

(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
2019年3月28日(28.03.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/058554 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/302 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034543

(22) 国際出願日: 2017年9月25日(25.09.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC (KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶町三丁目4番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小川 有人 (OGAWA, Arito); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP).

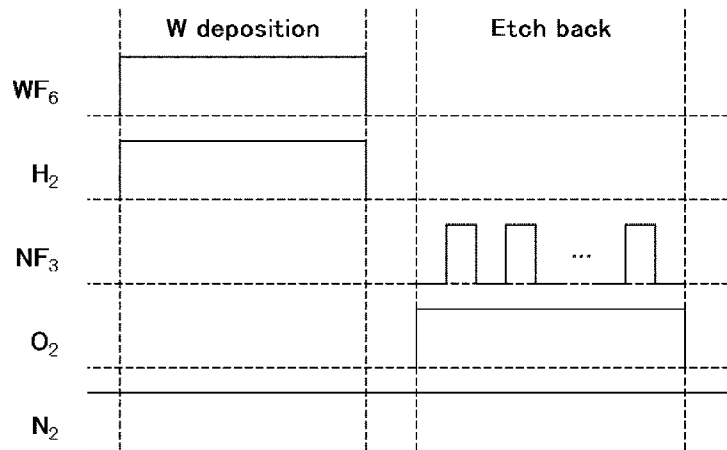
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, 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,

(54) **Title:** MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE, SUBSTRATE PROCESSING DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラム



(57) **Abstract:** Problem: To suppress etching gas from reacting with films other than the etching target film that are exposed during etchback. Solution: A method involving: an etchback step in which an oxygen-containing gas and a fluorine-containing etching gas are supplied to a substrate, which comprises a first metal film formed on the surface and a second metal film embedded in an opening, to etch the second metal film; and a removal step in which the aforementioned oxygen-containing gas and the aforementioned fluorine-containing etching gas are removed.

(57) 要約: 課題: エッチバック時に剥き出しになったエッチング対象膜以外の膜と、エッチングガスが反応することを抑制する。解決手段: 表面に第1の金属膜が形成された開口部に第2の金属膜が埋め込まれた基板に対して、酸素含有ガスおよびフッ素含有エッチングガスを供給して、前記第2の金属膜をエッチバックするエッチバック工程と、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを除去する除去工程と、を行う。

[続葉有]

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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 3次元構造を持つNAND型Flashメモリのコントロールゲートや、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) のワードライン向け電極には、一般的にはタングステン (W) 膜が用いられる。このW膜は最終的に穴に埋め込まれた状態となるが、その成膜時には穴の中にWを完全に埋め込み塞ぎこむ。その際、不要な部分にもW膜は成膜されるため、W成膜工程の後、エッチバック工程を行い、所望の部分にのみW膜を残す。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-109419号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] W膜のエッチバックには、従来、ウェット洗浄が主に用いられてきたが、近年、ドライエッチによるエッチバックが検討されている。しかし、たとえば、W膜をエッチバックする場合、エッチバックされるW膜の膜厚は、成膜したW膜の膜厚よりも多い（厚い）ため、W膜が埋め込まれていない部分では他の膜が剥き出しになる場合がある。剥き出しになった他の膜は、エッチングガスと反応して、削られてしまったり、異物を形成してしまったりすることがある。

[0005] 本発明は、エッチバック時に剥き出しになったエッチング対象膜以外の膜

と、エッチングガスが反応することを抑制することが可能な技術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

[0006] 本発明の一態様によれば、

表面に第1の金属膜が形成された開口部に第2の金属膜が埋め込まれた基板に対して、酸素含有ガスおよびフッ素含有エッチングガスを供給して、前記第2の金属膜をエッチバックするエッチバック工程と、
前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを除去する除去工程と、
を有する技術が提供される。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、エッチバック時に剥き出しになったエッチング対象膜以外の膜と、エッチングガスが反応することを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態におけるデバイスの概略を示す図である。

[図2]本発明の一実施形態における基板処理装置の縦型処理炉の概略を示す縦断面図である。

[図3]図2におけるA-A線概略横断面図である。

[図4]本発明の一実施形態における基板処理装置のコントローラの概略構成図であり、コントローラの制御系をブロック図で示す図である。

[図5]本発明の一実施形態におけるガス供給のタイミングを示す図である。

[図6]本発明の一実施形態による評価時における基板処理装置の処理室内に収容された基板の種類とそれぞれの基板の位置関係を示す図である。

[図7]本発明の一実施形態による評価（SiウエハのXPS分析）の結果を示す図である。

[図8]本発明の一実施形態のガス供給のタイミングの変形例を示す図であり、
（A）は変形例1を示す図であり、（B）は変形例2を示す図であり、（C）は変形例3を示す図であり、（D）は変形例4を示す図であり、（E）は

変形例 5 を示す図であり、（F）は変形例 6 を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0009] たとえば、NAND型Flashメモリでは、上述のように、W膜をエッチバックする場合、W膜が埋め込まれていない部分では他の膜が剥き出しになる場合がある。他の膜としては、たとえば、シリコン膜（Si膜）やシリコン酸化膜（SiO膜）、シリコン窒化膜（SiN膜）、アルミニウム酸化膜（AlO膜）などが挙げられる。また、基板の裏面等、最初から剥き出しとなっている部分もある。たとえば、シリコン（Si）基板の場合、裏面にはSiが剥き出しになっている。なお、Si基板の場合は、シリコン601がSi基板に相当する。たとえば、図1に示すように、シリコン604の上に、アルミニウム酸化膜603、チタン窒化膜602が形成されており、タングステン601を埋め込む場合がある。
- [0010] たとえば、Siが剥き出しになっている場合、エッチングガスと反応してSiが削られてしまったり、エッチングされたWとSiが反応し、Si中にWが入り込んでしまうことがある。たとえば、AlOが剥き出しになっている場合、エッチングガスに含まれる元素と反応して異物を形成し、その異物がAlO内に残留することがある。エッチングガスとしてハロゲン系エッチングガスを用いる場合、異物は主にAlとハロゲン元素で構成される。たとえば、エッチングガスとしてフッ素含有ガスである三フッ化窒素（ NF_3 ）ガスを用いた場合、AlとFが反応してAlFが形成される。AlFは蒸気圧が低い固体としてAlO内に残留する可能性がある。
- [0011] そこで、発明者らは鋭意研究を行い、エッチバック時にエッチングガスと同時に酸素含有ガスを流すことを考えた。たとえば、酸素含有ガスを流すことで、Siが剥き出しになった部分はSiとOを反応させてSiOを形成することで、エッチングガスとの反応を抑えてSiが削られてしまうことを抑制し、エッチングされたWとSiが反応し、Si中にWが入り込んでしまうことを抑制することができる。これは、SiはWと反応してタングステンシリコン膜（タングステンシリサイド、 WSi ）を形成するが、SiOはWと反

応しないことに起因する。また、A I Oがエッチングガスと反応することを抑制し、エッチングガスに含まれる元素と反応して異物を形成することを抑制することができる。以下に詳細を説明する。

[0012] <本発明の一実施形態>

以下、本発明の一実施形態について、図2～4を参照しながら説明する。基板処理装置10は半導体装置の製造工程において使用される装置の一例として構成されている。

[0013] (1) 基板処理装置の構成

基板処理装置10は、加熱手段（加熱機構、加熱系）としてのヒータ207が設けられた処理炉202を備える。ヒータ207は円筒形状であり、保持板としてのヒータベース（図示せず）に支持されることにより垂直に据え付けられている。

[0014] ヒータ207の内側には、ヒータ207と同心円状に反応容器（処理容器）を構成するアウトチューブ203が配設されている。アウトチューブ203は、たとえば石英（ SiO_2 ）、炭化シリコン（ SiC ）などの耐熱性材料からなり、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。アウトチューブ203の下方には、アウトチューブ203と同心円状に、マニホールド（インレットフランジ）209が配設されている。マニホールド209は、たとえばステンレス（ SUS ）などの金属からなり、上端及び下端が開口した円筒形状に形成されている。マニホールド209の上端部と、アウトチューブ203との間には、シール部材としてのリング220aが設けられている。マニホールド209がヒータベースに支持されることにより、アウトチューブ203は垂直に据え付けられた状態となる。

[0015] アウトチューブ203の内側には、反応容器を構成するインナチューブ204が配設されている。インナチューブ204は、たとえば石英（ SiO_2 ）、炭化シリコン（ SiC ）などの耐熱性材料からなり、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。主に、アウトチューブ203と、インナチューブ204と、マニホールド209とにより処理容器（反応容器）が

構成されている。処理容器の筒中空部（インナチューブ204の内側）には処理室201が形成されている。

[0016] 処理室201は、基板としてのウエハ200を後述するボート217によって水平姿勢で鉛直方向に多段に配列した状態で収容可能に構成されている。

[0017] 処理室201内には、ノズル410、420、430がマニホールド209の側壁及びインナチューブ204を貫通するように設けられている。ノズル410、420、430には、ガス供給ラインとしてのガス供給管310、320、330が、それぞれ接続されている。このように、基板処理装置10には3本のノズル410、420、430と、3本のガス供給管310、320、330とが設けられており、処理室201内へ複数種類のガスを供給することができるように構成されている。ただし、本実施形態の処理炉202は上述の形態に限定されない。

