(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2009 年8 月6 日 (06.08.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/096143 A1

(51) 国際特許分類:
F01L 1/14 (2006.01) *F16H 53/02* (2006.01)
C23C 8/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/000123

(22) 国際出願日: 2009 年1 月15 日 (15.01.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2008-022082 2008 年1 月31 日 (31.01.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目１番１号 Tokyo (JP). 田中精密工業株式会社 (TANAKA SEIMITSU KOGYO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9300996 富山県富山市新庄本町二丁目７番１０号 Toyama (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 前川恵一 (MAEKAWA, Keiichi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 村上敦 (MURAKAMI, Atsushi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 原崎貴明 (HARASAKI, Takaaki) [JP/JP]; 〒9300996 富山県富山市新庄本町二丁目７番１０号 田中精密工業株式会社内 Toyama (JP).

(74) 代理人: 櫛渕昌之, 外 (KUSHIBUCHI, Masayuki et al.); 〒3308669 埼玉県さいたま市大宮区桜木町１丁目７番地５ ソニックシティビル１８階 Saitama (JP).

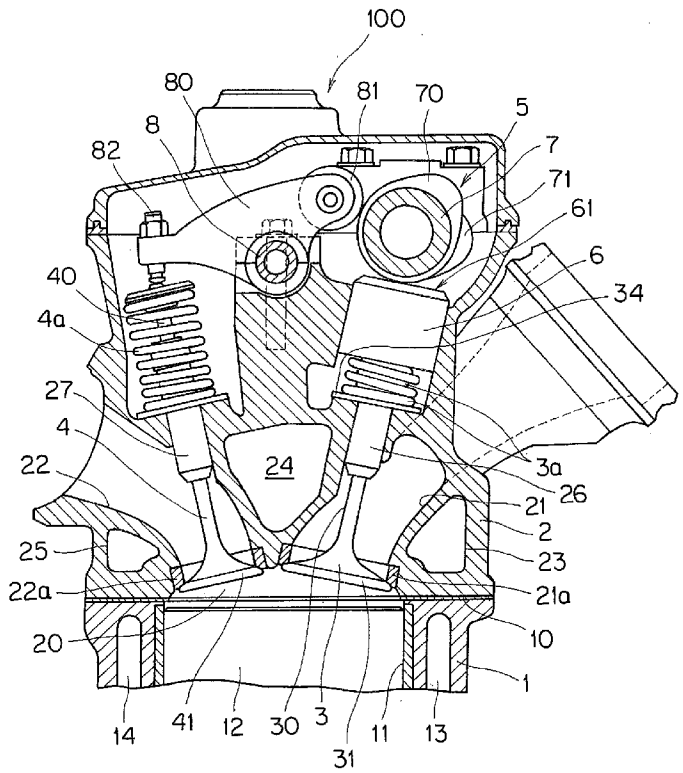
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: SLIDING MEMBER, AND METHOD FOR TREATING SURFACE OF THE SLIDING MEMBER

(54) 発明の名称: 摺動部材、及び、摺動部材の表面処理方法

[図1]



(57) Abstract: This aims to improve better the wear resistance of a sliding member to be used in an internal combustion engine. In a valve lifter (6) used in the internal combustion engine (100), particles harder than the valve lifter (6) are dispersed on a top face (61). This top face (61) having the hard particles dispersed thereon is subjected to a nitriding treatment.

(57) 要約: 内燃機関に用いられる摺動部材において、より一層の耐摩耗性の向上を図る。 内燃機関１００に用いられるバルブリフタ６において、頂面６１に、バルブリフタ６より硬質の硬質粒子を分散させると共に、硬質粒子が分散している頂面６１に窒化処理を施す。

WO 2009/096143 A1

SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書
— 補正書・説明書

明　細　書

摺動部材、及び、摺動部材の表面処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関に用いられる摺動部材、及び、摺動部材の表面処理方法に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関に用いられる部材のうち、動作時に他の部材と摺動する摺動部材には、高い耐摩耗性が求められる。このため、従来、耐摩耗性の向上を図るべく他の部材と摺動する面に特殊な表面処理をしたものがあった（例えば、特許文献１参照。）。

特許文献1：特開２００２－２６６９８３号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] ところで、近年さらなる高出力化及び高回転化を図った内燃機関において、摺動部材は高負荷の環境で使用されるようになっている。このため、摺動部材に対しては、さらなる耐摩耗性の向上が求められている。

そこで本発明は、高出力、高回転化を図る内燃機関等に用いられる摺動部材において、耐摩耗性の向上を図ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0004] 上記課題を解決するため、本発明の摺動部材は、内燃機関に用いられる摺動部材において、前記摺動部材よりも高硬度の硬質粒子を前記摺動部材の表面に分散させ、この硬質粒子が分散している前記表面に窒化処理を施したこと、を特徴とする。

この構成によれば、硬質粒子が分散した表面に窒化処理を施すことにより、この表面には硬質粒子を含んだ窒化層が形成される。この窒化層は、摺動部材の母材を窒化したことで耐摩耗性が増しており、さらに硬質粒子を含むことによって、より耐摩耗性が増している。従って、摺動部材に耐摩耗性の

高い窒化層を形成し、摺動部材の耐摩耗性を向上させることができる。

[0005] 上記構成において、前記硬質粒子は酸化アルミニウムの粒子であってもよい。

この場合、摺動部材の表面に分散される酸化アルミニウムの硬質粒子が窒化処理と相性が良いので、窒化処理で生成される窒化層に硬質粒子が含まれやすい。このため、硬質粒子を含んで耐摩耗性が増した窒化層を、容易に摺動部材の表面に形成し、摺動部材の耐摩耗性を向上させることができる。また、酸化アルミニウムの粒子は硬度が高く、かつ低コストであるから、低コストで、耐摩耗性を高めることが可能になるという利点がある。

[0006] 上記構成において、前記硬質粒子は粒径１０μｍ（マイクロメートル）以下の粒子であってもよい。

この場合、窒化層に含まれる硬質粒子の粒径が小さいため、窒化層の表面における凹凸が抑えられ、窒化処理された表面における摩擦損失を低減することができる。

また、上記構成において、前記表面に、前記硬質粒子が前記表面の濃度として少なくとも５％を占めるように前記硬質粒子を分散させて、窒化処理を施したものであってもよい。

この場合、窒化層に十分な量の硬質粒子を含ませることができるので、窒化層の耐摩耗性を高めることができる。

[0007] 上記構成において、前記摺動部材の他部材との摺動面が前記硬質粒子によって研磨され、さらに窒化処理が施されたものであってもよい。

この場合、摺動部材と他部材との摺動面を硬質粒子によって研磨することで摺動面の表面粗さの平滑化を図り、この摺動面における摩擦損失を低減させることができる。また、硬質粒子による研磨を行う際に、硬質粒子が摺動部材の摺動面に衝突し、或いは食い込むことによって、摺動面に凹みが形成され、この凹みは内燃機関に組み付けた場合にオイルピットとして機能する。このように、摺動部材の摺動面を平滑化させる研磨の工程でオイルピットを形成することができるので、別途、オイルピットを形成するための工程が

不要となり、加工工数を削減できるという利点がある。

また、上記構成において、前記摺動部材は、前記内燃機関において、他部材と摺動することにより機関弁を開閉駆動するバルブリフタであってもよい。

この場合、近年さらなる高出力化・高回転化を図った内燃機関において高負荷が加わるようになったバルブリフタの表面に、耐摩耗性に優れた窒化層を形成することで、バルブリフタの耐摩耗性を向上させることができる。

[0008] また、上記課題を解決するため、本発明の摺動部材の表面処理方法は、内燃機関に用いられる摺動部材の表面処理方法において、前記摺動部材の表面に前記摺動部材より高硬度の硬質粒子を分散させる工程と、前記硬質粒子が分散している表面に窒化処理を施す工程と、を含むことを特徴とする。

この方法によれば、硬質粒子を分散させた表面に窒化処理を施すことによって、この表面に、硬質粒子を含んだ窒化層が形成される。この窒化層は、摺動部材の母材を窒化したことで耐摩耗性が増しており、さらに硬質粒子を含むことによって、耐摩耗性が増している。従って、摺動部材に耐摩耗性の高い窒化層を形成し、摺動部材の耐摩耗性を向上させることができる。

[0009] 上記構成において、前記摺動部材は前記内燃機関において他部材と摺動することにより機関弁を開閉駆動するバルブリフタであり、前記摺動部材の表面に前記硬質粒子を分散させる工程は、前記硬質粒子によって前記他部材と摺動する摺動面を研磨する工程を含んでいてもよい。

この場合、近年さらなる高出力化・高回転化を図った内燃機関において高負荷が加わるようになったバルブリフタの耐摩耗性を向上させることができる。また、バルブリフタと他部材との摺動面に硬質粒子を分散させる工程において、硬質粒子によって摺動面を研磨するので、摺動面の表面粗さの平滑化を図り、この摺動面における摩擦損失を低減させるとともに、摺動面に硬質粒子を効率よく分散させることができる。そして、硬質粒子による研磨を行う際には硬質粒子がバルブリフタの摺動面に衝突し、或いは食い込むことによって、バルブリフタの摺動面に凹みが形成され、この凹みが内燃機関に

組み付けた場合にオイルピットとして機能する。従って、研磨を行う工程でバルブリフタの摺動面を平滑化させるとともにオイルピットを形成することができるので、別途、オイルピットを形成するための工程が不要となり、加工工数を削減できるという利点もある。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、硬質粒子が分散した表面に窒化処理を施すことにより、摺動部材の表面に、硬質粒子を含んだ耐摩耗性の高い窒化層を形成し、摺動部材の耐摩耗性を向上させることができる。また、硬質粒子を窒化処理と相性が良い酸化アルミニウムの粒子とすることで、窒化処理で生成される窒化層に硬質粒子が含まれやすくなり、硬質粒子を十分に含む窒化層を容易に摺動部材の表面に生成させることができる。また、コスト増加を抑えながら摺動部材の表面の耐摩耗性を高めることができる。さらに、硬質粒子を粒径１０μｍ以下の粒子とすることで、窒化層の凹凸を抑え、窒化処理された表面の摩擦損失を低減することができる。また、表面での濃度として少なくとも５％を占めるように、摺動部材の表面に硬質粒子を分散させることで、窒化層に十分な量の硬質粒子を含ませることができ、窒化層の耐摩耗性を高めることができる。

