

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2006-513573
(P2006-513573A)

(43) 公表日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int.Cl.
H01L 21/304 (2006.01)
B24D 11/00 (2006.01)

F I
H01L 21/304 622F
B24D 11/00 B

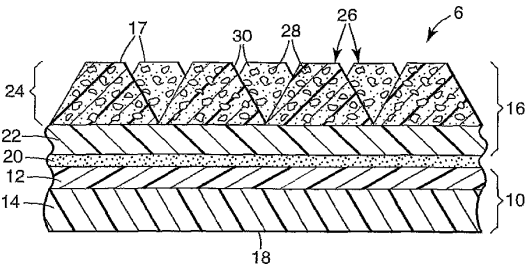
テーマコード (参考)
3C063

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 19 頁)	
(21) 出願番号 特願2004-566602 (P2004-566602)	(71) 出願人 599056437
(86) (22) 出願日 平成15年12月23日 (2003.12.23)	スリーエム イノベイティブ プロパティ
(85) 翻訳文提出日 平成17年7月8日 (2005.7.8)	ズ カンパニー
(86) 国際出願番号 PCT/US2003/041364	アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-
(87) 国際公開番号 W02004/062849	1000, セント ポール, スリーエム
(87) 国際公開日 平成16年7月29日 (2004.7.29)	センター
(31) 優先権主張番号 60/439,314	(74) 代理人 100099759
(32) 優先日 平成15年1月10日 (2003.1.10)	弁理士 青木 篤
(33) 優先権主張国 米国 (US)	(74) 代理人 100077517
	弁理士 石田 敬
	(74) 代理人 100087413
	弁理士 古賀 哲次
	(74) 代理人 100123593
	弁理士 関根 宣夫
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学的機械的平坦化用途向けのパッド構成体

(57) 【要約】

本発明は、固定研磨層とサブパッドとを含む研磨物品に関する。固定研磨要素はサブパッドと共に延存する。サブパッドは弾性要素を含む。弾性要素は、ASTM - 2240を用いて測定したときに60以下のショアA硬度を有する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

固定研磨層と、
弾性要素を含むサブパッドと、
を含む研磨物品であって、前記固定研磨要素が前記サブパッドと共に延存し、かつ前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに60以下のショアA硬度を有する、研磨物品。

【請求項 2】

固定研磨層と、
弾性要素を含むサブパッドと、
を含む研磨物品であって、前記固定研磨要素が前記サブパッドと共に延存し、かつ前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに30以下のショアA硬度を有する、研磨物品。

【請求項 3】

前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに20以下のショアA硬度を有する、請求項2に記載の研磨物品。

【請求項 4】

前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに10以下のショアA硬度を有する、請求項2に記載の研磨物品。

【請求項 5】

前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに4以下のショアA硬度を有する、請求項2に記載の研磨物品。

【請求項 6】

固定研磨層と、
弾性要素を含むサブパッドと、
を含む研磨物品であって、前記固定研磨要素が前記サブパッドと共に延存し、かつ前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに1超のショアA硬度を有する、研磨物品。

【請求項 7】

前記弾性要素が、ASTM - 2240を用いて測定したときに2超のショアA硬度を有する、請求項6に記載の研磨物品。

【請求項 8】

前記サブパッドが、前記固定研磨層と前記弾性要素との間に剛性要素を含む、請求項1、2または6に記載の研磨物品。

【請求項 9】

前記固定研磨層と前記弾性要素との間にバックングをさらに含む、請求項1、2または6に記載の研磨物品。

【請求項 10】

前記研磨層と前記サブパッドとの間に感圧接着剤層をさらに含む、請求項1、2または6に記載の研磨物品。

【請求項 11】

前記剛性要素と前記弾性要素との間に感圧接着剤層をさらに含む、請求項8に記載の研磨物品。

【請求項 12】

前記固定研磨層のヤング率が約300MPa未満である、請求項1、2または6に記載の研磨物品。

【請求項 13】

前記固定研磨層のヤング率が約75MPa未満である、請求項1、2または6に記載の研磨物品。

【請求項 14】

前記固定研磨層のヤング率が約 3 5 M P a 未満である、請求項 1、2 または 6 に記載の研磨物品。

【請求項 1 5】

請求項 1、2 または 6 に記載の研磨物品を提供することと、
前記研磨物品をウェーハの表面に接触させることと、
前記研磨物品と前記表面とを相対移動させることと、
を含む、半導体ウェーハの研磨方法。

【請求項 1 6】

前記ウェーハが、3 . 5 未満の誘電率を有する材料を含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、研磨物品と該物品の使用方法とに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体ウェーハは半導体ベースを有する。半導体ベースは、任意の適切な材料、たとえば、単結晶シリコン、ヒ化ガリウム、および当技術分野で公知の他の半導体材料から作製することができる。半導体ベースの表面上には誘電体層が存在する。この誘電体層は典型的には二酸化ケイ素を含有するが、他の好適な誘電体層もまた当該技術の対象となりうる。

【0 0 0 3】

誘電体層のフロント表面上には、多くの個別の金属インターコネクタ（たとえば金属導体ブロック）が存在する。各金属インターコネクタは、たとえば、アルミニウム、銅、アルミニウム銅合金、タングステンなどから作製することができる。これらの金属インターコネクタは、典型的には、最初に誘電体層上に金属の連続層を堆積させることにより作製される。次に、金属をエッチングして余分な金属を除去することにより、金属インターコネクタの所望のパターンを形成する。その後、各金属インターコネクタ上、金属インターコネクタ間の誘電体層の表面上に、絶縁層を適用する。絶縁層は、典型的には、二酸化ケイ素、B P S G（ボロホスホシリケートガラス）、P S G（ホスホシリケートガラス）、またはそれらの組合せのような金属酸化物である。得られる絶縁層は、望まれるような「平坦性」および／または「均一性」を備えていない可能性のあるフロント表面を有していることが多い。

【0 0 0 4】

回路の任意の追加層がフォトリソグラフィープロセスにより適用可能な状態になる前に、「平坦性」および／または「均一性」が所望の度合で達成されるように絶縁層のフロント表面を処理することが望ましい。特定の度合は、個々のウェーハおよび対象となる用途ならびにウェーハが加工対象となりうる任意の後続の加工工程の特質をはじめとする多くの因子に依存するであろう。簡潔にするために、本出願の残りの部分全体にわたり、このプロセスを「平坦化」と呼ぶことにする。平坦化の結果として、絶縁層のフロント表面が十分に平坦になり、それにより、後続のフォトリソグラフィープロセスを用いて新しい回路設計を実装する際にクリティカルディメンション特徴部が解像可能になるようにしなければならない。これらのクリティカルディメンション特徴部は回路設計を構成する。

