

(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2017-166032

(P2017-166032A)

(43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)

(51) Int.Cl.
C23C 14/34 (2006.01)F I
C 2 3 C 14/34テーマコード (参考)
4 K O 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-53446 (P2016-53446)
(22) 出願日 平成28年3月17日 (2016.3.17)(71) 出願人 000002428
芝浦メカトロニクス株式会社
神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
(74) 代理人 100081961
弁理士 木内 光春
(72) 発明者 小野 大祐
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
芝浦メカトロニクス株式会社内
Fターム(参考) 4K029 AA11 AA24 BA50 BC09 CA06
DA03 DC05 DC34 EA03 EA04
KA09

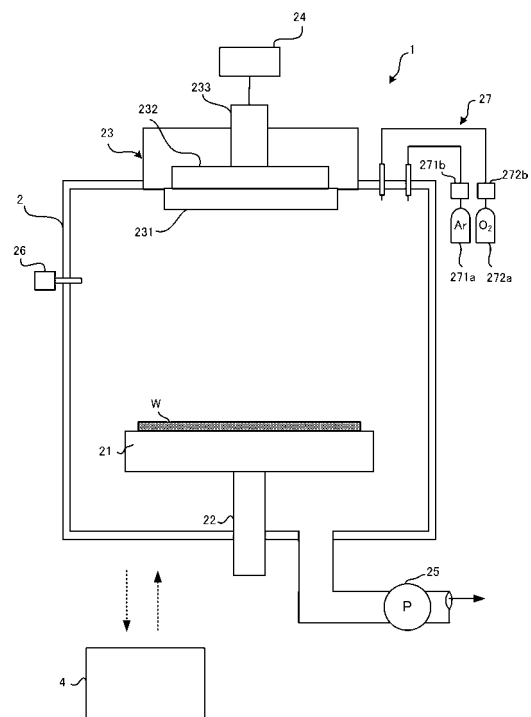
(54) 【発明の名称】 成膜装置及び成膜方法

(57) 【要約】

【課題】酸素を適正量に保ち、良好な品質で、かつ品質のバラつきが少ない成膜を行う。

【解決手段】成膜装置1は、成膜材料からなるターゲット231が配置され、内部にワークWが搬入される密閉容器であるチャンバ2と、ワークWの搬入後、チャンバ2を所定の排気時間、排気してベース圧力にする排気装置25と、ベース圧力に排気されたチャンバ2の内部に、酸素を含むスパッタガスを導入するスパッタガス導入部27と、を備える。スパッタガス導入部27は、チャンバ2の内部に付着する成膜材料の増加によるベース圧力の上昇に応じて、チャンバ2に導入するスパッタガスの酸素分圧を減少させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークに対してプラズマを用いて成膜を行う成膜装置であって、
成膜材料からなるターゲットが配置され、内部に前記ワークが搬入される密閉容器と、
前記ワークの搬入後、前記密閉容器を所定時間排気してベース圧力にする排気装置と、
前記ベース圧力に排気された前記密閉容器の内部に、酸素を含むスパッタガスを導入する
スパッタガス導入部と、を備え、

前記スパッタガス導入部は、前記密閉容器内部に付着する前記成膜材料の増加による前
記ベース圧力の上昇に応じて、前記密閉容器に導入する前記スパッタガスの酸素分圧を減
少させることを特徴とする成膜装置。

10

【請求項 2】

前記ベース圧力を計測する圧力計と、

前記圧力計で測定された前記ベース圧力に応じて、前記スパッタガス導入部が導入する
前記スパッタガスの酸素分圧を決定する制御装置と、を備えることを特徴とする請求項 1
記載の成膜装置。

【請求項 3】

前記ターゲットに電圧を印加する電源装置と、

前記電源装置から前記ターゲットに供給された電力の積算量に基づいて決定した前記ベ
ース圧力に応じて、前記スパッタガス導入部が導入する前記スパッタガスの酸素分圧を決
定する制御装置と、を備えることを特徴とする請求項 1 記載の成膜装置。

20

【請求項 4】

前記ベース圧力が 6×10^{-3} [Pa] を超えたときに警報を生成する警報生成部を更
に備えることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の成膜装置。

【請求項 5】

ワークに対してプラズマを用いて成膜を行う成膜方法であって、

成膜材料からなるターゲットが配置された密閉容器の内部に前記ワークを搬入し、

前記ワークの搬入後、前記密閉容器を所定時間排気してベース圧力にし、

前記ベース圧力に排気された前記密閉容器の内部に、酸素を含むスパッタガスを導入し

、

前記密閉容器内部に付着する前記成膜材料の増加による前記ベース圧力の上昇に応じて
、前記密閉容器に導入する前記スパッタガスの酸素分圧を減少させることを特徴とする成
膜方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、成膜装置及び成膜方法に関する。

