

(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
2012 年 10 月 26 日(26.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/144523 A1

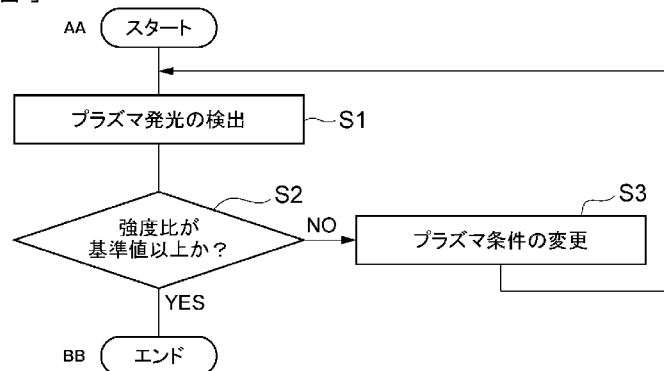
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) C23C 16/52 (2006.01)
C23C 16/511 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060474
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 18 日(18.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-092280 2011 年 4 月 18 日(18.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 辛川 孝行 (KARAKAWA Takayuki) [JP/JP]; 〒9813137 宮城県仙台市泉区大沢 3-2-1 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 Miyagi (JP). 上田 博一 (UEDA Hirokazu) [JP/JP]; 〒9813137 宮城県仙台市泉区大沢 3-2-1 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 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 MY PLAZA (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: PLASMA EVALUATION METHOD, PLASMA PROCESSING METHOD AND PLASMA PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: プラズマ評価方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【図4】



S1 DETECTION OF PLASMA EMISSION
S2 INTENSITY RATIO NO LESS THAN REFERENCE VALUE?
S3 CHANGE IN PLASMA CONDITION
AA START
BB END

(57) Abstract: This plasma evaluation method evaluates plasma (P) for forming a nitride film in atomic layer deposition. First, light emission from plasma (P) generated from gas (G) including nitrogen atoms and hydrogen atoms is detected. Next, the plasma (P) is evaluated by using the result of comparing the intensity ratio between a first peak due to hydrogen atoms and a second peak due to hydrogen atoms different from the first peak in the detected spectrum of emission intensity with a reference value preliminarily calculated from a relationship between the intensity ratio and an index representing the film quality of the nitride film.

(57) 要約: このプラズマ評価方法では、原子層堆積法において窒化膜を形成するためのプラズマPを評価する。まず、窒素原子及び水素原子を含むガスGから生成されるプラズマPからの発光を検出する。次に、検出された発光の強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第1のピークと第1のピークとは異なり水素原子に起因する第2のピークとの強度比を、予め強度比と窒化膜の膜質を表す指標との関係から算出された基準値と比較した結果を用いて、プラズマPの評価を行う。



WO 2012/144523 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

プラズマ評価方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマ評価方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002] プラズマCVD法により窒化膜を形成する際に、プラズマ発光を検出し、波長324.01nmに検出されるNHラジカルの発光強度が最大となるように電極へ供給する電力の大きさを設定する方法が知られている（例えば特開平3-243772号公報参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平3-243772号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一方、窒化膜を形成する方法として、原子層堆積法（Atomic Layer Deposition; ALD法）がある。この方法では、下記（1）～（4）のステップを繰り返して基板上に窒化膜を形成する。

（1）処理チャンバ内において成膜材料を基板上に吸着させる。

（2）余分に吸着した成膜材料をパージガスにより除去する。

（3）窒素原子を含むガスから生成されるプラズマを用いて成膜材料をプラズマ窒化処理する。

（4）処理チャンバ内に残存するガスをパージガスにより除去する。

[0005] 原子層堆積法により窒化膜を形成する場合、プラズマCVD法による場合に比べて長い時間を要する。特に上記（2）及び（4）のパージ工程に長い時間を要するためである。

[0006] また、原子層堆積法により良好な膜質の窒化膜（膜の緻密性が高い窒化膜）を形成するためには、プラズマ条件の最適化が必要となる。そのためには、各プラズマ条件に対して窒化膜を形成し、得られた窒化膜の膜質を精密に評価する必要がある。より精密な膜質の評価を行うためには、被評価膜の窒化膜の膜厚を少なくとも10nm以上とする必要がある。しかし、原子層堆積法（ALD）を用いて膜厚10nm以上の窒化膜を形成するためには、プラズマCVD法と比べて非常に長い時間（例えば1～2時間）を要するために非効率になる。また、各プラズマ条件において形成された窒化膜の膜質は、例えば0.5%フッ酸水溶液に対するウェットエッチングレートを測定することで膜の緻密さを評価する事が出来る事が知られている。しかし、このフッ酸水溶液に対するウェットエッチングレートを測定する作業は煩雑であり、かなりの作業時間を要する。そのため、窒化膜の形成だけでなく、この窒化膜の膜質評価にも長い時間を要するという評価効率上の課題がある。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みて為されたものであり、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を短時間で決定することができるプラズマ評価方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述の課題を解決するため、本発明の一側面に係るプラズマ評価方法は、原子層堆積法により窒化膜を形成するためのプラズマを評価するプラズマ評価方法であって、窒素原子及び水素原子を含むガスから生成される前記プラズマからの発光を検出する工程と、検出された前記発光の強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第1のピークと前記第1のピークとは異なり水素原子に起因する第2のピークとの強度比を、予め前記強度比と前記窒化膜の膜質を表す指標との関係から算出された基準値と比較した結果を用いて、前記プラズマの評価を行う工程を含む。

[0009] 本発明者らは、原子層堆積法では、プラズマ発光強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する2つのピークの強度比が、当該プラズマによって形成される窒化膜の膜質と密接に関連していることを見出した。上記プラズ

マ評価方法では、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマが生成されているか否かを、水素原子に起因する2つのピークの強度比から評価することができる。このため、各プラズマ条件について実際に窒化膜を形成したり、当該窒化膜の評価を行ったりする必要がない。したがって、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を短時間（例えば10分以内）で決定することができる。

[0010] 前記第1のピークのピーク波長は656.2nmであり、前記第2のピークのピーク波長は486.1nmであってもよい。

[0011] 上記プラズマ評価方法は、前記プラズマの評価を行う工程の後、前記強度比が前記基準値よりも小さい場合に、前記強度比が前記基準値以上となるように前記プラズマの条件を変更する工程を更に含んでもよい。これにより、プラズマ条件を、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件に変更することができる。

[0012] 前記プラズマの条件を変更する工程の後、前記プラズマからの発光を検出する工程に戻ってもよい。これにより、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を維持するように制御することができる。

[0013] 前記プラズマは、マイクロ波によって生成されてもよい。マイクロ波をプラズマ源として用いると、容量結合や誘導結合などによって生成される他のプラズマ源を用いた場合に比べて、電子温度が低く、電子密度の高いプラズマを得ることができる。このため、窒化膜を形成する際に、ダメージを小さくしながらプラズマ窒化処理の処理速度を向上させることができる。さらに、マイクロ波をプラズマ源として用いると、他のプラズマ源を用いた場合に比べて、プラズマ窒化処理の処理圧力範囲を広く取ることができる。

[0014] 前記プラズマは、ラジアルラインスロットアンテナによって生成されてもよい。ラジアルラインスロットアンテナを用いると、マイクロ波を処理チャンバ内に均一に導入できるので、その結果、均一なプラズマを生成することができる。

[0015] 本発明の一側面に係るプラズマ処理方法は、上記プラズマ評価方法によっ

て評価された前記プラズマを用いて、基板上に吸着された層に対してプラズマ処理を施す工程を含む。これにより、基板上に良好な膜質の窒化膜が形成される。

[0016] 本発明の一側面に係るプラズマ処理装置は、原子層堆積法により窒化膜を形成するためのプラズマ処理装置であって、処理チャンバと、前記処理チャンバ内に、窒素原子及び水素原子を含むガスを供給するガス供給源と、前記処理チャンバ内に、前記ガスから生成されるプラズマを発生させるプラズマ発生器と、前記プラズマからの発光を検出する光検出器と、検出された前記発光の強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第1のピークと前記第1のピークとは異なり水素原子に起因する第2のピークとの強度比を、予め前記強度比と前記窒化膜の膜質を表す指標との関係から算出された基準値と比較した結果を用いて、前記プラズマの評価を行う制御部とを備える。

[0017] 上記プラズマ処理装置では、上記プラズマ評価方法を行うことができる。したがって、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を短時間で決定することができる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を短時間で決定することができるプラズマ評価方法、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]一実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。
[図2]一実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。
[図3]一実施形態に係るプラズマ処理装置のスロット板をZ方向から見た図である。
[図4]一実施形態に係るプラズマ評価方法の各工程を示すフローチャートである。
[図5]プラズマ発光強度の分光スペクトルの一例を示すグラフである。
[図6]図5に示される分光スペクトルの一部を示すグラフである。

[図7]図5に示される分光スペクトルの一部を示すグラフである。

[図8]図5に示される分光スペクトルの一部を示すグラフである。

[図9]水素原子に起因する2つのピークの強度比と0.5%フッ酸水溶液に対するシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの関係の一例を示すグラフである。

