

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6517802号
(P6517802)

(45) 発行日 令和1年5月22日(2019.5.22)

(24) 登録日 平成31年4月26日(2019.4.26)

(51) Int.Cl.	F 1
B 24 B 37/24 (2012.01)	B 24 B 37/24 Z
B 24 B 37/26 (2012.01)	B 24 B 37/24 C
H 01 L 21/304 (2006.01)	B 24 B 37/26 H 01 L 21/304 6 22 F

請求項の数 24 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-531739 (P2016-531739)
(86) (22) 出願日	平成26年7月17日 (2014.7.17)
(65) 公表番号	特表2016-525459 (P2016-525459A)
(43) 公表日	平成28年8月25日 (2016.8.25)
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/047065
(87) 国際公開番号	W02015/017138
(87) 国際公開日	平成27年2月5日 (2015.2.5)
審査請求日	平成28年2月19日 (2016.2.19)
審判番号	不服2017-12112 (P2017-12112/J1)
審判請求日	平成29年8月14日 (2017.8.14)
(31) 優先権主張番号	13/955, 398
(32) 優先日	平成25年7月31日 (2013.7.31)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	500397411 キャボット マイクロエレクトロニクス コーポレーション アメリカ合衆国, イリノイ 60504, オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 870
(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(74) 代理人	100113413 弁理士 森下 夏樹
(74) 代理人	100181674 弁理士 飯田 貴敏
(74) 代理人	100181641 弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】低密度研磨パッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を研磨するための研磨パッドであって、前記研磨パッドは、
0.37 g / c.c を下回るかこれと等しい密度を有する研磨体であって、
熱硬化性ポリウレタン材料と、
前記熱硬化性ポリウレタン材料内に分散された複数の独立気泡孔と
を含む、研磨体
を備え、

前記研磨体は、均質研磨体であり、

前記複数の独立気泡孔のそれぞれ、または前記複数の独立気泡孔の一部のみのそれぞれ
は、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む物理的シェルを含む、研磨パッ
ド。

【請求項 2】

前記物理的シェルの全ては、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む、請
求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 3】

前記複数の独立気泡孔のそれぞれは、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を
含む物理的シェルを含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 4】

前記複数の独立気泡孔の第 1 の部分の物理的シェルは、前記複数の独立気泡孔の第 2 の

10

20

部分の物理的シェルとは異なる材料を含む、請求項 3 に記載の研磨パッド。

【請求項 5】

前記複数の独立気泡孔の一部のみのそれぞれは、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む物理的シェルを含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 6】

前記複数の独立気泡孔は、前記熱硬化性ポリウレタン材料中に、前記熱硬化性ポリウレタン材料の総体積のおよそ 55 ~ 80 % の範囲の総気泡孔体積を提供する、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 7】

前記研磨体は、

10

第 1 の溝付表面と、

前記第 1 の表面の反対側の第 2 の平坦表面と

をさらに含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 8】

前記複数の独立気泡孔のそれぞれは、本質的に球状である、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 9】

前記複数の独立気泡孔は、サイズ分布の第 1 のピークのある第 1 の直径モードと、サイズ分布の第 2 の異なるピークのある第 2 の直径モードとを有する直径の 2 峰性分布を有する、請求項 1 に記載の研磨パッド。

20

【請求項 10】

前記第 1 の直径モードの前記独立気泡孔はそれぞれ、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む物理的シェルを含む、請求項 9 に記載の研磨パッド。

【請求項 11】

前記第 2 の直径モードの前記独立気泡孔はそれぞれ、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む物理的シェルを含む、請求項 10 に記載の研磨パッド。

【請求項 12】

前記第 2 の直径モードの各独立気泡孔の前記物理的シェルは、前記第 1 の直径モードの前記独立気泡孔の物理的シェルの材料とは異なる材料を含む、請求項 11 に記載の研磨パッド。

30

【請求項 13】

前記第 1 の直径モードのサイズ分布の第 1 のピークは、およそ 10 ~ 50 ミクロンの範囲の直径を有し、前記第 2 の直径モードのサイズ分布の第 2 のピークは、およそ 10 ~ 150 ミクロンの範囲の直径を有する、請求項 9 に記載の研磨パッド。

【請求項 14】

前記第 1 の直径モードは、前記第 2 の直径モードと部分的に重なり合う、請求項 9 に記載の研磨パッド。

【請求項 15】

前記第 1 の直径モードは、前記第 2 の直径モードとの重なりを本質的に有さない、請求項 9 に記載の研磨パッド。

40

【請求項 16】

前記第 1 の直径モードを有する独立気泡孔の数は、前記第 2 の直径モードを有する独立気泡孔の数と等しくない、請求項 9 に記載の研磨パッド。

【請求項 17】

前記第 1 の直径モードを有する独立気泡孔の数は、前記第 2 の直径モードを有する独立気泡孔の数によよそ等しい、請求項 9 に記載の研磨パッド。

【請求項 18】

前記直径の 2 峰性分布は、前記熱硬化性ポリウレタン材料全体を通して本質的に均一に分布される、請求項 9 に記載の研磨パッド。

【請求項 19】

50

前記研磨体は、成形された研磨体である、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 2 0】

前記研磨体は、前記研磨体の全体を通しておよそ均一に分布された、不透明化充填剤をさらに含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 2 1】

前記研磨体の背面上に配置された下地層をさらに含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 2 2】

前記研磨体の背面内に配置された検出領域をさらに含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 2 3】

前記研磨体の背面上に配置されたサブパッドをさらに含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 2 4】

前記研磨体内に配置され、それと共有結合された局所透明（L A T）領域をさらに含む、請求項 1 に記載の研磨パッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施形態は、化学的機械的研磨（C M P）の分野にあり、特に、低密度研磨パッドおよび低密度研磨パッドの製造方法の分野にある。

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般的には C M P と略称される化学的機械的平坦化または化学的機械的研磨は、半導体ウエハまたは他の基板を平坦化するため半導体製造で用いられる技法である。

【0 0 0 3】

本プロセスは、研磨性および腐食性の化学的スラリー（一般には、コロイド）を、典型的には、ウエハより直径が大きな研磨パッドおよび止め輪とともに使用することを必要とする。研磨パッドおよびウエハは、動的研磨ヘッドによってともに押下され、プラスチック製の止め輪によって保持される。動的研磨ヘッドは、研磨時に回転する。本アプローチは、材料を除去するのを助け、任意の不規則なトポグラフィを均一にし、ウエハを平らまたは平坦にする傾向がある。それは、追加的回路要素の形成のためウエハを調整するのに必要であり得る。例えば、それは、表面全体をフォトリソグラフィシステムの被写界深度内に収めるまたはその位置に基づいて材料を選択的に除去するために必要とされ得る。典型的な被写界深度の要件は、最新のサブ 50 ナノメータテクノロジーノードの場合、オングストロームレベルとなっている。

【0 0 0 4】

材料除去のプロセスは、木材に紙やすりをかけるような単なる研磨性擦り落としのそれではない。スラリー中の薬品はまた、除去される材料と反応しある／またはこれを弱化する。研磨剤は、この弱化プロセスを加速し、研磨パッドは、反応した材料を表面から拭き取るのに役立つ。スラリー技術の進歩に加えて、研磨パッドは、ますます複雑化する C M P 操作において重要な役割を果たしている。

【0 0 0 5】

しかしながら、C M P パッド技術の進化には、さらなる改善が必要とされる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本発明の実施形態は、低密度研磨パッドおよび低密度研磨パッドの製造方法を含む。

【0 0 0 7】

ある実施形態では、基板を研磨するための研磨パッドは、0.5 g / c c を下回る密度を有し、熱硬化性ポリウレタン材料で構成された研磨体を含む。複数の独立気泡孔が、熱

10

20

30

40

50

硬化性ポリウレタン材料内に分散される。

【0008】

別の実施形態では、基板を研磨するための研磨パッドは、およそ0.6 g / c.cを下回る密度を有し、熱硬化性ポリウレタン材料で構成された研磨体を含む。複数の独立気泡孔が、熱硬化性ポリウレタン材料内に分散される。複数の独立気泡孔は、サイズ分布の第1のピークがある第1の直径モードとサイズ分布の第2の異なるピークがある第2の直径モードとを持った直径の2峰性分布を有する。

【0009】

さらに別の実施形態では、研磨パッドの製造方法は、プレポリマーおよび鎖延長剤もしくは架橋剤を、混合物を形成するように複数の微小要素と混合するステップを含む。複数の微小要素のそれぞれは、初期サイズを有する。本方法はまた、熱硬化性ポリウレタン材料と熱硬化性ポリウレタン材料内に分散された複数の独立気泡孔とで構成された、成形された研磨体を提供するように、混合物を成形型内で加熱するステップを含む。複数の独立気泡孔は、加熱ステップ中に、複数の微小要素のそれぞれを最終のより大きなサイズに膨張させるステップにより形成される。

本発明の実施形態において、例えば以下の項目が提供される。

(項目1)

基板を研磨するための研磨パッドであって、前記研磨パッドは、
0.5 g / c.cを下回る密度を有する研磨体であって、
熱硬化性ポリウレタン材料と、
前記熱硬化性ポリウレタン材料内に分散された複数の独立気泡孔と
を含む、研磨体
を備える、研磨パッド。

(項目2)

前記研磨体は、均質研磨体である、項目1に記載の研磨パッド。

(項目3)

前記複数の独立気泡孔のそれぞれは、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を
含む物理的シェルを含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目4)

前記複数の独立気泡孔の第1の部分の物理的シェルは、前記複数の独立気泡孔の第2の
部分の物理的シェルとは異なる材料を含む、項目3に記載の研磨パッド。

(項目5)

