

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6940495号
(P6940495)

(45) 発行日 令和3年9月29日 (2021.9.29)

(24) 登録日 令和3年9月6日 (2021.9.6)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 4 B 37/24 (2012.01)	B 2 4 B 37/24 Z
B 2 4 B 37/12 (2012.01)	B 2 4 B 37/12 D
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304 6 2 2 F

請求項の数 15 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2018-521856 (P2018-521856)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成28年10月20日 (2016.10.20)		アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2018-538152 (P2018-538152A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	平成30年12月27日 (2018.12.27)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 950 54, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/057811		
(87) 国際公開番号	W02017/074773	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開日	平成29年5月4日 (2017.5.4)		園田・小林特許業務法人
審査請求日	令和1年10月21日 (2019.10.21)	(72) 発明者	チョコリンガム, アシュウィン
(31) 優先権主張番号	62/249,025		アメリカ合衆国 カリフォルニア 951 34, サン ノゼ, クレセント ビレ ッジ サークル 320
(32) 優先日	平成27年10月30日 (2015.10.30)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 所望のゼータ電位を有する研磨用物品を形成するための装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1のポリマー材料から形成され、第1のゼータ電位を有する1つ以上の露出した第1の領域と、

第2のポリマー材料から形成され、第1のゼータ電位とは異なる第2のゼータ電位を有する1つ以上の露出した第2の領域と、

を備える研磨用物品であって、

前記1つ以上の露出した第1の領域及び前記1つ以上の露出した第2の領域は、前記研磨用物品の底面から前記研磨用物品の頂面まで上昇するゼータ電位の勾配を形成するように配置されている、研磨用物品。

【請求項 2】

第1のポリマー材料から形成され、第1のゼータ電位を有する1つ以上の露出した第1の領域と、

第2のポリマー材料から形成され、第1のゼータ電位とは異なる第2のゼータ電位を有する1つ以上の露出した第2の領域と、

を備える研磨用物品であって、

前記1つ以上の露出した第1の領域及び前記1つ以上の露出した第2の領域は、前記研磨用物品の頂面から前記研磨用物品の底面まで上昇するゼータ電位の勾配を形成するように配置されている、研磨用物品。

【請求項 3】

中性溶液を使って測定された前記第1のゼータ電位は、 -70 mV 以上 0 mV 未満であり、中性溶液を使って測定された前記第2のゼータ電位は、 0 mV 以上 50 mV 未満である、請求項1または2に記載の研磨用物品。

【請求項4】

中性溶液を使って測定された前記第1のゼータ電位は、 0 mV 以上 50 mV 未満であり、中性溶液を使って測定された前記第2のゼータ電位は、 -70 mV 以上 0 mV 未満である、請求項1または2に記載の研磨用物品。

【請求項5】

前記1つ以上の露出した第1の領域は1つ以上の第1の特徴部を含み、前記1つ以上の露出した第2の領域は1つ以上の第2の特徴部を含む、請求項1または2に記載の研磨用物品。

10

【請求項6】

前記1つ以上の第1の特徴部に埋め込まれた研磨材粒子をさらに含む、請求項5に記載の研磨用物品。

【請求項7】

前記第1のゼータ電位及び前記第2のゼータ電位とは異なる第3のゼータ電位を有する第3のポリマー材料から形成された1つ以上の第3の領域をさらに備える、請求項1または2に記載の研磨用物品。

【請求項8】

前記第1のポリマー材料は、カチオン系モノマー、アニオン系モノマー、ノニオン系モノマー、またはその組み合わせから選択された第1のゼータ電位調整剤を含む第1の組成物から形成される、請求項1または2に記載の研磨用物品。

20

【請求項9】

前記第2のポリマー材料は、第2の組成物から形成される、請求項8に記載の研磨用物品。

【請求項10】

第1のゼータ電位を有する第1のポリマー材料を含む1つ以上の露出した第1の領域と、前記第1のゼータ電位とは異なる第2のゼータ電位を有する第2のポリマー材料を含む1つ以上の露出した第2の領域とを含む、第1の溝付きの表面、

前記第1の溝付きの表面と反対側の第2の平坦な表面、及び、

30

前記第1の溝付きの表面から前記第2の平坦な表面に向かって延びるゼータ電位の勾配であって、前記第1のゼータ電位と前記第2のゼータ電位とを含む、ゼータ電位勾配

を有する、複合研磨パッド本体を備える、研磨用物品。

【請求項11】

前記ゼータ電位の勾配は、前記第1の溝付きの表面に向かってより電気陽性になっている、請求項10に記載の研磨用物品。

【請求項12】

前記ゼータ電位の勾配は、前記第1の溝付きの表面に向かってより電気陰性になっている、請求項10に記載の研磨用物品。

【請求項13】

40

前記第1の溝付きの表面が、

前記第1のポリマー材料から形成された複数の研磨用特徴部と、

前記第2のポリマー材料から形成された1つ以上のベース特徴部と

を備え、前記1つ以上のベース特徴部が共同して前記複数の研磨用特徴部を取り囲む、請求項10に記載の研磨用物品。

【請求項14】

中性溶液を使って測定される前記ゼータ電位の勾配は、約 -70 mV から約 $+50\text{ mV}$ の範囲内で変動する、請求項10に記載の研磨用物品。

【請求項15】

研磨剤粒子をさらに含む、請求項10に記載の研磨用物品。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載の実施形態は、概して、研磨プロセス及び洗浄プロセスで使用される研磨用物品と、研磨用物品の製造方法に関する。具体的には、本明細書で開示する実施形態は、傾斜特性を有する複合研磨用物品に関する。

【背景技術】

【0002】

化学機械研磨（CMP）プロセスは、半導体デバイスの製造中に、基板を平坦化するために一般的に使用されている。基板は、CMPプロセス中、そのデバイス面が回転する研磨パッドに接するように置かれた状態で、キャリアヘッドに装着されている。キャリアヘッドは、基板に制御可能な負荷をかけて、デバイス面を研磨パッドに押し付ける。通常、研磨粒子（例えばシリカ（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）またはセリア（ CeO_2 ））を有するスラリーといった研磨液が、研磨パッドの表面に供給される。

10

【0003】

特徴サイズが縮小するにつれて、CMPプロセスによってフロント層とバック層をどちらも平坦化することが、より重大になる。残念ながら、CMPプロセスの副生成物、例えばCMPプロセス中に生成された研磨粒子及び金属汚染物質は、基板表面に損傷を与え得る。研磨材（abrasive）研磨スラリーが使用されるケースでは、これらの研磨粒子は、研磨スラリー自体に由来し得る。あるケースでは、研磨粒子は、研磨パッド自体に由来し得る。さらに、研磨粒子は、基板の研磨された面の材料及び研磨器具にも由来し得る。これらの粒子は、研磨パッドによって生成される機械的圧力によって、基板表面に物理的に付着し得る。金属汚染物質は、研磨された金属の線、スラリー中の金属イオン、及び研磨器具自体から生じる。これらの金属汚染物質は、基板表面に埋め込まれる可能性があるが、後続の洗浄プロセスを用いて除去するのは、しばしば困難である。現行の研磨パッド設計及び研磨後の洗浄プロセスでは、しばしば、CMPプロセスの副生成物によって生じた欠陥を持つ、研磨済み基板が生み出される。

20

【0004】

したがって、欠陥を減らした改良型研磨プロセスを提供する研磨用物品と、改良型研磨パッドを作製するための方法とが必要とされている。

30

【発明の概要】

【0005】

本明細書に記載の実施形態は、概して、研磨プロセス及び洗浄プロセスで使用される研磨用物品と、研磨用物品の製造方法に関する。具体的には、本明細書で開示する実施形態は、傾斜特性を有する複合研磨用物品に関する。一実施形態では、研磨用物品が提供される。研磨用物品は、第1の材料から形成され、第1のゼータ電位を有する1つ以上の露出した第1の領域と、第2の材料から形成され、第1のゼータ電位とは異なる第2のゼータ電位を有する1つ以上の露出した第2の領域とを備える。

【0006】

別の実施形態では、研磨用物品が提供される。研磨用物品は、第1の溝付きの表面、第1の溝付きの表面と反対側の第2の平坦な表面、及び第1の溝付きの表面に向けてゼータ電位が変化している勾配を有する。

40

【0007】

さらに別の実施形態では、研磨用物品の形成方法が提供される。この方法は、3Dプリンタで複数の複合層を目標の厚さに達するまで堆積することを含み、複数の複合層を堆積することは、露出した第1の領域が第1のゼータ電位を持つようにして第1の材料を堆積することと、露出した第2の領域が第2のゼータ電位を持つようにして第2の材料を堆積することを含む。複数の複合層は、固化して、第1の材料を含む1つ以上の第1の特徴部と、第2の材料を含む1つ以上の第2の特徴部を有する複合材パッド本体を形成する。1つ以上の第1の特徴部及び1つ以上の第2の特徴部は、一体の本体を形成する。

50

【0008】

さらに別の実施形態では、研磨用物品を形成する方法は、3Dプリンタで複数の複合層を目標の厚さに達するまで堆積することを含んでいてよい。複数の複合層を堆積する方法は、露出した第1の領域が第1のゼータ電位を持つようにしてウレタンアクリレートを含む第1の材料を堆積することと、露出した第2の領域が第2のゼータ電位を持つようにしてウレタンアクリレートを含む第2の材料を堆積することを含んでいてよい。次に、方法は、第1の材料を含む1つ以上の第1の特徴部と、第2の材料を含む1つ以上の第2の特徴部を有する複合材パッド本体を形成するために複数の複合層をUV硬化することによって、1つ以上の第1の特徴部及び1つ以上の第2の特徴部は、一体の本体を形成する、UV硬化することを含んでいてよい。

10

【0009】

さらに別の実施形態では、研磨用物品は、第1の溝付きの表面、第1の溝付きの表面と反対側の第2の平坦な表面、及び、第1の溝付きの表面から第2の平坦な表面に延びる、ゼータ電位の変化を含む材料特性勾配を有する、複合研磨パッド本体を備えていてよい。あるケースでは、ゼータ電位の材料特性勾配は、第1の溝付きの表面に向かってより電気陽性になっていてよい。他のケースでは、ゼータ電位の材料特性勾配は、第1の溝付きの表面に向かってより電気陰性になっていてよい。中性溶液を使って測定される、変化しているゼータ電位の材料特性勾配は、約 -70 mV と約 $+50\text{ mV}$ の間の範囲内で変動していてよい。

【0010】

20

上記の本開示の特徴を詳しく理解し得るように、上記で簡単に要約されている本実施形態のより詳細な説明が、実施形態を参照することによって得られてよい。一部の実施形態は、添付の図面に示されている。しかし、本開示が他の等しく有効な実施形態も許容し得ることから、添付の図面は、本開示の典型的な実施形態のみを示すものであり、したがって、本発明の範囲を限定すると見なすべきではないことは、留意すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本明細書に記載の研磨パッド設計のメリットを享受し得る、研磨ステーションの概略断面図である。

【図2A】本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの概略斜視図である。

30

【図2B】図2Aの研磨パッドの一部の概略断面図である。

【図2C】図2Bの研磨パッドの一部の、拡大概略断面図である。

【図3A】本開示の別の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの概略斜視図である。

【図3B】図3Aの研磨パッドの一部の概略断面図である。

【図3C】本開示の別の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの概略部分上面図である。

【図3D】本開示の別の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの概略斜視断面図である。

40

【図3E】本開示の別の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの概略部分断面図である。

【図3F】本開示の別の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの概略部分断面図である。

【図3G-L】本開示の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド設計の上面図である。

【図4A】本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの、製造システムの概略図である。

【図4B】本開示の一実施形態による、図4Aに示す研磨パッドの製造システムの、堆積セクションの概略図である。

50

【図4C】本開示の一実施形態による、図4Bに示す研磨パッドの一領域の表面上に置かれた、分注された液滴の拡大近接概略図である。

【図5A-D】本開示の一実施形態によって図4Aのシステム内に形成された、研磨体の1つ以上の領域にわたってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの例を示す。

【図5E-F】本開示の一実施形態によって図4Aのシステム内に形成された、研磨体の1つ以上の領域にわたってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの例を示す。

【図6】本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドの一部の、概略側面断面図である。

10

【図7】本開示の一実施形態による、透明領域及び、その内部に形成された、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する、研磨パッドの概略側面断面図である。

【図8】本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面と、支持用の発泡層を有する、研磨パッドの概略斜視断面図である。

【図9】本開示の一実施形態による、複数のゾーン及び、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する、研磨パッドの概略断面図である。

【図10】本開示の一実施形態による、図9の研磨パッドの部分拡大断面図である。

【図11】本開示の調合物を使用して形成された研磨用物品に関して測定された、ゼータ電位のpHに対するプロットを示す。

【発明を実施するための形態】

20

【0012】

理解を容易にするために、各図面に共通する同一の要素を指し示すのに、可能な限り同一の参照番号を使用した。一実施形態の要素及び特徴は、さらなる記述がなくとも、他の実施形態に有益に組み込まれ得ると想定される。しかし、本開示が他の等しく有効な実施形態も許容し得ることから、添付の図面は、本開示の典型的な実施形態のみを示すものであり、したがって、本発明の範囲を限定すると見なすべきではないことは、留意すべきである。

【0013】

本明細書に記載の実施形態は、概して、研磨プロセス及び洗浄プロセスで使用される研磨用物品と、研磨用物品の製造方法に関する。具体的には、本明細書で開示する実施形態は、ゼータ電位といった傾斜特性を有する、複合研磨用物品に関する。ゼータ電位は、滑り面における、固体表面の液体表面に対する界面動電位である。固体表面の界面動電位によって、表面官能性の間接的な測定が行われる。固体表面にプロトン化基を付加するか、または固体表面からプロトン化基を取り去ることによって、表面上に電荷が生じる。固体と液体の間の界面の静電気は、界面二重層の電荷に大きな影響を有する。

30

【0014】

本開示の実施形態は、表面全体を通じて様々なゼータ電位の領域を有する研磨用物品と、研磨用物品の形成方法を提供する。研磨用物品の領域によるゼータ電位の変化は、使われるスラリー組成物系と研磨対象材料とに基づいて、調節されてよい。このように変化しているゼータ電位は、研磨用物品と基板の間の界面まで活性スラリーを移送する一方で、研磨時の副生成物及び汚染物質を界面から除去するために、調節されてよい。例えば、ある実施形態では、研磨用物品は研磨用物品の研磨面付近（即ち、研磨用物品と液体界面との間の界面）ではより陽性のゼータ電位を有しており、研磨用物品の溝の底部付近ではより陰性のゼータ電位を有している。より陽性のゼータ電位が好ましくない正電荷を帯びたイオン（例えば、金属イオン、誘電体材料イオン）を液体界面から反発させる一方、より陰性のゼータ電位は、好ましくない陽イオンを溝の底部に向けて引き付ける。集められたイオンは、溝の底部で研磨用物品から取り除くことができる。

40

【0015】

活性スラリーが、陰性のゼータ電位を有する研磨材（例えばヒュームドシリカといった天然シリカ）を含有している研磨システムでは、研磨材は、研磨面付近のより陽性のゼータ

50

電位に引き付けられてよく、それに対応して、溝の底部付近の陰性の電位によって反発されてよい。活性スラリが、陽性のゼータ電位を有する研磨材（例えばアルミナ）を含有しているある実施形態では、研磨用物品と液体界面との間の界面に研磨材を引き付けるために、研磨面は、研磨用物品の表面の他の領域よりも陰性のゼータ電位を有するように設計されていてよい。

【0016】

本明細書に記載されているある実施形態では、この調節可能なゼータ電位は、研磨用物品の形成に使用されるプレポリマー含有組成物に、ゼータ電位調整剤を添加することによって実現される。プレポリマー含有組成物は、1つ以上のオリゴマーと1つ以上のモノマーを含んでいてよく、1つ以上のオリゴマー、モノマー、またはその両方は、プレポリマー成分との共重合によって研磨用物品のゼータ電位を調整するイオン電荷（例えば、カチオン系、アニオン系、またはノニオン系）を有していてよい。

10

【0017】

本明細書に記載されているある実施形態では、ゼータ電位の勾配は、研磨用物品の研磨面に直角の方向に、または研磨用物品の研磨面の平面内に形成されている。ゼータ電位の勾配は、高密度から低密度へと、一方向に、またはその逆に、変化していることができる。本明細書に記載されているある実施形態では、研磨用物品の1つ以上の領域は、高／低／高、または低／高／低のゼータ電位といった、ゼータ電位のより複雑な勾配を含んでいてよい。

【0018】

20

中性溶液を使用して測定された研磨用物品の少なくとも1つの露出面の平均ゼータ電位は、約 -70 mV ～約 $+50\text{ mV}$ の範囲であってよい。中性溶液を使用して測定された研磨用物品の少なくとも1つの露出面の平均ゼータ電位は、少なくとも、約 -70 mV 、 -65 mV 、 -60 mV 、 -55 mV 、 -50 mV 、 -45 mV 、 -40 mV 、 -35 mV 、 -30 mV 、 -25 mV 、 -20 mV 、 -15 mV 、 -10 mV 、 -5 mV 、 0 mV 、 5 mV 、 10 mV 、 15 mV 、 20 mV 、 25 mV 、 30 mV 、 35 mV 、 40 mV 、または 45 mV であってよい。中性溶液を使用して測定された研磨用物品の少なくとも1つの露出面の平均ゼータ電位は、最大で、 -65 mV 、 -60 mV 、 -55 mV 、 -50 mV 、 -45 mV 、 -40 mV 、 -35 mV 、 -30 mV 、 -25 mV 、 -20 mV 、 -15 mV 、 -10 mV 、 -5 mV 、 0 mV 、 5 mV 、 10 mV 、 15 mV 、 20 mV 、 25 mV 、 30 mV 、 35 mV 、 40 mV 、 45 mV 、または 50 mV であってよい。別の実施形態では、中性溶液を使用して測定された研磨用物品の少なくとも1つの露出面の平均ゼータ電位は、約 -70 mV ～約 0 mV の範囲（例えば、約 -50 mV ～約 -5 mV 、約 -40 mV ～約 -10 mV 、または約 -30 mV ～約 -20 mV ）であってよい。別の実施形態では、中性溶液を使用して測定された研磨用物品の少なくとも1つの露出面の平均ゼータ電位は、約 0 mV ～約 50 mV の範囲（例えば、約 5 mV ～約 40 mV 、約 10 mV ～約 30 mV 、または約 20 mV ～約 30 mV ）であってよい。

