

(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2004-134732

(P2004-134732A)

(43) 公開日 平成16年4月30日(2004.4.30)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/304
C25D 7/12
C25F 3/00
C25F 3/30
C25F 7/00

F I

H01L 21/304 621Z
H01L 21/304 622F
C25D 7/12
C25F 3/00 C
C25F 3/30

テマコード (参考)

4KO24

審査請求 未請求 請求項の数 35 O L 外国語出願 (全 132 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-129443 (P2003-129443)
(22) 出願日 平成15年5月7日 (2003.5.7)
(31) 優先権主張番号 10/140010
(32) 優先日 平成14年5月7日 (2002.5.7)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
(74) 代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人 100094318
弁理士 山田 行一
(74) 代理人 100104282
弁理士 鈴木 康仁

最終頁に続く

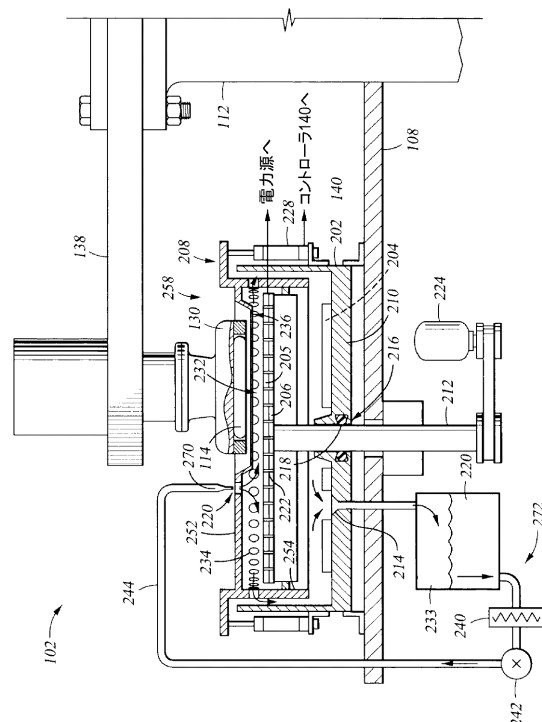
(54) 【発明の名称】 電気化学的機械研磨の為の導電性研磨物

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基板表面の平坦化の為の製造物品及び装置を提供する。

【解決手段】 製造物品は、基板 1 1 4 を研磨する為を提供され、本体を有する研磨物 2 0 5 から成るが、本体は、少なくとも、導電材、導電性充填材、これらの組合せで被覆され、かつ、基板を研磨するように適合されたファイバの一部を備えている。研磨物は、基板を研磨するように適合された表面を有する本体と、研磨面 4 4 8 内に埋め込まれた少なくとも一つの導電素子 8 4 0 とから成り、この導電素子は、導電材料、導電性充填材、又は、これらの組合せで被覆された絶縁性あるいは導電性ファイバを備えている。導電素子は、研磨面により画成された平面を越えて延びる接触面を有してもよい。複数の穿孔 5 4 6 および複数の溝 4 4 2 は、研磨物内に形成され、研磨物を通る材料と研磨物周りの材料の流れを容易にしてもよい。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理する為の研磨物において：

基板を研磨するように適合された表面を有する本体と；

前記本体内に少なくとも一部が埋め込まれた少なくとも一つの導電素子であって、導電材、導電性充填材、又は、これらの組合せで被覆されたファイバを備える、前記導電素子と；

を備える、研磨物。

【請求項 2】

前記ファイバは、ポリアミド、ナイロン・ポリマー、ポリウレタン、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリマーを含むジエン、ポリスチレン、ポリアクリルニトリル系繊維・エチレン・スチレン、アクリルポリマー、更に、その組合せの群から選ばれる重合材料を備え、前記導電材は、金属、カーボン材、導電性セラミック材、金属非有機材、又は、これらの組合せを備え、前記導電性充填材は、カーボンパウダー、カーボンファイバ、カーボンナノチューブ、カーボンナノフォーム、カーボンエロゲル、グラファイト、導電性ポリマー、導電性ファイバ、導電材で被覆された誘電性又は導電性粒子、導電材で被覆された誘電性充填材、導電性非有機粒子、導電性セラミック粒子、これらの組合せを備える、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 3】

前記本体は、ポリエステル、ポリウレタン、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリフェニレン・スルフィド、ウレタンで含浸されたフェルトファイバ、更に、これらの組合せの群からのポリマー材を備える、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 4】

前記導電材で被覆された前記ファイバは、核形成材料や、前記ファイバと前記導電材との間に配置された接着材を更に備える、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 5】

研磨物は、上部に配置された金を持つポリアミドファイバとポリウレタン接着材内に置かれたグラファイトとを備えるか、ポリウレタン又はシリコン内に配置されたグラファイト、カーボンナノチューブ、カーボンファイバ、これらの組合せを備える、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 6】

前記本体は、複数の溝または穿孔を備え、これらは、少なくとも一部が内部に形成されている、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 7】

少なくとも一つの導電素子が、少なくとも一部が内部に形成された前記複数溝の 1 以上の内部に配置されている、請求項 6 記載の研磨物。

【請求項 8】

少なくとも一つの導電素子が、前記本体の表面により画成された平面を越えて延びている、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 9】

少なくとも一つの導電素子は、一以上の導電性ファイバを備え、前記導電性ファイバは、前記本体により画成された平面を越えて延びており、前記一以上の導電性ファイバは、コイル、一以上のループ、一以上のストランド、混交された組織、又は、これらの組合せの形状になっており、前記本体の表面により画成された平面を越えて延びた一以上の導電性ファイバは、導電性基部に結合されている、請求項 8 記載の研磨物。

【請求項 10】

少なくとも一つの導電素子と本体との間に配置された付勢部材を備え、前記付勢部材が、導電性部材を前記研磨面に向かって付勢するように適合され、前記研磨面上に配置された前記基板に電氣的に接触している、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記本体は、前記研磨物を電源に接続する為のコネクタを備える、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 1 2】

前記本体は、サポート部上に配置された研磨部を備え、少なくとも一つの導電素子が前記導電性研磨部上に配置される、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 1 3】

前記物品を前記電源に接続する為のコネクタは、前記研磨部と前記サポート部との間に配置され、少なくとも一つの導電素子と電氣的に結合されている、請求項 1 2 記載の研磨物。

【請求項 1 4】

少なくとも一つの導電素子は、導電材、導電性充填材、又は、その組合せ、接着材で被覆されたファイバ複合体を備え、前記複合体は、少なくとも部分的に前記本体内に埋め込まれている、請求項 1 記載の研磨物。

10

【請求項 1 5】

前記接着材は、エポキシ樹脂、シリコン、ウレタン樹脂、ポリイミド、ポリアミド、フルオロポリマー、そのフッ化誘導体、それらの組合せから選ばれたポリマーベースの結合剤を備えるか、又は、前記接着材は、ポリウレタン、充填剤を混ぜ合わせられたポリウレタン、ポリカーボネート、ポリフェニレン・スルフィド (P P S)、エチレン - プロピレン - ジエン - メチレン (E P D M)、テフロンポリマー、ポリエスチレン、これらの組合せを備える。請求項 1 4 記載の研磨物。

20

【請求項 1 6】

少なくとも一つの導電素子は、研磨物の本体内に形成された溝内に配置された導電部材に結合されている、請求項 1 記載の研磨物。

【請求項 1 7】

少なくとも一つの導電素子は、前記導電部材の周りに同心上に配置された導電材で被覆された一以上のコイル状ファイバ、前記導電部材の周りに同心上に配置された導電材で被覆されたファイバの混交組織、一以上の金属、銅線、または、金の棒上に同心上に配置されたフォイル、または、導電性接着材で被覆された金属や、これらの組合せを備える、請求項 1 6 記載の研磨物。

【請求項 1 8】

前記本体は、導電材、導電性充填材、これらの組合せ、更に、上部に配置される結合剤を備える、請求項 1 記載の研磨物。

30

【請求項 1 9】

基板を処理する為の研磨物において：

前記基板を研磨するように適合された導電面を少なくとも有し、前記導電面は、導電素子を少なくとも一つ備え、前記導電素子は、導電性充填材、導電材で被覆されたファイバ、又はこれらの組合せであって重合材料内に配置されたもの、を備える、前記研磨物。

【請求項 2 0】

前記導電材で被覆されたファイバは、核形成材料又は、前記ファイバと前記導電材との間に配置された接着材を更に備える、請求項 1 9 記載の研磨物。

40

【請求項 2 1】

上部に配置された金を備えたポリイミドファイバと、ポリウレタン接着材内に配置されたグラファイトを備えるか、或いは、グラファイト粒子、カーボンナノチューブ、カーボンファイバ、これらの組合せであって、ポリウレタン又はシリコン内に配置されたもの、を備える、請求項 1 9 記載の研磨物。

【請求項 2 2】

前記本体は、複数の溝又は穿孔であって少なくとも内部に形成されたものを更に備え、穿孔の一部及び溝の一部は、交差する、請求項 1 9 記載の研磨物。

【請求項 2 3】

前記本体は、前記物品を電源に接続する為のコネクタを更に備える、請求項 1 9 記載の研

50

磨物。

【請求項 24】

前記導電面は、約 50 - cm 以下の抵抗率を有する、請求項 19 記載の研磨用パッド。

【請求項 25】

前記研磨物は、ショア (D 形) 硬さスケールにおいて、約 100 以下の硬さを有する、請求項 19 記載の研磨物。

【請求項 26】

前記研磨用パッドは：

サポート部上に配置された導電性研磨部と、少なくとも一つの導電素子を備える導電性研磨部であって、導電素子が導電性充填材、導電材で被覆されたファイバ、更に、これらの組合せであって、重合材料内に配置されたものを備える本体を備え、前記本体は、複数の穿孔を備え、前記研磨部は、複数の溝、穿孔の一部を備え、溝は交差する、請求項 19 記載の研磨物。

10

【請求項 27】

前記本体は、前記物品を電源に接続する為のコネクタを更に備え、前記電源は、前記研磨部と前記サポート部との間に配置され、前記少なくとも一つの導電素子に結合される、請求項 26 記載の研磨物。

【請求項 28】

基板を処理する為の研磨物において：

前記基板を研磨するように適合された表面を有する本体と；導電材で被覆された混交ファイバのファブリックを備える導電素子と；を備える、研磨物。

20

【請求項 29】

前記導電材で被覆された混交ファイバのファブリックは、ファブリックを形成する為に混交された導電材で被覆された複数のファイバ、導電材で被覆されているファブリックを形成する為に混交された複数のファイバ、又は、これらの組合せとを備える、請求項 28 記載の研磨物。

【請求項 30】

前記混交されたファイバのファブリックは、穿孔され、混交され、これらを通る流動性電解液流の為に、通路やそれらの組合せを形成する、請求項 28 記載の研磨物。

【請求項 31】

前記本体は、サポート部に配置された導電性研磨部を備え、前記導電素子は、導電性研磨部を備える、請求項 28 記載の研磨物。

30

【請求項 32】

前記導電面は、約 50 - cm 以下の抵抗率を有する、請求項 28 記載の研磨物。

【請求項 33】

前記研磨物は、ショア (D 形) 硬さスケールにおいて、約 100 以下の硬さを有する、請求項 28 記載の研磨物。

【請求項 34】

前記本体は、導電素子上に配置された金属製フォイルを更に備える、請求項 28 記載の研磨物。

40

【請求項 35】

前記金属製フォイルは、複数の穿孔、複数の溝、これらの組合せを備える、請求項 34 記載の研磨物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

関連出願への相互参照

本願は、" Conductive Polishing Article For Electrochemical Mechanical Polishing " という発明の名称を持ち、2001年12月27日に提出された米国特許出願第 10 / 033 , 732 号に関連するが、これは、本願で請求された態様と説明に矛盾しない範囲で参考の為に

50

本願に組み込まれている。

発明の背景

【0002】

【発明の分野】

本発明は、製造物品と基板表面を平坦化する為の装置に関する。

【0003】

【関連技術の背景】

4分の1ミクロン以下の多平面金属被覆は、超大規模集積(ULSI)の次世代の重要技術の一つである。この技術の中心にある多平面相互接続は、接点、パイア、回線、他のフィーチャーを含む高アスペクト比アパーチャー内で形成された相互接続フィーチャーの平坦化を必要とする。これらの相互接続フィーチャーの信頼性ある形成は、ULSIの成功にとって、更に、回路密度の増加と個々の基板と金型における品質にとって、非常に重要である。

10

【0004】

集積回路と他の電子デバイスの制作において、導体材料、半導体材料、絶縁体材料の複数層は、基板の表面に堆積されたり、基板の表面から除去される。導電材料、半導体材料、絶縁体材料の薄い層は、数多くの堆積技術により堆積することができる。近代的な処理における一般的な堆積技術は、スパッタリングとしても知られる物理蒸着法(PVD)、化学蒸着法(CVD)、プラズマ強化化学蒸着法(PECVD)、電気化学メッキ(ECP)を含む。

20

【0005】

材料の層が連続して堆積され、除去されるとき、基板の最上面は、その表面にわたり非平坦になる可能性があり、平坦化を要する。表面の平坦化、又は、面の研磨は、材料が基板表面から除去され、全体的に均一な、平らな面を形成する処理である。平坦化技術は、望ましくない表面地形と表面欠陥(例えば、粗い表面、団塊材料、結晶格子損傷、スクラッチ、材料の汚染層)を除去する為に有用である。平坦化技術は、フィーチャーを充填し、金属被膜や処理の後続面の為に均一面を提供する為に使われた過剰堆積材料を除去することにより、基板上にフィーチャーを形成するのにも有用である。

【0006】

化学機械的平坦化技術、又は化学機械的研磨(CMP)は、基板を平坦化する為に使用される一般的な技術である。CMPは、基板から材料を選択的に除去する為に、化学成分、通常はスラリーや他の流体媒体を利用する。従来のCMP技術において、基板キャリアや研磨ヘッドは、キャリア・アセンブリに取り付けられ、CMP装置における研磨用パッドと接触して置かれる。キャリア・アセンブリは、制御可能な圧力を基板に与え、基板を研磨用パッドに抗して圧接する。パッドは、外部駆動力によって基板に対して動かされる。CMP装置は、基板表面と研磨用パッドとの間で研磨運動や摩擦運動を生じさせると同時に、研磨組成物を分散させ、化学的活動及び/又は機械的活動、さらに、基板表面から必然的な材料除去を生じさせる。

30

【0007】

集積回路制作でますます利用される1つの材料は、その望ましい電気的性質の為に、銅である。しかし、銅は、それ自身の特殊な制作的問題を持つ。たとえば、銅は、パターンニングやエッチングが難しいが、波模様や二重波模様処理のような新しい処理や技術は、銅製基板のフィーチャーを形成する為に使用されている。

40

【0008】

波模様処理において、フィーチャーは、誘電材で画成され、後に銅で充填される。低誘電率(すなわち約3未満)を持つ誘電材は、銅の波模様の製造で使われている。バリア層の材料は、銅材料の堆積前に誘電層内で形成されるフィーチャーの表面上に等写的に堆積される。銅材料は、その後、バリア層と、その取り囲んでいる領域にわたって堆積される。しかし、フィーチャーにおける銅の充填は、通常、基板上の、過剰な銅材料や過装入が生じるが、これらは、誘電材料内で銅充填フィーチャーを形成し、後続処理の為に基板を準

50

備する為に除去されなければならない。

【0009】

銅材料を研磨する際に提示される一つの難題は、導電材料とバリア層との間の接合部が、一般的に平坦でなく、残留銅材料が、非平坦接合部により形成された不規則性で保持されている点である。さらに、導電材料とバリア材は、しばしば、基板表面から異なる速度で除去され、その両方は、基板表面上の残留物として保持される過剰な導電材が結果として生じる可能性がある。その上、基板表面は、内部に形成されたフィーチャーの密度や大きさに依存して、異なる表面地勢を有する可能性がある。銅材料は、基板表面の異なる表面地勢に沿って、異なる除去速度で除去されるが、これが、基板表面からの銅材料の効果的な除去や基板表面の最終的平坦性の達成を困難にする。

10

【0010】

基板表面から所望の銅材料の全てを除去する一つの解決策は、基板表面を過剰に研磨することである。しかし、若干の材料の過剰研磨は、地勢欠陥の形成（例えば、湾状変形として呼ばれるフィーチャーの凹面又は窪み、エロージョンとして呼ばれる誘電材料の過剰な除去）が生じる。湾状変形やエロージョンからの地勢欠陥は、追加材料（例えば、下方に配置されたバリア層）の不均一な除去を導き、所望の研磨品質より劣る基板表面を生み出す。

【0011】

銅表面の研磨による他の問題は、低い誘電係数（低k）の誘電材の使用から生じ、基板表面において銅の波模様を形成する。低k 誘電材（例えば、炭素ドープの酸化シリコン）は、従来の研磨圧力（すなわち、約6 p s i）の下で、変形または割れる可能性があるが、これはダウンフォースと呼ばれ、有害に基板の研磨品質に影響し、デバイス形成に有害に影響を与える。たとえば、基板と研磨用パッドとの間の相対的回転運動は、基板表面に沿った剪断力を含み、低k材料を変形し、地勢欠陥を形成し、有害に後の研磨に影響を与える可能性がある。

20

【0012】

低誘電材料で銅を研磨する為の一つの解決策は、電気化学的機械研磨（ECMP）技術により銅を研磨することである。ECMP技術は、電気化学的溶解により、導電材を基板表面から除去するが、従来のCMP処理と比較して、少ない機械摩耗で同時に基板を研磨する。電気化学的溶解は、カソードと基板表面との間にバイアスを印加することにより実行され、導電材を基板表面から周囲の電解液に移動させる。

30

【0013】

ECMPシステムの一実施形態では、基板サポート用デバイス（例えば、基板キャリアヘッド）において基板表面と電気通信で導体接触のリングにより、バイアスが印加される。しかし、接触リングは、基板表面にわたり、電流の不均一分布を示すように観察されており、これが、不均一溶解に結びつく。機械的摩耗は、従来の研磨用パッドで基板に接触すること、更に、基板と研磨用パッドとの間で相対的運動を提供することにより、実行される。しかし、従来の研磨用パッドは、しばしば電解液の流れを基板表面に制限する。その上、研磨用パッドは、絶縁性の材料から構成されてもよく、これは、基板表面に対するバイアスを印加する点で妨げになるかもしれず、基板表面からの材料の不均一または変わりやすい溶解に帰着する。

40

【0014】

その結果、基板表面上の導電材の除去用に改善された研磨物に対する必要性がある。

発明の概要

本発明の態様は、電気化学的堆積技術、電気化学的溶解技術、研磨技術、及び/又は、これらの組合せを用いて、基板上の層を平坦化する為の製造物品及び装置を一般的に提供する。

【0015】

一態様において、基板を研磨する為の研磨物は、本体を含み、本体は、基板と、少なくとも一つの導電素子であって少なくとも部分的に該本体に埋め込まれた導電素子とを研磨す

50

るように適合された表面を有する。導電素子は、導電材料、導電性充填材、又はこれらの組合せで被覆されたファイバを含んでもよいが、これらは、結合材料の内部に配置されてもよい。導電素子は、少なくとも部分的に本体内に埋め込まれた導電材料で被覆された混交ファイバのファブリック、導電材料で被覆されたファイバ複合材、導電性充填材、又は、これらの組合せ、更に、結合材であって、少なくとも部分的に本体内に埋め込まれたもの、又は、これらの組合せを含んでもよい。導電素子は、研磨面により画成された平面を越えて延びる接触面を有してもよく、更に、コイル、一以上のループ、一以上のストランド、材料の混交ファブリック、又は、これらの組合せを備えてもよい。複数の穿孔と複数の溝が、研磨物を貫通又は横切る材料の流れを容易にする為に研磨物内に形成されてもよい。

10

【0016】

他の態様において、研磨物は、基板表面（例えば、基板表面に堆積された導電層）を処理する為に提供される。研磨物は、本体を含み、本体は、少なくとも導電性充填材の一部、導電材で被覆されたファイバ、又は、これらの組合せを含み、基板を研磨するように適合されている。複数の穿孔と複数の溝は、研磨物を通る材料や、研磨物周りの材料の流れを容易にする為に、研磨物内に形成されてもよい。

【0017】

他の態様において、研磨物は、基板処理用装置内に配置されてもよいが、ここには、深皿、深皿内に配置された浸透性ディスク、浸透性ディスク内に配置された研磨物又は製造物、浸透性ディスクと深皿の底部との間の深皿内に配置された電極、処理中に基板を保持するように適合された研磨ヘッドを含む。

20

【0018】

他の態様において、研磨物は、基板を処理する為の方法における導電性研磨物として使用されてもよいが、当該方法は、包囲体を含む装置を提供すること、該包囲体内に導電性研磨物を配置すること、1分間当たり約20ガロンまでの流量（GPM）で該包囲体に導電性溶液を提供すること、導電性溶液内で導電性研磨物付近に基板を位置決めすること、導電性溶液内で基板表面を導電性研磨物で接触させること、電極と導電性研磨物との間にバイアスを印加すること、基板表面から少なくとも当該表面の一部を除去すること、を含む。

【0019】

他の態様において、研磨物は、基板を処理する為に提供され、当該基板を研磨するように適合される導電面を少なくとも有する本体を含み、ここで、導電面は少なくとも一つの導電素子を備え、導電素子は、導電性充填材、導電材料で被覆されたファイバ、又は、これらの組合せであって、重合材料に配置されたものを備える。

30

【0020】

他の態様において、研磨物は、基板を処理する為に提供され、基板を研磨するように適合された表面を有する本体と、導電材料で被覆された混交ファイバのファブリックを備える導電素子とを含む。

好ましい実施形態の詳細な説明

本願で使用されている語句は、別に定義されない限り、当業者により当該技術における通常の慣習的な意味が付与されるべきである。化学機械的研磨は、広く解釈されるべきであり、化学作用、機械的作用、又は化学的作用と機械的作用の両方の組合せにより、基板表面を摩耗することを含むが、これに限定されるものではない。電気研磨は、広く解釈されるべきであり、電気化学的作用（例えば、陽極分解）の適用により、基板を平坦化することを含むが、これに限定されるものではない。

40

【0021】

電気化学的機械研磨（ECMP）は、広く解釈されるべきであり、電気化学的作用、化学的作用、機械的作用、又は、電気化学的作用と化学的作用と機械的作用の組合せで基板表面から材料を除去することであるが、これに限定されるものではない。

【0022】

50

電気化学的機械メッキ処理（ECMP）は、広く解釈されるべきであり、電気化学的に基板上に材料を堆積し、電気化学的作用、化学的作用、機械的作用、又は、電気化学的作用と化学的作用と機械的作用との組合せの適用により、全体的に堆積された材料を平坦化することを含むが、これに限定されるものではない。

【0023】

陽極分解は、広く解釈されるべきであり、直接的又は間接的に、陽極バイアスを基板に印加して基板表面から周囲の電解溶液へと材料を移動させることを含むが、これに限定されるものではない。研磨面は、製造物の一部として広く定義されるべきであり、処理中に基板表面と少なくとも部分的に接触するか、接点を通じて直接的に又は電氣的に導電媒体を通じて間接的に電氣的に製造物を基板表面に結合させる。

10

【0024】

研磨装置

図1は、処理装置100を示すが、処理装置100は、電気化学的堆積及び化学的機械研磨に適した少なくとも一つのステーション（例えば、電気化学的機械研磨（ECMP）ステーション102、単一プラットフォーム又はツール上に配置された少なくとも一つの従来研磨又はパフ研磨用ステーション106）を有する。本発明から利益を得る為に適合し得る一つの研磨用ツールは、MIRRA（登録商標）Mesa（商標）化学機械的研磨であり、これは、カリフォルニア州サンタクララ市にあるApplied Materials社から入手可能である。

【0025】

たとえば、図1で示される装置100において、当該装置100は、2つのECMPステーション102と、一つの研磨用ステーション106を含む。当該ステーションは、基板表面を処理する為に使用可能である。たとえば、フィーチャーの精細度が内部で形成され、バリア層で充填され、その後、バリア層にわたり導電材が配置される基板は、バリア層が研磨ステーション106で研磨されて平坦面を形成する、2つのECMPステーション102において2段階で除去される導電材を有してもよい。

20

【0026】

典型的な装置100は、一以上のECMPステーション102と、一以上の研磨用ステーション106と、移送用ステーション110と、カルーゼル112とを一般的に含む。移送ステーション110は、ローディング・ロボット116を介して、装置100へのノからの基板114の移送を一般的に容易にする。ローディング・ロボット116は、通常、移送用ステーション110とファクトリ・インターフェース120との間で基板114を移送するが、クリーニング・モジュール122、122、度量衡学的装置104、一以上の基板保管用カセット118を含んでもよい。度量衡学的装置104の一例は、Nova Scan（商標）・総合厚さモニタリング・システムであり、これは、アリゾナ州フェニックス市にあるNova Measuring Instruments社から入手可能である。

30

【0027】

あるいは、ローディング・ロボット116（又は、ファクトリ・インターフェース120）は、基板を、化学蒸着用ツール、物理蒸着用ツール、エッチング用ツール等の一以上の他の処理用ツール（図示せず）に移送してもよい。

40

【0028】

一実施形態において、移送用ステーション110は、入力バッファ・ステーション124、出力バッファ・ステーション126、移送用ロボット132、ロード・カップ・アセンブリ128を少なくとも備える。ローディング・ロボット116は、基板114を入力用ステーション124上に置く。移送用ロボット132は、2つのグリッパ・アセンブリを有し、各々のグリッパ・アセンブリは、基板の縁部で基板114を保持する空気力学上のグリッパフィンを有する。移送用ロボット132は、基板114を入力バッファ・ステーション124から持ち上げ、グリッパと基板114を回転させて基板114をロード・カップ・アセンブリ128の上方に位置決めし、その後、基板114を下方のロードカップ

50

128上に置く。

【0029】

カルーゼル112は、一般的に複数の研磨用ヘッド130を支え、研磨用ヘッド130の各々は、処理中、一つの基板114を保持する。カルーゼル112は、移送用ステーション110と一又は2以上のECMPステーション102と一又は2以上の研磨用ステーション106との間で、研磨用ヘッド130を移送する。本発明から利益を得る為に適合されてもよい一つのカルーゼル112は、T o l l e s他に1998年9月8日に発行された米国特許第5,804,507号に一般的に説明され、本願の請求項と開示内容に矛盾しない範囲で、本願に参考として組み込まれる。

【0030】

通常、カルーゼル112は、ベース108上、中央に配置されている。カルーゼル112は、通常、複数のアーム138を含む。各々のアーム138は、研磨用ヘッド130の一つを一般的に支える。移送用ステーション110が見られるように、図1では、アーム138の一つは示されていない。カルーゼル112は、ユーザにより規定された順序で、研磨用ヘッド130がステーション102、106、移送用ステーション110との間で移動できるように割り出し可能になっている。

【0031】

一般的に、研磨用ヘッド130は、基板114を保持するが、基板114は、ECMPステーション102又は研磨用ステーション106内に配置される。装置100上のECMPステーション106と研磨用ステーション102のアレンジメントは、同一研磨用ヘッド130内で保持されると同時に、基板114が連続してメッキされ、基板をステーション間で移動させることにより研磨されることを考慮したものである。本発明に適合されてもよい一つの研磨用ヘッドは、"T I T A N H E A D" (商標)基板キャリアであり、これは、カリフォルニア州サンタクララ市にあるApplied Materials社によって製造されている。

【0032】

本願で説明された研磨用ヘッド100と共に使用可能である研磨用ヘッド130の実施形態の例は、2000年2月25日にShendon氏の他に発行された米国特許第6,024,630号に説明されているが、これは、本願の請求項及び開示内容に矛盾しない範囲で、参考の為に本願に組み込まれる。

【0033】

研磨装置100と、そこで実行される処理を容易にする為に、中央制御装置(CPU)142、メモリ144、サポート回路146を備えるコントローラ140が、研磨装置100に接続されている。CPU142は、いろいろな装置や圧力を制御する為に産業用設定で使用可能なコンピュータプロセッサのいかなる形式でもよい。メモリ144は、CPU142に接続されている。メモリ144やコンピュータ読み取り可能媒体は、ランダムアクセスメモリー(RAM)、リードオンリーメモリー(ROM)、フロッピーディスク、ハードディスク、ローカル又はリモート式の、あらゆる形式の、他のデジタル記憶装置のような一以上の容易に利用可能なメモリでもよい。サポート用回路146は、従来方式でプロセッサを支持する為にCPU142に接続されている。これらの回路は、キャッシュ、電源、クロック回路、入出力回路、サブシステム等を含む。

【0034】

研磨装置100及び/又はコントローラ140を作動する為のパワーは、電源150により提供される。実例として、電源150は、研磨装置100の複数の構成要素に接続されているのが示されており、移送用ステーション110、ファクトリ・インターフェース120、ローディング用ロボット116、コントローラ140を含む。他の実施形態において、研磨装置100の2以上の構成要素の為に、別個の電源が供給されている。

【0035】

図2は、ECMPステーション102の上方で支持された研磨用ヘッド130の断面図を示す。ECMPステーション102は、一般的に深皿202、電極204、研磨物205

10

20

30

40

50

、ディスク 206、カバー 208 を含む。一実施形態において、深皿 202 は、研磨装置 100 の基部 108 に結合されている。深皿 202 は、一般的に容器または電解液セルを画成し、その中で、電解液 220 のような導電性流体を閉じ込めることができる。基板 114 を処理する際に使用される電解液 220 は、銅、アルミニウム、タンゲステン、金、銀、基板 114 に電気化学的に堆積される他の材料、又は電気化学的に基板 114 から除去される材料のような金属を処理する為に使用可能である。

【0036】

深皿 202 は、フルオロポリマー、テフロン（登録商標）、PFA、PE、PES、電気メッキや電気研磨用化学物質と互換性がある他の材料のようなプラスチックで形成されたボール形部材でもよい。深皿 202 は、アパーチャー 216 及びドレイン 214 を含む底部 210 を有する。アパーチャー 216 は、一般的に底部 210 の中心に配置され、シャフト 212 が、そこを貫通することを許容する。シール 218 は、アパーチャー 216 とシャフト 212 の間に配置され、シャフト 212 が回転することを許容する一方、深皿 202 内に配置された流体がアパーチャー 216 を貫通することを防止する。

10

【0037】

深皿 202 は、通常、電極 204、ディスク 206、その中に配置された研磨物 205 を含む。研磨物 205（例えば、研磨パッド）は、ディスク 206 上の深皿 202 内に、配置され、支持される。

【0038】

電極 204 は、基板 114 及び / 又は基板表面に接触する研磨物 205 に対する逆電極である。研磨物 205 は、少なくとも一部が導電性であり、電気化学堆積、化学機械的研磨、又は、電気化学的分解を含む、電気化学的処理（電気化学的機械メッキ処理（ECMP））中、基板との組み合わせで電極として作用してもよい。電極 204 と研磨物 405 との間に印加された正のバイアス（アノード）又は負のバイアス（カソード）に従い、電極 204 はアノードでもカソードでもよい。

20

【0039】

例えば、基板表面上の電解液からの材料を堆積することにより、電極 204 は、アノードとして作用し、基板表面及び / 又は研磨物 205 は、カソードとして作用する。例えば印加されたバイアスからの分解により基板表面から材料を除去するとき、電極 204 は、カソードとして機能し、基板表面及び / 又は研磨物 205 は、分解処理の間、アノードとして作用することが可能である。

30

【0040】

電極 204 は、ディスク 206 と、深皿 202 の底部 210 との間で一般的に位置決めされるが、ここで、電極 204 は電解液 220 内に浸されてもよい。電極 204 は、プレート状部材でもよく、プレートは、そこを貫通して形成された複数のアパーチャー、又は、浸透膜または容器内に配置された複数の電極片を有する。浸透膜（図示せず）は、泡（例えば、水素バブル）をろ過して水面を形成し、欠陥形成を減少させ、これらの間の電流や電力を安定化させるか均一に印加する為に、ディスク 206 と電極 204 との間、又は電極 204 と研磨物 205 との間に配置可能である。

【0041】

電着処理の為に、電極 204 は堆積または除去される材料（例えば、銅、アルミニウム、金、銀、タンゲステン、基板 114 上に電気化学的に堆積可能な他の材料）で形成される。電気化学的除去処理（例えば、アノード分解）の為に、電極 204 は、銅分解の為に、堆積された材料以外の材料（例えば、白金、炭素、アルミニウム）の非消耗電極を含んでもよい。

40

【0042】

研磨物 205 は、流体環境および処理仕様と両立できる材料のパッド、ウェブ、ベルトでもよい。図 2 で描かれている実施形態において、研磨物 205 は、形が円形になっており、ディスク 206 により下面で支えられている。研磨物 205 は、処理中に基板表面と接触する為に、少なくとも一部が導電面の導電材（例えば、一以上の導電素子）を含む。研

50

磨物 205 は、従来研磨材上に埋め込まれるか配置された導電性研磨材の複合材、または、導電性研磨材の一部又は全部であってもよい。たとえば、導電材は、ディスク 206 と研磨物 205 との間に配置された「バックング」材上に配置され、処理中、研磨物 205 のデュロメータ及び / 又はコンプライアンスを調整してもよい。

【0043】

深皿 202、カバー 208、ディスク 206 は、移動自在に基部 108 に配置されてもよい。深皿 202、カバー 208、ディスク 206 は、軸状に基部 108 に移動可能であり、カルーゼル 112 が ECM P と研磨用ステーション 102、106 の間で基板 114 を割り出すときに研磨ヘッド 130 のクリアランスを容易にする。ディスク 206 は、深皿 202 内に配置され、シャフト 212 に結合される。シャフト 212 は、基部 108 の下 10

10

【0044】

ディスク 206 は、不利に研磨に影響を与えないであろう電解液 220 と両立可能な材料から形成された穿孔物でもよい。ディスク 206 は、ポリマー（例えば、フルオロポリマー、PE、テフロン（登録商標）、PFA、PES、HDPE、UHMW 等）から制作されてもよい。ディスク 206 は、ネジや他の手段（例えば、包囲物を備えた締まりばめ、スナップ）を用いて深皿 202 内に固定可能であり、内部又は他の場所に吊されている。ディスク 206 は、広い処理用ウィンドウを提供する為に、電極 204 から間隔を開けて配置されるのが好ましく、これにより、基板表面から電極 204 への除去材料や堆積材料 20

20

【0045】

ディスク 206 は、電解液 220 に一般的に浸される。一実施形態において、ディスク 206 は、内部に形成された複数のチャンネル 222 や穿孔を含む。穿孔には、部分的または完全に対象物（例えば、研磨物）に貫通して形成された通路、アパーチャー、穴が含まれる。穿孔の大きさや密度は、ディスク 206 を通して基板 114 に電解液 220 の均一分布を提供するように選択される。

【0046】

ディスク 206 の一態様において、約 0.02 インチ（0.5 mm）から約 0.4 インチ（10 mm）の直径を有する穿孔を含む。穿孔は、研磨物の約 20% から約 80% の穿孔 30

30

【0047】

本願で説明された研磨物は、電気化学的機械研磨（ECMP）処理に対するものであるが、本発明は、電気化学的作用を伴う他の制作処理で導電性研磨物を使用することも企図している。電気化学的作用を使用する、そのような処理例には電気化学堆積を含むが、電気化学堆積は、従来のバイアス印加装置（例えば、電気化学堆積および化学機械研磨の組合 40

40

【0048】

動作中、研磨物 205 は、深皿 202 内の電解液内のディスク上に配置される。研磨ヘッド上の基板 114 は、電解液内に配置され、研磨物 205 と接触する。電解液は、ディスク 206 と研磨物 205 の穿孔を通して流れ、内部に形成された溝により基板表面上に散布される。電力源からの電力は、その後、導電性研磨物 205 に印加され、電解液内の導電材（例えば、銅）は、その後、アノード分解法により除去される。

【0049】

50

電解液 220 は、ノズル 270 を介してポリウム 232 内にリザーバ 233 から流される。電解液 220 は、スカート部 254 内に配置された複数の穴 234 によって、ポリウム 232 から溢れ出ることが防止されている。穴 234 は、ポリウム 232 を出て行き、深皿 202 の下部に流入する電解液 220 の為に、カバー 208 を通って通路を一般的に提供する。少なくとも一部の穴 234 は、窪み部 258 の下面 236 と中央部 252 との間に概して位置決めされている。ホール 234 は、窪み部 258 の下面 236 より通常は高く、電解液 220 は、ポリウム 232 を満たし、それにより、基板 214 と研磨媒体 205 に接触する。このように、基板 214 は、カバー 208 とディスク 206 との間の相対間隔の全範囲を通して接触を維持する。

【0050】

深皿 202 内に集められた電解液 220 は、底部 210 で配置されたドレイン 214 を通って流体分配システム 272 内に一般的に流れる。流体分配システム 272 は、通常、リザーバ 233 とポンプ 242 を含む。流体分配システム 272 内に流れる電解液 220 は、リザーバ 233 内に集められる。ポンプ 242 は、電解液 220 をリザーバ 233 から供給ライン 244 を通ってノズル 270 に移送し、ここで、電解液 220 は、ECMP ステーション 102 を通って再循環される。フィルタ 240 は、リザーバ 233 とノズル 270 との間に一般的に配置され、電解液 220 内に存在する可能性のある固まりになった材料と粒子を除去する。

【0051】

電解質溶液は、商業上、利用可能な電解液を含んでもよい。たとえば、銅を含む材料の除去において、電解液は、硫酸ベースの電解液や燐酸ベースの電解液を含んでもよく、例えば、リン酸カリウム (K_3PO_4) や、これらの組合せがある。電解液は、また、硫酸ベースの電解液 (例えば硫酸銅) の誘導体、燐酸ベースの電解液 (例えば、燐酸銅) の誘導体を含んでもよい。過塩素酸 - 酢酸溶液を有する電解液や、これらの誘導体も使用可能である。

【0052】

さらに、本発明は、電気メッキ又は電気研磨処理で従来通りに使用された電解質成分を使用すること、従来通りに使用された電気メッキ又は電気研磨添加剤 (例えば他の中で、光沢剤) を含むことを企図する。電気化学処理 (例えば、銅メッキ、銅陽極分解、これらの組合せ) で使用される電解溶液の為にソースは、商品名 "Ultrafill 2000" の下で、ペンシルバニア州、フィラデルフィア市に本社を持つローム & ハース社の一部門 Shipley Leonel である。適当な電解質成分の例は、2002 年 1 月 3 日に提出された米国特許出願第 10/038,066 号に説明され、これは、本願の態様及び請求項に矛盾しない範囲で参考に組み込まれている。

【0053】

電解溶液は、電気化学的セルに提供され、動的流量を基板表面或いは基板表面と電極との間に、約 0.5 GPM から約 20 GPM のように毎分約 20 ガロン (GPM) までの流量 (例えば、約 2 GPM) で提供される。そのような電解液の流量は、研磨剤と化学的副産物を基板表面から取り除き、改善された研磨速度の為に電解液材料の一新が許容されると、考えられている。

【0054】

研磨処理において機械摩耗を使用すると、基板 114 と研磨物 205 は互いに回転され、基板表面から材料を除去する。ここで説明されるように、機械摩耗は、導電性研磨剤と従来の研磨材の両方に物理的接触することにより、提供されてもよい。基板 114 と研磨物 205 は、約 5 rpm 以上 (例えば、約 10 rpm から約 50 rpm の間) で、それぞれ回転される。

【0055】

一実施形態では、高い回転速度研磨処理が使用されてもよい。高回転速度処理は、研磨物 205 を約 150 rpm 以上のプラテン速度 (例えば、約 150 rpm から約 750 rpm の間) で回転させることを含み; 基板 114 は、約 150 rpm から約 500 rpm の

10

20

30

40

50

間の回転速度（約300rpmから約500rpm）で回転可能である。ここで説明された研磨物、処理、装置と共に使用可能な高速回転速度研磨処理の更なる説明は、"Method And Apparatus For Chemical Mechanical Polishing Of Semiconductor Substrates"という発明の名称で、2001年7月25日に提出された米国特許出願第60/308,030号に開示されている。基板表面を横切る楕円運動、掃引運動を含む他の運動は、処理中に実行されてもよい。

【0056】

基板表面に接触するとき、約6psi以下（例えば、約2psi未満）の圧力が、研磨物205と基板表面との間に加えられる。約2psi未満（例えば、約0.5psi未満）の圧力が、基板114と研磨物205との間の低誘電率材料を含む基板で使用される。一態様において、本願で説明されたように、約0.1psi及び約0.2psiの圧力が、導電性研磨物で基板を研磨する為に使用可能である。

10

【0057】

陽極分解において、電位差又はバイアスは、カソードとして機能する電極204と、アノードとして機能する研磨物205の研磨面310との間で印加される。研磨物と接触する基板は、バイアスが導電性物品サポート部材に印加されると同時に導電性研磨面310を介して分極されている。バイアスの印加は、基板表面上に形成された導電材（銅含有材料）の除去を許容する。バイアスを確立することは、約15ボルト以下の電圧を基板表面に印加することを含む。約0.1ボルトと約10ボルトとの間の電圧は、基板表面から電極へと銅含有材料を分解するのに使用可能である。バイアスは約0.1mA/cm²から約50mA/cm²、の間の電流密度、或いは、200mm基板に対して約0.1Aから約20Aを提供可能である。

20

【0058】

電源150により電位差を確立し、アノード分解処理を実行する為に提供される信号は、基板表面から材料を除去する為の要件に依存して変更可能である。たとえば、時間変更陽極信号は、導電性研磨媒体205に提供されてもよい。当該信号は、電気パルス変調技術によっても適用可能である。電気パルス変形技術は、第1時間の間、一定の電流密度や電圧を基板全体に印加する工程、その後、第2時間の間、一定の逆電圧を基板全体に印加する工程、第1時間と第2時間を繰り返す工程を備える。たとえば、電気パルス変形技術は、約-0.1Vと約-15Vの間から、約0.1Vと約15Vの間まで、電位を変更する工程を使用してもよい。

30

【0059】

研磨媒体上の穿孔パターンや密度で、研磨物205から基板にバイアスをかけることは、従来のエッジ接触-ピンバイアスからの高い縁部加工速度と低い中央加工速度と比較して、基板表面からの電解溶液への導電材（例えば、金属）の均一な分解を提供する、と考えられている。

【0060】

銅含有材料のような導電材は、少なくとも基板表面の一部から約15,000/分以下（例えば、約100/分と約15,000/分の間）の速度で除去可能である。除去される銅材が約12,000の厚さである本発明の一実施形態では、約100/分から約8,000/分の間の加工速度を提供する為に電圧を導電性研磨物205に印加することができる。

40

【0061】

電気研磨処理後、バリア層材料を除去し、表面欠陥を誘電材料から除去するか、導電性研磨物を用いて研磨処理の平坦性を改善する為に、基板は、パフ研磨されるか、更に研磨されてもよい。適当なパフ研磨処理と組成物の一例は、2000年5月11日に提出された同時係属米国出願第09/569,968号に開示されているが、本願の態様と開示内容に矛盾しない範囲で参考のために、本願に組み込まれる。

【0062】

50

研磨物材料

ここで説明された研磨物は、導電材で形成されてもよいが、この導電材は、導電性研磨材を備えてもよいし、誘電体又は導電性研磨材に配置された導電素子を備えてもよい。一実施形態において、導電性研磨剤は、導電性ファイバ、導電性充填材、これらの組合せを含んでもよい。導電性ファイバ、導電性充填材、これらの組合せは、重合材料内に配置されてもよい。

【0063】

導電性ファイバは、導電性または絶縁性の材料でもよく、例えば、絶縁性又は導電性のポリマー又はカーボンベースの材料であるが、少なくとも部分的に導電材（金属、カーボンベースの材料、導電性セラミック材、導電性合金、または、これらの組合せを含む。）で被覆又は覆われている。導電性ファイバは、ファイバ又はフィラメント、導電性ファブリック又は布、導電性ファイバのリング、ループ、コイルという形式でもよい。複数層の導電材料（例えば、導電性布又はファブリックの複数層）は、導電性研磨材を形成する為に使用可能である。

10

【0064】

導電性ファイバは、導電材で被覆された絶縁性または導電性ファイバ材料を含む。絶縁性重合材料は、ファイバ材として使用可能である。適した誘電ファイバ材の例には、重合材料（ポリアミド、ポリイミド、ナイロン・ポリマー、ポリウレタン、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリマーを含むジエン（例えば、AES（ポリアクリルオントリル・エチレン・スチレン）、アクリルポリマー、又はこれらの組合せ））を含む。

20

【0065】

導電性ファイバ材は、本来的に導電性重合材を備えてもよく、ポリアセチレン、ポリエチレンダイオキシチオフエン（PEDT）（これは、商品名"Baytron"（商標）の下で商業的に利用可能である）、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフエン、カーボンベースファイバ、又はこれらの組合せを含む。導電性ポリマーの他の例は、ポリマー・貴金属混成材である。ポリマー・貴金属混成材は、周囲の電解液と共に一般的に化学的に不活性であり、耐酸化性の貴金属を有する材料が一例である。ポリマー・貴金属混成材の例は、白金・ポリマー混成材である。（導電性ファイバを含む）導電性研磨材の例は、"Conductive Polishing Article For Electrochemical Mechanical Polishing"という発明の名称で、2001年12月27日に提出された同時係属米国出願第10/033,732号に完全に説明されているが、これは、本願の請求された態様と説明に矛盾しない範囲で、本願に参照の為に組み込まれる。本発明は、本願で説明されたファイバとして使用可能である有機材または無機材の使用も企図する。

