

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年8月28日 (28.08.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/071593 A1

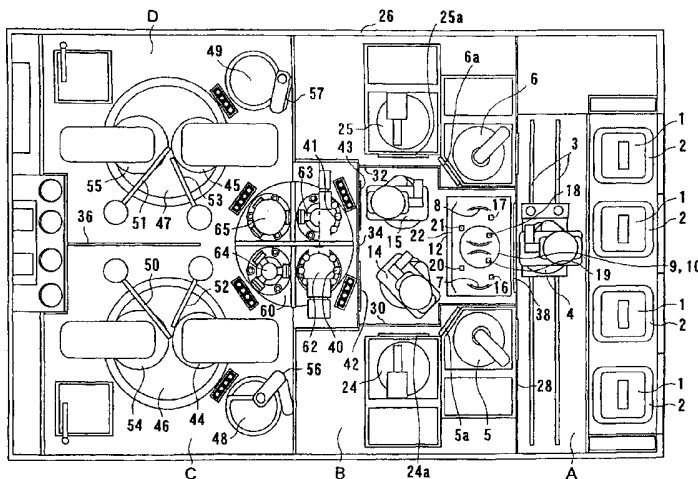
- (51) 国際特許分類: H01L 21/304, B24B 37/00, C09K 3/14
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/01870
- (22) 国際出願日: 2003年2月20日 (20.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-43471 2002年2月20日 (20.02.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町1-1番1号 Tokyo (JP). 花王株式会社 (KAO CORPORATION) [JP/JP]; 〒103-8210 東京都中央区日本橋茅場町一丁目14番10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): 和田 雄高 (WADA, Yutaka) [JP/JP]; 〒144-8510 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 Tokyo (JP). 赤塚 朝彦 (AKATSUKA, Tomohiko) [JP/JP]; 〒144-8510 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 Tokyo (JP). 佐々木 達也 (SASAKI, Tatsuya) [JP/JP]; 〒144-8510 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 Tokyo (JP). 萩原 敏也 (HAGIHARA, Toshiya) [JP/JP]; 〒640-8580 和歌山県和歌山市湊1-3-4番地 花王株式会社研究所内 Wakayama (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 勇, 外(WATANABE, Isamu et al.); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA 西新宿4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: POLISHING METHOD AND POLISHING FLUID

(54) 発明の名称: ポリッシング方法および研磨液



(57) Abstract: A method for polishing wherein an article is polished by the thrust thereof on fixed abrasive grains with sliding, characterized in that it comprises a first step of polishing the article to be polished while feeding a polishing fluid which contains an anionic surfactant and no abrasive grains. The method can be advantageously employed for polishing an article to be polished, such as a semiconductor wafer, using fixed abrasive grains.

(57) 要約:

本発明は、固定砥粒を用いて半導体ウェハ等の研磨対象物を研磨するポリッシング方法および研磨液に関する。本発明のポリッシング方法は、固定砥粒に研磨対象物を押圧して摺動させつつ研磨を行うポリッシング方法において、陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まない研磨液を供給しつつ研磨対象物を研磨することを特徴とする。



WO 03/071593 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

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。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

ポリッシング方法および研磨液

技術分野

本発明は、ポリッシング方法および研磨液に係り、特に固定砥粒を用いて半導体ウェハ等の研磨対象物を研磨するポリッシング方法および研磨液に関するものである。

背景技術

近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。特に線幅が $0.5\mu\text{m}$ 以下の光リソグラフィの場合、焦点深度が浅くなるためステッパーの結像面の平坦度を必要とする。このような半導体ウェハの表面を平坦化する一手段として、化学機械研磨（CMP）を行うポリッシング装置が知られている。

この種の化学機械研磨（CMP）装置は、研磨パッドを上面に有する研磨テーブルとトップリングとを備えている。そして、研磨テーブルとトップリングとの間に研磨対象物を介在させて、研磨パッドの表面に砥液（スラリー）を供給しつつ、トップリングによって研磨対象物を研磨テーブルに押圧して、研磨対象物の表面を平坦且つ鏡面状に研磨している。

このようなCMP装置は、例えば半導体デバイスの最下層にトランジスタ回路を形成するためのSTI（Shallow Trench Isolation）形成工程に用いられている。図3A乃至図3Fは、STI形成工程の一例を示す断面概略図である。シリコン基板100上に窒化膜110（一般には

窒化珪素膜 Si_3N_4) を形成し (図 3 A 参照)、この窒化膜 110 をマスクとしてシリコン基板 100 をエッチングし、トレンチ (溝) 120 を形成する (図 3 B 参照)。そして、このトレンチ 120 に絶縁材料であるシリコン酸化膜 130 を埋め込む (図 3 C)。

トレンチ 120 にシリコン酸化膜 130 を埋め込んだ場合に、図 3 C に示すように、表面に余分なシリコン酸化膜 130 が残ってしまうので、この余分なシリコン酸化膜 130 を CMP によって除去し、窒化膜 110 の表面を露出させる (図 3 D 参照)。次に、窒化膜 110 をエッチングにより除去して、シリコン酸化膜の溝 130 a を形成する (図 3 E 参照)。このようなシリコン酸化膜の溝 130 a を介してトランジスタ 140 が配置される (図 3 F 参照)。

このような S T I 形成工程において、CMP を用いた研磨工程の目的は、上述したように、窒化膜上に形成された余分なシリコン酸化膜を完全に除去することにある。シリコン酸化膜の除去が不完全であると、その後の窒化膜のエッチングが阻害される。

しかしながら、従来、上述した S T I 形成における研磨においては、ポリウレタン系の研磨パッドとシリカ砥粒を分散させたスラリーとが用いられており、窒化膜 110 がシリコン酸化膜 130 よりも研磨されにくいので、図 4 に示すようにシリコン酸化膜 130 が研磨されすぎてディッシングが生じる。また、窒化膜の研磨にムラが生じて窒化膜上の面内均一性を十分に得ることができないという問題がある。S T I 形成においては、窒化膜及びトレンチのシリコン酸化膜の膜厚を厳しく管理する、即ち、ウェハの面内で膜厚を均一にすることが必要であり、上述したディッシングを抑制し、面内均一性を得ることが重要な課題となっている。