【背景技術】

【0002】

タッチパネル等に用いられるガラスあるいはプラスチック樹脂で形成された絶縁性の基
板等のワーク上に、酸化インジウムスズ (ITO: Indium Tin Oxide) 膜等の透明で導電
性を持つ酸化膜を形成することがある。成膜には、密閉容器であるチャンバ内に成膜材料
からなるターゲットを配置した成膜装置を用いる。チャンバ内に酸素を含むスパッタガス
を導入し、ターゲットに直流電圧を印加してスパッタガスをプラズマ化してイオンを生成
し、このイオンをターゲットに衝突させる。ターゲットから叩き出された材料の粒子がワ
ーク上に堆積することで成膜が行われる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 58-94703 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

成膜処理の際、成膜材料はワーク上だけでなく、チャンバの内壁にも付着する。成膜処理を繰り返すと、付着量が多くなる。チャンバの内壁に付着した成膜材料からはアウトガスが放出される。アウトガスには酸素が含まれ、この酸素もプラズマによってイオン化する。したがって、成膜処理を繰り返すと酸素の量が増加していくことになる。成膜処理において酸素の量が適正量に保たれなければ、成膜されたITO膜において、抵抗値が増加する問題が生じる。すなわち、製品の品質が一定にならず、さらに不良品が発生する可能性がある。

【0005】

10

チャンバ内の酸素が増加すると、成膜速度が低下していくことが知られている。例えば、特許文献1では、チャンバ内部に成膜速度を測定する測定子を設け、成膜速度の低下に応じてチャンバに導入する酸素量を調整する技術が提案されている。しかしながら、成膜速度が低下しているということは、すでにチャンバ内に存在している酸素の全体量が適正量を超えた状態で成膜を行っている段階であり、その段階でチャンバに導入する酸素量を調整しても、品質にバラつきが生じたり、不良品が発生する可能性は否めない。

【0006】

本発明は、上述のような課題を解決し、成膜処理を連続して行っても、良好な品質で、かつ品質のバラつきが少ない製品を製造することができる、信頼性の高い成膜装置及び成膜方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明の成膜装置は、ワークに対してプラズマを用いて成膜を行うものであって、成膜材料からなるターゲットが配置され、内部に前記ワークが搬入される密閉容器と、前記ワークの搬入後、前記密閉容器を所定時間排気してベース圧力にする排気装置と、前記ベース圧力に排気された前記密閉容器の内部に、酸素を含むスパッタガスを導入するスパッタガス導入部と、を備え、前記スパッタガス導入部は、前記密閉容器内部に付着する前記成膜材料の増加による前記ベース圧力の上昇に応じて、前記密閉容器に導入する前記スパッタガスの酸素分圧を減少させる。

【0008】

30

成膜装置は、前記ベース圧力を計測する圧力計と、前記圧力計で測定された前記ベース圧力に応じて、前記スパッタガス導入部が導入する前記スパッタガスの酸素分圧を決定する制御装置と、を備えても良い。

【0009】

成膜装置は、前記ターゲットに電圧を印加する電源装置と、前記電源装置から前記ターゲットに供給された電力の積算量に基づいて決定した前記ベース圧力に応じて、前記スパッタガス導入部が導入する前記スパッタガスの酸素分圧を決定する制御装置と、を備えても良い。

【0010】

成膜装置は、前記ベース圧力が 6×10^{-3} [Pa] を超えたときに警報を生成する警報生成部を更に備えても良い。

40

【0011】

上記の目的を達成するために、本発明の成膜方法は、ワークに対してプラズマを用いて成膜を行う成膜方法であって、成膜材料からなるターゲットが配置された密閉容器の内部に前記ワークを搬入し、前記ワークの搬入後、前記密閉容器を所定時間排気してベース圧力にし、前記ベース圧力に排気された前記密閉容器の内部に、酸素を含むスパッタガスを導入し、前記密閉容器内部に付着する前記成膜材料の増加による前記ベース圧力の上昇に応じて、前記密閉容器に導入する前記スパッタガスの酸素分圧を減少させる。

【発明の効果】

【0012】

50

本発明の成膜装置及び成膜方法によって、成膜処理を連続して行っても、良好な品質で、かつ品質のバラつきが少ない製品を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る成膜装置の構成を模式的に示す図である。

【図2】成膜装置の制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図3】成膜処理の初期と後期における、チャンバ内部の圧力の変化を示すグラフである。

【図4】成膜処理の時間と抵抗値の関係を模式的に示すグラフである。

【図5】実施例における、ベース圧力に応じた酸素分圧を示すグラフである。

【図6】実施例における、ベース圧力と抵抗増加率の関係を示すグラフである。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る成膜装置の制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図8】積算電力量とベース圧力の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

[第1の実施形態]

[構成]

本発明の第1の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0015】

図1に示すように、成膜装置1は、密閉容器であるチャンバ2の底部付近に、ワークWが載置されるステージ21が設置されている。ワークWの種類は特定のものに限定されないが、例えばポリカーボネート基板である。

【0016】

ステージ21は円盤状であり、チャンバ2の底面から延びるシャフト22に連結され支持されている。シャフト22は、チャンバ2の底面を気密に貫通し、外部に連通している。チャンバ2には、排気装置25と圧力計26が設けられている。排気装置25は、例えばポンプであり、チャンバ2の内部を常時排気して、減圧状態に保つ。圧力計26はチャンバ2の圧力を計測する。

