロセスにおいて前記イオン化したケイ素を基材と接触させ、基材の中にケイ素を注入する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ケイ素ドーパント組成物が、四フッ化ケイ素 (SiF_4)、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、 $\text{C}_1\text{--C}_8$ アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において天然存在度より同位体が濃縮された、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において、92.3 原子%より大きく、100 原子%までの濃度範囲で同位体濃縮された四フッ化ケイ素を含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記四フッ化ケイ素が、 ^{28}Si において同一同位体である、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記補助ガスが、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ドーパントガス組成物が、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ii) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (iii) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
- (iv) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (vi) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
- (vii) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (viii) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ix) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xi) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(x i i) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
 (x i i i) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
 (x i v) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
 (x v) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

ケイ素をイオン注入するためのドーパントガス組成物供給器であって、当該供給器は、
 (A) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスとの混合物の状態でケイ素ドーパントガスを含むケイ素ドーパント組成物を含有し、ケイ素ドーパント組成物が、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つの気体状ケイ素化合物を含む、ガス貯蔵器および分注容器；

(B) (i) ケイ素ドーパントガスを含む第1のガス貯蔵器および分注容器、および (i i) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスを保持する第2のガス貯蔵器および分注容器を含み、ケイ素ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合、同種のガスは、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、ガス供給キット

からなる群から選択される、ドーパントガス組成物供給器。

【請求項12】

四フッ化ケイ素 (SiF_4)、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、 C_1 - C_8 アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含む、請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項13】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において天然存在度より同位体が濃縮された、請求項12に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項14】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で同位体濃縮された四フッ化ケイ素を含む、請求項13に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項15】

前記四フッ化ケイ素が、 ^{28}Si において同一同位体 (homoisotopic) である、請求項14に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項16】

前記補助ガスが、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項17】

前記ドーパントガス組成物が、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i i) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i i i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
- (i v) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
- (v i i) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v i i i) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i x) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(x i) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
 (x i i) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
 (x i i i) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
 (x i v) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
 (x v) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含む、請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項18】

請求項11の(A)に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項19】

請求項11の(B)に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項20】

請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器とガスを受け入れて流れが連結するように配置されたイオン注入部を備える、イオン注入システム。

【請求項21】

前記イオン注入部が、

(A) 前記ドーパントガス組成物供給器からケイ素ドーパント組成物をイオン化してイオン化したケイ素を作製し、当該イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入し、かつ

(B) (i) 前記イオン化したケイ素のイオンビームを発生させ、前記イオンビームを、この中にケイ素を注入するための基材に対し、電場によって加速するか、または(ii) 基材にケイ素を注入するためのプラズマ浸漬プロセスを行うように調整された、請求項20に記載のイオン注入システム。

【請求項22】

請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器をイオン注入システムで使用するために提供することを含む、イオン注入システムの操作を向上させるための方法。

【請求項23】

前記ドーパントガス組成物供給器が、四フッ化ケイ素(SiF_4)、シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、 $\text{C}_1\text{--C}_8$ アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含む、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で天然存在度より同位体が濃縮された四フッ化ケイ素(SiF_4)を含む、請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記四フッ化ケイ素が、 ^{28}Si において同一同位体である、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記補助ガスが、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項22に記載の方法。

【請求項27】

前記ドーパントガス組成物が、

(i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(i i) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(i i i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；

(i v) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(v i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；

(v i i) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v i i i) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(i x) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i i) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i i i) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i v) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
(x v) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含む、請求項 2 2
2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

この国際特許出願は、James J. Mayerらの名で、「ENRICHED SILICON PRECURSOR COMPOSITIONS AND APPARATUS AND PROCESSES FOR UTILIZING SAME (濃縮されたケイ素前駆体組成物、およびこれを利用するための装置および方法)」の名称で2013年5月21日に出願された米国特許出願第13/898,809号の優先権を主張する。米国特許出願第13/898,809号は、Robert Kaimらの名で、「METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM (イオン注入システムにおいてイオン源の寿命および性能を高めるための方法および装置)」の名称で2013年3月15日に出願された米国特許出願第13/840,961号の米国特許法120条に基づく一部継続出願であり、この出願はRobert Kaimらの名で、「METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM (イオン注入システムにおいてイオン源の寿命および性能を高めるための方法および装置)」の名称で2012年8月6日に出願され、2013年3月19日に米国特許第8,399,865号として登録された、米国特許法120条に基づく米国特許出願第13/567,571号の継続出願であり、この出願は、Robert Kaimらの名で、「METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM (イオン注入システムにおいてイオン源の寿命および性能を高めるための方法および装置)」の名称で2012年2月21日に出願され、2012年8月7日に米国特許第8,237,134号として登録された、米国特許法120条に基づく米国特許出願第13/401,527号の継続出願であり、この出願は、国際出願日が2011年2月26日であり、Robert Kaimらの名で、「METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM (イオン注入システムにおいてイオン源の寿命および性能を高めるための方法および装置)」の名称である、米国特許法120条に基づく国際出願PCT/US2011/026388号の継続出願であり、この国際出願は、Robert Kaimらの名で、「METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM (イオン注入システムにおいてイオン源の寿命および性能を高めるための方法および装置)」の名称で2010年2月26日に出願された、米国特許法1 50

19条に基づく米国仮特許出願61/308,428号に対する優先権の利益を請求し、Robert Kaïmらの名で、「METHOD AND APPARATUS FOR ENHANCED LIFETIME AND PERFORMANCE OF ION SOURCE IN AN ION IMPLANTATION SYSTEM (イオン注入システムにおいてイオン源の寿命および性能を高めるための方法および装置)」の名称で2010年10月7日に出願された、米国特許法119条に基づく米国仮特許出願第61/390,715号の利益を請求する。上述の出願の開示内容は、あらゆる目的のために、その全体が本明細書で参考として組み込まれる。

【0002】

本開示は、イオン注入のためのケイ素ドーパント組成物、およびイオン注入システムの性能を高めるため、例えば、イオン注入システム中のイオン源の寿命を延ばし、より高いビーム流を達成するためのこのようなドーパント組成物の使用に関する。

【背景技術】

【0003】

例えば、半導体の製造およびオプトエレクトロニクス製品の製造のような用途で実施されるようなイオン注入は、基材に注入種の高エネルギーイオンを衝突させることによる、基材、例えば、ウェハへの注入種の組み込みを含む。イオン注入種を発生させるために、ドーパント種を含むドーパント組成物をイオン化させる。このイオン化は、イオンビームを発生させるイオン源を用いて行われる。

【0004】

イオン源で発生したら、イオンビームは、取り出し、磁気によるフィルタリング、加速／減速、分析器の磁気処理、コリメーション、スキャニングおよび磁気による補正によって処理され、最終的なイオンビームが作られ、これが基材に衝突する。

【0005】

誘導的に加熱したカソードイオン源、Freeman型、Bernas型他を含め、種々の種類のイオン源が開発されてきたが、特殊な種類のイオン源を使用するにもかかわらず、イオン源のシャットダウン、管理または修理を必要とするであろう「グリッチング」または他の不具合または欠陥を起こすことなく、イオン源を長期間にわたって連続的に操作することができなければならない。従って、イオン源の寿命は、イオン注入システムの重要な特徴である。

【0006】

より一般的には、イオン注入システムは、望ましくは、システムの操作費用が低い状態で、高いウェハスループットを達成するように構成され、操作される。

【0007】

ケイ素は、種々の半導体製造操作中に、一般的に使用される堆積種および／またはドーパント種である。例えば、四フッ化ケイ素 SiF_4 を、ケイ素イオンを作り出す前駆体物質として使用し、ケイ素イオンを使用して回路装置表面を改質してもよい。 SiF_4 は、例えば、アモルファス層生成前の注入のような種々の用途で使用し、金属堆積の選択性を与えることができる。

【0008】

イオン源の長い寿命の達成、イオン注入システムの高いウェハスループットおよび低い操作費用という必要性の結果として、当該技術は、継続して、このような高性能操作を可能にする効率的な前駆体組成物を開発することに努力がはらわれてきている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示は、イオン注入のためのケイ素ドーパント組成物、およびイオン注入システムの優れた性能、例えば、イオン注入システムのイオン源の寿命を延ばすこと、より高いビーム流、他の性能上の利点を達成するためのこのようなドーパント組成物の使用に関する。

【0010】

一態様では、本開示は、ケイ素をイオン注入する方法であって、ケイ素ドーパント組成物をイオン化し、イオン化したケイ素を作製することと、イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入することを含み、ここで、ケイ素ドーパント組成物は、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つのケイ素化合物を含み、ケイ素ドーパント組成物が、 ^{29}Si が濃縮された四フッ化ケイ素からなる場合、この濃縮度は、50原子%より高く、100原子%までである、方法に関する。

