

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4884726号
(P4884726)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int.Cl.

F 1

B24B 37/24 (2012.01)
H01L 21/304 (2006.01)B24B 37/00 P
H01L 21/304 622F
H01L 21/304 621B

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-249056 (P2005-249056)
 (22) 出願日 平成17年8月30日 (2005.8.30)
 (65) 公開番号 特開2007-61929 (P2007-61929A)
 (43) 公開日 平成19年3月15日 (2007.3.15)
 審査請求日 平成20年7月14日 (2008.7.14)

(73) 特許権者 000003148
 東洋ゴム工業株式会社
 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目17番18号
 (74) 代理人 110000729
 特許業務法人 ユニアス国際特許事務所
 (74) 代理人 100104422
 弁理士 梶崎 弘一
 (74) 代理人 100105717
 弁理士 尾崎 雄三
 (74) 代理人 100104101
 弁理士 谷口 俊彦
 (72) 発明者 廣瀬 純司
 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目17番18号 東洋ゴム工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】積層研磨パッドの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

メカニカルフロス法により気泡分散ウレタン組成物を調製する工程、クッション層を送り出しつつその上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出する工程、気泡分散ウレタン組成物上に面材を積層し、押圧手段により厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製する工程、及び長尺積層シートを裁断する工程を含む積層研磨パッドの製造方法。

【請求項 2】

メカニカルフロス法により気泡分散ウレタン組成物を調製する工程、研磨層と接触する表面に凸部を有するクッション層を作製する工程、クッション層を送り出しつつ該クッション層の凸部を有する表面上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出する工程、厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製する工程、長尺積層シートを裁断する工程、及びクッション層表面の凸部と凸部との間に位置するように、研磨層表面に凹構造を形成する工程を含む積層研磨パッドの製造方法。

【請求項 3】

クッション層表面の凸部の高さ (H) が、研磨層の厚さ (h) の 0.05 ~ 0.9 倍になるように調整する請求項 2 記載の積層研磨パッドの製造方法。

【請求項 4】

研磨層の厚さ (h) とクッション層表面の凸部の高さ (H) との差 (h - H) が、0.2

10

20

mm以上になるように調整する請求項2又は3記載の積層研磨パッドの製造方法。

【請求項5】

クッショング層表面の凸部の幅(W)が、研磨表面の凹構造の幅(w₁)の1~30倍になるように調整する請求項2~4のいずれかに記載の積層研磨パッドの製造方法。

【請求項6】

研磨層の島部の幅(w₂)とクッショング層表面の凸部の幅(W)との差(w₂-W)が、0.5mm以上になるように調整する請求項2~5のいずれかに記載の積層研磨パッドの製造方法。

【請求項7】

請求項1~6のいずれかに記載の方法によって製造される積層研磨パッド。

10

【請求項8】

請求項7記載の積層研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を含む半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はレンズ、反射ミラー等の光学材料やシリコンウエハ、ハードディスク用のガラス基板、アルミ基板、及び一般的な金属研磨加工等の高度の表面平坦性を要求される材料の平坦化加工を安定、かつ高い研磨効率で行うことが可能な積層研磨パッド及びその製造方法に関するものである。本発明の積層研磨パッドは、特にシリコンウエハ並びにその上に酸化物層、金属層等が形成されたデバイスを、さらにこれらの酸化物層や金属層を積層・形成する前に平坦化する工程に好適に使用される。

20

【背景技術】

【0002】

半導体装置を製造する際には、ウエハ表面に導電性膜を形成し、フォトリソグラフィー、エッチング等をすることにより配線層を形成する形成する工程や、配線層の上に層間絶縁膜を形成する工程等が行われ、これらの工程によってウエハ表面に金属等の導電体や絶縁体からなる凹凸が生じる。近年、半導体集積回路の高密度化を目的として配線の微細化や多層配線化が進んでいるが、これに伴い、ウエハ表面の凹凸を平坦化する技術が重要なになってきた。

30

【0003】

ウエハ表面の凹凸を平坦化する方法としては、一般的にケミカルメカニカルポリシング(以下、CMPという)が採用されている。CMPは、ウエハの被研磨面を研磨パッドの研磨面に押し付けた状態で、砥粒が分散されたスラリー状の研磨剤(以下、スラリーという)を用いて研磨する技術である。CMPで一般的に使用する研磨装置は、例えば、図1に示すように、研磨パッド1を支持する研磨定盤2と、被研磨材(半導体ウエハ)4を支持する支持台(ポリシングヘッド)5とウエハの均一加圧を行うためのバッキング材と、研磨剤の供給機構を備えている。研磨パッド1は、例えば、両面テープで貼り付けることにより、研磨定盤2に装着される。研磨定盤2と支持台5とは、それぞれに支持された研磨パッド1と被研磨材4が対向するように配置され、それぞれに回転軸6、7を備えている。また、支持台5側には、被研磨材4を研磨パッド1に押し付けるための加圧機構が設けてある。

40

【0004】

従来、このような研磨パッドは、1)金型に樹脂材料を流し込んで樹脂ブロックを作製し、その樹脂ブロックをスライサーでスライスして製造する方法、2)金型に樹脂材料を流し込んで押圧することにより、薄いシート状にして製造する方法、3)原料となる樹脂を溶解し、Tダイから押し出し成形して直接シート状にして製造する方法などのバッチ方式により製造されていた。例えば、特許文献1では反応射出成形法により研磨用パッドを製造している。

また、積層研磨パッドの場合、上記方法で得られた研磨層やクッショング層等の複数の樹

50

脂シートを接着剤や両面テープで貼り合わせることにより製造されていたため、製造工程が多く、生産性が悪いという問題を有していた。該問題を解決するために、特許文献2では押出機を用いて積層研磨用パッドを製造している。

【0005】

また、バッチ方式の製造方法に起因する硬度や気泡サイズ等のバラツキを防止するためには、ポリウレタン・ポリウレア研磨シート材を連続的に製造する方法が提案されている（特許文献3）。詳しくは、ポリウレタン原料と300μm以下の粒子径を有する微粉末や有機発泡剤を混合して、該混合物を一対の無限軌道面ベルト間に吐出し流延させる。その後、加熱手段によって該混合物の重合反応を行い、生成したシート状成形物を面ベルトから分離して研磨シート材を得る方法である。