【0017】

チャンバ2には、ワークWの搬入口20（図2参照）が設けられている。搬入口20は、不図示のロードロック室に接続され、ワークWは装置の外部から、ロードロック室を介してチャンバ2の内部に搬入される。ロードロック室にも排気装置が備えられており、ワークWの搬入する際に、ロードロック室を予め設定した圧力まで減圧してから搬入口20を開くことによって、チャンバ2の圧力の上昇を低減することができる。チャンバ2の圧力上昇の低減が目的であるため、予め設定するロードロック室の圧力は、大気圧よりは低い、チャンバ2の圧力よりも高い圧力で良い。ロードロック室に備える排気装置は、チャンバ2の排気装置25よりも、排気性能が低いものであっても良い。

【0018】

チャンバ2の上部には、スパッタ源23が配置されている。スパッタ源23は、ワークWに堆積されて膜となる成膜材料の供給源である。スパッタ源23は、ターゲット231、バックングプレート232及び導電部材233から構成され、電源装置24に接続されている。

【0019】

ターゲット231は、例えばチャンバ2の上面に取り付けられ、その表面がチャンバ2の底部付近に設置されたステージ21に対向するように配置されている。ターゲット231は成膜材料からなり、周知のあらゆる成膜材料を適用可能である。例えば、ITO膜を成膜する場合には、ターゲット231は酸化インジウムスズを含むものを使用する。ターゲット231の形状は、例えば、円柱形状である。但し、長円柱形状、角柱形状等、他の形状であってもよい。

10

20

30

40

50

【0020】

バックングプレート232は、ターゲット231のステージ21側とは反対側の面を保持する部材である。導電部材233は、バックングプレート232と電源装置24を接続する部材である。なお、スパッタ源23には、必要に応じてマグネット、冷却機構などが設けられている。

【0021】

電源装置24は、導電部材233及びバックングプレート232を介して、ターゲット231に電圧を印加する構成部である。つまり、電源装置24は、ターゲット231に電圧を印加することにより、ターゲット231の周囲に導入されたスパッタガスをプラズマ化させ、成膜材料をワークWに堆積させる。本実施形態における電源装置24は、例えば、高電圧を印加するDC電源である。なお、高周波スパッタを行う装置の場合には、RF電源とすることもできる。

【0022】

また、チャンバ2にはスパッタガス導入部27が設けられている。このスパッタガス導入部27から、チャンバ2の内部にスパッタガスを導入する。スパッタガスは特定のものに限定されないが、ITO膜の成膜には、例えば、アルゴン等の不活性ガスと酸素との混合ガスを用いることができる。混合ガスを用いる場合に、スパッタガス導入部は、チャンバ2に導入するスパッタガスにおけるアルゴンガスと酸素の導入分圧を制御する。具体的には、スパッタガス導入部27はアルゴンガス導入部271aと酸素導入部272aとから構成される。アルゴンガス導入部271aと酸素導入部272aにはそれぞれ流量制御計271b、272bが設置されている。流量制御計271b、272bは、アルゴンガスと酸素の流量を測定することにより、スパッタガスにおけるアルゴンガス分圧と酸素分圧をそれぞれ制御する。

【0023】

制御装置4は、成膜装置1の各部の動作を制御する装置である。この制御装置4は、例えば、専用の電子回路若しくは所定のプログラムで動作するコンピュータ等によって構成できる。制御装置4には、各部の制御内容がプログラムされており、PLCやCPUなどの処理装置により実行される。このため、多種多様な成膜仕様に対応可能である。

【0024】

このような制御装置4の構成を、仮想的な機能ブロック図である図2を参照して説明する。すなわち、制御装置4は、機構制御部41、酸素分圧決定部42、記憶部43、計時部44、警報生成部45、入出力制御部46を有する。

【0025】

機構制御部41は、成膜装置1の各部の機構を制御する処理部である。制御としては、例えば、ロードロック室の開閉及び内部圧力の制御、搬入口20の開閉、排気装置25の排気速度、スパッタガス導入部27のタイミング及び導入量の制御、電源装置24における電圧印加のタイミングと供給電力量の制御等が挙げられる。

【0026】

酸素分圧決定部42は、チャンバ2の圧力を測定する圧力計26から圧力計26で測定されたベース圧力を取得する。酸素分圧決定部42は、記憶部43に記憶された最適酸素分圧のデータを参照して、取得したベース圧力に対応する最適酸素分圧を決定する。ベース圧力とは、スパッタガスを導入する前のチャンバ2の圧力であり、具体的には、チャンバ2にワークWを搬入して搬入口20を閉じてから、排気装置25によって予め設定された時間で排気を行った後の圧力である。この予め設定された時間を、以降は「排気時間t」という。最適酸素分圧とは、スパッタガスにおける酸素分圧の最適値である。

【0027】

機構制御部41は、スパッタガスにおける酸素分圧が、酸素分圧決定部42で決定された最適酸素分圧となるように、制御信号を生成して酸素導入部272aの流量制御計272bに送信する。酸素導入部272aの流量制御計272bは、受信した制御信号に従って酸素の流量を調整して、スパッタガスにおける酸素分圧が最適酸素分圧となるように制

