

(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
2016 年 10 月 27 日(27.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/170986 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061283
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 6 日(06.04.2016)
- (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 2015-085884 2015 年 4 月 20 日(20.04.2015) 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: 丸山 幸児(MARUYAMA Koji); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ 1 番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 奥石 公(KOSHIISHI Akira); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ 1 番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 芳賀 俊雄(HAGA Toshio);

〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ 1 番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 堀口 将人(HORIGUCHI Masato); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ 1 番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 加藤 誠人(KATO Makoto); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ 1 番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP).

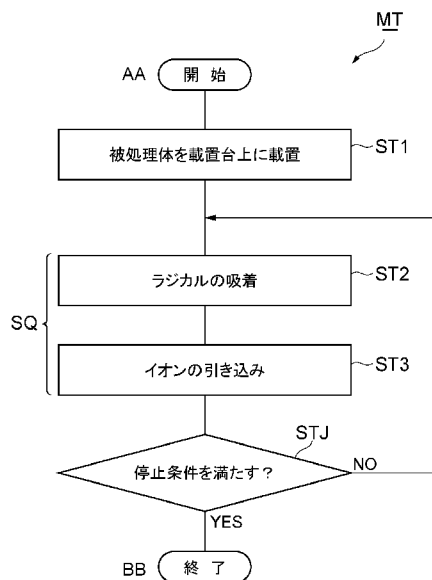
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR ETCHING LAYER TO BE ETCHED

(54) 発明の名称: 被エッチング層をエッチングする方法



ST1 Place member to be processed on mount
ST2 Adsorb radical
ST3 Draw in ions
STJ Stop conditions satisfied?
AA Start
BB End

(57) Abstract: A method according to an embodiment comprises an adsorption step of causing a radical generated from a processing gas to become adsorbed onto a layer to be etched, without feeding a high frequency bias to a lower electrode. In a subsequent etching step, a high frequency bias is fed to the lower electrode so as to cause ions generated from the processing gas to be drawn into the layer to be etched. The adsorption step and the etching step are alternately repeated. In the adsorption step, the radical has a density which is not less than 200 times the density of the ions. In the etching step, RF energy with a power density of not more than 0.07 W/cm² is supplied to the lower electrode, or a high frequency bias with a power density of not more than 0.14 W/cm² is supplied to the lower electrode for a period of not longer than 0.5 seconds.

(57) 要約: 一実施形態の方法では、吸着工程において、下部電極に高周波バイアスを与えずに、被エッチング層に、処理ガスから生成されるラジカルを吸着させる。続くエッチング工程において、下部電極に高周波バイアスを与えて、被エッチング層に、処理ガスから生成されるイオンを引き込む。吸着工程とエッチング工程は交互に繰り返される。吸着工程では、ラジカルの密度がイオンの密度の200倍以上である。エッチング工程では、0.07 W/cm²以下のパワー密度のRFのエネルギーが下部電極に供給されるか、0.14 W/cm²以下のパワー密度の高周波バイアスが0.5秒以下の期間、下部電極に供給される。



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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：被エッチング層をエッチングする方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、被エッチング層をエッチングする方法に関するものである。

背景技術

[0002] 電子デバイスの製造においては、被処理体の被エッチング層に対してプラズマエッチングが行われる。プラズマエッチングでは、被エッチング層を面内において均一にエッチングすること、即ち面内均一性が求められる。

[0003] プラズマエッチングの面内均一性を実現するための方法として、原子層レベルで被エッチング層をエッチングする原子層エッチング方法、即ちALE法が知られている。ALE法では、プラズマ処理装置の処理容器内において、第1の処理ガスから生成されるエッチャントを被エッチング層に吸着させる処理が行われる（以下、「第1処理」という）。次いで、処理容器内のガスを第1の処理ガスから第2の処理ガスに置換するための処理（以下、「第2処理」という）が行われる。次いで、第2の処理ガスのプラズマが生成され、イオンを被エッチング層に引き込む処理（以下、「第3処理」という）が行われる。次いで、処理容器内のガスを第2の処理ガスから第1の処理ガスに置換するための処理（以下、「第4処理」という）が行われる。ALE法では、これらの第1～第4の処理を含むシーケンスが繰り返して実行される。このようなALE法については、例えば、特開平3-263827号公報に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平3-263827号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述したように、ALE法では、第2処理及び第4処理においてガスの置換が行われる。通常、第2処理及び第4処理の各々には、短くても数10秒の時間が必要とされる。ALE法では、このような第2処理及び第4処理を含むシーケンスが繰り返して実行されるので、被エッチング層のエッチングに要する時間が長くなる。したがって、被エッチング層のエッチングに要する時間を短縮させることが要請されている。

課題を解決するための手段

[0006] 一態様では、被処理体の被エッチング層をエッチングする方法が提供される。この方法は、(a) プラズマ処理装置の処理容器内において下部電極を有する載置台上に被処理体を載置する工程と、(b) 下部電極に高周波バイアスを与えずに、被エッチング層に、処理ガスから生成されるラジカルを吸着させる工程（以下、「吸着工程」という）と、(c) 下部電極に高周波バイアスを与えて、被エッチング層に、処理ガスから生成されるイオンを引き込む工程であり、ラジカルを吸着させる前記工程に連続して行われる該工程（以下、「エッチング工程」という）と、を含む。この方法では、吸着工程とエッチング工程とが交互に繰り返される。また、吸着工程では、被処理体が配置される処理容器内の空間におけるラジカルの密度が、該空間におけるイオンの密度の200倍以上の密度に設定される。また、エッチング工程では、 0.07 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアスが下部電極に供給されるか、 0.14 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアスが0.5秒以下の期間、下部電極に供給される。なお、エッチング工程において 0.07 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアスが下部電極に供給される期間は、2秒以下の期間に設定され得る。

[0007] 一態様に係る方法の吸着工程では、高周波バイアスが下部電極に供給されない状態で、被処理体に対してラジカルが供給される。この吸着工程では、被エッチング層の表面にラジカルが吸着（例えば、物理的に吸着）する。続くエッチング工程では、吸着工程で用いられる処理ガスと同じ処理ガスのプラズマが、高周波バイアスにより生成され、当該高周波バイアスによってイ

オンが被エッチング層に引き込まれる。このエッチング工程では、 0.07 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアスが、例えば2秒以下の期間、下部電極に供給されるか、 0.14 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアスが0.5秒以下の期間、下部電極に供給される。かかる高周波バイアスの供給により、ラジカルが吸着している被エッチング層の一部のみが実質的にエッチングされる。したがって、この方法によれば、ALEと同様に、被エッチング層をエッチングすることができる。また、この方法では、吸着工程とエッチング工程とで同じ処理ガスが用いられているので、吸着工程とエッチング工程との間で、ガスの置換を行うことなく、これら吸着工程とエッチング工程とを連続して実行することが可能である。したがって、被エッチング層のエッチングに要する時間が短縮される。

[0008] 一実施形態では、エッチング工程の実行期間中に、高周波バイアスを発生する高周波電源と下部電極との間に設けられた整合器のインピーダンスが固定されてもよい。一般的に、プラズマ処理装置の整合器は、インピーダンスマッチング動作を行うので、負荷に供給される高周波バイアスのパワーが安定するまでに時間を要する。一方、この実施形態のエッチング工程では、整合器のインピーダンスが固定される。これにより、高周波バイアスの供給開始後の高周波バイアスのパワーの変動を抑制することができる。結果的に、この実施形態では、エッチング工程の期間を短縮することができる。なお、一実施形態のエッチング工程では、整合器の可変電気素子の可変パラメータが固定され得る。

[0009] 一実施形態では、プラズマ処理装置は、載置台の上方にイオントラップを有し得る。この実施形態では、処理ガスのプラズマが、イオントラップに対して載置台が配置されている側と反対の側で生成され、ラジカルはイオントラップを通過して被エッチング層に対して供給される。

発明の効果

[0010] 以上説明したように、被エッチング層のエッチングに要する時間を短縮させることが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]一実施形態に係る被エッチング層をエッチングする方法を示す流れ図である。
- [図2]図1に示す方法が適用され得る被処理体を例示する断面図である。
- [図3]図1に示す方法の実施に用いることができるプラズマ処理装置を概略的に示す図である。
- [図4]図1に示す方法における高周波、高周波バイアス、及び処理ガスに関するタイミングチャートである。
- [図5]図1に示す方法の実施後の被処理体の状態を示す断面図である。
- [図6]図1に示す方法におけるエッチングの原理を示す図である。
- [図7]図1に示す方法におけるエッチングの原理を示す図である。
- [図8]シミュレーション結果を示すグラフである。
- [図9]実験結果を示すグラフである。
- [図10]実験結果を示すグラフである。
- [図11]図1に示す方法の実施に用いることができる別のプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 以下、図面を参照して種々の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。
- [0013] 図1は、一実施形態に係る被エッチング層をエッチングする方法を示す流れ図である。図1に示す方法MTは、被処理体の被エッチング層をエッチングするものである。図2は、方法MTが適用され得る被処理体を例示する断面図である。以下、被処理体をウエハWとよぶ。図2に示すウエハWは、基板SB、被エッチング層EL、及びマスクMSKを有している。被エッチング層ELは、基板SB上に設けられている。被エッチング層ELは、方法MTの実施によってエッチングされる層である。この被エッチング層ELの膜種は任意の膜種である。例えば、被エッチング層ELは、有機膜、シリコン膜、酸化シリコン膜、又は窒化シリコン膜であり得る。マスクMSKは、被

