

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4034655号
(P4034655)

(45) 発行日 平成20年1月16日(2008.1.16)

(24) 登録日 平成19年11月2日(2007.11.2)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 5 D 7/12 (2006.01)
 C 2 5 D 17/00 (2006.01)
 C 2 5 D 21/00 (2006.01)
 H O 1 L 21/288 (2006.01)
 C 2 5 F 7/00 (2006.01)

C 2 5 D 7/12
 C 2 5 D 17/00 B
 C 2 5 D 21/00 A
 H O 1 L 21/288 E
 C 2 5 F 7/00 U

請求項の数 11 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2002-558562 (P2002-558562)
 (86) (22) 出願日 平成13年11月2日(2001.11.2)
 (65) 公表番号 特表2005-501963 (P2005-501963A)
 (43) 公表日 平成17年1月20日(2005.1.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/051158
 (87) 国際公開番号 W02002/057514
 (87) 国際公開日 平成14年7月25日(2002.7.25)
 審査請求日 平成16年10月29日(2004.10.29)
 (31) 優先権主張番号 60/245,211
 (32) 優先日 平成12年11月3日(2000.11.3)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 09/760,757
 (32) 優先日 平成13年1月17日(2001.1.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501177883
 エイエスエム・ナトゥール・インコーポレ
 ーテッド
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94
 538-6400、フレモント、ダブリュ
 ・ウォーレン・アベニュー 3501
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 均一な薄膜を最小限のエッジ除外で基板上へ電着する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ウェハーとの間で電氣的なコンタクトを取るための装置であって、前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、前記導電性レイヤとの間で電氣的なコンタクトを取る、少なくとも一つのコンタクト部材を有し、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの間の相対的な運動により、前記少なくとも一つのコンタクト部材を前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトさせるように構成された装置において、前記ウェハーを保持するためのウェハーキャリアと、
電極と、前記ウェハーの近傍に配置され、前記電極とウェハーの間に位置し、前記溶液の存在下で前記ウェハーの前面側の表面に物理的に接触することによって、前記ウェハーの前面側の表面の処理をするためのパッドと、を備え、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、前記電極と前記ウェハーの間で電位差を維持することによって、前記ウェハーを電気化学的に加工するように構成され、且つ、前記ウェハーの前面側の表面に物理的に接触することによって、前記パッドで前記ウェハーの前面側の表面の処理をするように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記ウェハーの近傍に配置された前記パッドは、前記ウェハーの一部をカバーしていないこと、及び、

前記パッドは、電流密度が高い領域と電流密度が低い他の領域を有するように構成されていること、

を特徴とする請求項 1 に記載の電気化学的加工装置。

【請求項 3】

前記ウェハーを前記パッドに対して、前記パッドの表面に平行な方向に、移動させるための手段を、更に備え、それによって、前記ウェハーの前記一部が、前記パッドの前記電流密度が高い領域の上に来るように構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の電気化学的加工装置。

10

【請求項 4】

前記ウェハーを前記パッドに対して、前記パッドの表面に平行な方向に、移動させるための手段を、更に備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の電気化学的加工装置。

【請求項 5】

二つのコンタクト部材を備え、各コンタクト部材は、前記ウェハーの実質的に反対側のエッジ部分に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の電気化学的加工装置。

【請求項 6】

ウェハーとの間で電気的なコンタクトを取るための方法であって、

前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、

20

前記ウェハーの前記エッジ部分で、少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの前記導電性レイヤとの間で相対的な運動を発生させ、それによって、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーの連続するエッジ部分の異なる部分に電気的にコンタクトさせる方法において、

前記相対的な運動を発生させるステップで、相対的な回転及び直線運動を発生させること、及び、

前記ウェハーの前記導電性レイヤと電極の間の電位差を維持し、この電位差が維持されている間に、溶液を用いて、少なくとも前記ウェハーの内側部分に対して、電気化学的な処理を行うこと、

30

を特徴とする方法。

【請求項 7】

ウェハーとの間で電気的なコンタクトを取るための方法であって、

前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、

前記ウェハーの前記エッジ部分で、少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの前記導電性レイヤとの間で相対的な運動を発生させ、それによって、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーの連続するエッジ部分の異なる部分に電気的にコンタクトさせる方法において、

前記ウェハーの前記導電性レイヤと電極の間の電位差を維持し、この電位差が維持されている間に、溶液を用いて、少なくとも前記ウェハーの内側部分に対して、電気化学的加工を行うこと、及び、

40

前記電気化学的加工のプロセスは、前記ウェハーに対して摺動可能な状態で接触し且つ前記電極とウェハーの間に配置されたパッドを、前記溶液の存在の下で動かすことを含むこと、

を特徴とする方法。

【請求項 8】

前記電気化学的加工を行うステップの間、前記パッドは前記ウェハーの一部をカバーしていないこと、及び、

前記パッドは、電流密度が高い領域及び電流密度が低い他の領域を有するように構成さ

50

れていること、

を特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記電気化学的加工を行うステップは、前記ウェハーを前記パッドに対して、前記パッドの表面に平行な方向に、移動させるステップを含むことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記動きは回転運動を含み、前記少なくとも一つのコンタクト部材及び前記ウェハーのそれぞれの相対的な回転は、前記ウェハーの回転の度に繰り返されるところの、前記ウェハーの連続するエッジ部分の異なる部分との電気的なコンタクトを発生させることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

10

【請求項 11】

前記少なくとも一つのコンタクト部材は、二つのコンタクト部材を備え、
各コンタクト部材は、実質的に反対側のエッジ部分に配置され、
各コンタクト部材は、相対的な運動を発生させる前記ステップの間、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電気的にコンタクトすること、
を特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は一般に、電着プロセス技術、およびより詳細には、均一で平坦な堆積物を形成する電着プロセスに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の半導体デバイスは一般に、半導体基板（通常、シリコン基板）と、順次形成された複数の誘電体中間層（二酸化珪素など）と、導電材料から作られた導電性経路またはインターコネクとを備える。インターコネクは通常、導電材料を、誘電体中間層内部にエッチングされたトレンチに充填して、形成される。集積回路においては、複数のレベルのインターコネクネットワークが、基板表面に対して横方向に延びている。異なる層内に形成されたインターコネクは、ビアまたはコンタクトを用いて電気的に接続することができる。このようなフィーチャー（features）、すなわちビア開口部、トレンチ、パッドまたはコンタクトへの導電材料充填プロセスは、導電材料を、このようなフィーチャーを含む基板上へ堆積させることによって行なうことができる。次に、基板上の過剰な導電材料を、平坦化または研磨技術たとえば化学的機械研磨（CMP）を用いて、除去することができる。

30

【0003】

最近、銅（Cu）および銅合金が、インターコネク材料として著しい注目を受けている。その理由は、エレクトロマイグレーションが優れており、低抵抗率の特性であるからである。Cu 堆積の好ましい方法は、電着である。製造の際、銅を、予めバリアまたはシード層がコートされた基板上に、電気メッキまたは電着する。典型的なバリア材料には一般に、タングステン（W）、タンタル（Ta）、チタン（Ti）、これらの合金およびこれらの窒化物が含まれる。銅用の典型的なシード材料は通常、銅の薄層であり、この層を前述のバリア層上に CVD または PVD によって堆積する。

40

【0004】

Cu メッキシステムには、多くの様々なデザインがある。例えば、米国特許第 5,516,412 号（1996 年 5 月 14 日に Andricacos らに付与）には、薄膜を平坦な物品上に電着するように構成された垂直パドルメッキ槽が開示されている。米国特許第 5,985,123 号（Koon に 1999 年 11 月 16 日に付与）には、さらに他の垂直型電着装置（基板サイズの変化に関連する不均一堆積の問題を打開すると称する）が開示されている。

【0005】

50

Cu電着プロセスの際、特別に配合されたメッキ溶液または電解液が用いられる。これらの溶液または電解液には、堆積された材料のテクスチャー、モロロジー、およびメッキ挙動を制御するために、Cuのイオン種と添加剤とが含まれている。添加剤は、堆積層を平坦にし幾らか光沢を出すために必要である。

【0006】

Cuメッキ溶液の組成物には多くのタイプがあり、一部は市販されている。このような組成物の一つには、銅源としての硫酸Cu(CuSO₄) (James Kellyら、Journal of The Electrochemical Society、Vol.146、ページ2540-2545、(1999)を参照)が含まれ、また水、硫酸(H₂SO₄)、および少量の塩化物イオンが含まれる。

【0007】

良く知られているように、所望の特性の堆積材料を得るために、その他の化学薬品(添加剤と呼ばれることが多い)をCuメッキ溶液に加えることができる(例えば、Robert MikolaおよびLinlin Chen、「Investigation of the Roles of the Additive Components for Second Generation Copper Electroplating Chemistries used for Advanced Interconnect Metallization」、Proceedings of the International Interconnect Technology Conference、ページ117-119、6月5-7、2000を参照)。

【0008】

図1A~2Bに、従来の電着方法および装置を例示する。図1Aには、基板10と、その上に形成された絶縁層12とが示されている。従来のエッチング技術を用いて、小さいビア14の列および幅広いトレンチ16などのフィーチャーが、絶縁層12上、および基板10の露出領域上に形成される。この例では、ビア14が狭く深い。言い換えれば、ビア14はアスペクト比が高い(すなわち、その深さと幅との比が大きい)。典型的に、ビア14の幅はサブミクロンである。一方、この例に示されるトレンチ16は、幅が広く、アスペクト比が小さい。トレンチ16の幅は、その深さよりも5~50倍またはそれ以上大きい場合がある。

【0009】

図1B~1Cに、フィーチャーに銅材料を充填するための従来の方法を示す。図1Bには、バリア/グルーまたは付着層18とシード層20とが、基板10および絶縁物12上に、連続して堆積されているのが示されている。バリア層18は、Ta、W、Ti、これらの合金、これらの窒化物、またはこれらの組み合わせであり得る。バリア層18は一般に、種々のスパッタリング方法の何れかを用いて、化学気相成長(CVD)によって、または無電解メッキ法によって堆積させる。その後、シード層20を、バリア層18上に堆積させる。シード層20は、メッキすべき導体が銅である場合に、典型的に銅である。またシード層20は、バリア層18上に、種々のスパッタリング方法、CVD、もしくは無電解メッキまたはこれらの組み合わせを用いて、堆積させることができる。

【0010】

図1Cにおいて、シード層20を堆積させた後に、導電材料層22(たとえば銅層)を、シード層20上に、好適なメッキ浴または浴組成物から部分的に電着させる。この工程の際、電気コンタクト部材を銅シード層20および/またはバリア層18に形成することで、アノード(図示せず)に対するカソード(負)電圧を、その層に印加することができる。その後、前述したように、銅材料層22を基板表面上にメッキ溶液を用いて電着する。添加剤(塩化物イオンなど)、抑制剤(suppressor)/抑止剤(inhibitor)、および促進剤の量を調整することによって、小さいフィーチャー内においてボトムアップ銅薄膜成長を得ることができる。

【0011】

図1Cに示すように、銅材料22はビア14には完全に充填されるとともに、通常大きなトレンチ16内ではコンフォーマル(conformal)である。これは使用した添加剤が大きなフィーチャー内では効力がないからである。例えば、ビア14内へのボトムアップ堆積が起こるのは、抑制剤/抑止剤の分子がそれ自身をビア14の頂部に付着させて、その付近の材料成長を抑制するからだと考えられている。これらの分子は、狭い開口部を通して

10

20

30

40

50

ビア 14 の底面へ効果的に拡散することはできない。ビア 14 の底面へ促進剤を優先的に吸着させることによって、その領域での成長を速めることができる。その結果、ボトムアップ成長および図 1 C に示すような Cu 堆積プロファイルが得られる。ここで、トレンチ 16 の底面での Cu 厚み t_1 は、絶縁層 12 上の Cu 厚み t_2 とほぼ同じである。

