

⑬ Int. Cl.⁵

H 01 L 21/285
21/205
21/26
21/302
21/31
21/324

識別記号

C 7738-5F
7739-5F
L 7738-5F
B 8122-5F
C 6940-5F
D 7738-5F

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)6月20日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 半導体製造装置

⑯ 特 願 平1-283733

⑰ 出 願 平1(1989)10月31日

⑱ 発 明 者 梶 成 彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体製造装置

2. 特許請求の範囲

(1) 容器内に配置される基板を加熱又は冷却して該基板の温度を所望温度に保持し、この状態で該基板に所定の処理を施す半導体製造装置において、

前記基板の裏面に接触して設けられ、少なくとも熱伝導により該基板を加熱又は冷却する第1の温度制御機構と、前記基板の表面側から輻射熱により該基板を加熱する第2の温度制御機構とを具備してなることを特徴とする半導体製造装置。

(2) 前記第1の温度制御機構は、通電により加熱されるヒータ、又は流体との熱交換により加熱若しくは冷却される熱交換器であり、前記第2の温度制御機構は赤外線ランプであることを特徴とする請求項1記載の半導体製造装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

[0001] 本発明は、薄膜形成やエッチング等に用いられる半導体製造装置に係わり、特に基板を加熱又は冷却して基板温度を制御する機能を備えた半導体製造装置に関する。

(従来技術)

[0002] 半導体装置の高集積化に伴い、その製造に用いる薄膜形成技術、エッチング技術においては、基板上での反応を精密に制御する必要が生じてきている。また、基板の径は益々大きくなる傾向にあり、このため多数枚の基板を同時に処理するバッチ式から、少数枚のバッチ式、さらには枚葉式の半導体製造装置が用いられるようになっている。

[0003] このように、1回の操作で処理できる枚数が減少することから、スループット(単位時間当りの薄膜形成した基板枚数)の低下が問題となる。例えば、1回の薄膜形成操作において処理

Tokyo Electron Limited

できる基板の枚数の減少に伴い、基板1枚当りの薄膜形成操作に要する時間が大きくなり、スループットが減少する。スループットを減少させている原因の1つとして、バッチ式では数10枚の基板に対して1回の操作でよかった基板の加熱、温度安定化の操作を、枚葉式では1枚の基板毎に行うため、その操作に必要な時間が増大することがあげられる。

[0004] 例えば、タングステン選択CVD法を用い、タングステン膜を基板上に形成する場合、1枚の基板を加熱する加熱機構を具備したチャンバに、原料ガスを導入する方式の枚葉式コールドウォール型の装置が用いられている。この場合、基板の加熱方法としては、第5図(a)に示すようなホットプレートによる主に熱伝導を利用した基板裏面側からの加熱、又は同図(b)に示すような赤外線ランプによる輻射熱を利用した基板表面側からの加熱が用いられる。なお、第5図において、1は基板、2はホットプレート、3は赤外線ランプ、4は試料台、5は透明窓、

めに、室温以下の温度に基板温度を制御することが行われている。例えば、フロンガス等を用いることにより、マイナス数10℃近傍で温度制御を行っている。しかしながら、この方法では室温よりも十分に低い温度に制御することは容易であるが、エッチング速度を高くするために室温近傍に基板温度を制御することは困難であった。

(発明が解決しようとする課題)

[0008] このように従来、単独の加熱方式で基板の片側から加熱する場合、基板の昇温又は温度安定化に時間がかかり、1枚の基板処理操作に要する処理時間が増大し、スループットが低下するという問題があった。また、基板温度を室温近傍に保持する温度制御は極めて困難であった。

[0009] 本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、基板の昇温及び温度安定化を速やかに行うことができ、スループット向上等に寄与し得る半導体製造装置を提供することにある。

6は反射板を示している。

[0005] 基板温度は200～400℃で、膜形成が行われる。ホットプレート加熱では、室温～300℃の温度範囲では、基板温度を精度良く制御することができる。しかし、ホットプレートは一般に熱容量が大きいために昇温・降温に時間がかかり、基板温度を短時間で安定させることを目的として、その出力を変化させて使用方法をとり難いという欠点がある。また、400℃以上の高温の基板温度を効率良く得ることも困難である。一方、赤外線ランプでは、基板温度を高速に昇温することは可能であるが、400℃以下の温度域では基板温度を制御し難く、基板温度の安定に時間がかかってしまう欠点がある。

