



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103282531 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201180061992. 3

F16D 65/18(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 12. 20

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2010-285706 2010. 12. 22 JP

CN 1488458 A, 2004. 04. 14, 说明书第 3 页倒数第 2 段, 第 6 页第 4 段.

CN 1918311 A, 2007. 02. 21, 权利要求 1-13.

CN 1918311 A, 2007. 02. 21, 权利要求 1-13.

CN 1488458 A, 2004. 04. 14, 说明书第 3 页倒数第 2 段, 第 6 页第 4 段.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 06. 21

CN 1809647 A, 2006. 07. 26, 说明书第 1 页第 1 段, 倒数第 1 段, 第 2 页第 2 段, 第 5 页第 3 段.

CN 101445898 A, 2009. 06. 03, 权利要求

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/079543 2011. 12. 20

1-7.

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/086650 JA 2012. 06. 28

审查员 牛培利

(73) 专利权人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 桥本翔史

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 段承恩 杨光军

(51) Int. Cl.

C22F 1/043(2006. 01)

C22C 21/02(2006. 01)

B21J 1/04(2006. 01)

B21J 5/00(2006. 01)

F16D 65/14(2006. 01)

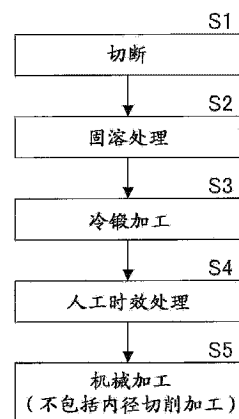
权利要求书1页 说明书18页 附图8页

(54) 发明名称

制动活塞用毛坯的制造方法

(57) 摘要

对铝合金坯料进行固溶处理, 该铝合金坯料含有 Si :9. 0 ~ 11. 0 质量 %、Fe :0. 5 质量 % 以下、Cu :0. 7 ~ 1. 1 质量 %、Mn :0. 15 质量 % 以下、Mg :0. 3 ~ 0. 7 质量 %, 其余量由 Al 和不可避免的杂质组成。接着, 对坯料进行冷锻加工。其后, 对坯料进行人工时效处理。由此得到制动活塞用毛坯。



1. 一种制动活塞用毛坯的制造方法,其特征在于,对铝合金坯料进行固溶处理,接着对坯料进行冷锻加工,其后对坯料进行人工时效处理,所述铝合金坯料含有 Si :9.0 ~ 11.0 质量 %、Fe :0.5 质量 % 以下、Cu :0.7 ~ 1.1 质量 %、Mn :0.15 质量 % 以下、Mg :0.3 ~ 0.7 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质组成。

2. 根据权利要求 1 所述的制动活塞用毛坯的制造方法,在时效温度为 $210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 和时效时间为 2 小时 ± 0.5 小时的处理条件下对坯料进行人工时效处理。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的制动活塞用毛坯的制造方法,在热处理温度为 $510^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 和热处理时间为 3 小时以上的处理条件下对坯料进行固溶处理。

4. 一种制动活塞用毛坯的制造方法,其特征在于,包括对铝合金坯料进行固溶处理,接着对坯料进行冷锻加工,其后在成为过时效处理的处理条件下对坯料进行人工时效处理的制造工序,所述铝合金坯料含有 Si :9.0 ~ 11.0 质量 %、Fe :0.5 质量 % 以下、Cu :0.7 ~ 1.1 质量 %、Mn :0.15 质量 % 以下、Mg :0.3 ~ 0.7 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质组成,

在所述制造工序中,设定人工时效处理开始时的坯料的硬度,使得对坯料进行人工时效处理而得到的坯料的硬度为对制动活塞用毛坯所要求的硬度,且该硬度达到人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85% ~ 95%,

设定固溶处理的处理条件,使得对坯料进行固溶处理而得到的坯料的硬度达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65%。

5. 一种制动活塞用毛坯,是采用权利要求 1 ~ 4 的任一项所述的制动活塞用毛坯的制造方法制造的。

6. 根据权利要求 5 所述的制动活塞用毛坯,导电率为 40% ~ 45% IACS。

制动活塞用毛坯的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金制制动活塞用毛坯的制造方法和制动活塞(制动器活塞 :brake piston)用毛坯。

背景技术

[0002] 以往的铝合金制制动活塞用毛坯,是有底圆筒状的毛坯,一般按照图 10 所示的工序顺序制造。即,在切断工序 S101 中,将棒状的铝连铸材、铝合金挤压材、铝拉拔材等切断得到坯料。在 0 处理(退火处理)工序 S102 中对坯料进行 0 处理。在冷锻加工工序 S103 中将坯料冷锻加工成有底圆筒状。在固溶处理工序 S104 中对坯料进行固溶处理。在人工时效处理工序 S105 中对坯料进行人工时效处理。在机械加工工序 S106 中对坯料进行机械加工。再者,从冷锻加工工序 S103 到人工时效处理工序 S105 的工序,一般被称为 T6 处理。

[0003] 另外,自以往被用于制动活塞用毛坯的坯料的材质为 A6061 铝合金。已知这样的 A6000 系的铝合金,其硬度被从固溶处理到人工时效处理的时间(即,室温预时效处理的时效时间)、和铝合金中所含有的 Mg_2Si 量影响(例如参照非专利文献 1、2)。即, Mg_2Si 量约为 1 质量 % 以上(或者超过 0.9 质量 %) 的铝合金,如果从固溶处理到人工时效处理的时间(期间)长,则人工时效处理后的坯料的硬度变小。另一方面, Mg_2Si 量低于约 1 质量 % (或者低于 0.9 质量 %) 的铝合金,如果从固溶处理到人工时效处理的时间长,则人工时效处理后的坯料的硬度变大。

[0004] 在先技术文献

[0005] 非专利文献 1 :40 周年纪念事业执行委员会纪念出版部会编集、「铝的组织 and 性质」,日本轻金属学会,1991 年 11 月 30 日, p. 282

[0006] 非专利文献 2 :社团法人轻金属协会编集,「铝材料的基础和工业技术」,第 1 版,日本昭和 60 年 5 月 1 日, p. 169

发明内容

[0007] 然而, A6061 铝合金中所含有的 Mg_2Si 量约为 1.3 ~ 1.9 质量 %。因此, A6061 铝合金的以往的坯料,如果从固溶处理到人工时效处理的时间变长,则人工时效处理后的坯料的硬度变小。因此,为了得到硬的制动活塞用毛坯,必须在冷锻加工后迅速地连续实施固溶处理和人工时效处理,迫使操作困难。

[0008] 此外,以往的制造方法,在冷锻加工之前,为了使锻造加工性提高而需要对坯料实施 0 处理。

[0009] 此外,由于固溶处理时的水淬火,坯料产生应变,所以坯料的内径的圆度差。因此,在机械加工工序 S106 中,需要实施用于提高坯料的内径的圆度的内径切削加工。

[0010] 本发明是鉴于上述技术背景而完成的,其目的在于提供一种不实施 0 处理并且能够容易地制造的制动活塞用毛坯的制造方法和制动活塞用毛坯。

[0011] 本发明的其他的优点和优点,由以下的优选实施方式明确。

[0012] 本发明提供以下的技术方案。

[0013] [1] 一种制动活塞用毛坯的制造方法,其特征在于,对铝合金坯料进行固溶处理,接着对坯料进行冷锻加工,其后对坯料进行人工时效处理,所述铝合金坯料含有 Si :9.0 ~ 11.0 质量 %、Fe :0.5 质量 % 以下、Cu :0.7 ~ 1.1 质量 %、Mn :0.15 质量 % 以下、Mg :0.3 ~ 0.7 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质组成。

[0014] [2] 根据前项 1 所述的制动活塞用毛坯的制造方法,在时效温度为 $210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 和时效时间为 2 小时 ± 0.5 小时的处理条件下对坯料进行人工时效处理。

[0015] [3] 根据前项 1 或 2 所述的制动活塞用毛坯的制造方法,在热处理温度为 $510^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 和热处理时间为 3 小时以上的处理条件下对坯料进行固溶处理。

[0016] [4] 一种制动活塞用毛坯的制造方法,其特征在于,包括:对铝合金坯料进行固溶处理,接着对坯料进行冷锻加工,其后在成为过时效处理的处理条件下对坯料进行人工时效处理的制造工序,所述铝合金坯料含有 Si :9.0 ~ 11.0 质量 %、Fe :0.5 质量 % 以下、Cu :0.7 ~ 1.1 质量 %、Mn :0.15 质量 % 以下、Mg :0.3 ~ 0.7 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质组成,

[0017] 在上述制造工序中,设定人工时效处理开始时的坯料的硬度,使得对坯料进行人工时效处理而得到的坯料的硬度为对制动活塞用毛坯所要求的硬度,且该硬度达到人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85% ~ 95%,

[0018] 设定固溶处理的处理条件,使得对坯料进行固溶处理而得到的坯料的硬度达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65%。

[0019] [5] 一种制动活塞用毛坯,是采用前项 1 ~ 4 的任一项所述的制动活塞用毛坯的制造方法制造的。

[0020] [6] 根据前项 5 所述的制动活塞用毛坯,导电率为 40% ~ 45% IACS。

[0021] 本发明发挥以下的效果。

[0022] 前项 [1] 所述的制动活塞用毛坯的制造方法,构成坯料的铝合金中所含有的 Mg_2Si 量约为 0.4 ~ 0.9 质量 %,因此即使从固溶处理到人工时效处理的时间长,人工时效处理后的坯料的硬度也不变小,其硬度大致一定。即,固溶处理后的坯料的硬度的经时变化小。因此,在从固溶处理到人工时效处理的期间有时间上的余裕,因此在该期间对坯料进行冷锻加工时,人工时效处理后的坯料的硬度不变小,反而由于冷锻加工的加工硬化而变高。因此,能够容易地制造硬的制动活塞用毛坯。

[0023] 此外,通过在对坯料进行冷锻加工之前进行固溶处理,坯料的锻造加工性提高。因此,不需要在冷锻加工之前对坯料进行 0 处理,能够省略 0 处理。进而,固溶处理不是在冷锻加工之后而是在其之前实施,而且在冷锻加工之后实施人工时效处理,因此基本上不产生坯料的应变,因此也能够省略用于提高坯料的内径的圆度的内径切削加工。由此,能够进一步削减制造工序数,其结果,能够更容易地制造制动活塞用毛坯,并能够降低其制造成本。