[0018] ガス供給管310、320、330には上流側から順に流量制御器（流量制御部）であマスフローコントローラ（MFC）312、322、332がそれぞれ設けられている。また、ガス供給管310、320、330には、開閉弁であるバルブ314、324、334がそれぞれ設けられている。ガス供給管310、320、330のバルブ314、324、334の下流側には、エッチングガスを供給するガス供給管610、620、630がそれぞれ接続されている。ガス供給管610、620、630には、上流側から順に、流量制御器（流量制御部）であるMFC612、622、632及び開閉弁であるバルブ614、624、634がそれぞれ設けられている。また、ガス供給管310、320、330のバルブ314、324、334の下流側には、不活性ガスを供給するガス供給管510、520、530がそれぞれ接続されている。ガス供給管510、520、530には、上流側から順に、流量制御器（流量制御部）であるMFC512、522、532及び開閉弁であるバルブ514、524、534がそれぞれ設けられている。

[0019] ガス供給管310、320、330の先端部にはノズル410、420、

４３０がそれぞれ連結接続されている。ノズル４１０、４２０、４３０は、Ｌ字型のノズルとして構成されており、その水平部はマニホールド２０９の側壁及びインナチューブ２０４を貫通するように設けられている。ノズル４１０、４２０、４３０の垂直部は、インナチューブ２０４の径方向外向きに突出し、かつ鉛直方向に延在するように形成されているチャンネル形状（溝形状）の予備室２０１ａの内部に設けられており、予備室２０１ａ内にてインナチューブ２０４の内壁に沿って上方（ウエハ２００の配列方向上方）に向かって設けられている。

[0020] ノズル４１０、４２０、４３０は、処理室２０１の下部領域から処理室２０１の上部領域まで延在するように設けられており、ウエハ２００と対向する位置にそれぞれ複数のガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａが設けられている。これにより、ノズル４１０、４２０、４３０のガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａからそれぞれウエハ２００に処理ガスを供給する。このガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａは、インナチューブ２０４の下部から上部にわたって複数設けられ、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。ただし、ガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａは上述の形態に限定されない。たとえば、インナチューブ２０４の下部から上部に向かって開口面積を徐々に大きくしてもよい。これにより、ガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａから供給されるガスの流量をより均一化することが可能となる。

[0021] ノズル４１０、４２０、４３０のガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａは、後述するボート２１７の下部から上部までの高さの位置に複数設けられている。そのため、ノズル４１０、４２０、４３０のガス供給孔４１０ａ、４２０ａ、４３０ａから処理室２０１内に供給された処理ガスは、ボート２１７の下部から上部までに収容されたウエハ２００、すなわちボート２１７に収容されたウエハ２００の全域に供給される。ノズル４１０、４２０、４３０は、処理室２０１の下部領域から上部領域まで延在するように設けられていればよいが、ボート２１７の天井付近まで延在するように設けられて

いることが好ましい。

- [0022] ガス供給管310からは、処理ガスとして、金属元素を含む原料ガス（金属含有ガス、原料ガス）が、MFC312、バルブ314、ノズル410を介して処理室201内に供給される。原料としては、たとえば金属元素としてのタングステン（W）を含み、ハロゲン系原料（ハロゲン化物）であってフッ素含有原料ガスとしての六フッ化タングステン（WF₆）が用いられる。
- [0023] ガス供給管320からは、還元ガスが、MFC322、バルブ324、ノズル420を介して処理室201内に供給される。還元ガスとしては、たとえば水素元素（H）を含むH含有ガスとして水素（H₂）ガスを用いることができる。
- [0024] ガス供給管330からは、酸化ガスが、MFC332、バルブ334、ノズル430を介して処理室201内に供給される。酸化ガスとしては、たとえば酸素元素（O）を含むO含有ガスとして酸素（O₂）ガスを用いることができる。
- [0025] ガス供給管510、520、530からは、不活性ガスとして、たとえば窒素（N₂）ガスが、それぞれMFC512、522、532、バルブ514、524、534、ノズル410、420、430を介して処理室201内に供給される。なお、以下、不活性ガスとしてN₂ガスを用いる例について説明するが、不活性ガスとしては、N₂ガス以外に、たとえば、アルゴン（Ar）ガス、ヘリウム（He）ガス、ネオン（Ne）ガス、キセノン（Xe）ガス等の希ガスを用いてもよい。
- [0026] ガス供給管610、620、630からは、エッチングガスが、それぞれMFC612、622、632、バルブ614、624、634、ノズル410、420、430を介して処理室201内に供給される。エッチングガスとしては、たとえば、ハロゲン元素を含むハロゲン系エッチングガスであってフッ素元素を含むフッ素含有エッチングガスとしての三フッ化窒素（NF₃）を用いることができる。
- [0027] 主に、ガス供給管310、320、330、610、620、630、M

FC312, 322, 332, 612, 622, 632、バルブ314, 324, 334, 614, 624, 634、ノズル410, 420, 430によりガス供給系が構成されるが、ノズル410, 420, 430のみをガス供給系とを考えてもよい。ガス供給管310, 330から原料ガスを流す場合、主に、ガス供給管310, 330、MFC312, 332、バルブ314, 334により原料ガス供給系が構成されるが、ノズル410, 430を原料ガス供給系に含めて考えてもよい。ガス供給管320から還元ガスを流す場合、主に、ガス供給管320、MFC322、バルブ324により還元ガス供給系が構成されるが、ノズル420を還元ガス供給系に含めて考えてもよい。ガス供給管610, 620, 630からエッチングガスを流す場合、主に、ガス供給管610, 620, 630、MFC612, 622, 632、バルブ614, 624, 634によりエッチングガス供給系が構成されるが、ノズル410, 420, 430をエッチングガス供給系に含めて考えてもよい。主に、ガス供給管510, 520, 530、MFC512, 522, 532、バルブ514, 524, 534により不活性ガス供給系が構成される。不活性ガス供給系を、ページガス供給系、希釈ガス供給系、或いは、キャリアガス供給系と称することもできる。

[0028] 本実施形態におけるガス供給の方法は、インナチューブ204の内壁と、複数枚のウエハ200の端部とで定義される円環状の縦長の空間内、すなわち、円筒状の空間内の予備室201a内に配置したノズル410, 420, 430を経由してガスを搬送している。そして、ノズル410, 420, 430のウエハと対向する位置に設けられた複数のガス供給孔410a, 420a, 430aからインナチューブ204内にガスを噴出させている。より詳細には、ノズル410のガス供給孔410a、ノズル420のガス供給孔420a及びノズル430のガス供給孔430aにより、ウエハ200の表面と平行方向、すなわち水平方向に向かって原料ガス等を噴出させている。

[0029] 排気孔（排気口）204aは、インナチューブ204の側壁であってノズル410, 420, 430に対向した位置、すなわち予備室201aとは1

80度反対側の位置に形成された貫通孔であり、たとえば、鉛直方向に細長く開設されたスリット状の貫通孔である。そのため、ノズル410、420、430のガス供給孔410a、420a、430aから処理室201内に供給され、ウエハ200の表面上を流れたガス、すなわち、残留するガス（残ガス）は、排気孔204aを介してインナチューブ204とアウトチューブ203との間に形成された隙間からなる排気路206内に流れる。そして、排気路206内へと流れたガスは、排気管231内に流れ、処理炉202外へと排出される。

[0030] 排気孔204aは、複数のウエハ200と対向する位置（好ましくはポート217の上部から下部と対向する位置）に設けられており、ガス供給孔410a、420a、430aから処理室201内のウエハ200の近傍に供給されたガスは、水平方向、すなわちウエハ200の表面と平行方向に向かって流れた後、排気孔204aを介して排気路206内へと流れる。すなわち、処理室201に残留するガスは、排気孔204aを介してウエハ200の主面に対して平行に排気される。なお、排気孔204aはスリット状の貫通孔として構成される場合に限らず、複数個の孔により構成されていてもよい。

[0031] マニホールド209には、処理室201内の雰囲気気を排気する排気管231が設けられている。排気管231には、上流側から順に、処理室201内の圧力を検出する圧力検出器（圧力検出部）としての圧力センサ245、APC（Auto Pressure Controller）バルブ243、真空排気装置としての真空ポンプ246が接続されている。APCバルブ243は、真空ポンプ246を作動させた状態で弁を開閉することで、処理室201内の真空排気及び真空排気停止を行うことができ、更に、真空ポンプ246を作動させた状態で弁開度を調節することで、処理室201内の圧力を調整することができる。主に、排気孔204a、排気路206、排気管231、APCバルブ243及び圧力センサ245により、排気系すなわち排気ラインが構成される。なお、真空ポンプ246を排気系に含めて考えて

もよい。

[0032] マニホールド209の下方には、マニホールド209の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシールキャップ219が設けられている。シールキャップ219は、マニホールド209の下端に鉛直方向下側から当接されるように構成されている。シールキャップ219は、たとえばSUS等の金属からなり、円盤状に形成されている。シールキャップ219の上面には、マニホールド209の下端と当接するシール部材としてのリング220bが設けられている。シールキャップ219における処理室201の反対側には、ウエハ200を収容するボート217を回転させる回転機構267が設置されている。回転機構267の回転軸255は、シールキャップ219を貫通してボート217に接続されている。回転機構267は、ボート217を回転させることでウエハ200を回転させるように構成されている。シールキャップ219は、アウタチューブ203の外部に垂直に設置された昇降機構としてのボートエレベータ115によって鉛直方向に昇降されるように構成されている。ボートエレベータ115は、シールキャップ219を昇降させることで、ボート217を処理室201内外に搬入及び搬出することが可能なように構成されている。ボートエレベータ115は、ボート217及びボート217に収容されたウエハ200を、処理室201内外に搬送する搬送装置（搬送機構）として構成されている。

