

(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2004-356117

(P2004-356117A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/3205

H01L 21/306

F I

H01L 21/88

H01L 21/88

H01L 21/306

テーマコード(参考)

5F033

5F043

K

M

F

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願2003-148326(P2003-148326)

(22) 出願日

平成15年5月26日(2003.5.26)

(71) 出願人

000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11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

三島 浩二

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会

社荏原製作所内

最終頁に続く

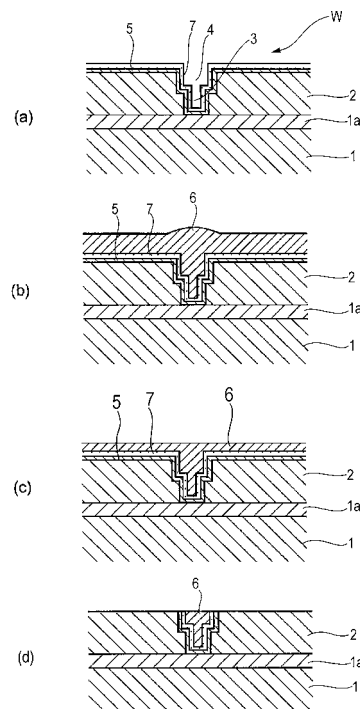
(54) 【発明の名称】 基板処理方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】たとえ層間絶縁膜として機械的強度が脆弱な材料を用いた場合であっても、微細配線の多層配線構造を有する半導体装置等をより高い歩留りで製造できるようにする。

【解決手段】表面に配線用の微細凹部3, 4を形成した基板Wを用意し、基板Wの表面にめっきにより金属膜6を成膜して該金属膜6を微細凹部3, 4内に埋込み、基板の非有効領域に形成された金属膜6、及び基板の有効領域に形成された余剰の金属膜6を除去し、この金属膜除去後の基板Wの表面を化学機械的研磨により平坦化する。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面に配線用の微細凹部を形成した基板を用意し、
基板の表面にめっきにより金属膜を成膜して該金属膜を前記微細凹部内に埋込み、
基板の非有効領域に形成された金属膜、及び基板の有効領域に形成された余剰の金属膜を除去し、
この金属膜除去後の基板表面を化学機械的研磨により平坦化することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 2】

表面に配線用の微細凹部を形成した基板を用意し、
基板の表面にめっきにより金属膜を成膜して該金属膜を前記微細凹部内に埋込み、
基板の非有効領域に成膜された金属膜、及び基板の有効領域に成膜された余剰の金属膜を除去し、
金属膜を除去した後の基板を洗浄し、
洗浄後の基板に金属膜の金属結晶を安定化させる結晶安定化処理を施し、
この結晶安定化処理後の基板表面を化学機械的研磨により平坦化することを特徴とする基板処理方法。

10

【請求項 3】

前記基板の有効領域に形成された余剰の金属膜の除去が該余剰の金属膜の一部を除去する部分除去であり、残存する金属膜の膜厚を測定して該金属膜の除去量を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の基板処理方法。

20

【請求項 4】

前記金属膜は、銅、銅合金、銀または銀合金からなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 5】

前記基板の有効領域に形成された余剰の金属膜の除去を、化学エッチング、電解エッチングまたは電解複合研磨で行う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。

【請求項 6】

前記基板の有効領域に形成された余剰の金属膜の除去を、化学機械的研磨で行う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。

30

【請求項 7】

配線用の微細凹部を形成した基板の表面に金属膜を成膜して該金属膜を前記微細凹部内に埋込むめっきユニットと、
基板の有効領域に成膜された余剰な金属膜の一部を除去する部分除去ユニットと、
ユニット間で基板を搬送する搬送装置を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 8】

前記部分除去ユニットは、化学エッチングユニット、電解エッチングユニットまたは電解複合研磨ユニットであることを特徴とする請求項 7 記載の基板処理装置。

【請求項 9】

前記部分除去ユニットは、化学機械的研磨ユニットであることを特徴とする請求項 7 記載の基板処理装置。

40

【請求項 10】

基板の非有効領域に形成された金属膜を除去する除去ユニットを更に有することを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 11】

前記部分除去ユニットで余剰な金属膜の一部を除去した後に基板に残った金属膜の金属結晶を安定化させる結晶安定化ユニットを更に有することを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 12】

50

基板を洗浄する洗浄ユニットを更に有することを特徴とする請求項 7 乃至 11 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 13】

前記部分除去ユニットで余剰な金属膜の一部を除去した基板に残った余剰な金属膜を除去するとともに、基板表面を平坦化させる化学機械的研磨ユニットを更に有することを特徴とする請求項 7 乃至 12 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 14】

前記部分除去ユニットで余剰な金属膜の一部を除去した後に基板に残った金属膜の膜厚を測定し、測定結果を基に前記部分除去ユニットを制御する膜厚測定部を有することを特徴とする請求項 7 乃至 13 のいずれかに記載の基板処理装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板処理方法及びその装置に関し、例えば L S I、ディスプレイ、磁気ヘッド及びそれらのチップ実装分野において、配線用の微細凹部（配線パターン）が形成された基板の表面に、銅等の金属膜（配線材料）をめっきにより成膜し、余剰となった金属膜を除去して、サブミクロンからミクロンサイズの金属配線を形成するのに使用される基板処理方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

近年、半導体基板上に電気配線を形成するための配線材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。銅はアルミニウムのような異方性エッチングによる配線形状の形成が一般に困難であるため、この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹部の内部に銅を埋込む、いわゆる銅ダマシン技術によって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、CVD、スパッタリング及びめっきといった手法があるが、いずれにしても、基板のほぼ全表面に銅を成膜し、化学機械的研磨（CMP）により不要の銅を除去するようにしている。

【0003】

図 1 は、この種の銅配線基板 W の製造例を工程順に示し、図 2 は、そのフローチャートを示す。先ず、図 1 (a) に示すように、半導体素子を形成した半導体基材 1 上の導電層 1 a の上に SiO₂ からなる酸化膜や Low-k 材膜等からなる絶縁膜（層間絶縁膜）2 を堆積し、リソグラフィ・エッチング技術により微孔（ビアホール）3 や配線溝（トレンチ）4 等の配線用の微細凹部を形成し、その上に TaN 等からなるバリア層 5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層 7 を形成した基板 W を用意する。

30

【0004】

そして、図 1 (b) に示すように、基板 W の表面に銅めっきを施すことで、半導体基材 1 の微孔 3 及び配線溝 4 内に銅を充填するとともに、絶縁膜 2 上に銅膜 6 を堆積する（ステップ 1）。この状態では、基板 W の素子形成領域以外の非有効領域であるエッジ（ベベル）部を含む全表面に銅膜 6 が堆積され、また基板の裏面側に不可避免的に銅が成膜されることがある。そこで、このエッジ（ベベル）部等の基板の非有効領域に堆積した銅膜をエッチング等で除去して洗浄し、必要に応じて、基板の裏面も洗浄する（ステップ 2）。そして、必要に応じて、基板 W にアニール（加熱）処理や赤外線照射を行い、銅膜 6 の金属結晶を成長させて安定化させる（ステップ 3）。

40

【0005】

次に、化学機械的研磨（CMP）により、絶縁膜 2 上の余剰な銅膜 6 及びバリア層 5 を除去して、微孔 3 及び配線溝 4 に充填させた銅膜 6 の表面と絶縁膜 2 の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図 1 (c) に示すように銅膜 6 からなる配線を形成する（ステップ 4）。そして、この銅膜 6 からなる配線を形成した基板の表面及び裏面を、例えばケミカル及びスクラブなどの化学物理併用手段により洗浄し、純水によってリンス（洗浄）し

50

た後、スピン乾燥させ（ステップ5）、しかる後、乾燥後の基板を次工程に搬送する。前述の結晶安定化処理は、不活性ガス雰囲気中で基板を強制的に加熱することによって一般に行われるが、図3に示すように、基板を室温に放置して自然アニール（ステップ3）することが有効な場合もある。

【0006】

図4は、前述のめっきを行うめっきユニットと、前述の非有効領域の金属膜（銅膜）除去及び洗浄を行う、例えばベベルエッチ・裏面洗浄ユニットからなる除去ユニットを備えた従来の一般的なめっき装置の概要を示す。このめっき装置10は、例えば図1（a）に示す、シード層7を形成した基板Wを内部に収容した搬送ボックス12を着脱自在な矩形形状の装置フレーム14を備えている。そして、この装置フレーム14の内部には、置台16と、4台のめっきユニット18と、2台のベベルエッチ・裏面洗浄ユニット（除去ユニット）20と、搬送装置としての2台の搬送ロボット22、24が配置されている。

10

【0007】

これによって、例えばシード層7を形成した基板は、搬送ボックス12から搬送ロボット22により一枚ずつ装置フレーム14内に搬入され、めっきユニット18に搬送されてめっきされる。次に、めっき後の基板は、ベベルエッチ・裏面洗浄ユニット20に搬送されて、基板の非有効領域に堆積した銅膜等のエッチング除去及び洗浄、更には、必要に応じて基板の裏面洗浄が行われて乾燥され、しかる後、搬送ロボット22によって、搬送ボックス12内の元の位置に戻される。

【0008】

図5は、前述のアニール（熱処理）によって、金属膜の結晶安定化処理を行うアニールユニット（結晶安定化ユニット）を備えたアニール装置（結晶安定化装置）の従来の一般的な構成を示す。このアニール装置26は、例えば図1（b）に示す、前述のめっき装置10で銅膜6を堆積させた基板を収容した搬送ボックス12を着脱自在な矩形形状の装置フレーム28を備えている。そして、この装置フレーム28の内部には、2台のアニールユニット30と、搬送装置としての1台の搬送ロボット32が配置されている。

