

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294508

(P2005-294508A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H O 1 L 21/205

C 2 3 C 16/458

H O 1 L 21/68

F I

H O 1 L 21/205

C 2 3 C 16/458

H O 1 L 21/68

テーマコード (参考)

4 K O 3 O

5 F O 3 1

5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-106950 (P2004-106950)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000222842

東洋炭素株式会社

大阪府大阪市西淀川区竹島5丁目7番12号

(74) 代理人 100089196

弁理士 梶 良之

(74) 代理人 100104226

弁理士 須原 誠

(72) 発明者 木本 恒暢

京都府京都市伏見区桃山町松平筑前1-39-605

(72) 発明者 松波 弘之

京都府八幡市西足立1-9

最終頁に続く

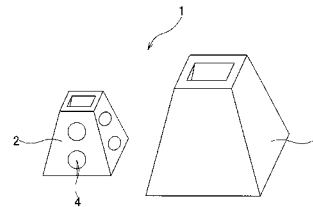
(54) 【発明の名称】 サセプタ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】半導体エピタキシャル成長において用いられ、均一性の高いエビ膜を同時に複数得ることができるサセプタを提供する。

【解決手段】外側に複数の基板を載置自在な面4を複数有するバレル型サセプタ2と、バレル型サセプタ2が内部に配置され、バレル型サセプタ2の面4のそれぞれに対し同方向に傾斜して対向配置される面を有する部材3とからなる。または、内側に複数の基板を載置自在な面を複数有するバレル型サセプタと、バレル型サセプタが外周部に配置され、バレル型サセプタの面のそれぞれに対し同方向に傾斜して対向配置される面を有する部材とからなる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体エピタキシャル成長に用いられるサセプタであって、外側に複数の基板を載置自在な面を複数有するパレル型サセプタと、前記パレル型サセプタが内部に配置され、前記パレル型サセプタの前記面のそれぞれに対し同方向に傾斜して対向配置される面を有する部材とからなるサセプタ。

**【請求項 2】**

半導体エピタキシャル成長に用いられるサセプタであって、内側に複数の基板を載置自在な面を複数有するパレル型サセプタと、前記パレル型サセプタが外周部に配置され、前記パレル型サセプタの前記面のそれぞれに対し同方向に傾斜して対向配置される面を有する部材とからなるサセプタ。

10

**【請求項 3】**

前記部材の前記パレル型サセプタ側の面が複数の基板を載置自在である請求項 1 又は 2 に記載のサセプタ。

**【請求項 4】**

前記パレル型サセプタ又は / 及び前記部材がヒーターである請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のサセプタ。

**【請求項 5】**

黒鉛を含む基材からなる請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のサセプタ。

**【請求項 6】**

多結晶炭化珪素又は多結晶炭化タンタルで被覆されている請求項 5 記載のサセプタ。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、炭化珪素、窒化ガリウム、窒化アルミニウムなどの化合物半導体をエピタキシャル成長させる際に用いられるサセプタに関し、特に、複数の基板上においてそれぞれ均一なエピタキシャル成長膜（以下、エピ膜とする）が得られるサセプタに関する。

**【背景技術】****【0002】**

30

従来、半導体製造工程において、ウェハ上に化学気相成長法（CVD法）によって原料ガスを気相反応させてエピタキシャル層を成長させる単結晶製造方法を実施している。具体的にCVD法とは、サセプタ上に単結晶ウェハを置き、サセプタとウェハをエピタキシャル成長温度まで加熱して保持する。そして、反応炉内にキャリアガスと原料ガスの混合ガスを導入し、高温化で分解した原料ガスがウェハ上に堆積してエピタキシャル層を形成する。高速で厚いエピタキシャル層を形成する反応炉には、ガスを上下に流出させる縦型の気相成長装置が多く用いられている（例えば、下記特許文献1、2参照）。