10

【0006】

一方、研磨パッドの被研磨材と接触する研磨表面には、通常スラリーを保持・更新するための溝が設けられている。発泡体からなる研磨パッドの場合、研磨表面に多くの開口を有し、スラリーを保持・更新する働きを持っているが、研磨表面に溝を設けることにより、更なるスラリーの保持性とスラリーの更新を効率よく行うことができ、また被研磨材との吸着による被研磨材の破壊を防ぐことができる。

【0007】

従来、高精度の研磨に使用される研磨パッドとしては、一般的にポリウレタン発泡体シートが使用されている。しかし、ポリウレタン発泡体シートは、局部的な平坦化能力には優れているが、クッション性が不足しているためにウエハ全面に均一な圧力を与えることが難しい。このため、通常、ポリウレタン発泡体シートの背面に柔らかいクッション層が別途設けられ、積層研磨パッドとして研磨加工に使用されている。積層研磨パッドとしては、例えば以下のようなものが開発されている。

20

【0008】

比較的硬い第一層と比較的軟らかい第二層とが積層されており、該第一層の研磨面に所定のピッチの溝又は所定の形状の突起が設けられた研磨パッドが開示されている（特許文献4）。

【0009】

また、弾性を有し、表面に凹凸が形成された第1シート状部材と、この第1シート状部材の凹凸が形成された面上に設けられ被処理基板の被研磨面と対向する面を有する第2シート状部材とを有する研磨布が開示されている（特許文献5）。

30

【0010】

さらに、研磨層及び該研磨層の一面に積層され、かつ該研磨層よりも大きな圧縮率の発泡体である支持層を備える研磨パッドが開示されている（特許文献6）。

【0011】

しかしながら、上記従来の積層研磨パッドは、研磨層とクッション層とを両面テープ（粘着剤層）で貼り合わせて製造されているため、研磨中に研磨層とクッション層との間にスラリーが侵入して両面テープの粘着力が弱まり、その結果研磨層とクッション層とが剥離するという問題があった。また、このような積層研磨パッドの研磨表面に溝を設けた場合、スラリー中の砥粒や研磨屑等が溝に溜まり易く、溝詰まりが発生して研磨速度が低下及び不安定化したり、被研磨材の平坦性や面内均一性が低下するという問題があった。

40

【0012】

【特許文献1】特開2004-42189号公報

【特許文献2】特開2003-220550号公報

【特許文献3】特開2004-169038号公報

【特許文献4】特開2003-53657号公報

【特許文献5】特開平10-329005号公報

【特許文献6】特開2004-25407号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0013】

本発明は、製造工程が少なく、生産性に優れる積層研磨パッドの製造方法を提供することを目的とする。さらには、研磨層とクッション層との間で剥離することができなく、かつスラリー等による溝詰まりを抑制することができる積層研磨パッドの製造方法、及び前記方法によって製造される積層研磨パッドを提供することを目的とする。また、該積層研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0014】**

本発明者らは、前記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、以下に示す積層研磨パッドの製造方法により上記目的を達成できることを見出し本発明を完成するに至った。 10

【0015】

すなわち、第1の本発明の積層研磨パッドの製造方法は、メカニカルフロス法により気泡分散ウレタン組成物を調製する工程、クッション層を送り出しつつその上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出する工程、厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製する工程、及び長尺積層シートを裁断する工程を含む。

【0016】

上記製造方法によると、研磨層とクッション層とからなる積層研磨パッドを連続的に製造することができ、さらに研磨層とクッション層を貼り合わせる工程を省くことができたため製造工程を少なくでき、生産性よく積層研磨パッドを製造することができる。該製造方法により得られる積層研磨パッドは、両面テープ（粘着剤層）を使用せずに研磨層とクッション層とを直接積層しているため、研磨中に研磨層とクッション層とが剥離することがないという利点がある。 20

【0017】

また、第2の本発明の積層研磨パッドの製造方法は、メカニカルフロス法により気泡分散ウレタン組成物を調製する工程、研磨層と接触する表面に凸部を有するクッション層を作製する工程、クッション層を送り出しつつ該クッション層の凸部を有する表面上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出する工程、厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製する工程、長尺積層シートを裁断する工程、及びクッション層表面の凸部と凸部との間に位置するように、研磨層表面に凹構造を形成する工程を含む。 30

【0018】

上記製造方法によると、研磨層とクッション層とからなる積層研磨パッドを連続的に製造することができ、さらに研磨層とクッション層を貼り合わせる工程を省略することができたため製造工程を少なくでき、生産性よく積層研磨パッドを製造することができる。さらに、上記方法により製造される積層研磨パッドは、研磨層とクッション層との間で剥離することができなく、かつスラリー等による溝詰まりが発生しにくい。従来の積層研磨パッドを用いた場合に溝詰まりが発生する理由としては、以下の理由が考えられる。

【0019】

図2に示すように、従来の積層研磨パッドは、研磨表面側に凹構造10を有する研磨層8が平坦なクッション層9上に積層された構造を有する。該構造の積層研磨パッドを用いて被研磨材を研磨した場合には、被研磨材を研磨表面に押し付けた際に、圧力13によって凹構造が大きく変形して開口部が狭くなる。その結果、スラリー等が凹構造内に詰まってスラリーの保持・更新を効率よく行うことができなくなり、研磨速度が低下及び不安定化したり、被研磨材の平坦性や面内均一性が低下すると考えられる。 40

【0020】

一方、本発明の第2の製造方法によって得られる積層研磨パッドは、図3に示すような特殊な構造をしている。このように研磨層8裏面に凹部12を設け、クッション層9表面に凸部11を設けてこれら係合させ（密接させ）、さらに研磨層の研磨表面側の凹構造10をクッション層表面の凸部と凸部との間に設けることにより、被研磨材からの圧力13

をクッション層表面の凸部の変形により効果的に吸収することができる。そのため、研磨表面側の凹構造の開口部の変形を抑制でき、スラリーや研磨屑等が凹構造内に詰まることを防止できる。その結果、スラリーの保持・更新を効率よく行うことができるため、研磨速度が安定化し、かつ被研磨材の平坦性や面内均一性も向上したと考えられる。

