



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102666894 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080058527. X

代理人 段承恩 杨光军

(22) 申请日 2010. 12. 17

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G22C 21/00 (2006. 01)

290876/2009 2009. 12. 22 JP

G22F 1/04 (2006. 01)

G25D 11/04 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

F16D 65/18 (2012. 01)

2012. 06. 21

G22F 1/00 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/072760 2010. 12. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02011/078080 JA 2011. 06. 30

(71) 申请人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 岛尾 良介 永井 滋一

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

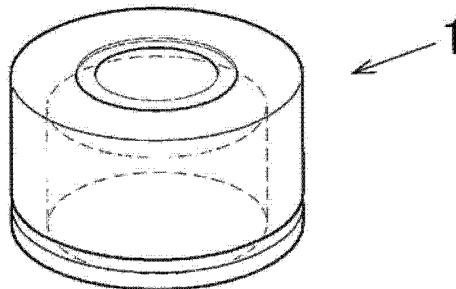
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 3 页

(54) 发明名称

阳极氧化处理用铝合金和铝合金制部件

(57) 摘要

本发明提供一种可切削性良好且降低切削工具的磨损,并且还具有难以产生裂纹、表面平滑性高的阳极氧化皮膜的铝合金制部件。所述铝合金制部件是在由铝合金构成的母材的表面形成有阳极氧化皮膜的铝合金制部件(1),所述铝合金含有 Fe :0.5~2 质量%、Cu :0.35~0.6 质量%、Mg :0.35~1.3 质量%、Si :0.2~1.3 质量%、Cr :0.005~0.3 质量%、Mn :0.01~0.3 质量%、Ti :0.005~0.1 质量%,Zn 限制为低于 0.25 质量%,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成,在所述阳极氧化皮膜中,以 10~100 μm 的平均中心间距离分散地存在最大粒径为 30 μm 以下的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物,并且所述阳极氧化皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的合计占有面积的比例为 5% 以上。



1. 一种阳极氧化处理用铝合金,其特征在于,含有 Fe :0.5~2 质量 %、Cu :0.35~0.6 质量 %、Mg :0.35~1.3 质量 %、Si :0.2~1.3 质量 %、Cr :0.05~0.3 质量 %、Mn :0.05 ~ 0.3 质量 %、Ti :0.005 ~ 0.1 质量 %, Zn 限制为低于 0.25 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成。

2. 一种铝合金制部件,是在由铝合金构成的母材的表面形成有阳极氧化皮膜的铝合金制部件,其特征在于,

所述铝合金含有 Fe :0.5~2 质量 %、Cu :0.35~0.6 质量 %、Mg :0.35~1.3 质量 %、Si :0.2~1.3 质量 %、Cr :0.05~0.3 质量 %、Mn :0.01 ~ 0.3 质量 %、Ti :0.005~0.1 质量 %, Zn 限制为低于 0.25 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成,

在所述阳极氧化皮膜中,以 10~100 μm 的平均中心间距离分散地存在最大粒径为 30 μm 以下的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物,并且所述阳极氧化皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的合计占有面积的比例为 5% 以上。

3. 根据权利要求 2 所述的铝合金制部件,所述滑动部件是制动器活塞。

4. 一种铝合金制部件的制造方法,其特征在于,在使由铝合金构成的母材时效硬化后,实施阳极氧化处理形成阳极氧化皮膜,所述铝合金含有 Fe :0.5~2 质量 %、Cu :0.35~0.6 质量 %、Mg :0.35~1.3 质量 %、Si :0.2~1.3 质量 %、Cr :0.05 ~ 0.3 质量 %、Mn :0.05 ~ 0.3 质量 %、Ti :0.005 ~ 0.1 质量 %, Zn 限制为低于 0.25 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成。

阳极氧化处理用铝合金和铝合金制部件

技术领域

[0001] 本发明涉及适合于阳极氧化处理的铝合金和具有阳极氧化皮膜的铝合金制部件。

背景技术

[0002] 近年来,在四轮车、两轮车等车辆的盘式制动器(disk brake)中,为了高性能化或低油耗化,采用了铝合金制的制动器活塞。图 1 示出的杯状的制动器活塞(1)是其一例(参照专利文献 1)。

[0003] 图 2A 表示行进时的盘式制动器(10),图 2B 表示制动时的盘式制动器(10)。在上述盘式制动器(10)中,被收纳于卡钳(11)的气缸内的制动器活塞(1),如果向气缸内施加液压,则通过制动器活塞(1)的开口端部推压摩擦垫(12)的衬板(13),使摩擦垫(12)与制动器盘(14)接触,由此产生制动作用。

[0004] 上述的杯状的制动器活塞,例如,对将钢坯(billet)挤压后再拉拔出的棒状坯料进行固溶处理,再通过时效处理得到所需要的机械强度后,通过机械加工成形为杯状,或者将铸造由铝合金构成的棒材,并切断为规定的厚度的坯料锻造成杯状,实施了 T6 处理的锻造品,为了进一步的尺寸精度的提高、以及切除在固溶处理时产生的应变部而进行机械加工来制造(参照专利文献 2)。

