(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5392014号
(P5392014)
(45)発行日　平成26年1月22日(2014.1.22)　(24)登録日　平成25年10月25日(2013.10.25)

(51)Int.Cl.　　F I
B24B 5/307 (2006.01)　　B24B 5/307
B24B 41/06 (2012.01)　　B24B 41/06　J

請求項の数 5　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2009-254340(P2009-254340)
(22)出願日　平成21年11月5日(2009.11.5)
(65)公開番号　特開2011-98408(P2011-98408A)
(43)公開日　平成23年5月19日(2011.5.19)
審査請求日　平成24年9月18日(2012.9.18)

(73)特許権者　302018053
株式会社中村超硬
大阪府堺市西区鶴田町２７番２７号
(74)代理人　100074561
弁理士　柳野　隆生
(74)代理人　100124925
弁理士　森岡　則夫
(74)代理人　100141874
弁理士　関口　久由
(72)発明者　松井　慎吾
大阪府堺市西区鳳南町５－６８２－８　株式会社中村超硬内

審査官　亀田　貴志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品及びそれを用いた加工物支持装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
加工物の周面を摺接部品で回転自在に摺接支持し、研削加工や超仕上加工を行うための加工物支持装置に用いる摺接部品であって、少なくとも前記加工物と接触する部位に単結晶炭化珪素からなる摺接体を設けたことを特徴とする単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品。
【請求項２】
金属製の摺接部品本体の先端部に、単結晶炭化珪素からなる摺接体を接合若しくは埋設してなる請求項１記載の単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品。
【請求項３】
前記摺接体の表面を六方晶又は立方晶の単結晶炭化珪素の結晶面の一つとしてなる請求項１又は２記載の単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品。
【請求項４】
前記単結晶炭化珪素の結晶面がＳｉ面である請求項３記載の単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品。
【請求項５】
前記請求項１～４何れかに記載の摺接部品を用いた加工物支持装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品及びそれを用いた加工物支持装置に係わり、更に詳しくは軸受部品等の機械構造体を回転自在に支持して研削加工や超仕上加工を行うための加工物支持装置に用いる単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品及びそれを用いた加工物支持装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
研削盤や仕上盤等を用いて軸受部品等の機械構造体の研削加工や超仕上加工を行う際には、金属その他の加工物を摺接支持する加工物支持装置が多く用いられている。例えば、特許文献１，２に示すように、加工物の軸方向両端を回転駆動機構にて回転可能に保持するとともに、加工物の回転対称形加工部分の周面を一対の摺接部品（シュー）に摺接させて支持した状態で、加工部分の周面に研削工具や研磨工具を押し当てて、加工物を研削加工や研磨加工するための加工物支持装置が開示されている。
【０００３】
通常、前記摺接部品には、研削工具や研磨工具から遊離した砥粒に晒されるので、砥粒と同等かそれ以上の硬さを有する超硬合金や多結晶ダイヤモンド等の耐摩耗材料が使用されており、加工物支持装置の台金に固定されて加工物を支持している。しかし、超硬合金や多結晶ダイヤモンドの粒度の影響で加工物の表面にシューマークと呼ばれる接触痕が生じることがある。シューマークは、加工製品の機能を阻害するものではないが、製品の外観が損なわれるので、多くの場合、ラッピング等の追加工で対処している。
【０００４】
この改善策として、特許文献３には、摺接型の加工物支持装置において、シューマークの発生を防止するために、摺接部品の摺接部を樹脂で形成する点が開示されている。しかし、摺接部品の摺接部を樹脂で形成した場合、該樹脂部分は砥粒やクーラントに晒され、また摩擦熱により高温になるため、耐久性は犠牲になる。
【０００５】
尚、特許文献４には、摺接部品を玉軸受で構成し、加工物の周面を玉軸受の外輪で支持する加工物支持装置も開示されている。この場合、加工物と玉軸受の外輪の間に砥粒を噛み込み、外輪が損傷するのを抑制するために、外輪をアルミナ、ジルコニア、炭化珪素等のセラミックスで形成する点が記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２００３－１１７８１３号公報
【特許文献２】特開２００５－０１４１８９号公報
【特許文献３】特開２００７－１６７９９６号公報
【特許文献４】特開２００８－０２３６２４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
従来の摺接部品の耐摩耗材料として超硬合金や多結晶ダイヤモンドを使用した場合、摺接部品の耐久性は確保されるが、シューマークの発生は避けられない。一方、シューマークの発生を防止するために、摺接部品の摺接部を樹脂で形成した場合、耐久性が乏しくなり、摺接部の摩耗によって精度を維持できなくなるといった課題がある。また、摺接部品を玉軸受で構成した場合、研削工具や研磨工具から遊離した砥粒を含むスラリーが軸受内部に侵入して回転を阻害するといった問題を有し、それを防止するためにはシール機能を付加すると高価なものになる。
【０００８】
そこで、本発明が前述の状況に鑑み、解決しようとするところは、軸受部品等の機械構造体を回転自在に支持して研削加工や超仕上加工を行うための加工物支持装置に用いる摺

