

(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
2017年11月23日(23.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/199767 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/3205 (2006.01) H01L 21/28 (2006.01)
C23C 14/02 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
C23C 14/14 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
C23C 16/02 (2006.01) H01L 23/532 (2006.01)
C23C 16/06 (2006.01)

株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 猪狩 晃 (IGARI Akira); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 小風 豊 (KOKAZE Yutaka); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017264

(22) 国際出願日: 2017年5月2日(02.05.2017)

(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 2016-098032 2016年5月16日(16.05.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社アルバック (ULVAC, INC.)
[JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 Kanagawa (JP).

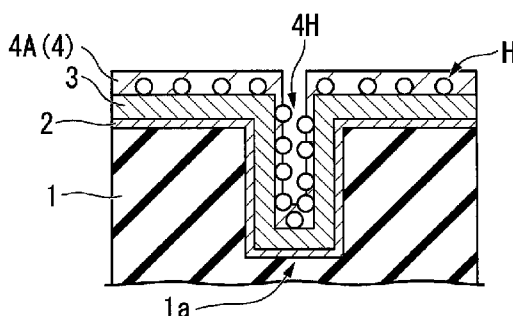
(72) 発明者: 原 田 雅 通 (HARADA Masamichi);
〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA Masatake et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: METHOD FOR FORMING Cu FILM

(54) 発明の名称: Cu膜の形成方法



(57) Abstract: According to a method for forming a Cu film of the present invention, a Cu film is embedded in a recessed part that is formed in an interlayer insulating film, with a liner film being interposed therebetween. The liner film after film formation is subjected to a heat treatment, and the surface of the liner film is subjected to a degas treatment in a gas atmosphere containing hydrogen after the heat treatment. After the degas treatment, a Cu film is formed on the heat-treated liner film. In this connection, the liner film is a film selected from among a Co film, an Ni film and a CoNi film.

(57) 要約: 本発明のCu膜の形成方法は、層間絶縁膜に形成した凹部内に、ライナー膜を介してCu膜を埋め込み形成する方法であって、成膜後の前記ライナー膜を熱処理し、前記熱処理を行った後、水素を含むガスの雰囲気下において、前記ライナー膜の表面に対してデガス処理を行い、前記デガス処理を行った後、前記熱処理された前記ライナー膜上にCu膜を形成し、前記ライナー膜は、Co膜、Ni膜、CoNi膜から選択される1つである。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： Cu膜の形成方法

技術分野

[0001] 本発明は、ライナー膜上にCu膜を形成する方法に関する。より詳細には、Cu配線構造にてライナー膜上にCu膜を形成する際に利用される方法に関する。

本願は、2016年5月16日に日本に出願された特願2016-098032号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスにおいては、Cuを導電材料として用いたCu配線構造が多用されている。このようなCu配線構造では、層間絶縁膜1に形成した凹部（ホールやトレンチ等）1a内に、ドライ法やウェット法を用いてCu配線層4が埋め込み形成される。層間絶縁膜1とCu配線層4との間には、層間絶縁膜1へのCuの拡散防止を目的としたバリア層（Ta系やTi系）2、バリア層2上に形成されCu配線層4の下地となるライナー膜（CoやRu）3が設けられる（図15A）。このようなライナー膜3は、PVD法やCVD法により形成される。

[0003] ライナー膜3としては、半導体デバイスの速度と機能が改良されるにつれて、モフォロジーが良好で、バリア層2に対する密着性に優れ、かつ、ライナー膜3自体が低抵抗である部材が求められている。また、半導体デバイスには、低コスト化が求められており、ライナー膜3の部材も同様である。このような観点から、ライナー膜3としてはCoが有望視されている（特許文献1）。

[0004] 通常、ライナー膜3として機能させるために、例えば、CVD法により成膜された後のCo膜に対しては、Co膜内から不純物（C、N、O等）を飛ばして、Co膜の低抵抗化を図るために、ポストアニール処理が行われる（図15A：特許文献2）。その後、冷却された状態にあるCo膜上に、例え

ば、PVD法により配線層4となるCu膜が形成される(図15B)。次いで、リフロー処理することにより、Cu膜で内壁が覆われた凹部4Hを埋設するとともに、表面平坦化が図られる。しかしながら、凹部4Hの開口径が狭くなり、凹部4Hの深さが深くなるにつれて、リフローされたCuによって凹部4H内を安定に充填することは難しくなる傾向にあり、凹部4H内に偶発的にボイド(空隙)4Vが発生する虞があった(図15C)。図16は、このような従来の製造フローチャートの一例を示す図である。

[0005] Cu配線層4にボイド4Vが内在すると、Cu配線層4を流れる電流の阻害要因となり、信号伝達や電力供給が不安定になるため、ボイド4Vの存在しないCu配線層4を安定に形成できる製法の開発が期待されていた。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2011/027835号パンフレット

特許文献2：日本国特開2012-023152号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、このような従来の実情に鑑みてなされたものであり、層間絶縁膜に形成した凹部内に、ライナー膜を介してCu配線層を埋め込み形成する際に、Cu配線層内におけるボイドの発生を抑制することが可能な、Cu膜の形成方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の一態様に係るCu膜の形成方法は、層間絶縁膜に形成した凹部内に、ライナー膜を介してCu膜を埋め込み形成する方法であって、成膜後の前記ライナー膜を熱処理し(ポストアニール工程)、前記熱処理を行った後、水素を含むガスの雰囲気下において、前記ライナー膜の表面に対してデガス処理を行い(改質工程)、前記デガス処理を行った後、前記熱処理された前記ライナー膜上にCu膜を形成し(成膜工程)

、前記ライナー膜は、C o 膜、N i 膜、C o N i 膜から選択される1つである。

本発明の一態様に係るC u 膜の形成方法においては、前記デガス処理は、水素還元により前記C o 膜の表面が水素で終端された状態としてもよい。

本発明の一態様に係るC u 膜の形成方法においては、前記デガス処理の温度は、前記熱処理の温度より低くてもよい。

本発明の一態様に係るC u 膜の形成方法においては、前記デガス処理の温度は、260℃以上290℃以下であってもよい。

本発明の一態様に係るC u 膜の形成方法においては、前記熱処理を行った後、前記C o 膜を大気に曝し、その後、前記デガス処理を行ってもよい（暴露工程）。即ち、ポストアニール工程とデガス処理（改質工程）との間で、前記C o 膜を大気に曝してもよい。

発明の効果

[0009] 本発明の一態様に係るC u 膜の形成方法は、層間絶縁膜に形成した凹部内に、C o 膜を介してC u 膜を埋め込み形成する際に、C o 膜のポストアニール工程とC u 膜の成膜工程との間で、C o 膜の表面に対してデガス処理を行う改質工程を行う。前記デガス処理は、水素を含むガスの雰囲気下において行われる。

このデガス処理によれば、H₂還元によりC o 膜の表面からO H基や酸素が除去され、C o 膜の表面は、ほぼ水素で終端（水素が吸着）された状態となる。このようにC o 膜の表面を水素で終端（水素が吸着）することによって、その上に堆積されるC u 膜の濡れ角 θ が小さくなると考えられる。その結果、C u 膜をリフローすることにより、層間絶縁膜に形成した凹部内に、C o 膜を介してC u 膜を埋め込み形成することが可能となった。

ゆえに、本発明の一態様は、埋め込み形成時の課題であった、C u 配線層内におけるボイドの発生を抑制することが可能な、C u 膜の形成方法の提供に貢献する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図1B]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図1C]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図1D]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図2A]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の他の一例を示す模式断面図である。

[図2B]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の他の一例を示す模式断面図である。

[図2C]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の他の一例を示す模式断面図である。

[図2D]本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の他の一例を示す模式断面図である。

[図3A]水素 (H_2) デガス効果と処理温度との関係を説明する図であってデガス処理前の状態を示す図である。

[図3B]水素 (H_2) デガス効果と処理温度との関係を説明する図であって、デガス処理中の状態を示す図である。

[図4A]水素 (H_2) デガス効果と処理温度との関係を説明する図であり、低温処理後の状態を示す図である。

[図4B]水素 (H_2) デガス効果と処理温度との関係を説明する図であり、中温処理後の状態を示す図である。

[図4C]水素 (H_2) デガス効果と処理温度との関係を説明する図であり、高温処理後の状態を示す図である。

[図5]Cu膜表面の水素終端（水素吸着）と濡れ角との関係を説明する図である。

[図6]本発明の一実施形態が適用されるCu配線膜形成プロセスの一例を示すフローチャートである。

[図7]本発明の一実施形態に係る製造装置の一例を示す図である。

[図8]ポストアニール温度とFilling成功率および比抵抗との関係を示すグラフである。

[図9]ポストアニール温度とCu膜中の不純物濃度（O，C，N）との関係を示すグラフである。

[図10]デガス条件（雰囲気ガス）とFilling成功率との関係を示すグラフである。

[図11]デガス条件（真空排気、He雰囲気）とFilling成功率との関係を示すグラフである。

[図12]デガス条件（H₂分圧）とFilling成功率との関係を示すグラフである。

[図13]デガス条件（温度）とFilling成功率との関係を示すグラフである。

[図14]改善前後におけるポストアニール温度とFilling成功率および比抵抗との関係を示すグラフである。

[図15A]従来のCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図15B]従来のCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図15C]従来のCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。

[図16]従来の製造フローチャートの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下では、本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法について、図面に基づいて説明する。ここでは、ライナー膜がCu膜からなる場合について詳述する。

[0012] 図1A～図1Dは、本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法の一例を示す模式断面図である。本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法は、図1A～図1Dに示すように、層間絶縁膜1に形成した凹部（ホールやトレン

チ等) 1 a 内に、C o 膜 3 を介してC u 配線層 4 (C u 膜) を埋め込み形成する方法として好適に用いられる。以下に詳述するC u 膜の形成方法は、図 1 A ~ 図 1 D に比べてC u 配線層が十分に厚い場合 (図 2 A ~ 図 2 D) にも適用可能である。

この方法は、例えば、図 6 のフローチャートに示す、C u 配線膜形成プロセスを構成する部分的な工程として利用される。図 6 のフローチャートに示す一連の工程については、図 7 に示す製造装置とともに後述する。

