

明 細 書

発明の名称： シースヒータおよびステージ

技術分野

[0001] 本発明の一実施形態は、シースヒータに関する。また、本発明の一実施形態は、シースヒータを備えるステージに関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスはほぼ全ての電子機器に搭載されており、電子機器の機能に対して重要な役割を担っている。半導体デバイスはシリコンなどが有する半導体特性を利用したデバイスである。半導体デバイスは、半導体膜、絶縁膜、および導電膜を基板上に積層し、これらの膜がパターンニングされることによって構成される。これらの膜は、蒸着法、スパッタリング法、化学気相成長（CVD）法、または基板の化学反応などを利用して積層され、フォトリソグラフィープロセスによってこれらの膜がパターンニングされる。フォトリソグラフィープロセスは、パターンニングに供される膜上へのレジスト膜の形成、レジスト膜の露光、現像によるレジストマスクの形成、エッチングによる膜の部分的除去、およびレジストマスクの除去を含む。

[0003] 上述した膜の特性は、膜を形成する条件、またはパターンニングの条件によって大きく左右される。前記条件の1つが基板の温度である。多くの場合、基板の温度は、基板を設置するための載置台（以下、「ステージ」という。）の温度を調節することによって制御される。基板を加熱し基板内における温度分布を均一に抑制するため、ステージを加熱するヒータの1つがシースヒータである。例えば、特許文献1には、金属シース内に電熱線（ヒータ線）が配置されたシースヒータを複数備えたステージが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-91660号公報

特許文献2：特開2021-26857号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] シースヒータでは、金属シースとヒータ線との短絡を防止するために、金属シース内に絶縁材が充填される（例えば、特許文献2参照）。また、金属シース内に充填された絶縁材の吸湿および飛散を防止するため、金属シースの端部は、エポキシ系接着剤によって封止される。シースヒータをステージに用いる場合、金属シースの端部はステージのシャフト内に格納されることが好ましい。しかしながら、シャフト内の温度が高温（例えば、100度超）となる場合がある。その場合、エポキシ系接着剤の耐熱温度が低いため、上記のような構成を適用することができない。したがって、ステージの使用温度範囲を広げるためにも、耐熱性が向上したシースヒータが望まれていた。

[0006] 本発明の一実施形態は、上記問題に鑑み、耐熱性が向上したシースヒータを提供することを目的の一つとする。また、本発明の一実施形態は、広い温度範囲で使用することができるステージを提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一実施形態に係るシースヒータは、金属シースと、金属シース内に配置されるヒータ線と、金属シースとヒータ線とを離間するように金属シース内に充填される絶縁材と、ヒータ線に電力を供給するリード線と、金属シースの端部から延出されたヒータ線とリード線とを接続する圧着スリーブと、金属シースの端部を覆い、圧着スリーブが配置される筒状部材と、筒状部材と嵌合し、リード線が挿通される開口を含む蓋状部材と、を含み、金属シースの端部は、ヒータ線が挿通される第1の貫通孔を含む第1の絶縁管と、金属シースと第1の絶縁管との間の間隙を充填する封止材と、を含み、封止材は、セラミックバイндаを含む。

[0008] 第1の絶縁管は、2つの第1の貫通孔を含んでもよい。

[0009] シースヒータは、さらに、筒状部材内に配置され、第2の貫通孔を含む第

2の絶縁管を含み、圧着スリーブは、第2の貫通孔内に配置されてもよい。

[0010] 第2の絶縁管は、2つの第2の貫通孔を含んでいてもよい。

[0011] シースヒータは、さらに、リード線に固定される係止部材を含み、係止部材は、蓋状部材と接合されていなくてもよい。係止部材は、リード線を挟持することによってリード線に固定されてもよい。

[0012] シースヒータは、さらに、筒状部材内において第1の絶縁管と第2の絶縁管との間に配置され、ヒータ線が挿通される第3の貫通孔を含む第3の絶縁管を含んでいてもよい。第3の絶縁管の外径は、第2の貫通孔の孔径よりも小さくてもよい。

[0013] 第3の絶縁管の少なくとも一部は、第2の貫通孔内に入り込んでいてもよい。筒状部材内に2つの第3の絶縁管が配置されていてもよい。

[0014] 本発明の一実施形態に係るステージは、シャフトと、上記シースヒータを含み、金属シースの端部は、前記シャフト内に格納されている。

発明の効果

[0015] 本発明の一実施形態に係るシースヒータは、端子部が高温に耐え得る構造を有する。そのため、シースヒータの耐熱性が向上する。また、本発明の一実施形態に係るステージは、耐熱性が向上したシースヒータを含むため、ステージの使用温度範囲が広がる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態に係るシースヒータのヒータの外観構成を示す模式的な平面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るシースヒータの内部構成を示す模式的な断面図である。

[図3A]本発明の一実施形態に係るシースヒータの構成を示す模式的な断面図である。

[図3B]本発明の一実施形態に係るシースヒータの構成を示す模式的な断面図である。

[図3C]本発明の一実施形態に係るシースヒータの構成を示す模式的な断面図

である。

[図4]本発明の一実施形態に係るステージの外観構成を示す模式的な斜視図である。

[図5]本発明の一実施形態に係るステージに含まれるシースヒータの配置構成を示す模式的な上面図である。

[図6]本発明の一実施形態に係るステージの内部構成を示す模式的な断面図である。

[図7]本発明の一実施形態に係るステージの内部構成を示す模式的な断面図である。

[図8]本発明の一実施形態に係るステージの内部構成を示す模式的な断面図である。

[図9]本発明の一実施形態に係るステージに含まれるシースヒータの配置構成を示す模式的な上面図である。

[図10]本発明の一実施形態に係るエッチング装置の構成を示す模式的な断面図である。

[図11]本発明の一実施形態に係るC V D装置の構成を示す模式的な断面図である。

[図12]本発明の一実施形態に係るスパッタリング装置の構成を示す模式的な断面図である。

[図13]本発明の一実施形態に係る蒸着装置の構成を示す模式的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本出願で開示される発明の各実施形態について、図面を参照し説明する。但し、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲において様々な形態で実施することができ、以下に例示する実施形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

