

(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
2010 年 9 月 23 日(23.09.2010)

PCT

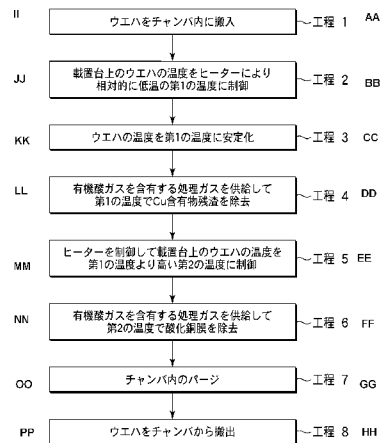
(10) 国際公開番号
WO 2010/106843 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/051597
- (22) 国際出願日: 2010 年 2 月 4 日(04.02.2010)
- (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 2009-067919 2009 年 3 月 19 日(19.03.2009) 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): 三好 秀典 (MIYOSHI, Hidenori) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 高山 宏志(TAKAYAMA, Hiroshi); 〒1020093 東京都千代田区平河町一丁目 7 番 2 0 号平河町辻田ビル 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, 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, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING METHOD AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: 基板処理方法および基板処理装置

[図3]



AA STEP 1
BB STEP 2
CC STEP 3
DD STEP 4
EE STEP 5
FF STEP 6
GG STEP 7
HH STEP 8
II CARRY WAFER INTO CHAMBER
JJ CONTROL TEMPERATURE OF WAFER ON PLACING TABLE TO BE RELATIVELY LOW FIRST TEMPERATURE BY MEANS OF HEATER
KK STABILIZE WAFER TEMPERATURE AT FIRST TEMPERATURE
LL REMOVE Cu-CONTAINING RESIDUE AT FIRST TEMPERATURE BY SUPPLYING PROCESSING GAS CONTAINING ORGANIC ACID GAS
MM CONTROL TEMPERATURE OF WAFER ON PLACING TABLE TO BE SECOND TEMPERATURE HIGHER THAN FIRST TEMPERATURE BY CONTROLLING HEATER
NN REMOVE COPPER OXIDE FILM AT SECOND TEMPERATURE BY SUPPLYING PROCESSING GAS CONTAINING ORGANIC ACID GAS
OO PURGE INSIDE OF CHAMBER
PP CARRY OUT WAFER FROM CHAMBER

(57) Abstract: In order to remove the copper oxide film on the surface of Cu and to remove the Cu-containing residue adhered on an interlayer insulating film in the Cu wiring structure on a substrate using an organic acid-containing gas, a step of removing the Cu-containing residue by etching by supplying the substrate with a processing gas containing an organic acid gas, while heating the substrate so that the temperature of the substrate is at a first temperature which is relatively low, and a step of removing the copper oxide film on the surface of Cu by means of reaction which is mainly reduction of the copper oxide film on the Cu surface, by supplying the substrate with the processing gas containing the organic acid gas, while heating the substrate so that the temperature of the substrate is at a second temperature which is higher than the first temperature are performed.

(57) 要約: 基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去するにあたり、基板温度が相対的に低温の第1の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行う工程と、基板温度が前記第1の温度よりも高温の第2の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去する工程とを行う。

WO 2010/106843 A1

明 細 書

発明の名称： 基板処理方法および基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、Cu配線を形成する際に、Cu膜表面の酸化物および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を除去する基板処理方法および基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 近時、半導体デバイスの高速化、配線パターンの微細化、高集積化の要求に対応して、配線間の容量の低下ならびに配線の導電性向上およびエレクトロマイグレーション耐性の向上が求められており、それに対応した技術として、配線材料にアルミニウム（Al）やタングステン（W）よりも導電性が高くかつエレクトロマイグレーション耐性に優れている銅（Cu）を用い、層間絶縁膜としてSiO₂より誘電率が低い絶縁膜（低誘電率膜、Low- ϵ 膜）を用いたCu多層配線技術が注目されている。

[0003] Cuは酸化されやすく、その表面には容易に抵抗の高い酸化銅が形成されてコンタクトをとり難くなる等の問題が生じるため、Cu表面に形成された酸化膜を除去する必要がある。

[0004] また、ダマシン法を用いてCu配線構造を形成する場合には、層間絶縁膜のエッチングの際に、配線用溝やビアの底に露出している下層のCu配線の一部がエッチングされ、配線溝やビアの側壁にCu含有物が残渣として付着する。このような残渣が付着した状態で次工程を実施するとCuが層間絶縁膜の内部に拡散して半導体装置の歩留まりを低下させてしまうため、このようなCu含有物残渣を除去する必要がある。

[0005] Cu表面の酸化膜を除去する方法としては、プラズマを用いたドライクリーニングが用いられてきたが、プラズマを用いた場合には下地のCuにダメージを与えるおそれがあるため、プラズマを使用せずに基板表面をドライクリーニングする方法として、有機酸ドライクリーニング（例えば特開200

3—218198号公報）が検討されている。

[0006] また、層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を除去する方法としては、ウェット洗浄が用いられてきたが、層間絶縁膜としてLow-k膜を用いる場合にはウェット洗浄によってLow-k膜が吸湿して誘電率の上昇を招きやすいことから、やはり有機酸ドライクリーニングを用いてこのようなCu含有物残渣を除去する方法（例えばEnhancing Yield and Reliability by Applying Dry Organic Acid Vapor Cleaning to Copper Contact Via-Bottom for 32-nm Nodes and Beyond (International Interconnect Technology Conference, 2008. p93-p95)）が検討されている。

[0007] しかしながら、Cu表面の酸化銅のクリーニングとCu含有物残渣のエッチング除去とを同時に効率よく行う技術は未だ得られていない。

発明の概要

[0008] 本発明の目的は、Cu表面の酸化銅の除去および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣の除去を効率良く確実に行うことができる基板処理方法および基板処理装置を提供することにある。

[0009] 本発明の他の目的は、そのような基板処理方法を実行するためのプログラムを記憶した記憶媒体を提供することにある。

[0010] 本発明者は、上記目的を達成すべく検討を重ねている過程で、酸化銅に対して有機酸含有ガスを用いたドライクリーニングを行う場合、低温ではエッチングが起こりやすく、高温では還元が起こりやすいことを知見した。このような知見に基づいてさらに検討した結果、以下の点に想到した。すなわち、Cu配線構造において層間絶縁膜に付着しているCu含有物残渣は酸化銅が主成分と考えられ、このようなCu含有物残渣はエッチング除去する必要があるので、エッチングが起こりやすい低温において有機酸含有ガスでのドライクリーニングを行って除去する。一方、Cu表面の酸化銅膜の有機酸含有ガスでのドライクリーニングにおいては、酸化銅膜はエッチング除去および還元除去のいずれの除去でもよいが、低温での反応は反応速度が遅く、時間がかかるのに対し、高温では反応速度が速いため、より高速で反応が起こ

る高温にて還元を主体とする反応を生じさせることによりCu表面の酸化銅膜を短時間で確実に除去することができる。

[0011] 本発明はこのような知見に基づいて完成されたものである。

[0012] 本発明の第1の観点によれば、基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理方法であって、基板温度が相対的に低温の第1の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行う工程と、基板温度が前記第1の温度よりも高温の第2の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去する工程とを含む基板処理方法が提供される。

[0013] 本発明は、前記層間絶縁膜がLow-k膜である場合に好適である。また、前記有機酸は、カルボン酸であることが好ましく、その中でも蟻酸が好ましい。この場合に、前記第1の温度は100～200℃であり、前記第2の温度は200～300℃であることが好適である。

[0014] 本発明の第2の観点によれば、基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、基板を収容するチャンバと、前記チャンバ内で基板を載置する載置台と、前記載置台上の基板を加熱する加熱機構と、前記チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記チャンバ内を排気する排気機構と、前記載置台に基板が載置された状態で、前記加熱機構により基板を相対的に低温の第1の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記加熱機構により基板の温度を前記第1の温度よりも高温の第2の温度に上昇させた後、基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構とを具備する基板処理装置が提供される。

[0015] 本発明の第3の観点によれば、基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、基板を収容するチャンバと、前記チャンバ内で基板を載置する載置台と、前記載置台上の基板を加熱する加熱機構と、前記載置台上の基板に加熱されたエネルギー媒体ガスを供給するエネルギー媒体ガス供給機構と、前記チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガスと、前記チャンバ内を排気する排気機構と、前記載置台に基板が載置された状態で、前記加熱機構により基板を相対的に低温の第1の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記載置台上の基板に加熱されたエネルギー媒体ガスを供給して基板の温度を前記第1の温度よりも高温の第2の温度に上昇させた後、基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構とを具備する基板処理装置が提供される。

[0016] 本発明の第4の観点によれば、基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、載置された基板を前記第1の温度に加熱可能な温度に保持された載置台を有し、前記載置台上の基板に前記処理ガスを供給可能な第1の処理部と、載置された基板を前記第2の温度に加熱可能な温度に保持された載置台を有し、前記載置台上の基板に処理ガスを供給可能な第2の処理部と、前記第1の処理部と前記第2の処理部との間で基板を搬送する搬送機構と、前記第1の処理部の載置台に基板を載置させ、基板を前記の第1の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記搬送機構により基板を前記第2の処理部の載置台に搬送させ、基板を前記第2の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構とを具備する基板処理装置が提供される。

[0017] 本発明の第5の観点によれば、基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、基板を処理する処理容器と、前記処理容器内で複数の基板を保持する基板保持部と、前記処理容器内の複数の基板を加熱する加熱機構と、前記処理容器内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、複数の基板が保持された状態の前記基板保持部を前記処理容器内に收容させた状態で、前記加熱機構により複数の基板を相対的に低温の第1の温度に加熱しつつ複数の基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記加熱機構により複数の基板の温度を前記第1の温度よりも高温の第2の温度に上昇させた後、複数の基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構とを具備する基板処理装置が提供される。

[0018] 本発明の第6の観点によれば、コンピュータ上で動作し、基板処理装置を制御するためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、前記プログラムは、実行時に、基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理方法であって、基板温度が相対的に低温の第1の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行う工程と、基板温度が前記第1の温度よりも高温の第2の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去する工程とを含む基板処理方法が行われるように、コンピュータに前記基板処理装置を制御させる記憶媒体が提供される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1の実施形態に係る基板処理方法を実施する基板処理装置の構成の一例を模式的に示す断面図である。

[図2]本発明が適用されるCu配線構造の一例を示す断面図である。

[図3] 本発明の第 1 の実施形態の方法を示すフローチャートである。

[図4] Cu_2O を蟻酸で処理する場合の温度と Cu 原子の減少量との関係を示す図。

[図5] 本発明の第 2 の実施形態に係る基板処理方法を実施する基板処理装置の構成の一例を模式的に示す断面図である。

[図6] 第 2 の実施形態に係る成膜方法を示すフローチャートである。

[図7] 本発明の第 3 の実施形態に係る基板処理方法を実施する基板処理装置の構成の一例を模式的に示す断面図である。

[図8] 第 3 の実施形態に係る成膜方法を示すフローチャートである。

[図9] 本発明の第 4 の実施形態に係る基板処理方法を実施する基板処理装置の構成の一例を模式的に示す断面図である。

[図10] 第 4 の実施形態に係る成膜方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

[0021] <第 1 の実施形態>

(第 1 の実施形態の基板処理方法を実施するための基板処理装置の構成)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る基板処理方法を実施するために用いられる基板処理装置の一例を模式的に示す断面図である。ここでは、基板として半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）を用いた場合について説明する（以下の実施形態も同じ）。

