(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
2014 年 9 月 4 日(04.09.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/132923 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 14/06 (2006.01) *G03B 17/14* (2006.01)
G02B 7/02 (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054332

(22) 国際出願日: 2014 年 2 月 24 日(24.02.2014)

(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 2013-039900 2013 年 2 月 28 日(28.02.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 瀧　優介(TAKI, Yusuke); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン　知的財産本部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 川北　喜十郎, 外(KAWAKITA, Kijuro et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿一丁目５番４号　ＹＫＢマイクガーデン Tokyo (JP).

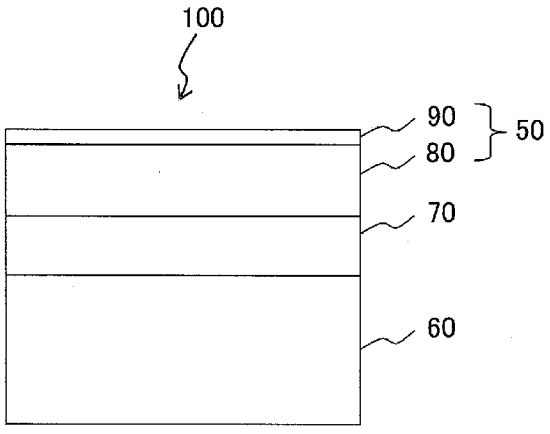
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: SLIDING FILM, MEMBER ON WHICH SLIDING FILM IS FORMED, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称 : 摺動膜、摺動膜が形成された部材、及びその製造方法



(57) **Abstract**: The sliding film (50) applied on the surface of a member (60) that undergoes relative sliding movement is provided with: a metal-doped tetrahedral amorphous carbon layer (80); and a surface layer (90), which is formed on the metal-doped tetrahedral amorphous carbon layer (80) and the coefficient of dynamic friction of which is greater than that of the metal-doped tetrahedral amorphous carbon layer (80).

(57) 要約:　相対摺動する部材６０の表面に施される摺動膜５０は、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０と、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０上に形成され、動摩擦係数が前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０よりも大きい表面層９０とを備える。

WO 2014/132923 A1

明　細　書

発明の名称 ：

摺動膜、摺動膜が形成された部材、及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、相対摺動する部材の表面に形成されうる摺動膜、及びこの摺動膜が形成されたカメラ用マウント部材のような部材に関する。

背景技術

[0002] 相対摺動する部材や、他の部材の被接面と相対摺動して接続される部材（接続部材という）において、部材の表面に被覆膜を形成したものが多数存在する。このような部材として光学機器等の外装材が例示され、接続部材として、カメラボディに対してレンズユニットが着脱交換可能に構成されたカメラシステムにおいてボディ側及びレンズ側に設けられた、バヨネット式マウント（以下、単に「マウント」と表記する）と称される接続部材が例示される。マウントは、一般的に、基材が真鍮からなり、表面に金属クロムからなる導電性の保護被覆膜が形成されて構成される。

[0003] さらに金属クロム皮膜に代えて、新たに金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボンからなる導電性カーボン膜を用いることが提案されている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：ＷＯ２０１１／１３８９６７

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、耐摩耗性が高く、適度な摺動性を有し、且つ、電気信号を伝達し得る導電性を有する摺動膜及び接続部材を提供することを目的とする。さらには、本発明は、そのような摺動膜及び接続部材を備えるカメラ用マウント部材のような部材、カメラボディ及びレンズユニットを提供することを目

的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 第１の態様に従えば、相対摺動する部材の表面に施される摺動膜であって、

金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層と、

前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層上に形成され、動摩擦係数が前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層よりも大きい表面層とを備える摺動膜が提供される。

[0007] 前記摺動膜において、前記表面層の動摩擦係数が０．２～０．３であってもよい。

[0008] 前記摺動膜において、前記表面層が、電気抵抗率が５×１０$^{-6}$～５×１０$^{-4}$［Ωｃｍ］の物質で形成されていてもよい。

[0009] 前記摺動膜において、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層は、ｓｐ^{2}混成軌道のカーボン原子、ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子及び金属原子からなり、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層における前記ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％以下であってもよい。

[0010] 前記摺動膜において、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層にドープされた金属が、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ及びＣｒからなる群から選ばれた少なくとも一種類であってもよい。

[0011] 前記摺動膜において、前記表面層が、窒化クロム膜から形成されてもよい。さらに、前記表面層が、窒化クロムＣｒＮｘ膜（ｘ＜０．５）から形成されてもよい。

[0012] 第２の態様に従えば、カメラボディに対してレンズユニットが着脱交換可能に構成されたカメラシステムに用いられるボディ側及び／またはレンズ側のマウント部材であって、

基材と、

前記基材上に形成された摺動膜とを備え、

前記摺動膜は、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層と、該金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層上に形成され、動摩擦係数が前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層よりも大きい表面層とを有するカメラシステムに用いられるマウント部材が提供される。

[0013] 前記マウント部材において、前記表面層の動摩擦係数が０．２～０．３であっても良い。

[0014] 前記マウント部材において、前記表面層が、電気抵抗率が５×１０$^{-6}$～５×１０$^{-4}$［Ωｃｍ］の物質で形成されていてもよい。さらに、前記摺動膜の電気抵抗率が１×１０$^{-5}$～１×１０$^{-3}$［Ωｃｍ］であってもよい。

[0015] 前記マウント部材において、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層は、ｓｐ^{2}混成軌道のカーボン原子、ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子及び金属原子からなり、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層における前記ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％以下であってもよい。

[0016] 前記マウント部材において、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層にドープされた金属が、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ及びＣｒからなる群から選ばれた少なくとも一種類であってもよい。

[0017] 前記マウント部材において、前記表面層が、窒化クロム膜から形成されてもよい。さらに、前記表面層が、窒化クロムＣｒＮｘ膜（ｘ＜０．５）から形成されてもよい。

[0018] 前記マウント部材において、前記基材が、樹脂製の基材であってもよい。

[0019] 前記マウント部材において、前記基材と前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層の間に、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ、及びＣｒからなる群から選ばれた少なくとも一種から形成された金属層を備えてもよい。

[0020] 前記マウント部材において、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層が１００～５００ｎｍの範囲の厚さを有し、前記表面層

が１０～１００ｎｍの範囲の厚さを有してもよい。

[0021] 第３の態様に従えば、第２の態様のマウント部材が設けられたカメラボディが提供される。

[0022] 第４の態様に従えば、第２の態様のマウント部材が設けられたレンズユニットが提供される。

発明の効果

[0023] 上記態様によれば、耐摩耗性が高く、適度な摺動性を有し、且つ、電気信号を伝達し得る導電性を有した摺動膜（導電性摺動膜）及び部材、特にカメラ用マウントに適した部材を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施形態のマウント部材の表面の概略断面図である。

[図2]炭素－水素組成の状態図（三元図）である。

[図3]ＦＣＶＡ成膜装置の構成を示す概略構成図である。

[図4]カメラボディから着脱可能な交換レンズを有するカメラシステムの概略図である。

[図5]図５（ａ）は、図４に示したカメラボディ側のバヨネット式マウントの平面図であり、図５（ｂ）は、図４に示した交換レンズ側のバヨネット式マウントの平面図である。

[図6]予備実験１で形成された試料Ａ～Ｈの膜の成膜条件、組成及び物理的特性を示す表である。

[図7]予備実験１で形成された試料Ｉ～Ｋの膜の成膜条件、組成及び物理的特性を示す表である。

[図8]予備実験２で形成された試料Ｌ～Ｒの膜の成膜条件、組成及び物理的特性を示す表である。

[図9]実施例及び比較例で形成された試料１～６の積層構造、成膜条件及び物理的特性を示す表である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら説明す

る。図１に示すように、本実施形態のマウント部材１００は、基材６０と、基材６０上に形成された金属層７０と、金属層７０上に形成された金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０と、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０上に形成された導電層９０とを有する。金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０と導電層９０が導電性を有する摺動膜（導電性摺動膜）５０を構成する。導電層９０は、図１に示すように、摺動膜５０の表面を構成するために表面層とも呼ぶ。

[0026] ＜基材＞

基材６０には、用途に応じて種々の材料が用いられる。カメラシステム用マウント部材に用いられる場合、基材６０は例えば、真鍮のような金属やセラミックなどの無機材料、樹脂等の有機材料などで形成され、任意の形状を有する。樹脂等としては、射出成型などの量産化プロセスに適した樹脂が好ましく、例えば、ポリカーボネート、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ＡＢＳ樹脂、ポリプロピレン、ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂（ＰＭＭＡ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等のフッ素樹脂，ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）、ポリアミドイミド（ＰＡＩ）、ポリフェニレンスルファイド（ＰＰＳ）、ポリエステル樹脂、及びこれらの樹脂中にガラスファイバーやカーボンファイバーを添加した樹脂など種々の熱可塑性樹脂を用いることができる。

[0027] ＜金属層＞

金属層７０は、基材６０が樹脂等から形成される場合に、摺動膜５０の応力制御や付着力向上の目的で用いられるが、金属層７０は設けなくてもよい。金属層７０として、例えば、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｃｒ、及びこれらの金属を含む合金を用いることができる。金属層７０は単層または複数の層から形成されてもよい。金属層７０は、ＦＣＶＡ（Ｆｉｌｔｅｒｅｄ Ｃａｔｈｏｄｉｃ Ｖａｃｕｕｍ Ａｒｃ）法、スパッタリング法、イオ

ンプレーティング法、真空蒸着法などによって形成することができる。金属層７０は、２０ｎｍ～３００ｎｍの範囲の膜厚を有することが好ましい。金属膜７０の膜厚が２０ｎｍより薄い場合には連続膜にならない傾向があり、また、３００ｎｍよりも厚い場合には過度に空隙の多い膜となる傾向があり、いずれの場合にも基材６０と摺動膜５０との付着力向上や応力制御の効果が弱くなることがあるためである。