[0006] このように、枚葉式の半導体製造装置において、単独の基板加熱方式を用いた場合、基板温度の昇温又は温度安定に時間がかかり、スループットをさらに減少させる原因となっている。

[0007] 一方、エッチングを行う場合、エッチング形状をより高精度に制御する必要が生じてきたた

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

[0010] 本発明の骨子は、単独の加熱方式ではなく、複数枚の加熱方式を採用することにより、基板の昇温及び温度安定化を速やかに行うことにある。

[0011] 即ち本発明は、容器内に配置される基板を加熱又は冷却して該基板の温度を所望温度に保持し、この状態で該基板に所定の処理を施す半導体製造装置において、前記基板の裏面に接触して設けられ、少なくとも熱伝導により該基板を加熱又は冷却する第1の温度制御機構(例えば、通電により加熱されるヒータ、又は流体との熱交換により加熱若しくは冷却される熱交換器)と、前記基板の表面側から輻射熱により該基板を加熱する第2の温度制御機構(例えば、赤外線ランプ)とを具備してなるものである。

(作用)

[0012] 本発明によれば、第1の温度制御機構としてヒータや熱交換器等を用いることにより、熱伝導により基板を加熱或いは冷却することができ、

室温～300℃で良好な基板温度制御性を得ることができる。また、第2の温度制御機構として赤外線ランプ等を用いることにより、低温での基板温度制御性は劣るが、基板を高速昇温することができる。そして、これら第1及び第2の温度制御機構を組み合わせて用いることにより基板の昇温、温度安定化を短時間で行うことが可能となる。

[0013] 即ち、熱伝導を利用したヒータや熱交換器は一般に熱容量が大きく、温度を安定化することは容易だが、急速な昇温・降温は難しい。特に、高い温度に昇温することは困難である。これとは逆に、輻射熱を利用した赤外線ランプは一般に熱容量が小さく、急速な昇温・降温は容易だが、温度を安定化することは難しい。特に、低い温度に安定化することは困難である。本発明では、これら2種の加熱手段を併用することにより、例えば赤外線ランプにより昇温を速やかにいき、ヒータや熱交換器により昇温後の温度の安定化をはかることができ、これにより基板

43からなるもので、輻射熱により基板20を表面側から加熱するものとなっている。また、温度制御機構30内には基板20の温度を測定する熱電対33が設けられている。そして、この熱電対33の検出温度により、ヒータ31及び赤外線ランプ41の出力が制御される。熱電対33は、基板20に直接接していることが望ましいが、ヒータ31と赤外線ランプ41のいずれか、或いは両方の近傍に設置され、基板温度と校正がとれ、ヒータ31と赤外線ランプ41とのいずれかの出力の制御が行えればよい。

[0017] 次に、上記装置を用いた薄膜形成方法について説明する。ここで、第1の温度制御機構30のヒータ31としては、タングステン線をアルミナセラミック中に封入・焼結したホットプレート（最大出力1kW）を用い、第2の温度制御機構40の赤外線ランプ41としては800Wのハロゲンランプを用いた。また、容器10内に導入するガスとしては、WF₆、SiH₄及びH₂を用いた。

を短時間で所望の温度まで昇温し、且つこの温度に安定化することが可能となる。

（実施例）

[0014] 以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

[0015] 第1図は、本発明の一実施例に係わる半導体製造装置の概略構成を示す断面図であり、この実施例では薄膜形成装置を示している。図中10は真空容器であり、この容器10内にはガス導入口から所定のガスが導入され、容器10内のガスは排気口から排気されるものとなっている。容器10の底部には、Siウェハ等の基板20を載置する試料台を兼ねた第1の温度制御機構30が設けられ、容器10の上部には第2の温度制御機構40が設けられている。

