



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115949666 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 11

(21) 申请号 202211203827.3

(22) 申请日 2022.09.29

(30) 优先权数据

2021-165439 2021.10.07 JP

(71) 申请人 大同金属工业株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 林真辉 泉田学 稻见茂 张毅

R·巴杰瓦

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

专利代理师 张佳鑫 胡烨

(51) Int.Cl.

F16C 17/10 (2006.01)

F16C 33/12 (2006.01)

F16C 33/14 (2006.01)

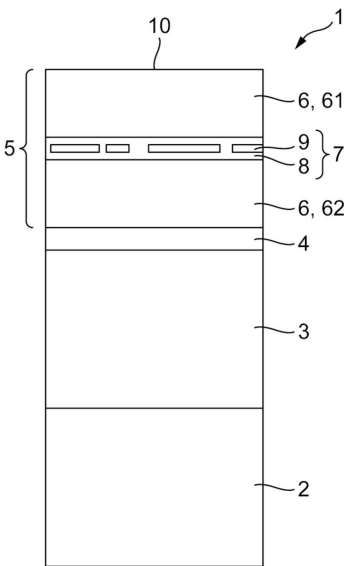
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

滑动轴承及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种非烧结性优异的滑动轴承。本发明的滑动轴承具备基层和被覆层。被覆层由至少2个覆盖层以及分别位于相邻覆盖层之间的含金属间化合物层构成,含金属间化合物层在金属间化合物基质内包含层状金属部。层状金属部的面积为含金属间化合物层的面积的60%~95%。本发明还涉及该滑动轴承的制造方法。



1. 一种滑动轴承，
其为具备基层和被覆层的滑动轴承，其特征在于，
所述被覆层由至少2个覆盖层以及分别位于相邻覆盖层之间的含金属间化合物层构成，

所述含金属间化合物层在金属间化合物基质内包含层状金属部，所述层状金属部的面积为所述含金属间化合物层的面积的60%~95%。

2. 如权利要求1所述的滑动轴承，其中，所述被覆层由2个覆盖层和位于该2个覆盖层之间的含金属间化合物层构成。

3. 如权利要求1或权利要求2所述的滑动轴承，其中，所述覆盖层包含SnCu合金，所述金属间化合物基质包含SnNi金属间化合物和SnNiCu金属间化合物，所述金属部包含金属Ni。

4. 如权利要求3所述的滑动轴承，其中，所述SnNi金属间化合物为 Ni_3Sn_4 ，所述SnNiCu金属间化合物为 $\text{Sn}_5(\text{CuNi})_6$ 。

