

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6130292号
(P6130292)

(45) 発行日 平成29年5月17日(2017.5.17)

(24) 登録日 平成29年4月21日(2017.4.21)

(51) Int.Cl.	F 1
B24B 37/16 (2012.01)	B 2 4 B 37/16
B24D 3/00 (2006.01)	B 2 4 D 3/00 3 4 O
B24D 7/00 (2006.01)	B 2 4 D 7/00 P
G 11 B 5/31 (2006.01)	G 1 1 B 5/31 M

請求項の数 4 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2013-259247 (P2013-259247)
(22) 出願日	平成25年12月16日 (2013.12.16)
(65) 公開番号	特開2014-128872 (P2014-128872A)
(43) 公開日	平成26年7月10日 (2014.7.10)
審査請求日	平成27年3月13日 (2015.3.13)
(31) 優先権主張番号	13/716,456
(32) 優先日	平成24年12月17日 (2012.12.17)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	500373758 シーゲイト テクノロジー エルエルシー Seagate Technology LLC アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ・ブールバード、10200 10200 South De Anza Blvd Cupertino CA 95014 United States of America
(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ラッピングプレートにパターンを付与する方法、およびラッピングプレート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ラッピングプレートにパターンを付与する方法であって、複数の隆起した歯を含むパターンを有する加工工具を提供するステップを含み、前記隆起した歯の各々は、基部と、少なくとも1つの側壁と、終端部とを有し、前記方法はさらに、

前記工具を用いて前記ラッピングプレートにパターンを付与することにより、前記ラッピングプレートの加工面に、工具表面の反転したパターンを有する加工面を与えるステップを含み、パターン付与工程は、前記ラッピングプレートの前記加工面を可塑的に変形し、前記加工工具は、中心軸をともなうホイール、および前記ホイールの外周上の前記複数の隆起した歯を含み、前記複数の隆起した歯の前記終端部は平坦な表面を規定する、方法。

【請求項 2】

前記パターンを付与するステップは、前記中心軸のまわりで前記加工工具を回転させるステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

連続的なランド領域によって分離された複数の個別の矩形状の窪みを含む加工面を含むラッピングプレートであって、前記窪みは、

前記加工面から前記窪みの終端部への $1 \mu m$ 以下の深さ、および

前記加工面から前記窪みの終端部に延在する傾斜した側壁を含み、

10

20

前記加工面における前記窪みの最大の寸法は $1000 \mu m$ 以下である、ラッピングプレート。

【請求項 4】

加工面を含むラッピングプレートであって、前記加工面は、

前記ラッピングプレートの中心軸のまわりで螺旋状になり、径方向の間隔が変動する複数の旋曲を形成する溝を含み、前記溝は、

前記加工面から前記溝の終端部に延在する傾斜した側壁と、

前記加工面からの前記終端部への $1 \mu m$ 以下の深さと、

前記溝の長さに沿った変動する幅とを有し、前記加工面はさらに、

前記螺旋状の溝の隣接する旋曲間に位置決めされるランド領域を含む、ラッピングプレート。10

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

背景

ハードディスクドライブシステム（HDD）は、典型的には 1 つ以上のデータ記憶ディスクを含む。スライダによって担持される変換ヘッドを用いて、ディスク上でデータトラックにおいて読み出しあり書込みを行なう。スライダは、アクチュエータアームおよびサスペンションアセンブリを含むアームアセンブリによって担持され、それは、分離したジンバル構造を含み得るか、またはジンバルを一体的に形成し得る。20

【0002】

ディスクに記憶されるデータの密度は増大し続け、より精密な変換ヘッドの位置決めを必要とする。従来、多くのシステムにおいては、ヘッド位置決めは、ボイスコイルモータのような大スケール作動モータでアクチュエータアームを動作させてヘッドをアクチュエータアームの端部における屈曲部上に位置決めすることによって達成される。高分解能ヘッド位置決め機構、またはマイクロアクチュエータは、高いデータ密度に対応するのに有利である。マイクロアクチュエータは、多くの場合、圧電マイクロアクチュエータである。

【0003】

HDDシステムにおけるさまざまな要素間の電気的接続は、強力で、破損に耐え、十分な導電率を有するべきである。改善された電気的接続が常に望ましい。この開示は、スライダおよび変換ヘッドに改善された電気的接続を与える。30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