[0016] 第1の温度制御機構30は、上部に静電チャック用電極32を備えたヒータ31からなるもので、熱伝導により基板20を裏面側から加熱するものとなっている。第2の温度制御機構40は、赤外線ランプ41、石英窓42及び反射板

[0018] まず、容器10内を1mTorr以下に排気しながら、ホットプレート31を一定出力に保ったまま基板20をホットプレート31上に搬送する。その後、ハロゲンランプ41を点灯して、基板20にさらに熱エネルギーを加え、基板20を高速に昇温する。基板20が所定の温度に近づいたら、ハロゲンランプ41の出力を小さくし、主にホットプレート31での加熱を行う。そして、この状態で容器10内にガスを供給し、タングステンの選択CVDによるタングステン薄膜の堆積を行った。

[0019] ホットプレート、ハロゲンランプ出力と基板温度との関係を第2図(a)に示す。ホットプレート31は、それ単独の加熱で基板温度が300℃となる出力300Wの定出力に制御されている。室温の基板20が搬送されると同時に、ハロゲンランプ出力を最大の600Wとし、ホットプレート31と共に基板20を加熱する。基板温度が290℃になったところで、ハロゲンランプ出力を減少させ、最終的にゼロとする。

[0020] この場合、基板温度は2分で300℃に安定した。これに対し、300 W定出力のホットプレート単独では300℃安定までに15分、ハロゲンランプ単独では300℃安定までに5分要した。このように本実施例では、基板温度の昇温を短時間で行うことが可能である。なお、以上の基板温度は、温度制御用の熱電対33とは別途、基板表面に固定した熱電対(図示せず)で測定し、以下の基板温度も同様にして測定した。

[0021] このように本実施例によれば、ホットプレート31による裏面側からの熱伝導による加熱と、ハロゲンランプ41による表面側からの輻射による加熱とを併用することにより、基板20を短時間で所望温度まで加熱することができ、さらにその温度に安定に保持することができる。このため、薄膜形成において基板20の処理に要する時間を短縮することができ、スループットの向上をはかることができる。この効果は、枚葉式の装置にとっては極めて大きいものである。

輻射を用いるハロゲン等の赤外線ランプを用いて加熱された治具であってもよい。また、ホットプレート31の出力を一定としているのは、その熱容量が大きく、短時間での温度変更が困難なためである。しかし、基板搬送、ガス排気等の待ち時間があり、その間に強制的に冷却する等して、ホットプレート31の表面の温度が所定温度に戻る範囲であれば、ホットプレート31の出力を変化させてもよい。

[0024] 第3図は本発明の他の実施例に係わる半導体製造装置の概略構成を示す断面図であり、この実施例ではエッチング装置を示している。なお、第1図と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

[0025] この実施例例では、第1の温度制御機構30としてホットプレート31の代わりに熱交換器34を用い、第2の温度制御機構40としては先の例と同様のハロゲンランプ41を用いた。以下に、熱交換器34により基板冷却を行うと同時に、ハロゲンランプ41による加熱を同時

[0022] また本実施例では、加熱・温度安定時間の短縮によるスループットの向上と共に、タングステン堆積中には、石英窓42が加熱されていないため、石英窓42へのタングステンの付着が生じ難く、ゴミの発生を制御する効果も得られた。さらに、タングステンの堆積の後、密着性を増すために、堆積温度以上の加熱処理を連続して行う場合は、第2図(b)に示すように、タングステン堆積後、ハロゲンランプ41による加熱とホットプレート31による加熱を同時に行えばよい。また、静電チャック32を使用しない場合、熱伝導の効率が下がるため、ホットプレート出力を基板温度300℃の場合、50%上げる必要が生じた。即ち、静電チャック32を用いることにより加熱の効率を上げることができた。

[0023] なお、ホットプレート31は、その治具の基板を置く面が加熱されていればよく、シリコンカーバイドやグラファイト等のジュール熱を用いた発熱体で加熱された治具、さらには赤外線に行い室温近傍の温度に基板温度を保った例を示す。なお、本実施例ではマグネトロン放電によりRIEを行ったが、図ではマグネトロン放電のためのマグネット及び電極は省略して示している。