[0011] さらに、摺動部材と他部材との摺動面を硬質粒子によって研磨し、さらに窒化処理を施すことによって、摺動面の表面粗さの平滑化を図り、この摺動面における摩擦損失を低減させることができる。加えて、研磨を行う際に硬質粒子により摺動部材の摺動面にオイルピットとして機能する凹みを形成することができるので、加工工数を削減できる。また、摺動部材が内燃機関において他部材と摺動することにより機関弁を開閉駆動するバルブリフタである場合、近年さらなる高出力化・高回転化を図った内燃機関において高負荷が加わるようになったバルブリフタの表面に、耐摩耗性に優れた窒化層を形成することで、バルブリフタの耐摩耗性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、本発明に係る内燃機関の一例を示す断面図である。

[図2]図２は、バルブリフタ及びその近傍の構成を示す要部断面図である。

[図3]図３は、第１の実施形態に係るバルブリフタの表面状態の例を模式的に示す図であり、図３Ａは研磨工程前の表面状態を示す拡大図、図３Ｂは研磨工程における表面状態を示す拡大図である。

[図4]図４は、第１の実施形態に係るバルブリフタの表面状態の例を模式的に示す図であり、図４Ａは研磨工程後の表面状態を示す拡大図、図４Ｂは窒化処理後の表面状態の模式的に示す拡大図である。

[図5]図５は、第１の実施形態の表面処理により得られる耐摩耗性を示す図表であり、図５Ａは粒径と耐摩耗性との相関を示し、図５Ｂは硬質粒子の濃度と耐摩耗性との相関を示す。

[図6]図６は、第２の実施形態に係るバルブリフタの表面状態を模式的に示す図であり、図６Ａは窒化処理前の表面状態を示す拡大図、図６Ｂは窒化処理後の表面状態を示す拡大図である。

[図7]図７は、第３の実施形態に係るバルブリフタの表面状態を模式的に示す図であり、図７Ａは研磨工程前の表面状態を示す拡大図、図７Ｂは研磨工程後の表面状態を示す拡大図である。

[図8]図８は、第３の実施形態に係るバルブリフタの表面状態を模式的に示す図であり、図８Ａは窒化処理前の表面状態を示す拡大図、図８Ｂは窒化処理後の表面状態を示す拡大図である。

符号の説明

[0013] ３　吸気弁（機関弁）

４　排気弁（機関弁）

５　動弁装置

６　バルブリフタ（摺動部材）

７　カムシャフト

６１　頂面

７０　吸気カム

１００　内燃機関

１０１　凸部

１０２　凹部

１０３　平坦面

１０４　凹部

１２２　硬質粒子

１３１　窒化層

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

［第１の実施形態］

図１は、本実施形態における内燃機関１００の一例を示す断面図である。

本実施形態における内燃機関１００は、シリンダブロック１と、シリンダブロック１にヘッドガスケット１０を介して取り付けられるシリンダヘッド２とを備えている。

[0015] シリンダブロック１にはシリンダ１１が形成され、シリンダ１１内には上下へ摺動可能に嵌合されるピストン１２が配置され、ピストン１２はシリンダブロック１に回転自在に軸支されるクランクシャフト（図示略）に図示しないコンロッドを介して連接されている。また、シリンダブロック１には、ピストン１２を囲うように、シリンダブロック１を冷却する冷却水を流通させるためのウォータージャケット１３、１４が形成されている。

[0016] シリンダヘッド２には、シリンダ１１の上方に燃焼室２０が設けられると共に、燃焼室２０に連通する吸気ポート２１及び排気ポート２２が設けられ、吸気ポート２１は吸気弁３により、排気ポート２２は排気弁４により、後述するように開閉される。内燃機関１００においては、吸気ポート２１から吸入される燃料と空気を混合した混合気が、ピストン１２とシリンダヘッド２との間に形成される燃焼室２０で圧縮され、図示しない点火プラグにより点火されて燃焼することで、この燃焼圧によりピストン１２が下方へ押圧されて、その押圧力によりクランクシャフトを回転駆動させる。また、燃焼後には、排気弁４により排気ポート２２が開かれた状態で、クランクシャフト

の回転によりピストン１２が上昇してシリンダヘッド２との間の燃焼室２０を圧縮することにより、排気が燃焼室２０から排気ポート２２へ排出される。

シリンダヘッド２には、この吸気ポート２１及び排気ポート２２を囲うように、シリンダヘッド２を冷却するためのウォータージャケット２３、２４、２５が形成されている。これらのウォータージャケット２３、２４、２５は、シリンダヘッド２内に冷却液を流すための流路となっている。

[0017] シリンダヘッド２には、吸気ポート２１を開閉する吸気弁３（機関弁）が、バルブスプリング３ａにより吸気ポート２１を閉鎖する方向（弁閉方向）に付勢されて配置され、排気ポート２２を開閉する排気弁４（機関弁）が、バルブスプリング４ａにより排気ポート２２を閉鎖する方向（弁閉方向）に付勢されて配置されている。

吸気弁３は、丸棒状のステム３０と、ステム３０の先端に一体に形成される略円錐状の傘部３１とを備える。吸気弁３は、吸気ポート２１の途中に突出するようにシリンダヘッド２に嵌着された略円筒状のバルブガイド２６にステム３０を貫通して配置され、バルブガイド２６により摺動自在に支持される。ステム３０の頂部には、バルブスプリング３ａの上部とともに、有底円筒形状のバルブリフタ６（摺動部材）が被せられ、このバルブリフタ６を介してカムシャフト７に当接する。

[0018] 排気弁４は吸気弁３と同様の丸棒状のステム４０と、ステム４０の先端に一体に形成される略円錐状の傘部４１とを有し、このステム４０が、排気ポート２２の途中に突出するようにシリンダヘッド２に嵌着された略円筒状のバルブガイド２７にステム４０を貫通して配置され、バルブガイド２７により摺動自在に支持される。ステム４０にはバルブスプリング４ａが配設され、ステム４０の頂部には、後述するロッカアーム８０の端部が当接する。

[0019] 吸気ポート２１及び排気ポート２２の燃焼室２０側には、それぞれ、円環状のバルブシール２１ａ、２２ａが配置されている。吸気弁３の閉鎖時には吸気弁３の傘部３１の外周縁部とバルブシール２１ａとがシール面を形成す

ることで、吸気ポート２１が閉鎖され、排気弁４の閉鎖時には排気弁４の傘部４１の外周縁部とバルブシール２２ａとがシール面を形成することで、排気ポート２２が閉鎖される。

[0020] 内燃機関１００は、一本のカムシャフト７で駆動されるユニカム方式の動弁装置５を備え、この動弁装置５によって吸気弁３及び排気弁４を開閉駆動する。

動弁装置５は、吸気弁３の上方のシリンダヘッド２に回転自在に軸支されるカムシャフト７と、カムシャフト７と平行な軸線を有してシリンダヘッド２に固定されるロッカシャフト８を有している。

カムシャフト７は、チェーン伝動機構（図示略）によりクランクシャフトに連結され、クランクシャフトと連動して回転する。カムシャフト７には、略円盤状の吸気カム７０と排気カム７１とが設けられ、吸気カム７０の周面はバルブリフタ６の頂面６１に接し、排気カム７１の周面は、ロッカシャフト８を中心に回動自在に配設されたロッカアーム８０に接している。カムシャフト７が回転すると、吸気カム７０のカムの断面形状（プロフィル）によりバルブリフタ６を介して吸気弁３が上下し、排気カム７１のプロフィルによりロッカアーム８０を介して排気弁４が上下し、適宜のタイミングで吸気ポート２１、排気ポート２２を開放する。

[0021] ロッカアーム８０は、ロッカシャフト８により回動自在に支持され、その一端には排気カム７１に転がり接触するローラ８１が設けられ、他端には排気弁４のステム４０の頂部に当接するタペットねじ８２が進退位置を調節可能として羅合されている。ロッカアーム８０は、排気カム７１の回転に伴ってロッカシャフト８を中心として回動し、タペットねじ８２を介して排気弁４を押圧することで、排気弁４を開閉させる。

[0022] 図２は、バルブリフタ６及びその近傍の構成を示す要部断面図である。

この図２に示すように、バルブガイド２６の上端には、ステム３０とバルブガイド２６との間の気密を保つバルブステムシール３３が配設されている。また、バルブガイド２６には、バルブスプリング３ａの下端の位置決めを

するスプリングシート３４が設けられている。スプリングシート３４は、図１に示したようにシリンダヘッド２に接し、バルブスプリング３ａの下端を固定的に保持する。

ステム３０の頂部には、コッタ６３を介して、バルブスプリング３ａの上端を保持するリテーナ３２が取り付けられ、このリテーナ３２がバルブスプリング３ａの付勢力を受けることで、吸気弁３が弁閉方向に付勢される。

[0023] さらに、ステム３０の頂部には、有底円筒形状のバルブリフタ６が、その底面が上になるように被せられ、ステム３０の頂部は、バルブリフタ６の底面の内側にシム６２を介して接している。

バルブリフタ６の頂面６１は、バルブスプリング３ａの付勢力によって上述したように吸気カム７０の周面に接しており、カムシャフト７の回転に伴って吸気カム７０がバルブスプリング３ａの付勢力に抗してバルブリフタ６を押圧すると、バルブリフタ６とともに吸気弁３が押し下げられ、弁開方向に移動する。バルブリフタ６と吸気カム７０との間隔は、シム６２の厚みを変えることで調整可能となっている。また、頂面６１の縁は面取りされている。

[0024] ところで、内燃機関１００の動作中、バルブリフタ６の頂面６１は吸気カム７０の周面と常に摺動する。ここで、頂面６１には吸気カム７０の周面との間に比較的高い面圧が生じるため、バルブリフタ６の頂面６１の材料としては耐面圧に優れた鉄等が使用され、さらに、頂面６１には、耐摩耗性を高めるべく表面処理が施される。

