

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F01L 1/14

F01L 1/18

[12] 发明专利说明书

C21D 9/00 C21D 9/32

C21D 9/40

[21] ZL 专利号 96190381.3

[45] 授权公告日 2002 年 3 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1081290C

[22] 申请日 1996.6.17 [24] 颁证日 2002.3.20

[21] 申请号 96190381.3

[30] 优先权

[32] 1995.6.19 [33] JP [31] 151813/95

[86] 国际申请 PCT/JP96/01660 1996.6.17

[87] 国际公布 WO97/00374 日 1997.1.3

[85] 进入国家阶段日期 1996.12.23

[73] 专利权人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 山际正道 西冈隆夫

竹内久雄 山川晃

[56] 参考文献

JP6-92749 1994.9.5 F01L1/14

JP61-103057 1986.5.21 C21D9/32

审查员 肖光庭

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

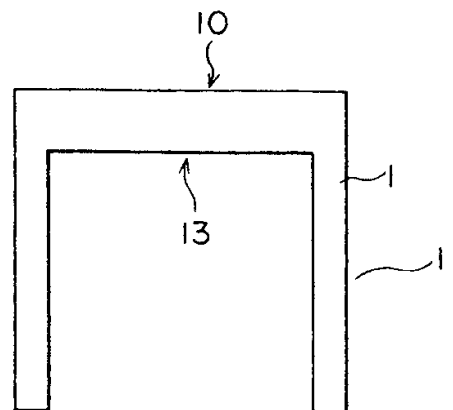
代理人 孙 征

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 滑动部件及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供了通过对钢制部分进行表面淬火处理形成凸起部分的滑动部件及其制造方法。凸起的形状及量可由表面淬火后进行热处理或机加工而控制。滑动部件可只由钢制成,或者通过把通过表面淬火形成凸起的滑动面的元件的至少一部分连接或装到钢制的滑动部件主体上,而该部分材料是陶瓷,这样一种方法形成。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种滑动部件，其特征在于滑动部件包括一个钢制的部分和至少一个陶瓷制成的滑动表面，所述的至少一个滑动面通过对钢制部分进行部分表面淬火处理成形为一凸起形，

已经进行了表面淬火的表面积至少为从所述部件的整个表面积减去成形为凸起形状部分的表面积得到的面积的30%。

2.按照权利要求1的滑动部件，其特征在于“凸起量”是通过表面淬火处理而增加的。

3.按照权利要求1的滑动部件，其特征在于所述的凸起量通过表面淬火处理后的热处理而减小。

4.按照权利要求1的滑动部件，其特征在于所述的凸起量是通过表面淬火处理后进行热处理而增加的。

5.按照权利要求1的滑动部件，其特征在于所述的凸起量是在表面淬火处理后对钢制部分的一部分或全部机加工而增加的。

6.按照权利要求1的滑动部件，其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是通过连接设置上的。

7.按照权利要求6的滑动部件，其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是氮化硅型陶瓷制成的，其室温强度及代表抗热冲击性的温差分别为至少 100kg/mm^2 和至少 800°C 。

8.按照权利要求1的滑动部件，其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是通过装配而设置上的。

9.按照权利要求8的滑动部件，其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是氮化硅型陶瓷制成的，其室温强度及代表抗热冲击性的温差分别为至少 100kg/mm^2 和至少 800°C 。

10.一种滑动部件的制造方法，其特征在于至少一个陶瓷制成的滑动面通过对钢制部分进行部分表面淬火处理成形为一凸起形，经受表面淬火处理的表面积至少为从滑动件的滑动表面的整个表面积减去成形为凸起形状部分的表面积得到的面积的30%。

11.按照权利要求 10 的滑动部件,其特征在于所述的凸起量是通过在一定的部分进行表面淬火处理而增加的。

12.按照权利要求 10 的滑动部件,其特征在于所述的凸起量是通过在一定的部分进行表面淬火处理后的热处理而减少的。

13.按照权利要求 10 的滑动部件,其特征在于所述的凸起量是通过在表面淬火处理后进行热处理而增加的。

14.按照权利要求 13 的滑动部件,其特征在于所述的热处理的温度是 $100 - 700^{\circ}\text{C}$ 。

15.按照权利要求 10 的滑动部件的制造方法,其特征在于所述的凸起量是通过在表面淬火处理后对钢制部分的一部分或全部机加工而增加的。

16.按照权利要求 15 的滑动部件的制造方法,其特征在于所述的机加工方法是抛光。

17.按照权利要求 10 的滑动部件的制造方法,其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是通过连接设置上的。