30

【0066】

ファイバ材は、種類において、中実または中空でもよい。ファイバ長は、約1 μ mと約1000mmの間の範囲にあり、直径は、約0.1 μ mから約1mmの範囲にある。一態様において、ファイバ径は、約5 μ mから約200 μ mで、直径に対する長さというアスペクト比は約5以上であり、例えば、導電性ポリマー複合材や発泡体（ポリウレタン内に配置された導電ファイバ）に対し、約10以上である。ファイバの横断面積は、円形、楕円、星模様、「雪の薄片」、又は、製造された誘電又は導電ファイバの他の形状でもよい。約5mmから約1000mmの長さ、約5 μ mから約1000 μ mの直径を有する高アスペクト比のファイバは、導電性ファイバのメッシュ、ループ、ファブリックまたは布を形成する為に使用可能である。ファイバは、約10⁴psiから約10⁸psiの範囲で、弾性係数を有してもよい。しかし、本発明は、本願で説明された処理及び研磨物において、追従性があり、柔軟なファイバを考慮に入れる為に必要な、あらゆる弾性係数を企図する。

40

【0067】

導電性または絶縁性ファイバ材上に配置された導電性材料は、導電性無機化合物（軌条金

50

属、カーボンベース金属、導電性セラミック材、金属無機化合物、又は、これらの組合せ)を一般的に含む。ここで、導電材被覆用に使用可能な金属例は、貴金属、銅、ニッケル、コバルト、更に、これらの組合せを含む。貴金属は、金、白金、パラジウム、イリジウム、レニウム、ロジウム、ルテニウム、オスミウム、これらの組合せを含むが、金と白金の組合せが好ましい。本発明は、ここで例示された金属の他、導電材被覆用に他の金属の使用も企図する。カーボンベース材料は、ファイバ表面に付着可能なカーボン粒子、カーボンブラック、グラファイトを含む。セラミック材の例は、炭化ニオブ(NbC)、炭化ジルコニウム(ZrC)、炭化タンタル(TaC)、炭化チタン(TiC)、炭化タングステン(WC)、これらの組合せを含む。本発明は、ここで例示された物の他、導電材の被覆の為に、他の金属、他のカーボンベース材料、他のセラミック材料も企図する。

10

【0068】

たとえば、無機化合物には、重合ファイバに配置された硫化銅またはダンジェナイト、 Cu_9S_5 を含み、例えばアクリルやナイロン製ファイバがある。ファイバで被覆されたダンジェナイトは、商品名"Thunderon"(登録商標)の下で、日本のNihon Sanmo Dyeing社より、商業上、入手可能である。"Thunderon"(登録商標)ファイバは、通常、ダンジェナイト、 Cu_9S_5 の約 $0.03\mu m$ から約 $0.1\mu m$ の間の被覆を持ち、約 $40/cmcm$ の導電率を有することが分かっている。

【0069】

導電性被覆は、直接、メッキ、被覆、物理蒸着、化学蒸着、または導電材料の接着により、ファイバ上に配置されてもよい。さらに、導電材料(例えば、銅、コバルト、ニッケル)の層、核形成、シードは、導電材料とファイバ材との間の接着を改善する為に使用可能である。導電材料は、絶縁性または導電性ファイバ材から形成された布またはファブリック、成形されたループ、発泡体と同様、いろいろな長さの別個の絶縁性または導電性ファイバ上に配置されてもよい。

20

【0070】

適した導電性ファイバの一例は、金で被覆されたポリエチレン・ファイバである。導電性ファイバの追加例は、金でメッキされたアクリル・ファイバ、ロジウムで被覆されたナイロン製ファイバを含む。核形成材料を使う導電性ファイバの一例は、銅のシード層と、銅層上に配置された金属とで被覆されたナイロン製ファイバである。

30

【0071】

導電性充填材は、カーボンベース材料または導電性粒子およびファイバを含んでもよい。導電性カーボンベース材料の例は、カーボンパウダー、カーボンファイバ、カーボンナノチューブ、カーボン・エーロゲル、グラファイト、更に、これらの組合せを含む。導電性粒子またはファイバの例は、本来的に導電性のポリマー、導電材で被覆された絶縁性または導電性粒子、導電材伝導性の粒子またはファイバの実施例は、導電材料、導電材料での誘電充填剤被覆、伝導性の非有機的な粒子、伝導性のセラミック粒子とその組合せで本質的に伝導性のポリマー、誘電体または伝導性の粒子被覆を含む。ここで記載されているように、導電性充填材は、部分的あるいは完全に金属(例えば、貴金属)、カーボンベース材料、導電性セラミック材、金属無機化合物、又は、これらの組合せで被覆されてもよい。充填材料の一例は、銅またはニッケルで被覆されたグラファイトまたはカーボンファイバである。導電性充填材は、製造された充填材のあらゆる形状の一定(例えば、2以上)のアスペクト比を有する、球状、楕円状、縦通材でもよい。充填材料は、第2材料内に配置され、第2材料の物理的特性、化学的特性、電気的特性を変更するような材料として、本願において広く定義されている。このように、充填材料は、絶縁性又は導電性ファイバ材も含み、ファイバ材は、本願で説明されたように、部分的または完全に導電性金属又は導電性ポリマーで被覆されている。導電性金属又は導電性ポリマー内に部分的又は完全に被覆された絶縁性又は導電性ファイバ材の充填材は、同様に、完全なファイバ又はファイバ片でもよい。

40

【0072】

50

導電材料は、絶縁性及び導電性ファイバ及び充填材の両方を被覆する為に使用され、導電性研磨材を形成する為に所望の導電率レベルを提供する。一般的に、導電材料の被覆は、約0.01 μ mから約50 μ mの間(例えば、約0.02 μ mから約10 μ mの間)の厚さまで、ファイバ及び/又は充填材料上に堆積される。被覆により、通常、ファイバ又は充填材の抵抗率は、約100 - cm未満(例えば、約0.001 - cmから約32 - cmの間)になる。抵抗率は、ファイバ又は充填材及び使用された被覆の両方の材料に依存しており、導電材の被覆(例えば、0 で9.81 μ - cmの抵抗率を有する白金)の抵抗率を示してもよいことを、本発明は企図している。適した導電性ファイバの一例は、約0.1 μ mの銅、ニッケル、又はコバルト、更に、銅、ニッケル、又はコバルト層上に配置された約2 μ mの金で被覆され、ファイバの全径が、約30 μ mから約90 μ mの間にあるナイロン製ファイバである。

10

【0073】

導電性研磨材は、導電性又は絶縁性ファイバ材の組合せであって、少なくとも部分的に、追加の導電材と導電性充填材で被覆又は覆われ、所望の電気導電率や他の研磨物特性を達成するものを含む。組合せ例は、導電性研磨材の一部を少なくとも備える導電材のように、グラファイトと金が被覆されたナイロン製ファイバを使用するものである。

【0074】

導電性ファイバ材、導電性充填材料、それらの組合せは、結合材料内部で分散されてもよく、或いは、混成の導電性研磨材を形成してもよい。結合材料の一形式は、従来の研磨材である。従来の研磨材は、一般的に絶縁材料(例えば、絶縁性重合材)である。絶縁性重合研磨材の例は、充填剤、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド(PPS)、テフロン(登録商標)ポリマー、ポリスチレン、エチレン-プロピレン-ジエン・メチレン(EPDM)、これらの組合せと混ぜ合わせられるポリウレタンとポリウレタン、更に、研磨用基板表面で使われる他の研磨材を含む。従来の研磨材は、ウレタンで浸されるか発泡状態にあるフェルトファイバを含んでもよい。いかなる従来の研磨材も、本願で説明された導電性ファイバや充填材と共に接着材料として使用可能であることが、本発明により企図されている。

20

【0075】

添加剤は、導電性ファイバ、導電性充填材またはそれらの組合せをポリマー材料内で援助する為に、結合材料に付加されてもよい。添加剤は、ファイバ及び/又は充填材及び結合材料から形成された研磨物の機械的特性、熱的特性、電気的特性を改善する為に使用可能である。添加剤は、より均一に導電性ファイバや導電性充填材を結合材料内部で分散させる為に、ポリマー架橋と分散剤を改良する為の架橋剤を含む。架橋剤の例は、アミノ化合物、シラン架橋剤、ポリイソシアネート化合物、更に、それらの組合せを含む。分散剤の例は、N-置換の長い原子連鎖を含むアルケニル・スクシンイミドと、高分子量有機酸のアミン塩と、極性基(例えば、アミン、アミド、イミン、イミド、ヒドロキシル、エーテル)を含むメタクリル酸またはアクリル酸誘導体のコポリマーと、極性基(例えば、アミン、アミド、イミン、イミド、ヒドロキシル、エーテル)を含むエチレン-プロピレン・コポリマーとを含む。それに加えて、含硫化合物(例えば、チオグリコール酸、関連エステル)は、結合材料内部の充填材、金被覆ファイバの為に有効な分散剤として認識されている。本発明は、添加剤の量やタイプは、使用される結合材料と同様に、ファイバや充填材料で変化し、上記例は、例示的であり、本発明の請求項を限定するものとして解釈または判断されるものではないこと、を企図するものである。

30

40

【0076】

さらに、結合材料内部で電氣的に連続した又は物理的に連続した媒体やフェーズを形成する為に、十分な量の導電性ファイバ及び/又は導電性充填材料を提供することにより、結合材料内部で導電性ファイバ及び/又は充填材料のメッシュが形成されてもよい。導電性ファイバ及び/又は充填材は、約2重量%から約85重量%の間の量(例えば、約5重量%から約60重量%の間の量)の研磨材を、重合結合材料と組み合わせられる時に一般的に備える。

50

【0077】

混交され、導電材で被覆されたファイバ材のファブリック又は布（更に選択的に導電性充填材）は、結合材内に配置されてもよい。導電材で被覆されたファイバ材は、糸を形成する為に混交されてもよい。糸は、一緒に圧縮され、接着材又はコーティングの助けを借りて、導電性メッシュを作ってもよい。糸は、研磨用パッドの材料における導電素子として分散されてもよく、布やファブリックとして混交されてもよい。

【0078】

あるいは、導電性ファイバ及び/又は充填材は、結合剤と共に組み合わせられ、混成導電性研磨材を形成してもよい。適当な結合剤の例は、エポキシ、シリコン、ウレタン、ポリイミド、ポリアミド、フルオロポリマー、フッ化誘導体、または、これらの組合せを含む。付加的な導電材料（例えば、導電性ポリマー、付随的導電性充填材、又は、これらの組合せ）は、所望の導電率や他の研磨物特性を達成する為に、結合剤と共に使用可能である。導電性ファイバ及び/又は充填材は、約2重量%から約85重量%の間（例えば、約5重量%から約60重量%の間）の混成導電性研磨材を含んでもよい。

【0079】

導電性ファイバ及び/又は充填材料は、約50 - cm以下のバルク又は表面抵抗率（約3 - cm以下の抵抗率）を有する導電性研磨物又は研磨材料を形成する為に使用可能である。研磨物の一態様において、研磨物又は研磨物の研磨面は、約1 - cm未満の抵抗率を有する。一般的に、導電性研磨材料又は導電性研磨材料と従来研磨材料の混成は、約50 - cm以下のバルク抵抗率又はバルク表面抵抗率を有する導電性研磨物を生じさせる為に提供される。導電性研磨材料と従来の研磨材料との混成例は、約10 - cm以下のバルク抵抗率を有する研磨物を提供するために、1 - cm以下の抵抗率を示す金やカーボンが被覆されたファイバであって、十分な量のポリウレタンという従来の研磨材料内に配置されたものである。

【0080】

本願で説明された導電性ファイバ及び/又は充填材は、一般的に、受ける電界の下で劣化しない機械的特性を有し、酸や基本的電解液の中でも劣化しない抵抗性を有する。使われる導電材料と結合材料は、該当する場合、従来の研磨物で使用された従来の研磨材料と同等の機械的特性を持つように組み合わせられる。

【0081】

たとえば、単独または結合材料との組合せで導電性研磨材は、本願で説明されたポリマー材料に対し、約100以下のショア（D型）硬さスケールで約100以下の硬さを持つが、これは、ペンシルバニア州フィラデルフィア市に本社を有する、アメリカ材料試験協会（ASTM）によって測定されている。一態様において、導電性材料は、ポリマー材料に対し、ショア（D型）硬さスケールで、約80以下の硬さ（例えば、従来の堅い研磨用パッドに対し、約50から80の間のショア（D型）硬さスケール）を持つ。たとえば、導電性研磨用パッドは、約50から約70の間のショア（D型）硬さを持ってよい。導電性研磨部110は、約500ミクロン以下の表面荒さを一般的に含む。研磨用パッドの特性は、機械研磨中および基板表面にバイアスをかけるとき、基板表面のスクラッチングを減らすか最小限にするように一般的に設計されている。

【0082】

研磨物の構造

一態様において、本願で説明された研磨物は、サポート部上に配置された単一層の導電性研磨材料で構成されている。他の態様において、研磨物は、複数の材料層を備えてもよく、これは、基板又は少なくとも一つの研磨物サポート部又はサブパッドと接触する為に、導電面を提供するか、基板表面上に少なくとも一つの導電材料を含んでもよい。

【0083】

図3Aは、研磨物205の一実施形態の一部断面図である。図3で例示された研磨物205は、混成研磨物を備え、基板表面または研磨物サポート部、又はサブパッド部320を研磨する為に導電性研磨部310を有する。

10

20

30

40

50

【0084】

導電性研磨部310は、本願で説明したように、導電性研磨材料を備え、導電性研磨材料は、導電性ファイバ及び/又は導電性充填材を含む。たとえば、導電性研磨部310は、導電性材料を含み、導電性材料は、重合材料内に浸された導電性ファイバ及び/又は導電性充填材を備えてもよい。さらに、導電性研磨部は、一以上のループ、コイル、導電性ファイバのリング、又は、導電性ファブリックや布を形成するように混成された導電性ファイバを含んでもよい。導電性研磨部310は、また、複数層の導電材料(例えば、導電性布やファブリックの複数層)から構成されてもよい。

【0085】

導電性研磨部310の一例は、グラファイト粒子及び金で被覆された、ポリウレタン内に配置されたナイロン製ファイバを含む。他の例は、グラファイト粒子、カーボンナノチューブ、カーボンファイバ、これらの組合せであって、ポリウレタンやシリコン内に配置されてものを含む。 10

【0086】

研磨物サポート部320の直径や幅は、一般的に、導電性研磨部310の直径や幅と同一か、これらより小さい。しかし、本発明は、研磨物サポート部320が、導電性研磨部310より大きい幅や直径を有することを企図する。本願の図は円形導電性研磨部310、研磨物サポート部320を例示しているが、本発明は、導電性研磨部310、研磨物サポート部320、或いは両方が異なる形状(例えば、矩形面や楕円面)を有してもよいことを企図する。本発明は、更に、導電性研磨部310、研磨物サポート部320、又は、両方が、材料のベルトまたはライナーウェブを形成可能であることを企図する。 20

【0087】

研磨物サポート部320は、研磨処理における不活性材料を備え、ECMP中に消費されること又は損傷を受けることに対し抵抗性を有してもよいことを企図する。たとえば、研磨物サポート部は、重合材料を含む従来の研磨材から構成されてもよいが、重合材の例は、ポリウレタン、ファイバが混合されたポリウレタン、ポリカーボネート、ポリフェニレン・スルフィド(PPS)、エチレン・プロピレン・ジエン・メチレン(EPDM)、テフロン(登録商標)、ポリマー、これらの組合せ、研磨用基板表面に使用される他の研磨材がある。研磨物サポート部320は、処理中に研磨物205とキャリアヘッド130との間にかけてられた一部の圧力を吸収する為に、従来の柔らかい材料(例えば、ウレタンで浸された圧縮フェルト)でもよい。軟かい材料は、約20から約90のショア(A型)硬さを持ってもよい。 30

【0088】

あるいは、研磨物サポート部320は、周囲の電解液と両立する導電性材料で形成されてもよく、これは、不利に研磨に影響を与えず、導電性貴金属または導電性ポリマーを含み、研磨物にわたり電気導電性を提供する。貴金属の例は、金、白金、パラジウム、イリジウム、レニウム、ロジウム、ルテニウム、オスミウム、これらの組合せであるが、金と白金が好ましい。周囲の電解液と反応する材料(例えば、銅)は、そのような材料が、不活性材料(例えば、従来の研磨材料や貴金属)により周囲の電解液から隔離されていれば使用可能である。 40

【0089】

研磨物サポート部320が導電性であるとき、研磨物サポート部320は、導電性研磨部310より、大きな導電率、すなわち、低い抵抗率を持ってもよい。たとえば、導電性研磨部310は、0における抵抗率 $9.81 \mu - cm$ を有する白金で構成される研磨物サポート部320と比較して、約 $1.0 - cm$ 以下の抵抗率を持ってもよい。導電物サポート部320は、基板表面にわたる均一な陽極分解の為に処理中に、均一のバイアスや電流を提供し、導電性抵抗を研磨物表面(例えば、研磨物の曲率)に沿って最小限にすることを考慮してもよい。導電物サポート部320は、電力を導電性研磨部310に伝送する為に電力源に結合されてもよい。

【0090】

通常、導電性研磨部 310 は、研磨材料との使用及び研磨処理に適した従来の接着材により、研磨物サポート部 320 に付着される。接着材は、処理又は製造要求に依存して、導電性でも絶縁性でもよい。研磨物サポート部 320 は、接着材または機械的クランプにより、サポート部（例えば、ディスク 206）に付けられてもよい。あるいは、研磨物 205 は、導電性研磨部 310 を含むだけである場合、導電性研磨部は、接着材または機械的クランプにより、サポート部（例えば、ディスク 206）に付けられてもよい。

【0091】

導電性研磨部 310 は、それぞれ、導電性研磨部 310 及び研磨物サポート部 320 の内部に形成され、そこを通る流体の流れを容易にしてもよい。それぞれ、複数の穿孔は、導電性研磨部 310 と研磨物サポート部 320 の内部に形成され、そこを通る流体の流れを容易にしてもよい。複数の穿孔は、電解液が処理中に表面を流れさせ当該表面に接触させる。穿孔は、本来的には製造中（例えば、導電性ファブリック又は布で混交される間）に形成されてもよいが、機械的手段により、当該材料を通じて形成又は型取られてもよい。穿孔は、研磨物 205 の各層を通じて、部分的または全部に形成されてもよい。導電性研磨部 310 の穿孔と研磨物サポート部 320 の穿孔は、そこを通じる流体の流れを容易にする為に一致させてもよい。

10

【0092】

研磨物 205 内に形成された穿孔 350 の例は、約 0.02 インチ（0.5 mm）から約 0.4 インチ（10 mm）の直径を有する研磨物内のアパーチャーを含んでもよい。研磨物 205 の厚さは、約 0.1 mm から約 5 mm の間でもよい。たとえば、穿孔は、互いに約 0.1 インチから約 1 インチまでの間隔を開けて配置されてもよい。

20

【0093】

研磨物 205 は、十分な電解液の流量を研磨物表面に提供する為に、研磨物の約 20% から約 80% の間の穿孔密度を持たせてもよい。しかし、本発明は、本願で説明された穿孔密度以下または以上の穿孔密度を企図しており、これが、そこを通る流体の流れを制御する為に使用可能である。一例において、約 50% の穿孔密度が十分な電解液の流れを提供し、基板表面からの均一な陽極分解を容易にすることが分かっている。穿孔密度は、穿孔が占める研磨物容積として、本願では広く説明されている。穿孔密度は、研磨物 205 内に穿孔が形成されているとき、研磨物の表面または本体の穿孔のサイズ、直径、総計の数を含む。

30

【0094】

穿孔のサイズや密度は、研磨物 205 を通して電解液の均一分布を基板表面に提供するよう選定される。通常、導電性研磨部 310 と研磨物サポート部 320 の、両方の穿孔の構成、穿孔サイズ、穿孔密度は、配列されて互いに一直線に並べられ、導電性研磨部 310 と研磨物サポート部 320 を通して基板表面に電解液の十分な流量を提供する。

【0095】

溝は、研磨物 205 にわたり電解液の流れを促進する為に研磨物 205 内に配置され、陽極分解または電気メッキ処理の為に、基板表面と共に効果的かつ均一な電解液の流れを提供してもよい。溝は、単層内で又は複数層を通過して、部分的に形成されてもよい。本発明は、基板表面と接触する研磨層または上層内に形成される溝を企図する。研磨物の表面に増加または制御された電解液の流れを提供する為に、穿孔の一部又は複数は溝と相互接続されてもよい。あるいは、全ての穿孔は研磨物 205 内に配置された溝と相互接続されてもよいし、どの穿孔も接続されなくてもよい。

40

【0096】

電解液の流れを容易にするのに使用される溝の例は、他の中で、直線状の溝、円弧状溝、環状の同心性溝、放射状溝、螺旋状溝を含む。研磨物 205 内に形成された溝の断面は、矩形、円形、半円形、研磨物の表面にわたり流体の流れを容易にする可能性がある他の形状でもよい。溝は、互いに交差してもよい。溝は、パターン内に形成されてもよく、例えば、研磨面上に配置された交差 X-Y パターン、或いは、研磨面上に形成された交差する三角形パターン、或いは、これらの組合せであって、基板表面にわたる電解液の流れを改

50

善するものがある。

【0097】

溝は、約30ミルから約300ミルの間で互いに間隔が開けられてもよい。通常、研磨物内に形成された溝は、約5ミルから約30ミルの間隔の幅を持つが、研磨の為に要求されるようにサイズが異なってもよい。溝パターンの例は、約10ミルの幅で約60ミルだけ互いに離れて配置された溝を含む。あらゆる適した溝の形状、サイズ、直径、断面形状、間隔も、所望の電解液の流れを提供する為に使用可能である。追加の断面および溝形状は、"Method And Apparatus For Polishing Substrates"という発明の名称で、2001年10月11日に提出された同時係属米国仮出願第60/328,434号に、より完全に説明されており、これは、請求項および開示内容と矛盾しない範囲で、参考の為に本願に組み入れられる。

10

【0098】

基板表面への電解液の移送は、一部の穿孔を溝と交差することにより強化され、電解液が一組の穿孔を通して入らせ、溝により基板表面にわたって均一に分布され、基板を処理するのに仕様され、その後、処理用電解液は、穿孔を通して流れる追加電解液によりリフレッシュされてもよい。パッド用穿孔と溝の例は、2001年12月20日に提出された米国特許出願第10/026,854号に、より完全に説明されており、これは、本願の態様及び請求項と矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み入れられる。

【0099】

穿孔及び溝を有する研磨物の例は、以下の通りである。図4は、溝付き研磨物の一実施形態の平面図である。研磨物205の丸いパッド440は、十分な大きさと配列の複数の穿孔446を持ち、基板表面に電解液を流れさせる。穿孔446は、約0.1インチから約1インチの間で互いに間隔が開けられている。穿孔は、約0.02インチ(0.5mm)から約0.4インチ(10mm)の間の直径を持つ円形穿孔でもよい。さらに、穿孔の数や形状は、使用されるECMP組成物、装置、処理パラメータにより変更可能である。

20

【0100】

溝442は、内部の研磨物205の研磨面448内に形成され、新しいバルク溶液からの電解液が、深皿202から、基板と研磨物との間の隙間へ移送するのを援助する。溝442は、図4に示されるような研磨面448の実質的に円形状の同心性溝の溝パターン、図5に示されるようなX-Yパターン、図6に示されるような三角状パターンを含む、様々なパターンを有する。

30

【0101】

図5は、研磨用パッド540の研磨部548上の、X-Yパターン内に溝が配置された研磨用パッドの、他の実施形態の平面図である。穿孔546は、垂直上および水平上に配置された溝の交差点で配置されてもよく、また、垂直上の溝、水平上の溝、或いは、溝542の外側で研磨物548内に配置されてもよい。穿孔546と溝542は、研磨物の内径部544内に配置され、研磨用パッド540の外径部550は、穿孔、溝及び穿孔が無くてもよい。

【0102】

図6は、パターン化された研磨物640の他の実施形態である。この実施形態において、溝は、X-Yパターン内に配置され、斜めに配置された溝645がX-Yでパターン化された溝642と交差している。斜めの溝645は、X-Y溝642のいずれとも一定角度で配置され、たとえば、任意のX-Y溝642から約30°から約60°の間にある。穿孔646は、X-Y溝642の交差点、X-Y溝642と斜め溝645との交差点、任意の溝642及び溝645に沿って配置されてもよいし、或いは、溝642及び溝645の外側で研磨物648内に配置されてもよい。穿孔646と溝642は、研磨物の内径部644内に配置されてもよく、研磨用パッド640の外径部650は、穿孔及び溝が無くてもよい。

40

【0103】

溝パターン(螺旋溝、曲りくねった溝、タービン溝)の追加の例は、"Method A

50

nd Apparatus For Polishing Substrates” という発明の名称で2001年10月11日に提出された同時係属米国特許仮出願第60/328,434号に、より完全に説明されており、これは、本願の請求項と開示内容と矛盾しない範囲で本願に参考として組み入れられる。

【0104】

導電性研磨面

図7Aは、導電性布やファブリック700の一実施形態の平面断面図であり、研磨物205の導電性研磨部310を形成する為に使用可能である。本願で説明されているように、ファブリックの導電性布は、導電性材料で被覆された混交ファイバ710から構成されている。導電材料で被覆された混交ファイバ被覆のファブリックは、ファブリックを形成するように混交された導電性材料で被覆された複数のファイバを含んでもよい。ファブリックは、また、導電性材料で、その後に被覆されたファブリックを形成する為に複数の混交ファイバを含んでもよい。ファブリックは、導電性材料で被覆された混交ファイバのファブリックを形成する為に、2つの処理の組合せにより形成することも可能である。

10

【0105】

一実施形態において、垂直720及び水平730方向における混交ファイバ710の織り方や、バスケット織りパターンは、図7Aに例示されている。本発明は、導電性布やファブリックを形成する為に、ファブリックの他の形式（例えば、糸、異なる混交、ウェブ、メッシュパターン）を企図している。一態様において、ファイバ710は、ファブリック700内に流路を提供する為に混交されている。流路740は、ファブリック700を通して、電解液又は流体の流れ（イオンや電解液構成要素）を許容する。導電性ファブリック700は、重合接着材（例えばポリウレタン）内に配置されてもよい。導電性充填材も同様に、そのような重合接着材内に配置されてもよい。

20

【0106】

図7Bは、研磨物205の研磨物サポート部320上に配置された導電性布またはファブリックの一部断面図である。導電性布やファブリック700は、研磨物サポート部320内に形成された穿孔350を含む研磨物サポート部320にわたる一以上の連続層のように配置されてもよい。布またはファブリック700は、接着材により研磨物サポート部320に固定されてもよい。ファブリック700は、電解液内に浸されたとき、電解液をファイバ、織布、布やファブリック700内に形成された流路を通して流れさせるように適合されている。

30

【0107】

あるいは、流路740がファブリック700を通して電解液の効果的な流れを許容するのに十分でない（すなわち、金属イオンが拡散できない）と決定される場合、ファブリック700は、内部を通る電解液の流れを増加する為に穿孔されてもよい。ファブリック700は、通常、電解溶液の流量を1分間当たり20ガロンまで許容するように適合または穿孔されている。

【0108】

図7Cは、研磨物サポート部320内の穿孔パターンに合致する為に穿孔750でパターン化されてもよい布又はファブリックの一部断面図である。あるいは、導電性布やファブリック700の穿孔750の一部または全部は、研磨物サポート部320の穿孔と一致しなくてもよい。一直線に並べられた穿孔または並べられていない穿孔は、操作者や製造者に、基板表面に接触する為に研磨物を通る電解液の容量や流量を制御させる。

40

【0109】

ファブリック700の例は、金で被覆されたナイロン製ファイバを備え、約8個から約10個の間のファイバ幅の、混交されたバスケット織りである。ファイバの例は、ナイロン製ファイバであって、ナイロン製ファイバ上に約0.1µmのコバルトが配置され、銅またはニッケル材料と、コバルト、銅またはニッケル材料上に約2µmの金が配置されたものである。

【0110】

50

あるいは、導電性メッシュは、導電性布やファブリック700の代わりに使用可能である。導電性メッシュは、導電性ファイバ、導電性充填材、又は、導電性結合材で被覆または導電性結合材内に配置された導電性布700の少なくとも一部を備えてもよい。導電性結合材は、重合化合物内に配置された導電性材料の複合材料や非金属の導電性ポリマーを備えてもよい。導電性充填材（例えば、グラファイトパウダー、グラファイトフレーク、グラファイトファイバ、カーボンファイバ、カーボンパウダー、カーボンブラック、導電性材料内に被覆されたファイバ）とポリマー材（例えば、ポリウレタン）との混合は、導電性結合材を形成する為に使用可能である。本願で説明されたように、導電性材料で被覆されたファイバは、導電性結合材内の使用の為に導電性充填材として、使用可能である。たとえば、カーボンファイバや金被覆ナイロン製ファイバは、導電性結合材を形成する為に使用可能である。

10

【0111】

導電性結合材は、導電性充填材及び/又はファイバの分散を助ける為に必要であれば、ポリマーと充填材及び/又はファイバ間の付着を改善し、導電性結合材の機械的、熱的、電気的特性を改善する。粘着力を改良する為に、添加剤の例は、エポキシ、シリコーン、ウレタン、ポリイミド、又は、その組合せを含む。

【0112】

導電性充填材及び/又はファイバ及びポリマー材料の組成物は、特定の性質（例えば、導電率、摩耗特性、耐久性係数）を提供する為に適合可能である。たとえば、約2重量%と約85重量%の間の導電性充填材を備える導電性結合材は、本願で説明された処理および研磨物と共に使用可能である。導電性充填材及び導電性結合材として使用される可能性がある材料の例は、2001年12月27日に提出された米国特許出願第10/033,732号に、より完全に説明されており、これは、本願の開示内容及び請求項と矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み入れられている。

20

【0113】

導電性結合材は、約1 μ mから約10 μ mの間（例えば、約10 μ mから約1mmの間）の厚さを有してもよい。導電性結合材の複数層は、導電性メッシュに付けることができる。導電性メッシュは、図7B及び図7Cで示されるように、導電性布やファブリック700と同一方法で使用可能である。導電性接着材は、導電性メッシュにわたり複数層内で塗布可能である。一態様において、導電性結合材は、メッシュが穿孔された後、導電性メッシュに塗布され、穿孔処理から露出されたメッシュの一部を保護する。

30

【0114】

その上、導電性下塗剤は、導電性結合材の塗布前に導電性メッシュ上に配置可能であり、導電性結合材の導電性メッシュへの付着を改善する。導電性下塗剤は、導電性結合材より大きい相互付着力を持つ特性を提供するように改善された組成物を持つ導電性結合材ファイバに類似した材料で形成可能である。適した導電性下塗剤は、約100 - cm以下（約0.001 - cmから約32 - cmの間）の抵抗率を持ってよい。

【0115】

あるいは、図7Dに示されるように、導電性ファイルは、導電性布やファブリック700の代わりに使用可能である。導電性ファイルは、サポート層320上に、導電性結合材790で被覆された金属製ファイルや、導電性結合材790内に配置された金属製ファイル780を一般的に含む。金属製ファイルを形成する材料の例は、金属被覆ファブリック、導電性金属（例えば、銅、ニッケル、コバルト）、貴金属（例えば、金、白金、パラジウム、イリジウム、レニウム、ロジウム、ルテニウム、オスミウム、その組合せであるが、金と白金が好ましい）を含む。

40

【0116】

導電性ファイルは、また、非金属の導電性ファイルシート（銅製シート、カーボンファイバで織り込まれたシートファイル）を含んでもよい。導電性ファイルは、絶縁性又は導電性材料の金属被覆布を含むが、これらの例は、ナイロン製ファイバの銅、ニッケル、又は金で被覆された布である。本願で説明されたように、導電性ファイルは、同様に、導電性

50

結合材料で被覆された導電性又は絶縁性材料のファブリックを備えてもよい。導電性フォイルは、相互に接続された導電性メッシュワイヤやストライプ（例えば、銅線）のワイヤフレーム、スクリーンまたはメッシュを備え、これらは、本願で説明されたように、導電性結合材料で被覆されてもよい。本発明は、本願で説明された金属製フォイルを形成する際に他の材料を使用することも企図する。

【0117】

本願で説明されたような導電性結合材790は、金属製フォイル780を内部に閉じ込めてもよく、これが、金属製フォイル780を、銅のように周囲の電解液と反応することが分かっている導電性金属にする。本願で説明されたように、導電性フォイルは、複数の穿孔750で穿孔されてもよい。図示されていないが、導電性フォイルは、研磨面にバイアスをかける為に、導電性ワイヤ、電源に結合されてもよい。図示されていないが、金属製フォイル780も同様に溝が形成されてもよい。

10

【0118】

導電性結合材790は、導電性メッシュ又はファブリック700の為に説明されたように、金属製フォイル780にわたり複数の層内で適用されてもよい。一態様において、金属製フォイル780が穿孔された後、導電性結合材790が金属製フォイル780に塗布され、穿孔処理から露出された金属製フォイル780の一部を保護する。

【0119】

ここで説明された導電性結合材は、液体状態の接着材や結合材をファブリック700、フォイル780又はメッシュに投じることにより、導電性ファブリック700、又は、メッシュ上に配置されてもよい。結合材は、それから、乾燥および硬化後、ファブリック、フォイル、又はメッシュ上に固められる。他の適した処理方法には、射出成型、圧縮成型、ラミネーション、オートクレーブ、押出し加工、又は、これらの組合せを含むが、これらは、導電性ファブリック、メッシュ、フォイルを内部に閉じこめるのに使用可能である。熱可塑性結合材と熱硬化性結合材の両方は、この用途で使用可能である。

20

【0120】

導電性フォイルの金属製フォイル構成要素と、導電性結合材との間の接着材は、約0.1 μmから約1mmの間の直径又は幅を有する複数の穿孔を持つ金属製フォイルを穿孔することにより、又は、金属製フォイルと導電性結合材との間の導電性下塗剤を適用することにより、強化されてもよい。導電性下塗剤は、本願で説明されたメッシュの為に導電性下塗剤と同一材料でもよい。

30

【0121】

研磨表面での導電素子

他の態様において、本願で説明された導電性ファイバと充填材は、本発明の導電性研磨物205を形成する為に、研磨材料内に配置された別個の導電素子を形成する為に使用可能である。研磨材料は、従来の研磨材料または導電性研磨材料（例えば、本願で説明されたようなポリマー内に配置された導電性充填材またはファイバの導電性複合材）でもよい。導電素子の表面は、研磨物の表面で平面を形成してもよく、また、研磨物の表面の平面上方に延びてもよい。導電素子は、研磨物の表面上方に約5mmだけ延びてもよい。

【0122】

研磨材料内に特定構造と配列を有する導電素子の使用を以下に例示するが、個々の導電性ファイバと充填材、そこから形成された材料（例えば、ファブリック）も同様に、導電素子と考えられてもよいことが企図されている。さらに、図示されていないが、以下の研磨物の説明は、本願で説明され図4～図6で示された穿孔及び溝パターンを有する研磨物を含み、本願で以下に説明される導電素子を組み込む為にパターンに対する形状を持つ。

40

【0123】

図8A - 図8Bは、内部に配置された導電素子を有する研磨物800の一実施形態の平面図および断面概略図である。研磨物800は、処理中、基板に接触するように適合された研磨面820を有する本体810を一般的に備える。絶縁性ポリマー材料（たとえばポリウレタン）のような絶縁性または重合材料を、本体810は、通常、備える。

50

【0124】

研磨面820は、一以上の開口部、溝、トレンチ、又は窪み830を内部に形成され、少なくとも部分的に導電素子840を受容する。導電素子840は、接触面850を持つように一般的に配置可能であるが、この接触面は、研磨面820により画成された平面と同一平面であるか、その上方に延びている。接触面850は、通常、導電素子840の電氣的接触を最小限にする為に、基板に接触するときに、例えば、追従性があり、弾力性ある、フレキシブルな、圧力成型可能な面により、構成される。研磨中、接触圧力は、研磨面820と同一平面の位置に接触面850を付勢する為に使用可能である。

【0125】

本願で説明されているように、本体810は、内部に形成された複数の穿孔860により、一般的に電解液に対し浸透可能になっている。研磨物800は、十分な電解液の流れを提供する為に研磨物810の表面領域の約20%から約80%の間の穿孔密度を持ち、基板表面からの均一な陽極電解を容易にしてもよい。

【0126】

本体810は、本願で説明された従来の研磨材料のような絶縁性材料を一般的に備える。本体810内に形成された窪み830は、処理中、導電素子840を保持する為に一般的に構成され、従って、形状や方向は変化してもよい。図8Aで示された実施形態において、窪み830は、研磨物表面を横切って配置された矩形断面を持ち、研磨物800の中心で相互接続している交差「X」または交差型パターンを形成する溝である。本発明は、本願で説明されたように基板表面に溝が接触する場合、追加の交差断面（例えば、逆台形、丸い湾曲）を企図する。

【0127】

あるいは、窪み830（更に、本願で配置された導電素子840）は、不規則間隔で配置可能であり、また、半径方向、平行、又は、垂直に向けられて配置可能であり、付随的に、直線、湾曲、同心上、入り組んだ曲線、又は、他の断面領域でもよい。

【0128】

図8Cは、各々の素子840が物理的または電氣的にスペーサ875により分離され、本体810内に半径方向に配置された一連の個別導電素子の平面概略図である。スペーサ875は、絶縁性研磨材料又は素子用の絶縁性相互接続部（プラスチック相互接続部）の一部でもよい。あるいは、スペーサ875は、研磨材料または導電素子840のいずれか一方が欠けた研磨物の断面であり、導電性素子840の間に物理的接続を提供してもよい。そのような独立した素子の形状において、各導電素子840は、導電路（例えば、ワイヤ）により、別個に電力源と接続されてもよい。

【0129】

図8Aと図8Bに戻ると、本体810内に配置された導電素子840は、約20 - cm以下のバルク表面抵抗率またはバルク抵抗率を与える為に一般的に提供される。研磨物の一態様において、研磨物は、約2 - cm以下の抵抗率を有する。導電素子840は、受ける電界下で劣化せず、酸やアルカリ性の電解液内の劣化に対し抵抗を有する、機械的特性を一般的に有する。導電素子840は、圧入、クランピング、接着、又は、他の方法により、窪み830内で保持される。

【0130】

一実施形態において、導電素子840は、処理中、十分に追従性があり、弾性があり、フレキシブルであり、接触面850と基板との間の電氣的接触を維持する。十分に追従性があり、弾性があり、フレキシブルな導電素子840用の材料は、研磨材料と比較して、ショア（D型）硬さスケールにおいて、約100以下の類似した硬さを持ってもよい。導電素子840は、重合材料の為のショア（D型）硬さスケールにおいて、約80以下の類似した硬さを持ってもよい。追従性のある材料（例えば、フレキシブル又は湾曲可能なファイバ材料）も、導電素子840として使用可能である。

【0131】

図8A、図8Bで示された実施形態において、導電素子840は、研磨物サポート部又は

サブパッド 815 上に配置された研磨面 810 内に埋め込まれている。穿孔 860 は、研磨面 810 と研磨物サポート部 815 の両方を通り、導電素子 840 の周りに形成されている。導電素子 840 の一例は、導電材料で被覆された導電性ファイバや絶縁性ファイバ、又は、重合材料（ポリマーベース接着材）で混合された導電性充填材を含み、本願で説明されたように、導電性（および摩耗耐性）複合材料を形成する。導電素子 840 は、導電性重合材料または本願で説明されたような他の導電性材料を備え、電気的特性を改善してもよい。たとえば、導電素子は、金で被覆されたナイロン製ファイバ（例えば、ナイロン製ファイバ上に配置された約 $0.1 \mu\text{m}$ のコバルト、銅、ニッケルと、ナイロン製ファイバ上に配置された約 $2 \mu\text{m}$ の金とで被覆されたナイロン製ファイバ）、更に、複合材料の導電率を改善する為にカーボン又はグラファイト充填材を備えるが、これは、ポリウレタンの本体内に堆積される。

10

【0132】

図 8D は、導電素子が内部に配置された研磨物 800 の、他の実施形態の断面概略図である。導電素子 800 は、接触面を有するように一般的に配置可能であるが、この接触面は、研磨面 820 により画成された平面と同一平面であるか、その上方に延びている。導電素子 840 は、本願で説明されたように、導電部材 845 の周りに配置されるか、内部に閉じこめられるか、包み込まれた導電性ファブリック 700 を含んでもよい。あるいは、個々の導電性ファイバ及び/又は充填材は、導電部材 845 の周りに配置されるか、内部に閉じこめられるか、包み込まれてもよい。導電部材 845 は、金属（本願で説明された貴金属）、或いは、他の導電性材料（例えば、銅）であって、電気研磨処理の用途に適したものを備えてもよい。導電素子 840 は、本願で説明されたようなファブリックと結合材料の複合材料を備え、ファブリックは、導電素子 860 の外部接触部を形成し、結合材料は、通常、内部サポート面を形成してもよい。導電素子 860 は、本願で説明されたように、堅い導電性ファブリック 700 及び結合剤で形成された管壁を持ち、矩形断面領域を有する中空管を備えてもよい。

20

【0133】

コネクタ 890 は、導電素子 840 を電力源（図示せず）に結合し、処理中、導電素子 840 に電氣的バイアスをかける為に利用される。コネクタ 890 は、一般的にはワイヤ、テープ、他の導体であって、処理流体と両立するか、処理流体からコネクタ 890 を保護する覆い又は被覆を有するものである。コネクタ 890 は、成型、ハンダ、スタッキング、ろう付け、クランピング、クリンピング、リベット結合、留め具、導電性接着材、又は、他の方法や装置により、導電素子 840 と結合可能である。コネクタ 890 で利用可能な材料の例は、その他の材料の中で、絶縁された銅、グラファイト、チタン、白金、金、アルミニウム、ステンレス鋼、H A S T E L O Y（登録商標）導電性材料を含む。

30

【0134】

コネクタ 890 の周りに配置された被覆は、フルオロカーボン、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリイミドのようなポリマーを含んでもよい。図 8A で示された実施形態において、一つのコネクタ 890 は、研磨物 800 の周囲で各導電素子 840 に結合されている。あるいは、コネクタ 890 は、研磨物 800 の本体を通して配置されてもよい。また更なる実施形態において、コネクタ 890 は、ポケット内に配置された導電性グリッド（図示せず）に結合可能であり、これは、ポケット内に、更に/又は、電氣的に導電素子 840 と結合する本体を通じて、配置されている。

40

【0135】

図 9A は、研磨材料 900 の他の実施形態を示す。研磨材 900 は、一以上の、少なくとも部分的に導電素子 904 が研磨面 906 上に配置された、本体 902 を含む。導電素子 904 は、複数のファイバ、ストランド、及び/又は、弾力性のある指状部を一般的に備えるが、これらは、処理中、追従性があるか弾力性があり、基板表面に接触するように適合されている。ファイバは、少なくとも部分的に導電性の材料で構成されるが、例として、本願で説明されたような導電性材料で被覆された絶縁性材料から構成されるファイバがある。ファイバは、また、ファイバの追従性や柔軟性の量を増減する為に、本来的に中実体

50

でも中空体でもよい。

【0136】

図9Aで示された実施形態において、導電素子904は、基部909に結合された複数の導電性サブエレメント913である。導電性サブエレメント913は、本願で説明された少なくとも部分的に電気的導電性ファイバを含む。サブエレメント913の例は、本願で説明されたように金で被覆されたナイロン製ファイバ又はカーボンファイバを含む。基部909も、同様に、電気的に導電性材料を備え、コネクタ990に結合されている。基部909も同様に、処理中、研磨用パッドから溶解する導電性材料(例えば、銅)の層により被覆されてもよく、これは、導電性ファイバの処理所要時間を延長すると考えられている。

10

【0137】

導電素子904は、研磨面906内に形成された窪み908内に一般的に配置される。導電素子904は、研磨面906に関し、0から90°の間で方向付けられてもよい。導電素子904が研磨面に平行に方向付けられる場合、導電素子904は、部分的に研磨面906上に配置されてもよい。

【0138】

窪み908は、下部実装部910と上部の、クリアランス部912を有する。実装部910は、導電素子904の基部909を受容し、更に、圧入、クランプ、接着、又は他の方法で、導電素子904を保持するように構成されている。窪み908が研磨面906と交差する場所にはクリアランス部912が設けられている。クリアランス部912は、一般的に断面が搭載部910より大きくなっており、導電素子904が、基板と接触するときに屈曲させる一方、基板と研磨面906との間に配置されることなく研磨することを許容する。

20

【0139】

図9Bは、導電面940と、上部に形成された複数の分離した導電素子920を有する研磨物900の他の実施形態を示す。導電素子920は、導電材料により被覆された絶縁性材料のファイバを備え、これらは、研磨物205の導電面940から垂直に変位され、互いに水平に変位されている。研磨物900の導電素子920は、導電面940に関して0から90°の間で一般的に方向付けられているが、導電面940と直交するラインに関してポーラー・オリエンテーションで傾斜されてもよい。導電素子920は、図9Bで示されるように、研磨用パッドの全長にわたり形成可能であるが、或いは、単に研磨用パッドの選択された領域で配置されてもよい。研磨面上方で導電素子920の接触高さは、最高で約5mmでもよい。導電素子920を備える材料の直径は、約1ミル(1000分の1インチ)から約10ミルの間にある。研磨面上方の高さや導電素子920の直径は、実行される研磨処理により異なってもよい。

30

【0140】

導電素子920は、接触圧力の下で変形する為に十分に追従性があるか弾性があるが、基板表面の減少または最小スクラッチとの電気接触を維持する。図9A及び図9Bで示された実施形態において、基板表面は、研磨物205の導電素子920と接触するだけでもよい。導電素子920は、均一密度の電流を研磨物205にわたり提供するように位置決めされている。

