

(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2017-11184

(P2017-11184A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.
H01L 21/205 (2006.01)

F I
H O I L 21/205

テーマコード (参考)
5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2015-126931 (P2015-126931)
(22) 出願日 平成27年6月24日 (2015. 6. 24)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(71) 出願人 000173809
一般財団法人電力中央研究所
東京都千代田区大手町1丁目6番1号
(71) 出願人 000002004
昭和電工株式会社
東京都港区芝大門1丁目13番9号
(74) 代理人 110001128
特許業務法人ゆうあい特許事務所
(72) 発明者 原 一部
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

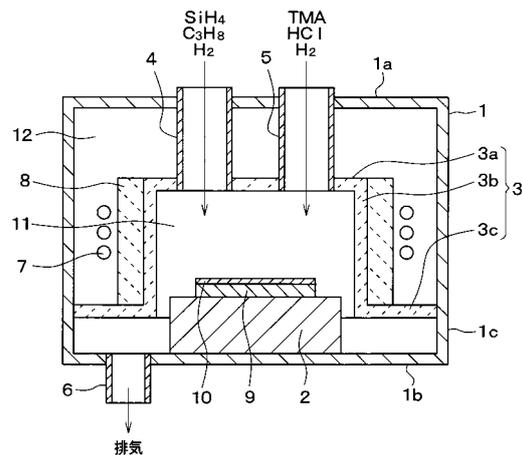
(54) 【発明の名称】 炭化珪素半導体のエピタキシャル成長装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 SiC半導体のエピタキシャル成長時のAlのドーピング濃度を安定化する装置を提供する。

【解決手段】 第1ガス導入管4と第2ガス導入管5を分け、Alが含まれるp型不純物のドーパントガスが導入される第2ガス導入管5側にAlを除去できるエッチングガスを導入する。これにより、第2ガス導入管5の内壁面にAlが付着しようとしても、エッチングガスによって除去され、Alの付着を抑制できる。付着したAlの再蒸発や剥がれを抑制し、エピタキシャル成長するSiC半導体層10中に余分なAlが取り込まれることを抑制する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内部空間を有するチャンバー（１）と、
前記チャンバー内に配置され、炭化珪素半導体基板（９）の載置面を構成するサセプタ（２）と、
前記サセプタの周囲を囲むと共に前記炭化珪素半導体基板の上に炭化珪素半導体層（１０）をエピタキシャル成長させる成長空間を構成する反応室（３）と、
前記反応室内に炭化珪素の原料ガスを導入する第１ガス導入管（４）と、
前記反応室内に Al を含む p 型不純物のドーパントガスを導入する第２ガス導入管（５）と、
前記成長空間から流出したガスを前記チャンバーから排出させるガス排出管（６）と、
前記反応室を加熱する第１加熱装置（７）と、を備え、
前記第２ガス導入管は、前記ドーパントガスに加えて、Al を除去するエッチングガスも前記反応室内に導入することを特徴とする炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

10

【請求項 2】

前記第２ガス導入管は、前記 Al を含む p 型不純物のドーパントガスを前記反応室内に導入する内側導入管（５a）と、前記内側導入管の外側に設けられ前記エッチングガスを前記反応室内に導入する外側導入管（５b）とを有する２重構造とされていることを特徴とする請求項 1 に記載の炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

20

【請求項 3】

内部空間を有するチャンバー（１）と、
前記チャンバー内に配置され、炭化珪素半導体基板（９）の載置面を構成するサセプタ（２）と、
前記サセプタの周囲を囲むと共に前記炭化珪素半導体基板の上に炭化珪素半導体層（１０）をエピタキシャル成長させる成長空間を構成する反応室（３）と、
前記反応室内に炭化珪素の原料ガスを導入する第１ガス導入管（４）と、
前記反応室内に Al を含む p 型不純物のドーパントガスを導入する第２ガス導入管（５）と、
前記成長空間から流出したガスを前記チャンバーから排出させるガス排出管（６）と、
前記反応室を加熱する第１加熱装置（７）と、
前記第２ガス導入管を加熱する第２加熱装置（１３）と、を備えていることを特徴とする炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

