



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102966670 B

(45) 授权公告日 2015.05.20

(21) 申请号 201210487798.8

第4段 - 第2页最后一段、附图1-2.

(22) 申请日 2012.11.26

CN 101126418 A, 2008.02.20, 说明书第2页  
第3段 - 第7页最后一段.

(73) 专利权人 大连三环复合材料技术开发有限公司

US 4732818, 1988.03.22, 全文.

地址 116200 辽宁省大连市普湾新区三十里堡临港工业区

CN 101672325 A, 2010.03.17, 说明书第2页  
第3段 - 第8页最后一段、附图1-16.

(72) 发明人 李云龙 刘长波 李夏

审查员 马宏珺

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240

代理人 吴贵明 张永明

(51) Int. Cl.

F16C 33/20(2006.01)

B29C 43/18(2006.01)

B29B 11/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 201065888 Y, 2008.05.28, 说明书第1页

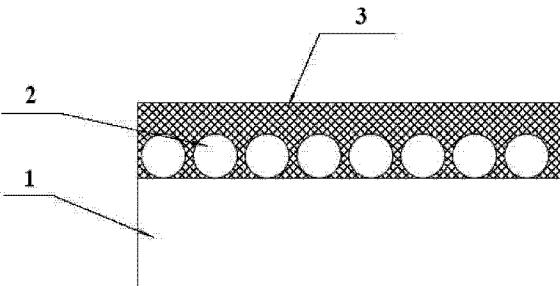
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种复合材料轴承及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种复合材料轴承及其制造方法。该复合材料轴承的制造方法括以下步骤:A、处理钢基体,使其表面粗糙度达到Ra1.6以内;B、在钢基体表面均匀设置球形铜粉,并在还原性或惰性气氛下进行烧结,形成多孔铜粉层;C、在聚四氟乙烯处于粘流状态的温度下,在形成有多孔铜粉层的钢基体表面模压聚四氟乙烯,制得厚度为0.1~1.5mm的聚四氟乙烯层,得到复合材料轴承。使用本发明制造方法得到的复合材料轴承表面的厚度为0.1~1.5mm,聚四氟乙烯层在保证结合牢度的前提下,具有更高的制造精度和更加均匀的弹性模量,提高了复合材料轴承的整体性能,不仅降低了生产成本,而且扩展了应用领域。



1. 一种复合材料轴承的制造方法,其特征在于,包括以下步骤:

A、处理钢基体(1),使其表面粗糙度达到Ra1.6以内;

B、在所述钢基体(1)表面均匀设置球形铜粉,并在还原性或惰性气氛下进行烧结,形成多孔铜粉层(2);

C、在聚四氟乙烯处于粘流状态的温度下,在形成有所述多孔铜粉层(2)的钢基体(1)表面模压聚四氟乙烯,制得厚度为0.1~1.5mm的聚四氟乙烯层(3),得到所述复合材料轴承;

所述步骤C包括:

将形成有所述多孔铜粉层(2)的钢基体(1)在加热炉内加热至400~450℃,恒温0.5小时以上,取出后放置在模具的下胎模上;

检测所述钢基体(1)的表面温度,当所述表面温度降至327~380℃时,在所述钢基体(1)上放置预先制作的厚度为0.4~1.8mm的聚四氟乙烯片材,使用所述模具的上胎模对所述聚四氟乙烯片材进行限位加压,制得所述聚四氟乙烯层(3)。

2. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述聚四氟乙烯片材的制作方法包括:

压制:将聚四氟乙烯树脂粉末或经混料后的填充改性聚四氟乙烯树脂粉末在30~50MPa下压制成型,压制的厚度为0.4~1.8mm;

烧结:将所述压制成型的物料在360~390℃下烧结,按照欲形成的轴承尺寸剪裁,得到所述聚四氟乙烯片材。

3. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述球形铜粉的材质为QSn8-3球形锡青铜,细度为20~60目。

4. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述步骤B中的烧结气氛为氮气与氢气混合气氛,所述混合气氛中氮气与氢气的体积比为1:3。

