



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103255366 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 21

(21) 申请号 201210535614. 0

(22) 申请日 2012. 09. 07

(30) 优先权数据

11007363. 2 2011. 09. 09 EP

(71) 申请人 伊威斯发动机系统有限责任两合公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 G·约尔根森 S·贝尔默

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李连涛 杨思捷

(51) Int. Cl.

C23C 14/06 (2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

采用硬质材料涂覆的具有链接头的链条

(57) 摘要

本发明涉及由通过链接头彼此连接的链节制成的链条,其中链接头包括至少一个链接头轴承和销,所述销以可旋转方式引入链接头并与此链接头轴承接触。所述销的至少一个轴承面和/或链接头轴承具有硬质材料层。该硬质材料层通过PVD方法施加,其中所述硬质材料层由包括至少第一和第二金属以及非金属的化合物形成,其中材料C, N或Si的至少之一选作非金属,并且第一金属和第二金属选自材料Cr, Mo, W, Ti, Cu, Zn, Zr, Ta, Nb, Al, B, Hf,其中第一和第二金属彼此不同,并且第一金属在硬质材料层中以不同于第二金属晶体结构的晶体结构存在。

1. 由通过链接头彼此连接的链节制成的链条,其中链接头包含至少一个链接头轴承和销,所述销以能够旋转的方式引入该链接头轴承并与该链接头轴承接触,

其中所述销至少一个轴承面和 / 或所述链接头轴承具有硬质材料层并且所述硬质材料层通过 PVD 方法施加,

其特征在于

所述硬质材料层由包含至少第一和第二金属以及非金属的化合物形成,其中选作所述非金属的是材料 C、N 或 Si 的至少之一,并且第一金属和第二金属选自材料 Cr, Mo, V, W, Ti, Cu, Zn, Zr, Ta, Nb, Al, B, Hf,

其中第一和第二金属彼此不同,

并且第一金属以不同于第二金属晶体结构的晶体结构存在于所述硬质材料层中。

2. 根据权利要求 1 所述的链条,其中所述非金属 C、N 或 Si 之一为重要反应物。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的链条,其中关于所述非金属部分、硬度或内应力部分,所述硬质材料层具有逐渐变化的结构。

4. 根据权利要求 1-3 之一所述的链条,其中选择 Cr 合金钢,例如 59CrV4 或 100Cr6,作为所述销或所述链结合点轴承的基体材料。

5. 根据权利要求 1-4 之一所述的链条,其中所述硬质材料层的层厚为 1 到 15 微米,优选 1 到 10 微米。

6. 根据权利要求 1-5 之一所述的链条,其中所述硬质材料层的次级层厚度为小于 $1\ \mu\text{m}$,优选小于 $0.5\ \mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求 1-6 之一所述的链条,其中所述硬质材料层的逐渐变化的颗粒尺寸具有小于或等于 100nm ,优选小于或等于 50nm 的尺寸。

8. 根据权利要求 1-7 之一所述的链条,其中所述硬质材料层至少在区域中,具有类玻璃结构。

9. 根据权利要求 1-8 之一所述的链条,其中所述硬质材料层的所述逐渐变化的层硬度水平从 2000 到 4000HV 或者 4000 到 7000HV。

10. 根据权利要求 1-9 之一所述的链条,其中通过使用贯穿进给方法的连续 PVD 方法施加所述硬质材料层。

11. 用于链条的链销,其中链销至少在区域中具有根据权利要求 1-10 之一的硬质材料层。

12. 采用硬质材料层涂覆用于链的销的轴承面和 / 或链结合点轴承的方法,其中所述硬质材料层通过 PVD 方法施加并且由包含至少第一和第二金属以及非金属的化合物形成,其中材料 C、N 或 Si 的至少之一选作非金属,并且第一金属和第二金属选自材料 Cr, Mo, W, Ti, Cu, Zn, Zr, Ta, Nb, Al, B, V, Hf,其中第一和第二金属彼此不同,

并且第一金属以不同于第二金属的晶体结构的晶体结构存在于硬质材料层中。

13. 根据权利要求 12 所述的采用硬质材料层涂覆用于链的销的轴承面和 / 或链结合点轴承的方法,其中所述硬质材料层以逐渐变化结构施加。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的采用硬质材料层涂覆用于链的销的轴承面和 / 或链结合点轴承的方法,其中 PVD 方法使用贯穿进给方法作为连续方法运行。

