

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4940008号
(P4940008)

(45) 発行日 平成24年5月30日 (2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月2日 (2012.3.2)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 5 D 21/12 (2006.01)

C 2 5 D 21/12 D

H O 1 L 21/288 (2006.01)

H O 1 L 21/288 E

H O 1 L 21/28 (2006.01)

H O 1 L 21/28 3 O 1 R

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-115599 (P2007-115599)
 (22) 出願日 平成19年4月25日 (2007.4.25)
 (65) 公開番号 特開2008-274313 (P2008-274313A)
 (43) 公開日 平成20年11月13日 (2008.11.13)
 審査請求日 平成21年4月30日 (2009.4.30)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 110000235
 特許業務法人 天城国際特許事務所
 (72) 発明者 庄子 史人
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 笠井 良夫
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 村上 和博
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 めっき成膜装置および成膜制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被成膜基板の表面にCu膜をめっき成膜するためのめっき槽と、
 前記めっき槽との間でめっき液を循環させるための液タンクと、
 めっき成膜処理に用いられるめっき液に含まれる所定の成分の濃度を分析するめっき液
 分析部と、

めっき液を構成する成分を含む薬液を前記めっき液タンクへ補充する薬液供給部と、
 めっき成膜処理に実際に用いられるめっき液の状態を示すパラメータに基づいて、その
 めっき液を用いて行われるめっき成膜条件を決定する成膜制御部と、を具備し、

前記めっき液の状態を示すパラメータは、溝配線におけるボトムアップ量、めっき膜に
 おける不純物量、めっき成膜のオーバープレーティング、めっき膜中の欠陥量の中から選
 ばれた1つまたは複数の特性を一定に保持するために予め求められたパラメータであり、

前記めっき成膜条件は、めっき成膜時の電流値とめっき成膜時の基板回転数のいずれか
 一方または両方であり、

前記成膜制御部は、前記めっき液の状態を示すパラメータと前記めっき成膜条件との相
 関データを記憶しておき、実際にめっき成膜に用いられるめっき液の状態を示すパラメー
 タをこの相関データと照合することによって、そのめっき液でのめっき成膜条件を決定す
 ることを特徴とするめっき成膜装置。

【請求項 2】

前記めっき液の状態を示すパラメータは、めっき成膜処理に実際に用いられるめっき液

10

20

を構成する各種成分の濃度と、前記めっき液タンクに新しいめっき液が供給されてからのその使用時間と、前記めっき液タンクに新しいめっき液が供給されてからめっき成膜処理された基板枚数と、前記めっき液タンクに新しいめっき液が供給されてからめっき成膜処理で消費されたクーロン量と、前記めっき液タンクまたは前記めっき槽へ定期的に補充される薬液量と、前記めっき液タンクまたは前記めっき槽から定期的に排出されるめっき液量、の中から選択された１つまたは複数のパラメータであることを特徴とする請求項１に記載のめっき成膜装置。

【請求項３】

被成膜基板の表面にＣｕ膜をめっき成膜するためのめっき槽と液タンクとの間でめっき液を循環させる工程と、

めっき成膜処理に用いられるめっき液に含まれるめっき液の成分の濃度を分析する工程と、

めっき液を構成する成分を含む薬液を前記めっき液タンクへ補充する工程と、

めっき成膜処理に実際に用いられるめっき液の状態を示すパラメータに基づいて、そのめっき液を用いて行われるめっき成膜条件を決定する成膜制御工程と、を具備し、

前記めっき液の状態を示すパラメータは、溝配線におけるボトムアップ量、めっき膜における不純物量、めっき成膜のオーバープレーティング、めっき膜中の欠陥量の中から選ばれた１つまたは複数の特性を一定に保持するために予め求められたパラメータであり、

前記めっき成膜条件は、めっき成膜時の電流値とめっき成膜時の基板回転数のいずれか一方または両方であり、

前記成膜制御工程は、前記めっき液の状態を示すパラメータとめっき成膜条件との相関データを記憶しておき、実際にめっき成膜に用いられるめっき液の状態を示すパラメータをこの相関データと照合することによって、そのめっき液でのめっき成膜条件を決定することを特徴とするめっき成膜制御方法。