[0033] 基板支持具としてのボート217は、複数枚、たとえば25～200枚のウエハ200を、水平姿勢で、かつ、互いに中心を揃えた状態で鉛直方向に整列させて多段に支持するように、すなわち、間隔を空けて配列させるように構成されている。ボート217は、たとえば石英やSiC等の耐熱性材料からなる。ボート217の下部には、たとえば石英やSiC等の耐熱性材料からなる断熱板218が水平姿勢で多段（図示せず）に支持されている。この構成により、ヒータ207からの熱がシールキャップ219側に伝わりにくくなっている。ただし、本実施形態は上述の形態に限定されない。たとえば、ボート217の下部に断熱板218を設けずに、石英やSiC等の耐熱

性材料からなる筒状の部材として構成された断熱筒を設けてもよい。

[0034] 図3に示すように、インナチューブ204内には温度検出器としての温度センサ263が設置されており、温度センサ263により検出された温度情報に基づきヒータ207への通電量を調整することで、処理室201内の温度が所望の温度分布となるように構成されている。温度センサ263は、ノズル410、420及び430と同様にL字型に構成されており、インナチューブ204の内壁に沿って設けられている。

[0035] 図4に示すように、制御部（制御手段）であるコントローラ121は、CPU（Central Processing Unit）121a、RAM（Random Access Memory）121b、記憶装置121c、I/Oポート121dを備えたコンピュータとして構成されている。RAM121b、記憶装置121c、I/Oポート121dは、内部バスを介して、CPU121aとデータ交換可能なように構成されている。コントローラ121には、たとえばタッチパネル等として構成された入出力装置122が接続されている。

[0036] 記憶装置121cは、たとえばフラッシュメモリ、HDD（Hard Disk Drive）等で構成されている。記憶装置121c内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラム、後述する半導体装置の製造方法の手順や条件などが記載されたプロセスレシピなどが、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する半導体装置の製造方法における各工程（各ステップ）をコントローラ121に実行させ、所定の結果を得ることができるよう組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピ、制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。本明細書においてプログラムという言葉を用いた場合は、プロセスレシピ単体のみを含む場合、制御プログラム単体のみを含む場合、または、プロセスレシピ及び制御プログラムの組み合わせを含む場合がある。RAM121bは、CPU121aによって読み出されたプログラムやデータ等が一時的に保持されるメモリ領域（ワークエリア）として構成されている。

。

[0037] I/Oポート121dは、上述のMFC312、322、332、512、522、532、612、622、632、バルブ314、324、334、514、524、534、614、624、634、圧力センサ245、APCバルブ243、真空ポンプ246、ヒータ207、温度センサ263、回転機構267、ボートエレベータ115等に接続されている。

[0038] CPU121aは、記憶装置121cから制御プログラムを読み出して実行すると共に、入出力装置122からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置121cからレシピ等を読み出すように構成されている。CPU121aは、読み出したレシピの内容に沿うように、MFC312、322、332、512、522、532、612、622、632による各種ガスの流量調整動作、バルブ314、324、334、514、524、534、614、624、634の開閉動作、APCバルブ243の開閉動作及びAPCバルブ243による圧力センサ245に基づく圧力調整動作、温度センサ263に基づくヒータ207の温度調整動作、真空ポンプ246の起動及び停止、回転機構267によるボート217の回転及び回転速度調節動作、ボートエレベータ115によるボート217の昇降動作、ボート217へのウエハ200の収容動作等を制御するように構成されている。

[0039] コントローラ121は、外部記憶装置（たとえば、磁気テープ、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスク、CDやDVD等の光ディスク、MO等の光磁気ディスク、USBメモリやメモリカード等の半導体メモリ）123に格納された上述のプログラムを、コンピュータにインストールすることにより構成することができる。記憶装置121cや外部記憶装置123は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として構成されている。以下、これらを総称して、単に、記録媒体ともいう。本明細書において記録媒体は、記憶装置121c単体のみを含む場合、外部記憶装置123単体のみを含む場合、または、その両方を含む場合がある。なお、コンピュータへのプログラムの提供は、外部記憶装置123を用いず、インターネットや専用

回線等の通信手段を用いて行ってもよい。

[0040] (2) 基板処理工程

半導体装置（デバイス）の製造工程の一工程として、シリコン基板としてのウエハ200上に設けられたパターンであって、表面にAlO膜、チタン窒化膜（TiN膜）が順に形成されたパターンの穴にW膜を埋め込むW成膜工程およびW膜をエッチバックするエッチバック工程の一例について、図5を用いて説明する。W成膜工程およびエッチバック工程は上述した基板処理装置10の処理炉202を用いて実行される。以下の説明において、基板処理装置10を構成する各部の動作はコントローラ121により制御される。

[0041] 本実施形態による半導体装置の製造工程（基板処理工程）は、表面に第1の金属膜（たとえばTiN膜）が形成された開口部（穴）に第2の金属膜（たとえばW膜）が埋め込まれたウエハ200に対して、酸素含有ガス（たとえばO₂ガス）およびフッ素含有ガス（たとえばNF₃ガス）を供給して、W膜をエッチバックするエッチバック工程と、O₂ガスおよびNF₃ガスを除去する除去工程と、を含む。

[0042] なお、本明細書において「ウエハ」という言葉を用いた場合は、「ウエハそのもの」を意味する場合や、「ウエハとその表面に形成された所定の層や膜等との積層体（集合体）」を意味する場合（すなわち、表面に形成された所定の層や膜等を含めてウエハと称する場合）がある。また、本明細書において「ウエハの表面」という言葉を用いた場合は、「ウエハそのものの表面（露出面）」を意味する場合や、「ウエハ上に形成された所定の層や膜等の表面、すなわち、積層体としてのウエハの最表面」を意味する場合がある。なお、本明細書において「基板」という言葉を用いた場合も、「ウエハ」という言葉を用いた場合と同義である。

[0043] (ウエハ搬入)

複数枚の表面にAlO膜、チタン窒化膜（TiN膜）が順に形成されたパターンの穴を有するウエハ200がポート217に装填（ウエハチャージ）

されると、図1に示されているように、複数枚のウエハ200を支持したポート217は、ポートエレベータ115によって持ち上げられて処理室201内に搬入（ポートロード）される。この状態で、シールキャップ219はリング220を介して反応管203の下端開口を閉塞した状態となる。

[0044] （圧力調整および温度調整）

処理室201内が所望の圧力（真空度）となるように真空ポンプ246によって真空排気される。この際、処理室201内の圧力は、圧力センサ245で測定され、この測定された圧力情報に基づき、APCバルブ243がフィードバック制御される（圧力調整）。真空ポンプ246は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は常時作動させた状態を維持する。また、処理室201内が所望の温度となるようにヒータ207によって加熱される。この際、処理室201内が所望の温度分布となるように、温度センサ263が検出した温度情報に基づきヒータ207への通電量がフィードバック制御される（温度調整）。ヒータ207による処理室201内の加熱は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。

[0045] [W成膜工程（W deposition）]

W膜を形成するステップを実行する。

[0046] （WF₆ガスおよびH₂ガス供給）

バルブ314, 324を開き、ガス供給管310, 320内にそれぞれWF₆ガス、H₂ガスを流す。WF₆ガス、H₂ガスは、MFC312, 324によりそれぞれ流量調整され、ノズル410, 420のガス供給孔410a, 420aからそれぞれ処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ウエハ200に対してWF₆ガスおよびH₂ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ514, 524を開き、ガス供給管510, 520内にN₂ガス等の不活性ガスを流してもよい。ガス供給管510, 520内を流れたN₂ガスは、MFC512, 522により流量調整され、WF₆ガス、H₂ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から

排気される。なお、このとき、ノズル430内への WF_6 ガスおよび H_2 ガスの侵入を防止するために、バルブ534を開き、ガス供給530内に N_2 ガスを流す。 N_2 ガスは、ガス供給管330、ノズル430を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0047] このときAPCバルブ243を調整して、処理室201内の圧力を、たとえば10～6630Paの範囲内の圧力とする。MFC312で制御する WF_6 ガスの供給量は、たとえば0.01～5slmの範囲内の供給量とし、MFC322で制御する H_2 ガスの供給流量は、たとえば0.1～50slmの範囲内の流量とするが、所望の膜厚に応じて決定してもよい。 WF_6 ガスおよび H_2 ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間（照射時間）は、所望の膜厚に応じて決定する。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、たとえば100℃～500℃の範囲内の温度であって、好ましくは150～450℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。

[0048] 処理室201内に流している WF_6 ガスおよび H_2 ガスは、気相中で反応（気相反応）もしくは基板表面で反応（表面反応）し、ウエハ200上にW膜が形成される。このとき、ウエハ200上に形成された穴の中にはW膜が埋め込まれ、さらに、ウエハ200の表面に形成されたTiN膜の上にもW膜が形成される。

[0049] （残留ガス除去）

所定膜厚のW膜が形成された後、バルブ314、324を閉じ、 WF_6 ガスおよび H_2 ガスの供給を停止する。このとき、APCバルブ243は開いたままとして、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、処理室201内に残留する WF_6 ガスおよび H_2 ガスを処理室201から排除する。このときバルブ514、524、534は開いたままとして、 N_2 ガスの処理室201内への供給を維持する。 N_2 ガスはパージガスとして作用し、処理室201内に残留する未反応もしくはW膜の形成に寄与した後の WF_6 ガスおよび H_2 ガスを処理室201から排除する効果を高めることができる。