40

【0141】

導電素子920は、非導電性、又は絶縁性、接着剤または結合材により、導電面に付けられている。非導電性接着材は、導電面940に絶縁性被覆を与え、導電面940と、周囲の電解液との間に電気化学的バリアを提供してもよい。導電面940は、研磨物205のベルト、丸い研磨用パッド又はリニアウェブという形でもよい。一連の穿孔(図示せず)は、内部を通る提供された電解液の流れの為に、導電面940内に配置されてもよい。

【0142】

図示されていないが、導電性プレートは、回転又はリニア研磨用プラテン上で研磨物900の位置決め及び処理の為に、従来の研磨材料のサポート用パッド上に配置されてもよい

50

。

【0143】

図10Aは、導電素子1004を備えた研磨物1000の一実施形態の概略斜視図を示す。各々の導電素子1004は、研磨面1024内に形成された窪み1012内に配置された第2端部1010、第1端部1008を有するリング1006又はループを一般的に備える。各々の導電素子1004は、隣接した導電素子に結合され、研磨面1024の上方に延びる複数のループ1006を形成してもよい。

【0144】

図10Aで示された実施形態において、各ループ1006は、導電性材料により被覆されたファイバから制作され、窪み1012に接着された結束ワイヤ基部1014により結合されている。ループ1006の一例は、金で被覆されたナイロン製ファイバである。

10

【0145】

研磨面より上片のループ1006の接触高さは、約0.5mmから約2mmでもよく、ループを備える材料の直径は、約1ミル(1000分の1インチ)から約50ミルの間でもよい。結束ワイヤ基部1014は、導電性材料(例えば、チタン、銅、白金、白金が被覆された銅)でもよい。結束ワイヤ基部1014も同様に、導電性材料(例えば、銅)の層により被覆されてもよく、それは、研磨中、研磨物から溶解する。結束ワイヤ基部上への導電性材料層の使用は、導電素子1004の寿命を長くする為に、下にあるループ1006や結束ワイヤ基部1014材料より優先して溶解する犠牲層があることとして理解されている。導電素子1004は、研磨面1024に関して、0から90°の間で方向付けされてもよいが、研磨面1024に直交するラインに関して、ポラー・オリエンテーションで傾斜可能である。導電素子1004は、電気コネクタ1030により電力源に結合されている。

20

【0146】

図10Bは、導電素子1004から構成される研磨物1000の、他の実施形態の概略斜視図を示す。本願で説明されたように、導電素子1004は、導電材料で被覆されたファイバから構成されるワイヤの単一コイル1005を備える。コイル1005は、基部1014上に配置された導電部材1007に結合されている。コイル1005は、導電部材1007を取り囲み、基部1014を取り囲み、或いは、基部1014の表面に接着されてもよい。導電性パーは、研磨処理中に使用される電解液と共に、導電材料(例えば、金)を備え、化学的に不活性である導電性材料(例えば、金、白金)を一般的に備える。あるいは、犠牲材料の層1009(例えば、銅)は、基部1014上に配置される。犠牲材料の層1009は、研磨処理の電気研磨状況中、又は、陽極電解状況中、導電部材1007及びコイル1005の材料と比較して化学的に反応性のある材料の優先的除去の為に、一般的に、より化学的に反応性のある材料(例えば、銅)になっている。導電部材1007は、電気コネクタ1030により電力源に結合可能である。

30

【0147】

バイアス部材は、導電素子と本体との間に配置可能であり、処理中、導電素子を本体から離して、基板表面と接触するように付勢するバイアスを提供する。

バイアス部材1018の例は、図10Bに示されている。しかし、本発明が企図しているのは、ここで(例えば、図8A~図8D、図9A、図10A~図10Dで)示された導電素子は、バイアス部材を使用可能である点である。バイアス部材は、圧縮バネ、板バネ、コイルバネ、発泡ポリマー(発泡性ポリウレタン(例えば、PORON(登録商標)ポリマー)、エラストマー、ブラダー、他の部材や装置であって、導電素子を付勢可能なものである。バイアス部材も、同様に、追従性又は弾性材料(追従性発泡性または気泡性の柔らかい管)であって研磨されている基板表面に対し導電素子を付勢可能なものであり、基板表面との接触を改善してもよい。バイアスされる導電素子は、研磨物の表面を備えた平面を形成するか、研磨物の表面の平面上方に延びてもよい。

40

【0148】

図10Cは、エッジに対し基板の中央から放射状パターンで配置された、複数の導電素子

50

1004を持つ研磨物1000の、他の実施形態の概略斜視図を示す。複数の導電素子は、15°、30°、45°、60°、90°の間隔で、或いは他のいかなる所望の組合せによっても、互いに配置可能である。導電素子1004は、一般的に間隔を開けて配置され、基板の研磨の為に電流や電力を均一に印加しながら提供する。導電素子は、はるかに間隔を開けて配置されており、互いに接触しない。本体1026の絶縁性研磨材料のウェッジ部1004は、導電素子1004を電氣的に絶縁するように構成されてもよい。スペーサ又は凹んだ領域1060も同様に、研磨物内で形成され、やはり、導電素子1004を互いに隔離している。導電素子1004は、図10Aで示されるようなループ形式、或いは、図9Bで示されるように垂直に延長するファイバであってもよい。

【0149】

図10Dは、図10Aの導電素子1004の他の実施形態の概略斜視図を示す。導電素子1004は、本願で説明されたように混交導電性ファイバ1006のメッシュ又はファブリックを備え、第1端部1008、第2端部1010を有し、これらは、研磨面1024内に形成された窪み1012内に配置されており、基板との接触の為に一つの連続した導電面を形成している。メッシュ又はファブリックは、混交されたファイバの一以上の層でもよい。導電素子1004を備えるメッシュ又はファブリックは、図10Dに単層として例示されている。導電素子1004は、導電性基部1014に結合可能であり、図10Aで示されるように研磨面1024の上方に延びてもよい。導電素子1004は、導電性基部1014に接続された電気コネクタ1030により電力源に結合可能である。

【0150】

図10Eは、内部にループ1006が形成され、導電素子を研磨物の本体1026に固定する導電素子1004を形成する他の実施形態の部分的な概略斜視図を示す。流路1050は、研磨物の本体1024内に形成され、導電素子1004用の溝と交差する。挿入物1055は、流路1050内に配置されている。挿入物1055は、導電性材料(例えば、金または導電素子1006と同一材料)を備える。コネクタ1030は、それから、流路1050内に配置可能であり、挿入物1055と接触可能である。コネクタ1030は、電力源に結合されている。導電素子1004の端部1075は、そこを通る電力の流れの為に、挿入物1055に接触可能である。導電素子1004の端部1075とコネクタ1030は、その後、絶縁性挿入物1060により、導電性挿入物1055に固定される。本発明は、導電素子1004の全長に沿った間隔、或いは、導電素子1004の極端な端部のみで、導電素子1004の全部のループ1006を使用することが企図された。

【0151】

図11A~図11Cは、本願で説明された導電材料のループやリングの弾性能力を例示する一連の側面図である。研磨物1100は、内部に溝や窪み1140を備えたパッドサポート部1130にわたり形成されたサブパッド1120上に配置された研磨面1110を備える。導電材料により被覆された絶縁性材料のループやリング1150を備える導電素子1140は、窪み1170内の結束基部1155上に配置され、電気接点1145に結合される。基板1160は、研磨物1100に接触され、研磨物1100の表面との相対運動で動かされる。基板は、導電素子1140に接触するので、ループ1150は、くぼみ1140内で圧縮する一方、図11Bで示されるように、基板1160との電気接触を維持する。基板が十分な距離だけ移動され、導電素子1140と接触しないようになると、弾性ループ1150は、図11Cで示されるように、追加処理の為に非圧縮形状に戻る。

【0152】

導電性研磨用パッドの更なる例は、2001年12月27日に提出された米国特許仮出願第10/033,732に説明され、これは、本願の態様および請求項と矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み入れられる。

【0153】

電力の適用

電力は、本願で説明されたようにコネクタ、或いは電力分配装置を用いることにより、上

10

20

30

40

50

記に説明された研磨物 205 内で結合可能である。電力分配装置は、2001年12月27日に提出された米国特許仮出願第 10/033,732 号に、より完全に説明されており、これは、本願の態様および請求項と矛盾しない範囲で、参考の為に本願に組み入れられる。

【0154】

図 11A ~ 図 11C に戻って参照すると、電力は、導電性プレートを備える電気接点 1145、研磨用パッド内に形成された窪み 1170 や溝内に配置された取付台の使用により、導電素子 1140 に結合可能である。図 11A で示された実施形態において、導電素子 1140 は、金属（例えば、金）のプレート上に取り付けられ、これらは、図 2 で示されるように研磨物 1100 と共に、サポート部（例えば、ディスク 206）上に取り付けられている。あるいは、電気接点は、導電素子と研磨用パッド材料との間（例えば、図 8A 及び図 8B で示されたように、本体 810 と導電素子 840 との間）の研磨用パッド材料上に配置可能である。電気接点は、その後、図 8A ~ 図 8D で上述されたように、リード（図示せず）により電力源に結合される。

10

【0155】

図 12A ~ 図 12D は、電力源（図示せず）に拡張部が接続された研磨物の実施形態の平面及び側面概略図である。電力源は、ECMP 処理における陽極分解の為に、基板表面に電流伝達能力、すなわち、陽極バイアスを提供する。電力源は、研磨物のサポート部及び/又は導電性研磨部の周りに配置された一以上の導電性接点により、研磨物に接続可能である。一以上の電力源は、一以上の接点により研磨物に接続可能であり、基板表面の一部にわたり、変動バイアスや電流を生成させる。あるいは、一以上のリードは、導電性研磨部及び/又は研磨物サポート部内で形成可能であり、これらは、電力源に結合されている。

20

【0156】

図 12A は、導電性コネクタにより電力源に結合された導電性研磨用パッドの一実施形態の上部平面図である。導電性研磨部は、研磨物サポート部 1220 より大きな幅や直径を有する、導電性研磨部 1210 内に形成された拡張部（例えば、ショルダー或いは個別プラグ）を有してもよい。拡張部は、コネクタにより電力源に結合され、研磨物 205 に電流を提供する。図 12B において、拡張部 1215 は、導電性研磨部 1210 の平面から平行又は横に延びるように形成可能であり、研磨物サポート部 1220 の直径を超えて延びている。穿孔および溝のパターンは、図 6 に示されている。

30

【0157】

図 12B は、コネクタ 1225 の一実施形態の断面概略図であり、コネクタ 1225 は、導電性経路 1232（例えば、ワイヤ）を介して電力源（図示せず）に結合されている。コネクタは、導電性経路 1232 に接続された電気結合部 1234 を備え、導電性留め具 1230（例えば、ネジ）により拡張部 1215 の導電性研磨部 1210 に電氣的に結合されている。ボルト 1238 は、導電性留め具 1230 に結合可能であり、これらの間にある導電性研磨部 1210 を固定する。スペーサ 1236（例えば、ワッシャ）は、導電性研磨部 1210 と留め具 1230 とボルト 1238 との間に配置可能である。スペーサ 1236 は、導電性材料で構成されてもよい。留め具 1230、電氣的結合部 1234、スペーサ 1236、ボルト 1238 は、導電性材料（例えば、金、白金、チタン、アルミニウム、銅）で形成可能である。電解液と化学反応する材料（例えば、銅）が使われならば、その材料は、その電解液反応に対し不活性である材料（例えば、白金）内で被覆可能である。図示されていないが、導電性留め具の他の実施形態は、導電性クランプ、導電性粘着テープ、導電性接着材を含んでもよい。

40

【0158】

図 12C は、サポート部 1260（例えば、図 2 に示されるようにプラテンやディスク 206 の上面）を介して電力源（図示せず）に結合されたコネクタ 1225 の一実施形態の断面概略図である。コネクタ 1225 は、留め具 1240（例えば、サポート部 1260 に結合する為に拡張部 1215 の導電性研磨部 1210 を貫通するのに十分な長さを持つ

50

ネジやボルト)を備える。スペーサ1242は、導電性研磨部1210と留め具1240との間に配置可能である。

【0159】

サポート部は、留め具1240を受容するように一般的に適合されている。アパーチャー1246は、図12Cで示されるように留め具を受容する為に、サポート部1260の表面内に形成可能である。また、電気結合部は、サポート部1260に結合された留め具で、留め具1240と導電性研磨部1210との間に配置可能である。サポート部1260は、導電性通路1232(例えば、ワイヤ)により電力源、研磨用プラテンやチャンバに対し外付けされた電力源、或いは、研磨用プラテンやチャンバ内に一体化された電力源に接続可能であり、導電性研磨部1210との電気接続を提供する。導電性通路1232は、サポート部1260と一体化されてもよく、サポート部1260から延長されてもよい。

10

【0160】

更なる実施形態において、留め具1240は、導電性研磨部1215を通過して延び、図12Dで示されたようにボルト1248により固定されている、サポート部1260の統合拡張部でもよい。

【0161】

図12Eと図12Fは、研磨部1280と研磨物サポート部1290との間に電力結合部1285を配置させる研磨物1270に、電力を提供する他の実施形態の側面概略図と分解斜視図を示す。本願で説明されたように、研磨物1280は、導電性材料から作られ、本願で説明されたように複数の導電素子1275を含む。図12Fで示されるように、導電素子1275は、互いに物理的に隔離されてもよい。研磨面内に形成された導電素子1275は、例えば、素子の導電性基部により、電力結合部1285と電氣的に接触するように適合されている。

20

【0162】

電力結合部1285は、素子1275を相互接続するワイヤ、素子1275を相互に接続する複数の平行ワイヤ、素子1275を別個に接続する複数のワイヤ、或いは、一以上の電力源に素子1275を接続して素子を相互に接続するワイヤメッシュを含んでもよい。別個のワイヤと素子に結合された別個の電力源は、変動電力が印加されてもよいが、相互接続されたワイヤや素子は、均一電力を素子に提供してもよい。電力結合部は、研磨物の直径部または幅の一部又は全部を覆ってもよい。図12Fの電力結合部1285は、素子1275を接続するワイヤメッシュ相互接続素子の一例である。電源結合部1285は、導電性通路1287(例えば、ワイヤ)により電力源、研磨用プラテンやチャンバに外付けされた電力源、研磨用プラテンやチャンバ内に一体化された電力源に接続可能である。

30

【0163】

上記内容は、本発明の様々な実施形態に向けられているが、本発明の他の実施形態や更なる実施形態は、本発明の基本的範囲から逸脱することなく案出されるものであり、その範囲は、請求の範囲により決定されるものである。

【図面の簡単な説明】

本発明の上述された態様が達成され、発明の詳細かつ特定の説明が理解される方式は、上記で要約されているが、添付図面に図示されている実施形態を参照されてもよい。しかし、添付図面は、本発明の典型的な実施形態だけが例示されているので、本発明の範囲を制限するようには考慮されず、本発明は他の同様に効果的な実施形態を許容するものである。理解を容易にするために、同一の参照符号は、可能な限り、図面に共通である同一要素を示す。

40

【図1】図1は、本発明の処理装置の一実施形態を示す平面図である。

【図2】図2は、ECMPステーションの一実施形態を示す断面図である。

【図3】図3は、研磨物の一実施形態を示す部分断面図である。

【図4】図4は、溝付き研磨物の一実施形態を示す平面図である。

【図5】図5は、溝付き研磨物の他の実施形態を示す平面図である。

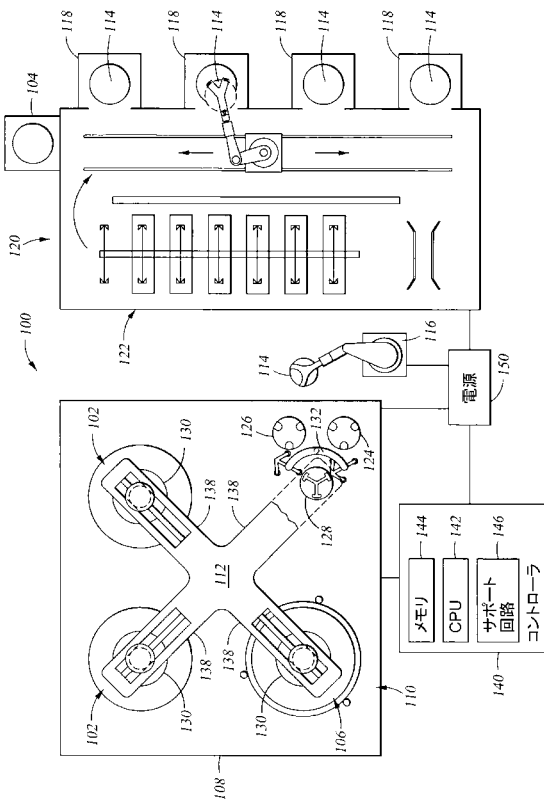
50

- 【図 6】図 6 は、溝付き研磨物の他の実施形態を示す平面図である。
- 【図 7 A】図 7 A は、本願で説明された導電性布またはファブリックの平面図である。
- 【図 7 B】図 7 B は、導電性布とファブリックを備える研磨面を有する研磨物の一部断面図である。
- 【図 7 C】図 7 C は、導電性布とファブリックを備える研磨面を有する研磨物の一部断面図である。
- 【図 7 D】図 7 D は、金属フォイルを含む研磨物の実施形態の一部断面図である。
- 【図 8 A】図 8 A は、それぞれ、導電素子を有する研磨物の一実施形態の平面図と断面概略図である。
- 【図 8 B】図 8 B は、それぞれ、導電素子を有する研磨物の一実施形態の平面図と断面概略図である。 10
- 【図 8 C】図 8 C は、導電素子を有する研磨物の一実施形態の平面図である。
- 【図 8 D】図 8 D は、導電素子を有する研磨物の一実施形態の断面概略図である。
- 【図 9 A】図 9 A は、導電素子を有する研磨物の他の実施形態の斜視図である。
- 【図 9 B】図 9 B は、導電素子を有する研磨物の、他の実施形態の斜視図である。
- 【図 10 A】図 10 A は、研磨物の、他の実施形態の部分的斜視図である。
- 【図 10 B】図 10 B は、研磨物の、他の実施形態の部分的斜視図である。
- 【図 10 C】図 10 C は、研磨物の、他の実施形態の部分的斜視図である。
- 【図 10 D】図 10 D は、研磨物の他の実施形態の部分的斜視図である。
- 【図 10 E】図 10 E は、研磨物の他の実施形態の部分的斜視図である。 20
- 【図 11 A】図 11 A は、本願で説明された研磨物の一実施形態に接触する基板の一実施形態の概略側面図である。
- 【図 11 B】図 11 B は、本願で説明された研磨物の一実施形態に接触する基板の一実施形態の概略側面図である。
- 【図 11 C】図 11 C は、本願で説明された研磨物の一実施形態に接触する基板の一実施形態の概略側面図である。
- 【図 12 A】図 12 A は、電力源に接続された拡張部を有する研磨物の実施形態の平面図と側面概略図である。
- 【図 12 B】図 12 B は、電力源に接続された拡張部を有する研磨物の実施形態の平面図と側面概略図である。 30
- 【図 12 C】図 12 C は、電力源に接続された拡張部を有する研磨物の実施形態の平面図と側面概略図である。
- 【図 12 D】図 12 D は、電力源に接続された拡張部を有する研磨物の実施形態の平面図と側面概略図である。
- 【図 12 E】図 12 E は、研磨物に電力を供給する他の実施形態の側面概略図である。
- 【図 12 F】図 12 F は、研磨物に電力を供給する他の実施形態の分解斜視図である。
- 【符号の説明】
- 100 ... 処理装置、102 ... 電気化学的機械研磨 (ECMP) ステーション、
- 106 ... 研磨用ステーション、110 ... 移送用ステーション、112 ... カルーゼル、114 ... 基板、116 ... ローディング・ロボット、118 ... 基板貯蔵用カセット、120 ... ファクトリ・インターフェース、124 ... 入力バッファ用ステーション、126 ... 出力バッファ用ステーション、128 ... ロード・カップ・アセンブリ、130 ... 研磨用ヘッド、132 ... 移送用ロボット、138 ... アーム、140 ... コントローラ、142 ... CPU、144 ... メモリ、146 ... サポート回路、150 ... 電源、202 ... 深皿、204 ... 電極、205 ... 研磨物、研磨媒体、206 ... ディスク、208 ... カバー、210 ... 底部、212 ... シャフト、214 ... ドレイン、216 ... アパーチャー、220 ... 電解液、224 ... モータ、232 ... ボリューム、233 ... リザーバ、234 ... 穴、240 ... フィルタ、242 ... ポンプ、244 ... 供給ライン、252 ... 中央部、254 ... スカート、258 ... 窪み、270 ... ノズル、272 ... 分配システム、310 ... 導電性研磨部、320 ... 研磨物サポート部、サポート層、350 ... 穿孔、440 ... 丸いパッド、442 ... 溝、448 ... 研磨面、540 ... 50

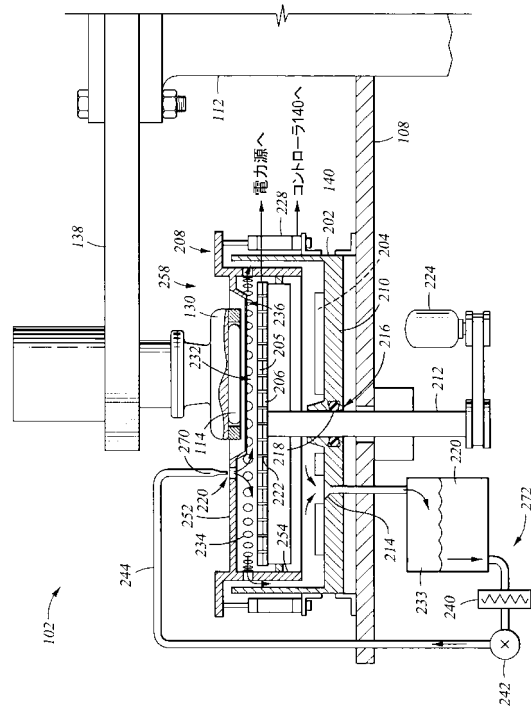
研磨用パッド、542...溝、544...内径部、546...穿孔、548...研磨部、550...
 外径部、640...パターン化された研磨物、研磨用パッド、642...X-Y溝、644...
 内径部、645...斜めに配置された溝、646...穿孔、700...ファブリック、710...
 混交ファイバ、740...通路、750...穿孔、780...金属製フォイル、790...導電性
 結合材、800...研磨物、810...本体、815...サブパッド、820...研磨面、830...
 窪み、840...導電素子、845...導電部材、850...接触面、860...穿孔、870...
 交差パターン、875...スペーサ、890...コネクタ、900...研磨面、902...本体
 、904...導電素子、906...研磨面、909...基部、910...取り付け部、912...ク
 リアランス部、913...サブエレメント、920...導電素子、990...コネクタ、100
 0...研磨物、1004...導電素子、1006...ループ又はリング、1007...導電部材、
 1008...第1端部、1009...層、1010...第2端部、1012...窪み、1014...
 基部、1018...バイアス用部材、1030...電気コネクタ、1050...通路、1070...
 溝、1075...端部、1110...研磨面、1120...サブパッド、1140...導電素子
 、溝または窪み、1145...電気接点、1150...ループ又はリング、1155...結束基
 部、1160...基板、1170...溝、窪み、1210...導電性研磨部、1215...拡張部
 、1220...導電物サポート部、1225...コネクタ、1230...留め具、1232...導
 電通路、1234...電気結合部、1236...スペーサ、1238...ボルト、1240...留
 め具、1260...サポート部、1270...研磨物、1275...導電素子、1280...研磨
 部、1285...電力結合部、1290...研磨物サポート部、1440...導電素子。

10

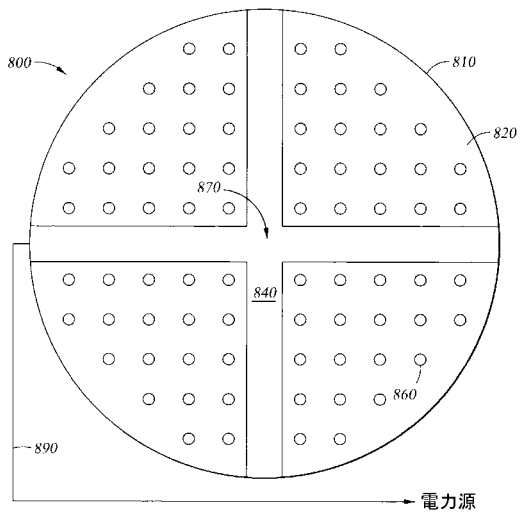
【図1】



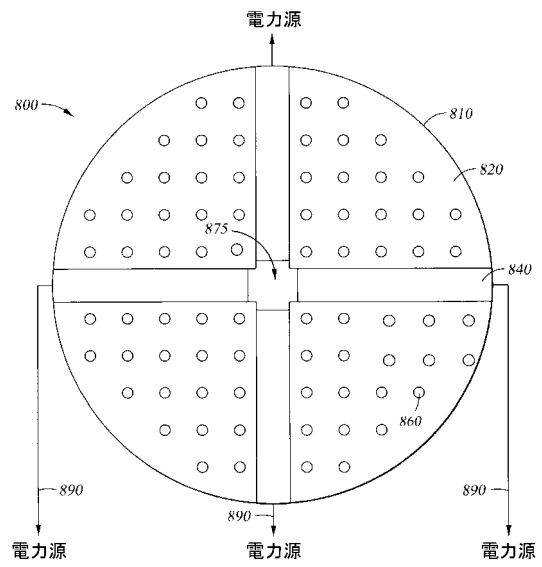
【図2】



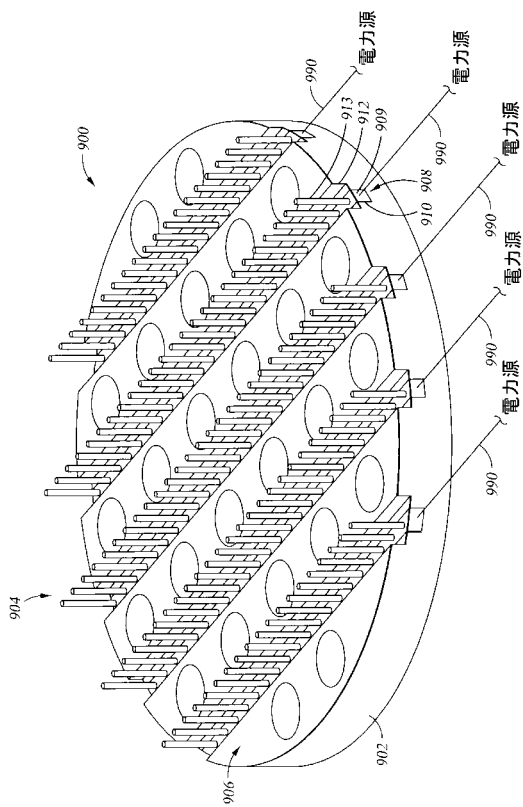
【 図 8 A 】



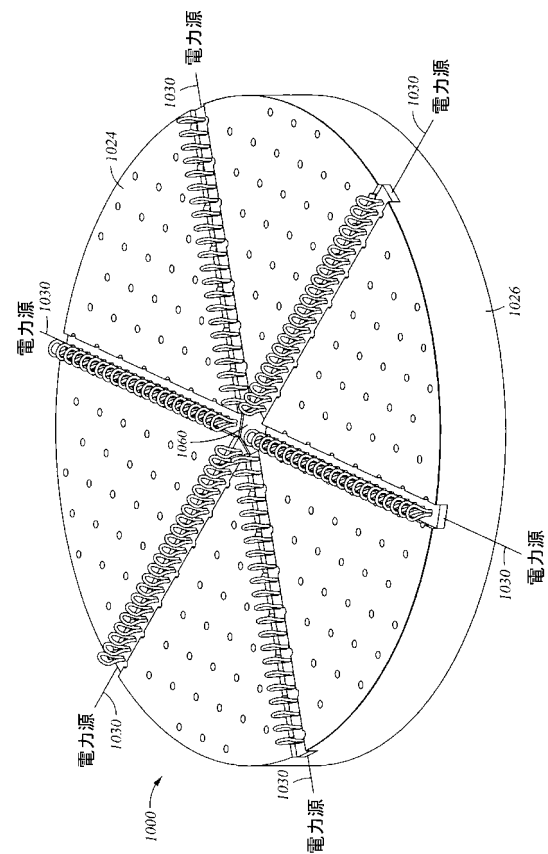
【 図 8 C 】



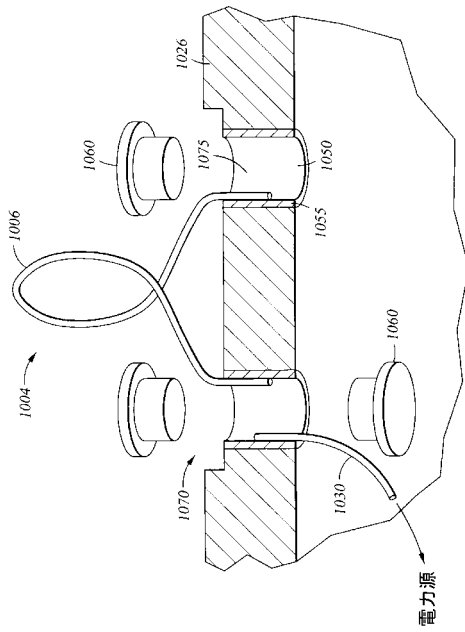
【 図 9 A 】



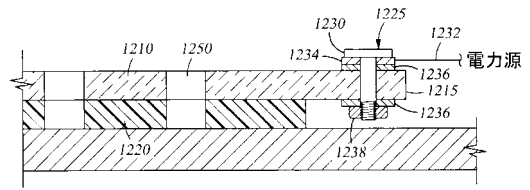
【 図 10 C 】



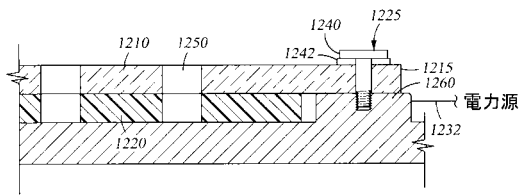
【図 10 E】



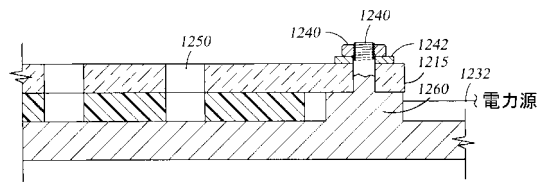
【図 12 B】



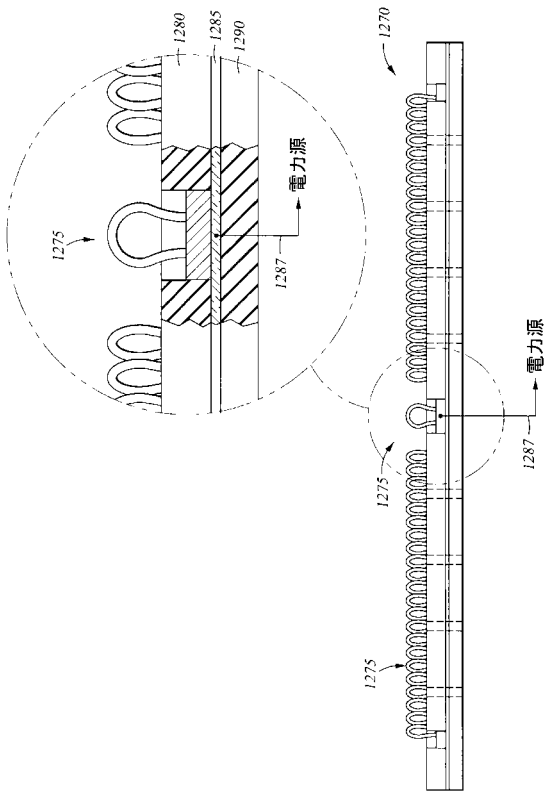
【図 12 C】



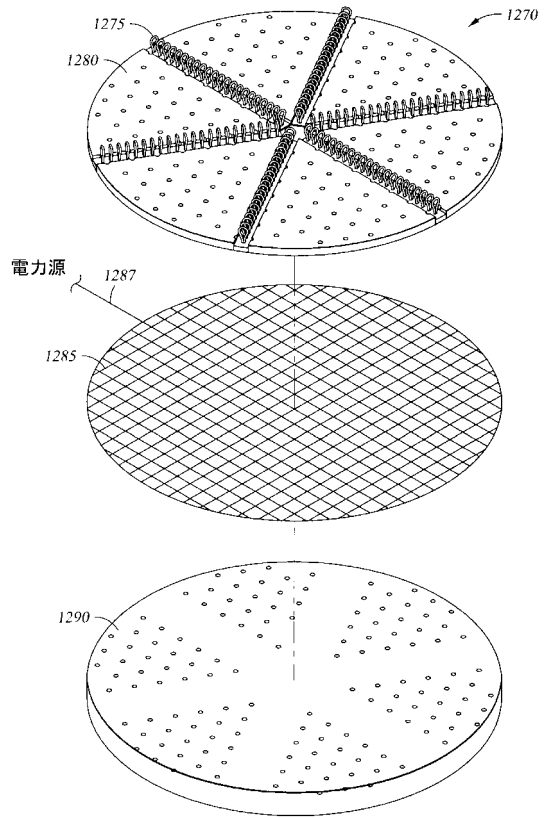
【図 12 D】



【図 1 2 E】



【図 1 2 F】



【手続補正書】

【提出日】平成15年7月25日(2003.7.25)

【手続補正1】

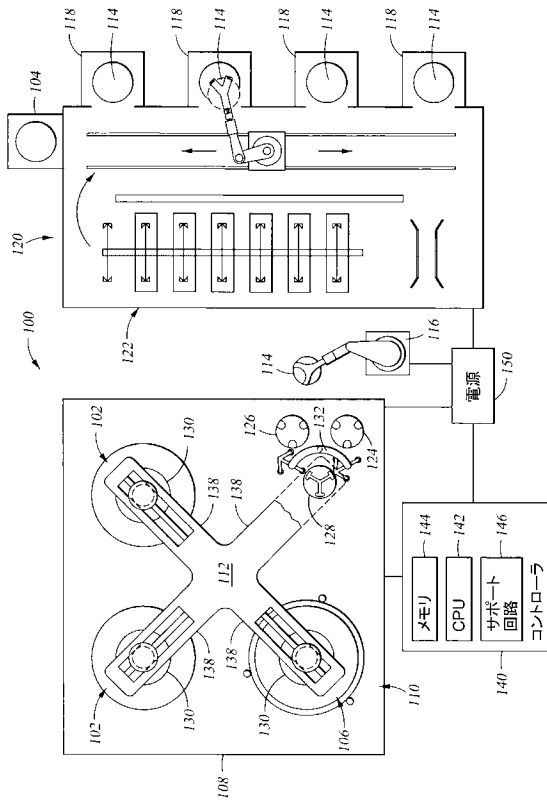
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