[0024] 此外,当对坯料进行人工时效处理时,在该人工时效处理时坯料的硬度迅速达到峰值硬度(即最大值)。因此,能够缩短人工时效处理的时效时间,其结果,能够进一步降低制造成本。

[0025] 前项 [2] 所述的制造方法,能够更切实地制造具有所要求的硬度的制动活塞用毛坯。

[0026] 前项 [3] 所述的制造方法,能够更切实地制造具有所要求的硬度的制动活塞用毛坯。

[0027] 前项 [4] 所述的制造方法,通过对规定组成的铝合金的坯料,在规定的处理条件下依次进行固溶处理、冷锻加工处理和人工时效处理,能够将制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍最佳化。其原因如下。再者,以下的说明中,将固溶处理的热处理温度记为「固溶处理温度」,将固溶处理的热处理时间记为「固溶处理时间」。

[0028] 通过铝合金具有规定的组成,能够减小固溶处理后的坯料的硬度的经时变化。因此,作为制动活塞用毛坯的制造工序能够采用 T8 工序。即,在冷锻加工后不实施固溶处理,因此能够在冷锻加工后立即开始人工时效处理。此外,由于在冷锻加工后不实施固溶处理,因此在人工时效处理时坯料的硬度迅速地达到峰值硬度。因此,能够缩短人工时效处理的时效时间。

[0029] 在此,制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍的律速为热处理时间,即固溶处理时间和人工时效处理的时效时间。然而,为了实现充分的固溶状态,缩短固溶处理时间较困难。针对于此,根据前项 [4] 所述的制造方法能够缩短人工时效处理的时效时间,因此能够使时效时间比固溶处理时间短。由此,能够使连贯制造线的生产节拍的律速为固溶处理时间,并且能够缩短时效时间使得处于该固溶处理时间内。具体地讲,能够将时效时间设为固溶处理时间的 0.3 倍~1 倍。例如,在固溶处理时间为 3~5 小时的情况下,能够将时效时间设为 2 小时 $\pm$ 0.5 小时。这样,能够将制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍最佳化(最小化)。

[0030] 此外,通过将人工时效处理后的坯料(即制动活塞用毛坯)的硬度设为人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85%~95%,能够得到具有所要求的硬度、高的导热性即高的散热性的制动活塞用毛坯。

[0031] 根据前项 [5] 所述的制动活塞用毛坯,发挥与由前项 [1]~[4] 的任一项所述的制动活塞用毛坯的制造方法所带来的效果同样的效果。

[0032] 根据前项 [6] 所述的制动活塞用毛坯,通过导电率为 40~45%IACS,能够得到导热性高、即散热性高的制动活塞用毛坯。

附图说明

[0033] 图 1 是表示本发明的一实施方式涉及的制动活塞用毛坯的制造方法的工序图。

[0034] 图 2A 是表示在冷锻加工中,利用冲头挤压坯料前的状态的冷锻加工装置的截面图。

[0035] 图 2B 是表示在该冷锻加工中,利用冲头挤压坯料后的状态的冷锻加工装置的截面图。

[0036] 图 2C 是在该冷锻加工中,利用冲头挤压前的坯料的立体图。

[0037] 图 2D 是在该冷锻加工中,利用冲头挤压后的坯料的立体图。

[0038] 图 3 是利用实施例 1 和比较例 1 比较了人工时效处理后的坯料的内径的圆度的图(曲线图)。

[0039] 图 4A 是表示实施例 4 的坯料的导电率的图(曲线图)。

[0040] 图 4B 是表示比较例 2 的坯料的导电率的图(曲线图)。

[0041] 图 5 是利用实施例 5 和比较例 3 比较了人工时效处理工序中的时效时间和坯料的硬度的关系的图(曲线图)。

[0042] 图 6 是表示实施例 6 的人工时效处理工序中的时效时间和坯料的硬度的关系的图(曲线图)。

[0043] 图 7A 是表示改变了时效温度的情况下的时效曲线的图(曲线图)。

[0044] 图 7B 是表示改变了人工时效处理开始时的坯料的硬度的情况下的时效曲线的图(曲线图)。

[0045] 图 8 是分别表示表 7 所示的实施例 9 的坯料的导电率(相对 IACS)和硬度(相对 HRB)的图(曲线图)。

[0046] 图 9 是表示表 8 所示的参考例 1 ~ 3 中应用的固溶处理温度和固溶处理后的坯料的硬度的关系的图(曲线图)。

[0047] 图 10 是表示以往的制动活塞用毛坯的制造方法的工序图。

具体实施方式

[0048] 接着,以下对于本发明的一实施方式参照附图进行说明。

[0049] 本发明的一实施方式涉及的制动活塞用毛坯,是铝合金制的有底圆筒状的毛坯。该毛坯的制造所使用的坯料的材质是具有下述组成的铝合金。即,坯料的材质是含有 Si : 9.0 ~ 11.0 质量 %、Fe : 0.50 质量 % 以下、Cu : 0.7 ~ 1.1 质量 %、Mn : 0.15 质量 % 以下、Mg : 0.3 ~ 0.7 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质组成的铝合金。本说明书中,为说明方便将该组成的要件称为「铝合金的组成要件」。

[0050] 该铝合金中规定了各添加元素的含量范围的原因如下。

[0051] 通过 Si 量为 9.0 ~ 11.0 质量 % 的范围内,耐磨损性提高。如果 Si 量低于 9.0 质量 %,则不能够谋求耐磨损性的提高。如果 Si 量超过 11.0 质量 %,则锻造加工性和成形性降低。

[0052] 通过 Fe 量为 0.50 质量 % 以下,没有机械强度的降低,耐热性提高。如果 Fe 量超过 0.50 质量 %,则含有 Fe 的结晶物较多地产生,其结果,机械强度降低。

[0053] 通过 Cu 量为 0.7 ~ 1.1 质量 % 的范围内,能够在坯料的表面形成硬的铝钝化皮膜。如果 Cu 量低于 0.7 质量 %,则机械强度降低。如果 Cu 量超过 1.1 质量 %,则铝钝化皮膜的硬度降低。

[0054] 通过 Mn 量为 0.15 质量 % 以下,没有机械特性的降低,耐热性提高。如果 Mn 量超过 0.15 质量 %,则机械特性(特别是锻造加工性)降低。

[0055] 通过 Mg 量为 0.3 ~ 0.7 质量 % 的范围内,机械强度提高。如果 Mg 量低于 0.3 质量 %,则机械强度降低。如果 Mg 量超过 0.7 质量 %,则金属间化合物的结晶量变多,其结果,变脆。

[0056] 本实施方式的制动活塞用毛坯,使用上述组成的铝合金的坯料按照图 1 所示的工序顺序来制造。即,本实施方式的制动活塞用毛坯的制造方法,如图 1 所示,包括具备切断工序 S1、固溶处理工序 S2、冷锻加工工序 S3、人工时效处理工序 S4 和机械加工工序 S5 的制造工序。

[0057] 在此,一般将对坯料依次进行固溶处理、冷加工处理和人工时效处理的工序称为

「T8 工序」,并且按照该 T8 工序进行的坯料的处理被称为「T8 处理」。因此,本实施方式的制动活塞用毛坯,按照包括 T8 工序的制造工序制造。

[0058] 此外,在该制造工序中,优选:设定人工时效处理开始时的坯料的硬度,使得对坯料进行人工时效处理而得到的坯料的硬度(即人工时效处理后的坯料的硬度)为对制动活塞用毛坯所要求的硬度,且该硬度达到人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85%~95%(特别优选为 86%~93%),而且设定固溶处理的处理条件,使得对坯料进行固溶处理而得到的坯料的硬度(即固溶处理后的坯料的硬度)达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40%~65%(特别优选为 45%~62%)。通过这样处理,能够切实地得到具有所要求的硬度的制动活塞用毛坯。为了切实地发挥该效果,优选如下地实施制造工序。

[0059] 在切断工序 S1 中,通过将棒状的铝合金连铸材、铝合金挤压材、铝合金拉拔材等切断来得到规定形状和尺寸的坯料。坯料的形状一般为圆板状或圆柱状。

[0060] 在固溶处理工序 S2 中,对切断工序 S1 中得到的坯料不进行 O 处理而进行固溶处理。由此,坯料的锻造加工性提高。另一方面,在不对坯料进行固溶处理的情况下,坯料的锻造加工性降低,其结果,将坯料冷锻加工成有底圆筒状变得困难,并且,结晶物的大小变得不均匀,导致硬度不足。

[0061] 该固溶处理的优选的处理条件,热处理温度为 $510^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ (即 $500^{\circ}\text{C} \sim 520^{\circ}\text{C}$),热处理时间为 3 小时以上,并且特别优选的水淬火的水温度为 $25^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。通过将热处理温度设定为 $510^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$,能够使铝合金的添加元素切实地固溶。因此,当在固溶处理之后对坯料进行人工时效处理时,能够切实地得到均匀且微细的结晶物,其结果,能够使硬度切实地提高。特别优选的热处理温度为 $510^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。通过热处理时间为 3 小时以上,能够切实地得到均匀且微细的结晶物,其结果,能够使硬度切实地提高。热处理时间的上限并不被限定,但如果使热处理时间增长则制造成本变高,因此为了防止该情况,特别优选热处理时间的上限为 5 小时。即,特别优选热处理时间为 3 小时~5 小时的范围内。通过水淬火的水温度被设定在 $25^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 的范围内,能够切实地得到均匀且微细的结晶物,其结果,能够使硬度切实地提高。

[0062] 在冷锻加工工序 S3 中,将在固溶处理工序 S2 中被固溶处理了的坯料冷锻加工成有底圆筒状。由此,能够通过加工硬化使有底圆筒状的坯料的机械强度提高。另一方面,在没有对坯料进行冷锻加工的情况下,不仅不能够将坯料成形为有底圆筒状,也不能够谋求由加工硬化带来的机械强度的提高。

[0063] 该冷锻加工,详述则为密闭型向后冷挤压锻造加工,可通过例如图 2A 和 2B 所示的冷锻造加工装置(详述则为向后冷挤压锻造加工装置)1 来实施。该装置 1 具备冲头 2 和成形模 5。成形模 5 具有成形腔 6。3 为冲头轴。10 为坯料。该冷锻加工时,对坯料 10 的表面遍及其全部面地预先实施磷化处理等的润滑处理。图 2A 中,该坯料 10 被配置在成形模 5 的成形腔 6 内。并且,通过利用冲头 2 挤压该坯料 10,如图 2 所示,成形腔 6 变为密闭状态,并且在该腔 6 内坯料 10 被向后挤压锻造加工成有底圆筒状。