[0013] 本発明の一実施形態に係るC u 膜の形成方法では、層間絶縁膜 1 とC u 配線層 4 との間には、層間絶縁膜 1 へのC u の拡散防止を目的としたバリア層 (T a やT i 系) 2、バリア層 2 上に形成されC u 配線層 4 の下地となるライナー膜 (C o) 3 が設けられる。

本発明の一実施形態は、特に、成膜後のC o 膜 3 に対して熱処理するポストアニール工程 S 6 と、このポストアニール工程 S 6 を経たC o 膜 3 上にC u 配線層 4 を形成する成膜工程 S 10 とを含み、ポストアニール工程 S 6 とC u 配線層 4 を形成する成膜工程 S 10 との間で、C o 膜 4 の表面に対してデガス処理を行う改質工程 S 8 を有する。

[0014] ポストアニール工程 S 6 は、成膜後のC o 膜 3 の表面あるいは内部から不純物 (炭素 (C)、窒素 (N)、酸素 (O) など) を熱的に、C o 膜 3 の外部へ飛ばして、C o 膜 3 の低抵抗化を図る工程である。ポストアニール工程 S 6 の代表的な条件としては、プロセス温度が 260℃ ~ 380℃、プロセスガスがNH₃とH₂の混合ガス、プロセス圧力が390Pa、プロセス時間が120sec、が挙げられる。

[0015] 本発明の一実施形態では、ポストアニール工程 S 6 を経たC o 膜 3 に対して、改質工程 S 8 のデガス処理が行われる。なお、ポストアニール工程 S 6 と改質工程 S 8 との間では、必要に応じて、冷却工程の一例として、例えば、エアブレイク (大気暴露) を行ってもよい。詳細については後述する。

[0016] このデガス処理を施すことにより、H₂還元によりC o 膜の表面からOH基や酸素が除去され、C o 膜の表面は、ほぼ水素で終端 (水素が吸着) された

状態となる。ゆえに、本発明の一実施形態では、デガス処理のことを「 H_2 吸着処理」とも呼ぶ。

[0017] H_2 吸着処理の代表的な条件としては、プロセス温度がRT（室温）～300℃、プロセスガスが水素（H）を含むガス、プロセス圧力が10Paから1000Pa、プロセス時間が120sec、が挙げられる。ここで、「水素（H）を含むガス」とは、水素ガスのみから構成されるガスに限定されない。これに代えて、例えば、不活性ガス（例えば、Heガス）と水素ガスとを含む混合ガスや、リモートプラズマ法あるいはCAT法などにより生成された水素ラジカル、を用いてもよい。

[0018] 図1Bは、デガス処理によって、 H_2 還元によりC膜の表面からOH基や酸素が除去され、C膜の表面は、ほぼ水素で終端（水素が吸着）された状態を表わしている。C膜3の表面に示した「白抜きの○印」が、吸着した水素を表わしている。このデガス処理前の状態、処理中の状態、処理後の状態については、図3A、図3B、および図4A～図4Cに各々詳細に示した。

[0019] 図3A及び図3Bは、水素（ H_2 ）デガス効果と処理温度との関係を説明する図であり、図3Aがデガス処理前の状態を示、図3Bがデガス処理中の状態を表わしている。図4A～図4Cは、水素（ H_2 ）デガス効果と処理温度との関係を説明する図であり、図4Aが低温処理後の状態、図4Bが中温処理後の状態、図4Cが高温処理後の状態を表わしている。

[0020] 図3Aに示すように、デガス処理前のC膜3の表面は、酸素やOH基によって覆われた状態にあることを表わしている。図3Bは、図3Aに示したC膜3の表面に対して、水素（ H_2 ）を含むガスを用い、デガス処理を行っている最中の状態を示す。C膜3の表面を覆っていた酸素やOH基は、水素（ H_2 ）によって水（ H_2O ）となり、C膜3の表面から脱離する。

[0021] つまり、上述したデガス処理によれば、図4A～図4Cに示すように、 H_2 還元によりC膜の表面からOH基や酸素が除去され、C膜の表面は、ほぼ水素で終端（水素が吸着）された状態とすることができる。ただし、デガ

ス処理の温度条件によって、このデガス処理の作用・効果は変化する。以下に、デガス処理の温度条件ごとに詳述する。

[0022] 図4 Aは、低温処理（200℃以上260℃未満）の場合を表わしている。この場合には、水素（H₂）還元は生じているが、水素（H₂）還元が不十分な状況にある。このため、C o膜の表面には、除去されないO H基や酸素が残存した状態にある。

[0023] 図4 Bは、中温処理（260℃以上290℃未満）の場合を表わしている。この場合には、C o膜の表面にはO H基や酸素が殆ど残存せず、C o膜の表面はほぼ全域に亘って、水素（H₂）還元された状態となる。このため、水素終端の密度が極大を示す。

[0024] 図4 Cは、高温処理（320℃以上）の場合を表わしている。この場合には、C o膜の表面にはO H基や酸素が全く残存しない。C o膜の表面は水素（H₂）還元された状態となるが、水素（H₂）脱離も始まり、水素終端の密度が減少する。

[0025] 図5は、C u膜表面の水素終端（水素吸着）と濡れ角との関係を説明する図である。図5において、符号2はT a N膜、符号3はC o膜、符号4はリフローされたC uである。

上述した中温処理（260℃以上290℃未満）の場合（図4 B）は、C o膜表面が水素で終端（水素が吸着）される。これによって、C o膜表面上に形成されて熱的に溶融した状態とされたC u膜は、C o膜表面に対する濡れ角 θ が小さくなると考えられる。

[0026] これは、次のY o u n g式によって表示される。ここで、Y_SはC o膜の表面張力、Y_LはC u膜の表面張力、Y_{LS}はC u膜とC o膜の界面の表面張力である。

[0027] [数1]

$$Y_S = Y_L \cdot \cos \theta + Y_{LS}$$

$$\cos \theta = (Y_S - Y_{LS}) / Y_L$$

[0028] この式から、濡れ角 θ を小さくするためには Y_L を小さくするか、 $(Y_S - Y_{LS})$ を大きくするかであることが分かる。 Cu 膜の表面張力 Y_L は温度によって決まり、 Co 膜の表面状態とは無関係なので、 Co 表面の水素終端によって変化は起きない。

一方、 Y_S 、 Y_{LS} は、ともに Co 表面状態が影響する物理量であることから、 Co 表面の水素終端の影響を受けることは容易に推測できる。従って、濡れ角 θ が小さくなるのは、 $(Y_S - Y_{LS})$ が大きくなっているからと考えられる。

[0029] このように Co 膜の表面が水素で終端（水素が吸着）することによって、その上に堆積される Cu 膜の濡れ角 θ が小さくなると考えられる。その結果、 Cu 膜をリフローすることにより、層間絶縁膜に形成した凹部4H（図1C、図2C）内に、 Co 膜を介して Cu 膜を埋め込み形成することが可能となったと、本発明者らは考えている。図1A～図1D、図2A～図2Dにおいて、符号4Cは、リフロー後に Cu が埋め込まれた部位を表わす。符号4Aは、リフロー前の Cu 膜である。図4Bは、リフロー後の Cu 膜である。

ゆえに、本発明の一実施形態は、埋め込み形成時の課題であった、 Cu 配線層内におけるボイドの発生を抑制することが可能な、 Cu 膜の形成方法の提供に貢献する。

[0030] 図6は、本発明が適用される Cu 配線膜形成プロセスの一例を示すフローチャートである。図7は、本発明の一実施形態に係る製造装置の一例を示す図である。この製造装置は、図6の Cu 配線膜形成プロセスを実施することが可能な構成とされている。

図6に示した例では、以下のS1～S13の工程が順に行われる。但し、工程S7は必要に応じて設けられる特殊な工程である。

[0031] S1は、仕込室C1の内部空間にウェハ（被処理体）を導入する工程である。

S2は、チャンバC11にて、ウェハを熱処理し、デガス（脱ガス）する工程である。

S 3は、チャンバC 7にて、次工程のプロセスより低い温度にウェハを冷却する工程である。

S 4は、チャンバC 1 0にて、ウェハ上にT a N膜を形成する工程である。

S 5は、チャンバC 8にて、T a N膜上にC o膜を形成する工程である。

S 6は、チャンバC 3にて、C o膜をポストアニールする工程である。

S 7は、チャンバC 2にて、C o膜を大気暴露（エアーブレイク）する工程である。

S 8は、チャンバC 1 1にて、水素を含むガスで、H₂吸着処理（デガス）する工程である。

S 9は、チャンバC 7にて、次工程のプロセスより低い温度にウェハを冷却する工程である。

S 1 0は、チャンバC 5にて、C u膜を成膜する工程である。

S 1 1は、チャンバC 4にて、C uをリフローする工程である。

S 1 2は、チャンバC 7にて、ウェハを取出に備えて、ウェハを冷却する工程である。

S 1 3は、取出室C 1 2の内部空間からウェハを装置外部へ搬出する工程である。

[0032] 工程S 1により仕込室C 1の内部へウェハ（被処理体）を導入し、工程S 2において、ウェハの脱ガス処理を行う。その後、次工程である工程S 4のプロセスより低い温度にウェハを冷却し、T a N膜の成膜に備える。

[0033] 工程S 4において、シリコン酸化膜（S i O₂にて被覆された）ウェハを基材として用いて、その上にT a N膜を形成する場合は、例えば、以下に述べる、化学気相成長法（Chemical Vapor Deposition；CVD法）や原子層堆積法（Atomic Layer Deposition；ALD法）が好適に用いられる。

T a N膜は、CVD法やALD法により、例えば、原料として有機系原料PDMA T（T a（N（C H₃）₂）₅ ペンタキスジメチルアミノタンタル）

や、ハロゲン金属化合物 $TaCl_5$ などを用い、 H_2 や NH_3 またはプラズマ化した H_2 や NH_3 と熱的に反応させる。成膜圧力：数 Pa ～数十 Pa、成膜温度：350℃で、 TaN 膜を 1.5 nm ～ 3.0 nm の厚さで形成する。

ここでは、バリア膜が TaN 膜である場合について詳述したが、本発明のバリア膜は TaN 膜に限定されない。本発明のバリア膜を構成する材料としては、 TaN の他に、例えば、 Ti 、 TiN 、 Ta 、 W 、 WN 、及びシリサイドなどが挙げられる。