接部品において、加工物の周面を摺接支持する簡単な構造とし、耐摩耗性、耐熱性に優れて耐久性を備えるとともに、加工物の表面にシューマークが発生しない単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品を提供し、併せてこの摺接部品を用いた加工物支持装置を提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明は、前述の課題解決のために、加工物の周面を摺接部品で回転自在に摺接支持し、研削加工や超仕上加工を行うための加工物支持装置に用いる摺接部品であって、少なくとも前記加工物と接触する部位に単結晶炭化珪素からなる摺接体を設けたことを特徴とする単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品を構成した。

【００１０】

具体的には、金属製の摺接部品本体の先端部に、単結晶炭化珪素からなる摺接体を接合若しくは埋設してなることが好ましい。

【００１１】

更に、前記摺接体の表面を六方晶又は立方晶の単結晶炭化珪素の結晶面の一つとしてなることがより好ましい。最も好ましいのは、前記単結晶炭化珪素の結晶面がＳｉ面である。

【００１２】

そして、前述の単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品を用いて加工物支持装置を構成した。

【発明の効果】

【００１３】

以上にしてなる本発明の単結晶炭化珪素の摺接部を備えた摺接部品及びそれを用いた加工物支持装置によれば、摺接部品の摺接部材料として、粒度の影響が無い単結晶炭化珪素を用いることにより、加工物の表面にシューマークを生じさせずに研削加工や超仕上加工を行うことができる。また、単結晶炭化珪素は、放熱性能にも優れるため、摺接部の蓄熱影響を最小限にすることが可能で、蓄熱されないため、加工液の化学的変質を低減することができる。また、単結晶炭化珪素は、素材の硬度にも優れるため、摩耗が少なく、加工物支持装置の精度維持にも有効である。

【００１４】

そして、加工物と接触する摺接部品の一部に単結晶炭化珪素からなる摺接体を設けることにより、高価な単結晶炭化珪素の使用量を少なくすることができ、比較的安価に提供できる。具体的には、金属製の前記摺接部品本体の先端部に、単結晶炭化珪素からなる摺接体を接合若しくは埋設することで、必要な部位のみに摺接体を設けることができ、また加工が難しい単結晶炭化珪素を単純な平板形状に加工するだけで済むので、簡単に作製することができる。尚、摺接体の表面を加工物の曲率に応じた曲面に加工することも可能である。

【００１５】

更に、前記摺接体の表面を六方晶又は立方晶の単結晶炭化珪素の結晶面の一つとすれば、摺接体の表面の平坦度に優れ、特に結晶面がＳｉ面であると、原子密度が緻密な表面が得られるので、耐摩耗性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明に係る摺接部品を用いて構成した加工物支持装置の実施形態を示す簡略概念図である。

