

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 4 月 1 日 (01.04.2004)

PCT

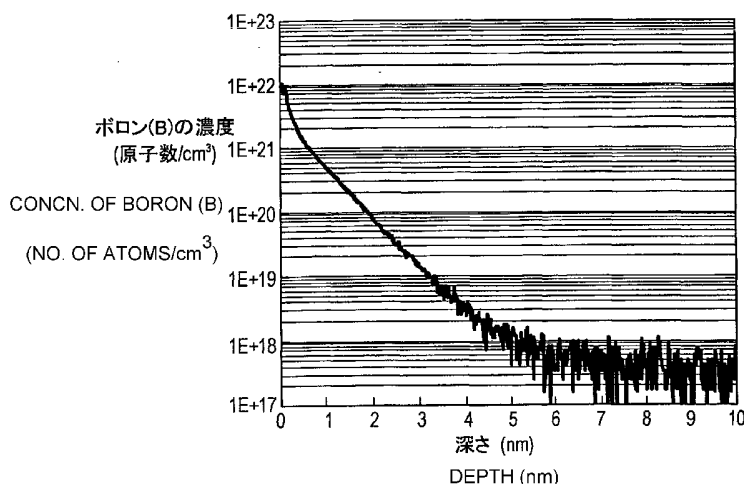
(10) 国際公開番号
WO 2004/027847 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/22, 21/265 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012001 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 雄
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 19 日 (19.09.2003) 一朗 (SASAKI, Yuichiro) [JP/JP]; 〒194-0004 東京
(25) 国際出願の言語: 日本語 都 町田市 鶴間 1 7 2 0-1-3 0 4 Tokyo (JP). 水
(26) 国際公開の言語: 日本語 野 文二 (MIZUNO, Bunji) [JP/JP]; 〒630-0121 奈良
(30) 優先権データ: 特願2002-274554 2002 年 9 月 20 日 (20.09.2002) JP 県 生駒市 北大和 2-3 1-1 5 Nara (JP). 中山 一郎
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電 (NAKAYAMA, Ichiro) [JP/JP]; 〒571-0030 大阪府 門真
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS- 市 末広町 1 3-1 7 Osaka (JP).
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市
大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 松下
電器産業株式会社内 Osaka (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,

/ 続葉有 /

(54) Title: METHOD OF INTRODUCING IMPURITY, DEVICE AND ELEMENT

(54) 発明の名称: 不純物導入方法、装置および素子



(57) Abstract: A method of introducing an impurity wherein a shallow impurity layer can be formed easily; an impurity introduction device; and an element produced thereby. In these impurity introducing method and impurity introduction device, when it is intended to introduce a substance in a solid base having a film of, for example, an oxide attached to a surface thereof, the film of, for example, an oxide is removed by at least one means selected from the group consisting of means for irradiating the solid base surface with plasma, means for exposing the solid base surface to a gas and means for immersing the solid base surface in a reducing liquid before effecting attachment or introduction of desired particles. The method of attaching or introducing desired particles comprises bringing the solid base surface having the film of, for example, an oxide detached therefrom into contact with a gas containing desired particles so as to effect attachment to or introduction in the solid base surface or vicinity thereof. Elements are produced by the above impurity introducing method or impurity introduction device.

(57) 要約: 浅い不純物層をより簡単に形成できる不純物導入方法、不純物導入装置およびそれによって製造される素子が提供される。この不純物導入方法および不純物導入装置は、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手

/ 続葉有 /

WO 2004/027847 A1



HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

段、ガスを固体基体表面に照射する手段、固体基体表面を還元性の液体に浸す手段、の群から選ばれる少なくとも一つの手段によって当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する。素子は、この不純物導入方法または不純物導入装置により製造される。

明細書

不純物導入方法、装置および素子

技術分野

- 5 本発明は、半導体などの製造プロセスにおいて不純物を導入する方法、装置およびそれによって製造される素子に関する。

背景技術

- 10 固体基体表面には、一般的に、固体基体を構成する原子が空気中の酸素と結びついた酸化物などの膜が形成されている。従来は酸化物などの膜の上からイオン注入などの手段で不純物を物理的に導入している。すなわち不純物となるイオンに電界等でエネルギーを与えて、表面に照射することで固体基体内部に不純物を導入している。

- ところで、近年デバイスの微細化に伴って浅い接合を形成する技術
15 が求められている。ここで従来の浅い接合形成技術としては、低エネルギーイオン注入技術が挙げられる。低エネルギーイオン注入においては、イオン源からある程度高い電圧でイオンを引き出した後に、後段で減速させることで、ビーム電流値をある程度大きく保ち、且つ、低エネルギーの注入ができる等の工夫がされている。このような工夫
20 の結果、数 10 nm 程度の浅い不純物層の形成が可能となり、工業的に半導体の製造に適用されている。

- さらに浅い接合形成のために近年注目されている技術としてプラズマドーピング技術が挙げられる。プラズマドーピングは所望の粒子を含んだプラズマと半導体基盤等の被処理体の表面を接触させて、被処
25 理体表面に所望の粒子を導入する技術である。ここで、プラズマはただか数 100 V の低エネルギーなので浅い不純物層の形成に適しており、10 数 nm から数 10 nm 程度の浅い接合を形成した実験が報

告されている。さらに、現在最も浅いP型の接合を達成した実験が Technical Digest of Symposium on VLSI Technology, Honolulu P. 110 (2000) に開示されている。これによると接合の深さは7 nmである。

また、ガスソースを用いた気相ドーピング法も、IWJT, p. 19 (2000), J. Vac. Sci. Technol. A16, P. 1, (1998)、シリコンテクノロジーNo. 39 18th June, 2002等に提案されている。これは常圧水素雰囲気で半導体基盤を加熱し、 B_2H_6 や PH_3 を供給することでP型およびN型の不純物拡散層を形成することができる方法である。ここで水素キャリアガスはシリコン上の自然酸化膜を除去し、清浄表面を保つことで不純物特にボロンの表面偏析を抑制する効果がある。またガスを分解するためには、一般に600℃以上の温度が必要である。例えばシリコンテクノロジーNo. 39 18th June, 2002には、半導体基盤を900℃に加熱して、1 ppmの B_2H_6 ガスを40秒供給することで高濃度の浅い接合を形成した実験結果が開示されている。これによると、B濃度が $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ となる深さを接合深さとする、接合深さは上記と同程度の約7 nmである。

