

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7041051号

(P7041051)

(45)発行日 令和4年3月23日(2022.3.23)

(24)登録日 令和4年3月14日(2022.3.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/683 (2006.01)

H 0 1 L 21/68

N

B 2 4 B 41/06 (2012.01)

B 2 4 B 41/06

L

B 2 3 Q 3/08 (2006.01)

B 2 3 Q 3/08

A

請求項の数 10 (全12頁)

(21)出願番号 特願2018-507638(P2018-507638)

(86)(22)出願日 平成28年8月10日(2016.8.10)

(65)公表番号 特表2018-526822(P2018-526822
A)

(43)公表日 平成30年9月13日(2018.9.13)

(86)国際出願番号 PCT/US2016/046436

(87)国際公開番号 WO2017/030873

(87)国際公開日 平成29年2月23日(2017.2.23)

審査請求日 令和1年8月7日(2019.8.7)

(31)優先権主張番号 62/205,425

(32)優先日 平成27年8月14日(2015.8.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 519146787

ツー - シックス デラウェア インコーポ
レイテッド

I I - V I Delaware, Inc.

アメリカ合衆国 デラウェア州 1980

1, ウィルミントン, ノースマーケット

ストリート 1105, スイート 1300

(74)代理人 110001302

特許業務法人北青山インターナショナル

(72)発明者 グラトリックス, エドワード ジェイ.

アメリカ合衆国 コネチカット州 064

70, ニュータウン, ベックスレーン

31, スイート 8, エム キューブド

テクノロジーズ, インコーポレイテッド

審査官 内田 正和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 摩擦が低減された支持表面を特徴とするウエハチャック

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体ウエハを支持するためのウエハチャックにおいて、ウエハを支持するように構成された表面を有し、前記表面が、(i)均一な高さで規則的に離間した複数のピンを有し、(ii)周囲方向におけるよりも半径方向において小さな摩擦係数を有し、(iii)前記ピンの座面にスクラッチを有し、当該スクラッチは主には半径方向において方向付けられており、

前記ウエハチャックの中心を通過して移動するように構成されたラッピングツールによって製造されることを特徴とするウエハチャック。

【請求項2】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、前記ウエハチャックとほぼ同一の硬度を有するラッピングツールによって製造されることを特徴とするウエハチャック。

【請求項3】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、SiCを有するラッピングツールによって製造されることを特徴とするウエハチャック。

【請求項4】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、ドーナツ形の形状を有するラッピングツールによって製造されることを特徴とするウエハチャック。

【請求項5】

請求項4に記載のウエハチャックにおいて、前記ラッピングツールは、28ミリメートル

の直径を有し、且つ、180グラムの負荷を前記ウエハチャックに印加することを特徴とするウエハチャック。

【請求項6】

請求項5に記載のウエハチャックにおいて、前記ラッピングツールは、3メートル/分の速度において前記ウエハチャック上において運動することを特徴とするウエハチャック。

【請求項7】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、前記支持表面は、反応接合炭化ケイ素を含むことを特徴とするウエハチャック。

【請求項8】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、前記ラッピングツールが、自重負荷の状況下で移動することを特徴とするウエハチャック。

10

【請求項9】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、前記ラッピングツールが、前記ウエハチャックに対して主に半径方向に向いている前記ラッピングツールの最後のパスを移動することを特徴とするウエハチャック。

【請求項10】

請求項1に記載のウエハチャックにおいて、前記ラッピングツールが、前記ウエハチャックの周囲に沿ってジグザグパターンを描く前記ラッピングツールの最後のパスを移動することを特徴とするウエハチャック。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、発明者であるEdward Gratrix他の名義において2015年8月14日付けで出願された「Wafer chuck featuring reduced friction support surface for enhanced wafer settling thereon」という名称の米国仮特許出願第62/205,425号明細書の利益を主張する。この仮特許出願の内容は、適宜、引用により、そのすべてが本明細書に包含される。

【0002】

30

連邦政府資金による研究の記載
なし。

【0003】

本発明は、半導体ウエハを取り扱うチャックを加工する方法と、この方法から、調製された、或いは、結果的に得られた、チャックと、に関する。加工されたチャックは、それ自体とウエハの間における低減された摩擦を特徴し、これにより、ウエハが「フラットな状態」において安着することを許容している。