以下、頂面６１の表面処理について説明する。

[0025] 図３及び図４は、第１の実施形態に係るバルブリフタ６の表面状態の模式的に例示する図であり、図３Ａは研磨工程（後述する第１工程）前の表面状態を示す拡大図、図３Ｂは研磨工程中の表面状態を示す拡大図、図４Ａは研磨工程後の表面状態を示す拡大図であり、図４Ｂは窒化処理（後述する第２工程）後の表面状態を示す拡大図である。これら図３～図４及び後述する図６～図８は、いずれも、頂面６１の表面における微細構造を大きく拡大して

示す図であり、理解の便宜を図るため、一部模式化している。

[0026] バルブリフタ６は、鋳造または鍛造もしくは引抜き加工により略円柱形状に成形された鉄系材料、或いは鋳造または鍛造により有底のカップ状に成形された鉄系材料から削り出され、ステム３０やバルブスプリング３ａ等を収容する空間が旋削加工により形成される一方、頂面６１は、研削加工により平面に加工される。

図３Ａに示すように、研削加工後の頂面６１は平滑な面となっているが、大きく拡大すれば凸部１０１や凹部１０２の存在が見られる。

[0027] 第１の実施形態における頂面６１の表面処理は、次の手順で行われる。

・第１工程：硬質粒子を用いて頂面６１を研磨する。

・第２工程：研磨用の硬質粒子が付着した状態で頂面６１に窒化処理を施す。

[0028] 第１工程では、図３Ａに示したように凹凸を有する頂面６１を高度な平滑面とすべく、研磨を行う。この第１工程では、研磨材として、頂面６１を構成する母材（例えば、上述した鉄系材料）よりも硬度の高い硬質粒子を用いる。頂面の研磨装置としては、バレル装置を用いることができ、好ましくは湿式振動バレル装置を用いることができる。

ここで、頂面６１を構成する材料としては、上述したように耐面圧に優れた材料として、鉄、鋼、ステンレス、その他の鉄系合金等が用いられる。

硬質粒子としては、頂面６１を構成する材料（母材）よりも高硬度の粒子であることが望ましく、具体的には、アルミナ（酸化アルミニウム）の粒子、アルミナの組成に他元素や多くの酸素を含んだアルミナ系セラミックスの粒子、ジルコニア系セラミックスの粒子、炭化珪素系セラミックスの粒子等を用いることができる。このうち、アルミナは、十分に硬度が高く、かつ、例えばジルコニア等に比べて低コストであるため、大幅なコスト増を招くことなく望ましい耐摩耗性の向上を図ることができるという点で、有力な材料として挙げられる。

頂面６１の母材が高硬度鋼等の難削材である場合には、硬質粒子として人

造ダイヤモンドやＣＢＮ（立方晶窒化ほう素）等の超砥粒を用いてもよい。頂面６１を構成する材料の硬度によっては、シリカ（酸化ケイ素）を用いることも可能であるが、上記のような、より高硬度の材料を用いることが好ましい。

硬質粒子の粒径は、１０μｍ以下であることが好ましく、より好ましくは５μｍ以下である。この理由については後述する。本第１の実施形態における第１工程では、粒径が異なる２種類の硬質粒子、すなわち粒径が１ｍｍ（ミリメートル）以上、例えば３ｍｍの大きい硬質粒子１２１と、粒径が１０μｍ以下の小さい硬質粒子１２２との混合物を用いる。

尚、硬質粒子径の測定は、例えば、粒度分布測定装置；日機装製　マイクロトラックＨＲＡ　９３２０－Ｘ１００　を用いて行うことができる。

[0029] 図３Ｂに示す硬質粒子１２１は、例えば粒径３ｍｍ程度の球体の粒子であるが、そのサイズ及び形状は任意であり、鋭利な形状の粒子であってもよい。なお、図３Ｂの縮尺は図３Ａ、図４Ａ及び図４Ｂとは異なっている。

第１工程で研磨されている間、図３Ｂに示すように、頂面６１に存在する凸部１０１が硬質粒子１２１、１２２により削られて、次第に平滑面になっていく。大きい硬質粒子１２１は凸部１０１を研削する。とともに、この第１工程では粒径の小さい硬質粒子１２２によっても凸部１０１が研削され、頂面６１が平坦に整えられる。さらに、図３Ｂに示す研磨中に、硬質粒子１２２は、硬質粒子１２１により頂面６１に押し込まれる等により、頂面６１に食い込む。

[0030] 第１工程の研磨の後は、図４Ａに示すように、頂面６１の表面に存在していた凸部１０１（図３Ａ、図３Ｂ）が削られて、平坦面１０３が形成されている。

また、頂面６１の表面には、研磨に使用された硬質粒子１２２（１０μｍ以下）、或いは、研磨用の硬質粒子同士がぶつかって発生した硬質粒子１２２（１０μｍ以下）が多数分散されて、凹部１０２の内部や平坦面１０３等を含む頂面６１の全体に付着している。硬質粒子１２２の中には、硬質粒子

同士がぶつかって生成した、粒径が１０μｍよりも小さい硬質粒子（例えば、粒径が５μｍ以下や、粒径１～２μｍの粒子）が含まれる。

この図４Ａに示す硬質粒子１２２は鋭利な形状の粒子であるが、例えばアルミナのように切削力に優れた粒子の多くは、図４Ａに示すように鋭利な形状である。このため、一部の硬質粒子１２２は頂面６１の表層に食い込んでいる。

[0031] さらに、頂面６１の表面には、第１工程の前には無かった凹部１０４が生じることがある。この凹部１０４は、研磨中に硬質粒子１２２が衝突したことで生じたもの、及び、研磨中に頂面６１に食い込んだ硬質粒子１２２が、研磨中または研磨後に脱落したことで生じたものである。このように、頂面６１の表面には、第１工程の前から存在していた凹部１０２に加え、第１工程で凸部１０１があった場所等に新たに凹部１０４が形成されるので、多くの小さな凹みが存在する。

[0032] 頂面６１が有するこれらの凹部１０２、１０４は、バルブリフタ６が内燃機関１００に組み込まれた場合に、潤滑用のオイルを保持するオイル溜まり（オイルピット）として作用するため、有用である。

バルブリフタ６の頂面６１は吸気カム７０（図２）の周面と高速で摺動するため、動作中には外部からオイルが供給され、このオイルが頂面６１に油膜を形成して頂面６１及び吸気カム７０周面を潤滑する。上述した凹部１０２、１０４がオイルピットとして機能することにより、頂面６１においては高いオイル保持力が発揮され、頂面６１と吸気カム７０の周面とが潤滑される。

このように、第１工程で、もとから存在する凹部１０２に加えて凹部１０４が形成されるので、結果として、オイルピットとして機能する多くの凹部１０２、１０４が頂面６１に設けられ、高いオイル保持力が発揮される。このため、バルブリフタ６と吸気カム７０とを潤滑できる。また、第１工程で頂面６１を研磨する際にオイルピットが形成されるので、別途オイルピットを形成する加工が不要になり、加工工数を削減できるという利点がある。

[0033] 続く第２工程では、図４Ａに示すように頂面６１に硬質粒子１２２が付着した状態で、窒化処理が施される。この窒化処理は、例えば、ガス窒化法、ガス軟窒化法、塩浴窒化法、塩浴軟窒化法、或いはイオン窒化法等により行われるが、具体的な方法は、頂面６１を構成する母材の種類等に応じて決定すればよい。この窒化処理の実施態様としては、窒化処理装置としてガス軟窒化炉を使用し、低温軟窒化を行うことが好ましい。

この窒化処理によって、図４Ｂに示すように、頂面６１の表層には窒化層１３１が形成される。窒化層１３１は、頂面６１を構成する母材（上述の鉄系材料）が窒化されて生成した、窒化鉄や、バルブリフタ６の母材に含まれる他元素の窒化物を主たる成分とする層である。窒化層１３１は、頂面６１の表層から母材内部に向かって形成される一方、頂面６１の表層の外側へ成長し、少なくとも一部の硬質粒子１２２を包みこむ。このため、第２工程の窒化処理の後は、硬質粒子１２２を含む窒化層１３１が、頂面６１の表面に形成される。

硬質粒子１２２がアルミナである場合には、特に窒化処理との相性が良いので、窒化層１３１が硬質粒子１２２を含みながら成長しやすく、多数の硬質粒子１２２が窒化層１３１に取り込まれるという利点がある。

[0034] 第２工程で形成された窒化層１３１は、頂面６１を構成する母材が窒化されたことで高い硬度を有し、耐摩耗性に優れたものとなっている。このため、吸気カム７０と高速で摺動する耐摩耗性が高まることで、優れた耐久性を有するバルブリフタ６を実現できる。さらに、図４Ｂに示すように、第２工程で形成された窒化層１３１には、高硬度の硬質粒子１２２が含まれているので、バルブリフタ６の母材を窒化して得られる窒化層１３１の耐摩耗性が高いことと相まって、耐摩耗性の向上を実現できる。

[0035] ここで、頂面６１の表面処理に用いる硬質粒子１２２の性状及び粒径について検討する。

図５は、本第１の実施形態における表面処理により得られる耐摩耗性を示す図表であり、図５Ａは粒径と耐摩耗性との相関を示すグラフであり、図５

Ｂは硬質粒子の濃度と耐摩耗性との相関を示すグラフである。この図５Ａ及び図５Ｂに示すデータは、実際に第１の実施形態の表面処理方法として上述した方法により、頂面６１の表面処理を行って得られたデータである。

尚、耐摩耗性の良否は、実機モータリングテストにより、スカッフィングが発生する限度を評価することによって判断した。

[0036] 図５Ａには、硬質粒子１２２として粒径の異なるアルミナを用いて、頂面６１の表面処理を実験した場合の、粒径と窒化処理後の耐摩耗性との相関を示す。図５Ａのグラフの横軸は硬質粒子１２２の粒径である。また、縦軸は窒化処理後の表面の耐摩耗性を示す。なお、この表面処理の実験では、１回の実験において硬質粒子１２２として１種類の粒径のものを用いた。