【請求項４】

前記めっき液の状態を示すパラメータは、めっき成膜処理に実際に用いられるめっき液を構成する各種成分の濃度と、前記めっき液タンクに新しいめっき液が供給されてからのその使用時間と、前記めっき液タンクに新しいめっき液が供給されてからめっき成膜処理された基板枚数と、前記めっき液タンクに新しいめっき液が供給されてからめっき成膜処理で消費されたクーロン量と、前記めっき液タンクまたは前記めっき槽へ定期的に補充される薬液量と、前記めっき液タンクまたは前記めっき槽から定期的に排出されるめっき液量、の中から選択された１つまたは複数のパラメータであることを特徴とする請求項３に記載のめっき成膜制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、半導体装置の製造プロセスにおいて、ダマシン配線等をめっき法を用いて形成するために用いられるめっき成膜装置および成膜制御方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

半導体装置の製造プロセスでは、ダマシン配線等を形成するための金属膜堆積技術として、スパッタ法等により下地となる金属薄膜を形成し、この金属薄膜上にめっき法により金属膜を堆積させる方法が用いられている。

【０００３】

このめっき成膜を行うためのめっき処理装置では、成膜品質を保つために、めっき液に含まれる無機・有機成分の濃度を、滴定等の方法を用いて定期的に測定して監視し、その結果に基づいて薬液を補充したり、めっき液を排出したりすることにより、一定の成分濃度を保持している（例えば、特許文献１，２参照）。

【０００４】

しかしながら、被処理基板のめっき成膜処理を、逐次、行っていくと、経時的に、めっ

10

20

30

40

50

き液に最初から含まれている有機成分以外に、めっき成膜および液循環によって有機成分から有機副生成物が派生し、これが増加する。

【0005】

このような有機副生成物は、めっき成膜時に、めっき成膜に有用な有機成分と同様に被成膜基板の表面へ吸着し、めっき膜中に取り込まれる。そのため、めっき膜の電気的特性のばらつきを抑えるために、このような有機副生成物の濃度を定期的に測定することが好ましいが、滴定等の方法では検出することができない。また、めっき電流が一定となるように電圧制御を行う定電流めっきでは、ダマシン配線内のめっき膜成長の特性が有機副生成物によって変化してしまい、その結果、ボトムアップ量が低下してしまうという問題や、めっき膜中の不純物量が増加してしまうという問題が生じる。

10

【特許文献1】特開2001-240998号公報

【特許文献2】特開2001-73200号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、ダマシン配線等をめっき成膜する際に配線内のボトムアップ量やめっき膜に含まれる不純物量を一定に保持するめっき成膜装置および成膜制御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】

【0007】

20

本発明によれば、被成膜基板の表面にCu膜をめっき成膜するためのめっき槽と、前記めっき槽との間でめっき液を循環させるための液タンクと、めっき成膜処理に用いられるめっき液に含まれる所定の成分の濃度を分析するめっき液分析部と、めっき液を構成する成分を含む薬液を前記めっき液タンクへ補充する薬液供給部と、めっき成膜処理に実際に用いられるめっき液の状態を示すパラメータに基づいて、そのめっき液を用いて行われるめっき成膜条件を決定する成膜制御部と、を具備し、前記めっき液の状態を示すパラメータは、溝配線におけるボトムアップ量、めっき膜における不純物量、めっき成膜のオーバープレATING、めっき膜中の欠陥量の中から選ばれた1つまたは複数の特性を一定に保持するために予め求められたパラメータであり、前記めっき成膜条件は、めっき成膜時の電流値とめっき成膜時の基板回転数のいずれか一方または両方であり、前記成膜制御部は、前記めっき液の状態を示すパラメータと前記めっき成膜条件との相関データを記憶しておき、実際にめっき成膜に用いられるめっき液の状態を示すパラメータをこの相関データと照合することによって、そのめっき液でのめっき成膜条件を決定することを特徴とするめっき成膜装置が得られる。