5. 如权利要求1或权利要求2所述的滑动轴承，其中，所述含金属间化合物层的厚度为1~10 μm 。

6. 如权利要求5所述的滑动轴承，其中，所述含金属间化合物层的厚度为2~5 μm 。

7. 如权利要求1或权利要求2所述的滑动轴承，其中，所述覆盖层的厚度为1~30 μm 。

8. 如权利要求7所述的滑动轴承，其中，所述覆盖层的厚度为5~20 μm 。

9. 如权利要求1或权利要求2所述的滑动轴承，其中，所述基层为粘接有内衬层的里衬金属层，所述被覆层设置于所述内衬层上。

10. 如权利要求9所述的滑动轴承，其中，所述内衬层由铜基合金或铝基合金构成。

11. 如权利要求10所述的滑动轴承，其进一步具备设置于所述内衬层与所述被覆层之间的坝层，所述坝层包含镍、钴、铁、铜、铬、锌、铝及其合金中的至少1种。

12. 如权利要求11所述的滑动轴承，其中，所述坝层的厚度为0.5~10 μm 。

13. 如权利要求12所述的滑动轴承，其中，所述坝层的厚度为1~6 μm 。

14. 如权利要求1或权利要求2所述的滑动轴承，其中，所述被覆层的整体厚度为5 μm ~50 μm 。

15. 一种滑动轴承的制造方法，

其为权利要求1~权利要求14中任一项所述的滑动轴承的制造方法，其包括：

准备所述基层的步骤，

使第1金属或合金的层附着的步骤，

在所述第1层上使第2金属或合金的层附着的步骤，

在所述第2层上使所述第1金属或合金的其他层附着的步骤，

任选的在其上使至少1组第2和第1金属或合金的层的组附着的步骤，

对所述附着的层进行热处理，直到达到所述第1金属或合金的层的金属原子能够扩散的温度，使得所述金属原子向所述第2金属或合金的层扩散并反应，使所述第2金属或合金残存的同时在所述第2金属或合金的层的位置内形成金属间化合物的步骤。

16. 如权利要求15所述的滑动轴承的制造方法，其中，所述基层为粘接有内衬层的里衬金属层。

17. 如权利要求15所述的滑动轴承的制造方法，其进一步包括在所述轴承内衬层上使

坝层附着的步骤。

滑动轴承及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明特别涉及内燃机或活塞压缩机等所使用的滑动轴承的被覆结构。尤其涉及具有异常负荷时的非烧结性优异的被覆结构的滑动轴承。本发明还涉及该滑动轴承的制造方法。

背景技术

[0002] 内燃机的平轴承等滑动构件经常包含与钢铁制的里衬金属接合的铜或铝的内衬合金。铜合金或铝合金可以获得强韧的表面,其能够承受使用时滑动构件所受到的荷重。这样的滑动构件不仅需要具有良好的包埋性和适应性,还需要具有合适的非烧结性。为了该目的,通常内衬层(轴承合金层)上设置有软质被覆层。

[0003] 例如,专利文献1(日本专利特开2002-310158号公报)中记载了一种多层滑动材料,其在轴承合金层上隔着防止铜扩散的中间层设置有锡-铜类锡基覆盖层。该文献中,为了在中间层即使不厚的情况下也能够长期防止由锡基合金所构成的覆盖层的表层部分的铜的减少,其设置了铜含量不同的多个层,籍此实现了非烧结性的维持。

[0004] 另一方面,为了提升耐磨耗性以及非烧结性,专利文献2(日本专利特开平11-182549号公报)公开了一种滑动轴承,其通过在覆盖的主荷重部使平均粒径在15 μm 以下的硬质粒子以0.3~25容量%分散来提高耐磨耗性,使得烧结不容易发生。

[0005] 在滑动轴承的使用环境中,认为搭载的应用的工作状况或外界干扰因素可能会潜在地导致超过设计预想的异常负荷的产生。例如,在搭载滑动轴承的车辆等发生故障时等,滑动轴承有时会承受异常负荷,导致车辆急停。考虑到这样的情况,轴承需要特别优异的非烧结性的提升。专利文献2那样的埋入硬质粒子的方法需要事先混合到覆盖材质内,其掺合以及制造方法可能会带来限制。进一步,为了预想的异常负荷时或故障时的非烧结性提升而将硬质粒子等物质适当地混合到覆盖材料中,会因为母材材料和添加材料的性质而产生制造层面上的限制。此外,通常使用时的性能也可能会产生限制。

现有技术文献

专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利特开2002-310158号公报

专利文献2:日本专利特开平11-182549号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0007] 本发明的目的在于提供一种非烧结性优异的滑动轴承的被覆结构。此外,本发明的目的在于提供一种制造容易、制造成本方面有利的滑动轴承的被覆结构及其制造方法。

解决技术问题所采用的技术方案

[0008] 本发明之一是提供具备基层和被覆层的滑动轴承。该滑动轴承的被覆层由厚度方向上的至少2个覆盖层以及分别位于相邻覆盖层之间的含金属间化合物层构成。含金属间