30

【請求項 4】

前記第２加熱装置は、前記第２ガス導入管を 660 以上に加熱するものであることを特徴とする請求項 3 に記載の炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

【請求項 5】

内部空間を有するチャンバー（１）と、
前記チャンバー内に配置され、炭化珪素半導体基板（９）の載置面を構成するサセプタ（２）と、
前記サセプタの周囲を囲むと共に前記炭化珪素半導体基板の上に炭化珪素半導体層（１０）をエピタキシャル成長させる成長空間を構成する反応室（３）と、
前記反応室内に炭化珪素の原料ガスを導入する第１ガス導入管（４）と、
前記反応室内に Al を含む p 型不純物のドーパントガスを導入する第２ガス導入管（５）と、
前記成長空間から流出したガスを前記チャンバーから排出させるガス排出管（６）と、
前記反応室を加熱する第１加熱装置（７）と、
前記第２ガス導入管に連結され、該第２ガス導入管に 660 を超える高温ガスを導入する高温ガス導入管（１４）と、を備えていることを特徴とする炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

40

50

【請求項 6】

前記高温ガス導入管は、 H_2 、 Al を除去するエッチングガスもしくは不活性ガスのいずれかを加熱して前記高温ガスとして前記第2ガス導入管に導入するものであることを特徴とする請求項5に記載の炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

【請求項 7】

前記第2ガス導入管は、前記ドーパントガスに加えて、 Al を除去するエッチングガスも前記反応室内に導入することを特徴とする請求項3ないし6のいずれか1つに記載の炭化珪素半導体におけるエピタキシャル成長装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、 Al をドーパントとする炭化珪素（以下、 SiC という）半導体をエピタキシャル成長させることができるエピタキシャル成長装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献1において、 p 型不純物や n 型不純物を共にドーブできる SiC 半導体のエピタキシャル成長装置が開示されている。このエピタキシャル成長装置では、反応室と、反応室内に Si （シリコン）を含む Si 原料ガスを供給する第1の供給路および C （炭素）を含む C 原料ガスを供給する第2の供給路と、 n 型不純物のドーパントガスを供給する第3の供給路と、 p 型不純物のドーパントガスを供給する第4の供給路とを有している。これら第1～第4の供給路が反応室のガス導入管の手前でまとめられ、1つのガス導入管を通じて反応室内に各種ガスが供給される。これにより、反応室内に配置された SiC 半導体基板の上に n 型不純物や p 型不純物がドーブされた SiC 半導体がエピタキシャル成長させられるようになっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-187113号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、 p 型不純物のドーパントガスとして、 TMA （Trimethylaluminium：トリメチルアルミニウム）ガスを用いる場合、 TMA に含まれる Al をドーピングする際に、加熱された反応室や SiC 半導体基板の輻射熱によってガス導入管が加熱され、ガス導入管の内壁に TMA が熱分解された Al が付着する。この付着した Al が再蒸発や剥がれによってエピタキシャル成長層中に取り込まれ、エピタキシャル成長層内における Al のドーピング濃度を安定させることが困難になるという問題がある。

【0005】

本発明は上記点に鑑みて、 Al のドーピング濃度を安定化させられる SiC 半導体のエピタキシャル成長装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、内部空間を有するチャンバー（1）と、チャンバー内に配置され、炭化珪素半導体基板（9）の載置面を構成するサセプタ（2）と、サセプタの周囲を囲むと共に炭化珪素半導体基板の上に炭化珪素半導体層（10）をエピタキシャル成長させる成長空間を構成する反応室（3）と、反応室内に炭化珪素の原料ガスを導入する第1ガス導入管（4）と、反応室内に Al を含む p 型不純物のドーパントガスを導入する第2ガス導入管（5）と、成長空間から流出したガスをチャンバーから排出させるガス排出管（6）と、反応室を加熱する第1加熱装置（7）と、を備え、第2ガス導入管は、ドーパントガスに加えて、 Al を除去するエッチングガスも反応