30

【0008】

被成膜基板の表面にCu膜をめっき成膜するためのめっき槽と液タンクとの間でめっき液を循環させる工程と、めっき成膜処理に用いられるめっき液に含まれるめっき液の成分の濃度を分析する工程と、

めっき液を構成する成分を含む薬液を前記めっき液タンクへ補充する工程と、めっき成膜処理に実際に用いられるめっき液の状態を示すパラメータに基づいて、そのめっき液を用いて行われるめっき成膜条件を決定する成膜制御工程と、を具備し、前記めっき液の状態を示すパラメータは、溝配線におけるボトムアップ量、めっき膜における不純物量、めっき成膜のオーバープレATING、めっき膜中の欠陥量の中から選ばれた1つまたは複数の特性を一定に保持するために予め求められたパラメータであり、前記めっき成膜条件は、めっき成膜時の電流値とめっき成膜時の基板回転数のいずれか一方または両方であり、前記成膜制御工程は、前記めっき液の状態を示すパラメータとめっき成膜条件との相関データを記憶しておき、実際にめっき成膜に用いられるめっき液の状態を示すパラメータをこの相関データと照合することによって、そのめっき液でのめっき成膜条件を決定することを特徴とするめっき成膜制御方法が得られる。

40

【発明の効果】

50

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、ダマシン配線等をめっき成膜する際に配線内のボトムアップ量やめっき膜中に含まれる不純物量を一定に保持することができる。これにより、半導体装置の電気的特性にばらつきが生じることを抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図1にめっき成膜装置の概略構成を示す。めっき成膜装置10は、Siウエハ等の被成膜基板の表面に銅めっき膜(Cu膜)をめっき成膜するためのめっき槽12と、被成膜基板を保持してめっき槽12へアクセスする基板保持部14と、めっき槽12との間でめっき液を循環させるめっき液タンク16と、めっき液を構成する成分を含む薬液等をめっき液タンク16へ補充する薬液供給部18と、めっき成膜時に実際に用いられているめっき液に含まれる所定の成分の濃度を分析するめっき液分析部20と、めっき成膜装置10の運転制御を行うための成膜制御部22とを有している。

10

【 0 0 1 1 】

なお、図1に示す符号24aはめっき槽12とめっき液タンク16との間でめっき液を循環させるためのポンプであり、符号24bはめっき液タンク16内のめっき液をめっき液分析部20へ送液するためのポンプであり、符号26aはめっき槽12内のめっき液を排出するためのバルブであり、符号26bはめっき液タンク16内のめっき液を排出するためのバルブである。これらポンプ24a、24bとバルブ26a、26bの動作制御は成膜制御部22によって行われる。

20

【 0 0 1 2 】

薬液供給部18は、所定組成に調整された新しいめっき液や、めっき液の基本溶液となる硫酸銅基本液、めっき成膜時における溝配線内のめっき膜成長を促進させるためにめっき液に加えられる有機成分をはじめとした各種の有機成分、無機成分の補充に必要な薬液、めっき液を希釈するための純水等を、成膜制御部22からの指令信号にしたがって、めっき液タンク16に供給する。薬液供給部18がこれらの薬液等をめっき槽12に供給する構成であってもよい。

【 0 0 1 3 】

被処理基板にめっき成膜が行われると、当然に、めっき液中のCuイオン濃度が低下し、めっき成膜に必要な無機成分や有機成分も減少する。そのため、薬液供給部18は定期的に一定量の硫酸銅基本液や各種薬液(以下「定期補充液」という)をめっき液タンク16に供給する。一方で、めっき成膜に用いられるめっき液の全量をほぼ一定とし、また、めっき成膜やめっき液循環により生成する有機副生成物の濃度を下げるために、めっき液タンク16またはめっき槽12から定期的にめっき液が排出される(以下、こうして排出されるめっき液を「定期排出液」という)。

