

(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
2022年9月29日(29.09.2022)



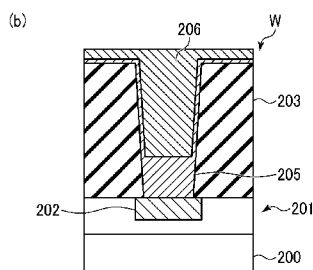
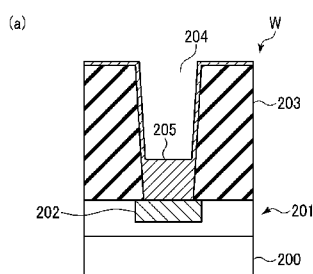
(10) 国際公開番号

WO 2022/202315 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 16/16 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01) H01L 23/522 (2006.01)
H01L 21/285 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/010228
- (22) 国際出願日: 2022年3月9日(09.03.2022)
- (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 2021-048240 2021年3月23日(23.03.2021) 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: 坂本 雅人 (SAKAMOTO Masato); 〒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). 石坂 忠大 (ISHIZAKA Tadahiro); 〒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: 高山 宏志 (TAKAYAMA Hiroshi); 〒0600054 北海道札幌市中央区南四条東1丁目4-1 フォーシーズンビルD610 Hokkaido (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, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

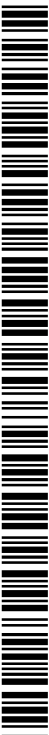
(54) Title: EMBEDDING METHOD AND PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 埋め込み方法および処理システム



(57) Abstract: This embedding method comprises: preparing a substrate that has an insulating film in which a depression is formed and a metal film which is provided so as to be exposed at the bottom of the depression; embedding a first ruthenium film from the bottom of the depression up to partway along the depression by CVD using a ruthenium-containing gas while heating the substrate to a first temperature; and embedding a second ruthenium film on the first ruthenium film in the depression by CVD using a ruthenium-containing gas while heating the substrate to a second temperature that is lower than the first temperature.

(57) 要約: 埋め込み方法は、凹部が形成された絶縁膜と、凹部の底部に露出するように設けられた金属膜とを有する基板を準備することと、基板を第1の温度に加熱しつつルテニウム含有ガスを用いたCVDにより凹部の底部から凹部の途中まで第1のルテニウム膜を埋め込むことと、基板を第1の温度よりも低い第2の温度に加熱しつつルテニウム含有ガスを用いたCVDにより凹部の第1のルテニウム膜の上に第2のルテニウム膜を埋め込むことを有する。



WO 2022/202315 A1

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,
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, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：埋め込み方法および処理システム

技術分野

[0001] 本開示は、埋め込み方法および処理システムに関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造工程においては、トレンチやホール等の凹部内に金属膜を埋め込む工程が存在する。例えば、特許文献1には、凹部内にCVDによりタングステン(W)膜を埋め込むにあたり、第1の温度でW膜の一部を形成し、第1の温度よりも高温の第2の温度でW膜の残部を形成することが記載されている。

[0003] また、埋め込み金属としては、低抵抗な材料であるルテニウム(Ru)が注目されており、特許文献2には、凹部の底部に金属膜を有する基板に対し、CVDにより底部の金属膜からボトムアップするようにRu膜を埋め込む方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-199349号公報

特許文献2：特開2020-43139号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、凹部内に良好な埋め込み性でルテニウム膜を埋め込むことができる埋め込み方法および処理システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る成膜方法は、凹部が形成された絶縁膜と、前記凹部の底部に露出するように設けられた金属膜とを有する基板を準備することと、前記基板を第1の温度に加熱しつつルテニウム含有ガスを用いたCVDにより前記凹部の前記底部から前記凹部の途中まで第1のルテニウム膜を埋め

込むことと、前記基板を前記第 1 の温度よりも低い第 2 の温度に加熱しつつルテニウム含有ガスを用いた CVD により前記凹部の前記第 1 のルテニウム膜の上に第 2 のルテニウム膜を埋め込むことと、を有する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、凹部内に良好な埋め込み性でルテニウム膜を埋め込むことができる埋め込み方法および処理システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態に係る埋め込み方法に用いる処理システムの一例を概略的に示す水平断面図である。

[図2]一実施形態に係る埋め込み方法の主要工程である埋め込み工程を実施するための第 1 の埋め込み装置を模式的に示す断面図である。

[図3]一実施形態に係る埋め込み方法に使用されるウエハの構造を模式的に示す断面図である。

[図4]一実施形態に係る埋め込み方法で Ru 膜を埋め込む際の工程を示す断面図である。

[図5]ボトムアップ成膜を説明するための断面図である。

[図6]ボトムアップ成膜により埋め込み性が悪化した状態を示す断面図である。

[図7]コンフォーマル成膜を説明するための断面図である。

[図8]コンフォーマル成膜により埋め込み性が悪化した状態を示す断面図である。

[図9]実験例に用いたウエハの構造を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照して実施形態について説明する。

[0010] <成膜システム>

まず、一実施形態に係る埋め込み方法に用いる処理システムの一例について説明する。図 1 は、このような処理システムの一例を概略的に示す水平断面図である。

- [0011] 処理システム1は、基板である半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）Wに形成されたトレンチやホール等の凹部にルテニウム（Ru）膜を埋め込むためのものであり、クラスターツールとして構成されている。
- [0012] 処理システム1は、主な構成要素として、ウエハWに対して処理を行う4つの処理装置と、3つのロードロック室14と、真空搬送室10と、大気搬送室15と、全体制御部21とを有する。
- [0013] 4つの処理装置は、具体的には、前洗浄装置11、アニール装置12、第1の埋め込み装置13a、および第2の埋め込み装置13bである。前洗浄装置11は、ウエハWの表面の自然酸化膜を除去する等の前処理を行うものである。また、アニール装置12は、Ru膜を埋め込んだ後にアニールを行うものである。また、第1および第2の埋め込み装置13aおよび13bは、ウエハWに対しCVDによりRu膜を成膜して凹部の埋め込みを行うものである。第1の埋め込み装置13aは第1の温度で凹部の途中まで埋め込みを行い、第2の埋め込み装置13bは第1の温度よりも低い温度で凹部の残部の埋め込みを行う。埋め込み装置13aおよび13bの詳細については後述する。
- [0014] ロードロック室14は、真空搬送室10と大気搬送室15の間に設けられ、真空搬送室10と大気搬送室15との間でウエハWを搬送する際に、大気圧と真空との間で圧力を調整するものである。
- [0015] 真空搬送室10は、真空ポンプにより排気されて、4つの処理装置の処理容器内の圧力に適合した真空度に保持され、内部に搬送機構18を有する。真空搬送室10には、4つの処理装置がゲートバルブGを介して接続され、3つのロードロック室14がゲートバルブG1を介して接続される。
- [0016] 搬送機構18は、前洗浄装置11、アニール装置12、第1の埋め込み装置13a、第2の埋め込み装置13b、ロードロック室14に対してウエハWを搬送する。搬送機構18は、独立に移動可能な2つの搬送アーム19a、19bを有している。
- 大気搬送室15は、大気雰囲気中に保持され、一方の壁部に3つのロードロ

ック室 14 がゲートバルブ G 2 を介して接続されている。大気搬送室 15 のロードロック室 14 の取り付け壁部とは反対側の壁部にはウエハ W を収容するキャリア (FOUP 等) C を取り付ける 3 つのキャリア取り付けポート 16 を有している。また、大気搬送室 15 の側壁には、ウエハ W のアライメントを行うアライメントチャンバー 17 が設けられている。大気搬送室 15 内には清浄空気のダウンフローが形成されるようになっている。

[0017] 大気搬送室 15 内には、搬送機構 20 が設けられている。搬送機構 20 は、キャリア C、ロードロック室 14、アライメントチャンバー 17 に対してウエハ W を搬送するようになっている。

[0018] 全体制御部 21 は、処理システム 1 の全体を制御するものであり、前洗浄装置 11、アニール装置 12、第 1 の埋め込み装置 13 a、第 2 の埋め込み装置 13 b に制御指令を送る。また、真空搬送室 10 およびロードロック室 14 の排気機構やガス供給機構、さらには搬送機構 18 および 20、ゲートバルブ G、G 1、G 2 の駆動系等を制御する。全体制御部 21 は、これらの制御を実際に行う CPU (コンピュータ) を有する主制御部と、入力装置 (キーボード、マウス等)、出力装置 (プリンタ等)、表示装置 (ディスプレイ等)、記憶装置 (記憶媒体) を有している。主制御部は、記憶装置の記憶媒体に記憶された処理レシピに基づいて、処理システム 1 に、所望の処理動作を実行させる。

[0019] 次に、このように構成される処理システム 1 の動作の概略について説明する。以下の動作は、記憶媒体に記憶された処理レシピに基づいて実行される。

[0020] まず、搬送機構 20 により大気搬送室 15 に接続されたキャリア C からウエハ W を取り出し、いずれかのロードロック室 14 のゲートバルブ G 2 を開けてそのウエハ W をそのロードロック室 14 内に搬入する。ゲートバルブ G 2 を閉じた後、ロードロック室 14 内を真空排気し、ロードロック室 14 が、所定の真空度になった時点でゲートバルブ G 1 を開けての搬送機構 18 によりロードロック室 14 からウエハ W を取り出す。