【図２】本発明に係る摺接部品の実施形態を示し、（ａ）は摺接部品本体の一部に一つの摺接体を埋設した構造の断面図、（ｂ）は摺接部品本体の一部に二つの摺接体を埋設した構造の断面図である。

【図３】本発明に係る摺接部品の他の実施形態を示し、（ａ）は摺接部品本体の先端部に摺接体を接合した構造の断面図、（ｂ）は摺接部品本体の先細先端部に摺接体を接合した

構造の断面図である。
【図４】本発明に係る摺接部品の更に他の実施形態を示し、（ａ）はＶブロック状の摺接部品本体の両傾斜面に平板状の摺接体を接合した構造の断面図、（ｂ）はＶブロック状の摺接部品本体の両傾斜面に加工物の曲率に応じた曲面を形成した摺接体を接合した構造の断面図である。
【図５】円柱状ベアリングにおける表面の観察領域とシューマークの関係を示す説明用写真である。
【図６】円柱状ベアリングの表面観察結果を示しであり、（ａ）は従来のＷＣ製摺接部品を用いて研削加工した後の表面顕微鏡写真、（ｂ）は本発明のＳｉＣ製摺接部品を用いて研削加工した後の表面顕微鏡写真、（ｃ）は本発明のＳｉＣ製摺接部品を用いて研削加工し、更にラッピング仕上げを行った後の表面顕微鏡写真をそれぞれ示している。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
次に、添付図面に示した実施形態に基づき、本発明を更に詳細に説明する。図１は、本発明に係る加工物支持装置の概念図であり、摺接部品１を一対のホルダー２，２にそれぞれ取付け、該摺接部品１，１で回転対称形の加工物Ｗの外周面を摺接支持し、該加工物Ｗの軸方向両端を回転駆動機構（図示せず）にて保持して回転させながら、加工物Ｗの外周面に研削工具３等の適宜な工具を押し当てて研削加工を行うものである。ここで、前記摺接部品１は、少なくとも前記加工物Ｗと接触する部位に単結晶炭化珪素（ＳｉＣ）からなる摺接体４を設けた構造である。尚、加工物Ｗは、回転駆動機構で強制的に回転させなくても、研削工具３等と接触することにより自転するようにすることもある。
【００１８】
また、円筒状又はリング状の加工物Ｗの内周面を加工する場合にも、前記同様に一対の摺接部品１，１で加工物Ｗの外周面を摺接支持し、研削工具３を加工物Ｗの内周面に押し当てて研削加工することが可能である。
【００１９】
加工物Ｗは、玉軸受や、流体軸受を構成するベアリングや外輪、内輪といった小型機械部品や、クランクシャフトの軸部といったやや大型の機械構造体まで対象としている。また、研削工具３の代わりにラッピング基布を先端に設けた研磨工具を用いることにより、超仕上加工を行うことができる。前記研削工具３や研磨工具は、円盤状又は円柱状等の回転する構造のものであっても良い。
【００２０】
ここで、前記加工物支持装置では、一対の摺接部品１，１を用いて加工物Ｗを摺接支持したが、一つの摺接部品１、あるいは３つ以上の摺接部品１，…を用いて支持することも可能である。本発明では、加工物支持装置の具体的構造については限定されない。
【００２１】
更に詳しくは、前記摺接部品１は、図２及び図３に示すように、金属製の摺接部品本体５の先端部に、単結晶炭化珪素からなる摺接体４を接合若しくは埋設して作製した。前記摺接部品本体５の材料として、一般的なスチールの他に、超硬合金を用いることができる。前記摺接体４は、加工が容易なように平板形状若しくはブロック形状としている。尚、摺接部品本体５の材料として、金属以外に強度と耐久性に優れたＰＥＥＫ等のエンジニアリングプラスチックを用いることも可能である。
【００２２】
図２に示した摺接部品１は、金属製の摺接部品本体５の先端部に摺接体４を埋設したものである。図２（ａ）に示した摺接部品１は、摺接部品本体５の先端部を平面６に形成し、該平面６の一部に一つの摺接体４を埋設して固定した構造であり、摺接体４の表面は摺接部品本体５の先端部に露出している。図２（ｂ）に示した摺接部品１は、摺接部品本体５の先端部を対象とする加工物Ｗの曲率に合わせてＶ字形凹面７に形成し、該Ｖ字形凹面７の各面に二つの摺接体４，４を埋設して固定した構造であり、摺接体４の表面は摺接部品本体５の先端部に露出している。