[0005] 制动器活塞是滑动部件,当然要求能够防止制动器动作时的变形的材料强度和耐磨损性,在制作时要求切削加工性,在使用时要求用于顺利的制动的滑动面的平滑性。

[0006] 这样的制动器活塞的材料,使用在 Al-Si 系合金或者 Al-Mg-Si 系合金中添加有 Cu、Mn、Cr 等元素的高强度高耐磨损性铝合金,进而为了使耐磨损性和耐蚀性提高而形成阳极氧化皮膜(参照专利文献 2~4)。另外,作为适合于阳极氧化处理的铝合金,已知被用于建材、饮料用容器的帽材料的 Al-Fe 系合金(参照专利文献 5~7)。

[0007] 另外,在专利文献 2、3 中记载了阳极氧化皮膜的强度被 Si 粒子的存在状态影响。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献 1:日本特开 2002-70902 号公报

[0010] 专利文献 2:日本特开 2004-232087 号公报

[0011] 专利文献 3:日本特开平 10-204566 号公报

[0012] 专利文献 4:日本特开 2001-59124 号公报

[0013] 专利文献 5:日本特开 2003-277989 号公报

[0014] 专利文献 6:日本特开 2003-282164 号公报

[0015] 专利文献 7:日本特开 2005-248213 号公报

发明内容

[0016] 如上述那样,作为制动器活塞用铝合金或者阳极氧化处理用铝合金,可考虑 Al-Si 系合金、Al-Mg-Si 系合金、Al-Fe 系合金。但是,这些合金各有优缺点。

[0017] Al-Si 系合金作为时效性合金材料强度高,通过母材中的共晶 Si 粒的作用,切削

加工时的切粉的截断性良好。但是,切削工具的磨损因母材中的共晶 Si 粒而激烈。另外,如果大量地添加 Si 则对防止阳极氧化皮膜的裂纹有效果,但被膜的均匀的生长被共晶 Si 粒妨碍,因此皮膜的表面平滑性降低。

[0018] Al-Mg-Si 系合金作为时效性合金材料强度高,由于母材中没有共晶 Si 粒因此与 Al-Si 系合金相比切削工具的磨损较少,但切粉的截断性差。虽然与 Al-Si 系合金相比阳极氧化皮膜的平滑性良好,但由于皮膜中不存在共晶 Si 粒,因此有产生从皮膜表面到达母材的较深的裂纹之虞。

[0019] Al-Fe 系合金虽然是阳极氧化处理铝合金,但并不是时效性合金,因此与 Al-Si 系合金和 Al-Mg-Si 系合金相比强度低,不能够满足作为制动器活塞的强度。

[0020] 本发明鉴于上述的背景技术,其目的是提供一种铝合金和具有阳极氧化皮膜的铝合金制部件,该铝合金与以往的 Al-Fe 系合金相比使强度提高且可切削性良好,同时降低切削工具的磨损,并且能够生成难以产生裂纹的表面平滑性高的阳极氧化皮膜。

[0021] 即,本发明具有下述 [1] ~ [4] 中记载的构成。

[0022] [1] 一种阳极氧化处理用铝合金,其特征在于,含有 Fe :0.5~2 质量 %、Cu :0.35 ~ 0.6 质量 %、Mg :0.35~1.3 质量 %、Si :0.2~1.3 质量 %、Cr :0.05~0.3 质量 %、Mn :0.05 ~ 0.3 质量 %、Ti :0.005 ~ 0.1 质量 %, Zn 限制为低于 0.25 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成。

[0023] [2] 一种铝合金制部件,是在由铝合金构成的母材的表面形成有阳极氧化皮膜的铝合金制部件,其特征在于,

[0024] 上述铝合金含有 Fe :0.5~2 质量 %、Cu :0.35 ~ 0.6 质量 %、Mg :0.35~1.3 质量 %、Si :0.2~1.3 质量 %、Cr :0.05~0.3 质量 %、Mn :0.01 ~ 0.3 质量 %、Ti :0.005~0.1 质量 %, Zn 限制为低于 0.25 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成,

[0025] 在上述阳极氧化皮膜中,以 10~100 μm 的平均中心间距分散地存在最大粒径为 30 μm 以下的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物,并且上述阳极氧化皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的合计占有面积的比例为 5% 以上。

[0026] [3] 根据前项 2 所述的铝合金制部件,上述滑动部件是制动器活塞。

[0027] [4] 一种铝合金制部件的制造方法,其特征在于,在使由铝合金构成的母材时效硬化后,实施阳极氧化处理形成阳极氧化皮膜,上述铝合金含有 Fe :0.5~2 质量 %、Cu :0.35~0.6 质量 %、Mg :0.35~1.3 质量 %、Si :0.2~1.3 质量 %、Cr :0.05 ~ 0.3 质量 %、Mn :0.05~0.3 质量 %、Ti :0.005 ~ 0.1 质量 %, Zn 限制为低于 0.25 质量 %,其余量由 Al 和不可避免的杂质构成。

[0028] 根据上述 [1] 所述的铝合金,是 Al-Fe 系合金同时能够通过 Cu、Mg、Si 的添加进行时效硬化,通过热处理得到高的强度。另外,在铸造凝固时结晶析出的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物,具有使切粉的截断性良好的硬度,但与在 Al-Si 系合金中结晶析出的 Si 粒子相比硬度较低,因此与 Al-Si 系合金相比可降低切削工具的磨损。此外实施阳极氧化处理时,Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物不溶解而在皮膜中残留,因此这些结晶物分散地存在,可以形成难以产生裂纹的阳极氧化皮膜。