【背景技術】

【0004】

ムーアの法則に従って半導体形状のサイズが益々小型化するのに伴って、非常に正確なウエハ取扱いコンポーネントに対するニーズが拡大している。必要とされる精度の実現における難しさも増大している。例えば、マイクロプロセッサチップがその上部において製造されるシリコンウエハは、加工機械内において、正確に配置されなければならない。ウエハは、通常、真空取扱い装置によって取り扱われている。ウエハは、その自重により、ごくわずかに垂下する。ウエハチャックまで降下した際に、垂下したウエハは、フラットな状態になることを「所望」するが、ウエハとチャックの間の摩擦により、そのような状態になることが妨げられる場合がある。これは、しばしば、「粘着性」問題と呼称されている。この観点においては、金属酸化物が顕著であり、且つ、二酸化ケイ素も例外ではない。この問題を解決するための、或いは、少なくとも軽減するための努力の1つが、ウエハとチャックの間の接触面積を極小化するというものであった。この特定の工学的設計によ

40

50

る解決策は、通常は規則的に離隔した、均一な高さの複数の「プラトー」をウエハ内に設計するという形態を有しうる。これらのプラトーは、多数の形状において存在し、且つ、ピン、パール、メサ、バンプ、ブラウドランド、ブラウドリングなどを含む多数の名称によって呼称されている。ピンは、ウエハがピン上において安着した際にフラットな状態となるのに伴ってウエハがピンに跨って横方向に運動しうるように、摩擦の低減を支援している。ピンは、ウエハの粘着の低減を支援するが、この観点における更なる改善が必要とされている。

【 0 0 0 5 】

ウエハがチャックの1つ又は複数の支持表面に対してフラットな状態において安着することが重要である。さもなければ、ウエハ上に投射される回路パターン画像が焦点外れ状態となる場合がある。更には、ウエハリソグラフィは、露光の間のウエハの再配置を伴う、複数回の露光を必要とする場合がある。従って、後続の露光がウエハ上の正しい位置において発生するように、その最初の位置決めとの関係においてチャック上においてウエハを正確に再アライメントするための方法が存在していることが重要である。

10

【 0 0 0 6 】

ウエハの汚染及びウエハの安着

まずは最初に、ウエハは、なぜフラットな状態ではないのか。ウエハが加工される際には、且つ、製造の固有の制約により、ウエハは、フラットな状態にはない。しばしば、フロントエンド半導体ライン内において実行されるプロセスにより、薄膜がウエハに追加されており、その結果、ウエハは、多少湾曲することになる。この曲りは、上向き又は下向きのうちの、任意の方向でありうる。フラットな状態からの逸脱の過半は、曲がりの形態を有しており、且つ、変形は、球形又は円筒形としてのものである。

20

【 0 0 0 7 】

これに加えて、ウエハチャックも、決して完全にフラットな状態ではなく、しばしば、その形状が上向き（ボール）又は下向き（ドーム）である向きなどの、ランダムな方式によるわずかな曲がりを有する。図1は、フラットな状態、上に湾曲した状態、又は下に湾曲した状態である向きにおける、ウエハとチャックの間の様々な可能性を示している。

【 0 0 0 8 】

ウエハが、通常のプロセスに起因した曲りを有するウエハチャック上において配置された際には、ウエハは、フラットな状態に安着することにより、オリジナルのクランピング場所に戻る必要がある。上述のように、ウエハは、主には半径方向である方式において緩和された状態となる必要がある。

30

【 0 0 0 9 】

半導体リソグラフィにおいては、しばしば、ウエハが露光の間において運動する状態において、複数回の露光に対するニーズが存在している。形状の不整合がウエハとチャックの間において発生した際には、ウエハは、予め生成されたパターンと再アライメントするべく、非常にわずかな量だけ、摺動及び緩和される必要がある。ウエハチャックの粗度が、ウエハが（摺動によって）自然な状態に緩和されえないような状態にある場合には、第2の又は後続のパターンが、ミスアライメントされ、その結果、オーバーレイが毀損状態となる。

40

【 0 0 1 0 】

対向して接触する2つの表面の間の摩擦は、表面の粗度のみならず、粗度の輪郭線又は「形状」又はトポロジーにも依存している。例えば、粗度が方向性を有する場合には、摩擦も、同様に、方向性を有することになる。

【 0 0 1 1 】

これは、2008年にSpringer Berlin Heidelbergによって発行された参考書である「Nanotribology and Nanomechanics」の1137～1197頁に掲載されている「Micro/Nanotribology and Micro-Nanomechanics of Magnetic Storage Devices」という名称の論文において、Bharat Bhushanが