18.按照权利要求 17 的滑动部件的制造方法,其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是氮化硅型陶瓷制成的,其室温强度及代表抗热冲击性的温差分别为至少 $100\text{kg}/\text{mm}^2$ 和至少 800°C 。

19.按照权利要求 10 的滑动部件的制造方法,其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是通过装配而设置上的。

20.按照权利要求 19 的滑动部件的制造方法,其特征在于至少一个由表面淬火处理形成凸起形的滑动面的元件是氮化硅型陶瓷制成的,其室温强度及代表抗热冲击性的温差分别为至少 $100\text{kg}/\text{mm}^2$ 和至少 800°C 。

说 明 书

滑动部件及其制造方法

本发明涉及滑动部件，它有多个滑动面，要求耐磨性，这种部件如挺杆、摇臂、和其它工程部件、轴承等，以及涉及这类滑动部件的制造方法。

为了防止由于对准度较差而有不均匀的接触，机械滑动部件的多对滑动平面中的一对不是平面，而是凸出的拱形，使中心部分稍高于外边缘部分（高出几到几十 μm ）。

这种凸出的拱形可用各种方法形成，例如机加工（抛光），日本专利申请公开 No.63 - 289306 公开了一种方法，它把金属装在陶瓷上，使固紧力形起陶瓷的弹性变形；日本专利申请公开 No.63 - 225728 公开的方法是把形成滑动面的陶瓷加热及连接到作为主体的金属上，并利用它们的热膨胀系数差，还有“汽车工艺” 39 卷，10 期（1985 年）公开的方法是先把一个煅烧体事先成型为拱形，并烧结该煅烧体，用该烧结成的面作为滑动面。

但是，由于拱形是三维形状，由机加工形成这一形状要使生产的成本增加很多。

按照把金属装到陶瓷上，或使用陶瓷和金属间热膨胀差的方法，一旦结构、加热温度等确定后，拱形的凸起量受限制。

另一方面，事先把煅烧体成形为拱形，然后烧结并利用烧结面作为滑动面的方法不能消除成形为拱形的面由于烧结时收缩引起变形以及尺寸精度变差的问题。

本发明的目的是针对现有技术的上述问题，提供一种具有改进的效用的滑动部件及这种滑动部件的制造方法。

为了实现本发明的上述目的，本发明提供的滑动部件如下：

1.一种滑动部件，其中至少一个部分的滑动面通过对钢制部分进行部分表面淬火处理成形为一拱形；

2.一种滑动部件，其拱起量通过对钢制部份表面淬火处理后进行热处理或机加工而改变的；

3.通过上述表面处理成拱形形成滑动面的元件的至少一部分是通过连接或装配设上的。

上述滑动部件的制造方法如下：

1.一种对钢制的滑动部件主体的一部分进行部分表面淬火处理以便把滑动面成形为拱形的方法；

2.一种对钢制部分进行热处理或机加工以便在表面淬火后改变拱起量的方法；

3.一种把形成滑动面的元件连接或装到滑动部件主体上的方法。

最好使用陶瓷作为形成滑动面的元件，它通过连接或装配设置上。

下面说明本发明的操作的模式：

在本发明的滑动部件中，通过对构成滑动部件且是可硬化的钢进行部分表面淬火而在滑动面的至少一部分上形成拱起形。

换言之，是通过在表面淬火时马氏体转变形成的体积膨胀或所谓的淬火变形而产生局部变形，拱起赋予滑动部件中至少一个任选的滑动面上。

进行表面处理的部分是按照要产生拱形的滑动面的位置或拱起量而适当地选定。表面淬火产生的拱形是使用上述原理产生的。因此，把表面淬火加到靠近连接部分或在边界范围的位置是更有效的。顺便提一下，表面淬火的总表面积最好为滑动部件整个表面减去成形为拱形的部分的表面积的差值表面积的 30 %。

要产生的拱起量可以宽地按照表面淬火的装置和方法（加热、冷却时间等）以及钢的材料种类等来控制。

进行过表面淬火处理的部分是硬化的，并有低的磨损及高的耐久性。同时它起到滑动部分的作用。

对进行表面淬火处理的钢种没有限制，只要该钢种经表面淬火处理能硬化。但是，从材料的强度、成本及加工性而言，最好用广泛用作机械结构钢的碳钢以及含 Ni, Cr, Mo 等合金元素的合金钢。

按照本发明，通过对进行过表面淬火处理的滑动部件进行热处理来

改变拱起量。这要用消除表面淬火或由于淬火形成的不稳定结构如马氏体的转变产生的剩余应力。热处理可对部件的部分或整体进行，这要按照要改变的拱形的位置、量及形状来选择。

