



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103788403 B

(45)授权公告日 2016.10.05

(21)申请号 201210426757.8

C08L 67/00(2006.01)

(22)申请日 2012.10.31

C08L 67/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C08L 69/00(2006.01)

申请公布号 CN 103788403 A

C08L 81/02(2006.01)

(43)申请公布日 2014.05.14

C08L 61/16(2006.01)

(73)专利权人 合肥杰事杰新材料股份有限公司
地址 230601 安徽省合肥市合肥经济技术
开发区莲花路2388号

C08L 79/08(2006.01)

(72)发明人 杨桂生 俞飞 孙利明

C08L 81/06(2006.01)

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236
代理人 胡晶

C08L 27/18(2006.01)

(51)Int.Cl.

C08K 13/02(2006.01)

C08K 3/38(2006.01)

CN 101157796 A, 2008.04.09,

C08K 3/34(2006.01)

CN 1106842 A, 1995.08.16,

C08L 23/06(2006.01)

CN 1190455 A, 1998.08.12,

C08L 23/12(2006.01)

CN 1190710 A, 1998.08.19,

C08L 77/00(2006.01)

CN 101201081 A, 2008.06.18,

C08L 77/02(2006.01)

US 3779727 A, 1973.12.18,

C08L 77/06(2006.01)

WO 0214703 A1, 2002.02.21,

CN 101503995 A, 2009.08.12,

CN 102433201 A, 2012.05.02,

审查员 刘慧慧

权利要求书2页 说明书11页

(54)发明名称

磨复合材料,同时拓展了立方氮化硼、二硅化钼的应用领域。

一种耐磨填料及由其制备的耐磨复合材料和制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种耐磨填料及由其制备的耐磨复合材料和制备方法,该耐磨填料由包括以下重量份的组分制成:立方氮化硼微粉0.15~7.5份,二硅化钼微粉0.15~7.5份,聚四氟乙烯微粉0.2~10份。由其制备的耐磨复合材料由包括以下重量份的组分制成:塑料树脂100份,上述耐磨填料0.5~25份,偶联剂0~2份,加工助剂0~2份。该耐磨复合材料的制备方法为将上述组分进行高速混合后在挤出机中挤出。本发明通过将立方氮化硼微粉、二硅化钼微粉与聚四氟乙烯微粉复配作为耐磨填料用于塑料基体,制得了一种耐磨性能好,具有较低的摩擦系数和较低的干磨磨耗的耐

1. 一种用于塑料树脂的耐磨填料, 其特征在于, 由包括以下重量份的组分制成:

立方氮化硼微粉 0.15~7.5份,
二硅化钼微粉 0.15~7.5份,
聚四氟乙烯微粉 0.2~10份。

2. 根据权利要求1所述的耐磨填料, 其特征在于, 所述耐磨填料中各组分的粒径为0.1~20μm。

3. 一种权利要求1或2中的耐磨填料填充的耐磨复合材料, 其特征在于, 由包括以下重量份的组分制成:

塑料树脂 100份,
上述耐磨填料 0.5~25份,
偶联剂 0~2份,
加工助剂 0~2份。

4. 根据权利要求3所述的耐磨复合材料, 其特征在于, 所述耐磨填料的重量份为0.7~17份, 其中各组分的重量份为:

立方氮化硼微粉 0.2~5份,
二硅化钼微粉 0.2~5份,
聚四氟乙烯微粉 0.3~7份。

5. 根据权利要求3所述的耐磨复合材料, 其特征在于, 所述偶联剂的重量份为0.2~1.5份, 所述加工助剂的重量份为0.2~1.5份。

6. 根据权利要求3所述的耐磨复合材料, 其特征在于, 所述塑料树脂选自聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺、聚酯、聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚砜或聚醚砜中的一种或几种;

所述偶联剂选自硅烷偶联剂或钛酸酯偶联剂中的一种或两种;