前記複数の独立気泡孔の一部のみのそれぞれは、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異
なる材料を含む物理的シェルを含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目6)

前記複数の独立気泡孔のそれぞれは、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料の
物理的シェルを含まない、項目1に記載の研磨パッド。

(項目7)

前記複数の独立気泡孔は、前記熱硬化性ポリウレタン材料中に、前記熱硬化性ポリウレ
タン材料の総体積のおよそ55~80%の範囲の総気泡孔体積を提供する、項目1に記載
の研磨パッド。

(項目8)

前記研磨体は、
第1の溝付表面と、
前記第1の表面の反対側の第2の平坦表面と
をさらに含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目9)

前記複数の独立気泡孔のそれぞれは、本質的に球状である、項目1に記載の研磨パッド

。

(項目10)

10

20

30

40

50

前記複数の独立気泡孔は、サイズ分布の第1のピークのある第1の直径モードと、サイズ分布の第2の異なるピークのある第2の直径モードとを有する直径の2峰性分布を有する、項目1に記載の研磨パッド。

(項目11)

前記第1の直径モードの前記独立気泡孔はそれぞれ、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む物理的シェルを含む、項目10に記載の研磨パッド。

(項目12)

前記第2の直径モードの前記独立気泡孔はそれぞれ、前記熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料を含む物理的シェルを含む、項目11に記載の研磨パッド。

(項目13)

前記第2の直径モードの各独立気泡孔の前記物理的シェルは、前記第1の直径モードの前記独立気泡孔の物理的シェルの材料とは異なる材料を含む、項目12に記載の研磨パッド。

(項目14)

前記第1の直径モードのサイズ分布の第1のピークは、およそ10～50ミクロンの範囲の直径を有し、前記第2の直径モードのサイズ分布の第2のピークは、およそ10～150ミクロンの範囲の直径を有する、項目10に記載の研磨パッド。

(項目15)

前記第1の直径モードは、前記第2の直径モードと重なり合う、項目10に記載の研磨パッド。

(項目16)

前記第1の直径モードは、前記第2の直径モードとの重なりを本質的に有さない、項目10に記載の研磨パッド。

(項目17)

前記第1の直径モードの総度数カウント数は、前記第2の直径モードの総度数カウント数と等しくない、項目10に記載の研磨パッド。

(項目18)

前記第1の直径モードの総度数カウント数は、前記第2の直径モードの総度数カウント数におよそ等しい、項目10に記載の研磨パッド。

(項目19)

前記直径の2峰性分布は、前記熱硬化性ポリウレタン材料全体を通して本質的に均一に分布される、項目10に記載の研磨パッド。

(項目20)

前記研磨体は、成形された研磨体である、項目1に記載の研磨パッド。

(項目21)

前記研磨体は、前記研磨体の全体を通しておよそ均一に分布された、不透明化充填剤をさらに含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目22)

前記研磨体の背面上に配置された下地層をさらに含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目23)

前記研磨体の背面内に配置された検出領域をさらに含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目24)

前記研磨体の背面上に配置されたサブパッドをさらに含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目25)

前記研磨体内に配置され、それと共に結合された局所透明(LAT)領域をさらに含む、項目1に記載の研磨パッド。

(項目26)

基板を研磨するための研磨パッドであって、

前記研磨パッドは、

10

20

30

40

50

およそ 0.6 g / c.c を下回る密度を有する研磨体であって、

熱硬化性ポリウレタン材料と、

前記熱硬化性ポリウレタン材料内に分散された複数の独立気泡孔と

を含む、研磨体

を備え、

前記複数の独立気泡孔は、サイズ分布の第 1 のピークのある第 1 の直径モードと、サイ
ズ分布の第 2 の異なるピークのある第 2 の直径モードとを有する直径の 2 峰性分布を有す
る、

研磨パッド。

(項目 27)

10

前記研磨体は、均質研磨体である、項目 26 に記載の研磨パッド。

(項目 28)

前記第 1 の直径モードの前記独立気泡孔はそれぞれ、前記熱硬化性ポリウレタン材料と
は異なる材料を含む物理的シェルを備える、項目 26 に記載の研磨パッド。

(項目 29)

前記第 2 の直径モードの前記独立気泡孔はそれぞれ、前記熱硬化性ポリウレタン材料と
は異なる材料を含む物理的シェルを含む、項目 28 に記載の研磨パッド。

(項目 30)

前記第 2 の直径モードの各独立気泡孔の前記物理的シェルは、前記第 1 の直径モードの
前記独立気泡孔の物理的シェルの材料とは異なる材料を含む、項目 29 に記載の研磨パッ
ド。

(項目 31)

20

前記第 1 の直径モードのサイズ分布の第 1 のピークは、およそ 10 ~ 50 ミクロンの範
囲の直径を有し、前記第 2 の直径モードのサイズ分布の第 2 のピークは、およそ 10 ~ 1
50 ミクロンの範囲の直径を有する、項目 26 に記載の研磨パッド。

(項目 32)

前記第 1 の直径モードは、前記第 2 の直径モードと重なり合う、項目 26 に記載の研磨
パッド。

(項目 33)

30

前記第 1 の直径モードは、前記第 2 の直径モードとの重なりを本質的に有さない、項目
26 に記載の研磨パッド。

(項目 34)

前記第 1 の直径モードの総度数カウント数は、前記第 2 の直径モードの総度数カウント
数と等しくない、項目 26 に記載の研磨パッド。

(項目 35)

前記第 1 の直径モードの総度数カウント数は、前記第 2 の直径モードの総度数カウント
数によそ等しい、項目 26 に記載の研磨パッド。

(項目 36)

前記直径の 2 峰性分布は、前記熱硬化性ポリウレタン材料全体を通して本質的に均一に
分布される、項目 26 に記載の研磨パッド。

40

(項目 37)

研磨パッドの製造方法であって、

前記方法は、

プレポリマーと鎖延長剤または架橋剤とを、混合物を形成するように複数の微小要素と
混合するステップであって、前記複数の微小要素のそれぞれは、初期サイズを有するス
テップと、

熱硬化性ポリウレタン材料と前記熱硬化性ポリウレタン材料内に分散された複数の独立
気泡孔とを含む成形された研磨体を提供するように成形型内で前記混合物を加熱するス
テップと

を含み、

50

前記複数の独立気泡孔は、前記加熱ステップの間に、前記複数の微小要素のそれぞれを、最終的なより大きいサイズに膨張させるステップにより形成される、方法。

(項目 3 8)

前記複数の微小要素のそれぞれを最終サイズに膨張させるステップは、前記複数の微小要素のそれぞれの体積をおよそ3～1000倍の範囲で増加させるステップを含む、項目37に記載の方法。

(項目 3 9)

前記複数の微小要素のそれぞれを最終サイズに膨張させるステップは、前記複数の微小要素のそれぞれの最終直径をおよそ10～200ミクロンの範囲で提供するステップを含む、項目37に記載の方法。

10

(項目 4 0)

前記複数の微小要素のそれぞれを最終サイズに膨張させるステップは、前記複数の微小要素のそれぞれの密度をおよそ3～1000倍の範囲で減少させるステップを含む、項目37に記載の方法。

(項目 4 1)

前記複数の微小要素のそれぞれを最終サイズに膨張させるステップは、前記最終サイズの前記複数の微小要素のそれについて本質的に球形を成形するステップを含む、項目37に記載の方法。

(項目 4 2)

プレポリマーと鎖延長剤、または架橋剤とを複数の微小要素と混合するステップは、前記混合物を形成するように第2の複数の微小要素とともに混合するステップをさらに含み、前記第2の複数の微小要素のそれらが、サイズを有する、項目37に記載の方法。

20

(項目 4 3)

前記加熱ステップは、前記第2の複数の微小要素のそれぞれのサイズが前記加熱ステップの前後で本質的に同じであるように、十分に低い温度で行われる、項目42に記載の方法。

(項目 4 4)

前記加熱ステップは、およそ摂氏100度またはそれを下回る温度で行われ、前記第2の複数の微小要素は、およそ摂氏130度を上回る膨張限界を有する、項目43に記載の方法。

30

(項目 4 5)

前記第2の複数の微小要素は、前記複数の微小要素の膨張限界を上回る膨張限界を有する、項目42に記載の方法。

(項目 4 6)

前記第2の複数の微小要素の膨張限界は、およそ摂氏120度を上回り、前記複数の微小要素の膨張限界は、およそ摂氏110度を下回る、項目45に記載の方法。

(項目 4 7)

前記プレポリマーの混合物、前記鎖延長剤もしくは架橋剤、および前記第2の複数の微小要素は、粘性を有し、前記プレポリマー、前記鎖延長剤もしくは架橋剤、前記初期サイズを有する前記複数の微小要素、および前記第2の複数の微小要素の前記混合物は、本質的に前記粘性を有する、項目42に記載の方法。

40

(項目 4 8)

前記粘性は、所定の粘性であり、前記混合物中の前記第2の複数の微小要素の相対量は、前記所定の粘性に基づき選定される、項目47に記載の方法。

(項目 4 9)

前記複数の微小要素は、前記混合物の粘性に対し皆無かそれに近い効果を有する、項目47に記載の方法。

(項目 5 0)

加熱ステップは、前記熱硬化性ポリウレタン材料と、前記熱硬化性ポリウレタン材料内に分散され、前記複数の微小要素のそれぞれをサイズ分布の第1のピークがある第1の直

50

径モードを有する最終サイズに膨張させることにより形成された、前記複数の独立気泡孔と、前記熱硬化性ポリウレタン材料内に分散され、サイズ分布の第2の異なるピークがある第2の直径モードを有する前記第2の複数の微小要素から形成された、第2の複数の独立気泡孔とを含む、前記成形された研磨体を提供する、項目42に記載の方法。