30

【 0 0 1 4 】

めっき液分析部20は、めっき液の状態を監視するために成膜制御部22からの指令信号にしたがって、めっき液を構成する所定の成分の成分濃度Nを、例えば、滴定法により定期的に測定する。図1では、めっき液分析部20は、濃度分析のためのめっき液をめっき液タンク16から採取する構造となっているが、成分分析のためのめっき液の採取は、めっき槽12から行ってもよく、また、めっき槽12とめっき液タンク16との間の循環用配管から行ってもよい。

40

【 0 0 1 5 】

成膜制御部22には、めっき成膜時に実際に用いられているめっき液(すなわち、被処理基板と接触させるめっき液)に含まれる各種成分の濃度許容範囲(以下「管理範囲」という)と、めっき膜の品質と成膜特性を一定に維持することを容易とするためにこの管理範囲内においてめっき液を構成する所定の成分について定められた目標濃度Tと、が記憶されている。

【 0 0 1 6 】

50

この管理範囲は、この管理範囲から外れた組成を有するめっき液を用いためっき成膜処理では、めっき電流値や基板回転数等のめっき成膜条件を変更しても、所望する特性を有するめっき膜を得ることができない、という観点から定められる。一方、組成が管理範囲内にあるめっき液を用いためっき成膜では、めっき成膜条件を変更することによって所望する特性を有するめっき膜を得ることができるので、目標濃度 T は管理範囲内において変更することができる。

【 0 0 1 7 】

成膜制御部 22 はまた、めっき液使用時間 t と、そのめっき液で処理された被成膜基板の枚数 n (以下“処理基板枚数 n ”という)と、そのめっき液でのめっき成膜処理で消費されたクーロン量 C を記憶する。

10

【 0 0 1 8 】

めっき液使用時間 t は、成膜制御部 22 がめっき液タンク 16 に新しいめっき液を供給する指令信号を薬液供給部 18 へ送信したときに、その送信時刻または新しいめっき液のめっき液タンク 16 への供給が終了した時刻からのその経過時間をカウントすることによって定められる。

【 0 0 1 9 】

処理基板枚数 n は、めっき液タンク 16 に新しいめっき液が供給された場合に、そのめっき液で処理された被処理基板の枚数を、基板保持部 14 がめっき槽 12 にアクセスした回数をカウントすることによって求められる。この処理基板枚数 n は、めっき液の全量交換時にリセットされるが、めっき液成分調整のための薬液追加等によってはリセットされない。

20

【 0 0 2 0 】

消費クーロン量 C は、めっき液タンク 16 に新しいめっき液が供給された場合に、そのめっき液でのめっき成膜処理で消費されたクーロン量であり、めっき成膜時の電流値と電流印加時間から求められる。このクーロン量は、めっき液中の Cu イオン濃度と密接に関係することはいうまでもない。

【 0 0 2 1 】

成膜制御部 22 は、さらに定期補充液の総液量 S および定期排出液の総液量 D を記憶する。これらの値はめっき液の全量交換時にリセットされる。成膜制御部 22 は、総液量 S , D に代えて、1 回分の補充量と実行された補充回数、1 回分の排出量と実行された排出回数を記憶してもよい。これら定期補充液の総液量 S と定期排出液の総液量 D は、成分濃度 N に影響を与える。

30

【 0 0 2 2 】

これら成分濃度 N , めっき液使用時間 t , 処理基板枚数 n , 消費クーロン量 C , 定期補充液の総液量 S , 定期排出液の総液量 D は、めっき液の状態を示すパラメータであるので、これらを、以下、‘めっき液状態パラメータ’という。なお、目標濃度 T は、めっき液の状態を知るためのパラメータではないが、後述するように、めっき成膜条件を決定する際に、成分濃度 N に代えて用いられる場合があるので、この目標濃度 T もまた、めっき液状態パラメータに含まれるものとする。

【 0 0 2 3 】

40

成膜制御部 22 にはさらに、ダマシン配線等の溝配線におけるボトムアップ量、めっき液に添加された有機成分を構成する C , S , Cl , O , N 等に由来してめっき膜に取り込まれた不純物量、めっき成膜のオーバープレーティング、めっき膜中の欠陥量の中から選ばれる 1 または複数の特性を一定に保持することによって溝配線の電気的特性を一定に保持するためのデータとして、‘めっき電流値 I ’ と ‘基板回転数 R ’ の 2 つのめっき成膜条件と、めっき液状態パラメータ (N , T , t , n , C , S , D) との相関関係を示すデータが、予めめっき成膜実験 (試験) により求められ、記憶されたデータベースを備えている。

