

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5485978号
(P5485978)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int. Cl.		F I		
H01L 21/304	(2006.01)	H01L 21/304	622F	
B24B 37/24	(2012.01)	B24B 37/00	L	
C08J 5/14	(2006.01)	C08J 5/14	CER	
		C08J 5/14	CEZ	

請求項の数 24 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-502929 (P2011-502929)	(73) 特許権者	507255732
(86) (22) 出願日	平成20年10月2日 (2008.10.2)		イノパッド、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2011-517853 (P2011-517853A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
(43) 公表日	平成23年6月16日 (2011.6.16)		1887 ウィルミントン パラードベール
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/078610		ストリート 265 ユニットナンバー2
(87) 国際公開番号	W02009/123659	(74) 代理人	110000578
(87) 国際公開日	平成21年10月8日 (2009.10.8)		名古屋国際特許業務法人
審査請求日	平成23年9月30日 (2011.9.30)	(72) 発明者	リフブル ポール
(31) 優先権主張番号	61/041, 422		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
(32) 優先日	平成20年4月1日 (2008.4.1)		1983 トップスフィールド ハイリッジ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ロード 8

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空隙形成が制御された研磨パッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

化学機械的平坦化研磨パッドを形成する方法において、

ファブリックの形態の要素網状構造、およびポリマーと反応性プレポリマーとのうちの少なくとも1つを含む組成物を用意するステップであって、前記ポリマーまたは反応性プレポリマーを金型内で前記要素網状構造全体にわたり送り出すステップと、

前記組成物に第1の気体を導入するステップと、

前記気体を用いて前記組成物中に複数の空隙を生成し、前記空隙は $0.1 \mu\text{m}^3 \sim 1,000,000 \mu\text{m}^3$ の空間を画定するステップと、

前記ファブリックの形態の前記要素網状構造を含む研磨パッドを形成するステップであって、前記ファブリックは、前記パッドに形成された複数の空隙を含む前記ポリマーまたは前記反応性プレポリマーの中に分散され、前記要素網状構造の少なくとも一部分は前記空隙の少なくとも一部分に連結されるステップと、を含み、

前記要素網状構造は複数の可溶性繊維を含み、その可溶性繊維は $0.1 \text{mm} \sim 500 \text{m}$ の範囲の長さおよび $0.1 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲の直径を有し、前記化学機械的平坦化研磨パッドにおいて体積で $2\% \sim 75\%$ の範囲のレベルで存在する、

方法。

【請求項2】

前記組成物が、揮発して気体を提供する構成要素を含み、

前記組成物に対して第1の気体を導入する前記ステップが、前記構成要素により達成さ

10

20

れる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

化学反応、熱反応および熱に対する曝露のうちの少なくとも 1 つの結果として、前記構成要素が揮発する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記構成要素が発泡剤を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記構成要素は要素網状構造に含まれる、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 6】

前記組成物に第 1 の気体を導入する前記ステップが、気体を発生させる条件下に前記組成物内部の発泡剤をさらすことによって達成される、請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記発泡剤が前記要素網状構造の中に組み込まれているかまたは前記要素網状構造の上を覆っている、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記組成物が、前記要素網状構造を金型内に入れることと、その後ポリマーおよび反応性プレポリマーのうちの少なくとも 1 つを金型に導入することとによって提供される、請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

20

前記第 1 の気体が、金型内での前記組成物のゲル化の間に前記組成物に導入される、請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記要素網状構造が相互に連結している、請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記要素網状構造がパッド内部の一層の中に提供されている、請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記要素網状構造の少なくとも一部分が親水性である、請求項 1 ~ 11 の何れか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 13】

前記繊維がシートの形で提供される、請求項 1 ~ 12 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

前記要素網状構造が長さ、幅および厚みを有し、前記長さ、幅および厚みの少なくとも 1 つを前記ポリマーまたは前記反応性プレポリマーの 1 つの存在下での力の印加により変化させ、前記力を除去し、前記長さ、幅および厚みのうちの少なくとも 1 つの値を変化させて 1 つまたは複数の空隙を形成する、請求項 1 ~ 13 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 1 の気体が空気を含む、請求項 1 ~ 14 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 16】

40

化学機械的平坦化研磨パッドを形成する方法において、

要素網状構造と、ポリマーおよび反応性プレポリマーのうちの少なくとも 1 つとを含む組成物を用意するステップであって、前記要素網状構造がファブリックの形態の複数の繊維を含み、前記要素網状構造が長さ、幅および厚みを有し、前記ファブリックが 1 . 0 ~ 99 % の弾性回復を示すステップと、

前記長さ、幅および厚みの少なくとも 1 つを前記ポリマーまたは反応性プレポリマーの 1 つの存在下での力の印加によって変化させるステップと、

前記力を除去するステップであって、前記ファブリックが回復して前記長さ、幅および厚みのうちの少なくとも 1 つの値を再度変化させて 1 つまたは複数の空隙を形成するステップと、

50

前記ファブリックの形態の前記要素網状構造を含む研磨パッドを形成するステップであって、前記ファブリックは、そのパッドに形成された複数の空隙を含む前記ポリマーまたは前記反応性プレポリマーの中に分散され、前記要素網状構造の少なくとも一部分は前記空隙の少なくとも一部分に連結されるステップと、を含む

方法。

【請求項 17】

ポリマーおよび反応性プレポリマーの少なくとも何れかの内部に分散したファブリックの形態の要素網状構造であって、前記ファブリックは 1.0 ~ 99% の弾性回復を示す要素網状構造と、