エッチング層E L上に設けられている。マスクM S Kは、当該マスクに対して被エッチング層E Lを選択的にエッチングするために選択される材料から構成される。例えば、被エッチング層E Lが有機膜である場合には、マスクM S Kは、シリコンを含む材料から構成され得る。

[0014] 図1に戻り、方法M Tでは、まず、工程S T 1が実行される。工程S T 1では、ウエハWがプラズマ処理装置の処理容器内に搬入され、当該処理容器内に設けられた載置台上に載置される。図3は、方法M Tの実施に用いることができるプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[0015] 図3に示すプラズマ処理装置1 0は、処理容器1 2を備えている。処理容器1 2は、後述する第1空間S 1及び第2空間S 2を含む内部空間を提供している。一実施形態では、第2空間S 2は、第1空間S 1の上方に位置している。処理容器1 2は、例えば、アルミニウムといった導電性の材料から構成されており、処理容器1 2の内部空間に面する内面には、耐プラズマ性を有する被覆、例えば、イットリア皮膜が設けられている。この処理容器1 2は、電氣的に接地されている。また、処理容器1 2の側壁には、ウエハWの搬送のための開口O Pが形成されている。この開口O Pは、ゲートバルブによって開閉することが可能となっている。

[0016] 処理容器1 2の第1空間S 1には、載置台1 4が設けられている。一実施形態では、載置台1 4は、処理容器1 2の底部から延びる絶縁性の支持部材1 6によって支持されている。また、載置台1 4の外周面は、絶縁性の部材1 7, 1 8によって覆われている。

[0017] 載置台1 4は、下部電極2 0及び静電チャック2 2を含んでいる。下部電極2 0は、第1部材2 0 a及び第2部材2 0 bを含んでいる。第1部材2 0 a及び第2部材2 0 bは共に、アルミニウムといった導電性の材料から構成されており、略円盤形状を有している。第1部材2 0 aには、第1の整合器M U 1を介して第1の高周波電源L F Sが接続されている。第1の高周波電源L F Sは、高周波バイアスL Fを発生する電源である。高周波バイアスL Fの周波数は、例えば、4 0 0 k H z ~ 2 7. 1 2 M H zの範囲内の周波数

である。第1の整合器MU1は、第1の高周波電源LFSの出力インピーダンスと、負荷側の入力インピーダンスを整合させるための整合回路を有している。この整合回路は、可変電気素子、例えば、可変キャパシタンス素子及び／又は可変インダクタンス素子を含んでいる。第1の整合器MU1のインピーダンスマッチング動作では、負荷インピーダンスのモニタリング結果に応じて、可変電気素子の可変パラメータ、例えば、可変キャパシタンス及び／又は可変インダクタンスがマッチングコントローラによって自動的に制御され得る。

[0018] 第2部材20bは、第1部材20a上に設けられており、当該第1部材20aに電氣的に接続されている。この第2部材20bには、流路が形成されていてもよく、当該流路とチラーユニットとの間では冷媒が循環されるようになっていてもよい。

[0019] 静電チャック22は、第2部材20b上に設けられている。静電チャック22は、誘電体と、当該誘電体内に設けられた電極とを有している。静電チャック22の電極には、スイッチSWを介して電源24が接続されている。電源24は、例えば、直流電源である。この電源24から静電チャック22の電極に電圧が印加されると、静電チャック22は静電力を発生し、当該静電力によってウエハWを吸着して、当該ウエハWを保持する。なお、静電チャック22の内部には、ヒータが埋め込まれていてもよい。

[0020] 処理容器12の底部には、排気管26が接続されている。この排気管26は、第1空間S1に連通しており、また、排気装置28に接続されている。排気装置28は、圧力調整弁といった圧力調整器、及び、ターボ分子ポンプ、ドライポンプといった減圧ポンプを有している。この排気装置28によって、処理容器12の内部空間の圧力が調整されるようになっている。

[0021] また、プラズマ処理装置10は、第2空間S2にガス供給部30から処理ガスが供給されるように構成されている。ガス供給部30は、複数のガスソース、複数のバルブ、及び、マスフローコントローラといった複数の流量制御器を有し得る。複数のガスソースは、処理ガスを構成する複数種のガスの

ソースである。複数のガスソースは、複数のバルブのうち対応のバルブ、及び複数の流量制御器のうち対応の流量制御器を介して配管 3 2 に接続されている。この配管 3 2 は、第 2 空間 S 2 に連通している。

[0022] 第 2 空間 S 2 は、その側方からは処理容器 1 2 によって画成されている。処理容器 1 2 は、その上端において開口を提供している。この開口は、窓部材 3 4 によって閉じられている。窓部材 3 4 は、石英又は酸化アルミニウム (Al_2O_3) といった誘電体から構成されている。この窓部材 3 4 上、且つ、処理容器 1 2 の外部には、コイル 3 6 が設けられている。このコイル 3 6 には、第 2 の整合器 MU 2 を介して第 2 の高周波電源 H F S が接続されている。第 2 の高周波電源 H F S は、処理ガスを励起させるための高周波 (High Frequency Wave) を発生する。第 2 の高周波電源 H F S によって発生される高周波 H F の周波数は、13 MHz 以上の周波数であり、例えば 40 MHz 又は 60 MHz であり得る。第 2 の整合器 MU 2 は、第 2 の高周波電源 H F S の出力インピーダンスと、負荷側の入力インピーダンスを整合させるための整合回路を有している。この整合回路は、第 1 の整合器 MU 1 の整合回路と同様に、可変電気素子、例えば、可変キャパシタンス素子及び／又は可変インダクタンス素子を含んでいる。第 2 の整合器 MU 2 のインピーダンスマッチング動作においても、負荷インピーダンスのモニタリング結果に応じて、可変電気素子の可変パラメータ、例えば、可変キャパシタンス及び／又は可変インダクタンスがマッチングコントローラによって自動的に制御され得る。

[0023] このプラズマ処理装置 1 0 では、第 2 空間 S 2 において処理ガスが励起される。これにより、第 2 空間 S 2 では、処理ガスを構成する原子又は分子のイオン及びラジカルが発生する。プラズマ処理装置 1 0 では、第 2 空間 S 2 において発生したイオンを捕捉するために、第 1 空間 S 1 と第 2 空間 S 2 との間にイオントラップ 4 0 が設けられている。このイオントラップ 4 0 の下面と静電チャック 2 2 の上面との間の距離 G P は、例えば、20 mm 以上の距離である。

[0024] イオントラップ40は、金属といった導電性の材料、又は、石英、酸化アルミニウム (Al_2O_3) といった絶縁性の材料から構成されており、略円盤形状を有している。イオントラップ40は処理容器12と同電位を有するよう、当該処理容器12に電氣的に接続されている。イオントラップ40には、複数の孔40hが形成されている。第1空間S1と第2空間S2は、複数の孔40hのみを介して連通されている。このプラズマ処理装置10では、イオントラップ40に対して載置台14が配置される側とは反対の側、即ち、第2空間S2において処理ガスのプラズマが生成される。第2空間S2において発生したラジカルは複数の孔40hを介して第1空間S1に供給されるが、第2空間S2において発生したイオンの大部分は、当該イオントラップ40によって捕捉される。

[0025] プラズマ処理装置10は、制御部42を更に備えている。制御部42は、メモリといった記憶装置、入力装置、表示装置、及びCPUといったプロセッサを備えたコンピュータ装置であり得る。制御部42は、記憶装置に記憶したレシピに従って、プラズマ処理装置10の各部を制御する。例えば、制御部42は方法MTの実施のためのレシピに従ってプラズマ処理装置10の各部を制御する。これにより、レシピに従ったプラズマ処理がウエハWに対して行われる。

[0026] 再び図1を参照し、プラズマ処理装置10を用いて実施される場合を例にとって、方法MTについて詳細に説明する。以下の説明では、図1に加えて、図4を参照する。図4は、方法MTにおける高周波、高周波バイアス、及び処理ガスに関するタイミングチャートである。図4において、高周波HFがONであることは、高周波HFがコイル36に供給されることを示しており、高周波HFがOFFであることは、高周波HFがコイル36に供給されていないことを示している。また、高周波バイアスLFがONであることは、高周波バイアスLFが下部電極20に供給されることを示しており、高周波バイアスLFがOFFであることは、高周波バイアスLFが下部電極20に供給されていないことを示している。また、処理ガスが「H」であること