デバイスの微細化に伴って浅い接合を形成する技術が求められている。この要望に対して、上述のプラズマドーピングや低エネルギーイオン注入などの方法が提案されている。近年では10数nmから数10 nm程度の浅い接合を形成した実験が報告されている。上述の通り、現在最も浅いP型の接合を達成した実験では7 nm程度の浅い不純物層が形成されている。しかし、デバイスのさらなる微細化が進むに従ってより浅い不純物層をより簡単に形成する方法の提供が求められている。このような要求に対して、プラズマドーピング技術は小さいエ

エネルギーとはいえ加速エネルギーを持った粒子を半導体基盤に注入する技術なので、更に浅い不純物層を形成することは困難であるという課題がある。ガスソースを用いた気相ドーピング法は、加速エネルギーを持たないドーパントを基盤に供給して表面反応によって不純物拡散層を形成する技術であり、エネルギーを持ったイオンを基盤に照射する方法の限界を超える技術と考えられる。しかし、上述したように、これらの方法はガスを分解するために一般に600℃以上の温度が必要とされている。この温度ではマスク材料としてホトレジストを用いることはできない。そのためCVD-SiO₂などを形成やパターンニングする必要があり、トランジスタ形成プロセスの工程が増加してしまうという課題がある。

発明の開示

不純物導入方法は、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。

不純物導入装置は、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。

不純物導入素子は、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガ

スを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入することによって製造される。

5

図面の簡単な説明

図 1 はプロセスチャンバーの要部断面図である。

図 2 は表面から深さ方向のボロンの濃度分布図である。

図 3 はシリコンの半導体基盤の表面を示す図である。

10 図 4 は表面のシリコン原子が活性化した状態を示す図である。

図 5 はジボランガスの接触を示す図である。

図 6 はシリコンの半導体基盤の表面にボロン原子を含む層を形成した状態を示す図である。

15

発明を実施するための最良の形態

本発明の不純物導入方法および不純物導入装置は、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって上述の酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。

ここで、表面の膜を除去することで粒子が付着しやすくなるので表面近傍の不純物層の形成が可能になる。固体基体表面に照射するプラズマはアルゴンまたは水素系のプラズマ等が用いられる。ガスの場合は水素系のガスが用いられる。還元性の液体は、フッ化水素と水酸化ナトリウムとアンモニア水とスルフィン酸とアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルの群から選ばれる少なくとも一つである。また、固体基体

25

表面を還元性の液体に浸す手段において、固体基体表面を還元性の液体に浸した際に、固体基体表面を機械的に摩擦することが望ましい。これは機械的に摩擦することで表面の膜がより除去されやすくなるからである。

- 5 所望の粒子を付着あるいは導入する 1 つの方法は、上述の酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する方法がある。或いは、所望の粒子を付着あるいは導入する他の方法は、酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基
- 10 体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射することによってその結合を非結合状態に変化させ、付着した水素もしくは水酸基を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させた後、所望の粒子を照射して固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する方法である。酸化物などの膜を除去した固体基体表面には、
- 15 ほぼ一定の結合エネルギーを有する水素もしくは水酸基が固体基体原子と結びついている。この結合エネルギーを超えるエネルギーを供給することで結合を切断できるが、電磁波はエネルギーの制御がし易いので安定して上記のことを実現できる。つまり、結合を切断して、且つ、固体基体表面に影響を及ぼさない範囲の電磁波のエネルギーを選
- 20 択して安定して照射し易い。このようにして表面に露出させた固体基体を構成する原子は、活性化された状態となる。つまり他の粒子と結合し易い状態となる。よって、固体基体を構成する原子を活性化された状態とした後に、所望の粒子を照射することで固体基体表面もしくはその近傍に不純物を付着あるいは導入し易い。ここで、所望の粒子
- 25 は固体基体を構成する原子の近傍に低速、つまり低エネルギーで近づくことが望ましい。低エネルギーの粒子の方が活性化した原子にトラップされ易いからである。ここで、低エネルギーの粒子とは、プラ

ズマ、ガス、超低エネルギーイオンの状態の粒子である。また所望の粒子を含むガスは温度を高くして分解する必要はなく、固体基体の温度は600℃未満で、さらには室温でも不純物導入が可能である。

本発明の不純物導入方法では照射する電磁波のエネルギーは318
5 kJ/molを超え、666 kJ/mol未満に相当するエネルギーである。

より望ましくは、425 kJ/molを超え、666 kJ/mol未満に相当するエネルギーとする。その理由は、固体基体表面上の酸素原子との結合エネルギーの代表的な値が452 kJ/molであり、
10 酸素を除去するのに十分なエネルギー範囲の電磁波を照射する事が望ましいからである。

本発明の不純物導入方法では、上述のごとく、所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、固体基体が600℃未満の温度で行う。

本発明の不純物導入方法では、イオン、プラズマ、ガスなどの相で、
15 表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。

20 本発明の不純物導入方法での所望の粒子は、プラズマとガスと超低エネルギーイオンとの何れかの状態から付着あるいは導入される。

本発明の不純物導入方法では、プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の
25 粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置と、の群から選ばれる少なくとも一つの装置を使用する。

本発明の不純物導入方法での固体基体表面を還元性の液体に浸す装置は、固体基体表面を機械的に摩擦する機構を備える。

本発明の不純物導入方法での所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に
5 付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射する機構を具備する。

本発明の不純物導入方法では、プラズマを固体基体表面に照射する装置、ガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の
10 粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置と、の群から選ばれる少なくとも2つ以上組み合わせた、または、一体化したを使用する。

本発明の半導体や液晶やバイオチップなどの能動素子、および、抵抗やコイルやコンデンサーなどの受動素子は、上述の不純物導入方法
15 で製造される。

本発明の不純物導入装置では、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって
20 固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。