20

【0009】

これによって、例えばめっき後の基板は、搬送ボックス12から搬送ロボット32により一枚ずつ装置フレーム28内に搬入され、アニールユニット30に搬送されてアニールされる。そして、このアニール後の基板は、搬送ロボット32によって、搬送ボックス12内の元の位置に戻される。

30

【0010】

図6は、前述の化学機械的研磨（CMP）を行うCMPユニットを備えたCMP装置の従来の一般的な構成を示す。このCMP装置34は、例えば前述のアニール装置26でアニールされた基板を内部に収容した搬送ボックス12を着脱自在な矩形形状の装置フレーム36を備えている。そして、この装置フレーム36の内部には、トップリング38、ターンテーブル（研磨テーブル）40、ドレッサ42及びローダ44を備え、トップリング38で保持した基板を、ターンテーブル40の上面の研磨面に押圧しつつ、基板とターンテーブル40とを相対移動させることで、基板を研磨する2台のCMPユニット46が配置されている。更に、2台の置台48と、スクラブ洗浄を行う2台のスクラブ洗浄ユニット50と、純水によるリンス（洗浄）とスピン乾燥を行う2台の洗浄・乾燥ユニット52と、搬送装置としての3台の搬送ロボット54、56、58が配置されている。

40

【0011】

これによって、アニール後の基板は、搬送ボックス12から搬送ロボット54により一枚ずつ装置フレーム36内に搬入され、CMPユニット46に搬送されて化学機械的研磨（CMP）される。次に、CMP後の基板は、スクラブ洗浄ユニット50に搬送されてスクラブ洗浄され、更に洗浄・乾燥ユニット52に搬送されて純水によるリンス及びスピン乾燥され、しかる後、搬送ロボット54によって、搬送ボックス12内の元の位置に戻される。

【0012】

50

なお、前述のめっき装置10とアニール装置26とを一体化した複合装置60として、図7に示すように、前述のめっき装置10の側部にアニールユニット30を、通路62を介して互いに連通させて付設して、めっき及びベベルエッチ・裏面洗浄後に、アニールを連続して行うようにしたのも知られている。

【0013】

【本発明が解決しようとする課題】

例えば、LSIに金属配線を形成する場合、従来、前述のめっき装置10やアニール装置26、CMP装置34等を連結して対応してきたが、金属配線の配線サイズの微細化が進行し、また新たな層間絶縁膜材料が出現するに従って、予期されなかった多くの技術課題が生じている。これは、層間絶縁膜材料として、既存のSiO₂、SiOF、SiOC、SiLKなどを使用した場合には表面化しなかった新たな技術課題である。以下、その技術課題について説明する。

10

【0014】

次世代の有望な層間絶縁材料として、より比誘電率kを下げる可以降低ポラス系材料(ポラスLow-k材料)が注目を集めている。これらは、内部にポラス構造を有することから、従来層間絶縁材料よりも機械的強度が一般に脆弱である。その結果、化学機械的研磨(CMP)の過程で、層間絶縁膜や銅配線が剥離欠損し、配線断線やショートを発生する事態が生じることがある。これらの根底には、層間絶縁膜自体の機械的強度不足、異種材料との界面での密着性不良、異種材料間、例えばポラスLow-k材料と金属の間での熱変化に伴う膨張収縮差による界面剥れなどの多くの要因が関与していると考えられている。

20

【0015】

これらを解決するか、あるいはこれらのリスクを最小化するためには、Low-k材料の強度を上昇させることが最も望まれるが、その他には、化学機械的研磨工程における基板へのストレス緩和(例えば低荷重研磨)、金属結晶の安定化工程における材料間での膨張収縮率差の低減、めっき工程における成膜厚みの最小化、めっき後の段差低減などの技術的改善が試みられている。しかし、それぞれが解決困難な課題を有しており、全て課題を解決するにはまだまだ時間を必要とすると考えられている。

【0016】

本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、例え層間絶縁膜として機械的強度が脆弱な材料を用いた場合であっても、微細配線の多層配線構造を有する半導体装置等をより高い歩留りで製造できるようにした基板処理方法及びその方法を提供することを目的とする。

30

【0017】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、表面に配線用の微細凹部を形成した基板を用意し、基板の表面にめっきにより金属膜を成膜して該金属膜を前記微細凹部内に埋込み、基板の非有効領域に形成された金属膜、及び基板の有効領域に形成された余剰の金属膜を除去し、この金属膜除去後の基板表面を化学機械的研磨により平坦化することを特徴とする基板処理方法である。

【0018】

このように、基板に最もダメージが加わる化学機械的研磨に先立って、基板の有効領域に過剰に成膜した金属膜を薄くすることで、膨張収縮差に起因する配線へのストレスを減少させ、しかも研磨時間自体を最少にして、例え層間絶縁膜材料として機械的強度の弱い材料を使用した場合であっても、層間絶縁膜や銅配線が剥離欠損してしまうことを防止することができる。

40

【0019】

請求項2に記載の発明は、表面に配線用の微細凹部を形成した基板を用意し、基板の表面にめっきにより金属膜を成膜して該金属膜を前記微細凹部内に埋込み、基板の非有効領域に成膜された金属膜、及び基板の有効領域に成膜された余剰の金属膜を除去し、金属膜を除去した後の基板を洗浄し、洗浄後の基板に金属膜の金属結晶を安定化させる結晶安定化

50

処理を施し、この結晶安定化処理後の基板表面を化学機械的研磨により平坦化することを特徴とする基板処理方法である。

【0020】

このように、例えばアニール等によって金属膜の金属結晶を安定化させる場合にあっては、基板に最もダメージが加わるアニール（結晶安定化処理）工程に先立って、基板に有効領域に過剰に成膜した金属膜を薄くすることで、膨張収縮差に起因する配線へのストレスを減少させ、しかも金属結晶安定化に要する時間を最少にすることができる。

【0021】

請求項3に記載の発明は、前記基板の有効領域に形成された余剰の金属膜の除去が該余剰の金属膜の一部を除去する部分除去であり、残存する金属膜の膜厚を測定して該金属膜の除去量を制御することを特徴とする請求項1または2記載の基板処理方法である。

10

これにより、金属膜の除去工程の過程で基板の有効領域に残存する金属膜の膜厚を測定し、フィードバックすることで、除去する金属膜の量を *in-situ* で制御することができる。

【0022】

請求項4に記載の発明は、前記金属膜は、銅、銅合金、銀または銀合金であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の基板処理方法である。

本発明は、主にLSI分野で使用されると考えられ、その場合は、微細配線の配線材料としては、主に銅、銅合金、銀または銀合金が使用される。しかし、これに限定されないことは勿論である。

20

【0023】

請求項5に記載の発明は、前記基板の有効領域に形成された余剰の金属膜の除去を、化学エッチング、電解エッチングまたは電解複合研磨で行う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。

【0024】

化学エッチングで用いる薬液として、酸化剤としては、例えば過酸化水素、オゾン等が一般に使用され、また、金属除去剤としては、硫酸、塩酸、ふっ酸、その他のキレート剤等が一般に使用される。なお、紫外線で金属膜の表面を酸化するようにしてもよい。電解エッチングは、基板に成膜した金属膜を陽極として、電解液中に別途配置したアノードに対向させて電解液中に浸漬させて配置し、金属膜を酸化、イオン化して除去する方法である。

30

電解複合研磨とは、金属膜表面を酸化及びキレート化（錯体化）させることにより金属膜表面を脆弱化し、接触部材との機械的接触により脆弱化した金属膜をスクラブ除去する研磨法である。

キレート化させるために、電解液にキレート剤を添加する。電解液としては、硫酸銅、硫酸アンモニウムなどの電解質を含む電解液が例示できる。電解液に砥粒またはスラリーを加えて機械的研磨作用を増やしてもよい。

【0025】

請求項6に記載の発明は、前記基板の有効領域に形成された余剰の金属膜の除去を、化学機械的研磨で行う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。

40

請求項7に記載の発明は、配線用の微細凹部を形成した基板の表面に金属膜を成膜して該金属膜を前記微細凹部内に埋込むめっきユニットと、基板の有効領域に成膜された余剰な金属膜の一部を除去する部分除去ユニットと、ユニット間で基板を搬送する搬送装置を有することを特徴とする基板処理装置である。

【0026】

請求項8に記載の発明は、前記部分除去ユニットは、化学エッチングユニット、電解エッチングユニットまたは電解複合研磨ユニットであることを特徴とする請求項7記載の基板処理装置である。

請求項9に記載の発明は、前記部分除去ユニットは、化学機械的研磨ユニットであることを特徴とする請求項7記載の基板処理装置である。

50

【0027】

請求項10に記載の発明は、基板の非有効領域に形成された金属膜を除去する除去ユニットを更に有することを特徴とする請求項7乃至9のいずれかに記載の基板処理装置である。

請求項11に記載の発明は、前記部分除去ユニットで余剰な金属膜の一部を除去した後に基板に残った金属膜の金属結晶を安定化させる結晶安定化ユニットを更に有することを特徴とする請求項7乃至10のいずれかに記載の基板処理装置である。

【0028】

請求項12に記載の発明は、基板を洗浄する洗浄ユニットを更に有することを特徴とする請求項7乃至11のいずれかに記載の基板処理装置である。

請求項13に記載の発明は、前記部分除去ユニットで余剰な金属膜の一部を除去した基板に残った余剰な金属膜を除去するとともに、基板表面を平坦化させる化学機械的研磨ユニットを更に有することを特徴とする請求項7乃至12のいずれかに記載の基板処理装置である。

【0029】

請求項14に記載の発明は、前記部分除去ユニットで余剰な金属膜の一部を除去した後に基板に残った金属膜の膜厚を測定し、測定結果を基に前記部分除去ユニットを制御する膜厚測定部を有することを特徴とする請求項7乃至13のいずれかに記載の基板処理装置である。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、以下の例では、図1及び図2に示す場合と同様に、基板の表面に銅配線を形成する例について説明する。

