

(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2010-37627

(P2010-37627A)

(43) 公開日 平成22年2月18日 (2010.2.18)

(51) Int.Cl.  
C23C 14/52 (2006.01)F I  
C 2 3 C 14/52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 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-204208 (P2008-204208)  
(22) 出願日 平成20年8月7日 (2008.8.7)(71) 出願人 000146009  
株式会社昭和真空  
神奈川県相模原市田名3062-10  
(74) 代理人 100064447  
弁理士 岡部 正夫  
(74) 代理人 100085176  
弁理士 加藤 伸晃  
(74) 代理人 100094112  
弁理士 岡部 譲  
(74) 代理人 100096943  
弁理士 臼井 伸一  
(74) 代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫  
(74) 代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光

最終頁に続く

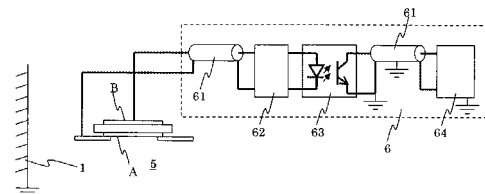
(54) 【発明の名称】 成膜装置及び膜厚測定方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 水晶モニタを基板ドームの中央部に配置しても高精度な膜厚測定ができる成膜装置を提供する。

【解決手段】 真空槽 1、真空槽 1 内の蒸発源、蒸発源に対向配置され成膜対象基板が搭載される基板ドーム、基板ドームにイオンを照射するためのイオン生成手段、基板ドームの中央部に配置された水晶モニタ 5、及び水晶モニタの発振周波数を測定する測定手段 6 を備えた成膜装置において、水晶モニタ 5 が真空槽 1 及び基板ドームから電氣的に絶縁される構成とした。

【選択図】 図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

真空槽、該真空槽内の蒸発源、該蒸発源に対向配置され成膜対象基板が搭載される基板ドーム、該基板ドームにイオンを照射するためのイオン生成手段、該基板ドームの中央部に配置された水晶モニタ、及び該水晶モニタの発振周波数を測定する測定手段を備えた成膜装置であって、

前記水晶モニタが前記真空槽及び前記基板ドームから電氣的に絶縁されている成膜装置。

**【請求項 2】**

真空槽、該真空槽内の蒸発源、該蒸発源に対向配置され成膜対象基板が搭載される基板ドーム、該基板ドームにイオンを照射するためのイオン生成手段、該基板ドームの中央部に配置された水晶モニタ、及び該水晶モニタの発振周波数を測定する測定手段を備えた成膜装置であって、

さらに、前記水晶モニタに該水晶モニタへのイオンの入射を遮断する電圧（ $V_{ext}$ ）以上の電圧を印加するバイアス電源を備えた成膜装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 記載の成膜装置において、前記イオン生成手段が前記基板ドームに高周波電圧を印加するための RF 電源であり、該 RF 電源の出力端の一方が前記基板ドームに接続され、他方が接地電位である前記真空槽に接続され、前記水晶モニタが前記真空槽及び前記基板ドームから電氣的に絶縁されている成膜装置。

**【請求項 4】**

成膜装置における膜厚測定方法であって、

（A）基板ドームに搭載された成膜対象基板に対して蒸発源から蒸着材料を蒸発させるとともに、該基板ドームにイオンを照射するステップ、及び

（B）該基板ドームの中央部に配置された水晶モニタの発振周波数を測定するステップからなり、

前記ステップ（A）及び（B）において、前記水晶モニタを前記真空槽及び前記基板ドームから電氣的に絶縁してフローティング電位とする膜厚測定方法。

**【請求項 5】**

成膜装置における膜厚測定方法であって、

（A）基板ドームに搭載された成膜対象基板に対して蒸発源から蒸着材料を蒸発させるとともに、該基板ドームにイオンを照射するステップ、

（B）該基板ドームの中央部に配置された水晶モニタの発振周波数を測定するステップ、及び

（C）前記水晶モニタに該水晶モニタへのイオンの入射を遮断する電位（ $V_{ext}$ ）以上の電圧をバイアスするステップからなる膜厚測定方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、概略として薄膜の成膜装置及びそれに使用される膜厚測定方法に関し、より具体的には高精度な膜厚測定を実現するための技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

