

明 細 書

発明の名称： ステージおよびその作製方法

技術分野

[0001] 本発明の一実施形態は、ステージおよびその作製方法に関し、例えば、基板を載置するためのステージおよびその作製方法に関する。

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これらの膜の上へのレジストの形成、レジストの露光、現像によるレジストマスクの形成、エッチングによるこれらの膜の部分的除去、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、膜を成膜する条件、または膜をエッチングする条件によって大きく左右される。前記条件の1つが基板を載置するための載置台（以下、ステージという）に印加する電圧である。近年の半導体デバイスの微細化に伴い、加工する穴の径と加工する膜の厚さの比が大きくなっているため、例えば、エッチング装置に含まれるステージに印加する電圧が増加する傾向にある。ステージに印加する電圧が増加することに伴い、ステージに含まれる部材の耐電圧の向上が求められる。ステージに含まれる部材は、例えば、冷却板、静電チャックなどである。特許文献1および特許文献2には、溶射法の1つであるセラミック溶射により絶縁膜を表面に形成し、絶縁膜の耐電圧を向上させ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：特許第6027407号公報

特許文献2：登録実用新案第2600558号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来の溶射法によれば、1つの面上に所定の膜厚を有する膜を形成した後、溶射機を移動させ、別の面上に所定の膜厚を有する膜を形成していた。この溶射法では、溶射される1つの面と別の面との境界（以下、つなぎ、角部、または隅部ということもある）に溶射材が付着しにくく、特に、隅部には間隙または空隙が生成されるという問題があった。隅部に間隙または空隙が生成されると、膜の耐電圧（絶縁破壊電圧ともいう）が低下することになる。隅部における間隙または空隙の生成を抑制する方法としては、隅部に対して直接溶射する方法がある。例えば、溶射機を1つの面から別の面へ連続的に移動させながら溶射すると、隅部に対しても溶射することができるようになり、隅部における間隙または空隙の生成を抑制することができる。しかしながら、この方法では、1つの面または別の面の膜厚に比べて隅部の膜厚が大きくなるという問題があった。隅部に形成された膜の膜厚が大きくなると、隅部における膜の密着強度が低下するため、結果としてステージの信頼性が低下することになる。したがって、溶射法によるステージの作製においては、面に形成される膜だけでなく、隅部に形成される膜も所定の膜厚となるように制御し（すなわち、膜の膜厚を均一化し）、膜の密着強度および耐電圧を向上させることが望まれていた。

[0006] 本発明の一実施形態は、上記問題に鑑み、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜を含み、絶縁性能および信頼性の優れたステージを提供することを目的の1つとする。また、本発明の一実施形態は、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜を形成し、絶縁性能および信頼性の優れたステージの作製方法を提供することを目的の1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ステージは、上面から窪んだ第1の面および側面から窪んだ第2の面を含む段差を含む基材と、第1の面上に設けられた複数の第1の層、および第2の面上に設けられた複数の第2の層を含む絶縁膜と、を含み、段差において、第1の層の第1の端部と第2の層の第2の端部とが交互に積層されている。
- [0008] 本発明の一実施形態に係るステージの作製方法は、基材の上面に対して略平行な面に沿って溶射機を移動させながら、上面から窪んだ第1の面に溶射機からの溶射による第1の層を形成するステップと、基材の側面に対して略平行な面に沿って溶射機を移動させながら、側面から窪んだ第2の面に溶射機からの溶射による第2の層を形成するステップと、を含むサイクルを少なくとも2回以上行い、基材の第1の面および第2の面を含む段差に、第1の層の第1の端部と第2の層の第2の端部とが交互に積層された絶縁膜を形成する。
- [0009] サイクルは、さらに、基材の下面に対して略平行な面に沿って溶射機を移動させながら、下面に溶射機からの溶射による第3の層を形成するステップを含んでもよい。
- [0010] サイクルとは別に、基材の下面に対して略平行な面に沿って溶射機を移動させながら、下面に溶射機からの溶射による第3の層を形成してもよい。
- [0011] サイクルにおいて、第1の層を形成するステップおよび第2の層を形成するステップの少なくとも一方は、複数回行われてもよい。
- [0012] 第1の層を形成するステップおよび第2の層を形成するステップの少なくとも一方において、溶射機は、一方向にのみ移動して溶射してもよい。
- [0013] 第1の層を形成するステップおよび第2の層を形成するステップの少なくとも一方において、溶射機は、ジグザグ状に移動して溶射してもよい。
- [0014] 第1の面と第2の面とは隅部を介して接続され、隅部上に、第1の端部と第2の端部とが交互に積層された絶縁膜を形成してもよい。隅部における絶縁膜の膜厚は、第1の面上の絶縁膜の膜厚および第2の面上の絶縁膜の膜厚

の各々の1倍以上2倍以下であってもよい。

[0015] 第1の端部は、第1の面に対して凸状に隆起し、第1の面に対して傾斜するように設けられていてもよい。第2の端部は、第2の面に対して凸状に隆起し、第2の面に対して傾斜するように設けられていてもよい。

[0016] 第1の面および第2の面に垂直な面における隅部の断面形状は、湾曲形状を含んでいてもよい。

[0017] 第1の層および前記第2の層の少なくとも一方は、積層構造を有してもよい。

[0018] 基材は液体を流す流路を含んでいてもよい。

[0019] 基材の上面の絶縁膜の上に静電チャックを含んでいてもよい。

発明の効果

[0020] 本発明の一実施形態に係るステージは、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜を含むため、絶縁性能および信頼性に優れる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の一実施形態に係るステージの模式的な斜視図および断面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るステージの段差の一部を拡大した模式的な断面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係るステージの作製方法を示すフローチャートである。

[図4]本発明の一実施形態に係るステージの作製方法において、第1の溶射ステップを説明する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の作製方法において、第2の溶射ステップを説明する模式的な斜視図である。

[図6]本発明の一実施形態に係るステージの作製方法において、第3の溶射ステップを説明する模式的な斜視図である。

[図7]本発明の一実施形態に係るステージの段差の一部を拡大した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作製方法を示すフローチャートである。

[図9]本発明の一実施形態に係るステージの段差の一部を拡大した模式的な断面図である。

[図10]本発明の一実施形態に係るステージの模式的な断面図である。

[図11]本発明の一実施形態に係るステージの模式的な斜視図および断面図である。

[図12]本発明の一実施形態に係るステージの模式的な断面図である。

[図13]本発明の実施形態に係るステージを備える膜加工装置の模式的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 本発明において、ある一つの膜を加工して複数の膜を形成した場合、これら複数の膜は異なる機能、役割を有することがある。しかしながら、これら複数の膜は同一の工程で同一層として形成された膜に由来し、同一の層構造、同一の材料を有する。したがって、これら複数の膜は同一層に存在しているものと定義する。