[0034] 工程 S5 において、 TaN 膜を基材として用いて、その上に Co 膜を形成する場合は、例えば、以下に述べる、化学気相成長法 (Chemical Vapor Deposition; CVD 法) や原子層堆積法 (Atomic Layer Deposition; ALD 法) が好適に用いられる。

バリア膜として機能する TaN 膜上に、コバルト 2-アルキルアミジナートのような Co とアルキルアミジナート基 (このアルキルは、エチル、ブチルである) とを含む有機金属材料を還元して Co 膜を形成するために、還元ガスが用いられる。このような還元ガスとして、公知の還元ガスである NH_3 、 N_2H_4 、 $NH(CH_3)_2$ 、 N_2H_3CH 、及び N_2 から選ばれた少なくとも 1 種のガス、又は H_2 ガスと前記還元ガスとを組み合わせたガス (この中でも、特に NH_3 が好ましい) が用いられる。上記の還元ガスをチャンバ内に供給し、CVD 法や ALD 法を用いて、プロセス条件 (例えば、成膜圧力：50 ～ 1000 Pa、基材温度 (成膜温度)：180 ～ 400℃、好ましくは 180 ～ 300℃、より好ましくは 200 ～ 300℃、還元ガス (例えば、 NH_3 等) の流量：100 ～ 1000 sccm) の下で、CVD (ALD) - Co 膜を形成できる。

[0035] これにより、 TaN 膜上に、CVD - Co 膜を 1.5 nm ～ 3.0 nm の厚さに成長させた。このような還元ガスを用いることにより、 Co の核生成時間の抑制や、 Co 膜の成長速度の制御、表面モフォロジーの改善、不純物濃度の抑制、低抵抗化を可能にし、微細パターンにおける Co 膜の密着層、

シリサイド層、キャップ層での利用が可能になる。上述したコバルトアルキルアミジナートからなる有機金属材料としては、例えば、 $\text{Co}(\text{tBu-Et-amd})_2$ を挙げることができる。

[0036] Co 膜の成膜法は、 CVD 法に限定されず、 PVD 法を採用してもよい。 PVD 法を採用する場合、プロセス条件（成膜温度：室温、マグネトロンスパッタ、 DC パワー：1000W、 RF バイアスパワー：100W、 Ar ：5sccm、圧力：0.5Paなどの条件）下で、 PVD-Co 膜を形成できる。

[0037] 工程S6は、工程S5にて形成した Co 膜をポストアニールする工程である。 Co 膜のポストアニールは、例えば、アンモニアガスと水素ガスとを含む混合ガス雰囲気中にて、言い換えると、還元ガス雰囲気にて所定の温度にてアニールすることができる。これにより、成膜された Co 膜中の炭素や窒素などの不純物が効果的に除去され、 Co 膜自体を低抵抗化できる。また、 Co 膜表面における炭素の濃度を低く抑えられる。ゆえに、このような Co 膜形成方法を Cu 配線構造におけるシード層の形成に採用することにより、 Co 膜からなるシード層とバリア層との密着性を向上できる。また、 Co 膜からなるシード層と Cu 配線層とも密着性も改善される。したがって、 Co 膜自体の低抵抗化とも連動して、 Cu 配線のさらなる低抵抗化が図れる。

[0038] ポストアニール時の温度は、 Co 膜の成膜時の温度より、高く設定することが好ましい。ポストアニール時の温度を Co 成膜時の温度より高くすることにより、短時間で効果的に Co 膜中の不純物が除去できる。ポストアニール時の温度は、250℃～350℃の範囲が好ましい。250℃より低いと、 Co 膜中の不純物を十分に除去できないため、低抵抗の Co 膜が得られない。また、半導体デバイスの構造上、半導体デバイスの配線形成工程では350℃より高い温度を使用できない。

[0039] 前記ポストアニールを行う工程では、アンモニアガス及び水素ガスのうちいずれか一方のみを含むガス雰囲気中にてアニールを行うことはできる。しかしながら、アンモニアガスのみを含む場合には、 Co 膜中及び Co 膜表面

の窒素が効果的に除去されない。また、水素ガスのみを含む場合には、C o膜中及びC o膜表面の炭素が効果的に除去されない。このため、ポストアニールする工程は、アンモニアガス及び水素ガスの両方を含むガス雰囲気で行うことが好ましい。その際、ポストアニール時の水素ガスの分圧は、1 ~ 1 0 0 0 P a が好ましく、1 0 0 P a ~ 1 0 0 0 P a がより好ましい。水素ガスの分圧がこの範囲から外れると、不純物を十分に除去できない。

[0040] 工程S 7は、チャンバC 2にて、C o膜を大気暴露（エアーブレイク）する工程である。このようなC o膜を大気暴露する工程が、C o膜の成膜工程と後述するC u膜の成膜工程との間に存在しても、C u配線構造が安定に成立するならば、大気暴露工程は、量産面において極めて有効となる。例えば、生産ラインを途中で一端停止させて、処理する物量を調整することが可能となる。つまり、製造工程を、最初の工程からC o膜の成膜工程及びポストアニール工程までの工程を行う前工程と、C u膜の成膜工程を含む後工程に分けて管理することができる。また、前工程と後工程とを真空一貫（i n - s i t u）で形成する必要がなくなり、前工程や後工程に特化した製造装置の導入も可能となり、製造装置の小型化やフットプリント削減などの効果も見込める。

[0041] 工程S 8は、チャンバC 1 1にて、水素を含むガスで、H₂吸着処理（デガス）する工程である。工程S 8は、仮に工程S 7（C o膜を大気暴露（エアーブレイク）する工程）が存在しても、C u配線構造が安定に成立するために有効に寄与する、本発明の最も特徴的な工程である。工程S 8は、工程S 7の有無に依存しない。工程S 8のデガス処理によれば、図4 A ~ 図4 Cに示すように、H₂還元によりC o膜の表面からO H基や酸素が除去され、C o膜の表面がほぼ水素で終端（水素吸着）された状態とすることができる。

[0042] その際、デガス処理の温度条件としては、前述したように、中温処理（2 6 0 °C以上2 9 0 °C未満）が好ましい。この温度域を採用する場合には、C o膜の表面にはO H基や酸素が殆ど残存せず、C o膜の表面はほぼ全域に亘って、水素（H₂）還元された状態となる。このため、水素終端の密度が極大

を示す。このようにC o膜の表面が水素で終端（水素吸着）することによって、その上に堆積されるC u膜の濡れ角 θ が小さくなるので、C u膜をリフローすることにより、層間絶縁膜に形成した凹部内に、C o膜を介してC u膜を埋め込み形成することが可能となる。

[0043] また、このような工程S 8におけるデガス処理及び前述した工程S 6における熱処理をチャンバ内で行ってもよい。この場合は、デガス処理の温度をポストアニール工程の温度よりも下げる必要が生じる。ゆえに、ウェハ加熱方法としては、ウェハ温度の昇温、降温が可能な、赤外線ランプや、輻射などの電磁波による加熱方式が適している。

[0044] 工程S 9は、チャンバC 7にて、次工程のプロセスより低い温度にウェハを冷却する工程である。これにより、前工程であるデガス処理の温度に依存することなく、次工程であるC u膜の成膜が、好ましい所定温度にて行うことができる。

[0045] 工程S 10は、チャンバC 5にて、C u膜を成膜する工程である。C u膜の成膜法としては、例えば、C V D法やP V D法が挙げられる。C V D法にてC u膜を形成する場合は、例えば、成膜温度：200℃、成膜圧力：500Paにて、所定の膜厚とすればよい。P V D法にてC u膜を形成する場合は、成膜温度：-20℃、成膜圧力：0.5Paにて、所定の膜厚が得られる。ここで、所定の膜厚に関し、膜厚の最小値は凹部を埋め込むのに必要な膜厚であり、膜厚の最大値は、形成されるC u配線構造の条件に応じて決定される。C u膜の成膜法はC V D法やP V D法に限定されず、必要に応じてメッキ法などを用いてもよい。

[0046] 工程S 11は、チャンバC 4にて、C uをリフローする工程である。工程S 8にてデガス処理されたC o膜上に工程S 10にて形成されたC u膜は、本工程S 11においてリフローされる。これにより、凹部内に空隙（ボイド）を発生することなく、凹部内をC u膜で埋め込むことができる。前述したように、デガス処理によってC o膜の表面が水素で終端（水素吸着）された状態となったことにより、その上に堆積されたC u膜の濡れ角 θ が小さくな

った。ゆえに、その後、Cu膜をリフローすることにより、層間絶縁膜に形成した凹部内に、Co膜を介して安定したCu膜の埋め込み形成が実現できた。

[0047] 工程S12は、チャンバC7にて、ウェハを取出に備えて、ウェハを冷却する工程であり、工程S13は、取出室C12の内部空間からウェハを装置外部へ搬出する工程である。

このような一連の工程を経ることにより、Cu配線層内におけるボイドの発生を抑制することが可能な、Cu膜の形成方法が提供できる。

[0048] 図7は、本発明の一実施形態に係る製造装置の一例を示す図であり、上述した一連の工程を行う際に好適に用いられる。

図7の製造装置は、複数のスパッタリングモジュール等を取り付けたクラスターツールである。図7において、C1はローディング室（搬入室）、C12はアンローディング室（搬出室）である。大気圧雰囲気にて設けたロボット31によって、被処理体である基板は、ローディング室C1とアンローディング室C12の中に、搬入あるいは搬出される。

[0049] ローディング室C1とアンローディング室C12は、第一搬送室FXと第二搬送室RXに接続されている。搬送室FX、RXは、各々、基板を運ぶロボット32、33を備えている。2つの搬送室FX、RXは、中間室MXにより連通されている。第一搬送室FXには、6つのチャンバc1～c3、c10～c12が接続されている。第二搬送室RXにも、6つのチャンバc4～c9が接続されている。

[0050] 上述した製造方法においては、例えば、符号c2で示されたエアーブレイク室、符号c3で示されたポストアニール室、符号c4で示されたリフロー室、符号c5で示されたPVD-Cu成膜室、符号c7で示された冷却室、符号c8で示されたCVD-Co成膜室、符号c10で示されたPVD-TaN成膜室、及び符号c11で示されたデガス室、からなる構成の製造装置を用いた。各室内において各種処理が行われる際には、基板の上面が被処理面となるように配置される。