所述加工助剂选自硅酮粉、硬脂酸锌或二甲基硅油中的一种或几种。

7. 根据权利要求6所述的耐磨复合材料, 其特征在于, 所述聚酰胺选自聚酰胺6、聚酰胺66、聚酰胺10、聚酰胺12、聚酰胺610或聚酰胺1010中的一种或几种; 所述聚酯选自聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯或聚碳酸酯中的一种或几种。

8. 根据权利要求6所述的耐磨复合材料, 其特征在于, 所述硅烷偶联剂为3-氨丙基三乙氧基硅烷; 所述钛酸酯偶联剂为异丙基三(二辛基磷酸酰氧基)钛酸酯。

9. 一种权利要求3所述的耐磨复合材料的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

(1) 将100重量份塑料树脂和0~2重量份偶联剂常温下经高速混合机混合, 之后将0.5~25重量份耐磨填料加入其中进行常温高速混合, 然后加入0~2重量份加工助剂进行常温高速混合, 得到混合料, 其中, 耐磨填料包括0.15~7.5重量份立方氮化硼微粉、0.15~7.5重量份二硅化钼微粉和0.2~10重量份聚四氟乙烯微粉;

(2) 将步骤(1)中混合好的混合料加入挤出机中, 通过熔融、挤出、冷却、干燥、切粒和包装, 得到耐磨复合材料。

10. 根据权利要求9所述的耐磨复合材料的制备方法, 其特征在于, 步骤(1)中的混合速度均为100~300r/min, 混合时间为2~8min; 步骤(2)中挤出机的螺杆长径比为30~40, 挤出机

各区温度保持为100~400℃,螺杆转速为150~350 r /min,喂料速度为10~30 r /min。

一种耐磨填料及由其制备的耐磨复合材料和制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高分子材料改性领域,具体涉及一种耐磨填料及由其制备的耐磨复合材料和制备方法。

背景技术

[0002] 1957年,美国的R.H.温托夫(美国通用电气公司员工)首先研制成立方氮化硼。立方结构的氮化硼,分子式为BN,立方氮化硼可简写为CBN,其晶体结构类似金刚石,硬度略低于金刚石(立方氮化硼维氏硬度HV72000~98000兆帕,金刚石维氏硬度HV100000兆帕),因此它与金刚石统称为超硬材料,常用作磨料和刀具材料。如,中国专利申请CN102416602A公开了一种氮化硼砂轮;中国专利申请CN101712550A公开了一种氮化硼超硬刀具,主要用于车削刀具。

[0003] 二硅化钼(MoSi₂)是Mo-Si二元合金系中含硅量最高的一种中间相,具有金属与陶瓷的双重特性,是一种性能优异的高温材料,其具有极好的高温抗氧化性,抗氧化温度高达1600℃以上,密度适中($6.24\text{g}/\text{cm}^3$)、热膨胀系数较低($8.1\times 10^{-6}\text{K}^{-1}$)、电热传导性良好(热导率 $45\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,体积电阻率 $2.15\times 10^{-5}\Omega\cdot\text{cm}$),脆韧转变温度较高,在1000℃以下有陶瓷般的硬脆性,1000℃以上呈金属般的软塑性。MoSi₂主要应用作发热元件、集成电路、高温抗氧化涂层及高温结构材料。江莞等人总结了“二硅化钼材料的研究现状及应用前景”(《无机材料学报》,2001年04期),其中二硅化钼主要用于无机高温发热元件。

[0004] 通常,塑料基体中采用二氧化硅、氧化铝、二硫化钼作为耐磨填料,但是这些填料存在下述缺点:其本身的硬度没有立方氮化硼的硬度高,对塑料耐磨性能的提高相对较小。