30

【0019】

以下の開示は、研磨用物品及び、研磨用物品の製造方法について記載している。本開示様々な実施形態の完全な理解をもたらすため、特定の詳細が、以下の記載及び図1～図11で示される。研磨用物品及び研磨用物品の製造方法にしばしば関連づけられる周知の構造及びシステムについて記載している他の詳細は、様々な実施形態の記載を不必要に不明確にすることを避けるため、以下の開示では明記されない。

40

【0020】

図に示されている詳細、寸法、角度、及び他の特徴の多くは、単に、特定の実施形態の例示に過ぎない。したがって、他の実施形態は、本開示の趣旨または範囲から逸脱することなく、他の詳細、構成要素、寸法、角度、及び特徴を有することができる。加えて、本開示のさらなる実施形態は、以下に記載の詳細のうちのいくつかがなくとも、実施することが可能である。

【0021】

50

本明細書に記載の研磨用物品は研磨パッドであるが、本明細書に記載の実施形態が、例えばバフ用パッドを含む他の研磨用物品にもまた適用可能であることは、理解されるべきである。さらに、本明細書に記載の研磨用物品は化学機械研磨プロセスに関連して検討されているが、本明細書に記載の研磨用物品及び研磨用物品の製造方法は、レンズ研磨を含む他の研磨プロセス、並びに、研磨材スラリー系及び非研磨剤スラリー系の双方を含む他のプロセスにもまた、適用可能である。さらに、本明細書に記載の研磨用物品は少なくとも、航空宇宙、陶器、ハードディスクドライブ（HDD）、MEMS及びナノテク、金属加工、光学及び電気光学、並びに、とりわけ半導体という諸産業において使用され得る。

【0022】

一実施形態では、本明細書に記載の研磨用物品を生産する（即ち作る）ために、三次元印刷（即ち3D印刷）プロセスといった、付加製造プロセスが使われてよい。一実施形態では、部品のコンピュータ（CAD）モデルがまず最初に作られ、次に、スライスアルゴリズムによって、全ての層の情報がマッピングされる。3D印刷プロセスの非限定的な一実施例では、粉末床の表面上に広がった粉末の薄い散布物によって、層が開始される。次に、目的物が形成されるべき箇所で粒子を選択的に結合する、選択されたバインダー剤が分注される。次に、次の粉末層を形成するために、粉末床と作製中の部品を支持しているピストンが下げられる。各層の後に、同じプロセスが繰り返され、続いて最後に熱処理が行われて目的物が作られる。別の実施例では、3D印刷プロセスは、限定しないが、液体前駆体組成物材料の液滴が表面上に分注され、次いで硬化されて層ごとに研磨用物品が形成されるプロセスを含んでいてよい。このプロセスについては、以下でさらに検討されるだろう。3D印刷プロセスは、材料組成、微細構造、及び表面性状に対する局所的制御を行うことができるため、この方法では、様々な（そして過去には到達不能であった）形状寸法が実現され得る。

【0023】

一実施形態では、本明細書に記載の研磨用物品は、コンピュータレンダリングデバイスまたはコンピュータディスプレイデバイスが読み取り可能なデータ構造で表されてよい。コンピュータ可読媒体は、研磨用物品を表すデータ構造を含んでいてよい。データ構造はコンピュータファイルであってよく、1つ以上の物品の構造、材料、テクスチャ、物理的特性、または他の特質に関する情報を含んでいてよい。データ構造はまた、コンピュータレンダリングデバイスまたはコンピュータディスプレイデバイスの選択された機能に従事する、コンピュータ実行可能コードまたはデバイス制御コードといったコードを内包していてもよい。データ構造は、コンピュータ可読媒体に保存されていてよい。コンピュータ可読媒体は、磁気メモリ、フロッピーディスク、または任意の便利な物理的ストレージ媒体といった、物理的ストレージを含んでいてよい。データ構造が表している物品を、コンピュータスクリーンまたは物理的なレンダリングデバイス上にレンダリングするため、物理的ストレージ媒体は、コンピュータシステムによって読み取り可能であってよい。物理的なレンダリングデバイスは、3Dプリンタといった付加製造デバイスであってよい。

【0024】

図1は、複数の研磨ステーションを含むより大きな化学機械研磨（CMP）システム内に置かれていてよい、研磨ステーション100の概略断面図である。研磨ステーション100は、プラテン102を含む。プラテン102は、中心軸104を中心にして回転し得る。研磨パッド106は、プラテン102上に置かれ得る。本明細書に記載の開示を限定する意図ではないが、研磨パッド106は通常、研磨ステーション100内で処理される基板110のサイズ（例えば基板直径）よりも少なくとも1倍～2倍大きいプラテン102の上表面103を覆っている。一実施例では、研磨パッド106とプラテン102は、直径で約6インチ（150mm）と40インチ（1,016mm）の間である。研磨パッド106は、1つ以上の基板110に接触して処理するよう構成された、研磨面112を含む。プラテン102は、研磨中に、研磨パッド106を支持し、研磨パッド106を回転させる。キャリアヘッド108は、研磨パッド106の研磨面112に接するように処理中の基板110を保持してよい。研磨面112と基板110との間に、研磨界面130

が形成される。キャリアヘッド108は、通常、基板110を研磨パッド106に接触させるために使われる可撓性のダイヤフラム111と、研磨処理中に基板の表面全体にわたって見られる、本質的に不均一な圧力分布を補正するために使われるキャリアリング109とを含む。キャリアヘッド108は、中心軸114を中心にして回転し、かつ／または、基板110と研磨パッド106との間に相対運動を発生させる、スイープ運動(sweeping motion)で動き得る。

【0025】

研磨中、研磨材スラリまたは非研磨材スラリといった研磨流体116が、給送アーム118によって研磨面112に供給されてよい。研磨流体116は、基板の化学機械研磨を可能にするために、研磨粒子、pH調整剤、及び／または、化学的に活性な成分を含有してよい。研磨流体116のスラリ化学特性は、金属、金属酸化物、及び半金属酸化物を含み得る、基板表面及び／または特徴部を研磨するように設計されている。研磨処理中に基板110と相互作用する研磨流体116(例えばスラリ)の移送を制御するために、研磨パッド106の表面トポロジーが使用されることは、留意されるだろう。例えば、研磨パッド106の表面トポロジーは、研磨パッド106の上一面に、あるいは研磨パッド106上に接して、あるいは研磨パッド106の内部に配置されていてよい、溝、チャンネル、及び他の突起を含んでいてよい。研磨パッドの表面トポロジーは、鋳造、成形、または機械加工を含む技法によって形成されていてよい。

【0026】

ある実施形態では、研磨ステーション100は、コンディショニングアーム122、並びにアクチュエータ124及び126を含む、パッドコンディショニングアセンブリ120を含む。アクチュエータ124及び126は、研磨処理サイクル中の種々の時点でパッドコンディショニングディスク128(例えばダイヤモンド植え込みディスク)を研磨面112に接触させ、研磨面112に対してスイープさせて、研磨パッド106の表面112を研磨し活性化するように構成されている。処理中、動いている研磨パッド106及びキャリアヘッド108によって、基板110に機械的エネルギーが加えられる。この機械的エネルギーは、研磨流体116中の化学物質及び研磨材成分と組み合わせられて、基板の表面を平坦化させる。

【0027】

図2Aは、本開示の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド200の概略斜視図である。図2Bは、図2Aの研磨パッド200の一部の概略断面図である。図2Cは、図2Bの研磨パッドの一部の拡大概略断面図である。研磨パッド200は、化学機械研磨によって基板を研磨するため、研磨ステーション100といった研磨ステーションにおいて使用されてよい。研磨パッド200は、パッド本体202を含む。パッド本体202は、均質なパッド本体であってよい。代わりに、パッド本体202は、複合材パッド本体であってもよい。パッド本体202は、任意の適切な技法によって形成されてよい。パッド本体202を形成するための例示的な技法は、3D印刷、成形、鋳造、または焼結を含む。パッド本体202は、複数の露出した領域または表面を含んでいてよい。

【0028】

一実施形態では、露出した領域または表面のうちの少なくとも2つが有する、ゼータ電位といった表面特性は、異なっている。一実施形態では、各露出面内の領域は変更されて、異なるゼータ電位を有している。一実施形態では、研磨パッド上に置かれた活性スラリが基板と研磨パッドとの間の界面に給送されるかまたは引き付けられる一方で、CMPプロセス中に生成された研磨材粒子及び金属汚染物質といった研磨時の副生成物が、基板と研磨パッドとの間の研磨界面から容易に取り除かれるようにして、諸領域または諸表面のゼータ電位が調節されてよい。

【0029】

一実施形態では、パッド本体202は、第1の材料から形成されて第1のゼータ電位を有している、1つ以上の露出した第1の領域または表面を含む。パッド本体202は、第

10

20

30

40

50

2の材料から形成され、第1のゼータ電位とは異なる第2のゼータ電位を有する、1つ以上の第2の露出領域をさらに含む。一実施形態では、中性溶液を使って測定された第1のゼータ電位は、 -70 mV 以上 0 mV 未満であり、中性溶液を使って測定された第2のゼータ電位は、 0 mV 以上 50 mV 未満である。別の実施形態では、中性溶液を使って測定された第1のゼータ電位は、 0 mV 以上 50 mV 未満であり、中性溶液を使って測定された第2のゼータ電位は、 -70 mV 以上 0 mV 未満である。

【0030】

パッド本体202を形成するために、所望のゼータ電位特性を有する任意の適切な材料または材料の組み合わせが使用されてよい。一実施形態では、パッド本体は、1つ以上の熱可塑性ポリマー、熱硬化性ポリマー、または熱可塑性ポリマーと熱硬化性ポリマーの両方から形成されていてよい。例えば、パッド本体202は、ポリウレタン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、ポリメチルメタクリレート、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルファイド、ポリエーテルスルホン、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリエーテルイミド、ポリアミド、メラミン、ポリエステル、ポリスルホン、ポリビニルアセテート、フッ化炭化水素などといった熱可塑性ポリマー、並びに、そのアクリレート、コポリマー、グラフト鎖、及び混合物から形成されていてよい。パッド本体202は、例えばポリウレタン、アクリレート、エポキシ、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリエーテルイミド、またはポリアミドを含む、熱可塑性のポリマーから形成されていてよい。一実施形態では、各露出面を形成するのに、種々のゼータ電位を有する種々のポリマーが使用される。別の実施形態では、本明細書に記載のように種々のゼータ電位を有する露出面を実現するため、熱可塑性ポリマーは、様々なゼータ電位調整剤で変更される。

【0031】

一実施形態では、パッド本体202は、積層された配向に形成されていてよい複数の層を含む。複数の層のうちの異なる層の少なくとも一部を形成するために、種々のゼータ電位を有する材料が使用され得る。複数の層のうちの少なくとも2つの層は、それぞれ少なくとも1つの他の層の露出面とは異なるゼータ電位を有する露出面を有する。

【0032】

パッド本体202は、第1の研磨面204及び、第1の研磨面204とは反対側の第2の平坦面206を含む。パッド本体202は、複数の溝210またはチャネルを有する下部208を含む。複数の溝210またはチャネルは、パッド本体202の下部208の上で延びている。複数の溝210またはチャネルは、研磨パッド200の溝付き表面を形成する研磨面204内に配置されている。溝210は、任意の適切な形状であってよい。溝210は、円形であってよい。溝が円形であるある実施形態では、溝210は、互いに同心であってよい。

【0033】

溝210は、ピッチPで間隔を空けて配置されている。ピッチPは、図2Bに最も明確に示されているとおり、隣接する溝間の、径方向の距離である。各溝間には、幅Wpを有する特徴部212または仕切りが存在する。特徴部212は、任意の適切な形状であってよい。特徴部212は、環状の特徴部であってよい。各溝210は壁214を含んでおり、壁214はベース部216で終端している。図2Bに示すとおり、ベース部216は、長方形のプロファイルを有してよい。代わりに、ベース部216が、U字形のプロファイルを有していてもよい。各溝210は、深さDg及び幅Wgを有してよい。壁214は概して垂直であってよく、ベース部216で終端してよい。

【0034】

一実施形態では、特徴部212の上表面222が、パッド本体202の下部208から突き出すように、特徴部212の高さ220は、各溝210のベース部216よりも高くなっている。特徴部212とベース部216との間に、溝210またはチャネルが形成されている。研磨中には、特徴部212の上表面222が基板と接触する研磨面204を形

成している一方、溝 210 は、研磨流体を保持している。

【0035】

一実施形態では、特徴部 212 の幅 W_p は、約 250 ミクロンと約 2 ミリメートルの間であってよい。溝 210 の幅 W_g は、約 250 ミクロンと約 2 ミリメートルの間であってよい。特徴部 212 間のピッチ「P」は、約 0.5 ミリメートルと約 5 ミリメートルの間であってよい。特徴部 212 の幅 W_p 、溝 210 の幅 W_g 、及び／またはピッチ「P」は、様々な硬度のゾーンに合わせて、研磨パッド 200 の半径全体にわたって変化してよい。

【0036】

パッド本体 202 は、複数の露出面を含んでいてよい。一実施形態では、複数の表面中の露出面のうちの 2 つのうちの少なくとも一部が有する、ゼータ電位といった表面特性は、異なっている。一実施形態では、各露出面内の諸領域は変更されて、異なるゼータ電位を有している。露出面は、ゼータ電位が上昇勾配を形成するようにして選択されてよい。一実施形態では、露出面は、第 1 の研磨用特徴部 212 の上表面 222、壁 214 の表面 224、及びベース部 216 の表面 226 から選択される。例えば、一実施例では、第 1 の研磨用特徴部 212 の上表面 222 の少なくとも一部は第 1 のゼータ電位を有する第 1 の材料を含み、壁 214 の表面 224 の少なくとも一部は第 2 のゼータ電位を有する材料を含み、溝 210 のベース部 216 の表面 226 の少なくとも一部は第 3 のゼータ電位を有する第 3 の材料を含む。別の実施形態では、少なくとも特徴部 212 の上表面 222 の一部及び壁 214 の表面 224 の一部は第 1 のゼータ電位を有し、溝 210 のベース部 216 の表面 226 の少なくとも一部は、第 1 のゼータ電位とは異なる第 2 のゼータ電位を有する第 2 の材料を含む。

【0037】

図 2C を参照すると、パッド本体 202 は、複数の材料層 230₁ ~ 230₉、(230 と総称する)を含んでいてよい。種々の層のそれぞれを形成するため、ゼータ電位といった種々の表面特性を有する材料が使用されてよい。複数の材料層 230₁ ~ 230₉ のうちの少なくとも 2 つの層は、それぞれ他の層の露出面とは異なるゼータ電位を有する露出面を有する。図 2C に示す研磨パッド 200 が、9 つの層を含むものとして示されているのは例示のために過ぎず、ゼータ電位の所望の勾配を作成するために任意の数の材料層 230 が使用されてよいことは、理解されるべきである。

【0038】

一実施形態では、パッド本体 202 の全体を通じて、ゼータ電位が傾斜を有している。ゼータ電位は、研磨面 204 から平坦面 206 に向けて、パッド本体 202 全体を通じて、ある材料特性勾配 (240 → 250) で傾斜していてよい。一実施形態では、中性溶液を使って測定された、変化している材料特性勾配 (240 → 250) のゼータ電位は、約 -70 mV と約 +50 mV の間の範囲内で変化している。一実施形態では、ゼータ電位の勾配は、研磨面 204 から平坦面 206 に向けて上昇している。例えば、一実施形態では、1 つ以上の露出した第 1 の領域または表面、及び 1 つ以上の第 2 の領域または表面は、研磨面 204 から平坦面 206 に向けてゼータ電位が上昇する、ゼータ電位の勾配を形成するようにして配置されている。別の実施形態では、ゼータ電位の勾配は、平坦面 206 から研磨面 204 に向けて上昇している。例えば、一実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 212 の上表面 222 は第 1 のゼータ電位を有する材料の第 1 の材料層 230₁ を含み、壁 214 の表面 224 の少なくとも一部は第 2 のゼータ電位を有する第 2 の材料層 (230₂ ~ 230₈ の任意の組み合わせ) を含み、溝 210 のベース部 216 の表面 226 は第 3 のゼータ電位を有する第 3 の材料層 230₈ を含む。別の実施形態では、材料層 230₁ ~ 230₈ は第 1 のゼータ電位を有し、材料層 230₉ は第 2 のゼータ電位を有する。

【0039】

図 3A は、本開示の別の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド 300 の概略斜視図である。図 3B は、図 3A の研磨パッド 300 の