概要

この開示の 1 つの特定の実施例は、ラッピングプレートにパターンを付与する方法である。この方法は、各々が、基部と、少なくとも 1 つの側壁と、終端部とを有する、複数の隆起した歯を含むパターンを有する加工工具を提供するステップ、および該工具を用いてラッピングプレートにパターンを付与することにより、ラッピングプレートの加工面に、工具表面の反転したパターンを有する加工面を与えるステップを含み、パターン付与工程は、ラッピングプレートの加工面を可塑的に変形する。40

【0005】

この開示の別の特定の実施例は、パターンを付与されたラッピングプレートである。ラッピングプレートは、連続的なランド領域によって分離された複数の個別の窪みを含む加工面を含む。各窪みは、加工面から窪みの終端部への $100 \mu m$ 以下の深さ、および加工面から窪みの終端部に延在する傾斜した側壁を有し、加工面における窪みの最大の寸法は $1000 \mu m$ 以下である。

【0006】

この開示の別の特定の実施例は、パターンを付与されたラッピングプレートである。ラ50

ラッピングプレートは、ラッピングプレートの中心軸のまわりで螺旋状になり、複数の旋曲を形成する溝と、螺旋状の溝の隣接する旋曲間に位置決めされるランド領域とを含む加工面を含む。溝は、加工面から溝の終端部に延在する傾斜した側壁と、加工面からの終端部への100 μm以下の深さと、溝の長さに沿った変動する幅とを有する。

【0007】

これらならびにさまざまな他の特徴および利点は以下の詳細な記載を読むことから明らかになる。

【0008】

図面の簡単な記載

この開示は、添付の図面と関連したこの開示のさまざまな実施例の以下の詳細な記載の考察で、より完全に理解されるであろう。 10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】磁気記録ディスクドライブおよびスライダーセンブリの部分的な側面図である。

【図2】図1の磁気記録ディスクドライブおよびスライダーセンブリの上面図である。

【図3A】ラッピングプレートおよびスライダバーの実施例の概略的な側面図である。

【図3B】ラッピングプレートおよびスライダバーの代替的な実施例の概略的な側面図である。 20

【図4】この開示の実施例に従って構築された、パターンを付与されたラッピングプレートの上面平面図である。

【図5】この開示の実施例に従って構築された、パターンを付与されたラッピングプレートの拡大された上面平面図である。 20

【図6A】この開示の実施例に従うラッピングプレートの実施例の断面図である。

【図6B】この開示の実施例に従うラッピングプレートの別の実施例の断面図である。

【図7】この開示の実施例に従ってラッピングプレートを形成するための工程の斜視図である。 30

【図8】この開示の実施例と共に用いられるパターン付与工具の、拡大された挿入図をともなう斜視図である。

【図9】この開示の実施例と共に用いられる別のパターン付与工具の、拡大された挿入図をともなう斜視図である。 30

【発明を実施するための形態】

【0010】

詳細な記載

この実施例は、最も一般的には、研磨工具の製造に関する。この記載の目的のため、ただしそのようには限定されないが、スライダの高精度ラッピングにおける研磨工具の使用およびデータ記憶装置において用いられる支持された磁気変換ヘッドに言及する。スライダおよび特にヘッドは、回転可能な磁気記録ディスク上においてデータを保存し検索するよう動作可能に用いられ、非常に精密な製造公差を必要とする。この開示は、パターンを付与された加工面を有するラッピングプレートまたはテーブルでスライダを研磨（ラッピングする）方法を提供する。 40

【0011】

ラッピング工程は、回転するラッピングプレートを横切ってスライダバーの振動運動または回転運動のいずれかを利用して、ラッピングプレート上においてスライダバーのランダムな運動を与え、ラッピングの過程においてヘッド表面を横切ってプレート欠陥をランダム化する。いくつかのラッピングプレートは、研磨材がない水平の加工面を有し、研磨粒子（例えばダイヤモンド）のスラリーとの関連で用いられ、他のラッピングプレートは、研磨粒子（例えばダイヤモンド）が水平の加工面に埋込まれる。例えばラッピングプレートに溝を形成することによってラッピング面を中断するという一般的な観念は、当該技術分野において公知である。パターンを付与された表面は加工面におけるスライダバーのハイドロプレーニングを低減し、液体および残留物（削り屑）は、ラッププレート周辺装 50

