(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4977604号
(P4977604)

(45)発行日　平成24年7月18日(2012.7.18)　(24)登録日　平成24年4月20日(2012.4.20)

(51)Int.Cl.			F I		
B24B	37/26	(2012.01)	B24B	37/00	T
H01L	21/304	(2006.01)	H01L	21/304	622F
B24B	37/24	(2012.01)	B24B	37/00	P

請求項の数 20　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2007-522606 (P2007-522606)
(86)(22)出願日　平成17年7月15日 (2005.7.15)
(65)公表番号　特表2008-507417 (P2008-507417A)
(43)公表日　平成20年3月13日 (2008.3.13)
(86)国際出願番号　PCT/US2005/025330
(87)国際公開番号　WO2006/020153
(87)国際公開日　平成18年2月23日 (2006.2.23)
審査請求日　平成20年3月10日 (2008.3.10)
(31)優先権主張番号　10/897,192
(32)優先日　平成16年7月21日 (2004.7.21)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(73)特許権者　507279244
ネクスプラナー　コーポレイション
アメリカ合衆国　オレゴン　９７１２４，　ヒルズバロ，　エヌダブリュー　エバーグリーン　パークウェイ　７４２５，　スイート　１５０
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100062409
弁理士　安村　高明
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】化学的機械的平坦化（ＣＭＰ）ＰＡＤ中にインサイチュ溝を生成する方法、および新規ＣＭＰＰＡＤデザイン

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ＣＭＰパッドであって：
　該パッドの第一の領域中および該第一の領域に隣接する該パッドの第二の領域中にある同軸円形溝、および該パッドの第一の領域中で直線状に<u>のみ</u>放射し、そして該パッドの第二の領域中で湾曲する<u>のみである</u>放射状溝を備え、
　該放射状溝が、該同軸円形溝を横切り、そして該第一の領域が第二の領域より該パッドの中心軸に近い、ＣＭＰパッド。
【請求項２】
前記ＣＭＰパッドがポリウレタンから作製される、請求項１に記載のＣＭＰパッド。
【請求項３】
　前記溝が、シリコーンライニング、レーザー書き込み、水ジェット切断、３－Ｄプリント、熱成形、減圧成形、マイクロー接触プリント、熱スタンプ、およびそれらの混合からなる群からの方法によって生成される、請求項１に記載のＣＭＰパッド。
【請求項４】
前記放射状溝が連続的である、請求項１に記載のＣＭＰパッド。
【請求項５】
前記ＣＭＰパッドがポリウレタンから作製される、請求項４に記載のＣＭＰパッド。
【請求項６】
前記円形溝が、前記パッドの表面の大部分を占める、請求項５に記載のＣＭＰパッド。

【請求項７】
前記放射状溝が前記表面の大部分を横断する、請求項６に記載のＣＭＰパッド。
【請求項８】
インサイチュ溝を有するＣＭＰパッドを生成する方法であって：
　該ＣＭＰパッドに形成されるべき溝に対応する隆起を有するパターン化された鋳型にＣＭＰパッド材料を付加する工程であって、該溝が、該パッドの第一の領域中および該第一の領域に隣接する該パッドの第二の領域中にある同軸円形溝、および該パッドの第一の領域中で直線状にのみ放射し、そして該パッドの第二の領域中で湾曲するのみである放射状溝であり、該放射状溝が、該同軸円形溝を横切り、そして該第一の領域が第二の領域より該パッドの中心軸に近い、工程；ならびに
　該ＣＭＰパッド材料を固化させて、該ＣＭＰパッドを形成する工程、を包含する、方法。
【請求項９】
前記パターン化された鋳型が、隆起を有するシリコーンライニングを含み、該シリコーンライニングが、シリコーンエラストマーから作製される、請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
前記シリコーンライニングを前記鋳型に接着する工程をさらに包含する、請求項９に記載の方法。
【請求項１１】
前記シリコーンライニングを前記鋳型に接着する工程が、該シリコーンライニングを該鋳型に、接着剤留め、テープ留め、クランプ留め、および圧力ばめすることからなる群から選択される、請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
前記鋳型が金属である、請求項８に記載の方法。
【請求項１３】
前記鋳型が、アルミニウム、スチール、超鋳型材料、およびそれらの混合物からなる群から選択される材料から作製されている、請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記ＣＭＰパッド材料が、熱可塑性材料である、請求項８に記載の方法。
【請求項１５】
前記ＣＭＰパッド材料が、熱硬化性材料である、請求項８に記載の方法。
【請求項１６】
前記ＣＭＰパッド材料が、ポリウレタンである、請求項８に記載の方法。
【請求項１７】
前記鋳型をパターン化する工程をさらに包含する、請求項８に記載の方法。
【請求項１８】
前記放射状溝が連続的である、請求項８に記載の方法。
【請求項１９】
前記円形溝が、前記パッドの表面の大部分を占める、請求項８に記載の方法。
【請求項２０】
前記放射状溝が前記表面の大部分を横断する、請求項８に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　（分野）
　一般に、本明細書に記載される方法および設計は、化学的機械的平坦化（ＣＭＰ）のためにパッドを研磨する分野にある。より詳細には、本明細書に記載される方法および設計は、ＣＭＰパッドのためのインサイチュ溝および新規ＣＭＰパッドデザインに関する。
【背景技術】
【０００２】

