

(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2012-190903
(P2012-190903A)

(43) 公開日 平成24年10月4日 (2012.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205	4 K O 3 O
H O 1 L 21/365 (2006.01)	H O 1 L 21/365	5 F O 4 5
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	C 2 3 C 16/455	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-51550 (P2011-51550)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成23年3月9日 (2011.3.9)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	110001092
			特許業務法人サクラ国際特許事務所
		(72) 発明者	佐藤 裕輔
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		Fターム(参考)	4K030 AA11 AA13 AA16 AA17 AA18 BA08 BA38 EA01 EA03 EA05 FA10 JA05 KA12 LA13 LA14 5F045 AA04 AB10 AB14 AB17 AB22 AC01 AC08 AC12 AC15 AC19 BB01 BB15 DA53 DP03 EE17 EF05 EF09

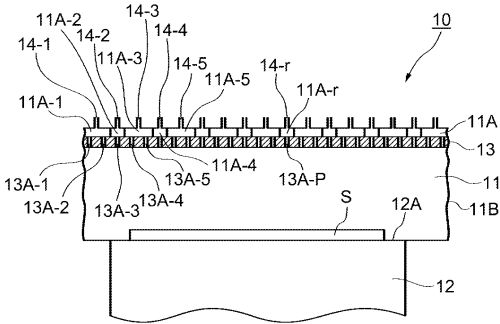
(54) 【発明の名称】 気相成長装置、及び気相成長方法

(57) 【要約】

【課題】気相成長時に原料ガス流量は大きく変化した場合においても、基板上において、膜質劣化のない膜体を高い再現性の下に作製することが可能な整流板を有する気相成長装置及び気相成長方法を提供する。

【解決手段】実施形態の気相成長装置は、複数のガス導入部、及びこれら複数のガス導入部の下方に位置するガス反応部を含む反応管と、前記反応管の、前記ガス反応部の内部に表面が露出し、前記表面に基板を載置及び固定するためのサセプタとを具える。また、前記反応管の、前記複数のガス導入部及び前記ガス反応部間に設けられた整流板と、前記反応管の、前記複数のガス導入部それぞれに接続されてなる複数のガス導入管と、前記反応管の外部において、前記複数のガス導入管それぞれに供給すべきガスを切り替えるための切替装置と、を具える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のガス導入部、及びこれら複数のガス導入部の下方に位置するガス反応部を含む反応管と、

前記反応管の、前記ガス反応部の内部に表面が露出し、前記表面に基板を載置及び固定するためのサセプタと、

前記反応管の、前記複数のガス導入部及び前記ガス反応部に設けられた整流板と、

前記反応管の、前記複数のガス導入部それぞれに接続されてなる複数のガス導入管と、

前記反応管の外部において、前記複数のガス導入管それぞれに供給すべきガスを切り替えるための切替装置と、

を具えることを特徴とする、気相成長装置。

10

【請求項 2】

前記切替装置は、前記複数のガス導入管それぞれに供給すべき原料ガス及びキャリアガスの切り替えを行い、前記反応管の前記ガス導入部に供給する前記原料ガスの流量を制御するように構成したことを特徴とする、請求項 1 に記載の気相成長装置。

【請求項 3】

前記複数のガス導入部は、前記整流板のガス供給口の配列方向に対して並列に配列されてなることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の気相成長装置。

【請求項 4】

前記原料ガスは、II 族ガス、III 族ガス、IV 族ガス、V 族ガス及び VI 族ガスからなる群より選ばれる少なくとも一種であることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれかーに記載の気相成長装置。

20

【請求項 5】

前記キャリアガスは、窒素ガス、水素ガス及びアルゴンガスからなる群より選ばれる少なくとも一種であることを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれかーに記載の気相成長装置。

【請求項 6】

複数のガス導入部、及びこれら複数のガス導入部の下方に位置するガス反応部を含む反応管の、前記ガス反応部の内部に表面が露出したサセプタ上に基板を載置及び固定する工程と、