[図10]水素原子に起因する1つのピークの強度と0.5%フッ酸水溶液に対するシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの関係の一例を示すグラフである。

[図11]一実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。

[図12]一実施形態に係るプラズマ処理方法を模式的に示すタイミングチャートである。

[図13]シリコン窒化膜を形成する際のガス流量の一例を示す図表である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において、同一又は同等の要素には同一符号を用い、重複する説明を省略する。

[0021] 図1及び図2は、一実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。図2では、図1におけるヘッド部44が収納されている。図1及び図2にはXYZ直交座標系が示されている。図1及び図2に示されるプラズマ処理装置10は、原子層堆積装置(ALD装置)である。プラズマ処理装置10は、処理チャンバ12と、処理チャンバ12内にガスGを供給するガス供給源36と、処理チャンバ12内にガスGから生成されるプラズマPを発生させるプラズマ発生器16とを備える。ガスGは、窒素原子及び水素原子を含む。ガスGは、例えばアンモニアガスを含む。ガスGは、Arガス、窒素ガス等の不活性ガスを含んでもよい。

[0022] プラズマ処理装置10は、処理チャンバ12内において基板Wを保持する基板ホルダ14を備えてもよい。基板Wは、例えばシリコン基板等の半導体基板であり、XY平面に略平行な表面を有している。プラズマPは、例えば

シリコン窒化膜等の窒化膜を基板W上に形成する。

[0023] プラズマ発生器16は、プラズマ励起用のマイクロ波を発生させるマイクロ波発生器18と、マイクロ波を処理チャンバ12内に導入するためのラジアルラインスロットアンテナ(Radial Line Slot Antenna; RLSA:登録商標)26とを備える。マイクロ波発生器18は、導波管20を介して、マイクロ波のモードを変換するモード変換器22に接続されている。モード変換器22は、内側導波管24a及び外側導波管24bを有する同軸導波管24を介してラジアルラインスロットアンテナ26に接続されている。これにより、マイクロ波発生器18によって発生したマイクロ波は、モード変換器22においてモード変換され、ラジアルラインスロットアンテナ26に到達する。マイクロ波発生器18が発生するマイクロ波の周波数は、例えば2.45GHzである。

[0024] ラジアルラインスロットアンテナ26は、処理チャンバ12に形成された開口12aを塞ぐ誘電体窓34と、誘電体窓34の外側に設けられたスロット板32と、スロット板32の外側に設けられた冷却ジャケット30と、スロット板32と冷却ジャケット30との間に配置された誘電体板28とを備える。誘電体窓34は、基板Wに対向配置されている。誘電体窓34は、例えばアルミニウム酸化物(Al_2O_3)等のセラミック材料からなる。スロット板32の中央には、内側導波管24aが接続されており、冷却ジャケット30には、外側導波管24bが接続されている。冷却ジャケット30は導波管としても機能する。これにより、マイクロ波は、内側導波管24aと外側導波管24bとの間を伝播し、スロット板32と冷却ジャケット30との間の誘電体板28を伝播して、スロット32cから誘電体窓34を透過して処理チャンバ12内に到達する。

[0025] 図3は、プラズマ処理装置10のスロット板32をZ方向から見た図である。図3にはXYZ直交座標系が示されている。スロット板32は、例えば円盤状である。スロット板32には、第1の方向に延びるスロット32aと、第1の方向に交差する第2の方向に延びるスロット32bとからなる一対

のスロット 3 2 c が同心円状に複数形成されている。

[0026] 例えば、1つのスロット 3 2 c に着目すると、第 1 の方向は第 2 の方向と直交する。一对のスロット 3 2 c は、スロット板 3 2 の中心から径方向に所定の間隔で配置されると共に、スロット板 3 2 の周方向に所定の間隔で配置されている。誘電体窓 3 4 を透過したマイクロ波は、一对のスロット 3 2 c を通過して処理チャンバ 1 2 内に導入される。マイクロ波の波長は、誘電体板 2 8（遅波板）中を透過する際に短くなる。このため、スロット 3 2 c より効率的にマイクロ波を処理チャンバ 1 2 内に導入することができる。

[0027] 再び図 1 及び図 2 を参照する。処理チャンバ 1 2 の側壁には、プラズマ処理用のガス供給口 1 2 b が形成されている。ガス供給口 1 2 b は、誘電体窓 3 4 に形成されてもよいし、処理チャンバ 1 2 内に延びるガス供給手段に形成されてもよい。ガス供給口 1 2 b には、ガス供給源 3 6 が接続されている。処理チャンバ 1 2 内に供給されたガス G にマイクロ波が照射されることによって、処理チャンバ 1 2 内の誘電体窓 3 4 側にプラズマ P が生成される。生成されたプラズマ P は、基板 W に向けて拡散する。処理チャンバ 1 2 の底部には、処理チャンバ 1 2 内のガスを排気するための排気口 1 2 c が形成されている。排気口 1 2 c には、APC（Auto Pressure Control）バルブ 3 8 を介して真空ポンプ 4 0 が接続されている。基板ホルダ 1 4 には、基板ホルダ 1 4 の温度を調節するための温度調節器 4 2 が接続されている。基板ホルダ 1 4 の温度は、例えば 2 0 0 ～ 5 0 0℃ が好ましく、より好ましくは 3 0 0 ～ 4 0 0℃ に調節される。

[0028] プラズマ処理装置 1 0 は、原子層堆積用の原料ガス（プリカーサ）及びパージガスを基板 W 上に供給するためのガス供給口 4 4 a が形成されたヘッド部 4 4 を備える。ヘッド部 4 4 は、ヘッド部 4 4 を支持する支持部 4 6 によって駆動装置 4 8 に接続されている。駆動装置 4 8 は、処理チャンバ 1 2 の外側に配置されている。駆動装置 4 8 により、ヘッド部 4 4 及び支持部 4 6 は、X 方向に移動可能である。処理チャンバ 1 2 には、ヘッド部 4 4 を収納するための収納部 1 2 d が設けられている。図 2 に示されるように、ヘッド

部４４が収納部１２ｄに収納される場合には、シャッター５０がＺ方向に移動することによって収納部１２ｄは隔離される。なお、図１及び図２に示されるプラズマ処理装置１０は、ヘッド部４４が収納部１２ｄに収納されているか否かを除いて同一である。

[0029] 中空の支持部４６には、原子層堆積用の原料ガス供給源５２と、パージガス供給源５４とが接続され、連通している。原料ガス及びパージガスは、それぞれ原料ガス供給源５２及びパージガス供給源５４から支持部４６を経由し、ヘッド部４４から基板Ｗ上に供給される。

[0030] プラズマ処理装置１０は、プラズマＰからの発光を検出する光検出器７０を備える。光検出器７０は、処理チャンバ１２の側壁に設けられた窓６０に対向配置された集光レンズ６２を備える。プラズマＰからの発光は、窓６０を通過して集光レンズ６２に入射する。集光レンズ６２には、光ファイバ６４を介して分光器６６が接続されている。分光器６６において分光された光は、光電子増倍管６８に導入される。光検出器７０は、例えば発光分光分析装置（ＯＥＳ）である。光検出器７０は、プラズマＰからの発光を検出可能位置ならどの位置に配置されても良い。

[0031] プラズマ処理装置１０は、装置全体を制御する制御部５６を備える。制御部５６は、マイクロ波発生器１８、真空ポンプ４０、温度調節器４２、駆動装置４８、プラズマ処理用のガス供給源３６、原子層堆積用の原料ガス供給源５２、パージガス供給源５４、光検出器７０にそれぞれ接続されている。これにより、制御部５６は、マイクロ波出力、処理チャンバ１２内の圧力、基板ホルダ１４の温度、ヘッド部４４のＸ方向の移動、プラズマ処理用のガス、原子層堆積用の原料ガス及びパージガスのガス流量及びガスを流す時間をそれぞれ制御することができる。制御部５６は、例えばコンピュータであり、ＣＰＵ等の演算装置５６ａと、メモリやハードディスク等の記憶装置５６ｂとを備える。記憶装置５６ｂは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であってもよい。記録媒体は、例えばＣＤ、ＮＡＮＤ、ＢＤ、ＨＤＤ、ＵＳＢ等である。記憶装置５６ｂには、光検出器７０からのデータが記録される。制御部５６に

は、制御対象となる種々のデータを表示する表示装置 58 が接続されてもよい。

[0032] 制御部 56 は、後述のように、検出されたプラズマ発光強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第 1 のピークと第 1 のピークとは異なり水素原子に起因する第 2 のピークとの強度比を、予め強度比と窒化膜の膜質を表す指標との関係から算出された基準値と比較した結果を用いて、プラズマ P の評価を行う。記憶装置 56 b には、コンピュータに下記プラズマ評価手順を実行させるプログラムが記録されている。

