



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104487721 B

(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201380038414.7

(22)申请日 2013.07.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104487721 A

(43)申请公布日 2015.04.01

(30)优先权数据

2012-165844 2012.07.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.01.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/069847 2013.07.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/017456 JA 2014.01.30

(73)专利权人 NTN株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 伊藤容敬 后藤隆宏

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 庞东成 褚瑶杨

(51)Int.Cl.

F16C 33/12(2006.01)

B22F 5/00(2006.01)

F16C 33/10(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开平11-117044 A,1999.04.27,说明书第0004-0017段.

JP 特开平11-117044 A,1999.04.27,说明书第0004-0017段.

JP 特开2005-240159 A,2005.09.08,说明书第0018-0019段.

CN 101029658 A,2007.09.05,全文.

CN 101303047 A,2008.11.12,全文.

审查员 李少云

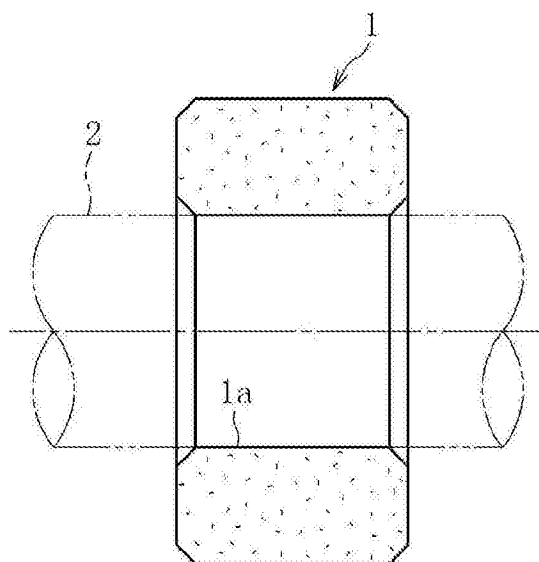
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

烧结轴承

(57)摘要

利用模具将含有石墨粉和金属粉的原料粉进行成型,然后进行烧结而得到烧结轴承1,在该烧结轴承1中,使用造粒粉作为石墨粉,并且使轴承面1a中的游离石墨的比例以面积比计为25%~80%。使上述造粒粉的平均粒径为 $60\mu\text{m}$ ~ $500\mu\text{m}$ 。另外,使原料粉中的上述造粒粉的混配比例为3重量%~15重量%。



1. 一种烧结轴承,其是利用模具将含有石墨粉和金属粉的原料粉进行成型然后进行烧结而得到的烧结轴承,其特征在于,轴承面中的游离石墨的比例以面积比计为25%~80%,所述游离石墨是对造粒石墨粉进行烧结而形成的,所述造粒石墨粉是对鳞状石墨微粉进行造粒得到的,并且所述造粒石墨粉在原料粉中的混配比例为3重量%~15重量%。

2. 如权利要求1所述的烧结轴承,其中,所述造粒石墨粉的平均粒径为60 μm ~500 μm 。

3. 如权利要求1所述的烧结轴承,其中,所述造粒石墨粉的表观密度为1.0g/cm³以下。

4. 如权利要求1所述的烧结轴承,该烧结轴承在未浸渍有润滑油的状态下使用。

5. 如权利要求1所述的烧结轴承,该烧结轴承在浸渍有润滑油后使用。

烧结轴承

技术领域

[0001] 本发明涉及包含烧结金属的烧结轴承。

背景技术

[0002] 烧结轴承由于其优异的静音性而被广泛用作精密小型电动机的轴承。这种烧结轴承大致分为以铜为主体的铜系、以铁为主体的铁系、以铜和铁为主体的铜铁系。对于任一种类型的烧结轴承,通常都是使其多孔质组织的孔隙中浸渍有润滑油后使用。例如作为浸渍有润滑油的铜铁系烧结轴承,已知有使用直径为45 μm 以下的铜系粉末并且将铜的比例和渗透度限定至规定范围的烧结轴承(参见专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2012-67893号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 但是,因烧结轴承的使用环境的不同,有时使用润滑油是不理想的。例如,在复印机或印刷机中,有可能会因从轴承泄露出的润滑油而污染纸张。另外,在汽车用电气设备部件中,轴承的周围有可能形成高温而导致润滑油在短时间内劣化或蒸发,损害轴承性能。此外,轴与轴承因润滑油而电绝缘,由此产生的静电的带电有时也会成为问题。

[0008] 在这些使用润滑油是不理想的用途中,考虑使用未浸渍有润滑油的、即所谓的干式烧结轴承(干式轴承)。但是,干式轴承总是容易产生润滑不良,直接使用的情况下,转速、载荷等使用条件受到很大制约。因此,作为解决方案,考虑增加在原料粉中混配的作为固体润滑剂的石墨的混配量,强化轴承自身的自润滑性能。

