



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102859025 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201180017309. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 03. 29

G23C 8/32 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G21D 1/06 (2006. 01)

2010-075370 2010. 03. 29 JP

G21D 9/40 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

F16C 19/02 (2006. 01)

2012. 09. 29

F16C 33/62 (2006. 01)

F16C 33/64 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/057849 2011. 03. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02011/122632 JA 2011. 10. 06

(71) 申请人 NTN 株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 大木力

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡晓萍

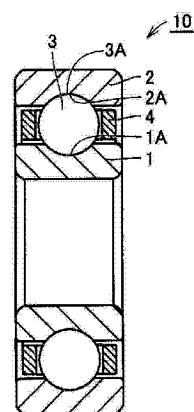
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 10 页

(54) 发明名称

轴承零件、轴承及轴承零件的检查方法

(57) 摘要

本发明提供一种能定量且简便地保证被渗碳氮化处理的轴承零件的氮浓度的检查方法,此外,还提供能定量地保证氮浓度的轴承零件及轴承。作为轴承零件的内圈(1)、外圈(2)、滚珠(3)是由JIS标准SUJ2构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件,在进行完加热温度为500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距上述表面30 μ m深度的位置的维氏硬度比在轴承零件的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的维氏硬度高130HV以上。



1. 一种轴承零件,是由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件 (1、2、3),其特征在于,

在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距所述表面 30 μm 深度的位置的维氏硬度比在所述轴承零件 (1、2、3) 的厚度方向上未形成有所述渗碳氮化层的区域即芯部的维氏硬度高 130HV 以上。

2. 如权利要求 1 所述的轴承零件,其特征在于,

在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距所述表面 70 μm 深度的位置的维氏硬度比所述芯部的维氏硬度高 80HV 以上。

3. 如权利要求 1 所述的轴承零件,其特征在于,

所述渗碳氮化层的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

4. 如权利要求 1 所述的轴承零件,其特征在于,

所述渗碳氮化层是通过处理温度为 A_1 点以上 A_{cm} 点以下这样的温度范围的渗碳氮化处理而形成的。

5. 如权利要求 1 所述的轴承零件,其特征在于,

所述渗碳氮化层是通过处理温度为 840℃以上 860℃以下这样的温度范围的渗碳氮化处理而形成的。

6. 一种轴承,其特征在于,是使用权利要求 1 所述的轴承零件而制造出的。

7. 一种轴承零件,是由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件 (1、2、3),其特征在于,

在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距所述表面 70 μm 深度的位置的维氏硬度比在所述轴承零件的厚度方向上未形成有所述渗碳氮化层的区域即芯部的维氏硬度高 80HV 以上。

8. 如权利要求 7 所述的轴承零件,其特征在于,

所述渗碳氮化层的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

9. 如权利要求 7 所述的轴承零件,其特征在于,

所述渗碳氮化层是通过处理温度为 A_1 点以上 A_{cm} 点以下这样的温度范围的渗碳氮化处理而形成的。

10. 如权利要求 7 所述的轴承零件,其特征在于,

所述渗碳氮化层是通过处理温度为 840℃以上 860℃以下这样的温度范围的渗碳氮化处理而形成的。

11. 一种轴承零件的检查方法,其特征在于,包括:

准备由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件 (1、2、3) 的工序;

对所述轴承零件进行热处理的工序 (S10);

在所述热处理后,测定距所述表面相当于在对所述表面的研磨量上加上第一距离后获得的合计值的深度位置的第一维氏硬度和在所述轴承零件的厚度方向上未形成有所述渗碳氮化层的区域即芯部的第二维氏硬度的工序 (S20);以及

判别所述第一维氏硬度是否比所述第二维氏硬度高基准值的工序 (S30、S40)。

12. 如权利要求 11 所述的轴承零件的检查方法,其特征在于,

所述热处理是加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理,

所述第一距离为 $30\text{ }\mu\text{m}$,

所述基准值为 130HV。

13. 如权利要求 11 所述的轴承零件的检查方法,其特征在于,
所述热处理是加热温度为 500°C 、将保持时间设为一小时的热处理,
所述第一距离为 $70\text{ }\mu\text{m}$,
所述基准值为 80HV。

轴承零件、轴承及轴承零件的检查方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轴承零件、轴承及轴承零件的检查方法,更特定而言,涉及进行完渗碳氮化处理的轴承零件、轴承及轴承零件的检查方法。

背景技术

[0002] 目前,定性地已知渗碳氮化处理能有效地延长滚动轴承的滚动疲劳寿命(例如,参照仓部兵次郎等、1% Cr 钢的渗碳及渗碳氮化层的升温滚动疲劳特性、铁和钢、vol. 11(1967)、p. 1305(以下称为非专利文献 1)、日本专利特许第 2962817 号(以下称为专利文献 1))。另外,近年来,如日本专利特开 2009 — 229288 号公报(以下称为专利文献 2)所示,可知在进一步定量的滚动轴承的压痕起点型剥离寿命的评价方法中渗碳氮化处理是有效的。例如,能发现若研磨后最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上,则与未氮化品比较,能获得在统计上确实能认可有意义的差别水平的寿命延长。

[0003] 因此,若能提供品质保证渗碳氮化处理品的研磨后最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上的滚动轴承零件,则能进一步可靠地确保滚动轴承的安全性,因提高使用该滚动轴承的机械装置的安全性而在结果上在整个社会会有较大的优点。

[0004] 然而,现在,钢中的氮浓度的定量只有使用 EPMA(Electron Probe Micro Analyzer:电子探针微分析仪)、GDS(Glow Discharge spectrometer:辉光放电光谱仪)等分析装置来实施的方法,为了进行上述测定需要非常多的工时。因此,若采用使用上述分析装置的方法作为用于品质保证的检查方法,则滚动轴承的价格非常贵,在现实中不能采用。

[0005] 另外,通过利用侵入钢中的氮的特性、即“高温回火后的硬度比未氮化部的硬度高”来定性地评价氮化程度的方法例如在“渡边阳一等、氮量对渗碳氮化淬火的含铬钢的淬火组织及回火软化阻力产生的影响、热处理、vol. 40(2000)、p. 18”(以下称为非专利文献 2)等中公开。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1:日本专利特许第 2962817 号

[0009] 专利文献 2:日本专利特开 2009 — 229288 号公报

[0010] 非专利文献

[0011] 非专利文献 1:仓部兵次郎等、1% Cr 钢的渗碳及渗碳氮化层的升温滚动疲劳特性、铁和钢、vol. 11(1967)、p. 1305

[0012] 非专利文献 2:渡边阳一等、氮量对渗碳氮化淬火的含铬钢的淬火组织及回火软化阻力产生的影响、热处理、vol. 40(2000)、p. 18

发明内容

[0013] 发明所要解决的技术问题

[0014] 也可考虑,通过利用上述钢中的氮的特性,对渗碳氮化处理后的轴承零件的高温

回火后的截面硬度分布进行测定,来定性地评价该轴承零件的氮化深度。

[0015] 然而,在上述方法中,渗碳氮化处理后的构件(例如轴承零件)的氮浓度未被定量地保证。为了经济且可靠地提高使用上述轴承零件及轴承的机械装置的安全性,要求能通过简便的方法来定量地保证氮浓度的检查方法,此外,还要求能定量地保证上述氮浓度的轴承零件及轴承。

[0016] 本发明为解决上述技术问题而作,其目的在于提供能定量且简便地保证渗碳氮化处理后的轴承零件的氮浓度的检查方法,此外,还提供能定量地保证氮浓度的轴承零件及轴承。

[0017] 解决技术问题所采用的技术方案

[0018] 本发明的轴承零件是由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件,在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距上述表面 30 μ m 深度的位置的维氏硬度比在轴承零件的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的维氏硬度高 130HV 以上。

[0019] 如后所述,发明人获得了以下发现:由 JIS 标准 SUJ2 构成的轴承零件在进行完上述条件的热处理后的渗碳氮化层的维氏硬度与氮浓度之间存在相关性,另外,通过上述热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧移动了规定距离(30 μ m)。因此,上述热处理后的距表面 30 μ m 深度的位置的维氏硬度与该位置的氮浓度(进行热处理之前的轴承零件表面的氮浓度)相对应,比未被渗碳氮化处理的区域的维氏硬度高规定值。因此,根据进行热处理前的轴承零件表面的设计氮浓度确定维氏硬度的提高量的基准值(例如若将该设计氮浓度设为 0.1 质量%,则维氏硬度的提高量的基准值为 130HV),通过判别热处理后的距表面 30 μ m 深度的位置的维氏硬度的测定值与渗碳氮化层以外的区域即芯部的维氏硬度的测定值之差是否满足该基准值(该差是否比基准值大),能检查出轴承零件的表面的氮浓度是否处于设计氮浓度以上。其结果是,本发明的轴承零件能保证上述热处理前的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0020] 在上述轴承零件中,在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距上述表面 70 μ m 深度的位置的维氏硬度比上述芯部的维氏硬度高 80HV 以上是较为理想的。在此,上述轴承零件的渗碳氮化层中的氮浓度为 0.1 质量%的位置与 0.06 质量%的位置之间的深度方向上的距离如后所述最大为 40 μ m。因此,若除了通过上述热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧移动的距离(30 μ m)之外,进一步朝厚度方向的内部侧移动上述 40 μ m 的区域的维氏硬度与上述芯部的维氏硬度之差处于 80HV 以上(即该区域的氮浓度处于 0.06 质量%以上),则能可靠地保证上述热处理前的渗碳氮化层的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0021] 另外,如后所述,渗碳氮化层中的区域和芯部的维氏硬度的差分与氮浓度大致在氮浓度为 0 ~ 0.1 质量%左右的范围内具有线性关系。因此,若将用于判定的氮浓度设为表示该线性关系的范围中大致接近中央的例如 0.06 质量%,则能较佳地获得维氏硬度的差分和氮浓度的相关性,因此,能提高判别的准确性。

[0022] 本发明的轴承零件是由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件,在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距上述表面 70 μ m 深度的位置的维氏硬度比在轴承零件的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的

维氏硬度高 80HV 以上。

[0023] 在此,发明人获得了在进行完上述条件的热处理后的渗碳氮化层的维氏硬度与氮浓度之间存在相关性、另外通过上述热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧移动一定距离($30\mu\text{m}$)这样的新发现,此外,还获得了如上所述上述轴承零件的渗碳氮化层中的氮浓度为 0.1 质量%的位置与 0.06 质量%的位置之间的深度方向上的距离如后所述最大为 $40\mu\text{m}$ 这样的发现。因此,上述热处理后的距表面 $30\mu\text{m}$ 深度的位置的维氏硬度与该位置的氮浓度(进行热处理之前的轴承零件表面的氮浓度)相对应,比未被渗碳氮化处理的区域的维氏硬度高规定值。