最近では、ポリウレタン系の研磨パッドとセリア砥粒を分散させたス

ラリとを用い、高濃度の界面活性剤を微量添加しながらウェハの研磨を行うことで、上述した問題を改善する試みがなされている。例えば、シリカスラリを用いた場合のディッシング量が500 Åであったとすると、この方法によればディッシング量を200～300 Åに低減することができる。しかしながら、この方法においても、軟質の研磨パッドが使用されるために上述したディッシングを完全になくすことができない。また、高濃度の界面活性剤を使用するためにセリアが凝集し、凝集したセリアによってウェハにスクラッチが発生してしまうという問題もある。

このような砥粒を含有した研磨液（スラリ）と軟質パッドを用いた研磨方法の問題を改善する方法として、特開2000-173955号公報に記載されているように固定砥粒を用いた研磨方法が提案されている。特開2000-173955号公報は、セリアを含有する固定砥粒と分子量10000のポリアクリル酸アンモニウムを1重量%含有し、pHがアルカリである研磨液で研磨を行う方法を提案している。この方法は、pHをアルカリ性にすることにより、脱落した砥粒の分散性を十分に高め、研磨速度を向上させることを目的としているが、添加するポリアクリル酸アンモニウムが比較的高濃度のために凝集が起こる恐れがあり、スクラッチを十分に抑えることが難しい。また、pHがアルカリ性であるために、ディッシングを抑止し良好な面内均一性を得ることが困難であった。

発明の開示

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、窒化膜上に酸化膜が形成された研磨対象物のディッシングを抑制して面内均一性を得ることができるポリッシング方法および研磨液を提供するこ

とを目的とする。

このような従来技術における問題点を解決するために、本発明の第1の態様は、固定砥粒に研磨対象物を押圧して摺動させつつ研磨を行うポリッシング方法において、陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まない研磨液を供給しつつ上記研磨対象物を研磨することを特徴とするポリッシング方法である。

上記研磨液中の陰イオン系界面活性剤の濃度は0.001重量%乃至5重量%であることが好ましく、より好ましくは0.001重量%以上0.15重量%未満である。pHは5乃至10であることが好ましく、より好ましくは、4乃至6.5である。更に、上記陰イオン系界面活性剤は、 COO^- 基又は SO_3^- 基からなる親水基を有する有機化合物を含むことが好ましい。また、上記研磨対象物は、窒化膜の上にシリコン酸化膜が堆積された研磨対象物であることが好ましい。

さらに、陰イオン界面活性剤が重量平均分子量13000以上60000以下のポリアクリル酸及び／又はその塩であることが望ましい。

研磨液のpHが中性領域から酸性領域においては、固定砥粒の砥粒表面及び窒化膜の表面は主として正に帯電している（表面の一部は負電荷を有するが、正電荷が支配的である）。従って、固定砥粒上に供給された陰イオン系界面活性剤は固定砥粒の砥粒表面及び窒化膜の表面に電氣的に強く付着する。このように固定砥粒の砥粒と窒化膜とが共に陰イオン系界面活性剤で覆われ反発しあうため、窒化膜の研磨が進みにくくなり、窒化膜の研磨レートが極端に低くなる。このときの研磨選択比は、例えば酸化膜：窒化膜＝10：1以上となり、窒化膜は研磨ストッパーとして作用する。このように、窒化膜の研磨レートが極端に低下して研磨量が少なくなるため、窒化膜の残膜厚のムラがなくなり窒化膜上の面

内均一性を得ることができる。

このとき、上述した研磨選択比により、窒化膜は研磨されずシリコン酸化膜のみが研磨され、上述したディッシングが進行すると考えられるが、実際にはディッシングが進行せず、ディッシング量を例えば100 Å以下に抑えることができる。これは、以下の2つの理由によるものであると考えられる。

①陰イオン系界面活性剤は窒化膜の表面だけでなく、シリコン酸化膜にも若干付着し、シリコン酸化膜の表面には陰イオン系界面活性剤の被膜が形成される。ある値以上の面圧がかかっている場合は、シリコン酸化膜の表面の被膜が破れるか又は脆弱となるため研磨が進行するが、多少でも研磨が進むとシリコン酸化膜の表面高さが窒化膜よりも低くなるため、シリコン酸化膜の表面における面圧が低下し、陰イオン系界面活性剤の被膜が厚く形成され、研磨が進みにくくなる。

②使用する陰イオン系界面活性剤は高分子であることから、窒化膜に付着した陰イオン系界面活性剤がトレンチ部の一部又はかなりの領域を覆うため、固定砥粒中の粒子による研磨が阻害される。

また、本発明の研磨方法は、陰イオン界面活性剤の濃度を低くしているため、脱落した砥粒が凝集を起こさず、その結果、スクラッチを少なくすることができる。

また、本発明では研磨面として固定砥粒を用いている。固定砥粒では研磨面が硬質で弾性変形しにくいいため、従来の弾性を有する研磨パッドを用いるよりもディッシングを形成しにくく、より平坦な仕上がり面を得ることができる。

このように、本発明によれば、濃度の低い陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まないpHが酸性である研磨液を固定砥粒上に供給しな

がら研磨することによって、例えば窒化膜を研磨ストッパーとして作用させることができる。従って、窒化膜の研磨レートを低くして窒化膜上の面内均一性を得ると共にディッシングを抑制することができ、スクラッチが少なく平坦性の高い研磨を実現することが可能となる。

図面の簡単な説明

図1は本発明の一実施形態におけるポリッシング装置の全体構成を示す平面図である。

図2は図1におけるポリッシング室の正面図である。

図3A乃至図3FはS T I形成工程の一例を示す概略図である。

図4は従来のポリッシング装置を用いた場合におけるディッシングを示す概略図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係るポリッシング装置の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係るポリッシング装置の全体構成を示す平面図である。

図1に示すように、本実施形態におけるポリッシング装置は、多数の半導体ウェハをストックするウェハカセット1を載置する4つのロード／アンロードステージ2を備えている。ロード／アンロードステージ2は昇降可能な機構を有していてもよい。ロード／アンロードステージ2上の各ウェハカセット1に到達可能となるように、走行機構3の上に搬送ロボット4が配置されている。