[0033] 図 4 は、一実施形態に係るプラズマ評価方法の各工程を示すフローチャートである。本実施形態に係るプラズマ評価方法では、原子層堆積法により窒化膜を形成するためのプラズマ P を評価する。本実施形態に係るプラズマ評価方法は、上述のプラズマ処理装置 10 を用いて実施可能であり、例えば図 2 において基板 W が不在状態で以下のように実施される。

[0034] (プラズマからの発光を検出する工程)

まず、図 2 に示される光検出器 70 によって、ガス G から生成されるプラズマ P からの発光を検出する (工程 S1)。光検出器 70 によって得られたプラズマ発光強度の分光スペクトルデータは、記憶装置 56 b に記録される。

[0035] (プラズマの評価を行う工程)

工程 S1 の後、制御部 56 によって、検出されたプラズマ発光強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第 1 のピークと第 1 のピークとは異なり水素原子に起因する第 2 のピークとの強度比を算出する。一方、当該強度比と窒化膜の膜質を表す指標 (例えば 0.5% フッ酸水溶液に対する窒化膜のウェットエッチングレート) との関係から、予め窒化膜の膜質が良好であるか否かの閾値に対応する基準値を算出しておく。その後、制御部 56 によって、強度比を基準値と比較した結果を用いてプラズマ P の評価を行う (工程 S2)。工程 S2 では、例えば強度比が基準値以上か否かを判断する。

[0036] ここで、第 1 のピークのピーク波長は例えば 656.2 nm であり、第 2

のピークのピーク波長は例えば486.1nmである。第1のピークのピーク強度を I_{656} 、第2のピークのピーク強度を I_{486} とした場合、強度比は、例えば I_{656}/I_{486} で表される。強度比 I_{656}/I_{486} が基準値（例えば4.5）以上である場合、プラズマPのプラズマ条件が、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件であることを示している。強度比 I_{656}/I_{486} が基準値よりも小さい場合、プラズマPのプラズマ条件が、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件ではないことを示している。良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件ではない場合、表示装置58にアラーム等を表示させてもよい。このようにして、プラズマPを評価することができる。このようなプラズマ評価は、光検出器をプラズマ処理装置に組み込んで用いて窒化膜を成膜する場合に有効である。

[0037] （プラズマの条件を変更する工程）

工程S2の後、強度比 I_{656}/I_{486} が基準値よりも小さい場合、強度比 I_{656}/I_{486} が基準値以上となるようにプラズマPの条件を変更してもよい（工程S3）。これにより、プラズマ条件を、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件に変更することができる。変更可能なプラズマPの条件としては、マイクロ波発生器18に供給されるマイクロ波出力、処理チャンバ12内の圧力、基板ホルダ14の温度、ガスGのガス種、ガス流量、流量比及びガスを流す時間、ガスGを供給する場所等が挙げられる。これらの中でプラズマPの状態に及ぼす影響が大きいのは、マイクロ波発生器18に供給されるマイクロ波出力、処理チャンバ12内の圧力である。

[0038] 工程S3の後、上記工程S1に戻ってもよい。これにより、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を維持するようにフィードバック制御することができる。

[0039] 本実施形態のプラズマ評価方法では、良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマPが生成されているか否かを、水素原子に起因する2つのピークの強度比から評価することができる。このため、各プラズマ条件について窒化膜を形成したり、当該窒化膜の評価を行ったりする必要がない。したがって、

緻密な良好な膜質の窒化膜を形成可能なプラズマ条件を短時間（例えば10分以内）で決定することができる。その結果、窒化膜形成プロセスのスループットが向上する。

[0040] また、本実施形態のプラズマ評価方法では、プラズマPの状態の経時変化をモニタリングすることができる。これにより、プラズマ処理装置10の構成部品を交換するタイミングが分かる。このプラズマ評価方法は、プラズマ処理装置10の構成部品のうち特に劣化し易い誘電体窓34の交換タイミングを判定するのに有効である。

[0041] さらに、図2において基板Wがある状態で本実施形態に係るプラズマ評価方法を実施してもよい。その場合、原子層堆積法により基板W上に窒化膜を形成しながらプラズマPの状態をリアルタイムにモニタリングすることができる。よって、良好な膜質の窒化膜を安定的に形成することができる。また、マイクロ波によって生成されるプラズマPを用いると、プラズマPの電子温度が1.5 eV以下と低いので、窒化膜を形成する際に、ダメージを小さくしながらプラズマ窒化処理の処理速度を向上させることができる。さらに、ラジアルラインスロットアンテナ26を用いると、マイクロ波を処理チャンバ12内に均一に導入できるので、その結果、広範囲で均一なプラズマPを生成することができる。

[0042] 以下、水素原子に起因する2つのピークの強度比と窒化膜の膜質との関係について、例を挙げて説明する。

[0043] 図5は、プラズマ発光強度の分光スペクトルの一例を示すグラフである。縦軸は発光強度を示す。横軸は波長（nm）を示す。図5には、プラズマPを生成するためのガスGとして下記ガス1～6をそれぞれ用いた場合について、200～800 nmにおける分光スペクトルが示されている。

ガス1：NH₃、Ar及びN₂の混合ガス

ガス2：NH₃及びArの混合ガス

ガス3：NH₃及びN₂の混合ガス

ガス4：NH₃

ガス 5 : N_2 及び Ar の混合ガス

ガス 6 : N_2

[0044] なお、プラズマ処理中の処理チャンバ 12 内の圧力を 5 Torr (666 . 5 Pa) として基板 W 上に吸着したシリコン含有化合物をプラズマ窒化処理した。 NH_3 が含まれているガス 1 ~ 4 ではシリコン窒化膜が形成され (シリコン含有化合物がプラズマ窒化処理されやすく)、 NH_3 が含まれていないガス 5 及び 6 では、シリコン窒化膜が形成されづらい (シリコン含有化合物がプラズマ窒化処理されづらい)。

[0045] 図 6 ~ 8 は、図 5 に示される分光スペクトルの一部を拡大して示すグラフである。図 6 のグラフには、460 ~ 510 nm における分光スペクトルが示されている。図 7 のグラフには、600 ~ 800 nm における分光スペクトルが示されている。図 8 のグラフには、320 ~ 345 nm における分光スペクトルが示されている。

[0046] 図 6 に示されるように、ガス 1 ~ 4 において、ピーク波長 486 . 1 nm の水素原子に起因するピークが検出されている。また、図 7 に示されるように、ガス 1 ~ 4 において、ピーク波長 656 . 2 nm の水素原子に起因するピークが検出されている。これらのピークは、 NH_3 が解離して生成した水素原子に起因する。図 8 に示されるように、ピーク波長 337 . 1 nm の N_2 に起因するピークは検出されているが、ピーク波長 336 . 0 nm の NH に起因するピークは検出されていない。NH に起因するピークが検出されていないので、 NH_3 は H と NH_2 ラジカルに解離していると推測される。

つまり、 NH_3 を効率良く解離させて水素原子を生成させるためには、 NH_3 に N_2 や Ar を混合することが有効である。この場合、プラズマ中で N_2 および Ar が励起する際に高速電子が生成されるので、この電子が NH_3 を解離し易くし、効率良く水素原子が生成され则认为られる。

[0047] 図 9 は、水素原子に起因する 2 つのピークの強度比と 0 . 5 % フッ酸水溶液に対するシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの関係の一例を示すグラフである。縦軸は、強度比 ([水素原子に起因するピーク波長 656

． 2 nmのピーク強度] / [水素原子に起因するピーク波長486.1 nmのピーク強度]) を示す。横軸は、プラズマPを生成するためのガスGの種類を示す。図9中には、形成されたシリコン窒化膜を0.5%フッ酸水溶液でウェットエッチングしたときのウェットエッチングレートが示されている。この値は、WVG (Wet Vapor Generator) を用いて950℃でシリコンを熱酸化して得られる熱酸化膜のウェットエッチングレートを1とした場合の相対値である。高品質の緻密なシリコン窒化膜の場合、ウェットエッチングレートの値は1以下となる。図9に示されるように、ガス1では、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが0.53であり、強度比が4.65である。ガス2では、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが0.48であり、強度比が5.02である。ガス3では、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが0.49であり、強度比が4.70である。ガス4では、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが1.1であり、強度比が4.33である。図9のグラフから、強度比が大きくなるに連れて、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが小さくなる（シリコン窒化膜の膜質が向上して緻密になる）ことが分かる。すなわち、強度比が大きくなると、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートは単調減少する。この強度比が大きければ大きい程、NH₂ラジカルがより多く生成していると考えられる。このNH₂ラジカルによって窒化プロセスが進むことにより、シリコン窒化膜の膜質が向上すると考えられる。

この場合、プラズマガス (Ar+N₂) に対するNH₃ガスの流量比は、ガス1では0.15、ガス2では0.5、ガス3では0.5、ガス4では1である。好ましい流量比は1未満であり、より好ましくは、0.8以下であり、0.5以下0.05以上が良い。