【0 0 0 5】

他の層もまた、ウェーハ製造プロセスの過程で平坦化しうる。実際には、絶縁材料の各追加層を金属インターコネクタ上に適用した後、平坦化が必要になる可能性がある。同様にブランクウェーハを平坦化することが必要になることもある。このほか、ウェーハには、同様に平坦化が必要とされる銅のような導電層が含まれることもある。そのようなプロセスの特定例は金属ダマシンプロセスである。平坦化は、任意の層を堆積させながら同時に行うことが可能である。

【0 0 0 6】

10

20

30

40

50

ダマシンプロセスでは、パターンは、酸化物誘電体（たとえば二酸化ケイ素）層中にエッチングされる。他の好適な誘電体層としては、低誘電率（K）層、たとえば、カーボンドープ酸化物、ポーラスカーボンドープ酸化物、ポーラススピンオン誘電体、および高分子フィルム、ならびに一般に1.0～3.5の範囲（たとえば1.5～3.5）の誘電率を有する他の材料の層が挙げられよう。次に、場合により、絶縁キャップを誘電体層上に堆積させることが可能である。キャップ層の例としては、炭化ケイ素や窒化ケイ素の層が挙げられる。オプションの接着層／バリヤー層は全表面上に堆積される。典型的なバリヤー層は、たとえば、タンタル、窒化タンタル、チタン、または窒化チタンを含みうる。次に、金属（たとえば銅）を誘電体層および任意の接着層／バリヤー層の上に堆積させる。次に、堆積された金属および場合により接着層／バリヤー層の一部を誘電体の表面から除去することにより、堆積された金属層の改質、改善、または仕上げ処理を行う。典型的には、ウェーハの外側露出改質表面が、金属と、バリヤー層、キャップ層、もしくは酸化物誘電体材料、またはそれらの組合せと、の両方を含むように、十分な表面金属が除去される。露出ウェーハ表面を上側から見れば、エッチングパターンに対応する金属と、金属に隣接する誘電体材料と、を有する平坦表面が確認されるであろう。ウェーハの改質表面上に位置する材料は、本質的に、異なる物理的特性たとえば異なる硬度値を有する。ダマシンプロセスにより作製されるウェーハを改質するために使用される研磨処理は、一般的には、金属層および／または接着層／バリヤー層および／またはキャップ層および／または誘電体材料を同時に改質するように設計される。

10

【0007】

20

構造化ウェーハの露出表面を改質または改善する従来の一方法では、液体中に分散された複数の遊離研磨粒子を含有するスラリーでウェーハ表面を処理する。典型的には、このスラリーを研磨パッドに適用し、次に、ウェーハ表面を研磨してすなわちパッドに対して移動させてウェーハ表面から材料を除去する。スラリーはまた、除去速度を向上させるべくウェーハ表面と反応する化学薬剤または加工液を含有しうる。上記のプロセスは、一般に、化学的機械的平坦化（CMP）プロセスと呼ばれる。

【0008】

CMPスラリー法の代替法では、半導体表面を改質または改善するために研磨物品を使用することにより、以上のスラリーの必要性を回避する。研磨物品は、一般に、サブパッド構成体を含む。そのような研磨物品の例は、米国特許第5,958,794号明細書；同第6,194,317号明細書；同第6,234,875号明細書；同第5,692,950号明細書；および同第6,007,407号明細書（それらは参照により組み入れられるものとする）に見いだすことができる。研磨物品は、一般に、バインダー中に分散された研磨粒子を含むテクスチャー化研磨表面を有する。使用時、しばしば加工液の存在下で、ウェーハ上の材料の単一の層を改質するように適合化された動作を行いながら、研磨物品を半導体ウェーハ表面に接触させ、平坦で均一なウェーハ表面を提供する。加工液は、材料を化学修飾したりまたは研磨物品の作用下におけるウェーハの表面からの材料の除去を促進したりするために、ウェーハの表面に適用される。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0009】

ウェーハ平坦化時にサブパッドを有する固定研磨物品を使用すると、いくつかの望ましくない影響が現れる可能性がある。たとえば、いくつかのウェーハでは、層の境界で離層を起こす可能性がある。本出願は、新しいサブパッドとサブパッドの使用法とに関する。この新しいパッドおよびサブパッドの使用法を用いれば、望ましくない影響を受けることなく良好な平坦化が行われる。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、固定研磨層とサブパッドとを含む研磨物品に関する。固定研磨要素はサブパッドと共に延存する。サブパッドは弾性要素を含む。弾性要素は、ASTM-2240を

50

用いて測定したときに 60 以下のショア A 硬度を有する。

【0011】

本出願全体にわたり、以下の定義を適用する。

「表面改質」は、研磨や平坦化のようなウェーハ表面処理プロセスに関連付けられる。

「固定研磨要素」は、被加工品の表面の改質（たとえば平坦化）時に生成される可能性のあるものを除いて、非固定研磨粒子を実質的に含まない研磨物品に関連付けられる。そのような固定研磨要素は、個別研磨粒子を含んでいてもよいし含んでいなくてもよい。

「三次元」は、固定研磨要素を記述するために使用する場合、平坦化時に表面の粒子のいくつかが除去されたときに、平坦化機能を行いうるさらなる研磨粒子が露出されるように、その厚さの少なくとも一部分にわたって延在する多くの研磨粒子を有する固定研磨要素とくに固定研磨物品に関連付けられる。

10

「テクスチャー化」は、固定研磨要素を記述するために使用する場合、凸部および凹部を有する固定研磨要素とくに固定研磨物品に関連付けられる。

「研磨複合体」は、研磨粒子とバインダーとを含むテクスチャー化三次元研磨要素を集合的に構成する複数の造形体のうちの 1 つに関連付けられる。

「精密造形研磨複合体」は、複合体を成形型から取り出した後に保持される成形型キャビティの逆形状である成形形状を有する研磨複合体に関連付けられる。好ましくは、複合体は、米国特許第 5,152,917 号明細書（ピーパー（Pieper）ら）に記載されているように、研磨物品を使用する前の形状の露出表面を越えて突出する研磨粒子を実質的に含まない。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明は、半導体ウェーハのような被加工品の露出表面を改質するための研磨物品を提供する。研磨物品は、テクスチャー化固定研磨要素と、弾性要素を含むサブパッドと、を含む。これらの要素は、実質的に互いに共に延在する。固定研磨要素は、好ましくは、固定研磨物品である。好適な三次元テクスチャー化固定研磨物品（典型的には、複数の研磨粒子とバインダーとを含む研磨層をあらかじめ決められたパターンの形態で上置してなるバッキングを含む）および半導体ウェーハ加工におけるその使用方法については、開示されている。たとえば、米国特許第 5,958,794 号明細書などに開示されている。その特許は参照により本明細書に組み入れられるものとする。

