



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106796863 B

(45)授权公告日 2018.08.07

(21)申请号 201680002430.4

(22)申请日 2016.03.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106796863 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(30)优先权数据
2015-078851 2015.04.08 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.02.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/060257 2016.03.29

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/163278 JA 2016.10.13

(73)专利权人 新明和工业株式会社

地址 日本兵库县

(72)发明人 植村贤介
阿列克谢·G·列姆涅夫

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
H01J 37/30(2006.01)

审查员 肖俊峰

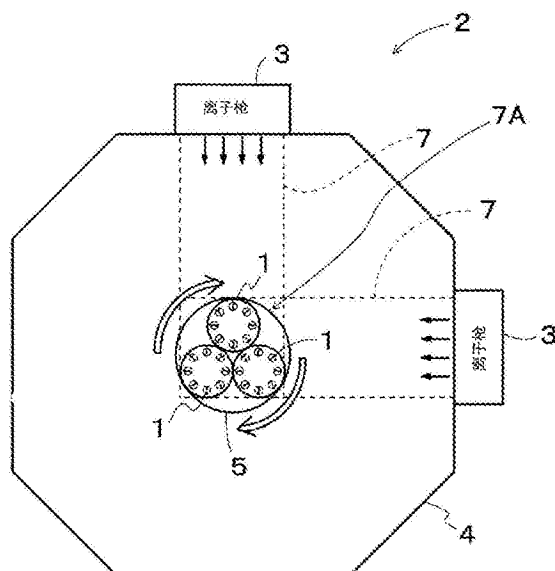
权利要求书1页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

通过离子照射进行的包覆件的除膜方法及除膜装置

(57)摘要

本发明以提供一种除膜方法为技术问题,该除膜方法是对由像PCD(聚晶金刚石)那样的无机物包覆的刀具、机械零件等进行除膜以能够进行再利用的方法,进行离子照射时在被除膜基材(包覆件)不易产生死角,在温度方面在基材(金属制构件)不易产生脆性相,并且,能够经济且快速地进行除膜。该除膜方法是向在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件(1)照射离子流(7)、从所述金属制构件剥离所述覆膜的除膜方法,其特征在于,将包覆件(1)设置在两个以上的离子流(7)重叠的离子流集中部(7A),不向包覆件(1)施加正负偏压地向包覆件(1)照射离子流(7),利用这样的除膜方法能够解决所述技术问题。



1. 一种除膜方法,其是将在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件设置在两个以上的离子流重叠的离子流集中部、使所述包覆件向大地接地、向所述包覆件照射离子流、从所述金属制构件剥离所述覆膜的除膜方法,其特征在于,

该除膜方法包括第1工序和第2工序,

在所述第1工序中,使含67体积%以上的氧的第1气体等离子体化,生成气体离子,将得到的所述第1气体的离子流向所述包覆件照射来进行除膜,在第2工序中,使含80体积%以上的氩的第2气体等离子体化,生成气体离子,将得到的所述第2气体的离子流向所述包覆件照射来进行除膜,

在所述第1工序之后执行所述第2工序。

2. 根据权利要求1所述的除膜方法,其特征在于,

该除膜方法仅由所述第1工序和所述第2工序构成,通过执行作为最终工序的所述第2工序从而能够完成所述包覆件的除膜。

3. 根据权利要求1或2所述的除膜方法,其特征在于,

所述第1气体包含从由氩、CF₄、SF₆、CCl₄以及CCl₂F₂构成的组中选出的至少一者。

4. 根据权利要求1或2所述的除膜方法,其特征在于,

所述第1气体包含CF₄,CF₄体积%含有率占CF₄体积%含有率和氧体积%含有率的合计的比例为5%以下。

通过离子照射进行的包覆件的除膜方法及除膜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过离子照射进行的包覆件的除膜方法及除膜装置。

背景技术

[0002] 能够对利用像聚晶金刚石 (Poly-Crystalline Diamond, 以下, 有时简记作“PCD”) 这样的无机物包覆的刀具、机械零件等进行除膜、再利用的技术的确立是紧急的技术问题。

[0003] 对此, 以由工具钢、硬质合金形成的钻头、立铣刀为例进行说明。这些刀具类物品使用工具钢、硬质合金, 由TiN、TiAlN、DLC、PCD进行了包覆。

[0004] 随着刀具的使用, 这些包覆层磨损、剥离, 刀具的寿命到了。以往, 这些用过的刀具被废弃, 人们期望通过进行除膜、之后再成膜、反复这样来进行再利用。要求高效、均匀地进行除膜, 且不对基材造成损害。

[0005] 作为这样的除膜方法的相关提案, 已经将在真空中照射等离子体或者离子的方法实用化(参照例如非专利文献1、2)。

[0006] 但是, 这里, 前者的利用等离子体照射的方法由于等离子体在基材的前表面形成被称作鞘层(Sheath)的、离子碰撞消失的空间电气层, 形成妨碍除膜作用的障壁, 因此除膜效率差(参照非专利文献3)。

[0007] 另外, 后者的照射离子的方法不能充分除膜, 或者, 对基材进行溅射, 在残留覆膜之上进行再蒸镀, 有时会产生薄膜的残渣。

[0008] 除此之外, 有时还使用加热到高温的化学品对具有TiAlN等薄膜的刀具进行除膜, 但是, 使用对环境造成负担的化学品这一点存在问题。

[0009] 现有技术文献

[0010] 非专利文献

[0011] 非专利文献1: 新明和工业株式会社产机系统事业部PB计划, 2014年10月, 目录“14.10K-0501”

[0012] 非专利文献2: KENSUKE UEMURA, “DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF BEAM AND PLASMA METHODS FOR IMPROVING THE PERFORMANCE PROPERTIES OF THE PRODUCTS MADE OF METAL MATERIALS (用于改善金属材料产品的性能特性的光束和等离子体方法的开发和调查)”, Tomsk Polytechnic University (托木斯克理工大学), 2011年, p.77-83

[0013] 非专利文献3: 水野博之主编, “离子工学手册”, 株式会社离子工学研究所, 2004年10月30日, p.55

发明内容

[0014] 发明要解决的问题

[0015] 本申请发明人经认真研究, 发现: 在所述的后者的照射离子的方法中, 当发生离子照射不均匀而产生离子照射不足的部位(以下, 称为“死角”)时, 会产生薄膜的残渣。

[0016] 另外, 还发现: 对由硬质合金构成的刀具等的除膜在高温环境下进行的情况下, 例

如,通过加热,利用基材与PCD膜的热膨胀差来进行除膜,或者,利用微波等离子体通过在高温条件下烧灼来进行除膜的情况下,硬质合金的情况下有时产生典型的 η 相(例如 W_3Co_3C , W_2Co_4C 等)的脆性相。

[0017] 像这样,为了对由像PCD这样的无机物包覆的刀具、机械零件等进行除膜以能够进行再利用,其技术问题为:进行离子照射时被除膜基材不产生死角,在基材(金属制构件)不会产生脆性相的环境温度下进行处理,并且,经济且快速地进行除膜。

[0018] 本发明的目的在于解决所述那样的问题。即,本发明提供一种对由像PCD那样的无机物包覆的刀具、机械零件等进行除膜以能够进行再利用的除膜方法及除膜装置,进行离子照射时在被除膜基材(包覆件)不易产生死角,能够在基材(金属制构件)不会产生脆性相的环境温度下进行处理,并且,能够经济且快速地进行除膜。

[0019] 用于解决问题的方案

[0020] 本申请发明人经认真研究,发现:在所述的照射离子的方法中,对基材施加偏置电压时,离子流发生变更,发生离子照射不均匀,产生离子照射不足的部位(以下,也称为“死角”),因此产生薄膜的残渣。

[0021] 并且,还发现:当将被除膜构件(包覆件)例如载置于离子照射装置的真空腔室内的中心部,从周边部利用两个以上的离子喷出枪使离子流在所述中心部重叠时,离子流的剖面直径为离子喷出枪的直径以下,因此较小,但是,在载置了被除膜构件(包覆件)的真空腔室的中心部能够实现离子照射集中,另外,使被除膜构件(包覆件)向大地接地,例如不施加强制偏压的情况下(偏置电压 $U_{bias} = \pm 0V$),离子流不会发生偏向,不易产生死角。进而,还发现:离子照射能够在比较低的温度下进行,因此,硬质合金的情况下不会产生典型的 η 相的脆性相。

[0022] 具体而言,本申请发明人将被除膜构件(包覆件)设置为接地(优选不另施加强制偏压地进行离子照射),使离子流不会因偏压的影响而发生偏向,减少了死角发生。并且,在离子照射温度为低温(例如大约 $200^{\circ}C$ 以下)的条件下进行,避免了脆性相的产生。在进一步优选的条件下的话,能够抑制基材的表面粗糙度的增大,将基材的表面粗糙度控制在能够更容易形成再生膜的范围。并且,成膜层厚度 $10\mu m$ 左右的除膜在短时间(例如6小时左右)内能够实现,还能够维持经济速度。

[0023] 本发明人为了解决所述问题而进行了认真研究,完成了以下的本发明。

[0024] 本发明是以下的方案(1)~(7)。

[0025] (1)一种除膜方法,其是向在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件照射离子流、从所述金属制构件剥离所述覆膜的除膜方法,其特征在于,

[0026] 将所述包覆件设置于两个以上的离子流重叠的离子流集中部,使所述包覆件向大地接地,向所述包覆件照射所述离子流。

[0027] (2)根据所述(1)所述的除膜方法,其特征在于,

[0028] 该除膜方法包括第1工序和第2工序,

[0029] 在所述第1工序中,使含67体积%以上的氧的气体[1]等离子体化,生成气体离子,将得到的所述气体[1]的离子流向所述包覆件照射来进行除膜,

[0030] 在第2工序中,使含80体积%以上的氩的气体[2]等离子体化,生成气体离子,将得到的所述气体[2]的离子流向所述包覆件照射来进行除膜,

[0031] 在所述第1工序之后执行所述第2工序。

[0032] (3) 根据所述(2)所述的除膜方法,该除膜方法仅由所述第1工序和所述第2工序构成,通过执行作为最终工序的所述第2工序从而能够完成所述包覆件的除膜。

[0033] (4) 根据所述(2)或者(3)所述的除膜方法,所述气体[1]包含从由氩、CF₄、SF₆、CCl₄以及CCl₂F₂构成的组中选出的至少一者。

[0034] (5) 根据所述(2)~(4)中任一项所述的除膜方法,所述气体[1]包含CF₄,CF₄含有率(体积%)占CF₄含有率(体积%)和氧含有率(体积%)的合计的比例((CF₄含有率/(CF₄含有率+氧含有率))×100)为5%以下。

[0035] (6) 一种除膜装置,其是向在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件照射离子流、从所述金属制构件剥离所述覆膜的除膜装置,其特征在于,

[0036] 该除膜装置构成为所述包覆件向大地接地,

[0037] 该除膜装置具有两个以上的离子枪,这些离子枪以能够形成离子流集中部的方式配置,

[0038] 该除膜装置构成为能够将所述包覆件设置在所述离子流集中部,该除膜装置能够执行所述(1)~(5)中任一项所述的除膜方法。

[0039] (7) 根据所述(6)所述的除膜装置,其特征在于,

[0040] 该除膜装置具备使配置在所述离子流集中部的所述包覆件相对于离子流自转和/或公转的功能。

[0041] 发明的效果

[0042] 采用本发明,能够提供一种对由像PCD那样的无机物包覆的刀具、机械零件等进行除膜以能够进行再利用的除膜方法及除膜装置,进行离子照射时在被除膜基材(包覆件)不易产生死角,能够在基材(金属制构件)不会产生脆性相的环境温度下进行处理,并且,能够经济且快速地进行除膜。