[0064] 在能够使锻造加工的尺寸精度切实地提高方面,优选该冷锻造加工的锻造加工率为 40%~60%(特别优选为 45%~55%)的范围内。再者,冷锻加工过的坯料 10,如上述那样为有底圆筒状,即具有圆板状底壁部 11 和在该底壁部 11 的外周缘部一体地形成的圆筒状周壁部 12。并且,坯料 10 的底壁部 11 与制动活塞(制动活塞用毛坯)的冠(crown)部对

应,坯料 10 的周壁部 12 与制动活塞(制动活塞用毛坯)的裙部对应。

[0065] 图 2C 是在该冷锻加工中,用冲头 2 挤压前的坯料 10 的立体图。该坯料 10 的形状为圆板状或圆柱状。该坯料 10 的直径 A1 为例如 40 ~ 50mm。

[0066] 图 2D 是在该冷锻加工中,用冲头 2 挤压后的坯料 10 (即冷锻加工过的坯料 10)的立体图。该坯料 10 的外径 B1 为例如 40 ~ 55mm,其内径 B2 为例如 25 ~ 40mm,其周壁部 12 的壁厚 B3 为例如 5 ~ 15mm,其长度(高度)B4 为例如 30 ~ 45mm,其中空部的深度 B5 为例如 25 ~ 40mm。

[0067] 在人工时效处理工序 S4 中,对在冷锻加工工序 S3 中冷锻加工过的坯料 10 进行人工时效处理。由此,能够切实地得到均匀且微细的结晶物,因此,能够使硬度等的机械强度切实地提高。另一方面,在没有对坯料进行人工时效处理的情况下,结晶物的大小变得不均匀,因此在制动活塞使用时结晶物生长等从而机械强度降低。

[0068] 该人工时效处理的优选的处理条件是,时效温度为 $210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ (即 $200 \sim 220^{\circ}\text{C}$),时效时间为 2 小时 ± 0.5 小时(即 1.5 小时 ~ 2.5 小时)。通过将时效温度设定在 $210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$,能够切实地满足对制动活塞用毛坯(即制动活塞)所要求的硬度等的特性。通过时效时间为 2 小时 ± 0.5 小时,能够切实地得到均匀且微细的结晶物,因此能够使硬度等的机械强度切实地提高。特别优选的时效温度为 $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

[0069] 在此,一般地,制动活塞用毛坯,从其使用环境上的要求来看,必须在成为过时效处理的处理条件下进行人工时效处理。因此,在人工时效处理时,必须比达到峰值硬度的时效时间长地对坯料进行人工时效处理。然而,在本实施方式中,如后述那样在人工时效处理时坯料的硬度迅速地达到峰值硬度(即最大值)。因此,能够缩短人工时效处理的时效时间。

[0070] 在机械加工工序 S5 中,将在人工时效处理工序 S4 中人工时效处理过的坯料机械加工成规定形状。该机械加工包括用于提高坯料的外径的圆度的外径切削加工、研磨加工等,但是不包括用于提高坯料的内径的圆度的内径切削加工。即,固溶处理不是在冷锻加工之后而是在其之前实施,并且在冷锻加工之后实施人工时效处理,因此人工时效处理后的坯料的内径的圆度高。因此,在该机械加工工序 S5 中不需要对坯料实施内径切削加工。

[0071] 此外,虽然图 1 中未示出,但在机械加工工序 S5 之后,根据需要对坯料进行铝阳极化处理,由此在坯料的表面形成铝钝化皮膜。此时,由于构成坯料的铝合金中所含有的 Cu 量被设定在 0.7 ~ 1.1 质量 % 的范围内,因此能够切实地形成硬的铝钝化皮膜。

[0072] 经过以上这些工序,使得导电率达到 40% ~ 45% IACS 而制造出制动活塞用毛坯。因此,能够制造导热性高、即散热性高的制动活塞用毛坯。再者,所谓 IACS,是 International Annealed Copper Standard (国际退火铜线标准)的简称。

[0073] 上述实施方式的制动活塞用毛坯的制造方法具有下述优点。

[0074] 构成坯料的铝合金中所含有的 Mg_2Si 量约为 0.79 质量 %,因此即使从固溶处理到人工时效处理的时间(期间)长,人工时效处理后的坯料的硬度也不变小,其硬度大致一定。即,固溶处理后的坯料的硬度的经时变化小。因此,在从固溶处理到人工时效处理的期间有时间上的余裕,因此在该期间对坯料进行冷锻加工时,人工时效处理后的坯料的硬度不变小反而由于冷锻加工的加工硬化而变高。因此,能够容易地制造硬的制动活塞用毛坯。

[0075] 此外,通过对坯料进行固溶处理,坯料的锻造加工性提高。因此,不需要在冷锻加工之前对坯料进行 O 处理,能够省略 O 处理。此外,如上述那样,固溶处理不在冷锻加工之

后而在其之前实施,因此机械加工时也能够省略用于提高坯料的内径的圆度的内径切削加工。由此,能够进一步削减制造工序数,其结果,能够容易地制造制动活塞用毛坯,能够降低其制造成本。

[0076] 此外,如上述那样,如果对坯料进行人工时效处理,则在该人工时效处理时坯料的硬度迅速地达到峰值硬度(即最大值)。因此,能够缩短人工时效处理的时效时间,其结果,能够更加降低制造成本。

[0077] 此外,通过对规定组成的铝合金坯料以规定的处理条件依次进行固溶处理、冷锻加工处理和人工时效处理,能够将制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍最佳化。其原因如下。

[0078] 通过铝合金具有规定的组成,如上述那样能够减小固溶处理后的坯料的硬度的经时变化。因此,作为制动活塞用毛坯的制造工序能够采用 T8 工序。即,在冷锻加工后没有实施固溶处理,因此能够在冷锻加工后立即开始人工时效处理。此外,由于在冷锻加工后没有实施固溶处理,因此在人工时效处理时坯料的硬度迅速地达到峰值硬度(参照后述的图 5)。因此,能够缩短人工时效处理的时效时间。

[0079] 在此,制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍的律速为热处理时间,即固溶处理时间和人工时效处理的时效时间。然而,为了实现充分的固溶状态,缩短固溶处理时间较困难。针对于此,根据本实施方式的制造方法,能够缩短人工时效处理的时效时间,因此,能够使时效时间比固溶处理时间短。由此,能够使连贯制造线的生产节拍的律速为固溶处理时间,并且能够缩短人工时效处理的时效时间使得其处于该固溶处理时间内。具体地讲,能够将时效时间设为固溶处理时间的 0.3 倍~1 倍(优选为 0.5 倍~0.9 倍)。例如,在固溶处理时间为 3 小时~5 小时的情况下,能够将时效时间设为 2 小时±0.5 小时。这样,能够将制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍最佳化(最小化)。

[0080] 此外,通过使人工时效处理后的坯料(即制动活塞用毛坯)的硬度为人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85%~95%,能够得到具有所要求的硬度、高的导热性、即高的散热性的制动活塞用毛坯。

[0081] 以上对于本发明的一实施方式进行了说明,但本发明不限于上述实施方式,在不脱离本发明的要旨的范围内当然能够进行各种变更。

[0082] 实施例

[0083] 以下对于本发明的具体实施例进行说明。但是,本发明不限于这些实施例。

[0084] <内径的圆度的评价>

[0085] 图 3 是用实施例 1 和比较例 1 比较了人工时效处理后的坯料的内径的圆度的图(曲线图)。实施例 1 是对于按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了人工时效处理的 5 个坯料,将它们的内径的圆度进行了平均的例子。比较例 1 是对于按照以往的图 10 所示的工序顺序进行了人工时效处理的 5 个坯料,将它们的内径的圆度进行了平均的例子。再者,在实施例 1 和比较例 1 中,坯料的目标内径为 28mm。再者,圆度的测定依据例如 JIS(日本工业标准)B0021 进行。

[0086] 在实施例 1 中,坯料的内径的圆度的最大值为 $4\mu\text{m}$ 、最小值为 $1\mu\text{m}$ 、平均值为 $2.16\mu\text{m}$ 。在比较例 1 中,坯料的内径的圆度的最大值为 $49\mu\text{m}$ 、最小值为 $37\mu\text{m}$ 、平均值为 $46.2\mu\text{m}$ 。

[0087] 实施例 1 和比较例 1 中使用的坯料的材质全都是铝合金,其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外,实施例 1 中应用的固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时、锻造加工率为 50%、人工时效处理的处理条件为 $210^{\circ}\text{C} \times 2$ 小时。比较例 1 中应用的 0 处理的处理条件为 $380^{\circ}\text{C} \times 3.5$ 小时、锻造加工率为 50%、固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时、人工时效处理的处理条件为 $210^{\circ}\text{C} \times 2$ 小时。

[0088] 如图 3 所示,实施例 1 中坯料的内径的圆度与比较例 1 相比格外高(小)。因此,实施例 1 中坯料的内径满足了优选的圆度标准 $8\mu\text{m}$ 以下,因此在机械加工工序 S5 中不需要实施用于提高坯料的内径的圆度的内径切削加工。

[0089] <坯料的硬度的经时变化的评价>

[0090] 表 1 表示评价了坯料的硬度的经时变化(时间的变化)的结果。该表 1 中的实施例 2 和 3 全都是对于按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了人工时效处理的 3 个坯料,将它们的硬度进行了平均的例子。实施例 2 中从固溶处理到人工时效处理的时间(期间)为 3 天,实施例 3 中为 3 个月。

[0091] 表 1

[0092]

	从固溶处理到人工时效处理的时间	硬度 (HRB)
实施例 2	3 天	66. 07
实施例 3	3 个月	66. 39

[0093] 实施例 2 和 3 中使用的坯料的材质全都是铝合金,其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外,实施例 2 和 3 中应用的固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时、锻造加工率为 50%、人工时效处理的处理条件为 $210^{\circ}\text{C} \times 2$ 小时。另外,坯料的硬度是依据 JIS Z2245:2005 的「洛氏硬度试验 - 试验方法」测定的洛氏硬度(硬度符号:HRB),该测定中使用的标尺为“B”,压头为钢球 1.5875mm、试验载荷为 980.7N。再者,以下应用的坯料的硬度的测定方法与此相同。

