

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 1 月 3 日 (03.01.2002)

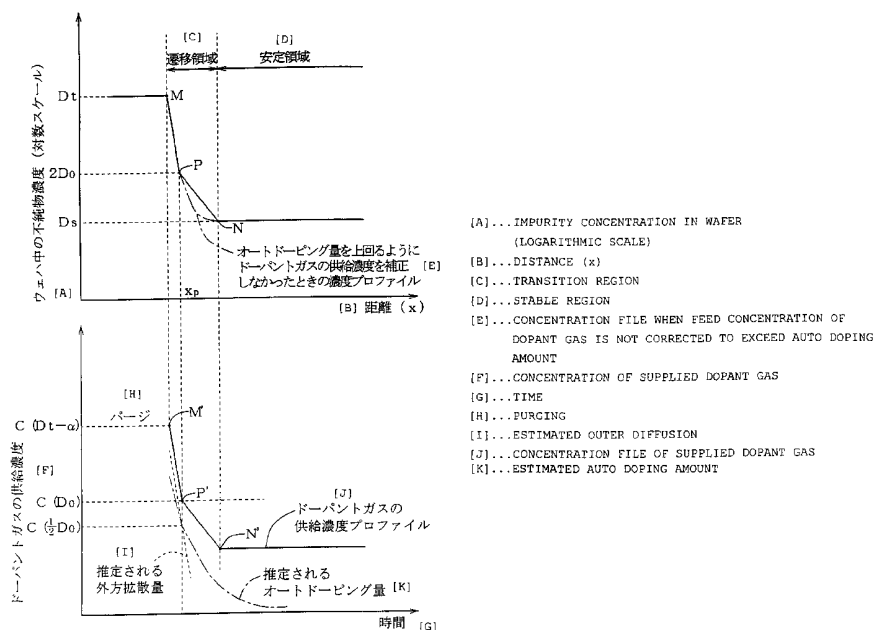
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/00971 A1

- (51) 国際特許分類: C30B 29/06, 25/14 [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社 磯部工場内 Gunma (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05563
- (22) 国際出願日: 2001 年 6 月 27 日 (27.06.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2000-195880 2000 年 6 月 29 日 (29.06.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 梶澤 均 (KABA-SAWA, Hitoshi) [JP/JP]. 大久保裕司 (OKUBO, Yuji)
- (74) 代理人: 菅原正倫 (SUGAWARA, Seirin); 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄二丁目9番30号 栄山吉ビル Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 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。

(54) Title: SILICON EPITAXIAL WAFER MANUFACTURING METHOD AND SILICON EPITAXIAL WAFER

(54) 発明の名称: シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法及びシリコンエピタキシャルウェーハ



(57) Abstract: In order to keep constant the impurity concentration profile in a transition region which is susceptible to the influence of an auto doping phenomenon, a dopant gas of a concentration at which an impurity concentration higher than the auto doping amount is fed to the transition region to shift the gradient of the impurity concentration profile of the transition region to the higher concentration side. In other words, the impurity concentration profile of the transition

[続葉有]



region is so preset that the impurity concentration may be sufficiently higher than the auto doping amount estimated. The auto doping amount is limited, even if changed, within an allowable changing range of the gradient impurity concentration profile, so that the characteristics of a semiconductor device made of a silicon epitaxial wafer is hardly subject to the influence of the auto doping phenomenon.

(57) 要約:

オートドーピング現象の影響を受け易い遷移領域における不純物濃度プロファイルを一様に保つために、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを遷移領域に敢えて供給し、遷移領域の不純物濃度プロファイルの傾斜量を意識的に高濃度側にシフトさせる。つまり、予想されるオートドーピング量よりも不純物濃度が十分高くなるように、遷移領域の不純物濃度プロファイルを予め設定する。これにより、オートドーピング量が変化しても、その量は傾斜した不純物濃度プロファイルの許容変化範囲に納まるようになり、このシリコンエピタキシャルウェーハを用いた半導体装置の特性が、オートドーピング現象の影響をほとんど受けなくなる。

明 細 書

シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法及びシリコンエピタキシャルウェーハ

5 技術分野

本発明は、シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法に関する。

背景技術

シリコン単結晶基板上に該シリコン単結晶基板と同一導電型のシリコンエピタキシャル層（以下、単にエピタキシャル層という。）を気相成長させてシリコンエピタキシャルウェーハを製造する際、シリコン単結晶基板とエピタキシャル層との界面において不純物濃度が漸次変化する遷移領域の不純物濃度プロファイルを一定に維持することが重要である。特に、エピタキシャル層全体の抵抗率が特性に影響を与えるパワーMOS-FET用等のシリコンエピタキシャルウェーハの製造において、遷移領域の不純物濃度プロファイルを一定に維持することが重要である。ここで不純物濃度プロファイルは、シリコンエピタキシャルウェーハ中における不純物濃度の該ウェーハ厚さ方向の分布を意味する。

しかし、エピタキシャル層の気相成長の際には、シリコン単結晶基板、反応炉の内壁あるいはサセプタ等の治具から不純物が気相中に一旦遊離した後、成長中のエピタキシャル層に再度取り込まれるといういわゆるオートドーピング現象が発生し、遷移領域の不純物濃度プロファイルを変化させる。特に、高濃度に不純物が添加されたシリコン単結晶基板上に該シリコン単結晶基板と同一導電型のシリコンエピタキシャル層を気相成長する際には、シリコン単結晶基板からの影響が大きくなる。オートドーピング量はオートドーピング現象によりエピタキシャル層中に取り込まれている不純物濃度で現されるが、特に、燐（P）、砒素（As）あるいは硼素

(B) のようにオートドーピング量の大きい不純物が高濃度に添加されているシリコン単結晶基板の直上にエピタキシャル層を成長させる場合には、オートドーピング現象の影響が大きい。

そこで、遷移領域の不純物濃度プロファイルを一定に維持するために、例えば特
5 開平 8-17737 号公報においては、半導体ウェーハ面にエピタキシャル層を形成する際に、オートドーピング量を補完するように成長用ガス中のドーパントガスの濃度を成長開始時点から段階的及び／又は連続的に増加させ、設定濃度に達した時点以降は一定に維持して成長を行うことを特徴とするエピタキシャル成長法が提案されている。

10 しかしながら、オートドーピング量は、シリコン単結晶基板の不純物濃度、エピタキシャル成長前に行われるシリコン単結晶基板のエッチング量、気相成長温度、気相成長速度のみならず、その時々反応炉の雰囲気により変化するので、不純物濃度プロファイルは結局オートドーピング量の変化の影響を受け、不純物濃度プロファイルを一定に維持することは困難であった。

15 本発明の課題は、エピタキシャル層の遷移領域における不純物濃度プロファイルを一定に維持することができるシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法を提供することを目的とする。

発明の開示

20 上記の課題を解決するために、本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、反応炉内にてシリコン単結晶基板の直上にエピタキシャル層を気相成長させることによりシリコンエピタキシャルウェーハを製造するシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、

