



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102449343 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201080023877. 2

(22) 申请日 2010. 05. 26

(30) 优先权数据

102009023402. 0 2009. 05. 29 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/003198 2010. 05. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02010/136190 DE 2010. 12. 02

(71) 申请人 ESK 陶瓷有限及两合公司

地址 德国肯普滕

(72) 发明人 于尔根·迈耶 蒂莫·泽格尔

克里希纳·于贝尔 斯文·施赖纳

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11363

代理人 许伟群 王磊

(51) Int. Cl.

F16D 69/02(2006. 01)

F16D 1/08(2006. 01)

F16B 2/00(2006. 01)

F16B 39/22(2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 13 页

(54) 发明名称

用于制造增大摩擦系数的层的悬浮体、具有这种增大摩擦系数的层的成型体、其制备方法及其用途

(57) 摘要

本发明涉及一种用于在基材上制造增大摩擦系数的层的悬浮体,该悬浮体包括液态悬浮介质、主要为无机的粘合剂或其前体化合物和悬浮的硬质材料颗粒。此外,本发明涉及一种成型体,其包括基材和涂敷在基材表面的至少一部分上的、增大摩擦系数的层,所述层包括主要为无机的粘合剂基体和置于其中的硬质材料颗粒,其中粘合剂基体的厚度小于硬质材料颗粒的平均颗粒尺寸,使得硬质颗粒从粘合剂基体突出,以及其中增大摩擦系数的层由根据本发明的悬浮体形成。同样,本发明还涉及用于制备上述成型体的方法以及其用于制备挤压连接或夹紧连接以及作为螺旋连接的安全元件的用途。

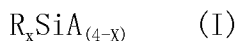
1. 一种用于在基材上制造增大摩擦系数的层的悬浮体,该悬浮体包括液态悬浮介质、主要为无机的粘合剂或其前体化合物和悬浮的硬质材料颗粒。

2. 根据权利要求 1 所述的悬浮体,其中粘合剂是基于  $\text{SiO}_2$  的粘合剂。

3. 根据权利要求 1 和 / 或 2 所述的悬浮体,其中粘合剂是由来自经由溶胶 - 凝胶 - 方法制备的硅有机的  $\text{SiO}_2$  前体构成的纳米 - 复合材料,其包含纳米级固体粒子。

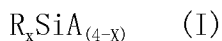
4. 根据权利要求 3 所述的悬浮体,其中纳米级固体粒子是金属氧化物粒子,优选选自  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlOOH}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  和  $\text{CeO}_2$ 、 $\text{c-BN}$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、这些纳米级固体粒子的混合物或这些纳米级固体粒子的前体,其经由溶胶 - 凝胶 - 过程转换成固体粒子,进一步优选  $\text{SiO}_2$ - 固体粒子。

5. 根据权利要求 1 和 / 或 2 所述的悬浮体,其中粘合剂能够根据溶胶 - 凝胶 - 方法通过一个或多个通式 (I) 的硅烷的反应获得:



其中残基 A 相同或不同并且代表羟基或可水解的基团,残基 R 相同或不同并且代表不可水解的基团,以及 x 的值为 0、1、2 或 3,其中在硅烷的物质质量为至少 50% 时  $x \geq 1$ 。

6. 根据权利要求 3 和 / 或 4 所述的悬浮体,其中在纳米级固体粒子或经由溶胶 - 凝胶 - 方法转换成这些固体粒子的纳米级粒子的前体存在的条件下,粘合剂能够根据溶胶 - 凝胶 - 方法通过一个或多个通式 (I) 的硅烷的反应获得:



其中残基 A 相同或不同并且代表羟基或可水解的基团,残基 R 相同或不同并且代表不可水解的基团,以及 x 的值为 0、1、2 或 3,其中在硅烷的物质质量为至少 50% 时  $x \geq 1$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的悬浮体,其中粘合剂包括勃姆石 - 纳米粒子,优选平均分散粒子尺寸为 1nm 至 100nm,进一步优选为 1nm 至 40nm,尤其优选为 2nm 至 20nm。

8. 根据权利要求 7 所述的悬浮体,其中粘合剂包括勃姆石 - 溶胶和  $\text{SiO}_2$ - 溶胶构成的混合物,优选以溶胶的固体含量计重量比例为约 1 : 1 的勃姆石 - 溶胶和  $\text{SiO}_2$ - 溶胶构成的混合物。

9. 根据前述权利要求中至少一项所述的悬浮体,其中液态悬浮介质选自水、含水的溶剂、醇溶剂和它们的混合物。

10. 根据前述权利要求中至少一项所述的悬浮体,其中硬质材料颗粒选自碳化物、氮化物、硼化物、金刚石、 $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,优选选自金刚石、碳化硅和碳化硼,尤其优选碳化硅和金刚石。

11. 根据前述权利要求中至少一项所述的悬浮体,其中硬质材料颗粒的平均颗粒尺寸  $d_{50}$  为  $1 \mu\text{m}$  至  $100 \mu\text{m}$ ,优选  $4 \mu\text{m}$  至  $50 \mu\text{m}$ ,进一步优选  $10 \mu\text{m}$  至  $40 \mu\text{m}$ 。

12. 一种成型体,其包括基材和涂敷在基材表面的至少一部分上的、增大摩擦系数的层,所述层包括主要为无机的粘合剂基体和置于其中的硬质材料颗粒,其中粘合剂基体的厚度小于硬质材料颗粒的平均颗粒尺寸,使得硬质颗粒从粘合剂基体突出,以及其中增大摩擦系数的层由根据权利要求 1 至 11 中至少一项所述的悬浮体形成。

13. 根据权利要求 12 所述的成型体,其中基材由金属或陶瓷材料、玻璃、塑料、纸、织物或木材构成。

14. 根据权利要求 12 和 / 或 13 所述的成型体,其中硬质材料颗粒覆盖增大摩擦系数的

层的表面的 1% 至 50%，优选 5% 至 50%，进一步优选 10% 至 40%。

15. 根据权利要求 14 所述的成型体，其中基材是金属板或箔，并且增大摩擦系数的层涂敷在板或箔的两侧上。

16. 根据权利要求 12 和 / 或 13 所述的成型体，其中基材是金属板或箔，并且增大摩擦系数的层涂敷在板或箔的两侧上，以及其中硬质材料颗粒优选覆盖增大摩擦系数的层的相应表面的 1% 至 80%，进一步优选 15% 至 60%。