[0022] この処理装置 100 は、気密に構成された略円筒状のチャンバ 1 を有している。チャンバ 1 の底壁には、チャンバ 1 内で半導体基板であるウエハ W を水平に支持するための載置台 3 が設けられている。

[0023] 載置台 3 には、ヒーター 4 が埋め込まれており、このヒーター 4 にはヒーター電源 5 が接続されている。一方、載置台 3 の上面近傍には熱電対 6 が設けられており、熱電対 6 の信号はヒーターコントローラ 7 に伝送されるようになっている。そして、ヒーターコントローラ 7 は熱電対 6 の信号に応じてヒーター電源 5 に指令を送信し、ヒーター 4 の加熱を制御してウエハ W を所

定の温度に制御するようになっている。また、載置台 3 には、ウエハ W を支持して昇降させるため、例えば 3 本のウエハ支持ピン（図示せず）が載置台 3 の表面に対して突没可能に設けられている。

[0024] チャンバ 1 の天壁 1 a には、シャワーヘッド 1 0 が設けられている。このシャワーヘッド 1 0 の上面には、シャワーヘッド 1 0 内にガスを導入するガス導入口 1 2 が設けられており、このガス導入口 1 2 には、クリーニングガスとパージガスを供給するための配管 2 1 が接続されている。

[0025] シャワーヘッド 1 0 の内部には拡散室 1 4 が形成されており、シャワーヘッド 1 0 の下面には、載置台 3 に向けて処理ガスやパージガスを吐出するための多数の吐出孔 1 1 が形成されている。そして、ガス導入口 1 2 からシャワーヘッド 1 0 内に導入されたガスは、拡散室 1 4 で拡散され、吐出孔 1 1 からチャンバ 1 内に載置台 3 に載置されたウエハ W に対して垂直に吐出される。

[0026] 上記ガス導入口 1 2 に接続する配管 2 1 の他端には処理ガスを供給する処理ガス供給源 2 2 が接続されている。配管 2 1 にはマスフローコントローラ 2 3 とその前後のバルブ 2 4 が設けられている。また、配管 2 1 には不活性ガス配管 2 5 が接続され、この不活性ガス配管 2 5 の他端には不活性ガス供給源 2 6 が接続されている。不活性ガス配管 2 5 にはマスフローコントローラ 2 7 とその前後のバルブ 2 8 が設けられている。

[0027] 処理ガス供給源 2 2 から供給される処理ガスとしては、有機酸ガスを含むものが用いられる。処理ガスを構成する有機酸としてはカルボン酸を好適に用いることができる。カルボン酸としては、蟻酸 (HCOOH)、酢酸 (CH_3COOH)、プロピオン酸 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$)、酪酸 ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$)、吉草酸 ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$) などを挙げることができる。これらの中では蟻酸 (HCOOH) が好ましい。また、不活性ガス供給源 2 6 から供給される不活性ガスは、パージガス、希釈ガス、キャリアガス等として用いられ、例えば Ar ガス、He ガス、 N_2 ガス等を挙げることができる。

- [0028] チャンバ１の底壁１ｂには、排気口３１が形成されており、この排気口３１には排気管３２が接続されている。そして、この排気管３２には高速真空ポンプを含む排気装置３３が設けられている。排気管３２にはコンダクタンس可変バルブ３４が設けられており、チャンバ１からの排気量を調節できるようになっている。この排気装置３３を作動させることによりチャンバ１内のガスが排気され、排気管３２を介してチャンバ１内を所定の真空度まで高速に減圧することが可能となっている。
- [0029] チャンバ１の側壁には、基板処理装置１００に隣接する搬送室（図示せず）との間でウエハＷの搬入出を行うための搬入出口１５と、この搬入出口を開閉するゲートバルブ１６とが設けられている。
- [0030] 基板処理装置１００は制御部４０を有しており、制御部４０は、プロセスコントローラ４１と、ユーザーインターフェース４２と、記憶部４３とを有している。プロセスコントローラ４１には、基板処理装置１００の各構成部、例えばバルブ、マスフローコントローラ、ヒーターコントローラ、排気装置３３等が接続されており、これらがプロセスコントローラ４１により制御される。
- [0031] ユーザーインターフェース４２は、プロセスコントローラ４１に接続されており、オペレータが処理装置を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、プラズマ処理装置の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなる。
- [0032] 記憶部４３は、プロセスコントローラ４１に接続されており、基板処理装置１００で実行される各種処理をプロセスコントローラ４１の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて基板処理装置１００の各構成部に処理を実行させるためのプログラムすなわち処理レシピが格納されている。処理レシピは記憶部４３の中の記憶媒体に記憶されている。記憶媒体は、ハードディスクのような固定的なものであってもよいし、ＣＤＲＯＭ、ＤＶＤ、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。また、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。

。

[0033] そして、必要に応じて、ユーザーインターフェース 42 からの指示等にて任意の処理レシピを記憶部 43 から呼び出してプロセスコントローラ 41 に実行させることで、プロセスコントローラ 41 の制御下で、基板処理装置 100 でのクリーニング処理が行われる。

[0034] (第 1 の実施形態に係る基板処理方法)

次に、このような基板処理装置 100 を用いて、ウエハ W 上の Cu 配線構造における Cu 表面の酸化銅膜と層間絶縁膜に付着した Cu 含有物残渣を除去してクリーニングする本実施形態の基板処理方法について説明する。

[0035] ここでは、例えば図 2 に示すように、下層の層間絶縁膜である Low-k 膜 201 の上にキャップ膜 206 を介して上層の層間絶縁膜である Low-k 膜 202 が形成され、下層の Low-k 膜 201 に Cu 配線層 203 が形成されたウエハ W に対し、Low-k 膜 202 の Cu 配線層 203 に対応する位置をプラズマエッチングしてトレンチ 204 およびホール 205 を形成し、レジストをアッシング除去した際において、トレンチ 204 およびホール 205 の側壁等に付着した Cu 含有物残渣 209 および Cu 配線層 203 の表面に形成された酸化銅膜 210 を有機酸ガスを含む処理ガスによるドライクリーニングにより除去する。

[0036] 図 3 のフローチャートに示すように、まず、ゲートバルブ 16 を開にして搬入出口 15 から、上記 Cu 配線構造を有するウエハ W をチャンバ 1 内に搬入し、載置台 3 上に載置する（工程 1）。次いで、ゲートバルブ 16 を閉じ、熱電対 6 による温度検出信号に基づいて、ヒーターコントローラ 7 によりヒーター 4 を制御してウエハ W の温度を Cu 含有物残渣 209 の主成分である酸化銅のエッチング反応が支配的となる相対的に低温の第 1 の温度に制御する（工程 2）。

[0037] そして、排気装置 33 の真空ポンプによりチャンバ 1 内を排気しつつ、バルブ 28 を開にして、不活性ガス供給源 26 から例えば Ar ガスを導入し、ウエハ W の温度を第 1 の温度に安定させる（工程 3）。

[0038] 次いで、バルブ 24 を開にして、処理ガス供給源 22 から有機酸ガスを含む処理ガスをマスフローコントローラ 23 によって流量制御しつつシャワーヘッド 10 を介してチャンバ 1 内に供給し、主に Cu 含有物残渣 209 をエッチング除去する（工程 4）。この工程は、Cu 含有物残渣 209 がほぼ完全にエッチング除去されまで行われるが、この際に酸化銅膜 210 の一部もエッチング除去される。

[0039] 処理ガスを構成する有機酸としては、上述したように、蟻酸（ HCOOH ）、酢酸（ CH_3COOH ）、プロピオン酸（ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ）、酪酸（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ ）、吉草酸（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ ）などのカルボン酸を好適に用いることができ、これらの中では蟻酸（ HCOOH ）が好ましい。またこの際の第 1 の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、 $100\sim 200^\circ\text{C}$ の範囲が好ましい。有機酸として蟻酸を用いた場合のエッチング反応は、以下の（1）式で表すことができる。

[0040] $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HCOOH} \rightarrow 2\text{Cu}(\text{HCOO}) + \text{H}_2\text{O} \cdots (1)$

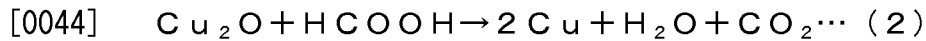
ここで $\text{Cu}(\text{HCOO})$ は揮発性を有するため、Cu 含有残渣物 209 はエッチング除去される。

[0041] なお、工程 3 の安定化工程を行わず、ウエハ W を載置台 3 に載置した後、直ちに処理ガスを供給してもよい。また、工程 4 では、不活性ガスは流したままの状態でも停止させてもよい。

[0042] 工程 4 の処理により Cu 含有物残渣 209 がほぼ完全に除去された後、処理ガスの供給を停止し、不活性ガスを供給しつつ、熱電対 6 による温度検出信号に基づいてヒーターコントローラ 7 によりヒーター 4 を制御し、ウエハ W の温度を、酸化銅の還元が支配的となる、第 1 の温度よりも高い第 2 の温度に制御する（工程 5）。

[0043] そして、温度が安定した後、再び処理ガス供給源 22 から有機酸ガスを含む処理ガスをマスフローコントローラ 23 によって流量制御しつつシャワーヘッド 10 を介してチャンバ 1 内に供給し、Cu 配線層 203 表面の酸化銅

膜 2 1 0 を還元反応が主体の反応により酸化銅膜 2 1 0 を除去する（工程 6）。この際の第 2 の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、 $200 \sim 300^\circ\text{C}$ の範囲が好ましい。有機酸として蟻酸を用いた場合の還元反応は、以下の（2）式で表すことができる。



[0045] なお、温度が安定する前に処理ガスを供給してもよいし、工程 4 後の温度変更時に処理ガスを流しながら行ってもよい。ただし、温度が第 2 の温度よりも低いときに処理ガスを流すことにより、酸化銅膜はエッチングにより除去される割合が高くなる。

[0046] この酸化銅膜 2 1 0 の還元を主体とする反応による除去処理は、酸化銅膜 2 1 0 が完全に除去されるまで続けられる。そして、この酸化銅膜 2 1 0 の除去処理が終了したら、処理ガスの供給を停止し、不活性ガス供給源 2 6 から不活性ガスをパージガスとしてマスフローコントローラ 2 7 によって流量制御しつつシャワーヘッド 1 0 を介してチャンバ 1 内に供給し、チャンバ 1 内をパージする（工程 7）。その後、ゲートバルブ 1 6 を開にして搬入出口 1 5 からウエハ W を搬出する（工程 8）。

[0047] 以上の工程において、Cu 含有物残渣 2 0 9 の除去と、酸化銅膜 2 1 0 の除去とで温度を変化させるのは、以下の理由による。

[0048] 図 4 は、Si 基板上に 300 nm 厚の Cu_2O 膜を形成したサンプルを準備し、これに蟻酸（ HCOOH ）ガスを供給しつつサンプルの温度を上昇させ、サンプル温度と Cu 原子の減少量との関係を、蛍光 X 線で測定した Cu-K α 線検出強度により求めた結果を示す。この図に示すように、低温では Cu 原子の減少量が増加しており、 200°C 付近で Cu 原子の減少量が最大となり、それより高温になると Cu 原子の減少量が低下していくことがわかる。この図から、 200°C を境にそれよりも低温では Cu_2O のエッチングが支配的となり、 200°C 以上の高温になると Cu_2O の還元が支配的となることがわかる。