[0043] 如所述那样,在本发明中,不向被除膜构件(包覆件)施加强制偏压。具体而言,不向被除膜构件(包覆件)强制施加例如正,负,或者呈矩形波、正弦曲线的偏压。

[0044] 另外,使被除膜构件(包覆件)向大地接地,通常,能够列举出以下方法:使设置包覆件的支架直接向大地接地,或者,使该支架与腔室导通,使腔室向大地接地。因而,本发明不是在使支架与其他他构件绝缘的状态下进行处理、所谓的浮动方法(日文:フローティング法)。

附图说明

[0045] 图1是表示本发明的装置的优选例的概略剖视图。

[0046] 图2是关于离子流动方向和在前刀面产生的死角的模拟结果。

[0047] 图3是实验例1~7所使用的双刃钻头的放大图片。

[0048] 图4是由电感耦合型等离子体(Inductively Coupled Plasma,以下,也有时简记作“ICP”)进行除膜的PCD包覆双刃钻头的优选例的剖视图(概略图)。

[0049] 图5是表示ICP装置俯视剖视图和刀具的配置的概略图。

[0050] 图6是进行了PCD覆膜的除膜后的扫描型电子显微镜(SEM)图片。

[0051] 图7是由空心阴极(Hollow Cathode)型等离子体装置(以下,也称为“HC装置”)进

行除膜的PCD包覆双刃钻头的优选例的剖视图(概略图)。

[0052] 图8是表示HC装置俯视剖视图和刀具的配置的概略图。

[0053] 图9是进行了PCD覆膜的除膜后的扫描型电子显微镜(SEM)图片。

[0054] 图10是强制施加偏置电压地进行了离子照射的情况下的PCD包覆双刃钻头的剖视图(概略图)。

[0055] 图11是表示强制施加偏置电压地进行离子照射的情况下的装置俯视剖视图和刀具(双刃钻头)的配置的概略图。

[0056] 图12是强制施加了偏置电压地进行离子照射而进行了PCD覆膜的除膜的情况下的、刀具(双刃钻头)的扫描型电子显微镜(SEM)图片。

[0057] 图13是未施加偏置电压且向大地接地地进行了离子照射的情况下的PCD包覆双刃钻头的剖视图(概略图)。

[0058] 图14是表示未施加偏置电压且向大地接地地在离子流集中部位进行离子照射的情况下的装置俯视剖视图和刀具的配置的概略图。

[0059] 图15是未施加偏置电压且向大地接地地在离子流集中部位进行了离子照射的情况下的、刀具(双刃钻头)的扫描型电子显微镜(SEM)图片。

[0060] 图16是未施加偏置电压且向大地接地地在离子流集中部位进行了离子照射的情况下的、另一刀具(双刃钻头)的扫描型电子显微镜(SEM)图片。

[0061] 图17是未施加偏置电压且向大地接地地在离子流集中部位进行了离子照射的情况下的、又一刀具(双刃钻头)的扫描型电子显微镜(SEM)图片。

[0062] 图18是表示在未施加偏置电压且向大地接地地在离子流集中部位进行了离子照射的情况下且是气体中的CF₄浓度发生了变更的情况下的PCD和基材的蚀刻速度(Etching rate)的图表。

具体实施方式

[0063] 对本发明进行说明。

[0064] 本发明是向在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件照射离子流、从所述金属制构件剥离所述覆膜的除膜方法,其特征在于,将所述包覆件设置于两个以上的离子流重叠的离子流集中部,使所述包覆件向大地接地,向所述包覆件照射所述离子流。

[0065] 以下,也将这样的除膜方法称为“本发明的方法”。

[0066] 另外,本发明还是向在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件照射离子流、从所述金属制构件剥离所述覆膜的除膜装置,

[0067] 该除膜装置构成为所述包覆件向大地接地,该除膜装置具有两个以上的离子枪,这些离子枪以能够形成离子流集中部的方式配置,该除膜装置构成为能够将所述包覆件设置于所述离子流集中部,该除膜装置能够进行本发明的方法。

[0068] 以下,也将这样的除膜装置称为“本发明的装置”。

[0069] 以下,仅记作“本发明”的情况下,是指本发明的方法及本发明的装置这两者。

[0070] 在本发明中,向在金属制构件的表面附着由无机物构成的覆膜而成的包覆件照射离子流,从所述金属制构件剥离所述覆膜。

[0071] 在本发明中,包覆件是指,以金属制构件为母材,在其表面具有由无机物构成的覆膜。

[0072] 金属制构件的材质并不特别限定,例如,能够列举出钢、硬质合金。

[0073] 覆膜只要是无机物也不特别限定,例如,能够列举出TiN、TiAlN、DLC、PCD。

[0074] 具体而言,由像PCD那样的无机物包覆的刀具、机械零件等符合包覆件。更具体而言,由工具钢、硬质合金形成的钻头、立铣刀等符合包覆件。

[0075] 在本发明中,向这样的包覆件照射离子流,从所述金属制构件剥离所述覆膜。以往,覆膜到寿命或者覆膜形成失败的刀具被废弃,但是,通过进行除膜,之后进行成膜,能够进行再利用。

[0076] 接着,使用图1对本发明的装置进行说明。使用本发明的装置向所述那样的包覆件照射离子流,能够从所述金属制构件剥离所述覆膜。

[0077] 图1是表示本发明的装置的优选例的概略剖视图。

[0078] 在图1中,本发明的装置2具有真空腔室4以及两个离子枪3,在真空腔室4内,在其中央部设置有支架5。

[0079] 并且,配置为从两个离子枪发出的各离子流7在所述中央部重叠,形成离子流集中部7A。能够将包覆件1设置于在真空腔室4的形成有离子流集中部7A的中央部设置的支架5。

[0080] 这里,支架5向大地接地,由此,设置好的包覆件1向大地接地。使支架5直接向大地接地则包覆件1向大地接地,但是,若使支架5与腔室4导通,使腔室4向大地接地,则同样也能使包覆件1向大地接地。

[0081] 接地的类型采用第一种接地(10Ω以下)。

[0082] 另外,构成为:能够使配置于离子流集中部7A的包覆件1在设置于支架5的状态下相对于离子流7自转。这里,自转是指,例如包覆件1为钻头的情况下,以钻头的长度方向上的轴线为中心在其位置上旋转。

[0083] 另外,还具备支架5顺时针(图1中的箭头方向)旋转(公转)而使包覆件1公转的功能。

[0084] 如图1所示,固定于真空腔室4的离子枪3使从气体入口导入的气体等离子体化,生成气体离子,照射作为离子束的离子流7。

[0085] 对于离子束的产生装置,市场贩卖有各种样式,本发明的装置的情况下能够不受特别限制地使用,例如能够使用CED型离子枪(Closed Electron Drift Ion Gun)。

[0086] 这里,从气体入口导入的气体只要是产生能够对包覆件1的表面的覆膜进行除膜的气体离子即可。例如,使用非活性的化学种类,从除膜效果高这点出发,使用稀有气体,其中优选为比氩原子量大的非活性元素氙、氙、氪等,更优选使用氙。

[0087] 另外,优选气体中还包含含氧气体。作为含氧气体,能够列举出空气。

[0088] 使用图1所例示那样的本发明的装置利用本发明的方法进行包覆件的除膜的情况下,优选执行第1工序,之后执行第2工序,在第1工序中,使含67体积%以上的氧的气体[1]等离子体化,生成气体离子,将得到的所述气体[1]的离子流向所述包覆件照射来进行除膜,在第2工序中,使含80体积%以上的氙的气体[2]等离子体化,生成气体离子,将得到的所述气体[2]的离子流向所述包覆件照射来进行除膜。

[0089] 另外,本发明的方法优选仅由第1工序和第2工序构成,通过执行作为最终工序的

所述第2工序从而能够完成所述包覆件的除膜。

[0090] 以下说明优选这样的包含第1工序和第2工序(优选由第1工序和第2工序构成)的本发明的方法的理由。

[0091] 通常,氧等气体除了离子等的物理碰撞反应以外还能对覆膜进行氧化除膜,因此与稀有气体相比,除膜速度快。但是,在除膜的最终工序,可能会引起基材的氧化、即脆化。在引起了脆化的情况下,难以形成再生膜。因而,优选的是,到一定程度的除膜为止使用氧等会引起化学反应的气体种类,在除膜快要结束的情况下,为了防止基材的脆化而使用稀有气体(氩等)。这里,优选的是,使用氧等会引起化学反应的气体种类进行了除膜的情况下,残留的薄膜的厚度的最小值成为 $1\mu\text{m}$ (即,残留的薄膜的最薄部分的厚度成为 $1\mu\text{m}$)的情况下,为了防止基材的脆化使用稀有气体(氩等)。通过像这样变更气体种类,能够提高除膜速度,并防止基材的脆化。

[0092] 在第1工序中,如所述那样,使用含67体积%以上的氧的气体[1],优选气体[1]的氧浓度为80体积%以上,进而优选为90体积%以上,更优选为95体积%以上,也可以是100体积%。

[0093] 作为气体[1]中能够包含的氧以外的气体,能够列举出从由氩、 CF_4 、 SF_6 、 CCl_4 以及 CCl_2F_2 构成的组中选出的至少一者。其中,优选为从由氩及 CF_4 构成的组中选出的至少一者,更优选为 CF_4 。

[0094] 气体[1]包含氩则容易产生稳定的等离子体,因此被优选。

[0095] 优选气体[1]中的氩的含有率为20体积%以下,进一步优选为10体积%以下,更优选为5体积%以下,更进一步优选为3体积%以下,再进一步优选为1体积%以下。

[0096] 本申请发明人发现:在气体[1]仅由氧构成的情况下,根据刀具的种类的不同,存在氧离子对基材进行溅射、在尚且残留的覆膜之上形成由与基材同样的材料构成的薄膜的情况。并且,进一步研究开发的结果,发现:气体[1]包含 CF_4 时,不容易发生这样的现象。

[0097] 优选气体[1]中的 CF_4 的含有率为33体积%以下,进一步优选为20体积%以下,更优选为10体积%以下,更进一步优选为5体积%以下,再进一步优选为3体积%以下,又进一步优选为1体积%以下。

[0098] 在第2工序中,如所述那样,使用包含80体积%以上的氩的气体[2],优选气体[2]中的氩浓度为90体积%以上,更优选为95体积%以上,进一步优选为100体积%。

[0099] 在连续进行第1工序和第2工序的情况下,从气体入口导入的气体种类从气体[1]变更为气体[2]。这里,刚变更后的短时间(例如数分钟)内,成为气体[1]和气体[2]混合的状况,这不会对除膜的作用造成不好的影响。另外,即使这样的情况也视为相当于仅进行第1工序和第2工序。即,视为相当于仅由第1工序和第2工序构成的本发明的方法。

[0100] 充满真空腔室4的气体的真空压优选为 $0.01\text{Pa}\sim 1.0\text{Pa}$,更优选为 $0.05\text{Pa}\sim 0.5\text{Pa}$ 。

[0101] 离子照射条件(除膜处理条件)根据气体种类、装置的种类而不同,离子化电压优选为 $2\text{kV}\sim 4\text{kV}$,处理时间优选为5分钟 \sim 6小时左右。使用CED型离子枪的情况下的离子化电流优选为 $0.1\text{A}\sim 1\text{A}$ 左右。