御する。なお、本実施形態において、アルゴンガス分圧は固定とするため、アルゴンガスの流量制御計 271b は予め決定されたアルゴンガス分圧に基づいて流量を調整する。

【0028】

記憶部 43 は、本実施形態の制御に必要な各種の情報を記憶するが、上述したように、本実施形態では最適酸素分圧のデータを記憶している。最適酸素分圧のデータは、予め試験等を行って得ることができるが、ベース圧力が上昇するにしたがって最適酸素分圧が減少する傾向となっている。ここで、ベース圧力の値が上昇するにしたがって、最適酸素分圧が減少する理由について説明する。

【0029】

図 3 に、成膜処理におけるチャンバ 2 内部の圧力の変化を示している。成膜処理はワーク W を入れ替えて繰り返し行われる。グラフでは、成膜を開始後のチャンバ 2 内部に ITO 膜が付着していない初期の状態の圧力の変化を実線で示し、成膜を繰り返してチャンバ 2 内部に ITO 膜が付着した後期の状態の圧力の変化を破線で示している。

【0030】

初期においても後期においても、圧力は全体的には同様の推移を示す。ワーク W をチャンバ 2 の内部に搬入するときには、チャンバ 2 の圧力よりもロードロック室の圧力が高い状態で搬入口 20 を開放するため、圧力が上昇する（図中（1））。搬入口 20 を閉じた後、チャンバ 2 を所定の排気時間 t だけ排気して、ベース圧力まで減圧する（図中（2））。その後、スパッタガスを導入することによって、圧力は上昇する（図中（3））。成膜処理中は、スパッタガスの量が一定に保たれるように、排気とスパッタガスの供給が行われる。（図中（4））。成膜完了後は、スパッタガスの導入を止めるため、圧力が減少する。

【0031】

しかしながら、ワーク W 搬入後に同じ排気時間 t で排気した場合でも、後期の方が初期よりもベース圧力が高くなっている。これは、成膜によってチャンバ 2 の内壁に付着した ITO 膜に、ワーク W の搬入時に入り込んだ外部の空気や空気中の水蒸気等のガスが吸着するためと考えられる。吸着したガスは、チャンバ 2 をベース圧力に減圧するときアウトガスとしてチャンバ 2 の内部に放出される。成膜を繰り返すと付着する ITO 膜の量も増えるため、アウトガスの量も増えていく。そのため、同じ排気時間 t で排気した場合、放出されるアウトガスの分だけ、ベース圧力が高くなる。

【0032】

アウトガスには酸素が含まれるため、スパッタガスにおける酸素分圧を一定にしたままであれば、スパッタガスの酸素とアウトガスに含まれる酸素との和が次第に大きくなっていく。結果として成膜処理の際にプラズマ化される酸素の量が多くなる。

【0033】

成膜処理における酸素が適正量を超えると、製品における抵抗値も増加する。図 4 は、スパッタガスにおける酸素分圧を一定にしたまま成膜装置 1 を稼働し続けた場合の、ITO 膜の抵抗値の変化を模式的に示したグラフである。図 4 に示すように、酸素分圧を一定にしたまま装置を稼働し続けると、ITO 膜の抵抗値は比例的に増加する。抵抗値が一定以上になると、製品として不良品と判定される可能性がある。

【0034】

しかしながら、アウトガスにおける酸素の増加量に応じて、スパッタガスの酸素分圧を減少させれば、成膜処理における酸素を適正量に保ち、抵抗値の増加を抑えることができる。アウトガスにおける酸素の増加量は測定することが困難であるが、上述したように、アウトガスの量の増加に応じてベース圧力が上昇する。すなわち、圧力計 26 で測定することができるベース圧力の上昇に応じてスパッタガスにおける酸素分圧を減少させることによって、成膜処理の際の酸素量を適正量に保つことができる。そのような観点から、予め試験等を行い、ベース圧力に応じた最適酸素分圧のデータを作成して、記憶部 43 に保存する。

【0035】

記憶部 43 にはまた、ベース圧力の上限値も記憶しておくが良い。ベース圧力が上昇し続ける、すなわち、アウトガスの量が増加し続けると、アウトガスに含まれる酸素のみで成膜処理に必要な酸素の量を超える可能性がある。さらに、チャンバ 2 の圧力が高くなりすぎると、ITO 膜の密度や均質性に影響を与える。結果として、スパッタガスの酸素分圧を減らしたとしても、ITO 膜の抵抗値の上昇を防げなくなってしまう。そのような場合はチャンバ 2 内の清掃を行ってチャンバ 2 の内壁に付着した ITO 膜を除去する必要がある。上限値は、予め試験等を行って決定すると良いが、例えば 6×10^{-3} [Pa] としても良い。

【0036】

計時部 44 は、時間をカウントするタイマーである。機構制御部 41 は、計時部 44 でカウントされる時間に基づいて、ワーク W の搬入及び搬出のタイミング、スパッタガスの導入及び停止のタイミング、電圧印加のタイミング等を制御する。また、酸素分圧決定部 42 は、ワーク W を搬入し搬入口 20 を閉じてから、計時部 44 によってカウントされる時間が所定の排気時間 t を経過したところで、圧力計 26 からベース圧力の測定値を取得する。

