



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91100613.3

[51] Int.Cl<sup>5</sup>

C22C 5/06

[43] 公开日 1991 年 8 月 14 日

[22] 申请日 90.12.26

[30] 优先权

[32] 89.12.26 [33] JP [31] 338005 / 89

[32] 90.1.9 [33] JP [31] 2240 / 90

[71] 申请人 住友经营企画株式会社

地址 日本东京

共同申请人 柴田昭

[72] 发明人 柴田昭

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 杨雨琴

C22C 1/10 H01H 1/02

说明书页数: 14 附图页数: 1

[54] 发明名称 金属银氧化物组合材料及其生产方法

[57] 摘要

一种金属银氧化物组合材料, 包含银基质、1~20% (按元素金属重量计) 至少一种选自 Sn、Cd、Zn 和 In 元素氧化物的 (a)、最好还含有 Mg、Zr 等的一种氧化物 (b) 和 / 或 Cd、Sb 等的一种氧化物 (c); 氧化物以粒径不大于约 0.1 $\mu$ m 的细微颗粒形式均匀地分散并且与银基质结合而无空隙, 以及一种生产该材料的方法。该组合物材料在高温下的物理和化学强度是优良的。所述方法能在明显短的时间内, 高生产率地生产甚至具有厚壁的组合物产品, 组合物材料作为触点材料和电焊的电极是有用的。

## 权 利 要 求 书

---

1、一种金属银氧化物组合材料，包含银基质、1~20% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In元素氧化物的(a)，最好还含有0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Mg、Zr、Ca、Al、Ce、Cr、Mn和Ti元素氧化物的(b)和/或0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sb、Bi和铁系金属元素氧化物的(c)，(a)元素的氧化物和所存在的(b)元素氧化物和/或(c)元素氧化物都以粒径不大于约0.1  $\mu\text{m}$  的细微颗粒均匀地分散于银基质的从其表面到芯的整个范围内，并且与银基质结合而在氧化物和银基质之间不留有空隙。

2、按照权利要求1的材料，其中(a)元素的氧化物，和(b)元素的氧化物和/或(c)元素氧化物形成复合氧化物而分散于基质中。

3、一种按权利要求1所述的银金属氧化物组合材料的生产方法，包括的步骤有：

(A) 提高氧的分压并加热其中的一种混合物，该混合物含有银，1~20% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In元素的呈金属和/或氧化物态的(a)、最好还含有0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Mg、Zr、Ca、Al、Ce、Cr、Mn和Ti元素的呈金属和/或氧化物态的(b)，和/或0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sb、Bi和铁系金属元素的呈金属和/或氧化物态的(c)，使混合物处于固相和液相共存的状态，从而金属态的(a)元素和所存在的金属态的(b)元素和/或(c)元素以氧化物形式沉析，

(B) 降低氧的分压并冷却混合物。

4、按照权利要求3的方法，其中在步骤(A)中所用的混合物包含由银、(a)元素、最好还有(b)元素和/或(c)元素所组成的合金。

5、按照权利要求3的方法，其中在步骤(A)中所用的混合物包含由银，(a)元素、最好还有(b)元素和/或(c)元素所组成的烧结产品。

6、按照权利要求5的方法，其中所述烧结产品是由银粉和银、(a)元素最好还有(b)元素和/或(c)元素的合金粉末所生产的。

7、按照权利要求5的方法，其中所述烧结产品是由银粉和(a)元素和(b)元素和/或(c)元素的合金粉末生产的。

8、按照权利要求3的方法，其中在步骤(A)中所用的混合物包含一种由银粉、(a)元素的氧化物粉末、最好还有(b)元素氧化物粉末和/或(c)元素的氧化物粉末所生产的烧结产品。

## 金属银氧化物组合材料及其生产方法

本发明涉及一种金属银氧化物组合材料及其生产方法，特别是适用于电触点材料和电焊电极材料的金属银氧化物组合材料及其生产方法。

通过在银中加入金属氧化物如氧化锡而制备金属氧化物的组合材料，其强度有明显改进，因此可用作交流和直流电的继电器、开关、断电器等电触点材料，尤其适用于中等负荷的电开关触点材料。