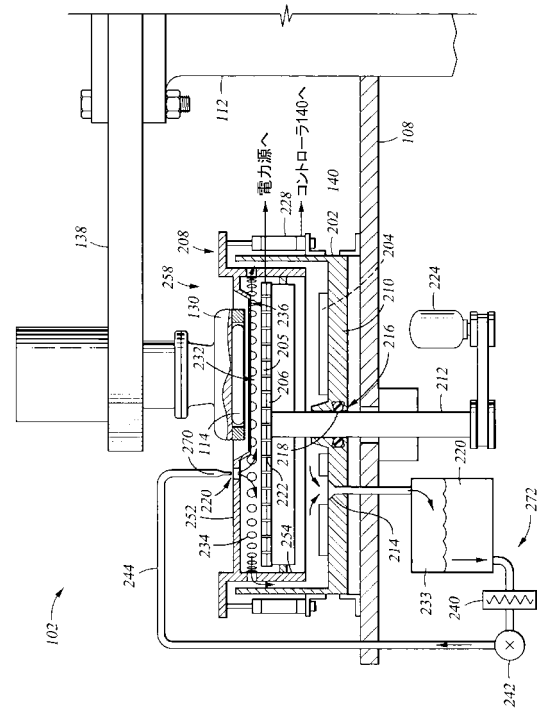
【補正方法】変更

【補正の内容】

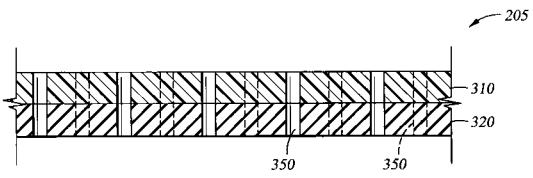
【図1】



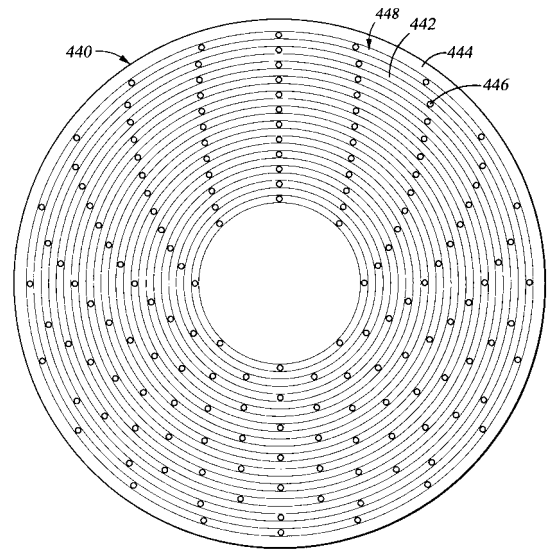
【図2】



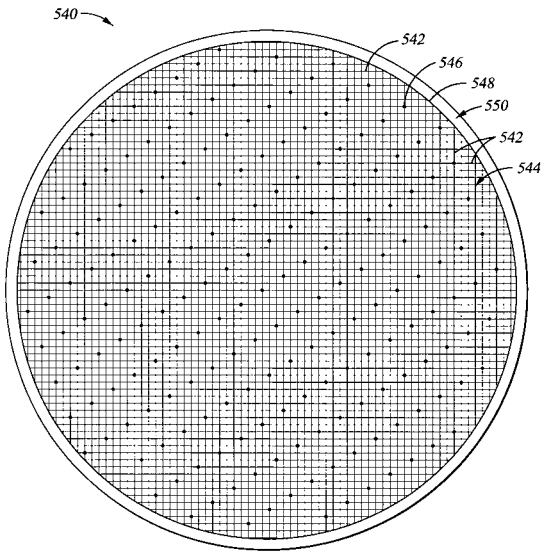
【図3】



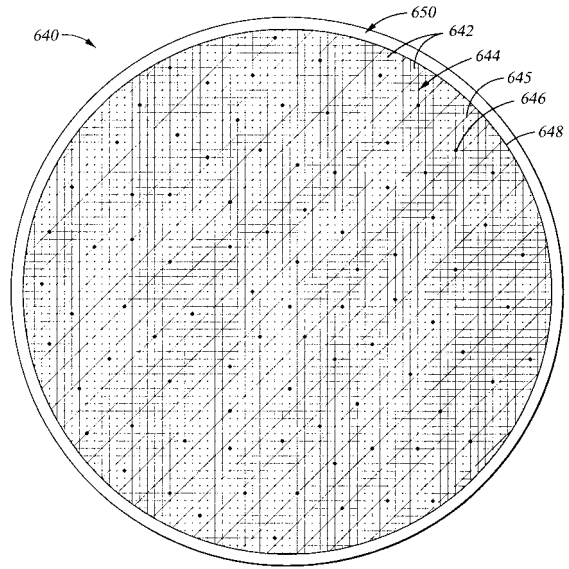
【図4】



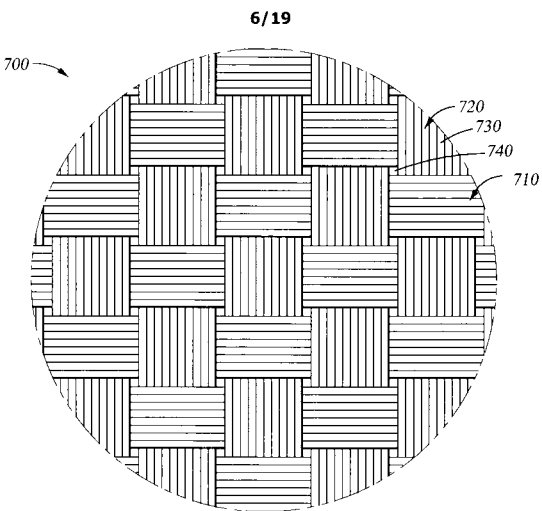
【 図 5 】



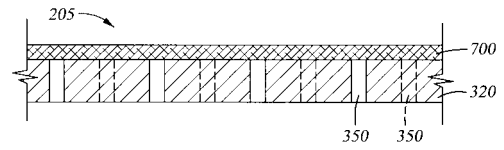
【 図 6 】



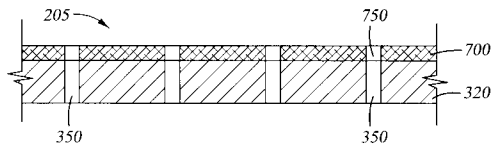
【 図 7 A 】



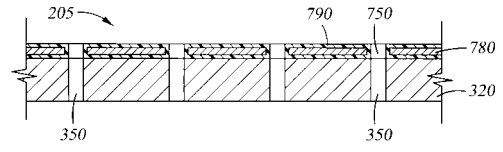
【 図 7 B 】



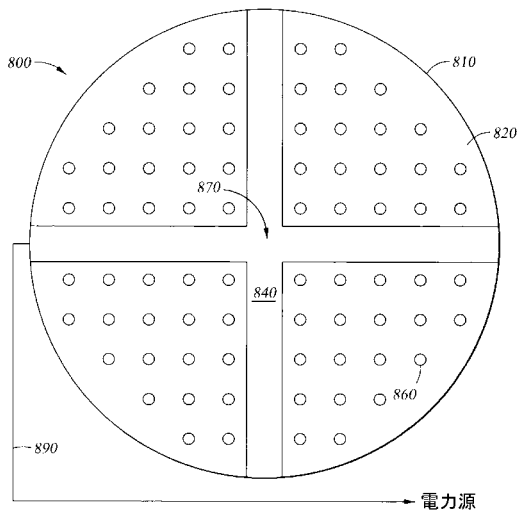
【図 7 C】



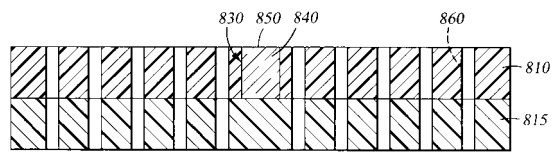
【図 7 D】



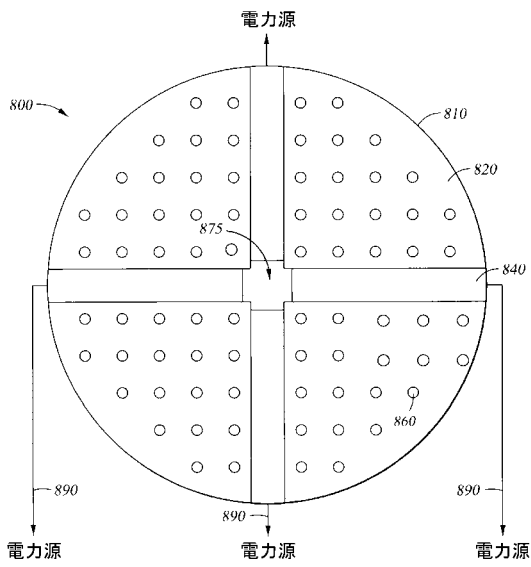
【図 8 A】



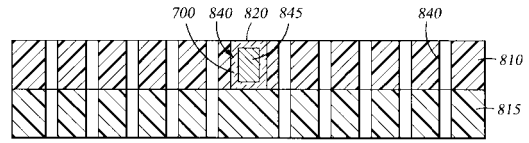
【図 8 B】



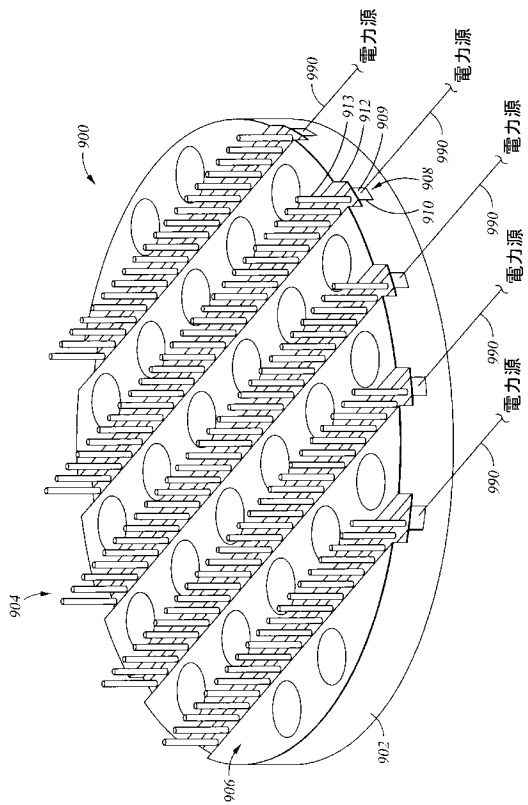
【 図 8 C 】



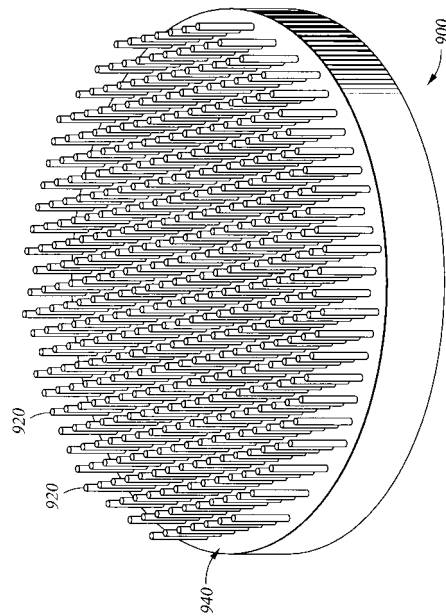
【 図 8 D 】



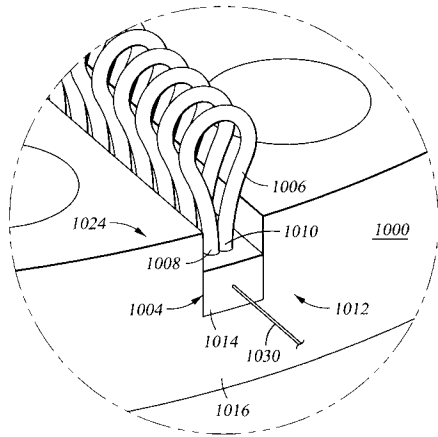
【 図 9 A 】



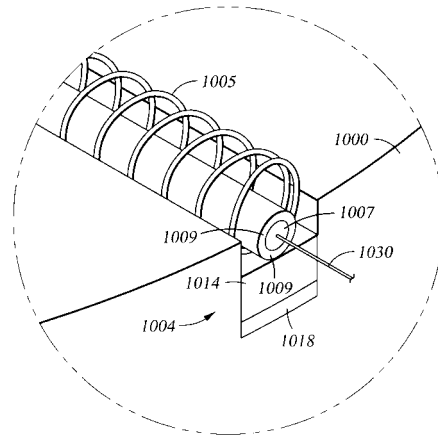
【 図 9 B 】



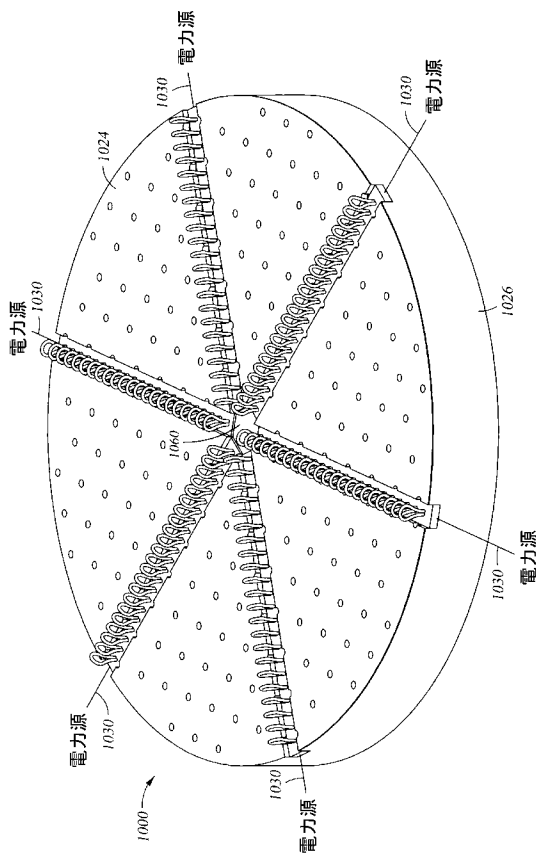
【図10A】



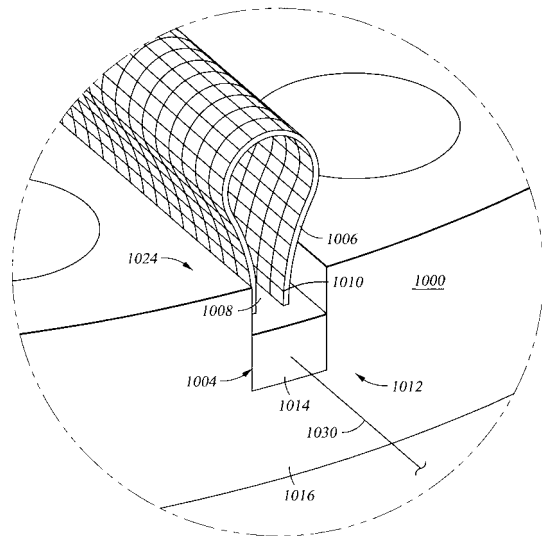
【図10B】



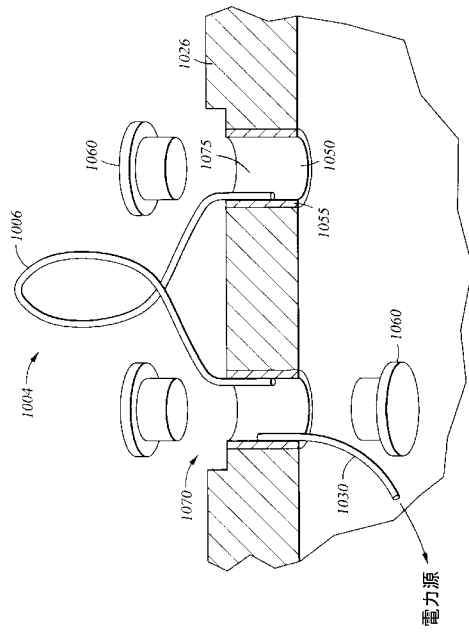
【図10C】



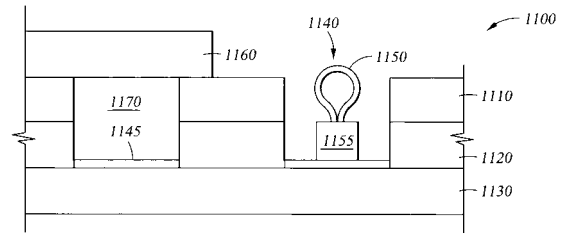
【図10D】



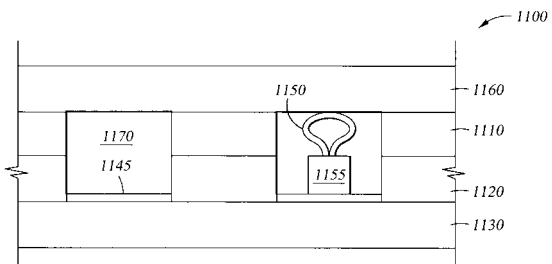
【図 10 E】



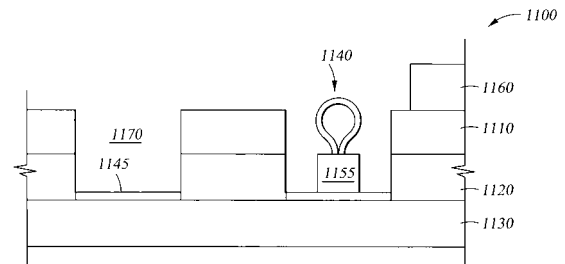
【図 11 A】



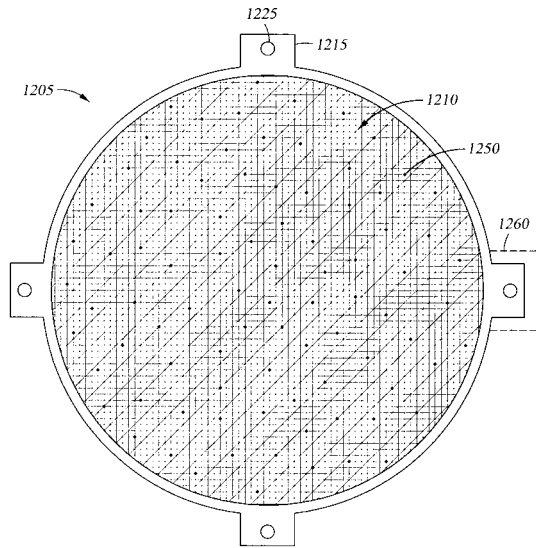
【図 11 B】



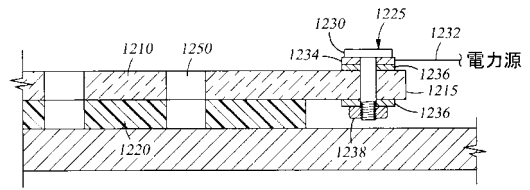
【図 11 C】



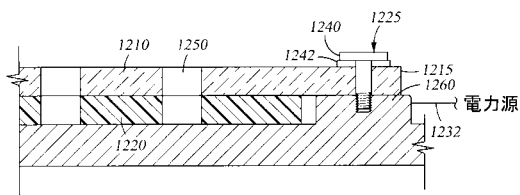
【図 1 2 A】



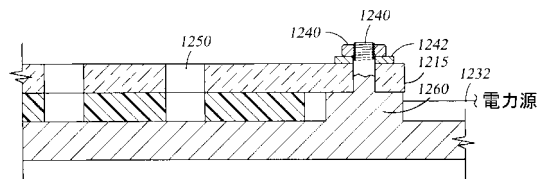
【図 1 2 B】



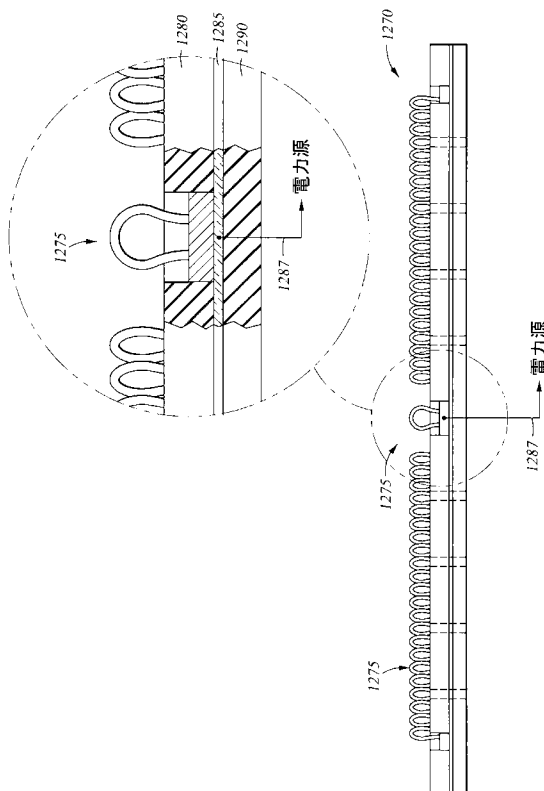
【図 1 2 C】



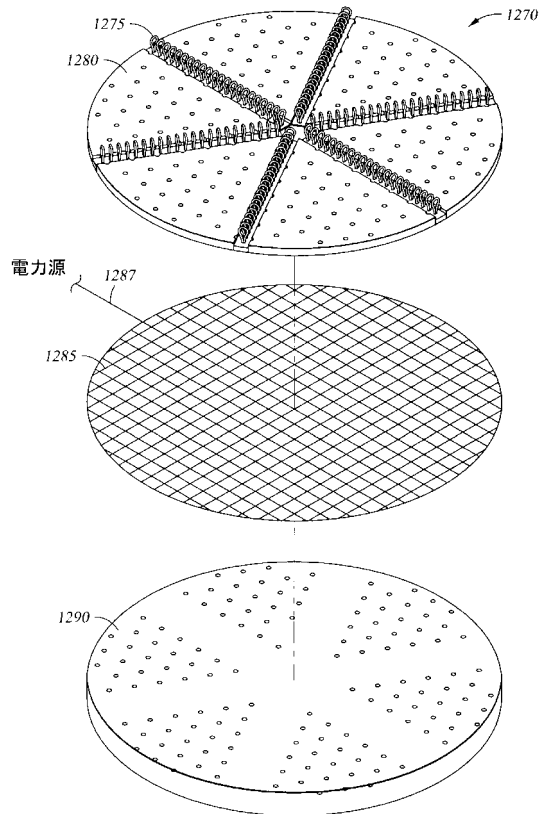
【図 1 2 D】



【図 1 2 E】



【図 1 2 F】



【手続補正書】

【提出日】平成15年9月22日(2003.9.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

関連出願への相互参照

本願は、“Conductive Polishing Article For Electrochemical Mechanical Polishing”という発明の名称を持ち、2001年12月27日に提出された米国特許出願第10/033,732号に関連するが、これは、本願で請求された態様と説明に矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み込まれている。

発明の背景

【0002】

【発明の分野】

本発明は、製造物品と基板表面を平坦化する為の装置に関する。

【0003】

【関連技術の背景】

4分の1ミクロン以下の多平面金属被覆は、超大規模集積(ULSI)の次世代の重要技術の一つである。この技術の中心にある多平面相互接続は、接点、ビア、回線、他のフィーチャーを含む高アスペクト比アパーチャー内で形成された相互接続フィーチャーの平

平坦化を必要とする。これらの相互接続フィーチャーの信頼性ある形成は、U L S I の成功にとって、更に、回路密度の増加と個々の基板と金型における品質にとって、非常に重要である。

【 0 0 0 4 】

集積回路と他の電子デバイスの制作において、導体材料、半導体材料、絶縁体材料の複数層は、基板の表面に堆積されたり、基板の表面から除去される。導電材料、半導体材料、絶縁体材料の薄い層は、数多くの堆積技術により堆積することができる。近代的な処理における一般的な堆積技術は、スパッタリングとしても知られる物理蒸着法 (P V D)、化学蒸着法 (C V D)、プラズマ強化化学蒸着法 (P E C V D)、電気化学メッキ (E C P) を含む。

【 0 0 0 5 】

材料の層が連続して堆積され、除去されるとき、基板の最上面は、その表面にわたり非平坦になる可能性があり、平坦化を要する。表面の平坦化、又は、面の研磨は、材料が基板表面から除去され、全体的に均一な、平らな面を形成する処理である。平坦化技術は、望ましくない表面地形と表面欠陥 (例えば、粗い表面、団塊材料、結晶格子損傷、スクラッチ、材料の汚染層) を除去する為に有用である。平坦化技術は、フィーチャーを充填し、金属被膜や処理の後続面の為に均一面を提供する為に使われた過剰堆積材料を除去することにより、基板上にフィーチャーを形成するのにも有用である。

【 0 0 0 6 】

化学機械的平坦化技術、又は化学機械的研磨 (C M P) は、基板を平坦化する為に使用される一般的な技術である。C M P は、基板から材料を選択的に除去する為に、化学成分、通常はスラリーや他の流体媒体を利用する。従来の C M P 技術において、基板キャリアや研磨ヘッドは、キャリア・アセンブリに取り付けられ、C M P 装置における研磨用パッドと接触して置かれる。キャリア・アセンブリは、制御可能な圧力を基板に与え、基板を研磨用パッドに抗して圧接する。パッドは、外部駆動力によって基板に対して動かされる。C M P 装置は、基板表面と研磨用パッドとの間で研磨運動や摩擦運動を生じさせると同時に、研磨組成物を分散させ、化学的活動及び / 又は機械的活動、さらに、基板表面から必然的な材料除去を生じさせる。

【 0 0 0 7 】

集積回路制作でますます利用される 1 つの材料は、その望ましい電気的性質の為に、銅である。しかし、銅は、それ自身の特殊な制作的問題を持つ。たとえば、銅は、パターンニングやエッチングが難しいが、波模様や二重波模様処理のような新しい処理や技術は、銅製基板のフィーチャーを形成する為に使用されている。

【 0 0 0 8 】

波模様処理において、フィーチャーは、誘電材で画成され、後に銅で充填される。低誘電率 (すなわち約 3 未満) を持つ誘電材は、銅の波模様の製造で使われている。バリア層の材料は、銅材料の堆積前に誘電層内で形成されるフィーチャーの表面上に等写的に堆積される。銅材料は、その後、バリア層と、その取り囲んでいる領域にわたって堆積される。しかし、フィーチャーにおける銅の充填は、通常、基板上の、過剰な銅材料や過装入が生じるが、これらは、誘電材料内で銅充填フィーチャーを形成し、後続処理の為に基板を準備する為に除去されなければならない。

【 0 0 0 9 】

銅材料を研磨する際に提示される一つの難題は、導電材料とバリア層との間の接合部が、一般的に平坦でなく、残留銅材料が、非平坦接合部により形成された不規則性で保持されている点である。さらに、導電材料とバリア材は、しばしば、基板表面から異なる速度で除去され、その両方は、基板表面上の残留物として保持される過剰な導電材が結果として生じる可能性がある。その上、基板表面は、内部に形成されたフィーチャーの密度や大きさに依存して、異なる表面地勢を有する可能性がある。銅材料は、基板表面の異なる表面地勢に沿って、異なる除去速度で除去されるが、これが、基板表面からの銅材料の効果的な除去や基板表面の最終的平坦性の達成を困難にする。

【0010】

基板表面から所望の銅材料の全てを除去する一つの解決策は、基板表面を過剰に研磨することである。しかし、若干の材料の過剰研磨は、地勢欠陥の形成（例えば、湾状変形として呼ばれるフィーチャーの凹面又は窪み、エロージョンとして呼ばれる誘電材料の過剰な除去）が生じる。湾状変形やエロージョンからの地勢欠陥は、追加材料（例えば、下方に配置されたバリア層）の不均一な除去を導き、所望の研磨品質より劣る基板表面を生み出す。

【0011】

銅表面の研磨による他の問題は、低い誘電係数（低k）の誘電材の使用から生じ、基板表面において銅の波模様を形成する。低k 誘電材（例えば、炭素ドープの酸化シリコン）は、従来の研磨圧力（すなわち、約6 psi）の下で、変形または割れる可能性があるが、これはダウンフォースと呼ばれ、有害に基板の研磨品質に影響し、デバイス形成に有害に影響を与える。たとえば、基板と研磨用パッドとの間の相対的回転運動は、基板表面に沿った剪断力を含み、低k材料を変形し、地勢欠陥を形成し、有害に後の研磨に影響を与える可能性がある。

【0012】

低誘電材料で銅を研磨する為の一つの解決策は、電気化学的機械研磨（ECMP）技術により銅を研磨することである。ECMP技術は、電気化学的溶解により、導電材を基板表面から除去するが、従来のCMP処理と比較して、少ない機械摩耗で同時に基板を研磨する。電気化学的溶解は、カソードと基板表面との間にバイアスを印加することにより実行され、導電材を基板表面から周囲の電解液に移動させる。

【0013】

ECMPシステムの一実施形態では、基板サポート用デバイス（例えば、基板キャリアヘッド）において基板表面と電気通信で導体接触のリングにより、バイアスが印加される。しかし、接触リングは、基板表面にわたり、電流の不均一分布を示すように観察されており、これが、不均一溶解に結びつく。機械的摩耗は、従来の研磨用パッドで基板に接触すること、更に、基板と研磨用パッドとの間で相対的運動を提供することにより、実行される。しかし、従来の研磨用パッドは、しばしば電解液の流れを基板表面に制限する。その上、研磨用パッドは、絶縁性の材料から構成されてもよく、これは、基板表面に対するバイアスを印加する点で妨げになるかもしれず、基板表面からの材料の不均一または変わりやすい溶解に帰着する。

【0014】

その結果、基板表面上の導電材の除去用に改善された研磨物に対する必要性がある。

発明の概要

本発明の態様は、電気化学的堆積技術、電気化学的溶解技術、研磨技術、及び/又は、これらの組合せを用いて、基板上の層を平坦化する為の製造物品及び装置を一般的に提供する。

【0015】

一態様において、基板を研磨する為の研磨物は、本体を含み、本体は、基板と、少なくとも一つの導電素子であって少なくとも部分的に該本体に埋め込まれた導電素子とを研磨するように適合された表面を有する。導電素子は、導電材料、導電性充填材、又はこれらの組合せで被覆されたファイバを含んでもよいが、これらは、結合材料の内部に配置されてもよい。導電素子は、少なくとも部分的に本体内に埋め込まれた導電材料で被覆された混交ファイバのファブリック、導電材料で被覆されたファイバ複合材、導電性充填材、又は、これらの組合せ、更に、結合材であって、少なくとも部分的に本体内に埋め込まれたもの、又は、これらの組合せを含んでもよい。導電素子は、研磨面により画成された平面を越えて延びる接触面を有してもよく、更に、コイル、一以上のループ、一以上のストランド、材料の混交ファブリック、又は、これらの組合せを備えてもよい。複数の穿孔と複数の溝が、研磨物を貫通又は横切る材料の流れを容易にする為に研磨物内に形成されてもよい。

【0016】

他の態様において、研磨物は、基板表面（例えば、基板表面に堆積された導電層）を処理する為に提供される。研磨物は、本体を含み、本体は、少なくとも導電性充填材の一部、導電材で被覆されたファイバ、又は、これらの組合せを含み、基板を研磨するように適合されている。複数の穿孔と複数の溝は、研磨物を通る材料や、研磨物周りの材料の流れを容易にする為に、研磨物内に形成されてもよい。

【0017】

他の態様において、研磨物は、基板処理用装置内に配置されてもよいが、ここには、深皿、深皿内に配置された浸透性ディスク、浸透性ディスク内に配置された研磨物又は製造物、浸透性ディスクと深皿の底部との間の深皿内に配置された電極、処理中に基板を保持するように適合された研磨ヘッドを含む。

【0018】

他の態様において、研磨物は、基板を処理する為の方法における導電性研磨物として使用されてもよいが、当該方法は、包囲体を含む装置を提供すること、該包囲体内に導電性研磨物を配置すること、1分間当たり約20ガロンまでの流量（GPM）で該包囲体に導電性溶液を提供すること、導電性溶液内で導電性研磨物付近に基板を位置決めすること、導電性溶液内で基板表面を導電性研磨物で接触させること、電極と導電性研磨物との間にバイアスを印加すること、基板表面から少なくとも当該表面の一部を除去すること、を含む。

【0019】

他の態様において、研磨物は、基板を処理する為に提供され、当該基板を研磨するように適合される導電面を少なくとも有する本体を含み、ここで、導電面は少なくとも一つの導電素子を備え、導電素子は、導電性充填材、導電材料で被覆されたファイバ、又は、これらの組合せであって、重合材料に配置されたものを備える。

【0020】

他の態様において、研磨物は、基板を処理する為に提供され、基板を研磨するように適合された表面を有する本体と、導電材料で被覆された混交ファイバのファブリックを備える導電素子とを含む。

好ましい実施形態の詳細な説明

本願で使用されている語句は、別に定義されない限り、当業者により当該技術における通常の慣習的な意味が付与されるべきである。化学機械的研磨は、広く解釈されるべきであり、化学作用、機械的作用、又は化学的作用と機械的作用の両方の組合せにより、基板表面を摩耗することを含むが、これに限定されるものではない。電気研磨は、広く解釈されるべきであり、電気化学的作用（例えば、陽極分解）の適用により、基板を平坦化することを含むが、これに限定されるものではない。

【0021】

電気化学的機械研磨（ECMP）は、広く解釈されるべきであり、電気化学的作用、化学的作用、機械的作用、又は、電気化学的作用と化学的作用と機械的作用の組合せで基板表面から材料を除去することであるが、これに限定されるものではない。

【0022】

電気化学的機械メッキ処理（ECMP P）は、広く解釈されるべきであり、電気化学的に基板上に材料を堆積し、電気化学的作用、化学的作用、機械的作用、又は、電気化学的作用と化学的作用と機械的作用との組合せの適用により、全体的に堆積された材料を平坦化することを含むが、これに限定されるものではない。

【0023】

陽極分解は、広く解釈されるべきであり、直接的又は間接的に、陽極バイアスを基板に印加して基板表面から周囲の電解溶液へと材料を移動させることを含むが、これに限定されるものではない。研磨面は、製造物の一部として広く定義されるべきであり、処理中に基板表面と少なくとも部分的に接触するか、接点を通じて直接的に又は電氣的に導電媒体を通じて間接的に電氣的に製造物を基板表面に結合させる。

【0024】

研磨装置

図1は、処理装置100を示すが、処理装置100は、電気化学的堆積及び化学的機械研磨に適した少なくとも一つのステーション（例えば、電気化学的機械研磨（ECMP）ステーション102、単一プラットフォーム又はツール上に配置された少なくとも一つの従来研磨又はパフ研磨用ステーション106）を有する。本発明から利益を得る為に適合し得る一つの研磨用ツールは、MIRRA（登録商標）Mesa（商標）化学機械的研磨であり、これは、カリフォルニア州サンタクララ市にあるApplied Materials社から入手可能である。

【0025】

たとえば、図1で示される装置100において、当該装置100は、2つのECMPステーション102と、一つの研磨用ステーション106を含む。当該ステーションは、基板表面を処理する為に使用可能である。たとえば、フィーチャーの精細度が内部で形成され、バリア層で充填され、その後、バリア層にわたり導電材が配置される基板は、バリア層が研磨ステーション106で研磨されて平坦面を形成する、2つのECMPステーション102において2段階で除去される導電材を有してもよい。

【0026】

典型的な装置100は、一以上のECMPステーション102と、一以上の研磨用ステーション106と、移送用ステーション110と、カルーゼル112とを一般的に含む。移送ステーション110は、ローディング・ロボット116を介して、装置100への/からの基板114の移送を一般的に容易にする。ローディング・ロボット116は、通常、移送用ステーション110とファクトリ・インターフェース120との間で基板114を移送するが、クリーニング・モジュール122、122、度量衡学的装置104、一以上の基板保管用カセット118を含んでもよい。度量衡学的装置104の一例は、Nova Scan（商標）・総合厚さモニタリング・システムであり、これは、アリゾナ州フェニックス市にあるNova Measuring Instruments社から入手可能である。

【0027】

あるいは、ローディング・ロボット116（又は、ファクトリ・インターフェース120）は、基板を、化学蒸着用ツール、物理蒸着用ツール、エッチング用ツール等の一以上の他の処理用ツール（図示せず）に移送してもよい。

【0028】

一実施形態において、移送用ステーション110は、入力バッファ・ステーション124、出力バッファ・ステーション126、移送用ロボット132、ロード・カップ・アセンブリ128を少なくとも備える。ローディング・ロボット116は、基板114を入力用ステーション124上に置く。移送用ロボット132は、2つのグリッパ・アセンブリを有し、各々のグリッパ・アセンブリは、基板の縁部で基板114を保持する空気力学上のグリッパフィンを有する。移送用ロボット132は、基板114を入力バッファ・ステーション124から持ち上げ、グリッパと基板114を回転させて基板114をロード・カップ・アセンブリ128の上方に位置決めし、その後、基板114を下方のロードカップ128上に置く。

【0029】

カルーゼル112は、一般的に複数の研磨用ヘッド130を支え、研磨用ヘッド130の各々は、処理中、一つの基板114を保持する。カルーゼル112は、移送用ステーション110と一又は2以上のECMPステーション102と一又は2以上の研磨用ステーション106との間で、研磨用ヘッド130を移送する。本発明から利益を得る為に適合されてもよい一つのカルーゼル112は、Tollies他に1998年9月8日に発行された米国特許第5,804,507号に一般的に説明され、本願の請求項と開示内容に矛盾しない範囲で、本願に参考として組み込まれる。

【0030】

通常、カルーゼル 112 は、ベース 108 上、中央に配置されている。カルーゼル 112 は、通常、複数のアーム 138 を含む。各々のアーム 138 は、研磨用ヘッド 130 の一つを一般的に支える。移送用ステーション 110 が見られるように、図 1 では、アーム 138 の一つは示されていない。カルーゼル 112 は、ユーザにより規定された順序で、研磨用ヘッド 130 がステーション 102、106、移送用ステーション 110 との間で移動できるように割り出し可能になっている。

【0031】

一般的に、研磨用ヘッド 130 は、基板 114 を保持するが、基板 114 は、ECMP ステーション 102 又は研磨用ステーション 106 内に配置される。装置 100 上の ECMP ステーション 106 と研磨用ステーション 102 のアレンジメントは、同一研磨用ヘッド 130 内で保持されると同時に、基板 114 が連続してメッキされ、基板をステーション間で移動させることにより研磨されることを考慮したものである。本発明に適合されてもよい一つの研磨用ヘッドは、“TITAN HEAD” (商標) 基板キャリアであり、これは、カリフォルニア州サンタクララ市にある Applied Materials 社によって製造されている。

【0032】

本願で説明された研磨用ヘッド 100 と共に使用可能である研磨用ヘッド 130 の実施形態の例は、2000 年 2 月 25 日に Shendon 氏の他に発行された米国特許第 6,024,630 号に説明されているが、これは、本願の請求項及び開示内容に矛盾しない範囲で、参考の為に本願に組み込まれる。

【0033】

研磨装置 100 と、そこで実行される処理を容易にする為に、中央制御装置 (CPU) 142、メモリ 144、サポート回路 146 を備えるコントローラ 140 が、研磨装置 100 に接続されている。CPU 142 は、いろいろな装置や圧力を制御する為に産業用設定で使用可能なコンピュータプロセッサのいかなる形式でもよい。メモリ 144 は、CPU 142 に接続されている。メモリ 144 やコンピュータ読み取り可能媒体は、ランダムアクセスメモリ (RAM)、リードオンリーメモリ (ROM)、フロッピーディスク、ハードディスク、ローカル又はリモート式の、あらゆる形式の、他のデジタル記憶装置のような一以上の容易に利用可能なメモリでもよい。サポート回路 146 は、従来方式でプロセッサを支持する為に CPU 142 に接続されている。これらの回路は、キャッシュ、電源、クロック回路、入出力回路、サブシステム等を含む。

【0034】

研磨装置 100 及び / 又はコントローラ 140 を作動する為のパワーは、電源 150 により提供される。実例として、電源 150 は、研磨装置 100 の複数の構成要素に接続されているのが示されており、移送用ステーション 110、ファクトリ・インターフェース 120、ローディング用ロボット 116、コントローラ 140 を含む。他の実施形態において、研磨装置 100 の 2 以上の構成要素の為に、別個の電源が供給されている。

【0035】

図 2 は、ECMP ステーション 102 の上方で支持された研磨用ヘッド 130 の断面図を示す。ECMP ステーション 102 は、一般的に深皿 202、電極 204、研磨物 205、ディスク 206、カバー 208 を含む。一実施形態において、深皿 202 は、研磨装置 100 の基部 108 に結合されている。深皿 202 は、一般的に容器または電解液セルを画成し、その中で、電解液 220 のような導電性流体を閉じ込めることができる。基板 114 を処理する際に使用される電解液 220 は、銅、アルミニウム、タングステン、金、銀、基板 114 に電気化学的に堆積される他の材料、又は電気化学的に基板 114 から除去される材料のような金属を処理する為に使用可能である。

【0036】

深皿 202 は、フルオロポリマー、テフロン (登録商標)、PFA、PE、PES、電気メッキや電気研磨用化学物質と互換性がある他の材料のようなプラスチックで形成されたボール形部材でもよい。深皿 202 は、アパーチャー 216 及びドレイン 214 を含む底

部 2 1 0 を有する。アパーチャー 2 1 6 は、一般的に底部 2 1 0 の中心に配置され、シャフト 2 1 2 が、そこを貫通することを許容する。シール 2 1 8 は、アパーチャー 2 1 6 とシャフト 2 1 2 の間に配置され、シャフト 2 1 2 が回転することを許容する一方、深皿 2 0 2 内に配置された流体がアパーチャー 2 1 6 を貫通することを防止する。

【 0 0 3 7 】

深皿 2 0 2 は、通常、電極 2 0 4、ディスク 2 0 6、その中に配置された研磨物 2 0 5 を含む。研磨物 2 0 5 (例えば、研磨パッド)は、ディスク 2 0 6 上の深皿 2 0 2 内に、配置され、支持される。

【 0 0 3 8 】

電極 2 0 4 は、基板 1 1 4 及び / 又は基板表面に接触する研磨物 2 0 5 に対する逆電極である。研磨物 2 0 5 は、少なくとも一部が導電性であり、電気化学堆積、化学機械的研磨、又は、電気化学的分解を含む、電気化学的処理 (電気化学的機械メッキ処理 (ECMP)) 中、基板との組み合わせで電極として作用してもよい。電極 2 0 4 と研磨物 4 0 5 との間に印加された正のバイアス (アノード) 又は負のバイアス (カソード) に従い、電極 2 0 4 はアノードでもカソードでもよい。

【 0 0 3 9 】

例えば、基板表面上の電解液からの材料を堆積することにより、電極 2 0 4 は、アノードとして作用し、基板表面及び / 又は研磨物 2 0 5 は、カソードとして作用する。例えば印加されたバイアスからの分解により基板表面から材料を除去するとき、電極 2 0 4 は、カソードとして機能し、基板表面及び / 又は研磨物 2 0 5 は、分解処理の間、アノードとして作用することが可能である。

【 0 0 4 0 】

電極 2 0 4 は、ディスク 2 0 6 と、深皿 2 0 2 の底部 2 1 0 との間で一般的に位置決めされるが、ここで、電極 2 0 4 は電解液 2 2 0 内に浸されてもよい。電極 2 0 4 は、プレート状部材でもよく、プレートは、そこを貫通して形成された複数のアパーチャー、又は、浸透膜または容器内に配置された複数の電極片を有する。浸透膜 (図示せず) は、泡 (例えば、水素バブル) をろ過して水面を形成し、欠陥形成を減少させ、これらの間の電流や電力を安定化させるか均一に印加する為に、ディスク 2 0 6 と電極 2 0 4 との間、又は電極 2 0 4 と研磨物 2 0 5 との間に配置可能である。

【 0 0 4 1 】

電着処理の為に、電極 2 0 4 は堆積または除去される材料 (例えば、銅、アルミニウム、金、銀、タングステン、基板 1 1 4 上に電気化学的に堆積可能な他の材料) で形成される。電気化学的除去処理 (例えば、アノード分解) の為に、電極 2 0 4 は、銅分解の為に、堆積された材料以外の材料 (例えば、白金、炭素、アルミニウム) の非消費電極を含んでもよい。

【 0 0 4 2 】

研磨物 2 0 5 は、流体環境および処理仕様と両立できる材料のパッド、ウェブ、ベルトでもよい。図 2 で描かれている実施形態において、研磨物 2 0 5 は、形が円形になっており、ディスク 2 0 6 により下面で支えられている。研磨物 2 0 5 は、処理中に基板表面と接触する為に、少なくとも一部が導電面の導電材 (例えば、一以上の導電素子) を含む。研磨物 2 0 5 は、従来研磨材上に埋め込まれるか配置された導電性研磨材の複合材、または、導電性研磨材の一部又は全部であってもよい。たとえば、導電材は、ディスク 2 0 6 と研磨物 2 0 5 との間に配置された「バックング」材上に配置され、処理中、研磨物 2 0 5 4 のデュロメータ及び / 又はコンプライアンスを調整してもよい。

【 0 0 4 3 】

深皿 2 0 2、カバー 2 0 8、ディスク 2 0 6 は、移動自在に基部 1 0 8 に配置されてもよい。深皿 2 0 2、カバー 2 0 8、ディスク 2 0 6 は、軸状に基部 1 0 8 に移動可能であり、カルーゼル 1 1 2 が ECMP と研磨用ステーション 1 0 2、1 0 6 の間で基板 1 1 4 を割り出すときに研磨ヘッド 1 3 0 のクリアランスを容易にする。ディスク 2 0 6 は、深皿 2 0 2 内に配置され、シャフト 2 1 2 に結合される。シャフト 2 1 2 は、基部 1 0 8 の下

方に配置されたモータ 224 に一般的に結合される。コントローラ 140 からの信号にตอบสนองして、モータ 224 は所定速度でディスク 206 を回転させる。

【0044】

ディスク 206 は、不利に研磨に影響を与えないであろう電解液 220 と両立可能な材料から形成された穿孔物でもよい。ディスク 206 は、ポリマー（例えば、フルオロポリマー、PE、テフロン（登録商標）、PFA、PES、HDPE、UHMW等）から制作されてもよい。ディスク 206 は、ネジや他の手段（例えば、包囲物を備えた締まりばめ、スナップ）を用いて深皿 202 内に固定可能であり、内部又は他の場所に吊されている。ディスク 206 は、広い処理用ウィンドウを提供する為に、電極 204 から間隔を開けて配置されるのが好ましく、これにより、基板表面から電極 204 への除去材料や堆積材料の感度を減らす。

【0045】

ディスク 206 は、電解液 220 に一般的に浸される。一実施形態において、ディスク 206 は、内部に形成された複数のチャンネル 222 や穿孔を含む。穿孔には、部分的または完全に対象物（例えば、研磨物）に貫通して形成された通路、アパーチャー、穴が含まれる。穿孔の大きさや密度は、ディスク 206 を通して基板 114 に電解液 220 の均一分布を提供するように選択される。

【0046】

ディスク 206 の一態様において、約 0.02 インチ（0.5 mm）から約 0.4 インチ（10 mm）の直径を有する穿孔を含む。穿孔は、研磨物の約 20% から約 80% の穿孔密度を有してもよい。研磨処理に対し最小限の不利益を持つ電解液を提供するには、およそ 50% の穿孔密度が認識されてきた。通常、ディスク 206 と研磨物 205 の穿孔は一致しており、基板表面に対し、ディスク 206 と研磨物 205 を通して、十分な電解液の質量流量を提供している。研磨物 205 は、機械的クランプや導電性接着材により、ディスク 206 上に配置されてもよい。

【0047】

本願で説明された研磨物は、電気化学的機械研磨（ECMP）処理に対するものであるが、本発明は、電気化学的作用を伴う他の制作処理で導電性研磨物を使用することも企図している。電気化学的作用を使用する、そのような処理例には電気化学堆積を含むが、電気化学堆積は、従来のバイアス印加装置（例えば、電気化学堆積および化学機械研磨の組合せを含むエッジ接触、電気化学的機械メッキ処理（ECMP））を使用することなく、均一バイアスを基板表面に印加して導電材料を堆積する為に使用される研磨物 205 を伴う。

【0048】

動作中、研磨物 205 は、深皿 202 内の電解液内のディスク上に配置される。研磨ヘッド上の基板 114 は、電解液内に配置され、研磨物 205 と接触する。電解液は、ディスク 206 と研磨物 205 の穿孔を通して流れ、内部に形成された溝により基板表面上に散布される。電力源からの電力は、その後、導電性研磨物 205 に印加され、電解液内の導電材（例えば、銅）は、その後、アノード分解法により除去される。

【0049】

電解液 220 は、ノズル 270 を介してポリューム 232 内にリザーバ 233 から流される。電解液 220 は、スカート部 254 内に配置された複数の穴 234 によって、ポリューム 232 から溢れ出ることが防止されている。穴 234 は、ポリューム 232 を出て行き、深皿 202 の下部に流入する電解液 220 の為に、カバー 208 を通って通路を一般的に提供する。少なくとも一部の穴 234 は、窪み部 258 の下面 236 と中央部 252 との間に概して位置決めされている。ホール 234 は、窪み部 258 の下面 236 より通常は高く、電解液 220 は、ポリューム 232 を満たし、それにより、基板 214 と研磨媒体 205 に接触する。このように、基板 214 は、カバー 208 とディスク 206 との間の相対間隔の全範囲を通して接触を維持する。

【0050】

深皿 202 内に集められた電解液 220 は、底部 210 で配置されたドレイン 214 を通って流体分配システム 272 内に一般的に流れる。流体分配システム 272 は、通常、リザーバ 233 とポンプ 242 を含む。流体分配システム 272 内に流れる電解液 220 は、リザーバ 233 内に集められる。ポンプ 242 は、電解液 220 をリザーバ 233 から供給ライン 244 を通ってノズル 270 に移送し、ここで、電解液 220 は、ECMPステーション 102 を通って再循環される。フィルタ 240 は、リザーバ 233 とノズル 270 との間に一般的に配置され、電解液 220 内に存在する可能性のある固まりになった材料と粒子を除去する。

【0051】

電解質溶液は、商業上、利用可能な電解液を含んでもよい。たとえば、銅を含む材料の除去において、電解液は、硫酸ベースの電解液や燐酸ベースの電解液を含んでもよく、例えば、リン酸カリウム (K_3PO_4) や、これらの組合せがある。電解液は、また、硫酸ベースの電解液 (例えば硫酸銅) の誘導体、燐酸ベースの電解液 (例えば、燐酸銅) の誘導体を含んでもよい。過塩素酸 - 酢酸溶液を有する電解液や、これらの誘導体も使用可能である。

【0052】

さらに、本発明は、電気メッキ又は電気研磨処理で従来通りに使用された電解質成分を使用すること、従来通りに使用された電気メッキ又は電気研磨添加剤 (例えば他の中で、光沢剤) を含むことを企図する。電気化学処理 (例えば、銅メッキ、銅陽極分解、これらの組合せ) で使用される電解溶液の為のソースは、商品名 "Ultrafill 2000" の下で、ペンシルバニア州、フィラデルフィア市に本社を持つローム & ハース社の一部門 Shipley Leonel である。適当な電解質成分の例は、2002年1月3日に提出された米国特許出願第 10/038,066 号に説明され、これは、本願の態様及び請求項に矛盾しない範囲で参考に組み込まれている。

【0053】

電解溶液は、電気化学的セルに提供され、動的流量を基板表面或いは基板表面と電極との間に、約 0.5 GPM から約 20 GPM のように毎分約 20 ガロン (GPM) までの流量 (例えば、約 2 GPM) で提供される。そのような電解液の流量は、研磨剤と化学的副産物を基板表面から取り除き、改善された研磨速度の為に電解液材料の一新が許容されると、考えられている。

【0054】

研磨処理において機械摩耗を使用すると、基板 114 と研磨物 205 は互いに回転され、基板表面から材料を除去する。ここで説明されるように、機械摩耗は、導電性研磨剤と従来の研磨材の両方に物理的接触することにより、提供されてもよい。基板 114 と研磨物 205 は、約 5 rpm 以上 (例えば、約 10 rpm から約 50 rpm の間) で、それぞれ回転される。

【0055】

一実施形態では、高い回転速度研磨処理が使用されてもよい。高回転速度処理は、研磨物 205 を約 150 rpm 以上のプラテン速度 (例えば、約 150 rpm から約 750 rpm の間) で回転させることを含み; 基板 114 は、約 150 rpm から約 500 rpm の間の回転速度 (約 300 rpm から約 500 rpm) で回転可能である。ここで説明された研磨物、処理、装置と共に使用可能な高速回転速度研磨処理の更なる説明は、"Method And Apparatus For Chemical Mechanical Polishing Of Semiconductor Substrates" という発明の名称で、2001年7月25日に提出された米国特許出願第 60/308,030 号に開示されている。基板表面を横切る楕円運動、掃引運動を含む他の運動は、処理中に実行されてもよい。

【0056】

基板表面に接触するとき、約 6 psi 以下 (例えば、約 2 psi 未満) の圧力が、研磨物 205 と基板表面との間に加えられる。約 2 psi 未満 (例えば、約 0.5 psi 未満)

の圧力が、基板 114 と研磨物 205 との間の低誘電率材料を含む基板で使用される。一態様において、本願で説明されたように、約 0.1 psi 及び約 0.2 psi の圧力が、導電性研磨物で基板を研磨する為に使用可能である。

【0057】

陽極分解において、電位差又はバイアスは、カソードとして機能する電極 204 と、アノードとして機能する研磨物 205 の研磨面 310 との間で印加される。研磨物と接触する基板は、バイアスが導電性物品サポート部材に印加されると同時に導電性研磨面 310 を介して分極されている。バイアスの印加は、基板表面上に形成された導電材（銅含有材料）の除去を許容する。バイアスを確立することは、約 15 ボルト以下の電圧を基板表面に印加することを含む。約 0.1 ボルトと約 10 ボルトとの間の電圧は、基板表面から電極へと銅含有材料を分解するのに使用可能である。バイアスは約 0.1 mA/cm² から約 50 mA/cm²、の間の電流密度、或いは、200 mm 基板に対して約 0.1 A から約 20 A を提供可能である。

【0058】

電源 150 により電位差を確立し、アノード分解処理を実行する為に提供される信号は、基板表面から材料を除去する為の要件に依存して変更可能である。たとえば、時間変更陽極信号は、導電性研磨媒体 205 に提供されてもよい。当該信号は、電気パルス変調技術によっても適用可能である。電気パルス変形技術は、第 1 時間の間、一定の電流密度や電圧を基板全体に印加する工程、その後、第 2 時間の間、一定の逆電圧を基板全体に印加する工程、第 1 時間と第 2 時間を繰り返す工程を備える。たとえば、電気パルス変形技術は、約 -0.1 V と約 -15 V の間から、約 0.1 V と約 15 V の間まで、電位を変更する工程を使用してもよい。

【0059】

研磨媒体上の穿孔パターンや密度で、研磨物 205 から基板にバイアスをかけることは、従来のエッジ接触 - ピンバイアスからの高い縁部加工速度と低い中央加工速度と比較して、基板表面からの電解溶液への導電材（例えば、金属）の均一な分解を提供する、と考えられている。

【0060】

銅含有材料のような導電材は、少なくとも基板表面の一部から約 15,000 /分以下（例えば、約 100 /分と約 15,000 /分の間）の速度で除去可能である。除去される銅材が約 12,000 の厚さである本発明の一実施形態では、約 100 /分から約 8,000 /分の間の加工速度を提供する為に電圧を導電性研磨物 205 に印加することができる。

【0061】

電気研磨処理後、バリア層材料を除去し、表面欠陥を誘電材料から除去するか、導電性研磨物を用いて研磨処理の平坦性を改善する為に、基板は、バフ研磨されるか、更に研磨されてもよい。適当なバフ研磨処理と組成物の一例は、2000年5月11日に提出された同時係属米国出願第 09/569,968 号に開示されているが、本願の態様と開示内容に矛盾しない範囲で参考のために、本願に組み込まれる。

【0062】

研磨物材料

ここで説明された研磨物は、導電材で形成されてもよいが、この導電材は、導電性研磨材を備えてもよいし、誘電体又は導電性研磨材に配置された導電素子を備えてもよい。一実施形態において、導電性研磨剤は、導電性ファイバ、導電性充填材、これらの組合せを含んでもよい。導電性ファイバ、導電性充填材、これらの組合せは、重合材料内に配置されてもよい。

