

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12) 公開特許公報 ( A )

(11)特許出願公開番号

## 特開2000 - 87223

( P 2 0 0 0 - 8 7 2 2 3 A )

(43)公開日 平成12年3月28日(2000.3.28)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
C23C 14/24

識別記号

F I  
C23C 14/24

テ-マコード (参考)

K 4K029

審査請求 有 請求項の数10 O L (全5頁)

(21)出願番号 特願平10 - 258973  
(22)出願日 平成10年9月11日(1998.9.11)

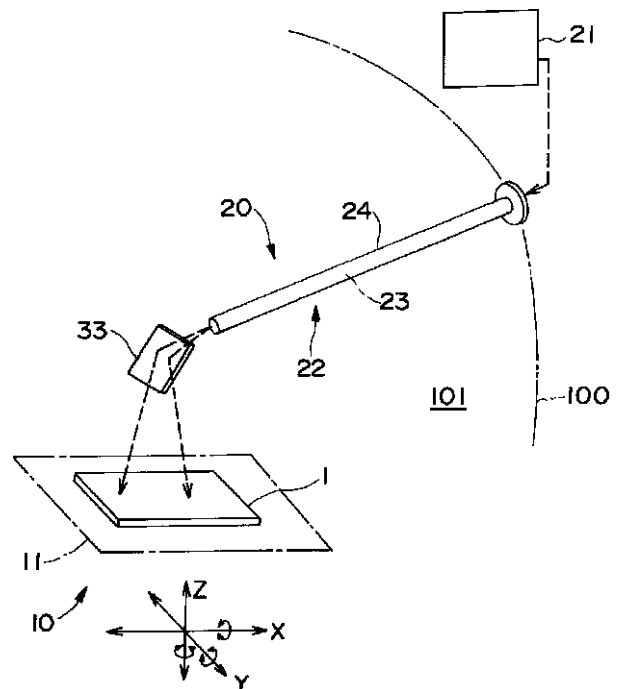
(71)出願人 396020800  
科学技術振興事業団  
埼玉県川口市本町4丁目1番8号  
(72)発明者 鯉沼 秀臣  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学応用セラミックス研究所内  
(72)発明者 川崎 雅司  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工  
業大学応用セラミックス研究所内  
(74)代理人 100082876  
弁理士 平山 一幸 (外1名)  
Fターム(参考) 4K029 DA08 JA01

### (54) 【発明の名称】 レーザ加熱装置

#### (57) 【要約】

【課題】 真空装置において効率的にかつ適正に試料基板を加熱し得るレーザ加熱装置を提供する。

【解決手段】 レーザ加熱装置20は、薄膜形成用基板1を加熱する。成膜装置100の真空チャンバ101内に設置された基板1に対してレーザ光を照射することにより、基板1を所定温度に加熱する。レーザ光を光ファイバ23により基板1付近まで誘導し、光ファイバ23先端から直接的または間接的に基板1に対してレーザ光が照射される。光ファイバ23は外装パイプ24内に挿通するとともに、外装パイプ24内が真空引きされる。光ファイバ23先端から反射ミラー33を介して、基板1に対してレーザ光が照射される。Nd : YAGレーザ光を使用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 薄膜形成用基板を加熱するための加熱装置であって、成膜装置の真空チャンバ内に設置された基板に対してレーザー光を照射することにより、該基板を所定温度に加熱するようにしたことを特徴とするレーザー加熱装置。

【請求項 2】 レーザ光を光ファイバにより基板付近まで誘導し、光ファイバ先端から直接的または間接的に基板に対してレーザー光が照射されることを特徴とする、請求項 1 に記載のレーザー加熱装置。

【請求項 3】 前記光ファイバは外装パイプ内に挿通されるとともに、前記外装パイプ内が真空引きされるようにしたことを特徴とする、請求項 2 に記載のレーザー加熱装置。

【請求項 4】 前記光ファイバ先端から反射ミラーを介して、前記基板に対してレーザー光が照射されることを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載のレーザー加熱装置。

【請求項 5】 Nd : YAG レーザ光を使用することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のレーザー加熱装置。

【請求項 6】 前記基板を保持する基板ホルダーを備えており、この基板ホルダーが保持する基板の周囲にスリット状の孔を有していることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 の何れかに記載のレーザー加熱装置。