（背景）

一般に、ＣＭＰは、半導体ウェーハ上の集積回路（ＩＣ）製作の間に個々の層（例えば、誘電層または金属層）を平坦化するために用いられる。ＣＭＰは、ウェーハ上のＩＣの所望されない地理的特徴を除去する。例えば、ＣＭＰは、ダマスクプロセス後の金属堆積物、および浅トレンチ隔離ステップから過剰の酸化物を除去する。同様に、ＣＭＰはまた、金属間誘電物（ＩＭＤ）、または変動するパターン密度を備えたチップ上システム（ＳｏＣ）デザインおよび垂直ゲート構造（例えば、ＦｉｎＦＥＴ）のような錯雑なアーキテクチャをもつデバイスを平坦化するために用いられ得る。

【０００３】

ＣＭＰは、一般にスラリーと呼ばれる反応性液体媒体、および研磨パッドを利用し、平坦度を達成するための化学的および機械的制御を提供する。上記液体または研磨パッドのいずれかは、ＣＭＰプロセスの化学的反応性および／または機械的活動度を増大するために、ナノサイズの無機粒子を含み得る。このパッドは、代表的には、スラリー輸送、ウェーハを横切って付与される圧力の分与、および反応産物の除去を含むいくつかの機能を実施し得る剛直な微多孔性のポリウレタン材料から作製される。ＣＭＰの間に、スラリーの化学的相互作用は、研磨面で化学的に改変された層を形成する。同時に、スラリー中の研磨材は、この化学的に改変された層と機械的に相互作用し、材料除去を行う。ＣＭＰプロセス中の材料除去速度は、スラリー研磨剤濃度、およびパッド／スラリー／ウェーハ界面領域中の平均摩擦係数（ｆ）に関係する。垂直＆せん断力の程度が、ＣＭＰの間に奏され、そして代表的には、パッドの摩擦学に依存している。最近の研究は、パッド材料適格、パッド接触面積、およびシステムの潤滑度の程度がＣＭＰプロセスの間で役割を演じることを示している。例えば、非特許文献１、非特許文献２、および非特許文献３を参照のこと。

【０００４】

有効なＣＭＰプロセスは、高い研磨速度のみならず、仕上げられた（例えば、小スケールの粗さがない）、かつ平坦（例えば、大スケール地形がない）な基板表面を提供する。研磨速度、仕上げ、および平坦度は、パッド＆スラリー組み合わせ、パッド／ウェーハ相対速度、およびパッドに対して基板を押す付与される垂直力によって支配されると考えられている。

【特許文献１】米国特許第５，８４２，９１０号明細書

【特許文献２】米国特許第５，９２１，８５５号明細書

【特許文献３】米国特許第５，６９０，５４０号明細書

【非特許文献１】Ａ．ＰｈｉｌｉｐｏｓｉａｎおよびＳ．Ｏｌｓｅｎ、Ｊｐｎ．Ｊ．Ａｐｐｌ．Ｐｈｙｓ．、４２巻、６３７１～６３７９頁；半導体の化学的－機械的平坦化

【非特許文献２】Ｍ．Ｒ．Ｏｌｖｅｒ（編）、Ｓｐｒｉｇｅｒ　Ｓｅｒｉｅｓ　ｉｎ　Ｍａｔｅｒｉａｌ　Ｓｃｉｅｎｃｅ、６９巻、２００４

【非特許文献３】Ｓ．Ｏｌｓｅｎ、Ｍ．Ｓ．Ｔｈｅｓｉｓ、Ｕｎｉｖｅｒｓｉｔｙ　ｏｆ　Ａｒｉｚｏｎａ、Ｔｕｓｃｏｎ、ＡＺ、２００２

【非特許文献４】Ｊ．Ｌｅｖｅｒｔら、Ｐｒｏｃ．Ｏｆ　ｔｈｅ　Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ　Ｔｒｉｂｏｌｏｇｙ　Ｃｏｎｆ．、Ｙｏｋｏｈａｍａ、１９９５

【非特許文献５】Ｔ．Ｋ．Ｄｏｙら、Ｊ．ｏｆ　Ｅｌｅｃｔｒｏｃｈｅｍ．Ｓｏｃ．、１５１巻、第３号、Ｇ１９６～Ｇ１９９、２００４

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

２つの共通して生じるＣＭＰ非均一性は、エッジ効果および中心遅延効果である。エッジ効果は、基板エッジおよび基板中心が、異なる速度で研磨されるときに生じる。中心遅延影響は、基板の中心で研磨不足があるときに生じる。これらの非均一研磨効果は、全体の平坦度を低減する。

【０００６】

別の共通して観察される問題は、スラリー輸送および分与に関する。過去においては、研磨パッドは、穿孔を有していた。これらの穿孔は、充填されるとき、このパッドが圧縮されたときスラリーを分与した。例えば、非特許文献４を参照のこと。この方法は非効率的である。なぜなら、過剰のスラリーをそれが最も必要とされる場所（すなわち、ウェーハ表面）に直接導く方法がなかったからである。現在のところ、パッドのマクローテキスチャ作りが、代表的には、エクスサイチュ（ｅｘ－ｓｉｔｕ）パッド表面溝デザインによってなされている。例えば、特許文献１、２、３および非特許文献５を参照のこと。このようなデザインは、円形溝（例えば、「Ｋ－溝」と呼ばれる同軸溝）および交差ハッチパターン（例えば、Ｘ－Ｙ、六角形、三角形など）を含む。この溝プロフィールはまた、「Ｖ－」、「Ｕ－」または鋸歯形状断面をもつ矩形であり得る。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

