

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3587209号
(P3587209)

(45) 発行日 平成16年11月10日(2004.11.10)

(24) 登録日 平成16年8月20日(2004.8.20)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 4 D 11/00

B 2 4 D 11/00

A

B 2 4 D 3/28

B 2 4 D 11/00

G

B 2 4 D 3/28

請求項の数 5 (全 51 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平7-509151 (86) (22) 出願日 平成6年1月21日(1994.1.21) (65) 公表番号 特表平9-502665 (43) 公表日 平成9年3月18日(1997.3.18) (86) 国際出願番号 PCT/US1994/000754 (87) 国際公開番号 W01995/007797 (87) 国際公開日 平成7年3月23日(1995.3.23) 審査請求日 平成13年1月16日(2001.1.16) (31) 優先権主張番号 08/120,300 (32) 優先日 平成5年9月13日(1993.9.13) (33) 優先権主張国 米国(US)</p>	<p>(73) 特許権者 ミネソタ マイニング アンド マニユフ アクチャリング カンパニー アメリカ合衆国, ミネソタ 55144- 1000, セント ポール, スリーエム センター (74) 代理人 弁理士 青山 稔 (74) 代理人 弁理士 伊藤 晃 (74) 復代理人 弁理士 西下 正石</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨材製品、該研磨材製品の製法、該研磨材製品を使用して仕上げを行う方法、及び製造ツール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主要面(16)を有し、その固定位置に第1および第2の3次元研磨材複合材料(12)を配置したシート状構造を備える研磨材製品(10)であって、該各複合材(12)は、バインダー(14)中に拡散された研磨材粒子(13)を含み、かつ、特定の寸法を含む異なりかつ見分けることのできる境界(15)によって形成された正確な形状を有し、該第1の研磨材複合材料は特定の第1の寸法を有する第1の正確な形状を有し、該第2の研磨材複合材料は第2の特定の寸法を有する第2の正確な形状を有し、該各研磨材複合材料は、少なくとも4つの平面によって形成される境界を有し、一つの複合材料の隣接する平面はエッジで交わってその間に交差角を形成し、該第1研磨材複合材料の交差角の少なくとも一つは、該第2の研磨材複合材料の交差角の全てと異なる、研磨材製品。

10

【請求項2】

(a) バインダープレカーサー中に拡散された複数の研磨材粒子を含む研磨材スラリーを準備するステップと、

(b) 前面と後面とを有する基材(41)と、その少なくとも一方の主要面に複数のキャビティを備える製造ツールとを準備するステップであって、該各キャビティは、バインダー(14)中に拡散された研磨材粒子(13)を含み、かつ、特定の寸法を含む異なりかつ見分けることのできる境界(15)によって形成された正確な形状を有し、該第1の研磨材複合材料は特定の第1の寸法を有する第1の正確な形状を有し、該第2の研磨材複合材料は第2の特定の寸法を有する第2の正確な形状を有し、該各研磨材複合材料は、少な

20

くとも4つの平面によって形成される境界を有し、一つの複合材料の隣接する平面はエッジで交わってその間に交差角を形成し、該第1研磨材複合材料の交差角の少なくとも一つは、該第2の研磨材複合材料の交差角の全てと異なる第1および第2の3次元研磨材複合材料(12)の、

反転形状を有している、ステップと、

(c) 該研磨材スラリーを該製造ツール(46)の複数の該キャビティー内に塗るための手段(44)を準備するステップと、

(d) 該基材の該前面を該製造ツールに接触させて、該研磨材スラリーが該前面を濡らすステップと、

(e) バインダーを形成するために該バインダープレカーサーを硬化させるステップであって、該硬化時に該研磨材スラリーが複数の研磨材複合材料に変形される、ステップと、 10

(f) 特定の寸法を含む異なりかつ見分けることができる境界によって形成された正確な形状をそれぞれ有する該基材に取り付けられた複数の研磨材複合材料を与えるために該硬化の後に該基材から該製造ツールを分離するステップとを備える請求項1記載の研磨材製品を製造する方法。

【請求項3】

(a) ワークピース表面と請求項1記載の研磨材製品とを摩擦接触させるステップと、

(b) 該研磨材製品または該ワークピースの少なくとも一方を他方に対して相対移動し、該ワークピース表面の表面あらかさが減少されるステップとを備える、ワークピースを磨く方法。 20

【請求項4】

その主要面に形成された複数のキャビティーを有するシート状構造を備え、該各キャビティーは、

バインダー(14)中に拡散された研磨材粒子(13)を含み、かつ、特定の寸法を含む異なりかつ見分けることのできる境界(15)によって形成された正確な形状を有し、該第1の研磨材複合材料は特定の第1の寸法を有する第1の正確な形状を有し、該第2の研磨材複合材料は第2の特定の寸法を有する第2の正確な形状を有し、該各研磨材複合材料は、少なくとも4つの平面によって形成される境界を有し、一つの複合材料の隣接する平面はエッジで交わってその間に交差角を形成し、該第1研磨材複合材料の交差角の少なくとも一つは、該第2の研磨材複合材料の交差角の全てと異なる第1および第2の3次元研磨材複合材料(12)の、 30

反転形状を有している、請求項1記載の研磨材製品を製造するための製造ツール。

【請求項5】

前記研磨複合材料の形状が角錐であり、基材から計測された高さが全て同じである請求項1記載の研磨材製品。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、精密な形状を有する複数の研磨材複合材料が設けられた主要面を持つシート状構造体を有する研磨材製品であって、その精密な形状が全て同一ではない研磨材製品に関する。また、本発明は、研磨材製品の製法、上記研磨材製品の製造に用いられる製造ツール、及び、面仕上げを減じるための上記研磨材製品の用法に関する。 40

従来技術

一般に、研磨材製品は、一体型構成体(例えば研削砥石)として一体に接着された複数の研磨材粒子や、共通の基材(例えば被覆研磨材製品)に別個に接着された複数の研磨材粒子を利用している。長年にわたって、ワークピースへの研磨や仕上げには、上記したタイプの研磨材製品が利用されてきたが、当該分野における問題は残されたままである。

例えば、研磨産物が直面しており解消されないままの問題は、切削率(すなわち、ワークピースが削られる所定時間当たりの量)と、研磨材製品がワークピース表面に行う仕上げとの関係が概ね反比例することによって生じている。すなわち、研磨が行われるワークピースに、比較的高率の切削を行い、それと同時に、比較きめ細かな面仕上げを行う研磨 50

材製品の設計は困難である。このことは、きめの粗いグリッド（すなわち、粒子寸法が比較的大きい研磨材粒子）を用いるものから、きめの細かいグリッド（すなわち、粒子寸法が比較的小さい研磨材粒子）を用いるものまで、幅広い研磨材製品が販売されている理由を説明している。異なるグリッド寸法の研磨材製品を別個に順番に使うことによって、高率の切削ときめ細かな仕上げという両方の最終目標はある程度は達成されるが、実施が面倒で時間もかかる。当然のことであるが、高い切削率ときめ細かな仕上げとを同時に行う単体の研磨材製品は、当該産業においてさらに便利であって、強く望まれている。

上記目標の他に、研磨産業においては、ワークピースに安定した面仕上げを行いながら、かき傷（スクライピング）及びノ又はチャターを減じ、防止するような研磨材製品が望まれている。かき傷とは、非常に目立つ不要な溝がワークピース表面に生じて、表面粗さ単位（Ra）が増大することを意味する。Raとは、掻ききずの深さの算術平均である。通常、溝が生じる場合には、溝は、ワークピース表面に、研磨材製品がワークピース表面に対して行う相対運動の方向に延在する。一方、チャターとは、ワークピース表面に形成される不要な繰り返しパターンを意味しており、概ね、ベルトの駆動方向に対して垂直な方向に、規則正しい間隔をあけている。

新規の改良された研磨材製品を製造する種々の試みがなされてきたが、上記した問題の完全な解決には至っていない。以下にあげる参考文献のリストは種々の研磨材製品を開示しているが、いずれの参考文献も上記問題に完全に満足な結果をもたらしてはいない。

個々に列記すると、米国特許第2,115,897号明細書（ウッデル氏等）は、基材を有する研磨材製品を教示しており、該基材に接着剤によって接着されているのは、接着された研磨材製品よりなる複数のブロックである。上記の接着された研磨材ブロックは、特有のパターンで、接着によって基材に取り付けられている。

米国特許第2,242,877号明細書（アルパートソン）は、圧縮研磨材ディスクの製法を教示している。この製法は、繊維材基材を覆うバインダ層に、研磨材粒子を埋め込むステップを含んでいる。その次に、加熱及び加圧下で、成形型を用いてバインダ及び粒子層に成形パターンすなわち輪郭を付与し一定の厚さにして、圧縮研磨材ディスクを形成する。上記のように成形された研磨材ディスク表面は、成形ダイの輪郭の逆の、特有の作業表面パターンを有する。

米国特許第2,755,607号明細書（ヘイウッド氏）は、ランドや溝の形状の研磨部分があつて、例えば、その全面にわたって直線あるいは蛇行パターンを形成することが可能な被覆研磨材を教示している。基材前面に接着材コートをつき、その後、接着材コートにコーミングを行って山や谷を形成し、接着材コート表面にパターンを付ける。ヘイウッド氏の発明には、上記コーミング作業によって接着材コートに形成されたそれぞれのランドや溝を同じ幅及び厚さにするのが好ましいが、変えてもよいことが開示されている。次いで、接着剤コートを凝固させた後に、上述のパターン付き接着剤コートのランドや溝に、研磨材粒子を均等に分散する。ヘイウッド氏の発明に使用されている研磨材粒子は、バインダ内の他の粒子と共にスラリーの状態を用いられることのない、別個の粒子である。そのため、個々の研磨材粒子は不規則かつ不正確な形状である。

米国特許第3,048,482号明細書（ハースト氏）は、基材と、接着システムと、該基材に該接着システムによって取り付けられる研磨材グラニュールとを備えた研磨材製品を開示している。この研磨材グラニュールは、研磨材粒子とバインダとの複合材料であつて、上記接着システムとは別体である。研磨材グラニュールは、立体で、好ましくはピラミッド型である。研磨材粒子の製造に当たっては、まず、成形工程によって研磨材グラニュールを製造する。次に、基材を成形型内に配置し、次いで、接着システムや研磨材グラニュールも上記型内に配置する。上記成形型はパターン付きギャビティなので、研磨材グラニュールは、その基材に、特有のパターンを有することになる。

米国特許第3,605,345号明細書（アントン）は、ラップ仕上げタイプ研磨材製品に関する。バインダと研磨材粒子と一緒に混合された後、グリッドから基材に噴射される。グリッドがあることによって、パターン付き研磨材コーティングが得られる。

英国特許出願第2,094,824号明細書（ムーア氏）は、パターン付きラップ仕上げフィルム

10

20

30

40

50

に関する。研磨材スラリーを準備し、マスクを通してスラリーを加えて、別個のアイランドを形成する。その後、樹脂すなわちバインダを硬化する。マスクは、シルクスクリーン、ステンシル、ワイヤ、あるいはメッシュとするとよい。

米国特許第4,644,703号明細書(カツマレク氏等)は、基材と、該基材に接着された研磨材コーティングとを備えた、ラップ仕上げを行う研磨材製品に関する。さらに、上記研磨材コーティングは、ラップ仕上げ寸法の研磨材粒子と、遊離基重合によって硬化されるバインダとよりなる懸濁液を備えている。該研磨材コーティングは、グラビアロールによって、一定のパターンを有する形状とされる。

米国特許第4,773,920号明細書(チャスマン氏等)は、基材と、該基材に接着された研磨材コーティングとを備えている、ラップ仕上げを行う研磨材製品に関する。該研磨材コーティングは、ラップ仕上げ寸法の研磨材粒子と、遊離基重合によって硬化されるバインダとよりなる懸濁液を備えている。該研磨材コーティングは、グラビアロールによって、一定のパターンを有する形状にされる。

米国特許第4,930,266号明細書(カルハウン氏等)は、研磨材グラニューールが強固に接着され、かつ、横方向に所定の間隔をあけて実質的に平面に並べられている、パターン付き研磨材シートを教示している。本発明においては、研磨材グラニューールは、衝突(impingement)技術によって貼付されているので、グラニューールは、それぞれ、自然に研磨材基材に貼付される。これによって、研磨材シートは精密に調節された間隔をあけている研磨材グラニューールを有することになる。

米国特許第5,014,468号明細書(ラビパティ氏等)は、眼科的な適用を意図したラップ仕上げフィルムに関する。該ラップ仕上げフィルムは、放射線硬化性接着バインダに分散された研磨材粒子よりなるパターン付き表面コーティングを備えている。このパターン付き表面コーティングは、基材から離れるにつれて幅が狭くなる、複数の別個に隆起している立体よりなる構成にされている。上記パターン付き表面の製造に当たっては、研磨材スラリーをグラビアロールに加えて、表面に一定の形状を付与した後に、スラリーをロール表面から取り外して、放射線硬化性樹脂を硬化させる。

米国特許第5,015,266号明細書(ヤマモト氏)は、研磨材接着スラリーで型押シートを均等に覆うことによって得られる研磨材シートに関する。上記のように形成された研磨材コーティングは、ベースシートの不規則性に対応する、スラリーの表面張力によって形成された、高率研磨部及び低率研磨部を有することになる。

米国特許第5,107,626号明細書(ムッシ)は、複数の精密な形状の研磨材複合材料を備えた被覆研磨材を研磨することによって、支持体にパターン付き表面を形成する方法に関する。該研磨材複合材料は揃った配列であって、また、該研磨材複合材料は、バインダに分散された複数の研磨材粒子を備えている。

米国特許第5,152,917号明細書(パイパー氏等)は、ワークピース表面に、比較的高率の切削と、比較的きめの細かい面仕上げとの両方を行うことが可能な被覆研磨材製品を開示している。パイパー氏等の発明によって構成された研磨材は、規則正しく揃ったパターンで基材に接着された精密な形状の研磨材複合材料を含んでいる。パイパー氏等の発明によって、その中でもとりわけ上記のような研磨材の構成によって備えられる、研磨材複合材料の輪郭の堅固性によって、作業を行なう面に堅固な面仕上げを行うことが容易になる。

1990年3月23日に公開された日本国特許出願昭和63-235942号明細書は、特有のパターンを有するラップ仕上げフィルムの製法を教示している。研磨材スラリーが、ツールにある凹部の網状構造を覆う。その次に、ツールに基材が貼付され、研磨材スラリー内のバインダが硬化される。そして、上記のように形成された被覆研磨材がツールから取り外される。バインダは、放射線エネルギーや熱エネルギーによって硬化される。

1992年6月2日に公開された日本国特許出願平成4-159084号明細書は、ラップ仕上げテープの製法を教示している。研磨材粒子と、電子ビームによって硬化される樹脂とを備えた研磨材スラリーを、凹部に網状構造を有する凹版ロールや凹部プレートの表面に加える。次いで、研磨材スラリーを、バインダを硬化させる電子ビームに露出させて、ラップ仕上げテープをロールから取り外す。

10

20

30

40

50

本願出願人に譲渡された、1992年1月13日に出願された米国特許出願第07/820,155号明細書(カルハウン氏)は、研磨材製品の製法を教示している。研磨材スラリーが、型押支持体にある凹部を覆う。これによって形成された構造体を基材にラミネート加工して、研磨材スラリー内のバインダを硬化させる。型押支持体は取り外され、研磨材スラリーは基材に接着される。

米国特許第5,219,462号明細書(ブルックスブート氏等)は、研磨材製品の製法を教示している。研磨材スラリーが、実質的に、型押基材の凹部のみを覆う。研磨材スラリーは、バインダと、研磨材粒子と、発泡剤とを備えている。コーティングした後、バインダは硬化され、発泡剤が作用する。これによって、スラリーは、型押基材表面で発泡する。

本願出願人に譲渡された、1993年1月14日に出願された出願米国特許出願第08/004,929号明細書(スパージョン氏等)は、研磨材製品の製法を教示している。該特許出願の一側面では、研磨材スラリーは型押支持体の凹部を覆う。放射線エネルギーが型押支持体から研磨材スラリーへと伝達されて、バインダは硬化される。

本願出願人に譲渡された、1993年5月26日に出願された米国特許出願第08/067,708号明細書(ムッシ氏等)は、構造研磨材によって、ワークピースに磨き仕上げを行う方法を教示している。この構造研磨材は、基材に接着されている、複数の精密な形状の研磨材複合材料を備えている。磨き仕上げの間、構造研磨材は振動する。