[0005] 目前为止,将立方氮化硼、二硅化钼与聚四氟乙烯复配用于塑料基体中作为耐磨填料的方案尚未见报道。

发明内容

[0006] 本发明的第一目的是提供一种用于塑料树脂的耐磨填料,以解决现有技术中塑料基体中使用的耐磨填料硬度不够的缺陷。

[0007] 本发明的第二目的是提供一种耐磨复合材料,以解决现有技术中塑料基体中使用的耐磨填料硬度不够的缺陷。

[0008] 本发明的第三目的是提供一种耐磨复合材料的制备方法,以解决现有技术中塑料基体中使用的耐磨填料硬度不够的缺陷。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 一种用于塑料树脂的耐磨填料,由包括以下重量份的组分制成:

[0011] 立方氮化硼微粉 0.15~7.5份,

[0012] 二硅化钼微粉 0.15~7.5份,

[0013] 聚四氟乙烯微粉 0.2~10份。

[0014] 优选的,所述耐磨填料中各组分的粒径为 $0.1\sim 20\mu\text{m}$ 。

[0015] 一种上述耐磨填料填充的耐磨复合材料,由包括以下重量份的组分制成:

[0016] 塑料树脂 100份,

[0017] 上述耐磨填料 0.5~25份,

[0018] 偶联剂 0~2份,

[0019] 加工助剂 0~2份。

[0020] 优选的,所述耐磨填料的重量份为0.7~17份,其中各组分的重量份为:

[0021] 立方氮化硼微粉 0.2~5份,

[0022] 二硅化钼微粉 0.2~5份,

[0023] 聚四氟乙烯微粉 0.3~7份。

[0024] 优选的,所述偶联剂的重量份为0.2~1.5份,所述加工助剂的重量份为0.2~1.5份。

[0025] 优选的,所述塑料树脂选自聚丙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚酰胺(PA)、聚酯、聚苯硫醚(PPS)、聚醚醚酮(PEEK)、聚酰亚胺(PI)、聚醚酰亚胺(PEI)、聚砜(PSU)或聚醚砜(PES)中的一种或几种。

[0026] 进一步优选的,所述聚酰胺选自聚酰胺6(PA6)、聚酰胺66(PA66)、聚酰胺10(PA10)、聚酰胺12(PA12)、聚酰胺610(PA610)或聚酰胺1010(PA1010)中的一种或几种;所述聚酯选自聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丙二醇酯(PPT)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)或聚碳酸酯(PC)中的一种或几种。

[0027] 优选的,所述偶联剂选自硅烷偶联剂或钛酸酯偶联剂中的一种或两种。

[0028] 进一步优选的,所述硅烷偶联剂为3-氨丙基三乙氧基硅烷(KH550);所述钛酸酯偶联剂为异丙基三(二辛基磷酸酰氧基)钛酸酯(NDZ-102)。

[0029] 优选的,所述加工助剂选自硅酮粉、硬脂酸锌或二甲基硅油中的一种或几种。

[0030] 一种上述耐磨复合材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0031] (1)将100重量份塑料树脂和0~2重量份偶联剂常温下经高速混合机混合,之后将0.5~25重量份耐磨填料加入其中进行常温高速混合,然后加入0~2重量份加工助剂进行常温高速混合,得到混合料,其中,耐磨填料包括0.15~7.5重量份立方氮化硼微粉、0.15~7.5重量份二硅化钼微粉和0.2~10重量份聚四氟乙烯微粉;