図 6 は従来の成膜装置 200 の図である。成膜装置 200 は、図示しない真空排気装置などに接続された密閉容器からなる真空槽 1、真空槽 1 の底面に配置され蒸着材料を蒸発させるための蒸発源 2、蒸発源 2 に対向配置され成膜基板 31 を保持する基板ドーム 3、基板ドーム 3 に高周波電圧を印加するための RF 電源 4、水晶振動子からなる水晶モニタ 5、及び水晶モニタ 5 の発振周波数を測定するための測定手段 60 からなる（例えば、特許文献 1）。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

R F 電源 4 は、高周波（例えば、13.56MHz / 1 K W ）を図示しないマッチングボックスを介して基板ドーム 3 に印加して基板ドーム 3 と蒸発源 2 との空間にグロー放電を発生させ、プラズマ状態を形成するために設けられる。これにより、基板ドーム 3 に搭載された成膜基板 3 1 表面には自己誘起された負の直流電界が生じ、その高いエネルギーで成膜基板 3 1 上に高充填密度の薄膜が形成される。

## 【 0 0 0 4 】

測定手段 6 0 は、水晶モニタ 5 の水晶振動子表面に堆積される蒸発材料によって発振周波数が変化する性質を利用して膜厚測定を行うものである。そして、膜厚測定結果に基づき、図示しない制御系によって蒸発速度の制御が行われる。

10

## 【 0 0 0 5 】

図 7 は水晶モニタ 5 周辺の電氣的な接続構成を示すものである。水晶モニタ 5 は電極 A 及び B を有し、双方が測定手段 6 0 に接続され、成膜面側の電極 A が真空槽 1 に電氣的に接続されて接地電位となる。なお、説明の便宜上、上記の電氣的な接続を配線によって示したが、導電部材等を介して接続してもよい。

測定手段 6 0 において、電極 A 及び B からの配線が同軸ケーブル 6 1 を介して発振回路 6 2 及び計測制御部 6 4 に接続される。計測制御部 6 4 は図示しない制御系に接続される。

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 5 4 3 7 2 号公報

## 【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

ところで、モニタ精度の向上を目的に、水晶モニタ 5 の配置を見直すことが検討されている。図 8 は真空槽 1 内部における蒸発源 2 からの蒸発分布 2 1 を示すものである。蒸発源に対して基板平面を水平に設定した場合、蒸発点の直上にある点の膜厚  $t_0$  と基板平面上の任意の点の膜厚  $t_1$  は  $t_1/t_0 = \cos^n \theta$  で表される。蒸発分布 2 1 は蒸発材料等によって多少異なるものの、 $\cos^n \theta$  で表され、水晶モニタ 5 は蒸発分布 2 1 の端の方にしか含まれないことになる。従って、このような水晶モニタの配置では、蒸発材料が確実に堆積されず、精度の高い膜厚測定ができないという問題があった。

## 【 0 0 0 7 】

30

そこで、図 1 に示すように、水晶モニタ 5 を（基板ドーム 3 とは電氣的に絶縁した状態で）基板ドーム 3 の中央部に配置すると、水晶モニタ 5 が蒸発分布 2 1 の中心に位置することになり、精度の高い膜厚測定が可能となる。

しかし、水晶モニタ 5 を基板ドーム 3 の中央部に配置すると、水晶モニタ 5 と基板ドーム 3 との距離が接近したことに起因して以下のような問題が発生することが分かった。

## 【 0 0 0 8 】

図 1 の構成において図 7 の接続を用いると、基板ドーム 3 の電位は水晶モニタ 5 の電位（即ち、真空槽 1 の接地電位）よりも低くなる。基板ドーム 3 には R F 電源 4 からの高周波電圧が印加されるが、上述したプラズマによる負の電界の作用により、基板ドーム 3 には高周波電圧が負側にオフセットした電圧  $V_3$  が発生する。この負側の直流成分は印加する高周波電力、基板ドーム 3 と接地電位との面積比や蒸発材料等によって異なる。

40

## 【 0 0 0 9 】

プラズマ中のイオン（+ 電位）は電圧  $V_3$  によって加速され基板ドーム 3 に入射するが、その際基板ドーム 3 近傍の水晶モニタ 5（接地電位）にもイオンは入射する。