[0025] 本明細書および図面において、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またはアルファベットの小文字を用いる場合がある。

[0026] <第1実施形態>

図1～図7を参照して、本発明の一実施形態に係るステージ100の構成およびステージ100の作製方法について説明する。

[0027] [1. ステージ100の構成]

図1は、本発明の一実施形態に係るステージ100の模式的な斜視図および断面図である。具体的には、図1(A)は、ステージ100の模式的な斜視図であり、図1(B)は、図1(A)に示す線A-A'に沿って切断されたステージ100の模式的な断面図である。

[0028] 図1(A)および図1(B)に示すように、ステージ100は、基材110および絶縁膜120を有する。絶縁膜120は、基材110の上面101、側面102、および下面103を覆うように設けられている。なお、絶縁膜120は、基材110の上面101の全面、側面102の全面、または下面103の全面を覆うように設けられていてもよく、基材110の上面101の一部、側面102の一部、または下面103の一部に設けられていてもよい。

[0029] 基材110は、2つの大きさの異なる円形の平板が結合された構造を有する。すなわち、基材110は、大きな円形の平板上に、小さな円形の平板が配置された構造を有する。基材110は、2つの部材（大きな円形の平板と小さな円形の平板）の接合によって構成されていてもよく、1つの部材で構成されていてもよい。換言すると、基材110は、上面101（または上面101を延長した面）から窪んだ第1の面111および側面102（または側面102を延長した面）から窪んだ第2の面112を有する段差150を含む。また、基材110の外周部が、第1の面111および第2の面112を有する段差150を含んでいるということもできる。絶縁膜120は、段差150の第1の面111および第2の面112上にも設けられている。

[0030] 基材110の上面101を延長した面と第2の面112を延長した面、基材110の側面102を延長した面と第1の面111を延長した面、第1の面111を延長した面と第2の面112を延長した面、および基材110の

側面 102 を延長した面と基材 110 の下面 103 を延長した面は、例えば、略 90° で交差するように設けられるが、各面同士の交差する角度はこれに限られない。ここで、略 90° は、 90° 近傍をいい、例えば、 80° 以上 100° 以下をいう。

[0031] 基材 110 の上面 101 と第 2 の面 112 との角部、基材 110 の側面 102 と第 1 の面 111 との角部、第 1 の面 111 と第 2 の面 112 との隅部、および基材 110 の側面 102 と基材 110 の下面 103 との角部の各々は、C 面取りされた角部または隅部であってもよく、R 面取りされた角部または隅部であってもよい。すなわち、第 1 の面 111 と第 2 の面 112 とは、面取りされた隅部を介して接続されていてもよい。この場合、第 1 の面 111 および第 2 の面 112 に垂直な面における隅部の断面形状は、直線形状または湾曲形状を有する。基材 110 の上面 101 と第 2 の面 112 との角部、基材 110 の側面 102 と第 1 の面 111 との角部、および基材 110 の側面 102 と基材 110 の下面 103 との角部も同様である。

[0032] 基材 110 の材料として、例えば、金属またはセラミックスを用いることができる。より具体的には、基材 110 の材料として、チタン (Ti)、アルミニウム (Al)、もしくはステンレス、またはこれらを含む酸化物などを用いることができる。

[0033] 絶縁膜 120 は、所望の耐電圧特性を満たし、溶射法によって溶射が可能な材料を用いることができる。絶縁膜 120 の材料として、例えば、アルカリ土類金属、希土類金属、アルミニウム (Al)、タンタル (Ta)、およびケイ素 (Si) のうち少なくとも 1 種類以上の元素を含む酸化物を用いることができる。より具体的には、絶縁膜 120 の材料として、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、または酸化マグネシウム (MgO) などを用いることができる。

[0034] 絶縁膜 120 に用いられる材料は、無機絶縁体を含んでもよい。例えば、無機絶縁体は、酸化アルミニウム、酸化物チタン、酸化クロム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、もしくは酸化イットリウム、またはこれらの複

合酸化物などである。

[0035] 図2を参照して、段差150の構成について詳細に説明する。

[0036] 図2は、本発明の一実施形態に係るステージ100の段差150の一部を拡大した模式的な断面図である。具体的には、図2は、図1(B)に示す領域Bの拡大断面図である。

[0037] 図2に示すように、段差150では、第1の面111と第2の面112とが隅部113を介して接続されている。第1の面111上の絶縁膜120は、複数の第1の層121を含む。すなわち、第1の面111上には、積層された第1の層121-1、121-2、・・・、121-nが設けられている。同様に、第2の面112上の絶縁膜120は、複数の第2の層122を含む。すなわち、第2の面112上には、積層された第2の層122-1、122-2、・・・、122-nが設けられている。なお、第1の層121の数および第2の層122の数は、特に限定されない。

[0038] 段差150において、絶縁膜120は、複数の第1の層121と複数の第2の層122とが接することにより、隅部113上で連続的に形成された膜となっている。第1の層121-1、121-2、・・・、121-nは、それぞれ、第1の端部131-1、131-2、・・・、131-nを有する。同様に、第2の層122-1、122-2、・・・、122-nは、それぞれ、第2の端部132-1、132-2、・・・、132-nを有する。隅部113上において、第1の端部131と第2の端部132とが交互に積層されている。また、隅部113において、第1の端部131は、第1の面111に対して凸状に隆起し、第1の面111に対して傾斜するように設けられている。同様に、隅部113において、第2の端部132は、第2の面112に対して凸状に隆起し、第2の面112に対して傾斜するように設けられている。図2に示すように、段差150の隅部113がR面取りされている場合（すなわち、隅部113の断面形状が湾曲形状を有する場合）、第1の端部131の曲率半径および第2の端部132の曲率半径は、隅部113の曲率半径（R面取りの半径）よりも大きいことが好ましい。ここで、

隅部 1 1 3 の曲率半径は、例えば、0.1 mm 以上 10 mm 以下である。

[0039] 一方、段差 1 5 0 の隅部 1 1 3 が C 面取りされている場合（すなわち、隅部の断面形状が直線形状を有する場合）も、同様である。この場合、第 1 の端部 1 3 1 の曲率半径および第 2 の端部の曲率半径は、隅部 1 1 3 の C 面取りの寸法よりも大きいことが好ましい。ここで、隅部 1 1 3 の C 面取りの寸法は、例えば、0.1 mm 以上 10 mm 以下である。

[0040] 図 2 では、隅部 1 1 3 に第 1 の端部 1 3 1 - 1 が接し、第 1 の端部 1 3 1 - 1 に第 2 の端部 1 3 2 - 1 が接しているが、隅部 1 1 3 の構成はこれに限られない。隅部 1 1 3 に第 2 の端部 1 3 2 が - 1 接し、第 2 の端部 1 3 2 - 1 に第 1 の端部 1 3 1 - 1 が接していてもよい。