[0018] 図面は、説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、

本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して説明したものと同様の機能を備えた構成要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略することがある。また、説明の便宜上、上方または下方という語句を用いて説明するが、上方または下方はそれぞれステージの使用時（基板載置時）における向きを示す。

[0019] 本明細書および図面において、同一または類似する複数の構成を総じて表記する際には同一の符号を用い、これら複数の構成のそれぞれを区別して表記する際には、さらに大文字のアルファベットを添えて表記する。一つの構成のうちの複数の部分をそれぞれ区別して表記する際には、同一の符号を用い、さらにハイフンと自然数を用いる。

[0020] <第1実施形態>

図1～図3Cを参照して、本発明の一実施形態に係るシースヒータ10について説明する。

[0021] 図1は、本発明の一実施形態に係るシースヒータ10の外観構成を示す模式的な平面図である。図2は、本発明の一実施形態に係るシースヒータ10の内部構成を示す模式的な断面図である。具体的には、図2は、図1の平面図と対応する断面図である。図3A～図3Cは、本発明の一実施形態に係るシースヒータ10の構成を示す模式的な断面図である。具体的には、図3Aは、図2に示されるA1－A2線で切断されたシースヒータ10の断面図であり、図3Bは、図2に示されるB1－B2線で切断されたシースヒータ10の断面図であり、および図3Cは、図2に示されるC1－C2線で切断されたシースヒータ10の断面図である。

[0022] シースヒータ10は、ヒータ部100および端子部200を含む。ヒータ部100は、金属シース110、ヒータ線120、絶縁材130、第1の絶縁管140、および封止材150を含む。端子部200は、筒状部材210、蓋状部材220、係止部材230、リード線240、接続端子250、圧着スリーブ260、第2の絶縁管270、および第3の絶縁管280を含む。なお、ヒータ部100の一部の構成要素は、端子部200内に入り込んで

おり、以下では、端子部 200 として説明する場合がある。

- [0023] ヒータ部 100 において、ヒータ線 120 は、金属シース 110 内に配置されている。絶縁材 130 は、金属シース 110 とヒータ線 120 とが離間するように金属シース 110 内に充填されている。すなわち、ヒータ線 120 は、絶縁材 130 内に埋設され、金属シース 110 と電氣的に絶縁されている。
- [0024] 金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 は開管されており、金属シース 110 の第 2 の端部 111-2 は、閉管されている。金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 には、第 1 の絶縁管 140 が配置されている。金属シース 110 と第 1 の絶縁管 140 との間の間隙には封止材 150 が充填され、第 1 の絶縁管 140 は、金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 に固定されている。
- [0025] 第 1 の絶縁管 140 の断面形状は円形であるが、これに限られない。第 1 の絶縁管 140 の外径は、金属シース 110 の内径よりも小さく、第 1 の絶縁管 140 の一部が、金属シース 110 内に挿設されていることが好ましい。第 1 の絶縁管 140 は、2 つの第 1 の貫通孔 141 を含む。金属シース 110 内において、ヒータ線 120 は折り畳まれ、ヒータ線 120 の両端は、金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 から外側に延出している。換言すると、金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 において、両端に相当する 2 本のヒータ線 120 の各々が、第 1 の貫通孔 141 に挿通されている。
- [0026] 金属シース 110 の外径は小さく、柔軟性を有する。そのため、ヒータ部 100 は、折り曲げることが可能である。また、ヒータ線 120 は金属シース 110 および絶縁材 130 によって保護されているため、ヒータ部 100 は、耐衝撃性および耐腐食性に優れている。
- [0027] 金属シース 110 の熱伝導率は、 10 W/mK 以上 430 W/mK 以下であることが好ましい。金属シース 110 の材料として、例えば、アルミニウム、チタン、ニッケル、鉄、クロム、ニオブ、銅、もしくはモリブデンなどの金属、またはこれらの合金などを用いることができる。

- [0028] ヒータ線 120 は、発熱線および非発熱線を含む。発熱線は、電力が供給されることにより熱を発生する。一方、非発熱線は、発熱線よりも高い熱伝導率を有し、熱の発生が抑制されている。そのため、ヒータ線 120 に電力が供給されると、主に、発熱線で熱が発生する。発熱線と非発熱線との接合部は金属シース 110 内に位置し、ヒータ線 120 の非発熱線が金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 から外側に延出している。発熱線の材料として、例えば、ニッケル、クロム、鉄、モリブデン、タングステン、もしくはアルミニウムなどの金属、炭素、またはこれらの合金もしくはこれらの酸化物などを用いることができる。非発熱線の材料として、例えば、アルミニウム、銅、ニッケル、鉄などの金属、またはこれらの合金を用いることができる。
- [0029] 絶縁材 130 は、粉末または微粒子の形状で金属シース 110 内に充填される。あるいは、絶縁材 130 は、粉末もしくは微粒子の焼結体、仮焼結体、または圧粉体の状態で、金属シース 110 内に充填されてもよい。絶縁材 130 の熱伝導率は、 10 W/mK 以上 300 W/mK 以下であることが好ましい。絶縁材 130 の材料として、例えば、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化シリコン、酸化ジルコニウム、酸化タンタル、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化シリコン、窒化ジルコニウム、窒化チタン、窒化タンタル、窒化モリブデン、窒化ニオブ、炭化ホウ素、炭化アルミニウム、炭化シリコン、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化モリブデン、または炭化ニオブなどを用いることができる。
- [0030] 第 1 の絶縁管 140 の材料として、例えば、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化シリコン、酸化ジルコニウム、酸化タンタル、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化シリコン、窒化ジルコニウム、窒化チタン、窒化タンタル、窒化モリブデン、窒化ニオブ、炭化ホウ素、炭化アルミニウム、炭化シリコン、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化モリブデン、または炭化ニオブなどを用いることができる。
- [0031] 封止材 150 として、例えば、セラミックバインダを含むセラミック系封