[0009] 但是,石墨粉的比重、粒径比金属粉的比重、粒径小很多(例如比重为金属粉的1/4左右),如果增加石墨的混配量,则原料粉整体的流动性相应地降低。即,将原料粉填充于用于成型的模具中,将其进行压缩而成型出压粉体时,粉体的落下速度不均匀,有可能因偏析等导致重量、尺寸、密度等产生偏差。另外,难以均匀混合原料粉,这种情况也助长了烧结体中的偏析的产生。此外,含有大量石墨的原料粉难以成块,因此压粉体的强度降低,其结果导致容易产生缺损、破裂、裂纹等。

[0010] 另外,为了强化金属粉间的结合强度而在原料粉中添加锡的情况下,原料粉中的石墨的添加量较多时,由于石墨会阻碍锡所带来的结合金属粉的功能,因此会招致烧结体强度的降低。

[0011] 鉴于上述情况,本发明的目的在于提供高强度且批量生产时的尺寸、轴承性能的偏差小的烧结轴承。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 本发明涉及的烧结轴承是利用模具将含有石墨粉和金属粉的原料粉进行成型然

后进行烧结而得到的烧结轴承,其特征在于,使用造粒粉作为石墨粉,并且轴承面中的游离石墨的比例以面积比计为25%~80%。

[0014] 像这样使轴承面中的游离石墨的比例以面积比计为25%~80%,由此轴承面的润滑性提高。另外,在未浸渍有润滑油的干式状态下也可以得到高润滑性。

[0015] 为了像这样使轴承面中游离有大量石墨,与现有品相比需要增加石墨粉的混配量,但在这种情况下也可以通过使用石墨的造粒粉(即将石墨的微粉进行造粒而大粒径化后的粉末)来增大石墨粉每个颗粒的重量。由此每个颗粒的石墨粉与金属粉的重量差减小,因此能够提高原料粉的流动性。另外,还能够均匀混合原料粉。因此,可以减小批量生产时因偏析导致的尺寸、轴承性能的偏差,并且也能够制作形状复杂的轴承。另外,石墨的存在区域集中,因此与大量石墨分散存在的情况下相比,能够提高压粉体强度和烧结体强度。

[0016] 上述构成中,上述造粒粉的平均粒径优选设定为60 μm ~500 μm 。

[0017] 原料粉末中的石墨的造粒粉的混配比例优选设定为3重量%~15重量%。出于上述问题,现有品中石墨的混配比例不得不小于3重量%,而依靠本发明则能够混配3重量%以上的石墨粉。因此,如上所述能够在轴承面的广大区域中形成石墨组织。

[0018] 石墨的造粒粉的表观密度优选为1.0g/cm³以下。

[0019] 如上所述,本发明涉及的烧结轴承能够用作未浸渍有润滑油的干式轴承,但也能够用作浸渍有润滑油的含油轴承。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明,能够提高轴承面的润滑性。另外,在批量生产时也能够抑制偏析所导致的轴承性能、尺寸精度的偏差,并且能够提高压粉体和烧结体的强度。另外,还能够制作具有复杂形状的烧结轴承,轴承形状的自由度提高。

附图说明

[0022] 图1是本发明的实施方式涉及的烧结轴承的轴方向截面图。

[0023] 图2是表示利用模具的压粉体成型工序的截面图。

[0024] 图3A是表示作为本发明的实施品的烧结轴承中的轴承面的显微镜照片的图。

[0025] 图3B是表示现有品的烧结轴承中的轴承面的显微镜照片的图。

[0026] 图4是表示拉托拉试验(rattler test)的结果(拉托拉值(rattler value))的图。

[0027] 图5是表示径向抗压强度的图。

[0028] 图6是表示成型重量的图。

[0029] 图7是表示压粉体长度的图。

[0030] 图8是表示烧结轴承的内径面的磨损量的图。

[0031] 图9是表示烧结轴承的摩擦系数的图。

具体实施方式

[0032] 下面,基于附图对本发明的具体实施方式进行说明。

[0033] 如图1所示,本实施方式中,烧结轴承1被形成为在内周具有轴承面1a的圆筒状。在该烧结轴承1的内周插入由不锈钢等形成的轴2,在这种状态下使轴旋转或者使烧结轴承1

旋转时,轴2的外周面以可自由旋转的方式被烧结轴承1的轴承面1a支撑。

[0034] 本发明的烧结轴承1如下形成:将混合各种粉末而成的原料粉填充于模具中,对其进行压缩而成型出压粉体后,对压粉体进行烧结,由此形成烧结轴承1。

[0035] 本实施方式的烧结轴承1是被称为所谓的铜铁系的烧结轴承,作为原料粉,使用以铜粉、铁粉、低熔点金属粉和石墨粉为主要成分的混合粉末。该混合粉末中可以根据需要添加各种成型助剂(例如用于提高脱模性的润滑剂(金属皂等))。下面,针对烧结轴承1的实施方式,详细描述其原料粉末和制造步骤。