[0041] 第 1 の面 1 1 1 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_1 （すなわち、複数の第 1 の層 1 2 1 の膜厚）および第 2 の面 1 1 2 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_2 （すなわち、複数の第 2 の層 1 2 2 の膜厚）は、例えば、50 μ m 以上 1500 μ m 以下である。また、隅部 1 1 3 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_3 は、第 1 の面 1 1 1 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_1 および第 2 の面 1 1 2 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_2 の各々の 1 倍以上 2 倍以下であり、好ましくは 1 倍以上 1.5 倍以下であり、さらに好ましくは 1 倍以上 1.3 倍以下である。

[0042] 第 1 の層 1 2 1 の膜厚と第 2 の層 1 2 2 の膜厚は、同じであってもよく、異なってもよい。

[0043] 本実施形態に係るステージ 1 0 0 においては、段差 1 5 0 の隅部 1 1 3 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_3 が、第 1 の面 1 1 1 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_1 および第 2 の面 1 1 2 上の絶縁膜 1 2 0 の膜厚 t_2 の各々の 1 倍以上 2 倍以下に制御されているため、隅部 1 1 3 上の絶縁膜 1 2 0 の密着強度の低下が抑制されている。すなわち、隅部 1 1 3 上の絶縁膜 1 2 0 は、第 1 の面 1 1 1 および第 2 の面 1 1 2 上の絶縁膜 1 2 0 と同程度の密着強度を有する。また、段差 1 5 0 において、絶縁膜 1 2 0 は均一な膜厚を有し、大きな間隙または空隙を含まない。特に、隅部 1 1 3 上の絶縁膜 1 2 0 は、第 1 の層 1 2 1 の第 1 の端部 1 3 1 と第 2 の層 1 2 2 の第 2 の端部 1 3 2 とが交互に積層され

た構造を有し、緻密な膜となり、大きな間隙または空隙を含みにくい。そのため、絶縁膜１２０の耐電圧が向上する。したがって、本実施形態に係るステージ１００は、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜１２０を含み、絶縁性能および信頼性に優れる。

[0044] [２．ステージ１００の作製方法]

図３は、本発明の一実施形態に係るステージ１００の作製方法を示すフローチャートである。具体的には、図３は、ステージ１００の作製工程の中の１つである溶射工程におけるフローチャートである。

[0045] 図３に示すように、ステージ１００の作製方法は、基材１１０の上面１０１に対して溶射する第１の溶射ステップ（Ｓ１１０）、基材１１０の側面１０２に対して溶射する第２の溶射ステップ（Ｓ１２０）、および基材１１０の下面に対して溶射する第３の溶射ステップ（Ｓ１３０）を含む。本実施形態に係るステージ１００は、第１の溶射ステップ（Ｓ１１０）、第２の溶射ステップ（Ｓ１２０）、および第３の溶射ステップ（Ｓ１３０）が繰り返されて作製される。

[0046] 本明細書等において用いられる溶射法としては、例えば、ローカロイド溶射法もしくはプラズマ溶射法、またはこれらを組み合わせた溶射法でもよい。

[0047] 図４、図５、および図６は、本発明の一実施形態に係るステージ１００の作製方法において、それぞれ、第１の溶射ステップ（Ｓ１１０）、第２の溶射ステップ（Ｓ１２０）、および第３の溶射ステップ（Ｓ１３０）を説明する模式的な斜視図である。

[0048] 第１の溶射ステップ（Ｓ１１０）では、図４に示すように、基材１１０を回転させながら、溶射装置に含まれる溶射機５００を、基材１１０の上面１０１に対して略平行な面に沿って、基材１１０の一端から他端まで一方向に移動させる。基材１１０の上面１０１には、溶射機５００から吹き出された溶射材によって、第１の層１２１が形成される。基材１１０の上面１０１と溶射機５００との距離（溶射距離）は、例えば、６０ｍｍ以上１３０ｍｍ以

下である。溶射距離が短いと、基材110に付着した溶射材のエネルギーが高く、溶射材が酸化物である場合に酸素欠損が生成されやすくなる。また、照射距離が長くなると緻密な膜を形成することが困難となる。そのため、溶射距離は上記範囲であることが好ましい。なお、第1の層121の膜厚が均一化されるように、溶射機500は、基材110の回転中心を通過することが好ましい。

[0049] 溶射機500は、基材110の回転中心から他端へ一方向に移動させてもよい。また、溶射機500の移動は、一方向だけでなく、往復させてもよい。さらに、溶射機500が溶射材を吹き出す方向を溶射方向とした場合、溶射方向は、基材110の上面101に対して垂直方向であってもよく、垂直方向から一定の角度を有した方向であってもよい。すなわち、基材110の上面101に対して垂直方向を 0° とすると、溶射方向は 0° であってもよく、 0° 以外であってもよい。 0° 以外の溶射方向としては、例えば、 0° よりも大きく、 10° 以下である。溶射方向の角度を変えることにより、溶射機500の1回の移動で基材110の上面101上に形成される第1の層121の膜厚を調整することができる。

[0050] 溶射機500を基材110の一端から他端まで移動させると、段差150の第1の面111にも溶射機500から吹き出された溶射材が到達するため、基材110の上面101だけでなく、第1の面111上にも第1の層121が形成される。

[0051] 次に、第2の溶射ステップ(S120)を実施する。第2の溶射ステップ(S120)では、図5に示すように、基材110を回転させながら、溶射機500を、基材110の側面102に対して略平行な面に沿って、基材110の上端から下端まで一方向に移動させる。基材110の側面102には、溶射機500から吹き出された溶射材によって、第2の層122が形成される。基材110の側面102と溶射機500との距離は、60mm以上130mm以下であることが好ましい。

[0052] 溶射機500は、基材110の下端から上端まで一方向に移動させてもよ

い。また、溶射機500の移動は、一方向だけでなく、往復させてもよい。さらに、溶射方向は、基材110の側面102に対して垂直方向であってもよく、垂直方向から一定の角度を有した方向であってもよい。すなわち、基材110の側面102に対して垂直方向を 0° とすると、溶射方向は 0° であってもよく、 0° 以外であってもよい。 0° 以外の溶射方向としては、例えば、 0° よりも大きく、 10° 以下である。溶射方向の角度を変えることにより、溶射機500の1回の移動で基材110の側面102上に形成される第2の層122の膜厚を調整することができる。第2の溶射ステップ(S120)における溶射方向の角度は、第1の溶射ステップ(S110)における溶射方向の角度と同じであってもよく、異なってもよい。

[0053] 溶射機500を基材110の上端から下端まで移動させると、段差150の第2の面112にも溶射機500から吹き出された溶射材が到達するため、基材110の側面102だけでなく、第2の面112上にも第2の層122が形成される。