17. 一种用于制造根据权利要求 12 至 16 中至少一项所述的成型体的方法，包括以下步骤：

a) 提供基材；

b) 将根据权利要求 1 至 11 中至少一项所述的悬浮体涂敷到基材表面的至少一部分上；

c) 干燥这样得到的涂层；以及

d) 必要时对在步骤 c) 中得到的涂层进行热处理，以便使其固化，和 / 或对这样得到的涂层进行机械处理。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中步骤 d) 中用于固化涂层的热处理在 100°C 至 800°C 的温度下进行。

19. 根据权利要求 17 和 / 或 18 所述的方法，其中步骤 d) 中的机械处理用于压缩涂层或将硬质材料颗粒部分压入基材中。

20. 根据权利要求 12 至 14 中至少一项所述的成型体的用途，用于借助可选地同样具有增大摩擦系数的层的成型体以在复合体中制造挤压连接或夹紧连接，优选用于制造收缩连接例如轴 - 轮毂 - 连接和凸缘连接。

21. 根据权利要求 15 所述的成型体作为连接元件的用途，该连接元件用于部件的增加摩擦、力配合的连接。

22. 根据权利要求 16 所述的成型体的用途，用作螺旋连接的安全元件，用作螺丝头和覆盖材料之间的中间层和 / 或用作螺母和覆盖材料之间的中间层。

23. 根据权利要求 12 和 / 或 13 所述的成型体的用途，用于保护螺旋连接，其中增大摩擦系数的层直接涂敷在螺丝头之下和 / 或涂敷在螺母上和 / 或涂敷在覆盖材料上和 / 或直接涂敷在螺纹上，并且其中优选硬质材料颗粒覆盖增大摩擦系数的层的相应表面的 1% 至 80%，进一步优选 15% 至 60%。

## 用于制造增大摩擦系数的层的悬浮体、具有这种增大摩擦系数的层的成型体、其制备方法及其用途

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于在基材上制造增大摩擦系数的层的悬浮体、由基材和涂敷其上的增大摩擦系数的层构成的成型体、用于制造这种成型体的方法以及这种成型体用于制造挤压连接或夹紧连接或者作为螺旋连接的安全元件的用途。根据本发明所设计的增大摩擦系数的层的特征在于：其粘附增大摩擦系数的特性、温度稳定性和腐蚀稳定性，并且可以涂敷在大面积部件和不同材料上。

### 背景技术

[0002] 力配合的连接在机械制造的所有领域中通常用于传递剪切力或扭矩。除了结构状况之外，各种可传递的力的大小主要取决于互相连接的部件表面的粘附摩擦系数。钢/钢-结合体典型的粘附摩擦系数为 0.15，这在对机器部件的要求日益提高情况下通常不足以保证安全的力配合的连接。

[0003] 在相同表面压力的情况下通过形状配合或微观形状配合可以提高可传递的力。该原理长期以来已是公知的，例如通过将沙引入接合缝中。但是，这种引入颗粒的方式非常不明确，并且在优先挂于接合缝中的较粗的颗粒的情况下，大大增加了基底材料中裂纹萌生的危险。

[0004] 螺旋连接同样用于机械制造、设备制造和汽车制造的所有领域中以实现力配合的连接。尤其是在螺旋连接承受动态负荷时，很多传统的螺旋连接并不保证防止螺旋连接自动松脱的充分的安全性。因此，力求采取措施以保护螺旋连接，以便在高负荷且尤其是在动态负荷的情况下防止螺旋连接的自然松脱。

[0005] 现有技术

[0006] 在许多情况下技术上可用的增大摩擦系数的层的变形方案是对硬质材料颗粒所置入的金属层的电镀或化学（以无外施电流的方式）涂敷。电镀涂敷的分散体层例如在 Peeken 等人的 ant-Antriebsstechnik(1981,20 中)予以描述。

[0007] 除了直接部件涂层之外，薄的箔的增大粘附摩擦系数的涂层也已证明是有利的。这在 EP 0 961 038 A1 中有所描述。在期望的涂层出于方法或成本原因不能涂敷在两个组件的任一个上时使用这类经涂布的箔。微观形状配合于是通过待接合的面之间放置的箔来实现。

[0008] 在 WO 2008/095216 A2 中描述了一种链轮，其具有摩擦衬片，其由具有涂敷的摩擦颗粒的合成粘合剂构成。合成粘合剂选自有机聚合物组。在此提出的涂层应该是对提高链轮扭转安全性的已知方法的至少接近等同的可替换解决方案，这对成批生产而言是成本低廉的。

[0009] 在 EP 1 959 152 A2 中描述了摩擦衬片，它包含粘合剂基体和摩擦颗粒，其中至少 20% 的摩擦颗粒的直径大于层的厚度。摩擦颗粒铺垫到所述粘合剂上，或者分散体由粘合剂和摩擦颗粒制造，并且分散体被涂覆到摩擦部件的功能面上。作为粘合剂使用有机聚合

物,优选使用酚醛树脂,而作为摩擦颗粒优选使用碳化硅颗粒。

[0010] 在 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152 A2 中描述的具有纯有机聚合物粘合剂的涂层的缺点在于,粘合剂老化和变脆并且在温度负荷下可能分解。由此一方面通过扩散过程会出现接配合件的近表面区域中的不利改变,另一方面粘合剂基体会分解,使得会出现颗粒破裂和连接陷没现象 (**Setzungsphänomenen**),并且不再能可靠地实现增大摩擦系数的作用。

[0011] 在 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152 A2 的纯有机聚合物粘合剂中存在下面的危险,即粘合剂不能充分地润湿摩擦颗粒,并且由此摩擦颗粒不充分地嵌入摩擦衬片中。

[0012] 在要求尽可能高的摩擦系数增大时,根据 WO 2008/095216 A2 以及 EP 1 959 152 A2 的增大粘附摩擦系数的涂层并不适合。

[0013] 利用 Peeken 等人 ant-Antriebstechnik(1981,20) 中描述的分散体层和在 EP 0 961 038 A1 中描述的分散体涂布的箔实现了高摩擦系数,其同样还满足目前对力配合连接的技术要求。

[0014] 在涂层涉及非常大的部件时,这种涂层暴露出缺点。例如,由于涂布浴尺寸有限而根本不能或不能经济地涂布传动轴、轴承座和大型机组例如船用动力装置和风力设备的轮毂。

[0015] 除了金属轻质结构材料之外,更多塑料和陶瓷也用作轻质结构材料。在力配合连接中由此有必要为不导电的摩擦面设置增大摩擦系数的层。这在使用电镀沉积的分散体层时不能解决或只能有限地解决,因为只有一些塑料可以涂布。但是通过对应的活化可以实现不导电的涂层,但是这种涂层通常经济上不合算,并且层附着与金属基材相比很差。