[0028] ＜テトラヘドラルアモルファスカーボン層＞

テトラヘドラルアモルファスカーボン（ｔｅｔｒａｈｅｄｒａｌ　ａｍｏｒｐｈｏｕｓ　ｃａｒｂｏｎ）は、アモルファスカーボンａ－Ｃのうち、ｓｐ^{3}結合からなる炭素（ｓｐ^3－Ｃ）の組成比が高い（３０～９０原子％程度の）炭素組成物のことをいう。図２にｓｐ^{3}結合からなる炭素（ｓｐ^3－Ｃ）、ｓｐ^{2}結合からなる炭素（ｓｐ^2－Ｃ）、Ｈの三成分（三元）系からなる炭素－水素組成状態図を示す。図２において、三角形の各辺に付記した数値は、下辺が水素Ｈの組成比、右辺はｓｐ^3－Ｃの組成比（濃度）、左辺はｓｐ^2－Ｃの組成比（濃度）である。また、図中のＰＥＣＶＤはメタンを原料とするプラズマＣＶＤ法、ＩＰはベンゼンを原料としたイオンプレーティング法を意味し、それらの方法で製造された炭素－水素組成が図中に四角で示されている。

[0029] この状態図において、三角形の各頂点は純粋な単一成分（及び結合）の物質であり、上方の頂点に位置するｓｐ^{3}結合の炭素ｓｐ^3－Ｃはダイヤモンド、左下の頂点に位置するｓｐ^{2}結合の炭素ｓｐ^2－Ｃはグラファイト（黒鉛）、右下の頂点に位置するＨは水素である。ｓｐ^3－Ｃのダイヤモンドとｓｐ^2－Ｃのグラファイトとは、成分元素はともに炭素であるが、原子間の結合状態の相違から結晶構造が明確に異なっている同素体である。

[0030] 三つの頂点を除いた三角形の各辺上の組成物は各々二成分系のアモルファスであり、上方の頂点（ｓｐ^3－Ｃ）と左下の頂点（ｓｐ^2－Ｃ）との間を結ぶ左辺上には、その軸上の位置に応じた組成比でｓｐ^3－Ｃとｓｐ^2－Ｃとがランダムに混じり合った炭素組成物が形成される。この水素を含まない炭素

組成物を「アモルファスカーボン」（以下、適宜「ａ－Ｃ」と表記する）と呼ぶ。

[0031] アモルファスカーボンのうち、ｓｐ^3－Ｃの組成比が高い（３０～９０％程度の）炭素組成物が、「テトラヘドラルアモルファスカーボン」（以下、適宜「ｔａ－Ｃ」と表記する）である。テトラヘドラルアモルファスカーボンは水素を含まず、ｓｐ^3－Ｃとｓｐ^2－Ｃから構成される。水素を含まないとは、測定装置由来の水素の検出量より低い量(例えば、０．３ａｔ％以下)でしか水素を含まないこと（実質的に水素を含まない）を意味する。アモルファスカーボン膜の組成を測定しようとしたときに、バックグラウンドとして測定装置由来の水素（例えば、測定装置の真空容器内に吸着していた水素）が検出されることがあるが、このような場合には水素は実質的に含まないものと扱う。このようなテトラヘドラルアモルファスカーボンは、ＦＣＶＡ法により製造することができるが、従来型の熱ＣＶＤ法、およびプラズマＣＶＤ法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、真空蒸着法等のＰＶＤ法では製造例がない。

[0032] 三辺に囲まれた三角形の内側領域には、ｓｐ^3－Ｃ、ｓｐ^2－Ｃ、及び水素がランダムに混じり合った三元系の炭素－水素組成物が形成される。このように水素を含む炭素－組成物を「水素化アモルファスカーボン」（以下、適宜「ａ－Ｃ：Ｈ」と表記する）と呼ぶ。この水素化アモルファスカーボンのうち、ｓｐ^3－Ｃの組成比が高い炭素－水素組成物（状態図において三角形の上方内部領域）を「水素化テトラヘドラルアモルファスカーボン」（以下、適宜「ｔａ－Ｃ：Ｈ」と表記する）と呼ぶ。ｔａ－Ｃ：Ｈは水素を含むために、摺動性材料に用いる摺動性（摩擦係数）が水素を含まないｔａ－Ｃよりも劣ることが分かっている。また、硬度及び耐熱性についてもｔａ－Ｃ：Ｈはｔａ－Ｃよりも劣ることが分かっている。

[0033] よく知られるように、ｓｐ^3－Ｃであるダイヤモンドは、硬度が極めて高く、可視光領域で透明であり、電気的に絶縁物である。一方、ｓｐ^2－Ｃであるグラファイトは軟らかく、可視光領域で不透明（黒色）であり、自己潤滑性

がある（低摩擦係数である）という特徴を有している。すなわち、ダイヤモンド（ｓｐ^3－Ｃ）とグラファイト（ｓｐ^2－Ｃ）とは、いずれも炭素組成物でありながら対照的な特徴を有している。

[0034] 状態図においてｓｐ^3－Ｃ（ダイヤモンド）とｓｐ^2－Ｃ（グラファイト）を結ぶ線上に位置するアモルファスカーボンは、両者の特徴を併せ持った中間的な特性を有しており、組成比に応じていずれかの特徴が強くなる。そのため、ｓｐ^3－Ｃの割合が増えると膜は硬くなり可視光線の透過率が上昇する。参考のため、図２には、ＰＥＣＶＤ法、ＩＰ法及びＦＣＶＡ法でそれぞれ形成されたアモルファスカーボンの摩擦係数の範囲を示した。ＦＣＶＡ法で形成されたテトラヘドラルアモルファスカーボンであってもｓｐ^3－Ｃの配合割合が高くなると摩擦係数が低くなることが分かる。

[0035] アモルファスカーボンにより、仮に両者の特徴を併有して耐摩耗性と高い摺動性とを獲得できても、金属クロムのように、電気信号をやり取りできるような導電性を持たせることは不可能とされてきた。また、アモルファスカーボンによって所望の金属的な外観を獲得することも困難であると考えられてきた。これは、ダイヤモンドの極めて高い硬度を実現する理由が自由電子をもたない炭素原子間の共有結合による一方、導電性や金属光沢は多数の自由電子を有することにより実現されるからである。本発明では、そのようなアモルファスカーボンのうち、特に金属Ｍがドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン（以下、適宜「ｔａ－Ｃ：Ｍ」と表記する）を用いることで、良好な耐摩耗性、及び導電性を備えた摺動膜を製造することに成功した。

[0036] テトラヘドラルアモルファスカーボンにドープする金属として、テトラヘドラルアモルファスカーボンの耐摩耗性及び導電性、特に導電性という観点からすれば、Ｔｉ、Ｎｉ、Ｃｒ、Ａｌ、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｆｅ、Ａｇ、Ａｕ、Ｐｔ等が挙げられる。このうち、Ｔｉ、Ａｌ、Ｃｒ、Ｎｉ、Ｆｅが好ましい。金属の含有量（ドープ量）は、テトラヘドラルアモルファスカーボンの耐摩耗性及び導電性を適度に維持するためには、１～３３ａｔ％、特に１～２０

ａｔ％が望ましい。含有量が１ａｔ％未満であると導電性が不十分でテトラヘドラルアモルファスカーボンの電気抵抗が高くなる傾向にある。含有量が２０ａｔ％を超えると、テトラヘドラルアモルファスカーボンの硬度が低下して耐摩耗性が悪化する傾向にある。

[0037] 実施形態に従う金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０のｓｐ^3－Ｃの割合は、５９原子％以下であることが好ましい。金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０のｓｐ^3－Ｃの割合が５９原子％を超えると、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０は大きな圧縮応力を有するため、基材から剥離し易い傾向がある。

[0038] 実施形態に従う金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０は、１００ｎｍ以上の膜厚を有することが好ましい。金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０の膜厚が１００ｎｍよりも薄い場合には摺動膜の電気抵抗が高くなる傾向にあり、また耐磨耗性が低下する傾向にある。また、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０の膜厚が厚い場合には、成膜に要する時間や経費が増大する傾向にあり、生産効率の観点から膜厚の上限値は５００ｎｍとすることができる。

[0039] なお、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層におけるｓｐ^3－Ｃの割合は次式により表される。

（ｓｐ^3－Ｃの割合）＝（ｓｐ^3－Ｃ原子数）／｛（ｓｐ^3－Ｃ原子数）＋（ｓｐ^2－Ｃ原子数）＋（金属原子数）｝

ｓｐ^2－Ｃの割合および金属原子の割合についても同様である。

[0040] ＜導電層＞

導電層９０は、摺動膜５０に適度な摺動性（摩擦係数）を持たせるために形成される。導電層９０の材料としては、ＣｒＮｘ、ＮｉＮｘ等が用いられる。導電層９０は、ＦＣＶＡ法、スパッタリング法、イオンプレーティング法などによって形成することができる。導電層９０は、１０ｎｍ以上の膜厚

を有することが好ましく、２０ｎｍ以上の膜厚を有することがさらに好ましい。導電層９０の膜厚が１０ｎｍより小さいと連続膜が形成されず、十分な導電率が得られないことがある。また、導電層９０の膜厚が厚い場合には、成膜に要する時間や経費が増大する傾向にあり、生産効率の観点から膜厚の上限値は１００ｎｍとすることができる。また、実施形態の導電層９０としてＣｒＮｘ膜を用いる場合、ＣｒＮｘ膜が結晶質であると摩擦係数が大きくなるため、ＣｒＮｘ膜は非晶質であることが望ましい。特に、ＣｒＮｘ膜の組成比（ＣｒＮｘのｘ値、すなわち元素比率Ｎ／Ｃｒ）は、ｘ＜０．５であることが好ましく、０．０５＜ｘ＜０．５であることがさらに好ましい。前記範囲内の組成比であるＣｒＮｘ膜は、良好な耐摩耗性を有しており、機械的な耐久性が要求される用途により好適である。０．５≦ｘであると摩擦係数が大きい傾向があり、ｘ≦０．０５であると摩擦係数が大きくかつ硬度が低い傾向がある。