[0054] 次に、第3の溶射ステップ(S130)を実施する。第3の溶射ステップ(S130)では、図6に示すように、基材110を回転させながら、溶射機500を、基材110の下面103に対して略平行な面に沿って、基材110の一端から他端まで一方向に移動させる。基材110の下面103には、溶射機500から吹き出された溶射材によって、第3の層123が形成される。基材110の下面103と溶射機500との距離は、60mm以上130mm以下であることが好ましい。

[0055] 第3の層123は、基材110の下面103の一部に形成されてもよい。すなわち、溶射機500は、基材110の下面103の全体ではなく、下面103一部の一端から他端まで一方向に移動してもよい。また、溶射機500の移動は、一方向だけでなく、往復させてもよい。さらに、溶射方向は、基材110の下面103に対して垂直方向であってもよく、垂直方向から一定の角度を有した方向であってもよい。すなわち、基材110の下面103に対して垂直方向を 0° とすると、溶射方向は 0° であってもよく、 0° 以

外であってもよい。0°以外の溶射方向としては、例えば、0°よりも大きく、10°以下である。溶射方向の角度を変えることにより、溶射機500の1回の移動で基材110の下面103上に形成される第2の層122の膜厚を調整することができる。第3の溶射ステップ(S130)における溶射方向の角度は、第1の溶射ステップ(S110)または第2の溶射ステップ(S120)における溶射方向の角度と同じであってもよく、異なってもよい。

[0056] 第1の溶射ステップ(S110)、第2の溶射ステップ(S120)、および第3の溶射ステップ(S130)を1回のサイクルとすると、ステージ100は、少なくとも2回以上のサイクルが繰り返されて作製される。段差150においては、1回のサイクルで1層の第1の層121および1層の第2の層122が形成されるため、複数回のサイクルによって、複数の第1の層121および複数の第2の層122が形成される。

[0057] 図7は、本発明の一実施形態に係るステージ100の段差150の一部を拡大した模式的な断面図である。具体的には、図7(A)は、1回のサイクル後における図1(B)に示す領域Bに相当する段差150の拡大断面図であり、図7(B)は2回のサイクル後における図1(B)に示す領域Bに相当する段差150の拡大断面図である。なお、以下では、便宜上、段差150の隅部113がR面取りされているとして説明するが、隅部113はC面取りされていても同様である。

[0058] 1回目のサイクルの第1の溶射ステップ(S110)では、基材110の上面101および第1の面111上に第1の層121-1が形成される。溶射機500の溶射方向は第2の面112と略平行となるため、溶射機500から吹き出された溶射材は第2の面112には到達しない。そのため、第2の面112上に第1の層121-1はほとんど形成されず、第1の面111上に第1の層121-1が選択的に形成される。また、隅部113では、第1の面111から第2の面112に向かって溶射機500から吹き出された溶射材の到達する量が減少する。そのため、隅部113では、溶射材の到達

する量の減少に伴って、第1の層121-1の膜厚は減少し、第1の面111に対して凸状に隆起し、第1の面111に対して傾斜する第1の端部131-1が形成される。

[0059] 1回目のサイクルの第2の溶射ステップ(S120)では、基材110の側面102および第2の面112上に第2の層122-1が形成される。溶射機500の溶射方向は第1の面111と略平行となるため、溶射機500から吹き出された溶射材は第1の面111には到達しない。そのため、第1の面111上に第2の層122-1はほとんど形成されず、第2の面112上に第2の層122-1が選択的に形成される。また、隅部113では、第2の面112から第1の面111に向かって溶射機500から吹き出された溶射材の到達する量が減少する。そのため、隅部113では、溶射材の到達する量の減少に伴って、第2の層122-1の膜厚は減少し、第2の面112に対して凸状に隆起し、第2の面112に対して傾斜する第2の端部132-1が形成される。また、第2の端部132-1は、第1の端部131-1上に形成される。すなわち、隅部113において、第2の端部132-1は、第1の端部131-1と重畳する。

[0060] 2回目のサイクルも同様である。第1の溶射ステップ(S110)によって、第1の面111上に第1の層121-2が選択的に形成され、第2の溶射ステップ(S120)によって、第2の面112上に第2の層122-2が選択的に形成される。その結果、2回のサイクルによって、第1の面111上には2層の第1の層121が形成され、第2の面112上には2層の第2の層122が形成される。また、隅部113では、2回目のサイクルによって、第1の端部131-2および第2の端部132-2が形成される。その結果、2回のサイクルによって、隅部113上には、第1の端部131-1、第2の端部132-1、第1の端部131-2、および第2の端部132-2が順に積層された構造が形成される。

[0061] 複数回のサイクルが繰り返されることにより、段差150には、複数の第1の層121および複数の第2の層122を含む絶縁膜120が形成される。

。また、段差150の隅部113には、第1の端部131と第2の端部132とが交互に積層された構造が形成される。

[0062] 溶射工程のサイクルは、第1の溶射ステップ(S110)、第2の溶射ステップ(S120)、および第3の溶射ステップ(S130)の順序に限られない。溶射工程のサイクルは、第3の溶射ステップ(S130)、第2の溶射ステップ(S120)、および第1の溶射ステップ(S110)の順序であってもよい。

[0063] 第1の溶射ステップ(S110)および第2の溶射ステップ(S120)では、段差150への溶射を含むが、第3の溶射ステップ(S130)では、段差150への溶射を含まない。そのため、溶射工程のサイクルを、第1の溶射ステップ(S110)および第2の溶射ステップ(S120)としてもよい。この場合、第1の溶射ステップ(S110)および第2の溶射ステップ(S120)を繰り返し実施する前後において、別途第3の溶射ステップ(S130)のみが実施されてもよい。サイクルとは別に実施される第3の溶射ステップ(S130)においては、溶射機500の往復移動を複数回行ってもよい。

[0064] また、溶射機500の移動については、基材110を回転させずに、溶射機500をジグザグ状に走査してもよい。

[0065] 本実施形態に係るステージ100の作製方法によれば、段差150の隅部113上に、第1の層121の第1の端部131と第2の層122の第2の端部132とが交互に積層された構造を有する絶縁膜120が形成される。第1の端部131および第2の端部132は、膜厚が小さくなるように形成されるため、隅部113上の絶縁膜120の膜厚 t_3 は、第1の面111上の絶縁膜120の膜厚 t_1 および第2の面112上の絶縁膜120の膜厚 t_2 の各々の1倍以上2倍以下に制御することができる。その結果、隅部113上の絶縁膜120は、第1の面111および第2の面112上の絶縁膜120と同程度の密着強度を有することができる。また、段差150において、絶縁膜120の膜厚が均一化されているため、絶縁膜120は、大きな間隙を