[0048] なお、FT-IR分析結果から、原子層堆積法により形成されるシリコン窒化膜は、減圧化学気相成長 (LPCVD) 法により形成されるシリコン窒化膜に比べてSi-NH基の結合を多く含むことが分かっている。また、SIMS分析結果から、原子層堆積法により形成されるシリコン窒化膜中の水

素原子含有量は、LPCVD法により形成されるシリコン窒化膜中の水素原子含有量に比べて多いことが分かっている。一方、LPCVD法により形成されるシリコン窒化膜のウェットエッチングレートは、原子層堆積法により形成されるシリコン窒化膜のウェットエッチングレートよりも小さい。よって、シリコン窒化膜中の水素原子含有量が多くなると、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが大きくなる（シリコン窒化膜の膜質が低下する）ことが分かる。

[0049] 図10は、水素原子に起因する1つのピークの強度と0.5%フッ酸水溶液に対するシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの関係の一例を示すグラフである。縦軸は、水素原子に起因するピーク波長656.2nmのピーク強度を示す。横軸は、プラズマ生成用のガスGの種類を示す。図10では、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが1.1となるガス4とシリコン窒化膜のウェットエッチングレートが0.49となるガス3との間でピーク強度が殆ど変わらないことが分かる。また、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが0.53となるガス1のピーク強度は、シリコン窒化膜のウェットエッチングレートが0.49となるガス3のピーク強度よりも大きくなっている。すなわち、ピーク強度とシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの間には、図9のような強度比とシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの間の相関関係がない。よって、水素原子に起因するピーク波長656.2nmのピーク強度のみからシリコン窒化膜の膜質を予測することは困難と考えられる。

[0050] 水素原子に起因するピーク波長486.1nmのピーク強度についても、図10と同様の傾向が見られた。よって、水素原子に起因するピーク波長486.1nmのピーク強度のみからシリコン窒化膜の膜質を予測することは困難と考えられる。また、図8に示されるN₂に起因するピーク波長337.1nmのピーク強度とシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの間にも、図9のような強度比とシリコン窒化膜のウェットエッチングレートとの間の相関関係がない。よって、N₂に起因するピーク波長337.1nmのピ

ーク強度のみからシリコン窒化膜の膜質を予測することは困難と考えられる。

[0051] 図 1 1 は、一実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。図 1 1 に示されるプラズマ処理装置 1 0 A は、以下の点を除いてプラズマ処理装置 1 0 と同様の構成を備える。

[0052] プラズマ処理装置 1 0 A は、ヘッド部 4 4 に代えてドーナツ状のヘッド部 4 4 b を備える。ヘッド部 4 4 b は、支持部 4 6 a によって支持される。ヘッド部 4 4 b を X Y 平面において回転させるようにしても良い。

[0053] ヘッド部 4 4 b は、原子層堆積用の原料ガス（プリカーサ）及びパージガスを基板 W 上に供給するためのガス供給口が基板 W 中央に向けて形成されたリング部 4 4 r を有する。リング部 4 4 r は例えば石英からなる。原料ガスは、例えばシリコン含有化合物を含む。パージガスは、例えば Ar ガス、窒素ガス等の不活性ガスを含む。リング部 4 4 r は、基板 W の外周に沿って配置される。リング部 4 4 r には、原子層堆積用の原料ガス供給源 5 2 と、パージガス供給源 5 4 とが接続され、連通している。原料ガス及びパージガスは、それぞれ原料ガス供給源 5 2 及びパージガス供給源 5 4 からヘッド部 4 4 b に供給され、リング部 4 4 r から内側に向けて基板 W 上に供給される。

[0054] プラズマ処理装置 1 0 A では、誘電体窓 3 4 の下面に凹部 3 4 a が形成されている。マイクロ波の定在波が抑制されることにより、効率良くマイクロ波が誘電体窓 3 4 を透過してチャンバ 1 2 内に導入される。その結果、均一なプラズマ P が生成される。誘電体窓 3 4 には、プラズマ処理用のガス供給口 1 2 d が形成されている。ガス供給口 1 2 d は、誘電体窓 3 4 及びスロット板 3 2 の中央を貫通して内側導波管 2 4 a と連通する。ガス供給源 3 6 から供給されるガス G は、内側導波管 2 4 a 内を経由して、ガス供給口 1 2 d から処理チャンバ 1 2 内に供給されてもよい。ガス供給口 1 2 d からは、NH₃ ガス、N₂ ガス、Ar ガス等の窒化ガス、プラズマ生成用ガス、パージ用ガスが供給される。

[0055] プラズマ処理装置 1 0 A では、複数のプラズマ処理用のガス供給口 1 2 b

が、処理チャンバ12の側壁の環状領域に沿って形成される。ガス供給口12bは、処理チャンバ12の側壁の内部に形成されるリング状の空隙に連通されるように、処理チャンバ12の外側から中心に均等に放射状に形成される。ガス供給口12bからは、 N_2 ガス、Arガス等の、プラズマ生成用ガス、パージ用ガスが供給される。 NH_3 ガス等の窒化ガスが供給されても良い。

[0056] プラズマ処理装置10Aは、プラズマ処理用のガス供給口が環状のリング部材に形成されたエッジリング12eを備える。エッジリング12eでは、ガス供給口12bが、基板Wに向かって、チャンバ12内中央に向かって均等に形成される。エッジリング12eは例えば石英からなる。ガス供給源36から供給されるガスGは、エッジリング12eから処理チャンバ12内に供給されてもよい。ガス供給口12eからは、 NH_3 ガス、 N_2 ガス、Arガス等の窒化ガス、プラズマ生成用ガス、パージ用ガスが供給される。

[0057] ガス供給口12b、12d及びエッジリング12eから供給されるガスGのガス種、ガス流量、流量比及びガスを流す時間等はそれぞれ独立に制御され得る。

[0058] 図12は、一実施形態に係るプラズマ処理方法を模式的に示すタイミングチャートである。本実施形態に係るプラズマ処理方法は、上記プラズマ評価方法によって評価されたプラズマPを用いて、基板W上に吸着された層に対してプラズマ処理を施す工程を含む。これにより、基板W上に良好な膜質の窒化膜が形成される。

[0059] 上記プラズマ処理方法は、例えばプラズマ処理装置10Aを用いて、下記のステップ1～4を繰り返して行われる。これにより、例えば1～15nmの厚さを有する窒化膜が形成される。

(ステップ1) 処理チャンバ12内において、例えばジクロロシラン等の原料ガスを基板W上に吸着させてシリコン含有化合物を生成する(時刻 $t_1 \sim t_2$)。一例において、原料ガスは、Ar(ガス供給口12bからの流量: 900 sccm)、 N_2 (ガス供給口12bからの流量: 900 sccm)及びジクロロシラン(リング部44rからの流量: 280 sccm)を含む。

(ステップ2) 必要に応じて処理チャンバ12内を真空引き(時刻 $t_2 \sim t_3$)した後、余分に吸着した原料ガスをパージガスにより除去する(時刻 $t_3 \sim t_4$)。一例において、パージガスは、Ar(ガス供給口12bからの流量: 900 sccm、ガス供給口12d及びエッジリング12eからの流量: 500 sccm、リング部44rからの流量: 500 sccm)、N₂(ガス供給口12bからの流量: 900 sccm)及びアンモニア(ガス供給口12d及びエッジリング12eからの流量: 400 sccm)を含む。

(ステップ3) 例えばアンモニア等のガスGから生成されるプラズマPを用いて、基板W上に吸着された原料ガス(シリコン含有化合物)からなる層をプラズマ窒化処理する(時刻 $t_4 \sim t_5$)。プラズマPは、マイクロ波のパワー(例えば4000W)をONにすることにより生成される。

(ステップ4) 必要に応じて処理チャンバ12内を真空引き(時刻 $t_5 \sim t_6$)した後、処理チャンバ12内に残存するガスをパージガスにより除去する(時刻 $t_6 \sim t_7$)。ステップ4のパージガスはステップ2のパージガスと同じであってもよい。

以上のようなステップ1～4を1サイクルとして、所望の膜厚(例えば1～15 nm)のシリコン窒化膜が形成される。

[0060] 上記ステップ1～4を行う前に、窒素原子及び水素原子を含むガスGから生成されるプラズマPを用いて基板Wを予めプラズマ窒化処理してもよい。

[0061] 図9及び図10の実験例におけるシリコン窒化膜は、図11のプラズマ処理装置10Aによって形成される。図13は、シリコン窒化膜を形成する際のガス流量の一例を示す図表である。図13には、実験例1～6について、後述するステップ3においてガス供給口12b、12d及びエッジリング12eから供給されるガスGに含まれる各ガスの流量が示されている。一例では、プラズマ処理中の処理チャンバ12内の圧力が5 Torr、温度が400℃である。実験例1～6において、リング部44rからのAr流量は例えば100 sccmである。実験例1～4は、図9及び図10の実験例におけるシリコン窒化膜を形成する際のガス流量に対応する。

[0062] 以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

符号の説明

[0063] 10…プラズマ処理装置、12…処理チャンバ、16…プラズマ発生器、26…ラジアルラインスロットアンテナ、36…ガス供給源、56…制御部、70…光検出器、G…窒素原子及び水素原子を含むガス、P…プラズマ。

