



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110042318 A

(43)申请公布日 2019.07.23

(21)申请号 201910129057.4

B22F 3/10(2006.01)

(22)申请日 2013.08.21

F02F 11/00(2006.01)

(30)优先权数据

JP2012-200340 2012.09.12 JP

(62)分案原申请数据

201380045705.9 2013.08.21

(71)申请人 NTN株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 毛利敏彦 永田大春

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 庞东成 褚瑶杨

(51)Int.Cl.

C22C 38/16(2006.01)

C22C 33/02(2006.01)

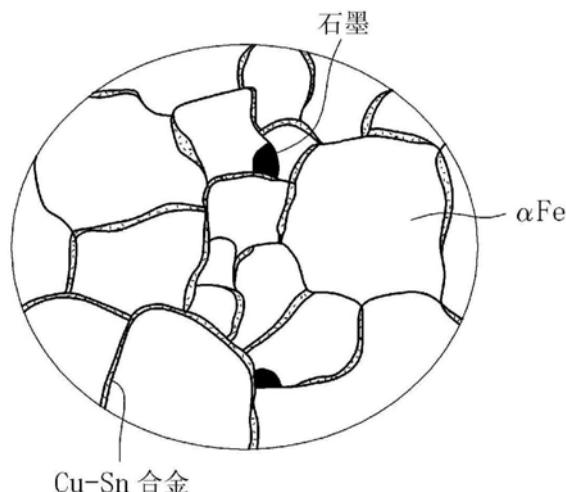
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

铁系烧结金属制的机械部件

(57)摘要

本发明涉及铁系烧结金属制的机械部件及其制造方法,其中,对包含铁粉、铜粉和锡粉的原料粉末进行压缩而成型出压坯,在750~900℃的范围的温度下对该压坯进行烧结,由此利用铜和锡将铁组织彼此结合。



1. 一种机械部件,其由铁系烧结金属形成,所述铁系烧结金属中,铁组织的95重量%以上以铁素体相形成,所述铁组织彼此由铜-锡合金结合,所述铁系烧结金属含有1重量%~10重量%的铜、0.5重量%~2重量%的锡以及0.1重量%~0.5重量%的碳且余量为铁。

2. 如权利要求1所述的机械部件,其含有游离石墨。

3. 如权利要求1或2所述的机械部件,其含有1重量%~8重量%的铜。

4. 如权利要求1~3任一项所述的机械部件,其中,使锡相对于铜的混配比例以重量比计为1/5以上且1以下。

5. 一种可变气门正时机构的油封,其由权利要求1~4任一项所述的机械部件构成。

6. 一种机械部件的制造方法,其具有:

将原料粉末进行压缩而成型出压坯的工序,所述原料粉末含有1重量%~10重量%的铜粉、0.5重量%~2重量%的锡粉以及0.1重量%~0.5重量%的石墨粉且余量为铁粉;和

在750°C~900°C的范围的温度下对所述压坯进行烧结,通过铜-锡合金将铁组织彼此结合的工序,

其中,使烧结气氛为不含碳的气体气氛或真空。

铁系烧结金属制的机械部件

[0001] 本申请是分案申请,其针对的申请的中国国家申请号为201380045705.9、国际申请号为PCT/JP2013/072280,申请日为2013年8月21日、进入中国的日期为2015年3月2日,发明名称为“铁系烧结金属制的机械部件”。

技术领域

[0002] 本发明涉及由铁系烧结金属形成的机械部件。

背景技术

[0003] 可变气门正时机构的油封(下面也简称为油封)为了提高密封性而要求高尺寸精度,因此有时利用能够进行高精度成型的烧结金属来形成。这种情况下,从材料成本的观点出发,多使用铁系烧结金属。铁系烧结金属通常是通过将在铁粉中混合微量的石墨粉和铜粉而成的原料粉末进行压缩成型而形成压坯后,在高温(1100℃以上)对该压坯进行烧结来形成。由此,石墨中的碳在铁组织中扩散而形成珠光体相,并且铜固溶在铁组织中,由此可以得到高强度烧结体。