エピタキシャル層の気相成長を開始するまでの間、該気相成長の開始時点において
25 予定されている濃度のドーパントガスをパージする成長前パージ工程と、

ドーパントガスの供給濃度を変化させながら該ドーパントガスを反応炉内に供給する遷移領域の気相成長工程と、

一定濃度のドーパントガスを反応炉内に供給する安定領域の気相成長工程とを有し、

- 5 遷移領域の気相成長工程において、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを反応炉内に供給することを特徴とする。

上記本発明においては、オートドーピング現象の影響を受け易い遷移領域における不純物濃度プロファイルを一定に保つために、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを遷移領域に敢えて供給し、遷移領域の

- 10 不純物濃度プロファイルの傾斜量を意識的に高濃度側にシフトさせる。つまり、予想されるオートドーピング量よりも不純物濃度が十分高くなるように、遷移領域の不純物濃度プロファイルを予め設定する。これにより、オートドーピング量が変化しても、その量は傾斜した不純物濃度プロファイルの許容変化範囲に納まるようになり、このシリコンエピタキシャルウェーハを用いた半導体装置の特性が、オートド
15 ーピング現象の影響をほとんど受けなくなる。

なお、遷移領域の気相成長工程の開始時点においては、シリコン単結晶基板からの不純物の直接拡散（後述する外方拡散）により、エピタキシャル層中の不純物濃度が過剰となりやすくなる。そこで、反応炉内に供給されるドーパントガスの濃度は、気相成長の開始時点におけるエピタキシャル層の不純物濃度を、シリコン単結
20 晶基板の不純物濃度と同じにすることができる濃度以下に設定することで、このような不具合が回避され、遷移領域における不純物濃度プロファイルをより一定に保ちやすくなる。

図面の簡単な説明

- 25 図1は、遷移領域と安定領域を有するシリコンエピタキシャルウェーハを製造す

る際の、ドーパントガス供給濃度と、得られるウェーハの不純物濃度プロファイルとの関係を対比して説明する模式図。

図2は、ノンドープの不純物濃度プロファイルの一例を示す模式図。

図3は、安定領域でのドーパントガス供給濃度を決定するための不純物濃度プロ

5 ファイルの一例を示す模式図。

図4は、ドーパントガスの供給開始に先立って供給管のパージを行わなかった場合に、不純物濃度プロファイルに生ずる不具合を示す模式図。

図5は、本発明の方法により得られる遷移領域と安定領域を有するシリコンエピタキシャルウェーハの、不純物濃度プロファイルの一例を示す模式図。

10 図6は、ドーパントガスの流量と安定領域の不純物濃度との関係を示す模式図。

図7は、遷移領域を形成する際の、ドーパントガスの供給濃度とオートドーピング量との関係を模式的に説明する図。

図8は、シリコンエピタキシャルウェーハの製造装置の一例を概念的に示す図。

15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る発明の実施の形態について、詳細に説明する。

図1は、本発明に係るドーパントガス供給濃度の設定（上図）と、その結果得られるシリコンエピタキシャルウェーハ中の不純物濃度プロファイル（下図）を模式的に対比して表したものである。なお、以下に示す不純物濃度プロファイルは全て

20 片対数グラフであり、縦軸に示す不純物濃度が対数値である。

図8は、シリコンエピタキシャルウェーハの製造に使用する装置の一例を模式的に示すものであり、反応炉1内のサセプタにシリコン単結晶基板Wを保持し、ヒータ2にて所定温度に加熱する。そして、ガス供給用配管3を通じて反応炉1内に、所定比率の原料ガスとドーパントガスとをキャリアガスとともに流すことで、該シリコン単結晶基板Wの主表面上に該シリコン単結晶基板Wと同一導電型のシリコンエピ

25

タキシャル層が気相成長され、シリコンエピタキシャルウェーハが得られる。

ここで、本発明に係る遷移領域の気相成長工程では、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを供給する。前述したように、オートドーピング量はその時々反応炉1内の雰囲気により変化するので、シリコン
5 エピタキシャルウェーハの製造を開始する前に、以下の予備調査試験を行うことで該製造に使用する反応炉内の雰囲気状況を確認する。

まず、ドーパントガスを供給しない（ノンドープ）で所望厚さのエピタキシャル層をシリコン単結晶基板の直上に気相成長する。すると、図2に示すようなノンドープの不純物濃度プロファイル（以下、単にノンドーププロファイルという）が得ら
10 れる。このノンドーププロファイルのエピタキシャル層は、外方拡散支配領域とオートドーピング支配領域とからなる。

ここでいう外方拡散とは、シリコン単結晶基板からエピタキシャル層中に不純物が直接拡散することをいい、外方拡散支配領域では、外方拡散の量が不純物濃度プロファイルの形状を主に決定する。一方、オートドーピング支配領域では、オート
15 ドーピング量が不純物濃度プロファイルの形状を主に決定する。外方拡散支配領域は、気相成長の開始時点から略一定の勾配にて不純物濃度を減少させる直線状の区間としてプロファイル上に現われる。他方、オートドーピング支配領域は、該外方拡散支配領域の延長から高濃度側に外れる形にて、該外方拡散支配領域に続く裾野状の曲線領域として現われる。

20 外方拡散支配領域とオートドーピング支配領域は、外方拡散支配領域の延長線1を不純物濃度プロファイル上に引くことにより近似的に求めることができる。延長線1と不純物濃度プロファイルが重なっている領域が外方拡散領域であり、延長線1から不純物濃度プロファイルが高濃度側に外れ出す境界点をPとして、そのP点以降の領域がオートドーピング支配領域である。P点においては、外方拡散とオー

25 トドーピングの量が拮抗するので、合計で D_0 となる不純物濃度のうち、 $D_0/2$ が

外方拡散からの寄与分、残余の $D_0/2$ がオートドーピング現象からの寄与分と考えることができる。すなわち、P点におけるオートドーピング現象による不純物濃度は $D_0/2$ であると推定することができる。

次に、所望の不純物濃度を安定領域として形成するために必要なドーパントガスの供給濃度を求める。具体的には、供給するドーパントガスの流量と該ドーパントガスを希釈する水素の流量とを変えることによりドーパントガスの供給濃度を種々に変化させて各種のシリコンエピタキシャルウェーハを製造し、各々その安定領域における平均的な不純物濃度を測定する。図3は、安定領域を有する不純物濃度プロファイルの一例である。ここで、 D_t と D_s はそれぞれシリコン単結晶基板とエピタキシャル層の安定領域の不純物濃度である。次に、前記測定結果を集めて、安定領域の不純物濃度をドーパントガスの流量に対してプロットすれば、図6に示すような濃度-流量関係曲線が得られる。ここでは、ドーパントガスの供給濃度変化に対応する安定領域の不純物濃度を決定することが目的であるから、遷移領域の形成に際して特にオートドーピング量を考慮してドーパントガスの供給濃度を設定する必要はない。ただし、当然に、得られる不純物濃度プロファイル（図3）は従来と同様のものとなり、その遷移領域のプロファイルはオートドーピングの量により大きく変化する。