[0036] [铜粉]

[0037] 作为铜粉,可以广泛使用常用于烧结轴承用的球状或树枝状的铜粉,但在本实施方式中,使用电解粉或者水雾化粉。需要说明的是,也可以使用它们的混合粉。铜粉的平均粒径例如 $40\mu\text{m}\sim 160\mu\text{m}$,表观密度例如 $1.5\sim 3.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。表观密度的定义依照JIS Z 8901的规定(下同)。也可以使用扁平铜粉作为铜粉。

[0038] [铁粉]

[0039] 作为铁粉,可以广泛使用还原铁粉、水雾化铁粉等公知的粉末,在本实施方式中,使用还原铁粉。还原铁粉为近似球形,同时为不规则形状且构成多孔质状,形成在表面具有微小凹凸的海绵状,因此也称为海绵铁粉。作为铁粉,例如使用平均粒径为 $60\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 、表观密度为 $2.0\sim 3.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的铁粉。需要说明的是,铁粉中所含有的氧量为0.2重量%以下。

[0040] [低熔点金属粉]

[0041] 低熔点金属粉是熔点低于烧结温度的金属粉,在本发明中,使用熔点为 700°C 以下的金属粉(例如锡、锌、磷等的粉末)。其中优选烧结时的蒸发少的锡。另外,作为锡粉,使用雾化粉。这些低熔点金属粉的熔点为 700°C 以下且熔点低于烧结温度,并且烧结时的蒸发少。锡粉对铜具有高润湿性,因此通过混配在原料粉中,可在烧结时进行液相烧结和固相烧结,铁组织与铜组织之间、铜组织彼此间的结合强度得到强化。

[0042] [石墨粉]

[0043] 作为石墨粉,使用将石墨的微粉进行造粒而大粒径化后的石墨造粒粉。作为微粉,使用平均粒径为 $40\mu\text{m}$ 以下的鳞状或球状天然石墨粉。造粒后的石墨粉的平均粒径为 $60\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ 的范围、表观密度为 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以下。作为用于造粒的粘合剂,例如使用酚醛树脂。粘合剂的量优选相对于石墨微粉为5重量%~15重量%。

[0044] [混配比]

[0045] 通过利用公知的混合机将上述各粉末均匀混合,由此得到原料粉。石墨粉相对于原料粉的混配比例为3重量%~15重量%(优选为5重量%~12重量%)。原料粉中的低熔点金属粉的混配比例可以任意设定,例如设定为1重量%~4重量%。铁粉与铜粉的混配比例可以在考虑轴承的使用条件、成本后任意设定。

[0046] [成型]

[0047] 混合后的原料粉被供给至成型机的模具3。如图2所示,模具3包括芯体3a、模3b、上模冲3c和下模冲3d,在由它们区隔出的腔室中填充原料粉末。使上下模冲3c、3d接近来压缩原料粉体时,原料粉末通过由芯体3a的外周面、模3b的内周面、上模冲3c的端面和下模冲3d的端面构成的成型面来成型,从而得到与烧结轴承1相对应的形状(本实施方式中为圆筒状)的压粉体4。

[0048] [烧结]

[0049] 然后,压粉体4在烧结炉中进行烧结。烧结条件设定为石墨中所含有的碳不与铁发生反应(不产生碳的扩散)的条件。烧结中,超过900℃后碳(石墨)与铁开始反应,生成珠光体相 γ Fe。若生成珠光体相 γ Fe,则在轴承面1a中游离的石墨组织的量减少,无法实现本发明的目的。另外,珠光体相 γ Fe为硬组织(HV300以上),对于对偶材料的攻击性强,因此珠光体相过量析出时,有可能导致轴2的磨损恶化。

[0050] 另外,在现有的烧结轴承的制造工序中,作为烧结气氛,多数情况使用将液化石油气(丁烷、丙烷等)和空气混合后利用Ni催化剂进行热解而得到的吸热型气体(RX气体)。但是,在吸热型气体(RX气体)中,碳有可能发生扩散而使表面硬化。

[0051] 从上述观点出发,在本实施方式中,烧结为900℃以下的低温烧结,具体而言采用700℃(优选为760℃)~840℃的烧结温度。另外,烧结气氛为不含有碳的气体气氛(氢气、氮气、氩气等)或者真空。通过这些解决方案,原料粉中碳不与铁发生反应,因此烧结后的铁组织全部形成柔软的铁素体相 α Fe(HV200以下)。各种成型助剂、石墨造粒粉中所含有的粘合剂随着烧结从烧结体内部挥发掉。