15. 根据权利要求 12-14 之一所述的采用硬质材料层涂覆用于链的销的轴承面和 / 或

链结合点轴承的方法,其特征在于在涂覆工艺过程中,以待涂覆组件至少在区域中经时暴露于不同温度的方式,将所述待涂覆组件进给入涂覆区域。

16. 根据权利要求 12-15 之一所述的采用硬质材料层涂覆用于链的销的轴承面和 / 或链结合点轴承的方法,其中第一金属选自第一组和第二金属选自第二组,其中第一组的至少一种金属与第二组的至少一种金属结合,并且第一组金属包括 Cr, Mo, V, W, Ti 和第二组金属包括 CU, Zn, Zr, Ta, Nb, Al, B, Hf。

采用硬质材料涂覆的具有链接头的链条

[0001] 本发明涉及通过链接头(chain joint)彼此连接的链节制成的链条(linkchain),其中链接头包括至少一个链接头轴承和销(pin),所述销以旋转方式引入链接头并与链接头轴承接触,其中至少一个销的轴承面和/或链接头轴承具有硬质材料层并且该硬质材料层通过PVD工艺施加。

[0002] 具有通过链接头彼此连接的链节的链条在现有技术中以多种方式在使用。在大多数范围内,这些是由两个平行内部板(plate)组成的内部链节与由两个外部板组成的外部链节交替的通过两个销彼此连接的链。因此,链接头通过销和可在所述销上旋转的内部链节的板形成。如果该链具有衬套(bushing),链接头通过衬套形成并且销连通和以旋转方式保持。

[0003] 在作为传动链或输送链的使用中,特别地链接头区域是高负荷的,所以对于耐磨轴承表面而言,此处具有大的要求。除了作为传动链或输送链使用之外,链条也越来越多的用于汽车工业,用于控制内燃机的阀操纵机构。由于在内燃机中具有非常频繁的负荷周期变化和仅有的非常有限的用于维护或更换链的途径,因此,在耐磨度上的需要特别地高。另外,存在设计尽可能小和低重量链的尝试,其进一步增加了在单个链单元上的负荷。

[0004] 为了达到必要的耐磨度和避免由磨损导致的拉长,传统链条的销和/或衬套受到热处理,例如硬化和回火,碳化,碳氮化等,或者它们具有碳化层。尽管热处理接合点组件和/或在接合点表面上形成碳化层,但特别地在作为内燃机中的定时链的使用中,由磨损发生导致的磨损问题和拉长出现,这降低了发动机的可靠性或需要昂贵的链更换。

[0005] 这种类型的链条从DE 102006052869A1中获知。在其中,公开了链条,其销和/或衬套具有PVD硬质材料层,其中销和/或衬套由具有碳含量在0.4重量%到1.2重量%之间的高碳钢制成的基体材料(base material)组成,其支撑PVD硬质材料层。公开的PVD硬质材料层可包括金属硬质材料和非金属硬质材料。所有过渡金属的碳化物,氮化物,碳氮化物,硼化物和硅化物作为金属硬质材料被论述。作为非金属硬质材料被讨论的是,例如金刚石和DLC(类金刚石碳),还有刚玉,碳化硼,立方氮化硼,碳化硅和氮化铝。

[0006] 所述硬质材料层相对先前使用的涂覆方法具有改进。然而,由于发动机的上述的高负荷和趋向于较小尺寸以及同时的功率增大,需要链能够承受更大的负荷。

[0007] 此外PVD方法具有涂覆材料不仅仅在待涂覆物体上,还在涂覆体系中沉积的问题。在PVD方法(物理气相沉积)的情况下,使用所谓的靶,其由将要沉积在待涂覆组件上的材料组成。可以通过不同的方法从这个靶上分离涂覆材料,这样它作为气态颗粒流到达待涂覆组件的表面并形成涂层。在此这是期望的,一方面靶仅仅由之后应该沉积在最终产品上的元素组成。此外,一个目的是保持之后沉积在最终产品上的材料组合处于低的数量。这简化了靶的装配或生产并且因此同样减小了涂覆腔室不希望污染物的复杂性。