続いて、遷移領域を形成するために、図7（下図）に示すドーパントガスの供給濃度プロファイルにおいて、遷移領域の開始点（ M' ）でのドーパントガスの供給濃度を、図6の濃度-流量関係曲線を用いて求める。この時、 M' でのドーパントガス供給濃度は、推定されるオートドーピング量よりも高く、かつ、シリコン単結晶基板の不純物濃度 D_t 以下、例えば、 D_t から所定量 α を減じた値（ $D_t - \alpha$ ）にすることができる濃度 $C(D_t - \alpha)$ に設定する。この時、ドーパントガスの供給濃度をシリコン単結晶基板の不純物濃度 D_t よりも高くすることができる濃度になると、反応炉の内壁あるいはサセプタ等の治具に付着する不純物の量は基板からの

不純物の外方拡散量よりも大きくなり、無用にオートドーピング量を増すことになるので、好ましくない。

なお、濃度 $C(D_0 - \alpha)$ でドーパントガスを供給し始める前に、図 8 のパージ用配管 6 を介して、設定した濃度のドーパントガスを十分にパージしておくことが
5 重要である。ここでパージとは、ドーパントガスを反応炉 1 内に供給せずに掛流すことをいう。パージを行わないと、ドーパントガスの流量制御装置が閉状態から設定値に移行するまでの間にガス流量が安定しないので、図 4 に示すような異常な不純物濃度プロファイルが発生することがあるからである。なお、図 8 では、このパージを行うために、反応炉 1 をバイパスさせる形にて原料ガスとドーパントガスとを
10 流すパージ用配管 6 と、炉内供給とパージとを切り替えるための供給用バルブ 4 及びパージ用バルブ 5 が設けられている。

次に、遷移領域のエピタキシャル層が前記した P 点の厚さ x_p に到達したとき、その不純物濃度が、前述のノンドーププロファイルの点 P におけるオートドーピング量よりも高くなるようにドーパントガスの供給濃度を予め設定しておく。このような
15 供給濃度として、例えば、P 点での不純物濃度が $2 \times D_0$ になるように設定することができる。これは、具体的には、P 点ではすでに D_0 に相当する不純物濃度が外方拡散とオートドーピング現象により供給されているので、さらに D_0 だけの不純物濃度を得られる濃度 $C(D_0)$ をドーパントガスとして供給することを意味する。点 P における推定オートドーピング量は $D_0/2$ なので、ドーパントガスの供給濃度を C
20 (D_0) とすることは、オートドーピング量よりも高い濃度に設定することを意味する。

このようにして、図 7（下図）に示すように、遷移領域の気相成長工程では、オートドーピング量よりも高い不純物濃度を得られる濃度のドーパントガスを常に供給しながら、ドーパントガスの供給濃度を変化させるようにする。ドーパントガスの供給濃度を漸次直線的あるいは段階的に減少させると、例えば図 5 に示すような
25

不純物濃度プロファイルが得られる。この製造方法によると、遷移領域の気相成長において、前記境界点Pに対応するエピタキシャル層の厚さ x_p 以降の部分で成長する際に、少なくとも、オートドーピング量よりも十分に高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスが常に反応炉内に供給されるので、図7（上図）に破線で示す、オートドーピング量を上回るようにドーパント供給量を補正しなかった場合の不純物濃度プロファイルよりも、傾斜量が高濃度側にシフトする。これにより、オートドーピング量の変化しても、その量は傾斜した不純物濃度プロファイルの許容変化範囲に納まるようになる。また、遷移領域の不純物濃度プロファイルは、図5に示すように、エピタキシャル層の成長方向において不純物濃度の対数値の漸減率が互いに相違する区間を2箇所以上有したものとなっている。これは、前記境界点P以降にてオートドーピング量よりも十分に高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを供給するとともに、そのドーパントガスの供給濃度を漸次直線的あるいは段階的に減少させることにより形成できるものである。

上記本発明の効果を確認するために、以下の実験を行った。まず、直径150 mm、面方位（100）であり、比較的高濃度の砒素（As）を不純物として添加した n^+ 型（不純物濃度： 3×10^{19} 個/cm³）のシリコン単結晶基板を用意した。なお、基板の裏面には、該裏面からのオートドーピングを防止するための酸化膜を0.5 μ mの厚さに形成してある。まず、予備調査試験として、このシリコン単結晶基板に対し、原料ガスとしてトリクロロシラン（SiHCl₃）と水素の混合ガスを用い、ドーパントガスを導入せずに、厚さ20 μ mのエピタキシャル層をシリコン単結晶基板の直上に気相成長した。反応炉は水平枚葉式のものをを用い、気相成長温度は1100℃、常圧にて水素をキャリアガスとして用いた。その結果、図2に示すようなノンドーピングの不純物濃度プロファイルを有するシリコンエピタキシャルウェーハが得られた。P点での不純物濃度 D_0 は、およそ 5×10^{16} 個/cm³であった。

次に、同じ反応炉を用い、水素により希釈したホスフィン (PH_3) をドーパントガスとして用いて、以下のようにして燐 (P) を不純物として基板よりも低濃度に添加した n 型エピタキシャル層を別のシリコン単結晶基板の直上に気相成長することにより、シリコンエピタキシャルウェーハを製造した。すなわち、遷移領域の開始点 (図 7 (上図) の点 M) での狙い不純物濃度として、シリコン単結晶基板の不純物濃度 D_t (3×10^{19} 個/ cm^3) よりも低く、かつ、P 点での不純物濃度 D_0 よりも高い不純物濃度 5×10^{17} 個/ cm^3) が得られるようにドーパントガスの供給濃度を調整し、その設定値でドーパントガスをパージした。次いで、上記供給濃度を初期値としてドーパントガスを原料ガスとともに反応炉内に導入することにより、気相成長工程を開始した。遷移領域の気相成長工程では、見込まれるオートドーピング量よりも不純物濃度が常に高くなり、かつ前記 P 点に対応する位置での添加される不純物濃度が 1×10^{17} 個/ cm^3 になるようにドーパントガスの供給濃度を調整して供給した。そして、引き続き該ドーパントガスの供給量を直線的に漸減させた。次に、安定領域の気相成長工程では、不純物濃度が 1×10^{15} 個/ cm^3 となるように濃度が調整されたドーパントガスを一定の供給濃度にて供給し n 型のエピタキシャル層を $15 \mu\text{m}$ 気相成長した。こうして、全厚さ $20 \mu\text{m}$ のエピタキシャル層がシリコン単結晶基板上に形成されたシリコンエピタキシャルウェーハが得られた。なお、気相成長温度と炉内圧は予備調査試験と同じである。

