

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4926351号  
(P4926351)

(45) 発行日 平成24年5月9日(2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

(51) Int.Cl.

F 1

B24B 37/20 (2012.01)

B 2 4 B 37/00

C

B24B 53/02 (2012.01)

B 2 4 B 53/02

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-285787 (P2001-285787)  
 (22) 出願日 平成13年9月19日 (2001.9.19)  
 (65) 公開番号 特開2002-144220 (P2002-144220A)  
 (43) 公開日 平成14年5月21日 (2002.5.21)  
 審査請求日 平成20年9月8日 (2008.9.8)  
 (31) 優先権主張番号 60/233,747  
 (32) 優先日 平成12年9月19日 (2000.9.19)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504089426  
 ローム アンド ハース エレクトロニクス マテリアルズ シーエムピー ホウルディングス インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 デラウェア州 19713、ニューアーク、ベルビュー・ロード  
 451  
 (74) 代理人 100078662  
 弁理士 津国 肇  
 (74) 代理人 100075225  
 弁理士 篠田 文雄  
 (74) 代理人 100113653  
 弁理士 東田 幸四郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ミクローテクスチャーを備えた研磨パッド

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

コンディショニングされた研磨表面を有する無孔性の層を含む、半導体ウェーハを研磨するのに有用な研磨パッドであって、

前記コンディショニングされた研磨表面がミクロ - テクスチャーを有し、研磨慣らし運転時間の低減に適するように製造したままの前記ミクロ - テクスチャーが

- i . 陸地表面粗さ  $R_a$  が、0 . 0 1  $\mu m$  から 2 5  $\mu m$ 、
- i i . 最高値対最低値粗さ  $R_{t m}$  が、2  $\mu m$  から 4 0  $\mu m$ 、
- i i i . 中心部粗さ深さ  $R_k$  が、1  $\mu m$  から 1 0  $\mu m$ 、
- i v . 減少した最高値高さ  $R_{pk}$  が、0 . 1  $\mu m$  から 5  $\mu m$ 、
- v . 減少した最低値高さ  $R_{vk}$  が、0 . 1  $\mu m$  から 1 0  $\mu m$ 、
- v i . 最高値表面面積比  $R_{sa}$  が、0 . 0 0 1 から 2 . 0

である研磨パッド。

## 【請求項 2】

前記ミクロ - テクスチャーが、切削用具により形成される、請求項 1 に記載の研磨パッド。

## 【請求項 3】

前記ミクロ - テクスチャーが、多点ダイヤモンド含有切削用具により形成される、請求項 1 又は 2 に記載の研磨パッド。

## 【請求項 4】

10

20

前記研磨パッドが、25～80のショアD硬度を有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の研磨パッド。

【請求項5】

前記研磨パッドが、300～6,000psi(2～41MPa)の降伏応力、500～150,000psi(3～103MPa)の引張強度、0.02から5GPaの引張弾性係数及び500%までの破断伸びを有する、請求項1～4のいずれか1項に記載の研磨パッド。

【請求項6】

前記研磨パッドが、0.9g/cm<sup>3</sup>以上の密度を有する、請求項1～5のいずれか1項に記載の研磨パッド。

10

【請求項7】

前記コンディショニングされた研磨表面が、ポリウレタン、ポリウレア-ウレタン、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリアクリレートおよびポリエステルからなる群から選択されるポリマーである、請求項1～6のいずれか1項に記載の研磨パッド。

【請求項8】

前記ポリマーが、ポリウレタン又はポリウレア-ウレタンである、請求項7に記載の研磨パッド。

【請求項9】

マクロ-テクスチャーを含み、前記マクロ-テクスチャーが少なくとも一つの溝と突き出し部を含む、請求項1～8のいずれか1項に記載の研磨パッド。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般的にガラス、半導体デバイスウェーハ、及び/又は誘電体/金属複合材のような基材の滑らかで、平坦な表面を創るのに使用される研磨パッドに関する。さらに特定すれば、本発明の組成物及び方法は前記基材の研磨に使用するに先立つ前記パッドの研磨表面トポグラフィーを目的とする。本発明の使用のために特に選択された応用には集積回路加工において遭遇するシリコン、シリコンジオキサイド、タングステン、及び銅等の基材の研磨/平坦化が含まれる。

【0002】

30

【従来の技術】

米国特許第5,569,062号には研磨中の研磨パッドの表面を削り取る切削手段について述べられている。米国特許第5,081,051号には鋸歯状の端面を有する延長されたブレード(刃)をパッド表面に押し付け、それによってパッド表面に周溝を切削することが述べられている。

【0003】

米国特許第5,990,010号には研磨パッドを前コンディショニングする前コンディショニング機構及び装置について述べられている。本装置は研磨パッドの使用中にミクロ-テクスチャーを発生させ又再生させるのに用いられる。

【0004】

40

半導体ウエーハ研磨工程では、研磨パッドの初期前コンディショニング(「慣らし運転」とも言われる)は、既に前コンディショニングを受けたパッドのプロセス内のコンディショニングとは区別される。プロセス内のコンディショニングは研磨と同時に行われるか又は研磨サイクル間に研磨装置上で間歇的に行われる。一般的には、研磨パッドに関する初期の立ち上げ(start-up)期間は、特定のタイプのパッドについての安定な定常状態の研磨速度のレベルに落ち着くように基材(又は被加工物)材料の研磨速度に必要な集積された研磨時間として述べられる。研磨パッドの前コンディショニングは立ち上げ期間に関連した問題を処理する。

【0005】

従来から行われているウエーハ生産では、引き続いて生産されるウエーハのCMP条件は

50

最初に生産されたウエーハから得られた結果から設定される。しかしながら、「最初のウエーハの効果」は一定期間慣らしをしていない研磨パッド上で新しいロットのウエーハを研磨するときもしくは新しい（未使用の）研磨パッドを装着した時に遭遇するものである。

#### 【0006】

最初のウエーハ効果は最初のウエーハについて得られた研磨結果と引き続いて生産されたウエーハについて得られたそれとの違いを述べるものである。この効果は最初のウエーハが遭遇する異なる研磨条件が原因であると思われている。この最初のウエーハ効果を低減する一つの試みはプランクの前コンディショニングウエーハを利用することである。前記ウエーハがある長さの時間前コンディショニングした後、この最初のウエーハをウエーハ保持具に装着しそして研磨する。この機械上の前コンディショニング方法は、前コンディショニングしたウエーハと生産ウエーハを入れた別々のカセットの連続的な投入及び引き出しを行うために扱いにくいのみならず、前コンディショニングに関連した機械の時間的なロスのために生産コストの増大をきたす。

#### 【0007】

ミクロ - テクスチャーはミクロな凹みとミクロな凸部から構成される。これらのミクロな凸部は一般的には50ミクロン以下、より好ましくは10ミクロン以下の高さを有する。ミクロな凹みは50ミクロン以下、およびより好ましくは10ミクロン以下の平均深さを有する。マクロ - テクスチャーはマクロな溝とミクロな溝の両方から構成される。

#### 【0008】

プロセス内でのコンディショニングに関連した問題は生産を行う研磨回数間でのコンディショニング処理の頻度及び持続期間を決定する必要性から発生する。これによって前記の技法により得られる表面テクスチャーの変動のために更なる変動と非予測性が発生する。それに加えて、プロセス内でのコンディショニングでは作製したままの研磨パッド（例えば、ポリウレタンを加工したパッド）についての初期慣らし期間に付随する問題をしばしば解決しない。