到目前为止，金属银氧化物组合材料的生产方法是将要氧化的含一种或多种其它金属的银合金进行内部氧化，或者用粉末冶金法烧结银粉和其它金属氧化物的粉末。

按上述内氧化法，银—其它金属的固溶体合金，在提高氧分压的条件下，加热至其熔点以下，以使氧扩散到合金中，从而使对氧有较高亲和力的其它金属以很细的氧化物颗粒形式在银基质中沉析。然而，这种方法的缺点是在所生产的组合物材料中，所能达到的氧化物含量局限于不超过4%左右（按元素金属重量计），并且氧向固溶体合金的扩散速度是如此之低，以至于组合物材料的生产需要很长时间。为了使氧化物含量提高到4%以上（按元素金属计）或者为了提高氧的扩散速度，在内氧化之前就需添加能促进氧化的元素如In和Bi。尽管如此，合金的内氧化厚度达到如2mm时，大约需花费一个月的时间。

此外，按照内氧化作用，扩散到固溶体合金中的氧量，与距已氧化的表面层厚度的平方成反比降低，以至于不可避免地使靠近表面的氧化物颗粒变粗，而在芯中形成含少量细氧化物颗粒的合金相，因此产生的金属银氧化物组合材料在氧化物颗粒的分布上及其大小上是不均匀的。颗粒随深度降低。因为氧化物颗粒如上所述在大小方面是不均匀的而且是分开的，所以获得的组合物材料强度的改进受到限制，因此有必要作进一步的改进。

在按粉末冶金法生产金属银氧化物组合材料中，具有优良耐火性质的Sn、Cd、Zn等氧化物粉末和银粉在银处于固态时的温度下进行烧结，所以银相和氧化物颗粒间的结合不可能很强，其间留有很细的空隙。此外，原料氧化物晶体结构所存在的缺陷没有得到弥补，因此，所获得的烧结产品机械强度很差，尤其是在高温条件下，甚至不能通过后处理如热压或锻造来改进。为了改进粉末冶金法生产的金属银氧化物组合材料的性质，试图添加能形成低价氧化物的W、Mo等类似物，然而它们增加了触点电阻，使获得的组合物材料在该材料用作电触点材料时易于电积。为了改进性质提出添加MnO、CaO、ZrO<sub>2</sub>等物，但它们有损于烧结性质，因此导致降低所得烧结产品的机械强度。

本发明的目的是提供一种金属银氧化物组合材料，在该材料中特定元素的细颗粒与银基质紧密结合，或者不留空隙而能在银基质中均匀分布，并提供一种能在短时间内，高生产率地生产这种组合物材料的方法。

本发明者发现通过将银—其它金属体系置于液相和固相共存的条件下，则使在内氧化该体系中的氧扩散速度能够提高，而且还发

现能制取生成的氧化物颗粒与基质紧密结合的或不留空隙而均匀地分布在银基质中的金属银氧化物组合材料。

### 金属银氧化物组合材料

本发明提供一种金属银氧化物组合材料，含有银基质，1~20% (以元素金属重量计) 的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In元素氧化物的(a)、0.01~8% (以元素金属重量计) 的至少一种选自Mg、Zr、Ca、Al、Ce、Cr、Mn和Ti元素氧化物的(b)和/或0.01~8% (以元素金属重量计) 的至少一种选自Sb、Bi和铁系金属如Fe、Ni和Co元素氧化物的(c)；(a)元素的氧化物和所存在的(b)元素氧化物和/或(c)元素氧化物以粒径不大于约0.1  $\mu\text{m}$  的细微颗粒均匀地分布于银基质从其表面到芯的整个范围内，而且在氧化物和银基质间不留空隙地与银基质结合。

在本发明的组合材料中，分散于基质内的氧化物颗粒通常具有坚硬而致密的晶体结构。

在本发明的金属银氧化物组合材料中，不同于现有技术的由内氧化生产的组合材料，氧化物以粒径不大于约0.1  $\mu\text{m}$  左右的细微颗粒形式均匀地分散在银基质的从表面到芯的整个范围内并且与银基质紧密地结合或不留空隙；因此组合材料的物理和化学强度，特别是在高温下是优良的。虽然按照内氧化作用，氧化物最高仅有大约4% (按元素金属重量计) 掺入组合物材料中，但是本发明组合物材料的氧化物含量几乎不受限制，实际上可以高达50%，最好36% (按元素金属重量计)，结果进一步改进了强度。