[0094] 如表 1 所示,即使从固溶处理到人工时效处理的时间长,人工时效处理后的坯料的硬度也不变小,其硬度大致一定。具体表示,坯料的硬度的增量 Δ 为 0.5% (即,增量 $\Delta = \{ (66.39 - 66.07) / 66.07 \} \times 100\% = 0.5\%$)。即,固溶处理后的坯料的硬度的经时变化非常小。因此,在实施例 2 和 3 中,可确认出不需要将固溶处理和人工时效处理迅速地连续实施。再者,特别优选的增量 Δ 为 0.5% 以内。

[0095] <导电率的评价>

[0096] 图 4A 是表示实施例 4 的坯料的导电率的图(曲线图),图 4B 是表示比较例 2 的坯料的导电率的图(曲线图)。实施例 4 是对于按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了机械加工的 6 个坯料,测定了各工序中的这些坯料的导电率并进行了平均的例子。比较例 2 是对于按照以往的图 10 所示的工序顺序进行了机械加工的 6 个坯料,测定了各工序中的这些坯料的导电率并进行了平均的例子。

[0097] 实施例 4 和比较例 2 中使用的坯料的材质全都是铝合金,其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外,实施例 4 中应用的固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时、锻造加工率为 50%、人工时效处理的处理条件为 $210^{\circ}\text{C} \times 2$ 小时。比较例 2 中应用的 0 处理的处理条件为 $380^{\circ}\text{C} \times 3.5$ 小时、锻造加工率为 50%、固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时、人工时效处理的处理条件为 $210^{\circ}\text{C} \times 2$ 小时。

[0098] 如图 4A 和 4B 所示,实施例 4 中的机械加工后的坯料(制动活塞用毛坯)的导电率为 40% ~ 45%IACS 的范围内,其高于比较例 2。因此,实施例 4 中,能够得到导热性高、即散热性高的制动活塞用毛坯。

[0099] <时效时间和坯料的硬度的关系 - 其一>

[0100] 图 5 是利用实施例 5 和比较例 3 比较了人工时效处理工序中的时效时间和坯料的硬度的关系的图(曲线图)。实施例 5 是对于按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了冷锻加工的坯料,在时效温度为 210°C 的处理条件下进行了人工时效处理的例子。比较例 3 是对于按照以往的图 10 所示的工序顺序进行了冷锻加工的坯料,在时效温度为 195°C 的处理条件下进行了人工时效处理的例子。

[0101] 实施例 5 和比较例 3 中使用的坯料的材质全都是铝合金,其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外,实施例 5 中应用的固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时、锻造加工率为 50%。比较例 3 中应用的 0 处理的处理条件为 $380^{\circ}\text{C} \times 3.5$ 小时、锻造加工率为 50%、固溶处理的处理条件为 $510^{\circ}\text{C} \times 3$ 小时。

[0102] 如图 5 所示,实施例 5 中达到峰值硬度的时效时间短于比较例 3。因此,实施例 5 中,能够缩短人工时效处理的时效时间,其结果,能够降低制造成本。

[0103] 另一方面,比较例 3 中,达到峰值硬度的时效时间长,因此难以将制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍时间限于固溶处理时间内。

[0104] 如实施例 5 那样,通过在冷锻加工后不实施固溶处理而实施人工时效处理,能够使达到峰值硬度的达到时间提前。本实施例 5 中,通过实施冷锻加工在坯料中产生加工应变,通过在残留有该应变的状态下实施人工时效处理,在坯料中以该应变为中心产生析出物,其结果推断为达到峰值硬度的达到时间提前。另一方面,比较例 3 中,在锻造加工后实施固溶处理其后实施了人工时效处理,因此在固溶处理中,由冷锻加工所引起的加工应变被消除。其结果,推定为成为析出物的中心的应变消除,达到峰值硬度的达到时间变晚。

[0105] <时效时间和坯料的硬度的关系 - 其二>

[0106] 图 6 是表示实施例 6 的人工时效处理工序中的时效时间和坯料的硬度的关系的图(曲线图)。实施例 6 是对于按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了冷锻加工的坯料,在时效温度为 215℃ 的处理条件下进行了人工时效处理的例子。

[0107] 实施例 6 中使用的坯料的材质全都是铝合金,其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外,实施例 6 中应用的固溶处理的处理条件为 510℃ ×3 小时、锻造加工率为 50%。

[0108] 如图 6 所示,实施例 6 中,人工时效处理时的坯料的峰值硬度为 71.5HRB,此时的时效时间为 0.5 小时。另外,一般地,制动活塞用毛坯,从其使用环境的要求来看,必须在达到过时效处理的处理条件下进行人工时效处理。因此,在人工时效处理时必须比达到峰值硬度的时效时间 0.5 小时长地对坯料进行人工时效处理。此外,客户对制动活塞用毛坯所要求的硬度、即人工时效处理后的坯料的硬度,一般在 61 ~ 68HRB 的范围内。硬度 61HRB 相当于峰值硬度 71.5HRB 的 85%,硬度 68HRB 相当于峰值硬度 71.5HRB 的 95%。

[0109] 由图 6 可知,在将人工时效处理时间设定为 2 小时 ±0.5 小时(即 1.5 小时 ~ 2.5 小时)的情况下,能够切实地得到硬度为 61 (即峰值硬度 71.5HRB 的 85%) ~ 68 (即峰值硬度 71.5HRB 的 95%) HRB 的范围内的坯料(制动活塞用毛坯)。因此能够切实地满足所要求的硬度。换言之,可确认出:为了切实地满足对制动活塞用毛坯所要求的硬度,只要设定人工时效处理开始时的坯料的硬度,使得对坯料进行人工时效处理而得到的坯料的硬度为对制动活塞用毛坯所要求的硬度,且该硬度达到人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85% ~ 95% 即可。

[0110] <固溶处理后和人工时效处理开始时的坯料的硬度的评价>

[0111] 表 2 表示测定了实施例 7 中的固溶处理后的坯料的硬度和人工时效处理开始时的坯料的硬度的结果。实施例 7 是对于按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了人工时效处理的 6 个坯料,分别将固溶处理后的硬度和人工时效处理开始时的硬度进行了平均的例子。此外,在表 2 中,对于固溶处理后的坯料的硬度和人工时效处理开始时的坯料的硬度,分别记载了最大值和最小值。

[0112] 表 2

[0113]

	坯料	坯料的硬度 (HRB)		
		平均	最大	最小
实施例 7	固溶处理后	41.25	44.66	33.82
	人工时效处理开始时	73.32	75.16	71.68

[0114] 实施例 7 中使用的坯料的材质是铝合金，其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外，实施例 7 中应用的固溶处理的处理条件为 510℃ ×3 小时、锻造加工率为 50%、人工时效处理的处理条件为 210℃ ×2 小时。

[0115] 此外，分别算出「固溶处理后的坯料的最大硬度」/「人工时效处理开始时的坯料的最小硬度」的值、和「固溶处理后的坯料的最小硬度」/「人工时效处理开始时的坯料的最大硬度」的值。将其结果示于表 3。如该表 3 所示，前者的值为 62%，后者的值为 45%。在此，人工时效处理开始时的坯料的硬度，与冷锻加工后的坯料的硬度相同。因此，「固溶处理后的坯料的硬度」/「人工时效处理开始时的坯料的硬度」与「固溶处理后的坯料的硬度」/「冷锻加工后的坯料的硬度」相同，该值意指加工硬化率 γ 的倒数。

[0116] 表 3

[0117]

实施例 7	固溶处理后的坯料的最大硬度/人工时效处理开始时的坯料的最小硬度: 62%
	固溶处理后的坯料的最小硬度/人工时效处理开始时的坯料的最大硬度: 45%

[0118] 因此，通过设定固溶处理的处理条件，使得对坯料进行固溶处理而得到的坯料的硬度(即固溶处理后的坯料的硬度)达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65% (特别优选为 45% ~ 62%)，能够得到对人工时效处理开始时的坯料所希望的硬度。换言之，可确认出：为了得到对人工时效处理开始时的坯料所希望的硬度，只要设定固溶处理的处理条件，使得对坯料进行固溶处理而得到的坯料的硬度达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65% (特别优选为 45% ~ 62%) 即可。

[0119] 表 4 表示测定了实施例 8 中的固溶处理后的坯料的硬度和人工时效处理开始时的坯料的硬度的结果。实施例 8 是将按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序进行了人工时效处理的坯料中的相互不同的 5 个部位的固溶处理后的硬度和人工时效处理开始时的硬度分别进行了平均的例子。

[0120] 表 4

[0121]

	坯料	坯料的平均硬度 (HRB)
实施例 8	固溶处理后	40
	人工时效处理开始时	75

[0122] 实施例 8 中使用的坯料的材质是铝合金，其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外，实施例 8 中应用的固溶处理的处理条件为 510℃ ×3 小时、锻造加工率为 50%、人工时效处理的处理条件为 210℃ ×2 小时。

[0123] 此外，分别算出「固溶处理后的坯料的平均硬度」/「人工时效处理开始时的坯料的平均硬度」的值。将其结果示于表 5。如该表 5 所示，该值为 53%。再者，该值如上述那样意指加工硬化率 γ 的倒数。

[0124] 表 5

[0125]

实施例 8	固溶处理后的坯料的平均硬度 / 人工时效处理开始时的坯料的平均硬度 :53%
-------	--

[0126] 如从该实施例 8 可知那样,通过设定固溶处理的处理条件,使得对坯料固溶处理而得到的坯料的硬度(即固溶处理后的坯料的硬度)达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65% (特别优选为 45% ~ 62%),能够得到对人工时效处理开始时的坯料所希望的硬度。换言之,可确认出,为了得到对人工时效处理开始时的坯料所希望的硬度,只要设定固溶处理的处理条件,使得对坯料固溶处理而得到的坯料的硬度达到人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65% (特别优选为 45% ~ 62%)即可。

[0127] <铝合金的组成的评价>

[0128] 在实施例 11 ~ 17 中,按照本实施方式的图 1 所示的工序顺序对各种组成的铝合金的坯料进行了人工时效处理。而且,调查了坯料的硬度 HRB、内径的圆度和导电率。将其结果示于表 6。再者,在实施例 11 ~ 17 中,坯料的目标内径为 28mm。

[0129]