【0012】

予想され得るように、トレンチ 16 を Cu 材料で完全に充填するためには、さらにメッキすることが必要である。図 1 D に、追加の Cu メッキ後に結果として得られる構造を示す。この場合、絶縁層 12 上の Cu 厚み t_3 は比較的大きく、絶縁層 12 上の Cu 層の頂部からトレンチ 16 内の銅層 22 の頂部までの段差 S_1 が存在する。集積回路 (IC) 用途の場合には、Cu 層 22 に、CMP または他の何らかの材料除去プロセスを施して、絶縁層 12 上の Cu 層 22 とともにバリア層 18 を除去することによって、銅層をフィーチャー 14 および 16 内にのみ残す必要がある。これらの除去プロセスは、非常にコストがかかることが知られている。

【0013】

図 1 E に示したような概ね平坦な Cu 堆積物を得るための方法および装置は、プロセス効率およびコストの点で非常に有益である。この例における絶縁層 12 上の Cu 厚み t_5 は、図 1 D に示したような従来の場合よりも小さく、段差 S_2 の高さも非常に小さい。図 1 E のより薄い Cu 層を CMP または他の方法で除去することはより簡単であり、顕著なコスト削減が得られる。

【0014】

同時継続中の米国特許出願第 09/201,929 号、発明の名称「METHOD AND APPARATUS FOR ELECTROCHEMICAL MECHANICAL DEPOSITION」(1998 年 12 月 1 日出願)(本発明の譲受人にも共通に所有されている)には、基板表面上のキャピティ内への導電材料の堆積を実現しながら、フィールド領域上への堆積を最小限にする技術が開示されている。これは、導電材料を堆積させるときに、フィールド領域をパッドを用いて研磨することによって行なう。その結果、平坦な銅堆積物がもたらされる。

【0015】

図 2 A に、従来技術の電着システム 30 の概略図を示す。このシステムでは、ウェハー 32 を、ウェハー 32 の周縁エッジを覆うリングクランプ 36 を用いて、ウェハーホルダー 34 によって保持する。電気コンタクト 38 もリング状に作られ、陰極メッキ用電源の (-) 端子に接続されている。ウェハーホルダー 34 は、メッキ浴 40 (メッキ電解液 42 で満たされている) 中に降ろされる。アノード 44 (電解液 42 とコンタクトを形成する) が、ウェハー表面の真向かいに配置され、電源の (+) 端子と接続されている。アノード 44 は、堆積すべき材料 (すなわち銅) で形成しても良いし、または適切な不活性アノード材料 (プラチナ、プラチナコートされたチタンまたはグラファイトなど) で形成しても良い。メッキプロセスは、パワーが印加されるとすぐに開始する。このメッキシステムでは、電気コンタクト 38 は電解液からシールされて、メッキ電流をウェハー 32 の周縁を通して流す。しかしウェハー 30 の周縁にコンタクト 38 およびクランプ 36 が存在することが、このシステムの重大な欠点であり、これらの存在によって図 2 A の「EE」で示されるエッジ除外が増加する。エッジ除外の結果、ウェハー 32 の表面上の非常に有益な主要領域 32 が失われる。

【0016】

図 1 A ~ 1 E に、ウェハー表面上のフィーチャーが銅によって充填される模様を示す。この充填プロセスは効果的でウェハーの至る所で均一であるため、均一な厚みの銅がウェハー表面全体に渡って堆積することが重要である。厚み均一性は非常に良好である必要がある。その理由は、不均一な銅厚みでは、CMP プロセスの間に問題を引き起こすからである。図 2 B に示したように、堆積層の均一性を改善するために、従来技術の電着システム (図 2 A に示したシステムなど) では、シールド 46 を備える場合がある。このようなシステムでは、ウェハー 32 またはシールド 46 の何れかが回転し得る。このようなシールドは、例えば、米国特許第 6,027,631 号 (Broadbent)、米国特許第 6,074,544 号 (Reidら

10

20

30

40

50

)、および米国特許第6,103,085号(Wooら)に記載されている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

前述したことを考慮すると、エッジ除外問題を最小限にして均一な導電薄膜を堆積させる代替的な電着プロセスおよびシステムが必要とされる。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明には、導電材料を半導体ウェハの全表面へ、電着プロセスによって堆積させることが含まれる。具体的には、本発明によって、実質的に平坦な導電材料層を半導体ウェハの全表面へ、電気コンタクト用表面上のスペースを何ら失うことなく、すなわちウェハエッジ除外なしで、形成する方法およびシステムが提供される。

10

【0019】

本発明の一態様においては、材料を、最大横方向寸法を有するウェハ表面へ、表面上の電気コンタクト用領域を何ら除外することなく堆積させるプロセスが提供される。本プロセスは、アノードを用意する工程と、成形プレートを、アノードとウェハ表面との間で支持する工程と、電解液を、成形プレートを通して、アノードとウェハ表面との間に流す工程と、ウェハ表面のコンタクト領域をコンタクト部材と接触させる工程と、電位差をアノードとコンタクト部材との間に印加する工程とを含む。

【0020】

成形プレートは、アノードと基板表面との間に成形プレート上面がウェハ表面に面するように支持することができる。成形プレートは複数の開口部を備え、各開口部はウェハ表面をアノードと流体連絡させる。成形プレートは、ウェハの最大横方向寸法よりも大きい横方向寸法を有する。コンタクト部材は、成形プレートの「後退(recessed)」エッジの外側のウェハ表面上のコンタクト領域と接触することによって、ウェハ表面との電気コンタクトを形成する。電位差をアノードとコンタクト部材との間に印加すると、ウェハが第1位置にあるときに、成形プレートを通したウェハ表面の堆積領域への材料堆積が起こる。コンタクト領域をコンタクト部材と接触させながら、ウェハを第2位置に移動させることによって、コンタクト領域と堆積領域との両方への材料堆積が起こる。

20

【0021】

本発明の他の態様によれば、材料を、最大横方向寸法を有するウェハ表面へ堆積させる装置が提供される。本装置は、アノードと、後退エッジを規定する成形プレートと、アノードと基板表面との間に收容される電解液と、成形プレートの後退エッジの外側の基板表面のコンタクト領域と接触する電気コンタクト部材とを備える。

30

【0022】

成形プレートは、アノードとウェハ表面との間に成形プレート上面がウェハ表面に面するように支持することができる。成形プレートは複数の開口部を備える。成形プレート上面は、ウェハの最大横方向寸法よりも大きい横方向寸法を有する。電解液は、ウェハ表面の第1領域と常に接触するように、成形プレートの開口部を通してウェハ表面に接して流れる。電気コンタクト部材は、成形プレートの後退エッジの外側のウェハ表面の第2領域と、電気コンタクトを形成する。第2領域は、ウェハが成形プレート上方で回転するときに電解液と断続的に接触する。

40

【0023】

本発明のさらに他の態様によれば、導電材料を電解液から半導体基板の表面上へ堆積させることが可能な装置であって、材料の堆積中に、電解液を基板表面へ供給するアセンブリと、この堆積中に、電解液によって接触されるアノードとを備える装置が提供される。堆積中に、少なくとも1つのコンタクトが、表面と、表面の選択領域で電氣的にインターコネクトされる。電位差をアノードとコンタクトとの間へ印加中に、コンタクトおよび表面の少なくとも一方が他方に対して移動するときに、材料の堆積が、選択領域上では断続的に、表面の残り部分上では連続的に進行する。

【0024】

50

選択領域上への材料の堆積と、表面の残り部分上への材料の堆積との間の不均一性を緩和する装置を設けることができる。装置は、電界分布を変えるために、アノードと表面との間に配置されるシールド（内部に規定される開口部を有する）備えることができる。その代わりに、装置は、開口度（a degree of open area）が異なる複数のアスペリティ領域を有する、アノードと表面との間に設けられた孔の開いたプレートを備えることができる。

【0025】

電解液を供給するアセンブリは、導電材料の堆積中に電解液が流れるキャビティを規定するカップを備えていても良い。アノードはキャビティ内に収容することができ、コンタクトは前記キャビティの外側に配置することができる。アセンブリは、電解液をキャビティへ供給するための入口をさらに備える。

10

【0026】

導電材料の堆積中に、回転可能で好ましくは移動可能なキャリアによって、基板を保持して、基板表面をコンタクトに対して移動させる。

【0027】

導電材料の堆積中に、成形プレートを、アノードと表面との間に配置することができる。成形プレートは多孔性であり、電解液の貫通流れを可能にする。

【0028】

システムの極性を反対にすると、材料を堆積させる代わりに、材料をウェハーまたは基板表面から、電解エッチング（electroetching）によって、均一に除去するために、システム100を用いることができる。この場合、メッキ電解液の代わりに、一般的に知られる電解エッチングまたは電解研磨溶液を用いても良い。またこの場合、アノードの代わりに、不活性材料から形成される不活性電極を用いても良い。

20

【0029】

適用の対象に応じて、本発明に基づく装置または方法は、以下に示す特徴の内の一つまたは二つ以上を備える。

【0030】

- 本発明の一つの態様によれば、本発明の堆積装置は、
材料を、最大横方向寸法を有するウェハー表面へ堆積させる装置であって、
周囲のエッジで終わる周囲壁によって規定されるキャビティ内に配置されるアノード（ウェハーは周囲エッジ上方に、ウェハー表面がキャビティに面するように支持され、周囲エッジの横方向寸法は、ウェハーの最大横方向寸法よりも大きい）と、
キャビティに周囲エッジまで充填されて、ウェハー表面の第1領域に常に接触する電解液と、
ウェハーが回転するときに電解液に断続的に接触するウェハー表面の第2領域に、キャビティの周囲壁付近の位置で接触する電気コンタクト部材と、
を備えることを特徴とする。

30

【0031】

- このような堆積装置において、第2領域は、ウェハー周縁に沿って延び、第1領域を囲むコンタクト領域である；
- 更に、このようなコンタクト部材は、例えば、コンタクト領域と接触する導電ワイヤである；
- 前記堆積装置において、電解液がウェハー表面に接して流れるときに、電解液はウェハーと接触する；
- 前記堆積装置において、ウェハーは、ウェハーキャリアによってウェハー背面から支持される；
- 更に、このようなウェハーキャリアによって真空吸引がウェハー背面に印加されることで、ウェハーがウェハーキャリア上に保持される；
- 更に、このようなウェハーキャリアは、ウェハーをウェハー周縁に沿って支持するための保持リングを備える；

40

50

- 前記堆積装置において、周囲壁の周囲エッジによって規定される面積は、ウェハーの表面面積よりも大きい。

【 0 0 3 2 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の堆積装置は、
材料を、最大横方向寸法を有するウェハー表面へ堆積させる装置であって、
アノードと、
エッジを規定する成形プレートであって、アノードとウェハー表面との間に成形プレート上面がウェハー表面に面するように支持され、複数の開口部を備え、成形プレート上面はウェハーの最大横方向寸法よりも大きい横方向寸法を有する成形プレートと、
ウェハー表面の第 1 領域と常に接触するように、成形プレートの開口部を通してウェハー表面に接して流れる電解液と、
ウェハーが成形プレート上方で回転するときに電解液に断続的に接触するウェハー表面の第 2 領域に、成形プレートのエッジ付近で電気コンタクトを形成する電気コンタクト部材と、
を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 3 3 】

- このような堆積装置において、成形プレートは、第 1 部分と第 2 部分とを有する；
- 更に、このような第 2 部分は第 1 部分よりも、開口部の数が多い；
- 前記第 2 領域は、ウェハー周縁に沿って延び、第 1 領域を囲むコンタクト領域である；
- 前記堆積装置において、コンタクト部材は、第 2 領域と接触する導電ワイヤである；
- 前記堆積装置において、電解液は、ウェハー表面に接して流れるときにウェハーと接触する；
- 前記堆積装置において、ウェハーは、ウェハーキャリアアセンブリによってウェハー背面から支持される；
- 更に、このようなウェハーキャリアによって真空吸引がウェハー背面に印加されることで、ウェハーがウェハーキャリア上に保持される；
- 更に、このようなウェハーキャリアは、ウェハーをウェハー周縁に沿って支持するための保持リングを備える。