50

室内に導入することを特徴としている。

【0007】

このように、第1ガス導入管と第2ガス導入管を分け、Alが含まれるp型不純物のドーパントガスが導入される第2ガス導入管側にAlを除去できるエッチングガスを導入するようにしている。このため、第2ガス導入管の内壁面にAlが付着しようとしても、エッチングガスによって除去され、Alの付着を抑制することが可能となる。したがって、付着したAlの再蒸発や剥がれを抑制でき、エピタキシャル成長させられるSiC半導体層中に余分なAlが取り込まれることを抑制できる。これにより、SiC半導体層内におけるAlのドーピング濃度を安定化させることが可能となる。

【0008】

請求項3に記載の発明では、第2ガス導入管を加熱する第2加熱装置(13)を備えていることを特徴としている。

【0009】

このように、第2加熱装置を備えることで、第2ガス導入管を加熱できるようにしている。つまり、Alの付着し得る温度はAlの融点温度の660未満であるが、第2ガス導入管を加熱することで、第2ガス導入管がAlの付着し得る温度であるAlの融点温度の660以上になるようにできる。これにより、第2ガス導入管にAlが付着することを抑制することができる。

【0010】

請求項5に記載の発明では、第2ガス導入管に連結され、該第2ガス導入管に660

。

【0011】

このように、高温ガス導入管を第2ガス導入管に連結し、第2ガス導入管に高温ガスが導入されるようにしている。これにより、第2ガス導入管を加熱でき、Alの付着し得る温度であるAlの融点温度の660以上になることから、第2ガス導入管にAlが付着することを抑制することができる。

【0012】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるSiC半導体のエピタキシャル成長装置の断面構成を示す図である。

【図2】本発明の第2実施形態にかかるSiC半導体のエピタキシャル成長装置の断面構成を示す図である。

【図3】本発明の第3実施形態にかかるSiC半導体のエピタキシャル成長装置の断面構成を示す図である。

【図4】本発明の第4実施形態にかかるSiC半導体のエピタキシャル成長装置の断面構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【0015】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態にかかるSiC半導体におけるエピタキシャル成長装置について、図1を参照して説明する。

【0016】

図1に示すように、エピタキシャル成長装置は、チャンバー1、サセプタ2、反応室3

10

20

30

40

50

、第1、第2ガス導入管4、5、ガス排出管6、第1加熱装置7および断熱材8を備えた構成とされ、SiC半導体基板9の表面にSiC半導体層10をエピタキシャル成長させる。

【0017】

チャンパー1は、上面1aや底面1bおよび側面1cを有した中空形状とされ、内部空間にサセプタ2や反応室3などが配置されるものである。チャンパー1は、例えばSUS等によって構成されている。

【0018】

サセプタ2は、エピタキシャル成長が行われるSiC半導体基板9を搭載する載置面を構成する。本実施形態の場合、サセプタ2は、チャンパー1の底面の中央位置に配置されており、サセプタ2の上面を載置面としてSiC半導体基板9が搭載されている。サセプタ2は、図示しない回転機構によってエピタキシャル成長中にSiC半導体基板9の表面に対する法線方向を中心軸方向として回転させられるようになっている。例えば、サセプタ2は、黒鉛製もしくは表面をTaC（炭化タンタル）やNbC（炭化ニオブ）などの高融点金属炭化物にてコートした黒鉛もしくは全体が高融点金属炭化物によって構成されている。なお、ここでいう高融点金属炭化物とは、SiC半導体層10の成長に用いられる温度（例えば1600程度）でも溶融しない金属炭化物のことを意味している。

