

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4634381号  
(P4634381)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int.Cl. F I  
**B 2 4 D 11/00 (2006.01)**  
 B 2 4 D 11/00 A  
 B 2 4 D 11/00 M

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2006-522555 (P2006-522555)	(73) 特許権者	505005049
(86) (22) 出願日	平成16年6月24日(2004.6.24)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(65) 公表番号	特表2007-501716 (P2007-501716A)		ズ カンパニー
(43) 公表日	平成19年2月1日(2007.2.1)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/020415		-3427, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開番号	W02005/016596		フィス ボックス 33427, スリーエ
(87) 国際公開日	平成17年2月24日(2005.2.24)		ム センター
審査請求日	平成19年5月31日(2007.5.31)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	10/636,792		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成15年8月7日(2003.8.7)	(74) 代理人	100077517
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100111903
			弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元固定砥粒物品のインサイチュ活性化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 砥粒表面および対向する表面を含む三次元固定砥粒物品と、  
 b) 前記固定砥粒物品の前記砥粒表面に隣接する第1の表面を含む基板と、  
 c) 前記固定砥粒物品の前記対向する表面が隣接する支持アセンブリと、  
 を含み、

垂直力が前記基板、前記固定砥粒物品、および前記支持アセンブリに適用されると、前記基板の前記第1の表面と前記固定砥粒物品の前記砥粒表面との間に接触圧力を形成し、  
 相対運動が前記基板の前記第1の表面と前記固定砥粒物品の前記砥粒表面との間に生じ、  
 前記固定砥粒物品の前記砥粒表面で高侵食力の領域と、前記固定砥粒物品の前記砥粒表面

10

で低侵食力の領域とを形成するように前記支持アセンブリは選択され、  
 少なくとも高侵食力は前記固定砥粒物品を活性化するのに十分なものであり、前記低侵食力は前記高侵食力より小さい、三次元固定砥粒物品の現場活性化のための装置。

【請求項 2】

前記支持アセンブリが、プラテン、弾性層および剛性層、並びに

- a) 前記プラテンと前記弾性層、  
 b) 前記弾性層と前記剛性層、および  
 c) 前記剛性層と前記固定砥粒物品

のうち少なくとも1つとの間に介在された少なくとも1つのスペーサを含む、請求項1に記載の装置。

20

## 【請求項 3】

前記支持アセンブリが、プラテン、弾性層および剛性層、並びに前記プラテンと前記固定砥粒物品の間に配置された 1 以上の任意の層を含み、前記プラテン、弾性層および剛性層、並びに前記プラテンと前記固定砥粒物品の間に配置された 1 以上の任意の層のうち少なくとも 1 つが、空間調整された厚さ、空間調整された機械的特性、またはこれらの組合せを有している請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 4】

- a) 第 1 の表面を含む基板を提供することと、
- b) 砥粒表面および対向表面を含む三次元固定砥粒物品を提供することと、
- c) 前記固定砥粒物品の前記対向表面を支持アセンブリと接触させることと、
- d) 前記基板の前記第 1 の表面を前記固定砥粒物品の前記砥粒表面と接触させることと

10

、  
e) 垂直力を前記基板、前記固定砥粒物品および前記支持アセンブリに適用することにより、前記固定砥粒物品の前記砥粒表面と、前記基板の前記第 1 の表面との間に接触圧力を形成することと、

f) 前記基板の前記第 1 の表面と前記固定砥粒物品の前記砥粒表面との間に相対運動をもたらすことと

を含み、前記適用された垂直力および前記基板の前記第 1 の表面と前記砥粒表面の間の前記相対運動によって、前記固定砥粒物品の前記砥粒表面に侵食力を形成し、高侵食力の領域と低侵食力の領域を形成するように前記支持アセンブリを選択し、少なくとも前記高侵食力が前記固定砥粒物品を活性化させるのに十分であり、前記低侵食力が前記高侵食力より低い、三次元固定砥粒物品を現場活性化する方法。

20

## 【請求項 5】

前記基板の前記第 1 の表面と、前記固定砥粒物品の前記砥粒表面との間の界面に加工液を供給することを更に含み、この加工液が L - プロリン、グリシン、アラニン、アルギニンおよびリシンからなる群より選択される、請求項 4 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、三次元固定砥粒物品のインサイチュ活性化のアセンブリおよび方法に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

砥粒物品は、様々な製造段階中、表面を修正する様々な工業用途（例えば、砥粒、仕上げ、研磨、平坦化等）に用いられている。例えば、半導体装置の製造中、ウェハには、成膜、パターニングおよびエッチング工程をはじめとする数多くの処理工程が施される。これらの処理工程の 1 つ以上の後、高レベルの表面平坦度および均一性を得る必要がある。

## 【0003】

従来の表面修正技術には、研磨、例えば、半導体ウェハの化学機械研磨（CMP）がある。キャリアアセンブリのウェハは、CMP 装置にある研磨パッドと接触して回転する。研磨パッドは、ターンテーブルまたはプラテンに装着される。ウェハを回転／移動キャリアまたは研磨ヘッドに装着し、制御可能な力でウェハを回転している研磨パッドに対してプレスする。このように、CMP 装置は、ウェハの表面と研磨パッドの間で研磨またはラッピング動作を行う。任意で、砥粒を含有する研磨スラリーをパッドとウェハに分散させることができる。一般的な CMP は、シリコンウェハ自体ばかりでなく、例えば、様々な誘電体層、例えば、酸化ケイ素、導電性層、例えば、アルミニウムおよび銅、またはダマシン処理におけるような導電性と誘電性材料の両方を含有する層に行うこともできる。

40

## 【0004】

化学機械研磨はまた、固定砥粒物品、例えば、固定砥粒研磨シートまたは固定砥粒パッドを用いて実施してもよい。かかる固定砥粒物品は、一般的に、任意でバックングに接合

50

された複数の砥粒複合体を含む。砥粒複合体は、バインダー、例えば、ポリマーバインダー中に砥粒を含んでいてもよい。加工液を固定砥粒物品およびウェハに用いてもよい。化学剤は、例えば、加工液に供給したり、砥粒物品に組み込んで、化学活性を与え、一方、固定砥粒複合体は機械的活性、および、プロセスによっては化学活性を与える。

【 0 0 0 5 】

CMP中、砥粒物品の活性は少なくなる、すなわち、砥粒物品は基板表面の修正にあまり効果的ではなくなる。例えば、砥粒物品が基板の表面を修正するにつれて、砥粒は砥粒複合体から除去される。砥粒が砥粒複合体から除去されると、CMPの速度が減少して、固定砥粒物品が機械的および/または化学的活性を与えるのにあまり効果的でなくなる。同様に、砥粒複合体に残る砥粒は、活性、例えば、機械的および/または化学的活性が少

10

【 発 明 の 開 示 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 6 】

本発明者らによれば、砥粒複合体の一部を侵食させて、新たな砥粒を露出させると、砥粒物品を活性化させるということが分かった。固定砥粒物品の表面に活性砥粒が補充されるため、砥粒複合体の侵食は望ましい。侵食はまた、摩耗した砥粒も砥粒物品から除去する。砥粒複合体が十分に侵食しない場合には、新たな砥粒は適切に露出せず、カット率が減じる。砥粒複合体の侵食が過剰だと、砥粒物品の製品寿命が望まれるよりも短くなる。

20

【 0 0 0 7 】

本発明者らによればまた、ウェハ毎のカット率安定性の高い固定砥粒物品およびCMP装置が必要とされているということも分かった。定常状態のカット率の増大、砥粒複合体要素の侵食の速度制御、様々な基板材料を処理するのに用いる固定砥粒物品の調整、CMP中の汚染の減少、固定砥粒物品の寿命の最適化、効率の改善、製造スループットの増大およびCMPコストの減少のうち少なくとも1つを達成する固定砥粒物品、固定砥粒物品を用いるCMP装置、および固定砥粒物品を用いるCMP方法も必要とされている。

【 0 0 0 8 】

簡潔に述べると、一態様において、本発明は、三次元固定砥粒物品のインサイチュ活性化の装置を提供するものである。本装置は、第1の表面を含む基板と、複数の砥粒複合体を含む砥粒表面および対向する表面を含む三次元固定砥粒物品と、支持アセンブリとを含む。垂直力が基板、固定砥粒物品、および支持アセンブリに適用させると、高侵食力の領域と、低侵食力の領域が形成され、相対運動が基板の第1の表面と固定砥粒物品の砥粒表面との間に生じるように支持アセンブリは選択される。このとき、少なくとも高侵食力は、固定砥粒物品を活性化させるのに十分なものであり、低侵食力は高侵食力より小さい。

30

【 0 0 0 9 】

更に他の態様において、本発明は、第1の表面を含む基板と、複数の砥粒複合体を含む砥粒表面および対向する表面を含む三次元固定砥粒物品と、支持アセンブリとを含む三次元固定砥粒物品のインサイチュ活性化のための装置を提供する。垂直力が基板、固定砥粒物品、および支持アセンブリに適用されると、支持アセンブリは高侵食力の領域と、低侵食力の領域とを形成するための手段を含み、相対運動が基板の第1の表面と固定砥粒物品の砥粒表面との間に生じる。少なくとも高侵食力は、固定砥粒物品を活性化させるのに十分なものであり、低侵食力は高侵食力より小さい。

40

【 0 0 1 0 】

更に他の態様において、本発明は、三次元固定砥粒物品のインサイチュ活性化方法を提供するものである。本方法は、第1の表面を含む基板と、砥粒表面および対向する表面を含む三次元固定砥粒物品とを提供することを含む。砥粒表面は、複数の砥粒複合体を含んでいる。本方法は、固定砥粒物品の対向表面を支持アセンブリと接触させることと、基板の第1の表面を固定砥粒物品の砥粒表面と接触させることと、垂直力を基板、固定砥粒物