【0037】

警報生成部 45 は、圧力計 26 から取得されるベース圧力が、記憶部 43 に記憶された上限値を超えたとき、警報を生成する。警報は、例えば、ベース圧力の値とチャンバ 2 内の清掃が必要となった旨を報知するものとしても良い。

【0038】

入出力制御部 46 は、制御対象となる各部との間での信号の変換や入出力を制御するインタフェースである。

【0039】

さらに、制御装置 4 には、入力装置 47、出力装置 48 が接続されている。入力装置 47 は、オペレータが、制御装置 4 を介して成膜装置 1 を操作するためのスイッチ、タッチパネル、キーボード、マウス等の入力手段である。上述した最適酸素分圧のデータは、入力装置 47 から所望の値を入力することができる。

【0040】

出力装置 48 は、装置の状態を確認するための情報を、オペレータが視認可能な状態とするディスプレイ、ランプ、メータ等の出力手段である。出力装置 48 は、例えば、警報生成部 45 で生成された警報を出力する。

【0041】

[動作]

次に、本実施形態に係る成膜装置 1 の動作及び成膜方法について説明する。以下に述べる成膜装置 1 の動作は、制御装置 4 の機構制御部 41 によって制御されるものである。ワーク W は、大気圧の外部からロードロック室に搬入される。ロードロック室を予め設定された圧力まで減圧してから搬入口 20 を開き、チャンバ 2 の内部にワーク W を搬入する。ロードロック室の圧力はチャンバ 2 の圧力よりも高いため、搬入口 20 を開いたときにチャンバ 2 の圧力は一時的に上昇する。搬入したワーク W はステージ 21 に載置する。ワーク W の搬入は、不図示の搬送装置で行う。ステージ 21 に載置した後は、搬入口 20 を閉じてチャンバ 2 を密閉する。チャンバ 2 は排気装置 25 によって常時排気されているため、搬入口 20 を閉じることによってチャンバ 2 は減圧される。

【0042】

制御装置 4 の酸素分圧決定部 42 は、搬入口 20 を閉じてから、計時部 44 によってカウントされる時間が所定の排気時間 t を経過した時点で、圧力計 26 からベース圧力の値を取得する。

【0043】

酸素分圧決定部 42 は、記憶部 43 の最適酸素分圧のデータを参照し、圧力計 26 から取得したベース圧力に対応する最適酸素分圧の値を決定する。機構制御部 41 は、酸素分圧決定部 42 で決定された最適酸素分圧に基づいて制御信号を生成し、酸素導入部 272

aの流量制御計272bに送信する。流量制御計272bは、スパッタガスにおける酸素分圧が最適酸素分圧となるように流量を調整する。

【0044】

スパッタガス導入部27からスパッタガスをチャンバ2の内部に導入して、電源装置24からターゲット231に直流電圧を印加する。直流電圧の印加によってスパッタガスがプラズマ化し、イオンが発生する。発生したイオンがターゲット231に衝突すると、ターゲット231の成膜材料の粒子が飛び出す。飛び出した粒子がステージ21に載置されたワークWに堆積することで、ワークW上に薄膜が形成される。

【0045】

成膜処理が完了すると、スパッタガスの導入を停止し、搬入口20を開放して成膜したワークWをチャンバ2内部から搬出し、次のワークWを搬入する。後続するワークWについても、最初のワークWと同様の工程で、順次成膜処理を行っていく。ただし、成膜処理を繰り返すとITO膜がチャンバ2内部に付着してアウトガスが発生するため、圧力計26で測定されるベース圧力の値は徐々に上昇する。酸素分圧決定部42は記憶部43の最適酸素分圧のデータを参照して、上昇したベース圧力に対応する最適酸素分圧を決定する。したがって、スパッタガスにおける酸素分圧は徐々に減少していくため、成膜処理における酸素の量が適正な範囲に保たれる。これによって、成膜処理を繰り返しても、ベース圧力が上限値を超えるまで、膜の品質を保った成膜が行われる。

【0046】

圧力計26で測定されるベース圧力の値が、上限値を超えた場合、警報生成部45は警報を生成して、出力装置48に出力する。警報を出力した時点で、成膜処理を中断させても良く、あるいは警報を出力した上で成膜処理を継続させても良い。

【0047】

[実施例]

上述の実施形態の成膜装置1において、以下の条件で成膜処理を行った。

- ・DC電力[kW]: 3.5
- ・Arガス圧力[Pa]: 1.46 (420sccm)
- ・O₂圧力[Pa]: 0.037 (12.5sccm)
- ・成膜圧力(Ar + O₂) [Pa]: 1.50
- ・放電電圧[V]: 398
- ・排気時間[s]: 23.4
- ・成膜時間[s]: 5.2
- ・成膜速度[nm/s]: 7.7
- ・ターゲット231: 酸化インジウムスズ(ITO)
- ・膜厚[nm]: 40
- ・ワークW: ポリカーボネート基板