（要旨）

ＣＭＰパッド中にインサイチュ溝を生成する方法、および新規な溝デザインが記載される。一般に、インサイチュ溝を生成する方法は、シリコーンライニングをパターン化する工程、このシリコーンライニングを鋳型中、または鋳型の上に配置する工程、このシリコーンライニングにＣＭＰパッド材料を付加する工程、このＣＭＰパッド材料を固化させる工程を包含する。いくつかの改変例では、このシリコーンライニングは、シリコーンエラストマーから作製され、そしていくつかの改変例では、上記シリコーンライニングをパターン化する工程は、上記シリコーンライニングを、リソグラフィーまたはエンボス加工を用いてパターン化する工程を包含する。上記インサイチュ溝を生成する方法は、上記シリコーンライニングを、例えば、接着剤、テープ、クランプ、圧力ばめ技法、またはそれらの混合を用いて接着する工程をさらに包含し得る。

【０００８】

いくつかの改変例では、上記鋳型は金属製である。例えば、上記鋳型は、アルミニウム、スチール、超鋳型材料、およびそれらの混合物からなる群から選択される材料から作製され得る。いくつかの改変例では、上記シリコーンライニングのパターン化に加えて、上記鋳型がパターン化される。いくつかの改変例では、上記ＣＭＰパッド材料は、熱可塑性材料を含む。その他の改変例では、上記ＣＭＰパッド材料は、熱硬化性材料を含む。いくつかの改変例では、上記ＣＭＰパッド材料は、ポリウレタンである。

【０００９】

新規な溝デザインを備えるＣＭＰパッドがまた記載される。例えば、本明細書には、同軸円形溝および軸方向に湾曲した溝を備えるＣＭＰパッドが記載される。いくつかの改変例では、この同軸円形溝は、セットで間隔を置いて離れている。その他の改変例では、この軸方向に湾曲した溝は、重複している。なお別の改変例では、この軸方向に湾曲した溝は、不連続である。上記同軸円形溝と上記軸方向に湾曲した溝はまた、交差し得る。

【００１０】

逆対数溝、重複する円形溝、ラサジャス溝、二重らせん溝、および乗算重複軸方向湾曲溝を備えるＣＭＰパッドが記載される。いくつかの改変例では、この重複する円形溝は、中心をずれて不釣合いである。上記ＣＭＰパッドは、ポリウレタンから作製され得、そして上記溝は、その中で、シリコーンライニング、レーザー書き込み、水ジェット切断、３－Ｄプリント、熱成形、減圧成形、マイクロー接触プリント、熱スタンプ、およびそれらの混合からなる群から方法によって生成され得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

（詳細な説明）

本明細書に記載されるのは、インサイチュＣＭＰ溝形成のための方法、および新規溝デザインである。ＣＭＰパッド中の溝は、パッドの表面を横切って研磨されるウェーハのハイドロプレーニングを防ぐと考えられており；パッド表面を横切るスラリーの分与を支援して提供し；十分なスラリーがウェーハの内部に到達することを支援して確実にし；研磨

均一性を制御し、そしてエッジ効果を最小にするためにパッドの局在化剛直性および準拠（ｃｏｍｐｌｉａｎｃｅ）を支援して制御し；そして欠陥を減少するためにパッド表面から研磨残渣の除去のためのチャネルを提供する。図１Ａおよび１Ｂは、パッド／ウェーハ領域の周りに生成される水力学的圧力に対する溝形成の衝撃の概略図を提供する。例えば、図１Ａは、溝のない研磨パッドが用いられるとき、（対角線上に縞模様の三角形領域によって示される）ウェーハ圧力プロフィールを描写する。図１Ｂは、ウェーハの周縁の周りの圧力が、どのように溝に沿って解放されるのかを示す。すなわち、これらの溝は、溝ピッチ毎に生成される圧力に適合し、そしてウェーハ／パッド領域に沿って均一なスラリー分与を支援して提供する。

【００１２】

（インサイチュ溝形成のための方法）

一般に、ＣＭＰパッド上にインサイチュ溝を生成するための任意の適切な方法が用いられ得る。主に、元来機械的である、エクスサイチュ（ｅｘ－ｓｉｔｕ）溝形成の現在の方法とは異なり、本明細書に記載されるインサイチュ（ｉｎ－ｓｉｔｕ）法は、いくつかの利点を有し得る。例えば、本明細書に記載されるインサイチュ溝形成は、代表的には、より安価で、より短い時間で良く、そしてより少ない製造ステップで済む。さらに、本明細書に記載される方法は、代表的には、複雑な溝デザインを達成することでより有用である。最後に、本明細書に記載されるインサイチュ法は、代表的には、より良好な許容誤差（例えば、より良好な溝深さなど）を有するＣＭＰパッドを生成し得る。