ピッチが可変なこの歯の使用は、レノックス・コーポレーションによって配布された商業広告に、「レノックス・ハックマスター・V・バリ・トゥース・パワー・ソー・ブレード」というタイトルで記載されている物品のように、バランスのとれた切断作業と素早い作動を行うための、弓のこブレード用切断エッジとして開示されている。この弓のこブレードのデザインは、のこぎりの金属バーのストックや、連結ワークピースとして有用であり、また、孔、スロット、すなわち妨害物と協働させるのに有用であると記載されている。この弓のこブレードのデザインは、複雑な立体作業面を備えた2つの摩擦面の間での摩擦による研磨に適用可能であるとは明記されておらず、また、レノックスの出願は、その手段を開示してはいない。

上記特許、すなわちピエパー氏ほか、にしたがって作られた研磨材製品のあるものは、高いカット比(rate of cut)と相対的に微細な仕上げとの両方をもたらす研磨材製品であるかもしれないが、この研磨材製品が用いられたとき、ある従来技術の研磨材製品によって作用される表面に引っ掻き傷が生じる可能性があることが観察されている。たとえば、多くの研磨材製品は、減少されるべき作用面に対して方向制限を有する。すなわち、ある製品では、すべての方向には使用することができない。事故または無視によって不正確に使用されたならば、すなわち、このような研磨材製品が操作者によって、作用される面に正確にそろえて配置されなければ、これらの研磨材製品は、他のものとの間で、作用面に引っ掻き傷を生じる可能性がある。

したがって、研磨工業は、不都合な引っ掻き傷をより生じにくく、かつ、より広い研磨条件により適合可能である、多用途で高カット比、微細仕上げの研磨材製品を、非常に高く評価するであろうと理解することができる。

発明の開示

本発明は、高カットレートであるが相対的に微細な表面仕上げを与える研磨材製品を提供する。本発明は、複数の正確な形状の研磨材複合材料が配置された主要面を有するシート状構造を有する研磨材製品を提供する。全ての形状が同じというのではない。本発明は、この研磨材製品の製造方法と、その製造方法において役に立つ製造ツールと、この研磨材製品を用いて表面あらさを減少させる方法を提供する。

一つの実施例において、本発明は、その固定位置に複数の3次元研磨材複合材料配置された主要面を有するシート状構造を備える研磨材製品に関する。上記各複合材料は、バインダ中に拡散された研磨材粒子を含み、かつ、実質的に特定の寸法を含む実質的に異なりかつ見分けることのできる境界によって形成される正確な形状を有し、この正確な形状は全てが同じというのではない。

さらなる実施例において、上記研磨材複合材料の実質的に全てが対をなし、各対は2つの

10

20

30

40

50

一致しない研磨材複合材料を含み、一方の研磨材複合材料は隣接する研磨材複合材料の形状とは異なる形状を有する。

また、本発明の他の実施例は、上記研磨材複合材料は、特定の第1形状を有する第1の正確な形状を有する第1研磨材複合材料と、第2の正確な形状と第2の特定の寸法とを有する第2の研磨材複合材料とを含み、上記第1および上記第2の特定の寸法は同じではない研磨材製品に関する。

本発明の研磨材製品のさらなる実施例において、上記第1および第2の研磨材複合材料は、それぞれ、少なくとも4つの平面によって形成される境界を有し、隣接する平面は交わってある長さのエッジを形成し、上記第1の複合材料の少なくとも1つのエッジは上記第2の複合材料の全てのエッジの長さとは異なる長さを有する。さらなる実施例において、
10
上記第1複合材料の少なくとも1つの上記エッジの長さは、上記第2の複合材料のどのエッジの長さに関しても、1:1を除く10:1から1:10までの間で変動する長さを有する。

本発明の研磨材製品の他の実施例において、上記第1および第2研磨材複合材料は、同じではない第1および第2の幾何形状をそれぞれ有する。たとえば、上記第1および第2の幾何形状は、立方体、角柱、円錐、円錐台、円筒、角錐、および角錐台を含むグループから選択されることが可能である。

本発明の研磨材製品の他の実施例において、各研磨材製品は、少なくとも4つの平面によって形成される境界を有し、隣接する平面がエッジで交わって、その間に交差角を形成し、上記第1研磨材複合材料の少なくとも1つの交差角は、上記第2の研磨材複合材料の全ての交差角とは異なる。好ましい実施例において、上記第1研磨材複合材料の隣接する平
20
面の交差は 0° または 90° に等しくない。そのさらなる実施例において、実質的に全ての上記研磨材複合材料は角錐形状を有する。

本発明の他の好ましい実施例において、上記研磨材製品の面は、一つの加工方と対向するサイドエッジとを有し、かくサイドエッジは上記加工方向軸に平行であり、各サイドエッジは、上記面に垂直である第1および第2仮想面内にそれぞれあり、複数の平行で細長い研磨隆起部が上記面において固定位置に配置され、各隆起部は、その横切中心に配置された縦軸を有し、上記第1および第2面と 0° または 90° のどちらでもない角度で交わる仮想線に沿って延在し、上記各研磨隆起部は、上記縦軸に沿って間欠的に間隔を設けられた複数の上記3次元研磨材複合材料を含む。

本発明の研磨材製品のさらなる実施例において、上記複数の平行で細長い研磨材隆起部は
30
第1および第2グループ内に配置され、上記第1および第2グループは上記主要面の上記加工方向にまたは上記加工方向に直角な方向に重ならない位置に配置され、上記第1グループ内の少なくとも1つの研磨隆起部の上記縦軸が、上記第2グループの研磨隆起部の少なくとも1つの縦軸から延在する仮想線と交わる仮想線に沿って延在する。

本発明の研磨材製品のまた別の実施例において、各研磨隆起部は、上記面から間隔を設けられた一つの末端を有し、各末端は上記面とは間隔を設けられかつ平行である第3の仮想面まで延在する。たとえば、一実施例において、上記各研磨材複合材料は、上記面から末端まで約50マイクロメートルから約1020マイクロメートルまでの範囲内の同じ値の高さが計測される。

本発明の研磨材製品の他の好ましい実施例において、研磨材複合材料は、上記主要面に、
40
約100から約10,000個/cm²までの密度で固定される。さらに他の実施例において、上記面の実質的に全ての面積が上記研磨材複合材料によって覆われる。

ここで上記した研磨材製品を製造する方法に関する本発明の他の実施例において、この方法は、

(a) バインダーブレカーサー中に拡散された複数の研磨材粒子を含む研磨材スラリーを準備するステップと、

(b) 前面と後面とを有する基材と、その少なくとも一方の主要面に複数のキャピティを備える製造ツールとを準備するステップであって、各キャピティは特定の形状を含む異なりかつ見分けることができる境界によって形成される正確な形状を有し、この正確なキャピティ形状はすべてが同じということではない、ステップと、
50

(c) 上記研磨材スラリーを上記製造ツールの複数の上記キャビティー内に塗るための手段を準備するステップと、

(d) 上記研磨材スラリーが上記前面を濡らすように上記基材の上記前面を上記製造ツールに接触させるステップと、

(e) 上記バインダープレカーサーを硬化させてバインダーを形成し、該硬化時に上記研磨材スラリーが複数の研磨材複合材料に変形させられるステップと、

(f) 上記硬化の後に上記基材から上記製造ツールを分離し、上記基材に取り付けられた複数の研磨材複合材料を与えるステップであって、各複合材料は、特定の寸法を含む異なりかつ見分けることができる境界によって形成された正確な形状を有し、上記正確な研磨材複合材料形状は全て同じということではないステップとを備える。

10

好ましくは、連続的な方法で6つのステップが実行され、それによって、コーティングされた研磨材製品を製造する有効な方法が提供される。

代わりに、製造ツールのキャビティーが形成された面に塗布された基材を接触させる前に、製造ツールの代わりに基材に研磨材スラリーが塗布されて、同じようにキャビティーに満たされることができる場合にも、この方法が実行されることが可能である。

さらに他の実施例において、ここで開示された研磨材製品は、ワークピースのあらさを減少させる方法に用いられる。この方法は、

(a) ワークピース表面と上記研磨材製品とを摩擦接触させるステップと、

(b) 上記研磨材製品または上記ワークピース表面の少なくとも一方を他方に対して相対移動し、上記ワークピース表面の表面あらさを減少させるステップとを備える。

20

また別の実施例において、本発明は上記した研磨材製品を製造するための製造ツールに関する。このツールは、その主要面に形成された複数のキャビティーを有するシート状構造を備え、各キャビティーは特定の寸法を含む異なりかつ見分けることができる境界によって形成される正確な形状を有し、この正確なキャビティーは全てが同じというのではない。

本発明の他の実施例には、マスターと、上記した製造ツールを形成するために使用されるこの方法の製造物とを作る方法がある。上記マスターは、第1仮想面内に延在する主要面を有し、

(1) 次のサブステップにより、隣接する3次元形状の対向する右と左の平面に対応する角度を決定するステップであって、上記各角度は、その平面と、上記マスター面に対して法線方向に延在しかつ上記面と接触する上記平面のエッジを含む平面との間で計測される一つの値を有し、サブステップは、

30

(i) 0° と 90° との間であって 0° と 90° とを含まない角度をランダムに選択することができる乱数発生手段を用いて、 0° と 90° との間であって 0° と 90° とは含まない角度を選択し、第1の右側の3次元形状の第1の右の平面の第1の右半分の角度を確立するサブステップと、

(ii) 上記乱数発生手段を用いて、 0° と 90° との間であって 0° と 90° とは含まない角度を選択し、上記第1の右側の3次元形状の上記第1の右の平面に対向する第1の左側の3次元形状の第1の平面についての第1の左半分の角度を確立するサブステップと、

(iii) 上記第1仮想面内において直線的に延在する第1方向に沿って、上記第1の左側の3次元形状に隣接して配置された第2の左側の3次元形状の第2の左の平面まで進行し、上記乱数発生手段を用いて、 0° と 90° との間であって 0° と 90° とは含まない角度を選択し、上記第2の左の平面について第2の左の平面の角度を確立するサブステップと、

40

(iv) 上記乱数発生手段を用いて、上記第2の左の平面に対向する第2の右側の3次元形状の第2の右の平面について 0° と 90° との間であって 0° と 90° とを含まない一つの値を選択するサブステップと、

(v) 上記第1方向に沿って、上記第2の右側の3次元形状に隣接して配置された第3の右側の3次元形状まで進行するサブステップと、

(vi) 少なくとも1回、上記(i)、(ii)、(iii)、(iv)および(v)のサブステップをその順に繰り返すサブステップとからなる、ステップと、

50

(2) 上記第1仮想面内において直線的に延在する第2方向の隣接する2列に配置される隣接する3次元形状の左および右の平面について上記角度が決定される点を除きステップ(1)を繰り返すステップであって、上記第1および第2方向は交わる、ステップと、
(3) 上記マスターの上記面のある幅について、カッティング手段によってによって削られることが必要とされる溝の位置を決定する手段を用い、ステップ(1)および(2)によって計算された上記角度を有する複数の正確な3次元形状を形成する一連の交差する溝を形成するステップと、

(4) カッティング手段を準備し、ステップ(1)および(2)によって計算された上記角度とステップ(3)によって決定された上記溝位置とにしたがって上記マスターの上記面に溝を削り、上記面から突出する複数の正確な3次元形状を形成する一連の交差する溝を形成するステップであって、上記各正確な形状は特定の寸法を含む別個の見分けることができる境界によって形成され、上記3次元形状は全てが同じというのではない、ステップとを備えある。そして、このマスターを用いて、上記した製造ツールを形成することができる。たとえば、上記マスター面に溶融状態のポリマーを塗り、ポリマーを硬化させ、上記マスターの突出に反転対応する形状を有するキャビティを含む面を有する製造ツールを取り外すことによって、形成する。

好ましくは、本発明のこの観点において、マスター面に形成された突出部の右と左との半分の角度は、それぞれ、 8° と 45° との間の値を有し、上記3次元形状は角錐を含む。本発明の他の特徴、利点、構成は、以下の図面の説明と本発明の好ましい実施例とから、より一層理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明の研磨材製品の一実施例の端面断面図である。

図2は、本発明の研磨材製品の他の実施例の端面断面図である。

図3は、本発明により研磨材製品を作る装置を示す側面略図である。

図4は、本発明により研磨材製品を作る他の装置を示す側面略図である。

図5は、種々の寸法を有する高さ355マイクロメートルの角錐形状の複合材料を有する本発明の研磨材製品の上面を45倍で撮影した走査電子顕微鏡(SEM)写真である。

図6は、種々の寸法を有する深さ約355ミクロンの角錐形状のキャビティを有する本発明のポリプロピレンの研磨材製品の上面を25倍で撮影したSEM写真である。

図7は、本発明の製造ツールの平面略図である。

図8は、全ての研磨材複合材料について角錐形状を有する本発明の研磨材製品の構造的特徴の平面略図である。隣接する形状は、同じ高さであるが、サイド角が異なる。

詳細な説明

本発明の研磨材製品は、高カット比(cut rate)を示す一方、研磨されるワークピースに相対的に平らな微細表面を与えるとともに、ワークピースに容易には傷をつけない。このとき理論と結び付けて説明されていないが、完全なピッチを有する研磨材複合材料、すなわち、寸法が全て同じである一つの配列の複合材料は、共振を発生させ、それによって、作用している研磨材製品の表面が共振状態となり、チャターマーク(chatter marks)として知られている仕上げ面あらさの問題を引き起こすとされている。本発明においては、隣接する正確な形状の研磨材複合材料間の寸法の変化がこのような共振を途絶えさせ、および/または、大きくなるのを防ぎ、したがって、チャター発生を減らすとともに、高カット比、微細仕上げを達成し、さらには、かき傷を減少すると考えられる。

本発明のために、研磨材複合材料を説明するためにここで用いられてる“正確な形状の”などの表現は、研磨粒子と硬化性バインダーとの流動性混合物の硬化性バインダーを、この混合物が基材に支えられるとともに製造ツールの表面のキャビティを満たす間に硬化させることによって形成された形状を研磨材複合材料が有することに対して用いている。したがって、このような“正確な形状の”の研磨材複合材料は、キャビティの形状と同じ正確な形状を有する。さらに、正確な形状の研磨材複合材料は、相対的に滑らかな面である側面によって形成される。この側面は境界を接し、良好に形成された鋭いエッジによって結合されている。エッジは、少なくとも1つの上記研磨材複合材料が隣接する1または2

10

20

30

40

50

以上の研磨材複合材料の寸法と異なる少なくとも1つの寸法を有するという条件付きで、種々の側面と交わることによって形成された別個の終点を有する別個のエッジ長さを有する。

本発明のために、研磨材複合材料を定義するためにここで用いられる“境界”という用語は、各研磨材複合材料の実際の3次元形状の範囲を定めかつ3次元形状を形成する各研磨材複合材料の露出された表面およびエッジを意味する。これらの別個の見分けることができる境界は、本発明の研磨材製品の断面が走査電子顕微鏡のような顕微鏡で試験されると、容易に見ることができ、かつ明瞭である。各研磨材複合材料の別個の見分けることができる境界は、本発明の正確な形状の断面外形と区切り線とを形成する。これらの境界は、研磨材複合材料がそのベースの境界に沿って互いに接するとき、一つの研磨材複合材料を他の研磨材複合材料と分離して区別する。比べると、正確な形状を有していない研磨材複合材料において、たとえば、研磨材複合材料がその硬化を完了する前にゆがんだ場合には、境界とエッジとは明確でない。

本発明のために、研磨材製品の形成に関して用いられる“寸法”という用語は、研磨材複合材料に関する形状の側面（ベースを含む）のエッジ長さのような空間的範囲の大きさを意味し、また、代わりに、“寸法”は基材から延在する側面の傾き角の大きさを意味することも可能である。したがって、本発明のために、2つの異なる研磨材複合材料について“異なる”“寸法”とは、第1研磨材複合材料の形状の2つの平らな面が交わるエッジで形成されるエッジ長さまたは交差角度であって、配列内の第2の研磨材複合材料の形状を形成する交線のエッジ長さまたは角度のいずれとも重複しない値を意味する。

本発明のために、“幾何形状”という用語は、たとえば、立方体、角錐、角柱、円錐、円筒、角錐台、円錐台などの基本的カテゴリーの3次元の普通の幾何形状を意味する。

本発明のために、ここで用いられている“隣接する複合材料”などの用語は、その間の最短直線に配置された介在する研磨材複合材料構造がない少なくとも2つの隣り合う複合材料を意味する。

説明のために図1を参照すると、研磨材複合材料10の側面は1対の対向するサイドエッジ19（一方のみ示す）を有する基材11を示し、加工方向軸（図示せず）はこの説明のために上記サイドエッジ19の方向と平行に延在するであろうし、基材の少なくとも上面16に固定された複数の研磨材複合材料12を示している。研磨材複合材料12は、バインダー14内に拡散された複数の研磨粒子13を有する。各研磨材複合材料は、見分けがつく正確な形状を有する。好ましくは、研磨粒子は、塗布された研磨粒子が使用される前には、その形状の平らな表面を越えて突出しない。塗布された研磨粒子は表面を摩滅させるために使用されているときに、研磨材複合材料が崩れ落ちて、未使用の粒子が見えるようにする。

