(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年2月8日(08.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/029271 A1

(51) 国際特許分類:
*H01L 21/31* (2006.01) *H01L 21/318* (2006.01)
*C23C 16/42* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/025190

(22) 国際出願日： 2023年7月6日(06.07.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-123217 2022年8月2日(02.08.2022) JP

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(**TOKYO ELECTRON LIMITED**) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小手 健一(**KOTE, Kenichi**); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０ 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP). 野上 隆文(**NOGAMI, Takafumi**); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０ 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP).

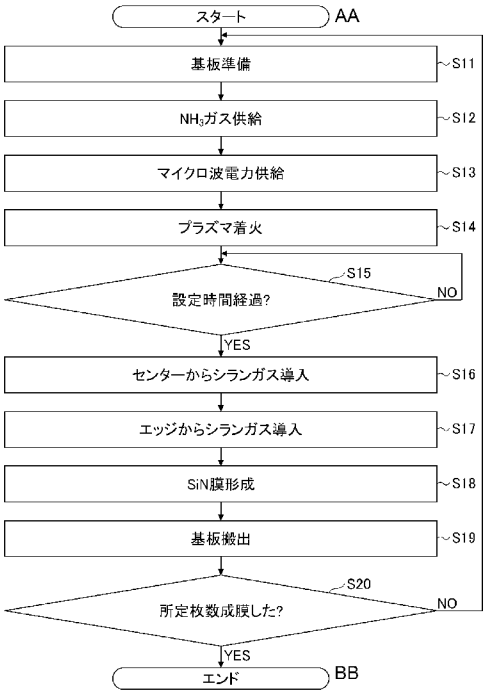
(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(**ITOH, Tadashige** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ （明治安田生命ビル） １６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) **Title:** SiN FILM FORMATION METHOD, AND PLASMA TREATMENT APPARATUS

(54) 発明の名称： ＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置

[図4]




S11 Provision of substrate
S12 Supply of $NH_3$ gas
S13 Supply of microwave power
S14 Plasma ignition
S15 Is set period elapsed?
S16 Introduction of silane gas from center
S17 Introduction of silane gas from edge
S18 Formation of SiN film
S19 Discharge of substrate
S20 Predetermined number of films are formed?
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** Provided is an SiN film formation method comprising: a step for providing a substrate in a treatment container; a step for supplying a nitrogen-containing gas into the treatment container; a step for applying an electromagnetic power after the supply of the nitrogen-containing gas to generate plasma of the nitrogen-containing gas in the treatment container; and a step for supplying a silicon-containing raw material gas into the treatment container after the generation of the plasma of the nitrogen-containing gas to cause the reaction between the silicon-containing raw material gas and the

WO 2024/029271 A1

［続葉有］

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84)** 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能):ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

plasma of the nitrogen-containing gas, thereby forming an SiN film on the substrate.

**(57)** 要約:処理容器内に基板を準備する工程と、前記処理容器内に窒素含有ガスを供給する工程と、前記窒素含有ガスの供給後に電磁波の電力を印加して前記処理容器内に窒素含有ガスのプラズマを生成する工程と、前記窒素含有ガスのプラズマを生成後、前記処理容器内にシリコン含有原料ガスを供給して前記窒素含有ガスのプラズマと反応させて前記基板上にＳｉＮ膜を形成する工程と、を備える、ＳｉＮ膜の形成方法が提供される。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： ＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置

## 技術分野

[0001] 本開示は、ＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置に関する。

## 背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造では、良好な膜質と生産性が求められる。枚葉成膜では、チャンバ内をプリコートし、プリコート後に所定枚数の基板を成膜処理した後、ドライクリーニングを実施している。高品質な膜を成膜処理するには、パーティクルを低減する必要があるが、パーティクルの発生を抑制するためにクリーニング周期を短くすると、生産性が低下する。

[0003] 例えば、特許文献１は、ＳｉＮ膜の形成及びプラズマクリーニング方法を記載している。特許文献１は、ＳｉＮ膜を形成する際、処理容器内にＳｉ含有ガスと窒素含有ガスとを所定の流量で導入し、次いで、マイクロ波パワーを導入してＳｉ含有ガスと窒素含有ガスとをプラズマ化し、基板をプラズマにさらすことを記載している。

[0004] 例えば、特許文献２は、Ａｒガスを処理容器内に供給し、次いで、マイクロ波パワーを処理容器内に入射させ、マイクロ波パワーによりＡｒガスをプラズマ着火させ、その後、$SiH_4$ガスおよび$NH_3$ガスを供給し、ＳｉＮ膜を成膜することを記載している。

[0005] 例えば、特許文献３は、Ａｒガス、$N_2$ガス、$H_2$ガス、$SiH_4$ガスを供給した後、少し遅れてマイクロ波パワーを投入すること、投入から所定時間経過後の時刻にガスの供給及びマイクロ波パワーの供給が安定することが記載されている。

[0006] 例えば、特許文献４は、チャンバ内に被処理体を配置し、チャンバ内に成膜ガスとヘリウムガスを供給するとともにチャンバ内にプラズマを生成させ、そのプラズマにより成膜ガスを励起させて被処理体上に所定の膜を成膜することを記載している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開第２００８／０３５６７８号

特許文献2：特開２００７－０４８９８２号公報

特許文献3：特開２０１４－０６０３７８号公報

特許文献4：特開２０１７－２２６８９４号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0008] 本開示は、生産性が高く、かつ、エッチング耐性に優れた膜質のＳｉＮ膜を成膜することができるＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置を提供する。

## 課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一の態様によれば、処理容器内に基板を準備する工程と、前記処理容器内に窒素含有ガスを供給する工程と、前記窒素含有ガスの供給後に電磁波の電力を印加して前記処理容器内に窒素含有ガスのプラズマを生成する工程と、前記窒素含有ガスのプラズマを生成後、前記処理容器内にシリコン含有原料ガスを供給して前記窒素含有ガスのプラズマと反応させて前記基板上にＳｉＮ膜を形成する工程と、を備える、ＳｉＮ膜の形成方法が提供される。

## 発明の効果

[0010] 一の側面によれば、生産性が高く、かつ、エッチング耐性に優れた膜質のＳｉＮ膜を成膜することができるＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]一実施形態に係るプラズマ処理装置の構成例を示す断面模式図。

[図2]一実施形態に係るプリコート、成膜、クリーニング処理の一例を示すフローチャート。

[図3]参考例及び一実施形態に係る成膜処理の一例を示すタイムチャート。

[図4]一実施形態に係る成膜処理の一例を示すフローチャート。

[図5]一実施形態に係る成膜処理の効果（パーティクル低減）の一例を示す図。

[図6]一実施形態に係る成膜処理の効果（ＷＥＲ）の一例を示す図。

[図7]一実施形態に係る成膜処理の効果の一例を示す図。

## 発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して本開示を実施するための形態について説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

[0013] ［プラズマ処理装置］

本実施形態に係る成膜方法を実行するプラズマ処理装置の構成例について、図１を参照して説明する。図１は、一実施形態に係るマイクロ波のプラズマ源を備えたプラズマ処理装置１の構成例を示す図である。

[0014] プラズマ処理装置１は、処理容器１０とプラズマ源２とを備える。処理容器１０は、気密に構成されたアルミニウム等の金属材料からなる略円筒状であり、接地されている。プラズマ源２は、処理容器１０内にマイクロ波を導入して表面波プラズマを形成する。処理容器１０の天壁１０ａは、金属製の本体部に、複数のマイクロ波放射源４２の誘電体部材（以下、誘電体窓５６という。）が嵌め込まれて構成されている。これにより、プラズマ源２は天壁１０ａの複数の誘電体窓５６を介して処理容器１０内にマイクロ波を導入するようになっている。

[0015] プラズマ処理装置１は制御装置１３０を有する。制御装置１３０は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部（図示せず）を有している。プログラム格納部には、プラズマ処理装置１における半導体ウェハを一例とする基板Ｗの処理を制御するプログラムが格納されている。なお、上記プログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク（ＨＤ）、フレキシブルディスク（ＦＤ）、コンパクトディスク（ＣＤ）、マグネットオプテ

ィカルデスク（ＭＯ）、メモリーカード等のコンピュータに読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御装置１３０にインストールされたものであってもよい。

