

(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2007-329206

(P2007-329206A)

(43) 公開日 平成19年12月20日(2007.12.20)

(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 2 9
C 2 3 C 14/24 (2006.01)	C 2 3 C 14/24	5 F O 4 5
C 2 3 C 14/54 (2006.01)	C 2 3 C 14/54	D

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-157844 (P2006-157844)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成18年6月6日(2006.6.6)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
		(74) 代理人	110000338
			特許業務法人原謙三国際特許事務所
		(72) 発明者	二川 正康
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		Fターム(参考)	4K029 AA06 AA24 CA01 DA08 DB14
			5F045 AA05 BB02 EK24

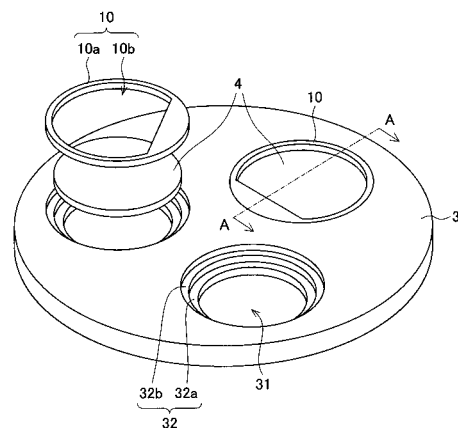
(54) 【発明の名称】 拡散板およびその利用

(57) 【要約】

【課題】成膜プロセス中に、基板の迅速な温度変化を実現するとともに、基板の温度分布を制御する。

【解決手段】拡散板10には、基板4の少なくとも一部の領域と重なるように、開口部10bが形成されており、非開口部10aは、基板加熱ヒータから照射された輻射エネルギーを拡散する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被加熱物と被加熱物の裏面を加熱する加熱手段との間に配置される拡散板であって、被加熱物および加熱手段のそれぞれに対し、隙間を有するように配置されており、被加熱物の少なくとも一部の領域と重なるように、少なくとも 1 つの開口部が形成されており、

非開口部は、加熱手段から照射された輻射エネルギーを拡散するようになっていることを特徴とする拡散板。

【請求項 2】

開口部は、相対的に加熱温度を高くすべき領域と重なるように形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の拡散板。 10

【請求項 3】

開口部は、被加熱物の温度分布が均一になるように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の拡散板。

【請求項 4】

開口部は、被加熱物の温度が不均一になるように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の拡散板。

【請求項 5】

加熱手段から放射される輻射エネルギーを、透過および反射する材料からなることを特徴とする請求項 1 に記載の拡散板。 20

【請求項 6】

窒化ホウ素からなるものであることを特徴とする請求項 5 に記載の拡散板。

【請求項 7】

上記開口部は、開口面積が異なるものであることを特徴とする請求項 1 に記載の拡散板。

【請求項 8】

被加熱物と被加熱物の裏面を加熱する加熱手段との間に配置される拡散板であって、周縁部の少なくとも一部に、被加熱物方向に突出しており、被加熱物の裏面と接触した突出部を有し、

被加熱物の少なくとも一部の領域と重なるように、開口部が形成されており、非開口部は、加熱手段から照射された輻射エネルギーを拡散するようになっていることを特徴とする拡散板。 30

【請求項 9】

請求項 1 または 8 に記載の拡散板を備えることを特徴とする成膜装置。

【請求項 10】

請求項 1 または 8 に記載の拡散板を用いることを特徴とする成膜方法。

【請求項 11】

被加熱物と被加熱物の裏面を加熱する加熱手段との間に配置される拡散板と、被加熱物および拡散板を保持する保持部材とを備えた被加熱物保持部材であって、

拡散板として、請求項 1 または 8 に記載の拡散板を備えることを特徴とする被加熱物保持部材。 40

【請求項 12】

拡散板の外周部と保持部材とが嵌合するようになっていることを特徴とする請求項 11 に記載の被加熱物保持部材。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被加熱物の温度分布を制御することのできる拡散板とその利用に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の成膜装置（基板処理装置）の一種である、分子線エピタキシャル装置（MBE装置）は、基板ホルダに保持された基板に対し、成膜処理を施す。図9は、基板ホルダ300の斜視図である。図10は、図9の基板ホルダ300のB-B断面図である。図9および図10に示すように、基板ホルダ300には、開口310が形成されている。開口310の周囲にはフランジ320が形成されており、フランジ320により、基板400のおもて面（成膜面）側が保持される。つまり、図9に示されているのは、基板400の裏面である。

【0003】

MBE装置では、基板400の裏面が加熱ヒータにより加熱されるとともに、基板400の成膜面には、分子線が照射される。これにより、基板400の結晶成長が行われる。

【0004】

基板400の結晶成長を均一にするには、分子線に暴露される基板400の領域の温度は、均一であることが望ましい。

【0005】

しかし、基板ホルダ300の外径とほぼ同等の外径の基板加熱ヒータから発生する輻射エネルギー強度分布を一様にとすると、一般に、基板加熱ヒータの中央から距離が遠くなるに従って基板400温度が低下する。これは、基板加熱ヒータの中央から距離が遠くなるに従って熱エネルギーの放射による損失が増える為である。

【0006】

このため、例えば、図9に示す基板ホルダ300に装着された基板400を輻射強度分布が一様である基板加熱ヒータで加熱すると、図11のように基板ホルダ300の内側（中央）ほど温度が高くなる基板温度分布となる。なお、基板ホルダ300中心からの距離が0に近い領域には基板400が存在しない為、データが無い。

【0007】

この基板温度分布は、基板ホルダ300の外径に対し、基板加熱ヒータの外径を十分大きくすると改善される。しかし、基板加熱ヒータの寸法が大きくなると、装置寸法やコストの点で問題を生ずるため、現実的ではない。

【0008】

そこで、基板加熱ヒータは、限られた寸法であっても基板温度分布が均一になるように工夫されて製作される。例えば、基板加熱ヒータ表面の輻射エネルギー分布に勾配を設ける方法や、基板加熱ヒータを複数部分に分割し、各部分の温度を独立に制御する方法が知られている。

【0009】

さらに、MBE装置は、基板の温度分布を均一にするために、均熱板を備えている。この均熱板は、基板と、基板を加熱する基板加熱ヒータとの間に配置される。

【0010】

MBE装置における均熱板の配置は、以下の2つに分類される。

（a）均熱板と基板との間に隙間（部分的な隙間も含む）がある構成（例えば、特許文献1, 2など）；

（b）均熱板と基板との間に隙間がない構成（例えば、特許文献3など）。

【0011】

（a）の構成は、均熱板が基板に接触しない構成、または、部分的に接触（部分接触）する構成といえる。一方、（b）の構成は、均熱板が、基板に、全面的に接触（全面接触）する構成といえる。

【特許文献1】特開昭62-35514号公報（1987年2月16日公開）

【特許文献2】特開昭62-134924号公報（1987年6月18日公開）

【特許文献3】特開平6-132233号公報（1994年5月13日公開）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、従来の均熱板では、成膜プロセス中に、基板の迅速な温度変化を実現することが困難である。

【0013】

具体的には、例えば、半導体装置の製造プロセスでは、複数の膜を順番に成長させることによって、複数の膜を積層する場合が多い。膜の成長温度（成膜温度）は、膜の組成によって異なる。つまり、組成の異なる複数の膜を成長させる場合、各々の膜の組成（成分）によって、適切な成長温度が異なる。このため、組成の異なる複数の膜を成長させる場合、ある膜の成長温度から、次の膜の成長温度へと、迅速に温度変化させる必要がある。

10

【0014】

しかし、従来の均熱板を用いると、そのような迅速な温度変化を、実現できない。すなわち、均熱板は、熱伝導を利用して、基板の均一な温度分布を実現するものである。つまり、均熱板は、均熱板自体の温度分布を均一にして、基板の温度分布を均一にするものである。このため、均熱板は、十分な厚さを必要とする。しかし、厚い均熱板が加熱されると、均熱板は大きな熱容量を有するようになる。その結果、その熱容量によって、均熱板の温度を、迅速に制御することができない。従って、従来の均熱板を用いると、成長温度を変化させるまでに待ち時間が発生するため、生産効率が非常に悪くなる。