5. 一种复合材料轴承,包括钢基体(1)、多孔铜粉层(2)和聚四氟乙烯层(3),其特征在于,采用权利要求1至4中任一项所述的制造方法制造而成。

## 一种复合材料轴承及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轴承制造领域,具体而言,涉及一种复合材料轴承及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 聚四氟乙烯-钢基复合材料是由钢板、烧结铜粉层和表面聚四氟乙烯层构成的三层复合材料,其加工方法是:首先在钢板上烧结一层或多层青铜粉末,形成多孔中间层,然后将聚四氟乙烯铺设于铜粉层上进行轧制,烧结塑化形成复合材料板材,再经过精轧、下料、卷制、整形、倒角成为复合材料轴承制品。

[0003] 聚四氟乙烯层的铺设方法一般分干法和湿法两种。干法是将聚四氟乙烯树脂粉末(填充改性聚四氟乙烯需进行混料)直接铺设于多孔烧结板上进行复合的方法。而湿法是采用聚四氟乙烯分散液(填充改性聚四氟乙烯需进行混料)用酒精破乳,调成浆糊状,然后均匀铺设于烧结板上,烘干后进行初轧的铺设方法。

[0004] 中国专利 ZL 90106439 公开了一种“填充铅粉聚四氟乙烯软带-金属复合材料的制造方法”,该方法将填充铅粉改性聚四氟乙烯生料带覆盖在经烧结的铜粉-钢板的复合板上,一起用轧机轧制,然后再经烧结塑化制成复合板材。

[0005] 上述方法所制造的复合材料板材,其表面聚四氟乙烯塑料层的厚度较薄(一般仅为 0.02 ~ 0.10mm)。

[0006] 中国专利 ZL 98114436.5 公开了一种“弹性金属塑料推力轴承制造方法”,该方法将聚四氟乙烯塑料层与弹性金属丝垫先进行复合(复合总厚度一般为 8mm),然后再与不同的钢瓦基通过钎焊结合在一起,形成四层复合材料。其中金属丝垫层的厚度一般为 4mm 左右,表面聚四氟乙烯层的厚度一般为 1.5 ~ 2.5mm,其余为金属丝垫层与聚四氟乙烯层互相嵌入的部分的厚度。

[0007] 上述两种复合材料的聚四氟乙烯层厚度,要么很薄(0.02 ~ 0.10mm),要么很厚(1.5 ~ 2.5mm)。若要制成在此中间的某个厚度,以上两种产品的加工方法均不适宜,原因是:

[0008] 如果采用上述干法、湿法或聚四氟乙烯生料带复合方法,因为聚四氟乙烯塑料的热变形大,在烧结塑化过程中较厚的聚四氟乙烯层的变形力要超过其与多孔铜粉层的结合力,结果容易导致聚四氟乙烯层脱落。

[0009] 如果采用弹性金属塑料的制造方法,聚四氟乙烯层厚度一般为 1.5 ~ 2.5mm,受制造方法的影响,精度的可控性极差,误差就达到 1mm。其原因是在压制金属丝垫时尽管有限位块进行限位,但金属丝铺撒为手工,密度有不均匀性,此外整个面积上各点金属丝螺旋簧的弹性也会有差异,因此压制后的回弹量也会有差异,在这种情况下铺撒聚四氟乙烯树脂粉末,就会造成铺撒密度不均匀,导致制得的聚四氟乙烯层厚度偏差大。若制成较薄厚度的聚四氟乙烯层,个别部位可能会有铜丝露出表面,这对于轴承来说是不允许的。

[0010] 因此,在现有技术中,由于不能制作上述中等厚度的聚四氟乙烯层,因而限制了聚四氟乙烯这种优异的耐摩擦磨损材料的应用范围。

## 发明内容

[0011] 本发明提供了一种复合材料轴承及其制造方法,以解决现有技术的加工方法不适宜制作中等厚度的聚四氟乙烯层,导致聚四氟乙烯-钢基复合材料轴承应用范围受到限制的问题。