パッド内に形成された複数の空隙と、を含み

前記要素網状構造の少なくとも一部分が前記空隙の少なくとも一部分に連結され、

前記空隙は $0.1 \mu\text{m}^3 \sim 1,000,000 \mu\text{m}^3$ の空間を画定し、

前記要素網状構造は、複数の可溶性繊維を含み、その可溶性繊維は前記化学機械的平坦化研磨パッドにおいて体積で 2% ~ 75% の範囲の量であり、前記可溶性繊維は、 $0.1 \text{mm} \sim 500 \text{mm}$ の範囲の長さおよび $0.1 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲の直径を有し、

前記空隙の少なくとも一部分は前記要素網状構造の少なくとも一部分を含む、

化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 18】

空隙が、 $100 \mu\text{m}^3 \sim 1,000,000 \mu\text{m}^3$ の空間を画定している、請求項 17 に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 19】

前記空隙がパッドの体積の 10% ~ 75% を構成している、請求項 17 または請求項 18 に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 20】

前記空隙がパッドの体積の 5% ~ 25% を構成している、請求項 17 または請求項 18 に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 21】

前記要素網状構造が相互に連結している、請求項 17 ~ 20 の何れか 1 項に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 22】

前記要素網状構造がパッド内部の 1 層の中に提供されている、請求項 17 ~ 21 の何れか 1 項に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 23】

前記要素網状構造の少なくとも一部分が親水性である、請求項 17 ~ 22 の何れか 1 項に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【請求項 24】

前記要素網状構造が複数の繊維を含み、

前記繊維がシートの形で提供される、請求項 17 ~ 23 の何れか 1 項に記載の化学機械的平坦化研磨パッド。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、全体が参照により本明細書に援用されている 2008 年 4 月 1 日に提出された米国仮特許出願第 61/041,422 号明細書の利益を請求するものである。

【発明の詳細な説明】

【0002】

[技術分野]

本発明は、シリコンなどの比較的平坦なまたは薄い半導体材料から形成される半導体デバイスなどの研磨材料に使用するための化学/機械的な研磨パッドに関する。研磨パッドは、空隙を含む繊維質ポリマーマトリクスを含んでいてもよく、空隙の幾何形状、分布、

10

20

30

40

50

サイズなどは製造プロトコルにより目標レベルに調節される。

[背景技術]

半導体ウェハー、ブランケットシリコンウェハーおよびコンピュータハードディスクなどのマイクロエレクトロニクスデバイスの製造におけるプロセスステップとしてCMP（化学機械的平坦化）を適用するにあたっては、研磨剤含有スラリーまたは研磨剤を含まないスラリーと併せて研磨パッドを使用して、デバイスの表面の平坦化に作用を及ぼしてもよい。概して、オングストロームのオーダーで測定されるデバイスの表面の高度の平坦性を達成するためには、スラリー流をデバイスの表面とパッドとの間に均等に分布させなくてはならない。スラリーのこのような均等な分布を促進するため、研磨パッド上に複数の溝またはくぼみ構造が具備されてもよい。複数の溝は、個々に0.010インチから0.050インチの溝幅、0.010インチから0.080インチの深さを有し、隣接する溝との間で0.12インチから0.25インチの間隔をそれぞれ有していてもよい。

10

【0003】

溝は上述の利点をもたらすかもしれないが、それでも、半導体ウェハー上にてダイ（または単一マイクロチップ）レベルでの局所的な平坦度をもたらすには充分でないかもしれない。これは、マイクロチップ上の相互連結部などの個々のフィーチャーと溝との差が比較的大きいことに起因する可能性がある。例えば最先端のULSIおよびVLSIマイクロチップは、研磨パッド上の個々の溝の幅および深さよりも何倍も小さいおよそ0.35マイクロメートル（0.000014インチ）というフィーチャーサイズを有する可能性がある。さらに、マイクロチップ上のフィーチャーサイズは同様に、隣接する溝の間隔の数千分の1の大きさであり、その結果、フィーチャーサイズレベルでのスラリーの不均等な分布がもたらされるかもしれない。

20

【0004】

局所的なフィーチャースケールの平坦度の均等性を改善する取り組みにおいて、CMPパッド製造業者は、一部のケースにおいて、パッドの表面上に凹凸すなわち高低部を設けた。これらの凹凸は、20マイクロメートルから100マイクロメートル超までの範囲のサイズを有し得る。このような凹凸は、溝に比べてマイクロチップのフィーチャーサイズにより近いサイズを有し得るものの、その形状およびサイズは研磨プロセス中に変化する可能性があり、ダイヤモンド研磨粒子が取り付けられたコンディショナを用いて研磨パッドの表面を研削することによる連続的な再生を必要とするかもしれない。コンディショナ上のダイヤモンド研削粒子は、パッド、スラリーおよびデバイスの表面の間の摩擦接触の結果として変形される凹凸表面を連続的にこすり落とし、新しい凹凸を露出させて平坦度の一貫性を維持する。しかしながら、コンディショニングプロセスは、変形した凹凸を切断する鋭いダイヤモンド粒子を利用するかもしれないことから、不安定であり得る。変形した凹凸の切断は十分に制御されない可能性があり、凹凸のサイズ、形状および分布の変化の結果として、今度は平坦度の均一性の変動が引き起こされるかもしれない。その上、コンディショニングから生成される摩擦熱も、せん断係数、硬度および圧縮率などの特性を含むパッドの表面特性を変化させることにより、平坦度の不均一性に影響する可能性がある。

30

[発明の概要]

40

化学機械的平坦化研磨パッドを形成する第1の方法が提供され、その方法は、要素網状構造と、ポリマーおよび反応性プレポリマーのうちの少なくとも1つとを含む組成物を用意するステップを含む。その後、組成物に対し気体を導入し、この気体を利用して組成物中に複数の空隙を生成してもよい。