50

品および支持アセンブリに適用することと、基板の第1の表面と固定砥粒物品の砥粒表面との間に相対運動をもたらすこととを更に含む。適用された垂直力、および基板の第1の表面と砥粒表面の間の相対運動は侵食力を形成する。高侵食力の領域と、低侵食力の領域とを形成するように支持アセンブリは選択される。少なくとも高侵食力は固定砥粒物品を活性化させるのに十分なものであり、低侵食力は高侵食力より小さい。

【0011】

他の態様において、本発明は、砥粒複合体の少なくとも一部が、高侵食力の領域から低侵食力の領域まで動くように、固定砥粒物品を支持アセンブリに対してインデクシングすることを更に含む。

【0012】

CMP中均一な基板表面修正を維持するには均一な侵食力が必要であったと考えられた。しかしながら、本発明者らは、空間調整された侵食力を有する固定砥粒アセンブリを用いると表面修正の均一性、カット率一貫性および定常状態カット率の改善が達成できるということを知見した。空間調整された侵食力を有する固定砥粒アセンブリを用いると、インサイチュで固定砥粒物品を活性化することができる。空間調整された侵食力を有する固定砥粒アセンブリを用いるとまた、様々な基板材料の処理において用いる固定砥粒物品を調整することができる。

【0013】

本発明の1つ以上の実施形態の詳細を、以下の説明に示す。本発明のその他の特徴、目的および利点は、説明および請求項から明白となろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

通常、砥粒物品は、基板表面から材料を機械的および/または化学的に除去可能な物品である。砥粒物品は固定砥粒物品、すなわち、バインダー中、固定位置で複数の砥粒を含む砥粒物品とすることができる。固定砥粒物品は、平坦化プロセス中に生成されるものを除いて、付加していない砥粒を実質的に含まない。これらの付加していない砥粒は一時的に存在するものの、通常、固定砥粒物品と、CMPを行う基板との界面から除去され、表面修正プロセスには実質的に寄与しない。砥粒物品は、侵食によって余分な砥粒が露出されるよう厚さの少なくとも一部を貫いて分散された砥粒を有する三次元固定砥粒物品であってもよい。砥粒物品に、隆起部と凹部とを含むようにテクスチャー加工を付与することもできる。少なくともこの隆起部はバインダー中にある砥粒を含む。固定砥粒物品は、例えば、米国特許第5,014,468号明細書、同第5,453,312号明細書、同第5,454,844号明細書、同第5,692,950号明細書、同第5,820,450号明細書、同第5,958,794号明細書および同第6,194,317号明細書に記載されている。

【0015】

ある実施形態において、固定砥粒物品はバックングを有していてもよい。任意の公知のバックングを用いてよい。例えば、ポリマーフィルム、布帛、金属ホイル、不織布およびこれらの組み合わせを用いてもよい。更に、ブラックスボルト(Bruuxvoort)らは、米国特許第5,958,794号明細書(第17欄12行~第18欄15行)に有用なバックングを記載している。個々の選択は当業者であれば分かる。

【0016】

ある実施形態において、固定砥粒物品は砥粒複合体を有している。砥粒複合体は、固定砥粒物品の業界で公知であり、バインダー中に分散された砥粒を含んでいてもよい。ある実施形態において、砥粒複合体は、別個の相を有するポリマー材料を含んでいてもよい。一方の相が砥粒として作用する。

【0017】

任意の公知のバインダーを用いてよい。例えば、(メタ)アクリレート、エポキシ、ウレタン、ポリスチレン、ビニルおよびこれらの組み合わせを用いてもよい。更に、ブラックスボルト(Bruuxvoort)らは、米国特許第5,958,794号明細書(第

10

20

30

40

50

2 2 欄 6 4 行 ~ 第 3 4 欄 5 行) に有用なバインダーを記載している。個々の選択は当業者であれば分かる。

【 0 0 1 8 】

任意の公知の砥粒を用いてよい。例えば、ブラックスボルト ( B r u x v o o r t ) らは、米国特許第 5 , 9 5 8 , 7 9 4 号明細書 ( 第 1 8 欄 1 6 行 ~ 第 2 1 欄 2 5 行 ) に有用な砥粒を記載している。個々の選択は当業者であれば分かる。

【 0 0 1 9 】

ある実施形態において、砥粒の平均粒度は約 1 0 マイクロメートル (  $\mu\text{m}$  ) 以下 ( 例えば、約 5  $\mu\text{m}$  以下、または約 1  $\mu\text{m}$  以下、または約 0 . 5  $\mu\text{m}$  以下、または約 0 . 1  $\mu\text{m}$  以下 ) である。ある実施形態において、砥粒は、単体微粒子塊を形成するように結合された複数の別個の砥粒を含む砥粒凝集体の形態であってもよい。砥粒凝集体は不規則形状であっても、所定の形状を有していてもよい。ある実施形態において、砥粒凝集体は、砥粒を結合するのに有機バインダーまたは無機バインダーを利用してもよい。ある実施形態において、砥粒凝集体の粒度は約 1 0 0  $\mu\text{m}$  未満 ( 例えば、約 5 0  $\mu\text{m}$  未満、または約 2 5  $\mu\text{m}$  未満、または約 5  $\mu\text{m}$  未満、または約 1  $\mu\text{m}$  未満、または約 0 . 5  $\mu\text{m}$  未満 ) である。ある実施形態において、砥粒凝集体中の個々の砥粒の平均粒度は約 1 0  $\mu\text{m}$  以下 ( 例えば、約 5  $\mu\text{m}$  以下、または約 1  $\mu\text{m}$  以下、または約 0 . 5  $\mu\text{m}$  以下、または約 0 . 1  $\mu\text{m}$  以下 ) である。砥粒凝集体の例については、米国特許第 4 , 6 5 2 , 2 7 5 号明細書、同第 4 , 7 9 9 , 9 3 9 号明細書および同第 5 , 5 0 0 , 2 7 3 号明細書に更に記載されている。

【 0 0 2 0 】

ある実施形態において、例えば、半導体ウェハのような基板表面の破損を防ぐのが望ましい場合には ( 例えば、ウェハ表面が二酸化ケイ素含有表面のような金属酸化物含有表面である場合 ) 、モース硬さ値が約 8 以下となる砥粒を選択する。ある実施形態においては、約 8 を超えるモース硬さの砥粒が有用である。ある実施形態において、砥粒としては、例えば、セリア、アルミナおよびシリカのような金属酸化物材料でできた粒子が挙げられる。ある実施形態において、砥粒は、修正される基板に対して化学的に活性であり、例えば、セリアである。

【 0 0 2 1 】

ある実施形態において、砥粒複合体は、砥粒と組み合わせて、その他の粒子、例えば、フィラー粒子を、固定砥粒物品の当業者であれば分かる量で含有していてもよい。フィラー粒子としては、炭酸塩 ( 例えば、炭酸カルシウム ) 、ケイ酸塩 ( 例えば、ケイ酸マグネシウム、ケイ酸アルミニウム、ケイ酸カルシウムおよびこれらの組み合わせ ) およびこれらの組み合わせが例示される。ポリマーフィラー粒子は、単体または他のフィラー粒子と組み合わせて用いてもよい。

【 0 0 2 2 】

ある実施形態において、本発明の固定砥粒物品は、「正確に成形された」砥粒複合体である砥粒複合体を含んでいてもよい。正確に成形された砥粒複合体は、正確に成形された砥粒複合体を作成するのに用いる鋳型キャビティの逆の鋳造形状を有する砥粒複合体である。鋳造形状は、砥粒複合体を鋳型から取り外した後保持される。ある実施形態において、砥粒複合体は鋳型から取り外した後スランプまたは変形する場合がある。ある実施形態において、砥粒複合体は鋳型キャビティを用いずに形成してもよい。ある実施形態において、砥粒複合体は輪転グラビア印刷またはスクリーン印刷により形成してもよい。ある実施形態において、砥粒複合体は、米国特許第 5 , 1 5 2 , 9 1 7 号明細書に記載されている通り、砥粒物品を最初に用いる前は、形状の露出面を越えて突出している砥粒を実質的に含まない。

【 0 0 2 3 】

砥粒複合体は、任意の有用な形態または形状を採ることができ、好ましい形状としては、立方体、円柱、截頭円柱、角柱、円錐、円錐台、錐体、角錐台、十字、平上面を備えたポスト、半球、これらの 1 つ以上の逆、およびこれらの組み合わせが挙げられる。砥粒複

合体の適正なサイズおよび間隔もまた、固定砥粒物品の当業者であれば分かるであろう。通常、砥粒複合体の有用な形状は、選択した基板の表面を修正するのに有用な形状であれば任意のものとすることができる。ある実施形態において、実質的に全ての砥粒複合体が同じ形状を有している。

【 0 0 2 4 】

砥粒複合体は、互いに直接隣接していても、離れていてもよい。例えば、ある実施形態において、例えば、隣接する砥粒複合体リッジ要素間にチャンネルを形成するような互いに離れた矩形リッジの形態で提供されてもよい。ある実施形態において、各砥粒複合体が、バックングに対して実質的に同じ配向を有している。

【 0 0 2 5 】

ある実施形態において、固定砥粒物品は、正確に成形されたパターンの形態で構成された複数の砥粒複合体を含んでいる。ある実施形態において、全ての砥粒複合体が実質的に同じ高さを有している。