30

【0013】

本発明の研磨物品は、サブパッド中に少なくとも 1 つの弾性要素を含む。本発明の目的では、弾性要素は、約 60 以下のショア A 硬度（ASTM-D2240 を用いて測定したとき）を有する。他の実施形態では、ショア A 硬度は、約 30 以下、たとえば約 20 以下である。いくつかの実施形態では、弾性要素のショア A 硬度は約 10 以下であり、特定の実施形態では、弾性要素は約 4 以下のショア A 硬度を有する。いくつかの実施形態では、弾性要素のショア A 硬度は約 1 超であり、特定の実施形態では、弾性要素は約 2 超のショア A 硬度を有する。

【0014】

図 1 は、本発明のプロセスに使用される固定研磨物品 6 の一実施形態の例の断面図であり、サブパッド 10 と固定研磨要素 16 とが含まれる。図 1 の実施形態に示されるように、サブパッド 10 は、少なくとも 1 つの剛性要素 12 と少なくとも 1 つの弾性要素 14 とを含む。これは固定研磨要素 16 に接合される。しかしながら、特定の実施形態では、サブパッドは弾性要素 14 だけを有する。このほか、特定の実施形態では、サブパッドは、2 つ以上の弾性要素、2 つ以上の剛性要素、または弾性要素と剛性要素との任意の組合せを有する。図 1 に示される実施形態では、剛性要素 12 は、弾性要素 14 と固定研磨要素 16 との間に挟置される。固定研磨要素 16 は、被加工品に接触する表面 17 を有する。したがって、本発明で使用される研磨構成体では、剛性要素 12 および弾性要素 14 は、一般に、固定研磨要素 16 と連続かつ平行になるので、3 つの要素は実質的に共に延在する。図 1 には示されていないが、弾性要素 14 の表面 18 は、典型的には、半導体ウェ

40

50

ーハ改質用の機械のプラテンに接合され、固定研磨要素 16 の表面 17 は半導体ウェーハに接触する。

【0015】

図 1 に示されるように、固定研磨要素 16 のこの実施形態は、バインダー 30 中に分散された研磨粒子 28 を含むあらかじめ決められたパターンの複数の精密造形研磨複合体 26 を含む固定研磨層 24 が接合される表面を有するバックング 22 を含む。しかしながら、先に述べたように、固定研磨要素したがって研磨層は、個別研磨粒子を含んでいなくてもよい。他の実施形態では、固定研磨要素は、たとえば、商品名 IC-1000 および IC-1010 (デラウェア州ニューアークのロード・インコーポレーテッド (Roadell, Inc., Newark, DE) から入手可能) として販売されているようなテクスチャー化固定研磨要素および他の状態の固定研磨要素の場合のように、ランダムである。研磨層 24 は、バックング上で連続であっても不連続であってもよい。しかしながら、特定の実施形態では、固定研磨物品はバックングを必要としない。いくつかの実施形態では、固定研磨層は、約 300 MPa 未満、たとえば 75 MPa 未満、さらなる例では約 35 MPa 未満のヤング率を有する。

【0016】

図 1 には精密造形研磨複合体を有するテクスチャー化三次元固定研磨要素が示されているが、本発明の研磨組成物は精密造形複合体に限定されるものではない。すなわち、他のテクスチャー化三次元固定研磨要素も可能である。たとえば、米国特許第 5,958,794 号明細書および米国特許出願第 2002/0151253 号明細書 (それらは参照により本明細書に組み入れられるものとする) に開示されているものが挙げられる。

【0017】

研磨構成体の種々のコンポーネント間に、接着剤または他の接合手段の介在層が存在していてもよい。たとえば、図 1 の実施形態に示されるように、接着剤層 20 は、剛性要素 12 と固定研磨要素 16 のバックング 22 との間に挟置される。図 1 には示されていないが、剛性要素 12 と弾性要素 14 との間に挟置された接着剤層および弾性要素 14 の表面 18 上の接着剤層が存在していてもよい。

【0018】

使用時に、固定研磨要素 16 の表面 17 を被加工品 (たとえば半導体ウェーハ) に接触させて被加工品の表面を改質し、処理前の表面よりも平坦かつ / または均一かつ / または粗さの少ない表面を達成する。サブパッドの剛性要素と弾性要素とを下側で組み合わせることにより、表面改質時の被加工品の表面の局所的トポグラフィー (たとえば、半導体ウェーハの表面上の隣接する特徴部間の間隔) に実質的に整合することなく、被加工品の表面の全体的トポグラフィー (たとえば、半導体ウェーハの全表面) に実質的に整合する研磨構成体が提供される。その結果、本発明の研磨構成体により、平坦性、均一性、および / または粗さの所望のレベルが達成されるように被加工品の表面が改質されるであろう。所望の平坦性、均一性、および / または粗さの特定の度合は、個々のウェーハおよび対象となる用途ならびにウェーハが加工対象となりうる任意の後続の加工工程の特質に依存して変化するであろう。

【0019】

図 2 は、本発明の研磨物品 206 の他の実施形態を示している。固定研磨要素 216 および弾性要素 214 は、感圧接着剤層 220 により連結される。図 3 は、本発明の固定研磨物品 306 の他の実施形態を示しており、固定研磨層 324 は、弾性要素 314 に直接接している。

【0020】

図 4A ~ 4F は、本発明の研磨物品の特定の実施形態の例を示している。図 4A は、固定研磨材 401、バックング 402、第 1 の感圧接着剤層 403、剛性要素 404、第 2 の感圧接着剤層 405、弾性要素 406、および第 3 の感圧接着剤層 407 を含む。図 4B は、固定研磨材 408、バックング 409、第 1 の感圧接着剤層 410、弾性要素 411、および第 2 の感圧接着剤層 412 を含む。図 4C は、固定研磨層 413、バックング

4 1 4、第 1 の感圧接着剤層 4 1 5、弾性要素 4 1 6、第 2 の感圧接着剤層 4 1 7、剛性要素 4 1 8、および第 3 の感圧接着剤層 4 1 9 を含む。図 4 D は、固定研磨層 4 2 0、弾性要素 4 2 1、および第 1 の感圧接着剤層 4 2 2 を含む。図 4 E は、固定研磨層 4 2 3、弾性要素 4 2 4、第 1 の感圧接着剤層 4 2 5、剛性要素 4 2 6、および第 2 の感圧接着剤層 4 2 7 を含む。図 4 F は、固定研磨層 4 2 8、バックング 4 2 9、第 1 の感圧接着剤層 4 3 0、第 1 の剛性要素 4 3 1、第 2 の感圧接着剤層 4 3 2、弾性要素 4 3 3、第 3 の感圧接着剤層 4 3 4、第 2 の剛性要素 4 3 5、および第 4 の感圧接着剤層 4 3 6 を含む。