置を越えて遠心的に除去される。

【0012】

溝付きプレート、例えば過度の溝の幅および／または深さには、研磨粒子がスライダバーとの接触の欠如によりそれらの有効性を緩めるという問題が存在する。広すぎる溝は小さな加工物にとってあまりにも深刻な表面不連続を与える。溝を適切にサイズ決めすることが可能であっても、溝の形成は費用がかかり、時間を消費し得る。加えて、時間とともに、ラッピングプレートは摩耗して鈍化し、加工面の研ぎ直しが必要となり、それは、さらに時間を消費し、費用がかかり得、ラッピングプレートの総耐用寿命を大幅に短くする。この開示のように、ラッピングプレートにパターンを形成することによって、従来の溝付きプレート上の改善が見られる。パターン付与工程は、材料を除去するのではなく、ラッピングプレート表面を可塑的に変形するので、ラッピングプレートの耐用寿命は、パターンを付与された表面の繰返される研ぎ直しを可能にすることによって延長される。加えて、この開示の方法によってパターンを付与されたラッピングプレート上でラッピングされたスライダバーは、他の方法によってパターンを付与されたラッピングプレートと比較して、微視的表面うねりが低減される。10

【0013】

以下の記載においては、その一部を形成し、少なくとも1つの具体的な実施例が例示として示される、添付の図面に言及する。以下の記載は付加的な具体的な実施例を与える。他の実施例が意図され、この開示の範囲または精神から逸脱せずになされてもよいことが理解される。以下の詳細な記載は、したがって、限定的な意味にとられるものではない。20 この開示はそのように制限されない一方で、この開示のさまざまな局面の理解は、以下に与えられる例の論考を通して得られる。

【0014】

特にそうではないと示されるのでなければ、特徴の大きさ、量および物理的属性を表現する数は、すべて、「約」という用語によって修飾されるとして理解される。したがって、そうではないと示されるのでなければ、述べられた数値的なパラメータは、ここに開示される教示を利用する当業者によって得られるよう求められる所望の属性に依って変動し得る近似である。

【0015】

ここに用いられるように、単数形「或る(a, an)」および「その、(当)該(the)」は、内容が明らかにそうではないことを要求するのでなければ、複数の指示物を有する実施例を包含する。この明細書および特許請求の範囲に用いられるように、用語「または」は、内容が明らかにそうではないことを要求するのでなければ、一般的に、「および／または」を含むその意味に用いられる。30

【0016】

図1および図2を参照して、包括的な磁気記録ディスクドライブが、ハブ6が取付けられた駆動モータ4によって回転される磁気記録ディスク2を有して示される。読み取り／書き込みヘッドまたはトランスデューサ8はスライダ10の後端または表面9に存在する。スライダ10は、剛性のアーム14およびサスペンション要素16によってアクチュエータ12に接続される。サスペンション要素16は、ディスク2の表面に向かってスライダ10を移動させる付勢力を与える。ディスクドライブの動作中においては、駆動モータ4はディスク2を一定の速度で矢印18の方向に回転させ、典型的には線形または回転運動コイルモータであるアクチュエータ12は、スライダ10を概ね径方向にディスク2の表面の面を横切って駆動し、読み取り／書き込みヘッド8はディスク2上で異なるデータトラックにアクセスする。40

【0017】

ディスク2上におけるますます多くのデータ記憶容量に対する高まる要求を満たすために、スライダ製造および仕上げを改善して、これらの要求を満たさなければならない。これらの要求を満たすために、スライダ特徴を高めるラッピングおよび研磨方法論を開発しなければならない。典型的には、多数のスライダが、半導体タイプの工程方法を用いて、50

ウェハ表面上に同時に設けられた磁気トランステューサヘッドの列を有する单一のウェハから製造される。単列バーがウェハからスライスされ、各バーは、各々が1つ以上の磁気トランステューサまたはヘッドをそれらの端面上に有するスライダにさらに加工されるユニットの列である。各バーは、さらなる処理のために取付け具または工具に接着され、次いで、さらにダイシング、つまり、個々のスライダに分離される。