本発明の1つの観点において、つまり、研磨材複合材料が一定ピッチで（隣接する研磨材複合材料のセンターから一定のピーク間距離で）間隔を設けて離れている場合、“隣接する複合材料”は、それとは異なる寸法を有する、一つの最も近い隣接する複合材料、または該研磨材複合材料から等距離離れた複数の最も近い隣接する複合材料を含むであろう。しかし、本発明の他の観点において、研磨材複合材料がばらばらのピッチで離れているならば、その場合には、“隣接する複合材料”は、該研磨材複合材料から離れ最も近い複合材料とは必ずしも限らない研磨材複合材料を含むことが可能であり、その間の最短直線上に介在する研磨材複合材料が配置されない限り、それとは異なる寸法を有する。

基材

基材は、その上に研磨材複合材料を支持するための面を与えるために、本発明において従来のように用いられることが可能である。このような基材は、表面と裏面とを有し、任意の従来 of 研磨基材とすることが可能である。この例には、高分子フィルム、下塗りされた高分子フィルム、布、紙、バルカンファイバー、不織布、それらの組み合わせを含む。基材は、選択随意であるが、譲り受け人の同時係属中の米国特許出願第07/811,547号（スタウト氏ほか、1991年12月20日出願）のような熱硬化性強化プラスチック基材としてもよく、また、譲り受け人の同時係属中の米国特許出願第07/919,541号（ベネディクト氏ほか、1991年12月20日出願）のようなエンドレスベルトとしてもよい。あるいは、基材は、基材

10

20

30

40

50

をシールするために、および/または、基材のある物理特性を変えるために、処理剤を含んでもよい。これらの処理剤は、従来技術として公知である。

また、基材は、その裏面に取り付け部材を有し、出来上がった塗布された研磨材製品をサポートパッドやバックアップパッドに固定するようにしてもよい。この取り付け部材は、感圧接着剤や、フックアンドループアタッチメント用のループ繊維とすることができる。代わりに、米国特許第5,201,101号公報（ルーザ氏ほか）に開示されたようなかみ合いアタッチメントシステムとしてもよい。

また、研磨材複合材料の裏面は、すべり止めまたは摩擦コーティングを含んでもよい。このようなコーティングの例は、研磨材中に拡散された無機粒子（たとえば、炭酸カルシウムや石英）を含む複合材料を含む。また、カーボンブラックやバナジウムオキシドのよう

10

研磨材複合材料

a. 研磨粒子

研磨材粒子は、一般的には約0.1~1500マイクロメートルの範囲の粒子寸法を有するが、通常は約0.1~400マイクロメートルの間であり、0.1~100マイクロメートルの間が好ましく、0.1~50マイクロメートルの間であればより好ましい。研磨材が有するモース硬度は、少なくとも約8以上で、9以上であればより好ましい。上記のような研磨材の例としては、溶融酸化アルミニウム（褐色酸化アルミニウム、熱処理酸化アルミニウム、白色酸化アルミニウムなどを含む）、セラミック酸化アルミニウム、緑色炭化珪素、炭化珪素、ク

20

ロミア、アルミナジルコニア、ダイヤモンド、酸化鉄、セリア、立方晶窒化ホウ素、炭化珪素、ざくろ石、及びこれらの組合せがある。研磨材粒子という用語は、単体の研磨材粒子が一体に接着されて、研磨材凝集物を形成することをも包含している。本発明に好適な研磨材凝集物が、米国特許第4,311,489号明細書（クレスナー）、同第4,652,275号明細書（ブローシャー等）、及び、同第4,799,939号明細書（ブローシャー等）に詳述されている。

本発明の範囲には、研磨材粒子に表面コーティングを施すことも含まれている。上記表面コーティングに多数の異なる機能を持たせてもよい。表面コーティングには、バインダへの接着力を増大させ、研磨材の研磨特性を変化させるものもある。表面コーティングの例としては、カップリング剤、ハロゲン化塩、シリカを含む金属酸化物、耐火性金属窒化物

30

、耐火性金属炭化物などがある。この研磨材複合材料には、稀釈粒子も含まれている。該稀釈粒子の寸法は、研磨材粒子と同程度の大きさとするともよい。このような稀釈粒子の例としては、石膏、大理石、石灰岩、フリント、シリカ、ガラス気泡、ガラスビーズ、珪酸アルミニウムなどがある。

b. バインダ

研磨材粒子は、有機バインダ内に分散され、研磨材複合材料を形成する。この有機バインダは熱可塑性バインダであり、好ましくは熱硬化性バインダである。上記バインダは、バインダプレカーサーより形成される。熱硬化性バインダプレカーサーは、研磨材粒子を製造する間、重合及び硬化工程の開始を促進するエネルギー源に露出される。上記エネルギー源の例としては、熱エネルギーと、電子ビーム、紫外線、可視光などを含む輻射エネルギーがある。重合工程の後、バインダプレカーサーは固化バインダへと変換される。熱可塑性バインダプレカーサーの代わりに、研磨材粒子を製造する間に、熱可塑性バインダプレカーサーを、バインダプレカーサーが凝固する程度の温度まで冷却してもよい。このよう

40

なバインダプレカーサーの固化によって、研磨材複合材料が形成される。また、研磨材複合材料に含まれているバインダによって、研磨材複合材料は、概ね、バックキングの前面に接着される。しかし、バックキングの前面と研磨材複合材料との間に、さらなる接着材層が備えられていることもある。

熱硬化性樹脂は、主に、縮合硬化性樹脂と、付加重合樹脂の2つに分類される。付加重合樹脂は、輻射エネルギーに露出されることによって、容易に硬化されるため、バインダプレカーサーとして好ましいのは付加重合樹脂である。付加重合樹脂は、カチオン機構や遊

50

離基機構によって、重合されることが可能である。使用されるエネルギー源、及び、バインダプレカーサーの化学的特性によっては、硬化剤、開始材、あるいは触媒を、重合の開始を促進するものにするるとよい。

一般的なバインダプレカーサーの例としては、フェノール樹脂、ユリアホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、アクリレートウレタン樹脂、アクリレートエポキシ樹脂、エチレン性不飽和化合物、ペンダント不飽和カルボニル基を有するアミノプラスチック誘導体、少なくとも1つのペンダントアクリレート基を有するイソシアネート誘導体、少なくとも1つのペンダントアクリレート基を有するイソシアヌレート誘導体、ビニルエーテル、エポキシ樹脂、及び、これらの混合物や組合せなどがあげられる。アクリレートという用語は、アクリレートとメタクリレートとを包含している。

10

研磨材粒子バインダは、フェノール樹脂が広く用いられているが、これは、その熱的性質、有効性、及び費用のためである。フェノール樹脂には、レゾールとノボラックの2つのタイプがある。レゾールフェノール樹脂は、ホルムアルデヒドの対フェノールモル比が1対1以上であるかあるいは等しく、通常、1.5:1.0から3.0:1.0である。ノボラック樹脂は、ホルムアルデヒドの対フェノールモル比が1対1未満である。市販されているフェノール樹脂の例としては、オキシデンタル・ケミカルズ・コーポレーションの「ドゥレズ」及び「パーカム」という商標で公知のもの、モンサントの「レジノックス」という商標で公知のもの、アッシュランド・ケミカル・カンパニーの「エアロフェーン」という商標で公知のもの、及び、アッシュランド・ケミカル・カンパニーの「エアロトップ」という商標で公知のものなどがある。

20

アクリレートウレタン樹脂はヒドロキシ末端NCO伸長ポリエステル類またはポリエーテル類のジアクリレートエステルである。市販されているアクリレートウレタン樹脂の例としては、モートン・チオコル・ケミカルより市販されているUVITHANE 782、ラドキュア・スペシャリティーズより市販されているCMD 6600、CMD 8400、及びCMD 8805などがあげられる。

アクリレートエポキシ樹脂は、ビスフェノールAエポキシ樹脂などのエポキシ樹脂のジアクリレートエステルである。市販されているアクリレートエポキシ樹脂の例としては、レドキュア・スペシャリティーズより市販されているCMD 3500、CMD 3600、及びCMD 3700などがある。

エチレン性不飽和樹脂には、炭素、水素、及び酸素、そして要すれば、窒素やハロゲンの原子を含有する、モノマー化合物及びポリマー化合物の両方がある。酸素又は窒素の一方、あるいはその両方の原子が、エーテル、エステル、ウレタン、アミド、及びユリア基中に存在する。エチレン性不飽和化合物の分子量は、好ましくは4,000未満であり、脂肪族モノヒドロキシル基又は脂肪族ポリヒドロキシル基を有する化合物と不飽和カルボン酸との反応から得られるエステルが好ましい。上記不飽和カルボン酸としては、アクリル酸、メタクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、イソクロトン酸、マレイン酸などがあげられる。アクリレート樹脂の代表例としては、メタクリル酸メチル、エチルメタクリレートスチレン、ジビニルベンゼン、ビニルトルエン、エチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールメタクリレート、ヘキサンジオールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、グリセロールトリアクリレート、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メタクリレート、ペンタエリトリールテトラアクリレート、ペンタエリトリールテトラアクリレートなどがあげられる。他のエチレン性不飽和樹脂としては、カルボン酸の、モノアシル、ポリアシル、あるいはポリメタリルの、エステルやアミド、例えばフタル酸ジアシル、アジピン酸ジアシル、及び、N,N-ジアシルアジパミドなどがある。さらに、他の窒素含有化合物には、トリス(2-アクリロイルオキシエチル)イソシアヌレート、1,3,5-トリ(2-メチアクリルオキシエチル)-S-トリアジン、アクリルアミド、メチルアクリルアミド、N-メチルアクリルアミド、N,N-ジメチルアクリルアミド、N-ビニルピロリドンおよびN-ビニルピペリドンを含む。

30

40

アミノプラスチック樹脂は、1分子又はオリゴマーにつき、ペンダントアルファ、ベータ-不

50

飽和カルボニル基を少なくとも1つ備えている。これらの不飽和カルボニル基は、アクリレートや、メタクリレート、あるいは、アクリルアミドのタイプの基であってよい。そのような材料の例には、N-ヒドロキシメチルアクリルアミド、N,N-オキシメチレン-ビスアクリルアミド、オルソおよびパラ-アクリルアミドメチル化フェノール、アクリルアミドメチル化ノボラックおよびそれらの組合せを含む。上記材料の例は、更に米国特許第4,903,440号明細書(ラーソン氏等)と、米国特許第5,236,472号明細書(カーク氏等)に詳述されている。

さらに、少なくとも1つのペンダントアクリレート基を有するイソシアヌレート誘導体と、少なくとも1つのペンダントアクリレート基を有するイソシアネート誘導体とが、米国特許第4,652,274号明細書(ポッチャー氏等)に記載されている。好ましいイソシアヌレート材料は、トリス(ヒドロキシエチル)イソシアヌレートのトリアクリレートである。エポキシ樹脂は、オキシランを有しており、開環により重合が行なわれている。このようなエポキシ樹脂は、モノマーエポキシ樹脂と、オリゴマーエポキシ樹脂とが挙げられる。好ましいエポキシ樹脂の例としては、2,2-ビス[4-(2,3-エポキシプロポキシ)-フェニルプロパン](ビスフェノールAノジグリシジルエーテル)や、シェル・ケミカル・カンパニーより「EPON828」、「EPON1004」、及び「EPON1001F」という商標で市販されているものや、ダウ・ケミカル・コーポレーションより「DER-331」、「[DER-332]」、及び「[DER-334]」という商標で市販されているものなどがあげられる。その他の適当なエポキシ樹脂としては、フェノールホルムアルデヒドノボラックのグリシジルエーテル(例えば、ダウ・ケミカル・カンパニーより市販されている、「DEN-431」、「DEN-428」)があげられる。

本発明のエポキシ樹脂は、適切なカチオン硬化剤を有するカチオン機構によって重合することが可能である。カチオン硬化剤によって、酸源が発生して、エポキシ樹脂の重合が開始する。このカチオン硬化剤は、オニウムカチオンを有する塩と、金属あるいは非金属の複合アニオンを備えたハロゲンとを有している。有機金属複合カチオンを有する塩と、金属あるいは非金属の複合アニオンを備えたハロゲンとを有しているカチオン硬化剤が、米国特許第4,751,138号明細書(ターメイ氏等)(第6段、65行目~第9段、45行目)に詳述されている。有機金属塩及びオニウム塩のまた別の例が、米国特許第4,985,340号明細書(パラゾット氏)(第4段、65行目~第14段、50行目)、ヨーロッパ特許出願第306,161号明細書及び同第306,162号に開示されている。また別のカチオン硬化剤には、ヨーロッパ特許出願第109,851号明細書に記載されている、過ヨウ素酸基IVB、VB、VIB、VII B、VII Bの元素から選択した金属よりなる有機金属複合物のイオン塩が備えられている。遊離基硬化樹脂については、研磨剤スラリーがさらに遊離基硬化剤を備えているのが好ましい場合もある。しかし、電子ビームがエネルギー源である場合、電子ビーム自体が遊離基を発生させるため、硬化剤は必ずしも必要ではない。

フリーラジカル熱開始剤の例としては、過酸化物、例えば過酸化ベンゾイル、アゾ化合物、ベンゾフェノン、キノンがある。エネルギー源が紫外線又は可視光のいずれかである場合には、硬化剤は光開始剤と呼ばれることもある。開始剤が紫外線に露出される場合に遊離基ソースを発生させる開始剤の例としては、有機過酸化物、アゾ化合物、キノン類、ベンゾフェノン類、ニトロゾ化合物、ハロゲン化アクリル類、ヒドロゾン類、メルカプト化合物、ピリリウム化合物、トリアクリルイミダゾール類、ビスイミダゾール類、クロロアルキトリアジン類、ベンゾインエーテル類、ベンジルケタール類、テオキサントン類、アセトフェノン誘導体、及びこれらの混合物から成る群から選択されるものがあるがこれらに限定されない。可視放射線に露出されると遊離基源を発生させる開始剤の例は、発明の名称が三級フォトイニシエータシステムを有する被覆研磨剤バインダである、米国特許第4,735,632号明細書(オックスマン氏等)に開示されている。可視光と共に用いるのに好ましい開始剤は、チバ・ガイギー・コーポレーション(Ciba Geigy Corp.)より市販されている「イルガキュア(Irgacure)369」である。

研磨剤粒子とバインダとの重量比は、研磨剤粒子が5~95%に対して、バインダが5~95%の範囲であって、より一般的には、研磨剤粒子が50%~90%に対して、バインダが10~

10

20

30

40

50

50%の範囲にされる。

c. 付加物

また、研磨スラリーは、フィラー（研磨助剤を含む）、ファイバー、滑剤、湿潤剤、テキソトローブ材、界面活性剤、顔料、染料、帯電防止剤、カップリング剤、可塑剤、沈澱防止剤などの任意の添加剤を含んでもよい。このような材料の量は、所望の特性を持つように選択する。これらの材料の使用は、研磨剤の複合材料の侵食性に影響を与える。いくつかの例では、研磨剤複合材料にさらなる侵食性をもたすために付加物が加えられているため、鈍くなった研磨剤粒子は排除され、新しい研磨剤粒子が露出させられる。

本発明に有効なフィラーの例としては、金属炭化物（炭酸カルシウムなど〔白墨、方解石、泥灰岩、トラバーチン、大理石、石灰岩など〕）、炭酸マグネシウムカルシウム、炭酸ナトリウム、炭酸マグネシウム、シリカ〔水晶、ガラスビーズ、ガラス気泡、ガラスファイバーなど〕、シリケート〔タルク、クレイ、モンモリロン石、長石、雲母、ケイ酸カルシウム、メタケイ酸カルシウム、アルミノケイ酸ナトリウム、ケイ酸ナトリウムなど〕、硫酸化金属〔硫酸カルシウム、硫酸バリウム、硫酸ナトリウム、硫酸アルミニウムナトリウム、硫酸アルミニウムなど〕、石膏、ひる石、木粉、アルミニウム三水和物、カーボンブラック、硫酸化金属〔酸化カルシウムや石灰、酸化アルミニウム〕、及び、亜硫酸化金属〔亜硫酸カルシウム〕などがある。