通过如对硬化部分回火处理这样的热处理可以按照使用的目的来提供合适的硬度及韧性。由于残余应力可除去，可防止随时间变化拱起量的变化以及硬化部分产生裂纹。

在本发明的滑动部件中，凸起量是通过表面处理后对钢制部分进行热处理而改变的，由于各种残余应力，如相互间淬火变形平衡，滑动部件保持其拱起形状。因此，通过机加工或除去该残余应力层改变刚性可使平衡失去，凸起量也可用这方法改变。

机加工部分可按照要改变的凸起位置及量而合适地选择。该机加工可作为形成本来要高尺寸精度及表面粗糙度的滑动部分的机加工。

具有优良的滑动性能的元素可作为特别需要滑动性能部分连接或装到滑动部件上。在这种情形下，可通过淬火后热处理或机加工把连接或装配发生的残余应力消除。因此，可以在较宽的范围改变凸起量。

装到滑动元件主体上构成滑动面的元件最好是具有好的滑动性能及高的热阻的陶瓷材料。

最好是具有高强度的陶瓷材料，例如氧化铝（ Al_2O_3 ），氧化锆（ ZrO_2 ），氮化硅（ Si_3N_4 ）等。这些陶瓷材料按 JIS 标准的四点抗弯度必须至少为 $50\text{kg}/\text{mm}^2$ ，冲击性为温差（抗热冲击性温差）是至少 400°C 。特别优选的是 Si_3N_4 陶瓷料，它有优良的性能。

另外最好用按 JIS 标准的四点抗弯强度的试块室温强度值至少 $100\text{kg}/\text{mm}^2$ 及抗热冲击的温度为至少 800°C 的氮化硅型陶瓷。

当在靠近表面淬火处理部分的部分，陶瓷和钢连接起来，热处理条件可调整为例如把连接部分温度降到低于连接时的温度以便保持连接状态和连接强度，但是有这种情形连接部分的温度升到接近于连接温度由于如形状的限制。因此，为了避免热冲击后由于冷却（油冷等）使强度恶化，陶瓷必须具有抗热冲击性保持温差至少为 400°C ，更希望至少 800°C 。

当具有强度为至少 $100\text{kg}/\text{mm}^2$ ，最好至少 $130\text{kg}/\text{mm}^2$ 的氮化硅型

陶瓷选用作为这种高强度陶瓷时，即使表面淬火处理施加在靠近连接部分的部分，陶瓷也可维持在里面产生的应力，并可容易地防止裂纹产生。

下面说明按照本发明的滑动元件的制造方法。

表面淬火处理是使用已知的高频，火焰，激光束，电子束等淬火方法。

当在淬火部分必须保证韧性时，可用事先进行渗碳处理的钢主体。

在表面淬火处理后的热处理是在 $100 - 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内的一温度进行的。如果温度低于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，很难产生凸起量的改变，如果温度高于 $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，会发展奥氏体结构，并使淬火产生的结构断裂。温度范围更优选地为 $150 - 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在表面淬火后对钢制部分进行机加工可用已知的机加工方法，如切削。特别当使用淬火过的滑动部分时，一密耳的氧化皮的表面层必须除去并消除由于淬火引起的变形以便进行高精度机加工。当适当地调整表面粗糙度到较低的水平，可用抛光。

当把形成滑动面的元件装到滑动部件主体上时，可用连接或装配。可以用已知的连接方法，如热焊接，例如铜焊、扩散焊、熔焊、压力焊等。

热焊接的温度最好至少为 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，以便消除表面淬火处理时出现的温度影响。

换言之，表面淬火处理的位置最好选定为使得不超过热焊接时的温度，在表面淬火处理时使用较小热扩散的电子束焊或激光焊，淬火可在接近连接的部分处进行，可以增加进行表面淬火的面积。

另一方面，在火焰硬化及感应硬化的情形下，热扩散部分较大。因此，难于使靠近连接部分硬化。例如，在感应硬化的情形下，硬化范围最好与连接部分隔开几毫米，虽然它可根据加热时间及频率。

当连接的元件是陶瓷时，可进行铜焊。当陶瓷直接与金属连接，铜焊料是含钛的银焊料，如 Ag-Cu-Ti 型，Ag-Ti 型等。当元件是在陶瓷的连接面渗镀金属的，最好用 Ag-Cu 型焊料。