[0016] 処理容器１０内には、基板Ｗを水平に支持する載置台１１が、処理容器１０の底部中央に絶縁部材１２ａを介して立設された筒状の支持部材１２により支持された状態で設けられている。載置台１１及び支持部材１２を構成する材料は、例えば、表面をアルマイト処理（陽極酸化処理）したアルミニウム等の金属や内部に高周波用の電極を有した絶縁性材料（セラミックス等）である。

[0017] また、図示はしていないが、載置台１１には、温度制御機構、基板Ｗの裏面に熱伝達用のガスを供給するガス流路、基板Ｗを搬送するために昇降する昇降ピン等が設けられている。さらに、基板Ｗを静電吸着するための静電チャックが設けられていてもよい。

[0018] さらにまた、載置台１１には、整合器１３を介してＲＦバイアス電源１４が電気的に接続されている。このＲＦバイアス電源１４から載置台１１にＲＦバイアス電力が供給されることにより、基板W側にプラズマ中のイオンが引き込まれ、膜質改善や面内均一性に寄与する。

[0019] 処理容器１０の底部側方には排気管１５が接続されており、この排気管１５には真空ポンプを含む排気装置１６が接続されている。この排気装置１６を作動させることにより、処理容器１０内を排気することができ、処理容器１０内を減圧して所定の圧力に設定することができる。また、処理容器１０の側壁１０ｂには、基板Ｗの搬出入を行うための搬入出口１７と、この搬入出口１７を開閉するゲートバルブ１８とが設けられている。

[0020] また、プラズマ処理装置１は、処理容器１０の天壁１０ａから処理容器１０内に所定のガスを吐出するための第１のガスシャワー部２１を有する。また、処理容器１０の天壁１０ａから垂下したノズルを有し、天壁１０ａと載置台１１の間の位置からガスを導入する第２のガスシャワー部２２を有する。さらに、プラズマ処理装置１は、処理容器１０内の側壁１０ｂから内側へ

突出したノズルを有し、側壁１０ｂと載置台１１の間の位置であって第２のガスシャワー部２２より外側の位置からガスを導入する第３のガスシャワー部２３を有する。なお、第１のガスシャワー部２１及び第２のガスシャワー部２２は、図１では便宜的に径方向にずらした位置に表示しているが、同一円上に交互に設けられている。

[0021] 第１のガスシャワー部２１は、処理容器１０の天壁１０ａに設けられ、天壁１０ａからガスを供給するガス供給孔２１ａを有する。第１のガス供給部８１からガスライン８３を通って運ばれたガスを第１位置のガス供給孔２１ａから供給する。

[0022] 第２のガスシャワー部２２は、処理容器１０の天壁１０ａから垂下するノズルとノズルの先端からガスを供給するガス供給孔２２ａを有する。第２のガス供給部８２からガスライン８４を通って運ばれたガスをノズルの先端位置を示す第２位置のガス供給孔２２ａから供給する。第２位置は第１位置よりも低い。ガス供給孔２２ａは、天壁１０ａからガスを供給する第１のガス供給孔の一例である。

[0023] 第３のガスシャワー部２３は、処理容器１０の側壁１０ｂに設けられ、側壁１０ｂから内側へ突出するノズルとノズルの先端からガスを供給するガス供給孔２３ａを有する。第２のガス供給部８２からガスライン８５を通って運ばれたガスをノズルの先端の位置である第３位置のガス供給孔２３ａから供給する。第３位置は、第１位置及び第２位置よりも外周側に設けられる。ガス供給孔２３ａは、側壁１０ｂから供給する第２のガス供給孔の一例である。

[0024] 第２のガスシャワー部２２及び第３のガスシャワー部２３から原料ガス（成膜ガス）を供給する。例えば、ＳｉＮ膜を形成する場合、第２のガスシャワー部２２及び第３のガスシャワー部２３から原料ガスの一例であるシラン（$SiH_4$）ガスを供給する。また、例えば、第２のガスシャワー部２２及び第３のガスシャワー部２３の少なくともいずれかから原料ガスを供給してもよい。

[0025] 第１のガスシャワー部２１、第２のガスシャワー部２２及び第３のガスシャワー部２３の少なくともいずれかから反応ガスを供給してもよい。例えば、ＳｉＮ膜を形成する場合、第１のガスシャワー部２１、第２のガスシャワー部２２及び第３のガスシャワー部２３の少なくともいずれかから反応ガスの一例である窒素含有ガスを供給してもよい。窒素含有ガスは、アンモニア（$NH_3$）ガスであってもよく、窒素（$N_2$）ガスであってもよく、窒素（$N_2$）ガスと水素（$H_2$）ガスを組み合せたガスであってもよく、これらの混合ガスであってもよい。

[0026] プラズマ源２は、複数経路に分配してマイクロ波を出力するマイクロ波出力部３０と、マイクロ波出力部３０から出力されたマイクロ波を伝送するマイクロ波伝送部４０とを有する。プラズマ源２は、電磁波の電力を印加する電磁波源の一例である。

[0027] マイクロ波出力部３０は、マイクロ波電源と、マイクロ波発振器と、アンプと、分配器とを有する。マイクロ波電源は、マイクロ波発振器に対して電力を供給する。マイクロ波発振器は、所定周波数（例えば８６０ＭＨｚ）のマイクロ波を例えばＰＬＬ発振させる。アンプは、発振されたマイクロ波を増幅する。分配器では、マイクロ波の損失ができるだけ起こらないように、入力側と出力側のインピーダンス整合を取りながらアンプで増幅されたマイクロ波を分配する。なお、マイクロ波の周波数としては、８６０ＭＨｚの他に、９１５ＭＨｚ等、７００ＭＨｚから３ＧＨｚの範囲の種々の周波数を用いることができる。

[0028] マイクロ波伝送部４０は、複数のアンプ部４１と、アンプ部４１に対応して設けられた複数のマイクロ波放射源４２とを有する。マイクロ波放射源４２は、例えば、天壁１０ａの中央に１個、該中央のものを中心とした円周上に等間隔で６個、合計７個、配置されている。なお、本例では、中心のマイクロ波放射源４２と外周のマイクロ波放射源４２との間の距離と、外周のマイクロ波放射源４２間の距離とは等しくなるよう、これらは配置されている。

[0029] アンプ部４１は、分配器にて分配されたマイクロ波を各マイクロ波放射源４２に導く。マイクロ波放射源４２は、同軸管５１を有する。同軸管５１は、筒状の外側導体５１ａ及びその中心に設けられた棒状の内側導体５１ｂからなる同軸状のマイクロ波伝送路を有する。マイクロ波放射源４２は、アンプ部４１で増幅されたマイクロ波を、同軸管５１に給電する給電アンテナ（図示せず）、を有する。さらに、マイクロ波放射源４２は、負荷のインピーダンスをマイクロ波電源の特性インピーダンスに整合させるチューナと、同軸管からのマイクロ波を処理容器１０内に放射するアンテナ部とを有する。

[0030] アンテナ部は、同軸管５１の下端部に設けられており、処理容器１０の天壁１０ａの金属部分に嵌め込まれている。アンテナ部は、誘電体窓５６を有し、誘電体窓５６を透過したマイクロ波により、処理容器１０内の誘電体窓５６の直下部分に表面波プラズマが生成される。

[0031] 複数のマイクロ波放射源４２（誘電体窓５６）は天井部の中央に一つと、外周部に６つ設けられている。複数のマイクロ波放射源４２（誘電体窓５６）のそれぞれは、独立して各マイクロ波放射源４２から供給されるマイクロ波電力を制御できる。外周部のマイクロ波放射源４２（誘電体窓５６）から供給されるマイクロ波電力は、中央部のマイクロ波放射源４２から供給されるマイクロ波電力よりも高くてもよいし、同じであってもよい。

[0032] 本実施形態の成膜方法は、処理容器１０の天壁に配置されたマイクロ波放射源４２からマイクロ波電力を供給するプラズマ処理装置１にて実行することができる。ただし、本実施形態の成膜方法は、図１に示すプラズマ処理装置１の構成に限らず、プラズマＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）装置、プラズマＡＬＤ（Atomic Layer Deposition）装置にて実行してもよい。

[0033] ［プリコート、成膜、クリーニング処理］

次に、一実施形態に係るプリコート、成膜、クリーニング処理について、図２～図４を参照しながら説明する。図２は、一実施形態に係るプリコート、成膜、クリーニング処理の一例を示すフローチャートである。図３は、参考例及び一実施形態に係る成膜処理の一例を示すタイムチャートである。図