[0004] 如上所述,在高温对压坯进行烧结时,如果对压坯的加热不均匀,则收缩量因部位而不同,从而有可能无法得到所要求的尺寸精度,因此需要在使压坯的朝向、姿态整齐排列一致的状态下进行烧结。但是,烧结前的压坯的强度低,因此为了使压坯整齐排列而利用机械手等抓持时有可能使压坯受损。例如在专利文献1中,将非整齐排列状态的压坯在相对低温(约750~约900℃)进行预烧结从而将强度提高一定程度后,使预烧结体整齐排列,在高温进行烧结,由此防止了压坯的损伤。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2007-246939号公报

发明内容

[0008] 发明所要解决的问题

[0009] 但是,对可变气门正时机构的油封施加的只是由板簧施压在外壳上的载荷、和油压带来的剪切力这样较小的载荷。如果利用如上述专利文献1所示的铁系烧结金属来形成这样的机械部件,则由于需要两次烧结工序而导致生产率降低,并且会赋予超出必要程度的高强度。

[0010] 例如,使用包含铁粉、铜粉和石墨粉的常规铁系烧结金属的原料粉末形成压坯,将该压坯在相对低温(例如750~900℃)下进行烧结时,由于碳没有在铁组织中充分扩散而几乎不会形成珠光体相,形成以较软的铁素体相为主体的铁组织。另外,烧结温度低时,铜不会固溶在铁组织中,因此烧结体的强度并不会因铜而提高。因此,上述烧结体的强度远小于在通常烧结温度(1100~1150℃)进行烧结而成的烧结体,根据本发明人的验证,只能得到通常的烧结体的2成左右的静态强度。如此,使用常规原料粉末形成铁系烧结金属时,如果

只降低烧结温度则烧结体的强度过低,因此即使是所施加载荷较小的机械部件,也无法得到所需强度。

[0011] 本发明致力解决的课题在于提供一种具有一定程度的强度且生产率高的铁系烧结金属制的机械部件。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 为了解决上述课题,本发明提供一种由铁系烧结金属形成的机械部件,所述铁系烧结金属中形成的铁组织以铁素体相为主体,所述铁系烧结金属中混配有用以将铁组织彼此接合的铜和锡。该机械部件可以通过如下制造方法制造,该制造方法具有将含有铁粉、铜粉和锡粉的原料粉末进行压缩而成型出压坯的工序和在750~900℃的范围的温度对压坯进行烧结而利用铜和锡将铁组织彼此结合的工序。

[0014] 如此,通过在相对低温下对由含有铁粉的原料粉末构成的压坯进行烧结,形成以铁素体相为主体的铁组织,因此与以珠光体相为主体的以往的铁系烧结金属相比,虽然强度低,但由于铁组织彼此通过铜和锡而结合,因此能够确保一定程度的强度。即,熔融的锡与铜接触而液相化,该液相化的铜-锡合金进入铁组织之间而将铁组织彼此结合(液相烧结)。此时,锡单质与铁的润湿性低,因此将铁组织彼此结合的力弱,但通过和与铁的润湿性高的铜发生合金化,能够使铁组织彼此以一定程度牢固地结合。根据本发明人的验证可知,这种烧结体与在通常的烧结温度(1100~1150℃)对由常规铁系烧结金属的原料粉末形成的压坯进行烧结的情况相比,具有4成左右的静态强度。如果具有这种程度的强度,足以作为在所施加载荷较小的用途中使用的机械部件(例如可变气门正时机构的油封)而实用化。通过这样在低温进行烧结,烧结所引起的压坯的收缩量减小,因此即使不使压坯整齐排列进行烧结也能够确保所要求的尺寸精度。因此,无需如上述专利文献1那样将烧结工序分为两次,生产率提高。

[0015] 在上述原料粉末中混配石墨粉的情况下,由于烧结温度相对低温,因此石墨中的碳不易在铁组织中扩散,并且由于铜-锡合金进入铁组织之间而使得碳在铁组织中的扩散受阻,因此石墨的大部分以游离石墨的方式残留在烧结金属中。例如,机械部件与其它部件发生滑动的情况下,通过使游离石墨暴露在与其它部件的滑动面,由此能够提高滑动性而抑制磨损。