【0021】

本発明の研磨構成体は、加工された半導体ウェーハ（すなわち、回路を上には有するパターン化半導体ウェーハまたはブランケット非パターン化ウェーハ）と併用するのにとくに好適であるが、非加工ウェーハまたはブランク（たとえばシリコン）ウェーハと併用することもできる。したがって、本発明の研磨構成体は、半導体ウェーハを研磨または平坦化するために使用することができる。

10

【0022】

弾性要素の材料の選択は、被加工品表面および固定研磨要素の組成、被加工品表面の形状および初期平坦性、表面の改質（たとえば、表面の平坦化）に使用される装置のタイプ、改質プロセスで使用する圧力などに依存して変化するであろう。本発明の研磨構成体は、多種多様な半導体ウェーハ改質用途に使用することができる。

【0023】

サブパッドに使用するのに好適な材料は、たとえば、ASTMにより提案された標準的試験方法を用いて特性付けることができる。いずれの所与の材料も、固有の特性、たとえば、密度、引張強度、ショア硬度、弾性率を有するであろう。剛性材料の静的引張試験を用いれば、材料の平面内のヤング率（弾性率と呼ばれることも多い）を測定することができる。金属のヤング率を測定するために、ASTM E 3 4 5 - 9 3（金属箔引張試験の標準的試験方法）を使用することができる。有機ポリマー（たとえば、プラスチックまたは強化プラスチック）のヤング率を測定するために、ASTM D 6 3 8 - 8 4（プラスチック引張特性の標準的試験方法）およびASTM D 8 8 2 - 8 8（薄肉プラスチックシートの標準的引張特性）は使用することができる。材料の多層を含むラミネート化要素では、最高率材料に対する試験を用いて、全要素のヤング率（すなわち、ラミネート率）を測定することが可能である。

20

30

【0024】

弾性材料の動的圧縮試験を用いれば、材料の厚さ方向のヤング率（貯蔵率または弾性率と呼ばれることも多い）を測定することができる。本発明では、弾性材料の場合、弾性要素が一層であるかまたは材料の多層を含むラミネート化要素であるかにかかわらず、ASTM D 5 0 2 4 - 9 4（圧縮時のプラスチックの動的機械的特性を測定するための標準的試験方法）を使用する。好ましくは、弾性材料（または全弾性要素自体）は、約 1 0 0 M P a 未満（たとえば約 5 0 M P a 未満）のヤング率値を有する。本発明では、弾性要素のヤング率は、3 4 . 5 k P a の予荷重を加えて 2 0 および 0 . 1 H z で材料の厚さ方向にASTM D 5 0 2 4 - 9 4 により決定される。

【0025】

好適な弾性材料はまた、その応力緩和を追加的に評価することにより、選択することができる。応力緩和は、材料を変形させてそれを変形状態に保持し、変形を保持するのに必要な力または応力を測定することにより、評価される。好適な弾性材料（または全弾性要素）は、好ましくは、1 2 0 秒後、最初に加えられた応力の少なくとも約 6 0 %（より好ましくは少なくとも約 7 0 %）を保持する。特許請求の範囲を含めて本発明では、これは「残留応力」と呼ばれ、最初に、室温（2 0 ~ 2 5 ）で 8 3 k P a の初期応力が達成されるまで 2 5 . 4 m m / 分の速度で厚さ 0 . 5 m m 以上の材料のサンプルを圧縮し、2 分後に、残留応力を測定することにより決定される。

40

【0026】

研磨構成体に使用するための弾性材料は、多種多様な材料から選択することができる。

50

典型的には、弾性材料は、熱可塑性であっても熱硬化性であってもよい有機ポリマーであり、エラストマー性であってもなくてもよい。有用な弾性材料であることが一般に判明している材料は、フォーミングまたはブローイングによりポーラス有機構造体（典型的にはフォームと呼ばれる）を生成する有機ポリマーである。そのようなフォームは、天然もしくは合成のゴムまたは他の熱可塑性エラストマー、たとえば、ポリオレフィン、ポリエステル、ポリアミド、ポリウレタン、およびそれらのコポリマーから作製可能である。好適な合成熱可塑性エラストマーとしては、クロロプレンゴム、エチレン/プロピレンゴム、ブチルゴム、ポリブタジエン、ポリイソプレン、EPDMポリマー、ポリビニルクロリド、ポリクロロプレン、またはスチレン/ブタジエンコポリマーが挙げられるが、これらに限定されるものではない。有用な弾性材料の特定例は、フォームの形態であるポリエチレンとエチレンビニルアセテートとのコポリマーである。

10

【0027】

適切な機械的特性（たとえば、ヤング率および圧縮時の残留応力）が得られるのであれば、弾性材料はまた、他の構成をとることも可能である。たとえば、従来の研磨パッドで使用されるようなポリウレタン含浸フェルト系材料を使用することができる。弾性材料はまた、樹脂（たとえばポリウレタン）で含浸されたポリオレフィン、ポリエステル、またはポリアミドの繊維のような不織繊維または製織繊維のマットであってもよい。繊維は、有限の長さ（すなわち、ステープル）であってもよいし、繊維マット中で実質的に連続であってもよい。

【0028】

20

本発明の研磨構成体に有用な特定の弾性材料としては、マサチューセッツ州ローレンスのセキスイ・アメリカ・コーポレーション（Sekisui America Corp., Lawrence, MA）の一部門であるボルテック（Volutek）から市販品として入手可能である商品名ボルテック・ボラ（VOLTEC VOLARA）タイプEO独立気泡フォームとして販売されているものが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0029】

本発明の研磨構成体は、種々のコンポーネント間の接合手段をさらに含むことができる。たとえば、図1に示される構成体は、剛性材料のシートを弾性材料のシートにラミネートすることにより作製される。これらの2つの要素のラミネーションは、さまざまな一般に知られた接合法のいずれかにより、たとえば、ホットメルト接着剤、感圧接着剤、グルー、タイ層、接合剤、機械的締結具、超音波溶接、熱接合、マイクロ波活性化接合などにより、達成することができる。他の選択肢として、剛性部分とサブパッドの弾性部分とを共押出により一体化させることが可能である。