フィラーという用語は、研磨剤産業において研削助剤として公知の材料を包含している。研削助剤は微粒子材として形成され、それを加えることによって、化学的及び物理的な研磨の工程に著しい影響が与えられ、性能は向上する。研削助剤の化合物の例としては、ワックス、ハロゲン化有機化合物、ハロゲン化塩及び金属、また、これらのアロイがある。ハロゲン化有機化合物は、通常、研磨の間に分解されて、ハロゲン酸、あるいは、気体ハロゲン化合物を解放する。このような材料の例としては、塩素化ワックス様のテトラクロロナフタレンやペンタクロロナフタレン、及び、ポリ塩化ビニルがある。ハロゲン化塩の例としては、塩化ナトリウム、カリウムクリオライト、ナトリウムクリオライト、アンモニウムクリオライト、テトラフルオロホウ酸カリウム、テトラフルオロホウ酸ナトリウム、フッ化ケイ素、塩化カリウム、塩化マグネシウムなどがある。金属の例としては、錫、鉛、ビスマス、コバルト、アンチモン、カドミウム、鉄、チタンなどがある。その他の研削助剤としては、硫黄、有機硫黄化合物、黒鉛、金属硫化物がある。

帯電防止剤の例としては、黒鉛、カーボンブラック、酸化バナジウム、保湿剤などがある。上記したような帯電防止剤が、米国特許第5,061,294号明細書（ハーマー氏等）、同第5,137,542号明細書（ブキャナン氏等）、及び同第5,203,884号明細書（ブキャナン氏等）に開示されている。

カップリング剤は、バインダプレカーサーと研磨剤粒子との間に会合ブリッジを形成する。カップリング剤の例としては、シラン、チタネート、ジルコアルミネートがある。研磨剤スラリーのいずれかの箇所に、0.01～0.03重量パーセントのカップリング剤を備えるとよい。

沈澱防止剤の例としては、「OX-50」という商標で、デグッサ・コーポレーションより市販されている、150平方メートル/グラム未満の表面領域を有する非晶シリカ粒子がある。

研磨材複合材料の形状

各研磨材複合材料は、それに関する正確な形状を有する。正確な形状は、別個の見分けることができる境界によって範囲が定められる。これらの用語の定義は、前述している。これらの別個の見分けることができる境界は、本発明の研磨材複合材料の断面が、走査電子顕微鏡のような顕微鏡で試験されるとき、図5に示すように、容易に見ることができ、明瞭である。各顕微鏡複合材料の別個の見分けることができる境界は、本発明の正確な形状の外形または区切り線を形成する。これらの境界は、研磨材複合材料がそれらのベースで一つの共通境界に沿って互いに接するときでさえ、一つの研磨材複合材料を他のものと分離して区別する。

比較すると、正確な形状を有しない研磨材複合材料では、たとえば、研磨材複合材料が硬

10

20

30

40

50

化完了前にゆがんだ場合には、境界とエッジとは、明確でない。したがって、研磨材複合材料を説明するときここで用いられている“正確な形状の”という表現も、研磨粒子と硬化性バインダーとの流動性混合物の硬化性バインダーを、混合物が基材に支持されかつ製造ツールの表面のキャビティーに満たされている間に硬化させることによって形成された形状を有する研磨材複合材料を意味する。つまり、このような正確な形状の研磨材複合材料は、キャビティーと正確に同じ形状を有するであろう。製造ツールのこれらのキャビティーは、図6に示されている。

複数のこのような複合材料は、製造ツールによって現されるパターンと反対のパターンで基材の表面から外側に突出する3次元形状を与える。各複合材料は、良好に形成された境界すなわち境界面によって形成され、境界のベース部は、正確な形状の複合材料が接着される基材との接触面である。境界の残りの部分は、その中で複合材料が硬化される製造ツールの表面のキャビティーとは反対形状に形成される。複合材料の外表面全体は、その形成中に、基材またはキャビティーのどちらかによって制限される。正確な形状の複合材料を形成する適切な方法と技術とは、米国特許第5,152,917号公報(パイパー氏ほか)に開示されている。

しかし、研磨材複合材料の配列において、他のもの間に、異なる寸法形状を与える限りにおいて、本発明は米国特許第5,152,197号公報(パイパー氏ほか)からはずれる。この条件は、任意の従来のアプローチによって、たとえば、一つの研磨材複合材料について複合材料の配列の一部または全部において隣接する複合材料の形状の間に、後述する定義のように、少なくとも一つの寸法の相異を任意に割り当てることによって、確立されることが可能である。一つの配列の溝が、たとえばダイヤモンドターニグマシンによって、マスターツールの表面に形成されることが可能である。このマスターツールから一つの配列のキャビティー形状を有する製造ツールが製造される。このキャビティー形状は、ひっくり返すと、上述の研磨材スラリーを受け入れてモールドすることができ、予め決められた配列の研磨材複合材料の形状を反転した形状である。代わりに、ここで説明するように、研磨材複合材料の種々の寸法形状の所望のパターンのコピーが、たとえば、アルミニウム、銅、青銅のいわゆるメタルマスター、または、アクリルプラスチックのようなプラスチックマスターの表面に形成されることが可能である。どちらのマスターも、研磨材複合材料の所望の予め決定された形状に対応する上向き部分を残すために、ダイヤモンドターニグによる溝として、溝が刻まれた後にニッケルメッキされることが可能である。そして、柔軟なプラスチック製造ツールは、米国特許第5,152,917号公報(パイパー氏ほか)に説明された方法によって、一般に、マスターから形成されることが可能である。その結果、プラスチック製造ツールは、それとともに形成されるために研磨材複合材料の反転形状を有する刻み目を含む面を有する。代わりに、メタルマスターは、金属表面に所望の形状を残すためにダイヤモンドターニグによって溝を製造されることが可能である。アルミニウムや銅や青銅は、ダイヤモンドターニグになじみやすい金属面である。そして、溝が形成された面にニッケルめっきされて、メタルマスターとなる。種々の寸法の研磨材複合材料を作るための典型的な技術は、以下に、さらに詳しく説明する。

研磨材複合材料それ自体の構造に関しては、説明のために図1を参照すると、研磨材複合材料12は境界15を有する。形状に関係する単数または複数の境界は、他の研磨材複合材料からある程度まで物理的に分離されている一つの研磨材複合材料となる。個々の研磨材複合材料を形成するために、研磨材複合材料の形状を形成する境界の一部分は、互いに分離されていなければならない。図1において注意すべきことは、ベースすなわち基材に最も接近している研磨材複合材料の一部分が隣接する研磨材複合材料と接することができる点である。図2を参照すると、本発明の研磨材複合材料20は基材21を備え、この基材21は、基材に接着された複数の研磨材複合材料22を有する。この研磨材複合材料は、バインダー24中に拡散された複数の研磨粒子23を有する。本発明の観点において、隣接する研磨材複合材料の間に開口空間25がある。基材に接着された研磨材複合材料の組み合わせを有し、隣接する研磨材複合材料のいくつかは接する一方、隣接する研磨材複合材料の他のものはその間に開口空間を有することも、本発明の範囲内である。

10

20

30

40

50

ある場合には、たとえば、角錐状で非円筒状形状では、その形状の側面を形成する境界も平面である。複数の平面を有するこのような形状については、少なくとも4つの面がある(3つの側面と1つの底面すなわちベースを含む)。ある形状に対する面の数は、所望の幾何形状に基づいて、変えることが可能であり、たとえば、面の数は、4から20までの範囲とすることが可能である。一般に、4から10の間の面があり、好ましくは、4から6の面である。これらの面は交わって所望の形状と角度を形成し、その角度で交わるこれらの面がその形状寸法を決定する。図1を参照すると、研磨材複合材料12は、平面の境界15を有する。側面15aおよび15bは角度で交わり、断面15cは見ている人に対面しかつ紙面と同じ面である。

本発明の要となる点は、配列において、少なくとも1つの研磨材複合材料が他の研磨材複合材料とは異なる寸法を有することである。好ましくは、異なる寸法は、少なくとも1対の隣接する複合材料間で確立され、より好ましくは、研磨材料の表面に与えられた隣接するすべての各対について確立される。隣接する複合材料の“すべての対”という用語は、隣接する複合材料と対にされる研磨材料の面についてすべての複合材料の任意の考慮を包み込む。一般に、隣接する複合材料の対の少なくとも10%が、好ましくは少なくとも30%が、より好ましくは少なくとも50%が、それらの間で異なる寸法を有する。最も好ましくは、研磨材複合材料の実質的に100%が、互いに対にされる隣接する研磨材複合材料とは異なる寸法を有する。研磨材複合材料間で、すなわち、複合材料の隣接する対の間で異なる寸法となるというこの条件の結果、研磨されるすなわち磨かれるワークピースに相対的により微細な仕上げ面を与える研磨材料となる。隣接する研磨材複合材料の寸法が異なるので、正確な寸法の研磨材複合材料によって引っ掻き溝がワークピース表面に与えられる傾向が少なくなる。一般に、10%より少ない研磨材複合材料の対が異なる寸法を有する隣接複合材料を有するならば、引っ掻きを減少する一方高カット比と微細仕上げを達成するという本発明の効果は、満足できる程度には実現されないかもしれない。一般に、異なる寸法を有する隣接する研磨材複合材料の対の数は、引っ掻きを最小化するまたは減少するために選択される。全体の研磨材複合材料に対するこのような対の数の割合は、ワークピースのタイプ、研磨時の干渉圧力、研磨材製品回転速度、その他の一般的な研磨条件のようなくつかの要因に依存するであろう。

表面に現れる同じ形状の研磨材複合材料のいくつかを、すべてではないが、有することは、本発明の範囲内に含まれる。しかし、同じ形状を有する研磨材複合材料は、存在するならば、好ましくは、本発明の利点を十分に実現するために、互いに直接隣接しないように配置されるべきである。この場合、研磨材中の2つの研磨材複合材料は同じ寸法によって形成された形状を有してよいが、好ましくは、この2つの研磨材複合材料は、そのどちらとも寸法が異なる少なくとも1つの介在する研磨材複合材料によって、複合材料の配列中において互いに離されるべきである。

他の研磨材複合材料と異なる少なくとも1つの研磨材複合材料については、少なくとも1つの寸法が異ならなければならない。しかし、それらの間に2または3以上の寸法が異なることも、本発明の範囲に含まれる。これらの寸法は、種々の方法で、たとえば、複合材料の形状の2つの平面の交差部におけるエッジの長さを異なるようにすることによって、複合材料の2つの隣接する平面のエッジが交わるところで形成される角度を異なるようにすることによって、または、異なるタイプの幾何形状を与えて研磨材料がエッジ長さや角度とのいずれかまたは両方を異なるようにすることによって、異なるようにされることが可能である。

エッジ長さを異ならせて、本発明のために異なる寸法を与えるならば、一実施例では、幾何形状としてそれぞれ角錐形状を有しかつ高さが25~1020ミクロンの間で共通する複合材料、特に隣接する複合材料におけるエッジの長さすなわち寸法は、一般的に少なくとも約1から約500ミクロンまで、より好ましくは5~200ミクロンの間で異なることが可能である。一実施例において、配列中の第1複合材料の少なくとも1つのエッジの長さは、第2の複合材料の任意のエッジの長さに関して、好ましくは2つの隣接する複合材料の間で、10:1から1:10の間の割合であり、1:1を含まない。

10

20

30

40

50

より一般的には、本発明の研磨材複合材料の形状は、任意の従来形状とすることが可能であるが、好ましくは、3次元の普通の幾何形状である。たとえば、立方体、角柱（たとえば、3角柱、4角柱、5角柱など）、円錐、円錐台（上面が平ら）、円筒、角錐、角錐台（上面が平ら）などである。隣接する研磨材複合材料の幾何形状は、それらの間に必須の寸法の相異を与えるために、異なることが可能であり、たとえば角柱の次に角錐とすることができる。本発明の一実施例において、研磨材複合材料の形状を、たとえば角錐とし、全てが、約50ミクロンから約1020ミクロンまでの範囲内で、基材から計測されたトータル高さが同じであるように形成される。

好ましい幾何形状は角錐であり、この角錐は、4または5の側面（ベースを含めて）の角錐である。1つの好ましい実施例において、全ての複合材料の形状は角錐である。より好ましくは、寸法の相違は、隣接する角錐において側面が基材となす角度を変えることによって、隣接する角錐形状の複合材料間で達成される。たとえば、図1に示すように、隣接する角錐形状の複合材料の側面によって形成される角度 θ および ϕ は、互いに異なる角度であり、それぞれ、0度と90度との間（すなわち、0度と90度とは含まれない）の値を有する。好ましくは、角錐形状の複合材料の側面と、それぞれの側面と基材との交線に対して法線方向に延在する仮想面17（図1参照）との間に形成される角度 θ および ϕ は、8度より大きくされるべきであるが、45度より小さい角度とすべきである。実際上の観点から、8度より小さい角度では、製造ツールから硬化された複合材料を解放することが、非常に困難となるであろう。反対に、45度より大きい角度では、隣接する研磨材複合材料の間の空間が過度に拡大されて、不十分な研磨面が基材面上に形成される。

また、好ましくは、角度 θ および ϕ の選択は、それぞれが0度と90度との間の値を有し、少なくとも差は1度より大きくなるようにし、より好ましくは、差は少なくとも約5度より大きい。

また、好ましくは、研磨材複合材料を角錐形状に形成し、各角錐の2つの側面は各角錐の頂点で接して、角錐の断面において材料に含まれる角度 α （図1参照）を形成し、角度 α は25度以上90度以下の値を有する。25度より小さい角度では、実際の限度となるであろう。なぜなら、研磨材複合材料について、スラリーおよび製造ツールを用いる方法では25度より小さい鋭いピークすなわち頂点形状を形成することが難しくなる可能性があるからである。本発明の利点をより十分に実現するためには、材料に含まれる角度 α についてのこの条件は、隣接する複合材料間の交わる角度 θ および ϕ は上記したように0度と90度との間で異なる値をランダムに選択して与えるという上記した条件とともに用いられるべきである。

さらに、任意の個々の研磨材複合材料において、種々の側面が基材となす角度は、必ずしも、一つの複合材料について同じでなければならないということはない。たとえば、4面からなる角錐（1つのベースと3つの周面）の場合、第1、第2、第3周面のいずれかが基材となす角度は、互いに異なることが可能である。当然、互いに交わる側面の角度も、側面と基材との間に形成される角度が異なるように、異なるであろう。

また、角度 θ および ϕ （図1参照）のように隣接する研磨材複合材料の間の側面角度を変えることによって隣接する研磨材複合材料の間の寸法の相違を達成する本発明の実施例において、好ましくは、隣接する複合材料間の各 θ および ϕ について選択された各値が、研磨材複合材料の配列中で繰り返されずかつ一定でない。それによって、ワークピースと研磨材との間に共振が発生しないことを、さらに一層確実にすると考えられる。したがって、より好ましくは、研磨材複合材料の幅方向または長さ方向のいずれかに沿って一对の隣接する複合材料からすぐ次の対の隣接する複合材料の対に進行するとき、各 θ および ϕ に0度と90度との間の異なる値を許容して与える（図8参照）。配列中の隣接する複合材料の異なる組の間の θ および ϕ の値のこのような変化は、任意の都合のよい方法で、たとえば0と90度との範囲の間で θ および ϕ のそれぞれについてランダムに値を選択することによって、達成されることが可能である。

たとえば、右半分の角度である（図1参照）が、複合材料の1列において、研磨材複合材料について0度と90度との間の範囲内でランダムに選択されるならば、 θ に対向する左

10

20

30

40

50

半分の角度である θ は、複合材料の隣の列において、研磨材複合材料についてランダムに選択される。そして、配列中の列に沿って幅方向または長さ方向のいずれかにおいて隣接する研磨材複合材料の次の列に対して進むとき、左半分の角度である新しい θ は0度と90度との間でランダムに選択され、対向する右半分の角度として θ に対する新しい角度は、0度から90度までの範囲内でランダムに選択され、そのようにして配列中を進行する。この方法は、材料中の研磨材複合材料の配列全体に渡って、0度から90度の間のより均一に角度が分散するためには、望ましい。

研磨材複合材料の配列の全体に渡って、ランダムにかつここで説明された好ましい制約に従って、上記角度 θ および ϕ と ψ の実際の選択は、任意の都合のよい方法で達成されることが可能である。たとえば、ここで説明した好ましい数的制約内で抜き取ることによる角度の値の系統だったランダムな選択による。一つの配列に対するこれらの系統だった選択は、一般に知られたコンピュータ、たとえばデスクトップコンピュータを用いることによって、容易にされかつ迅速に処理されることが可能である。このとき、コンピュータがランダムに選択する角度の値の範囲を制限するためにここに開示した角度の制約を用いる。ランダムな数を選択するアルゴリズムは、統計学やコンピュータの分野で広く知られており、本発明のこの点に適合されていた。この場合、疑似乱数を発生させるためのよく知られた線形相合法が、角度 θ および ϕ のランダムな選択に向けて適用されることが可能である。本出願中における研磨材複合材料の形状の側面についての角度を選択するためにランダムな数を生成するためのアプリケーションおよびインプリメンテーションは、この後の付録に開示されたコンピュータソースコードに例証されている。