50

提示した、図 2 の、3 つのグラフによって実証されている。最上部の又は (a) のプロットは、アライメントされた溝 (「 罫線 」) における表面粗度の粗面計トレースである。第 2 の (b) のプロットは、第 1 プロットの表面粗度の勾配を示している。第 3 の (c) のプロットは、摩擦力のマップである。第 2 及び第 3 プロットは、摩擦力が粗度の勾配に比例することを示している。最上部のグラフは、摩擦が、下部表面内における粗度の方向性及び非対称性に起因して、接触表面が (軸 2 1 に沿って) 前から後ろに運動している場合に、最小となり、接触表面が (軸 2 3 に沿って) 右から左へ運動している際に、相対的に大きくなり、且つ、接触表面が (軸 2 5 に沿って) 左から右に運動している際に、最大となることを示している。

【 0 0 1 2 】

現在の設計は、より多くのスクラッチを生成することで表面積が減少していく点で制限されており、この条件下では、局所的に大きな圧力と減少した支持面積のために、ウェハチャックは摩耗しやすくなる。表面が粗くなるほど、摩耗が増大する可能性が大きくなる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、これらの課題に対処し、且つ、解決策を提供する。

【 発明の概要 】

【 0 0 1 4 】

研削、ラッピング、及び研磨は、基本的に、研削、ラッピング、又は研磨されている物体内においてスクラッチを生成することにより、機能している。スクラッチは、通常、線形である。スクラッチは、摩擦の方向性成分をもたらし、摩擦係数は、スクラッチに直交する又はこれに跨る方向におけるよりも、スクラッチに沿った方向において小さい。

【 0 0 1 5 】

ウエハを取り扱う / チャッキングする状況においては、ウエハがチャック上において安着することが望ましく、これには、ウエハの外側領域がチャックとの関係において半径方向に運動する必要がある。ラッピングスクラッチに対して好ましい向きを、即ち、半径方向を付与することにより、半径方向における摩擦を低減することができる。これは、ラッピングツールの最後のパスが主には半径方向において運動するようにすることにより、実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 A 】 図 1 A は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 B 】 図 1 B は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 C 】 図 1 C は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 D 】 図 1 D は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 E 】 図 1 E は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 F 】 図 1 F は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 G 】 図 1 G は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 1 H 】 図 1 H は、フラットな状態の、上向きに湾曲した状態の、又は下向きに湾曲した状態の向きにおけるウエハとチャックの間の様々な可能性のうちの 1 つを示す。

【 図 2 】 図 2 は、 (a) 表面粗度マップ、 (b) サンプルの摺動方向 (水平方向) において取得された粗度プロファイルの勾配、及び (c) 1 5 5 n N という通常の負荷を有する金被覆罫線における摩擦力マップである。

【 図 3 】 図 3 は、製造プロセスからの残留スクラッチを示す通常のピン表面である。

10

20

30

40

50

【図 4】図 4 は、ウエハとの接触状態となる表面を示す。

【図 5】図 5 は、表面が、ウエハと接触する領域内において、多少ランダムにスクラッチされたことを示す勾配プロットを示す。具体的には、図 5 A 及び図 5 B は、X 方向における勾配に対応する画像及びヒストグラムであり、且つ、図 5 C 及び図 5 D は、Y 方向における勾配に対応する画像及びヒストグラムである。

【図 6】図 6 は、Y 軸に沿って最終ラッピングされたピン表面を示す。

【図 7】図 7 は、図 6 のピンに対応する勾配プロットを示す。具体的には、図 7 A 及び図 7 B は、X 方向における勾配に対応する画像及びヒストグラムであり、且つ、図 7 C 及び図 7 D は、Y 方向における勾配に対応する画像及びヒストグラムである。

【図 8】図 8 は、ウエハの安着方向に沿って粗度を極小化するための半径方向のスクラッチの生成を示す。具体的には、図 8 A は、斜視図であり、且つ、図 8 B は、ウエハチャック内の半径方向のスクラッチの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

研削、ラッピング、及び研磨は、基本的には、研削、ラッピング、又は研磨されている物体内においてスクラッチを生成することにより、機能している。スクラッチは、通常、線形である。スクラッチは、摩擦の方向性成分をもたらす、摩擦係数は、スクラッチに直交する又はこれに跨る方向におけるよりも、スクラッチに沿った方向において小さい。