【００１３】

１つの改変例では、インサイチュ溝形成のための方法は、鋳型の内部に配置されたシリコーンライニングの使用を包含する。この鋳型は、任意の適切な金属から作製され得る。例えば、この鋳型は、金属製であり得、アルミニウム、スチール、超鋳型材料（例えば、より精緻な特徴を成形するために「超」平滑エッジおよび「超」高許容誤差を有する金属／金属合金）、それらの混合物などから作製され得る。この鋳型は、任意の適切な寸法であり得、そしてこの鋳型の寸法は、代表的には、生成されるべきＣＭＰパッドの寸法に依存する。このパッドの寸法は、次には、代表的には、研磨されるべきウェーハのサイズに依存する。例えば、４、６、８、または１２インチウェーハを研磨するためのＣＭＰパッドのための例示の寸法は、それぞれ、１２、２０．５、２４．６、または３０．５インチであり得る。

【００１４】

上記シリコーンライニングは、代表的には、シリコーンエラストマー、またはシリコーンポリマーから作製されるが、任意の適切なシリコーンライニングが用いられ得る。このシリコーンライニングは、次いで、所望の溝パターンまたはデザインに相補的であるパターンに代表的にはエンボス加工またはエッチングされる。このライニングは、次いで、鋳型に、接着剤で付けるか、またはそうでなければ接着されるか、またはその中に保持される。このライニングはまた、それがパターン化される前に鋳型中に配置され得る。シリコーンライニング中にパターンをエッチングするためのリソグラフィー技法の使用は、溝サイズにおけるより良好な正確さを支援して提供し得る。例えば、Ｃ．Ｄｅｋｋｅｒ、シリコーン成形のための立体リソグラフィー、Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｍａｔｅｒｉａｌｓ＆Ｐｒｏｃｅｓｓｅｓ、１６１巻（１）、５９～６１頁、２００３年1月；およびＤ．Ｓｍｏｃｋ、Ｍｏｄｅｒｎ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ、７５巻（４）、６４～６５頁、１９９８年４月を参照のこと、これらの頁は、それらの全体が参考として本明細書によって援用される。例えば、ミクロン～サブミクロン範囲にある溝が得られ得る。mm範囲の大寸法もまた、比較的容易に得られ得る。このようにして、シリコーンライニングは、「成形パターン」として供される。しかし、いくつかの改変例では、鋳型は、相補的溝デザインでパターン化され得る。このようにして、上記鋳型およびライニング、または鋳型自身が、ＣＭＰパッド溝デザインを生成するために用いられ得る。

【００１５】

図２は、本明細書中に記載のような例示のシリコーンで裏打ちされた鋳型（２００）の

断面図を提供する。そこに示されるのは、上部鋳型プレート（２０２）、下部鋳型プレート（２０４）およびシリコーンライニング（２０６）である。このシリコーンライニング（２０６）は、その中にエンボス加工またはエッチングされたパターン（２０８）を有する。このシリコーンライニング（２０６）は、図２では、上部鋳型プレート（２０２）に沿って描写されているけれども、それはそうである必要はないことが理解されるべきである。実際、シリコーンライニング（２０６）はまた、下部鋳型プレート（２０４）に接着、またはそうでなければその中に保持され得る。このシリコーンライニングは、適切な方法を用いて鋳型プレートに接着、またはその中に保持され得る。例えば、このシリコーンライニングは、鋳型プレートに、接着され、テープ付けされ、クランプ留めされ、圧力ばめされ、またはそうでなければ、鋳型プレートに接着されるか、またはその中に保持される。

【００１６】

この方法を用いて、ＣＭＰパッドは、熱可塑性材料または熱硬化性材料などから形成され得る。熱可塑性材料の場合には、代表的には、溶融が形成され、そしてシリコーン裏打ち鋳型中に注入される。熱硬化性材料の場合には、反応混合物が、代表的には、シリコーン裏打ち鋳型中に供給される。この反応混合物は、１ステップ、または２ステップ以上で鋳型に添加され得る。しかし、用いられる材料に関係なく、パッドは、代表的には、鋳型から取り出される前に、このパッド材料を硬化、冷却、またはそうでなければ、固体として配置させることによって、その最終形状を達成するようにされる。１つの改変例では、この材料はポリウレタンであり、そしてポリウレタンパッドが生成される。例えば、ポリウレタンペレットが溶融され、そしてシリコーン裏打ち鋳型中に配置される。このシリコーン裏打ち鋳型は、上記のように、所望のパターンでエッチングされる。このポリウレタンは、冷却され、そして次に鋳型から取り出される。このパッドは、次に、シリコーン裏打ち鋳型のパターンに対応するパターンを有する。

【００１７】

本発明のシリコーンライニング法を用いてインサイチュ溝を生成する潜在的利点は、いくつかある。例えば、それは、鋳型のより長い寿命を提供し得る。なぜなら、シリコーンライニングは、それが壊れた場合、または任意の摩耗または裂けがある場合に容易に置換され得、そしてシリコーンライニングその自体が、代表的には、非常に長い寿命を有するからである。同様に、パターンがその中に彫り込まれている鋳型と比較したとき、シリコーン裏打ち鋳型からパッドを除去することがより容易である。これ故、シリコーン裏打ち鋳型を用いて生成された溝は、より正確であり得、そして除去の間のパッドへの損傷は最小にされ得る。同様の様式で、シリコーン裏打ち鋳型を用いて生成された溝のサイズは、より良好に制御され、そしてより良好に規定され得る。例えば、非常に小さい寸法（例えば、ミクロン～サブミクロン範囲にある側方および水平溝）が達成され得る。溝寸法のより良好な制御およびより良好な規定は、低Ｋ誘電体、Ｃｕ除去、ＳＴＩ、ＳｏＣなどのような特有の目的のためのパッドにおいて特に重要であり得る。