本発明の不純物導入装置でのプラズマは、希ガスアルゴンまたは水素を含む系のプラズマである。

本発明の不純物導入装置でのガスは、水素を含む系のガスである。

25 本発明の不純物導入装置での還元性の液体は、フッ化水素と水酸化ナトリウムとアンモニア水とスルフィン酸とアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルなどの群から選ばれる少なくとも一つである。

本発明の不純物導入装置での固体基体表面を還元性の液体に浸す手段は、固体基体表面を還元性の液体に浸した際に、固体基体表面を機械的に摩擦する。

5 本発明の不純物導入装置での所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に粒子を付着あるいは導入する。

10 本発明の不純物導入装置での所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射することによって、当該結合を非結合状態に変化させ、付着した水素もしくは水酸基を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させて後に、所望の粒子を接触させて、固体基体表面もしくはその近傍に粒子を付着あるいは導入する。

15 本発明の不純物導入装置では、照射する電磁波のエネルギーは 318 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーである。

20 より望ましくは、 425 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーとする。その理由は、固体基体表面上の酸素原子との結合エネルギーの代表的な値が 452 kJ/mol であり、酸素を除去するのに十分なエネルギー範囲の電磁波を照射する事が望ましいからである。

本発明の不純物導入装置での所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、固体基体が 600°C 未満の温度で行う。

25 本発明の不純物導入装置では、イオン、プラズマ、ガスなどの相で、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射

する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する。

5 本発明の不純物導入装置での所望の粒子は、プラズマとガスと超低エネルギーイオンとの何れかの状態から付着あるいは導入される。

本発明の不純物導入装置では、プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置を有する。

本発明の不純物導入装置での固体基体表面を還元性の液体に浸す装置は、固体基体表面を機械的に摩擦する機構を備える。

15 本発明の不純物導入装置での所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置は、酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射する機構を備える。

20 本発明の不純物導入装置では、プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置との群から選ばれる少なくとも2つ以上組み合わせた、または、一体化している。

25 本発明の不純物導入素子は、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固

体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入することによって製造される。

本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の上述のプラズマは、希ガスアルゴンまたは水素を含む系のプラズマである。

- 5 本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の上述のガスは、水素を含む系のガスである。

- 本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の還元性の液体は、フッ化水素と水酸化ナトリウムとアンモニア水とスルフィン酸とアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルなどとの群から選ばれる少なくとも一つである。
- 10

本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の固体基体表面を還元性の液体に浸す手段において、固体基体表面を還元性の液体に浸した際に、固体基体表面は機械的に摩擦される。

- 本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する。
- 15

- 本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射することによって、当該結合を非結合状態に変化させ、付着した水素もしくは水酸基を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させた後、所望の粒子を接触させて、固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する。
- 20

- 本発明の不純物導入素子は、それが製造される際に照射する上述の電磁波のエネルギーは 318 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーである。
- 25

より望ましくは、 425 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーとする。その理由は、固体基体表面上の酸素原子との結合エネルギーの代表的な値が 452 kJ/mol であり、酸素を除去するのに十分なエネルギー範囲の電磁波を照射する事が望ましいからである。

本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、固体基体が 600°C 未満の温度で行われる。

本発明の不純物導入素子は、イオン、プラズマ、ガスなどの相で、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入することによって製造される。

本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の所望の粒子は、プラズマとガスと超低エネルギーイオンとの何れかの状態から付着あるいは導入される。

本発明の不純物導入素子は、プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置の装置群を少なくとも有する装置で製造される。

本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の固体基体表面を還元性の液体に浸す装置は、固体基体表面を機械的に摩擦する機構を備える。

本発明の不純物導入素子は、それが製造される際の所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射する機構を備える。

本発明の不純物導入素子は、プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置との群から選ばれる少なくとも2つ以上組み合わせた、または、一体化した装置で製造される。

本発明の実施例を以下で説明する。

(実施例A)

シリコンの半導体基盤を用いて実験を行った。実施例Aで用いられる装置は主に真空予備室とプロセスチャンバーから構成される。まず真空予備室を大気圧に開放し、固体基体である半導体基盤13が真空予備室内のハンドリングアーム上に設置される。真空予備室を減圧後、半導体基盤13はハンドリングアームでプロセスチャンバー内に搬送される。図1はプロセスチャンバーの要部断面図である。図1において、高周波電源1で発生された高周の波電気信号は、マッチングボックス2を介してコイルおよびアンテナ3に供給される。マッチングボックス2は高周波電源1とコイルおよびアンテナ3との整合をとる。即ち、コイルおよびアンテナ3の入カインピーダンスと高周波電源1の出カインピーダンスとを整合させ、マッチングさせる。こうすることで、高周波電源1で発生された高周の波電気信号はコイルおよびアンテナ3へ効率良く伝えられる。高周波電源12で発生された高周の波電気信号は、マッチングボックス11を介して下部電極14に供給

される。マッチングボックス 11 は高周波電源 12 と下部電極 14 との整合をとる。即ち、下部電極 14 の入力インピーダンスと高周波電源 12 の出力インピーダンスとを整合させ、マッチングさせる。こうすることで、高周波電源 12 で発生された高周の波電気信号は下部電
5 極 14 へ効率良く伝えられる。ジボラン (B_2H_6) ガス源からのジボラン (B_2H_6) ガスはマスフローコントローラ 5 で流入制御されてチャンバー内に供給される。アルゴン (Ar) ガス源からのアルゴン (Ar) ガスはマスフローコントローラ 4 で流入制御されてチャンバー内に供給される。ターボ分子ポンプ 6 とドライポンプ 8 でチャンバ
10 ー内が減圧され、コンダクタンスバルブ 7 によって所望の圧力に制御される。

半導体基盤 13 はプロセスチャンバーに搬送された後、下部電極 14 上に設置される。なお、搬送後は搬送路を閉じて、真空予備室とプロセスチャンバーの間が分離される。また、プロセスチャンバーには
15 アルゴンガスとジボランガスのガス導入管を別々に接続される。このプロセスチャンバーは、ガス流量はマスフローコントローラ 5 で別々に制御できる構成である。