【0063】

導電性ファイバは、導電性または絶縁性の材料でもよく、例えば、絶縁性又は導電性のポリマー又はカーボンベースの材料であるが、少なくとも部分的に導電材（金属、カーボンベースの材料、導電性セラミック材、導電性合金、または、これらの組合せを含む。）で

被覆又は覆われている。導電性ファイバは、ファイバ又はフィラメント、導電性ファブリック又は布、導電性ファイバのリング、ループ、コイルという形式でもよい。複数層の導電材料（例えば、導電性布又はファブリックの複数層）は、導電性研磨材を形成する為に使用可能である。

【0064】

導電性ファイバは、導電材で被覆された絶縁性または導電性ファイバ材料を含む。絶縁性重合材料は、ファイバ材として使用可能である。適した誘電ファイバ材の例には、重合材料（ポリアミド、ポリイミド、ナイロン・ポリマー、ポリウレタン、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリマーを含むジエン（例えば、AES（ポリアクリルオントリル・エチレン・スチレン）、アクリルポリマー、又はこれらの組合せ））を含む。

【0065】

導電性ファイバ材は、本来的に導電性重合材を備えてもよく、ポリアセチレン、ポリエチレンダイオキシチオフェン（PEDT）（これは、商品名“Baytron”（商標）の下で商業的に利用可能である）、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、カーボンベースファイバ、又はこれらの組合せを含む。導電性ポリマーの他の例は、ポリマー・貴金属混成材である。ポリマー・貴金属混成材は、周囲の電解液と共に一般的に化学的に不活性であり、耐酸化性の貴金属を有する材料が一例である。ポリマー・貴金属混成材の例は、白金・ポリマー混成材である。（導電性ファイバを含む）導電性研磨材の例は、“Conductive Polishing Article For Electrochemical Mechanical Polishing”という発明の名称で、2001年12月27日に提出された同時係属米国出願第10/033,732号に完全に説明されているが、これは、本願の請求された態様と説明に矛盾しない範囲で、本願に参照の為に組み込まれる。本発明は、本願で説明されたファイバとして使用可能である有機材または無機材の使用も企図する。

【0066】

ファイバ材は、種類において、中実または中空でもよい。ファイバ長は、約1 μ mと約1000mmの間の範囲にあり、直径は、約0.1 μ mから約1mmの範囲にある。一態様において、ファイバ径は、約5 μ mから約200 μ mで、直径に対する長さというアスペクト比は約5以上であり、例えば、導電性ポリマー複合材や発泡体（ポリウレタン内に配置された導電ファイバ）に対し、約10以上である。ファイバの横断面積は、円形、楕円、星模様、「雪の薄片」、又は、製造された誘電又は導電ファイバの他の形状でもよい。約5mmから約1000mmの長さ、約5 μ mから約1000 μ mの直径を有する高アスペクト比のファイバは、導電性ファイバのメッシュ、ループ、ファブリックまたは布を形成する為に使用可能である。ファイバは、約 10^4 psiから約 10^8 psiの範囲で、弾性係数を有してもよい。しかし、本発明は、本願で説明された処理及び研磨物において、追従性があり、柔軟なファイバを考慮に入れる為に必要な、あらゆる弾性係数を企図する。

【0067】

導電性または絶縁性ファイバ材上に配置された導電性材料は、導電性無機化合物（貴金属、カーボンベース金属、導電性セラミック材、金属無機化合物、又は、これらの組合せ）を一般的に含む。ここで、導電材被覆用に使用可能な金属例は、貴金属、銅、ニッケル、コバルト、更に、これらの組合せを含む。貴金属は、金、白金、パラジウム、イリジウム、レニウム、ロジウム、レニウム、ルテニウム、オスミウム、これらの組合せを含むが、金と白金の組合せが好ましい。本発明は、ここで例示された金属の他、導電材被覆用に他の金属の使用も企図する。カーボンベース材料は、ファイバ表面に付着可能なカーボン粒子、カーボンブラック、グラファイトを含む。セラミック材の例は、炭化ニオブ（NbC）、炭化ジルコニウム（ZrC）、炭化タンタル（TaC）、炭化チタン（TiC）、炭化タンゲステン（WC）、これらの組合せを含む。本発明は、ここで例示された物の他、導電材の被覆の為に、他の金属、他のカーボンベース材料、他のセラミック材料も企図す

る。

【0068】

たとえば、無機化合物には、重合ファイバに配置された硫化銅またはダンジェナイト、 Cu_9S_5 を含み、例えばアクリルやナイロン製ファイバがある。ファイバで被覆されたダンジェナイトは、商品名 "Thunderon" (登録商標) の下で、日本の Nihon Sanmo Dyeing 社より、商業上、入手可能である。"Thunderon" (登録商標) ファイバは、通常、ダンジェナイト、 Cu_9S_5 の約 $0.03\mu m$ から約 $0.1\mu m$ の間の被覆を持ち、約 $40 / cm cm$ の導電率を有することが分かっている。

【0069】

導電性被覆は、直接、メッキ、被覆、物理蒸着、化学蒸着、または導電材料の接着により、ファイバ上に配置されてもよい。さらに、導電材料(例えば、銅、コバルト、ニッケル)の層、核形成、シードは、導電材料とファイバ材との間の接着を改善する為に使用可能である。導電材料は、絶縁性または導電性ファイバ材から形成された布またはファブリック、成形されたループ、発泡体と同様、いろいろな長さの別個の絶縁性または導電性ファイバ上に配置されてもよい。

【0070】

適した導電性ファイバの一例は、金で被覆されたポリエチレン・ファイバである。導電性ファイバの追加例は、金でメッキされたアクリル・ファイバ、ロジウムで被覆されたナイロン製ファイバを含む。核形成材料を使う導電性ファイバの一例は、銅のシード層と、銅層上に配置された金属とで被覆されたナイロン製ファイバである。

【0071】

導電性充填材は、カーボンベース材料または導電性粒子およびファイバを含んでもよい。導電性カーボンベース材料の例は、カーボンパウダー、カーボンファイバ、カーボンナノチューブ、カーボン・エーロゲル、グラファイト、更に、これらの組合せを含む。導電性粒子またはファイバの例は、本来的に導電性のポリマー、導電材で被覆された絶縁性または導電性粒子、導電材伝導性の粒子またはファイバの実施例は、導電材料、導電材料での誘電充填剤被覆、伝導性の非有機的な粒子、伝導性のセラミック粒子とその組合せで本質的に伝導性のポリマー、誘電体または伝導性の粒子被覆を含む。ここで記載されているように、導電性充填材は、部分的あるいは完全に金属(例えば、貴金属)、カーボンベース材料、導電性セラミック材、金属無機化合物、又は、これらの組合せで被覆されてもよい。充填材の一例は、銅またはニッケルで被覆されたグラファイトまたはカーボンファイバである。導電性充填材は、製造された充填材のあらゆる形状の一定(例えば、2以上)のアスペクト比を有する、球状、楕円状、縦通材でもよい。充填材は、第2材料内に配置され、第2材料の物理的特性、化学的特性、電気的特性を変更するような材料として、本願において広く定義されている。このように、充填材は、絶縁性又は導電性ファイバ材も含み、ファイバ材は、本願で説明されたように、部分的または完全に導電性金属又は導電性ポリマーで被覆されている。導電性金属又は導電性ポリマー内に部分的又は完全に被覆された絶縁性又は導電性ファイバ材の充填材は、同様に、完全なファイバ又はファイバ片でもよい。

【0072】

導電材料は、絶縁性及び導電性ファイバ及び充填材の両方を被覆する為に使用され、導電性研磨材を形成する為に所望の導電率レベルを提供する。一般的に、導電材料の被覆は、約 $0.01\mu m$ から約 $50\mu m$ の間(例えば、約 $0.02\mu m$ から約 $10\mu m$ の間)の厚さまで、ファイバ及び/又は充填材料上に堆積される。被覆により、通常、ファイバ又は充填材の抵抗率は、約 $100 - cm$ 未満(例えば、約 $0.001 - cm$ から約 $32 - cm$ の間)になる。抵抗率は、ファイバ又は充填材及び使用された被覆の両方の材料に依存しており、導電材の被覆(例えば、 0 で $9.81\mu - cm$ の抵抗率を有する白金)の抵抗率を示してもよいことを、本発明は企図している。適した導電性ファイバの一例は、約 $0.1\mu m$ の銅、ニッケル、又はコバルト、更に、銅、ニッケル、又はコバルト層上に配置された約 $2\mu m$ の金で被覆され、ファイバの全径が、約 $30\mu m$ から約 $90\mu m$

の間にあるナイロン製ファイバである。

【0073】

導電性研磨材は、導電性又は絶縁性ファイバ材の組合せであって、少なくとも部分的に、追加の導電材と導電性充填材で被覆又は覆われ、所望の電気導電率や他の研磨物特性を達成するものを含む。組合せ例は、導電性研磨材の一部を少なくとも備える導電材のように、グラファイトと金が被覆されたナイロン製ファイバを使用するものである。

【0074】

導電性ファイバ材、導電性充填材料、それらの組合せは、結合材料内部で分散されてもよく、或いは、混成の導電性研磨材を形成してもよい。結合材料の一形式は、従来の研磨材である。従来の研磨材は、一般的に絶縁材料（例えば、絶縁性重合材）である。絶縁性重合研磨材の例は、充填剤、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、テフロン（登録商標）ポリマー、ポリスチレン、エチレン-プロピレン-ジエン・メチレン（EPDM）、これらの組合せと混ぜ合わせられるポリウレタンとポリウレタン、更に、研磨用基板表面で使われる他の研磨材を含む。従来の研磨材は、ウレタンで浸されるか発泡状態にあるフェルトファイバを含んでもよい。いかなる従来の研磨材も、本願で説明された導電性ファイバや充填材と共に接着材料として使用可能であることが、本発明により企図されている。

【0075】

添加剤は、導電性ファイバ、導電性充填材またはそれらの組合せをポリマー材料内で援助する為に、結合材料に付加されてもよい。添加剤は、ファイバ及び/又は充填材及び結合材料から形成された研磨物の機械的特性、熱的特性、電気的特性を改善する為に使用可能である。添加剤は、より均一に導電性ファイバや導電性充填材を結合材料内部で分散させる為に、ポリマー架橋と分散剤を改良する為の架橋剤を含む。架橋剤の例は、アミノ化合物、シラン架橋剤、ポリイソシアネート化合物、更に、それらの組合せを含む。分散剤の例は、N-置換の長い原子連鎖を含むアルケニル・スクシンイミドと、高分子量有機酸のアミン塩と、極性基（例えば、アミン、アミド、イミン、イミド、ヒドロキシル、エーテル）を含むメタクリル酸またはアクリル酸誘導体のコポリマーと、極性基（例えば、アミン、アミド、イミン、イミド、ヒドロキシル、エーテル）を含むエチレン-プロピレン・コポリマーとを含む。それに加えて、含硫化合物（例えば、チオグリコール酸、関連エステル）は、結合材料内部の充填材、金被覆ファイバの為に有効な分散剤として認識されている。本発明は、添加剤の量やタイプは、使用される結合材料と同様に、ファイバや充填材料で変化し、上記例は、例示的であり、本発明の請求項を限定するものとして解釈または判断されるものではないこと、を企図するものである。

【0076】

さらに、結合材料内部で電氣的に連続した又は物理的に連続した媒体やフェーズを形成する為に、十分な量の導電性ファイバ及び/又は導電性充填材料を提供することにより、結合材料内部で導電性ファイバ及び/又は充填材料のメッシュが形成されてもよい。導電性ファイバ及び/又は充填材は、約2重量%から約85重量%の間の量（例えば、約5重量%から約60重量%の間の量）の研磨材を、重合結合材料と組み合わせられる時に一般的に備える。

【0077】

混交され、導電材で被覆されたファイバ材のファブリック又は布（更に選択的に導電性充填材）は、結合材内に配置されてもよい。導電材で被覆されたファイバ材は、糸を形成する為に混交されてもよい。糸は、一緒に圧縮され、接着材又はコーティングの助けを借りて、導電性メッシュを作ってもよい。糸は、研磨用パッドの材料における導電素子として分散されてもよく、布やファブリックとして混交されてもよい。

【0078】

あるいは、導電性ファイバ及び/又は充填材は、結合剤と共に組み合わせられ、混成導電性研磨材を形成してもよい。適当な結合剤の例は、エポキシ、シリコン、ウレタン、ポリイミド、ポリアミド、フルオロポリマー、フッ化誘導体、または、これらの組合せを含む

。付加的な導電材料（例えば、導電性ポリマー、付随的導電性充填材、又は、これらの組合せ）は、所望の導電率や他の研磨物特性を達成する為に、結合剤と共に使用可能である。導電性ファイバ及び／又は充填材は、約2重量%から約85重量%の間（例えば、約5重量%から約60重量%の間）の混成導電性研磨材を含んでもよい。

【0079】

導電性ファイバ及び／又は充填材料は、約50 - cm以下のバルク又は表面抵抗率（約3 - cm以下の抵抗率）を有する導電性研磨物又は研磨材料を形成する為に使用可能である。研磨物の一態様において、研磨物又は研磨物の研磨面は、約1 - cm未満の抵抗率を有する。一般的に、導電性研磨材料又は導電性研磨材料と従来研磨材料の混成は、約50 - cm以下のバルク抵抗率又はバルク表面抵抗率を有する導電性研磨物を生じさせる為に提供される。導電性研磨材料と従来の研磨材料との混成例は、約10 - cm以下のバルク抵抗率を有する研磨物を提供するために、1 - cm以下の抵抗率を示す金やカーボンが被覆されたファイバであって、十分な量のポリウレタンという従来の研磨材料内に配置されたものである。

【0080】

本願で説明された導電性ファイバ及び／又は充填材は、一般的に、受ける電界の下で劣化しない機械的特性を有し、酸や基本的電解液の中でも劣化しない抵抗性を有する。使われる導電材料と結合材料は、該当する場合、従来の研磨物で使用された従来の研磨材料と同等の機械的特性を持つように組み合わせられる。

【0081】

たとえば、単独または結合材料との組合せで導電性研磨材は、本願で説明されたポリマー材料に対し、約100以下のショア（D型）硬さスケールで約100以下の硬さを持つが、これは、ペンシルバニア州フィラデルフィア市に本社を有する、アメリカ材料試験協会（ASTM）によって測定されている。一態様において、導電性材料は、ポリマー材料に対し、ショア（D型）硬さスケールで、約80以下の硬さ（例えば、従来の堅い研磨用パッドに対し、約50から80の間のショア（D型）硬さスケール）を持つ。たとえば、導電性研磨用パッドは、約50から約70の間のショア（D型）硬さを持ってよい。導電性研磨部110は、約500ミクロン以下の表面荒さを一般的に含む。研磨用パッドの特性は、機械研磨中および基板表面にバイアスをかけるとき、基板表面のスクラッチングを減らすか最小限にするように一般的に設計されている。

【0082】

研磨物の構造

一態様において、本願で説明された研磨物は、サポート部上に配置された単一層の導電性研磨材料で構成されている。他の態様において、研磨物は、複数の材料層を備えてもよく、これは、基板又は少なくとも一つの研磨物サポート部又はサブパッドと接触する為に、導電面を提供するか、基板表面上に少なくとも一つの導電材料を含んでもよい。

【0083】

図3Aは、研磨物205の一実施形態の一部断面図である。図3で例示された研磨物205は、混成研磨物を備え、基板表面または研磨物サポート部、又はサブパッド部320を研磨する為に導電性研磨部310を有する。

【0084】

導電性研磨部310は、本願で説明したように、導電性研磨材料を備え、導電性研磨材料は、導電性ファイバ及び／又は導電性充填材を含む。たとえば、導電性研磨部310は、導電性材料を含み、導電性材料は、重合材料内に浸された導電性ファイバ及び／又は導電性充填材を備えてもよい。さらに、導電性研磨部は、一以上のループ、コイル、導電性ファイバのリング、又は、導電性ファブリックや布を形成するように混成された導電性ファイバを含んでもよい。導電性研磨部310は、また、複数層の導電材料（例えば、導電性布やファブリックの複数層）から構成されてもよい。

【0085】

導電性研磨部310の一例は、グラファイト粒子及び金で被覆された、ポリウレタン内に

配置されたナイロン製ファイバを含む。他の例は、グラファイト粒子、カーボンナノチューブ、カーボンファイバ、これらの組合せであって、ポリウレタンやシリコン内に配置されてものを含む。

【0086】

研磨物サポート部320の直径や幅は、一般的に、導電性研磨部310の直径や幅と同一か、これらより小さい。しかし、本発明は、研磨物サポート部320が、導電性研磨部310より大きい幅や直径を有することを企図する。本願の図は円形導電性研磨部310、研磨物サポート部320を例示しているが、本発明は、導電性研磨部310、研磨物サポート部320、或いは両方が異なる形状（例えば、矩形面や楕円面）を有してもよいことを企図する。本発明は、更に、導電性研磨部310、研磨物サポート部320、又は、両方が、材料のベルトまたはライナーウェブを形成可能であることを企図する。

【0087】

研磨物サポート部320は、研磨処理における不活性材料を備え、ECMP中に消費されること又は損傷を受けることに対し抵抗性を有してもよいことを企図する。たとえば、研磨物サポート部は、重合材料を含む従来の研磨材から構成されてもよいが、重合材の例は、ポリウレタン、ファイバが混合されたポリウレタン、ポリカーボネート、ポリフェニレン・スルフィド（PPS）、エチレン・プロピレン・ジエン・メチレン（EPDM）、テフロン（登録商標）、ポリマー、これらの組合せ、研磨用基板表面に使用される他の研磨材がある。研磨物サポート部320は、処理中に研磨物205とキャリアヘッド130との間にかけてられた一部の圧力を吸収する為に、従来の柔らかい材料（例えば、ウレタンで浸された圧縮フェルト）でもよい。軟かい材料は、約20から約90のショア（A型）硬さを持ってよい。

【0088】

あるいは、研磨物サポート部320は、周囲の電解液と両立する導電性材料で形成されてもよく、これは、不利に研磨に影響を与えず、導電性貴金属または導電性ポリマーを含み、研磨物にわたり電気導電性を提供する。貴金属の例は、金、白金、パラジウム、イリジウム、レニウム、ロジウム、ルテニウム、オスミウム、これらの組合せであるが、金と白金が好ましい。周囲の電解液と反応する材料（例えば、銅）は、そのような材料が、不活性材料（例えば、従来の研磨材料や貴金属）により周囲の電解液から隔離されていれば使用可能である。

【0089】

研磨物サポート部320が導電性であるとき、研磨物サポート部320は、導電性研磨部310より、大きな導電率、すなわち、低い抵抗率を持ってよい。たとえば、導電性研磨部310は、0における抵抗率 $9.81 \mu - cm$ を有する白金で構成される研磨物サポート部320と比較して、約 $1.0 - cm$ 以下の抵抗率を持ってよい。導電物サポート部320は、基板表面にわたる均一な陽極分解の為に処理中に、均一のバイアスや電流を提供し、導電性抵抗を研磨物表面（例えば、研磨物の曲率）に沿って最小限にすることを考慮してもよい。導電物サポート部320は、電力を導電性研磨部310に伝送する為に電力源に結合されてもよい。

【0090】

通常、導電性研磨部310は、研磨材料との使用及び研磨処理に適した従来の接着材により、研磨物サポート部320に付着される。接着材は、処理又は製造要求に依存じて、導電性でも絶縁性でもよい。研磨物サポート部320は、接着材または機械的クランプにより、サポート部（例えば、ディスク206）に付けられてもよい。あるいは、研磨物205は、導電性研磨部310を含むだけである場合、導電性研磨部は、接着材または機械的クランプにより、サポート部（例えば、ディスク206）に付けられてもよい。

【0091】

導電性研磨部310は、それぞれ、導電性研磨部310及び研磨物サポート部320の内部に形成され、そこを通る流体の流れを容易にしてもよい。それぞれ、複数の穿孔は、導電性研磨部310と研磨物サポート部320の内部に形成され、そこを通る流体の流れを

容易にしてもよい。複数の穿孔は、電解液が処理中に表面を流れさせ当該表面に接触させる。穿孔は、本来的には製造中（例えば、導電性ファブリック又は布で混交される間）に形成されてもよいが、機械的手段により、当該材料を通じて形成又は型取られてもよい。穿孔は、研磨物 205 の各層を通じて、部分的または全部に形成されてもよい。導電性研磨部 310 の穿孔と研磨物サポート部 320 の穿孔は、そこを通じる流体の流れを容易にする為に一致させてもよい。

【0092】

研磨物 205 内に形成された穿孔 350 の例は、約 0.02 インチ（0.5 mm）から約 0.4 インチ（10 mm）の直径を有する研磨物内のアパーチャーを含んでもよい。研磨物 205 の厚さは、約 0.1 mm から約 5 mm の間でもよい。たとえば、穿孔は、互いに約 0.1 インチから約 1 インチまでの間隔を開けて配置されてもよい。

【0093】

研磨物 205 は、十分な電解液の流量を研磨物表面に提供する為に、研磨物の約 20% から約 80% の間の穿孔密度を持たせてもよい。しかし、本発明は、本願で説明された穿孔密度以下または以上の穿孔密度を企図しており、これが、そこを通る流体の流れを制御する為に使用可能である。一例において、約 50% の穿孔密度が十分な電解液の流れを提供し、基板表面からの均一な陽極分解を容易にすることが分かっている。穿孔密度は、穿孔が占める研磨物容積として、本願では広く説明されている。穿孔密度は、研磨物 205 内に穿孔が形成されているとき、研磨物の表面または本体の穿孔のサイズ、直径、総計の数を含む。

【0094】

穿孔のサイズや密度は、研磨物 205 を通して電解液の均一分布を基板表面に提供するよう選定される。通常、導電性研磨部 310 と研磨物サポート部 320 の、両方の穿孔の構成、穿孔サイズ、穿孔密度は、配列されて互いに一直線に並べられ、導電性研磨部 310 と研磨物サポート部 320 を通して基板表面に電解液の十分な流量を提供する。

【0095】

溝は、研磨物 205 にわたり電解液の流れを促進する為に研磨物 205 内に配置され、陽極分解または電気メッキ処理の為に、基板表面と共に効果的かつ均一な電解液の流れを提供してもよい。溝は、単層内で又は複数層を通過して、部分的に形成されてもよい。本発明は、基板表面と接触する研磨層または上層内に形成される溝を企図する。研磨物の表面に増加または制御された電解液の流れを提供する為に、穿孔の一部又は複数は溝と相互接続されてもよい。あるいは、全ての穿孔は研磨物 205 内に配置された溝と相互接続されてもよいし、どの穿孔も接続されなくてもよい。

【0096】

電解液の流れを容易にするのに使用される溝の例は、他の中で、直線状の溝、円弧状溝、環状の同心性溝、放射状溝、螺旋状溝を含む。研磨物 205 内に形成された溝の断面は、矩形、円形、半円形、研磨物の表面にわたり流体の流れを容易にする可能性がある他の形状でもよい。溝は、互いに交差してもよい。溝は、パターン内に形成されてもよく、例えば、研磨面上に配置された交差 X-Y パターン、或いは、研磨面上に形成された交差する三角形パターン、或いは、これらの組合せであって、基板表面にわたる電解液の流れを改善するものがある。

【0097】

溝は、約 30 ミルから約 300 ミルの間で互いに間隔が開けられてもよい。通常、研磨物内に形成された溝は、約 5 ミルから約 30 ミルの間隔の幅を持つが、研磨の為に要求されるようにサイズが異なってもよい。溝パターンの例は、約 10 ミルの幅で約 60 ミルだけ互いに離れて配置された溝を含む。あらゆる適した溝の形状、サイズ、直径、断面形状、間隔も、所望の電解液の流れを提供する為に使用可能である。追加の断面および溝形状は、"Method And Apparatus For Polishing Substrates" という発明の名称で、2001 年 10 月 11 日に提出された同時係属米国仮出願第 60/328,434 号に、より完全に説明されており、これは、請求項およ

び開示内容と矛盾しない範囲で、参考の為に本願に組み入れられる。

【0098】

基板表面への電解液の移送は、一部の穿孔を溝と交差することにより強化され、電解液が一組の穿孔を通して入らせ、溝により基板表面にわたって均一に分布され、基板を処理するのに仕様され、その後、処理用電解液は、穿孔を通して流れる追加電解液によりリフレッシュされてもよい。パッド用穿孔と溝の例は、2001年12月20日に提出された米国特許出願第10/026,854号に、より完全に説明されており、これは、本願の態様及び請求項と矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み入れられる。

【0099】

穿孔及び溝を有する研磨物の例は、以下の通りである。図4は、溝付き研磨物の一実施形態の平面図である。研磨物205の丸いパッド440は、十分な大きさと配列の複数の穿孔446を持ち、基板表面に電解液を流れさせる。穿孔446は、約0.1インチから約1インチの間で互いに間隔が開けられている。穿孔は、約0.02インチ(0.5mm)から約0.4インチ(10mm)の間の直径を持つ円形穿孔でもよい。さらに、穿孔の数や形状は、使用されるECMP組成物、装置、処理パラメータにより変更可能である。

【0100】

溝442は、内部の研磨物205の研磨面448内に形成され、新しいバルク溶液からの電解液が、深皿202から、基板と研磨物との間の隙間へ移送するのを援助する。溝442は、図4に示されるような研磨面448の実質的に円形状の同心性溝の溝パターン、図5に示されるようなX-Yパターン、図6に示されるような三角状パターンを含む、様々なパターンを有する。

【0101】

図5は、研磨用パッド540の研磨部548上の、X-Yパターン内に溝が配置された研磨用パッドの、他の実施形態の平面図である。穿孔546は、垂直上および水平上に配置された溝の交差点で配置されてもよく、また、垂直上の溝、水平上の溝、或いは、溝542の外側で研磨物548内に配置されてもよい。穿孔546と溝542は、研磨物の内径部544内に配置され、研磨用パッド540の外径部550は、溝及び穿孔が無くてよい。

【0102】

図6は、パターン化された研磨物640の他の実施形態である。この実施形態において、溝は、X-Yパターン内に配置され、斜めに配置された溝645がX-Yでパターン化された溝642と交差している。斜めの溝645は、X-Y溝642のいずれとも一定角度で配置され、たとえば、任意のX-Y溝642から約30°から約60°の間にある。穿孔646は、X-Y溝642の交差点、X-Y溝642と斜め溝645との交差点、任意の溝642及び溝645に沿って配置されてもよいし、或いは、溝642及び溝645の外側で研磨物648内に配置されてもよい。穿孔646と溝642は、研磨物の内径部644内に配置されてもよく、研磨用パッド640の外径部650は、穿孔及び溝が無くてよい。

【0103】

溝パターン(螺旋溝、曲りくねった溝、タービン溝)の追加の例は、"Method And Apparatus For Polishing Substrates"という発明の名称で2001年10月11日に提出された同時係属米国特許仮出願第60/328,434号に、より完全に説明されており、これは、本願の請求項と開示内容と矛盾しない範囲で本願に参考として組み入れられる。

【0104】

導電性研磨面

図7Aは、導電性布やファブリック700の一実施形態の平面断面図であり、研磨物205の導電性研磨部310を形成する為に使用可能である。本願で説明されているように、ファブリックや導電性布は、導電性材料で被覆された混交ファイバ710から構成されている。導電材料で被覆された混交ファイバ被覆のファブリックは、ファブリックを形成す

るように混交された導電性材料で被覆された複数のファイバを含んでもよい。ファブリックは、また、導電性材料で、その後に被覆されたファブリックを形成する為に複数の混交ファイバを含んでもよい。ファブリックは、導電性材料で被覆された混交ファイバのファブリックを形成する為に、2つの処理の組合せにより形成することも可能である。

【0105】

一実施形態において、垂直720及び水平730方向における混交ファイバ710の織り方や、バスケット織りパターンは、図7Aに例示されている。本発明は、導電性布やファブリックを形成する為に、ファブリックの他の形式（例えば、糸、異なる混交、ウェブ、メッシュパターン）を企図している。一態様において、ファイバ710は、ファブリック700内に流路を提供する為に混交されている。流路740は、ファブリック700を通して、電解液又は流体の流れ（イオンや電解液構成要素）を許容する。導電性ファブリック700は、重合接着材（例えばポリウレタン）内に配置されてもよい。導電性充填材も同様に、そのような重合接着材内に配置されてもよい。

【0106】

図7Bは、研磨物205の研磨物サポート部320上に配置された導電性布またはファブリックの一部断面図である。導電性布やファブリック700は、研磨物サポート部320内に形成された穿孔350を含む研磨物サポート部320にわたる一以上の連続層のように配置されてもよい。布またはファブリック700は、接着材により研磨物サポート部320に固定されてもよい。ファブリック700は、電解液内に浸されたとき、電解液をファイバ、織布、布やファブリック700内に形成された流路を通して流れさせるように適合されている。

【0107】

あるいは、流路740がファブリック700を通して電解液の効果的な流れを許容するのに十分でない（すなわち、金属イオンが拡散できない）と決定される場合、ファブリック700は、内部を通る電解液の流れを増加する為に穿孔されてもよい。ファブリック700は、通常、電解溶液の流量を1分間当たり20ガロンまで許容するように適合または穿孔されている。

【0108】

図7Cは、研磨物サポート部320内の穿孔パターンに合致する為に穿孔750でパターン化されてもよい布又はファブリックの一部断面図である。あるいは、導電性布やファブリック700の穿孔750の一部または全部は、研磨物サポート部320の穿孔と一致しなくてもよい。一直線に並べられた穿孔または並べられていない穿孔は、操作者や製造者に、基板表面に接触する為に研磨物を通る電解液の容量や流量を制御させる。

【0109】

ファブリック700の例は、金で被覆されたナイロン製ファイバを備え、約8個から約10個の間のファイバ幅の、混交されたバスケット織りである。ファイバの例は、ナイロン製ファイバであって、ナイロン製ファイバ上に約0.1 μ mのコバルトが配置され、銅またはニッケル材料と、コバルト、銅またはニッケル材料上に約2 μ mの金が配置されたものである。

【0110】

あるいは、導電性メッシュは、導電性布やファブリック700の代わりに使用可能である。導電性メッシュは、導電性ファイバ、導電性充填材、又は、導電性結合材で被覆または導電性結合材内に配置された導電性布700の少なくとも一部を備えてもよい。導電性結合材は、重合化合物内に配置された導電性材料の複合材料や非金属の導電性ポリマーを備えてもよい。導電性充填材（例えば、グラファイトパウダー、グラファイトフレーク、グラファイトファイバ、カーボンファイバ、カーボンパウダー、カーボンブラック、導電性材料内に被覆されたファイバ）とポリマー材（例えば、ポリウレタン）との混合は、導電性結合材を形成する為に使用可能である。本願で説明されたように、導電性材料で被覆されたファイバは、導電性結合材内の使用の為に導電性充填材として、使用可能である。たとえば、カーボンファイバや金被覆ナイロン製ファイバは、導電性結合材を形成する為に

使用可能である。

【0111】

導電性結合材は、導電性充填材及び/又はファイバの分散を助ける為に必要であれば、ポリマーと充填材及び/又はファイバ間の付着を改善し、導電性結合材の機械的、熱的、電気的特性を改善する。粘着力を改良する為に、添加剤の例は、エポキシ、シリコン、ウレタン、ポリイミド、又は、その組合せを含む。

【0112】

導電性充填材及び/又はファイバ及びポリマー材料の組成物は、特定の性質(例えば、導電率、摩耗特性、耐久性係数)を提供する為に適合可能である。たとえば、約2重量%と約85重量%の間の導電性充填材を備える導電性結合材は、本願で説明された処理および研磨物と共に使用可能である。導電性充填材及び導電性結合材として使用される可能性がある材料の例は、2001年12月27日に提出された米国特許出願第10/033,732号に、より完全に説明されており、これは、本願の開示内容及び請求項と矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み入れられている。

【0113】

導電性結合材は、約1 μ mから約10 μ mの間(例えば、約10 μ mから約1mmの間)の厚さを有してもよい。導電性結合材の複数層は、導電性メッシュに付けることができる。導電性メッシュは、図7B及び図7Cで示されるように、導電性布やファブリック700と同一方法で使用可能である。導電性接着材は、導電性メッシュにわたり複数層内で塗布可能である。一態様において、導電性結合材は、メッシュが穿孔された後、導電性メッシュに塗布され、穿孔処理から露出されたメッシュの一部を保護する。

【0114】

その上、導電性下塗剤は、導電性結合材の塗布前に導電性メッシュ上に配置可能であり、導電性結合材の導電性メッシュへの付着を改善する。導電性下塗剤は、導電性結合材より大きい相互付着力を持つ特性を提供するように改善された組成物を持つ導電性結合材ファイバに類似した材料で形成可能である。適した導電性下塗剤は、約100 - cm以下(約0.001 - cmから約32 - cmの間)の抵抗率を持ってよい。

【0115】

あるいは、図7Dに示されるように、導電性フィルムは、導電性布やファブリック700の代わりに使用可能である。導電性フィルムは、サポート層320上に、導電性結合材790で被覆された金属製フィルムや、導電性結合材790内に配置された金属製フィルム780を一般的に含む。金属製フィルムを形成する材料の例は、金属被覆ファブリック、導電性金属(例えば、銅、ニッケル、コバルト)、貴金属(例えば、金、白金、パラジウム、イリジウム、レニウム、ロジウム、ルテニウム、オスミウム、その組合せであるが、金と白金が好ましい)を含む。

【0116】

導電性フィルムは、また、非金属の導電性フィルムシート(銅製シート、カーボンファイバで織り込まれたシートフィルム)を含んでもよい。導電性フィルムは、絶縁性又は導電性材料の金属被覆布を含むが、これらの例は、ナイロン製ファイバの銅、ニッケル、又は金で被覆された布である。本願で説明されたように、導電性フィルムは、同様に、導電性結合材料で被覆された導電性又は絶縁性材料のファブリックを備えてもよい。導電性フィルムは、相互に接続された導電性メッシュワイヤやストライプ(例えば、銅線)のワイヤフレーム、スクリーンまたはメッシュを備え、これらは、本願で説明されたように、導電性結合材料で被覆されてもよい。本発明は、本願で説明された金属製フィルムを形成する際に他の材料を使用することも企図する。

【0117】

本願で説明されたような導電性結合材790は、金属製フィルム780を内部に閉じ込めてもよく、これが、金属製フィルム780を、銅のように周囲の電解液と反応することが分かっている導電性金属にする。本願で説明されたように、導電性フィルムは、複数の穿孔750で穿孔されてもよい。図示されていないが、導電性フィルムは、研磨面にバイア

スをかける為に、導電性ワイヤ、電源に結合されてもよい。図示されていないが、金属製フォイル780も同様に溝が形成されてもよい。

【0118】

導電性結合材790は、導電性メッシュ又はファブリック700の為に説明されたように、金属製フォイル780にわたり複数の層内で適用されてもよい。一態様において、金属製フォイル780が穿孔された後、導電性結合材790が金属製フォイル780に塗布され、穿孔処理から露出された金属製フォイル780の一部を保護する。

【0119】

ここで説明された導電性結合材は、液体状態の接着材や結合材をファブリック700、フォイル780又はメッシュに投じることにより、導電性ファブリック700、又は、メッシュ上に配置されてもよい。結合材は、それから、乾燥および硬化後、ファブリック、フォイル、又はメッシュ上に固められる。他の適した処理方法には、射出成型、圧縮成型、ラミネーション、オートクレーブ、押出し加工、又は、これらの組合せを含むが、これらは、導電性ファブリック、メッシュ、フォイルを内部に閉じこめるのに使用可能である。熱可塑性結合材と熱硬化性結合材の両方は、この用途で使用可能である。

【0120】

導電性フォイルの金属製フォイル構成要素と、導電性結合材との間の接着材は、約0.1 μmから約1mmの間の直径又は幅を有する複数の穿孔を持つ金属製フォイルを穿孔することにより、又は、金属製フォイルと導電性結合材との間の導電性下塗剤を適用することにより、強化されてもよい。導電性下塗剤は、本願で説明されたメッシュの為に導電性下塗剤と同一材料でもよい。

【0121】

研磨表面での導電素子

他の態様において、本願で説明された導電性ファイバと充填材は、本発明の導電性研磨物205を形成する為に、研磨材料内に配置された別個の導電素子を形成する為に使用可能である。研磨材料は、従来の研磨材料または導電性研磨材料(例えば、本願で説明されたようなポリマー内に配置された導電性充填材またはファイバの導電性複合材)でもよい。導電素子の表面は、研磨物の表面で平面を形成してもよく、また、研磨物の表面の平面上方に延びてもよい。導電素子は、研磨物の表面上方に約5mmだけ延びてもよい。

【0122】

研磨材料内に特定構造と配列を有する導電素子の使用を以下に例示するが、個々の導電性ファイバと充填材、そこから形成された材料(例えば、ファブリック)も同様に、導電素子と考えられてもよいことが企図されている。さらに、図示されていないが、以下の研磨物の説明は、本願で説明され図4~図6で示された穿孔及び溝パターンを有する研磨物を含み、本願で以下に説明される導電素子を組み込む為にパターンに対する形状を持つ。

【0123】

図8A-図8Bは、内部に配置された導電素子を有する研磨物800の一実施形態の平面図および断面概略図である。研磨物800は、処理中、基板に接触するように適合された研磨面820を有する本体810を一般的に備える。絶縁性ポリマー材料(たとえばポリウレタン)のような絶縁性または重合材料を、本体810は、通常、備える。

【0124】

研磨面820は、一以上の開口部、溝、トレンチ、又は窪み830を内部に形成され、少なくとも部分的に導電素子840を受容する。導電素子840は、接触面850を持つように一般的に配置可能であるが、この接触面は、研磨面820により画成された平面と同一平面であるか、その上方に延びている。接触面850は、通常、導電素子840の電気的接触を最小限にする為に、基板に接触するときに、例えば、追従性があり、弾力性ある、フレキシブルな、圧力成型可能な面により、構成される。研磨中、接触圧力は、研磨面820と同一平面の位置に接触面850を付勢する為に使用可能である。

【0125】

本願で説明されているように、本体810は、内部に形成された複数の穿孔860により

、一般的に電解液に対し浸透可能になっている。研磨物 800 は、十分な電解液の流れを提供する為に研磨物 810 の表面領域の約 20% から約 80% の間の穿孔密度を持ち、基板表面からの均一な陽極電解を容易にしてもよい。

【0126】

本体 810 は、本願で説明された従来の研磨材料のような絶縁性材料を一般的に備える。本体 810 内に形成された窪み 830 は、処理中、導電素子 840 を保持する為に一般的に構成され、従って、形状や方向は変化してもよい。図 8A で示された実施形態において、窪み 830 は、研磨物表面を横切って配置された矩形断面を持ち、研磨物 800 の中心で相互接続している交差「X」または交差型パターンを形成する溝である。本発明は、本願で説明されたように基板表面に溝が接触する場合、追加の交差断面（例えば、逆台形、丸い湾曲）を企図する。

【0127】

あるいは、窪み 830（更に、本願で配置された導電素子 840）は、不規則間隔で配置可能であり、また、半径方向、平行、又は、垂直に向けられて配置可能であり、付随的に、直線、湾曲、同心上、入り組んだ曲線、又は、他の断面領域でもよい。

【0128】

図 8C は、各々の素子 840 が物理的または電氣的にスペーサ 875 により分離され、本体 810 内に半径方向に配置された一連の個別導電素子の平面概略図である。スペーサ 875 は、絶縁性研磨材料又は素子用の絶縁性相互接続部（プラスチック相互接続部）の一部でもよい。あるいは、スペーサ 875 は、研磨材料または導電素子 840 のいずれか一方が欠けた研磨物の断面であり、導電性素子 840 の間に物理的接続を提供してもよい。そのような独立した素子の形状において、各導電素子 840 は、導電路（例えば、ワイヤ）により、別個に電力源と接続されてもよい。

【0129】

図 8A と図 8B に戻ると、本体 810 内に配置された導電素子 840 は、約 20 - cm 以下のバルク表面抵抗率またはバルク抵抗率を与える為に一般的に提供される。研磨物の一態様において、研磨物は、約 2 - cm 以下の抵抗率を有する。導電素子 840 は、受ける電界下で劣化せず、酸やアルカリ性の電解液内の劣化に対し抵抗を有する、機械的特性を一般的に有する。導電素子 840 は、圧入、クランピング、接着、又は、他の方法により、窪み 830 内で保持される。

【0130】

一実施形態において、導電素子 840 は、処理中、十分に追従性があり、弾性があり、フレキシブルであり、接触面 850 と基板との間の電氣的接触を維持する。十分に追従性があり、弾性があり、フレキシブルな導電素子 840 用の材料は、研磨材料と比較して、ショア（D 型）硬さスケールにおいて、約 100 以下の類似した硬さを持ってもよい。導電素子 840 は、重合材料の為のショア（D 型）硬さスケールにおいて、約 80 以下の類似した硬さを持ってもよい。追従性のある材料（例えば、フレキシブル又は湾曲可能なファイバ材料）も、導電素子 840 として使用可能である。

【0131】

図 8A、図 8B で示された実施形態において、導電素子 840 は、研磨物サポート部又はサブパッド 815 上に配置された研磨面 810 内に埋め込まれている。穿孔 860 は、研磨面 810 と研磨物サポート部 815 の両方を通り、導電素子 840 の周りに形成されている。導電素子 840 の一例は、導電材料で被覆された導電性ファイバや絶縁性ファイバ、又は、重合材料（ポリマーベース接着材）で混合された導電性充填材を含み、本願で説明されたように、導電性（および摩耗耐性）複合材料を形成する。導電素子 840 は、導電性重合材料または本願で説明されたような他の導電性材料を備え、電氣的特性を改善してもよい。たとえば、導電素子は、金で被覆されたナイロン製ファイバ（例えば、ナイロン製ファイバ上に配置された約 0.1 μm のコバルト、銅、ニッケルと、ナイロン製ファイバ上に配置された約 2 μm の金とで被覆されたナイロン製ファイバ）、更に、複合材料の導電率を改善する為にカーボン又はグラファイト充填材を備えるが、これは、ポリウレ

タンの本体内に堆積される。

【0132】

図8Dは、導電素子が内部に配置された研磨物800の、他の実施形態の断面概略図である。導電素子800は、接触面を有するように一般的に配置可能であるが、この接触面は、研磨面820により画成された平面と同一平面であるか、その上方に延びている。導電素子840は、本願で説明されたように、導電部材845の周りに配置されるか、内部に閉じこめられるか、包み込まれた導電性ファブリック700を含んでもよい。あるいは、個々の導電性ファイバ及び/又は充填材は、導電部材845の周りに配置されるか、内部に閉じこめられるか、包み込まれてもよい。導電部材845は、金属(本願で説明された貴金属)、或いは、他の導電性材料(例えば、銅)であって、電気研磨処理の用途に適したものを備えてもよい。導電素子840は、本願で説明されたようなファブリックと結合材料の複合材料を備え、ファブリックは、導電素子860の外部接触部を形成し、結合材料は、通常、内部サポート面を形成してもよい。導電素子860は、本願で説明されたように、堅い導電性ファブリック700及び結合剤で形成された管壁を持ち、矩形断面領域を有する中空管を備えてもよい。

【0133】

コネクタ890は、導電素子840を電力源(図示せず)に結合し、処理中、導電素子840に電氣的バイアスがかかる為に利用される。コネクタ890は、一般的にはワイヤ、テープ、他の導体であって、処理流体と両立するか、処理流体からコネクタ890を保護する覆い又は被覆を有するものである。コネクタ890は、成型、ハンダ、スタッキング、ろう付け、クランプ、クリンピング、リベット結合、留め具、導電性接着材、又は、他の方法や装置により、導電素子840と結合可能である。コネクタ890で利用可能な材料の例は、その他の材料の中で、絶縁された銅、グラファイト、チタン、白金、金、アルミニウム、ステンレス鋼、HASTELLOY(登録商標)導電性材料を含む。

【0134】

コネクタ890の周りに配置された被覆は、フルオロカーボン、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリイミドのようなポリマーを含んでもよい。図8Aで示された実施形態において、一つのコネクタ890は、研磨物800の周囲で各導電素子840に結合されている。あるいは、コネクタ890は、研磨物800の本体を通して配置されてもよい。また更なる実施形態において、コネクタ890は、ポケット内に配置された導電性グリッド(図示せず)に結合可能であり、これは、ポケット内に、更に/又は、電氣的に導電素子840と結合する本体を通じて、配置されている。

【0135】

図9Aは、研磨材料900の他の実施形態を示す。研磨材900は、一以上の、少なくとも部分的に導電素子904が研磨面906上に配置された、本体902を含む。導電素子904は、複数のファイバ、ストランド、及び/又は、弾力性のある指状部を一般的に備えるが、これらは、処理中、追従性があるか弾力性があり、基板表面に接触するように適合されている。ファイバは、少なくとも部分的に導電性の材料で構成されるが、例として、本願で説明されたような導電性材料で被覆された絶縁性材料から構成されるファイバがある。ファイバは、また、ファイバの追従性や柔軟性の量を増減する為に、本来的に中実体でも中空体でもよい。

【0136】

図9Aで示された実施形態において、導電素子904は、基部909に結合された複数の導電性サブエレメント913である。導電性サブエレメント913は、本願で説明された少なくとも部分的に電氣的導電性ファイバを含む。サブエレメント913の例は、本願で説明されたように金で被覆されたナイロン製ファイバ又はカーボンファイバを含む。基部909も、同様に、電氣的に導電性材料を備え、コネクタ990に結合されている。基部909も同様に、処理中、研磨用パッドから溶解する導電性材料(例えば、銅)の層により被覆されてもよく、これは、導電性ファイバの処理所要時間を延長すると考えられている。

【0137】

導電素子904は、研磨面906内に形成された窪み908内に一般的に配置される。導電素子904は、研磨面906に関し、0から90°の間で方向付けられてもよい。導電素子904が研磨面に平行に方向付けられる場合、導電素子904は、部分的に研磨面906上に配置されてもよい。