铜焊气氛最好是非氧化性气氛（真空、Ar、 N_2 、 H_2 或它们的混合物）。装配可以用已知的方法如压装配、收缩装配等。

下面参照附图详细说明本发明，附图中：

图 1 是一起阀器的纵剖面图；

图 2 是挺杆的纵剖面图；

图 3 是挺杆的纵剖面图；

图 4 是一挺杆主体的纵剖面图；

图 5 是一挺杆的纵剖面图；

图 6 是一挺杆的纵剖面图；

图 7 是一起阀器的纵剖面图。

下面说明实施本发明的最佳模式。

实例 1：

图 1 示出了作为本发明的滑动元件的一实例制造的起阀器。

机械结构用的铬钼合金钢 SCM440 (JIS G4105) 用于起阀器 1。

总的尺寸为外径 $\phi 25\text{mm}$ ，内径 $\phi 22\text{mm}$ ，总高度 25mm，内部高部 20mm。

起阀器 1 经 850℃ 油冷加 550℃ 空冷的回火，随后机加工得到作为滑动面的面 10，其平直度为 $3\mu\text{m}$ ，表面粗糙度不大于 $1.6\mu\text{m}$ (JIS 10 点平均粗糙度)。

外圆周面 11 用 300kHz 的高频加热，就外圆周面的开口部分测量的整个长度而言，加热范围为 6，12，18，25mm，由此得到具有不同的加热范围的试样。这些起阀器试样整体立即用水冷却和淬硬。

根据 20 个试样的平均值，在淬火后，面 10 的形状使它们的中心部分与外边缘部分相比鼓起成球形，鼓起量如表 1 所示。顺便提一下，这里所指的“外边缘部分”意味着直径为 21mm 的部分。

表 1

淬火范围	表面淬火面积百分比	凸起量
mm	%	μm
6	12	0
12	25	0
18	37	6
25	51	10

淬火范围为 25mm 的试样的内底面 13 类似地被高频硬化, 在这种情形下, 加热时间改变为 2、4、6、8 秒. 在内底面硬化前后的拱形凸起量 (鼓起量) 的改变, 根据 5 个试样的平均值分别为 5, 3, -1 和 -3 μm .

另外, 加热时间为 2 秒的试样在 200 $^{\circ}\text{C}$ 油槽中回火, 各试样的外圆周用无心磨床精加工到 $\phi 24.8\text{mm}$, 作为 5 个试样的平均值, 回火后凸起量增加为 2 μm , 机加工后为 2 μm .

实例 2:

图 2 示出了作为本发明滑动元件一实例制造的挺杆.

机械结构用的镍铬合金钢 SNC836 (JIS G4102) 用于挺杆的主体 2. 该滑动元件的尺寸为直径 $\phi 30\text{mm}$, 空心部分内径 $\phi 25\text{mm}$, 总高度 40mm. 直径为 $\phi 30\text{mm}$ 和厚度为 1.5mm 的商业可购到的碳化硅陶瓷和硬质合金用于本发明的形成滑动面 10 的滑动元件 3, 作为滑动面的面 10 机加工成平直度为 5 μm , 表面粗糙度不大于 1.6 μm (10 点平均粗糙度).

通过把滑动元件 3 与挺杆主体 2 夹在一起加上 50 μm 厚度的 Ag-Cu-Ti 型焊剂在真空下加热到 860 $^{\circ}\text{C}$ 保持 30 分钟而把两者连接起来. 外圆周面 11 被 6KV 加速的高压电子束加热, 随后淬火. 中心部分相对于外圆周边缘部分 ($\phi 25\text{mm}$) 的球形凸起量分别增加 9 μm 和 4 μm , 作为由于在面 10 的形状中在 SiC 和硬质合金的表面淬火处理的 20 个试样的平均值, 总的凸起量为 29 μm 和 22 μm .

实例 3:

具有和实例 2 的挺杆同样形状的挺杆以下面的方法制造。

用于机械结构的铬合金钢 SG440 (JIS G4104) 用于挺杆的主体 2, 而由 Si_3N_4 制的滑动元件 3 以下面的方法制造。

在商业可购得的 Si_3N_4 粉中按重量加入作为助烧结剂的 5 % 的 Y_2O_3 粉和 2 % 的 Al_2O_3 粉, 它们混合在酒精中, 在球磨机中球磨混合 96 小时。在干燥后, 得到的粉末混合物先预成型, 再经冷等静压压缩成形 (CIP)。随后, 在 2 大气压的氮气气氛中在 1710°C 下烧结 4 小时, 随后在 1000 大气压的氮气气氛, 在 1660°C 下热等静压压缩成形 (HIP) 1 小时。

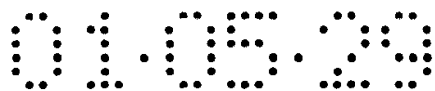
得到的烧结体有 11 % α 百分比, 结晶晶粒的线性密度为每 $50\mu\text{m}$ 长度有 155 个晶粒。 α 的百分比由峰密度比, 也就 $\alpha [(102) + (210)] / \{ \alpha [(102) + (210)] + \beta [(101) + (210)] \}$ 测定, 其中 $(102) + (210)$ 和 $(101) + (210)$ 分别是 x 射线衍射图中 (α - 氮化硅和 α' - 硅铝纶 (Sialon)) 和 (β - 氮化硅和 β' - 硅铝纶) 的峰密度。烧结体的机械特性示于表 2。

