

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2000年12月7日 (07.12.2000)

PCT

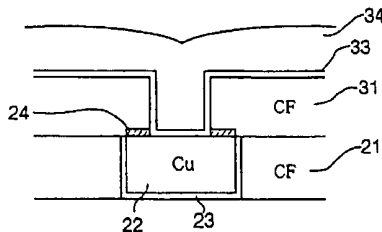
(10) 国際公開番号
WO 00/74128 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/3205, 21/768, 21/304
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/03544
- (22) 国際出願日: 2000年6月1日 (01.06.2000)
- (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: 特願平11/154055 1999年6月1日 (01.06.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 丹生谷 貴行 (NIUYA, Takayuki) [JP/JP]; 〒305-0061 茨城県つくば市稲荷前30-16 Ibaraki (JP). 大野道広 (ONO, Michihiro) [SG/JP]; 259276 シンガポール フェアラー ドライヴ 3 サマーヴィレ グランデュール #03-03 Singapore (SG). 後藤日出人 (GOTO, Hideto) [JP/JP]; 〒305-0045 茨城県つくば市梅園2-21-6-102 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 佐藤一雄, 外 (SATO, Kazuo et al.) ; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル 323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, KR, SG, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING APPARATUS

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法及び製造装置



(57) Abstract: In the step of embedding a wiring in a semiconductor device utilizing a damascene process, the dielectric constant of an insulating film is not increased. Therefore the manufacturing process is simplified. In the step of forming a protective film on a metal layer in the damascene process, a cleaning unit for removing particles adhering to a polished wafer is combined with a processing unit for bringing into contact an organic material, for example, a benzotriazole solution adhering to the metal layer of the wafer from which the particles are removed. The combination of the processing unit and the cleaning unit can be a batch type or single wafer type.

(57) 要約:

この発明は、ダマシンプロセスを利用した半導体装置への配線の埋め込み工程において絶縁膜の誘電率を上げず且つ製造工程の簡略化を達成することを課題とし、ダマシンプロセスにおける金属層へ保護膜を形成する工程で、研磨された基板上に付着しているパーティクルを除去するための洗浄ユニットと、パーティクルが除去された基板上の金属層に付着する有機物質例えばベンゾトリアゾール溶液を接触させるための処理ユニットと、を組み合わせたもので、処理ユニットと洗浄ユニットとの組み合わせは、バッチ式、枚葉式の夫々の装置を用いることが可能である。



WO 00/74128 A1



添付公開書類：
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

半導体装置の製造方法及び製造装置

技術分野

本発明は、半導体装置内に配線される金属表面への保護膜を形成する技術に関する。

背景技術

半導体デバイス（半導体装置）の性能向上の要請から近年ではアルミニウム線に代わり銅線を用いる配線技術が注目されている。銅はアルミニウムよりも低抵抗であり、エレクトロマイグレーション耐性（EM耐性）に優れているという特性を有する一方、半導体基板内への拡散の可能性が高く、また酸化され易いといった問題点を有している。このため半導体装置内において多層構造をもって配線される銅と層間絶縁膜（以下絶縁膜と略す）との間にはバリアメタルや保護膜と呼ばれる種々のバリア材が用いられる。

以上のような銅の多層配線を実現する手法の一つとして、ダマシンプロセス（damascene process）と呼ばれる工程があり、その工程を図9A、図9B、図9C、図9Dに示す。これらの図において符号11は例えばSiO₂からなる第1の絶縁膜であり、配線の埋め込み用に形成された凹部12を含めた絶縁膜11の表面上をTa₂N₅、TiNなどのバリア材（バリアメタル）13で被覆し、その上に配線用の銅（Cu）14が埋め込まれる（図9A）。

基板表面をCMP（chemical mechanical polishing）と呼ばれる研磨プロセスにより研磨して凹部12以外の銅14とバリア材13とを取り除き、更に凹部12上方を塞ぐようにして保護膜であるシリコン窒化膜（SiN膜という）15を設け、その上に第2の絶縁膜16を形成する（図9B）。SiN膜15は、銅14が第2の絶縁膜16に拡散するのを防止する役割をもっている。そして図示しないマスクを用いて絶縁膜16をエッチングして第2の溝17を形成し（図9C）、更に溝17内のSiN膜15をエッチングし（図9D）、この第2の溝1

7内に銅を埋め込み、上述の工程を繰り返すことで多層構造を実現している。

しかし、上述ダマシンプロセスにおいて保護膜として用いられるSiN膜15は、誘電率が高く、これが絶縁膜11、16間に残留してしまうため、層間絶縁膜として誘電率の低い材料を用いても、層間絶縁膜全体として誘電率を上げてしまう欠点がある。

さらに、このSiN膜を保護膜に用いると、このSiN膜15を取り除くためには2回のエッチングが必要になってしまう。即ち第2の溝17を形成するのに先ず第2の絶縁膜16をエッチングし、その後エッチングに用いる処理ガスの交換等、プロセス条件を変えてSiN膜15のエッチングを行わなければならない。またSiN膜はCVD (chemical vapor deposition) により形成される。従ってこうしたことから製造プロセス全体が複雑化するという問題がある。

発明の開示

本発明の目的は、ダマシンプロセスを利用した配線の埋め込み工程において、絶縁膜の誘電率を上げることなく且つ製造工程を簡略化できる半導体装置の製造方法及び製造装置を提供することにある。

請求の範囲第1項に係る発明は、基板表面上の第1の絶縁膜に第1の凹部を形成する工程と、この第1の凹部に金属拡散防止用のバリア層を介して配線用の金属を埋め込む工程と、前記基板を研磨して前記第1の凹部よりも上方側の金属を除去して前記第1の凹部内に第1の金属層を残す工程と、前記基板表面を、前記金属層に付着する物質の溶液に接触させ、前記第1の金属層の表面に前記物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成する工程と、前記基板表面に第2の絶縁膜を形成する工程と、この第2の絶縁膜における前記第1の金属層の上方領域に第2の凹部を形成する工程と、前記第1の金属層に接続される配線用の第2の金属層をバリア層を介して前記第2の凹部に埋め込む工程とを備えていることを特徴としている。

ここで、保護膜は、第1の金属層の上に第2の絶縁膜を形成したときに当該第1の金属層から第2の絶縁膜への金属の拡散を防止するためのものであるが、この保護膜は、基板表面に溶液を接触させることによって形成されるので、保護膜

の形成工程が簡単になる。また、第1の絶縁膜と第2の絶縁膜の間において、本来保護膜を形成する必要のない第1の金属層が形成されていない部分には保護膜が形成されない。従って、保護膜が絶縁膜の誘電率に悪影響を及ぼすことを防止することができる。また、この保護膜は第2の絶縁膜にエッチングをほどこすときに同時に除去することができるので、エッチング工程を2回する必要がなく、工程を簡略化することができる。