[0021] そして、取り出したウエハWを、前処理装置11、第1の埋め込み装置13a、第2の埋め込み装置13b、アニール装置12に順次搬送し、各装置で所定の処理を行う。各装置に対するウエハWの搬入および搬出の際には、ゲートバルブGを開閉する。なお、前処理装置11による前処理、アニール装置12によるアニール処理は必要に応じて行われる。

[0022] 一連の処理が終了したウエハWについては、いずれかのロードロック室14のゲートバルブG1を開け、搬送機構18によりウエハWをそのロードロック室14内に搬入する。そして、そのロードロック室14内を大気に戻し、ゲートバルブG2を開けて、搬送機構20にてロードロック室14内のウエハWをキャリアCに戻す。以上のような処理を、複数のウエハWについて同時並行的に行って、所定枚数のウエハWの処理が完了する。

[0023] 処理システム1では、ウエハWを大気に暴露することなく一連の処理を行うことができる。

[0024] <埋め込み装置>

次に、一実施形態に係る埋め込み方法の主要工程である埋め込み工程を実施するための第1の埋め込み装置13aおよび第2の埋め込み装置13bの一例について説明する。なお、第1の埋め込み装置13aおよび第2の埋め込み装置13bは同じ構成を有しているので、以下、第1の埋め込み装置13aのみについて説明する。

[0025] 図2は、第1の埋め込み装置13aの一例を模式的に示す断面図である。

上述したように、第1の埋め込み装置13aは、ウエハWに対しCVDによりRu膜を成膜して凹部の埋め込みを行うものである。

[0026] 第1の埋め込み装置13aは、上部に開口を有する有底の処理容器101を有する。処理容器101の上部開口は、ガス吐出機構103を支持する支持部材102により閉塞される。また、支持部材102が処理容器101の上側の開口を塞ぐことにより、処理容器101の内部が密閉された処理空間Sとなる。

[0027] ガス吐出機構103は、ガス供給部104から支持部材102を貫通する

ガス供給路102aを介して供給されたガスを処理空間に向けて吐出する。

[0028] ガス供給部104は、ルテニウム原料として固体状のルテニウムカルボニル ($Ru_3(CO)_{12}$) を収容する成膜原料容器161を有し、 $Ru_3(CO)_{12}$ を気化してガス吐出機構103へ供給する。成膜原料容器161の周囲にはヒータ162が設けられ、成膜原料容器161内には、COガス供給源164からキャリアガス供給配管163を介してキャリアガスとしてのCOガスが吹き込まれる。また、成膜原料容器161には、成膜原料ガス供給配管165が挿入され、成膜原料ガス供給配管165はガス供給路102aに接続される。これにより、成膜原料容器161内にキャリアガスとしてのCOガスが吹き込まれ、成膜原料容器内161内で昇華した $Ru_3(CO)_{12}$ ガスがCOガスにより成膜原料ガス供給配管165を搬送される。そして、 $Ru_3(CO)_{12}$ ガスは成膜原料ガス供給配管165からガス供給路102aを経てガス吐出機構103に至り、処理空間Sへ吐出される。

[0029] キャリアガス供給配管163には、マスフローコントローラのような流量制御器166とその前後のバルブ167a、167bが設けられている。また、成膜原料ガス供給配管165には、 $Ru_3(CO)_{12}$ ガスのガス量を把握するための流量計168とその前後のバルブ169a、169bが設けられている。

[0030] ガス供給部104は、また、キャリアガス供給配管163におけるバルブ167aの上流側から分岐して設けられたカウンターCOガス配管171を有している。カウンターCOガス配管171は、成膜原料ガス供給配管165に接続されている。したがって、COガス供給源164からのCOガスが、 $Ru_3(CO)_{12}$ ガスとは別個にカウンターガスとして処理空間Sに供給可能となっている。カウンターCOガス配管171には、流量制御用のマスフローコントローラ172とその前後のバルブ173a、173bが設けられている。

[0031] さらに、ガス供給部104は、希釈ガス、昇温ガス、処理空間のページを行うページガスとして用いる N_2 ガスを供給する N_2 ガス供給源174と、熱

伝達ガスとして用いる H_2 ガスを供給する H_2 ガス供給源175とをさらに有する。 N_2 ガス供給源174には N_2 ガス供給配管176が接続され、 H_2 ガス供給源175には H_2 ガス供給配管177が接続されていて、これらの他端は成膜原料ガス供給配管165に接続されている。 N_2 ガス供給配管176には、流量制御器178とその前後のバルブ179a, 179bが設けられており、 H_2 ガス供給配管177には、流量制御器180とその前後のバルブ181a, 181bが設けられている。

[0032] なお、希釈ガス等としては N_2 ガスの代わりにArガス等の他の不活性ガスを用いてもよい。また、熱伝達ガスとしては H_2 ガスの代わりにHeガスを用いてもよい。

[0033] 処理容器101の側壁には、ウエハWを搬入出するための搬入出口101aと、搬入出口101aを開閉するゲートバルブGとが設けられている。

[0034] 処理容器101の下方の側壁には、排気管101bを介して、真空ポンプ等を含む排気部119が接続される。排気部119により処理容器101内が排気され、所定の真空雰囲気（例えば、 $1.33Pa$ ）に設定、維持される。

[0035] ステージ105は、ウエハWを載置する部材である。ステージ105の内部には、ウエハWを加熱するためのヒータ106が設けられている。また、ステージ105は、ステージ105の下面中心部から下方に向けて延び、処理容器101の底部を貫通する一端が昇降板109を介して、昇降機構に支持された支持部105aに支持されている。ステージ105は、断熱リング107を介して、温調部材である温調ジャケット108の上に固定される。温調ジャケット108は、ステージ105を固定する板部と、板部から下方に延び、支持部105aを覆うように構成された軸部と、板部から軸部を貫通する穴部とを有している。

[0036] 温調ジャケット108の軸部は、処理容器101の底部を貫通する。温調ジャケット108の軸部の下端は、処理容器101の下方に配置された昇降板109に支持されている。昇降板109の下方には昇降機構110が設け

られており、昇降機構 110 により昇降板 109 および温調ジャケット 108 を介してステージ 105 を昇降可能となっている。昇降機構 110 は、ステージ 105 を、ウエハ W の処理が行われる図 2 に示す処理位置と、搬入出口 101 a を介してウエハ W の受け渡しを行う受け渡し位置（図示せず）との間で昇降させる。処理容器 101 の底部と昇降板 109 との間には、ベローズ 111 が設けられており、昇降板 109 が上下動しても処理容器 101 内の気密性は保たれる。

[0037] ステージ 105 および温調ジャケット 108 の板部には、昇降ピン 112 が挿通されている。昇降ピン 112 は、軸部と、軸部よりも拡径した頭部とを有している。軸部は、ステージ 105 および温調ジャケット 108 の板部に形成された挿通孔に挿通されている。ステージ 105 の載置面側の貫通孔に対応する位置には、貫通孔よりも大径の頭部を収容するための溝部が形成されている。

[0038] 昇降ピン 112 は昇降可能に設けられ、ステージ 105 が処理位置にある場合には、図 2 に示すように、頭部は溝部に収容されて溝部の底面に係止され、軸部の下端は温調ジャケット 108 の板部の下方へ突き出した状態となっており、ウエハ W はステージ 105 の載置面に載置されている。

[0039] ステージ 105 をウエハ W の受け渡し位置まで下降させると、昇降ピン 112 の下端が当接部材 113 に当接し、さらに下降させることにより昇降ピン 112 の頭部がステージ 105 の載置面から突出する。これにより、昇降ピン 112 の頭部がウエハ W の下面を支持した状態で、ステージ 105 の載置面からウエハ W が持ち上げられる。

[0040] ステージ 105 の上方のウエハ W の外周部に対応する位置には、環状部材 114 が配置されている。図 2 に示すように、ステージ 105 が処理位置に位置した状態において、環状部材 114 は、ウエハ W の上面外周部と接触し、環状部材 114 の自重によりウエハ W をステージ 105 の載置面に押し付ける。一方、ステージ 105 をウエハ W の受け渡し位置まで移動させた際には、環状部材 114 は、搬入出口 101 a よりも上方において図示しない係

止部によって係止される。これにより、環状部材 114 がウエハ W の受け渡しを阻害しないようになっている。

[0041] 処理容器 101 の下方位置には、チラーユニット 115、伝熱ガス供給部 116、パージガス供給部 117 が設けられている。

[0042] チラーユニット 115 は、温調ジャケット 108 の板部に設けられた流路 108a に、配管 115a, 115b を介して、冷媒、例えば冷却水を循環させる。

[0043] 伝熱ガス供給部 116 は、配管 116a を介してウエハ W の裏面とステージ 105 の載置面との間に、He ガスのような伝熱ガスを供給する。

[0044] パージガス供給部 117 は、配管 117a、支持部 105a と温調ジャケット 108 の穴部の間に形成された隙間部、ステージ 105 と断熱リング 107 の間に形成され径方向外側に向かって延びる流路（図示せず）、ステージ 105 の外周部に形成された上下方向の流路（図示せず）にパージガスとして CO ガスを流す。パージガスとしての CO ガスは、環状部材 114 の下面とステージ 105 の上面との間に供給される。これにより、環状部材 114 の下面とステージ 105 の上面との間の空間にプロセスガスが流入することを防止して、環状部材 114 の下面やステージ 105 の外周部の上面に成膜されることを防止する。