【0018】

ウエハチャックをラッピングするための現時点の技法は、「支承」形状（プラトー）におけるランダムに生成された粗度を使用しており、これによれば、上部接触領域が、極小化され、且つ、通常は「S p q」として識別される、上部表面粗度が、極大化されている。この技法は、摩擦を克服するべく必要とされる力が粗度の勾配に比例していることを認識している。勾配が鋭いほど、摺動に対する相対的に大きな抵抗力が生成される。

【0019】

通常のピンの支承表面は、研削、ラッピング、又は研磨などの方法によって製造されており、これらの方法は、ウエハが接触する表面内においてランダムなスクラッチを意図的に生成している。表面内のこれらのスクラッチは、多少ランダムな方式によってアライメントされており、従って、相対的に小さな摩擦を有する優先方向は、存在していない。以下の図 3 には、通常のラッピングされたピンが示されている。図 4 に示されているように、ウエハがウエハチャックと接触する支承表面のみを示すべく、データがクリップされた際には、スクラッチングのランダム性が相対的に明瞭である。図は、デカルト空間を示し、且つ、X 及び Y の直交方向における勾配がプロットされている。

【0020】

この場合にラッピングを実現するべく使用されるツールは、「処理」ツールと呼称される。一実施形態においては、処理ツールは、チャックと、或いは、少なくともウエハを支持するチャック表面と、ほぼ同一の硬度を有することができる。これを実現するための 1 つの方法は、チャック又はチャック支持表面を製造するべく使用されているものと、同一の、或いは、これに類似した、材料から処理ツールを製造するというものである。このような材料における人気のある選択肢の 1 つが、炭化ケイ素（S i C）などのセラミックであり、これは、反応接合 S i C（「R B - S i C」）などの S i C を含む複合材料の形態を有することができる。

【0021】

処理ツールは、通常、例えば、ウエハチャックなどの被加工物の表面に機械的に又は物理的に接触するべく意図されたフラットな表面（又は、視覚的にフラットに見えるもの）を特徴としている。別の実施形態においては、処理ツールは、リング又は環帯として成形することもできる。ツールは、チャック表面との物理的な接触状態において、チャック表面上において運動させられ、これにより、磨滅によって材料を除去する。

【0022】

一実施形態においては、処理ツールは、直径が 27 mm である。視覚的には、接触表面は

10

20

30

40

50

、フラットな円板であるように見えるが、実際には、接触表面は、フラットな表面との接触状態となった際に、接触のエリアが、円板のものではなく、円又は環帯のものとなるように、わずかに円環体の形状を有する。処理ツールの接触表面が環帯又はリングとして成形される場合には、これも、わずかに円環体の形状を特徴とすることができる。

【 0 0 2 3 】

ウエハ表面には、マイクロプロセッサがリソグラフィによって形成されることになるダイ又は領域が存在することになる。ダイのサイズは、約 3 ミリメートル～約 28 ミリメートルの範囲を有することができる。処理ツールのサイズ、直径、又は「有効直径」は、リソグラフィを経験することになるウエハ上のダイサイズに対応するように、スケールリングすることができる。従って、ダイサイズの長さが 28 mm である場合には、直径が 28 mm であるラッピングツールが適当となろう。

10

【 0 0 2 4 】

本発明に従って実施されたラッピングにおいては、約 180 グラムの自重負荷下における、且つ、約 3 メートル / 分の平均速度において動作する、28 ミリメートルの円環体の形状の SIC 包含処理ツールを利用した。視覚的には、処理ツールは、円板形状であるように見えたが、円板のエッジ及び中心領域は、わずかに円環体の形状を処理ツールに対して付与するべく、フラットな状態から離れるように高くなっていた。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、X (図 5 B) 及び Y (図 5 D) 方向における表面粗度の勾配を示すヒストグラムを特徴としている。それぞれヒストグラム (図 5 B 及び図 5 D) の上方の画像 (図 5 A 及び図 5 C) は、表面粗度が計測された表面の顕微鏡写真である。X 方向における表面粗度の RMS 勾配は、7.22 ミクロン / ミリメートルであった。X 方向に直交する、Y 方向における表面粗度の RMS 勾配は、7.24 ミクロン / ミリメートルであった。従って、勾配は、ほぼ同一であり、これは、表面粗度における方向性の欠如を示している。

