



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02106048.7

[43] 公开日 2003 年 4 月 2 日

[11] 公开号 CN 1407127A

[22] 申请日 2002.4.10 [21] 申请号 02106048.7

[30] 优先权

[32] 2001.9.3 [33] JP [31] 265462/2001

[71] 申请人 富士乌兹克斯株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 广瀬正仁 浅沼宏昭

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 王维玉 丁业平

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称 增强 Ti 合金的方法

[57] 摘要

本发明提供一种增强 Ti 合金的方法，在一台加热炉中，在 CO₂ 气氛中加热 Ti 合金。在不形成氧化钛的情况下 O 原子和 C 原子被引入到 Ti 合金中而使合金的硬度增大，从而通过如此形成的 Ti-O 和 Ti-C 固溶体增大了硬度。

-
1. 一种增强 Ti 合金的方法，其包括以下步骤：
在一台加热炉中，在 CO₂ 气氛中、600-900℃ 温度下加热 Ti 合金，
5 以使碳原子和氧原子扩散进入 Ti 合金。
2. 权利要求 1 所要求的方法，其中所述的方法进行 0.5-50 小时。
3. 权利要求 1 所要求的方法，其中所述的方法在 800-850℃ 的温
10 度下进行。
4. 权利要求 3 所要求的方法，其中所述的方法进行 1-3 小时。
5. 权利要求 1 所要求的方法，其中将 CO₂ 持续引入加热炉中。
15
6. 权利要求 1 所要求的方法，其中所述的方法在约 800℃ 的温
度下进行 1-2 小时。
7. 权利要求 6 所要求的方法，其中所述的 Ti 合金用来制造内燃
20 机的提升阀。

增强 Ti 合金的方法

5 技术领域

本发明涉及增强 Ti 合金以提高其耐磨性的方法。

背景技术

10 在汽车工业中，提升阀和其它阀操作部件由具有高强度和低比重的 Ti 合金制成。提升阀需要在与不同的阀操作部件接合的部位具有耐磨性和抗擦痕性能。

为增强 Ti 合金材料以获得耐磨性和抗擦痕性能，已开发了许
15 多种方法。例如，日本专利公开 62-256956 中公开了在 Ti 合金表面形成氧化物。日本专利公开 61-81505 中公开了在表面形成氮化物。日本专利 2,909,361 中公开了通过渗碳过程使碳原子扩散进入 Ti 合金。

前述方法中 Ti 合金材料的耐磨性和抗擦痕性能得到了改善，但其表面太硬，以致于不同部件接合时很可能会受到冲击。

20

编号为 2001-25415 的日本专利申请公开了一种 Ti 合金提升阀，其中形成了 Ti-O 和 Ti-C 固溶体，并公开了一种制造 Ti 合金提升阀的方法，该方法包括以下步骤：在一台等离子体真空炉中在低于 β 转变点的温度下加热 Ti 合金提升阀，在所述的真空炉中含有低于形成氧化钛的化学计量的氧气以扩散 O 原子和 C 原子而形成 O 和 C 扩散层，
25 所述扩散层中含有 Ti-O 和 Ti-C 固溶体从而增强提升阀的阀体。

为扩散 O 原子和 C 原子，在低于形成氧化钛的化学计量的氧气存在下，在约 800℃的温度下进行热处理。在一种用于离子化渗碳或
30 等离子体渗碳的气体存在下，进行辉光放电，而所供给的氧气量低于

形成氧化钛的化学计量。这样形成的氧/碳扩散层不仅提高了耐磨性和抗擦痕性能，而且减弱了其冲击其它部件的性质。

5 但是，如前所述，热处理是在一台等离子体真空炉中，在氧气的存在下进行，而通过辉光放电进行复杂的等离子体渗碳过程。另外，必须在等离子体真空炉中使用一种真空放电装置和等离子体电源，从而增加了成本。

发明简述

10 考虑到现在技术的缺陷，本发明的一个目的是提供一种增强 Ti 合金的方法，该方法不形成氧化钛而扩散氧原子和碳原子。

按照本发明，提供了一种增强 Ti 合金的方法，该方法包括在一台加热炉中，在 CO₂ 气氛中、600-900℃ 的温度下加热 Ti 合金，使 C 原子和 O 原子扩散进入 Ti 合金中。