【0018】

使用中にスライダの最高効率を達成するために、ヘッド、特にヘッドの検出素子は、精密な寸法を有さなければならない。製造中においては、これらの素子を所望の厚みの非常に精密な公差に研削またはラッピングして、スライダの必要とされる損なわれていない機能性を達成することは、とても重要である。この開示は、長いプレート寿命を維持する一方で、必要とされる精密公差を与えるラッピングプレートを提供する。ラッピングプレートは、歯付きパターン付与工具を用いて形成され、ラッピングプレートの表面を可塑的に変形して、加工面にパターンを形成する。

【0019】

図3Aおよび図3Bは、スライダバーの機械加工のために用いられる、この開示に従つて製造されたラッピングプレート（しばしばテーブルとも呼ばれる）を図解的に示す。図3Aは第1の実施例をラッピングプレート20Aとして示し、図3Bは第2の実施例をラッピングプレート20Bとして示す。ラッピングプレート20Aおよび20Bは同じ全体的な一般的な特徴を有し、具体的にそうではないと示されなければ、一方の実施例に関する論考は他方の実施例にも当てはまる。ラッピングプレート20A、20Bは、研磨粒子30が最もしくは中に存在する加工面またはラッピング面24をともなう本体22を有する。本体22は、複数の窪みまたはキャビティ25をその中に有し、複数のランド領域28が窪み25の間にある。窪み25は歯付きパターン付与工具によって形成され、この工具および方法は以下に記載される。図3Aのラッピングプレート20Aは研磨粒子30がランド領域28上に存在し、図3Bのラッピングプレート20Bは研磨粒子30が窪み25に存在する。

【0020】

図3Aを参照して、研磨粒子30はランド領域28上に存在してもよい。研磨粒子30はランド領域28上に電気めっきされてもよく、接着的に塗布されてもよく、または物理的にランド領域28に押圧され、機械的に保持されてもよい。ランド領域28に研磨粒子30を物理的に押圧する1つの方法は、軟質金属（例えば錫合金）からなる加工面24に研磨材スラリーを適用することによる。加圧で、研磨粒子30は軟質金属に埋込まれる。代替的に、図3Bに示されるように、研磨粒子30は窪み25に存在してもよい。図3Bにおいては、研磨粒子30は接着剤（例えばエポキシ樹脂）32を介して窪み25に保持される。接着剤を窪みに用いて研磨粒子を保持することに関する追加的な詳細は、米国特許公開2012/0009856に見出すことが可能であり、その全開示をここに引用により援用する。

【0021】

使用の際、ラッピングプレート20A、20Bは、加工面24に抗して押圧する係合状態に保持される複数のスライダ100A、100Bなどを含むスライダバー100に対して回転される。加工面24における研磨粒子30による研磨作用は、スライダバー100から材料を除去する。研磨粒子がない領域（つまり図3Aの窪み25および図3Bのランド領域28）を有することは、ラッピングプレート20A、20Bの上におけるスライダのハイドロプレーニングを低減し、スライダバー100上の微視的表面うねりを低減する。

【0022】

図4および図5は、複数の個別の個々の窪みまたはキャビティを加工面に有するラッピングプレートの加工面を示す。図4は、環状の加工面を有する円形のラッピングプレートの一部分を示し、図5は図4の一部の拡大図である。示された加工面は、図5に列R1、R2、R3およびR4として識別される、本質的に平行な列に配置された複数の窪み25

10

20

30

40

50

を有する。窪み 25 の間に存在するのは、ランド領域 28 である。これらの図におけるように、窪み 25 が個々および個別の窪みであるとき、ランド領域 28 は窪み 25 によって中断される連続面である。代替的な実施例においては、ランド領域 28 は複数の接続されていない領域からなってもよい。

【0023】

向きの理解のため、図 5 に見られるように、各列 R1、R2、R3、R4 は長手方向（図の上から下）に延在する。横方向または径方向は、列 R1、R2、R3、R4 を横切つて（図の左から右に）延在する。