表 2

抗弯强度	机械性能
抗热冲击性	145kg/mm^2
温差	860°C

从得到的烧结体上切下直径为 30mm 及厚度为 1mm 的毛坯, 作为滑动面的面 10 机加工到平直度为 $5\mu\text{m}$ 和表面粗糙度不大于 $1.6\mu\text{m}$ (10 点平均粗糙度)。把毛坯和挺杆主体 2 夹在一起, 加厚度为 $50\mu\text{m}$ 的 Ag-Ti 型焊料, 在真空下, 1000°C , 保持 30 分钟把毛坯焊到挺杆主体上。

这样焊好的挺杆的外圆周面 11 的表面用实例 1 的同样方法用 400Hz 的高频加热, 从开口部分加热到 A 部分 (离开口部分 25mm), 随后整个挺杆立即用水冷却。随后, 半球形面 12 也用高频加热 (加热时间: 5 秒) 及用水冷却进行淬火。



在表面淬火处理后，当只有面 11 淬火，作为 20 个试样的平均值，中心部分相对于滑动面的外边缘部分 ($\phi 25\text{mm}$) 的球形凸起量 (凸起变化量) 增加 $8\mu\text{m}$ ，总的凸起量为 $32\mu\text{m}$ ，当面 12 也淬火时，凸起量另外增加 $12\mu\text{m}$ 。

实例 4:

在实例 3 中，外圆周面 11 的淬火范围，就离开口部分的距离言，其变化为 5，15，25 和 30mm 。结果，由于外圆周面淬火形成的凸起变化量列于表 3。

表 3

淬火范围	表面淬火面积百分比	凸起变化量
mm	%	μm
5	7	0
15	21	0
25	35	8
30	42	11

实例 5:

在实例 3 中，由加热 3，7 和 9 秒来完成对半球面 12 的淬火。结果，作为 20 个试样的平均值，外圆周面淬火后，凸起的变化量分别为 16，5 和 $-2\mu\text{m}$ 。

实例 6:

经过感应硬化的实例 3 的挺杆，在 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的油槽中热处理 (回火)。结果，作为 20 个试样的平均值，外圆周面 11 硬化后，凸起的变化量为 $5\mu\text{m}$ 。

实例 7:

图 3 示出作为本发明的滑动元件一个实例制造的挺杆。

用于机械结构的镍铬合金钢 SCH435 (JIS G4105) 用作挺杆

的主体 2。滑动元件的尺寸为直径 $\phi 31\text{mm}$ ，空心部分内径 $\phi 27\text{mm}$ ，总高度 55mm。按实例 3 制的氮化硅加工成直径 $\phi 30\text{mm}$ ，厚度 1.3mm 制得滑动元件 3。作为滑动面的面 10 抛光成平直度为 $3\mu\text{m}$ 和表面粗糙度不大于 $0.8\mu\text{m}$ （10 点平均粗糙度）。

把滑动元件 3 与挺杆主体 2 夹在一起，加上厚度为 $50\mu\text{m}$ 的 Ag-Cu-Ti 型焊料，在真空下 $880\text{ }^\circ\text{C}$ 保持 40 分钟把它们连在一起。

如此焊好的挺杆的外圆周面 11 的表面用实例 3 同样的方法，用高频加热，从开口部分加热到 A 部分，随后，整个挺杆立即用水冷却。接着，半球形面 12 也用高频硬化，随后用水冷却。在 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 油槽中的回火后，挺杆主体用无心磨床机加工到 $\phi 30.5\text{mm}$ 。结果，作为 20 个试样的平均值，回火后凸起的变化量为 $6\mu\text{m}$ 。顺便提一下，凸起量是测中心部分和外圆周部分（ $\phi 25\text{mm}$ ）的水平差。

实例 8：

图 4 示出作为本发明的滑动元件的实例制造的一挺杆主体 2。用于机械结构的镍铬合金钢作为主体的材料，滑动元件的尺寸为直径 $\phi 25.5\text{mm}$ ，空心部分内径 $\phi 22\text{mm}$ ，总高度 45mm。按实例制造的氮化硅机加工成直径为 $\phi 24.5\text{mm}$ ，厚度 1.2mm 的滑动件，作为滑动面的面 10 抛光成平直度为 $3\mu\text{m}$ ，表面粗糙度不大于 $0.8\mu\text{m}$ （10 点平均粗糙度）。