20

【 0 0 3 4 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の堆積方法は、
材料を、最大横方向寸法を有するウェハー表面へ、表面上の電気コンタクト用領域を何ら除外することなく堆積させる方法であって、
アノードを用意する工程と、
成形プレートを、アノードとウェハー表面との間に、成形プレート上面がウェハー表面に面するように支持し、成形プレートは複数の開口部を備え、各開口部はウェハー表面をアノードと流体連絡させ、成形プレート上面はウェハーの最大横方向寸法よりも大きい横方向寸法を有する工程と、
電解液を、成形プレートの開口部を通して、アノードとウェハー表面との間に流す工程と、
ウェハー表面のコンタクト領域をコンタクト部材と、成形プレートのエッジ付近の位置で接触させて、表面との電気コンタクトを形成する工程と、
電位差をアノードとコンタクト部材との間に印加して、ウェハーが第 1 位置にあるときに、材料をウェハー表面の堆積領域に成形プレートを通して堆積させる工程と、
コンタクト領域をコンタクト部材と接触させながら、ウェハーを第 2 位置に移動させて、材料をコンタクト領域と堆積領域との両方に堆積させる工程と、
を含むことを特徴とする。

30

40

【 0 0 3 5 】

- このような堆積方法は、ウェハー表面を成形プレートに接触させることを更に含む；
- 更に、このような堆積方法は、ウェハー表面を成形プレートに接触させながら、ウェハーを、成形プレートに対して第 1 の方向に移動させることを含む；

50

- 更に、このような堆積方法において、第 1 の方向は、成形プレートのエッジに平行である；

- 更に、このような堆積方法において、ウェハーを第 1 の方向に移動させることには、ウェハーを成形プレートの第 1 部分から成形プレートの第 2 部分へ移動させることが含まれる；

- 更に、このような堆積方法において、第 1 部分の開口部の数は第 2 部分の開口部の数よりも少なく、第 2 部分はより高い堆積速度をもたらす。

【 0 0 3 6 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の堆積方法は、
導電材料を、最大横方向寸法を有するウェハー表面へ、表面上の電気コンタクト用領域を
何ら除外することなく堆積させる方法であって、

アノードを用意し、このアノードを、周囲のエッジで終わる周囲壁によって規定されるキャビティ内に配置し、周囲エッジの横方向寸法はウェハーの最大横方向寸法よりも大きい
工程と、

ウェハーを周囲エッジの上方に、ウェハー表面がキャビティと面するように支持する工程
と、

キャビティに電解液を、電解液がウェハー表面の第 1 領域と接触するように充填する工程
と、

ウェハー表面のコンタクト領域をコンタクト部材と、キャビティの周囲壁付近の位置で接
触させて、ウェハー表面との電気コンタクトを形成する工程と、

電位差をアノードとコンタクト部材との間に印加して、ウェハーが第 1 位置にあるときに
、材料をウェハー表面の第 1 領域に成形プレートを通して堆積させる工程と、

コンタクト領域をコンタクト部材と接触させながら、ウェハーを第 2 位置まで回転させて
、材料を第 1 領域とコンタクト領域との両方に堆積させる工程と、

を含むことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のエッチング装置は、
材料を、最大横方向寸法を有するウェハーの表面からエッチング除去するための装置であ
って、

周囲のエッジで終わる周囲壁によって規定されるキャビティ内に配置されるカソード（ウ
ェハーは周囲エッジ上方に、ウェハー表面がキャビティに面するように支持され、周囲エ
ッジの横方向寸法は、ウェハーの最大横方向寸法よりも大きい）と、

キャビティに、キャビティの周囲エッジまで充填されて、ウェハー表面の第 1 領域に常
に接触する電解液と、

ウェハーが回転するときに電解液に断続的に接触するウェハー表面の第 2 領域に、キャ
ビティの周囲壁付近の位置で接触する電気コンタクト部材と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のエッチング装置は、
材料を、最大横方向寸法を有するウェハーの表面からエッチング除去するための装置であ
って、

カソードと、

後退エッジを規定する成形プレートであって、アノードとウェハー表面との間に、成形プ
レート上面がウェハー表面に面するように支持され、複数の開口部を備え、成形プレート
上面はウェハーの最大横方向寸法よりも大きい横方向寸法を有する成形プレートと、

ウェハー表面の第 1 領域と常に接触するように、成形プレートの開口部を通してウェハー
表面に接して流れる電解液と、

ウェハーが成形プレート上方で回転するときに電解液に断続的に接触するウェハー表面の
第 2 領域に、成形プレートの後退エッジ付近で電気コンタクトを形成する電気コンタクト
部材と、

10

20

30

40

50

を備えることを特徴とする。

【0039】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のエッチング方法は、
材料を、最大横方向寸法を有するウェハーの表面から、表面上の電気コンタクト用領域を
何ら除外することなくエッチング除去するための方法であって、
カソードを用意する工程と、
成形プレートを、アノードとウェハー表面との間に、成形プレート上面がウェハー表面に
面するように支持し、成形プレートは複数の開口部を備え、各開口部はウェハー表面をア
ノードと流体連絡させ、成形プレート上面はウェハーの最大横方向寸法よりも大きい横方
向寸法を有する工程と、
電解液を、成形プレートの開口部を通して、アノードとウェハー表面との間に流す工程と、
ウェハー表面のコンタクト領域をコンタクト部材と、成形プレートのエッジ付近の位置で
接触させて、表面との電気コンタクトを形成する工程と、
電位差をカソードとコンタクト部材との間に印加して、ウェハーが第1位置にあるときに
、材料をウェハー表面のエッチ領域から成形プレートを通してエッチングする工程と、
コンタクト領域をコンタクト部材と接触させながら、ウェハーを第2位置に移動させて、
材料をコンタクト領域とエッチ領域との両方から除去する工程と、
を含むことを特徴とする。

10

【0040】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の堆積方法は、
導電材料を、最大横方向寸法を有するウェハー表面へ、表面上の電気コンタクト用領域を
何ら除外することなく堆積させる方法であって、
アノードを用意し、このアノードを、周囲のエッジで終わる周囲壁によって規定されるキャ
ビティ内に配置し、周囲エッジの横方向寸法はウェハーの最大横方向寸法よりも大きい
工程と、
ウェハーを周囲エッジの上方に、ウェハー表面がキャビティと面するように支持する工程
と、
キャビティに電解液を、電解液がウェハー表面の第1領域と接触するように充填する工程
と、
ウェハー表面のコンタクト領域をコンタクト部材と、キャビティの周囲壁付近の位置で接
触させて、ウェハー表面との電気コンタクトを形成する工程と、
電位差をアノードとコンタクト部材との間に印加して、ウェハーが第1位置にあるときに
、材料をウェハー表面の第1領域から成形プレートを通して連続的にエッチングする工程
と、
コンタクト領域をコンタクト部材と接触させながら、ウェハーを第2位置まで回転させて
、材料を第1領域とコンタクト領域との両方からエッチングする工程と、
を含むことを特徴とする。

20

30

【0041】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の堆積装置は、
導電材料を電解液から半導体基板の表面上へ堆積させることが可能な装置であって、
材料の堆積中に、電解液を基板表面へ供給するアセンブリと、
前記堆積中に、電解液によって接触されるアノードと、
前記堆積中に、表面と、表面の選択領域で電氣的にインターコネクトされる少なくとも1
つのコンタクトと、を備え、
電位差をアノードとコンタクトとの間へ印加中に、コンタクトおよび表面の少なくとも一
方が他方に対して 移動するとき、前記堆積が、前記選択領域上では断続的に、表面の
残り部分上では連続的に進行すること、
を特徴とする。

40

【0042】

50

- このような堆積装置は、前記選択領域上への前記材料の堆積と、表面の残り部分上への前記材料の堆積との間の不均一性を緩和する装置を、更に備える；

- 更に、このような堆積装置は、電界分布を変えるために、アノードと表面との間に配置されるシールドを備える；

- 更に、このようなシールドは、内部に規定される開口部を備える；

- 前記堆積装置は、開口度が異なる複数のアスペリティ領域を有する、アノードと表面との間に設けられた孔の開いた要素を備える；

- この要素はプレートである。

【 0 0 4 3 】

- 前記堆積装置において、前記アセンブリは、前記堆積中に電解液が流れるキャビティを規定するカップを備える；

- 更に、このような堆積装置において、前記アノードは前記キャビティ内に収容される；

- 更に、このような堆積装置において、前記コンタクトは前記キャビティの外側に配置される；

- 更に、このような堆積装置において、前記アセンブリは、電解液を前記キャビティへ供給するための入口を更に備える。

【 0 0 4 4 】

- 前記堆積装置は、前記基板を前記堆積中に保持するキャリアを更に備える；

- 更に、このような堆積装置において、前記キャリアは、表面をコンタクトに対して移動させるように回転可能である。

【 0 0 4 5 】

- 前記堆積装置は、前記アノードと前記表面との間に配置され、前記堆積中に前記表面の近傍に配置される成形要素を更に備える；

- この成形要素は、多孔性であり、前記電解液の貫通流れを可能にする；

- この成形要素は、成形プレートである。

【 0 0 4 6 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の堆積方法は、
導電材料を電解液から半導体基板の表面上へ堆積させることが可能な方法であって、
電解液を基板表面へ供給して、アノードを電解液と接触させ、
少なくとも1つのコンタクトを、表面と、表面の選択領域で電氣的にインターコネクトさせ、
電位差をアノードとコンタクトとの間へ印加しながら、コンタクトおよび表面の少なくとも一方を他方に対して移動させて、前記材料を、前記選択領域上では断続的に、表面の残り部分上では連続的に堆積させること、
を特徴とする。

【 0 0 4 7 】

- このような堆積方法は、前記選択領域上への前記材料の堆積と、表面の残り部分上への前記材料の堆積との間の不均一性を緩和することを更に含む。

【 0 0 4 8 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のエッチング装置は、
導電材料を、半導体基板の表面から除去することが可能な装置であって、
材料の除去中に、電解エッチング溶液を基板表面へ供給するアセンブリと、
前記除去中に、溶液によって接触される電極と、
前記除去中に、表面と、表面の選択領域で電氣的にインターコネクトされる少なくとも1つのコンタクトとを備え、
電位差を電極とコンタクトとの間へ印加中に、コンタクトおよび表面の少なくとも一方が他方に対して移動するとき、前記除去が、前記選択領域上では断続的に、表面の残り部分上では連続的に進行すること、
を特徴とする。

【 0 0 4 9 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のエッチング方法は、
導電材料を、半導体基板の表面から除去することが可能な方法であって、
材料の除去中に、電解エッチングを基板表面へ供給して、電極を溶液と接触させ、
少なくとも1つのコンタクトを、表面と、表面の選択領域で電氣的にインターコネクトさせ、
電位差を電極とコンタクトとの間へ印加しながら、コンタクトおよび表面の少なくとも一方を他方に対して移動させて、前記材料を、前記選択領域からは断続的に、表面の残り部分からは連続的に除去すること、
を特徴とする。

【0050】

10

- 本発明の他の態様によれば、本発明のシステムは、
ウェハーに処理を行っている間、ウェハーとの間で電氣的コンタクトを取るためのシステムであって、
前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、
当該システムは、前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、前記導電性レイヤとの間で電氣的コンタクトを形成する少なくとも一つのコンタクト部材を有し、
ウェハーに処理を行っている間、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの間の相対的な運動によって、前記少なくとも一つのコンタクト部材を前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトさせること、
を特徴とする。