[0008] 因此本发明的目的是在磨损特性方面增强链条并且还阐明对于先前的涂覆方法改进的涂覆方法。

[0009] 该目的采用权利要求1的链条和根据权利要求12用于涂覆轴承表面的方法解决。

[0010] 销与链结合点轴承配对形成摩擦。为了通过硬质材料层的帮助以减小链结个点轴

承中的摩擦,当两个元件之一,例如销或链结合点轴承具有硬质材料层,则是足够的。同样地也能两者都涂覆。硬质材料层由包含至少三种材料的化合物组成。这些是第一和第二金属,以及非金属。该非金属选自碳(C),氮(N)或硅(Si)的组。第一金属和第二金属选自材料铬(Cr),钼(Mo),钒(V),钨(W),钛(Ti),铜(Cu),锌(Zn),锆(Zr),钽(Ta),铌(Nb),铝(Al),硼(B)和铪(Hf)。

[0011] 因此,第一金属和第二金属彼此不同。第一和第二金属在硬质材料层中形成晶体结构。因此,第一金属和第二金属以它们在硬质材料层中与非金属组合具有不同晶体结构的方式选择。已知典型的金属晶体结构为面心立方晶体结构(fcc),六方晶体结构(hex)和四方晶体结构(tetr)。

[0012] 已经发现非金属和两种金属的这种组合,每一种具有不同的晶体结构,导致层具有非常高水平的硬度。这能够归因于未产生同质层组成,并且反而在层结构上具有各自缺陷的事实,其结果是所谓的晶体不匹配和硬化增加和/或晶粒细化共存。因此,结果是在层中各自材料相晶体结构交替组合的生成,例如立方和六方或四方结构,体心立方和面心立方结构。

[0013] 可选地,能够提供非金属碳,氮或硅之一作为重要的反应物。这可以通过各自材料数量的供给控制。

[0014] 另外,关于非金属部分,硬度或内应力部分,能够提供具有逐渐变化结构的硬质材料层。在比术语“逐渐变化”理解为它不仅仅显示能够彼此划界的不同层涂覆的结构。同时在层内存在有相关材料非均匀分布。另外逐渐变化的层可理解为插入的另外的层,也就是,渐变跨越整个涂层延伸,但是,由第二层中断。此外可理解为在涂层中采用第二金属的第二层覆盖逐渐变化的层,然后在其上再次附上新的独立的第一金属的逐渐变化层。如已经提出的,关于硬度或内应力部分,渐变同样具有影响。这意味着在硬质材料层中的硬度水平依据位置具有不同的值。

[0015] 另外期望选择Cr合金钢,例如59CrV4,或100Cr6,作为销或链结合点轴承的基体材料。已经证明这些金属对于所述涂层是好的基底。

[0016] 链条的一个想得到的改进包括选择硬质材料层的层厚在从1到15微米的范围内,优选1到10微米。如果长期负荷,所述层厚度提供足够的保护层并且不会太薄。

[0017] 另外,能够提供硬质材料层的次级层(sub-layer)厚度为小于 $1\mu\text{m}$,优选小于 $0.5\mu\text{m}$ 。如果硬质材料层因此由能够彼此区分的各次级层形成,这些应该为小于 $1\mu\text{m}$,优选小于 $0.5\mu\text{m}$ 。这样,确保防止各层的分离和剥落。

[0018] 另外,期望硬质材料层逐渐变化的颗粒尺寸具有小于或等于100nm的尺寸,优选小于或等于50nm。如果各自颗粒尺寸在硬质材料层中是可辨别的,这些颗粒范围已经证明对于硬质材料层的硬度和抗疲劳强度是首选的。

[0019] 另外,期望硬质材料层,至少在区域中,具有类玻璃结构。由此理解为类玻璃的是原子不形成有序结构,但是反而形成不规则图案并且仅仅具有短距离有序(short-range order),没有长距离有序。由用于硬质材料层的材料聚集的所述类玻璃结构具有高水平的稳定性和抗疲劳强度并且因此是改进的目的之一。

[0020] 可替代的,能够提供硬度材料层的逐渐变化层的硬度水平从2000到4000HV或者4000到7000HV。这些层硬度水平范围在所述链条通常存在的使用条件下是优选的。