[0016] 上述机械部件优选由例如含有1~10重量%(优选为1~8质量%)的铜、0.5~2重量%的锡、0.1~0.5重量%的碳且余量为铁的烧结金属形成。下面,对各材料的混配比例的上限和下限的原因进行说明。铜小于1重量%或锡小于0.5重量%时,介于铁组织之间的铜-锡合金有可能变得过小,将铁组织彼此结合的力不足,导致强度不足。铜超过8重量%时,强度提高效果变得不明显,超过10重量%时,即使混配量进一步增加,强度也几乎不提高,因此为了使昂贵的铜的混配量为所需最小限度,铜期望为10质量%以下、优选为8质量%以下。锡超过2重量%时,与铜合金化所产生的对铁组织的结合力几乎不会提高,为了使昂贵的锡的混配量为所需最小限度,锡设定为2重量%以下。在750~900℃的相对低温进行烧结的情况下,锡相对于铜的混配比例以重量比计为1/5以上且1以下对于提高强度而言是最有效的,该比例超过1时,锡析出的可能性升高。碳小于0.1重量%时,不能得到游离石墨所带来的滑动性提高效果,碳超过0.5重量%时招致高成本。

[0017] 发明效果

[0018] 如上所述,根据本发明,可以得到具有一定程度的强度且具有优异的生产率的铁系烧结金属制机械部件。

附图说明

- [0019] 图1(a)为可变气门正时机构的与凸轮轴的轴方向正交的方向的截面图。
- [0020] 图1(b)是图1(a)的X-X线处的截面图。
- [0021] 图1(c)是图1(a)的Y-Y线处的截面图。
- [0022] 图2(a)是组装在上述可变气门正时机构中的油封的俯视图。
- [0023] 图2(b)是上述油封的侧视图。
- [0024] 图2(c)是上述油封的前视图。
- [0025] 图3是表示上述油封的制造工序的示意性立体图。
- [0026] 图4是上述油封的表面组织的放大图。

具体实施方式

- [0027] 下面基于附图对本发明的实施方式进行说明。
- [0028] 图1中示出组装有油封20(作为本发明的一个实施方式的机械部件)的可变气门正时机构1。可变气门正时机构1具备:与凸轮轴S一起整体旋转的转子3;和与发动机的曲轴(图示省略)同步旋转且以可自由进行相对旋转的方式容纳有转子3的外壳4。
- [0029] 如图1(a)所示,转子3具有向外周侧突出的多个(图示例中为4个)叶片5。外壳4具有向多个叶片5的周向之间突出的多个(图示例中为4个)齿部6。在叶片5与齿部6的周向之间形成有油压室7、8。叶片5的周向一侧的油压室7在将转子3向提前角侧驱动时形成供给油压的提前角室。叶片5的周向另一侧的油压室8在将转子3向延迟角侧驱动时形成供给油压的延迟角室。
- [0030] 油压室7和8被油封20液密性地划分开。如图1(a)所示,设置于叶片5上的油封20嵌合于在叶片5的前端面形成的槽部5a,与外壳4的内周面发生滑动。设置于齿部6上的油封20嵌合于在齿部6的前端面形成的槽部6a,与转子3的外周面发生滑动。如图1(b)、(c)所示,在油封20与槽部5a、6a的槽底面之间设置有板簧9,利用该板簧9使油封20的一侧面(下面称为底面21)按压于外壳4的内周面或转子3的外周面。
- [0031] 如图2(a)~(c)所示,油封20具备:底面21;在底面21的相反侧设置的侧面(下文中称为上表面22);在底面21的短边方向两侧设置的一对平坦的侧面23、23;和在底面21的长边方向两侧设置的一对平坦的端面24、24。在上表面22的长边方向两端部设置有一对凸部22a,在该一对凸部22a之间安装有板簧9{参见图1(b)、(c)}。如图2(c)中以夸张方式所表示的那样,底面21形成为以短边方向中央部为顶点的凸圆筒面状。
- [0032] 油封20由铁系烧结金属形成,具体而言,由形成以铁素体相为主体的铁组织且混配有用于将铁组织彼此结合的铜和锡的铁系烧结金属形成。铁组织彼此通过铜-锡合金而结合。本实施方式的油封20由含有1~10重量%(优选为1~8重量%)的铜、0.5~2重量%的锡、0.1~0.5重量%的碳且余量为铁的铁系烧结金属形成。锡相对于铜的混配比例以重量比计为1/5以上且1以下。铁系烧结金属含有游离石墨,在本实施方式中,铁系烧结金属中的碳的大部分以游离石墨的方式存在。铁系烧结金属中的铜和锡大半以铜-锡合金的方式存