[0045] 制御装置 120 は、全体制御部 21 からの指令に基づいて、第 1 の埋め込み装置 13a の各構成部、例えば、ガス供給部 104、ヒータ 106、昇降機構 110、チラーユニット 115、伝熱ガス供給部 116、パージガス供給部 117、ゲートバルブ G、排気部 119 等を制御する。なお、全体制御部 21 により第 1 の埋め込み装置 13a の制御を行うこともでき、その場合は制御装置 120 は不要である。

[0046] このように構成される第 1 の埋め込み装置 13a の動作について説明する。以下の動作は制御装置 120 の制御により実行される。

[0047] まず、処理容器 101 内の処理空間 S を真空雰囲気とし、ステージ 105 が受け渡し位置にある状態で、ゲートバルブ G を開けて、搬送機構 18 によ

リウエハWを搬入する。そして、ステージ105から突出した昇降ピン112上にウエハWを載置する。搬送機構18が処理容器101内から退避した後、ゲートバルブGを閉じる。

[0048] 次に、ステージ105を処理位置に移動させる。この際、ステージ105が上昇することにより、昇降ピン112の上に載置されたウエハWがステージ105の載置面に載置される。また、環状部材114がウエハWの上面外周部と接触し、環状部材114の自重によりウエハWをステージ105の載置面に押し付けた状態となる。

[0049] この状態で、処理空間S内の調圧を行うとともに、ヒータ106によりステージ105を介してウエハWを設定温度に加熱する。そして、ガス供給部104から、ルテニウム含有ガスである $Ru_3(CO)_{12}$ ガスをキャリアガスであるCOガスとともにガス吐出機構103から処理空間S内へ供給する。これにより、ウエハWに形成された凹部にRu膜が埋め込まれる。処理後のガスは、環状部材114の上面側の流路を通過し、排気管101bを介して排気部119により排気される。

[0050] なお、ガスとして、キャリアガスとは別のカウンターCOガス、希釈ガスとしての N_2 ガス、熱伝達ガスとしての H_2 ガスを供給してもよい。

[0051] この埋め込み処理にあたっては、ウエハWの裏面とステージ105の載置面との間に伝熱ガスを供給する。また、パージガス供給部117からパージガスとしてCOガスを環状部材114の下面とステージ105の上面との間に供給する。これにより、環状部材114の下面とステージ105との間の空間にプロセスガスが流入することを抑制して、環状部材114の下面やステージ105の外周部の上面に膜が形成されることを防止する。パージガスは、環状部材114の下面側の流路を通過し、排気部119により排気される。

[0052] 埋め込み処理が終了すると、ステージ105を搬入出口101aに対応した受け渡し位置に移動（下降）させる。このとき、昇降ピン112の下端が当接部材113と当接して昇降ピン112がステージ105の載置面から突

出し、ステージ105の載置面からウエハWを持ち上げる。そして、ゲートバルブGを開け、搬送機構18により、昇降ピン112の上に載置されたウエハWを搬出する。

[0053] <一実施形態に係る埋め込み方法>

次に、一実施形態に係る埋め込み方法について説明する。

本実施形態では、ウエハWに形成された凹部へのRu膜の埋め込みを行う。Ru膜の埋め込みは図1を用いて説明した処理システムにより行われる。

[0054] 図3は、本実施形態の埋め込み方法に使用されるウエハWの構造を模式的に示す断面図である。ウエハWは、シリコン基体200と、その上に設けられた金属膜202を有する下部構造201と、下部構造201の上に設けられた、凹部204を有する絶縁膜203とを有し、凹部204の底部に金属膜202が露出している。

[0055] 下部構造201は、例えば、絶縁膜中に金属膜202が形成されて構成されており、金属膜202としては、埋め込まれるRu膜と反応し難いものが好ましく、タングステン(W)膜、コバルト(Co)膜、チタン(Ti)膜等が例示される。絶縁膜203としては、SiO₂膜、SiN膜、低誘電率(Low-k)膜等のSi含有膜が例示される。絶縁膜203は、異種の膜が積層された構造、例えばSiN膜とSiO₂膜との積層構造であってもよい。凹部204としては、トレンチやホール(ビア、コンタクトホール等)が例示される。

[0056] このようなウエハWに対し、CVDによりRu膜を成膜し、凹部204内にRu膜を埋め込む。図4はRu膜を埋め込む際の工程を示す断面図である。埋め込みに際しては、最初に、第1の埋め込み装置13aにより、図4(a)に示すように、凹部204の途中まで第1のRu膜205を埋め込む第1の埋め込み工程を実施する。次に、ウエハWを第2の埋め込み装置13bに搬送して、図4(b)に示すように、凹部204の残部に対して第2のRu膜206を埋め込む第2の埋め込み工程を実施する。このとき、第1の埋め込み工程は第1の温度で行い、第2段階の埋め込み工程は第1の温度より

も低い第2の温度で行う。

[0057] CVDによるRu膜の成膜においては、成膜温度がある温度以上の高温では、金属に対して膜形成されやすく、絶縁体に対しては膜形成され難い選択性を有する。したがって、図3の構造のウエハWに対して、このような選択性を有する高温でRu膜の埋め込みを行う際には、凹部204の底部に露出する金属膜202には成膜されやすく、絶縁膜203には成膜され難い。このため、一般的には、図5の(a)~(c)のように、底部から成膜が進行するボトムアップ成膜により良好な埋め込み性で、凹部204に対してRu膜210の埋め込みが行われる。上述した特許文献2は、このようなボトムアップ成膜を利用している。

[0058] しかし、ボトムアップ成膜の場合は、Ru膜を埋め込む際の側壁の平滑性(平坦性)が十分でなく、図6(a)に示すように、凹部204の間口にRu膜210のオーバーハング210aが生じることがある。近時、半導体装置においてトレンチやホール等の凹部は益々微細になり、わずかなオーバーハングが生じても、さらに成膜が進行することにより、図6(b)に示すように、内部にボイド211が残存する等、埋め込み性が低下してしまうおそれがある。

[0059] 一方、成膜温度が低温の場合、このような選択性が低下し、一般的には、図7の(a)~(c)に示すように、凹部204において、底部の金属膜202と側壁部の絶縁膜203に対して均一な膜厚でコンフォーマルにRu膜210の成膜が行われる。コンフォーマル成膜の場合、側壁の平滑性(平坦性)は良好であり、オーバーハング等は生じ難い。しかし、成膜が進行すると、図8(a)に示すように、凹部204の開口部が狭くなり、最終的には図8(b)に示すように、ボイド211が残存しやすく、本質的に埋め込み性が悪い。

[0060] そこで、本実施形態では、最初に、高温に設定された第1の埋め込み装置13aにより、凹部204の途中まで第1の埋め込み工程を行い、次いで、低温に設定された第2の埋め込み装置13bにより第2の埋め込み工程を行う

。このとき、第1の埋め込み工程から第2の埋め込み工程へ切り替えるタイミングは、凹部204がオーバーハングしない範囲で適宜設定することができる。

[0061] これにより、最初の第1の埋め込み工程では、ボトムアップ成膜により、良好な埋め込み性で第1のRu膜205を埋め込むことができ、第2の埋め込み工程ではコンフォーマル成膜により良好な平滑性（平坦性）で第2のRu膜206を埋め込むことができる。また、第2の埋め込み工程では、凹部204に既に第1のRu膜205が埋め込まれているので、コンフォーマル成膜でも埋め込み性は損なわれない。このため、凹部204内に良好な埋め込み性でRu膜を埋め込むことができる。

[0062] さらに、予め高温に設定された第1の埋め込み装置13aと予め低温に設定された第2の埋め込み装置13bを用い、第1の埋め込み装置13aで第1の埋め込み工程を実施し、第2の埋め込み装置13bで第2の埋め込み工程を実施するので、高いスループットが得られる。

[0063] 第1の埋め込み工程を行う際の圧力（処理空間Sの圧力）を第1の圧力、第2の埋め込み工程を行う際の圧力を第2の圧力とした場合に、第1の圧力を第2の圧力よりも低圧にすることが好ましい。第1の埋め込み工程の際の圧力を相対的に低圧とすることでボトムアップ成膜が進行しやすく、第2の埋め込み工程の際の圧力を相対的に高圧とすることでコンフォーマル成膜が進行しやすくなる。

[0064] また、第2の埋め込み工程を行う際の $Ru_3(CO)_{12}$ ガスの流量（すなわち、キャリアガスであるCOガスの流量）は、第1の埋め込み工程を行う際の流量よりも少ないことが好ましい。これは、Ru原料である $Ru_3(CO)_{12}$ を、ビア等の凹部の底に対して吸着しやすい $Ru(CO)_4$ の状態になりやすくするためであり、これによりボトムアップしやすくなると考えられる。