硬質粒子は、粒径が１μｍ、５μｍ、１０μｍ、１５μｍ、２０μｍの５種類の物をそれぞれ用いて実験を行った。また、図中には、好ましい耐摩耗性の値を破線で示した。この破線で示した値よりも強い耐摩耗性が得られれば、好ましい粒径といえる。

[0037] この実験の結果、粒径１μｍの場合の耐摩耗性を示す指標値と、５μｍの場合の耐摩耗性を示す指標値と、１０μｍの場合の耐摩耗性を示す指標値とは所定の耐摩耗性の指標より高く、１５μｍの場合の耐摩耗性を示す指標値と、２０μｍの場合の耐摩耗性を示す指標値とは、所定の耐摩耗性の指標より低かった。つまり、図５Ａに示すように、粒径が１μｍの場合、５μｍの場合、及び、１０μｍの場合に、好ましい指標値を超える耐摩耗性が得られた。粒径が１μｍの場合及び５μｍの場合には、特に優れた耐摩耗性が得られた。

これに対し、粒径が１５μｍの場合、及び、２０μｍの場合には、窒化処理後の耐摩耗性は、好ましいといえる指標値を下回った。

この結果について考察すると、粒径が大きい場合には、窒化処理の前の状態で頂面６１に分散する硬質粒子１２２が、窒化処理の前後において頂面６１から脱落してしまい、硬質粒子１２２が十分に窒化層１３１に取り込まれず、頂面６１に形成される窒化層１３１の耐摩耗性が十分に高くならなかっ

たと考えられる。

従って、第２工程の窒化処理の前に頂面６１に分散させる硬質粒子１２２の粒径は、１０μｍ以下であることが好ましく、より好ましくは５μｍ以下である。

尚、上記のように粒径が１０μｍ以下の粒子が摺動部材の表面に分散されることが好ましいが、摺動部材の表面に分散される粒子を全て１μｍ未満の粒子にしようと製造すると、製造時間が大幅に増大するため、量産上有利でない。

[0038] 本第１の実施形態では、大小種類の硬質粒子１２２を用いる。この場合、硬質粒子１２２の粒径が、好ましくは１０μｍ以下、より好ましくは５μｍ以下であれば、これら硬質粒子１２２が脱落しにくく、窒化層１３１に取り込まれやすくなる。

[0039] また、図５Ｂには、硬質粒子１２２として所定粒径のアルミナを用いて、頂面６１の表面処理を実験した場合の、窒化処理前において頂面６１に分散される硬質粒子１２２の量と窒化処理後の耐摩耗性との相関を示す。

図５Ｂのグラフの横軸は頂面６１での硬質粒子１２２の濃度である。また、図５Ｂの縦軸は、試験で得られた耐摩耗性を示す指標値であり、この縦軸の値が高いほど耐摩耗性が高いといえる。図中には、好ましい耐摩耗性の値を破線で示し、この破線で示した値よりも高い値が得られれば、好ましい結果であるといえる。

[0040] この実験では、硬質粒子の濃度を、１％、１．２％、３．８％、６．４％、８．９％、１４．３％、１５．２％、１６．７％の８段階に変化させて、それぞれ頂面６１の表面処理を行った。

その結果、１％の場合の耐摩耗性を示す指標値と、１．２％の場合の耐摩耗性を示す指標値と、３．８％の場合の耐摩耗性を示す指標値とは所定の耐摩耗性の指標より低く、６．４％の場合の耐摩耗性を示す指標値と、８．９％の場合の耐摩耗性を示す指標値と、１４．３％の場合の耐摩耗性を示す指標値と、１５．２％の場合の耐摩耗性を示す指標値と、１６．７％の場合の

耐摩耗性を示す指標値とは、所定の耐摩耗性の指標より高かった。破線で示した好ましい耐摩耗性の基準を上回ったのは、濃度が６．４％、８．９％、１４．３％、１５．２％、１６．７％の場合であり、濃度が低いほど耐摩耗性が低下するという結果になった。

図５Ｂに示す各測定点を近似して、好ましいといえる耐摩耗性が得られる境界値を検討すると、濃度５％が合理的な境界値であるといえる。

尚、硬質粒子の濃度が高いほど耐摩耗性が良くなるが、濃度が２０％を超えるものを製造するには、製造時間が大幅に増大するため、量産上有利でない。

尚、この実験における硬質粒子の濃度の測定は、Ｘ線光電子分析装置；島津製作所製　ＥＳＣＡ－１０００を用いて行い、表面下約４０ｎｍで測定した。

[0041] この結果について考察すると、濃度が低いと硬質粒子１２２が十分に窒化層１３１に取り込まれず、頂面６１に形成される窒化層１３１の耐摩耗性が十分に高くならなかったと考えられる。

従って、第２工程の窒化処理の前に頂面６１に分散させる硬質粒子１２２の量は、頂面６１での濃度が少なくとも５％以上であることが好ましい。

[0042] このように、本第１の実施形態によれば、硬質粒子１２２を頂面６１に分散させて窒化処理を施すことにより、頂面６１に、硬質粒子１２２を含んだ耐摩耗性の高い窒化層１３１を形成し、バルブリフタ６の耐摩耗性を向上させることができる。特に、近年さらに高出力化・高回転化を図った内燃機関において高負荷が加わるようになったバルブリフタ６が吸気カム７０と摺動する頂面６１の耐摩耗性を向上させることができる。また、硬質粒子１２２として、窒化処理と相性が良い酸化アルミニウムの粒子を用いれば、窒化層１３１に硬質粒子１２２が含まれやすくなり、硬質粒子１２２を十分に含む窒化層を容易に頂面６１に形成できる。

[0043] さらに、硬質粒子１２２を粒径１０μｍ以下の粒子とすることで、窒化層１３１の凹凸を抑え、頂面６１の摩擦損失を低減することができる。また、

硬質粒子１２２を、頂面６１に対して少なくとも５%の濃度を占めるように分散させて窒化処理を施すことによって、窒化層１３１の耐摩耗性を高めることができる。

また、窒化処理の前に頂面６１に分散させる硬質粒子１２２の粒径は、１０μｍ以下であることが好ましく、より好ましくは５μｍである。さらに、窒化処理の前に頂面６１に分散させる硬質粒子１２２の量は、頂面６１での濃度が５%以上であることが好ましい。

[0044] また、本第１の実施形態では、第１工程で粒径の大きい硬質粒子１２１（例えば、１ｍｍ以上、好ましくは３ｍｍ以上）と、小さい硬質粒子１２２（１０μｍ以下）とを用いているため、これら小さい硬質粒子１２２が頂面６１に付着した状態で第２工程の窒化処理を行う。

このため、第１工程では切削力が強い大きい硬質粒子によって効率よく速やかに研磨を行うことができるという利点があり、硬質粒子１２２が頂面６１の表層に食い込むことで小さな凹部１０４ができ、有効なオイルピットを形成できるという利点もある。特に、頂面６１に存在する凸部（図３Ａの凸部１０１等）を効率よく切削することで、バルブリフタ６が吸気カム７０と摺動する際の摩擦損失を低下させることができる。このため、粒径の大きな硬質粒子１２１（例えば、１ｍｍ以上、好ましくは３ｍｍ以上）を用いることに大きな利点がある。

また、第２工程では硬質粒子１２２が窒化層１３１に取り込まれやすいことから、より多くの硬質粒子を窒化層１３１に含ませることができる。さらに、硬質粒子１２２は窒化層１３１から脱落しにくいので、より耐摩耗性に優れた窒化層１３１を形成できる。また、粒径の大きい硬質粒子１２１（１ｍｍ以上）とともに用いることで、硬質粒子１２２が硬質粒子１２１に押圧されて頂面６１に押し込まれるので、硬質粒子１２２が頂面６１に食い込み、或いは、微小なオイルピットが形成される。これにより、頂面６１の摺動環境を整えることができる。

このように、異なる粒径の硬質粒子を用いることにより、第１工程及び第

２工程の各々において、優れた効果が得られる。

そして、このように異なる粒径の硬質粒子を用いる場合、少なくとも小さい硬質粒子１２２の粒径は、上述したように１０μｍ以下であることが好ましい。

[0045] なお、上記第１の実施形態では、第１工程において、アルミナ等からなる大きい硬質粒子１２１（１ｍｍ以上）と、小さい硬質粒子１２２（１０μｍ以下）との混合物を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、１種類の粒径の大きな硬質粒子（１ｍｍ以上）のみを用いてもよい。大きな硬質粒子のみを用いた場合も、第１工程の研磨中に硬質粒子どうしが衝突したり、圧接したりすることで破壊・粉砕され、硬質粒子１２２と同様の、より粒径の小さい硬質粒子が生じる。このため、大きい硬質粒子１２１のみを用いて第１工程の表面処理を行っても、第１の実施形態で小さい硬質粒子１２２を混ぜた場合と同じような状態となって、十分に効果が得られる。

[0046] また、大きな硬質粒子１２１と小さな硬質粒子１２２とを混合して第１工程及び第２工程の表面処理を行う場合において、小さな硬質粒子１２２としてアルミナを用い、大きな硬質粒子１２１として、合成ゴムや、金属材料等の任意の材料からなる粒子を用いてもよい。この場合も、第１工程においては硬質粒子１２１により効率よく研磨を行い、所望の表面状態を作り出すことができ、第２工程ではアルミナ等からなる小さな硬質粒子１２２を含んで窒化層１３１が形成されるので、上記第１の実施形態と同様、高い耐摩耗性を実現できる。

[0047] ［第２の実施形態］

続いて、本発明を適用した第２の実施形態について説明する。

図６は、第２の実施形態に係るバルブリフタ６の表面状態の例を模式的に示す図であり、図６Ａは窒化処理（後述する第２工程）前の表面状態を示す拡大図、図６Ｂは窒化処理後の表面状態を示す拡大図である。