化合物层在金属间化合物基质内包含层状金属部,层状金属部的面积为含金属间化合物层的面积的60%~95%。

[0009] 根据一个具体示例,被覆层由2个覆盖层和位于该2个覆盖层之间的含金属间化合物层构成。

[0010] 根据一个具体示例,覆盖层包含SnCu合金,金属间化合物层包含SnNi金属间化合物和SnNiCu金属间化合物,金属部包含金属Ni。优选地,SnNi金属间化合物为 Ni_3Sn_4 ,SnNiCu金属间化合物为 $\text{Sn}_5(\text{CuNi})_6$ 。

[0011] 根据一个具体示例,含金属间化合物层的厚度为1~10 μm ,优选为2~5 μm 。

[0012] 根据一个具体示例,覆盖层的厚度为1~30 μm ,优选为5~20 μm 。

[0013] 根据一个具体示例,基层为粘接有内衬层的里衬金属层,被覆层设置于内衬层上。内衬层优选由铜基合金或铝基合金构成。

[0014] 根据一个具体示例,滑动轴承进一步具备设置于内衬层和被覆层之间的坝层。坝层优选包含镍、钴、铁、铜、铬、锌、铝及其合金中的至少1种。

[0015] 根据一个具体示例,坝层的厚度为0.5~10 μm ,优选为1~6 μm 。

[0016] 根据一个具体示例,被覆层的整体厚度为5 μm ~50 μm 。

[0017] 本发明还提供上述滑动轴承的制造方法。该制造方法包括准备基层的步骤、在基层上使第1金属或合金的层附着的步骤、在第1层上使第2金属或合金的层附着的步骤、在第2层上使第1金属或合金的其他层附着的步骤、任选地在其上使至少1组第2和第1金属或合金的层的组附着的步骤、热处理步骤。在热处理步骤中加热附着的层,使得第1金属或合金的层的金属原子达到能够扩散的温度,使得第1金属或合金的层的金属原子向第2金属或合金的层扩散并反应,使第2金属或合金残存的同时在第2金属或合金内形成金属间化合物。

[0018] 根据一个具体示例,基层为粘接有内衬层的里衬金属层。根据一个具体示例,该制造方法进一步包括在轴承内衬层上使坝层附着的步骤。

[0019] 以下,参照所附示意图对本发明及其众多优点进行详细说明。附图仅以例示的目的显示几种非限制性实施例。

附图说明

[0020] 图1所示为本发明的一个具体示例的滑动轴承的示意性剖视图。

图2所示为本发明的其他具体示例的滑动轴承的示意性剖视图。

图3为表示与滑动面平行的方向上金属部的延伸的示意图。

图4所示为非烧结性试验中本发明试样与比较材料的产生烧结为止的时间的比较。

具体实施方式

[0021] 图1所示为本发明的滑动轴承1的一个示例的剖面结构的示意图。滑动轴承1包含由里衬金属2和与里衬金属接合的内衬层(轴承合金层)3所构成的基层、任选地设置于内衬层上的坝层(扩散遮蔽层)4和坝层上的被覆层5。其具有第1覆盖层61、含金属间化合物层7、第2覆盖层62层叠而成的结构。第1覆盖层61的表面构成滑动面10。含金属间化合物层7在由金属间化合物构成的金属间化合物基质8内存在由金属构成的金属部9。金属部9呈层状,以

与滑动面10大致平行的方式延伸,其被金属间化合物基质8分割。层状金属部9的面积为含金属间化合物层7的面积60%~95%。优选地,层状金属部9的面积为含金属间化合物层7的面积70%~90%。

[0022] 里衬金属2在本发明中没有特别规定,可以是钢铁或青铜或铝合金等任意合适的材料。

[0023] 内衬层3可以是任意合适的材料,实际上使用铜合金或铝合金中的任一者。

[0024] 若滑动轴承1在高温下长时间使用,则由于热影响导致内衬层3与被覆层5之间产生扩散,因此为了防止该扩散,优选设置坝层4。坝层4包含镍、钴、铁、铜、铬、锌、铝及其合金中的至少1种,通过任意的现有的涂布法附着。在内衬层为铜合金的情况下,坝层优选使用镍。另外,坝层不仅可以是金属、合金,还可以由含有金属间化合物的物质或金属间化合物构成。存在后述的通过热处理形成金属间化合物的情况,可以形成金属或合金层和金属间化合物层的2层结构等多层结构。