[0051] 例えば、上述した製造方法において工程 S 1 ～ S 1 3 を行う場合には、 $c 1 \rightarrow c 1 1 \rightarrow c 7 \rightarrow c 1 0 \rightarrow c 8 \rightarrow c 3 \rightarrow (c 2) \rightarrow c 1 1 \rightarrow c 7 \rightarrow c 5 \rightarrow c 4 \rightarrow c 7 \rightarrow c 1 2$ 、と順次実施することにより、本発明の一実施形態に係る C o 膜の形成方法が提供できる。ここで、本実施形態は、各室内において行われる各種処理の一例を示しており、本発明は、図 7 に示す配置に限定されない。

[0052] (実験例 1)

本実験例では、C o 膜のポストアニール温度と F i l l i n g 成功率との関係について検討した。

図 8 は、ポストアニール温度と F i l l i n g 成功率および比抵抗との関係を示すグラフであり、記号◇印が F i l l i n g 成功率を表し、記号□印が比抵抗を表わしている。

図 9 は、ポストアニール温度と C o 膜中の不純物濃度 (O, C, N) との関係を示すグラフであり、記号□印が酸素 (O) を表し、記号△印は炭素 (C) を表し、記号◇印は窒素 (N) を表わしている。

[0053] 図 8 および図 9 より、以下の点が明らかとなった。

(A 1) ポストアニール温度の上昇に伴い、C o 膜の比抵抗と C o 膜に含まれる不純物濃度 (O, C, N) が低下し、膜質が改善されていく。

(A 2) これに対して、ポストアニール温度の上昇に伴い、F i l l i n g 成功率 (埋め込み率) が低下する。

以上の結果から、ポストアニール温度を上げるだけでは、実際の配線形成工程に適用することは困難であることが分かった。

[0054] (実験例 2)

本実験例では、C o 膜のデガス条件を変えて、F i l l i n g 成功率について検討した。その際、作為的に C o 膜の表面を大気暴露した試料を用意し、デガスにする際の雰囲気について調べた。その結果を図 1 0 に示す。

図 1 0 はデガスにする際の雰囲気と F i l l i n g 成功率との関係を示すグラフである。

図10の横軸において、「high Vac」はデガス雰囲気として H_2 及びHeが供給されない真空状態を表している。「He 1000 sccm, 57 Pa」はデガス雰囲気としてHeガスがチャンバに供給されている状態を表している。「 H_2/He 500/1000 sccm, 84 Pa」はデガス雰囲気として水素ガスとヘリウムガスの混合ガスがチャンバに供給されている状態を表わしている。ただし、図10においては、デガス処理する際の基板温度は、260℃に固定した。

[0055] 図10より、以下の点が明らかとなった。

(B1) Co膜を大気に暴露すると、Co膜の表面は酸素やOH基により覆われる。この後、 H_2 及びHeが供給されていない真空状態の場合(high Vac)は、Filling成功率が10~20%となり極めて低い。

(B2) デガス雰囲気をヘリウムガス雰囲気にすることにより、Filling成功率が15~20%となり、若干改善するが実用的ではない。

(B3) デガス雰囲気を水素ガスとヘリウムガスの混合ガス雰囲気にすることにより、Filling成功率が95~100%となり、安定した量産プロセスが実現できる。基板(ウェハ)の中央部(「Center」と表示)のみならず、周縁部(「Edge」と表示)においても実用的な結果が得られた。

以上の結果から、デガス雰囲気は水素ガスとヘリウムガスの混合ガスを含むことが好ましいことが分かった。このようなデガス雰囲気を採用することにより、たとえ、Co膜を大気暴露しても、安定したFilling成功率が得られることが確認された。

[0056] (実験例3)

本実験例では、ポストアニール温度を変えて、デガス条件(真空排気、He雰囲気)とFilling成功率との関係を検討した。その際、作為的にCo膜の表面を大気暴露した試料を用意し、デガス条件について調べた。その結果を図11に示す。

図11は、デガス条件(真空排気、 H_2/He 雰囲気)とFilling成

功率との関係を示すグラフである。図11において、記号◇印と記号□印はデガス条件が水素ガスとヘリウムガスの混合ガス雰囲気の場合を示している。記号◇印は基板（ウェハ）の中央部（「Center」と表示）の結果を表わしており、記号□印は周縁部（「Edge」と表示）の結果を表わしている。記号△印は真空排気された状態（ H_2 及びHeが供給されない状態）でデガスした場合（high Vac）を表わしている。

[0057] 図11より、以下の点が明らかとなった。

（C1） H_2 及びHeが供給されない状態でデガスした場合には、ポストアニール温度の上昇に伴い、Filling成功率が急激に減少する。320℃では数%、350℃では0%となる。

（C2）水素ガスとヘリウムガスの混合ガス雰囲気でデガスした場合には、ポストアニール温度が295℃でも、90%を超えるFilling成功率が得られる。しかし、ポストアニール温度が、300℃を超えると、Filling成功率が急激に減少する。320℃では15～45%程度、350℃では0～20%程度に減少する。

以上の結果から、デガス雰囲気は、「水素ガスとヘリウムガスが供給されていない状態」よりも、「水素ガスとヘリウムガスの混合ガス雰囲気」とすることが好ましいことが分かった。このようなデガス雰囲気を採用することにより、Filling成功率が改善することが確認された。

[0058] （実験例4）

本実験例では、デガス条件（ H_2 分圧）を変えて、Filling成功率を検討した。その際、作為的にCo膜の表面を大気暴露した試料を用意し、デガス条件について調べた。その結果を図12に示す。

図12は、デガス条件（ H_2 分圧）とFilling成功率との関係を示すグラフである。図12において、記号◇印は基板（ウェハ）の中央部（「Center」と表示）の結果を表わし、記号□印は周縁部（「Edge」と表示）の結果を表わしている。ただし、デガス温度は260℃に、ポストアニール温度は320℃に固定した。

[0059] 図12より、以下の点が明らかとなった。

(D1) 水素 (H_2) 分圧の増加に伴い、Filling 成功率が急上昇する。すなわち、リフロー特性が著しく改善する。

(D2) 図12のグラフはハードの制約から、Filling 成功率の最高値は80～90%となっているが、さらに水素 (H_2) 分圧を増加できれば、Filling 成功率はより高い数値になると思われる。

以上の結果から、デガス雰囲気は「水素ガスとヘリウムガスの混合ガス」とすることが好ましく、水素 (H_2) 分圧が高い場合においてFilling 成功率の改善効果を促すことが確認された。

[0060] (実験例5)

本実験例では、デガス温度を変えて、Filling 成功率を検討した。その際、作為的にCo膜の表面を大気暴露した試料を用意し、デガス条件について調べた。その結果を図13に示す。

図13は、デガス条件（温度）とFilling 成功率との関係を示すグラフである。図13において、記号◇印は基板（ウェハ）の中央部（「Center」と表示）の結果を、□印は周縁部（「Edge」と表示）の結果を、それぞれ表わしている。ただし、ポストアニール温度は320℃に固定した。

[0061] 図13より、以下の点が明らかとなった。

(E1) デガス温度が260～290℃の範囲において、80%を超えるFilling 成功率が得られる。特に、デガス温度が290℃の場合、Filling 成功率が極大を示し、基板の中央部では100%、基板の周縁部であっても90%を超えた。

(E2) デガス温度が260℃より低い場合には、温度の低下に伴いFilling 成功率は急速に減少した。一方、デガス温度が290℃より高い場合には、温度の上昇に伴いFilling 成功率は急速に減少した。特に、デガス温度が320℃では、Filling 成功率が0%になった。

以上の結果から、ポストアニール温度が320℃の場合、デガス温度は2

60～290℃の範囲が好ましいことが確認された。デガス温度は、ポストアニール温度より低く設定する必要がある。

[0062] 図14は、本発明を適用する前後（改善前後とも呼ぶ）におけるポストアニール温度とFilling成功率および比抵抗との関係を示すグラフである。

図14において、記号◇印と記号□印はFilling成功率であり、記号◇印は改善前の結果を表しており、記号□印は改善後の結果を表わしている。記号△印は比抵抗の結果である。ただし、Cu膜厚は20nmに固定した。

[0063] 図14より、以下の点が明らかとなった。

（F1）ポストアニール温度の上昇に伴い、Co膜の比抵抗が低下する傾向は、改善前後で変化しない。

（F2）これに対して、Filling成功率は、改善前後で大きく変化する。すなわち、改善前には、ポストアニール温度の上昇に伴いFilling成功率が激減した（記号◇印）のに対して、改善後には、ポストアニール温度の上昇に影響されず、Filling成功率は100%を維持できる。

[0064] 以上の結果から、本発明の一実施形態によれば、層間絶縁膜に形成した凹部内に、Coライナー膜を介してCu配線層を埋め込み形成する際に、Cu配線層内におけるボイドの発生を飛躍的に抑制することが可能な、Cu膜の形成方法の提供が可能であることが確認された。

なお、Cu膜厚を80nmと厚くしても、Cuが凹部の内部から外部に向けて吸い上がる（凹部内部からCu膜の厚膜部分に向けてCuが引っ張られる現象）が起きず、凹部内へのCuの埋め込みができることも確認された。ゆえに、本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法は、Cu膜厚の広い範囲に適用することができる。

[0065] 以上、本発明の一実施形態に係るCu膜の形成方法について説明してきたが、本発明はこれに限定されず、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変更が可能である。

上述した各実験例では、ライナー膜がC o膜からなる場合について詳述したが、本発明におけるライナー膜はC o膜に限定されない。本発明のC u膜の形成方法は、C o膜以外に、N i膜やC o N i膜を用いる場合においても同様の作用・効果が得られる。

また、H₂は単独で使用しても、H e以外のN₂やA rなどの不活性ガスと一緒に導入しても同じ効果が得られる。

例えば、微細加工パターンにおいて、C o膜やN i膜、C o N i膜を密着層、シリサイド膜、キャップ膜として利用できるので、本発明は、半導体デバイス技術分野において利用可能である。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明は、C u膜の形成方法は半導体デバイス技術分野に広く適用可能である。