【特許文献1】特開平11-176757号公報

【特許文献2】特公平5-87128号公報

**【発明の開示】**

40

**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかし、従来のものは、サセプタにおける複数枚の基板と、これらの基板に対向する壁面との距離が大きく異なるので、各基板間に温度差が生じやすい。そのため、基板同士のエピ膜成長速度に差が出て、エピ膜の厚さが異なることとなり、同一品質のエピ膜を同時に複数得ることは困難である。

**【0004】**

そこで、本発明の目的は、半導体エピタキシャル成長において用いられ、均一性の高いエピ膜を同時に複数得ることができるサセプタを提供することである。

**【課題を解決するための手段】**

50

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、半導体エピタキシャル成長に用いられるサセプタであって、外側に複数の基板を載置自在な面を複数有するパレル型サセプタと、前記パレル型サセプタが内部に配置され、前記パレル型サセプタの前記面のそれぞれに対し同方向に傾斜して対向配置される面を有する部材とからなるものである。

上記構成により、本発明に係るサセプタを半導体エピタキシャル成長工程に用いた際、各基板温度を一定にすることができ、均一性の高いエピ膜を同時に複数得ることができる。

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、半導体エピタキシャル成長に用いられるサセプタであって、内側に複数の基板を載置自在な面を複数有するパレル型サセプタと、前記パレル型サセプタが外周部に配置され、前記パレル型サセプタの前記面のそれぞれに対し同方向に傾斜して対向配置される面を有する部材とからなるものである。

上記構成により、本発明に係るサセプタを半導体エピタキシャル成長工程に用いた際、各基板温度を一定にすることができ、均一性の高いエピ膜を同時に複数得ることができる。

## 【 0 0 0 7 】

本発明のサセプタは、前記部材の前記パレル型サセプタ側の面が複数の基板を載置自在であることが好ましい。

上記構成により、均一性の高いエピ膜をさらに多く同時に得ることができる。

## 【 0 0 0 8 】

本発明のサセプタは、前記パレル型サセプタ又はノ及び前記部材がヒーターであることが好ましい。

上記構成により、直接各基板の温度が一定となるように加熱されるので、さらに確実に均一性の高いエピ膜を同時に複数得ることができる。

## 【 0 0 0 9 】

本発明のサセプタは、黒鉛を含む基材からなることが好ましい。また、本発明のサセプタは、多結晶炭化珪素又は多結晶炭化タンタルで被覆されていることが好ましい。

高周波コイルを用いた加熱方法の半導体エピタキシャル成長を行った際、サセプタ自身を熱源とすることができるため、直接各基板を温度が一定となるように加熱することができる。その結果、さらに確実に均一性の高いエピ膜を同時に複数得ることができる。また、多結晶炭化珪素又は多結晶炭化タンタルで被覆することで、黒鉛からなるサセプタに含まれる不純物の放出を防止する。特に、多結晶炭化タンタルで被覆されている場合には、炭化タンタルが高温特性に優れた材料であり、水素に対する耐食性にも優れているので、被覆材の昇華や黒鉛の露出を防止でき、不純物の放出を防止することができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施形態を説明する。

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るサセプタの構成物品を別々に示した斜視図であって、( a ) はパレル型の内サセプタ、( b ) は外側部材である。

## 【 0 0 1 1 】

図 1 に示すサセプタ 1 は、黒鉛を基材とする内サセプタ 2 と黒鉛を基材とする外側部材 3 とからなる。これらの表面は多結晶炭化珪素又は多結晶炭化タンタルで被覆されていることが好ましい。

内サセプタ 2 は、凹状のザグリ部 4 を 2 つ有する台形平面 4 枚（台形平面 4 枚はすべて同面積）のそれぞれを、垂直に対し所定角度傾斜させて斜辺同士を結合させて構成され、いわゆるパレル型サセプタとなっている。