いずれにせよ、角度の値は、一旦、配列中の研磨材複合材料についてこのように選択されると、メタル製造ツールすなわち製造ツールの面をダイヤモンドターンニグマシンによって形成される刻み目の模様および形状を決定し断定するために用いられることが可能である。ツールは、ひっくり返して、ここに開示された方法によって本発明の研磨材複合材料製品を作るために用いられることが可能である。

ある場合には、全ての複合材料の高さおよび幾何形状は同じであることが、好ましい。この高さ、研磨材製品が用いられる前における基材から最も外側の点までの研磨材複合材料の距離である。高さおよび形状が同じであれば、面間の角度が異なることが、好ましい。また、ワークピースの微細面仕上げを達成するために、研磨材複合材料のピークは、マシン方向に実行される研磨方向に平行に一系列に揃えられないことが、好ましい。研磨材複合材料のピークが研磨方向に平行に一系列に揃うならば、これにより、ワークピースに溝が与えられてより荒い表面仕上げとなる傾向がある。したがって、このように揃うことを防ぐために、研磨材複合材料が互いにずれることが、好ましい。

一般に、1平方センチメートルあたり少なくとも5つの別個の研磨材複合材料を有する。ある場合には、1平方センチメートルあたり少なくとも100の別個の研磨材複合材料があり、より好ましくは、1平方センチメートルあたり約2,000から10,000の研磨材複合材料がある。研磨材複合材料の密度について使用上の上限はない。もっとも、実際上は、ある点において、キャビティの密度を高くすることができなくなり、および/または、研磨材複合材料の配列を作るために使用される製造ツールの表面に正確な形状のキャビティを好ましく形成することができなくなるかもしれない。一般に、研磨材複合材料の数は、相対的に大きいカット比、長い寿命を有する研磨材製品となるが、研磨されるワークピースに相対的に微細な面仕上げともなる。したがって、研磨材複合材料の数とともに、各研磨材複合材料に対して相対的に小さい単位力となる。ある場合には、これによって、研磨材複合材料は、よりよく、より一定に崩落することが可能である。

研磨材製品の製造方法

本発明の研磨剤製品の製法について、以下さらに詳述する。研磨剤製品の製法の第1ステップは、研磨剤スラリーを準備することである。研磨剤スラリーは、バインダプレカーサーと、研磨剤粒子と、オプションの付加物とを、適当な混合技術によって結合させることにより製造される。上記混合技術の例としては、低剪断又は高剪断の混合があるが、高剪断が好ましい。研磨剤スラリーの粘性を低下させるために、混合ステップと共に超音波工

10

20

30

40

50

エネルギーを利用してよい。通常、研磨剤粒子はバインダブレカーサーに徐々に加えられる。研磨剤スラリーの気泡の量は、例えば従前の真空促進方法及び器具を用いて、混合ステップの間に真空を発生させることによって減じることができる。

研磨剤スラリーの粘性を低下させるためには、概ね30~70 で加熱するとよい場合もある。重要なのは、研磨剤粒子と他のフィルターを覆ってしまうことがなく、かつ、研磨剤スラリーを都合よくコーティングするレオロジーを、研磨剤スラリーに備えることである。熱硬化性バインダブレカーサーが利用される場合、エネルギー源は、バインダブレカーサーの化学的特質によって、熱エネルギーあるいは放射エネルギーとするとよい。熱可塑性バインダブレカーサーが利用される場合、熱可塑性材は、熱可塑性バインダブレカーサーが凝固して、研磨剤複合材料が形成されるような温度まで冷却される。本発明の研磨剤粒子の製法のさらに詳しい側面につき、以下に詳述する。

10

製造ツール

製造ツールは、実際上の観点からも技術的観点からも、本発明の研磨剤製品を作るときに、特に研磨剤複合材料のサイズが相対的に小さいがゆえに、重要である。製造ツールは、複数のキャビティーを含む。これらのキャビティーは、本質的には、所望の研磨材複合材料の反転形状であり、研磨材複合材料の形状を生成するために役立つ。キャビティーの寸法は、研磨材複合材料の所望の形状と寸法を与えるために選択される。もし、キャビティーの形状または寸法が適切に選択されなければ、でき上がった製造ツールは研磨材複合材料に対して所望の寸法を与えないであろう。

キャビティーは、隣接するキャビティーの間に空間を有する点状のパターンで現れることが可能であり、また、キャビティーは互いに接することが可能である。キャビティーは互いに突き当たって盛り上がっていて、形状が形成され硬化された研磨材スラリーを剥離するのに好都合となっている。さらに、キャビティーの形状は、研磨材複合材料の断面積が基材から遠くなる方向に減少するように、選択されている。

20

製造ツールのより好ましい実施例において、製造ツールは、キャビティーの配列の境界をなす2つの対向する平行なサイドエッジを有し、研磨材製品の長さや幅のいずれかまたは両方に、その中に形成される隣接する研磨材複合材料の形状に異なる寸法を与えるように構成される。そして、このように異なる複合材料形状の予め決定されたパターンは、必要であり便利であれば、繰り返し研磨材複合材料の長さや幅のいずれか一方または両方に沿って、少なくとも1回以上繰り返される。

30

たとえば、図7は、本発明の研磨材製品を作るために用いられることが可能である製造ツール70の上面を表している。製造ツールのサイドエッジ71は、製造ツールのマシン方向(図示せず)に平行であり、製造ツールを横切る幅方向に対して直角方向である。キャビティー74は、実線72および73で表された交わる上向き部分によって制約されている。製造ツールは、5つの見分けることができるキャビティーのグループA,B,C,D,EおよびFを有する。各グループにおいて、キャビティーは、上向き部分72によって結合された平行な列に揃えられる。上向き部分72および73は、ツールシートの変形しない(キャビティーが形成されない)残りの部分である。グループA-Eは、図7に示すように、ツールの長さに沿って、頭から尾へ揃えられている。サイドエッジ71に最も近くに揃えられる各グループのキャビティーの列は、製造ツールのマシン方向に平行でなく(0でなく)延在する仮想線をたどる。この角度は、グループAからグループBまで、グループCまで、同様にグループFとは異なる。キャビティー(および交わっている上向き部分72)の列がサイドエッジ71となす角度は、0度から90度の間で確立されるべきである。キャビティーの列がサイドエッジ71と0度または90度のどちらかの角度をなすとき、かき傷の問題が生じる可能性がある。好ましくは、キャビティーの列に対して5度から85度までとし、マシン方向により確実にかき傷の問題が生じないようにする。

40

キャビティーの列の角度は、図7に示すように、好ましくは、グループからグループへの方向に進むときに時計方向と反時計方向との間を交替する。キャビティーおよび上向き部分72の列とサイドエッジ71との間に形成される角度は、その絶対的値が、セットからセットへ同じであっても、異なってもよい。

50

ここに開示された方法によって製造ツールを用いて形成される研磨材複合材料は、製造ツール70のような製造ツールのキャビティの配列によって表された表面の輪郭を反転した形状に形成された研磨材複合材料の配列を有する。図7に示されたような配列方法によって製造ツールにキャビティの列を角度をつけて配列することによって、かき傷の影響はこのように製造された研磨材製品においては減少されることが可能である。

代わりに、製造ツール内のキャビティが横にずらされて配置されることも可能である。すなわち、製造ツール(図示せず)のサイドエッジに対して平行に進む方向に互いにずらす。したがって、この実施例は、研磨材複合材料の列を形成し、研磨材製品のサイドエッジに平行に延在する列に揃えられていない溝を介在させる選択随意の方法を与える。その代わりに、研磨材複合材料は互いに違いに配置され、研磨材製品の前から研磨材製品のサイドエッジに平行な方向に見たときに、揃えて配置されていない。

この製造ツールは、ベルト、シート、連続シートすなわちウェブ、輪転グラビア印刷ロールのようなコーティングロール、コーティングロールに取り付けられたスリーブ、またはダイとすることが可能である。製造ツールは、金属(たとえば、ニッケル)、合金(たとえば、ニッケル合金)、プラスチック(たとえば、ポリプロピレン、アクリルプラスチック)、その他の従来の変換可能な材料から構成されることが可能である。金属製の製造ツールは、彫刻、ホブ切り、電解被覆式成形法、ダイヤモンド旋削などのような従来技術によって製造されることが可能である。

熱可塑性プラスチックの製造ツールは、金属製のマスターツールからの複写によって作られることが可能である。金属製マスターは、製造ツールに対して所望されるパターンの反転パターンを有する。金属製マスターは、製造ツールを直接作るときに有用である同じ基本技術を用いて作られる。たとえば、金属面をダイヤモンド旋削することによって作られる。金属マスターを用いる場合、熱可塑性プラスチックシート材料が加熱されることが可能であり、要すれば、金属製マスターに沿わせ、2つの面を互いに押し付けることによって、熱可塑性プラスチック材料に金属製マスターによって表された表面パターンを打ち出す。また、熱可塑性プラスチックは、金属マスターに射出または鋳造されることも可能であり、プレスされることも可能である。熱可塑性プラスチック材料を冷却して硬化し、製造ツールを作る。好ましい熱可塑性プラスチックの製造ツール材料の例は、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリエチレン、およびそれらの組み合わせを含む。

代わりに、プラスチックの製造ツールは、プラスチックシート面に好ましい配列のキャビティを彫刻またはダイヤモンド旋削することによって、マスターを必要とすることなしに、直接作られることも可能である。このとき、キャビティは、研磨材複合材料の所望の形状とは反転した形状である。もし、熱可塑性プラスチック製造ツールを用いるのであれば、特に硬化工程中に、熱可塑性プラスチックの製造ツールをゆがめる過度な熱を生成しないように注意しなければならない。成形型および金属製マスターを作る他の適切な方法は、1993年12月14日出願の米国特許出願第08/004,929号(スプルゲオン氏ほか)に開示されている。

たとえば、図7に示されたタイプの本発明の高分子製造ツールを作る好ましい方法は、ドラム形状に構成されたニッケルめっきされた金属製マスターを含む。ニッケルめっきされたマスターのいくつかの平らなセクションは、それぞれ約30センチメートルの長さであり、研磨材複合材料に対して所望される形状に対応する種々の形状の刻み目を有するが、コンピュータの助けを受けてダイヤモンド旋削することによって、製造される。コンピュータは、ダイヤモンド旋削盤によって実行される旋削動作を司令する。金属製マスターのこれらのセクションは、頭から尾まで一緒に溶接され、セクションの溝がその次の隣のセクションの溝に対して角度が0度にならない。そして、セクションのこのようなつながりは、ドラムに固定され、複合材料はドラムの外周のまわりに連続する。セクションと結合点との間から広がらないように、溶接の継ぎ目をできるだけ少なくするように注意すべきである。製造ツールは、高分子樹脂をドラム上に押し出し、その押し出し物をニップロールとドラムとの間に通し、その押し出し物を冷却することによって流延される。これによ

10

20

30

40

50

て、ドラム上のマスターによって表された表面刻み目に対応してその表面に反転して形成された一つの配列のキャビティを有するシート形状の製造ツールが形成される。この工程は連続的に処理されて、任意の所望の長さの高分子ツールを製造することが可能である。

エネルギー源

研磨材スラリーが熱硬化性のバインダープレカーサーを含むとき、バインダープレカーサーが硬化すなわち重合される。この重合は、一般に、エネルギー源にさらすことによって開始される。エネルギー源の例は、熱エネルギーと放射エネルギーを含む。エネルギー量は、バインダープレカーサーの化学変化、研磨材スラリーの寸法、研磨粒子の量とタイプ、選択随意的添加剤のような、いくつかの要因に依存する。熱エネルギーについては、温度は約30から150 の範囲、一般には、約40から120 の範囲とすることが可能である。時間は、約5分から24時間を越える範囲とすることが可能である。放射エネルギー源は、電子ビーム、紫外線、可視光線を含む。電子ビームは、電離放射としても知られているが、約0.1から約10メガラドのエネルギーレベルで、好ましくは、約1から約10メガラドのエネルギーレベルで用いられることが可能である。紫外線は、約200から約400ナノメートルの範囲内、好ましくは約250から400ナノメートルの範囲内の波長を有する特別でない放射線をいう。好ましくは、約300から600ワット/インチまで(120-240ワット/cm)の紫外線が用いられる。可視光線は、約400から約800ナノメートルまでの範囲内、好ましくは約400から約550ナノメートルまでの範囲内の波長を有する。好ましくは、300から600ワット/インチまで(120-240ワット/cm)の可視光線が用いられる。

本発明の研磨材製品を作るための一つの方法は、図3に図示されている。基材41は、ほどこしステーション42から離れ、同時に製造ツール46がほどこしステーション45から離れる。製造ツール46の上面に形成されたキャビティ(図示せず)には、コーティングステーション44によって、研磨材スラリーが塗布されて満たされる。代わりに、コーティングステーション44は、リーチングドラム43の前に、製造ツールの代わりに基材41にスラリーを与えるために、移転されることも可能であり、以下に説明する製造ツールにコーティングするために用いられるのと同じ保証ステップに従う。いずれの方法も、粘度を下げるためにコーティングの前に、研磨材スラリー(図示せず)を加熱すること、および/またはスラリーに超音波を与えることが可能である。コーティングステーションは、ドロップダイコーティング、ナイフコーター(塗布機)、カーテンコーター、真空ダイコーター、またはダイコーターのような任意の従来のコーティング手段とすることが可能である。コーティング中に、気泡の発生はできるだけ少なくされるべきである。好ましいコーティング技術は、米国特許特許第3,594,865号および同5,077,870号に開示されたようなタイプとすることが可能である真空ダイコーターを用いる。製造ツールがコーティングされた後、任意の手段によって基材と研磨材スラリーとは接触させられ、研磨材スラリーは基材の前面を濡らす。図3において、研磨材スラリーは、コンタクトニップロール47によって、基材と接触させられ、コンタクトニップロール47は、この出来上がった構造を支持ドラム43に付勢する。次に、少なくとも部分的にバインダープレカーサーを硬化させるのに適する任意の好都合の形にエネルギー源48が研磨材スラリー内に伝達される。部分的に硬化という用語は、バインダープレカーサーが重合されて、研磨材スラリーがひっくり返された試験管から流れないような状態になることを意味する。バインダープレカーサーは、任意のエネルギー源によって、一旦製造ツールから取り外されるときに、十分に硬化させられていることが可能である。製造ツールはマンドレル49に巻き取られ、再度、使用されることが可能である。さらに、研磨材製品120は、マンドレル121に巻き取られる。もし、バインダープレカーサーが十分には硬化されていないならば、バインダープレカーサーは、時間をかけることによって、および/または任意のエネルギーにさらすことによって、十分に硬化させられることが可能である。この第1の方法にしたがって研磨材製品を作るための追加のステップは、米国特許第5,152,917号(パイパー氏ほか)または米国特許出願第08/004,929号(スプゲオン氏ほか)に、さらに開示されている。都合のよい所に他のガイドローラが用いられており、ローラ40として示されている。

10

20

30

40

50

この第1の方法と比較して、バインダープレカーサーは、放射エネルギーによって硬化されることが好ましい。放射エネルギーは、製造ツールまたは基材に、製造ツールまたは基材が放射エネルギーを認めうるほど吸収しない限り、伝達されることが可能である。さらに、放射エネルギー源は、製造ツールを認めうるほど崩壊すべきでない。好ましくは、熱可塑性ツールと、紫外線または可視光線を用いる。

上述したように、この第1の方法の変形例によれば、研磨材スラリーが基材に塗布され、製造ツールのキャビティー内には塗布されないようにすることも可能である。そして、研磨材スラリーが製造ツールのキャビティー内に流れ込むように、研磨材スラリーが塗布された基材を製造ツールと接触させる。研磨材製品を製造する残りのステップは、上記と同じである。

研磨材製品を製造する第2の方法は、図4に図示されている。製造ツール55は、ドラムの外側面、たとえば任意の好適な方法で分離されたシートの形で(たとえば、熱収縮ニッケルの形で)ドラムの周囲に固定されるスリーブとして、備えられる。基材51はほどきステーション52から離れ、研磨材スラリーはコーティングステーション53によって製造ツール55のキャビティー内に塗布される。研磨材スラリーは、ドロップダイコーティング、ロールコーター、ナイフコーター、カーテンコーター、真空ダイコーターまたはダイコーターのような任意の技術によって基材に塗布されることが可能である。また、粘度を下げるために、コーティングの前に研磨材スラリーを加熱すること、および/または、研磨材スラリーに超音波を加えることが可能である。そして、基材と、研磨材スラリーを塗布する製造ツールとは、ニップロール56によって接触させられ、研磨材スラリーは基材の前面を濡らす。次に、研磨材スラリー内のバインダープレカーサーは、エネルギー源57にさらされることによって、少なくとも部分的に硬化される。このように少なくとも部分的に硬化させられた後、研磨材スラリーは基材に結合すなわち接触された研磨材複合材料に変換される。出来上がった研磨材製品59はニップロール58において製造ツールから剥がされて除去され、巻き上げステーション60に巻かれる。もしエネルギーが紫外線または可視光のどちらかであるならば、基材は紫外線または可視光に対して透明とすべきである。このような基材の例は、ポリエステル基材である。他のガイドローラおよびコンタクトローラは、好適な所に用いられることが可能であり、ローラ50として示されている。