半導体基盤 13 を下部電極 14 上に設置した後、アルゴンプラズマを照射して表面をスパッタが施される。アルゴンガスの流量は 50 s
20 c c m、チャンバー内部の圧力は 0.7 Pa、ヘリコンパワーは 1500 W、バイアスパワーは 300 W である。スパッタは 70 秒間行なう。スパッタを終了した後、1 秒間置いて、ジボラン (B_2H_6) ガスがチャンバー内部に 70 秒間流される。ここでジボラン (B_2H_6) ガスの流量は 50 s c c m、チャンバー内部の圧力は 1.7 Pa である。
25 その後、低エネルギー SIMS で表面から深さ方向のボロンの濃度分布が測定される。

図 2 は表面から深さ方向のボロンの濃度分布である。図 2 において、

横軸は半導体基盤 1 3 の表面からの深さをナノメートル (nm) の単位で示し、縦軸はボロン (B) の濃度を 1 立方センチメートル当たりの原子数 (atoms/cm³) で示している。図 2 に示されている通り、ボロン (B) の濃度が 4 桁低下するのに約 5 nm しか要していない。

- 5 また、ボロン (B) の濃度が $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ である位置が接合の位置とすれば、接合の位置は 3 ~ 4 nm である。このように極めて浅いプロファイルが観測さる。またボロン (B) は室温で安定に吸着する。ボロン (B) の注入量は約 $1.8 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ である。上記のことから半導体基盤 1 3 表面にアルゴンプラズマを照射した後
10 にジボラン (B_2H_6) ガスをチャンバー内部に投入することで、従来よりも浅い不純物層を形成できることが分かる。さらに半導体基盤 1 3 を加熱する必要のない室温でのプロセスなのでトランジスタ形成プロセスの工程が増加することのない簡単な方法が実現できている。

(実施例 B)

- 15 図 3 はシリコンの半導体基盤の表面を説明する図である。シリコン (Si) の共有結合は、一般的に末端が水素原子 (H) 1 6 か水酸基 (OH) 1 7 で終端されている。末端のシリコン原子 (Si) 1 5 は、3 個の他のシリコン (Si) 原子と結合し、且つ、1 個の水素 (H) 1 6 原子か水酸基 (OH) 1 7 と結合している。

- 20 次に、このシリコン (Si) に電磁波を照射することで、シリコン原子 (Si) 1 5 が表面に露出して活性化した状態にできると考えられる。

- 図 4 は、表面のシリコン原子 (Si) が活性化した状態を説明する図である。即ち、電磁波を照射することで、水素原子 (H) 1 6 と水
25 酸基 (OH) 1 7 は末端のシリコン原子 (Si) 1 5 から離れ、水素分子 (H_2) 1 8 と水 (H_2O) 1 9 になる。

その後、例えばジボラン (B_2H_6) のガスが末端のシリコン (S

i) 原子に接触させられる。図5は、ジボラン (B_2H_6) の接触される様子を示している。このように、例えばジボラン (B_2H_6) 20 のガスを末端のシリコン (Si) 原子に接触させることで、半導体基盤の表面にボロン原子 (B) を含む層を形成できる。図6は半導体基盤の表面にボロン原子 (B) を含む層が形成されている様子を示している。図6のようにシリコン (Si) の半導体基盤の表面にボロン原子 (B) を含む層を形成できる。表面に付着されるボロン原子の層は、本例では原子1個から2個の厚みである。上記は固体基体としてシリコン (Si) の半導体基盤を例に、そして不純物としてボロン (B) 10 を例に説明した。このように、酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素 (H) もしくは水酸基 (OH) と固体基体原子との結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射することによって、付着した水素 (H) もしくは水酸基 (OH) を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させた後、所望の粒子を照射することで 15 固体基体表面に付着される不純物の層は原子1個から数個程度の厚さにすることができる。すなわちオングストロームオーダーの不純物層の形成が可能となる。

以下に上述の実施例での緒元の一例を示す。シリコン (Si) 原子と水素 (H) 原子の間での単結合の結合エネルギーは 318 kJ/mol である。また、シリコン (Si) 原子と酸素 (O) 原子の間での単結合の結合エネルギーは 452 kJ/mol である。一方、シリコン (Si) 原子間での単結合の結合エネルギーは 222 kJ/mol である。末端のシリコン (Si) 原子は3個の他のシリコン (Si) 原子と結びついているので、末端のシリコン (Si) 原子をシリコン (Si) 20 (Si) 結晶から解離させるためには 666 kJ/mol のエネルギーが必要と考えられる。これらの結合エネルギーの差を利用して、水素 (H) もしくは水酸基 (OH) とシリコン (Si) 原子との単結合 25

の結合エネルギーを超えるエネルギーの電磁波を照射することによって、付着した水素（H）もしくは水酸基（OH）だけを脱離させることができる。すなわち、例えば 500 kJ/mol に相当するエネルギーの電磁波を照射することで、図4に示されたようにシリコン（Si）原子が表面に露出して活性化した状態にできる。その後は上記と同様の手順で極浅の不純物層を形成できる。

このようにして、固体基体である半導体基盤13は、本発明の不純物導入方法或いは本発明の不純物導入装置で製造された不純物導入素子になる。即ち、固体基体である半導体基盤13は、本発明の不純物導入方法或いは本発明の不純物導入装置で製造された半導体、液晶、バイオチップなどの能動素子および、抵抗、コイル、コンデンサーなどの受動素子になる。

以上に説明した通り、本発明によれば、従来よりも浅い不純物層をより簡単に形成する方法と装置を提供でき、従来よりも浅い不純物層を有する素子を提供できる。これにより、素子の更なる微細化が実現でき、更なる高集積化、信号処理の高速化、素子消費電力の低減が可能になる。

産業上の利用可能性

本発明による不純物導入方法および不純物導入装置は浅い不純物層をより簡単に形成できる。本発明による素子はこの不純物導入方法または不純物導入装置により製造され、浅い不純物層形成されている。本発明により、素子の更なる微細化が実現される。