外側部材 3 は、内サセプタ 2 と略相似形状のものであり、内サセプタ 2 を内部に配置することができるものである。また、内サセプタ 2 を内部に配置したとき、内サセプタ 2 のザグリ部 4 を有する台形平面のそれぞれに対し、平行又は略平行に対向配置できる台形平

10

20

30

40

50

面 4 枚（台形平面 4 枚はすべて同面積）を有するものである。つまり、外側部材 3 の台形平面は、それぞれ垂直に対し所定角度傾斜させられているものである。

【0012】

なお、内サセプタ 2 の台形平面の傾斜角度は垂直方向に対し  $2 \sim 45^\circ$  であることが好ましく、外側部材 3 の台形平面の傾斜角度は垂直方向に対し  $2 \sim 45^\circ$  であることが好ましい。ここで、略平行に対向配置する場合には、ガスの入口側の流路が広く、出口側の流路が狭い方が好ましい。これは、例えば、内サセプタ 2 の台形平面の傾斜角度を垂直方向に対し  $12^\circ$  とし、外側部材 3 の台形平面の傾斜角度を垂直方向に対し  $8^\circ$  とすることにより達成される。このような構成とすることで、ガスの加熱を適度に抑制することが可能である。また、内サセプタ 2 と外側部材 3 との平面間距離は  $5 \sim 60 \text{ mm}$ 、望ましくは  $10 \sim 25 \text{ mm}$  である。

10

また、ザグリ部 4 は 1 つ以上設けられていればよい。さらに、内サセプタ 2 及び外側部材 3 の台形平面の枚数は 4 枚に限らず、それぞれ 3 枚以上であればよい。

【0013】

次に、第 1 実施形態のサセプタを用いたエピタキシャル成長装置について説明する。図 2 は、図 1 のサセプタを用いたエピタキシャル成長装置の反応室付近を示す概略図である。

【0014】

図 2 に示すエピタキシャル成長装置の反応室 5 の内部には、反応室 5 中心部に配置される第 1 実施形態のサセプタ 1 と、サセプタ 1 の外周部に配置される断熱材 6 とが設けられている。反応室 5 の外周部には、螺旋状に高周波コイル 7 が設けられている。

20

【0015】

サセプタ 1 は、図 1 (b) の外側部材の向きを上下反転させ、これを図 1 (a) の内サセプタに被せた場合の配置構成となっている。なお、内サセプタ 2 の台形平面と外側部材 3 の台形平面とが平行又は略平行となるように調整されて配置されている。

断熱材 6 は、サセプタ 1 の放熱を防止するために、反応室 5 の内壁とサセプタ 1 の外周部との間に設けられている。

高周波コイル 7 は、高周波を黒鉛からなるサセプタ 1 に加えて、サセプタ 1 を発熱させることができるものである。

【0016】

30

次に、第 1 実施形態のサセプタを用いたエピタキシャル成長について、図 2 を参照して説明する。

まず、サセプタ 1 の内サセプタ 2 にエピタキシャル成長させるための基板 8 を載置する。次に、図 2 の位置に内サセプタ 2 を配置し、高周波コイル 7 を作動させて、エピタキシャル成長させるのに適切な温度にまでサセプタを加熱する。そして、反応ガスをサセプタ 1 の内サセプタ 2 と外側部材 3 との間を通過させる（図 2 の矢印参照）。

【0017】

上記構成によれば、第 1 実施形態のサセプタを半導体エピタキシャル成長工程に用いるので、各基板温度を一定にすることができ、均一性の高いエピ膜を同時に複数得ることができる。また、多結晶炭化珪素又は多結晶炭化タンタルで被覆することで、黒鉛からなるサセプタに含まれる不純物の放出を防止する。特に、多結晶炭化タンタルで被覆されている場合には、炭化タンタルが高温特性に優れた材料であり、水素に対する耐食性にも優れているので、被覆材の昇華や黒鉛の露出を防止でき、不純物の放出を防止することができる。