は、処理ガスが処理容器 1 2 内に供給されていることを示しており、処理ガスが「L」であることは、処理ガスが処理容器 1 2 内に供給されていないことを示している。

[0027] 上述したように、方法MTの工程ST1では、ウエハWがプラズマ処理装置10の処理容器12内に搬入される。そして、ウエハWは、静電チャック22によって保持される。ウエハWが静電チャック22上に載置された後、方法MTでは、工程ST2及び工程ST3が交互に繰り返される。即ち、方法MTでは、各々が工程ST2及び工程ST3を含む複数回のシーケンスが実行される。

[0028] 工程ST2では、処理ガスから生成されるラジカルを被エッチング層ELに吸着させる。このため、工程ST2では、第2空間S2に処理ガスが供給される。図4に示すように、処理ガスの供給は、初回の工程ST2が開始する時刻t1よりも前に開始される。方法MTでは、以後、当該方法MTが終了するまで、処理ガスの供給が継続される。

[0029] 処理ガスは、被エッチング層ELが有機膜である場合には、例えば、水素ガス（ H_2 ガス）、窒素ガス（ N_2 ガス）、及び、希ガスを含み得る。希ガスは、例えば、Arガスであり得る。なお、希ガスとしては、Heガス、Neガス、Krガスといった任意の希ガスが用いられ得る。この処理ガスは、水素ガス及び窒素ガスに代えて、或いは、水素ガス及び窒素ガスに加えて、アンモニア（ NH_3 ）ガス及び／又は酸素（ O_2 ）ガスを含んでいてもよい。また、処理ガスは、被エッチング層ELがシリコン膜である場合には、臭化水素ガス、塩素ガスといったハロゲン含有ガスと希ガスを含み得る。また、処理ガスは、被エッチング層ELがシリコン酸化膜である場合には、フルオロカーボンガスと希ガスを含み得る。また、処理ガスは、被エッチング層ELが窒化シリコン膜である場合には、フルオロハイドロカーボンガス（ $C_xH_yF_z$ 、X、Y、及びZは1以上の整数）及び／又はフルオロカーボンガス（ C_xF_y 、X及びYは1以上の整数）と希ガスとを含み得る。

[0030] また、工程ST2の実行期間（図4に示す時刻t1～t2、及び時刻t3

～t 4)においては、コイル36に第2の高周波電源HFSからの高周波HFが供給される。これにより、第2空間S2において処理ガスが励起され、イオン及びラジカルが生成される。なお、この工程ST2では、第1の高周波電源LFSからの高周波バイアスLFは下部電極20に供給されない。

[0031] 工程ST2の実行により、第2空間S2において発生したイオンの大部分はイオントラップ40によって捕捉される。一方、ラジカルは、イオントラップ40の複数の孔40hを通過して第1空間S1に進入する。工程ST2では、第1空間S1に供給されたラジカルが、被エッチング層ELに吸着する。なお、ウエハWが配置されている空間、本例では、第1空間S1におけるラジカルの密度は、当該第1空間S1におけるイオンの密度の200倍以上の密度に設定される。

[0032] 続く工程ST3では、処理ガスから生成されるイオンが被エッチング層ELに引き込まれる。このため、工程ST3では、工程ST2において供給された処理ガスが引き続き第2空間S2に供給される。

[0033] また、図4に示すように、工程ST3の実行期間中（時刻t2～t3、及び時刻t4～t5）、第2の高周波電源HFSからの高周波HFはコイル36に供給されず、第1の高周波電源LFSからの高周波バイアスLFが下部電極20に供給される。

[0034] 第2空間S2に供給される処理ガスは、希ガスを含んでおり、当該希ガスはイオントラップ40の複数の孔40hを通過して、第1空間S1に供給される。第1空間S1に供給された希ガスは高周波バイアスLFによって励起される。これにより、希ガス原子のイオンが生成され、当該希ガス原子のイオンは高周波バイアスLFによってウエハWに引き込まれる。これにより、被エッチング層ELから、ラジカルが付着している原子が放出される。

[0035] 方法MTの各シーケンスSQでは、0.2nm以下、即ち、原子層レベルの深さで被エッチング層ELがエッチングされる。したがって、工程ST3では、ラジカルが付着している原子のみが被エッチング層ELから放出されるように、高周波バイアスLFの供給が制御される必要がある。このため、

一実施形態の工程 S T 3 では、 0.07 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアス L F が下部電極 20 に供給される。 0.07 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアス L F は、例えば 2 秒以下の期間、下部電極 20 に供給される。別の実施形態では、 0.14 W/cm^2 以下のパワー密度の高周波バイアス L F が 0.5 秒以下の期間、下部電極 20 に供給される。

[0036] 方法 M T では、工程 S T 3 の実行後、工程 S T J において、停止条件が満たされるか否かが判定される。停止条件は、例えば、工程 S T 2 及び工程 S T 3 を含むシーケンス S Q の実行回数が所定回数に達したときに、満たされるものと判定される。工程 S T J において停止条件が満たされないと判定される場合には、工程 S T 2 及び工程 S T 3 を含むシーケンス S Q の実行が再び行われる。一方、工程 S T J において停止条件が満たされると判定される場合には、方法 M T の実行が終了する。このように、方法 M T では、複数回のシーケンス S Q が実行され、最終的には、図 5 に示すように、被エッチング層 E L の全領域のうちマスク M S K から露出されている領域が、基板 S B の表面が露出するまで、エッチングされる。

[0037] 以下、方法 M T の原理を、図 6 及び図 7 を参照しつつ説明する。図 6 及び図 7 は、図 1 に示す方法におけるエッチングの原理を示す図である。なお、図 6 及び図 7 において、白抜きの円は被エッチング層 E L を構成する原子を示しており、黒塗りの円はラジカルを示しており、円で囲まれた「+」は、希ガス原子のイオンを示している。

[0038] 図 6 の (a) に示すように、初回の工程 S T 2 の実行時には、被エッチング層 E L の表面の状態は、ダングリングボンドが無い、又は少ない状態にある。初回の工程 S T 2 では、このような状態の被エッチング層 E L の表面にラジカルが吸着する。続く初回の工程 S T 3 では、図 6 の (b) に示すように、希ガス原子のイオンが被エッチング層 E L の表面に衝突することにより、ラジカルが吸着している被エッチング層 E L の原子が、被エッチング層 E L から放出され、排気される。これにより、図 6 の (c) に示すように、被エッチング層 E L の表面には、ダングリングボンドが形成される。

- [0039] 二回目以後の工程ST2においても、ラジカルが被エッチング層ELに対して供給される。このラジカルは、Langmuir Absorption Modelから、例えば5 eV以下のエネルギーを有しており、ダングリングボンドに効率的に結合する。したがって、二回目以後の工程ST2では、図7の(a)に示すように、高い被覆率で被エッチング層ELの表面に一層分のラジカルが吸着される。
- [0040] 二回目以後の工程ST3においても、ラジカルが吸着している状態の被エッチング層ELに対して希ガスイオンが引き込まれる。これにより、図7の(b)に示すように、ラジカルが吸着している原子が被エッチング層ELから放出され、排気される。そして、図7の(c)に示すように、ダングリングボンドが被エッチング層ELの表面に形成される。このような工程ST2及び工程ST3を含むシーケンスの繰り返しにより、方法MTでは、図5に示すように、被エッチング層ELがエッチングされる。
- [0041] この方法MTでは、上述したように、工程ST2と工程ST3において同じ処理ガスが用いられ、工程ST2及び工程ST3が連続して実行される。したがって、工程ST2と工程ST3の間において処理ガスを置換する期間が不要である。故に、方法MTによれば、被エッチング層ELのエッチングに要する時間を短縮することが可能である。
- [0042] 一実施形態では、工程ST3の実行期間中、第1の整合器MU1のインピーダンスが固定されてもよい。即ち、第1の整合器MU1の整合回路を構成する上述した可変電気素子の可変パラメータが一定に維持されていてもよい。一般的に、プラズマ処理装置の整合器は、インピーダンスマッチングの動作を行うので、負荷に供給される高周波バイアスのパワーが安定するまでに時間を要する。一方、工程ST3において第1の整合器MU1のインピーダンスを固定することにより、高周波バイアスLFの供給開始後のパワーの変動を抑制することができる。結果的に、工程ST3の実行期間を短縮することが可能となる。
- [0043] 以下、方法MTの評価のために行ったシミュレーションについて説明する

。このシミュレーションでは、第1空間S1におけるラジカルフラックスとイオンフラックスの比を種々の比に設定して、Langmuir Absorption Modelから被エッチング層ELのラジカルによる被覆率 $\theta(t)$ が1となる時間 t を算出した。ここで、被覆率 $\theta(t)$ は、被エッチング層ELの全サイトがラジカルによって埋められているときに、1となる。また、被覆率 $\theta(t)$ は、下記式(1)によって算出した。

