

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-300576

(P2004-300576A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

C 2 3 C 18/31

C 2 3 C 18/31

E

4 K O 2 2

C 2 3 C 18/50

C 2 3 C 18/50

4 M 1 O 4

H O 1 L 21/28

H O 1 L 21/28

A

5 F O 3 3

H O 1 L 21/288

H O 1 L 21/288

E

H O 1 L 21/3205

H O 1 L 21/88

R

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-75363 (P2004-75363)

(22) 出願日 平成16年3月16日(2004.3.16)

(31) 優先権主張番号 特願2003-78485 (P2003-78485)

(32) 優先日 平成15年3月20日(2003.3.20)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇

(74) 代理人 100092406

弁理士 堀田 信太郎

(74) 代理人 100093942

弁理士 小杉 良二

(74) 代理人 100109896

弁理士 森 友宏

(72) 発明者 王 新明

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

最終頁に続く

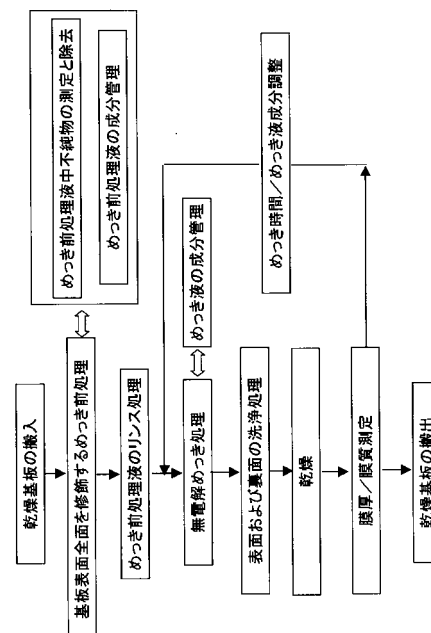
(54) 【発明の名称】 基板処理方法及び基板処理装置

(57) 【要約】

【課題】 装置のインシャルコスト、ランニングコストを低くでき、広い設置スペースを必要とすることなく、特に、配線の電気特性を悪化させず、しかも高品質の保護膜を金属部の表面に効率よく形成できるようにする。

【解決手段】 表面に金属部を有する基板を用意し、基板の表面に前処理液を接触させて該表面全面を修飾するめっき前処理を行い、基板の表面に残る前処理液をリンス処理で除去し、基板の表面に無電解めっき処理を施して金属部の表面に合金膜を選択的に形成し、無電解めっき処理後の基板を後洗浄し乾燥した状態にする。

【選択図】 図 1 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

表面に金属部を有する基板を用意し、  
基板の表面に前処理液を接触させて該表面全面を修飾するめっき前処理を行い、  
基板の表面に残る前処理液をリンス処理で除去し、  
基板の表面に無電解めっき処理を施して前記金属部の表面に合金膜を選択的に形成し、  
前記無電解めっき処理後の基板を後洗浄し乾燥した状態にすることを特徴とする基板処理方法。

## 【請求項 2】

前記金属部は、絶縁体内に形成された埋込み配線の露出表面であることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理方法。 10

## 【請求項 3】

前記金属部は、絶縁体の表面に形成された埋込み配線用の凹部の底面及び側面に形成された金属膜であることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理方法。

## 【請求項 4】

前記金属部は、絶縁体の表面に形成された金属配線の露出表面であることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理方法。

## 【請求項 5】

前記めっき前処理は、前記基板の表面を清浄化すると同時に、前記金属部に触媒を付与して該金属部の表面を活性化させる処理であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の基板処理方法。 20

## 【請求項 6】

前記めっき前処理及び前記リンス処理を、表面を下向きにして配置した基板の該表面に向けてノズルから薬液、または純水などを噴射して行うことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の基板処理方法。

## 【請求項 7】

前記めっき前処理及び前記リンス処理を、基板を回転させながら行うことを特徴とする請求項 6 記載の基板処理方法。

## 【請求項 8】

前記めっき前処理に使用するノズルと前記リンス処理に使用するノズルは、それぞれ異なる流路系統に接続されていることを特徴とする請求項 6 または 7 記載の基板処理方法。 30

## 【請求項 9】

前記めっき前処理を、基板を前処理液に浸漬させて行うことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の基板処理方法。

## 【請求項 10】

前記めっき前処理完了後、基板を高速で回転させることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の基板処理方法。

## 【請求項 11】

前記めっき前処理を、少なくとも触媒金属イオンと、基板の表面を清浄化する機能を有する酸とを混合して調製した前処理液を使用して行うことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の基板処理方法。 40

## 【請求項 12】

前記リンス処理を、純水、または電解乃至水素ガスの溶解などの方法により還元性を高めた純水で基板の表面を洗浄して行うことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の基板処理方法。

## 【請求項 13】

前記リンス処理を、無電解めっき液を構成する 1 成分または複数成分を混合して調製した水溶液で基板の表面を洗浄して行うことを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の基板処理方法。

## 【請求項 14】

前記めっき前処理及び前記リンス処理を、大気より酸素成分が少ない雰囲気で行うことを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 15】

前記無電解めっき処理を、大気より酸素成分が少ない雰囲気で行うことを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 16】

前記基板の後洗浄及び乾燥後に、前記合金膜の膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定することを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 17】

前記前処理液及びそのリンス液の組成及び各成分の濃度、及び前処理液の温度を所定範囲内に維持することを特徴とする請求項 1 乃至 16 のいずれかに記載の基板処理方法。 10

【請求項 18】

前記めっき前処理によって前記前処理液中に混入した不純物の濃度を測定し、この不純物が所定の濃度に達した時に該不純物を除去することを特徴とする請求項 1 乃至 17 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 19】

前記無電解めっき処理を、めっき液の温度、組成及び各成分の濃度を所定範囲内に維持し、所定の膜厚に対してめっき処理時間を制御して行うことを特徴とする請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 20】 20

金属部を有する基板の表面を前処理液に接触させて該表面全面を修飾するめっき前処理と、めっき前処理後の基板の表面に残った前処理液をリンスするリンス処理を行う前処理ユニットと、

前記めっき前処理後の基板の表面に無電解めっき処理を施して前記金属部の表面に合金膜を選択的に形成する無電解めっきユニットと、

前記無電解めっき処理後の基板を後洗浄し乾燥する後処理ユニットとを有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 21】

前記めっき前処理は、前記基板の表面を清浄化すると同時に、前記金属部に触媒を付与して該金属部の表面を活性化させる処理であることを特徴とする請求項 20 記載の基板処理装置。 30

【請求項 22】

前記前処理ユニットは、前記めっき前処理に使用される前処理液と前記リンス処理に使用されるリンス液を基板処理後にそれぞれを分離する機能を有することを特徴とする請求項 20 または 21 記載の基板処理装置。

【請求項 23】

前記前処理ユニットは、前記めっき前処理によって前記前処理液中に混入した不純物の濃度を測定し、この不純物の濃度が所定の値に達したときに不純物を除去する液浄化機能を有する液浄化装置を含むことを特徴とする請求項 20 乃至 22 のいずれかに記載の基板処理装置。 40

【請求項 24】

前記後処理ユニットで乾燥処理された基板に形成された合金膜の、膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定する装置を有することを特徴とする請求項 20 乃至 23 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 25】

前記膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定する装置の測定値を基に、めっき条件の変更または成膜の品質の判定を行うことを特徴とする請求項 24 記載の基板処理装置。

【請求項 26】

前記前処理ユニット及び前記無電解めっきユニットは、同じ向きにした基板の表面を処理するように構成されていることを特徴とする請求項 20 乃至 25 のいずれかに記載の基 50

板処理装置。

【請求項 27】

前記前処理ユニットと前記無電解めっきユニットは、共通の基板保持ヘッドを有することを特徴とする請求項 20 乃至 26 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 28】

前記基板保持ヘッドは、基板の表面側の周縁部または裏面側の周縁部を同時に、または一方を選択的にシールできるように構成されていることを特徴とする請求項 20 乃至 27 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 29】

前記前処理ユニット及び前記めっき処理ユニットは、一部に開口を有し、内部の雰囲気  
10 を装置全体と独立に調整できる機能を有する密閉可能な筐体の内部に配置されていることを特徴とする請求項 20 乃至 28 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 30】

外部環境から光が透過しないように射光処理を施したハウジング内に収容したことを特徴とする請求項 20 乃至 29 のいずれかに記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板処理方法及び基板処理装置に係り、特に半導体ウエハ等の基板の表面に  
20 設けた配線用の微細な凹部に銅や銀等の導電体を埋込んで構成する埋込み配線の底面及び側面、または露出表面に、配線材料の層間絶縁膜中への熱的拡散を防止する機能、あるいは配線と層間絶縁膜または層間キャップ層（酸化防止膜）との密着性を向上させる機能を有する導電膜や、配線を覆う磁性膜等の金属合金膜を無電解めっきで形成するのに使用される基板処理方法及び基板処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の配線形成プロセスとして、配線溝及びコンタクトホールに金属（導電体）  
30 を埋込むようにしたプロセス（いわゆる、ダマシンプロセス）が使用されつつある。これは、層間絶縁膜に予め形成した配線溝やコンタクトホールに、アルミニウム、近年では銅や銀等の金属を埋込んだ後、余分な金属を化学機械的研磨（CMP）によって除去し平坦化するプロセス技術である。