[0021] 另外,期望通过采用贯穿进给方法(through-feed method)的连续PVD方法施加硬质材料层。贯穿进给方法与批处理法不同,其中待涂覆组件连续地引入和移出涂覆腔室,例如,通过传送带的方式。因此在涂覆腔室中具有不间断(constantly)的组件,其中组件处于涂覆工艺的不同阶段。在批处理法中,另一方面,一定数量的组件一起引入腔室中并且涂覆后再次从其中移出。因此,具有在涂覆腔室中没有组件的时期。另外在批处理法的情况下,所有组件另外总是处于涂覆工艺的相同阶段。贯穿进给方法给予明显更高的生产量并且因此对于经济原因是首选的。

[0022] 另外,通过用于链条的链销解决了根据本发明的目的,其中链销,至少在区域中具有上述提到的类型的硬质材料层。

[0023] 另外,通过采用硬质材料层涂覆用于链的销的轴承面和/或链结合点轴承的方法解决了根据本发明的目的,其中硬质材料层通过PVD工艺施加并且由包括至少第一和第二金属和非金属的化合物形成,其中选作非金属的是材料碳、氮或硅的至少之一,并且其中第一金属和第二金属选自材料铬,钼,钨,铜,锌,铅,钽,铌,铝,硼,钒和铪,其中第一和第二金属彼此不同,并且第一金属与非金属组合在硬质材料层中形成的晶体结构不同于第二金属与非金属组合的晶体结构。

[0024] 可替换地,能够提供以逐渐变化的结构施加的硬质材料层。

[0025] 此外,能够提供以贯穿进给方法作为连续工艺运行的PVD工艺。

[0026] 此外,能够提供的是,在涂覆工艺过程中待涂覆组件以使得它们至少在区域中经时暴露于不同的温度的方式进给入涂覆区域。除了选择正确的材料组合外,在一定程度上,同样能够使用温度的变化以支持不同晶体结构的形成。因此,以这种方式调整涂覆方法,即使在假定各材料恒定进给的情况下,由于温度的变化从而形成不同的晶体结构。

[0027] 作为进一步的变体,能够提供选自第一组的第一金属和选自第二组的第二金属,其中第一组的至少一种金属与第二组的至少一种金属结合,并且其中第一组金属包括铬,钼,钒,钨和钛和第二组金属包括铜,锌,铅,钽,铌,铝,硼和铪。

[0028] 在下面,将基于附图更详细的描述本发明。显示的是:

[0029] 图1涂覆装置的非常示意性草图,

[0030] 图2涂覆方法的非常示意图,

[0031] 图3三元相图的示意性描绘。

[0032] 硬质材料层的期望硬度通过非金属和两种不同金属混合获得,其中金属在它们的结晶结构中实质上不同。这意味着给定相同的活化条件,例如,等离子体,和给定相同的反应气体组成,所述两种金属形成不同的晶格。这导致晶体具有混溶隙的晶体不匹配,因此硬化机理生效,其增加了硬质材料层的硬度。此外,这导致了极端的晶粒细化和表面摩擦减小。因此,根据本发明的硬质材料层一方面具有比至今为止已知的硬质材料层更好的硬度,并且此外减少了它表面上的摩擦。硬度材料层相应地非常耐磨和此外具有非常好的摩擦系数。

[0033] 进一步效果是在内燃机操作条件下涂层材料的摩擦化学润滑作用。这意味着根据本发明的硬质材料层与车用机油或车用机油中的添加剂最佳地工作在一起,从而减小链接合处的摩擦。

[0034] 在硬质材料层中获得的晶体结构显著的取决于所选择材料的离子尺寸。离子半径

本质上不取决于物质或材料,但是反而取决于工艺。离子半径由材料电离度造成,其中材料离子半径之间的关系通过阈值半径基准 r^+/r^- 决定晶体结构(例如立方,六方,四方)。为了获得最硬可能性和最有抵抗力可能性的硬质材料层,这里的目的始终是不同的晶体结构彼此配对。因此,当 r^+/r^- 在 1-0.73 之间时,立方晶体结构的发展增加,至 0.41 八面体和当 r^+/r^- 到 0.2 时,四面体晶体结构发展。可能的材料组合的实例为:

- [0035] (V, Ta)C
- [0036] (V, Nb)C
- [0037] (V, Hf)C
- [0038] (Cr, Zr)N
- [0039] (Cr, Mo)N
- [0040] (Cr, W)N
- [0041] (Cr, Cu)N
- [0042] (Mo, Cu)N
- [0043] (W, Cu)N
- [0044] (Mo, V)N
- [0045] (Cr, V)N
- [0046] (V, Nb)N
- [0047] (Ti, Nb)N

[0048] 所举的材料组合能够以 C, Cn, SiN 或 SiC 的变体存在。材料的顺序和两种金属的比例从根本上是可交换的。

[0049] 取决于第一种金属与第二种金属的比例,以较大数量存在的金属控制了主要结构,也就是主要金属的变化能够提供逐渐变化。

[0050] 另外,在该层(仅仅是实例的集合)中下述相是期望得到的:

- [0051] $CrN_{1-x}-MoN_{1-y}-Si_aN_b$
- [0052] $CrN_{1-x}-WN_{1-y}$
- [0053] $CrCN_{1-x}-WCN_{1-y}$
- [0054] $CrN_{1-x}-MoN_{1-y}-SiC$
- [0055] $MoN_{1-x}-CuN_{1-y}$
- [0056] $CrN_{1-x}-CuN_{1-y}$
- [0057] $CrN_{1-x}-ZrCN_{1-y}$
- [0058] $ZrN_{1-x}-CuN_{1-y}$
- [0059] $MoCu-MoN_{1-x}$

[0060] 这些层能够形成梯度层和/或多层式层和/或纳米组成层。从而多层式层被理解为由不同材料组合构造成的多个层的提供。另外,同样能够提供梯度层或其混合物,其中仅仅层组成逐渐地变化并且能够在不同层之间带来不清楚的分界。被理解为纳米复合层的是其结构由主要金属通过引入一种或多种低量的材料形成的层。例如,纳米复合层能够由 CrN-MoN-SiN 形成,其中 SiN 形成了基体结构或基质,并且 CrN 和 MoN 以低量引入,优选地作为纳米颗粒引入。

[0061] 另外,由于硬质材料层的应用和其特征,硬质材料层的表面具有类玻璃结构。相应

地表面是具有非常低摩擦力的,具有高的硬度水平和耐久力。

[0062] 硬度材料层能够处于化学计量转变阶段。这意味着,例如碳或氮部分以纳米级分散相存在,意思是它微小的分散在限定范围内。

[0063] 硬质材料层使用 PVD 方法施加,特别地优选等离子体 PVD 工艺。在此所谓的类 CVD 工艺支持结果,因为在 PVD 工艺过程中涉及的非金属材料碳、氮和硅在一定程度上进行化学反应,这使完全的 PVD 工艺转变为具有 CVD 工艺要素的 PVD 工艺。

[0064] 如已经提出的,获得的晶体结构本质上取决于选择的材料组合。此外,但是通过工艺控制同样能够在一定程度上影响所得的晶体结构。从而涂覆系统 1(图 1)以工艺控制支持不同晶体结构形成的方式构造。为此,在涂覆腔室 3 中提供至少两个靶 2,待涂覆的组件,也就是销 4,和任选地冷却装置 5。用于销 4 的输送装置未示出,其输送这些销通过涂覆腔室 3。输送以贯穿进给的方法(通过箭头 15 指示)穿过工艺腔室 3 进行。因此销 4 优选绕它们的纵轴 16 旋转。

[0065] 在 PVD 工艺过程中,材料从靶 2 释放,其在销 4 的方向上以颗粒流 6 移动并且沉积在所述销 4 的表面上。通常,颗粒沉积仅仅发生在面向靶的销表面。为了获得销 4 的均匀涂覆,因此这些销以旋转方式进入穿过涂覆腔室 3,其通过箭头 7 指示。相应地销 4 的整个表面暴露至颗粒流 6,这样获得了均匀的沉积。如果需要,同样能够在区域中遮盖销或者从颗粒流撤回销,这样仅在期望的表面上得到硬质材料涂层。