[0032] (2)将步骤(1)中混合好的混合料加入挤出机中,通过熔融、挤压、冷却、干燥、切粒和包装,得到耐磨复合材料。

[0033] 优选的,所述的步骤(1)中的混合速度均为100~300r/min,混合时间为2~8min;步骤(2)中挤出机的螺杆长径比为30~40,挤出机各区温度保持为100~400℃,螺杆转速为150~350 r /min,喂料速度为10~30 r /min。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0035] 立方氮化硼的硬度仅次于金刚石,其作为塑料的耐磨填料可改善塑料的磨耗且拓宽了其使用范围和应用领域;二硅化钼的硬度高、韧性较好,将其作为塑料的耐磨填料可改善塑料的摩擦系数且拓宽了其使用范围和应用领域;聚四氟乙烯就目前而言是所有塑料中摩擦系数最低的,具有良好的自润滑性能,但磨耗较大。综合考虑上述材料各自的性能,本发明将立方氮化硼、二硅化钼与聚四氟乙烯复配作为耐磨填料使用,比每个组分单独使用的效果好很多,而且本发明通过将立方氮化硼微粉、二硅化钼微粉与聚四氟乙烯微粉复配作为耐磨填料用于塑料基体,制得了一种耐磨性能好,具有较低的摩擦系数和较低的干磨

磨耗的耐磨复合材料,同时拓展了立方氮化硼、二硅化钼的应用领域。

具体实施方式

[0036] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应该理解,这些实施例仅用于说明本发明,而不同于限定本发明的保护范围。在实际应用中技术人员根据本发明做出的改进和调整,仍属于本发明的保护范围。

[0037] 以下实施例中的组份除特殊说明外,均为重量份。

[0038] 由于塑料树脂种类较多,以下具体实施例中分别采用聚乙烯(PE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚醚醚酮(PEEK)为典型塑料树脂进行耐磨复合材料的制备。但本发明的保护范围并不局限于上述实施例。

[0039] 实施例中测试项目,执行相应的国家标准GB3960-83。

[0040] 实施例1

[0041] 聚乙烯(PE)耐磨复合材料的制备如下:

[0042] (1)在100重量份塑料树脂PE中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,之后将0.5份立方氮化硼微粉(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)、0.5份二硅化钼微粉(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)、1份聚四氟乙烯微粉(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合,然后将0.2份硅酮粉加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0043] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为100℃、120℃、120℃、140℃、140℃、160℃、160℃、160℃、165℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min。

[0044] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为100℃、140℃、160℃、160℃、170℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本实施例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表1。

[0045] 对比例1-1

[0046] 本对比例中聚乙烯(PE)复合材料的制备如下:

[0047] (1)在100重量份塑料树脂PE中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将2份氧化铝(Al_2O_3)(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份硅酮粉加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0048] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为100℃、120℃、120℃、140℃、140℃、160℃、160℃、160℃、165℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0049] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为100℃、140℃、160℃、160℃、170℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表1。

[0050] 对比例1-2

[0051] 本对比例中聚乙烯(PE)复合材料的制备如下：

[0052] (1)在100重量份塑料树脂PE中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102，经高速混合机常温混合，再将2份聚四氟乙烯微粉(PTFE)(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合，最后将0.2份硅酮粉加入进行常温高速混合，整个混合过程中混合速度均为120 r/min，混合时间为5min；

[0053] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒，双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为100℃、120℃、120℃、140℃、140℃、160℃、160℃、160℃、165℃，挤出螺杆长径比为35，挤出螺杆转速为180 r/min，喂料速度为25 r/min；

[0054] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机，注塑成标准样条，注塑温度从喂料到机头依次为100℃、140℃、160℃、160℃、170℃，螺杆长径比为30，螺杆转速为100 r/min，注塑压力为60MPa，螺杆背压为8MPa，注塑时间为8s，冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表1。

[0055] 对比例1-3

[0056] 本对比例中聚乙烯(PE)复合材料的制备如下：

[0057] (1)在100重量份塑料树脂PE中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份NDZ-102，经高速混合机常温混合，再将2份二硫化钼(MoS_2)(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合，最后将0.2份硅酮粉加入进行常温高速混合，整个混合过程中混合速度均为120 r/min，混合时间为5min；

[0058] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒，双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为100℃、120℃、120℃、140℃、140℃、160℃、160℃、160℃、165℃，挤出螺杆长径比为35，挤出螺杆转速为180 r/min，喂料速度为25 r/min；

[0059] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机，注塑成标准样条，注塑温度从喂料到机头依次为100℃、140℃、160℃、160℃、170℃，螺杆长径比为30，螺杆转速为100 r/min，注塑压力为60MPa，螺杆背压为8MPa，注塑时间为8s，冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表1。