止剤が用いられる。セラミック系封止剤は、エポキシ系封止剤よりも耐熱性に優れる。セラミックバインダの材料として、例えば、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化シリコン、酸化ジルコニウム、酸化タンタル、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化シリコン、窒化ジルコニウム、窒化チタン、窒化タンタル、窒化モリブデン、窒化ニオブ、炭化ホウ素、炭化アルミニウム、炭化シリコン、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化モリブデン、または炭化ニオブなどを用いることができる。

[0032] 端子部200において、筒状部材210は、第1の筒体211-1および第2の筒体211-2を含み、第1の筒体211-1と第2の筒体211-2とが連通された構造を有する。第1の筒体211-1の内径（または外径）は、第2の筒体211-2の内径（または外径）よりも大きい。すなわち、筒状部材210は、第1の筒体211-1と第2の筒体211-2とが段差状に連通された構成を有する。但し、筒状部材210の構成はこれに限られない。筒状部材210は、第1の筒体211-1と第2の筒体211-2とがテーパ状に連通された構成を有していてもよい。

[0033] 第2の筒体211-2の内径は、金属シース110の外径と略一致しており、金属シース110の第1の端部111-1が、筒状部材210の第2の筒体211-2に挿通されている。換言すると、筒状部材210の第2の筒体211-2は、金属シース110の第1の端部111-1を覆っている。筒状部材210の開口部（第1の筒体211-1側の開口部）は、蓋状部材220によって覆われている。第1の筒体211-1の外周面にはツバ部212が設けられており、蓋状部材220は、第1の筒体211-1の端部およびツバ部212によって係止されている。

[0034] 筒状部材210の第2の筒体211-2に挿通された金属シース110の第1の端部111-1は、溶接またはろう付などを用いて、筒状部材210の第2の筒体211-2に接合されている。また、蓋状部材220は、溶接、ねじ止め、またはろう付などを用いて、ツバ部212と接合されている。

ろう付用のろうとして、例えば、銀、銅、および亜鉛を含む合金、銅および亜鉛を含む合金、リンを微量含む銅、アルミニウムを含む合金、チタン、銅、およびニッケルを含む合金、チタン、ジルコニウム、および銅を含む合金、またはチタン、ジルコニウム、銅、およびニッケルを含む合金などを用いることができる。

[0035] 蓋状部材 220 は、開口部 221 を含む。蓋状部材 220 の開口部 221 の口径は、筒状部材 210 の第 1 の筒体 211-1 の開口部の口径よりも小さい。蓋状部材 220 の開口部 221 には、2 本のリード線 240 が挿通されている。すなわち、リード線 240 の一端は、筒状部材 210 の内部に位置し、リード線 240 の他端は、筒状部材 210 の外側に位置する。リード線 240 の他端には、接続端子 250 が接続されている。接続端子 250 は、シースヒータ 10 に電力を供給する電源と接続される。

[0036] 蓋状部材 220 の開口部を通じて筒状部材 210 の外側に延在するリード線 240 には、係止部材 230 が取り付けられている。係止部材 230 は、リード線 240 を挟持し、リード線 240 に固定されている。係止部材 230 は、蓋状部材 220 と接していてもよいが、係止部材 230 と蓋状部材 220 とは接合されていない。係止部材 230 は、例えば、セットカラーであるが、これに限られない。

[0037] 筒状部材 210 内において、ヒータ線 120 は、リード線 240 と接続されている。具体的には、ヒータ線 120 の両端の各々に、圧着スリーブ 260 を介して、リード線 240 の一端が接続される。したがって、筒状部材 210 内には、2 本のリード線 240 に対応する 2 つの圧着スリーブ 260 が存在する。

[0038] ヒータ線 120 は発熱などによって伸縮する場合がある。この場合、ヒータ線 120 と接続するリード線 240 が固定されていると、ヒータ線 120 の伸縮性が失われ、ヒータ線 120 が断線するおそれがある。そのため、シースヒータ 10 では、上述したように、リード線 240 に固定される係止部材 230 は、蓋状部材 220 に接合されず、ヒータ線 120 の伸縮に合わせ

て可動する構成を有する。

[0039] 筒状部材 210 内には、第 2 の絶縁管 270 および 2 つの第 3 の絶縁管 280 が配置されている。図 3 B および図 3 C に示すように、第 2 の絶縁管 270 の断面形状は直線部を有する略楕円形であるが、これに限られない。第 2 の絶縁管 270 の最大外径は、筒状部材 210 の第 1 の筒体 211-1 の内径と略一致している。第 2 の絶縁管 270 は、2 つの第 2 の貫通孔 271 を含む。2 つの圧着スリーブ 260 の各々は、第 2 の貫通孔 271 内に配置されている。そのため、2 つの圧着スリーブ 260 は、第 2 の絶縁管 270 の 2 つの第 2 の貫通孔 271 間の隔壁によって電氣的に絶縁されている。第 3 の絶縁管 280 は、第 1 の絶縁管 140 と第 2 の絶縁管 270 との間に配置されている。第 3 の絶縁管 280 の断面形状は円形であるが、これに限られない。第 3 の絶縁管 280 は、少なくとも 1 つの第 3 の貫通孔 281 を含む。第 3 の貫通孔 281 には、第 1 の絶縁管 140 の第 1 の貫通孔 141 から延出したヒータ線 120 が挿通されている。筒状部材 210 内には 2 本のヒータ線 120 が延在している。第 1 の絶縁管 140 と第 2 の絶縁管 270 との間に延在する 2 本のヒータ線 120 の短絡を防止するため、筒状部材 210 内において、2 本のヒータ線 120 の各々が第 3 の絶縁管 280 で覆われている。