表 6

	成分(质量%)					固溶处理 条件	锻造 加工率 (%)	人工时效 处理条件	硬度 (HRB)	内径的 圆度 (μm)	导电率 (%IACS)
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg						
实施例 11	8.98	0.25	0.71	0.002	0.3	510°C × 3h	55	210°C × 2h	63.7	1	45
实施例 12	10.41	0.21	0.89	0.017	0.49	510°C × 3h	50	210°C × 2h	67.5	4	43.3
实施例 13	10.54	0.50	1.09	0.14	0.69	510°C × 3h	45	210°C × 2h	68.7	1	40
实施例 14	9.8	0.27	0.8	0.01	0.5	505°C × 3h	50	210°C × 2h	63.8	1	43.1
实施例 15	9.8	0.27	0.8	0.01	0.5	515°C × 3h	50	210°C × 2h	65.8	2	42.5
实施例 16	9.8	0.27	0.8	0.01	0.5	510°C × 3h	50	205°C × 2h	66.6	2	41.9
实施例 17	9.8	0.27	0.8	0.01	0.5	510°C × 3h	50	215°C × 2h	65.6	2	42.5

[0130] 表 6 中的「固溶处理条件」栏表示出各实施例中应用的固溶处理的处理条件。「锻造加工率」栏表示出各实施例中应用的冷锻加工的锻造加工率。「人工时效处理条件」栏表示出各实施例中应用的人工时效处理的处理条件。

[0131] 从实施例 11 ~ 17 可知,在构成坯料的铝合金的组成满足上述的铝合金的组成要件,并且固溶处理的处理条件为热处理温度 510°C $\pm$ 10°C 和热处理时间 3 小时以上的处理

条件,而且人工时效处理的处理条件为时效温度 $210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 和时效时间 2 小时 ± 0.5 小时的处理条件的情况下,能够切实地提高坯料的硬度,并且,能够提高坯料的内径的圆度,而且能够得到高的导电率(即高的导热性和散热性)。

[0132] <制造条件的决定方法例>

[0133] 接着,以下对于本实施方式的制动活塞用毛坯的制造方法中使用的制造条件的决定方法例,参照上述实施例的结果进行说明。再者,以下的说明中「制品」是指制动活塞用毛坯。另外,「时效峰值硬度」是指人工时效处理时的坯料的峰值硬度。

[0134] 首先,以下对于前提条件 A ~ D 进行说明。

[0135] A. 加工硬化率 γ 如下地决定。即,制品(制动活塞用毛坯)的形状根据客户的指示决定。于是,由于制造该制品时所应用的冷锻加工为密闭型,因此该制品用坯料的体积被决定。然后,根据坯料的体积和用于得到坯料的铝合金连铸材等的直径来决定坯料的形状,根据该已被决定的坯料的形状和制品的形状来决定锻造加工率。通过这样决定锻造加工率,来决定加工硬化率 γ 。再者,对于加工硬化率 γ 的调整,也能够改变铝合金连铸材等的直径来调整锻造加工率,由此调整加工硬化率 γ 。

[0136] B. 制品的机械特性(特别是硬度)根据客户的要求决定。

[0137] C. 构成坯料的铝合金的组成,根据能够得到对制品所要求的机械特性(特别是硬度)并且减小固溶处理后的坯料的硬度的经时变化这样的要件来决定。并且,在该被决定了的组成下,决定在固溶处理时不发生过烧(burning)的固溶处理温度的上限和可得到充分的固溶状态的固溶处理时间。该铝合金中,其添加元素之中最影响到硬度的元素是 Cu。作为 Cu 尽量多地固溶、并且固溶处理时不发生过烧的固溶处理温度的上限,能够采用例如 $510^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。顺便提下,固溶处理温度的下限为 Cu 能够固溶的温度。

[0138] D. 目的是谋求制品的连贯制造线的生产节拍的最佳化(最小化),其结果,能够容易地制造制品。

[0139] 接着,以下对于制造条件的决定方法的理解所需的定义进行说明。

[0140] 制品的制造历程(坯料→固溶处理→冷锻加工→人工时效处理)和制品(坯料)的硬度的变化能够用下式 1 表现。

[0141] 制品的硬度 = $\alpha \times \beta \times \gamma \times$ 固溶处理后的坯料的硬度 ... (式 1)

[0142] 其中, α :制品的硬度 / 时效峰值硬度

[0143] β :时效峰值硬度 / 人工时效处理开始时的坯料的硬度

[0144] γ :冷锻加工后的坯料的硬度 / 固溶处理后的坯料的硬度。

[0145] 另外,将固溶处理前的坯料的硬度设为「H1」。将制品的硬度、即人工时效处理后的坯料的硬度设为「H4」。将时效时间设为「T4」。另外,冷锻加工后的坯料的硬度与人工时效处理开始时的坯料的硬度相同。

[0146] 由 γ 的定义可知, γ 意指加工硬化率。再者,对坯料进行固溶处理而得到的坯料的硬度(即固溶处理后的坯料的硬度)为人工时效处理开始时的坯料的硬度的 40% ~ 65% 意指:加工硬化率 γ 的倒数为 40% ~ 65%,换言之,意指 $\gamma = 1 / (0.4 \sim 0.65)$ 。

[0147] 接着,以下对于决定方法例进行说明。

[0148] - α 的决定方法例 -

[0149] 如图 7A 所示,根据上述前提条件 B 和 D,决定制品的硬度与时效时间的最佳点

(H4, T4)。时效曲线,当改变时效温度时,时效曲线的倾斜和达到时效峰值硬度的达到时间变化。即,如果提高时效温度,则时效曲线大致沿白箭头方向(左方向)缩小。此外,如图 7B 所示,时效曲线,当改变人工时效处理开始时的坯料的硬度时,时效峰值硬度变化。即,如果提高人工时效处理开始时的坯料的硬度,则时效曲线大致向白箭头方向(上方向)平行移动,与此相伴,时效峰值硬度变高。

[0150] 根据这样的时效曲线的性质,选择多个时效曲线通过最佳点(H4, T4)的时效温度和人工时效处理开始时的坯料的硬度。

[0151] 进而,为了使对坯料进行人工时效处理而得到的坯料的硬度(即人工时效处理后的坯料的硬度)为对制动活塞用毛坯(制品)所要求的硬度,且该硬度达到人工时效处理时的坯料的峰值硬度的 85% ~ 95% (特别优选为 86% ~ 93%),从通过最佳点(H4, T4)的多个时效曲线之中选择满足 $\alpha = 0.85 \sim 0.95$ (特别优选为 0.86 ~ 0.93)的要件的时效曲线。

[0152] a. 为满足制品(制动活塞用毛坯)的使用环境上的要求,最佳点(H4, T4)需要处于过时效区域。此外,为了切实地满足对制品所要求的硬度,优选最佳点(H4, T4)的硬度为峰值硬度的 95% 以下。

[0153] b. 优选最佳点(H4, T4)的硬度为峰值硬度的 85% 以上。对于其原因若参照表 7 和图 8 说明则如下所述。

[0154] 表 7

[0155] 实施例 9

[0156]

		固溶 处理后	冷锻 加工后	人工时效处理时的 峰值硬度		
				100%	85%	70%
导电率	%IACS	35.5	34.5	47	42.5	35
	相对 IACS	1	0.97	1.32	1.2	0.99
	相对 IACS 其二			1	0.9	0.74
硬度	HRB	35	74	75	64	53
	相对 HRB	1	2.11	2.14	1.83	1.51
	相对 HRB 其二			1	0.85	0.71

[0157] 表 7 表示实施例 9 的坯料的导电率和硬度的变化的调查结果。图 8 是表示实施例 9 的坯料的导电率和硬度的变化的图(曲线图)。实施例 9 的坯料的材质为铝合金,其组成满足上述的铝合金的组成要件。另外,该实施例 9 中应用的固溶处理的处理条件为 510℃ × 3 小时、锻造加工率为 50%、人工时效处理温度为 210℃。所谓相对 IACS,是将固溶处理后的坯料的导电率设为 1 的情况的坯料的导电率。所谓相对 IACS 其二,是将人工时效处理时的坯料的峰值硬度时(峰值硬度的 100% 时)的坯料的导电率设为 1 的情况的坯料的导电率。所谓相对 HRB,是将固溶处理后的坯料的硬度设为 1 的情况的坯料的硬度。所谓相对 HRB 其二,是将人工时效处理时的坯料的峰值硬度时(峰值硬度的 100% 时)的坯料的硬度设为 1 的

情况的坯料的硬度。

[0158] 如表 7 和图 8 所示,坯料的导电率与其硬度同样在人工时效处理时的峰值硬度时(峰值硬度的 100% 时)最高,在峰值硬度的 85% 时和峰值硬度的 70% 时依次变低。

[0159] 由于当从固溶处理后向冷锻加工后转移时坯料的硬度变得非常高,因此坯料的硬度相比于时效时间大大地受到冷锻加工的加工硬化率 γ 的影响。另一方面,即使从固溶处理后向冷锻加工后转移,坯料的硬度也没有怎么变化,坯料的导电率相比于加工硬化率 γ 大大地受到时效时间的影响。因此,为了提高导电率,即为了提高导热性,需要对人工时效处理时间进行管理,优选极力不降低在人工时效处理中变高了的导电率。因此,在对应于导电率的硬度中,优选最佳点(H4, T4)的硬度为峰值硬度的 85% 以上。

[0160] $-\beta$ 的决定方法例 -

[0161] β 根据选择出的时效曲线决定。例如,在图 5 和 6 中分别示出的实施例 5 和 6 的情况下, β 被决定为 $1/(0.95 \sim 0.99)$ 。

[0162] $-\gamma$ 的决定方法例 -

[0163] γ 如上述那样意指加工硬化率,因此根据固溶处理后的坯料的形状和冷锻加工后的坯料的形状决定。在本实施方式中,优选满足 $\gamma = 1/(0.4 \sim 0.65)$ 的要件。

[0164] $-\alpha$ 、 β 、 γ 的决定例 -

[0165] 因此, α 、 β 、 γ 例如如下地决定。

[0166] $\alpha : \beta : \gamma = (0.85 \sim 0.95) : 1/(0.95 \sim 0.99) : 1/(0.4 \sim 0.65)$

[0167] 因此,通过设定固溶处理后的坯料的硬度使得满足上述式 1,能够制造具有所要求的硬度和高的导热性(即高的散热性)的制动活塞用毛坯(制品),能够谋求制动活塞用毛坯的连贯制造线的生产节拍的最佳化。