第２の実施形態においては、バルブリフタ６の頂面６１に対する表面処理

を除き、上記第１の実施形態と同様であり、共通する構成を有する部分については同符号を用いることで図示及び説明を省略する。

[0048] 本第２の実施形態における表面処理は、次の手順で行われる。

・第１工程：硬質粒子１２２を頂面６１に分散させる。

・第２工程：分散させた硬質粒子１２２が付着した状態で頂面６１に窒化処理を施す。

[0049] 第１工程では、凹凸を有する頂面６１に、例えば硬質粒子１２２を気流により吹き付ける方法や、上方から撒き散らす方法等により、硬質粒子１２２を頂面６１に分散させる。第１工程の後では、図６Ａに示すように、凸部１０１、凹部１０２を含む頂面６１の全体に硬質粒子１２２が付着していることが好ましい。また、この第１工程で硬質粒子１２２を分散させる際の濃度は、上述した第１の実施形態で説明した濃度に従う。硬質粒子１２２の粒径についても同様である。

[0050] 図６Ａに示す頂面６１に対しては、第２工程の窒化処理が行われ、図６Ｂに示すように、頂面６１の表層に窒化層１３１が形成される。この窒化層１３１は、頂面６１の表層から母材内部に向かって形成される一方、頂面６１の表層から外へ、硬質粒子１２２を包むように成長し、硬質粒子１２２を含む窒化層１３１が形成される。

[0051] この第２の実施形態では、上記第１の実施形態と比較して硬質粒子１２１、１２２による研磨を省略しているので、短時間で、かつ低コストで表面処理を終えることができる。頂面６１の表面に形成された窒化層１３１は、上記第１の実施形態で形成される窒化層１３１と同様に硬質粒子１２２を含み、高い耐摩耗性を有するので、上記第１の実施形態で記載したのと同様の効果が得られる。

[0052] 頂面６１を研磨しないので、頂面６１には凸部１０１、凹部１０２が存在し、上記第１の実施形態で図４Ａに示した状態よりも平滑度が低い。しかしながら、頂面６１においてある程度の摩擦損失が許容され得る場合には、短時間かつ低コストで頂面６１に高い耐摩耗性を持たせることが可能な本第２

の実施形態の表面処理は、有用である。また、図６Ａに示した状態では凸部１０１、凹部１０２を強調して示しているが、現実には、硬質粒子１２２による研磨を行わなくても、頂面６１の平滑度を相当高くすることは可能であり、この程度の平滑度が許容され得る場合は多く、本第２の実施形態の表面処理方法は実用的かつ有用であるといえる。

[0053] ［第３の実施形態］

図７及び図８は、第３の実施形態に係るバルブリフタ６の表面状態を模式的に示す図であり、図７Ａは研磨工程（後述する第１工程）前の表面状態を示す拡大図、図７Ｂは研磨工程後の表面状態を示す拡大図、図８Ａは窒化処理（後述する第３工程）前の表面状態を示す拡大図、図８Ｂは窒化処理後の表面状態を示す拡大図である。

第３の実施形態においては、バルブリフタ６の頂面６１に対する表面処理を除き、上記第１及び第２の実施形態と同様であり、共通する構成を有する部分については同符号を用いることで図示及び説明を省略する。

[0054] 本第３の実施形態における表面処理は、次の手順で行われる。

・第１工程：硬質粒子１２２を用いないで頂面６１を研磨する。

・第２工程：硬質粒子１２２を頂面６１に分散させる。

・第３工程：分散させた硬質粒子１２２が付着した状態で頂面６１に窒化処理を施す。

[0055] 本第３の実施形態の表面処理方法では、第１工程において、図７Ａに示すように凸部１０１や凹部１０２を有する頂面６１を、研磨する。但し、この第１工程における研磨では硬質粒子１２２を用いないで研磨を行う。

研磨の方法としては、例えば、一般的な回転砥石を用いた方法がある。

また、第１工程の研磨が終了した時点で頂面６１を洗浄して、研磨に用いた材料を除去してもよい。

[0056] 第１工程の研磨が終了すると、頂面６１は、図７Ｂに示すように、平坦面１０３を有する平滑度の高い面となる。

続いて、第２工程において、研磨された頂面６１に、例えば硬質粒子１２

２を吹き付け、或いは撒き散らす等の方法により、硬質粒子１２２を頂面６１に分散させる。この第２工程の後では、図８Ａに示すように、凸部１０１、凹部１０２を含む頂面６１の全体に硬質粒子１２２が付着している。

この第２工程で硬質粒子１２２を分散させる際の濃度は、上述した第１の実施形態で説明した濃度に従う。硬質粒子１２２の粒径についても同様である。

[0057] そして、図８Ａに示す状態で第３工程の窒化処理が行われ、頂面６１には、図８Ｂに示すように窒化層１３１が形成される。窒化層１３１は、頂面６１の表層から母材内部に向かって形成される一方、頂面６１の表層から外へ、硬質粒子１２２を包むように成長し、硬質粒子１２２を含む窒化層１３１が形成される。

[0058] この第３の実施形態では、頂面６１に硬質粒子１２２が残存しないような方法で頂面６１を研磨した上で、頂面６１に硬質粒子１２２を分散させて、窒化処理を施す。従って、頂面６１を研磨する際に、頂面６１をより高度に平滑化することが可能となる。すなわち、頂面６１を構成する母材よりも高硬度の硬質粒子１２２の多くは鋭利な形状をしており、切削力に優れる一方で、平滑度は粒径に依存することから、平滑度を高めようとすると微細な硬質粒子を用いたほうが好ましい。

[0059] これに対し、本第３の実施形態のように、例えば柔らかいブラストを用いたショットブラスト法など、硬質粒子１２２のような粒子を用いないで研磨を行えば、切削力に劣るものの容易に平滑度を高めることができる。また、頂面６１には、硬質粒子１２２の衝突等による凹み（例えば、図４Ａに示す凹部１０４）が形成されない。

従って、本第３の実施形態の表面処理方法によれば、上記第１の実施形態で記載したのと同様の効果に加え、頂面６１の平滑度をより一層高くした上で、硬質粒子１２２を含む窒化層１３１を形成することにより、頂面６１において耐摩耗性の向上を実現できるという利点がある。

[0060] なお、上述した実施形態は、あくまでも本発明の一態様を示すものであり

、本発明は上記構成に限定されるものではない。

例えば、上記第１から第３の実施形態では、硬質粒子１２２の例として、鋭利な形状をしたアルミナ粒子を例として図示及び説明を行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、硬質粒子１２２として、鋭利な角を持たない形状の粒子（例えば、球形の粒子）を用いてもよい。また、例えば、上記第１から第３の実施形態では、頂面６１に硬質粒子１２２のみが分散された状態で窒化処理を施す場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、硬質粒子１２２の他に金属材料や合成樹脂または合成ゴム等の他の材料からなる粒子が頂面６１に付着していてもよい。

[0061] また、上記第１から第３の実施形態では、内燃機関１００において、吸気カム７０と摺動して吸気弁３を開閉駆動させるバルブリフタ６の頂面６１に、本発明の表面処理を適用した例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、吸気カム７０の周面に適用することも可能であるし、排気カム７１とローラ８１との摺動面、カムシャフト７とシリンダヘッド２との摺動面、その他内燃機関１００における様々な摺動面のいずれに対しても何ら制限なく適用可能である。さらに、本発明は、内燃機関１００に限定されず、機械的な摺動面を有する部材であればどのような部材であっても何ら制限なく適用することが可能である。

請求の範囲

[1] 内燃機関に用いられる摺動部材において、

前記摺動部材よりも高硬度の硬質粒子を前記摺動部材の表面に分散させ、この硬質粒子が分散している前記表面に窒化処理を施したこと、

を特徴とする摺動部材。

[2] 前記硬質粒子は酸化アルミニウムの粒子であること、を特徴とする請求項１記載の摺動部材。

[3] 前記硬質粒子は粒径１０μｍ以下の粒子であること、を特徴とする請求項１または２記載の摺動部材。

[4] 前記表面に、前記硬質粒子が前記表面での濃度として少なくとも５％を占めるように前記硬質粒子を分散させて、窒化処理を施したこと、

を特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の摺動部材。

[5] 前記摺動部材の他部材との摺動面が前記硬質粒子によって研磨され、さらに窒化処理が施されたこと、

を特徴とする請求項１から４のいずれかに記載の摺動部材。

[6] 前記摺動部材は、他部材と摺動することにより機関弁を開閉駆動するバルブリフタであること、を特徴とする請求項１から５のいずれかに記載の摺動部材。

[7] 内燃機関に用いられる摺動部材の表面処理方法において、

前記摺動部材の表面に前記摺動部材より高硬度の硬質粒子を分散させる工程と、

前記硬質粒子が分散している表面に窒化処理を施す工程と、

を含むことを特徴とする摺動部材の表面処理方法。

[8] 前記摺動部材は前記内燃機関において他部材と摺動することにより機関弁を開閉駆動するバルブリフタであり、

前記摺動部材の表面に前記硬質粒子を分散させる工程は、前記硬質粒子によって前記他部材と摺動する摺動面を研磨する工程を含むこと、

を特徴とする請求項７記載の摺動部材の表面処理方法。

補正された請求の範囲

[2009年5月29日（29.05.2009）国際事務局受理]

1．（補正後）内燃機関に用いられる摺動部材において、
前記摺動部材よりも高硬度の硬質粒子によって、前記摺動部材の他部材との摺動面が研磨され、この研磨に用いた前記硬質粒子を前記摺動部材の表面に分散した状態で残存させ、この硬質粒子が分散している前記表面に窒化処理を施したこと、
を特徴とする摺動部材。

2．前記硬質粒子は酸化アルミニウムの粒子であること、を特徴とする請求項１記載の摺動部材。

3．前記硬質粒子は粒径１０μｍ以下の粒子であること、を特徴とする請求項１または２記載の摺動部材。

4．前記表面に、前記硬質粒子が前記表面での濃度として少なくとも５％を占めるように前記硬質粒子を分散させて、窒化処理を施したこと、
を特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の摺動部材。