[0052] 需要说明的是,如果珠光体相(γ Fe)是散布在铁素体相(α Fe)的晶界的程度,则对轴2的攻击性不会大幅提高,另一方面可以得到抑制轴承面1a的磨损的效果。此处所指的“晶界”是指在铁素体相之间、铁素体相与其它颗粒之间形成的晶界以及铁素体相中的晶界这两种情况。为了使珠光体相以这种方式存在于铁素体相的晶界处,将烧结温度设定为高于上述示例的820℃~900℃,并且使用含有碳的气体(例如天然气、吸热型气体(RX气体))作为炉内气氛进行烧结。由此,烧结时,气体中所含有的碳可扩散至铁中形成珠光体相。

[0053] 通过经过以上所述的烧结工序,可以得到多孔质的烧结体。通过对该烧结体实施精整(sizing),由此完成图1所示的烧结轴承1。本实施方式的烧结轴承由于用作干式轴承,因此在精整后不进行润滑油的浸渍。如上所述,烧结时使碳不与铁发生反应,使铁组织为软质的铁素体相,由此烧结体在精整时容易产生塑性流动,能够进行高精度的精整。

[0054] 在本发明中,如上所述使原料粉中的石墨粉的混配比例为3重量%以上,因此能够在轴承面1a中按照以面积比计为25%以上的比例形成石墨组织。由此,能够提高轴承面1a的自润滑性,从而提高轴承的润滑性能和导电性,可以提供即使在高速旋转、高载荷的条件下也具有高耐久寿命的烧结轴承。另外,也能够用作在多孔质组织中未浸渍有润滑油的干式轴承,还能够在复印机、印刷机(例如磁辊(Magnet Roll))、汽车用电气设备部件、家庭用电气化产品、高真空设备等中用于不能使用润滑油的部位。需要说明的是,在轴承面1a中游离的石墨组织的面积过剩时,会招致轴承面1a强度的降低,因此面积比的上限为80%。

[0055] 需要说明的是,轴承面1a中的面积比的测定可以通过图像分析来进行。该图像分析例如如下进行。

[0056] (1) 利用金属显微镜(株式会社尼康制造的ECLIPSE ME600)进行拍摄(100倍)。

[0057] (2) 通过株式会社尼康制造的Digital Sigahit DS-U3进行图像的获取。

[0058] (3) 通过株式会社Nikon Instruments Company制造的NIS-Elements D进行图像处理。

[0059] (4) 利用数字图像分析软件(Innotech株式会社制造的Quick Grain)算出石墨的面积比例。

[0060] 此外,本发明中使用造粒粉作为石墨粉,因此能够增大石墨粉每个颗粒的重量。由此,每个颗粒的石墨粉与金属粉的重量差减小,因此能够提高原料粉的流动性。另外,还能够均匀混合原料粉。因此,能够减小批量生产时因偏析所导致的尺寸、轴承性能的偏差,并且还能够制作形状复杂的轴承。另外,多孔质组织中石墨的存在区域集中,因此与大量石墨分散存在的情况相比,能够提高压粉体强度和烧结体强度。

[0061] 需要说明的是,在上述说明中,作为烧结轴承的示例,列举了使用铜粉、铁粉和低熔点金属粉作为金属粉的铜铁系,但本发明并不限于此,本发明也同样能够应用于使用铜粉和低熔点金属粉作为金属粉的铜系烧结轴承、使用铁粉和微量的铜粉作为金属粉的铁系烧结轴承。

[0062] 实施例1

[0063] 接着,对于本发明的实施品(下面记为本发明品),与不使用造粒石墨粉的现有品进行比较来说明。与上述实施方式不同,该本发明品和现有品是铜系烧结轴承。

[0064] 图3A、图3B是将烧结轴承1的轴承面1a放大后的显微镜照片,图3A表示本发明品、图3B表示现有品。两图中,亮部表示铜组织(也包括与Sn的合金部分),暗部表示石墨组织。微细的暗部是在表面开口的孔隙。可知本发明品中石墨的分布量多于现有品。另外,还可了解到石墨在本发明品中均匀分散。需要说明的是,图3A中的石墨的面积比为28%,图3B中的石墨的面积比为78%。需要说明的是,用于测定该面积比例的图像分析使用上述设备和方法。

[0065] 图4表示用于评价压粉体的强度而进行的拉托拉试验的结果。在此,拉托拉试验是指,基于金属压粉体的拉托拉试验法(日本粉末冶金工业协会标准:JSPM标准4-69)进行测定,使用根据所得到的测定结果算出的值求出试验片(压粉体)的易崩解程度(将压粉体的强度数值化)的方法,所得到的拉托拉值越低则压粉体越坚固。根据图4可知,本发明品的拉托拉值低于现有品,因此压粉体的强度优异,能够抑制缺损、破裂等。

[0066] 图5表示用于评价压粉体的强度而测定的径向抗压强度。根据图5可知,本发明品的径向抗压强度大于现有品,因此压粉体的强度优异,能够抑制缺损、破裂等。

[0067] 图6表示用于评价成型重量的偏差而测定的成型重量的最大值、平均值、最小值。根据图6可知,本发明品的成型重量的最大值与最小值之差小于现有品,成型重量的偏差小。