20

【0051】

- このようなシステムにおいて、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、導電性のブラシ、ピンまたはローラの内の一つである；
- 前記システムは、二つのコンタクト部材を備え、各コンタクト部材は実質的に反対側のエッジ部分に配置され、各コンタクト部材は前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトする；
- 更に、このようなシステムにおいて、前記ウェハーは、その背面側からウェハーキャリアによって支持され、
前記相対的運動は、前記ウェハーと前記少なくとも一つのコンタクト部材との間の相対的な回転運動を含む；
- 更に、このようなシステムにおいて、前記二つのコンタクト部材のそれぞれが静止位置に固定され、前記ウェハーキャリアが回転する。

30

【0052】

- 前記システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側からウェハーキャリアによって支持され、
前記相対的運動は、前記ウェハーと前記少なくとも一つのコンタクト部材との間の相対的な回転運動を含む；
- 更に、このようなシステムにおいて、前記少なくとも一つのコンタクト部材が静止位置に固定され、前記ウェハーキャリアが回転する。

40

【0054】

- 更に、このようなシステムにおいて、前記ウェハーは、その背面側から回転可能なウェハーキャリアによって支持され、このウェハーキャリアはウェハーを回転させて前記相対的な回転運動を発生させ、各列の中の前記複数のコンタクト部材のそれぞれは、静止位置に固定される。

【0055】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の方法は、
ウェハーに処理を行っている間、ウェハーとの間で電氣的コンタクトを取るための方法であって、
前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを

50

有しており、

当該方法は、ウェハーに処理を行っている間、前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの前記導電性レイヤとの間で相対的な運動を発生させ、それによって、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトさせること、

を特徴とする。

【 0 0 5 6 】

- このような方法において、前記相対的な運動は回転運動を含み、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの間のそれぞれの相対的な運動は、前記ウェハーの回転の度に繰り返されるところの、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分との電氣的コンタクトを発生させる；

10

- 更に、このような方法において、前記回転運動は、静止状態の少なくとも一つのコンタクト部材と、回転可能なウェハーキャリアによって回転される前記ウェハーとによって生ずる；

- 更に、このような方法において、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、二つのコンタクト部材を備え、

各コンタクト部材は、実質的に反対側のエッジ部分に配置され、

各コンタクト部材は、前記相対的な運動を発生させるステップの間、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトする。

【 0 0 5 7 】

20

- あるいは、前記相対的な運動を発生させるステップは、前記少なくとも一つの電氣的コンタクト部材と前記ウェハーのエッジ部分との間の相対的な直線運動を、更に含む。

【 0 0 5 8 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のシステムは、

溶液を用いてウェハーの処理をするための電気化学的処理システム (electrochemical processing system) であって、

前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、

当該システムは、

30

前記ウェハーを保持するためのウェハーキャリアと、

電極と、

前記溶液が前記ウェハーの少なくとも前記内側部分に供給されている間、前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、前記導電性レイヤとの間で電氣的コンタクトを取る少なくとも一つのコンタクト部材を有し、

前記電極と前記ウェハーの間で電位差を維持することによって、前記ウェハーを電気化学的に処理し、

前記電気化学的な処理の間の、前記少なくとも一つのコンタクト部材とウェハーの間の相対的な運動は、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトさせること、

40

を特徴とする。

【 0 0 5 9 】

- このような電気化学的処理システムにおいて、前記電極と前記ウェハーの間で維持される前記電位差によって、前記溶液から、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分の上に、導電材 (conductor) の堆積が行われる；

- あるいは、このような電気化学的処理システムにおいて、前記電極と前記ウェハーの間で維持される電位差によって、前記導電性レイヤの少なくとも前記内側部分で導電材のエッチングが行われる。

【 0 0 6 0 】

- 前記電気化学的処理システムにおいて、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、導電

50

性のブラシ、ピンまたはローラの内の一つである；

- 前記電気化学的処理システムは、二つのコンタクト部材を備え、各コンタクト部材は実質的に反対側のエッジ部分に配置されている；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、ウェハーの背面側からウェハーキャリアによって支持され、

前記相対的運動は、前記ウェハーと前記少なくとも一つのコンタクト部材との間の相対的な回転運動を含む；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記二つのコンタクト部材のそれぞれが静止位置に固定され、前記ウェハーキャリアが回転する。

【0061】

- 前記電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、ウェハーの背面側からウェハーキャリアによって支持され、

前記相対的運動は、前記ウェハーと前記少なくとも一つのコンタクト部材との間の相対的な回転運動を含む；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記少なくとも一つのコンタクト部材のそれぞれが静止位置に固定され、前記ウェハーキャリアが回転する。

【0063】

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、ウェハーの背面側から回転可能なウェハーキャリアによって支持され、このウェハーキャリアはウェハーを回転させて、前記相対的な回転運動を発生させ、各列の中の前記複数のコンタクト部材のそれぞれは、静止位置に固定される。

【0064】

- 前記電気化学的処理システムは、更に、シールドを備える；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記シールドは、前記ウェハーを電気化学的に処理して、導電材が前記導電性レイヤの上に実質的に一様な状態で堆積されるように構成される；

- あるいは、このような電気化学的処理システムにおいて、前記シールドは、前記ウェハーを電気化学的に処理して、前記導電性レイヤから一様な量の導電材がエッチングされるように構成される。

【0065】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の方法は、溶液を用いてウェハーを処理するための電気化学的処理方法 (electrochemical processing method) であって、

前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、

当該方法は、

前記ウェハーの前記導電性レイヤと電極の間の電位差を維持すること、

前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの前記導電性レイヤとの間で相対的な運動を発生させ、それによって、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトさせること、及び、

前記電位差及び前記相対的運動が維持されている間に、前記溶液を用いて、少なくとも前記ウェハーの内側部分に対して、電気化学的処理を行うこと、

を特徴とする。

【0066】

- このような電気化学的処理方法において、前記電極と前記ウェハーの間に維持される前記電位差によって、前記溶液から、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分の上に、導電材の堆積が行われる；

- 更に、このような電気化学的処理方法において、銅堆積用溶液が使用され、前記導電材は銅である；

- あるいは、このような電気化学的処理方法において、前記電極と前記ウェハーの間に維

10

20

30

40

50

持される前記電位差によって、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分で、導電材のエッチングが行われる；

- 更に、このような電気化学的処理方法において、銅エッチング用溶液が使用され、前記導電材は銅である。

【 0 0 6 7 】

- このような電気化学的処理方法において、前記相対的な運動は回転運動を含み、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーの間のそれぞれの相対的な運動は、前記ウェハーの回転の度に繰り返されるところの、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分との電気的コンタクトを発生させる；

- 更に、このような電気化学的処理方法において、前記回転運動は、静止状態の少なくとも一つのコンタクト部材と、回転可能なウェハーキャリアによって回転される前記ウェハーとによって生ずる。

10

【 0 0 6 8 】

- あるいは、このような電気化学的処理方法において、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、二つのコンタクト部材を備え、

各コンタクト部材は、実質的に反対側のエッジ部分に配置され、

各コンタクト部材は、前記相対的な運動を発生させるステップの間、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電気的にコンタクトする。

【 0 0 6 9 】

- あるいは、このような電気化学的処理方法において、前記相対的な運動を発生させるステップは、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハーのエッジ部分との間の相対的な直線運動を更に含む。

20

【 0 0 7 0 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のシステムは、溶液を用いてウェハーを処理するための電気化学的加工システム (electrochemical mechanical process system) であって

、前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、

当該システムは、

前記ウェハーを保持するためのウェハーキャリアと、

30

電極と、

前記ウェハーの近傍に配置され、前記電極とウェハーの間に位置し、前記溶液の存在下で前記ウェハーの前面側の表面に物理的に接触することによって、前記ウェハーの前面側の表面の処理をするためのパッドと、

前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、前記導電性レイヤとの間で電気的コンタクトを形成する少なくとも一つのコンタクト部材と、

を備え、

前記少なくとも一つのコンタクト部材とウェハーの間の相対的な運動は、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電気的にコンタクトさせること、及び、

40

前記相対的な運動が維持されている間、前記ウェハーの前面側の表面に物理的に接触することによって、前記パッドで前記ウェハーの前面側の表面の処理をすること、

を特徴とする。

【 0 0 7 1 】

- このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーの近傍に配置された前記パッドは、前記ウェハーの一部をカバーせず、且つ、前記パッドは、電流密度が高い領域と電流密度が低い他の領域を有するように構成される；

- 更に、このような電気化学的処理システムは、前記パッドに対して前記ウェハーを横方向に移動させるための手段を、更に備える；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側から

50

ウェハーキャリアによって支持され、

前記相対的運動は、前記ウェハーと前記少なくとも一つのコンタクト部材との間の相対的な回転運動を含む。

【0072】

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側からウェハーキャリアによって支持され、このウェハーキャリアはウェハーを回転させて前記相対的な回転運動を発生させ、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、静止位置に固定される。

【0073】

- 前記電気化学的処理システムにおいて、前記電極と前記ウェハーの間で維持される前記電位差によって、前記溶液から、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分の上に、導電材の堆積が行われる；

- あるいは、前記電気化学的処理システムにおいて、前記電極と前記ウェハーの間で維持される電位差によって、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分で導電材のエッチングが行われる。

【0074】

- 前記電気化学的処理システムは、二つのコンタクト部材を備え、各コンタクト部材は実質的に反対側のエッジ部分に配置される；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側からウェハーキャリアによって支持され、

前記相対的運動は、前記ウェハーと前記二つのコンタクト部材との間の回転運動を含む；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記二つのコンタクト部材のそれぞれが静止位置に固定され、前記ウェハーキャリアが回転する。

【0075】

- 前記電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側からウェハーキャリアによって支持され、

前記相対的運動は、前記ウェハーと前記少なくとも一つのコンタクト部材との間の相対的な回転運動を含む；

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側からウェハーキャリアによって支持され、このウェハーキャリアはウェハーを回転させて前記相対的な回転運動を発生させ、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、静止位置に固定される。

【0077】

- 更に、このような電気化学的処理システムにおいて、前記ウェハーは、その背面側から回転可能なウェハーキャリアによって支持され、このウェハーキャリアはウェハーを回転させ、前記各列の中の前記複数のコンタクト部材のそれぞれは、静止位置に固定される。

【0078】

- 本発明の他の態様によれば、本発明の方法は、溶液を用いてウェハーを処理するための電気化学的加工方法 (electrochemical mechanical processing method) であって、前記ウェハーは、その前面側の表面に、エッジ部分及び内側部分を備えた導電性レイヤを有しており、

当該方法は、

前記ウェハーの前記導電性レイヤと電極の間の電位差を維持すること、

前記ウェハーの前記エッジ部分のみで、少なくとも一つのコンタクト部材と前記導電性レイヤとの間で相対的な運動を発生させ、それによって、前記少なくとも一つのコンタクト部材を、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電気的にコンタクトさせること、

前記電位差及び前記相対的運動が維持されている間に、前記溶液を用いて、少なくとも前記ウェハーの内側部分に対して、電気化学的加工 (electrochemical mechanical processing) を行うこと、及び、

10

20

30

40

50

前記電気化学的加工は、前記ウェハに対して摺動可能な状態で接触し、前記電極と前記ウェハの間に配置されたパッドを、前記溶液の存在下で動かすことを含むこと、を特徴とする。

【0079】

- このような電気化学的加工方法において、前記電気化学的加工を行うステップの間、前記パッドは、前記ウェハの一部をカバーせず、且つ、前記パッドは、電流密度が高い領域と電流密度が低い他の領域を有するように構成される；

- 更に、このような電気化学的加工方法において、前記電気化学的加工を行うステップの間、前記領域は、前記パッドをカバーしていない前記ウェハの部分と同調し、それによって、加工の間、ウェハ上で平坦な導電材表面が得られる。

10

【0080】

- あるいは、このような電気化学的加工方法において、前記電気化学的加工を行うステップは、前記パッドに対して前記ウェハを横方向に移動させることを、更に含む；

- 更に、このような電気化学的加工方法において、前記相対的な運動は回転運動を含み、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハの間のそれぞれの相対的な運動は、前記ウェハの回転の度に繰り返されるところの、前記ウェハのエッジ部分の異なる部分との電氣的コンタクトを発生させる；