【0024】

いくつかの実施例においては、列 R1、R2、R3 および R4 は、円形のラッピングプレートの中心点のまわりの窪み 25 からなる同心円であり、したがって、ランド領域 28 も中心点のまわりの同心円である。他の実施例においては、列 R1、R2、R3 および R4 は、円形のラッピングプレートの中心点から螺旋状に出るかまたはその中心点に螺旋状に入る窪み 25 からなる 1 つの連続的な列であり、したがって、ランド領域 28 も、その中心点から螺旋状に出るかまたはその中心点に螺旋状に入る。いくつかの実施例においては、窪み 25 の前縁が径方向に整列しないように、窪み 25 を形状化および／または向き付けてもよい。

【0025】

図 6A および図 6B は、窪み 25 の 2 つの実施例を示す。各図においては、加工面 24 における窪み 25 は、長さ L を有するランド領域 28 によって分離される。窪み 25 は、加工面 24 から底面 29 に延在する側壁 26 を有する。窪み 25 は、加工面 24 で測定される最大幅または長さ寸法 1₁、および底面 29 で測定されるより少ない幅または長さ寸法 1₂ を有する。したがって、側壁 26 は、坂状にされるか、角度をつけられるか、または傾斜した側壁である。図 6B においては、窪み 25 は点で終端し、したがって、底面 29 は、0 の長さ寸法 1₂ を有する。窪み 25 は、加工面 24 から底面 29 まで測定して、深さ d を有する。

【0026】

窪み 25 の形状は任意の好適な形状であってもよいが、一般的には、坂状の側壁 26 を有する（つまり、加工面 24 で測定された寸法 1₁ は、底面 29 における寸法 1₂ よりも大きい）。図 5 にあるように、頂部から見たとき、窪み 25 は、円形、長円形もしくは橢円形、矩形（正方形を含む）、三角形、菱形、または任意の他の多角形形状であってもよい。図 6A および図 6B にあるように、側部から見たとき、窪みは、（図 6B のように）ピラミッド形、または（図 6A のように）切頭もしくは台形であってもよい。窪み 25 に対して特に好適な形状は、切頭ピラミッド形（例えば切頭 3 側部、切頭 4 側部ピラミッド）、細長いピラミッド形、および円錐台形（つまり切頭円錐）を含む。切頭または台形窪みは、その切頭または台形形状をともなう歯を有するパターン付与工具によって形成されてもよく、または先の尖った歯を有するパターン付与工具によって形成されてもよいが、工具は、パターン付与工程においてラッピングプレートに完全には押圧されない。

【0027】

図 6A および図 6B は、窪み列と長手方向に、または複数の列に対して横方向（例えば径方向にとられた）のいずれかで、窪み列のいずれかの方向からの図を表す。列の長手方向図の場合、図に示されるそれは、1 つの列の一部の断面であり（示された窪みの各々をシーケンスで形成するために、パターン付与工具はページを横切つて移動されている）；複数の列の横方向または径方向図の場合、示されるそれは、近接する列の断面である（各窪みは異なる列にある）。窪み 25 は、長手方向および横方向において同じ寸法 1₁、1₂ を有してもよく、または異なってもよい。例えば、正方形の窪み 25 は 1₁ および 1₂ を長手方向および横方向において同じに有するだろう。矩形の窪み 25 は、長手方向における 1₁ および 1₂ を、横方向における 1₁ および 1₂ と異なるように有するだろう。窪み 25 は、等しく間隔を置かれ（つまりその間に同じ長さ L を有し）てもよく、または長さ L を列の長手方向または横方向もしくは径方向のいずれかで見て、変動する長さ L をそ

10

20

30

40

50

の間に有してもよい。

【0028】

窪み25の形状およびサイズは、パターンを付与されたラッピングプレートが用いられるラッピング工程ステップに依って異なる。ほとんどのラッピング工程については、シーケンスによる3つのステップ、つまり粗いラッピングステップ、微細なラッピングステップ、およびキスラッピングステップを含む。粗いラッピングステップについては、研磨粒子（例えばダイヤモンド）は、通常、サイズが約 $1\text{ }\mu\text{m}$ ～約 $5\text{ }\mu\text{m}$ であり；微細なラッピングステップについては、研磨粒子は、通常、サイズが約 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ ～約 $1\text{ }\mu\text{m}$ であり；キスラッピングステップについては、研磨粒子は通常 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 未満である。