[0016] 在发动机技术中,用于减小排放和降低燃料消耗的措施使得增大摩擦系数的层在甚至超过电镀沉积的分散体层的温度边界的尾气调节和涡轮增压器领域具有新的潜在用途。这种应用要求至约 850°C 的温度稳定性。在这种温度下在通常所使用的化学镍 - 层中已经出现向熔融液态的过渡。这些层因此只能在约 450°C 以下持续使用。

[0017] WO 2008/095216 A2 中介绍的聚合物涂层的温度稳定性同样是有限的,在此几乎不能达到超过 300°C 的使用温度。这样,这些涂层甚至不能使用在大多数横向压配合 (轴 - 轮毂 - 连接) 中,并且不可用于所述的高温应用中。

[0018] 通常可以区分两组螺旋安全装置 (Schraubensicherung),机械的和化学的。第一种通常是置于螺丝头和覆盖层之间的元件,并且利用宏观结构化引起与螺丝头和覆盖材料的宏观形状配合。由此产生这些啮合面的宏观损伤,这也对拧紧性能有不利影响。此外,在现有技术的宏观结构化的机械螺旋安全装置中形成陷没迹象 (Setzungserscheinung),这在安全作用方面是不利的。第二组螺旋安全装置基于化学的安全装置,其中将粘合剂必要时首先微胶囊化和多组分形式直接涂敷到螺纹上。这种安全装置的缺点尤其在于低的温度稳定性。

[0019] 发明目的

[0020] 本发明的目的因此在于,在基材上提供增大摩擦系数的层,其避免了现有技术中的缺点,其尤其具有如下摩擦系数,其至少对应根据 EP 0 961 038 A1 的摩擦系数和超过根据 WO 2008/095216 A2 的摩擦系数,该层是温度稳定和腐蚀稳定的并且是不导电的以及也可以施用在大面积的部件上和不同的材料上。根据本发明的、增大摩擦系数的层应尤其适

用于制造挤压连接或夹紧连接,作为螺旋连接的安全元件,以及用于直接涂布螺旋连接而成为螺旋安全装置。

## 发明内容

[0021] 上述目的通过根据权利要求 1 所述的用于制造增大摩擦系数的层的悬浮体、根据权利要求 12 所述的成型体、根据权利要求 17 所述的这种成型体的制造方法以及根据权利要求 20 和 23 所述的这种成型体的用途来解决。从属权利要求中给出申请主题的有利的或特别符合乎目的的扩展方案。

[0022] 本发明的主题因此是用于在基材上制造增大摩擦系数的层的悬浮体,其包括液态悬浮介质、主要为无机的粘合剂或其前体化合物和悬浮的硬质材料颗粒。

[0023] 此外,本发明的主题为成型体,其包括基材和涂敷在基材表面的至少一部分上的、增大摩擦系数的层,该层包括主要为无机的粘合剂基体和置于其中的硬质材料颗粒,其中粘合剂基体的厚度小于硬质材料颗粒的平均颗粒尺寸,使得硬质颗粒从粘合剂基体上突出,且其中增大摩擦系数的层由根据本发明的悬浮体形成。

[0024] 本发明的主题同样为用于制造上述成型体的方法,其包括如下步骤:

[0025] a) 提供基材;

[0026] b) 在基材表面的至少一部分上涂敷如上所描述的根据本发明的悬浮体;

[0027] c) 干燥这样得到的涂层;以及

[0028] d) 必要时对在步骤 c) 中得到的涂层进行热处理,以便使其固化,和 / 或对这样得到的涂层进行机械处理。

[0029] 本发明的主题同样为根据本发明的成型体的用途,用于借助可选地同样具有增大摩擦系数的层的成型体在复合体中制造挤压连接或夹紧连接,优选用于制造收缩连接例如轴-轮毂-连接和凸缘连接,以及另一方面根据本发明的成型体的用途,用作螺旋连接的安全元件,安全元件用作在螺丝头和覆盖材料之间和 / 或插在螺母和覆盖材料之间的中间层。此外为了保护螺旋连接,根据本发明的层可以直接涂敷在螺丝头之下和 / 或涂敷到螺母或覆盖材料上或直接涂敷在螺纹上。

[0030] 根据本发明,以简单、限定的和可复制的方式实现将具有置入的硬质材料颗粒的粘附增大摩擦系数的层涂敷到基材上。在此情况下,得到成型体,其完全或者在其表面的部分区域上设置有良好附着的、粘附增大摩擦系数的涂层,其中涂层包括粘合剂基体,在粘合剂基体中优选以单层形式置入硬质材料颗粒,其中硬质材料颗粒虽然被粘合剂基体固定,但不是完全嵌入其中。

[0031] 牢固附着的层的特征在于,温度稳定性、腐蚀稳定性、在大面积部件和不同材料上的可施用性以及粘附增大摩擦系数的特性。粘附增大摩擦系数的特性即使在在不同硬度的摩擦配合件的情况下也实现。利用根据本发明的涂层可以得到如下粘附摩擦系数,其超过 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152 A2 中的粘附摩擦系数并且至少对应根据 EP 0 961 038 A1 所述的粘附摩擦系数。

[0032] 令人惊奇的是:粘合剂基体自身具有明显增大摩擦系数的特性。该特性可以如下解释:硬质材料颗粒侵入两个表面、基材的两个表面和接合配合件的两个表面,并因此没有留下微隙并且将主要的力成分引导到基体上。相对于 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152

A2 更高的摩擦系数的可能解释是,与有机粘合剂基体相比较,根据本发明所使用的粘合剂的表面能量更高。在电镀的分散体层的情况下,硬质材料颗粒不侵入经涂布的基材,而只是侵入接合配合件中,并且与根据本发明的涂层不同在 50Mpa 的标准表面压力的情况下通常产生微隙。

[0033] 根据本发明的涂层可以以简单方式限定地和可复制地涂敷。前面的两个特征(简单、限定)相对于电镀的分散体涂层来说是有利的,因为其不能以简单的方式涂敷,并且还只能有条件地限定在特定区域,因为掩膜非常复杂。

[0034] 此外,根据本发明的层实际上可以不受部件尺寸限制地以经济方式涂敷,这同样相对于 Peeken 等人的较为复杂的直接涂布来说是有利的。

[0035] 根据本发明的层可以使用在发动机制造和齿轮制造中。此外,根据本发明的层可以附着固定和经济地涂敷在所有已知的结构材料上。

[0036] 根据本发明的层在使用上相对于 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152 A2 中描述的层在相同的摩擦配合件的情况下展现出粘附摩擦系数的更强的增加(参见例子 E12 和 E14 以及比较例 V10)。