[0102] 另外,优选在离子照射温度为大约 200°C 以下的情况下进行。

[0103] 这里,使包覆件1向大地接地,进一步优选为不施加强制偏压。该情况下,离子流不会因偏压的影响而发生偏向,因此成功减少死角的发生。

[0104] 如所述那样,本发明的装置具有两个离子枪,对其理由进行说明。图2是对一个离子枪的情况下和两个离子枪的情况下的照射来的离子是否与包覆件的整个表面碰撞进行了模拟的图。

[0105] 具体进行说明。

[0106] 图2是对后述的实验例1~实验例7中使用的市场贩卖的双刃钻头的剖面进行了模拟的图,通过线积分算出照射到钻头的凹部表面的离子的碰撞程度。这里 J_0 是离子电流密度(mA/cm^2)的意思。

[0107] 如图2所示,离子枪为一个的情况下的线积分值为 $0.6306J_0$,而离子枪为两个的情况下的线积分值为 $1.4718J_0$,是比较大的数值。

[0108] 由此,推定:离子枪为一个的情况下,可能会形成照射来的离子未充分到达的部位,即,可能会形成死角,结果,离子照射后可能会看到覆膜的残渣。

[0109] 因而,本发明的装置优选具备两个以上的离子枪。

[0110] 使用这样的本发明的装置,能够较佳地实施本发明的方法。

[0111] 采用本发明来对包覆件进行处理时,不会产生脆性相,表面粗糙度能够维持为能够再成膜的粗糙度,成膜层厚度 $10\mu\text{m}$ 左右的除膜能够在短时间(例如6小时左右)内完成,经济速度也得以维持。

[0112] 实施例

[0113] 以下,示出了七个实验例来对本发明进行具体说明。

[0114] (实验例1)

[0115] 使用市场贩卖的电感耦合型等离子体装置(ICP),对市场贩卖的双刃钻头进行了除膜。这里,双刃钻头是包覆有 $10\mu\text{m}$ 的厚度的PCD的硬质合金制的钻头,公称直径为 10mm 。图3的图片示出了双刃钻头的例子。

[0116] 图4表示由ICP正在实施除膜处理(等离子体处理)的双刃钻头10的剖视图(概略图)。另外,图5表示ICP装置俯视剖面和双刃钻头10的配置。

[0117] 除膜处理条件如第1表所示。

[0118] [表1]

[0119]

真空压和残存气体	$P=0.5\text{Pa}, \text{O}_2$
等离子体密度 n_g/cc	10^{12}
偏置电压 $U_{\text{bias}} \text{ V}$	-30
鞘层相厚度 $D_{\text{sheath}}\text{mm}$	0.1

[0120] 其中,在除膜处理中,使双刃钻头10顺时针(图4中的箭头方向)旋转。另外,在除膜处理中,如图5所示,使设置有多个双刃钻头10的支架15顺时针(图5中的箭头方向)旋转,从而使双刃钻头10公转。

[0121] 在图5中,虚线的内部的区域17表示ICP的集中部分。

[0122] 通过这样来进行双刃钻头10的除膜,但如图4所示,在双刃钻头10的表面由等离子体形成了厚度 0.1mm 的鞘层。

[0123] 并且,在除膜处理后,使用扫描型电子显微镜(SEM)对双刃钻头10的表面进行了观察。图6的(a)表示以1,500倍进行观察的SEM像,图6的(b)表示以15,000倍进行观察的SEM

像。

[0124] 虽然实现了对10 μ m厚的PCD的除膜,但是,如图6的(b)所示,基材受到损害,形成了碳膜(整个包裹)。因此,难以形成再成膜。

[0125] (实验例2)

[0126] 使用市场贩卖的HC型等离子体装置(新明和工业株式会社制,HC型等离子体装置:IE-400),对与实验例1同样的双刃钻头10进行了除膜。

[0127] 图7表示由HC型等离子体装置正在实施除膜处理(等离子体处理)的双刃钻头10的剖视图(概略图)。另外,图8表示HC型等离子体装置的装置俯视剖面 and 双刃钻头10的配置。

[0128] 除膜处理条件如第2表所示。

[0129] [表2]

[0130]

真空压和残存气体	P=0.4Pa~1Pa, O ₂ , Ar
等离子体密度n _g /cc	10 ¹⁰
偏置电压U _{bias} V	-400~-700
鞘层相厚度D _{sheath} mm	5~30

[0131] 其中,在除膜处理中,使双刃钻头10顺时针(图7中的箭头方向)旋转。另外,在除膜处理中,如图8所示,使设置有多个双刃钻头10的支架15顺时针(图8中的箭头方向)旋转,从而使双刃钻头10公转。

[0132] 在图8中,虚线的内部的区域17表示空心阴极等离子体的集中部分。

[0133] 通过这样来进行双刃钻头10的除膜,但如图7所示,在双刃钻头10的表面由等离子体形成了厚度5mm~30mm的鞘层。另外,如图7所示,形成有空心阴极等离子体未充分到达的部位(盲区(Shadow zone)),发现如下现象:对进行基材溅射,被溅射了的基材成分包覆基材(图7中标记为再沉积(re-deposition))。

[0134] 并且,在除膜处理后,使用扫描型电子显微镜(SEM)对双刃钻头的表面进行了观察。图9的(a)表示以25倍进行观察的SEM像,图9的(b)表示以2,000倍进行观察的SEM像。

[0135] 如图9所示,检测出了PCD的薄膜的残渣。因此,不将这些残渣机械去除,就难以形成再成膜。

[0136] 另外,HC装置因其构造发热较大,还具有不使用水冷构造或者耐热材料就难以耐得住长时间的运转这样的缺点。

[0137] (实验例3)

[0138] 使用离子照射装置,施加偏置电压地对与实验例1同样的双刃钻头10进行了除膜。

[0139] 图10表示由离子照射装置正在实施除膜处理的双刃钻头10的剖视图(概略图)。另外,图11表示离子照射装置的装置俯视剖面 and 双刃钻头10的配置。

[0140] 图11所示的离子照射装置11具有真空腔室14和四个离子枪13,在真空腔室14内设置有与阴极相连接的支架15。并且,在支架15上设置了多个双刃钻头10。另外,如图11所示,四个离子枪13以离子枪13两两相对的方式配置。并且,离子枪13使从气体入口导入的气体(氩+氧)等离子体化,生成气体离子,照射作为离子束的离子流17。

[0141] 作为这样的离子束的产生装置,使用了市场贩卖的CED型离子枪(Closed Electron Drift Ion Gun)。

[0142] 除膜处理条件如第3表所示。支架15与阴极相连接,施加了偏置电压。

[0143] [表3]

[0144]

真空压和残存气体	$P=0.1\text{Pa}\sim 0.35\text{Pa}$. O_2, Ar
偏置电压 $U_{bias}V$	$-100\sim -500$
鞘层相厚度 $D_{sheath}mm$	无
离子化电流mA	0.1
离子化电压KV	1

[0145] 其中,在除膜处理中,使双刃钻头10顺时针(图10中的箭头方向)旋转。另外,在除膜处理中,如图11所示,使设置有多个双刃钻头10的支架15顺时针(图11中的箭头方向)旋转,从而使双刃钻头10公转。

[0146] 在图11中,两个离子流17重叠的中央的区域表示照射来的离子的集中部分(离子流集中部17A)。

[0147] 通过这样来进行双刃钻头10的除膜,但如图10所示,形成有照射来的离子未充分到达的部位(盲区)。

[0148] 并且,在除膜处理后,使用扫描型电子显微镜(SEM)对双刃钻头的表面进行了观察。图12的(a)表示以35倍进行观察的SEM像,图12的(b)表示以1,000倍进行观察的SEM像。

[0149] 如图12所示,检测出PCD的薄膜的残渣。因此,不将这些残渣机械去除,就难以形成再成膜。

[0150] (实验例4)

[0151] 使用离子照射装置,不施加偏置电压地对与实验例1同样的双刃钻头10进行了除膜。

[0152] 图13表示不施加偏置电压且向大地接地地由离子照射装置正在实施除膜处理的双刃钻头10的剖视图(概略图)。另外,图14表示离子照射装置的装置俯视剖面 and 双刃钻头10的配置。

[0153] 图14所示的离子照射装置12与实验例3中所使用的离子照射装置11同样地,具有真空腔室14和四个离子枪13,在真空腔室14内设置有向大地接地的支架15。并且,在照射来的离子集中的中央部(离子流集中部17A),设置有多数双刃钻头10的支架15接地。

[0154] 另外,如图14所示,四个离子枪13以离子枪13两两相对的方式配置。并且,离子枪13使从气体入口导入的气体等离子体化,生成气体离子,照射作为离子束的离子流17。

[0155] 这里,首先,从气体入口作为气体[1]仅导入了氧。充满真空腔室的氧的真空压为 $0.1\text{Pa}\sim 0.35\text{Pa}$ 。并且,离子化电流为 0.1mA ,离子化电压为 1KV ,使氧等离子体化而生成氧离子,照射作为离子束的离子流。

[0156] 之后,在残留的薄膜的厚度的最小值成为 $1\mu\text{m}$ 时(即,残留的薄膜的最薄的部分的厚度成为 $1\mu\text{m}$ 时),停止氧的导入,从气体入口作为气体[2]导入了氩。充满真空腔室的氩的真空压为 $0.1\text{Pa}\sim 0.35\text{Pa}$ 。并且,离子化电流为 0.1mA ,离子化电压为 1KV ,使氩等离子体化而生成氩离子,照射作为离子束的离子流。

[0157] 除膜处理条件如第4表所示。

[0158] [表4]

[0159]

真空压	$P=0.1\text{Pa}\sim 0.35\text{Pa}$
偏置电压 $U_{bias}V$	接地
鞘层相厚度 $D_{sheath}mm$	无
离子化电流mA	0.1
离子化电压KV	1

[0160] 其中,在除膜处理中,使双刃钻头10顺时针(图13中的箭头方向)旋转(自转)。另外,在除膜处理中,如图14所示,使设置有多个双刃钻头10的支架15顺时针(图14中的箭头方向)旋转,从而使双刃钻头10公转。

[0161] 在图14中,两个离子流17重叠的中央的区域表示照射来的离子的集中部分(离子流集中部17A)。

[0162] 通过这样来进行双刃钻头10的除膜,没有离子流的偏向,没有形成在实验例2、3中观察到的那样的、照射来的离子流未充分到达的部位(盲区)。

[0163] 并且,在除膜处理后,使用扫描型电子显微镜(SEM)对双刃钻头的表面进行了观察。图15的(a)表示以25倍进行观察的SEM像,图15的(b)表示以2,000倍进行观察的SEM像。

[0164] 如图15所示,实现了 $10\mu\text{m}$ 厚的PCD的除膜。并且,基材的表面没有受到损害。因此,能够形成再成膜。

[0165] (实验例5)

[0166] 使用与在实验例4中所使用的装置同样的离子照射装置,进行了同样的实验。但是,使作为气体[1]的氧以及作为气体[2]的氩等离子体化时的离子化电流为120mA,离子化电压为4KV。

[0167] 并且,在除膜处理后,使用扫描型电子显微镜(SEM)对双刃钻头的前刀面进行了观察。前刀面通常也被称为死角部,是难以除膜的部分。图16的(a)表示以600倍进行观察的SEM像,图16的(b)表示以3,000倍进行观察的SEM像。

