



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118591658 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 03

(21) 申请号 202380018306.7

(22) 申请日 2023.01.11

(30) 优先权数据

2022-010235 2022.01.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/000387 2023.01.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/145424 JA 2023.08.03

(71) 申请人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

申请人 福田金属箔粉工业株式会社

(72) 发明人 伊泽佳典 乙部胜则 西村信一

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 张劲松

(51) Int. Cl.

G23C 24/04 (2006.01)

B22F 3/087 (2006.01)

B22F 5/00 (2006.01)

G22C 9/06 (2006.01)

F16C 33/12 (2006.01)

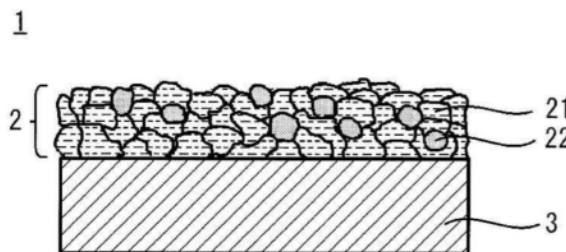
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

滑动部件及具备该滑动部件的内燃机

(57) 摘要

本发明的滑动部件在基材表面上具备由粒子集合体构成的包覆膜。而且,上述粒子集合体包含铜基合金粒子,该铜基合金粒子以铜(Cu)为主成分,含有3.5质量%以上的镍(Ni)、0.001质量%以上的硅(Si),且Ni和Si的成分比(Ni/Si)为5以上且50000以下,上述铜基合金粒子在至少含有铜和镍的母相中包含由硅化镍构成的析出物,因此,能够提供得到固溶强化和析出强化这双方的强化效果、高温下的硬度高且耐磨损性提高的滑动部件及具备该滑动部件的内燃机。



1. 一种滑动部件,在基材表面上具备由粒子集合体构成的包覆膜,其特征在于,所述粒子集合体包含铜基合金粒子,该铜基合金粒子以铜(Cu)为主成分,含有3.5质量%以上的镍(Ni)、0.001质量%以上的硅(Si),且Ni与Si的成分比(Ni/Si)为5以上且50000以下,所述铜基合金粒子在至少含有铜和镍的母相中包含由硅化镍构成的析出物。
2. 如权利要求1所述的滑动部件,其特征在于,所述铜基合金粒子的Ni与Si的质量比(Ni/Si)为7以上且100以下。
3. 如权利要求1或2所述的滑动部件,其特征在于,所述铜基合金粒子的硅含量为0.002质量%以上。
4. 如权利要求1~3中任一项所述的滑动部件,其特征在于,所述铜基合金粒子的硅含量为0.5质量%以上且1.3质量%以下。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的滑动部件,其特征在于,所述铜基合金粒子的镍含量为35质量%以下。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的滑动部件,其特征在于,对方材料为含有镍的钢或镍基合金,所述铜基合金粒子的镍含量为25质量%以下。
7. 如权利要求1~6中任一项所述的滑动部件,其特征在于,所述粒子集合体还包含选自由铁(Fe)基合金、钴(Co)基合金、钼(Mo)基合金、铬(Cr)基合金、镍(Ni)基合金及陶瓷构成的组中的1种以上的硬质粒子。
8. 如权利要求1~7中任一项所述的滑动部件,其特征在于,构成所述粒子集合体的至少一部分粒子在与相邻的粒子的界面附近具有纳米晶和/或非晶。
9. 如权利要求1~8中任一项所述的滑动部件,其特征在于,所述包覆膜的空穴率为4%以下。
10. 如权利要求1~9中任一项所述的滑动部件,其特征在于,所述包覆膜是将包含铜基合金的固溶体粒子的原料粒子向基材吹附,使所述固溶体粒子塑性变形并堆积而成的膜。
11. 一种内燃机,其特征在于,具备权利要求1~10中任一项所述的滑动部件。