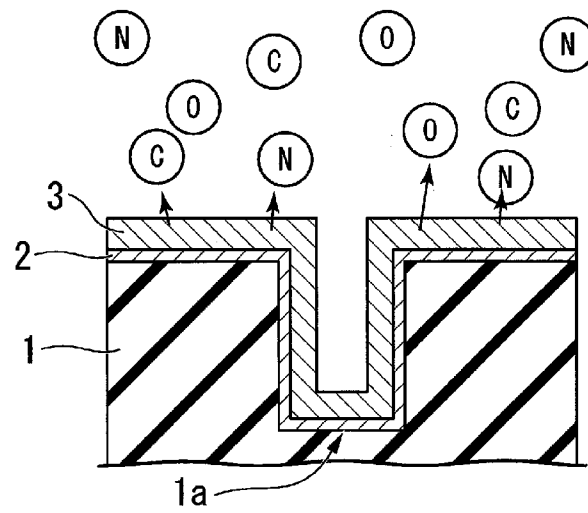
符号の説明

[0067] 1 層間絶縁膜、2 バリア層、3 ライナー膜、4 配線層（C u膜）、4 A リフロー前のC u膜、4 B リフロー後のC u膜、4 C リフロー後にC uが埋め込まれた部位、4 H 凹部。

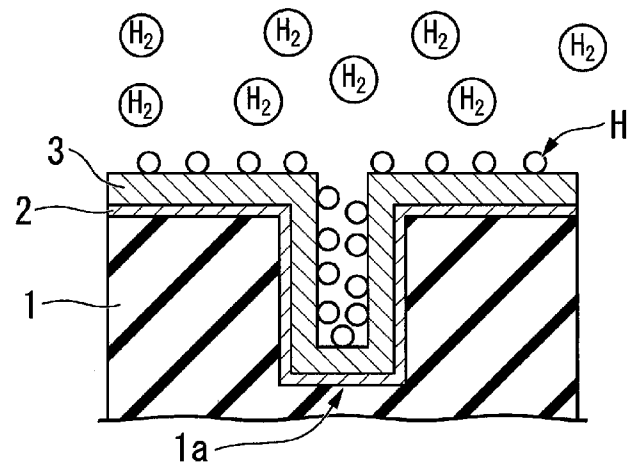
請求の範囲

- [請求項1] 層間絶縁膜に形成した凹部内に、ライナー膜を介してCu膜を埋め込み形成する方法であって、
- 成膜後の前記ライナー膜を熱処理し、
- 前記熱処理を行った後、水素を含むガスの雰囲気下において、前記ライナー膜の表面に対してデガス処理を行い、
- 前記デガス処理を行った後、前記熱処理された前記ライナー膜上にCu膜を形成し、
- 前記ライナー膜は、Co膜、Ni膜、CoNi膜から選択される1つであるCu膜の形成方法。
- [請求項2] 前記デガス処理は、水素還元により前記Co膜の表面が水素で終端された状態とする請求項1に記載のCu膜の形成方法。
- [請求項3] 前記デガス処理の温度は、前記熱処理の温度より低い請求項1又は請求項2に記載のCu膜の形成方法。
- [請求項4] 前記デガス処理の温度は、260℃以上290℃以下である請求項1又は請求項2に記載のCu膜の形成方法。
- [請求項5] 前記熱処理を行った後、前記Co膜を大気に曝し、その後、前記デガス処理を行う、請求項1に記載のCu膜の形成方法。

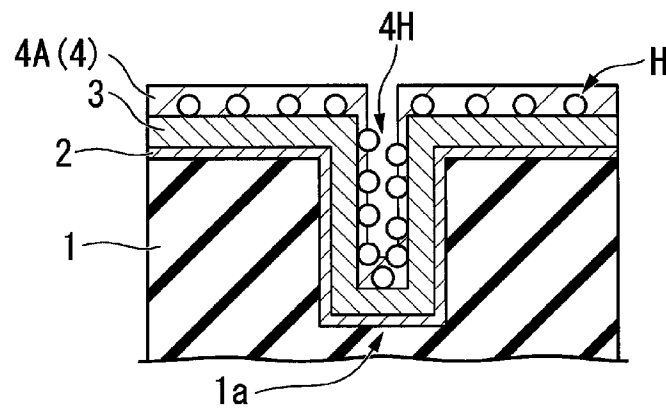
[図1A]



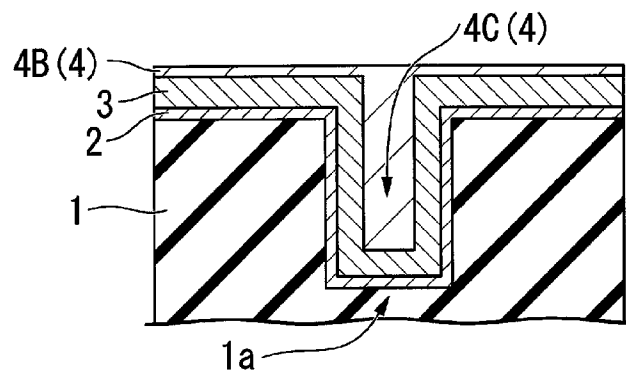
[図1B]



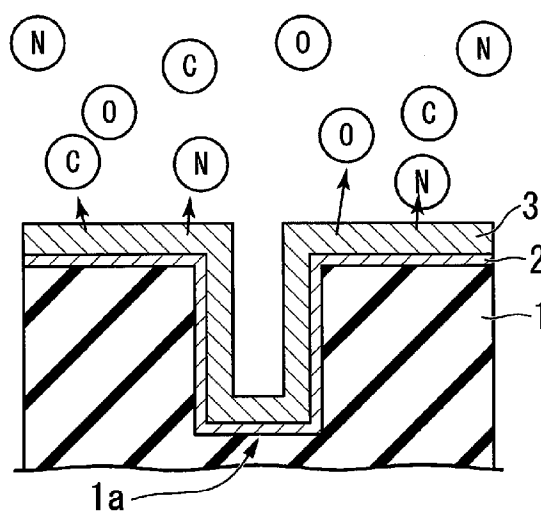
[図1C]



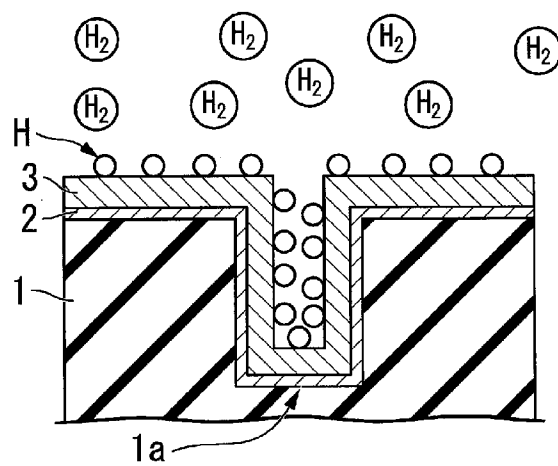
[図1D]



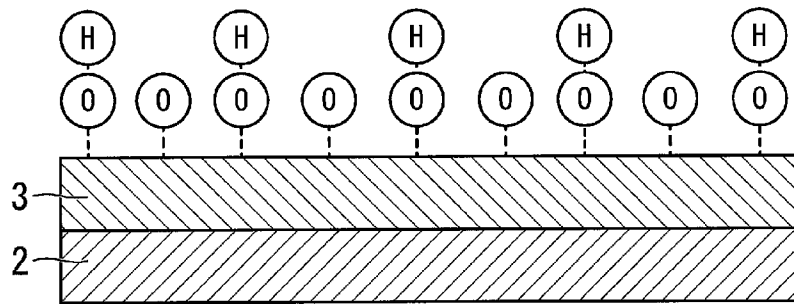
[図2A]



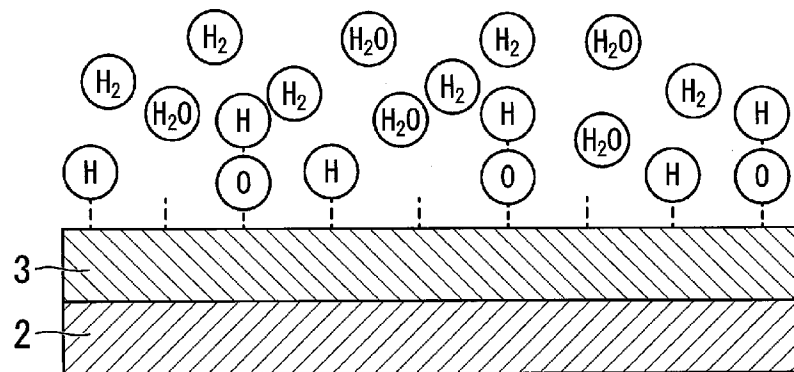
[図2B]



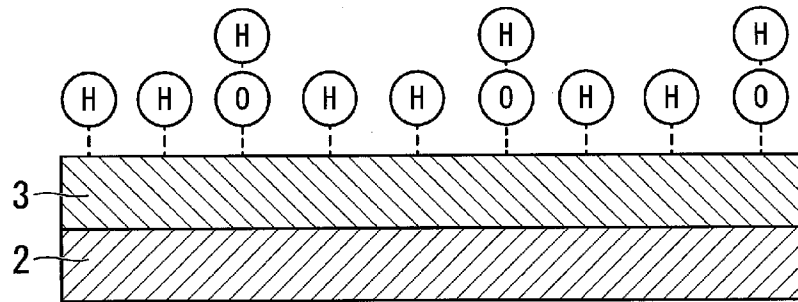
[図3A]



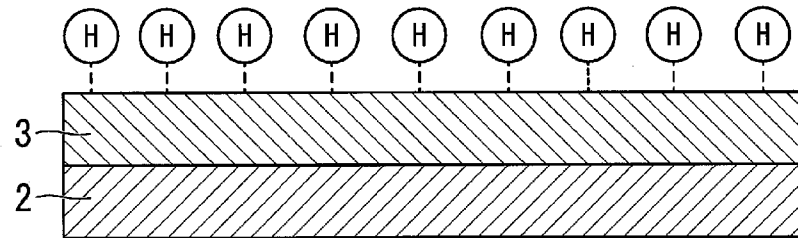
[図3B]



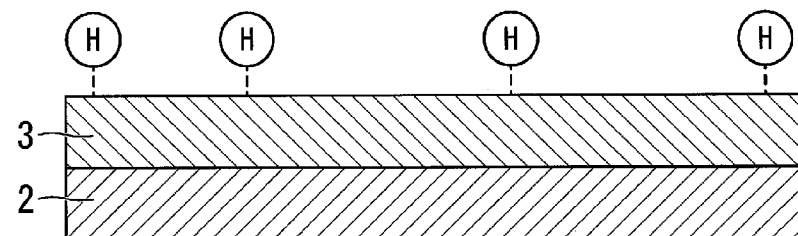
[図4A]