[0168] 从图16可知,虽然能够将PCD覆膜基本上剥离,但是,一度被剥离的PCD中的一部分又再次蒸镀上。在发生这样的现象的情况下,难以进一步进行除膜。

[0169] (实验例6)

[0170] 使用与实验例4、实验例5中所使用的装置同样的离子照射装置,进行了同样的实验。但是,气体[1]并非仅为氧,使用了包含95体积%的氧、5体积%的 CF_4 的气体。并且,使气体[1](氧+ CF_4)和作为气体[2]的氩等离子体化时的离子化电流为120mA,离子化电压为4KV。

[0171] 并且,在除膜处理后,使用扫描型电子显微镜(SEM)对双刃钻头的前刀面进行了观察。前刀面通常也被称为死角部,是难以除膜的部分。图17的(a)表示以600倍进行观察的SEM像,图17的(b)表示以3,000倍进行观察的SEM像。

[0172] 从图17可知,PCD覆膜被剥离,且没有观察到像在由实验例5得到的图16中观察到的、剥离的PCD再次蒸镀的现象。因而,可以认为良好地进行了除膜。

[0173] (实验例7)

[0174] 在实验例6中,气体[1]的 CF_4 含有率为5体积%,在将该比率变更的情况下,进行了多个实验。并且,求出了该比率与PCD的蚀刻速度(Etching rate)及基材的蚀刻速度

(Etching rate)之间的关系。

[0175] 其他的除膜条件等与实验例6一样。

[0176] 结果如图18所示。

[0177] 如图18所示,随着CF₄的增加,PCD的除膜速度降低,而基材(在图18中记作WC-Co)的蚀刻速度增加。若基材的蚀刻程度过于严重,则除膜处理后难以进行再利用。因而,根据图18能够判断出CF₄含有率(体积%)占CF₄含有率(体积%)和氧含有率(体积%)的合计的比例(在图18中记作CF₄:O₂ratio)在5%以下较妥当。

[0178] 附图标记说明

[0179] 1、包覆件;2、本发明的装置;3、离子枪;4、真空腔室;5、支架;7、离子流;10、双刃钻头;11、离子照射装置;12、离子照射装置;13、离子枪;14、真空腔室;15、支架;17、离子流;17A、离子流集中部。

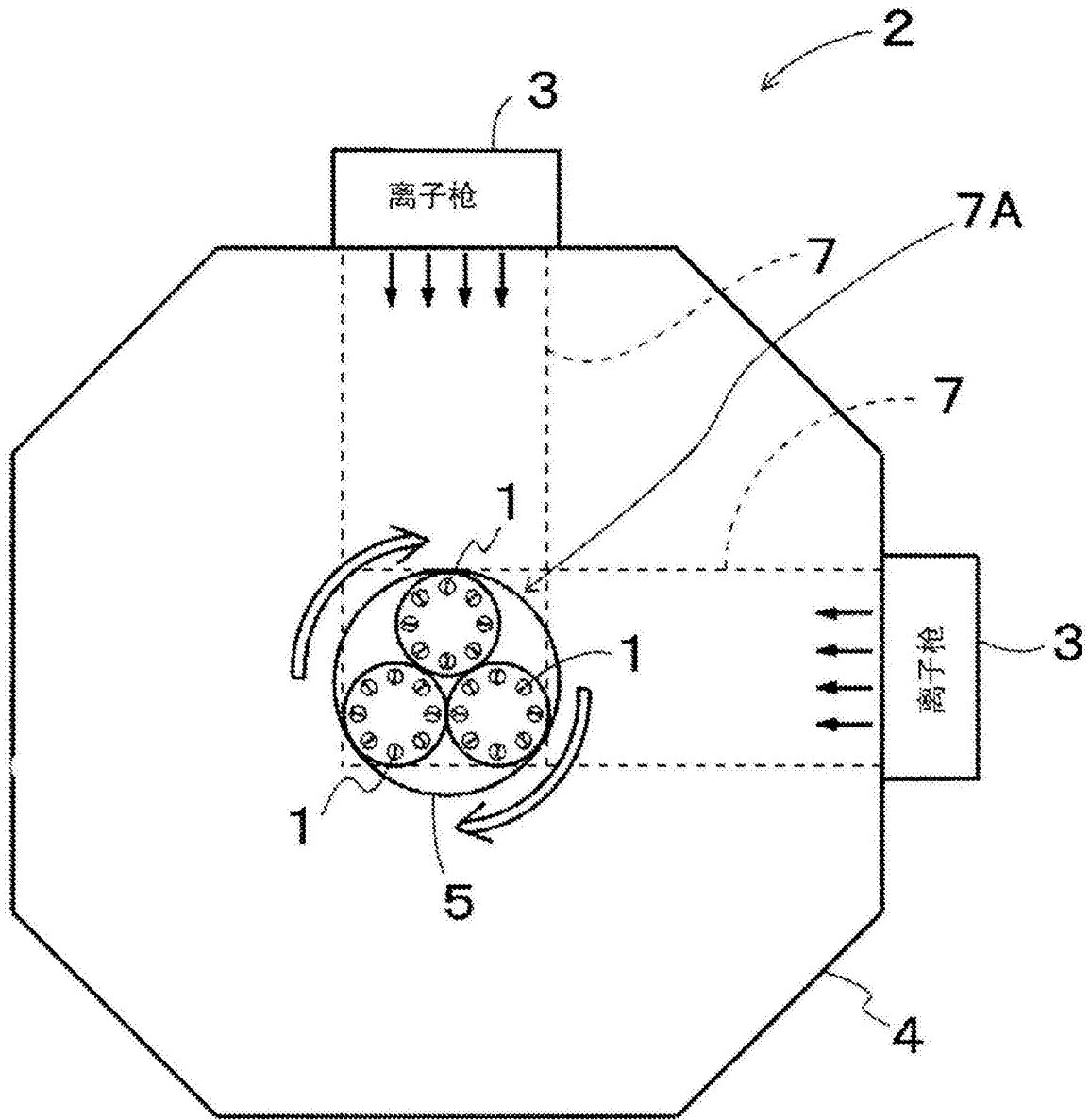
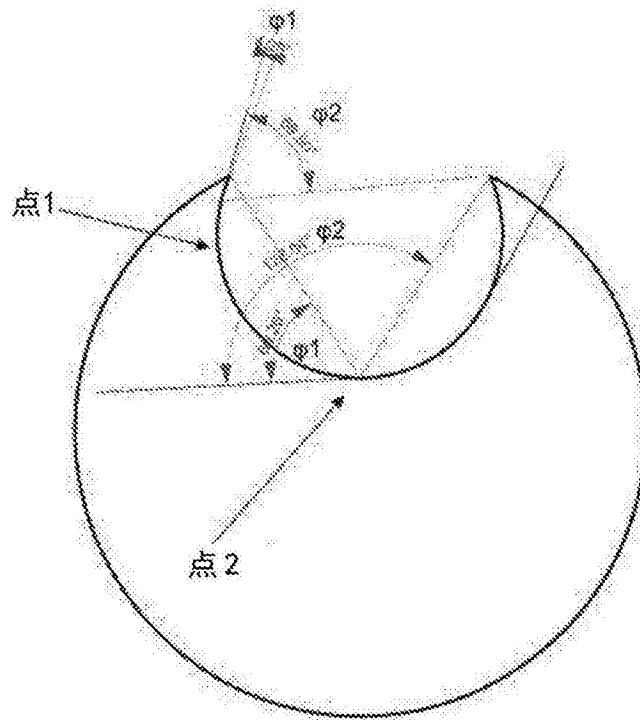


图1



点1: $\varphi=(4.29^\circ - 68.50^\circ)$

点2: $\varphi=(27.94^\circ - 126.04^\circ)$

$$J = J_0 \sin(\varphi)$$

$$J_{total1} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} J_0 \sin(\varphi) d\varphi = \int_{4.29^\circ}^{68.50^\circ} J_0 \sin(\varphi) d\varphi = 0.6306 J_0$$

$$J_{total2} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} J_0 \sin(\varphi) d\varphi = \int_{27.94^\circ}^{126.04^\circ} J_0 \sin(\varphi) d\varphi = 1.4718 J_0$$

J_0 : 离子电流密度 (mA/cm^2)