30

【0030】

典型的には、要素のラミネーションは、感圧型またはホットメルト型の接着剤を用いて容易に達成される。好適な感圧接着剤は、多種多様な一般に使用される感圧接着剤でありうる。たとえば、天然ゴム、（メタ）アクリレートポリマーおよびコポリマー、熱可塑性ゴムのABもしくはABAブロックコポリマー、たとえば、商品名クラトン（Kraton）（テキサス州ヒューストンのシェル・ケミカル・コーポレーション（Shell Chemical Co., Houston, Tex.））として入手可能なスチレン/ブタジエンもしくはスチレン/イソプレンブロックコポリマー、またはポリオレフィンをベースとする接着剤が挙げられるが、これらに限定されるものではない。好適なホットメルト接着剤としては、多種多様な一般に使用されるホットメルト接着剤、たとえば、ポリエステル、エチレンビニルアセレート（EVA）、ポリアミド、エポキシなどをベースとする接着剤が挙げられるが、これらに限定されるものではない。接着剤に課される基本的要件は、使用時にサブパッド要素を所定の位置に保持するのに十分な凝集強度および耐剥離性を有すること、使用条件下で耐剪断性をもつこと、および使用条件下で耐化学分解性をもつことである。

40

【0031】

50

固定研磨要素は、直前で概説された同手段により、すなわち、接着剤、共押出、熱接合、機械的締結具などにより、構成体のサブパッド部分に接合することができる。しかしながら、それをサブパッドに接合する必要はなく、それにすぐ隣接した位置に保持してそれと共に延存するようにしてもよい。この場合、使用時に所定の位置に固定研磨材を保持するいくつかの機械的手段、たとえば、位置決めピン、保持リング、張力、真空などが必要であろう。

【0032】

本明細書に記載の研磨物品は、たとえば、シリコンウェーハの表面の改質に使用される機械のプラテン上に配置される。それは、接着剤または位置決めピン、保持リング、張力、真空などのような機械的手段により、接合可能である。

10

【0033】

本発明の研磨構成体は、半導体ウェーハを平坦化するための多くのタイプの機械、たとえば研磨パッドおよび遊離研磨剤スラリーと併用される当技術分野で周知の機械で使うことができる。好適な機械の例としては、商品名ミラー(MIRRA)およびレフレキソン・ウェブ・ポリッシャー(REFLEXION WEB POLISHER)(カリフォルニア州サンタクララのアプライド・マテリアルズ(Applied Materials, Santa Clara, CA.)製)として販売されているものが挙げられる。

【0034】

典型的には、そのような機械は、半導体ウェーハを保持するための保持リングとウェーハ支持パッドとの両方から構成されうるウェーハホルダーを有するヘッドユニットを含む。典型的には、半導体ウェーハと研磨物品の両方が互いに移動する。ウェーハホルダーは、円状、渦巻状、楕円状、不均一状、またはランダム状のいずれかの軌跡を描いて回転する。研磨物品は、回転させたり、ウェーハ表面に対して直線移動させたり、静止状態に保持したりすることができる。ウェーハホルダーの回転速度は、特定の装置、平坦化条件、研磨物品、および所望の平坦化基準に依存するであろう。しかしながら、一般的には、ウェーハホルダーは、毎分約2~1000回転(rpm)の速度で回転する。

20

【0035】

本発明の研磨構成体は、典型的には円形であり、約10~200cm、好ましくは約20~150cm、より好ましくは約25~100cmの直径を有するであろう。それはまた、典型的には約5~10,000rpmの速度で、好ましくは約10~1000rpm、より好ましくは約10~250rpmの速度で回転するであろう。研磨物品はまた、連続したベルトまたはウェブの形態をとるであろう。これらの例では、研磨物品は、特性線速度(たとえば0.038~75m/秒)で移動するであろう。本発明の研磨構成体を利用する表面改質手順は、典型的には約6.9~138kPaの圧力を必要とする。

30

【0036】

一般的には、プロセスは加工液の存在下で行われるであろう。そのような加工液は、研磨粒子を含んでいてもよいし、研磨粒子を含んでいなくてもよい。好適な加工液は、米国特許第6,194,317号明細書および米国特許出願第2002/0151253号明細書(それらは参照により本明細書に組み入れられるものとする)に記載されている。

40

【0037】

本発明の種々の修正形態および変更形態は、本発明の範囲および精神から逸脱することなく当業者に自明なものとなろう。また、当然のことながら、本発明は、本明細書中に記載されている例示的な実施形態に過度に制限されるものではない。

【実施例】

【0038】

試験手順

ヤング率

本発明で使われる固定研磨複合体材料のヤング率を、ASTM D638-84(プラスチック引張特性の標準的試験方法)およびASTM D-882-88(薄肉プラス

50

チックシートの標準的引張特性)に記載の試験に類似した静的引張試験を用いて決定した。現用試験に適合する試験手順に対する変更には、小型ダンベルの使用；固定研磨材の成形ブラックからの裁断；12.7mmのゲージ長、3.2mmの幅、および0.43~0.71mmの範囲の厚さを有することが含まれていた。また、試験時の伸長速度は0.0212mm/sである。

【0039】

ウェーハの離層

ウェーハの離層を目視観察した。離層の度合が1~5の相対尺度で測定されるように、評価システムを開発した。1の評価値は、ウェーハ表面の1%未満の離層を示す。5の評価値は、ウェーハ表面の約10%超の離層を表す。

10

【0040】

材料

固定研磨材

この試験で利用したコーテッドフィルムの形態の固定研磨材の1つは、スリーエム・カンパニー(3M Company)(ミネソタ州セントポール(St. Paul, MN))から入手可能な外径20インチのCu CMPディスク(MWR 66)M 6100(製品番号60-0700-0523-0)であった。入手したままの固定研磨材を3ミルのポリ(エチレンテレフタレート)(PET)バックング上にコーティングし、さらに指定のサブパッド上にラミネートした。MWR 73と称される組成の類似した第2の製品もまた、直径20インチのコーテッドフィルム構成体の状態で試験した。ヤング率がより低いと測定された点を除いて、それはM 6100固定研磨材にほぼ等しい。

20

MWR 66 研磨複合体のヤング率 = 72.4 MPa

MWR 73 研磨複合体のヤング率 = 33.1 MPa

【0041】

サブパッド

剛性コンポーネント

本発明で使用した剛性コンポーネントは、ポリカーボネート(ジーイー・ポリマーシェイプス(GE Polymer shapes)(インディアナ州マウントバーモン(Mount Vernon, IN))製の8010MCレキサン(Lexan)ポリカーボネート(PC)シート)であった。利用したシートの厚さは、0.508mm(20ミル)であった。1つの厚さを利用したが、PCシートの厚さは、0.0508mmから2.5mmまでの範囲で変化させうる。他のポリマーおよび材料もまた、この要素に使用することが可能である。