【0011】

別の態様では、本開示は、ケイ素をイオン注入するためのドーパントガス組成物供給器に関し、この供給器は、

(A) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスとの混合物の状態でケイ素ドーパントガスを含むケイ素ドーパント組成物を含有し、ケイ素ドーパント組成物が、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つの気体状ケイ素化合物を含む、ガス貯蔵器および分注容器；

(B) (i) ケイ素ドーパントガスを含む第1のガス貯蔵器および分注容器、および(ii) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスを保持する第2のガス貯蔵器および分注容器を含み、ケイ素ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合、同種のガスは、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、ガス供給キット

からなる群から選択される。

【0012】

本開示のさらなる態様は、本開示のドーパントガス組成物供給器とガスを受け入れて流れが連結するように配置されたイオン注入部を備える、イオン注入システムに関する。

【0013】

本開示の別の態様は、本開示のドーパントガス組成物供給器をイオン注入システムで使用するために提供することを含む、イオン注入システムの操作を向上させるための方法に関する。

【0014】

本開示の他の態様、特徴および実施形態は、後の記載および添付の特許請求の範囲からより完全に明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】 図1は、本開示の一態様のイオン注入処理システムの模式図である。

【図2】 図2は、本開示の別の態様のイオン注入処理システムの模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本明細書で使用する場合、「a」、「an」および「the」といった単数形は、対象の複数形も包摂する。ただし、別段の指示がある場合はこの限りではない。

【0017】

本開示は、本開示の特徴、態様および実施形態について本明細書にさまざまに記載されるように、特定の実施において、このような特徴、態様および実施形態の一部またはすべてを含み、これらからなり、またはこれらから本質的になるように構成され、ならびに本開示の要素および構成要素が、本発明の種々のさらなる実施を構成するように統合され得る。本開示は、種々の実施形態において、本発明の種々の特徴および態様を参照しつつ、本明細書に記載される。本開示はこのような特徴、態様および実施形態を、本開示の範囲に入るように、種々の順序および組み合わせで想定する。従って、本開示は、これらの具体的な特徴、態様および実施形態の任意のこのような組み合わせおよび順序、またはこれらの選択される1つ以上を含むか、これらからなるか、またはこれらから本質的になるものとして特定され得る。

【0018】

本開示の化合物、組成物、特徴、工程および方法は、さらに、本明細書に記載される種々の仕様および例示に関連して、適用可能な場合、特定の置換基、同位体、部分、構造、成分、特徴、工程および状態を排除する但し書きまたは限定によって、特定の実施形態を明示してもよい。

【0019】

本開示は、イオン注入のためのケイ素ドーパント組成物、およびイオン注入システムの優れた性能を達成するためのこのようなドーパント組成物の使用、およびこのようなケイ素ドーパント組成物を使用するための装置および方法に関する。このような優れた性能は、本開示の同位体濃縮されたドーパントガス組成物を用いない対応するイオン注入システムに対して、例えば、イオン注入システムのイオン源の寿命を延ばすこと、より高いビーム流、他の性能上の利点を含む。

10

【0020】

さらに具体的には、本開示は、1つ以上のケイ素同位体の天然存在度より同位体濃縮された1つ以上のケイ素含有化合物を含む、ケイ素ドーパント組成物に関する。ケイ素は、以下の天然に存在する同位体を列挙した原子%で含み、すべてのこのような同位体の割合は、合計で100原子%である。

【0021】

【表1】

ケイ素同位体	天然存在度、原子%
^{28}Si	92.2
^{29}Si	4.7
^{30}Si	3.1

20

【0022】

本明細書で使用する場合、ケイ素ドーパントガスおよび／または同種のガスに言及しての「同位体濃縮された」または「濃縮された」という用語は、このような1つ以上のガス中のドーパント種が、このドーパント種の天然に存在する同位体分布から外れており、この結果、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より多い量が存在することを意味する。従って、「同位体濃縮された」という用語は、考慮している特定の同位体種の天然存在度のレベルよりも増加した濃度を示すものと理解すべきである。特定のケイ素同位体種に言及しての「同一同位体 (homoisotopic)」という用語は、ガスまたは組成物が、このような特定のケイ素同位体を100原子%含むことを意味する。

30

【0023】

本開示のケイ素ドーパント組成物では、少なくとも1つの天然に存在するケイ素同位体は、このケイ素同位体の天然存在度より高いレベルで組成物中に存在する。多くの変動が可能である。例えば、ドーパント組成物は、3種類すべての天然に存在する同位体を含み、このような同位体のうち1つまたは2つが、天然存在度より高いレベルで存在してもよい。または、ドーパント組成物は、このような同位体の1つのみを100%の存在度で含んでいてもよい。なおさらなる代替例として、ドーパント組成物は、このような同位体のうち2つを含み、少なくとも1つが天然存在度より多くてもよい。

40

【0024】

本開示のケイ素ドーパント組成物は、ケイ素ドーパント組成物を含有するガス供給容器を備えるガス供給パッケージで与えられてもよい。このような目的のために、ケイ素ドーパント組成物は、ケイ素ドーパントガスを場合により補助ガスとの混合物の状態を含む1個の容器で供給されてもよく、またはケイ素ドーパント組成物は、ケイ素ドーパントガスを含有する容器と、補助ガスを含有する別の容器または他の容器とを含む、複数の容器で提供されてもよく、（例えば、このような他の容器の1つが、同種のガスおよび／または希釈ガスを含み、このような容器のさらなる他の容器が、同じまたは異なるガスを含み、

50

これらが合わさってイオン注入システムおよび方法のためのガス供給器を構成してもよい。ケイ素ドーパント組成物供給パッケージは、本明細書で以下にさらに記載するように、さまざまな種類の容器、例えば、吸着剤に基づく流体貯蔵器および分注容器および／または圧力が制御された流体貯蔵器および分注容器を含んでいてもよい。種々の補助ガス種を本開示のケイ素ドーパント組成物に使用してもよい。

【0025】

本開示の同位体濃縮されたケイ素ドーパント組成物は、イオン注入システムおよび方法に使用される場合、このような同位体濃縮されたケイ素ドーパント組成物を用いない対応するイオン注入システムおよび方法に対し、優れた性能、例えば、寿命を延ばすこと、より高いビーム流、より低いガス流速などを達成する。

10

【0026】

本明細書で使用する場合、「ドーパントガス」という用語は、例えば、水素化物、ハロゲン化物、有機物または他の部分のような非ドーパント要素に配位または会合しているような、ドーパント種、即ち、イオン注入基材に注入されるべき種を含む気相材料を指す。ケイ素ドーパントガスの例としては、限定されないが、四フッ化ケイ素 (SiF_4)、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、 $\text{C}_1\text{--C}_8$ アルキルシラン (例えば、 SiH_3CH_3 、 $\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{SiH}(\text{CH}_3)_3$ 、 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ 、 $\text{SiH}_3(\text{C}_2\text{H}_5)$ 、 $\text{SiH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ 、 $\text{SiH}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 、 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ など)、フルオロシラン (例えば、 SiHF_3 、 SiH_2F_2 、 SiH_3F) およびクロロシラン (例えば、 SiCl_4 、 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_3Cl) が挙げられる。

20

【0027】

「補助ガス」という用語は、本明細書で使用する場合、希釈ガスまたは同種のガスを指す。

【0028】

希釈ガスは、ドーパント種を含まず、ドーパントガスとの混合物で、このような希釈ガス含有混合物をドーパントガスで処理するイオン源の寿命および性能を、希釈ガスが存在しないドーパントガスを処理する対応するイオン源の寿命および性能と比較して高めるのに有効なガスである。例示的な希釈ガスの例としては、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、メタン、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボランおよびキセノンが挙げられる。

30

【0029】

同種のガスは、ドーパントガスと同じドーパント種を含有するガスであり、このような同じドーパント種は、ドーパントガスの非ドーパント要素とは異なる非ドーパント要素に配位または会合している。

【0030】

例えば、ドーパントガスは、四フッ化ケイ素 (SiF_4) であってもよく、同種のガスは、シラン SiH_4 であってもよい。このような同種の組成物の種々の実施形態では、ドーパントガスおよび同種のガスは、1つ以上のケイ素同位体の天然存在度よりも同位体濃縮されていてもよい。他の実施形態では、同種のガスは、天然に存在する同位体の天然存在度および分布のケイ素を含んでいてもよい。さらに他の実施形態では、同種のガスは、1つ以上のケイ素同位体において天然存在度より濃縮されていてもよく、一方、ドーパントガスは、ケイ素含有量の同位体分布において天然存在度の量を含んでいる。