【００１８】

（新規溝デザイン）

新規溝デザインもまた本明細書に記載される。これらの新規溝デザインは、流れ可視化研究を基に大部分は開発された。これらの研究は、パッドの上部上のスラリーの流れパターンを識別することを支援した。このようにして、溝の所望の軌道が算出された。より小さな半径値（すなわち、パッドの内側部分の近傍）では、溝は、同軸円形溝で設計され、識別された流れパターンに従った。より高い半径値（すなわち、パッドの外側部分の近傍）では、溝は、例えば、接線方向の溝を設計すること、および同軸円形溝を取り除くことによって、流れを短縮するよう設計された。代表的な溝幅は、約５０～約５００ミクロンの範囲であり、その一方、代表的な溝深さは、約１００～約１０００ミクロンの範囲である。

【００１９】

図３Ａ～３Ｉは、本明細書に記載のような適切な溝デザインの例示を提供する。例えば

、３Ａは、逆対数溝を有するＣＭＰパッドである。図３Ｂは、新規溝デザインの別の描写を提供し、ここでは、溝は、重複する円形溝である。図３Ｂに描写される溝は、中心からずれているが、それらはそうである必要はない。図３Ｃは、新規溝デザインの別の描写を提供し、ここでは、このデザインは、二重らせん溝を備える。図３Ｄは、ラサジャス溝デザインを描写し、そして図３Ｅ～図３Ｇは、同軸円形溝および軸方向の溝を有する改変例を描写する。そこに示されるように、いくつかの改変例では、これら同軸円形溝は、図３Ｇにおけるように、セットで間隔を置かれている。同様に、いくつかの改変例では、図３Ｆ及び図３Ｇに描写されるように、重複している。

【００２０】

図３Ｈは、乗算重複軸方向湾曲溝（ｍｕｌｔｉｐｌｙ　ｏｖｅｒｌａｐｐｉｎｇ　ａｘｉａｌｌｙ　ｃｕｒｖｅｄ　ｇｒｏｏｖｅ）を有する設計を示す。このデザインは、柔軟研磨のための特に有用であり得る。図３Ｉは、同軸円形溝および軸方向に湾曲した溝を備えるなお別のデザインを示し、ここで、この軸方向に湾曲した溝は、不連続である。この改変例は、スラリー損失を低減するために特に有用であり得る。

【００２１】

これらの新規溝デザインは、任意の適切な方法で産生され得る。例えば、それらは、上記のインサイチュ法を用いて生成され得るか、またはそれらは、レーザー書き込みまたは切断、水ジェット切断、３－Ｄプリント、熱成形および減圧成形、マイクロー接触プリント、熱スタンプまたはプリントなどのような、エクスサイチュまたは機械的方法を用いて生成され得る。これらパッドはまた、任意の適切または所望の寸法に実行可能なようなサイズまたはスケールであり得る。上記のように、代表的には、上記パッドのスケーリングは、研磨されるべきウェーハのサイズに基づく。例示の寸法は、上記に記載した。

【００２２】

（Ａ．レーザー書き込み（レーザー切断））

レーザー書き込みまたは切断は、本明細書に記載された新規溝設計を作製するために用いられ得る。レーザーカッターは、代表的には、下方に面するレーザーからなり、このレーザーは、機械的に制御された位置決め機構上にマウントされる。材料のシート、例えば、プラスチックがこのレーザー機構の作業領域の下に配置される。レーザーは、パッド表面上を前後に掃引し、このレーザーは、この材料を蒸発させ、小チャネルまたは腔を、このレーザーが表面を打撃するスポットに形成する。得られる溝／切断は、代表的には、正確かつ厳格であり、そして表面仕上げは必要ではない。代表的には、任意のパターンの溝形成は、レーザー切断機械にプログラムされ得る。レーザー書き込みに関するより多くの情報は、Ｊ．Ｋｉｍら、Ｊ．Ｌａｓｅｒ　Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎｓ、１５巻（４）、２５５～２６０頁、２００３年１１月に見出され、これらの頁は、それらの全体が参考として本明細書によって援用される。

【００２３】

（Ｂ．水ジェット切断）

水ジェット切断はまた、本明細書に記載される新規溝デザインを生成するために用いられ得る。このプロセスは、加圧水のジェットを用いる（例えば、６０，０００ポンド／平方インチ程度高い）。しばしば、この水は、研磨剤様ガーネットと混合され、これは、より良好な許容誤差、および良好なエッジ仕上げを容易にする。所望のパターンの溝形成を達成するために、この水ジェットは、代表的には、予めプログラムされ（例えば、コンピューターを用い）所望の幾何学的形状の経路に従う。水ジェット切断のさらなる説明は、Ｊ．Ｐ．Ｄｕａｒｔｅら、研磨水ジェット、Ｒｉｖｉｓｔａ　Ｄｅ　Ｍａｔａｌｕｒｇｉｃａ、３４巻（２）、２１７～２１９、１９９８年3月～４月に見出され得、これらの頁は、それらの全体が参考として本明細書によって援用される。