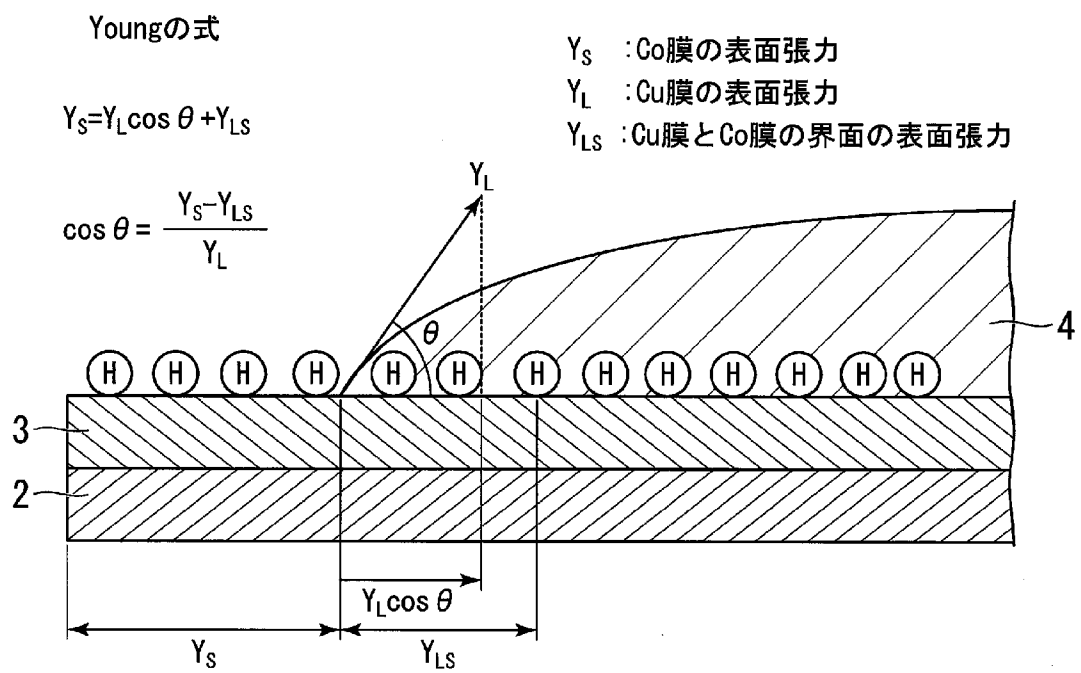
[図4B]



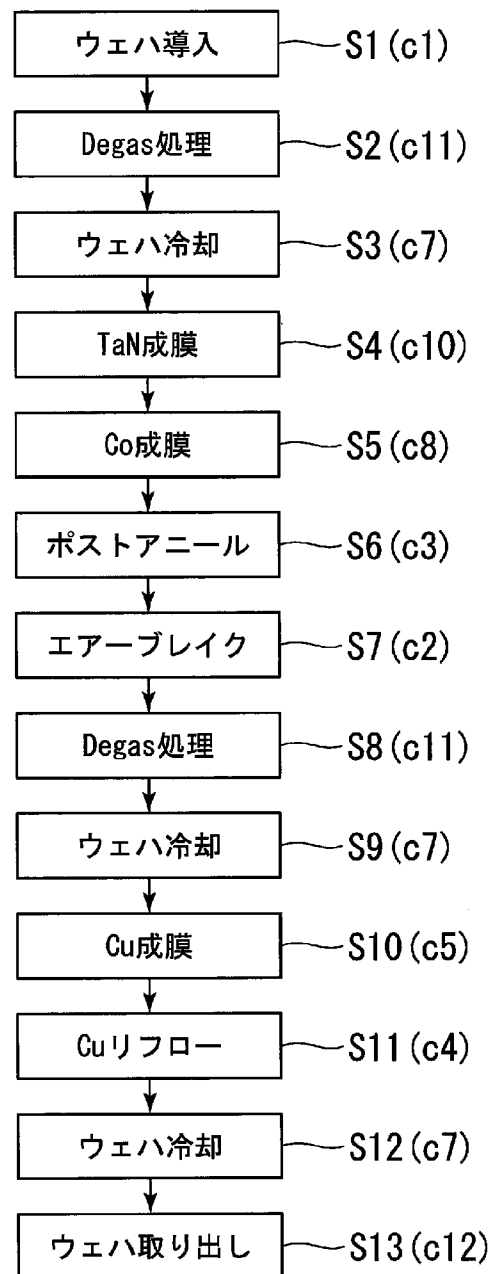
[図4C]



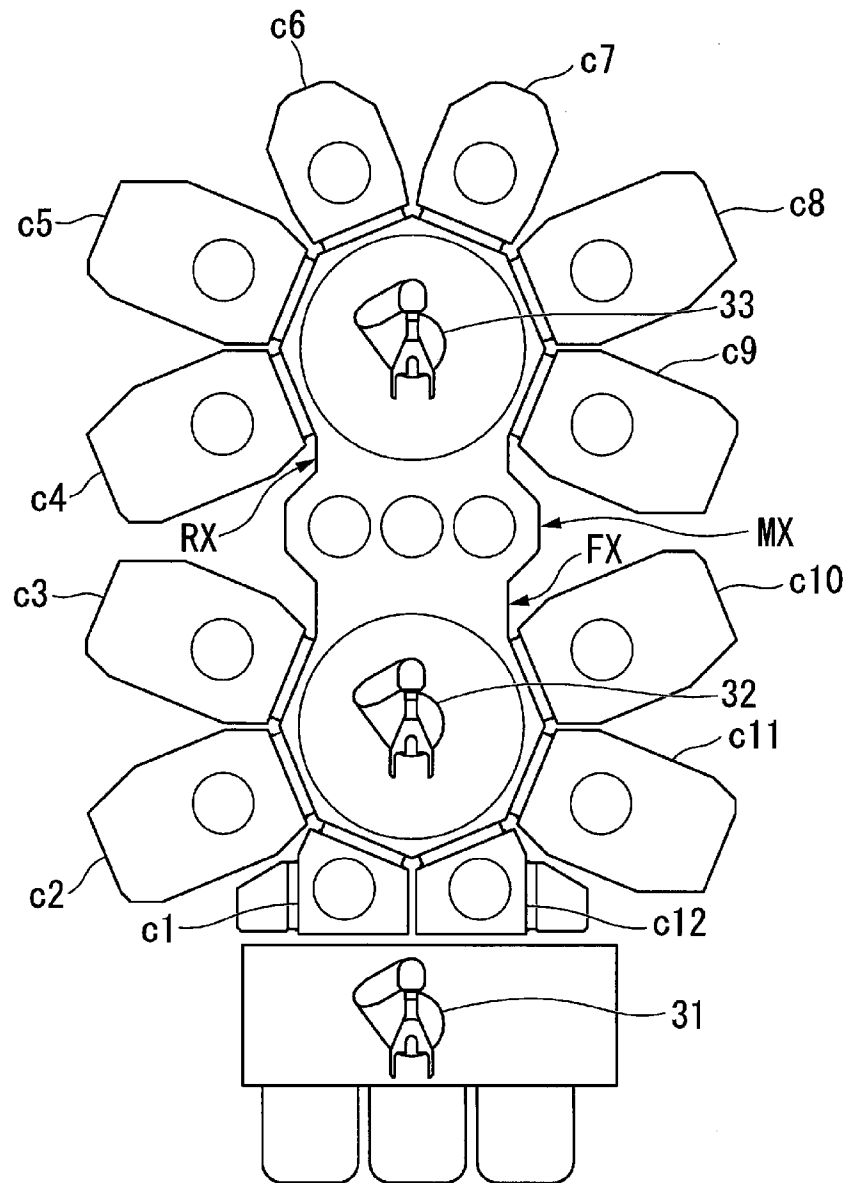
[図5]



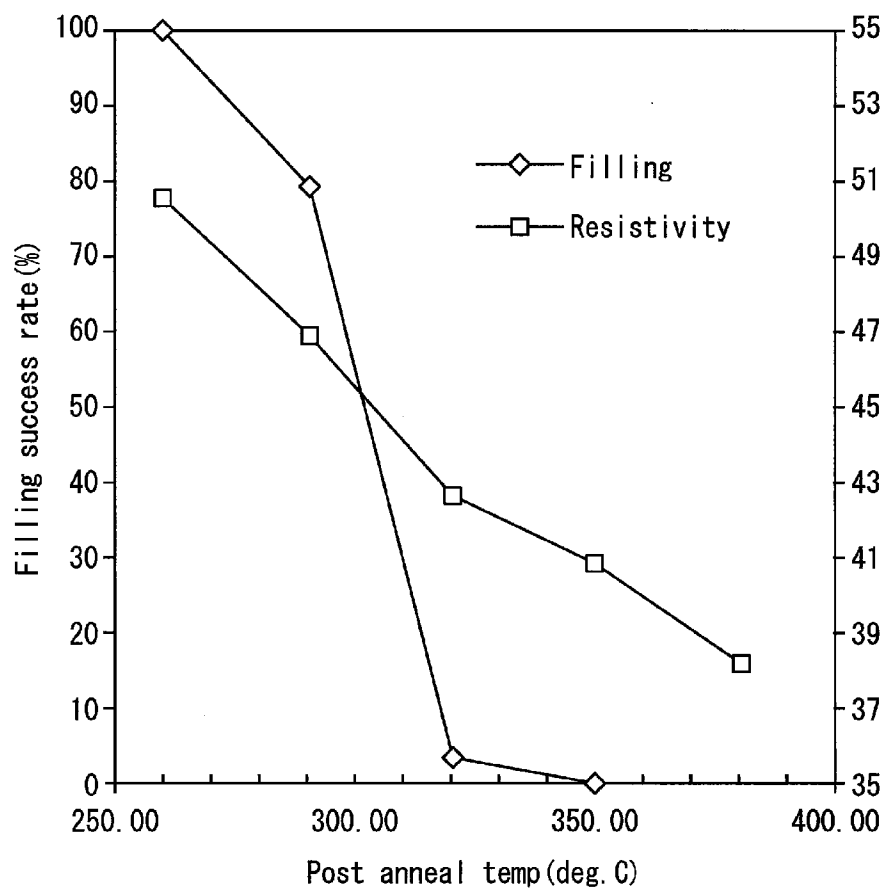
[図6]