【0005】

化学機械的平坦化研磨パッドを生成する第2の方法が提供され、その方法は、要素網状構造とポリマーおよび反応性ポリマーのうちの少なくとも1つとを含む組成物を提供するステップを含む。要素網状構造は、長さ、幅および/または厚みの寸法を有し、前記長さ、幅または厚み寸法の1つはポリマーまたは反応性プレポリマーの1つの存在下で力が加わることによって変化する。力が除去された際に、前記長さ、幅または厚み寸法の少なく

50

とも1つの値が変化し、これにより次に1つまたは複数の空隙が形成されることになる。第2の方法は、単独でおよび/または第1の方法と組合せて使用されてもよい。ポリマーと反応性プレポリマーの組合せも用いられてもよい。

【0006】

ポリマー内部に分散した要素網状構造、パッド内に形成された複数の空隙、および空隙の少なくとも一部分に連結された要素網状構造の少なくとも一部分、を含む化学機械的平坦化研磨パッドも同様に提供されている。

【0007】

本開示における上述のおよびその他の特徴、並びにそれらに到達する方法は、添付図面と併せて本明細書中で記述されている以下の実施形態の説明を参照することにより、さら

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ポリマーマトリクス内の空隙の一実施例である。

【図2】ポリマーマトリクス内の空隙の別の実施例である。

【図3】空隙を形成するためのポリマーマトリクススタック内のくぼみの一実施例である。

【図4】空隙率に対する含水量の効果を示す表である。

【図5】空隙率に対するファブリック予熱の効果を示す表である。

【図6】空隙率に対する金型内部の隙間高さの効果を示す表である。

20

【図7】40ミルの金型隙間高さに対する空隙率を示すパッド横断面の走査電子顕微鏡写真である。

【図8】10ミルの金型隙間高さに対する空隙率を示すパッド横断面の走査電子顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[発明の詳細な説明]

本開示は、以下の説明に記載され、あるいは図面中に例示されている構造の詳細および構成要素の配置の応用において限定されるものではないと認識され得る。本明細書中の実施形態は、その他の実施形態となることもでき、また、さまざまな方法で実践または実施可能な実施形態である。同様に、本明細書中で使用されている表現および用語は、記述を目的としたものであって、限定的なものとはみなされるべきではないと認識され得る。本明細書における「including(～を含む)」、「comprising(～を含む、構成する)」、または「having(～を有する)」およびこれらの語尾変化形態の使用は、列挙される事項およびその同等物ならびに付加的な事項を包含するように意図されている。別段の限定がないかぎり、「連結される(connected)」、「結合される(coupled)」および「取付けられる(mounted)」並びにこれらの語尾変化形態は、本明細書中において広義で用いられ、直接的および間接的連結、結合および取付けを包含する。さらに、「連結される(connected)」および「結合される(coupled)」並びにこれらの語尾変化形態は、物理的または機械的連結または結合に限定されない。

30

40

【0010】

本開示は、シリコンウェハーなどの基板を研磨または平坦化するプロセスにおいて使用され得る化学機械的平坦化研磨パッドに関する。研磨パッドマトリクスには、ポリウレタン、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリフェニレンスルフィド、エポキシ、さまざまなポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリオレフィン、ポリアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリビニルクロリド、ポリビニルアルコールおよび/または上記のもの誘導体またはコポリマーを含む熱可塑性または熱硬化性ポリマーを含んでもよい。一実施例においては、研磨パッドマトリクス(すなわち所定のパッドにより画定される体積)は、ポリウレタンプレポリマーを含んでもよく、およびウレタンプレポリマーを架橋

50

しおよび/または重合するために供給される硬化剤を含んでもよい。

【0011】

研磨パッドは、ポリマー内部に分散された相互連結するおよび/または相互連結しない要素の網状構造などの数多くの要素を含んでもよい。要素は繊維で形成されてもよい。繊維は、(例えば、水性スラリーなど、パッドが研磨に使用される場合にパッドと共に用いられるスラリー中で)可溶性を示してもよいし、不溶性でもよく、またはそれらの混合であってもよい。さらに、繊維は、その中の全ての値および増分を含めて0.1mm~500mmの範囲内の長さ、その中の全ての値および増分を含めて0.1 μ m~100 μ mの範囲内の直径を有していてもよい。網状構造はファブリック(fabric)として設けられてもよい。ファブリックは、織布(woven)または不織布(non-woven fabric)であってもよい。不織布には、例えば梳き毛(carded)、スパンボンド(spunbond)またはメルトブロー布(melt blown fabric)が含まれてもよい。このようなファブリックは、概してシート形状で提供され、一面の平坦(平面)材料(例えば長さおよび幅に比べ厚みが小さいもの)であることを特徴としていてもよく、その材料は一般に1本のロールとして製造されるかまたはその他の形で提供されてもよい。他の材料のシートは、繊維質マットを含んでもよい。

10

【0012】

要素は所定の体積でポリマー内に存在してもよい。例えば、要素は、その中の全ての値および増分を含めて研磨パッドの2~75体積%の範囲内で存在してもよい。要素は、研磨パッド自体の内部で比較的均等に分布してもよい。すなわち研磨パッドの所定の部分について、実質的に同じ体積の要素が存在してもよい。さらに、要素は研磨パッドの体積全体を通して層状に配置されてもよく、こうしてポリマーの1層が存在し次に要素の層が存在してもよい。要素を研磨パッドのまわりに或る幾何形状で配置してもよいということも同様に意図されている。例えば、要素をらせんとして、同心円状の輪の形または菱形または類似の交差パターンで配置してもよい。