40

【0031】

本開示は、種々の実施形態では、ケイ素をイオン注入する方法であって、ケイ素ドーパント組成物をイオン化し、イオン化したケイ素を作製することと、イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入することとを含み、ここで、ケイ素ドーパント組成物は、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つのケイ素化合物を含み、ケイ素ドーパント組

50

成物が、 ^{29}Si が濃縮された四フッ化ケイ素からなる場合、このケイ素ドーパント組成物の濃縮度は、50原子%より高く、100原子%までである、方法に関する。

【0032】

このような方法では、ケイ素ドーパント組成物は、(i)ケイ素ドーパントガスとして気体形態での上に言及したケイ素化合物と、(ii)同種のガスおよび希釈ガスの少なくとも1つを含む補助ガスとを含んでいてもよい。

【0033】

この方法は、ケイ素イオンのイオンビームを発生させるためのイオン化装置を用いてイオン化されるケイ素ドーパント組成物を用いて行われてもよく、このイオンビームを電場によって加速し、接触させる操作において基材にケイ素を注入する。または、プラズマ浸漬プロセスにおいてイオン化したケイ素を基材と接触させ、基材の中にケイ素を注入してもよい。上の記載に示したように、ケイ素ドーパント組成物は、四フッ化ケイ素(SiF_4)、シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、 $\text{C}_1\text{--C}_8$ アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含んでいてもよい。

【0034】

この方法は、具体的な実施形態では、 ^{28}Si において天然存在度より同位体が濃縮されたケイ素化合物、例えば、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で同位体濃縮された四フッ化ケイ素を用いて行われてもよい。四フッ化ケイ素は、具体的な実施形態では、 ^{28}Si において同一同位体であってもよい。

【0035】

本開示のケイ素ドーパント組成物に使用される補助ガスは、任意の適切な種類であってもよく、例えば、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含んでいてもよい。

【0036】

多種多様なドーパントガス組成物は、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ii) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (iii) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
- (iv) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (vi) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
- (vii) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (viii) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ix) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xi) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xii) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xiii) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xiv) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
- (xv) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含むドーパントガス組成物を含め、本開示の広範囲の実施で使用されてもよい。

【0037】

本開示は、さらに、ケイ素をイオン注入するためのドーパントガス組成物供給器であって、当該供給器は、

(A) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスとの混合物の状態でケイ素ドーパントガスを含むケイ素ドーパント組成物を含有し、ケイ素ドーパント組成物

10

20

30

40

50

が、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つの気体状ケイ素化合物を含む、ガス貯蔵器および分注容器；

(B) (i) ケイ素ドーパントガスを含む第1のガス貯蔵器および分注容器、および(ii) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスを保持する第2のガス貯蔵器および分注容器を含み、ケイ素ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合、同種のガスは、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、ガス供給キット

からなる群から選択される、ドーパントガス組成物供給器を想定する。

【0038】

ドーパントガス組成物供給器は、四フッ化ケイ素(SiF_4)、シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、 C_1 – C_8 アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含んでいてもよい。具体的な実施形態では、ケイ素化合物は、 ^{28}Si において天然存在度より同位体が濃縮されており、例えば、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で同位体濃縮された四フッ化ケイ素である。四フッ化ケイ素は、ドーパントガス組成物供給器の具体的な実施において、 ^{28}Si において同一同位体であってもよい。

【0039】

ドーパントガス組成物供給器は、種々の実施形態では、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む補助ガスを含む。ドーパントガス組成物供給器は、特定の用途では、

(i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(ii) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(iii) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；

(iv) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(vi) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；

(vii) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(viii) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(ix) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(xi) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(xii) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(xiii) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(xiv) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および

(xv) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含むドーパントガス組成物を提供するように構成されていてもよい。

【0040】

本開示は、さらなる態様では、上にさまざまに記載したようなドーパントガス組成物供給器とガスを受け入れて流れが連結するように配置されたイオン注入部を備える、イオン注入システムに関する。イオン注入システムでは、イオン注入部は、

(A) 前記ドーパントガス組成物供給器からケイ素ドーパント組成物をイオン化してイオン化したケイ素を作製し、当該イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入し、かつ

(B) (i) 前記イオン化したケイ素のイオンビームを発生させ、前記イオンビームを、その中にケイ素を注入するための基材に対し、電場によって加速するか、または(ii) 基材にケイ素を注入するためのプラズマ浸漬プロセスを行うように調整されていてもよ

10

20

30

40

50

い。

【0041】

本開示は、さらに、上にさまざまに記載したようなドーパントガス組成物供給器をイオン注入システムで使用するために提供することを含む、イオン注入システムの操作を向上させるための方法を想定する。このような方法は、種々の様式で行われてもよい。例えば、ドーパントガス組成物供給器は、四フッ化ケイ素 (SiF_4)、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、 C_1 – C_8 アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含んでいてもよい。ケイ素化合物は、具体的実施形態では、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で天然存在度より同位体が濃縮された四フッ化ケイ素 (SiF_4)、例えば、 ^{28}Si において同一同位体である四フッ化ケイ素を含んでいてもよい。アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む補助ガスが使用されてもよい。

10

【0042】

具体的な実施形態では、この方法は、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ii) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (iii) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
- (iv) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (vi) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
- (vii) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (viii) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ix) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xi) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xii) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xiii) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xiv) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
- (xv) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含むドーパントガス組成物を用いて行われてもよい。

20

30

【0043】

他の態様では、本開示は、イオン注入のためのイオンドーパント種を発生させるためにイオン源にドーパント組成物を流すことを含むイオン注入方法に関し、ドーパント組成物は、

(i) 質量数が28、29または30の少なくとも1つのケイ素同位体が天然存在度よりも同位体濃縮された、例えば、前記少なくとも1つのケイ素同位体の同位体濃縮度は、質量数28のケイ素同位体について92.2%より大きく、質量数29のケイ素同位体について4.7%より大きく、質量数30のケイ素同位体について3.1%より大きく、ケイ素化合物が、質量数29のケイ素同位体のみが濃縮された四フッ化ケイ素である場合、このケイ素化合物の濃縮度は、50%より大きく、100%までである、ケイ素化合物、および

40

(ii) ケイ素ドーパントガスおよび補助ガスを含み、補助ガスが、希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含み、ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合、同種のガスが、少なくとも1つのケイ素同位体において天然存在度より同位体が濃縮されている、ドーパントガス配合物、からなる群から選択される。

【0044】

50

種々の実施形態では、ドーパント組成物は、質量数が28、29または30の少なくとも1つのケイ素同位体が天然存在度よりも同位体濃縮されたケイ素化合物からなる群から選択されてもよく、ケイ素化合物が、質量数29のケイ素同位体のみが濃縮された四フッ化ケイ素である場合、このケイ素化合物の濃縮度は、50%より大きく、100%までである。

【0045】

イオン注入方法は、他の実施形態では、四フッ化ケイ素およびシランの少なくとも1つを含むケイ素化合物を用いて実施されてもよい。例えば、ケイ素化合物は、四フッ化ケイ素を含んでいてもよく、四フッ化ケイ素中のケイ素は、質量数28のケイ素同位体の同位体濃縮度が92.2%より大きく、100%まで、質量数29のケイ素同位体の同位体濃縮度が50%より大きく、100%まで、または質量数30のケイ素同位体の同位体濃縮度が3.1%より大きく、100%までである。

10

【0046】

他の実施形態では、ケイ素化合物は、質量数29のケイ素同位体において同位体濃縮された四フッ化ケイ素、質量数28のケイ素同位体において同位体濃縮された四フッ化ケイ素、または質量数30のケイ素同位体において同位体濃縮された四フッ化ケイ素の少なくとも一つを含む。このような組成物では、質量数29のケイ素同位体の同位体濃縮は、4.7%より大きく、組成物中のすべてのケイ素同位体すべての原子%は、合計で100原子%である。

【0047】

天然に存在する3種類すべてのケイ素同位体 (^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si) が存在する種々の実施形態では、このような同位体の2つが、天然存在量より過剰に存在していてもよく、すべての原子%の量が合計で100原子%でなければならないため、第3の同位体は、このような同位体の天然存在量より少ない量で存在する。他の実施形態では、3種類すべての天然に存在するケイ素同位体が存在していてもよく、このような同位体の1つのみが天然存在量より過剰に存在しており、他の2つの同位体が、天然存在量より少ない量で存在するか、または、このような他の同位体の1つが、天然存在量で存在し、このような他の同位体の第2のものが、天然存在量より少ない量で存在する。すべてのこのような改変例が可能であることが理解されるだろう。