【0048】

上記条件で複数枚のワークWに対して連続して成膜処理を行った。各成膜処理において、ワークWをチャンバ2内に搬入してから排気時間が経過した時点で、ベース圧力を測定した。初期のベース圧力は、 2×10^{-3} [Pa]であったが、成膜処理を繰り返すとベース圧力が上昇した。図5のグラフに示すように、ベース圧力の上昇に応じて酸素分圧を減少させた。

【0049】

2×10^{-3} [Pa]、 6×10^{-3} [Pa]、 10×10^{-3} [Pa]のベース圧力でそれぞれ成膜を行ったワークWに対して、80℃で92時間の加熱試験を行い、加熱後の抵抗値を測定した。加熱試験の結果を、図6のグラフに示している。ベース圧力 6×10^{-3} [Pa]で成膜を行ったITO膜は、初期のベース圧力 2×10^{-3} [Pa]に対する抵抗増加率が低い。すなわち、スパッタガスの酸素分圧を減少させたことで、成膜処理における酸素が適正量に保たれていることがわかる。一方、ベース圧力 10×10^{-3} [Pa]では、酸素分圧を減少させているが、初期のベース圧力 2×10^{-3} [Pa]に

対する抵抗増加率が大きい。これは、アウトガスに含まれる酸素が、スパッタガスの酸素分圧の減少によって調整可能な量を超えたか、チャンバ２の圧力が高くなり、膜の密度や均質性に影響を与えたためと考えられる。

【００５０】

〔効果〕

（１）本実施形態の成膜装置１は、成膜材料からなるターゲット２３１が配置され、内部にワークＷが搬入される密閉容器であるチャンバ２と、ワークＷの搬入後、チャンバ２を所定の排気時間、排気してベース圧力にする排気装置２５と、ベース圧力に排気されたチャンバ２の内部に、酸素を含むスパッタガスを導入するスパッタガス導入部２７と、を備える。スパッタガス導入部２７は、チャンバ２の内部に付着する成膜材料の増加によるベース圧力の上昇に応じて、チャンバ２に導入するスパッタガスの酸素分圧を減少させる。

10

【００５１】

アウトガスの発生によって上昇するベース圧力を基準として、スパッタガス中の酸素の導入分圧を調整することで、チャンバ２内における酸素を適正量に保って成膜を行うことができる。これによって、良好な品質で、かつ品質のバラつきが少ない成膜を行うことができる、信頼性の高い成膜装置１及び成膜方法を提供することができる。

【００５２】

成膜装置１は、ベース圧力を計測する圧力計２６と、圧力計２６で測定されたベース圧力に応じて、スパッタガス導入部２７が導入するスパッタガスの酸素分圧を決定する制御装置４と、を備える。圧力計２６はチャンバ２の圧力管理のために通常設置されるものであり、ベース圧力は圧力計２６から容易に取得できる。よって、高精度な計器等を必要とせずに酸素分圧を制御することができ、経済性が高い。

20

【００５３】

〔第２の実施形態〕

本発明の第２の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、第１の実施形態の構成要素と同一の構成要素については、同一の符号を付与し詳細な説明を省略する。

【００５４】

第２の実施形態の成膜装置１の全体的な構成は、第１の実施形態と同様である。第２の実施形態の成膜装置１の制御装置４の機能構成を、図７に示している。制御装置４は、第１の実施形態と同様の構成に加え、ベース圧力決定部４９を備えている。第１の実施形態では、機構制御部４１が圧力計２６で測定されたベース圧力の値を取得していたが、第２の実施形態では、電源装置２４からターゲット２３１に供給された積算電力量に基づいてベース圧力を決定する。

30

【００５５】

積算電力量とは、ワークＷを入れ替えて成膜処理を連続して行う場合に、各成膜処理において電源装置２４からターゲット２３１に供給された電力の積算量である。図８に示すように、積算電力量は、成膜処理を繰り返すごとに増加していく。第１の実施形態でも述べたように、ベース圧力も、成膜処理を繰り返すごとに増加していく。すなわち、積算電力量の増加に応じて、ベース圧力も増加していく。そこで、予め試験等を行って、積算電力量に対応するベース圧力のデータを作成し、記憶部４３に記憶させる。

40

【００５６】

上述したように、機構制御部４１は、電源装置２４における電圧印加のタイミングと供給電力量を制御する。ベース圧力決定部４９は、機構制御部４１から供給電力量を取得して積算電力量を算出する。そして、記憶部４３に記憶させたベース圧力のデータを参照し、算出した積算電力量に対応するベース圧力を決定する。

【００５７】

酸素分圧決定部４２は、記憶部４３に記憶された最適酸素分圧のデータを参照して、ベース圧力決定部４９で決定されたベース圧力に対応する最適酸素分圧を決定する。機構制御部４１は、スパッタガスにおける酸素分圧が、酸素分圧決定部４２で決定された最適酸素分圧となるように、制御信号を生成して酸素導入部２７２ａの流量制御計２７２ｂに送