附图说明

由以下结合附图进行的描述，本发明的特征和优点将变得更加明显，其中：

- 20 图 1 是本发明的实施例 1 中处理的 Ti 合金的显微照片；
图 2 是显示图 1 中的 Ti 合金材料的氧原子和碳原子浓度的图形；
图 3 是图 1 中的 Ti 合金材料的硬度随深度的变化曲线；
图 4 是本发明的实施例 3 中处理的 Ti 合金的显微照片；
图 5 是比较例 2 处理的 Ti 合金的显微照片；
25 图 6 是 Ti 合金材料的耐磨试验结果图；
图 7 是耐磨试验装置的示意图。

发明内容

以下将描述本发明的热处理。

30

Ti 合金包括 α 合金, 如 Ti-5Al-2.5Sn; 近 α 合金, 如 Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo(本文称作“Ti6242”)和 Ti-8Al-Mo-V; α - β 合金, 如 Ti-6Al-4V、Ti-6Al-6V-2Sn 和 Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo; 和 β 合金, 如 Ti-13V-11Cr-3Al 和 Ti-15Mo-5Zr-3Al。优选使用 Ti6242。

5

在热处理中, 将 Ti 合金置于一台加热炉中, 用 CO₂ 吹扫炉内的空气。在 CO₂ 气氛中, 在 600-900°C, 优选 800-850°C 的温度下加热。

10 低于 600°C 时碳原子的扩散速度太慢, 这对成本是不利的。高于 900°C 时形成氧化物层, 且温度高于 Ti 的 β 转变点从而改变其结构, 这是不可取的。

15 在热处理中, 为补充由于碳原子和氧原子进入 Ti 合金而损耗的 CO₂ 并维持炉内的 CO₂ 气氛, 可以持续地将 CO₂ 加入加热炉中。进气速率可以为 0.5-3.0 升/分钟(l/min), 优选 1.0-2.5 l/min。

20 在 CO₂ 中的处理时间影响耐磨性或硬度, 处理时间可以优选为 1-3 小时。通过热处理, O 原子和 C 原子扩散至离表面 25-50 μ m 的深度处, 表面硬度为 HV 550-1000。

20

当用 Ti 合金制造汽车内燃机中的提升阀时, 适宜的 Vicker 硬度为 HV 700-850。由本发明方法处理的阀不仅具有耐磨性和抗擦痕性能, 而且其冲击其它部件的性质被减弱。

25 具体实施方式

实施例 1

30 在一台容积为 24 l 的马弗(muffle)炉中, 放入一个由 Ti6242 制成的提升阀样品, 并引入 CO₂ 吹扫空气。CO₂ 加进炉中的流速为 1 l/min, 将样品加热至 800°C, 并保持此温度 2 小时。然后, 在不接触空气的情况下将提升阀冷却至室温。冷却后, 从炉中取出样品, 并进行各项

测试。

图 1 是该样品一部分的显微照片。如显微照片中所示，氧原子和碳原子被引入到一定的深度。

5

图 2 是显示由电场辐射型俄歇(Auger)电子能谱仪在各个深度测量的氧原子和碳原子浓度的平均值的曲线。图中横坐标轴代表距离样品表面深度，纵坐标轴代表氧原子和碳原子的浓度(原子%)。浓度单位“原子%”指氧原子和碳原子占分析的总原子数的比率。该曲线显示了在样品的扩散层中的氧原子和碳原子。

10

用 X 射线微衍射仪进行的 X 射线衍射能识别 TiC，但不会发现氧化钛。因此，氧原子不与钛结合，而仍然保持原子状态。碳原子部分与钛结合形成 TiC，但剩余的是以碳原子形式扩散。

15

由 Shimazu 公司制造的 Micro-Vickers 硬度检测器测量如此制得的样品的分区硬度。图 3 示出了硬度分布。横坐标轴代表距离表面的深度(μm)，纵坐标轴代表 100gf 下的硬度(HV)。该图表明按照本发明的方法，直至 50 μm 处硬度都得到了提高。

20

图 2 和图 3 证明由于存在氧原子和碳原子，使 Ti 合金的硬度增大。

如图 3 所示，表面硬度为 HV 830。

25

实施例 2-9 和比较例 1-3

在不同温度和时间条件下对 Ti6242 进行表面处理，结果列在下表中。

表

	温度(°C)	时间(小时)	表面硬度(HV)	氧化层
实施例 2	750	3	570	无
3	800	0.5	630	无
4	710	50	680	无
5	800	1	710	无
6	800	1.5	790	无
7	800	3	870	无
8	850	1	930	无
9	850	2	960	无
比较例 1	850	55	1030	形成氧化层
2	900	1	980	形成氧化层
3	1000	0.5	1030	形成氧化层