４は、一実施形態に係る成膜処理の一例を示すフローチャートである。

[0034] 図２～図４に示す処理は、例えば制御装置１３０の制御によりプラズマ処理装置１にて実行される。図２では、ステップＳ１において、制御装置１３０は、プラズマ処理装置１の処理容器１０内に保護膜を形成するプリコート工程を実行する。プリコート工程は、新品のプラズマ処理装置１の処理容器１０内に保護膜を形成するか、後述するクリーニング工程後のプラズマ処理装置１の処理容器１０内に保護膜を形成する。

[0035] 保護膜は、次の成膜工程にて形成される膜種と同一でも良いし、異なった膜種でも良い。例えば、ステップＳ２の成膜工程にてシリコン窒化膜（ＳｉＮ膜）を形成する場合、ステップＳ１のプリコート工程において処理容器１０の壁面等に同一のＳｉＮ膜の保護膜を形成しても良い。例えば、ステップＳ２の成膜工程にてＳｉＣ膜、ＳｉＯ膜、ＳｉＯＮ膜等を形成する際に、シリコン窒化膜を形成しても良い。

[0036] 次に、ステップＳ２において、制御装置１３０は、プラズマ処理装置１の処理容器１０内にて成膜工程を実行する。成膜工程については、後述する（図３及び図４参照）。

[0037] 成膜工程にて例えば２５枚～５０枚の所定枚数の基板を処理する。その後、ステップＳ３において、制御装置１３０は、プラズマ処理装置１の処理容器１０内をクリーニングするドライクリーニング工程を実行する。クリーニング工程では、処理容器１０内にフッ素含有ガスを含む処理ガスを供給し、複数のマイクロ波放射源４２からマイクロ波の電力を印加する。これにより、処理容器１０内に処理ガスのプラズマを生成して、処理容器１０内を処理ガスのプラズマにさらすことで処理容器１０内をクリーニングする。フッ素含有ガスとしては、例えば、$NF_3$ガスが挙げられる。また、フッ素含有ガスを含む処理ガスとしては、例えば、$NF_3$ガスと希釈ガス（不活性ガス）との混合ガスを挙げることができる。

[0038] ステップ２の成膜工程とステップＳ３のクリーニング工程において、基板を載置する載置台１１の設定温度は同一温度である。例えば、設定温度は、

４５０℃又はそれ以下の温度である。成膜工程とクリーニング工程において載置台１１を異なる設定温度に制御すると、温度制御に時間がかかり、スループットが悪くなる。しかしながら、本実施形態では、成膜工程とクリーニング工程において設定温度が同じであるため、温度制御に時間がかからず、スループットを向上させることができる。

[0039] ステップＳ３のクリーニング工程の後、ステップＳ１に戻り、クリーニング後の処理容器１０内に再びＳｉＮ膜の保護膜を形成し、ステップＳ２において次の基板にＳｉＮ膜を形成する成膜工程を実行する。

[0040] ［成膜工程］

ステップＳ２の成膜工程について、図３～図５を参照しながら詳述する。図３（ａ）は参考例の成膜工程を示し、図３（ｂ）は本実施形態の成膜工程を示す。参考例の成膜工程では着火ガスとして機能するアルゴン（Ａｒ）ガスを供給するが、本実施形態の成膜工程ではアルゴンガスを供給しない。

[0041] より詳しくは、図３（ａ）の参考例の成膜工程では、レシピに設定された手順に従い、時刻$t_0$において、アルゴン（Ａｒ）ガス、アンモニア（$NH_3$）ガス、シラン（$SiH_4$）ガスの供給が同時に開始される。これらのガスを供給しながら、時刻$t_1$において、マイクロ波（MW）パワーを印加する。アルゴンガスは主に着火や放電を安定させるために機能する。これによりプラズマが着火する。シランガスは原料ガスであり、アンモニアガスは反応ガスである。シランガス及びアンモニアガスによりＳｉＮ膜が形成される。

[0042] ところが、図３（ａ）の参考例の成膜工程では、成膜時に発生するパーティクル数が多い。図５（ａ）の横軸はウェハ（基板）の枚数を示し、縦軸はパーティクル数を示す。図５（ａ）の参考例のパーティクル数Ａに示すように、図３（ａ）の参考例の成膜工程では、１枚目の基板の処理時に発生するパーティクル数は５００程度であった。そして、２枚目の基板ではパーティクル数は１０００以上となり、１０枚目の基板ではパーティクル数は約５５００まで急増した。

[0043] アルゴンガスを供給した場合、他のガスを供給した場合よりもプラズマ電

子密度（$N_e$）やプラズマ電子温度（$T_e$）が高くなる。このため、プリコートしたＳｉＮ膜や成膜したＳｉＮ膜がアルゴンガスでスパッタされてしまい、ＳｉＮ膜にダメージを与え、パーティクル数が急増したと考えらえる。このため、１枚の基板を成膜する毎にクリーニング工程及びプリコート工程を実行しなければならず、生産性に問題があった。

[0044] 一方、半導体デバイスの製造では、ＳｉＮ膜の形成において、生産性の向上とともにエッチング耐性（フッ酸耐性）の良好な膜質が求められている。しかし、良好な膜質と生産性の向上とは従来トレードオフの関係にあった。

[0045] 例えば、エッチング耐性の良好な膜質のＳｉＮ膜を形成するために、成膜時の載置台１１の温度を５５０℃に設定して図３（ａ）に示す手順でガスとマイクロ波を供給し、成膜処理を行った場合、良好な膜質のＳｉＮ膜が得られる。ところが、成膜時の温度と同じ５５０℃で次のクリーニング処理を実行した場合、処理容器１０の壁面がダメージを受け、メンテナンス周期が短くなり、生産性が悪化する。このため、成膜時には載置台１１の温度を５５０℃に制御し、クリーニング時には載置台１１の温度を４５０℃まで下げる必要がある。しかしながら、この場合、成膜時とクリーニング時の設定温度が異なるため、載置台１１の温度制御に時間がかかり、生産性が低下する。

[0046] これに対して、本実施形態では。生産性が高く、かつ、エッチング耐性に優れた膜質のＳｉＮ膜を成膜することができるＳｉＮ膜の形成方法を提供する。本実施形態では、成膜時の載置台１１の温度を４５０℃又はそれ以下に設定して図３（ｂ）に示す手順で成膜処理を行った後、載置台１１の温度を成膜時と同じ４５０℃以下に制御してクリーニング処理を実行する。この場合、成膜時とクリーニング時の設定温度が同じであるため、載置台１１の温度制御に時間はかからない。更に、載置台１１の温度を４５０℃以下に設定して成膜しても良質なＳｉＮ膜を得られるように成膜時には着火ガスとしてＡｒガスを供給しない（使用しない）。

[0047] 図３（ｂ）は本実施形態の成膜工程では、レシピに設定された手順に従い、時刻$t_0$において、アンモニア（$NH_3$）ガスの供給が開始される。アンモ

ニアガスを供給しながら、時刻$t_1$において、マイクロ波（MW）パワーを印加する。アンモニアガスによりプラズマが着火する。時刻$t_1$から予め設定された所定時間Ｔが経過した後、シラン（$SiH_4$）ガスを供給する。これにより、ＳｉＮ膜が形成される。

[0048] 時刻ｔ１から時刻ｔ２までの所定時間Ｔは、プラズマを安定させる工程であり、例えば、１秒～５秒である。マイクロ波によるプラズマ着火の場合、着火後、整合安定までのわずかな時間の間、プラズマが不安定となる。この際、シランガスの分圧が高い状態で存在すると、パーティクルが発生する。本実施形態では、アルゴンガスを使用しない。このため、アルゴンガスを使用する参考例の場合よりも全ガスに対するシランガスの分圧が高い。このため、パーティクル数の増大を招き易い。

[0049] そこで、本実施形態では、時刻$t_0$にアンモニアガスを供給し、このアンモニアガスを着火ガスとしても使用する。そして、マイクロ波を供給してプラズマ着火してから所定時間Ｔが経過した後にシランガスを供給し、成膜ガスのシランガスに、アンモニアガスを反応ガスとして機能させてＳｉＮ膜を成膜する。これにより、マイクロ波の不安定を解消し、パーティクル数を低下させることができる。また、これにより、エッチング耐性（フッ酸耐性）が良質なＳｉＮ膜を形成することができる。