(項目51)

前記複数の独立気泡孔および前記第2の複数の独立気泡孔は、前記熱硬化性ポリウレタン材料内に、前記熱硬化性ポリウレタン材料の総体積のおよそ55～80%の範囲の総気泡体積を提供する、項目50に記載の方法。

(項目52)

前記成形された研磨体を提供するように前記混合物を加熱するステップは、0.5g/ccを下回る密度を有する研磨体を形成するステップを含む、項目37に記載の方法。

(項目53)

前記混合物は、前記加熱ステップに先立って、0.5g/ccを上回る密度を有する、項目52に記載の方法。

(項目54)

前記混合ステップは、前記プレポリマーおよび前記鎖延長剤、もしくは架橋剤内、またはそれらから形成される製品内にガスを注入するステップをさらに含む、項目37に記載の方法。

(項目55)

前記プレポリマーは、イソシアネートであり、前記混合ステップは、前記プレポリマーに水を加えるステップをさらに含む、項目37に記載の方法。

(項目56)

前記プレポリマーおよび前記鎖延長剤もしくは架橋剤を混合するステップは、イソシアネートおよび芳香族ジアミン化合物を混合するステップをそれぞれ含む、項目37に記載の方法。

(項目57)

前記混合ステップは、不透明な成形された研磨体を提供するよう、前記プレポリマーおよび前記鎖延長剤または架橋剤に不透明化充填剤を添加するステップをさらに含む、項目37に記載の方法。

(項目58)

前記混合物を加熱するステップは、前記成形型内で第1の部分的硬化をさせるステップと、その後オーブン内でさらに硬化させるステップと、を含む、項目37に記載の方法。

(項目59)

前記成形型内で加熱するステップは、前記成形された研磨体の研磨表面に溝模様を形成するステップを含む、項目37に記載の方法。

(項目60)

前記初期サイズを有する前記複数の微小要素のそれぞれは、物理的シェルを含み、最終サイズを有する前記複数の微小要素のそれぞれは、膨張した物理的シェルを含む、項目37に記載の方法。

(項目61)

前記初期サイズを有する前記複数の微小要素のそれぞれは、液滴であり、最終サイズを有する前記複数の微小要素のそれぞれは、ガス泡である、項目37に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1A】図1Aは、従来技術による、POLITEX研磨パッドを上から見た写真である。

【図1B】図1Bは、従来技術による、POLITEX研磨パッドの断面写真である。

【図2A】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。

【図2B】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操

10

20

30

40

50

作の断面を図示する。

【図2C】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。

【図2D】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。

【図2E】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。

【図2F】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。

【図2G】図2A～2Gは、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。 10

【図3】図3は、本発明の実施形態による、ポロゲン充填材に全て基づく独立気泡孔を含む、低密度研磨パッドの100倍および300倍の倍率での断面写真を図示する。

【図4】図4は、本発明の実施形態による、一部がポロゲン充填材に基づき一部がガス泡に基づく独立気泡孔を含む、低密度研磨パッドの100倍および300倍の倍率での断面写真を図示する。 20

【図5A】図5Aは、本発明の実施形態による、低密度研磨パッド内の気孔直径の広い単峰性分布について、気孔直径の関数としての度数のプロットを図示する。

【図5B】図5Bは、本発明の実施形態による、低密度研磨パッド内の気孔直径の狭い単峰性分布について、気孔直径の関数としての度数のプロットを図示する。 20

【図6A】図6Aは、本発明の実施形態による、独立気泡孔の、およそ1：1の2峰性分布を有する低密度研磨パッドの断面を図示する。

【図6B】図6Bは、本発明の実施形態による、図6Aの研磨パッド内の気孔直径の狭い分布について、気孔直径の関数としての度数のプロットを図示する。

【図6C】図6Cは、本発明の実施形態による、図6Aの研磨パッド内の気孔直径の広い分布について、気孔直径の関数としての度数のプロットを図示する。

【図7】図7は、本発明の実施形態による、低密度研磨パッドに適合する研磨装置の等角側方図を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0011】

低密度研磨パッドおよび低密度研磨パッドの製造方法が、本明細書に記述される。以下の記述では、本発明の実施形態の完全な理解を提供するために、特定の研磨パッド設計および構成等、多数の特定の詳細が記載される。本発明の実施形態は、これら特定の詳細なしで実施し得ることは、当業者にとって明らかであろう。他の場合、半導体基板の化学的機械的平坦化(CMP)を実施するスラリーと研磨パッドの組み合わせに関する詳細等、周知の処理技法は、本発明の実施形態を不要に曖昧にしないため、詳細に記載されない。さらに、図に示される種々の実施形態は、例証的表現であって、必ずしも、正確な縮尺で描かれていないことを理解されたい。

【0012】

本明細書に記載される1つまたはそれを上回る実施形態は、およそ0.6グラム/立方センチメートル(g/cc)を下回る低密度、より具体的には、およそ0.5g/ccを下回る低密度を有する研磨パッドの製造に向けられたものである。結果として得られるパッドは、低密度を提供する独立気泡孔の孔隙を有するポリウレタン材料に基づき得る。低密度パッドは、例えば、バフ研磨パッドまたはライナー/バリア除去等の特殊な化学的機械的研磨(CMP)用途のために設計された研磨パッドとして使用され得る。本明細書に記載される研磨パッドは、いくつかの実施形態では、0.3g/cc～0.5g/ccの範囲、例えば、およそ0.357g/ccという低い密度を有するように製造され得る。特定の実施形態では、低密度パッドは、0.2g/ccもの低い密度を有する。

【0013】

文脈を示すと、典型的なCMPパッドは、約0.7～0.8g/cc、概して、少なく 50

とも 0.5 g / c.c を上回る密度を有する。従来、典型的な C M P パッドは、表面に開いた大きな気泡を用いた「通気性 (poromeric)」設計を有する。P O L I T E X 研磨パッドの場合等では、複合ポリウレタン表皮が、支持体上に含まれる。従来、パッドは、連続気泡の孔隙（例えば、繊維パッドおよび「通気性」パッド）で作られ、非常に柔らかく、低密度である。そのようなパッドは、典型的には、C M P の 2 つの基本的な問題、すなわち、従来の独立気泡ポリウレタン（但し、高密度の）C M P パッドに比べ、短寿命で性能が不安定であるという問題に関連付けられる。図 1 A および 1 B は、それぞれ、従来技術による P O L I T E X 研磨パッドを、上からおよび断面で見た写真である。図 1 A を参照すると、P O L I T E X 研磨パッドの部分 100 A は、300 倍に拡大された走査型電子顕微鏡 (S E M) 像として示される。図 1 B を参照すると、P O L I T E X 研磨パッドの部分 100 B は、100 倍に拡大された走査型電子顕微鏡 (S E M) 像として示される。図 1 A および 1 B の両方を参照すると、従来技術パッドの連続気泡構造が容易に見て取れる。

【0014】

より一般的には、基本的な課題の 1 つは、高い孔隙および低密度を有する独立気泡ポリウレタンパッドを作り出すことにある。成形または铸造プロセスによる低密度ポリウレタンパッドの製造に関する我々独自の調査は、添加されたポロゲンに基づいてパッド材料内に独立気泡孔を最終的に提供するように、増加された量のポロゲンをパッド製剤混合物内に単に添加することは、難しいことを示した。特に、典型的なパッド製剤よりも多くのポロゲンを添加すると、铸造または成形プロセスが管理不能になるレベルまで製剤の粘性が増加し得る。それは、事前膨張したポロゲンまたは成形もしくは铸造プロセス全体を通して本質的に同じ体積を維持するポロゲンを含める場合、特に困難となり得る。本発明の実施形態によると、未膨張のポロゲンまたは成形もしくは铸造プロセス全体を通して体積が増大するポロゲンは、究極的な生成のためパッド製剤に含められる。しかしながら、1 つのそのような実施形態では、全ての最終的な独立気泡孔が未膨張のポロゲンから生成される場合、製剤の粘性は、铸造または成形の扱いやすさの点で低くなり過ぎ得る。そのため、ある実施形態では、未膨張のポロゲンまたは成形もしくは铸造プロセス全体を通して体積が増大するポロゲンを含む製剤を形成することに加えて、事前膨張したポロゲンまたは成形もしくは铸造プロセス全体を通して本質的に同じ体積を維持するポロゲンもまた、パッド製剤の粘性調整を可能にするように含まれる。

【0015】

したがって、ある実施形態では、常温より高い温度で膨張する未膨張 (Unexpanded) ポロゲン充填材または過少膨張 (Underexpanded) ポロゲン充填材（いずれも U P F と称される）が、铸造または成形による製造の間に研磨パッド内に孔隙を作るよう用いられる。1 つのそのような実施形態では、大量の U P F がポリウレタン形成混合物中に含まれる。U P F は、パッド铸造プロセスの間に膨張し、独立気泡孔を有する低密度パッドを作り出す。研磨パッドを作り出す上記のアプローチは、連続気泡を有する低密度パッドを形成するのに用いられてきた他の技法に対して利点を有し得る。例えば、ガス注入またはエントレインメントのみに基づいて最終的なパッド孔隙を作ることは、専用機器を必要とし得、最終パッド密度の制御の困難さと最終気孔サイズおよび分布の制御の困難さとが付随し得る。別の例として、例えば、C O₂ の泡を作り出すイソシアネート部分 (NCO) の水反応等のその場ガス発生のみに基づいて最終的なパッド孔隙を作ることは、気孔のサイズ分布を制御することに困難が付隨し得る。

【0016】

本発明のある側面では、低密度研磨パッドは、成形プロセスで製造され得る。例えば、図 2 A ~ 2 G は、本発明の実施形態による、研磨パッドの製造に用いられる操作の断面を図示する。