[0041] ＜カメラのマウント用途における特性＞

ボディ側のマウントとレンズ側のマウントとが相対摺動して係合接続されるマウントには、適度な摺動性（摩擦係数）と高い耐摩耗性（表面硬度）が要求されることに加えて、カメラボディとレンズユニットとの間でグランド電位を共通化したり信号電流の経路として利用したりするために、電気を通す導電性が求められる。また、外観品質を確保するため美しい金属光沢と耐食性が求められる。特に、摺動性と耐摩耗性については、互いに相関しているために、それらの値をバランス良く調整する必要がある。例えば、マウントの表面硬度が高すぎると、摩擦係数が高くなるために、カメラボディにレンズユニットを装着する操作性が悪くなる。逆に、マウントの表面硬度が所定の硬度を有していないと、表面処理（膜）が損傷したり、剥がれ易くなったりする。従って、摩擦係数と表面硬度については、カメラボディにレンズユニット着脱する際の良好な操作性を維持しつつも、所定の回数の着脱に耐え得るような値が要求される。

[0042] 実施形態に従う摺動膜５０は、電気抵抗率が１×１０$^{-5}$～１×１０$^{-3}$［Ωｃ

ｍ］の範囲の値を有することが望ましい。このため、例えば、オートフォーカスなどのレンズの自動制御可能なカメラのマウントにこの摺動膜５０を用いることにより、摺動膜５０を介してレンズ部とカメラボディとの間での電気信号の通信を行うことができる。また、このようなカメラのマウントに摺動膜５０を用いる場合には、ユーザによってはレンズ部やストロボなどをカメラボディから頻繁に着脱することがあり、このような着脱を繰り返すことにより、マウントの摺動部に設けられた摺動膜５０が剥がれることがある。しかし、そのような剥がれが生じると、前述の摺動膜５０を通じたレンズ部とカメラボディとの導通ができなくなってしまう。それゆえ、摺動膜５０は耐摩耗性や硬度も必要である。また、本発明の実施形態に従う摺動膜５０は、動摩擦係数が０．２～０．３の範囲の値を達成している。このため、摺動膜５０を介したレンズ部とカメラボディとの間の着脱を適度にスムーズに行うことができるとともに、ユーザがレンズ部をカメラボディから手作業で着脱する時に、誤って部材を落下させるなどのリスクが軽減する。このように、カメラのマウントに使用される摺動部には、ｉ）低い電気抵抗値、ｉｉ）適度な硬さ（耐摩耗性）及びｉｉｉ）適度な動摩擦係数が同時に要求されている。しかし、電気抵抗値を下げるために金属ドープ量を増やすと、硬度が低下して耐摩耗性が低下する。一方、硬度をあまり高くすると、動摩擦係数も高くなり、摺動性が低下する。このため、カメラのマウントの摺動膜には、上記３つの特性をバランスよく満たす必要がある。

[0043] 本発明者の実験によると、上述のように金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン及び導電層を主体とする摺動膜をカメラのマウントに使用する場合には、特に摺動膜の電気抵抗率が1×10^{-5}～1×10^{-3}［Ωｃｍ］であり、動摩擦係数が０．２～０．３の範囲であると、上記３つの特性をバランスよく満たすことが分かった。

[0044] 次に、本実施形態の摺動膜の製造方法について説明する。

[0045] ＜摺動膜の製造方法＞

基材上に摺動膜を形成する成膜方法の一例として、ＦＣＶＡ（Ｆｉｌｔｅ

ｒｅｄ　Ｃａｔｈｏｄｉｃ　Ｖａｃｕｕｍ　Ａｒｃ）法及びその方法を実施する成膜装置１の概要構造を図３を参照しながら説明する。

[0046] ＦＣＶＡ成膜装置１は、主に、アークプラズマ生成部１０と、フィルタ部２０と、成膜チャンバ部３０とから構成される。アークプラズマ生成部１０と成膜チャンバ部３０とがダクト状のフィルタ部２０により接続され、図示省略する真空装置により成膜チャンバ部３０の圧力が10^{-5}～10^{-7}［Ｔｏｒｒ］程度の真空度に設定される。

[0047] アークプラズマ生成部１０には、カソードとしてのターゲット１１とアノード（ストライカー）が設けられている。ストライカーをターゲット１１に接触させて直後に離すことによってアーク放電が生じ、それによりアークプラズマが発生される。アークプラズマによりターゲットから生成された中性粒子及び荷電粒子は、成膜チャンバ部３０に向けてフィルタ部２０を飛行する。

[0048] フィルタ部２０には、電磁石コイル２１が巻かれたダクト２３及びイオンスキャン用コイル２５が設けられている。ダクト２３は、アークプラズマ生成部１０と成膜チャンバ部３０との間で、直交する二方向に２度曲折されており、その外周に電磁石コイル２１が巻き付けられている。ダクト２３がこのような屈曲構造（ダブルベンド構造）を有することにより、ダクト２３内の中性粒子は内壁面に衝突して堆積することにより除去される。電磁石コイル２１に電流を流すことによりダクト２３内部の荷電粒子にはローレンツ力が作用し、荷電粒子がダクト断面の中心領域に集約されてダクトの屈曲に沿って飛行し、成膜チャンバ部３０に導かれるようになっている。

[0049] すなわち、この電磁石コイル２１とダクト２３が、荷電粒子のみを高効率で通過させる狭帯域の電磁気空間的フィルタを構成する。

[0050] イオンスキャン用コイル２５は、上記のようにしてダクト２３を通り成膜チャンバ部３０に入る荷電粒子のビームをスキャンする。成膜チャンバ部３０には、ホルダ３１が設けられ、このホルダ３１の表面に基材３２がセットされる。ホルダ３１はモータ３５により自公転運動する。ホルダ３１には電

源３７によって任意のバイアスを設定可能になっている。ホルダ３１に保持された基材３２の表面に、イオンスキャン用コイルによってスキャンされた粒子のビームが入射し、基材上に一様な膜が形成される。

[0051] 金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層８０を成膜する場合には、金属を含むグラファイトのターゲットが用いられる。金属種は前述のようにＴｉ、Ｎｉ、Ｃｒ、Ａｌ、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｆｅ、Ａｇ、Ａｕ、Ｐｔなどが用いられる。ｔａ－Ｃ：M膜中の金属の含有量は、原料となるターゲットの金属含有量を変化させることによって制御することができる。また、例えば、適切な負のバイアス電圧をかけることにより、目的とする組成比（sp^3－Ｃとsp^2－Ｃとの比率）のｔａ－Ｃ：M膜を高効率に形成することができる。金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層は、樹脂等の有機材料や、金属やセラミックなどの無機材料からなる任意の形状の基材、または基材上に形成された金属層の上に成膜される。

[0052] ＣｒＮｘからなる導電層９０を成膜する場合には、溶融法あるいは粉末冶金法で合成され所望の形状に機械加工された金属Ｃｒターゲットが用いられる。成膜チャンバには窒素ガスが導入され、窒素ガスはプラズマ化される。成膜チャンバにおいて、プラズマ状態にある活性なＣｒ種と窒素種は、基材の近傍あるいは表面において化学反応して、窒化クロムＣｒＮｘ膜が導電層として形成される。導入する窒素ガスの流量を制御することにより、目的とする組成比（ＣｒＮｘのｘの値、すなわち元素比率Ｎ／Ｃｒ）の導電層を高効率に形成することができる。導電層は、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層上に成膜される。

[0053] ＜摺動膜を有する部材＞

本実施形態によれば、上記のような摺動膜を有する部材もまた提供される。本実施形態の摺動膜は、摺動膜の有する高い耐摩耗性、適度な摺動性及び高い導電性（低い電気抵抗）という観点から様々な用途の部材または部品に使用することができるが、特に、他の部材に相対して摺動する部材や、他の部材に相対して摺動しながら他の部材に接続または結合する部材に好適であ

る。また、相対して摺動し合う一対の部材やまたは相対して摺動しながら互いに接続または結合する部材セットやキットにも好適である。特に、レンズユニットがカメラボディから着脱可能なカメラのレンズユニット側のマウント部材及び／またはカメラボディ側のマウント部材に好適である。それらのマウント部材について図４及び５（ａ）及び（ｂ）を参照しながら簡単に説明する。カメラ４０は、互いに着脱可能なカメラボディ４１と交換レンズ４２を有する。カメラボディ４１と交換レンズ４２とはそれぞれバヨネット式マウント（以下、適宜「マウント」という）を備える。交換レンズ４２の雄マウント５２には爪部５３が突出して設けられる。カメラボディ４１の雌マウント５１には、雄マウント５２の爪部５３が挿入される挿入部５４と、爪部５３が係止される係止部５５とが設けられている。爪部５３及び係止部５５の一方又は双方には、弾性部材等を利用した係止機構（不図示）が設けられている。

[0054] カメラボディ４１に交換レンズ４２を装着するには、雄マウント５２の爪部５３を雌マウント５１の挿入部５４に挿入して、雄マウント５２の当接面５６を雌マウント５１の受け面５７に当接させ、カメラボディ４１に対して交換レンズ４２を回転させる。このとき、当接面５６と受け面５７とは互いに当接した状態で摺動する。その後、更に回転させて、雄マウント５２の爪部５３を雌マウント５１の係止部５５に係止させることで装着が完了する。このとき、爪部５３の表面と係止部５５の表面とは互いに当接した状態で摺動する。また、カメラボディ４１から交換レンズ４２を離脱させるときは、これらを逆の順序で行う。そのため、このようなカメラボディ４１の雌マウント５１及び交換レンズ４２の雄マウント５２は、交換レンズ４２を交換する度に、互いに当接した状態で摺動される。