【0003】

従来、この種の配線、例えば配線材料として銅を使用した銅配線にあっては、信頼性向上のため、層間絶縁膜への配線（銅）の熱的拡散を防止しかつエレクトロマイグレーション耐性を向上させるためのバリア膜を配線の底面及び側面に形成したり、その後、絶縁膜（酸化膜）を積層して多層配線構造の半導体装置を作る場合の酸化性雰囲気における配線（銅）の酸化を防止したりするため酸化防止膜を形成するなどの方法が採用されている。従来、この種のバリア膜としては、タンタル、チタンまたはタングステンなどの金属あるいはその窒化物が一般に採用されており、また酸化防止膜としては、シリコンの窒化物または炭化物などが一般に採用されていた。  
40

【0004】

これに代わるものとして、最近になってコバルト合金やニッケル合金等からなる配線保護膜で埋込み配線の底面及び側面、または露出表面を選択的に覆って、配線の熱拡散、エレクトロマイグレーション及び酸化を防止することが検討されている。また、不揮発磁気メモリにおいては、メモリセルが高密度化し設計ルールが小さくなると銅配線の電流密度が増大しエレクトロマイグレーションの問題が生じる。さらに、この書き込みには、セルが小さくなると書き込み電流は増大することに加え、セルが接近し、クロストークが課題となる。これを解決するために、銅配線の周囲にコバルト合金やニッケル合金等の磁性膜を付与したヨーク構造が有効であると考えられている。この磁性膜は例えば無電解めっきによって得られる。  
50

## 【 0 0 0 5 】

例えば、図 1 に示すように、半導体ウエハ等の基板 W の表面に堆積した  $\text{SiO}_2$  等からなる絶縁膜 2 の内部に配線用の微細な凹部 4 を形成し、表面に  $\text{TaN}$  等からなるバリア層 6 を形成し、更に、バリア層 6 の表面に、必要に応じて銅シード膜 7 を形成する。そして、銅めっきを施して、基板 W の表面に銅膜を成膜して凹部 4 の内部に銅を埋込み、しかる後、基板 W の表面に CMP (化学機械的研磨) を施して平坦化することで、絶縁膜 2 の内部に銅膜からなる配線 8 を形成する。次に、この配線 (銅膜) 8 の表面に、例えば無電解めっきによって得られる、 $\text{Co-W-P}$  合金膜からなる配線保護膜 (蓋材) 9 を選択的に形成して配線 8 を保護する。

## 【 0 0 0 6 】

一般的な無電解めっきによって、このような  $\text{Co-W-P}$  合金膜からなる配線保護膜 (蓋材) 9 を配線 8 の表面に選択的に形成する工程を説明する。先ず、CMP 処理を施した半導体ウエハ等の基板 W を、例えば常温の希硫酸または希塩酸中に 1 分程度浸漬させて、絶縁膜 2 の表面の金属酸化膜や銅等 CMP 残渣等の不純物を除去する。そして、基板 W の表面を純水等の洗浄液で洗浄した後、例えば常温の  $\text{PdCl}_2 / \text{HCl}$  混合溶液中に基板 W を 1 分間程度浸漬させ、これにより、配線 8 の表面に触媒としての Pd を付着させて配線 8 の露出表面を活性化させる。

## 【 0 0 0 7 】

次に、基板 W の表面を純水等で洗浄 (リンス) した後、例えば液温が 80 の  $\text{Co-W-P}$  めっき液中に基板 W を 120 秒程度浸漬させて、活性化させた配線 8 の表面に選択的な無電解めっきを施し、しかる後、基板 W の表面を純水等の洗浄液で洗浄する。これによって、配線 8 の露出表面に、 $\text{Co-W-P}$  合金膜からなる配線保護膜 9 を選択的に形成して配線 8 を保護する。

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

ところで、無電解めっきによって、 $\text{Co-W-P}$  合金膜からなる配線保護膜 (蓋材) を形成する際には、前述のように、配線の表面に Pd 等の触媒を付与する触媒付与処理を行う前に、例えば配線上の酸化膜を除去し、また絶縁膜上に合金膜が形成されることを防止するため、絶縁膜上に残った銅等からなる CMP 残渣を除去するという前洗浄 (清浄化) 処理が一般に行われる。この前洗浄処理は、一般に  $\text{HF}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  や  $\text{HCl}$  などの無機酸からなる前洗浄液を使用して行われる。しかし、このような前洗浄液は、銅に対するエッチング力があり、このため、前洗浄と同時に、銅配線の一部も損傷 (エッチング) され、その損傷によって配線抵抗が上昇するという不具合が発生することがある。

## 【 0 0 0 9 】

また、前洗浄を行う際、配線を構成する銅は、微量ながら溶解することがあり、溶解した銅が配線間の絶縁膜上を移動して絶縁膜に付着すると、リーク電流のパスになる恐れがある。さらに、前洗浄後において、前洗浄薬液で処理した後に、純水でのリンスを行う際、絶縁膜が薬液またはリンス液に長時間に曝されると、絶縁膜の絶縁性が落ちてリーク電流が上昇する恐れがある。また、薬液処理後の基板表面に、薬液が残ると、成膜の面内均一性にも悪影響を与えるので、それを素早く除去する必要がある。

## 【 0 0 1 0 】

一方、装置の面から見ると、上述の各工程をそれぞれ専用のユニットで行うとすると、各工程における処理槽の数も多くなるばかりでなく、搬送ロボットによる基板搬送時間の短縮に限界がある。この結果、装置フットプリントの増大及び処理スループットが低下するばかりでなく、各工程間のプロセス制御が複雑となる。特に、触媒付与とリンスの間、またはリンスとめっきの間に基板を酸素雰囲気中に長く放置すると、基板の表面状態が変化しやすくなり、処理した基板上の配線の電気特性に悪影響を与えることがある。

## 【 0 0 1 1 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、装置のイニシャルコスト、ランニングコ

10

20

30

40

50

ストを低くでき、広い設置スペースを必要とすることなく、特に、配線抵抗及びリーク電流という電気特性を劣化させず、しかも高品質の合金膜を金属部の表面に効率よく形成できるようにした基板処理方法及び基板処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

請求項1に記載の発明は、表面に金属部を有する基板を用意し、基板の表面に前処理液を接触させて該表面全面を修飾するめっき前処理を行い、基板の表面に残る前処理液をリンス処理で除去し、基板の表面に無電解めっき処理を施して前記金属部の表面に合金膜を選択的に形成し、前記無電解めっき処理後の基板を後洗浄し乾燥した状態にすることを特徴とする基板処理方法である。

10

これにより、処理時間を大幅に低減し、金属部が、例えば銅配線等の金属配線の場合にあっては、めっき処理後の配線抵抗の上昇を最大限に抑え、得られたリーク電流を最も低くして、金属の表面に合金膜を選択的に形成することができる。また、装置のインシャルコスト、ランニングコストを低く抑え、しかも、広い設置スペースを必要とすることなく処理を連続して行うことができる。

【0013】

請求項2に記載の発明は、前記金属部は、絶縁体内に形成された埋込み配線の露出表面であることを特徴とする請求項1記載の基板処理方法である。

請求項3に記載の発明は、前記金属部は、絶縁体の表面に形成された埋込み配線用の凹部の底面及び側面に形成された金属膜であることを特徴とする請求項1記載の基板処理方法である。

20

請求項4に記載の発明は、前記金属部は、絶縁体の表面に形成された金属配線の露出表面であることを特徴とする請求項1記載の基板処理方法である。

【0014】

請求項5に記載の発明は、前記めっき前処理は、前記基板の表面の清浄化すると同時に、前記金属部に触媒を付与して該金属部の表面を活性化させる処理であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の基板処理方法である。

このように、基板の表面全体を修飾するめっき前処理で、基板の表面を清浄化すると同時に、金属部に触媒を付与して該金属部の表面を活性化させることで、めっき前処理によって、例えば銅配線等の金属部の一部が前処理液で損傷（エッチング）されたり、前処理液に溶解したりすることを防止することができる。この基板の表面の清浄化によって、金属部の表面に形成された金属酸化膜や、金属部表面を含む基板表面上の金属または有機物などの不純物及び不純物残渣が除去される。

30

【0015】

ここで、めっき前処理が進行する間中、基板の表面上に連続的な前処理液膜を形成することが好ましく、これにより、基板表面が直接に外部雰囲気曝されて、処理中に活性化された金属部の表面が再酸化されることを防ぐことができる。

この前処理液膜は、例えば基板表面を上向きにして基板を処理することによって発生する、基板表面に対して静止する液膜であっても、基板表面に対して移動する液膜であってもよい。基板表面に対して移動する液膜とすることで、基板表面の近傍の前処理液を常に更新させて、洗浄及び触媒付与処理を伴うめっき効率を高めることができる。

40

また、この前処理液膜の厚みを10mm以下とすることが好ましく、これによって、1枚の基板処理に必要な前処理液を少量で済ませることができる。これは、前処理液をシングルユース（使い捨て）で使用する場合に適切である。

【0016】

請求項6に記載の発明は、前記めっき前処理及び前記リンス処理を、表面を下向きにして配置した基板の該表面に向けてノズルから薬液、または純水などを噴射して行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の基板処理方法である。

このように、スプレー方式のめっき前処理またはリンス処理を採用することで、常にフレッシュな処理液を基板表面により均一に分散させて供給して、処理時間を短縮すること

50

ができる。しかも噴射点の位置を調整することで、面内処理の均一性の改善を容易に行うことができる。

めっき前処理が完了してからリンス処理を開始するまでの時間は、5秒以内であることが好ましく、これによって、めっき前処理後の残液による継続反応及び活性化された金属表面の酸化を最小限に抑えることができる。