20

【 0 0 2 6 】

次に、ツールが方向性を表面粗度が付与しうるかどうかなを確認するべく、処理ツールの運動を変更した。具体的には、処理ツールの最後のストローク又はパスを特定の軸に沿って、即ち、Y 軸に沿って、実施した。図 7 A ~ 図 7 D において観察されるように、確かに、ツールによって付与されたスクラッチは、方向性を有している。

【 0 0 2 7 】

30

図 7 A ~ 図 7 D は、この方向性を更に実証及び定量化している。この場合にも、図 7 A 及び図 7 C は、図 7 B 及び図 7 D のヒストグラムに対応する光学顕微鏡写真である。ヒストグラムは、表面高さの勾配の分布を報告している。7.26 ミクロン / ミリメートルの RMS において、ラッピングの方向に沿った、Y 方向における勾配は、ランダム化されたラッピングの状況においては、以前とほぼ同一であった。対照的に、Y 方向に直交する、X 方向における RMS 勾配は、格段に大きくなっており、9.26 ミクロン / ミリメートルであった。摩擦力は、高さの勾配に比例していることから、X 軸方向における摩擦は、Y 方向における摩擦を上回るものと予想される。

【 0 0 2 8 】

特徴を生成するための方法は、図 8 に示されているように、中心を通じてウエハチャックに跨って移動することによるものである。これは、除去される材料の半径方向における変動を極小化するべく、速度及び / 又は圧力を変更することにより、補償することができる。

40

【 0 0 2 9 】

処理ツールが、ウエハチャックの中心を通過できないように制約されている場合には、ほぼ半径方向であるスクラッチを生成するための代替手段の 1 つは、星形の次のポイントがその隣接する星形ポイントの直接後において形成される状態において、処理ツールの最後のパスが複数のポイントを有する星形パターンを表現するようにするというものである。換言すれば、処理ツールは、その最後のパスにおいて、ジグザグが中心に向かっており且つそれから離れている状態において、ウエハチャックの周囲に沿ってジグザグの経路を辿っている。この結果、その最後のパスにおいて処理ツールによって形成されるスクラッチ

50

は、半径方向に近接することになる。

【 0 0 3 0 】

概要及び結論

図 5 A ~ 図 7 D に対応するラッピング試験の結果は、方向性をラッピングプロセスに対して付与することが可能であり、表面高さ又は表面粗度の勾配を工学的に設計することが可能であり、且つ、具体的には、これに対して方向性を付与することが可能であることを示している。又、結果は、2つの表面の間の摩擦を克服するべく必要とされる力に対して方向性を付与することができることをも示唆しており、且つ、具体的には、ラッピング方向に直交する摩擦力が、ラッピング方向に平行な摩擦力を上回ることになることを示唆している。ウエハチャック上において安着するウエハは、半径方向において（即ち、半径の方向において）「緩和」される必要があることから、これは、ラッピングが、或いは、少なくともラッピング動作の最後のストロークが、ウエハチャック支持表面に沿って半径方向において実行される必要があることを示唆している。

10

【 0 0 3 1 】

この設計は、表面の制限が相対的に少ないと共に表面がウエハの緩和を許容するように、1つの方向において支承表面上において小さなマーク（例えば、スクラッチ）を生成することにより、粘着性問題を解決している。

【 0 0 3 2 】

これらのスクラッチを作製するための好ましい方法は、小さなツールラップを用いるものであり、このラップを表面上に適応して「浮遊」するような多少の環状の形状とすることで、すべての湾曲の影響を最小限にする。これを実現するための1つの技術は、例えば玉継ぎ手によって、処理ツールをラッピング機械のホルダに取り付けるための処理ツールの制限を最小化することである。

20

【 0 0 3 3 】

表面が、最後のラップにおいて、特定の軸に沿ってツールによって処理される際に、粗度は、対向する軸の勾配において相対的に大きくなる。

【 0 0 3 4 】

提案されている内容は、摺動の方向（ウエハチャックの場合には、これは、半径方向である）に沿った、ウエハチャックとウエハの間の界面表面の勾配が最小限でありつつも、面積が一定に留まり、その結果、損耗に対する公称抵抗力が維持されている設計である。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 5 】

本発明は、いまだ実用に供されてはいない新しいウエハチャックにおいて使用することができる。本発明は、既に実用に供されているウエハチャックを修理するべく、使用することができる。更には、ウエハチャックの修理は、原位置において、即ち、リソグラフィ機械からウエハチャックを除去する必要性を伴うことなしに、実施することができる。