[0055] これらの雌マウント５１及び雄マウント５２では、図１に示すように、各マウント５１、５２の形状を有する基材６０上に本実施形態の摺動膜５０が形成されている。基材６０は、金属、樹脂、セラミックス等から形成され、典型的には、樹脂から形成されている。図１に示すように、基材６０と本実

施形態の摺動膜５０の間に金属層７０を形成してもよい。摺動膜５０は、前述のＦＣＶＡ法により基材６０または金属層７０の表面に十分な付着力で成膜される。摺動膜５０は複数の被覆層が積層された多層膜でもよいが、多層膜の場合、最上層が本実施形態の摺動膜となる。

[0056] 図４及び５に示すようなカメラボディ及び／またはレンズユニットも本実施形態に包含される。なお、レンズユニット側のマウント部材及び／またはカメラボディ側のマウント部材はバヨネット式に限らず、ねじ込み式でも構わない。

実施例

[0057] 以下に、実施例により摺動膜及びそれを用いた部材の製造方法を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0058] 以下の予備実験１及び予備実験２により、複数の成膜条件で金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜またはＣｒＮｘ膜を成膜した試料を作製し、評価した。

[0059] ［予備実験１］

複数の成膜条件で金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜を成膜した試料を単結晶Ｓｉ（１００）ウエハ基板上に作製し、電気抵抗率、膜応力、硬度及び弾性率、膜の組成、並びに摩擦係数などを評価した。

[0060] ［試料Ａ～Ｈの作製］

Ｓｉ（１００）基板上に、ＦＣＶＡ法によりｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜（チタンドープテトラヘドラルアモルファスカーボン膜）を成膜した。金属元素を含むターゲット１１としては、Ｔｉを２．１５［ａｔ％］含有した焼結グラファイトターゲットを用いた。なお、焼結グラファイトターゲットは脱水処理したものを用いた。ｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜の成膜時におけるＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照）の典型的な運転条件として、アークプラズマ生成部１０におけるアーク電源（カソード側電源）のアーク電流を６０Ａ、フィルタ部２０における電磁石コイル２１の電流（フィルタ電流）を１３Ａ、アークプラズマ生

成部１０におけるアノード側電源の電流（アノード電流）を８Ａ、イオンスキャン用コイル２５の電圧（ダクト電圧）を０．２Ｖとした。１５００Ｈｚの周波数にて実際にＳｉ（１００）基板に印加されるバイアス電圧（実バイアス電圧）は、試料Ａ～Ｈについて、それぞれ図６の表に示すような値をそれぞれ用いた。なお、いずれのｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜も、成膜時間を制御することにより、約３００ｎｍの膜厚とした。

[0061] ［試料Ｉ～Ｋの作製］

Ｓｉ（１００）基板上に、ＦＣＶＡ法によりｔａ－Ｃ：ＡＩ膜（アルミニウムドープテトラヘドラルアモルファスカーボン膜）を作製した。ターゲット１１としては、ＡＩを８．５［ａｔ％］含有した焼結グラファイトターゲットを用いた。なお、焼結グラファイトターゲットは脱水処理したものを用いた。ｔａ－Ｃ：ＡＩ膜の成膜時におけるＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照）の典型的な運転条件は、アーク電流を７０Ａとし、１５００Ｈｚの周波数にて実際に基材に印加されるバイアス電圧（実バイアス電圧）を、試料Ｉ～Ｋについて、それぞれ図７の表に示すような値にした以外は、実施例Ａ～Ｈと同様とした。なお、いずれのｔａ－Ｃ：ＡＩ膜も、成膜時間を制御することにより、約３００ｎｍの膜厚とした。

[0062] 試料Ａ～Ｋの膜の化学組成を、ＲＢＳ（ラザフォード後方散乱分光法）およびＨＦＳ（水素前方散乱分析法）により測定し、炭素原子のsp^2－Ｃ結合（混成軌道）とsp^3－Ｃ結合（混成軌道）の割合をＸＰＳ（Ｘ線光電子分光）により測定した。また、膜厚は、触針式段差計で測定した。測定結果を図６及び７の表中に示す。

[0063] 試料Ａ～Ｈの膜中に含まれている水素（Ｈ）の含有量は、０．１～０．４［ａｔ％］であった。ターゲット１１に水素が含まれておらず、ターゲットを脱水処理していることからすれば、これは測定装置に由来の水素（バックグラウンド）と考えられる。

[0064] 試料Ａ～Ｈの膜中に含まれているsp^3－Ｃ結合した炭素は、試料Ａ～Ｈの膜中の原子全体に対して４５．２ａｔ％～６２．２ａｔ％であり、試料Ａ～

Ｈの膜は、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボンであることが分かる。

[0065] 試料Ｉ～Ｋの膜中に含まれている水素（Ｈ）の含有量は、いずれも０．０［ａｔ％］であった。

[0066] 試料Ｉ～Ｋの膜中に含まれているｓｐ^3－Ｃ結合した炭素は、試料Ｉ～Ｋの膜中の原子全体に対して３６．３ａｔ％～６２．７ａｔ％であり、試料Ｉ～Ｋの膜は、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボンであることが分かる。

[0067] 試料Ａ～Ｋについて、物理的特性として電気抵抗率、膜応力、硬度及び弾性率、並びに摩擦係数などを以下のようにして測定した。

[0068] （１）電気抵抗率

電気抵抗率（体積抵抗率）は、Ｓｉ（１００）基板上に形成した金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜のシート抵抗を四端子法により測定し、シート抵抗値に金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜の膜厚を乗じることにより算出した。算出した電気抵抗率を図６及び７の表に示す。ｔａ－Ｃ：Ｔｉを成膜した試料Ａ～Ｈの電気抵抗率は、いずれも１×１０$^{-4}$～１×１０$^{-3}$［Ωｃｍ］の範囲内であった。ｔａ－Ｃ：Ａｌを成膜した試料Ｉ～Ｋの電気抵抗率は、いずれも１×１０$^{-3}$～１×１０$^{-2}$［Ωｃｍ］の範囲内であった。

[0069] （２）膜応力

試料Ａ～Ｋの膜について膜応力を測定した。膜応力は、触針式表面形状測定機を用いて成膜前後の基板の曲率半径をそれぞれ計測し、基板のヤング率とポアッソン比から算出した。結果を図６及び７の表に示す。表中、膜応力の符号が負になっているのは、応力が圧縮応力であることを示す。試料Ｃ～Ｈ及びＫの膜、すなわちｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％以下の金属がドープされたテトラアモルファスカーボン膜は、試料Ａ、Ｂ、Ｉ及びＪの膜、すなわちｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％より大きい金属がドープされたテトラアモルファスカーボン膜と比べて圧縮応力

が小さいため、基材から剥離しにくく、機械的な耐久性が要求される用途により好適である。

[0070] （３）硬度及び弾性率

硬度及び弾性率は、Ｓｉ（１００）基板上に形成した金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜をナノインデンテーション（ｎａｎｏｉｎｄｅｎｔａｔｉｏｎ）法により複数のサンプリング位置で測定した。測定された試料Ａ～Ｋの硬度及び弾性率を図６及び７の表に示した。試料Ａ～Ｋの硬度は１１～２１［ＧＰａ］の範囲にあり、弾性率は１１３～２０２［ＧＰａ］の範囲にあることが分かる。なお、参考のため、従来用いられてきた真鍮を基材とする金属クロム膜の硬度はおよそ８［ＧＰａ］程度である。従って、試料Ａ～Ｋの金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜は、従来の金属クロム膜の１．５倍程度の高い硬度を有することが確認された。

[0071] （４）摩擦係数

Ｓｉ（１００）基板上に形成された試料Ａ～Ｋの膜について、摩耗特性をボールオンディスク法により測定した。測定にはアルミナボールを使用し、荷重２００［ｇｆ］、回転半径２［ｍｍ］、回転数１００［ｒｐｍ］とした。試料Ａ～Ｋの膜について、動摩擦係数の時間に対する平均値を求め、図６及び７の表中に示した。この測定結果から、試料Ａ～Ｋの膜はいずれも動摩擦係数が０．１未満であり、試料Ａ～Ｋの膜が、極めて低摩擦で、過度に滑りやすい膜であることがわかる。

[0072] 以上の予備実験１により、試料Ａ～Ｋのいずれの金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン膜も、高い導電性（低い電気抵抗率）及び高い硬度を備えるが、極めて低摩擦で滑りやすい膜であることがわかった。さらに、sp^3混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％以下の金属がドープされたテトラアモルファスカーボン膜は、圧縮応力が小さいため基材から剥離しにくく、機械的な耐久性が要求される用途により好適であることがわかった。

[0073] ［予備実験２］

複数の成膜条件でＳｉ（１００）基板上にＣｒＮｘを成膜した試料を作製した。試料の結晶性、電気抵抗率、硬度、膜の組成、摩擦係数、及び耐摩耗性を評価した。

[0074] ［試料Ｌ～Ｒの作製］

基材上に、ＦＣＶＡ法によりＣｒＮｘを成膜した。ＣｒＮｘ膜の成膜時におけるＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照）の典型的な運転条件として、アークプラズマ生成部１０におけるアーク電源（カソード側電源）のアーク電流を１６０Ａ、フィルタ部２０における電磁石コイル２１の電流（フィルタ電流）を７．５Ａ、アークプラズマ生成部１０におけるアノード側電源の電流（アノード電流）を１０．５Ａ、イオンスキャン用コイル２５の電圧（ダクト電圧）を０．５Ｖとした。バイアス電源の電圧はフローティングとした。また、成膜チャンバへの窒素ガスの導入量は０～８０ｓｃｃｍの間の所定値とした。なお、いずれのＣｒＮｘ膜も、成膜時間を制御することにより、約１００ｎｍの膜厚とした。