30

前記反応管の、前記複数のガス導入部それぞれに接続されてなる複数のガス導入管から、前記反応管の、前記複数のガス導入部及び前記ガス反応部に設けられた整流板を介して、前記ガス反応部における前記基板に対して原料ガス及びキャリアガスを第 1 の流量比で供給し、前記基板上において第 1 の膜体を形成する工程と、

前記反応管の外部に設けられた前記複数のガス導入管それぞれに供給すべきガスを切り替えるための切替装置によって、前記複数のガス導入管それぞれに供給すべき原料ガス及びキャリアガスの切り替えを行い、前記ガス反応部における前記基板に対して原料ガス及びキャリアガスを前記第 1 の流量比と異なる第 2 の流量比で供給し、前記基板の前記第 1 の膜体上に第 2 の膜体を形成する工程と、

を具えることを特徴とする、気相成長方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、気相成長装置、及び気相成長方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

有機金属気相成長 (MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor deposition) 法は、代表的な気相成膜法の一つであり、例えば III 族有機金属を気化させ、キャリアガス及び V 族ガスとともに供給し、それを基板表面で熱的に反応させて成膜する方法である。この方法は膜厚や組成の制御が可能であり、かつ生産性に優れていることから、半導体デバイスを製造

50

する際の成膜技術として広く用いられている。

【0003】

MOCVD法に用いられるMOCVD装置は、反応管と、反応管内に配置されたサセプタと、このサセプタ上に載置された基板表面に反応ガスを流すためのガス導入管とを備えている。MOCVD装置においては、サセプタ上に基板を載置し、基板を適当な温度に加熱し、ガス導入管を通じて基板表面に有機金属のガス等の原料ガス及び窒素ガス等のキャリアガスを導入することにより成膜が行なわれる。

【0004】

原料ガス等を基板表面に供給する際に、ガス導入管から基板に対向した整流板を介して反応管内にIII族ガスとV族ガスとを導入することが行われている（特許文献1）。

10

【0005】

一方、MOCVD法によって複数の膜を積層させ、所定のデバイスを作製するような場合においては、同一のMOCVD装置を用いて上記複数の膜を連続して形成することになる。しかしながら、これら複数の膜は一般に成分組成が異なるため、同一のMOCVD装置を用いて上記複数の膜を連続して作製する場合、膜毎にガス導入管から反応管に導入すべき原料ガスの種類及び流量を大きく変化させることが要求される場合がある。

【0006】

基板と整流板とを近接させた近接整流板型リアクタ、または、基板と整流板との距離をとり、基板を数百～数千rpmで回転させる高速回転型リアクタでは、基板への成膜の均一性を実現するために、整流板から均一にガスが供給される必要がある。例えば、孔を多数設けた整流板の場合、整流板近傍では、孔からの吹き出しに伴う流れの不均一があるが、基板近傍の境界層まで流れる間に、ほぼ均一な流れが実現される必要がある。

20

【0007】

ある大きさを持つ整流板から均一にガスを流出させるためには、ガスが整流板を通過する際に、適切な圧力損失が生じるようにし、整流板上流側のガスの流れに起因する整流板からの流出の不均一が発生しないようにする必要がある。ところが、整流板を通過する原料ガスの種類や流量が大きく変化し、例えば、ガスの流量が小さくなり、ガスが整流板を通過する際の圧損が小さくなりすぎると、整流板面内で流出量の分布が大きくなる。一方、例えば、ガスの流量が大きくなると、整流板の孔から出た噴流が均一化される前に基板に到達し、成膜の不均一の要因となる。また、整流板面内での流出量の不均一や、噴流は、反応管内で渦を生じさせる要因となり、整流板近傍でのパーティクルの生成や、整流板への堆積物の要因となる。

30

【0008】

また、上記生成物が成膜過程あるいは成膜後の膜面に付着し、当該膜の特性劣化を生ぜしめてしまうという問題もあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特許第2804959号

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明が解決しようとする課題は、気相成長時に原料ガス流量が大きく変化した場合においても、基板上において、膜質劣化のない膜体を高い再現性の下に作製することが可能な整流板を有する気相成長装置及び気相成長方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