[0168] - 固溶处理的处理条件的决定方法 -

[0169] 作为固溶处理的处理条件的固溶处理温度的决定方法如下。即,使用满足上述的铝合金的组成要件的坯料,通过预实验制成表示如表 8 和图 9 所示那样的固溶处理后的坯料的硬度与固溶处理温度的关系的曲线图。然后,基于该曲线图,决定固溶处理温度,使得固溶处理后的坯料的硬度变为满足上述式 1 那样的固溶处理后的坯料的硬度。

[0170] 为了实现充分的固溶状态,缩短作为固溶处理的处理条件的固溶处理时间较困难,因此参考例 1 ~ 3 中应用的固溶处理时间全都设为 3 小时。

[0171] 表 8

[0172]

	固溶处理温度(℃)	硬度(HRB)
参考例 1	500	34.6
参考例 2	510	35.7
参考例 3	520	38.8

[0173] 本申请要求在 2010 年 12 月 22 日提出的日本国专利申请的专利申请 2010-285706 号的优先权,其公开内容原样地构成本申请的一部分。

[0174] 必须认识到,在此所使用的用语和表现是为了说明而使用的,并不是为了限定性地解释而使用的,并不排除在此表示并且叙述的特征事项的任何均等物,也允许在该发明的请求保护的范围内的各种变形。

[0175] 本发明能够利用多个的不同方式具体化,但本公开应该视为提供本发明的原理的

实施例的公开,这些实施例并不意图将本发明限定于在此记载并且 / 或者图示的优选实施方式,基于该理解,在此记载了多个的图示实施方式。

[0176] 在此记载了一些本发明的图示实施方式,但本发明并不限于记载于此的各种优选实施方式,也包含基于本公开由所谓本领域技术人员可认识的、具有均等的要素、修正、删除、组合(例如,跨越各种实施方式的特征的组合)、改良和 / 或变更的一切实施方式。权利要求的限定事项应该基于该权利要求中使用的用语较宽地解释,并不应该限定在本说明书或本申请的审查中记载的实施例,那样的实施例应解释为非排他性的。例如,在本公开中,「preferably (优选)」这样的用语是非排他性的,意指「优选但不限于此」。在本公开和本申请的审查中,手段加功能或者步骤加功能的限定事项,对于特定权利要求的限定事项,仅适用于 a) 明确记载为「means for (用于……的手段)」或「step for (用于……的步骤)」,并且 b) 明确记载了与其对应的功能、并且 c) 没有涉及证实其构成的构成、材料或行为这样的条件的全部存在于其限定事项的情况。在本公开和本申请的审查中,「present invention (本发明)」或「invention (发明)」这样的用语,有时作为涉及本公开范围内的一个或多个方面的用语使用。该 present invention 或 invention 这样的用语,不应该作为识别临界的意思不适当地解释,不应作为遍及全部的方面即全部的实施方式应用的意思不适当地解释(即,需要理解为本发明具有多个方面和实施方式),不应以限定本申请乃至权利要求的范围的方式不适当地解释。在本公开和本申请的审查中,「embodiment (实施方式)」这样的用语,在记载任意的方面、特征、过程或步骤、它们的任意组合、和 / 或它们的任意部分等的场合使用。在一些实施例中,有时各种实施方式包含重复的特征。在本公开和本申请的审查中,有时使用「e. g.」、「NB」这样的省略语,分别意指「例如」、「注意」。