請求の範囲第2項に係る発明は、前記基板表面を前記物質の溶液に接触させた後、前記基板表面を洗浄することを特徴としている。

請求の範囲第3項に係る発明は、前記溶液は、有機物質の溶液であり、当該有機物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成することを特徴としている。

請求の範囲第4項に係る発明は、前記溶液は、金属塩の溶液であり、当該金属塩を構成する金属からなる金属拡散防止用の保護膜を形成することを特徴としている。

請求の範囲第5項に係る発明は、前記配線用の金属は銅であることを特徴としている。

請求の範囲第6項に係る発明は、前記基板を研磨して前記第1の凹部よりも上方側の金属を除去して前記第1の凹部に第1の金属層を残す工程の後で、前記基板表面を、前記金属層に付着する物質の溶液に接触させ、前記第1の金属層の表面に前記物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成する工程の前に、研磨された基板に付着しているパーティクルを除去する洗浄工程をさらに備えたことを特徴としている。

請求の範囲第7項に係る発明は、基板の絶縁膜の凹部に金属層が形成された基板を収納して基板カセットが搬入される搬入部と、基板の表面を洗浄するための第1洗浄ユニットと、洗浄された基板に、金属層に付着する物質の溶液を接触させ、金属層の表面に金属拡散防止用の保護膜を形成するための処理ユニットと、前記搬入部に搬入された前記基板カセットから前記基板を取り出し、前記ユニット間を搬送するための搬送部とを備えたことを特徴としている。

請求の範囲第8項に係る発明は、処理ユニットで処理された基板を洗浄液により洗浄するための第2の洗浄ユニットと、ここで洗浄された基板を乾燥するため

の乾燥ユニットをさらに備えたことを特徴としている。

請求の範囲第9項に係る発明は、前記第1の洗浄ユニット、前記処理ユニット、前記第2の洗浄ユニット及び前記乾燥ユニットは、一連の複数の処理槽として構成され、前記搬送部がこれら複数の処理槽の間において基板を搬送するようになされたことを特徴としている。

請求の範囲第10項に係る発明は、前記金属層は銅であることを特徴としている。

図面の簡単な説明

図1A、図1B、図1C、図1Dは、本発明の実施の形態における半導体基板の状態を順次説明する断面図である。

図2A、図2Bは、本発明の実施の形態における半導体基板の状態を説明する断面図である。

図3は、金属層表面に保護膜を形成する工程を示す工程図である。

図4は、半導体基板上に絶縁膜を作るための処理ユニット（バッチ式）を表す斜視図である。

図5は、内部にバッチ式の処理ユニットを組み込んだ洗浄装置を表す斜視図である。

図6は、製造装置の洗浄処理部の概略を示す平面図である。

図7は、半導体基板上に絶縁膜を作るための枚葉式の処理ユニットを表す全体図である。

図8は、内部に枚葉式の処理ユニットを組み込んだ製造装置を表す平面図である。

図9A、図9B、図9C、図9Dは、関連発明におけるダマシンプロセスを説明するための半導体基板の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明における半導体装置の製造方法の実施の形態として、説明の簡略化のため

めにいわゆるシングルダマシン工程を例にとって図1 A, 図1 B, 図1 C, 図1 D, 図2 A, 図2 Bを用いて説明する。

図1 Aないし図1 Dは基板上に形成されたn段目の回路中に引き回される配線(金属層)の上にビアホールを形成して、n+1段目の回路中の配線を接続する接続線(本実施の形態ではこれも配線と呼ぶ)を形成する工程を示している。図1 Aないし図1 D中2 1は例えば誘電率の低いフッ素添加カーボン膜(CF膜)から成るn段目の絶縁膜(層間絶縁膜)、2 2はn段目の回路中の銅からなる配線である金属層、2 3は絶縁膜2 1への銅の拡散を防止するためのバリア層、2 4は、後で詳述する保護膜である。図1 Aはn段目の回路の上に第1の絶縁膜3 1を形成した状態を示している。先ず図1 Bに示すようにこの第1の絶縁膜3 1に例えばフォトリソによるパターンマスクを用いてエッチングにより第1の凹部である第1の溝3 2を形成する。このエッチングにおいては、この点も後述するが保護膜2 4も除去される。

次に図1 Cに示すように基板表面につまり第1の絶縁膜3 1及び第1の溝3 2の表面に、後工程で埋め込む銅の拡散及び酸化を防止するため、第1のバリア層3 3を形成する。この第1のバリア層3 3はスパッタリングなどの工程により形成し、例えば Ta_2O_5 (酸化タンタル), TaN (窒化タンタル), TiN (窒化チタン)などが用いられる。そして図1 Dに示すように基板表面に例えばスパッタリングで銅を堆積させて第1の溝3 2へ銅3 4が埋め込まれている。しかる後図2 Aに示すようにCMP工程によって基板表面を研磨して第1の溝3 2よりも上方側の部分の銅3 4及びバリア層3 3を除去し、第1の溝3 2内に銅3 4が残されて第1の金属層3 5が形成される。CMP工程とは、基板である半導体ウエハを回転台上に固定して回転させると共に研磨布で押圧し、研磨液を供給しながら化学的、機械的の両研磨作用により研磨を行う工程である。次いで、図2 Bに示すように第1の金属層3 5の上に保護膜4を形成する。

図3は、保護膜4の形成工程を示す工程図であり、銅の埋め込み(STEP 1)を行った後、CMP工程(STEP 2)を行い、その後CMPにより汚れている基板を洗浄(STEP 3)してパーティクルを除去する。続いて例えばベンゾトリアゾール溶液(薬液)を接触させ、例えば基板を前記薬液中に浸漬(ST

EP 4) し、乾燥させる。ここでベンゾトリアゾールは銅 3 4 と錯化合物を作り、銅 3 4 表面に付着するので、洗浄 (STEP 5) すると銅以外の部位に付着しているベンゾトリアゾールは洗い流される。その後乾燥 (STEP 6) を行い、結果として銅 3 4 表面にベンゾトリアゾールからなる保護膜 4 が形成される。

その後は、図 1 A 以降と同様に基板表面に第 2 の絶縁膜を形成し、この絶縁膜に溝を形成して $n + 1$ 段目の回路の配線をなす銅からなる第 2 の金属層を形成する。保護膜 4 はベンゾトリアゾールからなるため、絶縁膜をエッチングして溝を形成するとき、絶縁膜の下の保護膜 4 も同時に除去される。この場合、エッチングガスとしては例えばフッ素系ガス (CF_4) が用いられる。