【請求項 7】 前記基板を保持する基板ホルダーを備えており、この基板ホルダーが前記レーザー光を受光する部分を前記レーザー光の吸収効率の良い材料で形成していることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 の何れかに記載のレーザー加熱装置。

【請求項 8】 前記基板を保持する基板ホルダーを備えており、この基板ホルダーが前記レーザー光を受光する部分を金属の酸化膜及びセラミックスでコーティングしたことを特徴とする、請求項 1 ~ 7 の何れかに記載のレーザー加熱装置。

【請求項 9】 前記基板を保持する基板ホルダーを備えており、この基板ホルダーが前記レーザー光を受光する部分を前記レーザー光の吸収効率の良い薄膜材料で形成していることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 の何れかに記載のレーザー加熱装置。

【請求項 10】 前記コーティング及び薄膜材料が蒸発しないように透明物質で保護するようにしたことを特徴とする、請求項 8 又は 9 に記載のレーザー加熱装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜製造プロセスにおいて薄膜基板を高温加熱するためのレーザー加熱装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体ウエハ上に薄膜を形成する場合をはじめとして、この種のエピタキシャル薄膜の真空成膜

装置において基板上に酸化膜を形成する場合、成膜装置の真空チャンバ内に酸素ガスを導入し、 $10^{-2} \sim 10^{-4}$  Torr 程度の圧力にする。これとともにその基板を高温に加熱することにより、成膜条件の調整が行われる。

【0003】このような真空成膜装置内で上記のように基板を加熱しながら、その基板の位置を精密に制御する場合、精密試料台（ゴニオメータ等）の基板設置部に通電式の小型ヒータが設置される。そして、このヒータに通電して発熱させ、その熱で間接的に基板を加熱するようにしている。

【0004】あるいはまた、試料台に固定された基板に直接電流を流し、この場合基板自体を発熱させる方法が知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来装置において、特に通電式の小型ヒータを用いるものにおいては、加熱の最高到達温度は高々 800 程度に限定される。このため加熱効率が十分でなく、所望の成膜条件を得ることが必ずしも容易でない。その上ヒータが焼き切れるおそれがあり、その場合、酸化雰囲気下等では使用することができなくなる。また、試料基板に電流を流す場合、シリコン基板等の通電加熱が可能な試料に限定され、適用範囲が限定されざるを得ない。

【0006】さらに、上述したいずれの方法もしくは装置とも、間接または直接的な電流による加熱方式であるから、両者ともその電流による磁界が発生する。このような磁界の発生は、特に低速イオンや電子ビームを用いる分析の際、ビームの進行方向を曲げる原因ともなり、分析精度に影響する等の問題を生じさせる。

【0007】本発明は以上の点に鑑み、この種の真空装置において効率的にかつ適正に試料基板を加熱し得るレーザー加熱装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のレーザー加熱装置は、薄膜形成用基板を加熱するための加熱装置であって、成膜装置の真空チャンバ内に設置された基板に対してレーザー光を照射することにより、該基板を所定温度に加熱するようにしたことを特徴とする。また、本発明のレーザー加熱装置において、レーザー光を光ファイバにより基板付近まで誘導し、光ファイバ先端から直接的または間接的に基板に対してレーザー光が照射されることを特徴とする。また、本発明のレーザー加熱装置において、前記光ファイバは外装パイプ内に挿通するとともに、前記外装パイプ内が真空引きされるようにしたことを特徴とする。また、本発明のレーザー加熱装置において、前記光ファイバ先端から反射ミラーを介して、前記基板に対してレーザー光が照射されることを特徴とする。また、本発明のレーザー加熱装置において、Nd : YAG レーザ光を使用することを特徴とする。さらに本発明のレーザー加熱装置において、基板を保持する基板ホルダーを備えてお