滑动部件及具备该滑动部件的内燃机

技术领域

[0001] 本发明涉及滑动部件,更详细而言,涉及能够在内燃机等高温环境下适当使用的滑动部件及具备该滑动部件的内燃机。

背景技术

[0002] 已知向基材表面吹附金属粒子,通过该金属粒子的动能使金属粒子与基材的表面结合,利用该金属粒子的集合体进行包覆,来提高滑动部件的耐磨损性。

[0003] 专利文献1中公开有一种滑动部件,该滑动部件具有由包含析出固化型铜合金粒子的粒子集合体形成的包覆膜,该析出固化型铜合金粒子通过利用冷喷涂法向基材吹附过饱和状态的固溶体粒子,通过与基材碰撞时的冲击产生的应力或局部的发热等,使超过固溶极限的成分析出而成。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本国专利6519962号公报

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 专利文献1的包覆膜中,在保持固相状态下吹附柔软的过饱和状态的固溶体粒子,因此,不仅能够形成喷涂前的固溶体粒子容易变形且与基材强有力地结合的致密的包覆膜,而且与基材结合后的粒子成为硬质的析出固化型铜合金粒子,因此,耐磨损性高。

[0009] 但是,专利文献1的析出固化型铜合金粒子中,固溶成分析出且作为粒子整体进行析出固化,另一方面,母相本身的固溶成分减少,组成接近纯铜,由固溶强化产生的效果降低,因此,高温下的耐磨损性不充分。

发明内容

[0010] 本发明是鉴于这种现有技术具有的问题而提出的,其目的在于,提供高温下的硬度高、且耐磨损性优异的滑动部件及具备该滑动部件的内燃机。

[0011] 本发明人为了实现上述目的进行了深入研究,结果发现,通过使含有铜和镍的母相中析出由硅化镍构成的析出物,得到固溶强化和析出强化这双方的强化效果,并最终完成了本发明。

[0012] 即,本发明的滑动部件在基材表面上具备由粒子集合体构成的包覆膜。

[0013] 而且,所述滑动部件的特征在于,所述粒子集合体包含铜基合金粒子,该铜基合金粒子以铜(Cu)为主成分,含有3.5质量%以上的镍(Ni)、0.001质量%以上的硅(Si),且Ni与Si的成分比(Ni/Si)为5以上且50000以下,

[0014] 所述铜基合金粒子在至少含有铜和镍的母相中包含由硅化镍构成的析出物。

[0015] 另外,本发明的内燃机的特征在于,具备所述滑动部件。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本发明,使含有铜和镍的母相中析出由硅化镍构成的析出物,因此,能够提供

得到固溶强化和析出强化这双方的强化效果、高温下的硬度高且耐磨损性提高的滑动部件。

附图说明

[0018] 图1是表示本发明的滑动部件的截面的一例的概略剖面图。

[0019] 图2是表示包覆膜组织的一例的概略放大剖面图。

具体实施方式

[0020] 对本发明的滑动部件进行详细说明。

[0021] 上述滑动部件在基材表面上具备由粒子集合体构成的包覆膜。

[0022] 上述粒子集合体至少包含铜基合金粒子,根据需要,也可以包含其它的硬质粒子。

[0023] 上述粒子集合体通过粒子的表面局部熔融并固化,如图1所示,相邻的粒子彼此未成为浑然一体而形成界面地结合,粒子集合体整体一体化而形成包覆膜层。

[0024] 上述铜基合金粒子以铜(Cu)为主成分,含有3.5质量%以上的镍(Ni)、0.001质量%以上的硅(Si),且Ni与Si的成分比(Ni/Si)为5以上且50000以下。