搬送ロボット4は、上下に2つのハンドを備えている。搬送ロボット4の2つのハンドのうち下側のハンドは、ウェハを真空吸着する吸着型

ハンドであり、ウェハカセット1から半導体ウェハを受け取るときのみ
に使用される。この吸着型ハンドは、カセット内のウェハのずれに関係
なく正確にウェハを搬送することができる。一方、搬送ロボット4の上
側のハンドは、ウェハの周縁部を保持する落とし込み型ハンドであり、ウ
ェハカセット1に半導体ウェハを戻すときのみ使用される。この落とし
込み型ハンドは、吸着型ハンドのようにゴミを集めてこないため、ウェ
ハの裏面のクリーン度を保ちながらウェハを搬送することができる。こ
のように洗浄した後のクリーンなウェハを上側に配置することとして、
それ以上ウェハを汚さないようにしている。

搬送ロボット4の走行機構3を対称軸としてウェハカセット1とは反
対側には、半導体ウェハを洗浄する2台の洗浄機5, 6が配置されてい
る。各洗浄機5, 6は搬送ロボット4のハンドが到達可能な位置に配置
されている。また、これらの洗浄機5, 6は、ウェハを高速回転させて
乾燥させるスピンドライ機能を有しており、これによりウェハの2段洗
浄及び3段洗浄の際にモジュール交換することなく対応することができ
る。

2台の洗浄機5, 6の間には、搬送ロボット4が到達可能な位置に、
半導体ウェハの載置台7, 8, 9, 10を4つ備えたウェハステーション12
が配置されている。洗浄機5と3つの載置台7, 9, 10に到達
可能な位置には、2つのハンドを有する搬送ロボット14が配置されて
いる。また、洗浄機6と3つの載置台8, 9, 10に到達可能な位置に
は、2つのハンドを有する搬送ロボット15が配置されている。

載置台7は、搬送ロボット4と搬送ロボット14との間で半導体ウェ
ハを互いに受渡すために使用され、載置台8は、搬送ロボット4と搬送
ロボット15との間で半導体ウェハを搬送するために使用される。これ

らの載置台 7, 8 には半導体ウェハの有無を検知する検知センサ 16, 17 がそれぞれ設けられている。

載置台 9 は、搬送ロボット 15 から搬送ロボット 14 へ半導体ウェハを搬送するために使用され、載置台 10 は、搬送ロボット 14 から搬送ロボット 15 へ半導体ウェハを搬送するために使用される。これらの載置台 9, 10 には、半導体ウェハの有無を検知する検知センサ 18, 19 と、半導体ウェハの乾燥を防止する又はウェハを洗浄するためのリンスノズル 20, 21 とがそれぞれ設けられている。

これらの載置台 9, 10 は共通の防水カバーの中に配置されており、このカバーに設けられた搬送用の開口部にはシャッター 22 が設けられている。また、載置台 9 は載置台 10 の上方に位置しており、洗浄後のウェハは載置台 9 に、洗浄前のウェハは載置台 10 に載置される。このような構成とすることで、リンス水の落下によるウェハの汚染を防止している。なお、図 1 において、センサ 16, 17, 18, 19、リンスノズル 20, 21、及びシャッター 22 は模式的に示されており、これらの位置及び形状は正確に図示されていない。

搬送ロボット 14 のハンドが到達可能な位置には、洗浄機 5 と隣接するように洗浄機 24 が配置されている。また、搬送ロボット 15 のハンドが到達可能な位置には、洗浄機 6 と隣接するように洗浄機 25 が配置されている。これらの洗浄機 24, 25 は、ウェハの両面を洗浄することができる洗浄機である。

搬送ロボット 14 及び搬送ロボット 15 の上側のハンドは、一度洗浄された半導体ウェハを洗浄機又はウェハステーション 12 の載置台へ搬送するのに使用される。一方、下側のハンドは、一度も洗浄されていない半導体ウェハ及び研磨される前の半導体ウェハを搬送するために使用

される。下側のハンドを用いて後述する反転機へのウェハの出し入れを行うことにより、反転機上部の壁からのリンス水の滴により上側のハンドが汚染されることがない。

上記洗浄機 5, 6, 24, 25 のウェハ搬入口には、図 1 に示すように、それぞれシャッター 5a, 6a, 24a, 25a が取付けられており、ウェハが搬入される時のみ開口可能となっている。

ポリッシング装置は、各機器を囲むようにハウジング 26 を備えており、ハウジング 26 の内部は、隔壁 28、隔壁 30、隔壁 32、隔壁 34、及び隔壁 36 により複数の領域（領域 A、領域 B を含む）に区画されている。

ウェハカセット 1 と搬送ロボット 4 が配置されている領域 A と、洗浄機 5, 6 と載置台 7, 8, 9, 10 が配置されている領域 B との間には、領域 A と領域 B とのクリーン度を分けるために隔壁 28 が配置されている。この隔壁 28 には、領域 A と領域 B との間で半導体ウェハを搬送するための開口部が設けられており、この開口部にはシャッター 38 が設けられている。上記洗浄機 5, 6, 24, 25、ウェハステーション 12 の載置台 7, 8, 9, 10、及び搬送ロボット 14, 15 は、すべて領域 B の中に配置されており、領域 B の圧力は領域 A 内の気圧よりも低い気圧に調整されている。

図 1 に示すように、隔壁 34 によって領域 B とは区切られた領域 C の内部において搬送ロボット 14 のハンドが到達可能な位置には、半導体ウェハを反転させる反転機 40 が配置されており、反転機 40 には搬送ロボット 14 によって半導体ウェハが搬送される。また、領域 C の内部において搬送ロボット 15 のハンドが到達可能な位置には、半導体ウェハを反転させる反転機 41 が配置されており、反転機 41 には搬送ロボ

ット15によって半導体ウェハが搬送される。反転機40及び反転機41は、半導体ウェハをチャックするチャック機構と、半導体ウェハの表面と裏面を反転させる反転機構と、半導体ウェハを上記チャック機構によりチャックしているかどうかを確認する検知センサとを備えている。

隔壁34によって領域Bと区分されたポリッシング室が形成されており、このポリッシング室は更に隔壁36によって2つの領域C及び領域Dに区分されている。なお、領域Bと領域C及びDとを区切る隔壁34には、半導体ウェハ搬送用の開口部が設けられ、この開口部には、反転機40と反転機41のためのシャッター42, 43が設けられている。