[0024] 此外,如后所述氮浓度为 0.06 质量%的区域的维氏硬度与上述芯部的维氏硬度之间的差异为 80HV,氮浓度越高,则该差异的绝对值就越大。因此可知,如上所述若与距表面 $70\mu\text{m}$ 深度的位置的维氏硬度相关的上述差异处于 80HV 以上,则该位置的氮浓度处于 0.06 质量%以上。另外,越是该位置朝向表面侧,则氮浓度趋于变高,另外,0.1 质量%的位置与 0.06 质量%之间的距离最大为 $40\mu\text{m}$,因此可知,距表面 $30\mu\text{m}$ 的位置的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0025] 这样,能根据距表面 $70\mu\text{m}$ 深度的位置的维氏硬度与芯部的维氏硬度之差来验证上述热处理前的轴承零件表面的氮浓度。其结果是,本发明的轴承零件能保证上述热处理前的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0026] 在上述轴承零件中,也可使渗碳氮化层的表面中的氮浓度处于 0.1 质量%以上。在该情况下,能可靠地实现轴承零件的寿命延长。

[0027] 在上述轴承零件中,渗碳氮化层也可以通过处理温度为 A_1 点以上 A_{cm} 点以下的这样的温度范围的渗碳氮化处理来形成。在该情况下,能在轴承零件中可靠地形成渗碳氮化层。另外,此处, A_1 点表示相当于加热钢时使钢的组织结构从铁素体开始相变成奥氏体的温度的点。另外, A_{cm} 点表示相当于在加热时、过共析钢中的渗碳体完全熔解的温度的点。

[0028] 在上述轴承零件中,渗碳氮化层也可以通过例如处理温度为 840°C 以上 860°C 以下这样的温度范围的渗碳氮化处理来形成。在该情况下,能在轴承零件中可靠地形成渗碳氮化层。

[0029] 本发明的轴承是使用上述轴承零件而制造出的轴承。若这样,则通过定量地保证渗碳氮化层的表面中的氮浓度,能获得比使用未氮化的轴承零件的轴承更可靠地延长了寿命的轴承。

[0030] 本发明的轴承零件的检查方法包括:准备由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件的工序;对该轴承零件进行热处理的工序;在热处理后,测定距该表面相当于在对该表面的研磨量上加上第一距离后的合计值的深度位置的第一维氏硬度和在轴承零件的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的第二维氏硬度的工序;以及判别第一维氏硬度是否比第二维氏硬度高基准值的工序。

[0031] 若这样,则根据由 JIS 标准 SUJ2 构成的轴承零件在进行完规定条件的热处理后的渗碳氮化层的维氏硬度与氮浓度之间存在相关性,另外,通过上述热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧移动规定距离这样的发明人的新发现,能定量地保证轴承零件的表面中的氮浓度。

[0032] 在上述轴承零件的检查方法中,热处理可以是加热温度为 500°C 、将保持时间设为

一小时的热处理,第一距离可以是 $30\mu\text{m}$,基准值可以是 130HV。

[0033] 在该情况下,能根据进行完上述热处理后的维氏硬度与氮浓度的相关关系和通过该热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧移动大致 $30\mu\text{m}$ 这样的发明人的发现,来判别该热处理前的轴承零件的表面中的氮浓度是否处于 0.1 质量%以上。

[0034] 在上述轴承零件的检查方法中,热处理可以是加热温度为 500°C 、将保持时间设为一小时的热处理,第一距离可以是 $70\mu\text{m}$,基准值可以是 80HV。

[0035] 在上述检查方法中,在轴承零件的渗碳氮化层的表面中被确认出的氮浓度也可以处于 0.1 质量%以上。

[0036] 在上述检查方法中,渗碳氮化层也可以通过处理温度为 A_1 点以上 A_{cm} 点以下的温度范围的渗碳氮化处理来形成。

[0037] 在上述检查方法中,渗碳氮化层也可以通过处理温度为 840°C 以上 860°C 以下的温度范围的渗碳氮化处理来形成。

[0038] 发明效果

[0039] 根据本发明,能可靠地提供表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上的轴承零件。

附图说明

[0040] 图 1 是表示本发明的轴承的实施方式的示意剖视图。

[0041] 图 2 是用于说明本发明的轴承零件的检查方法的流程图。

[0042] 图 3 是表示用于测定氮浓度的样品的示意图。

[0043] 图 4 是表示回火温度与维氏硬度的最大值和深度为 1mm 的位置的维氏硬度之差即截面硬度差分 ΔHV 之间的关系的图表。

[0044] 图 5 是表示氮浓度与截面硬度差分之间的关系的图表。

[0045] 图 6 是表示氮浓度处于 0.1 质量%以下的范围中的氮浓度与截面硬度差分之间的关系的图表。

[0046] 图 7 是表示截面硬度差分与氮浓度之间的关系的图表。

[0047] 图 8 是表示样品的距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0048] 图 9 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0049] 图 10 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0050] 图 11 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0051] 图 12 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0052] 图 13 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0053] 图 14 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0054] 图 15 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0055] 图 16 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0056] 图 17 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

[0057] 图 18 是表示试验片在热处理结束后距表面的深度与氮浓度之间的关系的图表。

具体实施方式

[0058] 以下,根据附图对本发明的实施方式进行说明。另外,在以下附图中,对相同或相

似的部分标注相同的符号,并不重复其说明。

[0059] 参照图 1,轴承 10 包括:环状的外圈 2;配置于外圈 2 内侧的环状的内圈 1;以及配置于外圈 2 与内圈 1 之间,并被圆环状保持器 4 保持的作为滚动体的多个滚珠 3,其中上述外圈 2、内圈 1 及多个滚珠 3 由 JIS 标准 JUS2 构成。在外圈 2 的内周面形成有外圈轨道面 2A,在内圈 1 的外周面形成有内圈轨道面 1A。此外,外圈 2 和内圈 1 配置成内圈轨道面 1A 与外圈轨道面 2A 彼此相对。而且,多个滚珠 3 在其表面即滚珠滚走面 3A 与内圈轨道面 1A 和外圈轨道面 2A 接触,且被保持器 4 沿周向以规定的间距配置,藉此,多个滚珠 3 被可自由滚动地保持在圆环状的轨道上。根据上述结构,轴承 10 的外圈 2 和内圈 1 能彼此相对地旋转。外圈 2 的至少外圈轨道面 2A 为形成有渗碳氮化层的区域。另外,内圈 1 的内圈轨道面 1A 也是形成有渗碳氮化层的区域。另外,在滚珠 3 的表面形成有渗碳氮化层。另外,内圈 1、外圈 2、滚珠 3 的渗碳氮化层的表面中的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0060] 另外,从不同的观点来说,上述作为本发明的轴承零件的内圈 1、外圈 2、滚珠 3 是由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件,如后所述,在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理(高温回火)之后,距该表面 30 μ m 深度的位置的维氏硬度比在该轴承零件(内圈 1、外圈 2、滚珠 3)的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的维氏硬度高 130HV 以上。通过这样,如后所述,能保证在轴承零件中使表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上,其结果是,能延长使用该轴承零件的轴承的寿命。

[0061] 在上述轴承零件(例如内圈 1、外圈 2、滚珠 3)中,在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距上述表面 70 μ m 深度的位置的维氏硬度比上述芯部的维氏硬度高 80HV 以上是较为理想的。通过这样,能可靠地保证上述热处理前的渗碳氮化层的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0062] 另外,如后所述,渗碳氮化层中的区域和芯部的维氏硬度的差分 and 氮浓度在氮浓度大致为 0 ~ 0.1 质量%左右的范围内具有线性关系。因此,若将用于判定的氮浓度设为表示该线性关系的范围中的几乎接近中央的值(例如 0.06 质量%),则能较佳地获得维氏硬度的差分 and 氮浓度的相关性,因此,能提高判别的准确性。

[0063] 另外,本发明的轴承零件(内圈 1、外圈 2、滚珠 3)是由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件,在进行完加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理之后,距上述表面 70 μ m 深度的位置的维氏硬度比在轴承零件的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的维氏硬度高 80HV 以上。通过这样,如后所述,能可靠地保证上述热处理前的渗碳氮化层的表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。

[0064] 在上述轴承零件(内圈 1、外圈 2、滚珠 3)中,渗碳氮化层的表面即例如滚走面中的氮浓度处于 0.1 质量%以上。在该情况下,能可靠地实现轴承零件(内圈 1、外圈 2、滚珠 3)的寿命延长。

[0065] 在上述内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件中,渗碳氮化层也可通过处理温度为 A_1 点以上 A_{cm} 点以下这样的温度范围的渗碳氮化处理来形成。在该情况下,能在内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件中可靠地形成渗碳氮化层。

[0066] 在上述内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件中,渗碳氮化层例如也可通过处理温度为 840℃以上 860℃以下这样的温度范围的渗碳氮化处理来形成。在该情况下,能在内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件中可靠地形成渗碳氮化层。

[0067] 本发明的轴承 10 是使用内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等上述轴承零件而制造出的轴承。若这样,则能通过定量地保证渗碳氮化层的表面中的氮浓度,来获得比使用未氮化的轴承零件的轴承更可靠地延长了寿命的轴承。

[0068] 能通过以下检查方法检查出图 1 所示的构成轴承 10 的内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件的表面中的氮浓度。以下,参照图 2,对本发明的轴承零件的检查方法进行说明。

[0069] 如图 2 所示,在本发明的轴承零件的检查方法中,准备进行完渗碳氮化处理等的内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件即样品,并进行对该样品进行高温回火的工序(S10)。在该工序(S10)中,例如能将回火温度(加热保持温度)设为 300℃以上 700℃以下,较为理想的是 400℃以上 600℃以下,更为理想的是 500℃,并将回火时间(保持时间)设为例如一小时。通过进行上述热处理,使渗碳氮化层的维氏硬度比渗碳氮化层以外的区域的维氏硬度高。