在,铜单质或锡单质的组织几乎不存在。具体而言,烧结金属中的铜单质组织相对于铜成分的比例为5重量%以下,并且烧结金属中的锡单质组织相对于锡成分的比例为0.1重量%以下。

[0033] 上述油封20如下形成:将混合各种粉末而成的原料粉末填充于模具,对其进行压缩而成型出压坯后,在相对低温对压坯进行烧结,由此形成油封20。原料粉末是以铁粉、铜粉、锡粉和石墨粉为主要成分的混合粉末。该混合粉末中根据需要添加有各种成型助剂(润滑剂、脱模剂等)。在本实施方式中,使用在铁粉、铜粉、锡粉和石墨粉中混配有硬脂酸锌作为润滑剂而成的原料粉末。下面,对原料粉末和制造步骤进行详细描述。

[0034] 作为铁粉,可以广泛使用还原铁粉、水雾化铁粉等公知的粉末。在本实施方式中,使用含油性优异的还原铁粉。还原铁粉为近似球形同时形成不规则形状且多孔质状,形成在表面具有微小凹凸的海绵状,因此也被称为海绵铁粉。作为铁粉,使用粒度约为40 μm ~150 μm 、表观密度约为2.0~2.8g/cm³的铁粉。表观密度的定义依据JIS Z8901的规定(下同)。需要说明的是,铁粉所含的氧量设定为0.2重量%以下。

[0035] 作为铜粉,可以广泛使用作为烧结金属用而通用的球形、树枝状的铜粉,例如可以使用电解粉末、水雾化粉末等。需要说明的是,也可以使用它们的混合粉末。作为铜粉,使用粒度约为20 μm ~100 μm 、表观密度约为2.0~3.3g/cm³的铜粉。铜粉是出于与锡合金化而将铁组织彼此结合的目的而混配的。即,按照铜粉几乎全部与锡反应由此液相化而进入铁组织之间的方式来设定铜和锡的混配比例。

[0036] 作为锡粉,使用雾化锡粉等公知的锡粉,例如使用粒度约为10~50 μm 、表观密度约为1.8~2.6g/cm³的锡粉。作为石墨粉,使用鳞状石墨粉等公知的石墨粉,例如设定为平均粒径约为10~20 μm 、表观密度约为0.2~0.3g/cm³。

[0037] 将上述各粉末混配而成的原料粉末是向含有1~10重量%(优选为1~8重量%)的铜粉、0.5~2重量%的锡粉、0.1~0.5重量%的石墨粉且余量为铁粉的混合粉末添加微量的硬脂酸锌粉而成的粉末。需要说明的是,锡粉相对于铜粉的混配比例以重量比计为1/5以上且1以下。

[0038] 利用公知的混合机将上述组成的原料粉末混合后供给至成型机的模具。如图3所示,模具由模体51、上模冲52和下模冲53构成,在由它们区隔成的模穴中填充原料粉末。使上下模冲52、53接近而对原料粉末进行压缩时,利用由模体51的内周面和上下模冲52、53的端面构成的成型面对原料粉末进行成型,得到与油封20形状大致相同的压坯30。

[0039] 压坯30在不使朝向、姿态一致的非整齐排列状态下移载至耐热性衬件60(例如网带)上,与耐热性衬件60一起送入烧结炉内进行烧结。烧结条件设定为石墨中所含的碳不与铁反应(碳不发生扩散)且熔融的锡与铜接触而以合金状态可发生液相化的条件。具体而言,烧结温度为750~900℃、优选为800~850℃。另外,在以往的烧结金属的制造工序中,作为烧结气氛,多数情况下使用将液化石油气(丁烷、丙烷等)与空气混合后在Ni催化剂下进行热解而成的吸热型气体(RX气体),但在吸热型气体(RX气体)中有可能发生碳的扩散而使表面硬化。因此,烧结气氛设定为不含有碳的气体气氛(氢气、氮气、氩气等)或真空。通过这些对策,原料粉末中不发生碳与铁的反应,不会析出由珠光体相 γ Fe形成的硬组织(HV300以上)。因此,烧结后的铁组织形成以较软的铁素体相 α Fe(HV200以下)为主体,在本实施方式中,铁组织几乎全部(例如铁组织的95重量%以上)由铁素体相形成。在原料粉末中作为