【００２４】

（Ｃ．３－Ｄプリント）

三次元プリント（または３－Ｄプリント）は、本明細書に記載される新規溝設計を生成するために用いられ得る。３－Ｄプリントでは、パーツが層に構築される。必要なパーツ

のコンピューター（ＣＡＤ）モデルが最初に作製され、そして次にスライスするアルゴリズムが、層毎に情報をマップする。すべての層は、粉末床の表面上に広がった粉末の薄い配置で動き出す。選択されたバインダー材料が、次いで、選択的に粒子を連結し、そこで目的物が形成される。次いで、粉末床を支持するピストンおよび前進パーツ（ｐａｒｔ－ｉｎ－ｐｒｏｇｒｅｓｓ）が、形成される次の粉末層のために低下される。各層の後、同じプロセスが繰り返され、最終の熱処理が続き、パーツを形成する。３－Ｄプリントは、材料組成、微細構造、および表面テクスチャに対して局所的制御を行い得るので、多くの新規な（そして従前には接近不能な）溝幾何学的形状がこの方法で達成され得る。３－Ｄプリントに関するより多くの情報は、Ａｎｏｎら、３－Ｄプリント速度プロトタイプデバイス（Ｄｅｖ．）．、Ｍｏｌｄｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍｓ、５６巻（５）、４０～４１、１９９８に見出され得、これらのページは、それらの全体が参考として本明細書によって援用される。

【００２５】

（Ｄ．熱形成および減圧成形）

本明細書に記載される新規な溝デザインを生成するために用いられ得るその他のプロセスは、熱形成および減圧成形である。代表的には、これらのプロセスは、熱可塑性材料のためにのみ作用する。熱成形では、プラスチックの平坦なシートが、減圧または機械的加圧を用いて加熱した後、鋳型と接触される。熱成形技法は、代表的には、溝デザインにおいて、良好な許容誤差、厳格な仕様、および鋭い細部を有するパッドを生成する。実際、熱成形パッドは、通常、注入成形片に匹敵し、そしてしばしばそれより品質においてなおより良好であり、その一方、コストはかなりより少ない。熱成形に関するより多くの情報は、Ｍ．Ｈｅｃｋｅｌｅら、熱可塑性ポリマーの微細成形に関する革命（Ｒｅｖ．）、Ｊ．ｍｉｃｒｏｍｅｃｈａｎｉｃｓ　ａｎｄ　ｍｉｃｒｏｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇ、１４巻（３）、Ｒ１～Ｒ１４頁、２００４年3月に見出され、これらの頁は、それらの全体が参考として本明細書によって援用される。

【００２６】

減圧成形は、シートプラスチックを、鋳型上への加温されたプラスチックの減圧吸引によって所望の形状に成形する。減圧成形は、プラスチックの特定の厚み、例えば、５ｍｍを成形するために用いられ得る。かなり複雑な成形、そしてそれ故、複雑な溝パターンが、比較的容易に減圧成形で達成され得る。

【００２７】

（Ｅ．マイクロ接触プリント）

高解像度プリント技法であるマイクロ接触プリント（μＣＰ）を用いて、溝が、ＣＭＰパッドの上部にエンボス加工／プリントされ得る。これは、ときどき、「柔軟リソグラフィー」として特徴付けられる。この方法は、エラストマースタンプを用いて、パターンをＣＭＰパッド上に移す。この方法は、溝として用いられ得る微細構造の形成および製造のための、便利な、低コストの非フォトリソグラフィー法である。これらの方法は、ナノメーターおよびマイクロメーター（例えば、０．１～１ミクロン）範囲にある特徴サイズを有するパターンおよび構造を生成するために用いられ得る。

【００２８】

（Ｆ．熱スタンプ、プリント）

熱スタンプは、本明細書に記載の新規溝設計デザインを生成するために同様に用いられ得る。このプロセスでは、熱可塑性ポリマーが、硬マスターを用いて熱エンボス加工され得る（その中にエンボス加工されたパターンを有する、例えば、金属またはその他の材料の片は、高められた温度に耐え得、そしてこの硬マスター中に押されるとき、ポリマーパッドがエンボス加工されるに十分な剛直性を有する）。ポリマーが粘性状態に加熱されるとき、それは、圧力下で成形され得る。スタンプの形状に一致した後、それは、ガラス遷移温度未満に冷却することにより硬化され得る。異なるタイプの溝形成パターンは、マスタースタンプ上の初期パターンを変化することにより達成され得る。さらに、この方法は、ナノ構造の生成を可能にし、これは、熱可塑性材料の成形を用いて（例えば、ナノレリ

ーフ構造をもつスタンプを作製することにより）大表面上にレプリカされ得る。このようなナノ構造は、いくつかのＣＭＰプロセスのために有用であり得るこれら材料上に局所的グレード形成／溝形成を提供するために用いられ得る。Ｗ．Ｓｐａｌｔｅ、プラスチックの表面処理のための熱スタンプ、Ｋｕｎｓｓｔｏｆｆｅ－Ｇｅｒｍａｎ Ｐｌａｓｔｉｃｓ、７６巻（１２）、１１９６～１１９９頁、１９８６年１２月は、これらの頁が、それらの全体が参考として本明細書によって援用され、熱スタンプに関するより多くの情報を提供する。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】図１Ａおよび図１Ｂは、パッド／ウェーハ領域の周りに生成される水力学的圧力（Ｐ）に対する溝形成の衝撃の概略を提供する。