[0012] 根据本发明的一个方面,提供了一种复合材料轴承的制造方法,包括以下步骤:A、处理钢基体,使其表面粗糙度达到Ra1.6以内;B、在钢基体表面均匀设置球形铜粉,并在还原性或惰性气氛下进行烧结,形成多孔铜粉层;C、在聚四氟乙烯处于粘流状态的温度下,在形成有多孔铜粉层的钢基体表面模压聚四氟乙烯,制得厚度为0.1~1.5mm的聚四氟乙烯层,得到复合材料轴承。

[0013] 进一步地,步骤C包括:将形成有多孔铜粉层的钢基体进行加热;当钢基体的表面温度达到聚四氟乙烯处于粘流状态的温度时,将预先制作的厚度为0.4~1.8mm的聚四氟乙烯片材放置到钢基体上,对聚四氟乙烯片材进行限位加压,得到复合材料轴承。

[0014] 进一步地,步骤C包括:将形成有多孔铜粉层的钢基体在加热炉内加热至400~450℃,恒温0.5小时以上,取出后放置在模具的下胎模上;检测钢基体的表面温度,当表面温度降至327~380℃时,在钢基体上放置聚四氟乙烯片材,使用模具的上胎模对聚四氟乙烯片材进行限位加压,制得聚四氟乙烯层。

[0015] 进一步地,聚四氟乙烯片材的制作方法包括:压制:将聚四氟乙烯树脂粉末或经混料后的填充改性聚四氟乙烯树脂粉末在30~50MPa下压制成型,压制的厚度为0.4~1.8mm;烧结:将压制成型的物料在360~390℃下烧结,按照欲形成的轴承尺寸剪裁,得到聚四氟乙烯片材。

[0016] 进一步地,球形铜粉的材质为QSn8-3球形锡青铜,细度为20~60目。

[0017] 进一步地,步骤B中的烧结气氛为氮气与氢气混合气氛,所述混合气氛中氮气与氢气的体积比为1:3。

[0018] 根据本发明的另一个方面,提供了一种复合材料轴承,包括钢基体、多孔铜粉层和聚四氟乙烯层,该复合材料轴承采用上述的制造方法制造而成。

[0019] 应用本发明技术方案的复合材料轴承及其制造方法,一方面由于球形铜粉烧结而成的多孔铜粉层包含有很多微小的上窄下宽的倒楔形结构,在随后的模压聚四氟乙烯的过程中,聚四氟乙烯渗入多孔铜粉层的微小倒楔形结构的表面以下一定深度,使聚四氟乙烯层与钢瓦基形成牢固的机械嵌合;另一方面由于在聚四氟乙烯处于粘流状态的温度下对聚四氟乙烯进行模压,聚四氟乙烯在粘流状态时粘度很高,在此状态下压制结合进一步形成了化学粘合的作用,因而得到的厚度为0.1~1.5mm的聚四氟乙烯层总体的撕扯强度和结合牢度非常高;而且,使用本发明制造方法得到的复合材料轴承表面的聚四氟乙烯层具有更高的制造精度和更加均匀的弹性模量,提高了复合材料轴承的整体性能,不仅降低了生产成本,而且扩展了应用领域。

## 附图说明

[0020] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0021] 图 1 示出了根据本发明的形成有多孔铜粉层的钢基体的结构示意图 ; 以及

[0022] 图 2 示出了根据本发明的包括钢基体、多孔铜粉层和聚四氟乙烯层的复合材料轴承的结构示意图。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例，对本发明的技术方案进行详细的说明，但如下实施例仅是用以理解本发明，而不能限制本发明，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合，本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0024] 在本发明一种典型的实施方式中，如图 1 和图 2 所示，包括钢基体 1、多孔铜粉层 2 和聚四氟乙烯层 3 的复合材料轴承的制造方法包括以下步骤 :A、处理钢基体 1，使其表面粗糙度达到 Ra1.6 以内 ;B、在钢基体 1 表面均匀设置球形铜粉，并在惰性或还原性气氛下进行烧结，形成多孔铜粉层 2 ;C、在聚四氟乙烯处于粘流状态的温度下，在形成有多孔铜粉层 2 的钢基体 1 表面模压聚四氟乙烯，制得厚度为 0.1 ~ 1.5mm 的聚四氟乙烯层 3，得到复合材料轴承。