5．（削除）

6．（補正後）前記摺動部材は、機関弁を開閉駆動するバルブリフタであること、を特徴とする請求項１から４のいずれかに記載の摺動部材。

7．（補正後）内燃機関に用いられ、前記内燃機関において他部材と摺動する摺動部材の表面処理方法において、
前記摺動部材において前記他部材と摺動する表面を、前記摺動部材より高硬度の硬質粒子によって研磨し、この研磨に用いた前記硬質粒子を前記摺動部材の表面に分散した状態で残存させる工程と、
前記硬質粒子が分散している表面に窒化処理を施す工程と、
を含むことを特徴とする摺動部材の表面処理方法。

8．（補正後）前記摺動部材は前記内燃機関において機関弁を開閉駆動するバルブリフタであること、
を特徴とする請求項７記載の摺動部材の表面処理方法。

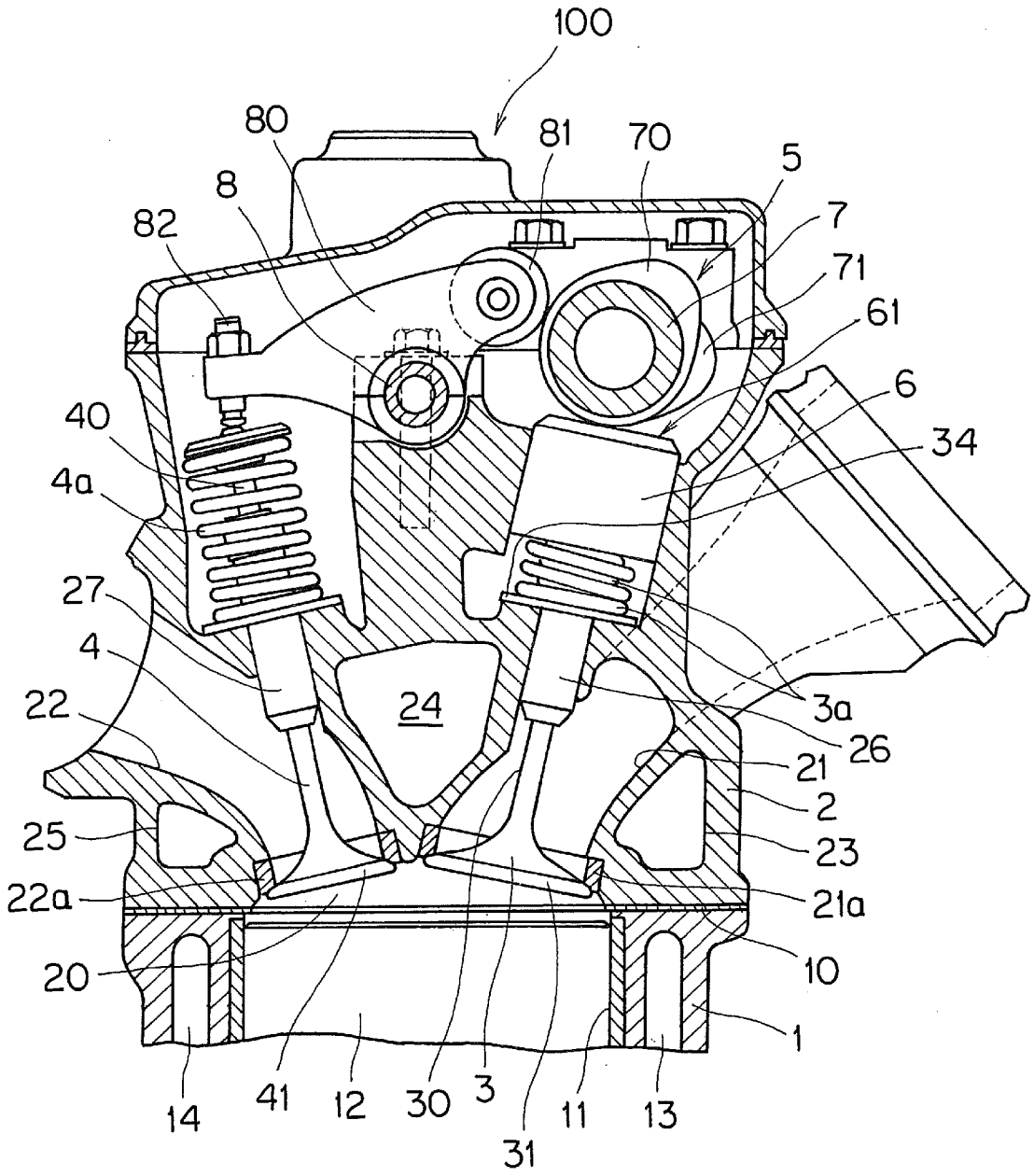
条約第１９条（１）に基づく説明書

請求の範囲第１項は、摺動部材よりも高硬度の硬質粒子によって摺動部材の摺動面が研磨され、この研磨に用いられた硬質粒子を摺動部材の表面に残存させることで硬質粒子が分散した状態とされ、この硬質粒子が分散している表面に窒化処理を施したことを明確にした。

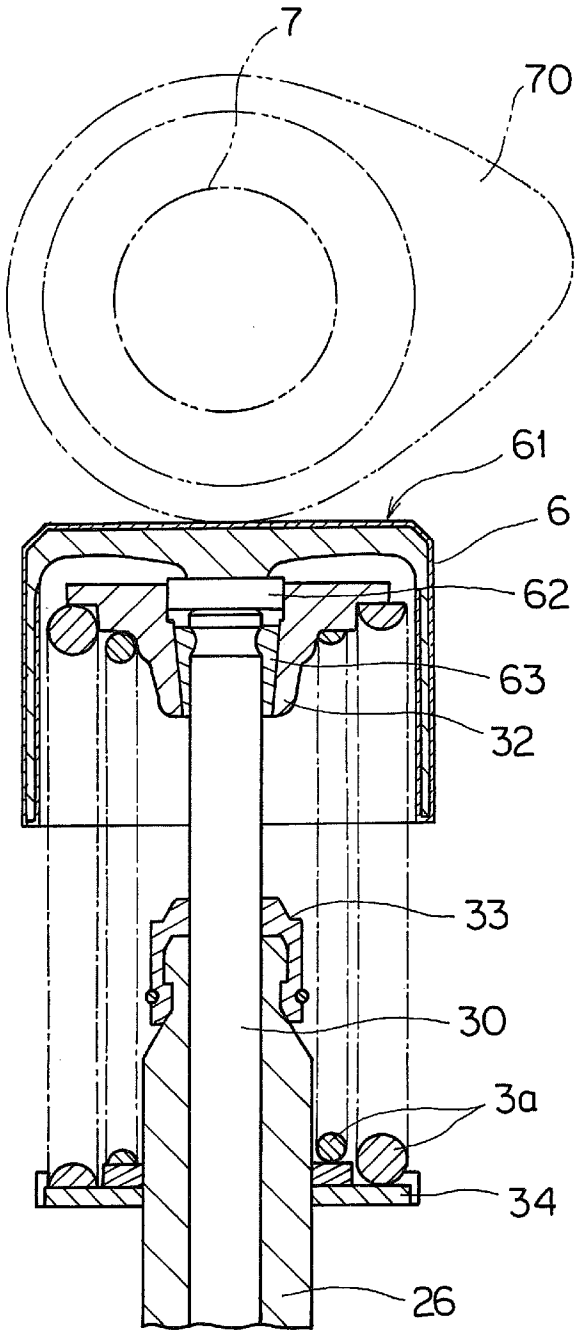
請求の範囲第７項は、補正前の請求の範囲第７項において、摺動部材よりも高硬度の硬質粒子によって摺動部材の摺動面を研磨し、この研磨に用いた硬質粒子を摺動部材の表面に残存させることで硬質粒子を分散した状態とし、この硬質粒子が分散している表面に窒化処理を施したことを明確にした。

この点は、いずれの引用文献にも記載されていない。

[図1]

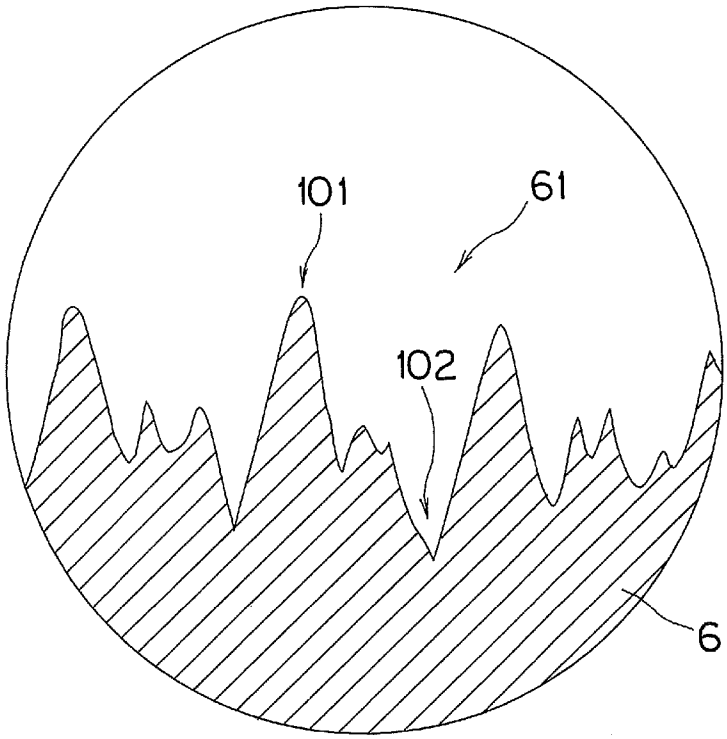

100
80
81
70
5
8
7
82
71
61
6
40
34
4a
27
4
24
3a
22
26
21
2
25
23
22a
21a
20
10
1
14
41
12
30
3
11
13
31

[図2]