20

【0013】

研磨パッドは同様に、以下では「空隙」と呼ぶ複数の細孔または空隙を含んでもよい。本発明において、空隙は、予備形成されおよび構造化された空隙体積を有する任意の外部追加物を使用することなく形成されてもよい。細孔または空隙は、その中の全ての値および増分を含めて0.1 μ m³~1,000,000 μ m³の空間、例えば100 μ m³~1,000,000 μ m³の空間を画定し得る。空隙は、ポリマーの内部での物理的または化学的相互作用によって形成されてもよい。例えば、個々の要素を加湿するポリマーの機能は空隙の創出に影響を及ぼすかもしれない。すなわち、ポリマーによる個々の要素の加湿が不十分である場合、空隙は個々の要素のまわりに作り出されるかもしれない、あるいはポリマーが個々の要素を十分に加湿した場合、空隙は実質的に削減されおよび/または消失するかもしれない。

30

【0014】

この概念から発展させて、繊維表面との特異な接触角度を提供する所定のポリマー樹脂を選択して、液体樹脂が繊維網状構造内部で硬化した際に、所望の空隙サイズが生み出され得るようにしてもよいということが認識され得る。液体樹脂(硬化前)と選択された繊維の表面との間などの接触角度が、親水性表面が疎水性樹脂と結び付けられるよう調整され、接触角度が比較的高く(すなわち90度超)なるようにすることが意図されている。同様に、疎水性表面を親水性樹脂と組合せて利用してもよいことも認識され得る。さらに、その疎水性または親水性の点で中間であり得る樹脂/繊維の組合せを使用し、ここでもまた硬化の際、所望の空隙体積が生成され得る。

40

【0015】

図1に示されている一実施例においては、細孔102は、ポリマーマトリクス106(すなわちポリマーが占有する体積)における要素網状構造104に連結されていなくてもよい。図2に示されている別の実施例においては、細孔202は、ポリマーマトリクス206における要素網状構造204と連結されていてもよい。図2を見れば分かるように、

50

空隙は、1つ以上の要素の全てまたは一部分をとり囲んでいてもよい。図示されているように、要素網状構造204の一部分は、細孔/空隙202の少なくとも一部分の内部にあってもよい。換言すると、細孔/空隙202の少なくとも一部分は各々、要素網状構造104の少なくとも一部分を収納し得る体積を有していてもよい。

【0016】

別の実施例では、要素内に添加物を取り込むかまたは、揮発して気体を形成しひいては所定の空隙サイズおよび分布を形成しうる添加剤で要素をコーティングすることによって、空隙が形成されてもよい。したがって、この添加剤は、熱にさらされることにより、気体を放出し得るかまたは膨張を引き起こし得る化学反応または熱反応のいずれかにおいて空隙をもたらしてもよい。当業者であれば、こうして、所定の環境条件（例えば熱）に対してさらされる際に気体を発生させる化学構成要素として理解してもよい発泡剤を使用し得る、ということが認識できる。加えて、中空繊維の利用により、空隙が作り出されてもよい。1つの実施例において、繊維は、加熱時点で伸長するかまたは気体を放出し得る。さらに、レーザー、紫外線、照射などの所定のエネルギー源により活性化された際に、空隙が作り出されてもよい。

10

【0017】

図3に示されているさらなる実施例では、複数の要素304を含むポリマーマトリクス306の層を積重ねることで空隙が作り出されてもよく、ここでポリマーマトリクス306層は表面310内にくぼみ308を含んでいてもよい。くぼんだ表面310は、層が積重ねられた際に空隙を形成し得る。追加的な実施例では、ポリマーマトリクスに亀裂を入れて空隙を形成してよく、あるいはレーザー、エッチングまたはエンボス加工を用いて空隙を形成してもよい。

20

【0018】

空隙は、ポリマーマトリクスの内部に空隙体積を形成し得る。そして、所定の体積百分率のポリマーマトリクスが空隙を画定する。1つの実施例においては、空隙体積は、その中の全ての値および増分を含めて、研磨パッドの所定の体積の5%~25%の範囲内にあってもよい。別の実施例では、空隙体積は、その中の全ての値および増分を含めて、研磨パッドの所定の体積の10%~75%の範囲内にあってもよい。

【0019】

空隙は、研磨パッド自体の内部に比較的均等に分布していてもよい。すなわち、研磨パッドの所定の一部分につき、実質的に同じ空隙体積が存在してもよい。さらに、空隙を研磨パッドの体積全体にわたり層状に配置し、空隙の層が存在し次にポリマーマトリクスの層が存在するようにしてもよい。空隙を研磨パッドのまわりにおいて或る幾何形状に配置してもよいということも意図されている。例えば空隙を、らせんとして、同心円状に軸の形または菱形または類似の交差パターンで配置してもよい。

30

【0020】

研磨パッドは、ポリマーまたはプレポリマー、任意の硬化剤または添加剤および要素を前処理することによって形成されてもよい。その後、プレポリマーを、硬化剤または追加的な添加剤と組合せ、金型内で要素全体にわたり送り出してもよい。重合が進むまで、設定温度または設定温度プロファイルに金型を保ち、研磨パッドを得てもよい。プレポリマーと硬化剤との反応は結果として、比較的分子量の高いポリマーをもたらす、それは硬化または（架橋が発生する場合には）ゲル化と理解してもよい。次に研磨パッドを取り出し、所定の時間および温度でオープン内で副次的に硬化させてもよい。

40

【0021】

研磨パッドがひとたび硬化すると、研磨パッドの表面を溶かすかバフ磨きして、あらゆる表面層を除去してもよい。任意の溝、刻み目または打ち抜き穴を付加してもよい。感圧接着剤などの接着剤を用いて研磨パッドをサブパッドに積層してもよい。