図1に示すように、2つの領域C, Dには、それぞれ2つの研磨テーブルと、1枚の半導体ウェハを保持し且つ半導体ウェハを研磨テーブルに対して押し付けながら研磨するための1つのトップリングが配置されている。即ち、領域Cには、トップリング44と、研磨テーブル46, 48と、研磨テーブル46に研磨液を供給するための研磨液供給ノズル50と、窒素ガス供給源及び液体供給源に接続される複数の噴射ノズル（図示せず）を備えたアトマイザ52と、研磨テーブル46のドレッシングを行うためのドレッサ54と、研磨テーブル48のドレッシングを行うためのドレッサ56とが配置されている。同様に、領域Dには、トップリング45と、研磨テーブル47, 49と、研磨テーブル47に研磨液を供給するための研磨液供給ノズル51と、窒素ガス供給源及び液体供給源に接続される複数の噴射ノズル（図示せず）を備えたアトマイザ53と、研磨テーブル47のドレッシングを行うためのドレッサ55と、研磨テーブル49のドレッシングを行うためのドレッサ57とが配置されている。

研磨液供給ノズル50, 51からは研磨に使用する研磨液やドレッシ

ングに使用するドレッシング液（例えば、水）がそれぞれ研磨テーブル 46, 47 上に供給される。また、アトマイザ 52, 53 からは窒素ガスと純水又は薬液とが混合された液体が研磨テーブル 46, 47 上に噴射される。窒素ガス供給源からの窒素ガス及び液体供給源からの純水又は薬液は、図示しないレギュレータやエアオペレータバルブによって所定の圧力に調整され、両者が混合された状態でアトマイザ 52, 53 の噴射ノズルに供給される。この場合において、アトマイザ 52, 53 の噴射ノズルは研磨テーブル 46, 47 の外周側に向けて液体を噴射するのが好ましい。なお、窒素ガスに代えて他の不活性ガスを用いることもできる。また、純水又は薬液などの液体のみをアトマイザ 52, 53 から噴射することとしてもよい。なお、研磨テーブル 48, 49 にもアトマイザを設けてもよい。研磨テーブル 48, 49 にアトマイザを設けることで、研磨テーブル 48, 49 の表面をより清浄に保つことができる。

混合された窒素ガスと純水又は薬液は、①液体微粒子化、②液体が凝固した微粒子固体化、③液体が蒸発した気体化（これら①、②、③を霧状化又はアトマイズという）された状態で、アトマイザ 52, 53 の噴射ノズルから研磨テーブル 46, 47 に向けて噴射される。混合された液体が液体微粒子化、微粒子固体化、気体化のいずれの状態でも噴射されるかは、窒素ガス及び／又は純水又は薬液の圧力、温度、又はノズル形状などによって決定される。従って、レギュレータなどによって窒素ガス及び／又は純水又は薬液の圧力、温度、又はノズル形状などを適宜変更することによって噴射される液体の状態を変更することができる。

なお、研磨テーブル 48, 49 の代わりに、湿式タイプのウェハ膜厚測定機を設置してもよい。その場合は、研磨直後のウェハの膜厚を測定することができ、ウェハの削り増しや、測定値を利用して次のウェハへ

の研磨プロセスの制御を行うこともできる。

反転機 4 0 及び 4 1 と トップリング 4 4 及び 4 5 の下方に、洗浄室（領域 B）とポリッシング室（領域 C, D）の間でウェハを搬送するロータリトランスポート 6 0 が配置されている。ロータリトランスポート 6 0 には、ウェハを載せるステージが 4 ヶ所等配に設けてあり、同時に複数のウェハを搭載できるようになっている。

反転機 4 0 及び 4 1 に搬送されたウェハは、ロータリトランスポート 6 0 のステージの中心が、反転機 4 0 又は 4 1 でチャックされたウェハの中心と位相が合ったときに、ロータリトランスポート 6 0 の下方に設置されたリフタ 6 2 又は 6 3 が昇降することで、ロータリトランスポート 6 0 上に搬送される。ロータリトランスポート 6 0 のステージ上に載せられたウェハは、ロータリトランスポート 6 0 の位置を 90° 変えることで、トップリング 4 4 又は 4 5 の下方へ搬送される。トップリング 4 4 又は 4 5 は、予めロータリトランスポート 6 0 の位置に揺動している。トップリング 4 4 又は 4 5 の中心が上記ロータリトランスポート 6 0 に搭載されたウェハの中心と位相が合ったときに、それらの下方に配置されたプッシャー 6 4 又は 6 5 が昇降することで、ウェハはロータリトランスポート 6 0 からトップリング 4 4 又は 4 5 へ移送される。

次に、ポリッシング室をより詳細に説明する。なお、以下では、領域 C についてのみ説明するが、領域 D についても領域 C と同様に考えることができる。図 2 は、領域 C のトップリング 4 4 と研磨テーブル 4 6, 4 8 との関係を示す図である。

図 2 に示すように、トップリング 4 4 は回転可能なトップリング駆動軸 7 0 によってトップリングヘッド 7 2 から吊下されている。トップリングヘッド 7 2 は位置決め可能な揺動軸 7 4 によって支持されており、

トップリング 4 4 は研磨テーブル 4 6, 4 8 の双方にアクセス可能になっている。

また、ドレッサ 5 4 は回転可能なドレッサ駆動軸 7 6 によってドレッサヘッド 7 8 から吊下されている。ドレッサヘッド 7 8 は位置決め可能な揺動軸 8 0 によって支持されており、これによりドレッサ 5 4 は待機位置と研磨テーブル 4 6 上のドレッサ位置との間を移動可能になっている。同様に、ドレッサ 5 6 は回転可能なドレッサ駆動軸 8 2 によってドレッサヘッド 8 4 から吊下されている。ドレッサヘッド 8 4 は位置決め可能な揺動軸 8 6 によって支持されており、これによりドレッサ 5 6 は待機位置と研磨テーブル 4 8 上のドレッサ位置との間を移動可能になっている。