[0025] 此外,本发明中“主成分”是指含有50质量%以上的成分。

[0026] 在此,铜和镍的合金是全率固溶型的合金,以任意的组成比进行固溶,但当在该合金中含有硅时,合金中的镍容易与硅结合并析出。

[0027] 通过上述铜基合金粒子的镍与硅的质量比(Ni/Si)为5以上且50000以下,一部分镍成为硅化镍并析出,但合金中的镍不会全部析出。

[0028] 即,上述合金中的镍容易成为硅化镍(例如 Ni_2Si)并析出,该硅化镍的质量比(Ni/Si)大致为106/28,因此,通过在铜基合金粒子中含有硅的5倍以上的镍,即使镍成为硅化镍并析出,在母相中也必定残留镍。

[0029] 这样,上述铜基合金粒子是在母相中含有铜和镍,成为原子大小不同的原子进行固溶,且原子排列具有变形的固溶强化型合金,因此,原子水平下的强度提高,而且,熔点比纯铜变高,因此,高温下的强度提高。

[0030] 另外,上述铜基合金粒子还是由于在上述母相中析出的硅化镍而具有微晶水平下的变形的析出强化型合金,因此,与上述原子水平下的变形相结合,铜基合金粒子的整体具有变形,因此,不存在强度低的部分。

[0031] 因此,上述铜基合金粒子得到上述固溶强化和析出强化这双方的强化效果,因此,高温下的强度提高,耐磨损性提高。

[0032] 上述铜基合金粒子的Ni与Si的质量比(Ni/Si)优选为7以上且100以下。通过含有硅的7倍以上的镍,母相中的镍含量增加,上述固溶强化的效果增大,母相的强度提高。

[0033] 上述铜基合金粒子优选含有0.002质量%以上的硅,进一步优选含有0.5质量%以上且1.3质量%以下。

[0034] 通过硅的含量为0.002质量%以上,硅化镍的析出量增加,因此,上述析出强化的效果增大。当硅的含量超过1.3质量%时,在通过后面叙述的冷喷涂法形成包覆膜时,原料粒子的硬度过高,有时成膜条件变得严格。

[0035] 上述铜基合金粒子的镍含量优选为10质量%以上且35质量%以下。当镍含量变多

时,铜基合金粒子的强度提高,但通过固溶强化,母相的硬度变高,在通过冷喷涂法形成包覆膜时,原料粒子的硬度过高,有时成膜条件变得严格。

[0036] 另外,例如,本发明的滑动部件适用于内燃机的气门(阀)座,在对方材料为排气门(排气阀)等、含有镍的钢或镍基合金的情况下,镍含量优选为25质量%以下。

[0037] 此外,气门/气门座及其部件为滑动机构、滑动部件,另外,也是气门机构、气门部件,但在本申请中,包含气门机构、气门部件并作为滑动机构、滑动部件来记载。

[0038] 在与含有镍的对方材料滑动的情况下,当镍含量超过25质量%时,包覆膜与对方材料的亲和性变高而容易粘附,耐磨损性趋于降低。

[0039] 上述粒子集合体优选除了包含铜基合金粒子之外,还包含硬质粒子。

[0040] 通过含有硬质粒子,抑制由应力引起的在铜基合金粒子间的偏移,包覆膜整体的强度提高,耐磨损性提高。

[0041] 作为上述硬质粒子,能够列举出铁(Fe)基合金、钴(Co)基合金、钼(Mo)基合金、铬(Cr)基合金、镍(Ni)基合金及陶瓷等维氏硬度为700Hv以上且1500Hv以下的粒子。

[0042] 具体而言,能够列举出TRIBALLOY(注册商标)T-400、Stellite(注册商标)、TRIBALLOY(注册商标)T-700等硬质粒子。

[0043] <滑动部件的制作方法>

[0044] 上述滑动部件能够通过如下制作,通过冷喷涂法,向基材表面吹附原料粒子,形成粒子集合体的包覆膜。

[0045] 作为成为上述铜基合金粒子的原料粒子,可以使用硅固溶于含有铜和镍的母相中的铜基合金的固溶体粒子,根据需要,可以在上述固溶体粒子中混合上述硬质粒子来使用。