[0025] 本发明实施方式制造得到的复合材料轴承的厚度为 0.1 ~ 1.5mm 的聚四氟乙烯层 3 的结合牢度高，原因是 : 一方面，由球形铜粉烧结而成的多孔铜粉层 2 的多孔结构包含有很多微小的上窄下宽的倒楔形结构，如图 1 所示，在随后的模压聚四氟乙烯的过程中，聚四氟乙烯渗入多孔铜粉层 2 的微小倒楔形结构的表面以下一定深度，使聚四氟乙烯层 3 与钢基体 1 形成牢固的机械嵌合，如图 2 所示 ; 另一方面，在聚四氟乙烯处于粘流状态的温度下对聚四氟乙烯进行模压，由于聚四氟乙烯处于粘流状态，粘度很高，在此状态下压制结合已不是单纯的机械嵌合，还包括化学粘合的作用，因而总体的撕扯强度和结合牢度非常高。

[0026] 本发明实施方式制造得到的复合材料轴承的厚度为 0.1 ~ 1.5mm 的聚四氟乙烯层 3 的表面厚度均匀一致，可以达到较高的制造精度，因而具有更加均匀的弹性模量，提高了复合材料轴承的整体性能。

[0027] 此外，本发明实施方式制造得到的复合材料轴承的聚四氟乙烯层 3 的厚度为 0.1 ~ 1.5mm，此厚度大于现有技术的干法、湿法或聚四氟乙烯生料带复合方法制造得到的聚四氟乙烯层厚度 (0.02 ~ 0.10mm)，又小于现有技术的弹性金属塑料轴承的聚四氟乙烯层厚 (1.5 ~ 2.5mm)，在保证复合材料轴承的结合牢度的前提下，不仅降低了生产成本，而且扩展了复合材料轴承的应用领域。

[0028] 在本发明优选的实施方式中，步骤 C 包括 : 将形成有多孔铜粉层的钢基体进行加热 ; 当钢基体的表面温度达到聚四氟乙烯处于粘流状态的温度时，将预先制作的厚度为 0.4 ~ 1.8mm 的聚四氟乙烯片材放置到钢基体上，对聚四氟乙烯片材进行限位加压，得到复合材料轴承。预先将聚四氟乙烯制作成厚度为 0.4 ~ 1.8mm 的聚四氟乙烯片材，然后再将聚四氟乙烯片材在钢基体 1 表面进行限位加压，聚四氟乙烯片材体积被压缩，并且有一部分聚四氟乙烯渗入钢基体 1 表面上的多孔铜粉层 2，得到厚度为 0.1 ~ 1.5mm 的聚四氟乙烯层 3。采用这种方式制作聚四氟乙烯层 3，可以保证聚四氟乙烯层 3 具有均匀的弹性模量和较高的制造精度。

[0029] 在本发明优选的实施方式中，步骤 C 包括 : 将形成有多孔铜粉层 2 的钢基体 1 在加热炉内加热至 400 ~ 450 °C，恒温 0.5 小时以上，取出后放置在模具的下胎模上 ; 检测钢基

体1的表面温度,当表面温度降至327~380℃时,在钢基体1上放置聚四氟乙烯片材,使用模具的上胎模对聚四氟乙烯片材进行限位加压,制得聚四氟乙烯层3。采用先将形成有多孔铜粉层2的钢基体1在加热炉中加热到一个较高的温度400~450℃并且恒温0.5小时以上的热处理步骤,可以保证使用上胎模和下胎膜对与钢基体1接触的聚四氟乙烯片材在处于粘流状态的327~380℃温度下进行限位加压时,钢基体1本身具有足够的热量可以传递给聚四氟乙烯,使聚四氟乙烯在模压过程中达到并保持粘流状态,从而使聚四氟乙烯层3与钢基体1表面的多孔铜粉层2在机械嵌合的基础上形成牢固的化学粘合。