[0070] 接着,如图 2 所示,进行对样品的截面硬度进行测定的工序(S20)。具体而言,例如在将内圈 1(参照图 1)作为样品的情况下,从该样品中切出试验片,并在从外径侧朝内径侧厚度方向上的规定位置测定该试验片的截面硬度(维氏硬度)。测定硬度的位置例如可以是距表面(外径侧表面)30 μm 的位置和 1mm 的位置这两处、或距表面 70 μm 的位置和 1mm 的位置这两处、或距表面 30 μm 的位置、70 μm 的位置、1mm 的位置这三处。

[0071] 接着,如图 2 所示,进行算出截面硬度的差分的工序(S30)。具体而言,算出距对应于渗碳氮化层以外的区域即芯部的表面 1mm 的位置的维氏硬度和距表面 30 μm 或 70 μm 的位置的维氏硬度之差。

[0072] 接着,进行将基准值与截面硬度的差分进行比较的工序(S40)。具体而言,将预先确定的基准值与上述工序(S30)中算出的截面硬度的差分进行比较,以判别该差分的值是否满足基准值(是否处于基准值以上)。然后,若该差分的值满足基准值,则能确认样品在热处理(高温回火)前的表面的氮浓度为规定值(例如 0.1 质量%)。

[0073] 若简要概述上述轴承零件的检查方法的特征构成,则上述检查方法包括:准备由 JIS 标准 SUJ2 构成并在表面形成有渗碳氮化层的轴承零件(例如内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等)的工序;对该轴承零件进行热处理的工序(S10);在热处理后,测定距表面相当于在对该表面的研磨量上加上第一距离后获得的合计值的深度位置的第一维氏硬度和在轴承零件的厚度方向上未形成有渗碳氮化层的区域即芯部的第二维氏硬度的工序(S20);以及判别第一维氏硬度是否比第二维氏硬度高基准值的工序(S30、S40)。

[0074] 通过这样,如后所述,由 JIS 标准 SUJ2 构成的内圈 1 等轴承零件在进行完规定条件的热处理后的渗碳氮化层的维氏硬度与氮浓度之间存在相关性,另外,根据发明人新发现的通过上述热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧偏移规定距离的情况,能定量地保证内圈 1、外圈 2、滚珠 3 等轴承零件的表面中的氮浓度。

[0075] 在上述轴承零件的检查方法中,热处理可以是加热温度为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理,第一距离可以是 30 μm,基准值可以是 130HV。

[0076] 在该情况下,能根据进行完上述热处理(高温回火)后的维氏硬度与氮浓度的相关关系和发明人发现的通过该热处理使氮分布朝厚度方向的内部侧移动大致 30 μm 的情况,来判别该热处理前的轴承零件的表面中的氮浓度是否处于 0.1 质量%以上。

[0077] 在上述轴承零件的检查方法中,热处理可以是加热温度为 500℃、将保持时间设为

一小时的热处理,第一距离可以是 $70\mu\text{m}$,基准值可以是 80HV。在该情况下,能以更高的精度判别该热处理前的轴承零件的表面中的氮浓度是否处于 0.1 质量%以上。

[0078] 在上述检查方法中,在轴承零件的渗碳氮化层的表面中确认出的氮浓度处于 0.1 质量%以上。该情况下,由于该表面的氮浓度达到能获得轴承零件的寿命延长效果的水平,因此,在通过该检查方法判定为合格的轴承零件中,能可靠地获得寿命延长效果。

[0079] 在上述检查方法中,渗碳氮化层也可以通过处理温度为 A_1 点以上 A_{cm} 点以下的这样的温度范围的渗碳氮化处理来形成。另外,在上述检查方法中,渗碳氮化层也可以通过处理温度为 840°C 以上 860°C 以下的这样的温度范围的渗碳氮化处理来形成。

[0080] (实施例 1)

[0081] 以下,为了将上述本发明的检查方法实际使用于 JIS 标准 SUJ2 构成的轴承零件,通过以下步骤确定出硬度的测定位置和基准值。

[0082] (1) 关于试验片及实验方法

[0083] (1-1) 首先

[0084] 首先,需确定与氮浓度相关度较高的高温回火中的加热保持温度及保持时间。在此,由于因高温回火而产生的相变是热活化过程,因此,加热保持温度的高温化和保持时间的长时间化,具有相同的意思,可认为将这两者都设为变量是无意义的。因此,在本说明书中,将保持时间固定为一定时间(一小时),将加热保持温度改变为 300°C 、 400°C 、 500°C 、 600°C 、 700°C ,通过调查使硬度之差变得最明确的加热保持温度来如下所示确定出适于检查的加热保持温度。

[0085] 另外,考虑到由各材料的化学成分的不同产生的淬火性之差和淬火时的冷却速度之差会对淬火后硬度产生影响,也会对高温回火后的硬度产生影响。因此,如上所述,作为检查的指标,并不使用截面硬度的绝对值,而采用距未氮化的表层较深的位置(芯部)的硬度(此处采用例如在热处理后距最表面 1mm 这样的深度的硬度)与氮化的区域内的某一深度的位置的硬度之间的硬度差(硬度差分)作为本检查方法的指标。

[0086] (1-2) 对象试验片

[0087] 在表 1 中示出了作为调查对象的试验片的化学成分。将材料都设为 JIS 标准的 SUJ2,并在各种热处理炉、热处理环境气体中对上述材料进行渗碳氮化处理。另外,渗碳氮化处理温度包含在 840°C 以上 860°C 以下的这样的温度范围中。

[0088] [表 1]

[0089]

试验片 编号	化学成分(质量%)							
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	O*
1	1.03	0.25	0.35	0.01	1.50	0	0.01	4
2	不明							
3	0.98	0.27	0.47	0.05	1.45	0.02	0.10	6
4	1.00	0.27	0.35	0.02	1.51	0	0.01	7
5	1.01	0.24	0.35	0.01	1.49	0	0.01	3
6	0.99	0.26	0.37	0.02	1.44	0	0.01	5
7	不明							
8	0.98	0.25	0.34	0.07	1.43	0.03	0.01	6
9	0.98	0.25	0.34	0.07	1.43	0.03	0.01	6
10	0.98	0.25	0.34	0.07	1.43	0.03	0.01	6

[0090] *ppm

[0091] 具体而言,对试验片编号 1 进行了将渗碳氮化处理温度设为 850℃、将处理时间设为 120 分钟 (min) (以下记为“850℃ ×120min”)、未分解 NH₃ 百分率 :0.2vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。另外,对试验片编号 2 进行了 840℃ ×70min、未分解氮百分率 :0.1vol. %、碳的活性 :0.85 这样的处理。另外,对试验片编号 3 进行了 850℃ ×120min、未分解氮百分率 :0.1vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。另外,对试验片编号 4 进行了 850℃ ×90min、未分解氮百分率 :0.1vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。另外,对试验片编号 5 进行了 850℃ ×90min、未分解氮百分率 :0.1vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。

[0092] 另外,对试验片编号 6 进行了 850℃ ×90min、未分解氮百分率 :0.13vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。另外,对试验片编号 7 进行了 850℃ ×150min、未分解氮百分率 :0.1vol. %、碳的活性 :0.85 这样的处理。另外,对试验片编号 8 进行了 850℃ ×150min、未分解氮百分率 :0.25vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。另外,对试验片编号 9 进行了 850℃ ×180min、未分解氮百分率 :0.3vol. %、碳的活性 :0.95 这样的处理。另外,对试验片编号 10 进行了 850℃ ×90min、未分解氮百分率 :0.2vol. %、碳的活性 :0.9 这样的处理。

[0093] (1 - 3) 氮浓度测定方法

[0094] 为了调查高温回火后的样品的截面硬度与氮浓度之间的相关性,需要测定样品 (钢) 中的氮浓度分布。为了测定渗碳氮化处理后的钢中氮浓度而使用 EPMA 的线分析。定量化是分析具有已知氮浓度的校正用实验片,并使用其检测曲线来进行的。图 3 中示出了在 EPMA 分析中使用的样品及测定方法的示意图。

[0095] 如图 3 所示,可考虑使用例如内圈 1 (参照图 1) 作为样品 11 的情况。关于该样品 11,测定出渗碳氮化处理后的样品中 11 的氮浓度。具体而言,从样品 11 中切出图 3 所示的试验片 12,沿着从该试验片的外径侧表面 13 朝向内径侧表面 14 的方向,在试验片 12 的高

度方向上的中央部（一半宽度的位置）对切出端面进行了 EPMA 的线分析。

[0096] (1 - 4) 截面硬度测定方法

[0097] 在上述 (1 - 3) 所述的试验片中,使用进行完 EPMA 分析的切出端面进行了硬度测定。作为测定方法,使用微型维氏硬度计进行了维氏硬度测定。

[0098] (2) 高温回火的保持温度的探索

[0099] (2 - 1) 实验内容

[0100] 为了探索与氮浓度相关度较高的回火温度（加热保持温度）,对以下试验片进行了在 300℃、400℃、500℃、600℃、700℃这样的各个加热保持温度下将保持温度设为一小时的五种高温回火,其中上述试验片已在渗碳氮化处理后在 180℃的加热温度下进行了两小时的保持时间这样的回火。另外,将高温回火时的环境气体设为大气环境气体。然后,测定出各个高温回火条件下处理后的试验片的截面硬度。此处,对被认为氮侵入量较多的渗碳氮化处理条件的试验片编号 8、9 的试验片进行了测定。

[0101] (2 - 2) 实验结果

[0102] 图 4 中示出了总结实验结果的图表。图 4 所示的图表以回火温度为横轴,截面硬度的差分（即（截面硬度的最大值）-（热处理后距最表面 1mm 的深度位置的截面硬度）:也表示为 ΔHV ）为纵轴,对实验结果进行了整理。由图 4 可知,截面硬度的差分 ΔHV 在将加热保持温度设为 500℃、将保持时间设为一小时的高温回火后变得最大。将该加热保持温度设为 500℃时的截面硬度的差分 ΔHV 示出了是将加热保持温度设为 300℃或 700℃的高温回火后的该截面硬度的差分 ΔHV 的大致两倍的值。因此,可认为相关度与氮浓度相对较高的回火后的硬度是将加热保持温度设为 500℃左右的回火后的硬度。因此,在以下的实验中,对将加热保持温度设为 500℃、将保持时间设为一小时的高温回火后的试验片进行了截面硬度的测定。