【0022】

上述のことから発展させて、プレポリマーは反応性であってよく、それ自体10,000以下の数平均分子量を有していてもよい。例えば、プレポリマーは反応性末端基を含ん

50

でいてよく、次にこれらを硬化剤により接合させてよく、ここで硬化剤は、反応性プレポリマー用の共反応体として理解されてもよい。例えば、プレポリマーは、反応性有機塩基性末端基を含んでいてもよく、具体的には、アミノ(-NH₂)またはヒドロキシル(-OH)末端ポリエーテルを含んでいてもよく、また硬化剤は、2つ以上のイソシアネート基を含むイソシアネート(-NCO)化合物を含んでいてもよい。反応性プレポリマーは、また、ヒドロキシル末端ポリエステル類またはヒドロキシル末端ポリジエン類、例えばヒドロキシル末端ポリジエン、例えばヒドロキシル末端ポリブタジエンをも含んでいてもよい。さらに、認識できるように、硬化剤(ジイソシアネート化合物)と反応性プレポリマーの組合せを、未反応イソシアネートが幾分かの残留レベル(例えば5.0重量パーセント以下または0.1~5.0重量パーセント以下)で残るような形で調整した際に、次に、選択された量の水を導入してよく、この水はこのときイソシアネートと反応して二酸化炭素を形成し、指摘されている通り、この二酸化炭素に依存して、パッド内部に空隙を形成してもよい。

10

【0023】

この点において、水は、イソシアネートと組合せられた場合に発泡剤として理解されてもよく、したがって、水は空隙を提供するために使用されてもよい気体供給源となる他の構成要素でもよい。その他の発泡剤は、転位することで、気体状態に転換するおよび/または気体形態に転換するのに十分な蒸気圧をそれ自体有するあらゆる有機化合物を含んでもよく、当該有機化合物は、当然ながらパッド内部に空隙を提供する。概して、熱にさらされた際に転位するかまたは気体に転換する構成要素を使用してもよい。例えば、AIBNまたは比較的分子量のフレオンまたはハロゲン化フレオン型化合物を利用してもよい。例えば、クロロトリフルロメタン(CTFN)を使用してもよい。したがって、発泡剤には、圧力が放出された際に膨張する圧縮ガス、浸出した際に細孔を残す可溶性固体、気体になる際に気泡を発生させる液体、そして熱の影響下で分解または反応して気体を形成する化学的作用物質が含まれてもよい。化学的発泡剤は、重炭酸アンモニウムまたはナトリウムなどの単純な塩から、複雑な窒素放出剤(AIBN)までの範囲にわたる。

20

【0024】

より具体的な実施形態として、ヒドロキシル末端ポリエーテルとジイソシアネート末端化合物とを組合せ、発泡剤(例えば約5.0重量%以下の発泡剤)の存在下で反応させてポリウレタンを形成してもよい。ジイソシアネートは、脂肪族および/または芳香族タイプのジイソシアネート化合物の両方を含んでいてもよい。例えばジイソシアネート化合物はメチレンビスフェニルジイソシアネート(MDI)またはトルエンジイソシアネート(2,4-TDIまたは2,6-TDI)を含んでいてもよい。ポリエーテルは、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシドおよび/またはポリエチレン-ポリプロピレンコポリマーを含んでいてもよい。このようなポリエーテルは、約10,000以下の分子量を有していてもよい。さらに、所望レベルの一定の架橋を誘発するべく2を超える官能価を有するイソシアネート化合物を含んでもよい。

30

【0025】

以上で説明したポリウレタン調合物はまた、増量剤も含んでいてもよい。増量剤は、比較的分子量の化合物であつてもよく、当該増量剤は、反応性プレポリマーと反応し全体的により高い分子量をもたらし得ると理解されても良い。概して、このような増量剤は、例えば、比較的低い分子量(500以下)のジヒドロキシ化合物および/またはジアミン化合物などの化合物である。このようなジヒドロキシ化合物および/またはジアミン化合物としては、脂肪族および/または芳香族の部分上でのジヒドロキシおよび/またはジアミン官能基を使用してもよい。

40

【0026】

本発明によれば、本明細書中で研磨パッドを形成するための組成物には、(例えば数平均分子量が10,000を超えるような比較的高い分子量の)ポリマーの1つ、または反応性プレポリマー(指摘された通り、10,000以下の数平均分子量)の組成物が含まれていてもよいということがここで認識され得る。したがって、ポリマーは、加熱される

50

ことが可能で、流動した後により低温で凝固して研磨パッド製品を提供するポリマーの1つであってもよい。したがって反応性プレポリマーは、(共反応体の存在下で)比較的高い分子量(例えば10,000を超える数平均分子量)まで硬化され得るものであってもよい。さらに、本明細書においては、上記で再度示唆した通り、反応性プレポリマー/硬化剤の組合わせの形で、上記で示唆した通りのポリマーを利用してよい、ということも意図されている。

【0027】

ここで、要素網状構造として繊維が利用され、このような繊維がその繊維に付随する特定のレベルの水/水分(例えば0.1~5.0重量%)を有する場合、イソシアネートの存在下の水は、気体を発生させ、構成要素が面する界面において、繊維上に空隙を形成し得ることが認識され得る。すなわち、反応性プレポリマーとの反応のために主として標的にされるジイソシアネート反応体は、繊維上またはその繊維内部で、水分が大気レベルの残留水と接触し、反応して二酸化炭素ガスを生成し、かくして、繊維と直接結び付けられた空隙(例えば繊維の全てまたは一部分をとり囲む空隙)を生じさせる。換言すると、そのような結果、網状構造の少なくとも一部分がそのような空隙の内部にあるか、あるいはそのような空隙の少なくとも一部分が要素網状構造の一部分を含む。残留水を含むファブリック材料が、より高い相対的空隙率レベルを提供しやすいということが認識されるかもしれない。