このようにして得られたシリコンエピタキシャルウェーハの不純物濃度プロファイルを測定したところ、図 5 に示すようなプロファイルが得られた。遷移領域の厚さは約 $5 \mu\text{m}$ であり、P 点での不純物濃度は 1.5×10^{17} 個/ cm^3 、安定領域での不純物濃度は 1×10^{15} 個/ cm^3 であった。そして、P 点と安定領域との間には、略直線的にドーパント濃度の対数値が減少する直線勾配区間が明瞭に形成されていた。遷移領域において、エピタキシャル層の成長開始点から P 点までの外方拡散支配領域に当る区間でも不純物濃度の対数値が直線的に減少する。すなわち、本実施

例における遷移領域の不純物濃度プロファイルは、エピタキシャル層の成長方向において不純物濃度の対数値が直線的に減少する区間を2箇所有する。ドーパントガスの供給量を漸減させる途中に1回以上漸減率を変化させると、不純物濃度の対数値が直線的に減少する区間を遷移領域において3箇所以上にすることができる。

- 5 また、遷移領域の気相成長工程においてドーパントガスの供給濃度を变化させる具体的な態様としては、上記のように単調に減少させる態様に限らず、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスであれば、遷移領域における不純物濃度プロファイルを所望の形状とするために、増加させる態様としたり、あるいは供給濃度を一定保持する期間を途中で設けたり、さらには、減少、
- 10 増加及び一定保持の2以上を適宜組み合わせたりすることが可能である。

請 求 の 範 囲

1. 反応炉内にてシリコン単結晶基板の直上にエピタキシャル層を気相成長させることによりシリコンエピタキシャルウェーハを製造するシリコンエピタキシャルウ

5 エーハの製造方法において、

前記エピタキシャル層の気相成長を開始するまでの間、該気相成長の開始時点において予定されている濃度のドーパントガスをパージする成長前パージ工程と、

ドーパントガスの供給濃度を変化させながら該ドーパントガスを前記反応炉内に供給する遷移領域の気相成長工程と、

10 一定濃度のドーパントガスを前記反応炉内に供給する安定領域の気相成長工程とを有し、

前記遷移領域の気相成長工程において、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを前記反応炉内に供給することを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

15 2. 前記遷移領域の気相成長工程において、ドーパントガスの供給濃度を漸次減少させながら該ドーパントガスを前記反応炉内に供給することを特徴とする請求の範囲第1項記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

3. 前記遷移領域の気相成長工程の開始時点で前記反応炉内に供給されるドーパントガスの濃度は、気相成長の開始時点におけるエピタキシャル層の不純物濃度を、
20 前記シリコン単結晶基板の不純物濃度と同じにすることができる濃度以下であることを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

4. 前記遷移領域の不純物濃度プロファイルは、前記エピタキシャル層の成長方向において不純物濃度の対数値が直線的に減少する区間を2箇所以上有することを特徴とする請求の範囲第2項に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
25

5. 前記遷移領域の気相成長は、ドーパントガスを供給しないでエピタキシャル層をシリコン単結晶基板の直上に気相成長することにより得られる、ノンドープの不純物濃度プロファイルに基づいて前記オートドーピング量を予め推定し、推定されたオートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを前記反応炉内に供給することを特徴とする請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

6. 前記ノンドープの不純物濃度プロファイルにおいて、気相成長の開始時点から略一定の勾配にて不純物濃度が減少する外方拡散支配領域と、該外方拡散支配領域に続くオートドーピング支配領域との境界点Pに対応する濃度 D_0 の $1/2$ を、当該境界点Pにおけるオートドーピング量とすることを特徴とする請求の範囲第5項記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

7. 前記境界点Pに対応するエピタキシャル層の厚さを x_p として、前記遷移領域の気相成長工程において、前記エピタキシャル層の厚さ x_p 以降の部分で成長する際に少なくとも、オートドーピング量よりも高い不純物濃度が得られる濃度のドーパントガスを常に前記反応炉内に供給することを特徴とする請求の範囲第6項記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

8. シリコン単結晶基板の直上にエピタキシャル層を気相成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、前記エピタキシャル層の層厚方向の不純物濃度プロファイルが、前記シリコン単結晶基板とエピタキシャル層との界面において不純物濃度が漸次変化する遷移領域を有してなり、かつ、前記遷移領域の不純物濃度プロファイルが、前記エピタキシャル層の成長方向において不純物濃度の対数値の漸減率が互いに相違する区間を2箇所以上有することを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

図 1

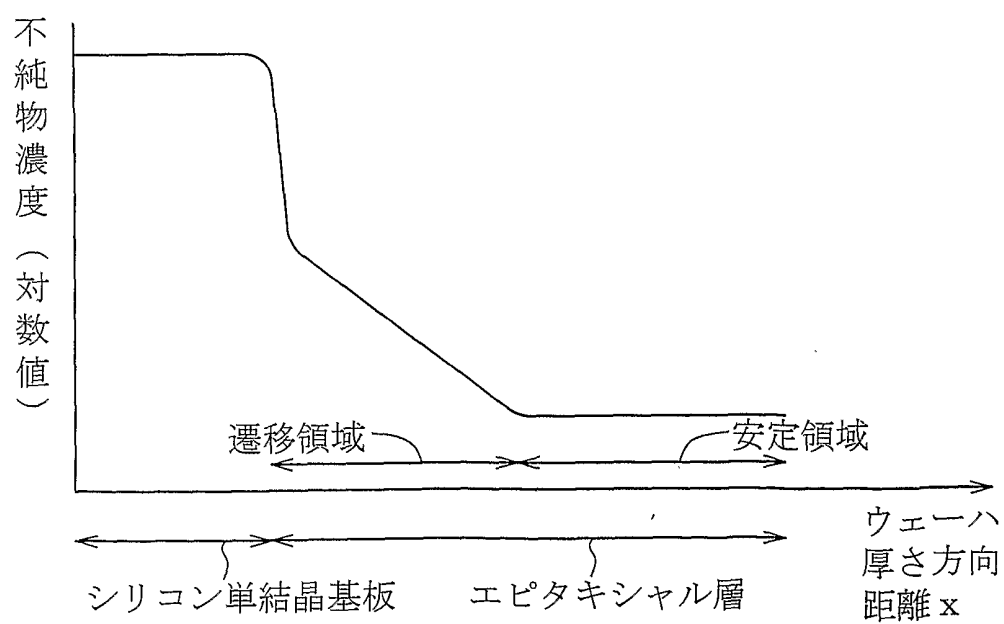
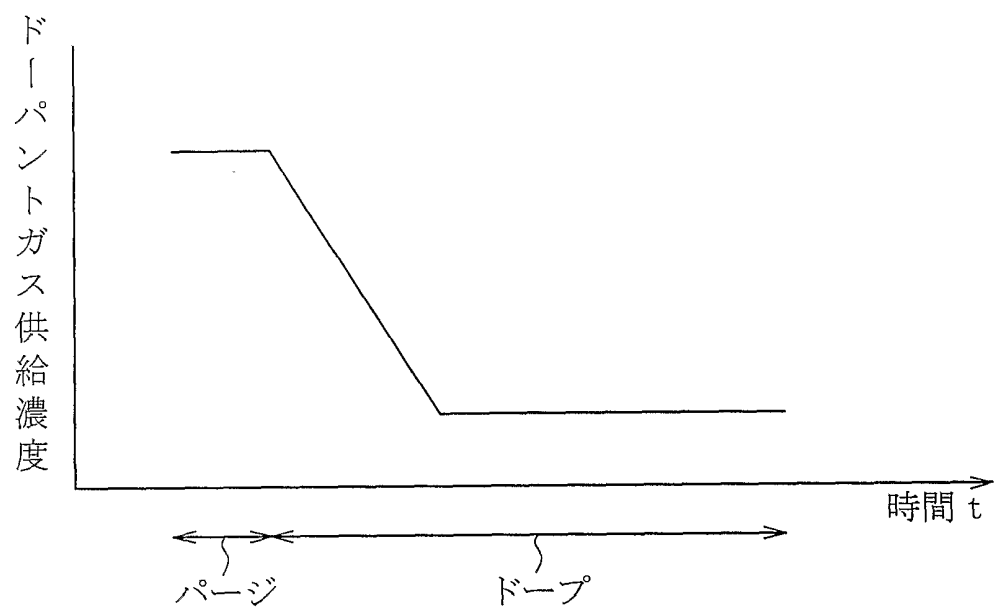