[0050] [エッチバック工程 (Etch back)]

続いて、W膜をエッチバックするステップを実行する。

[0051] (O₂ガス供給 (連続供給))

バルブ334を開き、ガス供給管330内にO₂ガスを流す。O₂ガスは、MFC332により流量調整され、ノズル430のガス供給孔430aからそれぞれ処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ウエハ200に対してO₂ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ534を開き、ガス供給管530内にN₂ガス等の不活性ガスを流してもよい。ガス供給管530内を流れたN₂ガスは、MFC532により流量調整され、WF₆ガス、H₂ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき、ノズル430内へのWF₆ガスおよびH₂ガスの侵入を防止するために、バルブ514, 524を開き、ガス供給管510, 520内にN₂ガスを流す。N₂ガスは、ガス供給管310, 320、ノズル410, 420を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0052] このときAPCバルブ243を調整して、処理室201内の圧力を、たとえば1〜399Paの範囲内の圧力とする。MFC332で制御するO₂ガスの供給量は、たとえば0.1〜30slmの範囲内の供給量とする。O₂ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間 (照射時間) は、たとえば1〜3600秒の範囲内の時間とする。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、たとえば300〜600℃の範囲内の温度であって、好ましくは350〜500℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。

[0053] (NF₃ガス供給 (断続供給))

O₂ガスを流した状態で、NF₃ガスを断続的 (パルスの) に複数回供給する。具体的には、バルブ614, 624, 634を開き、ガス供給管610, 620, 630内にそれぞれNF₃ガスを流す。NF₃ガスは、MFC612, 622, 632によりそれぞれ流量調整され、ノズル410, 420,

430のガス供給孔410a, 420a, 430aからそれぞれ処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ウエハ200に対して O_2 ガスおよび NF_3 ガスが供給されることとなる。このとき、ガス供給管510, 520, 530内に N_2 ガスが流れている場合は、 O_2 ガスおよび NF_3 ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0054] このときAPCバルブ243を調整して、 NF_3 ガスを供給している間の処理室201内の圧力を、たとえば1～3990Paの範囲内の圧力とする。MFC612, 622, 632で制御する NF_3 ガスの供給量は、たとえば0.1～10slmの範囲内の供給量とする。 NF_3 ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間（照射時間）は、1回のパルスを、たとえば0.1～60秒の範囲内の時間とする。また、 NF_3 ガスの累積照射時間（トータル照射時間）はたとえば0.1～3600秒の範囲内の時間とする。このときヒータ207の温度は、 O_2 供給ステップと同等の温度となるよう設定する。

[0055] 所定の膜厚のエッチバックが完了したら、バルブ614, 624, 634を閉じ、 NF_3 ガスの供給を停止して、最後に、上述の O_2 供給ステップを行う。

[0056] （アフターパージおよび大気圧復帰）

ガス供給管510, 520, 530のそれぞれから N_2 ガスを処理室201内へ供給し、排気管231から排気する。 N_2 ガスはパージガスとして作用し、これにより処理室201内が不活性ガスでパージされ、処理室201内に残留するガスや副生成物が処理室201内から除去される（アフターパージ）。その後、処理室201内の雰囲気ガスが不活性ガスに置換され（不活性ガス置換）、処理室201内の圧力が常圧に復帰される（大気圧復帰）。

[0057] （ウエハ搬出）

その後、ボートエレベータ115によりシールキャップ219が下降されて、反応管203の下端が開口される。そして、処理済ウエハ200がボー

ト 2 1 7 に支持された状態で反応管 2 0 3 の下端から反応管 2 0 3 の外部に搬出（ポートアンロード）される。その後、処理済のウエハ 2 0 0 は、ポート 2 1 7 より取り出される（ウエハディスチャージ）。

[0058] 図 6, 7 を用いて、評価の結果を説明する。図 6 に示すように、本実施形態による評価では、評価用の S i ウエハ（ベアウエハ）を処理室 2 0 1 のセンター付近に位置するようポート 2 1 7 に収容した。S i ウエハの上段には、S i ウエハ上に S i O₂ 膜を形成した S i O₂ / S i ウエハを収容した。S i ウエハの下段には、S i ウエハ上に T i N 膜、W 膜を順に形成した W / T i N / S i ウエハを収容し、さらにその下段に、S i ウエハ上に T i N 膜を形成した T i N / S i ウエハを収容した。S i O₂ / S i ウエハより上段および T i N / S i ウエハより下段には、ダミーウエハ（Dummy）を収容して、評価を行った。

[0059] 図 7 は S i ウエハの X P S（X - r a y P h o t o e l e c t i o n S p e c t r o s c o p y）分析結果である。エッチバック時に酸素含有ガスを用いなかった（添加しなかった）場合の評価を比較例として示し（点線）、本実施形態による評価（実線）と比較して示した。W 4 f の X P S スペクトルを表しており、横軸は結合エネルギー（B. E.（e V））を示し、縦軸はタングステン（W 4 f）の強度（i n t e n s i t y）を示す。これらの結果から、N F₃ ガスのみでエッチングした場合、S i 上には W が付着していることがわかる。これは、W / T i N / S i ウエハがエッチングされてガス化した W 含有物（W 系ガス）が、剥き出しになった S i と反応し、S i 上に W が付着したことを意味する。一方、本実施形態における評価（N F₃ ガス）に O₂ ガスを添加した場合は、S i 上で W は検出されなかった。これは、添加した O₂ ガスにより S i が酸化されて S i O となったことで、上述のガス化した W 含有物との反応が抑制されたためと考えられる。このように、エッチングガスに酸素含有ガスを添加することでエッチングガスと反応してガス化した W 含有物が、剥き出しになった他の膜と反応してしまうことを抑えることができる。

[0060] (3) 本実施形態による効果

本実施形態によれば、以下に示す1つまたは複数の効果を得ることができる。

(a) エッチングガスを供給する際、酸素含有ガスを添加することにより、エッチバック効率を向上させることが可能となり、スループットを向上させることが可能となる。

(b) エッチバック時に、 Si が剥き出しになっている場合、 Si と O を反応させて SiO を形成することで、エッチングガスとの反応を抑えて Si が削られてしまうことを抑制することができる。

(c) エッチバック時に、 AlO が剥き出しになっている場合、 AlO がエッチングガスと反応することを抑制し、エッチングガスに含まれる元素と反応して異物を形成することを抑制することができる。

(d) エッチバック時に、酸素含有ガスを連続供給することにより、エッチングガスにより、エッチング対象膜以外の膜が削られたとしても、すぐ酸化させることによりエッチングガスとの反応を最小限に抑制することができる。

(e) エッチバック時に、酸素含有ガスを供給することにより、高い安全性を得られることができる。

(f) エッチバック時に、酸素含有ガスを断続供給することにより、少しずつエッチングを行うことができるため、エッチングガスにより、エッチング対象膜以外の膜が削られたとしても、すぐ酸化させることによりエッチングガスとの反応を最小限に抑制することができる。

(g) エッチバックの開始時に、エッチングガスより先に処理室内に酸素含有ガスを供給することにより、剥き出しになっている Si を酸化させて、 W と反応しない SiO にさせることができ、エッチングガスの照射（供給）時に発生する W 含有物（ W 、 Wx 、 WF_6 等）と Si が反応してしまうことを抑制することができる。

(h) エッチバックの終了時に、エッチングガスを止めた後、処理室内に酸

素含有ガスを供給することにより、残留しているエッチングガスがWと反応して WF_x (WF_6 等)を形成し、その WF_x が S_i と反応してしまうことを抑制するように S_i を S_iO のまま維持させることができる。

(i) エッチングガスを、全てのノズルから処理室内に供給することにより、処理室内におけるエッチングガス分布の均一性を向上させることが可能となり、複数の基板を収容する処理炉においても、基板間でエッチバックの均一性を向上させることが可能となる。

[0061] 以下に、上述した実施形態の変形例について説明する。上述した実施形態と同様の箇所は詳細を省き、異なる部分について記載する。

[0062] <変形例1>

上述した実施形態の変形例1では、図8(A)に示すように、上述したエッチバック工程における O_2 ガス供給(連続供給)ステップを行うと共に、 NF_3 ガスを1回供給する。すなわち、処理室201内に NF_3 ガスが流れていない状態で O_2 ガスを流し、所定時間経過後に NF_3 ガスを供給し始め、所定時間経過後、 NF_3 ガスの供給を止めて、再び処理室201内に NF_3 ガスが流れていない状態で O_2 ガスを処理室201内に供給する。 NF_3 ガスを流す時間は、 O_2 ガスを流す時間より短い。本変形例により、上述した実施形態の効果のうち1つまたは複数の効果を得ることができる。

[0063] <変形例2>

上述した実施形態の変形例2では、図8(B)に示すように、上述したエッチバック工程における O_2 ガス供給(連続供給)ステップを行うと共に、 NF_3 ガスを1回供給する。すなわち、処理室201内に NF_3 ガスと O_2 ガスを同じタイミングで流し始め、所定時間経過後に NF_3 ガスの供給を止めて、処理室201内に NF_3 ガスが流れていない状態で O_2 ガスを処理室201内に供給する。 NF_3 ガスを流す時間は、 O_2 ガスを流す時間より短い。