その結果として、水晶モニタの電極 A 上の堆積膜がイオンの入射によってエッチングされてしまい、正常な膜厚測定ができないという問題があった。

## 【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、水晶モニタ 5 を基板ドーム 3 の中央部に配置しても正常な膜厚測定が可能な成膜装置を提供することを課題とする。言い換えると、本発明は、水晶モニタ 5 が蒸発源 2 からの蒸着物を確実に捉えつつもプラズマ中のイオンの入射によるエッチング

50

を避ける構成を実現することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の側面は、真空槽、真空槽内の蒸発源、蒸発源に対向配置され成膜対象基板が搭載される基板ドーム、基板ドームにイオンを照射するためのイオン生成手段、基板ドームの中央部に配置された水晶モニタ、及び水晶モニタの発振周波数を測定する測定手段を備えた成膜装置であって、水晶モニタが真空槽及び基板ドームから電氣的に絶縁されている成膜装置である。

【0012】

本発明の第2の側面は、真空槽、真空槽内の蒸発源、蒸発源に対向配置され成膜対象基板が搭載される基板ドーム、基板ドームにイオンを照射するためのイオン生成手段、基板ドームの中央部に配置された水晶モニタ、及び水晶モニタの発振周波数を測定する測定手段を備えた成膜装置であって、さらに、水晶モニタに該水晶モニタへのイオンの入射を遮断する電圧 ( $V_{ext}$ ) 以上の電圧を印加するバイアス電源を備えた成膜装置である。

【0013】

上記第1又は第2の側面の成膜装置において、イオン生成手段が基板ドームに高周波電圧を印加するためのRF電源であり、RF電源の出力端の一方が基板ドームに接続され、他方が接地電位である真空槽に接続され、水晶モニタが真空槽及び基板ドームから電氣的に絶縁される構成とした。

【0014】

本発明の第3の側面は、成膜装置における膜厚測定方法であって、(A)基板ドームに搭載された成膜対象基板に対して蒸発源から蒸着材料を蒸発させるとともに、基板ドームにイオンを照射するステップ、及び(B)基板ドームの中央部に配置された水晶モニタの発振周波数を測定するステップからなり、ステップ(A)及び(B)において、水晶モニタを真空槽及び基板ドームから電氣的に絶縁してフローティング電位とする膜厚測定方法である。

【0015】

本発明の第4の側面は、成膜装置における膜厚測定方法であって、(A)基板ドームに搭載された成膜対象基板に対して蒸発源から蒸着材料を蒸発させるとともに、基板ドームにイオンを照射するステップ、(B)基板ドームの中央部に配置された水晶モニタの発振周波数を測定するステップ、及び(C)水晶モニタに水晶モニタへのイオンの入射を遮断する電位 ( $V_{ext}$ ) 以上の電圧をバイアスするステップからなる膜厚測定方法である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によると、水晶モニタを基板ドームの中央部に配置した場合でも、水晶モニタが蒸発源からの蒸着物を確実に捉えつつもプラズマ中のイオンの入射によるエッチングを避ける構成としたので、正常かつ正確な膜厚測定を行うことが可能となった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1に本発明の成膜装置100を示す。真空槽1、蒸発源2、基板ドーム3及びRF電源4については従来例の図6のものと同じであり、説明を省略する。

上述したように、水晶モニタ5は、基板ドーム3とは電氣的に絶縁した状態で基板ドーム3の中央部に配置される。

【実施例1】

【0018】

図2は本発明第1の実施例による水晶モニタ5の電氣的な接続構成を示す図である。従来例の図7と異なる点は、水晶モニタ5の電極Aが真空槽1から電氣的に絶縁され、水晶モニタ5が電氣的にフローティングされていることである。なお、実際には、水晶モニタ5は絶縁部材(図示せず)を介して直接又は間接的に真空槽1に支持又は結合されることとなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 9 】

測定手段 6 において、電極 A 及び B からの配線は同軸ケーブル 6 1、発振回路 6 2、フォトカプラ 6 3 及び同軸ケーブル 6 1 を介して計測制御部 6 4 に接続される。フォトカプラ 6 3 の入力まではフローティングされ、フォトカプラ 6 3 の出力からの基準電位は従来と同様のグラウンドとなる。

## 【 0 0 2 0 】

上記構成において、フローティング状態にある水晶モニタ 5 の電極表面にもイオンは微少ながら入射するが、フローティング状態であるため電流は流れず帯電するだけとなる（即ち、以降イオンの入射が無くなりエッチングされなくなる）。