含まない。特に、隅部 1 1 3 上の絶縁膜 1 2 0 は、第 1 の層 1 2 1 の第 1 の端部 1 3 1 と第 2 の層 1 2 2 の第 2 の端部 1 3 2 とが交互に積層された構造を有し、緻密な膜となり、大きな間隙または空隙を含みにくい。そのため、絶縁膜 1 2 0 の耐電圧が向上する。したがって、本実施形態に係るステージ 1 0 0 の作製方法によれば、ステージ 1 0 0 の基材 1 1 0 が段差 1 5 0 を有する場合であっても、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜 1 2 0 を形成することができるため、絶縁性能および信頼性に優れたステージ 1 0 0 を作製することができる。

[0066] <変形例 1>

図 8 および図 9 を参照して、第 1 実施形態に係るステージ 1 0 0 の絶縁膜 1 2 0 の変形例である絶縁膜 1 2 0 A の構成について説明する。なお、以下では、上述した第 1 実施形態に係るステージ 1 0 0 の構成と同様の構成については、説明を省略する場合がある。

[0067] 図 8 は、本発明の一実施形態に係るステージ 1 0 0 の作製方法を示すフローチャートである。具体的には、図 8 は、ステージ 1 0 0 の作製工程の中の 1 つである溶射工程におけるフローチャートである。

[0068] 図 3 を参照して説明したステージ 1 0 0 の作製方法では、1 回のサイクルの中に、第 1 の溶射ステップ (S 1 1 0) ~ 第 3 の溶射ステップ (S 1 3 0) のそれぞれが 1 回行われる例を説明したが、ステージ 1 0 0 の作製方法は、これに限られない。1 回のサイクルの中で、第 1 の溶射ステップ (S 1 1 0) ~ 第 3 の溶射ステップ (S 1 3 0) のそれぞれが複数回行われてもよい。また、1 回のサイクルの中で行われる第 1 の溶射ステップ (S 1 1 0) ~ 第 3 の溶射ステップ (S 1 3 0) は、同じ回数であってもよく、異なる回数であってもよい。第 1 の溶射ステップ (S 1 1 0) ~ 第 3 の溶射ステップにおける基材 1 1 0 と溶射機 5 0 0 の距離の違い、溶射機 5 0 0 の移動速度、または溶射方向の角度により、第 1 の溶射ステップ (S 1 1 0) ~ 第 3 の溶射ステップで形成される各層の膜厚が異なる場合がある。この場合、1 回のサイクルの中で行われる第 1 の溶射ステップ (S 1 1 0) ~ 第 3 の溶射ステ

ップの回数を調整してもよい。

[0069] 例えば、第1の溶射ステップ(S110)で形成される層の膜厚が、第2の溶射ステップ(S120)および第3の溶射ステップ(S130)で形成される層の膜厚の3倍であった場合、図8に示すように、1回のサイクルの中で、1回の第1の溶射ステップ(S110)、3回の第2の溶射ステップ(S120a～S120c)、および3回の第3の溶射ステップ(S130a～S130c)を行うことができる。具体的には、第1の溶射ステップ(S110)の後に、1回目の第2の溶射ステップ(S120a)および第3の溶射ステップ(S130a)が行われる。続いて、2回目の第2の溶射ステップ(S120b)および第3の溶射ステップ(S130b)が行われた後に、3回目の第2の溶射ステップ(S120c)および第3の溶射ステップ(S130c)が行われる。

[0070] 図9は、本発明の一実施形態に係るステージ100の段差150の一部を拡大した模式的な断面図である。具体的には、図9は、図8に示す溶射工程が2回のサイクルで繰り返されて作製されたステージ100の段差150の断面図である。

[0071] 図9に示すように、第1の面111上の絶縁膜120Aは、複数の第1の層121Aを含む。すなわち、第1の面111上には、積層された第1の層121A-1および121A-2が設けられている。第2の面112上の絶縁膜120Aは、複数の第2の層122Aを含む。すなわち、第2の面112上には、積層された第2の層122A-1および122A-2が設けられている。また、第2の層122A-1および122A-2の各々は、積層構造(または層状構造)を有する。具体的には、第2の層122A-1は、3つの層122A-1a、122A-1b、および122A-1cを含む積層構造を有し、第2の層122A-2は、3つの層122A-2a、122A-2b、および122A-2cを含む積層構造を有する。

[0072] 第1の層121A-1および121A-2は、それぞれ、1回目のサイクルの第1の溶射ステップ(S110)および2回目のサイクルの第1の溶射

ステップ（S 1 1 0）によって形成される。また、隅部 1 1 3 上では、溶射機 5 0 0 から吹き出された溶射材の到達する量が減少するため、第 1 の層 1 2 1 A-1 および 1 2 1 A-2 の各々の膜厚が減少する。そのため、隅部 1 1 3 上には、1 回目のサイクルおよび第 2 のサイクルによって、それぞれ、第 1 の端部 1 3 1 A-1 および 1 3 1 A-2 が形成される。

[0073] 第 2 の層 1 2 2 A-1 に含まれる 3 つの層 1 2 2 A-1 a、1 2 2 A-1 b、および 1 2 2 A-1 c は、それぞれ、1 回目のサイクルにおける 1 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 a）、2 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 b）、および 3 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 c）によって形成される。また、第 2 の層 1 2 2 A-2 に含まれる 3 つの層 1 2 2 A-2 a、1 2 2 A-2 b、および 1 2 2 A-2 c は、それぞれ、2 回目のサイクルにおける 1 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 a）、2 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 b）、および 3 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 c）によって形成される。

[0074] ここで、第 2 の層 1 2 2 A の積層構造の形成について説明する。1 回目の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 a）の後に 1 回目の第 3 の溶射ステップ（S 1 3 0 a）が行われるが、1 回目の第 3 の溶射ステップ（S 1 3 0 a）は、段差 1 5 0 に対する溶射工程ではない。そのため、1 回目の第 3 の溶射ステップ（S 1 3 0 a）では、段差 1 5 0 に層は形成されない。2 回目の第 3 の溶射ステップ（S 1 3 0 b）および 3 回目の第 3 の溶射ステップ（S 1 3 0 c）も同様である。したがって、1 回目のサイクルにおける 3 回の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 a～S 1 2 0 c）によって、3 つの層 1 2 2 A-1 a、1 2 2 A-1 b、および 1 2 2 A-1 c が順に積層された積層構造が形成される。また、2 回目のサイクルにおける 3 回の第 2 の溶射ステップ（S 1 2 0 a～S 1 2 0 c）によって、3 つの層 1 2 2 A-2 a、1 2 2 A-2 b、および 1 2 2 A-2 c が順に積層された積層構造が形成される。隅部 1 1 3 上では、溶射機 5 0 0 から吹き出された溶射材の到達する量が減少するため、隅部 1 1 3 上には、1 回目のサイクルおよび 2 回目のサイクルによって

、それぞれ、第2の端部132A-1および132A-2が形成される。なお、第2の端部132A-1および132A-2も、積層構造を有する。

[0075] 上記では、第2の端部132Aが積層構造を有する例を示したが、絶縁膜120Aは、第1の端部131Aおよび第2の端部132Aの少なくとも一方が積層構造を有していればよい。