請求の範囲

- [請求項1] 原子層堆積法により窒化膜を形成するためのプラズマを評価するプラズマ評価方法であって、
- 窒素原子及び水素原子を含むガスから生成される前記プラズマからの発光を検出する工程と、
- 検出された前記発光の強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第1のピークと前記第1のピークとは異なり水素原子に起因する第2のピークとの強度比を、予め前記強度比と前記窒化膜の膜質を表す指標との関係から算出された基準値と比較した結果を用いて、前記プラズマの評価を行う工程と、
- を含む、プラズマ評価方法。
- [請求項2] 前記第1のピークのピーク波長が656.2nmであり、前記第2のピークのピーク波長が486.1nmである、請求項1に記載のプラズマ評価方法。
- [請求項3] 前記プラズマの評価を行う工程の後、前記強度比が前記基準値よりも小さい場合に、前記強度比が前記基準値以上となるように前記プラズマの条件を変更する工程を更に含む、請求項1又は2に記載のプラズマ評価方法。
- [請求項4] 前記プラズマの条件を変更する工程の後、前記プラズマからの発光を検出する工程に戻る、請求項3に記載のプラズマ評価方法。
- [請求項5] 前記プラズマが、マイクロ波によって生成される、請求項1～4のいずれか一項に記載のプラズマ評価方法。
- [請求項6] 前記プラズマが、ラジアルラインスロットアンテナによって生成される、請求項5に記載のプラズマ評価方法。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか一項に記載のプラズマ評価方法によって評価された前記プラズマを用いて、基板上に吸着された層に対してプラズマ処理を施す工程を含む、プラズマ処理方法。
- [請求項8] 原子層堆積法により窒化膜を形成するためのプラズマ処理装置であ

って、

処理チャンバと、

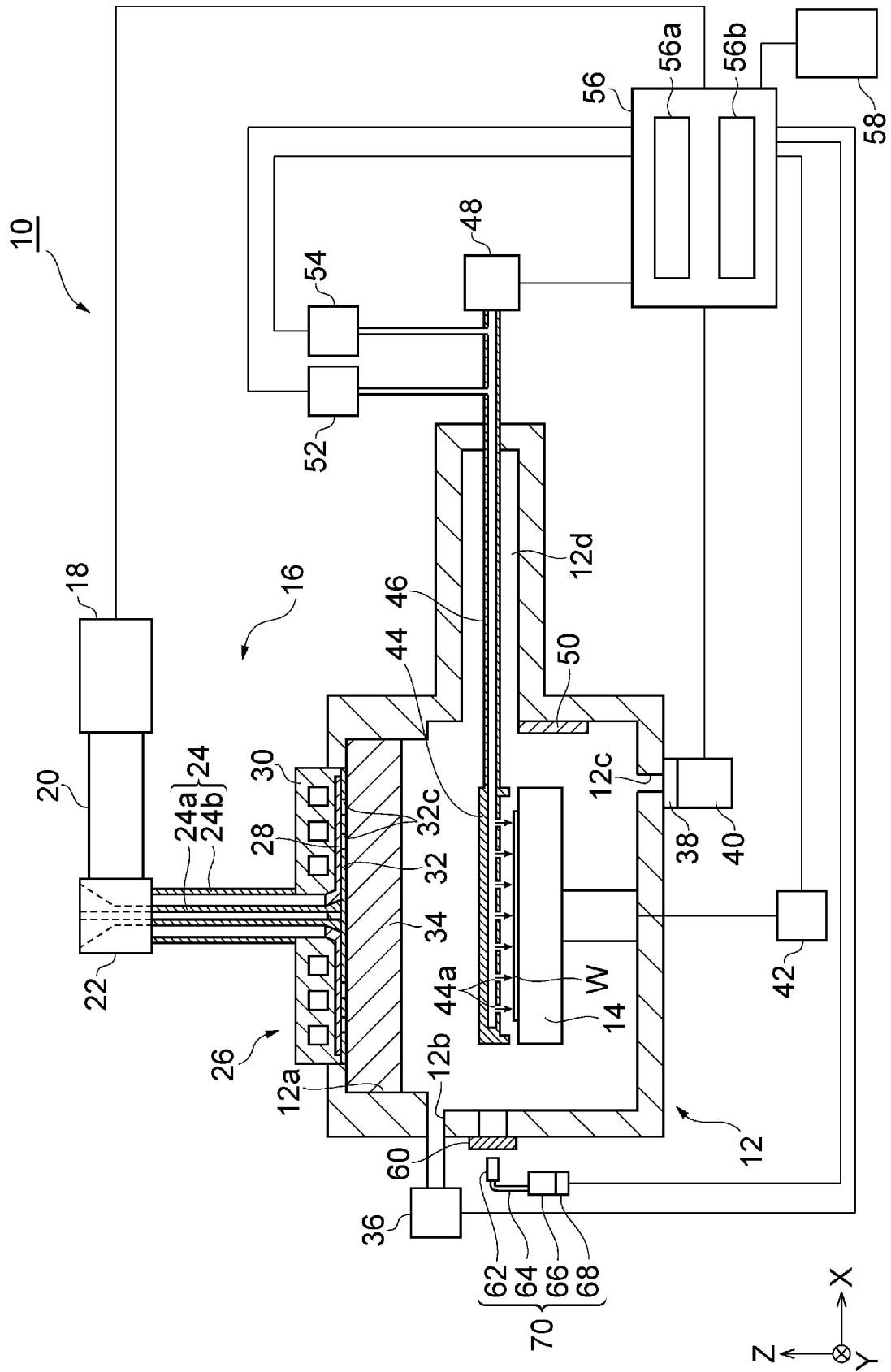
前記処理チャンバ内に、窒素原子及び水素原子を含むガスを供給するガス供給源と、

前記処理チャンバ内に、前記ガスから生成されるプラズマを発生させるプラズマ発生器と、

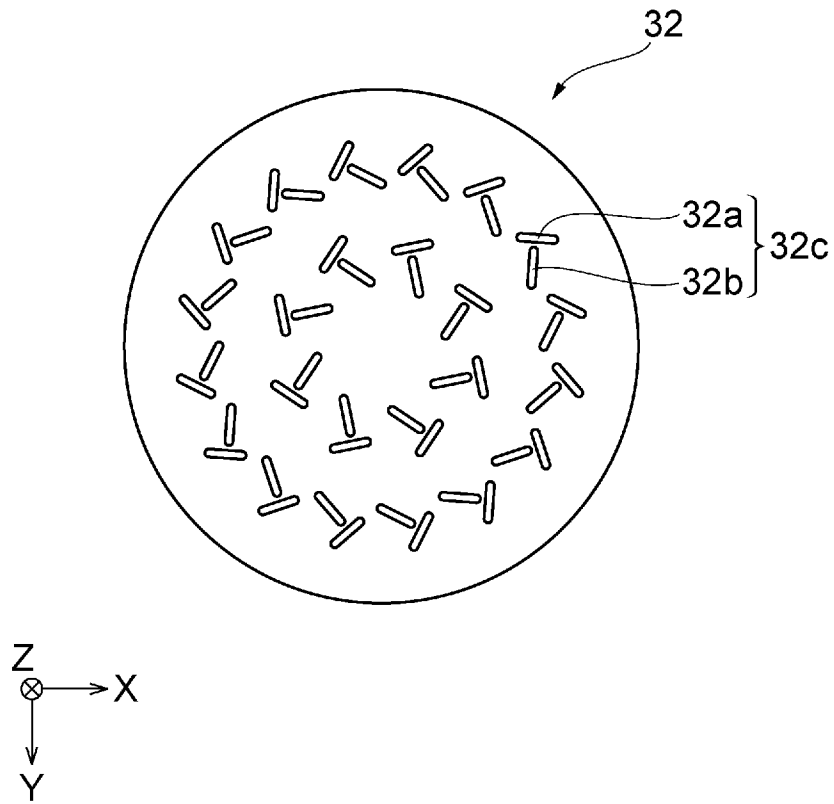
前記プラズマからの発光を検出する光検出器と、

検出された前記発光の強度の分光スペクトルにおいて水素原子に起因する第1のピークと前記第1のピークとは異なり水素原子に起因する第2のピークとの強度比を、予め前記強度比と前記窒化膜の膜質を表す指標との関係から算出された基準値と比較した結果を用いて、前記プラズマの評価を行う制御部と、
を備える、プラズマ処理装置。