## 【 0 0 2 1 】

以上より、水晶モニタ 5 をフローティング電位としたことにより、水晶モニタ 5 において、蒸発材料の確実な堆積を確保しつつもイオンの入射によるエッチングを回避することができ、精度の高い膜厚測定が可能となった。

## 【 実施例 2 】

## 【 0 0 2 2 】

図 3 ( a ) 及び ( b ) は反射電界型のイオンビーム分析器の原理図である。図 3 ( a ) において、電極 5 0 が水晶モニタ 5 に対応する。図 3 ( b ) に示すように、可変電圧源  $V_{ret}$  の電圧を上昇させていくと、ある点からイオン電流  $I_i$  が減少しはじめ、最終的にイオン電流  $I_i$  はゼロとなる。この時の電圧を  $V_{ext}$  とする。この  $V_{ext}$  は必ずしも接地電位ではなくイオンエネルギーによって変化する。

従って、水晶モニタ 5 に  $V_{ext}$  に相当する電圧を印加することにより、イオンの入射を防ぐことが可能となる。

## 【 0 0 2 3 】

なお、イオンの入射を完全に遮断する電位  $V_{ext}$  は実測により求めればよい。同装置内に予めプラズマ励起状態を作りだし、バイアス電源の電圧を変化させながら水晶モニタの発振周波数を測定し、発振周波数の変化がなくなる最も低い電位を  $V_{ext}$  とすればよい。

## 【 0 0 2 4 】

図 4 は本発明第 2 の実施例の水晶モニタ接続構成を示す図である。図 2 と異なる点は、水晶モニタ 5 に直流電圧をバイアスするバイアス電源 7 を追加した点である。バイアス電圧 7 によって水晶モニタ 5 の電位  $V_5$  をイオンの入射を完全に遮断する電位以上の一定の電圧値に固定するものである。なお、測定手段 6 の内部は図 2 と同様である。

## 【 0 0 2 5 】

本実施例の態様は、バイアス電源 7 を追加しなければならない点で、実施例 1 よりもコスト的に不利ではあるものの、確実に本発明の効果を得ることができる。

また、基板ドームの電位（接地に対して負の電位）は印加する高周波電力、基板ドーム 3 の面積、蒸発材料等によって異なるので、バイアス電源 7 の出力電圧を可変としてその値を最適化するようにしてもよい。

## 【 実施例 3 】

## 【 0 0 2 6 】

図 5 に本発明の第 3 の実施例を示す。真空槽 1、蒸発源 2 及び基板ドーム 3 については図 1 と同じであり、説明を省略する。図 1 と異なる点は、基板ドームに高周波電圧を印加する RF 電源に替えて、イオンガン 8 を備えた点である。水晶モニタ 5 は、図 2 または図 4 に示される接続構成にて、基板ドーム 3 及び真空槽 1 とは電氣的に絶縁した状態で基板ドーム 3 の中央部に配置される。基板ドーム 3 にはイオンガン 8 からのイオンビームが照射されるが、水晶モニタ 5 をフローティング電位としたことにより、若しくは水晶モニタ 5 にバイアス電圧を印加したことにより、水晶モニタ 5 へのイオンの入射によるエッチングを回避することができ、精度の高い膜厚測定が可能となる。

## 【 0 0 2 7 】

第 3 の実施例ではイオンガンを備えるが、他のイオン生成手段（もしくはプラズマ生成手段）を備え、基板ドームにイオンを照射させる構成であれば、これに限らず本発明の効

10

20

30

40

50

果が得られる。他のイオン生成手段（もしくはプラズマ生成手段）としては、イオンプレーティング用電極を用いることや、プラズマガンを用いること等が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

上記各実施例においては、最も好適な例として、水晶モニタ 5 の電位をフローティングするもの、及び水晶モニタ 5 に直流電圧をバイアスするものを示したが、成膜中に  $V_5$   $V_{ext}$  となる構成であれば、他の電圧波形や回路構成のものであってもよく、それらも本発明の範囲に含まれる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の成膜装置の概略図である。