30

【0042】

弾性コンポーネント

以下の実施例で使用した弾性コンポーネントはすべて、セキスイ・アメリカ・コーポレーション(Sekisui America Corp.)(マサチューセッツ州ローレンス(Lawrence, MA))の一部門であるボルテック(Voltex)から入手可能な独立気泡フォームであった。

ボルテック・ボララ(VOLTEC VOLARA)タイプEOフォーム、2 pcf(ポンド毎立方フィート単位のフォーム密度)、厚さ3.175mm(125ミル)。

40

ボルテック・ボララ(VOLTEC VOLARA)タイプEOフォーム、4 pcf、厚さ2.38mm~3.175mm(90~125ミル)。

ボルテック・ボララ(VOLTEC VOLARA)タイプEOフォーム、6 pcf、厚さ2.38mm~3.175mm(90~125ミル)。

ボルテック・ボララ(VOLTEC VOLARA)タイプEOフォーム、12 pcf、厚さ2.38mm~3.175mm(90~125ミル)。

【0043】

これらのフォームの代表的な特性は、供給業者により与えられた。それらを以下の表1に示す。

50

【 0 0 4 4 】

【 表 1 】

表 1

ボルテック・ボララ (VOLTEC VOLARA) タイプ E0 独立気泡フォームの特性

特性	2 pcf	4 pcf	6 pcf	12 pcf
密度 (kg/m ³)	0. 00320	0. 00641	0. 00961	0. 0176
密度範囲 (kg/m ³)	+/- 0. 00032	+/- 0. 000641	+/- 0. 000961	+/- 0. 00176
圧縮強度				
MPa @ 25%	0. 0276	0. 0483	0. 0552	0. 919*
MPa @ 50%	0. 0828	0. 1103	0. 1379	0. 2066*
(ASTM D3575)				
引張強度 M (MPa)	0. 476	0. 959	1. 531	2. 962*
引張強度 CM (MPa)	0. 310	0. 697	1. 097	2. 076*
(ASTM D3575)				
破断伸び M (%)	253	329	361	503*
破断伸び CM (%)	232	324	364	536*
(ASTM D3575)				
耐引裂性 M (MPa)	0. 0621	0. 124	0. 179	0. 3259*
耐引裂性 CM (MPa)	0. 0759	0. 1448	0. 2069	0. 3713*
(ASTM D3575)				
圧縮永久歪 (元の厚さに対する%)	29	18	7	-
(ASTM D3575)				
ショア硬度Aスケール	4	10	30	60*
ショア硬度00スケール	45	55	65	90*
(ASTM D2240)				

*は、特性 (y軸) vsフォーム密度 (x軸) の直線補外から評価したデータを示す。

【 0 0 4 5 】

別段の記載がないかぎり、使用したフォームの厚さは 2 . 3 8 m m であった。厚さ 2 . 3 8 m m のフォームを利用したが、パッド構成体のフォーム厚さは 0 . 1 2 7 m m から 5 m m までの範囲で変化させうると予想される。他のフォームをこの要素に使用することも可能である。このほか、弾性要素は、互いにほぼ共に延存する 2 種以上の弾性要素で構成することも可能である。

【 0 0 4 6 】

感圧接着剤 (P S A)

3 M 4 4 2 D L (両面 P S A)、3 M 9 4 7 1 F L、および 3 M 9 6 7 1 P S A (いずれもミネソタ州セントポールのスリーエム・カンパニー (3 M C o m p a n y , S t . P a u l , M N) から入手可能) を、図 4 A ~ 4 F に示される P S A に使用した。パッド

10

20

30

40

50

構成体に使用した特定の P S A については、特定の実施例の説明の中で詳述されている。他の P S A および接着剤を種々のパッド構成体の P S A 層に利用することも可能である。

【 0 0 4 7 】

サブパッドおよびパッドのラミネーション

サブパッドおよびパッドはすべて、層間の空気またはデブリのトラッピングを防止するように多大な注意を払いながらラミネーションにより一体化させた。このほか、ラミネーション加工時における研磨要素、剛性要素、および弾性要素の皺 / 折目を防止するように多大な注意を払う必要がある。

【 0 0 4 8 】

C M P

研磨溶液

C u C M P 溶液 C P S - 1 1 (製品番号 6 0 - 4 1 0 0 - 0 5 6 3 - 5) および C u C M P 溶液 C P S - 1 2 (製品番号 6 0 - 4 1 0 0 - 0 5 7 5 - 9) を試験に使用した。それらは、スリーエム・カンパニー (3 M C o m p a n y) (ミネソタ州セントポール (S t . P a u l , M N)) から入手したものであった。研磨前に、適正量の 3 0 % (重量基準) 過酸化水素を溶液に添加した。C P S - 1 1 / 3 0 % H₂O₂ 重量比は 9 4 5 / 5 5 である。C P S - 1 2 / 3 0 % H₂O₂ 重量比は 9 1 8 / 8 2 である。

【 0 0 4 9 】

ウェーハ

金属レベル 2 (M 2) のウェーハをインターナショナル・セマテック (I n t e r n a t i o n a l S e m a t e c h) (テキサス州オースチン (A u s t i n , T X)) から入手した。超低 K 基板は、J S R L K D - 5 1 0 9 (カリフォルニア州サニーヴィルのジェイエスアール・マイクロエレクトロニクス (J S R m i c r o e l e c t r o n i c s , S u n n y v a l e , C A) 製) であった。J S R L K D - 5 1 0 9 および I S M T 8 0 0 A Z デュアルダマシンレチクルセットを用いて、ウェーハを加工した。