一部の概略断面図である。研磨パッド300は、化学機械研磨によって基板を研磨するため、研磨ステーション100といった研磨ステーションにおいて使用されてよい。この研磨パッドは、研磨パッド300が、露出した領域または表面を有する複数の別個の特徴部を含んでいることを除き、研磨パッド200と同様である。一実施形態では、複数の領域または表面のうちの、露出した領域または表面のうちの少なくとも2つが有する、ゼータ電位といった表面特性は、異なっている。一実施形態では、CMPプロセス中に生成された研磨材粒子及び金属汚染物質といった研磨時の副生成物が、基板と研磨パッドとの間の研磨界面から取り除かれ、活性スラリが基板と研磨パッドとの間の界面に給送されるようにして、諸領域または諸表面のゼータ電位が調節されてよい。

【0040】

研磨パッド300は、複合材パッド本体302を含む。複合材パッド本体302は、第1の研磨面305及び、第1の研磨面305とは反対側の、第2の平坦面307を含む。この複合材パッド本体302は、1つ以上の第1の研磨用特徴部304と、1つ以上の第2の研磨用特徴部306とを含む。1つ以上の第1の研磨用特徴部304と1つ以上の第2の研磨用特徴部306のうちの少なくとも1つの、露出面のうちの少なくとも2つの一部は、様々なゼータ電位の表面を持つために、本明細書に記載するように変更されてよい。第1の研磨用特徴部304と第2の研磨用特徴部306は、境界で1つに接合されて複合材パッド本体302を形成している、不連続な複数の特徴部である。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304は、約40ショアDスケール〜約90ショアDスケールの硬さを有する、硬性の特徴部であってよい。第2の研磨要素306は、約26ショアAスケールと約95ショアAスケールの間の硬さの値を有する、弾性の特徴部であってよい。

【0041】

複合材パッド本体302を形成するための例示的な技法は、3D印刷、成形、鋳造、及び焼結を含む。複合材パッド本体302は複数の層を含んでいてよく、これらの複数の層のそれぞれは、3Dプリンタによって堆積される複合材パッド本体302の設計による、第2の研磨用特徴部306の領域及び／または第1の研磨用特徴部304の領域を含んでいてよい。複数の層は次いで、例えばUV光によって、または熱源によって硬化されて、固化し、目標の硬さに到達し得る。堆積及び硬化の後に、連結されているかまたは接合されており、ゼータ電位が様々な露出面を持つ、第1の研磨用特徴部304と第2の研磨用特徴部306とを含む、一体型の複合材パッド本体302が形成される。

【0042】

目標とする研磨プロセスを実現するため、第2の研磨用特徴部306用と第1の研磨用特徴部304用とで、別々の機械的特性を有する材料が選択されてよい。第2の研磨用特徴部306と第1の研磨用特徴部304の動的機械特性は、特徴部の形成プロセス中に使用される、種々の材料を選択すること、及び／または種々の硬化プロセスを選ぶことによって、実現され得る。一実施形態では、第2の研磨用特徴部306がより低い硬さの値とより低いヤング率の値を有していてよい一方、第1の研磨用特徴部304は、より高い硬さの値とより高いヤング率の値を有していてよい。一実施形態では、第2の研磨用特徴部306がより低いゼータ電位値を有していてよい一方、第1の研磨用特徴部304は、より高いゼータ電位値を有していてよい。別の実施形態では、第2の研磨用特徴部306がより低いゼータ電位値を有していてよい一方、第1の研磨用特徴部304は、より高いゼータ電位値を有していてよい。本明細書に記載のとおり、ゼータ電位といった表面特性は、研磨パッドの研磨面内または研磨面全体にわたって、各特徴部内で、及び／または、第2の研磨用特徴部306と第1の研磨用特徴部304の物理的なレイアウト、パターン、もしくは組み合わせによって、制御され得る。

【0043】

第1の研磨用特徴部304は、1つ以上のポリマー材料から形成されていてよい。第1の研磨用特徴部304は、本明細書に記載のとおり種々のゼータ電位を有する露出面を実現するために様々なゼータ電位調整剤と組み合わせられた、単一のポリマー材料、または2つ以上のポリマーの混合物によって形成されていてよい。一実施形態では、第1の研磨用

特徴部 304 は、1 つ以上の熱可塑性ポリマーから形成されていてよい。第 1 の研磨用特徴部 304 は、ポリウレタン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、ポリメチルメタクリレート、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルファイド、ポリエーテルスルホン、アクリロニトリルブタジエンスチレン (ABS)、ポリエーテルイミド、ポリアミド、メラミン、ポリエステル、ポリスルホン、ポリビニルアセテート、フッ化炭化水素などといった熱可塑性ポリマー、並びに、そのアクリレート、コポリマー、グラフト鎖、及び混合物から形成されていてよい。別の実施形態では、本明細書に記載のとおり種々のゼータ電位を有する露出面を実現するため、第 1 の研磨用特徴部 304 を形成するのに使われる熱可塑性ポリマーは、様々なゼータ電位調整剤で変更されている。一実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 は、アクリレートから形成されていてよい。例えば、第 1 の研磨用特徴部 304 は、ポリウレタンアクリレート、ポリエーテルアクリレート、またはポリエステルアクリレートであってよい。別の実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 は、エポキシ、フェノール、アミン、ポリエステル、ウレタン、シリコンといった、1 つ以上の熱硬化性ポリマー、並びにそのアクリレート、混合物、コポリマー、及びグラフト鎖を含んでいてよい。

10

【0044】

一実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 は、シミュレーションプラスチックの 3D 印刷材料で形成されていてよい。一実施形態では、研磨処理強化のため、第 1 の研磨要素 304 内に研磨材粒子が埋め込まれていてよい。研磨材粒子を含む材料は、セリア、アルミナ、シリカ、もしくはそれらの組み合わせなどの金属酸化物、ポリマー、金属間化合物、またはセラミックであってよい。

20

【0045】

第 2 の研磨用特徴部 306 は、1 つ以上のポリマー材料から形成されていてよい。目標とする特性を実現するため、第 2 の研磨用特徴部 306 は、単一のポリマー材料、または 2 つ以上のポリマーの混合物から形成されていてよい。一実施形態では、第 2 の研磨用特徴部 306 は、1 つ以上の熱可塑性ポリマーから形成されていてよい。例えば、第 2 の研磨用特徴部 306 は、ポリウレタン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、ポリメチルメタクリレート、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルファイド、ポリエーテルスルホン、アクリロニトリルブタジエンスチレン (ABS)、ポリエーテルイミド、ポリアミド、メラミン、ポリエステル、ポリスルホン、ポリビニルアセテート、フッ化炭化水素などといった熱可塑性ポリマー、並びに、そのアクリレート、コポリマー、グラフト鎖、及び混合物から形成されていてよい。別の実施形態では、本明細書に記載のように種々のゼータ電位を有する露出領域を実現するため、第 2 の研磨用特徴部 306 を形成するのに使われる熱可塑性ポリマーは、様々なゼータ電位調整剤で変更されている。一実施形態では、第 2 の研磨用特徴部 306 は、アクリレートから形成されていてよい。例えば、第 2 の研磨用特徴部 306 は、ポリウレタンアクリレート、ポリエーテルアクリレート、またはポリエステルアクリレートであってよい。別の実施形態では、第 2 の研磨用特徴部 306 は、熱可塑性エラストマから形成されていてよい。一実施形態では、第 2 の研磨用特徴部 306 は、ゴム様の 3D 印刷材料から形成されていてよい。

30

40

【0046】

ある実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 が、概して第 2 の研磨用特徴部 306 よりも硬く、より剛性が高い一方で、第 2 の研磨用特徴部 306 は、第 1 の研磨用特徴部 304 よりも柔らかく、より可撓性が高い。第 1 の研磨用特徴部 304 及び第 2 の研磨用特徴部 306 の材料とパターンは、領域によって様々なゼータ電位を有する研磨パッド 300 の「調節された (tuned)」バルク材料が実現するようにして、選択されてよい。この「調節された」バルク材料で形成され、様々なゼータ電位を有する研磨パッド 300 は、研磨結果の改善 (例えば欠陥の減少)、製造コストの削減、パッド寿命の延長といっ

50

た、様々な利点を有している。一実施形態では、「調節された」バルク材料または研磨パッドは、全体として約65ショアAと約75ショアDの間の硬度を有してよい。研磨パッドの引張強さは、5MPaと約75MPaの間であってよい。研磨パッド300は、約5%から約350%までの破断伸びを有してよい。研磨パッドは、約10MPaを超えるせん断強さを有してよい。研磨パッド300は、約5MPaと約2000MPaの間の貯蔵弾性率を有してよい。研磨パッドは、30°Cにおける貯蔵弾性率 E' を E'_{30} 、90°Cにおける貯蔵弾性率 E' を E'_{90} としたときに、 E'_{30}/E'_{90} の貯蔵弾性率比が約6と約30の間の範囲になるように、25°C~90°Cの温度範囲にわたって、安定した貯蔵弾性率を有してよい。

【0047】

10

一実施形態では、第1の研磨用特徴部304の材料及び第2の研磨用特徴部306の材料は、研磨スラリからの攻撃に対して化学的耐性を有する。別の実施形態では、第1の研磨用特徴部304の材料及び第2の研磨用特徴部306の材料は、親水性である。

【0048】

複合材パッド本体302は、複合材パッド本体302の第2の研磨用特徴部306の下部308の上方で延びている、複数の溝310またはチャネルを含む。複数の溝310またはチャネルは、研磨パッド300の研磨面305内に配置されている。溝310は、任意の適切な形状であってよい。溝310は、円形であってよい。溝が円形をしているある実施形態では、溝310は、互いに同心であってよい。

【0049】

20

溝310は、ピッチPで間隔を空けて配置されている。ピッチPは、図3Bに最も明確に示されているとおり、隣接する溝間の、径方向の距離である。各溝間には、幅Wpを有する第1の研磨用特徴部304または仕切りが存在する。第1の研磨用特徴部304は、任意の適切な形状であってよい。第1の研磨用特徴部304は、環状の特徴部であってよい。各溝310は壁314を含んでおり、壁314はベース部316で終端している。図3Bに示すとおり、ベース部316は、長方形のプロファイルを有してよい。代わりに、ベース部316が、U字形のプロファイルを有していてもよい。各溝310は、深さDg及び幅Wgを有してよい。壁314は概して垂直であってよく、ベース部316で終端してよい。

【0050】

30

一実施形態では、第1の研磨用特徴部304及び第2の研磨用特徴部306は、円形の複合材パッド本体302を形成するように交互に配置された、交互同心リングであってよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304の高さは、第2の研磨用特徴部306の高さよりも高く、そのため第1の研磨用特徴部304の上表面322は、第2の研磨用特徴部306から突き出ている。第1の研磨用特徴部304と第2の研磨用特徴部306との間に、溝310またはチャネルが形成されている。研磨中、第1の研磨用特徴部304の上表面322が基板と接触する研磨面305を形成している一方、溝310は、研磨流体を保持している。一実施形態では、複合材パッド本体302の頂面上に溝310及び／またはチャネルが形成されるように、第1の研磨用特徴部304は、複合材パッド本体302に平行な平面に対して直角方向に、第2の研磨用特徴部306よりも厚くなっている。

40

【0051】

一実施形態では、第1の研磨用特徴部304の幅Wpは、約250ミクロンと約2ミリメートルの間であってよい。第1の研磨要素304間のピッチ「P」は、約0.5ミリメートルと約5ミリメートルの間であってよい。各第1の研磨要素304は、約250ミクロンと約2ミリメートルの間の範囲内の幅を有してよい。幅Wp及び／またはピッチ「P」は、様々な硬さのゾーンに合わせて、研磨パッド300の半径全体にわたって変化してよい。

【0052】

複合材パッド本体302は、複数の露出面を含んでいてよい。一実施形態では、複数の

50

表面中の露出面のうちの２つのうちの少なくとも一部が持つ、ゼータ電位といった表面特性は、異なっている。露出面は、ゼータ電位が上昇勾配を形成するようにして、選択されていてよい。一実施形態では、露出面は、第１の研磨用特徴部３０４の上表面３２２、壁３１４の表面３２４、及びベース部３１６の表面３２６から選択される。例えば、一実施例では、第１の研磨用特徴部３０４の上表面３２２の少なくとも一部は第１のゼータ電位を有する第１の材料を含み、壁３１４の表面３２４の少なくとも一部は第２のゼータ電位を有する材料を含み、溝３１０のベース部３１６の表面３２６の少なくとも一部は第３のゼータ電位を有する第３の材料を含む。別の実施形態では、少なくとも第１の研磨用特徴部３０４の上表面３２２の一部及び第１の研磨用特徴部３０４の壁３１４の表面３２４の一部は第１のゼータ電位を有し、溝２１０のベース部３１６の表面３２６の少なくとも一部は、第１のゼータ電位とは異なる第２のゼータ電位を有する第２の材料を含む。

10

【００５３】

一実施形態では、複合材パッド本体３０２は、図２Ｃに示すように複数の材料層を含んでいてよい。種々の層のそれぞれを形成するため、ゼータ電位といった種々の表面特性を有する材料が使用されてよい。複数の層のうちの少なくとも２つの層は、それぞれ他の層の露出面とは異なるゼータ電位を有する露出面を有する。

【００５４】

一実施形態では、複合材パッド本体３０２の全体を通じて、ゼータ電位が傾斜を有している。ゼータ電位は、研磨面３０５から平坦面３０７に向けて、複合材パッド本体３０２全体を通じて、ある材料特性勾配（３４０→３５０）で傾斜していてよい。一実施形態では、ゼータ電位の勾配は、研磨面３０５から平坦面３０７に向かって上昇している。別の実施形態では、ゼータ電位の勾配は、平坦面３０５から研磨面３０７に向かって上昇している。例えば、一実施例では、第１の研磨用特徴部３０４の上表面３２２は第１のゼータ電位を有する材料の第１の層を含み、壁３１４の表面３２４の少なくとも一部は第２のゼータ電位を有する材料の第２の層を含み、溝３１０のベース部３１６の表面３２６は第３のゼータ電位を有する材料の第３の層を含む。

20

【００５５】

図３Ｃは、本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド３００ｃの概略部分上面図である。研磨パッド３００ｃは、研磨パッド３００ｃが互いに嵌合している第１の研磨用特徴部３０４ｃと第２の研磨用特徴部３０６ｃを含んでいることを除き、図３Ａの研磨パッド３００と同様である。第１の研磨用特徴部３０４ｃ及び第２の研磨用特徴部３０６ｃは、複数の同心リングを形成していてよい。一実施形態では、第１の研磨用特徴部３０４ｃは、突き出た垂直リッジ３６０を含んでいてよく、第２の研磨用特徴部３０６ｃは、垂直リッジ３６０を受容するための垂直凹部３７０を含んでいてよい。代わりに、第２の研磨用特徴部３０６ｃが突き出たリッジを含んでいてよい一方で、第１の研磨用特徴部３０４ｃが凹部を含んでいてもよい。研磨パッド３００ｃは、第２の研磨用特徴部３０６ｃが第１の研磨用特徴部３０４ｃと嵌合していることによって、CMPプロセス中及び／または材料を扱っている間に発生し得るせん断力の印加に対する機械的強さが強化されている。第１の研磨要素３０４ｃ及び第２の研磨要素３０６ｃは、それぞれ、ゼータ電位が変化している領域を有していてよい。

30

40

【００５６】

図３Ｄは、本開示の実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド３００ｄの概略斜視断面図である。研磨パッド３００ｄは、第２の研磨用特徴部３０６ｄといったベース材料層から延びる、複数の第１の研磨用特徴部３０４ｄを含む。第１の研磨用特徴部３０４ｄの上表面３７２は、研磨中に基板に接触する研磨面を形成している。第１の研磨用特徴部３０４ｄと第２の研磨用特徴部３０６ｄとは、異なる材料特性及び構造特性を有する。例えば、第１の研磨用特徴部３０４ｄが、研磨パッド３００の第１の研磨用特徴部３０４用の材料といった、第１のゼータ電位を有する材料から形成されていてよい一方で、第２の研磨用特徴部３０６ｄは、第２のゼータ電位を有する材料から形成されていてよい。さらに、第１の研磨用特徴部３０４ｄが、研磨パッド３００

50

の硬性の特徴部用の材料といった硬い材料で形成されていてよい一方、第2の研磨用特徴部306dは、研磨パッド300の第2の研磨用特徴部用の材料といった、軟らかい即ち低貯蔵弾性率 E' の材料で形成されていてよい。研磨パッド300dは、研磨パッド300と同様に、3D印刷によって形成されていてよい。

【0057】

一実施形態では、第1の研磨用特徴部304dは、ほぼ同じサイズであってよい。代わりに、研磨パッド300d全体にわたる、ゼータ電位の変化、貯蔵弾性率 E' の変化、及び／または損失弾性率 E'' の変化といった機械的特性及び表面特性の変化を生じさせるために、第1の研磨用特徴部304dのサイズは様々であってよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304dは、研磨パッド300d全体にわたって均一に分布していてよい。代わりに、第1の研磨用特徴部304dは、研磨パッド300dの目標の特性を実現するために、不均一なパターンで配置されていてよい。

10

【0058】

図3Dでは、第1の研磨用特徴部304dは、第2の研磨用特徴部306dから突き出た円柱として示されている。代わりに、第1の研磨用特徴部304dは、例えば楕円形、正方形、長方形、三角形、多角形、または不定形の断面を有する柱状体などの、任意の適切な形状であってよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304dは、高機能研磨パッドの硬さ、機械的強さ、ゼータ電位、または他の所望の特性を調節するため、種々の断面形状のものであってよい。