【0017】

請求項7に記載の発明は、前記めっき前処理及び前記リンス処理を、基板を回転させながら行うことを特徴とする請求項6記載の基板処理方法である。

このように、基板を回転させながらめっき前処理及びリンス処理を行うことで、基板の表面全面に対する薬液反応または洗浄の均一性が増強される。また、めっき前処理時及びリンス洗浄処理時で異なる回転速度で基板を回転させても良く、これにより、反応及び洗浄効率または面内均一性を調整することができる。

【0018】

請求項8に記載の発明は、前記めっき前処理に使用するノズルと前記リンス処理に使用するノズルは、それぞれ異なる流路系統に接続されていることを特徴とする請求項6または7記載の基板処理方法である。

これにより、リンス用のノズル系統が前処理液に汚染されることを防止して、リンス液の安定な洗浄処理能力が保たれる。

【0019】

請求項9に記載の発明は、前記めっき前処理を、基板を前処理液に浸漬させて行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、基板処理中に基板を外部雰囲気と隔離して、活性化された金属部の表面が再酸化されてしまうことを防止することができる。また、めっき前処理液の溶存酸素量が調整可能となり、めっき前処理における触媒付与等の反応速度を制御することができる。

請求項10に記載の発明は、前記めっき前処理完了後、基板を高速で回転させることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、基板及び基板を保持する治具による薬液の持出量を抑えることができる。

【0020】

請求項11に記載の発明は、前記めっき前処理を、少なくとも触媒金属イオンと、基板の表面を清浄化する機能を有する酸とを混合して調製した前処理液を使用して行うことを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、めっき前処理で、金属部の表面に触媒を付与すると同時に、金属部の表面の酸化膜を除去したり、例えば層間絶縁膜上に残る金属残渣等の不純物を除去したりすることができる。

【0021】

請求項12に記載の発明は、前記リンス処理を、純水、または電解乃至水素ガスの溶解などの方法により還元性を高めた純水で基板の表面を洗浄して行うことを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、例えば配線等を構成する金属部が酸化されるのを防止しつつ、基板上に残る前処理液を効率よく洗浄し、しかも酸性の前処理液がめっき液に混入することを防止して、めっき液を安定に保つことができる。

【0022】

請求項13に記載の発明は、前記リンス処理を、無電解めっき液を構成する1成分または複数成分を混合して調製した水溶液で基板の表面を洗浄して行うことを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、例えば配線を構成する金属部が酸化されることを防止しつつ、基板上に残る前処理液を効率よく洗浄できる。

【0023】

請求項14に記載の発明は、前記めっき前処理及び前記リンス処理を、大気より酸素成分が少ない雰囲気で行うことを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の基板処理

10

20

30

40

50

方法である。

これにより、めっき前処理によって触媒が付与された金属部の表面に酸化膜が再生成されることを抑制することができる。

【0024】

請求項15に記載の発明は、前記無電解めっき処理を、大気より酸素成分が少ない雰囲気で行うことを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、成膜中に合金膜が酸化されることを防止して、安定な膜質の合金膜を形成できる。

基板表面に残る前処理液のリンス処理を完了してから無電解めっき処理を開始するまでの間隔は、15秒以内であることが好ましく、これにより、めっき前処理後の金属部表面の外部雰囲気の影響による再酸化を最小限に抑えることができる。 10

【0025】

請求項16に記載の発明は、前記基板の後洗浄及び乾燥後に、前記合金膜の膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定することを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、例えば、金属部の表面に形成した合金膜の膜厚を測定し、この膜厚の変動に応じて、例えば次の基板に対するめっき処理の処理時間を調整することで、金属部の表面に形成される合金膜の膜厚を制御することができる。

【0026】

請求項17に記載の発明は、前記前処理液及びそのリンス液の組成及び各成分の濃度、及び前処理液の温度を所定範囲内に維持することを特徴とする請求項1乃至16のいずれかに記載の基板処理方法である。 20

これにより、金属部の表面に核密度の安定した触媒を付与して、膜質が安定で膜厚の均一な合金膜を形成できる。

【0027】

請求項18に記載の発明は、前記めっき前処理によって前記前処理液中に混入した不純物の濃度を測定し、この不純物が所定の濃度に達した時に該不純物を除去することを特徴とする請求項1乃至17のいずれかに記載の基板処理方法である。

これにより、高価な前処理液の機能の低下を防止しつつ、前処理液を長い期間安定して使用することができる。 30

【0028】

請求項19に記載の発明は、前記無電解めっき処理を、めっき液の温度、組成及び各成分の濃度を所定範囲内に維持し、所定の膜厚に対してめっき処理時間を制御して行うことを特徴とする請求項1乃至18のいずれかに記載の基板処理方法である。

このように、めっき処理時間を制御することで、金属部の表面に形成される合金膜の膜厚を調整することができる。

【0029】

請求項20に記載の発明は、金属部を有する基板の表面を前処理液に接触させて該表面全面を修飾するめっき前処理と、めっき前処理後の基板の表面に残った前処理液をリンスするリンス処理を行う前処理ユニットと、前記めっき前処理後の基板の表面に無電解めっき処理を施して前記金属部の表面に合金膜を選択的に形成する無電解めっきユニットと、前記無電解めっき処理後の基板を後洗浄し乾燥する後処理ユニットとを有することを特徴とする基板処理装置である。 40

【0030】

これにより、それぞれの処理工程を別々のユニット（処理部）で行う場合に比較して全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で合金膜を形成できる。特に、各工程間の基板の待ち時間または搬送時間を極めて短く調整できるため、電気特性を劣化させず高品質合金膜が形成できる。

【0031】



請求項 2 1 に記載の発明は、前記めっき前処理は、前記基板の表面を清浄化すると同時に、前記金属部に触媒を付与して該金属部の表面を活性化させる処理であることを特徴とする請求項 2 0 記載の基板処理装置である。

【 0 0 3 2 】

請求項 2 2 に記載の発明は、前記前処理ユニットは、前記めっき前処理に使用される前処理液と前記リンス処理に使用されるリンス液を基板処理後にそれぞれを分離する機能を有することを特徴とする請求項 2 0 または 2 1 記載の基板処理装置である。

これにより、基板のめっき前処理とリンス処理を、単一の処理ユニット内で連続して行うとともに、処理液（前処理液及びリンス液）を個別に回収して再利用することができる。更に、基板に対するめっき前処理とリンス処理の間の時間を極めて短く調整することができる。 10

【 0 0 3 3 】

請求項 2 3 に記載の発明は、前記前処理ユニットは、前記めっき前処理によって前記前処理液中に混入した不純物の濃度を測定し、この不純物の濃度が所定の値に達したときに不純物を除去する液浄化機能を有する液浄化装置を含むことを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 2 のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、めっき前処理に使用する前処理液の汚染を抑えて、前処理液が常に安定した触媒力及び洗浄力を持つようにすることができる。

【 0 0 3 4 】

請求項 2 4 に記載の発明は、前記後処理ユニットで乾燥処理された基板に形成された合金膜の、膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定する装置を有することを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 3 のいずれかに記載の基板処理装置である。 20

これにより再現性の高い成膜を実現することができる。

【 0 0 3 5 】

請求項 2 5 に記載の発明は、前記膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定する装置の測定値を基に、めっき条件の変更または成膜の品質の判定を行うことを特徴とする請求項 2 4 記載の基板処理装置である。

これにより、金属部の表面に形成した合金膜の膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定し、この膜厚または膜質の変動に応じて、例えば次の基板に対するめっき処理の処理時間またはめっき液各組成濃度を調整することで、金属部の表面に形成される合金膜の膜厚を再現性良く制御することができる。 30

【 0 0 3 6 】

請求項 2 6 に記載の発明は、前記前処理ユニット及び前記無電解めっきユニットは、同じ向きにした基板の表面を処理するように構成されていることを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 5 のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、例えば基板表面を下向き（フェースダウン）にしたまま、基板を 1 8 0 ° 反転させることなく、基板の前処理ユニットと無電解めっきユニットによる処理を行って、基板の移動時間を短縮するとともに、基板の状態変化を抑えることができる。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 7 に記載の発明は、前記前処理ユニットと前記無電解めっきユニットは、共通の基板保持ヘッドを有することを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 6 のいずれかに記載の基板処理装置である。 40

これにより、前処理液のリンス処理完了からめっき処理開始までの間隔を極めて短く調整して、安定な膜質の合金膜を形成することができる。また、搬送用ロボットハンド等による基板の受け渡し回数を減らして、基板裏面の汚染やダメージを回避できる。

【 0 0 3 8 】

請求項 2 8 に記載の発明は、前記基板保持ヘッドは、基板の表面側の周縁部または裏面側の周縁部を同時に、または一方を選択的にシールできるように構成されていることを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 7 のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、例えば基板の表面側の周縁部をシールして前処理ユニットによるめっき前 50

処理を、基板の裏面側の周縁部をシールして前処理ユニットによるリンス処理及び無電解めっきユニットによるめっき処理をそれぞれ行うことで、基板の周縁部に異常なめっき膜が生成されることを防止することができる。

#### 【0039】

請求項29に記載の発明は、前記前処理ユニット及び前記めっき処理ユニットは、一部に開口を有し、内部の雰囲気装置全体と独立に調整できる機能を有する密閉可能な筐体の内部に配置されていることを特徴とする請求項20乃至28のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、前処理液のリンス後の基板をめっき処理ユニットに搬送する間の動作を、例えば大気より酸素組成が少ない雰囲気で行うことで、処理中の基板が酸化されやすい雰囲気に曝されることを防止して、安定な膜質の合金膜が得られる。

10

#### 【0040】

請求項30に記載の発明は、外部環境から光が透過しないように射光処理を施したハウジング内に収容したことを特徴とする請求項20乃至29のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、処理中に基板のデバイス面に形成された素子及び配線等の中に、光の励起効果による電子移動の発生をなくして、基板デバイスのダメージを与えることを防止することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0041】