上述実施の形態によれば銅 3 4 の上に保護膜 4 を簡単な工程で形成することができ、また絶縁膜 3 1 のエッチングのときに併せて保護膜 4 もエッチングされるので、ダマシン工程が簡単になる。また保護膜 4 は、銅 3 4 の表面にのみ残存して付着するので、絶縁膜 3 1 中には保護膜は形成されず、従って絶縁膜 3 1 の誘電率に影響を与えることもない。なお保護膜 4 を形成するためには、金属に対して錯形成能力を有する他の錯化剤を用いることも可能である。

例えば銅 3 4 表面から絶縁膜 3 1 中への銅イオンの拡散を防止する錯化剤としては、銅 3 4 に対し高い錯形成能力を持つ前述のベンゾトリアゾールの他、*o*-トリルトリアゾール、*p*-トリルトリアゾール等が挙げられる。

この他の有効な化合物として脂環式アルコール化合物、糖類、芳香環式フェノール化合物、芳香環式カルボン酸化合物、脂肪族カルボン酸化合物およびその誘導体、アミノポリカルボン酸化合物、ホスホン酸化合物、アルカノールアミン化合物、芳香環式アミン化合物、脂肪族アミン化合物等が挙げられる。

脂環式アルコール化合物の例としては 1, 2-ジヒドロキシシクロヘキサン等が挙げられる。

糖類の例としては、ソルビトール、ショ糖、デンプン等が挙げられる。

芳香環式フェノール化合物の例としては、フェノール、*o*-クレゾール、*m*-クレゾール、*p*-クレゾール、レゾルシノール、2, 3-ピリジンジオール、4, 6-ジヒドロキシピリジン、*m*-ニトロフェノール、カテコール、ピロガロール等が挙げられる。

芳香環式カルボン酸化合物の例としては、安息香酸、*o*-トルイル酸、*m*-トルイル酸、*p*-トルイル酸等が挙げられる。

脂肪族カルボン酸の化合物の例としては、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、イソ酪酸、吉草酸、イソ芳草酸、カブロン酸、トリメチル酢酸、アクリル酸等が挙げられる、

またその誘導体の例として脂肪族カルボン酸エステル（一例、酢酸エチルエステル）、脂肪族カルボン酸アミド（一例、プロピオン酸アミド）、脂肪族カルボン酸無水物（一例、無水酢酸）等が挙げられる。

アミノポリカルボン酸の例としては、エチレンジアミン四酢酸（EDTA）、1,2-シクロヘキサンジアミン四酢酸（CyDTA）、トリエチレンテトラアミン六酢酸（TTHA）、ニトリロ三酢酸（NTA）等が挙げられる。

ホスホン酸化合物の例としては、メチルジホスホン酸、アミノトリス、エチリデンホスホン酸、1-ヒドロキシエチリデン-1,1ジホスホン酸、1-ヒドロキシブチリデン-1,1-ジホスホン酸、エチルアミノビス（メチレンホスホン酸）、ドデシルアミノビス（メチレンホスホン酸）、ニトリロトリス（メチレンホスホン酸）、エチレンジアミンビス（メチレンホスホン酸）、エチレンジアミンテトラキス（メチレンホスホン酸）、ヘキセンジアミンテトラキス（メチレンホスホン酸）、ジエチレントリアミンペンタ（メチレンホスホン酸）、或いはこれらのアンモニウム塩、アルカリ金属塩からなる化合物等が挙げられる。

アルカノールアミン化合物の例としては、モノエタノールアミン等が挙げられる。

芳香環式アミン化合物の例としては、アニリン、2-メチルアニリン等が挙げられる。

脂肪族アミン化合物の例としては、メチルアミン、エチルアミン、エチレンジアミン、ヒドロキシアミン、エトキシアミン、メチルヒドラジン等が挙げられる。

以上の化合物の他に、アントラニール酸、*o*-ヒドロキシアニリン、没食子酸、没食子酸エステル等が挙げられる。

なおこれらは単独で、または2種以上を組み合わせ用いることができる。

ここで以下にウエハ上の銅層の表面にベンゾトリアゾールを付着させるための

装置についてバッチ式の処理ユニットを例にとって説明する。図4は処理ユニットを示す図であり、この処理ユニットU1は、ベンゾトリアゾールからなる薬液が満たされた処理槽5と、例えば50枚のウエハWを各々垂直の状態であつ並列に並べた状態で一括して側方から把持する、横に開閉自在な一对の把持アーム51、51と、この把持アーム51、51を支持し、横方向及び上下方向に移動できる支持アーム52と、を備えている。

把持アーム51、51によるウエハWの把持については、例えば図示しないウエハカセットの下方側から突き上げ部材により25枚のウエハを突き上げ、これらウエハを把持アーム51、51により一括して把持することによって行われる。なお把持アーム51、51は例えば25枚ずつ2分割されており、上述の操作を2回行って50枚把持する。そして把持アーム51、51を処理槽5内に降下させることによりウエハWが処理槽5内に浸漬される。また処理槽5はオーバーフロー分を処理槽5内に例えば底部から戻すように流路やポンプが設けられているが図では省略してある。

図5はこの処理ユニットを半導体装置の製造装置内に組み込んだ例を示している。装置全体は、洗浄処理前の被処理基板例えばウエハをカセット単位で収容する搬入部100と、ウエハの洗浄処理が行われる洗浄処理部200と、洗浄処理後のウエハをカセット単位で取り出すための搬出部300との3つのゾーンによって構成されている。

搬入部100では、例えば25枚のウエハが収容されてカセットCが外部からカセット搬送手段60により待機部61に一旦搬入された後、ローダ部62に搬送され、ここで図では見えないウエハ把持機構（把持アーム）によりカセットC内のウエハが中間保持部に移し変えられる。洗浄処理部200では、搬入部100と搬出部300とを結ぶライン（X方向）に沿って複数台のウエハ搬送機構（図では便宜上3台のウエハ搬送機構R1～R3）が設けられている。なお前記ウエハ把持アーム及びウエハ搬送機構により搬送部が構成される。これらウエハ搬送機構R1～R3は既述の把持アーム51、51と支持アーム52とからなるものである。また洗浄処理部200には図の例では6個の処理槽T1～T6がX方向に沿って配列されており、例えばウエハ搬送機構R1は処理槽T1、T2を、

ウエハ搬送機構 R 2 は処理槽 T 3, T 4 を、ウエハ搬送機構 R 3 は処理槽 T 5, T 6 を受け持つように構成されている。図 6 は洗浄処理部 2 0 0 の概略を示す平面図である。