【0029】

一般に、任意のラッピングステップに対し、加工面24から底部29への深さdは、好ましくは $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、いくつかの実施例では約 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。粗いラッピングステップに対しては、加工面24から底部29への深さdは、好ましくは $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、いくつかの実施例では約 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、いくつかの実施例では約 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ （例えば約 $6\text{ }\mu\text{m}$ ）であり；微細なラッピングステップに対しては、加工面24から底部29への深さdは、好ましくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、いくつかの実施例では約 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり；キスラッピングステップに対しては、加工面24から底部29への深さdは、好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、いくつかの実施例では約 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。一般に、任意のラッピングステップに対し、窪み25の最大の寸法（テーパされた構造に対しては、長さ l_1 になる）は、好ましくは $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、いくつかの実施例では約 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。ラッピングステップのいずれに対しても、約 $100\text{ }\mu\text{m}$ ～約 $200\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内における寸法 l_1 が、好適である。

【0030】

1つの特定の例として、図6Aのそのようなパターンを有する工具に対しては、窪み25は、加工面24における最も大きな寸法 l_1 は約 $790\text{ }\mu\text{m}$ であり、遠位端部29における寸法 l_2 は約 $430\text{ }\mu\text{m}$ であり、深さdは約 $800\text{ }\mu\text{m}$ である。別の特定の例として、図6Bのそのようなパターンを有する工具に対しては、窪み25は、加工面24における最も大きな寸法 l_1 は約 $700\text{ }\mu\text{m}$ であり、遠位端部29は尖っており、深さdは約 $800\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0031】

上に論じられるように、この開示のラッピングプレートは、歯付きパターン付与工具でラッピングプレートにパターンを形成することによって形成される。いくつかの実施例においては、この開示のパターン付与工程は、圧延ローレット切りまたは成形ローレット切りと称されてもよく；そのような工程は、ホイールまたは工具を加工物に対して十分な力で押圧して加工物の外側表面を冷間成形または可塑的に変形することによって行われる。パターン付与工具は、加工物に与えられることになっているパターンの反転を有する。

【0032】

図7は、パターンを付与されたラッピングプレートを提供するのに好適な設定を示す。支持体50は歯付きパターン付与工具52を回転可能に保持する。支持体50が回転するラッピングプレート20を横切って径方向に移動するにつれて、十分な圧力が支持体50によって与えられて、工具52がプレート20と接触し、そのパターンの反転を複数の列 R_x 、 R_y などでプレート20上に与える。支持体50が継続的に、回転するラッピングプレート20を横切って径方向に中断されずに移動する場合、その結果は、ラッピングプレート20における窪みからなる1つの連続的な螺旋である。代替的に、支持体50は、ラッピングプレート20の1つの回転に対して適所に固定され、その後、支持体50は、持ち上げられて、径方向に（中または外に）別の固定された位置移動されるなどしてもよく；その結果は、ラッピングプレート20における窪みからなる同心の列である。

【0033】

窪みからなる列は、等しいかまたは等しくない間隔を（径方向において）その間に有することができる。例えば、図5を参照して、列 R_1 と R_2 との間の径方向距離は列 R

10

20

30

40

50

2とR3との間の径方向距離未満である。同様に、列R3とR4との間の径方向距離は列R2とR3との間の径方向距離未満である。図6Bは、複数の列からなる側面図を示す場合、さらに、列間の変動する径方向距離を示し、図6Aは、列間の等しい距離を示す。