坝层4的厚度通常可以在0.5~10 μ m的范围内,优选在1 μ m~6 μ m的范围内。坝层4的厚度根据目的选择,例如,较厚的坝层4可以带来优异的轴承合金功能,相反较薄的坝层4的厚度可以带来被覆层5在磨损时也优异的适应性。

[0025] 被覆层5具有第1覆盖层61、含金属间化合物层7、第2覆盖层62层叠而成的结构。不限于上述的示例,本发明中,具有3个以上的覆盖层且在覆盖层之间具有含金属间化合物层的具体示例也是可能的。图2所示为被覆层具有3个覆盖层61'、62'、63'和2个含金属间化合物层71、72的滑动轴承1的其他示例的剖面结构的示意图。该示例中,除被覆层5以外,如上所述具有里衬金属2、内衬层3、坝层4、被覆层5'的构成。

虽然没有图示,但是具有4层以上的覆盖层的构成显然也在本发明的范围内。

[0026] 被覆层5中的多个覆盖层6可以是相同的组成也可以是不同的组成。覆盖层6可以包含锡、铋、铅、银、铟、金、铌、铝及其合金中的至少1种。覆盖层6可以通过任意的现有的涂布法附着。

[0027] 覆盖层6可以包含选自PTFE、氟化聚合物、金属硫化物、金属氟化物、金属硫酸盐、石墨和其他软质碳质粒子、六方晶氮化硼、层状硅酸盐、氧化钛、氧化锌和氧化铅、以及其他显示六方晶结构的粒子中的1种或多种软质粒子。此外,覆盖层6可以包含选自金属氧化物、硼化物、碳化物、氮化物、硫酸盐和硅化物、金刚石、碳纳米管、石墨烯和其他硬质碳质粒子、以及其他显示立方晶结构的粒子中的1种或多种硬质粒子。

[0028] 在被覆层5中存在多层含金属间化合物层7的情况下,其金属间化合物基质8可以是相同的组成也可以是不同的组成,金属部9同样可以是相同的组成也可以是不同的组成。金属间化合物基质8可以通过在使用任意的现有的涂布法使金属层附着之后进行热处理来形成,其至少需要2种元素。其中1种可以选自锡、铋、铅、银、铟、金、铌、铝,另1种或多种元素可以选自镍、钴、锌、银、铁、铜、铬、镉、铝。

[0029] 金属间化合物基质8和/或金属部9可以包含选自PTFE、氟化聚合物、金属硫化物、金属氟化物、金属硫酸盐、石墨和其他软质碳质粒子、六方晶氮化硼、层状硅酸盐、氧化钛、氧化锌和氧化铅、以及其他显示六方晶结构的粒子中的1种或多种软质粒子。此外,金属间化合物基质8和/或金属部9也可以包含选自金属氧化物、硼化物、碳化物、氮化物、硫酸盐和硅化物、金刚石、碳纳米管、石墨烯和其他硬质碳质粒子、以及其他显示立方晶结构的粒子

中的1种或多种硬质粒子。

[0030] 被覆层5中,含金属间化合物层7中的金属部9可以选自镍、钴、锌、银、铁、铜、铬、钼、铝等。金属部可以由纯金属构成也可以是合金。

金属部9呈层状或薄片状,以与滑动面10大致平行的方式延伸,其被金属间化合物分割。图3为表示与滑动面10平行的方向上金属部9的延伸的示意图。层状金属部9实质上在垂直的方向上不会与滑动面10重合。层状金属部9的面积为含金属间化合物层7的面积的60%~95%,优选为70%~90%。本文中,层状金属部9的面积是指在金属部9投影于滑动面10的情况下滑动面10中投影的金属部9的面积,含金属间化合物层7的面积与滑动面的面积相等(但是,面积比的测定如下所述通过剖面观察进行)。