[0075] 試料Ｌ～Ｒの膜の結晶性を、ＸＲＤ（Ｘ線回折）により評価した。化学組成を、ＲＢＳ（ラザフォード後方散乱分光法）により測定した。結果を図８の表中に示す。

[0076] 試料Ｎ、Ｏ、Ｐ、ＱのＣｒＮｘ膜は、元素比率Ｎ／ＣｒすなわちＣｒＮｘのｘの値が０．０９～０．３７であり、ＸＲＤ評価によると、非晶質膜であった。一方、試料Ｌ、ＭのＣｒＮｘ膜はｘの値が０．０５以下、試料ＲのＣｒＮｘ膜はｘの値が０．５８であり、ＸＲＤ評価によると、試料Ｌ、Ｍ、ＲのＣｒＮｘ膜は結晶膜または結晶及び非晶質の混合膜であった。

[0077] 試料Ｌ～Ｒについて、物理的特性として電気抵抗率、硬度、摩擦係数、耐摩耗性を以下のようにして測定した。

[0078] （１）電気抵抗率

電気抵抗率（体積抵抗率）は、Ｓｉ（１００）基板上に形成したＣｒＮｘ膜のシート抵抗を四端子法により測定し、シート抵抗値にＣｒＮｘ膜の膜厚

を乗じることにより算出した。算出した電気抵抗率を図８の表に示す。試料Ｌ～Ｒの電気抵抗率は、１×１０$^{-5}$～２×１０$^{-4}$［Ωｃｍ］の範囲内であった。

[0079]（２）硬度

硬度は、Ｓｉ（１００）基板上に形成したＣｒＮｘ膜をナノインデンテーション（ｎａｎｏｉｎｄｅｎｔａｔｉｏｎ）法により複数のサンプリング位置で測定した。測定された試料Ｌ～Ｒの硬度を図８の表中に示す。試料Ｌ～Ｒの硬度は１４～２７［ＧＰａ］の範囲にあった。なお、従来用いられてきた真鍮を基材とする金属クロム膜の硬度はおよそ８［ＧＰａ］程度である。従って、試料Ｌ～ＲのＣｒＮｘ膜は、従来の金属クロム膜の１．５倍以上の高い硬度を有することが確認された。

[0080]（３）摩擦係数

Ｓｉ（１００）基板上に形成された試料Ｌ～Ｒの膜について、摩耗特性をボールオンディスク法により測定した。測定にはアルミナボールを使用し、荷重２００［ｇｆ］、回転半径２［ｍｍ］、回転数１００［ｒｐｍ］とした。試料Ｌ～Ｒの膜について、動摩擦係数の時間に対する平均値を求め、図８の表中に示した。この測定結果から、試料Ｌ～ＲのＣｒＮｘ膜はいずれも動摩擦係数が０．２～０．４の、適度な摺動性を有する膜であった。

[0081]（４）耐摩耗性

Ｓｉ（１００）基板上に形成された試料Ｌ～Ｒの膜について、摺動耐久性をボールオンディスク法により測定した。測定にはＳＵＳ４２０Ｊ２ボールを使用し、回転半径２［ｍｍ］、回転数１００［ｒｐｍ］の条件下で行った。荷重を５０［ｇ］から開始して、一定荷重にて５分間連続で磨耗試験を行い、膜が剥離しなければ荷重を増加して同じ磨耗試験を行った。この操作を継続することにより膜剥離に至る荷重（耐荷重）［ｇ］を計測した。結果を図８の表中に示す。試料Ｎ、Ｏ、Ｐ、ＱのＣｒＮｘ膜、すなわち０．０５＜ｘ＜０．５であるＣｒＮｘ膜については、耐荷重が１０００［ｇ］であり、良好な耐摩耗性を有していたが、試料Ｌ、Ｍ、ＲのＣｒＮｘ膜、すなわちｘ

＜０．０５または０．５＜ｘであるＣｒＮｘ膜は、耐荷重が５００［ｇ］以下であり、耐摩耗性が劣っていた。

[0082] 以上の予備実験２により、試料Ｌ～ＲのいずれのCrN_x膜も、高い導電性（低い電気抵抗率）及び高い硬度を備え、さらに適度な摺動性（適度な摩擦係数）を備えることがわかった。さらに、０．０５＜ｘ＜０．５であるCrN_x膜は、良好な耐摩耗性を有しており、機械的な耐久性が要求される用途により好適であることがわかった。

[0083] 上記予備実験１及び２の結果に基づいて、摺動膜を製造する実施例を以下に説明する。

[0084] 本実施例では、ポリカーボネート製のレンズマウント形状の基材に摺動膜を成膜し、摺動膜の電気抵抗率、膜応力、摩擦係数、及び着脱耐久性を評価した。

[0085] ［試料１（実施例１）］

ポリカーボート製の基材上に金属層として、ＦＣＶＡ法によりＴｉを成膜した。Ｔｉ膜の成膜時におけるＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照）の運転条件として、アークプラズマ生成部１０におけるアーク電源（カソード側電源）のアーク電流を１４０Ａ、フィルタ部２０における電磁石コイル２１の電流（フィルタ電流）を７．５Ａ、アークプラズマ生成部１０におけるアノード側電源の電流（アノード電流）を１０．５Ａ、イオンスキャン用コイル２５の電圧（ダクト電圧）を０．５Ｖとした。バイアス電源の電圧はフローティングとした。なお、Ｔｉ膜の膜厚は、成膜時間を制御することにより、約２００ｎｍとした。

[0086] 次に、Ｔｉ膜上に、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層として、ＦＣＶＡ法によりｔａ‐Ｃ：Ａｌ膜（アルミニウムドープテトラヘドラルアモルファスカーボン膜）を作製した。金属元素を含むターゲット１１としては、Ａｌを８．５［ａｔ％］含有した焼結グラファイトターゲットを用いた。なお、焼結グラファイトターゲットは脱水処理したものを用いた。ｔａ‐Ｃ：Ａｌ膜の成膜時におけるＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照

）の運転条件として、アークプラズマ生成部１０におけるアーク電源（カソード側電源）のアーク電流を７０Ａ、フィルタ部２０における電磁石コイル２１の電流（フィルタ電流）を１３Ａ、アークプラズマ生成部１０におけるアノード側電源の電流（アノード電流）を８Ａ、イオンスキャン用コイル２５の電圧（ダクト電圧）を０．２Ｖとした。１５００Ｈｚの周波数にて実際に基材に印加されるバイアス電圧（実バイアス電圧）は、－１９８０Ｖとした。なお、ｔａ－Ｃ：ＡｌＩ膜の膜厚は、成膜時間を制御することにより、約１００ｎｍとした。

[0087] さらにｔａ－Ｃ：ＡｌＩ膜の上に、導電層としてＦＣＶＡ法によりＣｒＮｘ膜を成膜した。ＣｒＮｘ膜の成膜時におけるＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照）の運転条件として、アークプラズマ生成部１０におけるアーク電源（カソード側電源）のアーク電流を１６０Ａ、フィルタ部２０における電磁石コイル２１の電流（フィルタ電流）を７．５Ａ、アークプラズマ生成部１０におけるアノード側電源の電流（アノード電流）を１０．５Ａ、イオンスキャン用コイル２５の電圧（ダクト電圧）を０．５Ｖとした。バイアス電源の電圧はフローティングとした。成膜チャンバへの窒素ガスの導入量は３５ｓｃｃｍとした。なお、ＣｒＮｘ膜の膜厚は、成膜時間を制御することにより、約２０ｎｍとした。

[0088] ［試料２（実施例２）］

試料２について、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層として、ＦＣＶＡ法によりｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜（チタンドープテトラヘドラルアモルファスカーボン膜）を作製した以外は試料１と同様にして、ポリカーボネート製基材上に摺動膜を作製した。ｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜の成膜には、ターゲット１１として、Ｔｉを２．１５［ａｔ％］含有した焼結グラファイトターゲットを用い、ＦＣＶＡ成膜装置１（図３参照）の運転条件として、アークプラズマ生成部１０におけるアーク電源（カソード側電源）のアーク電流を６０Ａ、フィルタ部２０における電磁石コイル２１の電流（フィルタ電流）を１３Ａ、アークプラズマ生成部１０におけるアノード側電源の電流

（アノード電流）を８Ａ、イオンスキャン用コイル２５の電圧（ダクト電圧）を０．２Ｖとした。１５００Ｈｚの周波数にて実際に基材に印加されるバイアス電圧（実バイアス電圧）は、－１９８０Ｖとした。なお、ｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜の膜厚は、成膜時間を制御することにより、約１００ｎｍとした。

[0089] ［試料３（実施例３）］

試料３について、Ｔｉ膜の膜厚を１００ｎｍとし、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層として、ｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜（チタンドープテトラヘドラルアモルファスカーボン膜）を２００ｎｍの膜厚に成膜した以外は試料２と同様にして、基材上に摺動膜を作製した。なお、ｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜の成膜は、まず、バイアス電源の電圧をフローティングとした以外は、試料２のｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜成膜時のＦＣＶＡ成膜装置の運転条件と同様の条件でｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜を１００ｎｍ成膜し、続いて、試料２のｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜成膜時のＦＣＶＡ成膜装置の運転条件と同様の条件でｔａ－Ｃ：Ｔｉ膜を１００ｎｍ成膜することによって行った。

[0090] ［試料４～６（比較例１～３）］

試料４～６（比較例１～３）について、導電層としてＣｒＮｘ膜を成膜しなかった以外はそれぞれ試料１～３と同様にして、基材上に摺動膜を作製した。

[0091] 試料１～６の摺動膜について、物理的特性として電気抵抗率、膜応力、摩擦係数、及び着脱耐久性を以下のようにして測定した。

[0092] （１）電気抵抗率

電気抵抗率（体積抵抗率）は、摺動膜のシート抵抗を四端子法により測定し、シート抵抗値に摺動膜の膜厚を乗じることにより算出した。算出した電気抵抗率を図９の表に示す。試料１～６の摺動膜の電気抵抗率は、いずれも１×１０$^{-5}$～１×１０$^{-3}$［Ωｃｍ］であった。このことから、試料１～６の摺動膜はいずれも実用上問題のない電気抵抗率を有することが確認された。