【0034】

好適なパターン付与工具の2つの例が、図8および図9に示される。図8は第1の実施例をパターン付与工具52Aとして示し、図9は第2の実施例をパターン付与工具52Bとして示す。パターン付与工具52A、52Bは同じ全体的な一般的な特徴を有し、具体的にそうではないと示されなければ、一方の実施例に関する論考は他方の実施例にも当てはまる。各工具52A、52Bは、円筒形の工具52A、52Bの外周55のまわりを延在する複数の歯54を有する。各歯54は、外周55から遠位端部59に延在する少なくとも1つの側壁56を有する。歯54の断面領域（外周55と本質的に平行にとられる）は、外周55から遠位端部59にテーパする。図8の工具52Aについては、近接する側壁56（つまり周方向において、近接する歯54の互いに対向するもの）は、互いから離れるように傾斜し、外側側壁56（つまり周方向において側壁56に直交するもの）は、傾斜しないが、外周55から直交して延在する。逆に、図9の工具52Bについては、4つの側壁56はすべて遠位端部59に向かって角度をつけられるかまたは傾斜される。側壁56はすべて、周囲55から遠位端部59に同じ角度を有してもよく、または異なる角度を有してもよい。パターン付与工具52Aおよび52Bの両方において、遠位端部59は平坦な多角形 - 工具52Aに対しては矩形、および工具52Bに対しては正方形 - であり、図6Bの窪み25のような先の尖った窪みを形成するよう用いられる工具は、遠位端部59を規定する線の点を有する。

【0035】

この開示に従ってパターンを付与されたラッピングプレートを形成するためには、図7に示されるように、パターン付与工具52A、52Bまたは他のものは、支持体50上に取付けられる。支持体50が回転するラッピングプレート20を横切って径方向に移動するにつれて、十分な圧力が支持体50によって与えられて、回転するパターン付与工具はラッピングプレート20の表面を変形させて、そのパターンの反転を複数の列Rx、Ryなどでプレート20上に与える。いくつかの実施例においては、十分な圧力をパターン付与工具に与えることにより歯全体54をプレート表面にはまり込ませて、表面を変形させ、窪みを形成してもよいが、ほとんどの実施例においては、歯54の一部のみがプレート表面にはまり込む。

【0036】

全体的な発明の設計を維持し、開示の範囲内にとどまりながら、パターンを付与されたラッピングプレートを形成するように、パターン付与工具およびパターン付与工具を用いる方法の多数の変形物を形成し得ることが理解される。多数の代替的設計または要素特徴が、上に言及されている。

【0037】

かくして、ラッピングプレートにパターンを付与する方法、およびパターンを付与されたラッピングプレートの実施例が開示される。上に記載された実現例および他の実現例は、特許請求の範囲内にある。当業者は、開示されたもの以外の実施例でこの発明を実施することが可能であることを十分に理解する。開示された実施例は、限定ではなく例示の目的のために呈示され、この発明は、特許請求の範囲によってのみ限定される。