[0050] 本実施形態のＳｉＮ膜の形成方法によれば、図５（ａ）の本実施形態のパーティクル数Ｂに示すように、パーティクル数が激減した。図５（ｂ）は、図５（ａ）のパーティクル数Ｂの拡大図である。これによれば、クリーニング工程を介在せずに５０枚の基板にＳｉＮ膜を形成しても、各基板のパーティクル数は概ね１００個以下であった。

[0051] 以上説明したように、本実施形態に係るＳｉＮ膜の形成方法によれば、アルゴンガスを使用しないため、処理容器１０内にダメージを与え難い。この結果、１回のプリコート工程の後に、クリーニング工程を実行せずに基板を２５枚～５０枚処理できる。これにより、クリーニング周期を長くすることができ、スループットを高め、生産性を向上させることができる。また、本

実施形態では、成膜時とクリーニング時の設定温度が同じであるため、載置台１１の温度制御に時間はかからない。更に、載置台１１の温度を４５０℃以下に設定して成膜しても良質なＳｉＮ膜を得られる。以上から、本実施形態に係るＳｉＮ膜の形成方法によれば、生産性が高く、かつ、エッチング耐性に優れた膜質のＳｉＮ膜を成膜することができる。

[0052] （実施例）

本実施形態に係る成膜工程（ＳｉＮ膜の形成工程）の一実施例について、図４を参照しながら説明する。図４に示す一実施形態に係る成膜処理の実施例では、処理容器１０のエッジとセンターからシランガスを供給する例を挙げて説明する。処理容器１０のエッジから供給されるシランガスは、処理容器１０の側壁１０ｂの第３のガスシャワー部２３から供給されるシランガスである。処理容器１０のセンターから供給されるシランガスは、処理容器１０の天壁１０ａの第２のガスシャワー部２２から供給されるシランガスである。

[0053] 本処理が開始されると、ステップＳ１１において、制御装置１３０は、処理容器１０内に基板を準備する。次に、ステップＳ１２において、制御装置１３０は、処理容器１０内にアンモニアガスを供給する。

[0054] アンモニアガスの供給後に、ステップＳ１３において、制御装置１３０は、電磁波の一例であるマイクロ波の電力を印加する。マイクロ波電力の印加により、ステップＳ１４において、制御装置１３０は、アンモニアガスのプラズマを着火し、処理容器１０内にアンモニアガスのプラズマを生成する。

[0055] 次に、ステップＳ１５において、制御装置１３０は、所定時間Ｔが経過したかを判定する。制御装置１３０は、所定時間Ｔが経過するまで待ち、所定時間Ｔが経過したと判定したとき、ステップＳ１６に進む。ステップＳ１６において、制御装置１３０は、第２のガスシャワー部２２から（センターから）処理容器１０内にシランガスを導入する。

[0056] 次に、ステップＳ１７において、制御装置１３０は、第３のガスシャワー部２３から（エッジから）処理容器１０内にシランガスを導入し、ステップ

Ｓ１８においてシランガスをアンモニアガスのプラズマと反応させて基板上にＳｉＮ膜を形成する。

[0057] なお、ステップＳ１６とステップＳ１７は同時に実行されてもよいし、ステップＳ１７がステップＳ１６よりも先に実行されてもよい。

[0058] ステップＳ１６及びＳ１７において、第２のガスシャワー部２２（ガス供給孔２２ａ）から供給されるシランガスと、第３のガスシャワー部２３（ガス供給孔２３ａ）から供給されるシランガスと、の流量の比率は、例えば、１：１～１：５の範囲内である。

[0059] 図３（ｂ）の例では、エッジから供給するシランガス（ｅ－$SiH_4$）の流量を、センターから供給するシランガス（ｃ－$SiH_4$）の流量よりも多く供給し、かつ同時に供給している。このように流量を制御することにより、ＳｉＮ膜上のシランガスの分圧を均等に制御でき、ＳｉＮ膜の面内の膜厚分布を均一にすることができる。

[0060] 次に、ステップＳ１９において、処理済みの基板を搬出する。

[0061] 次に、ステップＳ２０において、制御装置１３０は、所定枚数を成膜したかを判定する。所定枚数は、図５（ｂ）の本実施形態のパーティクル低減効果に示すように２５枚～５０枚の範囲内に設定してもよい。

[0062] ステップＳ２０において、制御装置１３０は、所定枚数を連続して成膜していないと判定すると、ステップＳ１１に戻り、次の未処理基板を搬入し、次の基板にステップＳ１１～Ｓ１９の処理を実行する。

[0063] ステップＳ２０において、制御装置１３０は、所定枚数を連続して成膜したと判定すると、本処理を終了する。

[0064] 本実施形態に係るＳｉＮ膜の形成方法によれば、アルゴンガスを使用せずに、アンモニアガスとシランガスとを使用して、エッチング耐性のある膜質の良いＳｉＮ膜を成膜することができる。また、クリーニング周期を長くすることができ、ＳｉＮ膜の膜質を維持しつつスループットを高め、生産性を向上させることができる。

[0065] アルゴンガスを使用する参考例の場合、処理容器１０内の圧力は１０Ｐａ

程度に制御し、プラズマを着火させる。これに対して、本実施形態に係るＳｉＮ膜の形成方法では、処理容器１０内の圧力をより高圧に制御し、１０Ｐａより大きく２０Ｐａ以下の範囲内に制御してもよい。これにより、より安定してプラズマを着火することができる。

[0066] ［成膜温度］

本実施形態では、図２の成膜工程（Ｓ２）とクリーニング工程（Ｓ３）とでは、載置台１１の設定温度（成膜温度）をいずれも４５０℃又はそれ以下の同一温度に制御する。係る低温であっても、載置台１１の設定温度を５５０℃に制御して成膜したＳｉＮ膜と同等の膜質のＳｉＮ膜を形成することができる。

[0067] 成膜温度の低温化と膜質の維持について、図６を参照しながら説明する。図６は、一実施形態に係る温度制御と成膜処理の効果（ＷＥＲ）の一例を示す図である。図６の横軸は７本のマイクロ波放射源４２から印加されるマイクロ波のトータルパワーの比率を示し、縦軸はＷＥＲ（ウェットエッチレート）を示す。縦軸のＷＥＲは、フッ酸が０．５％の濃度で希釈された溶液に浸漬したときの１分間に削れる量（Å／ｍｉｎ）を示す。

[0068] 横軸のマイクロ波の総パワーの比率は、ハイパワー化する前の参考例及び従来例のＳｉＮ膜の形成方法におけるプロセス条件のうち、成膜工程及びクリーニング工程の設定温度を従来例では５５０℃、参考例では４５０℃に設定したときの７本のマイクロ波放射源４２から印加されるマイクロ波の総電力（トータルパワー）を１として、これに対するマイクロ波の総電力の比率を示す。

[0069] つまり、ハイパワー化する前の参考例と従来例とのプロセス条件は、成膜工程及びクリーニング工程において、参考例では載置台１１の設定温度が４５０℃であるのに対して、従来例では載置台１１の設定温度が５５０℃である点でのみ異なる。

[0070] 参考例の条件で形成したＳｉＮ膜は、従来例の条件で形成したＳｉＮ膜と比べて、ＷＥＲが高くなり、エッチング耐性が悪化した。これは、参考例で

は、載置台１１の設定温度を４５０℃に低温化したことによるものと考えられる。

[0071] これに対して、載置台１１の設定温度を４５０℃に低温化したまま、参考例のマイクロ波の総電力を１から１．３倍～１．４倍の範囲内の電力に高めたところ（ハイパワー化）、図６の斜め矢印に示すように、ＳｉＮ膜のＷＥＲが下がった。つまり、ＳｉＮ膜が削れにくくなり、エッチング耐性が改善された。しかし、従来例の条件で形成したＳｉＮ膜のＷＥＲ「１．７６」までＷＥＲを低下させることはできなかった。