[0029] 上述 [2] 所述的铝合金制部件,母材由上述 [1] 中记载的铝合金构成,因此基于母材合金的化学组成,可得到由时效硬化带来的高的强度、由 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系

结晶物带来的良好的可切削性和降低切削工具磨损的效果。另外,在阳极氧化皮膜中,最大粒径为 $30\ \mu\text{m}$ 以下的微细的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物以 $10\sim 100\ \mu\text{m}$ 的平均中心间距均匀地存在,并且在皮膜中的占有面积率为 5% 以上,因此这些结晶物缓和在阳极氧化处理时因母材和皮膜的线膨胀系数之差而产生的应力,其结果可降低裂纹的产生。另外,通过结晶物微细且均匀地存在,膜均匀地生长,因此可形成平滑性高的皮膜。

[0030] 根据上述 [3] 所述的铝合金制部件,在制动器活塞中可得到上述效果。

[0031] 根据上述 [4] 所述的铝合金制部件的制造方法,通过母材的时效硬化体现高的强度,通过在时效硬化后实施阳极氧化处理,可以制造上述 [2]、[3] 所述的铝合金制部件。

附图说明

[0032] 图 1 是制动器活塞的立体图。

[0033] 图 2A 是表示盘式制动器的行进时的状态的图。

[0034] 图 2B 是表示盘式制动器的制动时的状态的图。

[0035] 图 3 是说明结晶物的中心间距的图。

[0036] 图 4 是表示铝合金制部件的制造工序的一例的流程图。

具体实施方式

[0037] 本发明的铝合金是阳极氧化处理用的铝合金,通过规定其化学组成来提高母材的特性,同时通过在阳极氧化处理时使来源于母材的微细的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物在皮膜中分散来形成优异的特性的阳极氧化皮膜。

[0038] [铝合金的化学组成]

[0039] 以下,对于添加到铝合金中的元素的添加意义和适当浓度进行详述。

[0040] Fe 在铸造凝固时生成 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物。发明者们专心研讨了皮膜的裂纹产生状态的结果,清楚了在皮膜内产生的裂纹被 Al-Fe 系结晶物、Al-Fe-Si 系结晶物阻止了其扩展。因此,通过将 Al-Fe 系结晶物、Al-Fe-Si 系结晶物的生成状态如本发明中所示地,形成为阻止裂纹扩展的方式,可以形成为难以产生裂纹的阳极氧化皮膜。

[0041] 即,上述的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物在阳极氧化处理时不溶解而在阳极氧化皮膜中残存,降低皮膜的裂纹产生。合金中的 Fe 浓度设为 $0.5\sim 2$ 质量%。如果低于 0.5 质量%则结晶物的生成量不足以降低裂纹产生,如果超过 2 质量%则在母材的铸造时生成粗大的结晶物(例如最大粒径为 $100\ \mu\text{m}$),对母材的机械性质(伸长率)带来恶劣影响。此外,在铸造时生成的结晶物在阳极氧化皮膜中残留,因此如果结晶物粗大则使皮膜的表面平滑性降低。优选的 Fe 浓度为 $0.7\sim 1.7$ 质量%。

[0042] Cu 是有助于母材的强度提高的元素,合金中的 Cu 浓度设为 $0.35\sim 0.6$ 质量%。例如,优选制动器活塞具有 $300\text{N}/\text{mm}^2$ 以上的强度,通过 Cu 的添加可以达到该强度。如果 Cu 浓度低于 0.35% 则有助于强度的效果小,如果超过 0.6 质量%则形成与 Fe 的 Al-Cu-Fe 系结晶物,因此对裂纹产生的降低有效的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的生成量降低。另一方面,该 Al-Cu-Fe 结晶物在阳极氧化处理时溶解,无助于裂纹产生的降低。结果,过剩量的 Cu 使有助于降低皮膜裂纹产生的结晶物的量减少。优选的 Cu 浓度为 $0.4\sim 0.5$ 质量%。

[0043] Mg 在基体中作为 Mg_2Si 析出,是为了母材的强度提高而添加的元素,将合金中的

Mg 浓度设为 0.35~1.3 质量%。如果 Mg 浓度低于 0.35% 则强度提高效果小,如果超过 1.3 质量% 则与 Si 形成结晶物,析出的 Mg_2Si 量变少,因此对强度提高的帮助降低。优选的 Mg 浓度为 0.4~1.2 质量%。

[0044] Si 在基体中作为 Mg_2Si 析出,是为了母材的强度提高而添加的元素,将合金中的 Si 浓度设为 0.2~1.3 质量%。如果 Si 浓度低于 0.2 质量% 则强度提高效果小,如果超过 1.3 质量% 则与 Mg 形成结晶物,析出的 Mg_2Si 量变少,因此对强度提高的帮助降低。此外,结晶物中的 Mg 在阳极氧化处理时溶解,仅 Si 在皮膜中残存,因此造成阳极氧化皮膜的表面平滑性的降低。优选的 Si 浓度为 0.4~1.2 质量%。

[0045] Cr 在母材的热加工(例如挤压加工)后和 / 或固溶处理时使再结晶晶粒微细化,是为使母材的强度提高而添加的。将合金中的 Cr 浓度设为 0.05~0.3 质量%。如果 Cr 浓度低于 0.05 质量% 则再结晶晶粒的微细化效果不足,对强度提高的帮助小,即使超过 0.3 质量% 地添加其效果也饱和。此外,与基体中的 Al 的化合物的析出密度增加,因此造成淬硬性的降低。优选的 Cr 浓度为 0.1~0.2 质量%。