実施形態の気相成長装置は、複数のガス導入部、及びこれら複数のガス導入部の下方に位置するガス反応部を含む反応管と、前記反応管の、前記ガス反応部の内部に表面が露出し、前記表面に基板を載置及び固定するためのサセプタとを具える。また、前記反応管の

50

、前記複数のガス導入部及び前記ガス反応部間に設けられた整流板と、前記反応管の、前記複数のガス導入部それぞれに接続されてなる複数のガス導入管と、前記反応管の外部において、前記複数のガス導入管それぞれに供給すべきガスを切り替えるための切替装置と、を具える。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態における気相成長装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す気相成長装置の整流板を拡大して示す図である。

【図3】図1に示す気相成長装置の切替装置の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1は、本実施形態における気相成長装置の概略構成を示す断面図であり、図2は、図1に示す気相成長装置の整流板を拡大して示す図である。図3は、図1に示す気相成長装置の切替装置の概略構成を示す図である。

【0014】

図1に示すように、本実施形態の気相成長装置10は、複数のガス導入部11A、及びこれら複数のガス導入部11Aの下方に位置するガス反応部11Bを含む反応管11と、反応管11の、ガス反応部11Bの内部に表面12Aが露出してなるサセプタ12とを具える。なお、複数のガス導入部11Aは、それぞれ11A-1, 11A-2, 11A-3, 11A-4, 11A-5・・・11A-r・・・などの符号が付されている。

【0015】

サセプタ12は、図示しないヒータにより加熱され、基板Sを所定の温度にする。ガス反応部11Bは、上述のように、基板Sを配置し、原料ガス及びキャリアガスを基板Sの表面に導入することにより、基板S上に膜作製を行う、いわゆる成膜室として機能するものである。

【0016】

また、図1に示すように、反応管11の、複数のガス導入部11A及びガス反応部11B間には、整流板13が設けられている。整流板13には、複数のガス供給口が形成され、それぞれ13A-1, 13A-2, 13A-3, 13A-4, 13A-5・・・13A-p・・・などの符号が付されている。

【0017】

さらに、図1に示すように、複数のガス導入部11Aには、それぞれガス導入管14-1, 14-2, 14-3, 14-4, 14-5・・・14-r・・・が接続されている。なお、各ガス導入管は各ガス導入部と対応するようにして設けられている。例えば、ガス導入管14-1は、ガス導入部11A-1に接続され、ガス導入管14-2は、ガス導入部11A-2に接続されている。

【0018】

また、図2から明らかなように、複数のガス導入部11A-1等は、整流板13の複数のガス供給口13A-1等と並列に配列されている。なお、このような配列関係を取ることにより、以下に説明する原料ガス等の流速及び流量制御による基板Sに対する原料ガス等の供給の均一性が増大し、形成すべき膜の均一性及び再現性を増大させることができる。

【0019】

また、本実施形態の気相成長装置10においては、反応管11の外部において、ガス導入管14-1等に供給すべきガスを切り替えるための切替装置20が取り付けられている。なお、切替装置20は、本来的には、ガス導入管の数(r個)に準じた切替素子を有するが、本実施形態では、気相成長装置10の特徴及び以下に説明する気相成長方法の特徴を明確化すべく、ガス導入管14-1, 14-2及び14-3に接続する切替素子のみを示している。

【0020】

10

20

30

40

50

第1の切替素子21は、第1のガス導入管14-1に供給すべきガスを切り替えるための素子であって、第1のガス導入管14-1に接続されており、本実施形態では、V族ガスに同伴させるキャリアガスとしての水素ガス及び窒素ガスの流量を制御するマスフローコントローラ211及び213と、これらマスフローコントローラと第1のガス導入管14-1との間に設けられたバルブ212及び214とを有している。また、別途設けた原料ガス供給源から流量調整された原料ガスとしての例えばV族ガスに対するバルブ216を有している。