[0103] (3) 氮浓度与截面硬度的差分（ ΔHV ）的关系调查

[0104] 此处,在对表 1 所示的组成的各试验片进行了将加热保持温度设为 500℃、将保持时间设为一小时的热处理以作为高温回火之后,如使用图 3 说明的那样,通过 EPMA 分析测定出试验片的氮浓度。另外,在图 3 所示的试验片 12 的切出端面,测定出该试验片在深度方向上的截面硬度。此外,对该深度方向上的某一位置的截面硬度与热处理后距最表面 1mm 这样的深度位置的截面硬度之间的差分（以下定义为截面硬度差分（ ΔHV ））的关系进行了调查。将其结果示于图 5。图 5 的横轴是氮浓度（单位为质量%:也记为 mass%）,纵轴是截面硬度差分（ ΔHV ）（单位为维氏硬度）。由图 5 可知,在氮浓度处于 0 以上 0.1 质量%以下的范围中,氮浓度与截面硬度差分之间的相关度较强,另一方面,在氮浓度超过 0.1 质量%的范围中,氮浓度与截面硬度差分之间的相关度相对较弱。可认为这是由于以下原因:在氮浓度较高的区域中可能会产生不完全淬火的情况以及固溶于试验片中的氮并不一定限于有助于马氏体的分解速度降低。

[0105] 具体而言,可认为图 5 中由虚线围住的点所示的数据是因产生不完全淬火引起硬度降低而产生的。除此之外,将 0 ~ 0.1 质量%这样的范围中的氮浓度与截面硬度差分之间的关系抽出,并在图 6 中重新进行了整理。

[0106] 在图 6 所示的图表中,横轴是氮浓度（单位:质量%）,纵轴是截面硬度差分: ΔHV （单位:维氏硬度）。当根据图 6 所示的图表的数据算出氮浓度与截面硬度差分之间

的相关系数时,两者的相关系数为 0.95、较高。因此,若在 0 ~ 0.1 质量%这样的氮浓度的范围中,则可认为能根据截面硬度差分预测出氮浓度。

[0107] (3) 对研磨后最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上进行品质保证的检查方法的构筑

[0108] (3-1) 从截面硬度差分 (ΔHV) 朝氮浓度 (质量%) 的变换

[0109] 图 7 是横轴为截面硬度差分: ΔHV (单位: 维氏硬度)、纵轴为氮浓度 (单位: 质量%) 的图表, 并绘制出了图 6 所示的数据。由上述数据求出表示氮浓度与截面硬度差分之间的关系的近似式, 在图 7 中也示出了该近似式。如图 7 所示, 由截面硬度差分的值求出氮浓度的实验式以式 (1) 表示,

[0110] [氮浓度 (质量%)] = [截面硬度差分 (ΔHV)] $\times 0.00085 - 0.011 \cdots$

[0111] 式 (1)。

[0112] 由式 (1) 推测出例如截面硬度差分为 130 (ΔHV) 的位置的氮浓度为 0.1 质量%。

[0113] (3-2) 基于实验式的研究

[0114] 在此, 提出了对于在轴承零件中形成有渗碳氮化层的区域的表面即滚走面, 用于保证研磨后的最表面 (即最终的轴承零件的最表面) 的氮浓度为规定值 (例如具体而言为 0.1 质量%以上) 的检查方法, 并提供一种根据该检查方法保证氮浓度的滚动轴承的构成零件 (轴承零件)。因此, 作为直接的品质保证方法, 在渗碳氮化处理后进行基于该检查方法的检查之后、对轴承零件的滚走面进行精加工研磨的情况下, 若从上述式 (1) 进行考虑, 则只要使考虑了滚走面的研磨加工余量的深度位置的截面硬度差分处于 130 以上即可。

[0115] 但是, 由图 5 可知, 当氮浓度超过 0.1 质量%时, 截面硬度差分与氮浓度之间的相关度急剧降低。因此, 当将 0.1 质量%这样的氮浓度设为上述检查的基准 (品质保证的基准) 时, 可能会在检查结果中容易产生误差。因此, 此处, 在图 7 所示的图表中, 采用有效的氮浓度的范围中的大致中央值即 0.06 质量%的氮浓度作为品质保证的基准。在该情况下, 根据上述式 (1), 可推测出截面硬度差分为 80 的位置的氮浓度达到 0.06 质量%。

[0116] (3-3) 氮浓度为 0.06 质量%的深度位置与氮浓度为 0.1 质量%的深度位置之间的距离计算

[0117] 可认为根据氮浓度分布预测式 (参照大木力、“SUJ2 的渗碳氮化处理后的氮浓度分布预测”、铁和钢、vol. 93、(2007)、p. 220), 由 JIS 标准 SUJ2 构成的渗碳氮化处理品的实用的氮浓度分布处于图 8 的范围中。在图 8 所示的图表中, 横轴表示距渗碳氮化处理品的表面的深度 (单位: mm), 纵轴表示氮浓度 (单位: 质量%)。由图 8 可知, 氮浓度为 0.06 质量%的深度位置与氮浓度为 0.1 质量%的深度位置之间的距离在实用范围内处于 15 μm 以上 40 μm 以下的范围中。

[0118] 这样, 氮浓度为 0.1 质量%的深度位置与氮浓度为 0.06 质量% (即截面硬度差分为 80) 的深度位置之间的最大距离为 40 μm 。因此, 当从图 8 等进行考虑时, 可认为从由氮浓度为 0.06 质量%的深度位置朝渗碳氮化处理品的表面侧靠近 40 μm 的位置到该表面为止的范围中, 氮浓度处于 0.1 质量%以上。因此, 若某一深度位置的截面硬度差分 (ΔHV) 处于 80 以上, 则能保证从该深度位置朝表面靠近 40 μm 的区域的氮浓度处于 0.1 质量%以上。另外, 在图 8 所示的四个条件中, 从氮浓度为 0.06 质量%的深度位置朝表面侧偏移 40 μm 的区域中的氮浓度被计算为表 2 所示的值。

[0119] [表 2]

[0120]

氮化时间 (min)	未分解 NH ₃ 体积百分率 (体积%)	研磨后最表面的氮浓度 (质量%)
60	0.05	0.14
180	0.05	0.11
60	0.2 以上	0.20
180	0.2 以上	0.12

[0121] 另外,在表 2 中,分别记载有各条件下的氮化时间(渗碳氮化处理时间)、未分解 NH₃ 体积百分率、与从氮浓度为 0.06 质量%的深度位置朝表面侧偏移 40 μm 的区域的氮浓度相对应的研磨后最表面的氮浓度。由表 2 也可知,在图 8 所示的四个条件中的任意一个条件中,该区域中的氮浓度都处于 0.1 质量%以上。

[0122] (3-4) 将加热保持温度设为 500℃、将保持时间设为一小时的回火对氮移动的影响。

[0123] 如上述(3-1)所示,可知在 0 以上 0.1 质量%以下的氮浓度与将加热保持温度设为 500℃、将保持时间设为一小时的回火后的截面硬度差分(ΔHV)之间存在较强的相关关系。然而,本发明人欲提出的检查方法(品质保证方法)表示在进行将加热保持温度设为 500℃、将保持时间设为一小时的高温回火之前、即实际制造品的研磨后最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上。因此,此处,在氮侵入量被认为较多的试验片编号 3、8、9、10 中,对于上述高温回火前(在渗碳氮化处理后,将加热保持温度设为 180℃、将保持时间设为两小时的回火处理后)和上述高温回火后(在 500℃的加热保持温度下将保持时间设为一小时的回火处理(以下也记载为“500℃×1h 回火”)后)的各个情况,测定出氮浓度分布。然后,比较该氮浓度分布的实测值,对上述高温回火的氮的移动距离进行了调查。

[0124] 由上述两个情况下的氮浓度分布的测定值,读取上述高温回火前后的样品中的氮浓度为 0.05 质量%的区域的深度及氮浓度为 0.1 质量%的区域的深度,以算出因该高温回火而使该区域移动了多少距离。将其结果显示于表 3。

[0125] [表 3]

[0126]

试验片 编号	氮浓度 (质量%)	500℃×1h 回火 前的距表面的 深度(μ m)	500℃×1h 回火 后的距表面的 深度(μ m)	500℃×1h 回火 的移动距离 (μ m)	移动距离 平均值 (μ m)
3	0.05	190	210	20	31.3
8		270	310	40	
9		310	350	40	
10		200	225	25	
3	0.1	125	150	25	28.8
8		200	240	40	
9		240	270	30	
10		130	150	20	
—	—	—	—	移动距离总平 均(μ m)	30.0

[0127] 在表 3 中,从左方开始表示出试验片编号、测定出距样品表面的的深度的区域中的氮浓度(单位:质量%)、进行高温回火之前的从试验片表面到该区域为止的深度(单位:μ m)、进行完高温回火之后的从试验片表面到该区域为止的深度(单位:μ m)、因高温回火而使该区域沿深度方向移动的距离(单位:μ m)以及按各氮浓度的区域的移动距离的平均值(单位:μ m)。

[0128] 由表 3 可知,通过高温回火(500℃×1h 回火)使氮浓度为 0.05 质量%或者氮浓度为 0.1 质量%的区域均朝试验片的内部侧平均移动约 30 μ m。此外,根据上述(3—3),计算出在从由氮浓度为 0.06 质量%的区域朝表面侧靠近 40 μ m(较浅)的区域到该表面为止之间,氮浓度处于 0.1 质量%以上,但为了保证高温回火(500℃×1h 回火)前的研磨后最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上,需要考虑高温回火(500℃×1h 回火)造成的上述氮移动距离。即,氮浓度为 0.1 质量%的深度与氮浓度为 0.06 质量%的深度之间的最大距离为 40 μ m,高温回火(500℃×1h 回火)造成的氮移动距离为 30 μ m,因此,考虑上述最大距离(40 μ m)与上述氮移动距离(30 μ m)的合计距离(70 μ m)。此外,若在渗碳氮化处理后的轴承零件的研磨加工余量(仅一侧表面)加上上述合计距离后获得的深度位置的氮浓度处于 0.06 质量%以上(即,若高温回火(500℃×1h 回火)后的截面硬度差分为 80 以上),则能保证高温回火(500℃×1h 回火)前的研磨后最表面的氮浓度达到 0.1 质量%以上。

[0129] 另外,如表 3 所示,高温回火(500℃×1h 回火)造成的氮浓度为 0.05 质量%及氮浓度为 0.1 质量%的位置在深度方向上的移动距离大致相等。因此,可认为,由上述(3—3)计算出的氮浓度为 0.1 质量%的深度位置与氮浓度为 0.06 质量%的深度位置之间的最大距离不会因上述高温回火(500℃×1h 回火)而大幅变化。