在 CO₂ 气氛中，在 710-850°C 加热 Ti6242 0.5-50 小时，这样就将 O 原子和 C 原子引入到 Ti 合金中而不会形成氧化物。

5

图 4 是实施例 3 中处理的 Ti 合金提升阀的显微照片，形成了 O 和 C 扩散层。

用在汽车内燃机中的提升阀会经历恶劣的条件如高温。这样的一种提升阀需要硬度为 HV 700-850。在实施例 1、5 和 6 中，需要样品经历的条件为：800°C 下 1-2 小时。

10

如比较例 1 所示，850°C 的温度与实施例 8 和 9 相同，但其费时 55 小时达到 HV 1030 的硬度。但该时间太长，从而在表面上形成了氧化层。变形很大，所以不合适。

15

在比较例 2 和 3 中，当温度超过 900°C 时，表面硬度已足够，但形成了一个厚氧化层而引起大的变形，这不适于实际应用。

图 5 是比较例 2 的提升阀的显微照片，其中在 O 原子和 C 原子扩散层上形成了氧化层。

5 图 6 示出了实施例 1 和 3 和比较例 2 中的 Ti6242、未处理的 Ti 合金和扩散渗氮(tuftriding)处理的耐热钢的耐磨试验结果。

10 为进行试验，如图 7 所示，将试件 2 与一个由 Fe 烧结的材料制成的阀导承 1 咬合。加载 6kgf 的垂直重量“W”，一边在 1 和 2 之间加入润滑油一边将试件 2 来回滑动 50 小时。

15 由未处理的 Ti6242 制成的试件磨损最大，磨损按实施例 3、实施例 1、耐热钢和比较例 2 的次序依次减小。实施例 1 的磨损与耐热钢相当。由于表面强度的差异，实施例 3 的磨损大于实施例 1。比较例 2 的磨损最小，这看来是由表面上的氧化层引起的。比较例 2 太硬，以致与其咬合的阀导承的磨损最大。