20

本発明によれば、基板表面の金属部の表面に、無電解めっきによって合金膜を選択的に形成する一連の処理を連続的に行うことにより、それぞれの処理工程を別々のユニット（処理部）で行う場合に比較して、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で合金膜を形成できる。特に、各工程間の基板の待ち時間または搬送時間を極めて短く調整でき、または表面洗浄、触媒付与、リンス及びめっきの一連の処理を酸化されにくい雰囲気で行うことで、金属部の電気性能の悪化を防止して、高品質の合金膜を形成できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0042】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

30

図2は、本発明の実施の形態の基板処理装置の平面配置図を示す。図2に示すように、この基板処理装置には、表面に形成した配線用の凹部4内に銅等からなる配線8を形成した基板W（図1参照、以下同じ）を収容した基板カセット10を載置収容するロード・アンロードユニット12が備えられている。図2に示すロード・アンロードユニット12には、1つのカセット10のみが収容されているが、複数のカセットを収容するようにしてもよい。

#### 【0043】

そして、排気系統を備えた矩形状のハウジング16の内部に位置して、基板Wのめっき前処理、例えば清浄化処理と触媒付与処理を同一の前処理液を使用して同時に行う前処理ユニット18、基板Wの表面（被処理面）に無電解めっき処理を行う無電解めっきユニット20、無電解めっき処理によって配線8の表面に形成された保護膜（合金膜）9（図1参照、以下同じ）の膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定する膜厚／膜質測定ユニット22、及びめっき処理後の基板Wを後洗浄し乾燥させる後洗浄ユニット（後処理ユニット）24が配置されている。更に、ロード・アンロードユニット12と膜厚／膜質測定ユニット22とに挟まれた位置に第1搬送口ポット26が、前処理ユニット18、無電解めっきユニット20、膜厚／膜質測定ユニット22及び後洗浄ユニット24で挟まれた位置に第2搬送口ポット28がそれぞれ配置されている。

40

#### 【0044】

なお、この例では、めっき前処理として、基板表面の清浄化処理と、金属部である配線の触媒付与処理を同一の前処理液を使用して同時に行うようにした例を示している。この

50

めっき前処理は、基板の表面に薬液を接触させて該表面全面を薬液で修飾する処理、つまり、この例では、絶縁膜 2 の表面と金属部である配線 8 の表面の異なった処理を同一の薬液で同時に行うものであればよい。

#### 【 0 0 4 5 】

前処理ユニット 1 8 及び無電解めっきユニット 2 0 の側方に位置して、上下動及び旋回自在な旋回軸 3 0 が立設され、この旋回軸 3 0 の上端に揺動アーム 3 2 が固着されている。そして、この揺動アーム 3 2 の自由端に、モータ 3 4 が下向きで取付けられ、このモータ 3 4 の出力軸 3 6 の下端に、基板 W を着脱自在に保持する基板保持ヘッド 3 8 が下方に向けて取付けられている。これにより、旋回軸 3 0 の旋回に伴って揺動アーム 3 2 が水平方向に揺動し、この揺動アーム 3 2 の揺動によって、基板保持ヘッド 3 8 が前処理ユニット 1 8 の直上方位置と無電解めっきユニット 2 0 の直上方位置との間を移動し、これによって、前処理ユニット 1 8 及び無電解めっきユニット 2 0 は、共通の基板保持ヘッド 3 8 を有するように構成されている。基板保持ヘッド 3 8 は、モータ 3 4 の駆動に伴って回転する。

10

#### 【 0 0 4 6 】

これらの前処理ユニット 1 8 及び無電解めっきユニット 2 0、更には旋回軸 3 0、揺動アーム 3 2 及び基板保持ヘッド 3 8 は、図 6 に示すように、給排気系統 4 0 を備え、基板処理時に密閉可能で独自に雰囲気制御可能な筐体 4 2 の内部に配置されている。

#### 【 0 0 4 7 】

前処理ユニット 1 8 は、基板 W のめっき前処理、すなわち基板 W の表面に形成した埋込み配線 8 の表面及び絶縁膜 2 の表面を清浄化する清浄化処理と同時に、この清浄化処理後の配線 8 の被処理表面に触媒を付与して活性化させる触媒付与処理を行い、更に触媒付与に使用した前処理液（薬液）をリンス液でリンスするリンス処理を行うためのものであり、この例は、これらの処理を単一の前処理ユニット 1 8 で行うように構成されている。

20

#### 【 0 0 4 8 】

この前処理ユニット 1 8 は、異なる液体の混合を防ぐ 2 液分離方式を採用したもので、図 3 乃至図 5 に示すように、基板保持ヘッド 3 8 の外径よりもやや大きい内径を有する上方に開口した、内槽 1 0 0 a 及び外槽 1 0 0 b を有する処理槽 1 0 0（図 6 参照）が備えられている。内槽 1 0 0 a の外周部には、蓋体 1 0 2 に取付けた一対の脚部 1 0 4 が回転自在に支承されている。更に、脚部 1 0 4 には、クランク 1 0 6 が一体に連結され、このクランク 1 0 6 の自由端は、蓋体移動用シリンダ 1 0 8 のロッド 1 1 0 に回転自在に連結されている。

30

#### 【 0 0 4 9 】

これにより、蓋体移動用シリンダ 1 0 8 の作動に伴って、蓋体 1 0 2 は、内槽 1 0 0 a の上端開口部を覆う処理位置と、側方の待避位置との間を移動するように構成されている。この蓋体 1 0 2 の表面（上面）には、下記のように、純水または還元力を有する電解イオン水、または無電解めっき液を構成する 1 成分または複数成分を混合して調製した水溶液等のリンス液を外方（上方）に向けて噴射する多数のスプレーノズル 1 1 2 a を有するノズル板 1 1 2 が備えられている。

#### 【 0 0 5 0 】

図 6 に示すように、処理槽 1 0 0 の内部には、前処理液タンク 1 2 0 から前処理液供給ポンプ 1 2 2 の駆動に伴って供給された前処理液を上方に向けて噴射する複数のスプレーノズル 1 2 4 a を有するノズル板 1 2 4 が、該スプレーノズル 1 2 4 a が処理槽 1 0 0 の横断面の全面に亘ってより均等に分布した状態で配置されている。この処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 a には、前処理液（排液）を外部に排出する排水管 1 2 6 が接続されている。この排水管 1 2 6 の途中には、三方弁 1 2 8 が介装され、この三方弁 1 2 8 の一つの出口ポートに接続された戻り管 1 3 0 を介して、必要に応じて、この前処理液（排液）を前処理液タンク 1 2 0 に戻して再利用できるようになっている。

40

#### 【 0 0 5 1 】

ここで、めっき前処理液は、触媒金属イオンと、金属部の表面の金属酸化膜または金属

50

部の表面及び基板上のその以外の絶縁膜等の表面に残った金属残渣等を含む不純物を除去する清浄化機能を有する酸を混合して調製され、この前処理液を基板の表面に接触させることで、配線表面に触媒を付与すると同時に、配線金属の酸化膜を除去したり、層間絶縁膜上の金属残渣を除去したりすることができるようになっている。具体的に、めっき前処理液としては、塩酸パラジウム、硫酸パラジウム及び酢酸パラジウムの少なくとも１種類と、塩酸、硫酸、フッ酸、酢酸、蔞酸、蟻酸、クエン酸及び酒石酸の少なくとも１種類とを混合した水溶液が挙げられる。

#### 【 0 0 5 2 】

更に、この例では、蓋体 1 0 2 の表面（上面）に設けられたノズル板 1 1 2 は、リンス液供給源 1 3 2 に接続されており、めっき前処理後に基板表面に残った前処理液のリンス処理（洗浄処理）をそのリンス液、例えば純水を使用して行うようにしている。この処理槽 1 0 0 の外槽 1 0 0 b には、リンス液（廃液）を外部に排出する排水管 1 2 7 が接続されている。

10

#### 【 0 0 5 3 】

なお、この例では、前処理液のリンス液として、例えば純水を使用するようにしているが、還元力のある電解イオン水や任意の方法でイオン化された還元性水を使用し、これにより、配線が酸化されるのを防止しつつ、基板上に残る前処理液を効率良くリンス（洗浄）するようにしてもよい。更に、前処理液のリンス処理を、無電解めっき液を構成する１成分または多数成分を混合した水溶液で基板の表面を洗浄して行うようにしてもよく、これによっても、配線が酸化されることを防止しつつ、基板上に残る前処理液を効率よく洗浄できる。

20

#### 【 0 0 5 4 】

これにより、基板 W を保持した基板保持ヘッド 3 8 を下降させて、処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 a の内部に基板保持ヘッド 3 8 を位置させ、この状態で、内槽 1 0 0 a の内部に配置したノズル板 1 2 4 のスプレーノズル 1 2 4 a から前処理液を基板 W に向けて噴射することで、基板 W の下面（処理面）の全面に亘って前処理液を均一に噴射し、しかも前処理液の外部への飛散を防止しつつ前処理液を排水管 1 2 6 から外部に排出できる。

#### 【 0 0 5 5 】

更に、基板保持ヘッド 3 8 を上昇させ、処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 a の上端開口部を蓋体 1 0 2 で閉塞した状態で、基板保持ヘッド 3 8 で保持した基板 W に向けて、蓋体 1 0 2 の上面に配置したノズル板 1 1 2 のスプレーノズル 1 1 2 a から純水または還元力を有する電解イオン水、または無電解めっき液を構成する１成分または複数成分を混合して調製した水溶液等のリンス液を噴射することで、触媒付与後に基板表面に残った前処理液のリンス処理（洗浄処理）を行う。処理した後のリンス液（廃液）は、処理槽 1 0 0 の外槽 1 0 0 b に集められ、排水管 1 2 7 を介して廃棄される。このように、この還元力を有する電解イオン水等のリンス液が処理槽 1 0 0 の内部に流入するのを防止して、２つの液体が混ざらないようになっている。