40

【0018】

なお、本実施形態の変形例として内サセプタ 2 又は / 及び外側部材 3 をヒーターとしてもよい。

また、反応室 5 内の配置の変形例として、図 3 に示すように、図 2 のサセプタ 1 と断熱材 6 とを上下反転させた構成としてもよい。このとき、反応ガスを流す方向は下から上方向となる（図 3 の矢印参照）。

50

## 【 0 0 1 9 】

次に、本発明に係る第2実施形態のサセプタを説明する。

図4は、本発明の第2実施形態に係るサセプタの構成物品を別々に示した斜視図であって、(a)は内側部材、(b)はパレル型の外サセプタである。

## 【 0 0 2 0 】

図2に示すサセプタ9は、黒鉛を基材とする内側部材10と黒鉛を基材とする外サセプタ11とからなる。これらの表面は多結晶炭化珪素又は多結晶炭化タンタルで被覆されていることが好ましい。

外サセプタ11は、ザグリ部12を有する台形平面4枚(台形平面4枚はすべて同面積)のそれぞれを、垂直に対し所定角度傾斜させ、斜辺同士を結合させて構成されている。

内側部材10は、外サセプタ11と略相似形状のものであり、外サセプタ11の内部に配置することができるものである。また、内側部材10が内部に配置されたとき、外サセプタ11のザグリ部12を有する台形平面のそれぞれに対し、平行又は略平行に対向配置できる台形平面4枚(台形平面4枚はすべて同面積)を有するものである。つまり、内側部材10の台形平面は、それぞれ垂直に対し所定角度傾斜させられているものである。

## 【 0 0 2 1 】

なお、内側部材10の台形平面の傾斜角度は垂直方向に対し $2 \sim 45^\circ$ であることが好ましく、外サセプタ11の台形平面の傾斜角度は垂直方向に対し $2 \sim 45^\circ$ であることが好ましい。ここで、略平行に対向配置する場合には、ガスの入口側の流路が広く、出口側の流路が狭い方が好ましい。これは、例えば、内サセプタ2の台形平面の傾斜角度を垂直方向に対し $12^\circ$ とし、外側部材3の台形平面の傾斜角度を垂直方向に対し $8^\circ$ とすることにより達成される。このような構成とすることで、ガスの加熱を適度に抑制することが可能である。また、内サセプタ2と外側部材3との平面間距離は $5 \sim 60 \text{ mm}$ 、望ましくは $10 \sim 25 \text{ mm}$ である。

また、ザグリ部12は1つ以上設けられていればよい。さらに、内サセプタ2及び外側部材3の台形平面の枚数は4枚に限らず、それぞれ3枚以上であればよい。

## 【 0 0 2 2 】

なお、本実施形態に係るサセプタ9は、図2におけるエピタキシャル成長装置の反応室5内のサセプタ1に代えて適用できる。これにより、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。また、本実施形態の変形例として内側部材10又は/及び外サセプタ11をヒーターとしてもよい。

## 【 0 0 2 3 】

また、第1実施形態及び第2実施形態の変形例として、図1の内サセプタ2と図2の外サセプタ11とを適用したサセプタ13とする構成としてもよい。このサセプタ13は、図2におけるエピタキシャル成長装置の反応室5内のサセプタ1に代えて適用できる。

## 【 0 0 2 4 】

また、重力に逆らう方向に基板を載置したときには、ピン等を用いて落下しないように固定してもよい。

## 【 実施例 】

## 【 0 0 2 5 】

図1の四面のパレル型サセプタ1の代わりに、六面のパレル型サセプタ(不図示)を用いたパレル型気相反応装置を用いたエピタキシャル層の形成の一実施例を示す。ここでは、化合物半導体の一つである炭化珪素のエピタキシャル層の形成について述べる。