[0066] 所有的 PVD 方法具有共同的事实,也就是为了产生颗粒流 6,一定热或靶加热是必须的。因此,为了获得引发颗粒从靶释放的足够高的颗粒能量,热或高温是必须的。相应地,面对靶 2 的销 4 的侧面(sides)8 相对背朝靶的销的侧面 9 暴露在更高的温度下。侧面 8 和 9 同样能够相应地称为白昼面(day side)8 和黑夜面(night side)9。结果,由此得出结论销 4 的白昼面 8 相对黑夜面 9 具有较高的温度,其依次影响可获得的晶体结构。通过对高温 14 和低温 15 的系统化温度计以图表形式示出了温度。

[0067] 如图 3 中所示,所谓的三元相图适用于由三种材料组成的材料。在所示的实施例中,三种材料是非金属(NMe),第一金属(Me1)和第二金属(Me2)。因此,不同的晶体结构根据比例和关联的工艺条件,特别地温度,产生。在此使用的图 3 的三元相图仅仅用于描述原理,和不涉及先前提到的材料组合。

[0068] 在图 3 的相图中,标出了多个区域 11a, 11b, 11c, 11d, 其中每个区域标记了不同的结晶结构。在所示的实施例中,层或材料组合的化学计量点 10 位置接近于区域 11a 和区域 11b 和 11c 之间的边界。

[0069] 化学计量点 10 通常能够改变,仅仅是比较缓慢,因为这个原因,其它工艺参数,比如,举例来说,温度,它们自身的存在影响了硬质材料层。通过在移动部分上改变反应或工艺条件,从而可能以相边界超出化学计量点 10 移动的方式移动区域 11a, 11b, 11c 和 11d 之间的相边界。在图 3 中采用箭头 12 和 13 指示了区域 11a, 11b, 11c, 11d 之间相边界的移动。如已经指出的,晶体结构通常依赖于能量供给,也就是温度形成。因此,如果,例如,沉积由立方 MoN_{1-x} 和 CrN_{1-y} 组成的层,通过温度改变,立方 MoN_{1-x} 能够变为六方 MoN_{1-x} , 其中 CrN_{1-y} 相保持不变。原则上,能够改变层的一个或两个独立的相,意思是能够移动一个或两个相的边界。

[0070] 为此需要改变的反应条件取决于所选的材料组合并且因此在这里不采用通用术

语描述。但是,可能的影响措施是温度和比例的变化。

[0071] 此外,另一侧相边界的改变仍然同样能够通过移动化学计量点施加,例如通过改变反应气体,也就是非金属的供给。

[0072] 所示的涂覆体系 1 具有冷却装置 5,用于改变涂覆区域内销 4 的温度。在旋转销 4 的过程中,表面区域到达所谓的黑夜区域 9,在此所述表面冷却。

[0073] 在选择各自材料组合和相关联温度的情况下,相应的产生不同的晶体结构。因此冷却能够通过始终达到两种晶体结构之间期望端点的方式调节。根据选择的材料组合,同样可能无需额外的冷却,并且由于黑夜区距离加热靶更远的距离导致的稍微低的温度自身是足够的。但是,优选巨大的温度梯度,也就是,迅速和显著的温度变化。

[0074] 在涂覆工艺过程中,销表面上的某点偏离黑夜面,可以说是穿过半阴影区 (twilight zone) 和进入白昼面并且然后返回至半阴影面和进入黑夜面。相应地,销表面从转换至半阴影区开始加热直至它在白昼面达到最大值和它同样在转换至半阴影区的过程中开始冷却。因此,销表面的温度受到不断的变化,因为这个原因在它上面沉积的硬质材料层能够形成不同的结构。

[0075] 对于这样的涂层,Cr 合金钢基体材料,例如 59CrV4,100Cr6 或更高的合金,是特别合适的。涂覆温度优选位于 100℃到 500℃的范围内,其中尽力达到从 1 到 10 μm 层厚度。独立的次级层厚度能够小于 0.5 μm 。逐渐变化的颗粒尺寸能够为 50nm 或更小。

[0076] 如果使用氮和硅作为非金属成分,能够获得从 2000 到 4000HV 范围内的硬度水平。如果使用碳作为非金属成分,同样能够获得 2000-4000HV,其中也可以获得从 4000-7000HV 的值。