[0130] (3 - 5) 检查的具体步骤 (品质保证的具体步骤)

[0131] 当总结以上实验结果及研究结果时,用于对轴承零件的滚走面的研磨后最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上进行品质保证的检查方法的具体步骤如下所示。

[0132] 1) 切断渗碳氮化处理样品 (轴承零件的热处理完成品),并进行上述高温回火 ($500^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ 回火)。

[0133] 2) 准备截面硬度测定用的试验片 (例如用树脂覆盖该试验片以能测定截面硬度,从而制作出硬度测定用的样品)。此时,为了对距作为轴承零件的滚走面的表面朝向轴承零件的内部的深度方向上的规定位置进行硬度测定,以使进行该硬度测定的端面露出的方式准备试验片。

[0134] 3) 对在试验片中从作为轴承零件的滚走面的最表面开始深度为 1mm 的位置 (没有氮侵入的位置:也称为芯部) 的截面硬度 (维氏硬度) 进行测定。

[0135] 4) 对试验片的距滚走面的最表面 (一侧研磨加工余量 + $70\mu\text{m}$ 的深度位置) 的截面硬度 (维氏硬度) 进行测定。另外,在使用已进行完研磨的构件作为样品的情况下,也可将截面硬度的测定位置设为距上述差异表面 $70\mu\text{m}$ 的深度位置。

[0136] 5) 判定由上述 3)、4) 测定出的截面硬度的差分是否满足基准值 (例如 80)。若例如由上述测定值算出的截面硬度的差分处于基准值即 80 以上,则可以说研磨后的样品最表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上,可看作检查合格。

[0137] 上述检查方法无需导入新设备,可以说是非常简便的检查。另外,虽然会稍许增加检查工时,但为了进一步提高上述检查的可靠性,例如上述工序 3)、4) 的测定值采用 N 数 = 2 时的该测定值的平均值是较为理想的。

[0138] (4) 使用本发明的检测方法的判定

[0139] 为了确认上述检查方法 (品质保证方法) 的妥当性,对各试验片使用本检查方法,判定是否合格,并与氮浓度实测值进行比较。作为试验片,使用表 1 所示的试验片。然后,在表 4 中,从左栏开始示出了试验片编号、各试验片的一侧研磨加工余量 (单位: μm)、高温回火 ($500^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ 回火) 后的距表面研磨加工余量 + $70\mu\text{m}$ 这样的深度位置的截面硬度与距表面 1mm 处的截面硬度之间的差异即截面硬度差分 (ΔHV)、基于本检查方法的合格判定结果以及进行上述高温回火之前的通过 EPMA 测定出的研磨后最表面位置的氮浓度实测值 (单位:质量%)。

[0140] [表 4]

[0141]

试验片 编号	一侧研磨 加工余量 (μm)	研磨加工余量 ± 70 μm 深度位置的截 面硬度差分(ΔHV)	是否合格 判定	500℃ $\times$ 1h 回火前的研 磨后最表面位置的氮 浓度实测值(质量%)
1	100	140	合格	0.25
2	50	60	不合格	0.07
3	100	100	合格	0.14
4	100	70	不合格	0.075
5	100	70	不合格	0.075
6	100	85	合格	0.1
7	120	90	合格	0.1
8	150	150	合格	0.2
9	150	135	合格	0.35
10	100	100	合格	0.14

[0142] 由表 4 可知,根据本检查方法判定为合格的试验片的研磨后最表面位置的氮浓度实测值都处于 0.1 质量%以上,判定为不合格的试验片的研磨后最表面位置的氮浓度实测值都低于 0.1 质量%。因此,可以认为,本检查方法(品质保证方法)对于判定研磨后最表面位置的氮浓度处于 0.1 质量%以上是合适的方法。

[0143] 另外,用于参考,在图 9~图 18 中示出了各试验片的高温回火(500℃ $\times$ 1h 回火)前的氮浓度分布的实测值。在图 9~图 18 中,横轴表示距表面的深度(单位:mm),纵轴表示氮浓度(单位:质量%)。

[0144] 这样,为了提供表面的氮浓度处于 0.1 质量%以上的 JIS 标准 SUJ2 制的轴承零件及轴承,在高温回火(500℃ $\times$ 1h 回火)后,对试验片的距表面一侧研磨加工余量 $\pm 70\mu\text{m}$ 这样的深度的位置及距表面 1mm 这样的深度的位置的截面硬度进行测定,可认为只要保证该截面硬度的差分处于 80 以上即可。

[0145] 在先于高温回火进行研磨的情况下,作为截面硬度的测定位置,也可以不考虑上述一侧研磨加工余量。另外,在使用上述高温回火前的试验片的表面(例如研磨后的表面)中的氮浓度作为基准值的情况下,在高温回火(500℃ $\times$ 1h 回火)后,对试验片的距表面一侧研磨加工余量 $\pm 30\mu\text{m}$ 这样的深度的位置及距表面 1mm 这样的深度的位置的截面硬度进行测定,可认为只要保证该截面硬度的差分处于 130 以上即可。

[0146] 本次所公开的实施方式和实施例在所有点上为例示,不应当认为是对本发明作出了限制。本发明的范围是由权利要求书表示的而不是由上述实施方式表示的,包括与权利要求书等同的意思和范围内的所有变更。

[0147] 工业上的可利用性

[0148] 本发明特别有利地适用于被渗碳氮化处理的轴承零件及轴承。

-
- [0149] 符号说明
- [0150] 1 内圈
- [0151] 1A 内圈轨道面
- [0152] 2 外圈
- [0153] 2A 外圈轨道面
- [0154] 3 滚珠
- [0155] 3A 滚珠滚走面，
- [0156] 4 保持器
- [0157] 10 轴承
- [0158] 11 样品
- [0159] 12 试验片
- [0160] 13 外径侧表面
- [0161] 14 内径侧表面