研磨テーブル 4 6 の上面は、砥粒と気孔又は気孔剤とがバインダ（樹脂）により結合された固定砥粒 4 6 a によって構成されており、この固定砥粒 4 6 a によってトップリング 4 4 に保持された半導体ウェハを研磨する研磨面が構成される。このような固定砥粒 4 6 a は、例えば、スラリー状の研磨剤（液体中に砥粒を分散させたもの）とエマルジョン状樹脂を混合分散した混合液を噴霧乾燥させ、この混合粉を成形治具に充填し、加圧・加熱処理して得られる。砥粒としては、好ましくは、平均粒子径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下のセリア (CeO_2) 又はシリカ (SiO_2) を用いる。また、バインダとして熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂を用いることができるが、特に熱可塑性樹脂が好適である。

また、研磨テーブル 4 8 の上面は、軟質の不織布によって構成されており、この不織布により研磨後の半導体ウェハの表面に付着した砥粒を洗浄する洗浄面が構成される。

次に、本発明のポリッシング装置を用いて半導体ウェハを研磨する工

程について例を挙げて説明する。なお、以下の研磨工程の説明では、領域Cにおいて研磨処理を行う場合について説明するが、領域Dについても同様に考えることができる。また、以下では、STI形成における研磨工程に適用した例を説明するが、例えば層間絶縁膜（ILD）のパターンが形成された半導体ウェハを研磨する場合にも本発明を適用することができる。

1) ポリッシング

研磨テーブル46とトップリング44とそれぞれ自転させつつ、半導体ウェハを研磨テーブル46に押圧し半導体ウェハのシリコン酸化膜を窒化膜に達するまで研磨する。このとき、研磨液供給ノズル50から陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まない研磨液を固定砥粒46a上に供給する。供給する陰イオン系界面活性剤の濃度は0.001重量%乃至5重量%であることが好ましく、より好ましくは0.001重量%乃至0.15重量%である。ディッシングを抑制し、面内均一性を得る観点、および脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点から、0.002重量%以上がより好ましく、さらに好ましくは0.003重量%以上、特に好ましくは0.004重量%以上である。また、研磨速度を十分発現する観点、および脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点から、0.15重量%未満が好ましいが、より好ましくは0.10重量%未満、さらに好ましくは0.08重量%未満、特に好ましくは0.05重量%未満である。したがって、好ましくは0.001重量%以上0.15重量%未満、より好ましくは0.002重量%以上0.10重量%未満、さらに好ましくは0.003重量%以上0.08重量%未満、特に好ましくは0.004重量%以上0.05重量%未満である。界面活性剤を添加する目的は、窒化膜をストッパーとして機能させ

ることの他に、シリコン酸化膜の研磨速度を抑えて（トレンチ部の）ディッシングを抑制することである。添加濃度を上げればシリコン酸化膜の研磨速度が低下しディッシングを抑制できるが、濃度を上げすぎると研磨速度が著しく低下するため研磨に時間を要することになる。これは生産性の低下につながる。例えばポリアクリル酸アンモニウムを0.05重量%添加した場合のシリコン酸化膜の研磨速度は、純水の場合に比べて約30%低下する。濃度と研磨速度低下量はリニア（直線的）な関係がみられることから、濃度0.10%では約60%、0.15%では約90%低下することになる。生産性を考慮すると、添加する界面活性剤濃度の上限は、0.15%までとするのが望ましい。

また、pHは4乃至10であることが好ましく、より好ましくは4乃至6.5である。特に、脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点から、4.5を超えることがより好ましく、さらに4.8を超えることが好ましく、特に5.0を超えることが好ましい。また、ディッシングを抑制し面内均一性を得る観点から、5.5未満であることがより好ましく、さらに5.4未満であることが好ましく、特に5.3未満であることが好ましい。したがって、pH値は4.5より大きく5.5未満が好ましく、4.8より大きく5.4未満がより好ましく、5.0より大きく5.3未満が特に好ましい。

また、陰イオン系界面活性剤は、 COO^- 基又は SO_3^- 基からなる親水基を有する有機化合物を含むことが好ましい。脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点、およびディッシングを抑制し面内均一性を得る観点から、特に好ましくは、 COO^- 基を有する有機化合物である。具体的には、アルキル硫酸、アルキルエーテル硫酸及びそれらの塩等の硫酸化合物、アルキルスルホン酸、アルキルベンゼンスルホン酸、

アルキルナフタレンスルホン酸、スルフォコハク酸、ナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物、リグニンスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸及びそれらの塩等のスルホン酸化合物、石けん、アルキルエーテルカルボン酸、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、アクリル酸やメタクリル酸を含む共重合体およびそれらの塩等のカルボン酸化合物、アルキルリン酸、アルキルエーテルリン酸およびそれらの塩等のリン酸化合物などが挙げられる。その中でも、ポリアクリル酸及びその塩がもっとも好ましい。ポリアクリル酸塩においては、アンモニウム塩が好ましい。

ポリアクリル酸及びその塩の重量平均分子量 (M_w) は、脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点から、13000以上が好ましく、より好ましくは14000以上、もっとも好ましくは15000以上であり、また、ディッシングを抑制し面内均一性を得る観点から、60000以下が好ましく、より好ましくは50000以下、もっとも好ましくは45000以下である。したがって、13000以上60000以下が好ましく、より好ましくは14000以上50000以下であり、もっとも好ましくは15000以上45000以下である。なお、ポリアクリル酸及びその塩の分子量は、下記の条件で行われたゲルパーミエーションクロマトグラフィー (GPC) で測定された値である。

ポンプ：CCPD (東ソー社製)

ディテクタ：RI-71 (Shodex社製)

データ処理ソフト：Gpc-8020 (東ソー社製)

カラム：一段目にG4000PW_{XL} (東ソー社製)、二段目にG2500PW_{XL} (東ソー社製) を用いた。

溶離液：0.2モルリン酸バッファー溶液とCH₃CNを容積比9 :

1で混合したものを用いた。0.2モルリン酸バッファー溶液は0.2モル/L・ KH_2PO_4 水溶液と0.2モル/L・ Na_2HPO_4 水溶液を容積比1:1で混合したものである。

流量：1.0 mL/min

カラム温度：40℃

サンプル量：0.5重量%のポリアクリル酸及び塩水溶液 100 μL

分子量換算：分子量既知のポリエチレングリコール7種（分子量12000, 26000, 95000, 145000, 250000, 510000, 920000）を用いて検量線を作成し、換算した。