[0046] Mn 与 Cr 同样,在母材的热加工后和 / 或固溶处理时使再结晶晶粒微细化,是为使母材的强度提高而添加的。将合金中的 Mn 浓度设为 0.01~0.3 质量%。如果 Mn 浓度低于 0.01 质量% 则再结晶晶粒的微细化效果不足,对强度提高的帮助小,即使超过 0.3 质量% 地添加其效果也饱和。此外,与基体中的 Al 的化合物的析出密度增加,因此造成淬硬性的降低。另外,Mn 形成与 Fe、Si、Cu 的结晶物,因此对裂纹产生的降低有效的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的生成量降低。另一方面,该与 Fe、Si、Cu 的结晶物在阳极氧化处理时溶解,无助于降低裂纹的产生。结果,过剩量的 Mn 使有助于降低皮膜裂纹产生的结晶物的量减少。优选的 Mn 浓度为 0.01~0.1 质量%。

[0047] Ti 是在母材的铸造凝固时为使晶粒微细化而添加的元素,将合金中的 Ti 浓度设为 0.005~0.1 质量%。如果 Ti 浓度低于 0.005% 则微细化效果不足,即使超过 0.1 质量% 地添加其效果也饱和。优选的 Ti 浓度为 0.01~0.05 质量%。

[0048] Zn 是在材料铸块中作为杂质含有的元素,如果合金中的 Zn 浓度超过一定值则阳极氧化皮膜的特性降低,进而有使母材的耐蚀性降低之虞,因此其浓度限制为低于 0.25 质量%。在含有 Mg 和 Si 的铝合金中,Zn 的电位为低,因此在阳极氧化处理时 Zn 溶解,皮膜变得更加疏松。因此,如果 Zn 浓度变为 0.25 质量% 以上则有阳极氧化处理品引起酸腐蚀等之虞。特别优选的 Zn 浓度低于 0.1 质量%。再者,如果想要尽可能地降低 Zn 浓度,则材料铸块的精制成本变高,因此在本发明中从成本方面出发将 Zn 浓度设为低于 0.25 质量%。

[0049] [铝合金制部件]

[0050] 本发明的铝合金制部件,是在由上述的化学组成的铝合金构成的母材的表面形成有阳极氧化皮膜的部件。

[0051] 构成上述母材的铝合金是 Al-Fe 系合金,通过添加 Cu、Mg、Si 能够进行时效硬化,通过热处理可以使部件的母材强度提高。没有添加这些元素的以往的 Al-Fe 系合金,不体现时效硬化,由于强度不足而不适合于作为滑动部件使用,但在本发明中使用的合金是 Al-Fe 系合金,且能够进行时效硬化,满足作为滑动部件所要求的强度。

[0052] 另外,在母材中结晶析出的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物是对成为切粉截断的起点来说充分硬的粒子,因此切粉的截断性良好,与 6000 系合金相比足以使切削性

提高。但是,Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物,与在 Al-Si 系合金中结晶析出的 Si 粒子相比硬度低,因此与 Al-Si 系合金相比切削工具的磨损少。换句话说,本发明的铝合金的可切削性和切削工具的磨损的程度处于 6000 系合金和 Al-Si 系合金的中间,两者适度地均衡,因此优选。

[0053] 上述阳极氧化皮膜中分散地存在着微细的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物。上述 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物,是最大粒径为 $30\ \mu\text{m}$ 以下的微粒,以 $10\sim 100\ \mu\text{m}$ 的平均中心间距离均匀地分散着。所谓结晶物的中心间距离,如图 3 所示,是从分散于阳极氧化皮膜(20)中的结晶物粒子(21)的中心到存在于该粒子(21)的周围的粒子(21)的中心的距离(L1)(L2)...(Ln),所谓平均中心间距离是其平均值。另外,皮膜中的结晶物的量,上述阳极氧化皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的合计占有面积的比例为 5% 以上。再者,结晶的共晶 Si 粒子的占有面积基本没有,优选占有面积率为 1% 以下。

[0054] 所谓上述占有面积的比例(占有面积率),是在观察皮膜的厚度方向的截面的视场中结晶物所占的比例,用下述式表示。该情况下的观察视场,在光学显微镜下可设为 $100\sim 400$ 倍。

[0055] 占有面积率(%) = (结晶物面积 / 观察视场的面积) $\times 100$

[0056] 上述 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物是来源于母材的,是在阳极氧化处理时不溶解而在皮膜中残留的物质。推测这些结晶物缓和在阳极氧化处理时因母材和皮膜的线膨胀系数之差而产生的应力,其结果可降低裂纹的产生。该效果通过最大粒径为 $30\ \mu\text{m}$ 以下的微细的结晶物粒子以 $10\sim 100\ \mu\text{m}$ 的平均中心间距离均匀地分散,并且在皮膜中的占有面积率为 5% 以上来得到。另外,由于结晶物粒子微细且均匀地分散,因此皮膜的生长变得均匀,可生成表面平滑性高的皮膜。在降低裂纹的产生并且得到表面平滑性高的皮膜方面,Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的优选的最大粒径为 $25\ \mu\text{m}$ 以下,更优选为 $3\sim 15\ \mu\text{m}$ 。另外,Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的优选的平均中心间距离为 $20\sim 50\ \mu\text{m}$,优选的占有面积率为 $5\sim 25\%$ 。