20

【0048】

本開示の組成物が、ケイ素原子のすべてまたは実質的にすべてが、1つの同位体種 (^{28}Si 、 ^{29}Si または ^{30}Si) である同一同位体のケイ素含有ガスを利用してもよいことも理解されるだろう。このような同一同位体ドーパントガスは、ビーム流を実質的に高め、イオン注入ツールの性能および操作寿命の顕著な向上を達成することができる。例えば、 ^{28}Si において同一同位体である四フッ化ケイ素を使用すると、ケイ素の構成要素である同位体種に関して天然存在度の量を含む四フッ化ケイ素を対応するイオン注入システムで使用するのと比較して、10%の程度でビーム流の増加を達成することができる。

30

【0049】

ビーム流の向上を達成する代替例として、本開示の同位体濃縮されたドーパントガス組成物を使用すると、同位体濃縮されたケイ素材料の流速を下げることができ、この結果、注入システムのイオン源の寿命が向上する。流速の実際の低下は、ビーム流の最大限の向上が達成される状況から、流速の最大限の低下が達成される状況（イオン注入部に天然存在度の材料を利用することに関連して同じビーム流について）までを変動可能であるため、注入装置の具体的な必要性のために決定することができる。流速の低下と、寿命の向上の具体的なトレードオフは、本明細書の開示に基づいて、特定のイオン注入装置における望ましい性能の向上および経済的な利点を与えるように、当業者が簡単に決定することができる。

40

【0050】

上に広く記載するイオン注入方法は、ケイ素ドーパント組成物が、ケイ素ドーパントガ

50

スおよび補助ガスを含むケイ素ドーパントガス組成物からなる群から選択され、補助ガスが、希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含み、ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合には、同種のガスが、質量数28、質量数29および質量数30のケイ素同位体の少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、他の実施形態で行うことができる。種々の実施形態では、ケイ素ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合には、ケイ素の同種のガスは、質量数28、質量数29および質量数30のケイ素同位体の少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮されている。このような同位体濃縮されたケイ素化合物の具体例としては、質量数28のケイ素同位体において、92.2%より多く同位体濃縮されたケイ素化合物、質量数29のケイ素同位体において、4.7%より多く同位体濃縮されたケイ素化合物、および質量数30のケイ素同位体において、3.1%より多く同位体濃縮されたケイ素化合物が挙げられる。

10

【0051】

ケイ素ドーパントガスおよびケイ素の同種のガスは、イオン注入用途に有用な任意の適切な種類であってもよい。一例として、ケイ素ドーパントガスおよびケイ素の同種のガスは、 SiF_4 ； SiH_4 ；および Si_2H_6 ；メチルシラン、例えば、 SiH_3CH_3 、 $\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{SiH}(\text{CH}_3)_3$ および $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ ；フルオロシラン、例えば、 SiHF_3 、 SiH_2F_2 および SiH_3F ；およびクロロシラン、例えば、 SiHCl_3 、 SiH_2Cl_2 および SiH_3Cl から選択することができる。

【0052】

他の実施形態では、補助ガスは、希釈ガス、例えば、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、メタン、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボランおよびキセノンからなる群から選択される少なくとも1つのガス種を含んでいてもよい。さらに他の実施形態は、同種のガスおよび希釈ガスを含む補助ガスを含んでいてもよい。

20

【0053】

具体的な実施形態では、ドーパント組成物は、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、メタン、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボランおよびキセノンからなる群から選択される少なくとも1つの希釈ガス種を含む希釈ガスと共に、質量数28、質量数29または質量数30の少なくとも1つのケイ素同位体が天然存在度よりも濃縮された四フッ化ケイ素、シランおよびジシランの少なくとも1つを含んでいてもよい。

30

【0054】

この方法の任意の実施形態において、ケイ素ドーパント組成物は、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ii) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (iii) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
- (iv) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (vi) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
- (vii) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (viii) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (ix) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xi) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xii) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xiii) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (xiv) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
- (xv) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同

40

50

位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含んでいてもよい。

【0055】

種々のイオン注入の実施形態では、ドーパントガスおよび同種のガスを、互いに混合物の状態、イオン注入のためのイオンドーパント種を発生させるためのイオン源に流す。この方法の他の実施形態は、ドーパントガスおよび同種のガスを、注入のためのイオンドーパント種を発生させるために、イオン源に連続的に流して行われる。

【0056】

本開示は、同位体濃縮されたケイ素ドーパントガスが、別のドーパントガスと同時に、混合物の状態、または注入部の真空チャンバに別個に供給される別個の流れとしてイオン注入部に流れる実施形態も想定する。

10

【0057】

このイオン注入方法では、一実施形態のイオン源は、以下の方法に従って操作することができる。ドーパント組成物に含まれる異なるドーパント材料をイオン源に連続して流し；イオン源への異なるドーパント材料の連続的な流れの間、イオン源の操作中にカソードのバイアス電力を監視し；監視されたカソードバイアス電力に応答して、イオン源、イオン源のカソードおよび／または1つ以上の他の要素の操作寿命を延ばすように、連続的に供給されたドーパント組成物の少なくとも1つの流速を調整する。

【0058】

本開示は、別の態様では、本明細書にすでに記載したように、本開示の任意のドーパント組成物からこのようなイオンドーブ種を発生させることを含む、ドーパント原料からイオン注入のためのイオンドーブ種を発生させるように配置されたイオン源の性能および寿命を高める方法に関する。このような方法の一実施形態では、ドーパントガスおよび同種のガスを、互いに混合物の状態、イオン注入のためのイオンドーパント種を発生させるためのイオン源に流す。このような方法の別の実施形態では、ドーパントガスおよび同種のガスを、注入のためのイオンドーパント種を発生させるために、イオン源に連続的に流す。

20

【0059】

ドーパント組成物をイオン源に供給するために配置されたイオン源およびドーパント組成物源を含み、ドーパント組成物源が、本明細書にすでに記載したような任意のドーパント組成物を含む、さまざまな種類のイオン注入システムが想定される。このようなイオン注入システムでは、ドーパント組成物は、ドーパントガスおよび同種のガスを含んでいてもよく、ドーパント組成物源は、ドーパントガスおよび同種のガスを、互いに混合物の状態、ドーパント組成物に供給するためにイオン源に流すように配置されていてもよい。または、ドーパント組成物源は、ドーパントガスおよび同種のガスを、ドーパント組成物に供給するために、イオン源に連続的に流すように配置されていてもよい。

30

【0060】

本開示のさらなる態様は、内容積を有する容器と、内容積の中にドーパント原料とを含み、ドーパント原料が、本明細書にすでに記載したような任意のドーパント組成物を含む、ドーパント原料装置に関する。

40

【0061】

本開示は、別の態様では、ケイ素イオンが基材に注入されるイオン注入システムの少なくとも1つの供給源の寿命およびターボポンプの寿命を長くする方法に関する。この方法は、イオン注入システムのイオン化チャンバ中でケイ素含有ドーパントガスをイオン化することを含み、ケイ素含有ドーパントガスは、四フッ化ケイ素と、水素、アルゴン、窒素およびヘリウムの1つ以上との混合物を含み、ドーパントガスは、少なくとも1つの同位体Si種において同位体濃縮されている。

【0062】

例えば、四フッ化ケイ素は、このような混合物中に、混合物の合計体積を基準として5体積%から98体積%の濃度で存在していてもよい。特に高いビーム流が達成されるべき

50

である用途では、四フッ化ケイ素は、混合物中に、混合物の合計体積を基準として80体積%から98体積%の範囲の濃度で存在していてもよい。

【0063】

本開示は、さらなる態様では、四フッ化ケイ素が導入され、イオン源でイオン化されるイオン注入システム中のイオン源の寿命を長くする方法に関する。この方法は、アンモニアと四フッ化ケイ素とをイオン源に導入することを含み、四フッ化ケイ素は、少なくとも1つのSi同位体種において同位体濃縮されている。このような方法では、アンモニアおよび四フッ化ケイ素は、供給容器中の混合物に提供されてもよく、この供給容器から、混合物は、イオン源に導入するために分配される。または、このような方法では、アンモニアおよび四フッ化ケイ素は、別個の供給容器に提供されてもよく、これらの供給容器から、イオン源に導入するために分配される。なおさらなる実施形態として、アンモニアおよび四フッ化ケイ素を、イオン源に導入した後、イオン源において互いに混合してもよい。このような方法において、アンモニアの代わりに、またはアンモニアに加えて、アミンを使用してもよい。

10

【0064】

このような方法の別の変形例は、イオン源にキセノンを導入することを含む。キセノンは、アンモニアおよび／または四フッ化ケイ素の混合物に導入されてもよい。

【0065】

本開示は、ケイ素ドーパントガスおよび補助ガスを含み、補助ガスが、希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含み、ケイ素ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合には、同種のガスは、質量数28、29または30の少なくとも1つのケイ素同位体が天然存在度より同位体が濃縮されている、種々のケイ素ドーパントガス組成物を想定する。