此外，常规的内氧化要完成氧化作用需要很长时间，特别是生产厚壁组合物产品就很困难，然而，下文描述的本发明方法，正好

相反，甚至在显著短的时间内可高生产率地生产厚壁的或大块的上述组合物产品。

图1表示银—氧体系的温度对压力的相图。

当本发明组合物材料除了(a)元素外，还含有所述(b)元素和/或所述(c)元素的氧化物时，通常这些氧化物是以复合氧化物(或化合氧化物)形式存在。

本发明组合物材料，在高温下具有优良的强度，并且能用作交流和直流电的继电器、开关、断电器等电触点材料。尤其是，含有(b)元素氧化物的组合物材料，它能提高该组合物材料的耐火性质，适于作为如电焊接的电极材料。(c)元素的金属，在下文所述的生产过程中，能用于促进要氧化元素的氧化作用，并且与(a)元素和(b)元素(如果存在)一起形成化合氧化物，这样就能有效地稳定低电流区域的触点电阻。

上述组合物材料的总氧化物量可高达50%(按重量计)，最好高达36%(重量)。氧化物量太大有损于该材料的导电率。

本发明的组合物材料有多种实施方案。在任何一个方案中，(a)元素的氧化物，最好还有所述(b)元素氧化物和/或所述(c)元素氧化物，是按上述状态均匀分散在银基质中。

在组合物材料的第一个方案中，组合物材料基本上是由银基质和1~20%(a)元素氧化物(按元素金属重量计)组成的。

在组合物材料的第二个方案中，组合物材料基本上是由银基质，1~20%(按元素金属重量计)的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In元素氧化物的(a)和0.01~8%(按元素金属重量计)的至少一种选自Mg、Zr、Ca、Al、Ce、Cr、Mn和Ti的元素氧化物的(b)所组成，其中(a)和(b)

的氧化物形成复合氧化物。

在组合物材料的第三个方案中，组合物材料基本上是由银基质，1~20% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In的元素氧化物的(a)和0.01~8% (以元素金属重量计) 的至少一种选自Sb、Bi和铁系金属的元素氧化物的(c)组成，其中(a)和(c)氧化物形成复合氧化物。

在组合物材料的第四个方案中，组合物材料基本上是由银基质1~20% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In的元素氧化物的(a)，0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Mg、Zr、Ca、Al、Ce、Cr、Mn和Ti的元素氧化物的(b)和0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sb、Bi和铁系金属的元素氧化物的(c)组成，其中(a)、(b)和(c)元素氧化物形成复合氧化物。

在上述第二到第四个方案中，所生成的复合氧化物以粒径不大于约0.1  $\mu\text{m}$  的细微颗粒均匀地分散于银基质的从表面到芯的整个范围内并且与银基质紧密结合或在颗粒和基质间不留空隙。

生产金属银氧化物组合氧化物的方法。

按照本发明的方法，将含银和(a)元素，最好还有(b)元素和/或(c)元素的原料置于液相和固体共存的状态下。在这种情况下，体系的一部分呈液相，它用作氧输送通过的良好通道。因此，与常规的内氧化相比较，氧的扩散能达到显著快速，以致于氧化作用能在比较短的时间内从表面到芯部分均匀地进行。

这样，本发明的银金属氧化物组合材料可以通过包括下列步骤的方法来生产：

(A) 提高氧的分压并加热其中的一种混合物，该混合物含有银，



1~20% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sn、Cd、Zn和In的呈金属和/或氧化物态的 (a)，最好还有0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Mg、Zr、Ca、Al、Ce、Cr、Mn和Ti元素的呈金属和/或氧化物态的 (b) 和/或0.01~8% (按元素金属重量计) 的至少一种选自Sb、Bi和铁系金属如Fe、Ni和Co的呈金属和/或氧化物态的 (c)，使该混合物转变成固相和液相共存的状态，从而使金属态的 (a) 元素、和金属态的 (b) 元素和/或 (c) 元素 (如存在) 以氧化物沉析，以及