图2

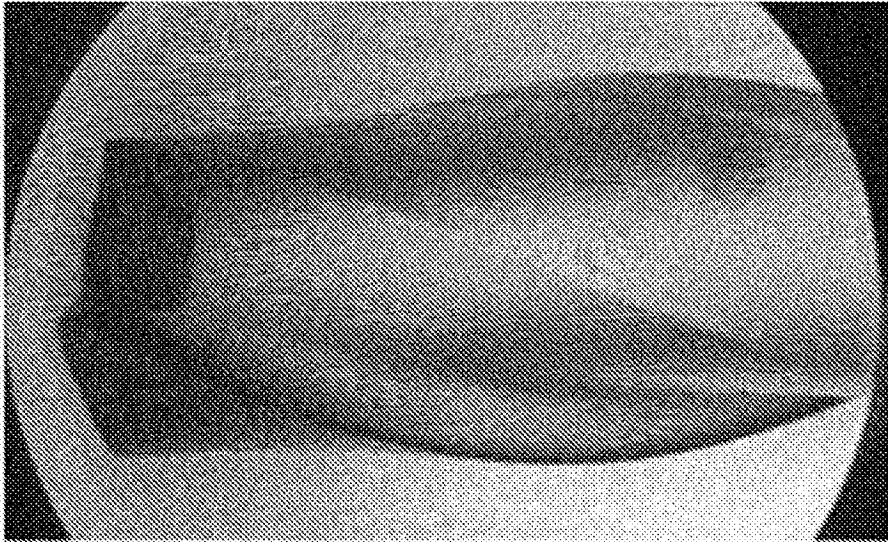


图3

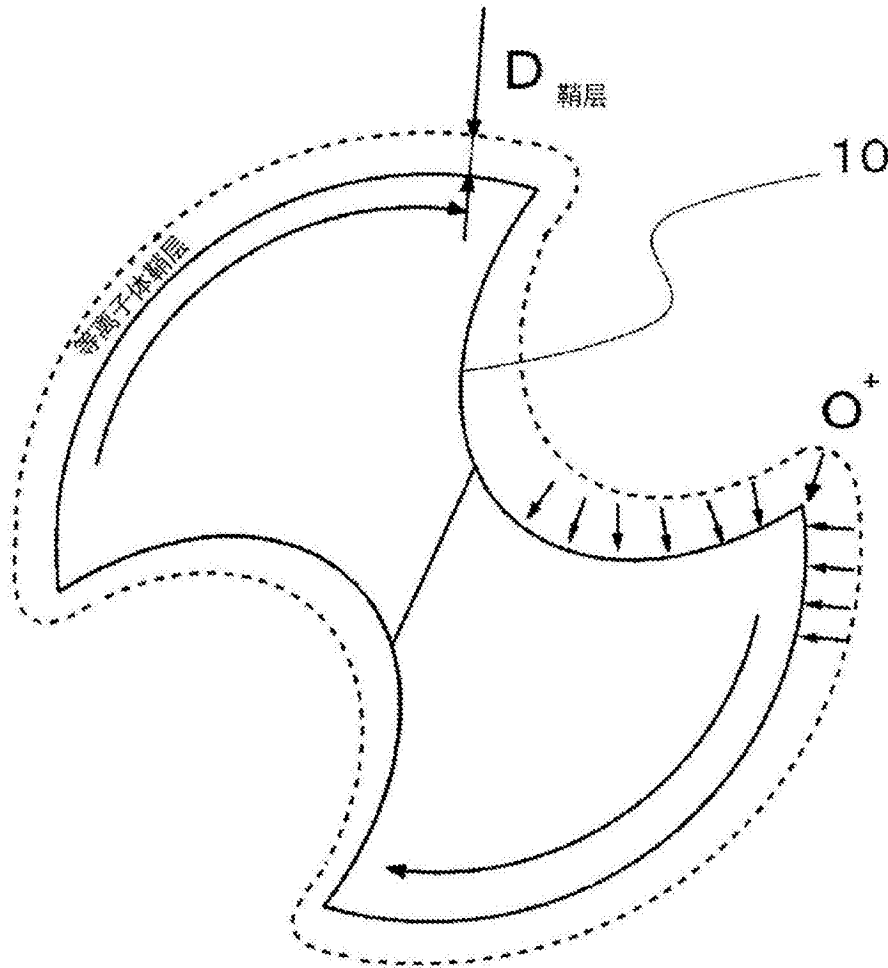


图4

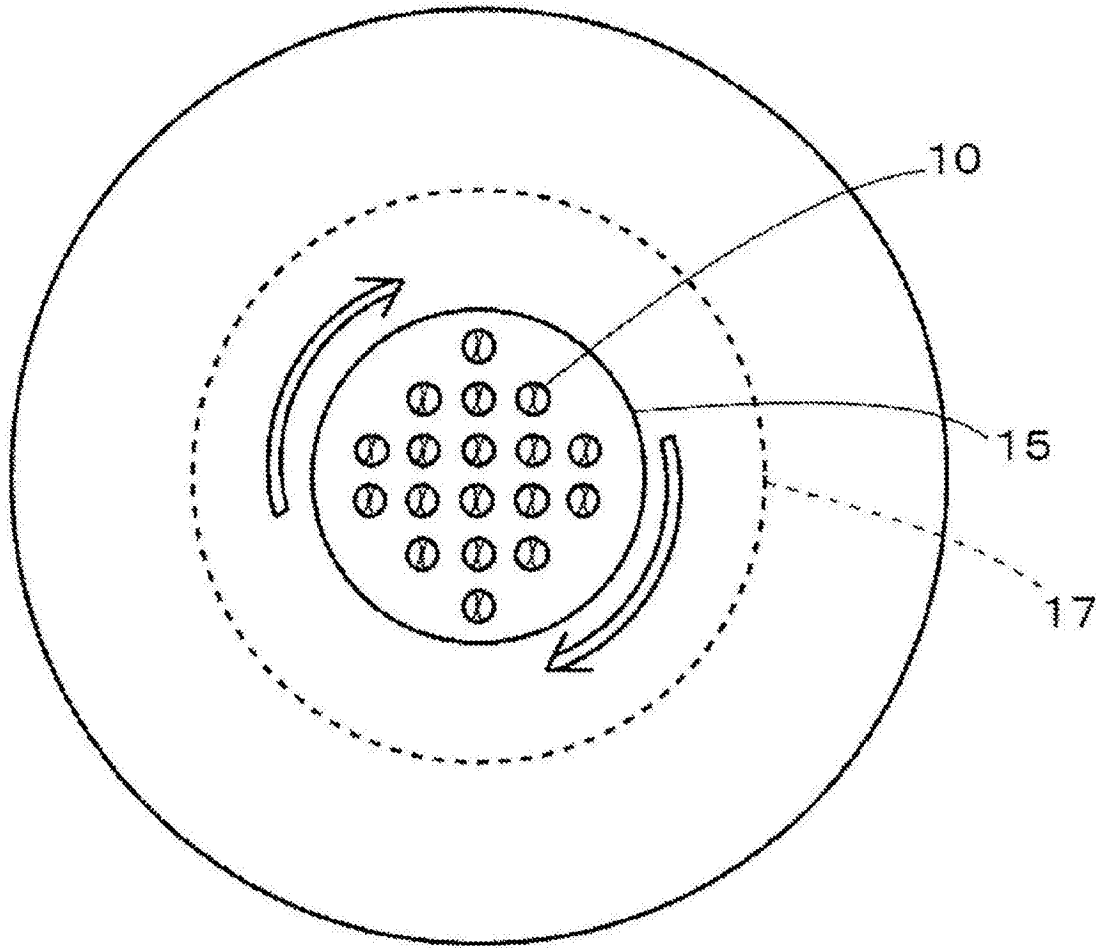
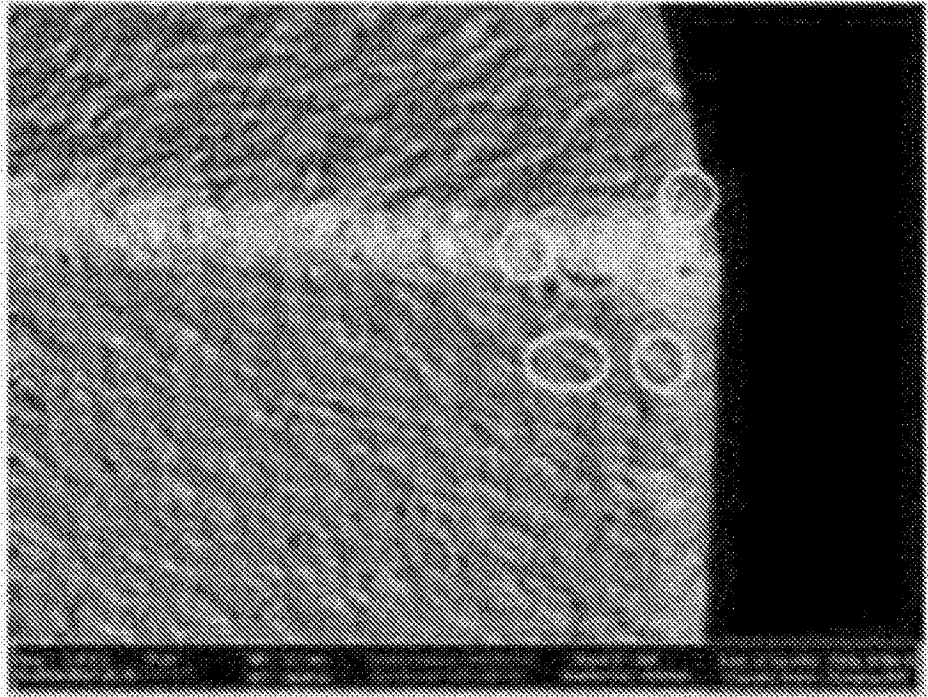


图5

(a)



(b)