[0046] 冷喷涂是不使原料粒子熔融或气化,而与惰性气体一起以超音速流在保持固相状态下与基材碰撞而形成包覆膜的方法,与金属涂镀法等使金属粒子熔融而形成包覆膜的方法不同,能够使由热引起的金属粒子的特性变化、包覆膜中的氧化最小化。

[0047] 通过上述冷喷涂,当固相状态的原料粒子与基材碰撞时,原料粒子本身产生塑性变形,并且动能的一部分转换为热能,原料粒子的表面局部熔融并固化,由此,原料粒子彼此结合,成为粒子集合体,而形成包覆膜。

[0048] 当用于冷喷涂的原料粒子不是上述固溶体粒子,而是硅化镍预先析出的粒子时,因为原料粒子已经析出强化,所以即使与基材或其它的粒子碰撞也不易塑性变形,不能吸收碰撞的应力而容易破裂或弹回,因此,难以形成包覆膜。

[0049] 但是,当原料粒子为上述固溶体粒子时,因为尚未析出强化,所以柔软且由于碰撞而塑性变形,因此,能够形成粒子彼此结合的粒子集合体的包覆膜。

[0050] 此外,即使在原料粒子包含硬质粒子的情况下,上述固溶体粒子也产生塑性变形,因此,硬质粒子进入其中,固溶体粒子和硬质粒子能够无间隙地堆积并结合,能够形成粒子集合体的包覆膜。优选的是,原料粒子中的硬质粒子的含量为50质量%以下,包覆膜中的硬质粒子的含量为20面积%以下。

[0051] 此时,因为原料粒子的表面局部熔融,所以产生扩散,并生成金属间化合物等析出物。但是,因为基材及原料粒子的温度为上述原料粒子的熔点以下,所以上述局部熔融的部分被骤冷,因此,没有上述析出物等结晶生长的时间。

[0052] 因此,如图2所示,在基材和粒子的结合界面的附近及粒子彼此的结合界面的附近

形成纳米晶或非晶。

[0053] 在本发明中,固溶于上述固溶体粒子中的硅通过碰撞的能量与镍一起成为硅化镍并析出,形成平均粒径为5~50nm的微晶。

[0054] 这样,上述固溶体粒子通过硅化镍的析出物而成为析出固化型的铜基合金粒子,另外,该铜基合金粒子内部的接近外壳的部位由于碰撞引起的塑性变形而微细化成平均粒径为5 μm 以下的微晶,因此,强度提高。

[0055] 本发明的固溶体粒子因为镍含量多且被固溶强化,所以与镍含量少的固溶体粒子相比,不易塑性变形。因此,在通过冷喷涂向基材吹附时,需要通过减少固溶体粒子的供给量等,来使固溶体粒子充分加速,提高一个固溶体粒子具有的动能。

[0056] 上述固溶体粒子能够通过水雾化法或气体雾化法制作。

[0057] 具体而言,能够通过如下制作,使上述成分组成的熔融金属流下,对其吹附高压的水或气体,将上述熔融金属雾化并使其骤冷凝固而粒子化。

[0058] 上述固溶体粒子的平均直径(D50)优选为20 μm ~40 μm 。

[0059] 通过缩小上述固溶体粒子的平均粒径,能够形成密实的包覆膜,但如果粒径过小,则在吹附时,上述粒子的动能变小,难以塑性变形,粒子集合体的密合性降低,包覆膜的强度可能容易降低。

[0060] 上述包覆膜的空穴率优选为4面积%以下,优选为1面积%以下。固溶体粒子充分塑性变形,空穴少且密实,由此,包覆膜的强度提高,耐磨损性提高。

[0061] 上述包覆膜的空穴率、及铜基合金粒子的平均粒径(圆当量直径:具有与粒子像的投影面积相同面积的圆的直径)能够通过图像处理将扫描电子显微镜图像(SEM图像)进行二进制化,并通过图像解析来计算。