[0093] （２）膜応力

膜応力は、触針式表面形状測定機を用いて摺動膜成膜前後の基材の曲率半

径をそれぞれ計測し、基材のヤング率及びポアッソン比から算出した。算出した膜応力を図９の表に示す。表中、膜応力の符号が負になっているのは、応力が圧縮応力であることを示す。試料１～６の摺動膜は膜応力の絶対値が１．１［ＧＰａ］以下であり、圧縮応力が十分小さいため、機械的な耐久性が要求される用途により適している。

[0094] （３）摩擦係数

試料１～６の摺動膜について摩耗特性を、ボールオンディスク法により測定した。測定にはアルミナボールを使用し、荷重２００［ｇｆ］、回転半径２［ｍｍ］、回転数１００［ｒｐｍ］とした。試料１～６の膜について、動摩擦係数の時間に対する平均値を求め、図９の表中に示した。この測定結果から、試料１～３の摺動膜はいずれも動摩擦係数が０．２～０．３であり、このことから、適度な摺動性を有していることが確認された。一方、試料４～６（比較例１～３）の摺動膜はいずれも動摩擦係数が０．１未満と、極めて低摩擦で、過度に滑りやすい膜であることが確認された。このような低摩擦の膜をカメラシステムのマウント部材に用いると、着脱に必要なトルクが極めて小さいものとなり、操作者が予想するよりも小さな力でレンズユニットが離脱してしまうため、その勢いでカメラボディからレンズユニットが落下するおそれがある。

[0095] （４）着脱耐久性（耐摩耗性の評価）

次にカメラマウントの摺動膜としての性能を以下のようにして評価した。従来技術によりＣｒメッキが施された真鍮製のボディ側マウントと、試料１～６の摺動膜を成膜したポリカーボネート製のレンズ側マウントを用意した。これらをそれぞれカメラボディ及びレンズユニット（交換レンズ）に取り付けて着脱を繰り返すテストを行い、摺動膜が完全に剥離して基材が露出するまでの着脱回数を計数した。結果を図９の表中に示す。この結果から、試料１～６の摺動膜は、レンズユニットのカメラボディに対する着脱回数が１２００～６８００回に到達しており、極めて優れた耐摩耗性を備えることが分かる。

[0096] 以上の評価結果に示された通り、実施例の摺動膜は、電気信号を伝達可能な高い導電性、及び良好な耐摩耗性を備え、なお且つ、適度な摩擦係数に基づく適度な摺動性を有している。本発明の態様の新規な摺動膜は、これらの特性を同時に呈するものである。また、本発明の態様の摺動膜は可視光（波長３７０～６７０ｎｍ）光線に対する反射率が５５～６５％とほぼ一様で高い値を示し、シルバー調の金属と全く同等の外観を有するものとすることができる。

[0097] このような摺動膜が他の部材の接続面と相対摺動して接続される接続面に形成された接続部材は、適度な摺動性により係脱操作が安全かつ容易であり、相対摺動を伴う係脱を繰り返しても高い耐摩耗性により損耗を抑制することができる。摺動膜が金属材料製の基材の表面に形成されるような構成によれば、複雑な構造や高精度の接続部を容易に形成しつつ、金属皮膜では実現不可能な高硬度の接続面を有した接続部材を得ることができる。一方、摺動膜が樹脂材料製の基材の表面に形成されるような構成によれば、樹脂製部品では実現不可能な高硬度かつ導電性の接続面を有する接続部材を容易かつ安価に提供することができる。また、同一形態の金属製部品と使用した場合と比較して、軽量な製品を実現することができる。

[0098] さらに、本発明の態様の摺動膜は、金属クロム皮膜よりも膜厚が薄くなっているにも関らず、金属クロム皮膜と比べて高い摺動耐久性及び導電性を有する。そのため、金属クロム皮膜よりも総膜厚を減らして成膜時間を短縮することにより、コストダウンが可能である。

[0099] 接続部材が、相対摺動して係脱自在に接続する第１接続部材及び第２接続部材からなり、これらが相対摺動して係合接続されたときに、第１、第２接続部材が機械的に接続されるとともに、電気的に接続されるような構成は、上記実施例の摺動膜が実現した高硬度、適度な摩擦係数、導電性の特性を好適に利用して、大きな効果を享受することができる。例えば、カメラボディに対してレンズユニットが着脱交換可能に構成されたカメラシステムにおけるボディ側のマウント部材や、レンズ側マウント部材、フラッシュ等が係脱

されるアクセサリーシュー（ブラケット）等は、外観品質を含めて、最も好適な適用例の代表である。

[0100] 上記実施例の摺動膜は、ＦＣＶＡ法により成膜することができ、これはドライプロセスであり、従来のクロムメッキ工程で用いられている六価クロムのように人体にとって有害な化学物質も成膜プロセスで使用しない。従って、環境に負荷を与えることなく摺動膜を作成することができる。

[0101] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。例えば、ｔａ－Ｃ：Ｍの金属ドープ元素Ｍの一例としてチタン及びアルミニウムを示したが、以上の説明から当業者であれば理解されるように、金属ドープ元素はｔａ－Ｃを基本とする皮膜に導電性を付与する役割を果たせばよく、他の金属元素、例えばＮｉ、Ｃｒ、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｆｅ、Ａｇ、Ａｕ、Ｐｔ等であってもよい。

[0102] また、相対摺動して接続される接続部材の具体的な適用例として、カメラボディに対してレンズユニットが着脱自在なシステムカメラ（銀塩・デジタルのスチルカメラやビデオカメラ等）のマウントを例示したが、本発明はかかる形態に限られるものではなく、広範な用途に適用することができる。その一例を例示すれば、電気コネクタや、スリップリング、連結機器、カメラや携帯電話等の機器の連結部材などが挙げられ、同様の効果を得ることができる。

符号の説明

[0103] １　成膜装置

１０　アークプラズマ生成部

１１　ターゲット

２０　フィルタ部

２１　電磁石コイル

２３　ダクト

２５　イオンスキャン用コイル

３０　成膜チャンバ部

３１　ホルダ

３２　基材

４０　カメラ

４１　カメラボディ

４２　交換レンズ

５０　摺動膜

５１　雌マウント

５２　雄マウント

７０　金属層

８０　金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層

９０　導電層

１００　マウント部材

請求の範囲

[請求項1] 相対摺動する部材の表面に施される摺動膜であって、

金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層と、

前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層上に形成され、動摩擦係数が前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層よりも大きい表面層とを備える摺動膜。

[請求項2] 前記表面層の動摩擦係数が０．２～０．３である請求項１に記載の摺動膜。

[請求項3] 前記表面層が、電気抵抗率が５×１０$^{-6}$～５×１０$^{-4}$［Ωｃｍ］の物質で形成されている請求項１または２に記載の摺動膜。

[請求項4] 前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層は、ｓｐ^{2}混成軌道のカーボン原子、ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子及び金属原子からなり、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層における前記ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％以下である請求項１～３のいずれか一項に記載の摺動膜。

[請求項5] 前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層にドープされた金属が、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ及びＣｒからなる群から選ばれた少なくとも一種類である請求項１～４のいずれか一項に記載の摺動膜。

[請求項6] 前記表面層が、窒化クロム膜から形成されている請求項１～５のいずれか一項に記載の摺動膜。

[請求項7] 前記表面層が、窒化クロムＣｒＮ$_{x}$膜（ｘ＜０．５）から形成されている請求項６に記載の摺動膜。

[請求項8] カメラボディに対してレンズユニットが着脱交換可能に構成されたカメラシステムに用いられるボディ側及び／またはレンズ側のマウント部材であって、

基材と、

前記基材上に形成された摺動膜とを備え、

前記摺動膜は、金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層と、該金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層上に形成され、動摩擦係数が前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層よりも大きい表面層とを有するカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項9] 前記表面層の動摩擦係数が０．２～０．３である請求項８に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項10] 前記表面層が、電気抵抗率が５×１０$^{-6}$～５×１０$^{-4}$［Ωｃｍ］の物質で形成されている請求項８または９に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項11] 前記摺動膜の電気抵抗率が１×１０$^{-5}$～１×１０$^{-3}$［Ωｃｍ］である請求項８～１０のいずれか一項に記載のマウント部材。

[請求項12] 前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層は、ｓｐ^{2}混成軌道のカーボン原子、ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子及び金属原子からなり、前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層における前記ｓｐ^{3}混成軌道のカーボン原子の割合が５９原子％以下である請求項８～１１のいずれか一項に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項13] 前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層にドープされた金属が、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ及びＣｒからなる群から選ばれた少なくとも一種類である請求項８～１２のいずれか一項に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項14] 前記表面層が、窒化クロム膜から形成されている請求項８～１３のいずれか一項に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項15] 前記表面層が、窒化クロムCrN_x膜（ｘ＜０．５）から形成されている請求項１４に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項16] 前記基材が、樹脂製の基材である請求項８～１５のいずれか一項に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