【００２３】
図３に示した摺接部品１は、金属製の摺接部品本体５の先端部に摺接体４を接合したものである。図３（ａ）に示した摺接部品１は、摺接部品本体５の先端部を平面６に形成し、該平面６に一枚の摺接体４を接合して固定した構造である。図３（ｂ）に示した摺接部品１は、摺接部品本体５の先端部を先細の台形状に形成し、その先端の平面６に一枚の摺接体４を接合して固定した構造である。
【００２４】
図４に示した実施形態は、加工物Ｗを一つの摺接部品１で支持できるようにしたものである。図４（ａ）は、Ｖブロック状の摺接部品本体５の両傾斜面８，８に、表面が平面９の平板状の摺接体４，４をそれぞれ接合した構造である。図４（ｂ）は、Ｖブロック状の摺接部品本体５の両傾斜面８，８に加工物Ｗの曲率に応じた曲面１０を形成した摺接体４，４をそれぞれ接合した構造である。
【００２５】
更に、前記摺接体４の表面を六方晶又は立方晶の単結晶炭化珪素の結晶面の一つとすることが好ましい。最も好ましいのは、単結晶炭化珪素の結晶面をＳｉ面とし、このＳｉ面を前記摺接体４の表面とするのである。
【００２６】
単結晶炭化珪素は、第３周期１４族の珪素（Ｓｉ）原子及び１４族第２周期の炭素（Ｃ）原子からなる二元化合物であり、Ｓｉ（又はＣ）原子のまわりに最近接の４個のＣ（又はＳｉ）原子がそれぞれsp_3混成軌道で共有結合した正四面体構造を基本構造としている。この基本構造の組み合わせによって、６Ｈ形、４Ｈ形等の結晶構造の変化が現れる。当該基本構造は、Ｓｉ原子がＣ原子よりも原子半径が大きいために原子間距離は若干異なるが、ダイヤモンド単結晶の基本構造において、Ｃ原子の正四面体構造の中心に位置するＣ原子をＳｉ原子に置き換えた構造と同じであり、Ｓｉ原子とＣ原子は、ダイヤモンド単結晶のＣ原子同士の原子間距離に近い距離で緻密に配列されている。このため、ＳｉＣ単結晶はダイヤモンド単結晶に近い高硬度と強靭性の性質を持つのである。
【００２７】
単結晶炭化珪素には、多様な結晶多形（ポリタイプ）が存在するが、半導体デバイス分野で利用され、量産が可能である六方晶の単結晶炭化珪素（４Ｈ－ＳｉＣ、６Ｈ－ＳｉＣ等）と、立方晶の単結晶炭化珪素（３Ｃ－ＳｉＣ）が代表的である。一般的に、単結晶には異方性があるため、用いる結晶面（結晶方向）によって性質が異なる。
【００２８】
立方晶の単結晶炭化珪素は、[１１１]軸の方向に沿って、炭素原子Ｃの配列された層とケイ素原子Ｓｉの配列された層とが、交互に配置されている。そして、この層同士の結合は、Ｓｉ層とＣ層の各原子それぞれが３本のダングリングボンドによって隣り合う層の３つの原子と結合されている結合部と、Ｓｉ層とＣ層の各原子それぞれが１本のダングリングボンドによって隣り合う層の１つの原子と結合されている結合部とが交互に繰り返されている。結合部の１本のダングリングボンドによる結合は、結合部の３本のダングリングボンドによる結合に比べて非常に弱く、ウエハの劈開など結晶を分割する際には常にこの弱い結合部が切断されることになる。これにより、（１１１）面と平行な方向に切断されて、（１１１）面が表面に現れ、常に一方の面がＳｉ原子の層が現れる、いわゆるＳｉ面となり、他方の（－１－１－１）面はＣ原子の層が現れる、いわゆるＣ面となる。
【００２９】
同様に、六方晶の単結晶炭化珪素を、弱い結合部で切断すると、表面に（０００１）Ｓｉ面又は（０００－１）Ｃ面が現れる。
【００３０】
一般的に、単結晶炭化珪素基板のＣ面は、機械研磨、ＣＭＰ研磨及びガスクラスターイオンビームの照射、のいずれにおいてもＳｉ面に比べてエッチング速度が高く、加工性が高いことが知られている。また、Ｃ面のＣ原子間距離よりもＳｉ面のＳｉ原子間距離が短く、Ｓｉ面の方がより緻密であると言うこともできる。これらの事実により、Ｓｉ面はＣ