20

【0066】

本開示のドーパント組成物は、同位体濃縮されたドーパントガスおよび／または同位体濃縮された補助ガスを利用しない対応する方法の性能と比較して、注入方法の性能を向上させるのに有効である。性能の向上は、ドーパントガス組成物において同位体濃縮された種を含まないドーパントガス組成物、即ち、天然存在度の同位体種を含むドーパントガス組成物を用いた対応する注入方法に対し、より高いビーム流、より長いイオン源の寿命、連続するメンテナンス事象の間の平均時間を長くすること、イオン注入部表面への材料の堆積の減少、または他の性能の向上に関係があるだろう。

30

【0067】

種々の具体的な実施形態では、ドーパント組成物は、 ^{28}Si において天然存在度よりも濃縮された、例えば、 ^{28}Si の濃度が92.2%より大きく、例えば、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%または99.9%より大きく、100%までの、少なくとも1つのケイ素化合物を含有していてもよい。他の具体的な実施形態では、ドーパント組成物は、 ^{29}Si において天然存在度よりも濃縮された、例えば、 ^{29}Si の濃度が4.7%より大きく、例えば、5%、7%、10%、12%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、または99.9%より大きく、100%までの少なくとも1つのケイ素化合物を含有していてもよい。さらに他の具体的な実施形態では、ドーパントの反対側は、 ^{30}Si において天然存在度よりも濃縮された、例えば、 ^{30}Si の濃度が3.1%より大きく、例えば、3.5%、4%、5%、7%、10%、12%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、または99.9%より大きく、100%までの少なくとも1つのケイ素化合物を含有していてもよい。

40

【0068】

従って、本開示は、ドーパントおよび／または同種のガスが天然存在度の濃度レベルから同位体調節されていない対応するシステムに対し、有益な同位体の濃度が、このような

50

ドーパントおよび／または同種のガスにおける天然存在率に対してイオン注入システムの性能を高める程度まで増えている、同位体濃縮されたケイ素ドーパントガス、および／または同位体濃縮された同種のガスを広く想定する。

【0069】

ケイ素ドーパントガス組成物がドーパントガスおよび同種のガスを含む実施形態では、このようなそれぞれのガスは、供給器のためにイオン源に、混合物の状態で流れるか、または別個の流動ラインで同時に流れる関係で流れるか、またはそれぞれの供給源からのガスがイオン注入システムに流れることから提供されるように、イオン注入システムに提供されてもよい。または、このようなそれぞれのガスは、イオン注入システムに連続的に流すことができる。このような連続的な操作は、それぞれのドーパントガスおよび同種のガスの時間に基づく等しい流れを利用し、任意の適切な様式で行われてもよく、または、それぞれの時間に基づく流れが、互いに異なってもよく、または望ましい特徴のドーパされた基材を与えるように他の方法で調節されてもよい。

10

【0070】

本開示のイオン種を用いてイオン注入される基材は、任意の適切な種類の基材であってもよい。

【0071】

基材は、ケイ素、炭化ケイ素、窒化ガリウムまたは他の適切な基材組成物を含んでいてもよい。基材は、小型電子機器の基材、即ち、小型電子機器または機器前駆体要素を製造するための小型電子構造を作るために利用される基材を含んでいてもよい。

20

【0072】

他の実施形態では、基材は、例えば、フラットパネルディスプレイおよびソーラーパネルのような製品の製造のために注入されてもよい。本開示は、任意の適切な特徴を有するイオン注入用途に適用可能であることが理解されるだろう。

【0073】

ドーパント組成物は、ドーパント組成物を中に保持するための内容積を有する貯蔵器または分注容器に使用するために供給されてもよく、ドーパント組成物は、記載されるような任意の適切な種類であってもよい。このようなドーパント組成物の貯蔵器および分注容器は、例えば、イオン源に対してドーパント組成物を適切に流れさせるのに適切な装置および制御要素を備える適切な流路によって、イオン源と接続するために配置していてもよい。貯蔵器および分注容器は、固体の物理的な吸着剤をこの内容積に含む吸着剤系を含む容器を備えていてもよく、吸着剤は、ドーパント組成物に対する吸着アフィニティを有する。これによって、ドーパント組成物は、貯蔵中に吸着剤に吸着によって保持され、分配条件で吸着剤から脱着し、この結果、脱着したドーパント組成物を、イオン注入システムへの流れのために容器から放出させることができる。このような容器中の物理的な吸着剤は、炭素吸着剤、例えば、ATMI, Inc. (ダンバリー、コネチカット、USA) からBRIGHTBLOCKの商標で市販される種類の炭素吸着剤を含んでいてもよい。または、ドーパントガスのための適切な吸着アフィニティを有する任意の他の固体の物理的な吸着剤および任意の他の貯蔵媒体、例えば、ドーパントガスを貯蔵することができ、分配条件でドーパントガスを脱着することができるイオン性液体を使用してもよい。このような種類の吸着剤系の容器は、ATMI, Inc. (ダンバリー、コネチカット、USA) からSDSおよびSAGEの商標で市販されている。

30

40

【0074】

または、ドーパント組成物は、容器の内容積に1つ以上の圧力制御器を備える内圧制御型の容器中に提供されてもよい。このような圧力制御された容器は、ATMI, Inc. (ダンバリー、コネチカット、USA) からVACの商標で市販されている。さらに、この内容積に吸着剤を含むこのような圧力制御型の容器も、ATMI, Inc. (ダンバリー、コネチカット、USA) からVAC Sorbの商標で市販されている。

【0075】

なおさらなる代替例として、ガス供給容器は、例えば、容器および／またはこの内容物

50

を加熱することによって揮発し、揮発生成物または昇華生成物としてドーパントガスを発生させる固相ドーパント源材料の形態でドーパント組成物を含んでいてもよい。このような種類の固体を運ぶ容器は、A T M I , I n c . (ダンバリー、コネチカット、U S A) から P r o E - v a p の商標で市販されている。

【0076】

本開示は、さらなる実施形態では、

(i) ケイ素ドーパント源のガスを保持する第1のガス貯蔵器および分注容器と、

(ii) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含み、ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合には、同種のガスが、少なくとも1つのケイ素同位体において天然存在度より同位体が濃縮された、補助ガスを保持する第2のガス貯蔵器および分注器とを備えるイオン注入システムのためのガス供給キットを想定する。

10

【0077】

本開示は、他の態様では、(i) ケイ素ドーパント源のガスを保持する第1のガス貯蔵器および分注容器と、(ii) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含み、ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合には、同種のガスが、少なくとも1つのケイ素同位体において天然存在度より同位体が濃縮された、補助ガスを保持する第2のガス貯蔵器および分注容器とを備えるイオン注入システムで使用するために提供することを含む、イオン注入システムの操作を向上させるための方法に関する。

【0078】

このようなガス供給キットおよび向上させるための方法の態様では、ドーパントガスおよび同種のガスは、両方とも、供給されるドーパントガスおよび同種のガス化合物において、同じ1種類のケイ素同位体種、例えば、 ^{28}Si において同一同位体であってもよい。

20

【0079】

ガス供給キットおよび向上させるための方法では、ドーパントガスおよび希釈ガスをそれぞれの容器で利用してもよく、ドーパントガスは、天然に存在するケイ素同位体の少なくとも1つにおいて、天然存在度より同位体が濃縮されている。例えば、ドーパントガスは、同一同位体、例えば、 ^{28}Si である気体状ケイ素化合物を含んでいてもよい。希釈ガスは、任意の適切なガス種または混合物を含んでいてもよく、例えば、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノン、または他の適切な1つ以上のガスを含んでいてもよい。

30

【0080】

ここで、図を参照すると、図1は、本開示の一態様のイオン注入処理システムの模式図である。

【0081】

イオン注入処理システム300は、イオン注入チャンバ301中の基材328のケイ素イオン注入ドーピングのために供給されるケイ素ドーパントガスを保持する内容積を有する貯蔵器および分注容器302を備える。貯蔵器および分注容器は、ケイ素ドーパントガスがガスの貯蔵のために物理的に吸着され、容器から放出するために、分配条件でガスが吸着媒体から脱着する吸着媒体を含む種類のものであってもよい。吸着媒体は、固相の炭素吸着剤材料を含んでいてもよい。

40

【0082】

図1において、貯蔵器および分注容器302は、吸着された状態でドーパントガスを遊離したガス状態または液化したガス状態で保持する内容積を囲む円筒形の容器壁304を備える。

【0083】

貯蔵器および分注容器302は、分配ライン372を介し、混合チャンバ360（任意要素である。）と、この後、放出ライン312を介し、ガスの流れが連結するように接続

50

したバルブヘッド 308 を備える。圧力センサ 310 は、質量流量コントローラ 314 と共にライン 312 に配置されていてもよく、他の任意要素の監視し、検知する要素が、このラインと接続し、制御手段、例えば、アクチュエータ、フィードバックおよびコンピュータ制御系、サイクルタイマーなどとインターフェースで接続していてもよい。