## 【 0 0 2 6 】

六面のパレル型サセプタの内面に設けられた各ザグリにそれぞれ直径2インチの単結晶炭化珪素ウェハを置き、サセプタを所定の場所に設置した。反応室内を $\text{H}_2$ ガスによって置換した後、 $5 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ まで真空引きした。真空引き後、キャリアガスである $\text{H}_2$ ガスを原料ガス供給口(不図示)から、不活性ガスである $\text{Ar}$ ガスを不活性ガス供給口(不図示)から導入して反応室内を $100 \text{ Torr}$ に保持した。 $\text{H}_2$ ガスと $\text{Ar}$ ガスは排気口(不図示)から連続的に排出されており、排気口の下流に設けられた圧力制御バルブ

10

20

30

40

50

(不図示)によって、反応室内の圧力は制御されている。

【0027】

螺旋状の高周波誘導コイル7に電力を投入することでサセプタを加熱して、1350まで昇温した。この時、炉内の温度は、放射温度計によってウェハ面上の温度を測定した。1350以上から少量の原料ガスを供給口(不図示)から導入し、炭化珪素ウェハの $H_2$ エッチングによるダメージを抑えた。この場合、原料ガスには、 $SiH_4$ と $C_3H_8$ を用いた。サセプタが加熱源であることや断熱材が設置されていることで、加熱効率が非常によく消費電力が節電でただけでなく、急速な昇温ができたことで昇温中のウェハの $H_2$ エッチングによるダメージを抑えることもできた。その結果、高品質なエピタキシャル層を得ることができた。

10

【0028】

さらに、エピタキシャル成長温度としては高温の1835までサセプタとウェハを加熱した後、炉内温度を一定に保持した。サセプタを加熱源としてウェハを直接加熱していることや断熱材を設置していることによって、加熱効率が大幅に向上したために、急速な昇温や高温下でのエピタキシャル成長が可能になった。この時、 $SiH_4$ の流量を120 sccm、 $C_3H_8$ の流量を30 sccmに増加し、ドーピングガスである $N_2$ ガスを0.05 sccm供給して、エピタキシャル層の形成を開始した。炭化珪素エピタキシャル層の形成条件は、成長温度が1835、成長圧力が100 Torr、C/Si比が0.75、 $SiH_4/H_2$ 比が0.4 mol%、 $C_3H_8/H_2$ 比が0.1 mol%であり、4時間の成長を行った。

20

【0029】

この時の成長速度は33  $\mu m/h$ であり、4時間の成長で約130  $\mu m$ の厚いエピタキシャル層が形成できた。厚い炭化珪素エピタキシャル層の表面形態は鏡面であり、大きな表面欠陥はなく高品質な層が形成できた。また、図6に炭化珪素のエピタキシャル層の(a)ガス流れに対して平行方向と(b)直交方向の膜厚と表面粗さの分布を示す。エッジ部を除けば、 $\mu m$ で2~4%の良好な均一性が得られている。これは、サセプタを加熱源として用いたことや断熱材を設置したことによって、ウェハの温度均一性が改善された効果である。なお、図6におけるRMSとは二乗平均粗さのことであり、以下同様である。

【0030】

さらに、1835の成長条件における $SiH_4$ 流量と成長速度の関係を調べたところ、図7のように、 $SiH_4$ 流量に比例して成長速度は増加し、44  $\mu m/h$ の高速成長が得られた。これは、サセプタが加熱源であるためにウェハ近傍の反応に寄与する原料ガスが効率よく加熱されて分解したことによる効果である。多量の $SiH_4$ を供給した44  $\mu m/h$ の成長速度の場合でも0.3 nmの平坦な表面形態が得られている。なお、ここでのRMSは、 $10 \times 10 \mu m^2$ の範囲のものである。