[0060] 对比实施例1-4

[0061] 本对比例中聚乙烯(PE)复合材料的制备如下：

[0062] (1)在100重量份塑料树脂PE中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102，经高速混合机常温混合，接着将0.2份硅酮粉加入进行常温高速混合，整个混合过程中混合速度均为120 r/min，混合时间为5min；

[0063] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒，双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为100℃、120℃、120℃、140℃、140℃、160℃、160℃、160℃、165℃，挤出螺杆长径比为35，挤出螺杆转速为180 r/min，喂料速度为25 r/min；

[0064] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机，注塑成标准样条，注塑温度从喂料到机头依次为100℃、140℃、160℃、160℃、170℃，螺杆长径比为30，螺杆转速为100 r/min，注塑压力为60MPa，螺杆背压为8MPa，注塑时间为8s，冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表1。

[0065] 以上实施例和对比例中配方的区别在于所使用的耐磨填料不同，下表1列出了上述实施例和对比例中使用的填料，以及上述实施例和对比例中所得耐磨复合材料或复合材

料的耐磨性能数据。从表1中的测试结果可以看出,将立方氮化硼微粉、二硅化钼微粉与聚四氟乙烯微粉复配作为耐磨填料使用,其耐磨效率明显优于传统耐磨填料,由其制备的耐磨复合材料耐磨性能好,具有较低的摩擦系数和较低的干磨磨耗。

[0066] 表1

	实施例1	对比例 1-1	对比例 1-2	对比例 1-3	对比例 1-4
耐磨填料	0.5份立方氮化硼微粉、0.5份二硅化钼微粉、1份聚四氟乙烯微粉	2份氧化铝	2份聚四氟乙烯微粉	2份二硫化钼	无
摩擦系数 (千磨)	0.11	0.32	0.23	0.21	0.53
磨耗/mg (千磨)	9.8	25.4	23.2	18.6	36.7

[0068] 实施例2

[0069] 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)耐磨复合材料的制备如下:

[0070] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,之后将1份立方氮化硼微粉(粒径为0.1μm)、1份二硅化钼微粉(粒径为0.1μm)、1份聚四氟乙烯微粉(粒径为0.1μm)加入其中进行常温高速混合,然后将0.2份硬脂酸锌加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0071] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min。

[0072] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为240℃、270℃、280℃、280℃、290℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本实施例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表2。

[0073] 对比例2-1

[0074] 本对比例中聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)复合材料的制备如下:

[0075] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将3份Al₂O₃(粒径为0.1μm)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份硬脂酸锌加入,进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0076] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0077] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为240℃、270℃、280℃、280℃、290℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填

料配方及耐磨性能见表2。

[0078] 对比例2-2

[0079] 本对比例中聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)复合材料的制备如下：

[0080] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将3份聚四氟乙烯微粉(PTFE)(粒径为0.1μm)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份硬脂酸锌加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0081] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0082] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为240℃、270℃、280℃、280℃、290℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表2。

[0083] 对比例2-3

[0084] 本对比例中聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)复合材料的制备如下：

[0085] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将3份二硫化钼(MoS₂)(粒径为0.1μm)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份硬脂酸锌加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0086] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0087] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为240℃、270℃、280℃、280℃、290℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表2。

[0088] 对比例2-4

[0089] 本对比例中聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)复合材料的制备如下：

[0090] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102经高速混合机常温混合,接着将0.2份硬脂酸锌加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0091] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0092] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为240℃、270℃、280℃、280℃、290℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为60MPa,螺杆背压为8MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表2。