[0057] 另外,上述阳极氧化皮膜的厚度没有限定,但作为满足作为制动器活塞等的滑动部件所要求的耐磨损性的膜厚,可以推荐 $30\sim 50\ \mu\text{m}$ 。另外,阳极氧化皮膜的表面平滑性也没有限定,但滑动部件的优选的表面粗糙度 R(z) 为 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.2\sim 1.3\ \mu\text{m}$ 。

[0058] [铝合金制部件的制造方法]

[0059] 本发明的铝合金制部件,使用上述组成的铝合金制作具有所需要的形状和强度的阳极氧化处理用的母材,对该母材实施阳极氧化处理,在表面形成阳极氧化皮膜。

[0060] 例如,图 1~2B 示出的组装于盘式制动器(10)的杯状的制动器活塞(1),通过图 4 所示的一系列的包括的工序来制造。

[0061] 首先,将材料铸块熔化,连铸为棒状,切断为规定长度制造钢坯。将钢坯进行均热处理,在进行剖面后加热并挤压,再进行拉拔。拉拔件在矫正后进行薄片切割,形成为锻造用坯料。该锻造用坯料具有与锻造品重量相当的体积。上述锻造用坯料作为预处理进行预润滑。预润滑是用于防止锻造时的对模具的热粘,使锻造品的表面平滑的预处理,进行例如磷酸盐处理那样的化学转化皮膜形成处理。将进行了预处理的坯料冷锻,成形为杯状。对冷锻品进行固溶处理,再通过时效硬化使其体现强度。然后,对所需要的部分通过切削来实施机械加工,使表面平滑性、尺寸精度提高。通过以上的工序,可制造具有所需要的形状和强

度的阳极氧化处理用的母材。然后,通过对该母材实施阳极氧化处理,生成阳极氧化皮膜,由此可得到铝合金制部件。

[0062] 本发明的铝合金制部件,由于母材是时效性合金,因此通过冷锻后的固溶处理和其后的时效硬化,母材强度变高。通过使其时效硬化后实施阳极氧化皮膜处理,成为母材的硬度高的皮膜,因此从作为制动器活塞等的部件时的强度方面出发优选。为了得到时效硬化,实施例如固溶处理、淬火处理、人工时效处理。为了得到作为制动器活塞的强度,作为对冷锻品的固溶处理,优选:在 500~580℃保持 1 小时以上、优选保持 1.5~5 小时后,作为淬火处理通过投入到水中或强制空冷等来急冷。另外,在其后的人工时效中,优选:在 170~230℃保持 1 小时以上、优选保持 1.5~10 小时。

[0063] 另外,由于阳极氧化皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物是来源于母材的组成和其结晶物的,因此为了使这些粒子在皮膜中微细并且均匀地分散,需要在母材中 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物微细并且均匀地分散着。对阳极氧化皮膜中的结晶物的存在状态给予影响的母材的制造条件,是连铸时的冷却速度和挤压时的挤压比。用于使阳极氧化皮膜中的结晶物的最大粒径为 30 μm 以下、使结晶物的平均中心间距离为 10~100 μm、使结晶物的占有面积率为 5% 以上的优选条件,是连铸时的冷却速度为 3~15℃/秒、挤压比为 10~70。在此,所谓挤压比,是挤压装置的挤压筒截面积 / 制品截面积之比。另外,在设置拉拔工序的场合,优选由下述式表示的截面积减少率为 2~15%。

[0064] 截面积减少率(%) = $[(A-B)/A] \times 100$

[0065] A:拉拔前的截面积

[0066] B:拉拔后的截面积

[0067] 在其他的工序中的条件,由于不怎么对阳极氧化皮膜中的结晶物的存在状态给予影响因此可适当设定。再者,实施阳极氧化处理的母材,具有所需要的强度并且结晶物微细且均匀地分散即可,因此母材的制造工序并不限于图 4 的流程。例如,可以省略拉拔、或省略矫正。或者,可以将从挤压到机械加工工序置换为「挤压」→「切断」→「固溶处理」→「急冷」→「通过机械加工进行成形」的工序。

[0068] 此外,阳极氧化处理的条件也毫无限定,根据部件的用途以公知的条件和工序进行。由于上述制动器活塞(1)是滑动部件,因此形成硬质的阳极氧化皮膜。例如,依次实施脱脂、蚀刻、水洗、中和、阳极氧化处理、水洗、封孔处理。

[0069] 实施例

[0070] 作为母材材料使用表 1 所示的化学组成的各铝合金,依据图 4 的工序制成在母材表面具有阳极氧化皮膜的杯状的制动器活塞。再者,比较例 1、2 是 Al-Si 系合金,比较例 3 是 6061Al 合金,比较例 4 是 6082Al 合金,比较例 5、6 是 Al-Fe 系合金。

[0071] 各工序中的条件如下,在实施例 1~4 和比较例 1~6 中是共同的。没有记载的工序按照众所周知的处理条件进行。另外,工序在实施例 1~4 和比较例 1~6 中是共同的。

[0072] [连铸]