[0031] 层状金属部的面积比例的测定如下进行,即通过光学显微镜或扫描电子显微镜(SEM)对滑动轴承的剖面进行观察,测定金属部在与滑动面10平行的方向上的长度,求得其与含金属间化合物层7的长度的比。该比等于面积比。

[0032] 本发明的滑动轴承中,被覆层5具有多层结构,在异常负荷时含金属间化合物层7因该负荷而分散,因此非烧结性提升。就算在最上部的覆盖层磨损的情况下,金属间化合物也能保护其下的下层部分免受摩耗和烧结。此时,认为分割金属部9的金属间化合物的位置处可能产生裂缝。籍此,即使对含金属间化合物层施加大的摩擦力,含金属间化合物层也不会整体同时剥离,仅仅发生局部剥离。由于分割金属部9的金属间化合物的位置可以通过产品热处理时间来调整,其结果是能够控制金属间化合物的分割尺寸。可以根据覆盖层6的膜厚、材质、层叠数等来控制合适的分割尺寸。合适的分割尺寸优选 $0.1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$,进一步优选为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

可以根据轴承使用用途所要求的膜厚、材质、层叠数等来控制金属部9的分割尺寸,而无论在何种情况下,通过使金属部9达到非连续的状态,可以使得金属间化合物基质8和金属部9能够相互地配置,可以发挥出在异常负荷下优异的非烧结性。

[0033] 本发明可以制作层叠多层被覆结构,其由含金属间化合物层7和薄层的覆盖层6构成,进一步由含金属间化合物层7中的金属间化合物基质8和金属部9构成。如此形成的层叠被覆结构中,可以在将总厚度维持与单一层相同的同时将各层的厚度设定得较薄,还可以使得外部荷重下塑性变形的累积大幅降低,从而使得被覆的疲劳性能提升。

[0034] 含金属间化合物层7的厚度在 $1\sim 10\mu\text{m}$ 的范围内,优选在 $2\sim 5\mu\text{m}$ 的范围内。该结构可以形成最优秀的金属部9,带来轴承的非烧结性提升。虽然金属部9的厚度没有特别限定,但是为了达到上述效果,优选 $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ 。若金属部9的厚度过大,则金属间化合物变少而难以获得上述效果,因此优选为含金属间化合物层7的厚度的30%以下。

[0035] 各覆盖层6的厚度在 $1\sim 30\mu\text{m}$ 的范围内,优选在 $5\sim 20\mu\text{m}$ 的范围内。各覆盖层6的厚度根据目的选择。例如,较厚的覆盖层6可以获得滑动面优异的适应性、异物包埋性。相反,较薄的覆盖层6带来滑动面优异的耐疲劳性。全部覆盖层6均较厚带来非常优异的适应性、异物包埋性。全部覆盖层6均较薄带来非常优异的耐疲劳性。通过多层化来确保被覆层5整体的层厚,从而进一步带来优异的适应性、异物包埋性。

[0036] 接下来对本发明的滑动轴承的制造方法进行说明。首先,准备基层(优选粘接有内衬层的里衬金属层),之后任选地使坝层附着,之后使第1金属或合金的层附着,在第1层上使第2金属或合金的层附着,在第2层上使第1金属或合金的其他层附着。进一步,任选地在

其上使1组或多组第2和第1金属或合金的层的组附着。附着方法可以是电镀、PVD等以往使用的方法。之后,对该构件进行热处理。通过热处理形成上述金属间化合物。热处理使得第1金属或合金的层的金属原子向第2金属或合金的层扩散并反应,形成金属化合物。但是,不使第2金属或合金完全成为金属间化合物,调整热处理温度和时间,使得第2金属或合金以层状的形式残存,使(上述定义的)其面积率达到60%~95%。