润滑剂混配的硬脂酸锌烧结体随着烧结从内部挥发出。

[0040] 如上所述,与以珠光体相为主体的铁系烧结金属相比,在相对低温下烧结而成的铁素体相主体的铁系烧结金属的强度较差。但是,在本实施方式中,通过在原料粉末中混配铜粉和对铜具有高润湿性的锡粉,由此基于铜-锡合金的液相烧结进行,铁组织彼此的结合强度得到强化。即,即使在原料粉末仅混配铜粉,在上述烧结温度下铜也不会熔融,因此不能将铁组织彼此结合。另外,在原料粉末仅混配锡粉的情况下,在上述烧结温度下发生熔融,但由于锡对铁的润湿性低,因此锡与铁的结合力弱,强度并没有太提高。因此,通过在原料粉末中混配铜粉和锡粉由此使液相烧结进行,铜和锡进入铁组织之间而将铁组织彼此结合,由此能够确保一定程度的强度。

[0041] 另外,如上所述通过在相对低温进行烧结,不易产生烧结时的热所导致的弯曲、翘曲等变形,因此在烧结时即使不使压坯的朝向、姿态一致,也可以得到作为油封20所要求的尺寸精度。因此,无需使多个压坯30整齐排列在耐热性衬件60上,因此作业简化,并且能够避免在进行整齐排列作业时压坯受损的情况。

[0042] 另外,如上所述在相对低温进行烧结时,石墨中的碳难以在铁组织中扩散。尤其是,在本实施方式中,由于铜-锡合金进入铁组织之间,因此阻碍石墨中的碳在铁组织中的扩散。由此,石墨几乎不会在铁组织中扩散,几乎全部以游离石墨的方式残留。该游离石墨暴露于油封20的包含底面21的整个表面。

[0043] 经过如上所述的烧结工序,可以得到多孔质的烧结体。通过对该烧结体实施根据需要的滚光加工和整形,由此完成图示中所示的油封20。如上所述,烧结时碳与铁不反应,由软质的铁素体相形成铁组织,由此在整形时烧结体容易产生塑性流动,可以进行高精度的整形。需要说明的是,如果没有特殊需要,也可以省略滚光加工和整形工序之一或两者。

[0044] 经过上述制作工序后的油封20的表面的金属组织如图4所示,铜-锡合金(以散点表示)进入由铁素体相构成的铁组织 α Fe之间,通过该铜-锡合金使得铁组织 α Fe彼此结合。如此,形成以铁素体相为主体的铁组织,由此油封20软质化,能够减弱对外壳4或转子3的攻击性。另外,该金属组织中分散有游离石墨(以涂黑表示),该游离石墨暴露于滑动面(油封20的底面21),由此能够提高与外壳4或转子3的滑动性。

[0045] 本发明并不限于上述实施方式。例如,上述实施方式中示出在烧结金属的原料粉末中混配石墨,使其以游离石墨的方式分散在烧结金属中的情况,但例如在并非是与其它部件发生滑动的滑动部件的情况下,也可以不混配石墨。

[0046] 另外,在上述实施方式中,示出将本发明应用于可变气门正时机构的油封中的情况,但并不限于此,只要是在所施加的载荷较小的用途中所使用的机械部件(例如轴承或齿轮)就可以适合地应用本发明。

[0047] 符号说明

[0048] 1 可变气门正时机构

[0049] 3 转子

[0050] 4 外壳

[0051] 9 板簧

[0052] 20 油封(机械部件)