10

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施例の水晶モニタ接続構成を示す図である。

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施例を説明する図である。

【 図 4 】 本発明の第 2 の実施例の水晶モニタ接続構成を示す図である。

【 図 5 】 本発明の第 3 の実施例を示す図である。

【 図 6 】 従来例の成膜装置の概略図である。

【 図 7 】 従来例の水晶モニタ接続構成を示す図である。

【 図 8 】 一般的な成膜装置を説明する図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

1 . 真空槽

20

2 . 蒸発源

3 . 基板ドーム

4 . R F 電源

5 . 水晶モニタ

6 . 測定手段

7 . バイアス電源

8 . イオンガン

3 1 . 基板

6 1 . 同軸ケーブル

6 2 . 発振回路

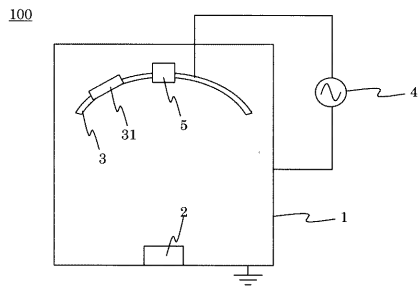
30

6 3 . フォトカブラ

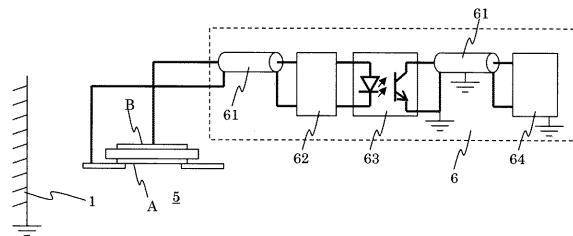
6 4 . 計測制御部

1 0 0 . 成膜装置

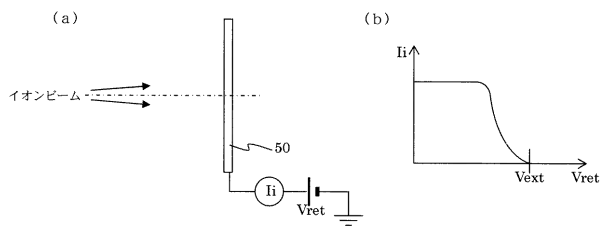
【図 1】



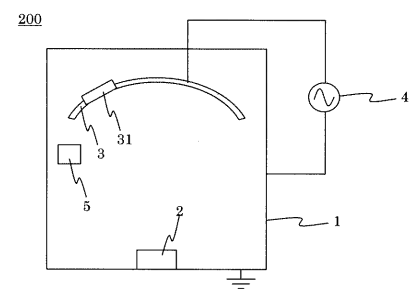
【図 2】



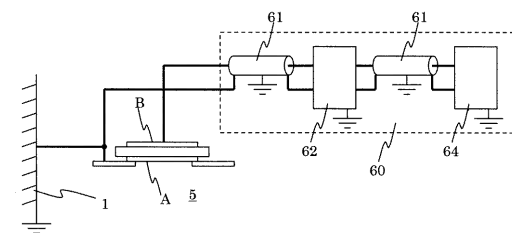
【図 3】



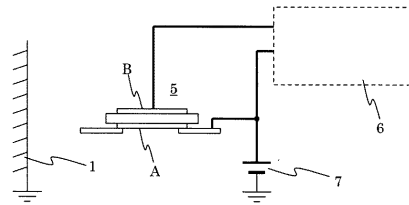
【図 6】



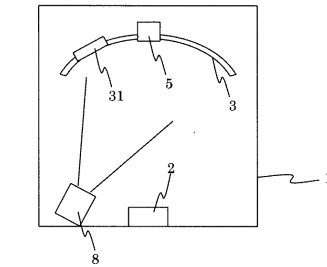
【図 7】



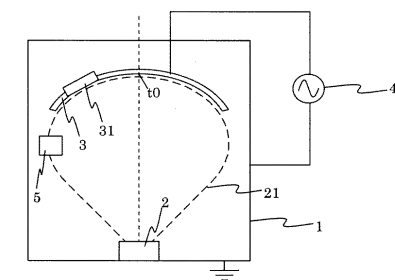
【図 4】



【図 5】



【図 8】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100128657

弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 白井 修

神奈川県相模原市田名 3 0 6 2 - 1 0 株式会社昭和真空内

(72)発明者 荒川 俊明

神奈川県相模原市田名 3 0 6 2 - 1 0 株式会社昭和真空内

Fターム(参考) 4K029 CA01 CA03 DA03 EA01 JA01