【0138】

窪み908は、下部実装部910と上部の、クリアランス部912を有する。実装部910は、導電素子904の基部909を受容し、更に、圧入、クランピング、接着、又は他の方法で、導電素子904を保持するように構成されている。窪み908が研磨面906と交差する場所にはクリアランス部912が設けられている。クリアランス部912は、一般的に断面が搭載部910より大きくなっており、導電素子904が、基板と接触するときに屈曲させる一方、基板と研磨面906との間に配置されることなく研磨することを許容する。

【0139】

図9Bは、導電面940と、上部に形成された複数の分離した導電素子920を有する研磨物900の他の実施形態を示す。導電素子920は、導電材料により被覆された絶縁性材料のファイバを備え、これらは、研磨物205の導電面940から垂直に変位され、互いに水平に変位されている。研磨物900の導電素子920は、導電面940に関して0から90°の間で一般的に方向付けられているが、導電面940と直交するラインに関してポーラー・オリエンテーションで傾斜されてもよい。導電素子920は、図9Bで示されるように、研磨用パッドの全長にわたり形成可能であるが、或いは、単に研磨用パッドの選択された領域で配置されてもよい。研磨面上方で導電素子920の接触高さは、最高で約5mmでもよい。導電素子920を備える材料の直径は、約1ミル(1000分の1インチ)から約10ミルの間にある。研磨面上方の高さや導電素子920の直径は、実行される研磨処理により異なってもよい。

【0140】

導電素子920は、接触圧力の下で変形する為に十分に追従性があるか弾性があるが、基板表面の減少または最小スクラッチングとの電気接触を維持する。図9A及び図9Bで示された実施形態において、基板表面は、研磨物205の導電素子920と接触するだけでもよい。導電素子920は、均一密度の電流を研磨物205にわたり提供するように位置決めされている。

【0141】

導電素子920は、非導電性、又は絶縁性、接着剤または結合材により、導電面に付けられている。非導電性接着材は、導電面940に絶縁性被覆を与え、導電面940と、周囲の電解液との間に電気化学的バリアを提供してもよい。導電面940は、研磨物205のベルト、丸い研磨用パッド又はリニアウェブという形でもよい。一連の穿孔(図示せず)は、内部を通る提供された電解液の流れの為に、導電面940内に配置されてもよい。

【0142】

図示されていないが、導電性プレートは、回転又はリニア研磨用プラテン上で研磨物900の位置決め及び処理の為に、従来の研磨材料のサポート用パッド上に配置されてもよい。

【0143】

図10Aは、導電素子1004を備えた研磨物1000の一実施形態の概略斜視図を示す。各々の導電素子1004は、研磨面1024内に形成された窪み1012内に配置された第2端部1010、第1端部1008を有するリング1006又はループを一般的に備える。各々の導電素子1004は、隣接した導電素子に結合され、研磨面1024の上方に延びる複数のループ1006を形成してもよい。

【0144】

図10Aで示された実施形態において、各ループ1006は、導電性材料により被覆されたファイバから制作され、窪み1012に接着された結束ワイヤ基部1014により結合

されている。ループ1006の一例は、金で被覆されたナイロン製ファイバである。

【0145】

研磨面より上片のループ1006の接触高さは、約0.5mmから約2mmでもよく、ループを備える材料の直径は、約1ミル(1000分の1インチ)から約50ミルの間でもよい。結束ワイヤ基部1014は、導電性材料(例えば、チタン、銅、白金、白金が被覆された銅)でもよい。結束ワイヤ基部1014も同様に、導電性材料(例えば、銅)の層により被覆されてもよく、それは、研磨中、研磨物から溶解する。結束ワイヤ基部上への導電性材料層の使用は、導電素子1004の寿命を長くする為に、下にあるループ1006や結束ワイヤ基部1014材料より優先して溶解する犠牲層があることとして理解されている。導電素子1004は、研磨面1024に関して、0から90°の間で方向付けされてもよいが、研磨面1024に直交するラインに関して、ポラー・オリエンテーションで傾斜可能である。導電素子1004は、電気コネクタ1030により電力源に結合されている。

【0146】

図10Bは、導電素子1004から構成される研磨物1000の、他の実施形態の概略斜視図を示す。本願で説明されたように、導電素子1004は、導電材料で被覆されたファイバから構成されるワイヤの単一コイル1005を備える。コイル1005は、基部1014上に配置された導電部材1007に結合されている。コイル1005は、導電部材1007を取り囲み、基部1014を取り囲み、或いは、基部1014の表面に接着されてもよい。導電性バーは、研磨処理中に使用される電解液と共に、導電材料(例えば、金)を備え、化学的に不活性である導電性材料(例えば、金、白金)を一般的に備える。あるいは、犠牲材料の層1009(例えば、銅)は、基部1014上に配置される。犠牲材料の層1009は、研磨処理の電気研磨状況中、又は、陽極電解状況中、導電部材1007及びコイル1005の材料と比較して化学的に反応性のある材料の優先的除去の為に、一般的に、より化学的に反応性のある材料(例えば、銅)になっている。導電部材1007は、電気コネクタ1030により電力源に結合可能である。

【0147】

バイアス部材は、導電素子と本体との間に配置可能であり、処理中、導電素子を本体から離して、基板表面と接触するように付勢するバイアスを提供する。

バイアス部材1018の例は、図10Bに示されている。しかし、本発明が企図しているのは、ここで(例えば、図8A~図8D、図9A、図10A~図10Dで)示された導電素子は、バイアス部材を使用可能である点である。バイアス部材は、圧縮バネ、板バネ、コイルバネ、発泡ポリマー(発泡性ポリウレタン(例えば、PORON(登録商標)ポリマー)、エラストマー、ブラダー、他の部材や装置であって、導電素子を付勢可能なものである。バイアス部材も、同様に、追従性又は弾性材料(追従性発泡性または気泡性の柔らかい管)であって研磨されている基板表面に対し導電素子を付勢可能なものであり、基板表面との接触を改善してもよい。バイアスされる導電素子は、研磨物の表面を備えた平面を形成するか、研磨物の表面の平面上方に延びてもよい。

【0148】

図10Cは、エッジに対し基板の中央から放射状パターンで配置された、複数の導電素子1004を持つ研磨物1000の、他の実施形態の概略斜視図を示す。複数の導電素子は、15°、30°、45°、60°、90°の間隔で、或いは他のいかなる所望の組合せによっても、互いに配置可能である。導電素子1004は、一般的に間隔を開けて配置され、基板の研磨の為に電流や電力を均一に印加しながら提供する。導電素子は、はるかに間隔を開けて配置されており、互いに接触しない。本体1026の絶縁性研磨材料のウェッジ部1004は、導電素子1004を電氣的に絶縁するように構成されてもよい。スペーサ又は凹んだ領域1060も同様に、研磨物内で形成され、やはり、導電素子1004を互いに隔離している。導電素子1004は、図10Aで示されるようなループ形式、或いは、図9Bで示されるように垂直に延長するファイバであってもよい。

【0149】

図10Dは、図10Aの導電素子1004の他の実施形態の概略斜視図を示す。導電素子1004は、本願で説明されたように混交導電性ファイバ1006のメッシュ又はファブリックを備え、第1端部1008、第2端部1010を有し、これらは、研磨面1024内に形成された窪み1012内に配置されており、基板との接触の為に一つの連続した導電面を形成している。メッシュ又はファブリックは、混交されたファイバの一以上の層でもよい。導電素子1004を備えるメッシュ又はファブリックは、図10Dに単層として例示されている。導電素子1004は、導電性基部1014に結合可能であり、図10Aで示されるように研磨面1024の上方に延びてもよい。導電素子1004は、導電性基部1014に接続された電気コネクタ1030により電力源に結合可能である。

【0150】

図10Eは、内部にループ1006が形成され、導電素子を研磨物の本体1026に固定する導電素子1004を形成する他の実施形態の部分的な概略斜視図を示す。流路1050は、研磨物の本体1024内に形成され、導電素子1004用の溝と交差する。挿入物1055は、流路1050内に配置されている。挿入物1055は、導電性材料(例えば、金または導電素子1006と同一材料)を備える。コネクタ1030は、それから、流路1050内に配置可能であり、挿入物1055と接触可能である。コネクタ1030は、電力源に結合されている。導電素子1004の端部1075は、そこを通る電力の流れの為に、挿入物1055に接触可能である。導電素子1004の端部1075とコネクタ1030は、その後、絶縁性挿入物1060により、導電性挿入物1055に固定される。本発明は、導電素子1004の全長に沿った間隔、或いは、導電素子1004の極端な端部のみで、導電素子1004の全部のループ1006を使用することが企図された。

【0151】

図11A~図11Cは、本願で説明された導電材料のループやリングの弾性能力を例示する一連の側面図である。研磨物1100は、内部に溝や窪み1140を備えたパッドサポート部1130にわたり形成されたサブパッド1120上に配置された研磨面1110を備える。導電材料により被覆された絶縁性材料のループやリング1150を備える導電素子1140は、窪み1170内の結束基部1155上に配置され、電気接点1145に結合される。基板1160は、研磨物1100に接触され、研磨物1100の表面との相対運動で動かされる。基板は、導電素子1140に接触するので、ループ1150は、くぼみ1140内で圧縮する一方、図11Bで示されるように、基板1160との電気接触を維持する。基板が十分な距離だけ移動され、導電素子1140と接触しないようになると、弾性ループ1150は、図11Cで示されるように、追加処理の為に非圧縮形状に戻る。

【0152】

導電性研磨用パッドの更なる例は、2001年12月27日に提出された米国特許仮出願第10/033,732に説明され、これは、本願の態様および請求項と矛盾しない範囲で参考の為に本願に組み入れられる。

【0153】

電力の適用

電力は、本願で説明されたようにコネクタ、或いは電力分配装置を用いることにより、上記に説明された研磨物205内で結合可能である。電力分配装置は、2001年12月27日に提出された米国特許仮出願第10/033,732号に、より完全に説明されており、これは、本願の態様および請求項と矛盾しない範囲で、参考の為に本願に組み入れられる。

【0154】

図11A~図11Cに戻って参照すると、電力は、導電性プレートを備える電気接点1145、研磨用パッド内に形成された窪み1170や溝内に配置された取付台の使用により、導電素子1140に結合可能である。図11Aで示された実施形態において、導電素子1140は、金属(例えば、金)のプレート上に取り付けられ、これらは、図2で示されるように研磨物1100と共に、サポート部(例えば、ディスク206)上に取り付けら

れている。あるいは、電気接点は、導電素子と研磨用パッド材料との間（例えば、図 8 A 及び図 8 B で示されたように、本体 8 1 0 と導電素子 8 4 0 との間）の研磨用パッド材料上に配置可能である。電気接点は、その後、図 8 A ~ 図 8 D で上述されたように、リード（図示せず）により電力源に結合される。

【0155】

図 1 2 A ~ 図 1 2 D は、電力源（図示せず）に拡張部が接続された研磨物の実施形態の平面及び側面概略図である。電力源は、ECMP 処理における陽極分解の為に、基板表面に電流伝達能力、すなわち、陽極バイアスを提供する。電力源は、研磨物のサポート部及び / 又は導電性研磨部の周りに配置された一以上の導電性接点により、研磨物に接続可能である。一以上の電力源は、一以上の接点により研磨物に接続可能であり、基板表面の一部にわたり、変動バイアスや電流を生成させる。あるいは、一以上のリードは、導電性研磨部及び / 又は研磨物サポート部内で形成可能であり、これらは、電力源に結合されている。

【0156】

図 1 2 A は、導電性コネクタにより電力源に結合された導電性研磨用パッド 1 2 0 5 の一実施形態の上部平面図である。導電性研磨部は、研磨物サポート部 1 2 2 0 より大きな幅や直径を有する、導電性研磨部 1 2 1 0 内に形成された拡張部（例えば、シヨルダール或いは個別プラグ）を有してもよい。拡張部は、コネクタにより電力源に結合され、研磨物 2 0 5 に電流を提供する。図 1 2 B において、拡張部 1 2 1 5 は、導電性研磨部 1 2 1 0 の平面から平行又は横に延びるように形成可能であり、研磨物サポート部 1 2 2 0 の直径を超えて延びている。穿孔および溝のパターンは、図 6 に示されている。

【0157】

図 1 2 B は、コネクタ 1 2 2 5 の一実施形態の断面概略図であり、コネクタ 1 2 2 5 は、導電性経路 1 2 3 2（例えば、ワイヤ）を介して電力源（図示せず）に結合されている。コネクタは、導電性経路 1 2 3 2 に接続された電気結合部 1 2 3 4 を備え、導電性留め具 1 2 3 0（例えば、ネジ）により拡張部 1 2 1 5 の導電性研磨部 1 2 1 0 に電氣的に結合されている。ボルト 1 2 3 8 は、導電性留め具 1 2 3 0 に結合可能であり、これらのある導電性研磨部 1 2 1 0 を固定する。スペーサ 1 2 3 6（例えば、ワッシャ）は、導電性研磨部 1 2 1 0 と留め具 1 2 3 0 とボルト 1 2 3 8 との間に配置可能である。スペーサ 1 2 3 6 は、導電性材料で構成されてもよい。留め具 1 2 3 0、電氣的結合部 1 2 3 4、スペーサ 1 2 3 6、ボルト 1 2 3 8 は、導電性材料（例えば、金、白金、チタン、アルミニウム、銅）で形成可能である。電解液と化学反応する材料（例えば、銅）が使われならば、その材料は、その電解液反応に対し不活性である材料（例えば、白金）内で被覆可能である。図示されていないが、導電性留め具の他の実施形態は、導電性クランプ、導電性粘着テープ、導電性接着材を含んでもよい。

【0158】

図 1 2 C は、サポート部 1 2 6 0（例えば、図 2 に示されるようにプラテンやディスク 2 0 6 の上面）を介して電力源（図示せず）に結合されたコネクタ 1 2 2 5 の一実施形態の断面概略図である。コネクタ 1 2 2 5 は、留め具 1 2 4 0（例えば、サポート部 1 2 6 0 に結合する為に拡張部 1 2 1 5 の導電性研磨部 1 2 1 0 を貫通するのに十分な長さを持つネジやボルト）を備える。スペーサ 1 2 4 2 は、導電性研磨部 1 2 1 0 と留め具 1 2 4 0 との間に配置可能である。

【0159】

サポート部は、留め具 1 2 4 0 を受容するように一般的に適合されている。アパーチャー 1 2 4 6 は、図 1 2 C で示されるように留め具を受容する為に、サポート部 1 2 6 0 の表面内に形成可能である。また、電気結合部は、サポート部 1 2 6 0 に結合された留め具で、留め具 1 2 4 0 と導電性研磨部 1 2 1 0 との間に配置可能である。サポート部 1 2 6 0 は、導電性通路 1 2 3 2（例えば、ワイヤ）により電力源、研磨用プラテンやチャンバに対し外付けされた電力源、或いは、研磨用プラテンやチャンバ内に一体化された電力源に接続可能であり、導電性研磨部 1 2 1 0 との電気接続を提供する。導電性通路 1 2 3 2 は

、サポート部 1 2 6 0 と一体化されてもよく、サポート部 1 2 6 0 から延長されてもよい。

【 0 1 6 0 】

更なる実施形態において、留め具 1 2 4 0 は、導電性研磨部 1 2 1 5 を通って延び、図 1 2 D で示されたようにボルト 1 2 4 8 により固定されている、サポート部 1 2 6 0 の統合拡張部でもよい。

【 0 1 6 1 】

図 1 2 E と図 1 2 F は、研磨部 1 2 8 0 と研磨物サポート部 1 2 9 0 との間に電力結合部 1 2 8 5 を配置させる研磨物 1 2 7 0 に、電力を提供する他の実施形態の側面概略図と分解斜視図を示す。本願で説明されたように、研磨物 1 2 8 0 は、導電性材料から作られ、本願で説明されたように複数の導電素子 1 2 7 5 を含む。図 1 2 F で示されるように、導電素子 1 2 7 5 は、互いに物理的に隔離されてもよい。研磨面内に形成された導電素子 1 2 7 5 は、例えば、素子の導電性基部により、電力結合部 1 2 8 5 と電氣的に接触するように適合されている。

【 0 1 6 2 】

電力結合部 1 2 8 5 は、素子 1 2 7 5 を相互接続するワイヤ、素子 1 2 7 5 を相互に接続する複数の平行ワイヤ、素子 1 2 7 5 を別個に接続する複数のワイヤ、或いは、一以上の電力源に素子 1 2 7 5 を接続して素子を相互に接続するワイヤメッシュを含んでもよい。別個のワイヤと素子に結合された別個の電力源は、変動電力が印加されてもよいが、相互接続されたワイヤや素子は、均一電力を素子に提供してもよい。電力結合部は、研磨物の直径部または幅の一部又は全部を覆ってもよい。図 1 2 F の電力結合部 1 2 8 5 は、素子 1 2 7 5 を接続するワイヤメッシュ相互接続素子の一例である。電源結合部 1 2 8 5 は、導電性通路 1 2 8 7 (例えば、ワイヤ)により電力源、研磨用プラテンやチャンバに外付けされた電力源、研磨用プラテンやチャンバ内に一体化された電力源に接続可能である。

【 0 1 6 3 】

上記内容は、本発明の様々な実施形態に向けられているが、本発明の他の実施形態や更なる実施形態は、本発明の基本的範囲から逸脱することなく案出されるものであり、その範囲は、請求の範囲により決定されるものである。

【 手 続 補 正 2 】

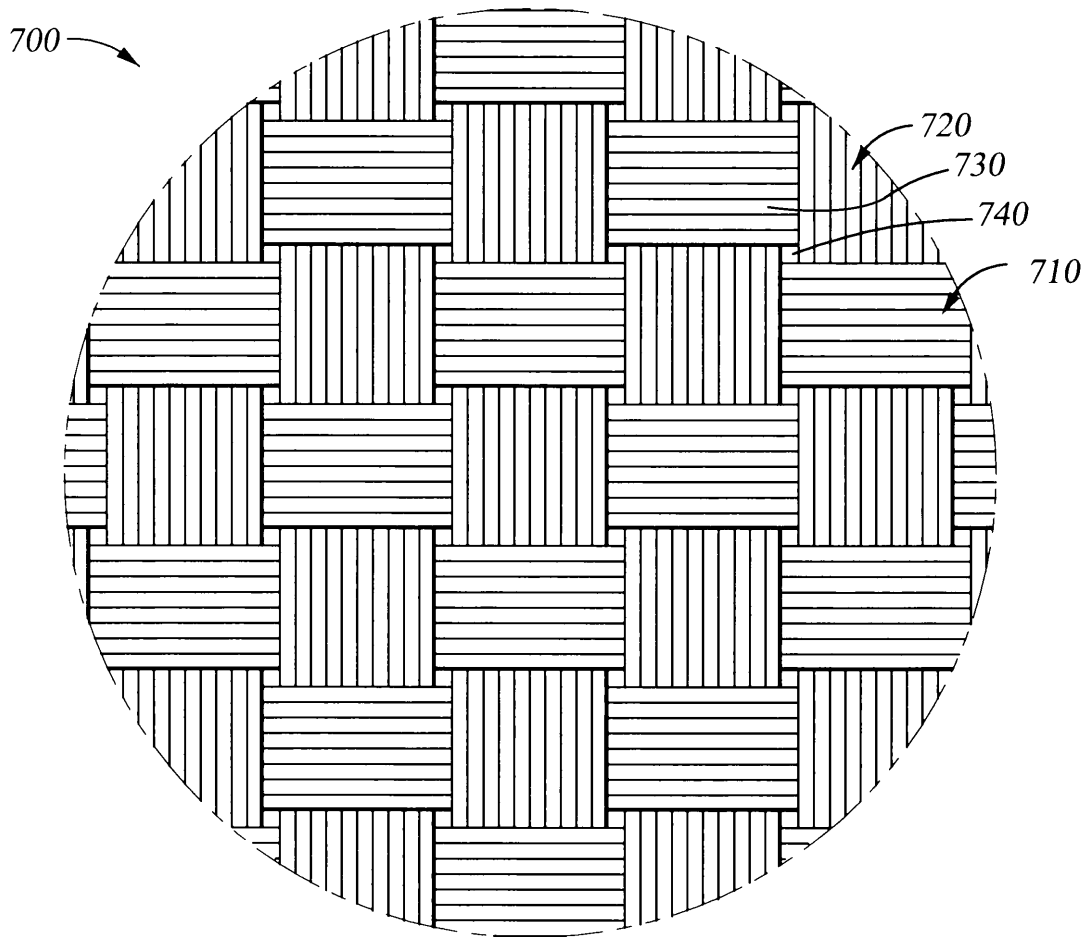
【 補 正 対 象 書 類 名 】 図 面

【 補 正 対 象 項 目 名 】 図 7 A

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 図 7 A 】



【 手続補正 3 】

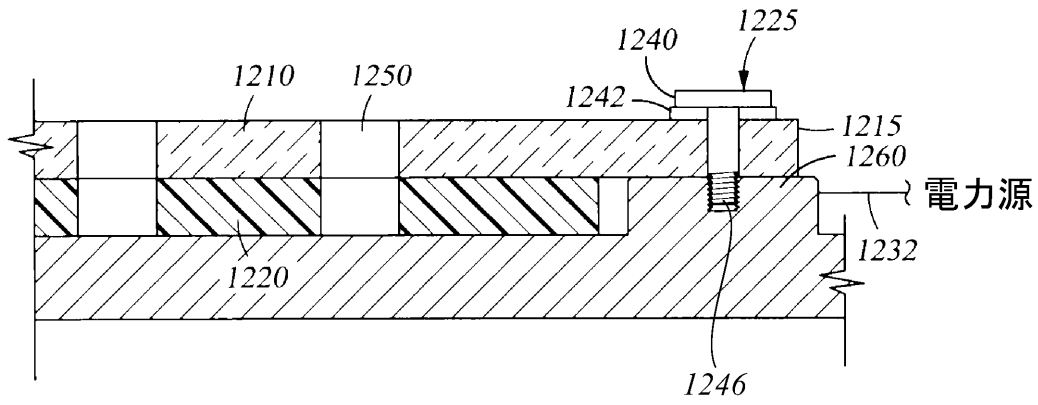
【 補正対象書類名 】 図面

【 補正対象項目名 】 図 1 2 C

【 補正方法 】 変更

【補正の内容】

【図12C】



【手続補正4】

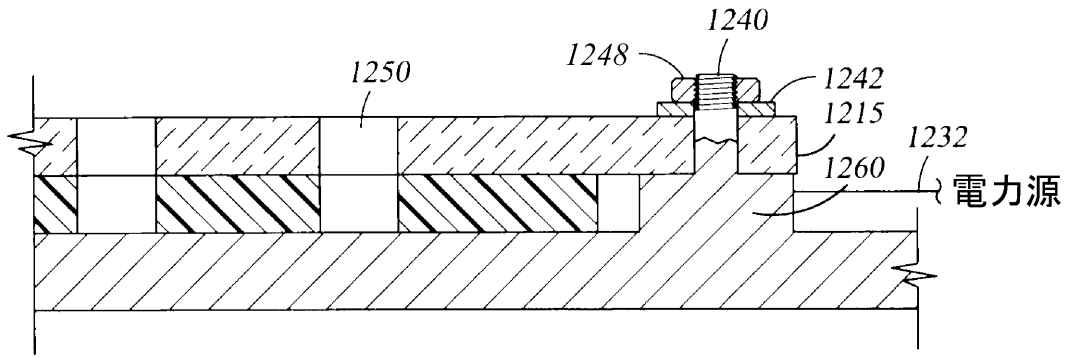
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 2 D

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 2 D】



フロントページの続き

- | (51) Int.Cl. ⁷ | F I | テーマコード(参考) |
|--|---|------------|
| | C 2 5 F 7/00 | M |
| | C 2 5 F 7/00 | U |
|
 | | |
| (72)発明者 | ヨンキ フ | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, キャンペベル, マラソッド ドライヴ 600
ナンバー 9 | |
| (72)発明者 | ヤン ワン | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サニーヴェール, ロックフェラー ドライヴ
920 ナンバー 11ビー | |
| (72)発明者 | アライン ドゥポースト | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サニーヴェール, ブライアン アヴェニュー
668 | |
| (72)発明者 | フレン キュー . リウ | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, クパティノ, ミラー アヴェニュー 1020
0 ナンバー 425 | |
| (72)発明者 | ラシド マヴリエヴ | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, カートナー アヴェニュー 174
7 | |
| (72)発明者 | リアン - ユ チェン | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フォスター シティ, メルボルン ストリート
1400 | |
| (72)発明者 | ラトソン モラド | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, パロ アルト, ソラナ ドライヴ 4157 | |
| (72)発明者 | サッソン ソメク | |
| | アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ロス アルトス ヒルズ, ムーディー ロード
25625 | |
|
 | | |
| Fターム(参考) 4K024 AA09 AB01 BB12 CB02 CB04 CB06 CB08 GA16 | | |

【外国語明細書】

1 Title of Invention

CONDUCTIVE POLISHING ARTICLE FOR ELECTROCHEMICAL MECHANICAL POLISHING

2 Claims

1. A polishing article for processing a substrate, comprising:
a body having a surface adapted to polish the substrate; and
at least one conductive element embedded at least partially in the body, the conductive element comprising fibers coated with a conductive material, conductive fillers, or combinations thereof.
2. The polishing article of claim 1, wherein the fibers comprise a polymeric material selected from the group of polyamides, nylon polymer, polyurethane, polyester, polypropylene, polyethylene, polycarbonate, diene containing polymers, polystyrene, polyacrylonitrile ethylene styrene, acrylic polymers, and combinations thereof, and the conductive material comprises a metal, carbon material, a conductive ceramic material, a metal inorganic material, or combinations thereof, and the conductive fillers comprise carbon powder, carbon fibers, carbon nanotubes, carbon nanofoam, carbon aerogels, graphite, conductive polymers, conductive fibers, dielectric or conductive particles coated with a conductive material, dielectric filler materials coated in conductive materials, conductive inorganic particles, conductive ceramic particles, and combinations thereof.
3. The polishing article of claim 1, wherein the body comprises a polymeric material from the group of polyester, polyurethane, polycarbonate, polystyrene, polyphenylene sulfide, felt fibers impregnated with urethane, and combinations thereof.
4. The polishing article of claim 1, wherein the fiber coated with the conductive material further comprises a nucleation material or a binder material disposed between the fiber and the conductive material.
5. The polishing article of claim 1, wherein the polishing article comprises polyamide fibers with gold disposed thereon and graphite disposed in a polyurethane binder or graphite, carbon nanotubes, carbon fibers, and combinations thereof disposed in polyurethane or silicone.

6. The polishing article of claim 1, wherein the body further comprises a plurality of grooves or perforations formed at least partially therein.
7. The polishing article of claim 6, wherein the at least one conductive element is disposed in one or more of the plurality of grooves formed at least partially therein.
8. The polishing article of claim 1, wherein the at least one conductive element extends beyond a plane defined by the surface of the body.
9. The polishing article of claim 8, wherein the at least one conductive element comprises one or more conductive fibers extending beyond a plane defined by the surface of the body, the one or more conductive fibers are in the shape of a coil, one or more loops, one or more strands, an interwoven fabric, or combinations thereof, and the one or more conductive fibers extending beyond a plane defined by the surface of the body are coupled to a conductive base.
10. The polishing article of claim 1, further comprising a biasing member disposed between the at least one conductive element and the body and the biasing member is adapted to urge the conductive element towards the polishing surface to electrically contact the substrate disposed on the polishing surface.
11. The polishing article of claim 1, wherein the body further comprises a connector for connecting the article to a power source.
12. The polishing article of claim 1, wherein the body comprises a polishing portion disposed on a support portion and the at least one conductive element is disposed on the conductive polishing portion.
13. The polishing article of claim 12, wherein a connector for connecting the article to a power source is disposed between the polishing portion and the support portion and is electrically coupled to the least one conductive element.
14. The polishing article of claim 1, wherein the at least one conductive element comprises a composite of fibers coated with a conductive material, a conductive filler, or combinations thereof, and a binder, and the composite is embedded at least partially in the body.

15. The polishing article of claim 14, wherein the binder comprises a polymer based bonding agent selected from the group of an epoxy resin, a silicone, an urethane resin, a polyimide, a polyamide, a fluoropolymer, fluorinated derivatives thereof, or combinations thereof, or the binder comprises a polymeric material selected from the group of polyurethane, polyurethane mixed with fillers, polycarbonate, polyphenylene sulfide (PPS), ethylene-propylene-diene-methylene (EPDM), Teflon™ polymers, polystyrene, and combinations thereof.
16. The polishing article of claim 1, wherein the at least one conductive element thereof is coupled to a conductive member disposed in a groove formed in the body of the polishing article.
17. The polishing article of claim 16, wherein the at least one conductive element comprises one or more coiled fibers coated with a conductive material disposed concentrically around the conductive member, an interwoven fabric of fibers coated with a conductive material disposed concentrically around the conductive member, one or more metals, a copper wire or foil concentrically disposed on a bar of gold or a metal foil coated with a conductive binder, and combinations thereof.
18. The polishing article of claim 1, wherein the body comprises a conductive mesh of fibers coated with the conductive material, conductive fillers, or combinations thereof, and a bonding agent disposed thereon.
19. A polishing article for processing a substrate, comprising:
a body having at least a conductive surface adapted to polish the substrate, wherein the conductive surface comprises at least one conductive element comprising conductive fillers, fibers coated with a conductive material, or combinations thereof, disposed in a polymeric material.
20. The polishing article of claim 19, wherein the fiber coated with the conductive material further comprises a nucleation material or a binder material disposed between the fiber and the conductive material.
21. The polishing article of claim 19, wherein the polishing article comprises polyamide fibers with gold disposed thereon and graphite disposed in a

polyurethane binder or comprises graphite particles, carbon nanotubes, carbon fibers, and combinations thereof, disposed in polyurethane or silicone.

22. The polishing article of claim 19, wherein the body further comprises a plurality of grooves or perforations formed at least partially therein and a portion of the perforations and a portion of the grooves intersect.

23. The polishing article of claim 19, wherein the body further comprises a connector for connecting the article to a power source.

24. The polishing article of claim 19, wherein the conductive surface has a resistivity of about 50 Ω -cm or less.

25. The polishing article of claim 19, wherein the polishing article has a hardness of about 100 or less on a Shore D Hardness scale.

26. The polishing article of claim 19, wherein the polishing pad comprises:
a body having a conductive polishing portion disposed on a support portion, the conductive polishing portion comprising at least one conductive element comprising conductive fillers, fibers coated with a conductive material, or combinations thereof, disposed in a polymeric material and the body comprises a plurality of perforations, the polishing portion comprises a plurality of grooves, and a portion of the perforations and grooves intersect.

27. The polishing article of claim 26, wherein the body further comprises a connector for connecting the article to a power source disposed between the polishing portion and the support portion and is electrically coupled to the least one conductive element.

28. A polishing article for processing a substrate, comprising:
a body having a surface adapted to polish the substrate and a conductive element comprising a fabric of interwoven fibers coated with a conductive material.

29. The polishing article of claim 28, wherein the fabric of interwoven fibers

coated with a conductive material comprises a plurality of fibers coated with a conductive material interwoven to form a fabric, a plurality of interwoven fibers to form a fabric that is coated with a conductive material, or combinations thereof.

30. The polishing article of claim 28, wherein the fabric of interwoven fibers is perforated, woven to form passages, or combinations thereof, for fluid electrolyte flow therethrough.

31. The polishing article of claim 28, wherein the body comprises a conductive polishing portion disposed on a support portion, wherein the conductive element comprises the conductive polishing portion.

32. The polishing article of claim 28, wherein the conductive surface has a resistivity of about 50 Ω -cm or less.

33. The polishing article of claim 28, wherein the polishing article has a hardness of about 100 or less on a Shore D Hardness scale.

34. The polishing article of claim 28, wherein the body further comprises a metal foil disposed on the conductive element.

35. The polishing article of claim 34, wherein the metal foil comprises a plurality of perforations, a plurality of grooves, or combinations thereof.

3 Detailed Description of Invention

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

[0001] This application is related to United States Patent Application Serial Number 10/033,732, filed on December 27, 2001, entitled, "Conductive Polishing Article For Electrochemical Mechanical Polishing", which is incorporated herein by reference to the extent not inconsistent with the claimed aspects and description herein.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

[0002] The present invention relates to an article of manufacture and apparatus for planarizing a substrate surface.

Background of the Related Art

[0003] Sub-quarter micron multi-level metallization is one of the key technologies for the next generation of ultra large-scale integration (ULSI). The multilevel interconnects that lie at the heart of this technology require planarization of interconnect features formed in high aspect ratio apertures, including contacts, vias, lines and other features. Reliable formation of these interconnect features is very important to the success of ULSI and to the continued effort to increase circuit density and quality on individual substrates and die.

[0004] In the fabrication of integrated circuits and other electronic devices, multiple layers of conducting, semiconducting, and dielectric materials are deposited on or removed from a surface of a substrate. Thin layers of conducting, semiconducting, and dielectric materials may be deposited by a number of deposition techniques. Common deposition techniques in modern processing include physical vapor deposition (PVD), also known as sputtering, chemical vapor deposition (CVD), plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD), and electro-chemical plating (ECP).

[0005] As layers of materials are sequentially deposited and removed, the uppermost surface of the substrate may become non-planar across its surface and require planarization. Planarizing a surface, or "polishing" a surface, is a process

where material is removed from the surface of the substrate to form a generally even, planar surface. Planarization is useful in removing undesired surface topography and surface defects, such as rough surfaces, agglomerated materials, crystal lattice damage, scratches, and contaminated layers or materials. Planarization is also useful in forming features on a substrate by removing excess deposited material used to fill the features and to provide an even surface for subsequent levels of metallization and processing.

[0006] Chemical mechanical planarization, or chemical mechanical polishing (CMP), is a common technique used to planarize substrates. CMP utilizes a chemical composition, typically a slurry or other fluid medium, for selective removal of material from substrates. In conventional CMP techniques, a substrate carrier or polishing head is mounted on a carrier assembly and positioned in contact with a polishing pad in a CMP apparatus. The carrier assembly provides a controllable pressure to the substrate urging the substrate against the polishing pad. The pad is moved relative to the substrate by an external driving force. The CMP apparatus effects polishing or rubbing movement between the surface of the substrate and the polishing pad while dispersing a polishing composition to effect chemical activity and/or mechanical activity and consequential removal of material from the surface of the substrate.

[0007] One material increasingly utilized in integrated circuit fabrication is copper due to its desirable electrical properties. However, copper has its own special fabrication problems. For example, copper is difficult to pattern and etch and new processes and techniques, such as damascene or dual damascene processes, are being used to form copper substrate features.

[0008] In damascene processes, a feature is defined in a dielectric material and subsequently filled with copper. Dielectric materials with low dielectric constants, *i.e.*, less than about 3, are being used in the manufacture of copper damascenes. Barrier layer materials are deposited conformally on the surfaces of the features formed in the dielectric layer prior to deposition of copper material. Copper material is then deposited over the barrier layer and the surrounding field. However, copper fill of the features usually results in excess copper material, or overburden, on the

substrate surface that must be removed to form a copper filled feature in the dielectric material and prepare the substrate surface for subsequent processing.

[0009] One challenge that is presented in polishing copper materials is that the interface between the conductive material and the barrier layer is generally non-planar and residual copper material is retained in irregularities formed by the non-planar interface. Further, the conductive material and the barrier materials are often removed from the substrate surface at different rates, both of which can result in excess conductive material being retained as residues on the substrate surface. Additionally, the substrate surface may have different surface topography, depending on the density or size of features formed therein. Copper material is removed at different removal rates along the different surface topography of the substrate surface, which makes effective removal of copper material from the substrate surface and final planarity of the substrate surface difficult to achieve.

[0010] One solution to remove all of the desired copper material from the substrate surface is to overpolish the substrate surface. However, overpolishing of some materials can result in the formation of topographical defects, such as concavities or depressions in features, referred to as dishing, or excessive removal of dielectric material, referred to as erosion. The topographical defects from dishing and erosion can further lead to non-uniform removal of additional materials, such as barrier layer materials disposed thereunder, and produce a substrate surface having a less than desirable polishing quality.

[0011] Another problem with the polishing of copper surfaces arises from the use of low dielectric constant (low k) dielectric materials to form copper damascenes in the substrate surface. Low k dielectric materials, such as carbon doped silicon oxides, may deform or fracture under conventional polishing pressures (*i.e.*, about 6 psi), called downforce, which can detrimentally affect substrate polish quality and detrimentally affect device formation. For example, relative rotational movement between the substrate and a polishing pad can induce a shear force along the substrate surface and deform the low k material to form topographical defects, which can detrimentally affect subsequent polishing.

[0012] One solution for polishing copper in low dielectric materials is by polishing copper by electrochemical mechanical polishing (ECMP) techniques. ECMP

techniques remove conductive material from a substrate surface by electrochemical dissolution while concurrently polishing the substrate with reduced mechanical abrasion compared to conventional CMP processes. The electrochemical dissolution is performed by applying a bias between a cathode and substrate surface to remove conductive materials from a substrate surface into a surrounding electrolyte.

[0013] In one embodiment of an ECMP system, the bias is applied by a ring of conductive contacts in electrical communication with the substrate surface in a substrate support device, such as a substrate carrier head. However, the contact ring has been observed to exhibit non-uniform distribution of current over the substrate surface, which results in non-uniform dissolution. Mechanical abrasion is performed by contacting the substrate with a conventional polishing pad and providing relative motion between the substrate and polishing pad. However, conventional polishing pads often limit electrolyte flow to the surface of the substrate. Additionally, the polishing pad may be composed of insulative materials that may interfere with the application of bias to the substrate surface and result in non-uniform or variable dissolution of material from the substrate surface.

[0014] As a result, there is a need for an improved polishing article for the removal of conductive material on a substrate surface.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0015] Aspects of the invention generally provide an article of manufacture and an apparatus for planarizing a layer on a substrate using electrochemical deposition techniques, electrochemical dissolution techniques, polishing techniques, and/or combinations thereof.

[0016] In one aspect, a polishing article for polishing a substrate includes a body having a surface adapted to polish the substrate and at least one conductive element embedded at least partially in the body. The conductive element may include fibers coated with a conductive material, a conductive filler, or combinations thereof, which may be disposed in a binder material. The conductive element may include a fabric of interwoven fibers coated with the conductive material embedded at least partially in the body, a composite of fibers coated with the conductive material, conductive fillers, or combinations thereof, and a binder, embedded at

least partially in the body, or combinations thereof. The conductive element may have a contact surface that extends beyond a plane defined by the polishing surface and may comprise a coil, one or more loops, one or more strands, an interwoven fabric of materials, or combinations thereof. A plurality of perforations and a plurality of grooves may be formed in the polishing article to facilitate flow of material through and across the polishing article.

[0017] In another aspect, a polishing article is provided for processing a substrate surface, such as a conductive layer deposited on the substrate surface. The polishing article include a body comprising at least a portion of conductive fillers, fibers coated with a conductive material, or combinations thereof, and adapted to polish the substrate. A plurality of perforations and a plurality of grooves may be formed in the polishing article to facilitate flow of material through and around the polishing article.

[0018] In another aspect, the polishing articles may be disposed in an apparatus for processing a substrate including a basin, a permeable disc disposed in the basin, the polishing article or the article of manufacture disposed on the permeable disc, an electrode disposed in the basin between the permeable disc and the bottom of the basin, and a polishing head adapted to retain the substrate during processing.

[0019] In another aspect, the polishing articles may be used as a conductive polishing article in a method for processing a substrate including providing an apparatus containing an enclosure, disposing a conductive polishing article in the enclosure, supplying an electrically conductive solution to the enclosure at a flow rate up to about 20 gallons per minute (GPM), positioning the substrate adjacent the conductive polishing article in the electrically conductive solution, contacting a surface of the substrate with the conductive polishing article in the electrically conductive solution, applying a bias between an electrode and the conductive polishing article, and removing at least a portion of the surface of the substrate surface.

[0020] In another aspect, a polishing article is provided for processing a substrate, including a body having at least a conductive surface adapted to polish the substrate, wherein the conductive surface comprises at least one conductive

element comprising conductive fillers, fibers coated with a conductive material, or combinations thereof, disposed in a polymeric material.

[0021] In another aspect, a polishing article is provided for processing a substrate, including a body having a surface adapted to polish the substrate and a conductive element comprising a fabric of interwoven fibers coated with a conductive material.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

[0045] The words and phrases used herein should be given their ordinary and customary meaning in the art by one skilled in the art unless otherwise further defined. Chemical-mechanical polishing should be broadly construed and includes, but is not limited to, abrading a substrate surface by chemical activity, mechanical activity, or a combination of both chemical and mechanical activity. Electropolishing should be broadly construed and includes, but is not limited to, planarizing a substrate by the application of electrochemical activity, such as by anodic dissolution.

[0046] Electrochemical mechanical polishing (ECMP) should be broadly construed and includes, but is not limited to, planarizing a substrate by the application of electrochemical activity, chemical activity, mechanical activity, or a combination of electrochemical, chemical, and mechanical activity to remove material from a substrate surface.

[0047] Electrochemical mechanical plating process (ECMPP) should be broadly construed and includes, but is not limited to, electrochemically depositing material on a substrate and generally planarizing the deposited material by the application of electrochemical activity, chemical activity, mechanical activity, or a combination of electrochemical, chemical, and mechanical activity.

[0048] Anodic dissolution should be broadly construed and includes, but is not limited to, the application of an anodic bias to a substrate directly or indirectly which results in the removal of conductive material from a substrate surface and into a surrounding electrolyte solution. Polishing surface is broadly defined as the portion of an article of manufacture that at least partially contacts a substrate surface during processing or electrically couples an article of manufacture to a substrate surface either directly through contact or indirectly through an electrically conductive medium.

Polishing Apparatus

[0049] Figure 1 depicts a processing apparatus 100 having at least one station suitable for electrochemical deposition and chemical mechanical polishing, such as electrochemical mechanical polishing (ECMP) station 102 and at least one conventional polishing or buffing station 106 disposed on a single platform or tool. One polishing tool that may be adapted to benefit from the invention is a MIRRA[®] Mesa[™] chemical mechanical polisher available from Applied Materials, Inc. located in Santa Clara, California.

[0050] For example, in the apparatus 100 shown in Figure 1, the apparatus 100 includes two ECMP stations 102 and one polishing station 106. The stations may be used for processing a substrate surface. For example, a substrate having feature definitions formed therein and filled with a barrier layer and then a conductive material disposed over the barrier layer may have the conductive material removed in two steps in the two ECMP stations 102 with the barrier layer polished in the polishing station 106 to form a planarized surface.

[0051] The exemplary apparatus 100 generally includes a base 108 that supports one or more ECMP stations 102, one or more polishing stations 106, a transfer station 110 and a carousel 112. The transfer station 110 generally facilitates transfer of substrates 114 to and from the apparatus 100 via a loading robot 116. The loading robot 116 typically transfers substrates 114 between the transfer station 110 and a factory interface 120 that may include a cleaning module 122, a metrology device 104 and one or more substrate storage cassettes 118. One example of a metrology device 104 is a NovaScan[™] Integrated Thickness Monitoring system, available from Nova Measuring Instruments, Inc., located in Phoenix, Arizona.

[0052] Alternatively, the loading robot 116 (or factory interface 120) may transfer substrates to one or more other processing tools (not shown) such as a chemical vapor deposition tool, physical vapor deposition tool, etch tool and the like.

[0053] In one embodiment, the transfer station 110 comprises at least an input buffer station 124, an output buffer station 126, a transfer robot 132, and a load cup assembly 128. The loading robot 116 places the substrate 114 onto the input buffer station 124. The transfer robot 132 has two gripper assemblies, each having pneumatic gripper fingers that hold the substrate 114 by the substrate's edge. The

transfer robot 132 lifts the substrate 114 from the input buffer station 124 and rotates the gripper and substrate 114 to position the substrate 114 over the load cup assembly 128, then places the substrate 114 down onto the load cup assembly 128.

[0054] The carousel 112 generally supports a plurality of polishing heads 130, each of which retains one substrate 114 during processing. The carousel 112 transfers the polishing heads 130 between the transfer station 110, the one or more ECMP stations 102 and the one or more polishing stations 106. One carousel 112 that may be adapted to benefit from the invention is generally described in United States Patent No. 5,804,507, issued September 8, 1998 to Tolles et al., which is hereby incorporated by reference to the extent it is not inconsistent with the claims and disclosure herein.

[0055] Generally, the carousel 112 is centrally disposed on the base 108. The carousel 112 typically includes a plurality of arms 138. Each arm 138 generally supports one of the polishing heads 130. One of the arms 138 depicted in Figure 1 is not shown so that the transfer station 110 may be seen. The carousel 112 is indexable such that the polishing head 130 may be moved between the stations 102, 106 and the transfer station 110 in a sequence defined by the user.

[0056] Generally the polishing head 130 retains the substrate 114 while the substrate 114 is disposed in the ECMP station 102 or polishing station 106. The arrangement of the ECMP stations 106 and polishing stations 102 on the apparatus 100 allow for the substrate 114 to be sequentially plated or polished by moving the substrate between stations while being retained in the same polishing head 130. One polishing head that may be adapted to the invention is a TITAN HEAD™ substrate carrier, manufactured by Applied Materials, Inc., located in Santa Clara, California.

[0057] Examples of embodiments of polishing heads 130 that may be used with the polishing apparatus 100 described herein are described in United States Patent No. 6,024,630, issued February 25, 2000 to Shendon, et al., which is hereby incorporated by reference to the extent it is not inconsistent with the claims and disclosure herein.