【0084】

混合チャンバ 360 は、使用される場合には、ガス供給ライン 370 と流れが連結するように接続していてもよく、これに対し、補助ガス供給容器 362 および 364 が接続し、それぞれは、同じ種類であってもよく、または互いに異なる種類であってもよく、上に記載した容器 302 に対し、同じ種類であってもよく、または互いに異なる種類であってもよい。容器 362 は、例えば、希釈ガスを含んでいてもよく、容器 364 は、例えば、同種のガスを含んでいてもよく、希釈ガスおよび／または同種のガスと組み合わせてドーパントガスを含むドーパントガス混合物を調製することができるように配置される。

10

【0085】

補助容器 362 は、主要な容器部分とともに作られ、バルブヘッド 380 が固定され、これが補助容器供給ライン 366 に接続する。同様の様式で、補助容器 364 は、主要な容器部分とともに作られ、バルブヘッド 382 が固定される。バルブヘッド 382 は、補助容器供給ライン 368 に接続する。供給ライン 366 および 368 は、このような配置によって、希釈剤および／または同種のガスを混合チャンバ 360 に運び、注入部のイオン源を通過するために、希釈剤および／または同種のガスを含むドーパントガス混合物を与える。このような目的のために、補助容器供給ライン 366 および 368 および分配ライン 372 には、容器およびこのようなバルブから分配された材料の流れまたは他の特徴を手動または自動で制御するための適切なバルブ、コントローラおよび／またはセンサが備わっていてもよく、このようなバルブ、コントローラおよび／またはセンサは、任意の適切な様式で対応する供給／分配ラインと接続または連結していてもよい。

20

【0086】

このようなバルブは、中央処理装置（CPU）に作動可能に接続したバルブアクチュエータと接続していてもよい。CPU は、上述のコントローラおよび／またはセンサとシグナルによって連結する関係で接続していてもよく、互いに関連して、それぞれの容器から分配される液体の速度、条件および量を制御するようにプログラムによって配置していてもよく、この結果、混合チャンバ 360 からライン 312 に流れるドーパントガス混合物は、イオン注入操作を行うのに望ましい組成、温度、圧力および流速を有する。

30

【0087】

示されるシステム 300 では、イオン注入チャンバ 301 は、ライン 312 から分配されたケイ素ドーパントガス混合物を受け入れるイオン源 316 を備え、イオンビーム 305 を発生する。イオンビーム 305 は、質量分析ユニット 322 を通過し、必要なイオンを選択し、必要でないイオンを拒絶する。

【0088】

選択されたイオンは、加速電極アレイ 324 を通過し、次いで、偏向電極 326 を通過する。得られる集束したイオンビームが、スピンドル 332 で取り付けられた回転可能なホルダ 330 に配置された基材要素 328 に衝突する。ドーパントイオンのイオンビームを使用し、所望のように基材にドーピングし、ドーピングされた構造を作製する。

40

【0089】

イオン注入チャンバ 301 のそれぞれの区画は、それぞれポンプ 320、342 および 346 を用いることによって、ライン 318、340 および 344 から排気される。

【0090】

または、イオン注入チャンバ 301 は、適切なプラズマ浸漬プロセスによって基材へのケイ素の注入を行うように調整されたプラズマ注入チャンバであってもよい。

【0091】

図 2 は、本開示の別の態様のイオン注入処理システムの模式図である。図 2 のシステムは、図 1 と同じ要素および特徴に対応して番号が付けられているが、図 2 のシステムは、

50

流路の配置にそれぞれのドーパントガスおよび補助ガスの容器を利用し、それぞれの容器 304、362 および 364 は、別個の質量流量コントローラ 314、400 および 402 をそれぞれ分配ラインに備えている。この配置によって、それぞれの容器からのそれぞれのガスの流れが、関連する分配ライン内の専用の質量流量コントローラによって調整され、操作時のそれぞれのガスの選択された流速または流速比を達成する。それぞれの質量流量コントローラは、中央処理装置 (CPU) に作動可能に接続し、これによって、それぞれの質量流量コントローラは、必要な場合、または望ましい場合には、操作中に調節し、システムの最適な操作を達成することができる。

【0092】

本開示のさらなる態様では、ドーパントガスを、第 1 の場合には、1 つ以上の補助ガス、即ち、希釈剤および／または同種のガスを含む混合物に供給してもよく、ドーパントガスおよび補助ガスの混合物は、1 個の供給容器に含まれ、この容器から、ガス混合物は、イオン注入システムのイオン源に分配され、流れることができる。例えば、図 1 のシステムでは、容器 302 は、ケイ素ドーパントガスおよび補助ガス混合物を含む 1 個のガス供給容器 (補助容器 362 および 364 が無い。) で構成することが可能である。

【0093】

このような手法を利用し、1 個の供給容器から提供することができる一緒に封入された混合物として水素、不活性気体または他の希釈ガスを含む混合物に、ドーパントガスとして四フッ化ケイ素を提供してもよい。

【0094】

1 個の供給容器で与えられるような、本開示の広範囲の実施で有利に使用することができる同位体濃縮された四フッ化ケイ素ガス混合物の具体例として、四フッ化ケイ素を含有するガス組成物は、組成物の合計体積を基準として、5 体積% から 35 体積% の四フッ化ケイ素を含んでいてもよく、残りは、水素、アルゴン、窒素およびヘリウムのうち 1 つ以上であり、四フッ化ケイ素は、天然に存在するケイ素同位体の少なくとも 1 つ、例えば、 ^{28}Si において同位体濃縮されている。

【0095】

別の態様では、本開示は、四フッ化ケイ素をドーパントガスとして使用し、四フッ化ケイ素は、少なくとも 1 つの Si 同位体種、例えば、 ^{28}Si において同位体濃縮されているイオン注入システムのイオン源の寿命を延ばすための、四フッ化ケイ素と一緒に流れるガスとしてのアンモニアの使用に関する。

【0096】

ケイ素を注入するときに、四フッ化ケイ素との混合物で補助ガスとしてアンモニアを使用することによって、アンモニア (NH_3) の構成要素である窒素および水素が、四フッ化ケイ素からフッ素を効率的に捕捉するだろう。このようなフッ素捕捉の結果として、 SiF_4/NH_3 混合物は、イオン源の中のハロゲンサイクルを少なくとも部分的に阻害し、アークスリットに成長するタングステンウィスカーおよび／またはカソードおよび／またはアンチカソードに堆積するタングステンに起因するイオン源の寿命の悪化が起こる。

【0097】

このように SiF_4 と一緒に流れるガスとしてアンモニアを使用するのは、種々の任意の配置で行うことができる。一実施形態では、アンモニアおよび四フッ化ケイ素のための別個のガス供給容器を使用し、それぞれのガス供給容器からのガスが、イオン源と一緒に流れる。一緒に流れたガスを、質量流量コントローラを通る前に混合してもよく、または、質量流量コントローラとイオン源との間で混合してもよく、イオン源の中で混合してもよい。

【0098】

または、アンモニアおよび四フッ化ケイ素の混合物を任意の適切な相対比率で含む 1 個の供給容器を提供してもよい。

【0099】

アンモニアに代えて、またはアンモニアに加え、任意の適切なアミンを、同様に有利に

10

20

30

40

50

使用することができる。

【0100】

さらなる代替例として、キセノンが、別個の供給容器の補助ガスとして提供されてもよい。供給容器から分配した後、キセノンをアンモニアおよび／または四フッ化ケイ素と混合してもよい。キセノンは、アンモニアおよび／または四フッ化ケイ素と混合したキセノンを含むガス容器内で補助ガスとして提供することもできる。イオン源に導入されるガスにキセノンが存在すると、カソードへのキセノンのスパッタリング効果によって、このようなカソードに堆積する過剰なタングステンが除去され、イオン源の寿命が向上する。

【0101】

本開示は、さらなる別の態様では、1つ以上の同位体濃縮されたケイ素ドーパント材料、例えば、シランまたは四フッ化ケイ素をイオン化チャンバに流し、イオンドーパント種を発生させることと、イオン化チャンバからイオンドーパント種を集めることと、所定のイオンドーパント種を選択することと、選択した／望ましいケイ素イオンドーパント種を光電池、フラットパネル、小型電子機器または半導体基板に注入することとを含み、これらから本質的になり、またはこれらからなる、改良されたイオン注入方法に関する。

【0102】

本開示の望ましいケイ素同位体の濃縮によって、このような同位体の存在量または濃度が高まり、対応して、イオンビーム内のこの同位体の量が増える。これにより、少ない濃度／量の同じ／望ましいケイ素同位体を含むケイ素源を利用するシステムおよび／または方法と比較して、スループットの対応する利点が得られる。