[0065] 以上は、第1の埋め込み工程を行った後、第2の埋め込み工程を行う2段階の成膜を行う場合について説明したが、第1の埋め込み工程と第2の埋め込み工程を行った後、2回目の第1の埋め込み工程を行ってもよい。これを

実施する際には、第2の埋め込み装置13bで第2の埋め込み工程を行った後に、再び第1の埋め込み装置13aにウエハWを戻して2回目の第1の工程を行ってもよいし、別の第1の埋め込み装置を設けて、その装置で2回目の第1の埋め込み工程を実施してもよい。また、第1の埋め込み工程と第2の埋め込み工程とを繰り返してもよい。

[0066] 次に、第1の埋め込み工程および第2の埋め込み工程について詳細に説明する。

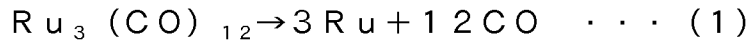
[0067] 第1の埋め込み工程における第1の温度は、150～190℃が好ましい。第1の温度が150℃よりも低いと、金属膜(W膜)202上と絶縁膜(SiO₂膜)203上のRu膜成膜の選択比が悪化し、ボトムアップ成膜を行い難くなり、190℃より高いと膜質が悪化する傾向にある。また、第1の埋め込み工程における第1の圧力は、0.6～2.2Paが好ましい。これは、Ru原料であるRu₃(CO)₁₂を、ビア等の凹部の底に対して吸着しやすいRu(CO)₄の状態になりやすくするためであり、これによりボトムアップしやすくなると考えられる。

[0068] また、第2の埋め込み工程における第2の温度は、100～140℃が好ましい。第2の温度が100℃よりも低いと成膜が進行し難くなる傾向となり、140℃より高いと平滑性(平坦性)が低下するおそれがある。また、第2の埋め込み工程における第2の圧力は、13.3～20Paが好ましい。この範囲で所望のコンフォーマル成膜を進行させることができる。

[0069] また、Ru₃(CO)₁₂ガスを搬送するキャリアガスとしてのCOガスの流量は、第1の埋め込み工程では100～500sccmが好ましく、第2の埋め込み工程では10～90sccmが好ましい。この範囲で、Ru原料であるRu₃(CO)₁₂が、ビア等の凹部204の底に対して吸着しやすいRu(CO)₄の状態になりやすくなり、これによりボトムアップしやすくなると考えられる。

[0070] キャリアガスとしてCOガスを用いるのは、Ru₃(CO)₁₂ガスを用いてRu膜を成膜する際にウエハWの表面で生じる以下の(1)式に示す分解反

応を、ウエハWに到達する前に極力生じさせないようにするためである。



- [0071] また、 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ガスの分解反応をより効果的に抑制するためには、 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}/\text{CO}$ 分圧比を減少させることが有効であり、そのために、 CO ガスをキャリアガスの他カウンターガスとして処理空間Sに供給する。カウンターガスとして供給する CO ガスの流量は、第1の埋め込み工程および第2の埋め込み工程とも、 $50 \sim 100 \text{ sccm}$ とすることが好ましい。
- [0072] さらに、環状部材114の下面とステージ105の上面との間の空間にプロセスガスが流入することを防止するパージガスとしても CO ガスを用いることにより、その効果を高めることができる。パージガスとして供給する CO ガスの流量は、第1の埋め込み工程および第2の埋め込み工程とも、 $50 \sim 100 \text{ sccm}$ とすることが好ましい。
- [0073] なお、 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ガスを供給する際には、必要に応じて希釈ガスとしての N_2 ガスを適量供給してもよい。また、 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ガスの供給に先立って、処理空間Sに熱伝達ガスである H_2 ガスを供給してもよい。このとき、 H_2 ガスとともに N_2 ガスを供給してもよい。なお、希釈ガスとしては N_2 ガスの代わりに Ar ガス等の他の不活性ガスを用いてもよい。また、熱伝達ガスとして H_2 ガスの代わりに He ガスを用いてもよい。
- [0074] 第1段階の埋め込み工程および第2段階の埋め込み工程においては、 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ガスを供給して膜形成するステップと、 N_2 ガスにより処理空間Sをパージするステップを交互に繰り返すことが好ましい。これにより、 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ガスが分解して生成された CO ガスを適切に排出することができ、膜質が良好な Ru 膜を埋め込むことができる。パージガスとしては、 Ar ガス等の他の不活性ガスを用いてもよい。
- [0075] 本実施形態においては、以上のような Ru 膜の埋め込み工程に先立って、必要に応じて前洗浄装置11により金属膜202の表面の自然酸化膜を除去する前洗浄処理を行ってもよい。自然酸化膜を除去することにより、埋め込まれる Ru 膜の膜質を高めることができる。前洗浄処理は、例えば、 H_2 プラ

ズマ処理、Arプラズマ処理、またはこれらの両方により行うことができる。

[0076] また、Ru膜の埋め込み工程の後に、結晶性を高めることや、密着性を高めること等を目的として、必要に応じてアニール装置12によりアニール処理を行ってもよい。

[0077] <実験例>

次に、実験例について説明する。

ここでは、図9に示すように、シリコン基体300と、その上に設けられたW膜302を有する下部構造301と、下部構造301の上に設けられたSiN膜303と、SiN膜303の上に設けられたSiO₂膜304とを有するウエハを用いた。ウエハとしては、SiN膜303およびSiO₂膜304には、直径：15nm、深さ：60nmのビア305が複数形成され、ビア305の底部にW膜が露出した構造を有するものを用いた。

[0078] このウエハに対して、図1に示す処理システムを用いて埋め込み処理を行った。最初に、前洗浄装置11により、H₂プラズマ処理およびArプラズマ処理を施してタンゲステン膜表面の自然酸化膜を除去した。

[0079] その後、以下に説明するケース1およびケース2でRu膜によるビアの埋め込みを行った。

[0080] ケース1では、第1の埋め込み装置13aを用い、以下の条件A（高温・低圧条件）のみでRu膜の埋め込みを行った。この際の埋め込みにおいては、埋め込みとパージのサイクル数を、事前にブランクウエハを用いた成膜実験で膜厚が3.5nmとなるように設定した。

・条件A

温度：155℃

圧力：2.2Pa（16.6mTorr）

キャリアCOガス流量：100sccm

カウンターCOガス流量：50sccm

パージCOガス流量：100sccm

[0081] ケース2では、第1の埋め込み装置13aを用い、上記の条件A（高温・低圧条件）で第1の埋め込み工程を行った後、ウエハを第2の埋め込み装置13bに搬送し、以下の条件B（低温・高圧条件）で第2の埋め込み工程を行った。この際の埋め込みにおいては、埋め込みとパージのサイクル数を、事前にブランクウエハを用いた成膜実験で、第1の埋め込み工程で膜厚が1.0nm、第2の埋め込み工程で膜厚が24nmとなるように設定した。

・条件B

温度：135℃

圧力：13.3Pa（100mTorr）

キャリアCOガス流量：75sccm

カウンターCOガス流量：50sccm

パージCOガス流量：100sccm

[0082] ケース1およびケース2の埋め込みを行った後、それぞれ12個ずつビアの埋め込み状態を電子顕微鏡で観察した結果、ボイドなく埋め込まれたビアの比率は、ケース1で42%、ケース2で50%となった。ケース1はボトムアップ成膜のみで埋め込みを行ったものであり、ケース2はボトムアップ成膜の後にコンフォーマル成膜を行ったものであり、実施形態の2段階の埋め込みの優位性が確認された。

[0083] <他の適用>

以上、実施形態について説明したが、今回開示された実施形態は、全ての点で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。上記の実施形態は、添付の特許請求の範囲およびその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0084] 例えば、上記実施形態では、Ru原料としてRu₃(CO)₁₂を用いた例を示したが、これに限定されず、例えば、Ru₃(CO)₁₂を含有するガス（ただし、酸素ガスは含有しない）、(2,4-dimethylpentadienyl)(ethylcyclopentadienyl)ruthenium: (Ru(DMPD)(EtCp))、bis(2,4-dimeth

y l p e n t a d i e n y l) R u t h e n i u m : (R u (D M P D) ₂)
 、 4 - d i m e t h y l p e n t a d i e n y l) (m e t h y l c y c l
 o p e n t a d i e n y l) R u t h e n i u m : (R u (D M P D) (M
 e C p)) 、 B i s (C y c l o p e n t a d i e n y l) R u t h e n i
 u m : (R u (C ₅ H ₅) ₂) 、 C i s - d i c a r b o n y l b i s (5 -
 m e t h y l h e x a n e - 2 , 4 - d i o n a t e) r u t h e n i u m
 (I I) 、 b i s (e t h y l c y c l o p e n t a d i e n y l) R u t h
 e n i u m (I I) : R u (E t C p) ₂等を用いてもよい。

[0085] また、図1の処理システムは例示に過ぎず、これに限定されるものではない。例えば、真空搬送室やロードロック室の数、真空搬送室に接続される処理装置の数等は任意である。上記実施形態では、処理システムに前洗浄装置およびアニール装置を搭載した処理システムを示したが、前洗浄装置およびアニール装置を搭載していないものでもよい。また、第1の埋め込み装置および第2の埋め込み装置の数は任意であり、少なくともこれら一つずつ含まれていればよい。図2の埋め込み装置も例示に過ぎず、これに限定されるものではない。