【 0 0 2 6 】

ある実施形態において、砥粒物品は良好なカット率を与えるものでなければならない。ある実施形態において、砥粒物品は、例えば、許容される平坦度と表面仕上げを有し、碗状変形が最小の半導体ウェハのような処理済み基板を得られる。ある実施形態において、固定砥粒物品は、一連の連続した表面修正プロセスについて一定レベルの平坦度、表面仕上げおよび碗状変形を与えることができる。ある実施形態において、異なる基板を処理するのに同じ固定砥粒物品を用いるのが望ましい。

【 0 0 2 7 】

固定砥粒物品の特定の加工領域で基板を修正するときは、初期カット率（すなわち、材料除去速度、1分当たりのオングストローム単位で記録されることが多い）が達成される。固定砥粒物品の同じ加工領域が続いて基板を修正すると、カット率はある安定したカット率まで漸近的に減少する。砥粒物品をインデクシングする（すなわち、新たな砥粒物品を増分的または連続的に加工領域に進める）ことにより、安定なカット率は増大する。ある実施形態において、固定砥粒物品は個々の基板の研磨操作の間にインデクシングしていてもよい。

【 0 0 2 8 】

ある実施形態において、固定砥粒物品は侵食性である。固定砥粒物品の侵食によって、固定砥粒物品が活性化する、すなわち、固定砥粒物品の表面に活性砥粒が補充される。

【 0 0 2 9 】

ある実施形態において、固定砥粒物品の活性化によって、固定砥粒物品により基板を修正するとき得られるカット率を少なくとも部分的に回復する。活性化には、固定砥粒物品の一部の侵食が含まれ、基板と前は接触していなかった砥粒が接触表面で露出する。通常、テクスチャー加工された基板（例えば、トポグラフィーを有するシリコン基板、予備平坦化半導体ウェハおよび粗い表面仕上げの基板）は、固定砥粒物品を最初は活性化することができるが、表面テクスチャーが減少するにつれて固定砥粒物品を活性化できなくなる。比較的平滑な基板（例えば、平坦化半導体ウェハおよびブランケットウェハ）は固定砥粒物品を活性化することができないことがある。

【 0 0 3 0 】

ある実施形態において、活性化された固定砥粒物品は、固定砥粒物品により得られる初期カット率の20%以上（例えば、50%以上、または70%以上、または90%以上）の初期カット率を有している。固定砥粒物品で得られるカット率は、単一基板の修正の結果減じる、または多数の基板の修正の結果減じている。

【 0 0 3 1 】

ある実施形態において、固定砥粒物品の活性化によって、複数の基板表面を修正するときに得られる定常状態のカット率が増大する。第1の基板の表面を新たな砥粒物品で修正するとカット率は高い。しかしながら、2番目以降の基板について得られるカット率は定常状態レートが観察されるまで減少する傾向がある。基板間での砥粒物品のインデクシン

10

20

30

40

50

グによって定常状態レートが増大するものの、定常状態レートはそれでも許容できないほど低い。ある実施形態において、活性化された固定砥粒物品は、十分に活性化されていないインデクシングされた砥粒物品により得られる定常状態カット率の115%以上（例えば、150%以上、または200%以上、または300%以上）の定常状態カット率を有している。

#### 【0032】

固定砥粒物品が十分に侵食しない場合には、新たな砥粒は適切に露出されない。この結果、砥粒物品の活性化が不適切となり、場合によっては、全く活性化されない。これによって、カット率が減少し、平坦度、表面仕上げおよび碗状変形のレベルが変動する。

#### 【0033】

固定砥粒物品の侵食が過剰だと、砥粒物品の製品寿命が望まれるよりも短くなる。同様に、侵食異物が、表面仕上げに悪影響を及ぼす恐れがある（例えば、掻き傷を生じる）。

#### 【0034】

具体的な用途について、砥粒複合体の侵食度は、例えば、基板の組成および表面テクスチャー、砥粒複合体要素の形状をはじめとする固定砥粒物品の表面テクスチャー、例えば、凝集力、剪断強度および脆性をはじめとする砥粒複合体の機械的特性、例えば、固定砥粒物品と基板の間の圧力および相對運動の速度をはじめとする使用条件、および加工液をプロセス中に用いるかどうか、をはじめとする様々な因子の関数となり得る。

#### 【0035】

通常、砥粒複合体要素に対して基板が硬ければ硬いほど、侵食レートが大きくなる。このように、特定の硬さの基板に好適な固定砥粒物品は、軟性基板には不向きである。

#### 【0036】

通常、特定の基板の表面テクスチャーが大きくなればなるほど、侵食が生じ易くなる。すなわち、基板の表面テクスチャーが減少するにつれて（すなわち、基板が平滑になるにつれて）、その基板が砥粒複合体要素を侵食する能力が通常減じる。このように、基板表面が比較的粗いとき、ある基板を処理するのに好適な固定砥粒物品は、基板表面が比較的平滑なときと同様には機能しない。

#### 【0037】

ある実施形態において、可塑剤を含有しない同じ固定砥粒物品に比べて、固定砥粒物品の侵食性を増大させるのに十分な量でバインダーは可塑剤を含有している。ある実施形態において、バインダーは、バインダーの総質量に基づいて少なくとも約25wt%（例えば、少なくとも約40wt%）の可塑剤を含んでいる。ある実施形態において、バインダーは、バインダーの総質量に基づいて約80wt%以下（例えば、約70wt%以下）の可塑剤を含んでいる。ある実施形態において、可塑剤はフタレートエステルおよびその誘導体である。この結果、砥粒物品は軟性の基板を修正するのに好適となる。しかしながら、砥粒物品は、硬性基板に用いるのには侵食性が過剰となる。

#### 【0038】

図1の固定砥粒物品10は三次元であり、任意のバックング20に結合された複数の侵食性砥粒複合体30を含んでいる。砥粒複合体30は、バインダー45中に分散された複数の砥粒40を含んでいる。固定砥粒物品の上部表面、すなわち、砥粒複合体30を含む面を有する固定砥粒物品の側部は、一般に、砥粒表面12と呼ばれる。

#### 【0039】

図2に、基板を修正するのに用いる単純化された装置100を示す。装置100は、モータ（図示せず）に接続されたヘッドユニット150を備えている。ジンバルチャックが一例として挙げられるチャック152は、ヘッドユニット150から延びている。チャック152の端部は基板ホルダ154である。ある実施形態において、チャック152は、異なる力に対応し、固定砥粒物品110が基板156の表面158に所望の表面仕上げおよび平坦度を与えるように、基板ホルダ154を回転させるような設計としてもよい。しかしながら、ある実施形態において、基板表面修正中、チャック152は基板ホルダ154を回転させないようにしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

固定砥粒物品 1 1 0 は支持アセンブリ 2 0 0 に隣接している。通常、支持アセンブリ 2 0 0 は、プラテン 1 7 0、例えば、化学機械平坦化に用いる機械プラテン、弾性基板 1 8 0 および剛性基板 1 9 0 を含んでいる。ある実施形態においては、追加の基板が存在していてもよい。剛性基板 1 9 0 と弾性基板 1 8 0 の材料の選択は、修正する基板表面の組成、形状および初期平滑度、固定砥粒物品の組成、表面を修正する（例えば、表面を平坦化する）のに用いる装置の種類、修正プロセスに用いる圧力等に応じて異なる。

## 【 0 0 4 1 】

剛性基板に用いるのに好適な材料は、例えば、A S T M により提案される標準試験方法を用いて特定することができる。剛性材料の静的張力試験を用いて、材料の平面のヤング率（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には、A S T M E 3 4 5 - 9 3（金属ホイルの引張り試験の標準試験方法）を用いることができる。有機ポリマー（例えば、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には、A S T M D 6 3 8 - 8 4（プラスチックの引張り特性の標準試験方法）および A S T M D 8 8 2 - 8 8（薄プラスチックシートの標準引張り特性）を用いることができる。多数の材料層を含むラミネート要素については、最上のモジュラス材料についての試験を用いて全体の要素のヤング率（すなわち、ラミネートモジュラス）を測定することができる。ある実施形態において、剛性材料（または全体の剛性要素そのもの）は少なくとも約 1 0 0 M P a のヤング率を有している。剛性要素のヤング率は、材料の 2 つの主面により画定される面における室温（2 0 ~ 2 5 ）での適切な A S T M 試験により求められる。

## 【 0 0 4 2 】

剛性基板は、連続層、または、例えば、セグメントへと分割された不連続層とすることができる。剛性基板は、例えば、別個のシート、例えば、円形ディスク、または連続ウェブ、例えば、ベルトをはじめとする様々な形態とすることができる。剛性基板は、剛性基板の機械的挙動が所望の用途に許容されるのであれば、1 枚の材料層、あるいは同じまたは異なる材料の数多くの層を含むことができる。

## 【 0 0 4 3 】

好適な剛性基板材料としては、例えば、有機ポリマー、無機ポリマー、セラミックス、金属、有機ポリマーの複合体、およびこれらの組み合わせが挙げられる。好適な有機ポリマーは熱可塑性または熱硬化性とすることができる。好適な熱可塑性材料としては、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリオレフィン、ポリパーフルオロオレフィン、ポリ塩化ビニルおよびこれらのコポリマーが挙げられる。好適な熱硬化性ポリマーとしては、例えば、エポキシ、ポリイミド、ポリエステルおよびこれらのコポリマー（すなわち、例えば、ターポリマーやテトラポリマーのような少なくとも 2 種類の異なるモノマーを含有するポリマー）が挙げられる。

## 【 0 0 4 4 】

剛性基板は強化してもよい。強化材は、繊維または微粒子材料の形態とすることができる。強化材として用いるのに好適な材料としては、例えば、有機または無機繊維（例えば、連続またはステープル）、シリケート、例えば、マイカやタルク、シリカ系材料、例えば、砂および水晶、金属微粒子、ガラス、金属酸化物、炭酸カルシウムまたはこれらの組み合わせが挙げられる。