[数1]

$$\theta(t) = \frac{\left(\frac{S \cdot \Gamma_r}{Y \cdot \Gamma_i}\right)}{\left(\frac{S \cdot \Gamma_r}{Y \cdot \Gamma_i}\right) + 1} - e^{-(Y \cdot \Gamma_i + S \cdot \Gamma_r)t} \quad \dots(1)$$

式(1)において、Sはラジカルの付着率、Yはイオンによるエッチングイールド、 Γ_r はラジカルフラックス($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)、 Γ_i はイオンフラックス($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)であり、これらのパラメータは、ラジカルの種別、イオンの種別、被エッチング層ELの材料によって定まるものである。このシミュレーションでは、被エッチング層ELとしてシリコン膜を、ラジカルとして塩素ラジカルを、イオンとしてArイオンを想定した。

[0044] 図8に、シミュレーションの結果を表すグラフを示す。図8に示すように、 Γ_r/Γ_i が1のときには、 $\theta(t) = 1$ となるまでの時間は5秒であり、 Γ_r/Γ_i が増加するにつれて、 $\theta(t) = 1$ となる時間は減少する。そして、 Γ_r/Γ_i が200のときに、 $\theta(t) = 1$ となる時間に略変化が見られなくなり、0.3秒で $\theta(t) = 1$ となる。かかる傾向は、ラジカルの種別、イオンの種別、被エッチング層ELの膜種が異なっても、略同様となる。したがって、工程ST2では、 Γ_r/Γ_i が200、即ち、ラジカル密度がイオン密度の200倍以上であるときに、被エッチング層ELの表面に対するラジカルの吸着を高い被覆率且つ短時間で実現できることが確認された。

[0045] 以下、方法MTの評価のために、プラズマ処理装置10を用いて行った実験について説明する。

[0046] (実験例1)

[0047] 実験例1では、方法MTにおいて以下に示す条件を設定し、且つ、工程ST3における高周波バイアスLFのパワー及び各シーケンスSQの工程ST3の実行時間長を種々に設定して、有機膜のエッチングを行った。

<条件>

- ・処理ガス：150 sccmのN₂ガス、150 sccmのH₂ガス、及び1000 sccmのArガス
- ・処理容器12の内部空間の圧力：50 mTorr (6.666 Pa)
- ・工程ST2の高周波HFのパワー：500 W
- ・工程ST2の高周波バイアスLFのパワー：0 W
- ・工程ST3の高周波HFのパワー：0 W

[0048] また、比較実験例では、以下の条件の第1工程～第4工程を含むシーケンスの繰り返しにより、有機膜のエッチングを行った。比較実験例では、各シーケンスにおける第3工程の実行時間長を2秒に固定し、当該第3工程における高周波バイアスLFのパワーを種々に設定した。

<条件>

- ・処理容器12の内部空間の圧力：50 mTorr (6.666 Pa)
- ・第1工程の処理ガス：150 sccmのN₂ガス、150 sccmのH₂ガス、1000 sccmのArガス
- ・第1工程の高周波HFのパワー：500 W
- ・第1工程の高周波バイアスLFのパワー：0 W
- ・第2工程の処理ガス：1000 sccmのArガス
- ・第2工程の高周波HFのパワー：0 W
- ・第2工程の高周波バイアスLFのパワー：0 W
- ・第3工程の処理ガス：1000 sccmのArガス
- ・第3工程の高周波HFのパワー：0 W
- ・第4工程の処理ガス：150 sccmのN₂ガス、150 sccmのH₂ガス、1000 sccmのArガス

- ・ 第4工程の高周波H Fのパワー：0 W
- ・ 第4工程の高周波バイアスL Fのパワー：0 W

[0049] そして、実験例1及び比較実験例のエッチング後の有機膜の膜厚の減少量から、シーケンス1回当りの有機膜のエッチング量（深さ）を求めた。結果を図9に示す。図9において、横軸は、工程S T 3（又は比較実験例の第3工程）における高周波バイアスL Fのパワーの実効値を示しており、縦軸は、シーケンス1回当りの有機膜のエッチング量（深さ）を示している。また、図9において、点線は、A L E法とみなせるシーケンス1回当りのエッチング量である0. 2 n mを示している。

[0050] 比較実験例は通常のA L E法を採用したものであり、図9に示すように、比較実験例では、第3工程における高周波バイアスのパワーによらず、シーケンス1回当りの有機膜のエッチング量は、0. 2 n m以下であった。また、実験例1では、工程S T 3における高周波バイアスL Fのパワーの実効値が4 0 W以下である場合に、即ち、工程S T 3における高周波バイアスL Fのパワーが5 0 W以下である場合に、工程S T 3の実行時間長によらず、0. 2 n m以下のエッチング量が得られることが確認された。しがたって、方法M Tでは、工程S T 3における高周波バイアスL Fのパワーが5 0 W以下であるときに、A L E法と同様に被エッチング層をエッチングできることが確認された。なお、5 0 W以下の高周波バイアスL Fのパワー密度は、0. 0 7 W / c m²以下のパワー密度である。

[0051] （実験例2）

[0052] 実験例2では、方法M Tにおいて以下に示す条件を設定し、各シーケンスS Qの工程S T 3の実行時間長を種々に設定して、有機膜のエッチングを行った。

<条件>

- ・ 処理ガス：1 5 0 s c c mのN₂ガス、1 5 0 s c c mのH₂ガス、及び1 0 0 0 s c c mのA rガス
- ・ 処理容器1 2の内部空間の圧力：5 0 m T o r r（6. 6 6 6 P a）

- ・工程 S T 2 の高周波 H F のパワー : 5 0 0 W
- ・工程 S T 2 の高周波バイアス L F のパワー : 0 W
- ・工程 S T 3 の高周波 H F のパワー : 0 W
- ・工程 S T 3 の高周波バイアス L F のパワー : 1 0 0 W

[0053] そして、実験例 2 のエッチング後の有機膜の膜厚の減少量から、シーケンス 1 回当たりの有機膜のエッチング量（深さ）を求めた。図 1 0 に結果を示す。図 1 0 において、横軸は、各シーケンス S Q における工程 S T 3 の実行時間長を示しており、縦軸は、シーケンス 1 回当たりの有機膜のエッチング量（深さ）を示している。図 1 0 に示すように、工程 S T 3 の高周波バイアス L F のパワーが 1 0 0 W である場合には、各シーケンス S Q における工程 S T 3 の実行時間長が 0. 5 秒以下であれば、シーケンス 1 回当たりのエッチング量が略 0. 2 n m 以下の量となることが確認された。したがって、方法 M T では、工程 S T 3 における高周波バイアス L F のパワーが 1 0 0 W 以下、且つ、各シーケンス S Q における工程 S T 3 の実行時間長が 0. 5 秒以下であるときに、A L E 法と略同様に被エッチング層をエッチングできることが確認された。

[0054] 以下、方法 M T の実施に用いることができる別のプラズマ処理装置について説明する。図 1 1 は、図 1 に示す方法の実施に用いることができる別のプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図 1 1 に示すプラズマ処理装置 1 0 0 は、処理容器 1 2 0 を備えている。処理容器 1 2 0 は、その内部空間として空間 S を提供している。処理容器 1 2 0 は、例えば、アルミニウムといった導電性の材料から構成されており、処理容器 1 2 の内部空間に面する内面には、耐プラズマ性を有する被覆、例えば、イットリア皮膜が設けられている。この処理容器 1 2 0 は、電氣的に接地されている。

[0055] 処理容器 1 2 0 の空間 S には、載置台 1 4 が設けられている。この載置台 1 4 は、プラズマ処理装置 1 0 の載置台 1 4 と同様の載置台である。この載置台 1 4 の下部電極 2 0 には、第 1 の整合器 M U 1 を介して第 1 の高周波電源 L F S が接続されている。