【図２】図２は、本明細書に記載のシリコーンライニング法がどのようにインサイチュ溝を生成するために用いられ得るのかの断面図を提供する。

【図３Ａ】図３Ａは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図３Ｂ】図３Ｂは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図３Ｃ】図３Ｃは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図３Ｄ】図３Ｄは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図３Ｅ】図３Ｅは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

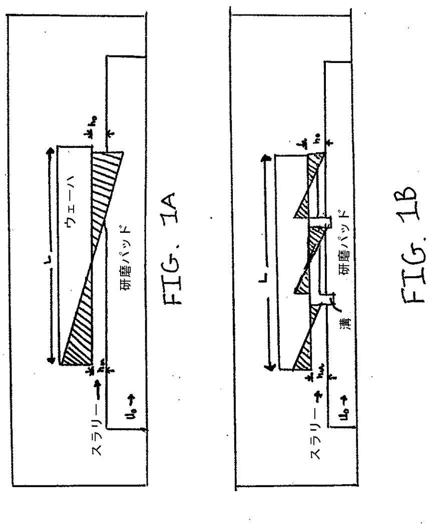
【図３Ｆ】図３Ｆは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図３Ｇ】図３Ｇは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

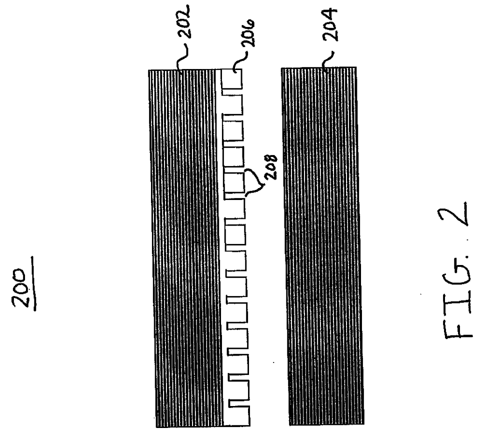
【図３Ｈ】図３Ｈは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図３Ｉ】図３Ｉは、本明細書中に記載されるような適切な溝デザインの例を提供する。