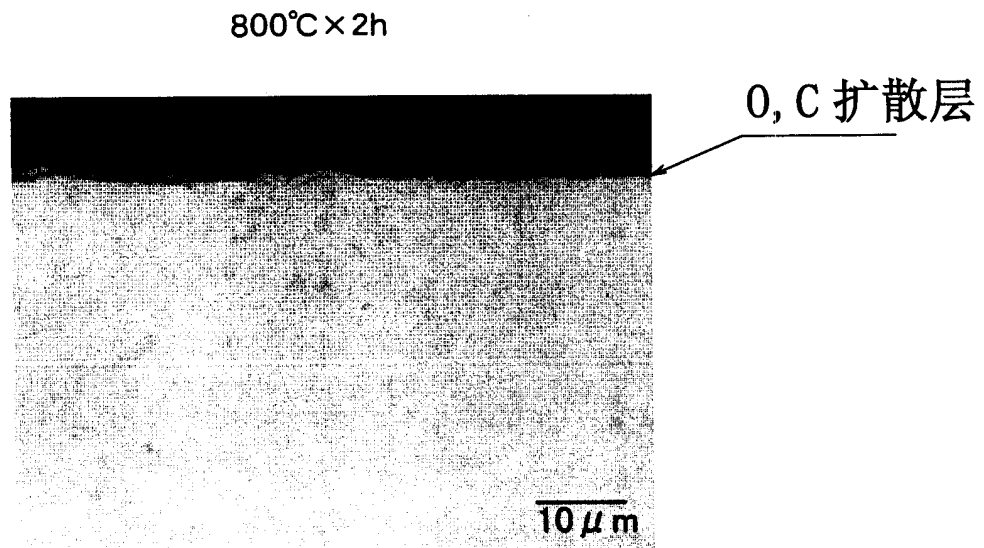


图 1

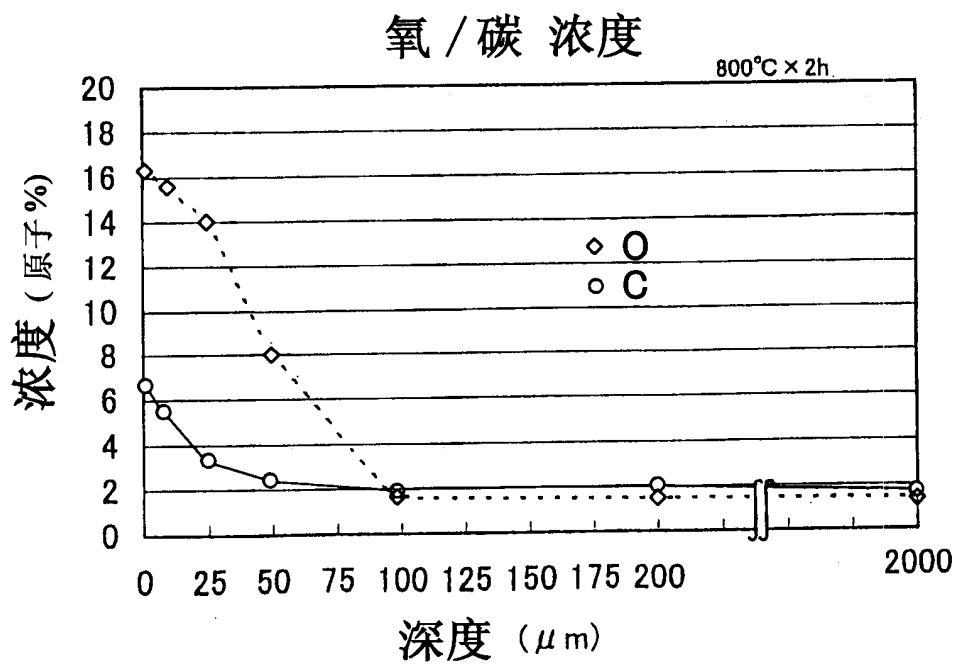


图 2

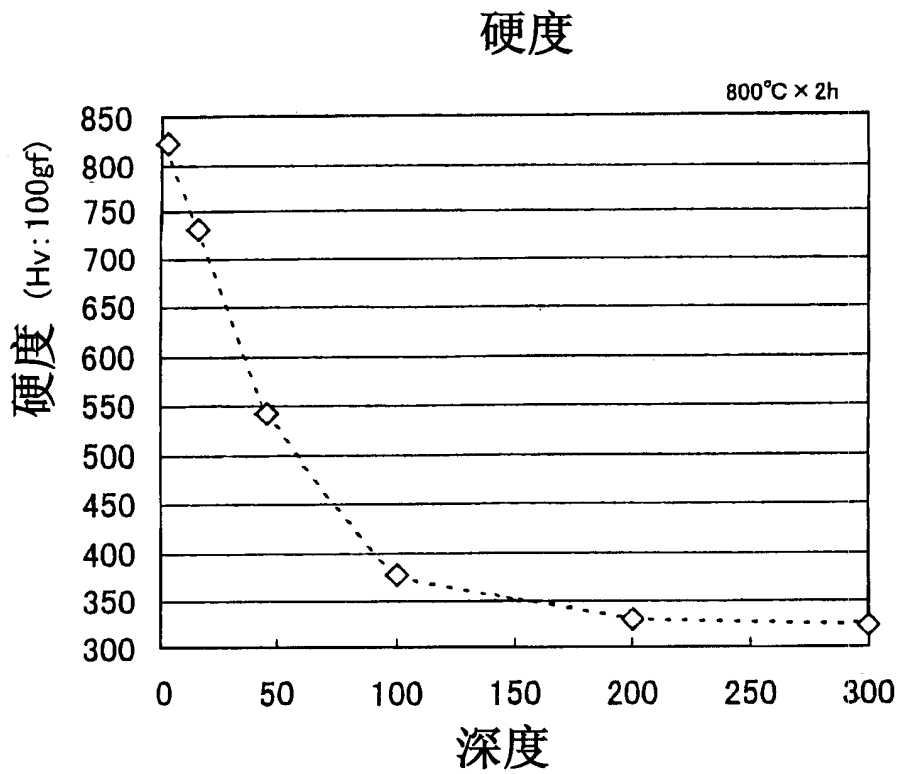


图 3

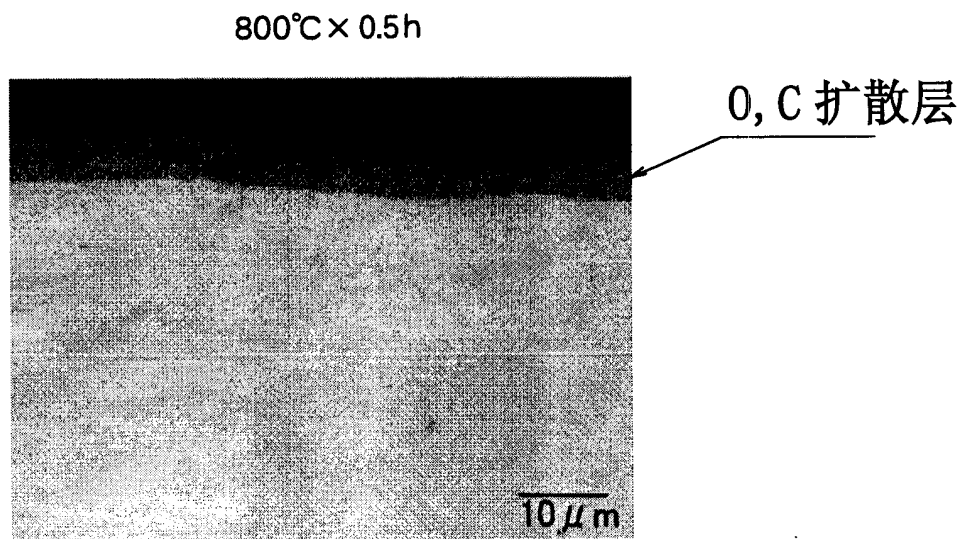