#### 【0009】

研磨プロセスの立ち上げでは、新規パッドは一般的には低い初期研磨速度で明らかな特徴的な「ならし運転」挙動を示し、次いで研磨速度が上昇しそして研磨工具上で定常状態に落ち着く傾向がある。慣らし運転期間は10分から1時間以上も続く可能性があり、この産業における非常に著しい装置効率のロスを示す。滑らかな表面を有する注型されたパッドはしばしば好ましくない長期の、そして／或は研磨パッドのパッド間或はロット間の慣らし運転時間が一定しないという現象を示す。他方、過剰にコンディショニングされた研磨パッドは定常状態値に落ち着く前に初期には非常に不安定な研磨速度を示す。この乖離も望ましいものよりも長い慣らし運転期間に繋がる。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

現在の技術水準の製作された研磨パッドに比べて、より短い及び／又はより一定した慣らし運転期間を備え、研磨速度及び／又は増大した定常状態研磨速度における改善された予測性を備えた、製作したままの研磨パッドを供給することが望ましい。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

一般的にある程度のテクスチャーが研磨パッドを適度に作用させるために必要とされる。

#### 【0012】

山（即ち凸部）及び谷（即ち凹部）から構成されるこの表面テクスチャーはしばしば次のような方法で研磨を助ける。1) 谷は、一定量のスラリーの供給が研磨される基材の表面と接触する間なされるように研磨スラリーの「よどみ」を保持する貯水池としての役目を果たす。2) 山は、「2物体研磨磨耗」を引き起こす基材表面及び／又は「3物体研磨磨耗」を引き起こすスラリー粒子と共に直接接触する。3) スラリー上のせん断力と共に作用する表面テクスチャーは基材表面の腐食による磨耗を生じさせるスラリー中の渦巻き流

10

20

30

40

50

を発生させる。

#### 【0013】

表面粗さを特定するのに単一の数字 (Ra数字) を使用するのが通常のやり方である。Raは表面凹凸の平均大きさ / 高さからのパッド表面平均的な偏差を表す。2つの全く異なった表面が同じRa値を持つ可能性があることから、研磨表面のミクロ - テクスチャーをより良く定量するために別のパラメーターが必要である。いくつかの別のパラメーターとしては、平均最高値対最低値粗さ (Rtm) 、最高値密度 (Rsa) 、中心粗さ深さ (Rk) 、減少した最高値高さ (Rpk) 、及び減少した最低値高さ (Rvk) がある。

#### 【0014】

最高値密度は研磨される基材の表面と接触するのに利用される最高値 (凸部) がいくつあるかを示す。パッドへの任意の押付け力 (基材が研磨パッドの研磨層と接触するときの圧力) に関して低い最高値密度の場合は接触点がより少なく、だから各々の接触点は基材の表面により大きな圧力を及ぼす。逆に、より高い最高値密度の場合には基材表面にはほとんど均一な圧力を与える多数の接触点を含む。最高値密度は [Surface Area/(Normal Area - 1)] で定義される表面面積比 (Rsa) で特定される、その場合に表面積は測定された表面積であり、しかも通常の面積は通常の平面に投影された面積である。

10

#### 【0015】

平均最高値対最低値粗さ (Rtm) は最高値と最低値の相対的な数の尺度である。最高値対最低値高さは表面テクスチャーの最高値の高さ及び最低値の深さを特定する。スラリー層の厚み (及び / 又はスラリーの局部的な澱みの深さ) がスラリー内のスラリー及び粒子の流れの動力学、即ち流れが層流か乱流か、乱流の大きさ及び渦巻き流の性質、に影響する。スラリー流動の動力学は、それが研磨の「腐食磨耗」機構に関係するので重要である。

20

#### 【0016】

谷のサイズは研磨を行うために局部的に利用されるスラリーの量のみならずスラリーの澱みを保持する表面の能力をも示す。比較的大きなウエーハ (直径 200 mm から 300 mm) が研磨パッド上で処理されるので、研磨の均一性を確保するためにウエーハの下の全ての点でスラリーが利用されるようにすることが重要である。もし研磨パッドが表面凹凸を有しなければウエーハの内側の部分で利用されるようにウエーハ下部にスラリーを侵入させることが難しくなるだろう。この筋書きでは、パッドとウエーハの接触面積は「極度にスラリー不足に落ち入った状態」になる。これが溝及び孔を備えた研磨パッドの動機である。溝のような巨視的な構造は研磨パッドの研磨層とウエーハ間のスラリーの流動を可能にする。我々は、0.5 ~ 2.5 mm の範囲で (即ち、溝と孔の間の陸地面積) 、研磨パッドのより小さな次元に注目しているので、もしこの陸地面積の表面が滑らかすぎれば (より大きなサイズの尺度で表面凹凸の無いパッドに似ている) 、パッドとウエーハの間の接触の局部的な面積は同様に極端なスラリー不足に陥ることになりうる。それゆえより小さな尺度の表面テクスチャー (即ち、ミクロ - テクスチャー) を備えることが重要であり、このテクスチャーは、これらのより小さいサイズの尺度でスラリーを利用させ得るように、局部的にスラリーの保持ができる。

30

#### 【0017】

最後に、上に挙げた理由に加えて、山の大きさは、それがその山の固さに影響するから重要である。高くて狭い山のほうが幅の広いものよりもずっと可とう性がある。相対的な山の固さが研磨の研磨磨耗成分の影響を受ける。山と谷の大きさと形は共に Rpk (減少した最高値高さ) 、 Rvk (減少した最低値深さ) 、及び Rk (中心粗さ深さ) によって特定される。これらの 3 つの値は図 1 に示される、支持比曲線から得られる。この支持比は磨耗の研究で用いられる。さらに詳しくは「Tribology: Friction and Wear of engineering Materials」 (I.M.Hutchings 著、第10頁、1992年) に見られる。容易に参照できるように、この教科書から、本願発明に関連する部分をここに示す。「この支持比曲線は調査しようと/orする表面の形状を表す、直線を想像することにより理解可能である。面が最初にある点で表面に接触するときは、支持比 (形状の全長に対する接觸長さの比として定義される) は

40

50

0である。線がさらに下方に移動するにつれて、それが表面形状と交差する長さは増大し、それゆえ支持比は増大する。最後に、線が表面形状の最下部の谷の底に到達すると、支持比は100%になる。」支持比曲線は、図1に示すように、支持比を表面高さに対してプロットしたものである。

#### 【0018】

本発明は前もってテクスチャ-加工した表面（ミクロ-テクスチャ-或はミクロトポグラフィー）を有する研磨パッドを供給する。本発明による研磨パッド上のミクロ-テクスチャ-は、先行技術の欄で述べたプロセス内コンディショニング法と区別して、研磨に先立って、好ましくは製造中に、加工される。パッド表面はマクロ-テクスチャ-（溝）及びパッドの全加工表面（ここでは研磨層の表面として述べられている）に機械的に作られたミクロ-テクスチャ-から構成される。ミクロ-テクスチャ-はパッドの全表面に亘って統計学的に均一であり且つ次の定量的なパラメーターにより述べられる。