この第2の方法の変形例において、コーティングステーション53をロール56から上流位置に移動することによって、研磨材スラリーは基材の前面に直接コーティングされることが可能である。そして、研磨材スラリーがコーティングされた基材は、研磨材スラリーが製造ツールのキャビティー内を濡らすように、製造ツールに接触させられる。研磨材製品を製造するための残りのステップは、上記したのと同じである。

研磨材製品が製造された後、変換される前に、固定および/または濡らされることが可能である。研磨材製品は、研磨材製品が使用される前に、円錐、エンドレスベルト、シート、ディスクなどの所望の形状に変換されることが可能である。

ワークピース表面を磨く方法

本発明の他の実施例は、ワークピース表面を磨く方法を付随する。この方法は、本発明の研磨材製品をワークピースに接触させることを含む。磨くという用語は、ワークピースの一部が研磨材製品によって研磨されることを意味する。したがって、ワークピース表面に関する表面仕上げは、この磨き処理によって少なくされる。1つの典型的な表面仕上げ計測はRaである。Raは、マイクロインチまたはマイロメートルの単位で大略計測された算術的表面仕上げである。表面仕上げは、ペルソメータやサートロニックの商品名で市販されているような、プロフィールメータによって計測されることが可能である。

ワークピース

ワークピースは、金属、合金、エクソチック合金(exotic metal alloy)、セラミック、ガラス、木、木に似た材料、複合材料、塗装面、プラスチック、強化プラスチック、石、およびこれらの組み合わせのような、任意のタイプの材料とすることが可能である。ワークピースは平らであってもよいし、それに鋭い部分や角があってもよい。ワークピースの例には、ガラス製光学レンズ、プラスチック製光学レンズ、ガラス製テレビジョンスク

10

20

30

40

50

リーン、金属製自動車コンポーネント、プラスチック製コンポーネント、プラスチック製パー、パーティクルボード (particle board)、カムシャフト、クランクシャフト、家具、タービンブレード、塗装された自動車コンポーネント、磁気媒体などを含む。

本出願によると、研磨界面での力は、約0.1kgから1000kgを越える範囲にわたることが可能である。一般に、この範囲は、研磨界面での1kgから500kgまでの間である。また、本出願によると、研磨中に液体が存在してもよい。この液体は、水および/または有機化合物とすることが可能である。典型的な有機化合物の例は、潤滑剤、オイル、乳化された有機化合物、切削液、石鹼などを含む。また、これらの液体は、脱泡剤、脱脂剤、腐食防止剤などのような他の添加剤を含んでもよい。研磨材製品は、使用中に研磨界面で振動してよい。ある場合には、この振動によって、研磨されているワークピースにより微細面を与えられることができる。

10

研磨材複合材料が異なる寸法の隣接する研磨材複合材料を有することによって、この相対的に細かい表面仕上げとなる。研磨材複合材料の一部は異なる寸法を有するので、研磨材複合材料は、角錐形状などの頂点から見て、完全には一列にそろえられていなくてもよい。たとえば、図8は、本発明の研磨材製品85の構造的な特徴を模式的に現した平面図（および側面を見た図）であり、研磨材複合材料80は面82と頂点81とを有する。図8から分かるように、角錐形状は、全体としては列にそろっていて、したがって、研磨材複合材料の頂点は、共通の溝を横切って互いに対面する隣接する研磨材複合材料の間において、側面の寸法がそれぞれ異なっているが、揃えられている。このような配置によって、研磨材複合材料によってワークピースに与えられるかき傷は、連続的に横切る。このように、過去のかき傷を連続的に横断することによって、全体としては、より微細な表面仕上げとなる。

20

本発明の研磨材複合材料は、手によって、または機械と組み合わせて用いられることが可能である。研磨材複合材料とワークピースの少なくとも一方または両方は、ベルト、テープロール、ディスク、シートなどに変形されることが可能である。ベルトの適用のために、研磨材シートの2つの自由端が互いに接合され、細長い形状に形成される。また、継ぎ目なしベルトを用いることも本発明の範囲内である。一般にエンドレスの研磨ベルトは少なくとも1つのアイドルローラと印字版または接触ホイールの上を横切る。印字版または接触ホイールは、所望のカット比をワークピース表面とを得るために調整される。研磨材ベルトの速度は、毎分約150から5000メートル、一般的には500から3000メートル/分の範囲に渡る。また、このベルト速度は、カット速度と表面仕上げとに依存する。ベルト寸法は、幅が約5mmから1メートルまで、長さが約5cmから10メートルまでの範囲とすることが可能である。研磨テープは、連続長さの研磨材製品である。これらは、幅が約1mmから1メートルまで、一般的には5mmから25cmまでの間の範囲とすることが可能である。研磨材テープは、通常はほどかれ、テープをワークピースに付勢する支持パッドの上を横断し、巻き戻される。研磨材テープは、研磨界面内に連続して供給されることが可能であり、割り出されることが可能である。研磨材ディスクは、“デイジー”のような研磨の技術分野で公知であるものも含むが、直径が約50mmから1メートルまでの範囲となることが可能である。一般に、研磨材ディスクは取り付け手段によってバックアップパッドに固定される。これらの研磨材ディスクは、毎分100から20,000回転の間、一般的には毎分1,000から15,000回転の間で、回転可能である。

30

40

本発明の特徴と利点とは、以下の限定するものではない実施例によって、さらに説明される。実施例中のすべての割合、パーセンテージ、割合は、特に示さない限り、重量についてである。

実験方法

以下の略語が明細書中で用いられる。

TMPTA: トリメチロールプロパントリアクリレート

TATHEIC: トリス(ヒドロキシエチル)イソシアヌレートのトリアクリレート

PH2: チバガイギー(Ciba Geigy)社から商品名「イルガキュア(Irgacure)369」で市販の2-ベンジル-2-N,N-ジメチルアミノ-1-(4-ホルホリノ)-1-ブタノ

50

ン

ASF: デグサ (Degussa) から商品名「OX - 50」で市販のアモルファスシリカ充填剤

FAO: 溶融熱処理酸化アルミニウム

WAO: 白色溶融酸化アルミニウム

SCA: ユニオンカーバイド (Union Carbide) から商品名「A - 174」で市販のシランカップリング剤、3 - メタクリルオキシプロピルトリメトキシシラン

研磨材製品を作る一般的方法

TMPTA 20.3部、TATHEIC 8.7部、PH2 0.3部、ASF 1部、SCA 1部、およびグレード P - 320 のFAO 69部を含有する研磨スラリーを調製した。そのスラリーを、高剪断混合機を用いて 1200rpmで20分間混合した。

製造ツールは、エクソンから“ポリプロ3445”の商品名で市販されているポリプロピレンシートから作られた連続ウェブである。製造ツールはニッケルめっきされたマスターをエンボス加工される。マスターツールは、付録に開示されたコンピュータプログラムにしたがって、種々の寸法の溝および交線を含む一つの模様をダイヤモンドカッティングによって作られ、ニッケルめっきされた。付録は、4つのコンピュータプログラムについてのソースコードを含む。すなわち、大略、第1、第2、第3および第4のプログラムを含む。第1のプログラムは、“VARI - 1.BAS”という名前であり、4角錐形状の側面についての左および右のランダムな角度を生成して決定し、これらの形状に対して材料に含まれる角度も生成して決定する。第2のプログラムは“VARI - STAT.BAS”という名前であり、ランダムを保証するため、番号と、左、右、および材料に含まれる角度の値とを、形状の配列中のxおよびy軸に、統計的に記録する。第3のプログラムは“TOPVIEW.BAS”という名前であり、ランダム角度ファイルを参照し、第1のプログラムによって決定された角度を有する形状について谷および頂点が1平方インチ(6.5cm²)に対してどこに現れるかを計算し、コンピュータスクリーンのディスプレイまたはプリンタに、形状の構造的特徴を出力する。第4のプログラムは、“MAKETAPE.BAS”という名前であり、決定された角度を参照し、第1のプログラムによって生成されたランダムな形状の22.5インチ(57cm)幅のパターンを作るためにダイヤモンドターニングマシンによってカッティングされることが必要とされる溝の数およびタイプを制御するためのコードを生成する。

大略、製造ツールは、上記した4つのプログラムを用いて作られたマスターツールから作られるとき、5面からなる角錐(“ベース”としてキャビティの開口を含む)であるキャビティの配列を含む。キャビティは約355マイクロメートルの一定深さを有するが、寸法は、隣接するキャビティについて8から45度の間で変動する。この角度は、ツールの面に法線方向に延在する平面と側面とが交わってなす角度である。各複合材料の材料に含まれる角度すなわち頂点角度は少なくとも25度である。

研磨材複合材料は、この方法および図3に大略示された配列により作られる。この工程は、約15.25メートル/分で運転される連続工程である。基材は、基材をシールするために乾燥されたラテックス/フェノールプレサイズ(presize)コーティングを含むJウエイトレイオン基材である。研磨材スラリーは、製造ツールの上にナイフコートされ、76マイクロメートルのナイフギャップ(3ミル)と約15cmの幅のコーティングエリアとを製造ツールの上に有する。製造ツールと基材との間において、図3においてローラ47により及ぼされるような、ニップ圧力は、約40ポンドである。エネルギー源は、1つの可視光ランプであり、ヒュージョンシステムズカンパニーによって製造されたV - パルプを含み、600ワット/インチ(240ワット/cm)で運転した。研磨材スラリーを硬化した後、出来上がったコーティングされた研磨材は、基材のフェノールプレサイズの最終硬化に対して240°F(116℃)で12時間加熱硬化された。

テスト方法 I

コーティングされた研磨材製品は7.6cm x 355cmのエンドレスベルトに変換され、一定負荷表面グラインダで試験された。略2.5cm x 5cm x 18cmの予め秤量された4150軟鋼ワークピースがホルダーに取り付けられる。ワークピースは垂直方向に配置され、2.5cm x 18cmの面が約36cmの直径の65ショアAデュロメータの刻み目をつけられたコンタクトホイールに対

10

20

30

40

50

面し、コーティングされた研磨材複合材料の流れに乗せて運び、次々と、接触させる。そしてワークピースは、毎分20サイクルの速度で18cmの経路中を垂直方向に往復される一方、ばね付勢されたプランジャは、ベルトに対してワークピースを付勢する。ベルトが毎分2050メートルで駆動されるとき、4.5kg(10ポンド)の荷重で、ワークピースをベルトに付勢する。研磨回数が32回目を経過した後、ワークピースホルダアセンブリが取り外されて、元の重量から研磨された後の重量を差し引くことによって計算された除去された材料の量が再秤量され、新しい、予め秤量されたワークピースおよびホルダが装置に取り付けられる。さらに、ワークピースの表面あらさ(Ra)と、場合によっては、Rtmとも計測される。これらの手順は以下で説明される。テストの終了時点は、32回のインターバルで除去される鋼の量が、最初の32回の研磨で除去された鋼の量の3分の1より少なくなるとき、または、ワークピースが焼ける、すなわち、色が変わるまでである。

10

テスト方法II

テスト方法Iと同じ方法であるが、1018軟鋼を用いる点が異なる。

テスト方法III

約3cmの直径を有するカエデのだぼのロッドを、旋盤に取り付けられる。カエデのロッドは、約3800rpmで回転された。研磨材製品の細片(幅1インチ(2.54cm)で長さ12インチ(2.54cm))が、約15から22回、振動なしにだぼロッドに離れないようにされる。研磨後、だぼロッドはワトコから市販されている桜オイル染料で着色される。

Raは、研磨工業で用いられ一般的なあらさ計測値である。Raは、平均線からのあらさプロフィールの離れ量の計算法として定義されている。Raは、先端がダイヤモンドの針であるプロフィールメータプローブを用いて計測される。一般に、Ra値が小さいほど、ワークピース表面仕上げは滑らかすなわち微細である。結果はマイクロメートル単位で記録された。使用されたプロフィールメータは、ペルセンM4Pであった。

20

Rtmは、研磨工業で用いられる一般的なあらさ計測値である。Rtmは、長さを計測するときの5つの連続する5つのそれぞれのあらさ深さの平均として定義され、個々のあらさ深さは計測線の最大点と最小点との垂直方向距離である。RtmはRaと同様に計測された。結果は、マイクロメートルで記録されている。一般に、Rtmが小さいほど、仕上げは滑らかである。

実施例

実施例1, 1Aおよび比較例A, AA

30

本発明の典型的な研磨材製品は、均一な形状と寸法の研磨材複合材料を有する従来のコーティングされた研磨材製品と比較される。実施例1は、上述の“研磨材製品を製造する一般的な方法”にしたがって作られた。比較例Aは、ミネソタ州セントポールの3Mカンパニーから市販されているグレードP320 3M 201E Three - M - iteレジンボンドクロスJE-VFがコーティングされた研磨材であった。これらの研磨材製品はテスト方法Iにしたがって試験され、テスト結果は表1に示されている。また、追加の実施例1Aおよび比較例AAが実行された。これは、実施例1および比較例Aが繰り返されたものであり、テスト方法Iの代わりにテスト方法IIを用いた点が異なる。この結果も表1に要約されている。

表 1

条件	実施例 1	比較例 A	実施例 1 A	比較例 A A
初期カット (グラム)	12.2	15.3	13.3	11.8
初期R a (μm)	0.86	0.88	0.98	1.18
初期R t m (μm)	9.43	10.66		
トータルカット (グラム)	283.6	156.8	255.5	247.2
最終R a (μm)	0.33	0.43	0.37	0.40
最終R t m (μm)			3.11	3.92

上記の結果は、本発明の研磨材製品は、実施例 1 および実施例 1A によって示されたように、もっぱら全く同じ形状の研磨材複合材料を用いる比較例と比べて、より大きいカットインギングを示し、より微細な仕上げを与えることを示している。

実施例 2 と比較例 B ないし E

この組みの実施例は、たった一つの共通の形状と寸法のタイプの研磨材複合材料を基材に現わす研磨材製品と、本発明の研磨材複合材料を比較した。これらの実施例の全ては、上記した“研磨材製品を製造する一般的方法”にしたがって作られた。ただし、以下の変更点がある。研磨材スラリーは、TMPTA が 20.3、TATHEIC が 8.7、PH2 が 1、ASF が 1、SCA が 1、40 マイクロメートルの WAO が 69 の割合で含んでいた。また、比較例 B ないし E についての製造ツールは、エンボス加工されたポリプロピレン熱可塑性プラスチックの連続ウェブであって、5 面からなる角錐のキャビティ (“ベース”としてのキャビティの開口を含む。) を含んでいた。比較例 B ないし E についてのキャビティは、すべて寸法が同じであり、キャビティは互いに接していた。比較例 B のキャビティの高さは約 178 マイクロメートル、比較例 C のキャビティの高さは約 63.5 マイクロメートル、比較例 D の高さは約 711 マイクロメートル、比較例 E の高さは約 356 マイクロメートルであった。

そして、実施例 2 と比較例 B ないし E は、上記のテスト方法 III にしたがってテストされた。比較例 B ないし E で研磨された染色されたカエデのだぼロッドは、裸眼で見える溝の証拠を示した。対照的に、本発明を代表する実施例 2 で研磨された染色されたカエデのだ

10

20

30

40

50

ぼロッドは、裸眼で見える溝の証拠は何も示さなかったし、この木のワークピースに非常に微細な仕上げを作った。

当業者には、本発明の範囲から外れることなく、本発明の種々の修正や変形が明らかとなるであろう。本発明は、ここで説明された上記各実施例に不当に限定されるべきではない。