## 【 0 0 4 5 】

金属シートは剛性基板として用いることもできる。ある実施形態において、金属シートは、例えば、約 0 . 0 7 5 ~ 約 0 . 2 5 m m と非常に薄い。好適な金属としては、例えば、アルミニウム、ステンレス鋼、銅、ニッケルおよびクロムが挙げられる。

## 【 0 0 4 6 】

特に有用な剛性材料としては、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネート、ガラス繊維強化エポキシ板、アルミニウム、ステンレス鋼および I C 1 0 0 0（デラウェア州ニューアークのローデル社（R o d e l , I n c . , N e w a r k , D e l a w a r

10

20

30

40

50

e)より入手可能)が挙げられる。

【0047】

弾性基板は、連続層、または、例えば、セグメントへと分割された不連続層とすることができる。弾性基板は、例えば、別個のシート、例えば、円形ディスク、または連続ウェブ、例えば、ベルトをはじめとする様々な形態とすることができる。弾性基板は、弾性基板の機械的挙動が所望の用途に許容されるのであれば、1枚の材料層、あるいは同じまたは異なる材料の数多くの層を含むことができる。

【0048】

弾性基板は、表面修正プロセス中、圧縮可能であるのが好ましい。弾性基板の弾性、すなわち、圧縮および弾性的な跳ね返りにおける剛度は、弾性基板を構成する材料の厚さ方向におけるモジュラスおよび弾性基板の厚さに関係している。

【0049】

弾性基板の材料の選択、および弾性基板の厚さは、例えば、修正する基板表面および固定砥粒物品の組成、基板表面の形状および初期平滑度、表面を修正する(例えば、表面を平坦化する)のに用いる装置の種類、修正プロセスに用いる圧力をはじめとするプロセス中の変数に応じて異なる。

【0050】

ある実施形態において、例えば、全体が弾性基板の弾性材料のヤング率は約100メガパスカル(MPa)未満(例えば、約50MPa未満)である。弾性材料の動的圧縮試験を用いて、弾性材料の厚さ方向のヤング率(貯蔵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。ASTM D5024-94(圧縮におけるプラスチックの動的機械的特性を測定するための標準試験方法)は、弾性基板が1層または多数の材料層を含むラミネート基板である弾性基板のヤング率を測定するのに有用な方法である。弾性基板のヤング率は、20、周波数0.1Hz、規格CMPプロセス圧力に等しい予荷重の材料についてASTM D5024-94に従って求められる。

【0051】

好適な弾性材料はまた、応力弛緩を更に評価することにより選択することもできる。応力弛緩は、材料を変形し、変形状態に保持することによって評価され、変形を維持するのに必要な力や応力を測定する。ある実施形態において、120秒後、初期に印加された応力の少なくとも約60%(例えば、少なくとも約70%)を弾性材料は保持している。これは、本明細書においては「残存応力」と呼ばれ、まず室温(20~25)で83キロパスカル(kPa)の初期応力が達成されるまで25.4mm/分の速度で材料試料を少なくとも厚さ0.5mm以上まで圧縮し、120秒後に残存応力を測定することによって求められる。

【0052】

弾性基板は、様々な弾性材料を含むことができる。有用な弾性材料としては、例えば、熱可塑性、熱硬化性およびエラストマー性有機ポリマーをはじめとする有機ポリマーが例示される。好適な有機ポリマーとしては、発泡またはブローンすると多孔性有機構造、すなわち、発泡体を生成する有機ポリマーが挙げられる。かかる発泡体は、天然または合成ゴムまたは、例えば、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これらのコポリマーをはじめとするその他熱可塑性エラストマーから作成される。好適な合成熱可塑性エラストマーとしては、例えば、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、ポリイソブレン、EPDMポリマー、ポリ塩化ビニル、ポリクロロプレン、スチレン-ブタジエンコポリマーおよびスチレン-イソブレンコポリマーおよびこれらの混合物が挙げられる。有用な弾性材料の一例を挙げると、発泡体の形態のポリエチレンとエチル酢酸ビニルのコポリマーである。

【0053】

その他の有用な弾性材料としては、ポリウレタン含浸フェルト系材料、例えば、ポリオレフィン、ポリエステルまたはポリアミド繊維を含む不織または織繊維マット、および樹脂含浸織および不織材料が挙げられる。

10

20

30

40

50

## 【0054】

有用な市販の弾性材料としては、3Mスコッチブランドのクッションマウントプレートマウンティングテープ(3M SCOTCH brand CUSHIONMOUNT Plate Mounting Tape)949(ミネソタ州セントポール(St. Paul, Minnesota)の3Mカンパニー(3M Company)より入手可能な両面高密度エラストマー発泡テープ)という商品名で入手可能なポリ(エチレン-コ-酢酸ビニル)発泡体、ボルテック(Voltex)(マサチューセッツ州ローレンス(Lawrence, Massachusetts))より入手可能なEO EVA、センチネルプロダクツ(Sentinel Products)(ニュージャージー州ハイアネス(Hyannis, New Jersey))EMR1025ポリエチレン発泡体、イルバーク(Illburck, Inc.)(ミネソタ州ミネアポリス(Minneapolis, Minnesota))より入手可能なHD200ポリウレタン発泡体、センチネルプロダクツ(Sentinel Products)より入手可能なMC8000およびMC8000EVA発泡体、およびローデル社(Rodel, Inc.)(デラウェア州ニューアーク(Newark, Delaware))より入手可能なSUBA IV含浸不織布が例示される。

10

## 【0055】

スラリー研磨操作に用いる剛性および弾性層を有する市販のパッドもまた好適である。かかるパッドの一例は、IC1000-SUBA IV(ローデル社(Rodel, Inc.))として入手可能である。

20

## 【0056】

固定砥粒物品110、弾性基板180および剛性基板190は、取付け機構により互いに固定された関係で維持することができる。1つの構成要素を他方へ固定した関係に維持するための有用な手段としては、例えば、接着剤組成物、機械的締結装置、結合層およびこれらの組み合わせが例示される。構成要素はまた、例えば、サーマルボンディング、超音波溶接、マイクロ波活性ボンディング、少なくとも2つの構成要素の共押出しおよびこれらの組み合わせをはじめとするプロセスにより結合することもできる。

## 【0057】

好適な接着剤としては、例えば、感圧接着剤、ホットメルト接着剤およびグルーが挙げられる。好適な感圧接着剤としては、例えば、天然ゴム系接着剤、(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またはABAブロックコポリマー、例えば、クラトン(KRATON)(テキサス州ヒューストンのシェルケミカル社(Shell Chemical Co., Houston, Texas))として入手可能なスチレン/ブタジエンまたはスチレン/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はじめとする様々な感圧接着剤が挙げられる。好適なホットメルト接着剤としては、例えば、ポリエステル、エチレン酢酸ビニル(EVA)、ポリアミド、エポキシおよびこれらの組み合わせが挙げられる。ある実施形態において、使用中、互いに固定した関係に構成要素を維持するため、接着剤は十分な凝集強度および剥離抵抗性を有しており、使用条件下で化学分解に対する抵抗性を有している。

30

## 【0058】

例えば、装着ピン、保持リング、張力、真空またはこれらの組み合わせをはじめとする、例えば、接着剤または機械的手段のような1つ以上の構成要素をプラテン170に取り付けるために様々な機構を用いてよい。

40

## 【0059】

ヘッドユニット150が、基板156、砥粒物品110および支持アセンブリ200に垂直力を適用して、砥粒物品110の砥粒表面112と基板156の表面158に接触圧力を形成する。接着圧力と、基板156と砥粒物品110間の相対運動(例えば、回転、振動、不規則およびこれらの組み合わせ)の結果、表面158が修正される。

## 【0060】

ある実施形態において、固定砥粒物品110は、支持アセンブリ200の1つ以上の構

50

成要素に対してインデクシングする（すなわち、増分的または連続的に進める）ことができる。

【 0 0 6 1 】

ある実施形態において、固定砥粒物品は連続ベルトであり、連続ベルトは駆動機構（図示せず）、例えば、直線駆動機構によりインデクシングされている。ベルトは、1つ以上のアイドラ（すなわち非駆動）ローラ（図示せず）および/またはターンバー（図示せず）を通過させてもよい。ある実施形態において、固定砥粒物品は固定砥粒のロールである。ロールは供給ロール（図示せず）に装着してもよく、ロールの前縁はテークアップロール（図示せず）に接続されている。固定砥粒物品は、砥粒物品が支持アセンブリに隣接するように支持アセンブリ（例えば、静置支持アセンブリ、または回転支持アセンブリ）を通過する。固定砥粒物品は、固定砥粒物品のロールを供給ロールから巻き戻し、テークアップロールに巻きつけるようにテークアップロールを回転させることによりインデクシングされる。固定砥粒物品は1つ以上のアイドラロールおよび/またはターンバーを通過する。ある実施形態において、供給ロールとテークアップロールは支持アセンブリに取り付けられている。ある実施形態において、供給ロールとテークアップロールは支持アセンブリと共に回転する。

10

【 0 0 6 2 】

ある実施形態において、弾性基板 1 8 0、剛性基板 1 9 0 または両基板が、プラテン 1 7 0 および/または固定砥粒物品 1 1 0 に対してインデクシングされていてもよい。

【 0 0 6 3 】

20

砥粒表面 1 1 2 は、複数の砥粒複合体 1 3 0 を含んでいる。通常、表面修正プロセス中、ある砥粒複合体 1 3 0 の上面 1 3 3 は基板 1 5 6 の表面 1 5 8 と接触する。処理中、砥粒複合体 1 3 0 中の砥粒（図示せず）は基板 1 5 6 の表面 1 5 8 を修正する。処理が進むにつれて、砥粒複合体 1 3 0 は実質的に均一にバックング 1 2 0 に向かって侵食する。侵食が十分な場合には、砥粒物品 1 3 0 は活性化されて、活性砥粒（図示せず）の新たな供給が確保される。