[0062] 在本发明中,利用SEM的组成像以图像视野范围宽350 μm ×长263 μm 对包覆膜的截面进行5视野拍摄,利用图像处理装置进行二进制化,计算出空穴率。另外,利用同图像计算硬质粒子的面积率,铜基合金的面积率作为剩余部分而得到。

[0063] 另外,铜基合金粒子彼此的界面的非晶或微晶能够通过如下确认,通过由扫描电子显微镜(SEM)进行的电子背散射衍射(EBSD),将衍射图案投影到检测器面上,根据该投影的图案对结晶方位进行解析。

[0064] 吹附上述原料粒子的速度优选为300~1200m/s,优选为500~1200m/s。

[0065] 另外,吹附上述原料粒子的工作气体的压力优选为2~7MPa,更优选为3.5~7MPa。当工作气体的压力低于2MPa时,得不到粒子速度,有时空穴率变大。

[0066] 另外,工作气体的温度也取决于原料粒子的种类及粒径等,但优选为400~1000 $^{\circ}\text{C}$,更优选为600~1000 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0067] 当工作气体的温度低于400 $^{\circ}\text{C}$ 时,原料粒子难以塑性变形,空穴率变大,有时耐磨损性降低。另外,当工作气体的温度超过1000 $^{\circ}\text{C}$ 时,过于接近原料粒子的熔点,容易闭塞喷嘴的喉道部。

[0068] 作为上述工作气体,能够举出例如氮气、氦气等,这些气体可以单独使用1种,也可以混合使用。

[0069] 上述包覆膜的厚度也取决于使用滑动部件的部位的温度及滑动环境,例如优选设为0.05~5.0mm,更优选设为0.1~0.5mm。

[0070] 当低于0.05mm时,包覆膜本身的强度不足,在基材的强度低的情况下,有时可能引起塑性变形。另外,当超过5.0mm时,有时由于在包覆膜形成时产生的残留应力和界面密合力的关系,包覆膜可能容易剥离。

[0071] 作为上述基材,没有特别限制,作为内燃机的滑动部件,可以使用目前使用的金属,但铝合金的热传导性高,可以优选使用。

[0072] 作为上述铝合金,能够列举出例如由日本工业标准规定的A5056、A1050、AC2A、AC8A、ADC12等。

[0073] 上述滑动部件因为高温下的耐磨损性优异,所以,例如能够适用于内燃机的气门座、气门挺杆、活塞、活塞环、活塞销、气缸、曲轴、凸轮轴、连杆、这些金属等的滑动部件。

[0074] 实施例

[0075] 以下,通过实施例详细地说明本发明,但本发明不限于下述实施例。

[0076] [实施例1]

[0077] 将铝基材(A5056)装配于旋转工作台上,一边使旋转工作台旋转,一边在以下的条件下冷喷涂将通过水雾化法制作的固溶体粒子(Cu—3.5Ni—0.5Si、平均粒径(D50):31.5 μ m、和TRIBALLOY(注册商标)T—400以50:50混合而成的原料粒子,形成0.8~1.0mm的包覆膜层,利用车床实施精加工,将膜厚形成0.4~0.5mm。

[0078] 高压型冷喷涂装置:等离子技研工业株式会社制、PCS—1000

[0079] 工作气体:氮

[0080] 工作气体温度:600 $^{\circ}$ C

[0081] 工作气体压力:4MPa

[0082] 喷涂距离:20mm

[0083] 基材转速:300rpm

[0084] 粒子供给量:约7g/min

[0085] 其它:施工时,固定喷枪,供给粉末直至成为规定的膜厚

[0086] (在施工现场外升温后,在施工现场以100mm/sec驱动喷枪,在固定喷枪的状态下供给粉末。得到必要膜厚后,结束粉末供给,在施工现场外以100mm/sec驱动喷枪,施工完成。)

[0087] 在下述表1的条件下,形成实施例2~实施例8、比较例1~4的包覆膜,在以下的条件下评价实施例、比较例的包覆膜。

[0088] 在表1中同时显示包覆膜的形成条件和评价结果。

[0089] (维氏硬度试验)