【0015】

なお、従来の均熱板を用いると、組成の異なる膜を成長させる場合に限らず、単一の組成の膜を成長させる場合にも、生産効率が悪くなる。これは、成膜処理開始時の昇温と、終了後の降温とに要する時間が長くなるためである。

20

【0016】

一方、従来の均熱板は、基板の温度分布を均一にすることのみを目的としており、基板の温度分布を不均一にすることは意図されていない。つまり、従来の均熱板には、基板の温度分布を任意に制御することはできない。

【0017】

本発明の目的は、成膜プロセス中に、被加熱物の迅速な温度変化を実現することである。また、本発明の別の目的は、被加熱物の温度分布を制御することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0018】

上記の課題を解決するために、本発明の拡散板は、被加熱物と被加熱物の裏面を加熱する加熱手段との間に配置される拡散板であって、被加熱物および加熱手段のそれぞれに対し、隙間を有するように配置されており、被加熱物の少なくとも一部の領域と重なるように、少なくとも1つの開口部が形成されており、非開口部は、加熱手段から照射された輻射エネルギーを拡散するようになっていることを特徴としている。

【0019】

上記の構成によれば、拡散板の非開口部が、輻射エネルギーを拡散する機能を有している。このため、非開口部と重なった被加熱物の領域には、非開口部によって拡散された輻射エネルギーが照射される。一方、開口部と重なった被加熱物の領域には、開口部を透過した輻射エネルギーが照射される。すなわち、開口部と重なった被加熱物の領域には、加熱手段から放射された輻射エネルギーが、そのまま照射される。

40

【0020】

つまり、本発明の拡散板の開口部は、加熱手段から放射された輻射エネルギーを全て（100%）透過させるのに対し、非開口部は、その輻射エネルギーの一部を透過させる。これにより、開口部と重なる被加熱物の領域と、非開口部と重なる被加熱物の領域とに伝わる輻射エネルギーは、異なる。従って、開口部と非開口部との設定により、被加熱物の温度分布を任意に制御することができる。

【0021】

このように、上記の構成によれば、拡散板を介する被加熱物の加熱に、熱伝導率が利用

50

されず、輻射エネルギーが利用される。このため、本発明の拡散板は、拡散板自体の温度分布を均一にする必要がなく、均熱板のように厚くする必要もない。従って、拡散板を薄く形成できるため、拡散板が大きな熱容量を有することもない。それゆえ、成膜プロセス中に、被加熱物の迅速な温度変化を実現することができる。

【0022】

さらに、上記の構成によれば、開口部の位置、大きさ、数など、開口部の設定によって、被加熱物の温度分布を変更することができる。つまり、被加熱物の温度分布を、任意に制御することができる。例えば、本発明の拡散板は、基板の温度分布を均一にすることはもちろん、開口部の配置状態によっては、基板の温度分布を、任意の不均一な分布にすることもできる。

10

【0023】

また、上記の構成によれば、拡散板と被加熱物との間には、隙間が形成されている。このため、外部から拡散板に応力がかかったとしても、その隙間によって、その応力は直接、被加熱物にかからない。従って、被加熱物の割れを防止することができる。

【0024】

なお、「被加熱物の少なくとも一部の領域と重なるように、開口部が形成される」とは、被加熱物の少なくとも一部の領域の延長線上に、開口部が形成されているとも言い換えられる。

【0025】

本発明の拡散板では、開口部は、相対的に加熱温度を高くすべき領域と重なるように形成されていることが好ましい。

20

【0026】

上記の構成によれば、被加熱物の加熱温度を高めたい領域と重なるように、開口部が形成されている。これにより、被加熱物の温度分布を任意に制御することができる。

【0027】

なお、加熱温度を高くすべき領域とは、被加熱物の温度分布を均一にするときは、拡散板なしでは温度が低くなっている領域である。また、被加熱物の温度分布を不均一にするときは、その不均一な温度分布の温度が高い領域である。また、「開口部は、相対的に加熱温度を高くすべき領域と重なるように形成されている」とは、「被加熱物の加熱温度を高くすべき領域の延長線上に、開口部が形成されている」とも言い換えられる。

30

【0028】

本発明の拡散板では、開口部は、被加熱物の温度分布が均一になるように設けられていてもよい。これにより、加熱手段自身の温度分布に関係なく、被加熱物の温度分布を均一にすることができる。

【0029】

本発明の拡散板では、開口部は、被加熱物の温度が不均一になるように設けられていてもよい。これにより、加熱手段の温度分布とは異なるように、被加熱物の温度分布を設定することができる。

【0030】

本発明の拡散板では、加熱手段から放射される輻射エネルギーを、透過および反射する材料からなることが好ましい。

40

【0031】

上記の構成によれば、加熱手段から放射される輻射エネルギーが、拡散板に照射されると、拡散板は、その輻射エネルギーの一部を透過し、一部を反射する。これにより、輻射エネルギーの拡散が効率よく行える。

【0032】

なお、輻射エネルギーのほとんどを反射する材料から拡散板を構成した場合は、開口部の面積を大きくすることによって、被加熱物の温度分布の制御が可能である。

【0033】

本発明の拡散板では、窒化ホウ素からなるものであることが好ましい。

50

【 0 0 3 4 】

拡散板を窒化ホウ素から構成すると、拡散板に照射された輻射エネルギーを透過および反射することができる。これにより、輻射エネルギーの拡散が効率よく行える。

【 0 0 3 5 】

本発明の拡散板では、上記開口部は、開口面積が異なるものであってもよい。これにより、より適切な開口部形状を選択することができる。

【 0 0 3 6 】

本発明の拡散板は、上記の課題を解決するために、被加熱物と被加熱物の裏面を加熱する加熱手段との間に配置される拡散板であって、周縁部の少なくとも一部に、被加熱物方向に突出しており、被加熱物の裏面と接触した突出部を有し、被加熱物の少なくとも一部の領域と重なるように、開口部が形成されており、非開口部は、加熱手段から照射された輻射エネルギーを拡散するようになっている構成とすることもできる。

10

【 0 0 3 7 】

上記の構成によれば、前記拡散板と同様に、成膜プロセス中に、被加熱物の迅速な温度変化を実現することができる。また、被加熱物の温度分布を、任意に制御することができる。

【 0 0 3 8 】

なお、突出部は、被加熱物の温度制御をする必要のない拡散板の周縁部に形成されている。このため、被加熱物の温度分布の制御に影響はない。

【 0 0 3 9 】

本発明の成膜装置は、前記いずれかの拡散板を備えることを特徴としている。本発明の成膜装置は、被加熱物が基板であれば、基板処理装置または薄膜形成装置（薄膜製造装置）ともいえる。

20

【 0 0 4 0 】

本発明の成膜方法は、前記いずれかの拡散板を用いることを特徴とする成膜方法。本発明の成膜方法は、被加熱物が基板であれば、基板処理方法または薄膜形成方法（薄膜の製造方法）ともいえる。

【 0 0 4 1 】

上記各構成および方法によれば、本発明の拡散板を用いるため、成膜プロセス中に、被加熱物の迅速な温度変化を実現することができる。このため、成長温度を変化させるまでに待ち時間を短くできるため、生産効率を高めることができる。

30

【 0 0 4 2 】

本発明の被加熱物保持部材は、被加熱物と被加熱物の裏面を加熱する加熱手段との間に配置される拡散板と、被加熱物および拡散板を保持する保持部材とを備えた被加熱物保持部材であって、拡散板として、前記いずれかの拡散板を備えることを特徴としている。

【 0 0 4 3 】

上記の構成によれば、本発明の拡散板を備えるため、これにより、被加熱物の温度分布を任意に制御することができる。

【 0 0 4 4 】

本発明の被加熱物保持部材は、拡散板の外周部と保持部材とが嵌合するようになっていることが好ましい。これにより、拡散板の回転を抑えることができ、基板と拡散板に設けられた開口部との相対関係変化を防止することができる。従って、適切な基板温度分布を確実に得ることができる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 4 5 】