【0021】

また、本発明の製造方法によって得られる積層研磨パッドは、研磨層とクッション層とが両面テープ（粘着剤層）などの他の部材を介することなく密接しているため、研磨時にスラリーが研磨層とクッション層との界面に侵入することを抑制することができる。また、たとえスラリーが界面まで進入しても、両面テープ（粘着剤層）などの粘着部材を使用していないため、スラリーによって界面の密着力が弱まることもない。そのため、研磨層とクッション層とが剥離することを効果的に防止することができる。10

【0022】

本発明の製造方法において、前記クッション層表面の凸部の高さ（H）は、研磨層の厚さ（h）の0.05～0.9倍に調整されていることが好ましく、より好ましくは0.1～0.6倍である。凸部の高さが研磨層の厚さの0.05倍未満の場合には、凸部の変形量が不十分になるため、被研磨材からの圧力を凸部の変形により十分に吸収することができなくなる。その結果、研磨表面側の凹構造の開口部の変形が大きくなり、スラリー・や研磨屑等が凹構造内に詰まりやすくなる傾向にある。一方、凸部の高さが研磨層の厚さの0.9倍を超える場合には、研磨層の弾性率が低下して平坦化特性が低下する傾向にある。また、研磨層の厚さ（h）とクッション層表面の凸部の高さ（H）との差（h-H）は、0.2mm以上に調整されていることが好ましく、より好ましくは0.4mm以上である。20

【0023】

また、前記クッション層表面の凸部の幅（W）は、研磨層表面の凹構造の幅（w₁）の1～30倍に調整されていることが好ましく、より好ましくは3～15倍である。凸部の幅が研磨層表面の凹構造の幅の1倍未満の場合には、被研磨材からの圧力を凸部の変形により十分に吸収することができなくなる。その結果、研磨表面側の凹構造の開口部の変形が大きくなり、スラリー・や研磨屑等が凹構造内に詰まりやすくなる傾向にある。一方、凸部の幅が研磨層表面の凹構造の幅の30倍を超える場合には、研磨層の弾性率が低下して平坦化特性が低下する傾向にある。また、研磨層の島部の幅（w₂）とクッション層表面の凸部の幅（W、ただし、1つの島部内に複数の凸部を有する場合には合計幅である）との差（w₂-W）は、0.5mm以上に調整されていることが好ましく、より好ましくは0.75mm以上である。30

【0024】

また本発明は、前記方法によって製造される積層研磨パッド、及び該積層研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を含む半導体デバイスの製造方法、に関する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

本発明の第1の積層研磨パッドの製造方法は、メカニカルフロス法により気泡分散ウレタン組成物を調製する工程、クッション層を送り出しつつその上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出する工程、厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製する工程、及び長尺積層シートを裁断する工程を含む。40

【0026】

また、本発明の第2の積層研磨パッドの製造方法は、メカニカルフロス法により気泡分散ウレタン組成物を調製する工程、研磨層と接触する表面に凸部を有するクッション層を作製する工程、クッション層を送り出しつつ該クッション層の凸部を有する表面上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出する工程、厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製する工程、長尺積層シートを裁断する工程、及びクッション層表面の凸部と凸50

部との間に位置するように、研磨層表面に凹構造を形成する工程を含む。

【0027】

本発明における研磨層は、微細気泡を有するポリウレタン発泡体からなる。ポリウレタンは耐摩耗性に優れ、原料組成を種々変えることにより所望の物性を有するポリマーを容易に得ることができるので、研磨層の形成材料として好ましい材料である。

【0028】

前記ポリウレタンは、イソシアネート成分、ポリオール成分（高分子量ポリオール成分、低分子量ポリオール成分）、及び鎖延長剤からなるものである。

【0029】

イソシアネート成分としては、ポリウレタンの分野において公知の化合物を特に限定なく使用できる。イソシアネート成分としては、2,4-トルエンジイソシアネート、2,6-トルエンジイソシアネート、2,2'-ジフェニルメタンジイソシアネート、2,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、1,5-ナフタレンジイソシアネート、p-フェニレンジイソシアネート、m-フェニレンジイソシアネート、p-キシリレンジイソシアネート、m-キシリレンジイソシアネート等の芳香族ジイソシアネート、エチレンジイソシアネート、2,2,4-トリメチルヘキサメチレンジイソシアネート、1,6-ヘキサメチレンジイソシアネート等の脂肪族ジイソシアネート、1,4-シクロヘキサンジイソシアネート、4,4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネート、ノルボルナンジイソシアネート等の脂環式ジイソシアネートが挙げられる。これらは1種で用いても、2種以上を混合しても差し支えない。

10

【0030】

イソシアネート成分としては、上記ジイソシアネート化合物の他に、3官能以上の多官能ポリイソシアネート化合物も使用可能である。多官能のイソシアネート化合物としては、デスマジュール-N（バイエル社製）や商品名デュラネート（旭化成工業社製）として一連のジイソシアネートアダクト体化合物が市販されている。

【0031】

上記のイソシアネート成分のうち、芳香族ジイソシアネートと脂環式ジイソシアネートを併用することが好ましく、特にトルエンジイソシアネートとジシクロヘキシルメタンジイソシアネートを併用することが好ましい。

30

【0032】

高分子量ポリオール成分としては、ポリテトラメチレンエーテルグリコールに代表されるポリエーテルポリオール、ポリブチレンアジペートに代表されるポリエステルポリオール、ポリカプロラクトンポリオール、ポリカプロラクトンのようなポリエステルグリコールとアルキレンカーボネートとの反応物などで例示されるポリエステルポリカーボネートポリオール、エチレンカーボネートを多価アルコールと反応させ、次いで得られた反応混合物を有機ジカルボン酸と反応させたポリエステルポリカーボネートポリオール、及びポリヒドキシル化合物とアリールカーボネートとのエステル交換反応により得られるポリカーボネートポリオールなどが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