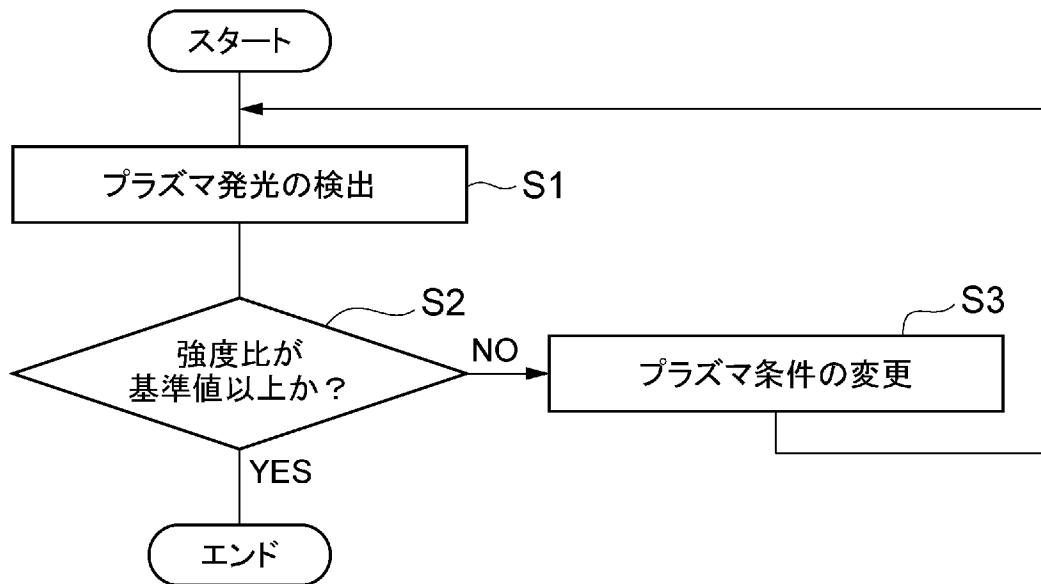
[図1]



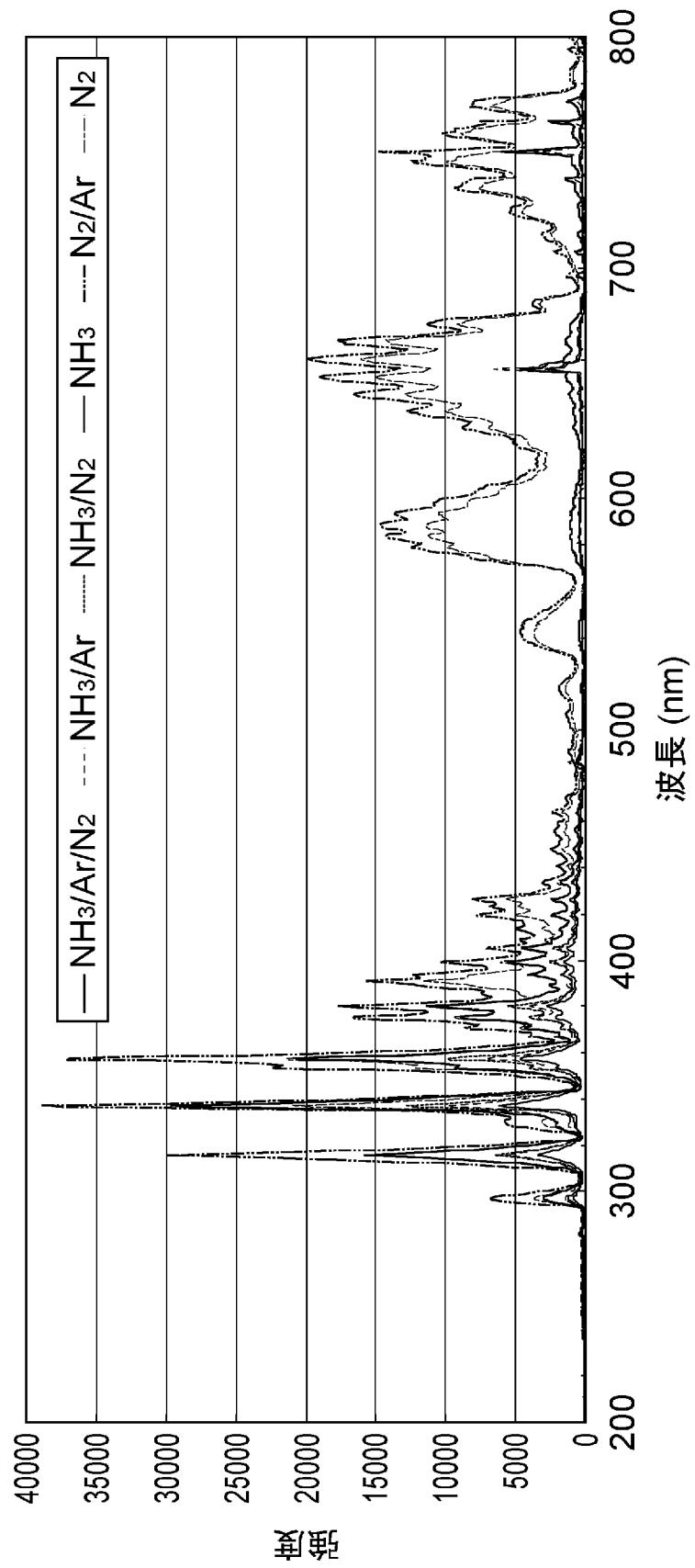
[図3]



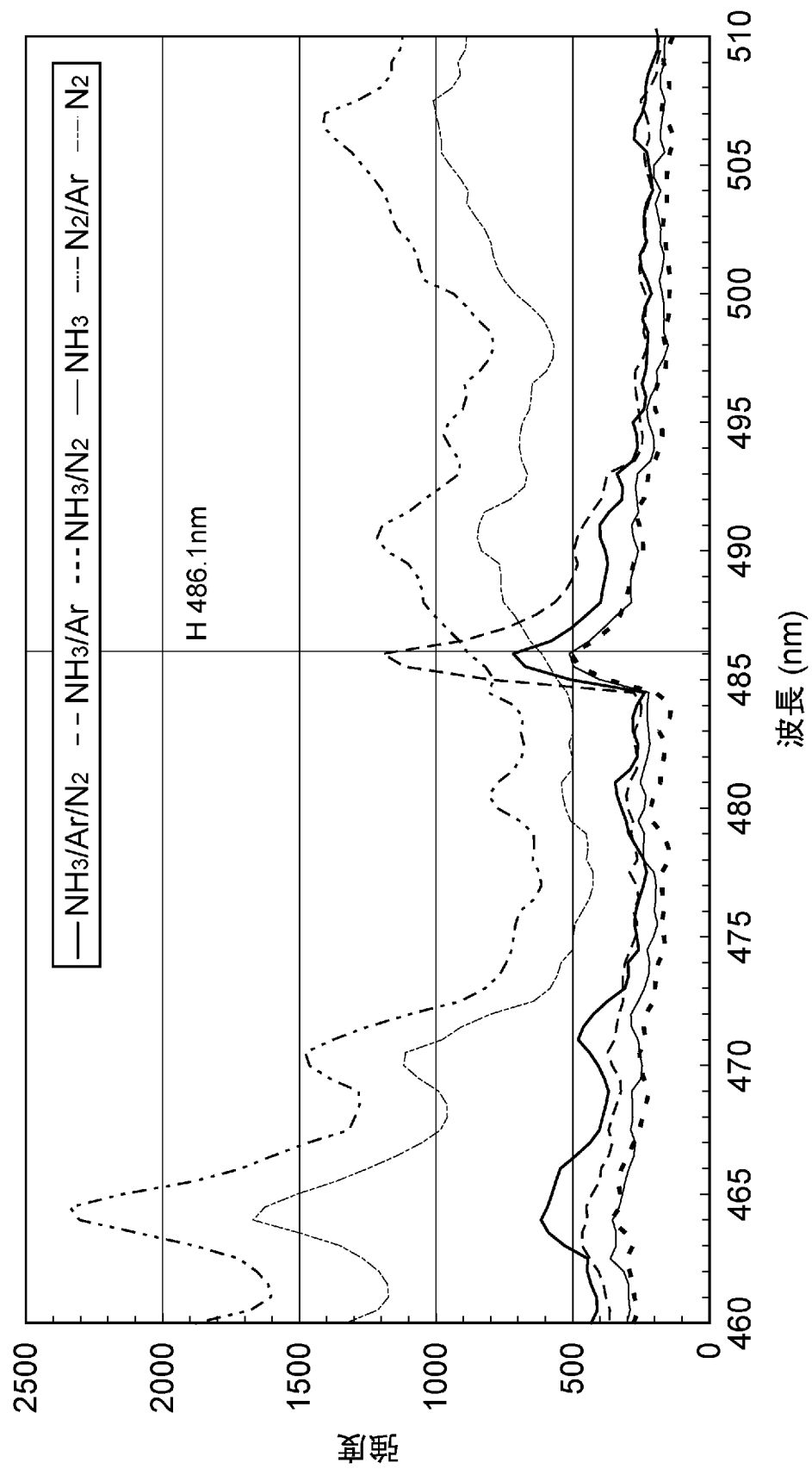
[図4]