本発明の拡散板は、以上のように、被加熱物の少なくとも一部の領域と重なるように、開口部が形成されており、非開口部は、加熱手段から照射された輻射エネルギーを拡散する構成である。これにより、拡散板を薄く形成できるため、拡散板が大きな熱容量を有することもない。それゆえ、成膜プロセス中に、被加熱物の迅速な温度変化を実現することができるという効果を奏する。さらに、被加熱物の温度分布を、任意に制御することがで

50

きるという効果も奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、本発明の実施形態について、図1～図13に基づいて説明する。なお、本発明は、これに限定されるものではない。本発明の拡散板は、分子線エピタキシャル装置（MBE装置）および気相成長装置など、各種結晶成長装置（成膜装置）にも適用可能である。

【0047】

以下の実施形態では、本発明の拡散板を、分子線エピタキシャル装置（成膜装置）に適用した例について説明する。

【0048】

10

〔実施の形態1〕

本実施形態の成膜装置は、基板処理装置の1種である、分子線エピタキシー装置（MBE装置）である。図4は、本実施形態のMBE装置の模式図である。

【0049】

MBE装置100は、成膜室1内で、基板の成膜処理を行う。成膜室1は、円筒形様の真空チャンバ2から構成される。真空チャンバ2は、円筒形の中心軸が垂直になるように設置されている。

【0050】

MBE装置100は、成膜室1内部に、成膜処理が施される基板（被加熱物；図示せず）を保持する基板ホルダ3，基板を加熱する基板加熱ヒータ（加熱手段）5，成膜物質（原料）6が充填された複数（図4では2つ）のルツボ7，および、ルツボ7から照射される成膜物質6の分子線8を遮断する遮蔽板9を備えている。

20

【0051】

基板ホルダ3は、成膜処理を施す基板（図示せず）を保持する基板保持部材である。基板ホルダ3は、基板の成膜面がルツボ7側となるように、基板を保持する。基板ホルダ3には、後述のように、基板の温度を制御するための拡散板も保持している。基板ホルダ3の詳細は、後述する。通常、成膜時には、基板ホルダ3は回転する。

【0052】

基板加熱ヒータ5は、輻射によって基板を加熱する発熱体（加熱源）である。基板加熱ヒータ5は、基板の裏面（結晶成長を行う面と反対の面）に、輻射エネルギーを照射することにより、基板の加熱を行う。基板ホルダ3は、駆動軸により保持されており、駆動軸により昇降できるようになっている。基板加熱ヒータ5は、基板の結晶成長を行わない側（裏面側）に輻射エネルギーを照射して基板を加熱する。

30

【0053】

ルツボ7は、基板に照射する分子線を発生させるものである。ルツボ7内には、基板に照射する成膜物質（原料）6が充填されている。図4に示すように、ルツボ7は、真空チャンバ2の中心軸に対して、若干傾斜して複数（図4では2個）放射状に配置されている。成膜時には、ルツボ7内で成膜物質6が加熱溶解され、ルツボ7から発生する分子線8が基板に照射される。これにより、基板表面に結晶が成長する。なお、MBE装置100は、2つのルツボ7を有しており、2種類の分子線を発生するようになっている。ルツボ7の数は、発生させる分子線の種類（数）に応じて設定すればよく、特に限定されるものではない。

40

【0054】

遮蔽板9は、ルツボ7のそれぞれに対し設けられており、ルツボ7から発生する分子線の照射を切替えるものである。遮蔽板9は、その開閉により、基板に照射される分子線のオン/オフを行う。図4では、一方のルツボ7が遮蔽板9により閉状態となり、他方のルツボ7が遮蔽板9により開状態となっている。これにより、開状態となっているルツボ7から分子線が基板に照射される。

【0055】

MBE装置100は、基板加熱ヒータ5が、拡散板（後述）を輻射加熱し、拡散板を介

50

して、基板ホルダ 3 に装着された基板を、所望の温度まで昇温する構成となっている。本発明の最大の特徴は、基板ホルダ 3 に装着された基板の温度分布を制御するために、拡散板を用いることである。

【 0 0 5 6 】

図 1 は、基板ホルダ 3 による基板 4 および拡散板 1 0 の装着状態を示す斜視図である。図 1 に示すように、基板ホルダ 3 には、円形の開口（穴）3 1 が形成されている。開口 3 1 の形状は、基板 4 の形状によって変わる。図 1 では、基板 4 が円形であるため、開口 3 1 も円形となっている。図 1 では、3 つの開口 3 1 が形成されているが、開口 3 1 の数は、保持する基板 4 の数に応じて変更すればよく、特に限定されるものではない。例えば、開口 3 1 は、1 箇所でもよいし、2 0 箇所以上形成してもよい。

10

【 0 0 5 7 】

開口 3 1 の周囲には、基板 4 および拡散板 1 0 を保持するためのフランジ（サセプタ）3 2 が形成されている。段差状になっている。内側のフランジ 3 2 a には基板 4 が、外側のフランジ 3 2 b には拡散板 1 0 がそれぞれ保持される。これにより、基板 4 が、基板ホルダ 3 と拡散板 1 0 との間に配置される。内側のフランジ 3 2 a の内径は、基板 4 の外径よりも大きく設定されている。

【 0 0 5 8 】

図 2 は、図 1 の基板ホルダ 3 における A - A 断面図である。図 2 に示すように、基板 4 および拡散板 1 0 は、段差状のフランジ 3 2 に保持される。このため、基板 4 と拡散板 1 0 との間には、隙間が形成される。成膜室 1 内は、真空に保持されているため、この隙間も真空となる。基板 4 の成膜面をおもて面とすると、基板 4 の裏面と拡散板 1 0 とが対向する配置となっている。拡散板 1 0 は、外側のフランジ 3 2 b に保持されるため、基板 4 よりもやや大きい。本実施形態では、基板ホルダ 3 と拡散板 1 0 とから、被加熱物保持部材が構成される。

20

【 0 0 5 9 】

このように、基板ホルダ 3 に形成されたフランジ 3 2 によって、基板 4 および拡散板 1 0 の縁が保持される。このため、基板 4 および拡散板 1 0 が落下しない。なお、図 1 および図 2 において、拡散板 1 0 が配置される側（上側）が、基板加熱ヒータ 5（図 4 参照）側となる。また、基板 4 が配置される側（下側）が、ルツボ 7 側である。本実施形態の M B E 装置 1 0 0 は、複数の基板 4 の各々に対し、拡散板 1 0 を備える構成となっている。しかし、複数の基板 4 に対し、1 枚の拡散板 1 0 を備える構成であってもよい。また、フランジ 3 2 a ・ 3 2 b は、同等寸法のリング状部品で代替してもよい。

30

【 0 0 6 0 】

仮に、基板 4 表面上に拡散板 1 0 を載置する構成とした場合、両者を完全に密着させることは実質的に不可能である為、両者は部分的な接触となる。すると、接触している部分と隙間がある部分とでは熱伝導に大きな差が生じる。このため、逆に大きな温度分布が発生してしまう場合がある。

【 0 0 6 1 】

ここで、拡散板 1 0 について説明する。拡散板 1 0 は、基板 4 の温度分布を制御するためのものである。拡散板 1 0 は、非開口部 1 0 a と開口部 1 0 b とから構成される。拡散板 1 0 は、非開口部 1 0 a により拡散される輻射エネルギーと、開口部 1 0 b を透過する輻射エネルギーとを積極的に利用することの特徴とする。これによって、開口部 1 0 b を透過して基板 4 に伝わる輻射エネルギーと、非開口部 1 0 a を透過して被加熱物に伝わる輻射エネルギーとが異なるようになるため、基板 4 の温度分布を制御できる。

40

【 0 0 6 2 】

拡散板 1 0 の開口部 1 0 b は、基板 4 の少なくとも一部の領域と重なるように形成されている。拡散板 1 0 は、基板 4 と基板加熱ヒータ 5 との間に配置される。拡散板 1 0 は、基板 4 と基板加熱ヒータ 5 とに接触しない。