[0093] 以上实施例和对比例中配方的区别在于所使用的耐磨填料不同,下表2列出了上述实施例和对比例中使用的填料,以及上述实施例和对比例中所得耐磨复合材料或复合材料的耐磨性能数据。从表2中的测试结果可以看出,将立方氮化硼微粉、二硅化钼微粉与聚四氟乙烯微粉复配作为耐磨填料使用,其耐磨效率明显优于传统耐磨填料,由其制备的耐磨复合材料耐磨性能好,具有较低的摩擦系数和较低的干磨磨耗。

[0094] 表2

	实施例2	对比例2-1	对比例2-2	对比例2-3	对比例2-4
耐磨填料	1份立方氮化硼微粉、 1份二硅化钼微粉、 1份聚四氟乙烯微粉	3份氧化铝	3份聚四氟乙烯微粉	3份二硅化钼	无
摩擦系数 (干磨)	0.05	0.22	0.20	0.17	0.37
磨耗(mg) (干磨)	4.0	12.2	13.4	8.9	28.6

[0096] 实施例3

[0097] 聚醚醚酮(PEEK)耐磨复合材料的制备如下:

[0098] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,之后将1.5份立方氮化硼微粉(粒径为5μm)、1.5份二硅化钼微粉(粒径为5μm)、2份聚四氟乙烯微粉(粒径为5μm)加入其中进行常温高速混合,然后将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0099] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0100] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本实施例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0101] 对比例3-1

[0102] 本对比例中聚醚醚酮(PEEK)复合材料的制备如下:

[0103] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将5份Al₂O₃(粒径为5μm)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0104] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0105] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,

注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0106] 对比例3-2

[0107] 本对比例中聚醚醚酮(PEEK)复合材料的制备如下：

[0108] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将5份立方氮化硼微粉(粒径为 $5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0109] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0110] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0111] 对比例3-3

[0112] 本对比例中聚醚醚酮(PEEK)复合材料的制备如下：

[0113] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102经高速混合机常温混合,再将5份二硅化钼微粉(粒径为 $5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0114] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0115] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0116] 对比例3-4

[0117] 本对比例中聚醚醚酮(PEEK)复合材料的制备如下：

[0118] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将5份聚四氟乙烯微粉(PTFE)(粒径为 $5\mu\text{m}$)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0119] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0120] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,

注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0121] 对比例3-5

[0122] 本对比例中聚醚醚酮(PEEK)复合材料的制备如下:

[0123] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,再将5份二硫化钼(MoS₂)(粒径为5μm)加入其中进行常温高速混合,最后将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0124] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0125] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0126] 对比例3-6

[0127] 本对比例中聚醚醚酮(PEEK)复合材料的制备如下:

[0128] (1)在100重量份PEEK中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,接着将0.2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为120 r/min,混合时间为5min;

[0129] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为180 r/min,喂料速度为25 r/min;

[0130] 将步骤(2)造粒得到的粒子加入单螺杆注塑机,注塑成标准样条,注塑温度从喂料到机头依次为320℃、340℃、350℃、350℃、355℃,螺杆长径比为30,螺杆转速为100 r/min,注塑压力为80MPa,螺杆背压为12MPa,注塑时间为8s,冷却时间为6s。本对比例样品的耐磨填料配方及耐磨性能见表3。

[0131] 以上实施例和对比例中配方的区别在于所使用的耐磨填料不同,下表3列出了上述实施例和对比例中使用的填料,以及上述实施例和对比例中所得耐磨复合材料或复合材料的耐磨性能数据。从表3中的测试结果,可以看出将立方氮化硼、二硅化钼与聚四氟乙烯复配作为耐磨填料使用,其耐磨效率明显优于上述各组分单独使用和仅使用传统耐磨填料,由其制备的耐磨复合材料耐磨性能好,具有较低的摩擦系数和较低的干磨磨耗。

[0132] 表3

测试项目	实施例3	对比例3.1	对比例3.2	对比例3.3	对比例3.4	对比例3.5	对比例3.6
耐磨填料	1.5份立方氮化硼微粉、1.5份二硅化钼微粉、2份聚四氟乙醚微粉	5份立方氮化硼微粉	5份立方氮化硼微粉	5份二硅化钼微粉	5份聚四氟乙醚微粉	5份二硅化钼微粉	—
摩擦系数(μ)	0.025	0.12	0.053	0.062	0.10	0.11	0.25
磨耗(mg/cm ³)	1.3	6.7	2.7	3.4	4.2	5.9	17.6