り、この基板ホルダーが保持する基板の周囲にスリット状の孔を有していることを特徴とする。また基板ホルダーがレーザ光を受光する部分をレーザ光の吸収効率の良い材料で形成していることを特徴とする。さらに基板ホルダーがレーザ光を受光する部分を金属の酸化膜及びセラミックスでコーティングしたことを特徴とする。また基板ホルダーがレーザ光を受光する部分をレーザ光の吸収効率の良い薄膜材料で形成していることを特徴とする。さらに上記構成に加え、コーティング及び薄膜材料が蒸発しないように透明物質で保護するようにしたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】本発明によれば、基板の加熱方式として特にNd : YAGレーザ光を使用し、酸化雰囲気下での使用が可能になり、また絶縁性基板でも有効に加熱することができる。また、基板ホルダ付近の加熱源に電流を流さないため、磁気ノイズの発生がなく、低速荷電ビーム等を用いる分析を適正に行うことができる。さらに本発明にかかる基板ホルダーでは、熱拡散を防止して基板を効果的に加熱することができ、温度均一性が向上する。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明によるレーザ加熱装置の好適な実施の形態を説明する。この実施形態において図1のように、たとえば真空成膜装置100の真空チャンバ101内で基板1は、基板支持機構10によって所定位置に支持される。真空成膜装置100には基板1を高温加熱するための本発明によるレーザ加熱装置20を備えている。真空成膜装置100にはまた、真空チャンバ101内に酸素ガスを導入し、そのガス圧を所定圧力に設定調整する反応ガス制御機構(図示せず)が接続されている。

【 0 0 1 1 】本発明において、真空成膜装置100の真空チャンバ101内に設置された基板1に対してレーザ光を照射することにより、この基板1を所定温度に加熱するようになっている。

【 0 0 1 2 】すなわち、図1に示すように本発明のレーザ加熱装置20は、レーザ発生装置21と、後述する光ファイバでなるレーザ光誘導照射手段22とを含んでいる。レーザ発生装置21で発生させたレーザ光は光ファイバにより基板1付近まで誘導され、光ファイバ先端から直接的または間接的に基板1に対してレーザ光が照射される。この実施形態では、レーザ発生装置21により発生させたNd : YAGレーザ光を使用するものとする。

【 0 0 1 3 】ここで、レーザ光誘導照射手段22において、図2に示したように光ファイバ23は、好適にはステンレス製の外装パイプ24内に挿通する。また、外装パイプ24内が真空引きされるようになっている。この場合、光ファイバ23の一端側の被覆部25に真空引き穴26が、光ファイバ23の先端側を含む外装パイプ24の適所に真空引き穴27(図3参照)、28がそれぞ

れ形成され、これらの真空引き穴26、27、28を介して真空引きが行われる。

【 0 0 1 4 】光ファイバ23の一端側はファイバチャック29により固定されるとともに、フェール30がフランジ31の嵌合穴31aに嵌合するようになっている。フランジ31は、ボルト等によって真空チャンバ101の所定位置に固定される。このように真空チャンバ101に取り付けられる光ファイバ23の一端側には、レーザ発生装置21からのレーザ光が導入される。

10 【 0 0 1 5 】また、図3に示すように光ファイバ23の先端側の外装パイプ24には、光ファイバ23の周囲にセラミックもしくはガラス系接着剤32が充填される。光ファイバ23の先端は、ここから出射するレーザ光を適切なスポット径で基板1に照射し得るように湾曲面として成形されている。

20 【 0 0 1 6 】また、この実施形態において、図1に示されるように光ファイバ23先端から反射ミラー33を介して、基板1に対してレーザ光が照射される。なお、反射ミラー33を使用せずに、すなわち光ファイバ23先端から直接基板1に対してレーザ光を照射するようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】基板1は、基板支持機構10の基板ホルダ11上に支持される。基板支持機構10によれば、基板ホルダ11を介してX軸、Y軸およびZ軸の直交3軸方向に基板1を位置調整することができる。この場合、直交3軸それぞれのまわりに回転位置調整可能であり、また所謂ユーセントリック回転が可能な支持機構となっている。これにより基板1を極めて高い位置精度で制御することができる。

30 【 0 0 1 8 】上記構成でなる本発明のレーザ加熱装置20によれば、レーザ発生装置21で発生させたレーザ光を光ファイバ23により基板1付近まで誘導し、この例では反射ミラー33を介して光ファイバ23の先端から間接的に基板1に対してレーザ光が照射される。このように基板1の加熱方式として、特にNd : YAGレーザ光を使用することで、極めて短時間に高温加熱することができる。

40 【 0 0 1 9 】また、レーザ光を用いるため、真空チャンバ101の酸化雰囲気下での使用が可能になり、また通電加熱方式でないため絶縁性基板でも有効に加熱することができる。また、基板ホルダ11付近の加熱源に電流を流さないため、磁気ノイズの発生がなく、低速荷電ビーム等を用いる分析を適正に行うことができる。この場合、基板1を基板支持機構10によって精密に位置制御することができ、性能特性に優れた精密試料台を実現することができる。