50

信する。酸素導入部 272a の流量制御計 272b は、受信した制御信号に従ってチャンバ 2 に導入する酸素の流量を調整する。

【0058】

以上述べたように、第 2 の実施形態では、制御装置 4 は、電源装置 24 からターゲット 231 に供給された積算電力量に基づいて決定したベース圧力に応じて、スパッタガス導入部 27 におけるスパッタガスの酸素分圧を決定する。チャンバ 2 内部の環境や成膜状況等の事情によって、ベース圧力が測定できない場合であっても、積算電力量からベース圧力を決定することができ、第 1 の実施形態と同様にスパッタガスの酸素分圧を調整し、酸素を適正量に保って成膜を行うことができる

【0059】

[その他の実施形態]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではない。例えば、上述した成膜装置 1 は、スパッタリング等の成膜処理とエッチング等の膜処理を行う複数のチャンバを備えた、マルチチャンバ型のプラズマ処理装置に適用しても良い。

【0060】

また、上述の実施形態では、搬入口 20 にロードロック室が接続されている例を説明したが、これに限定されず、外部から搬入口 20 に直接ワーク W を搬入しても良い。ロードロック室を使用しないと、ワーク W の搬入時に入り込む外部の空気が増え、結果としてチャンバ 2 の内壁に付着した ITO 膜からのアウトガスの量は増加する可能性があるため、例えば、排気時間 t を長くして、入り込んだ外部の空気が排気されるようにすると良い。また、ロードロック室を使用しない場合は、搬入口 20 を開くとチャンバ 2 の内部が大気圧まで上昇するため、搬入口 20 を開いている間は排気装置 25 を停止させ、搬入口を閉じた後に排気装置 25 を稼働して排気を開始しても良い。

【0061】

以上、本発明の実施形態及び各部の変形例を説明したが、この実施形態や各部の変形例は、一例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。上述したこれら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明に含まれる。

【符号の説明】

【0062】

- 1 成膜装置
- 2 チャンバ
- 20 搬入口
- 21 ステージ
- 22 シャフト
- 23 スパッタ源
- 231 ターゲット
- 232 バッキングプレート
- 233 導電部材
- 24 電源装置
- 25 排気装置
- 26 圧力計
- 27 スパッタガス導入部
- 271a アルゴンガス導入部
- 272a 酸素導入部
- 271b, 272b 流量制御計
- 4 制御装置
- 41 機構制御部

10

20

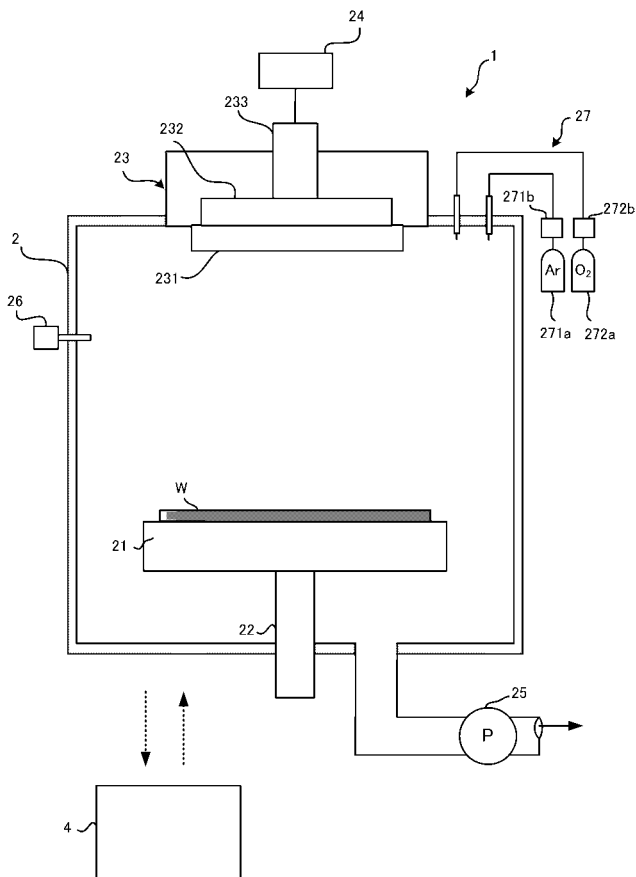
30

40

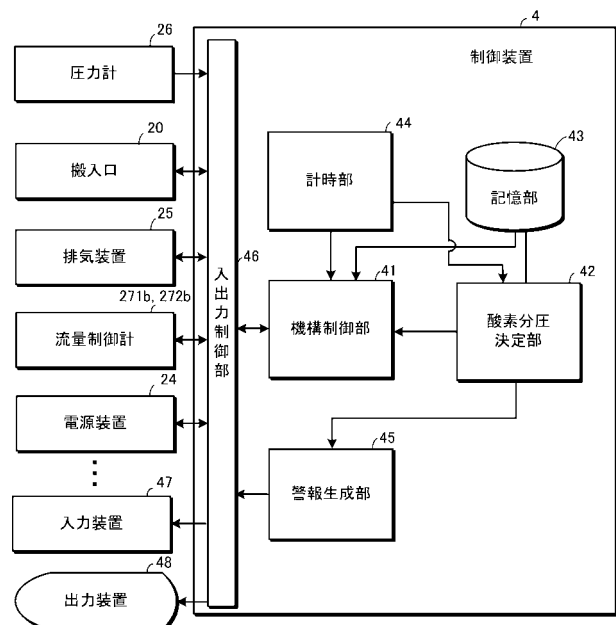
50

- 4 2 酸素分圧決定部
- 4 3 記憶部
- 4 4 計時部
- 4 5 警報生成部
- 4 6 入出力制御部
- 4 7 入力装置
- 4 8 出力装置
- 4 9 ベース圧力決定部
- W ワーク