【0017】

図 2 A を参照すると、成形型 200 が提供される。図 2 B を参照すると、プレポリマー 202 および硬化剤 204（例えば、鎖延長剤または架橋剤）が複数の微小要素と混合さ

10

20

30

40

50

れ、混合物を形成する。ある実施形態では、複数の微小要素は、中実または中空の微小球等の複数のポロゲン 206 である。別の実施形態では、複数の微小要素は、複数のガス泡もしくは液滴またはその両方 208 である。別の実施形態では、複数の微小要素は、複数のポロゲン 206 と複数のガス泡もしくは液滴またはその両方 208 との組み合わせである。

【0018】

図 2C を参照すると、図 2B から結果として得られる混合物 210 が、成形型 200 の底部に示される。混合物 210 は、第 1 の複数の微小要素 212 を含み、第 1 の複数の微小要素のそれぞれは、初期サイズを有する。以下に詳述するように、第 2 の複数の微小要素 214 も混合物 210 に含まれ得る。10

【0019】

図 2D を参照すると、成形型 200 の蓋 216 は、成形型 200 の底部と一緒にされ、混合物 210 は、成形型 200 の形状をとる。ある実施形態では、型 200 は、空洞やボイドが成形型 210 内で生じないように、蓋 216 および成形型 200 の底部と一緒にする際またはその間に脱ガスされる。成形型の蓋を降ろすと記述する本明細書に記載の実施形態は、単に、蓋と成形型の底部とと一緒にすることのみを必要とすることを理解されたい。つまり、いくつかの実施形態では、成形型の底部は、成形型の蓋に向かって持ち上げられ、一方、他の実施形態では、成形型の蓋は、底部が蓋に向かって持ち上げられるのと同時に、成形型の底部に向かって降ろされる。

【0020】

図 2E を参照すると、混合物 210 は、成形型 200 内で加熱される。複数の微小要素 212 のそれぞれは、加熱の間に、最終のより大きなサイズ 218 に膨張させられる。加えて、図 2F を参照すると、加熱は、微小要素 218 と、仮に存在する場合には微小要素 214 とを囲む、部分的または完全に硬化したパッド材料 220 を提供するように、混合物 210 を硬化させるのに用いられる。1 つのそのような実施形態では、硬化は、プレポリマーおよび硬化剤の材料に基づく架橋マトリクスを形成する。20

【0021】

図 2E および 2F をまとめて参考すると、微小要素 212 を最終のより大きなサイズ 218 に膨張させるステップおよび混合物 210 を硬化させるステップの順番は、必ずしも図示された順とは限らないことを理解されたい。別の実施形態では、加熱ステップの間に、混合物 210 の硬化ステップは、微小要素 212 の最終のより大きなサイズ 218 への膨張ステップに先立って生じる。別の実施形態では、加熱ステップの間に、混合物 210 の硬化ステップは、微小要素 212 の最終のより大きなサイズ 218 への膨張ステップと同時に生じる。さらに別の実施形態では、2 つの別個の加熱操作が、混合物 210 を硬化させ、微小要素 212 を最終のより大きなサイズ 218 に膨張させるようにそれを行われる。30

【0022】

図 2G を参照すると、ある実施形態では、上述のプロセスは、低密度研磨パッド 220 を提供するのに用いられる。低密度研磨パッド 222 は、硬化した材料 220 で構成され、膨張した微小要素 218 を、ある実施形態では、追加的微小要素 214 とともに含む。ある実施形態では、低密度研磨パッド 222 は、熱硬化性ポリウレタン材料で構成され、膨張した微小要素 218 は、熱硬化性ポリウレタン材料内に分散した複数の独立気泡孔を提供する。図 2G を再び参照すると、図の下部分は、a - a' 軸に沿って取られた上部断面の平面図である。本平面図に見られるように、ある実施形態では、低密度研磨パッド 222 は、溝模様をそこに持つ研磨表面 228 を有する。示されるような 1 つの特定の実施形態では、溝模様は、放射状溝 226 および同心円状溝 228 を含む。40

【0023】

図 2D および 2E を再び参考すると、ある実施形態では、複数の微小要素 212 のそれぞれは、複数の微小要素のそれぞれの体積をおよそ 3 ~ 1000 倍の範囲で増加させることにより最終サイズ 218 に膨張される。ある実施形態では、複数の微小要素 212 のそ50

それぞれは、複数の微小要素 218 のそれぞれの最終直径がおよそ 10 ~ 200 ミクロンとなるように、最終サイズ 214 に膨張される。ある実施形態では、複数の微小要素 212 のそれぞれは、複数の微小要素 212 のそれぞれの密度をおよそ 3 ~ 1000 倍の範囲で減少させることにより最終サイズ 218 に膨張される。ある実施形態では、複数の微小要素 212 のそれぞれは、最終サイズの複数の微小要素 218 のそれを本質的に球形に形成することにより最終サイズ 218 に膨張される。

【0024】

ある実施形態では、複数の微小要素 212 は、その後パッド材料製剤内において、仕上がった研磨パッド材料内に独立気泡孔を形成するように膨張する添加ポロゲン、ガス泡、または液泡である。そのようなある実施形態では、複数の独立気泡孔は、対応するより小さなポロゲンを膨張させることによって形成される複数のより大きなポロゲンである。例えば、用語「ポロゲン」は、「中空」中心部を有するミクロまたはナノスケールの球状または略球状粒子を示すように用いられ得る。中空中心部は、固体材料で満たされておらず、むしろ、ガス状または液状のコアを含む。ある実施形態では、複数の独立気泡孔は、混合物全体に分布された未膨張のガス充填または液充填 EXPANCEL™ として始まる。例えば、成形プロセスによって、混合物から研磨パッドを成形する際および / または間に、未膨張のガス充填または液充填 EXPANCEL™ は、膨張された状態になる。具体的な実施形態では、EXPANCEL™ は、ペンタンで充填される。ある実施形態では、複数の独立気泡孔のそれぞれは、その膨張後の状態、例えば、最終製品で、およそ 10 ~ 100 ミクロンの範囲の直径を有する。したがって、ある実施形態では、初期サイズを有する複数の微小要素のそれぞれは、物理的シェルを含み、最終サイズを有する複数の微小要素のそれぞれは、膨張した物理的シェルを含む。別の実施形態では、初期サイズを有する複数の微小要素 212 のそれぞれは、液滴であり、最終サイズを有する複数の微小要素 218 のそれぞれはガス泡である。さらに別の実施形態では、最終サイズを有する複数の微小要素 218 を形成するために混合物 210 を形成する混合ステップは、プレポリマーおよび鎖延長剤もしくは架橋剤、またはそれらから形成される製品にガスを注入するステップをさらに含む。そのような特定の実施形態では、プレポリマーは、イソシアネートであり、混合ステップは、プレポリマーに水を加えるステップをさらに含む。いずれの場合も、ある実施形態では、複数の独立気泡孔は、互いに個別の気孔を含む。それは、一般的のスポンジ内の気孔の場合等のようにトンネルを通して互いにつながり得る連続気泡孔とは対照的である。

【0025】

図 2C ~ 2E を再び参照すると、ある実施形態では、プレポリマー 202 および鎖延長剤または架橋剤 204 を複数の微小要素 212 と混合するステップは、混合物 210 を形成するように第 2 の複数の微小要素 214 と混合するステップをさらに含む。第 2 の複数の微小要素 214 のそれぞれは、サイズを有する。そのようなある実施形態では、図 2E と関連して記述された加熱ステップは、図 2E に描示されるように、第 2 の複数の微小要素 214 のそれぞれのサイズが加熱の前後で本質的に同じとなるよう、十分に低い温度で行われる。そのような特定の実施形態では、加熱ステップは、およそ摂氏 100 度またはそれを下回る温度で行われ、第 2 の複数の微小要素 214 は、およそ摂氏 130 度を上回る膨張限界 (expansion threshold) を有する。別の実施形態では、第 2 の複数の微小要素 214 は、複数の微小要素 212 の膨張限界を上回る膨張限界を有する。そのようなある特定の実施形態では、第 2 の複数の微小要素 214 の膨張限界は、およそ摂氏 120 度を上回り、複数の微小要素 212 の膨張限界は、およそ摂氏 110 度を下回る。このように、ある実施形態では、加熱ステップの間に、微小要素 212 は、膨張した微小要素 218 を提供するように膨張する一方、微小要素 214 は、本質的に変わらないままである。

【0026】

ある実施形態では、第 2 の複数の微小要素 214 のそれぞれは、研磨パッド全体に（例えば、その中に負荷的な要素として）分布した、事前膨張し、ガス充填された EXPAN

10

20

30

40

50

C E L T M で構成され得る。すなわち、微小要素 214 に起こり得る任意の顕著な膨張は、研磨パッド形成にそれらを含めるのに先立って、例えば、混合物 210 に含まれる前に行われる。具体的な実施形態では、事前膨張した EXPANCEL T M は、ペンタンで満たされている。ある実施形態では、微小要素 214 は、およそ 10 ~ 100 ミクロンの範囲の直径を有する（成形プロセスの間に皆無かそれに近い変化を伴う 214 として再度示される）複数の独立気泡孔を提供する。ある実施形態では、結果として生じる複数の独立気泡孔は、互いに個別の気孔を含む。それは、一般的のスポンジ内の気孔の場合等のようにトンネルを通して互いにつながり得る連続気泡孔とは対照的である。