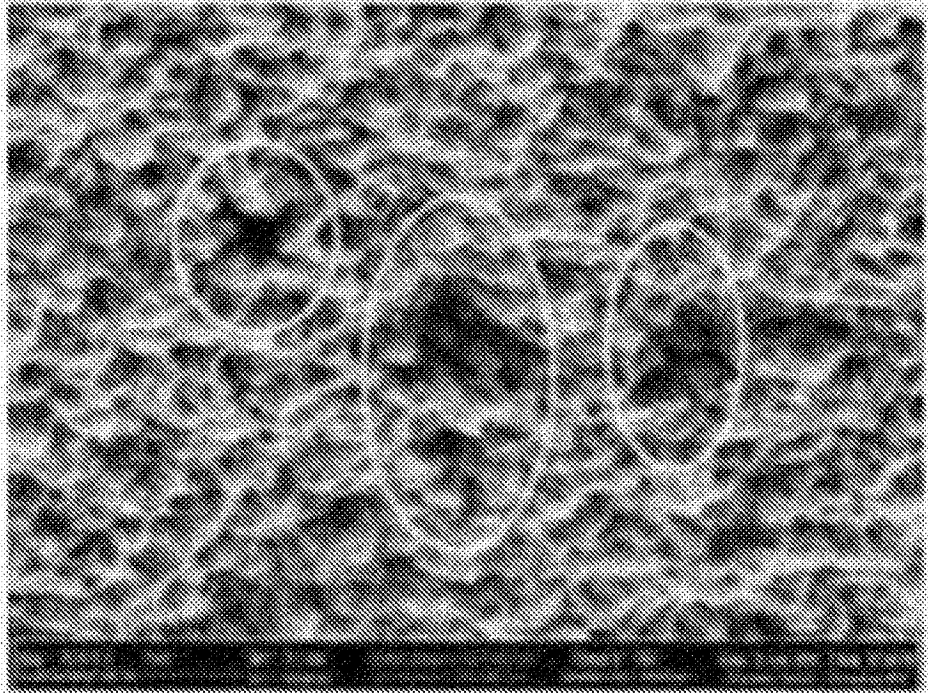


图6

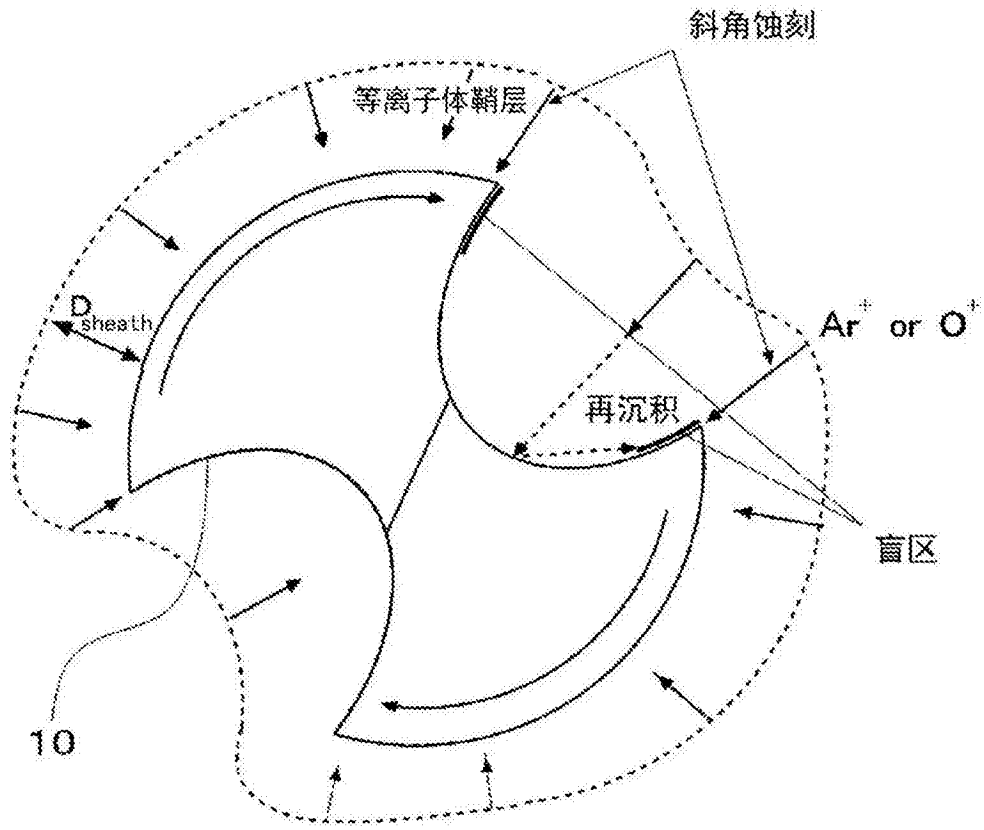


图7

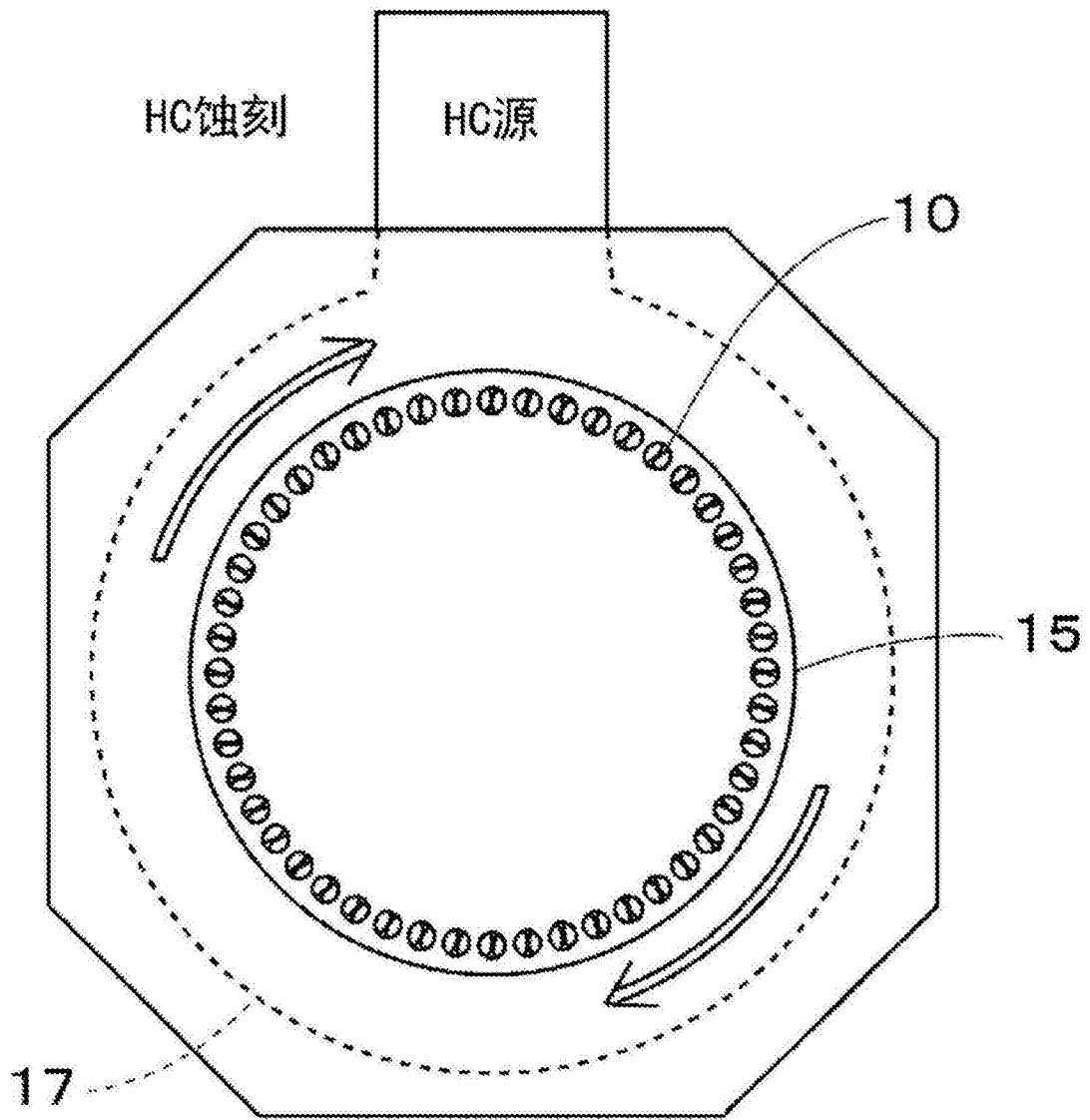
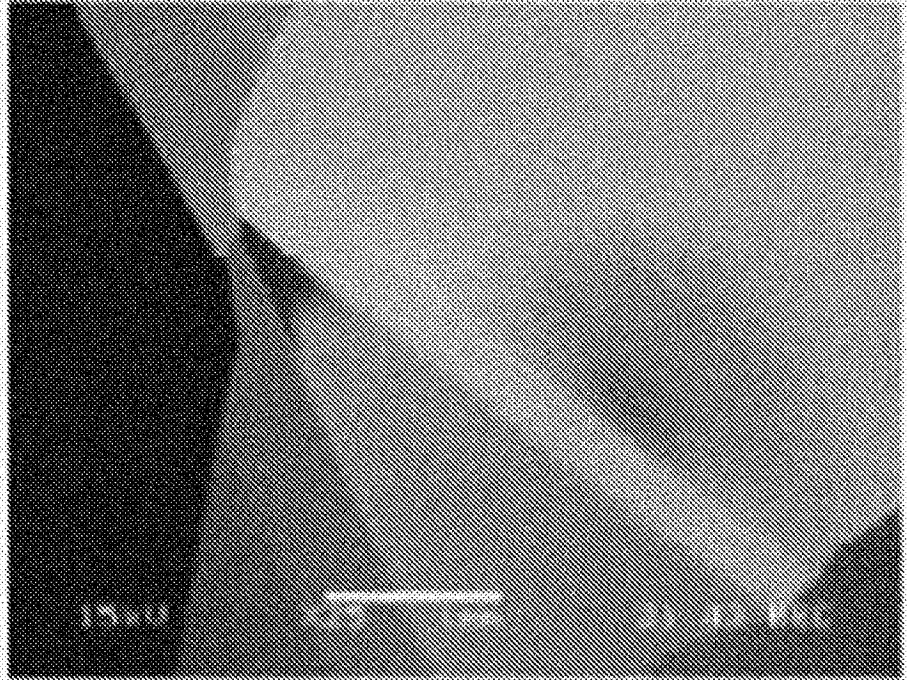


图8

(a)



(b)