[0040] 第 3 の絶縁管 280 の外径は、第 2 の絶縁管 270 の第 2 の貫通孔 271 の孔径よりも小さい。第 3 の絶縁管 280 の少なくとも一部は、第 2 の絶縁管 270 の第 2 の貫通孔 271 内に入り込んでいてもよい。

[0041] 筒状部材 210 および蓋状部材 220 の各々の材料として、金属シース 110 と同様の材料を用いることができる。また、筒状部材 210 および蓋状部材 220 の各々の材料として、さらに、ステンレスなどを用いることができる。

[0042] 第 2 の絶縁管 270 および第 3 の絶縁管 280 の各々の材料として、第 1 の絶縁管 140 と同様の材料を用いることができる。

[0043] 以上説明したように、シースヒータ 10 は、エポキシ系接着剤のような耐

熱温度の低い構成要素を含まない。そのため、シースヒータ１０の耐熱性が向上する。

[0044] シースヒータ１０は、いわゆる片端子型シースヒータである。しかしながら、シースヒータ１０の構成は、両端子型シースヒータに適用することもでき、同様の効果を奏する。

[0045] ＜第２実施形態＞

図４～図６を参照して、本発明の一実施形態に係るステージ２０について説明する。ステージ２０はシースヒータ１０を含む。そのため、以下では、第１実施形態で説明した構成と同一または類似の構成の説明を省略する場合がある。

[0046] 図４は、本発明の一実施形態に係るステージ２０の外観構成を示す模式的な斜視図である。

[0047] 図４に示すように、ステージ２０は、第１の支持プレート３１０、第２の支持プレート３２０、およびシャフト３３０を含む。第１の支持プレート３１０と第２の支持プレート３２０とは重畳し、第２の支持プレート３２０は、第１の支持プレート３１０の下に設けられている。第２の支持プレート３２０は、溶接、ねじ止め、またはろう付などを用いて、第１の支持プレート３１０に接合されている。シャフト３３０は、第１の支持プレート３１０および第２の支持プレート３２０を支持するように、第２の支持プレート３２０の下に設けられている。シャフト３３０は、溶接、ねじ止め、またはろう付などを用いて、第２の支持プレート３２０に接合されている。

[0048] 第１の支持プレート３１０上には、シリコンもしくは化合物半導体などを含む半導体基板、または石英もしくはガラスなどを含む絶縁体基板が載置される。そのため、第１の支持プレート３１０の上面は、平坦面を有する。第１の支持プレート３１０の材料として、例えば、 200 W/mK 以上 430 W/mK 以下の熱伝導率を有する金属を用いることができる。第１の支持プレート３１０が熱伝導率の高い金属を含むことにより、シースヒータ１０が発する熱エネルギーを第１の支持プレート３１０に効率よく伝導することが

できる。また、第1の支持プレート310に含まれる金属は、 $5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以上 $25 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下の熱膨張率を有することが好ましい。具体的には、第1の支持プレート310の金属として、チタン、アルミニウム、またはステンレスなどを用いることができる。

[0049] 図示しないが、第1の支持プレート310には、基板を固定するための静電チャック、基板とステージ20との間にヘリウムなどの熱伝導率の高いガスを供給するための貫通孔、または液体の媒体を環流するための環流路などが設けられていてもよい。

[0050] 第2の支持プレート320の材料として、第1の支持プレート310と同様の金属を用いることができる。第2の支持プレート320に含まれる金属は、第1の支持プレート310に含まれる金属と同じであってもよく、異なってもよい。第1の支持プレート310に含まれる金属と第2の支持プレート320に含まれる金属とが異なる場合、熱膨張率の差が $10 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下となるように、それぞれの金属が選択されることが好ましい。これにより、熱膨張の違いによるステージ20の変形が抑制されるため、ステージ20の信頼性を向上させることができる。

[0051] 図示しないが、ステージ20では、第2の支持プレート320の下に、第3の支持プレートが設けられていてもよい。第3の支持プレートは、第1の支持プレート310または第2の支持プレート320と同様の構成を含む。第3の支持プレートも、溶接、ねじ止め、またはろう付などを用いて、第2の支持プレート320に接合されてもよい。

[0052] シャフト330は、シースヒータ10のリード線240を格納するため、中空構造を有する。また、静電チャックが設けられる場合、静電チャックと接続される配線もシャフト330内に格納される。

[0053] 図示しないが、シャフト330は、回転機構と接続されていてもよい。シャフト330が回転機構と接続されることにより、ステージ20をシャフト330の長軸を中心として回転させることができる。

[0054] 図5は、本発明の一実施形態に係るステージ20に含まれるシースヒータ

１０の配置構成を示す模式的な上面図である。図５では、説明の便宜上、第１の支持プレート３１０の図示が省略されている。また、シャフト３３０が点線で示されている。図６は、本発明の一実施形態に係るステージ２０の内部構成を示す模式的な断面図である。具体的には、図６は、図５に示されるＤ１－Ｄ２線で切断されたステージ２０の断面図である。

[0055] 図５に示すように、ステージ２０は、第１のシースヒータ１０－１および第２のシースヒータ１０－２を含む。第１のシースヒータ１０－１および第２のシースヒータ１０－２は、第２の支持プレート３２０に配置されている。なお、以下では、第１のシースヒータ１０－１と第２のシースヒータ１０－２とを特に区別しない場合には、シースヒータ１０と記載して説明する。