請求の範囲

1. 表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する不純物導入方法。
- 5 2. プラズマは希ガスアルゴンまたは水素を含む系のプラズマである請求項 1 記載の不純物導入方法。
3. ガスは水素を含む系のガスである請求項 1 記載の不純物導入方法。
- 15 4. 還元性の液体は、フッ化水素と水酸化ナトリウムとアンモニア水とスルフィン酸とアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルなどの群から選ばれる少なくとも一つである請求項 1 記載の不純物導入方法。
- 20 5. 固体基体表面を還元性の液体に浸す手段において、固体基体表面を還元性の液体に浸した際に、固体基体表面を機械的に摩擦する請求項 1 記載の不純物導入方法。
- 25 6. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する請求項 1 記載の不純物導入方法。

7. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーに合致したエネルギーの電磁波を照射することによって、当該結合を非結合状態に変化させ、付着した水素もしくは水酸基を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させて後、所望の粒子を接触させて、固体基体表面もしくはその近傍に粒子を付着あるいは導入する請求項1記載の不純物導入方法。
- 10 8. 照射する電磁波のエネルギーは 318 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーである請求項7記載の不純物導入方法。
- 15 9. 照射する電磁波のエネルギーは 425 kJ/mol を超える値に相当するエネルギーである請求項8記載の不純物導入方法。
- 10 10. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、固体基体が 600°C 未満の温度で行う請求項1記載の不純物導入方法。
- 20 11. イオン、プラズマ、ガスなどの相で、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して
- 25 後に、所望の粒子を付着あるいは導入する不純物導入方法。
12. 所望の粒子は、プラズマとガスと超低エネルギーイオンとの何

れかの状態から付着あるいは導入される請求項 1 記載の不純物導入方法。

1 3. プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面
5 に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から
選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体
表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散さ
せるアニール装置と、の群から選ばれる少なくとも一つの装置を使用
する請求項 1 記載の不純物導入方法。

10

1 4. 固体基体表面を還元性の液体に浸す装置は固体基体表面を機械
的に摩擦する機構を具備する請求項 1 3 記載の不純物導入方法。

15

1 5. 所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置は、当
該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水
酸基と固体基体原子との結合エネルギーに合致したエネルギーの電磁
波を照射する機構を具備する請求項 1 3 記載の不純物導入方法。

20

1 6. プラズマを固体基体表面に照射する装置、ガスを固体基体表面
に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から
選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体
表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散さ
せるアニール装置と、の群から選ばれる少なくとも 2 つ以上組み合わ
せた、または、一体化したを使用する請求項 1 3 記載の不純物導入方
25 法。

1 7. 請求項 1 または 1 1 記載の不純物導入方法で製造した能動素子、

および受動素子。

18. 表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する不純物導入装置。

19. プラズマは希ガスアルゴンまたは水素を含む系のプラズマである請求項18記載の不純物導入装置。

20. ガスは水素を含む系のガスである請求項18記載の不純物導入装置。

15

21. 還元性の液体は、フッ化水素と水酸化ナトリウムとアンモニア水とスルフィン酸とアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルなどの群から選ばれる少なくとも一つである請求項18記載の不純物導入装置。

22. 固体基体表面を還元性の液体に浸す手段において、固体基体表面を還元性の液体に浸した際に、固体基体表面を機械的に摩擦する請求項18記載の不純物導入装置。

23. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に粒子を付着あるいは導入する請求項18記載の不純物導入装置。

25

24. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーに合致したエネルギーの電磁波を照射することによって、当該結合を非結合状態に変化させ、付着した水素もしくは水酸基を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させて後に、所望の粒子を接触させて、固体基体表面もしくはその近傍に粒子を付着あるいは導入する請求項18記載の不純物導入装置。

25. 照射する電磁波のエネルギーは 318 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーである請求項24記載の不純物導入装置。

26. 照射する電磁波のエネルギーは 425 kJ/mol を超える値に相当するエネルギーである請求項25記載の不純物導入装置。

27. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、固体基体が 600°C 未満の温度で行う請求項18記載の不純物導入装置。

28. イオン、プラズマ、ガスなどの相で、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入する不純物導入装置。

29. 所望の粒子は、プラズマとガスと超低エネルギーイオンとの何

れかの状態から付着あるいは導入される請求項 18 記載の不純物導入装置。

30. プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面
5 に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置を有する請求項 18 記載の不純物導入装置。

10

31. 固体基体表面を還元性の液体に浸す装置は固体基体表面を機械的に摩擦する機構を具備する請求項 30 記載の不純物導入装置。

15

32. 所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーに合致したエネルギーの電磁波を照射する機構を具備する請求項 30 記載の不純物導入装置。

20

33. プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置との群から選ばれる少なくとも 2 つ以上組み合わせた、または、一体化した請求項 30 記載の不純物導入装置。

25

34. 表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表

面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入することによって製造される不純物導入素子。

5

35. プラズマは希ガスアルゴンまたは水素を含む系のプラズマである請求項34記載の不純物導入素子。

36. ガスは水素を含む系のガスである請求項34記載の不純物導入素子。

10

37. 還元性の液体は、フッ化水素と水酸化ナトリウムとアンモニア水とスルフィン酸とアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルなどとの群から選ばれる少なくとも一つである請求項34記載の不純物導入素子。

15

38. 固体基体表面を還元性の液体に浸す手段において、固体基体表面を還元性の液体に浸した際に、固体基体表面を機械的に摩擦する請求項34記載の不純物導入素子。

39. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に所望の粒子を含むガスを接触させて固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する請求項34記載の不純物導入素子。

40. 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーに合致したエネルギーの電磁波を照射するこ

25

とによって、当該結合を非結合状態に変化させ、付着した水素もしくは水酸基を脱離させて、固体基体を構成する原子を表面に露出させた後、所望の粒子を接触させて、固体基体表面もしくはその近傍に付着あるいは導入する請求項 3 4 記載の不純物導入素子。

5

4 1 . 照射する電磁波のエネルギーは 318 kJ/mol を超え、 666 kJ/mol 未満に相当するエネルギーである請求項 4 0 記載の不純物導入素子。