【0103】

本開示は、ドーパントの連続した流れを想定し、例えば、イオン源操作中に所定のカソードバイアス電力を維持することによって、イオン源またはこの要素の操作寿命を延ばすために、カソードバイアス電力が、イオン源の操作中に監視され、監視されたカソードバイアス電源の電力が、イオン源に運ばれるそれぞれのドーパント化合物を制御／選択／置き換えるためのフィードバック制御方法に利用される。このような方法を利用し、イオン源のカソードを修理または正しく設定することができ、即ち、イオン源の操作中に所定のカソードバイアス電力を維持するか、または他の方法で達成するために必要な場合、カソードの再成長またはエッチングを行うことができる。

【0104】

イオン源は、このような監視され、制御される方法において、任意の適切な種類であってもよく、例えば、間接加熱カソード（IHC）イオン源であってもよい。カソードバイアス電力は、このような方法では、異なるドーパント化合物の連続的な流れを、イオン源／カソードの操作寿命を延ばすように制御するためのフィードバック機構として有利に使用される。

【0105】

イオン源のアークチャンバにカソードを有するイオン注入システムを操作し、イオン源の操作効率を維持するこの方法は、一実施形態では、カソードバイアス電力を測定しつつ、カソードと、連続的に供給されるドーパント組成物とを接触させることと、測定されたカソードバイアス電力に応答して、連続的に供給されるドーパント組成物の少なくとも1つを、イオン源、カソードおよび／またはイオン源の1つ以上の要素の操作寿命を延ばすために調節することとを含む。

【0106】

連続的に供給されるドーパント組成物に関連した「調節する」という用語は、連続的に供給されるドーパント組成物の少なくとも1つについて、測定されたカソードバイアス電力に応答して、このシーケンス、持続時間、処理条件またはドーパント組成物の選択を制御すること、即ち、選択的に変えることを意味する。従って、それぞれのドーパント組成物の供給期間は、設定点のカソードバイアス電力値を維持するように、互いに対して変動してもよく、または、1つのドーパント組成物を、他よりも高い電圧条件で供給してもよく、またはフィードバック監視システムおよび制御システムを、それぞれのドーパント組

成物を他の方法で制御／選択／置き換えるように配置してもよい。

【0107】

別の実施形態では、この方法を利用し、1つ以上のドーパント組成物に対し、イオン源を通して洗浄剤または堆積剤を同時に、または連続して流してもよく、カソードバイアス電力またはイオン源の変動可能な他の電力を利用し、例えば、監視された電力使用が、初期値または他の所定の、または設定した値またはレベルより高い場合には、イオン源を通してエッチング洗浄剤を流すことによって、カソードのエッチングを行い、カソードから堆積物を除去し、および／またはカソードバイアス電力またはイオン源の変動可能な他の電力を利用し、監視された電力使用が、初期値または他の所定の値または設定した値より低い場合には、イオン源を通して堆積剤を流すことによって、カソード材料の再成長を行う。

10

【0108】

従って、本開示は、同位体濃縮されたケイ素ドーパント組成物の利用に関連する種々の態様、特徴および利点を想定する。

【0109】

従って、本開示の組成物、工程、方法、装置およびシステムが、イオン注入システムの性能の対応する改良を与えるために、多種多様な様式で実行および適用をしやすいことが理解されるだろう。

【0110】

本開示は、具体的な態様、特徴および例示的な実施形態を参照して本明細書で述べられてきたが、本開示の有用性は、これに限定されず、多くの他の変形例、改変例および代替的な実施形態に拡張され、これらを包含することが理解されるだろう。本明細書の記載に基づき、本開示の分野の当業者にこれらを示唆するからである。対応して、以下の特許請求の範囲の発明は、その精神および範囲内にあるこのようなすべての変形例、改変例および代替的な実施形態を含め、広く解釈され、判断されることを意図している。

20

【図1】

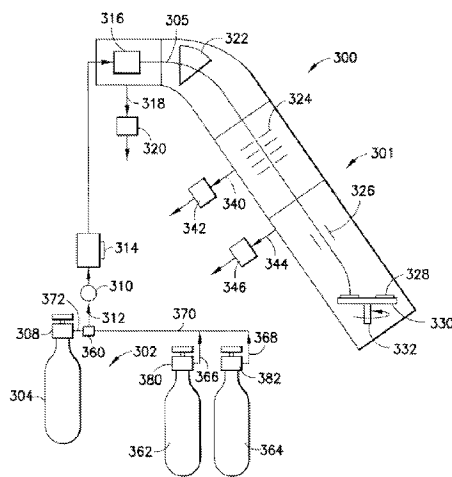


FIG.1

【図2】

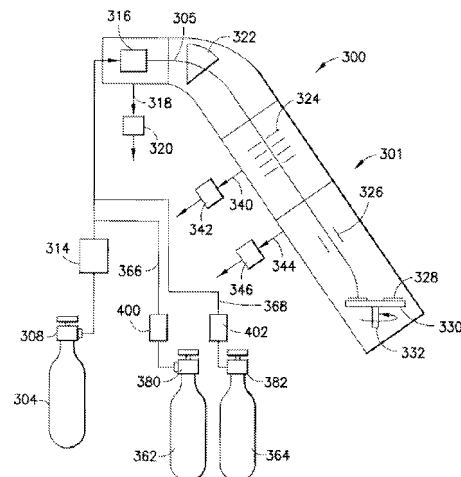


FIG.2

【手続補正書】

【提出日】平成27年11月25日(2015.11.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケイ素をイオン注入する方法であって、ケイ素ドーパント組成物をイオン化し、イオン化したケイ素を作製することと、イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入することとを含み、ここで、ケイ素ドーパント組成物は、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、少なくとも1つのケイ素化合物を含み、ケイ素ドーパント組成物が、 ^{29}Si が濃縮された四フッ化ケイ素からなる場合、この濃縮度は、50原子%より高く、100原子%までである、方法。

【請求項2】

前記ケイ素ドーパント組成物は、(i) ケイ素ドーパントガスとして気体形態での前記ケイ素化合物と、(ii) 同種のガスおよび希釈ガスの少なくとも1つを含む補助ガスとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記ケイ素ドーパント組成物は、ケイ素イオンのイオンビームを発生させるためのイオン化装置を用いてイオン化され、イオンビームを電場によって加速し、前記接触させるときに基材にケイ素を注入することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

プラズマ浸漬プロセスにおいて前記イオン化したケイ素を基材と接触させ、基材の中にケイ素を注入する、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記ケイ素ドーパント組成物が、四フッ化ケイ素(SiF_4)、シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、 $\text{C}_1\text{--C}_8$ アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において天然存在度より同位体が濃縮された、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で同位体濃縮された四フッ化ケイ素を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記四フッ化ケイ素が、 ^{28}Si において同一同位体(homoisotopic)である、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記補助ガスが、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項10】

前記ドーパントガス組成物が、

(i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(ii) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(iii) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；

(i v) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
(v i i) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v i i i) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(i x) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i i) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i i i) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i v) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
(x v) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、
からなる群から選択されるガス組成物を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

ケイ素をイオン注入するためのドーパントガス組成物供給器であって、当該供給器は、
(A) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスとの混合物の状態
でケイ素ドーパントガスを含むケイ素ドーパント組成物を含有し、ケイ素ドーパント組成物
が、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同
位体が濃縮された、少なくとも1つの気体状ケイ素化合物を含む、ガス貯蔵器および分注
容器；

(B) (i) ケイ素ドーパントガスを含む第1のガス貯蔵器および分注容器、および (i i) 希釈ガスおよび同種のガスの少なくとも1つを含む補助ガスを保持する第2のガス貯蔵器および分注容器を含み、ケイ素ドーパントガスの少なくとも1つと、存在する場合、同種のガスは、 ^{28}Si 、 ^{29}Si および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、ガス供給キット

からなる群から選択される、ドーパントガス組成物供給器。

【請求項12】

四フッ化ケイ素 (SiF_4)、シラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、 C_1 - C_8 アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含む、請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項13】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において天然存在度より同位体が濃縮された、請求項12に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項14】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で同位体濃縮された四フッ化ケイ素を含む、請求項13に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項15】

前記四フッ化ケイ素が、 ^{28}Si において同一同位体である、請求項14に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項16】

前記補助ガスが、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項17】

前記ドーパントガス組成物が、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i i) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；

(i i i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
(i v) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
(v i i) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(v i i i) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(i x) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i i) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i i i) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
(x i v) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
(x v) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含む、請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項18】