[0056] 図６に示すように、第２の支持プレート３２０の上面には、溝３２１が設けられている。溝３２１の深さは、シースヒータ１０の外径と略同一である。具体的には、溝３２１の深さは、シースヒータ１０の外径の１００％よりも大きく１５０％以下であり、好ましくは１００％よりも大きく１２０％以下であり、特に好ましくは１００％よりも大きく１１０％以下である。第１のシースヒータ１０－１および第２のシースヒータ１０－２は、溝３２１に埋め込まれるように配置されている。

[0057] 第２の支持プレート３２０には、シャフト３３０と重畳する領域に２つの貫通孔３２２が設けられている。第２の支持プレート３２０上に配置された第１のシースヒータ１０－１および第２のシースヒータ１０－２の各々において、ヒータ部１００が折り曲げられて貫通孔３２２に挿通され、端子部２００がシャフト３３０内に格納されている。

[0058] 端子部２００の接続端子２５０は、ヒータ電源（図示せず）と接続される。リード線２４０を介して、ヒータ電源からヒータ部１００に電力が供給されると、ヒータ部１００が発熱し、第１の支持プレート３１０および第２の支持プレート３２０が加熱される。

[0059] 以上説明したように、ステージ２０は、耐熱性が向上したシースヒータ１０を含む。そのため、ステージ２０が、封止された金属シース１１０の第１

の端部 111-1 をシャフト 330 内に格納する構成を有する場合においても、ステージ 20 は、高温で使用する事が使用することができる。すなわち、ステージ 20 がシースヒータ 10 を含むことにより、ステージ 20 の使用温度範囲を広げることができる。また、第 1 のシースヒータ 10-1 および第 2 のシースヒータ 10-2 を独立して制御することができるため、ステージ 20 に載置される基板の温度を均一に、かつ、精密に制御することができる。

[0060] <変形例 1>

図 7 を参照して、ステージ 20 の一変形例であるステージ 20A について説明する。以下では、ステージ 20A の構成がステージ 20 の構成と同様であるとき、ステージ 20A の構成の説明を省略する場合がある。

[0061] 図 7 は、本発明の一実施形態に係るステージ 20A の内部構成を示す模式的な断面図である。具体的には、図 7 は、図 5 に示される D1-D2 線で切断されたステージ 20A の断面図である。

[0062] 図 7 に示すように、第 1 の支持プレート 310 の下面には、溝 311 が設けられている。溝 311 の深さは、シースヒータ 10 の外径と略同一である。具体的には、溝 311 の深さは、シースヒータ 10 の外径の 100% よりも大きく 150% 以下であり、好ましくは 100% よりも大きく 120% 以下であり、特に好ましくは 100% よりも大きく 110% 以下である。第 1 のシースヒータ 10-1 および第 2 のシースヒータ 10-2 は、溝 311 に埋め込まれるように配置されている。

[0063] 溝 311 の端部は、第 1 の支持プレート 310 のシャフト 330 と重畳する領域内に設けられている。溝 311 の端部は、第 2 の支持プレート 320 の貫通孔 322 と連通している。そのため、第 1 の支持プレート 310 上に配置された第 1 のシースヒータ 10-1 および第 2 のシースヒータ 10-2 の各々において、ヒータ部 100 が折り曲げられて貫通孔 322 に挿通され、端子部 200 がシャフト 330 内に格納されている。

[0064] 以上説明したように、ステージ 20A も、耐熱性が向上したシースヒータ

10を含む。そのため、ステージ20Aの使用温度範囲を広げることができる。また、第1のシースヒータ10-1および第2のシースヒータ10-2を独立して制御することができるため、ステージ20Aに載置される基板の温度を均一に、かつ、精密に制御することができる。

[0065] <変形例2>

図8を参照して、ステージ20の別の変形例であるステージ20Bについて説明する。以下では、ステージ20Bの構成がステージ20の構成と同様であるとき、ステージ20Bの構成の説明を省略する場合がある。

[0066] 図8は、本発明の一実施形態に係るステージ20Bの内部構成を示す模式的な断面図である。具体的には、図8は、図5に示されるD1-D2線で切断されたステージ20Bの断面図である。

[0067] 図8に示すように、第1の支持プレート310の下面には、溝311Bが設けられている。また、第2の支持プレート320の上面には、溝321Bが設けられている。溝311Bの位置と溝321Bの位置とは対応している。溝311Bの深さは、溝321Bの深さと同じであってもよく、異なってもよい。但し、溝311Bの深さと溝321Bの深さとの和は、シースヒータ10の外径と略同一である。具体的には、溝311Bの深さと溝321Bの深さとの和は、シースヒータ10の外径の100%よりも大きく150%以下であり、好ましくは100%よりも大きく120%以下であり、特に好ましくは100%よりも大きく110%以下である。第1のシースヒータ10-1および第2のシースヒータ10-2は、溝311Bおよび溝321Bに埋め込まれるように配置されている。

[0068] 第2の支持プレート320のシャフト330と重畳する領域内には、貫通孔322が設けられている。第1の支持プレート310と第2の支持プレート320の間に配置された第1のシースヒータ10-1および第2のシースヒータ10-2の各々において、ヒータ部100が折り曲げられて貫通孔322に挿通され、端子部200がシャフト330内に格納されている。

[0069] 以上説明したように、ステージ20Bも、耐熱性が向上したシースヒータ

10を含む。そのため、ステージ20Bの使用温度範囲を広げることができる。また、第1のシースヒータ10-1および第2のシースヒータ10-2を独立して制御することができるため、ステージ20Bに載置される基板の温度を均一に、かつ、精密に制御することができる。

[0070] <変形例3>

図9を参照して、ステージ20のさらに別の変形例であるステージ20Cについて説明する。以下では、ステージ20Cの構成がステージ20の構成と同様であるとき、ステージ20Cの構成の説明を省略する場合がある。

[0071] 図9は、本発明の一実施形態に係るステージ20Cに含まれるシースヒータの配置構成を示す模式的な上面図である。図9では、説明の便宜上、第1の支持プレート310の図示が省略されている。