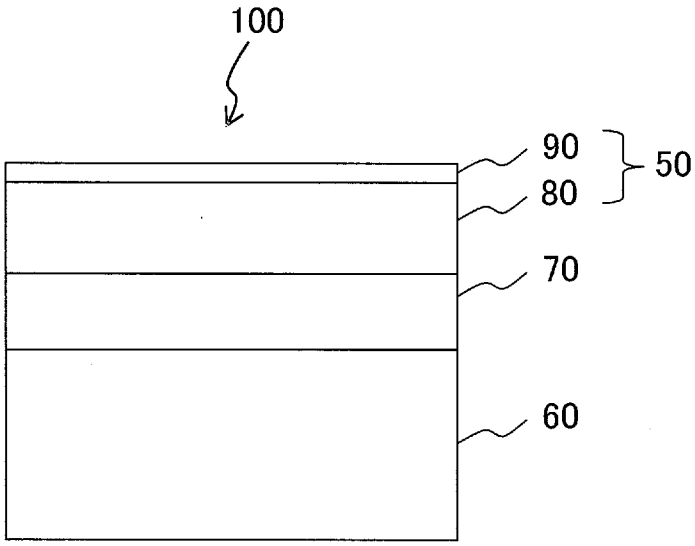
[請求項17] 前記基材と前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層の間に、Ｔｉ、Ａｌ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ、及びＣｒからなる群から選ばれた少なくとも一種から形成された金属層を備える請求項８～１６のいずれか一項に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

[請求項18] 前記金属がドープされたテトラヘドラルアモルファスカーボン層が１００～５００ｎｍの範囲の厚さを有し、前記表面層が１０～１００ｎｍの範囲の厚さを有する請求項８～１７のいずれか一項に記載のカメラシステムに用いられるマウント部材。

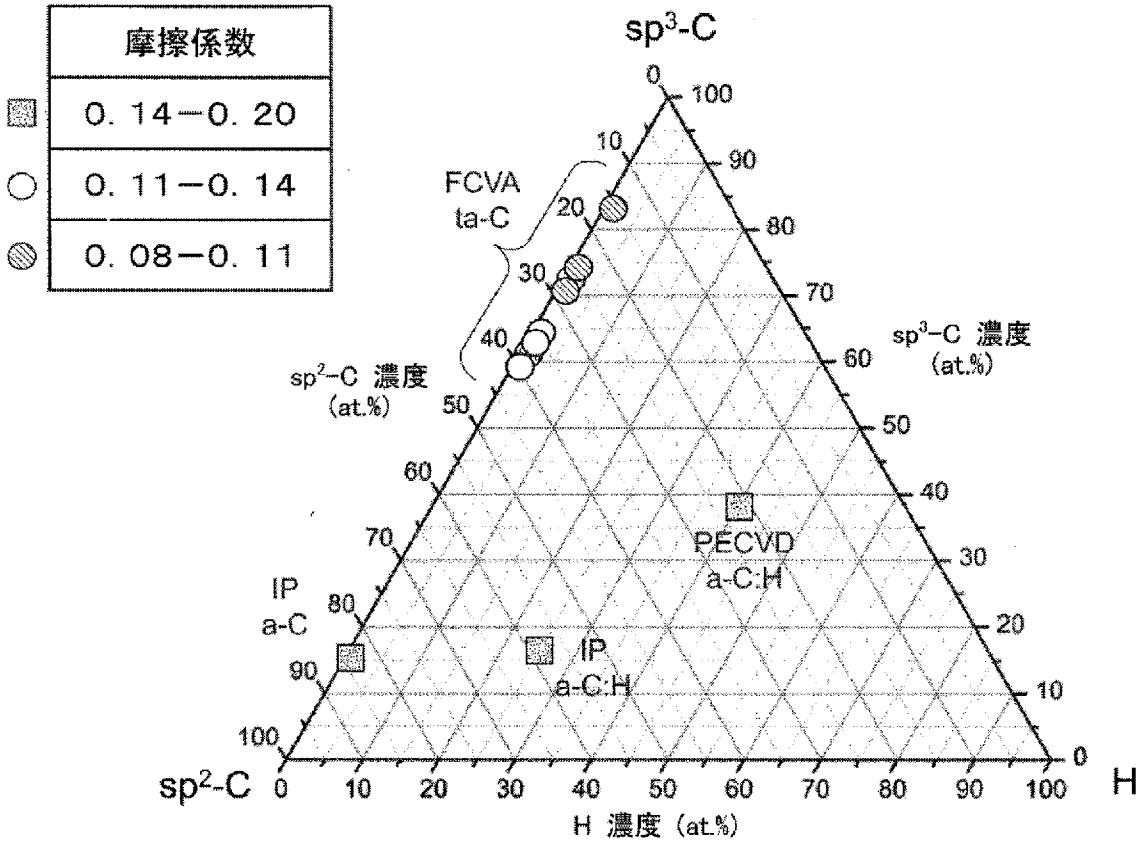
[請求項19] 請求項８～１８のいずれか一項に記載のマウント部材が設けられたカメラボディ。

[請求項20] 請求項８～１８のいずれか一項に記載のマウント部材が設けられたレンズユニット。

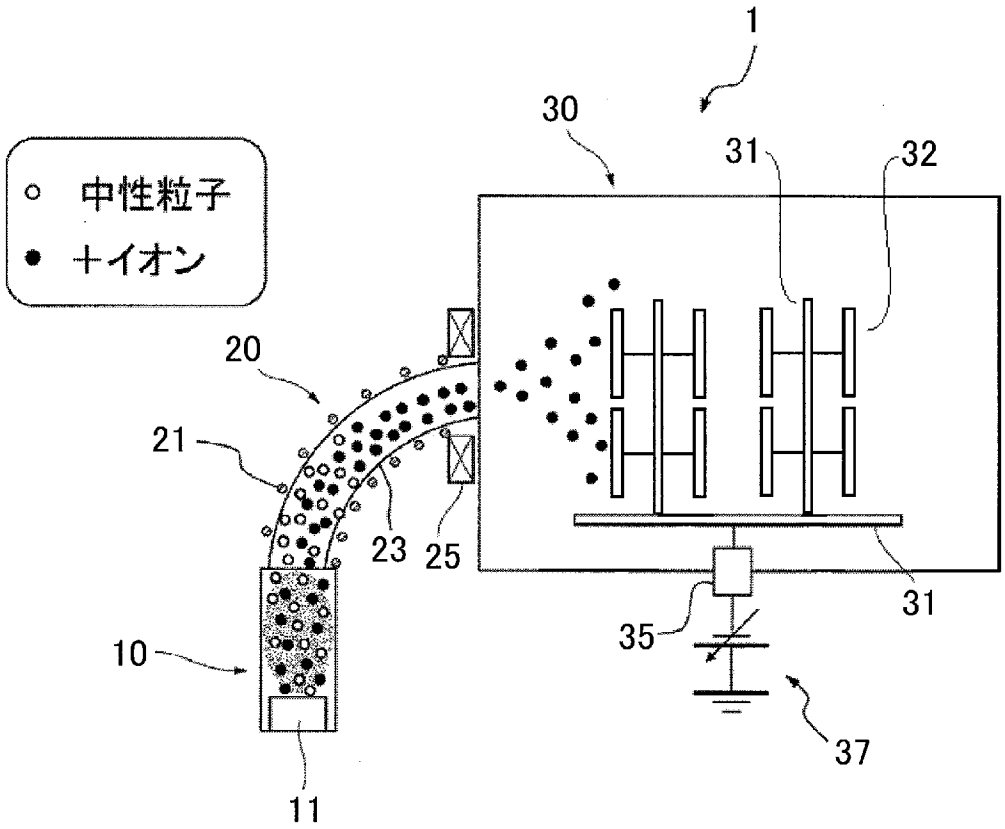
[図1]


100
90
80
50
70
60

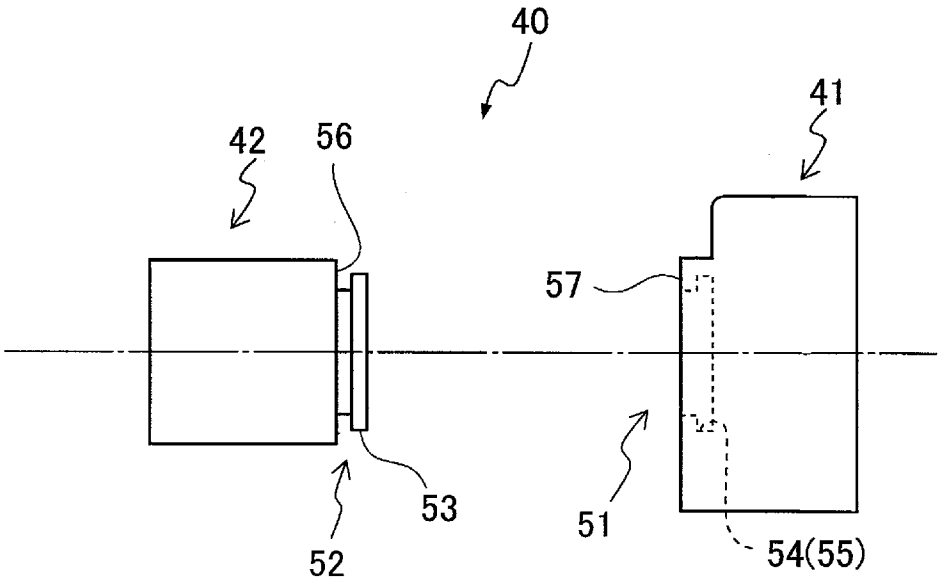
[図2]


摩擦係数
0.14−0.20
0.11−0.14
0.08−0.11
sp3-C
FCVA
ta-C
sp2−C 濃度
(at.%)
sp3−C 濃度
(at.%)
PECVD
a-C:H
IP
a-C
IP
a-C:H
sp2-C
H
H 濃度 (at.%)

[図3]