【 0 0 6 3 】

拡散板 1 0（非開口部 1 0 a）は、基板加熱ヒータ 5 から照射された輻射エネルギーを

50

拡散する機能を有するものである。ここで、「輻射エネルギーを拡散する機能を有する」とは、少なくとも、非開口部 10a に到達した輻射エネルギーの一部のみを透過する機能を有し、かつ、非開口部 10a から放射される輻射エネルギーの分布をあいまいにする機能を有することを示す。拡散板 10 では、後者の機能が重要である。なお、後者の機能は、輻射エネルギーの指向性を緩和すること、または、輻射エネルギーの透過方向をばらばらにすることともいえる。このように、「輻射エネルギーを拡散する」とは、通常何もなければ直進する輻射エネルギーを、分散させることともいえる。

【0064】

なお、非開口部 10a が、輻射エネルギーの一部を透過する機能を有し、輻射エネルギーの照射分布をあいまいにする効果を有さない場合、非開口部 10a と重なる基板 4 の領域の温度は、極端に低くなる。つまり、この場合、開口部 10b と重なる基板 4 の領域と、非開口部 10a に覆われた基板 4 の領域との温度差が、顕著に大きくなる。このため、各領域の境界も鮮明となり、基板 4 の温度分布を制御することはできない。

【0065】

拡散板 10 は、前述のような輻射エネルギーを拡散するから機能を有する材料から構成されていればよく、その輻射エネルギーの一部を透過し、一部を反射する材料からなるものであることが好ましい。例えば、拡散板 10 は、窒化ホウ素、熱分解窒化ホウ素 (PBN) からなるものであることが好ましい。これにより、拡散板 10 の開口部 10b では、輻射エネルギーの全てが透過し、非開口部 10a では輻射エネルギーの一部が透過する。このため、拡散板 10 は、開口部 10b と非開口部 10a とでは、基板 4 に伝わる輻射エネルギー量が異なる。つまり、拡散板 10 は、拡散板 10 自身の温度分布が均一になることなく、輻射エネルギーを不均一に基板 4 に伝える。本実施形態では、拡散板 10 は、PBN から構成されている。

【0066】

拡散板 10 は、基板 4 の裏面を加熱する基板加熱ヒータ 5 と基板 4 との間に配置される。基板 4 は、拡散板 10 を介して、基板加熱ヒータ 5 の熱によって、加熱される。拡散板 10 は、基板加熱ヒータ 5 から照射された熱を基板 4 に伝えることによって、基板 4 を加熱する。

【0067】

また、拡散板 10 と基板 4 との間、および、拡散板 10 と基板加熱ヒータ 5 との間に、隙間 (間隔) が形成されるように配置される。さらに、拡散板 10 および基板 4 は、真空チャンバ 2 内に設けられているため、拡散板 10 と基板 4 との間の隙間は、真空に保持されている。つまり、拡散板 10 と基板 4 との間には、熱を伝達する媒体がない。従って、拡散板 10 を介した基板 4 の加熱に、熱伝導は利用されない。

【0068】

また、拡散板 10 には、基板 4 の少なくとも一部の領域と重なるように、開口部 10b が形成されている。このため、開口部 10b から基板 4 が露出する。これにより、開口部 10b に放射された輻射エネルギーは、全て開口部 10b を透過し、その透過した全輻射エネルギーが、開口部 10b と重なる基板 4 の領域に照射される。

【0069】

拡散板 10 は、非開口部 10a に照射された輻射エネルギーを拡散する機能を有する。これにより、拡散板 10 から基板 4 に照射される輻射エネルギーは、基板加熱ヒータ 5 から拡散板 10 に伝わる輻射エネルギーよりも、小さくなる。つまり、拡散板 10 の開口部 10b は、基板加熱ヒータ 5 から放射された輻射エネルギーを全て (100%) 透過させるのに対し、非開口部 10a は、その輻射エネルギーの一部を透過させる。これにより、開口部 10b と重なる基板 4 の領域と、非開口部 10a と重なる基板 4 の領域とに伝わる輻射エネルギーは、異なる。従って、開口部 10b と非開口部 10a との設定により、基板 4 の温度分布を任意に制御することができる。

【0070】

このように、本実施形態では、拡散板 10 を介する基板 4 の加熱に、熱伝導率を利用せ

10

20

30

40

50

ず、輻射エネルギーを利用する。このため、拡散板 10 は、拡散板 10 自体の温度分布を均一にする必要がなく、均熱板のように厚くする必要もない。従って、拡散板 10 を薄く形成できるため、拡散板 10 が大きな熱容量を有することもない。それゆえ、成膜プロセス中に、基板 4 の迅速な温度変化を実現することができる。

【0071】

さらに、開口部 10b の位置、大きさ、数など、開口部 10b の設定によって、基板 4 の温度分布を変更することができる。つまり、基板 4 の温度分布を、任意に制御することができる。

【0072】

図 1 の拡散板 10 の形状は、基板 4 と同じ円形状（リング状）である。拡散板 10 の外径は、基板 4 の外径よりも大きく、拡散板 10 の内径は、基板 4 の外径よりも小さくなっている。図 1 の拡散板 10 の一部（基板ホルダ 3 の中心側の部分）のリング幅が、広がっている。これにより、この部分（非開口部 10a）は、基板 4 と重なる。つまり、基板 4 と拡散板 10 とをフランジ 32 に裁置すると、基板 4 の表面側（成膜面側）の周縁部が、フランジ 32a と接触する。この接触部分は、フランジ 32a により覆われるため、分子線 8 に暴露されない。また、基板 4 の成膜領域（結晶成長が行われる領域）の一部の裏面が、拡散板 10 の非開口部 10b に覆われることになる。

10

【0073】

図 3 は、本実施形態の拡散板 10 を用いて基板 4 を加熱した時の、基板 4 の温度分布を示すグラフである。なお、図 1 に示すように、拡散板 10 のリングの幅が広がっている部分を、基板温度が高くなる傾向にある基板ホルダ 3 の内側（中心）に向けて、拡散板 10 を基板ホルダ 3 に裁置して、基板加熱を行った。図 3 において、実線のグラフが拡散板 10 を用いた場合、破線のグラフが拡散板を用いずに、基板加熱ヒータ 5 により直接加熱した場合を示している。

20

【0074】

図 3 に示すように、拡散板 10 を適用せずに基板 4 の加熱を行った場合の基板 4 の温度分布（破線）では、基板ホルダ 3 中心からの距離が小さいほど基板温度が上昇する傾向が見られた。

【0075】

図 3 のグラフに示すように、拡散板 10 を用いた場合、測定範囲内の基板 4 の温度分布は、ほぼ均一である（実線）。これに対し、従来の均熱板を用いた場合、基板ホルダ 3 の中心から離れるにつれ、基板の温度が低くなっている（破線）。

30

【0076】

これに対し、拡散板 10 を用いた実線で表現されている基板 4 の温度分布では、拡散板 10 の効果により温度分布が改善された。

【0077】

このような改善効果は、以下の理由によるものと考えられる。基板ホルダ 3 の内側に位置する基板 4 の裏面に到達する輻射エネルギー量を、拡散板 10 が抑制する。しかも、拡散板 10 が輻射エネルギーの一部を反射することで、反射された輻射エネルギーが、基板ホルダ 3 の外側に位置する基板 4 裏面の加熱に使用されるようになる。この結果、基板 4 の温度が平均化され、基板 4 の温度分布を均一にすることができる。

40

【0078】

なお、図 3 のグラフでは、基板ホルダの中心付近（0 付近の枠）の温度分布のデータがない。これは、図 1 および図 2 に示すように、基板ホルダ 3 の中央部には基板 4 が存在しないためである。

【0079】

拡散板 10 において、開口部 10b は、実現したい基板 4 の温度分布に応じて形成できる。例えば、基板 4 の温度分布を不均一にしたい場合、温度を高めたい基板 4 の領域と重なるように、開口部を形成すればよい。また、基板 4 の温度分布を均一にしたい場合、基板加熱ヒータ 5 の温度分布に応じて、開口部 10b を形成すればよい。

50

【0080】

例えば、基板4の中央の温度が外周部分よりも高い温度分布を、拡散板10を用いて均一な温度分布とする場合、温度の高い中央部に非開口部10aを形成し、温度の低い外周部に適切な開口部10bを形成すればよい。