10

#### 【0019】

|   |                  |
|---|------------------|
| 算術表面粗さ Ra                               | 約0.01μmから25μmの範囲 |
| 平均最高値／最低値粗さRtm                          | 約2μmから約40μmの範囲   |
| 中心部粗さ深さ Rk                              | 約1μmから約10μmの範囲   |
| 減少した最高値高さRpk                            | 約0.1μmから約5μmの範囲  |
| 減少した最低値高さ Rvk                           | 約0.1μmから約10μmの範囲 |
| 表面積比で表される最高値密度Rsa（[Surf.Area/(Area-1)]） | 約0.001から約2.0の範囲  |

20

一つの態様として、本発明は、使用前にコンディショニングされ、多くの先行技術による製造されたままの高分子製の研磨パッドに比べて一般的により短い慣らし運転時間itsuを示す均一な又は不均一な高分子製の研磨パッドを提供する。

#### 【0020】

別の態様として、本発明は、多くの先行技術パッドと比較して改良された慣らし運転時間と研磨速度与える。

30

#### 【0021】

##### 【発明の実施の態様】

本発明を説明する目的のために図面を添付しているが、本発明は開示された特定の態様に限定されるものではない。

#### 【0022】

本発明の好ましい研磨パッドは硬質の熱可塑性プラスチック高分子又は熱硬化性高分子から構成される。この高分子は、ポリウレタン、ポリウレア-ウレタン、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリアクリレート、ポリエステル及び/又は同様の物を含む、多数の材料の中から任意の1種類が選択される。ポリエステルから成るパッドはホモポリエステル、コポリエステル、ポリエステルの混合物又はブレンド物又はポリエステル以外の1種以上の高分子とポリエステルのブレンド物を含有する。代表的なポリエステル製造はテレフタル酸(TA)のようなジカルボン酸とエチレングリコール(EA)のようなグリコールの直接エステル化を経るものである(2~3の平均重合度(DP)への一次エステル化に次いで市販品として使用されているDP(70DP以上)まで溶融又は塊状重合される)。フタル酸をベースにしたポリエステルは直鎖状及び環状ポリアルキレンテレフタレートであり、特にポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリプロピレンテレフタレート(PPT)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリエチレン-1,4-シクロヘキシレン-ジメチレンテレフタレート(PETG)、ポリトリメチレンテレフタレート(PTT)、ポリアミド-ブロック-PET及び他のタイプのもの、例えば、上記の1種以上を含むそれらのランダム又はブロックコポリマーである。ポリエステル共重合体は一般的にはソフトセグメン

40

50

ト、例えばポリブチレンテレフタレート(PBT)及びハードセグメント、例えば、ポリテトラメチレンエーテル グリコール テレフタレートを含有するコポリマーである。フタル酸ベースのポリエステル及びポリエステル共重合体は米国デラウェア州ウィルミントンのデュポン社(du Pont de Nemours, Inc.)からTrevira, Hytrel 及び Riteflex の商標で市販されている。

#### 【0023】

反応射出成型或は「RIM」は、その技術において理解されているように、一般的に金型の中へ急速に射出する反応性の液体(半液体)前駆物質の混合を伴う。一旦金型が充填されると、反応性の前駆物質は化学的に反応し固化して最終成型品を生ずる。パッドの物性を反応化学を調節することにより細かく調整できるので、このタイプの射出成型は数々の利点がある。さらに、一般的に反応射出成型は熱可塑性プラスチック射出成型より低粘度の前駆物質を使用し、それにより高アスペクト比充填物の注入が容易になる。10

#### 【0024】

ウレタンプレポリマーは本発明の反応射出成型にとって有用な反応性化学物質である。「プレポリマー」は、オリゴマー又はモノマーを含めて、前駆物質を最終重合製品に変換する意図がある。多くにそのようなプレポリマーはよく知られており市販されている。一般的にウレタンプレポリマーはプレポリマー鎖の末端に反応性部分を持つ。ウレタンプレポリマーの通常の反応部分はイソシアネートである。市販されているイソシアネートプレポリマーにはジ-イソシアネートプレポリマーとトリ-イソシアネートプレポリマーが含まれる。ジ-イソシアネートポリマーの例はトルエン ジイソシアネート及びメチレン ジイソシアネートがある。イソシアネートプレポリマーは好ましくは平均少なくとも2つ以上のイソシアネート基から構成される。平均イソシアネート官能基数が4以上のものは、使用する注型装置及びプロセスにより加工が難しいので、一般的には好ましくない。20

#### 【0025】

イソシアネートプレポリマーは一般的にイソシアネート反応部分を有する第二のプレポリマーと反応させる。好ましくは、第二のプレポリマーは、平均して、少なくとも2個のイソシアネート反応部分から成る。イソシアネート反応部分はアミン、特に第一級アミン及び第二級アミン、及びポリオールを含む；好ましいプレポリマーはジアミン、ジオール及び水酸基を官能基として持つアミンが含まれる。さらに、研磨粒子がパッド材料に挿入される場合もある。研磨材料に挿入された研磨粒子を有する研磨パッドは特殊な基材を研磨するための砥粒フリーの研磨液と共に使用される。30

#### 【0026】

どのような高分子化学物質も、特に最終生成物が次のような性質を示す場合には、本発明の高分子研磨パッドを作るのに使用できる。0.5 g / cm<sup>3</sup>以上の密度、さらに好ましくは0.7 g / cm<sup>3</sup>以上、最も好ましくは約0.9 g / cm<sup>3</sup>以上；臨界表面張力が34 mN / mに等しいかそれ以上；引張弾性係数が0.02から5ギガパスカルの範囲；硬度がShore Dで25から80の間；降伏応力が300から6,000 psiの間；引張強度が500から15,000 psiの間、及び破断伸びが500%まで。これらの性質は射出成型及び類似のタイプのプロセスにおいて有用な多数の材料について可能性がある、例えば；ポリカーボネート、ポリスルファン、ナイロン、エチレンコポリマー、ポリエーテル、ポリエステル、ポリエステル-ポリエーテルコポリマー、アクリルポリマー、ポリメチルメタクリレート、ポリ塩化ビニール、ポリエチレンコポリマー、ポリエチレンイミン、ポリウレタン、ポリエーテルスルファン、ポリエーテルイミド、ポリケトンなど及びこれらの光化学反応性誘導体を含む。40

#### 【0027】

重合反応時間、特にゲル化時間及び脱型時間、を低減するにはしばしば触媒が必要である。しかしながら、反応があまりに速すぎると、材料は型に完全に充填する前に固化或はゲル化する。ゲルタイムは好ましくは約0.5秒から60分の範囲である、さらに好ましくは約1秒から約10分の範囲、もっと好ましくは約2秒から5分の範囲である。

#### 【0028】

10

20

30

40

50

好ましい触媒は遷移金属以外のもので、特に亜鉛、銅、ニッケル、コバルト、タングステン、クロミウム、マンガン、鉄、スズ及び鉛である。ウレタンプレポリマー系と共に使用する最も好ましい触媒は三級アミン、例えば、デアツグ - ビシクロ - オクタンのようなものから成る。他の有用な触媒には、選択される特定の反応性化学物質に応じて、有機酸、一级アミン及び二级アミンが含まれる。

## 【0029】

適当な表面張力を示し且つ研磨パッド及び/又はパッドマトリックスの研磨層に使用できる代表的な高分子材料は次のものである。

## 【0030】

| ポリマーの分類      | 代表的な表面張力  |    |
|--------------|-----------|----|
| ポリブタジエン      | 3 1       |    |
| ポリエチレン       | 3 1       |    |
| ポリスチレン       | 3 1       |    |
| ポリプロピレン      | 3 4       |    |
| ポリエステル       | 3 9 - 4 2 |    |
| ポリアクリルアミド    | 3 5 - 4 0 |    |
| ポリビニール アルコール | 3 7       |    |
| ポリメチルメタクリレート | 3 9       |    |
| ポリ塩化ビニール     | 3 9       |    |
| ポリスルフオン      | 4 1       | 20 |
| ナイロン 6       | 4 2       |    |
| ポリウレタン       | 4 5       |    |
| ポリカーボネート     | 4 5       |    |
| ポリテトラフロロエチレン | 1 9       |    |