[0090] 试验片形状:5mm \times 5mm \times 10mm

[0091] 试验温度:200 $^{\circ}$ C、300 $^{\circ}$ C、400 $^{\circ}$ C

[0092] 测定点数:各温度 \times 5点

[0093] 测定载荷:500gf

[0094] (高温磨损试验)

[0095] 试验方法:气门座单体敲打磨损试验(高千穗精机制)

[0096] 假定机种:KR20DDET

[0097] 试验温度:300 $^{\circ}$ C

[0098] 对方气门材:SUH38(Ni含量20质量%)

[0099] 落座次数:54万次(3000cpm×3hr)

[0100] 评价项目:气门座磨损量

[0101] (包覆膜中的定量分析)

[0102] 通过ICP(电感耦合等离子体质量分析法)测定利用酸溶解每单位面积的包覆膜而得到的水溶液。

[0103] 实施例1~8中,包覆膜的Si和Ni的质量%均与原料粒子相同。

[0104] [表1]

| | 原料粒子 | | | | | 冷喷涂条件 | | 包覆膜 | | | 评价 | | | |
|------|-----------------|---------|-------|---------------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 固溶体粒子 | | | 硬质粒子 | 混合比 | 气体压力 | 气体温度 | 铜基合金面积率 | 硬质粒子面积率 | 空穴率 | 维氏硬度 | | | 磨损量 |
| | 组成 | D50(μm) | Ni/Si | | | | | | | | 200°C | 300°C | 400°C | |
| 实施例1 | Cu-3.5Ni-0.5Si | 31.5 | 7 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 88.50% | 9.40% | 2.10% | - | - | - | 34.2μm |
| 实施例2 | Cu-10Ni-0.7Si | 31.5 | 14.3 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 90.53% | 8.80% | 0.67% | 183Hv | 153Hv | 105 Hv | 18.9μm |
| 实施例3 | Cu-20Ni-0.7Si | 31.5 | 28.6 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 92.33% | 7.07% | 0.60% | 185Hv | 175Hv | 123 Hv | 22.1μm |
| 实施例4 | Cu-30Ni-0.7Si | 31.5 | 42.9 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 93.23% | 5.99% | 0.78% | 211Hv | 185Hv | 127Hv | 38.9μm |
| 实施例5 | Cu-30Ni-0.4Si | 31.5 | 75 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 92.12% | 6.68% | 1.2% | 196Hv | 165Hv | 131 Hv | 45.3μm |
| 实施例6 | Cu-30Ni-0.07Si | 31.5 | 429 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 91.37% | 8.04% | 0.59% | 174Hv | 166Hv | 137Hv | 46.4μm |
| 实施例7 | Cu-30Ni-0.002Si | 31.5 | 15000 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | - | - | - | - | - | - | 46.6μm |
| 实施例8 | Cu-30Ni-0.001Si | 31.5 | 30000 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | - | - | - | - | - | - | 46.7μm |
| 比较例1 | Cu-3Ni-0.7Si | 31.5 | 4.3 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | 91.86% | 7.74% | 0.40% | 158Hv | 116Hv | 64.1Hv | 50.5μm |
| 比较例2 | Cu-6Ni-1.4Si | 31.5 | 4.3 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | - | - | - | - | - | - | 产生裂纹 |
| 比较例3 | Cu-14Ni-3Si | 31.5 | 4.7 | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | - | - | - | - | - | - | 产生裂纹 |
| 比较例4 | Cu-30Ni | 31.5 | ∞ | Tribaloy T400 | 50:50 | 4MPa | 600°C | - | - | - | - | - | - | 48.7μm |