- 更に、このような電気化学的加工方法において、前記回転運動は、静止状態の少なくとも一つのコンタクト部材と、回転可能なウェハキャリアによって回転される前記ウェハとによって生ずる；

20

- 更に、このような電気化学的加工方法において、前記少なくとも一つのコンタクト部材は、二つのコンタクト部材を備え、

各コンタクト部材は、実質的に反対側のエッジ部分に配置され、

各コンタクト部材は、前記相対的な運動を発生させるステップの間、前記ウェハのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトする；

- あるいは、このような電気化学的加工方法において、前記相対的な運動を発生させるステップは、前記少なくとも一つの電氣的コンタクト部材と前記ウェハのエッジ部分との間の相対的な直線運動を、更に含む。

【0081】

- 前記電気化学的加工方法において、前記電極と前記ウェハの間で維持される前記電位差によって、前記溶液から、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分の上に、導電材の堆積が行われる；

30

- 更に、このような電気化学的加工方法において、銅堆積用溶液が使用され、前記導電材は銅である；

- あるいは、前記電気化学的加工方法において、前記電極と前記ウェハの間で維持される前記電位差によって、少なくとも前記導電性レイヤの前記内側部分で、導電材のエッチングが行われる；

- 更に、このような電気化学的加工方法において、銅エッチング用溶液が使用され、前記導電材は銅である。

【0082】

40

- 前記電気化学的加工方法において、前記相対的な運動は回転運動を含み、前記少なくとも一つのコンタクト部材と前記ウェハの間のそれぞれの相対的な運動は、前記ウェハの回転の度に繰り返されるところの、前記ウェハのエッジ部分の異なる部分との電氣的コンタクトを発生させる；

- 更に、このような電気化学的加工方法において、前記回転運動は、静止状態の少なくとも一つのコンタクト部材と、回転可能なウェハキャリアにより回転される前記ウェハとによって生ずる；

- 更に、このような電気化学的加工方法において、前記少なくとも一つのコンタクト部材は二つのコンタクト部材を備え、

各コンタクト部材は、実質的に反対側のエッジ部分に配置され、

50

各コンタクト部材は、前記相対的な運動を発生させるステップの間、前記ウェハーのエッジ部分の異なる部分に電氣的にコンタクトする。

【 0 0 8 3 】

- あるいは、このような電気化学的加工方法において、前記相対的な運動を発生させるステップは、前記少なくとも一つの電氣的コンタクト部材と前記ウェハーのエッジ部分との間の相対的な直線運動を、更に含む。

【 0 0 8 4 】

- 本発明の他の態様によれば、本発明のシステムは、溶液を用いてウェハーの導電性の前面側表面に対して処理を行う電気化学的加工システム (electrochemical mechanical processing system) において使用するためのパッドであって、

前面側表面と複数の開口部を備え、

前記パッドの前面側表面は、前記ウェハーの導電性の前面側表面の少なくとも内部領域に物理的に接触するように形成され、それによって、前記ウェハーと当該パッドの前面側表面の間で相対的な回転運動が発生したとき、前記ウェハーと連続的には物理的に接触しないエッジエリアの部分を残すこと、

前記複数の開口部は、前記溶液が前記パッドの背面側から前記パッドの前面側に流れるように形成されていること、及び、

前記複数の開口部は、少なくとも前記エッジ領域と同様に広い面積に対して電流密度が高い領域を作るとともに、電流密度が低い他の領域を作るように形成されていること、を特徴とする。

【 0 0 8 5 】

- このようなパッドにおいて、前記領域内では、前記他の領域に比べて、前記溶液を前記パッドの背面側から前記パッドの前面側に流す開口面積の割合が大きい；

- 更に、このようなパッドにおいて、前記領域内での開口部の平均サイズは、前記他の領域の中の他の開口部の平均サイズと比べて、大きい；

- 更に、このようなパッドにおいて、前記パッドの形状は矩形であって、前記開口部はこの矩形の一方の側にあり、前記他の開口部はこの矩形のもう一方の側にある；

- あるいは、前記パッドにおいて、前記パッドの形状は矩形であって、前記開口部はこの矩形の一方の側にあり、前記他の開口部はこの矩形のもう一方の側にある；

- あるいは、前記パッドにおいて、前記パッドの形状は矩形であって、電流密度が高い前記領域はこの矩形の一方の側にあり、電流密度が低い前記他の領域はこの矩形のもう一方の側にある。

【 0 0 8 6 】

【 発明の実施の形態 】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様、および利点は、以下の図面、説明、および特許請求の範囲を参照して、より良く理解される。

【 0 0 8 7 】

本発明には、導電材料を、半導体基板またはウェハーの全表面または全面に、電着プロセスによって堆積させることが含まれる。後述するように、本発明によって、実質的に平坦な導電材料層を半導体基板の全表面に、電気コンタクト用表面上のスペースを何ら失うことなく、すなわちウェハーエッジ除外なしで、形成する方法およびシステムが提供される。本発明の全面堆積プロセスは、有利なことに、半導体ウェハーの全表面上の複数のキャビティ (トレンチ、ビア、コンタクトホールなど) への導電材料の堆積を実現する。一実施形態においては、本発明は、成形カップ (shaping cup) またはアノードカップを用いて、電解液をウェハー表面上へ直接送ることによって、導電材料をウェハー表面上へ堆積させる。他の実施形態においては、孔の開いたプレートを通して、導電材料を堆積させる。この実施形態では、孔の開いたプレートによって、導電材料の均一な堆積が促進される。さらに他の実施形態では、本発明は、孔の開いたプレートを通して、ウェハー表面のフィーチャー内への導電材料の堆積を実現する一方で、本発明の孔の開いたプレートに対して、ウェハー表面を接触させ、掃引し、研磨することによって、フィーチャー間の最上表面領域

10

20

30

40

50

への堆積を最小限にする。

【0088】

本発明のプロセスによって向上された堆積特性が示され、以前は達成不可能な平坦さを有する層、従来技術のプロセスおよび装置を用いて作製された従来技術の層よりも材料特性が勝る導電層が得られる。

【0089】

図面を参照するが、全体を通して、同様の部材は同様の数字によって参照する。図3に示すように、一実施形態においては、本発明の電着システム50は好ましくは、上部51と下部52とを備えていても良い。好ましい実施形態においては、システム50を、導電材料（銅など）を半導体ウェハー（シリコンウェハーなど）上に堆積させるために用いても良い。しかし例として銅を用いるが、本発明は、他の一般的な導電体（Ni、Pd、Pt、Auおよびそれらの合金など）を堆積させるために用いても良いことに注意されたい。電着システム50の上部51を、ウェハーキャリア53を有するキャリアアセンブリから構成しても良い（図3に示す）。ウェハーキャリア53は、典型的なウェハー54を保持し、キャリアアーム55に取り付けられる。

10

【0090】

システム50の下部52は、アノード56を備えるアノードアセンブリから構成しても良い。アノード56は好ましくは、エンクロージャー（アノードカップ57または成形カップなど）の中に配置される。アノードカップ57は、内部キャビティ58またはハウジング（底部壁60上に立つ周囲の側壁59によって規定される）を備えていても良い。周囲側壁59の上部リムフレーム（rim frame）61によって、アノードカップ57の上端が形成される。この実施形態においては、上部リムフレーム61は好ましくは矩形状であり、リムフレームの面は、ウェハーキャリア53をリムフレーム61に向かって下げたときに、ウェハー54と実質的に平行になるように適合されている。図5に示すように、リムフレームは最大横方向寸法Dを有する。銅メッキ電解液62を、ポンプによって、アノードカップ57内へ底部壁60に形成された液体入口63を通して、矢印264の方向に入れても良い。こうしてアノードカップおよび入口によって、電解液62を半導体ウェハーまたは基板の前面へ供給することができるアセンブリの少なくとも一部が構成される。電着プロセスの間、アノードカップ57は、電解液62によってリムフレーム61まで完全に充填されている。アノード56は、電圧源（図示せず）の正端子に、アノードコネクタ64を通して電氣的に接続されている。電着プロセスの間、ウェハー54は、リムフレーム61と実質的に平行であるとともにこれに近接するように保たれ、そして回転する。電解液62の流量を制御することによって、電解液は、近接するウェハーの前面65とコンタクトを形成する。過剰な電解液は、周囲側壁59を越えて流れ落ちた後、回収されて再循環される。

20

30

【0091】

この実施形態においては、電気コンタクト部材66がウェハー54と、前面65のコンタクト領域67上で接触するか、そうでなければ電氣的にインターコネクトすることが理解される。コンタクト領域67の位置は、ウェハー54がアノードカップ57の上方で回転するときに、リムフレーム61に対して環状に変化する。コンタクト部材66は、負電圧源（図示せず）に、コネクタ68を用いて接続される。

40

【0092】

図4に示すように、ウェハーキャリア53はウェハー54を、ウェハー54の背面69から、ウェハーキャリア53のチャック面に接触させて保持する。ウェハー54を、真空吸引もしくは保持リング70（図4に示す）または両方を用いて保持することで、ウェハー54の前面65およびコンタクト領域67を完全にさらす。本発明の原理によれば、ウェハー54によって最大横方向寸法dが規定される。この寸法は、この場合、ウェハーの直径である。代替的に、保持リング70は、ウェハーキャリア53の一体部分であっても良い。プロセスの間、ウェハーキャリア53、したがってウェハー54を、キャリアアーム55を回転軸71またはウェハーキャリア53の垂直軸の周りに回転方向72に回転させ

50

ることによって、回転させても良い。後でより十分に説明するように、回転運動によって、コンタクト領域 67 が電解液 62 上で移動することで、コンタクト領域 67 が電解液にさらされる。ウェハー 54 の前面 65 が完全にさらされていること、およびコンタクト領域 67 をアノードカップ 57 上で移動させることによって、コンタクト領域 67 を電解液 62 へさらすることができることの両方の効果が組み合わさる結果、ウェハー 54 上のエッジ除外がゼロになる。

【0093】

図 4 および 5 に示すように、この実施形態においては、成形カップまたはアノードカップ 57 の周囲側壁 59 は通常、矩形の側壁（第 1 の側壁 73、第 2 の側壁 74、第 3 の側壁 75、および第 4 の側壁 76 を備えていても良い）として形作っても良い。この実施形態では、第 1 および第 2 の側壁 73、74 は、その長さが第 3 および第 4 の側壁 75、76 の長さより長くても良く、周囲側壁 59 の「後退」エッジ 77（すなわちウェハー 54 の周縁の外部エッジと比べて後退しているエッジ）を形成していても良い。第 3 および第 4 の側壁 75、76 は、アノードカップ 57 の周囲側壁の側面エッジ 78 を形成する。この実施形態においては、アノードカップ 57 の幅、または後退エッジ 77 間の距離は、ウェハー 54 の直径（ウェハーの最大横方向距離 d ）よりも小さくなるように適合されている。一方で、アノードカップの長さ、または側面エッジ間の距離（リムフレーム 61 の最大横方向距離 D ）は、ウェハー直径よりも長くなるように適合されている。

【0094】

最大横方向距離 d と上部リムフレームの幅とが違うために、この構成によって、ウェハー 54 上のコンタクト領域 67 が露出し、電気コンタクト部材 66 をコンタクト領域 67 上へ配置することができる。この実施形態では後退エッジ 77 は直線であるが、本発明の範囲としては、電気コンタクトをウェハーの前面 65 上へ配置できるならば、後退エッジ 77 は、窪んでいても、V 形状であっても、または他の可能などんな構成で形成されていても良いことが含まれる。いつであっても、ウェハー 54 上のコンタクト領域 67 が銅メッキされ得るのは、コンタクト領域 67 が電解液 62 上方で回転しているときのみであることに注意されたい。この点について言えば、ウェハー 54 が回転するときに、第 1 の領域 79（図 5 において点線の円で示される）は、常にアノードカップ上に留まるため、連続してメッキされる。しかし選択された第 2 の表面領域 80（第 1 の領域 79 の外側にあり、コンタクト領域によって範囲が規定される）においては、堆積プロセスが不連続に進行する。したがって第 1 の領域 79 での堆積速度と、第 2 の領域 80 での堆積速度とは異なっており、その結果、第 2 の領域 80 はより薄い堆積層を有する可能性がある。