20

【0059】

図3Eは、本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド300eの概略部分断面図である。研磨パッド300eは、研磨パッド300eが互いに嵌合している第1の研磨用特徴部304eと第2の研磨用特徴部306eを含んでいることを除き、図3A～図3Dの研磨パッド300、300c、または300dと同様である。第1の研磨用特徴部304eと第2の研磨用特徴部306eは、複合材パッド本体202の一部を形成する、複数の同心リング及び／または別個の要素を含んでいてよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304eは、突き出た側壁374を含んでいてよく、一方で第2の研磨用特徴部306eは、第1の研磨用特徴部304eを受容するための凹型の側壁375を含んでいてよい。代わりに、第2の研磨用特徴部306eが突き出た側壁を含んでおり、一方で第1の研磨用特徴部304eが凹んだ側壁を含んでいてもよい。第2の研磨用特徴部306eと第1の研磨用特徴部304eが突き出た側壁によって嵌合していることで、研磨パッド300eは、引張強さ、圧縮強さ、及び／またはせん断強さが増大する。加えて、側壁が嵌合していることによって、研磨パッド300eが引っ張られてばらばらになることが防止される。

30

【0060】

一実施形態では、第1の研磨用特徴部304eと第2の研磨用特徴部306eとの境界は、第1の研磨用特徴部304eを形成するのに使われている第1の組成物から第2の研磨用特徴部306eを形成するのに使われている第2の組成物への遷移または組成勾配といった、少なくとも1つの組成物の材料から別の組成物の材料への凝集した(c o h e s i v e)遷移を含む。複合材パッド本体302の部分を形成するのに使用された組成物からこうして形成された材料の凝集性は、本明細書に記載の付加製造プロセスの直接的な結果であり、これによって、層ごと付加的に形成された構造内の1つ以上の化学的組成をミクロンのスケールで制御し、密に混合することが可能になる。

40

【0061】

図3Fは、本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド300fの概略部分断面図である。図3Fは、本開示の一実施形態による研磨パッドの概略的な部分断面図である。研磨パッド300fは、研磨パッド300fが別様に構成された嵌合用特徴部を含んでいることを除き、図3Eの研磨パッド300eと同様である。研磨パッド300fは、第1の研磨用特徴部304f及び第2の研磨用特徴部306fを含んでいてよい。第1の研磨用特徴部304fと第2の研磨用特徴部30

50

6 f は、複数の同心リング及び／または別個の要素を含んでいてよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304 f が水平リッジ376を含んでいてよい一方、第2の研磨用特徴部306 f は、第1の研磨用特徴部304 f の水平リッジ376を受容するための水平凹部377を含んでいてよい。代わりに、第2の研磨用特徴部306 f が水平リッジを含んでいてよい一方で、第1の研磨用特徴部304 f が水平凹部を含んでいてもよい。一実施形態では、図3Cの嵌合用特徴部といった垂直の嵌合用特徴部と、図3E及び図3Fの嵌合用特徴部といった水平の嵌合用特徴部とが組み合わされて、研磨パッドを形成してよい。

【0062】

図3G～図3Lは、本開示の一実施形態による、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッド設計の上面図である。図3G～図3Lの各々は、基板と接触して基板を研磨するための、第1の研磨用特徴部304 g～304 l をそれぞれ表す白色領域（白色ピクセルの領域）と、第2の研磨用特徴部306 g～306 l を表す黒色領域（黒色ピクセルの領域）とを有する、ピクセルチャートを含む。第1の研磨用特徴部304 g～304 l は、本明細書に記載の第1の研磨用特徴部304と同様であってよい。第2の研磨用特徴部306 g～306 l は、研磨パッドの第2の研磨用特徴部306と同様であってよい。同じく本明細書で検討されているように、白色領域は概して黒色領域の上方に突き出ており、それによって白色領域間の黒色領域内にチャンネルが形成されている。研磨スラリは、研磨中に、チャンネルを通して流れてよく、かつ、チャンネル内に保持される。図3G～図3Lに示す研磨パッドは、付加製造プロセスを用いて複数の材料層を堆積させることによって形成されていてよい。複数の層の各々は、第1の研磨用特徴部304 g～304 f、及び第2の研磨用特徴部306 g～306 f を形成する、2つ以上の材料を含んでいてよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304 g～304 f は、研磨パッドの頂面上に溝及び／またはチャンネルが形成されるように、材料の複数の層に平行な平面に対して直角の方向に、第2の研磨用特徴部306 g～306 f よりも厚くてよい。

【0063】

図3Gは、同心円の研磨用特徴部である第1の研磨用特徴部304 g を有する研磨パッド設計300 g の、概略的なピクセルチャートである。第1の研磨用特徴部304 g は、同一幅の同心円であってよい。一実施形態では、第1の研磨用特徴部304 g のピッチが半径方向に沿って一定になるように、第2の研磨用特徴部306 g もまた、同一の幅を有していてよい。研磨中、第1の研磨用特徴部304 g 間のチャンネルが、研磨スラリを保持し、研磨パッドの中心軸（すなわち同心円の中心）を中心とした研磨パッドの回転によって生成される遠心力による、研磨スラリの急速な損失を防止する。

【0064】

図3Hは、同心円に配置された複数の分けられた第1の研磨用特徴部304 h を有する研磨パッド設計300 h の、概略的なピクセルチャートである。一実施形態では、分けられた第1の研磨用特徴部304 h は、ほぼ同一の長さを有していてよい。分けられた第1の研磨用特徴部304 h は、複数の同心円を形成していてよい。各円において、分けられた第1の研磨要素304 h は、各同心円内に均等に分布していてよい。一実施形態では、分けられた第1の研磨用特徴部304 h は、半径方向に同一の幅を有していてよい。ある実施形態では、分けられた第1の研磨用特徴部304 h はそれぞれ、同心円の半径に関わりなく、ほぼ同一の長さを有する（例えば、研磨パッドの中央領域を除いて弧長が等しい）。一実施形態では、第2の研磨用特徴部306 h は、複数の同心円の間に配置されており、同心円のピッチが一定になるように、同一の幅を有している。一実施形態では、研磨パッドの中心軸を中心とした研磨パッドの回転によって生成される遠心力の影響によって研磨スラリが研磨パッドから直接流出することを防止するために、分けられた第1の研磨用特徴部304 h 間の間隙は、円ごとに互い違いになっていてよい。

【0065】

図3Iは、第2の研磨用特徴部306 i の上一面に配置された、螺旋状の第1の研磨用特徴部304 i を有する、研磨パッド設計300 i の概略的なピクセルチャートである。

図 3 I では、研磨パッド設計 3 0 0 i は、研磨パッドの中心から研磨パッドのエッジへと延びる、4つの螺旋状の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 i を有する。4つの螺旋状の研磨用特徴部が示されているが、より少ないかまたはより多い数の螺旋状の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 i が、同様の態様で配置されていてもよい。螺旋状の第 1 の研磨要素 3 0 4 i は、螺旋状のチャンネルを画定する。一実施形態では、螺旋状の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 i の各々は、一定の幅を有する。一実施形態では、螺旋状のチャンネルもまた一定の幅を有する。研磨中、研磨パッドは、螺旋状のチャンネル内に研磨スラリを保持するために、螺旋状の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 i の方向とは反対の方向に、中心軸を中心に回転してよい。例えば図 3 I では、螺旋状の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 i 及び螺旋状のチャンネルは、反時計回り方向に形成されており、したがって研磨パッドは研磨中、時計回りに回転して、螺旋状のチャンネル内及び研磨パッド上の研磨スラリを保持してよい。ある実施形態では、螺旋状のチャンネルの各々は、研磨パッドの中心から研磨パッドのエッジまで連続している。この連続した螺旋状のチャンネルは、研磨スラリが、研磨屑があればそれらと共に、研磨パッドの中心から研磨パッドのエッジへと流れることを可能にする。一実施形態では、螺旋状の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 i と同じ方向に（例えば図 3 I では反時計回りに）研磨パッドを回転させることによって、研磨パッドが洗浄されてよい。

10

【0066】

図 3 J は、第 2 の研磨用特徴部 3 0 6 j 上に螺旋状のパターンで配置された、分けられた研磨用特徴部である第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 j を有する、研磨パッド設計 3 0 0 j の概略的なピクセルチャートである。図 3 J に示す研磨パッドは、第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 j が分けられている点と第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 j の径方向のピッチが変化している点を除き、図 3 I の研磨パッドと同様である。一実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 j の径方向ピッチは、研磨パッドの中心から研磨パッドのエッジ領域にかけて減少する。

20

【0067】

図 3 K は、第 2 の研磨用特徴部 3 0 6 k 内に形成された、複数の別個の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 k を有する、研磨パッド設計 3 0 0 k の概略的なピクセルチャートである。一実施形態では、複数の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 k のそれぞれは、図 3 D に示す構成と同様の、円柱ポストのタイプの構造であってよい。一実施形態では、複数の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 k は、研磨面の平面内で同じ寸法を有してよい。一実施形態では、複数の第 1 の研磨要素 3 0 4 k は、同心円で配置されていてよい。一実施形態では、複数の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 k は、研磨面の平面に対する規則的な 2 D のパターンで配置されていてよい。

30

【0068】

図 3 L は、第 2 の研磨用特徴部 3 0 6 f の上一面に形成された、複数の別個の複数の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 f を有する、研磨パッド設計 3 0 0 f の概略的なピクセルチャートである。図 3 L の研磨パッドは、図 3 L の第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 f のあるものが接続されて 1 つ以上の閉じた円を形成してよいことを除いて、図 3 K の研磨パッドと同様である。1 つ以上の閉じた円は、研磨中に研磨スラリを保持するための、1 つ以上の堰き止め部を作成してよい。

40

【0069】

図 3 A から図 3 L の設計における第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 a ~ 3 0 4 f は、同一の材料または同一の組成物の材料から形成されていてよい。代わりに、図 3 A から図 3 L の設計における第 1 の研磨用特徴部 3 0 4 a ~ 3 0 4 f の材料組成及び／または材料特性は、研磨用特徴部ごとに変化していてもよい。材料組成及び／または材料特性が個別化されることで、研磨パッドを特定のニーズ向けにカスタマイズすることが可能になる。

【0070】

図 4 A は、本開示の 1 つ以上の実施形態による付加製造システムを用いて、領域によってゼータ電位が変化している表面を有する研磨パッドを形成するのに使用され得る、付加製造システム 4 5 0 の概略断面図である。付加製造処理は、限定しないが、ポリジェット

50

堆積処理、インクジェット印刷処理、熱溶解積層処理、バインダージェット処理、粉末床溶融結合処理、選択的レーザ焼結処理、ステレオリソグラフィ処理、液槽光重合デジタルライトプロセッシング、シート積層処理、指向性エネルギー堆積処理、または他の同様の3D堆積処理（例えば3D印刷処理）といった、処理を含み得る。3D印刷といった付加製造プロセスは、領域によってゼータ電位が変化している研磨パッドの形成において、特に有用であることが見出されてきた。

【0071】

付加製造システム450は、一般的に、前駆体給送セクション453、前駆体形成セクション454、及び堆積セクション455を含む。堆積セクション455は、一般的に付加製造デバイスを含む。付加製造デバイスは以降、印刷ステーション400と呼ばれ、研磨パッド200、300～3001の形成に使用される。処理中、研磨パッド200、300～3001は、印刷ステーション400内の支持体402上で印刷されてよい。ある実施形態では、研磨パッド200、300～3001は、図4Aに示すプリンタ406A及びプリンタ406Bといった1つ以上の液滴噴射プリンタ406を使用して、層ごとに、CAD（コンピュータ支援設計）プログラムから形成される。プリンタ406A、406Bと支持体402とは、印刷処理中に、互いに対して移動し得る。

【0072】

液滴噴射プリンタ406は、液体前駆体を分注するための1つ以上のノズル（例えばノズル409～412）を有する、1つ以上のプリントヘッド408を含み得る。図4Aの実施形態では、プリンタ406Aは、ノズル409を有するプリントヘッド408Aと、ノズル410を有するプリントヘッド408Bとを含む。ノズル409が、第1のゼータ電位を有するポリマー材料といった第1のポリマー材料を形成する第1の液体前駆体組成物を分注するように構成されていてよい一方、ノズル410は、第2のゼータ電位を有する第2のポリマー材料を形成する第2の液体前駆体を分注するために使用されてよい。液体前駆体組成物は、様々なゼータ電位の領域を有する研磨パッドを形成するため、選択された箇所または領域に分注されてよい。これらの選択された箇所は、合わせて、CAD適合ファイルとして保存され得る目標の印刷パターンを形成しており、この目標の印刷パターンは後に、液滴噴射プリンタ406のノズルからの液滴の給送を制御する電子コントローラ405によって読み込まれる。

【0073】

電子コントローラ405は、概して、印刷ステーション400を含む付加製造システム450内の構成要素の制御と自動化を促進するために使用される。電子コントローラ405は、例えば、コンピュータ、プログラム可能論理コントローラ、または組込型コントローラであり得る。コントローラ405は、典型的には、中央処理装置（CPU）、メモリ（例えば、コンピュータ可読媒体）、及び入出力（I/O）用補助回路（図示せず）を含む。CPUは、様々なシステム機能、基板の移動、チャンバ処理、及び制御支援ハードウェア（例えばセンサ、モータ、ヒータなど）を制御するために工業環境で使用される任意の形態のコンピュータプロセッサのうちの1つであってよく、システム内で実施される処理をモニタしてよい。メモリまたはコンピュータ可読媒体は、CPUに接続されており、ランダムアクセスメモリ（RAM）、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ（ROM）、フロッピーディスク、ハードディスク、または任意の他の形態のローカルもしくは遠隔のデジタルストレージなど、容易に利用可能な非揮発性メモリのうちの1つ以上であってよい。メモリ内には、CPUに命令するためのソフトウェア命令及びデータをコード化して記憶させることができる。従来の方法でプロセッサをサポートするように、補助回路もまた、CPUに接続される。補助回路は、キャッシュ、電源、クロック回路、入出力回路、サブシステムなどを含んでいてよい。電子コントローラ405が読むことができるプログラム（またはコンピュータ命令）が、どのタスクが付加製造システム450の構成要素によって実行可能かを決定する。一実施形態では、プログラムは、電子コントローラ405で読み取り可能なソフトウェアであり、液滴噴射プリンタ406から給送される液滴の、給送と位置決めのモニタリング、実行、及び制御に関するタスクを実施するコードを含

10

20

30

40

50

む。プログラムは、電子コントローラ 405 内で実行中の様々な処理タスク及び様々なシーケンスと並行して、印刷ステーション 400 内の構成要素の移動、支持、及び／または位置決めに関するタスクもまた、含んでいてよい。

【0074】

研磨パッド 200、300～3001 は、3D印刷の後、付加製造システム 450 の堆積セクション 455 内に配置された硬化デバイス 420 を使用して固化されてよい。硬化デバイス 420 によって実施される硬化処理は、印刷された研磨パッドを硬化温度まで加熱するか、またはパッドを 1 つ以上の形態の電磁放射に曝露することによって、実施されてよい。一実施例では、硬化プロセスは、印刷された研磨パッドを硬化デバイス 420 内の紫外光源によって生成された紫外放射 421 に曝露することによって、実施されてよい。

10

【0075】

付加製造プロセスは、種々の材料及び／または種々の組成物の材料から形成された別個の特徴部を有する研磨パッドを作製するための、便利で、高度に制御可能なプロセスを提供する。一実施形態では、付加製造プロセスを用いて、第 1 のゼータ電位を有する特徴部、及び／または第 2 のゼータ電位を有する特徴部が形成されてよい。例えば、研磨パッドの第 1 のゼータ電位を有する特徴部は、プリンタ 406 B のノズル 412 から分注されたポリウレタンのセグメントを含有する第 1 の組成物から形成されていてよく、研磨パッドの第 2 のゼータ電位を有する特徴部は、プリンタ 406 A のノズル 410 から分注された、第 2 の組成物の液滴から形成されてよい。さらに、第 1 の組成物の液滴は、研磨パッドの軟性の即ち低貯蔵弾性率 E' の特徴部を形成するのに使用されてよく、第 2 の組成物の液滴は、研磨パッドの硬性の即ち高貯蔵弾性率の特徴部を形成するのに使用されてよい。

20

【0076】

別の実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 及び／または第 2 の研磨用特徴部 306 は、それぞれ 2 つ以上の組成物の混合物から形成されていてよい。一実施例では、第 1 の組成物は、プリントヘッド 408 A といった第 1 のプリントヘッドによって、液滴の形態で分注されてよく、第 2 の組成物は、プリンタ 406 A のプリントヘッド 408 B といった第 2 のプリントヘッドによって、液滴の形態で分注されてよい。第 1 の研磨用特徴部 304 を複数のプリントヘッドから給送された液滴の混合物で形成することは、典型的には、第 1 の研磨要素 304 に相当する複数のピクセルを、電子コントローラ 405 内に存在する堆積マップ内の所定のピクセルに合わせて位置合わせすることを含む。堆積マップは、概して、各組成物の様々な液滴が表面（例えば X-Y 表面）にわたって配置される位置を表しており、これらの液滴は、堆積した層の積層（例えば、Z 方向に積まれた層）の中で層を形成する。次に、プリントヘッド 408 A は、第 1 の研磨用特徴部 304 が形成されるべき場所に相当するピクセルに合わせて位置合わせし、それから所定のピクセル上に液滴を分注してよい。こうして、第 1 の液滴組成物の液滴を堆積させることによって形成される第 1 の組成物の材料と、第 2 の液滴組成物の液滴を堆積させることによって形成される第 2 の組成物の材料を含む第 2 の材料とから、研磨パッドが形成されてよい。