面より耐摩耗性に優れていると結論でき、本発明では前記摺接体４の表面を（１１１）Ｓｉ面あるいは（０００１）Ｓｉ面とするのである。因みに、半導体デバイス用のＳｉＣウエハでは、表面粗さがＲａ：１ｎｍ以下になっており、平坦度は極めて高い。本発明において、加工物Ｗの表面にシューマークを発生させないためには、摺接体４の表面粗さを加工物Ｗの要求される表面粗さ以下、おおむねＲａ：１０ｎｍ以下にすれば足りる。

【実施例１】

【００３１】

本発明の摺接部品と従来の摺接部品を用いて、実際に加工物を研削加工した結果を比較する。加工物として、円柱状ベアリングを選んだ。ベアリングの材質は、ＳＵＪ２Ｖ（高炭素クロム軸受鋼）であり、熱処理はＨＱＨＴ（焼入れ焼き戻し）とし、表面硬度はＨＲＣ６０（－１，＋２）である。ベアリングの形状は、φ２８ｍｍ（±０．００５）×２０ｍｍＬである。従来の摺接部品はＷＣ（超硬合金）製である。

【００３２】

ベアリング表面の観察には、非接触三次元画像測定器（OGP(Optical Gaging Products, Inc,)社製のSmart Scope ZIP250E）を用いた。照明装置はＬＥＤランプ２灯であり、測定倍率は３７．７である。

【００３３】

図５に円柱状ベアリングにおける表面の観察領域とシューマークの関係を示している。図６は円柱状ベアリングの表面観察結果を示し、各顕微鏡写真は紙面上下方向がベアリングの周方向に対応し、写真の上下部は曲面のため焦点が合わずにぼけている。図６（ａ）は、従来のＷＣ製摺接部品を用いて研削加工した後の表面顕微鏡写真であり、中央部の約２／３の領域にシューマークが現れている。要するに、シューマークとは摺接部品の接触する範囲が、接触しない範囲と違う光り方をする痕跡の事で、写真では黒っぽい部分がそれに相当する。但し、シューマークの存在はベアリングの精度に影響するものでないが、美観を損なうので不良品となる。

【００３４】

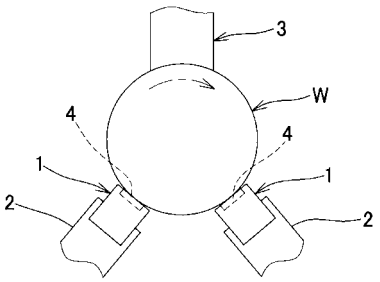
それに対して、本発明の摺接部品を用いた場合、シューマークは生じない。図６（ｂ）は、本発明のＳｉＣ製摺接部品を用いて研削加工した後の表面顕微鏡写真であり、写真の左右にわたり一様な表面となっており、摺接部品が接触した部分を見分けることができない。また、図６（ｃ）は、本発明のＳｉＣ製摺接部品を用いて研削加工し、更にラッピング仕上げを行った後の表面顕微鏡写真を示しているが、見た目にはラッピング仕上げによる顕著な変化はない。つまり、本発明の摺接部品を用いれば、従来のようにシューマークを除去するために行っていたラッピング仕上げは不要であることを意味している。