【符号の説明】

【0038】

20 ラッピングプレート、24 加工面、52 加工工具、54 歯、56 側壁、
59 遠位端部。

【図1】

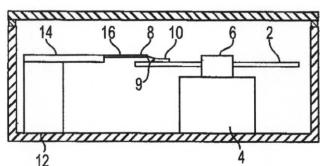


Fig. 1

【図2】

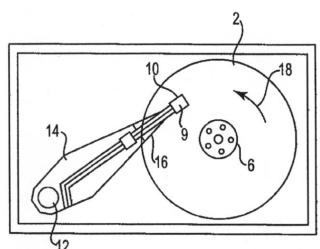


Fig. 2

【図3A】

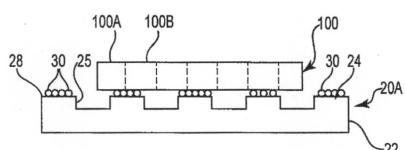


Fig. 3A

【図3B】

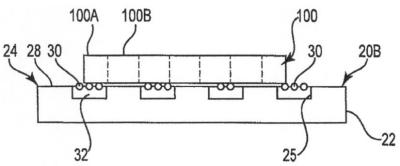


Fig. 3B

【図4】

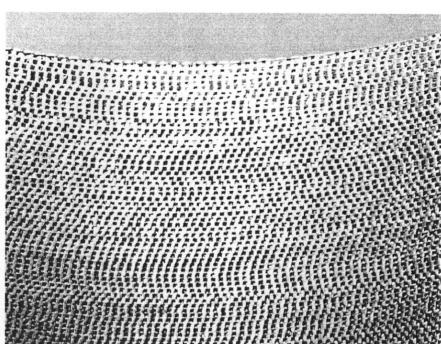


Fig. 4

【図5】

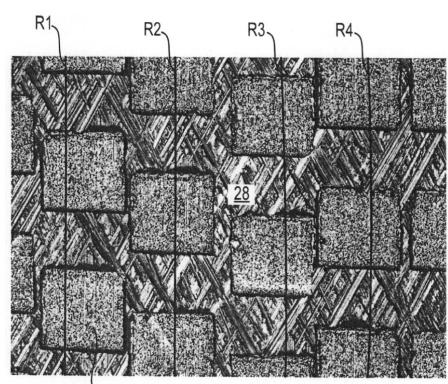


Fig. 5

【図7】

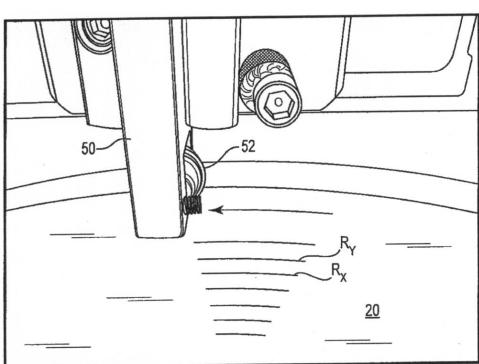


Fig. 7

【図6A】

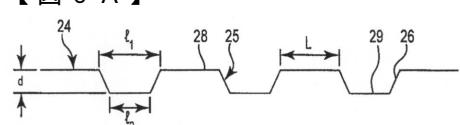


Fig. 6A

【図6B】

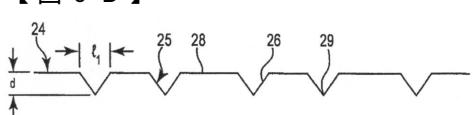


Fig. 6B

【図 8】

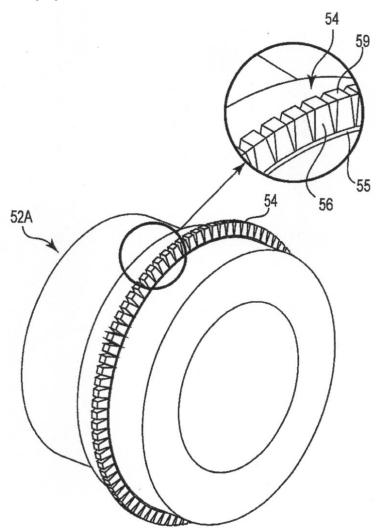


Fig. 8

【図 9】

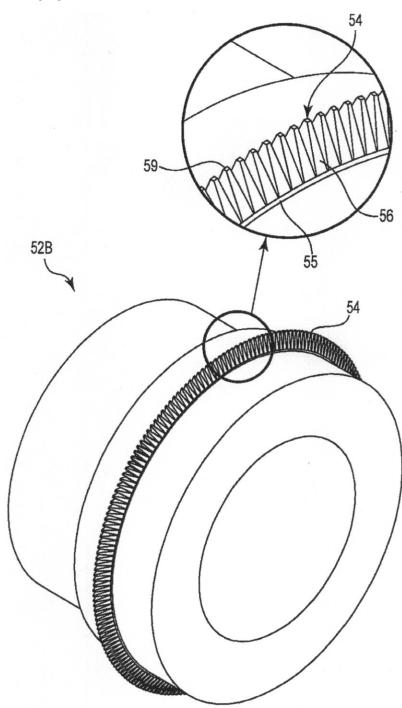


Fig. 9

フロントページの続き

(72)発明者 レイモンド・リロイ・ムードリー

アメリカ合衆国、55438 ミネソタ州、ブルーミントン、ユーコン・アベニュー・サウス、94
25

(72)発明者 ジョール・ウィリアム・ヘーン

アメリカ合衆国、54016 ウィスコンシン州、ハドソン、ヒラリー・ファーム・ロード、65
0

審査官 龜田 貴志

(56)参考文献 実開平04-102769 (JP, U)

特開2010-194692 (JP, A)

特開2008-138097 (JP, A)

特開2005-118988 (JP, A)

特開2013-240844 (JP, A)

米国特許出願公開第2003/0060144 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00 - 37/34

B24D 3/00

B24D 7/00

H01L 21/304

DWPI (Thomson Innovation)