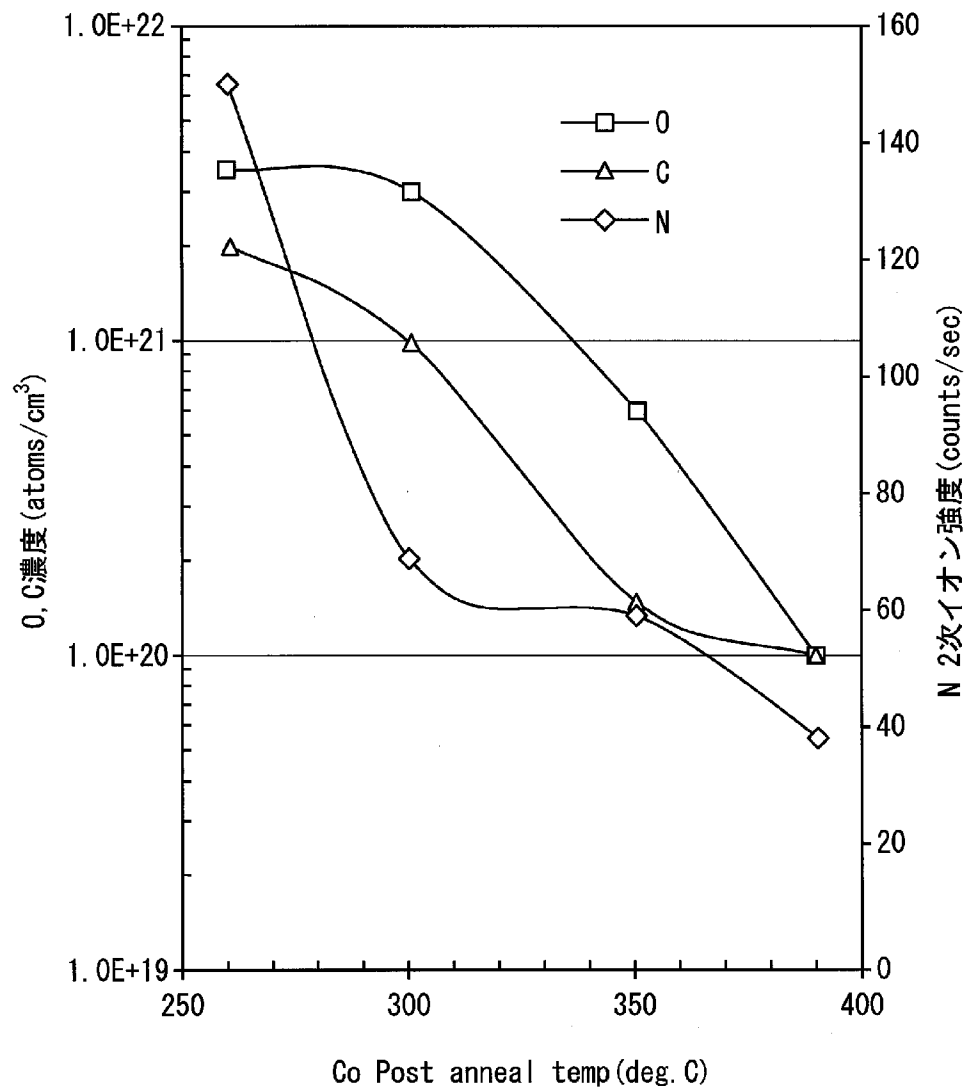
[図7]



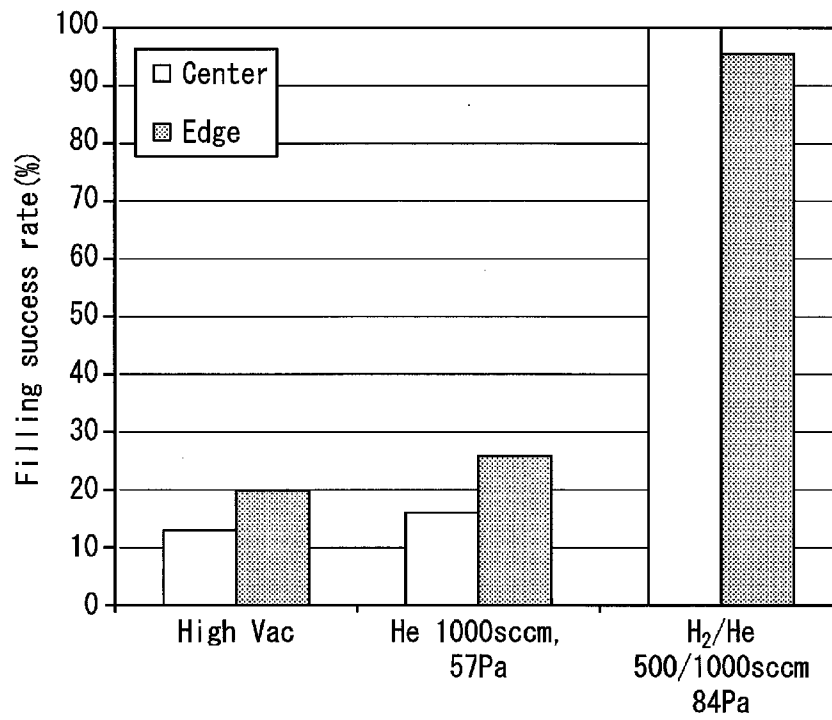
[図8]



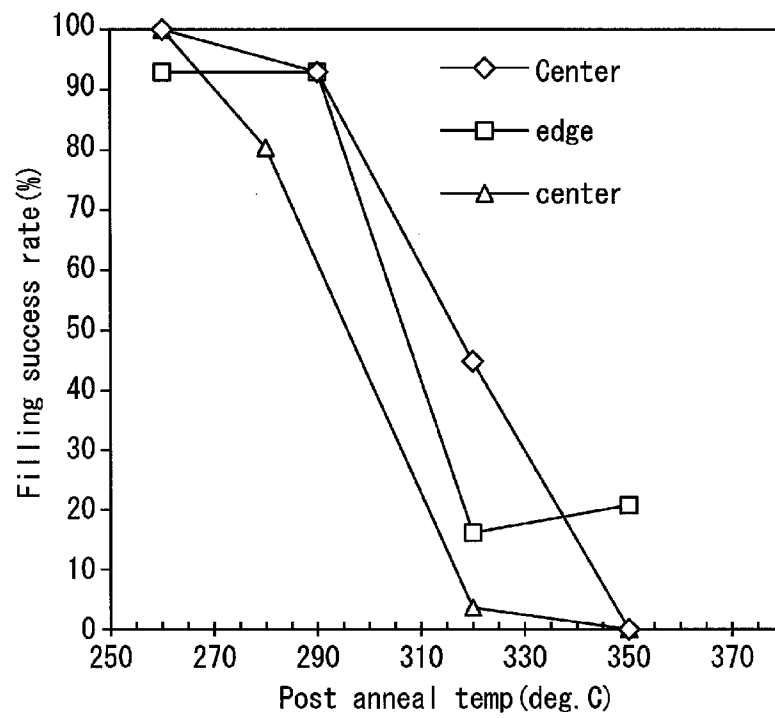
[図9]



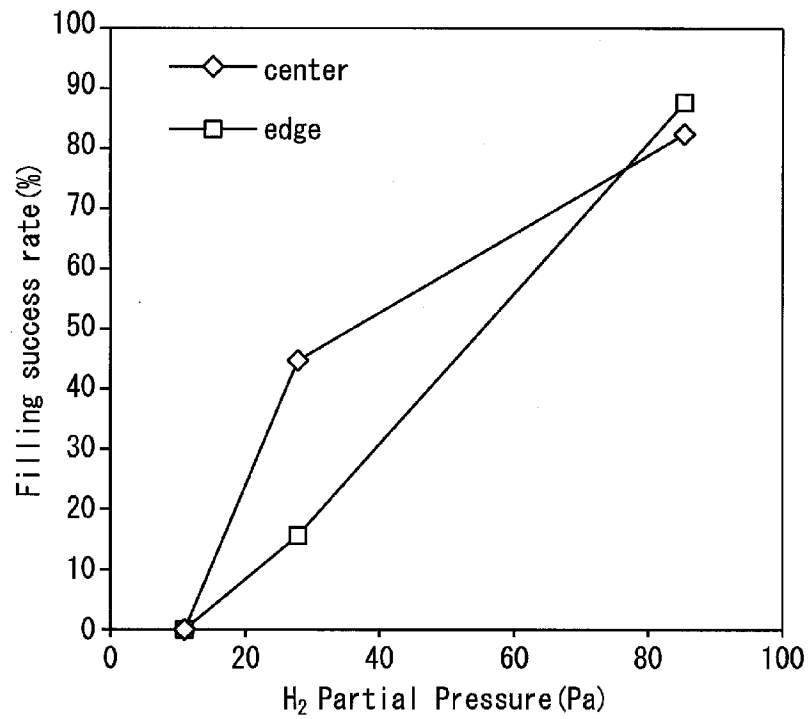
[図10]