[0049] このことから、エッチング除去する必要があるCu含有物残渣209は、エッチング反応が支配的である相対的に低温の第1の温度、例えば100～200℃で有機酸含有ガスによりドライクリーニング処理することにより、比較的短時間で除去することができる。一方、酸化銅膜210の有機酸含有ガスでのドライクリーニングにおいては、酸化銅膜の除去はエッチング除去および還元除去のいずれの除去でもよいが、一般的に、低温では反応速度が遅く高温では反応速度が速いため、より反応速度が高い反応が起こる第2の温度、例えば200～300℃にて還元を主体とする反応を生じさせることにより、酸化銅膜210をより短時間で確実に除去することができる。このため、本実施形態では、有機酸含有ガスでのドライクリーニングでCu含有物残渣209と酸化銅膜210とを除去するに際し、相対的に低温である第1の温度でCu含有残渣をエッチング除去し、第1の温度よりも高い第2の温度でCuの表面の酸化銅を還元を主体とする反応により除去することにより、これらを短時間でかつ確実に除去することができるのである。

[0050] なお、本実施形態における基板処理装置100は、トレンチ204およびビア205にCu配線を形成するために行うTa膜、Ti膜やRu膜等のバリア膜を形成するユニットおよびその後のCuシード膜を形成するユニットを有するクラスターツール型のマルチチャンバシステムに組み込んで、Cu含有物残渣209および酸化銅膜210の除去、バリア膜の形成、Cuシード膜の形成を*in-situ*で行うようにすることができる。なお、このシステムに、Low-k膜のエッチングやレジストのアッシングを行うユニットを搭載して、Low-k膜のエッチングからCuシード膜の形成までの一連の工程を*in-situ*で行うようにしてもよい。

[0051] <第2の実施形態>

(第2の実施形態の成膜方法を実施するための成膜装置の構成)

図5は、本発明の第2の実施形態に係る基板処理方法を実施するために用いられる基板処理装置の一例を模式的に示す断面図である。

[0052] この処理装置200は、気密に構成された略円筒状のチャンバ51を有し

ている。チャンバ51の底壁51aの中央部には円形の開口部52が形成されており、この開口部52には、チャンバ51内で半導体基板であるウエハWを水平に支持するための載置台53が設けられている。載置台53と底壁51aとの間には断熱部58が設けられており、この断熱部58はチャンバ1の底壁1aと気密に接合されている。

[0053] 載置台53には、ヒーター54が埋め込まれており、このヒーター54にはヒーター電源55が接続されている。一方、載置台53の上面近傍には熱電対56が設けられており、熱電対56の信号はヒーターコントローラ57に伝送されるようになっている。そして、ヒーターコントローラ57は熱電対56の信号に応じてヒーター電源55に指令を送信し、ヒーター54の加熱を制御してウエハWを所定の温度に制御するようになっている。また、載置台53には、ウエハWを支持して昇降させるため、例えば3本のウエハ支持ピン（図示せず）が載置台53の表面に対して突没可能に設けられている。

[0054] チャンバ1の天壁51cには、シャワーヘッド60が設けられている。このシャワーヘッド60の上面には、シャワーヘッド60内にガスを導入するガス導入口62が設けられており、このガス導入口62にエネルギー媒体ガスを供給する配管63が接続されている。

[0055] シャワーヘッド60の内部には拡散室64が形成されており、シャワーヘッド60の下面には、載置台53に向けてエネルギー媒体ガスを吐出するための多数の吐出孔61が形成されている。そして、ガス導入口62からシャワーヘッド60内に導入されたガスは、拡散室64で拡散され、吐出孔61からチャンバ51内に載置台53に載置されたウエハWに対して垂直に吐出される。

[0056] シャワーヘッド60の各吐出孔61の周囲には、シャワーヘッド60内でエネルギー媒体ガスを加熱するための加熱手段であるヒーター65が設けられている。このヒーター65の周囲は、熱伝導率の低い材料、例えば耐熱性合成樹脂、石英、セラミックスなどによる断熱部66が設けられ、断熱され

ている。そして、ヒーター 65 の内側を通過するエネルギー媒体ガスが、瞬時に、かつ効率よく加熱される。

[0057] 上記ガス導入口 62 に接続する配管 63 の他端には、エネルギー媒体ガスを供給するためのエネルギー媒体ガス供給源 73 が接続されている。配管 63 には、マスフローコントローラ 71 とその前後のバルブ 72 が設けられている。エネルギー媒体ガスとしては、He、Ar、Kr、Xe、N₂等の不活性ガスを好適に用いることができる。また、有機酸ガスを用いることもできる。

[0058] チャンバ 51 の側壁 51b の一方には、ガス導入口 67 が設けられており、ガス導入口 67 には配管 68 が接続されている。配管 68 は配管 68a と配管 68b に分岐しており、配管 68a の端部にはクリーニング処理を行うための処理ガス供給源 76 が接続されている。配管 68a にはマスフローコントローラ 74a と前後のバルブ 75a が設けられている。配管 68b の端部には不活性ガスを供給するための不活性ガス供給源 77 が接続されている。配管 68b にはマスフローコントローラ 74b と前後のバルブ 75b が設けられている。

[0059] 処理ガス供給源 76 から供給される処理ガスとしては、第 1 の実施形態と同様、有機酸ガスを含むものが用いられ、有機酸としてはカルボン酸を好適に用いることができる。カルボン酸としては、蟻酸 (HCOOH)、酢酸 (CH₃COOH)、プロピオン酸 (CH₃CH₂COOH)、酪酸 (CH₃(CH₂)₂COOH)、吉草酸 (CH₃(CH₂)₃COOH) などを挙げることができる。これらの中では蟻酸 (HCOOH) が好ましい。

[0060] 一方、不活性ガス供給源 77 から供給される不活性ガスは、気相中に残留した処理ガス、反応により生成した気相中の副生成物、および熱エネルギーを多く含むエネルギー媒体ガスをパージするためのパージガス、希釈ガス、キャリアガス等として用いられ、例えば Ar ガス、He ガス、N₂ ガス等を挙げることができる。

[0061] チャンバ 51 の側壁 51b のガス導入口 67 と反対側には、排気口 81 が

形成されており、この排気口 8 1 には排気管 8 2 が接続されている。そして、この排気管 8 2 には高速真空ポンプを含む排気装置 8 3 が設けられている。排気管 8 2 にはコンダクタンス可変バルブ 8 4 が設けられており、チャンバ 5 1 からの排気量を調節できるようになっている。この排気装置 8 3 を作動させることによりチャンバ 5 1 内のガスが排気され、排気管 8 2 を介してチャンバ 5 1 内を所定の真空度まで高速に減圧することが可能となっている。

[0062] チャンバ 5 1 の側壁のうちガス導入口 6 7 および排気口 8 1 が形成されていない側壁には、処理装置 2 0 0 に隣接する搬送室（図示せず）との間でウエハ W の搬入出を行うための搬入出口と、この搬入出口を開閉するゲートバルブとが設けられている（いずれも図示を省略）。

[0063] 処理装置 2 0 0 は制御部 9 0 を有しており、制御部 9 0 は、プロセスコントローラ 9 1 と、ユーザーインターフェース 9 2 と、記憶部 9 3 とを有している。これらプロセスコントローラ 9 1、ユーザーインターフェース 9 2、記憶部 9 3 は、第 1 の実施形態におけるプロセスコントローラ 4 1、ユーザーインターフェース 4 2、記憶部 4 3 と同様に構成される。

[0064] （第 2 の実施形態に係る基板処理方法）

次に、このような処理装置 2 0 0 を用いて、ウエハ W 上の Cu 配線構造における Cu 表面の酸化銅膜と層間絶縁膜に付着した Cu 含有物残渣を除去してクリーニングする本実施形態の基板処理方法について説明する。

[0065] ここでは、第 1 の実施形態と同様、図 2 の構造において Cu 含有物 2 0 9 および酸化銅膜 2 1 0 を有機酸を含む処理ガスによるドライクリーニングにより除去する。

[0066] 図 6 は第 2 の実施形態の基板処理方法を示すフローチャートである。まず、ゲートバルブ（図示せず）を開にして搬入出口（図示せず）から、上記図 2 の Cu 配線構造を有するウエハ W をチャンバ 5 1 内に搬入し、載置台 5 3 上に載置する（工程 1 1）。次いで、ゲートバルブを閉じ、熱電対 5 6 による温度検出信号に基づいて、ヒーターコントローラ 5 7 によりヒーター 5 4

を制御してウエハWの温度をCu含有物残渣209の主成分である酸化銅のエッチング反応が支配的となる相対的に低温の第1の温度に制御する（工程12）。

[0067] そして、排気装置83の真空ポンプによりチャンバ51内を排気しつつ、バルブ75bを開にして、不活性ガス供給源77から例えばArガスを導入し、ウエハWの温度を第1の温度に安定させる（工程13）。

[0068] 次いで、バルブ75aを開にして、処理ガス供給源76から有機酸ガスを含む処理ガスをマスフローコントローラ74aによって流量制御しつつガス導入口67を介してチャンバ51内に供給し、主にCu含有物残渣209をエッチング除去する（工程14）。このときの処理ガスの流れは、図5中に白矢印で示すように水平方向である。この工程は、Cu含有物残渣209がほぼ完全にエッチング除去されるまで行われるが、この際に酸化銅膜210の一部もエッチング除去される。処理ガスを構成する有機酸としては、上述したように、カルボン酸を好適に用いることができ、これらの中では蟻酸（ HCOOH ）が好ましい。この際の第1の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、第1の実施形態における工程4と同様、 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲が好ましく、上記（1）式に従って還元反応が生じる。

[0069] なお、工程13の安定化工程を行わず、ウエハWを載置台3に載置した後、直ちに処理ガスを供給してもよい。また、工程14では、不活性ガスは流したままの状態でも停止させてもよい。

[0070] 次に、バルブ75aを閉じて処理ガスの供給を停止し、バルブ72を開けて、エネルギー媒体ガス供給源73からエネルギー媒体ガスをマスフローコントローラ71によって流量制御しつつ配管63およびガス導入口62を介してシャワーヘッド60の拡散室64内に導入し、そこでヒーター65により加熱された高温のエネルギー媒体ガスをチャンバ51内に吐出させてウエハWに供給し、その熱エネルギーによりウエハWの温度を上昇させ、酸化銅の還元が支配的となる、第1の温度よりも高い第2の温度に制御する（工程

15)。この場合に、エネルギー媒体ガスは、図5中黒矢印で示すようにウエハWに垂直に吐出されるので、エネルギー媒体ガスによりウエハWを急激に昇温することができる。このため、第1の実施形態よりも極めて短時間で、ウエハWの温度を第1の温度から第2の温度へ昇温させることができる。

[0071] エネルギー媒体ガスとして、有機酸以外のガス、例えば不活性ガスを使用した場合には、ウエハWの温度が第2の温度で安定した時点で、バルブ72を閉じてエネルギー媒体ガスの供給を停止し、バルブ75aを開けて再び処理ガス供給源76から有機酸ガスを含む処理ガスをマスフローコントローラ74aによって流量制御しつつガス導入口67を介してチャンバ51内に供給し、Cu配線層203表面の酸化銅膜210を還元反応が主体の反応により主に酸化銅膜210を除去する(工程16)。この際の第2の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸(HCOOH)の場合には、第1の実施形態における工程6と同様、 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ の範囲が好ましく、上記(2)式に従って還元反応が生じる。