40

【0033】

高分子量ポリオール成分の数平均分子量は特に限定されるものではないが、得られるポリウレタン樹脂の弾性特性等の観点から500～2000であることが好ましい。数平均分子量が500未満であると、これを用いたポリウレタン樹脂は十分な弾性特性を有さず、脆いポリマーとなる。そのためこのポリウレタン樹脂から製造される研磨パッドは硬くなりすぎ、ウエハ表面のスクランチの原因となる。また、摩耗しやすくなるため、パッド寿命の観点からも好ましくない。一方、数平均分子量が2000を超えると、これを用いたポリウレタン樹脂は軟らかくなりすぎると、このポリウレタン樹脂から製造される研磨層は平坦化特性に劣る傾向にある。

【0034】

50

ポリオール成分として上述した高分子量ポリオール成分の他に、エチレングリコール、1,2-プロピレングリコール、1,3-プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,6-ヘキサンジオール、ネオペンチルグリコール、1,4-シクロヘキサンジメタノール、3-メチル-1,5-ペンタンジオール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1,4-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン等の低分子量ポリオール成分を併用することが好ましい。エチレンジアミン、トリレンジアミン、ジフェニルメタンジアミン、ジエチレントリアミン等の低分子量ポリアミン成分を用いてもよい。低分子量ポリオール成分や低分子量ポリアミン成分の(数平均)分子量は500未満であり、好ましくは250以下である。

【0035】

10

ポリオール成分中の高分子量ポリオールと低分子量ポリオールの比は、これらから製造される研磨層に要求される特性により決められる。

【0036】

ポリウレタン発泡体をプレポリマー法により製造する場合において、プレポリマーの硬化には鎖延長剤を使用する。鎖延長剤は、少なくとも2個以上の活性水素基を有する有機化合物であり、活性水素基としては、水酸基、第1級もしくは第2級アミノ基、チオール基(SH)等が例示できる。具体的には、4,4'-メチレンビス(ο-クロロアニリン)(MOC A)、2,6-ジクロロ-p-フェニレンジアミン、4,4'-メチレンビス(2,3-ジクロロアニリン)、3,5-ビス(メチルチオ)-2,4-トルエンジアミン、3,5-ビス(メチルチオ)-2,6-トルエンジアミン、3,5-ジエチルトルエン-2,4-ジアミン、3,5-ジエチルトルエン-2,6-ジアミン、トリメチレンジコール-ジ-p-アミノベンゾエート、1,2-ビス(2-アミノフェニルチオ)エタン、4,4'-ジアミノ-3,3'-ジエチル-5,5'-ジメチルジフェニルメタン、N,N'-ジ-sec-ブチル-4,4'-ジアミノジフェニルメタン、3,3'-ジエチル-4,4'-ジアミノジフェニルメタン、m-キシリレンジアミン、N,N'-ジ-sec-ブチル-p-フェニレンジアミン、m-フェニレンジアミン、及びp-キシリレンジアミン等に例示されるポリアミン類、あるいは、上述した低分子量ポリオール成分や低分子量ポリアミン成分を挙げることができる。これらは1種で用いても、2種以上を混合しても差し支えない。

20

【0037】

30

本発明におけるイソシアネート成分、ポリオール成分、及び鎖延長剤の比は、各々の分子量や研磨層の所望物性などにより種々変え得る。所望する研磨特性を有する研磨層を得るために、ポリオール成分と鎖延長剤の合計活性水素基(水酸基+アミノ基)数に対するイソシアネート成分のイソシアネート基数は、0.80~1.20であることが好ましく、さらに好ましくは0.99~1.15である。イソシアネート基数が前記範囲外の場合には、硬化不良が生じて要求される比重及び硬度が得られず、研磨特性が低下する傾向にある。

【0038】

40

ポリウレタン発泡体の製造は、プレポリマー法、ワンショット法のどちらでも可能であるが、事前にイソシアネート成分とポリオール成分からイソシアネート末端プレポリマーを合成しておき、これに鎖延長剤を反応させるプレポリマー法が、得られるポリウレタンの物理的特性が優れており好適である。

【0039】

なお、イソシアネート末端プレポリマーは、分子量が800~5000程度のものが加工性、物理的特性等が優れており好適である。

【0040】

50

一方、本発明におけるクッション層は、研磨層の特性を補うものである。クッション層は、CMPにおいて、トレードオフの関係にあるプラナリティとユニフォーミティの両者を両立させるために必要である。プラナリティとは、パターン形成時に生じた微小凹凸を有する被研磨材を研磨した時のパターン部の平坦性をいい、ユニフォーミティとは、被研

磨材全体の均一性をいう。研磨層の特性によって、プラナリティを改善し、クッション層の特性によってユニフォーミティを改善する。本発明の積層研磨パッドにおいては、クッション層は研磨層より柔らかいものを用いる。

【0041】

クッション層の形成材料は、研磨層より柔らかいものであれば特に限定されることはない。例えば、ポリエステル不織布、ナイロン不織布、アクリル不織布などの繊維不織布やポリウレタンを含浸したポリエステル不織布のような樹脂含浸不織布、ポリウレタンフォーム、ポリエチレンフォームなどの高分子樹脂発泡体、ブタジエンゴム、イソブレンゴムなどのゴム性樹脂、感光性樹脂などが挙げられる。

【0042】

クッション層の厚みは特に限定されるものではないが、通常0.5～1.5mm程度であり、0.5～1.0mmであることが好ましい。

【0043】

クッション層の硬度は、アスカーア硬度で10～75度であることが好ましく、より好ましくは20～65度である。上記範囲外になると、被研磨材のユニフォーミティ（面内均一性）が低下する傾向にある。

【0044】

以下、本発明の第1の積層研磨パッドを製造する方法について説明する。図4は、本発明の積層研磨パッドの製造工程を示す概略図である。

【0045】

気泡分散ウレタン組成物14は、メカニカルフロス法により調製される。メカニカルフロス法とは、原料成分をミキシングヘッド15の混合室内に入れるとともに非反応性気体を混入させ、オーフラクスミキサー等のミキサーで混合攪拌することにより、非反応性気体を微細気泡状態にして原料混合物中に分散させる方法である。メカニカルフロス法は、非反応性気体の混入量を調節することにより、容易にポリウレタン発泡体の密度を調整することができるため好ましい方法である。

【0046】

微細気泡を形成するために使用される非反応性気体は可燃性でないものが好ましく、具体的には窒素、酸素、炭酸ガス、ヘリウムやアルゴン等の希ガスやこれらの混合ガスが挙げられ、乾燥して水分を除去した空気の使用がコスト的に最も好ましい。