請求項11の(A)に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項19】

請求項11の(B)に記載のドーパントガス組成物供給器。

【請求項20】

請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器とガスを受け入れて流れが連結するように配置されたイオン注入部を備える、イオン注入システム。

【請求項21】

前記イオン注入部が、

(A) 前記ドーパントガス組成物供給器からケイ素ドーパント組成物をイオン化してイオン化したケイ素を作製し、当該イオン化したケイ素と基材とを接触させ、基材の中にケイ素を注入し、かつ

(B) (i) 前記イオン化したケイ素のイオンビームを発生させ、前記イオンビームを、この中にケイ素を注入するための基材に対し、電場によって加速するか、または(ii) 基材にケイ素を注入するためのプラズマ浸漬プロセスを行うように調整された、請求項20に記載のイオン注入システム。

【請求項22】

請求項11に記載のドーパントガス組成物供給器をイオン注入システムで使用するために提供することを含む、イオン注入システムの操作を向上させるための方法。

【請求項23】

前記ドーパントガス組成物供給器が、四フッ化ケイ素(SiF_4)、シラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、 C_1 – C_8 アルキルシラン、フルオロシランおよびクロロシランからなる群から選択されるケイ素化合物を含む、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記ケイ素化合物が、 ^{28}Si において、92.3原子%より大きく、100原子%までの濃度範囲で天然存在度より同位体が濃縮された四フッ化ケイ素(SiF_4)を含む、請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記四フッ化ケイ素が、 ^{28}Si において同一同位体である、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記補助ガスが、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項22に記載の方法。

【請求項 27】

前記ドーパントガス組成物が、

- (i) キセノンおよび水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i i) シランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i i i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたシラン；
- (i v) アルゴンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v) ジシランを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v i) 同位体濃縮された四フッ化ケイ素および同位体濃縮されたジシラン；
- (v i i) 水素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (v i i i) アンモニアを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (i x) アンモニアおよびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x) 水素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x i) アンモニアおよびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x i i) 窒素を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x i i i) 窒素およびキセノンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；
- (x i v) 窒素およびクリプトンを含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素；および
- (x v) 水素、窒素、アンモニア、キセノンおよびアルゴンのうち1つ以上を含む、同位体濃縮された四フッ化ケイ素、からなる群から選択されるガス組成物を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 28】

補助ガスと混合されたケイ素ドーパントガスを含む、ケイ素ドーパント組成物であって

- 、
- 前記補助ガスは、同種のガスおよび希釈ガスの少なくとも1つを含み、
- 前記ケイ素ドーパント組成物は、 ^{28}Si 、 ^{29}Si 、および ^{30}Si のうち少なくとも1つにおいて天然存在度より同位体が濃縮された、気体形態の少なくとも1つのケイ素化合物を含む
- ことを特徴とする、ケイ素ドーパント組成物。

【請求項 29】

前記少なくとも1つのケイ素化合物が、下記

- (i) 濃度が92.2%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、もしくは99.9%のいずれかよりも大きく、100%までである ^{28}Si 、
- (ii) 濃度が4.7%、5%、7%、10%、12%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、もしくは99.9%のいずれかよりも大きく、100%までである ^{29}Si 、または、
- (iii) 濃度が3.1%、3.5%、4%、5%、7%、10%、12%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、もしくは99.9%より大きく、100%までである ^{30}Si

のいずれかにおいて天然存在度より同位体が濃縮されたものである、請求項 28 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 30】

前記少なくとも1つのケイ素化合物が四フッ化ケイ素を含み、混合物中の四フッ化ケイ素の濃度が、混合物の総体積に対して5体積%から98体積%の範囲である、請求項 28 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 31】

前記少なくとも1つのケイ素化合物が四フッ化ケイ素を含み、混合物中の四フッ化ケイ素の濃度が、混合物の総体積に対して5体積%から98体積%の範囲である、請求項 29 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 2】

前記少なくとも 1 つのケイ素化合物が四フッ化ケイ素を含み、混合物中の四フッ化ケイ素の濃度が、混合物の総体積に対して 5 体積% から 3 5 体積% の範囲である、請求項 2 8 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 3】

前記少なくとも 1 つのケイ素化合物が四フッ化ケイ素を含み、混合物中の四フッ化ケイ素の濃度が、混合物の総体積に対して 5 体積% から 3 5 体積% の範囲である、請求項 2 9 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 4】

前記少なくとも 1 つのケイ素化合物が四フッ化ケイ素を含み、混合物中の四フッ化ケイ素の濃度が、混合物の総体積に対して 8 0 体積% から 9 8 体積% の範囲である、請求項 2 8 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 5】

前記少なくとも 1 つのケイ素化合物が四フッ化ケイ素を含み、混合物中の四フッ化ケイ素の濃度が、混合物の総体積に対して 8 0 体積% から 9 8 体積% の範囲である、請求項 2 9 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 6】

混合物が、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項 2 8 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 7】

混合物が、アルゴン、水素、フッ素、クリプトン、ネオン、ヘリウム、アンモニア、アミン、水、ホスフィン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素、硫化水素、窒素、酸素、一酸化炭素、二フッ化キセノン、ジボラン、メタンおよびキセノンからなる群から選択される希釈ガスを含む、請求項 2 9 に記載のケイ素ドーパント組成物。

【請求項 3 8】

ケイ素内へのドーピングのためのイオン注入ツールに対して、請求項 2 8 から 3 7 のいずれか一項に記載のケイ素ドーパント組成物を供給するステップを含むことを特徴とする、イオン注入方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/039028
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 21/265(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/265; H01L 21/20; H01L 21/336; H01J 27/02; H01J 37/08; H01L 21/26; B08B 5/00; C09K 3/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: implant, tetrafluoride, silicon, dopant, isotopic		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012-0142174 A1 (ROBERT KAIM et al.) 07 June 2012 See abstract, paragraphs [0116]-[0133] and claims 1, 15.	1-27
A	KR 10-2006-0049673 A (AGERE SYSTEMS INC.) 19 May 2006 See abstract, pages 3-4 and claims 1-20.	1-27
A	US 2009-0294698 A1 (ANDREW M. RAY) 03 December 2009 See abstract, paragraphs [0027]-[0049] and claim 1.	1-27
A	US 2008-0305598 A1 (THOMAS N. HORSKY et al.) 11 December 2008 See abstract, paragraphs [0040]-[0065] and claims 1-17.	1-27
A	US 2010-0024841 A1 (BON-WOONG KOO et al.) 04 February 2010 See abstract, paragraphs [0019]-[0064] and claim 16.	1-27
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 September 2014 (15.09.2014)		Date of mailing of the international search report 15 September 2014 (15.09.2014)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer CHOI, Sang Won  Telephone No. +82-42-481-8291

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/039028

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012-0142174 A1	07/06/2012	CN 102782811 A	14/11/2012
		EP 2539923 A2	02/01/2013
		EP 2539923 A4	06/11/2013
		JP 2013-521596 A	10/06/2013
		KR 10-2012-0127512 A	21/11/2012
		SG 183248 A1	27/09/2012
		TW 201201254 A	01/01/2012
		TW 201334039 A	16/08/2013
		TW I386983 B	21/02/2013
		US 2012-0313047 A1	13/12/2012
		US 2013-0206788 A1	15/08/2013
		US 8237134 B2	07/08/2012
		US 8399865 B2	19/03/2013
		WO 2011-106750 A2	01/09/2011
		WO 2011-106750 A3	05/04/2012
KR 10-2006-0049673 A	19/05/2006	JP 2006-013510 A	12/01/2006
		US 2005-0287786 A1	29/12/2005
		US 7494888 B2	24/02/2009
US 2009-0294698 A1	03/12/2009	CN 102047376 A	04/05/2011
		EP 2283509 A1	16/02/2011
		JP 2011-523764 A	18/08/2011
		KR 10-2011-0025775 A	11/03/2011
		TW 201007821 A	16/02/2010
		US 7994487 B2	09/08/2011
		WO 2009-145908 A1	03/12/2009
US 2008-0305598 A1	11/12/2008	TW 200913020 A	16/03/2009
		TW I404128 B	01/08/2013
		WO 2008-151309 A2	11/12/2008
		WO 2008-151309 A3	14/01/2010
US 2010-0024841 A1	04/02/2010	TW 201013734 A	01/04/2010
		WO 2010-017114 A2	11/02/2010
		WO 2010-017114 A3	29/04/2010

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H O 1 L 21/265 Z

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 カイム, ロバート
アメリカ合衆国、マサチューセッツ・02446、ブルックライン、ワシントン・ストリート・762

(72)発明者 スウィーニー, ジョーゼフ・ディー
アメリカ合衆国、コネチカット・06776、ニュー・ミルフォード、ランス・レイン・9

Fターム(参考) 5C030 DE05
5C034 CC01