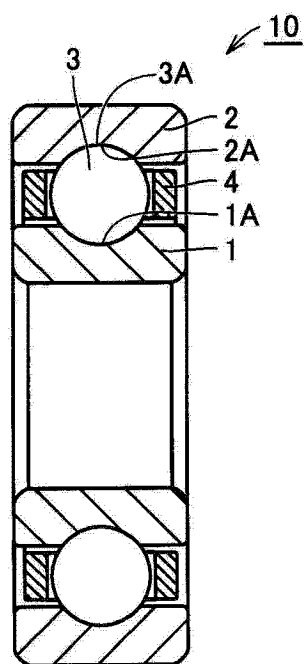


图 1

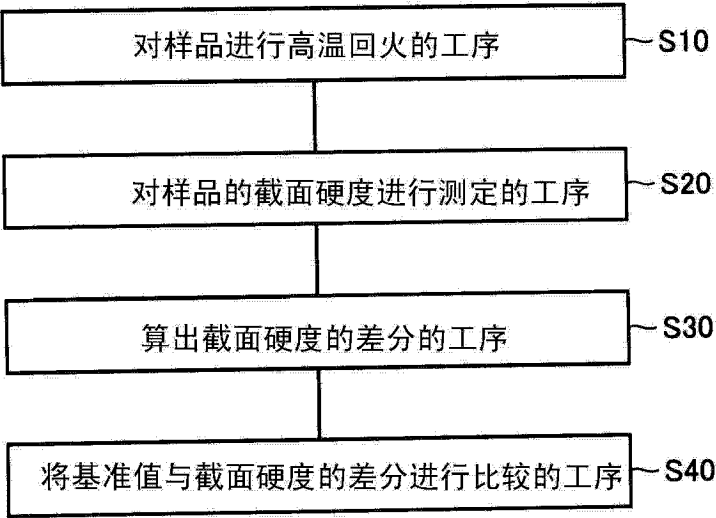


图 2

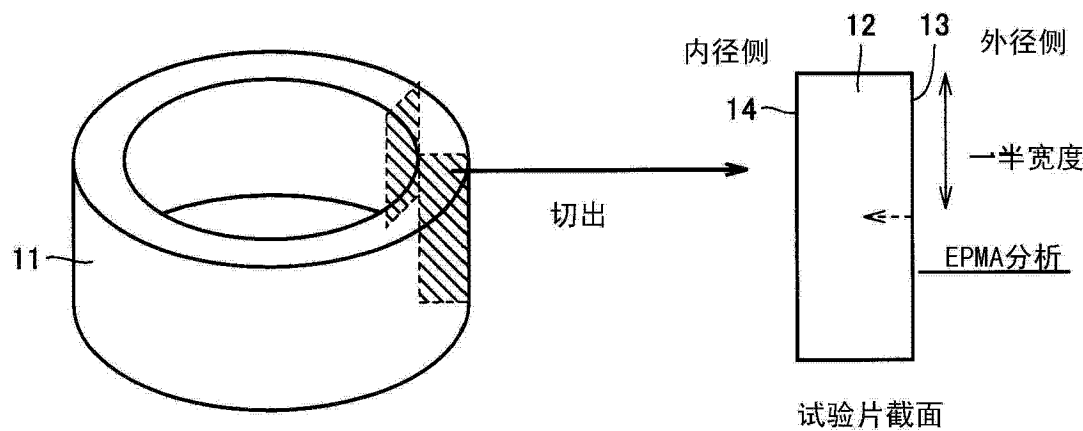


图 3

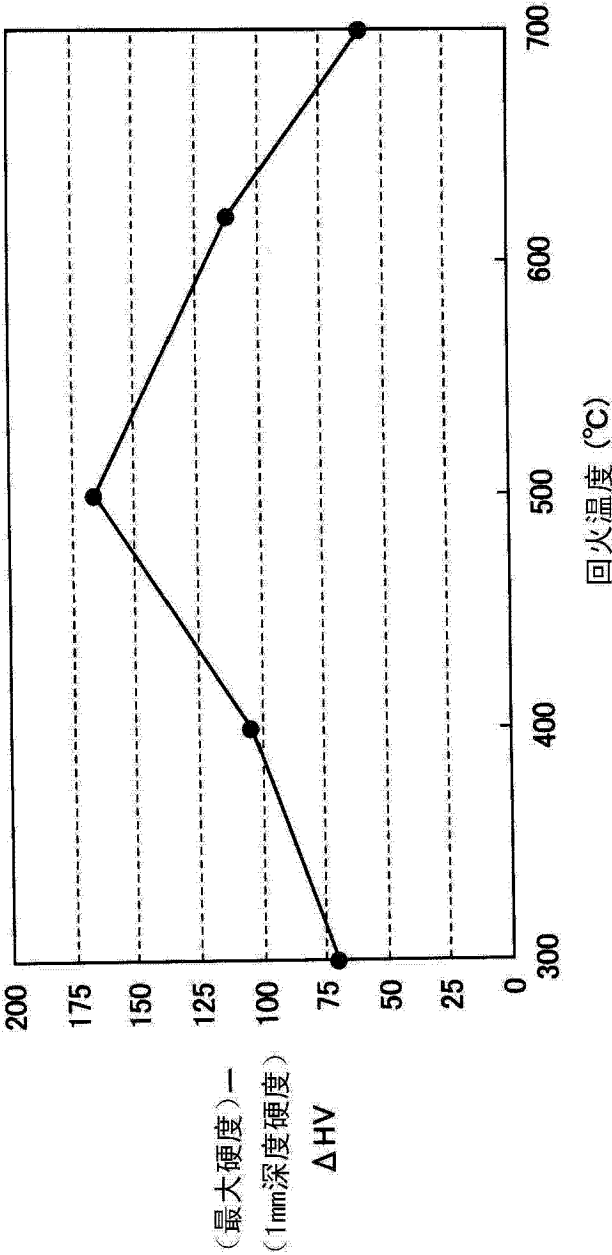


图 4

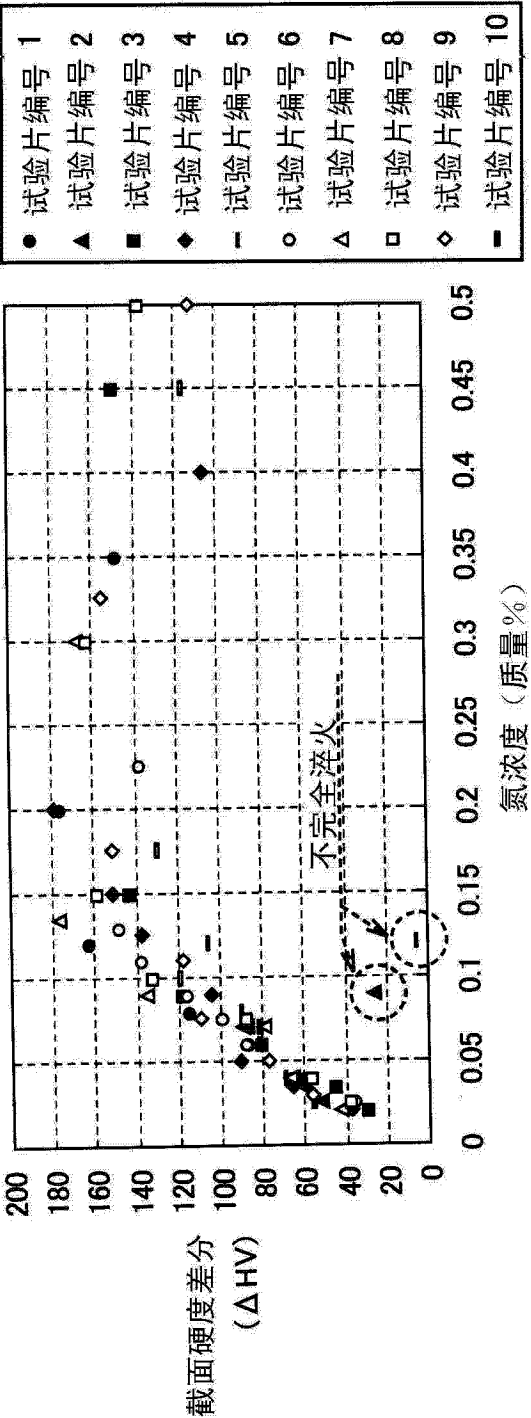


图 5

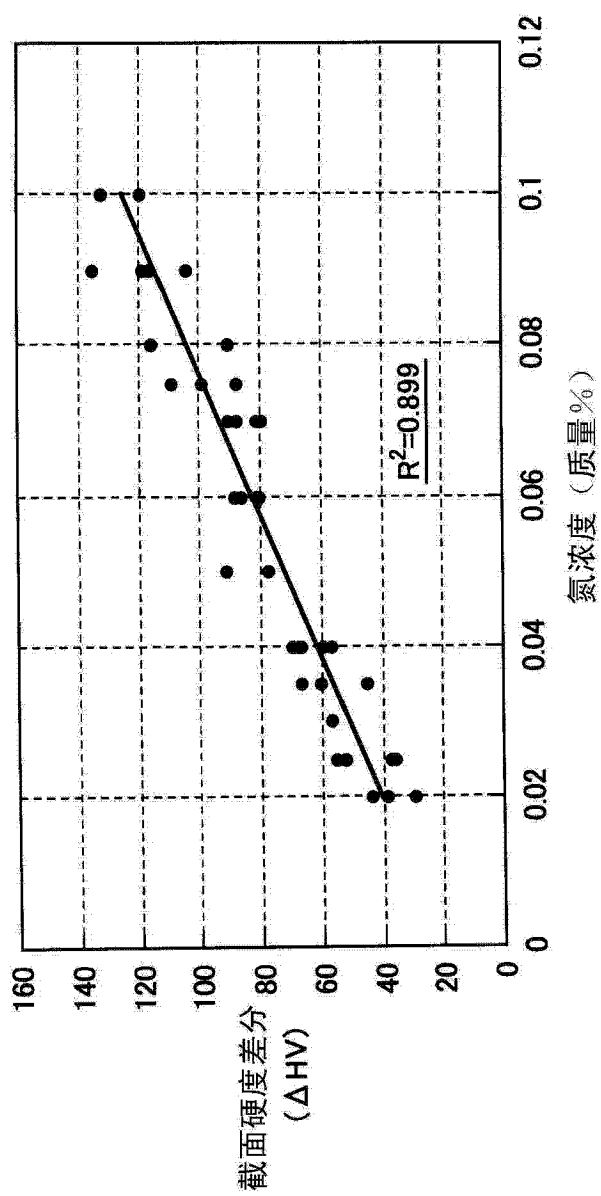


图 6