- [0056] 処理容器 120 の上端は開口しており、当該開口は天井部材 340 によって閉じられている。天井部材 340 は、石英といった誘電体から構成されている。天井部材 340 内には、複数のガス室 340a が形成されている。複数のガス室 340a は、例えば、静電チャック 22 の中心を通過する軸線に対して同心状に設けられている。これらのガス室 340a にはガス供給部 300 の第 1 のガス供給部 300a から処理ガスが供給されるようになっている。この処理ガスは、方法 MT の工程 ST2 及び工程 ST3 において用いられる処理ガスであり、第 1 のガス供給部 300a は、プラズマ処理装置 10 のガス供給部 30 と同様に複数のガスソース、複数のバルブ、及び、複数の流量制御器を含んでいる。
- [0057] ガス室 340a の上方、且つ、天井部材 340 内には、第 1 電極 342 が埋め込まれている。また、ガス室 340a の下方、且つ、天井部材 340 内には、第 2 電極 344 が埋め込まれている。第 1 電極 342 及び第 2 電極 344 には、これらの電極間、即ち、ガス室 340a 内において高周波電界を形成するために、第 2 の高周波電源 HFS が第 2 の整合器 MU2 を介して接続されている。また、第 1 電極 342 の上方、且つ、天井部材 340 内には、ヒータ HT が埋め込まれている。このヒータ HT は、ヒータ電源 HP に接続されている。さらに、第 2 電極 344 の下方、且つ、天井部材 340 内には、別のガス室 340b が形成されている。ガス室 340b には、空間 S 内において処理ガスと混合されるガスが、ガス供給部 300 の第 2 のガス供給部 300b から供給されるようになっている。
- [0058] 天井部材 340 の直下にはイオントラップ 400 が設けられている。イオントラップ 400 は、金属といった導電性の材料から構成されており、略円盤形状を有している。イオントラップ 400 は処理容器 120 と同電位を有するよう、当該処理容器 120 に電氣的に接続されている。このイオントラップ 400 の下面と静電チャック 22 の上面との間の距離 GP は、例えば、30mm 以上の距離である。天井部材 340 及びイオントラップ 400 には、ガス室 340a から延びる孔 400h が形成されている。また、天井部材

340及びイオントラップ400には、ガス室340bから延びる孔400iが形成されている。

[0059] このプラズマ処理装置100を方法MTの実施に用いる場合には、工程ST2において、ガス室340aに処理ガスが供給され、第2の高周波電源HFSからの高周波HFが第1電極342及び第2電極344に供給される。また、工程ST2では、第1の高周波電源LFSからの高周波バイアスLFは、下部電極20には供給されない。この工程ST2の実行により、処理ガスはガス室340a内において励起される。そして、ガス室340a内において発生したラジカルが、孔400hを通過して、空間S内に供給され、ウエハWの被エッチング層ELに吸着する。

[0060] また、工程ST3においても引き続きガス室340aに処理ガスが供給される。工程ST3では、第2の高周波電源HFSからの高周波HFの供給は停止される。また、工程ST3では、第1の高周波電源LFSからの高周波バイアスLFが下部電極20に供給される。この工程ST3の実行により、処理ガスが空間S内に供給され、高周波バイアスLFによって希ガス原子のイオンが生成される。このイオンがウエハWに引き込まれことにより、ラジカルが吸着している被エッチング層ELの原子が、当該被エッチング層ELから放出され、排気される。かかる工程ST2及び工程ST3を含むシーケンスSQが繰り返されることにより、プラズマ処理装置100を用いても、被エッチング層ELをエッチングすることができる。

[0061] 以上、種々の実施形態について説明してきたが、上述した実施形態に限定されることなく種々の変形態様を構成可能である。例えば、処理ガスを励起させるためのプラズマ源は、任意のプラズマ源であってもよく、処理ガスは例えばマイクロ波によって励起されてもよい。また、方法MTの実施には、リモートプラズマを利用する任意のプラズマ処理装置を利用することも可能である。

符号の説明

[0062] 10…プラズマ処理装置、12…処理容器、14…載置台、20…下部電

極、22…静電チャック、24…電源、LFS…第1の高周波電源、HFS…第2の高周波電源、MU1…第1の整合器、MU2…第2の整合器、28…排気装置、30…ガス供給部、34…窓部材、36…コイル、40…イオントラップ、42…制御部、100…プラズマ処理装置、120…処理容器、300…ガス供給部、340…天井部材、340a…ガス室、342…第1電極、344…第2電極、400…イオントラップ、W…ウエハ、EL…被エッチング層。

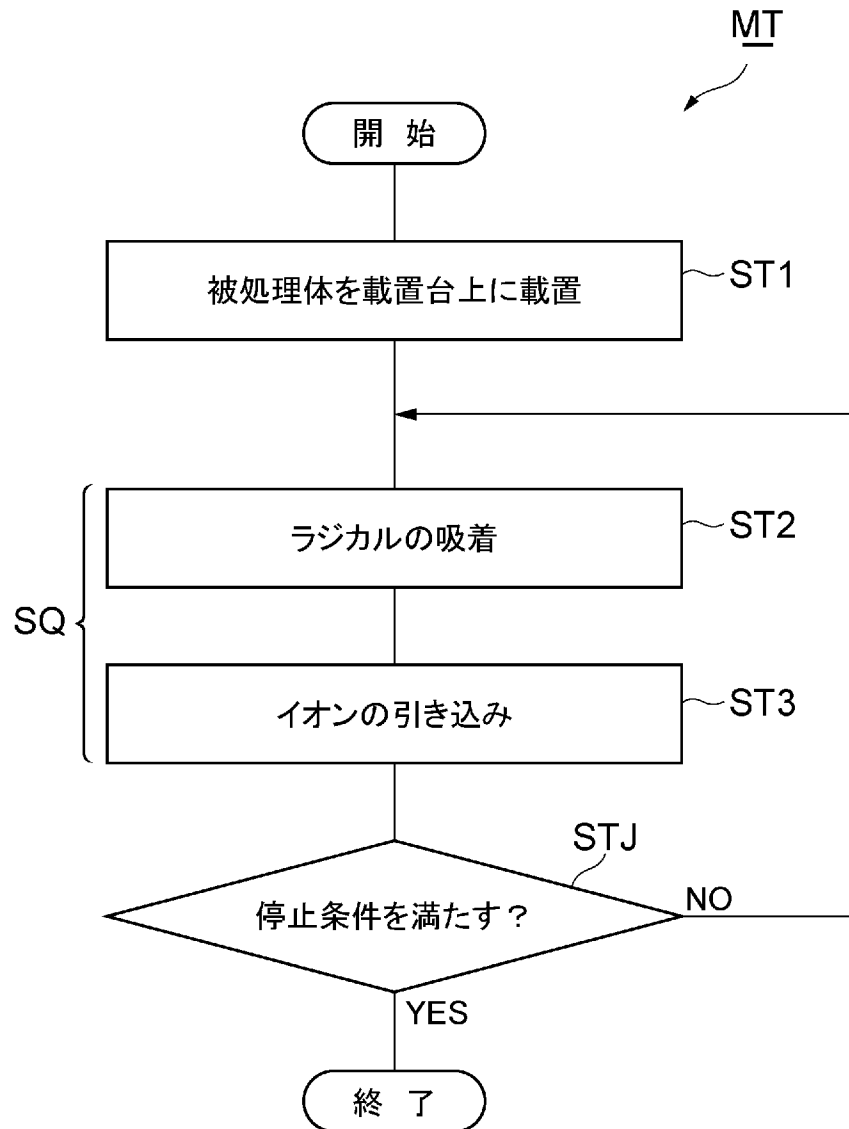
請求の範囲

- [請求項1] 被処理体の被エッチング層をエッチングする方法であって、
プラズマ処理装置の処理容器内において下部電極を有する載置台上
に前記被処理体を載置する工程と、
前記下部電極に高周波バイアスを与えずに、前記被エッチング層に
、処理ガスから生成されるラジカルを吸着させる工程と、
前記下部電極に高周波バイアスを与えて、前記被エッチング層に、
前記処理ガスから生成されるイオンを引き込む工程であり、ラジカル
を吸着させる前記工程に連続して行われる該工程と、
を含み、
ラジカルを吸着させる前記工程とイオンを引き込む前記工程とが交
互に繰り返され、
ラジカルを吸着させる前記工程では、前記被処理体が配置される前
記処理容器内の空間におけるラジカルの密度が、該空間におけるイオ
ンの密度の200倍以上の密度であり、
イオンを引き込む前記工程では、 0.07 W/cm^2 以下のパワー
密度の前記高周波バイアスが下部電極に供給されるか、 0.14 W/cm^2
以下のパワー密度の前記高周波バイアスが0.5秒以下の期間
、前記下部電極に供給される、
方法。
- [請求項2] イオンを引き込む前記工程では、 0.07 W/cm^2 以下のパワー
密度の前記高周波バイアスが2秒以下の期間、前記下部電極に供給さ
れる、請求項1に記載の方法。
- [請求項3] イオンを引き込む前記工程の実行期間中において、前記高周波バイ
アスを発生する高周波電源と前記下部電極との間に設けられた整合器
のインピーダンスが固定される、請求項1又は2に記載の方法。
- [請求項4] イオンを引き込む前記工程の実行期間中では、前記整合器の可変電
気素子の可変パラメータが固定される、請求項3に記載の方法。