本発明の研磨液は、脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点から、25000以上60000以下の重量平均分子量を持つポリアクリル酸及びその塩と、ディッシングを抑制し面内均一性を得る観点から、13000以上25000未満の重量平均分子量を持つポリアクリル酸及びその塩の少なくとも2種類の陰イオン界面活性剤を含有していることが好ましい。

25000以上60000以下の重量平均分子量を持つ第1のポリアクリル酸及びその塩のさらに好ましい重量平均分子量は27000以上45000以下であり、もっとも好ましくは28000以上35000以下である。また、その添加量は、脱落した砥粒を分散させスクラッチを防止する観点、ディッシングを抑制し面内均一性を得る観点から、0.0005重量%以上0.03重量%未満が好ましく、より好ましくは0.001重量%以上0.02重量%未満、もっとも好ましくは0.005重量%以上0.01重量%未満である。

13000以上25000未満の重量平均分子量を持つ第2のポリア

クリル酸及びその塩のさらに好ましい重量平均分子量は14000以上24000以下であり、もっとも好ましくは15000以上23000以下である。また、その添加量は、ディッシングを抑制し面内均一性を得る観点、および研磨速度を十分発現する観点から、0.003重量%以上0.12重量%未満が好ましく、より好ましくは0.01重量%以上0.08重量%未満、もっとも好ましくは0.02重量%以上0.04重量%未満である。

平均粒子径が0.2 μ mのセリア砥粒とバインダとしての熱可塑性樹脂を用いた固定砥粒パッドを搭載した本発明のポリッシング装置を用いて、STI基板（SKW3-1、MIT964mask使用）の研磨を行った場合の実験結果を説明する。この場合、分子量31200のポリアクリル酸0.008重量%と分子量17700のポリアクリル酸0.032重量%を含有し、アンモニアでpHを5.1に調製した研磨液1、分子量31200のポリアクリル酸1.6重量%を含有し、アンモニアでpHを6.0に調製した研磨液2、分子量31200のポリアクリル酸1.0重量%を含有し、アンモニアでpHを9.0に調製した研磨液3を用いて、STI基板の研磨を行った。研磨液1を用いて研磨を行った結果、ディッシングが100Å以下であり、スクラッチは見られず、良好であった。研磨液2を用いて研磨を行った結果、ディッシング量は、研磨液1と同等レベルであったが、スクラッチがやや見られた。研磨液3を用いて研磨を行った結果、スクラッチがやや見られ、ディッシングの改善が見られなかった。

このように、0.001重量%以上0.15重量%未満の陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まないpHが4~6.5である研磨液を固定砥粒46a上に供給しながら研磨することによって、上述したよう

に、窒化膜を研磨ストッパーとして作用させることができる。従って、窒化膜の研磨レートを低くして窒化膜上の面内均一性を得ると共に酸化膜のディッシングを抑制することができ、スクラッチが少なく平坦性の高い研磨を実現することが可能となる。

上述したように、本発明によれば、0.001重量%以上0.15重量%未満の陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まないpHが4～6.5である研磨液を固定砥粒上に供給しながら研磨することによって、例えば窒化膜を研磨ストッパーとして作用させることができる。従って、窒化膜の研磨レートを低くして窒化膜上の面内均一性を得ると共にディッシングを抑制することができ、スクラッチが少なく平坦性の高い研磨を実現することが可能となる。

産業上の利用の可能性

本発明は、固定砥粒を用いて半導体ウェハ等の研磨対象物を研磨するポリッシング方法および研磨液に好適に利用可能である。

請求の範囲

1. 固定砥粒に研磨対象物を押圧して摺動させつつ研磨を行うポリッシング方法において、

陰イオン系界面活性剤を含み且つ砥粒を含まない研磨液を供給しつつ前記研磨対象物を研磨することを特徴とするポリッシング方法。

2. 前記研磨液中の陰イオン系界面活性剤の濃度は0.001重量%乃至5重量%であり、かつpH5乃至10であることを特徴とする請求項1記載のポリッシング方法。

3. 前記研磨液中の陰イオン系界面活性剤の濃度は0.001重量%乃至0.15重量%であり、かつpH4乃至6.5であることを特徴とする請求項1記載のポリッシング方法。

4. 前記陰イオン系界面活性剤は、 COO^- 基又は SO_3^- 基からなる親水基を有する有機化合物を含むことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載のポリッシング方法。

5. 前記研磨対象物は、窒化膜の上にシリコン酸化膜が堆積された研磨対象物であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載のポリッシング方法。

6. 固定砥粒に研磨対象物を押圧して摺動させつつ研磨を行うポリッシング方法に用いられる研磨液であって、砥粒を含まず、陰イオン界面活性剤を0.001重量%以上0.15重量%未満含有することを特徴とする研磨液。