【0021】

第2の切替素子22は、第2のガス導入管14-2に供給すべきガスを切り替えるための素子であって、第2のガス導入管14-2に接続されており、本実施形態では、単独、もしくはIII族ガス及びV族ガスに同伴させるキャリアガスとしての水素ガス及び窒素ガスの流量を制御するマスフローコントローラ221及び223と、これらポンペと第2のガス導入管14-2との間に設けられたバルブ222及び224とを有している。また、別途設けた原料ガス供給源から流量調整された原料ガスとしてのV族ガス及びIII族ガスに対するバルブ226及び228を有している。

10

【0022】

第3の切替素子23は、第3のガス導入管14-3に供給すべきガスを切り替えるための素子であって、第3のガス導入管14-3に接続されており、本実施形態では、III族ガスに同伴させるキャリアガスとしての水素ガス及び窒素ガスの流量を制御するマスフローコントローラ231及び233と、これらマスフローコントローラと第3のガス導入管14-3との間に設けられたバルブ232及び234とを有している。また、別途設けた原料ガス供給源からの原料ガスとしての例えばIII族ガスに対するバルブ236を有している。

20

【0023】

次に、図1に示す気相成長装置10を用いた気相成長方法について説明する。なお、本実施形態では、気相成長装置10の特徴及び以下に説明する気相成長方法の特徴を明確にすべく、原料ガスとしてトリメチルガリウム(TMG 、 $\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$)のIII族ガス及びアンモニア(NH_3)のV族ガスを使用して、基板S上にGaN膜を形成する場合について説明する。また、本実施形態では、主としてV族ガスとしての NH_3 ガスの流量を大きく変化させた場合について説明する。

30

【0024】

例えば、サファイア基板上に青色発光素子を形成する場合に、低温バッファGaN層、高温GaN層、シリコンドープGaN層、活性層バリアGaN層、マグネシウムドープGaN層等のGaN層を形成する必要がある、適切な NH_3 ガスの流量はそれぞれのGaN層で異なることがある。

【0025】

最初に、例えば第1のガス導入管14-1に接続された切替装置20の第1の切替素子21から、原料ガスとしての NH_3 ガスを反応管11の第1のガス導入部11A-1に供給し、第2のガス導入管14-2に接続された切替装置20の第2の切替素子22から、キャリアとしての窒素ガスを反応管11の第2のガス導入部11A-2に供給する。また、第3のガス導入管14-3に接続された切替装置20の第3の切替素子23から、TMG及びキャリアガスとしての水素ガスを反応管11のガス導入部11A-3に供給する。

40

【0026】

この場合において、第1の切替素子21及び第1のガス導入管14-1から所定の流量で NH_3 ガスを反応管11の第1のガス導入部11A-1に供給するとともに、第2の切替素子22及び第2のガス導入管14-2から所定の流量で窒素ガスを反応管11の第2のガス導入部11A-2に供給する。また、第3の切替素子23及び第3のガス導入管14-3から所定の流量でTMGと水素ガスを反応管11のガス導入部11A-3に供給する。

【0027】

50

第1のガス導入部11A-1に供給された NH_3 ガスは、整流板13の第1のガス供給口13A-1及び第2のガス供給口13A-2を通して、反応管11の反応部11B内に導かれ、基板S上に供給される。第2のガス導入部11A-2に供給された窒素ガスは、整流板13の第3のガス供給口13A-3を通して、反応管11の反応部11B内に導かれ、基板S上に供給される。第3のガス導入部11A-3に供給されたTMGと水素ガスは、整流板13の第4のガス供給口13A-4及び第5のガス供給口13A-5を通して、反応管11の反応部11B内に導かれ、基板S上に供給される。これによって、基板S上にはGaN膜が所定の厚さで形成されることになる。

【0028】

その他の整流板13のガス供給口からも同様に NH_3 ガス/窒素ガス/TMGと水素ガス/窒素ガス/ NH_3 ガス/窒素ガス/TMGと水素ガス/・・・のように、V族ガスとIII族ガスがキャリアガスを挟んで交互に整流板から供給される。