(B) 降低氧的分压并冷却混合物。

用作步骤 (A) 原料的混合物可以是如合金或烧结产品形式，该产品由银、所述的 (a) 元素以及最好还有按需要加入的所述 (b) 元素和/或所述 (c) 元素通过粉末冶金而制备的。所述 (b) 元素对氧有很高的亲合力而且能有效地使细微氧化物颗粒沉析，因此能改善组合物材料的耐火性质。虽然含有较少量 (a) 元素但有较大量 (b) 元素的原料混合物通常是难以氧化的，但本发明方法却能使这种原料易于进行氧化，产生的组合物材料具有优良的耐火性质，适于作电焊接的电极材料。(c) 元素对于促进氧化是有效的。

可用作原料混合物的烧结产品，包括例如由银粉和银、(a) 元素、最好还有 (b) 元素和/或 (c) 元素的合金粉所生产的烧结产品。

能用作原料混合物的烧结产品还包括由银粉及 (a) 元素和 (b) 元素和/或 (c) 元素的合金粉末所生产的烧结产品。

在实施上述方法时，最好是，合金或烧结产品的混合物用银或含有低于1% (以重量计) 的少量除银以外的金属成分的银基合金所复盖。这是因为当将高分压的氧施加于含有5~20% (按重量计) 的 (a)

元素的混合物上时，一种氧化物，如 $\text{SnO}_2$ 可能聚集在表面层，从而干扰氧向混合物的内部穿过或渗透。为了防止这种干扰，必须逐步增加氧的分压到所要求的值，这就导致氧化处理需要很长的时间。然而，如果混合物预先如上述进行复盖，则在表面层上氧化物的积累就可防止，因此从开始就可以在所要求的氧分压下处理。这一点有利于在短时间内完成氧化作用。

在工艺过程中，使用基本上由1~20% (按重量计) 的 (a) 元素和剩余为银所组成的银混合物作为原料混合物，则能获得所述第一方案的组合物材料。

在工艺过程中，使用基本上由1~20% (按重量计) 的 (a) 元素、0.01~8% (按重量计) 的 (b) 元素和剩余为银所组成的银混合物作原料混合物，则能得到所述第二方案的组合物材料。如果体系置于液相和固相共存条件下，则随着氧化过程直到全部 (a) 和 (b) 金属都以氧化物形成沉析。

在工艺过程中，使用基本上由1~20% (按重量计) 的 (a) 元素、0.01~8% (按重量计) 的 (c) 元素和剩余为银所组成的银混合物作为原料混合物，则得到所述第三方案的组合物材料。如果体系置于液相和固相共存的条件下，则随着氧化过程，直到所有的 (a) 和 (c) 金属都以氧化物形式沉析。

此外，在工艺过程中，使用基本上由1~20% (按重量计) 的 (a) 元素、0.01~8% (按重量计) 的 (b) 元素、0.01~8% (按重量计) 的 (c) 元素和剩余为银所组成的银混合物作为原料混合物，则得到所述第四方案的组合物材料。如果体系置于液相和固相共存的条件下，则随着氧化过程直到所有的 (a)、(b) 和 (c) 金属都以氧化物形式沉析。

在本发明方法中，在用于步骤(A)的原料混合物中所含的(a)元素最好和(b)元素和/或(c)元素的各种元素的部分或全部可以按粒径不大于约 $0.1\mu\text{m}$ 氧化物颗粒存在。

因此，本发明的方法还包括另外一个方案，在该方案中用于步骤(A)的所述原料混合物是一种烧结产品，它是由银粉、粒径不大于约 $0.1\mu\text{m}$ 的(a)元素氧化物粉末、最好还有粒径不大于约 $0.1\mu\text{m}$ 的(b)元素氧化物粉末和/或粒径不大于约 $0.1\mu\text{m}$ 的(c)元素氧化物粉末所生产的。

在该方案的情况下，要分散于银基质中的(a)元素氧化物最好还有(b)元素和/或c元素氧化物予先是以粒径不大于约 $0.1\mu\text{m}$ 的氧化物粉末的形式提供的。如果烧结产品置于部分体系成为液相的条件下，存在于银粒和氧化物颗粒之间或周围的空隙会被液相充填，从而使结构达到致密或紧密而不留空隙。因此，所获得的组合物材料的强度得到改善。

在本方法的方案中，使用由银粉和1~20%(以元素金属重量计)(a)元素氧化物的粉末制成的烧结产品作为所述烧结产品，则得到所述第一方案的组合物材料。

在本方法的方案中，使用由银粉、1~20%(以元素金属重量计)(a)元素的粉末和0.01~8%(以元素金属重量计)(b)元素氧化物粉末所产生的烧结产品作为所述烧结产品，则得到所述第二方案的组合物材料。