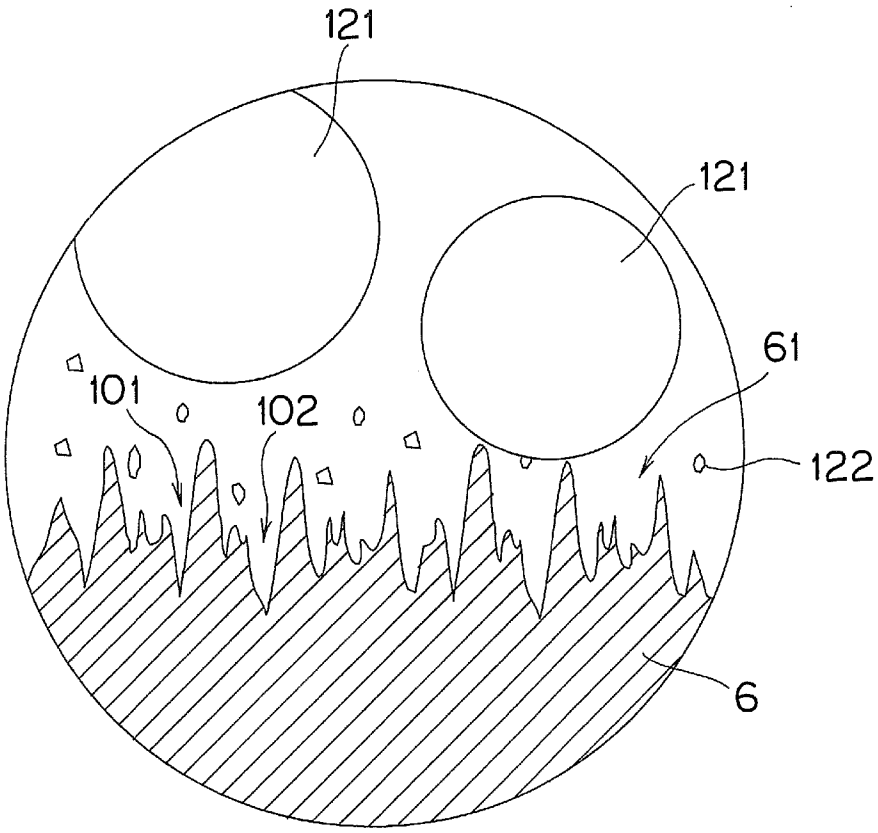


[図3]

(A)

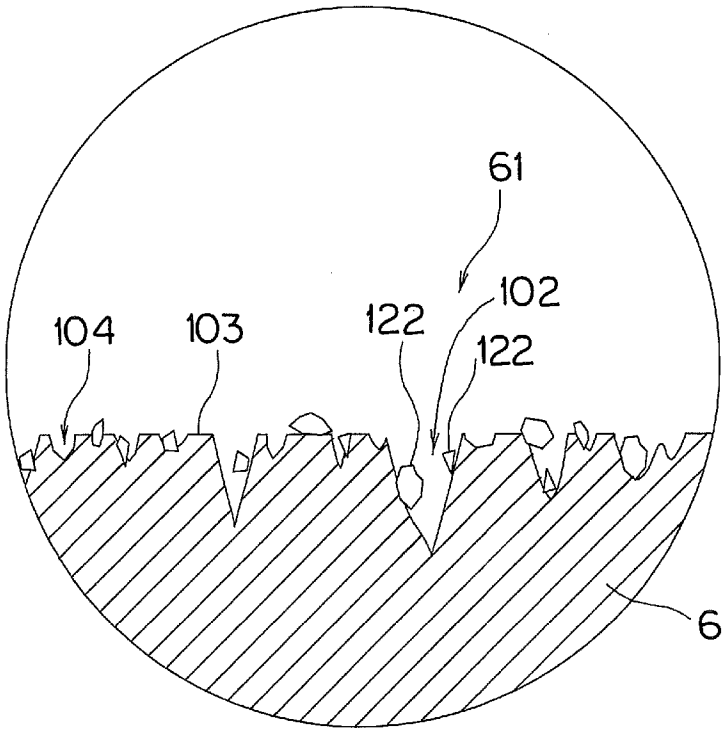


(B)

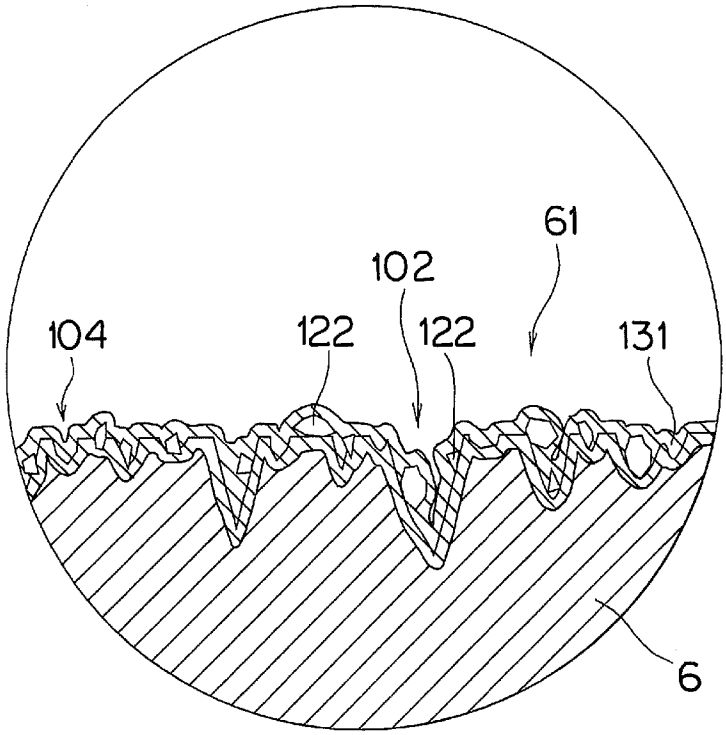


[図4]

(A)

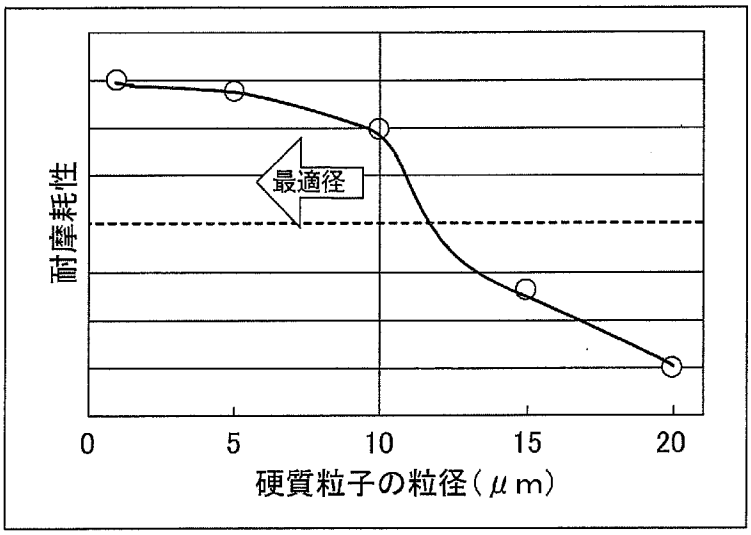


(B)

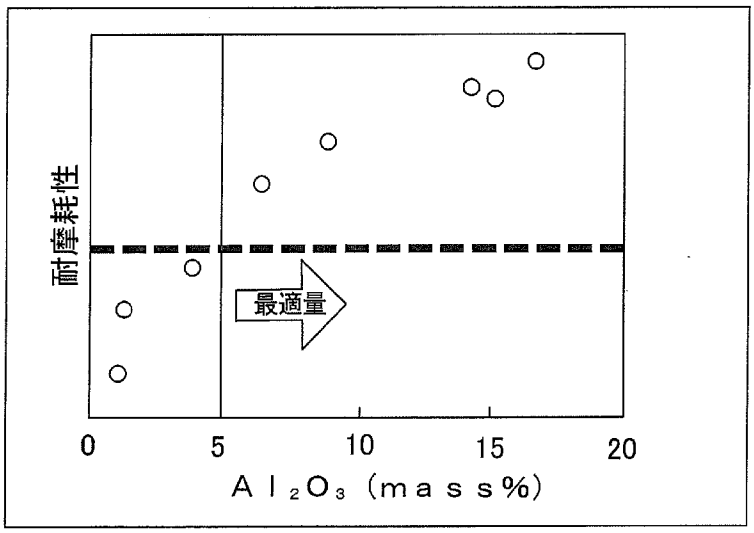


[図5]

(A)

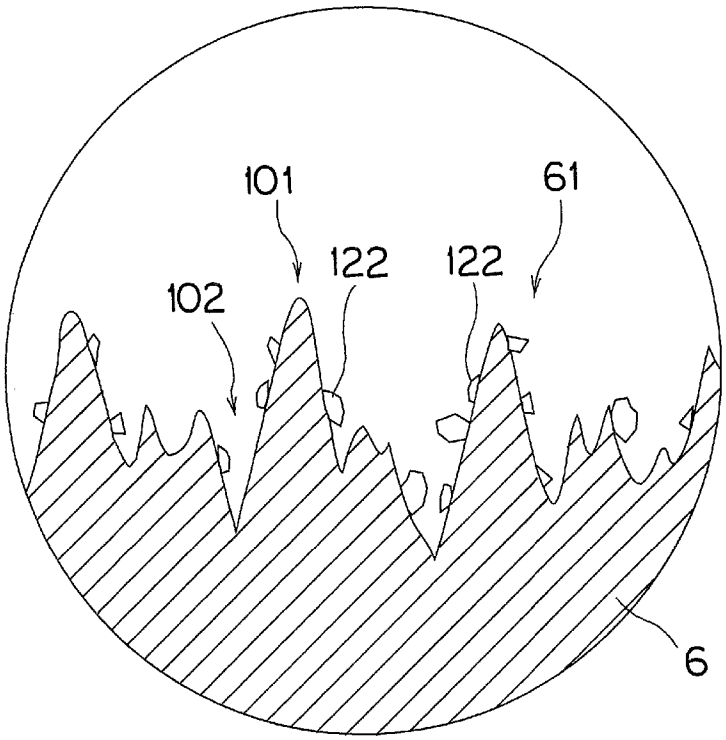


(B)