パッド材料は、3 4 mmN/m に等しいかそれ以上、さらに好ましくは3 7 に等しいかそれ以上、もっと好ましくは4 0 mmN/m に等しいかそれ以上の臨界表面張力を与えるように代表的には親水性である。臨界表面張力は液体が0 以上の接触角を有し且つそれを継続して示す最低の表面張力に注目することによって固体表面の濡れ易さを定義する。このようにして、より高い臨界表面張力を有するポリマーはさらにずっと濡れ易くしかもそれゆえにより親水性である。

## 【0031】

1つの態様として、パッドのマトリックスは次のポリマーの分類から誘導される。

## 【0032】

1. アクリル化ウレタン
2. アクリル化工ポキシ
3. カルボニル、ベンジル又はアミド基を有するエチレン性不飽和有機化合物
4. ペンダント不飽和カルボニル基を有するアミノプラスチック(aminoplast)誘導体
5. 少なくとも1個のペンダントアクリル基を有するイソシアネート誘導体
6. ビニール エーテル
7. ウレタン
8. ウレア - ウレタン
9. ポリアクリルアミド
10. エチレン / エーテル共重合体又はそれらの酸誘導体
11. ポリビニールアルコール
12. ポリメチルメタクリレート
13. ポリスルフオン
14. ポリアミド
15. ポリカーボネート
16. ポリ塩化ビニール
17. エポキシ

10

20

30

40

50

18. 上記のポリマーのいずれかの共重合体

19. 上記の組合せ

有用なパッド材料はポリウレタン、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリスルフォン、ポリ塩化ビニル、ポリアクリレート、ポリメタクリレート、ポリビニルアルコール、ポリエステルまたはポリアクリルアミド部分から構成される。多層パッドでは、1つ或はそれ以上の基部層からなりしかもこれらの基部層は多孔性或は無孔性のいずれかであり、無孔性の表面部分を備えるものである。代表的な例では、多孔基部層は繊維強化物である。この基部層（複数も含む）は表面層を作るのに使用されるポリマーと同じ分類のポリマーから作ることができる。この基部層ポリマーは表面層材料と比べてより低い又はより高い曲げモジュラスを有する。この表面ポリマーは基部層ポリマーとは異なる分類であることもあり、しかも基部層又は1つ以上の基部層から構成される複合した基部層の曲げモジュラスよりも少なくとも10%以上高い曲げモジュラスを有する。多層又は単一層高分子研磨パッドは作用効果を高める基部層と共に使用されることもある。代表的には、基部パッド或は補助パッドは発泡シート又は高分子材料を含浸したフェルトから形成される。

#### 【0033】

一つの態様として、研磨パッドの研磨層は次の構成からなる：1. 研磨中の塑性流動が起こりにくいようにする複数の硬質のドメイン；2. 研磨中の塑性流動に対してより小さい抵抗力を示す複数のより軟らかいドメイン。そのような特性の組合せはシリコンと金属の研磨において特に利点があることが判明している二重の機構を与える。硬質ドメインは研磨される基材の表面に激しく作用する研磨層中の凸部を生じさせる傾向があり、一方軟質のドメインは研磨層中の凸部と研磨される基材表面間の研磨相互作用を高める傾向を示す。

#### 【0034】

エチレンコポリマー、コポリエステル、ブロックコポリマー、ポリスルフォンコポリマー及びアクリルコポリマーを含めて、ハード及びソフトセグメントを有する他のポリマーも好適である。パッド材料中のハード及びソフトドメインも次のように生成される：1. ポリマー主鎖に沿ったハード（ベンゼン環含有）及びソフト（エチレン含有）により；2. パッド材料内の結晶領域及び非結晶領域により；3. ハード（ポリスルフォン）ポリマーとソフト（エチレンコポリマー、アクリルコポリマー）ポリマーのアロイ化により；あるいは、4. ポリマーに有機又は無機の充填剤を含有させることにより生成される。そのような複合材はコポリマー、ポリマーブレンド相互貫入網目構造（IPN）等を含む。

#### 【0035】

別の態様として、研磨パッド層は、空隙容積%即ち多孔度を調整するために、充填したりしなかったりする。好ましい充填剤には、研磨粒子、気体、液体、ポリマー化学で通常用いられる任意の充填剤、及び研磨作用に不当に干渉しない条件で無機材料（例えば、炭酸カルシウム）があるが、これらに限定されるものではない。を含むに限定されるものではないが、。好ましい研磨粒子は、しかしこれに限定されるものではないが、アルミナ、セリヤ、シリカ、チタニア、ゲルマニア、ダイアモンド、シリコンカーバイド又はそれらの混合物を、単独で或はパッド材料の連続相から分離した碎けやすいマトリックス中に散在した状態のものを含む。ポリウレタン系のパッドでは、空隙容積分率（）は次の式を用いて計算される。

#### 【0036】

#### 【化1】

$$\varnothing = (\sigma_{PU} - \sigma_{IC}) / (\sigma_{PU} - \sigma_f)$$

#### 【0037】

<sub>PU</sub> = 充填剤混合物に対するポリウレタンの密度, g/cm<sup>3</sup>

<sub>IC</sub> = 多孔質ポリウレタン基準品の密度, g/cm<sup>3</sup>

10

20

30

40

50

$\rho_f$  = 充填剤の密度, g/cm<sup>3</sup>

研磨パッドは任意の好ましい初期標準厚みに注型され、或は予め設定された標準厚みのもつと厚い注型物から機械加工するか剥き加工される。1つの態様に従って、このパッドは前もってテクスチャー加工することによる表面の僅かなロスを除いて、全体の寸法としてはさらに削減を必要としない厚みに注型される。本発明のパッドは多数のポリマー加工法の任意の1つにより作製されるが、例えば、これらに限定されるものではないが、注型、圧縮、射出成型(反応射出成型を含む)、押しだし、ウェブー塗工、光重合、印刷(インク・ジェット及びスクリーン印刷を含む)、焼結などがある。

#### 【0038】

1つの態様として、本発明のパッドは、その層が表面層と下地層とから構成される一層から成る。高分子材料から作られる、表面層は印刷又は光像形法による下地層の上に析出させることができる。下地層は無機(例えば、セラミック)材料から作製される。ミクロ・テクスチャー及びマクロ・テクスチャーは化学的エッティング、焼結、剥き加工などにより表面層に付与する。