[0072] なお、エネルギー媒体ガスとして有機酸ガスを供給する場合には、上記工程15において、ウエハWに第2の温度の有機酸ガスが供給されることとなり、酸化銅膜210の除去反応が進行する。

[0073] この酸化銅膜210の還元を主体とする反応による除去処理は、酸化銅膜210が完全に除去されるまで続けられる。そして、この酸化銅膜210の除去処理が終了したら、バルブ75aを閉じて処理ガスの供給を停止し、バルブ75bを開いて不活性ガス供給源77から不活性ガスをパージガスとしてマスフローコントローラ74bによって流量制御しつつガス導入口67を介してチャンバ51内に供給し、チャンバ51内をパージする(工程17)。その後、図示しないゲートバルブを開にして搬入出口からウエハWを搬出する(工程18)。

[0074] 本実施形態においても、第1の実施形態と同様、有機酸含有ガスでのドライクリーニングでCu含有物残渣209と酸化銅膜210とを除去するに際し、相対的に低温である第1の温度でCu含有残渣をエッチング除去し、第

１の温度よりも高い第２の温度でＣｕの表面の酸化銅を還元を主体とする反応により除去することにより、これらを短時間でかつ確実に除去することができる。

[0075] 第１の実施形態では、ウエハの温度を第１の温度から第２の温度へ上昇させるための昇温時間がかかり、また、複数枚のウエハを連続して処理する場合、載置台の温度を第２の温度から第１の温度へ下降させるための降温時間がかかる。これに対し、本実施形態では高温のエネルギー媒体ガスをウエハＷに吹き付けるので、極めて短時間でウエハＷ温度を第１の温度から第２の温度へ昇温することができ、処理のスループットが高い。

[0076] なお、本実施形態における基板処理装置２００についても、第１の実施形態の基板処理装置１００と同様、トレンチ２０４およびビア２０５にＣｕ配線を形成するために行うＴａ膜、Ｔｉ膜やＲｕ膜等のバリア膜を形成するユニットおよびその後のＣｕシード膜を形成するユニットを有するクラスターツール型のマルチチャンバシステムに組み込んで、Ｃｕ含有物残渣２０９および酸化銅膜２１０の除去、バリア膜の形成、Ｃｕシード膜の形成をｉｎ－ｓｉｔｕで行うようにすることができる。さらに、このシステムに、Ｌｏｗ－ｋ膜のエッチングやレジストのアッシングを行うユニットを搭載して、Ｌｏｗ－ｋ膜のエッチングからＣｕシード膜の形成までの一連の工程をｉｎ－ｓｉｔｕで行うようにしてもよい。

[0077] <第３の実施形態>

（第３の実施形態の成膜方法を実施するための成膜装置の構成）

図７は、本発明の第３の実施形態に係る基板処理方法を実施するために用いられる基板処理装置の一例を模式的に示す断面図である。

[0078] この基板処理装置３００は、Ｃｕ含有物残渣を除去するユニットと酸化銅膜を除去するユニットを分け、これらユニットをバリア膜を形成するユニットおよびＣｕシード膜形成ユニットとともに設けたクラスターツール型のマルチチャンバシステムとして構成される。

[0079] すなわち、基板処理装置３００は、主にＣｕ含有物残渣を除去するＣｕ含有

物残渣除去ユニット１０１、酸化銅膜を除去する酸化銅膜除去ユニット１０２、トレンチおよび／またはビアの内壁にバリア膜を形成するバリア膜形成ユニット１０３、バリア膜の上にＣｕシード膜を成膜するＣｕシード膜形成ユニット１０４を備えており、これらユニット１０１～１０４は真空中に保持されており、やはり真空中に保持された搬送室１０５にゲートバルブＧを介して接続されている。また、搬送室１０５にはロードロック室１０６、１０７がゲートバルブＧを介して接続されている。ロードロック室１０６、１０７の搬送室５と反対側には大気雰囲気の大気搬入搬出室１０８が設けられており、搬入搬出室１０８のロードロック室１０６、１０７の接続部分と反対側にはウエハＷを収容可能なキャリアＣを取り付ける３つのキャリア取り付けポート１０９、１１０、１１１が設けられている。

[0080] 搬送室１０５内には、Ｃｕ含有物残渣除去ユニット１０１、酸化銅膜除去ユニット１０２、バリア膜形成ユニット１０３、Ｃｕシード膜形成ユニット１０４、ロードロック室１０６、１０７に対して、ウエハＷの搬入出を行う搬送装置１１２が設けられている。この搬送装置１１２は、搬送室１０５の略中央に設けられており、回転および伸縮可能な回転・伸縮部１１３の先端に半導体ウエハＷを支持する２つの支持アーム１１４ａ、１１４ｂを有しており、これら２つの支持アーム１１４ａ、１１４ｂは互いに反対方向を向くように回転・伸縮部１１３に取り付けられている。

[0081] 搬入搬出室１０８内には、キャリアＣに対するウエハＷの搬入出およびロードロック室１０６、１０７に対するウエハＷの搬入出を行う搬送装置１１６が設けられている。この搬送装置１１６は、多関節アーム構造を有しており、キャリアＣの配列方向に沿ってレール１１８上を走行可能となっていて、その先端の支持アーム１１７上にウエハＷを載せてその搬送を行う。

[0082] この基板処理装置３００は、各構成部を制御する制御部１２０を有しており、これによりユニット１０１～１０４の各構成部、搬送装置１１２、１１６、搬送室１０５の排気系（図示せず）、ゲートバルブＧの開閉等の制御を行うようになっている。この制御部１２０は、図１の制御部４０と同様に構

成される。

[0083] Cu含有物残渣除去ユニット101および酸化銅除去ユニット102は、いずれも図1の基板処理装置と同じ構成を有している。そして、Cu含有物残渣ユニット101は、ウエハが前記第1の温度、例えば100～200℃に加熱されるように載置台の温度が設定され、酸化銅膜除去ユニット102は、ウエハが前記第2の温度、例えば200～300℃に加熱されるように載置台の温度が設定される。

[0084] (第3の実施形態に係る基板処理方法)

次に、以上のように構成された基板処理装置300を用いて、ウエハW上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜と層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を除去してクリーニングする本実施形態の基板処理方法について説明する。

[0085] ここでは、第1の実施例と同様、図2の構造においてCu含有物残渣209および酸化銅膜210を有機酸を含む処理ガスによるドライクリーニングにより除去する。

[0086] 図8は第3の実施形態の基板処理方法を示すフローチャートである。まず、キャリアCから搬入入室108の搬送装置116によりロードロック室106、107のいずれかにウエハWを搬入する(工程21)。そして、そのロードロック室を真空排気した後、搬送室105の搬送装置112により、そのウエハWを取り出し、Cu含有物残渣除去ユニット101にウエハWを搬入し、その中の載置台に載置する(工程22)。この載置台は、載置されたウエハWが相対的に低温の第1の温度になるように温度制御されている。

[0087] Cu含有物残渣除去ユニット101では、チャンバ内に不活性ガスを導入してウエハWの温度を第1の温度に安定させ(工程23)、その後、チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給し、第1の温度で主にCu含有物残渣209をエッチング除去する(工程24)。処理ガスを構成する有機酸としては、上述したように、カルボン酸を好適に用いることができ、これらの中では蟻酸(HCOOH)が好ましい。この際の第1の温度は、例えば、用

いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、第１の実施形態における工程４と同様、 $100\sim200^{\circ}\text{C}$ の範囲が好ましく、上記（１）式に従って還元反応が生じる。この工程は、 Cu 含有物残渣２０９がほぼ完全にエッチング除去されまで行われるが、この際に酸化銅膜２１０の一部もエッチング除去される。

[0088] なお、工程２３の安定化工程を行わず、ウエハＷを載置台に載置した後、直ちに処理ガスを供給してもよい。また、工程２４では、不活性ガスは流したままの状態でも停止させてもよい。

[0089] 工程２４の Cu 含有物残渣のエッチング除去が終了した後、搬送装置１１２によりウエハＷを Cu 含有物残渣除去ユニット１０１から搬出し、酸化銅膜除去ユニット１０２に搬入し、その中の載置台に載置する（工程２５）。この載置台は、載置されたウエハＷが第１の温度よりも高温の第２の温度になるように温度制御されている。

[0090] 酸化銅膜除去ユニット１０２では、チャンバ内に不活性ガスを導入してウエハＷの温度を第２の温度に安定させ（工程２６）、その後、チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給し、第２の温度で酸化銅膜２１０を主に還元により除去する（工程２７）。この際の第２の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、第１の実施形態における工程６と同様、 $200\sim300^{\circ}\text{C}$ の範囲が好ましく、上記（２）式に従って還元反応が生じる。

[0091] なお、工程２６の安定化工程を行わず、ウエハＷを載置台に載置した後、直ちに処理ガスを供給してもよい。また、工程２７では、不活性ガスは流したままの状態でも停止させてもよい。

[0092] この酸化銅膜２１０の還元を主体とする反応による除去処理は、酸化銅膜２１０が完全に除去されるまで続けられる。そして、この酸化銅膜２１０の除去処理が終了した時点で、本実施形態のクリーニング処理は終了するが、基板処理装置３００では、その後、バリア膜形成ユニット１０３でのバリア膜の成膜（工程２８）、 Cu シード膜形成ユニット１０４での Cu シード膜

の成膜（工程 29）を行った後、ロードロック室 106, 107 のいずれかを介して搬出する（工程 30）。

[0093] 本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様、有機酸含有ガスでのドライクリーニングで Cu 含有物残渣 209 と酸化銅膜 210 とを除去するに際し、相対的に低温である第 1 の温度で Cu 含有残渣をエッチング除去し、第 1 の温度よりも高い第 2 の温度で Cu の表面の酸化銅を還元を主体とする反応により除去することにより、これらを短時間でかつ確実に除去することができる。

[0094] 上述したように、第 1 の実施形態では、ウエハの温度を第 1 の温度から第 2 の温度へ上昇させるための昇温時間がかかり、また、複数枚のウエハを連続して処理する場合、載置台の温度を第 2 の温度から第 1 の温度へ下降させるための降温時間がかかる。これに対し、本実施形態では予め第 1 の温度および第 2 の温度にそれぞれ設定した載置台を有する 2 つのユニットを用いて Cu 含有物残渣 209 と酸化銅膜 210 を除去するようにしたので、温度変更の時間が不要となり、その分処理のスループットを高くすることができる。

[0095] なお、本実施形態におけるクラスターツール型の基板処理装置 300 では、さらに、Low-k 膜のエッチングやレジストのアッシングを行うユニットを搭載して、Low-k 膜のエッチングから Cu シード膜の形成までの一連の工程を *in-situ* で行うようにしてもよい。

[0096] <第 4 の実施形態>

（第 4 の実施形態の成膜方法を実施するための成膜装置の構成）

図 9 は、本発明の第 4 の実施形態に係る基板処理方法を実施するために用いられる基板処理装置の一例を模式的に示す断面図である。

[0097] この基板処理装置 400 は、ウエハ W を複数枚同時に加熱するいわゆるバッチ式の装置であり、ウエハ W を収容して処理する略筒状の処理容器 131 を有している。処理容器 131 の内部には二重管構造をなす石英製のプロセスチューブ 132 が設けられ、プロセスチューブ 132 の下端には、筒状を