[0105] [0106] 根据实施例2~6和比较例1的比较可知,本发明的包覆膜的高温下的硬度高,耐磨损性优异。

[0107] 实施例2、3、4尽管铜基合金粒子的硅的含量相同,但随着镍含量变多,硬度变高,因此,可知母相被固溶强化。

[0108] 实施例4、5、6尽管铜基合金粒子的镍的含量相同,但随着硅含量变多,硬度变高,因此,可知通过析出固化而被强化。

[0109] 另外,根据实施例2、3、4的比较可知,在对方材料含有镍的情况下,铜基合金粒子的镍的含量超过25质量%的实施例4的耐磨损性降低,因此,产生粘附磨损。

[0110] 符号说明

[0111] 1 滑动部件

[0112] 2 包覆膜

[0113] 21铜基合金粒子

[0114] 22硬质粒子

[0115] 23非晶/纳米晶

[0116] 3基材。

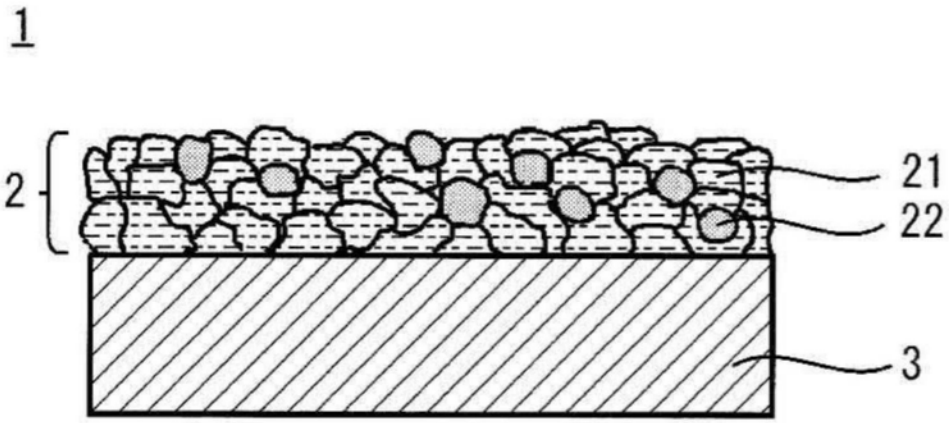


图1

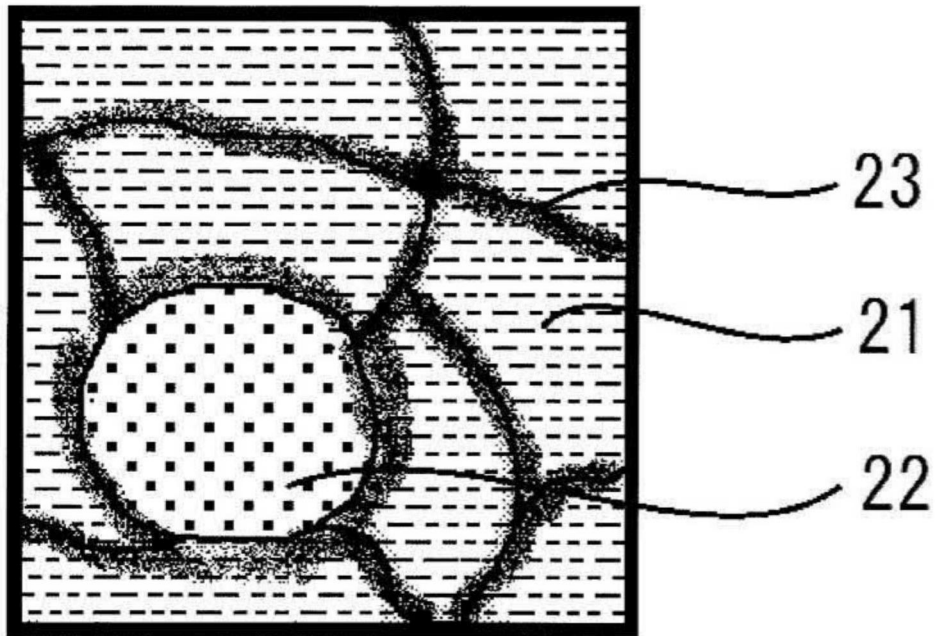


图2