【0095】

図 6 に、堆積層のこの不均一性が、シールド 82 を用いることによって緩和される様子を示す。シールド 82 を、図 6 に示したように、電解液中に浸漬させて、第 1 の領域 79 の付近に配置する。しかしアノードからカソード（ウェハー）までの距離が短いならば、その代わりに、シールド 82 をアノード 56 上に配置しても良い。シールド 82 は、孔 99 または開口部を有していても良い。シールドによって、アノードとウェハー 54 上の第 1 の領域 79（図 5 を参照）またはコンタクト領域 67 との間の電解分布が変化して、第 1 の領域 79 での堆積速度が変化する。そのため、電着された銅のウェハー前面 65 上での厚みプロファイルが修正される。この実施形態では、シールド 82 は、非導電材料（ポリマー材料など）で形成されていても良い。

【0096】

図 4 および 6 に戻って、使用中は、電解液をポンプによって、アノードカップ 57 内に矢印 264 の方向に入れる。いったん電解液によってアノードカップ 57 が満たされれば、印加される圧力によって、電解液はウェハー 54 の前面 65 に、矢印 81 の方向に到達する。前述したように、ウェハー 54 の前面 65 は、電解液に近接して保持されている。ウェハー 54 の前面 65 と電解液表面との間のギャップは、キャリアアセンブリ 53 を軸 71 に沿って垂直に動かすことによって調整できる。前面 65 と電解液との間の距離を調整した後に、アノード 56 とコンタクト部材 66 との間に電位差を印加することによって、

10

20

30

40

50

電着プロセスを開始する。その結果、この段階では、電位差は、コンタクト部材がアノードよりも陰極性（－）になるように選択されている。またコンタクト部材はウェハー５４の前面６５に接触しているため、前面６５も陰極性となる。堆積プロセスが進行するにつれて、銅が均一に前面６５上に堆積する。前述したように、ウェハー５４上のコンタクト領域が銅メッキされ得るのは、コンタクト領域６７が電解液６２上を回転しているときのみ、したがって電解液にさらされているときのみである。あふれ出る電解液（矢印８２で示す）は、回収して再循環しても良い。

【００９７】

図７に示すように、他の実施形態においては、本発明の電着システム１００は好ましくは、上部１０２と下部１０４とを備えていても良い。好ましい実施形態においては、システム１００を、導電材料（銅など）を半導体ウェハー（シリコンウェハーなど）上に堆積させるために用いても良い。前述した実施形態と同様に、例として銅を用いるが、本発明は、他の一般的な導電体（Ni、Pd、Pt、Auおよびそれらの合金など）を堆積させるために用いても良い。電着システム１００の上部１０２を、ウェハーキャリア１０６を有するキャリアアセンブリから構成しても良い（図７に示す）。ウェハーキャリア１０６は、典型的なウェハー１０８を保持し、キャリアアーム１１０に取り付けられる。キャリアアームは、回転するか、またはウェハー１０８を横方向もしくは縦方向に動かしても良い。

【００９８】

システム１００の下部１０４は、アノードアセンブリ（アノード１１２、好ましくは消耗品である銅アノード、および成形プレート１１４を備える）から構成しても良い。アノードを好ましくは、エンクロージャー（アノードカップ１１６など）内に配置して、アノードプレート１１８で囲んでも良い。アノードプレート１１８上には、成形プレート１１４を配置しても良い。成形プレート１１４とアノードプレート１１８とは両方とも、好ましくは孔の開いたプレートである。成形プレート１１４は、複数の開口部１２０またはアスペリティ（asperities）を備えていても良い。開口部１２０は、アノードプレート１１８の開口部（図１０Ａおよび１０Ｂを参照）と概ね一致するように適合されている。そのため両者を一緒に取り付けたときに、対応する開口部は、電着プロセスの間に電解液をプレート１１４および１１８を通して流して、ウェハー１０８の前面を濡らすことができる経路を形成する。電着プロセスの間、ウェハー１０８を成形プレート１１４の上面１１９と実質的に平行に保持して、回転させても良い。またウェハーは、横方向に移動しても良い。銅メッキ電解液を、ポンプによって、アノードカップ１１６内へ液体入口１２１を通して、矢印１２２の方向に入れても良い。この場合もやはり、したがってアノードカップと入口とによって、電解液を半導体ウェハーまたは基板の前面へ供給することができるアセンブリの少なくとも一部が構成される。アノード１１２は、電圧源（図示せず）の正端子に、アノードコネクタ１２４を通して電氣的に接続されている。成形プレート１１４が堅い材料からなるときには、アノードプレート１１８は必要でない場合がある。

【００９９】

後でより十分に説明するように、この実施形態においては、電気コンタクト部材１２６をウェハー１０８と、コンタクト領域１２８上で接触させるか、そうでなければ電氣的にインターコネクトさせる。コンタクト領域１２８の位置は、ウェハー１０８が成形プレート１１４の上方で回転または移動するときに、成形プレート１１４に対して環状に変化する。コンタクト部材は、電圧源（図示せず）の負端子に、コネクタ１２９を用いて接続される。

【０１００】

図８に示すように、ウェハーキャリア１０６はウェハー１０８を、ウェハー１０８の背面１３０から保持する。ウェハー１０８は、図８で示すように、ウェハーキャリア１０６の下面１３１またはチャック面上に保持しても良い。この実施形態においては、ウェハーを、真空吸引もしくは保持リング１３３（図８に示す）または両方を用いて保持することで、ウェハー１０８の前面１３２を電解液に完全にさらす。その代わりに、保持リング１３

10

20

30

40

50

3はウェハーキャリア106の一体部品であっても良い。プロセスの間、ウェハーキャリア106、したがってウェハー108を、キャリアアーム110を回転軸134またはウェハーキャリア106の垂直軸の周りに回転方向135に回転させることによって、回転させても良い。後でより十分に説明するように、回転運動によって、有利なことに、コンタクト領域128が成形プレート114上で移動することで、コンタクト領域128が、成形プレートを通して流れる電解液にさらされる(図7を参照)。ウェハー108の前面132が完全にさらされていること、およびコンタクト領域128を成形プレート114上で移動させることによって、コンタクト領域128を電解液へ連続してさらすることができることの両方の効果が組み合わさる結果、ウェハー108上のエッジ除外がゼロになる。

10

【0101】

図9Aおよび9Aに示すように、この実施形態においては、本発明の成形プレート114は通常、矩形状(第1の側壁136、第2の側壁138、第3の側壁140、および第4の側壁142によって規定される)に形作っても良い。この実施形態では、第1および第2の側壁136、138は、その長さが第3および第4の側壁140、142の長さより長くても良く、成形プレート114の「後退」エッジ144(すなわちウェハー108の周縁の外部エッジと比べて後退しているエッジ)を形成していても良い。第3および第4の側壁140および142は、成形プレート114の側面エッジ146を形成する。成形プレート114の幅、または後退エッジ間の距離は、ウェハー108の直径よりも小さくなるように構成されている。前述した実施形態と同様に、側面エッジ146間の距離は、成形プレート114の最大横方向寸法Dである。またウェハーの直径は、ウェハー108の最大横方向寸法dである。好ましい実施形態においては成形プレート114を矩形状に形作っているが、成形プレートにはどんな幾何学的形状を与えても良い。

20

【0102】

図9Aに示すように、横方向距離dと成形プレートの幅とが違うために、ウェハー108上のコンタクト領域128が露出し、また電気コンタクト部材126をコンタクト領域128上へ配置することができる(図7を参照)。この実施形態では後退エッジは直線状であるが、本発明の範囲としては、電気コンタクトをウェハーの前面上へ配置できるならば、後退エッジは、窪んでいても、V形状であっても、または他の可能などんな構成で形成されていても良いことが含まれる。前述したように、成形プレート114の幅および長さを選択することによって、ウェハー108を成形プレート114上方で第1の方向147へ移動させるときに、コンタクト領域128を電気コンタクト部材126と接触させるか、そうでなければ電氣的にインターコネクトさせることができる。図9Aにおいて、コンタクト部材を、コンタクト領域128と接触する直線状のストリップとして示す。しかし、いつであっても、ウェハー上のコンタクト領域128が銅メッキされ得るのは、コンタクト領域が成形プレート114のアスペリティの上方で回転しているときのみであることに注意されたい。この点について言えば、ウェハーが回転するとき、第1の領域148(図9Aにおいて点線の円で示される)は、常に成形プレート114上方に留まるため、連続してメッキされる。しかし第2の選択された領域149(第1の領域148の外側にあり、コンタクト領域によって範囲が規定される)においては、堆積プロセスが不連続に進行する。したがって第1の領域148での堆積速度と、第2の領域149での堆積速度とは異なっており、その結果、第2の領域149はわずかに薄い堆積層を有することが予想される。後述するように、この厚みの差は、代替的なアスペリティデザインを用いることによって無くすることができる。さらに、前述したシールド82(図6に示す)を、この実施形態とともに用いることで、ウェハー108の前面132上に均一な堆積層を得ることができる。

30

40

【0103】

図9Bを参照して、アスペリティ120は内部側壁150によって規定される。内部側壁150は、上部開口部152(成形プレート114の上面119内)と下部開口部154(成形プレート114の底面156内)との間を延びる。前述したように、電着プロセス

50

の間、電解溶液はウェハー前面にアスペリティ 120 を通して到達する。成形プレート 114 の機能性 (functionality) に依存して、成形プレート 114 は絶縁材料または導電材料から形成されていても良い。電着のみを行なうのであれば、成形プレートは導電材料から形成されていても良い。しかし電着および研磨を共に行なうのであれば、絶縁材料 (ポリマーまたはセラミック材料など) が好ましい。この実施形態ではアスペリティ 120 は長方形状であるが、種々の幾何学形状 (楕円、四角形、円、またはその他など) で形成しても良い。アスペリティ 120 の形状、容積スペース、密度によって、堆積薄膜の均一性が規定される。アスペリティ 120 の内部側壁 150 は、上部および底部表面 119 および 156 に対して垂直である必要はない。すなわち内部側壁 150 は、傾斜しているか、湾曲しているか、またはその他の形態もしくは形状であり得る。

10

【0104】

図 9C に、成形プレート 114 の代替的な実施形態を示す。この実施形態では、成形プレート 114 は、第 1 および第 2 のアスペリティ領域 (157 および 158) をそれぞれ備える。このデザインの結果、第 2 のアスペリティ領域 158 は、開口度が第 1 のアスペリティ領域 157 よりも高く、ウェハー上の銅堆積が多い。ウェハーを、第 1 の領域 157 内の位置 A の周りで振動させることによってメッキすると、ある程度の堆積層厚みプロファイルが得られ、堆積層の厚みがコンタクト領域 128 に沿ってわずかに薄い場合がある。コンタクト領域 128 に沿った厚みを増加させるために、ウェハーを位置 B に移動させて一部を第 2 の領域 158 上に動かし、コンタクト領域 128 をより高い銅堆積速度にさらす。この工程を電着プロセスの一部の間に行なうと、均一な堆積プロファイルの銅層堆積を実現しても良い。またこのような高密度領域を成形プレート 114 上の 1 または複数の場所に形成して、層堆積の厚みプロファイルを任意に変更または制御することも本発明の範囲内である。すなわち、ウェハー前面での厚みプロファイルを、凹形、凸形、または完全に平坦にすることができる。この実施形態では、エッジ除外をゼロにすることができる。すなわちウェハー前面の全体を、そのエッジまでずっと均一にメッキすることができる。