【0047】

気泡分散ウレタン組成物を調製する際には、ポリアルキルシロキサンとポリエーテルの共重合体であって活性水素基を有しないシリコン系界面活性剤を原料成分中に添加しておくことが好ましい。かかるシリコン系界面活性剤としては、SH-190、SH-192（東レダウコーニングシリコン社製）、L-5340（日本ユニカ社製）等が好適な化合物として例示される。シリコン系界面活性剤の添加量は、ポリウレタン発泡体中に0.05重量%以上5重量%未満であることが好ましい。シリコン系界面活性剤の量が0.05重量%未満の場合には、微細気泡の発泡体が得られない傾向にある。一方、5重量%以上の場合には発泡体中の気泡数が多くなりすぎ、高硬度のポリウレタン発泡体を得にくい傾向にある。なお、必要に応じて、酸化防止剤等の安定剤、滑剤、顔料、充填剤、帯電防止剤、その他の添加剤を加えてよい。

【0048】

また、第3級アミン系等の公知のポリウレタン反応を促進する触媒を使用してもかまわない。触媒の種類や添加量は、気泡分散ウレタン組成物をクッション層上に吐出した後の流動時間を考慮して適宜選択する。

【0049】

クッション層9はコンベア16上を移動しており、気泡分散ウレタン組成物14は、ミキシングヘッド15の吐出ノズルから該クッション層9上に連続的に吐出される。クッション層9の移動速度や気泡分散ウレタン組成物14の吐出量は、研磨層の厚さを考慮して適宜調整する。

10

20

30

40

50

【0050】

その後、厚さを均一に調整しつつ気泡分散ウレタン組成物を硬化させることによりポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シート17を作製する。厚さを均一に調整する手段としては、例えば、ニップルロール、コーダーロールなどのロール18、ドクターブレードなどが挙げられる。厚さを均一に調整する際には面材22を用いてもよい。また、気泡分散ウレタン組成物の硬化は、例えば、厚さを均一に調整した後に、コンベア上に設けられた加熱オーブン内を通過させることにより行われる。加熱温度は40～100度であり、加熱時間は5～10分程度である。流動しなくなるまで反応した気泡分散ウレタン組成物を加熱、ポストキュアすることは、ポリウレタン発泡体の物理的特性を向上させる効果がある。

10

【0051】

前記ポリウレタン発泡体の平均気泡径は、30～80μmであることが好ましく、より好ましくは30～60μmである。この範囲から逸脱する場合は、研磨速度が低下したり、研磨後の被研磨材（ウエハ）のプラナリティ（平坦性）が低下する傾向にある。

【0052】

その後、得られた長尺積層シート17は、裁断機19により所定の形状に裁断されて積層研磨シート20となる。積層研磨シート20は、その後いくつかの工程を経て積層研磨パッド1となる。

【0053】

研磨層の厚みは特に限定されるものではないが、通常0.8～4mm程度であり、1.2～2.5mmであることが好ましい。

20

【0054】

また、研磨層の比重は、0.5～1.0であることが好ましい。比重が0.5未満の場合、研磨層の表面の強度が低下し、被研磨材のプラナリティ（平坦性）が悪化する傾向にある。一方、1.0より大きい場合は、研磨層表面での微細気泡の数が少なくなり、平坦化特性は良好であるが、研磨速度が悪化する傾向にある。

【0055】

また、研磨層の硬度は、アスカーダ硬度計にて、45～65度であることが好ましい。D硬度が45度未満の場合、被研磨材のプラナリティ（平坦性）が悪化する傾向にある。一方、65度より大きい場合は、プラナリティは良好であるが、被研磨材のユニフォーミティ（均一性）が悪化する傾向にある。

30

【0056】

また、研磨層の厚みバラツキは100μm以下であることが好ましい。厚みバラツキが100μmを越えるものは、研磨層に大きなうねりを持ったものとなり、被研磨材に対する接触状態が異なる部分ができ、研磨特性に悪影響を与える。また、研磨層の厚みバラツキを解消するため、一般的には、研磨初期に研磨層表面をダイヤモンド砥粒を電着、融着させたドレッサーを用いてドレッシングするが、上記範囲を超えたものは、ドレッシング時間が長くなり、生産効率を低下させるものとなる。

【0057】

研磨層の厚みバラツキを抑える方法としては、長尺積層シート17の表面をバフ機でバフィングする方法が挙げられる。また、長尺積層シート17を裁断した後に、積層研磨シート20の表面をバフィングして研磨層の厚みバラツキを抑えてもよい。なお、バフィングする際には、粒度などが異なる研磨材で段階的に行なうことが好ましい。

40

【0058】

本発明の第1の積層研磨パッドにおいて、積層研磨パッドの被研磨材と接触する研磨表面は、スラリーを保持・更新するための凹凸構造を有することが好ましい。発泡体からなる研磨層は、研磨表面に多くの開口を有し、スラリーを保持・更新する働きを持っているが、研磨表面に凹凸構造を形成することにより、スラリーの保持と更新をさらに効率よく行なうことができ、また被研磨材との吸着による被研磨材の破壊を防ぐことができる。凹凸構造は、スラリーを保持・更新する形状であれば特に限定されるものではなく、例えば、

50

X Y 格子溝、同心円状溝、貫通孔、貫通していない穴、多角柱、円柱、螺旋状溝、偏心円状溝、放射状溝、及びこれらの溝を組み合わせたものが挙げられる。また、これらの凹凸構造は規則性のあるものが一般的であるが、スラリーの保持・更新性を望ましいものにするため、ある範囲ごとに溝ピッチ、溝幅、溝深さ等を変化させることも可能である。

【0059】

前記凹凸構造の作製方法は特に限定されるものではないが、例えば、所定サイズのバイトのような治具を用いて機械切削する方法、所定の表面形状を有したプレス板で樹脂をプレスする方法、フォトリソグラフィにより作製する方法、印刷手法を用いて作製する方法、炭酸ガスレーザーなどを用いたレーザー光による作製方法などが挙げられる。