10

#### 【0039】

前に議論したように、本発明の研磨パッドは熱可塑性プラスチックポリマー粉末の高压焼結により、好ましくはそのポリマーの融点より低い温度で、形成することもできる。この焼結は、均一な、連続的に連結された多孔質表面を有する密でない、多孔性材料を与るために、好ましくは精密に形作られた型の中で行われる。熱可塑性ポリマーは一般的に粘弾性であり、しかもその温度/粘度挙動は複雑になる可能性がある。広い範囲に亘るポリマーの挙動は3つの基礎的な領域に分類される。低温では、ポリマーはガラス状の、脆い固体のように振舞い、主に可塑的な挙動を示す。この領域の上方の温度境界はしばしばガラス転移温度即ち「Tg」と言っている。このTg以上では、しかしこのポリマーの融点以下であるが、粘性的な特徴が明白になりそしてポリマーは粘性的で可塑的な効果を示す。この領域では、このポリマーは応力が加わるとかなり変形することが可能である。しかしながら、応力を取り除いた時、このポリマーの永久運動及び分子構造の再配置により完全な回復は起こらない。融点以上では、このポリマーは粘性液体として挙動し、一般的には応力を加えると、永久変形を示す。このポリマーの融点以上では、急速な液体焼結を行うと、特に精密に制御されたそして均一の多孔質構造が望まれるときには、焼結プロセスをコントロールすることが困難になる。それに加えて、融点以上では、熱勾配により焼結速度の変動を来たす傾向があり、最終製品に不均一な発泡構造を生じる可能性がある。

20

#### 【0040】

研磨パッドはガラス転移点以上でしかもこのポリマーの融点を越えない温度で熱可塑性ポリマーの圧力焼結粉末成型により生産される。焼結プロセスは100psi以上の圧力で望ましい最終パッド寸法を有する型の中で行われる。ある態様では、1つのポリマーが他のものよりも低い融点を有する2種類のポリマーの粉末混合物が用いられる。この混合物が低い融点を持つ粉末の融点以下の温度で圧縮焼結されると、高い融点を有するポリマー成分の挿入により与えられる剛性の増加により焼結生成物に改良された機械的強度を与える。さらに詳細にはここに引用文献として挿入した米国特許第6,017,265号に見られる。研磨パッドの表面に好ましいミクロ・テクスチャーを生成させるために焼結条件及び型表面が制御される。

30

#### 【0041】

この研磨パッドの1つの態様として、研磨表面はミクロ・テクスチャーのみならずマクロ・テクスチャーを有する。マクロ・テクスチャーはパッド厚みを貫通する孔もしくは表面溝設計である。表面溝設計は、これに限定されるものではないが、同心円状又はスパイラル溝である円形の溝、パッド表面を横切るX-Y格子のように配置された斜交パターン、六角形、三角形及びタイヤのトレッドのような他の規則的な設計、又はフラクタル構造のような不規則な設計、或はそれらの組合せを含む。溝の形状は真っ直ぐな側壁に直角であるか或は溝の交差部分がV字型、U字型、三角形、鋸歯状などである。さらに、円形設計の

40

50

幾何学的中心がパッドの幾何学的中心と一致していても、ずれてもよい。又、溝設計はパッド表面上で変化する場合もある。設計の選択は、異なった研磨機では異なったサイズと形のパッド（即ち、円に対してベルト）が用いられるので、研磨される材料と研磨機のタイプにより左右される。溝の設計は特定の用途向けに加工される。代表的には、溝の設計は、一つ或はそれ以上の溝を有する。さらに、研磨パッド上の溝は、ランダムに、又は前に述べた、特定の設計もしくはパターンに従って付与される。

#### 【0042】

代表的な溝パターンは約0.075から3mm（より好ましくは約0.3から約1.3mm、最も好ましくは約0.4から約1mm）の溝深さ；約0.125mmから約150mm（より好ましくは約0.75mmから約5mm、そして最も好ましくは約1mmから約2mmの範囲）範囲の溝幅；及び約0.5から約150mm（より好ましくは約3mmから約15mm、最も好ましくは約10mmから約15mm）の溝ピッチを有する。溝ピッチの低いほうの限界値は約0.5mmである。この限界値以下では溝は製作が難しく時間を消費する。さらに0.5mm以下の溝ピッチ以下では溝間の突き出た面積（陸地面積）の構造的な完全さが減少しミクロ-テクスチャーの加工中にそれなりに変形したりする傾向が生じる。

10

#### 【0043】

マクロ-テクスチャーの特徴（溝）は好ましくは金型ダイの内側表面に機械加工された前もって選択させられた設計パターンにより決められる金型空洞により形成される。別の方 20 法として、望ましいマクロ-テクスチャーの特徴はエッティングにより又は成型したままのあるいは剥いたパッドを切削（旋盤或はミリング機械を用いて）して選択した溝パターンを形成する。別の方法として、光-造影を用いる化学エッティングのような技術も溝を作るのに用いられる。望ましい設計のテクスチャーの溝は、代表的には本発明によりミクロ-テクスチャーを形成するための製造段階でパッドに存在する。

#### 【0044】

表面テクスチャーは注型作業中に注型された研磨パッドに与える。このようにして、テクスチャーはそれがなければ滑らかな金型表面の塗膜に、或は金型の表面を改良して付与される。

#### 【0045】

金型の表面は次のような方法により改良される。

#### 【0046】

30

1. 金型表面をグリットblastによりミクロ-加工する、その場合blast材としては砂、ガラスピースなどがある。blast材のサイズは望ましいテクスチャーが得られるよう に特別に選択される。blast材のサイズは好ましくは1から500ミクロン及びさら に好ましくは10から100ミクロンである。

#### 【0047】

2. 旋盤、ミリングマシンなどによる金型表面のミクロ-機械加工

金型表面は望ましいテクスチャーを研磨パッド表面に与えることを確実にするため塗装もされる。次に示すような種々の技術がこれを達成するために利用される。

#### 【0048】

1. 金型表面にミクロ構造を形成するために均一の塗装を行う多くの応用方法

40

2. 金型表面に望ましい構造を形成するための粒子を用いる多成分塗装

3. 望ましい構造を形成するために初期に粒子を含有する塗装を行い、次いで金型を離型するのに役立つのに好適な塗装を行う多段階塗装プロセス

本発明による表面ミクロ-テクスチャーはより好ましくは研磨パッドの表面を直接変更することにより研磨パッドに付与される。本発明の説明では、切削用具としては切削又は変形のような任意の機械的手段、エッティングのような化学的手段、レーザー除去のような照射技術及びこれらの組合せが述べられている。このようにして、切削については、何らこれらに限定するものではないが、ブレード、旋盤錐の穂先、ミリングカッター、溝掘りよ りの器具、やすり、石目やすり、ワイヤブラシ（車輪或はカップ）、研磨石、或はその表面が研磨材料（ダイアモンド粒子、シリコンカーバイド粒子、鋼玉粒子、石英粒子等）に

50

より含有された金属、セラミック、ポリマー、布或は紙で作られた用具を直接応用することを含む手段により表面からの材料除去にすることが述べられている。又切削については、これらに限定されるものではないが、サンドブラスト、ビーズブラスト、グリットブラスト、高圧流体（水、油、空気などのような）或はこれらの組合せを含む、変更される表面に物体を衝突させて表面から材料を除去することが述べられている。プラスチックの変形は、これらに限定されるものではないが、エンボス加工、カレンダー加工、溝加工を含めて、実質的な材料の除去を伴って或は伴わずに任意の手段により表面を永久的に変更することであると述べている。

#### 【0049】

高分子研磨パッドの表面を機械的に変更する好ましい方法は次のようなものを用いて行われる。10

(1) 単一点工具( 旋盤錐、ミリングカッターなどのようなもの ) : ( 多くの歯を付けた旋盤錐、多くの加工端を有するミリング用具などは、本発明の説明ではそれらが変更される表面との接触点の固定数が少ないので単一点工具と見なされていることに注意されたい。 )