[0030] 在本发明优选的实施方式中,聚四氟乙烯片材的制作方法包括:压制:将聚四氟乙烯树脂粉末或经混料后的填充改性聚四氟乙烯树脂粉末在30~50MPa下压制成型,压制的厚度为0.4~1.8mm;烧结:将压制成型的物料在360~390℃下烧结,按照欲形成的轴承尺寸剪裁,得到聚四氟乙烯片材。通过上述方法得到的聚四氟乙烯片材厚度均匀一致,具有均匀的弹性模量和较高的制造精度,可以直接在形成有多孔铜粉层2的钢基体1表面模压,模压后部分聚四氟乙烯渗入多孔铜粉层2的微小倒楔形结构中,形成机械嵌合和化学粘合作用,从而制得厚度为0.1~1.5mm的聚四氟乙烯层3。

[0031] 在本发明具体的实施方式中,聚四氟乙烯树脂粉末可以是经过填充改性的聚四氟乙烯树脂粉末,例如配比为聚苯脂20~30wt%、芳纶纤维1~4wt%、聚四氟乙烯为余量的填充改性聚四氟乙烯树脂粉末,或者配比为聚苯脂20~30wt%、聚四氟乙烯70~80wt%的填充改性聚四氟乙烯树脂粉末,在这种情况下,在进行上述压制步骤之前,还包括混料的步骤。

[0032] 在本发明优选的实施方式中,球形铜粉的材质为QSn8-3球形锡青铜,细度为20~60目。QSn8-3球形锡青铜具有较大的刚度,烧结后也不易变形,可以在钢基体1表面形成包含有很多上窄下宽的微小倒楔形的多孔结构,从而在模压后与聚四氟乙烯层3形成良好的机械嵌合和化学粘合。当然,在其它具体的实施方式中,也可以采用其它材质的球形铜粉来烧结形成球形铜粉层,只要所用的球形铜粉具有足够的刚度,使得烧结后不易变形,可以在钢基体1表面形成包含有很多上窄下宽的微小倒楔形的多孔结构即可。

[0033] 在本发明优选的实施方式中,步骤B中烧结形成多孔铜粉层2的气氛为氮气与氢气混合气氛,其中,氮气与氢气的体积比为1:3。采用这种烧结气氛,可以在烧结过程中较好地保护球形铜粉不发生氧化或其他化学反应,保证多孔结构的形成,并且这种气氛可以直接通过NH<sub>3</sub>热分解得到,成本较低。

[0034] 在本发明一种典型的实施方式中,复合材料轴承包括钢基体1、多孔铜粉层2和聚四氟乙烯层3,该复合材料轴承采用上述的制造方法制造而成,具有0.1~1.5mm的聚四氟乙烯层,在保证结合牢度的前提下,不仅降低了生产成本,而且扩展了复合材料轴承的应用领域。

[0035] 下面将结合实施例进一步说明本发明的有益效果。

[0036] 实施例 1

[0037] 将平板状钢基体表面通过磨削,使其表面粗糙度达到Ra1.6以内;将钢基体进行表面除油、除锈处理,均匀铺撒一层20~60目的QSn8-3球形锡青铜粉,然后放置在通有体积比为1:3的氮气和氢气混合保护气体的高温烧结炉内进行烧结,得到多孔铜粉层。

[0038] 将聚四氟乙烯树脂粉末在50MPa下压制成型,压制的厚度为0.4mm;将压制成型的

物料在 375℃下烧结,恒温 1 小时,并按轴承设计图样要求的长度和宽度剪裁,制得聚四氟乙烯片材。

[0039] 将形成有上述多孔铜粉层的钢基体在加热炉内加热至 400℃,恒温 1 小时,取出后放置在压力机的工作台的平板(下胎模)上,检测其表面温度降至 327℃~380℃范围内时,将上述聚四氟乙烯片材放置在其上,压力机下行通过平板状上胎模压制,压制过程中设置限位块,当聚四氟乙烯层厚度达到 0.1~0.2mm 时,保压 1 分钟,用剪刀削去聚四氟乙烯层的多余部分,经过进一步的磨削加工,按照轴承设计图样的要求加工成复合材料轴承的成品。