【 0 0 5 0 】

一般的研磨手順

P S A の下端層を介して研磨パッドをミラー (M I R R A) 研磨工具のプラテンにラミネートした。D I 水を用いてパッドを高圧で 1 0 秒間すすいだ。1 0 1 r p m のプラテン速度および 9 9 r p m のキャリアー速度で直径 8 インチの銅 (C u) ディスクを 6 分間研磨し 1 2 0 m l / 分の流量でパッド中心近傍に研磨溶液 (C P S - 1 1 w / 過酸化水素) を送給することにより、ミラー 3 4 0 0 ケミカル・メカニカル・ポリッシング・システム (M I R R A 3 4 0 0 C h e m i c a l - M e c h a n i c a l P o l i s h i n g S y s t e m) (カリフォルニア州サンタクララのアプライド・マテリアルズ・インコーポレーテッド (A p p l i e d M a t e r i a l s , I n c . , S a n t a C l a r a , C A)) により、パッドを状態調節した。この研磨時、チタン (T I T A N) キャリヤー内管、保持リング、およびメンブレンに加えた圧力は、それぞれ、4 . 5 p s i 、 5 . 0 p s i 、 4 . 5 p s i であった。パッドを状態調節した後、二段階 C u 研磨シーケンスを M 2 パターンウェーハの研磨に利用した。第 1 の段階では、過酸化水素を含む C P S - 1 1 研磨溶液を使用し、パッドの中心近傍に 1 8 0 m l / 分の流量で送給した。キャリアー内管、保持リング、およびメンブレンに加えた圧力は、それぞれ、1 . 0 p s i / 1 . 5 p s i / 1 . 0 p s i であった。プラテンおよびキャリアーの速度は、それぞれ、3 1 r p m および 2 9 r p m である。これらの条件で研磨を 4 5 秒間行った。この研磨後、基板表面はおもに C u であり、ダイ領域下側の I L D 層 / キャップ層 / バリヤー層はいずれも露出されることはない。ウェーハを取り出して、基板の離層に関して目視検査を行った。パッドを高圧で 1 0 秒間すすいだ後、第 2 の研磨では、過酸化水素を含む C P S - 1 2 研磨溶液を利用し、1 8 0 m l / 分の流量でパッドの中心近傍に送給した。キャリアー内管、保持リング、およびチタン (T I T A N) キャリヤーのメンブレンに加えた圧力は、それぞれ、1 . 0 p s i / 1 . 5 p s i / 1 . 0 p s i であった。プラテンおよびキャリアーの速度は、それぞれ、3 1 r p m および 2 9 r p m であった。研磨時間は、さ

10

20

30

40

50

まざまであり、ウェーハを清澄化するのに必要な時間は、典型的には 170 ~ 190 秒間であった。その後、同等なプロセス条件を用いて、さらに 20 秒間にわたり過剰研磨を行った。研磨後、目に見える離層がないかウェーハを検査した。

【0051】

デチャック条件

ミラー (M I R R A) ソフトウェアのウェーハ取出しセクションでは、種々のデチャック条件を設定することができる。実施例 1 A ~ 1 D および実施例 2 A ~ 2 D のさまざまなデチャック条件を以下に示す。実施例 3 では、実施例 2 A ~ 2 D のものと同様なデチャック条件を使用した。

【0052】

実施例 1 A ~ 1 D のデチャック条件 (標準的なデチャック条件)

6 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前の内管圧力 3 . 0 p . s . i .

7 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前の保持リング圧力 2 . 0 p . s . i .

8 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前のメンブレン圧力 1 . 0 p . s . i .

9 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前の上記圧力の保持時間 2500 ミリ秒

10 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空の適用時間 3000 ミリ秒

11 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空後の内管圧力 1 . 0 p . s . i .

12 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: 第 2 の内管圧力を安定化させるための待時間 2500 ミリ秒

13 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: ヘッドによりパッドからウェーハを引き剥がすための待時間 3000 ミリ秒

【0053】

実施例 2 A ~ 2 C および実施例 3 のデチャック条件 (温和なデチャック条件)

6 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前の内管圧力 0 . 8 p . s . i .

7 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前の保持リング圧力 0 . 5 p . s . i .

8 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前のメンブレン圧力 - 1 . 0 p . s . i .

9 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空前の上記圧力の保持時間 250 ミリ秒

10 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空の適用時間 750 ミリ秒

11 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: メンブレン真空後の内管圧力 0 . 8 p . s . i .

12 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: 第 2 の内管圧力を安定化させるための待時間 250 ミリ秒

13 - チタン (T I T A N) キャリヤーデチャック: ヘッドによりパッドからウェーハを引き剥がすための待時間 750 ミリ秒

【0054】

実施例 1 A ~ 1 D

以上に記載した一般的研磨手順に従って、2 つの異なる固定研磨材タイプを用いて 2 つのパッド構成体の検査を行った。パッド構成体 1 は、図 4 A に示されるとおりであり、固定研磨材 401、バックグ 402、第 1 の感圧接着剤層 403、剛性要素 404、第 2

10

20

30

40

50

の感圧接着剤層 405、弾性要素 406、および第 3 の感圧接着剤層 407 を含んでいた。感圧接着剤層 407 は 3M442DL であり、感圧接着剤層 403 は 3M9471FL であり、そして感圧接着剤層 405 は 3M9671 であった（いずれもミネソタ州セントポールのスリーエム・カンパニー（3M Company, St. Paul, MN）から入手可能）。パッド構成体 3 は、図 4C に示されるとおりであり、固定研磨層 413、バックング 414、第 1 の感圧接着剤層 415、弾性要素 416、第 2 の感圧接着剤層 417、剛性要素 418、および第 3 の感圧接着剤層 419 を含んでいた。第 3 の感圧接着剤層 419 は 3M9471FL であり、第 1 の感圧接着剤層 415 は 3M442DL であり、そして第 2 の感圧接着剤層 417 は 3M9671 であった（いずれもミネソタ州セントポールのスリーエム・カンパニー（3M Company, St. Paul, MN）から入手可能）。第 2 の Cu 段階の研磨プロセスの後で得られた結果と共に、パッド構成体、固定研磨材タイプを表 2 に示す（以下参照）。第 1 の段階の CPS-11, Cu 研磨の後、いずれのウェーハについても離層は観察されなかった。

10

【0055】

【表 2】

表 2

実施例 1 のパッド構成体、固定研磨材タイプ、ウェーハの識別
および研磨結果

実施例	固定 研磨材	パッド 構成体	ウェーハ離層の 評価値
1A	MWR66	1	5
1B	MWR73	1	4
1C	MWR66	3	4
1D	MWR73	3	3

20

30

【0056】

パッド構成体 3 は、パッド構成体 1 と比較して改善されたウェーハ離層挙動を示した。同様に、MWR73 研磨複合体は、MWR66 研磨複合体と比較して改善されたウェーハ離層挙動を示した。

【0057】

実施例 2A ~ 2C

先に記載した一般的研磨手順に従って、表 1 に示される 12 pcf、6 pcf、および 4 pcf のボルテック（Vortek）フォームと MWR73 固定研磨材とから作製されたパッドを用いて、パッド構成体 2（図 4B 参照、固定研磨材 408、バックング 409、第 1 の感圧接着剤層 410、弾性要素 411、および第 2 の感圧接着剤層 412 を含む）の検査を行った。実施例 2A ~ 2C のパッドでは、3M442DL を感圧接着剤層 410 および 412 の両方に使用した。一般的研磨手順に加えた変更の 1 つに、内管圧力を 0.6 psi に減少させたことが含まれていた。また、2 つの研磨段階の研磨時間は、実施例 1A ~ 1D に記載のものとわずかに異なっていた。これらの実施例に関して、CPS-11 および CPS-12 研磨の研磨時間を表 3 に報告する。標準的研磨条件および CPS-12 研磨溶液を用いて、実施例 2B のウェーハを 20 秒間過剰研磨した。第 1 の段階の CPS-11, Cu 研磨の後、いずれのウェーハについても離層は観察されなかった。