[0086] また、上記実施形態では、基板として半導体ウエハを例にとって説明したが、半導体ウエハに限定されず、FPD（フラットパネルディスプレイ）に用いるガラス基板や、セラミック基板等の他の基板であってもよい。

符号の説明

[0087] 1；処理システム、10；真空搬送室、11；前洗浄装置、13a；第1の埋め込み装置、13b；第2の埋め込み装置、14；ロードロック室、15；大気搬送室、18，20；搬送機構、21；全体制御部、101；処理容器、104；ガス供給部、105；ステージ、106；ヒータ、120；制御装置、200；シリコン基体、201；下部構造、202；金属膜、203；絶縁膜、204；凹部、205；第1のRu膜、206；第2のRu膜、210；Ru膜、S；処理空間、W；ウエハ

請求の範囲

- [請求項1] 凹部が形成された絶縁膜と、前記凹部の底部に露出するように設けられた金属膜とを有する基板を準備することと、
前記基板を第1の温度に加熱しつつルテニウム含有ガスを用いたCVDにより前記凹部の前記底部から前記凹部の途中まで第1のルテニウム膜を埋め込むことと、
前記基板を前記第1の温度よりも低い第2の温度に加熱しつつルテニウム含有ガスを用いたCVDにより前記凹部の前記第1のルテニウム膜の上に第2のルテニウム膜を埋め込むことと、
を有する、埋め込み方法。
- [請求項2] 前記第1のルテニウム膜を埋め込む際には、前記第1のルテニウム膜が、前記凹部に、前記底部の前記金属膜からボトムアップするように埋め込まれ、前記第2のルテニウム膜を埋め込む際には、前記第2のルテニウム膜が、前記凹部に、コンフォーマルに埋め込まれる、請求項1に記載の埋め込み方法。
- [請求項3] 前記第1のルテニウム膜を埋め込む際の圧力を第1の圧力とし、前記第2のルテニウム膜を埋め込む際の圧力を前記第1の圧力よりも高い第2の圧力とする、請求項1または請求項2に記載の埋め込み方法。
- [請求項4] 前記第1の温度にて前記第1のルテニウム膜の埋め込みを行う第1の埋め込み装置と、前記第2の温度にて前記第2のルテニウム膜の埋め込みを行う第2の埋め込み装置を有する処理システムを用い、前記基板を前記第1の埋め込み装置に搬送して前記第1のルテニウム膜の埋め込みを行い、引き続き前記基板を前記第2の埋め込み装置に搬送して前記第2のルテニウム膜の埋め込みを行う、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の埋め込み方法。
- [請求項5] 前記第1のルテニウム膜および前記第2のルテニウム膜を埋め込む際に用いる前記ルテニウム含有ガスは、ルテニウムカルボニルガスで

ある、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項6] 前記第1の温度は150～190℃であり、前記第2の温度は100～140℃である、請求項5に記載の埋め込み方法。

[請求項7] 前記第1のルテニウム膜を埋め込む際の圧力は0.6～2.2Paであり、前記第2のルテニウム膜を埋め込む際の圧力は13.3～20Paである、請求項5または請求項6に記載の埋め込み方法。

[請求項8] 前記ルテニウムカルボニルガスは、固体状のルテニウムカルボニルを昇華させてCOガスをキャリアガスとして供給され、前記第1のルテニウム膜を埋め込む際の前記キャリアガスの流量は100～500sccmであり、前記第2のルテニウム膜を埋め込む際の前記キャリアガスの流量は10～90sccmである、請求項5から請求項7のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項9] 前記第2のルテニウム膜を埋め込むことの後に、前記第1のルテニウム膜を埋め込むことをさらに実施する、請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項10] 前記第2のルテニウム膜を埋め込むことの後に、前記第1のルテニウム膜を埋め込むことと、前記第2のルテニウム膜を埋め込むこととを1回または複数回実施する、請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項11] 前記第1のルテニウム膜を埋め込むことに先立って行われる、前記金属膜の表面に形成された自然酸化膜を除去することをさらに有する、請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項12] 前記絶縁膜はSi含有膜である、請求項1から請求項11のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項13] 前記金属膜は、タングステン膜、コバルト膜、チタン膜のいずれかである、請求項1から請求項12のいずれか一項に記載の埋め込み方法。

[請求項14] 凹部が形成された絶縁膜と、前記凹部の底部に露出するように設け

られた金属膜とを有する基板において、前記凹部に対してルテニウム膜の埋め込みを行う処理システムであって、

ルテニウム含有ガスを用いたCVDにより前記凹部を埋め込む第1の埋め込み装置と、

ルテニウム含有ガスを用いたCVDにより前記凹部を埋め込む第2の埋め込み装置と、

前記第1の埋め込み装置と前記第2の埋め込み装置とが接続され、内部に基板を搬送する搬送機構が設けられた真空搬送室と、

制御部と、

を有し、

前記制御部は、前記第1の埋め込み装置に前記基板を搬送し、前記第1の埋め込み装置により、前記基板を第1の温度に加熱しつつ前記凹部の前記底部から前記凹部の途中まで第1のルテニウム膜を埋め込んだ後、前記基板を前記第2の埋め込み装置へ搬送し、前記第2の埋め込み装置により、前記基板を前記第1の温度よりも低い第2の温度に加熱しつつ前記凹部の前記第1のルテニウム膜の上に第2のルテニウム膜を埋め込むように、前記第1の埋め込み装置、前記第2の埋め込み装置、および前記搬送機構を制御する、処理システム。

[請求項15] 前記制御部は、前記第1の埋め込み装置による埋め込みの際に圧力を第1の圧力とし、前記第2の埋め込み装置による埋め込みの際に圧力を前記第1の圧力よりも高い第2の圧力とする、請求項14に記載の処理システム。

[請求項16] 前記第1の埋め込み装置および前記第2の埋め込み装置は、前記ルテニウム含有ガスとしてルテニウムカルボニルガスを用いる、請求項14または請求項15に記載の処理システム。

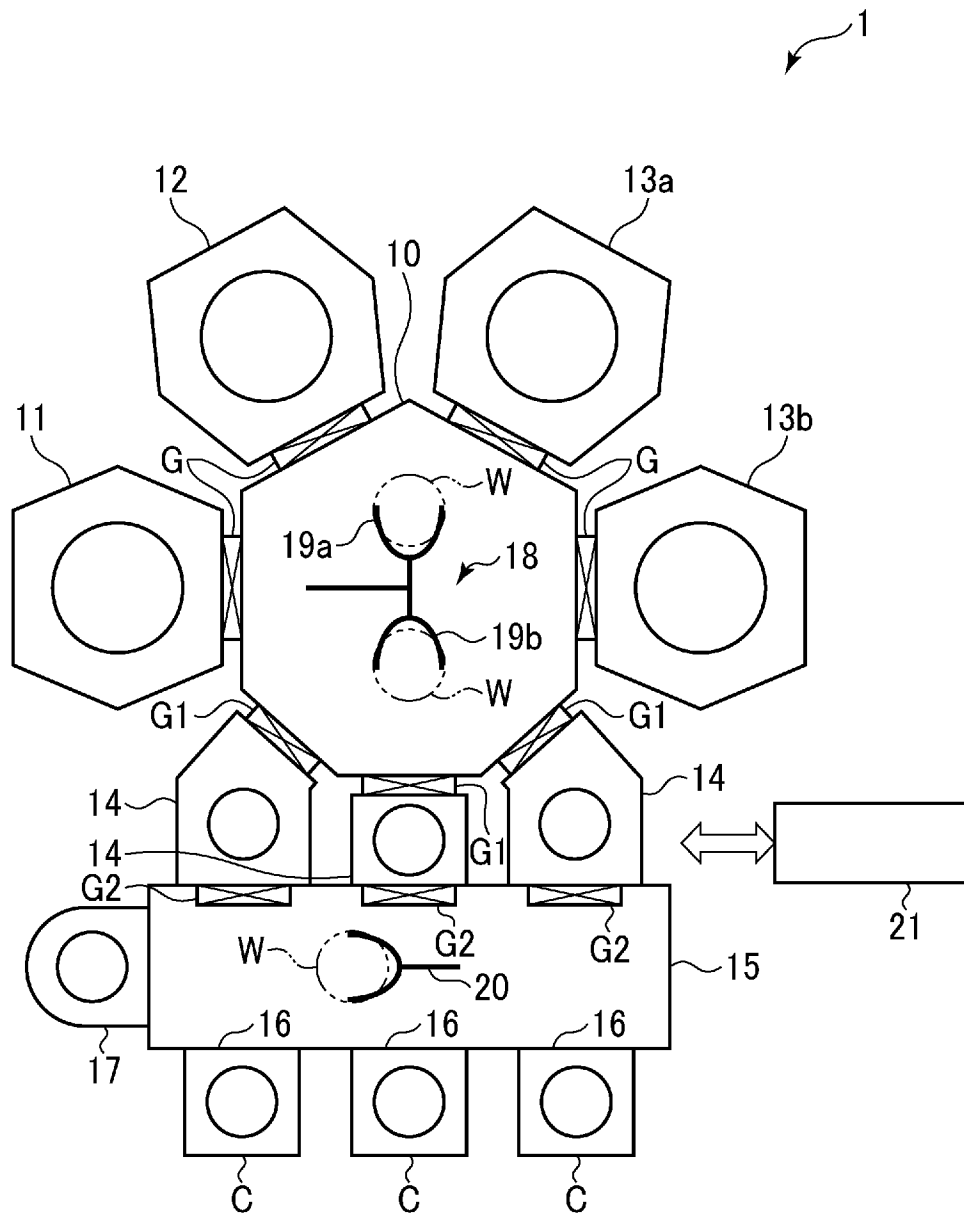
[請求項17] 前記制御部は、前記第1の温度が150～190℃、前記第2の温度が100～140℃となるように前記第1の埋め込み装置および前記第2の埋め込み装置を制御する、請求項16に記載の処理システム