[0073] 采用热顶连铸法在铸造温度为 710℃ +/-10℃、铸造速度为 120mm/分钟、冷却速度为 7℃/秒的条件下连铸出直径为 210mm 的棒。

[0074] [均质化处理]

[0075] 在 540℃保持 7 小时。

[0076] [削面]

[0077] 将直径 210mm 削面成为 203mm, 并切断成为长度 800mm 的材料作为钢坯。

[0078] [钢坯加热]

[0079] 将钢坯预加热到 350℃。

[0080] [挤压]

[0081] 以 7.3m/ 分钟的挤压速度(制品速度)挤压出直径为 44mm 的圆棒。该挤压的挤压比为 22.7。

[0082] [拉拔]

[0083] 将直径为 44mm 的挤压件进行拉拔使得变为 43.2mm。该拉拔的面积减少率为 3.6%。

[0084] [退火]

[0085] 在 370℃退火 4 小时。

[0086] [预润滑]

[0087] 通过磷酸盐处理来进行。

[0088] [冷锻]

[0089] 利用密闭锻造经 1 次的压制而成形为杯状。

[0090] [固溶处理和淬火处理]

[0091] 在 540℃保持 3 小时后,通过水冷进行急冷。

[0092] [时效硬化]

[0093] 在 180℃保持 7 小时。

[0094] [机械加工]

[0095] 通过切削来进行。

[0096] [阳极氧化处理]

[0097] 对母材进行硬质阳极氧化处理。处理是依次实施:采用酸性浴浸渍的脱脂、水洗、采用碱性浴浸渍的中和、水洗、采用 15 重量 % 硫酸浴浸渍的阳极氧化处理、水洗、采用热水浴浸渍的封孔处理。通过该阳极氧化处理生成厚度为 37 μ m 的阳极氧化皮膜。

[0098] 对于实施例 1、2 的阳极氧化处理品,如以下那样调查了存在于皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的最大粒径、结晶物的平均中心间距离、结晶物的占有面积率、共晶 Si 粒子的占有面积率。由阳极氧化处理品制成皮膜截面试样,利用光学显微镜(400 倍)观察该截面的显微组织,在该观察的图像中将结晶物和共晶 Si 粒子近似为重心位置和面积相同的正圆,以其为基础算出最大粒径、结晶物的平均中心间距离、结晶物的占有面积率、共晶 Si 粒子的占有面积率。

[0099] 此外,对于实施例 1~4 和比较例 1~6,调查母材的强度、切削性和工具磨损性、阳极氧化皮膜的裂纹的产生和表面平滑性,按下述的基准进行了评价。将这些结果一并示于表 1。

[0100] [母材强度]

[0101] 母材的抗拉强度,350N/mm² 以上为◎、300N/mm² 以上且低于 350N/mm² 为○、低于 300N/mm² 为×。

[0102] [可切削性]

[0103] 在切削加工时制品中切粉的卷绕的产生率为 10% 以下记为◎、10~30% 记为○、超

过 30% 记为△。

[0104] [工具磨损性]

[0105] 母材中的 Si 浓度为 1.0 质量 % 以下记为◎、超过 1.0 质量 % 且为 1.5 质量 % 以下记为○、超过 1.5 质量 % 且低于 4.5 质量 % 记为△、4.5 质量 % 以上记为 ×。

[0106] [裂纹]

[0107] ○:没有产生从阳极氧化皮膜的表面到达母材的裂纹的情况记为○、产生了到达母材的裂纹的情况记为 ×。

[0108] [表面平滑性]

[0109] 为了作为制动器活塞使用,在阳极氧化处理后需要抛光研磨等的后加工的情况记为 ×、不需要后加工可以原样地使用的情況记为○。

[0110]

表 1

	铝合金的化学组成 (质量%) 余量: Al 和不可避免的杂质									阳极氧化皮膜中的结晶物				评价			
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zn	Al-Fe-Si 系结晶物		共晶 Si 粒子 占有率 (%)	强度	母材		阳极氧化皮膜		
									最大粒径 (μm)	平均中心间距 (μm)			占有率 (%)	切削性	工具磨损性	裂纹	表面平滑性
实施例1	0.8	0.7	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	9.6	80	5.3	0	◎	◎	◎	○	○
实施例2	0.8	1.5	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	10.1	50	9.1	0	◎	◎	◎	○	○
实施例3	0.5	0.7	0.4	0.1	0.48	0.1	0.01	0.005	9.5	80	5.2	0	○	◎	◎	○	○
实施例4	1.2	1.7	0.5	0.01	1.2	0.2	0.05	0.005	11.8	40	10.2	0	◎	◎	◎	○	○
比较例1	5.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.01	0.01	0.004				6.9	◎	○	×	○	×
比较例2	10	0.3	1	0.03	0.5	0.02	0.01	0.02				9.5	◎	○	×	○	×
比较例3	0.7	0.2	0.3	0.03	1	0.08	0.02	0.01	2	100	0.9	0.1	◎	△	○	×	○
比较例4	1	0.2	0.05	0.55	0.88	0.1	0.02	0.01	2	100	1.2	0.1	◎	△	○	×	○
比较例5	0.7	0.7	0.11	0.02	0.03	0.04	0.04	0.09	9.3	80	5.1	0	×	○	○	○	○
比较例6	0.15	1.1	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	9.8	75	8.0	0	×	○	○	○	○