[0068] 图7表示用于评价压粉体长度的偏差而测定的压粉体长度的平均值、最小值。根据图7可知,本发明品的压粉体长度的最大值与最小值之差小于现有品,压粉体长度的偏差小。

[0069] 图8表示在下述条件的运转后的轴承内径面的磨损量。另外,将该条件运转下的摩擦系数的变化示于图9中。

[0070] 圆周速度: $V=7\text{m/分钟}$

[0071] 面压力: $P=2\text{MPa}$

[0072] 温度: 100°C

[0073] 试验轴:SUS420J2 ($\text{HRC}=50$ 、 $\text{Ra}=0.4\mu\text{m}$)

[0074] 间隙: $15\mu\text{m}$

[0075] 根据图8可知,与现有品相比,本发明品能够抑制轴承内径面的磨损量。另外,根据

图9可知,经过10分钟后,与现有品相比,本发明品能够抑制摩擦系数。

[0076] 在上述说明中,例示出支撑轴的旋转运动的轴承作为烧结轴承,但本发明涉及的烧结轴承还能够用作支撑轴等滑动部件的直线运动的所谓的直线轴承。另外,本发明的烧结轴承不仅用作未浸渍有润滑油的干式轴承,也能够用作在精整后浸渍有润滑油的含油轴承。