【0027】

上述したように、典型的なパッド製剤よりも多くのポロゲンを添加することにより孔隙を増加させると、鋳造または成形プロセスが管理不能になるレベルまで製剤の粘性が増加し得る。それは、事前膨張したポロゲンまたは成形もしくは鋳造プロセス全体を通して本質的に同じ体積を維持するポロゲンを含める場合、特に困難となり得る。一方、全ての最終的な独立気泡孔が未膨張のポロゲンから生成される場合、製剤の粘性は、鋳造または成形の扱いやすさの点で低くなり過ぎ得る。そのような状況に対処するため、本発明の実施形態によれば、概念上、プレポリマー 202、鎖延長剤もしくは架橋剤 204、および第 2 の複数の微小要素 214 の混合物は、粘性を有する。その一方で、プレポリマー 202、鎖延長剤もしくは架橋剤 204、初期サイズを有する複数の微小要素 212、および第 2 の複数の微小要素 214 の混合物は、本質的に同じ粘性を有する。すなわち、初期の（より小さい）サイズを有する複数の微小要素 212 の含有は、混合物の粘性に対し皆無かそれに近い影響を及ぼす。ある実施形態では、そのため、最適な成形条件について記述される粘性は、成形プロセス全体を通して本質的に一定のままであるサイズを持った第 2 の複数の微小要素の含有に基づき選定され得る。そのようなある実施形態では、そのため、粘性は所定の粘性であり、混合物 210 中における第 2 の複数の微小要素 214 の相対量は、所定の粘性に基づいて選定される。そして、ある実施形態では、複数の微小要素 212 は、混合物 210 の粘性に対し皆無かそれに近い効果を有する。

【0028】

図 2 E を再び参照すると、ある実施形態では、2 種の異なる複数の微小要素が含まれる場合、膨張した最終サイズを有する複数の微小要素 218 のそれぞれは、描示されるように、加熱プロセスを通して膨張しない複数の微小要素 214 のそれぞれとほぼ同じ形状およびサイズを有する。しかしながら、膨張した最終サイズを有する複数の微小要素 218 のそれぞれは、複数の微小要素 214 のそれぞれと同じ形状および / またはサイズを有する必要があるわけではないことを理解されたい。ある実施形態では、図 6 A ~ 6 C と関連して後に詳述されるように、結果として成形されたパッド 222 の研磨体は、独立気泡孔として、サイズ分布の第 1 のピークを持つ第 1 の直径モードを有する複数の膨張した微小要素 218 を含む。独立気泡孔としてともに含まれるものに、サイズ分布の第 2 の異なるピークを持つ第 2 の直径モードを有する第 2 の複数の微小要素 214 がある。そのようなある実施形態では、微小要素 218 の複数の独立気泡孔と微小要素 214 の第 2 の複数の独立気泡孔とは、低密度研磨パッド 222 の熱硬化性ポリウレタン材料の総体積のおよそ 55 ~ 80 % の範囲の総気孔体積を熱硬化性ポリウレタン材料内に提供する。

【0029】

図 2 D ~ 2 G を再び参照すると、ある実施形態では、成形された研磨体 222 を提供するように混合物 210 を加熱するステップは、0.5 g / c c を下回る密度を有する研磨体 222 を形成するステップを含む。しかしながら、そのようなある実施形態では、混合物 210 は、加熱ステップに先立って 0.5 g / c c を上回る密度を有する。ある実施形態では、プレポリマー 202 は、イソシアネートで、鎖延長剤または架橋剤 204 は、芳香族ジアミン化合物であり、研磨パッド 222 は、熱硬化性ポリウレタン材料 220 で構成される。そのようなある実施形態では、混合物 210 を形成するステップは、最終的に不透明な成形された研磨体 222 を提供するように、プレポリマー 202 および鎖延長剤もしくは架橋剤 204 に不透明化充填剤を添加するステップをさらに含む。そのような特

10

20

30

40

50

定の実施形態では、不透明化充填剤は、限定ではないが、窒化ホウ素、フッ化セリウム、黒鉛、フッ化黒鉛、硫化モリブデン、硫化ニオブ、タルク、硫化タンタル、二硫化タンゲステン、またはテフロン（登録商標）等の材料である。ある実施形態では、上に簡単に述べたように、混合物 210 は、型 200 内で部分的にのみ硬化され、ある実施形態では、成形型 220 からの除去の後、オープン内でさらに硬化される。

【0030】

ある実施形態では、研磨パッド前駆体混合物 210 は、熱硬化性、独立気泡孔ポリウレタン材料で構成された成形された均質研磨体 222 を形成するのに用いられる。そのよう 10 ある実施形態では、研磨パッド前駆体混合物 210 は、硬質パッドを最終的に形成するのに用いられ、単一種の硬化剤 204 のみが使用される。別の実施形態では、研磨パッド前駆体混合物 210 は、軟質パッドを最終的に形成するのに用いられ、（合わせて 210 を提供する）1 次および 2 次の硬化剤の組み合わせが使用される。例えば、具体的な実 20 形態では、プレポリマー 202 は、ポリウレタン前駆体を含み、1 次硬化剤は、芳香族ジアミン化合物を含み、2 次硬化剤は、エーテル結合剤を含む。特定の実施形態では、ポリウレタン前駆体は、イソシアネートで、1 次硬化剤は、芳香族ジアミンであり、2 次硬化剤は、限定ではないが、ポリテトラメチレングリコール、アミン官能化グリコール、またはアミノ官能化ポリオキシプロピレン等の硬化剤である。ある実施形態では、プレポリマー 202、1 次硬化剤、および 2 次硬化剤（合わせて 204）は、およそのモル比として、106 部のプレポリマー、85 部の 1 次硬化剤、および 15 部の 2 次硬化剤を有し、すなわち、プレポリマー：硬化剤比がおよそ 1 : 0 . 96 の化学量論組成を提供する。様々な硬度値を有する研磨パッドまたはプレポリマーの特定の性質ならびに第 1 および第 2 の硬化剤に基づく様々な比率が用いられ得ることを理解されたい。

【0031】

図 2G を再び参照すると、上述のように、ある実施形態では、成形型 200 を加熱するステップは、成形された研磨体 222 の研磨表面 224 に溝模様を形成するステップを含む。示されるような溝模様は、放射状溝および同心円状の円周溝を含む。放射状溝または円周溝は、省略され得ることを理解されたい。さらに、同心円状円周溝は、代わりにネストされた（nest ed）三角形、四角形、五角形、六角形等の多角形でもよい。代わりに、研磨表面は、溝に代わって突起に基づき得る。さらに、低密度研磨パッドは、研磨表面に溝なしで製造され得る。そのようなある実施例では、成形装置の模様なし蓋が、模様付き蓋の代わりに使用される。または、代わりに、成形中の蓋の使用は、省略され得る。成形中に蓋を使用する場合、混合物 210 は、およそ平方インチあたり 2 ~ 12 ポンドの範囲の圧力の元で加熱され得る。

【0032】

ある側面では、低密度パッドは、独立気泡孔を有して製造され得る。例えば、ある実施形態では、研磨パッドは、0 . 6 を下回る密度を有し、熱硬化性ポリウレタン材料で構成された研磨体を含む。複数の独立気泡孔は、熱硬化性ポリウレタン材料内に分散される。特定の実施形態では、密度は、0 . 5 g / cc を下回る。ある実施形態では、複数の独立気泡孔は、熱硬化性ポリウレタン材料の総体積のおよそ 55 ~ 80 % の範囲の総気孔体積を熱硬化性ポリウレタン材料中に提供する。ある実施形態では、複数の独立気泡孔のそれぞれは、本質的に球状である。ある実施形態では、研磨体は、図 2G と関連して記述されたように、第 1 の溝付表面と第 1 の表面の反対側にある第 2 の平坦な表面とをさらに含む。ある実施形態では、研磨体は、以下に詳述するように、均質研磨体である。

【0033】

ある例示的実施形態では、複数の独立気泡孔のそれぞれは、熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料で構成された物理的シェルを含む。そのような場合、独立気泡孔は、上述のように、最終的なパッド製造に成形される混合物中にポロゲンを含めることによって作られ得る。

【0034】

別の例示的実施形態では、複数の独立気泡孔のそれぞれは、熱硬化性ポリウレタン材料 50

とは異なる材料で構成された物理的シェルを含む。複数の独立気泡孔の第1の部分の物理的シェルは、複数の独立気泡孔の第2の部分の物理的シェルとは異なる材料で構成される。そのような場合、独立気泡孔は、上述のように、2種類（例えば、膨張済みおよび未膨張）のポロゲンを最終的なパッド製造のために成形される混合物中に含めることによって作られ得る。

【0035】

別の例示的実施形態では、複数の独立気泡孔の一部のみのそれぞれが、熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料で構成された物理的シェルを含む。そのような場合、独立気泡孔は、上述のように、最終的なパッド製造のために成形される混合物中にポロゲンおよびガス泡もしくは液滴の両方を含めることによって作られ得る。

10

【0036】

別の例示的実施形態では、複数の独立気泡孔のそれぞれは、熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料の物理的シェルを含まない。そのような場合、独立気泡孔は、上述のように、最終的なパッド製造のために成形される混合物中に、ガス泡もしくは液滴、またはその両方を含めることによって作られ得る。

【0037】

図3は、本発明の実施形態による、ポロゲン充填材に全て基づく独立気泡孔を含む、低密度研磨パッド300の100倍および300倍の倍率での断面写真を図示する。図3を参照すると、示された全ての気孔は、ポロゲンから形成され、そのため、全てが物理的シェルを含む。気孔の一部は、事前膨張したExpanse1ポロゲンから形成される。別の部分は、研磨パッド300を作るのに用いられる成形プロセス中に膨張される未膨張のExpanse1ポロゲンから形成される。そのようなある実施形態では、未膨張のExpanse1は、設計により、低温で膨張する。成形または铸造プロセスの温度は、膨張温度を上回り、Expanse1は、成形または铸造の間に急速に膨張する。パッド300の密度は、およそ0.45で、パッド内の全ての気孔は、独立気泡孔である。