20

【0105】

図 10A および 10B に示すように、成形プレート 114 を、複数の孔 159 を有するアノードプレート 118 上に配置する。アノードプレート 118 の孔 159 と成形プレート 114 のアスペリティ 120 とは、連続的した電解液経路 160 を形成する。電解液経路 160 は、アノードカップ 116 の内部キャビティ 162 (プロセスの間、電解液によって満たされる) を、成形プレート 114 の上面 119 と接続する。電解液は、アノードカップに矢印 122 の方向に入り、経路 160 を矢印 164 の方向に通過して流れる。フィルター (図示せず) を内部キャビティ 162 内に配置して、電着の間にアノード 112 の溶解によって発生したパーティクルを捕えても良い。アノードプレート 118 は、絶縁材料または導電材料から形成されていても良い。消耗アノードを用いないシステムの場合、アノードプレート 118 をアノードとして用いても良いし、または別の不活性カソードをアノード 112 の代わりに用いることができる。このようなシステムでは、アノードプレートを金属 (チタンなど) で形成することができ、好ましくは不活性金属 (プラチナなど) でコートすることができる。その結果、正電圧は、消耗アノード (本発明の場合には銅アノードなど) ではなくアノードプレートに接続される。

30

40

【0106】

また図 10A には、コンタクト領域 128 に接触するコンタクト部材 126 の位置が示されている。コンタクト部材は、種々の構成 (ブラシ、ピン、ローラー、平坦面など) で製造しても良い。コンタクト部材は、アノードから完全に絶縁されていなければならない、好ましくは静止してコンタクト領域がその上を滑る。コンタクト部材がウェハーとともに移動しても良い。コンタクト部材は好ましくは、柔軟で耐食性の導電材料 (プラチナ、ルテニウム、ロジウム、および耐熱性材料の窒化物など) で形成されるか、またはこれらの材料でコートされている。前述したように (図 10A に示す)、従来のクランプを、ウェハー 108 の前面 132 との電気コンタクトを取るためには全く用いていないため、電

50

着中のエッジ除外が有利なことに低減されて、ゼロになっている。コンタクト部材がコンタクト領域を引っ掻く可能性があるが、これは、コンタクト部材がコンタクト領域に加える力が最小であることを保証することで、回避または最小限にできる。

【0107】

図10Aに戻って、好ましい実施形態のプロセスでは、電解液をポンプによって、電着システム100のアノードカップ116の内部キャビティ162内へ、矢印122の方向に入れる。いったん電解液が内部キャビティ162を満たせば、電解液は、アノードプレート118の孔159、それから成形プレート114のアスペリティ120を通して流れることによって、ウェハー108の前面132に矢印164の方向に到達する。図10A～10Bを参照して、ウェハー108の前面132は、軸134に沿う第1の位置、好ましくは成形プレート114に近接する位置（たとえば0.25～5mmの距離）に、保持しても良い。ウェハー108の前面132と成形プレート114との間のギャップは、キャリアアセンブリ102を軸134に沿って垂直に動かすことによって調整できる。前面132と成形プレート114の上面との間の距離を調整した後に、アノード112とコンタクト部材126との間に電位差を印加することによって、電着プロセスを開始する。その結果、この段階では、電位差は、コンタクト部材がアノードよりも陰極性（-）になるように選択されている。またコンタクト部材はウェハー108の前面132に接触しているため、前面132も陰極性となる。

10

【0108】

ここで、本発明のシステム100を用いる電着プロセスの詳細を、図11Aおよび11Bを用いてさらに説明することができる。図11Aに、電着プロセス前のウェハー108の前面132（図8を参照）の表面部分166を例示する。表面部分166は、ビアフィーチャー168または狭いホールおよびトレンチ170またはより大きなホールを備えていても良い。ビアフィーチャー168およびトレンチフィーチャー170は、ウェハー108の一部であり得る基板174上に形成される絶縁層172内に形成されていても良いし、ウェハー108上に形成されていても良い。フィーチャー168および170は、基板174上の活性デバイス位置176を露出する。

20

【0109】

図10Bを参照して、電位差が印加されるとすぐに銅が前面132上にメッキされ、同時に図10Bに示したように、ウェハー108を回転方向135に回転させて、成形プレート114上を第1の方向147に直線的に移動させる。第1の方向147は好ましくは、後退エッジ144に平行で、側面エッジ146に垂直である。第1の方向147への直線運動は好ましくは、ウェハーサイズに依存して約5mm～100mmであっても良いが、それ以上に長い直線運動も本発明の範囲内であり、用いることができる。この点で、ウェハー108の回転は約1rpm～250rpmであっても良い。ウェハーを横方向に動かすことが好ましいが、ウェハーを回転させてアノードアセンブリを横方向に動かすことで、同様の動きをウェハーと成形プレートとの間に実現しても良いことを理解されたい。図11Bに示すように、電着プロセスが進行するにつれて、堆積層180が銅シード層178上に均一に形成されて、ビアおよびトレンチフィーチャー168および170を充填する。前述したように、銅シード層178は、バリア層の上に形成しても良い。また前述したように、ウェハー108を回転させることで、堆積層の不均一性は最小限になる。ウェハー上のコンタクト領域128が銅メッキされ得るのは、コンタクト領域128が、成形プレート114のアスペリティ120の上方で回転しているとき、したがって電解液にさらされているときのみである。

30

40

【0110】

図10Bを参照して、平坦な薄膜を堆積させるために、成形プレート114とウェハー108前面との間のギャップをゼロまで減らして、前面132を成形プレート114の上面119と接触させても良い。これは、キャリアアセンブリ102とウェハー108とを、軸134に沿って垂直に動かして第2の位置へ持っていくことによって行なわれる。この場合、成形プレートは研磨パッドで形成されていても良い。代替的に、アノードアセンブ

50

リ 1 0 4 を軸 1 3 4 に沿って垂直に動かしても良い（ただし、アセンブリがこのような動きのために装備されている場合）。この第 2 の位置において、ウェハー 1 0 8 は回転して第 1 の方向 1 4 7 に沿って移動するため、堆積プロセスが続く間、ウェハー 1 0 8 は成形プレート 1 1 4 と接触して擦れる。図 1 1 C に示したように、この結果、平坦化された層 1 8 2 が形成される。これは、絶縁層 1 7 2 上の堆積層 1 8 0 の厚みを最小限にしながら、フィーチャー 1 6 8 および 1 7 0 内への材料の堆積を妨げないからである。

【 0 1 1 1 】

システムの極性を反対にすると、材料を均一に堆積させる代わりに、ウェハー表面から材料を均一に除去（電解エッチング）するために、システム 1 0 0 を用いることができる。この場合、メッキ電解液の代わりに、一般的に知られる電解エッチングまたは電解研磨溶液を用いても良い。Cu アノードの代わりに、不活性電極（不活性材料たとえば Pt、Ti、または Pt コートされた Ti 材料から形成される）を用いても良い。

10

【 0 1 1 2 】

言うまでもないが、前述したことは本発明の好ましい実施形態に関しており、特許請求の範囲に記載される本発明の趣旨および範囲を逸脱することなく変更を行なっても良いことを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図 1 A】 基板上に形成されたアイソレーション構造を有する半導体基板の概略図であり、アイソレーション構造はエッチされてトレンチおよびビアフィーチャーが基板上に形成されている。

20

【図 1 B】 バリア層およびシード層が、フィーチャーおよびアイソレーションまたは絶縁層上に形成されている図 1 A に示した基板の部分断面図。

【図 1 C】 従来のコンフォーマル層が、シード層上に部分的に堆積されている図 1 B に示した構造の概略図。

【図 1 D】 層が完全に堆積されている図 1 C に示した構造の概略図。

【図 1 E】 より平坦な層が形成されている図 1 D に示した構造の概略図。

【図 2 A】 従来技術の電着システムの概略図。

【図 2 B】 シールドを用いた他の従来技術の電着システムの概略図。

【図 3】 エッジ領域を何ら除外しないでウェハー全面へ導電材料を堆積するための本発明のシステムの一実施形態を示す概略図。

30

【図 4】 本発明のアノードカップの周囲側壁の幅と比較した、ウェハー上の電気コンタクトおよびコンタクト領域の位置を示す図 3 に示したシステムの概略図。

【図 5】 ウェハー上の断続的および連続的堆積領域を示す図 3 に示したシステムの部分平面図。

【図 6】 システムのアノードおよびカソードの間に配置されたシールドを備える図 3 に示した本発明のシステムの概略図。

【図 7】 エッジ領域を何ら除外しないでウェハー全面へ導電材料を堆積するための本発明のシステムの他の実施形態を示す概略図。

【図 8】 本発明のウェハーキャリアアセンブリおよび成形プレートを示す図 7 のシステムの部分概略図。

40

【図 9 A】 ウェハーは連続的および断続的堆積領域を有している、成形プレートとその上に配置されたウェハーとを示す平面図。

【図 9 B】 成形プレートを通る連続したアスペリティを示す成形プレートの概略断面図。

【図 9 C】 成形プレートは開口部密度が異なる 2 つの領域を有する本発明の成形プレートの他の実施形態を示す概略図。

【図 1 0 A】 本発明の成形プレートの幅と比較した、コンタクト領域上のウェハー電気コンタクトの位置を示す本発明の電着システムの概略側面図。

【図 1 0 B】 本発明の成形プレートの長さに沿うウェハーの位置を示す本発明の電着システムの他の概略側面図。

50

【図 1 1 A】 本発明の堆積プロセス前の、シード層で覆われたビアおよびトレンチフィーチャーを有するウェハーを大きく拡大した断面図。

【図 1 1 B】 本発明を用いて堆積層が電着されている図 1 1 A に示した構造の概略図。

【図 1 1 C】 堆積層が平坦に堆積されている図 1 1 B に示した構造の概略図。

【符号の説明】

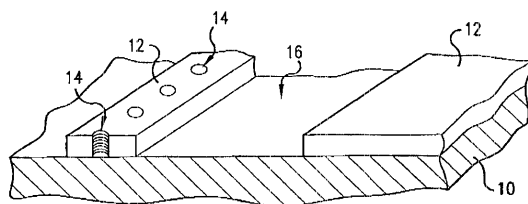
1 0 ... 基板	
1 2 ... 絶縁層	
1 4 ... ビア	
1 6 ... トレンチ	
1 8 ... バリア層	10
2 0 ... シード層	
2 2 ... 導電材料層	
3 0 ... 電着システム	
3 2 ... ウェハー	
3 4 ... ウェハーホルダー	
3 6 ... リングクランプ	
3 8 ... 電気コンタクト	
4 0 ... メッキ浴	
4 4 ... アノード	
4 6 ... シールド	20
5 0 ... 電着システム	
5 3 ... ウェハーキャリア	
5 4 ... ウェハー	
5 5 ... キャリアアーム	
5 6 ... アノード	
5 7 ... アノードカップ	
5 8 ... 内部キャビティ	
6 1 ... リムフレーム	
6 2 ... 電解液	
6 3 ... 液体入口	30
6 4 ... アノードコネクター	
6 5 ... ウェハー前面	
6 6 ... 電気コンタクト部材	
6 7 ... コンタクト領域	
6 8 ... コネクター	
7 0 ... 保持リング	
7 3、7 4 ... 第 2 の側壁	
7 5、7 6 ... 第 4 の側壁	
8 2 ... シールド	
1 0 0 ... 電着システム	40
1 0 2 ... キャリアアセンブリ	
1 0 4 ... アノードアセンブリ	
1 0 6 ... ウェハーキャリア	
1 0 8 ... ウェハー	
1 1 0 ... キャリアアーム	
1 1 2 ... アノード	
1 1 4 ... 成形プレート	
1 1 6 ... アノードカップ	
1 1 8 ... アノードプレート	
1 2 0 ... 開口部	50