10

【0019】

反応室3は、チャンパー1の内部空間を仕切ってガス導入が行われる部屋を構成する壁部材であり、サセプタ2の周囲を囲むように配置され、エピタキシャル成長が行われる成長空間11を構成する。反応室3は、黒鉛製もしくは表面をTaCやNbCなどの高融点金属炭化物やSiCにてコートした黒鉛もしくは全体が高融点金属炭化物によって構成されている。本実施形態では、反応室3は、上壁面3aと側壁面3bおよびフランジ面3cを有した形状によって構成されている。

20

【0020】

上壁面3aは、サセプタ2およびSiC半導体基板9の上面に対して対向するように配置されている。上壁面3aには複数個のガス導入孔が設けられており、SiC半導体基板9の上面に対する法線方向から各種ガスを供給できるようにしてある。

【0021】

側壁面3bは、例えば円筒形状のような柱体形状をなしており、サセプタ2の周囲を囲むように配置され、上方端側に上壁面3aが配置されている。側壁面3bと上壁面3aとは一体化されているが、別体とされていても良い。側壁面3bの寸法、例えば円筒形状で構成されている場合の内径寸法は、サセプタ2の寸法よりも大きくされており、側壁面3bとサセプタ2との間に隙間が設けられている。

30

【0022】

フランジ面3cは、側壁面3bの下方端側の外周面から径方向外方に向かって延設されている。このフランジ面3cがチャンパー1の内周壁に固定されることで、反応室3がチャンパー1内の所望位置に設置されている。

【0023】

このように構成された反応室3により、チャンパー1の内部空間が2部屋に区画される。そして、反応室3の室内が含まれる部屋、つまりSiC半導体基板9が配置される部屋がガス導入が行われてSiC半導体層10をエピタキシャル成長させる成長空間11となり、その周囲が不活性ガスが導入される空間12となる。側壁面3bとサセプタ2との間に設けられた隙間があることから、成長空間11は後述するガス排出管6に繋がっている。

40

【0024】

第1ガス導入管4は、チャンパー1の上面に形成された複数の開口部のうちの1つを通じて反応室3の上壁面3aに形成されたガス導入孔の1つに繋がられた管状部材であり、例えばSUS等によって構成されている。第1ガス導入管4は、Si原料ガス（例えばSiH₄などのシラン系ガス）、C原料ガス（C₃H₈などのプロパン系ガス）を導入する。

50

ここでは、第1ガス導入管4を通じて、Si原料ガスやC原料ガスと共にキャリアガス（例えばH₂（水素）など）を導入している。

【0025】

第2ガス導入管5も、チャンパー1の上面に形成された複数の開口部のうちの1つを通じて反応室3の上壁面3aに形成されたガス導入孔の1つに繋がれた管状部材であり、例えばSiCや黒鉛等によって構成されている。第2ガス導入管5は、p型不純物を含むドーパントガス（例えばTMAなど）を導入する。ここでは、第2ガス導入管5を通じて、p型不純物のドーパントガスに加えて、Alを除去することができるエッチングガス（例えばHCl）やキャリアガス（例えばH₂など）を導入している。

【0026】

ガス排出管6は、チャンパー1内から不要ガスを排出させるものである。本実施形態の場合、ガス排出管6は、チャンパー1の底面に設けられており、成長空間11から流出してきたSi原料ガスやC原料ガスの未反応ガス、キャリアガスなどが排出されるようになっている。

【0027】

第1加熱装置7は、直接加熱方式もしくは誘導加熱方式いずれの加熱方式による加熱を行うものであっても良いが、本実施形態の場合、第1加熱装置7として、高周波誘導（RF）加熱による加熱を行うものが適用されている。この第1加熱装置7によって側壁面3bが加熱され、成長空間11内に導入されるSi原料ガスやC原料ガスを加熱分解し、エピタキシャル成長が行われる雰囲気形成している。

【0028】

断熱材8は、反応室3を覆うように配置され、成長空間11内の温度がエピタキシャル成長に適した温度を維持できるようにしている。

【0029】

このようにして、本実施形態にかかるSiC半導体におけるエピタキシャル成長装置が構成されている。なお、ここでは図示していないが、チャンパー1内のうち成長空間11と異なる空間12内にAr（アルゴン）などの不活性ガスを導入している。そして、例えばフランジ面3cに開口部を形成し、不活性ガスもガス排出管6を通じて排出させられるように構成している。