50 【 0 0 2 0 】上記の場合、光ファイバ23が挿通する外装パイプ24内を真空引きし、このようにレーザ光を真空チャンバ101へ導入する方法を工夫することにより、雰囲気圧力を極めて高い真空度から大気圧まで調整

することができる。

【0021】次に、基板ホルダーについて説明する。

Nd : YAG レーザは波長 = 1.06 μm を良く吸収するため、基板ホルダーの材料としてインコネル、ニッケル及びクロムなどで熱伝導性のよい金属板を高温で酸化したものをを用いるのが望ましい。図4は基板ホルダーを示す図で、(a)は外観斜視図であり、(b)は断面図である。なお、図4(a)では、レーザ光で照射する側を示した。図4に示す基板ホルダー41は、レーザ光が照射される上面にレーザ光を良く吸収する金属の酸化

物やセラミックスを形成したものである。これらの熱吸収効率のよい材料はコーティングで形成してもよい。尚、図4に示す例では円板状であるが、対称性のよい形状であればよい。

【0022】図5に示す基板ホルダー51は、図4に示した基板ホルダーの基板の周囲にスリット状の孔53を形成したものであり、基板を有効に加熱できるように基板ホルダーの一部に高温で酸化させた酸化物56を形成している。基板の周囲にスリット状の孔を設ける基板ホルダーでは熱伝導性の悪い材料でもよい。なお、図5に示す例では基板がひとつであるが、複数個あってもよく、その場合は基板の周囲にスリット状の孔を設けてもよく、複数の基板を囲んでスリット状の孔を設けてもよい。このような基板ホルダーではスリット状の孔があるため、基板を加熱する熱量の逃げを防止することができるので、基板が効果的に加熱されるとともに温度均一性が向上する。

【0023】またNd : YAG レーザ光を良く吸収するのに、酸化したインコネル、ニッケル及びクロムなどの金属泊を利用してよい。図6は他の基板ホルダーの例を示す図であり、(a)は外観斜視図、(b)は断面図である。なお、図6(a)中、レーザ光で照射する側を示した。図6を参照して、他の基板ホルダー61は段差部を有して形成された孔63と、この孔の段差部にサファイア65を当接し、例えば高温で酸化させたインコネルの金属泊67をサファイア65と基板5とで挟んで固定具69で基板5を基板ホルダー61に固定している。この例では、レーザ光の照射により金属泊が蒸発しないように受光面をサファイアで囲っているが、レーザ光の加熱に耐える透明物質であればよい。このような構成の基板ホルダーでは軽量でレーザ光を良く吸収でき、加熱される金属泊から逃げる熱量をきわめて小さくできる。したがって、基板を効果的に加熱できるとともに温度均一性が向上する。

【0024】上記実施形態において、レーザ媒質としてNd : YAG の固体レーザの場合に限らず、その他液体レーザまたは気体レーザ、あるいは半導体レーザを用いることが可能である。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、この種の真空装置において基板の加熱方式としてレーザ光を使用することにより、酸化雰囲気下での使用が可能になり、また絶縁性基板でも有効に加熱することができる。このように装置の適用範囲が大幅に拡大され、その場合磁気ノイズの発生がなく、正確な分析結果等を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザ加熱装置の実施形態における概略構成を示す斜視図である。