なす金属製のマニホールド 136 が接続されている。このマニホールド 136 に各種配管が接続されている。

[0098] プロセスチューブ 132 の内部には、複数枚のウエハ W を保持して処理容器 131 内に保持させるためのウエハポート 133 が搬入されるようになっている。ウエハポート 133 は、保温筒 138 を介してポートエレベータ 134 に支持され、ウエハポート 133 を昇降させることにより、ウエハポート 133 の搬入出が行われる。ポートエレベータ 134 には蓋体 137 が取り付けられており、ポートエレベータ 134 が上昇してウエハポート 133 がプロセスチューブ 132 に搬入された際に、蓋体 137 がマニホールド 136 の下部開口を密閉状態で塞ぎ、プロセスチューブ 132 内が密閉空間になるようになっている。

[0099] 処理容器 131 内には、プロセスチューブ 132 を囲繞するように、ウエハ W を加熱するためのヒーター 135 が設けられている。このヒーター 135 にはヒーター電源 141 が接続されている。一方、ウエハポート 133 に搭載されたウエハ W の近傍には、熱電対 142 が設けられており、熱電対 142 の信号はヒーターコントローラ 143 に伝送されるようになっている。そして、ヒーターコントローラ 143 は熱電対 142 の信号に応じてヒーター電源 141 に指令を送信し、ヒーター 135 の加熱を制御してウエハ W を所定の温度に制御するようになっている。

[0100] マニホールド 136 には、プロセスチューブ 132 内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給するための処理ガス配管 151 が接続されている。処理ガス配管 151 はマニホールド 136 の内部に水平に延び、プロセスチューブ 132 の上方に向けて処理ガスを供給可能なように先端が上方へ屈曲している。処理ガス配管 151 の他端には処理ガスを供給する処理ガス供給源 152 が接続されている。処理ガス配管 151 にはマスフローコントローラ 153 とその前後のバルブ 154 が設けられている。処理ガスを構成する有機酸としてはカルボン酸を好適に用いることができる。カルボン酸としては、蟻酸 (HCOOH)、酢酸 (CH_3COOH)、プロピオン酸 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}$

H)、酪酸($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$)、吉草酸($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$)などを挙げることができ、これらの中では蟻酸(HCOOH)が好ましい。

[0101] マニホールド136にはまた、プロセスチューブ132内に不活性ガスを供給するための不活性ガス配管161が接続されている。不活性ガス配管161はマニホールド136の内部に水平に延び、プロセスチューブ132の上方に向けて不活性ガスを供給可能なように先端が上方へ屈曲している。不活性ガス配管161の他端には不活性ガスを供給する不活性ガス供給源162が接続されている。不活性ガス配管161にはマスフローコントローラ163とその前後のバルブ164が設けられている。不活性ガスは、パージガス、希釈ガス、キャリアガス等として用いられ、例えばArガス、Heガス、 N_2 ガス等を挙げるができる。

[0102] マニホールド136には配管171が接続されており、プロセスチューブ132の内管と外管との間から排気するようになっている。排気管171には高速真空ポンプを含む排気装置172が設けられている。排気管171にはコンダクタンス可変バルブ173が設けられており、プロセスチューブ132からの排気量を調節できるようになっている。この排気装置172を作動させることによりプロセスチューブ132内のガスが排気され、排気管171を介してプロセスチューブ132内を所定の真空度まで高速に減圧することが可能となっている。

[0103] この基板処理装置400は、各構成部を制御する制御部180を有している。この制御部180は、図1の制御部40と同様に構成される。

[0104] (第4の実施形態に係る基板処理方法)

次に、このような処理装置400を用いて、ウエハW上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜と層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を除去してクリーニングする本実施形態の基板処理方法について説明する。

[0105] ここでは、第1の実施例と同様、図2の構造においてCu含有物209および酸化銅膜210を有機酸を含む処理ガスによるドライクリーニングによ

り除去する。

[0106] 図 10 は第 4 の実施形態の基板処理方法を示すフローチャートである。まず、複数、例えば 100 枚のウエハ W を搭載したウエハポート 133 をポートエレベータ 134 によりプロセスチューブ 132 内に搬入する（工程 31）。次いで、熱電対 142 による温度検出信号に基づいて、ヒーターコントローラ 143 によりヒーター 135 を制御してウエハ W の温度を Cu 含有物残渣 209 の主成分である酸化銅のエッチング反応が支配的となる相対的に低温の第 1 の温度に制御する（工程 32）。

[0107] そして、排気装置 172 の真空ポンプによりプロセスチューブ 132 内を排気しつつ、バルブ 164 を開にして、不活性ガス供給源 162 から例えば Ar ガスを不活性ガス配管 161 を介してプロセスチューブ 132 内に導入し、ウエハ W の温度を第 1 の温度に安定させる（工程 33）。

[0108] 次いで、バルブ 154 を開にして、処理ガス供給源 152 から有機酸ガスを含む処理ガスをマスフローコントローラ 153 によって流量制御しつつ処理ガス配管 151 を介してプロセスチューブ 132 内に供給し、主に Cu 含有物残渣 209 をエッチング除去する（工程 34）。この工程は、Cu 含有物残渣 209 がほぼ完全にエッチング除去されまで行われるが、この際に酸化銅膜 210 の一部もエッチング除去される。処理ガスを構成する有機酸としては、上述したように、カルボン酸を好適に用いることができ、これらの中では蟻酸（ HCOOH ）が好ましい。この際の第 1 の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、第 1 の実施形態における工程 4 と同様、 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ の範囲が好ましく、上記（1）式に従って還元反応が生じる。

[0109] なお、工程 33 の安定化工程を行わず、ウエハ W をプロセスチューブ 132 に搬入した後、直ちに処理ガスを供給してもよい。また、工程 34 では、不活性ガスは流したままの状態でも停止させてもよい。

[0110] 工程 34 の処理により Cu 含有物残渣 209 がほぼ完全に除去された後、処理ガスの供給を停止し、不活性ガスを供給しつつ、熱電対 142 による温

度検出信号に基づいてヒーターコントローラ 143 によりヒーター 135 を制御し、ウエハ W の温度を、酸化銅の還元が支配的となる、第 1 の温度よりも高い第 2 の温度に制御する（工程 35）。

[0111] そして、温度が安定した後、再び処理ガス供給源 152 から有機酸ガスを含む処理ガスをマスフローコントローラ 153 によって流量制御しつつ処理ガス配管 151 を介してプロセスチューブ 132 内に供給し、Cu 配線層 203 表面の酸化銅膜 210 を還元反応が主体の反応により酸化銅膜 210 を除去する（工程 36）。この際の第 2 の温度は、例えば、用いる有機酸がカルボン酸、例えば蟻酸（ HCOOH ）の場合には、 $200 \sim 300^\circ\text{C}$ の範囲が好ましく、上記（2）式に従って還元反応が生じる。

[0112] この酸化銅膜 210 の還元を主体とする反応による除去処理は、酸化銅膜 210 が完全に除去されるまで続けられる。そして、この酸化銅膜 210 の除去処理が終了したら、バルブ 154 を閉じて処理ガスの供給を停止し、バルブ 164 を開いて不活性ガス供給源 162 から不活性ガスをパージガスとしてマスフローコントローラ 164 によって流量制御しつつ不活性ガス配管 161 を介してプロセスチューブ 132 内に供給し、プロセスチューブ 132 内をパージする（工程 37）。その後、プロセスチューブ 132 内を常圧に戻した後、ポートエレベータ 134 を下降させて、ウエハポート 133 を搬出する（工程 38）。

[0113] 本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様、有機酸含有ガスでのドライクリーニングで Cu 含有物残渣 209 と酸化銅膜 210 とを除去するに際し、相対的に低温である第 1 の温度で Cu 含有残渣をエッチング除去し、第 1 の温度よりも高い第 2 の温度で Cu の表面の酸化銅を還元を主体とする反応により除去することにより、これらを短時間でかつ確実に除去することができる。

[0114] 上述したように、第 1 の実施形態では、ウエハの温度を第 1 の温度から第 2 の温度へ上昇させるための昇温時間がかかり、また、複数枚のウエハを連続して処理する場合、載置台の温度を第 2 の温度から第 1 の温度へ下降させ

るための降温時間がかかる。第1の実施形態のような枚葉処理においては、その温度変更時間が処理のスループットに影響し、スループットが低くなってしまうが、本実施形態では例えば100枚という多数のウエハを同時に処理するバッチ処理を採用しているため、第1の温度から第2の温度への温度変動の時間がかかったとしても、1枚あたりの付加時間としてはわずかなものとなり、処理のスループットはほとんど低下しない。

[0115] <本発明の他の適用>

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態においては、処理ガスを構成する有機酸ガスとして蟻酸(HCOOH)に代表されるカルボン酸を単体で用いた例について示したが、有機酸ガス単体で供給する場合に限らず、有機酸ガスを水素(H_2)等の他のガスと混合して供給してもよい。さらに、本発明の基板処理方法を実施する装置としては、上記実施形態に示したものに限らず、種々の装置を採用することができる。さらにまた、被処理基板の構造も図2のものに限るものではなく、被処理基板も半導体ウエハに限るものではない。

請求の範囲

- [請求項1] 基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理方法であって、
- 基板温度が相対的に低温の第1の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行う工程と、
- 基板温度が前記第1の温度よりも高温の第2の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去する工程とを含む基板処理方法。
- [請求項2] 前記層間絶縁膜がLow-k膜である請求項1に記載の基板処理方法
- [請求項3] 前記有機酸は、カルボン酸である請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記カルボン酸は、蟻酸である請求項3に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記第1の温度は100～200℃であり、前記第2の温度は200～300℃である請求項3に記載の基板処理方法。
- [請求項6] 基板を収容するチャンバと、前記チャンバ内で基板を載置する載置台と、前記載置台上の基板を加熱する加熱機構と、前記チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記チャンバ内を排気する排気機構とを有する基板処理装置を用い、
- 基板を前記載置台に載置し、前記加熱機構により基板を前記第1の温度に加熱して前記Cu含有物残渣のエッチング除去を行い、次いで、前記加熱機構により基板の温度を前記第2の温度に上昇させた後、前記Cu表面の酸化銅膜の除去を行う請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項7] 基板を収容するチャンバと、前記チャンバ内で基板を載置する載置台と、前記載置台上の基板を加熱する加熱機構と、前記載置台上の基板に加熱されたエネルギー媒体ガスを供給するエネルギー媒体ガス供

給機構と、前記チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記チャンバ内を排気する排気機構とを有する基板処理装置を用い、

基板を前記載置台に載置し、前記加熱機構により基板を前記第 1 の温度に加熱して前記 Cu 含有物残渣のエッチング除去を行い、次いで、前記載置台上の基板に前記エネルギー媒体ガス供給機構から加熱されたエネルギー媒体ガスを供給して基板の温度を前記第 2 の温度に上昇させた後、前記 Cu 表面の酸化銅膜の除去を行う請求項 1 に記載の基板処理方法。

[請求項 8]

載置された基板を前記第 1 の温度に加熱可能な温度に保持された載置台を有し、前記載置台上の基板に前記処理ガスを供給可能な第 1 の処理部と、載置された基板を前記第 2 の温度に加熱可能な温度に保持された載置台を有し、前記載置台上の基板に処理ガスを供給可能な第 2 の処理部とを有する基板処理装置を用い、

前記第 1 の処理部の載置台に基板を載置し、基板を前記第 1 の温度に加熱して前記 Cu 含有物残渣のエッチング除去を行い、次いで前記第 2 の処理部の載置台に基板を載置し、基板を前記第 2 の温度に加熱して前記 Cu 表面の酸化銅膜の除去を行う請求項 1 に記載の基板処理方法。

[請求項 9]