[0076] 複数回のサイクルが繰り返されると、隅部113上には、第1の端部131Aと第2の端部132Aとが交互に積層された構造が形成される。また、1回のサイクルの中の第1の溶射ステップ(S110)および第2の溶射ステップ(S120)の回数を調整することにより、第1の面111および第2の面112上に均一な膜厚の絶縁膜120Aを形成することができる。また、隅部113上の絶縁膜120Aの膜厚を制御することができる。

[0077] 本変形例に係る絶縁膜120Aは、隅部113上に、第1の層121Aの第1の端部131Aと第2の層122Aの第2の端部132Aとが交互に積層された構造を有するとともに、第1の端部131Aおよび第2の端部132Aの少なくとも一方が積層構造を有するため、緻密な膜となり、大きな間隙または空隙を含みにくい。そのため、絶縁膜120Aの耐電圧が向上する。したがって、絶縁膜120Aを含むステージ100は、絶縁性および信頼性に優れる。

[0078] <第2実施形態>

図10を参照して、本発明の一実施形態に係るステージ200およびその変形例であるステージ200Aの構成について説明する。なお、以下では、第1実施形態に係るステージ100の構成と同様のステージ200およびステージ200Aの構成については、説明を省略する場合がある。

[0079] 図10(A)および図10(B)は、本発明の一実施形態に係るステージ200およびステージ200Aの模式的な断面図である。

[0080] 図10(A)に示すように、ステージ200は、基材210および絶縁膜220を有する。基材210は、第1の基材210-1および第2の基材210-2を含む。絶縁膜220は、基材210の上面201(第1の基材2

10-1の上面201)、側面202(第1の基材210-1および第2の基材210-2の側面202)、および下面203(第2の基材210-2の下面203)を覆うように設けられている。なお、絶縁膜220は、基材210の上面201の全面、側面202の全面、または下面203の全面を覆うように設けられていてもよく、基材210の上面201の一部、側面202の一部、または下面203の一部に設けられていてもよい。

[0081] 基材210(より具体的には、第1の基材210-1)は、上面201から窪んだ第1の面211および側面202から窪んだ第2の面212を有する段差250を含む。絶縁膜220は、段差250の第1の面211および第2の面212上にも設けられている。

[0082] 絶縁膜220は、第1実施形態の絶縁膜120と同様の溶射法によって形成される。そのため、基材210上には、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜220が形成されている。また、ステージ200の段差250の構成は、第1実施形態に係るステージ100の段差150の構成と同様である。そのため、段差250の隅部の絶縁膜220の密着強度の低下が抑制されている。また、段差250において、絶縁膜220は、均一化された膜厚を有し、大きな間隙または空隙を含まない。そのため、絶縁膜の耐電圧が向上する。

[0083] 基材210の下面203には、開口260が設けられている。開口260には、例えば、熱電対などの温度センサーを設置することができる。絶縁膜220は、開口260の内壁の全面に設けられていてもよく、開口260の内壁の一部に設けられていてもよい。

[0084] 基材210の内部には、ステージ200上に載置される基板の温度を制御するための媒体を環流するための溝(流路)262が設けられている。媒体としては、水、イソプロパノール、もしくはエチレングリコールなどのアルコール、またはシリコンオイルなどの液体の媒体を用いることができる。第1の基材210-1と第2の基材210-2の一方、あるいは両方に溝262が形成され、その後、第1の基材210-1と第2の基材210-2が

ろう付けなどによって接合される。媒体は、ステージ200を冷却する場合、および加熱する場合のいずれの場合においても用いることができる。後述する図13に示す温度コントローラ328によって温度が制御された媒体を溝262に流すことで、ステージ200の温度を制御することができる。

[0085] また、ステージ200は、基材210を貫通する貫通孔264を有していてもよい。貫通孔264の数は、1つに限られず、複数であってもよい。例えば、後述する図13に示すチャンバー302にガス導入管を設け、貫通孔264にガス導入管からの供給されるガスを流すことができる。貫通孔264にヘリウムなどの熱伝導率の高いガスを流すことにより、ガスがステージ200と基板の隙間を流れ、ステージ200の熱エネルギーを効率よく基板へ伝えることができる。絶縁膜220は、貫通孔264の内壁の全面に設けられていてもよく、貫通孔264の内壁の一部に設けられていてもよい。

[0086] 図10(B)に示すステージ200Aは、さらに、基板をステージ200A上に固定するための機構として静電チャック270を含む。静電チャック270は、例えば、静電チャック電極272を絶縁性の膜274で覆った構造であってもよい。静電チャック電極272に高電圧（数百Vから数千V）を印加することで、静電チャック電極272に生じる電荷、および基板裏面に発生し、静電チャック電極272に生じる電荷とは逆の極性の電荷とのクーロン力により、基板を固定することができる。絶縁性の膜274の絶縁体としては、例えば、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、または窒化ホウ素などのセラミックを用いることができる。なお、絶縁性の膜274は完全に絶縁性である必要はなく、一定の導電性（例えば、 $10^9 \Omega \cdot \text{cm} \sim 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ オーダーの抵抗率）を有してもよい。この場合、膜274は上述したセラミックに、酸化チタン、酸化ジルコニウム、または酸化ハフニウムなどの金属酸化物が添加されてもよい。静電チャック270の周辺には、基板の位置を決定するためのリブ276が設けられていてもよい。

[0087] 基材210の上面の絶縁膜220への静電チャック270の接合は、例えば、溶接やねじ止め、または、ろう付けによって行うことができる。ろう付

けにおいて用いられるろうとしては、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、アルミニウムおよびその合金、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。

[0088] 本実施形態に係るステージ２００またはステージ２００Ａにおいては、段差２５０の隅部の絶縁膜２２０の密着強度の低下が抑制され、絶縁膜２２０の密着強度が向上する。また、段差２５０において、絶縁膜２２０は均一な膜厚を有し、大きな間隙または空隙を含まないため、絶縁膜２２０の耐電圧が向上する。したがって、本実施形態に係るステージ２００またはステージ２００Ａは、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜２２０を含み、絶縁性能および信頼性に優れる。

[0089] <変形例２>

図１１および図１２を参照して、本発明の一実施形態に係るステージ２００のさらなる変形例であるステージ２００Ｂおよびステージ２００Ｃについて説明する。なお、以下では、上述した第２実施形態に係るステージ２００またはステージ２００Ａの構成と同様のステージ２００Ｂおよびステージ２００Ｃの構成については、説明を省略する場合がある。

[0090] 図１１は、本発明の一実施形態に係るステージ２００Ｂの模式的な斜視図および断面図である。具体的には、図１１（Ａ）は、ステージ２００Ｂの模式的な斜視図であり、図１１（Ｂ）は、図１１（Ａ）に示す線Ｃ－Ｃ’に沿って切断されたステージ２００Ｂの模式的な断面図である。