[0064] 本変形例により、上述した実施形態の効果のうち1つまたは複数の効果を得ることができると共に、さらに、次の効果を得ることができる。

(j) エッチングガスを酸素含有ガスと同じタイミングで流し始めることに

より、処理時間を短くすることができる。

[0065] <変形例 3>

上述した実施形態の変形例 3 では、図 8 (C) に示すように、 O_2 ガスの供給と、 NF_3 ガスの供給を交互に n_1 回繰り返す。その際、各ガスの供給の間は、W 成膜工程における残留ガス除去ステップと同様の手順で、処理室 201 内の残留ガスを除去する。すなわち、 O_2 ガスと NF_3 ガスとを互いに混合しないよう断続供給する。

[0066] 本変形例により、上述した実施形態の効果のうち 1 つまたは複数の効果を得ることができると共に、さらに、次の効果を得ることができる。

(k) 酸素含有ガスとエッチングガスとを断続供給することにより、酸素含有ガスが流れていない状態でエッチングガスが処理室 201 に流れているタイミングがあるため、よりエッチング効率を向上させることができる。

[0067] <変形例 4>

上述した実施形態の変形例 4 では、図 8 (D) に示すように、上述したエッチバック工程における O_2 ガス供給（連続供給）ステップを行うと共に、 NF_3 ガスを 1 回供給する。すなわち、処理室 201 内に NF_3 ガスが流れていない状態で O_2 ガスを流し、所定時間経過後に NF_3 ガスを供給し始め、所定時間経過後、 NF_3 ガスと O_2 ガスの供給を同じタイミングで止める。 NF_3 ガスを流す時間は、 O_2 ガスを流す時間より短い。

[0068] 本変形例により、上述した実施形態の効果のうち 1 つまたは複数の効果を得ることができると共に、さらに、次の効果を得ることができる。

(l) エッチングガスおよび酸素含有ガスの供給を同じタイミングで止めることにより、処理時間を短くすることができる。

[0069] <変形例 5>

上述した実施形態の変形例 5 では、図 8 (E) に示すように、変形例 4 を n_2 回繰り返す。その際、1 回のサイクルごとに、W 成膜工程における残留ガス除去ステップと同様の手順で、処理室 201 内の残留ガスを除去する。すなわち、処理室 201 内に NF_3 ガスが流れていない状態で O_2 ガスを流し、

所定時間経過後に NF_3 ガスを供給し始め、所定時間経過後、 NF_3 ガスと O_2 ガスの供給を同じタイミングで止める。そして、処理室201内の残留ガスを除去した後、再び処理室201内に NF_3 ガスが流れていない状態で O_2 ガスを流し始める。 NF_3 ガスを流す時間は、 O_2 ガスを流す時間より短い。

[0070] 本変形例により、上述した実施形態の効果のうち1つまたは複数の効果を得ることができると共に、さらに、次の効果を得ることができる。

(m) エッチングガスと反応して生成された WF_x (WF_6 等) を効率よく排出することができる。

[0071] <変形例6>

上述した実施形態の変形例6では、図8(F)に示すように、上述したエッチバック工程における O_2 ガス供給(連続供給)ステップを行うと共に、 NF_3 ガスを連続供給する。すなわち、処理室201内に NF_3 ガス O_2 ガスを同じタイミングで流し始め、所定時間経過後、 NF_3 ガスと O_2 ガスの供給を同じタイミングで止める。 NF_3 ガスを流す時間と O_2 ガスを流す時間は同じ長さである。本変形例により、上述した実施形態の効果のうち1つまたは複数の効果を得ることができる。

[0072] 上述の実施形態では、W膜をエッチバックする例について説明したが、これに限らず、TiN膜、タンタル窒化膜(TaN膜)、コバルト膜(Co膜)やその他の期の苦膜、金属窒化膜、金属炭化膜等の金属元素を含む膜をエッチングする場合にも、適用できる。

[0073] 上述の実施形態では、酸素含有ガスとして、 O_2 ガスを用いる例について説明したが、これに限らず、一酸化窒素(NO)、亜酸化窒素(N_2O)、水(H_2O)、オゾン(O_3)等を用いることも可能である。

[0074] 上述の実施形態では、エッチングガスとしてフッ素含有ガスである NF_3 ガスを用いる例について説明したが、これに限らず、ハロゲン元素を含む他のガスも用いることが可能である。特に、酸化膜に対するエッチングレートが低いガスが好ましい。

[0075] また、上述の実施形態では、NAND型Flashメモリのコントロール

ゲートに適用する例について説明したが、これに限らず、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) のワードライン向け電極等にも適用できる。

[0076] 以上、本発明の種々の典型的な実施形態および変形例を説明してきたが、本発明はそれらの実施形態及び実施例に限定されず、適宜組み合わせて用いることもできる。

産業上の利用可能性

[0077] 本発明によれば、エッチバック時に剥き出しになったエッチング対象膜以外の膜と、エッチングガスが反応することを抑制することができる。

符号の説明

[0078] 10 基板処理装置
121 コントローラ
200 ウエハ（基板）
201 処理室

請求の範囲

- [請求項1] 表面に第1の金属膜が形成された開口部に第2の金属膜が埋め込まれた基板に対して、酸素含有ガスおよびフッ素含有エッチングガスを供給して、前記第2の金属膜をエッチバックするエッチバック工程と、
前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを除去する除去工程と、
を有する半導体装置の製造方法。
- [請求項2] 前記エッチバック工程では、前記基板に対して、前記酸素含有ガスを連続的に供給するとともに、前記フッ素含有エッチングガスを断続的に複数回供給する請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] 前記エッチバック工程は、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスを供給する工程と、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを同時に供給する工程と、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスを供給する工程と、
を順に行う請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] 前記エッチバック工程は、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを同時に供給する工程と、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスを供給する工程と、
を順に行う請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項5] 前記エッチバック工程は、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスを供給する工程と、
前記酸素含有ガスを除去する工程と、
前記基板に対して、前記フッ素含有エッチングガスを供給する工程と、
前記フッ素含有エッチングガスを除去する工程と、

を順に複数回繰り返し行う請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項6]

前記エッチバック工程は、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスを供給する工程と、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを同時に供給する工程と、
を順に行う請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項7]

前記エッチバック工程は、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスを供給する工程と、
前記基板に対して、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを同時に供給する工程と、
前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを除去する工程と、
を順に複数回繰り返し行う請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項8]

前記基板はシリコン基板であり、前記エッチバック工程では、前記第 1 の金属膜および前記第 2 の金属膜が形成されていない前記基板の裏面でシリコン基板が酸化されてシリコン酸化膜が形成される請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[請求項9]

前記第 1 の金属膜はチタン窒化膜であり、前記第 2 の金属膜はタングステン膜である請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[請求項10]

前記酸素含有ガスは、酸素ガスであり、フッ素含有エッチングガスは三フッ化窒素ガスである請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

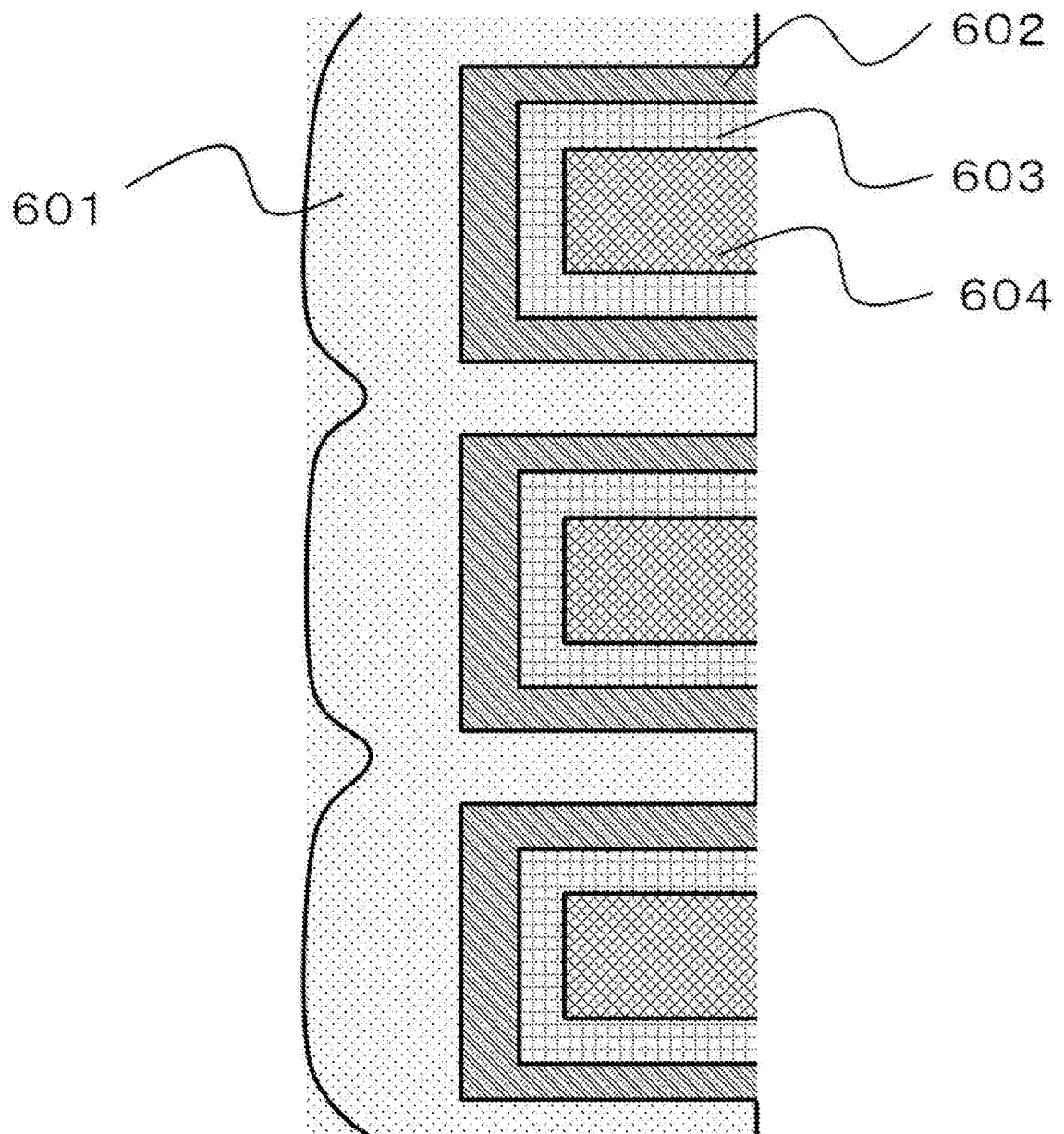
[請求項11]