【 0 0 2 4 】

例えば、めっき成膜装置 10 の稼働時には、ボトムアップ量他全てのめっき成膜特性を

50

平均的に良好な状態で得るための相関データがプリセットデータとして用いられる。ボトムアップ量を一定にすることを特に重視しためっき成膜を行いたい場合には、例えば、めっき成膜装置 10 のオペレータによる設定変更操作によって、ボトムアップ量を一定にすることを容易ならしめる相関データを用いることができる。

【0025】

次に、めっき成膜装置 10 による成膜制御方法について説明する。ここでは、上述の通り、定期補充液の総液量 S と定期排出液の総液量 D は、成分濃度 N に影響を与えるパラメータであることから、これら S, D は N に代表されているものとして取り扱う。

【0026】

図 2 に成膜制御のフローチャートを示す。最初に、めっき液タンク 16 に必要量の新しいめっき液を供給する (ST1)。この ST1 の実行時に、めっき液使用時間 t のカウン

10

【0027】

トが開始され、処理基板枚数 n と消費クーロン量 C がそれぞれリセットされる。新しいめっき液がめっき液タンク 16 に供給された後には、定期補充液の供給と定期排出液の排出が、被処理基板へのめっき成膜処理とは関係なく、一定の時間間隔で行われる。この定期補充液の供給と定期排出液の排出が行われるタイミングは、以下に説明する ST2 ~ ST12 の各処理に対して変動するため、図 2 のフローチャートには示していない。

【0028】

ST1 終了後にめっき液の成分濃度 N の測定 (ST2) が行われる。ここで、ST1 で供給されためっき液によるめっき成膜処理は、後述するように、基板保持部 14 がめっき槽 12 に 1 回アクセスしたのみで廃棄されるものではなく、複数回行われる。そして、その間にめっき液の成分濃度 N の測定 (ST2) が適宜行われる。そのため、以下に説明する ST2 以降の処理では、めっき液が ST1 で供給された直後の新しい液であるのか、既に被処理基板のめっき成膜に所定回数使用されたものであるかを問わないこととする。

20

【0029】

ST2 での成分濃度 N の測定終了後に、ST2 で得られた成分濃度 N が管理範囲内にあるか否かが判断される (ST3)。ST2 において、複数の成分についてその成分濃度の測定が行われた場合には、全ての成分濃度が各成分について定められた管理範囲内にある必要がある。したがって、少なくとも 1 つの成分濃度がその管理範囲内にないときには、ST3 の判断は “NO” となる。

30

【0030】

ここで先に、成分濃度 N が管理範囲内にない場合 (ST3 の判断は “NO”) について説明する。この場合、ST3 の判断に引き続いて、めっき液の成分調整が可能か否かが判断される (ST10)。そして、成分調整が可能な場合 (ST10 の判断が “YES”) には、薬液供給部 18 から所定の薬液が供給され (ST11)、調整後の成分濃度 N が再び測定されることになる (ST2)。一方、めっき液の成分調整が不可能な場合 (ST10 の判断が “NO”) には、めっき槽 12 内およびめっき液タンク 16 内のめっき液は排出され (ST12)、その後、新しいめっき液がめっき液タンク 16 に供給されることとなる (ST1)。

40

【0031】

さて、成分濃度 N が管理範囲内にある場合 (ST3 の判断は “YES”) には、続いて、成分濃度 N と目標濃度 T との大小関係、すなわち、成分濃度 N が目標濃度 T よりも小さいか否かが判断される (ST4)。成分濃度 N が目標濃度 T よりも小さい場合 (ST4 の判断が “YES”) には、成分濃度 N が目標濃度 T となるように、その成分の薬液をめっき液タンク 16 に補充する (ST5)。