【0060】

一方、本発明の第2の積層研磨パッドを製造する方法について説明する。基本的には、上記第1の積層研磨パッドの製造方法と同様の方法であるが、1) 研磨層と接触する表面に凸部を有する長尺のクッション層を用い、該クッション層の凸部を有する表面上に気泡分散ウレタン組成物を吐出する点、及び2) クッション層表面の凸部と凸部との間に位置するように、研磨層表面に凹構造を形成する点が異なる。

【0061】

研磨層と接触する表面に凸部を有する長尺のクッション層は、例えば、1) 長尺シート状のクッション層表面をバイトのような治具を用いて機械的に研削して凸部を形成する方法、2) 所定の表面形状を有したプレス板で長尺シート状のクッション層表面を加熱プレスする方法、3) フォトリソグラフィや印刷手法を用いて凸部を形成する方法、4) 炭酸ガスレーザーなどを用いたレーザー光によって凸部を形成する方法などが挙げられる。また、凸部は、図4に示すように気泡分散ウレタン組成物14を吐出する前に凹凸ロール21を用いて連続的に形成してもよい。

【0062】

凸部の形状は特に制限されず、例えば図5に示すような矩形、図6に示すような円弧状、図7に示すような三角形状などが挙げられる。また、図8に示すように、クッション層表面の凸部は、研磨層表面の隣接する凹構造の間(1つの島部内)に2個以上有してもよい。

【0063】

クッション層の厚さ(凸部を含まない)は、0.5~1.5mmであることが好ましく、より好ましくは0.5~1mmである。

【0064】

クッション層表面の凸部と凸部との間に位置するように、研磨層表面に凹構造を形成する方法としては、例えば、クッション層の凸部を有する表面上に気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出し、該組成物の厚さを均一に調整した後に、所定の表面形状(研磨表面に凹構造を形成するための形状)を有するプレス板を用いて該組成物をプレスし、その後該組成物を加熱して反応硬化させる方法が挙げられる。ただし、クッション層表面の凸部と凸部との間に研磨層表面の凹構造が形成されるように、プレス時にプレス板の位置合わせを行う。

【0065】

また、気泡分散ウレタン組成物を硬化させて研磨層を形成した後に研磨層表面に凹構造を形成してもよい。凹構造の形成方法は特に限定されるものではないが、例えば、所定サイズのバイトのような治具を用いて機械切削する方法、フォトリソグラフィを用いて形成する方法、印刷手法を用いて形成する方法、炭酸ガスレーザーなどを用いたレーザー光にて形成する方法などが挙げられる。

【0066】

本発明の積層研磨パッドは、クッション層のプラテンと接着する面側に両面テープが設けられていてもよい。該両面テープとしては、基材の両面に接着層を設けた一般的な構成を有するものを用いることができる。基材としては、例えば不織布やフィルム等が挙げられる。積層研磨パッドの使用後のプラテンからの剥離を考慮すれば、基材にフィルムを用

10

20

30

40

50

いることが好ましい。また、接着層の組成としては、例えば、ゴム系接着剤やアクリル系接着剤等が挙げられる。金属イオンの含有量を考慮すると、アクリル系接着剤は、金属イオン含有量が少ないため好ましい。

【0067】

半導体デバイスは、前記積層研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を経て製造される。半導体ウエハとは、一般にシリコンウエハ上に配線金属及び酸化膜を積層したものである。半導体ウエハの研磨方法、研磨装置は特に制限されず、例えば、図1に示すように積層研磨パッド1を支持する研磨定盤2と、半導体ウエハ4を支持する支持台(ポリシングヘッド)5とウエハへの均一加圧を行うためのパッキング材と、研磨剤3の供給機構を備えた研磨装置などを用いて行われる。積層研磨パッド1は、例えば、両面テープで貼り付けることにより、研磨定盤2に装着される。研磨定盤2と支持台5とは、それぞれに支持された積層研磨パッド1と半導体ウエハ4が対向するように配置され、それぞれに回転軸6、7を備えている。また、支持台5側には、半導体ウエハ4を積層研磨パッド1に押し付けるための加圧機構が設けてある。研磨に際しては、研磨定盤2と支持台5とを回転させつつ半導体ウエハ4を積層研磨パッド1に押し付け、スラリーを供給しながら研磨を行う。スラリーの流量、研磨荷重、研磨定盤回転数、及びウエハ回転数は特に制限されず、適宜調整して行う。

【0068】

これにより半導体ウエハ4の表面の突出した部分が除去されて平坦状に研磨される。その後、ダイシング、ボンディング、パッケージング等することにより半導体デバイスが製造される。半導体デバイスは、演算処理装置やメモリー等に用いられる。

【実施例】

【0069】

以下、本発明を実施例を上げて説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0070】

[測定、評価方法]

(数平均分子量の測定)

数平均分子量は、GPC(ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィ)にて測定し、標準ポリスチレンにより換算した。

GPC装置：島津製作所製、LC-10A

カラム：Polymer Laboratories社製、(PLgel、5μm、500)、(PLgel、5μm、100)、及び(PLgel、5μm、50)の3つのカラムを連結して使用

流量：1.0ml/min

濃度：1.0g/l

注入量：40μl

カラム温度：40

溶離液：テトラヒドロフラン

(研磨層の平均気泡径の測定)

作製した研磨層を厚み1mm以下になるべく薄くミクロトームカッターで平行に切り出したものを平均気泡径測定用試料とした。試料をスライドガラス上に固定し、画像処理装置(東洋紡社製、Image Analyzer V10)を用いて、任意の0.2mm×0.2mm範囲の全気泡径を測定し、平均気泡径を算出した。

【0071】

(研磨層の比重の測定)

JIS Z 8807-1976に準拠して行った。作製したクッション層及び研磨層を4cm×8.5cmの短冊状(厚み：任意)に切り出したものを比重測定用試料とし、温度23±2、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定には比重計(ザルトリウス社製)を用い、比重を測定した。

10

20

30

40

50

【0072】

(研磨層のアスカーデ硬度の測定)

JIS K 6253-1997に準拠して行った。作製した研磨層を2cm×2cm(厚み:任意)の大きさに切り出したものを硬度測定用試料とし、温度23±2、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定時には、試料を重ね合わせ、厚み6mm以上とした。硬度計(高分子計器社製、アスカーデ型硬度計)を用い、硬度を測定した。

【0073】

(クッション層のアスカーア硬度の測定)