【0031】

図8は、本発明の実施の形態における基板処理方法によって銅配線を形成する例を工程順に示し、図9は、その基板処理方法のフローチャート(第1の方法)を示す。この方法にあつては、先ず、図8(a)に示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上にSiO₂からなる酸化膜やLow-k材膜等からなる絶縁膜(層間絶縁膜)2を堆積し、リソグラフィ・エッチング技術により微孔(ビアホール)3や配線溝(トレンチ)4等の配線用の微細凹部を形成し、その上にTa_n等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層7を形成した基板Wを用意する。

【0032】

そして、図8(b)に示すように、基板Wの表面に銅めっきを施すことで、半導体基材1の微孔3及び配線溝4内に銅を充填するとともに、絶縁膜2上に銅膜6を堆積する(ステップ1)。この状態では、基板Wの素子形成領域以外の非有効領域であるエッジ(ベベル)部を含む全表面に銅膜6が堆積され、また基板Wの裏面側に不可避免的に銅が成膜されることがある。そこで、このエッジ(ベベル)部等の基板の非有効領域に堆積した銅膜をエッチング等で除去して洗浄し、必要に応じて、基板の裏面も洗浄する(ステップ2)。

【0033】

次に、素子形成領域等の基板Wの有効領域に堆積した余剰な銅膜6の一部(表面)を、例えば化学エッチングまたは電解エッチング等で除去し、これによって、図8(c)に示すように、銅膜6の膜厚が所定の値になるまで薄膜化し、洗浄する(ステップ3)。この時、残存する銅膜6の膜厚を測定し、フィードバックすることで、除去する銅膜6の量を*in-situ*で制御することができる。そして、必要に応じて、基板Wにアニール(加熱)処理や赤外線照射を行い、銅膜6の金属結晶を成長させて安定化させる(ステップ4)。

【0034】

次に、化学機械的研磨(CMP)により、基板Wの有効領域に位置する絶縁膜2上に残った所定の膜厚の余剰な銅膜6及びバリア層5を除去して、微孔3及び配線溝4に充填させた銅膜6の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図8(d)に示

10

20

30

40

50

すように銅膜 6 からなる配線を形成する(ステップ 5)。そして、この銅膜 6 からなる配線を形成した基板の表面及び裏面を、例えばケミカル及びスクラブなどの化学物理併用手段により洗浄し、純水によってリンス(洗浄)した後、スピン乾燥させ(ステップ 6)、しかる後、乾燥後の基板を次工程に搬送する。

【0035】

なお、図 10 に示すように、素子形成領域等の基板 W の有効領域に堆積した余分な銅膜 6 の一部(表面)を、先に除去して洗浄し(ステップ 2)、しかる後、基板 W のエッジ(ベベル)部等の非有効領域に堆積した銅膜 6 をエッチング等で除去して洗浄し、必要に応じて、基板の裏面も洗浄する(ステップ 3)ようにしてもよい。

【0036】

このように、基板に最もダメージが加わる CMP 工程や、必要に応じて行われるアニール等の金属結晶安定化工程に先立って、基板 W の有効領域に過剰に成膜した銅膜(金属膜) 6 を薄くすることで、膨張収縮差に起因する配線 6 へのストレスを減少させ、しかも CMP 時間やアニール時間自体を最少にして、例え絶縁膜 2 の材料として機械的強度の弱い Low-k 材料を使用する場合であっても、絶縁膜 2 や銅配線 6 が剥離欠損してしまうことを防止することができる。

【0037】

本発明で使用される金属配線材料は、一般に銅、銅合金、銀または銀合金であるが、必ずしもこれらに限定されるものではないことは勿論である。更に、本発明は、層間絶縁膜材料として、ポラス Low-k 材料などの機械的強度が低いものを使用した場合に特に有効である。

【0038】

図 11 は、上記第 1 の方法を実施するのに適した、本発明の実施の形態における基板処理装置を示す。この基板処理装置は、めっき装置 100 と、前述の図 5 及び図 6 に示すアニール装置 26 及び CMP 装置 34 を直列に繋げて構成されている。この例では、めっき装置 100 として、図 4 に示すめっき装置 10 における一方のベベルエッチ・裏面洗浄ユニット 20 の代わりに、膜厚を測定する膜厚測定部 102 を備えた、例えば化学エッチングユニットまたは電解エッチングユニットからなる部分除去ユニット 104 を設置したものを使用している。そして、この部分除去ユニット 104 で、前述の基板 W の有効領域に堆積した余分な銅膜 6 の一部(表面)を除去して洗浄する工程(ステップ 3)を行い、この銅膜 6 の除去中に残存する銅膜 6 の膜厚を膜厚測定部 102 の測定器で測定し、フィードバックして部分除去ユニット 104 を制御するようにしている。

【0039】

ここで、化学エッチングで用いる薬液として、酸化剤としては、例えば過酸化水素、オゾン等が一般に使用され、また、金属除去剤としては、硫酸、塩酸、ふっ酸、その他のキレート剤等が一般に使用される。なお、紫外線で銅膜 6 等の金属膜の表面を酸化するようによい。電解エッチングは、基板 W の表面に成膜した銅膜 6 を陽極として、電解液中に別途配置したアノードに対向させて電解液中に浸漬させて配置し、銅膜 6 を酸化、イオン化して除去する方法である。膜厚測定部 102 の測定器としては、例えば蛍光 X 線、渦電流計、画像解析、表面反射率などを利用したものが使用される。

【0040】

図 12 は、上記第 1 の方法を実施するのに適した、本発明の他の実施の形態における基板処理装置を示す。この基板処理装置は、めっき装置とアニール装置とを一体化した複合装置 110 と、前述の図 6 に示す CMP 装置 34 を直列に繋げて構成されている。この例では、複合装置 110 として、図 7 に示す複合装置 60 における一方のベベルエッチ・裏面洗浄ユニット 20 の代わりに、図 11 に示すものと同様の構成の、膜厚を測定する膜厚測定部 102 を備えた、例えば化学エッチングユニットまたは電解エッチングユニットからなる部分除去ユニット 104 を設置したものを使用している。

【0041】

図 13 は、上記第 1 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における

10

20

30

40

50

基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図 4 に示すめっき装置 10 と、アニール装置 120 と、前述の図 6 に示す C M P 装置 34 を直列に繋げて構成されている。この例では、アニール装置 120 として、図 5 に示すアニール装置 26 とほぼ同様な構成で、内部に、図 11 に示すものと同様な構成の、膜厚を測定する膜厚測定部 102 を備えた、例えば化学エッチングユニットまたは電解エッチングユニットからなる部分除去ユニット 104 と、アニールユニット 30 と部分除去ユニット 104 との間に洗浄ユニット 122 を配置したものを使用している。

【0042】

図 14 は、上記第 1 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図 4 に示すめっき装置 10 と、C M P 装置 130 を直列に繋げて構成されている。この例では、C M P 装置 130 として、図 6 に示す C M P 装置 34 とほぼ同様な構成で、内部に、アニールユニット 30 と、図 11 に示すものと同様な構成の、膜厚を測定する膜厚測定部 102 を備えた、例えば化学エッチングユニットまたは電解エッチングユニットからなる部分除去ユニット 104 とを更に設置し、1 台の置台 132 と 2 台の搬送装置としての搬送ロボット 134, 136 を備えたものを使用している。

10

【0043】

図 15 は、上記第 1 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理設備は、単一の装置フレーム内に複数の処理ユニットを配置して、図 9 及び図 10 のフローチャートに示す一連の配線形成処理を単一の装置ユ

20

【0044】

すなわち、この基板処理装置には、例えば図 8 (a) に示す、シード層 7 を形成した基板 W を内部に収容した搬送ボックス 12 を着脱自在な矩形形状の装置フレーム 140 を備えている。そして、この装置フレーム 140 の内部には、置台 142、1 台のめっきユニット 18、1 台のベベルエッチ・裏面洗浄ユニット (非有効領域エッチングユニット) 20、膜厚測定部 102 を備えた 2 台の部分除去ユニット (有効領域部分エッチングユニット) 104、2 台のアニールユニット (結晶安定化ユニット) 30、2 台の C M P ユニット 46、1 台のスクラブ洗浄ユニット 50、1 台の洗浄・乾燥ユニット 52 及び 2 台の搬送ロボット 144, 146 が配置されている。

30

【0045】

これによって、シード層が形成した基板は、搬送ボックス 12 から搬送ロボット 144 により一枚ずつ装置フレーム 140 内に搬入され、めっきユニット 18 によるめっき処理、ベベルエッチ・裏面洗浄ユニット 20 による基板の非有効領域に堆積した銅膜等のエッチング除去及び洗浄処理、部分除去ユニット 104 による基板の有効領域に堆積した銅膜等の部分エッチング除去及び洗浄処理、アニールユニット 30 による金属結晶安定化処理及び C M P ユニット 46 による C M P 処理が順次行われる。そして、スクラブ洗浄ユニット 50 によってスクラブ洗浄され、洗浄・乾燥ユニット 52 によって純水でリンス (洗浄) され、スピン乾燥された後、搬送ロボット 144 により、搬送ボックス 12 内の元の位置に戻される。

40

【0046】

図 16 は、本発明の他の実施の形態における基板処理方法のフローチャート (第 2 の方法) を示す。この例にあっては、前述と同様に、図 8 (a) に示す、シード層 7 を形成した基板 W を用意し、図 8 (b) に示すように、基板 W の表面に銅めっきを施すことで、微孔 3 及び配線溝 4 内に銅を充填するとともに、絶縁膜 2 上に銅膜 6 を堆積する (ステップ 1)。そして、基板 W のエッジ (ベベル) 部等の基板の非有効領域に堆積した銅膜をエッチング等で除去して洗浄し、必要に応じて、基板の裏面も洗浄する (ステップ 2)。