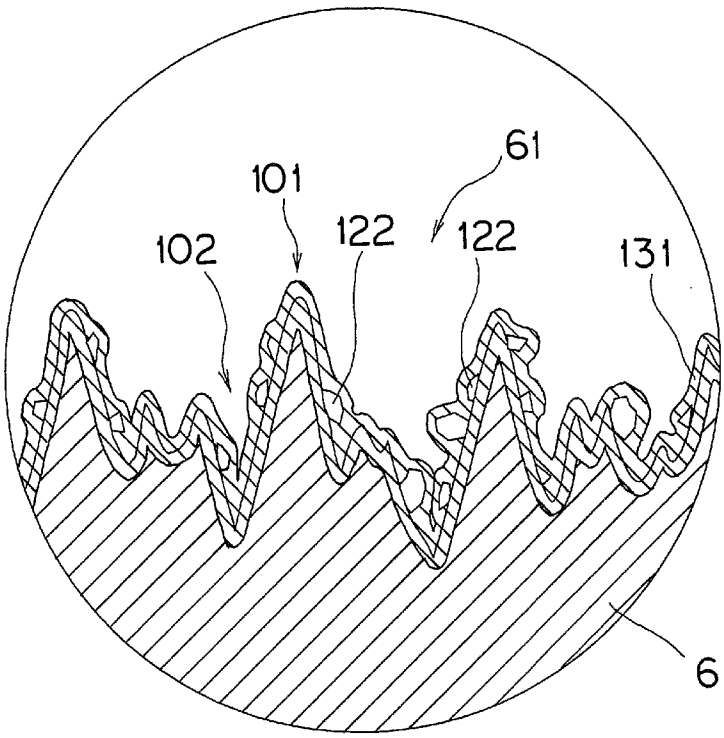


[図6]

(A)

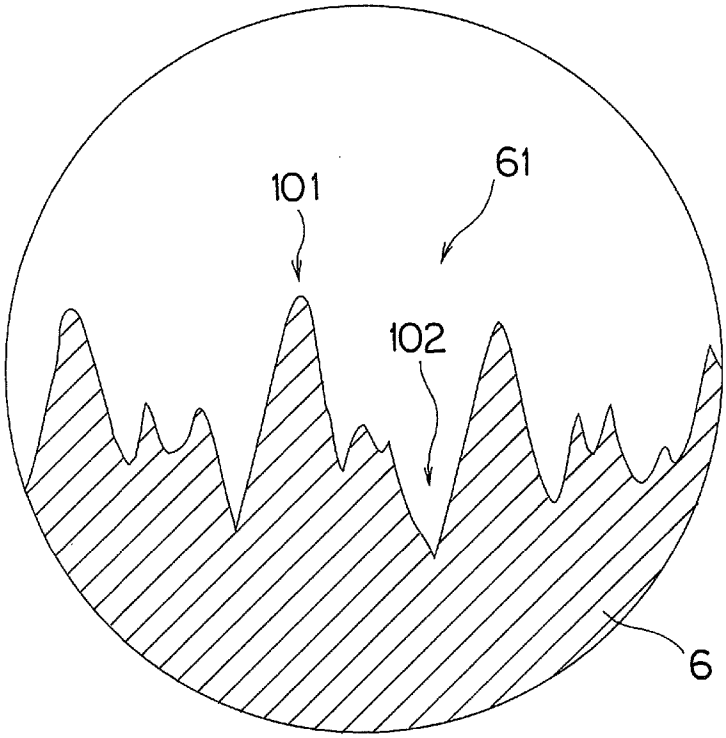


(B)

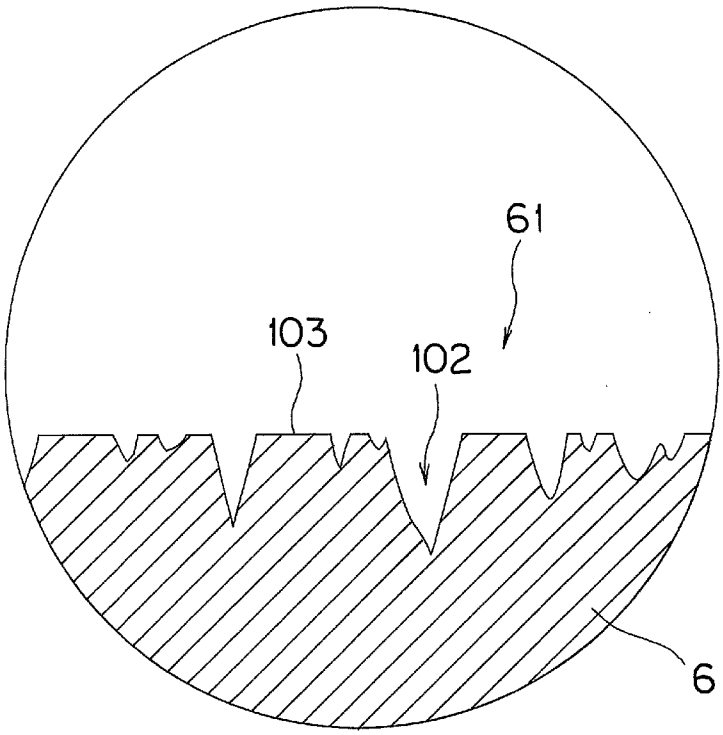


[図7]

(A)

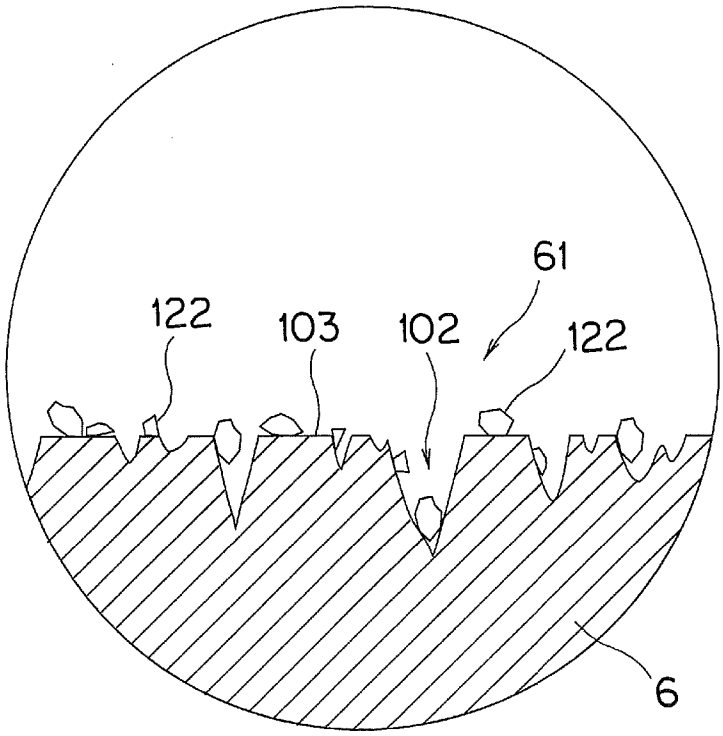


(B)

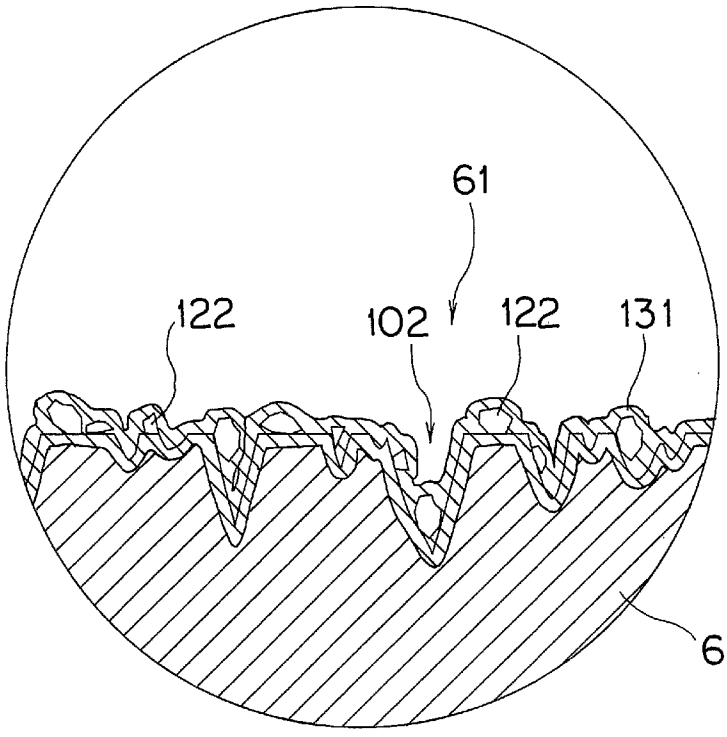


[図8]

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/000123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01L1/14(2006.01)i, *C23C8/24*(2006.01)i, *F16H53/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01L1/14, C23C8/24, F16H53/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-235096 A (Riken Corp.), 23 August, 1994 (23.08.94), Claims; Par. Nos. [0012], [0019]; Fig. 1 (Family: none)	1-4,7 5,6,8
Y	JP 2006-214314 A (Riken Corp.), 17 August, 2006 (17.08.06), Par. No. [0018] (Family: none)	5,6,8
A	JP 2004-183075 A (Toyo Kohan Co., Ltd.), 02 July, 2004 (02.07.04), Claims (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 April, 2009 (07.04.09)	14 April, 2009 (14.04.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/000123

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3167227 B2 (Toyota Motor Corp.), 09 March, 2001 (09.03.01), Par. No. [0012]; Fig. 2 (Family: none)	5,8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／０００１２３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01L1/14(2006.01)i, C23C8/24(2006.01)i, F16H53/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01L1/14, C23C8/24, F16H53/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 6-235096 A（株式会社リケン）1994.08.23, 【特許請求の範囲】, 段落１２，１９，図１（ファミリーなし）	1-4,7 5,6,8
Y	JP 2006-214314 A（株式会社リケン）2006.08.17, 段落１８（ファミリーなし）	5,6,8
A	JP 2004-183075 A（東洋鋼鈑株式会社）2004.07.02, 【特許請求の範囲】（ファミリーなし）	1-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０７．０４．２００９	国際調査報告の発送日 １４．０４．２００９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｇ　３４２５ 伊藤　なお 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 3167227 B2（トヨタ自動車株式会社）2001.03.09，段落１２，図２（ファミリーなし）	5,8