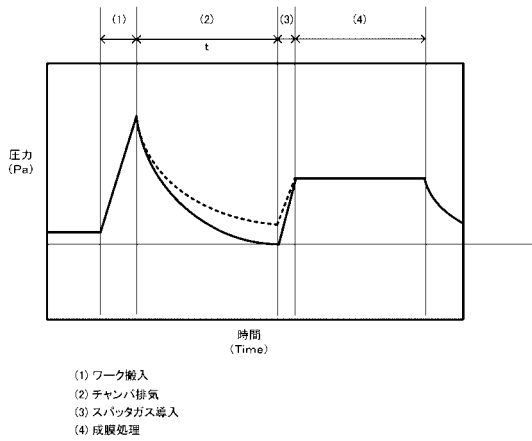
【図 1】



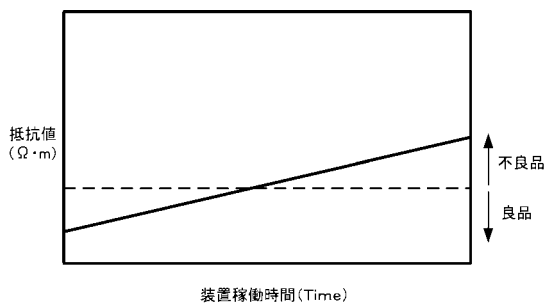
【図 2】



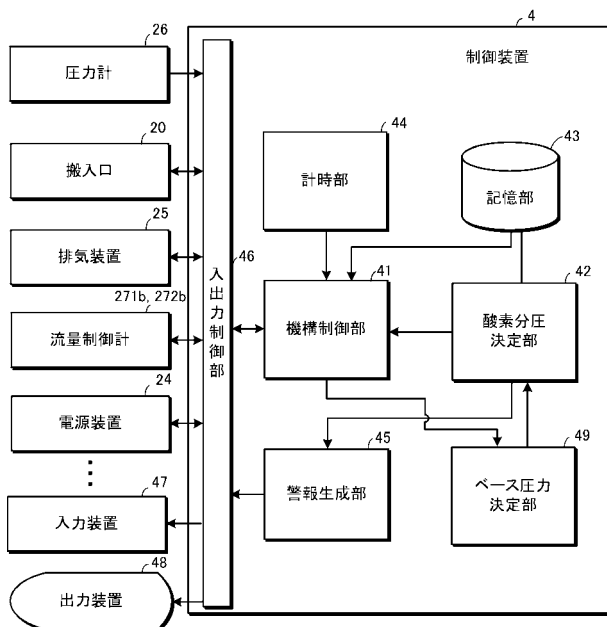
【図 3】



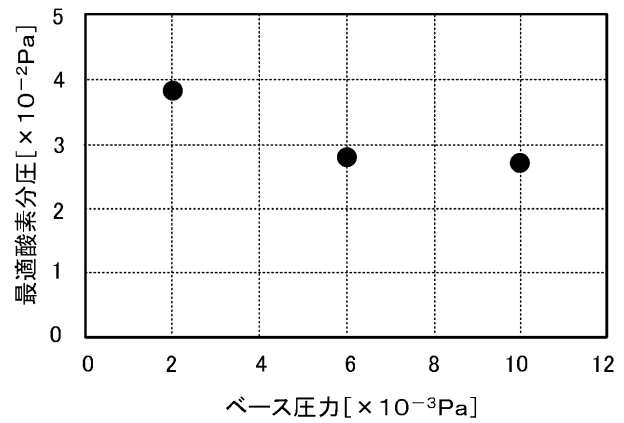
【図 4】



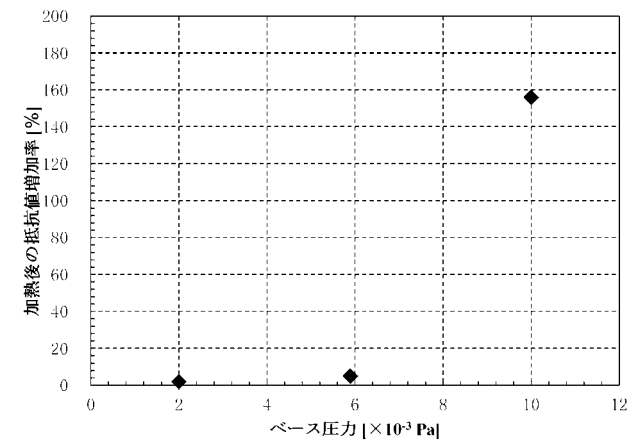
【図 7】



【図 5】



【図 6】



【図 8】