【0047】

次に、素子形成領域等の基板 W の有効領域に堆積した余分な銅膜 6 の一部 (表面) を電解複合研磨で除去し、これによって、図 8 (c) に示すように、銅膜 6 の膜厚が所定の値に

50

なるまで薄膜化し、洗浄する（ステップ3）。この時、残存する銅膜6の膜厚を測定し、フィードバックすることで、除去する銅膜6の量を *in-situ* で制御することができることは前述と同様である。そして、必要に応じて、基板Wにアニール（加熱）処理や赤外線照射を行い、銅膜6の金属結晶を成長させて安定化させる（ステップ4）。

【0048】

次に、化学機械的研磨（CMP）により、基板Wの有効領域に位置する絶縁膜2上に残った所定の膜厚の余剰な銅膜6及びバリア層5を除去して、微孔3及び配線溝4に充填させた銅膜6の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。

これにより、図8（d）に示すように銅膜6からなる配線を形成する（ステップ5）。そして、この銅膜6からなる配線を形成した基板の表面及び裏面を、例えばケミカル及びスクラブなどの化学物理併用手段により洗浄し、純水によってリンス（洗浄）した後、スピンドル乾燥させ（ステップ6）、しかる後、乾燥後の基板を次工程に搬送する。

10

【0049】

なお、図17に示すように、素子形成領域等の基板Wの有効領域に堆積した余剰な銅膜6の一部（表面）を、先に電解複合研磨で除去して洗浄し（ステップ2）、しかる後、基板Wのエッジ（ベベル）部等の非有効領域に堆積した銅膜6をエッチング等で除去して洗浄し、必要に応じて、基板の裏面も洗浄する（ステップ3）ようにしてもよい。

【0050】

電解複合研磨とは、金属膜表面を酸化及びキレート化（錯体化）させることにより金属膜表面を脆弱化し、接触部材との機械的接触により脆弱化した金属膜をスクラブ除去する研磨法である。キレート化させるために、電解液にキレート剤を添加する。電解液としては、硫酸銅、硫酸アンモニウムなどの電解質を含む電解液が例示できる。電解液に砥粒またはスラリーを加えて機械的研磨作用を増やしてもよい。さらに本発明の電解研磨とは、電極と基板間の少なくとも一箇所にイオン交換体を配置し、イオン交換体を基板に近接または接触させ、電極と基板間の少なくとも一箇所に超純水、純水又はそれらに界面活性剤などを添加した電気伝導度が $500 \mu S / cm$ 以下、好ましくは $50 \mu S / cm$ 以下、更に好ましくは $0.1 \mu S / cm$ 以下の液体もしくは電解液を供給して研磨する方法である。

20

【0051】

図18は、上記第2の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この基板処理装置は、めっき装置200と、前述の図5及び図6に示すアニール装置26及びCMP装置34を直列に繋げて構成されている。この例では、めっき装置200として、図4に示すめっき装置10とほぼ同様な構成で、内部に、トップリング202、ターンテーブル（研磨テーブル）204、ドレッサ206及びローダ208を備え、トップリング202で保持した基板を、ターンテーブル204の上面の研磨面に押圧しつつ、基板とターンテーブル204とを相対移動させることで、基板を電解研磨する電解複合研磨ユニット210と、洗浄・乾燥ユニット212を更に設置したものを使用している。電解複合研磨ユニット210には、前述と同様な構成の膜厚を測定する膜厚測定部102が備えられている。そして、この電解複合研磨ユニット210で、前述の基板Wの有効領域に堆積した余剰な銅膜6の一部（表面）を除去して洗浄する工程（ステップ3）を行い、この銅膜6の除去中に残存する銅膜6の膜厚を膜厚測定部102で測定し、フィードバックして電解複合研磨ユニット210を制御するようにしている。

30

40

【0052】

図19は、上記第2の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図4に示すめっき装置10と、アニール装置220と、前述の図6に示すCMP装置34を直列に繋げて構成されている。この例では、アニール装置220として、図5に示すアニール装置26とほぼ同様な構成で、内部に、図18に示すものと同様な構成の、膜厚を測定する膜厚測定部102を備えた電解複合研磨ユニット210と、2台の洗浄・乾燥ユニット212を更に設置したものを使用している。

【0053】

50

図 20 は、上記第 2 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図 4 に示すめっき装置 10 と、CMP 装置 230 を直列に繋げて構成されている。この例では、CMP 装置 230 として、図 6 に示す CMP 装置 34 とほぼ同様な構成で、この図 6 に示す CMP 装置 34 に備えられている一方の CMP ユニット 46 の代わりに、図 18 に示すものと同様な構成の、膜厚を測定する膜厚測定部 102 を備えた電解複合研磨ユニット 210 を備え、更に内部に 2 台のアニールユニット 30 を設置し、また 1 台の置台 232 と、搬送装置として、3 台の搬送ロボット 234, 236 を備えたものを使用している。

【0054】

図 21 は、上記第 2 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図 4 に示すめっき装置 10 と、CMP 装置 240 を直列に繋げて構成されている。この例では、CMP 装置 240 として、図 20 に示す CMP 装置 230 とほぼ同様な構成で、2 台の CMP ユニット 46 と、搬送装置として 3 台の搬送ロボット 242, 244, 246 を備えたものを使用している。

【0055】

図 22 は、上記第 2 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理設備は、単一の装置フレーム内に複数の処理ユニットを配置して、図 16 及び図 17 のフローチャートに示す一連の配線形成処理を単一の装置ユニット内で連続して行えるようにしたものである。

【0056】

すなわち、この基板処理装置には、例えば図 8 (a) に示す、シード層 7 を形成した基板 W を内部に収容した搬送ボックス 12 を着脱自在な矩形の装置フレーム 250 を備えている。そして、この装置フレーム 250 の内部には、置台 252、2 台のめっきユニット 18、1 台のベベルエッチ・裏面洗浄ユニット (非有効領域エッチングユニット) 20、膜厚測定部 102 を備えた 1 台の電解複合研磨ユニット 210、2 台のアニールユニット (結晶安定化ユニット) 30、1 台の CMP ユニット 46、2 台のスクラブ洗浄ユニット 50、1 台の洗浄・乾燥ユニット 52 及び 2 台の搬送ロボット 254, 256 が配置されている。

【0057】

これによって、シード層が形成した基板は、搬送ボックス 12 から搬送ロボット 254 により一枚ずつ装置フレーム 250 内に搬入され、めっきユニット 18 によるめっき処理、ベベルエッチ・裏面洗浄ユニット 20 による基板の非有効領域に堆積した銅膜等のエッチング除去及び洗浄処理、電解複合研磨ユニット 210 による基板の有効領域に堆積した銅膜等の部分エッチング除去及び洗浄処理、アニールユニット 30 による金属結晶安定化処理及び CMP ユニット 46 による CMP 処理が順次行われる。そして、スクラブ洗浄ユニット 50 によってスクラブ洗浄され、洗浄・乾燥ユニット 52 によって純水でリンス (洗浄) されてスピン乾燥された後、搬送ロボット 254 により、搬送ボックス 12 内の元の位置に戻される。

【0058】

図 23 は、本発明の他の実施の形態における基板処理方法のフローチャート (第 3 の方法) を示す。この例にあつては、前述と同様に、図 8 (a) に示す、シード層 7 を形成した基板 W を用意し、図 8 (b) に示すように、基板 W の表面に銅めっきを施すことで、微孔 3 及び配線溝 4 内に銅を充填するとともに、絶縁膜 2 上に銅膜 6 を堆積する (ステップ 1)。そして、基板 W のエッジ (ベベル) 部等の基板の非有効領域に堆積した銅膜をエッチング等で除去して洗浄し、必要に応じて、基板の裏面も洗浄する (ステップ 2)。

【0059】

次に、素子形成領域等の基板 W の有効領域に堆積した余分な銅膜 6 の一部 (表面) を一次 CMP (第 1 CMP) で部分的に除去し、これによって、図 8 (c) に示すように、銅膜 6 の膜厚が所定の値になるまで薄膜化し (ステップ 3)、洗浄する (ステップ 3)。この時、残存する銅膜 6 の膜厚を測定し、フィードバックすることで、除去する銅膜 6 の量を

10

20

30

40

50

in-situで制御することができることは前述と同様である。そして、必要に応じて、基板Wにアニール（加熱）処理や赤外線照射を行い、銅膜6の金属結晶を成長させて安定化させる（ステップ5）。なお、一次CMPは、いわゆる固定砥粒方式を採用したものであってもよい。また、目的によっては、CMPの代わりに、いわゆる研削によって、金属膜を部分除去するようにしてもよい。

【0060】

次に、二次化学機械的研磨（第2CMP）により、基板Wの有効領域に位置する絶縁膜2上に残った所定の膜厚の余剰な銅膜6及びバリア層5を除去して、微孔3及び配線溝4に充填させた銅膜6の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図8（d）に示すように銅膜6からなる配線を形成する（ステップ6）。そして、この銅膜6からなる配線を形成した基板の表面及び裏面を、例えばケミカル及びスクラブなどの化学物理併用手段により洗浄し、純水によって洗浄した後、スピンドライさせ（ステップ7）、しかる後、乾燥後の基板を次工程に搬送する。

10

【0061】

なお、図24に示すように、二次化学機械的研磨を、例えば銅膜を主に研磨するCMP（第2CMP）を行うステップ6-aと、主にバリア層等を研磨するCMP（第3CMP）を行うステップ6-bの2段に分けて行うようにしてもよい。