[0037] 能够表明的是,根据本发明完全能够实现相对而言非常高的粘附摩擦系数,其甚至可与通过根据 EP 0 961 038 A1 所述的层所实现的粘附摩擦系数相比。此外,在一些情况下甚至可以明显提高而高于目前的现有技术(参见例子 E8 和比较例 V9)。

[0038] 为了保证应用中尽可能高的粘附摩擦系数,根据本发明有利的是,与硬质材料颗粒不侵入经涂布的基材中而是只侵入接合配合件中的电镀涂布不同,在挤压经涂布的部件与未经涂布的部件时使所涂敷的硬质材料颗粒既显著侵入基材中又侵入对应体 (**Gegenkörper**) 中。

[0039] 令人惊奇地已表明的是,这即使在基材材料 and 对应体之间有大的硬度差时同样也是可能的,使得根据本发明的涂层甚至在基材材料 and 对应体之间有大的硬度差异时也可以使用,并且可以在这种具有大的硬度差异的材料拼接的情况下实现较高的摩擦系数,例如对于 AlMgSi1 与 GG25 的拼接,参见例子 E4。

[0040] 由于非常均匀的层厚度分布和可以非常准确调节的、比较低的层厚度(仅 5  $\mu$ m 至 10  $\mu$ m 的层厚度可以可复制地获得),所以可以使用如下颗粒,其具有对增大摩擦系数的功能需求最小的颗粒尺寸,使得由于裂纹萌生引起的对基材的损伤的危险降至最低。

[0041] 根据本发明的涂层的粘合剂基体可以在其层厚度和层厚度分布方面严格受控地被涂敷。这是重要的,因为因此可以保证的是,在表面上只分别存在一层硬质材料颗粒并且颗粒还具有足够的突起,以便可以在以后的应用条件下可靠地压入对应面中。

[0042] 涂层可以毫无疑问地以比较低的开销选择性地涂敷,这尤其在层在功能面之外不仅无用而且尤其是不允许时才是特别重要的。这例如在如下部件的情况下情况如此:在部件的表面上不同位置要求不同功能,譬如在增大摩擦系数的表面区域旁为摩擦系数降低的表面区域。这与 Peeken 等人的直接涂布相比是有利的,因为根据本发明的涂层的覆盖物的渗透的危险与无外施电流或电镀的方法相比更低。

[0043] 在极其不同的基材材料上可以实现良好的直至非常良好的层附着。这样,例如可以毫无问题地涂布金属、氧化的和非氧化的陶瓷、塑料、玻璃或有机材料例如木材,或者还有由这些材料构成的复合材料。

[0044] 这些层的温度稳定性根据层体系可以非常高,超过 1000°C 的使用温度是可能的。尤其是在溶胶-凝胶-基体完全“陶瓷化”时,也就是说在不再包含有机基团并且作为纯的无机粘合剂基体存在时,获得根据本发明的层的良好温度稳定性。可达到的温度稳定性远远超过大多数基材。由于所置入的硬质材料颗粒通常同样具有非常好的温度稳定性,所以最大使用温度在大多数情况下单独由基材材料决定和限定。这尤其对于高温应用来说是重要的(参见前面的现有技术,发动机技术的实例),其中不可使用有机聚合物涂层和部分不可使用金属涂层譬如化学镍,因为它们由于软化/熔融而从约 870°C(取决于磷含量)起丧失了其功能。因此,它们只能在约 450°C 以下持续使用。

[0045] 与 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152 A2 的有机聚合物涂层相比,根据本发明的涂层老化的危险明显降低了。在使用中没有出现粘合剂基体的分解并且涂层可以持续使用。这尤其对纯的无机粘合剂基体或具有主要为无机的成分的粘合剂基体而言是有效的。

[0046] 根据本发明的层的另一优点是,不同摩擦配合件拼接时大大降低了接触腐蚀的危险,因为涂层不导电,使得摩擦配合件的两个表面没有金属接触。根据本发明的涂层降低了基材材料的腐蚀风险。

[0047] 与电镀方法和尤其与化学(无外施电流的)方法(在 N. Kanani 的 *Chemische Vernicklung*(第 1 版,Leuze, Bad Saulgau, 2007 年)中例如描述了化学镍)相比,层的涂敷可以在非常短的时间内实现,其中通过对掩膜技术的比较低的要求也可以实现完全自动化。这种涂布设备可以直接集成到生产线中。因此可以实现节约高开销和成本,譬如通过减少对供应商的依赖,节约储藏位置和时间以及物流优点,因为待涂布的部分不必发送到涂布器并又发送回来。

[0048] 与根据 EP 0 961 038 A1 的通过安装经涂布的箔将增大摩擦系数的层引入接合缝中相比(由此根据箔厚度得到极大的余量),在将这里描述的层涂敷在两个待接合的表面之一上时实际几乎不超过整个体系的公差。这对非常严格的公差要求的情况下以及在结构空间最小化方面是有利的。

[0049] 尤其是溶胶-凝胶-层基体可以通过其组分的显著变化性借助添加物进一步在其它特性上匹配相应要求。因此,例如通过添加适合的纳米颗粒来改进层的层附着和机械稳定性。此外,层的热膨胀系数可以在宽范围中匹配基材材料,这例如在经涂布的基材直接在譬如对轴/轮毂-连接的接合过程之前必须通过温度升高而膨胀时是有利的。与基材材料的匹配可以通过置入填充物或纳米颗粒来实现。轮毂配合件的接合温度典型地大于 300°C,这在实践中并不排除使用根据 WO 2008/095216 A2 和 EP 1 959 152 A2 的有机基体。

[0050] 发明详细说明

[0051] 根据本发明的涂层悬浮体包含液态的悬浮介质、主要为无机的粘合剂和悬浮的硬质材料颗粒。

[0052] 液态的悬浮介质可以选自水、含水溶剂、醇溶剂,例如乙醇,和它们的混合物。

[0053] 主要为无机的粘合剂可以包括陶瓷物质或陶瓷物质的前体。粘合剂在此可以是无机和/或矿物或有机改性的无机和/或矿物物质,其还可以掺杂有机添加物和/或无机固体颗粒。“主要为无机的粘合剂”在此应理解为通常包含多于 50% 的无机组成成分的粘合剂。

[0054] 粘合剂(在涂层悬浮体中)可以包含一种或多种无机物质的前体和/或玻璃前



体。优选使用经由溶胶-凝胶-方法(“溶胶-凝胶-粘合剂”)制造的粘合剂。粘合剂优选是基于  $\text{SiO}_2$  的粘合剂。

[0055] 进一步优选地,粘合剂是经由溶胶-凝胶-方法制造的有机硅  $\text{SiO}_2$ -前体构成的纳米复合材料,其包含纳米级固体粒子。纳米级固体粒子的平均粒子尺寸优选至 100nm,并优选选自金属氧化物粒子,选自  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlOOH}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  和  $\text{CeO}_2$ 、c-BN、 $\text{BaSO}_4$ 、它们的混合物或这些纳米级固体粒子的前体,其经由溶胶-凝胶-过程转换成固体粒子,进一步优选  $\text{SiO}_2$ -固体粒子。