10

【0028】

平坦化または研磨中に研磨パッドが摩滅するにつれて、要素および/または空隙が露出するかもしれない。要素および/または空隙が研磨溶液と接触した際に可溶性を示し得る場合、要素および/または空隙は、さまざまな幾何形状の空隙を提供する可能性がある。

20

【0029】

水性スラリーのような、パッドを研磨に使用する場合にパッドと共に使用されるスラリーの中に、可溶性の要素網状構造が混合された状況でこのような空隙が特に有用である得ることが、さらに認識できる。このような可溶性の要素網状構造(例えば可溶性繊維)が使用され、この要素網状構造が溶解する場合、要素網状構造が占有する空間は、このときスラリーによって占有されてもよい。ここでは、空隙が繊維のまわりに形成されているため、繊維がひとたび溶解すると、このときスラリーが占有し得る空間体積は空隙の増加体積分だけ増大する。こうして、このようなパッドはより大きい量のスラリーを保持することができる。

30

【0030】

プロセス条件に関しては、特にポリマーと共に提供される含水量、界面活性剤のレベルによって、要素網状構造の予熱によっておよび金型内部の隙間高さの変更によって、空隙率は変動し得るとということが分かっている。

【0031】

図4は、0.1%から0.2%までの界面活性剤レベルの増大に伴って、ポリマー(ウレタン)内の含水量が0.5%から1%まで増加し、パッドの空隙率が増加してパッド密度が減少することを示している。

【0032】

図5は、要素網状構造(ファブリック)が予熱された場合、図4に示された空隙率に比べて空隙率が減少し、パッド密度は増大することを示している。

40

図6は、金型の隙間高さが130ミル(0.130インチ)から100ミル(0.100インチ)まで変更された場合、空隙の発生が可能であり、空隙率は気体の不在下で、形成されたポリマーと連結する要素網状構造(ファブリック)に対して増大され得る、ということを示している。すなわち、以下でより完全に説明されているように、ポリマー内部の所定の圧縮からのファブリックの弾性回復などのような主として機械的手段として理解され得るものに起因して、空隙が形成され得る。

【0033】

まず第1に、図6における隙間高さに対する言及が、金型内に封入された体積の高さに

50

対する言及であるということは、指摘するに値する。この特定の実施例において、金型は同様に約34インチの幅および34インチの長さも有していた。しかしながら、研磨パッドの生産に適すると考えられるあらゆる金型寸法が本明細書において意図されている。さらに、金型は、外気と連通する比較的小さい開口部をも含むようになっていてよく、こうして、金型を通気させてもよいしおよび/または金型内に空気を引き込んで空隙を形成させてもよい。すなわち、図6に示されているデータに関して、利用されるファブリックは、約130ミルの特定の厚みを有していた。したがって、約130ミルの隙間高さが備わった金型内に設置された場合、ファブリックは有意な圧縮を受けない。あるいは、100ミルの金型隙間高さがこの同じ厚み130ミルのファブリックに適用される場合、そのときファブリックは圧縮されるということが認識できる。次に、このような圧縮の解除時点でファブリックは反発でき（例えば弾性回復）、そのとき金型内およびポリマー内に空気を引き込むように作用し、それにより結果として空隙が形成される。空気またはその他のあらゆる気体の引き込みが所望されても良く、形成されたポリマーがファブリックに接着し得るといった特徴の結果であってもよく、ファブリックが反発すると、減圧された領域が局所的に形成され、かくして金型ベントを通して利用可能な気体が引き込まれ、続いて空隙が生じる。したがって、130ミルの隙間高さで空隙率は比較的低く（8.7%）、100ミルの隙間高さで空隙率は比較的高い値（29.57%）まで増大させられることが分かる。

10

【0034】

したがって、選択されたファブリックに対する力の印加に関して、かかる力をファブリックの物理的寸法の少なくとも1つ、例えばファブリックの長さ、幅および/または厚みのいずれかに加えてもよいということがわかる。このような示された寸法の1つに対する力の印加時点で、そのときファブリックは、長さ、幅または厚みという寸法の1つが変化してもよい。力が除去されると、前記長さ、幅または厚み寸法の少なくとも1つは、再びその値を変化させ（例えばファブリックはその当初の寸法に復帰しようとする）、これは次に1つまたは複数の空隙の形成を導く。例えば、力が除去されると、圧縮された要素網状構造は回復し、上記で指示した通り、これは次に一部の気体の引き込みと空隙形成を導き得る。

20

【0035】

したがって、選択された金型内のファブリックの厚みを圧縮、削減し、その後力を除去し空隙を形成させることが適切であるかもしれないが、ファブリックの長さおよび/または幅および/または厚みの寸法を拡大しても類似の結果が得られるという点を理解すべきである。さらに、所望ならば、全ての寸法（長さ、幅および厚み）を削減または拡大してもよい。したがって、本開示の広義の文脈においては、要素網状構造（例えばファブリック）を利用してもよく、このファブリックは、寸法変化（長さ、幅または厚みのうちの1つの増加または減少）が発生した時点で、研磨パッド体積の内部に1つまたは複数の空隙を形成させることになる。このような点において、このとき、例えば要素の網状構造の長さ、幅または厚みの特定の寸法を拡大させ次に回復を許容した場合、要素網状構造はそのとき任意の付随するポリマーまたは反応性プレポリマーと共に1つ以上の寸法において収縮しその結果として空隙が形成されると理解してもよいことから、空隙の形成が可能であると認識できる。