把滑动件 3 与网杆主体 2 夹在一起，加上厚度为 $50\mu\text{m}$ 的 Ag-Ti 型焊料，在真空 $1100\text{ }^\circ\text{C}$ 下保持 20 分钟，把它们焊在一起。

如此焊好的挺杆的外圆周面 11 的表面用实例 3 同样的方法用高频加热，从开口部分加热到部分 A，随后立即把整个挺杆用水冷却，随后，半球形面 12 也用调频淬火和用水冷却。在挺杆在 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 的油槽中回火后，挺杆的钢部分用无心磨床机加工成 $\phi 25.0\text{mm}$ 。然后，如图 5 所示，将连接部分附近的部分机加工及抛光为 $\phi 24.75\text{mm}$ 。结果，作为 20 个试样的平均值，在靠近连接部分的部分加工过的试样比没有加工的试样凸起增加 $5\mu\text{m}$ 。

顺便提一下，凸起量是测中心部分和外边缘部分（ $\phi 25\text{mm}$ ）的水平差。

实例 9:

图 6 示出作为本发明滑动元件一个实例制造的挺杆。该滑动件尺寸伞部直径为 $\phi 30\text{mm}$ ，颈部直径为 17mm ，总高度 45mm 。按实例 3 制成的氮化硅加工成直径为 $Q30\text{mm}$ ，厚度为 1.2mm 的滑动件。面 10 的平直度及表面粗糙度与实例 3 的一样。

用于机械结构的镍 - 铬 - 钼合金钢 SNCM616 (JIS G4103)，且经过渗碳处理 (渗碳深度: 0.5mm)，用于挺杆主体 2。但是，在与滑动件 3 结合的面上的碳化层通过机加工去掉。挺杆主体 2 与滑动件 3 夹在一起，加入厚度 $70\mu\text{m}$ 的 Ag-Cu-Ti 型焊料，在真空下， $860\text{ }^\circ\text{C}$ 保持 10 分钟，把两者连接起来。另一方面，商业可购得的硬质合金以与氮化硅的加工方法一样的方法加工，并用在 $1050\text{ }^\circ\text{C}$ 下扩散焊，与挺杆主体 2 连接起来。

如此焊接的挺杆的颈部的外周边 14 用高频加热，随后整个挺杆立即用水冷却。结果，作为 20 个试样的平均值，由于淬火在氮化硅及硬质合金的凸起量分别增加 $10\mu\text{m}$ 和 $7\mu\text{m}$ 。

实例 10

图 7 示出作为本发明的滑动元件一个实例制造的起阀器。用于机械结构的镍 - 铬 - 钼合金钢 SNCM 439 (JIS G4103) 用于起阀器主体 4。滑动元件尺寸为直径 $\phi 30\text{mm}$ 及总高度 40mm 。

滑动面 10 按照本发明形成。商业可购得的氮化硅陶瓷、硬质合金和按实例 3 制造的氮化硅，各自直径为 $\phi 27.5\text{mm}$ ，厚度 6mm ，用作滑动件 5，并且各设有 $50\mu\text{m}$ 的压入边。作为滑动面的面 10 按实例 2 同样的方法加工。

外圆周面 11 被 7KV 高压电子束加热进行淬火。滑动面 10 的形状，作为 20 个试样的平均值，在商业可购得的氮化硅、硬质合金及按实例 3 制的氮化硅的中心部分比外缘部分 ($\phi 23\text{mm}$) 的球形鼓起量分别为 7，5， $8\mu\text{m}$ ，和总的凸起量分别为 14，10， $15\mu\text{m}$ 。

工业应用:

本发明通过对滑动元件钢制的部分进行已知的表面淬火处理

产生一凸起的形状，在表面淬火后对钢制部分热处理或机加工改变该凸起形状，由一元件，最好由具有优良的抗弯强度及高的抗热冲击性的氮化硅型陶瓷形成凸起形的至少一个滑动面，把该元件连接或装入滑动元件。因此本发明提供了下面的效果。