#### [0040] 实施例 2

[0041] 将半圆筒状钢基体表面通过磨削,使其表面粗糙度达到 Ra1.6 以内;将钢基体进行表面除油、除锈处理,均匀铺撒一层 20~60 目的 QSn8-3 球形锡青铜粉,然后放置在通有体积比为 1:3 的氮气和氢气混合保护气体的高温烧结炉内进行烧结,得到多孔铜粉层。

[0042] 将 20wt% 的聚苯脂、80wt% 的聚四氟乙烯进行混料,制得填充改性聚四氟乙烯树脂粉末;将填充改性聚四氟乙烯树脂粉末在 50MPa 下压制成型,压制的厚度为 1.8mm;将压制成型的物料在 390℃下烧结,恒温 1 小时,并按轴承设计图样要求的长度和宽度剪裁,制得聚四氟乙烯片材。

[0043] 将形成有上述多孔铜粉层的钢基体在加热炉内加热至 450℃,恒温 1 小时,取出后放置在压力机的工作台的凹模(下胎模)上,检测其表面温度降至 327℃~380℃范围内时,将上述聚四氟乙烯片材放置在其上,压力机下行通过凸模(上胎模)压制,压制过程中设置限位块,当聚四氟乙烯层厚度达到 1.4~1.5mm 时,保压 1 分钟,用剪刀削去聚四氟乙烯层的多余部分,经过进一步的磨削加工,按照轴承设计图样的要求加工成复合材料轴承的成品。

#### [0044] 实施例 3

[0045] 将三分之一圆筒状钢基体表面通过磨削,使其表面粗糙度达到 Ra1.6 以内;将钢基体进行表面除油、除锈处理,均匀铺撒一层 20~60 目的 QSn10-10 球形锡青铜粉,然后放置在通有纯度为 99.9% 以上的氢气的高温烧结炉内进行烧结,得到多孔铜粉层。

[0046] 将 30wt% 的聚苯脂、1wt% 的芳纶纤维、69wt% 的聚四氟乙烯进行混料,制得填充改性聚四氟乙烯树脂粉末;将填充改性聚四氟乙烯树脂粉末在 30MPa 下压制成型,压制的厚度为 1.5mm;将压制成型的物料在 360℃下烧结,恒温 1 小时,并按轴承设计图样要求的长度和宽度剪裁,制得聚四氟乙烯片材。

[0047] 将形成有上述多孔铜粉层的钢基体在加热炉内加热至 420℃,恒温 0.5 小时,取出后放置在压力机的工作台的凹模(下胎模)上,检测其表面温度降至 327℃~380℃范围内时,将上述聚四氟乙烯片材放置在其上,压力机下行通过凸模(上胎模)压制,压制过程中设置限位块,当聚四氟乙烯层厚度达到 1.2~1.3mm 时,保压 1 分钟,用剪刀削去聚四氟乙烯层的多余部分,经过进一步的磨削加工,按照轴承设计图样的要求加工成复合材料轴承的成品。

#### [0048] 对比例 1

[0049] 采用中国专利 ZL 90106439 公开的“填充铅粉聚四氟乙烯软带 - 金属复合材料的制造方法”制造得到复合材料板材,其表面聚四氟乙烯层的厚度为 0.10mm。

[0050] 对比例 2

[0051] 采用中国专利 ZL 98114436.5 公开的“弹性金属塑料推力轴承制造方法”制造得到金属塑料复合轴承，其表面聚四氟乙烯层的厚度为 2.5mm。

[0052] 将实施例 1～3 以及对比例 1～2 制造得到的复合材料轴承或板材进行耐磨擦磨损性能、聚四氟乙烯层结合牢度、表面均匀性和弹性模量的测试，结果如表 1 所示：

[0053] 表 1

[0054]