【0081】

なお、開口部10bは、基板4の温度を高めたい領域と重なるように、設ける。すなわち、まず、拡散板10のない状態で基板4を加熱して、基板4の温度分布を測定する。この測定の結果、相対的に低温となった領域が、基板4の温度を高めるべき領域である。このため、基板4の温度を高めるべき領域と重なるように、拡散板10に開口部10bを形成する。逆に、基板4の温度を低くしたい領域が、拡散板10の非開口部10aに覆われるようにする。これにより、基板4の温度分布を均一にすることができる。

【0082】

一方、基板4の温度分布を、不均一な任意の温度分布にする場合も、同様である。基板4の温度を高めたい領域と重なるように開口部10bを形成し、基板4の温度を低くしたい領域を非開口部10aで覆うように、拡散板10を形成する。これにより、基板4の温度分布を不均一な任意の温度分布にすることができる。

【0083】

このように、本実施形態の拡散板10では、任意の温度分布となるように拡散板10の開口部10bと非開口部10aとを設計することによって、基板4の温度分布を任意に制御することができる。

【0084】

図5～図8は、別の拡散板40・50・60の構成を示す平面図である。これらの図に示すように、開口部40b・50b・60bの面積、大きさ、密度は、異なるものであってもよい。開口部40b・50b・60bは、拡散板を構成する材料および目的とする基板4の温度分布に応じて設定すればよい。これにより、より適切な開口部形状を選択することができる。

【0085】

図5～図8の拡散板40・50・60は、図1の拡散板10を用いた場合と同様の、基板4の温度分布となる。図5の拡散板40および図8の拡散板60では小さい開口部40b・60bの側が、基板ホルダ3の中心の方となる。図7の拡散板50では、開口部50bの密度が低い方が、基板ホルダ3の中心の方となる。

【0086】

つまり、図5～図8の拡散板40・50・60でも、基板ホルダ3の外側に開口部40b・50b・60bが形成される。これにより、基板4の外側の温度を高くすることができ、基板4の温度分布を均一にできる。

【0087】

さらに、図5の拡散板40は、拡散板40を貫通する複数の開口部40bを有し、輻射エネルギーの透過と反射の量をより適切に調整する構成となっている。これにより、温度分布の制御を、より精密に実施することができる。このため、図5の構成は、より高度に制御された基板4の温度分布を得ることができる。従って、温度依存性の強い結晶成長を行う必要が生じた場合に、特に大きな効果が得られる。

【0088】

なお、開口部10bおよび非開口部10aの設計は、目的とする基板4の温度分布が得られるように、形成すればよい。例えば、基板加熱ヒータ5によって、直接、基板4を加熱した場合の基板4の温度分布を確認する。この場合、基板加熱ヒータ5の温度分布が、基板4の温度分布に反映される。そして、その反映された基板4の温度分布に基づいて、開口部10bを形成した拡散板10を準備し、目的とする基板4の温度分布が得られるまで、開口部10bの大きさ、面積、形状などを整える。また、シュミレーションによって、目的とする基板4の温度分布となるような開口部10bのレイアウトを求めることもできる。

【0089】

拡散板10を用いることによる基板4の温度分布は、例えば、放射温度計による計測、実際に基板4に形成した膜の特性の分布などから確認することができる。例えば、拡散板10を用いて基板4に形成した膜の厚さが一定であれば、基板4の温度分布が均一であると判断できる。

【0090】

本実施形態の拡散板10は、図7のような構成とすることもできる。図7は、別の拡散板70を示す平面図である。図1のように外形が円形の拡散板10の場合、図7に示すように、拡散板70のように、外周部に、凸部（嵌合部）70cを設ける構成としてもよい。すなわち、拡散板70に凸部70cを設け、かつ、基板ホルダ3のフランジ32に、凸部70cに嵌合する凹部34を設け、両者を勘合する構成とする。これにより、拡散板70の回転を抑制できる。

【0091】

拡散板70の回転が抑制されると、図8に示されるような回転対称でない外形が円形の拡散板70が回転してしまい、基板ホルダ3との相対位置関係が不適切となって、予定した効果が得られないという問題を解決できる。

【0092】

なお、図8では、拡散板70の外周部に凸部を設け、基板ホルダ3側に凹部を設ける構成としたが、互いに嵌合する構成であればよい。例えば、拡散板70の外周部に凹部を設け、基板ホルダ3側に凸部を設ける構成であっても効果は同じである。

【0093】

また、本実施形態の拡散板10は、図13および図14のような構成とすることもできる。図13および図14は、別の拡散板の構成を示す平面図である。

【0094】

すなわち、図13の拡散板80のように、開口部80aおよび非開口部80bを、拡散板80の放射方向に形成することもできる。

【0095】

また、図14のように、複数の拡散板90, 91, 92を組み合わせて用いてもよい。

【0096】

本実施形態の拡散板10等は、単一の材料から作製できるため、安価に製造できる。また、輻射エネルギーの一部を透過し、一部を反射する材料から拡散板10を構成すれば、特に、熱容量も小さくなる。これにより、基板加熱ヒータ5の加熱効率が良く、迅速な温度変化にも対応できる。

【0097】

本実施形態では、ひとつの基板ホルダ3と基板4に対して適用される拡散板10等を例に説明を行っているが、別の基板ホルダと基板4（例えば、保持できる基板の枚数または形状が異なる）に対して適用される拡散板を準備することにより、複数種類の基板ホルダと基板との組み合わせのすべてにおいて、基板加熱ヒータ5交換することなく、適切な基板4の温度分布となるように温度分布を制御できるようになる。

【0098】

拡散板10と従来の均熱板との相違点は、以下の通りである。

【0099】

（1）拡散板10は熱伝導率を用いない

従来用いられる均熱板は、基板の温度分布を均一にするために、熱伝導率を利用する。均熱板は、均熱板自体の温度分布を均一にする（無くす）ことによって、均熱板と接触する基板の温度分布を均一にする。均熱板は、熱伝導率を利用するため、熱伝導率の高い材料（金属、グラファイト、SiO₂など）から構成するのが必須となる。

【0100】

これに対し、拡散板10は、基板4の温度分布を制御するために、輻射エネルギーの拡散を利用する。本発明の拡散板10では、開口部10bは、輻射エネルギーを全て透過す

10

20

30

40

50

る一方、非開口部 10a は、輻射エネルギーの一部を拡散する。つまり、本発明の拡散板 10 は、拡散板 10 自体（非開口部 10a）が、輻射エネルギーを拡散する機能を有する。

【0101】

拡散板 10 は、輻射エネルギーを利用することによって、基板 4 の温度分布を制御する。このため、拡散板 10 は、均熱板に要求されるほど、熱伝導率の高い材料から構成する必要はない。例えば、拡散板は、窒化ホウ素（BN）、熱分解窒化ホウ素（PBN）などの熱伝導率の低い材料から構成できる。

【0102】

なお、通常、均熱板に用いられる材料の熱伝導率は、それぞれ、グラファイト： $70 \sim 140 \text{ W/m}$ 、銀： 430 W/m 、銅： 390 W/m 、アルミニウム： 236 W/m である。一方、特許文献 1 および 2 の均熱板（加熱板）に用いられる熱分解窒化ホウ素（PBN）は、厚さ方向の熱伝導率が 2 W/m 、面方向の熱伝導率が 60 W/m であり、グラファイトなどに比べると、熱伝導率が低い。

【0103】

特許文献 1 は、PBN 製均熱板をヒーターが加熱し、基板は PBN 製均熱板（明細書内では加熱板）からの輻射によって加熱される構成である。PBN 製均熱板の面方向の熱伝導率が高いため、均熱板の面内温度分布が小さくなることを期待していると考えられる。ところが、PBN の放射率は 0.6 であり、グラファイトの放射率（0.8～0.9）よりも小さく、熱伝導率、放射率ともに、通常均熱板に用いられるグラファイトよりも劣る。このため、特許文献 1 において、熱伝導率、放射率ともにグラファイトよりも悪い PBN をわざわざ使用する理由がない。