30

40

【0036】

さらに、所定のファブリックに関して、その弾性特性（例えば弾性応答）に応じてこのようなファブリックを選択してよく、この弾性応答を空隙の形成に利用し得る。本発明の文脈において、ファブリックは、所定の印加力および対応する寸法変化に関して、その中の全ての値および増分を含めて1.0%~99%という弾性回復を有していてもよいことが意図されている。ファブリックはまた、示された弾性回復特性に従って最大200%までの弾性伸びをも有していてもよい。理解されるように、比較的大きい量の弾性回復は、金型内に引き込まれる気体のレベルを比較的高くし、かくして比較的高い空隙形成量を提供する。このような方向性に沿って、ファブリックが1%~10%の弾性回復を有するこ

50

とが、所定のCMPタイプの適用による空隙の発生に充分であり得るといことが理解されるべきである。

【0037】

機械的手段として上記で記述されたものの使用に起因する空隙率の実際の差異は、ここでは、それぞれ図7および図8に示されている。各々、ほぼ同じ倍率で撮影されたこれらの走査電子顕微鏡写真から、形成されたポリマー内に気体を引き込んで化学機械研磨パッドの内部に空隙を作り出すためにファブリックの弾性回復を利用してよい、ということがわかる。加えられた力に対するファブリックの回復を通して空隙を形成するこのような方法は、したがって、以上で示した通り、単独および/または(例えば熱により気体を形成する添加剤からの)揮発する気体の使用と組合せた形で使用してもよい。すなわち、揮発する気体および引き込まれた気体は同一であっても(例えばこれらは両方共空気であってもよい)、また異なるものであっても(例えば空気対窒素)よい。

10

【0038】

複数の方法および実施形態についての上述の説明は、例示を目的として提示されたものである。それは網羅的なものとして意図されておらず、明らかに、以上の教示に照らして数多くの修正および変形形態が可能である。

【図1】

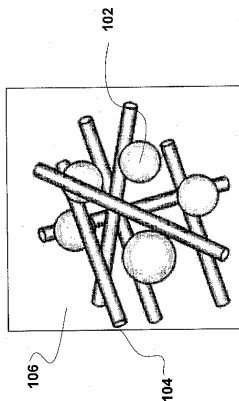


FIG. 1

【図3】

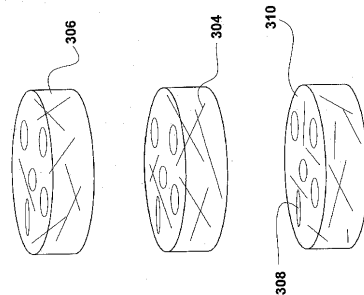


FIG. 3

【図4】

FIG. 4

【図2】

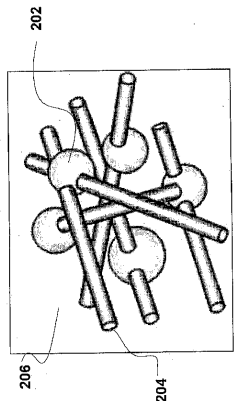


FIG. 2

空隙率に対する含水量の効果

ウレタン中の含水量 %	界面活性剤 %*	パッド密度、g/cc	空隙率、%**
0.5	0.1	0.97	15.65
0.5	0.1	0.95	17.39
1	0.2	0.78	32.17
1	0.2	0.75	34.78
固体非多孔性パッドの密度=1.15g/cc			
ファブリック組成: ノンウォーブンポリエステル上に積重ねられたノンウォーブンポリアクリレート			
ファブリック重量: 984+36-68グラム			
*ウレタン中の含水量%			
**空隙率%=100*(1.15-パッド密度)/1.15			

【図5】

FIG. 5

空隙率に対するファブリック予熱の効果

ウレタン中の 含水量 %	界面活性剤 %*	パッド密度、 g/cc	空隙率、%**
0.5	0.2	1.03	10.43
0.5	0.2	1.01	12.17
1	0.2	0.85	26.09
1	0.2	0.67	24.35
212° Fで30分間オープン内にてファブリックを予熱する			
ファブリック組成: ノンウォーブンポリエステル上に積重ねられたノンウォーブンポリ アクリレート			
ファブリック重量: 984+36-68グラム			
*ウレタン中の含水量%			
**空隙率% = 100 * (1.15 - パッド密度) / 1.15			