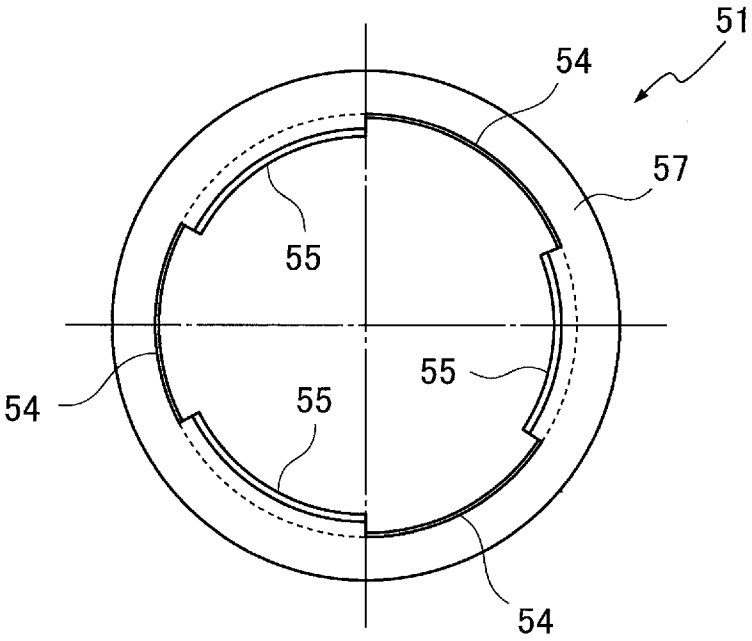

1
30
31
32
○ 中性粒子
● ＋イオン
20
21
23
25
31
35
37
10
11

[図4]

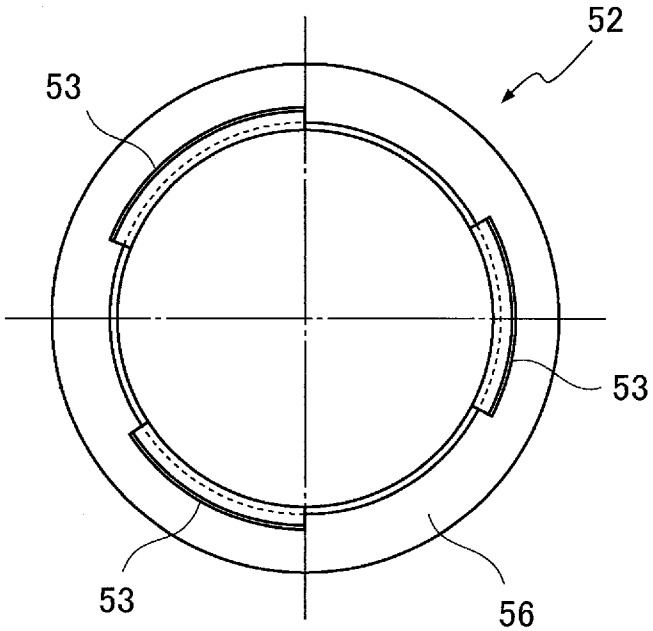

40
41
42
56
57
53
52
51
54(55)

[図5]

(a)



(b)



[図6]

試料	アーク電流 (A)	バイアス電圧 (V)	膜厚 (nm)	膜の化学組成 (at%)							電気抵抗率 (Ω cm)	膜応力 (GPa)	弾性率 (GPa)	硬度 (GPa)	動摩擦係数
				sp^2-C	sp^3-C	全C	Ti	H	O	Ti / C					
A	60	0	306	24.4	59.7	84.1	15.5	0.4	0	0.18	9.1×10^{-4}	−1.25	152.1	12.3	0.08
B	60	−66	280	23.0	62.2	85.2	14.6	0.1	0	0.17	6.9×10^{-4}	−1.31	144.6	12.6	0.08
C	60	−198	270	33.3	52.2	85.5	14.4	0.1	0	0.17	6.6×10^{-4}	−1.14	137.8	11.9	0.08
D	60	−330	328	34.0	50.9	84.9	14.9	0.1	0	0.18	6.6×10^{-4}	−0.94	135.6	11.6	0.08
E	60	−495	284	36.7	48.6	85.3	14.6	0.1	0	0.17	6.4×10^{-4}	−0.76	134.1	11.8	0.08
F	60	−660	309	37.5	47.7	85.2	14.7	0.1	0	0.17	5.9×10^{-4}	−0.64	130.0	11.5	0.08
G	60	−990	271	37.1	47.3	84.4	15.4	0.2	0	0.18	5.7×10^{-4}	−0.51	126.1	11.4	0.08
H	60	−1980	320	40.1	45.2	85.3	14.5	0.1	0	0.17	5.6×10^{-4}	−0.35	123.7	11.1	0.08

[図7]

試料	アーク電流 (A)	バイアス電圧 (V)	膜厚 (nm)	膜の化学組成 (at%)							電気抵抗率 (Ω cm)	膜応力 (GPa)	弾性率 (GPa)	硬度 (GPa)	動摩擦係数
				sp^2–C	sp^3–C	全 C	Al	Si	H	O	Al / C				
I	70	0	295	32.7	58.2	90.9	7.9	1.1	0	0	0.09	7.6×10^{-3}	−2.56	191.2	19.8	0.09
J	70	−66	287	28.1	62.7	90.8	7.9	1.2	0	0	0.09	7.6×10^{-3}	−2.74	201.5	21.0	0.09
K	70	−1980	295	54.4	36.3	90.7	8.0	1.2	0	0	0.09	3.9×10^{-3}	−0.28	113.3	12.6	0.08

[図8]

試料	窒素ガス流量 (sccm)	結晶性	膜の元素比率 N/ Cr	電気抵抗率 (Ωcm)	硬度 (GPa)	動摩擦係数	摩耗試験の耐荷重(g)
L	0	結晶	0.00	1.7×10^{-5}	14.5	0.25–0.35	200
M	5	結晶＋非晶質	0.05	4.9×10^{-5}	18.6	0.25–0.35	200
N	10	非晶質	0.09	5.3×10^{-5}	22.5	0.2–0.3	1000
O	20	非晶質	0.15	6.9×10^{-5}	21.3	0.2–0.3	1000
P	35	非晶質	0.23	8.7×10^{-5}	20.9	0.2–0.3	1000
Q	40	非晶質	0.37	1.2×10^{-4}	21.3	0.2–0.3	1000
R	80	結晶＋非晶質	0.58	1.7×10^{-4}	26.5	0.25–0.35	500

[図9]

試料	積層構造	材質	バイアス電圧 (V)	膜厚 (nm)	総膜応力 (GPa)	平均電気抵抗率 (Ω cm)	動摩擦係数	着脱耐久性 (回)
1 (実施例 1)	第3層	CrNx	0	20	−0.85	1.2×10^{-4}	0.2–0.3	1320
	第2層	ta-C:Al	−1980	100				
	第1層	Ti	0	200				
	レンズマウント	ポリカーボネート						
2 (実施例 2)	第3層	CrNx	0	20	−0.50	3.1×10^{-5}	0.2–0.3	1570
	第2層	ta-C:Ti	−1980	100				
	第1層	Ti	0	200				
	レンズマウント	ポリカーボネート						
3 (実施例 3)	第4層	CrNx	0	20	−1.10	5.2×10^{-5}	0.2–0.3	6800
	第3層	ta-C:Ti	−1980	100				
	第2層	ta-C:Ti	0	100				
	第1層	Ti	0	100				
	レンズマウント	ポリカーボネート						
4 (比較例 1)	第2層	ta-C:Al	−1980	100	−0.80	2.3×10^{-4}	0.08–0.09	1260
	第1層	Ti	0	200				
	レンズマウント	ポリカーボネート						
5 (比較例 2)	第2層	ta-C:Ti	−1980	100	−0.45	2.3×10^{-5}	0.07–0.08	1450
	第1層	Ti	0	200				
	レンズマウント	ポリカーボネート						
6 (比較例 3)	第3層	ta-C:Ti	−1980	100	−1.00	4.1×10^{-5}	0.07–0.08	6700
	第2層	ta-C:Ti	0	100				
	第1層	Ti	0	100				
	レンズマウント	ポリカーボネート						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/054332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C14/06(2006.01)i, *G02B7/02*(2006.01)i, *G03B17/14*(2006.01)i, *H04N5/225*(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)
C23C14/00-14/58, G02B7/02, G03B17/14, H04N5/225

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	WO 2011/138967 A1 (Nikon Corp.), 10 November 2011 (10.11.2011), entire text & US 2013/0058640 A1 & EP 2568059 A1 & CN 102884221 A & KR 10-2013-0069621 A	1-20
A	JP 2009-287099 A (Nikon Corp.), 10 December 2009 (10.12.2009), entire text (Family: none)	1-20
A	JP 2009-504919 A (N.V. Bekaert S.A.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraphs [0051] to [0056] & US 2008/0233425 A1 & US 2011/0020551 A1 & EP 1937873 A & WO 2007/020138 A1 & CN 101365824 A	1-20

☒ 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
10 April, 2014 (10.04.14)	28 April, 2014 (28.04.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/054332

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 2002-113604 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 16 April 2002 (16.04.2002), paragraph [0071] (Family: none)	1-20

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５４３３２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C14/06(2006.01)i, G02B7/02(2006.01)i, G03B17/14(2006.01)i, H04N5/225(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.　C23C14/00-14/58, G02B7/02, G03B17/14, H04N5/225

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
A	WO 2011/138967 A1（株式会社ニコン）2011.11.10, 全文 & US 2013/0058640 A1 & EP 2568059 A1 & CN 102884221 A & KR 10-2013-0069621 A	1-20
A	JP 2009-287099 A（株式会社ニコン）2009.12.10, 全文（ファミリーなし）	1-20

☑　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	国際調査報告の発送日
１０．０４．２０１４	２８．０４．２０１４

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）　４Ｇ　４４８９
伊藤　光貴
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４１６

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 2009-504919 A（ナムローゼ・フェンノートシャップ・ベーカート・ソシエテ・アノニム）2009.02.05, 段落【００５１】～【００５６】 & US 2008/0233425 A1 & US 2011/0020551 A1 & EP 1937873 A & WO 2007/020138 A1 & CN 101365824 A	1-20
A	JP 2002-113604 A（住友電気工業株式会社）2002.04.16, 段落【００７１】（ファミリーなし）	1-20