[0053] 30 压坯

- [0054] 51 模体
- [0055] 52 上模冲
- [0056] 53 下模冲
- [0057] 60 耐热性衬件
- [0058] S 凸轮轴

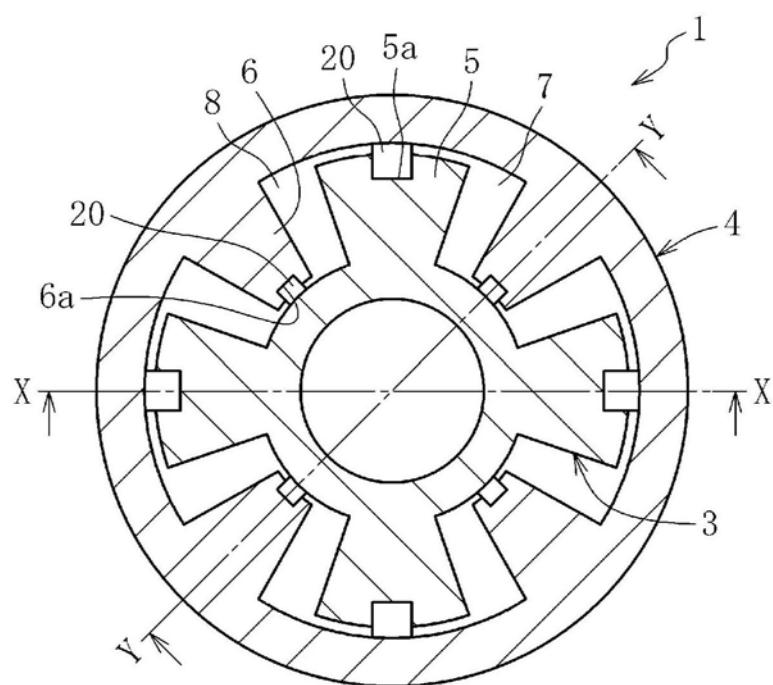


图1 (a)

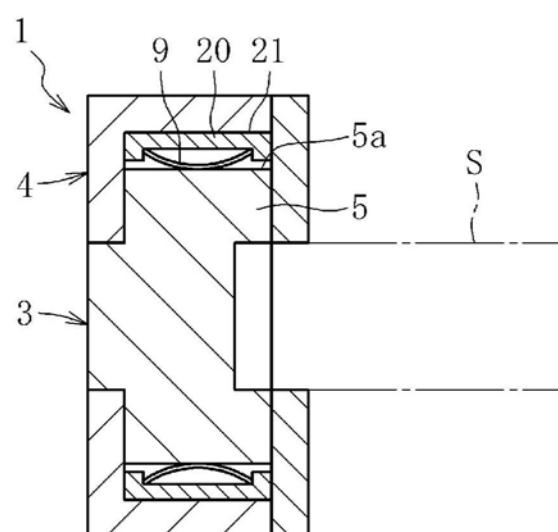


图1 (b)

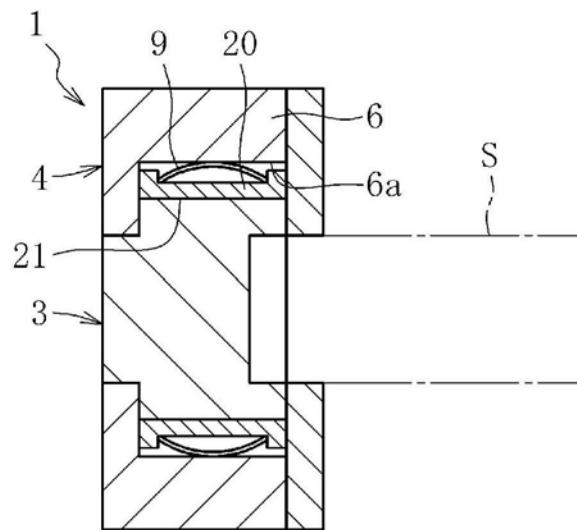


图1 (c)

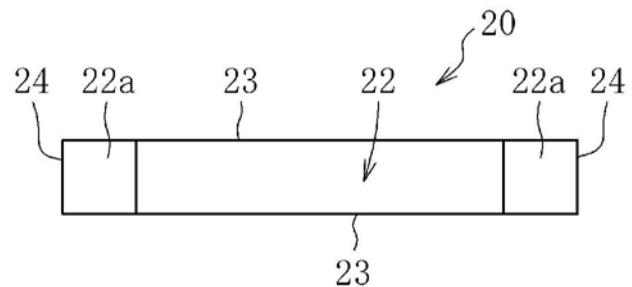


图2 (a)