30

【0031】

また、炭化珪素エピタキシャル層のドーピング密度分布を調べたところ、図8のように、ガスの流れに対して平行方向と直交方向ともに $5 \times 10^{14} cm^{-3}$ の高純度領域におけるドーピング制御ができています。これは、サセプタとウェハの効率よい加熱や断熱材の設置によって加熱効率が大幅に向上したことで加熱の負荷が低減されてサセプタと内壁の劣化が抑制されたことによる効果である。また、ドーピング密度の分布において2~5%の良好な均一性が得られた。これは、サセプタを加熱源としてウェハを直接加熱したことや断熱材を設置したことによってウェハ面内の温度の均一性が向上した効果である。

40

【0032】

なお、本発明は、特許請求の範囲を逸脱しない範囲で設計変更できるものであり、上記実施形態や実施例に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の第1実施形態に係るサセプタの構成物品を別々に示した斜視図であって

50

、(a)はバレル型の内サセプタ、(b)は外側部材である。

【図2】図1のサセプタを用いたエピタキシャル成長装置の反応室付近を示す概略図である。

【図3】図2の変形例を示す図である。

【図4】本発明の第2実施形態に係るサセプタの構成物品を別々に示した斜視図であって、(a)は内側部材、(b)はバレル型の外サセプタである。

【図5】図1の第1実施形態に係るサセプタ及び図4の第2実施形態に係るサセプタの変形例を示す図である。

【図6】本発明の実施例に係るエピタキシャル層の膜厚と表面粗さ分布との関係を示すグラフであって、(a)がガス流れ方向に対して平行方向、(b)がガス流れ方向に対して垂直方向のエピタキシャル層の膜厚と表面粗さ分布との関係を示すグラフである。 10

【図7】本発明の実施例に係るエピタキシャル層の膜厚の成長速度及び表面粗さの $SiH_4$ 流量依存性を示すグラフである。

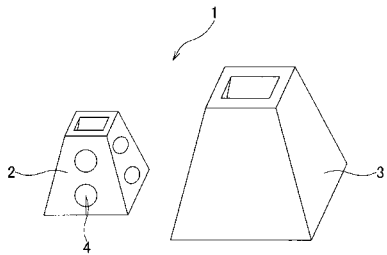
【図8】本発明の実施例に係るエピタキシャル層のドーピング密度分布を示すグラフであって、(a)がガス流れ方向に対して平行方向、(b)がガス流れ方向に対して垂直方向のエピタキシャル層のドーピング密度分布を示すグラフである。

【符号の説明】

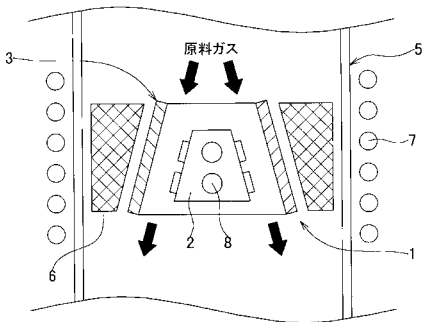
【0034】

- 1、9、13      サセプタ
- 2      内サセプタ
- 3      外側部材
- 4      ザグリ部
- 5      反応室
- 6      断熱材
- 7      高周波コイル
- 8      基板
- 10      内側部材
- 11      外サセプタ
- 12      ザグリ部