前記複数の処理槽（便宜上 T 1 ~ T 6 で示した槽）は、CMP 処理を終えたウエハを例えば洗浄する槽、次いでウエハを純水で洗浄する槽、ベンゾトリアゾールからなる薬液の入った処理槽、その薬液を IPA（イソプロピルアルコール）からなる洗浄液で洗浄する槽、純水で洗浄する槽、ウエハを乾燥するための槽に割り当てられる。この例では処理槽の前段側の槽が第 1 の洗浄ユニットに相当し、処理槽の後段側の槽が第 2 の洗浄ユニットに相当する。なおこの他ウエハ搬送機構 R 1, R 3 の把持アームを洗浄、乾燥するための槽が更に設けられることもある。

このような製造装置において、ローダ部 6 2 からウエハ搬送機構（R 1 ~ R 3）に受け渡されたウエハ W は、処理槽（T 1 ~ T 6）内に順次浸漬されて、パーティクル除去のための洗浄、保護膜の付着、後洗浄といった処理が順次行われる。なお隣接するウエハ搬送機構間のウエハの受け渡しは、図示しない中間受け渡し台を介して行われる。なおウエハが取り出された後の空のカセット C は、図示しない搬送機構によって搬出部 3 0 0 側に送られる。

以上においてウエハ上に前記保護膜を形成する処理ユニットとしては、例えば図 7 に示すように、ウエハをスピンさせて 1 枚ずつ処理する枚葉式の処理ユニットでもよい。図 7 において 7 1 はカップ、7 2 はモータ M により水平面に沿って回転するスピンチャック、7 3 はスピンチャック 7 2 を昇降させる昇降部、7 4 は排出管である。また 7 5 は供給管 7 6 の先端に設けられたノズルであり、把持アーム 7 7 により把持されている。この薬液塗布ユニットは例えば洗浄ユニットも兼用しており、ウエハ W がスピンチャック 7 2 に保持された後、スピンチャック 7 2 によりウエハ W を回転させながら洗浄ブラシ 7 8 をウエハ W 表面に接触させ、ノズル 7 5 からウエハ W 中心部に洗浄液例えば純水を供給して、洗浄ブラシ 7 8 によりウエハ W を洗浄する。次いで保護膜形成用の薬液をウエハ W 中心部に供給し、いわゆるスピコーティングによりウエハ W 表面へ塗布を行う。なおノズルの交換については、カップ 7 1 に隣接して、複数の供給管に夫々取り付けら

れた複数のノズルが置かれており、把持アーム 77 がそれらノズルの中から 1 個のノズルを把持してウエハ W の上方に搬送することによって行われる。

図 8 に上述の枚葉式の処理ユニット（薬液塗布及び洗浄を行うユニット）を組み込んだ製造装置の一例の概略平面図を示す。この装置において、8 はカセットステーションであり、例えば 4 個のウエハカセット C が載置される。ウエハカセット C 内のウエハ W は、X、Y、 θ （水平回転）、Z（鉛直方向）方向に移動自在な搬送機構である受け渡しアーム 81 により取り出されて中間受け渡し台 82 に受け渡される。この中間受け渡し台 82 の奥側にはメインアーム 83 が走行自在に設けられ、このメインアーム 83 の走行路の両側には、既述の処理ユニット 84 が並んで設けられている。中間受け渡し台 82 上のウエハ W はメインアーム 83 を介して処理ユニット 84 に搬入され、既述の処理がされる。この例では受け渡しアーム 81、中間受け渡し台 82 及びメインアーム 83 により搬送部が構成される。なおこの例では処理ユニット 84 にて洗浄、保護膜形成用の薬液塗布の両方を行わせているが、洗浄ブラシでパーティクルを除去するユニット、前記薬液に塗布するユニット、その後の洗浄を行うユニット、といった具合に一連の処理を複数のユニットに分散させてもよい。前記薬液を基板に接触させる手法としては、スプレーにより薬液を基板に吹き付けてもよい。

以上のように保護膜を形成するユニットを製造装置の中に組み込むことにより、保護膜の形成装置を別途設ける場合に比べて装置全体の占有領域が小さくなり、クリーンルームのスペースを有効に活用できる。また洗浄、保護膜の形成を連続して行えるのでスループットが高く、ダマシプロセスを実施するシステムに用いる洗浄装置として、付加価値の高いものになる。

また本発明において、配線に使用される金属が例えば銅である場合、銅配線表面から層間絶縁膜への銅イオンの拡散を防止するための金属保護膜（皮膜）を形成する手法としては、第一塩化錫（ SnCl_2 ）、ホウフッ化錫（ $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$ ）、硫酸第一錫（ SnSO_4 ）、硫酸ニッケル（ NiSO_4 ）、塩化ニッケル（ NiCl_2 ）、スルファミン酸ニッケル（ $\text{NiHSO}_3\text{NH}_2$ ）等の比較的容易に銅との合金を形成しやすい成分を含有する化合物を銅表面に接触させることが望ましい。この場合においても基板表面に金属塩溶液を接触させ、次いで基板表面を洗浄するよ

うにして処理が行われる。保護膜の形成については、配線金属の表面が金属であれば無電解メッキされた状態となり、例えば第一塩化錫（ SnCl_2 ）溶液を用いた場合、銅の表面に $\text{Sn}-\text{Cu}$ 層が形成され、この保護膜により銅の絶縁膜への拡散が防止される。

またダマシンプロセスは、シングルダマシンに限らず、 $n+1$ 層目の配線とビアホール内の配線とを同時に埋め込むいわゆるデュアルダマシン工程に適用してもよい。更にまた金属層としては銅に限らず白金や金などであってもよいし、絶縁膜としては、 SiO_2 膜や SiOF 膜などであってもよい。

以上のように本発明の製造方法によれば、ダマシンプロセスを利用した配線の埋め込み工程において金属イオンの拡散を防ぐことにより信頼性を向上させ、且つ製造工程を簡略化できる。また本発明の製造装置によれば、基板の洗浄と基板の金属層上の保護膜の形成とを連続して行うことができ、スループットの向上、設備の小型化を図れる。

請 求 の 範 囲

1. 基板表面上の第1の絶縁膜に第1の凹部を形成する工程と、
この第1の凹部に金属拡散防止用のバリア層を介して配線用の金属を埋め込む工程と、

前記基板を研磨して前記第1の凹部よりも上方側の金属を除去して前記第1の凹部内に第1の金属層を残す工程と、

前記基板表面を、前記金属層に付着する物質の溶液に接触させ、前記第1の金属層の表面に前記物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成する工程と、

前記基板表面に第2の絶縁膜を形成する工程と、

この第2の絶縁膜における前記第1の金属層の上方領域に第2の凹部を形成する工程と、

前記第1の金属層に接続される配線用の第2の金属層をバリア層を介して前記第2の凹部に埋め込む工程と、

を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

2. 前記基板表面を前記物質の溶液に接触させた後、前記基板表面を洗浄することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の半導体装置の製造方法。