在本方法的方案中，使用由银粉、1~20%(以元素金属重量计)的(a)元素粉末和0.01~8%(以元素金属重量计)的(c)元素氧化物粉末所产生的烧结产品作为所述烧结产品，则得到所述第三方案的组

合物材料。

在本方法的方案中，使用由银粉、1~20% (以元素金属重量计) 的 (a) 元素粉末、0.01~8% (以元素金属重量计) 的 (b) 元素氧化物粉末和0.01~8% (以元素金属重量计) 的 (c) 元素氧化物粉末制成的烧结产品作为所述烧结产品，则得到所述第四方案的组合物材料。

图1表示银—氧体系温度与压力的相图。当本发明方法的原料混合物含有金属态 (a) 元素，最好还有 (b) 元素和/或 (c) 元素的情况下，相图将有某些改变。然而，图1所示的相图有助于本发明方法的理解。当原料混合物置于液相和固相共存的状态时 (如图1  $\alpha+L$  所示的区域)，由于银是部分呈液相形式，所以通过外氧压力氧进入体系的穿过或渗透就容易发生。与氧在常规内氧化中扩散进入固溶体的情况相比较，氧的扩散速度显著加大。当氧被输送通过液相时，以元素金属形式存在的 (a) 元素、(b) 元素和/或 (c) 元素就被氧化。氧化由体系的表面开始进行。例如，当锡存在时，伴随着氧化的进行，由液化的银—锡溶液中，锡被氧化而以细微氧化锡 ( $\text{SnO}_2$ ) 颗粒沉析，同时留下很纯的银相。据推测，这种反应是由表面连续地向芯进行，并且最终产生一种细微氧化锡颗粒均匀地散于整个体系中的状态。

因为温度对压力的相图，随着是否存在 (a) 元素、(b) 元素和/或 (c) 元素及其含量而有所不同。当液相出现时，温度和氧的分压通常不可能是确定的。然而，对于所属技术领域的技术人员来说，找出任意体系的这种温度和压力都是容易的，因为假若提高任意原料混合物的温度和压力时，该体系都将由一种只存在固相的状态转变成固相和液相共存的状态。即使体系的一部分被液化时，氧的扩

散速度也会显著地增加。因此，只要液相存在，较低的压力和低的温度就足够了。就能源消耗而言，这种比较温和的条件是有利的。虽然，在相图上固相和液相可在一很宽的区域内共存(尤其是，对于某一温度范围来说，不存在氧分压的上限)。实际上，为了实施本发明可在 $350^{\circ} \sim 830^{\circ} \text{C}$ 的温度， $100 \sim 450 \text{atm}$ 的氧分压范围内选择两相共存的状态。

在使原料混合物处于目标温度和压力情况的方法是没有限制的。例如，可以首先调节温度至目标值，再控制氧分压至目标值而实施，从而使体系由 $\alpha$ 区域转变成 $\alpha + \text{L}$ 区域。或者，可以首先提高氧分压至目标值，然后再升高温度至目标值而实施，使体系由 $\alpha + \text{Ag}_2\text{O}$ 区域转变成 $\alpha + \text{L}$ 区域。

本发明参照实施例和对比例详细地描述。

实施例1~12。

各实施例的试样可通过下列任意方法来制备。各实施例的试样的组成和制备方法列于表1。

方法A: 将一种含有予定量其它金属的银合金，衬以1/10厚度的纯银层，用常规滚压法滚压成1mm厚的薄板，随后切割成直径4.5mm、厚度为1mm的圆片。用桶滚镀银法在圆片的整个表面上镀一层厚 $3 \mu\text{m}$ 的银，而制成试样。

方法B: 将含有予定量其它金属的银合金熔融物，在一碳板模型上的孔内浇铸，该孔直径为4.5mm，深1.0mm，随后用金属模冷却，以制成直径为4.5mm、厚1mm的圆片。采用桶滚镀银法在圆片整个表面上镀一层厚 $3 \mu\text{m}$ 的银，以制成试样。