[0091] 図１１（Ａ）および図１１（Ｂ）に示すように、ステージ２００Ｂは、基材２１０、絶縁膜２２０、およびヒータ層２８０を含む。すなわち、ステージ２００Ｂの構成は、ステージ２００の構成と比較して、ヒータ層２８０を含む点が異なる。ヒータ層２８０は、基材２１０の上面２０１に設けられた絶縁膜２２０上に設けられている。

[0092] ステージ２００Ｂにおいて、後述する図１３に示された温度コントローラ

328によって温度が制御された媒体を溝262に流すことで、ステージ200Bの温度を制御することができる。ただし、液体の媒体による温度制御は応答が遅く、また、精密な温度制御が比較的難しい。したがって、媒体を用いてステージ200Bの温度を粗く制御し、ヒータ層280内のヒータ線284を用いて基板の温度を精密に制御することが好ましい。これにより、精密な温度制御のみならず、高速でステージ200Bの温度調整を行うことが可能となる。

[0093] ヒータ層280は、3つの層を含む。具体的には、ヒータ層280は、第1の絶縁膜282、第1の絶縁膜282上のヒータ線284、およびヒータ線284上の第2の絶縁膜286を含む。ヒータ線284は、第1の絶縁膜282および第2の絶縁膜286によって電気的に絶縁されている。ヒータ層280内には、1本のヒータ線284が設けられてもよく、複数本のヒータ線284が設けられていてもよい。ヒータ層280内に複数のヒータ線284が設けられる場合、複数のヒータ線284のそれぞれが、後述する図13に示されるヒータ電源330によって独立して制御されてもよい。ヒータ電源330から供給される電力によりヒータ線284が加熱され、これによってステージ200Bの温度が制御される。

[0094] 第1の絶縁膜282および第2の絶縁膜286は無機絶縁体を含むことができる。無機絶縁体は、第1実施形態において説明されているため、ここでの説明は省略される。また、第1の絶縁膜282および第2の絶縁膜286は、溶射法を用いて形成することができる。溶射法は、第1実施形態において説明されているため、ここでの説明は省略される。

[0095] ヒータ線284は通電することで発熱する金属を含むことができる。具体的には、ヒータ線284は、タングステン、ニッケル、クロム、コバルト、およびモリブデンから選択される金属を含むことができる。金属は、これらの金属を含む合金でもよく、例えばニッケルとクロムの合金、ニッケル、クロム、およびコバルトを含む合金でもよい。

[0096] ヒータ線284は、スパッタリング法、有機金属CVD（MOCVD）法

、蒸着法、印刷法、または電解めっき法などを用いて形成した金属膜、あるいは金属箔をエッチングにより別途加工し、これを第1の絶縁膜282上に配置して形成することが好ましい。これは、溶射法を用いてヒータ線284を形成した場合、ヒータ線284の全体にわたって均一な密度や厚さや幅を確保することが困難であるのに対し、金属膜、あるいは金属箔をエッチングにより加工した場合には、これらの物理的パラメータのばらつきが小さいヒータ線284を形成することができるためである。これにより、ステージ200Bの温度を精密に制御し、かつ温度分布を低減することが可能となる。

[0097] さらに、上述した合金は金属単体と比較すると体積抵抗率が高いため、ヒータ線284のレイアウト、すなわち平面形状が同一である場合、金属単体を用いた場合と比較してヒータ線284の厚さを大きくすることができる。このため、ヒータ線284の厚さのばらつきを小さくすることができ、より小さな温度分布を実現することができる。

[0098] 図12は、本発明の一実施形態に係るステージ200Cの模式的な断面図である。図12に示すステージ200Cは、さらに、基板をステージ200C上に固定するための機構として静電チャック270を含む。静電チャック270は、上述と同様の構成であるため、ここでの説明は省略される。

[0099] 本変形例に係るステージ200Bまたはステージ200Cにおいても、段差250の隅部の絶縁膜220の密着強度の低下が抑制され、絶縁膜220の密着強度が向上する。また、段差250において、絶縁膜220は均一な膜厚を有し、大きな間隙または空隙を含まないため、絶縁膜220の耐電圧が向上する。したがって、本実施形態に係るステージ200Bまたはステージ200Cは、密着強度および耐電圧が向上された絶縁膜220を含み、絶縁性能および信頼性に優れる。

[0100] <第3実施形態>

図13を参照して、本発明の一実施形態に係る膜加工装置300の構成について説明する。膜加工装置300は、ステージ100を含む。そのため、以下では、第1実施形態に係るステージ100の構成については、説明を省

略する場合がある。

- [0101] 図13は、本発明の一実施形態に係る膜加工装置300の模式的な断面図である。膜加工装置300は、いわゆるエッチング装置であるが、膜加工装置300はこれに限られない。
- [0102] 膜加工装置300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。膜加工装置300は、チャンバー302を有している。チャンバー302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。
- [0103] チャンバー302には排気装置304が接続され、これにより、チャンバー302内を減圧雰囲気を設定することができる。チャンバー302にはさらに反応ガスを導入するための導入管306が設けられ、バルブ308を介してチャンバー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が挙げられる。
- [0104] チャンバー302上部には導波管310を介してマイクロ波源312を設けることができる。マイクロ波源312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312で発生したマイクロ波は導波管310によってチャンバー302の上部へ伝播し、石英やセラミックなどを含む窓314を介してチャンバー302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電子やイオン、ラジカルによって膜のエッチングが進行する。
- [0105] チャンバー302の下部には、基板を載置するためのステージ100が設けられている。ステージ100には電源324が接続され、高周波電力に相当する電圧がステージ100に印加され、マイクロ波による電界がステージ100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30

2の上部または側面には、さらに、磁石316、磁石318、および磁石320を設けることができる。磁石316、磁石318、および磁石320として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316、磁石318、および磁石320によって、ステージ100および基板表面に平行な磁界成分が生成され、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100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。

[0106] 例えば、ステージ100がシースヒータを備える場合、シースヒータを制御するヒータ電源330が接続される。ステージ100にはさらに、任意の構成として、基板をステージ100に固定するための静電チャック用の電源326や、ステージ100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328、ステージ100を回転させるための回転制御装置（図示は省略）が接続されてもよい。

[0107] 本実施形態に係る膜加工装置300は、ステージ100を含む。ステージ100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。また、絶縁性能に優れたステージ100を用いることで、基板に印加される電圧に対する耐電圧が向上する。そのため、膜加工装置300を用いることによって、アスペクト比が高いコンタクトの形成、または、アスペクト比が高い膜を形成することができる。したがって、膜加工装置300により、基板上に設けられる種々の膜を均一にエッチングすることが可能となる。さらに、信頼性に優れたステージ100を用いることで、膜加工装置300のメンテナンスの回数を減らすことができる。