7. 前記研磨液のpHが4乃至6.5であることを特徴とする請求項6に記載の研磨液。

8. 前記陰イオン界面活性剤が重量平均分子量13000以上60000以下のポリアクリル酸及び／又はその塩であることを特徴とする請求項6又は7に記載の研磨液。

FIG. 1

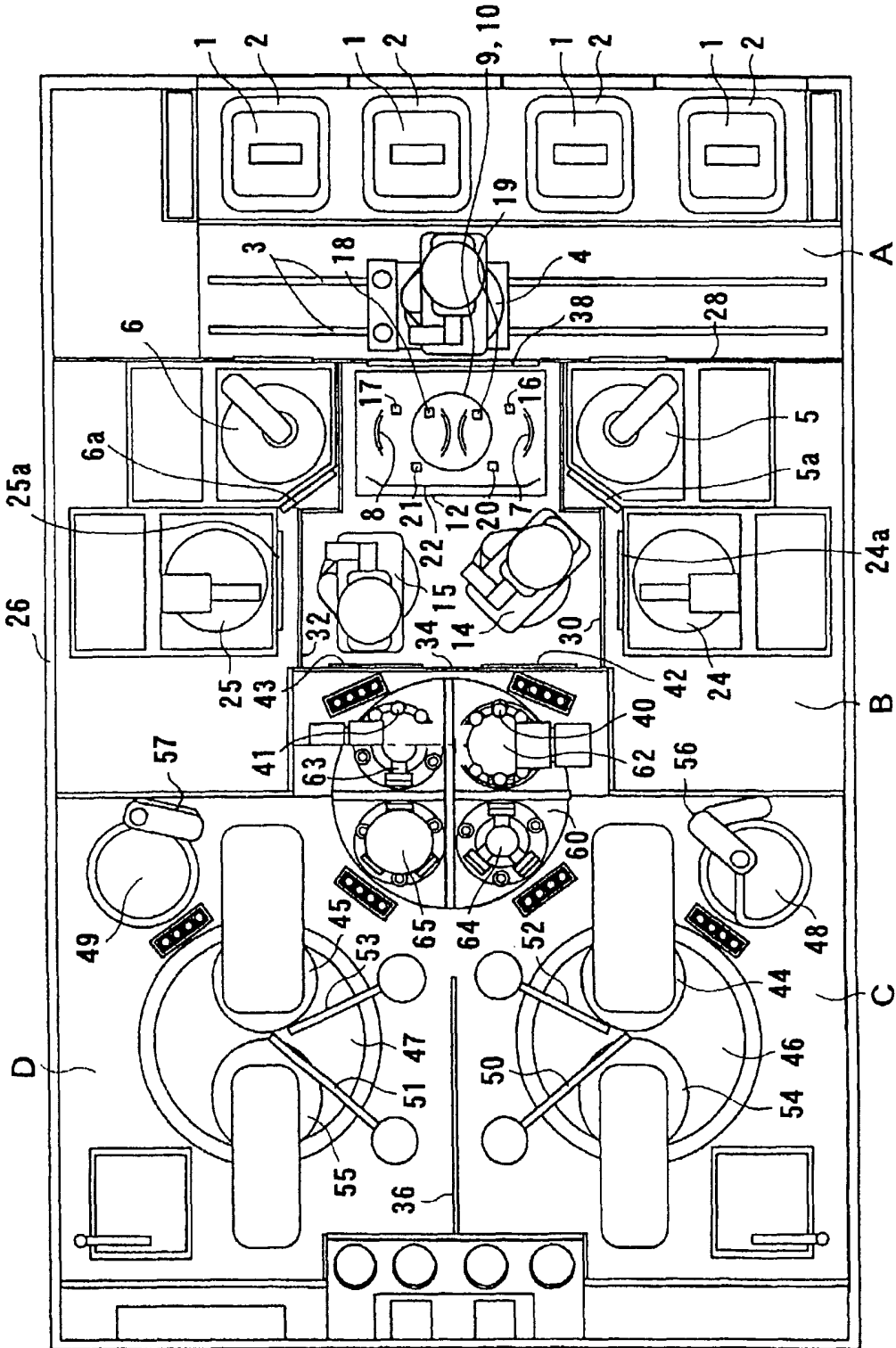
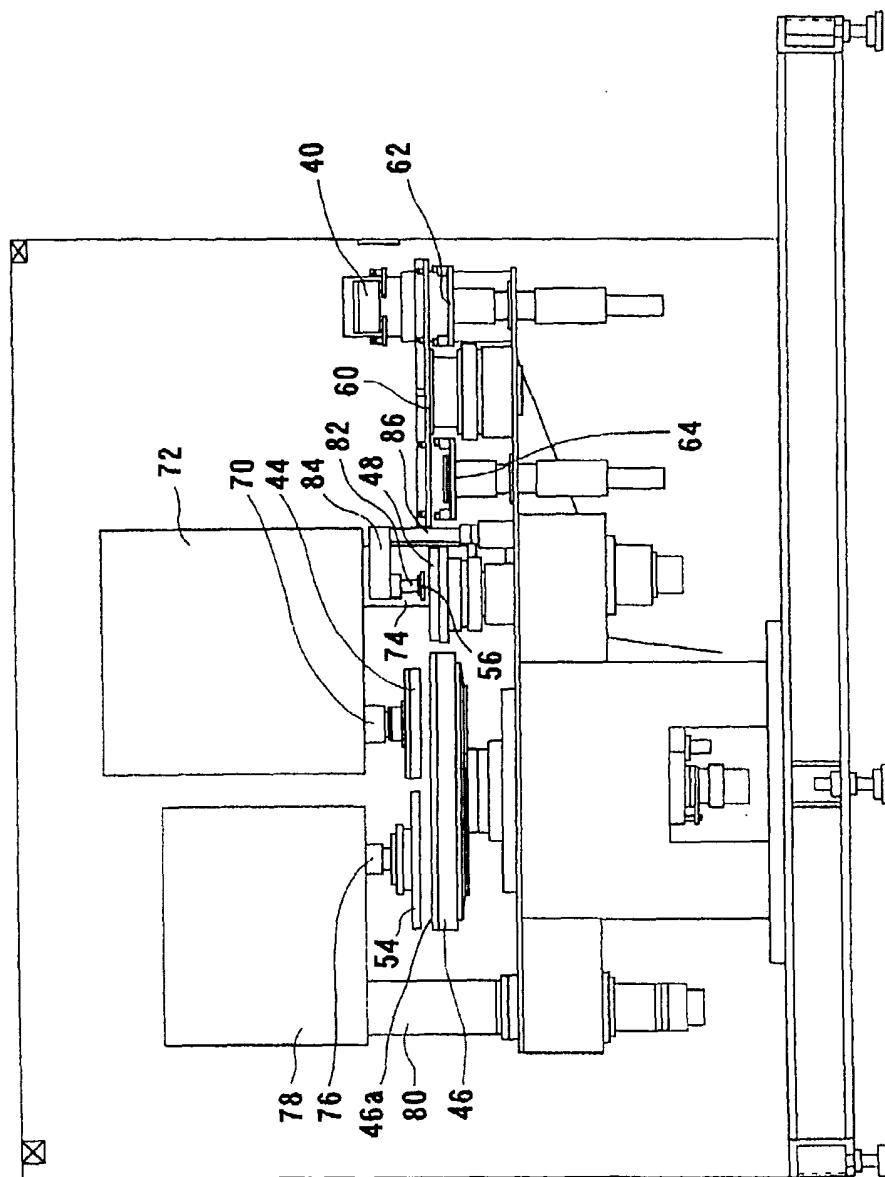