【0062】

図25は、上記第3の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この基板処理装置は、めっき装置300と、前述の図5及び図6に示すアニール装置26及びCMP装置34を直列に繋げて構成されている。この例では、めっき装置300として、図4に示すめっき装置10とほぼ同様な構成で、内部に、トップリング302、ターンテーブル（研磨テーブル）304、ドレッサ306及びローダ308を備え、トップリング302で保持した基板を、ターンテーブル306の上面の研磨面に押圧しつつ、基板とターンテーブル306とを相対移動させることでCMPを行う第1CMPユニット310と、洗浄・乾燥ユニット312を更に設置したものを使用している。第1CMPユニット310には、前述と同様な構成の膜厚を測定する膜厚測定部102が備えられている。そして、この第1CMPユニット310で、前述の基板Wの有効領域に堆積した余剰な銅膜6の一部（表面）を除去して洗浄する第1CMP工程（ステップ3）を行い、この銅膜6の除去中に残存する銅膜6の膜厚を膜厚測定部102で測定し、フィードバックして第1CMPユニット310を制御するようにしている。

20

30

【0063】

図26は、上記第3の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図4に示すめっき装置10と、アニール装置320と、前述の図6に示すCMP装置34を直列に繋げて構成されている。この例では、アニール装置320として、図5に示すアニール装置26とほぼ同様な構成で、図18に示すものと同様な構成の、膜厚を測定する膜厚測定部102を備えた第1CMPユニット310と、2台の洗浄・乾燥ユニット312を内部に更に設置したものを使用している。

【0064】

図27は、上記第3の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図4に示すめっき装置10と、CMP装置330を直列に繋げて構成されている。この例では、CMP装置330として、内部に、図6に示すCMP装置34とほぼ同様な構成で、図6に示すCMP装置34に備えられている一方のCMPユニット46の代わりに、図26に示すものと同様な構成の、膜厚を測定する膜厚測定部102を備えた第1CMPユニット310を備え、更に2台のアニールユニット30を設置し、また1台の置台332と2台の搬送口ポット334、336を備えたものを使用している。

40

【0065】

そして、残ったCMPユニット46で、基板Wの有効領域に位置する絶縁膜2上に残った

50

所定の膜厚の余剰な銅膜 6 及びバリア層 5 を除去して、微孔 3 及び配線溝 4 に充填させた銅膜 6 の表面と絶縁膜 2 の表面とをほぼ同一平面にする二次 C M P (第 2 C M P) を行うようにしている。

【 0 0 6 6 】

図 2 8 は、上記第 3 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理装置は、前述の図 4 に示すめっき装置 1 0 と、C M P 装置 3 4 0 を直列に繋げて構成されている。この例では、C M P 装置 3 4 0 として、図 2 0 に示す C M P 装置 3 3 0 とほぼ同様な構成で、二次 C M P を、例えば銅膜を主に研磨する C M P (第 2 C M P) を行うステップと、主にバリア層等を研磨する C M P (第 3 C M P) を行うステップの 2 段に分けてそれぞれ別の C M P ユニットで分けて行えるように、2 台の C M P ユニット 4 6 を備え、更に 3 台の搬送ロボット 3 4 2 , 3 4 4 , 3 4 を備えたものを使用している。

10

【 0 0 6 7 】

図 2 9 は、上記第 3 の方法を実施するのに適した、本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置を示す。この電解処理設備は、単一の装置フレーム内に複数の処理ユニットを配置して、図 2 3 及び図 2 4 のフローチャートに示す一連の配線形成処理を単一の装置ユニット内で連続して行えるようにしたものである。

【 0 0 6 8 】

すなわち、この基板処理装置には、例えば図 8 (a) に示す、シード層 7 を形成した基板 W を内部に収容した搬送ボックス 1 2 を着脱自在な矩形形状の装置フレーム 3 5 0 を備えている。そして、この装置フレーム 3 5 0 の内部には、2 台のめっきユニット 1 8 、1 台のベベルエッチ・裏面洗浄ユニット (非有効領域エッチングユニット) 2 0 、膜厚測定部 1 0 2 を備え一次 C M P (第 1 C M P) を行う 1 台の第 1 C M P ユニット 3 1 0 、1 台のアニールユニット (結晶安定化ユニット) 2 6 、二次 C M P (第 2 C M P 、または第 2 C M P と第 3 C M P) を行う 2 台の C M P ユニット 4 6 、2 台のスクラブ洗浄ユニット 5 0 、1 台の洗浄・乾燥ユニット 5 2 及び 3 台の搬送ロボット 3 5 2 , 3 5 4 , 3 5 6 が配置されている。

20

【 0 0 6 9 】

これによって、シード層が形成した基板が、搬送ボックス 1 2 から搬送ロボット 3 5 2 により一枚ずつ装置フレーム 3 5 0 内に搬入され、めっきユニット 1 8 によるめっき処理、ベベルエッチ・裏面洗浄ユニット 2 0 による基板の非有効領域に堆積した銅膜等のエッチング除去及び洗浄処理、第 1 C M P ユニット 3 1 0 による一次 C M P 処理、アニールユニット 3 0 による金属結晶安定化処理及び C M P ユニット 4 6 による二次 C M P 処理が順次行われる。そして、スクラブ洗浄ユニット 5 0 によってスクラブ洗浄され、洗浄・乾燥ユニット 5 2 によって純水でリンスされてスピン乾燥された後、搬送ロボット 3 5 2 により、搬送ボックス 1 2 内の元の位置に戻される。

30

【 0 0 7 0 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、基板に最もダメージが加わる化学機械的研磨工程に先立って、基板に過剰に成膜した金属膜を薄くすることで、例えば層間絶縁膜材料として機械的強度の弱い材料を使用する場合であっても、層間絶縁膜や銅配線が剥離欠損してしまふことを防止して、微細配線の多層配線構造を有する半導体装置等をより高い歩留りで製造することができる。しかも、既存のめっき装置、化学機械的研磨装置を有効に活用して、次世代新材料を用いた量産工場をスムーズに稼働できるようにすることができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 従来の銅配線形成例を工程順に示す図である。

【 図 2 】 図 1 に示す銅配線を形成する方法を示すフローチャートである。

【 図 3 】 図 1 に示す銅配線を形成する他の方法を示すフローチャートである。

【 図 4 】 従来のめっき装置を示す平面配置図である。

【 図 5 】 従来のアニール装置を示す平面配置図である。

50

【図 6】従来のCMP装置を示す平面配置図である。

【図 7】従来のめっき装置にアニール装置を一体化した複合装置を示す平面配置図である。

【図 8】本発明の実施の形態における基板処理方法によって銅配線を形成する例を工程順に示す図である。

【図 9】本発明の実施の形態における基板処理方法（第 1 の方法）を示すフローチャートである。

【図 10】図 9 の変形例を示すフローチャートである。

【図 11】第 1 の方法を実施するのに適した本発明の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

10

【図 12】第 1 の方法を実施するのに適した本発明の他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 13】第 1 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 14】第 1 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 15】第 1 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 16】本発明の実施の形態における他の基板処理方法（第 2 の方法）を示すフローチャートである。

20

【図 17】図 16 の変形例を示すフローチャートである。

【図 18】第 2 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 19】第 2 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 20】第 2 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 21】第 2 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 22】第 2 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

30

【図 23】本発明の実施の形態における他の基板処理方法（第 3 の方法）を示すフローチャートである。

【図 24】図 23 の変形例を示すフローチャートである。

【図 25】第 3 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 26】第 3 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 27】第 3 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

40

【図 28】第 3 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図 29】第 3 の方法を実施するのに適した本発明の更に他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【符号の説明】

2 絶縁膜

3 微孔

4 配線溝

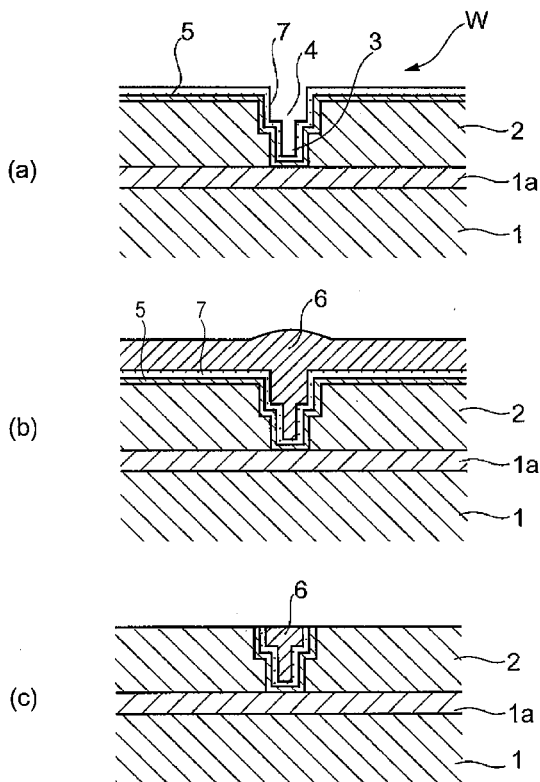
6 銅膜（金属膜）

10, 100, 200, 300 めっき装置

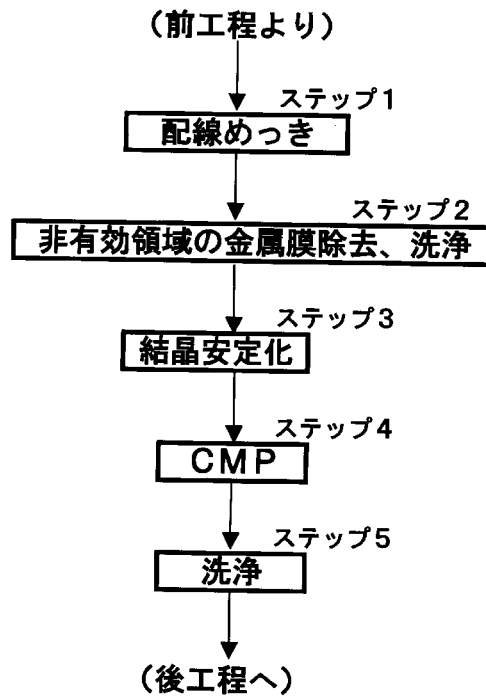
50

- 1 2 搬送ボックス
- 1 8 めっきユニット
- 2 0 ベベルエッチ・裏面洗浄ユニット
- 2 6 , 1 2 0 , 2 2 0 , 3 2 0 アニール装置
- 3 0 アニールユニット
- 3 4 , 1 3 0 , 2 3 0 , 2 4 0 , 3 3 0 , 3 4 0 C M P 装置
- 4 6 C M P ユニット
- 5 0 スクラブ洗浄ユニット
- 5 2 , 2 1 2 , 3 1 2 洗浄・乾燥ユニット
- 6 0 , 1 1 0 複合装置
- 1 0 2 膜厚測定部
- 1 0 4 部分除去ユニット
- 2 1 0 電解複合研磨ユニット
- 3 1 0 第 1 C M P ユニット