10 4 2 . 照射する電磁波のエネルギーは 425 kJ/mol を超える値に相当するエネルギーである請求項 4 1 記載の不純物導入素子。

4 3 . 所望の粒子を付着あるいは導入する方法は、固体基体が 60°C 未満の温度で行う請求項 3 4 記載の不純物導入素子。

15

4 4 . イオン、プラズマ、ガスなどの相で、表面に酸化物などの膜が付着している固体基体に物質を導入する際に、プラズマを固体基体表面に照射する手段とガスを固体基体表面に照射する手段と固体基体表面を還元性の液体に浸す手段との群から選ばれる少なくとも一つの手
20 段によって固体基体表面の処理として当該酸化物などの膜を除去して後に、所望の粒子を付着あるいは導入することによって製造される不純物導入素子。

4 5 . 所望の粒子は、プラズマとガスと超低エネルギーイオンとの何
25 れかの状態から付着あるいは導入される請求項 4 0 記載の不純物導入素子。

4 6 . プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置の装置群を少なくとも有する装置で製造される請求項 4 0 記載の不純物導入素子。

4 7 . 固体基体表面を還元性の液体に浸す装置は固体基体表面を機械的に摩擦する機構を具備する請求項 4 6 記載の不純物導入素子。

10

4 8 . 所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置は、当該酸化物などの膜を除去した固体基体表面に付着する水素もしくは水酸基と固体基体原子との結合エネルギーに合致したエネルギーの電磁波を照射する機構を具備する請求項 4 6 記載の不純物導入素子。

15

4 9 . プラズマを固体基体表面に照射する装置とガスを固体基体表面に照射する装置と固体基体表面を還元性の液体に浸す装置との群から選ばれる少なくとも一つの装置と、所望の粒子を含むガスを固体基体表面に接触させる装置と、付着あるいは導入した所望の粒子を拡散させるアニール装置との群から選ばれる少なくとも 2 つ以上組み合わせた、または、一体化した装置で製造される請求項 4 6 記載の不純物導入素子。

25

1/4

FIG. 1

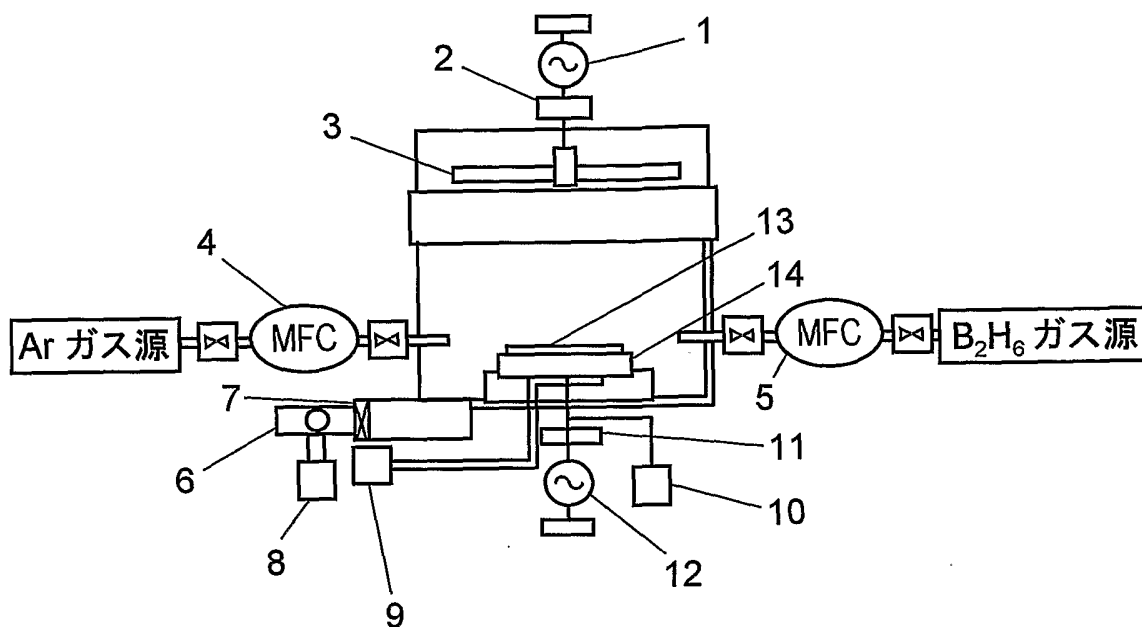
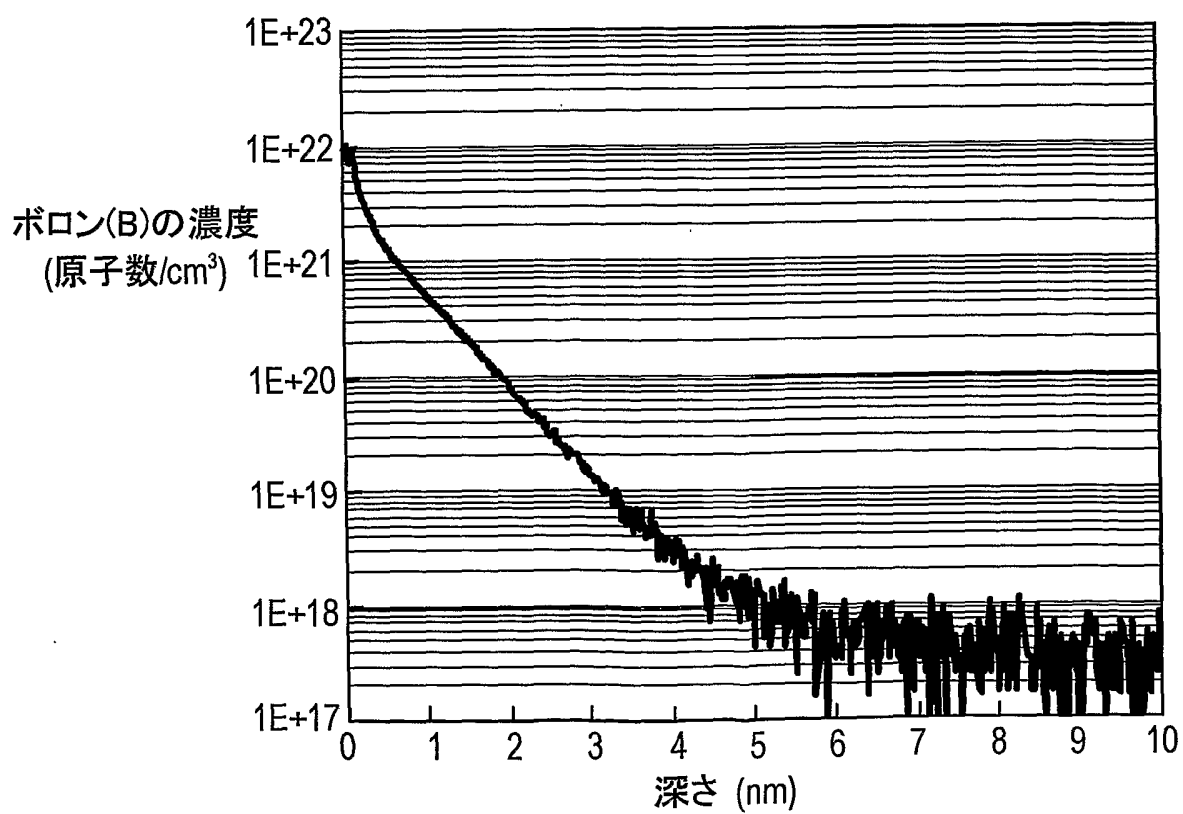