【 0 0 3 6 】

上述の説明の大部分は、半導体ウエハをチャッキングするための物品及び装置に合焦しているが、当業者は、例えば、低摩擦表面を工学的に設計する、或いは、その摩擦が異方性を有する、即ち、方向に依存している、表面を工学的に設計する、ことが望ましいその他の分野及び産業におけるものなどの、本特許出願において開示されている技法及び物品が有用であるその他の関係した用途について認識するであろう。

40

【 0 0 3 7 】

当業者は、添付の請求項において定義されている本発明の範囲又は精神を逸脱することなしに、様々な変更が、本明細書において記述されている本発明に対して実施されうることを理解するであろう。

【図面】

【図 1 A - 1 B】

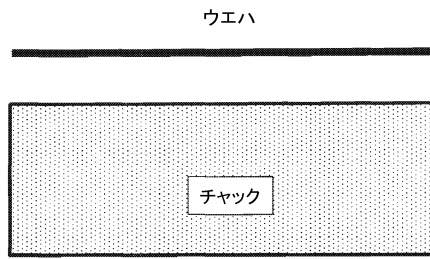


図1A

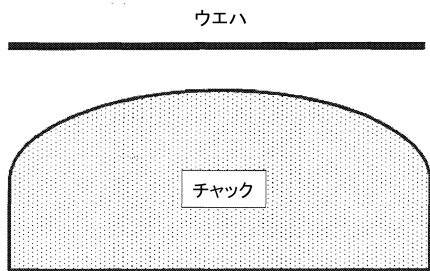


図1B

【図 1 C - 1 D】

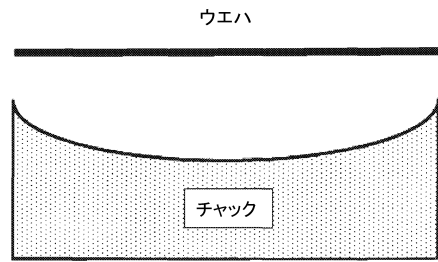


図1C

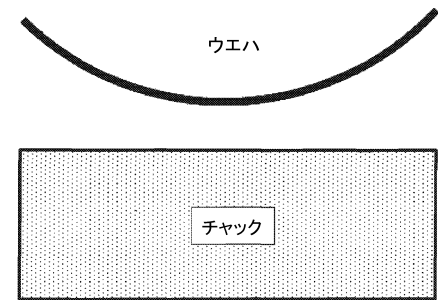


図1D

【図 1 E - 1 F】