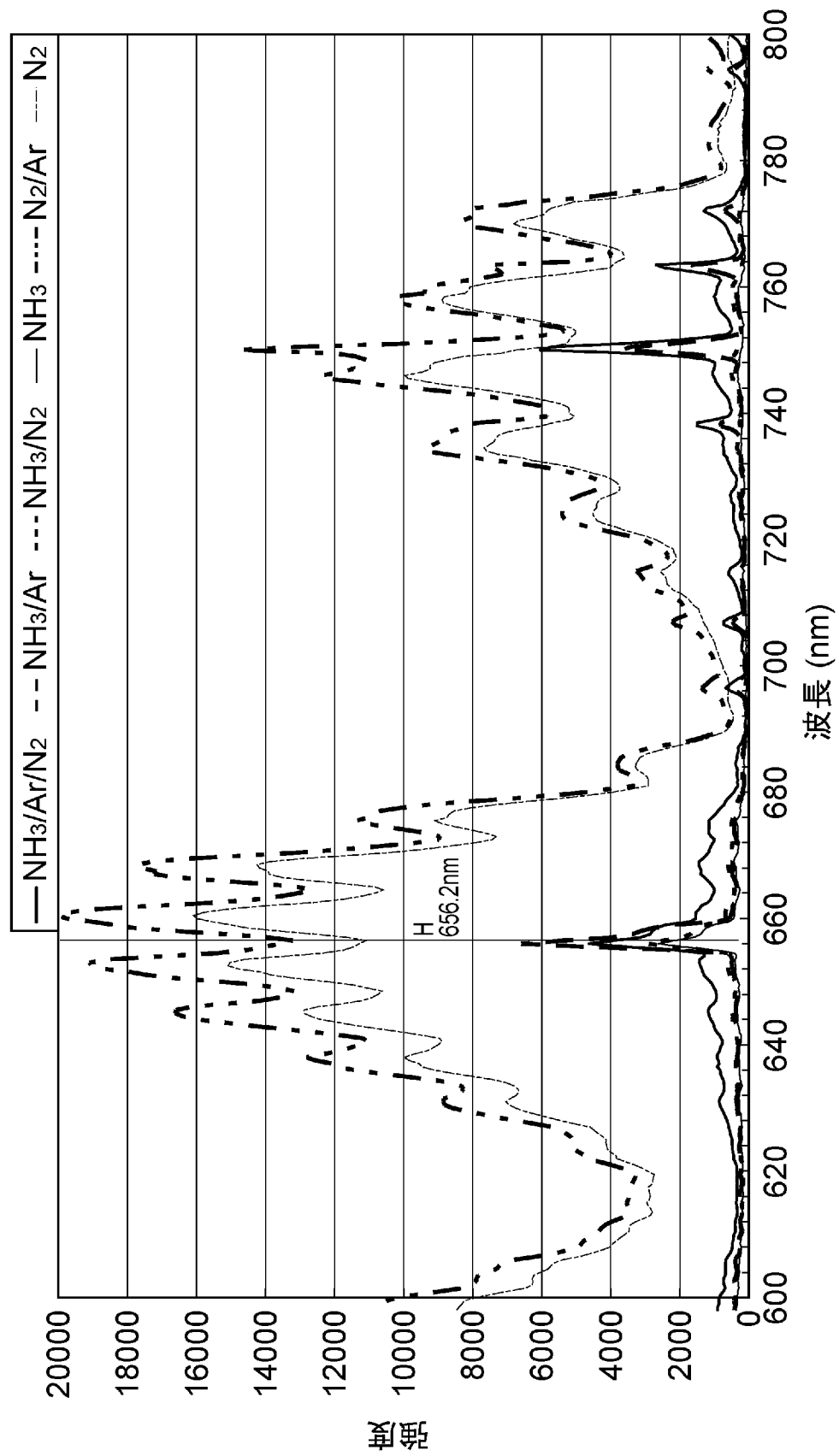
[図5]



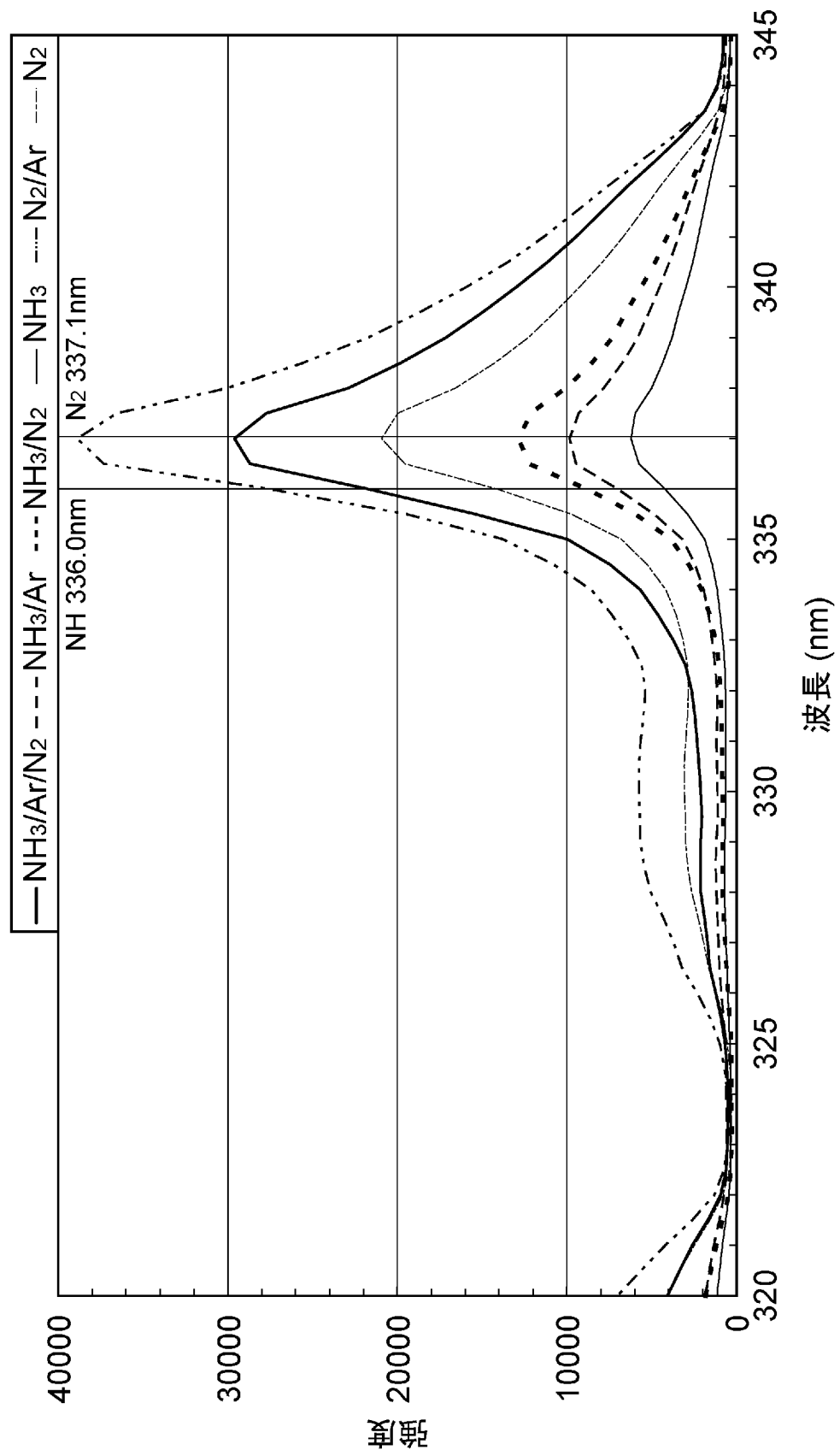
[図6]



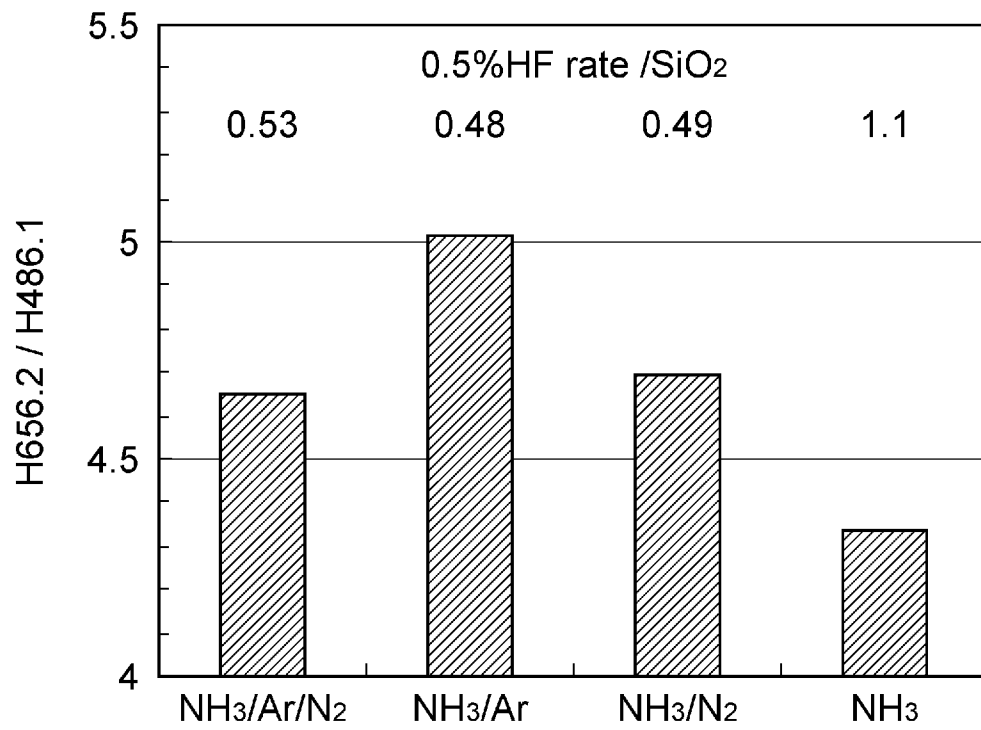
[図7]