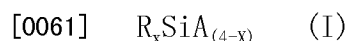
[0056] 另外,粘合剂可以包含无机填充物和有机助剂。优选使用平均粒子尺寸至  $5\ \mu\text{m}$ 、特别是至  $1\ \mu\text{m}$  的无机填充物,并且选自氧化物、氮化物、碳化物和金刚石。有机助剂可以例如用作液化剂、成膜剂或消泡剂。

[0057] 完成的涂层中的粘合剂可以纯无机地构建。

[0058] 也可以通过有机侧链对至少主要为无机的粘合剂(在涂层中)进行改性,并且能够形成混合层,也就是说能够形成具有混合的无机/有机粘合剂基质的层。

[0059] 根据本发明优选使用的纳米复合材料及其根据溶胶-凝胶-方法的制造在现有技术中是公知的,特别是由 DE 103 26 815 A1 公开。在此优选,用分子量小于 1500 的表面改性剂对纳米级固体粒子进行表面改性,其特别是包含酸酐基团、酰胺基团、氨基、 $\text{SiOH}$ -基团、硅烷的可水解残基和/或  $\beta$ -二羰基的表面改性剂。

[0060] 根据一个优选的实施形式,粘合剂可以根据溶胶-凝胶-方法通过一个或多个通式 (I) 的硅烷的反应获得:



[0062] 其中残基 A 是相同或不同的并且代表羟基或可水解的基团,残基 R 是相同或不同的并且代表不可水解的基团,和 x 的值为 0、1、2 或 3,其中硅烷的物质量为至少 50% 时  $x \geq 1$ 。

[0063] 根据另一优选的实施形式,上述纳米复合材料形式的粘合剂可以根据溶胶-凝胶-方法通过一个或多个通式 (I) 的硅烷的反应获得,在纳米级固体粒子或经由溶胶-凝胶-方法转换成这些固体粒子的纳米级固体粒子的前体存在的条件下:



[0065] 其中残基 A 是相同或不同的并且代表羟基或可水解的基团,残基 R 是相同或不同的并且代表不可水解的基团,和 x 的值为 0、1、2 或 3,其中硅烷的物质量为至少 50% 时  $x \geq 1$ 。

[0066] 只要仅使用  $x = 0$  的式 (I) 的硅烷,则得到纯无机纳米复合材料,否则获得优选有机纳米复合材料,其在优选的实施形式中在涂层基体的形态中通过热处理转换成纯无机涂层。

[0067] 上述式 (I) 的硅烷的适合实例同样在 DE 103 26 815 A1 中列出。尤其是使用含醇的  $\text{SiO}_2$ -构成的溶胶作为  $\text{SiO}_2$ -前体。

[0068] 在另一实施形式中,粘合剂包含优选的平均分散粒子尺寸为 1nm 至 100nm、进一步优选 1nm 至 40nm 和尤其优选 2nm 至 20nm 的勃姆石-纳米粒子。可以使用商业上可获得的勃姆石粉末,例如从 Sasol 公司以 Disperal 或 Dispal 品质销售的,其中优选使用产品名称为 Disperal P2 的勃姆石粉末。

[0069] 根据另一优选的实施形式, 粘合剂包含由勃姆石 - 溶胶和  $\text{SiO}_2$ - 溶胶构成的混合物, 优选以溶胶的固体含量计重量比例为约 1 : 1 的勃姆石 - 溶胶和  $\text{SiO}_2$ - 溶胶构成的混合物。

[0070] 硬质材料颗粒优选由在各种使用条件下既不与待接合的部件的材料化学反应也不与周围介质化学反应的材料构成。

[0071] 硬质材料颗粒优选选自碳化物、氮化物、硼化物、金刚石、 $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 进一步优选选自金刚石、碳化硅和碳化硼, 尤其优选碳化硅和金刚石。硬质材料颗粒具有合适的硬度, 其大于基材的硬度和之后待接合的对应体的硬度。因此, 适合的硬质材料通常具有大于 1000HV 的硬度。

[0072] 硬质材料颗粒的大小选择为使得待接合的表面 ( 基材和对应体 ) 未受到损伤, 从而使得在负载下裂纹萌生于材料中。硬质材料颗粒的平均颗粒尺寸  $d_{50}$  ( 借助激光衍射测量 ) 优选为  $1\ \mu\text{m}$  至  $100\ \mu\text{m}$ , 进一步优选为  $4\ \mu\text{m}$  至  $50\ \mu\text{m}$  和特别优选为  $10\ \mu\text{m}$  至  $40\ \mu\text{m}$ 。

[0073] 为了改进至两个表面的侵入和实现增大摩擦系数, 可以使用具有碎片颗粒形式的硬质材料, 例如碳化硅以及单晶的金刚石。

[0074] 也可以使用在相对紧的颗粒聚集中可获得的硬质材料颗粒, 例如金刚石 ( 多晶或者单晶 ) 。

[0075] 硬质的颗粒的比例优选选择为使得获得 1% 至 50%、优选 5% 至 50% 和特别优选 10% 至 40% 的具有硬质颗粒的表面覆盖。

[0076] 作为根据本发明的成型体的基材材料可以考虑金属的材料以及陶瓷的材料、玻璃、塑料、纸、织物和木材。作为金属材料可以使用所有常见的结构材料, 例如轻质金属材料、钢合金、铸铁或烧结钢。金属接合配合件的可能组合例如是具有 St52 的 42CrMo4、具有 42CrMo4 的 GGG700 和具有 42CrMo4 的 42CrMo4, 它们可以用于轴 - 轮毂 - 连接。

[0077] 根据另一实施形式根据本发明的成型体被用作螺旋连接的安全元件, 根据本发明的成型体是金属板或箔, 并且增大摩擦系数的层涂敷在板或箔的两侧上, 其中硬质材料颗粒优选覆盖增大摩擦系数的层的相应表面的 1% 至 80%、进一步优选 15% 至 60%。

[0078] 根据本发明的涂层悬浮体可以通过将硬质材料颗粒和必要时其他组分均质化来制备, 其他组分例如是填充物、分散剂 / 液化剂、成膜剂、消泡剂、染色剂或含溶剂的粘合剂中的助剂。