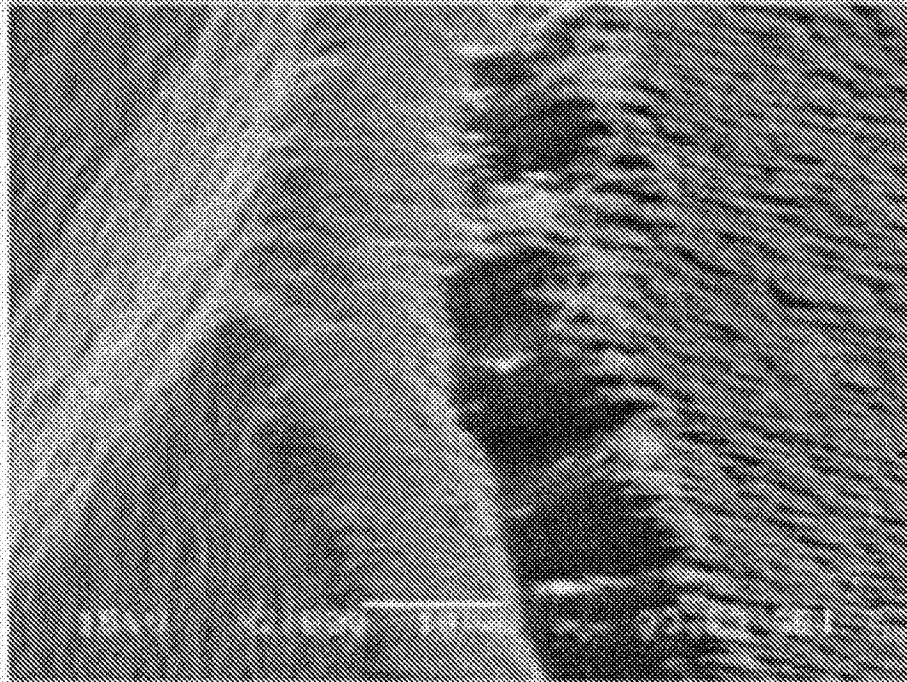


图9

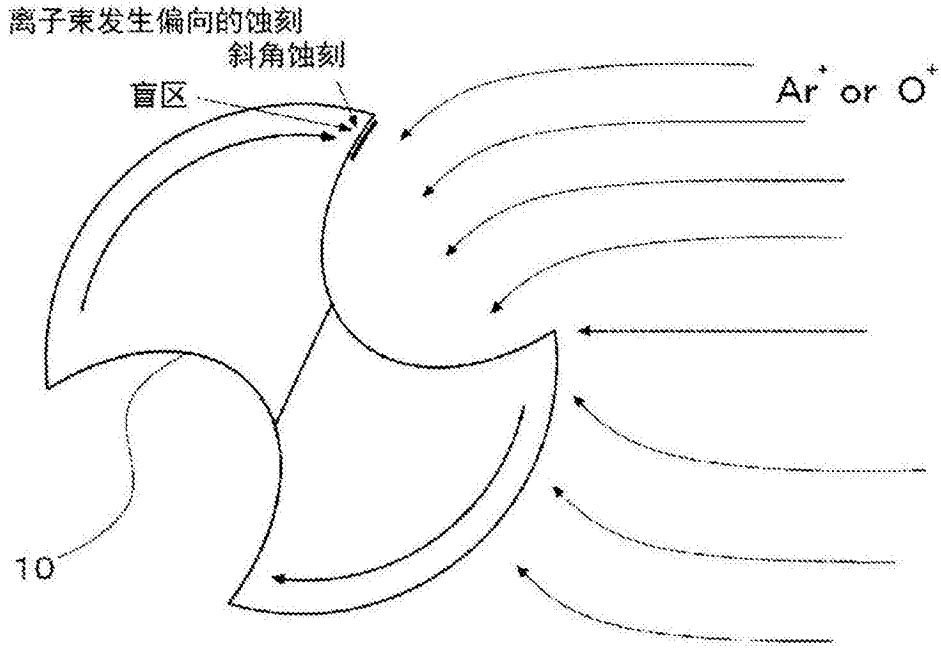


图10

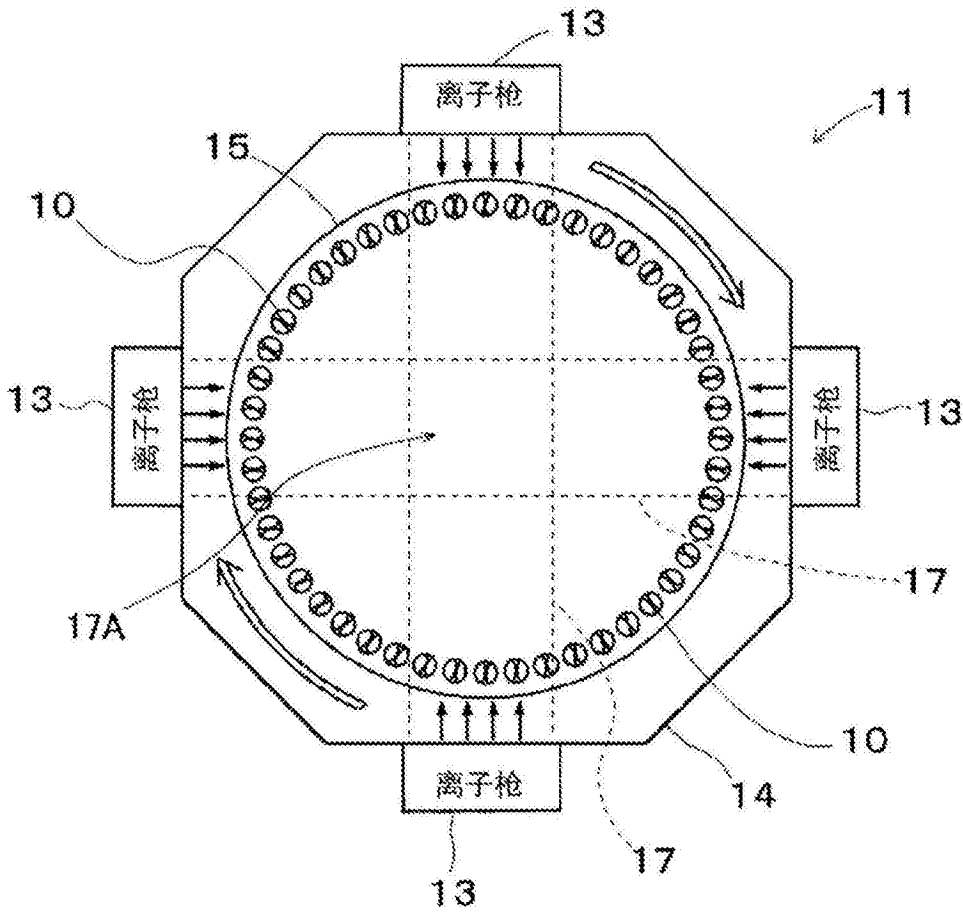
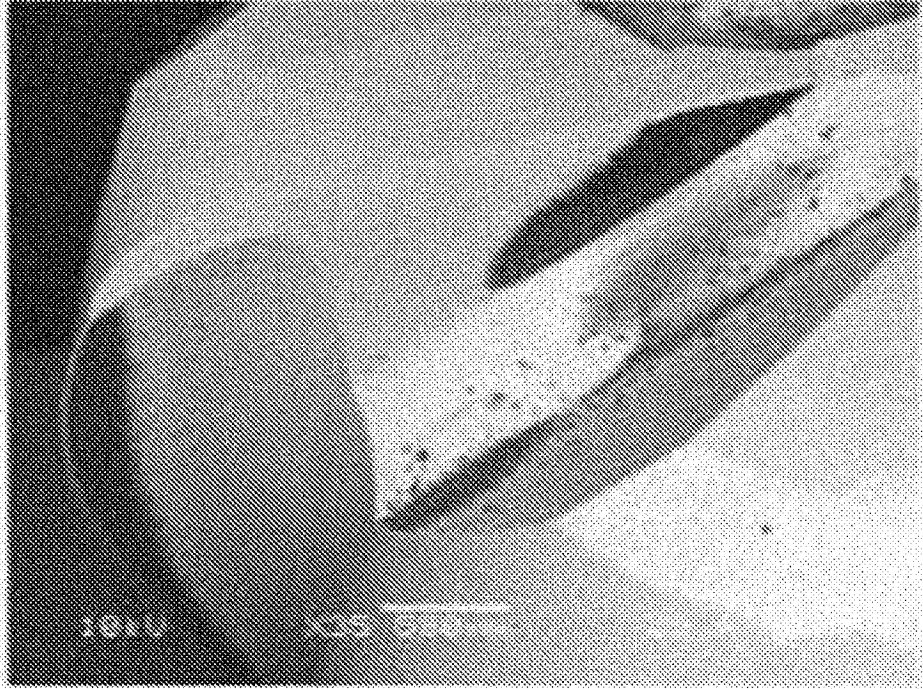


图11

(a)



(b)

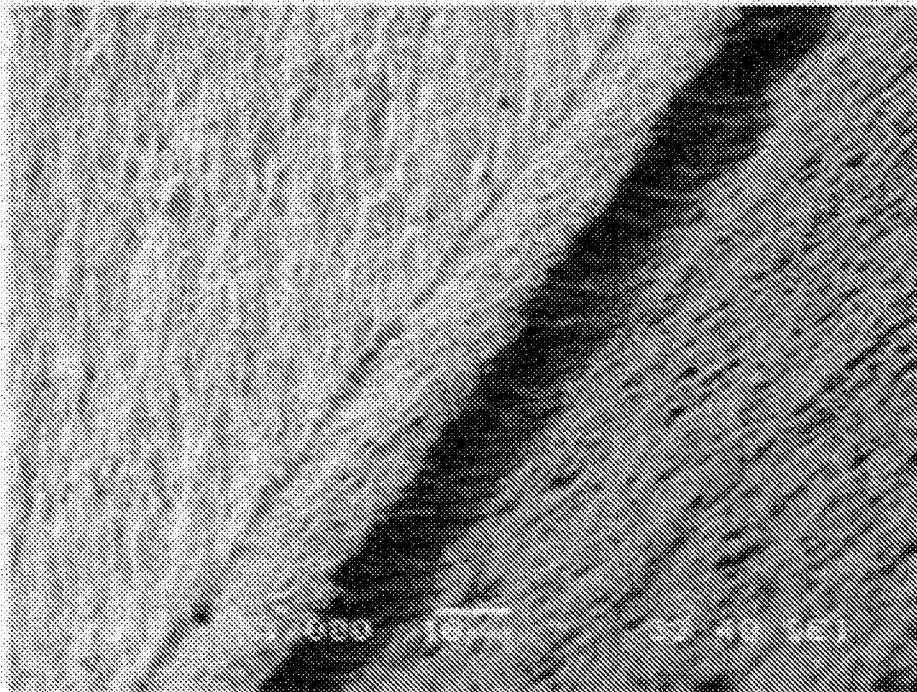


图12

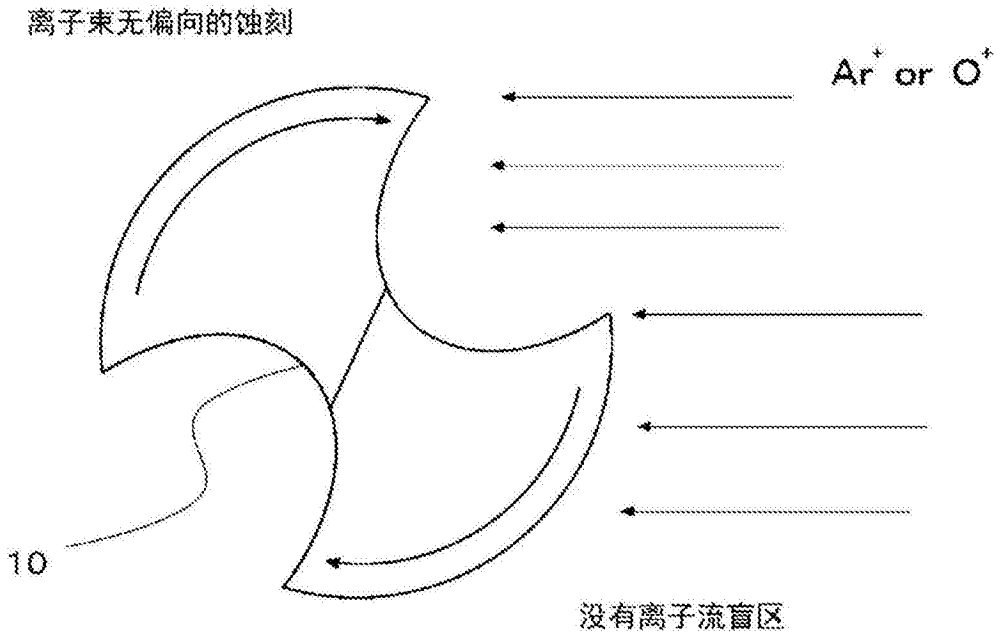


图13

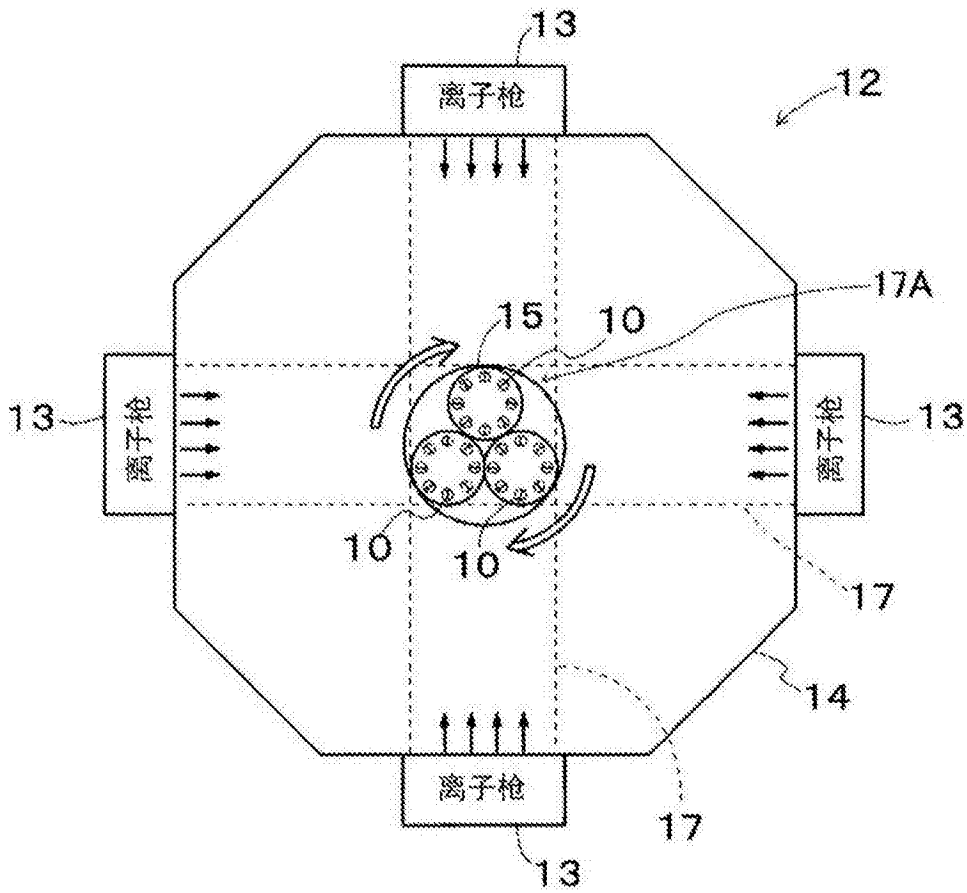
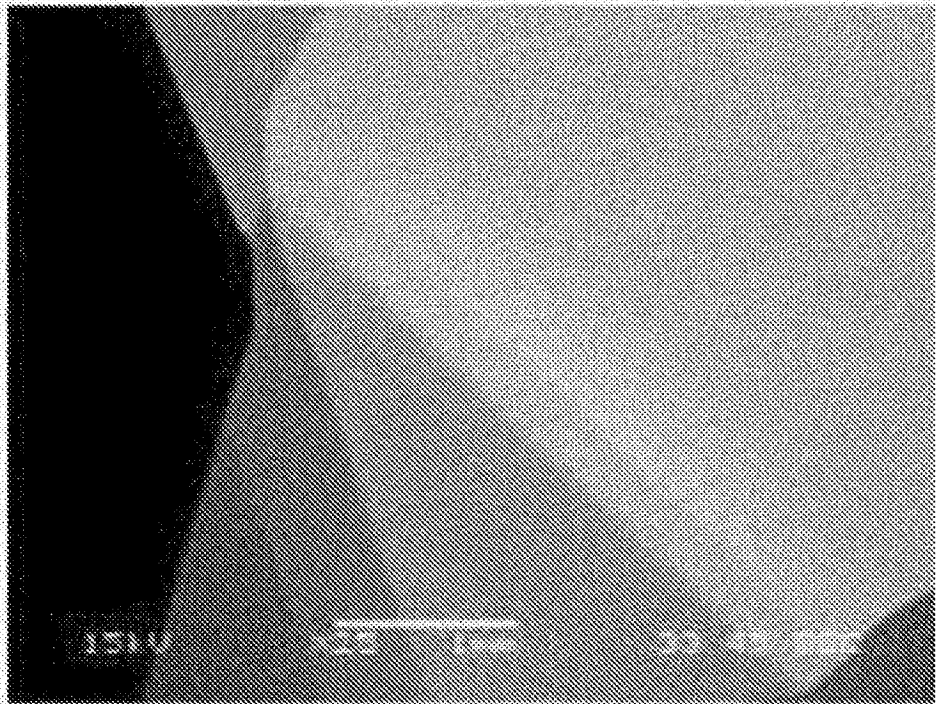