。

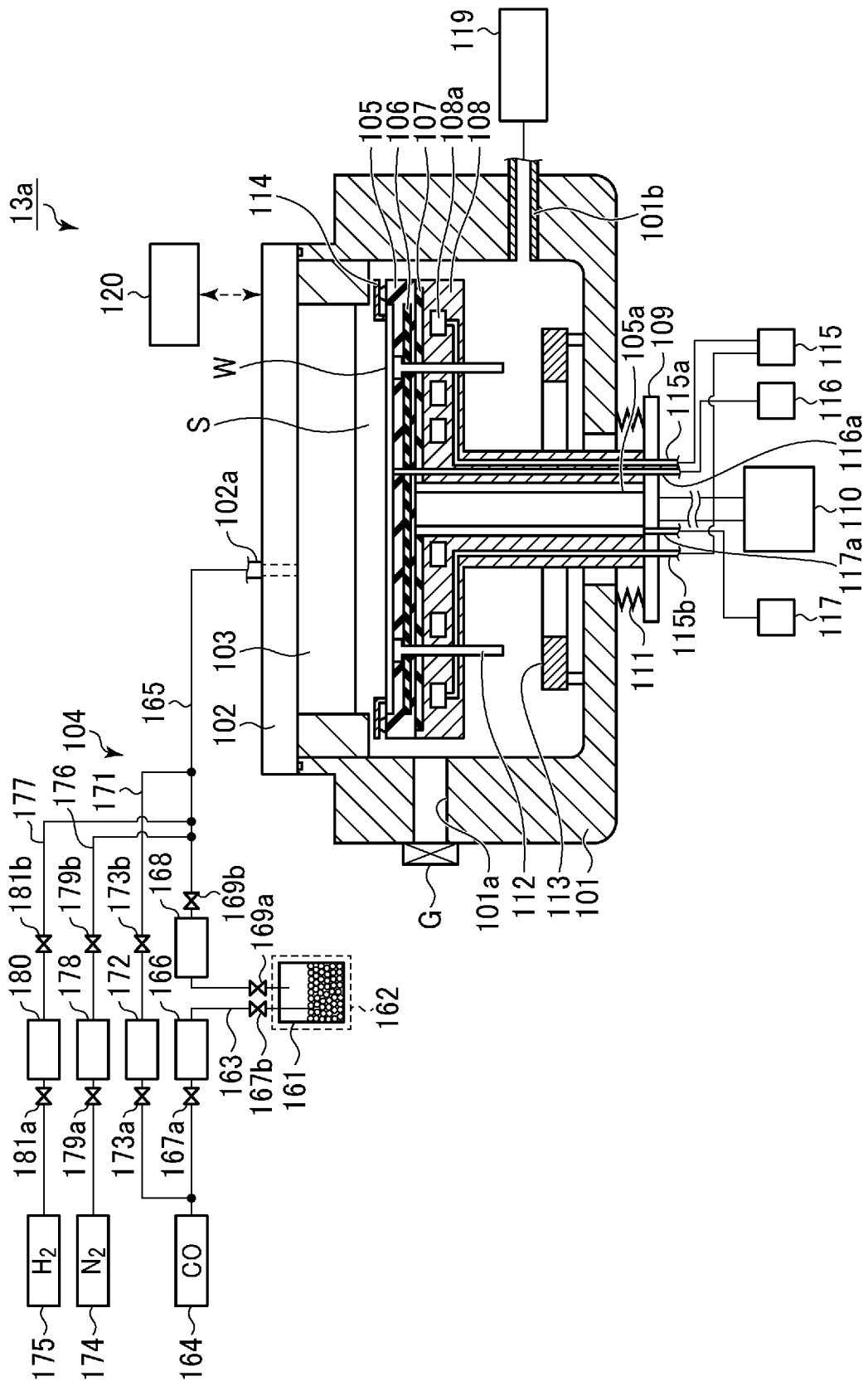
[請求項18] 前記制御部は、前記第1の埋め込み装置により埋め込みを行う際の圧力が0.6～2.2 Pa、前記第2の埋め込み装置により埋め込みを行う際の圧力が13.3～20 Paとなるように前記第1の埋め込み装置および前記第2の埋め込み装置を制御する、請求項16または請求項17に記載の処理システム。

[請求項19] 前記真空搬送室に接続された前処理装置をさらに有し、
前記制御部は、前記ルテニウム膜の埋め込みに先立って、前記前処理装置により前記金属膜の表面に形成された自然酸化膜の除去が行われるように制御する、請求項14から請求項18のいずれか一項に記載の処理システム。

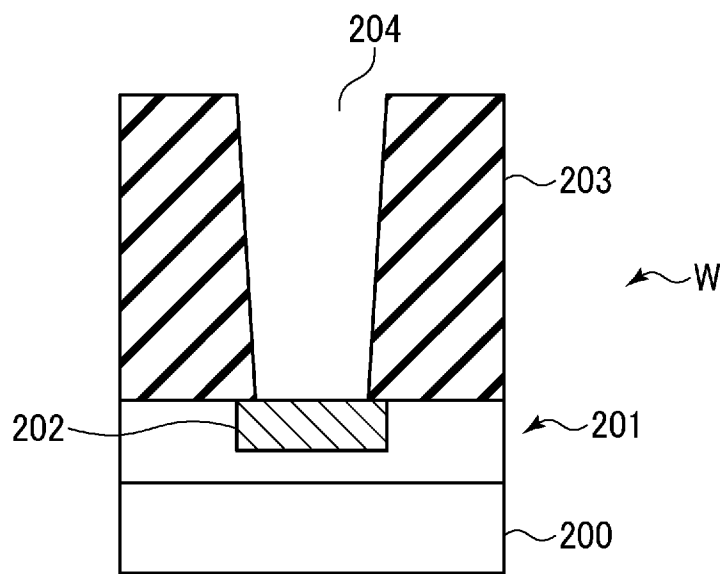
[図1]



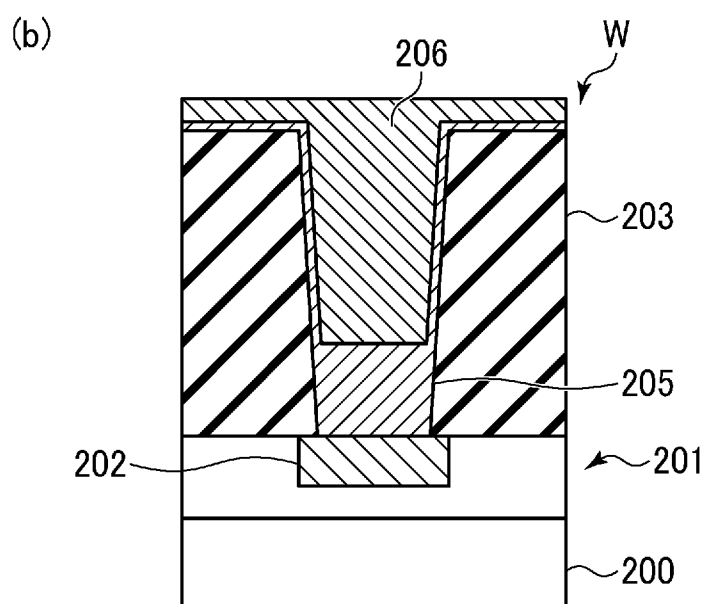
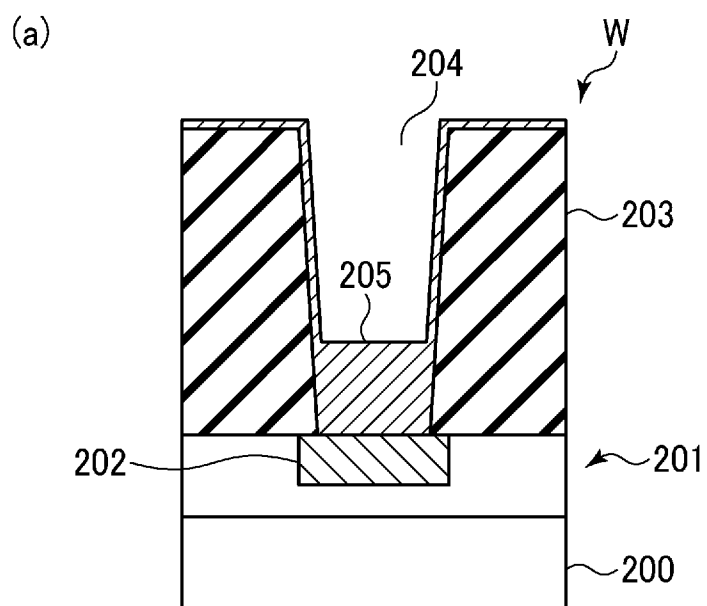
[図2]