3. 前記溶液は、有機物質の溶液であり、当該有機物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成することを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の半導体装置の製造方法。

4. 前記溶液は、金属塩の溶液であり、当該金属塩を構成する金属からなる金属拡散防止用の保護膜を形成することを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の半導体装置の製造方法。

5. 前記配線用の金属は銅であることを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の半導体装置の製造方法。

6. 前記基板を研磨して前記第1の凹部よりも上方側の金属を除去して前記第1の凹部内に第1の金属層を残す工程の後で、

前記基板表面を、前記金属層に付着する物質の溶液に接触させ、前記第1の金属層の表面に前記物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成する工程の前に、

研磨された基板上に付着しているパーティクルを除去する洗浄工程をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の半導体装置の製造方法。

7. 基板上の絶縁膜の凹部に金属層が形成された基板を収納した基板カセットが搬入される搬入部と、

基板の表面を洗浄するための第1洗浄ユニットと、

洗浄された基板に、金属層に付着する物質の溶液を接触させ、金属層の表面に金属拡散防止用の保護膜を形成するための処理ユニットと、

前記搬入部に搬入された前記基板カセットから前記基板を取り出し、前記ユニット間を搬送するための搬送部と、

を備えたことを特徴とする半導体装置の製造装置。

8. 処理ユニットで処理された基板を洗浄液により洗浄するための第2の洗浄ユニットと、

ここで洗浄された基板を乾燥するための乾燥ユニットと、

をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の半導体装置の製造装置。

9. 前記第1の洗浄ユニット、前記処理ユニット、前記第2の洗浄ユニット及び前記乾燥ユニットは、一連の複数の処理槽として構成され、前記搬送部がこれら複数の処理槽の間において基板を搬送するようになされたことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の半導体装置の製造装置。

10. 前記金属層は銅であることを特徴とする請求の範囲第7項ないし第9項のいずれかに記載の半導体装置の製造装置。

FIG. 1A

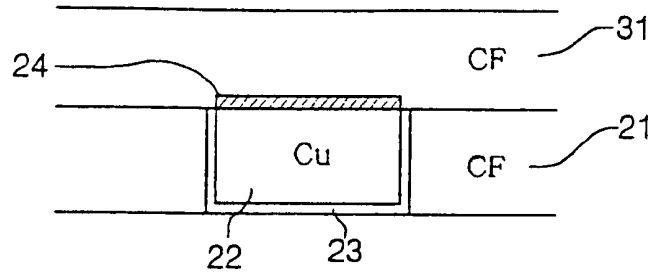


FIG. 1B

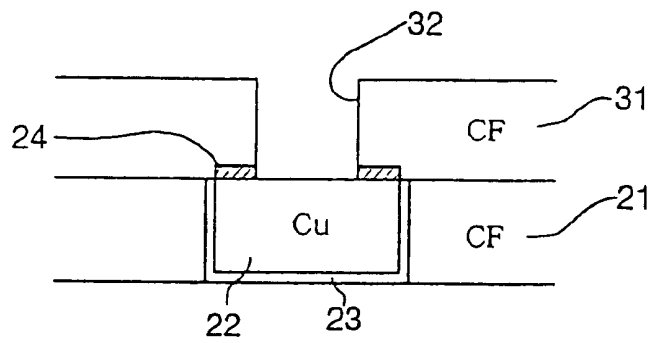


FIG. 1C

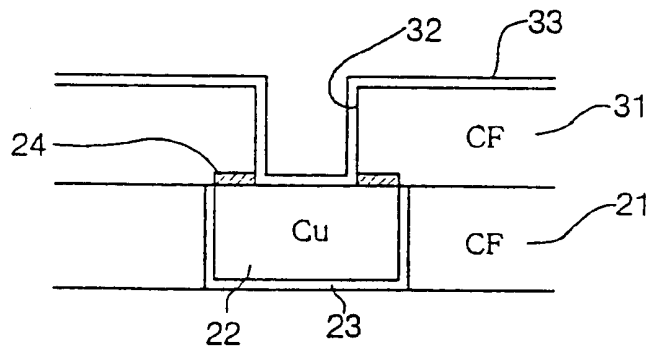
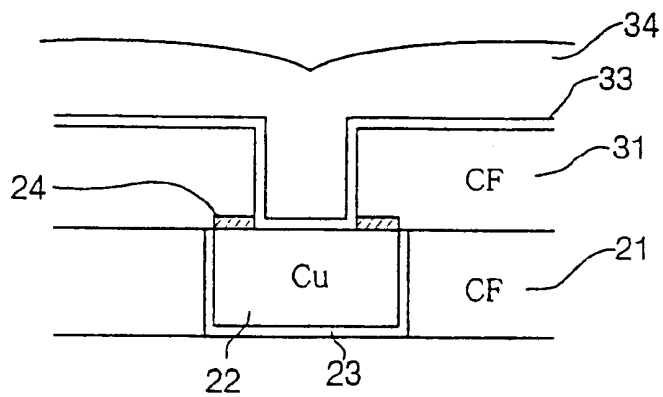