- 1 2 1 ... 液体入口
 1 2 4 ... アノードコネクター
 1 2 6 ... 電気コンタクト部材
 1 2 8 ... コンタクト領域
 1 2 9 ... コネクター
 1 3 3 ... 保持リング
 1 3 6、1 3 8 ... 第 2 の側壁
 1 4 0、1 4 2 ... 第 4 の側壁
 1 4 0 ... 第 4 の側壁
 1 5 7 ... 第 1 のアスペリティ領域
 1 5 8 ... 第 2 のアスペリティ領域
 1 6 0 ... 電解液経路
 1 6 2 ... 内部キャビティ
 1 6 8 ... ピアフィーチャー
 1 7 0 ... トレンチフィーチャー
 1 7 2 ... 絶縁層
 1 7 4 ... 基板
 1 7 6 ... 活性デバイス位置
 1 7 8 ... 銅シード層
 1 8 0 ... 堆積層
- S_1 ... 段差
 S_2 ... 段差
 D ... 最大横方向寸法
 d ... 最大横方向距離

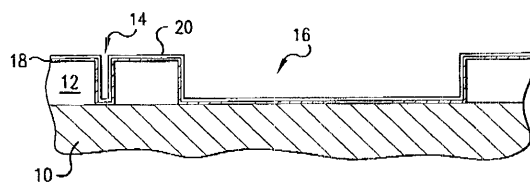
10

20

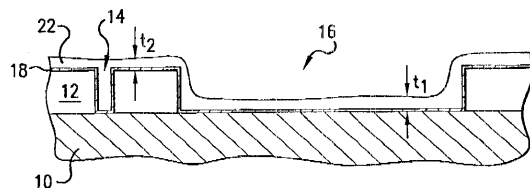
【図 1 A】



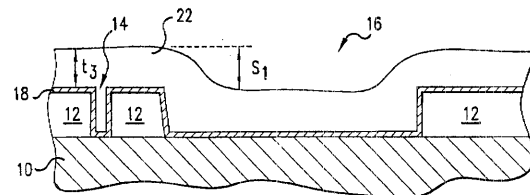
【図 1 B】



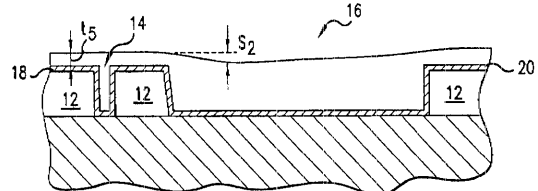
【図 1 C】



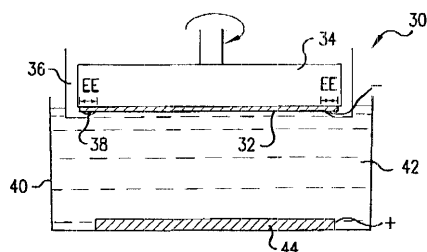
【図 1 D】



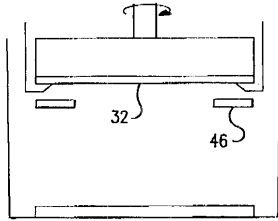
【図 1 E】



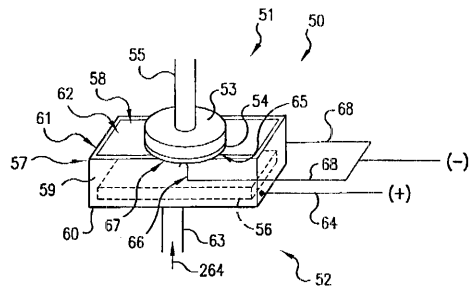
【図 2 A】



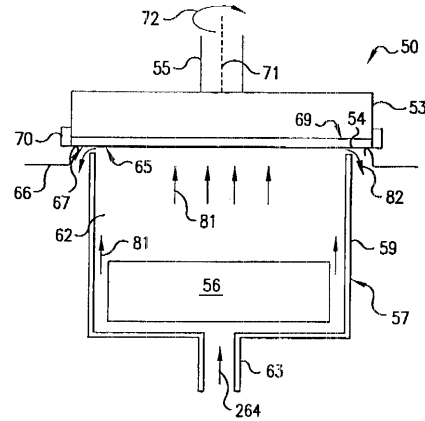
【図 2 B】



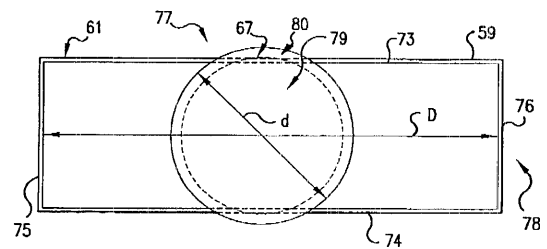
【図 3】



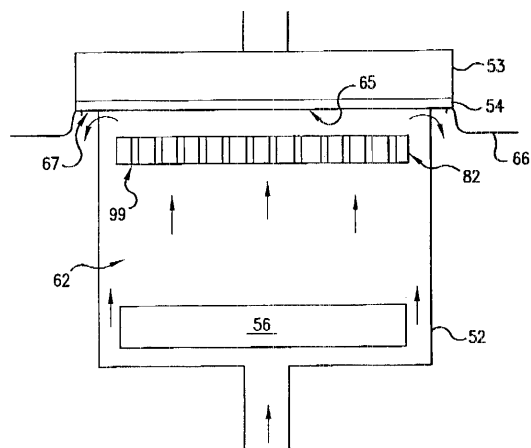
【図 4】



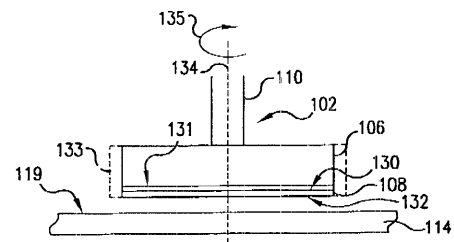
【図 5】



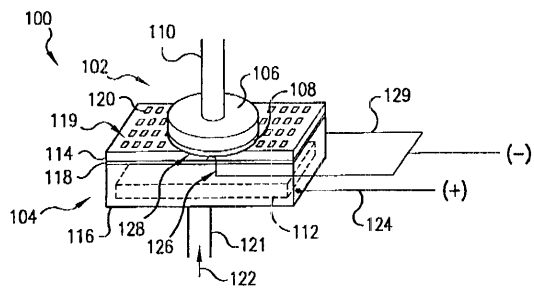
【図 6】



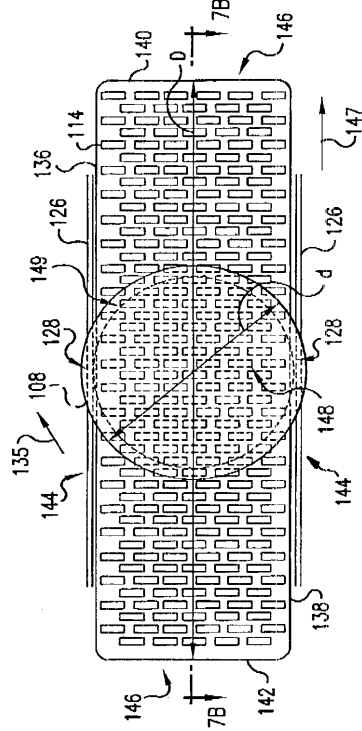
【図 8】



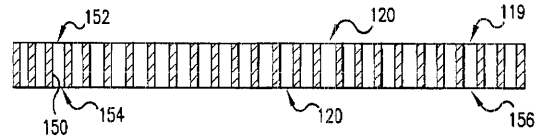
【図 7】



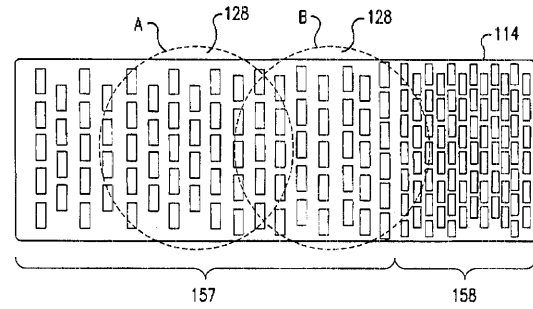
【図 9 A】



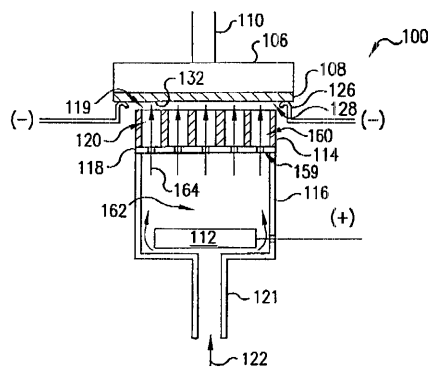
【図 9 B】



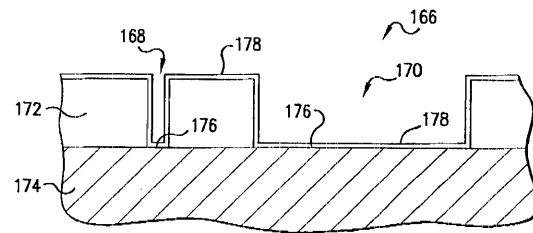
【図 9 C】



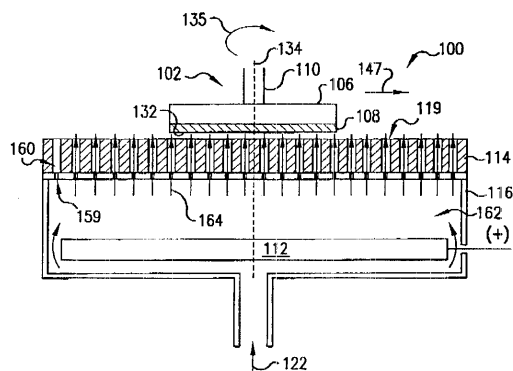
【図 10 A】



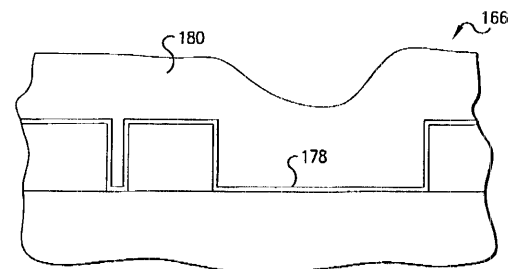
【図 11 A】



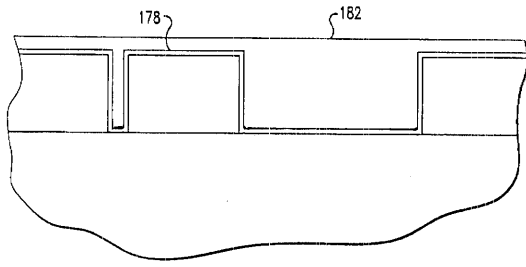
【図 10 B】



【図 11 B】



【図 11C】



フロントページの続き

- (72)発明者 ベイソル、ブーレン・エム
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 0 2 6 6 マンハッタン・ビーチ、メイプル・アベニュー
3 0 0 1
- (72)発明者 ウゾー、シプリアン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 5 0 3 5 ミルピタス、パービン・ドライブ 6 2 5
- (72)発明者 タリエー、ハマヨウン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 5 1 3 8 サン・ジョセ、ベントリー・リッジ・ドライブ
2 2 1 1

審査官 瀧口 博史

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 4 6 9 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 5 2 2 3 3 (J P , A)
国際公開第 0 0 / 0 3 3 3 5 6 (W O , A 1)
実開平 0 3 - 1 0 3 2 6 1 (J P , U)
国際公開第 0 1 / 0 7 1 0 6 6 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C25D 7/12
C25D 21/00
H01L 21/288
C25F 3/12
C25F 3/30
C25F 7/00
H01L 21/306
H01L 21/28