[0177] 产业上的利用可能性

[0178] 本发明可应用于制动活塞用毛坯的制造方法和制动活塞用毛坯。

[0179] 附图标记说明

[0180] 1 :冷锻加工装置

[0181] 2 :冲头

[0182] 5 :成形模

[0183] 10 :坯料

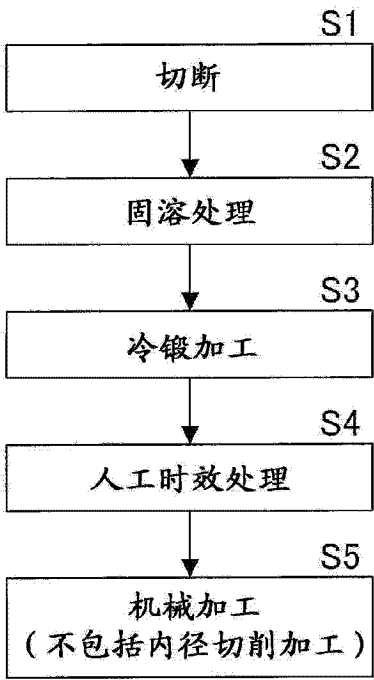


图 1

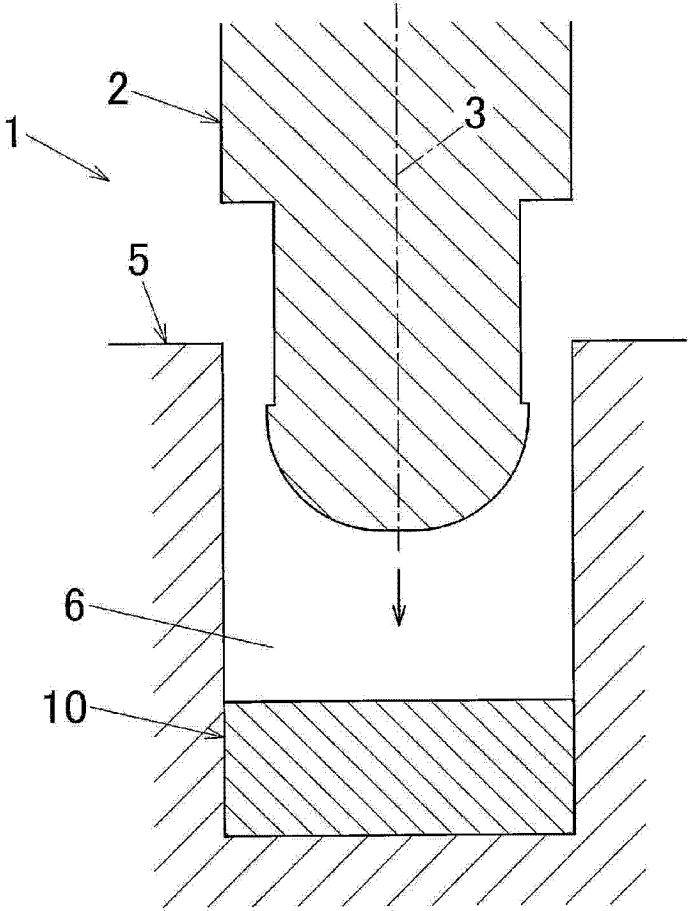


图 2A

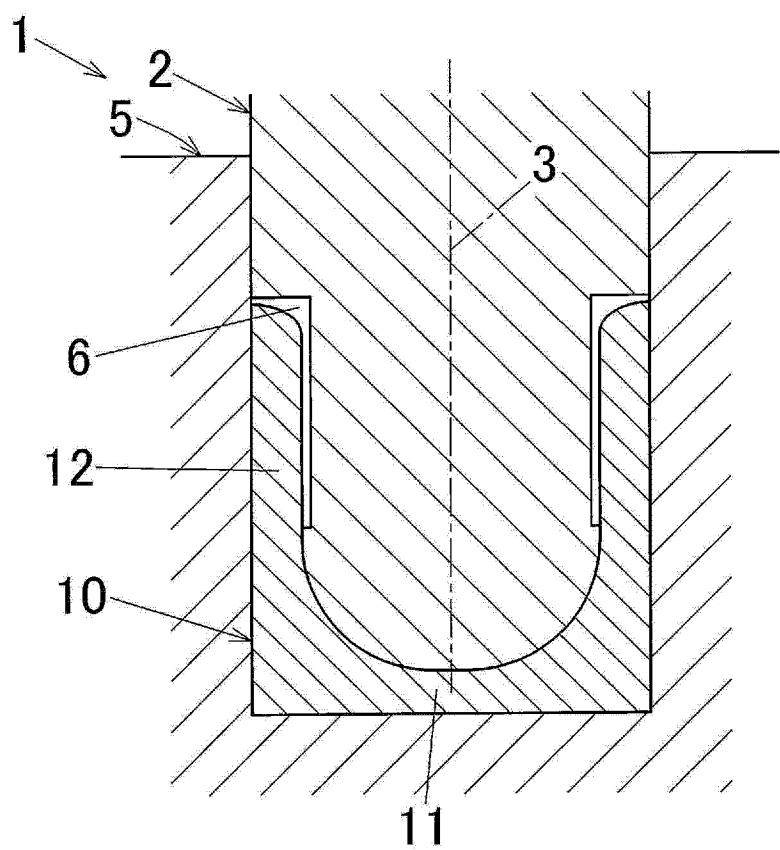


图 2B

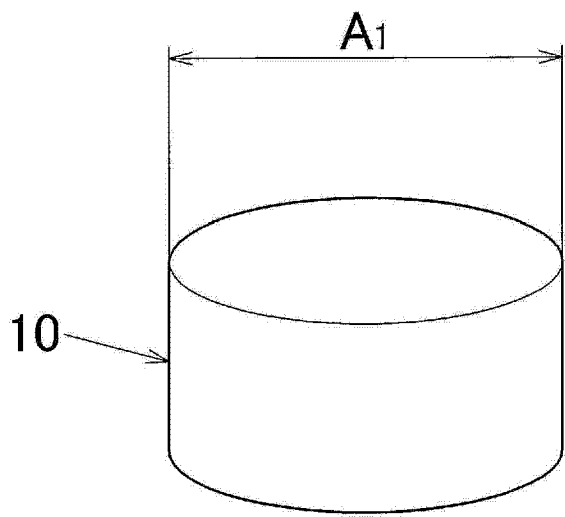


图 2C

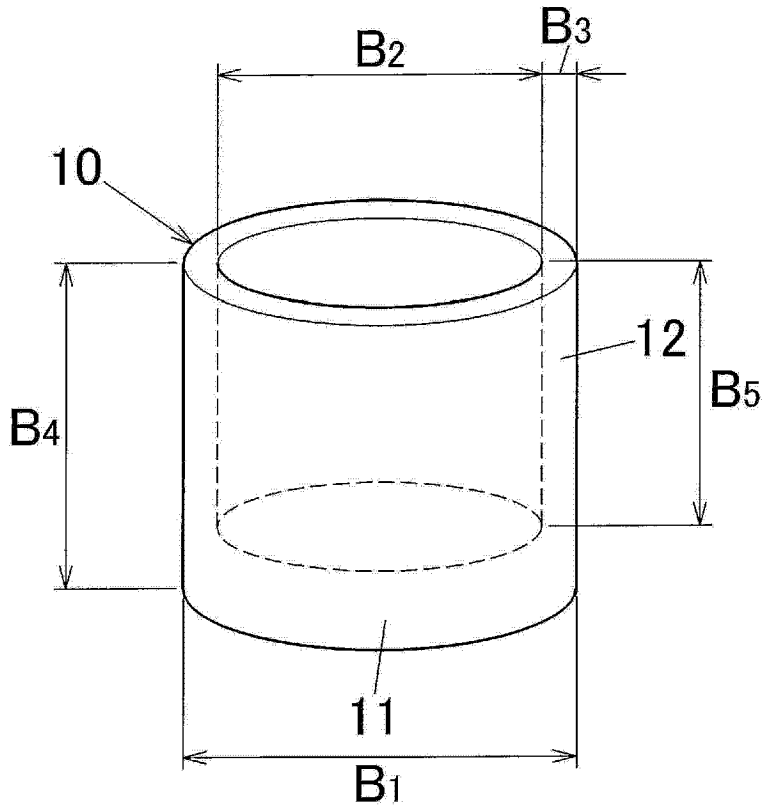


图 2D

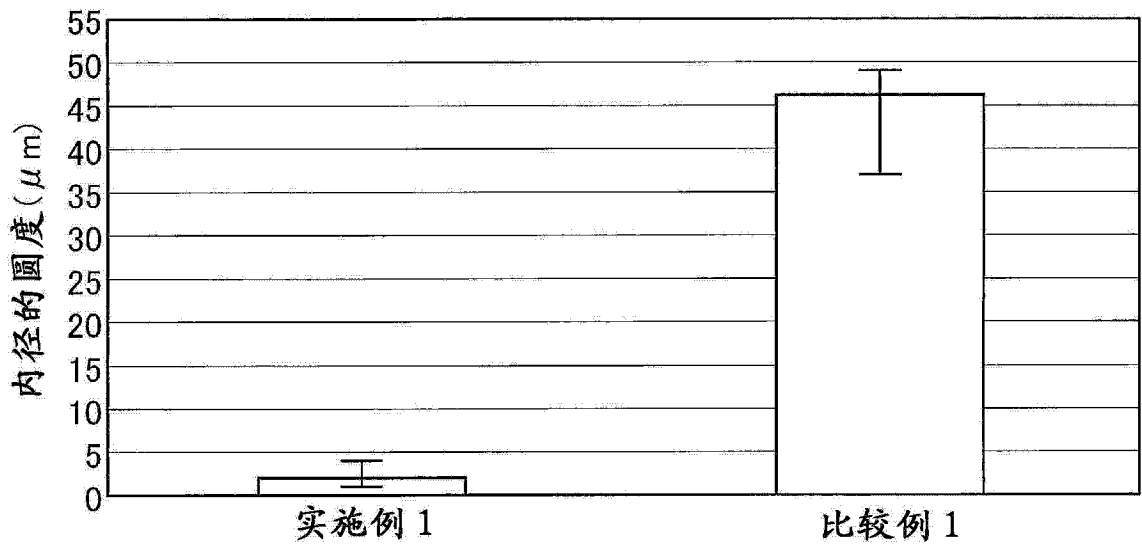