FIG. 1D



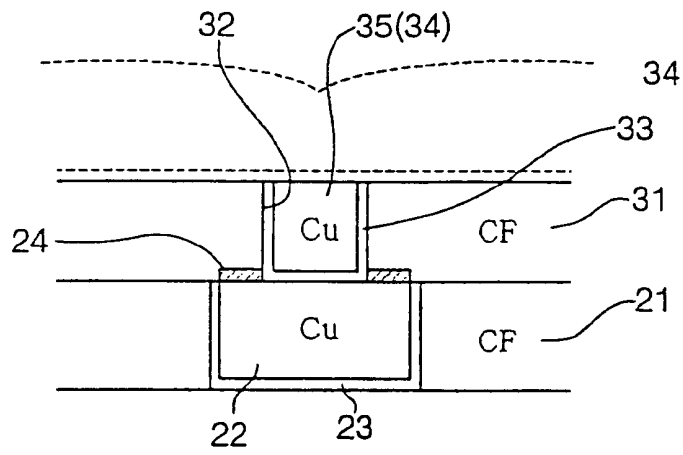


FIG. 2A

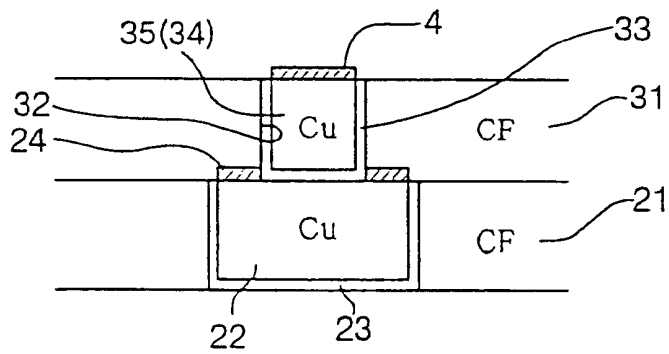


FIG. 2B

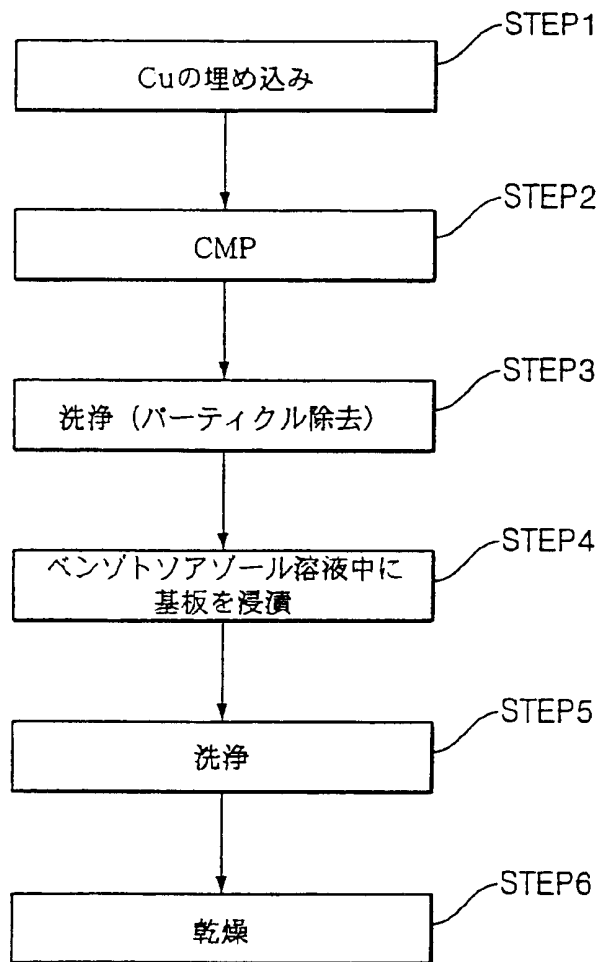


FIG. 3

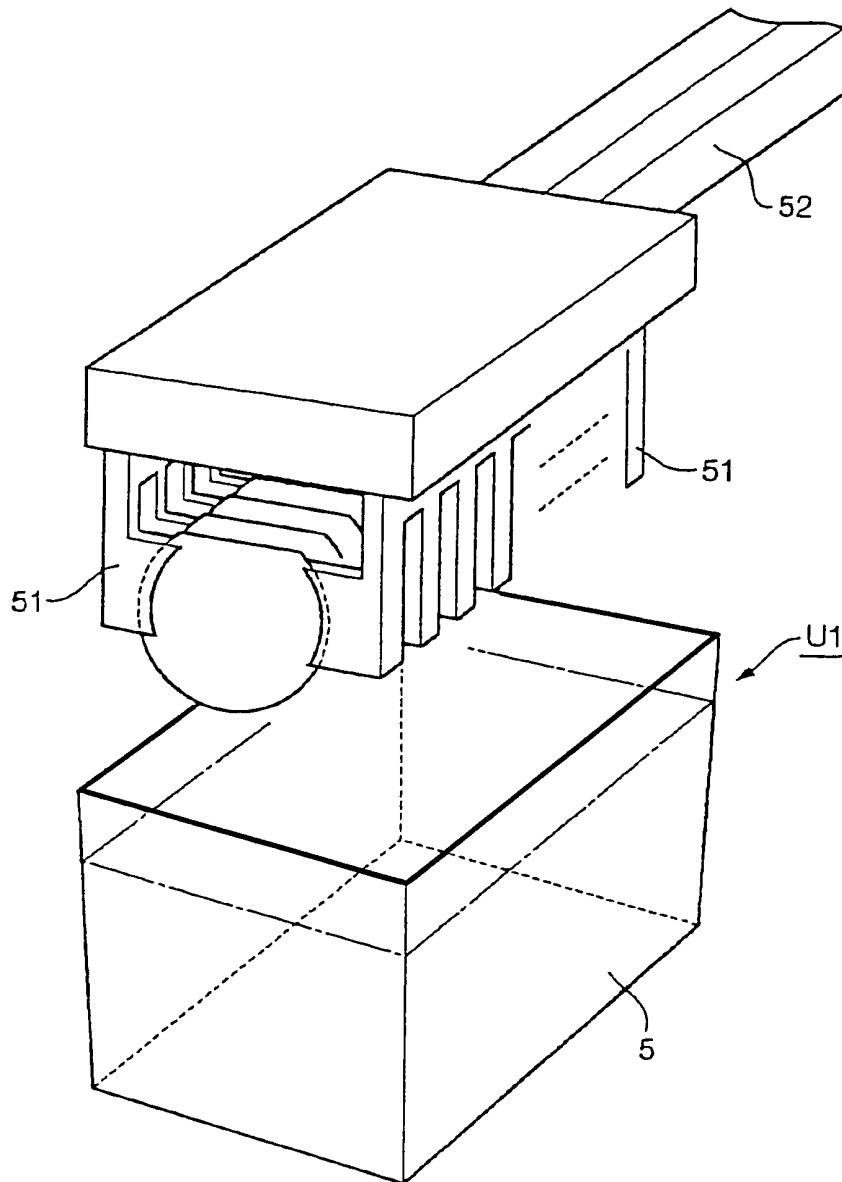


FIG. 4

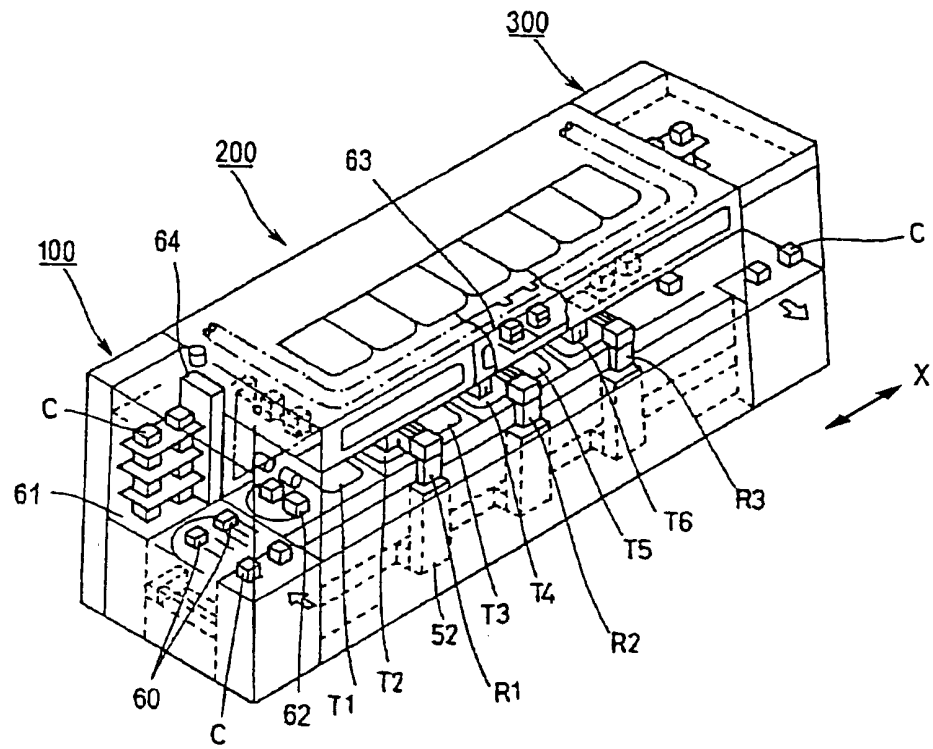


FIG. 5

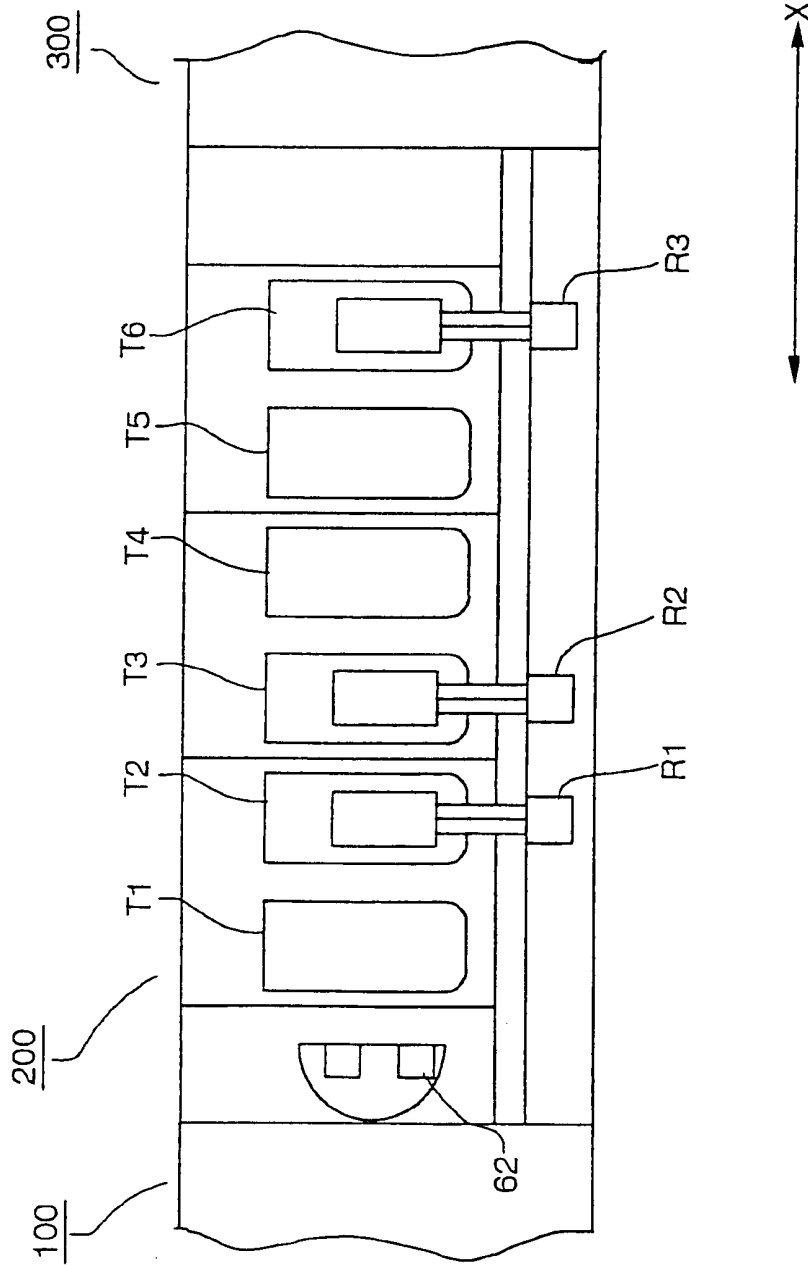


FIG. 6

7 / 8

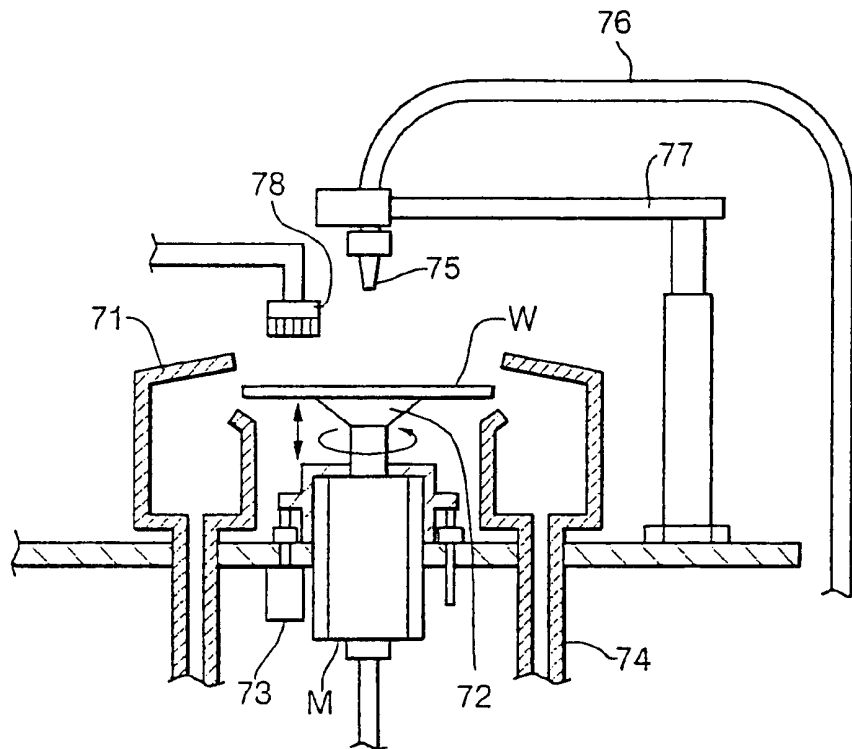


FIG. 7

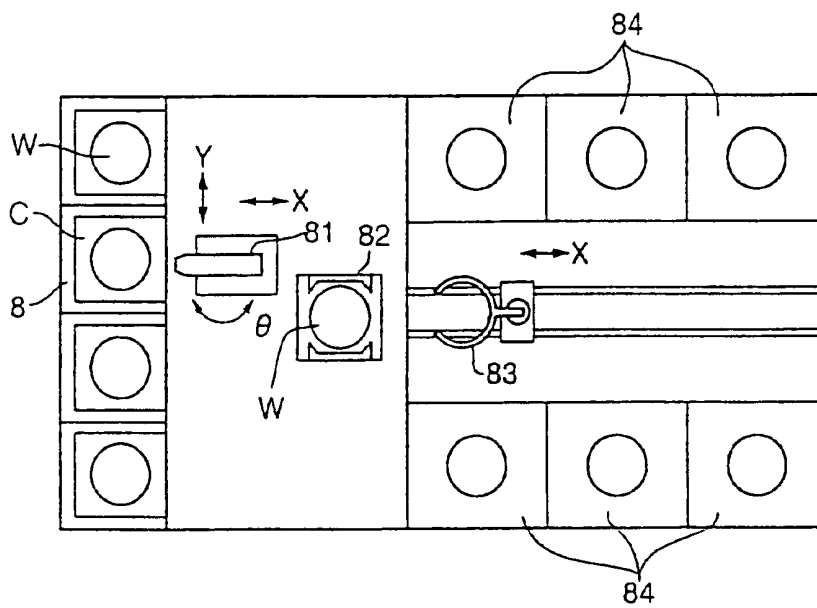


FIG. 8

FIG. 9A

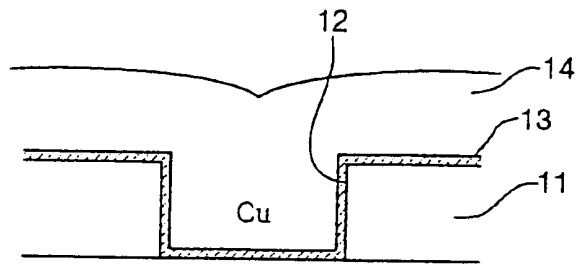


FIG. 9B

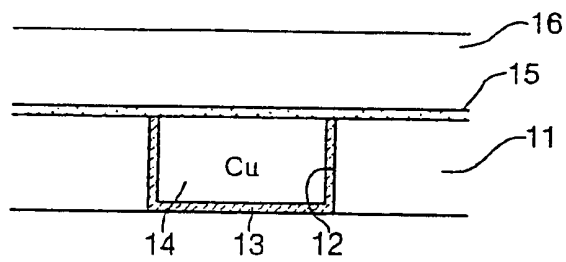


FIG. 9C

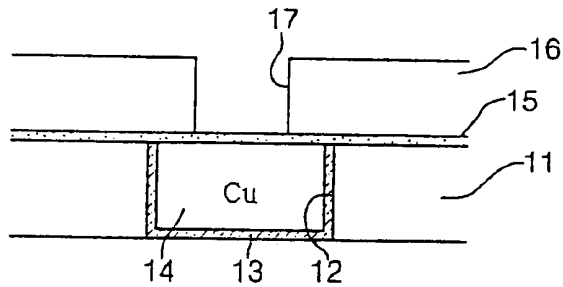
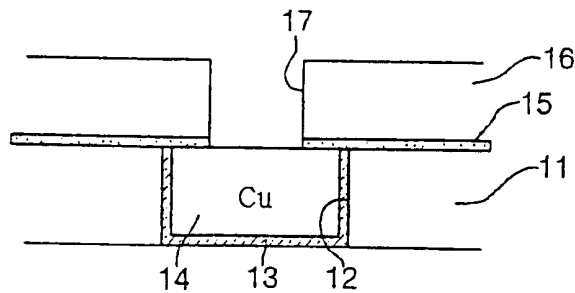


FIG. 9D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/3205, H01L21/768, H01L21/304

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)

Int.Cl⁷ H01L21/3205, H01L21/768, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

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.
X	EP, 903774, A2 (EBARA CORPRATION), 24 March, 1999 (24.03.99), Par. Nos. [0030]-[0057]; Figs. 1 to 7 & JP, 11-154653, A Par. Nos. [0019]-[0043]; Figs. 1 to 7 & KR, 99029870	1, 2, 4-10