[0072] これに対して、本実施形態のプロセス条件は、載置台１１の設定温度を４５０℃に制御した状態で、アルゴンガスを使用せず、アンモニアガスを着火ガスとして機能させ、図３（ｂ）に示す手順でＳｉＮ膜を形成した。この結果、本実施形態に係るＳｉＮ膜は、従来例のプロセス条件のＳｉＮ膜と同等又はそれ以上にＷＥＲを低下させることができた。これにより、載置台１１の温度を４５０℃に制御した低温化プロセスの本実施形態において、載置台１１の温度を５５０℃に設定した従来例のＳｉＮ膜と同等又は同等以上のエッチング耐性を有するＳｉＮ膜を形成できた。

[0073] [効果]

図７を参照して、一実施形態に係る成膜処理の効果の一例について説明する。前述した「（ａ）従来例」のプロセス条件では、着火ガスにアルゴンガスを含むガス、すなわち、図７の「Ignition」に示した$SiH_4$ガス、$NH_3$ガス、Ａｒガスを使用し、載置台１１の設定温度を５５０℃に設定し、トータルのパワーを２５００Ｗ～３０００Ｗに制御し、ＳｉＮ膜を形成した。これに対して「（ｂ）参考例」のプロセス条件では、着火ガスにアルゴンガスを含むガス、すなわち、$SiH_4$ガス、$NH_3$ガス、Ａｒガスを使用し、載置台１１の設定温度を４５０℃に設定し、トータルのパワーを３５００～４０００Ｗに制御し、ＳｉＮ膜を形成した。また、「（ｃ）本実施形態」のプロセス条件では、着火ガスにアルゴンガスを使用せず、アンモニアガスのみを使用し、載置台１１の設定温度を４５０℃に設定し、トータルパワーを３５

００Ｗ～４０００Ｗに制御し、ＳｉＮ膜を形成した。トータルパワーは、７本のマイクロ波放射源４２から印加されるマイクロ波の総電力である。

[0074] この結果、膜厚の均一性（Thickness Non-Uniformity）はいずれも１前後であり、膜厚の均一性は同等であり、いずれのＳｉＮ膜も膜厚は均一であった。

[0075] ＲＩ（平均値）及び Ｆｉｌｍ Ｓｔｒｅｓｓは、値が変わると膜質が変わったことを示す。ＲＩ及びＦｉｌｍ Ｓｔｒｅｓｓの結果は、いずれも同等の値であり、「（ｂ）参考例」及び「（ｃ）本実施形態」の低温化プロセスにおいても、設定温度を５５０℃に制御して成膜した「（ａ）従来例」の場合と同様の膜質を得られた。

[0076] ＷＥＲの結果は、「（ｂ）参考例」及び「（ｃ）本実施形態」の低温化プロセスにおいても、設定温度を５５０℃に制御して成膜した「（ａ）従来例」の場合と同等のエッチング耐性を得られた。

[0077] クリーニング周期（ＣＬＮ周期）の結果は、「（ｃ）本実施形態」の場合、基板を少なくとも２５枚以上５０枚程度、連続成膜処理が可能となるように改善できた。この結果、スループットは、「（ａ）従来例」の場合の１０倍と飛躍的に改善された。

[0078] 以上に説明したように、本実施形態のＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置によれば、生産性が高く、かつ、エッチング耐性に優れた膜質のＳｉＮ膜を成膜することができる。

[0079] 今回開示された実施形態に係るＳｉＮ膜の形成方法及びプラズマ処理装置は、すべての点において例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で変形及び改良が可能である。上記複数の実施形態に記載された事項は、矛盾しない範囲で他の構成も取り得ることができ、また、矛盾しない範囲で組み合わせることができる。

[0080] 本願は、日本特許庁に２０２２年８月２日に出願された基礎出願２０２２－１２３２１７号の優先権を主張するものであり、その全内容を参照により

ここに援用する。

## 符号の説明

[0081] 1 プラズマ処理装置

2 プラズマ源

１０ 処理容器

１１ 載置台

４２ マイクロ波放射源

１３０ 制御装置

# 請求の範囲

[請求項1] 処理容器内に基板を準備する工程と、

前記処理容器内に窒素含有ガスを供給する工程と、

前記窒素含有ガスの供給後に電磁波の電力を印加して前記処理容器内に窒素含有ガスのプラズマを生成する工程と、

前記窒素含有ガスのプラズマを生成後、前記処理容器内にシリコン含有原料ガスを供給して前記窒素含有ガスのプラズマと反応させて前記基板上にＳｉＮ膜を形成する工程と、

を備える、ＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項2] 前記電磁波の電力の印加と前記シリコン含有原料ガスの供給との間にプラズマを安定させる工程をさらに含む、

請求項１記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項3] プラズマを安定させる工程は１秒～５秒の範囲内である

請求項２記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項4] 前記処理容器は、天壁からガスを供給する第１のガス供給孔と、側壁から供給する第２のガス供給孔と、を備え、

前記シリコン含有原料ガスは、前記第１のガス供給孔と前記第２のガス供給孔とから供給される、

請求項１～請求項３のいずれか１項に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項5] 前記第１のガス供給孔から供給される前記シリコン含有原料ガスと、前記第２のガス供給孔から供給される前記シリコン含有原料ガスと、の流量の比率は、１：１～１：５の範囲内である、

請求項４に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項6] 前記シリコン含有原料ガスは、前記第１のガス供給孔から供給した後、前記第２のガス供給孔から供給される、

請求項４に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項7] 前記シリコン含有原料ガスは、前記第１のガス供給孔と前記第２のガス供給孔とから同時に供給される、

請求項４に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項8] 前記電磁波は、複数のマイクロ波放射源から印加される、

請求項１～請求項３のいずれか１項に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項9] 前記ＳｉＮ膜を形成する工程において、前記基板を載置する載置台の設定温度を４５０℃以下に設定し、かつ、前記設定温度を５５０℃に設定したときに複数の前記マイクロ波放射源から印加されるマイクロ波の総電力を１としたときの１．３倍～１．４倍の範囲内のマイクロ波の総電力を印加する、

請求項８に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項10] 所定の枚数の前記基板にＳｉＮ膜を形成した後、前記処理容器内にフッ素含有ガスを含む処理ガスを供給し、複数の前記マイクロ波放射源からマイクロ波の電力を印加して前記処理容器内に前記処理ガスのプラズマを生成して、前記処理ガスのプラズマにさらすことで前記処理容器内をクリーニングする工程をさらに備える、

請求項８に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項11] 前記所定の枚数は、２５枚～５０枚である、

請求項１０に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項12] 前記ＳｉＮ膜を形成する工程及び前記処理容器内をクリーニングする工程において、前記基板を載置する載置台の設定温度は同一温度である、

請求項９に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項13] 前記設定温度は、４５０℃以下である、

請求項１２に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項14] 処理容器内をクリーニングする工程の後、前記処理容器内に保護膜を形成する工程をさらに備える、

請求項１０に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項15] 前記保護膜は、ＳｉＮ膜である、

請求項１４に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項16] 前記保護膜を形成する工程は、前記ＳｉＮ膜を形成する工程と同じプロセス条件で行う、