30

#### 【 0 0 5 6 】

この前処理ユニット 1 8 によれば、図 3 に示すように、基板保持ヘッド 3 8 を上昇させた状態で、この内部に基板 W を挿入して保持し、しかる後、図 4 に示すように、基板保持ヘッド 3 8 を下降させて処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 a（図 6 参照）内に位置させる。そして、基板保持ヘッド 3 8 を回転させて、基板保持ヘッド 3 8 で保持した基板 W を回転させながら、処理槽 1 0 0 の内部に配置したノズル板 1 2 4 のスプレーノズル 1 2 4 a から前処理液を基板 W に向けて噴射することで、基板 W の全面に亘って前処理液を均一に噴射する。また、基板保持ヘッド 3 8 を上昇させて所定位置で停止させ、図 5 に示すように、待避位置にあった蓋体 1 0 2 を処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 a の上端開口部を覆う位置まで移動させる。

40

#### 【 0 0 5 7 】

そして、この状態で、基板保持ヘッド 3 8 で保持して回転させた基板 W に向けて、蓋体 1 0 2 の上面に配置したノズル板 1 1 2 のスプレーノズル 1 1 2 a から純水または還元力

50

を有する電解イオン水、または無電解めっき液を構成する１成分または複数成分を混合して調製した水溶液を噴射する等のリンス液を噴射する。これにより、基板Wの前処理液による清浄化処理及び触媒付与処理と、純水または還元力を有する電解イオン水、または無電解めっき液を構成する１成分または複数成分を混合して調製した水溶液を噴射する等のリンス液によるリンス処理を、２つの液体が混ざらないようにしながら行うことができる。

【００５８】

更に、この前処理液タンク１２０には、めっき前処理によって前処理液中に混入した銅等の不純物の濃度を測定し、この不純物の濃度が所定の値に達したときに不純物を除去する前処理液浄化装置１４０が備えられている。これにより、めっき前処理に使用する前処理液の汚染を抑えて、前処理液が常に安定した触媒力及び洗浄力を持つようにすることができる。また、前処理液の温度、組成及び各成分の濃度を所定範囲内に維持することが好ましく、これにより、配線表面に核密度の安定した触媒を付与して、膜質が安定で膜厚の均一な合金膜を形成することができる。

10

【００５９】

なお、基板保持ヘッド３８の下降位置を調整して、この基板保持ヘッド３８で保持した基板Wとノズル板１２４との距離を調整することで、ノズル板１２４のスプレーノズル１２４aから噴射された前処理液が基板Wに当たる領域や噴射圧を任意に調整することができる。

【００６０】

上述の例は、めっき前処理に１種類の処理液を使用する場合に対応している。めっき前処理に複数種類、例えば、２種類の処理液を使用する場合には、前処理ユニットに、３種類の薬液（純水を含む）使えるよう独立した３系統を設けることで対応することができる。つまり、第１のめっき前処理液専用の第１系統、第２のめっき前処理液専用の第２系統、及びリンス液専用の第３系統の３系統を個別に同一ユニットに連結する。

20

【００６１】

無電解めっきユニット２０には、図６に示すように、所定の温度（例えば８０℃）に制御しためっき液を内部に溜めるめっき槽２００が備えられている。このめっき槽２００は、底部において、めっき液供給タンク２０２から延び、途中にめっき液供給ポンプ２０４と三方弁２０６とを介装しためっき液供給管２０８に接続され、周壁部にめっき液回収溝２１０が設けられている。これにより、めっき処理中にあっては、めっき槽２００の内部に、この底部からめっき液を供給し、溢れるめっき液をめっき液回収溝２１０からめっき液供給タンク２０２へ回収することで、めっき液が循環できるようになっている。

30

【００６２】

めっき槽２００の底部付近には、めっき槽２００の内部に導入されるめっき液の液温を測定して、この測定結果を元に、下記のヒータ２１６及び流量計２１８を制御する温度測定器２１４が設置されている。

【００６３】

更に、この例では、別置きのヒータ２１６を使用して昇温させ流量計２１８を通過させた水を熱媒体に使用し、熱交換器２２０をめっき液供給タンク２０２内のめっき液中に設置して該めっき液を間接的に加熱する加熱装置２２２と、めっき液供給タンク２０２内のめっき液を循環させて攪拌する攪拌ポンプ２２４が備えられている。これは、めっきにあっては、めっき液を高温（約８０℃程度）にして使用することがあり、これと対応するためであり、この方法によれば、インライン・ヒーティング方式に比べ、非常にデリケートなめっき液に不要物等が混入するのを防止することができる。

40

【００６４】

この無電解めっきユニット２０にあっては、めっき槽２００内のめっき液を循環させておいた状態で、基板保持ヘッド３８で保持した基板Wを回転させながら下降させて該基板Wをめっき槽２００内のめっき液に浸漬させる。この時、めっき槽２００に付設しためっき液管理装置２４０及び加熱装置２２２等により、めっき液の温度、めっき液の組成及び

50

各成分の濃度を所定範囲内に維持しておく。そして、所定時間、基板Wをめっき液に浸漬させた後、基板Wをめっき槽200の上方位置まで引き上げて、基板保持ヘッド38の回転を停止させてめっき処理を終了する。このように、処理時間を制御することで、基板の被処理下地表面に形成される合金膜の膜厚を調整する。

【0065】

基板保持ヘッド38は、図7乃至図9に詳細に示すように、吸着ヘッド234と該吸着ヘッド234の周囲を囲繞する基板受け236とを有している。そして、この吸着ヘッド234と基板受け236は、スプライン構造を介して、モータ34の駆動に伴って一体に回転するが、シリンダ(図示せず)の作動に伴って、相対的に上下動するように構成されている。

10

【0066】

吸着ヘッド234の下面周縁部には、下面をシール面として基板Wを吸着保持する吸着リング250が押えリング251を介して取付けられ、この吸着リング250の下面に円周方向に連続させて設けた凹状部250aと吸着ヘッド234内を延びる真空ライン252とが吸着リング250に設けた連通孔250bを介して互いに連通するようになっている。これにより、凹状部250a内を真空引きすることで、基板Wを吸着保持するのであり、このように、小さな幅(径方向)で円周状に真空引きして基板Wを保持することで、真空による基板Wへの影響(たわみ等)を最小限に抑えることができる。基板Wのリリースは、真空ライン252にN<sub>2</sub>及び/または純水を供給して行う。

【0067】

20

一方、基板受け236は、下方に開口した有底円筒状に形成され、その周壁には、基板Wを内部に挿入する基板挿入窓236aが設けられ、下端には、内方に突出する円板状の基板ガイド部254が設けられており、この基板ガイド部254の内周端部にシールリング254aがやや上方に突出して設けられている。更に、この基板ガイド部254の上部には、基板Wの案内となるテーパ面256aを内周面に有する突起片256が備えられている。

【0068】

これにより、図7に示すように、基板受け236を下降させた状態で、基板Wを基板挿入窓236aから基板受け236の内部に挿入する。すると、この基板Wは、突起片256のテーパ面256aに案内され、位置決めされて基板ガイド部254の上面の所定位置に載置保持される。この状態で、基板受け236と吸着ヘッド234との相対位置を接近させ、図8に示すように、この基板受け236の基板ガイド部254上に載置保持した基板Wの上面を吸着ヘッド234の吸着リング250に当接させ、更に相対位置を接近させることによって、基板ガイド部254のシールリング254aを基板Wの周縁部下面に圧接させる。これによって、基板Wの周縁部下面をシールリング254aでシールして基板Wを保持する。

30

【0069】

そして、例えば基板Wの前処理を行うときには、前述のように、真空ライン252を通して吸着リング250の凹状部250aを真空引きすることで、基板Wの上面の周縁部を該吸着リング250の下面でシールしながら基板Wを吸着保持する。この状態で、基板Wの表面(下面)に向けて前処理液を噴射して基板の前処理を行う。これにより、基板Wの周縁部に触媒が付与されることを防止することができる。また、リンス時及びめっき処理時にあっては、図9に示すように、基板受け236と吸着ヘッド234との相対位置を、例えば数mm~数十mm離間させ、基板Wを基板ガイド部254から離して、吸着リング250のみで吸着保持した状態となす。これにより、基板Wの表面(下面)の周縁部がリンス液により浄化される。更に、めっき処理時、基板表面及び裏面の周縁部がシールされなくとも、触媒がそれに付着していないため、めっきによる基板周縁部の汚染が防げる。

40

【0070】

この例にあっては、図10(a)に示すように、基板ガイド部254のシールリング254aを基板Wの周縁部下面に圧接させ、基板Wの周縁部下面をシールリング254aで

50

シールした状態で、このシールリング 2 5 4 a でシールした領域（下面）に、前述のように、ノズル板 1 2 4 のスプレーノズル 1 2 4 a から前処理液を基板 W に向けて噴射して基板 W の前処理、すなわち清浄化処理及び触媒付与処理を行う。