[0134] 实施例4

[0135] 聚醚醚酮(PEEK)耐磨复合材料的制备如下：

[0136] (1)在100重量份PEEK中加入0.5份偶联剂KH550,经高速混合机常温混合,之后将0.15份立方氮化硼微粉(粒径20μm)、0.15份二硅化钼微粉(粒径20μm)、0.2份聚四氟乙烯微粉(粒径20μm)加入其中进行常温高速混合,然后将0.5份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为100 r/min,混合时间为8 min;

[0137] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,即得到聚醚醚酮(PEEK)耐磨复合材料,其中,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为30,挤出螺杆转速为150 r/min,喂料速度为10 r/min。

[0138] 实施例5

[0139] 聚醚醚酮(PEEK)耐磨复合材料的制备如下：

[0140] (1)在100重量份PEEK中加入2份偶联剂KH550,经高速混合机常温混合,之后将7.5份立方氮化硼微粉(粒径0.1μm)、7.5份二硅化钼微粉(粒径0.1μm)、10份聚四氟乙烯微粉(粒径0.1μm)加入其中进行常温高速混合,然后将2份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为300 r/min,混合时间为2 min;

[0141] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,即得到聚醚醚酮(PEEK)耐磨复合材料,其中,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为280℃、320℃、340℃、340℃、340℃、340℃、340℃、345℃、350℃,挤出螺杆长径比为40,挤出螺杆转速为350 r/min,喂料速度为30 r/min。

[0142] 实施例6

[0143] 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)耐磨复合材料的制备如下：

[0144] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,之后将5份立方氮化硼微粉(粒径为0.5μm)、5份二硅化钼微粉(粒径为0.5 μm)、7份聚四氟乙烯微粉(粒径为0.5μm)加入其中进行常温高速混合,然后将0.2份硬脂酸锌加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为150 r/min,混合时间为4min;

[0145] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为220 r/min,喂料速度为20 r/min。

[0146] 实施例7

[0147] 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)耐磨复合材料的制备如下：

[0148] (1)在100重量份PET中加入0.15份偶联剂KH550和0.15份偶联剂NDZ-102,经高速混合机常温混合,之后将0.2份立方氮化硼微粉(粒径为15μm)、0.2份二硅化钼微粉(粒径为15μm)、0.3份聚四氟乙烯微粉(粒径为15μm)加入其中进行常温高速混合,然后将0.2份硬脂酸锌加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为200 r/min,混合时间为3min;

[0149] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为220℃、240℃、260℃、260℃、280℃、280℃、280℃、280℃、285℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为300 r/min,喂料速度为28 r/min。

[0150] 实施例8

[0151] 聚酰亚胺(PI)耐磨复合材料的制备如下：

[0152] (1)在100重量份PI中加入1份偶联剂KH550,经高速混合机常温混合,之后将4份立方氮化硼微粉(粒径7μm)、4份二硅化钼微粉(粒径7μm)、6份聚四氟乙烯微粉(粒径7μm)加入其中进行常温高速混合,然后将0.5份二甲基硅油加入进行常温高速混合,整个混合过程中混合速度均为150 r/min,混合时间为6 min;

[0153] (2)将步骤(1)混合后的共混物通过双螺杆挤出机挤出造粒,即得到聚酰亚胺(PI)耐磨复合材料,其中,双螺杆挤出机的各区温度从喂料段到机头温度依次为340℃、360℃、380℃、380℃、380℃、390℃、390℃、390℃、395℃、400℃,挤出螺杆长径比为35,挤出螺杆转速为200 r/min,喂料速度为20 r/min。

[0154] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。