[0077] 符号说明

[0078] 1 烧结轴承

[0079] 1a 轴承面

[0080] 2 轴

[0081] 3 模具

[0082] 4 压粉体

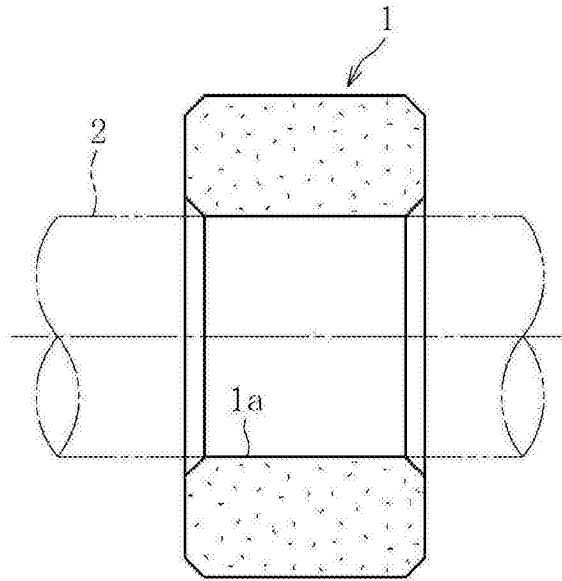


图1

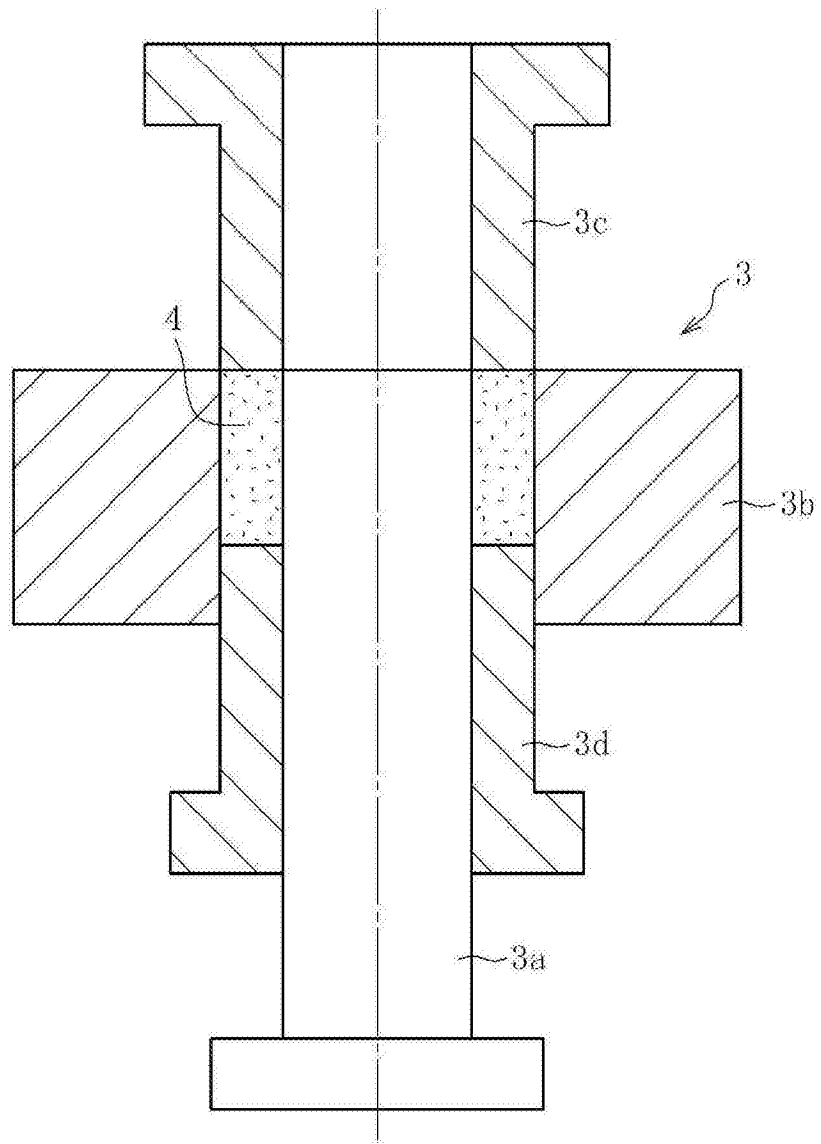


图2