【 0 0 7 1 】

また、図 1 0 ( b ) に示すように、基板 W の上面の周縁部を該吸着リング 2 5 0 の下面でシールしながら基板 W を吸着保持し、更に、基板 W を基板ガイド部 2 5 4 から離れた状態で、ノズル板 1 1 2 のスプレーノズル 1 1 2 a から純水または還元力を有する電解イオン水、または無電解めっき液を構成する 1 成分または複数成分を混合して調製した水溶液等のリンス液を基板 W に向けて噴射して、基板 W に付着した前処理液をリンスするリンス処理を行う。その時、基板ガイド部 2 5 4 のシールリング 2 5 4 a 、及び基板表面の外周部を専用のノズル（図示せず）からリンス液を噴射して洗浄する。 10

【 0 0 7 2 】

更に、図 1 0 ( c ) に示すように、基板 W の上面の周縁部を該吸着リング 2 5 0 の下面でシールしながら基板 W を吸着保持し、更に、基板 W を基板ガイド部 2 5 4 から離れた状態で、めっき槽 2 0 0 内のめっき液中に基板 W を浸漬させることで、基板表面にめっき処理を行う。

【 0 0 7 3 】

めっき前処理が完了してからリンス処理を開始するまでの時間は、5 秒以内であることが好ましく、これによって、めっき前処理後の残液による継続反応及び活性化された金属表面の酸化を最小限に抑えることができる。 20

また、基板表面に残る前処理液のリンス処理を完了してから無電解めっき処理を開始するまでの間隔は、1 5 秒以内であることが好ましく、これにより、めっき前処理後の金属部表面の外部雰囲気の影響による再酸化を最小限に抑えることができる。

【 0 0 7 4 】

図 6 に示していないが、めっき槽 2 0 0 を前処理槽 1 0 0 とほぼ同様な 2 重構造としてもよい。このように、めっき槽 2 0 0 を 2 重構造とすることで、めっき処理の直後に、基板を内槽から外槽に移して、直ちに 1 次リンス洗浄を行うことができる。この例では、無電解めっきユニット 2 0 として、リンス機能を備えていないものを使用しており、めっき処理の直後に、基板をめっき槽 2 0 0 からめっき前処理ユニット 1 8 に移し、めっき前処理ユニット 1 8 の外槽 1 0 0 b で 1 次リンス洗浄を行う。 30

【 0 0 7 5 】

後洗浄ユニット 2 4 は、無電解めっきユニット 2 0 によってめっきを施した基板 W の表面に残留しているめっき液または絶縁膜上の不要析出物を 2 次洗浄で除去し、同時に基板 W の裏面を洗浄するためのものであり、更に、基板 W を高速回転させてスピン乾燥させることができるように構成されている。

【 0 0 7 6 】

つまり、この後洗浄ユニット 2 4 には、クランプ機構を介して基板 W を着脱自在に保持して該基板 W を高速回転させる基板ステージと、この基板ステージで保持した基板の表裏両面に、純水や薬液等の洗浄液を供給する洗浄液供給ノズルが備えられている。そして、基板ステージで保持した基板を回転させながら、基板 W の表裏両面に純水や薬液等の洗浄液を供給することで、基板 W の表面に残留しているめっき液または絶縁膜上の不要析出物を除去し、同時に基板の裏面を洗浄し、更に基板ステージを介して基板 W を高速回転させることで、後洗浄後の基板 W をスピン乾燥するようになっている。 40

【 0 0 7 7 】

次に、この基板処理装置による一連の無電解めっき処理について、図 1 1 を更に参照して説明する。なお、この例では、図 1 に示すように、C o - W - P 合金からなる合金膜（配線保護膜）9 を選択的に形成して配線 8 を保護する場合について説明する。

【 0 0 7 8 】

先ず、表面に配線 8 を形成した基板 W（図 1 参照、以下同じ）を該基板 W の表面を上向き（フェースアップ）で収納してロード・アンロードユニット 1 2 に搭載した基板カセッ 50

ト 10 から、1 枚の基板 W を第 1 搬送ロボット 26 で取り出して膜厚 / 膜質測定ユニット 22 に搬送する。そして、この膜厚 / 膜質測定ユニット 22 上に載置された基板 W を第 2 搬送ロボット 28 で受取り、 $180^\circ$  反転させた後、基板保持ヘッド 38 に受渡す。つまり、前述のように、基板受け 236 を下降させた状態で、基板 W を基板挿入窓 236 a から基板受け 236 の内部に挿入し、基板受け 236 を上昇させ基板ガイド部 254 のシールリング 254 a を基板 W の周縁部下面に圧接させて基板 W を保持する。

#### 【0079】

次に、揺動アーム 32 を揺動させて、基板保持ヘッド 38 を前処理ユニット 18 の直上方位位置まで移動させる。次に、蓋体 102 を処理槽 100 の上端開口部を覆う位置から待避位置に移動させた状態で、基板保持ヘッド 38 を下降させて処理槽 100 の内槽 100 a の内部に位置させ、基板保持ヘッド 38 で保持して回転させた基板 W に向けて、内槽 100 a の内部に配置したノズル板 124 のスプレーノズル 124 a から前処理液を基板 W に向けて噴射し、これによって、配線 8 の表面に前処理を施す。この前処理液としては、例えば、液温が 25 で、 $0.005 \text{ g/L}$  の  $\text{PdCl}_2$  と  $0.2 \text{ ml/L}$  の  $\text{HCl}$  の混合液、または  $0.04 \text{ g/L}$  の  $\text{PdSO}_4$  と  $20 \text{ ml/L}$  の  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の混合溶液が挙げられる。

#### 【0080】

これにより、配線 8 の表面にある金属酸化膜を除去したり、配線 8 及び絶縁膜 2 の表面に残った CMP 残渣を除去したりすると同時に、配線 8 の表面に触媒としての Pd を付着させる。つまり配線 8 の表面に触媒核（シード）としての Pd 核を形成して、配線 8 の露出表面を活性化させる。なお、前述のように、触媒付与処理によって前処理液中に混入する銅等の不純物の濃度を測定し、この不純物の濃度が所定の値に達したときに不純物を除去する前処理液浄化装置 140 を備えることで、使用済の前処理液を循環させて再利用することができる。

このめっき前処理時に基板 W を回転させることが好ましく、これにより、基板の表面全面に対する薬液反応の均一性を高めることができる。

#### 【0081】

そして、基板保持ヘッド 38 を一旦上昇させ、必要に応じて、基板 W を高速で回転させて前処理液を振り切った後、前述のように、基板 W の上面の周縁部を該吸着リング 250 の下面でシールしながら基板 W を吸着保持し、更に、基板 W を基板ガイド部 254 から離れた状態にする。しかる後、蓋体 102 を処理槽 100 の上端開口部を覆う位置に位置させ、ノズル板 112 のスプレーノズル 112 a から純水または還元力を有する電解イオン水等のリンス液を基板 W に向けて噴射して、基板に付着した前処理液をリンスするリンス処理を行う。

このリンス処理時にも基板 W を回転させることが好ましく、これにより、基板の表面全面に対する洗浄の均一性を高めることができる。

#### 【0082】

次に、前述のようにして基板 W を基板保持ヘッド 38 で保持したまま、基板保持ヘッド 38 を無電解めっきユニット 20 の直上方位位置まで移動させる。そして、めっき槽 200 内のめっき液を循環させた状態で、基板 W の表面に無電解めっき処理を施す。つまり、例えば、液温が 80 の Co-W-P めっき液中に基板 W を、例えば 120 秒程度浸漬させて、活性化させた配線 8 の表面に選択的な無電解めっき（無電解 Co-W-P 蓋めっき）を施し、しかる後、基板保持ヘッド 38 を上昇させ、めっき後の 1 次リンスを行う。これによって、配線 8 の表面に、Co-W-P 合金からなる合金膜（配線保護膜）9 を選択的に形成して配線 8 を保護する。このめっき液の組成としては、例えば以下のようなものが挙げられる。

#### 【0083】

めっき液組成

- ・  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  :  $14 \text{ g/L}$
- ・  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  :  $70 \text{ g/L}$

10

20

30

40

50



- ・  $\text{H}_3\text{BO}_3$  : 40 g / L
- ・  $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : 12 g / L
- ・  $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  : 21 g / L
- ・ pH : 9.5 (NaOHで調整)

このめっき液の容量、温度及び各組成成分を、めっき液管理装置240によって所定の範囲内に維持する。

#### 【0084】

ここで、筐体42の内部に、不活性ガスまたは還元性ガスを充填または循環させて、筐体42の内部を、少なくとも大気より酸素成分が少ない雰囲気となし、この状態で基板の前処理、リンス処理及びめっき処理を行うことが好ましい。これにより、触媒付与処理された配線8の表面に酸化膜が再生成されることを抑制したり、成膜中に保護膜が酸化されることを防止して、安定な膜質の合金膜を形成することができる。

10

#### 【0085】

このめっき処理後の基板を基板保持ヘッド38から第2搬送ロボット28で受取り、180°反転させた後、後洗浄ユニット24に搬送する。この後洗浄ユニット24で、基板Wを基板ステージで保持し回転させながら、基板Wの表裏両面に純水等の洗浄液を供給して、基板Wの表面及び裏面を洗浄し、更に基板ステージを介して基板Wを高速回転させることで、後洗浄後の基板Wをスピン乾燥する。

#### 【0086】

次に、このスピン乾燥後の基板Wを第2搬送ロボット28で膜厚/膜質測定ユニット22に搬送し、この膜厚/膜質測定ユニット22で、必要に応じて配線8の表面に形成された合金膜9の膜厚及び膜質の少なくとも一方を測定し、この膜厚または膜質測定後の基板Wを第1搬送ロボット26でロード・アンロードユニット12に搭載された基板カセット10に戻す。