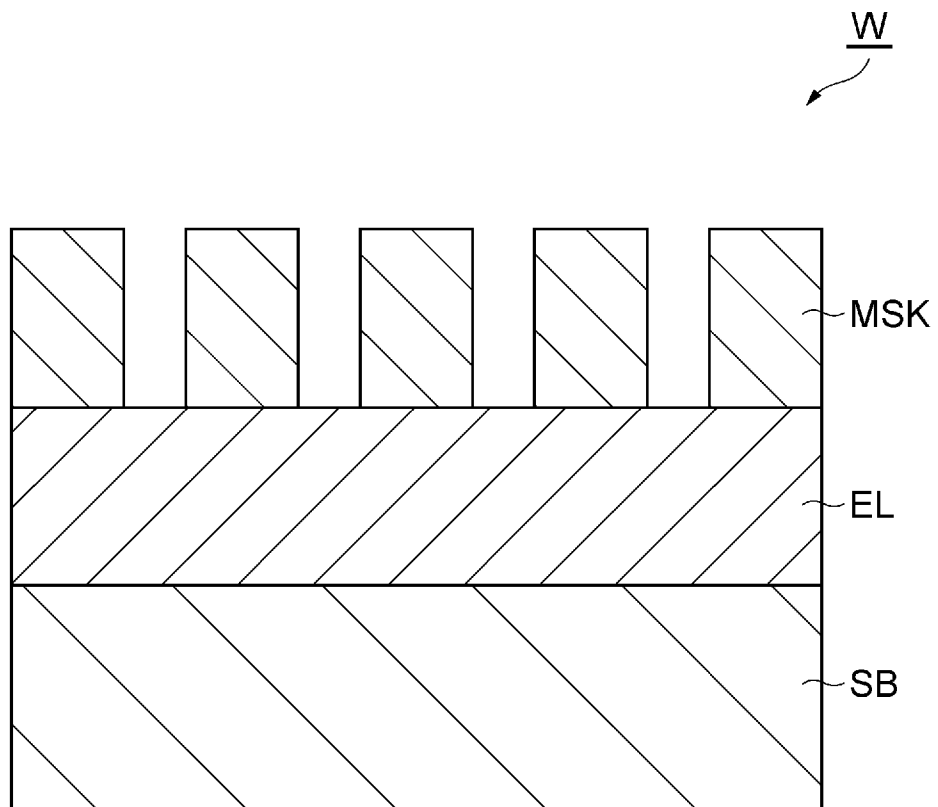
[請求項5] 前記プラズマ処理装置は、前記載置台の上方にイオントラップを有しており、

 前記処理ガスのプラズマが、前記イオントラップに対して前記載置台が配置されている側と反対の側で生成され、前記ラジカルは前記イオントラップを通過して前記被エッチング層に対して供給される、
請求項1～4の何れか一項に記載の方法。

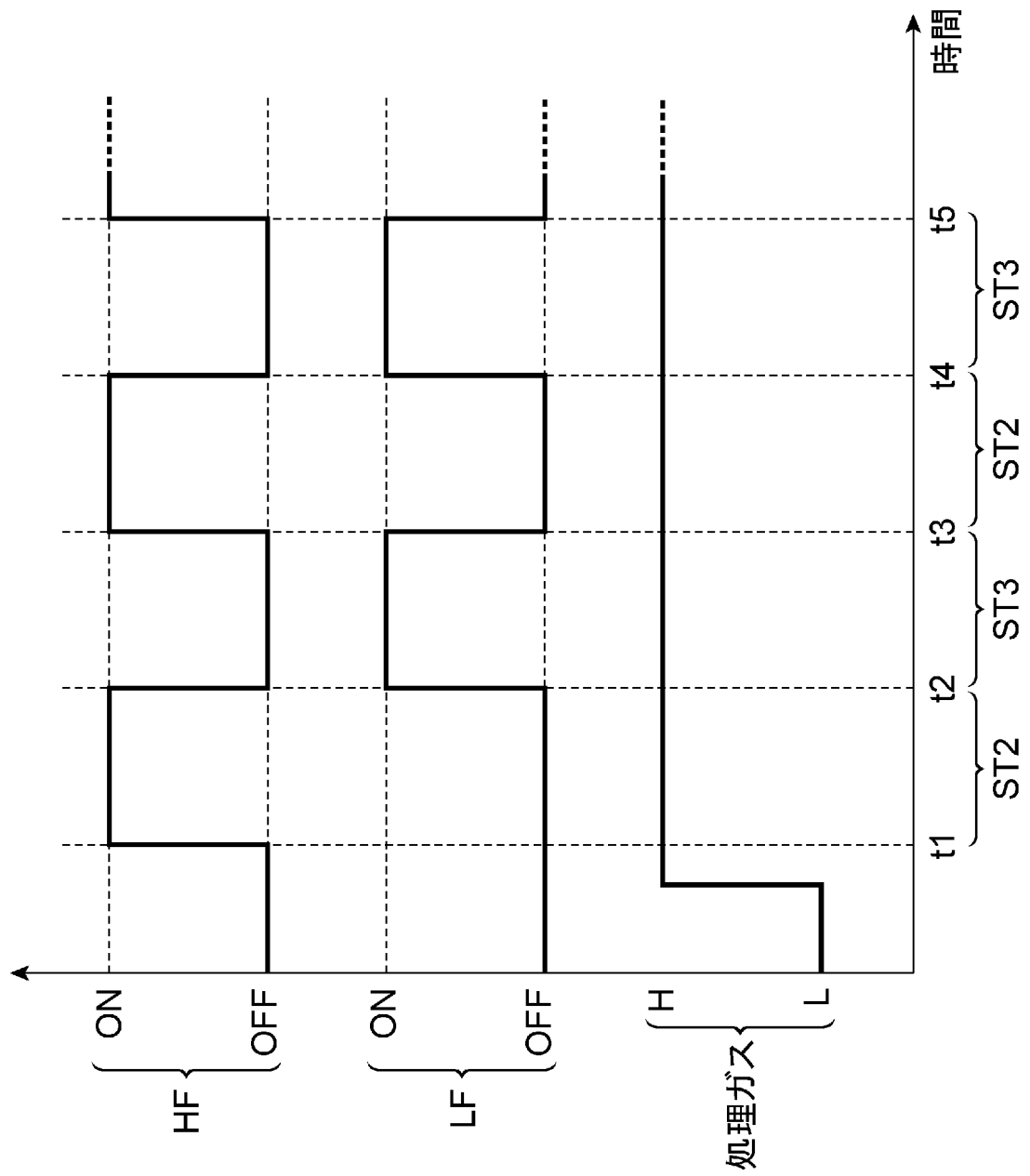
[図1]



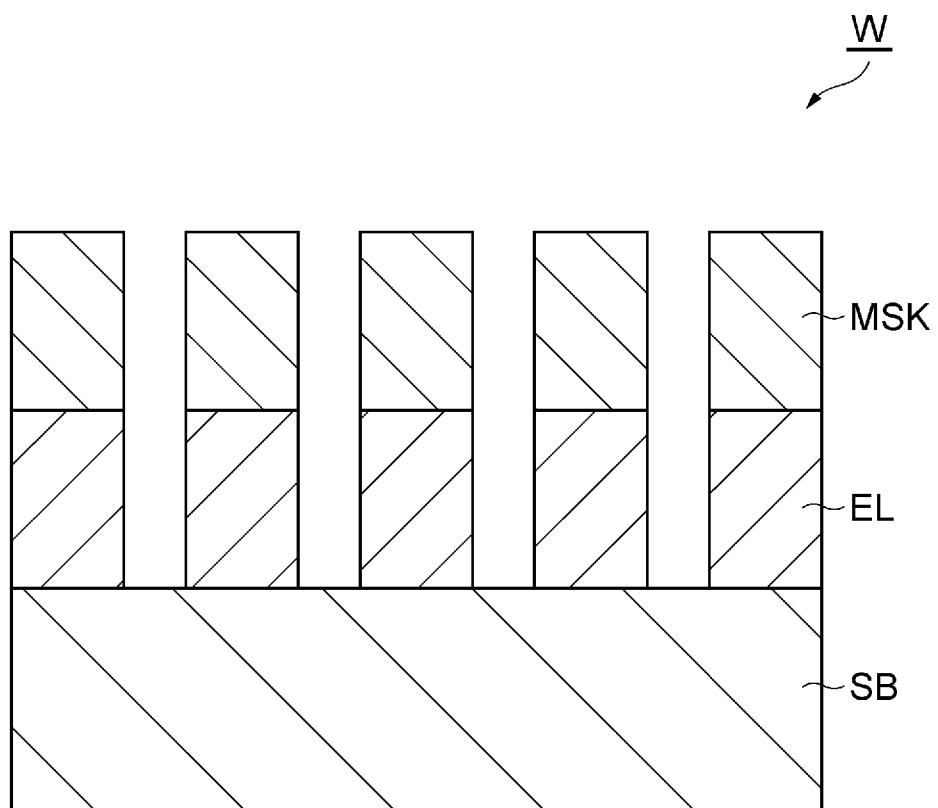
[図2]