請求項１４に記載のＳｉＮ膜の形成方法。

[請求項17] 処理容器と、

電磁波の電力を印加する電磁波源と、

ガスを供給するガス供給源と、制御装置と、を備えるプラズマ処理装置であって、

前記制御装置は、

処理容器内に基板を準備する工程と、

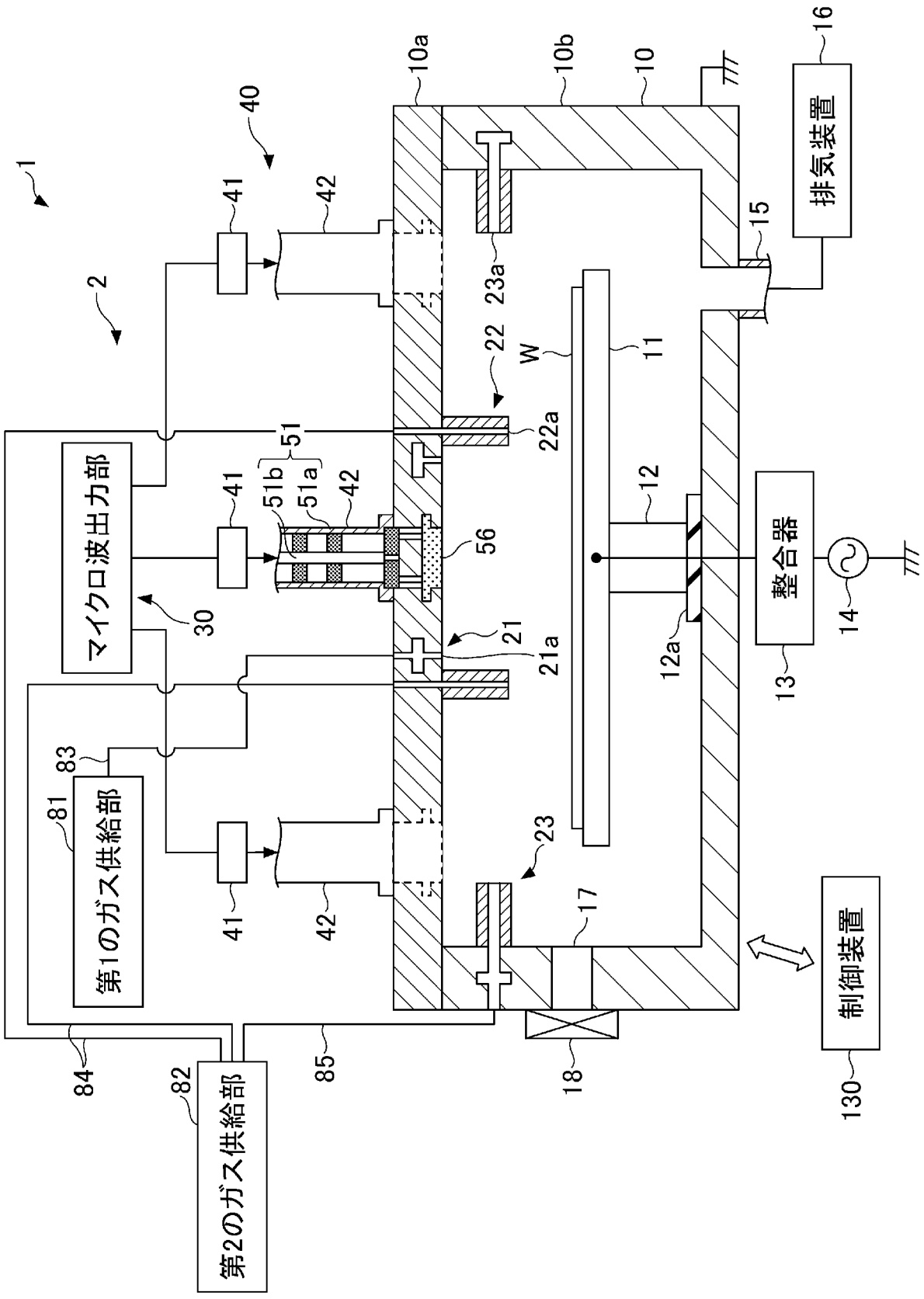
前記処理容器内に窒素含有ガスを供給する工程と、

前記窒素含有ガスの供給後に電磁波の電力を印加して前記処理容器内に窒素含有ガスのプラズマを生成する工程と、

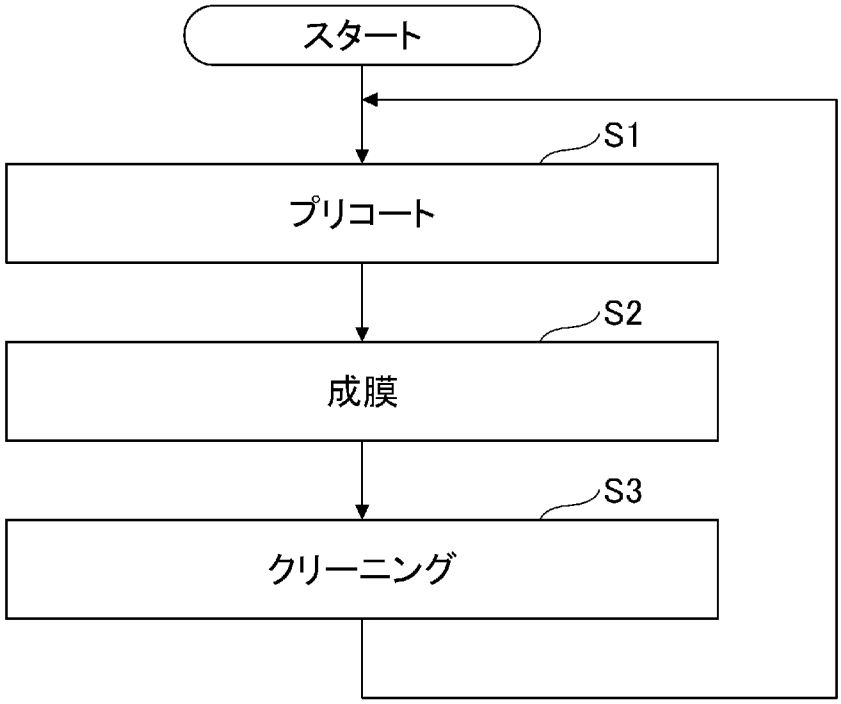
前記窒素含有ガスのプラズマを生成後、前記処理容器内にシリコン含有原料ガスを供給して前記窒素含有ガスのプラズマと反応させて前記基板上にＳｉＮ膜を形成する工程と、

を制御する、プラズマ処理装置。

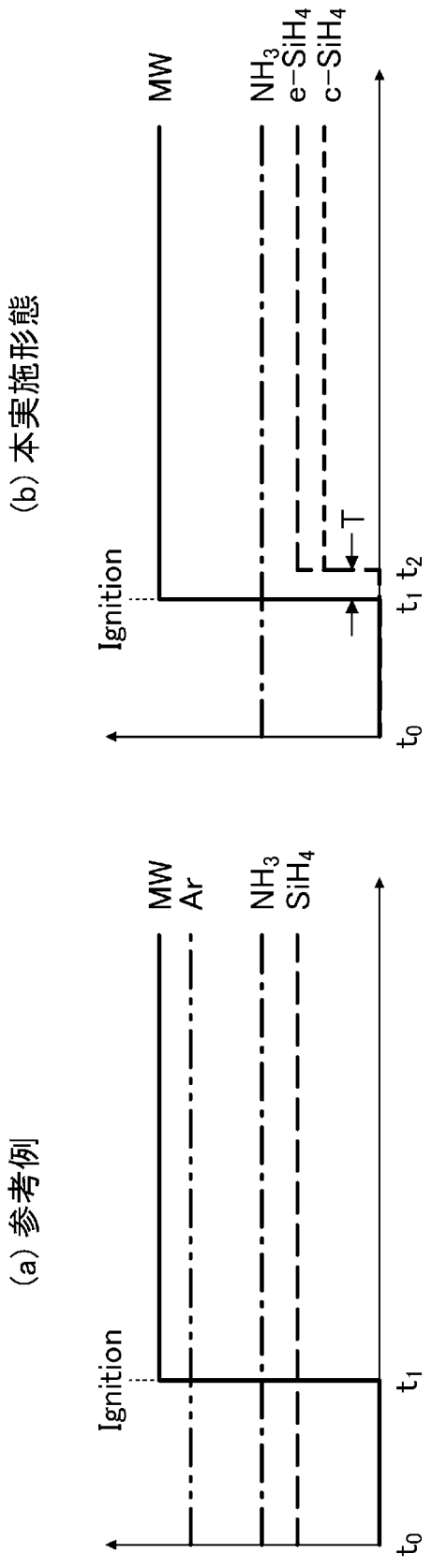
[図1]


1
2
10a
10b
10
40
41
42
16
排気装置
15
23a
22
W
11
22a
51
51b
51a
マイクロ波出力部
30
56
12
整合器
14
13
21
21a
12a
83
81
第1のガス供給部
23
17
制御装置
130
84
82
第2のガス供給部
85
18