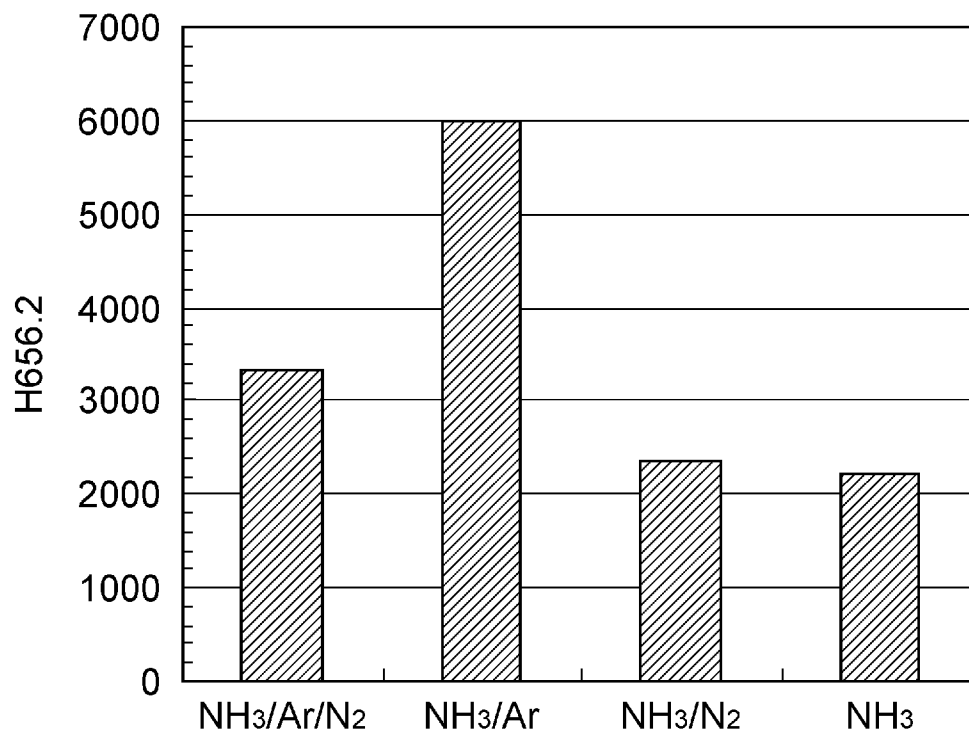
[図8]



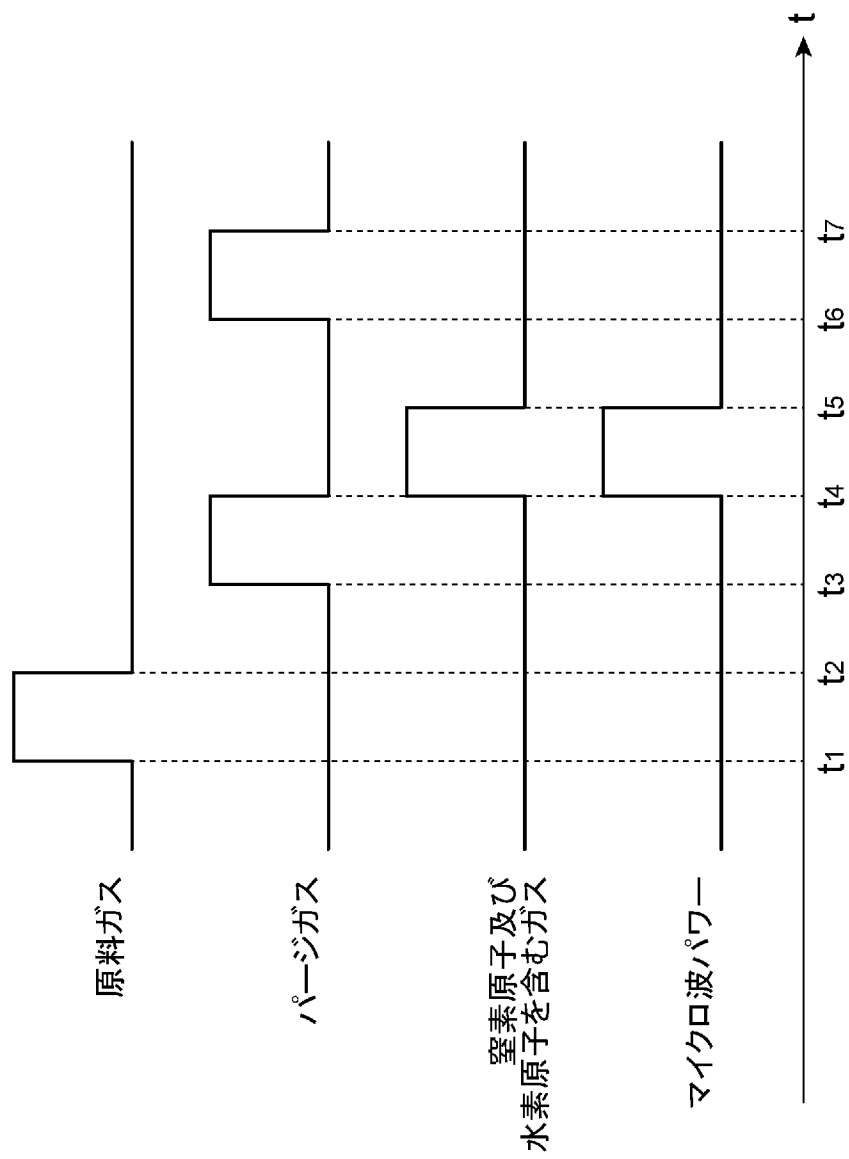
[図9]



[図10]



[図12]



[図13]

(sccm)

導入ガス穴	ガス	実験例 1	実験例 2	実験例 3	実験例 4	実験例 5	実験例 6
		NH ₃ /N ₂ /Ar	NH ₃	NH ₃ /N ₂	NH ₃ /Ar	N ₂ /Ar	N ₂
ガス供給口 12b	Ar	900	0	0	375	375	0
	N ₂	900	0	375	0	375	600
ガス供給口 12d 及び エッジリング 12e	Ar	200	0	0	375	375	0
	NH ₃	400	1200	750	750	0	0
	N ₂	0	0	375	0	375	600

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01)i, C23C16/511(2006.01)i, C23C16/52(2006.01)i,
H01L21/3065(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)

H01L21/205, C23C16/511, C23C16/52, H01L21/3065

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	JP 2001-284322 A (Sharp Corp.), 12 October 2001 (12.10.2001), paragraphs [0009] to [0071] (Family: none)	1, 3-8
Y	JP 2010-186885 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0009] to [0038] & EP 2398042 A1 & WO 2010/092757 A1 & TW 201035361 A & KR 10-2011-0116043 A	1, 3, 4, 7, 8
Y A	JP 2006-45640 A (Tokyo Electron Ltd.), 16 February 2006 (16.02.2006), paragraphs [0022] to [0061] & US 2008/0050538 A1 & WO 2006/013720 A1 & CN 1993496 A	5, 6 2

☐ 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
13 July, 2012 (13.07.12)

Date of mailing of the international search report
24 July, 2012 (24.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205 (2006.01) i, C23C16/511 (2006.01) i, C23C16/52 (2006.01) i, H01L21/3065 (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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205, C23C16/511, C23C16/52, H01L21/3065

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
Y	JP 2001-284322 A (シャープ株式会社) 2001.10.12, 【0009】～【0071】 (ファミリーなし)	1, 3-8
Y	JP 2010-186885 A (三井造船株式会社) 2010.08.26, 【0009】～【0038】 & EP 2398042 A1 & WO 2010/092757 A1 & TW 201035361 A & KR 10-2011-0116043 A	1, 3, 4, 7, 8
Y	JP 2006-45640 A (東京エレクトロン株式会社) 2006.02.16, 【0022】～【0061】 & US 2008/0050538 A1 & WO 2006/013720 A1 & CN 1993496 A	5, 6
A		2

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

1 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

今井 淳一

4 R

9 0 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1