[0079] 必要时添加的组分可以是有机助剂, 例如聚乙烯丁醛 (PVB)、聚乙烯醇 (PVA)、聚乙二醇 (PEG) 和蜡。

[0080] 此外, 可以包含聚合物前体或部分聚合的聚合物用于形成混合层, 具有下列类型的键, 使得与表面改性的陶瓷颗粒或金属有机前体形成共价键和 / 或部分离子共价键。

[0081] 优选含水的涂层悬浮体可以通过包括如下步骤的方法获得 :

[0082] i) 在水性介质中制备勃姆石溶胶,

[0083] ii) 在同时均质化的条件下添加剩余的组成成分。

[0084] 为了制备步骤 i) 中的勃姆石溶胶可以使用商业上可获得的初级颗粒尺寸在纳米范围中的勃姆石粉末品质, 例如上面提到的、商业上可获得的 Sasol 公司的勃姆石粉末。将勃姆石粉末拌入水性介质、优选水中, 该介质进一步优选被预热, 优选预热至高于  $80^\circ\text{C}$  的温度。可替代地, 勃姆石溶胶的制备可以根据 Yoldas- 方法经由醇盐路径 (Alkoxidrouten)

完成或者经由铝盐的使用和添加碱来实现。在均质化之后分散体通常通过添加酸来胶化并且转变到溶胶。适当地,溶胶中固体浓度可以设定为至 20 重量%的勃姆石,优选 5 至 12 重量%。为了设定要得到的层特性和粘合剂基体的最大层厚度,可以以其他组分掺杂勃姆石。

[0085] 在步骤 i) 中制备的勃姆石溶胶用作分散剂,通过按比例添加组分在均质化的同时将涂层分散体的剩余组成成分引入所述勃姆石溶胶中(步骤 ii))。均质化可以利用常见的搅拌装置如浆式混合器来实现。

[0086] 具有 SiO<sub>2</sub>- 溶胶的勃姆石溶胶的混合物已证明是特别有利的(例如 Dynasylan® SIV0110 ;Evonik Degussa 公司),其形成在较低温度下固化的溶胶-凝胶-涂层。各个单独施用的溶胶在出现裂开之前允许层厚度是约 0.5 μm 至 2 μm。利用比例为约 1 : 1 的勃姆石溶胶和 SiO<sub>2</sub>- 溶胶的混合物可以实现约 5 μm 至 8 μm 的根据本发明无缺陷的层厚度。

[0087] 溶胶-凝胶-体系的最大层厚度可以通过使用填充物、优选无机填充物来增加,其中平均颗粒直径大于 100nm 并小于层厚度的五倍。层厚度的增加尤其是对较大的硬质材料颗粒是有意义的。

[0088] 根据本发明的成型体可以通过包括如下步骤的方法获得:

[0089] a) 提供基材,

[0090] b) 在基材的表面的至少一部分上涂敷上述根据本发明的悬浮体,

[0091] c) 干燥这样得到的涂层;以及

[0092] d) 必要时对在步骤 c) 中得到的涂层进行热处理,以便使其固化,和/或对这样得到的涂层进行机械处理。

[0093] 为了对基材表面进行更好的润湿可以将基材用底漆预处理,例如通过喷涂或涂抹粘合剂或稀释的粘合剂(无硬质材料颗粒),其中得到的层厚度明显在 1 μm 以下。

[0094] 根据步骤 b) 的涂敷优选在一步中进行并且可以通过例如喷涂、印刷(例如移印(Tampondruck))、旋涂(Schleudern)或浪涌(Fluten)的涂布方法来进行。

[0095] 涂层悬浮体的流变特性必须通过添加适合的添加物来与各种方法相匹配。各个理想的方法取决于边缘条件,其大部分通过涂层面的几何形状及其可接近性来确定。此外,在喷涂工艺中应注意,通过适当的掩膜方法来避免喷涂过量。为了保证尽可能均匀的层厚度分布,优选用相对低粘度的涂层悬浮体来进行喷涂。由此自动地补偿了可能存在的、不均匀的层厚度分布,其中颗粒通常通过良好的润湿而极好地并入基体中,这防止了不期望的颗粒逃逸。这些方法因此是优选的,因为由此保证了形成颗粒单层和形成适合的基体层厚度,其中颗粒足以突出于基体。在如基材浸没到涂层悬浮体的过程中或在二级层结构的过程中(其由首先涂敷基体和其次例如通过滴流引入颗粒构成),不能保证(硬质颗粒材料的单层和均匀的、可复制地设定基体层厚度)这两个重点。虽然后面提及的方法也是可能的但并不优选。

[0096] 这些层优选通过喷涂来涂敷。例如人工利用 HVLP 喷枪来涂敷涂层(例如 1mm 的喷嘴直径)。优选利用涂装枪例如通过机器人来自动化施用,以便设定总是相同的施用距离、涂敷速度和覆盖程度。另外,可以在喷射施用过程中设定射束扩张、喷射压力、介质的输送速度等。

[0097] 颗粒分散体在喷射施用中在储存容器中循环,使得单位体积单位的颗粒浓度在时间上保持恒定。由此可以保证在最佳喷射过程中始终以颗粒进行均匀的表面加载。

[0098] 但也可能的是,通过使用驱动剂或压缩空气来使用填充有适当的涂层分散体的喷射罐。这也能够实现简单的移动应用和这样必要时也由使用者对大部件上的层进行自发修复。

[0099] 步骤 c) 中对仍然湿润的涂层的干燥可以在室温下,但优选在 30°C 至 80°C 的温度下进行。

[0100] 必要时置于其后的在步骤 d) 中的过程可以包含机械处理和 / 或通过热处理来进行固化,其中也可能的是仅实施热处理或机械处理,如果两者都实施,则这两个步骤的顺序也是可以颠倒的。机械处理例如可以是压缩或将颗粒部分压入基材中。步骤 d) 中用于固化的热处理根据不同的体系和基材在 100°C 至 800°C 的温度下进行。

[0101] 所述溶胶-凝胶-层体系具有极好的特性以形成非常薄和均匀的层,这导致在基材上的非常均匀的层厚度分布。

[0102] 通过装入纳米颗粒可以改进耐磨性。此外,涂层还可以包含有色的和 / 或发荧光的颗粒的添加物。由此可以例如容易地以光学方式检验所涂敷的层厚度,并且经涂布的部件获得了其他识别特征或防盗特征。另一种可能性在于,通过装入给予对比度的颗粒可以在伦琴射线照射方法中检验层缺陷。