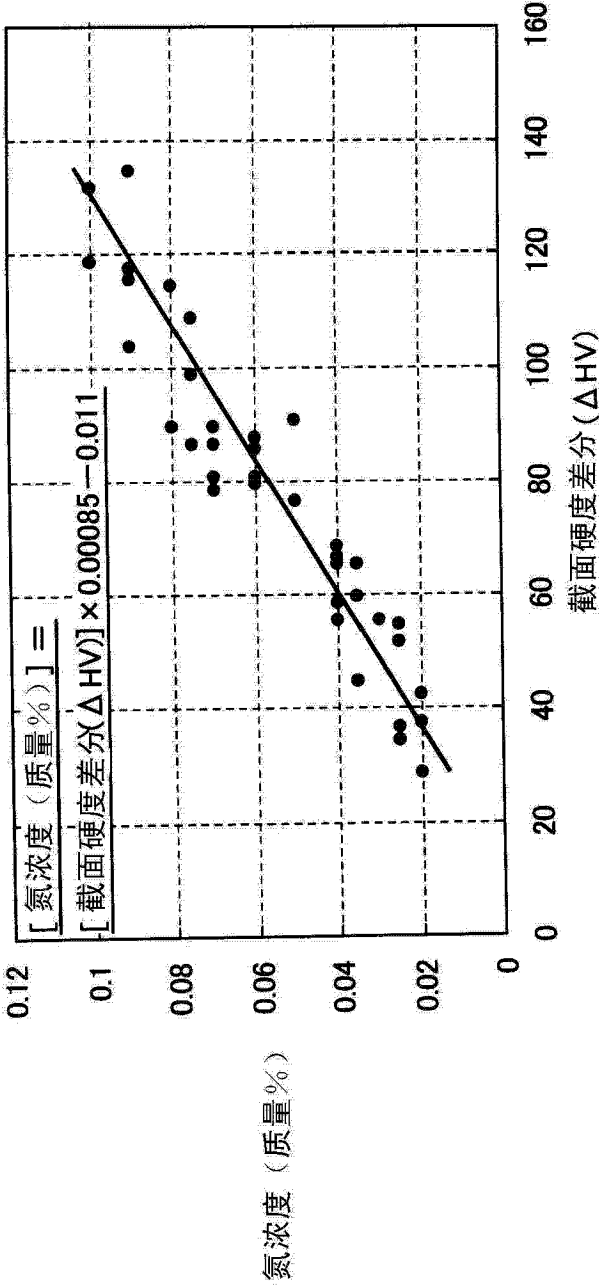


图 7

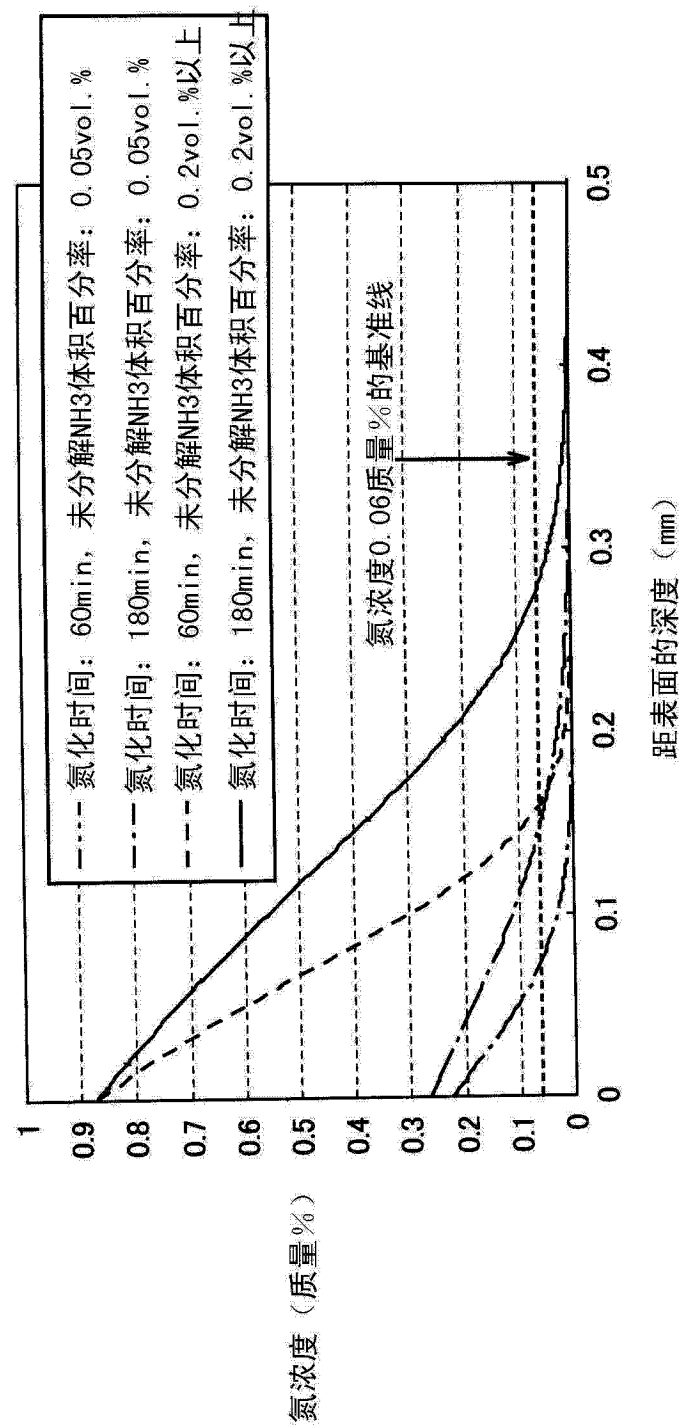


图 8

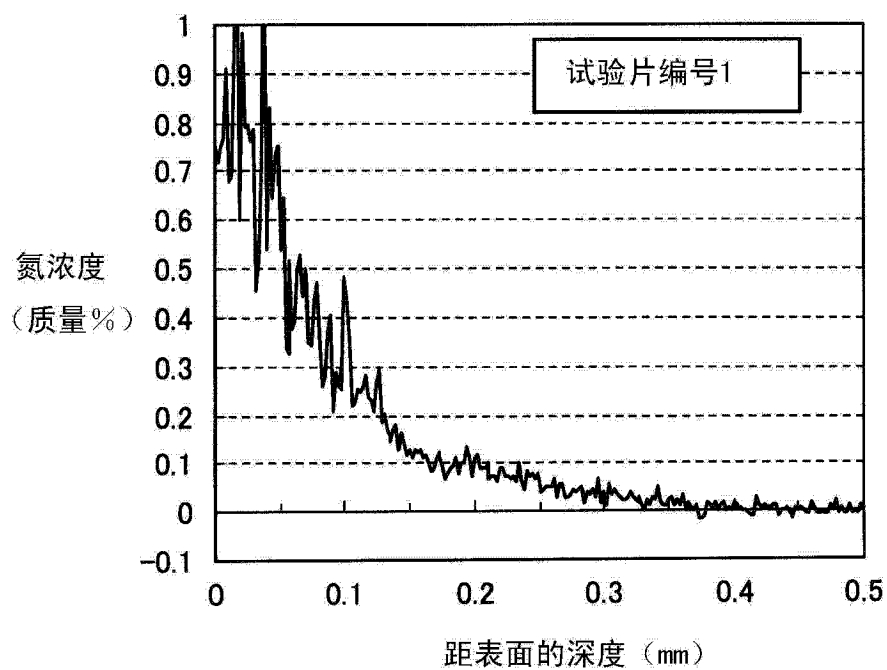


图 9

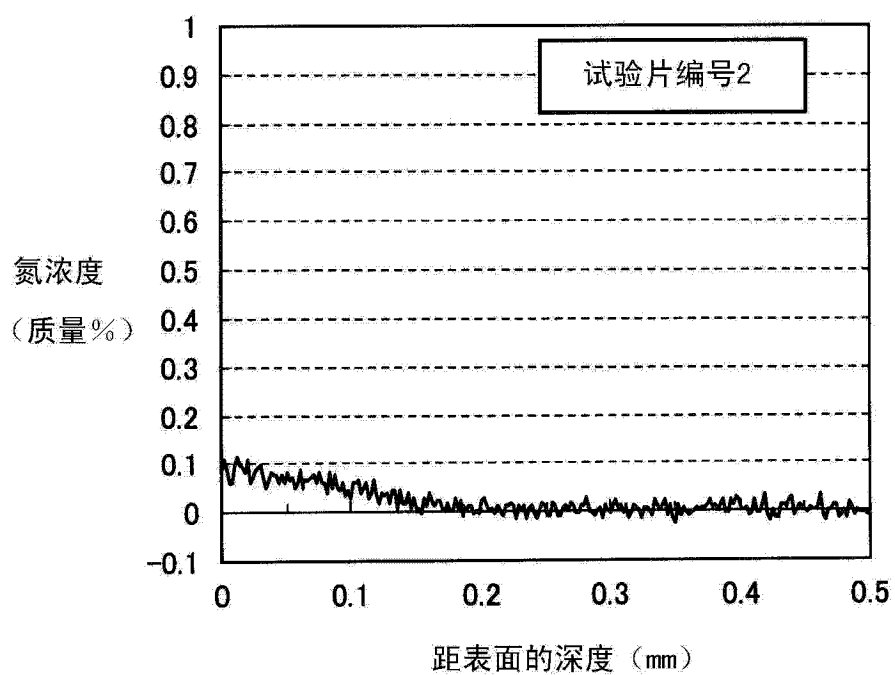


图 10

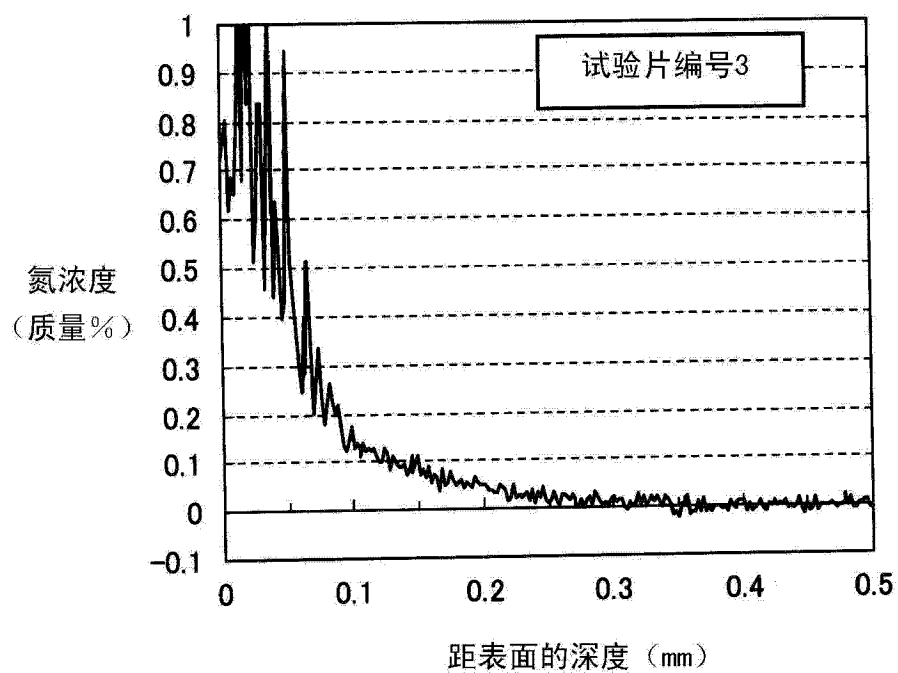


图 11

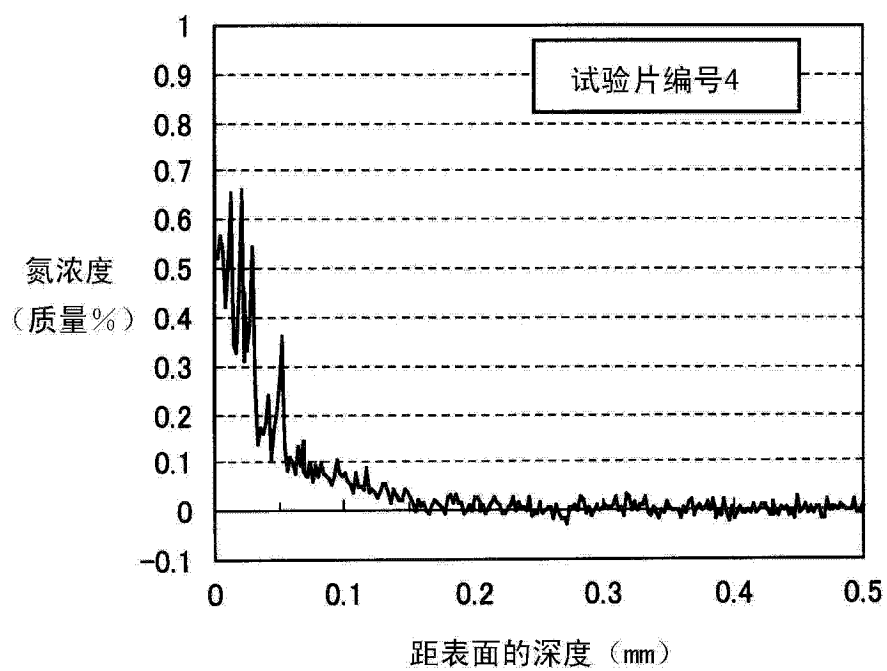


图 12