X	JP, 10-163208, A (Ind. Technol. Res. Inst.), 19 June, 1998 (19.06.98), Par. Nos. [0010]-[0018]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1, 2, 4-10
X	JP, 10-229084, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 25 August, 1998 (25.08.98), Par. Nos. [0010]-[0023]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 4, 5
X	JP, 8-64594, A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 08 March, 1996 (08.03.96), Par. Nos. [0012]-[0024]; Figs. 1 to 5	1, 3, 5
Y	Par. Nos. [0012]-[0024]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	2, 6-10
Y	JP, 5-315331, A (Hitachi, Ltd.),	2

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 August, 2000 (22.08.00)	Date of mailing of the international search report 05 September, 2000 (05.09.00)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03544

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	26 November, 1993 (26.11.93), Par. Nos. [0023]-[0025]; Figs. 4 to 6 (Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01L21/3205, H01L21/768, H01L21/304	
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 ⁷ H01L21/3205, H01L21/768, H01L21/304	
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 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000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
X	EP, 903774, A2 (EBARA CORPRATION) 24.03月. 1999 (24.03.99) 段落番号【0030】-【0057】, 第1-7図 & JP, 11-154653, A 段落番号【0019】-【0043】, 第1-7図 & KR, 99029870
	関連する 請求の範囲の番号 1,2,4-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 22.08.00	国際調査報告の発送日 05.09.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 北島 健次 印 4L 9733 電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 10-163208, A (財団法人工業技術研究院) 19.06月. 1998 (19.06.98) 段落番号【0010】-【0018】, 第1-6図 (ファミリーなし)	1, 2, 4-10
X	J P, 10-229084, A (日本電信電話株式会社) 25.08月. 1998 (25.08.98) 段落番号【0010】-【0023】, 第1-3図 (ファミリーなし)	1, 4, 5
X	J P, 8-64594, A (住友金属工業株式会社) 8.3月. 1996 (08.03.96) 段落番号【0012】-【0024】, 第1-5図	1, 3, 5
Y	段落番号【0012】-【0024】, 第1-5図 (ファミリーなし)	2, 6-10
Y	J P, 5-315331, A (株式会社日立製作所) 26.11月. 1993 (26.11.93) 段落番号【0023】-【0025】, 第4-6図 (ファミリーなし)	2