JIS K 6253-1997に準拠して行った。2cm×2cm(厚み:任意)の大きさに切り出したクッション層を硬度測定用試料とし、温度23±2、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定時には、試料を重ね合わせ、厚み6mm以上とした。硬度計(高分子計器社製、アスカーア型硬度計)を用い、硬度を測定した。

10

【0074】

(研磨特性の評価)

研磨装置としてSPP600S(岡本工作機械社製)を用い、作製した積層研磨パッドを用いて、研磨特性の評価を行った。初期研磨速度は、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1μm製膜したものを、約0.5μm研磨して、このときの時間から算出した。酸化膜の膜厚測定には、干渉式膜厚測定装置(大塚電子社製)を用いた。研磨条件としては、スラリーとして、シリカスラリー(SS12 キヤボット社製)を研磨中に流量150mL/min添加した。研磨荷重としては350g/cm²、研磨定盤回転数35rpm、ウエハ回転数30rpmとした。

20

【0075】

平坦性の評価は、8インチシリコンウエハに熱酸化膜を0.5μm堆積させた後、L/S(ライン・アンド・スペース)=25μm/5μm及び、L/S=5μm/25μmのパターンニングを行い、さらに酸化膜(TEOS)を1μm堆積させて、初期段差0.5μmのパターン付きウエハを作成した。このウエハを上述研磨条件にて研磨を行って、グローバル段差が2000以下になる時の、25μmスペースの底部分の削れ量を測定することで評価した。平坦性は値が小さいほど、優れている。

【0076】

面内均一性の評価は、8インチシリコンウエハに熱酸化膜が1μm堆積したものを用いて上記研磨条件にて2分間研磨を行い、図9に示すようにウエハ上の特定位置25点の研磨前後の膜厚測定値から研磨速度最大値と研磨速度最小値を求め、その値を下記式に代入することにより算出した。なお、面内均一性の値が小さいほどウエハ表面の均一性が高いことを表す。

30

面内均一性(%)={ (研磨速度最大値 - 研磨速度最小値) / (研磨速度最大値 + 研磨速度最小値) } × 100

(研磨層の溝詰まり評価)

研磨速度が2000 / min以下になるまでの研磨時間を累計した。

【0077】

(積層研磨パッドの剥がれ評価)

40

累計600分間研磨した後に研磨層とクッション層の積層状態を目視にて確認し、下記基準で評価した。

:剥離は全くない。

×:研磨パッドの端部で剥離が見られる。

【0078】

実施例1

トルエンジイソシアネート(2,4-体/2,6-体=80/20の混合物)32重量部、4,4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート8重量部、ポリテトラメチレングリコール(数平均分子量:1006)54重量部、及びジエチレングリコール6重量部を混合し、80で120分間加熱攪拌してイソシアネート末端プレポリマー(イソシア

50

ネット当量 : 2.1 m e q / g) を作製した。該イソシアネット末端プレポリマー 100 重量部、シリコン系界面活性剤 (東レ・ダウシリコーン社製、SH-192) 3 重量部を混合して 80 に温度調節した混合物 A を調製した。該混合物 A 80 重量部、及び 120 で溶融した 4,4'-メチレンビス (o- クロロアニリン) (イハラケミカル社製、イハラキュアミン MT) 20 重量部を混合チャンバー内で混合し、同時に空気を混合物中に機械的に攪拌することにより分散させて気泡分散ウレタン組成物を調製した。

表面バフ掛けをして厚さ 0.8 mm に調整したポリエチレンフォーム (東レ社製、トーレペフ) からなるクッション層を送り出しつつ、そのクッション層表面上に前記気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出した。そして、面材で気泡分散ウレタン組成物を覆い、二ップロールを用いて厚さを均一に調整した。その後、80 に加熱することにより該組成物を硬化させてポリウレタン発泡体からなる研磨層を形成して長尺積層シートを作製した。作製した長尺積層シートを適当な大きさに裁断し、80 で 6 時間ポストキュアして積層研磨シートを得た。そして、該積層研磨シートの研磨層表面に溝加工機 (東邦鋼機社製) を用いて溝加工を施して積層研磨パッドを作製した。

【 0079 】

実施例 2

表面バフ掛けをして厚さ 1.7 mm に調整したポリエチレンフォーム (東レ社製、トーレペフ) からなるクッション層を送り出しつつ、90 に加熱した凹凸ロールを回転させながらクッション層表面に押し付け、クッション層表面に凸部 (H : 0.13 mm, W : 8 mm) を一定間隔で形成した。該クッション層表面に実施例 1 で調製した気泡分散ウレタン組成物を連続的に吐出した。その後、実施例 1 と同様の方法で積層研磨シートを作製した。その後、該積層研磨シートの研磨層表面に、クッション層表面の凸部と凸部との間に位置するように溝加工機 (東邦鋼機社製) を用いて溝加工を施して積層研磨パッド (h : 1.3 mm, w₁ : 2 mm, w₂ : 12 mm) を作製した。

【 0080 】

比較例 1

実施例 1 で調製した気泡分散ウレタン組成物をパン型のオープンモールド内に流し込んだ。該組成物の流動性がなくなった時点でオープン内に入れ、80 で 6 時間ポストキュアを行いポリウレタン樹脂発泡体ブロックを得た。このポリウレタン樹脂発泡体ブロックをバンドソータイプのスライサー (フェッケン社製) を用いてスライスし、ポリウレタン樹脂発泡体シートを得た。次にこのシートをバフ機 (アミテック社製) を使用して、所定厚さになるように表面バフをし、厚み精度を整えたシートとした (シート厚み : 1.3 mm) 。このバフ処理をしたシートを所定の直径 (61 cm) に打ち抜き、溝加工機 (東邦鋼機社製) を用いてシート表面に溝加工を行って研磨層を作製した。その後、該研磨層の裏面に市販の不織布にポリウレタンを含浸させたクッション層を両面テープで貼り合わせて積層研磨パッドを作製した。