20

【0038】

図4は、本発明の実施形態による、一部がポロゲン充填材に基づき一部がガス泡に基づく独立気泡孔を含む、低密度研磨パッド400の100倍および300倍の倍率での断面写真を図示する。図4を参照すると、示された小さな気孔は、ポロゲンから形成され、そのため、物理的シェルを含む。より具体的には、小さな気孔は、事前膨張したExpance1ポロゲンから形成される。大きな気孔は、ガスを用いて形成される。より具体的には、大きな気孔は、成形または铸造の直前に、パッド製剤混合物に注入された少量の水および界面活性剤を用いて形成される。鎖延長の化学反応の間に、CO₂を形成し、気孔を作る水のNCOとの競合的な化学反応が起こる。界面活性剤の種類および濃度は、触媒の種類およびレベルとともに、気孔サイズと独立／連続気泡孔の比率とを制御することを理解されたい。パッド400の密度は、およそ0.37で、パッド内の気孔の大半は、独立気泡孔である。

30

【0039】

ある側面では、研磨パッド内の気孔直径の分布は、ベル曲線または単峰性分布である。例えば、図5Aは、本発明の実施形態による、低密度研磨パッド内の気孔直径の広い単峰性分布について、気孔直径の関数としての度数のプロットを図示する。図5Aのプロット500Aを参照すると、単峰性分布は比較的広くあり得る。別の実施例として、図5Bは、本発明の実施形態による、低密度研磨パッド内の気孔直径の狭い単峰性分布について、気孔直径の関数としての度数のプロットを図示する。図5Bのプロット500Bを参照すると、単峰性分布は狭くあり得る。狭い分布または広い分布のいずれにおいても、（実施例として示される）40ミクロンでの最大度数等、唯一の最大直径度数が、研磨パッド内に提供される。

40

【0040】

別の側面では、低密度研磨パッドは、代わりに、気孔直径の2峰性分布を持って製造され得る。実施例として、図6Aは、本発明の実施形態による、独立気泡孔のおよそ1:1

50

の2峰性分布を有する低密度研磨パッドの断面を図示する。

【0041】

図6Aを参照すると、研磨パッド600は、均質研磨体601を含む。均質研磨体601は、均質研磨体601内に配置された複数の独立気泡孔602を有する熱硬化性ポリウレタン材料で構成される。複数の独立気泡孔602は、直径の多峰性分布を有する。ある実施形態では、直径の多峰性分布は、図6Aに描示されるように、小さな直径モード604と大きな直径モード606とを含む直径の2峰性分布である。

【0042】

ある実施形態では、複数の独立気泡孔602は、図6Aに描示されるように、互いに個別の気孔を含む。それは、一般のスponジ内の気孔の場合等のようにトンネルを通して互いにつながり得る連続気泡孔とは対照的である。ある実施形態では、独立気泡孔のそれぞれは、ポロゲンのシェル等、物理的シェルを含む。しかしながら、別の実施形態では、独立気泡孔のいくつかまたは全ては、物理的シェルを含まない。ある実施形態では、複数の独立気泡孔602、したがって、直径の多峰性分布は、図6Aに描示されるように、均質研磨体601の熱硬化性ポリウレタン材料全体を通して本質的に均一かつ均質に分布される。

10

【0043】

ある実施形態では、複数の独立気泡孔602の気孔直径の2峰性分布は、図6Aに描示されるように、およそ1:1である。概念をより良く図示するため、図6Bは、本発明の実施形態による、図6Aの研磨パッド内における気孔直径の狭い分布について、気孔直径の関数としての度数のプロット620を図示する。図6Cは、本発明の実施形態による、図6Aの研磨パッド内における気孔直径の広い分布について、気孔直径の関数としての度数のプロット630を図示する。

20

【0044】

図6A～6Cを参照すると、大きな直径モード606の最大度数の直径値は、小さな直径モード604の最大度数の直径値のおよそ2倍である。例えば、ある実施形態では、図6Bおよび6Cに描示されるように、大きな直径モード606の最大度数の直径値は、およそ40ミクロンであり、小さな直径モード604の最大度数の直径値は、およそ20ミクロンである。別の実施例として、大きな直径モード606の最大度数の直径値は、およそ80ミクロンで、小さな直径モード604の最大度数の直径値は、およそ40ミクロンである。

30

【0045】

図6Bのプロット620を参照すると、ある実施形態では、気孔直径の分布は、狭い。具体的な実施形態では、大きな直径モード606の度数は、小さな直径モード604の度数と本質的に重なりを有さない。しかしながら、図6Cのプロット630を参照すると、別の実施形態では、気孔直径の分布は、広い。具体的な実施形態では、大きな直径モード606の度数は、小さな直径モード604の度数と重なり合う。気孔直径の2峰性分布は、図6A～6Cと関連して記述されたように、1:1である必要はないことを理解されたい。また、気孔直径の2峰性分布は、均一である必要はない。別の実施形態では、独立気泡孔の直径の多峰性分布は、第1の溝付表面から第2の平坦表面への勾配をもって、熱硬化性ポリウレタン材料全体を通して傾斜付けされる。そのようなある実施形態では、傾斜付けされた直径の多峰性分布は、第1の溝付表面に近接する小さな直径モードと第2の平坦表面に近接する大きな直径モードとを含む直径の2峰性分布である。

40

【0046】

そして、ある実施形態では、低密度研磨パッドは、サイズ分布の第1のピークのある第1の直径モードとサイズ分布の第2の異なるピークのある第2の直径モードとを有する直径の2峰性分布を持った複数の独立気泡孔を有する。そのようなある実施形態では、第1の直径モードの独立気泡は、熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料で構成された物理的シェルをそれぞれ含む。そのような特定の実施形態では、第2の直径モードの独立気泡孔は、熱硬化性ポリウレタン材料とは異なる材料で構成された物理的シェルをそれぞれ含

50

む。そのような特定の実施形態では、第2の直径モードの独立気泡孔のそれぞれの物理的シェルは、第1の直径モードの独立気泡孔の物理的シェルの材料とは異なる材料で構成される。

【0047】

ある実施形態では、第1の直径モードのサイズ分布の第1のピークは、およそ10～50ミクロンの範囲の直径を有し、第2の直径モードのサイズ分布の第2のピークは、およそ10～150ミクロンの範囲の直径を有する。ある実施形態では、第1の直径モードは、第2の直径モードと重なり合う。しかしながら、別の実施形態では、第1の直径モードは、第2の直径モードと本質的に重ならない。ある実施形態では、第1の直径モードの総度数カウント数は、第2の直径モードの総度数カウント数に等しくない。しかしながら、別の実施形態では、第1の直径モードの総度数カウント数は、第2の直径モードの総度数カウント数によよそ等しい。ある実施形態では、直径の2峰性分布は、熱硬化性ポリウレタン材料全体を通して本質的に均一に分布される。しかしながら、別の実施形態では、直径の2峰性分布は、熱硬化性ポリウレタン材料の全体を通して傾斜付けされるように分布される。10

【0048】

ある実施形態では、研磨パッド222、300、もしくは400、または上述されたそれらの変形等の本明細書に記載の低密度研磨パッドは、基板の研磨に好適である。そのようなある実施形態では、研磨パッドは、バフパッドとして使用される。基板は、そこに配置されたデバイスまたは他の層を有するシリコン基板等、半導体製造業界で使用されるものであり得る。しかしながら、基板は、限定されないが、MEMSデバイス、レチクル、または太陽電池モジュール用基板等であり得る。したがって、本明細書で使用されるように、「基板を研磨するための研磨パッド」への参照は、これらの関連する可能性を含むように意図される。20

【0049】

研磨パッド222、300、もしくは400、または上述されたそれらの変形等、本明細書に記載の低密度研磨パッドは、熱硬化性ポリウレタン材料の均質研磨体で構成され得る。ある実施形態では、均質研磨体は、熱硬化性の独立気泡孔ポリウレタン材料で構成される。ある実施形態では、用語「均質な」は、熱硬化性の独立気泡孔ポリウレタン材料が、研磨体の組成全体を通して一定であることを示すように用いられる。例えば、ある実施形態では、用語「均質な」は、例えば、異なる材料の多重層の含浸フェルトまたは組成物（複合材）で構成された研磨パッドを除外する。ある実施形態では、用語「熱硬化性」は、例えば、硬化させることにより不融性、不溶性ポリマーネットワークに不可逆的に変化する材料の前駆体等、不可逆的に硬化するポリマー材料を示すのに用いられる。例えば、ある実施形態では、用語「熱硬化性」は、例えば、「熱可塑性」材料または「熱可塑性樹脂」、すなわち、加熱されると液体になり、十分に冷却されると非常にガラス状の状態に戻るポリマーから成る材料で構成された研磨パッドを除外する。熱硬化性材料から作られる研磨パッドは、典型的には、化学反応でポリマーを形成するように反応するより低分子量の前駆体から製造される一方、熱可塑性材料から作られるパッドは、典型的には、研磨パッドが物理的なプロセスで形成されるよう、相変化を引き起こすように既存のポリマーを加熱することによって製造されることに留意されたい。ポリウレタン熱硬化性ポリマーは、それらの安定した熱的および機械的特性、化学的環境に対する耐性、ならびに、耐摩耗性の傾向に基づいて、本明細書に記載される研磨パッドの製造用に選択され得る。3040

【0050】

ある実施形態では、コンディショニングおよび／または研磨の際、均質研磨体は、二乗平均平方根でおよそ1～5ミクロンの範囲の研磨表面粗さを有する。ある実施形態では、コンディショニングおよび／または研磨の際、均質研磨体は、二乗平均平方根でおよそ2.35ミクロンの研磨表面粗さを有する。ある実施形態では、均質研磨体は、摂氏25度で、およそ30～120メガパスカル(MPa)の範囲の貯蔵弾性率を有する。別の実施形態では、均質研磨体は、摂氏25度で、およそ30メガパスカル(MPa)を下回る貯50