图 3

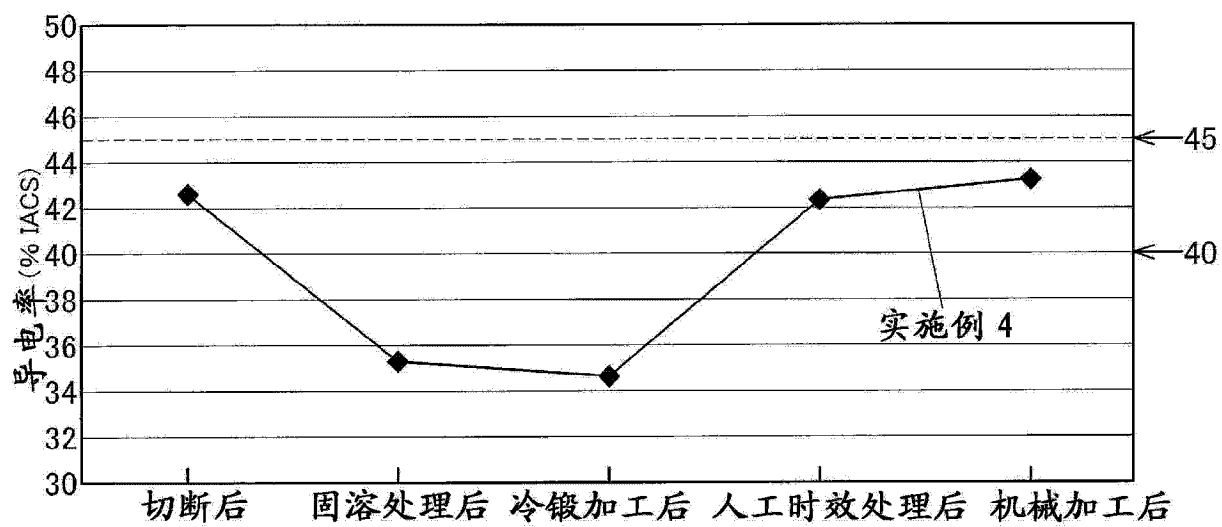


图 4A

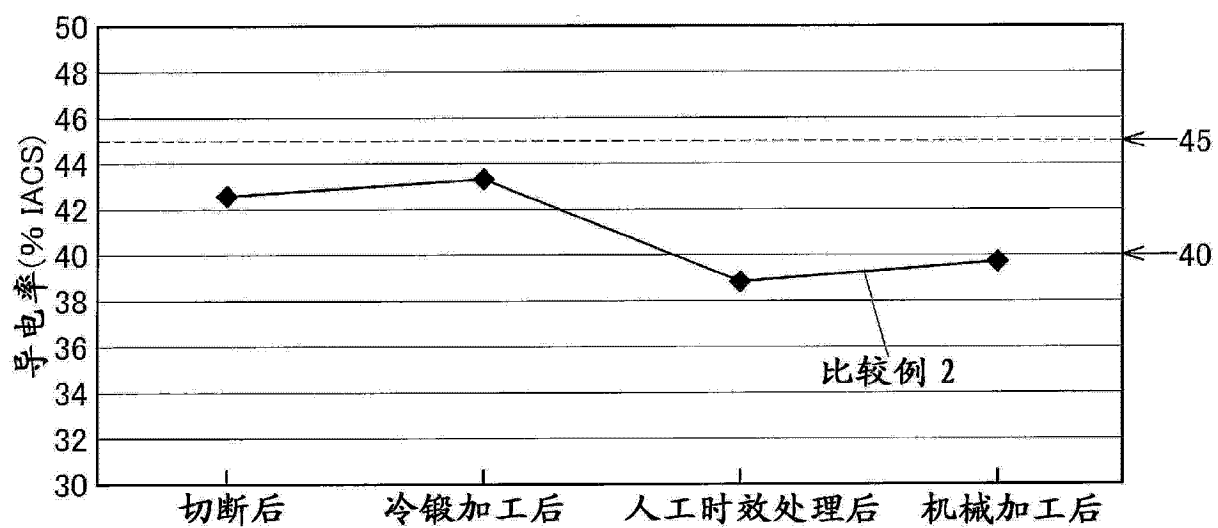


图 4B

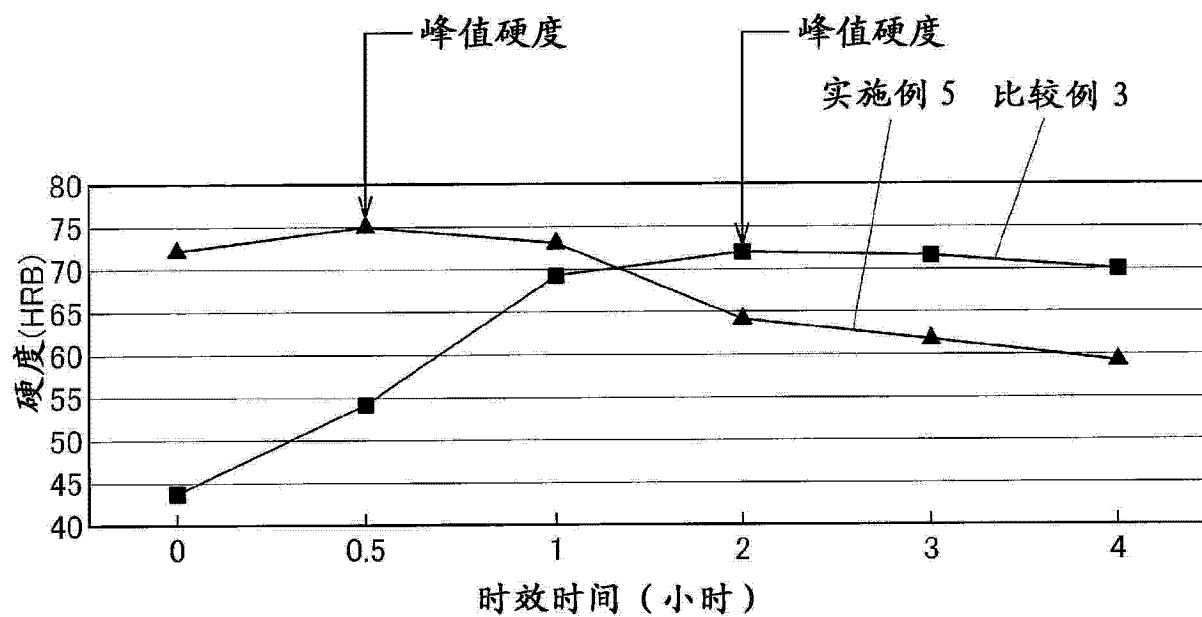


图 5

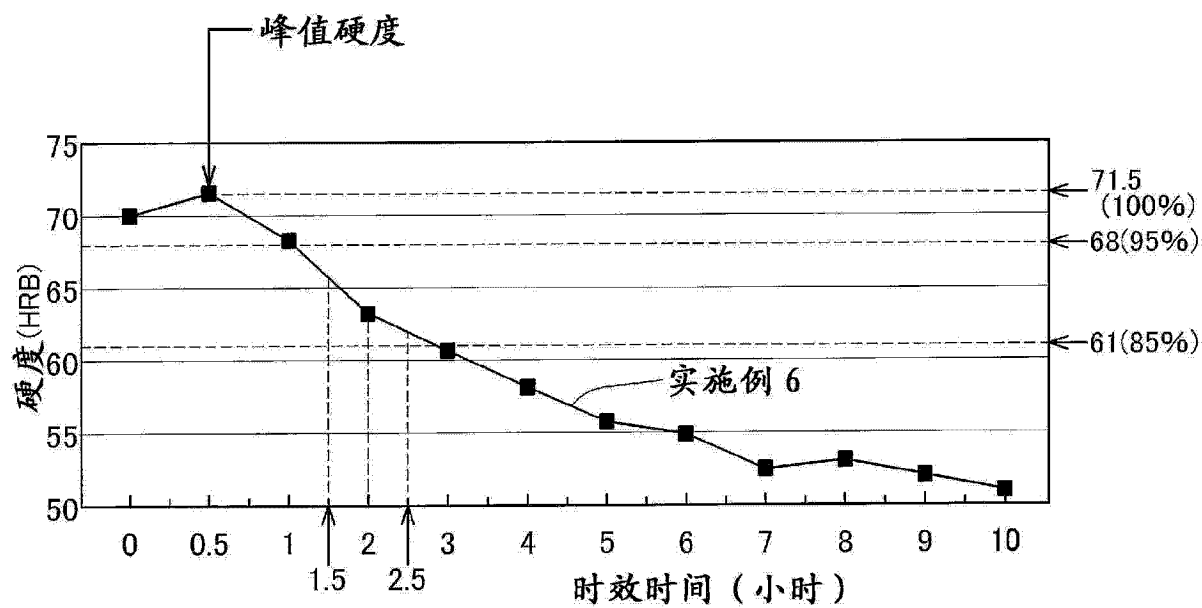


图 6

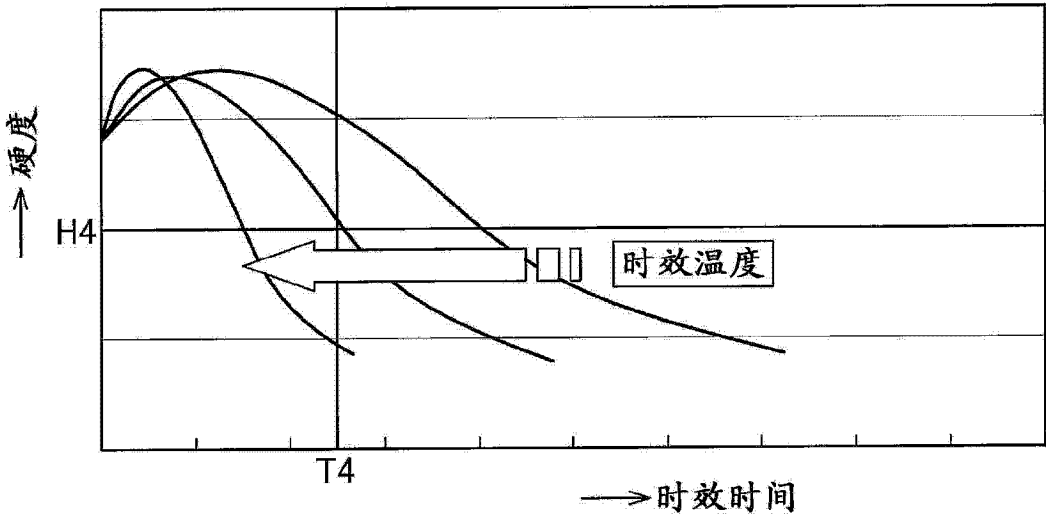


图 7A

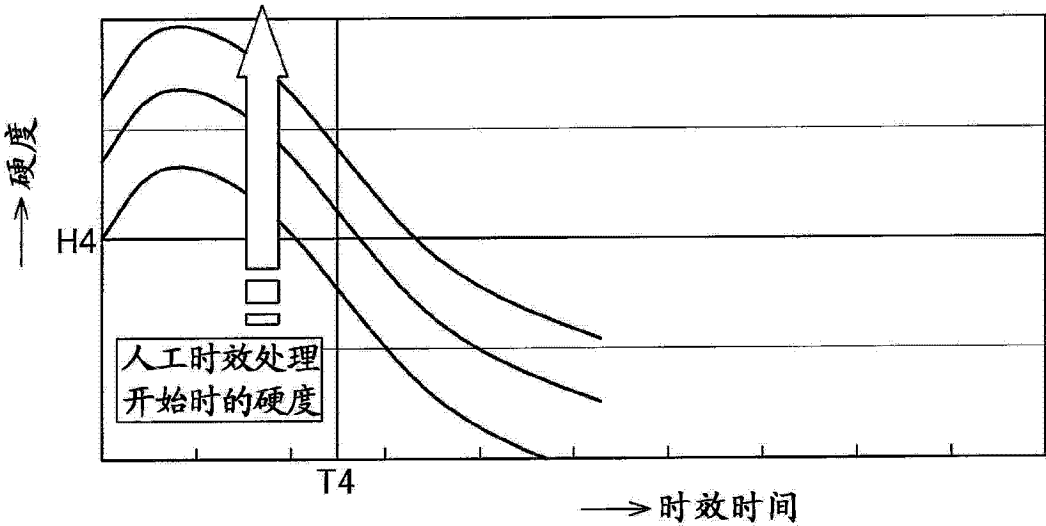


图 7B

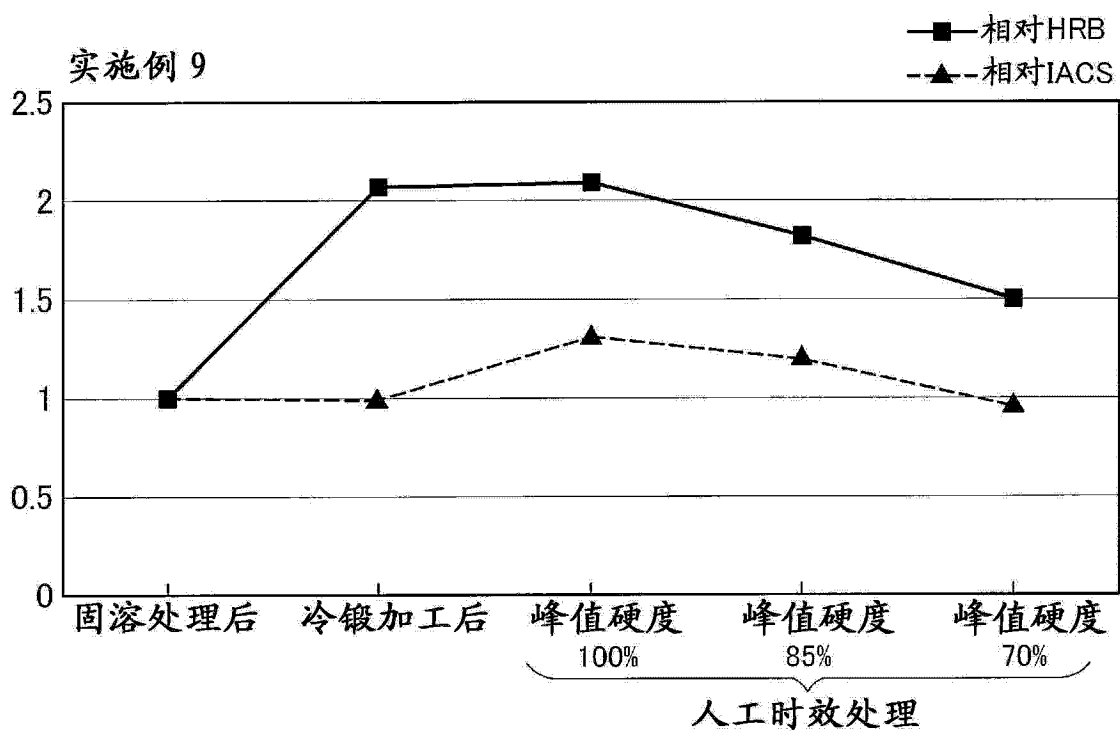


图 8

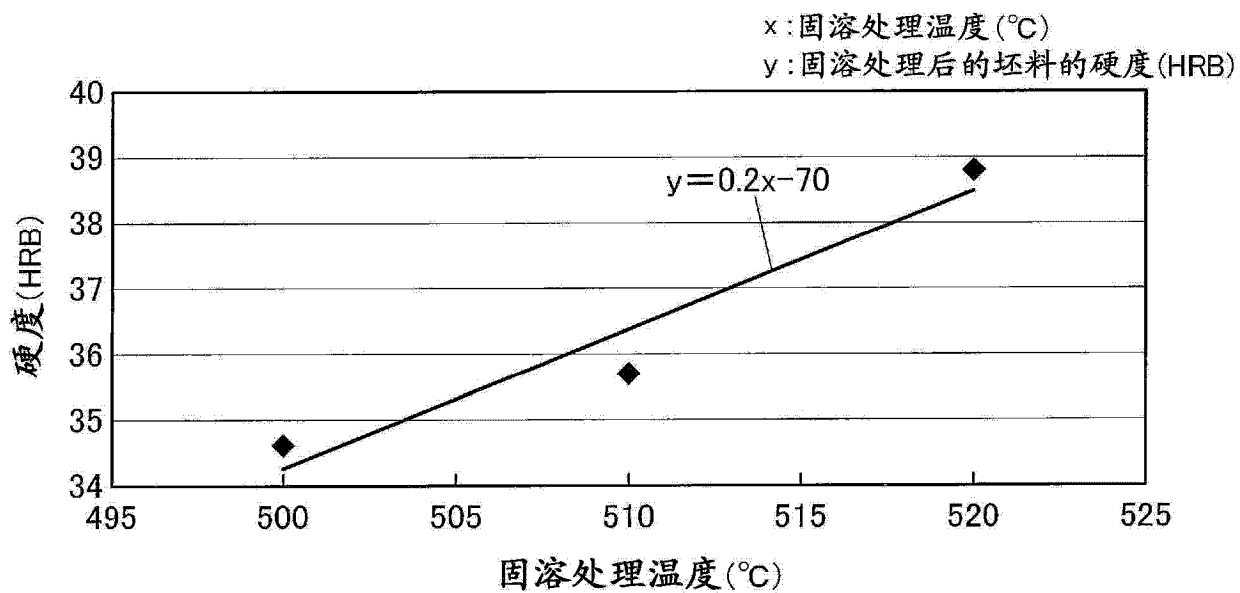


图 9



图 10