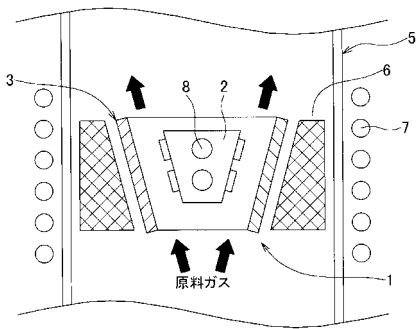
【 図 1 】



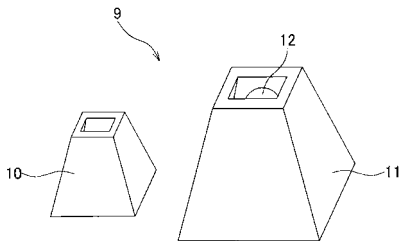
【 図 2 】



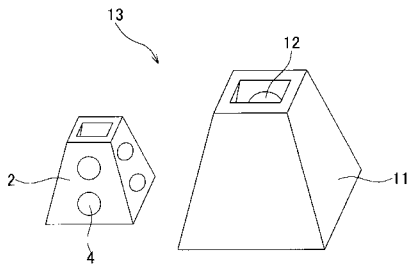
【 図 3 】



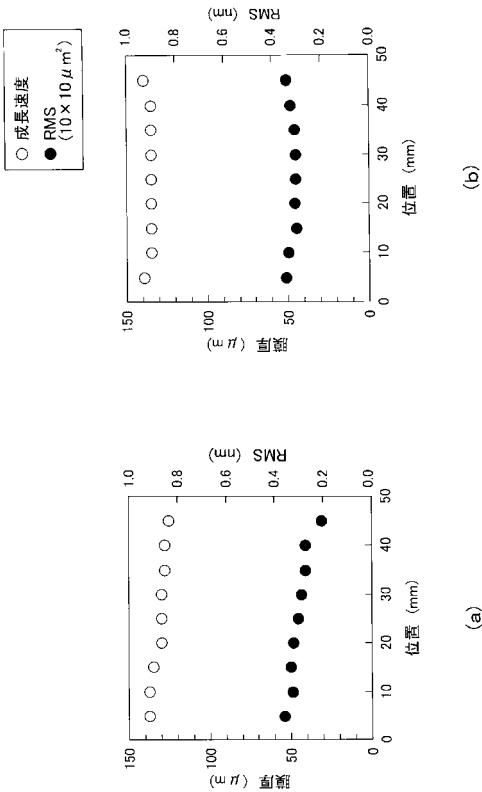
【 図 4 】



【 図 5 】

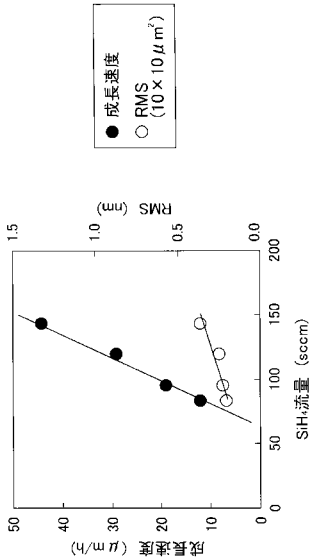


【 図 6 】

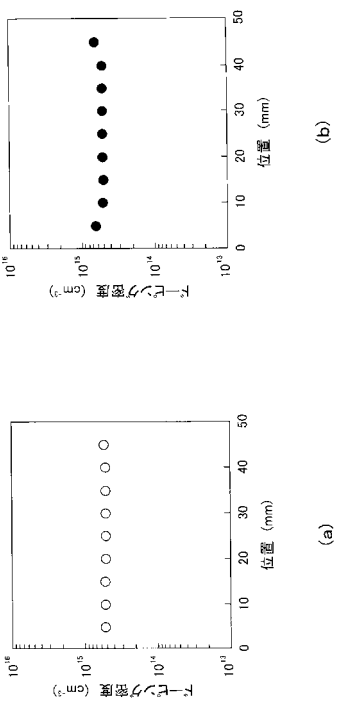




【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 藤原 広和

香川県三豊郡大野原町中姫 2 1 8 1 - 2 東洋炭素株式会社内

F ターム(参考) 4K030 AA06 AA09 AA17 BA37 BB02 CA04 FA10 GA02 KA45 LA12  
5F031 CA02 HA02 HA03 HA37 HA42 MA28 PA11  
5F045 AA03 AB06 AC01 AC07 AC15 AC19 AD18 AE25 DP16 EM02  
EM08 EM09