基板を処理する処理容器と、前記処理容器内で複数の基板を保持する基板保持部と、前記処理容器内の複数の基板を加熱する加熱機構と、前記処理容器内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、前記処理容器内を排気する排気機構とを有する基板処理装置を用い、

前記保持手段に保持された基板を前記処理容器内に收容し、前記加熱機構により複数の基板を前記第 1 の温度に加熱して前記 Cu 含有物残渣のエッチング除去を行い、次いで、前記加熱機構により複数の基板の温度を前記第 2 の温度に上昇させた後、前記 Cu 表面の酸化銅膜の

除去を行う請求項 1 に記載の基板処理方法。

[請求項10]

基板上の Cu 配線構造における Cu 表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着した Cu 含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、

基板を収容するチャンバと、

前記チャンバ内で基板を載置する載置台と、

前記載置台上の基板を加熱する加熱機構と、

前記チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、

前記チャンバ内を排気する排気機構と、

前記載置台に基板が載置された状態で、前記加熱機構により基板を相対的に低温の第 1 の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して Cu 含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記加熱機構により基板の温度を前記第 1 の温度よりも高温の第 2 の温度に上昇させた後、基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記 Cu 表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構と

を具備する基板処理装置。

[請求項11]

基板上の Cu 配線構造における Cu 表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着した Cu 含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、

基板を収容するチャンバと、

前記チャンバ内で基板を載置する載置台と、

前記載置台上の基板を加熱する加熱機構と、

前記載置台上の基板に加熱されたエネルギー媒体ガスを供給するエネルギー媒体ガス供給機構と、

前記チャンバ内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガスと

、

前記チャンバ内を排気する排気機構と、
前記載置台に基板が載置された状態で、前記加熱機構により基板を相対的に低温の第 1 の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して Cu 含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記載置台上の基板に加熱されたエネルギー媒体ガスを供給して基板の温度を前記第 1 の温度よりも高温の第 2 の温度に上昇させた後、基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記 Cu 表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構とを具備する基板処理装置。

[請求項12]

基板上の Cu 配線構造における Cu 表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着した Cu 含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、

載置された基板を前記第 1 の温度に加熱可能な温度に保持された載置台を有し、前記載置台上の基板に前記処理ガスを供給可能な第 1 の処理部と、

載置された基板を前記第 2 の温度に加熱可能な温度に保持された載置台を有し、前記載置台上の基板に処理ガスを供給可能な第 2 の処理部と、

前記第 1 の処理部と前記第 2 の処理部との間で基板を搬送する搬送機構と、

前記第 1 の処理部の載置台に基板を載置させ、基板を前記の第 1 の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して Cu 含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記搬送機構により基板を前記第 2 の処理部の載置台に搬送させ、基板を前記第 2 の温度に加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記 Cu 表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構と

を具備する基板処理装置。

[請求項13] 基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理装置であって、

 基板を処理する処理容器と、

 前記処理容器内で複数の基板を保持する基板保持部と、

 前記処理容器内の複数の基板を加熱する加熱機構と、

 前記処理容器内に有機酸ガスを含む処理ガスを供給する処理ガス供給機構と、

 複数の基板が保持された状態の前記基板保持部を前記処理容器内に収容させた状態で、前記加熱機構により複数の基板を相対的に低温の第1の温度に加熱しつつ複数の基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行わせ、次いで、前記加熱機構により複数の基板の温度を前記第1の温度よりも高温の第2の温度に上昇させた後、複数の基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去させるように制御する制御機構と

 を具備する基板処理装置。

[請求項14] コンピュータ上で動作し、基板処理装置を制御するためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、

 前記プログラムは、実行時に、

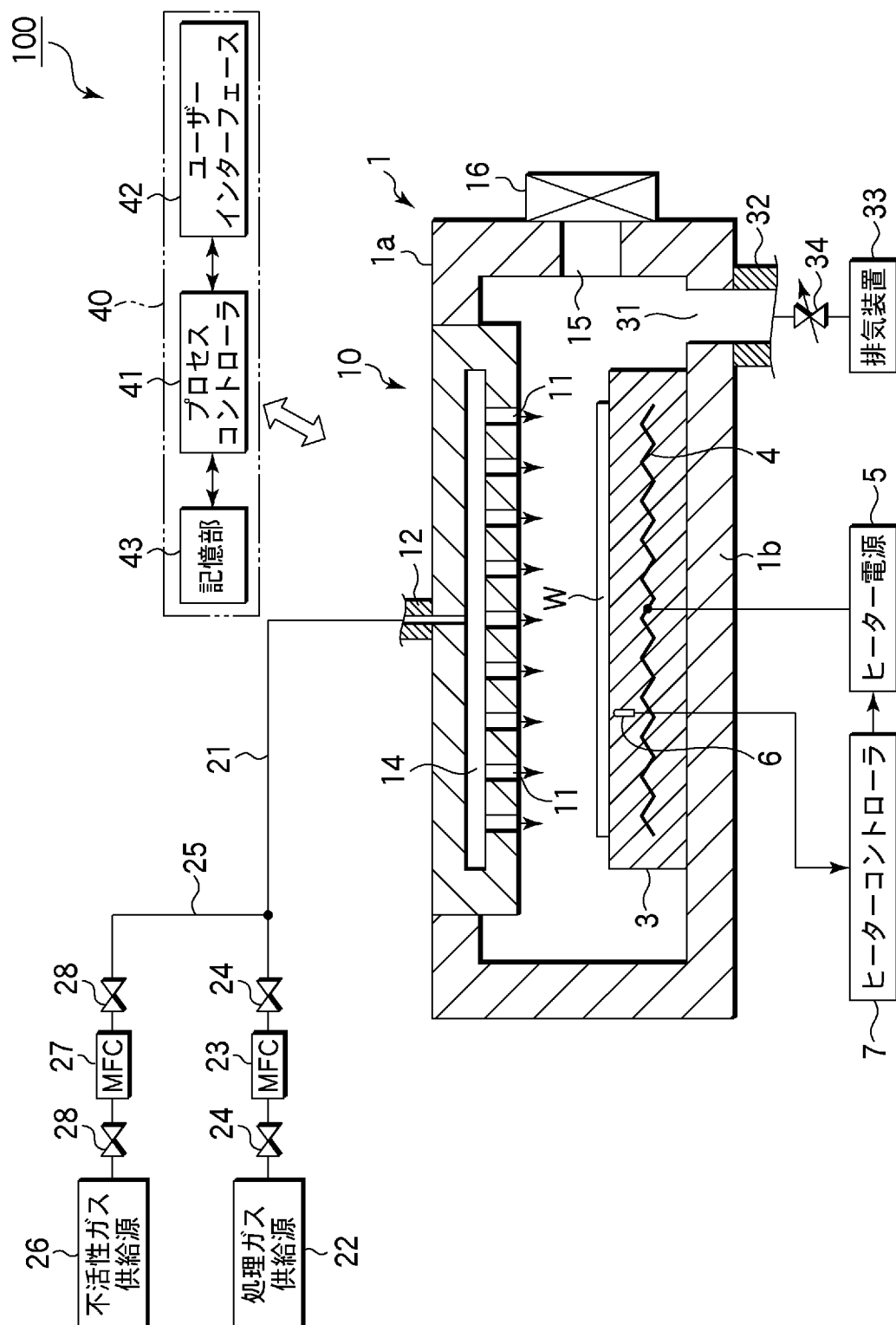
 基板上のCu配線構造におけるCu表面の酸化銅膜および層間絶縁膜に付着したCu含有物残渣を有機酸含有ガスを用いて除去する基板処理方法であって、

 基板温度が相対的に低温の第1の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給してCu含有物残渣のエッチング除去を行う工程と、

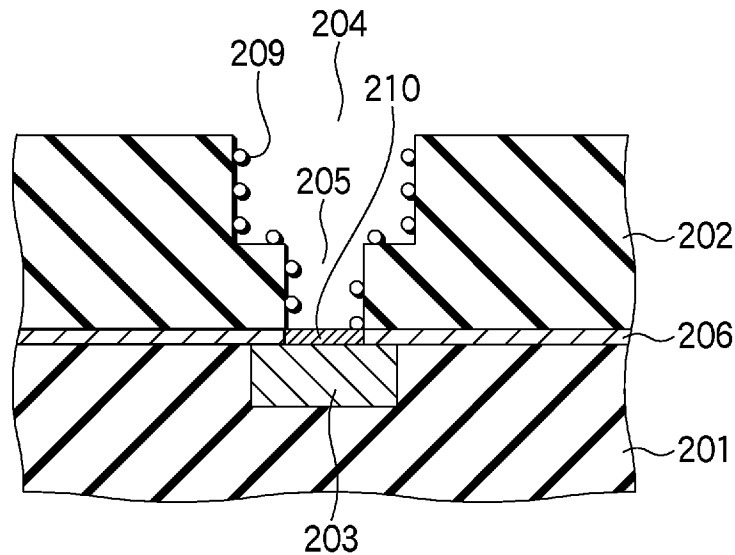
 基板温度が前記第1の温度よりも高温の第2の温度になるように基板を加熱しつつ基板に有機酸ガスを含む処理ガスを供給して前記Cu

表面の酸化銅膜を還元を主体とする反応により除去する工程と
を含む基板処理方法が行われるように、コンピュータに前記基板処理
装置を制御させる記憶媒体。

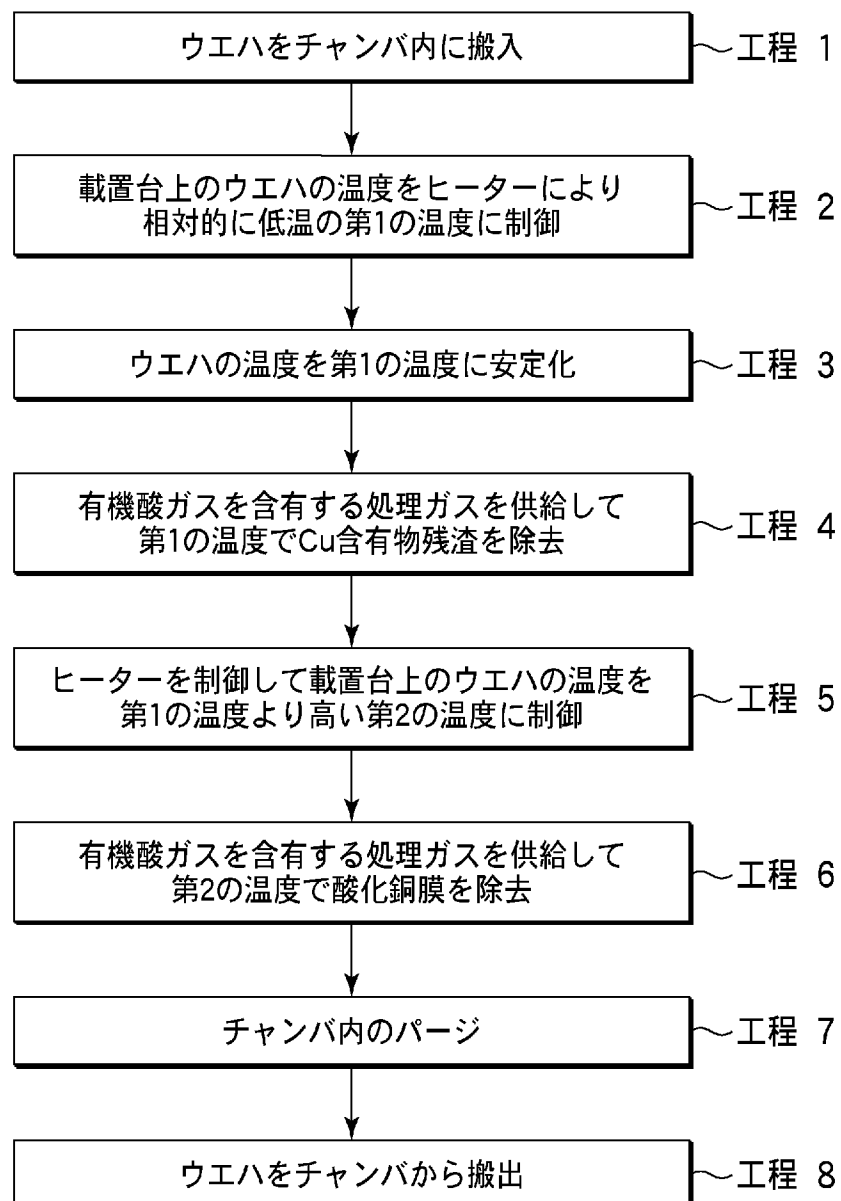
[図1]