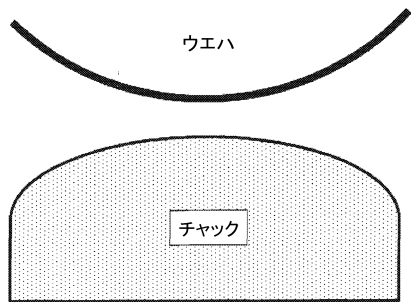


図1E

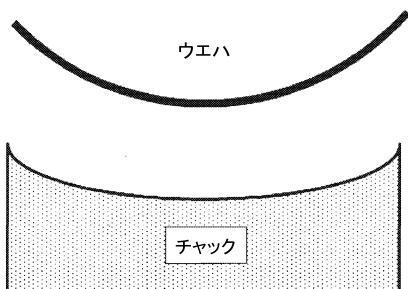


図1F

【図 1 G - 1 H】

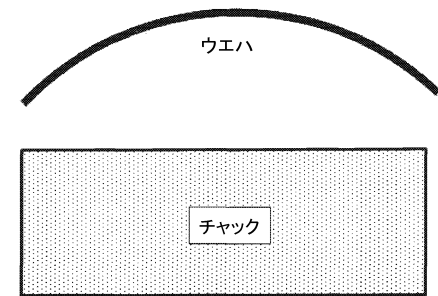


図1G

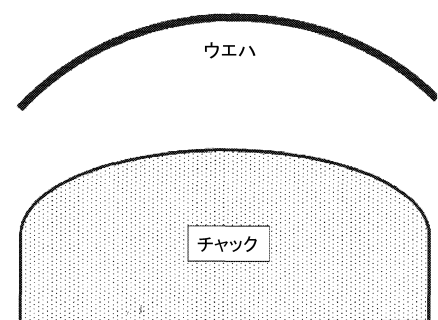


図1H

10

20

30

40

50

【 図 2 】

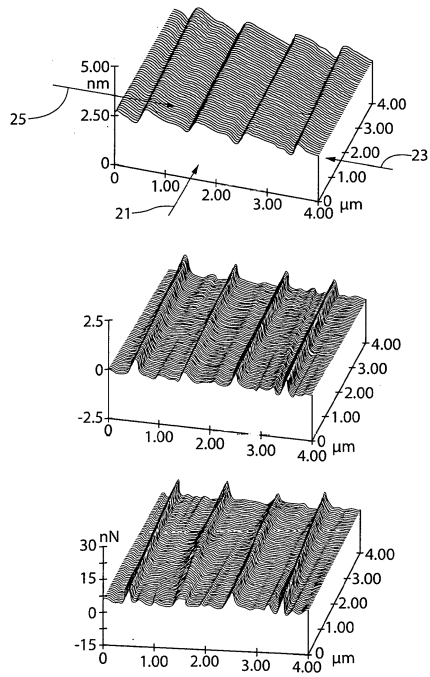


図2
(従来技術)

【 図 3 】

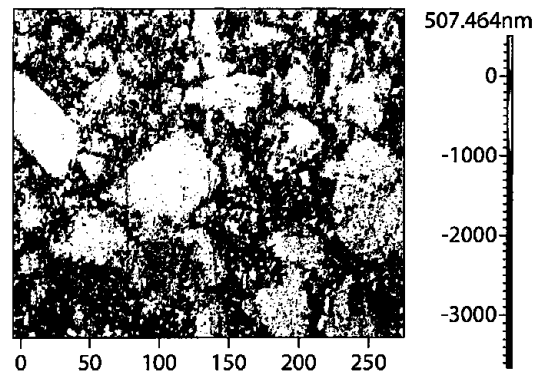


Fig. 3

10

20

【 図 4 】

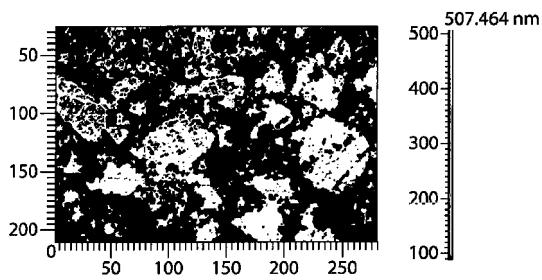


Fig. 4

【 図 5 A - 5 B 】

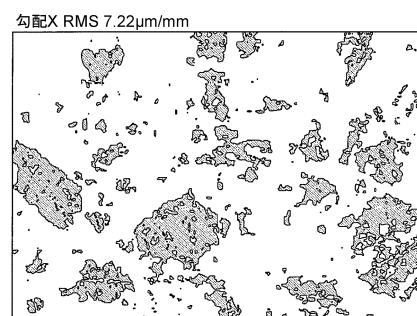


図5A

30

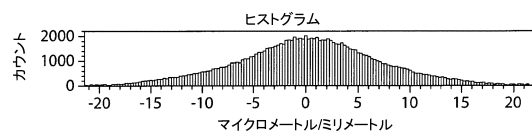
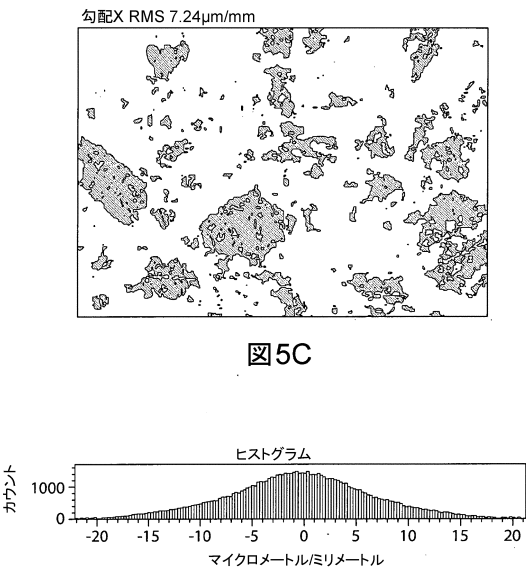