30

【0077】

図 4 B は、研磨パッド製造プロセス中の印刷ステーション 400 と研磨パッド 300 の、一部の概略近接断面図である。図 4 B に示す一実施例で示されている印刷ステーション 400 は、研磨パッド 300 の一部を層ごとの堆積プロセスによって順次形成するのに使用される、2 つのプリンタ 406 A 及び 406 B を含む。図 4 B に示す研磨パッド 300 の一部は、例えば、最終的に形成される研磨パッド 300 の中の第 1 の研磨用特徴部 304 または第 2 の研磨用特徴部 306 のどちらかの一部を含んでいてよい。処理中、プリンタ 406 A 及び 406 B は、支持体 402 の第 1 の表面に対して、また続いて層ごとのプロセスによって支持体 402 上に堆積した成長中の研磨パッドの表面に対して、それぞれ液滴「A」または「B」を給送するように構成されている。図 4 B に示すとおり、支持体 402 上に形成されている第 1 の層 446 の上に、第 2 の層 448 が堆積している。一実施形態では、第 2 の層 448 は、パッド製造プロセス内でプリンタ 406 A 及び 406 B

40

50

の下流に配置された硬化装置 4 2 0 によって処理されている第 1 の層 4 4 6 の上に、形成される。

【0078】

ある実施形態で、プリンタ 4 0 6 A 及び 4 0 6 B のうちの 1 つ以上が先立って形成された第 1 の層 4 4 6 の表面 4 4 6 A 上に液滴「A」及び／または「B」を堆積している間に、同時に、第 2 の層 4 4 8 の一部が硬化装置 4 2 0 によって処理されてよいことは、留意されるだろう。このケースでは、現在形成中の層は、硬化ゾーン 4 4 9 A のそれぞれの側に配置された処理済み部分 4 4 8 A 及び未処理部分 4 4 8 B を含み得る。未処理部分 4 4 8 B は、概して、分注された液滴 4 4 3 及び 4 4 7 といった、分注された液滴の列を含んでいる。これらの分注された液滴は、それぞれプリンタ 4 0 6 B 及び 4 0 6 A を使用して、先行して形成された第 1 の層 4 4 6 の表面 4 4 6 A 上に堆積したものである。

10

【0079】

図 4 C は、図 4 B に示すように、先立って形成された第 1 の層 4 4 6 の表面 4 4 6 A 上に配置された、分注された液滴 4 4 3 の近接断面図である。分注された液滴 4 4 3 中の材料の特性に基づいて、また表面 4 4 6 A の表面エネルギーのせいで、分注された液滴は、表面張力によって本来分注された液滴（例えば液滴「A」または「B」）のサイズよりも大きい量で、表面にわたって広がる。分注された液滴が広がる量は、液滴が表面 4 4 6 A 上に堆積した瞬間からの時間に応じて変化するであろう。しかし、非常に短い時間（例えば < 1 秒）の経過後に、液滴の広がりには平衡サイズに到達し、接触角 α を有するであろう。分注された液滴が表面にわたって広がることによって、成長中の研磨パッドの表面上に液滴が置かれる解像度が、したがって最終的な研磨パッドの様々な領域内に見られる特徴部及び組成物の解像度が、影響される。

20

【0080】

ある実施形態では、液滴が基板表面で未硬化の平衡サイズに広がる機会を持つ前に、液滴「A」及び「B」を分注すると同時にこれらの液滴を曝露して、各液滴を所望のサイズで硬化、即ち所望のサイズに「固定」することが望ましい。この場合、分注された各液滴の解像度を制御するために、硬化装置 4 2 0 によって分注された液滴及び液滴が置かれた表面に対して供給されるエネルギー、並びに液滴の材料組成が調整される。したがって、3 D 印刷プロセス中に制御または調節を行うべき 1 つのパラメータは、分注された液滴の、液滴が置かれた表面に対する表面張力の制御である。また、以下でさらに検討されるように、ある実施形態では、硬化プロセスの動態を制御し、酸素阻害を防止し、及び／または液滴が堆積された表面上における液滴の接触角を制御するため、液滴の調合物に対して 1 つ以上の開始剤（例えば光開始剤）を添加することが望ましい。

30

【0081】

分注された各液滴の表面特性及び寸法を印刷処理中に「固定」するため、分注された各液滴を部分的にのみ硬化するのが望ましいことが分かっている。液滴を所望のサイズで「固定」する能力は、液滴の材料組成に対して 1 つ以上の光開始剤を所望の量で添加することと、印刷プロセス中に十分な量のエネルギーを硬化デバイス 4 2 0 から送ることによって、実現することができる。ある実施形態では、液滴分注及び付加層形成プロセス中に、平方センチ当たり約 1 ミリジュール (mJ/cm^2) と $100 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ の間、例えば約 $10 \sim 15 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ の紫外線 (UV) を液滴に送ることが可能な、硬化デバイス 4 2 0 を使用することが望ましい。UV 放射は、水銀マイクロ波アークランプ、パルス式キセノンフラッシュランプ、高効率 UV 発光ダイオードアレイ、及び UV レーザといった、任意の UV 源によって提供されてよい。UV 放射は、約 170 nm と約 400 nm の間の波長を有してよい。

40

【0082】

ある実施形態では、分注された液滴「A」及び「B」のサイズは、 $50 \sim$ 約 70 ミクロンといったように、約 $10 \sim$ 約 100 ミクロンであってよい。液滴が上一面に及び上に分注された基板またはポリマー層の表面エネルギー (dyne) に応じて、未硬化の液滴は、表面上で及び表面にわたって、約 10 ミクロンと約 500 ミクロンの間、例えば約 50

50

ミクロンと約200ミクロンの間の固定された液滴のサイズ443Åに広がってよい。こうした液滴の高さは、ここでもまた、表面エネルギー、濡れ、及び／または、流動剤、増粘剤、及び界面活性剤といった他の添加剤を含み得る樹脂の組成、といった要素に応じて、約5ミクロンから約100ミクロンまでであってよい。上記の添加材の1つの供給元は、ドイツ国ゲーレッツリートのBYK-ガードナー GmbHである。

【0083】

一般的に、約1秒未満以内、例えば約0.5秒未満以内の時間で「固定される」のを可能にするために、光開始剤、液滴の組成中の光開始剤の量、及び硬化デバイス420が供給するエネルギーの量を選択することが望ましい。この短い時間枠の中で液滴を「固定」しようとするためには、ノズル及び研磨パッドの表面446Åを硬化デバイス420から送られた紫外放射421に曝露する一方で、液滴噴射プリンタ406の分注ノズルを、研磨パッドの表面から、例えば0.1ミリメートル(mm)と10mmの間、または0.5mmと1mmの間でさえある、短い距離に位置決めしなければならない。液滴の組成と、先立って形成された層の硬化の量(例えば、先立って形成された層の表面エネルギー)と、硬化装置420からのエネルギーの量と、液滴の組成中の光開始剤の量とを制御することによって、液滴の接触角 α を制御して、固定された液滴の大きさを制御し、したがって印刷プロセスの解像度を制御することが可能であるということもまた、分かっている。固定された、または少なくとも部分的に硬化された液滴は、本明細書では以降、硬化された液滴とも呼ばれる。ある実施形態では、固定された液滴のサイズ443Åは、約10ミクロンと約200ミクロンの間である。ある実施形態では、接触角は、望ましくは少なくとも50°、例えば55°以上、または60°以上でさえある値になるように制御することができる。

【0084】

次の下層を形成する、分注された液滴の表面の硬化の量は、研磨パッド形成のプロセスパラメータである。この最初の曝露による硬化の量は、印刷プロセス中に、分注された液滴の後続の層が曝露されるであろう表面エネルギーに影響し得る。各堆積層が、上に続いて堆積する層が成長していくにつれて、これらの続いて堆積する層を通過して供給される硬化用放射のさらなる伝達に繰り返し曝露されることから、初回の硬化の線量は、形成された研磨パッド内で最終的に達成される各堆積層の硬化の量にも影響し得る。オーバーキュアは、オーバーキュアされた材料の材料特性に影響を与えるので、形成された層をオーバーキュアしない方が概して望ましいということは、留意されるだろう。分注された液滴の例示的な10ミクロン厚の層を重合化するためのUV放射への曝露時間は、約0.1秒～約1秒の間で形成されてよく、UV放射の強度は、約10～約15mJ/cm²であってよい。

【0085】

ある実施形態では、層を所望の量まで部分的にのみ硬化するため、液滴組成及び、最初の硬化ステップ中、即ち分注された液滴が堆積した層が、硬化デバイス420によって提供されるエネルギーに直接曝露されるステップ中の硬化デバイス420から送られるエネルギーの量を、制御することが望ましい。一般的に、最初の硬化プロセスは、分注された液滴をバルク硬化するよりも、分注された液滴を表面硬化する方が主であった方が望ましい。なぜならば、後続して印刷される層内の分注される液滴のサイズを制御するには、形成された層の表面エネルギーを制御することが関与しているからである。一実施例では、分注された液滴が部分的に硬化される量は、分注された液滴中の材料の化学変換の量によって規定することができる。一実施例では、ウレタンアクリレート含有層を形成するために使用される、分注される液滴中に見られるアクリレートの変換は、以下の等式で計算されるパーセント値xによって規定される。

$$x = 1 - \left[\left(\frac{A_{C=C}}{A_{C=O}} \right)_x \div \left(\frac{A_{C=C}}{A_{C=O}} \right)_0 \right]$$

1700cm⁻¹におけるピーク値は、FT-IR分光法を用いて得られる。 $A_{C=C} / A_{C=O}$ 比は、硬化された液滴中のC=C結合のC=O結合に対する相対的な比率を表しており、したがって、 $\left(\frac{A_{C=C}}{A_{C=O}} \right)_0$ は、液滴中の当初の $A_{C=C}$ の $A_{C=O}$

に対する比率を意味する。一方で、 $(A_{C=C} / A_{C=O})_x$ は、液滴が硬化された後の硬化された基板の表面における $A_{C=C}$ の $A_{C=O}$ に対する比率を意味する。ある実施形態では、ある層が最初に部分的に硬化された量は、分注された液滴中の材料の約 70% 以上であってよい。ある構成では、最初の層の形成ステップ中に、分注された液滴内の材料を、部分的に、約 70~80% のレベルまで、硬化することが望ましくあり得る。

【0086】

以下でさらに検討されるように、同一のまたは異なる材料特性、機械特性、または動的特性を持つ層を形成するため、分注される液滴の混合、または分注される液滴の位置決めは、層ごとに調整することができる。一実施例では、図 4 B に示すように、分注された液滴の混合物は、50:50 の比率で分注された液滴 443 と 447 を含む。分注された液滴 443 は少なくとも 1 つの、分注された液滴 447 中に見られる材料とは異なる材料を含む。第 1 の研磨用特徴部 304 及び／または第 2 の研磨用特徴部 306 といった、複合材パッド本体 302 の部分の特性は、堆積プロセス中の分注された液滴の位置決めによって形成された、第 1 の組成物と第 2 の組成物の比率及び／または分布に従って、調整または調節されてよい。例えば、第 1 の組成物の重量%は、総組成物重量当たり約 1 重量%から、総組成物重量当たり約 100% までであってよい。同様に、第 2 の組成物の重量%は、総組成物重量当たり約 1 重量%から、総組成物重量当たり約 100% までであってよい。ゼータ電位、硬さ及び／または弾性率といった所望の材料特性に応じて、2 つ以上の材料の組成は、所望の効果を実現するために種々の比率で混合され得る。一実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 及び／または第 2 の研磨用特徴部 306 の組成は、少なくとも 1 つの組成または組成の混合、並びに、1 つ以上のプリンタによって分注される液滴のサイズ、位置、速度、及び／または密度を選択することによって、制御される。したがって、形成中の研磨パッドの表面上に、所望の密度とパターンで位置決めされた、かみ合わされた液滴を有する層を形成するために、電子コントローラ 405 は、概してノズル 409 ~ 410、411 ~ 412 を位置決めするのに適合している。

【0087】

第 1 の研磨用特徴部 304 及び／または第 2 の研磨用特徴部 306 を形成するために、概して 2 つの組成物だけが本明細書で検討されているが、本開示の実施形態は、組成勾配によって相互接続されている複数の材料で研磨パッド上の特徴部を形成することを包含している。ある構成では、研磨パッド内の第 1 の研磨用特徴部 304 及び／または第 2 の研磨用特徴部 306 の組成は、以下で詳述するように、研磨面に平行な平面内で、及び／または、研磨パッドの厚さを通じて、調節される。

【0088】

ゼータ電位勾配を形成する性能、並びに局所的に、研磨パッド内部で、及び研磨パッド全体にわたって、化学特性を調節する性能は、図 4 B に示す液滴「A」及び／または「B」を形成するために使用される、3D 印刷技術の中の「インクジェット印刷可能」な低粘度の組成物、即ち低粘度の「インク」によって、可能になっている。低粘度のインクは、「プレポリマー」組成物であり、複合材パッド本体 302 内に見られる、形成される第 1 の研磨用特徴部 304 及び第 2 の研磨用特徴部 306 の「前駆体」である。したがって、低粘度インクによって、従来型の技法（例えば、成形及び鋳造）では不可能である、多種多様の化学物質及び別個の組成物の給送が可能になり、その結果、複合材パッド本体 302 の種々の領域内に、制御された組成の遷移またはゼータ電位勾配を形成することが可能になる。これは、適切な粘度の調合物を実現するために、高粘度の官能性オリゴマー及びゼータ電位調整剤に対して、粘度を希釈する反応性希釈剤を添加して混合し、続いて、この希釈液が、硬化装置 420 が送る UV 放射及び／または熱といった硬化エネルギーに曝露されて、より粘度の高い官能性オリゴマー及びゼータ電位調整材と共に共重合化することによって、実現する。反応性希釈剤は溶媒の役割を果たしてもよく、その結果、各ステップで通常除去される不活性の非反応性溶媒または希釈剤の使用が解消される。

【0089】

図 4 A の前駆体給送セクション 453 及び前駆体形成セクション 454 を参照すると、

一実施形態では、第1のゼータ電位調整剤前駆体452、第1の前駆体456、及びオプションで第2の前駆体457が、希釈剤458と混合されて、第1の印刷可能なインク組成物459を形成する。第1の印刷可能なインク組成物459は、プリンタ406Bのリザーバ404Bに給送され、パッド本体202の部分を形成するために使用される。同様に、第2のゼータ電位調整剤前駆体465、第3の前駆体466、及びオプションで第4の前駆体467が、希釈剤468と混合されて、第2の印刷可能なインク組成物469を形成することができる。第2の印刷可能なインク組成物469は、プリンタ406Aのリザーバ404Aに給送され、パッド本体202の別の部分を形成するために使用される。ある実施形態では、第1の前駆体456及び第3の前駆体466は、多官能性オリゴマーといったオリゴマーをそれぞれ含んでおり、第2の前駆体457及び第4の前駆体467は多官能性モノマーをそれぞれ含んでおり、希釈剤458と希釈剤468は反応性希釈剤（例えばモノマー）及び／または開始剤（例えば光開始剤）をそれぞれ含んでおり、第1のゼータ電位調整剤前駆体452及び第2のゼータ電位調整剤前駆体465は、他のモノマー及びオリゴマーと共重合化してゼータ電位を変更する、あるクラスのモノマー／オリゴマーを含んでいる。

【0090】

図5A～図5Dは、印刷ステーション400内で形成される研磨パッドの1つ以上の領域にわたってゼータ電位の勾配を含む、研磨パッドのピクセルチャート500a～500dの例を示す。図5A～図5Dでは、白色ピクセルの標示が、第1の材料の分注された液滴が分注されているところを概略的に示すことを意図している一方、黒色ピクセルは、研磨パッドを形成するために使用されている1つ以上の層内で、材料が何も分注されていないところを標示している。これらの技法を使用することによって、研磨パッドの完成品の少なくとも一部を形成するために使われる印刷層の1つ以上の中に、硬化された材料の、または複数の硬化された液滴によって形成される材料の、組成勾配が形成され得る。研磨パッドの全体的な特性を調節し、カスタマイズするために、研磨パッド内の1つ以上の印刷層の組成のカスタマイズを行ってよい。研磨用特徴部の組成が任意の適切なパターンで変化してよいことは、留意されるべきである。本明細書に記載の研磨パッドは2種類の材料から形成されているとして示されているが、この構成は、本明細書の開示の範囲を限定することを意図しない。なぜならば、3種類以上の材料を含む複合研磨パッドも、本開示の範囲に含まれているからである。図3A～図3Lの研磨パッドといった任意の設計の研磨パッドにおいて、研磨用特徴部の組成が、図5A～図5Fの研磨パッドと同様の態様で変化してよいことは、留意すべきである。

【0091】

図5A及び図5Bは、第1の研磨用特徴部304及び1つ以上の第2の研磨用特徴部306の一部を含む、研磨パッド内の印刷層のピクセルチャートを表す、黒と白のビットマップ画像である。図5A及び図5Bでは、白色ピクセルの標示が第1の材料の液滴が分注されているところである一方、黒色ピクセルの標示は、分注され硬化される材料が何も存在していないところである。図5Aは、研磨パッド300内の層の第1の部分のピクセルチャート500aであり、図5Bは、同じ研磨パッドの第2の部分のピクセルチャート500bである。第1の部分は、ピクセルチャート500aに従って第1のプリントヘッドによって分注されてよく、第2の部分は、ピクセルチャート500bに従って第2のプリントヘッドによって分注されてよい。2つのプリントヘッドは、ピクセルチャート500a、500bを重畳させて、別個の研磨用特徴部を含む1つ以上の層を形成する。研磨パッドのエッジ領域付近の研磨用特徴部は、第2の材料よりも第1の材料を多く含む。研磨パッドの中央領域付近の研磨用特徴部は、第1の材料よりも第2の材料を多く含む。この例では、各研磨用特徴部は、第1の材料と第2の材料との独自の組み合わせを有する。したがって、ピクセルチャートを使用することによって、研磨体内で材料組成の所望のゼータ電位勾配が実現され、研磨パッドの所望の研磨性能が実現されるようにして、研磨体を逐次的に形成することができる。