【図2】本発明のレーザ加熱装置に係るレーザ光誘導照射手段の構成例を示す断面図である。

【図3】本発明のレーザ加熱装置に係るレーザ光誘導照射手段の先端部付近を示す断面図である。

【図4】本発明にかかる基板ホルダーを示す図であり、(a)は外観斜視図、(b)は断面図である。

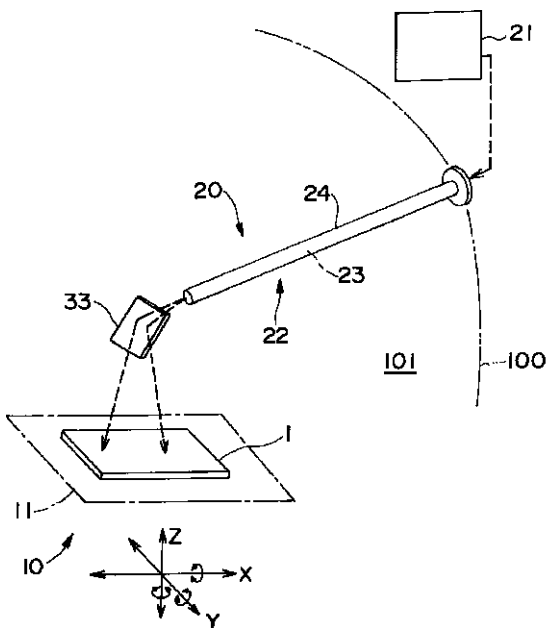
【図5】本発明にかかるスリット状の孔を有する基板ホルダーを示す図であり、(a)は外観斜視図、(b)は断面図である。

【図6】他の基板ホルダーの例を示す図であり、(a)は外観斜視図、(b)は断面図である。

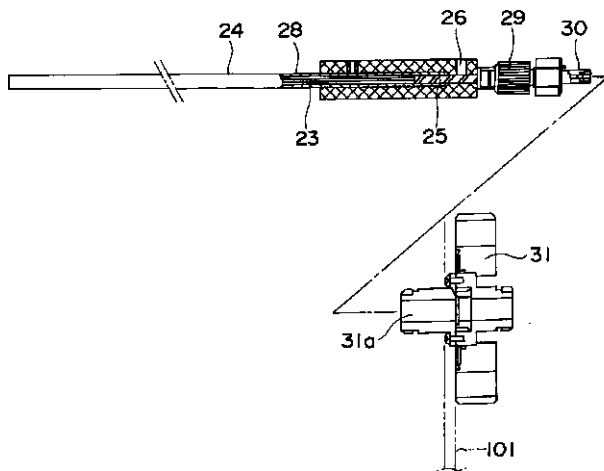
【符号の説明】

- |            |            |
|------------|------------|
| 1, 5       | 基板         |
| 10         | 基板支持機構     |
| 11         | 基板ホルダ      |
| 20         | レーザ加熱装置    |
| 21         | レーザ発生装置    |
| 22         | レーザ光誘導照射手段 |
| 23         | 光ファイバ      |
| 24         | 外装パイプ      |
| 25         | 被覆部        |
| 26, 27, 28 | 真空引き穴      |
| 29         | ファイバチャック   |
| 31         | フランジ       |
| 32         | 接着剤        |
| 33         | 反射ミラー      |
| 100        | 真空成膜装置     |
| 101        | 真空チャンバ     |

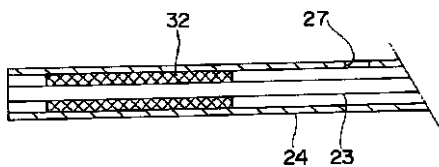
【図1】



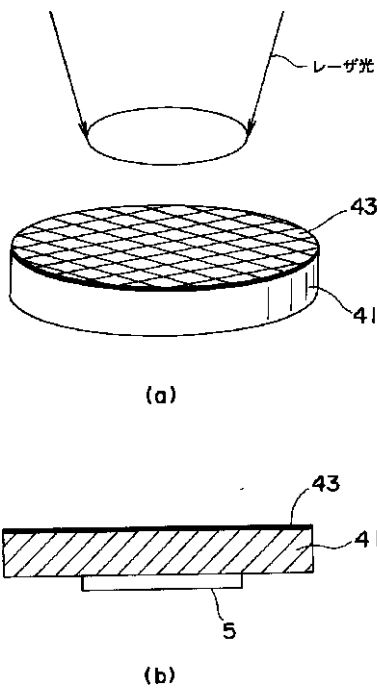
【図2】



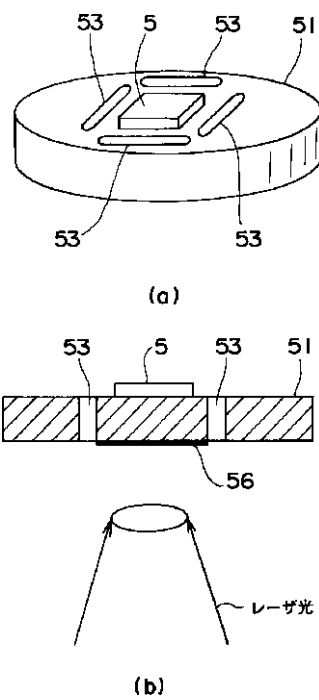
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