【0104】

一方、本発明の拡散板 10 は、輻射エネルギーを拡散させるために、PBN を用いることができる。これは、PBN が、赤外線を透過する性質を有することを利用している。したがって、本発明の拡散板 10 は、PBN の面方向熱伝導率異方性を利用する特許文献 1 の均熱板とは異なる。

【0105】

なお、特許文献 1 における「面方向の熱伝導率が高い」という記載は、均熱板（加熱板）が、ヒーターによって加熱され、その結果均熱板（加熱板）から放射される輻射エネルギーによって、基板を加熱する場合において有効である。

【0106】

これに対し、本発明における「輻射エネルギーを拡散する」ことは、拡散板自体は加熱されなくても、基板加熱ヒーターから放射された輻射エネルギーそのものを透過し、その輻射エネルギーで基板 4 を加熱する場合に有効である。

【0107】

つまり、特許文献 1 の均熱板（加熱板）は、2 次輻射エネルギーを利用しているのに対し、本発明の拡散板は、1 次輻射エネルギーを利用している。

【0108】

このように、拡散板 10 は、拡散板自体の熱伝導率を利用しない点で、均熱板とは異なる。本発明の拡散板 10 は、基板加熱ヒータ 5 から放射された輻射エネルギーを拡散する機能を有していればよい。従って、均熱板には到底適用できないような、熱伝導率が低い材料からでも、本発明の拡散板 10 を構成することができる。

【0109】

（2）拡散板 10 は基板 4 の温度分布を不均一にもできる

本発明の拡散板 10 は、基板 4 の温度分布を、任意の不均一状態にもできる。例えば、基板 4 の温度分布が均一になる基板加熱ヒータ 5 を用いた場合、基板 4 の温度分布を不均一にすることもできる。また、基板 4 の温度分布が不均一になる基板加熱ヒータ 5 を用いるとすると、その基板加熱ヒータ 5 が元々有する温度分布とは、異なる温度分布にすることもできる。

【0110】

これに対し、均熱板は、基板の温度分布を均一にするものであって、基板の温度分布を不均一にすること、および、異なる温度分布に変えることはできない。

【0111】

(3) 拡散板と均熱板との区別(輻射エネルギーを用いるか否か)

本発明の拡散板10は、積極的に輻射エネルギーを利用するものであり、熱伝導率を利用する均熱板とは異なる。例えば、下記の(a)および(b)の構成は、熱伝導率を利用する構成であって、輻射エネルギーを利用する構成ではない。

(a) 基板または均熱板と、温度分布を制御すべき基板の領域とが接触した構成。

(b) 基板または均熱板と、温度分布を制御すべき基板の領域との間に、熱を伝達する媒体(例えば気体)が存在する構成。 10

【0112】

これに対し、実施の形態1の拡散板10は、基板4と接触せず、実施の形態2の拡散板20が、基板4と接触するのは、温度分布を制御する必要のない領域である。

【0113】

ところで、特許文献2(特開昭62-134924号公報)には、基板温度分布を均一にするために、均熱板と基板との間に隙間が形成された均熱板が、開示されている。

【0114】

また、特許文献3(特開平6-132233号公報)には、スリットが形成された均熱板が開示されている。しかし、この特許文献では、均熱板と基板とが全面的に接触するのが前提である。これに対し、本発明では、拡散板と被加熱物との間には、隙間が形成されている。従って、本発明の拡散板と上記特許文献の均熱板とでは、前提構成が異なる。 20

【0115】

その上、特許文献3では、基板の反りを防ぐために、均熱板にスリットが形成されている。この特許文献には、「基板の反りは、均熱板と基板とが全面的に接触した場合に特有の課題である」と記載されている(段落[0005]参照)。これに対し、本発明では、被加熱物の温度制御のために、開口部が形成されている。従って、本発明と特許文献3とでは、開口部(スリット)を形成する目的が異なる。

【0116】

しかも、特許文献3には、「均熱板と基板との間に隙間が生じると、前提条件が損なわれるため、正確に基板温度を制御できない」と記載されている(段落[0005]参照)。これに対し、本発明では、上記特許文献では、正確に基板温度を制御できないとされた隙間が、拡散板と被加熱物との間に形成されている。 30

【0117】

従って、基板温度分布を制御するために、均熱板と基板との間に隙間が形成された特許文献2の構成と、本発明の拡散板とは前提構成、課題、および開口部の目的が異なる。それゆえ、特許文献2と、特許文献3とを組み合わせる必然性はない。

【0118】

通常利用される基板加熱ヒータ5は、それ自身が不均一な温度分布を有している。このため、基板4の温度分布は、不均一となる。そこで、従来は、均熱板を用いて、基板の温度分布の均一化が図られてきた。 40

【0119】

しかし、均熱板は熱伝導率を利用し、均熱板自体の温度分布を均一にすることによって、基板の温度分布を均一にするものである。このため、均熱板は、十分な厚さを必要とする。しかし、厚い均熱板が加熱されると、均熱板は大きな熱容量を有するようになる。その結果、その熱容量によって、均熱板の温度を、迅速に制御することができない。従って、従来の均熱板を用いると、成長温度を変化させるまでに待ち時間が発生するため、生産効率が非常に悪くなるという問題がある。

【0120】

本実施形態の拡散板10は、開口部10bを有するため、基板加熱ヒータ5から放射さ 50

れる輻射エネルギーを不均一に基板に伝えることができる。このため、不均一に加熱される基板加熱ヒータ5を用いても、基板4の温度分布を制御することができる。

【0121】

本実施形態のMBE装置100では、基板ホルダ3が保持する基板4のそれぞれに対して、拡散板10を備える構成としている。つまり、本実施形態のMBE装置100は、基板4と拡散板10とを1セットとして、このセットを複数有している。しかし、1つの拡散板10が、複数の基板4の温度分布を制御するように構成してもよい。

【0122】

また、拡散板10を複数枚重ねた積層型の拡散板とすることもできる。この場合、同じ材料から構成された拡散板10を重ねてもよいし、異なる材料から構成された拡散板10を重ねてもよい。

【0123】

基板ホルダ3に搭載される基板4の枚数、サイズ、および形状の変更に対し、柔軟に対応することができ、それぞれの状況において、適切な基板4の温度分布を実現できる。拡散板10を赤外線に対して半透明な材料を用いれば、拡散板10の開口部10bの直下に位置する基板4の領域と、それ以外の基板4の領域との温度差を小さくすることができる。

【0124】

〔実施の形態2〕

実施の形態1では、基板ホルダ3は、段差状のフランジ32によって、基板4と拡散板10とを非接触状態で保持していた。

【0125】

本実施形態では、基板ホルダ3が、基板4と拡散板80とが部分的に接触する構成について説明する。図15は、実施の形態2における、基板ホルダ3に保持された基板4および拡散板110の断面図である。

【0126】

本実施形態では、拡散板110の外周部に、基板4側に突出した突出部111が形成されている。つまり、拡散板110は、拡散板110の外縁部の少なくとも一部を基板4側に突出部111を形成して、外縁部を厚くした構成となっている。突出部111は、基板の成膜エリアよりも外側に形成される。そして、この突出部111と基板4の裏面とが接触する。これにより、基板ホルダ3は、基板4さえ保持できればよく、実施の形態1のような段差状のフランジ32が不要となる(図1参照)。このため、基板ホルダ3の構成を簡略化できる。さらに、この構成では、拡散板110の外径を基板4の外径とほぼ等しくすることができる。

【0127】

拡散板110の外周部に突出部111を形成すると、基板4と拡散板110との間に、隙間を形成することができる。基板4の外周部には、通常、膜を形成しない。前述の実施の形態1でも、基板4の外周部は、フランジ32に保持されていた。つまり、基板4の外周部は、温度分布を制御しなくてもよい領域である。一方、基板4の外周部以外の領域(特に基板4の中央部)には、膜を形成するため、特に、基板の温度分布を正確に行うべき領域である。

【0128】

本実施形態の拡散板には、基板4の温度分布を制御しなくてもよい領域(基板4の外周部)と接触するように、突出部111が形成されている。つまり、本実施形態では、温度分布を制御する必要のない領域で、基板4と拡散板110とを接触させているため、基板4の温度分布の制御には、影響しない。