FIG. 2



2/4

FIG. 3

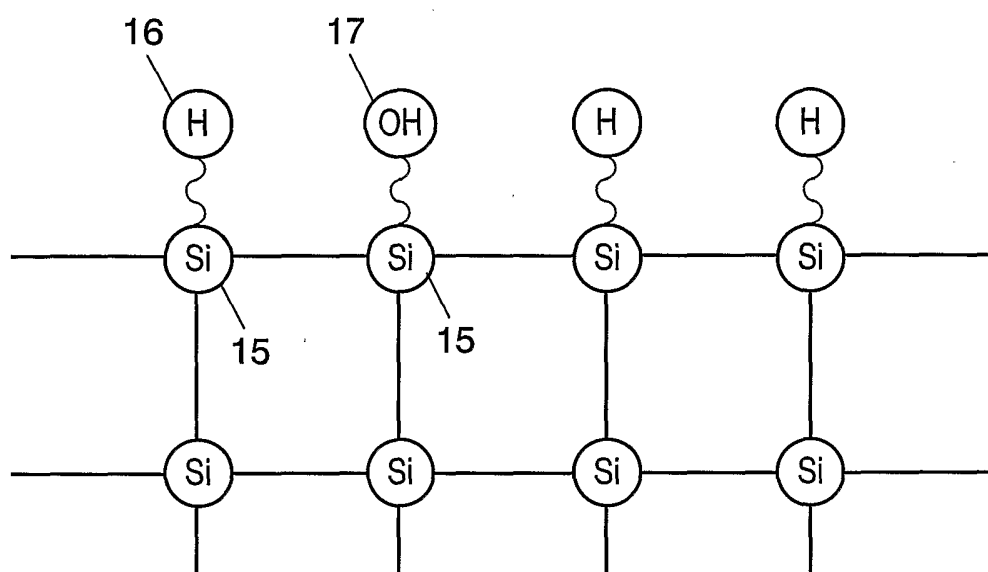
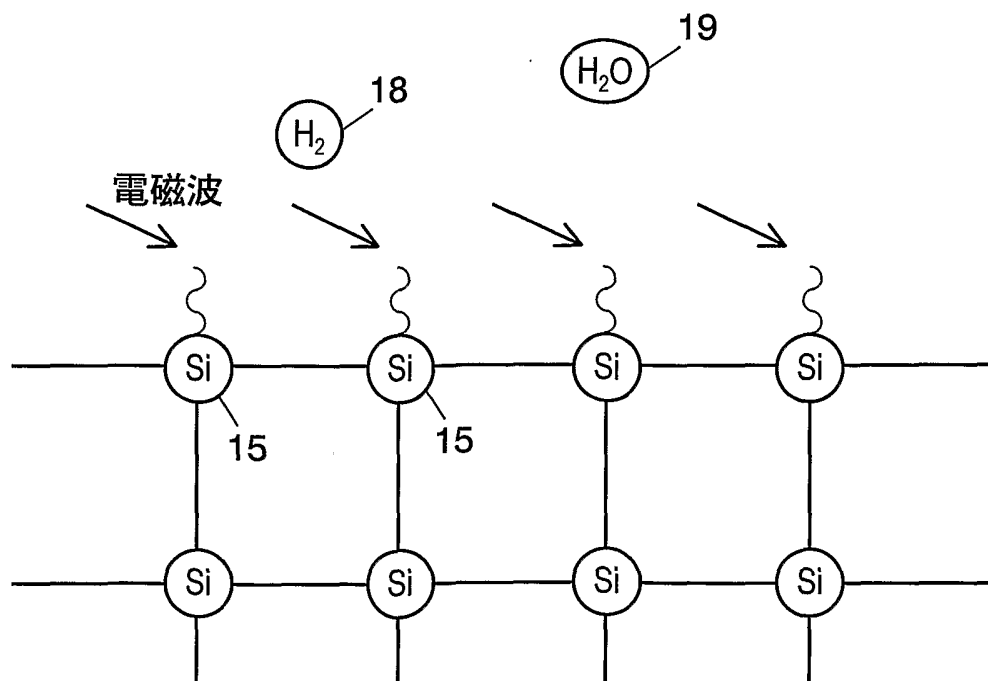