[0108] 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、また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。

[0109] 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

[0110] 100 : ステージ、 101 : 上面、 102 : 側面、 103 : 下面、
110 : 基材、 111 : 第1の面、 112 : 第2の面、 113 : 隅部、
120、120A : 絶縁膜、 121、121-1、121-2、121-n、121A、121A-1、121A-2 : 第1の層、 122、
22-1、122-2、122-n、122A、122A-1、122A-2 : 第2の層、 123 : 第3の層、 131、131-1、131-2、
131-n、131A、131A-1、131A-2 : 第1の端部、 132、
132-1、132-2、132-n、132A、132A-1、132A-2 : 第2の端部、 150 : 段差、 200、200A、200B、
200C : ステージ、 201 : 上面、 202 : 側面、 203 : 下面、
210 : 基材、 210-1 : 第1の基材、 210-2 : 第2の基材、
211 : 第1の面、 212 : 第2の面、 220 : 絶縁膜、 250 :
段差、 260 : 開口、 262 : 溝、 264 : 貫通孔、 270 : 静電
チャック、 272 : 静電チャック電極、 274 : 膜、 276 : リブ、
280 : ヒータ層、 282 : 第1の絶縁膜、 284 : ヒータ線、 2
86 : 第2の絶縁膜、 300 : 膜加工装置、 302 : チャンバー、 3
04 : 排気装置、 306 : 導入管、 308 : バルブ、 310 : 導波管
、 312 : マイクロ波源、 314 : 窓、 316、318、320 : 磁
石、 324、326 : 電源、 328 : 温度コントローラ、 330 : ヒ
ータ電源、 500 : 溶射機

請求の範囲

- [請求項1] 上面から窪んだ第1の面および側面から窪んだ第2の面を含む段差を含む基材と、
- 前記第1の面上に設けられた複数の第1の層、および前記第2の面上に設けられた複数の第2の層を含む絶縁膜と、を含み、
- 前記段差において、前記第1の層の第1の端部と前記第2の層の第2の端部とが交互に積層されている、ステージ。
- [請求項2] 前記第1の面と前記第2の面とは隅部を介して接続され、
- 前記隅部上に、前記第1の端部と前記第2の端部とが交互に積層されている、請求項1に記載のステージ。
- [請求項3] 前記隅部における前記絶縁膜の膜厚は、前記第1の面上の前記絶縁膜の膜厚および前記第2の面上の前記絶縁膜の膜厚の各々の1倍以上2倍以下である、請求項2に記載のステージ。
- [請求項4] 前記第1の端部は、前記第1の面に対して凸状に隆起し、前記第1の面に対して傾斜するように設けられている、請求項2または請求項3に記載のステージ。
- [請求項5] 前記第2の端部は、前記第2の面に対して凸状に隆起し、前記第2の面に対して傾斜するように設けられている、請求項2乃至請求項4のいずれか一項に記載のステージ。
- [請求項6] 前記第1の面および前記第2の面に垂直な面における前記隅部の断面形状は、湾曲形状を含む、請求項2乃至請求項5のいずれか一項に記載のステージ。
- [請求項7] 前記第1の層および前記第2の層の少なくとも一方は、積層構造を有する、請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載のステージ。
- [請求項8] 前記基材は液体を流す流路を含む、請求項1乃至請求項7のいずれか一項に記載のステージ。
- [請求項9] 前記基材の前記上面の前記絶縁膜の上に静電チャックを含む、請求項1乃至請求項8のいずれか一項に記載のステージ。

- [請求項10] 基材の上面に対して略平行な面に沿って溶射機を移動させながら、前記上面から窪んだ第1の面に前記溶射機からの溶射による第1の層を形成するステップと、前記基材の側面に対して略平行な面に沿って前記溶射機を移動させながら、前記側面から窪んだ第2の面に前記溶射機からの溶射による第2の層を形成するステップと、を含むサイクルを少なくとも2回以上行い、
- 前記基材の前記第1の面および前記第2の面を含む段差に、前記第1の層の第1の端部と前記第2の層の第2の端部とが交互に積層された絶縁膜を形成する、ステージの作製方法。
- [請求項11] 前記サイクルは、さらに、前記基材の下面に対して略平行な面に沿って前記溶射機を移動させながら、前記下面に前記溶射機からの溶射による第3の層を形成するステップを含む、請求項10に記載のステージの作製方法。
- [請求項12] 前記サイクルとは別に、前記基材の下面に対して略平行な面に沿って前記溶射機を移動させながら、前記下面に前記溶射機からの溶射による第3の層を形成する、請求項10に記載のステージの作製方法。
- [請求項13] 前記サイクルにおいて、前記第1の層を形成するステップおよび前記第2の層を形成するステップの少なくとも一方は、複数回行われる、請求項10に記載のステージの作製方法。
- [請求項14] 前記第1の層を形成するステップおよび前記第2の層を形成するステップの少なくとも一方において、前記溶射機は、一方向にのみ移動して溶射する、請求項10乃至請求項13のいずれか一項に記載のステージの作製方法。
- [請求項15] 前記第1の層を形成するステップおよび前記第2の層を形成するステップの少なくとも一方において、前記溶射機は、ジグザグ状に移動して溶射する、請求項10乃至請求項13のいずれか一項に記載のステージの作製方法。
- [請求項16] 前記第1の面と前記第2の面とは隅部を介して接続され、

前記隅部上に、前記第 1 の端部と前記第 2 の端部とが交互に積層された前記絶縁膜を形成する、請求項 10 乃至請求項 15 のいずれか一項に記載のステージの作製方法。

[請求項17] 前記隅部における前記絶縁膜の膜厚は、前記第 1 の面上の前記絶縁膜の膜厚および前記第 2 の面上の前記絶縁膜の膜厚の各々の 1 倍以上 2 倍以下である、請求項 16 に記載のステージの作製方法。

[請求項18] 前記第 1 の端部は、前記第 1 の面に対して凸状に隆起し、前記第 1 の面に対して傾斜するように設けられている、請求項 16 または請求項 17 に記載のステージの作製方法。

[請求項19] 前記第 2 の端部は、前記第 2 の面に対して凸状に隆起し、前記第 2 の面に対して傾斜するように設けられている、請求項 16 乃至請求項 18 のいずれか一項に記載のステージの作製方法。

[請求項20] 前記第 1 の面および前記第 2 の面に垂直な面における前記隅部の断面形状は、湾曲形状を含む、請求項 16 乃至請求項 19 のいずれか一項に記載のステージの作製方法。

[請求項21] 前記基材は液体を流す流路を含む、請求項 10 乃至請求項 20 のいずれか一項に記載のステージの作製方法。

[請求項22] 前記基材の前記上面の前記絶縁膜の上に静電チャックを配置する、請求項 10 乃至請求項 21 のいずれか一項に記載のステージの作製方法。