(2) 多点工具( ワイヤブラシ( 車輪又はカップ状 ), その表面が研磨材料を含有する材料、研削砥石、石目やすり、ベルトサンダー等 ) : ( 多点工具は本発明の説明では変更される表面と接触する多数の分散点を有することに注意されたい )

(3) 上記 (1) 及び (2) の組合せが同時にあるいは継続的に使用される。

#### 【0050】

上記方法により形成されるミクロ - テクスチャーは、(a) 材料除去( 切削、表面の磨耗、或は溝加工 ), 及び、(b) 材料除去を伴う( 例えば溝加工 ) 又は材料除去を伴わない( 例えばエンボス加工 ) 表面のプラスチックの変形の組合せによって形成されるものと考える。ミクロ - テクスチャーを付与するのに最低 2 ミクロン深さの研磨パッド表面( 研磨層 ) が除去あるいは変形されると言うことが全ての方法で決定的である。20

#### 【0051】

1つの態様では、方法 (1) により形成されるミクロ - テクスチャーは注文制作した単一点高速切削工具を用いる。図 2 は単一点注文制作高速工具の概要図である。工具の切削端は弧の形をしており、それは好ましくは 0.2 mm と 500 mm の間の半径を有する。特定のミクロ - テクスチャーは工具の傾斜角及び隙間角度を変化させることにより得られる：好ましい傾斜角は 0 度から 60 度の間であり又好ましい隙間角は 0 度から 60 度の間である。好ましい態様としては、切削工具はパッドが回転している間、パッドの表面を直線的に横断するように動く。最高値対最低値  $h$  は工具の半径  $r$  と回転している間パッドを横断する工具の供給速度  $FR$  ( $FR$  はパッドの回転当りの移動距離により特定される) の組合せにより調整される。30

#### 【0052】

#### 【化 2】

$$h = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{FR}{4}\right)^2}$$

40

#### 【0053】

この技術は有力な溝付きテクスチャーを形成する。この溝は同心円状の单ースパイラル或は重なり合うスパイラルであり、しかもこのパターンはパッドの中心に一致するか又は中心を外れるかのいずれか、又はそれらの組合せである。テクスチャーは全て同じ深さ又は種々の深さを有する溝を形成する。

#### 【0054】

別の態様では、方法 (2) により形成されるミクロ - テクスチャーはディスク状の、多点ダイヤモンド含有研削工具を用いる。図 2 に描かれた切削工具は 40 から 400 メッシュの大きさの範囲にあるブロック状のダイヤモンド粒子を含有する多点研削表面を与える50

ように形作られる、その場合研削表面は外径が 10 cm の 1 cm 幅のリング（輪）である。ダイアモンドを含有する工具は米国アリゾナ州フェニックスにある Mandall Armor Design and Mfg 社に特別注文が可能である。

#### 【 0 0 5 5 】

研磨材粒子の大きさ及び分布、パッド表面の温度及び高分子材料の固有の硬さにより、決められたミクローテクスチャーを得るには前処理を受けるパッド表面に対する工具の速度及び工具をパッドに押し付ける圧力が影響する。1つの態様では 0 から 100 の範囲のパッドに対する工具の表面速度の一定比率が与えられる。

#### 【 0 0 5 6 】

表面処理方法を適用する前は、先行技術の製造したままの注型されたポリマー製のパッドの表面は、図 3 に示すように本質的に滑らかでありミクロ - テクスチャーを欠いている。方法（1）により形成される表面テクスチャーは、図 4 に示されるように、研磨表面の全面に亘る均一でよく定義された一連の山（ここでは凸部とも言われる）と谷（ここでは凹部とも言われる）を含有する。方法（2）により形成される表面テクスチャーは、図 5 に示されるように、研磨表面の全面に亘って統計学的に均一に分布した、ランダムな形をした様々な大きさの山及び谷を含有する。

#### 【 0 0 5 7 】

ミクロ - テクスチャーは研磨パッドの表面（或は研磨層）上に全面に亘って均一に形成される。製造したままのパッドであって、改良された慣らし運転時間を生じる、適したミクロ - テクスチャーを備えたものは、次のような特徴を有する。

#### 【 0 0 5 8 】

平均幾何学表面粗さ Ra 0. 001 μm から 25 μm の範囲

平均最高値対最低値粗さ Rtm 2 μm から 40 μm の範囲

中心粗さ深さ Rk 1 μm から 10 μm の範囲

減少した最高値高さ Rpk 0. 1 μm から 5 μm の範囲

減少した最低値高さ Rvk 0. 1 μm から 10 μm の範囲

表面面積比として表された最高値密度 Rsa ([Surf.Area/(Area-1)])

0. 001 から 2. 0 の範囲

本発明により形成されたミクロ - テクスチャーを有するパッドはスラリー又は研磨剤を含まないスラリーを含有する従来の研磨剤と共に研磨に用いられる。研磨流体という術語はここでは種々のタイプのスラリーを包含するものとして使用される。研磨剤を含まないスラリーも反応性液体として記述される。好ましい研磨粒子は、これらに限定されるものではないが、アルミナ、セリア、シリカ、チタニア、ゲルマニア、ダイアモンド、シリコン カーバイド又はこれの混合物を含む。反応性液体も、酸化剤、研磨される基材の溶解性を高める化学薬品（キラーと剤又は錯化剤を含む）、及び界面活性剤を含む。研磨剤を含むスラリーも研磨粒子を懸濁液状に保つ有機ポリマーのような添加剤を含有する。

#### 【 0 0 5 9 】

化学的機械研磨に関する一つの問題は、基材（例えばウエーハ）を希望する平坦度に研磨した時を決定することにある。研磨の終点を決定する従来の方法は、研磨作業を中断し、寸法の特性が測定できるようにウエーハを研磨機から外すことを必要とする。作業を中断することはウエーハ生産速度に強い影響を与える。さらに、もしウエーハの厳密な寸法が予め設定された最低値以下であることが分かった場合には、このウエーハは使用できず、廃棄割合が上昇し生産コストの上昇を招く。だから研磨終点の決定は化学的機械研磨にとって決定的なものである。

#### 【 0 0 6 0 】

本発明の研磨パッドを作るのに用いられるポリマー材料は、ポリマー材料が不透明である

10

20

30

40

50

領域とそれに隣接するポリマー材料が透明な領域を有する。研磨パッドの透明領域は研磨パッドを通過させて研磨終点検出に用いられる投射照射光線に対して十分に透過性を有するものである。

#### 【0061】

終点の検出に必要な窓を備えた研磨パッドを作製するのに適した高分子材料のタイプにはポリウレタン、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ナイロン及びポリエステルが含まれ、透明な窓はポリ塩化ビニール、ポリビニリデンフロライド、ポリエーテルスルフォン、ポリスチレン、ポリエチレン、及びポリテトラフロロエチレンから作成することが可能である