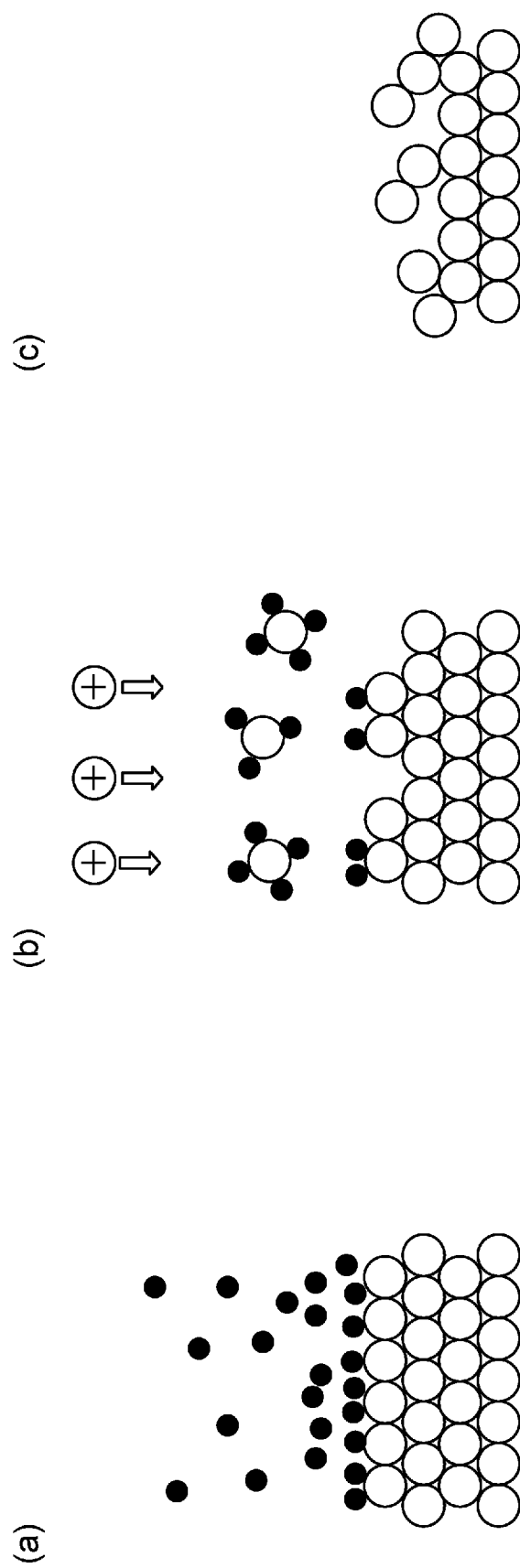
[図4]



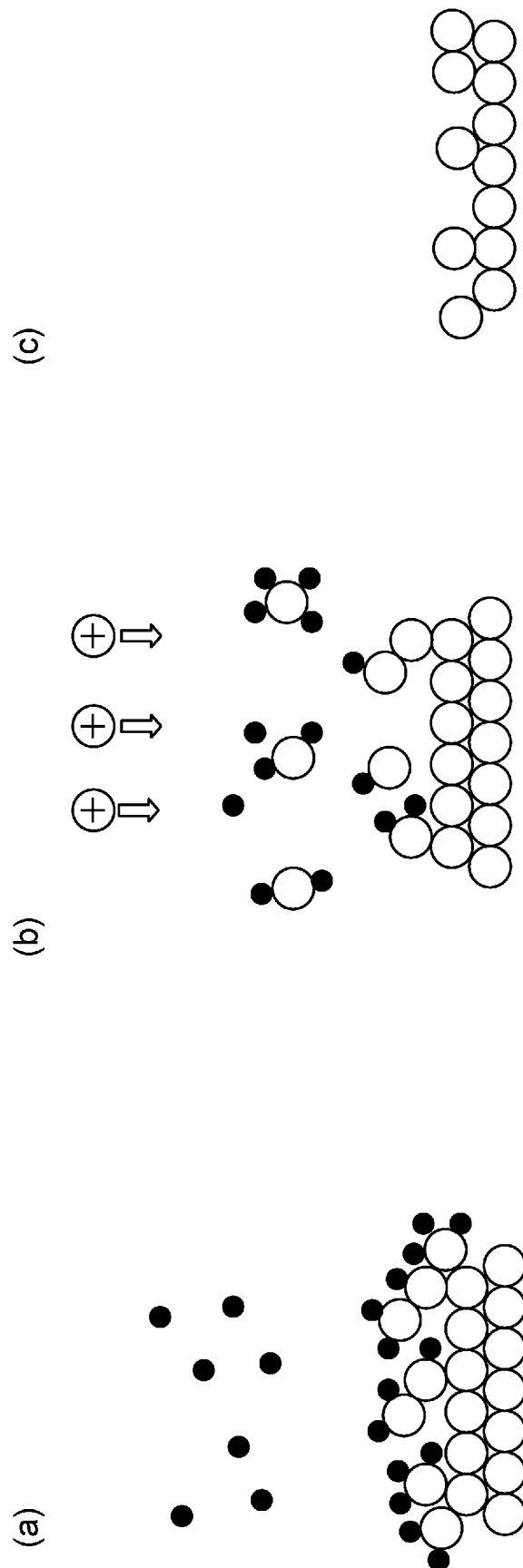
[図5]



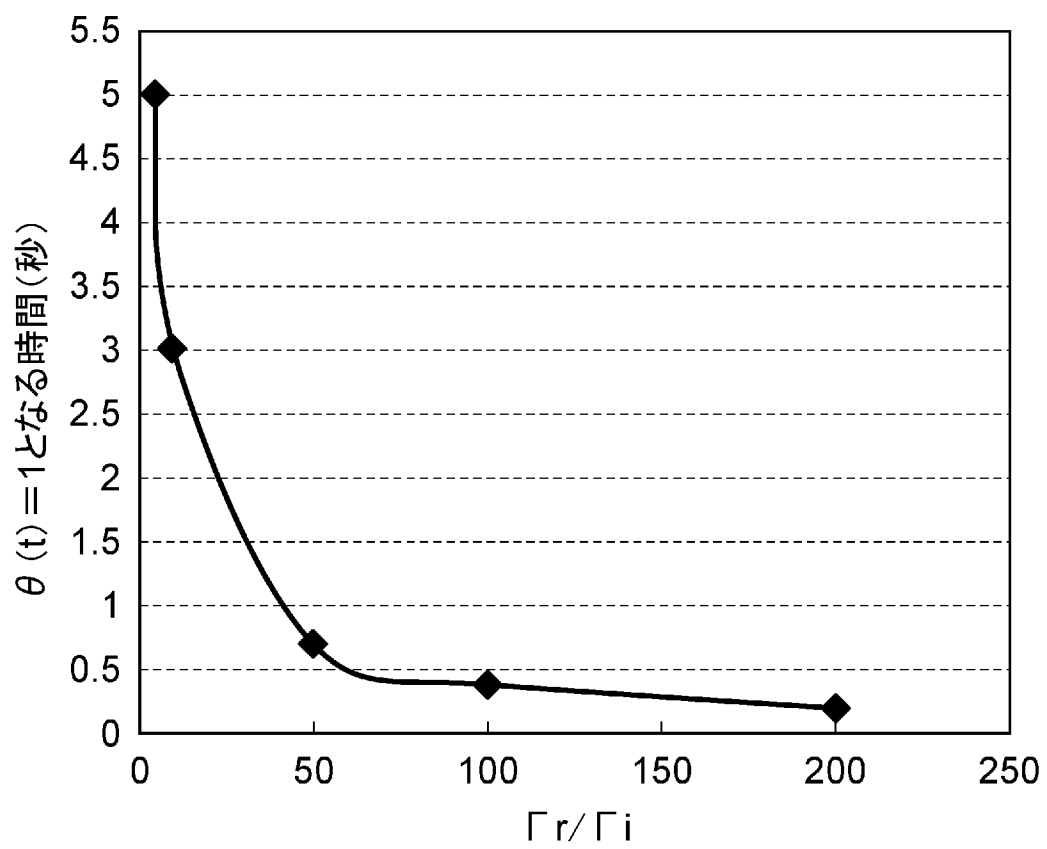
[図6]