【0030】

このように構成されたエピタキシャル成長装置では、第1加熱装置7の加熱によって反応室3が加熱させられると、反応室3やSiC半導体基板9などの輻射熱によって第2ガス導入管5も例えば500～1200の範囲というAlが付着し得る温度に加熱される。

【0031】

このため、第1ガス導入管4と第2ガス導入管5を分け、Alが含まれるp型不純物のドーパントガスが導入される第2ガス導入管5側にAlを除去できるエッチングガスを導入するようにしている。このため、第2ガス導入管5の内壁面にAlが付着しようとしても、エッチングガスによって除去され、Alの付着を抑制することが可能となる。

【0032】

したがって、付着したAlの再蒸発や剥がれを抑制でき、エピタキシャル成長させられるSiC半導体層10中に余分なAlが取り込まれることを抑制できる。これにより、SiC半導体層10内におけるAlのドーピング濃度を安定化させることが可能となる。

【0033】

（第2実施形態）

本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対して第2ガス導入管5の構成を変更したものであり、その他については第1実施形態と同様であるため、第1実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0034】

図2に示すように、本実施形態では、第2ガス導入管5を内側導入管5aとその外側に

10

20

30

40

50

設けた外側導入管 5 b とを備えた 2 重構造としている。そして、内側導入管 5 a から A 1 を含む p 型不純物のドーパントガス（例えば TMA）を導入し、外側導入管 5 b から A 1 のエッチングガス（例えば HCl）を導入する。また、本実施形態の場合、内側導入管 5 a と外側導入管 5 b それぞれから、キャリアガス（例えば H₂）も同時に導入している。

【0035】

このように、A 1 を含むドーパントガスの周囲にエッチングガスを導入することで、第 2 ガス導入管 5 に A 1 が付着することを抑制することもできる。なお、本実施形態の場合、内側導入管 5 a の先端が外側導入管 5 b の先端よりも内側、つまり突き出ないようにしている。このため、内側導入管 5 a の先端に的確にエッチングガスが供給されるようにでき、より確実に第 1 ガス導入管 5 への A 1 の付着を抑制することができる。

10

【0036】

（第 3 実施形態）

本発明の第 3 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対して A 1 の付着抑制の構成を変更したものであり、その他については第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0037】

図 3 に示すように、本実施形態では、第 2 ガス導入管 5 を加熱する第 2 加熱装置 1 3 を備えている。具体的には、第 2 ガス導入管 5 の周囲に第 2 加熱装置 1 3 が配置されており、第 2 加熱装置 1 3 にて第 2 ガス導入管 5 を直接加熱できるようになっている。第 2 加熱装置 1 3 は、直接加熱方式もしくは誘導加熱方式いずれの加熱方式による加熱を行うものであっても良いが、本実施形態の場合、第 2 加熱装置 1 3 として、高周波誘導（RF）加熱による加熱を行うものが適用されている。

20

【0038】

このように、第 2 加熱装置 1 3 を備えることで、第 2 ガス導入管 5 を加熱できるようにしている。つまり、A 1 の付着し得る温度は A 1 の融点温度の 660 未満であるが、第 2 ガス導入管 1 3 を加熱することで、第 2 ガス導入管 5 が A 1 の付着し得る温度である A 1 の融点温度の 660 以上になるようにしている。これにより、第 2 ガス導入管 5 に A 1 が付着することを抑制することができる。また、第 2 ガス導入管 5 からは、A 1 を除去するエッチングガスを導入していなくても良いが、導入することでより A 1 の付着を抑制できる。