(注) 铸造冷却速度: 7°C/秒、挤压比: 22.7%、拉拔的截面减少率: 3.6%

[0111] 此外, 如表 2 所示, 作为实施例 5、6 和比较例 7, 使用与实施例 1 相同的组成的铝合金, 改变连铸的冷却速度、挤压比、拉拔的截面减少率, 除此以外在与实施例 1 相同的条

件下制造制动器活塞并进行了阳极氧化处理。另外,作为比较例 8,改变铝合金的组成和连铸的冷却速度、挤压比、拉拔的截面积减少率,除此以外在与实施例 1 相同的条件下制造制动器活塞并进行了阳极氧化处理。

[0112] 对于实施例 5、6 和比较例 7、8 的阳极氧化处理品,用与实施例 1 相同的方法调查了阳极氧化皮膜中的 Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的最大粒径、结晶物的平均中心间距离、结晶物的占有面积率。另外,以与实施例 1 相同的基准评价了裂纹的产生。

[0113] 表 2 再次记载实施例 1、2,同时示出实施例 5、6 和比较例 7、8 的制造条件、阳极氧化皮膜中的结晶物、裂纹的评价。

[0114]

表 2

	铝合金的化学组成 (质量%) 余量: Al 和不可避免的杂质								制造条件			阳极氧化皮膜中的 结晶物 Al-Fe 系结晶物 Al-Fe-Si 系结晶物			裂纹
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zn	连续冷却速度 (°C/秒)	挤压比 (%)	拉拔截面 减少率 (%)	最大 粒径 (μm)	平均 中心 间距离 (μm)	占有 面积率 (%)	
实施例1	0.8	0.7	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	7	22.7	3.6	9.6	80	5.3	○
实施例2	0.8	1.5	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	7	22.7	3.6	10.1	50	9.1	○
实施例5	0.8	0.7	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	3	70	2	9.8	70	5.2	○
实施例6	0.8	0.7	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	15	10	15	9.5	75	5.2	○
比较例7	0.8	0.7	0.5	0.01	0.5	0.05	0.01	0.005	50	5	1	5.0	40	5.0	×
比较例8	0.8	1	0.03	1	0.5	0.05	0.01	0.005	1	100	10	30	10	15	×

(注) 实施例 5、6 和比较例 7 的铝合金的化学组成与实施例 1 相同

[0115] 从表 1、2 来看, 实施例 1~4 的制动器活塞, 强度高且具有良好的可切削性, 同时工具的磨损少。另外, 在阳极氧化皮膜中没有产生到达母材那样的裂纹, 表面平滑性也良好。

此外,实施例 5、6,在阳极氧化皮膜中也没有产生到达母材那样的裂纹。

[0116] 另一方面,比较例 1、2 由于大量地存在着硬度高的共晶 Si 粒,因此成为硬的粒子密集的状态,工具磨损性、表面平滑性差。比较例 3、4 由于结晶物的量少,因此可切削性差,产生了到达母材的大裂纹。比较例 5、6 由于有助于时效硬化的元素(Cu、Mg)的量少,因此强度差。比较例 7 由于结晶物的粒径小、残存于皮膜中的量减少,因此产生了到达母材的大裂纹。比较例 8 由于结晶物的最大粒径大且粒子间距离小,因此产生了到达母材的大裂纹。

[0117] 本申请要求在 2009 年 12 月 22 日提出的日本国专利申请的专利申请 2009-290876 号的优先权,其公开内容原样地构成本申请的一部分。

[0118] 应该认识到,在此所使用的用语和表达是为了说明而使用的,并非为了限定性地解释而使用,不排除在此表示并且叙述的特征事项的任何均等物,也允许在本发明的请求专利保护的范围内的各种变形。