40

【0058】

離層の結果を表 3 に示す。明らかに、より低い密度 / 硬度 / 引張強度の弾性要素を含有する物品は、離層挙動の改善を示した。これらのプロセス条件で過剰研磨を行っても（実

50

施例 2 B)、離層の度合が有意に増大されることはなかった。また、実施例 1 D と実施例 2 A との比較からわかるように、ウェーハデチャック条件をより温和な条件に変更することにより離層が改善された。

【 0 0 5 9 】

【 表 3 】

表 3

パッド構成体 2: 実施例 2 の研磨パラメーター、ウェーハの識別および研磨結果

実施例	フォーム	時間 (秒)	研磨溶液	ウェーハ離層の 評価値
2A	12 pcf	50	CPS-11	2
2A	12 pcf	150	CPS-12	
2B	6 pcf	45	CPS-11	1.5
2B	6 pcf	176	CPS-12	
2B	6 pcf	20	CPS-12	
2C	4 pcf	50	CPS-11	1
2C	4 pcf	150	CPS-12	

10

20

【 0 0 6 0 】

実施例 3 : デチャック条件の比較

MWR 66 固定研磨材と 12 pcf のボルテック (V o l t e k) フォームとを用いて、パッド構成体 1 の検査を行った。より温和なデチャック条件で研磨を行った。研磨プロセス条件は、CPS - 11 の研磨時間が 65 秒間であったことおよび CPS - 12 の研磨時間が 100 秒間であったことさらには 5 秒間の過剰研磨を追加したこと以外は、実施例 1 A ~ 1 D の条件と同等であった。

30

【 0 0 6 1 】

このウェーハのウェーハ離層の評価値は、3 . 5 であった。実施例 1 A のウェーハとの比較からわかるように、デチャック条件の過酷度を低減させることにより、ウェーハの離層が改善された。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 2 】

【 図 1 】三次元テクスチャー化固定研磨要素に接合された本発明のサブパッドの実施形態の一部分の断面図である。

【 図 2 】三次元テクスチャー化固定研磨要素に接合された本発明のサブパッドの第 2 の実施形態の一部分の断面図である。

40

【 図 3 】三次元テクスチャー化固定研磨要素に接合された本発明のサブパッドの第 3 の実施形態の一部分の断面図である。

【 図 4 A - 4 F 】本発明の多数の実施形態の断面図である。

【 図 1 】

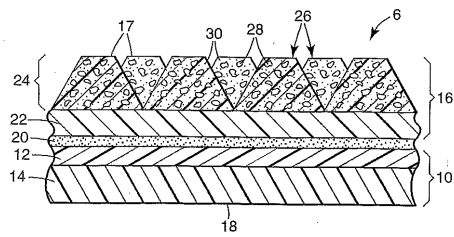


Fig. 1

【 図 2 】

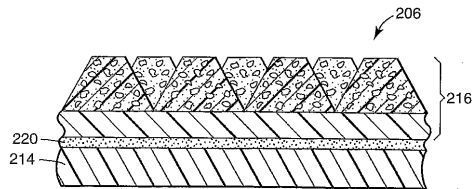


Fig. 2

【 図 3 】

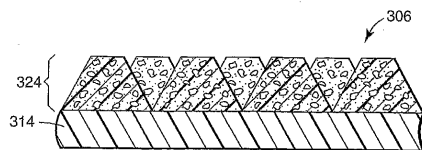


Fig. 3

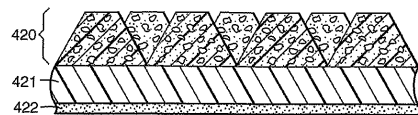


Fig. 4D

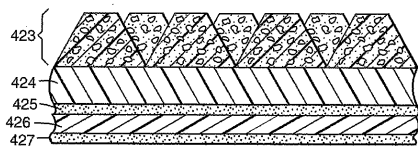


Fig. 4E

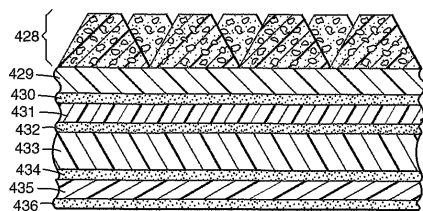


Fig. 4F

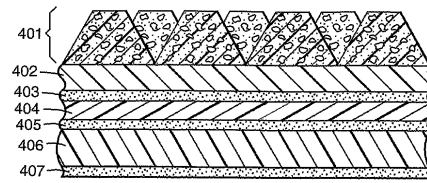


Fig. 4A

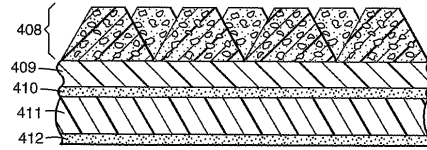


Fig. 4B

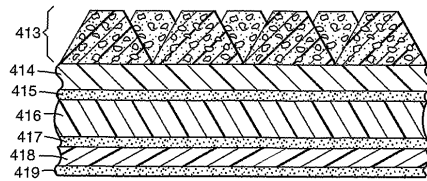


Fig. 4C

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PC1/uS 03/41364
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B24B37/04 B24D13/14 B24D11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B24B B24D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 383 066 B1 (HSU OSCAR KAI CHI ET AL) 7 May 2002 (2002-05-07)	1
A	column 3, line 20 - line 45	2-16
A	US 6 007 407 A (HOLLYWOOD WILLIAM J ET AL) 28 December 1999 (1999-12-28)	11-14
	column 3, line 17 - line 28	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 June 2004		Date of mailing of the international search report 16/06/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Eschbach, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members			International Application No. PCT/JP03/41364
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6383066	B1	07-05-2002	US 6712681 B1 30-03-2004
US 6007407	A	28-12-1999	US 5692950 A 02-12-1997
		AU 3893297 A	06-03-1998
		CA 2262579 A1	19-02-1998
		CN 1227519 A ,B	01-09-1999
		DE 69713108 D1	11-07-2002
		DE 69713108 T2	12-12-2002
		EP 0921906 A1	16-06-1999
		JP 2001505489 T	24-04-2001
		KR 2000029865 A	25-05-2000
		WO 9806541 A1	19-02-1998

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 コロッジ, ジェフリー エス.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

(72)発明者 ローシュ, クリストファー エヌ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

F ターム(参考) 3C063 AB05 AB07 BC03 BF04 EE10