[0077] 总的来说,可以这么说面对产品一侧布置涂覆源和从另一侧冷却产品并且销的旋转赋予销表面处快速加热和冷却过程。在销表面上的有效观察点在涂覆水平线方向上偏离正对源(例如靶)的最热沉积,在该处能量施加已经显著地减小,返回至黑夜区,在该处开始由采用冷却装置主动冷却或由较低环境温度引发的冷却过程。随着黑夜区的结束,从黎明地平线 (dawn horizon) 开始重新加热。这允许在三元相环境中的工作点和三元相环境自身较快的变化。该变化速度能够通过工艺选择。

[0078] 提出的硬质材料层和施加其的方法能够应用于所有类型的链条。特别地,采用它能够装配套筒链和其它类型的链,例如齿链。

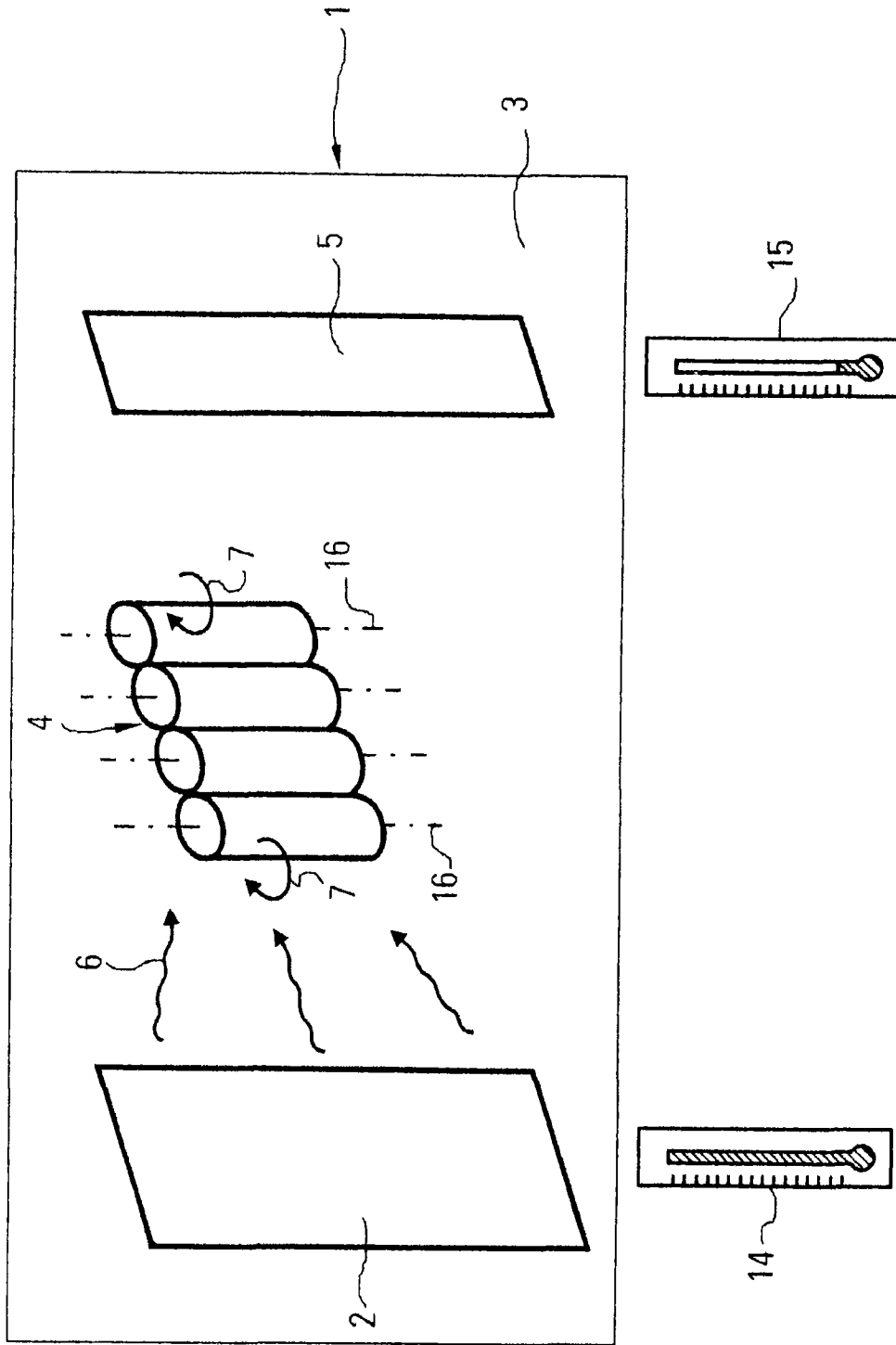


图 1

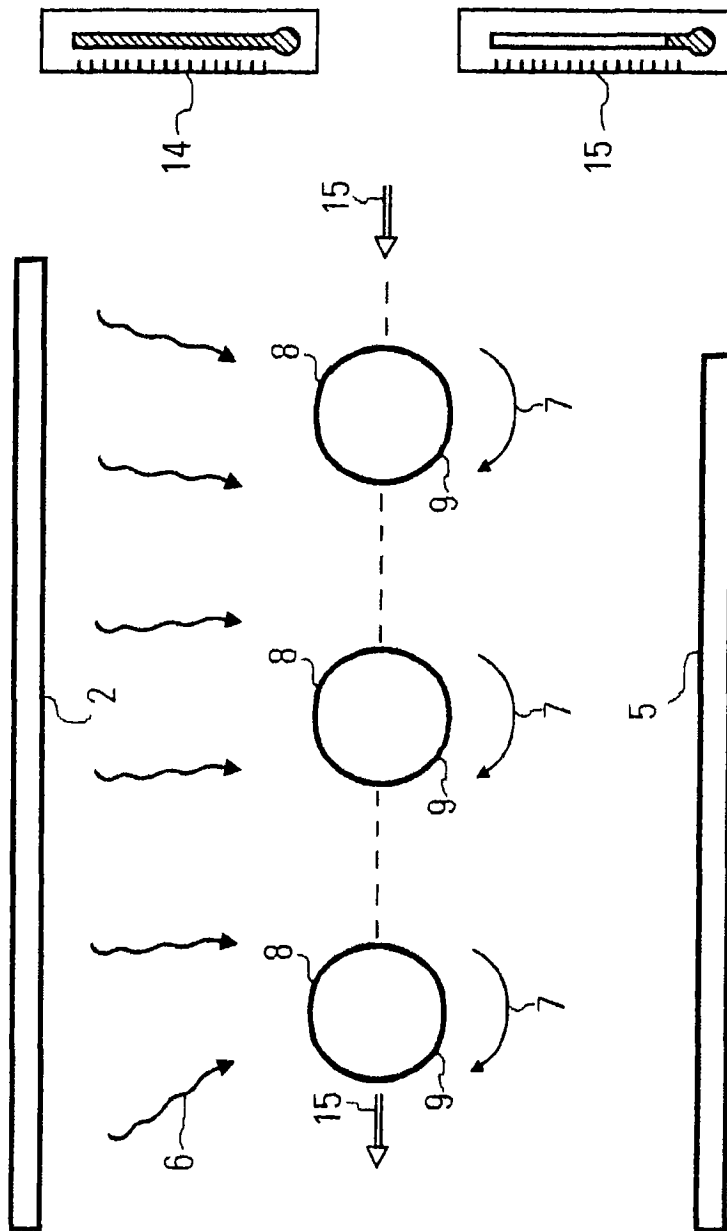


图 2

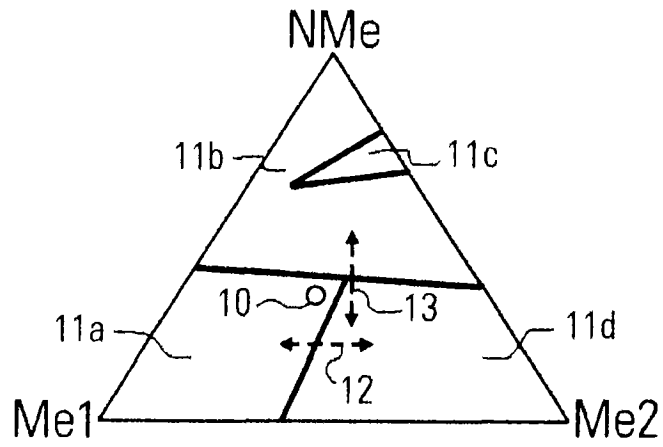


图 3