【符号の説明】

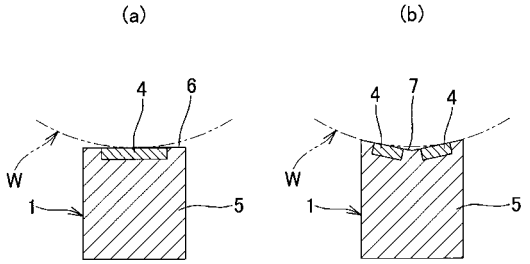
【００３５】

１　摺接部品
２　ホルダー
３　研削工具
４　摺接体
５　摺接部品本体
６　平面
７　Ｖ字形凹面
８　傾斜面
９　平面
１０　曲面
Ｗ　加工物

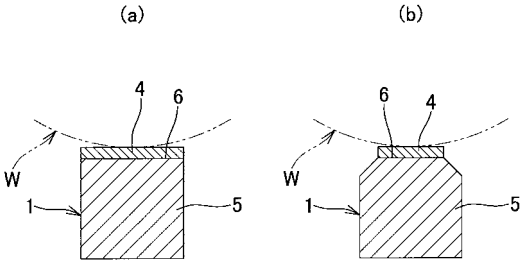
【図１】



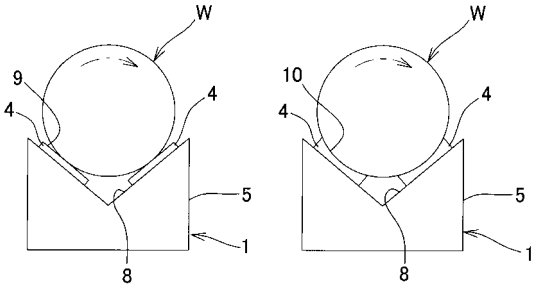
【図２】



【図３】

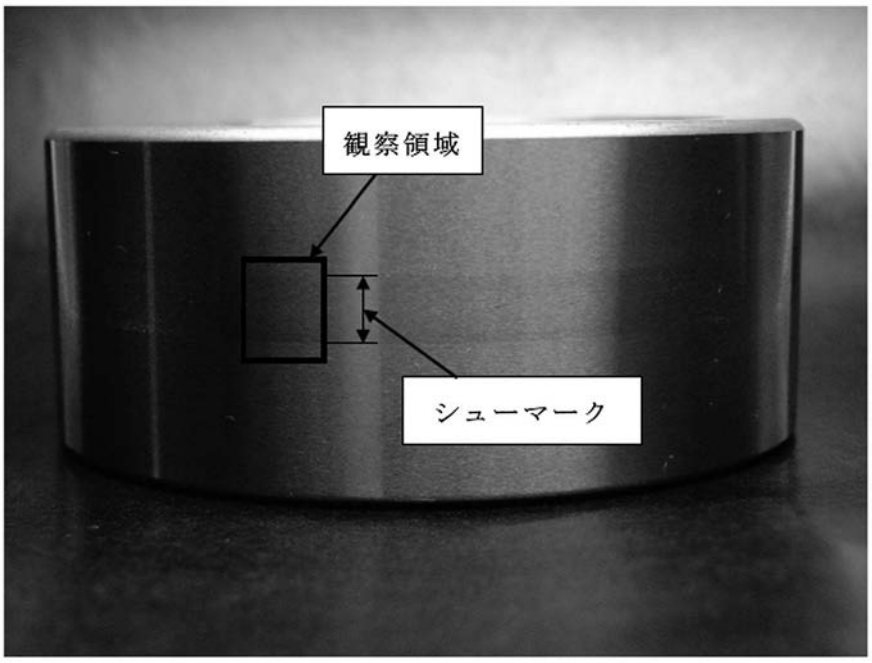


【図４】



【図５】

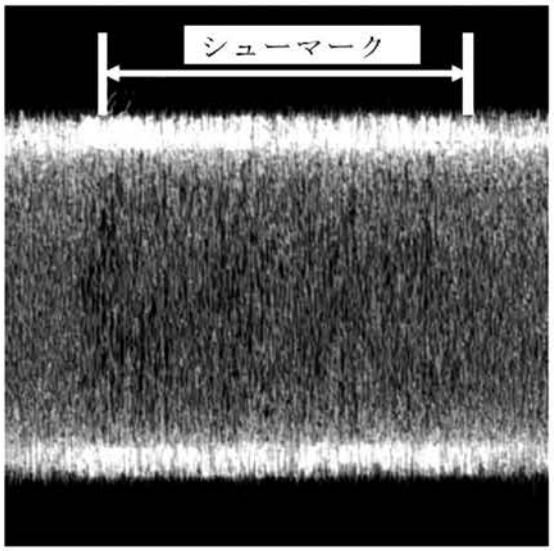
観察領域とシューマークの関係



【図６】

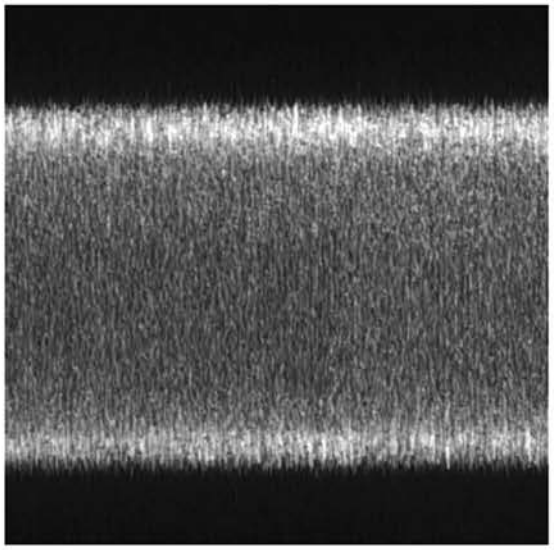