【 0 0 6 4 】

図 3 a ~ 3 d に、表面修正プロセスの様々な段階の単体砥粒複合体 3 3 0 を示す。以下の図面において、砥粒複合体の相対的な活性は、砥粒複合体の上面に存在する砥粒の数により表される。しかしながら、砥粒複合体はまた、例えば、砥粒の機械的摩耗、または砥粒の化学活性の減少により活性が低くなる場合がある。

30

【 0 0 6 5 】

最初、砥粒複合体 3 3 0 の上面 3 3 3 を多くの活性砥粒 3 4 0 でカバーする。基板（図示せず）の表面が砥粒複合体 3 3 0 により修正されると、砥粒複合体 3 3 0 の活性は減っていく。例えば、砥粒 3 4 0 は上面 3 3 3 から放出されてもよい。図 3 b に示す通り、この結果、上面 3 3 3 に存在する活性砥粒 3 4 0 の数が減少して、カット率が減少する可能性がある。ある基板およびある操作条件下では、砥粒複合体 3 3 0 は表面修正プロセス中侵食する可能性がある。侵食には、砥粒複合体 3 3 0 のバインダー 3 4 5 の摩耗が含まれる。図 3 c に示す通り、砥粒複合体 3 3 0 の領域 3 5 0 が侵食された後、新たな上面 3 3 3' および新たな砥粒 3 4 0' が露出する。

40

【 0 0 6 6 】

ある基板およびある操作条件下では、砥粒複合体 3 3 0 は侵食しない、または許容されないほど遅い速度で侵食する。図 3 d に示す通り、この結果、砥粒複合体 3 3 0 の上面 3 3 3 に存在する活性砥粒 3 4 0 の数が実質的に減少する。

【 0 0 6 7 】

上述した通り、バインダーを修正（例えば、可塑剤を添加）して、特定の組の操作条件下で特定の基板の表面を修正するとき、砥粒複合体の侵食を可能にする、またはこれを促すことが可能である。しかしながら、他の基板だと、または他の操作条件下では許容されない高率の侵食となる可能性がある。

【 0 0 6 8 】

50

固定砥粒物品を基板表面修正プロセスとは別のプロセスでコンディショニングすることも可能である。コンディショニングには、通常、コンディショニングパッド（例えば、ダイヤモンドコンディショニングパッド）を固定砥粒物品の砥粒表面に適用することが含まれる。荷重を付加して、コンディショニングパッドを砥粒表面に対して動かすと、砥粒複合体が侵食する。これが砥粒複合体を活性化して、新たな砥粒を備えた新たな上面を形成する。しかしながら、このコンディショニングは、更なる装置および消耗品を必要とし、別個の処理工程が必要となる。装置によって、固定砥粒物品の別個の部分をコンディショニングしながら、固定砥粒物品の一部により基板表面を修正でき、しかしながら、それでも追加の装置および消耗品が必要である。更に、コンディショニングパッドは、制御された侵食で生じるよりも大きな片の砥粒複合体を除去する恐れがある。大きな片の異物は、修正している基板表面の望ましくない掻き傷の一因となると考えられる。

10

#### 【0069】

図4に、固定砥粒物品410にインサイチュ活性化を行う本発明の一実施形態を示す。基板456の表面458は、固定砥粒物品410の砥粒表面412と接触する。砥粒物品410は、プラテン470と弾性層480と剛性層490とスペーサ500とを含む支持アセンブリ400により支持される。スペーサ500は、剛性層490と固定砥粒物品410の間に位置するように示されている。ある実施形態において、スペーサ500は剛性層490と弾性層480の間に配置してもよい。ある実施形態において、スペーサ500は弾性層480とプラテン470の間に配置してもよい。ある実施形態において、支持アセンブリは、追加の層、例えば、接着層を含む。スペーサは、任意の対の隣接層間の界面に存在していてもよい。ある実施形態において、スペーサ500は2つ以上の界面に配置してもよい。

20

#### 【0070】

ある実施形態においては、スペーサ500がなくてもよい。例えば、ある実施形態において、スペーサの機能は、1つ以上の剛性基板、弾性基板または支持アセンブリに存在するその他の層の厚さを変えることにより与えられる。ある実施形態において、スペーサの機能は、1つ以上の剛性基板、弾性基板およびその他の層の機械的特性（例えば、密度、モジュラス等）を変えることにより与えられる。ある実施形態において、スペーサの機能は、プラテンにある隆起領域および/または溝により与えられる。

#### 【0071】

矩形断面を有する4つの平行なスペーサ500を図4に示してあるが、スペーサ500の数、形状、寸法および配向は変えてもよい。ある実施形態においては、スペーサ500は同じまたは異なる寸法であってもよい。隣接スペーサ間のギャップは実質的に一定、または変えてもよい。

30

#### 【0072】

垂直力Nを、基板456、固定砥粒物品410および支持アセンブリ400に適用して、基板456の表面458と砥粒物品410の砥粒面412との間に接触圧力を形成する。支持アセンブリ400は、接触圧力を空間調整する。すなわち、支持アセンブリの空間変化、例えば、スペーサの存在および/または機械的特性の変化および/または1層以上の層の厚さにより、これより高いおよび低い接触圧力の領域を生成する。通常、スペーサ500間のギャップに近接する領域における接触圧力よりも、スペーサ500に近接する領域における接触圧力は高くなる。同様に、通常、接触圧力は、支持アセンブリの1層以上の層が厚い、または、例えば、より高い密度またはより大きな圧縮モジュラスを有する領域に近接する領域においては高くなるが、これらの領域間のギャップに近接する領域においては低くなる。

40

#### 【0073】

基板修正中、相対運動Cが基板456と固定砥粒物品410の間に生じる。接触圧力と相対運動Cの組み合わせにより、固定砥粒物品410の砥粒表面412と基板456の表面458との間の界面での侵食力につながる。接触圧力の空間調整によって、高および低侵食力の領域が形成される。すなわち、高い接触圧力を有する領域は高い侵食力に関係し

50

ている。

【 0 0 7 4 】

ある実施形態において、低侵食力の領域を含むギャップにより分離された高侵食力の複数の領域がある。ある実施形態において、高侵食力の2つ以上の領域における侵食力は実質的に同じである。ある実施形態において、高侵食力の実質的に全ての領域における侵食力は実質的に同じである。ある実施形態において、高侵食力の2つ以上の領域における侵食力は異なる。ある実施形態において、高侵食力の実質的に全ての領域における侵食力は異なる。高侵食力の各領域における侵食力は、固定砥粒物品を活性化するのに十分なものである。

【 0 0 7 5 】

10

ある実施形態において、低侵食力の複数の領域がある。ある実施形態において、低侵食力の2つ以上の領域における侵食力は実質的に同じである。ある実施形態において、低侵食力の実質的に全ての領域における侵食力は実質的に同じである。ある実施形態において、低侵食力の2つ以上の領域における侵食力は異なる。ある実施形態において、低侵食力の実質的に全ての領域における侵食力は異なる。

【 0 0 7 6 】

図4に、第1の侵食力520の第1の領域、第2の侵食力540の第2の領域および第3の侵食力560の第3の領域を示す。第1の侵食力は、平均侵食力より大きい、すなわち、第1の侵食力520は高侵食力の領域である。第2および第3の侵食力は、平均侵食力より小さい、すなわち、第2の侵食力540の第2の領域および第3の侵食力560の第3の領域は低侵食力の領域である。高および低侵食力の領域間の境界は、例えば、スペーサ500のサイズ、形状および配向、または空間調整接触圧力を引き起こす支持アセンブリのその他の特徴により決まる。これらの境界は、スペーサ500の境界に必ずしも対応していない。

20

【 0 0 7 7 】

ある実施形態において、固定砥粒物品410の砥粒面412は、基板456の表面458に実質的に沿っている。ある実施形態において、砥粒面412は、高接触圧力の隣接する領域間の表面458に実質的に沿っていない。

【 0 0 7 8 】

図5aに、第2の侵食力540の第2の領域における砥粒複合体550を示す。砥粒複合体550は、活性化の減少した状態で示されている（例えば、上面553の砥粒552が比較的少ない）。例えば、砥粒複合体550は、最後に活性化されて以来、1枚以上の基板の表面の修正に関係している。砥粒複合体550の少なくとも上面553は、処理中、基板456の表面458と接触している。処理が進み、基板456の表面458が、砥粒複合体550の砥粒552により修正されるにつれて、砥粒複合体550の効率が、例えば、砥粒552が砥粒複合体550から除去されるにつれて減じる、または活性が低くなる。

30

【 0 0 7 9 】

ある実施形態において、第2の侵食力540の第2の領域における低侵食力は、砥粒複合体550を活性化し、新たな砥粒552を露出するのに不十分である、すなわち、砥粒複合体550はインサイチュで活性化されない。ある実施形態において、砥粒複合体550は、第2の侵食力540の第2の領域においてあるレベルの侵食を行う。しかしながら、侵食量は、複合体を活性化する、すなわち、十分な新たな砥粒を有する表面を形成して、複合体のカット率を所望のレベルまで回復する、または所望のレベルまで定常状態のカット率を増大するのに十分なものではない。

40

【 0 0 8 0 】

図5bに、第1の侵食力520の第1の領域における砥粒複合体530を示す。砥粒複合体530の少なくとも上面533は、処理中、基板表面（図示せず）と接触している。処理が進むにつれて、基板表面は、砥粒複合体530の砥粒532により修正される。同様に、第1の侵食力520の第1の領域における高侵食力は、砥粒複合体530の部分5