30

【0039】

なお、第 1 ガス導入管 4 や第 2 ガス導入管 5 は、チャンバー 1 の外部においてガスポンベと接続されることから、チャンバー 1 の外部では冷却されることになる。このため、第 1 加熱装置 7 の加熱に基づく輻射熱の影響で第 1 ガス導入管 4 や第 2 ガス導入管 5 が加熱されたとしても、その温度は A 1 が付着する温度の範囲内となる。しかしながら、本実施形態のように、第 2 ガス導入管 5 を積極的に加熱することで、第 2 ガス導入管 5 自体が A 1 の付着温度以上となるようにすることで、第 2 ガス導入管 5 に A 1 が付着することを抑制することが可能となる。

【0040】

（第 4 実施形態）

本発明の第 4 実施形態について説明する。本実施形態も、第 1 実施形態に対して A 1 の付着抑制の構成を変更したものであり、その他については第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

40

【0041】

図 4 に示すように、本実施形態では、第 2 ガス導入管 5 内に高温ガス導入管 1 4 を連結し、高温ガス導入管 1 4 の周囲に配置した第 2 加熱装置 1 3 による加熱に基づいて高温ガス導入管 1 4 から高温ガスが導入されるようにしている。高温ガスは、A 1 の付着し得る温度である A 1 の融点温度の 660 以上に加熱されたガスである。高温ガスとしては、例えば H₂、He（ヘリウム）などの不活性ガス、HCl などのエッチングガスを用いることができる。TMA ガスのような A 1 を含む p 型不純物ガスについては、ドーパントガ

50

スとして用いるのに適した温度があることから、高温にするのが好ましくない場合がある。したがって、ドーパントガスではないガスを高温ガスとして用いている。

【0042】

このように、高温ガス導入管14を第2ガス導入管5に連結し、第2ガス導入管5に高温ガスが導入されるようにしている。これにより、第2ガス導入管5を加熱でき、Alの付着し得る温度であるAlの融点温度の660以上にできることから、第2ガス導入管5にAlが付着することを抑制することができる。また、第2ガス導入管5からは、Alを除去するエッチングガスを導入していなくても良いが、導入することによりAlの付着を抑制できる。

【0043】

(他の実施形態)

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【0044】

例えば、第1～第4実施形態で説明したチャンバー1、サセプタ2および反応室3などの形状、さらにはガス種などは一例を示したに過ぎず、他の形状やガス種を用いても構わない。また、上記実施形態では、Alを含むp型不純物のドーパントガスを導入するエピタキシャル成長装置を例に挙げたが、これに加えて熱分解温度が低いSiH₄やB₂H₆などのガスやN₂などのn型不純物のドーパントガスも導入できる構造であっても良い。

【0045】

また、上記各実施形態では、チャンバー1内に反応室3を設けた構造とし、これらを別々のものとして構成した場合について説明したが、チャンバー1自体が反応室3を構成する構造であっても良い。すなわち、反応室3がサセプタ2の周囲を囲むようにして成長空間11を構成されるものであれば、反応室3がチャンバー1自体によって構成されていても、チャンバー1と別体のものであっても、いずれであっても構わない。

【0046】

また、本発明では、ガス導入管をSiC半導体基板の上方の位置に設置した装置構成であったが、ガス導入管を基板に対して横方向に設置し、Alを含むp型不純物のドーパントガスと共にキャリアガスを基板に対して横方向に流す横型装置構成であっても構わない。

【符号の説明】

【0047】

- | | |
|-------|------------|
| 1 | チャンバー |
| 2 | サセプタ |
| 3 | 反応室 |
| 4、5 | 第1、第2ガス導入管 |
| 5a、5b | 内側、外側導入管 |
| 7、13 | 第1、第2加熱装置 |
| 9 | SiC半導体基板 |
| 10 | SiC半導体層 |
| 11 | 成長空間 |
| 14 | 高温ガス導入管 |