（ａ）

摺接体の材質：WC、37.7倍



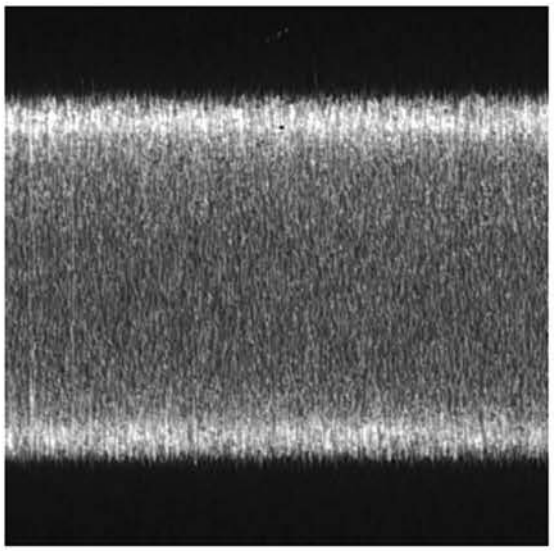
（ｂ）

摺接体の材質：SiC(STOCK)、37.7倍



（ｃ）

摺接体の材質：SiC(with LAP)、37.7倍



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭６１－１４１０６０（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５８－００８５５５（ＪＰ，Ｕ）
実開平０３－０６２７５７（ＪＰ，Ｕ）
実開平０１－１２５１３７（ＪＰ，Ｕ）
国際公開第２００９／００７３０１（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２４Ｂ　　５／３０７
Ｂ２４Ｂ　４１／０６