弾性率を有する。ある実施形態では、均質研磨体は、およそ2.5%の圧縮率を有する。

【0051】

ある実施形態では、研磨パッド222、300もしくは400、または上述されたそれらの変形等の本明細書に記載の低密度研磨パッドは、成形された均質研磨体を含む。用語「成形された」は、図2A～2Gと関連して上に詳述したように、均質研磨体が成形型内で形成されたことを示すように用いられる。他の実施形態では、上述したような低密度研磨パッドを加工するのに、鋳造プロセスが、代わりに用いられ得ることを理解されたい。

【0052】

ある実施形態では、均質研磨体は、不透明である。ある実施形態では、用語「不透明な」は、およそ10%またはそれを下回る可視光の通過を許容する材料を示すのに用いられる。ある実施形態では、均質研磨体は、均質な熱硬化性独立気泡ポリウレタン材料への（例えば、追加的な成分としての）不透明化充填剤の含有に一部または全面的に起因して不透明である。具体的な実施形態では、不透明化充填剤は、限定ではないが、窒化ホウ素、フッ化セリウム、黒鉛、フッ化黒鉛、硫化モリブデン、硫化ニオブ、タルク、硫化タンタル、二硫化タンゲステン、またはテフロン（登録商標）等の材料である。

【0053】

パッド222、300、または400等、低密度研磨パッドの大きさは、用途により変化され得る。それにもかかわらず、いくつかのパラメータは、従来のプロセス機器または従来の化学的機械的プロセス操作にさえも適合する研磨パッドを作るのに用いられ得る。例えば、本発明の実施形態によれば、低密度研磨パッドは、およそ0.075インチ～0.130インチの範囲、例えば、およそ1.9～3.3ミリメートルの範囲の厚さを有する。ある実施形態では、低密度研磨パッドは、およそ20インチ～30.3インチの範囲、例えば、およそ50～77センチメートルの範囲、そして場合によっては、およそ10インチ～42インチの範囲、例えば、およそ25～107センチメートルの範囲の直径を有する。

【0054】

本発明の別の実施形態では、本明細書に記載の低密度研磨パッドは、研磨パッド内に配置された局所透明（LAT）領域をさらに含む。ある実施形態では、LAT領域は、研磨パッド内に配置され、研磨パッドと共に結合される。好適なLAT領域の例は、2010年1月13日に出願され、NexPlanar Corporationに譲渡された米国特許出願第12/657,135号および2010年9月30日に出願され、NexPlanar Corporationに譲渡された米国特許出願第12/895,465号に記述される。代替的または付加的実施形態では、低密度研磨パッドは、研磨表面および研磨体内に配置された開口部をさらに含む。開口部は、例えば、研磨ツールのプラテンに含まれる検出デバイスを収容し得る。粘着シートが、研磨体の背面上に配置される。粘着シートは、研磨体の背面において開口部に不透性シールを提供する。好適な開口部の例は、2011年7月15日に出願され、NexPlanar Corporationに譲渡された米国特許出願第13/184,395号に記述される。別の実施形態では、低密度研磨パッドは、例えば、渦電流検出システムとともに用いられる検出領域をさらに含む。好適な渦電流検出領域の例は、2010年9月30日に出願され、NexPlanar Corporationに譲渡された米国特許出願第12/895,465号に記述される。

【0055】

研磨パッド222、300、もしくは400、または上述されたそれらの変形等、本明細書に記載の低密度研磨パッドは、研磨体の背面上に配置された下地層をさらに含み得る。そのようなある実施形態では、結果として、研磨表面の材料とは異なるバルクまたは基礎材料を有する研磨パッドが得られる。ある実施形態では、複合研磨パッドは、その上に研磨表面層が配置される安定で本質的に非圧縮性の不活性材料から作られた基礎またはバルク層を含む。より硬質の下地層は、パッドを完全な状態に保つための支持と強度を提供

10

20

30

40

50

し得る一方、より軟質の研磨表面層は、スクラッチを低減し得、研磨層と研磨パッドの残部との材料特性の切り離しを可能にする。好適な下地層の例は、2011年11月29日に出願され、NexPlanar Corporationに譲渡された、米国特許出願第13/306,845号に記述される。

【0056】

研磨パッド222、300もしくは400、または上述されたそれらの変形等、本明細書に記載の低密度研磨パッドは、研磨体の背面上に配置されたサブパッド、例えば、CMPの分野で公知の従来型サブパッド、をさらに含み得る。そのようなある実施形態では、サブパッドは、限定ではないが、発泡体、ゴム、繊維、フェルトまたは高度に多孔性の材料等の材料から構成される。

10

【0057】

図2Gを記述のための基礎として再び参照すると、本明細書で述べられるような低密度研磨パッド内に形成される溝模様の個々の溝は、各溝上の任意の点で、約4～約100ミルの深さであり得る。いくつかの実施形態では、溝は、各溝上の任意の点で、約10～約50ミルの深さである。溝は、均一な深さ、変化する深さ、またはそれらの任意の組み合わせであり得る。いくつかの実施形態では、溝は、全て均一の深さである。例えば、溝模様の溝は、全て同じ深さであり得る。いくつかの実施形態では、溝模様の溝のいくつかは、特定の均一な深さを有し得る一方、同じ模様の他の溝は、異なる均一な深さを有し得る。例えば、溝深さは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って増加し得る。しかしながら、いくつかの実施形態では、溝深さは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って減少する。いくつかの実施形態では、均一な深さの溝は、変化する深さの溝と交互になる。

20

【0058】

本明細書に記述されるような低密度研磨パッド内に形成される溝模様の個々の溝は、各溝上の任意の点で、約2～約100ミルの幅であり得る。いくつかの実施形態では、溝は、各溝上の任意の点で、約15～約50ミルの幅である。溝は、均一な幅、変化する幅、またはそれらの任意の組み合わせであり得る。いくつかの実施形態では、溝は、全て均一な幅である。しかしながら、いくつかの実施形態では、同心円状の溝のいくつかは特定の均一な幅を有する一方、同じ模様の他の溝は、異なる均一な幅を有する。いくつかの実施形態では、溝幅は、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って増加する。いくつかの実施形態では、溝幅は、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って減少する。いくつかの実施形態では、均一な幅の溝は、変化する幅の溝と交互になる。

30

【0059】

前述した深さおよび幅の寸法によれば、本明細書に記述される溝模様の個々の溝は、研磨パッドの開口部の位置またはその近傍の溝を含め、均一な体積、変化する体積、またはそれらの任意の組み合わせであり得る。いくつかの実施形態では、溝は、全て均一な体積である。しかしながら、いくつかの実施形態では、溝体積は、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って増加する。いくつかの別の実施形態では、溝体積は、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って減少する。いくつかの実施形態では、均一な体積の溝は、変化する体積の溝と交互になる。

40

【0060】

本明細書に記述される溝模様の溝は、約30～約1000ミルのピッチを有し得る。いくつかの実施形態では、溝は、約125ミルのピッチを有する。円形研磨パッドについて、溝ピッチは、円形研磨パッドの半径に沿って測定される。CMPベルトでは、溝ピッチは、CMPベルトの中心からCMPベルトの縁まで測定される。溝は、均一なピッチ、変化するピッチ、またはそれらの任意の組み合わせであり得る。いくつかの実施形態では、溝は、全て均一なピッチである。しかしながら、いくつかの実施形態では、溝ピッチは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って増加する。いくつかの別の実施形態では、溝ピッチは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って減少する。いくつかの実施形態では、あるセクタでの溝のピッチは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って変化し、

50

一方、隣接するセクタでの溝のピッチは、均一なままである。いくつかの実施形態では、あるセクタでの溝のピッチは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って増加する一方、隣接するセクタでの溝のピッチは、異なる率で増加する。いくつかの実施形態では、あるセクタでの溝のピッチは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って増加する一方、隣接するセクタでの溝のピッチは、研磨パッドの中心からの距離の増加に伴って減少する。いくつかの実施形態では、均一なピッチの溝は、変化するピッチの溝と交互になる。いくつかの実施形態では、均一なピッチの溝のセクタは、変化するピッチの溝のセクタと交互になる。

【0061】

本明細書に記述される研磨パッドは、様々な化学的機械的研磨装置での使用に好適であり得る。実施例として、図7は、本発明の実施形態による、低密度研磨パッドに適合する研磨装置の等角側方図を図示する。

10

【0062】

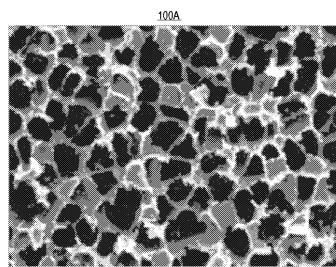
図7を参照すると、研磨装置700は、プラテン704を含む。プラテン704の上面702は、低密度研磨パッドを支持するように使用され得る。プラテン704は、スピンドル回転706およびスライダ搖動708を提供するように構成され得る。サンプルキャリア710は、例えば、研磨パッドを用いた半導体ウエハの研磨の間、半導体ウエハ711をその場に保持するのに使用される。サンプルキャリア710は、懸架機構712によってさらに支持される。スラリー供給714は、半導体ウエハの研磨の前および最中に研磨パッドの表面にスラリーを供給するために含まれる。コンディショニングユニット790は、また含まれ得、ある実施形態では、研磨パッドをコンディショニングするためのダイアモンドチップを含む。