方法C: 将含有高比例锡的银合金熔融物，雾化在氮气中而形成

合金粉末。将所得银-锡合金粉末与银粉按预定比例混合，随后用振动式研磨机研磨。将所得的混合粉末在1吨的压力下模压以形成直径为4.5mm、厚1.1mm的圆片。所得的压坯于氮气氛围内750°C下保温1小时进行预烧结，接着再压模以制成直径为4.5mm、厚1.0mm的试样。

方法D: 将含有高比例锡的金属互化物熔融物雾化于氮气内，以形成粉末。将所得粉末与银粉混合，以使锡和其它金属含有预定量。随后用振动式研磨机研磨。按方法C所述的相同的方法将所得的混合粉末压制、预烧结，然后重新压制，以制成试样。

方法E: 将银粉、氧化锡粉、如果需要还有一种或多种其它金属氧化物粉末相混合，以使每种成分的含量都在预定值（按元素金属计），然后，用振动式研磨机研磨。（按方法C所述相同方法）将所得混合粉末经压制、预烧结后，再压制，以制成试样。

将实施例1~12的试样放在一个由耐热不锈钢制成的耐热容器中，然后加以密封。试样在氧气流中加热到510°C后，逐渐增大氧分压至414atm，试样在该压力下保持8小时。接着，试样再在500°C和500atm下保持10分钟。之后，降压力并逐渐进行冷却。

对这样处理过的试样进行切片并观察以判定所生成的氧化物颗粒是均匀地分散于整个试样内，而且在它们与基质之间没有空隙。

#### 实施例13和14

实施例13和14的试样是按上述方法A制备的。试样的组成列于表1。这些试样在700°C和氧分压为200atm下保持5小时。接着，提高压力至350atm，并在该压力下保持10分钟，然后降至1atm，接着冷却。

## 对比例1和2

对比例1和2的试样是分别按实施例13和14的相同方法制备，在700° C和氧分压为30atm下，保持5小时。认为氧化是在距表面不超过1mm的深度处中止的。因此，认为完全氧化是不可能的。

测量上述实施例1~14中按上述处理过的试样的硬度和电导率，结果列于表1。

此外，实施例1~14的各试样都使用组成为Ag—15%In—13% Sn (按重量计)的银焊料铜焊到触点一支座关联，以进行下述电试验。

### 1) 开关试验

开关试验是使用ASTM试验机，在超负荷的情况下进行的，即，进行试验的条件是：200v交流电压，电流50A，功率因数0.28，开关频率60/分，触点负荷400gf/组(set)。断开力600gf和开关次数30000，当觉察到损耗反常或电积时，就终止试验。测量用作触点的试样的消耗量，而且用肉眼观察所测试试样的表面状态。

### 2) 电积试验

使用可充电电容器放电产生的电流来测量耐电积触点的最大电流值。由电容器放电产生的电流峰值持续增加，每次500A。当触点电压超过500gf/组时，而且切断接触所必须的力超过1500gf时，则可认为电积已经发生。

结果列于表2

表 1

实施例	制备方法	除银以外的金属量				硬度 <sup>1*</sup>	导电率 <sup>2*</sup>
		%重量计				H. R. F.	I. A. C. S%
1	A	Sn	6			98	71
2	A	Sn	10			104	69
3	B	Sn	7.5,	Ca	2.5	101	66
4	B	Sn	9,	Mg	1	99	71
5	C	Sn	13,	Cr	0.1	103	65
6	C	Sn	8,	Mn	1.0	105	72
7	D	Sn	7.5,	Ca	2.5	108	71
8	D	Sn	8,	Mg	1	96	68
9	E	Sn	8,	Zr	1	97	72
10	E	Sn	8,	Cd	4	96	69
11	A	Sn	8,	In	4		
				Ni	0.1	94	68
12	A	Cd	14,	Sn	1.5		
				Zn	0.1	108	61
13	A	Sn	9,	Zr	0.3		
				Ni	0.1	98	68
14	A	Sn	9,	Cd	3		
				Mg	0.15	103	62

注: 1\*Rockwell硬度

2\*国际铜标准



表 2

	损耗量	电积试验	触电的表面状态	
	(mg)	(A)		
实施例	1	4.8	9,000	平滑
	2	5.6	11,000	平滑
	3	7.2	13,500	稍有不平
	4	8.8	14,000	稍有不平
	5	8.2	18,000	稍有银色而平滑
	6	6.5	8,000	稍有银色而平滑
	7	6.9	10,500	灰色而平滑
	8	9.1	11,000	灰色而平滑
	9	6.6	9,500	灰色而平滑
	10	5.2	9,000	平滑
	11	8.4	11,000	灰色而平滑
	12	9.2	12,000	灰色而平滑
	13	9.3	13,000	白色而平滑
	14	6.1	10,000	灰色而平滑