1.由于通过对钢制部分表面淬火处理及在表面淬火后热处理或机加工该部分形成凸起部分，因此可控制赋予凸起形状的部分及凸起量。

2.在机加工前连接或装到要求滑动性能的部分的元件的形状是一平面，因此不需要三维的预加工。因此可以经济地提供滑动元件。

3.由于陶瓷作为滑动元件连接或装到要求滑动性能的部分，因此可经济地提供滑动元件。

图. 1

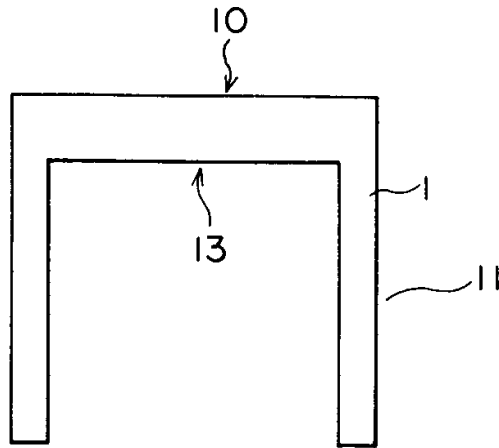


图. 2

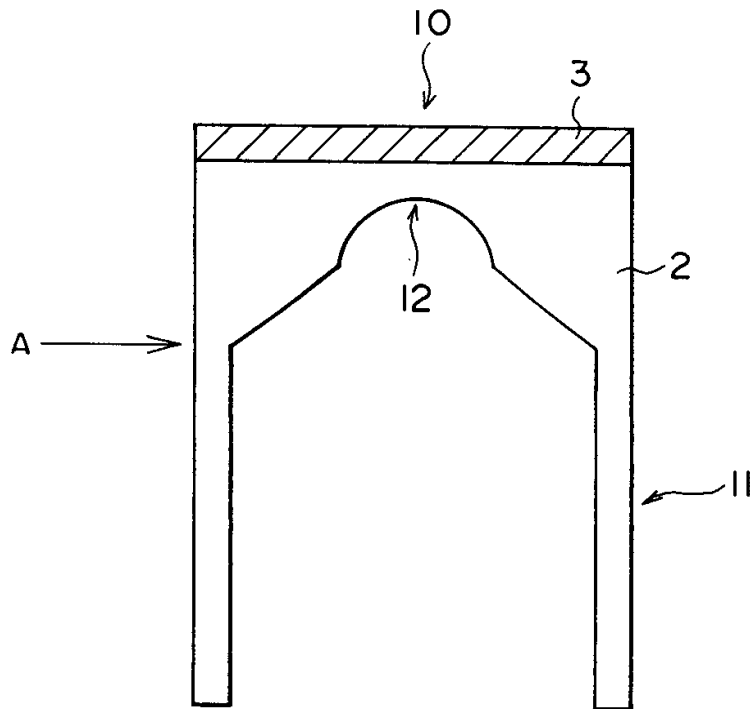


图. 3

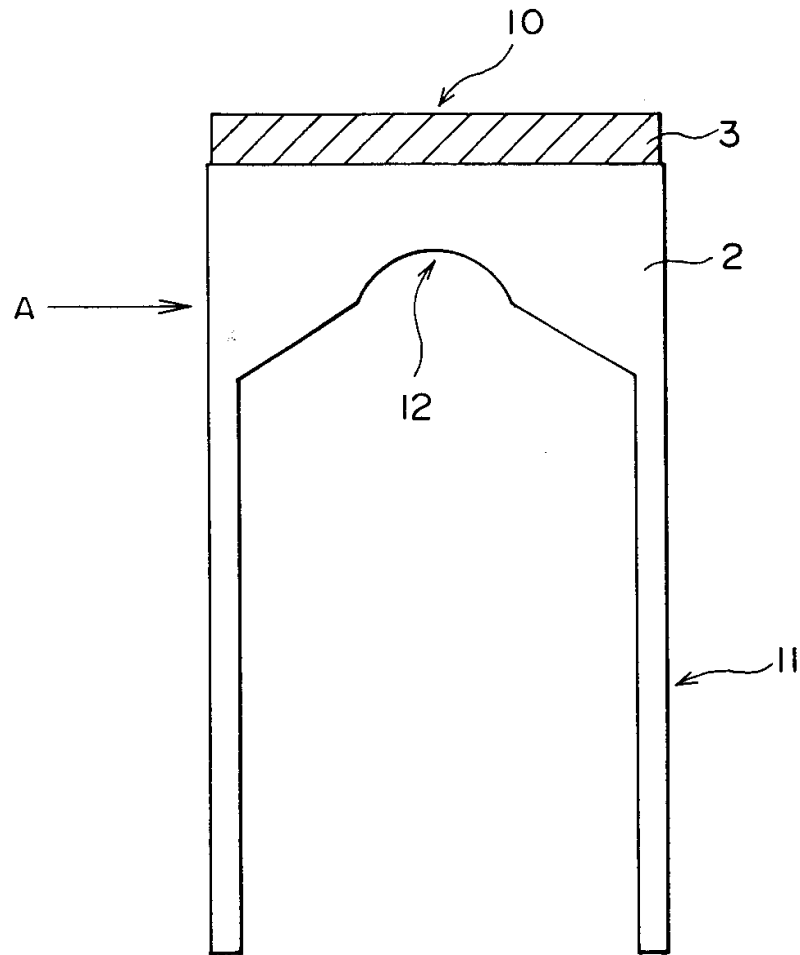


图.4

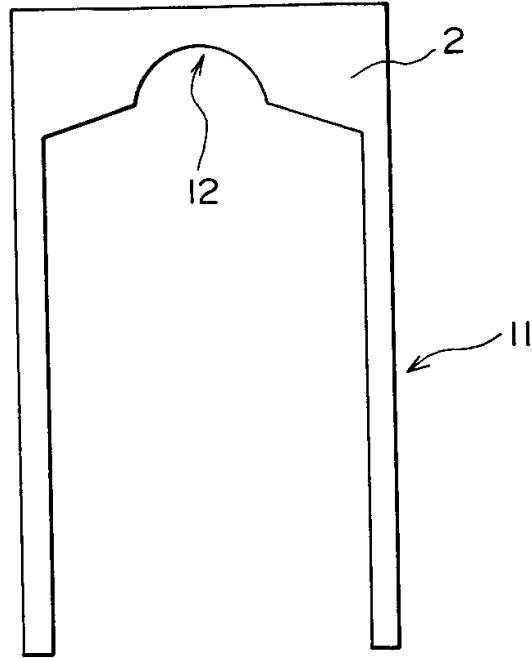


图.5

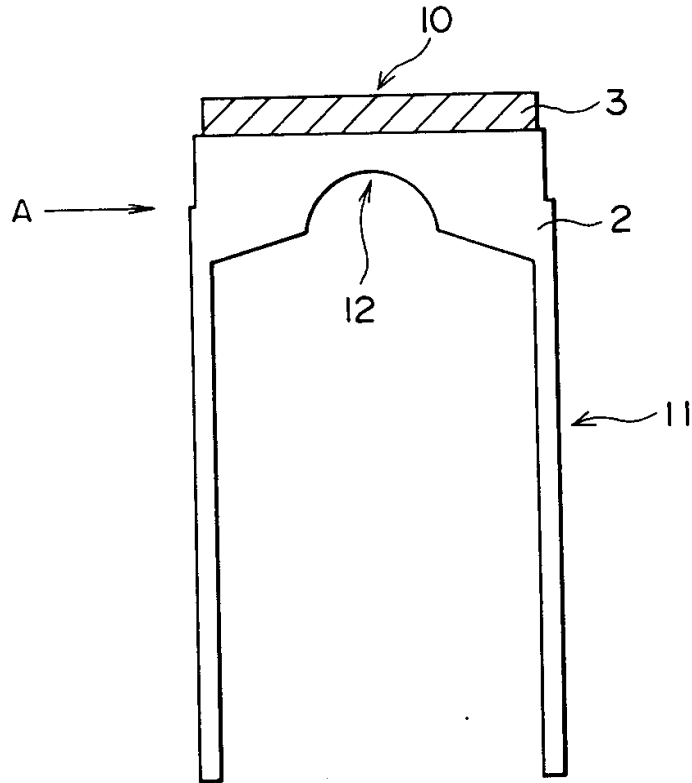


图. 6

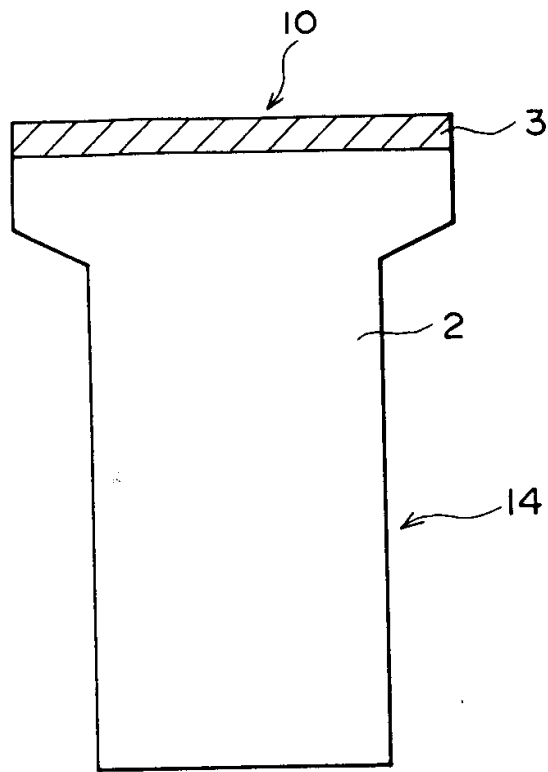


图. 7