図5B

40

50

【図 5 C - 5 D】



【図 6】

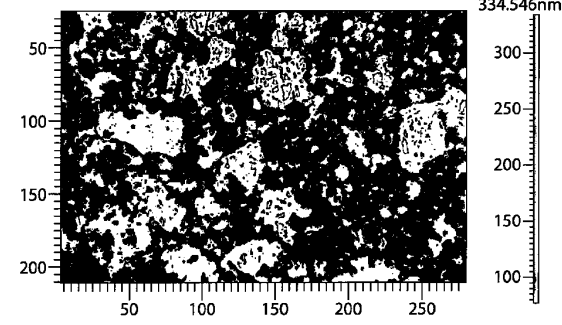
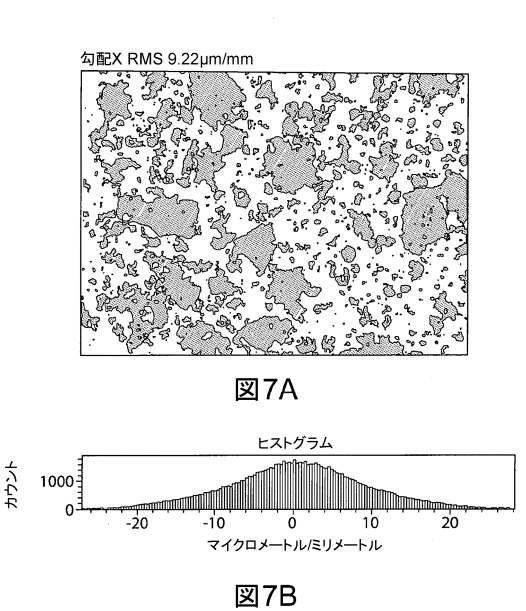
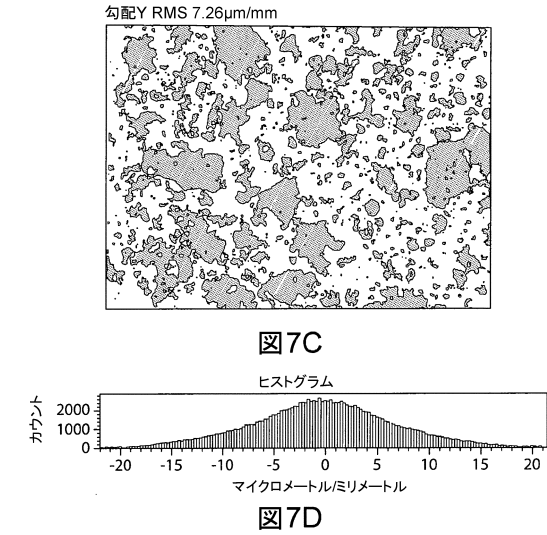


Fig. 6

【図 7 A - 7 B】



【図 7 C - 7 D】



10

20

30

40

50

【 図 8 A 】

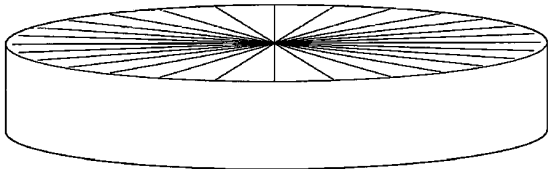


Fig. 8A

【 図 8 B 】

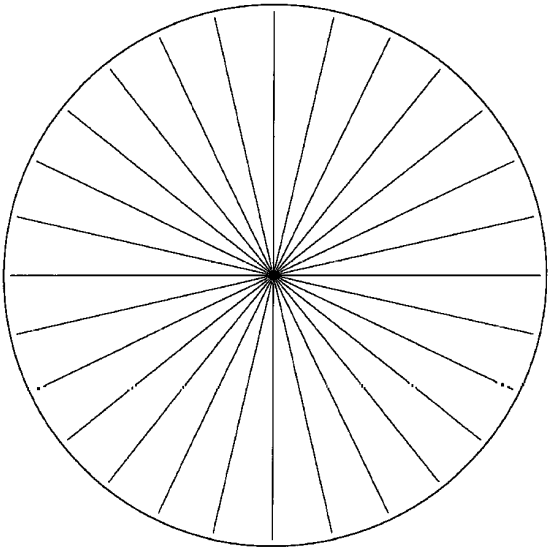


Fig. 8B

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 6 1 8 4 2 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 1 4 2 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 9 8 8 4 3 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 9 1 0 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 5 7 2 0 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 7 1 5 6 2 (J P , A)
特表 2 0 1 8 - 5 1 1 1 8 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| H 0 1 L | 2 1 / 6 8 3 |
| B 2 4 B | 4 1 / 0 6 |
| B 2 3 Q | 3 / 0 8 |