【0092】

図5C及び図5Dは、特徴部を有する研磨パッドのピクセルチャート500c、500dである。ある実施形態では、図5Cは、研磨パッドの第1の部分のピクセルチャート500cであり、図5Dは、同じ研磨パッドの第2の部分のピクセルチャート500dである。図5C、図5Dによる研磨パッドは、研磨体の材料組成の勾配が、研磨パッド全体にわたって、左から右へと変化することを除いて、図5A、図5Bの研磨パッドと同様である。

【0093】

図5Eは、研磨面508にわたって（例えばY方向に）ゼータ電位の勾配を有する研磨面508を形成するために、付加製造プロセスを用いて形成された、ウェブ（Web）をベースにした研磨パッド500eの概略図である。図5Eに示すように、研磨材料は、プラテン102の上、第1のロール581と第2のロール582の間に配置されてよい。

【0094】

図5Fは、Z方向にゼータ電位の勾配を有する研磨ベース層591を形成するために、付加製造プロセスを用いて形成された、研磨パッド500fの概略側面断面図である。研磨ベース層591の積層した印刷層のゼータ電位組成の勾配は、比率が高濃度から低濃度へと一方向に、またはその逆に、変化していることができる。一実施例では、積層された印刷層は、付加製造プロセスを用いてZ方向に逐次積層されている。あるケースでは、研磨パッドの1つ以上の領域は、例えばX、Y、及びZ方向といった1つ以上の方向に向けて、高／低／高、または低／高／低の濃度勾配といった、より複雑な濃度勾配を含んでいてよい。ある構成では、研磨パッド500fは、少なくとも第1の研磨用特徴部304と第2の研磨用特徴部306を形成する別々の領域を含んでいてよい、研磨用特徴部領域594を含み得る。一実施例では、研磨用特徴部領域594は、図3A～図3Lに示す構造のうちの1つ以上を含有する、パッド本体202の一部を含んでいてよい。

【0095】

一実施形態では、研磨用ベース層591は、研磨用ベース層591内に形成された各層中に、2つ以上の異なる材料の均質な混合物を含む。一実施例では、この均質な混合物は、研磨用ベース層591内に形成された各層中に、第1の研磨用特徴部304及び第2の研磨用特徴部306を形成するのに使用される、材料の混合物を含み得る。ある構成では、層の成長方向（例えば図4BのZ方向）にゼータ電位の勾配を形成するため、層ごとに材料の均質な混合物の組成を変化させることが望ましい。均質な混合物という用語は、概して、各層内に少なくとも2つの異なる組成物を有し、したがって、それぞれ液滴噴射プリンタ406の解像度にサイズ決めされた少なくとも2つの異なる組成物が混合している小領域を含んでいてよい印刷された液滴を、分注及び硬化することによって形成される材料を、表すことを意図している。研磨用ベース層591と研磨用特徴部領域594との界面は、研磨用ベース層591の上表面に見られる材料と、研磨用特徴部領域594の下表面に見られる材料との均質なブレンドを含んでいてよい、または、研磨用特徴部領域594の第1の堆積した層内の異なる材料組成が、研磨用ベース層591の表面上に直接堆積している、不連続な遷移を含んでいてよい。

【0096】

研磨用特徴部領域594のある実施形態では、またはより一般的には上記のパッド本体302のうちの任意のものでは、研磨パッドの研磨面とは直角の方向に、第1の研磨用特徴部304及び／または第2の研磨用特徴部306のゼータ電位の勾配を形成することが望ましい。一実施例では、研磨パッドのベース付近（例えば研磨面の逆側）の印刷層内に、高ゼータ電位の領域を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有し、研磨パッドの研磨面付近の印刷層内に、低ゼータ電位の領域を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有することが望ましい。別の例では、研磨パッドのベース付近の印刷層内に、低ゼータ電位の領域を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有し、研磨パッドの研磨面付近の印刷層内に、高ゼータ電位の領域を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有することが望ましい。

【0097】

一実施形態では、第1の及び／または第2の研磨用特徴部を形成するのに使われる材料中の材料組成の勾配は、研磨パッドの研磨面に対して直角方向に形成することが望ましい。一実施例では、研磨パッドのベース付近（例えば研磨面の逆側）の印刷層内に、第2の研磨用特徴部306を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有し、研磨パッドの研磨面付近の印刷層内に、第1の研磨用特徴部304を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有することが望ましい。別の例では、研磨パッドのベース付近の印刷層内に、第1の研磨用特徴部304を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有し、研磨パッドの研磨面付近の印刷層内に、第2の研磨用特徴部306を形成するために使用される材料の組成物をより高濃度に有することが望ましい。例えば、第1層は、1：1という、第1の印刷された組成物対第2の印刷された組成物の比率を有してよく、第2層では、第1の印刷された組成物対第2の印刷された組成物の比率は2：1であり、かつ、第3層では、第1の印刷された組成物対第2の印刷された組成物の比率は3：1であり得る。堆積される層の平面内に印刷される液滴の配置を調節することによって、単一層の種々の部分においても、勾配が形成されていてよい。

10

【0098】

図6は、本開示の一実施形態による、ゼータ電位の勾配（340→350）を含む研磨パッド600の一部の、概略側面断面図である。研磨パッド600は、3D印刷された研磨パッドの第2の研磨用特徴部306と同様に軟らかい即ち低貯蔵弾性率 E' の材料である、第2の研磨用特徴部602を含む。第2の研磨用特徴部602は、第2の研磨用特徴部306と同様に、ポリウレタンセグメント及び脂肪酸セグメントを含み得る、1つ以上の弾性ポリマー組成物から形成されていてよい。研磨パッド600は、第2の研磨用特徴部602から延びる、複数の表面特徴部606を含む。表面特徴部606の外表面608は、軟性の即ち貯蔵弾性率 E' が低い材料、または軟性の即ち貯蔵弾性率 E' が低い材料の組成物から形成されていてよい。

20

【0099】

一実施形態では、表面特徴部606の外表面608は、第2の研磨用特徴部602と同じ材料、または同じ材料の組成物から形成されていてよい。表面特徴部606は、中に埋めこまれた硬性の即ち高貯蔵弾性率 E' の特徴部604もまた含んでいてよい。硬性の即ち高貯蔵弾性率 E' の特徴部604は、表面特徴部606よりも硬い材料または材料の組成物から形成されていてよい。硬性の即ち高貯蔵弾性率 E' の特徴部604は、架橋ポリマー組成物及び、芳香族基を含有する組成物を含む、研磨パッドの硬性の即ち高貯蔵弾性率 E' の特徴部604の材料（単数または複数）と同様の材料から形成されていてよい。埋めこまれた硬性の即ち高貯蔵弾性率 E' の特徴部604は、表面特徴部606の有効硬度を変化させ、それによって研磨のために望ましい目標パッド硬度を提供する。外表面608の軟性即ち低貯蔵弾性率 E' のポリマー層は、欠陥を減少させ、研磨中の基板の平坦度を向上させるために使用され得る。同じ利点を提供するために、代わりに、軟性即ち低貯蔵弾性率 E' ポリマー材料が本開示の他の研磨パッドの表面上に印刷されてもよい。

30

【0100】

図7は、本開示の一実施形態による、1つ以上の観察窓710、及びその内部に形成されたゼータ電位の勾配（340→350）を有する研磨パッド700の、概略的な斜視断面図である。研磨パッド700は、パッド本体702を有していてよい。パッド本体702は、1つ以上の第2の研磨用特徴部706と、研磨のために第2の研磨用特徴部706から延びている、複数の第1の研磨用特徴部704とを含んでいてよい。第2の研磨用特徴部706及び第1の研磨用特徴部704は、研磨パッド300の第2の研磨用特徴部306及び第1の研磨用特徴部304の材料と同様の材料から形成されていてよい。第1の研磨用特徴部704は、本開示による任意の適切なパターンで配置されていてよい。

40

【0101】

研磨中の基板の観察を可能にするため、1つ以上の観察窓710が、透明の材料または組成物で形成されていてよい。1つ以上の観察窓710は、第2の研磨用特徴部706もしくは第1の研磨用特徴部704を貫通して、及び／または、第2の研磨用特徴部706

50

もしくは第1の研磨用特徴部704の部分の周囲に、形成されていてよい。ある実施形態では、1つ以上の観察窓710は、実質的に透明な、したがって、CMP光学終点検出システムで使用するためにレーザ源及び／または白色光源から放出された光を透過させることが可能な、材料で形成されていてよい。光学的透明度は、終点検出システムの光学検出器によって使用される光線の波長帯全体にわたり、少なくとも約25%（例えば、少なくとも約50%、少なくとも約80%、少なくとも約90%、少なくとも約95%）の光透過性を提供するのに十分なほど、高くなくてはならない。典型的な光学終点検出波長帯は、可視スペクトル（例えば約400nm～約800nm）、紫外（UV）スペクトル（例えば約300nm～約400nm）、及び／または、赤外スペクトル（例えば約800nm～約1550nm）を含む。

10

【0102】

一実施形態では、1つ以上の観察窓710は、280～399nmの間の波長で>35%の透過率を有し、400～800nmの間の波長で>70%の透過率を有する材料から形成されている。ある実施形態では、1つ以上の観察窓710は、研磨スラリの屈折率とほぼ同じ低い屈折率と、大気／ウインドウ／水の界面からの反射を低減させ、かつ、1つ以上の観察窓710を通して基板との間を行き来する光の透過性を向上させるための、高い光学的透明度とを有する材料で、形成されている。

【0103】

一実施形態では、1つ以上の観察窓710は、ポリメチルメタクリレート（PMMA）を含む、透明な印刷された材料から形成されていてよい。別の実施形態では、観察窓は、エポキシ基を含む透明ポリマー組成物を用いて形成されている。この組成物はカチオン硬化を用いて硬化されてよく、この組成物によって、さらなる透明性とより少ない収縮性が提供されてよい。同様の実施形態では、観察窓は、カチオン硬化と遊離基硬化の両方を受ける組成物の混合物から形成されていてよい。別の実施形態では、観察窓は、別のプロセスによって作製されていてよく、3Dプロセスによって形成された研磨パッド内にあらかじめ形成されたオリフィスまたはエリア内に、機械的に挿入されていてよい。

20

【0104】

図8は、本開示の一実施形態による、ゼータ電位の勾配及びバックキング層806を含む研磨パッド800の概略的な斜視断面図である。バックキング層806は、支持用の発泡層であってよい。研磨パッド800は、第2の研磨用特徴部804と、第2の研磨用特徴部804から突き出ている、複数の第1の研磨用特徴部802とを含む。研磨パッド800は、バックキング層806が第2の研磨用特徴部804に取り付けられていることを除いて、本明細書に記載の研磨パッドのうちの任意のものと同様であってよい。バックキング層806は、研磨パッド800に所望の圧縮性を提供し得る。バックキング層806は、研磨パッド800の全体的な機械的特性を変化させて、所望の硬さを実現するため、及び／または、所望の貯蔵弾性率 E' と損失弾性率 E'' を実現するためにも、使用されてよい。バックキング層806は、80ショアAスケール未満の硬さの値を有してよい。

30

【0105】

一実施形態では、バックキング層806は、ポリウレタンまたはポリシロキサン（シリコーン）といったオープンセルまたはクローズセルの発泡体から形成されていてよく、それによって、加圧下ではセルがつぶれ、バックキング層806は圧縮される。別の実施形態では、バックキング層806は、天然ゴム、EPDMゴム（エチレンプロピレンジエンモノマー）、ニトリル、またはネオプレン（ポリクロロプレン）から形成されていてよい。

40

【0106】

図9は、複数のゾーンを有する研磨パッド900の概略断面図である。研磨パッド900は、研磨中に基板の中央エリアに接触する領域と、基板のエッジ領域に接触する領域とで異なる特性を有するように、設計されてよい。図9は、研磨パッド900に対して基板110を配置する、キャリアヘッド108を概略的に示している。一実施形態では、研磨パッド900は、バックキング層904上に配置された複合材パッド本体902を含んでいてよい。複合材パッド本体902は、3D印刷によって製造されていてよい。図9に示す

50

ように、研磨パッド900は、研磨パッドの半径に沿って、外側エッジゾーン906と、中央ゾーン908と、内側エッジゾーン910とに区分され得る。外側エッジゾーン906と内側エッジゾーン910が、研磨中に基板110のエッジ領域に接触する一方、中央ゾーン908は、研磨中に基板の中央領域に接触する。

【0107】

研磨パッド900は、エッジ研磨品質を向上させるために、エッジゾーン906、910沿いのゼータ電位といった表面特性が、中央ゾーン908のものとは異なっている。一実施形態では、エッジゾーン906、910は、中央ゾーン908とは異なるゼータ電位を有してよい。

【0108】

図10は、研磨パッド900の部分拡大断面図であり、外側エッジゾーン906及び中央ゾーン908の例示的な設計を示している。外側エッジゾーン906は、ベース材料層1006と複数の表面特徴部1002とを含む。表面特徴部1004は、ベース材料層1006よりも硬い材料で形成されていてよい。中央ゾーン908は、ベース材料層1008と複数の表面特徴部1004とを含む。表面特徴部1002は、ベース材料層1006とは異なるゼータ電位を有する材料で形成されていてよい。一実施形態では、中央ゾーン908は、ベース材料層1008の下にロッキング層1010を含んでいてよい。複数の表面特徴部1004は、安定性を向上させるために、ロッキング層1010上に印刷されていてよい。図10に示しているように、中央ゾーン908内の表面特徴部1002は、外側エッジゾーン906内の表面特徴部1004よりもサイズが大きい。一実施形態では、外側エッジゾーン906内の表面特徴部1004のピッチは、中央ゾーン908内の表面特徴部1002のピッチよりも狭くてよい。

【0109】

例示の調合物

本明細書に記載の研磨用物品は、少なくとも1つのプレポリマー組成物から形成されていてよい。プレポリマー組成物は、インクジェット印刷可能なプレポリマー組成物であってよい。インクジェット印刷可能な組成物は、(1) 1つ以上のオリゴマー成分、(2) 1つ以上のモノマー成分、(3) 1つ以上のゼータ電位調整剤成分、(4) 光開始剤成分、(5) 無機粒子、有機粒子またはその両方、及び(6) さらなる添加物、のうちの少なくとも1つを含んでいてよい。プレポリマーのインクまたは組成物は、堆積された後に、硬化剤または化学開始剤を使用するかまたは使用しない、放射エネルギーまたは熱エネルギーへの曝露または接触といった、任意の数の手段を用いて処理されてよい。重合反応を開始するため、例えば、紫外線放射(UV)、ガンマ線、X線、加速電子、及びイオンビームが使用されてよい。本開示の目的のためには、貫通硬化剤もしくは酸素抑制剤などの、増感剤、開始剤、及び/または硬化剤といった、硬化の方法または重合を促進する添加剤の使用は限定されない。

【0110】

インク組成物は、1つ以上のオリゴマー成分を含んでいてよい。最終的な研磨用物品で所望の特性を実現することが可能な、任意の適切なオリゴマー成分が使用されてよい。1つ以上のオリゴマー成分は、アクリル系オリゴマー、ウレタン(メタ)アクリレートオリゴマー、ポリエステル系(メタ)アクリレートオリゴマー、ポリエステル系(メタ)アクリレートオリゴマー、シリコン系メタ(アクリレート)、ビニル(メタ)アクリレート、またはエポキシ(メタ)アクリレートオリゴマーのうちの、少なくとも1つを含んでいてよい。

【0111】

オリゴマー成分は、低粘度、低揮発性、高反応性、及び低ガラス転移点温度であってよい。オリゴマー成分は、多官能性の成分であってよい。オリゴマー成分の官能性は、三またはそれよりも小さくてよい。オリゴマー成分の官能性は、二またはそれよりも小さくてよい。

【0112】

適切なアクリル系オリゴマーの例は、限定しないが、Sartomer（登録商標）からの、CN820、CN152、及びCN146などに表示されているものを含む。適切なウレタン（メタ）アクリレートの例は、限定しないが、Sartomer（登録商標）からの、CN929、CN966、CN978、CN981、CN991、CN992、CN994、CN997、CN1963、CN9006、CN9007などに表示されている脂肪族及び芳香族ウレタン（メタ）アクリレート、並びにCyttek（登録商標）Surface SpecialtyからのEbecryl 8402、Ebecryl 1290と表示されているものを含む。

【0113】

適切なポリエステルまたはポリエーテル系（メタ）アクリレートオリゴマーの例は、限定しないが、Sartomer（登録商標）USA, LLCからの、CN292、CN293、CN294E、CN299、CN704、CN2200、CN2203、CN2207、CN2261、CN2261LV、CN2262、CN2264、CN2267、CN2270、CN2271E、CN2273、CN2279、CN2282、CN2283、CN2303、CN3200などに表示されているものを含む。適切なエポキシ（メタ）アクリレートオリゴマーの例は、限定しないが、Cyttek（登録商標）Surface SpecialtyからのEbecryl 3701、Ebecryl 3708、Ebecryl 3200、Ebecryl 3600などと指定されているもの、及びSartomer（登録商標）からのCN151を含む。

【0114】

1つ以上のオリゴマー成分は、インク組成物の総重量の、少なくとも10重量%、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%を占めていてよい。1つ以上のオリゴマー成分は、インク組成物の総重量の、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%、60重量%までを占めていてよい。インク組成物中のオリゴマー成分の量は、インク組成物の総重量の約10重量%～約60重量%（例えば、約20重量%～約50重量%、約40重量%～約50重量%、約10重量%～約30重量%）であってよい。