基板を収容する処理室と、
前記処理室に、酸素含有ガスおよびフッ素含有エッチングガスを供給するガス供給系と、
前記処理室を排気する排気系と、
前記ガス供給系および前記排気系を制御して、表面に第 1 の金属膜

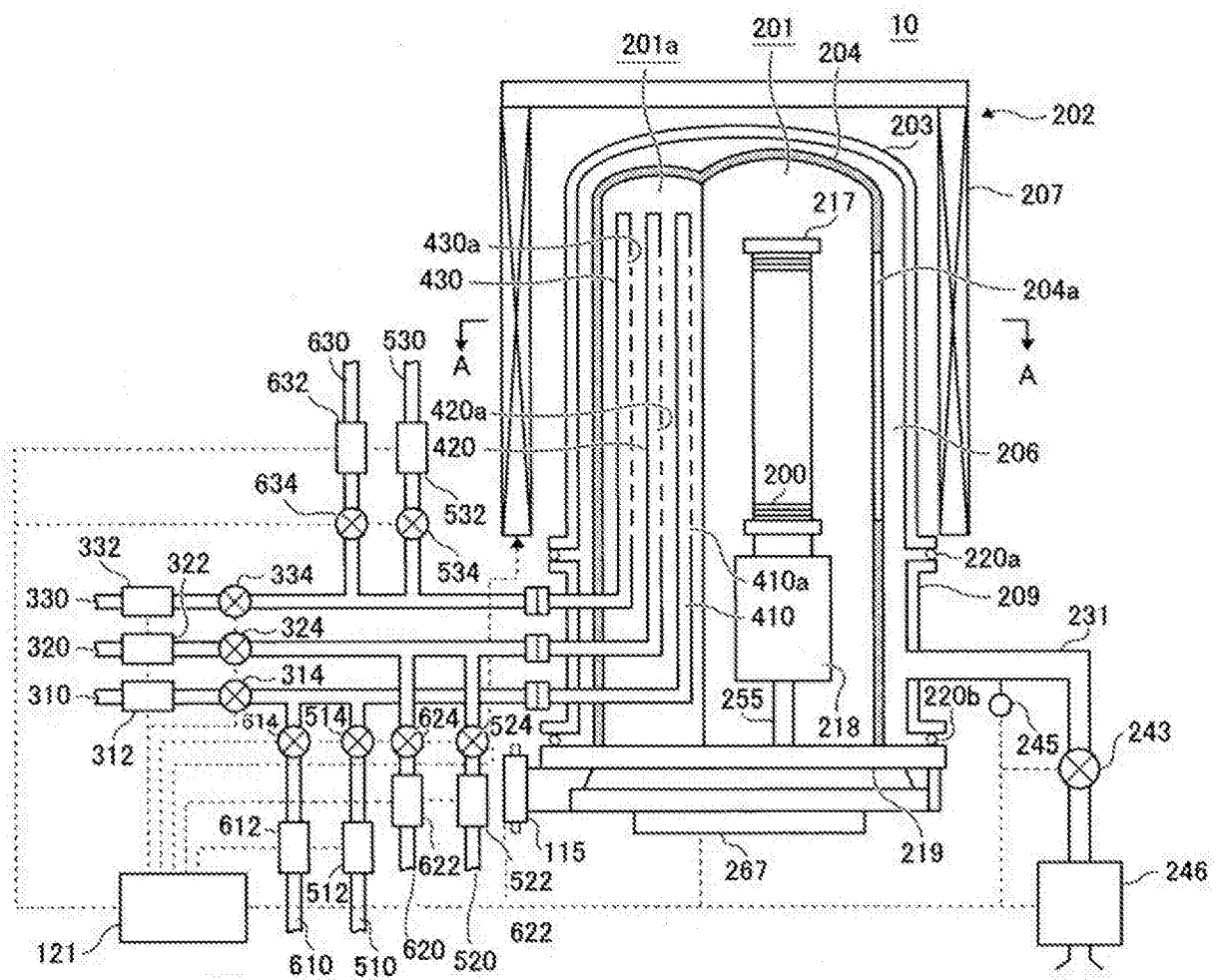
が形成された開口部に第2の金属膜が埋め込まれた基板が収容された前記処理室に、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを供給して、前記第2の金属膜をエッチバックする処理と、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを除去する処理と、を行うよう構成される制御部と、を有する基板処理装置。

[請求項12] 基板処理装置の処理室に収容された、表面に第1の金属膜が形成された開口部に第2の金属膜が埋め込まれた基板に対して、酸素含有ガスおよびフッ素含有エッチングガスを供給して、前記第2の金属膜をエッチバックする手順と、前記酸素含有ガスおよび前記フッ素含有エッチングガスを除去する手順と、をコンピュータにより前記基板処理装置に実行させるプログラム。

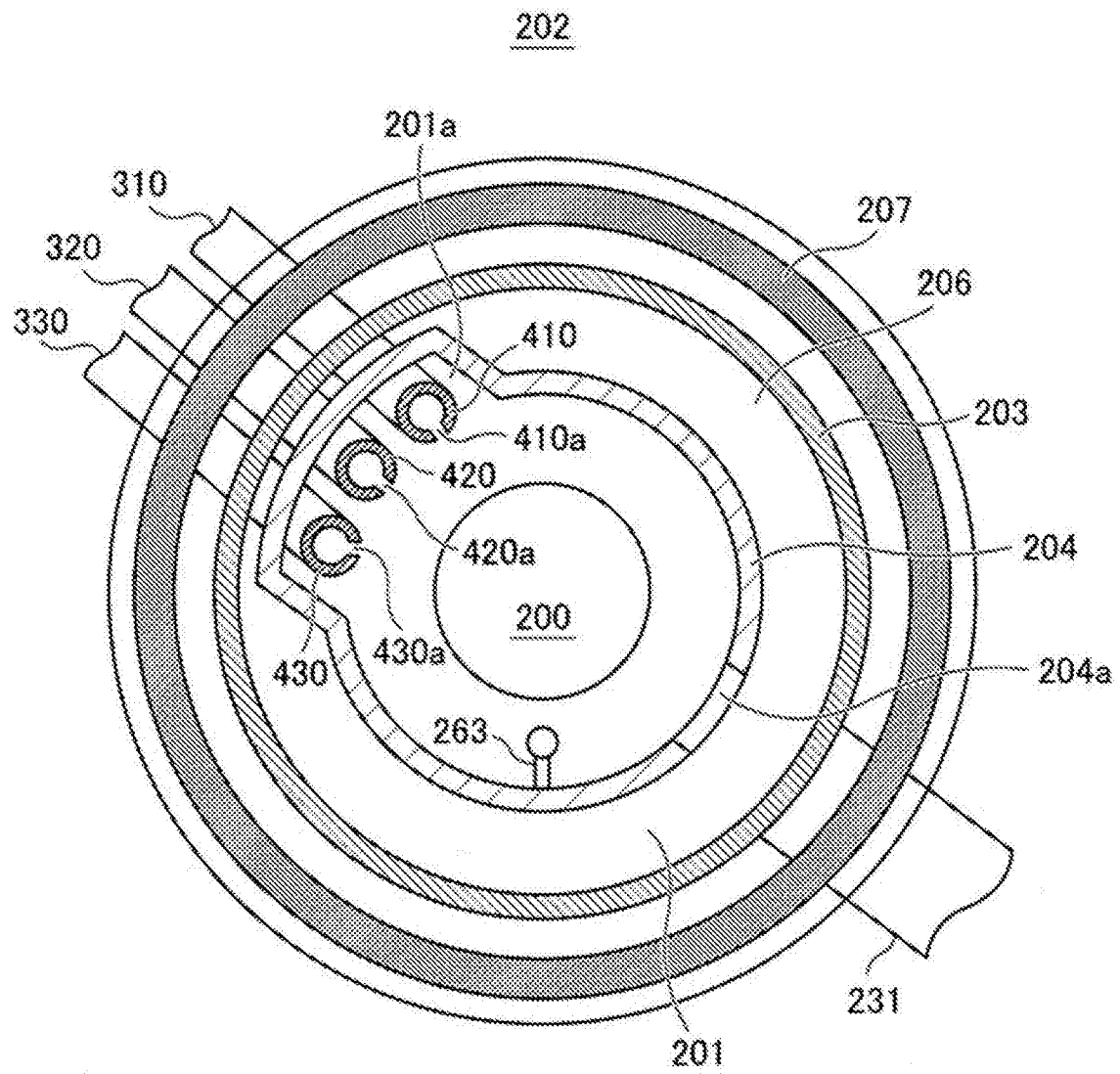
[図1]