图14

(a)



(b)

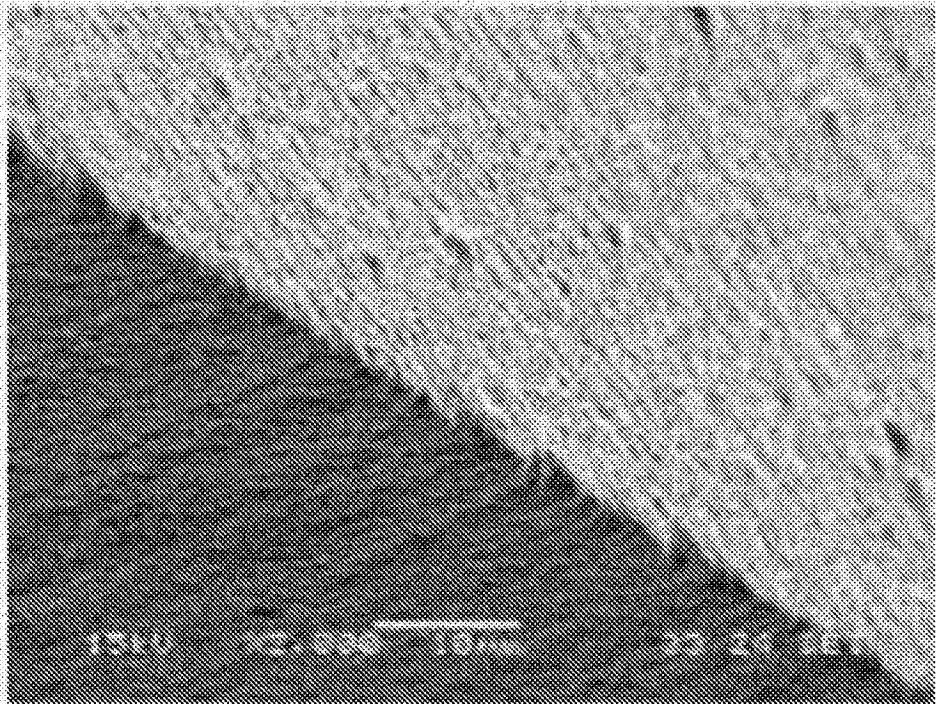


图15

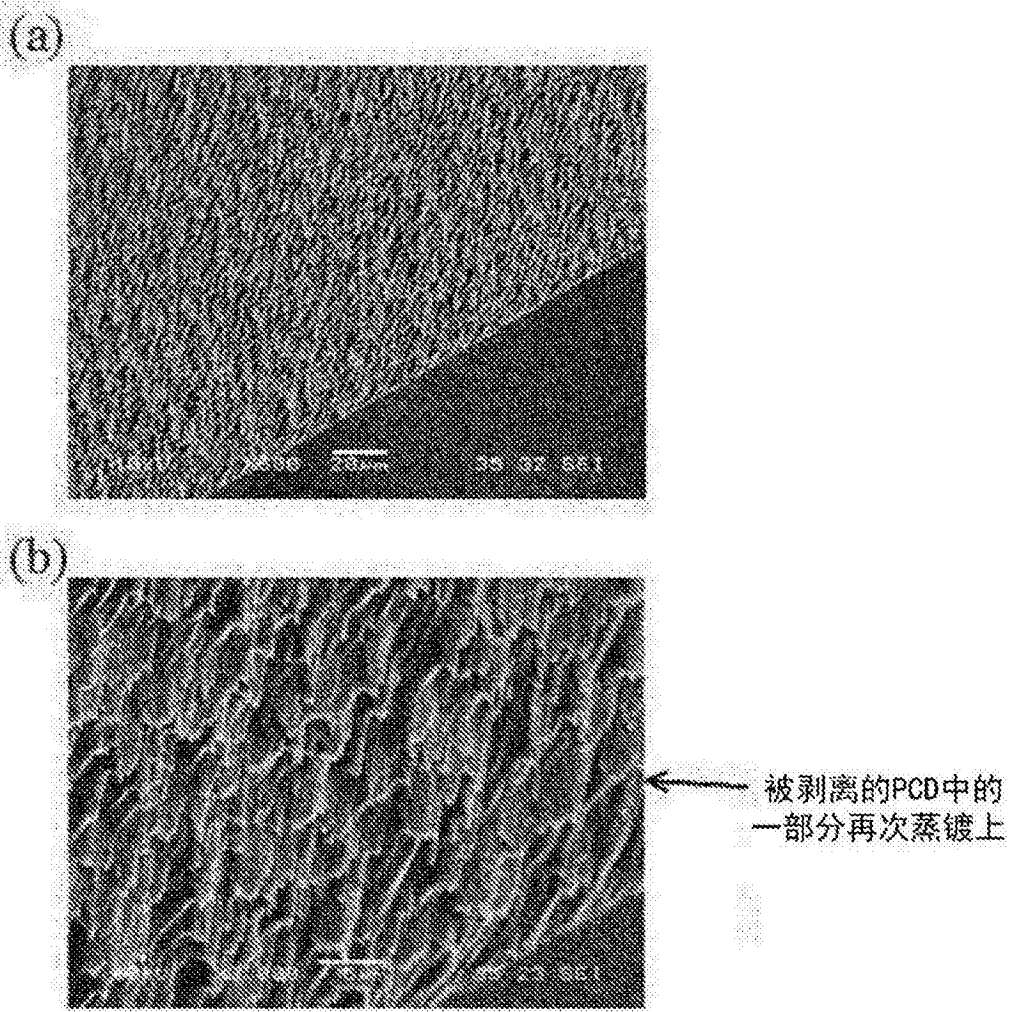


图16

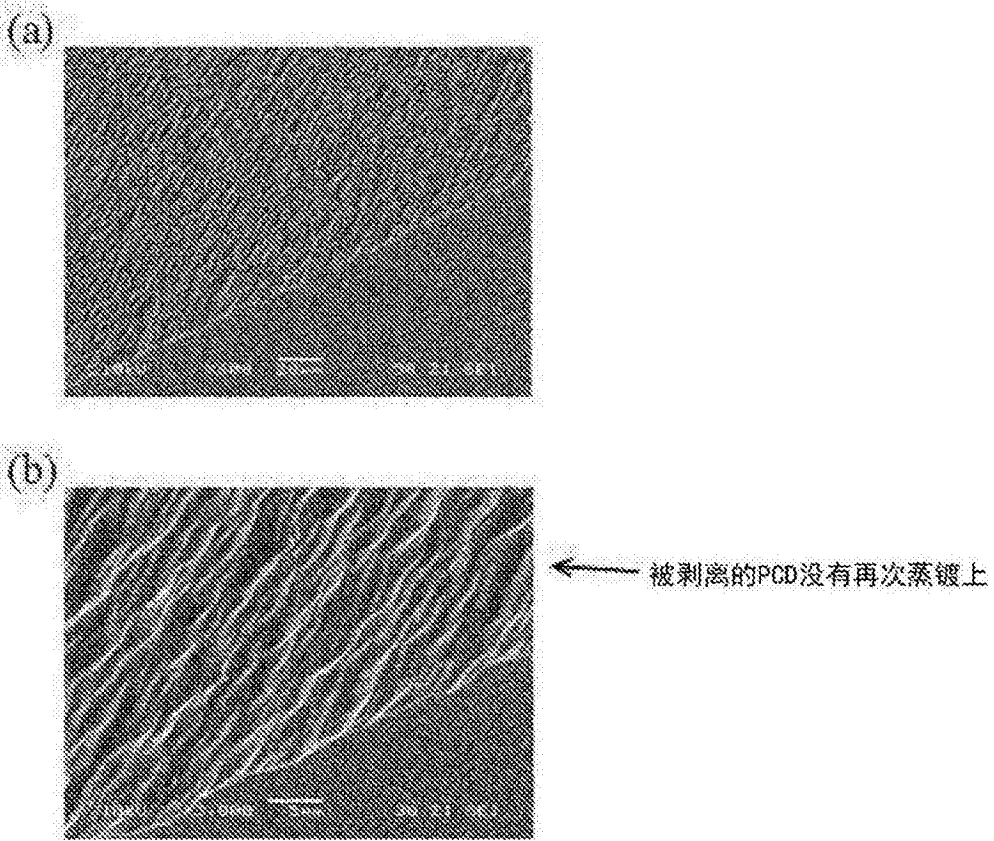


图17

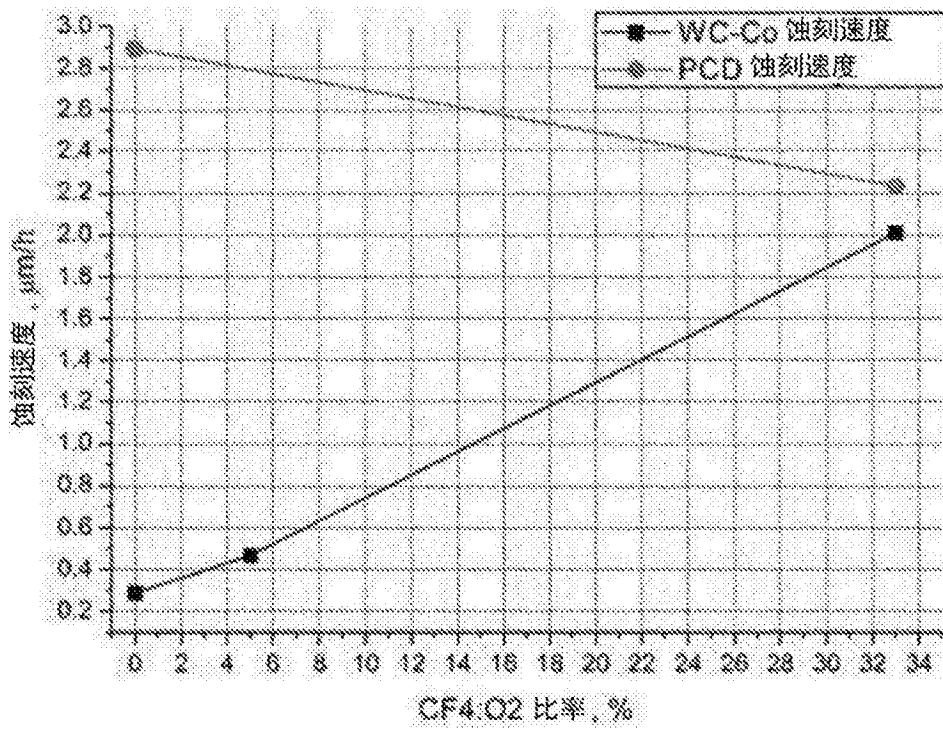


图18