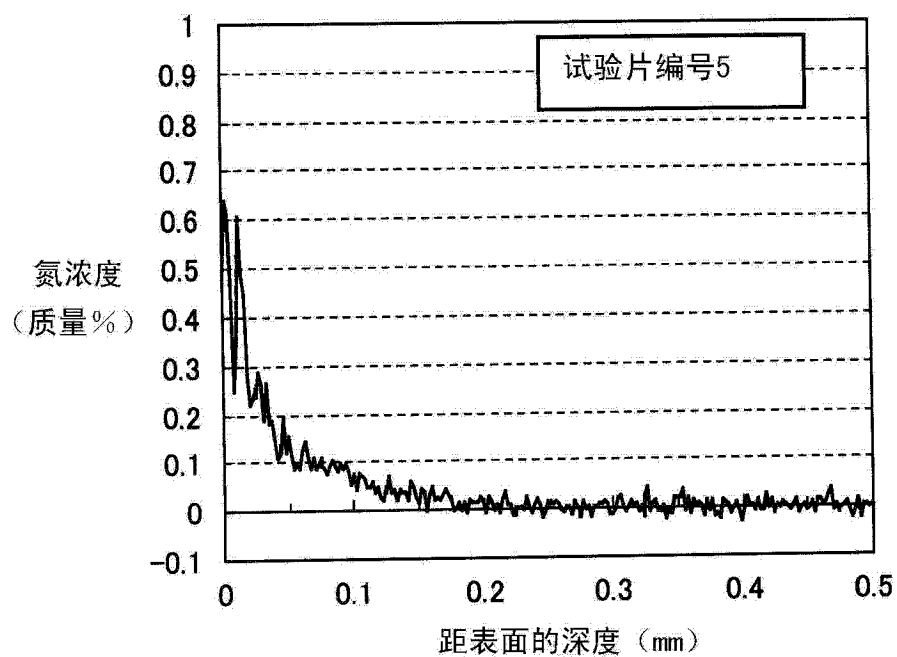


图 13

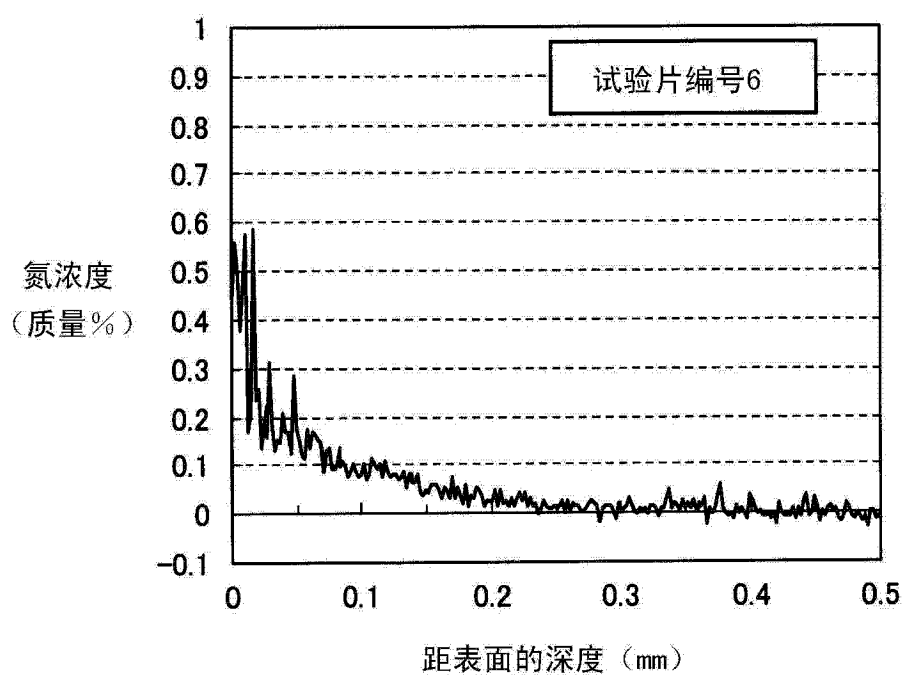


图 14

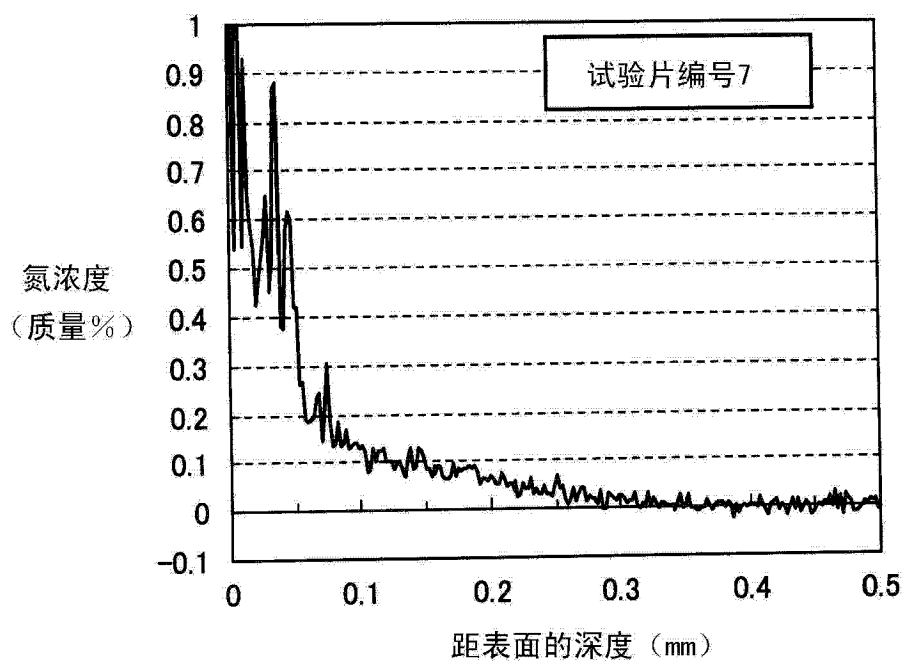


图 15

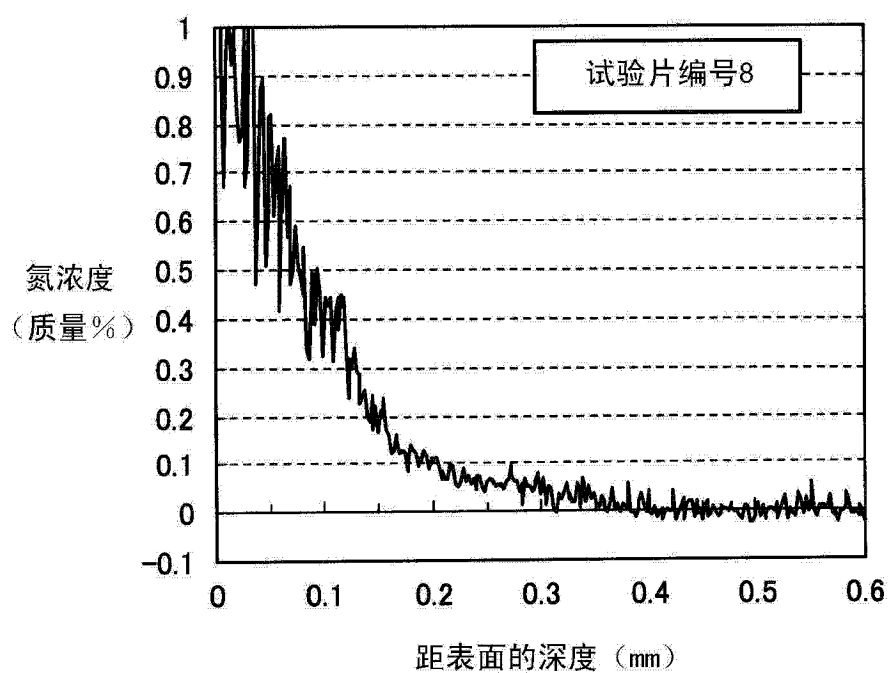


图 16

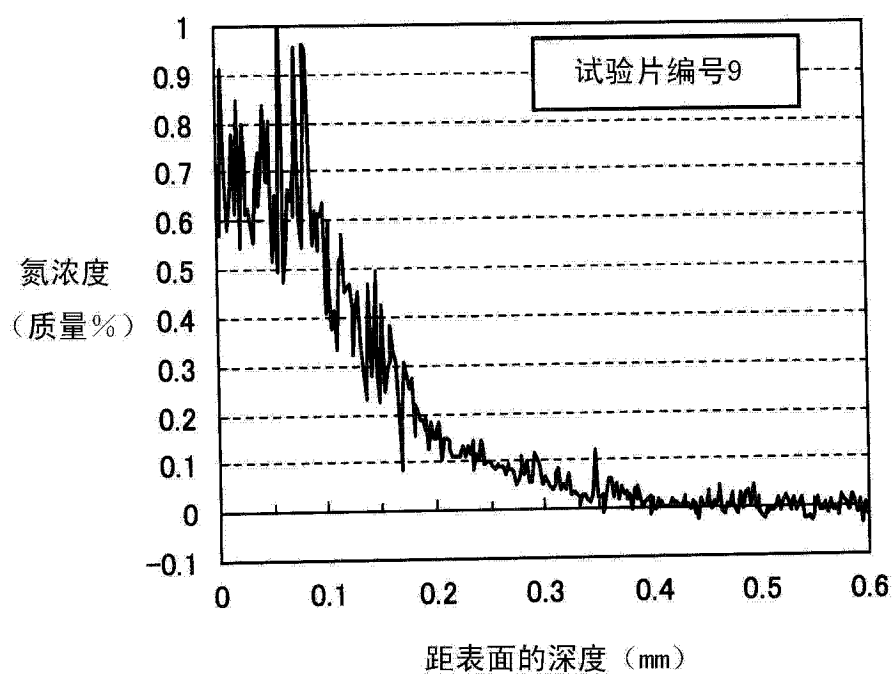


图 17

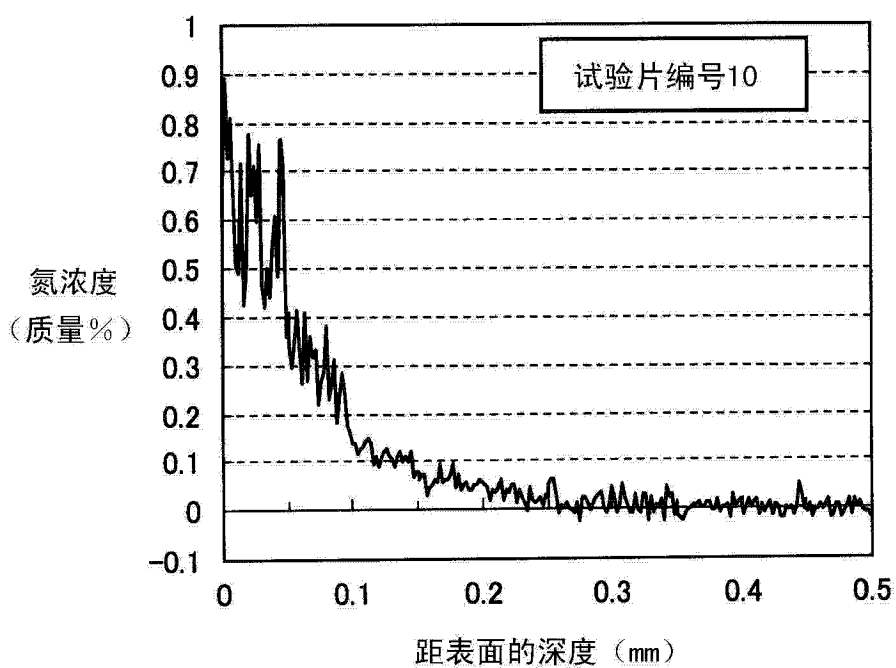


图 18