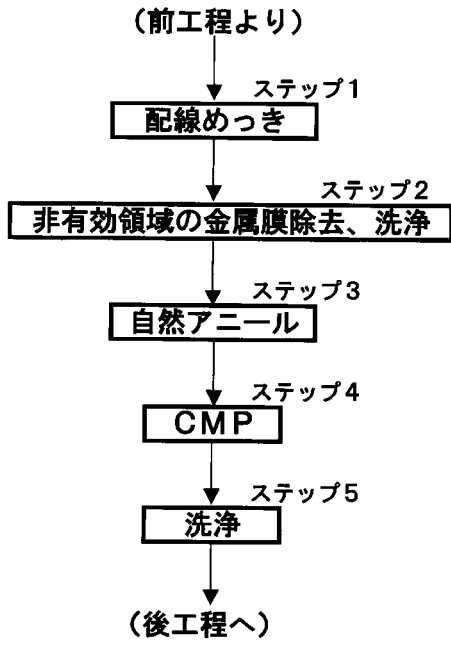
【 図 1 】



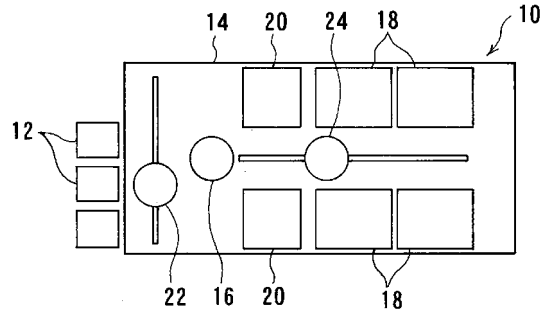
【 図 2 】



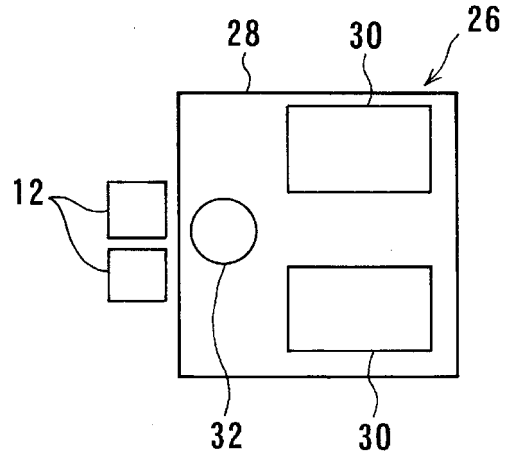
【 図 3 】



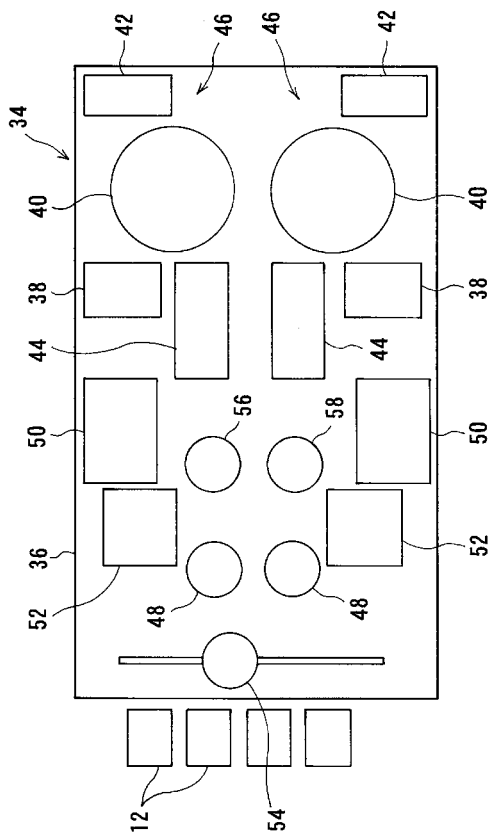
【 図 4 】



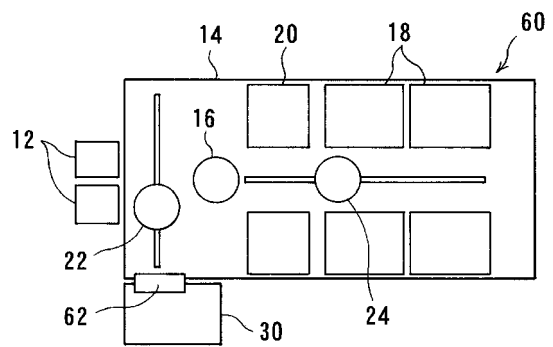
【 図 5 】



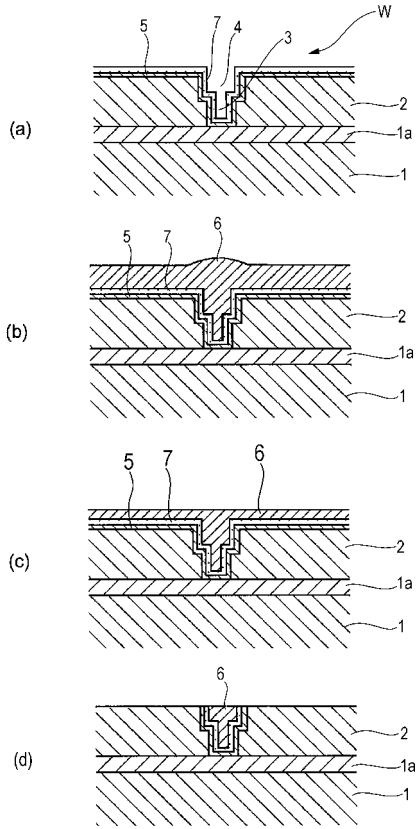
【 図 6 】



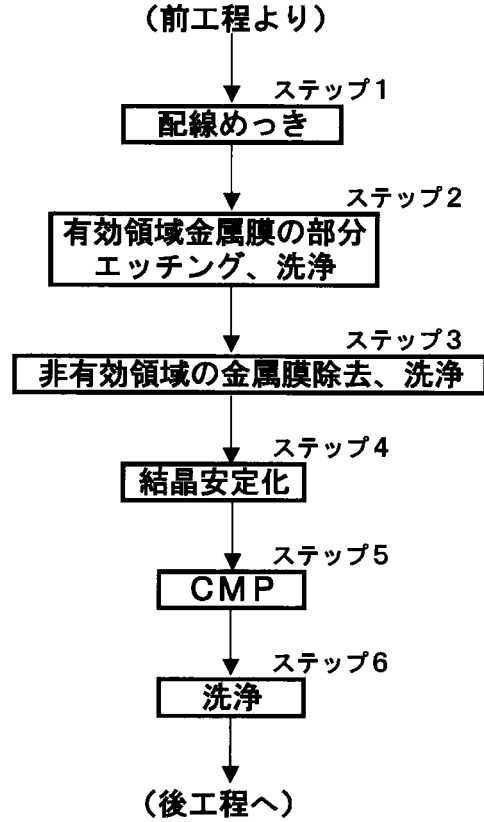
【 図 7 】



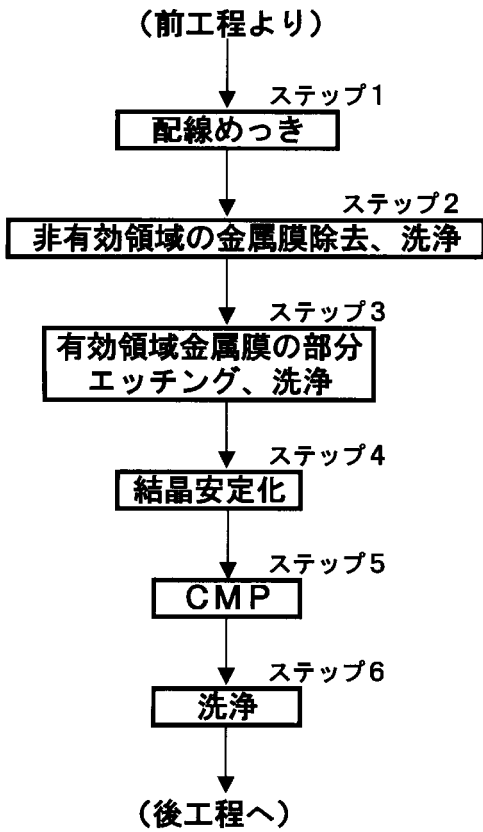
【図8】



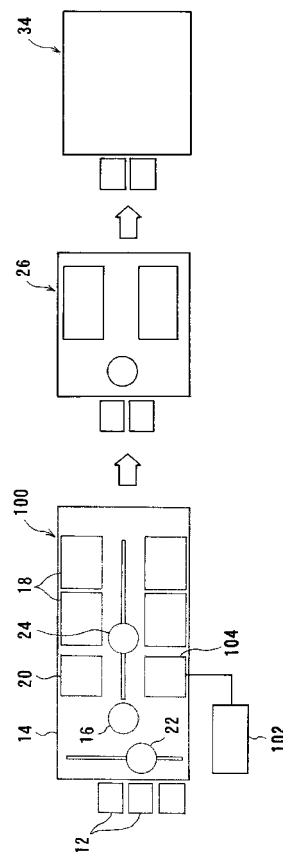
【図9】



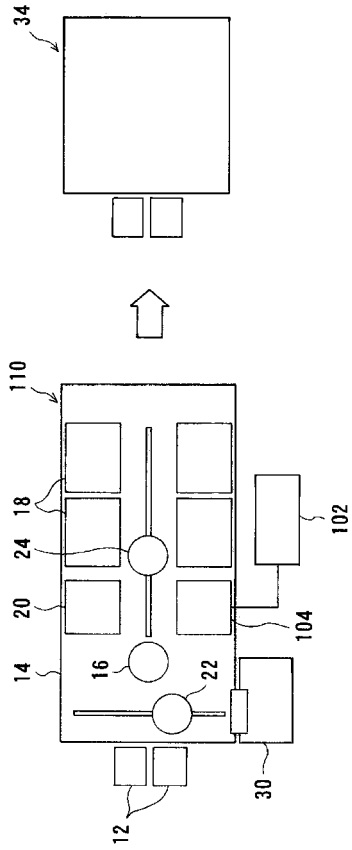
【図10】



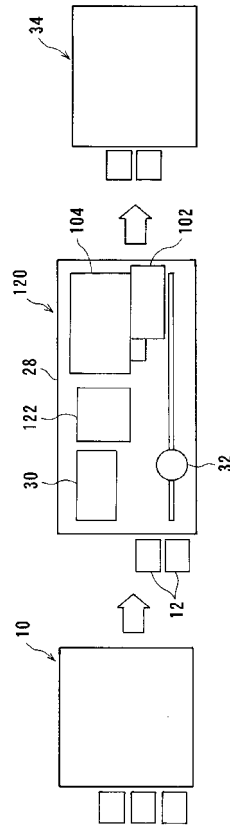
【図11】



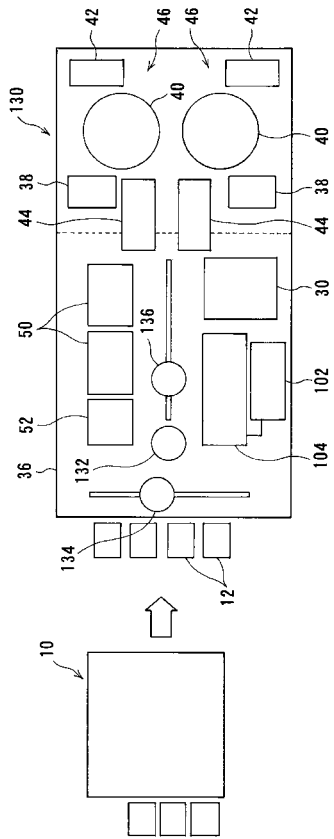
【 図 1 2 】



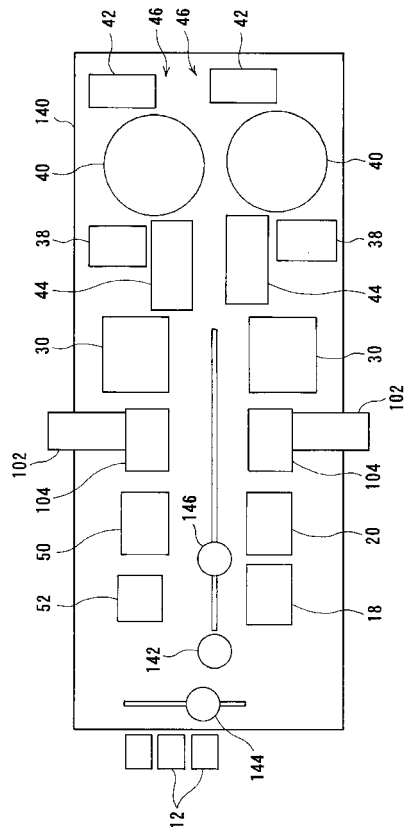