20

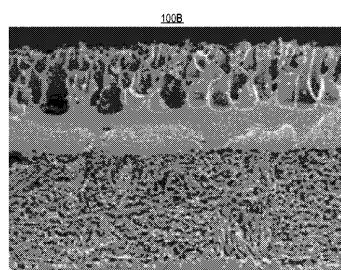
【0063】

以上、低密度研磨パッドおよび低密度研磨パッドの製造方法が開示された。本発明の実施形態によれば、基板を研磨するための研磨パッドは、0.5 g / c.cを下回る密度を有し、熱硬化性ポリウレタン材料で構成された研磨体を含む。複数の独立気泡孔が、熱硬化性ポリウレタン材料内に分散される。ある実施形態では、研磨体は、均質研磨体である。

【図 1 A】

FIG. 1A
(従来技術)

【図 1 B】

FIG. 1B
(従来技術)

【図 2 A】



FIG. 2A

【図 2 E】

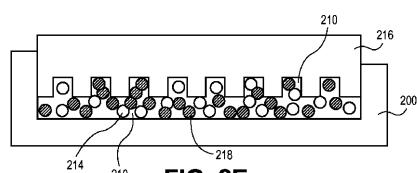


FIG. 2E

【図 2 F】

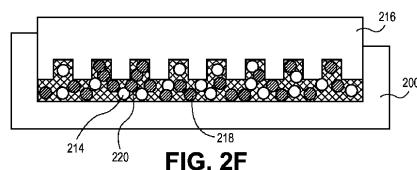


FIG. 2F

【図 2 B】

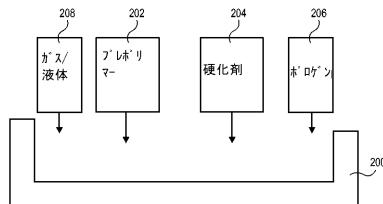


FIG. 2B

【図 2 C】

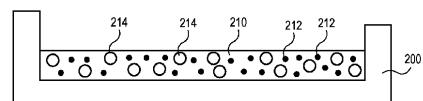


FIG. 2C

【図 2 D】

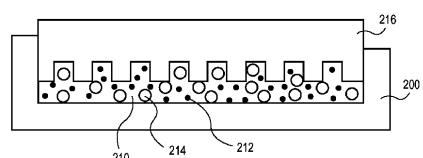


FIG. 2D

【図 2 G】

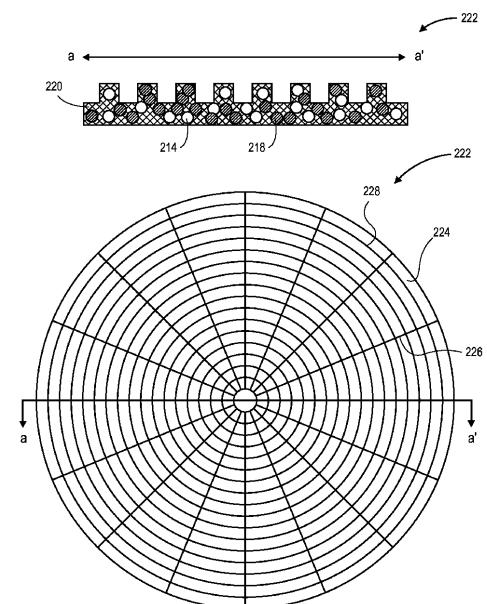


FIG. 2G

【図3】

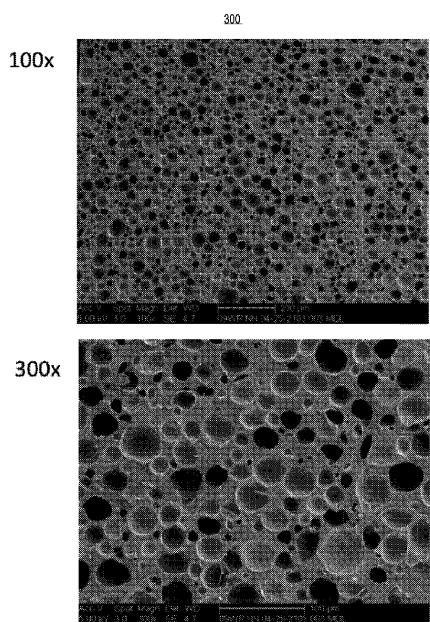


FIG. 3

【図4】

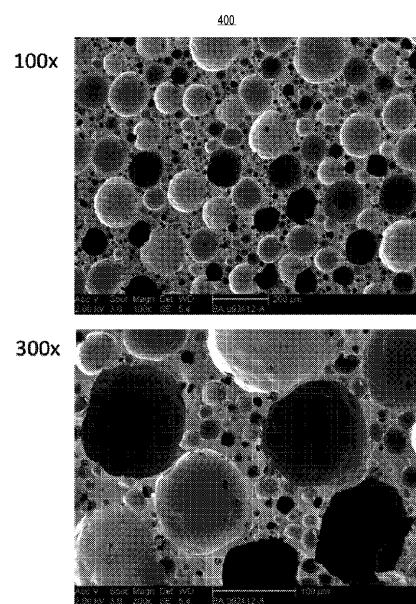


FIG. 4

【図5A】

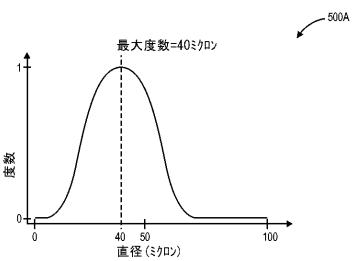


FIG. 5A

【図5B】

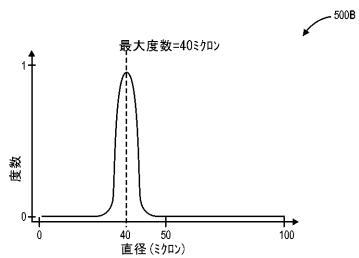


FIG. 5B

【図6A】

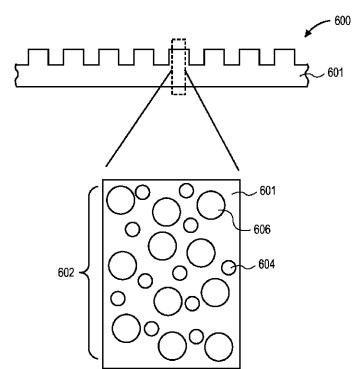


FIG. 6A

【図 6 B】

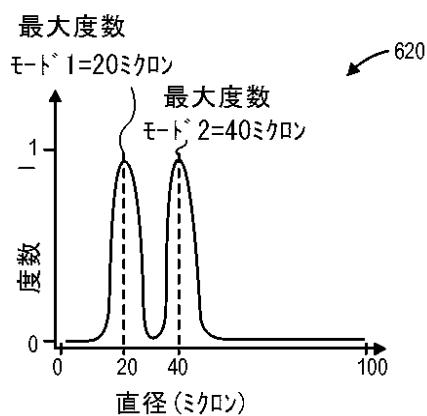


FIG. 6B

【図 6 C】

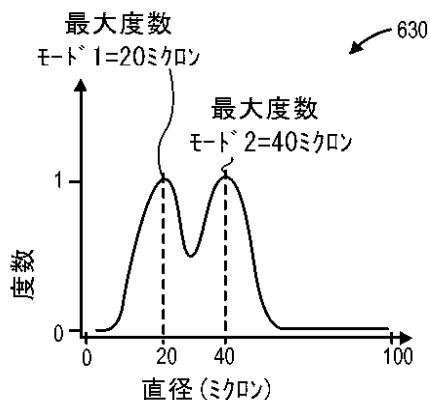
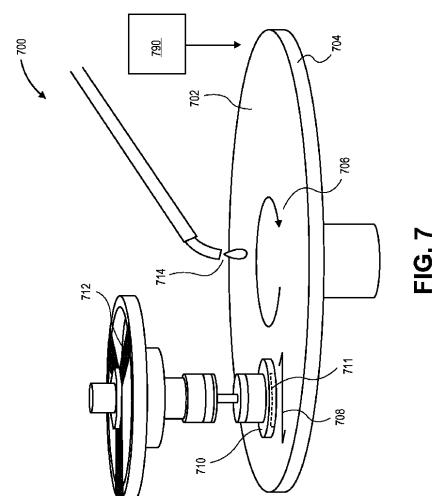


FIG. 6C

【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 230113332
弁護士 山本 健策

(72)発明者 フアン, ピン
アメリカ合衆国 オレゴン 97006, ビーバートン, エヌダブリュー 173アールディイ
ー アベニュー 1765, アパートメント 703

(72)発明者 アリソン, ウィリアム シー.
アメリカ合衆国 オレゴン 97006, ビーバートン, エヌダブリュー チャパラル テラ
ス 4243

(72)発明者 フレンツェル, リチャード
アメリカ合衆国 カリフォルニア 92563, マリエータ, セレント ドライブ 3190
0

(72)発明者 ルフェーブル, ポール アンドレ
アメリカ合衆国 オレゴン 97229, ポートランド, エヌダブリュー サンセット サー
クル 3926

(72)発明者 ケーブリッヂ, ロバート
アメリカ合衆国 オレゴン 97229, ポートランド, エヌダブリュー ジュエル レーン
14788

(72)発明者 スコット, ダイアン
アメリカ合衆国 オレゴン 97212, ポートランド, エヌイー ブライス ストリート
3140

合議体

審判長 刈間 宏信

審判官 西村 泰英

審判官 篠原 将之

(56)参考文献 特開2011-11304(JP, A)
特開2008-168416(JP, A)
特開2013-66977(JP, A)
特開2004-345014(JP, A)
特開2006-128563(JP, A)
国際公開第2013/058183(WO, A1)
米国特許出願公開第2012/0094586(US, A1)
特表2013-539927(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00-37/34