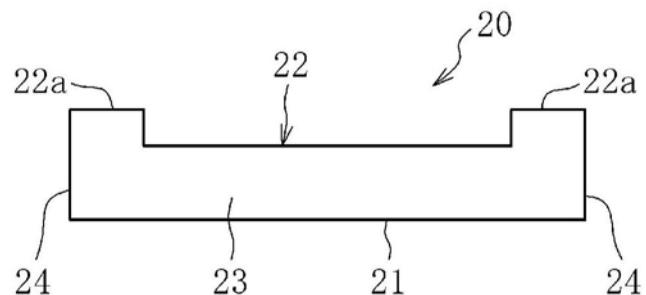


图2 (b)

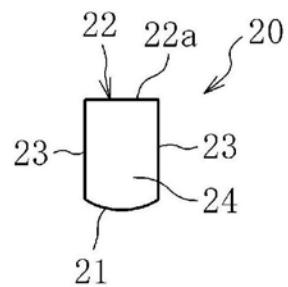


图2(c)

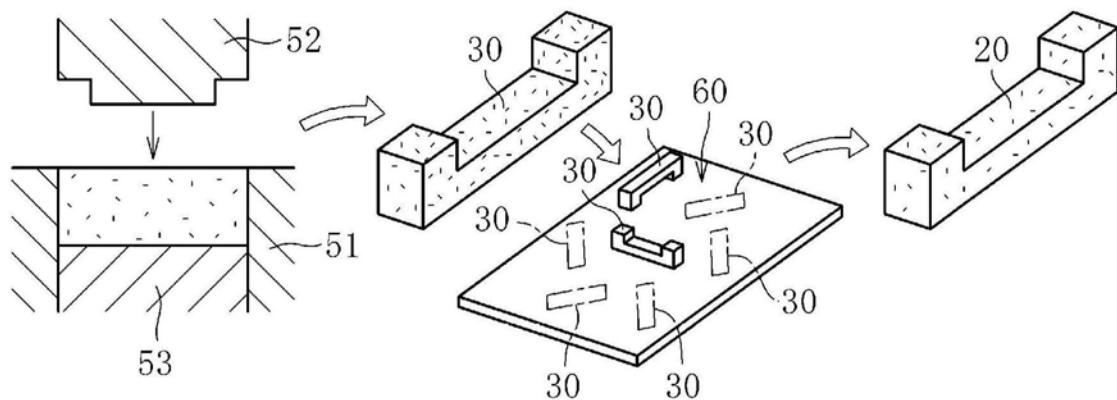


图3

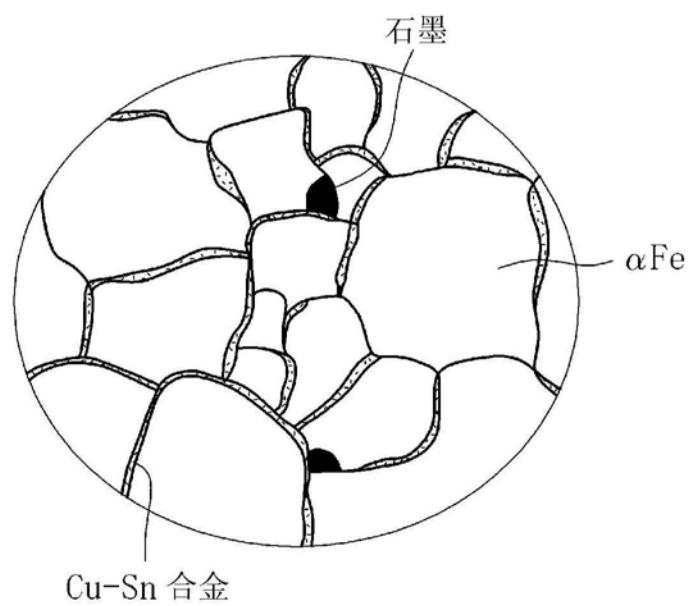


图4