50

5 5 を侵食するのに十分なものであり、表面 5 3 3 ' および新たな砥粒 5 3 2 を露出する。このように、第 1 の侵食力 5 2 0 の第 1 の領域において、砥粒複合体 5 3 0 は、インサイチュで活性化を行い、同時に、基板表面を修正する。

【 0 0 8 1 】

砥粒物品を支持アセンブリに対してインデクシングすると、ある砥粒複合体は、第 2 の侵食力 5 4 0 の第 2 の領域から第 1 の侵食力 5 2 0 の第 1 の領域へ進んで、活性化を行う。同様に、ある砥粒複合体は、第 1 の侵食力 5 2 0 の第 1 の領域から第 3 の侵食力 5 6 0 の第 3 の領域へ進んで、基板 4 5 8 の表面 4 5 6 の修正を続ける。

【 0 0 8 2 】

図 5 c に、第 3 の侵食力 5 6 0 の第 3 の領域における砥粒複合体 5 7 0 を示す。砥粒複合体 5 7 0 の少なくとも上面 5 7 3 は、処理中、基板表面（図示せず）と接触している。処理が進み、基板表面が、砥粒複合体 5 7 0 の砥粒 5 7 2 により修正されるにつれて、砥粒複合体 5 7 0 の効率が、例えば、砥粒 5 7 2 が砥粒複合体 5 7 0 から除去されるにつれて減じる、または摩耗する（すなわち、機械的効率が少なくなる）、または化学的効率が少なくなる。

10

【 0 0 8 3 】

ある実施形態において、第 3 の侵食力 5 6 0 の第 3 の領域における低侵食力は、砥粒複合体 5 7 0 を活性化するのに十分ではない。しかしながら、砥粒複合体 5 7 0 は第 1 の侵食力 5 2 0 の第 1 の領域に存在したときインサイチュで活性化されたため、新たな砥粒 5 7 2 が上面 5 7 3 に存在し、このように、砥粒複合体 5 7 0 は、活性化されているため、1 つ以上表面を修正した砥粒複合体 5 5 0 よりも基板 4 5 8 の表面 4 5 6 を修正するのにより効率的であると予想される。

20

【 0 0 8 4 】

ある実施形態において、砥粒複合体 5 7 0 は、第 3 の侵食力 5 6 0 の第 3 の領域においてあるレベルの侵食を行う。しかしながら、侵食量は、複合体を活性化する、すなわち、十分な新たな砥粒を有する表面を形成して、複合体のカット率を所望のレベルまで回復する、または所望のレベルまで定常状態のカット率を増大するのに十分なものではない。

【 0 0 8 5 】

隣接するスペーサ間のギャップが小さすぎると、侵食力は適切に調整されない、すなわち、高侵食力は砥粒物品を活性化するのに不十分となる。同様に、1 層以上の厚さが変化する隣接領域間、または支持アセンブリの 1 層以上の層の機械的特性が変わる領域間のギャップが変わる場合は、侵食力は適切に調整されない。最低ギャップは、スペーサと修正している基板間に位置している層の機械的特性（例えば、圧縮性、剛性、順応性等）、スペーサと修正している基板間の層の数に応じて異なる。最低ギャップはまた、スペーサの寸法（例えば、幅、長さおよび厚さ）および機械的特性に応じて異なる。最低ギャップはまた、支持アセンブリの 1 層以上の層における厚さおよび / または機械的特性の変化の規模に応じて異なる。

30

【 0 0 8 6 】

ある実施形態において、支持アセンブリの 1 層以上の層の厚さ（例えば、弾性基板、剛性基板、プラテン等）は空間的に変化する。前述した通り、基板がかかる支持アセンブリにより支持される砥粒物品と接触していて、垂直力が適用されるときは、支持アセンブリの構造によって、接触圧力の空間調整がなされる。この結果、高侵食力の第 1 の領域と低侵食力の第 2 の領域となる。層の厚さの変化（例えば、サイズ、形状、寸法、間隔等）を適切に選択することにより、高侵食力は砥粒複合体を活性化させるのに十分なものとなり、低接触力は高侵食力より小さくなる。

40

【 0 0 8 7 】

ある実施形態において、1 層以上の層の機械的特性（例えば、砥粒物品、剛性層、弾性層、プラテンまたは任意の追加の層）を変えて、接触圧力を空間調整し、高および低侵食力の第 1 および第 2 の領域をそれぞれ与える。例えば、1 層以上の層の密度、硬度、剛性、圧縮性、モジュラス、弾性および / または弛緩時間を調整してもよい。機械的特性の変

50

化は、砥粒複合体を活性化させるのに十分な高侵食力の第1の領域と、高侵食力よりも小さな低侵食力の第2の領域を形成するようなものを選択する。

【0088】

ある実施形態において、支持アセンブリの1層以上の層に溝を付けてもよい。溝のサイズ、形状および位置は、溝が砥粒複合体を活性化させるのに十分な高侵食力の第1の領域と、高侵食力よりも小さな低侵食力の第2の領域を形成するようなものを選択する。

【0089】

ある実施形態において、高侵食力の複数の第1の領域および/または低侵食力の複数の第2の領域を形成してもよい。第1および第2の領域のサイズ、形状および位置は、高侵食力が砥粒複合体を活性化するのに十分で、低侵食力が高侵食力より小さければ変えてもよい。ある実施形態において、複数の第1の領域の夫々における侵食力は実質的に同じである。ある実施形態において、複数の第1の領域の夫々における侵食力は異なる。ある実施形態において、複数の第2の領域の夫々における侵食力は実質的に同じである。ある実施形態において、複数の第2の領域の夫々における侵食力は異なる。

【0090】

ある実施形態において、高侵食力の少なくとも2つの第1の領域を用いる。このとき第1の領域は、低侵食力の領域を含むギャップにより分離されている。ある実施形態において、ギャップは6mmを超える(例えば、19mmを超える、または30mmを超える、または55mmを超える)。

【0091】

支持アセンブリと固定砥粒物品を含むアセンブリは基板表面を修正するのに用いることができる。固定砥粒物品を用いるある方法は、上述した記載から明らかであるが、以下のより具体的な例にも関係している。

【0092】

基板は、固定砥粒物品を用いて、修正、例えば、砥粒、研磨、研削、平坦化またはその他修正することのできる基板であれば任意のものであってよい。ある実施形態において、基板は、ウェハ、例えば、シリコン、ヒ化ガリウム、ゲルマニウムまたはサファイアウェハとしてもよい。ある実施形態においては、基板はガラスであってもよい。ある実施形態において、プロセスには、半導体基板表面の修正が含まれる。ある実施形態において、処理に、化学機械研磨方法を組み込んでもよい。

【0093】

半導体基板は、半導体ウェハのような超小型電子装置を含むことができる。半導体ウェハは、実質的に純粋な表面またはコーティングまたはその他材料で処理した表面のいずれかを含んでいてもよい。具体的には、半導体ウェハは、ブランクウェハ(すなわち、金属化および絶縁領域のようなトポグラフィカルな特徴を加えるために処理する前のウェハ)、または処理済ウェハ(すなわち、ウェハ表面にトポグラフィカルな特徴を加えるために1つ以上の処理工程を経たウェハ)の形態であってもよい。「処理済ウェハ」という用語には、これらに限られるものではないが、ウェハの全露出面が同じ材料(例えば、二酸化ケイ素)でできている「ブランケット」ウェハが含まれる。本方法が有用となる1つの領域は、半導体ウェハの露出面が1つ以上の金属酸化物含有領域、例えば、二酸化ケイ素含有領域を含んでいる場合である。

【0094】

固定砥粒物品を用いて基板表面を修正する方法は周知であり、通常、基板と固定砥粒物品をそれらの間を所望の圧力および、例えば、回転、直線、不規則その他の相対運動で接触させることが含まれる。

【0095】

ある実施形態において、表面修正は、基板および固定砥粒物品と接触している加工液を存在させて行うことができる。ある実施形態において、加工液は、基板に悪影響を与えたり損傷することなく、所望の表面修正を行うために、基板の特性(例えば、組成、表面テクスチャー等)に基づいて選択する。ある実施形態において、加工液は、化学機械研磨ブ

10

20

30

40

50

ロセスにより、固定砥粒物品と組み合わせた処理に寄与する。例えば、 $\text{SiO}_2$ の化学研磨は、液体中の塩基性化合物が $\text{SiO}_2$ と反応して、水酸化ケイ素の表面層を形成するときになされる。機械プロセスは、砥粒物品が表面から金属水酸化物を除去するときになされる。

【0096】

ある実施形態において、加工液は、一般的に、水、例えば、水道水、蒸留水または脱イオン水を含む。通常、加工液は、化学機械研磨プロセスにより、砥粒物品と組み合わせた処理を補助する。研磨の化学部分の間、加工液は外側または露出ウェハ表面と反応する。次に、処理の機械部分の間、砥粒物品はこの反応生成物を除去する。

【0097】

表面の処理中、加工液は、酸化材料または溶剤のような化学エッチ液を含む水溶液であるのが好ましい。例えば、銅の化学研磨は、加工液中の酸化剤が銅と反応して、酸化銅の表面層を形成するときになされる。この代わりに、金属をまず機械的に除去してから、加工流体の成分と反応させてもよい。

【0098】

ある実施形態において、加工液は1種類以上の錯化剤を含有している。好適な錯化剤としては、水酸化アンモニウムと塩化アンモニウムおよびその他アンモニウム塩および添加剤のようなアルカリ性アンモニア、炭酸アンモニウム、硝酸第二鉄およびこれらの組み合わせが例示される。