图 4

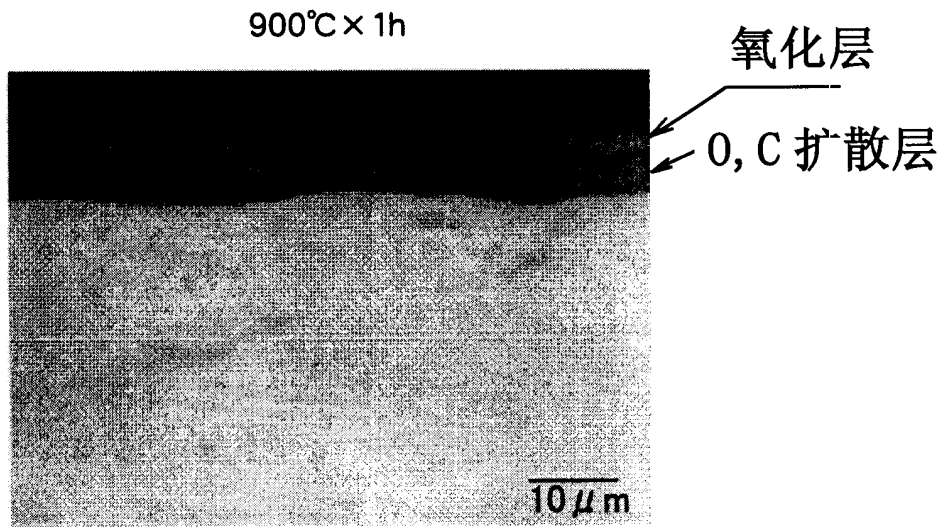


图 5

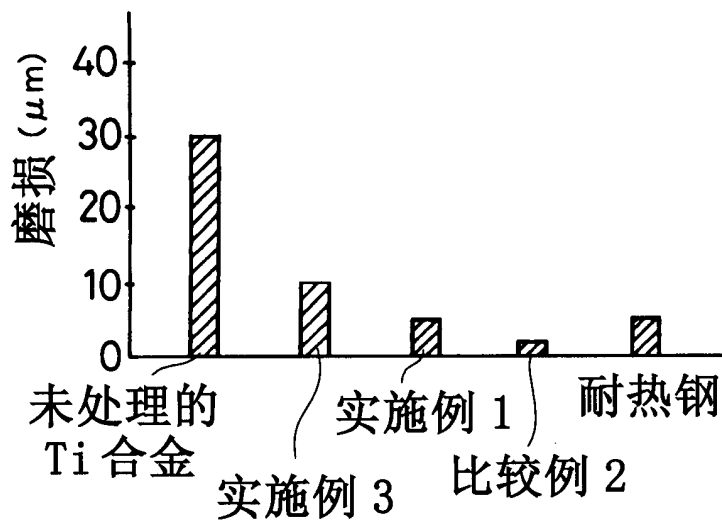


图 6

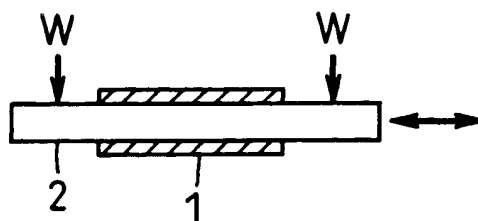


图 7