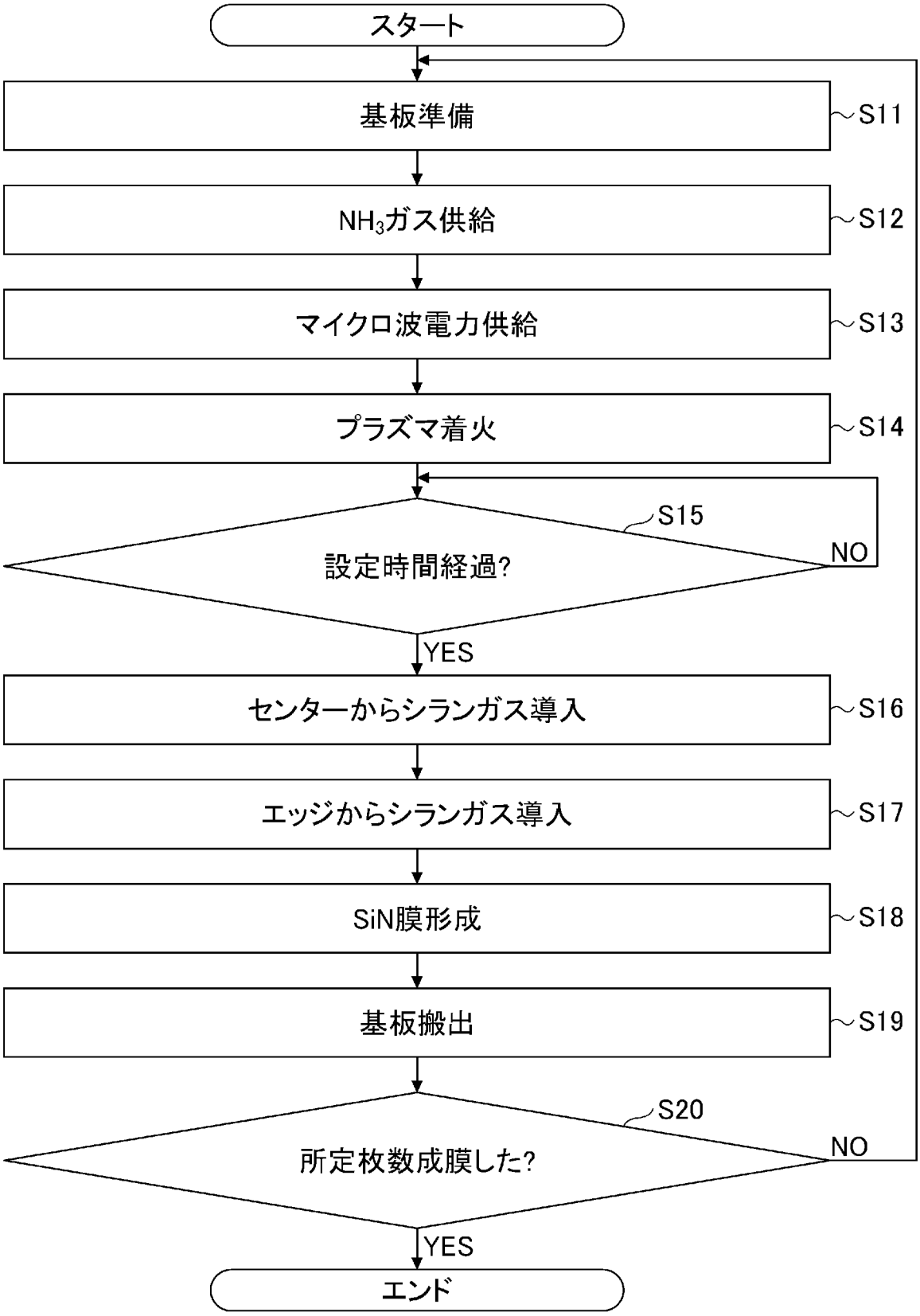
[図2]



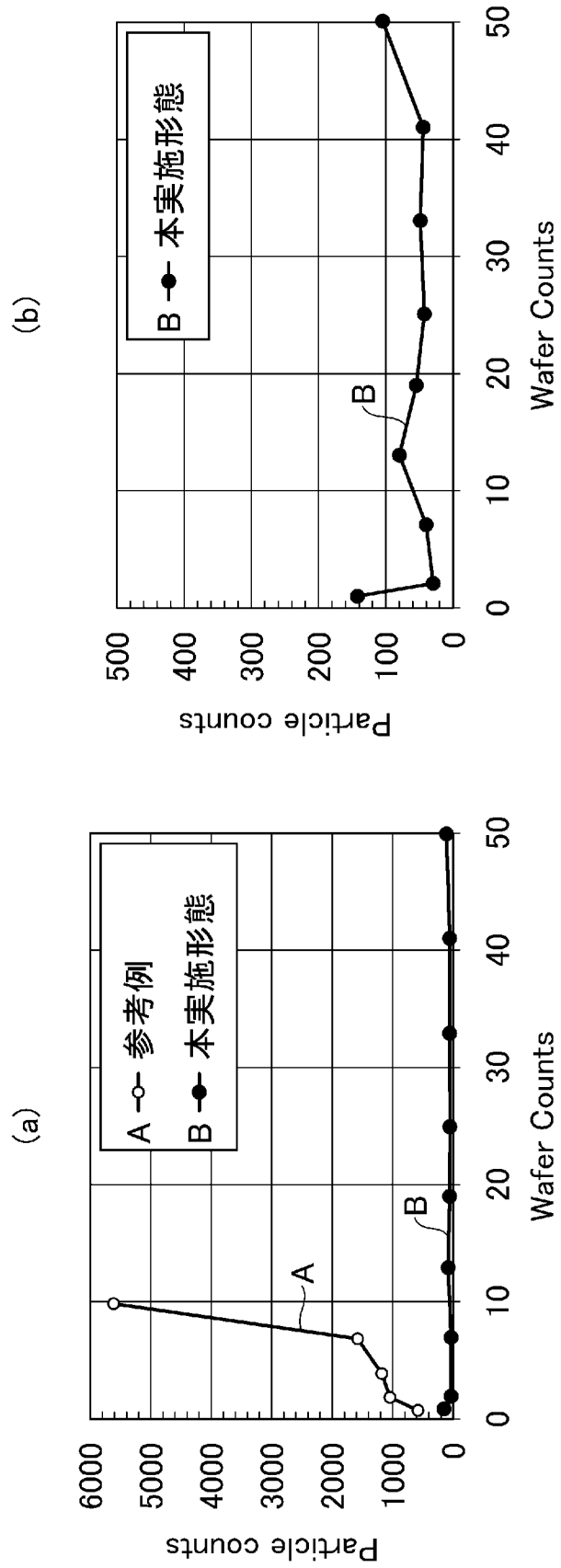
[図3]


(b) 本実施形態
MW
NH3
e−SiH4
c−SiH4
T
Ignition
t1 t2
t0
(a) 参考例
MW
Ar
NH3
SiH4
Ignition
t1
t0

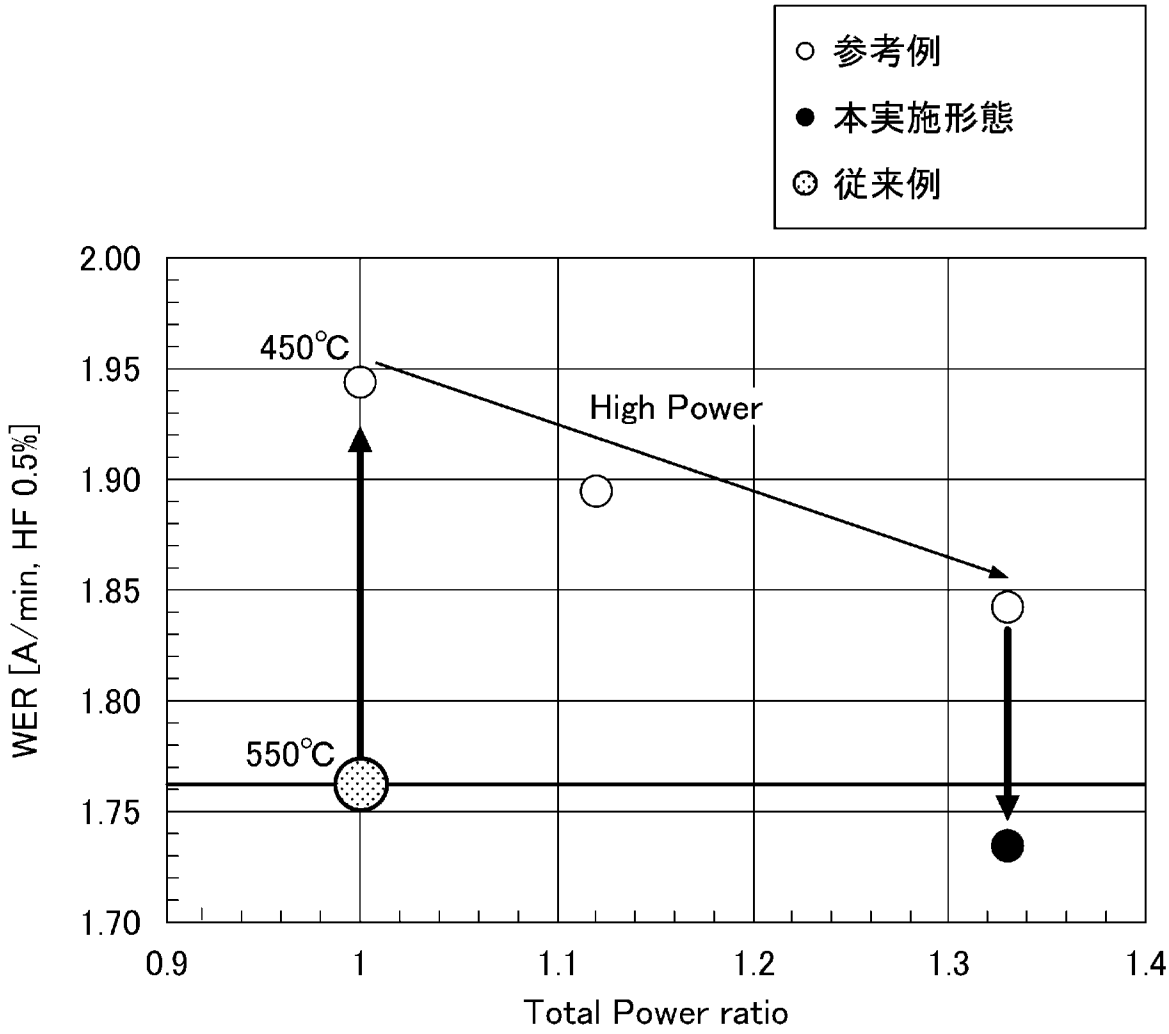
[図4]