【0099】

ある実施形態において、錯化剤は、例えば、アンモニア、アミン、ハロゲン化物、偽ハロゲン化物、カルボキシレート、チオレート、トリエタノールアミン等といった単座錯化剤であってもよい。ある実施形態において、錯化剤は、例えば、一般的に多座アミンおよび多座カルボン酸および/またはそれらの塩のような多座錯化剤といった多座錯化剤であってもよい。ある実施形態において、好適な多座アミンとしては、エチレンジアミン、ジエチレン-トリアミン、トリエチレンテトラミンまたはこれらの組み合わせが挙げられる。ある実施形態において、好適な多座カルボン酸および/またはそれらの塩としては、クエン酸、酒石酸、シュウ酸、グルコン酸、ニトリロ酢酸またはこれらの組み合わせが挙げられる。ある実施形態において、錯化剤は、例えば、グリシン、リシン、L-プロリンのようなアミノ酸、およびEDTA-エチレンジアミン四酢酸およびその数多くの類似体のような一般的な分析キレート剤であってもよい。

【0100】

ある実施形態において、加工液は、カルボン酸官能基と、アミンおよびハロゲン化物から選択された第2の官能基の両方を有する有機化合物を含有していてもよい。ある実施形態において、有機化合物は、カルボン酸官能基と、アミンおよびハロゲン化物から選択された第2の官能基の両方を有する様々な有機化合物の1種類以上を含有していてもよい。ある実施形態において、第2の官能基は、カルボン酸官能基に対してアルファ位置にある。ある実施形態において、例えば、アルファ-アミノ酸（例えば、L-プロリン、グリシン、アラニン、アルギニンおよびリシン）をはじめとするアミノ酸を用いてもよい。ある実施形態において、加工液中の有機化合物の濃度は、約0.1wt%を超える（例えば、約0.5wt%を超える）。ある実施形態において、加工液中の有機化合物の濃度は、約20wt%未満である（例えば、約10wt%未満である）。

【0101】

ある実施形態において、加工液は、例えば、フェリシアン化物、EDTA第二鉄アンモニウム、クエン酸第二鉄アンモニウム、クエン酸第二鉄、シュウ酸第二鉄アンモニウム、クエン酸第二銅、シュウ酸第二銅、グルコン酸第二銅、グリシン酸第二銅、酒石酸第二銅等といった遷移金属錯体のような酸化および/または漂白剤を含有している。

【0102】

ある実施形態において、加工液中の錯化剤の濃度は、一般的に、約0.01wt%を超える（例えば、少なくとも約0.02wt%である）。ある実施形態において、加工液中

10

20

30

40

50

の錯化剤の濃度は、約 50 wt % 未満である（例えば、約 40 wt % 未満である）。ある実施形態において、錯化剤を酸化剤と組み合わせてもよい。

#### 【0103】

液体媒体の pH は性能に影響を与え、ウェハ表面の化学組成およびトポグラフィーをはじめとする、平坦化するウェハ表面の性質に基づいて選択される。ある実施形態において、緩衝液を加工液に添加すると、pH を制御し、濯ぎ液による軽度の希釈による pH の変化および / または原料に応じた脱イオン水の pH の差を緩和することができる。ある実施形態において、緩衝液は、7 を超える少なくとも 1 つの pKa を有している、アスパラギン酸、グルタミン酸、ヒスチジン、リシン、アルギニン、オルニチン、システイン、チオシン、L - プロリンおよびカルノシンのプロトライトに基づくアンモニウムイオン緩衝液系を含んでいてもよい。

10

#### 【0104】

ある実施形態において、例えば、ウェハ表面が金属酸化物（例えば、二酸化ケイ素）を含有する場合には、加工液は、約 5 を超える（例えば、約 6 を超える、または約 10 を超える）pH を有する水性媒体であってもよい。ある実施形態において、pH は約 10 . 5 を超える。ある実施形態において、pH は約 14 . 0 未満（例えば、約 12 . 5 未満）である。

#### 【0105】

ある実施形態において、pH は、例えば、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化アンモニウム、水酸化リチウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、水酸化バリウムのような 1 種類以上の水酸化物化合物、および、アミン等のような塩基性化合物を加工液に含めることにより調整してもよい。

20

#### 【0106】

ある実施形態において、加工液は、界面活性剤、湿潤剤、錆止め剤、潤滑剤、石鹸等のような添加剤を含有していてもよい。これらの添加剤は、下にある半導体ウェハ表面に損害を与えることなく、所望の利点を与えるものを選ぶ。例えば、平坦化中、砥粒物品と半導体ウェハ表面間の摩擦を減じる目的で加工液に潤滑剤を含めてもよい。

#### 【0107】

基板の修正完了後、基板は適宜処理することができ、例えば、半導体ウェハは、一般的に、業界に公知の手順を用いて清浄にされる。

30

#### 【0108】

以下の具体的な実施例により本発明をさらに例証するが、これに限られるものではない。これらの実施例におけるパーセンテージは全て、特に断りのない限り、重量部基準である。

#### 【実施例】

#### 【0109】

実施例 1 において、7 枚の TEOS ウェハ（従来のブランケットウェハ）をオブシディアンフラットランド（OBSIDIAN FLATLAND）501、200 ミリメートル研磨ツール（カリフォルニア州サンタクララ（Santa Clara, California）にあるアプライドマテリアルズ（Applied Materials）より入手可能）で研磨した。ウェハ速度は 600 mm / s であった。各ウェハを 20 . 6 kPa（3 psi）のウェハ圧力（すなわち、垂直力適用）で 60 秒間研磨した。水酸化カリウムで pH 10 . 5 まで調整した脱イオン水と、米国特許第 6,194,317 号明細書に記載された 2 . 5 重量 % の多座アミノ酸錯化剤とからなる加工液を加工液として用いた。本実施例では、アミノ酸 L - プロリンを多座アミノ酸錯化剤として用いた。

40

#### 【0110】

標準サブパッド M6900（3M より入手可能）をプラテンに適用した。サブパッドは剛性基板と弾性基板から構成されていた。剛性基板は厚さ 1 . 52 mm（60 ミル）のポリカーボネート層であった。弾性基板は厚さ 2 . 29 mm（90 ミル）の独立気泡発泡層であった。この支持アセンブリを、幅 25 . 4 mm × 厚さ 0 . 013 mm のビニルテープ

50

(3Mビニルテープ(VINYL TAPE)471、3Mより入手可能)片をサブパッド表面に適用することにより、すなわち、テープを剛性層と固定砥粒物品の間に配置することにより修正した。テープ片は50mm離れた(すなわち、隣接するテープ片間のギャップが50mmであった)。テープ片は、砥粒物品をインデクシングする方向に垂直に適用した。

【0111】

固定砥粒物品はM3152(3Mより入手可能)であった。ウェハを研磨する前に、固定砥粒物品を、前に用いていなかった砥粒物品の一部に進めた。各ウェハ研磨後、固定砥粒物品に6.35mm(0.25インチ)インデクシングした。

【0112】

研磨後、全ウェハを脱イオン水中で濯ぎ、単純なスピンドライヤーで乾燥した。研磨前後に各ウェハについて、オプティプローブ(OPTIPROBE)2600(カリフォルニア州フレモント(Fremont, California)にあるサーマ-ウェーブ社(Therma-Wave, Inc.)より入手可能)を用いてフィルム厚さ測定を行った。研磨時間で除算した研磨前後のフィルム厚さの差によりカット率を求めた。

【0113】

実施例2では、9枚のTEOSウェハを、テープ片を76mm離れた以外は実施例1の手順を用いて研磨した。

【0114】

比較例C1では、9枚のTEOSウェハを、支持アセンブリを修正しない、すなわち、支持アセンブリにテープ片がなかった以外は実施例1の手順を用いて研磨した。

【0115】

実施例3では、10枚のTEOSウェハを、テープ片の幅が19mmで(3Mビニルテープ(VINYL TAPE)471、3Mより入手可能)を13mm離れた以外は実施例1の手順を用いて研磨した。同様に、加工液のpHを11.2まで調整し、アミノ酸は含めなかった。

【0116】

実施例4では、10枚のTEOSウェハを、テープ片を6.4mm離れた以外は実施例3の手順を用いて研磨した。

【0117】

実施例5では、10枚のTEOSウェハを、4番目毎にテープ片を除去した以外は実施例3の手順を用いて研磨した。この結果、テープの3片のグループが6.4mm離れ、グループ間のギャップは31.8mmであった。

【0118】

実施例6では、10枚のTEOSウェハを、テープ片を57mm離れた以外は実施例3の手順を用いて研磨した。

【0119】

実施例7では、9枚のTEOSウェハを、4片の各グループから隣接する2つの片を除去した以外は実施例4の手順を用いて研磨した。この結果、テープ2片のグループが6.4mm離れ、グループ間のギャップは57mmであった。

【0120】

実施例8では、10枚のTEOSウェハを、テープ片を19mm離れた以外は実施例3の手順を用いて研磨した。

【0121】

比較例C2では、11枚のTEOSウェハを、支持アセンブリを修正しない、すなわち、支持アセンブリにテープ片がなかった以外は実施例3の手順を用いて研磨した。

【0122】

実施例1~8および比較例C1およびC2で得られたカット率の平均および標準偏差を表1に示す。

【0123】

10

20

30

40

50

【表 1】

実施例 No.	カット率 (オンGSTローム/分)	
	平均	標準偏差
1	6 2 2	6 8
2	9 9 0	7 5
C 1	6 1 0	1 0 1
3	5 6 5	1 6 3
4	7 3 6	2 4 6
5	1 1 5 5	1 9 2
6	1 5 6 3	5 8
7	1 1 3 5	1 9 5
8	1 0 6 2	1 2 1
C 2	4 8 3	1 8 5