[0037] 有利地,热处理在100℃~250℃、优选150℃~180℃的温度下进行。在比其更高的温度下,覆盖层的晶体结构可能发生变化而影响到其摩擦性能,而在比其更低的热扩散温度下,处理时间变长,制造费用提高。热扩散工序的时间根据被覆的构成来调整,有利的是2小时~60小时,优选12小时~36小时。

[0038] 本发明可以通过基于热扩散的制造方法来避免复杂的化学工序的管理,进一步降低有害的内部应力,实现品质管理和产品性能的提升。

实施例

[0039] 本文仅作为例示来说明优选的具体示例。

在1.2mm的钢的里衬金属上,以表1所显示的厚度通过电镀依次使CuPb22Sn (22质量%Pb、1.5质量%Sn、残余部分Cu)、Ni、SnCu3 (3质量%Cu、残余部分Sn)、Ni、SnCu3附着。之后,在165℃下对该构件进行2次8小时的热处理(合计16小时),制作了图1所示结构的滑动轴承的试样。通过热处理,利用SnCu3与Ni的反应形成金属间化合物 $\text{Sn}_5(\text{CuNi})_6$ 和 Ni_3Sn_4 ,而Ni尽管被分割,还是以最大厚度约0.5μm的层状的形式残存。Ni层的面积率为约80%。热处理后各层的厚度如表2所示。

[0040] 【表1】

	成分	附着厚度
第1覆盖层	SnCu3	10μm
金属部	Ni	1μm
金属间化合物	-	-
第2覆盖层	SnCu3	10μm
坝层	Ni	3μm
内衬层	CuPb22Sn	0.3mm

[0041] 【表2】

	成分	热处理后的厚度
第1覆盖层	SnCu3	9 μ m
金属间化合物层 7 (金属部9)	$\text{Sn}_5(\text{CuNi})_6 + \text{Ni}_3\text{Sn}_4$ (Ni)	3 μ m (0.1~0.5 μ m)
第2覆盖层	SnCu3	9 μ m
坝层	$\text{Ni}, \text{Sn}_5(\text{CuNi})_6 + \text{Ni}_3\text{Sn}_4$	2 μ m
内衬层	CuPb22Sn	0.3mm

[0042] 烧结性试验

为了调查非烧结性,对上述表2所记载的本发明的实施例试样进行烧结性试验。作为比较材料,制作了0.7mm的钢的里衬金属上通过电镀等使CuPb22Sn(内衬层):0.3mm、Ni(坝层):2μm、以及SnCu3(被覆层):20μm依次附着而成的试样。比较材料的构成中,被覆层为Sn-Cu合金单层这一点与本发明试样不同。

[0043] 烧结性试验在环块试验机上在油控条件下进行。试验条件如表3所示。试验方法如下所示。

准备具有外径 $\phi 27\text{mm}$ 、内径 $\phi 22\text{mm}$ 的被试验部的平板状试验材料,将其设置于旋转的环状对象材料的下部。可以通过设置于背面的润滑油供油口向试验材料供应润滑油。试验材料下表面设置有油压装置,可以通过油压对对象材料加压,可以测定试验材料所受的摩擦力矩和试验材料的背面温度。

首先,在不加压的情况下旋转对象材料,逐渐增加转速。在对象材料的转速达到 2m/s 且背面温度达到 130°C 时,以每2分钟 2MPa 的速率增加荷重,直到试验荷重达到 10MPa 。在对象材料对试验材料的荷重达到 10MPa 时,停止供应润滑油,开始试验。若摩擦力矩超过 5Nm 或背面温度超过 200°C ,则判断产生烧结。