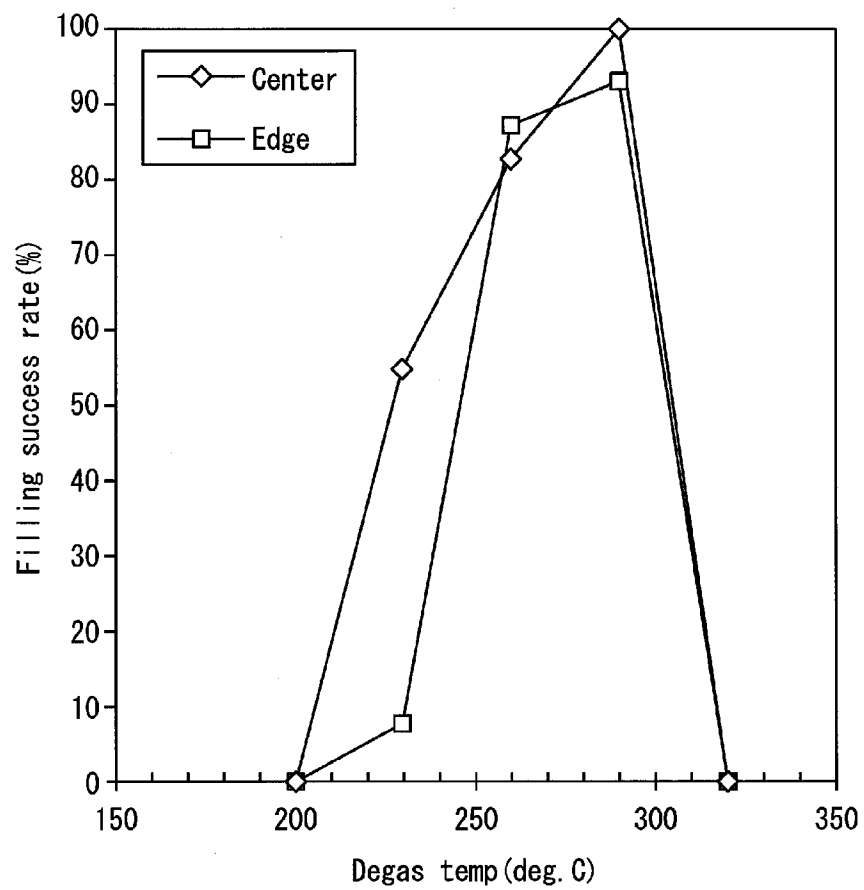
[図11]



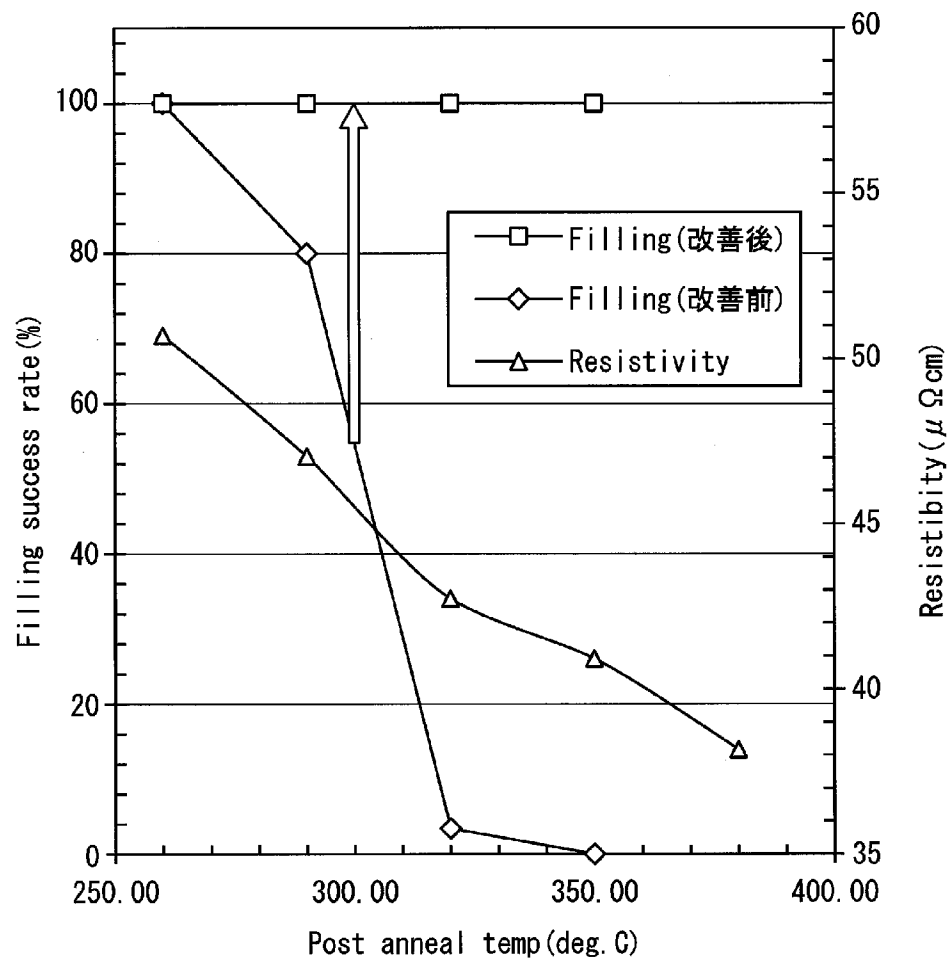
[図12]



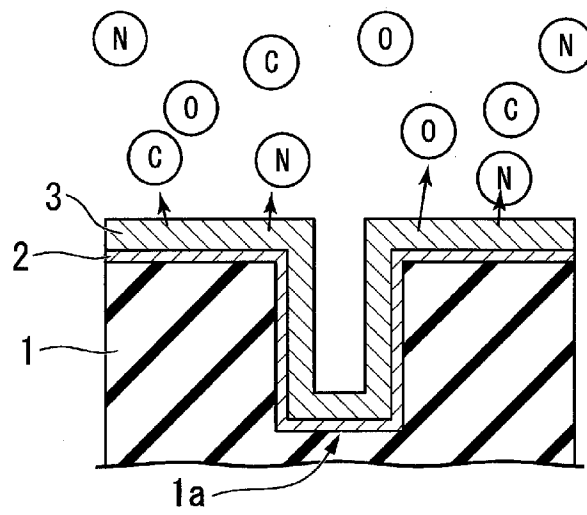
[図13]



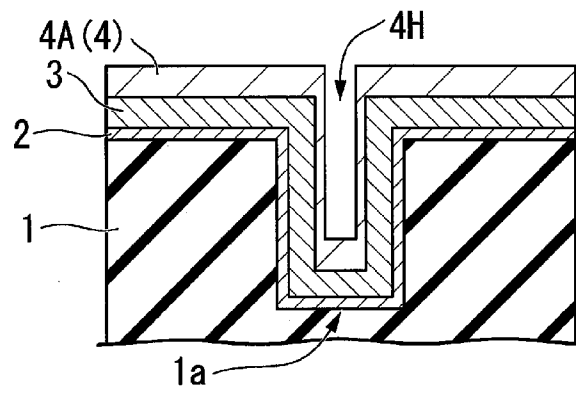
[図14]



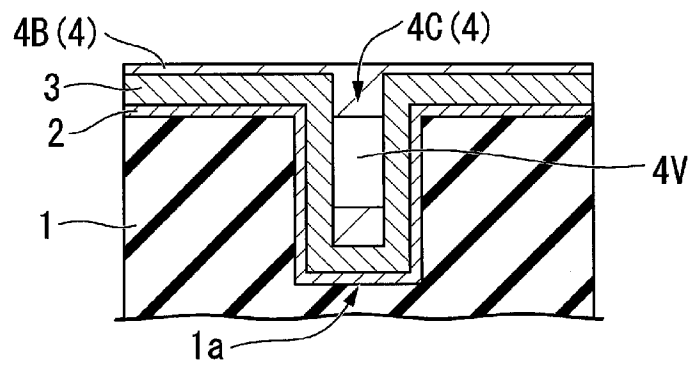
[図15A]



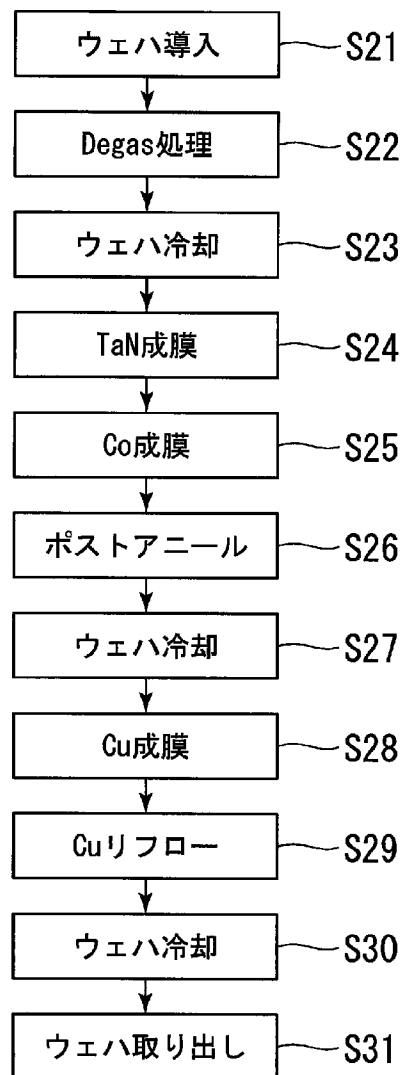
[図15B]



[図15C]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017264

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3205(2006.01)i, C23C14/02(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C23C16/02(2006.01)i, C23C16/06(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/285(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L23/532(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)

H01L21/3205, C23C14/02, C23C14/14, C23C16/02, C23C16/06, H01L21/28, H01L21/285, H01L21/768, H01L23/532

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	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.
Y A	JP 2000-208627 A (Hitachi, Ltd.), 28 July 2000 (28.07.2000), paragraphs [0036] to [0047]; fig. 4 to 9 (Family: none)	1, 2, 4 3, 5
Y	JP 2012-023152 A (Ulvac, Inc.), 02 February 2012 (02.02.2012), paragraphs [0014] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4
A	JP 2001-077053 A (International Business Machines Corp.), 23 March 2001 (23.03.2001), entire text & US 6258717 B1 & US 2001/0046565 A1 & KR 10-2001-0015395 A	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 May 2017 (31.05.17)

Date of mailing of the international search report
13 June 2017 (13.06.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/3205(2006.01)i, C23C14/02(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C23C16/02(2006.01)i, C23C16/06(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/285(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L23/532(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. H01L21/3205, C23C14/02, C23C14/14, C23C16/02, C23C16/06, H01L21/28, H01L21/285, H01L21/768, H01L23/532

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

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2000-208627 A (株式会社日立製作所) 2000.07.28, 段落 [0036]-[0047], 図 4-9 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 5
Y	JP 2012-023152 A (株式会社アルバック) 2012.02.02, 段落 [0014]-[0023], 図 1 (ファミリーなし)	1, 2, 4
A	JP 2001-077053 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・ コーポレーション) 2001.03.23, 全文 & US 6258717 B1 & US 2001/0046565 A1 & KR 10-2001-0015395 A	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.05.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

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)

佐藤 靖史

50

5895

電話番号 03-3581-1101 内線 3559