【0129】

従って、本実施形態の拡散板を用いても、実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0130】

なお、実施の形態1および2の拡散板は、図16のような構成とすることもできる。図

16の拡散板120は、異なる材料から構成されている。例えば、ある材料から構成される第1の部分120aと、別の材料から構成される第2の部分120bとを有する拡散板120を構成することもできる。これにより、材料の異なる部分の性質（拡散板としての機能）も、異なる。例えば、基板ホルダ3の周方向の第1の部分120aを、第2の部分120bよりも、輻射エネルギーを拡散する材料から構成すれば、第1の部分120aに対応する基板4の領域の温度を高めることができる。従って、厚さが均一な拡散板であっても、部分的に性質を変えることができる。

【0131】

本発明は、以下のような、基板処理装置における加熱方法に関するものであるともいえる。また、本発明は、特に、均一なエピタキシャル成長膜を形成する結晶成長方法に関するものであるともいえる。

10

【0132】

〔1〕発熱体が放射する輻射エネルギーが基板に照射されることによって被加熱物を加熱する発熱体を有し、概被加熱物を被加熱物保持部材に装着保持し、被加熱物を加熱しつつ被加熱物表面に成膜や結晶成長等の処理を行う装置において、被加熱物と発熱体との間に、それぞれに対し隙間を有して配置する輻射エネルギーを拡散する拡散板であって、前記拡散板は、少なくとも1個の拡散板を貫通し、かつ輻射エネルギーが透過しうる開口部を有し、

かつ前記拡散板の少なくとも一部が、被加熱物の成膜や結晶成長等の処理を行う領域の裏面側を覆っていることを特徴とする拡散板。

20

【0133】

〔2〕〔1〕に記載の拡散板を用い、複数種類の被加熱物に対応した複数種類の穴形状を有する拡散板を用意し、各被加熱物を加熱する際にそれぞれに対応する被加熱物と拡散板を対応させて使用することを特徴とする被加熱物の加熱方法。

【0134】

〔3〕〔1〕に記載の拡散板を用い、拡散板の外周部に少なくとも1つの凸もしくは凹部を有し、該拡散板を装着する被加熱物保持部材の拡散板装着部に該凸もしくは凹部に対応する凹もしくは凸部を有することを特徴とする拡散板と被加熱物保持部材。

【0135】

〔4〕〔1〕に記載の拡散板であって、該拡散板は、該発熱体が放射する輻射エネルギーの一部を透過し、一部を反射する材料より構成されることを特徴とする拡散板。

30

【0136】

〔5〕〔1〕に記載の拡散板であって、該拡散板の材質は窒化ホウ素であることを特徴とする拡散板。

【0137】

〔6〕〔1〕に記載の拡散板であって、該拡散板に設けられた開口部は、複数の穴であり、拡散板の表面に対し不均一な分布を有することを特徴とする拡散板。

【0138】

〔7〕〔1〕に記載の拡散板であって、該拡散板に設けられた開口部は、複数種類の開口面積を有する、複数の穴であることを特徴とする拡散板。

40

【0139】

〔8〕発熱体が放射する輻射エネルギーが基板に照射されることによって被加熱物を加熱する発熱体を有し、概被加熱物を被加熱物保持部材に装着保持し、被加熱物を加熱しつつ被加熱物表面に成膜や結晶成長等の処理を行う装置において、被加熱物と発熱体との間に配置する輻射エネルギーを拡散する拡散板であって、前記拡散板は、少なくとも1個の拡散板を貫通し、かつ輻射エネルギーが透過しうる開口部を有し、かつ前記拡散板の少なくとも一部が、被加熱物の成膜や結晶成長等の処理を行う領域の裏面側を覆っており、外縁部の少なくとも一部がほかの部分より厚いことを特徴とする拡散板。

【0140】

これらの構成によれば、特定の基板ホルダと基板の組み合わせに対して適用される適切

50

な拡散板を、使用する基板ホルダと基板の組み合わせに対して用意することにより、複数種類の基板ホルダと基板の組み合わせにおいて、基板加熱ヒータの交換をすることなく、適切な基板温度分布を得ることが可能となる。つまり、複数種類の基板及び基板ホルダに対応して、基板温度分布を最適化すること可能となる。

【0141】

〔9〕基板を基板保持部材に装着し、基板を加熱し、基板表面に成膜や結晶成長等の処理を行う装置において、発熱体が放射する輻射エネルギーを基板に照射することによって基板を加熱する基板の加熱の際に、基板と発熱体との間に、前記輻射エネルギーの少なくとも一部の透過を妨害する拡散板を裁置し、前記拡散板は、少なくとも1個の拡散板を貫通する開口部を有し、かつ前記拡散板の少なくとも一部が、基板の成膜や結晶成長等の処理を行う領域の裏面側を覆っていることを特徴とする装置。

10

【0142】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0143】

以上のように、本発明によれば、基板の温度分布を任意に制御できるため、品質の良い優れた結晶成長を実現する気相成長装置を提供することができる。本発明の気相成長装置は、様々な種類の材料の結晶成長に好適に用いることができる。さらに、成膜プロセス中に、被加熱物の迅速な温度変化を実現することができるため、生産効率も高めることができる。このため、本発明は、分子線エピタキシー装置や気相成長装置等の結晶成長を行う装置における基板加熱に利用できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0144】

【図1】本発明のMBE装置における、基板ホルダに装着された拡散板および基板を示す斜視図である。

【図2】図1の基板ホルダのA-A断面図である。

【図3】本発明の拡散板を用いて基板を加熱したときの基板温度分布を示すグラフである。

30

【図4】本発明のMBE装置の概略構成を示す概略図である。

【図5】本発明の別の拡散板を示す平面図である。

【図6】本発明における別の拡散板を示す平面図である。

【図7】本発明における別の拡散板を示す平面図である。

【図8】本発明における別の拡散板を示す平面図である。

【図9】従来の基板ホルダによる基板および拡散板の装着状態を示す斜視図である。

【図10】図9の基板ホルダのB-B断面図である。

【図11】別の従来の基板ホルダによる基板および拡散板の装着状態を示す斜視図である。

【図12】図9および図11の基板ホルダを用いて基板を加熱したときの基板温度分布を示すグラフである。

40

【図13】本発明における別の拡散板を示す平面図である。

【図14】本発明における別の拡散板を示す斜視図である。

【図15】本発明における基板ホルダに保持された基板および拡散板を示す断面図である。

【図16】本発明における別の拡散板を示す断面図である。

【符号の説明】

【0145】

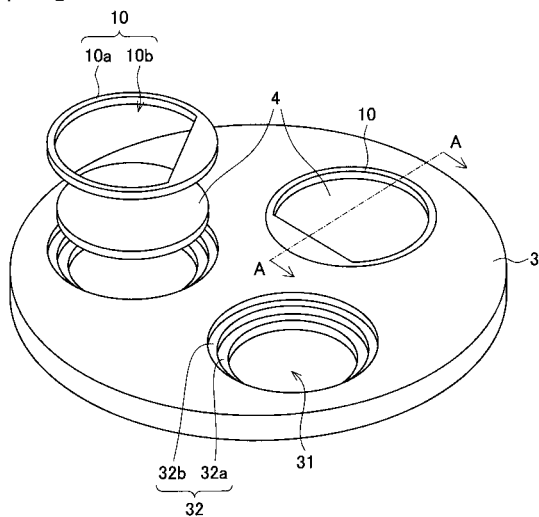
- 1 成膜室
- 2 真空チャンバ

50

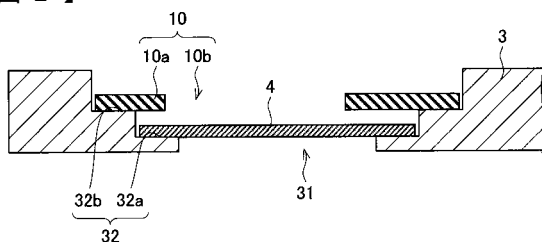
- 3 基板ホルダ
 4 基板（被加熱物）
 5 基板加熱ヒータ（加熱手段）
 6 成膜物質
 7 ルツボ
 8 分子線
 9 遮蔽板
 10, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 91, 92, 100,
 110, 120 拡散板
 10a, 40a, 50a, 60a, 70a, 80a, 90a, 91a, 92a,
 100a, 110a, 120a 開口部
 10b, 40b, 50b, 60b, 70b, 80b, 90b, 91b, 92b,
 100b, 110b, 120b 非開口部
 111 突出部
 31 開口
 32, 32a, 32b フランジ
 100 MBE装置（成膜装置）