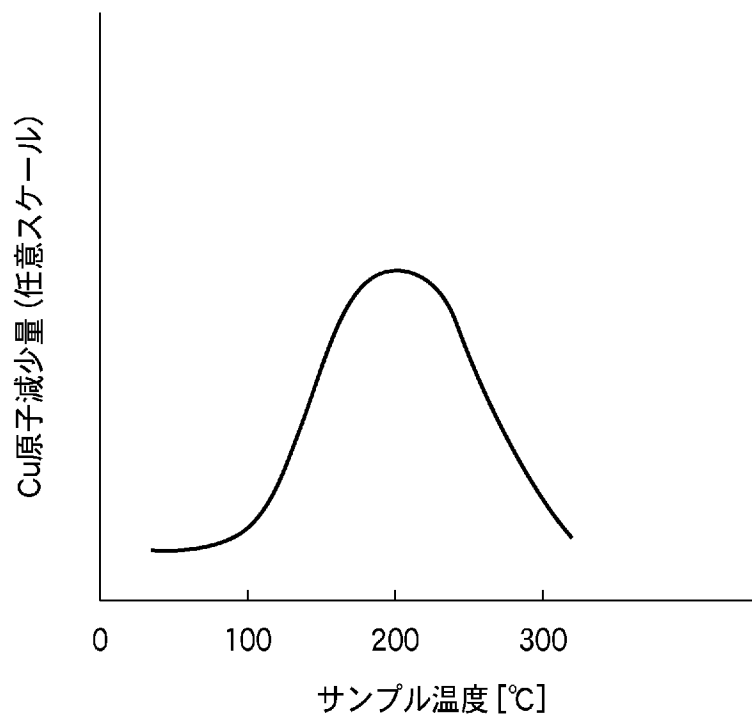
[図2]



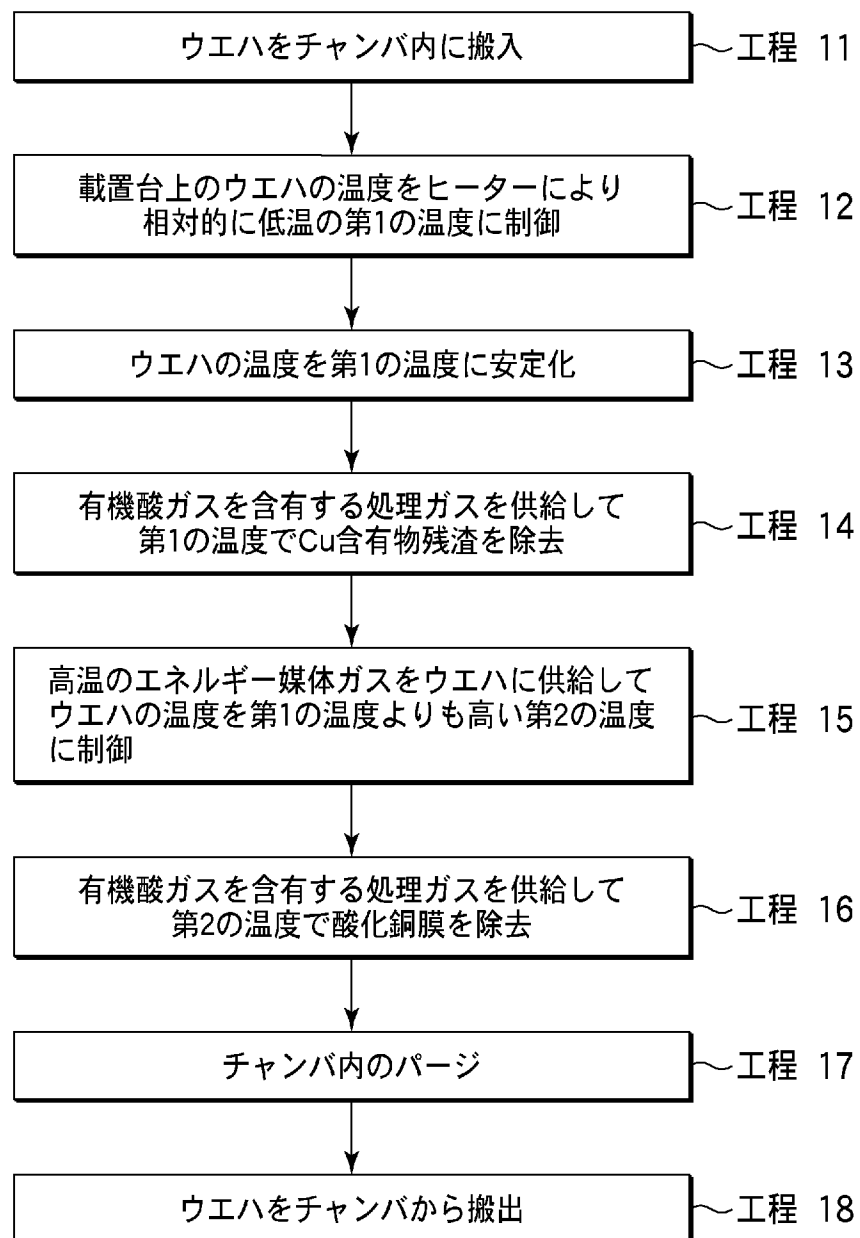
[図3]



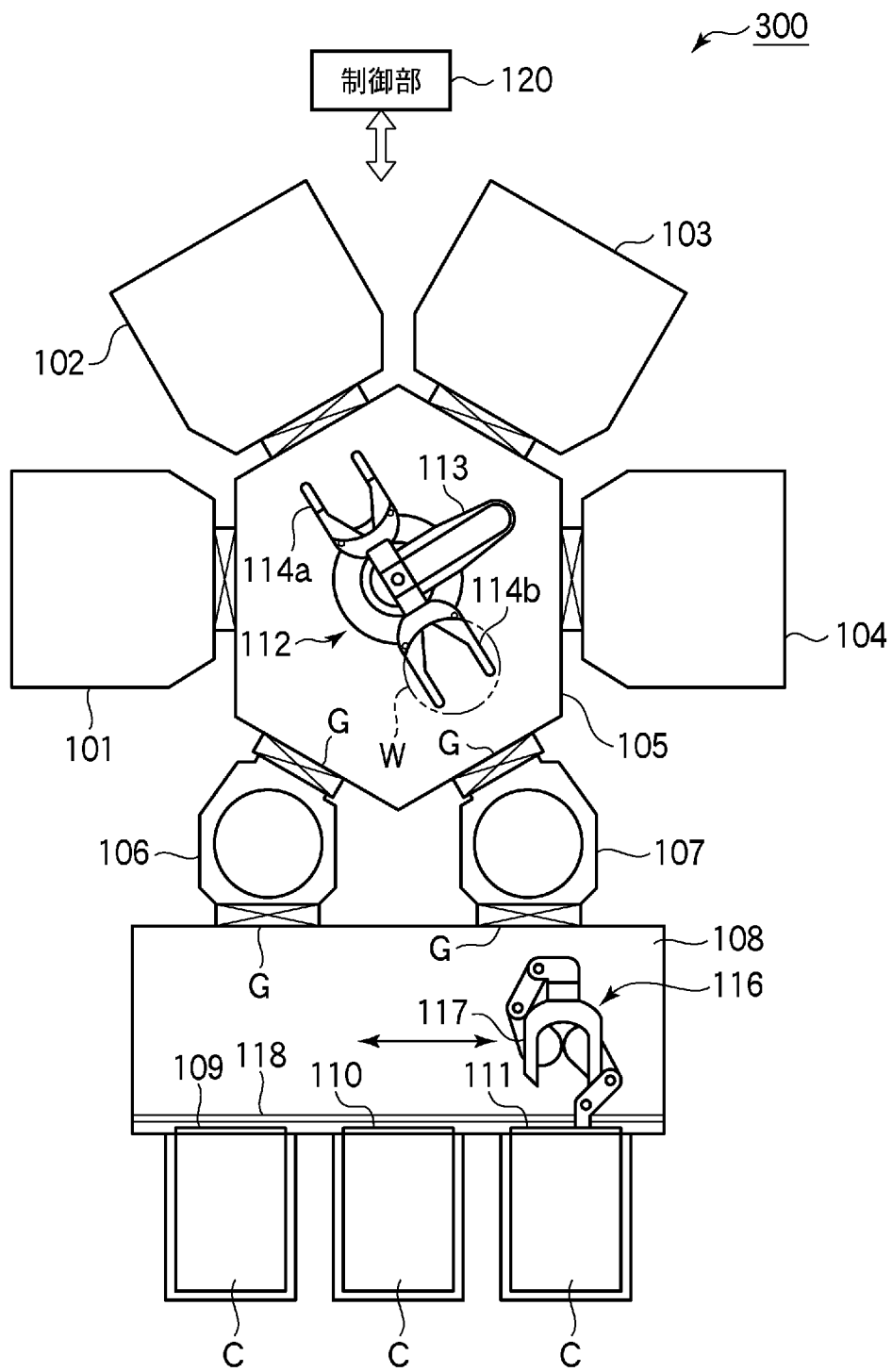
[図4]