付録

```

*****
**Program : VARI-1.BAS      *
*****
' VARI-1.BAS - Creates random left and right half
angles
'
DECLARE SUB showangles ()
DIM SHARED LEFTANG(3000) AS INTEGER
DIM SHARED RIGHTANG(3000) AS INTEGER
'***** Begin Main Program *****
PI = 3.141592654#
RANDOMIZE TIMER
CLS
INPUT "WHAT IS THE TOOL ANGLE  ", ToolAng
INPUT "WHAT IS THE MINIMUM HALF ANGLE  ", MinHalfAng
INPUT "WHAT IS THE MAXIMUM HALF ANGLE  ", MaxHalfAng
INPUT "WHAT IS THE MINIMUM INCLUDED ANGLE OF THE
MATERIAL  ", MinInclAng
ANG1 = 45
'ANG1 is the previous grooves Right half angle
'ANG1 & 2 are used to check the MinInclAng
FOR I = 1 TO 2500 STEP 2
  '** Calculate Odd Numbered Groove Angles ****
  FOR T = 1 TO INT(RND * 100 + 1): NEXT T
  'This is a random delay
  IF MinInclAng - ANG1 > MinHalfAng THEN
    min = MinInclAng - ANG1
  ELSE
    min = MinHalfAng
  END IF
  LEFTANG(I) = INT(RND * (MaxHalfAng - min + 1) +
min)
  IF ToolAng - LEFTANG(I) > MinHalfAng THEN
    min = ToolAng - LEFTANG(I)
  ELSE

```

```

        min = MinHalfAng
    END IF
    RIGHTANG(I) = INT(RND * (MaxHalfAng - (min) + 1) +
(min))
    ANG2 = RIGHTANG(I)
    '** End Calculate Odd Number Groove angles **
    '** Begin Calculating Even Numbered Groove angles
    **
FOR T = 1 TO INT(RND * 100 + 1): NEXT T
'This is a random delay
RIGHTANG(I + 1) = INT(RND * (MaxHalfAng - MinHalfAng +
1) + MinHalfAng)
IF ToolAng - RIGHTANG(I + 1) > MinHalfAng THEN
    min = ToolAng - RIGHTANG(I + 1)
ELSE
    min = MinHalfAng
END IF
IF MinInclAng - ANG2 > min THEN
    min = MinInclAng - ANG2
ELSE
    min = min
END IF
LEFTANG(I + 1) = INT(RND * (MaxHalfAng - (min) 1) +
(min))
ANG1 = RIGHTANG(I + 1)
'** End Calculating Even Numbered Groove Angles **

NEXT I
CALL showangles
OPEN "RANANG.TXT" FOR OUTPUT AS #3
PRINT #3, "RANDOM ANGLE GENERATOR"
PRINT #3, "LEFT ANG    RIGHT ANG"
FOR I = 1 TO 2500
    PRINT #3, LEFTANG(I); RIGHTANG(I)
NEXT I

```

10

20

30

40

CLOSE 3

'***** End Main Program*****'

SUB showangles 'This subroutine shows the first 30
grooves

CLS

SCREEN 9

COLOR 3

SLEEP 2

PI 3.141592654#

FOR I = 1 TO 30

'LOCATE 1, 1: PRINT LEFTANG(I), RIGHTANG(I),
LEFTANG(I) + RIGHTANG(I)

A = (TAN(LEFTANG(I) * PI / 180) * 200)

LINE (200, 100)-(200 - A, 300), 3

B = (TAN(RIGHTANG(I) * PI / 180) * 200)

LINE (200, 100)-(200 + B, 300), 3

FOR T = 1 TO 200000: NEXT T

LINE (200, 100)-(200 - A, 300), 0

LINE (200, 100)-(200 + B, 300), 0

NEXT I

END SUB

'*****'

'** Program : VARISTAT.BAS *

'*****'

DECLARE SUB SETGRAPH2 () 'Graph for Included Angles

DECLARE SUB ANGLEGEN () 'Main Subroutine

DECLARE SUB XGEN () 'Subroutine for Tests

only

DECLARE SUB SETGRAPH () 'Graph for Half Angles

```
DIM SHARED ANGLELEFT(2501) AS INTEGER      'Array for left
half angles Direction 1
DIM SHARED ANGRIGHT(2501) AS INTEGER      'Array for
right half angles Direction 1
DIM SHARED ANGLELEFT2(2501) AS INTEGER    'Array for left
half angles Direction 2
DIM SHARED ANGRIGHT2(2501) AS INTEGER     'Array for
right half angles Direction 2
DIM SHARED HALF(8 TO 45) AS INTEGER      'Array to tally
number of angles between 8 and 45 Direction 1
DIM SHARED HALF2(8 TO 45) AS INTEGER     'Array to tally
number of angles between 8 and 45 Direction 2
DIM SHARED ACCUM(0 TO 100) AS INTEGER    'Array to tally
number of included angles between 40 and 90 Dir
DIM SHARED ACCUM2(0 TO 100) AS INTEGER   'Array to tally
number of included angles between 40 and 90 Dir
```

10

20

```
CLS
```

```
CALL ANGLEGEN
```

```
'CALL XGEN 'This was for test purposes only
```

```
SUB ANGLEGEN
```

```
CALL SETGRAPH
```

```
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3
```

```
'Two different .TXT files would have been created,
however here we use the same file
```

30

```
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #4
```

```
INPUT #3, A$
```

```
INPUT #3, B$
```

```
INPUT #4, A$
```

```
INPUT #4, B$
```

```
FOR I = 1 TO 2500
```

```
    INPUT #3, ANGLELEFT(I)
```

```
    INPUT #3, ANGRIGHT(I)
```

```
    INPUT #4, ANGLELEFT2(I)
```

```
    INPUT #4, ANGRIGHT2(I)
```

40

```
NEXT I
```

CLOSE 3, 4

FOR I = 1 TO 2500

HALF(ANGLEFT(I)) = HALF(ANGLEFT(I)) + 1

HALF2(ANGRIGHT(I)) = HALF2(ANGRIGHT(I)) + 1

NEXT I

LOCATE 2, 10: COLOR 11

PRINT "First Direction Total Left Half Angle" 10

LOCATE 3, 10: COLOR 12

PRINT "First Direction Total Right Half Angle"

FOR I = 8 TO 45

LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11

LINE (I + .5, 0)-(I + .5, HALF2(I)), 12

HALF(I) = 0

HALF2(I) = 0 20

NEXT I

SLEEP

CALL SETGRAPH

LOCATE 2, 10: COLOR 11

PRINT "Second Direction Total Left Half Angle"

LOCATE 3, 10: COLOR 12

PRINT "Second Direction Total Right Half Angle" 30

FOR I = 1 TO 2500

HALF(ANGLEFT2(I)) = HALF(ANGLEFT2(I)) + 1

HALF2(ANGRIGHT2(I)) = HALF2(ANGRIGHT2(I)) + 1

NEXT I

FOR I = 8 TO 45

LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11 40

HALF(I) = 0

LINE (I + .5, 0)-(I + .5, HALF2(I)), 12

HALF2(I) = 0

```
NEXT I
SLEEP

CALL SETGRAPH2
LOCATE 2, 10: COLOR 11
PRINT "First Direction Total Included Angles (Left +
Right Half Angle)"
LOCATE 3, 10: COLOR 12
PRINT "Second Direction Total Included Angles (Left +
Right Half Angle)"

FOR I = 1 TO 2500
    ACCUM(ANGLEFT(I) + ANGRIGHT(I)) = ACCUM(ANGLEFT(I) +
    ANGRIGHT(I)) + 1
    ACCUM2(ANGLEFT2(I) + ANGRIGHT2(I)) =
    ACCUM2(ANGLEFT2(I) + ANGRIGHT2(I)) + 1
NEXT I
FOR I = 40 TO 90
    LINE (I, 0)-(I, ACCUM(I)), 11
    ACCUM(I) = 0
    LINE (I + .5, 0)-(I + .5, ACCUM2(I)), 12
    ACCUM2(I) = 0
NEXT I
SLEEP
END SUB

SUB SETGRAPH

SCREEN 9
WINDOW (4, -30)-(50, 200)
CLS

LINE (6, 0)-(6, 200), 3
LINE (6, 0)-(50, 0), 3
LINE (6, 195)-(50, 195), 3
LINE (6, 105)-(50, 105), 3
```

```
LINE (6, 50)-(50, 50), 3
LINE (6, 150)-(50, 150), 3
LOCATE 23, 7: PRINT "8"
LOCATE 23, 72: PRINT "45"
LOCATE 23, 40: PRINT "27"
LOCATE 22, 3: PRINT "1"
LOCATE 1, 1: PRINT "200"
LOCATE 11, 1: PRINT "100",
END SUB
```

10

```
SUB SETGRAPH2
SCREEN 9
WINDOW (37, -30)-(95, 200)
CLS
```

```
LINE (39, 0)-(39, 200), 3
LINE (39, 0)-(95, 0), 3
LINE (39, 198)-(95, 198), 3
LINE (39, 102)-(95, 102), 3
LINE (39, 50)-(95, 50), 3
LINE (39, 150)-(95, 150), 3
LOCATE 23, 4: PRINT "40"
LOCATE 23, 73: PRINT "90"
LOCATE 23, 39: PRINT "65"
LOCATE 22, 3: PRINT "1"
LOCATE 1, 1: PRINT "200"
LOCATE 11, 1: PRINT "100"
END SUB
```

20

30

```
SUB XGEN      'This subroutine was for test purposes only
```

```
CALL SETGRAPH
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3
INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
FOR I = 1 TO 2500
```

40


```
INPUT #3, ANGLELEFT(I)
INPUT #3, ANGRIGHT(I)
NEXT I
FOR I = 1 TO 2500
  HALF(ANGLELEFT(I)) = HALF(ANGLELEFT(I)) + 1
NEXT I

FOR I = 8 TO 45
  LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11
  HALF(I) = 0
NEXT I
SLEEP

CALL SETGRAPH
FOR I = 1 TO 2500
  HALF(ANGRIGHT(I)) = HALF(ANGRIGHT(I)) + 1
NEXT I
FOR I = 8 TO 45
  LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11
  HALF(I) = 0
NEXT I
SLEEP
CALL SETGRAPH2
FOR I = 1 TO 2500
  ACCUM(ANGLELEFT(I) + ANGRIGHT(I)) = ACCUM(ANGLELEFT(I) +
  ANGRIGHT(I)) + 1
NEXT I
FOR I = 40 TO 90
  LINE (I, 0)-(I, ACCUM(I)), 11
  ACCUM(I) = 0
NEXT I
SLEEP
END SUB
```

10

20

30

40

```
*****
** Program : TOPVIEW.BAS      *
*****
* In general it takes the random angle data file,
calculates where the valleys and peaks are, draws black
straight lines for the valleys, then connects the peaks
across the diagonal. Then it displays the output on
the screen or an HP 7475 plotter. *
*****
DECLARE SUB PLOTPEAKS ()
DECLARE SUB PLOTDOTS ()
DECLARE SUB LINES ()
DECLARE SUB DIAGONAL ()
DIM SHARED ML(2500) AS INTEGER
DIM SHARED MR(2500) AS INTEGER
DIM SHARED NL(2500) AS INTEGER
DIM SHARED NR(2500) AS INTEGER

DIM SHARED M(5000) AS DOUBLE
DIM SHARED N(5000) AS DOUBLE
COMMON SHARED PI, X, GROOVES
PI = 3.141592654#

GROOVES = 1000
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #2
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3
INPUT "ENTER IN THE SQUARE SIZE YOU WOULD LIKE (.2 ->
1.5 INCHES) ", X

INPUT #2, A$
INPUT #2, B$
FOR I = 1 TO GROOVES
    INPUT #2, ML(I)
    INPUT #2, MR(I)
NEXT I
CLOSE 2
```

10

20

30

40

```

INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
FOR I = 1 TO GROOVES
  INPUT #3, NL(I)
  INPUT #3, NR(I)
NEXT I
CLOSE 3

```

```

FOR I = 1 TO GROOVES
  M(I * 2 - 1) = M((I - 1) * 2) + TAN(ML(I) * PI / 180)
  * .014
  M(I * 2) = M(I * 2 - 1) + TAN(MR(I) * PI / 180) *
  .014
  N(I * 2 - 1) = N((I - 1) * 2) + TAN(NL(I) * PI / 180)
  * .014
  N(I * 2) = N(I * 2 - 1) + TAN(NR(I) * PI / 180) *
  .014
NEXT I

```

10

```

LOCATE 15, 15
INPUT "Would you like to see the data on the (S)creen
or (P)lotter", ans$
ans$ = UCASE$(ans$)

```

```

IF ans$ = "S" THEN
  SCREEN 9
  COLOR 0
  WINDOW SCREEN (-(X / 10), -(X / 10))-(X, (X + X /
10) * (.75 - .75 * .138))
  PAINT (X / 2, X / 2), 15
  CALL LINES
  SLEEP
  CLS
  PAINT (X / 2, X / 2), 15

  CALL DIAGONAL

```

30

40

```

END IF
IF ans$ = "P" THEN
  CALL PLOTDOTS
  CALL PLOTPEAKS

```

```

  SLEEP

```

```

END IF

```

```

SUB DIAGONAL

```

10

```

FOR I = 1 TO GROOVES * 2 STEP 2

```

```

  'LINE (M(I), N(1))-(M(I), 10)

```

```

  'LINE (M(1), N(I))-(10, N(I))

```

```

NEXT I

```

```

FOR I = 1 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2

```

```

  LINE (M(I), -.014)-(M(I + 1), 0)

```

```

  LINE (M(I + 1), 0)-(M(I + 2), -.014)

```

20

```

NEXT I

```

```

LINE (M(1), -.014)-(M(1), -.02)

```

```

LINE -(M(GROOVES * 2 - 2), -.02)

```

```

LINE -(M(GROOVES * 2 - 2), -.014)

```

```

FOR I = 1 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2

```

```

  LINE (-.014, N(I))-(0, N(I + 1))

```

```

  LINE (0, N(I + 1))-(-.014, N(I + 2))

```

30

```

NEXT I

```

```

LINE (-.014, N(1))-(-.02, N(1))

```

```

LINE -(-.02, N(GROOVES * 2 - 2))

```

```

LINE -(-.014, N(GROOVES * 2 - 2))

```

```

FOR NN = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2

```

```

  FOR MM = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2

```

```

    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN + 1)), 2

```

40

```

    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN - 1)), 4

```

```

    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN + 1)), 4

```

```

    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN - 1)), 2

```

```

LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN + 2)), 2
'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN - 2)), 4
PSET (M(MM), N(NN)), 4
IF M(MM - 1) > X THEN GOTO STOPMM
IF N(NN - 1) > (X + X / 10) * (.75 - .75 * .138)
THEN GOTO STOPNN

```

```

NEXT MM

```

```

STOPMM:

```

```

NEXT NN

```

```

'PAINT (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5))
/ 2), 11

```

```

'CIRCLE (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5))
/ 2), .001, 11

```

```

STOPNN:

```

```

BEEP

```

```

END SUB

```

```

SUB LINES

```

```

FOR I = 1 TO 200 STEP 2

```

```

    LINE (M(I), N(1))-(M(I), 10)

```

```

    LINE (M(1), N(I))-(10, N(I))

```

```

NEXT I

```

```

FOR I = 1 TO 198 STEP 2

```

```

    LINE (M(I), -.014)-(M(I + 1), 0)

```

```

    LINE (M(I + 1), 0)-(M(I + 2), -.014)

```

```

NEXT I

```

```

LINE (M(1), -.014)-(M(1), -.02)

```

```

LINE -(M(198), -.02)

```

```

LINE -(M(198), -.014)

```

```

FOR I = 1 TO 198 STEP 2

```

```

    LINE (-.014, N(I))-(0, N(I + 1))

```

```

    LINE (0, N(I + 1))-(-.014, N(I + 2))

```

```

NEXT I

```

```

LINE (-.014, N(1))-(-.02, N(1))

```

```

LINE -(-.02, N(198))

```

10

20

30

40

LINE -(-.014, N(198))

FOR NN = 2 TO 198 STEP 2

FOR MM = 2 TO 198 STEP 2

LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN + 1)), 2

LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN - 1)), 4

LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN + 1)), 4

LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN - 1)), 2

IF M(MM - 1) > X THEN GOTO 300

IF N(NN - 1) > (X + X / 10) * (.75 - .75 * .138)

THEN GOTO 200

NEXT MM

300

NEXT NN

'PAINT (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5)) / 2), 11

'CIRCLE (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5)) / 2), .001, 11

200

BEEP

END SUB

SUB PLOTDOTS

'WINDOW SCREEN (-(X / 10), -(X / 10))-(X, (X + X / 10) * (.75 - .75 * .138))

OPEN "COM1:9600,S,7,1,RS,CS65535,DS,CD" FOR RANDOM AS #4

'PRINT #4, USING "IP;

SC##.#####.##.#####.##.#####.##.#####;" (-(X / 10)); (X); (-(X / 10)); ((X + X / 10

'PRINT #4, USING "IP250,596,7470,7796;

SC##.#####.##.#####.##.#####.##.#####;" 0; 4; 0; 3

PRINT #4, "IN;IP250,596,7443,7796; SC0,1,0,1;"

PRINT #4, "VS30;"

PRINT #4, "SP1;"