10

## 【 0 1 2 4 】

カット率は、多座アミノ酸と錯化剤が加工液中に存在するときは高かった。

20

## 【 0 1 2 5 】

実施例 9 では、10 枚の T E O S ウェハを実施例 6 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 2 6 】

比較例 C 3 では、11 枚の T E O S ウェハを、支持アセンブリを修正しない、すなわち、支持アセンブリにテープ片がなかった以外は実施例 9 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 2 7 】

実施例 10 では、10 枚の T E O S ウェハを、固定砥粒物品 S W R 5 2 8 - 1 2 5 / 1 0 ( 3 M より入手可能 ) を用いた以外は実施例 9 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 2 8 】

比較例 C 4 では、20 枚の T E O S ウェハを、支持アセンブリを修正しない、すなわち、支持アセンブリにテープ片がなかった以外は実施例 10 の手順を用いて研磨した。

30

## 【 0 1 2 9 】

実施例 11 では、10 枚の T E O S ウェハを、固定砥粒物品 S W R 5 4 0 - 1 2 5 / 1 0 ( 3 M より入手可能 ) を用いた以外は実施例 9 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 3 0 】

比較例 C 5 では、10 枚の T E O S ウェハを、支持アセンブリを修正しない、すなわち、支持アセンブリにテープ片がなかった以外は実施例 11 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 3 1 】

実施例 9 ~ 11 および比較例 C 3 ~ C 5 で得られたカット率の平均および標準偏差を表 2 に示す。

40

## 【 0 1 3 2 】

【表 2】

実施例 No.	カット率 (オンGSTローム/分)	
	平均	標準偏差
9	1 5 6 3	5 8
C 3	4 8 3	6 3
1 0	1 7 4 2	7 7
C 4	1 0 2 5	1 6 2
1 1	1 9 8 6	4 1
C 5	7 6 0	8 8

10

## 【 0 1 3 3 】

実施例 1 2 では、2 0 枚の T E O S ウェハを実施例 3 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 3 4 】

実施例 1 3 では、2 0 枚の T E O S ウェハを、テープをプラテンと弾性層の間に配置した以外は実施例 3 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 3 5 】

実施例 1 4 では、2 0 枚の T E O S ウェハを、テープを剛性層と弾性層の間に配置した以外は実施例 3 の手順を用いて研磨した。

20

## 【 0 1 3 6 】

実施例 C 6 では、3 0 枚の T E O S ウェハを比較例 C 2 の手順を用いて研磨した。

## 【 0 1 3 7 】

実施例 1 2 ~ 1 4 および比較例 C 6 で得られたカット率の平均および標準偏差を表 3 に示す。

## 【 0 1 3 8 】

## 【表 3】

30

実施例 No.	カット率 (オンGSTローム/分)	
	平均	標準偏差
1 2	1 8 6 4	1 3 8
1 3	1 3 0 3	1 6 9
1 4	1 2 7 1	2 6 0
C 6	9 2 8	1 8 1

40

## 【 0 1 3 9 】

比較例 C 7 では、5 枚の T E O S ウェハを、ウェハ圧力 (すなわち、適用法線力) が 3 5 k P a ( 5 p s i ) であった以外は比較例 C 3 の手順を用いて研磨した。平均カット率は標準偏差 7 7 で 9 0 4 オングストローム / 分であった。

## 【 0 1 4 0 】

比較例 C 8 では、5 枚の T E O S ウェハを、支持アセンブリを以下の通り修正した以外は比較例 C 6 の手順を用いて研磨した。M 3 1 5 2 の第 2 の層をサブパッドと固定砥粒物品の間に配置した。M 3 1 5 2 の表面を、均一な間隔の直径 2 0 0  $\mu$ m、高さ 4 0  $\mu$ m の丸形ポストでカバーした。ポストは M 3 1 5 2 の表面積の 1 0 パーセントを占めていた。平均カット率は標準偏差 1 4 2 で 9 2 4 オングストローム / 分であった。

50

## 【 0 1 4 1 】

本発明の様々な修正および変更は、本発明の範囲および技術思想から逸脱することなく当業者に明白であろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 1 4 2 】

【図 1】テクスチャー加工された三次元固定砥粒物品を示す。

【図 2】表面修正のために用いられる単純化された装置を示す。

【図 3 a】基板を修正する前の砥粒複合体の断面図を示す。

【図 3 b】基板を修正した後の図 3 a の砥粒複合体の断面図を示す。

【図 3 c】砥粒複合体を活性化するときの図 3 a の砥粒複合体の断面図を示す。

【図 3 d】砥粒複合体を活性化しないときの図 3 a の砥粒複合体の断面図を示す。

【図 4】本発明の一実施形態における砥粒アセンブリと接触する基板を示す。

【図 5 a】インサイチュ活性化前の低侵食力の領域における理想化された砥粒複合体を示す。

【図 5 b】インサイチュ活性化を行っている高侵食力の領域における理想化された砥粒複合体を示す。

【図 5 c】インサイチュ活性化後の低侵食力の領域における理想化された砥粒複合体を示す。

10

【 図 1 】

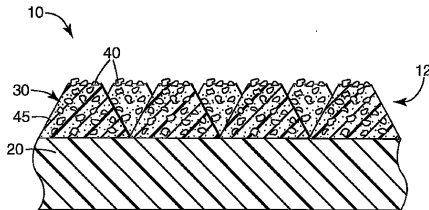


Fig. 1

【 図 2 】

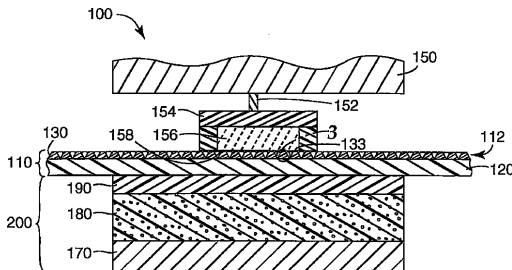


Fig. 2

【 図 3 a 】

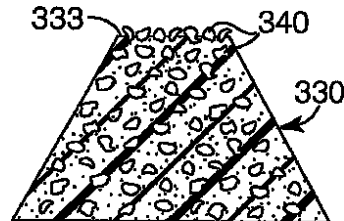


Fig. 3a

【 図 3 b 】

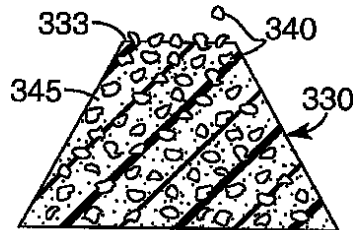
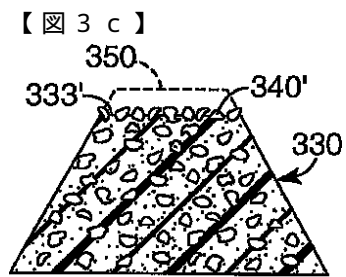
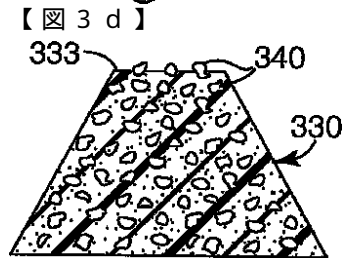


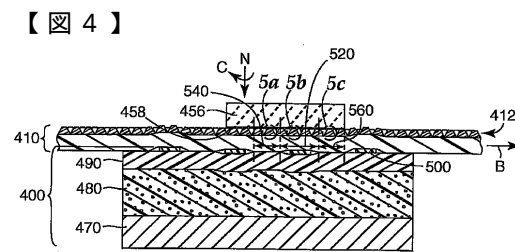
Fig. 3b



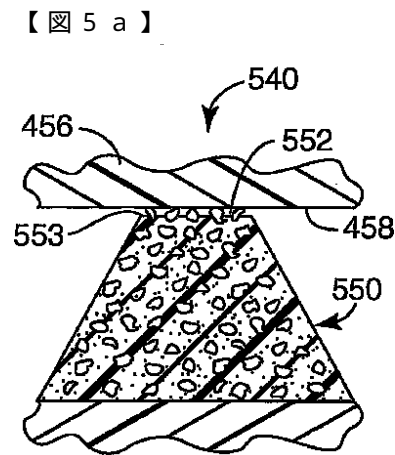
**Fig. 3c**



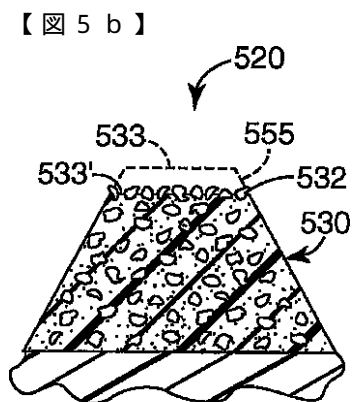
**Fig. 3d**



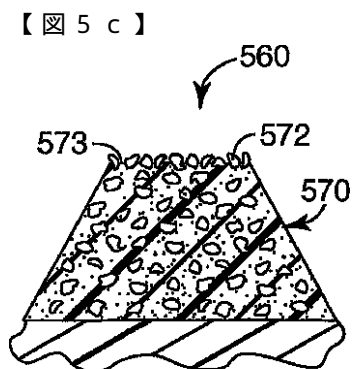
**Fig. 4**



**Fig. 5a**



**Fig. 5b**



**Fig. 5c**

---

フロントページの続き

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 ガグリアルディ, ジョン ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 ルーブ, クリストファー ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター

審査官 段 吉享

(56)参考文献 特公昭43-017238(JP, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24D 3/00-18/00

B24B 3/00-3/60, 21/00-39/06

B24B 53/00-57/04