【0115】

インク組成物は、1つ以上のモノマー成分をさらに含んでいてよい。モノマー成分は、通常、インク調合物中のオリゴマー成分に対する良好な溶解性を示す。それによってインクが希釈され、低粘度を示す。モノマー成分はまた、低ガラス転移点温度も有してよく、このことは、硬化後のインクの可撓性に寄与する。モノマー成分は、多官能性の成分であってよい。モノマー成分の官能性は、三またはそれよりも小さくてよい。モノマー成分の官能性は、二またはそれよりも小さくてよい。

【0116】

一実施形態では、モノマー成分は、単官能性モノマー及び二官能性モノマーの両方を含む。

【0117】

適切な単官能性モノマーの例は、限定しないが、テトラヒドロフルフルアクリレート（例えばSartomer（登録商標）からのSR285）、テトラヒドロフルフルメタクリレート、ビニルカプロラクタム、イソボルニルアクリレート、イソボルニルメタクリレート、2-フェノキシエチルアクリレート、2-フェノキシエチルメタクリレート、2-（2-エトキシエトキシ）エチルアクリレート、イソオクチルアクリレート、イソデシルアクリレート、イソデシルメタクリレート、ラウリルアクリレート、ラウリルメタクリレート、ステアリルアクリレート、ステアリルメタクリレート、環状トリメチロールプロパンホルマルアクリレート、2-[[（ブチルアミノ）カルボニル]オキシ]エチルアクリレート（例えば、RAHN USAコーポレーションからのGenomer 1122）、3, 3, 5-トリメチルシクロヘキササンアクリレート、及び単官能性メトキシ化PEG（350）アクリレートなどを含む。

【0118】

適切な二官能性モノマーの例は、限定しないが、プロポキシ化ネオペンチルグリコールジアクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジアクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジメタクリレート、1, 3-ブチレングリコールジアクリレート、1, 3-ブチレングリコールジメタクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジメタクリレート、アルコキシ化脂肪族ジアクリレート（例えば、Sartomer（登録商標）からのSR9209A）、ジエチレングリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、ジプロピレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレートといった、ジオール及びポリエーテルジオールのジアクリレートまたはジメタクリレート、並びに、例えばSartomer（登録商標）からのSR562、SR563、SR564といった、アルコキシ化ヘキサンジオールジアクリレートを含む。

10

【0119】

1つ以上のモノマー成分は、インク組成物の総重量の、少なくとも10重量%、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%を占めていてよい。1つ以上のモノマー成分は、インク組成物の総重量の、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%、60重量%までを占めていてよい。インク組成物中のモノマー成分の量は、インク組成物の総重量の約10重量%～約60重量%（例えば、約30重量%～約60重量%、約20重量%～約50重量%、約40重量%～約50重量%、約10重量%～約30重量%）であってよい。

20

【0120】

インク組成物は、1つ以上のゼータ電位調整剤成分をさらに含んでいてよい。ゼータ電位調整剤成分は、研磨用物品の表面のゼータ電位を調整することが可能なイオン電荷（カチオン系、アニオン系、もしくはノニオン系）を有する、1つ以上のオリゴマー、モノマー、またはその両方を含む。ターゲット面に所望の電荷を提供する、任意の適切なゼータ電位調整剤が使用されてよい。

【0121】

インク組成物中で有用なカチオン系モノマーは、限定しないが、ジアリルジメチルアンモニウムクロライド（DADMAC）といったジアリルジメチルアンモニウムハライド、メタクリロイルオキシエチルトリメチルアンモニウムクロライド（MADQUAT）といったメタクリロイルオキシエチルトリメチルアンモニウムハライドなどを含む。さらに、ポリ（アクリルアミド-コ-ジアリルジメチルアンモニウム）クロライドといった、カチオン系及びノニオン系モノマーのコポリマー（例えばアルキルアクリレート、アルキルメタクリレート、アクリルアミド、スチレンなど）もまた、インク組成物中で有用である。こうしたカチオン系ポリマーの他のいくつかの非限定的な例は、ポリエチレンイミン、エトキシ化ポリエチレンイミン、ポリ（ジアリルジメチルアンモニウム）ハライド、ポリ（アミドアミン）、ポリ（メタクリロイルオキシエチルジメチルアンモニウム）クロライド、ポリビニルピロリドン、ポリビニルイミダゾール、ポリ（ビニルピリジン）、及びポリビニルアミンを含む。「カチオン系モノマー」という用語は、本明細書で使用される場合、正電荷を有するモノマーを表す。「カチオン系モノマー」という用語は、pH1からpH12でカチオン化するモノマーもまた含む。

30

40

【0122】

インク組成物中で有用なアニオン系モノマーは、例えば、ポリアクリル酸（PAA）、ポリメタクリル酸（PMAA）、ポリマレイン酸（PMA）、ポリ（2-アクリルアミド-2-メチルー1-プロパンスルホン酸（polyAMPS）（登録商標）などといった、ホモポリマーのアニオン系モノマー、並びにポリアクリル酸-コ-メタクリル酸）、ポリ（アクリル酸-コ-2-アクリルアミド-2-メチループロパンスルホン酸）などといった、アニオン系モノマー及びノニオン系モノマーのコポリマーを含む。アニオン系モノマーは、酸の形態で、または塩（例えばナトリウム塩）として、利用することができる。

50

アニオン系ポリマーの実際のイオン性（即ち、完全にイオン化されているか部分的にイオン化されているか）は、当該技術分野で周知のように、C M P 組成物のp H次第であろう。

【0123】

インク組成物中で有用なノニオン系モノマーは、限定しないが、例えば、ポリアクリルアミド（P A M）ホモポリマーといったホモポリマーのモノマー、及び、メタクリルアミド、N－ビニルピロリドン（N V P）などといった、アクリルアミドと1つ以上の他のノニオン系モノマーとのコポリマーを含む。

【0124】

一実施形態では、ゼータ電位調整剤は、アクリレート系のモノマーまたはオリゴマーである。アクリレート系のモノマーまたはオリゴマーは、アミノ基、アンモニウム基、ヒドロキシル基、エチル基、メチル基、ブチル基、シロキサン基、またはこれらの組み合わせの官能基のうちの1つを有してよい。アクリレート系のモノマーまたはオリゴマーの分岐は、一次、二次、三次、または四次であってよい。アクリレート系モノマーまたはオリゴマーは、単官能性または多官能性（例えば二官能性、三官能性など）であってよい。

【0125】

（メタ）クリレートモノマー及び／またはオリゴマーの例は、イソアミルアクリレート、ステアリルアクリレート、ラウリルアクリレート、オクチルアクリレート、デシルアクリレート、イソミリスチルアクリレート、イソステアリルアクリレート、2－エチルヘキシルジグリコールアクリレート、2－ヒドロキシブチルアクリレート、2－アクリロイルオキシエチルヘキサヒドロフタレート、2－ブトキシエチルアクリレート、エトキシジエチレングリコールアクリレート、メトキシジエチレングリコールアクリレート、メトキシポリエチレングリコールアクリレート、メトキシプロピレングリコールアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、イソボルニルアクリレート、2－ヒドロキシエチルアクリレート、2－ヒドロキシプロピルアクリレート、2－ヒドロキシ－3－フェノキシプロピルアクリレート、2－アクリロイルオキシエチルサクシネート、2－アクリロイルオキシエチルフタレート、2－アクリロイルオキシエチル－2－ヒドロキシエチル－フタレート、ラクトン変性可撓性アクリレート、及びt e r t－ブチルシクロヘキシルアクリレートといった単官能性モノマーと、トリエチレングリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、1，4－ブタンジオールジアクリレート、1，6－ヘキサジオールジアクリレート、1，9－ノナンジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、ジメチロールトリシクロデカンジアクリレート、ビスフェノールAのP O付加物のジアクリレート、ヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールジアクリレート、及びポリテトラメチレングリコールジアクリレートといった二官能性モノマーと、トリメチロールプロパントリアクリレート（T M P T A）、ペンタエリトリールトリアクリレート、ペンタエリトリールテトラアクリレート、ジペンタエリトリールヘキサアクリレート、ジ（トリメチロールプロパン）テトラアクリレート、グリセリルプロボキシトリアクリレート、カプロラクトン変性トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリトリールエトキシテトラアクリレート、及びカプロラクタム変性ジペンタエリトリールヘキサアクリレートといった三官能性以上のモノマーと、それらのオリゴマーを含む。

【0126】

（メタクリレート）モノマー及び／またはオリゴマーの他の例は、2－（ジメチルアミノ）エチルメタクリレート、[2－（メタクリロイルオキシ）エチル]トリメチルアンモニウムメチルサルフェート（M E T A M S）、[2－（アクリロイルオキシ）エチル]トリメチルアンモニウムクロライド（A E T A C）、[2－（メタクリロイルオキシ）エチル]トリメチルアンモニウムサルフェート、[2－（メタクリロイルオキシ）エチル]トリメチルアンモニウムクロライド（M E T A C）、N－アクリルアミドプロピル－N，N

10

20

30

40

50

、N-トリメチルアンモニウムクロライド（APTMAC）、メタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウムクロライド（MPTMAC）、ジメチルメタクリレート、ジアリルジメチルアンモニウムクロライド（DADMAC）、四級化N-ビニルピリジン、四級化2-ビニルピリジン、四級化4-ビニルピリジン、またはこれらの組み合わせを含む。

【0127】

インク組成物中のゼータ電位調整剤成分は、インク組成物の総重量の、少なくとも0.1重量%、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、または17重量%を占めていてよい。インク組成物中のゼータ電位調整剤成分は、インク組成物の総重量の、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、17重量%、または20重量%までを占めていてよい。インク組成物中のゼータ電位調整剤成分の量は、インク組成物の総重量の約0.1重量%～約60重量%（例えば、約1重量%～約5重量%、約5重量%～約10重量%、約10重量%～約15重量%、約15重量%～約20重量%）であってよい。

10

【0128】

インク組成物は、1つ以上の光開始剤成分をさらに含んでいてよい。放射硬化プロセスでは、光開始剤成分によって、入射放射線にตอบสนองして硬化が開始される。インク組成物の光開始剤成分のタイプの選択は、概して、インク組成物の硬化に用いられる硬化放射の波長に依存する。通常、選択された光開始剤のピーク吸収波長は、特に放射に紫外光を用いて放射エネルギーを効率的に利用するために、硬化放射の波長の範囲と共に変化する。

【0129】

20

適切な光開始剤の例は、限定しないが、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、4-イソプロピルフェニル-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)-フェニル]-2-ヒドロキシ-2-メチル-1-プロパン-1-オン、2,2-ジメチル-2-ヒドロキシ-アセトフェノン、2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン、ジフェニル(2,4,6-トリメチルベンゾイル)ホスフィンオキシド、ビス(2,6-ジメトキシ-ベンゾイル)-2,4,6-トリメチルフェニルホスフィンオキシド、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノプロパン-1-オン、3,6-ビス(2-メチル-2-モルホリノプロピオニル)-9-n-オクチルカルバゾール、2-ベンジル-2-(ジメチルアミノ)-1-[4-(4-モルホリニル)フェニル]-1-ブタノン、ベンゾフェノン、2,4,6-トリメチルベンゾフェノン、及びイソプロピルチオキサントンを含む。市販の光開始剤の適切なブレンドは、限定しないが、Ciba（登録商標）Specialty ChemicalsからのDarocur 4625、Irgacure 1173、Irgacure 2022、Irgacure 2100、及びLamberti（登録商標）からのEsacure KT37、Esacure KT55、Esacure KTO046と表示されているものを含む。

30

【0130】

インク組成物中の光開始剤成分は、インク組成物の総重量の、少なくとも0.1重量%、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、または17重量%を占めていてよい。インク組成物中の光開始剤成分は、インク組成物の総重量の、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、17重量%、または20重量%までを占めていてよい。インク組成物中の光開始剤成分の量は、インク組成物の総重量の約0.1重量%～約20重量%（例えば、約1重量%～約5重量%、約5重量%～約10重量%、約10重量%～約15重量%、約15重量%～約20重量%）であってよい。

40

【0131】

インク組成物は、無機粒子、有機粒子、またはその両方をさらに含んでいてよい。3D印刷プロセスは、層あたり少なくとも1つの組成物による層ごとの逐次的な堆積を含んでいるので、特定のパッド特性を獲得するために、及び／または特定の機能を実施するために、パッドの層上または層内に配置される無機または有機の粒子を追加で堆積することもまた、望ましくあり得る。無機または有機の粒子は、50ナノメートル（nm）から10

50

0 マイクロメートル (μm) の範囲の大きさであってよく、液滴噴出プリンタ 406 によって分注される前に、1 重量% (wt%) と 50 重量% の間の比で、前駆体材料に添加されてよい、または未硬化の印刷層に添加されてよい。無機または有機の粒子は、最大引張強さを向上させるため、降伏強さを向上させるため、ある温度範囲にわたる貯蔵弾性率の安定性を向上させるため、熱伝導を向上させるため、表面のゼータ電位を調整するため、及び表面の表面エネルギーを調整するために、研磨パッドの形成プロセス中に添加されてよい。

【0132】

粒子のタイプ、化学組成、または大きさ、及び添加される粒子は、用途または実現すべき所望の効果によって、様々であってよい。ある実施形態では、粒子は、金属間化合物、セラミック、金属、ポリマー、及び／またはセリア、アルミナ、シリカ、もしくはジルコニアといった金属の酸化物、窒化物、炭化物、またはこれらの組み合わせを含み得る。一実施例では、パッドの上に、またはパッドの内部に配置された無機または有機の粒子は、PEEK、PEK、PPS、並びに、研磨パッドの熱伝導性、及び／または他の機械特性を向上させる他の同様の材料といった、高性能ポリマーの粒子を含み得る。

10

【0133】

インク組成物中の粒子成分は、インク組成物の総重量の、少なくとも 0.1 重量%、1 重量%、2 重量%、5 重量%、10 重量%、15 重量%、または 17 重量% を占めていてよい。インク組成物中の粒子成分は、インク組成物の総重量の、1 重量%、2 重量%、5 重量%、10 重量%、15 重量%、17 重量%、または 20 重量% までを占めていてよい。インク組成物中の粒子成分の量は、インク組成物の総重量の約 0.1 重量% ～ 約 20 重量% (例えば、約 1 重量% ～ 約 5 重量%、約 5 重量% ～ 約 10 重量%、約 10 重量% ～ 約 15 重量%、約 15 重量% ～ 約 20 重量%) であってよい。

20

【0134】

インク組成物は、1 つ以上のさらなる成分をさらに含んでいてよい。さらなる添加物は、限定しないが、安定剤、界面活性剤、レベリング添加剤、及び着色剤を含んでいてよい。

【0135】

実施例：

以下の非限定的な実施例は、本明細書に記載の実施例をさらに説明するために提供されている。しかし、これらの実施例は、本明細書に記載する実施形態の全てを網羅することを意図しておらず、またその範囲を限定することを意図していない。特定の材料およびその量は、これらの実施例で記載される他の条件および詳細と同様に、本明細書に記載された実装態様を制限するために使用されるものではない。

30

【0136】

上記のとおり、ある実施形態では、第 1 の研磨用特徴部 304 及び第 2 の研磨用特徴部 306 といった 2 つ以上の研磨用特徴部のうちの、少なくとも 1 つを形成するのに使用される材料のうちの 1 つ以上は、少なくとも 1 つの硬化可能なプレポリマー組成物を堆積処理し、次いでその後堆積後処理することによって、形成される。一般的に、付加製造システム 450 の前駆体給送セクション 453 内で実施される前駆体調合プロセス中に混合される硬化可能樹脂前駆体組成物は、官能性オリゴマー、反応性希釈剤、及び開始剤といった硬化成分を含有する、プレポリマー組成物の調合物を含んでいるであろう。これらの成分のいくつかの例が、以下の表 1 に列挙されている。

40

【0137】

官能性オリゴマーの例は、以下の表 1 のアイテム O1 ～ O2 で見ることができる。官能性反応性希釈剤及び他の添加剤の例は、表 1 のアイテム M1 で見ることができる。DMA 及び AMEC は、どちらも Sigma-Aldrich から入手可能である。硬化用成分の例は、表 1 のアイテム P1 に見ることができ、Ciba Specialty Chemicals Inc. 及び RAHN USA Corporation から入手可能である。

50

参照名	材料情報	官能性	Tg (°C)	粘度 (mPa·s)	MW (Da)
O1	脂肪酸ポリエステル ウレタンジアクリレート	2			
O2	テトラヒドロフルフリルアクリレート	1	-28	6	156
M1	2-[[(ブチルアミノ)カルボニル] オキシ]エチルアクリレート			<100	215
DMMA	ジメチルアミノ エチルメタクリレート		18	1.34	143
AMEC	[2-(アクリロイルオキシ) エチル]トリメチルアンモニウム クロライド				193
P1	2-ヒドロキシ-2-メチル-1- フェニル-プロパン-1-オン		N/A	N/A	164

【0138】

調合物のいくつかの例が、表2に列挙されている。

調合物番号	材料組成 (表1の参照名を参照)	調合物の組成(重量%)
1	O1:O2:M1:AMEC:P1	41:33:22:1.9:1.9
2	O1:O2:M1:AMEC:P1	39.7:32:21.5:4.7:1.9
3	O1:DMMA:P1	49:49:2
4	O1:O2:M1:P1	42:34:23:2