[0044] 图4所示为烧结性试验的结果。比较材料在约40分钟~75分钟后产生烧结,而本发明的滑动轴承在103分钟~140分钟后产生烧结。

[0045] 【表3】

试验材料形状 和被试验部	平板 被试验部为 外径 $\phi 27\text{mm}$, 内径 $\phi 22\text{mm}$ 的 环状
试验荷重	10MPa
转速	2m/s
润滑油	SAE 10
试验材料背面温度	130°C
对象材料材质	S55C
对象材料硬度	$500\sim 600\text{ Hv}10$
对象材料粗糙度	$Ra < 0.1\mu\text{m}$
最大试验时间	200分钟

符号说明

- [0046]
- 1:滑动轴承
 - 2:里衬金属
 - 3:内衬层
 - 4:坝层
 - 5、5':被覆层
 - 6、61、62, 61'、62'、63':覆盖层
 - 7、71、72:含金属间化合物层
 - 8:金属间化合物基质
 - 9:金属部
 - 10:滑动面。

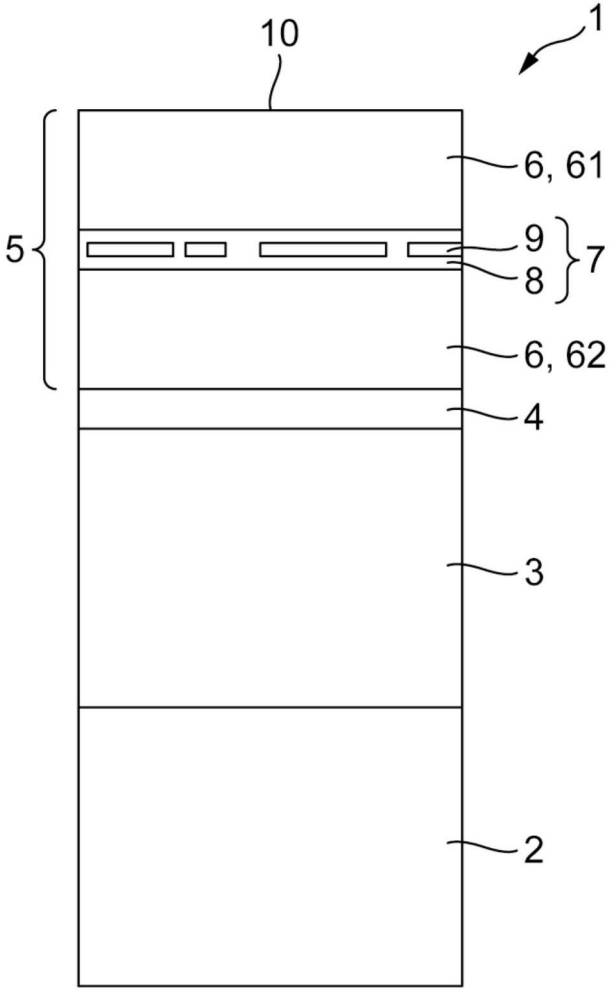


图1

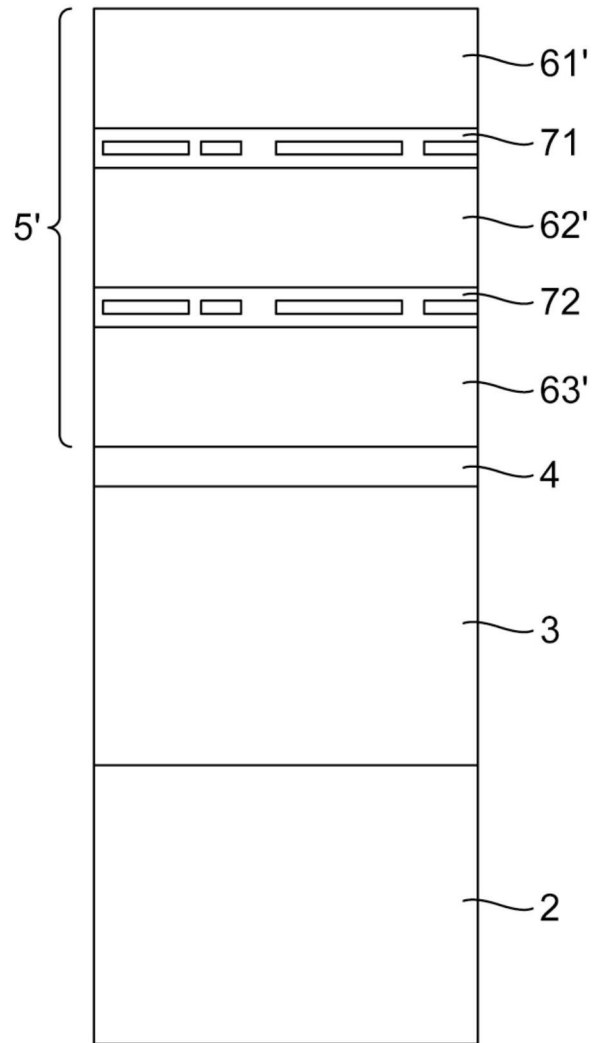


图2

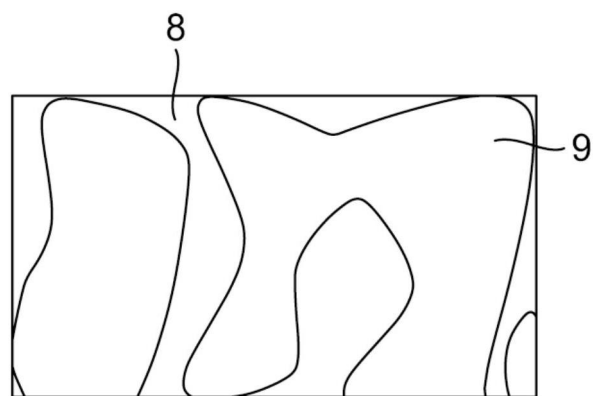


图3

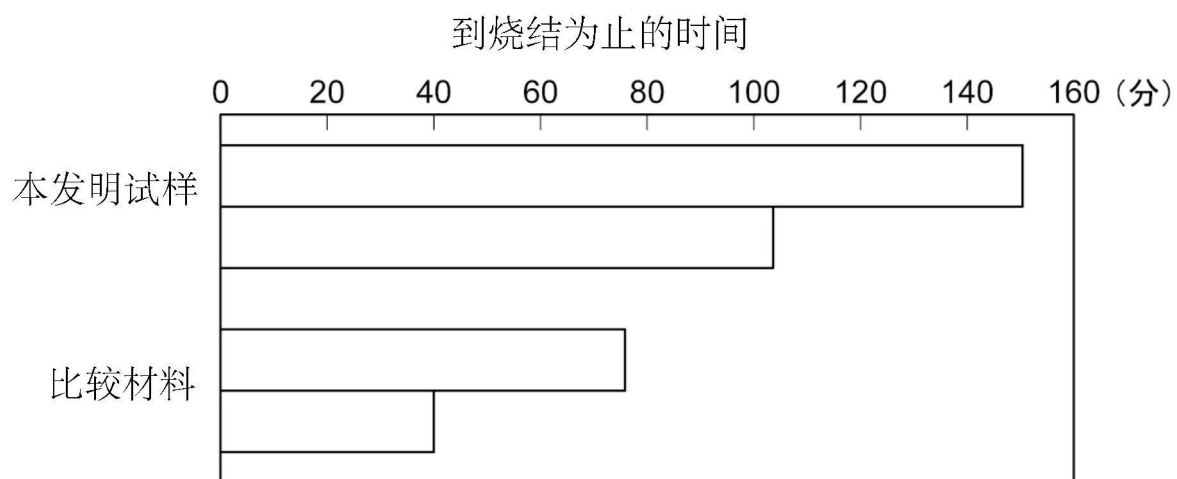


图4