スタート
基板準備
S11
$NH_3$ガス供給
S12
マイクロ波電力供給
S13
プラズマ着火
S14
S15
設定時間経過?
NO
YES
センターからシランガス導入
S16
エッジからシランガス導入
S17
SiN膜形成
S18
基板搬出
S19
S20
所定枚数成膜した?
NO
YES
エンド

[図5]


(a)
A 参考例
B 本実施形態
A
B
Particle counts
Wafer Counts
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
0
10
20
30
40
50
(b)
B 本実施形態
B
Particle counts
Wafer Counts
0
100
200
300
400
500
0
10
20
30
40
50

[図6]


○ 参考例
● 本実施形態
⊙ 従来例
2.00
1.95
1.90
1.85
1.80
1.75
1.70
WER [A/min, HF 0.5%]
450℃
High Power
550℃
0.9
1
1.1
1.2
1.3
1.4
Total Power ratio

[図7]

| | (a) 従来例 | (b) 参考例 | (c) 本実施形態 |
|---|---|---|---|
| アルゴンガス | あり | あり | なし |
| 成膜温度 | 550℃ | 450℃ | 450℃ |
| Total Power | 2500 W～3000 W | 3500 W～4000 W | 3500 W～4000 W |
| Ignition | $SiH_4/NH_3/Ar$ | $SiH_4/NH_3/Ar$ | $NH_3$ |
| Depo | $SiH_4/NH_3/Ar$ | $SiH_4/NH_3/Ar$ | $SiH_4/NH_3$ |
| Thickness Non-Uniformity [±%] | 1.1 | 0.8 | 1.2 |
| RI average | 2.090 | 2.071 | 2.066 |
| Film Stress [MPa] | -416 | -519 | -547 |
| WER 0.5% [A/min] | 1.76 | 1.84 | 1.73 |
| クリーニング周期 | 1枚 | 5枚 | 25枚～50枚 |
| Through Put [wafer/hr] | 1.0 | 4.6 | 10.1 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2023/025190**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***H01L 21/31***(2006.01)i; ***C23C 16/42***(2006.01)i; ***H01L 21/318***(2006.01)i
FI: H01L21/31 C; C23C16/42; H01L21/318 B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/31; C23C16/42; H01L21/318

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | JP 62-081032 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 14 April 1987 (1987-04-14) p. 2, upper right column, lines 1-12, fig. 1 | 1, 2, 17 |
| Y | | 4, 7, 8, 10, 11, 14-16 |
| A | | 3, 5, 6, 9, 12, 13 |
| Y | JP 2021-125566 A (TOKYO ELECTRON LTD) 30 August 2021 (2021-08-30) paragraphs [0005], [0010]-[0060], fig. 1, 4, 7 | 4, 7, 8 |
| A | | 3, 5, 6, 9, 12, 13 |
| Y | JP 2021-166250 A (TOKYO ELECTRON LTD) 14 October 2021 (2021-10-14) paragraphs [0004], [0009]-[0048], [0055]-[0087], fig. 1, 3, 4, 7 | 8, 10, 11, 14-16 |
| A | | 3, 5, 6, 9, 12, 13 |
| A | JP 01-037028 A (JAPAN SYNTHETIC RUBBER CO., LTD.) 07 February 1989 (1989-02-07) entire text, all drawings | 1-17 |
| A | JP 2014-038874 A (CANON ANELVA CORP) 27 February 2014 (2014-02-27) entire text, all drawings | 1-17 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **11 September 2023** | **19 September 2023** |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br>**Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2023/025190**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 62-081032 A | 14 April 1987 | (Family: none) | |
| JP 2021-125566 A | 30 August 2021 | WO 2021/157445 A1<br>paragraphs [0005], [0010]-[0060], fig. 1, 4, 7 | |
| JP 2021-166250 A | 14 October 2021 | US 2023/0220545 A1<br>paragraphs [0006], [0016]-[0055], [0062]-[0114], fig. 1, 3, 4, 7<br>WO 2021/205928 A1<br>KR 10-2022-0149734 A | |
| JP 01-037028 A | 07 February 1989 | (Family: none) | |
| JP 2014-038874 A | 27 February 2014 | WO 2012/063779 A1<br>entire text, all drawings | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/025190

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/31(2006.01)i; C23C 16/42(2006.01)i; H01L 21/318(2006.01)i
FI: H01L21/31 C; C23C16/42; H01L21/318 B

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L21/31; C23C16/42; H01L21/318

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０２３年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２３年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２３年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー* | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X | JP 62-081032 A (松下電器産業株式会社) 14.04.1987 (1987-04-14)<br>第2頁右上欄第1-12行, 第1図 | 1, 2, 17 |
| Y | | 4, 7, 8, 10, 11, 14-16 |
| A | | 3, 5, 6, 9, 12, 13 |
| Y | JP 2021-125566 A (東京エレクトロン株式会社) 30.08.2021 (2021-08-30)<br>段落[0005], [0010]-[0060], 図1, 4, 7 | 4, 7, 8 |
| A | | 3, 5, 6, 9, 12, 13 |
| Y | JP 2021-166250 A (東京エレクトロン株式会社) 14.10.2021 (2021-10-14)<br>段落[0004], [0009]-[0048], [0055]-[0087], 図1, 3, 4, 7 | 8, 10, 11, 14-16 |
| A | | 3, 5, 6, 9, 12, 13 |
| A | JP 01-037028 A (日本合成ゴム株式会社) 07.02.1989 (1989-02-07)<br>全文, 全図 | 1-17 |
| A | JP 2014-038874 A (キヤノンアネルバ株式会社) 27.02.2014 (2014-02-27)<br>全文, 全図 | 1-17 |

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 11.09.2023 | 19.09.2023 |

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
長谷川　直也 50 4549

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/025190

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 62-081032 A | 14.04.1987 | （ファミリーなし） | |
| JP 2021-125566 A | 30.08.2021 | WO 2021/157445 A1<br>段落[0005], [0010]-[0060], 図1, 4, 7 | |
| JP 2021-166250 A | 14.10.2021 | US 2023/0220545 A1<br>段落[0006], [0016]-[0055], [0062]-[0114], 図1, 3, 4, 7<br>WO 2021/205928 A1<br>KR 10-2022-0149734 A | |
| JP 01-037028 A | 07.02.1989 | （ファミリーなし） | |
| JP 2014-038874 A | 27.02.2014 | WO 2012/063779 A1<br>全文, 全図 | |