[0103] 硬质材料颗粒在理想情况下应形成单层。硬质材料颗粒必须至少部分从粘合剂基体突出,以便可以实现增大摩擦系数的作用。平均颗粒直径应大于平均基体层厚度。平均硬质材料颗粒直径优选应至少是平均基体层厚的两倍。平均硬质材料颗粒直径也可以根据应用为平均基体层厚的三倍,例如在接合配合件的至少一个由较软的材料构成的情况下。在具有较大表面粗糙度的接合配合件的情况下优选使用较大的颗粒。

[0104] 根据本发明的涂层悬浮体可以作为涂层涂敷在两个接合配合件中的一个上,但也可以使用两侧经涂布的薄的箔或较厚的板作为两个接合配合件之间的连接元件。这种连接元件用于部件的增大摩擦系数的力配合连接。箔例如可以由金属、塑料、纸或织物构成,较厚的板由金属、塑料、陶瓷、玻璃或木材构成。对于使用经涂布的箔的情况,箔的厚度可以根据应用来选择并且例如是 0.1mm。

[0105] 经涂布的成型体用在挤压连接或夹紧连接中。经涂布的成型体和未经涂布的成型体之间,在张紧时通过根据本发明的涂层引起增加了粘附摩擦系数的微观形状配合。挤压连接或夹紧连接的实例是收缩连接,例如风力设备的主轴和发电机轴上的轴/轮毂-连接,发动机领域的凸缘连接,例如在曲轴箱上安装辅助设备,尤其由铝制成的齿轮箱的凸缘,以及链轮的端面挤压连接 (Stirnpressverbindung)。

[0106] 在另一应用中,根据本发明的涂层可以用作机械的螺旋安全装置。在此情况下,安全元件可以用作螺丝头和覆盖材料之间的中间层和 / 或用作螺母和覆盖材料之间的中间层,其中安全元件两侧设置有根据本发明的涂层。例如可以使用两侧经涂布的由金属材料制成的厚板或者两侧经涂布的薄的金属箔作为安全元件。根据本发明的涂层也可以直接涂敷在螺丝分头 (**Schraubenunterköpfe**)、覆盖材料或螺母上。也可以涂布螺纹。在所述涂布情况下,硬质材料颗粒覆盖增大摩擦系数的层的相应表面的优选 1% 至 80%,进一步优选 15% 至 60%。螺丝分头、覆盖材料、螺母或螺纹的安全板或涂层具有防松脱锁紧装置或锁紧装置的功能 (在根据 Junker 的振动试验台的试验中适用以下定义:防松脱锁紧装置:经过 1000 次负载变化之后,预应力还必须是起始值的至少 80%,在锁紧装置的情况下

在 20% 和 80% 之间)。在旋紧的情况下,通过根据本发明的涂层在对应的表面之间形成微观形状配合,与现有技术中的螺旋安全装置相比,在螺旋安全装置方面至少具有等同的安全作用(防松脱锁紧装置),而不存在损坏啮合面的缺点。此外,微观形状配合不允许额外设置连接。螺旋安全装置的温度稳定性极好并且远超化学螺旋安全装置的可靠性。

[0107] 例子和比较例

[0108] 下面的例子和比较例用于阐述本发明。

[0109] 例 1:具有乙醇化 SiC<sub>2</sub>-溶胶-凝胶-粘合剂和硬质材料 SiC 的涂层

[0110] 用搅拌组件将 87g BaSO<sub>4</sub>(Sachtleben 公司的 Sachtoperse HU-N) 混合到 783g 粘合剂 Inosil SB(Inomat 股份有限公司)中,随后用 Ultra-Turrax(IKA 公司)分散 10 分钟。

[0111] 用溶解器将平均颗粒尺寸  $d_{50} = 12 \mu\text{m}$  和  $d_{97}$ - 值为  $22 \mu\text{m}$  的 130g SiC 粉末混合到由粘合剂和 BaSO<sub>4</sub> 构成的预混料中一个小时。粘合剂由具有 SiO<sub>2</sub>- 纳米颗粒的 SiO<sub>2</sub>- 溶胶-凝胶-纳米复合材料构成,其利用硅烷的可水解残基进行表面改性。用 HVLP 涂装枪施用悬浮体。在室温下干燥涂层之后在 350°C 下将层煅烧 30 分钟。煅烧之后,平均基体层厚度为约  $5 \mu\text{m}$ ,且光学显微镜测定具有 SiC 颗粒的表面覆盖为约 20%。

[0112] 例 2:具有粘合剂勃姆石-SiO<sub>2</sub>-溶胶和硬质材料 SiC 的涂层

[0113] 将 500ml 的水加热到 85°C 至 95°C。在剧烈搅拌下随后添加 34g 的纳米级的勃姆石粉末。在剧烈搅拌下在 10 分钟内进行均质化。在过程温度下用 6ml 的浓硝酸胶化悬浮体。不进行升高的温度下的老化步骤。在制造过程中浓缩溶胶。通过加水将溶胶稀释至勃姆石固体含量为 7.1 重量%(对应含量为 8.3g 的水合勃姆石粉末)。在 500g 冷的勃姆石溶胶中拌入 500g Dynasytan Sivo 110(Evonik Degussa)。

[0114] 用溶解器将平均颗粒尺寸  $d_{50} = 12 \mu\text{m}$  和  $d_{97}$ - 值为  $22 \mu\text{m}$  的 80g 的 SiC 粉末在 920g 的由勃姆石溶胶和 Dynasytan Sivo 110 构成的预混料中混合一个小时。

[0115] 用 HVLP 涂装枪施用悬浮体。在室温下干燥涂层之后在 200°C 下对层进行 30 分钟固化。固化之后平均基体层厚度为约  $5 \mu\text{m}$ ,且光学显微镜测定具有 SiC 颗粒的表面覆盖为约 22%。

[0116] 例 3:具有含乙醇 SiO<sub>2</sub>-溶胶-凝胶-粘合剂和硬质材料 SiC 的涂层

[0117] 用搅拌组件将 40g 的 HDK N20(气相二氧化硅,Wacker-Chemie AG)混合在 830g 的粘合剂 Inosil SB(Inomat 股份有限公司)中,随后用 Ultra-Turrax(IKA 公司)分散 60 分钟。

[0118] 用溶解器将平均颗粒尺寸  $d_{50} = 35 \mu\text{m}$  和  $d_{97}$ - 值为  $60 \mu\text{m}$  的 130g 的 SiC 粉末混合到由粘合剂和 HDK N20 构成的预混料中一个小时。粘合剂由具有 SiO<sub>2</sub>- 纳米颗粒的 SiO<sub>2</sub>- 溶胶-凝胶-纳米复合材料构成,其利用硅烷的可水解残基进行表面改性。用 HVLP 涂装枪施用悬浮体。在室温下干燥涂层之后在 100°C 下对层进行 30 分钟的回火。平均基体层厚度为约  $8 \mu\text{m}$ ,并且光学显微镜测定具有 SiC 颗粒的表面覆盖为约 20%。