【 0081 】

実施例 1、2 及び比較例 1 にて得られた積層研磨パッドを使用して研磨試験を行い、研磨特性を評価した。その結果を表 1 に示す。

【表1】

	実施例1	実施例2	比較例1
積層方法	一体型	一体型	両面テープ
研磨表面側の凹構造	XY溝	XY溝	XY溝
研磨層の厚さ(h)	1.3	1.3	1.3
研磨層の島部の幅(w ₂)	12	12	12
研磨表面の溝幅(w ₁)	2	2	2
クッショングラフ表面の凸部形状	—	矩形	—
クッショングラフ表面の凸部の高さ(H)	—	0.13	—
クッショングラフ表面の凸部の幅(W)	—	8	—
H/h	—	0.1	—
h-H	—	1.17	—
W/w ₁	—	4	—
w ₂ -W	—	4	—
平均気泡径(μm)	53	53	53
研磨層の比重	0.86	0.87	0.87
研磨層のD硬度	52	53	54
クッショングラフ層のA硬度	36	36	56
初期研磨速度(Å/min)	2250	2230	2300
平坦性(Å)	2650	2300	2750
面内均一性(%)	9	7	10
溝詰まり評価(分)	1000以上	1000以上	1000以上
剥がれ評価	○	○	×

【0082】

表1の結果より、本発明の積層研磨パッドは、研磨層とクッショングラフ層との間で剥離することがなく、かつスラリーや研磨屑等による溝詰まりが長時間発生しにくいことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】CMP研磨で使用する研磨装置の一例を示す概略構成図

【図2】従来の積層研磨パッドの概略構成図

【図3】本発明の積層研磨パッドの概略構成図

【図4】本発明の積層研磨パッドの製造工程を示す概略図

【図5】本発明の他の積層研磨パッドの概略構成図

【図6】本発明の他の積層研磨パッドの概略構成図

【図7】本発明の他の積層研磨パッドの概略構成図

【図8】本発明の他の積層研磨パッドの概略構成図

【図9】ウエハ上の膜厚測定位置25点を示す概略図

【符号の説明】

【0084】

1：積層研磨パッド

2：研磨定盤

3：研磨剤(スラリー)

4：被研磨材(半導体ウエハ)

5：支持台(ポリシングヘッド)

6、7：回転軸

8：研磨層

9：クッショングラフ層

10：凹構造

10

20

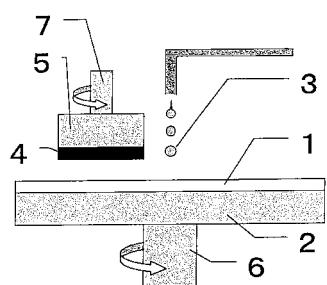
30

40

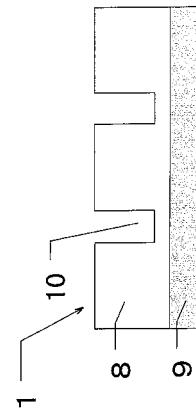
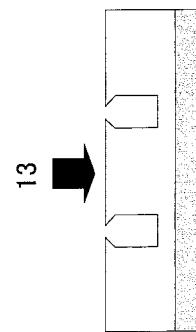
50

- 1 1 : 凸部
 1 2 : 凹部
 1 3 : 圧力
 1 4 : 気泡分散ウレタン組成物
 1 5 : ミキシングヘッド
 1 6 : コンベア
 1 7 : 長尺積層シート
 1 8 : ロール
 1 9 : 裁断機
 2 0 : 積層研磨シート
 2 1 : 凹凸ロール
 2 2 : 面材
- 10

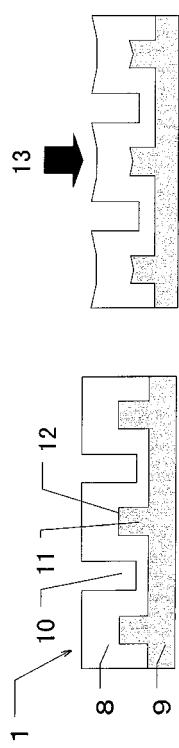
【図1】



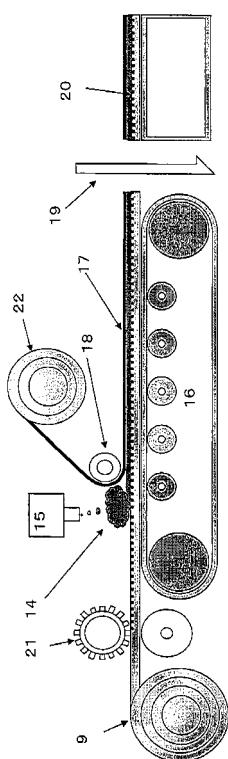
【図2】



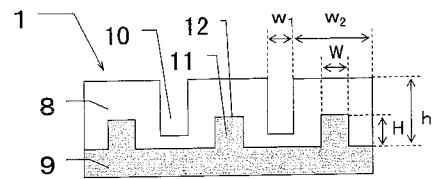
【図3】



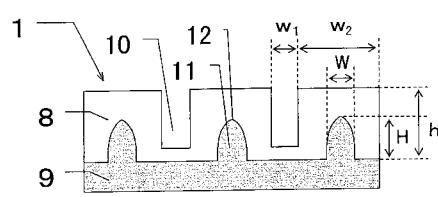
【図4】



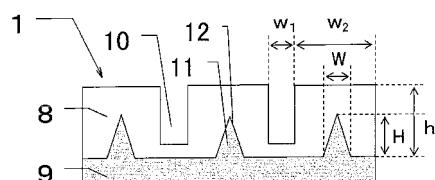
【図5】



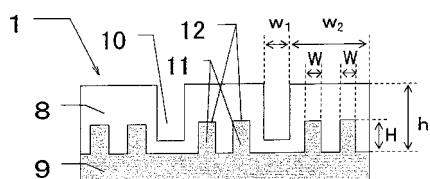
【図6】



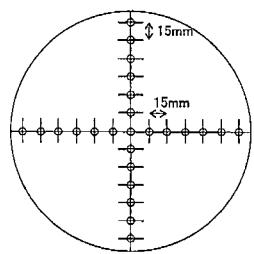
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 堂浦 真人

大阪府大阪市西区江戸堀1丁目17番18号 東洋ゴム工業株式会社内

審査官 上田 真誠

(56)参考文献 特開2004-042244 (JP, A)

特表2004-524676 (JP, A)

実開昭61-187657 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00

H01L 21/304