[0058] To facilitate control of the polishing apparatus 100 and processes performed thereon, a controller 140 comprising a central processing unit (CPU) 142, memory 144, and support circuits 146, is connected to the polishing apparatus 100. The CPU 142 may be one of any form of computer processor that can be used in an industrial setting for controlling various drives and pressures. The memory 144 is connected to the CPU 142. The memory 144, or computer-readable medium, may be one or more of readily available memory such as random access memory (RAM), read only memory (ROM), floppy disk, hard disk, or any other form of digital storage, local or remote. The support circuits 146 are connected to the CPU 142 for supporting the processor in a conventional manner. These circuits include cache, power supplies, clock circuits, input/output circuitry, subsystems, and the like.

[0059] Power to operate the polishing apparatus 100 and/or the controller 140 is provided by a power supply 150. Illustratively, the power supply 150 is shown connected to multiple components of the polishing apparatus 100, including the transfer station 110, the factory interface 120, the loading robot 116 and the controller 140. In other embodiments separate power supplies are provided for two or more components of the polishing apparatus 100.

[0060] Figure 2 depicts a sectional view of the polishing head 130 supported above an ECMP station 102. The ECMP station 102 generally includes a basin 202, an electrode 204, polishing article 205, a disc 206 and a cover 208. In one embodiment, the basin 202 is coupled to the base 108 of the polishing apparatus 100. The basin 202 generally defines a container or electrolyte cell in which a conductive fluid such as an electrolyte 220 can be confined. The electrolyte 220 used in processing the substrate 114 can be used to process metals such as copper, aluminum, tungsten, gold, silver, or any other materials that can be electrochemically deposited onto or electrochemically removed from the substrate 114.

[0061] The basin 202 can be a bowl shaped member made of a plastic such as fluoropolymers, TEFLON[®], PFA, PE, PES, or other materials that are compatible with electroplating and electropolishing chemistries. The basin 202 has a bottom 210 that includes an aperture 216 and a drain 214. The aperture 216 is generally

disposed in the center of the bottom 210 and allows a shaft 212 to pass therethrough. A seal 218 is disposed between the aperture 216 and the shaft 212 and allows the shaft 212 to rotate while preventing fluids disposed in the basin 202 from passing through the aperture 216.

[0062] The basin 202 typically includes the electrode 204, the disc 206, and the polishing article 205 disposed therein. Polishing article 205, such as a polishing pad, is disposed and supported in the basin 202 on the disc 206.

[0063] The electrode 204 is a counter-electrode to the substrate 114 and/or polishing article 205 contacting a substrate surface. The polishing article 205 is at least partially conductive and may act as an electrode in combination with the substrate during electrochemical processes, such as an electrochemical mechanical plating process (ECMPP), which includes electrochemical deposition and chemical mechanical polishing, or electrochemical dissolution. The electrode 204 may be an anode or cathode depending upon the positive bias (anode) or negative bias (cathode) applied between the electrode 204 and polishing article 405.

[0064] For example, depositing material from an electrolyte on the substrate surface, the electrode 204 acts as an anode and the substrate surface and/or polishing article 205 acts as a cathode. When removing material from a substrate surface, such as by dissolution from an applied bias, the electrode 204 functions as a cathode and the substrate surface and/or polishing article 205 may act as an anode for the dissolution process.

[0065] The electrode 204 is generally positioned between the disc 206 and the bottom 210 of the basin 202 where it may be immersed in the electrolyte 220. The electrode 204 can be a plate-like member, a plate having multiple apertures formed therethrough, or a plurality of electrode pieces disposed in a permeable membrane or container. A permeable membrane (not shown) may be disposed between the disc 206 and the electrode 204 or electrode 204 and polishing article 205 to filter bubbles, such as hydrogen bubbles, from the wafer surface and to reduce defect formation and stabilize or more uniformly apply current or power therebetween.

[0066] For electrodeposition processes, the electrode 204 is made of the material to be deposited or removed, such as copper, aluminum, gold, silver, tungsten and

other materials which can be electrochemically deposited on the substrate 114. For electrochemical removal processes, such as anodic dissolution, the electrode 204 may include a non-consumable electrode of a material other than the deposited material, for example, platinum, carbon, or aluminum, for copper dissolution.

[0067] The polishing article 205 can be a pad, a web or a belt of material, which is compatible with the fluid environment and the processing specifications. In the embodiment depicted in Figure 2, the polishing article 205 is circular in form and positioned at an upper end of the basin 202, supported on its lower surface by the disc 206. The polishing article 205 includes at least a partially conductive surface of a conductive material, such as one or more conductive elements, for contact with the substrate surface during processing. The polishing article 205 may be a portion or all of a conductive polishing material or a composite of a conductive polishing material embedded in or disposed on a conventional polishing material. For example the conductive material may be disposed on a "backing" material disposed between the disc 206 and polishing article 205 to tailor the compliance and/or durometer of the polishing article 205 during processing.

[0068] The basin 202, the cover 208, and the disc 206 may be movably disposed on the base 108. The basin 202, cover 208 and disc 206 may be axially moved toward the base 108 to facilitate clearance of the polishing head 130 as the carousel 112 indexes the substrate 114 between the ECMP and polishing stations 102, 106. The disc 206 is disposed in the basin 202 and coupled to the shaft 212. The shaft 212 is generally coupled to a motor 224 disposed below the base 108. The motor 224, in response to a signal from the controller 140, rotates the disc 206 at a predetermined rate.

[0069] The disc 206 may be a perforated article support made from a material compatible with the electrolyte 220 which would not detrimentally affect polishing. The disc 206 may be fabricated from a polymer, for example fluoropolymers, PE, TEFLON[®], PFA, PES, HDPE, UHMW or the like. The disc 206 can be secured in the basin 202 using fasteners such as screws or other means such as snap or interference fit with the enclosure, being suspended therein and the like. The disc 206 is preferably spaced from the electrode 204 to provide a wider process window,

thus reducing the sensitivity of depositing material and removing material from the substrate surface to the electrode 204 dimensions.

[0070] The disc 206 is generally permeable to the electrolyte 220. In one embodiment, the disc 206 includes a plurality of perforations or channels 222 formed therein. Perforations include apertures, holes, openings, or passages formed partially or completely through an object, such as the polishing article. The perforation size and density is selected to provide uniform distribution of the electrolyte 220 through the disc 206 to the substrate 114.

[0071] In one aspect of the disc 206 includes perforations having a diameter between about 0.02 inches (0.5 millimeters) and about 0.4 inches (10 mm). The perforations may have a perforation density between about 20% and about 80% of the polishing article. A perforation density of about 50% has been observed to provide electrolyte flow with minimal detrimental effects to polishing processes. Generally, the perforations of the disc 206 and the polishing article 205 are aligned to provide to provide for sufficient mass flow of electrolyte through the disc 206 and polishing article 205 to the substrate surface. The polishing article 205 may be disposed on the disc 206 by a mechanical clamp or conductive adhesive.

[0072] While the polishing articles described herein for electrochemical-mechanical polishing (ECMP) processes, the invention contemplates using the conductive polishing article in other fabrication processes involving electrochemical activity. Examples of such processes using electrochemical activity include electrochemical deposition, which involves the polishing article 205 being used to apply an uniform bias to a substrate surface for depositing a conductive material without the use of conventional bias application apparatus, such as edge contacts, and electrochemical mechanical plating processes (ECMPP) that include a combination of electrochemical deposition and chemical mechanical polishing.

[0073] In operation, the polishing article 205 is disposed on the disc 206 in an electrolyte in the basin 202. A substrate 114 on the polishing head is disposed in the electrolyte and contacted with the polishing article 205. Electrolyte is flowed through the perforations of the disc 206 and the polishing article 205 and is distributed on the substrate surface by grooves formed therein. Power from a power source is then applied to the conductive polishing article 205 and the electrode 204,

and conductive material, such as copper, in the electrolyte is then removed by an anodic dissolution method.

[0074] The electrolyte 220 is flowed from a reservoir 233 into the volume 232 via a nozzle 270. The electrolyte 220 is prevented from overflowing the volume 232 by a plurality of holes 234 disposed in a skirt 254. The holes 234 generally provide a path through the cover 208 for the electrolyte 220 exiting the volume 232 and flowing into the lower portion of the basin 202. At least a portion of the holes 234 are generally positioned between a lower surface 236 of the depression 258 and the center portion 252. As the holes 234 are typically higher than the lower surface 236 of the depression 258, the electrolyte 220 fills the volume 232 and is thus brought into contact with the substrate 214 and polishing medium 205. Thus, the substrate 214 maintains contact with the electrolyte 220 through the complete range of relative spacing between the cover 208 and the disc 206.

[0075] The electrolyte 220 collected in the basin 202 generally flows through the drain 214 disposed at the bottom 210 into the fluid delivery system 272. The fluid delivery system 272 typically includes the reservoir 233 and a pump 242. The electrolyte 220 flowing into the fluid delivery system 272 is collected in the reservoir 233. The pump 242 transfers the electrolyte 220 from the reservoir 233 through a supply line 244 to the nozzle 270 where the electrolyte 220 recycled through the ECMP station 102. A filter 240 is generally disposed between the reservoir 233 and the nozzle 270 to remove particles and agglomerated material that may be present in the electrolyte 220.

[0076] Electrolyte solutions may include commercially available electrolytes. For example, in copper containing material removal, the electrolyte may include sulfuric acid based electrolytes or phosphoric acid based electrolytes, such as potassium phosphate (K_3PO_4), or combinations thereof. The electrolyte may also contain derivatives of sulfuric acid based electrolytes, such as copper sulfate, and derivatives of phosphoric acid based electrolytes, such as copper phosphate. Electrolytes having perchloric acid-acetic acid solutions and derivatives thereof may also be used.

[0077] Additionally, the invention contemplates using electrolyte compositions conventionally used in electroplating or electropolishing processes, including

conventionally used electroplating or electropolishing additives, such as brighteners among others. One source for electrolyte solutions used for electrochemical processes such as copper plating, copper anodic dissolution, or combinations thereof is Shipley Leonel, a division of Rohm and Haas, headquartered in Philadelphia, Pennsylvania, under the tradename Ultrafill 2000. An example of a suitable electrolyte composition is described in United States Patent Application Serial No. 10/038,066, filed on January 3, 2002, which is incorporated by reference to the extent not inconsistent with the aspects and claims herein.

[0078] Electrolyte solutions are provided to the electrochemical cell to provide a dynamic flow rate on the substrate surface or between the substrate surface and an electrode at a flow rate up to about 20 gallons per minute (GPM), such as between about 0.5 GPM and about 20 GPM, for example, at about 2 GPM. It is believed that such flow rates of electrolyte evacuate polishing material and chemical by-products from the substrate surface and allow refreshing of electrolyte material for improved polishing rates.

[0079] When using mechanical abrasion in the polishing process, the substrate 114 and polishing article 205 are rotated relative to one another to remove material from the substrate surface. Mechanical abrasion may be provided by physical contact with both conductive polishing materials and conventional polishing materials as described herein. The substrate 114 and the polishing article 205 are respectively rotated at about 5 rpms or greater, such as between about 10 rpms and about 50 rpms.

[0080] In one embodiment, a high rotational speed polishing process may be used. The high rotational speed process includes rotating the polishing article 205 at a platen speed of about 150 rpm or greater, such as between about 150 rpm and about 750 rpm; and the substrate 114 may be rotated at a rotational speed between about 150 rpm and about 500 rpm, such as between about 300 rpm and about 500 rpm. Further description of a high rotational speed polishing process that may be used with the polishing articles, processes, and apparatus described herein is disclosed in U.S. Patent Application Serial No. 60/308,030, filed on 7/25/2001, and entitled, "Method And Apparatus For Chemical Mechanical Polishing Of

Semiconductor Substrates.” Other motion, including orbital motion or a sweeping motion across the substrate surface, may also be performed during the process.

[0081] When contacting the substrate surface, a pressure of about 6 psi or less, such as about 2 psi or less is applied between the polishing article 205 and the substrate surface. A pressure between of about 2 psi or less, such as about 0.5 psi or less is used with substrate containing low dielectric constant material between the substrate 114 and the polishing article 205 during polishing of the substrate. In one aspect, a pressure between about 0.1 psi and about 0.2 psi may be used to polishing substrates with conductive polishing articles as described herein.

[0082] In anodic dissolution, a potential difference or bias is applied between the electrode 204, performing as a cathode, and the polishing surface 310 of the polishing article 205, performing as the anode. The substrate in contact with the polishing article is polarized via the conductive polishing surface article 310 at the same time the bias is applied to the conductive article support member. The application of the bias allows removal of conductive material, such as copper-containing materials, formed on a substrate surface. Establishing the bias may include the application of a voltage of about 15 volts or less to the substrate surface. A voltage between about 0.1 volts and about 10 volts may be used to dissolve copper-containing material from the substrate surface and into the electrolyte. The bias may also produce a current density between about 0.1 milliamps/cm² and about 50 milliamps/cm², or between about 0.1 amps to about 20 amps for a 200 mm substrate.

[0083] The signal provided by the power supply 150 to establish the potential difference and perform the anodic dissolution process may be varied depending upon the requirements for removing material from the substrate surface. For example, a time varying anodic signal may be provided to the conductive polishing medium 205. The signal may also be applied by electrical pulse modulation techniques. The electrical pulse modification technique comprises applying a constant current density or voltage over the substrate for a first time period, then applying a constant reverse voltage over the substrate for a second time period, and repeating the first and second steps. For example, the electrical pulse

modification technique may use a varying potential from between about -0.1 volts and about -15 volts to between about 0.1 volts and about 15 volts.

[0084] With the correct perforation pattern and density on the polishing media, it is believed that biasing the substrate from the polishing article 205 provides uniform dissolution of conductive materials, such as metals, into the electrolyte from the substrate surface as compared to the higher edge removal rate and lower center removal rate from conventional edge contact-pins bias.

[0085] Conductive material, such as copper containing material can be removed from at least a portion of the substrate surface at a rate of about 15,000 Å/min or less, such as between about 100 Å/min and about 15,000 Å/min. In one embodiment of the invention where the copper material to be removed is about 12,000 Å thick, the voltage may be applied to the conductive polishing article 205 to provide a removal rate between about 100 Å/min and about 8,000 Å/min.

[0086] Following the electropolishing process, the substrate may be further polished or buffed to remove barrier layer materials, remove surface defects from dielectric materials, or improve planarity of the polishing process using the conductive polishing article. An example of a suitable buffing process and composition is disclosed in co-pending U.S. Patent Application Serial No. 09/569,968, filed on May 11, 2000, and incorporated herein by reference to the extent not inconsistent with the claimed aspects or disclosure herein.

Polishing Article Materials

[0087] The polishing articles described herein may be formed from conductive materials that may comprise a conductive polishing material or may comprise a conductive element disposed in a dielectric or conductive polishing material. In one embodiment, a conductive polishing material may include conductive fibers, conductive fillers, or combinations thereof. The conductive fibers, conductive fillers, or combinations thereof may be dispersed in a polymeric material.

[0088] The conductive fibers may comprise conductive or dielectric materials, such as dielectric or conductive polymers or carbon-based materials, at least partially coated or covered with a conductive material including a metal, a carbon-based material, a conductive ceramic material, a conductive alloy, or combinations

thereof. The conductive fibers may be in the form of fibers or filaments, a conductive fabric or cloth, one or more loops, coils, or rings of conductive fibers. Multiple layers of conductive materials, for example, multiple layers of conductive cloth or fabric, may be used to form the conductive polishing material.

[0089] The conductive fibers include dielectric or conductive fiber materials coated with a conductive material. Dielectric polymeric materials may be used as fiber materials. Examples of suitable dielectric fiber materials include polymeric materials, such as polyamides, polyimides, nylon polymer, polyurethane, polyester, polypropylene, polyethylene, polystyrene, polycarbonate, diene containing polymers, such as AES (polyacrylonitrile ethylene styrene), acrylic polymers, or combinations thereof.

[0090] The conductive fiber material may comprise intrinsically conductive polymeric materials including polyacetylene, polyethylenedioxythiophene (PEDT), which is commercially available under the trade name Baytron™, polyaniline, polypyrrole, polythiophene, carbon-based fibers, or combinations thereof. Another example of a conductive polymer is polymer-noble metal hybrid materials. Polymer-noble metal hybrid materials are generally chemically inert with a surrounding electrolyte, such as those with noble metals that are resistant to oxidation. An example of a polymer-noble metal hybrid material is a platinum-polymer hybrid material. Examples of conductive polishing materials, including conductive fibers, are more fully described in co-pending U.S. Patent Application Serial No. 10/033,732, filed on December 27, 2001, entitled, "Conductive Polishing Article For Electrochemical Mechanical Polishing", which is incorporated herein by reference to the extent not inconsistent with the claimed aspects and description herein. The invention also contemplates the use of organic or inorganic materials that may be used as fibers described herein.

[0091] The fiber material may be solid or hollow in nature. The fiber length is in the range between about 1 μm and about 1000 mm with a diameter between about 0.1 μm and about 1 mm. In one aspect, the diameter of fiber may be between about 5 μm to about 200 μm with an aspect ratio of length to diameter of about 5 or greater, such as about 10 or greater, for conductive polymer composites and foams, such as conductive fibers disposed in polyurethane. The cross-sectional area of

the fiber may be circular, elliptical, star-patterned, "snow flaked", or of any other shape of manufactured dielectric or conductive fibers. High aspect ratio fibers having a length between about 5 mm and about 1000 mm in length and between about 5 μm and about 1000 μm in diameter may be used for forming meshes, loops, fabrics or cloths, of the conductive fibers. The fibers may also have an elasticity modulus in the range between about 10^4 psi and about 10^8 psi. However, the invention contemplates any elastic modulus necessary to provide for compliant, elastic fibers in the polishing articles and processes described herein.

[0092] Conductive material disposed on the conductive or dielectric fiber material generally include conductive inorganic compounds, such as a metals metal, a carbon-based material, a conductive ceramic material, a metal inorganic compound, or combinations thereof. Examples of metal that me be used for the conductive material coatings herein include noble metals, copper, nickel, cobalt, and combinations thereof. Noble metals include gold, platinum, palladium, iridium, rhenium, rhodium, rhenium, ruthenium, osmium, and combinations thereof, of which gold and platinum are preferred. The invention also contemplates the use of other metals for the conductive material coatings than those illustrated herein. Carbon-based material includes carbon black, graphite, and carbon particles capable of being affixed to the fiber surface. Examples of ceramic materials include niobium carbide (NbC), zirconium carbide (ZrC), tantalum carbide (TaC), titanium carbide (TiC), tungsten carbide (WC), and combinations thereof. The invention also contemplates the use of other metals, other carbon-based materials, and other ceramic materials for the conductive material coatings than those illustrated herein.

[0093] Metal inorganic compounds include, for example, copper sulfide or danjenite, Cu_9S_5 , disposed on polymeric fibers, such as acrylic or nylon fibers. The danjenite coated fibers are commercially available under the tradename Thunderon® from Nihon Sanmo Dyeing Co., Ltd, of Japan. The Thunderon® fibers typically have a coating of danjenite, Cu_9S_5 , between about 0.03 μm and about 0.1 μm and have been observed to have conductivities of about 40 Ω/cm .

[0094] The conductive coating may be disposed directly on the fiber by plating, coating, physical vapor deposition, chemical deposition, binding, or bonding of the conductive materials. Additionally, a nucleation, or seed, layer of a conductive

material, for example, copper, cobalt or nickel, may be used to improve adhesion between the conductive material and the fiber material. The conductive material may be disposed on individual dielectric or conductive fibers of variable lengths as well as on shaped loops, foams, and cloths or fabrics made out of the dielectric or conductive fiber material.

[0095] An example of a suitable conductive fiber is a polyethylene fiber coated with gold. Additional examples of the conductive fibers include acrylic fibers plated with gold and nylon fibers coated with rhodium. An example of a conductive fiber using a nucleation material is a nylon fiber coated with a copper seed layer and a gold layer disposed on the copper layer.

[0096] The conductive fillers may include carbon based materials or conductive particles and fibers. Examples of conductive carbon-based materials include carbon powder, carbon fibers, carbon nanotubes, carbon nanofoam, carbon aerogels, graphite, and combinations thereof. Examples of conductive particles or fibers include intrinsically conductive polymers, dielectric or conductive particles coated with a conductive material, dielectric filler materials coated in conductive materials, conductive inorganic particles, conductive ceramic particle, and combinations thereof. The conductive fillers may be partially or completely coated with a metal, such as a noble metal, a carbon-based material, conductive ceramic material, a metal inorganic compound, or combinations thereof, as described herein. An example of a filler material is a carbon fiber or graphite coated with copper or nickel. Conductive fillers may be spherical, elliptical, longitudinal with certain aspect ratio, such as 2 or greater, or of any other shape of manufactured fillers. Filler materials are broadly defined herein as materials that may be disposed in a second material to alter, the physical, chemical, or electrical properties of the second material. As such, filler materials may also include dielectric or conductive fiber material partially or completely coated in a conductive metal or conductive polymers as described herein. The fillers of dielectric or conductive fiber material partially or completely coated in a conductive metal or conductive polymers may also be complete fibers or pieces of fibers.

[0097] The conductive materials are used to coat both dielectric and conductive fibers and fillers to provide a desired level of conductivity for forming the conductive

polishing material. Generally, the coating of conductive material is deposited on the fiber and/or filler material to a thickness between about 0.01 μm and about 50 μm , such as between about 0.02 μm and about 10 μm . The coating typically results in fibers or fillers having resistivities less than about 100 $\Omega\text{-cm}$, such as between about 0.001 $\Omega\text{-cm}$ and about 32 $\Omega\text{-cm}$. The invention contemplates that resistivities are dependent on the materials of both the fiber or filler and the coating used, and may exhibit resistivities of the conductive material coating, for example, platinum, which has a resistivity 9.81 $\mu\Omega\text{-cm}$ at 0°C. An example of a suitable conductive fiber includes a nylon fiber coated with about 0.1 μm copper, nickel, or cobalt, and about 2 μm of gold disposed on the copper, nickel, or cobalt layer, with a total diameter of the fiber between about 30 μm and about 90 μm .

[0098] The conductive polishing material may include a combination of the conductive or dielectric fibers material at least partially coated or covered with an additional conductive material and conductive fillers for achieving a desired electrical conductivity or other polishing article properties. An example of a combination is the used of graphite and gold coated nylon fibers as the conductive material comprising at least a portion of a conductive polishing material.

[0099] The conductive fiber material, the conductive filler material, or combinations thereof, may be dispersed in a binder material or form a composite conductive polishing material. One form of binder material is a conventional polishing material. Conventional polishing materials are generally dielectric materials such as dielectric polymeric materials. Examples of dielectric polymeric polishing materials include polyurethane and polyurethane mixed with fillers, polycarbonate, polyphenylene sulfide (PPS), Teflon™ polymers, polystyrene, ethylene-propylene-diene-methylene (EPDM), or combinations thereof, and other polishing materials used in polishing substrate surfaces. The conventional polishing material may also include felt fibers impregnated in urethane or be in a foamed state. The invention contemplates that any conventional polishing material may be used as a binder material with the conductive fibers and fillers described herein.

[0100] Additives may be added to the binder material to assist the dispersion of conductive fibers, conductive fillers or combinations thereof, in the polymer materials. Additives may be used to improve the mechanical, thermal, and

electrical properties of the polishing material formed from the fibers and/or fillers and the binder material. Additives include cross-linkers for improving polymer cross-linking and dispersants for dispersing conductive fibers or conductive fillers more uniformly in the binder material. Examples of cross-linkers include amino compounds, silane crosslinkers, polyisocyanate compounds, and combinations thereof. Examples of dispersants include N-substituted long-chain alkenyl succinimides, amine salts of high-molecular-weight organic acids, co-polymers of methacrylic or acrylic acid derivatives containing polar groups such as amines, amides, imines, imides, hydroxyl, ether, Ethylene-propylene copolymers containing polar groups such as amines, amides, imines, imides, hydroxyl, ether. In addition sulfur containing compounds, such as thioglycolic acid and related esters have been observed as effective dispersers for gold coated fibers and fillers in binder materials. The invention contemplates that the amount and types of additives will vary for the fiber or filler material as well as the binder material used, and the above examples are illustrative and should not be construed or interpreted as limiting the scope of the invention.

[0101] Further, a mesh of the conductive fiber and/or filler material may be formed in the binder material by providing sufficient amounts of conductive fiber and/or conductive filler material to form a physically continuous or electrically continuous medium or phase in the binder material. The conductive fibers and/or conductive fillers generally comprise between about 2 wt.% and about 85 wt.%, such as between about 5 wt.% and about 60 wt.%, of the polishing material when combined with a polymeric binder material.

[0102] An interwoven fabric or cloth of the fiber material coated with a conductive material, and optionally, a conductive filler, may be disposed in the binder. The fiber material coated with a conductive material may be interwoven to form a yarn. The yarns may be pressed together to make a conductive mesh with the help of adhesives or coatings. The yarn may be disposed as a conductive element in a polishing pad material or may be woven into a cloth or fabric.

[0103] Alternatively, the conductive fibers and/or fillers may be combined with a bonding agent to form a composite conductive polishing material. Examples of suitable bonding agents include epoxies, silicones, urethanes, polyimides, a

polyamide, a fluoropolymer, fluorinated derivatives thereof, or combinations thereof. Additional conductive material, such as conductive polymers, additional conductive fillers, or combinations thereof, may be used with the bonding agent for achieving desired electrical conductivity or other polishing article properties. The conductive fibers and/or fillers may include between about 2 wt.% and about 85 wt.%, such as between about 5 wt.% and about 60 wt.%, of the composite conductive polishing material.

[0104] The conductive fiber and/or filler material may be used to form conductive polishing materials or articles having bulk or surface resistivity of about 50 Ω -cm or less, such as a resistivity of about 3 Ω -cm or less. In one aspect of the polishing article, the polishing article or polishing surface of the polishing article has a resistivity of about 1 Ω -cm or less. Generally, the conductive polishing material or the composite of the conductive polishing material and conventional polishing material are provided to produce a conductive polishing article having a bulk resistivity or a bulk surface resistivity of about 50 Ω -cm or less. An example of a composite of the conductive polishing material and conventional polishing material includes gold or carbon coated fibers which exhibit resistivities of 1 Ω -cm or less, disposed in a conventional polishing material of polyurethane in sufficient amounts to provide a polishing article having a bulk resistivity of about 10 Ω -cm or less.

[0105] The conductive polishing materials formed from the conductive fibers and/or fillers described herein generally have mechanical properties that do not degrade under sustained electric fields and are resistant to degradation in acidic or basic electrolytes. The conductive material and any binder material used are combined to have equivalent mechanical properties, if applicable, of conventional polishing materials used in a conventional polishing article.

[0106] For example, the conductive polishing material, either alone or in combination with a binder material, has a hardness of about 100 or less on the Shore D Hardness scale for polymeric materials as described and measured by the American Society for Testing and Materials (ASTM), headquartered in Philadelphia, Pennsylvania. In one aspect, the conductive material has a hardness of about 80 or less on the Shore D Hardness scale for polymeric materials, such as a Shore D Hardness of between about 50 and about 80, for a conventional hard polishing pad.

For example, a conductive polishing pad may have a Shore D Hardness between about 50 and about 70. The conductive polishing portion 110 generally includes a surface roughness of about 500 microns or less. The properties of the polishing pad are generally designed to reduce or minimize scratching of the substrate surfaces during mechanical polishing and when applying a bias to the substrate surface.

Polishing Article Structures

[0107] In one aspect, the polishing article is composed of a single layer of conductive polishing material described herein disposed on a support. In another aspects, the polishing article may comprise a plurality of material layers including at least one conductive material on the substrate surface or providing for a conductive surface for contacting a substrate and at least one article support portion or sub-pad.

[0108] Figure 3A is a partial cross-sectional view of one embodiment of a polishing article 205. Polishing article 205 illustrated in Figure 3 comprises a composite polishing article having a conductive polishing portion 310 for polishing a substrate surface and an article support, or sub-pad, portion 320.

[0109] The conductive polishing portion 310 may comprise a conductive polishing material including the conductive fibers and/or conductive fillers as described herein. For example, the conductive polishing portion 310 may include a conductive material comprising conductive fibers and/or conductive fillers dispersed in a polymeric material. Further, the conductive polishing portion may include one or more loops, coils, or rings of conductive fibers, or conductive fibers interwoven to form a conductive fabric or cloth. The conductive polishing portion 310 may also be comprised of multiple layers of conductive materials, for example, multiple layers of conductive cloth or fabric.

[0110] One example of the conductive polishing portion 310 includes graphite particles and gold coated nylon fibers disposed in polyurethane. Another example includes graphite particles, carbon nanotubes, carbon fibers, and combinations thereof, disposed in polyurethane or silicone.

[0111] The article support portion 320 generally has the same or smaller diameter or width of the conductive polishing portion 310. However, the invention contemplates the article support portion 320 having a greater width or diameter than the conductive polishing portion 310. While the figures herein illustrate a circular conductive polishing portion 310 and article support portion 320, the invention contemplates that the conductive polishing portion 310, the article support portion 320, or both may have different shapes such as rectangular surfaces or elliptical surfaces. The invention further contemplates that the conductive polishing portion 310, the article support portion 320, or both, may form a linear web or belt of material.

[0112] The article support portion 320 may comprise inert materials in the polishing process and are resistant to being consumed or damaged during ECMP. For example, the article support portion may be comprised of a conventional polishing materials, including polymeric materials, for example, polyurethane and polyurethane mixed with fillers, polycarbonate, polyphenylene sulfide (PPS), ethylene-propylene-diene-methylene (EPDM), Teflon™ polymers, or combinations thereof, and other polishing materials used in polishing substrate surfaces. The article support portion 320 may be a conventional soft material, such as compressed felt fibers impregnated with urethane, for absorbing some of the pressure applied between the polishing article 205 and the carrier head 130 during processing. The soft material may have a Shore A hardness between about 20 and about 90.

[0113] Alternatively, the article support portion 320 may be made from a conductive material compatible with surrounding electrolyte that would not detrimentally affect polishing including conductive noble metals or a conductive polymer, to provide electrical conduction across the polishing article. Examples of noble metals include gold, platinum, palladium, iridium, rhenium, rhodium, ruthenium, osmium, and combinations thereof, of which gold and platinum are preferred. Materials that are reactive with the surrounding electrolyte, such as copper, may be used if such materials are isolated from the surrounding electrolyte by an inert material, such as a conventional polishing material or a noble metal.

[0114] When the article support portion 320 is conductive, the article support portion 320 may have a greater conductivity, *i.e.*, lower resistivity, than the conductive polishing portion 310. For example, the conductive polishing portion 310 may have a resistivity of about 1.0 Ω -cm or less as compared to an article support portion 320 comprising platinum, which has a resistivity 9.81 $\mu\Omega$ -cm at 0°C. A conductive article support portion 320 may provide for uniform bias or current to minimize conductive resistance along the surface of the article, for example, the radius of the article, during polishing for uniform anodic dissolution across the substrate surface. A conductive article support portion 320 may be coupled to a power source for transferring power to the conductive polishing portion 310.

[0115] Generally, the conductive polishing portion 310 is adhered to the article support portion 320 by a conventional adhesive suitable for use with polishing materials and in polishing processes. The adhesive may be conductive or dielectric depending on the requirements of the process or the desires of the manufacturer. The article support portion 320 may be affixed to a support, such as disc 206, by an adhesive or mechanical clamp. Alternatively, if polishing article 205 only includes a conductive polishing portion 310, the conductive polishing portion may be affixed to a support, such as disc 206, by an adhesive or mechanical clamp

[0116] The conductive polishing portion 310 and the article support portion 320 of the polishing article 205 are generally permeable to the electrolyte. A plurality of perforations may be formed, respectively, in the conductive polishing portion 310 and the article support portion 320 to facilitate fluid flow therethrough. The plurality of perforations allows electrolyte to flow through and contact the surface during processing. The perforations may be inherently formed during manufacturing, such as between weaves in a conductive fabric or cloth, or may be formed and patterned through the materials by mechanical means. The perforations may be formed partially or completely through each layer of the polishing article 205. The perforations of the conductive polishing portion 310 and the perforations of the article support portion 320 may be aligned to facilitate fluid flow therethrough.

[0117] Examples of perforations 350 formed in the polishing article 205 may include apertures in the polishing article having a diameter between about 0.02 inches (0.5 millimeters) and about 0.4 inches (10 mm). The thickness of the

polishing article 205 may be between about 0.1 mm and about 5 mm. For example, perforations may be spaced between about 0.1 inches and about 1 inch from one another.

[0118] The polishing article 205 may have a perforation density between about 20% and about 80% of the polishing article in order to provide sufficient mass flow of electrolyte across the polishing article surface. However, the invention contemplates perforation densities below or above the perforation density described herein that may be used to control fluid flow therethrough. In one example, a perforation density of about 50% has been observed to provide sufficient electrolyte flow to facilitate uniform anodic dissolution from the substrate surface. Perforation density is broadly described herein as the volume of polishing article that the perforations comprise. The perforation density includes the aggregate number and diameter or size of the perforations, of the surface or body of the polishing article when perforations are formed in the polishing article 205.

[0119] The perforation size and density is selected to provide uniform distribution of electrolyte through the polishing article 205 to a substrate surface. Generally, the perforation size, perforation density, and organization of the perforations of both the conductive polishing portion 310 and the article support portion 320 are configured and aligned to each other to provide for sufficient mass flow of electrolyte through the conductive polishing portion 310 and the article support portion 320 to the substrate surface.

[0120] Grooves may be disposed in the polishing article 205 to promote electrolyte flow across the polishing article 205 to provide effective or uniform electrolyte flow with the substrate surface for anodic dissolution or electroplating processes. The grooves may be partially formed in a single layer or through multiple layers. The invention contemplates grooves being formed in the upper layer or polishing surface that contacts the substrate surface. To provide increased or controlled electrolyte flow to the surface of the polishing article, a portion or plurality of the perforations may interconnect with the grooves. Alternatively, the all or none of the perforations may interconnect with the grooves disposed in the polishing article 205.

[0121] Examples of grooves used to facilitate electrolyte flow include linear grooves, arcuate grooves, annular concentric grooves, radial grooves, and helical grooves among others. The grooves formed in the article 205 may have a cross-section that is square, circular, semi-circular, or any other shape that may facilitate fluid flow across the surface of the polishing article. The grooves may intersect each other. The grooves may be configured into patterns, such as an intersecting X-Y pattern disposed on the polishing surface or an intersecting triangular pattern formed on the polishing surface, or combinations thereof, to improve electrolyte flow over the surface of the substrate.

[0122] The grooves may be spaced between about 30 mils and about 300 mils apart from one another. Generally, grooves formed in the polishing article have a width between about 5 mils and about 30 mils, but may vary in size as required for polishing. An example of a groove pattern includes grooves of about 10 mils wide spaced about 60 mils apart from one another. Any suitable groove configuration, size, diameter, cross-sectional shape, or spacing may be used to provide the desired flow of electrolyte. Additional cross sections and groove configurations are more fully described in co-pending United States Patent Provisional Application Serial No. 60/328,434, filed on October 11, 2001, entitled "Method And Apparatus For Polishing Substrates", which is incorporated herein by reference to the extent not inconsistent with the claims and disclosure herein.

[0123] Electrolyte transport to the surface of the substrate may be enhanced by intersecting some of the perforations with the grooves to allow electrolyte to enter through one set of perforation, be evenly distributed around the substrate surface by the grooves, used in processing a substrate, and then processing electrolyte is refreshed by additional electrolyte flowing through the perforations. An example of a pad perforation and grooving is more fully described in United States Patent Application Serial No. 10/026,854, filed December 20, 2001, which is incorporated by reference to the extent not inconsistent with the aspects and claims herein.

[0124] Examples of polishing articles having perforations and grooves are as follows. Figure 4 is a top plan view of one embodiment of a grooved polishing article. A round pad 440 of the polishing article 205 is shown having a plurality of perforations 446 of a sufficient size and organization to allow the flow of electrolyte

to the substrate surface. The perforations 446 can be spaced between about 0.1 inches and about 1 inch from one another. The perforations may be circular perforations having a diameter of between about 0.02 inches (0.5 millimeters) and about 0.4 inches (10 mm). Further the number and shape of the perforations may vary depending upon the apparatus, processing parameters, and ECMP compositions being used.

[0125] Grooves 442 are formed in the polishing surface 448 of the polishing article 205 therein to assist transport of fresh electrolyte from the bulk solution from basin 202 to the gap between the substrate and the polishing article. The grooves 442 may have various patterns, including a groove pattern of substantially circular concentric grooves on the polishing surface 448 as shown in Figure 4, an X-Y pattern as shown in Figure 5 and a triangular pattern as shown in Figure 6.

[0126] Figure 5 is a top plan view of another embodiment of a polishing pad having grooves 542 disposed in an X-Y pattern on the polishing portion 548 of a polishing pad 540. Perforations 546 may be disposed at the intersections of the vertically and horizontally disposed grooves, and may also be disposed on a vertical groove, a horizontal groove, or disposed in the polishing article 548 outside of the grooves 542. The perforations 546 and grooves 542 are disposed in the inner diameter 544 of the polishing article and the outer diameter 550 of the polishing pad 540 may be free of perforations and grooves and perforations.

[0127] Figure 6 is another embodiment of patterned polishing article 640. In this embodiment, grooves may be disposed in an X-Y pattern with diagonally disposed grooves 645 intersecting the X-Y patterned grooves 642. The diagonal grooves 645 may be disposed at an angle from any of the X-Y grooves 642, for example, between about 30° and about 60° from any of the X-Y grooves 642. Perforations 646 may be disposed at the intersections of the X-Y grooves 642, the intersections of the X-Y grooves 642 and diagonal grooves 645, along any of the grooves 642 and 645, or disposed in the polishing article 648 outside of the grooves 642 and 645. The perforations 646 and grooves 642 are disposed in the inner diameter 644 of the polishing article and the outer diameter 650 of the polishing pad 640 may be free of perforations and grooves.

[0128] Additional examples of groove patterns, such as spiraling grooves, serpentine grooves, and turbine grooves, are more fully described in co-pending United States Patent Provisional Application Serial No. 60/328,434, filed on October 11, 2001, entitled "Method And Apparatus For Polishing Substrates", which is incorporated herein by reference to the extent not inconsistent with the claims and disclosure herein.

Conductive Polishing Surfaces

[0129] Figure 7A is a top sectional view of one embodiment of a conductive cloth or fabric 700 that may be used to form a conductive polishing portion 310 of the polishing article 205. The conductive cloth or fabric is composed of interwoven fibers 710 coated with a conductive material as described herein. The fabric of interwoven fibers coated with a conductive material may include a plurality of fibers coated with a conductive material interwoven to form a fabric. The fabric may also include a plurality of interwoven fibers to form a fabric that is then coated with a conductive material. The fabric may also be formed by a combination of the two processes for forming the fabric of interwoven fibers coated with a conductive material.

[0130] In one embodiment, a weave or basket-weave pattern of the interwoven fibers 710 in the vertical 720 and horizontal 730 directions is illustrated in Figure 7A. The invention contemplates other form of fabrics, such as yarns, or different interwoven, web, or mesh patterns to form the conductive cloth or fabric 700. In one aspect, the fibers 710 are interwoven to provide passages 740 in the fabric 700. The passages 740 allow electrolyte or fluid flow, including ions and electrolyte components, through the fabric 700. The conductive fabric 700 may be disposed in a polymeric binder, such as polyurethane. Conductive fillers may also be disposed in such a polymeric binder.

[0131] Figure 7B is a partial cross-sectional view of the conductive cloth or fabric 700 disposed on the article support portion 320 of the article 205. The conductive cloth or fabric 700 may be disposed as one or more continuous layers over the article support portion 320 including any perforations 350 formed in the article support portion 320. The cloth or fabric 700 may be secured to the article support portion 320 by an adhesive. The fabric 700 is adapted to allow electrolyte flow

through the fibers, weaves, or passages formed in the cloth or fabric 700 when immersed in an electrolyte solution.

[0132] Alternatively, the fabric 700 may also be perforated to increase electrolyte flow therethrough if the passages 740 are determined to not be sufficient to allow effective flow of electrolyte through the fabric 700, *i.e.*, metal ions cannot diffuse through. The fabric 700 is typically adapted or perforated to allow flow rates of electrolyte solutions of up to about 20 gallons per minute.

[0133] Figure 7C is a partial cross-sectional view of the cloth or fabric 700 may be patterned with perforations 750 to match the pattern of perforations 350 in the article support portion 320. Alternatively, some or all of the perforations 750 of the conductive cloth or fabric 700 may not be aligned with the perforations 350 of the article support portion 320. Aligning or non-aligning of perforations allow the operator or manufacturer to control the volume or flow rate of electrolyte through the polishing article to contact the substrate surface.

[0134] An example of the fabric 700 is an interwoven basket weave of between about 8 and about 10 fibers wide with the fiber comprising a nylon fiber coated with gold. An example of the fiber is a nylon fiber, about 0.1 μm of cobalt, copper, or nickel material disposed on the nylon fiber, and about 2 μm of gold disposed on the cobalt, copper, or nickel material.

[0135] Alternatively, a conductive mesh may be used in place of the conductive cloth or fabric 700. The conductive mesh may comprises conductive fibers, conductive fillers, or at least a portion of a conductive cloth 700 disposed in or coated with a conductive binder. The conductive binder may comprise a non-metallic conductive polymer or a composite of conductive material disposed in a polymeric compound. A mixture of a conductive filler, such as graphite powder, graphite flakes, graphite fibers, carbon fibers, carbon powder, carbon black, or fibers coated in a conductive material, and a polymeric material, such as polyurethane, may be used to form the conductive binder. The fibers coated with a conductive material as described herein may be used as a conductive filler for use in the conductive binders. For example, carbon fibers or gold-coated nylon fibers may be used to form a conductive binder.

[0136] The conductive binder may also include additives if needed to assist the dispersion of conductive fillers and/or fibers, improve adhesion between polymer and fillers and/or fibers, and improve adhesion between the conductive foil and the conductive binder, as well as to improve of mechanical, thermal and electrical properties of conductive binder. Examples of additives to improve adhesion include epoxies, silicones, urethanes, polyimides, or combinations thereof for improved adhesion.

[0137] The composition of the conductive fillers and/or fibers and polymeric material may be adapted to provide specific properties, such as conductivity, abrasion properties, durability factors. For example conductive binders comprising between about 2 wt.% and about 85 wt.% of conductive fillers may be used with the articles and processes described herein. Examples of materials that may be used as conductive fillers and conductive binders are more fully described in U.S. Patent Application Serial No. 10/033,732, filed December 27, 2001, which is incorporated herein by reference to the extent not inconsistent with the disclosure or claimed aspects herein.

[0138] The conductive binder may have a thickness of between about 1 microns and 10 millimeters, such as between about 10 microns and about 1 millimeter thick. Multiple layers of conductive binders may be applied to the conductive mesh. The conductive mesh may be used in the same manner as the conductive cloth or fabric 700 as shown in Figures 7B and 7C. The conductive binder may be applied in multiple layers over the conductive mesh. In one aspect, the conductive binder is applied to the conductive mesh after the mesh has been perforated to protect the portion of the mesh exposed from the perforation process.

[0139] Additionally, a conductive primer may be disposed on the conductive mesh before application of a conductive binder to improve adhesion of the conductive binder to the conductive mesh. The conductive primer may be made of similar material to the conductive binder fibers with a composition modified to produce properties having a greater intermaterial adhesion than the conductive binder. Suitable conductive primer materials may have resistivities below about 100 Ω -cm, such as between 0.001 Ω -cm and about 32 Ω -cm.

[0140] Alternatively, a conductive foil may be used in place of the conductive cloth or fabric 700 as shown in Figure 7D. The conductive foil generally includes a metal foil 780 disposed in or coated with a conductive binder 790 on the support layer 320. Examples of material forming metal foils include metal coated fabrics, conductive metals such as copper, nickel, and cobalt, and noble metals, such as gold, platinum, palladium, iridium, rhenium, rhodium, ruthenium, osmium, and combinations thereof, of which gold and platinum are preferred.

[0141] The conductive foil may also include a nonmetallic conductive foil sheet, such as a copper sheet, carbon fiber woven sheet foil. The conductive foil may also include a metal coated cloth of a dielectric or conductive material, such as copper, nickel, or gold coating a cloth of nylon fibers. The conductive foil may also comprise a fabric of conductive or dielectric material coated with a conductive binder material as described herein. The conductive foil may also comprise a wire frame, screen or mesh of interconnecting conductive metal wires or strips, such as copper wire, which may be coated with a conductive binder material as described herein. The invention contemplates the use of other material in forming the metal foil described herein.

[0142] A conductive binder 790 as described herein may encapsulate the metal foil 780, which allows the metal foil 780 to be conductive metals that are observed to react with the surrounding electrolyte, such as copper. The conductive foil may be perforated with a plurality of perforation 750 as described herein. While not shown, the conductive foil may be coupled to a conductive wire to power supply to bias the polishing surface. While not shown, the metal foil 780 may also be grooved.

[0143] The conductive binder 790 may be as described for the conductive mesh or fabric 700 and may be applied in multiple layers over the metal foil 780. In one aspect, the conductive binder 790 is applied to the metal foil 780 after the metal foil 780 has been perforated to protect the portion of the metal foil 780 exposed from the perforation process.

[0144] The conductive binder described herein may be disposed onto conductive fabric 700, foil 780, or mesh by casting liquid state adhesive or binder onto the fabric 700, foil 780 or mesh. The binder is then solidified on the fabric, foil or mesh

after drying and curing. Other suitable processing methods including injection mold, compression mold, lamination, autoclave, extrusion, or combinations thereof may be used to encapsulate the conductive fabric, mesh, or foil. Both thermoplastic and thermosetting binders may be used for this application.