[0072] 図9に示すように、ステージ20Cは、第1のシースヒータ10-1、第2のシースヒータ10-2、第3のシースヒータ10-3、および第4のシースヒータ10-4を含む。第1のシースヒータ10-1～第4のシースヒータ10-4は、第2の支持プレート320上に配置されている。

[0073] ステージ20Cでは、第2の支持プレート320が4つに区画され、4つの区画のそれぞれに独立した4つのシースヒータ10が配置されている。4つの区画の各々では、シースヒータ10は、円弧を形成するようにジグザグに配置されている。第1のシースヒータ10-1～第4のシースヒータ10-4は、同一の配置形状を有する。また、第1のシースヒータ10-1～第4のシースヒータ10-4の1つを、第2の支持プレート320の中心を通る軸で90度回転させると、他の1つと重畳するように配置されている。

[0074] 以上説明したように、ステージ20Cも、耐熱性が向上したシースヒータ10を含む。そのため、ステージ20Cの使用温度範囲を広げることができる。また、第1のシースヒータ10-1～第4のシースヒータ10-4を独立して制御することができるため、ステージ20Bに載置される基板の温度を区画ごとに均一に、かつ、精密に制御することができる。

[0075] <第3実施形態>

図10を参照して、本発明の一実施形態に係るエッチング装置50について説明する。エッチング装置50は、ステージ20を含む。そのため、以下では、第2実施形態で説明した構成と同一または類似の構成の説明を省略する場合がある。

[0076] 図10は、本発明の一実施形態に係るエッチング装置50の構成を示す模式的な断面図である。

[0077] エッチング装置50は、種々の膜に対してドライエッチングを行うことができる。エッチング装置50は、チャンバー502を有している。チャンバー502は、基板上に形成された導電体、絶縁体、または半導体などの膜に対してエッチングを行う空間を提供する。

[0078] チャンバー502には排気装置504が接続され、これにより、チャンバー502内を減圧雰囲気に設定することができる。チャンバー502には、さらに反応ガスを導入するための導入管506が設けられ、バルブ508を介してチャンバー502内にエッチング用の反応ガスが導入される。反応ガスとしては、例えば、四フッ化炭素(CF_4)、オクタフルオロシクロブタン(C_8F_{16})、デカフルオロシクロペンタン($\text{C}_{10}\text{F}_{20}$)、またはヘキサフルオロブタジエン(C_4F_6)などの含フッ素有機化合物を用いることができる。

[0079] チャンバー502上部には導波管510を介してマイクロ波源512を設けることができる。マイクロ波源512はマイクロ波を供給するためのアンテナなどを有しており、例えば2.45GHzのマイクロ波や、13.56MHzのラジオ波(RF)といった高周波数のマイクロ波を出力する。マイクロ波源512で発生したマイクロ波は導波管510によってチャンバー502の上部へ伝播し、石英またはセラミックなどを含む窓514を介してチャンバー502内へ導入される。マイクロ波によって反応ガスがプラズマ化し、プラズマに含まれる電子、イオン、またはラジカルによって膜のエッチングが進行する。

[0080] チャンバー502下部には、基板を載置するためのステージ20が設けら

れる。ステージ２０には電源５２４が接続され、高周波電力がステージ２０に与えられ、マイクロ波による電界がステージ２０の表面、基板表面に対して垂直な方向に形成される。チャンバー５０２の上部および側面には、さらに磁石５１６、磁石５１８、および磁石５２０を設けることができる。磁石５１６、磁石５１８、および磁石５２０は、永久磁石でもよく、電磁コイルを有する電磁石でもよい。磁石５１６、磁石５１８、および磁石５２０により、ステージ２０および基板表面に平行な磁界が生成される。磁界とマイクロ波による電界との連携により、プラズマ中の電子は、ローレンツ力を受けて共鳴し、ステージ２０および基板表面に束縛される。その結果、高い密度のプラズマを基板表面に発生させることができる。

[0081] ステージ２０には、さらに、ステージ２０に設けられるシースヒータ１０を制御するヒータ電源５３０が接続される。ステージ２０には、さらに、任意の構成として、基板をステージ２０に固定するための静電チャック用の電源５２６、ステージ２０の内部に環流される媒体の温度制御を行う温度コントローラ５２８、およびステージ２０を回転させるための回転制御装置（図示せず）が接続されてもよい。

[0082] <第４実施形態>

図１１を参照して、本発明の一実施形態に係るＣＶＤ装置６０について説明する。ＣＶＤ装置６０は、ステージ２０を含む。そのため、以下では、第２実施形態で説明した構成と同一または類似の構成の説明を省略する場合がある。

[0083] 図１１は、本発明の一実施形態に係るＣＶＤ装置６０の構成を示す模式的な断面図である。

[0084] ＣＶＤ装置６０はチャンバー６０２を有している。ＣＶＤ装置６０は、反応ガスを化学的に反応させ、種々の膜を基板上に化学的に形成する場を提供する。

[0085] チャンバー６０２には排気装置６０４が接続され、チャンバー６０２内の圧力を低減することができる。チャンバー６０２にはさらに反応ガスを導入

するための導入管 606 が設けられ、バルブ 608 を介してチャンバー 602 内に成膜用の反応ガスが導入される。反応ガスとしては、作製する膜に依存して種々のガスを用いることができる。ガスは、常温で液体でもよい。例えば、シラン、ジクロロシラン、またはテトラエトキシシランなどを用いることでシリコン、酸化ケイ素、または窒化ケイ素などの薄膜を形成することができる。また、フッ化タングステンまたはトリメチルアルミニウムなどを用いることで、タングステンまたはアルミニウムなどの金属薄膜を形成することができる。