注: 样品的触点呈现小的电火花和短的断开时间。

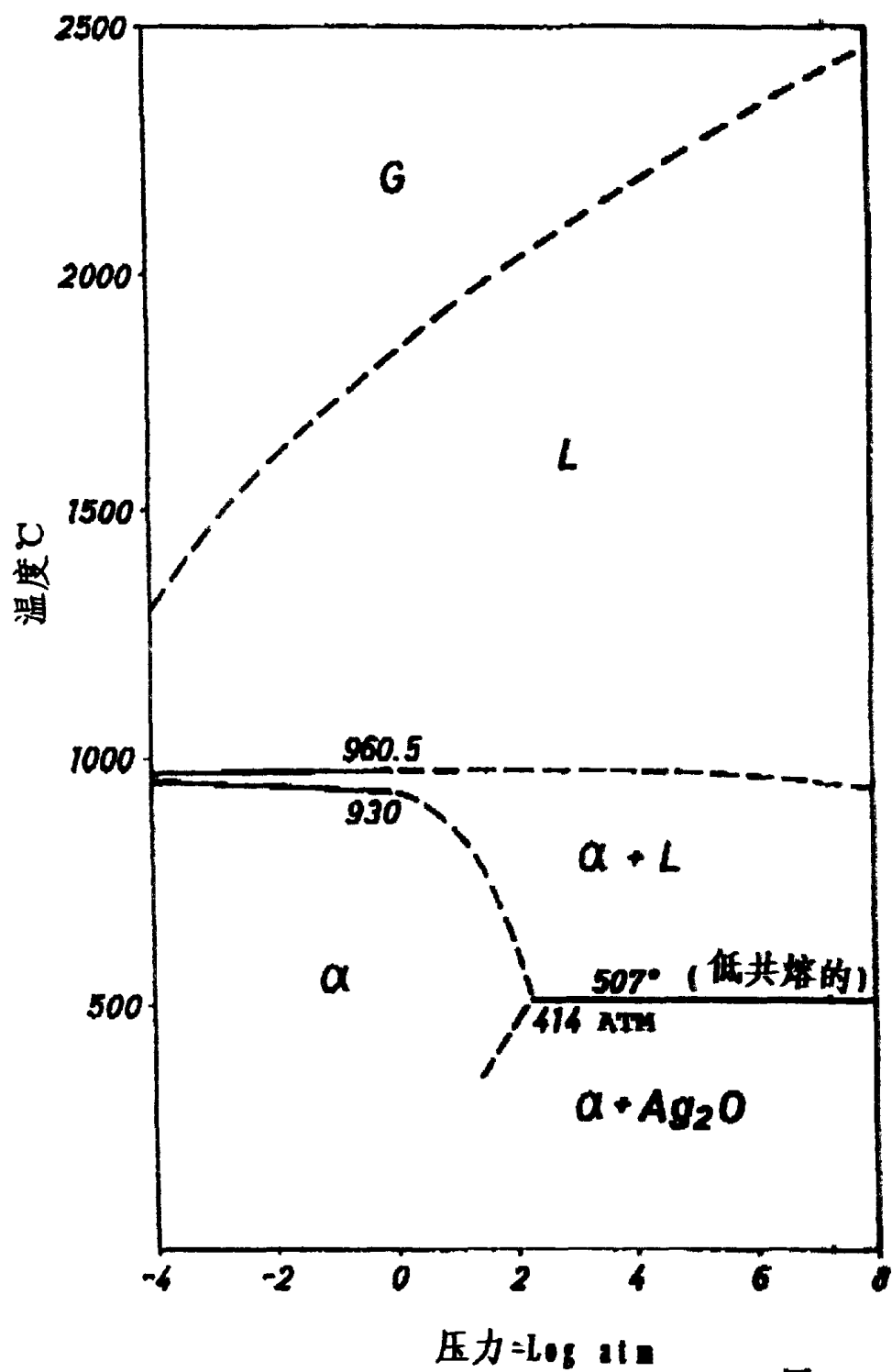


图 1