FIG. 4



3/4

FIG. 5

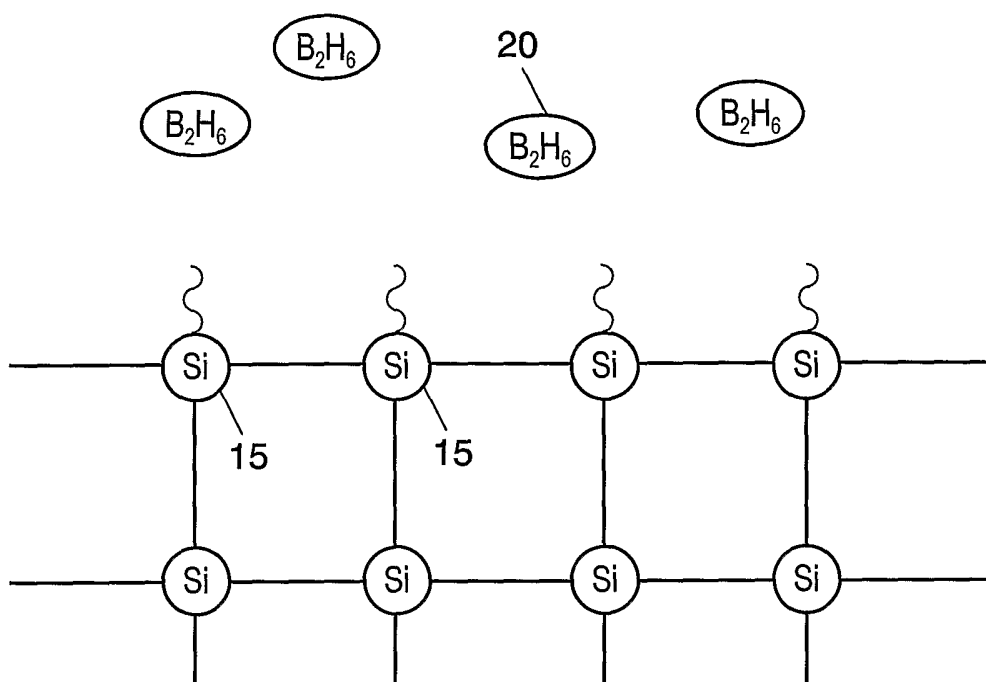
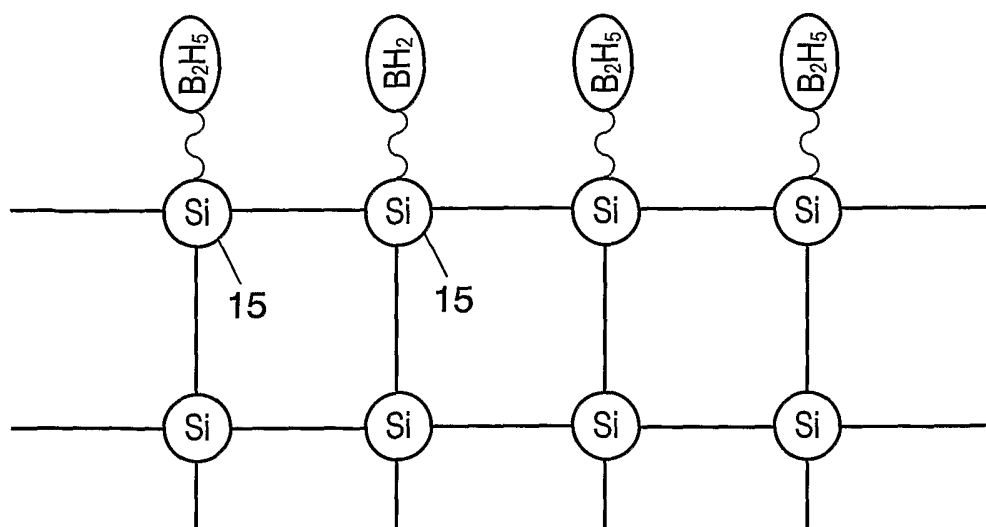


FIG. 6



図面の参照符号の一覧表

1、1 2	高周波電源
2、1 1	マッチングボックス
3	コイルおよびアンテナ
4、5	マスフローコントローラ
6	ターボ分子ポンプ
7	コンダクタンスバルブ
8	ドライポンプ
9	サークレータ
1 0	D C 電源
1 3	被処理体
1 4	下部電極
1 5	シリコン原子
1 6	水素原子
1 7	水酸基
1 8	水素分子
1 9	水
2 0	ジボラン

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/22, H01L21/265

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)

Int.Cl⁷ H01L21/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-7962 A (HITACHI, LTD.), 10 January, 1997 (10.01.97), Par. Nos. [0021] to [0034]; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-49
X	US 5851906 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.), 22 December, 1998 (22.12.98), Full text; Figs. 1 to 5 & JP 9-115844 A Full text; Figs. 1 to 5 & KR 97013018 A	1-49

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"C" 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	

Date of the actual completion of the international search
22 October, 2003 (22.10.03)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2003 (04.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12001

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5387545 A (HITACHI, LTD.), 07 February, 1995 (07.02.95), Full text; Figs. 1 to 14 & JP 4-219927 A Full text; Figs. 1 to 14	1-49
X	JP 8-172214 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.), 02 July, 1996 (02.07.96), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-49
X	JP 9-283456 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-49
X	JP 11-204450 A (HITACHI, LTD.), 30 July, 1999 (30.07.99), Full text; Figs. 1 to 19 (Family: none)	1-49
X	EP 430168 A2 (SEIKO INSTRUMENTS INC.), 05 June, 1991 (05.06.91), Full text; Figs. 1 to 7 & JP 2000-164523 A Full text; Figs. 1 to 7 & JP 3-173420 A & CA 2031252 A	1-49
X	JP 10-135244 A (Fujitsu Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-49

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/22, H01L21/265

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-7962 A (株式会社日立製作所) 1997. 01. 10, 段落番号【0021】-【0034】 第1-7図 (ファミリーなし)	1-49
X	US 5851906 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 1998. 12. 22, 全文, 第1-5図 & JP 9-115844 A, 全文, 第1-5図 & KR 97013018 A	1-49

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 10. 03

国際調査報告の発送日

04.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎 園子

4L

9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 5387545 A (HITACHI, LTD.) 1995. 02. 07, 全文, 第1-14図 & JP 4-219927 A, 全文, 第1-14図	1-49
X	JP 8-172214 A (セイコー電子工業株式会社) 1996. 07. 02, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-49
X	JP 9-283456 A (日本電信電話株式会社) 1997. 10. 31, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-49
X	JP 11-204450 A (株式会社日立製作所) 1999. 07. 30, 全文, 第1-19図 (ファミリーなし)	1-49
X	EP 430168 A2 (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 1991. 06. 05, 全文, 第1-7図 & JP 2000-164523 A, 全文, 第1-7図 & JP 3-173420 A & CA 2031252 A	1-49
X	JP 10-135244 A (富士通株式会社) 1998. 05. 22, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-49