【 図 1 3 】



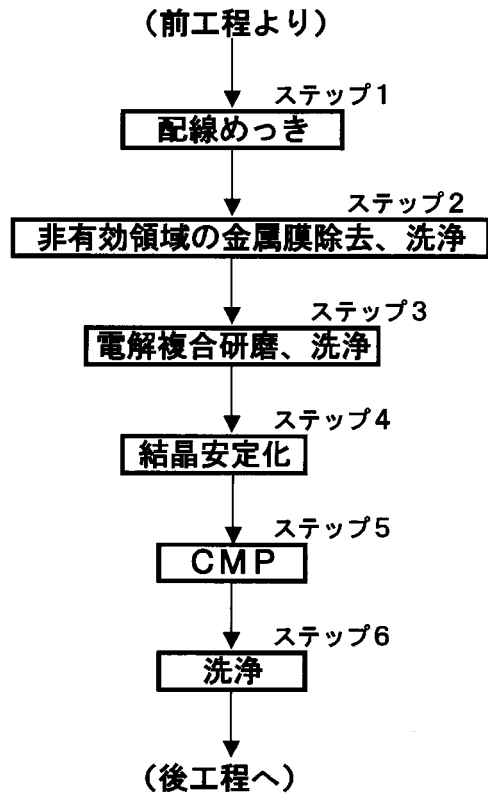
【 図 1 4 】



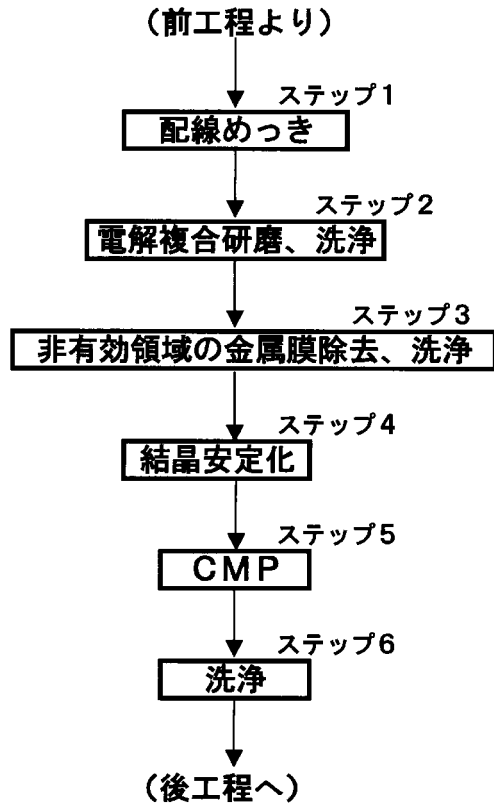
【 図 1 5 】



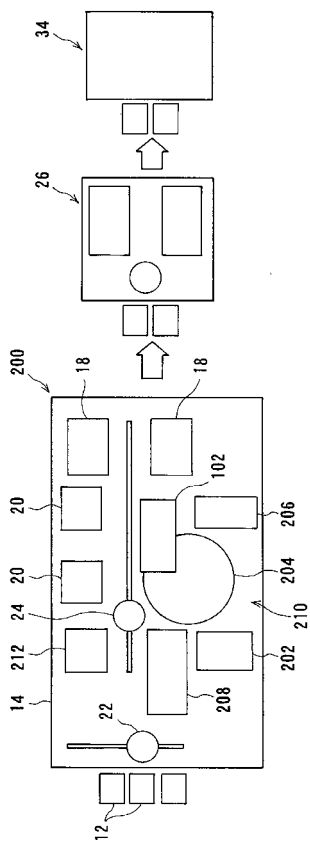
【図16】



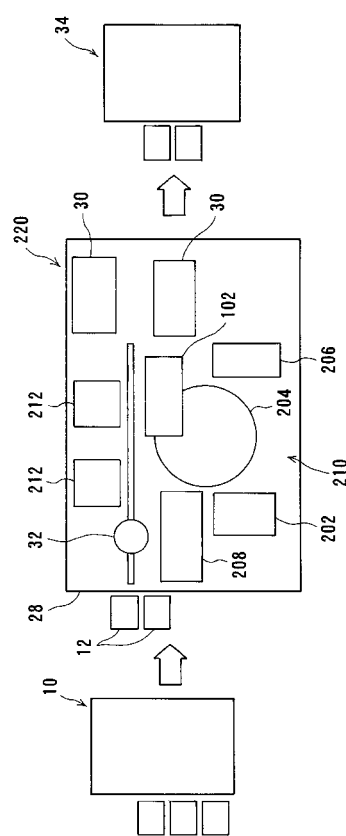
【図17】



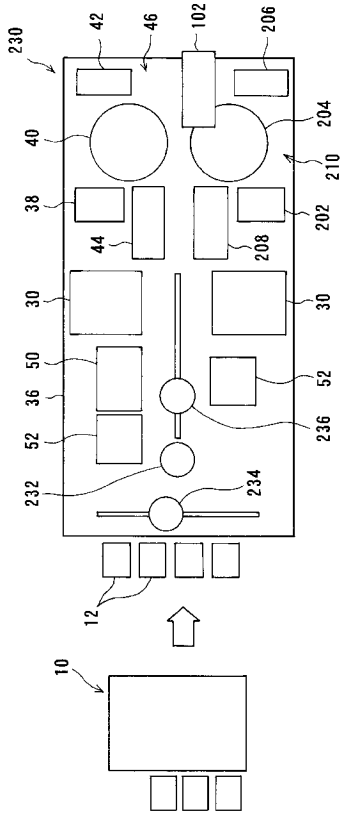
【図18】



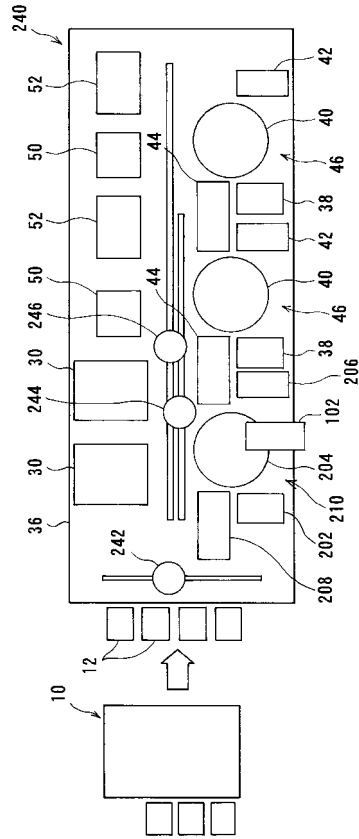
【図19】



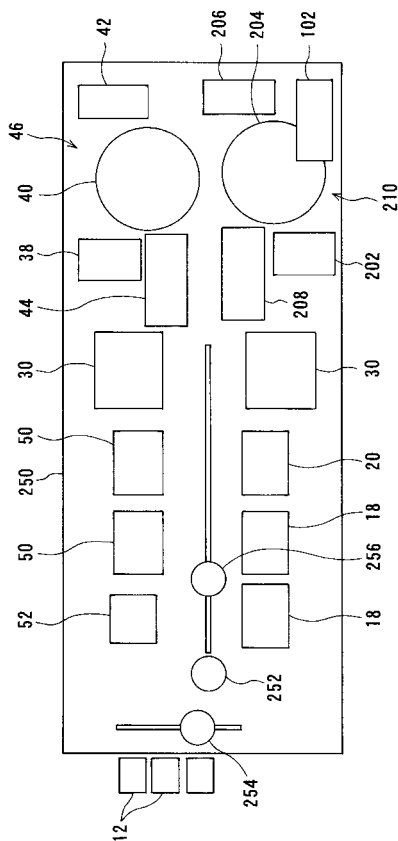
【図 20】



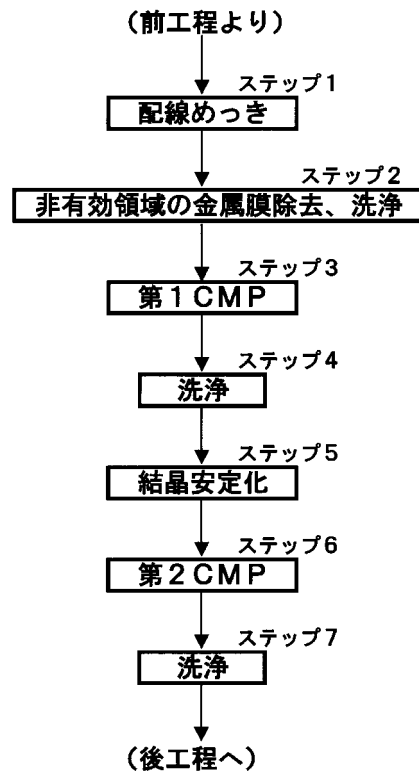
【図 21】



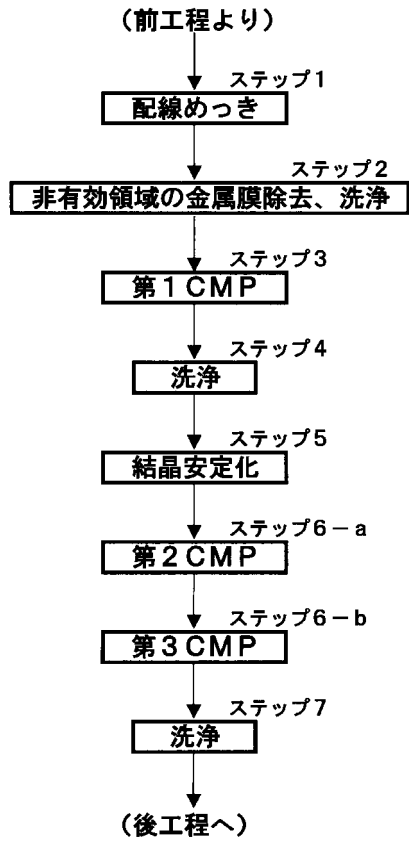
【図 22】



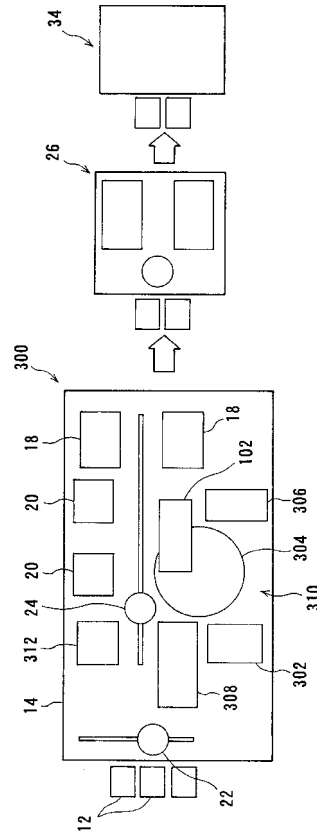
【図 23】



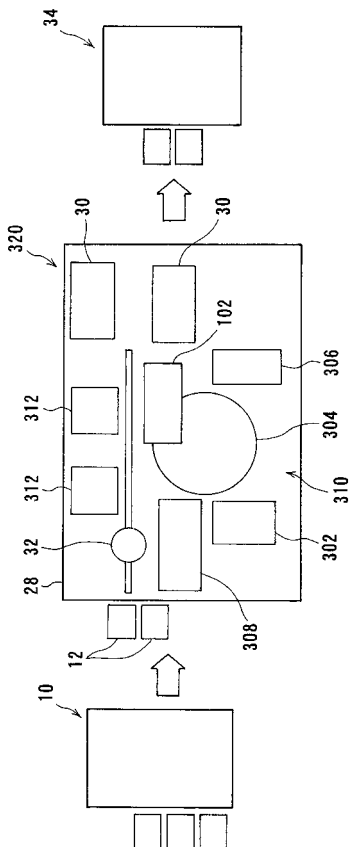
【 図 2 4 】



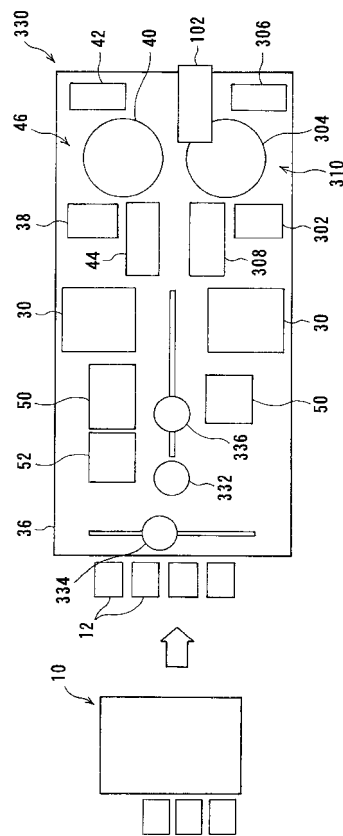