10

【0029】

なお、反応管11に導入する際の窒素ガス、 NH_3 ガス、及びTMGと水素ガスは、整流板13を通してガス反応部11Bに導入する際に、整流板面内で均一に流出するように、また、一部のガスの流速が大きくなって噴流が成膜に悪影響を与えないように、ガス流の乱れを生じないように、それぞれ所定の流速に設定する。

【0030】

次に、基板S上にGaN膜を形成する際、反応管11内に導入する NH_3 を、上述した状態(条件)から大幅に増大させる場合を考える。例えば、上述した状態(条件)から2倍量の NH_3 ガスを導入することを考えると、上述した状態の場合では、第2の切替素子22及び第2のガス導入管14-2から導入する NH_3 ガスの流速を2倍にしなければならない。

20

【0031】

すると、整流板13を通った後の NH_3 ガスが噴流となって、基板Sの表面に亘って NH_3 ガスやTMGの原料ガスが均一に供給されなくなり、得られるGaN膜の均一性や再現性が劣化してしまう場合がある。また、渦が生じ、気相中で原料ガス同士が反応してしまい、この結果得られる生成物が整流板13に付着し、整流板に堆積物を生じる場合がある。また、上記生成物が成膜過程あるいは成膜後のGaN膜面に付着し、当該膜の特性劣化を生ぜしめてしまう場合もある。

30

【0032】

したがって、上述のように NH_3 ガスの流量を2倍にするに際しては、上述のように流速を2倍にする代わりに、第2のガス導入管14-2に接続された、切替装置20の第2の切替素子22のバルブ224を閉、バルブ226を開として、第1のガス導入管14-2からも NH_3 ガスを反応管11のガス導入部11A内に導入するようにする。

【0033】

この場合、反応管11の反応部11B内には、整流板13の第1のガス供給口13A-1、第2のガス供給口13A-2のみならず、第3のガス供給口13A-3からも NH_3 ガスが導入されるようになる。なお、その他の整流板13のガス供給口からも同様に NH_3 ガス/ NH_3 ガス/TMGと水素ガス/ NH_3 ガス/ NH_3 ガス/ NH_3 ガス/TMGと水素ガス/・・・のように、V族ガスとIII族ガスが交互に整流板から供給される。

40

【0034】

したがって、 NH_3 ガスの流量を2倍にした場合においても、整流板からほぼ同じ NH_3 ガスの流速で、反応管11内の反応部11B内に当該 NH_3 ガスを導入することが可能となる。このため、整流板13を通った後も NH_3 ガスが噴流となることなく、基板Sの表面に亘って NH_3 ガスやTMGの原料ガスが均一に供給されるようになる。

【0035】

この結果、得られるGaN膜の均一性や再現性が劣化せず、膜の均一性及び再現性をより劣化させてしまうような不利益を防止することができる。さらに、整流板への堆積物を低減させ、上記生成物が成膜過程あるいは成膜後のGaN膜面に付着し、当該膜の特性劣

50

化を生ぜしめることをも抑制することができる。

【0036】

なお、以上においては、 NH_3 のガス流量を2倍にする場合について述べたが、流量の変化は2倍でなくてもよく、任意の流量変化をさせる場合に、整流板からの流れの乱れが低減するように供給するガスの種類と流量を設定する。

【0037】

また、基板S上にGaN膜を形成する際、キャリアガスとしては、窒素ガスと水素ガスとの任意の混合ガスを用いることができ、 NH_3 ガスにキャリアガスを同伴させてもよい。

【0038】

切替装置20の切替素子の数は4以上でもよい。ガス導入管への接続も例えばマニホールドを介して供給しても良い。

【0039】

以上においては、III族ガスとしてTMG、V族ガスとして NH_3 の場合について説明したが、III族ガスとしては、TMG以外にトリメチルインジウム(TMI 、 $\text{In}(\text{CH}_3)_3$)、トリメチルアルミニウム(TMA 、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)等を挙げることができ、V族ガスとしては、 NH_3 以外にターシャルブチルアミン($\text{t-C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$)、モノメチルヒドラジン($\text{N}_2\text{H}_3(\text{CH}_3)$)、アルシン(AsH_3)、ホスフィン(PH_3)等を挙げることができる。n型のドーパントとしてはシラン(SiH_4)、p型のドーパントとしてはジシクロペンタジニエルマグネシウム($(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mg}$)を用いる。