同一研磨パッド内の透明及び不透明領域は、单一の半結晶性熱可塑性プラスチック材料、熱可塑性プラスチック材料のブレンド物、及び／又は反応性熱硬化ポリマーのいずれかにより作製できる。そのような研磨パッドを作る一つの方法は流動性ポリマー材料が透明である注型である。流動性ポリマー材料は急速に冷却すると硬化した透明ポリマー材料を生成する。流動性のポリマー材料を緩やかに冷却すると不透明なポリマー材料を生成する。半結晶性熱可塑性ポリマーは液相では一般的に透明であるがそれらには結晶相とアモルファス相の両方が含まれているので硬化後は不透明になり、結晶相はポリマーを不透明にする光散乱を生じる。結晶化はこのポリマーの融点( $T_{melt}$ )とガラス転移点( $T_g$ )の間の温度で起こり、これらは夫々上限及び下限結晶化温度である。もし半結晶性ポリマーが $T_{melt}$ 以上の温度から $T_g$ 以下の温度で急速に冷却されると、結晶化を最小にすることができる、そしてポリマーはアモルファスで透明な状態に留まる。別の方 10  
法として、結晶化は、あまりに小さすぎて光を散乱しない大きさに生成する結晶化物を保つために急速冷却により制御でき、この場合はポリマーは透明な状態留まる。

#### 【0062】

このパッドを作るための別の好適なタイプのポリマー材料は2種類の熱可塑性ポリマーのブレンドから成るものである。ここでも、金型の異なった領域の冷却速度を調節することにより不透明性を制御できる。ポリマーブレンド物は代表的には、その範囲内でブレンド物が混ざる(单一相で透明)か又は混ざらないか(非相溶性で不透明)のいずれかの温度範囲を有している。

#### 【0063】

そのような系の例はポリ(フェニレンオキシド)-ポリスチレンブレンド物である。これらの2つのポリマーは温度を上げると完全に混ざる。このブレンド物を緩やかに冷却すると相分離を起こし不透明性が増す。しかしながら、急速な冷却は透明な単一相構造を凍結する。透明性というのは、少なくとも光線が研磨パッドの表面に対して実質的に正常な投射角にあるときには赤外から紫外領域のある波長を有する投射光線に対して20%以上の単位で透過性を示すことを意味する。透明領域は完全に透過性である必要はなく、しかも幾つかの投射光の散乱、特に透明領域の表面仕上げが原因の散乱は、許容されると言うことを理解すべきである。

#### 【0064】

この好適なタイプのポリマー材料は相分離ミクロ-ドメインを形成する反応性の熱硬化性ポリマーから成る。そのようなポリマーはイソシアネートと混合し反応させるポリオールとポリジアミンから成る。

#### 【0065】

一体的な透明な窓を備えた一体成形製品として注型された研磨パッドは製造工程を減らし関連するコストを低減する。窓の周りのスラリーの漏れが除去される。この窓は、その表面が研磨に参加できるように研磨表面と同じ平面にある。窓はパッドの残りの部分として同じポリマー配合から作られるので、パッドと同じ物性を有する。それゆえ、窓はパッドと同じコンディショニング及び研磨特性並びに同じ加水分解安定性を有する。さらに、パッドと窓の間の熱で膨張することによるミスマッチは避けられる。さらに詳細にはここに引用文献として挿入した米国特許第5,605,760号に示されている。

#### 【0066】

10

20

30

40

50

本発明のパッドは基材（被加工物）の表面の研磨に使用される。研磨用途では、研磨装置に被加工物を支持し保持するための支持手段として保持装置を備えた研磨装置にパッドが搭載される。ここで研磨装置に対して述べられているように、研磨パッドを保持するために別の手段が与えられる。被加工物に圧縮力を与え維持し、それを研磨パッドに対して保持するための手段と共に被加工物及び／またはパッドをお互いに相対的に運動させるための駆動手段が与えられる。被加工物の支持手段は、これに限定されるものではないが、クランプ、一組のクランプ、被加工物及び研磨装置に取り付け可能な支持フレーム、研磨パッドを保持するための真空ポンプに連結している孔を空けたプラテン、或いは、プラテンに研磨パッドを、そしてキャリヤーに対して被加工物を保持する接着層が含まれる。研磨は研磨する基材をパッドの研磨面に対して偏向させ、製品と研磨パッドの間に研磨粒子及び他の化学薬品（錯化剤、界面活性剤など）を含む或は含まない研磨流体を作用させることを含む。研磨は基材が研磨パッドに対して横に運動することにより影響を受ける。この運動は直線的或は円状もしくはそれらの組合せである。研磨パッド上に付与された初期のミクロ・テクスチャーはパッドの研磨使用中に、必要ならば研磨装置に取り付けられたミクロ・テクスチャーを形成する機械的手段により再生される。機械的手段は代表的にはAbrasive Technology, Inc. により供給される100-グリットコンディショニングディスクである。ミクロ・テクスチャーの再コンディショニング工程は基材をパッドに作用させる工程の間或はより好ましくは基材がパッドから外されている時に、研磨工程中に一定の間隔で行われることが好ましい。パッド表面の再コンディショニング（ミクロ・テクスチャーを再生させるための）手段を備えた好適な研磨装置は米国特許第5,990,010号に開示されている。本発明の研磨パッドに付与された一体的な窓を通しての終点検出を利用して基材が所定の平坦度に達した時に研磨を終了することができる。

## 【0067】

## 【実施例1】

先行技術による既知のパッド

米国特許第6,022,268号の実施例1により作製した研磨パッド直径24インチ×0.052インチ厚さのものを試験した。このパッドは、先行技術による製造したままの、前コンディショニングをしていない固体のポリマー製研磨パッドの代表的なものである。

## 【0068】

このパッドは深さ0.38mm、溝幅0.25mm陸地幅（溝間の突き出ているパッド表面）が0.51mmの寸法を有する同心円状の溝から成る注型によるマクロ・テクスチャーを有していた。このパッドは研磨スラリーとしてILD 1300を用いて一連の熱酸化物(TOX)シリコンウエーハをAMAT Mirra研磨装置(Applied Material Inc.)をにより研磨するのに使用した。ILD 1300はデラウェア州ニューウォークのRodel Inc.から市販されているコロイダルシリカ研磨スラリーである。

## 【0069】

使用した研磨条件は次の通りであった：圧力、4 p.s.i；定盤速度93rpm；キャリヤー速度87rpm；スラリー流速150ml/min。研磨速度は研磨の間モニターし累積時間に対して図6にプロットした。初期研磨速度は約1,500/minであり、研磨時間が40分経過後は2,000/minの定常値に達した。

## 【0070】

## 【実施例2】

本発明のパッド

製造したままの先行技術で知られた実施例1と同じパッドをパッド表面にミクロ・テクスチャーを付与することによりさらに加工した。ミクロ・テクスチャーはIkegai社のMode I AX40N旋盤及び標準の錐保持具に搭載された、切削表面に対する通常の末端半径が0.5mm、傾斜角が15°、隙間角が5°の高速工具鋼から作られた旋盤錐を使用して形成した。この工具をパッド表面に対して0.013mmの切削深さで押し当て赤道に沿ってパッド表面を直線の経路で一回移動させた。パッドに対する一定の工具の速度（方位角の方向で）6メートル/分を維持するように、速度コントローラーによりパッドの回転速度を

10

20

30

40

50

調節した。切削碎片は3.5馬力のSears Craftsman Wet/Dry吸引装置により除去した。

【0071】

マクロ溝間の突き出たミクロ - テクスチャーはパッドの前処理後10X対物レンズ、1Xズームレンズを備えた白色光干渉計、ZYGO New View 5000を用いて倍率200倍で計測した。パッド試料上の走査面積は250平方ミリメートル(500μm × 500μm)であった。