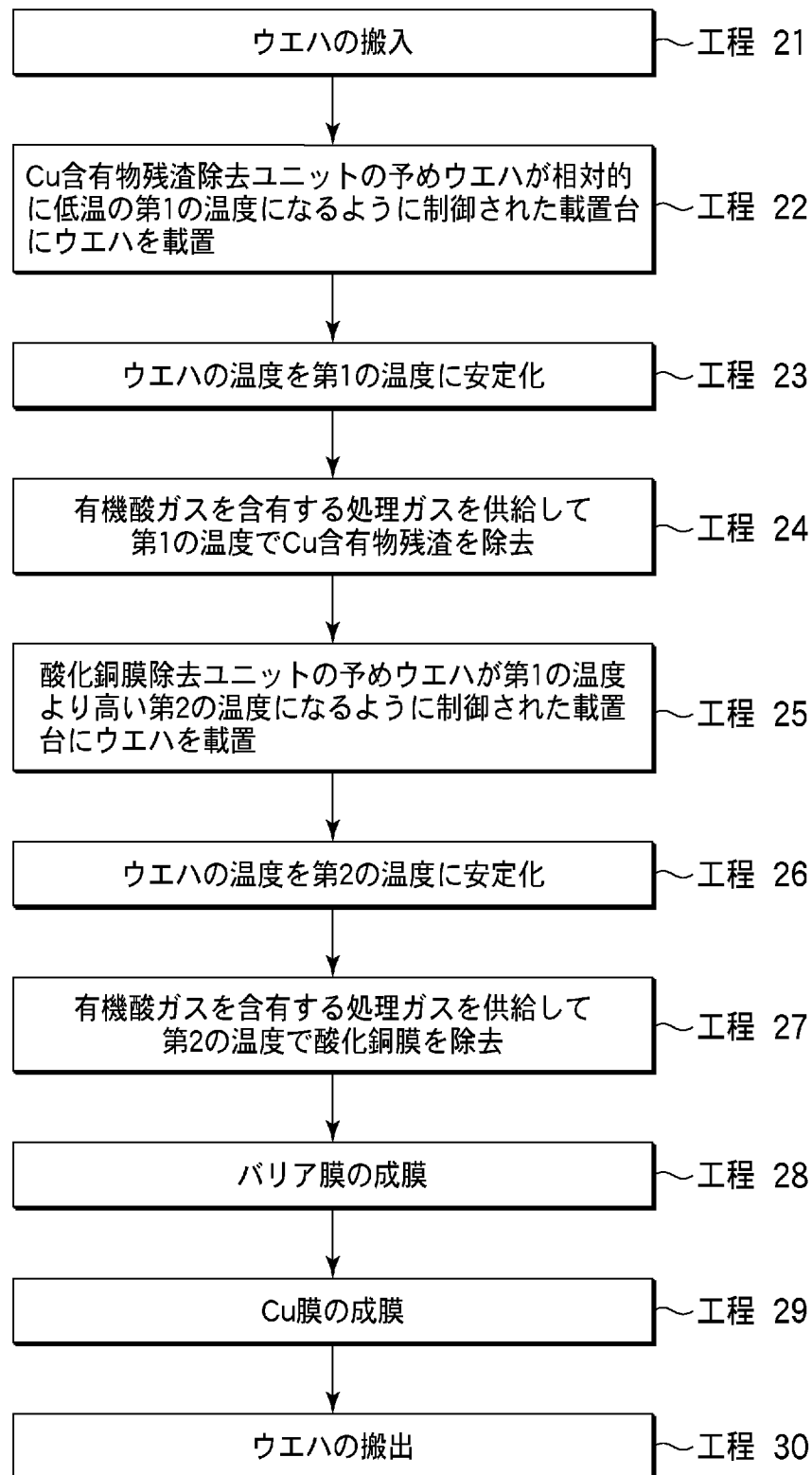
[図6]



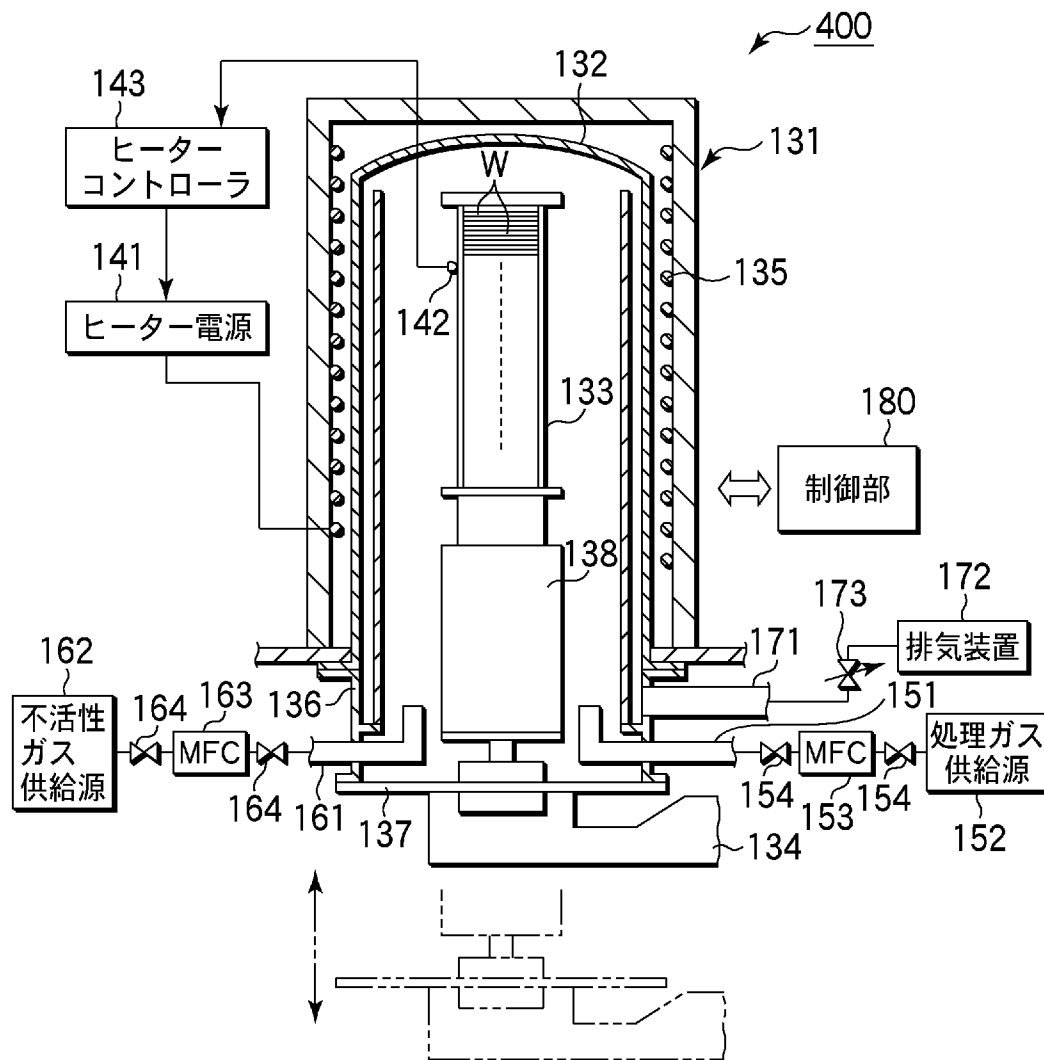
[図7]



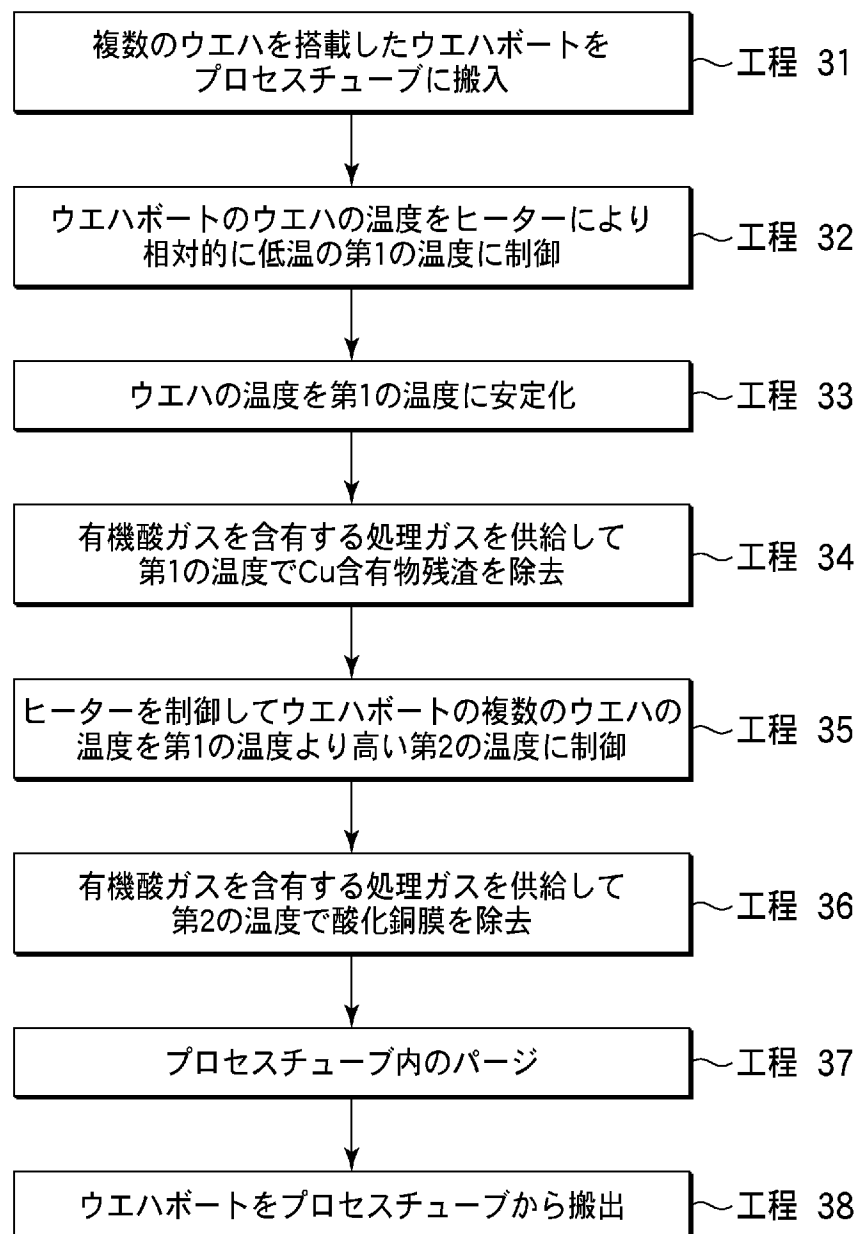
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(2006.01) i, H01L21/768(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)

H01L21/304, H01L21/768

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2008/001697 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 03 January 2008 (03.01.2008), claims; paragraphs [0065] to [0069]; fig. 7 & US 2008/0280437 A1 & US 2008/0226826 A1 & WO 2008/001698 A1 & KR 10-2008-0038159 A & KR 10-2008-0039412 A	1-14
A	JP 2006-216937 A (Ebara Corp.), 17 August 2006 (17.08.2006), claims; paragraphs [0019] to [0029] & US 2008/0047583 A1 & WO 2006/073140 A1	1-14
A	JP 2009-43975 A (Tokyo Electron Ltd.), 26 February 2009 (26.02.2009), claims; paragraphs [0065] to [0069]; fig. 8 (Family: none)	1-14

☐ 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
10 May, 2010 (10.05.10)

Date of mailing of the international search report
18 May, 2010 (18.05.10)

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. H01L21/304(2006.01)i, H01L21/768(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. H01L21/304, H01L21/768

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 0年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6－2 0 1 0年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4－2 0 1 0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	WO 2008/001697 A1（東京エレクトロン株式会社）2008.01.03, 【特許請求の範囲】、【0065】－【0069】、図7 & US 2008/0280437 A1 & US 2008/0226826 A1 & WO 2008/001698 A1 & KR 10-2008-0038159 A & KR 10-2008-0039412 A	1－14

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
1 0 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日
1 8 . 0 5 . 2 0 1 0

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）	3 K	3 9 4 0
長谷井 雅昭		
電話番号 03-3581-1101 内線 3332		

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 2006-216937 A (株式会社荏原製作所) 2006.08.17, 【特許請求の範囲】、【0019】－【0029】 & US 2008/0047583 A1 & WO 2006/073140 A1	1－14
A	JP 2009-43975 A (東京エレクトロン株式会社) 2009.02.26, 【特許請求の範囲】、【0065】－【0069】、図8 (ファミリーなし)	1－14