【0040】

InGaN層を成長させる場合には、III族ガスとして、TMGとTMIとを用いる。AlGaN層を成長させる場合は、III族ガスとして、TMGとTMAとを用いる。GaNを成長させる場合は、V族ガスとして、 AsH_3 を用いる。

【0041】

また、上述したIII族ガス及びV族ガス以外に、ジメチル亜鉛($\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$)等のII族ガス、メタン(CH_4)等のIV族ガス、セレン化水素(H_2Se)等のVI族ガスを用いることもできる。

【0042】

ZnSe を成長させる場合には、 $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$ と H_2Se とを用いる。カーボン等の膜を成長する場合に CH_4 を用いる。

【0043】

さらに、キャリアガスとしては窒素ガス、水素ガス以外に、アルゴンガスなども用いることができる。

【0044】

また、本実施形態においては、 NH_3 の流量を代えて同じGaN膜を形成する場合について説明したが、異なる組成、例えばInGaN膜を形成する場合等に、 NH_3 の流量を上述のように代えてもよい。

【0045】

なお、本実施形態では、複数のガス導入部11A-1等は、整流板13の複数のガス供給口13A-1等と並列に配列したが、複数のガス導入部11A-1は、整流板13に対して同心円状となるように配列することもできる。

【0046】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として掲示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

10

20

30

40

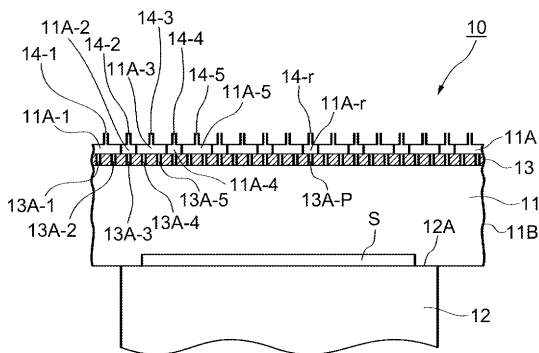
50

【 0 0 4 7 】

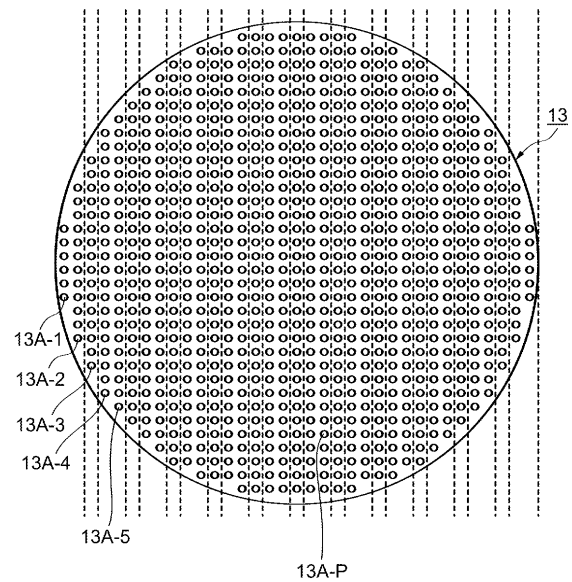
- 1 0 気相成長装置
- 1 1 反応管
- 1 1 A (1 1 A - 1 ~ 1 1 A - r) ガス導入部
- 1 1 B ガス反応部
- 1 2 サセプタ
- 1 3 整流板
- 1 3 A - 1 ~ 1 3 A - p ガス供給口
- 1 4 - 1 ~ 1 4 - r ガス導入管
- 2 0 切替装置
- 2 1 第 1 の切替素子
- 2 2 第 2 の切替素子
- 2 3 第 3 の切替素子

10

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