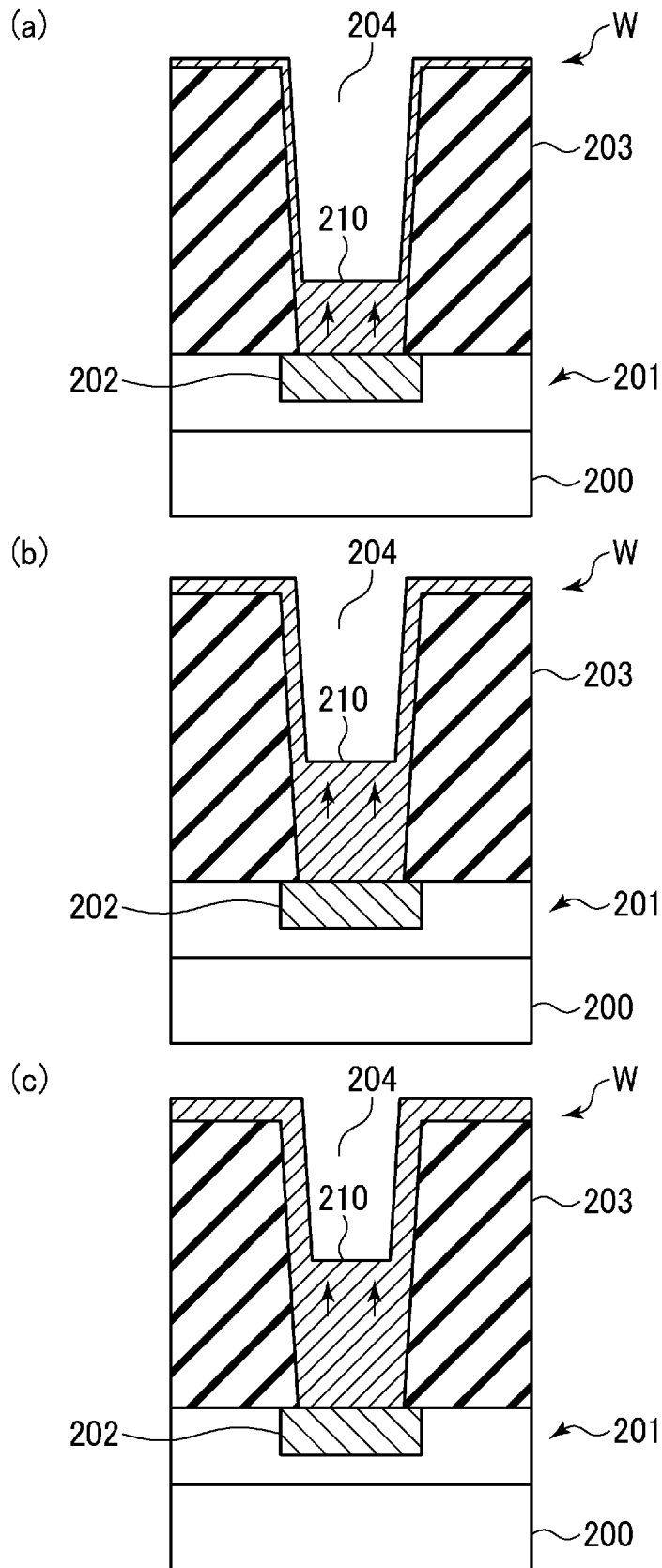
[図3]



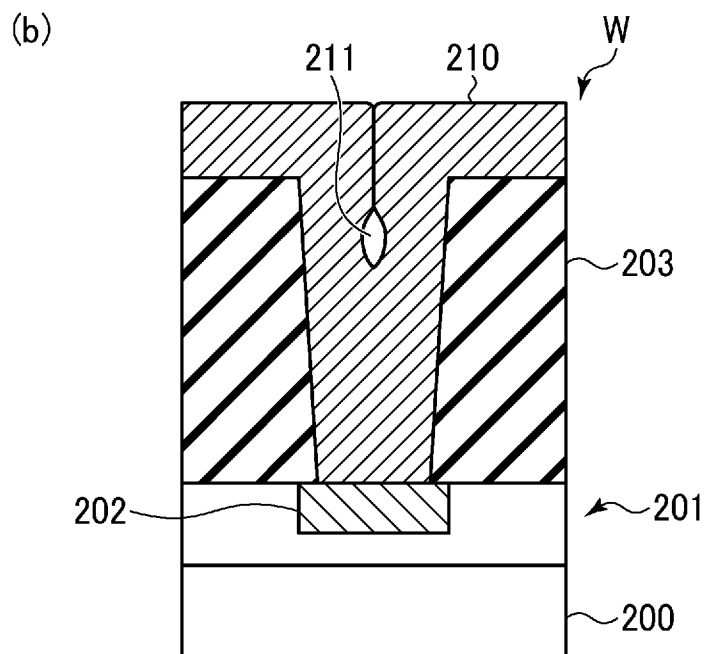
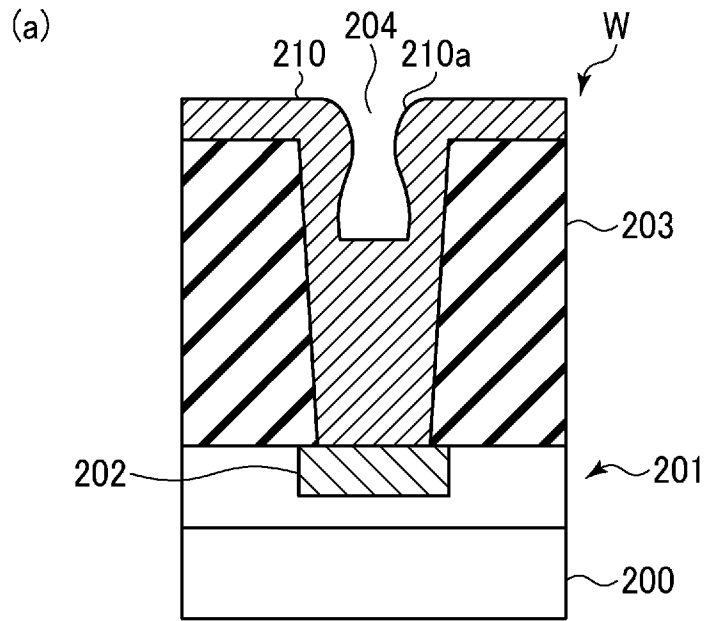
[図4]



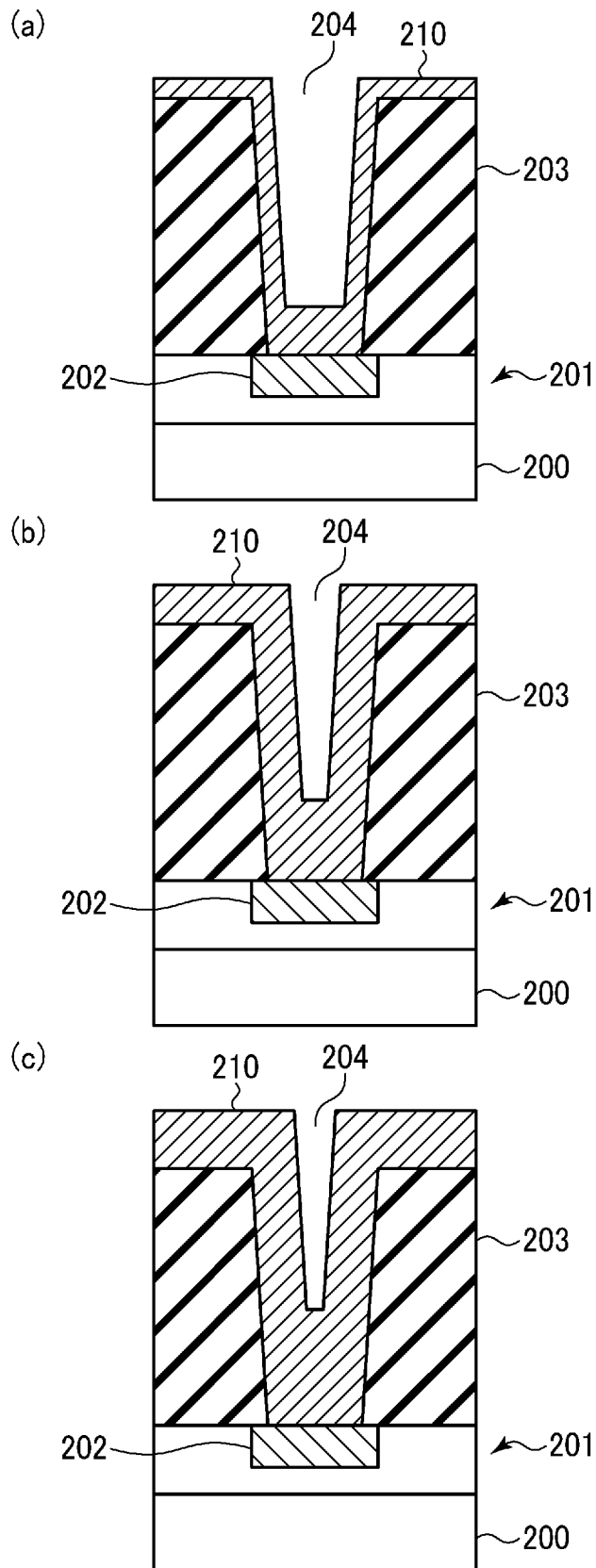
[図5]