[0119] 产业上的利用可能性

[0120] 本发明的铝合金可以用于要求强度和耐磨损性的滑动部件的制造。

[0121] 附图标记说明

[0122] 1... 制动器活塞

[0123] 20... 阳极氧化皮膜

[0124] 21... Al-Fe 系结晶物和 Al-Fe-Si 系结晶物的粒子

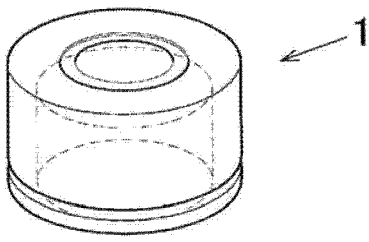


图 1

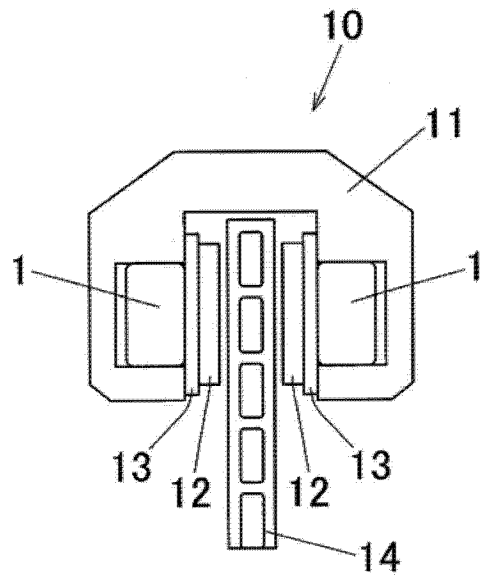


图 2A

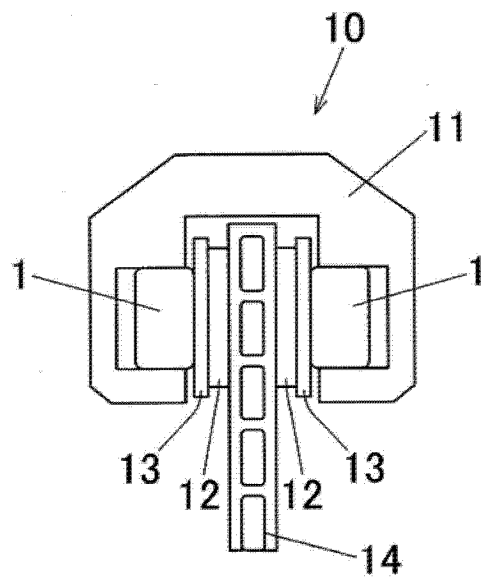


图 2B

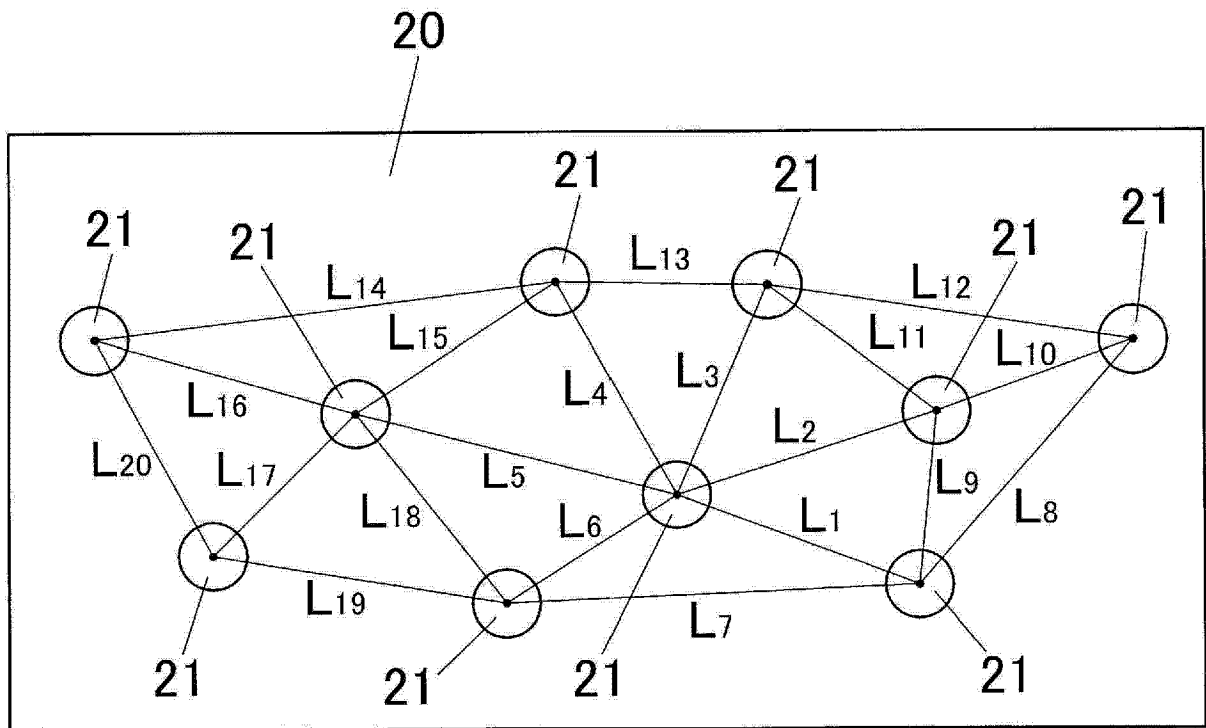


图 3

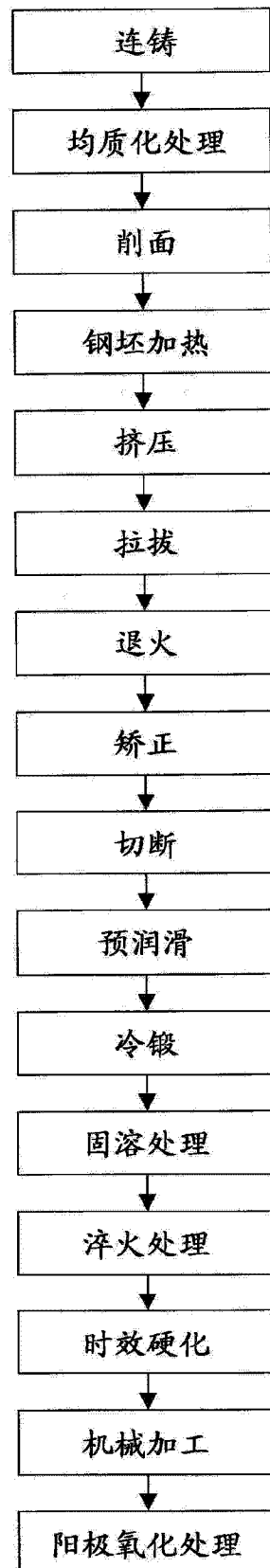


图 4