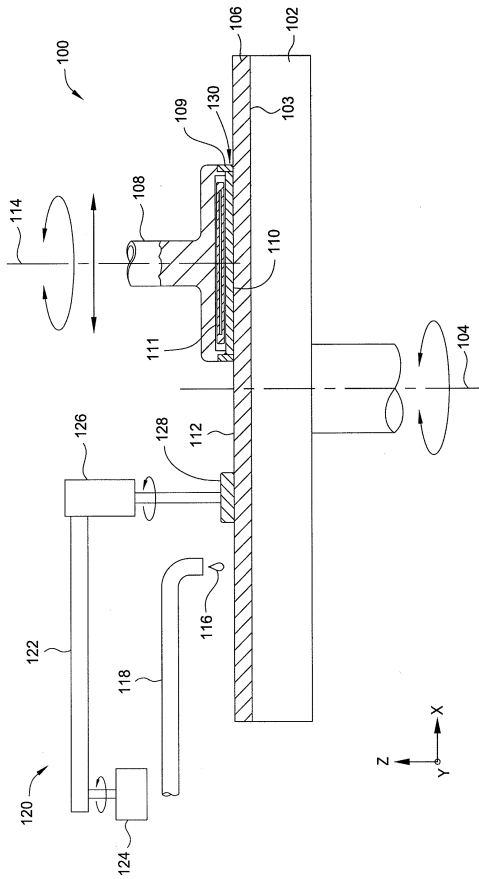
【0139】

図11は、表2に示す調合物からの研磨用物品に関して測定された、pHに対するゼータ電位を表すプロット1100を示す。研磨用物品の研磨面のゼータ電位は、Anton Paarから入手可能な動電分析装置SurPASS（商標）を使い、1mMのKCl溶液が使用された流動電位法に従って測定された。現行のポリウレタンパッドは、負のゼータ電位を有している。図11に示すように、ゼータ電位調整剤を添加することによって、研磨用物品の極性は陰性から陽性に変化し、ゼータ電位を調節する能力があることが示される。

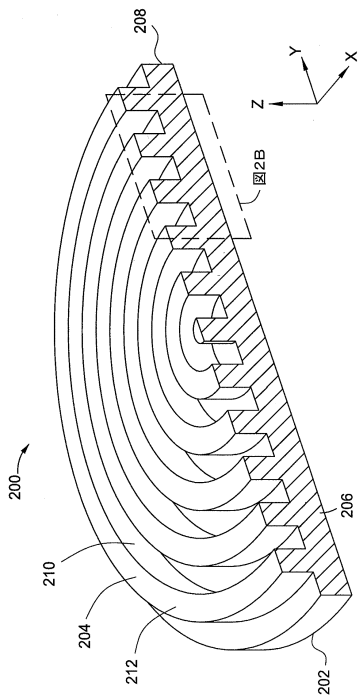
【0140】

以上の記述は本開示の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲から逸脱することなく本開示の他の及びさらなる実施形態が考案されてよく、本開示の範囲は、下記の特許請求の範囲によって決定される。

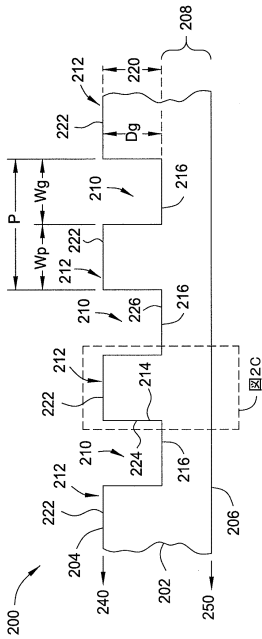
【図 1】



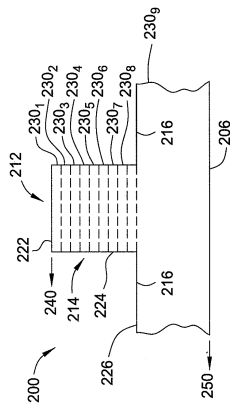
【図 2 A】



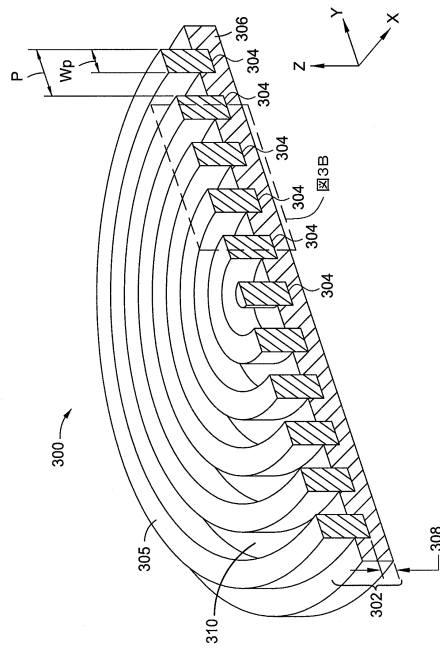
【図 2 B】



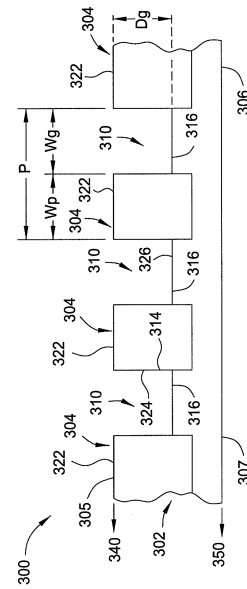
【図 2 C】



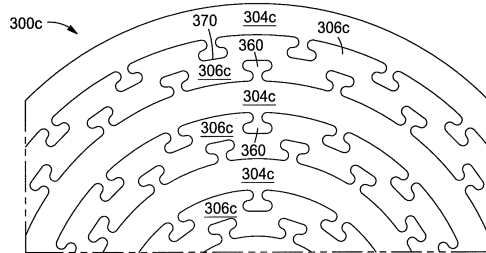
【図 3 A】



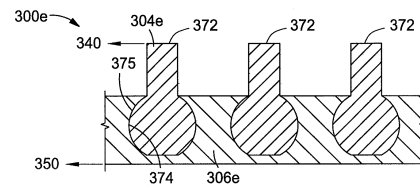
【図 3 B】



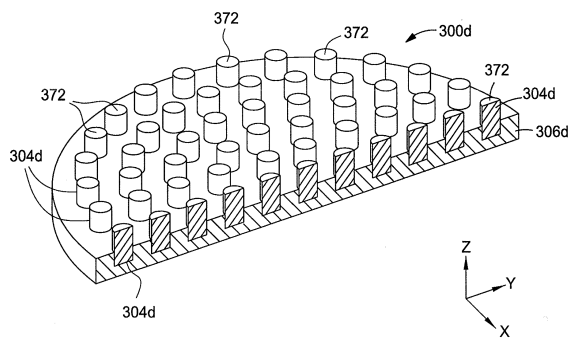
【図 3 C】



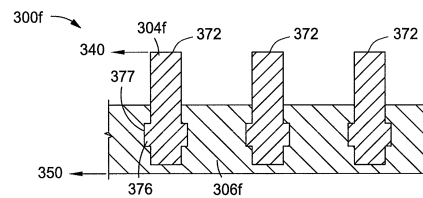
【図 3 E】



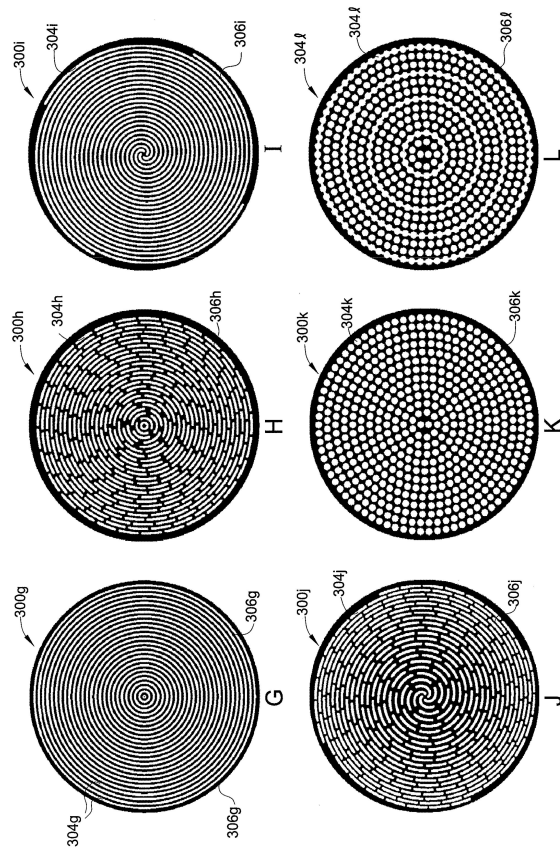
【図 3 D】



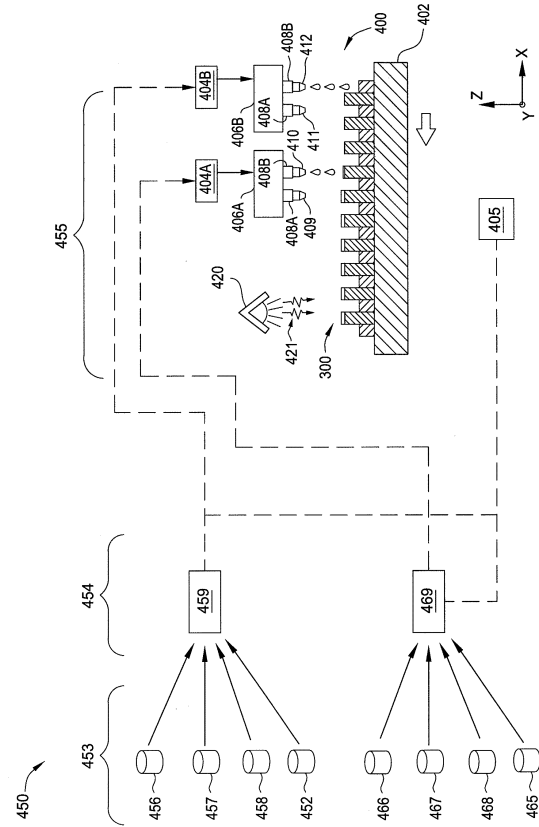
【図 3 F】



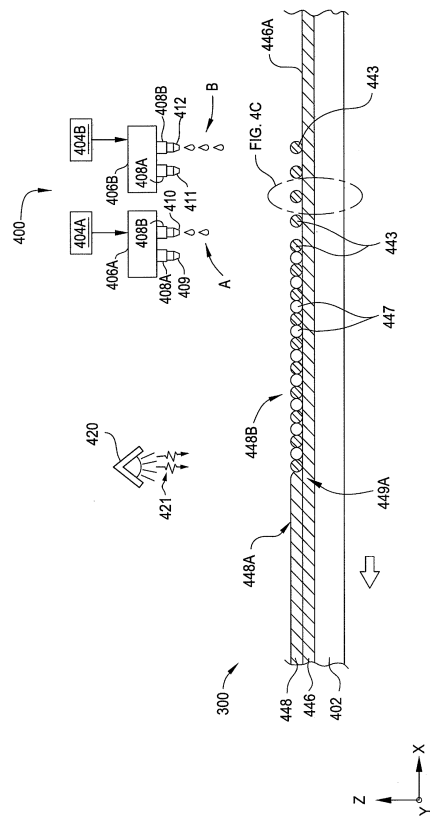
【図 3 G - L】



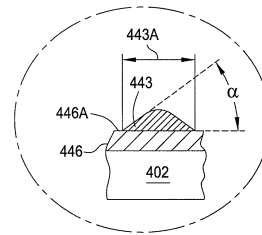
【図 4 A】



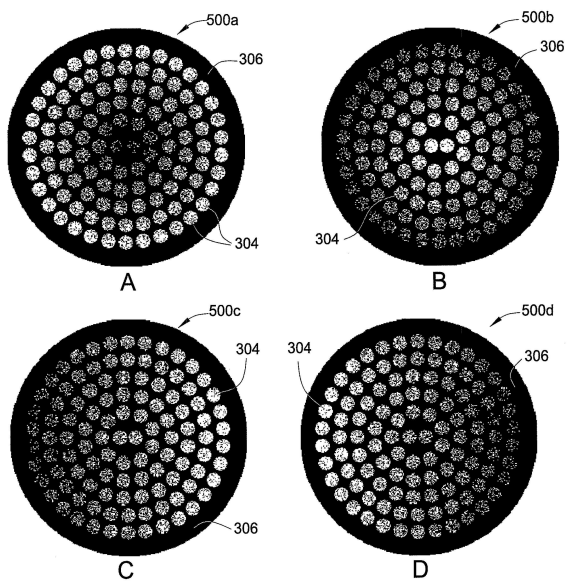
【図 4 B】



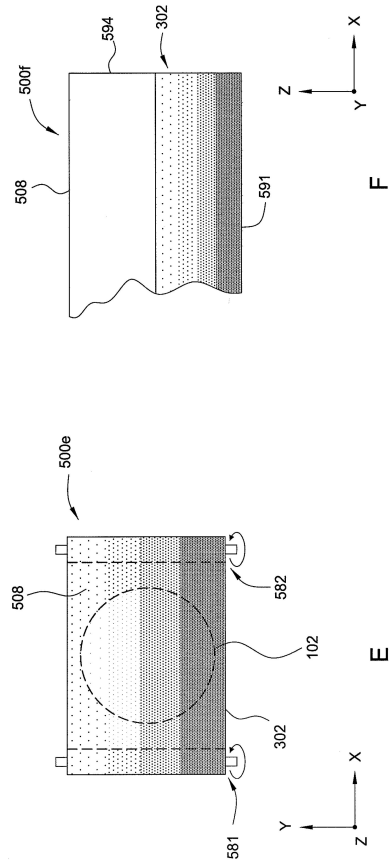
【図 4 C】



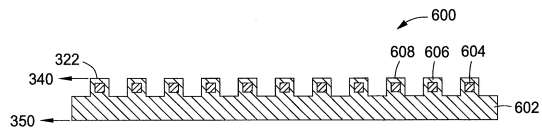
【図 5 A - D】



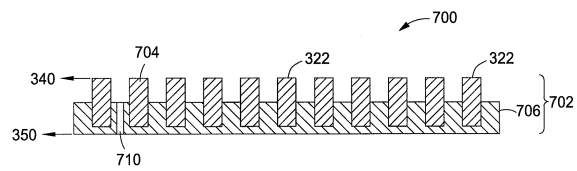
【図 5 E - F】



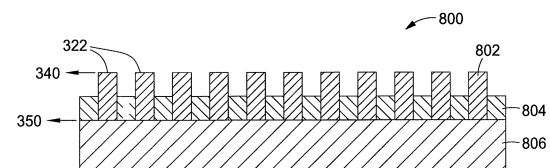
【図 6】



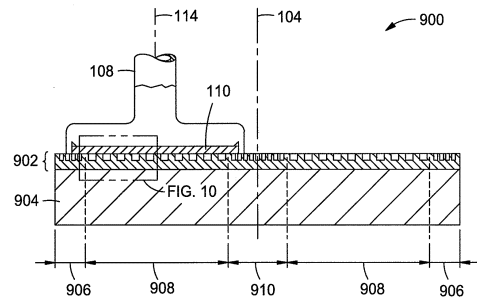
【図 7】



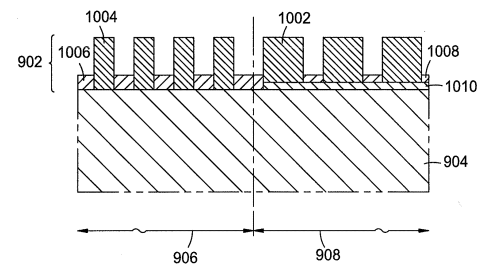
【図 8】



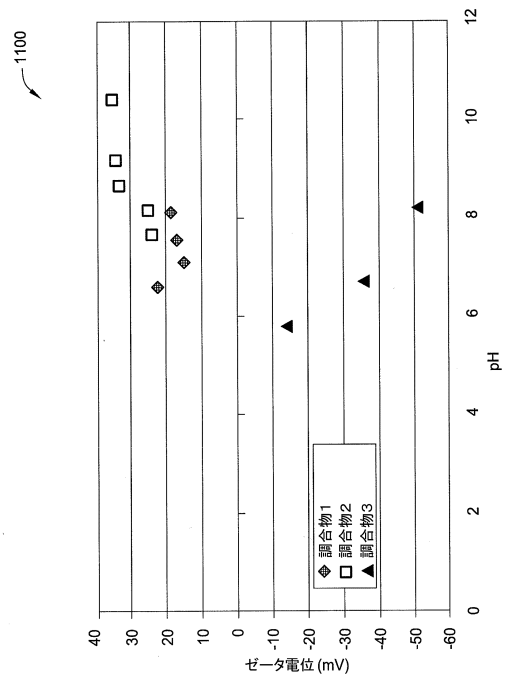
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 オリラル, マヘンドラ シー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95050, サンタ クララ, シビック センター ドラ
イブ 1700, 602番
- (72)発明者 ヤマムラ, マユ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94070-2131, サン カルロス, シダー ストリ
ート 593
- (72)発明者 フー, ボイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95131, サン ノゼ, マッケイ ドライブ 1164
- (72)発明者 バジャージ, ラジーブ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94539, フリーモント, スカイ ロード 43651
- (72)発明者 レッドフィールド, ダニエル
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95037, モーガン ヒル, ケリー パーク サークル
1445

審査官 須中 栄治

- (56)参考文献 特開2005-294661 (JP, A)
特開2007-005612 (JP, A)
特開2012-210709 (JP, A)
米国特許出願公開第2003/0153255 (US, A1)
米国特許第06548407 (US, B1)
米国特許出願公開第2013/0283700 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B24B37/00-37/34
H01L21/304
B24D3/00-99/00