【図１】



【図２】



【図３Ａ】

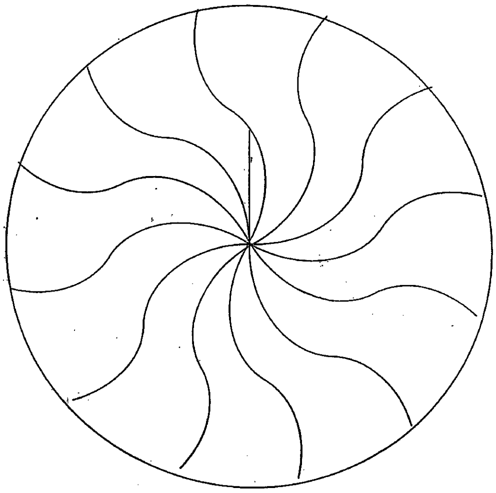


FIG. 3A

【図３Ｂ】

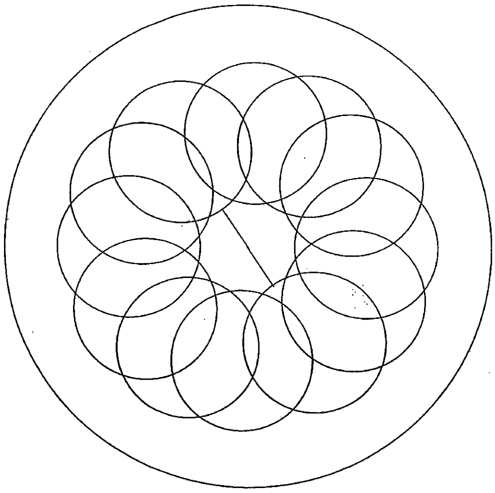


FIG. 3B

【図３Ｃ】

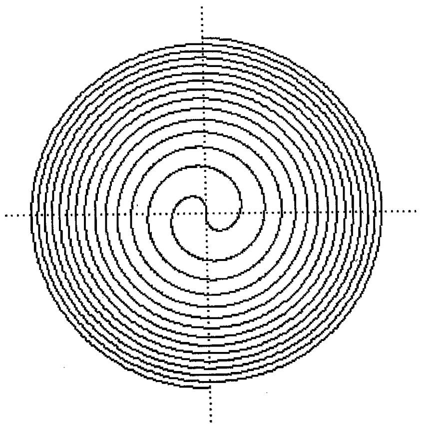


FIG. 3C

【図３Ｄ】

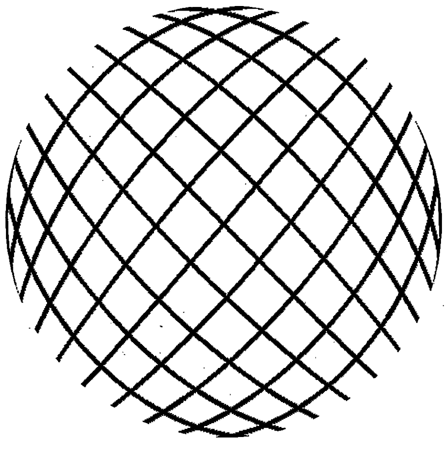


FIG. 3D

【図３Ｅ】

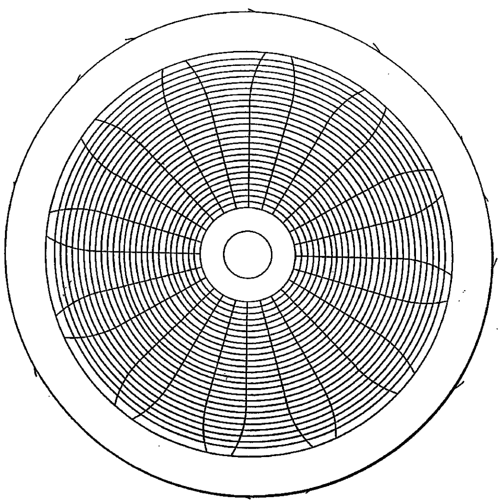


FIG. 3E

【図３Ｆ】

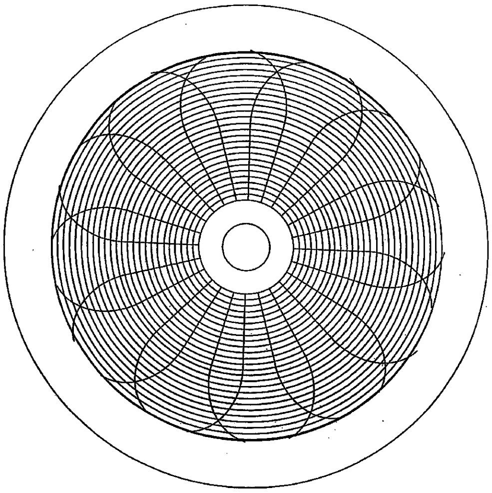


FIG. 3F

【図３Ｇ】

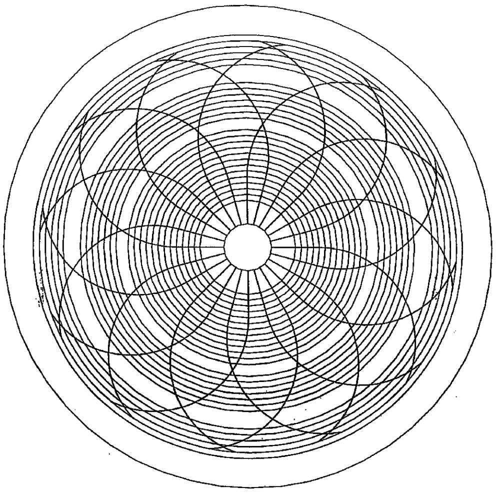


FIG. 3G

【図３Ｈ】

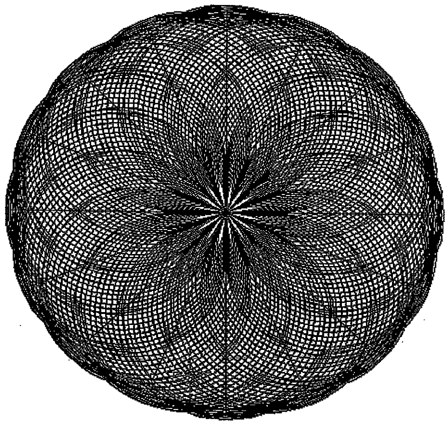


FIG. 3H

【図３Ｉ】

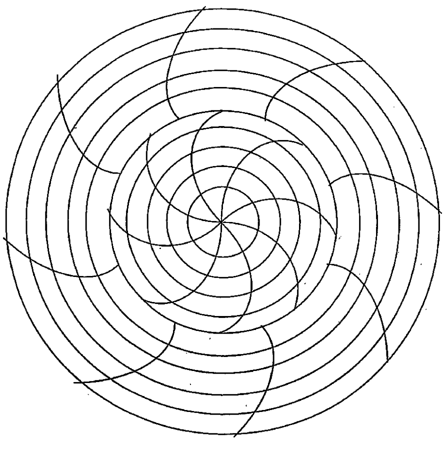


FIG. 3I

フロントページの続き

(72)発明者　デオプラ，　マニッシュ
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２１３９，　ケンブリッジ，　メモリアル　ドライブ　５５０，　２２シー−２
(72)発明者　バイディア，　ヘム　エム．
アメリカ合衆国　カリフォルニア　９４０８５，　サニーベール，　レイクサイド　ドライブ　１２７１，　ナンバー３１３０
(72)発明者　ロイ，　プラディプ　ケー．
アメリカ合衆国　フロリダ　３２８１９，　オーランド，　ヒドゥン　アイビイ　コート　７７０６

審査官　橋本　卓行

(56)参考文献　特開２０００－１９８０６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０６１８１８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０６１８１７（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０７４６１４（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２６７９６１（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４０１３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１３８２１２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B24B　37/26
B24B　37/24
H01L　21/304