10

20

30

40

```

FOR I = 1 TO GROOVES * 2 STEP 2
  'LINE (M(I), N(1))-(M(I), 10)
  'LINE (M(1), N(I))-(10, N(I))
NEXT I

PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.014;"; M(1)
PRINT #4, "PD;"

FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
  'LINE (M(I), -.014)-(M(I + 1), 0)
  PRINT #4, USING "PA ##.#####, 0"; M(I)
  'LINE (M(I + 1), 0)-(M(I + 2), -.014)
  PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.014"; M(I + 1)
  P = I + 1
  IF M(I + 1) > X THEN GOTO 600
NEXT I
600
'LINE (M(1), -.014)-(M(1), -.02)
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03;"; M(P)
'LINE -(M(P), -.02)
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03;"; M(1)
'LINE -(M(P), -.014)
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.014;PU;"; M(1)
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####,PD;"; N(1)
FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
  'LINE (-.014, N(I))-(0, N(I + 1))
  PRINT #4, USING "PA 0,##.#####,"; N(I)
  'LINE (0, N(I + 1))-(-.014, N(I + 2))
  PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####,"; N(I + 1)
  Q = I + 1
  IF N(I + 1) > X THEN GOTO 700
NEXT I
700
'LINE (-.014, N(1))-(-.02, N(1))
PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####,"; N(Q)
'LINE -(-.02, N(Q))

```

10

20

30

40

```

PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(1)
'LINE -(-.014, N(Q))
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PU;"; N(1)
PRINT #4, "SP4;"

PRINT #4, USING "PA ##.#####;PD;"; M(2); N(2)
A = 2
FOR B = 2 TO P STEP 2
  FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 2
    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN + 2)), 2
    PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####;"; M(B +
COUNT) N (A + COUNT)
    IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 400
    IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 400
  NEXT COUNT
400
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####;"; M (B + 2); N
(A)
NEXT B

PRINT #4, USING "PA ##.#####;PD;"; M(2); N(4)
B = 2
FOR A = 4 TO Q STEP 2
  FOR COUNT = 0 TO P - 1 STEP 2
    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN + 2)), 2
    PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####;"; M(B +
COUNT); N(A + COUNT)
    IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 401
    IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 401
  NEXT COUNT
401
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####;"; M(B); N(A + 2)
NEXT A

```



```
'PRINT #4,  
"PA.25,.25;PD;PA.75,.25;PA.75,.75;PA.25,.75;PA.25,.25;"  
500  
BEEP  
CLOSE 4  
END SUB  
SUB PLOTPEAKS
```

```
OPEN "COM1:9600,S,7,1,RS,CS65535,DS,CD" FOR RANDOM AS  
#4
```

```
PRINT #4, "IN;IP250,596,7443,7796; SCO,1,0,1;"
```

```
PRINT #4, "VS50;"
```

```
PRINT #4, "SP1;"
```

```
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.014;"; M(1)
```

```
PRINT #4, "PD;"
```

```
FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
```

```
PRINT #4, USING "PA ##.#####, 0"; M(I)
```

```
PRINT #4, USING "PA ##.#####,-.014"; M(I + 1)
```

```
P = I + 1
```

```
IF M(I + 1) > X THEN GOTO 1600
```

```
NEXT I
```

```
1600
```

```
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03;"; M(P)
```

```
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03;"; M(1)
```

```
PRINT #4, USING "PA ##.#####,-.014;PU;"; M(1)
```

```
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PD;"; N(1)
```

```
FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
```

```
PRINT #4, USING "PA 0,##.#####;"; N(I)
```

```
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;"; N(I + 1)
```

```
Q = I + 1
```

10

20

30

40

```

    IF N(I + 1) > X THEN GOTO 1700
NEXT I
1700

PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(Q)
PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(1)
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PU;"; N(1)

FOR I = 1 TO P STEP 4
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU;"; M(I);
N(1); M(I); N(Q)
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU;"; M(I +
2); N(Q); M(I + 2); N(1)
NEXT I

FOR I = 1 TO Q STEP 4
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU;"; M(1);
N(I); M(P); N(I)
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU;"; M(P);
N(I + 2); M(1); N(I + 2)
NEXT I

PRINT #4, "SP4;VS20;"

PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(1); N(1)
A = 1
FOR B = 1 TO P STEP 2
    FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 1
        PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####"; M(B +
COUNT); N(A + COUNT)
        IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1400
        IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1400

```

10

20

30

40

```

NEXT COUNT
1400
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####;##.#####;"; M(B + 2); N(A)
NEXT B

PRINT #4, "SP3;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####;##.#####;"; M(P); N(1)
A = 1
FOR B = P TO 1 STEP -2
  FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 1
    PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####;##.#####;"; M(B -
COUNT); N(A + COUNT)
    IF B - COUNT 1 = 0 THEN GOTO 2500
    IF A + COUNT = Q THEN GOTO 2500
  NEXT COUNT
2500
PRINT #4, "PU;"
IF B - 2 <= 0 THEN GOTO 2000
PRINT #4, USING "PA ##.#####;##.#####;"; M(B - 2); N(A)
NEXT B
2000

PRINT #4, "SP4;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####;##.#####;"; M(1); N(3)
B = 1
FOR A = 3 TO Q STEP 2
  FOR COUNT = 0 TO P - 1 STEP 1
    PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####;##.#####;"; M(B +
COUNT); N(A + COUNT)
    IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1401
    IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1401
  NEXT COUNT
1401
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####;##.#####;"; M(B); N(A + 2)

```

10

20

30

40

NEXT A

PRINT #4, "SP3;"

PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####;" M(P); N(3)

B = P

FOR A = 3 TO Q STEP 2

FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 1

PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####;" M(B -
COUNT); N(A + COUNT) 10

IF B - COUNT - 1 = 0 THEN GOTO 2400

IF A + COUNT = Q THEN GOTO 2400

NEXT COUNT

2400

PRINT #4, "PU;"

PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####;" M(B); N(A + 2)

NEXT A 20

BEEP

CLOSE 4

END SUB

```

*****
** Program : MAKETAPE.BAS *
*****

```

30

'MAKETAPE.BAS

```

'      1) Ask for the real tool angle
'      2) Read in all Left and Right angles
'      3) Figure out how many grooves it will take to
           make a 22.5 inch wide pattern
'      4) Write the Code

```

40

```
DECLARE SUB STOPFANUK () ' Code to shut down DTM
DECLARE SUB STARTFANUK () ' Code to start up DTM
DECLARE SUB XthenLEFT (A!) ' Code generation for: X
move then Left angle plunge
DECLARE SUB ROTATethenRIGHT (A!) ' Code generation for:
Rotate C then Right angle plunge
DECLARE SUB XthenRIGHT (A!) ' Code generation for: X
move then Right angle plunge
DECLARE SUB ROTATethenLEFT (A!) ' Code generation for:
Rotate C then Left angle plunge

'* LEFT() - array to store the left angle information
'* RIGHT() - array to store the right angle information
'* XMOVE() - array to store the X distance between
grooves

DIM SHARED LEFT(2500) AS INTEGER, RIGHT(2500) AS
INTEGER
DIM SHARED XMOVE(2500) AS DOUBLE
COMMON SHARED TOOLANG AS DOUBLE, CABS AS DOUBLE, XPOS
AS DOUBLE

'***** BEGIN MAIN PROGRAM *****
PI = 3.141592654#

CLS
LOCATE 5, 5
INPUT "WHAT IS THE REAL TOOL ANGLE ", TOOLANG
INPUT "WHAT IS THE PEAK HEIGHT ", Height

OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3 'Opens data file
of angles
INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
```

10

20

30

40

```

FOR I = 1 TO 2500 'Reads all Left and Right angles
from data file
  INPUT #3, LEFT(I)
  INPUT #3, RIGHT(I)
NEXT I
CLOSE 3

```

```

XMOVE(1) = TAN(LEFT(1) * PI / 180) * Height ' This
formula calculates the horizontal movement for the
first groove

```

10

```

XPOS = XPOS + XMOVE(1)
FOR I = 2 TO 2500
  XMOVE(I) = TAN(RIGHT(I - 1) * PI / 180) *
Height + TAN(LEFT(I) * PI / 180) * Height

```

20

```

' This formula calculates the horizontal movement
XPOS = XPOS + XMOVE(I)
P = I
' P is the number of grooves
IF XPOS > 22.5 THEN GOTO 100
' Checks to make sure our pattern width is < 22.5
NEXT I
100

```

30

```

LOCATE 10, 10: PRINT USING "GROOVES = ###"
: PATTERN WIDTH = ##.###"; P; XPOS
XPOS = 0
OPEN "FANUK.TXT" FOR OUTPUT AS #3
PRINT "WRITING TO FILE"

```

```

CALL STARTFANUK '* This Block of code Generates the
CNC file to run the FANUK controller
FOR I = 1 TO P STEP 2 '*
  CALL XthenLEFT(I) '*

```

40

```

CALL ROTATethenRIGHT(I)          '*
CALL XthenRIGHT(I + 1)          '*
CALL ROTATethenLEFT(I + 1)     '*
NEXT I                           '*
CALL STOPFANUK                  '*
PRINT "DONE"

```

```
CLOSE 3
```

```
'***** END MAIN PROGRAM *****
```

10

```
'*****The information below describes the two
subroutines of the CNC code *****
```

```
'THE SUBROUTINES 0171 & 0172 ARE AS FOLLOWS
```

```
'0171;
'G91 G01 Y 0.00200 F 1.0;
'G91 G01 Y 0.01587 F 0.03;
'G91 G01 Y 0.00013 F 0.005;
'G04P245;
'G91 G01 -0.013 F 1.0;
'M99;
';
```

20

```
'0172;
'G91 G01 Y 0.01287 F 0.03;
'G91 G01 Y 0.00013 F 0.005;
'G04P245;
'G91 G01 Y -0.018 F 1.0;
'M99;
';
```

30

```
SUB ROTATethenLEFT (A)
```

40

```
CABS = -1 * (LEFT(A) + 90) + TOOLANG
PRINT #3, USING "G01 G90 C ##.##### F 300.0;"; CABS
```

```
PRINT #3, "M98 P172 L1;"
```

```
END SUB
```

```
SUB ROTATethenRIGHT, (A)
```

```
CABS = -1 * (90 - RIGHT(A))
```

```
PRINT #3, USING "G01 G90 C ##.##### F 300.0;"; CABS
```

```
PRINT #3, "M98 P172 L1;"
```

10

```
END SUB
```

```
SUB STARTFANUK
```

```
PRINT #3, ";"
```

```
PRINT #3, "G94 G20 G61;"
```

20

```
END SUB
```

```
SUB STOPFANUK
```

```
PRINT #3, "M54;"
```

```
PRINT #3, "M50;"
```

```
PRINT #3, "M58;"
```

```
PRINT #3, "M59;"
```

30

```
PRINT #3, "M51;"
```

```
PRINT #3, "M02;"
```

```
PRINT #3, "MOO;"
```

```
PRINT #3, ";"
```

```
END SUB
```

```
SUB XthenLEFT (A)
```

40

```
PRINT #3, USING "G00 G91 X ##.##### F 1.0;"; XMOVE(A)
```

```
XPOS = XPOS + XMOVE(A)
```



```

CABS = -1 * (LEFT(A) + 90) + TOOLANG
PRINT #3, USING "G01 G90 C ####.##### F 300.0;"; CABS
PRINT #3, "M98 P171 L1;"/>

```

END SUB

SUB XthenRIGHT (A)

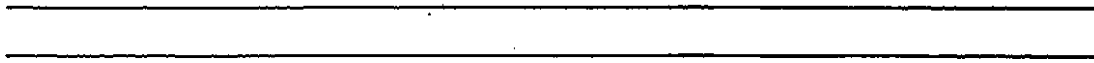
```

PRINT #3, USING "G00 G91 X ##.##### F 1.0;"; XMOVE(A)
XPOS = XPOS + XMOVE(A)
CABS = -1 * (90 - RIGHT(A))
PRINT #3, USING "G01 G90 C ####.##### F 300.0;"; CABS
PRINT #3, "M98 P171 L1;"/>

```

10

END SUB



20

【 図 1 】

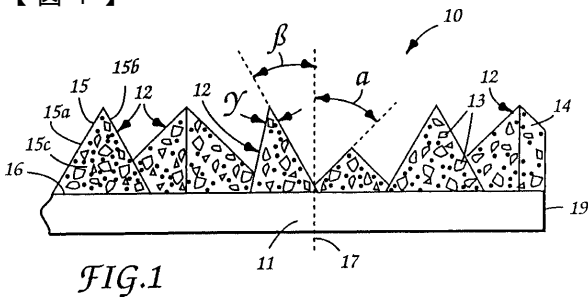


FIG.1

【 図 4 】

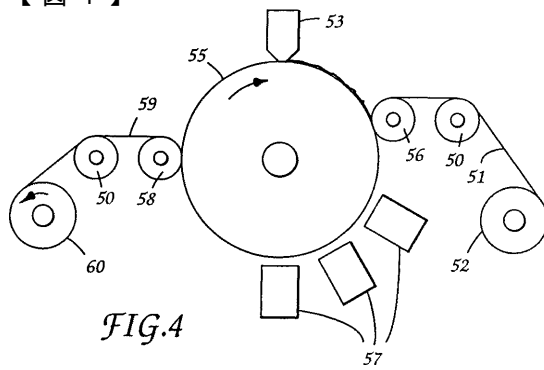


FIG.4

【 図 2 】

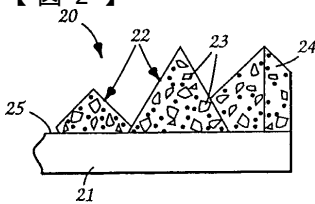


FIG.2

【 図 5 】

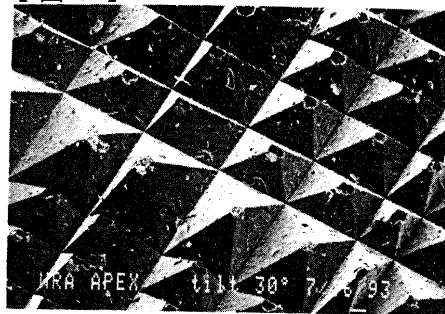


FIG.5

【 図 3 】

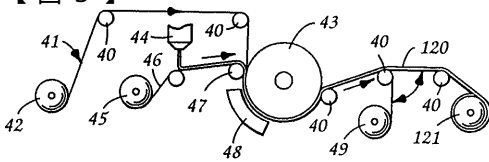


FIG.3

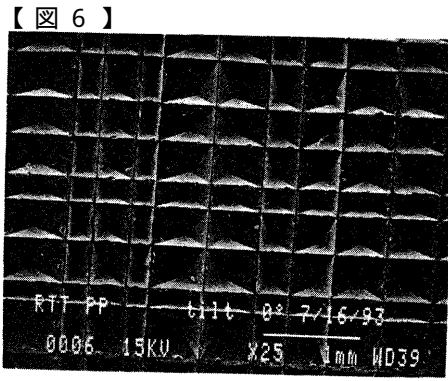


FIG.6

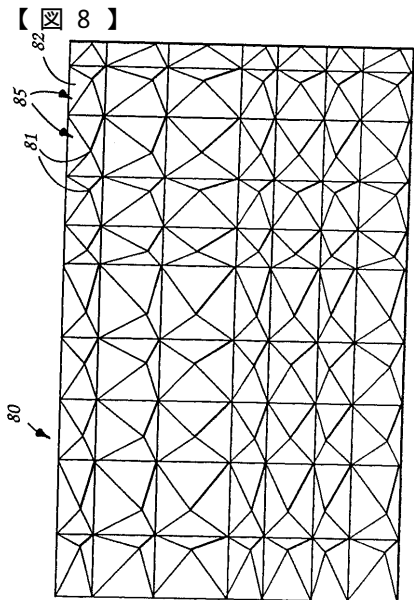
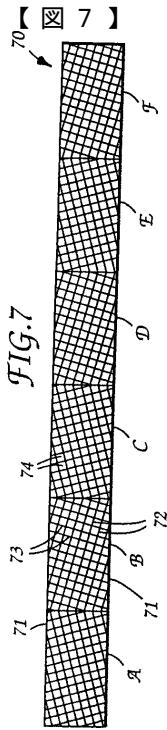


FIG.8

フロントページの続き

- (72)発明者 フーブマン、ティモシー・エル
アメリカ合衆国55133 3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3
3427(番地の表示なし)
- (72)発明者 セウォール、ネルソン・ディー
アメリカ合衆国55133 3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3
3427、(番地の表示なし)

審査官 堀川 一郎

- (56)参考文献 特開平03-073276(JP,A)
実開昭57-059054(JP,U)
特開平07-164330(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
B24D 11/00,3/28