【 図 2 5 】



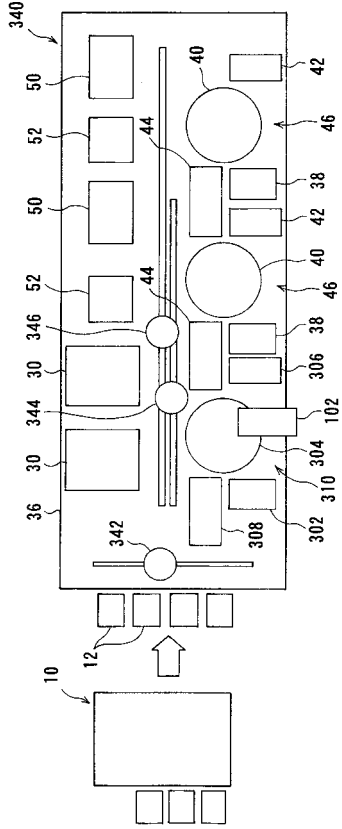
【 図 2 6 】



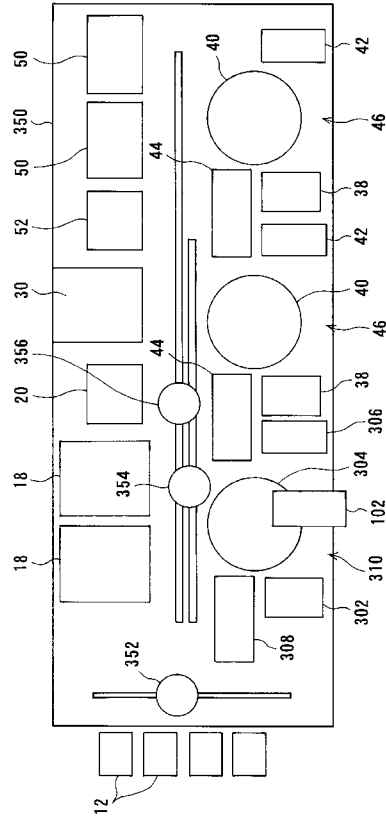
【 図 2 7 】



【 図 28 】



【 図 29 】



フロントページの続き

(72)発明者 神田 裕之
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 鈴木 秀直
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 徳重 克彦
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 永野 秀和
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) 5F033 HH11 HH12 HH14 HH32 JJ01 JJ11 JJ12 JJ14 JJ32 KK01
LL06 MM02 MM12 MM13 NN06 NN07 PP27 PP33 QQ08 QQ09
QQ19 QQ32 QQ37 QQ47 QQ48 QQ53 QQ73 QQ91 RR01 RR04
RR11 RR21 RR29 XX00 XX01 XX03 XX19 XX24
5F043 AA26 BB18 DD14 DD16 FF01 FF07 GG03