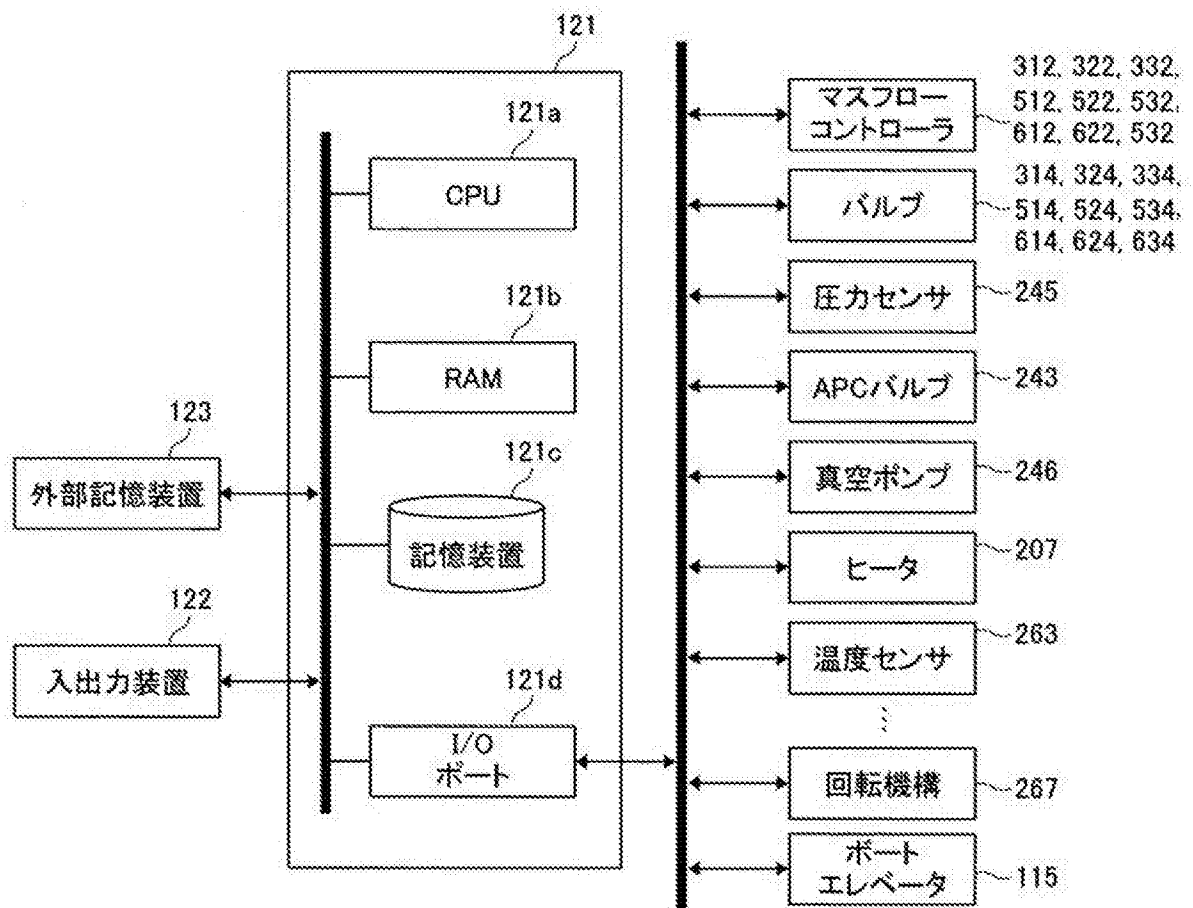
[図2]



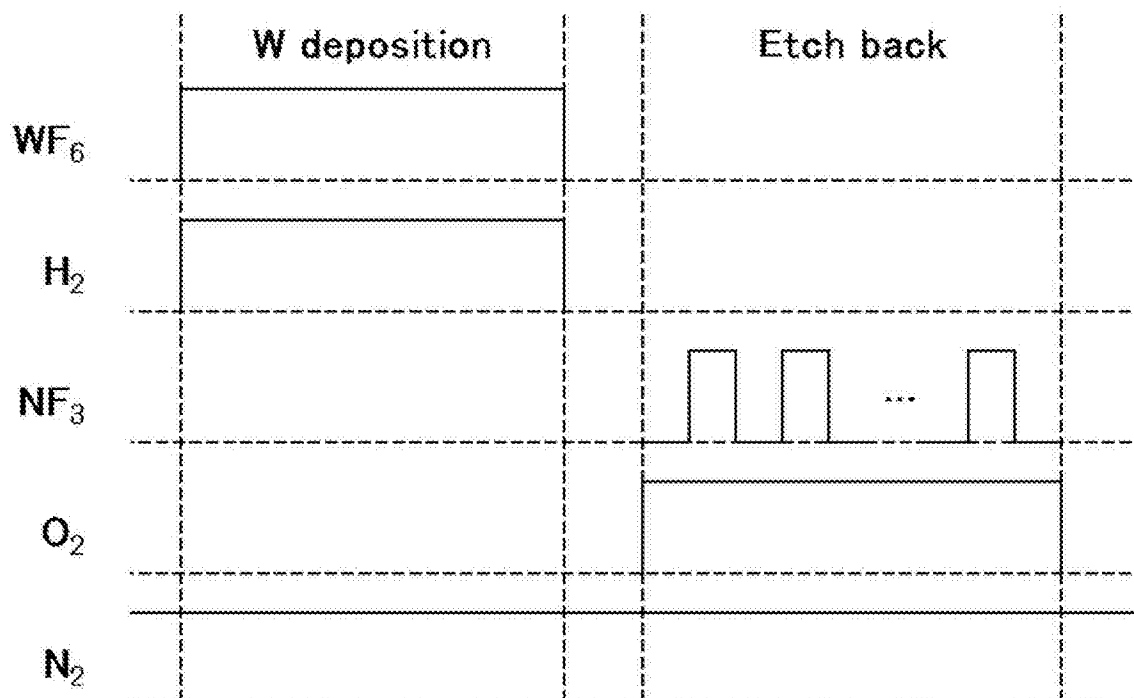
[図3]



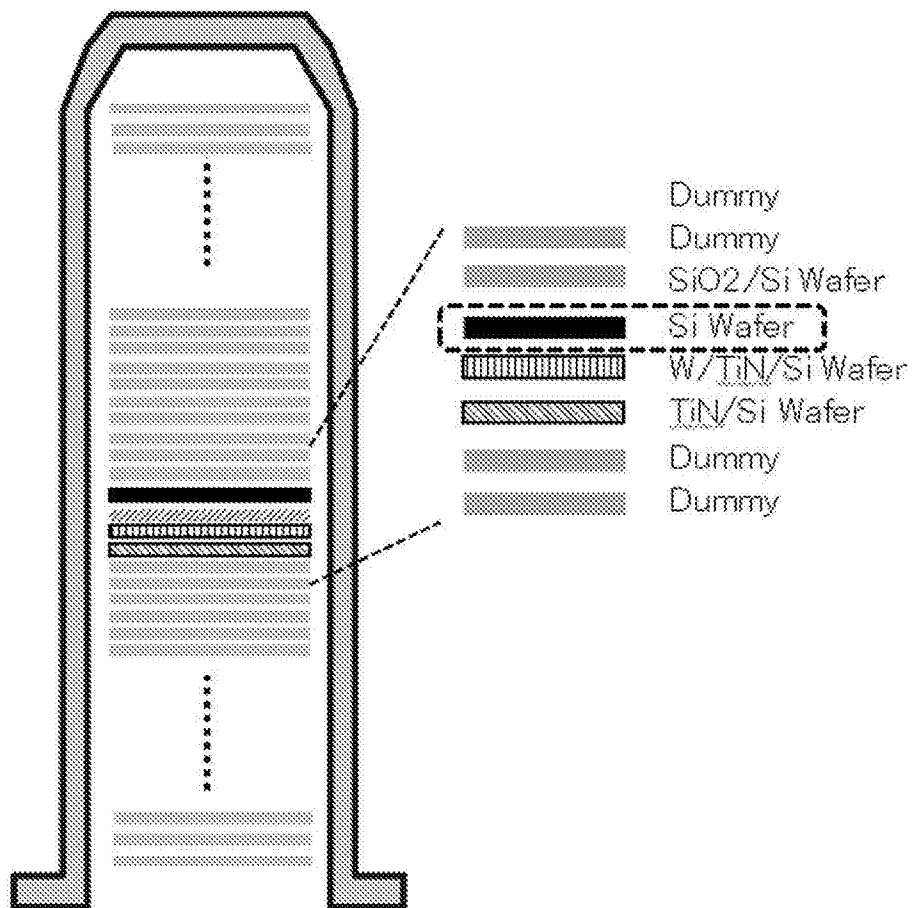
[図4]