	摩擦系数	磨痕宽度	剥离强度	表面厚度均匀性	弹性模量均匀性
实施例 1	0.08～0.18	≤ 6.0mm	≥ 400N/cm	0.15～0.20mm	8.0～8.3GPa
实施例 2	0.12～0.15	≤ 30mm	≥ 400N/cm	1.40～1.45mm	2.4～2.7GPa
实施例 3	0.07～0.10	≤ 3.3mm	≥ 400N/cm	1.25～1.30mm	3.2～3.5GPa
对比例 1	0.08～0.18	≤ 60mm	≥ 30N/cm	0.02～0.10mm	8.8～9.1GPa
对比例 2	0.07～0.10	≤ 3.0mm	≥ 1000N/cm	1.50～2.50mm	1.9～2.4GPa

[0055] 从表 1 的测试结果可见，本发明实施例 1～3 制造得到的复合材料轴承，与对比例 1～2 制造得到的复合材料轴承或板材相比较，比对比例 1 聚四氟乙烯层的结合牢度更大，比对比例 1、2 的表面均匀性和弹性模量均匀性更好，而且同时也保持了低摩擦、较高的耐磨损性能。

[0056] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

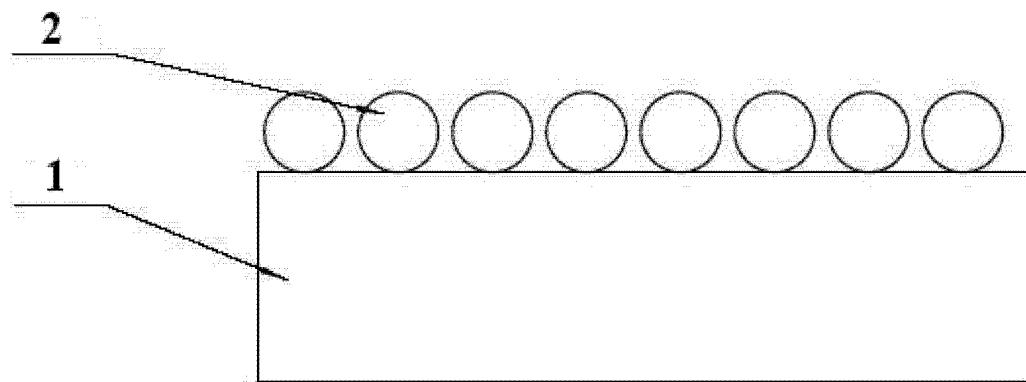


图 1

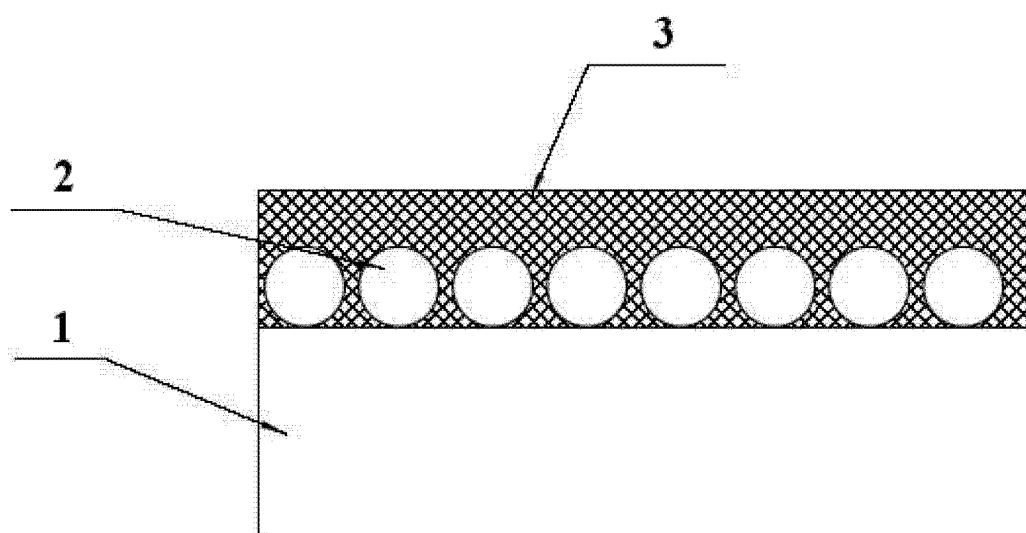


图 2