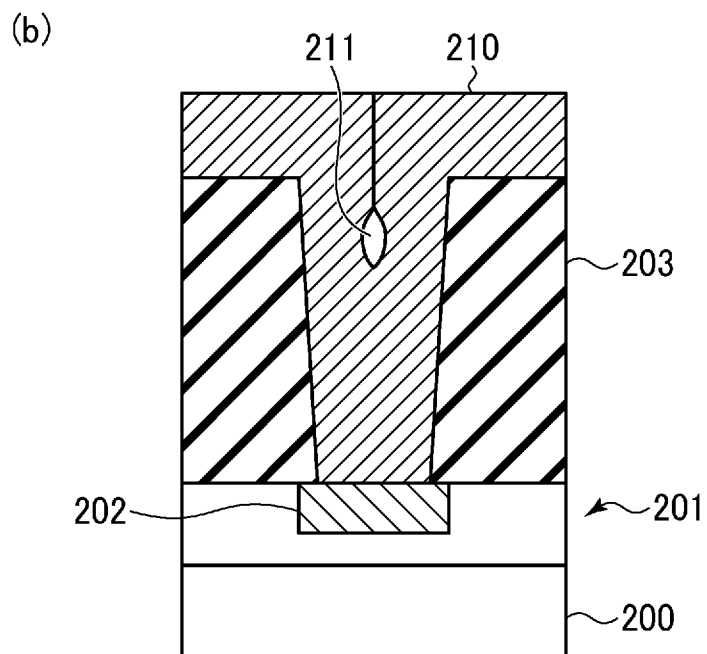
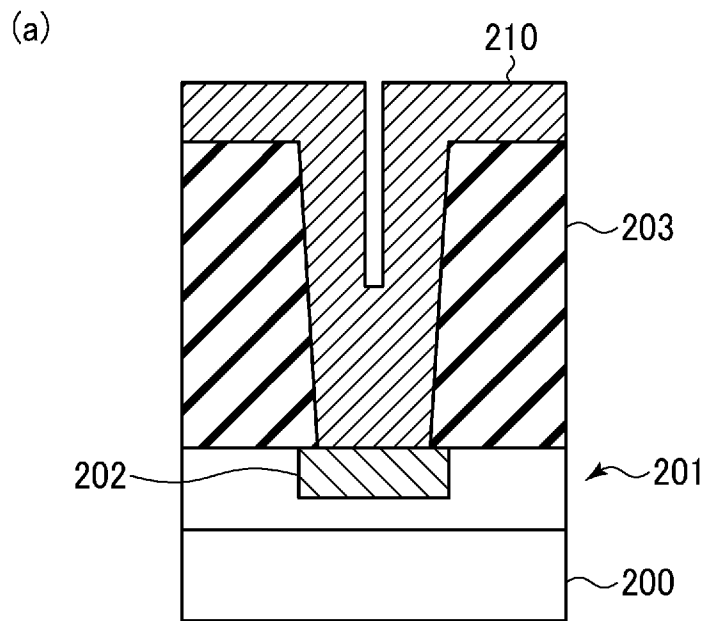
[図6]



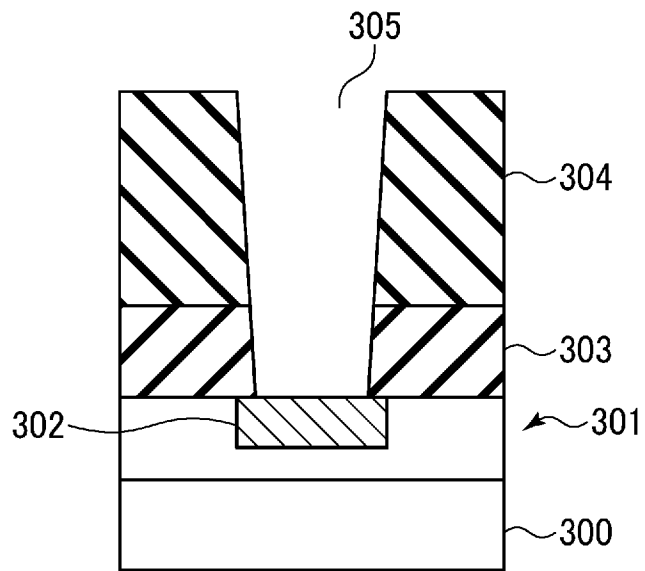
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/010228

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>C23C 16/16</i> (2006.01)i; <i>C23C 16/44</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/285</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/768</i> (2006.01)i; <i>H01L 23/522</i> (2006.01)i FI: C23C16/16; C23C16/44 A; H01L21/285 C; H01L21/90 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) C23C16/00-16/56; H01L21/285; H01L21/768; H01L23/522		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 A	JP 2020-59916 A (TOKYO ELECTRON LTD) 16 April 2020 (2020-04-16) claims 1, 3, 6, 8, 10, paragraphs [0001], [0004]-[0082]	1, 2, 4-6, 9-13, 14, 16, 17, 19 3, 7, 8, 15, 18
Y A	JP 2008-22021 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC) 31 January 2008 (2008-01-31) claims 1, 3, paragraphs [0001], [0004]-[0031]	1, 2, 4-6, 9-13, 14, 16, 17, 19
A	JP 2003-286570 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 10 October 2003 (2003-10-10) entire text	1-19
A	JP 2018-147949 A (TOKYO ELECTRON LTD) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text	1-19
A	JP 2001-234347 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 31 August 2001 (2001-08-31) entire text	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 April 2022		Date of mailing of the international search report 26 April 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/010228

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-59916	A	16 April 2020	US 2020/0111675 A1 claims 1, 3, 6, 8, 10, paragraphs [0002], [0007]- [0102] KR 10-2020-0038854 A	
JP	2008-22021	A	31 January 2008	US 2001/0026963 A1 claim 1, paragraphs [0002], [0006]-[0051] TW 516125 B KR 10-2001-0094961 A	
JP	2003-286570	A	10 October 2003	US 2003/0124252 A1 entire text KR 10-2003-0056789 A TW 200408013 A	
JP	2018-147949	A	20 September 2018	US 2018/0254181 A1 entire text KR 10-2018-0101226 A TW 201841261 A	
JP	2001-234347	A	31 August 2001	US 2001/0006838 A1 entire text DE 10064654 A1 KR 10-2001-0066747 A TW 554064 B	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C23C 16/16(2006.01)i; C23C 16/44(2006.01)i; H01L 21/285(2006.01)i; H01L 21/768(2006.01)i; H01L 23/522(2006.01)i FI: C23C16/16; C23C16/44 A; H01L21/285 C; H01L21/90 B</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C23C16/00-16/56; H01L21/285; H01L21/768; H01L23/522</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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 A	JP 2020-59916 A（東京エレクトロン株式会社）16.04.2020（2020 - 04 - 16） 請求項1, 3, 6, 8, 10, [0001], [0004]-[0082]	1, 2, 4-6, 9-13, 14, 16, 17, 19 3, 7, 8, 15, 18								
Y	JP 2008-22021 A（株式会社日立国際電気）31.01.2008（2008 - 01 - 31） 請求項1, 3, [0001], [0004]-[0031]	1, 2, 4-6, 9-13, 14, 16, 17, 19								
A	JP 2003-286570 A（三星電子株式会社）10.10.2003（2003 - 10 - 10） 全文	1-19								
A	JP 2018-147949 A（東京エレクトロン株式会社）20.09.2018（2018 - 09 - 20） 全文	1-19								
A	JP 2001-234347 A（三星電子株式会社）31.08.2001（2001 - 08 - 31） 全文	1-19								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
<p>* 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</p>										
国際調査を完了した日	12.04.2022	国際調査報告の発送日 26.04.2022								
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） 末松 佳記 4G 3443 電話番号 03-3581-1101 内線 3465									

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/JP2022/010228

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-59916	A	16.04.2020	US	2020/0111675	A1	
				請求項1, 3, 6, 8, 10, [0002], [0007]-[0102]			
				KR 10-2020-0038854 A			

JP	2008-22021	A	31.01.2008	US	2001/0026963	A1	
				請求項1, [0002], [0006]- [0051]			
				TW	516125	B	
				KR	10-2001-0094961	A	

JP	2003-286570	A	10.10.2003	US	2003/0124252	A1	
				全文			
				KR	10-2003-0056789	A	
				TW	200408013	A	

JP	2018-147949	A	20.09.2018	US	2018/0254181	A1	
				全文			
				KR	10-2018-0101226	A	
				TW	201841261	A	

JP	2001-234347	A	31.08.2001	US	2001/0006838	A1	
				全文			
				DE	10064654	A1	
				KR	10-2001-0066747	A	
				TW	554064	B	