10

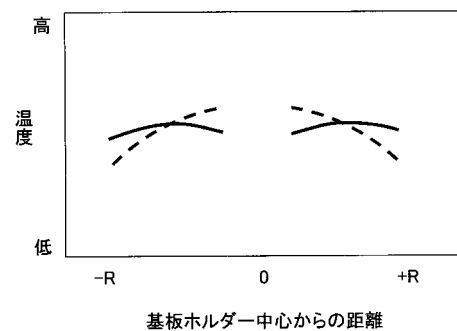
【図1】



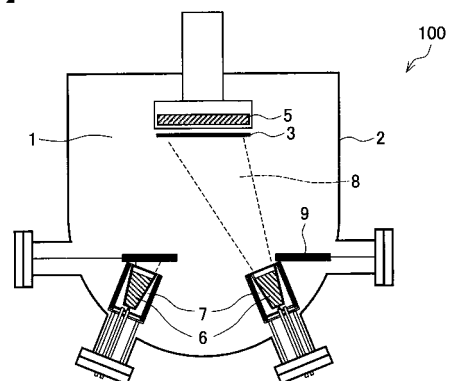
【図2】



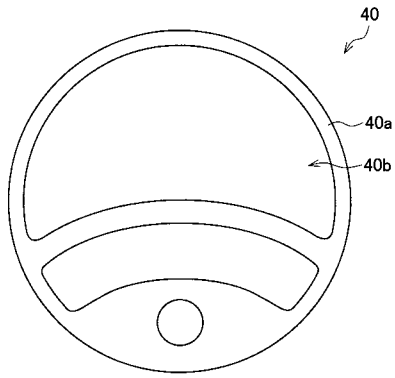
【図3】



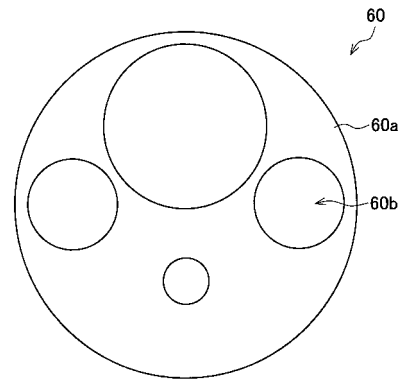
【図4】



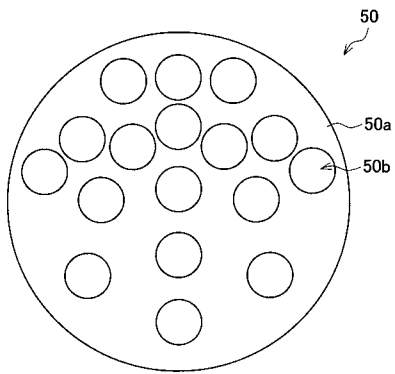
【図 5】



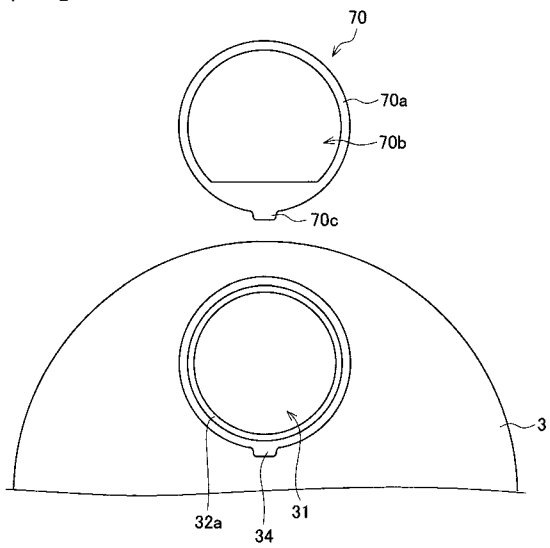
【図 7】



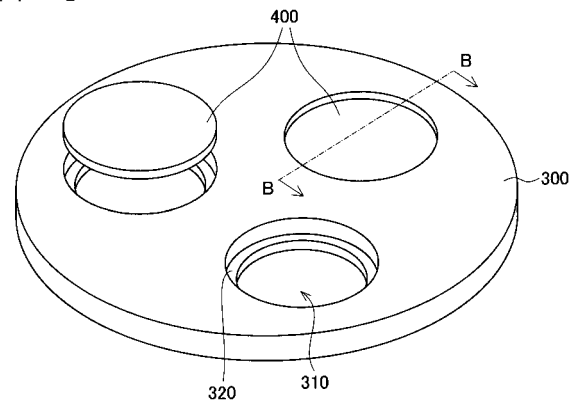
【図 6】



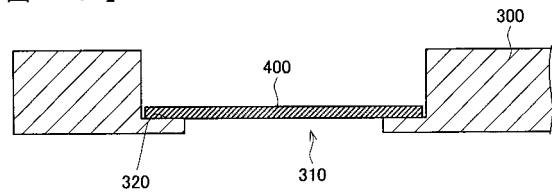
【図 8】



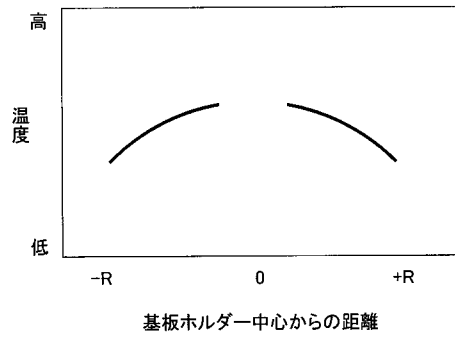
【図 9】



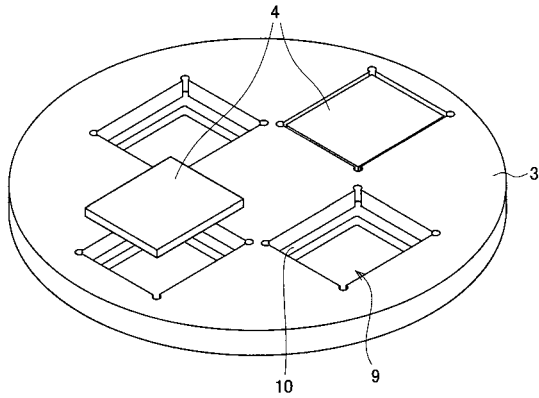
【図 10】



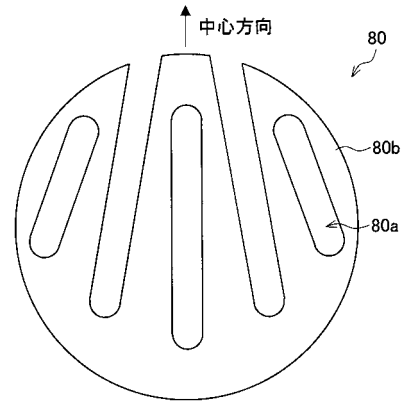
【図 1 1】



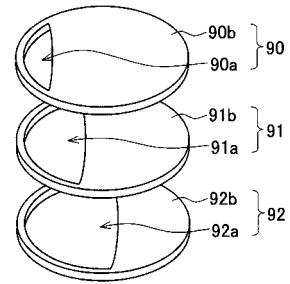
【図 1 2】



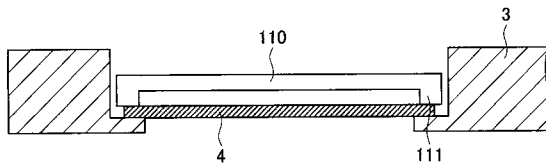
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】