図 2

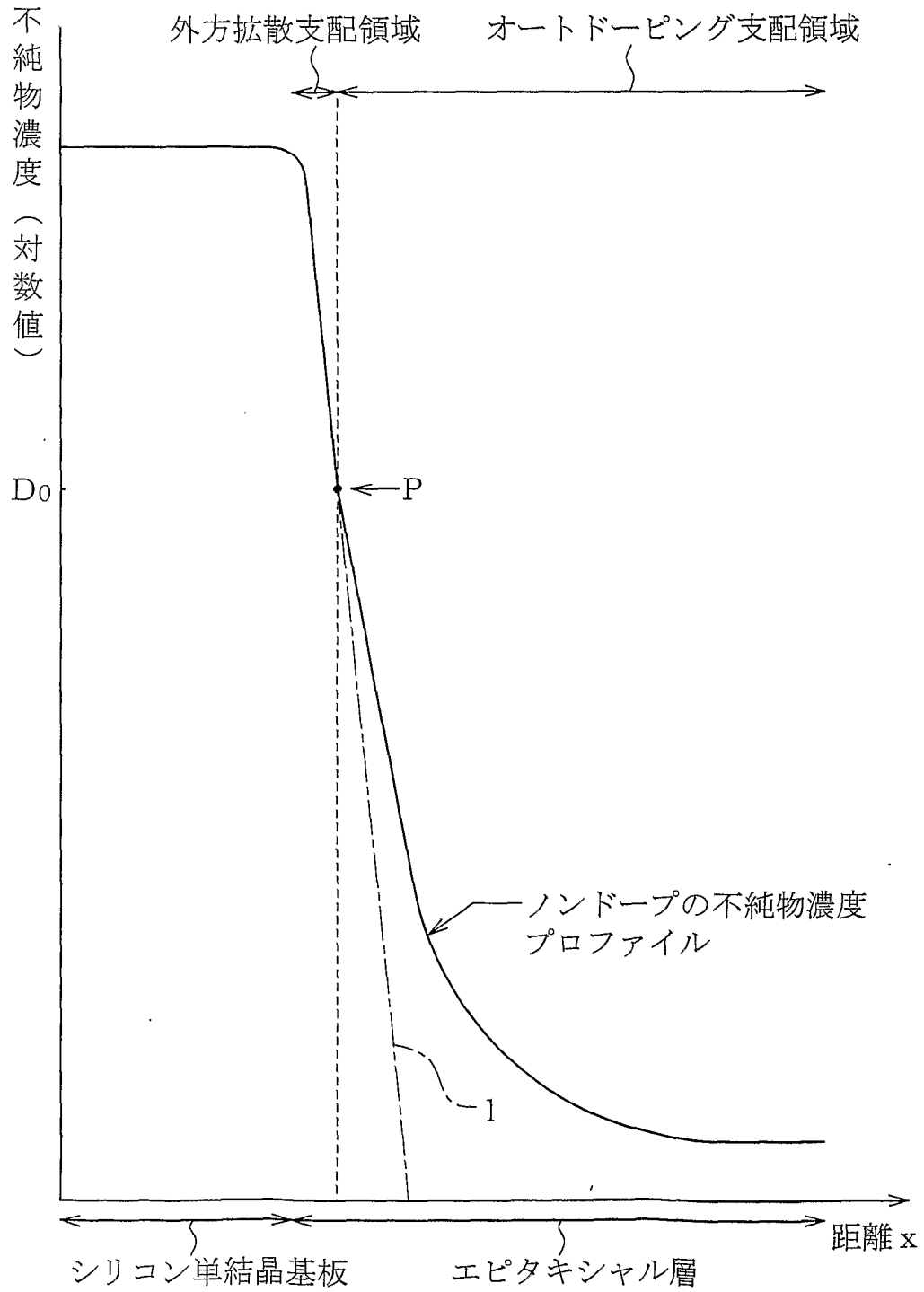


図 3

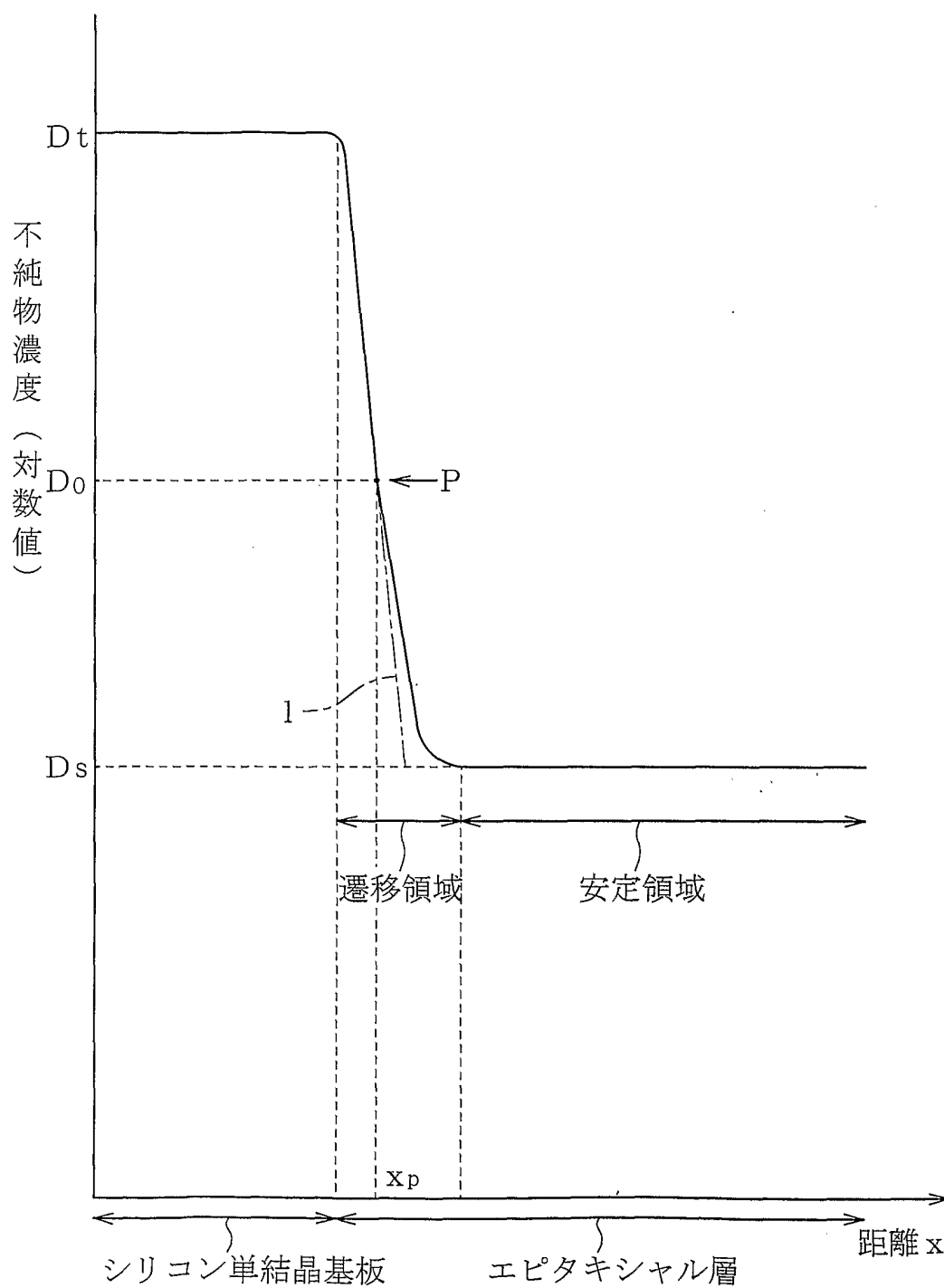


図 4

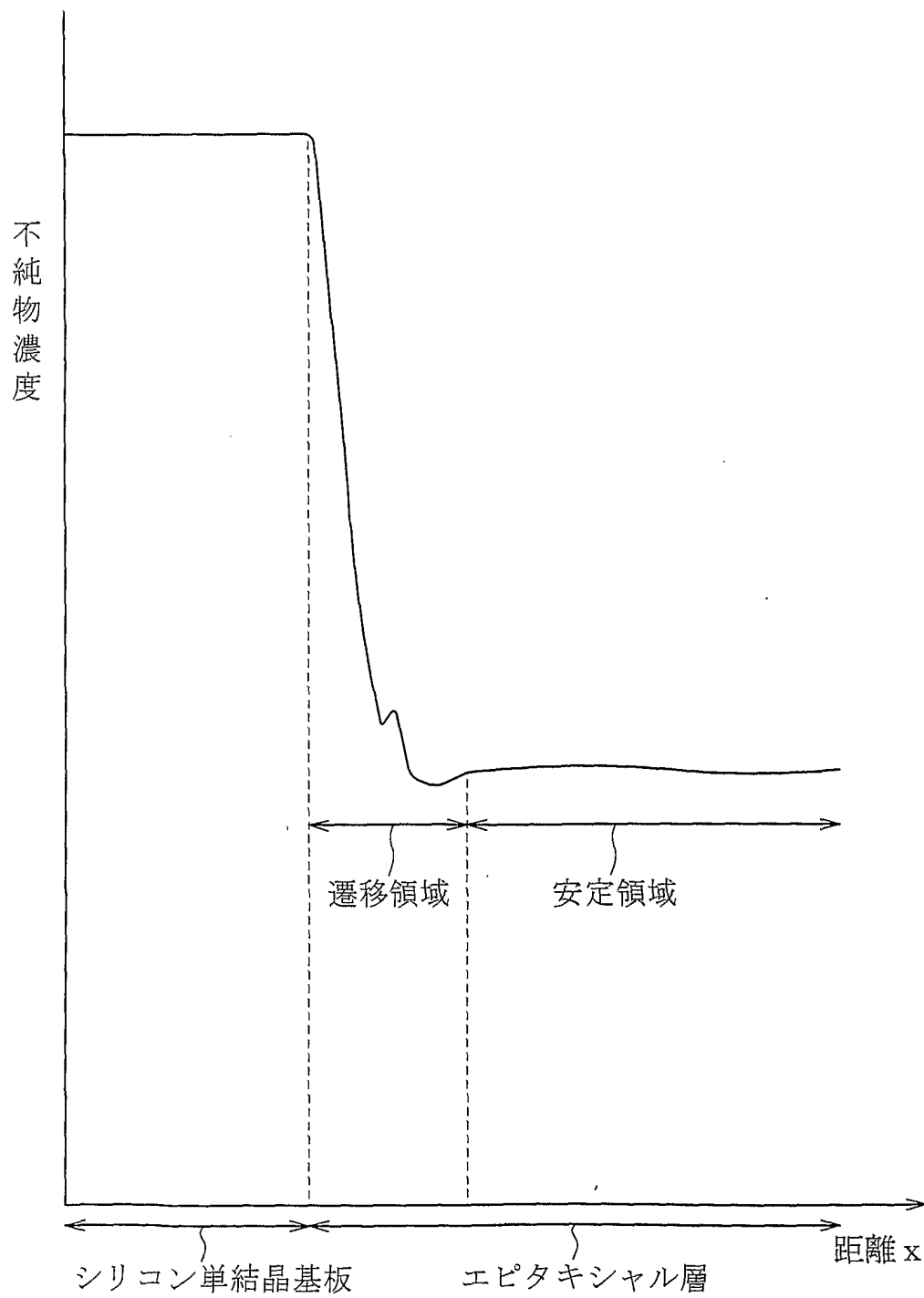


図 5

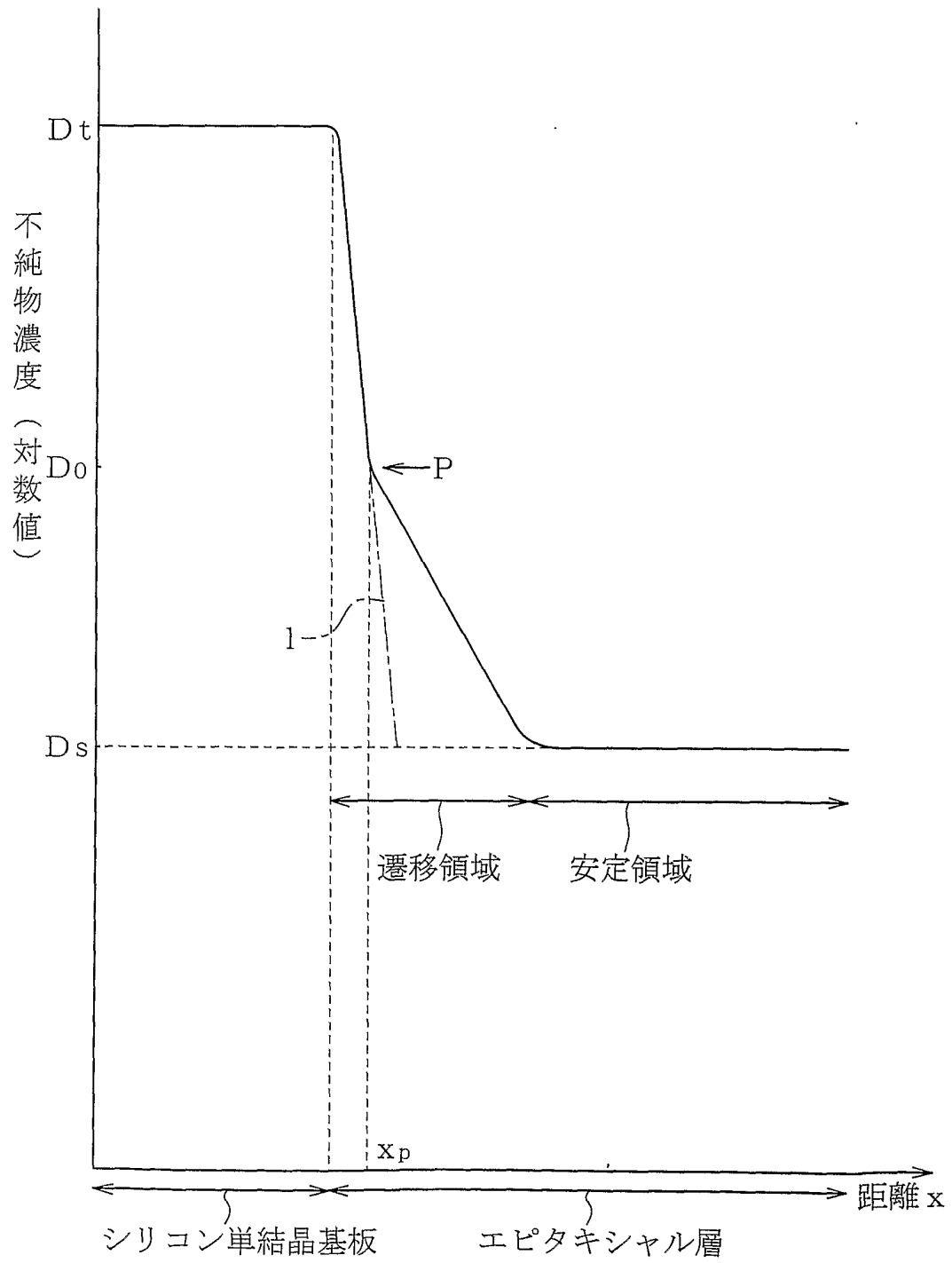


図 6

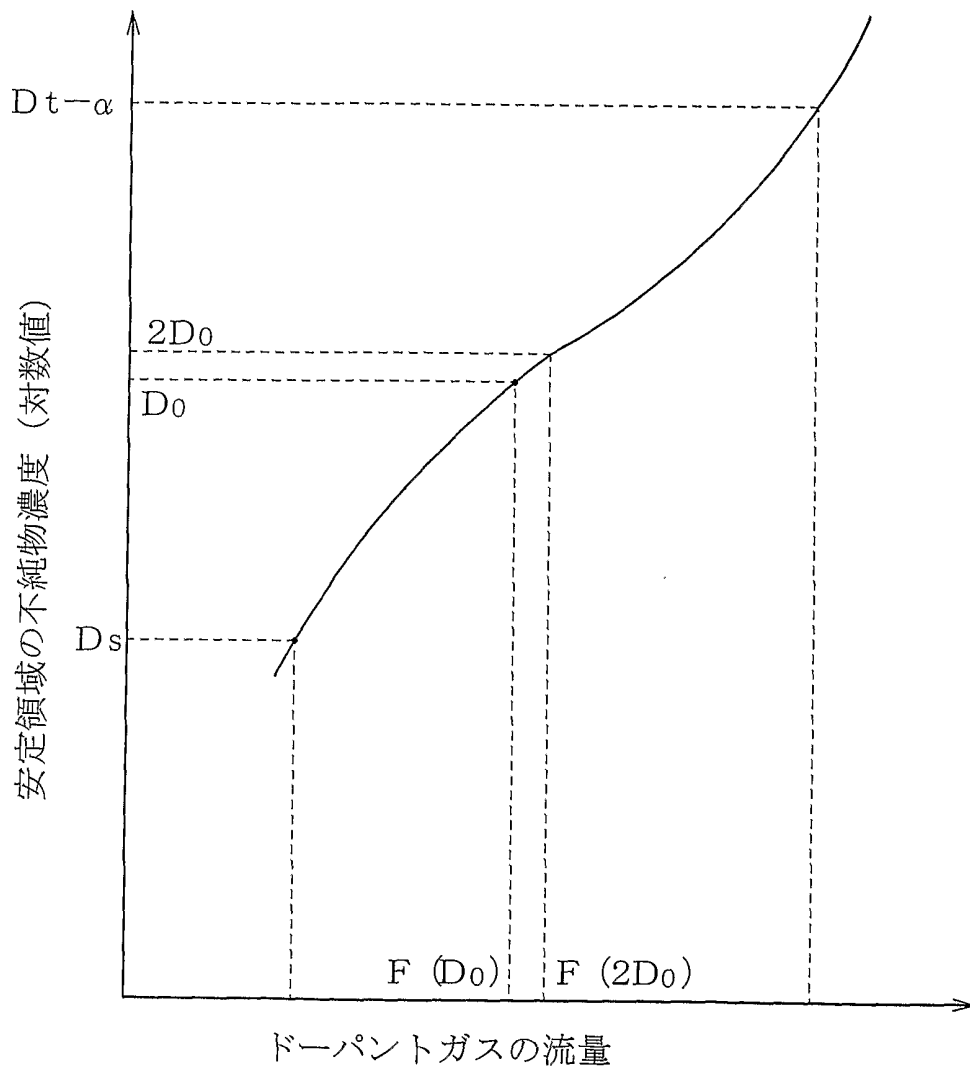


図 7

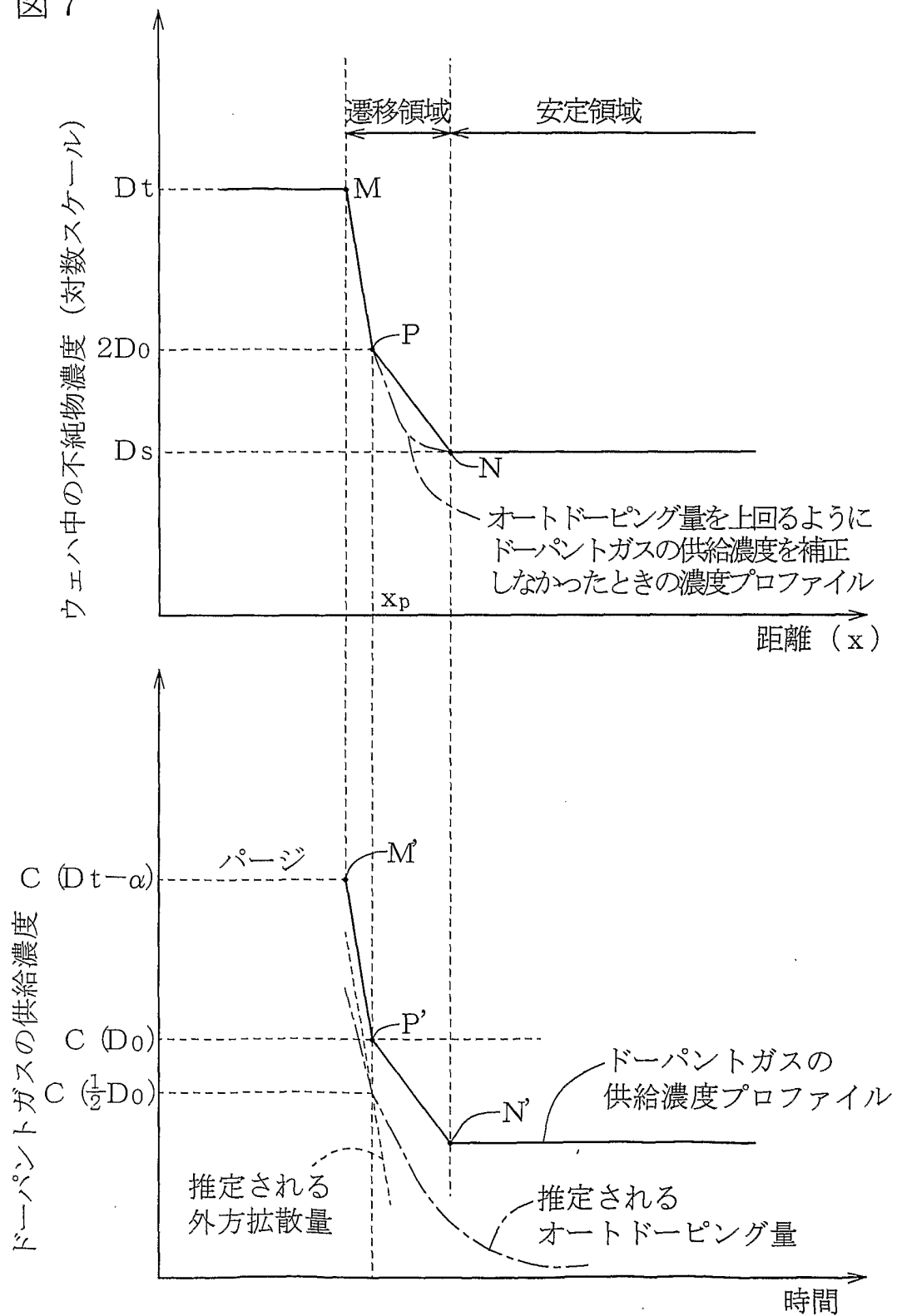
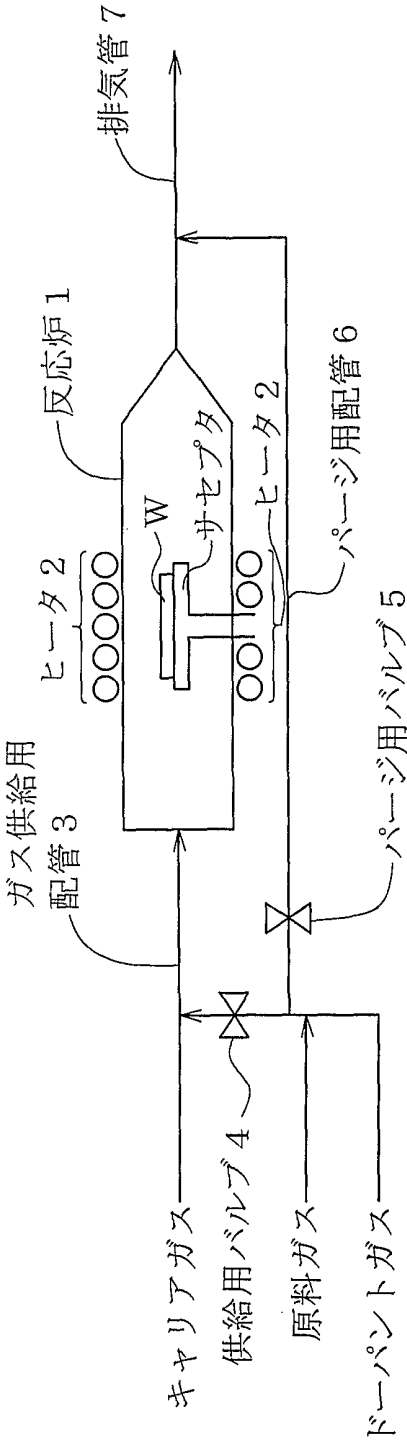


図 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C30B29/06, C30B25/14

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 C30B1/00-35/00, H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