[0086] エッチング装置 50 と同様、チャンバー 602 上部には導波管 610 を介してマイクロ波源 612 を設けてもよい。マイクロ波源 612 で発生したマイクロ波は導波管 610 によってチャンバー 602 内部へ導入される。マイクロ波によって反応ガスがプラズマ化し、プラズマに含まれる種々の活性種によってガスの化学反応が促進され、化学反応によって得られる生成物が基板上に堆積し、薄膜が形成される。任意の構成として、プラズマの密度を増大させるための磁石 644 をチャンバー 602 内に設けることができる。チャンバー 602 の下部には、ステージ 20 が設けられ、基板がステージ 20 上に載置された状態で薄膜の堆積を行うことができる。エッチング装置 50 と同様、チャンバー 602 の側面にはさらに磁石 616 および磁石 618 を設けてもよい。

[0087] ステージ 20 には、さらに、ステージ 20 に設けられるシースヒータ 10 を制御するヒータ電源 630 が接続される。ステージ 20 には、さらに、任意の構成として、高周波電力をステージ 20 に供給するための電源 624、静電チャック用の電源 626、ステージ 20 の内部に環流される媒体の温度制御を行う温度コントローラ 628、およびステージ 20 を回転させるための回転制御装置（図示しない）が接続されてもよい。

[0088] <第 5 実施形態>

図 12 を参照して、本発明の一実施形態に係るスパッタリング装置 70 について説明する。スパッタリング装置 70 は、ステージ 20 を含む。そのた

め、以下では、第2実施形態で説明した構成と同一または類似の構成の説明を省略する場合がある。

[0089] 図12は、本発明の一実施形態に係るスパッタリング装置70の構成を示す模式的な断面図である。

[0090] スパッタリング装置70はチャンバー702を有する。スパッタリング装置70は、高速のイオンとターゲットの衝突、およびその際に発生するターゲット原子を基板上に堆積させるための場を提供する。

[0091] チャンバー702にはチャンバー702内を減圧するための排気装置704が接続される。チャンバー702にはアルゴンなどのスパッタリングガスをチャンバー702へ導入するための導入管706およびバルブ708が設けられる。

[0092] チャンバー702の下部には、成膜する材料を含むターゲットを保持し、かつ陰極として機能するターゲットステージ710が設けられ、その上にターゲット712が設置される。ターゲットステージ710には高周波電源714が接続され、高周波電源714によってチャンバー702内にプラズマを発生することができる。

[0093] チャンバー702の上部には、ステージ20を設けることができる。この場合、基板がステージ20の下に設置された状態で薄膜の形成が進行する。エッチング装置50やCVD装置60と同様、ステージ20にはヒータ電源730が接続される。ステージ20には、さらに、高周波電力をステージ20に供給するための電源724、静電チャック用の電源726、温度コントローラ728、およびステージ20を回転させるための回転制御装置（図示せず）が接続されてもよい。

[0094] チャンバー702内で発生したプラズマによって加速されたアルゴンイオンは、ターゲット712に衝突し、ターゲット712の原子が弾き出される。弾き出された原子は、シャッター716が開放されている間、ステージ20の下に設置される基板へ飛翔し、堆積する。

[0095] 本実施形態では、ステージ20がチャンバー702の上部に、ターゲット

ステージ 710 がチャンバー 702 の下部に設置される構成が例示されるが、本実施形態はこの構成に限られず、ターゲット 712 がステージ 20 の上に位置するようにスパッタリング装置 70 を構成してもよい。または、基板の主面が水平面に対して垂直に配置されるようにステージ 20 を設置し、それに対向するようにターゲットステージ 710 を設けてもよい。

[0096] <第 6 実施形態>

図 13 を参照して、本発明の一実施形態に係る蒸着装置 80 について説明する。蒸着装置 80 は、ステージ 20 を含む。そのため、以下では、第 2 実施形態で説明した構成と同一または類似の構成の説明を省略する場合がある。

[0097] 図 13 は、本発明の一実施形態に係る蒸着装置 80 の構成を示す模式的な断面図である。

[0098] 蒸着装置 80 はチャンバー 802 を有する。蒸着装置 80 は、蒸着源 810 における材料の蒸発、ならびに蒸発した材料を基板上へ堆積させるための空間が提供される。

[0099] チャンバー 802 にはチャンバー 802 内を高真空にするための排気装置 504 が接続される。チャンバー 802 には、チャンバー 802 を大気圧に戻すための導入管 806 が設けられ、バルブ 808 を介して窒素またはアルゴンなどの不活性ガスがチャンバー 802 内に導入される。

[0100] チャンバー 802 の上部には、ステージ 20 を設けることができる。基板がステージ 20 の下に設置された状態で材料の堆積が進行する。エッチング装置 50、CVD 装置 60、およびスパッタリング装置 70 と同様、ステージ 20 には、さらに、ヒータ電源 828 が接続される。ステージ 20 には、さらに、任意の構成として、静電チャック用の電源 824、温度コントローラ 826、およびステージ 20 を回転させるための回転制御装置 830 が接続されてもよい。ステージ 20 は、さらに、基板と蒸着源 810 の間にメタルマスクを固定するためのマスクホルダ 816 を有してもよい。これにより、材料を堆積する領域にメタルマスクの開口部が重なるように、基板近傍に

メタルマスクを配置することができる。

[0101] 蒸着源 810 がチャンバーの下側に設けられ、蒸着する材料が蒸着源 810 に充填される。蒸着源 810 には材料を加熱するためのヒータが設けられており、ヒータは制御装置 812 によって制御される。排気装置 804 を用いてチャンバー 802 内を高真空にし、蒸着源 810 を加熱して材料を気化させることで蒸着が開始される。蒸着の速度が一定になった時にシャッター 814 を開放することで、基板上において材料の堆積が開始される。