【0072】

この試料の研磨パッドの表面特性は次の通りである。

【0073】

|   |         |    |
|---|---------|----|
| 平均算術表面粗さRa                              | 1.6 μm  | 10 |
| 平均最高値対最低値粗さRtm、                         | 6.3 μm  |    |
| 中心粗さ深さRk                                | 2.7 μm  |    |
| 減少した最高値高さRpk                            | 0.97 μm |    |
| 減少した最低値高さRvk                            | 1.8 μm  |    |
| 表面積比で表した最高値密度Rsa ([Surf.Area/(Area-1)]) | 0.023   |    |

20

実験中の研磨条件は実施例1と同じであった。研磨速度は再び研磨時間の関数として研磨中にモニターされた。図6に示したように、初期の研磨速度は約1,430/minであり、20分の集積時間の後に2,000/minの定常状態値に達した。このようにして本発明のパッドは、慣らし運転時間の50%低減を達成した。即ち安定な研磨速度を得るのに必要な研磨時間を50%低減した。

【0074】

【実施例3】

本発明のパッド

製造したままの実施例1と同じ先行技術のパッドをパッド表面にミクロ - テクスチャーを付与することによりさらに加工した。Ikegai社製 Model AX40N旋盤が本実験に使用された。ミクロ - テクスチャーは10.16cm直径のステンレスディスクを用いて形成されたが、その外周1cmは80/100メッシュのダイアモンド砂を含有し、空圧シリンダーに運転できるように連結した可動性の別個の回転チャックを搭載してある。旋盤及びディスク集合体は工具とパッド間に2.5対1の一定の速度比を維持するように予め設定されたコンピューター化した速度コントローラーに連結した。工具は138kPaの一定の圧力でパッド表面に押し当てられ、赤道に沿ってパッド表面を横切る直線的な経路に沿って1回移動させた。速度コントローラーによりパッドの回転速度を連続的に調節し、そしてそのようにして一定の比率を維持するために、ディスクがパッドの中心に接近するにつれてパッドの速度を緩やかにすることにし、ディスクがパッドの中心から外方向に移動するにつれて速度を上昇させた。冷却手段として周囲の空気の流れを回転しているパッドに向かた。切削碎片は3.5馬力のSears Craftman Wet/Dry吸引装置を用いて除去した。

30

【0075】

マクロ溝の間の突き出た表面のミクロ - テクスチャーは10X対物レンズ、1Xズームレンズを備えた白色光干渉計、ZYGO New View 5000を用いて倍率200倍で、パッドの前処理後に計測した。パッド試料上の走査面積は250平方ミリメートル(500μm × 500μm)であった。

40

【0076】

本発明の研磨パッドの表面特性は次の通りである。

【0077】

|  |                     |
|--|---------------------|
| 平均算術表面粗さ Ra                                | 1. 9 $\mu\text{m}$  |
| 平均最高値／最低値粗さ Rtm                            | 17. 1 $\mu\text{m}$ |
| 中心粗さ深さ Rk                                  | 4. 2 $\mu\text{m}$  |
| 減少した最高値高さ Rpk                              | 2. 9 $\mu\text{m}$  |
| 減少した最低値高さ Rvk                              | 3. 6 $\mu\text{m}$  |
| 表面積比で表した最高値密度 Rsa ( [Surf.Area/(Area-1)] ) | 0. 265              |

10

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 支持比曲線。

【図 2】 本発明によるミクロ - テクスチャーを作るのに使用される単一点切削工具の概要図。

【図 3】 製造されたままの、均一な、非発泡のいかななるミクロ - テクスチャーも有しない研磨パッドの作業表面の倍率200 倍の走査電子顕微鏡写真 (SEM)。

【図 4】 旋盤上に取り付けた注文制作した単一点切削工具を利用してミクロ - テクスチャー備えた作製したままのパッドの表面の200 倍の走査電子顕微鏡写真。

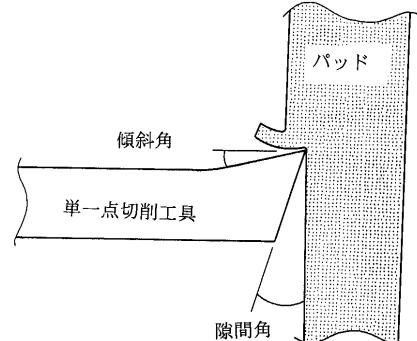
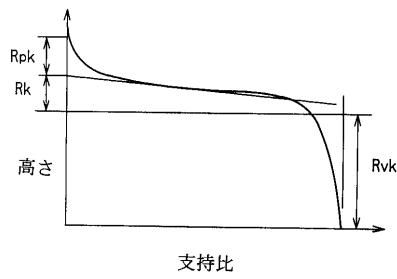
20

【図 5】 旋盤上の多点切削工具(ダイアモンドディスク)を利用してミクロ - テクスチャーを備えた製造したままのパッドの表面の200 倍の走査電子顕微鏡写真。

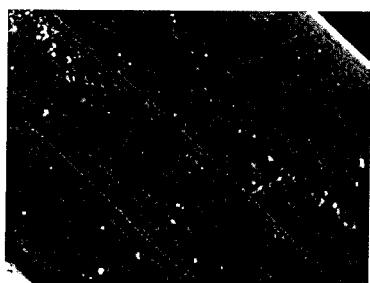
【図 6】 未処理の作製したままの研磨パッドと本発明による作製したままのパッドについて集積した研磨時間(分 : x-軸)に対してウエーハ酸化物層の研磨速度( / 分 : y-軸)をプロットしたもの。

【図 1】

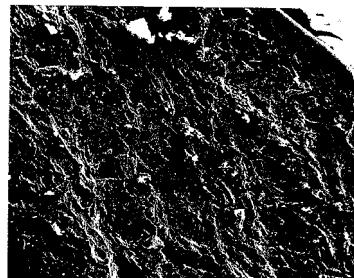
【図 2】



【図3】



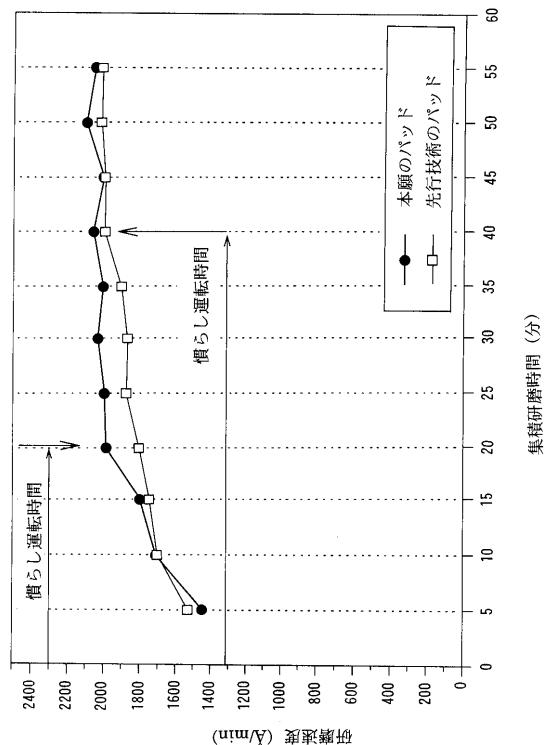
【図5】



【図4】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 バリー スコット ピンヘイロ  
アメリカ合衆国 ペンシルヴェニア州 19063 メディア インディアン レーン 153

(72)発明者 スティーブン ノーグラー  
アメリカ合衆国 デラウェア州 19707 ホクシン モッキンバード ヒル ロード 363

審査官 橋本 卓行

(56)参考文献 国際公開第98/045087(WO,A1)  
特開平11-070463(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B24B 37/20-37/26  
B24B 53/02