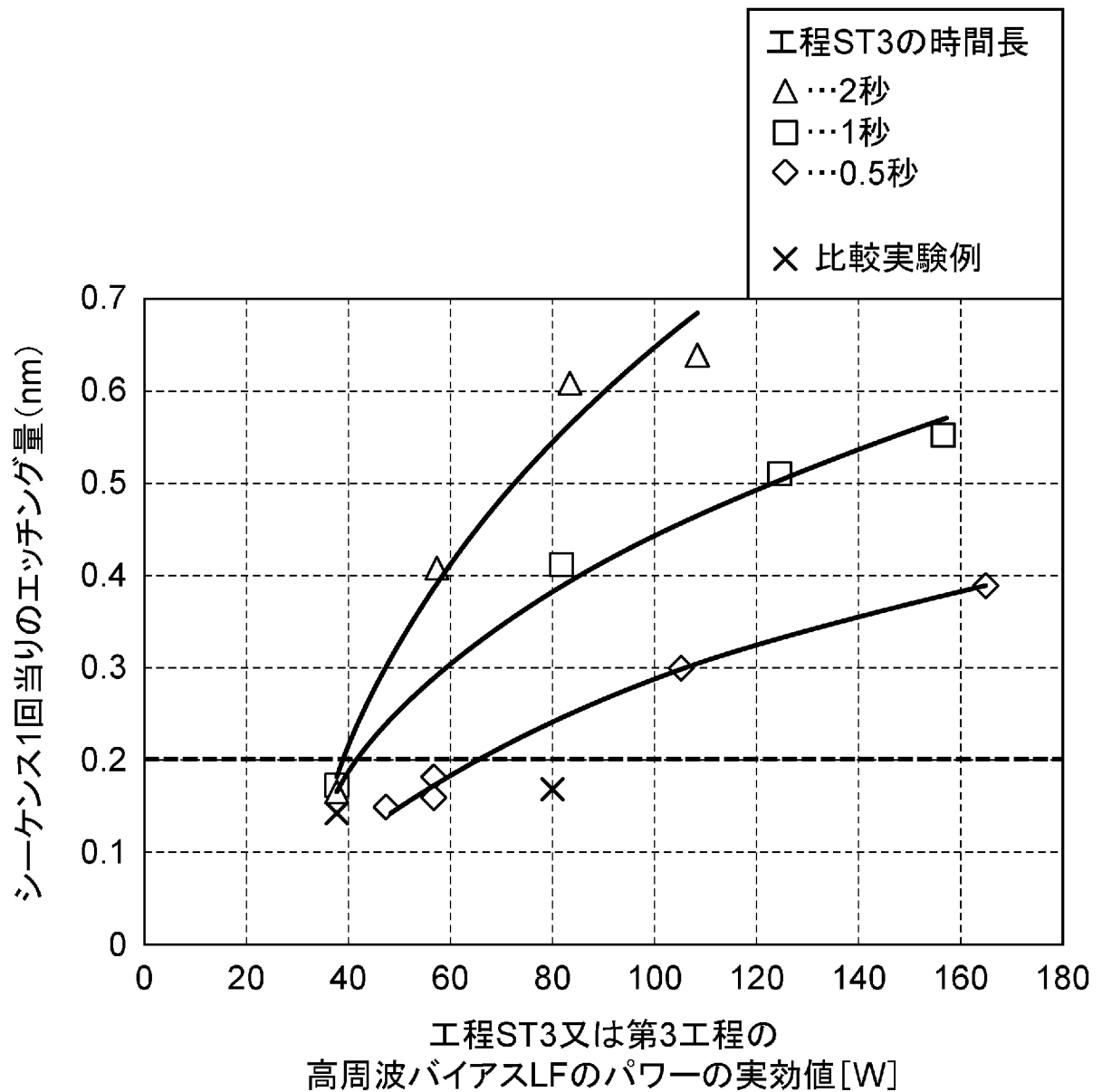
[図7]



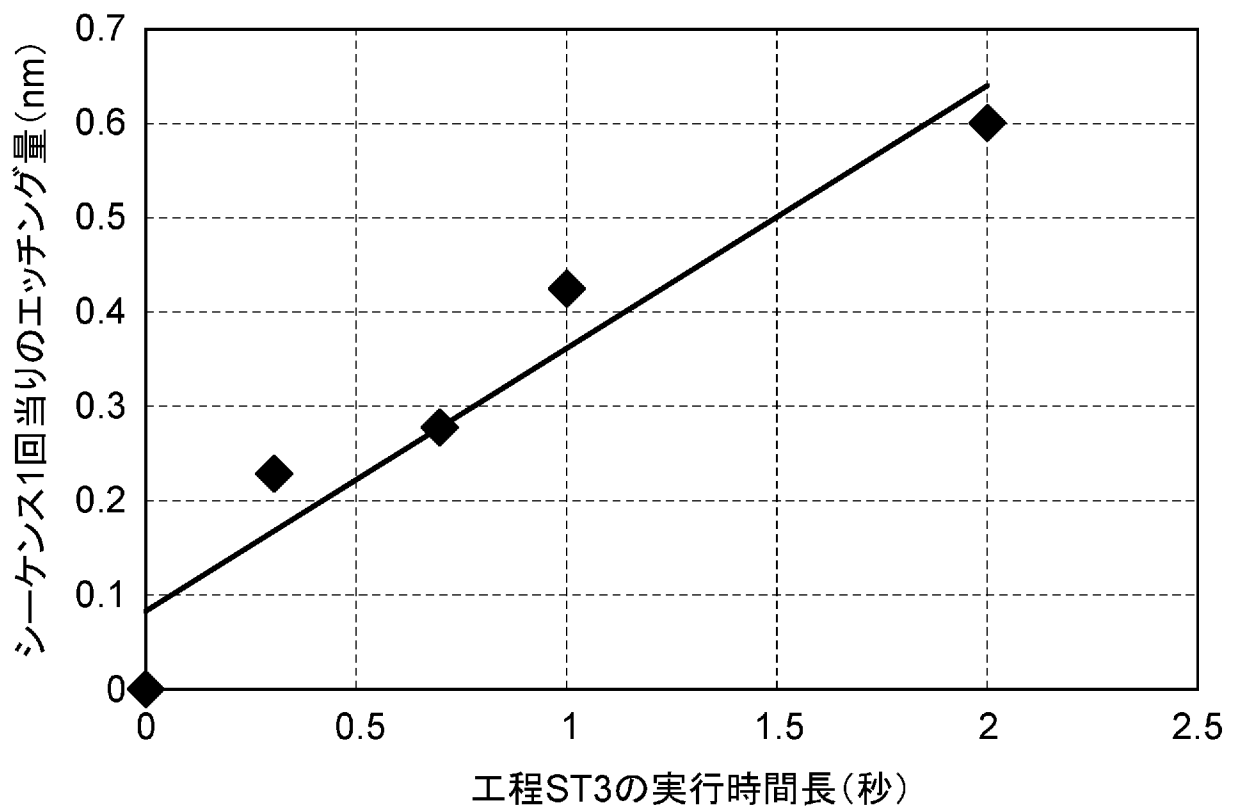
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, H05H1/46(2006.01)i

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)

H01L21/3065, H05H1/46

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	WO 2015/019765 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 12 February 2015 (12.02.2015), entire text; all drawings & CN 105379428 A & TW 201511077 A	1-5
A	JP 2013-84552 A (Tokyo Electron Ltd.), 09 May 2013 (09.05.2013), entire text; all drawings & US 2013/0081761 A1 & CN 103035468 A & KR 10-2013-0035234 A & TW 201322330 A	1-5

☒ 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
09 May 2016 (09.05.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061283

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-261498 A (Hitachi, Ltd.), 29 September 1998 (29.09.1998), entire text; all drawings & JP 2003-77903 A & JP 2003-77904 A & JP 2004-349717 A & JP 2005-45291 A & JP 2008-263226 A & US 6129806 A & US 6197151 B1 & US 2002/0069971 A1 & US 2004/0178180 A1 & US 2005/0082006 A1 & US 6902683 B1 & US 2006/0144518 A1 & EP 793254 A2 & SG 68611 A1	1-5
A	JP 2015-505421 A (Lam Research Corp.), 19 February 2015 (19.02.2015), entire text; all drawings & US 2013/0168354 A1 & US 2015/0020971 A1 & WO 2013/098702 A2 & TW 201342469 A & CN 104040021 A & KR 10-2014-0116453 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/3065(2006.01)i, H05H1/46(2006.01)i

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))

Int.Cl. H01L21/3065, H05H1/46

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	W0 2015/019765 A1 (東京エレクトロン株式会社) 2015.02.12, 全文、 全図 & CN 105379428 A & TW 201511077 A	1-5
A	JP 2013-84552 A (東京エレクトロン株式会社) 2013.05.09, 全文、 全図 & US 2013/0081761 A1 & CN 103035468 A & KR 10-2013-0035234 A & TW 201322330 A	1-5

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矛盾するものではなく、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

09.05.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 聡一郎

50

3864

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 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
A	JP 10-261498 A (株式会社日立製作所) 1998.09.29, 全文、全図 & JP 2003-77903 A & JP 2003-77904 A & JP 2004-349717 A & JP 2005-45291 A & JP 2008-263226 A & US 6129806 A & US 6197151 B1 & US 2002/0069971 A1 & US 2004/0178180 A1 & US 2005/0082006 A1 & US 6902683 B1 & US 2006/0144518 A1 & EP 793254 A2 & SG 68611 A1	1-5
A	JP 2015-505421 A (ラム リサーチ コーポレーション) 2015.02.19, 全文、全図 & US 2013/0168354 A1 & US 2015/0020971 A1 & WO 2013/098702 A2 & TW 201342469 A & CN 104040021 A & KR 10-2014-0116453 A	1-5