【0032】

ST5 における薬液補充量は、補充前の成分濃度 N, 目標濃度 T, 使用中のめっき液量, 薬液における成分濃度から計算により求めることができる。そのため、ST5 終了後には、めっき液における成分濃度 N は目標濃度 T になったとみなして、めっき成膜条件の決

50

定 (S T 7) に進んでもよいが、めっき液をより厳密に管理する観点から、 S T 5 終了後に、 S T 2 と同様にして、成分濃度 N' を測定することも好ましい (S T 6)。

【 0 0 3 3 】

S T 4 において、成分濃度 N が目標濃度 T 以上の場合 (S T 4 の判断が “ N O ”) には、必要に応じてめっき液タンク 1 6 からめっき液を排出し、水や硫酸銅水溶液を補充してめっき液を希釈することで、めっき液量を一定に保持しながら、その成分濃度が目標濃度 T となっためっき液を作製することができる。しかし、このような調整を行った場合には、他の成分の濃度も同時に低下してしまうために、通常は濃度調整を行うことなく、めっき成膜条件の決定 (S T 7) へと進む。

【 0 0 3 4 】

成膜制御部 2 2 は、使用中のめっき液が S T 1 においてめっき液タンク 1 6 に供給されてからカウントしているめっき液使用時間 t 、そのめっき液を用いてこれまでにめっき成膜された処理基板枚数 n 、この n 枚の被処理基板へのめっき成膜に用いられた消費クーロン量 C 、 S T 4 ~ S T 6 でどのルートを通ったかによって定まる成分濃度 N または T もしくは N' のうちのいずれか 1 つの値、の中から選ばれる 1 または複数のパラメータを用いて、これらを成膜制御部 2 2 に記憶された所定の関連データと照合することにより、めっき成膜条件を決定する (S T 7)。

【 0 0 3 5 】

例えば、成膜制御部 2 2 は、基板回転数 R を一定として、めっき電流値 I を決定する場合、 S T 7 で既知となっためっき液状態パラメータ (N , t , n , C) のうち、 t , n , C が一致または近接し、 N と I との関係において目標とする品質のめっき膜が得られることを示した関連データをデータベースから探し出し、その関連データに N を当て嵌めることにより、 I を決定する。

【 0 0 3 6 】

こうして、 S T 7 においてめっき成膜条件が決定されたら、被処理基板を保持した基板保持部 1 4 がめっき槽 1 2 へアクセスして、めっき成膜処理が行われる (S T 8)。 S T 8 終了後に S T 2 の成分濃度 N の測定に戻る。また、処理基板枚数 n と、消費クーロン量 C の値が更新され、これらの値は次のめっき成膜条件の決定の際に用いられる。この n , C の更新は、 S T 8 終了直後に行われてもよい。

【 0 0 3 7 】

このようにして被処理基板へのめっき成膜を繰り返し、また、定期補充液の供給と定期排出液の排出を行うことにより、めっき液に含まれる各種成分の濃度および成分バランスが変化する。そこで、成分濃度 N (S T 4 の判断が “ N O ” となってめっき成膜処理が行われた場合) または成分濃度 N' (S T 5 を行った場合) によって、目標濃度 T を変更してもよい。図 2 には、 S T 8 の後に目標濃度 T の変更判断 (S T 9) を行うフローチャートを示している。目標濃度 T を変更しない場合には、 S T 4 では元の目標濃度 T が用いられ、変更した場合には、目標濃度 T に N または N' が代入された状態で、 S T 4 の判断が行われる。なお、この目標濃度 T の変更判断は、図 2 には示されていない定期補充液の供給と定期排出液の排出の後に行うこともできる。

【 0 0 3 8 】

上述した図 2 のフローチャートにしたがっためっき成膜処理においても、被処理基板のめっき成膜を繰り返し行い、また、めっき液をめっき槽 1 2 とめっき液タンク 1 6 との間で循環させることによって、新しいめっき液に当初から含まれている有機成分以外にこのような有機成分から有機副生成物が派生し、増加する。このような有機副生成物は、めっき液分析部 2 0 によって S T 2 で行われる定期的な成分濃度分析では、検出することができず、また、めっき膜の成長特性および形成されためっき膜の電気的特性に悪影響を与えることは、先に説明した通りである。