FIG. 2



3/4

FIG. 3A

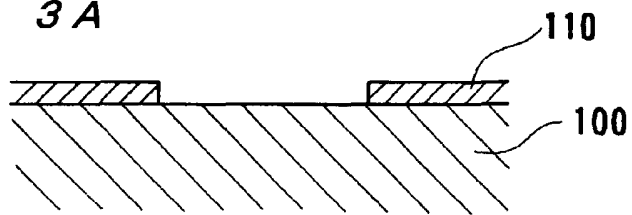


FIG. 3B

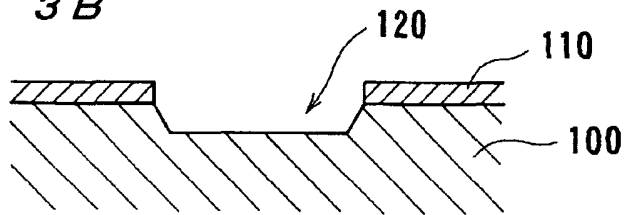


FIG. 3C

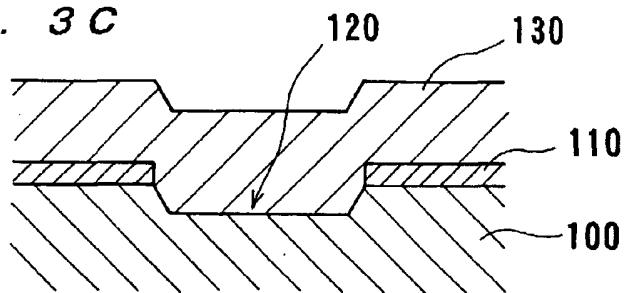


FIG. 3D

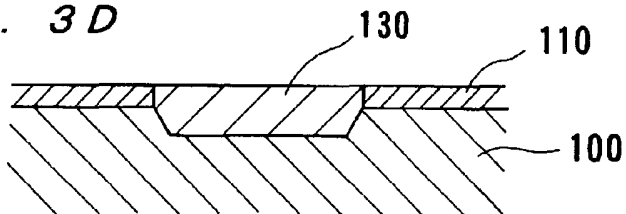


FIG. 3E

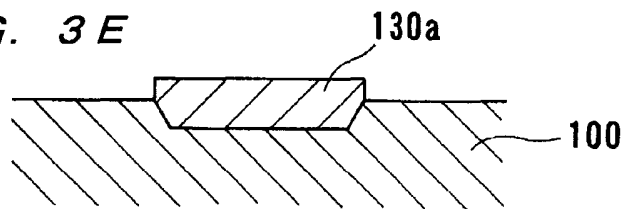
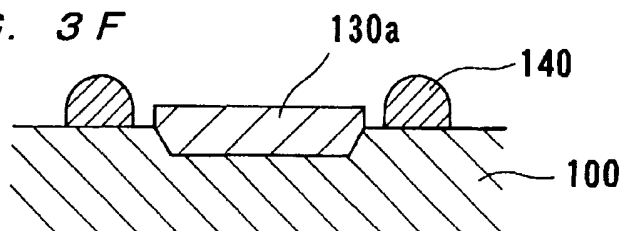
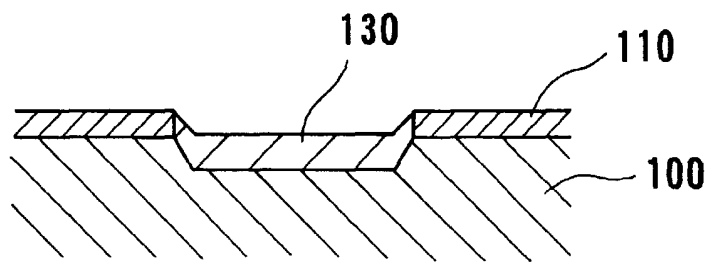


FIG. 3F



4 / 4

FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/01870

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00, C09K3/14

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 H01L21/304, B24B37/00, C09K3/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

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 A	JP 2002-43256 A (Hitachi, Ltd.), 08 February, 2002 (08.02.02), Claims & US 2002/28581 A1	1, 4-6, 8 2, 3, 7
X A	JP 2000-173955 A (Hitachi, Ltd.), 23 June, 2000 (23.06.00), Claims (Family: none)	1, 4, 6 2, 3, 5, 7, 8
P, A	US 2002/160609 A1 (Souichi KATAGIRI), 31 October, 2002 (31.10.02), & JP 2002-324772 A Claims	1-8

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

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 14 May, 2003 (14.05.03)	Date of mailing of the international search report 27 May, 2003 (27.05.03)
--	---

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

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01870

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98/18159 A1 (MICRON TECHNOLOGY INC.), 30 April, 1998 (30.04.98), & JP 2001-502610 A Claims 1 to 15 & EP 946979 A1 & US 5972792 A & KR 2000-52645 A	1-8
A	WO 97/10613 A1 (HITACHI LTD.), 20 March, 1997 (20.03.97), & US 6180020 B1 & EP 1297927 A2 & JP 9-511814 A & JP 2002-305168 A & TW 330168 A & EP 874390 A1 & CN 1197542 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00, C09K 3/14

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. Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00, C09K 3/14

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	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2002-43256 A (株式会社日立製作所) 2002.02.08, 【特許請求の範囲】 & US 2002/28581 A1	1, 4-6, 8 2, 3, 7
X A	JP 2000-173955 A (株式会社日立製作所) 2000.06.23, 【特許請求の範囲】 (ファミリーなし)	1, 4, 6 2, 3, 5, 7, 8
PA	US 2002/160609 A1 (Souichi KATAGIRI) 2002.10.31 & JP 2002-324772 A, 【特許請求の範囲】	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。


パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
14.05.03

国際調査報告の発送日
27.05.03

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)
小松 竜一  3P 9524
電話番号 03-3581-1101 内線 3362

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
A	WO 98/18159 A1 (MICRON TECHNOLOGY INC.) 1998.04.30 & JP 2001-502610 A, 請求項1-15 & EP 946979 A1 & US 5972792 A & KR 2000-52645 A	1-8
A	WO 97/10613 A1 (HITACHI LTD.) 1997.03.20 & US 6180020 B1 & EP 1297927 A2 & JP 9-511814 A & JP 2002-305168 A & TW 330168 A & EP 874390 A1 & CN 1197542 A	1-8