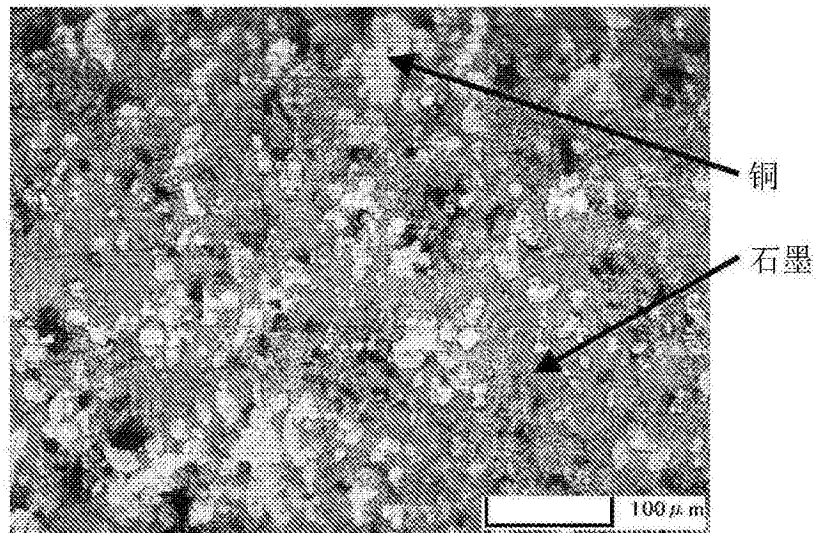


图3A

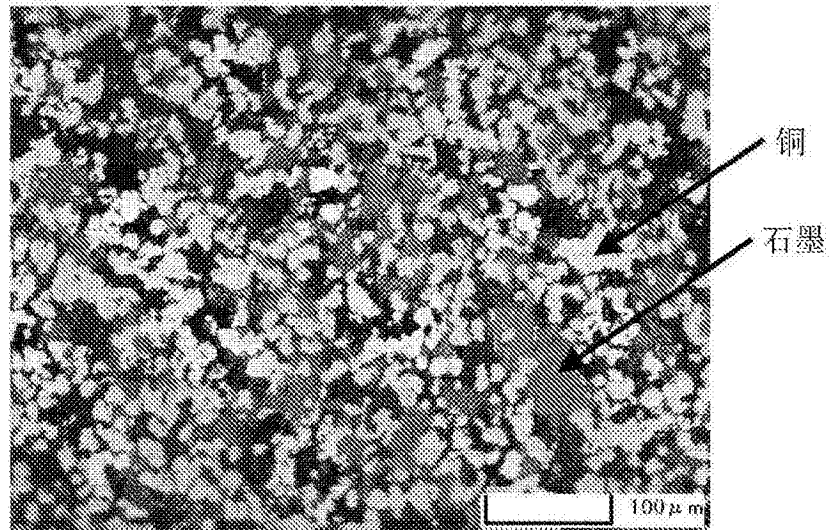


图3B

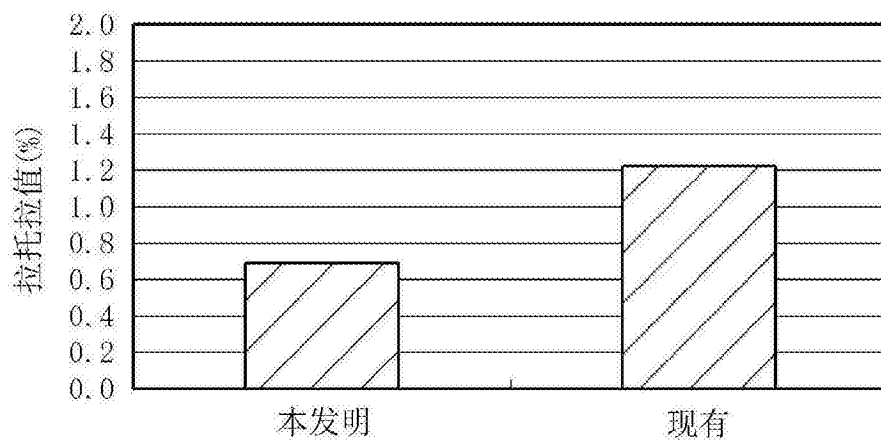


图4

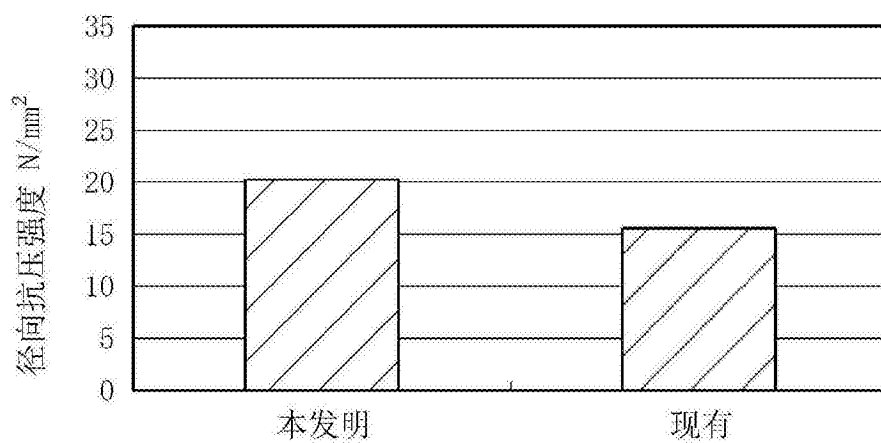


图5