[0145] Adhesion between the conductive binder and the metal foil components of the conductive foil may be enhanced by perforating the metal foil with a plurality of perforations having a diameter or width between about 0.1 μm and about 1 mm or by applying a conductive primer between the metal foil and the conductive binder. The conductive primer may be of the same material as the conductive primer for the mesh described herein.

Conductive Elements in Polishing Surfaces

[0146] In another aspect, the conductive fibers and fillers described herein may be used to form distinct conductive elements disposed in a polishing material to form the conductive polishing article 205 of the invention. The polishing material may be a conventional polishing material or a conductive polishing material, for example, a conductive composite of conductive fillers or fibers disposed in the polymer as described herein. The surface of the conductive elements may form a plane with the surface of the polishing article or may extend above a plane of the surface of the polishing article. Conductive elements may extend up to about 5 millimeters above the surface of the polishing article.

[0147] While the following illustrate the use of conductive elements having a specific structure and arrangement in the polishing material, the invention contemplates that individual conductive fibers and fillers, and materials made therefrom, such as fabrics, may also be considered conductive elements. Further, while not shown, the following polishing article descriptions may include polishing articles having perforation and grooving patterns described herein and shown in Figures 4-6, with configurations to the patterns to incorporate the conductive elements described herein as follows.

[0148] Figures 8A-8B depict a top and a cross-sectional schematic view of one embodiment of a polishing article 800 having conductive elements disposed therein. The polishing article 800 generally comprises a body 810 having a polishing surface

820 adapted to contact the substrate while processing. The body 810 typically comprises a dielectric or polymeric material, such as a dielectric polymer material, for example, polyurethane.

[0149] The polishing surface 820 has one or more openings, grooves, trenches, or depressions 830 formed therein to at least partially receive conductive elements 840. The conductive elements 840 may be generally disposed to have a contact surface 850 co-planar or extending above a plane defined by the polishing surface 820. The contact surface 850 is typically configured, such as by having a compliant, elastic, flexible, or pressure moldable surface, to maximize electrical contact of the conductive elements 840 when contacting the substrate. During polishing, a contact pressure may be used to urge the contact surface 850 into a position co-planar with the polishing surface 820.

[0150] The body 810 is generally made permeable to the electrolyte by a plurality of perforations 860 formed therein as described herein. The polishing article 800 may have a perforation density between about 20% and about 80% of the surface area of the polishing article 810 to provide sufficient electrolyte flow to facilitate uniform anodic dissolution from the substrate surface.

[0151] The body 810 generally comprises a dielectric material such as the conventional polishing materials described herein. The depressions 830 formed in the body 810 are generally configured to retain the conductive elements 840 during processing, and accordingly may vary in shape and orientation. In the embodiment depicted in Figure 8A, the depressions 830 are grooves having a rectangular cross section disposed across the polishing article surface and forming an interconnecting "X" or cross pattern 870 at the center of the polishing article 800. The invention contemplates additional cross sections, such as inverse trapezoidal and rounded curvature where the groove contacts the substrate surface as described herein.

[0152] Alternatively, the depressions 830 (and conductive elements 840 disposed therein) may be disposed at irregular intervals, be orientated radially, parallel, or perpendicular, and may additionally be linear, curved, concentric, involute curves, or other cross-sectional areas.

[0153] Figure 8C is a top schematic view of a series of individual conductive elements 840 radially disposed in the body 810, each element 840 separated physically or electrically by a spacer 875. The spacer 875 may be a portion of dielectric polishing material or a dielectric interconnect for the elements, such as a plastic interconnect. Alternatively, the spacer 875 may be a section of the polishing article devoid of either the polishing material or conductive elements 840 to provide an absence of physical connection between the conductive elements 840. In such a separate element configuration, each conductive element 840 may be individually connected to a power source by a conductive path 890, such as a wire.

[0154] Referring back to figures 8A and 8B, the conductive elements 840 disposed in the body 810 are generally provided to produce a bulk resistivity or a bulk surface resistivity of about 20 Ω -cm or less. In one aspect of the polishing article, the polishing article has a resistivity of about 2 Ω -cm or less. The conductive elements 840 generally have mechanical properties that do not degrade under sustained electric fields and are resistant to degradation in acidic or basic electrolytes. The conductive elements 840 are retained in the depressions 830 by press fit, clamping, adhesive, or by other methods.

[0155] In one embodiment, the conductive elements 840 are sufficiently compliant, elastic, or flexible to maintain electrical contact between the contact surface 850 and the substrate during processing. Sufficient compliant, elastic, or flexible materials for the conductive element 840 may have an analogous hardness of about 100 or less on the Shore D Hardness scale compared to the polishing material. A conductive element 840 having an analogous hardness of about 80 or less on the Shore D Hardness scale for polymeric materials may be used. A compliant material, such as flexible or bendable fibers of material, may also be used as the conductive elements 840.

[0156] In the embodiment depicted in Figures 8A and 8B, the conductive elements 840 are embedded in the polishing surface 810 disposed on an article support or sub-pad 815. Perforations 860 are formed through both polishing surface 810 and the article support 815 around conductive elements 840.

[0157] An example of the conductive elements 840 includes dielectric or conductive fibers coated with a conductive material or conductive fillers blended

with a polymeric material, such as a polymer based adhesive, to make a conductive (and wear resistant) composite as described herein. The conductive elements 840 may also comprise conductive polymeric material or other conductive materials as described herein to improve electrical properties. For example, the conductive elements comprise a composite of a conductive epoxy and a conductive fiber comprising a nylon fiber coated with gold, such as a nylon fiber coated with about 0.1 μm of cobalt, copper, or nickel disposed on the nylon fiber, and about 2 μm of gold disposed on the a nylon fiber, and carbon or graphite fillers to improve the composite's conductivity, which is deposited in a body of polyurethane.

[0158] Figure 8D is a cross-sectional schematic view of another embodiment of a polishing article 800 having conductive elements disposed therein. The conductive elements 800 may be generally disposed to have a contact surface co-planar or extending above a plane defined by the polishing surface 820. The conductive elements 840 may include the conductive fabric 700, as described herein, disposed, encapsulated or wrapped around a conductive member 845. Alternatively individual conductive fibers and/or fillers may be disposed, encapsulated, or wrapped around the conductive member 845. The conductive member 845 may comprise a metal, such as a noble metal described herein, or other conductive materials, such as copper, suitable for use in electropolishing processes. The conductive element 840 may also comprise a composite of the fabric and a binder material as described herein with the fabric forming an outer contact portion of the conductive element 860 and the binder typically forming an inner support structure. The conductive element 860 may also comprise a hollow tube having a rectangular cross-sectional area with the walls of the tube formed of rigid conductive fabric 700 and a bonding agent as described herein.

[0159] A connector 890 is utilized to couple the conductive elements 840 to a power source (not shown) to electrically bias the conductive elements 840 during processing. The connector 890 is generally a wire, tape or other conductor compatible with process fluids or having a covering or coating that protects the connector 890 from the process fluids. The connector 890 may be coupled to the conductive elements 840 by molding, soldering, stacking, brazing, clamping, crimping, riveting, fastening, conductive adhesive or by other methods or devices. Examples of materials that may be utilized in the connector 890 include insulated

copper, graphite, titanium, platinum, gold, aluminum, stainless steel, and HASTELOY® conductive materials among other materials.

[0160] Coatings disposed around the connectors 890 may include polymers such as fluorocarbons, poly-vinyl chloride (PVC) and polyimide. In the embodiment depicted in Figure 8A, one connector 890 is coupled to each conductive element 840 at the perimeter of the polishing article 800. Alternatively, the connectors 890 may be disposed through the body 810 of the polishing article 800. In yet another embodiment, the connector 890 may be coupled to a conductive grid (not shown) disposed in the pockets and/or through the body 810 that electrically couples the conductive elements 840.

[0161] Figure 9A depicts another embodiment of a polishing material 900. The polishing material 900 includes a body 902 having one or more at least partially conductive elements 904 disposed on a polishing surface 906. The conductive elements 904 generally comprise a plurality of fibers, strands, and/or flexible fingers that are compliant or elastic and adapted to contact a substrate surface while processing. The fibers are comprised of an at least partially conductive material, such as a fiber composed of a dielectric material coated with a conductive material as described herein. The fibers may also be solid or hollow in nature to decrease or increase the amount of compliance or flexibility of the fibers.

[0162] In the embodiment depicted in Figure 9A, the conductive elements 904 are a plurality of conductive sub-elements 913 coupled to a base 909. The conductive sub-elements 913 include the at least partially electrically conductive fibers described herein. An example of the sub-elements 913 include a nylon fiber coated with gold as described herein or carbon fiber. The base 909 also comprises an electrically conductive material and is coupled to a connector 990. The base 909 may also be coated by a layer of conductive material, such as copper, that dissolves from the polishing pad article during polishing, which is believed to extend the processing duration of the conductive fibers.

[0163] The conductive elements 904 generally are disposed in a depression 908 formed in the polishing surface 906. The conductive elements 904 may be orientated between 0 and 90 degrees relative to the polishing surface 906. In embodiments where the conductive elements 904 are orientated parallel to the

polishing surface 906, the conductive elements 904 may partially be disposed on the polishing surface 906.

[0164] The depressions 908 have a lower mounting portion 910 and an upper, clearance portion 912. The mounting portion 910 is configured to receive the base 909 of the conductive elements 904, and retain the conductive elements 904 by press fit, clamping, adhesive, or by other methods. The clearance portion 912 is disposed where the depression 908 intersects the polishing surface 906. The clearance portion 912 is generally larger in cross section than the mounting portion 910 to allow the conductive elements 904 to flex when contacting a substrate while polishing without being disposed between the substrate and the polishing surface 906.

[0165] Figure 9B depicts another embodiment of a polishing article 900 having a conducting surface 940 and a plurality of discrete conductive elements 920 formed thereon. The conductive elements 920 comprise fibers of dielectric material coated by a conductive material are vertically displaced from the conducting surface 940 of the polishing article 205 and are horizontally displaced from each other. The conducting elements 920 of the polishing article 900 are generally orientated between 0 to 90 degrees relative to a conducting surface 940 and can be inclined in any polar orientation relative to a line normal to the conducting surface 940. The conductive elements 920 may be formed across the length of the polishing pads, as shown in Figure 9B or only may be disposed in selected areas of the polishing pad. The contact height of the conductive elements 920 above the polishing surface may be up to about 5 millimeters. The diameter of the material comprising the conductive element 920 is between about 1 mil (thousandths of an inch) and about 10 mils. The height above the polishing surface and a diameter of the conductive elements 920 may vary upon the polishing process being performed.

[0166] The conductive elements 920 are sufficiently compliant or elastic to deform under a contact pressure while maintaining an electrical contact with a substrate surface with reduced or minimal scratching of the substrate surface. In the embodiment shown in Figure 9A and 9B, the substrate surface may only contacts the conductive elements 920 of the polishing article 205. The conductive elements

920 are positioned so as to provide an uniform current density over the surface of the polishing article 205.

[0167] The conductive elements 920 are adhered to the conducting surface by a non-conductive, or dielectric, adhesive or binder. The non-conductive adhesive may provide a dielectric coating to the conducting surface 940 to provide an electrochemical barrier between the conducting surface 940 and any surrounding electrolyte. The conducting surface 940 may be in the form of a round polishing pad or a linear web or belt of polishing article 205. A series of perforations (not shown) may be disposed in the conducting surface 940 for provided flow of electrolyte therethrough.

[0168] While not shown, the conductive plate may be disposed on a support pad of conventional polishing material for positioning and handling of the polishing article 900 on a rotating or linear polishing platen.

[0169] Figure 10A depicts a schematic perspective view of one embodiment of a polishing article 1000 comprised of conductive element 1004. Each conductive element 1004 generally comprises a loop or ring 1006 having a first end 1008 and a second end 1010 disposed in a depression 1012 formed in the polishing surface 1024. Each conductive element 1004 may be coupled to an adjoining conductive element to form a plurality of loops 1006 extending above the polishing surface 1024.

[0170] In the embodiment depicted in Figure 10A, each loop 1006 is fabricated from a fiber coated by a conductive material and are coupled by a tie wire base 1014 adhered to the depression 1012. An example of the loop 1006 is a nylon fiber coated with gold.

[0171] The contact height of the loop 1006 above the polishing surface may be between about 0.5 millimeter and about 2 millimeters and the diameter of the material comprising the loop may be between about 1 mil (thousandths of an inch) and about 50 mils. The tie wire base 1014 may be a conductive material, such as titanium, copper, platinum, or platinum coated copper. The tie wire base 1014 may also be coated by a layer of conductive material, such as copper, that dissolves from the polishing pad article during polishing. The use of a layer of conductive

material on the tie wire base 1014 is believed to be a sacrificial layer that dissolves in preference of the underlying loop 1006 material or tie wire base 1014 material to extend the life of the conductive element 1004. The conductive elements 1004 may be orientated between 0 to 90 degrees relative to a polishing surface 1024 and can be inclined in any polar orientation relative to a line normal to the polishing surface 1024. The conductive elements 1004 are coupled to a power source by electrical connectors 1030.

[0172] Figure 10B depicts a schematic perspective view of another embodiment of a polishing article 1000 comprised of conductive element 1004. The conductive element 1004 comprises a singular coil 1005 of a wire composed of a fiber coated with a conductive material as described herein. The coil 1005 is coupled to a conductive member 1007 disposed on a base 1014. The coil 1005 may be encircle the conductive member 1007, encircle the base 1014, or be adhered to the surface of the base 1014. The conductive bar may comprise a conductive material, such as gold, and generally comprises a conductive material that is chemically inert, such as gold or platinum, with any electrolyte used in a polishing process. Alternatively, a layer 1009 of sacrificial material, such as copper, is disposed on the base 1014. The layer 1009 of sacrificial material is generally a more chemically reactive material, such as copper, than the conductive member 1007 for preferential removal of the chemically reactive material compared to the material of the conductive member 1007 and the coil 1005, during an electropolishing aspect, or anodic dissolution aspect, of the polishing process. The conductive member 1007 may be coupled to a power source by electrical connectors 1030.

[0173] A biasing member may be disposed between the conductive elements and the body to provide a bias that urges the conductive elements away from the body and into contact with a substrate surface during polishing. An example of a biasing member 1018 is shown in Figure 10B. However, the invention contemplates that the conductive elements shown herein, for example in Figures 8A-8D, 9A, 10A-10D, may use a biasing member. The biasing member may be a resilient material or device including a compression spring, a flat spring, a coil spring, a foamed polymer such as foamed polyurethane (e.g., PORON[®] polymer), an elastomer, a bladder or other member or device capable of biasing the conductive element. The biasing member may also be a compliant or elastic material, such as compliant foam or

aired soft tube, capable of biasing the conductive element against and improve contact with the substrate surface being polished. The conductive elements biased may form a plane with the surface of the polishing article or may extend above a plane of the surface of the polishing article.

[0174] Figure 10C shows a schematic perspective view of another embodiment of a polishing article 1000 having a plurality of conductive elements 1004, disposed in a radial pattern from the center of the substrate to the edge. The plurality of conductive elements may be displaced from each other at intervals of 15°, 30°, 45°, 60°, and 90° degrees, or any other combinations desired. The conductive elements 1004 are generally spaced to provide as uniform application of current or power for polishing of the substrate. The conductive elements may be further spaced so as to not contact each other. Wedge portions 1004 of a dielectric polishing material of the body 1026 may be configured to electrically isolate the conductive elements 1004. A spacer or recessed area 1060 is also formed in the polishing article to also isolate the conductive elements 1004 from each other. The conductive elements 1004 may be in the form of loops as shown in Figure 10A or vertical extending fibers as shown in Figure 9B.

[0175] Figure 10D depicts a schematic perspective view of an alternative embodiment of the conductive element 1004 of Figure 10A. The conductive element 1004 comprises a mesh or fabric of interwoven conductive fibers 1006 as described herein having a first end 1008 and a second end 1010 disposed in a depression 1012 formed in the polishing surface 1024 to form one continuous conductive surface for contact with the substrate. The mesh or fabric may be of one or more layers of interwoven fibers. The mesh or fabric comprising the conductive element 1004 is illustrated as a single layer in Figure 10D. The conductive element 1004 may be coupled to a conductive base 1014 and may extend above the polishing surface 1024 as shown in Figure 10A. The conductive element 1004 may be coupled to a power source by electrical connectors 1030 connected to the conductive base 1014.

[0176] Figure 10E shows a partial schematic perspective view of another embodiment of forming the conductive elements 1004 having loops 1006 formed therein and securing the conductive elements to the body 1026 of the polishing

article. Passages 1050 are formed in the body 1024 of the polishing article intersecting grooves 1070 for the conductive elements 1004. An insert 1055 is disposed in the passages 1050. The insert 1055 comprises a conductive material, such as gold or the same material as the conductive element 1006. Connectors 1030 may then be disposed in the passages 1050 and contacted with the insert 1055. The connectors 1030 are coupled to a power source. Ends 1075 of the conductive element 1004 may be contacted with the insert 1055 for flow of power therethrough. The ends 1075 of the conductive element 1004 and the connectors 1030 are then secured to the conductive insert 1055 by dielectric inserts 1060. The invention contemplated using the passages for every loop 1006 of the conductive element 1004, at intervals along the length of the conductive element 1004, or only at the extreme ends of the conductive element 1004.

[0177] Figures 11A-C are a series of schematic side views illustrating the elastic ability of the loops or rings of conductive materials described herein. A polishing article 1100 comprises a polishing surface 1110 disposed on a sub-pad 1120 formed over a pad support 1130 with grooves or depressions 1140 therein. A conductive element 1140 comprising a loop or ring 1150 of a dielectric material coated by a conductive material is disposed on a tie base 1155 in the depression 1170 and coupled with an electrical contact 1145. A substrate 1160 is contacted with the polishing article 1100 and moved in relative motion with the surface of the polishing article 1100. As the substrate contacts the conductive element 1140, the loop 1150 compresses into the depression 1140 while maintaining electrical contact with the substrate 1160 as shown in Figure 11B. When the substrate is moved a sufficient distance to no longer contact the conductive element 1440, the elastic loop 1150 returns to the uncompressed shape for additional processing as shown in Figure 11C.

[0178] Further examples of conductive polishing pads are described in United States Provisional Patent Application Serial Number 10/033,732, filed December 27, 2001, which is incorporated by reference to the extent not inconsistent with the aspects and claims herein.

Power Application

[0179] Power may be coupled into the polishing articles 205 described above by using a connector as described herein or a power transference device. A power transference device is more fully detailed in United States Provisional Patent Application Serial Number 10/033,732, filed December 27, 2001, which is incorporated by reference to the extent not inconsistent with the aspects and claims herein.

[0180] Referring back to Figures 11A-11C, power may be coupled to conductive elements 1140 by the use of electrical contacts 1145 comprising conductive plates or mounts disposed in the grooves or depressions 1170 formed in the polishing pad. In the embodiment shown in Figure 11A, the conductive elements 1140 are mounted on plates of a metal, such as gold, which are mounted on a support, such as disc 206, with the polishing article 1100 as shown in Figure 2. Alternatively, the electrical contacts may be disposed on a polishing pad material between a conductive elements and a polishing pad material, for example, between the conductive element 840 and the body 810 as shown in Figures 8A and 8B. The electrical contacts are then coupled to a power source by leads (not shown) as described above in Figures 8A-8D.

[0181] Figures 12A-12D are top and side schematic view of embodiments of a polishing article having extensions connected to a power source (not shown). The power source provides the current carrying capability, *i.e.*, the anodic bias to a substrate surface for anodic dissolution in an ECMP process. The power source may be connected to the polishing article by one or more conductive contacts disposed around the conductive polishing portion and/or the article support portion of the polishing article. One or more power sources may be connected to the polishing article by the one or more contacts to allow for generating variable bias or current across portion of the substrate surface. Alternatively, one or more leads may be formed in the conductive polishing portion and/or the article support portion, which are coupled to a power source.

[0182] Figure 12A is a top plan view of one embodiment of a conductive polishing pad coupled to a power source by a conductive connector. The conductive polishing portion may have extensions, for example, a shoulder or individual plugs, formed in the conductive polishing portion 1210 with a greater width or diameter

than the article support portion 1220. The extensions are coupled to a power source by a connector 1225 to provide electrical current to the polishing article 205. In Figure 12B, extensions 1215 may be formed to extend parallel or laterally from the plane of the conductive polishing portion 1210 and extending beyond the diameter of the polishing support portion 1220. The pattern of the perforation and grooving are as shown in Figure 6.

[0183] Figure 12B is a cross-section schematic view of one embodiment of a connector 1225 coupled to a power source (not shown) via a conductive pathway 1232, such as a wire. The connector comprises an electrical coupling 1234 connected to the conductive pathway 1232 and electrically coupled to the conductive polishing portion 1210 of the extension 1215 by a conductive fastener 1230, such as a screw. A bolt 1238 may be coupled to the conductive fastener 1230 securing the conductive polishing portion 1210 therebetween. Spacers 1236, such as washer, may be disposed between the conductive polishing portion 1210 and the fastener 1230 and bolt 1238. The spacers 1236 may comprise a conductive material. The fastener 1230, the electrical coupling 1234, the spacers 1236, and the bolt 1238 may be made of a conductive material, for example, gold, platinum, titanium, aluminum, or copper. If a material that may react with the electrolyte is used, such as copper, the material may be covered in a material that is inert to reactions with the electrolyte, such as platinum. While not shown, alternative embodiments of the conductive fastener may include a conductive clamp, conductive adhesive tape, or a conductive adhesive.

[0184] Figure 12C is a cross-section schematic view of one embodiment of a connector 1225 coupled to a power source (not shown) via a support 1260, such as the upper surface of a platen or disc 206 as shown in Figure 2. The connector 1225 comprises a fastener 1240, such as a screw or bolt having sufficient length to penetrate through the conductive polishing portion 1210 of the extension 1215 to couple with the support 1260. A spacer 1242 may be disposed between the conductive polishing portion 1210 and the fastener 1240.

[0185] The support is generally adapted to receive the fastener 1240. An aperture 1246 may be formed in the surface of the support 1260 to receive the fastener as shown in Figure 12C. Alternatively, an electrical coupling may be

disposed between the fastener 1240 and the conductive polishing portion 1210 with the fastener coupled with a support 1260. The support 1260 may be connected to a power source by a conductive pathway 1232, such as a wire, to a power source external to a polishing platen or chamber or a power source integrated into a polishing platen or chamber to provide electrical connection with the conductive polishing portion 1210. The conductive path 1232 may be integral with the support 1260 or extend from the support 1260 as shown in Figure 12B

[0186] In a further embodiment, the fastener 1240 may be an integrated extension of the support 1260 extending through the conductive polishing portion 1215 and secured by a bolt 1248 as shown in Figure 12D.

[0187] Figures 12E and 12F show side schematic and exploded perspective views of another embodiment of providing power to a polishing article 1270 having a power coupling 1285 disposed between a polishing portion 1280 and a article support portion 1290. The polishing portion 1280 may be made of a conductive polishing material as described herein or include a plurality of conductive elements 1275 as described herein. The conductive elements 1275 may be physically isolated from one another as shown in Figure 12F. The conductive elements 1275 formed in the polishing surface are adapted to electrically contact the power coupling 1285, such as by a conductive base of the element.

[0188] The power coupling 1285 may comprise a wire interconnecting elements 1275, multiple parallel wires interconnecting elements 1275, multiple wires independently connecting elements 1275, or a wire mesh interconnecting elements connecting elements 1275 to one or more power sources. Independent power sources coupled to independent wires and elements may have varied power applied while interconnected wires and elements may provide uniform power to the elements. The power coupling may cover a portion or all of the diameter or width of the polishing article. The power coupling 1285 in Figure 12F is an example of a wire mesh interconnecting elements connecting elements 1275. The power coupling 1285 may be connected to a power source by a conductive pathway 1287, such as a wire, to a power source external to a polishing platen or chamber or a power source integrated into a polishing platen or chamber.

[0189] While foregoing is directed to various embodiments of the invention, other and further embodiments of the invention may be devised without departing from the basic scope thereof, and the scope thereof is determined by the claims that follow.

4 Brief Description of Drawings

[0022] So that the manner in which the above recited aspects of the invention are attained and can be understood in detail, a more particular description of the invention, briefly summarized above, may be had by reference to embodiments thereof which are illustrated in the appended drawings.

[0023] It is to be noted, however, that the appended drawings illustrate only typical embodiments of this invention and, therefore, are not to be considered limiting of its scope, for the invention may admit to other equally effective embodiments.

[0024] Figure 1 is a plan view of one embodiment of a processing apparatus of the invention;

[0025] Figure 2 is a sectional view of one embodiment of an ECMP station;

[0026] Figure 3 is a partial cross-sectional view of one embodiment of a polishing article;

[0027] Figure 4 is a top plan view of one embodiment of a grooved polishing article;

[0028] Figure 5 is a top plan view of another embodiment of a grooved polishing article;

[0029] Figure 6 is a top plan view of another embodiment of a grooved polishing article;

[0030] Figure 7A is a top view of a conductive cloth or fabric described herein;

[0031] Figures 7B and 7C are partial cross-sectional views of polishing articles having a polishing surface comprising a conductive cloth or fabric;

[0032] Figure 7D is a partial cross-sectional view of an embodiment of a polishing article including a metal foil;

[0033] Figures 8A and 8B are top and cross-section schematic views, respectively, of one embodiment of a polishing article having a conductive element;

[0034] Figures 8C and 8D are top and cross-section schematic views, respectively, of one embodiment of a polishing article having a conductive element;

[0035] Figures 9A and 9B are perspective views of other embodiments of a polishing article having a conductive element;

[0036] Figure 10A is a partial perspective view of another embodiment of a polishing article;

[0037] Figure 10B is a partial perspective view of another embodiment of a polishing article;

[0038] Figure 10C is a partial perspective view of another embodiment of a polishing article;

[0039] Figure 10D is a partial perspective view of another embodiment of a polishing article;

[0040] Figure 10E is a partial perspective view of another embodiment of a polishing article;

[0041] Figures 11A-11C are schematic side views of one embodiment of a substrate contacting one embodiment of a polishing article described herein;

[0042] Figures 12A-12D are top and side schematic views of embodiments of a polishing article having extensions connected to a power source; and

[0043] Figures 12E and 12F show side schematic and exploded perspective views of another embodiment of providing power to a polishing article.

[0044] To facilitate understanding, identical reference numerals have been used, wherever possible, to designate identical elements that are common to the figures.

1 Abstract

An article of manufacture, method, and apparatus are provided for planarizing a substrate surface. In one aspect, an article of manufacture is provided for polishing a substrate including a polishing article having a body comprising at least a portion of fibers coated with a conductive material, conductive fillers, or combinations thereof, and adapted to polish the substrate. In another aspect, a polishing article includes a body having a surface adapted to polish the substrate and at least one conductive element embedded in the polishing surface, the conductive element comprising dielectric or conductive fibers coated with a conductive material, conductive fillers, or combinations thereof. The conductive element may have a contact surface that extends beyond a plane defined by the polishing surface. A plurality of perforations and a plurality of grooves may be formed in the articles to facilitate flow of material through and around the polishing article.

2 Representative Drawing

Fig. 1

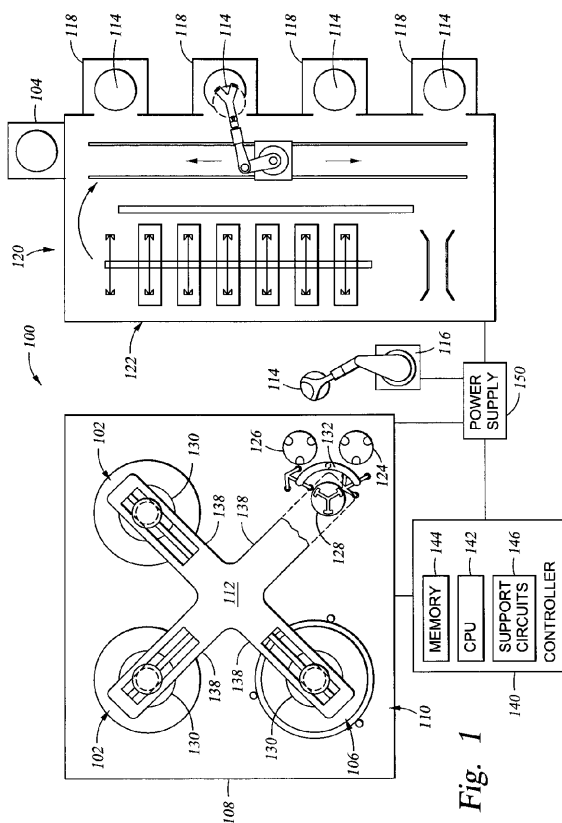


Fig. 1

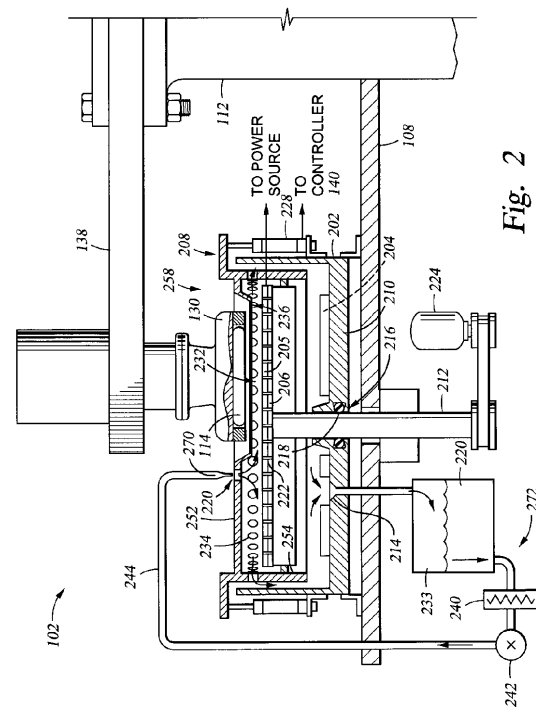


Fig. 2

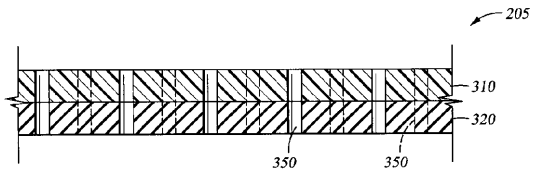


Fig. 3

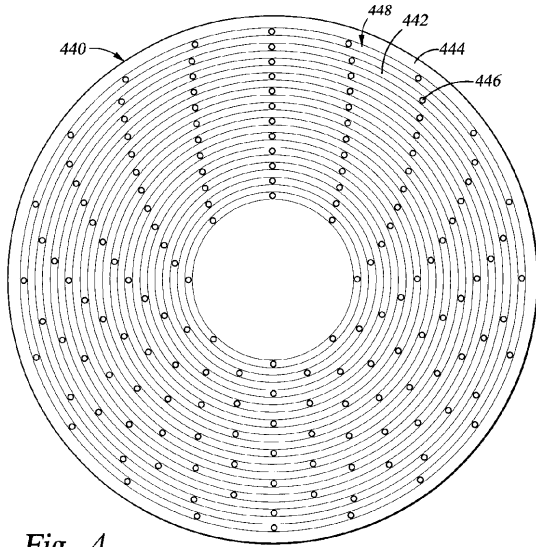


Fig. 4

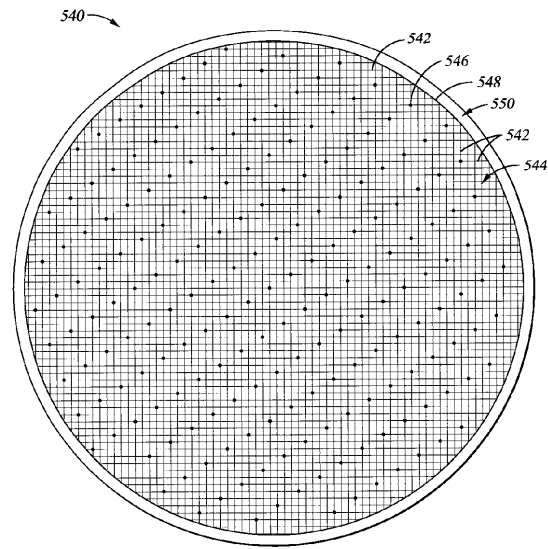


Fig. 5

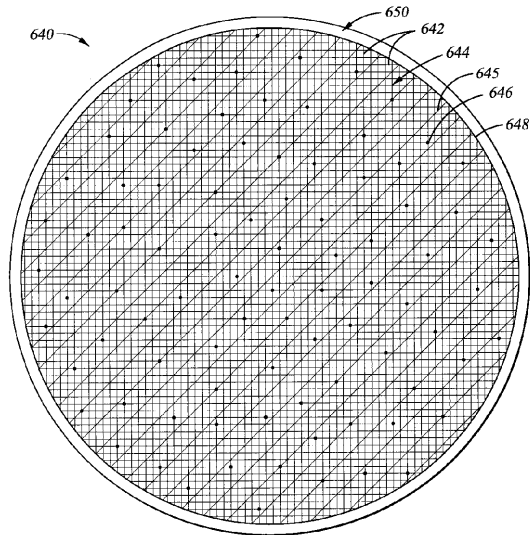


Fig. 6

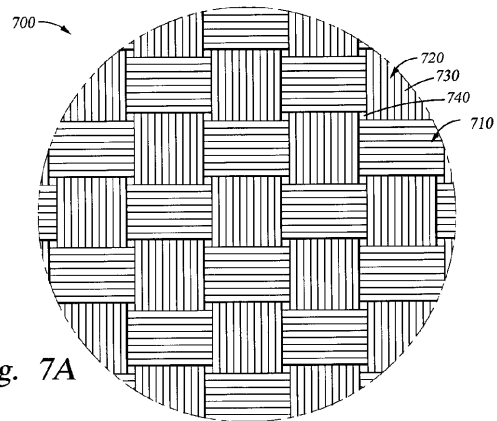


Fig. 7A

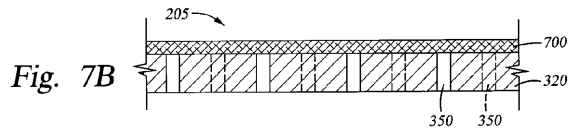


Fig. 7B

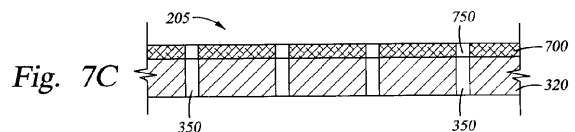


Fig. 7C

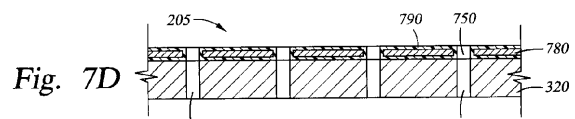


Fig. 7D

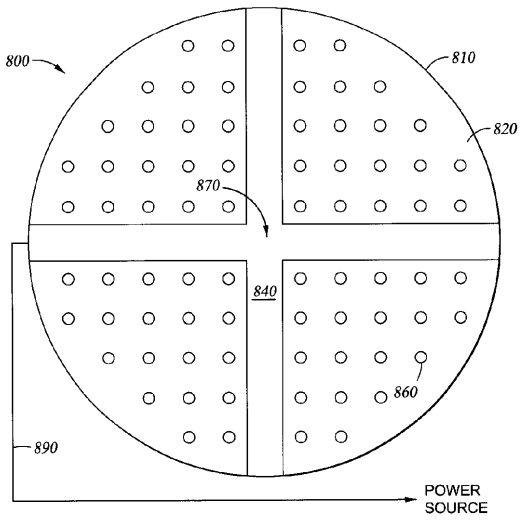


Fig. 8A

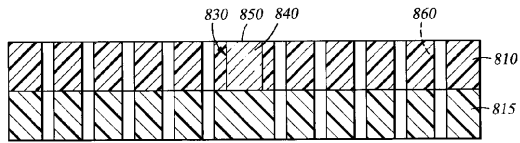


Fig. 8B

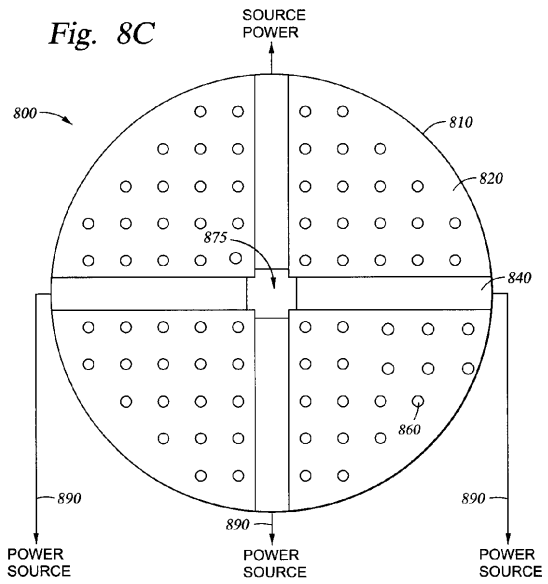


Fig. 8D

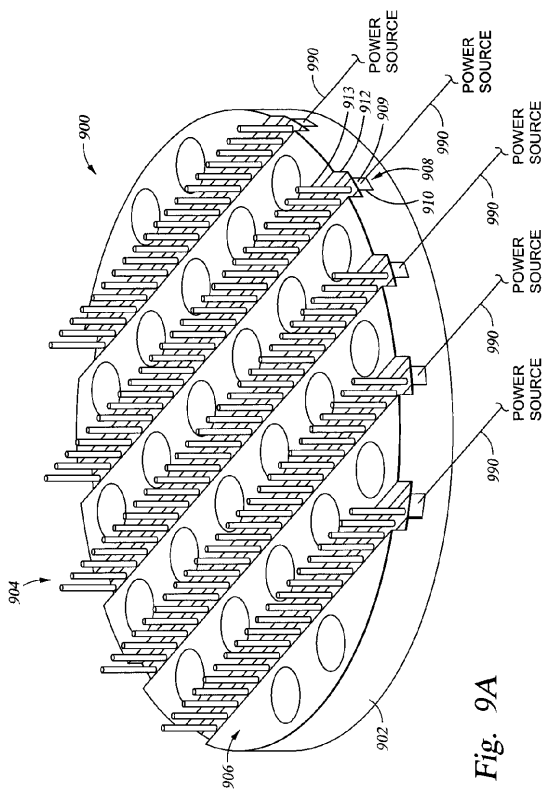
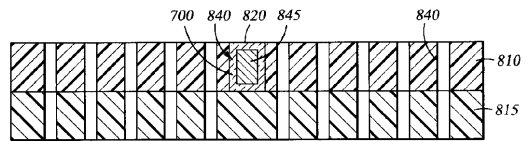


Fig. 9A

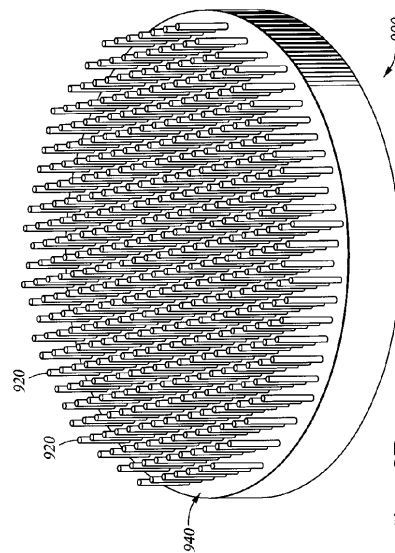


Fig. 9B

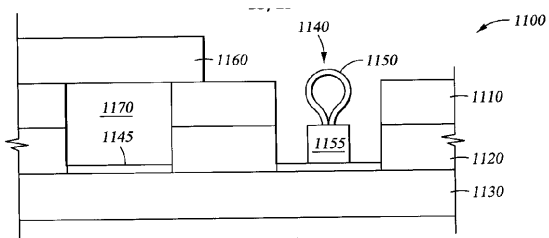


Fig. 11A

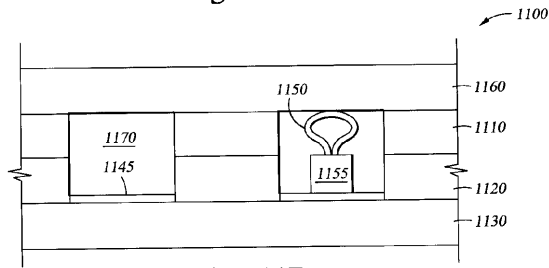


Fig. 11B

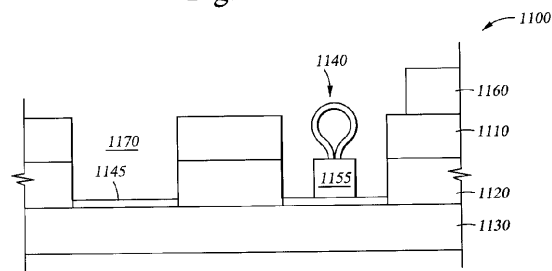


Fig. 11C

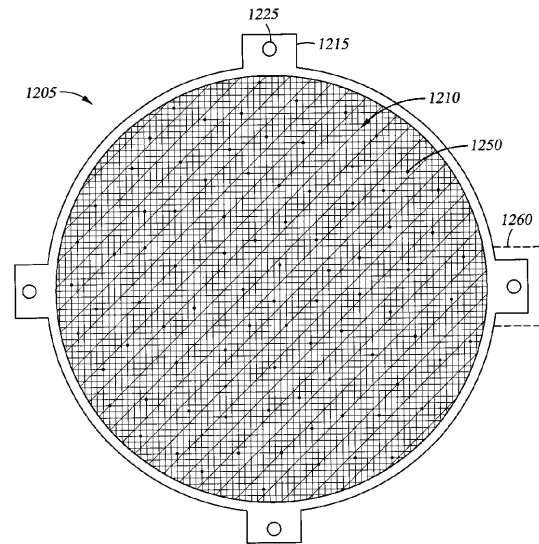


Fig. 12A

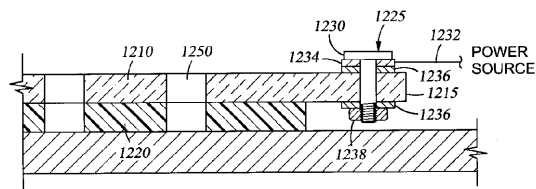


Fig. 12B

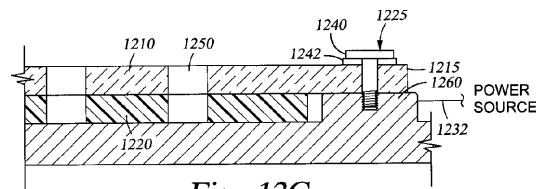


Fig. 12C

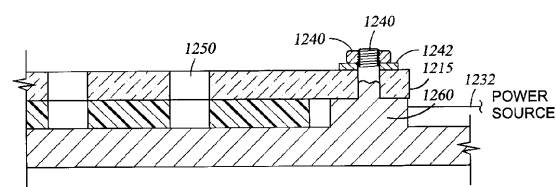


Fig. 12D

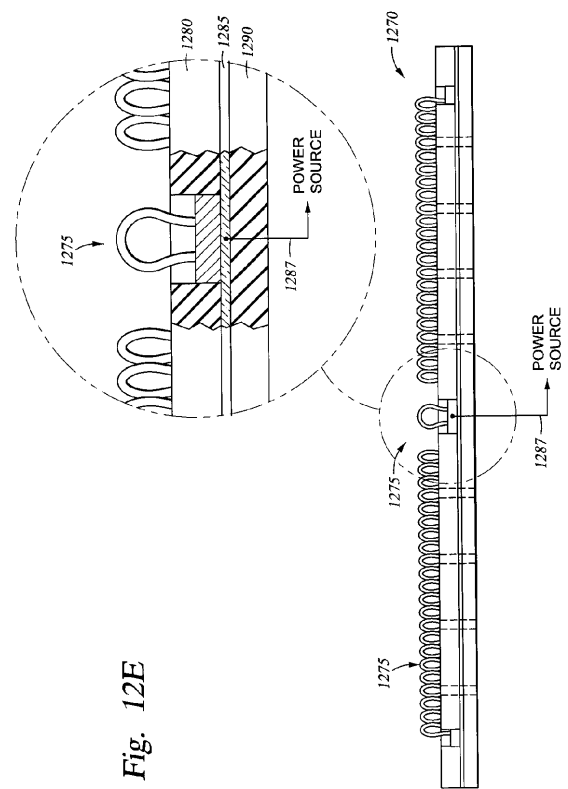


Fig. 12E

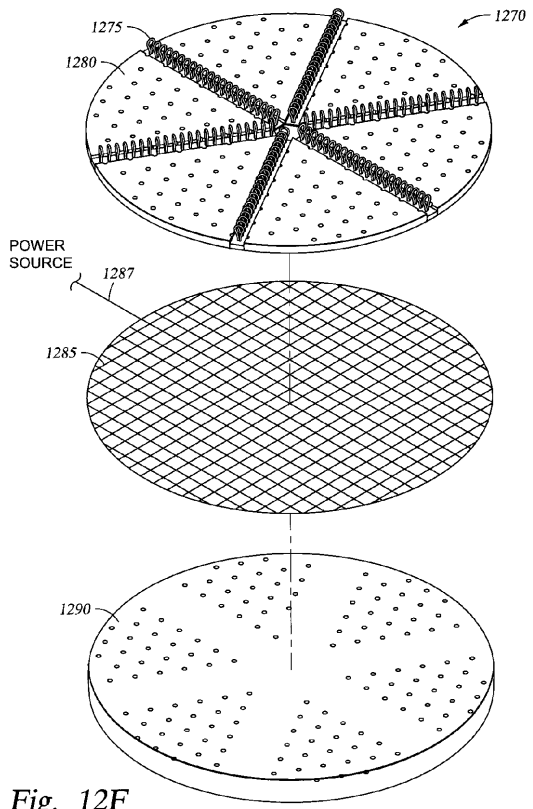


Fig. 12F