20

#### 【0087】

そして、この配線8の露出表面に形成した保護膜9の膜厚または膜質を測定した測定結果を次の基板を無電解めっき処理する前にフィードバックし、これにより、この膜厚や膜質の変動に応じて、例えば次の基板に対するめっき処理の処理時間またはめっき液の成分を調整することで、基板の被処理下地表面に形成される合金膜の膜厚や膜質を制御する。

#### 【0088】

この例によれば、めっき前処理後、基板に残った前処理液をリンスするリンス液として純水等の任意の液体を使用することができる。

30

なお、上記の例では、合金膜(配線保護膜)9として、Co-W-P合金膜を使用した例を示しているが、Co-P、Co-W-B、Co-B、Ni-W-P、Ni-P、Ni-W-BまたはNi-B等からなる配線保護膜を使用するようにしてもよい。また、配線材料として、銅を使用した例を示しているが、銅の他に、銅合金、銀、銀合金、金及び金合金等を使用しても良い。

#### 【0089】

また、この例では、絶縁体内に形成された埋込み配線の露出表面に合金膜を形成した例を示している。絶縁体の表面に形成された埋込み配線用の凹部の底面及び側面に形成された金属膜の面に合金膜を形成したり、絶縁体の表面に形成された金属配線の露出表面、すなわち上面及び側面に合金膜を形成したりするようにしてもよい。

40

#### 【0090】

前記めっき前処理を、無電解めっき処理と同様に、基板を前処理液に浸漬させて行うようにしてもよい。これにより、基板処理中に基板を外部雰囲気と隔離して、活性化された金属部の表面が再酸化されてしまうことを防止することができる。また、めっき前処理液の溶存酸素量が調整可能となり、めっき前処理における触媒付与等の反応速度を制御することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0091】

50

【図 1】無電解めっきによって配線保護膜を形成した状態を示す断面図である。

【図 2】本発明の実施の形態の基板処理装置の平面配置図である。

【図 3】前処理ユニットの基板受渡し時における正面図である。

【図 4】前処理ユニットの触媒付与処理時における正面図である。

【図 5】前処理ユニットの清浄化処理時及び触媒薬液のリンス処理時における正面図である。

【図 6】前処理ユニット及び無電解めっきユニットの系統図である。

【図 7】基板保持ヘッドの基板受渡し時における要部拡大断面図である。

【図 8】基板保持ヘッドの基板受けを上昇させ基板ガイド部のシールリングを基板の周縁部下面に圧接させて基板を保持した状態の要部拡大断面図である。

【図 9】基板保持ヘッドの基板の上面の周縁部を吸着リングの下面でシールしながら基板を吸着保持し、更に基板を基板ガイド部から離れた状態の要部拡大断面図である。

【図 10】(a)は、基板の前処理(清浄化処理及び触媒付与処理)を行っている状態を、(b)は、基板に付着した薬液をリンスするリンス処理を行っている状態を、(c)は、基板表面にめっき処理を行っている状態をそれぞれ示す概要図である。

【図 11】図 2 に示す基板処理装置におけるプロセスフロー図である。

【符号の説明】

【0092】

8 配線

9 保護膜

10 基板カセット

12 ロード・アンロードユニット

18 前処理ユニット

20 無電解めっきユニット

22 膜厚測定ユニット

24 後洗浄ユニット

30 回転軸

32 揺動アーム

38 基板保持ヘッド

40 筐体

100 処理槽

102 蓋体

104 脚部

106 クランク

108 蓋体移動用シリンダ

112, 124 ノズル板

112a, 124a スプレーノズル

120 前処理液タンク

126 排水管

132 リンス液供給源

140 前処理液浄化装置

200 めっき槽

202 めっき液供給タンク

210 めっき液回収溝

216 ヒータ

218 流量計

220 熱交換器

222 加熱装置

224 攪拌ポンプ

234 吸着ヘッド

10

20

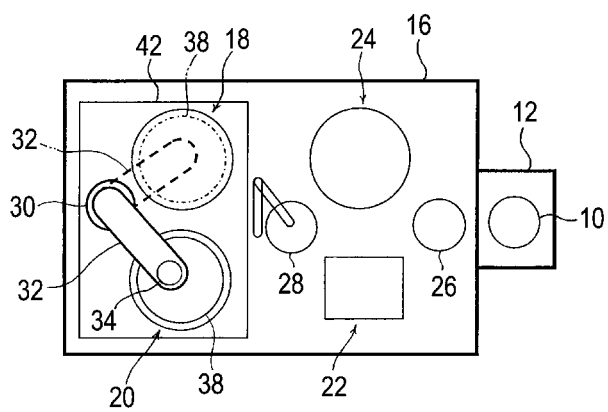
30

40

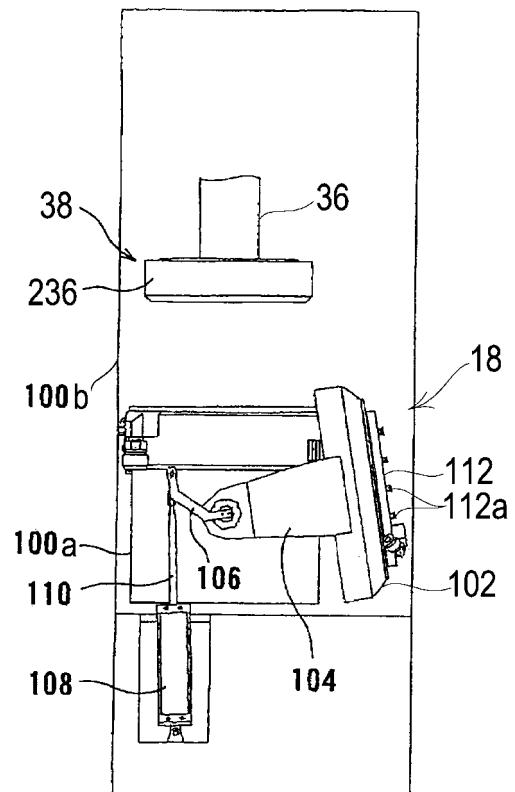
50

- 2 3 6 基板受け
- 2 4 0 めっき液管理装置
- 2 5 0 吸着リング
- 2 5 2 真空ライン
- 2 5 4 基板ガイド部
- 2 5 4 a シールリング