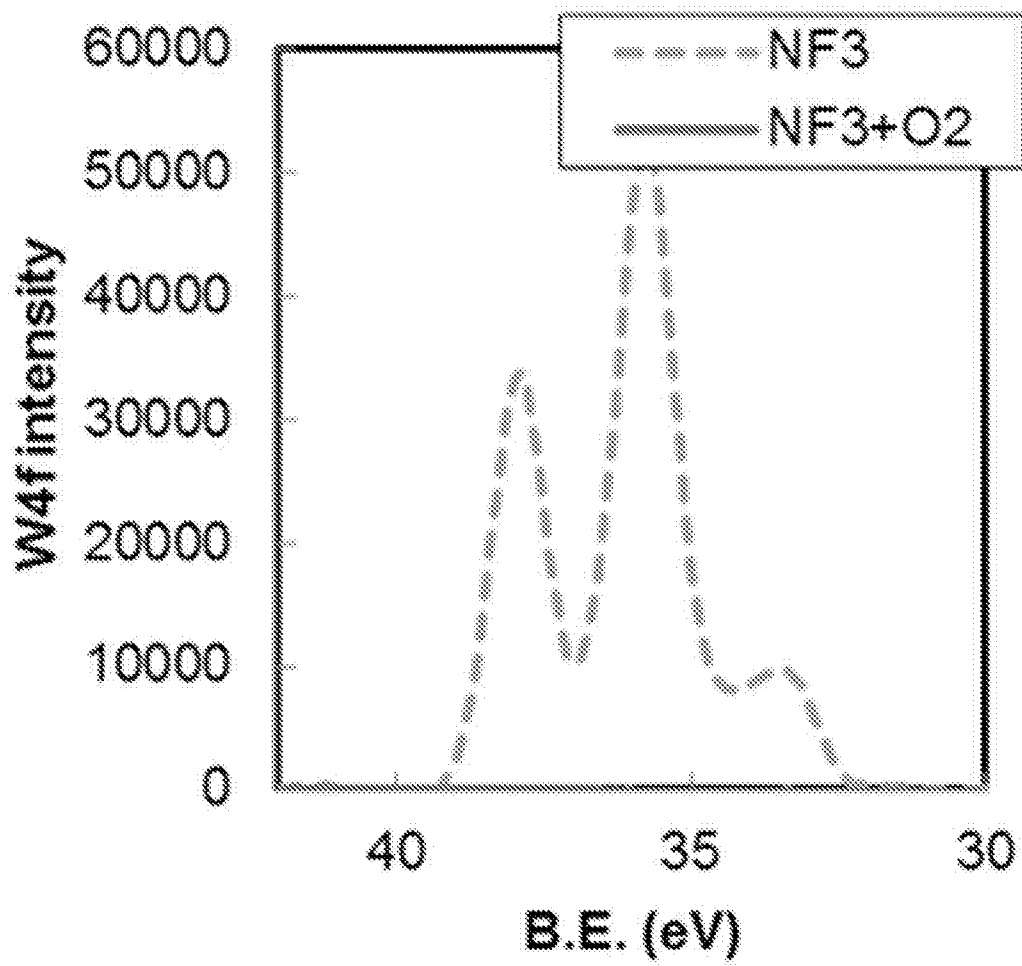
[図5]



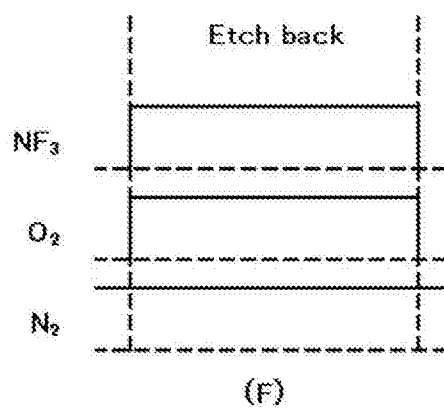
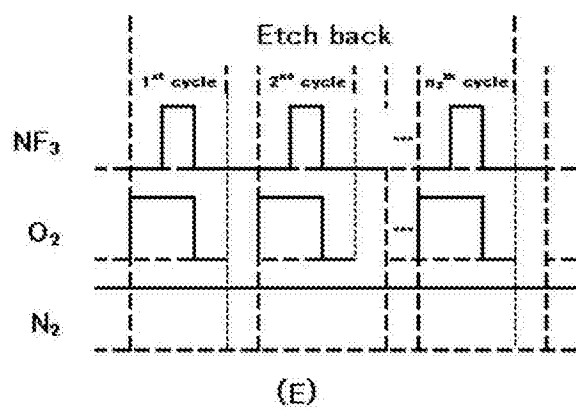
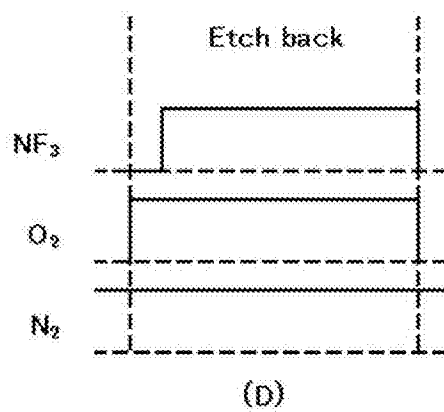
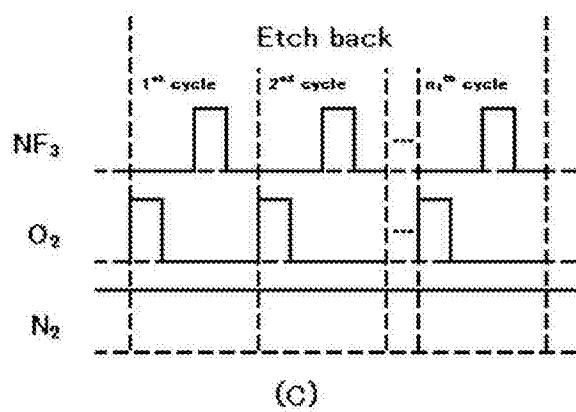
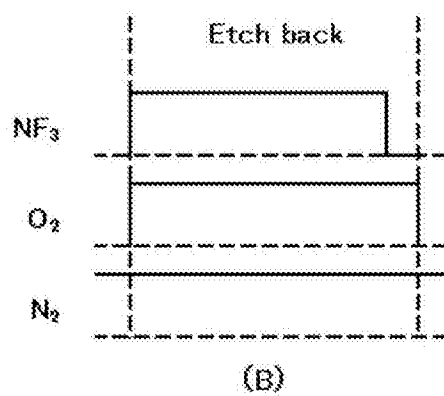
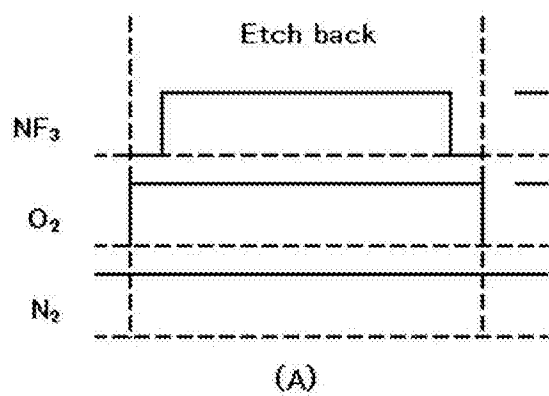
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. H01L21/302 (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) Int. Cl. H01L21/302 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 1971-2017 Registered utility model specifications of Japan 1996-2017 Published registered utility model applications of Japan 1994-2017 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 A	JP 7-226393 A (SONY CORP.) 22 August 1995, paragraphs [0026]-[0033], fig. 1, 2 (Family: none)	1, 4, 6, 9, 11-12 2-3, 5, 7-8, 10
X A	US 2013/0005140 A1 (NOVELLUS SYSTEMS, INC.) 03 January 2013, paragraphs [0004], [0061], [0066]-[0069], [0086]-[0097], fig. 9, 10, 18 & WO 2013/003676 A2 & TW 201303063 A & TW 201308422 A	1, 8-12 2-7
A	JP 2003-78034 A (HITACHI, LTD.) 14 March 2003, paragraphs [0040]-[0044] & US 2003/0045113 A1, paragraphs [0076]-[0080]	1-12
☒ 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 21.11.2017		Date of mailing of the international search report 05.12.2017
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/JP2017/034543
--

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 10-22379 A (FUJITSU LTD.) 23 January 1998, paragraphs [0011]-[0014], fig. 1, 2 (Family: none)	1-12
A	JP 2001-77193 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CORP.) 23 March 2001, paragraphs [0017], [0018], fig. 1 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/302 (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. H01L21/302

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で利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 A	JP 7-226393 A (ソニー株式会社) 1995.08.22, 段落 0026-0033, 図 1-2 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9, 11-12 2-3, 5, 7-8, 10
X A	US 2013/0005140 A1 (NOVELLUS SYSTEMS, INC.) 2013.01.03, 段落 0004, 0061, 0066-0069, 0086-0097, 図 9-10, 18 & WO 2013/003676 A2 & TW 201303063 A & TW 201308422 A	1, 8-12 2-7

☒ 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

21.11.2017

国際調査報告の発送日

05.12.2017

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)

50

5589

齊田 寛史

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*	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 2003-78034 A (株式会社日立製作所) 2003.03.14, 段落 0040-0044 & US 2003/0045113 A1, 段落 0076-0080	1-12
A	JP 10-22379 A (富士通株式会社) 1998.01.23, 段落 0011-0014, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2001-77193 A (松下電子工業株式会社) 2001.03.23, 段落 0017-0018, 図 1 (ファミリーなし)	1-12