[0102] 以上、第 3 実施形態～第 6 実施形態において説明したエッチング装置 50、CVD 装置 60、スパッタリング装置 70、および蒸着装置 80 には、ステージ 20 が用いられる。ステージ 20 を用いることで、基板を均一に加熱し、かつ、加熱温度を精密に制御することができる。そのため、エッチング装置 50、CVD 装置 60、スパッタリング装置 70、または蒸着装置 80 を用いることで、特性が制御された種々の膜を基板上に均一に形成することが可能となる。また、ステージ 20 では、シャフト 330 内に金属シース 110 の第 1 の端部 111-1 がシャフト内に格納されているため、ステージ 20 の配置する位置の自由度が向上する。

[0103] 本発明の実施形態として上述した各実施形態は、相互に矛盾しない限りにおいて、適宜組み合わせて実施することができる。また、各実施形態を基にして、当業者が適宜構成要素の追加、削除もしくは設計変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。

[0104] また、上述した各実施形態によりもたらされる作用効果とは異なる他の作用効果であっても、本明細書の記載から明らかなもの、または、当業者において容易に予測し得るものについては、当然に本発明によりもたらされるものと理解される。

符号の説明

[0105] 10 : シースヒータ、 20、20A、20B、20C : ステージ、 50 : エッチング装置、 60 : CVD 装置、 70 : スパッタリング装置、 80 : 蒸着装置、 100 : ヒータ部、 110 : 金属シース、 111 :

端部、 120 : ヒータ線、 130 : 絶縁材、 140 : 第1の絶縁管、
141 : 第1の貫通孔、 150 : 封止材、 200 : 端子部、 210
: 筒状部材、 211 : 筒体、 212 : ツバ部、 220 : 蓋状部材、
221 : 開口部、 230 : 係止部材、 240 : リード線、 250 : 接
続端子、 260 : 圧着スリーブ、 270 : 第2の絶縁管、 271 : 第
2の貫通孔、 280 : 第3の絶縁管、 281 : 第3の貫通孔、 310
: 第1の支持プレート、 311、311B : 溝、 320 : 第2の支持プ
レート、 321、321B : 溝、 322 : 貫通孔、 330 : シャフト
、 502 : チャンバー、 504 : 排気装置、 506 : 導入管、 50
8 : バルブ、 510 : 導波管、 512 : マイクロ波源、 514 : 窓、
516 : 磁石、 518 : 磁石、 520 : 磁石、 524 : 電源、 5
26 : 電源、 528 : 温度コントローラ、 530 : ヒータ電源、 60
2 : チャンバー、 604 : 排気装置、 606 : 導入管、 608 : バル
ブ、 610 : 導波管、 612 : マイクロ波源、 616 : 磁石、 61
8 : 磁石、 624 : 電源、 626 : 電源、 628 : 温度コントローラ
、 630 : ヒータ電源、 644 : 磁石、 702 : チャンバー、 70
4 : 排気装置、 706 : 導入管、 708 : バルブ、 710 : ターゲッ
トステージ、 712 : ターゲット、 714 : 高周波電源、 716 : シ
ャッター、 724 : 電源、 726 : 電源、 728 : 温度コントローラ
、 730 : ヒータ電源、 802 : チャンバー、 804 : 排気装置、
806 : 導入管、 808 : バルブ、 810 : 蒸着源、 812 : 制御装
置、 814 : シャッター、 816 : マスクホルダ、 824 : 電源、
826 : 温度コントローラ、 828 : ヒータ電源、 830 : 回転制御装
置

請求の範囲

- [請求項1] 金属シースと、
前記金属シース内に配置されるヒータ線と、
前記金属シースと前記ヒータ線とを離間するように前記金属シース内に充填される絶縁材と、
前記ヒータ線に電力を供給するリード線と、
前記金属シースの端部から延出された前記ヒータ線と前記リード線とを接続する圧着スリーブと、
前記金属シースの前記端部を覆い、前記圧着スリーブが配置される筒状部材と、
前記筒状部材と嵌合し、前記リード線が挿通される開口を含む蓋状部材と、を含み、
前記金属シースの前記端部は、
前記ヒータ線が挿通される第1の貫通孔を含む第1の絶縁管と、
前記金属シースと前記第1の絶縁管との間の間隙を充填する封止材と、を含み、
前記封止材は、セラミックバインダを含む、シースヒータ。
- [請求項2] 前記第1の絶縁管は、2つの前記第1の貫通孔を含む、請求項1に記載のシースヒータ。
- [請求項3] さらに、前記筒状部材内に配置され、第2の貫通孔を含む第2の絶縁管を含み、
前記圧着スリーブは、前記第2の貫通孔内に配置される、請求項1に記載のシースヒータ。
- [請求項4] 前記第2の絶縁管は、2つの前記第2の貫通孔を含む、請求項3に記載のシースヒータ。
- [請求項5] さらに、前記リード線に固定される係止部材を含み、
前記係止部材は、前記蓋状部材と接合されていない、請求項3に記載のシースヒータ。

- [請求項6] 前記係止部材は、前記リード線を挾持することによって前記リード線に固定される、請求項5に記載のシースヒータ。
- [請求項7] さらに、前記筒状部材内において前記第1の絶縁管と前記第2の絶縁管との間に配置され、前記ヒータ線が挿通される第3の貫通孔を含む第3の絶縁管を含む、請求項3に記載のシースヒータ。
- [請求項8] 前記第3の絶縁管の外径は、前記第2の貫通孔の孔径よりも小さい、請求項7に記載のシースヒータ。
- [請求項9] 前記第3の絶縁管の少なくとも一部は、前記第2の貫通孔内に入り込んでいる、請求項7に記載のシースヒータ。
- [請求項10] 前記筒状部材内に2つの前記第3の絶縁管が配置される、請求項7に記載のシースヒータ。
- [請求項11] シャフトと、
請求項1乃至請求項10のいずれか一項に記載のシースヒータと、
を含み、
前記金属シースの前記端部は、前記シャフト内に格納されている、
ステージ。