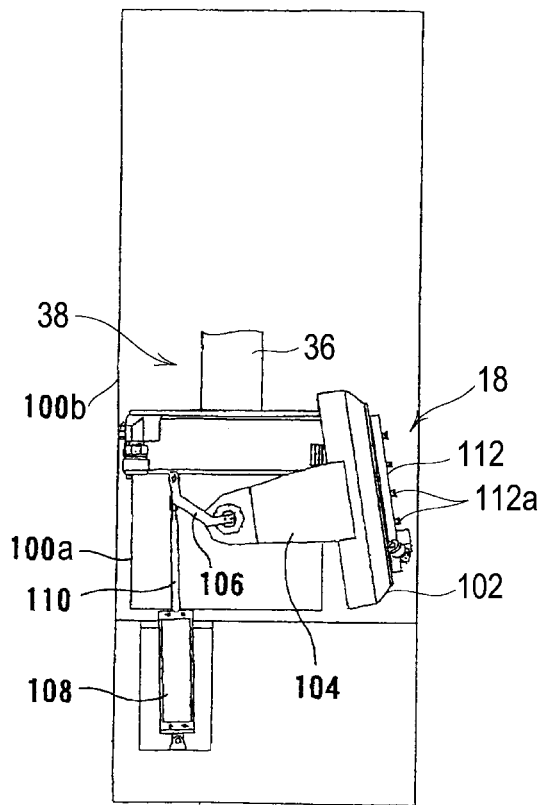
【 図 2 】



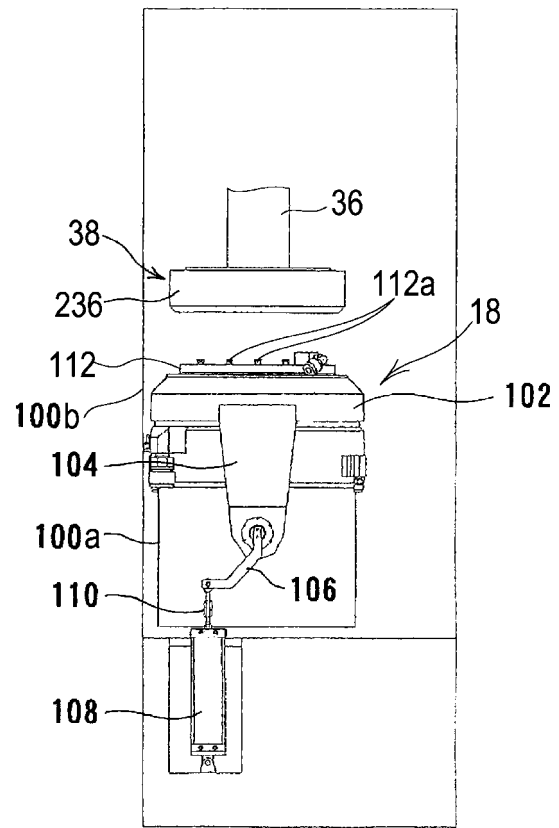
【 図 3 】



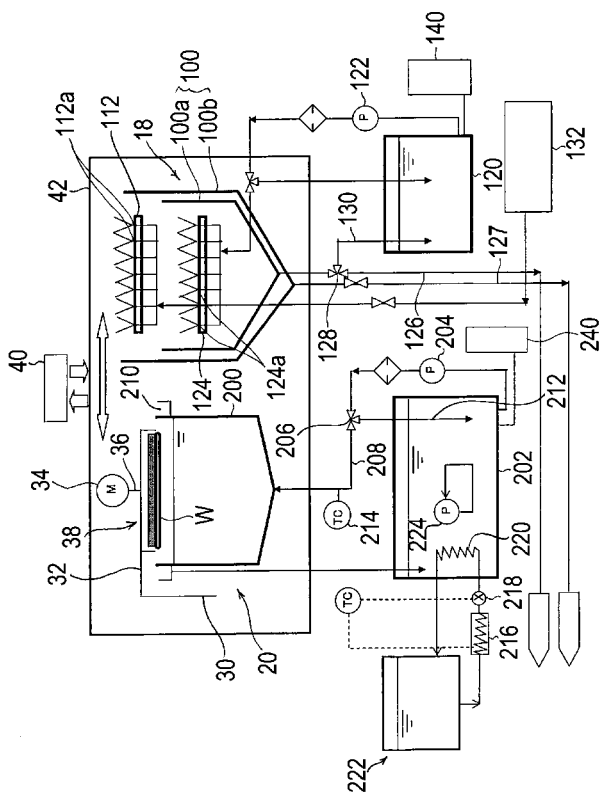
【図 4】



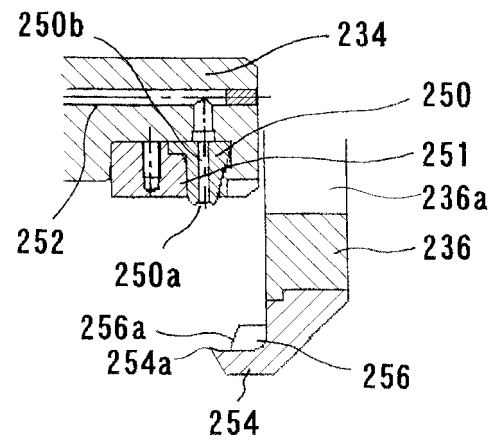
【図 5】



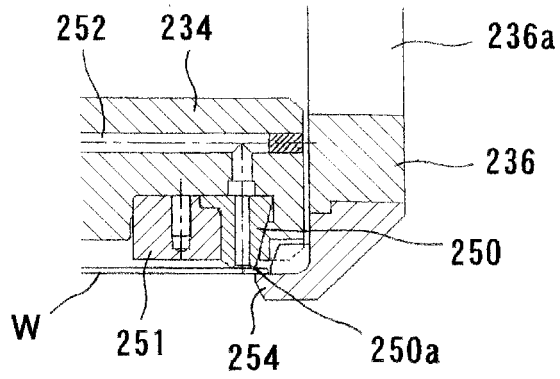
【図 6】



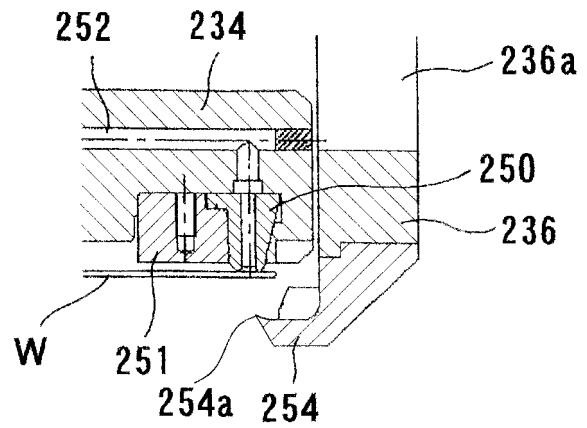
【図 7】



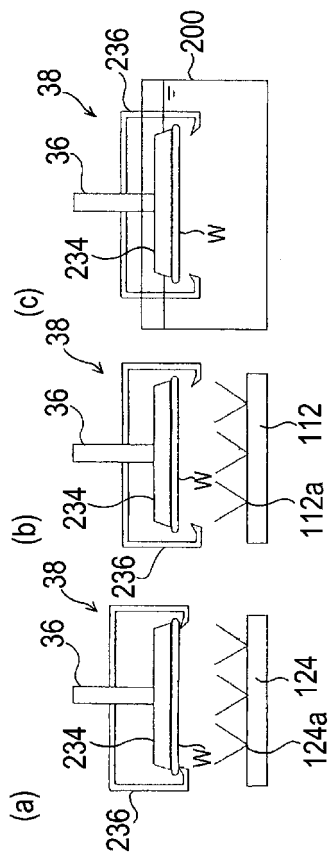
【図 8】



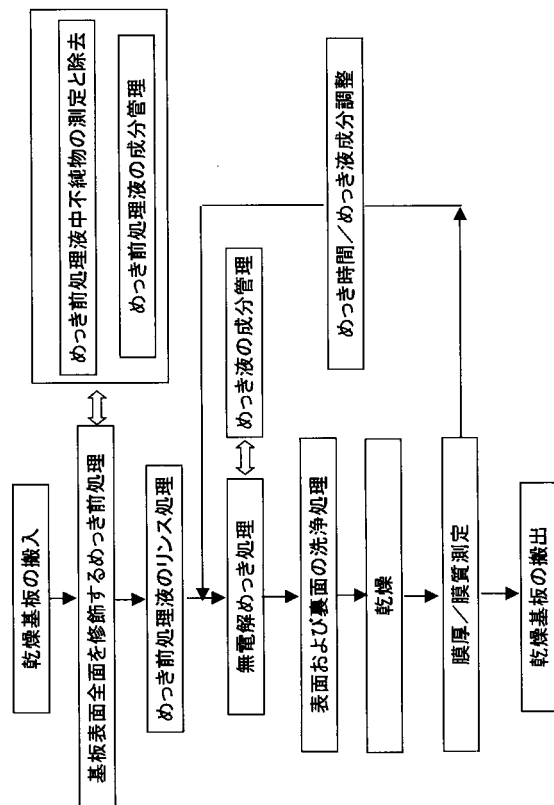
【図 9】



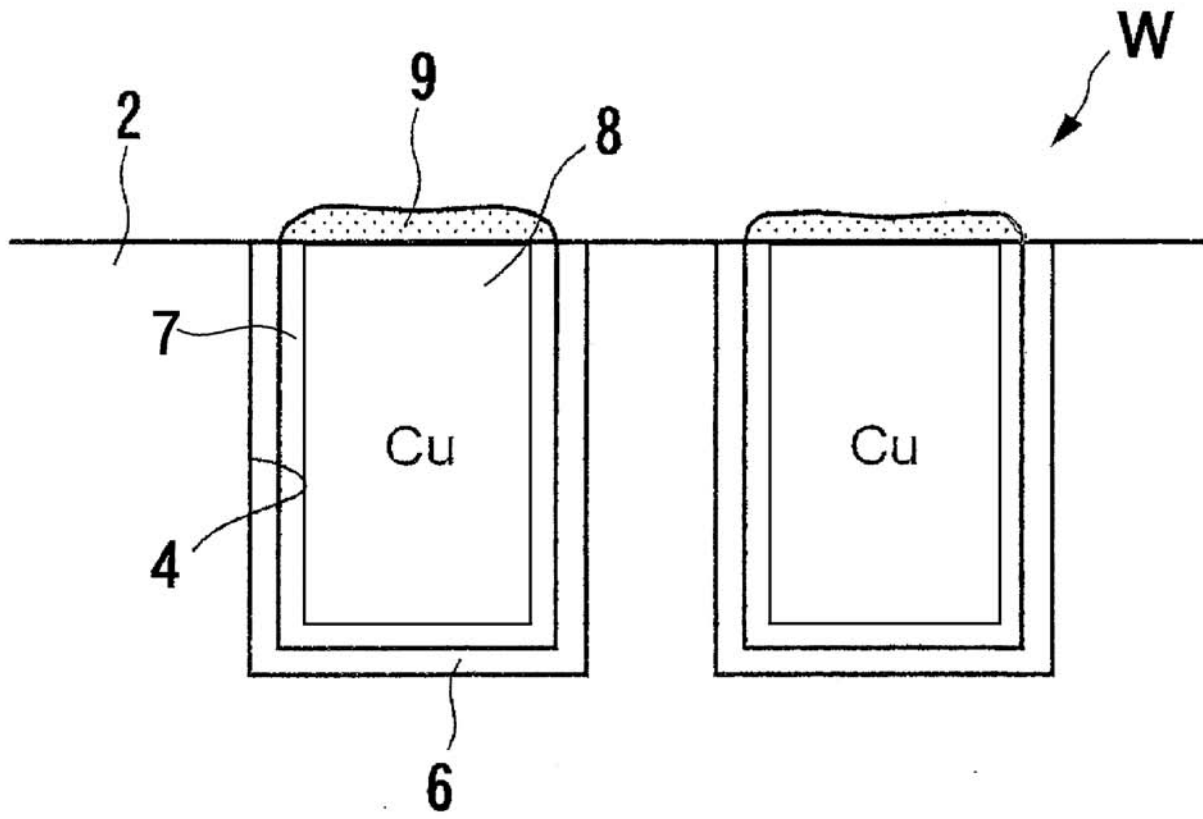
【図 10】



【図 11】



【 図 1 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード(参考)  
H 0 1 L 21/88 K

(72)発明者 高木 大輔  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

(72)発明者 田代 昭彦  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

(72)発明者 福永 明  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

(72)発明者 尾渡 晃  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

F ターム(参考) 4K022 AA02 AA42 BA06 BA16 BA24 BA32 BA35 CA03 CA06 DA01  
DB15 DB17 DB19 DB26 DB28 DB29  
4M104 BB04 BB05 BB32 DD22 DD23 DD53 DD75 FF16  
5F033 HH07 HH11 HH12 HH13 HH14 HH15 HH32 MM01 MM05 MM12  
MM13 PP28 QQ48 QQ91 QQ94