【図6】

FIG. 6

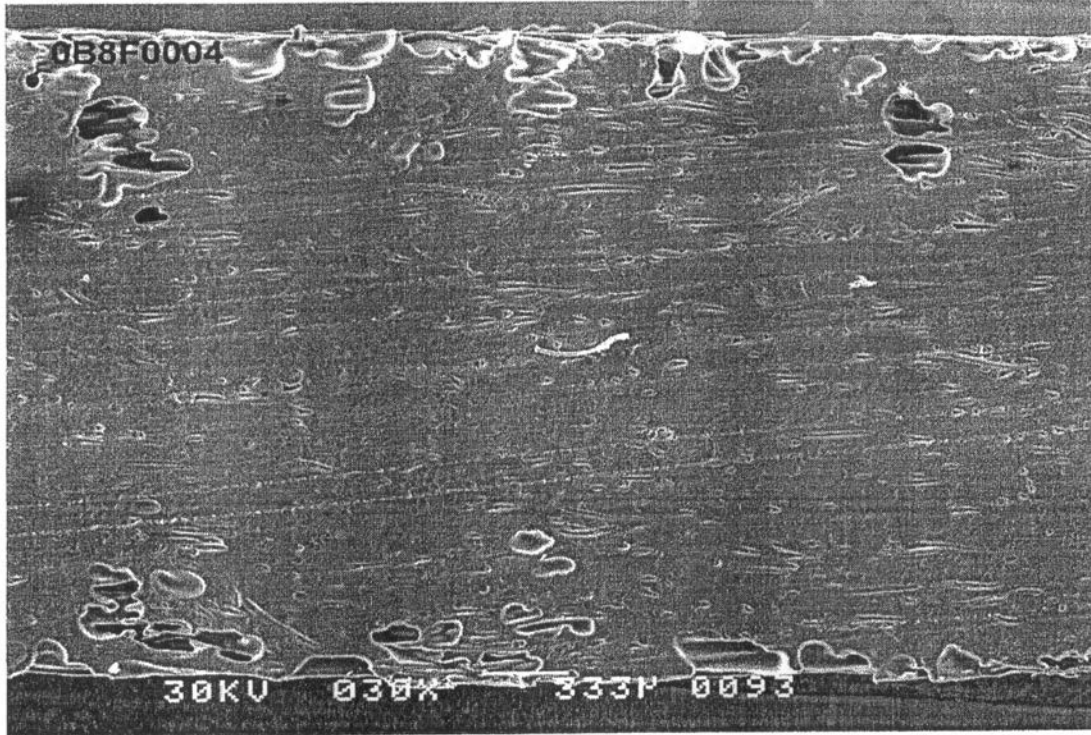
空隙率に対する隙間高さの効果

隙間高さ、ミル	パッド密度、g/cc	空隙率、%**
130	1.05	8.7
100	0.81	29.57
ファブリック組成: ノンウォーブンポリエステル100%		
*ウレタン中の含水量% = 0		
*含水量に対する界面活性剤% = 0		
**空隙率% = 100 * (1.15 - パッド密度) / 1.15		

【図7】

FIG. 7

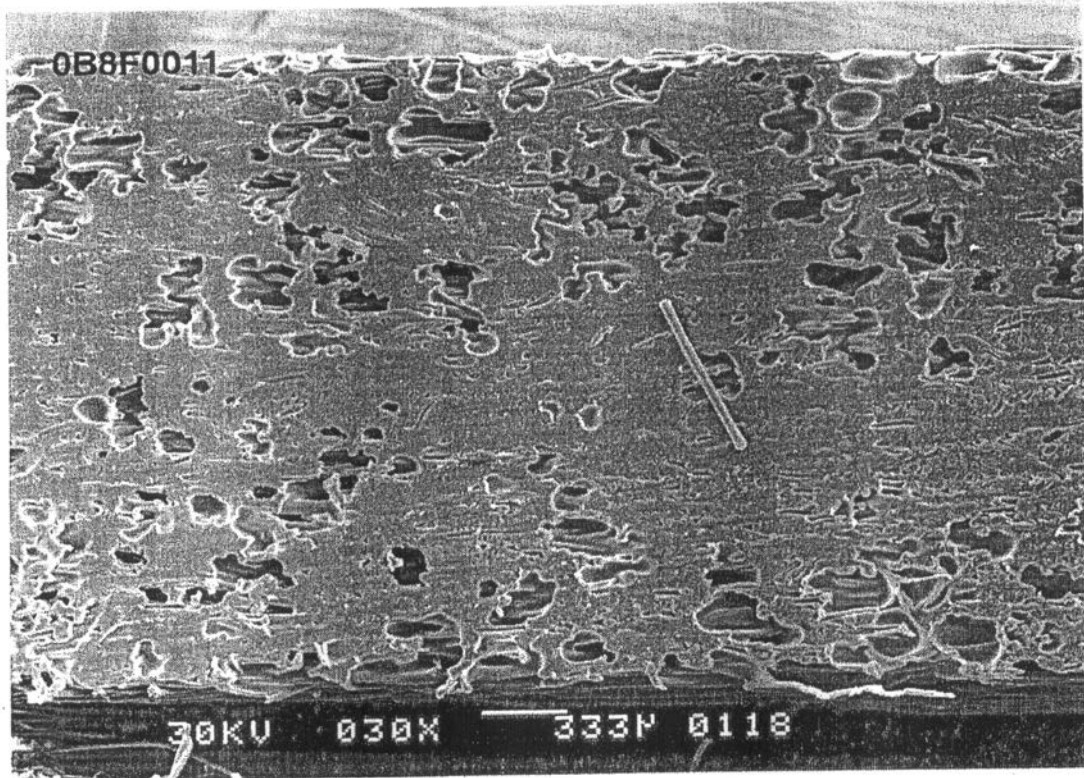
空隙率を示す130ミルの隙間高さ(金型内部)



【図8】

FIG. 8

空隙率を示す100ミルの隙間高さ(金型内部)



フロントページの続き

- (72)発明者 ウェルズ デイヴィッド アダム
アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 03051 ハドソン メルバ ドライブ 4
- (72)発明者 ジン マーク シー.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02115 ボストン グロースステアー ストリート
1 アパートメント 5
- (72)発明者 スー オスカー ケイ.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01824 チェルムスフォード ノース ロード 25
5
- (72)発明者 アルデボー ジョン エリック
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01921 ボックスフォード ボーレン レーン 56
- (72)発明者 チャオ スコット シン
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 18062 マカンギー フィールドビュー ドライブ 2
649
- (72)発明者 マシュー アヌーブ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01960 ピーバディー #208 マグノリア ウェ
イ 2
- (72)発明者 ウー ガンウェイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94087 サニーヴェール プリマウス ドライブ 10
63

審査官 大光 太朗

- (56)参考文献 特表2007-537050(JP,A)
国際公開第2008/011535(WO,A1)
特表2009-543709(JP,A)
特開2002-226537(JP,A)
特開2003-094320(JP,A)
特開2002-224945(JP,A)
特開2001-001252(JP,A)
特表2004-528997(JP,A)
特開2001-047357(JP,A)
特表2004-535306(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0220061(US,A1)
欧州特許出願公開第1118432(EP,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
B24B 37/24
C08J 5/14