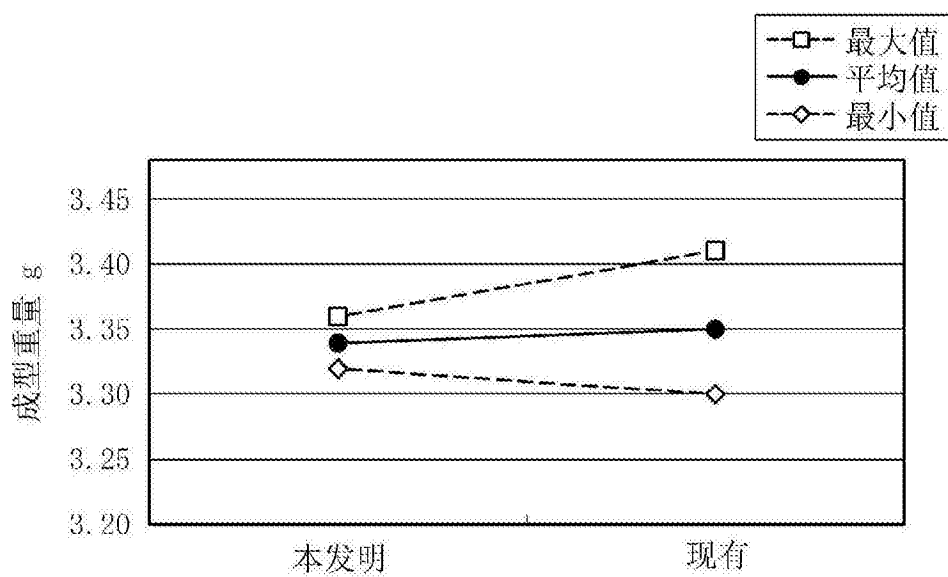


图6

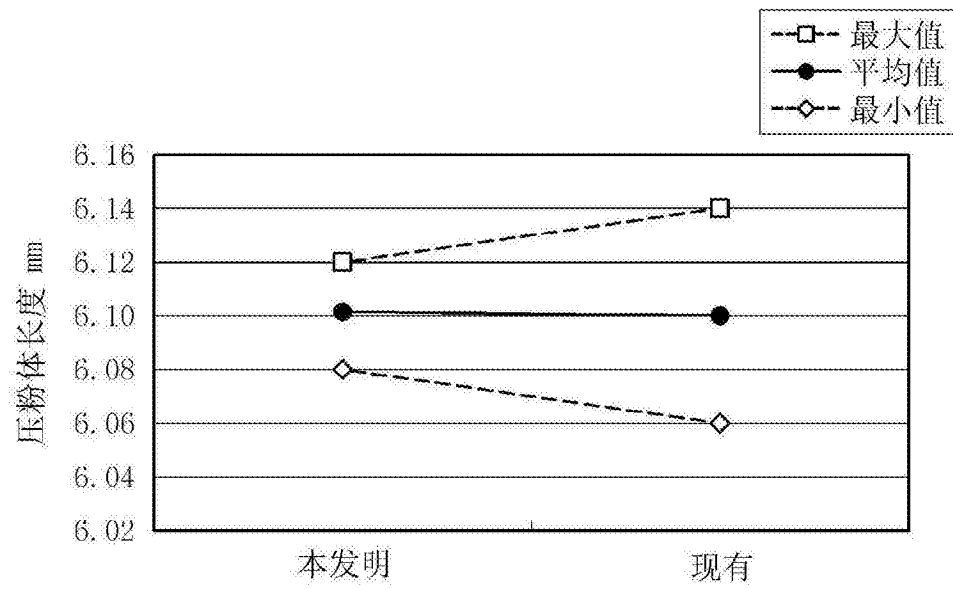


图7

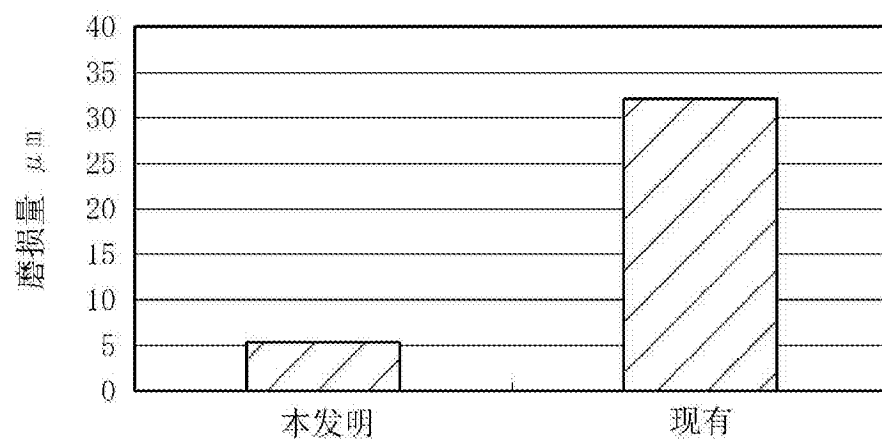


图8

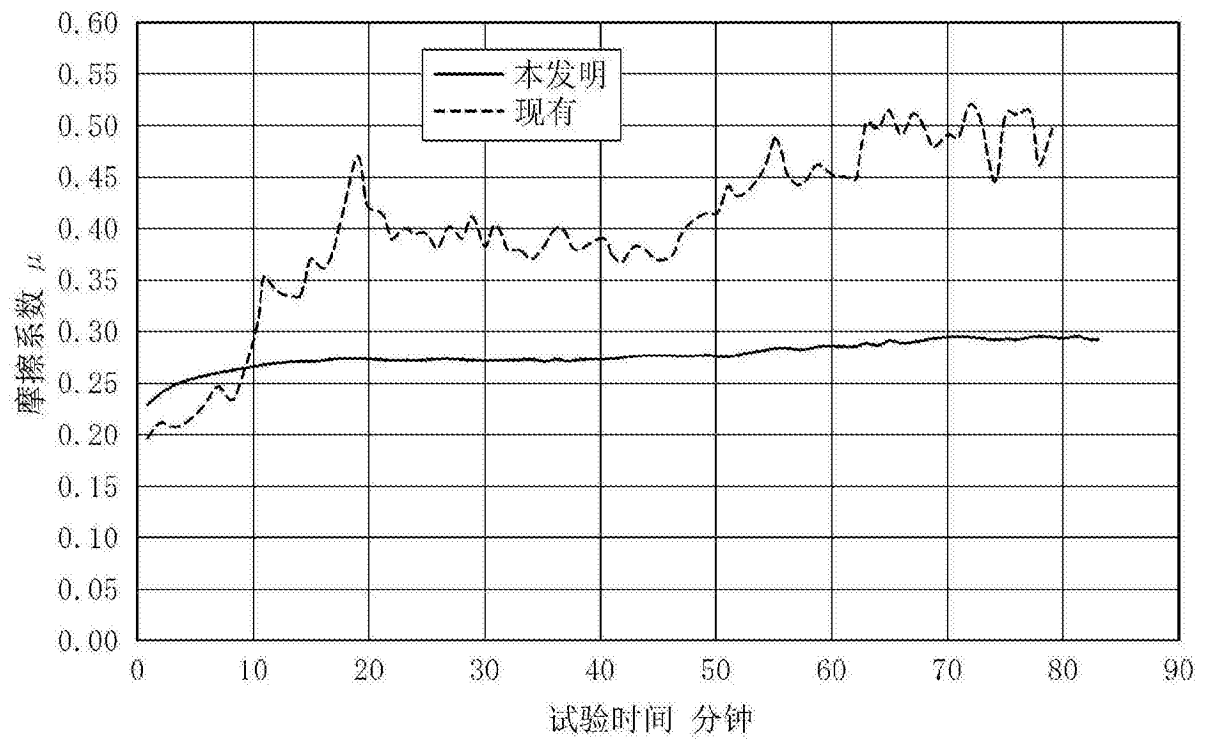


图9