[0026] まず、熱交換器34に流量1ℓ/分で5℃の冷却水を導入し、基板20を冷却する。これと同時にハロゲンランプ41の出力を0~400 Wに変化させ、基板20を加熱する。これにより、基板温度15~150℃の範囲で、所定の基板温度に3分以内で制御することができた。このように強制的に冷却と加熱を行い、熱移動量を大きくすることにより、室温近傍でも迅速に基板温度を制御することができた。これに対し、単に熱交換器或いはハロゲンランプで加熱を行い、室温近傍で温度を制御する場合、加熱し過ぎた場合は周囲との温度差が小さく熱移動量が小さく温度を下げ難い。さらに、加熱し過ぎないためには温度を精密に制御しながら加熱する必要があり、温度制御に10数分の時間がかかった。

- [0027] また本実施例では、エタノール、メタノール、アセトン等の有機溶媒の様に融点が0℃より低い液体、或いはフロン系ガス等で、さらに低温の表面温度にした熱交換器34とハロゲンランプ41を組み合わせることによって、マイナス数10℃程度までの基板温度の制御が可能となった。この効果は、次のようなエッチング処理に有効である。
- [0028] タングステンシリサイド/ポリシリコン/SiO₂ 積層膜のタングステンシリサイドとポリシリコンをエッチングし、ポリサイドゲートを形成する場合、従来はポリシリコンとSiO₂の選択比を得るために、エッチング速度を犠牲にして、フロンガスで冷却した熱交換器(冷却器)を用い-10℃でエッチングを行っていた。しかし、本実施例を適用した場合、第4図に示したような基板温度制御を容易に行うことが可能であり、タングステンシリサイドは20℃で高速でエッチングし、ポリシリコンは-10℃で高選択比でエッチングすることができる。
- [0029] 即ち、基板搬入後に熱交換器34で冷却、ハロゲンランプ41で加熱し、基板温度20℃とし、タングステンシリサイドさらにポリシリコンの一部をエッチングする。その後、一旦エッチングを中断し、熱交換器34の出力を増し基板20を冷却する。冷却途中からハロゲンランプ41による加熱を開始し-10℃に安定させ、ポリシリコンを高選択比でエッチングする。温度以外のエッチング条件は、SiCl₄ 20cc/分、Cl₂ 80cc/分、圧力4 Pa、RF出力150WのマグネトロンRIEとした。タングステンシリサイドのエッチングを-10℃から20℃にすることにより、エッチング速度を1000 Å/分から2500 Å/分とすることができた。
- [0030] なお、本発明は上述した各実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。例えば、容器内で行う処理は薄膜堆積、エッチングに限るものではなく、レジスト灰化及びそれらの前処理としての基板加熱、冷却及び後処理のアニ

ール、シンター等であってもよい。また、基板を第1の温度制御機構に密着させることができれば、静電チャックは必ずしも必要ではない。また、第1の温度制御機構としては熱伝導のみで基板を加熱(又は冷却)するものに限らず、熱伝導と共に輻射を併用して基板を加熱するものを用いることも可能である。

[発明の効果]

- [0031] 以上詳述したように本発明によれば、単独の加熱方式ではなく、熱伝導による第1の温度制御機構と輻射による第2の温度制御機構を設け、これら2つの加熱方式を採用することにより、基板の昇温及び温度安定化を速やかに行うことができ、各種基板処理におけるスループット向上等に寄与することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明一実施例に係わる半導体製造装置の概略構成を示す断面図、第2図は同実施例における基板温度制御方法を説明するための特性図、第3図は他の実施例の概略構成を示す

断面図、第4図は上記他の実施例における基板温度制御方法を説明するための特性図、第5図は従来の加熱方法を説明するための模式図である。

- 10…真空容器、
- 20…基板、
- 30…第1の温度制御機構、
- 31…ホットプレート(電熱ヒータ)、
- 32…静電チャック板、
- 33…熱電対、
- 34…熱交換器、
- 40…第2の温度制御機構、
- 41…ハロゲンランプ(赤外線ランプ)、
- 42…石英窓、
- 43…反射板。

出願人代理人 弁理士 鈴江 武彦

Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.