CAS ONLINE, JICST FILE on Science and Technology

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX PA	JP 2000-191395 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 11 July, 2000 (11.07.00), Claims 5 to 6; Par. Nos. [0034] to [0035]; Fig. 1 (Family: none)	8 1-7
A	JP 8-17737 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 19 January, 1996 (19.01.96) (Family: none)	1-8
A	JP 6-84809 A (Rohm Co., Ltd.), 25 March, 1994 (25.03.94), (Family: none)	1-8

☐ 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 document 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
24 July, 2001 (24.07.01)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2001 (07.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. ⁷ C30B29/06, C30B25/14

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. Cl. ⁷ C30B1/00-35/00, H01L21/205

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 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001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)
CAS ONLINE, JICST科学技術文献ファイル

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
PX PA	JP 2000-191395 A (コマツ電子金属株式会社) 11.7月.2000 (11.07.00) 請求項5-6, 【0034】 - 【0035】, 図1(ファミリーなし)	8 1-7
A	JP 8-17737 A (コマツ電子金属株式会社) 19.1月.1996 (19.01.96) (ファミリーなし)	1-8
A	JP 6-84809 A (ローム株式会社) 25.3月.1994 (25.03.94) (ファミリーなし)	1-8

☐ 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」 国の基礎となる出願出願日前で、かつ優先権の主張願

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

24.07.01

国際調査報告の発送日

07.08.01

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)

三崎 仁



4G

2927

電話番号 03-3581-1101 内線 3416