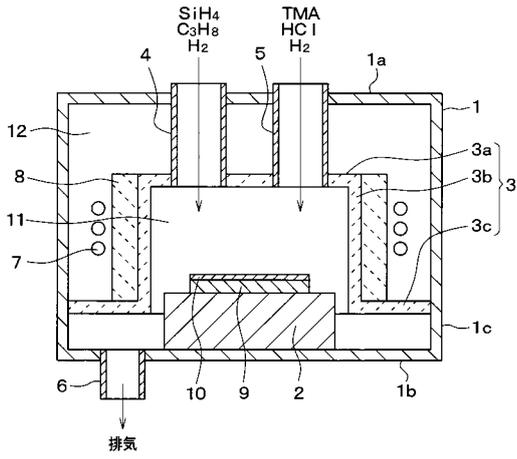
10

20

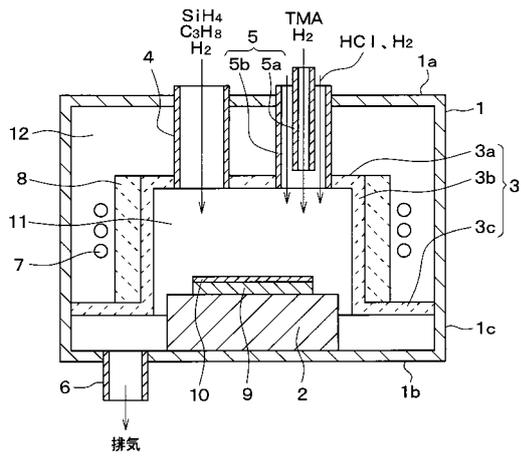
30

40

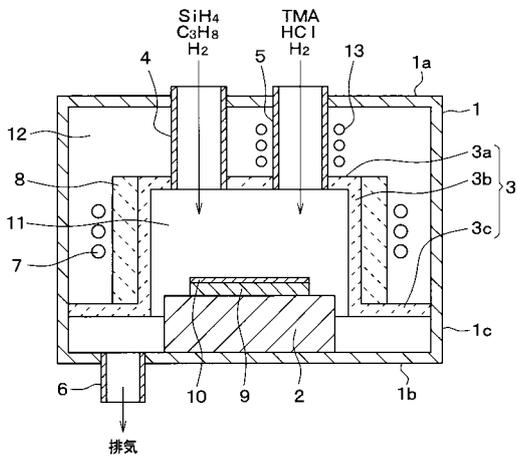
【図 1】



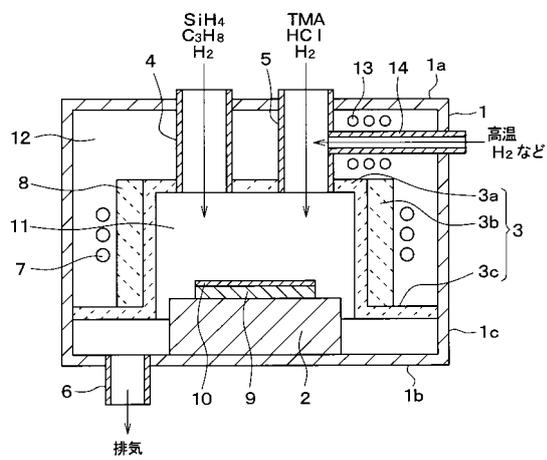
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 内藤 正美
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 藤林 裕明
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 土田 秀一
神奈川県横須賀市長坂2-6-1 一般財団法人電力中央研究所 材料科学研究所内
- (72)発明者 鎌田 功穂
神奈川県横須賀市長坂2-6-1 一般財団法人電力中央研究所 材料科学研究所内
- (72)発明者 伊藤 雅彦
神奈川県横須賀市長坂2-6-1 一般財団法人電力中央研究所 材料科学研究所内
- (72)発明者 深田 啓介
埼玉県秩父市下影森1505番地 昭和電工株式会社内
- (72)発明者 上東 秀幸
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 5F045 AA03 AB06 AC01 AC07 AC13 AC19 AD09 AD10 AD11 AD12
AD13 AD14 AD15 AF02 BB04 BB15 DP03 DP28 EB06 EC09
EE13 EF01 EK03 EK10 EM09