[0119] 比较例 1:具有 PVA-粘合剂和硬质材料 SiC 的涂层

[0120] 在 770g 的水中用搅拌组件将 157g 的 PVA(Celvol 513,Celanese)溶解一个小时。用溶解器将平均颗粒尺寸  $d_{50} = 12 \mu\text{m}$  和  $d_{97}$ - 值为  $22 \mu\text{m}$  的 73g 的 SiC 粉末分散在 PVA 溶液中。

[0121] 用 HVLP 涂装枪施用悬浮体。在室温下干燥涂层之后,平均基体层厚度为约  $6 \mu\text{m}$ ,

并且光学显微镜测定具有 SiC 颗粒的表面覆盖为约 18%。

[0122] 比较例 2:具有 PVB- 粘合剂和硬质材料 SiC 的涂层

[0123] 在 800g 的乙醇中用搅拌组件将 120g 的 PVB(聚乙烯醇缩醛 BM 18, Wacker-Chemie) 溶解一个小时。用溶解器将平均颗粒尺寸  $d_{50} = 12 \mu\text{m}$  和  $d_{97}$ - 值为  $22 \mu\text{m}$  的 80g 的 SiC 粉末分散在 PVB 溶液中。

[0124] 用 HVLP 涂装枪施用悬浮体。在室温下干燥涂层之后,平均基体层厚度为约  $6 \mu\text{m}$ , 并且光学显微镜测定具有 SiC 颗粒的表面覆盖为约 20%。

[0125] 例 4 至例 15 和比较例 3 至比较例 10:

[0126] 经涂布的试样的粘附摩擦系数确定

[0127] 粘附摩擦系数在人工扭转试验台上确定,扭转试验台具有对扭转角、预应力和施加的扭矩的自动测定。为此,由相应的材料制成试样。使用具有突出、环状接触面的板状试样,接触面内直径为 20mm 和其外直径为 38mm。表面粗糙度对于所有基材为  $R_a = 1.6 \mu\text{m}$ 。将粘附增大摩擦系数的溶胶-凝胶-层施用在各个试样上。试样用中部螺丝互相张紧。借助压力计记录预应力。分别用 50Mpa 的表面压力加载该构造。所有参数经由控制设备收集并发送至评估软件。牢固地固定试样之一,而经由杠杆对第二个试样人工加载扭矩。连续地记录扭矩并增加直至连接滑动。滑动通过对扭转角的记录来表明。粘附摩擦系数由平均摩擦半径和在  $0.5^\circ$  的固定扭转角情况下测量的扭矩的值以及预应力来确定。每对拼接分别测量统计上容许的数目。为了确定百分比计的增大摩擦系数,同样用上述方法确定纯材料拼接的摩擦系数。为此用乙醇预清洁表面并用丙酮进行最后清洁,以排除由于接触面的外来物质引起对测量结果的歪曲。

[0128] 试验所用的试样的材料硬度为:AlMgSi1:96HV 1;16MnCr5 表层硬化:700HV 1;CK45:313HV 1;Sint-D30:165HV 1;GG25:308HV 1。

[0129] 在涂布试验之前用乙醇和丙酮清洁表面。部分地还用浸渍了涂层分散体的布擦拭表面,这也同样改善层附着。

[0130] 表 1 示出了通过涂敷适合的根据本发明的层而可以获得的不同材料拼接之间的粘附摩擦系数的相对改进。

[0131] 表 1:通过涂敷功能层在不同材料拼接的情况下的粘附摩擦系数的百分比的改变的例子和比较例。所有数据以扭力试验中表面压力为 50Mpa 计。百分比的摩擦系数增加以未经涂布的材料拼接计。

[0132]

示例编号	材料拼接 (分别涂敷首次提及的配合件)	溶胶-凝胶-粘合剂基体	颗粒类型 和大小	百分比摩擦系数提高 [%]
E4	GG25-AlMgSi1	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	557
E5	16MnCr5-16MnCr5	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	314
E6	16MnCr5-16MnCr5	如例1	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	114
V3	16MnCr5-16MnCr5	PVB	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	7
V4	16MnCr5-16MnCr5	PVA	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	29
E7	ABS-AlMgSi1	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	72
E8	AlMgSi1-AlMgSi1	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	609
E9	AlMgSi1-AlMgSi1	如例1	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	400
V5	AlMgSi1-AlMgSi1	PVB	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	91
V6	AlMgSi1-AlMgSi1	PVA	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	127
E10	CK45-GG25	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	307
E11	CK45-GG25	如例1	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	136
V7	CK45-GG25	PVA	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	14
V8	CK45-GG25	PVB	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	14
E12	SintD30-SintD30	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	347
E13	PA6.6-AlMgSi1	如例2	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	220
V9	AlMgSi1-AlMgSi1	化学镍	Diamant (10 $\mu\text{m}$ )	450
V10	SintD30-SintD30	酚醛树脂	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	193
E14	SintD30-SintD30	如例1	SiC (12 $\mu\text{m}$ )	265
E15	GG25-AlMgSi1	例3	SiC (35 $\mu\text{m}$ )	529

[0133] 例“E”是根据本发明的例子,例“V”是比较例。

[0134] V10 是根据 WO 2008/095216 的比较例。

[0135] 表示为 ABS 的材料是丙烯腈-丁二烯-苯乙烯-共聚物的材料, PA6.6 代表聚酰胺 6.6。

[0136] 实施例 16:螺旋安全装置

[0137] 由根据 DIN ISO 7089 尺寸为 M10 的材料 1.4301 或 1.4310 制成的 2mm 的钢板设置有根据实施例 2 涂层,其中使用平均颗粒尺寸为 25  $\mu\text{m}$  的金刚石代替 SiC。在 180°C 固化这些层,平均基体层厚度为约 8  $\mu\text{m}$ 。

[0138] 在振动试验台 (Junker 型) 上根据 DIN 65151 用 12.5Hz 频率下的动态交变横向负载来验证作为防松脱锁紧装置的适用性。为此将带有根据 DIN EN ISO 4017 的黑色 M10 螺钉的、根据 ISO 898-1 强度等级为 10.9 的板牵拉,以便达到 40kN 的预应力。支承面由材料 16MnCr5 构成并且粗糙度为  $R_a = 1$ 。夹持长宽比为 1.5。经过 1000 次负载变化之后,平均预应力为起始值的 90%。因此,板满足了防松脱锁紧装置的标准,在 1000 次负载变化之

---

后预应力必须是起始值的至少 80%。