【 0 0 3 9 】

しかし、図 2 に示されるめっき成膜処理では、従来のようにめっき成膜条件を一定とすることなく、 S T 7 において、ダマシン配線等の溝配線におけるボトムアップ量が一定と

10

20

30

40

50

なり、かつ、溝配線の電気的特性が一定となるように、適宜、めっき液状態パラメータを用いてめっき成膜条件が決定されるので、品質が一定のめっき膜を形成することができる。

【 0 0 4 0 】

図 3 に、めっき電流値、基板回転数等のめっき成膜条件を一定としてめっき成膜処理を行ったときの（つまり、図 2 に示される S T 7 の処理を行わないめっき成膜処理を行った場合）、めっき膜成長を促進させるためにめっき液に添加されている有機成分から派生した有機副生成物の量と溝配線内のボトムアップ量との関係を線 B で示す。

【 0 0 4 1 】

なお、ボトムアップ量は新しいめっき液の供給直後に行われためっき成膜処理でのボトムアップ量を 1 として、それ以降のボトムアップ量を相対的に評価している。ボトムアップ量の測定は、a, b, c, d, e 点で行っており、これらの各測定点でのめっき液使用時間は $a < b < c < d < e$ となっている。これは、有機副生成物は、新しいめっき液には含まれておらず、生成してもその分析が困難であるが、有機副生成物量はめっき液使用時間の経過にともなって増加する傾向にあることは明らかであるので、有機副生成物量をめっき液使用時間で置き換えて考えることができるからである。但し、先に説明した通り、有機副生成物の生成量はめっき液使用時間にのみ依存して増加するものではないために、図 3 の横軸を測定点で示すこととした。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示される通り、めっき液使用時間 t が長くなるとともに、すなわち有機副生成物の増加とともに、ボトムアップ量が低下していることがわかる。

【 0 0 4 3 】

これに対して、図 2 のめっき成膜処理フローにしたがって、S T 7 において、適宜、めっき液状態パラメータを用いてめっき成膜条件を決定した場合の、有機副生成物の量と溝配線内のボトムアップ量との関係を線 A で示す。ここでは、めっき電流値 I を有機副生成物の増加とともに大きくすることによって、めっき成膜条件を調整しており、このような制御によって、有機副生成物が増加しても、ボトムアップ量を一定に維持することができることが確認された。

【 0 0 4 4 】

上述の通り、有機副生成物の量が増えるにしたがって、めっき電流値 I を大きくすることにより、ボトムアップ量を一定に保持することができる。また、ボトムアップ量を一定に保持する別の方法としては、めっき膜の成長を促進させるためにめっき液に添加する有機成分の高濃度化、めっき膜の成長を抑制するためにめっき液に添加する有機成分の低濃度化、基板回転速度の低速化（回転数低下）、硫酸銅基本液の定期的補充量の増加等が効果的である。

【 0 0 4 5 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこのような形態に限定されるものではない。

【 0 0 4 6 】

例えば、図 2 のめっき成膜処理フローにおいては、めっき槽 1 2 とめっき液タンク 1 6 からのめっき液の排出は、S T 1 0 においてめっき液の成分調整が不可能と判断された場合のみ行われるとしたが、これ以外にも、めっき液の経時劣化を考慮してめっき液使用時間 t が一定時間を超えた場合、消費クーロン量 C が一定量を超えた場合、処理基板枚数 n が一定枚数を超えた場合、定期補充液の総液量 S と定期排出液の総液量 D はそれぞれ一定量を超えた場合の各場合にも、めっき液の全量がめっき槽 1 2 とめっき液タンク 1 6 から排出されるルートを設定することができる。

【 0 0 4 7 】

また、S T 7 において、基板回転数 R を一定としてめっき電流値 I を決定するとしたが、逆に、めっき電流値 I を一定として基板回転数 R を決定してもよく、めっき電流値 I と基板回転数 R のバランスを取りながらこれら両方を決定してもよい。めっき成膜条件とし

10

20

30

40

50

て、めっき液温度とめっき液状態パラメータとの相関データがある場合には、めっき液温度を変更することもできる。

【 0 0 4 8 】

さらに、ST 2 の成分濃度 N の測定は、めっき成膜処理 (ST 8) の終了後毎に行わなければならないものではなく、例えば、めっき成膜処理 (ST 8) が複数回行われた後に、または、めっき液使用時間 t が一定時間を過ぎたときに、処理基板枚数 n が一定枚数を超えた場合に、または、消費クーロン量 C が一定量を超えた場合に、行うようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 9 】

【図 1】めっき成膜装置の概略構成図。

【図 2】めっき成膜処理のフローチャート。

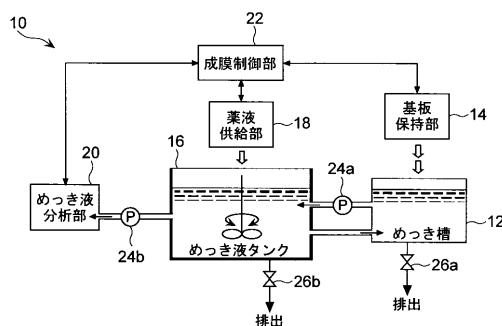
【図 3】有機副生成物量に代替するめっき液使用時間とボトムアップ量との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

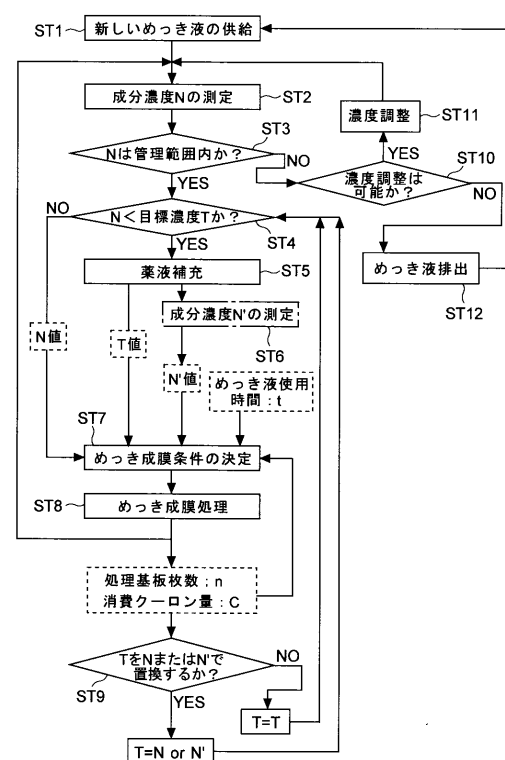
【 0 0 5 0 】

1 0 ... めっき成膜装置、1 2 ... めっき槽、1 4 ... 基板保持部、1 6 ... めっき液タンク、1 8 ... 薬液供給部、2 0 ... めっき液分析部、2 2 ... 成膜制御部、2 4 a・2 4 b ... ポンプ、2 6 a・2 6 b ... バルブ。

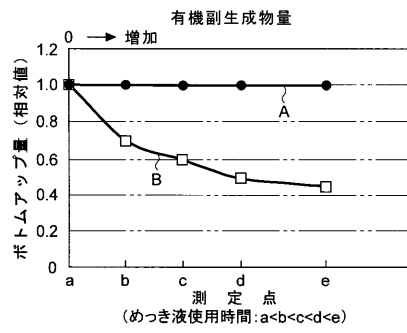
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

審査官 國方 康伸

- (56)参考文献 特開平05 - 263299 (JP, A)
特開2001 - 073200 (JP, A)
特開2004 - 269953 (JP, A)
特開2006 - 291289 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 5 D	5 / 0 0	-	9 / 1 2
C 2 5 D	1 3 / 0 0	-	2 1 / 2 2
H 0 1 L	2 1 / 2 8		
H 0 1 L	2 1 / 2 8 8		