

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
B23K 35/363
//B23K103/10



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99804396.6

[43] 授权公告日 2003 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1115226C

[22] 申请日 1999.3.23 [21] 申请号 99804396.6 [30] 优先权 [32] 1998. 3.25 [33] DE [31] 19813023.6 [86] 国际申请 PCT/DE99/00851 1999.3.23 [87] 国际公布 WO99/48641 德 1999.9.30 [85] 进入国家阶段日期 2000.9.25 [71] 专利权人 索尔微氟及衍生物有限公司 地址 德国汉诺威 [72] 发明人 U·西西克库罗 J·福莱斯 A·拜克尔 审查员 杨开宁	[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利 商标事务所 代理人 黄泽雄
权利要求书 2 页 说明书 14 页	

[54] 发明名称 一种焊接铝和铝合金的新型熔剂及
一种焊接方法

[57] 摘要

本发明涉及采用氟锌酸碱金属盐或碱金属氟化物/氟化锌的混合物基熔剂在至多达 600℃ 的温度下焊接由铝和铝合金制成的构件。 同时还可使用其它助熔剂例如氟铝酸钾。 氟锌酸碱金属盐熔剂, 尤其是氟锌酸钾和氟锌酸铯熔剂不仅起熔剂的作用, 还起改善表面的作用, 其中锌和碱金属氟铝酸盐沉积在构件的表面上。 本发明也涉及氟锌酸碱金属盐基的新型熔剂。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 铝和铝合金的焊接方法, 其中熔剂以固体形式作为有机悬浮体或膏体涂覆和含有氟锌酸碱金属盐或由碱金属氟化物和氟化锌形成的混合物, 在 420 - 590℃ 的温度下进行焊接, 其中碱金属为钾、铯或铷。

2. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 熔剂含有氟锌酸钾和/或氟锌酸铯。

3. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 如果熔剂含有氟锌酸铯, 那么其含量高于 5 摩尔%。

4. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 熔剂含高于 30 重量% 的氟锌酸钾和/或氟锌酸铯。

5. 根据权利要求 4 的方法, 其特征在于: 熔剂含 50 重量% 或更高的氟锌酸钾和/或氟锌酸铯。

6. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 熔剂由氟锌酸碱金属盐或由氟锌酸碱金属盐和助剂组成。

7. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 除了氟锌酸碱金属盐外, 还含有至多达 95 重量% 的氟铝酸钾或氟铝酸铯。

8. 根据权利要求 1 或 6 的方法, 其特征在于: 熔剂含有作为助剂的粘合剂、焊剂、焊剂前体或悬浮液用稳定剂。

9. 根据权利要求 8 的方法, 其特征在于: 熔剂含有氟硅酸碱金属盐, 其中碱金属为钾、铯或铷。

10. 根据权利要求 9 的方法, 该方法用于无焊剂地焊接铝和铝合金, 其中: 熔剂含有氟硅酸碱金属盐作为焊剂前体, 其含量至少为 5 至 95 重量%。

11. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 熔剂以在醇中的悬浮体的形式使用。

12. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 在受控气氛下进行焊接或在非氧化火焰中进行焊接。

13. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于: 焊接含镁的铝合金。

14. 可用于焊接铝和铝合金的熔剂, 含有或由氟锌酸碱金属盐、焊剂前体以及有或无氟铝酸碱金属盐组成, 其中碱金属为钾、铯或铷。

15. 可用于焊接铝和铝合金的熔剂, 含有高于5摩尔%、但低于100重量%的氟锌酸铯。

16. 熔剂, 它含有或由5-95重量%氟锌酸碱金属盐和5-95重量%焊剂、焊剂前体或氟硅酸碱金属盐组成, 其中碱金属为钾、铯或铷。

17. 根据权利要求16的熔剂, 其特征在于: 它含有5-90重量%氟锌酸碱金属盐, 5-90重量%焊剂前体和5-90重量%氟铝酸钾或由它们组成。

18. 熔剂, 它含有5-95重量%氟锌酸碱金属盐和95-5重量%氟硅酸碱金属盐, 或由它们组成, 其中碱金属为钾、铯或铷。

19. 根据权利要求16的焊剂, 其特征在于, 焊剂前体是硅和铜。

一种焊接铝和铝合金的新型熔剂及一种焊接方法

本发明涉及一种焊接铝和铝合金的新型熔剂、一种焊接方法和焊接了的构件。

由铝或铝合金零件构成的部件（例如汽车发动机冷却器或热交换器）是通过焊接（硬纤焊）这些零件制成的。使用氟铝酸盐基熔剂的优点是无需氧化结合需彼此焊接在一起的构件的表面。基于氟铝酸钾的熔剂特别适用于铝或贫镁铝合金。英国专利 1438955 公开了这种方法。例如 Willenberg 的 US-A4428920 和 Meshri 的 US-A5318764 以及 Kawase 的 US-A4579605 公开了相应熔剂的制备方法。

包括铈的氟铝酸盐在内的熔剂例如公开在 Suzuki 的 US-A4670067 和 Shimizu 的 US-A5171377 中。还可包括氟铝酸钾熔剂的这类熔剂特别适合于焊接高镁含量的铝合金。

US 专利 4,906,307 公开了一种焊接铝合金构件的方法。按其一个实施方案，应用一种熔剂，它含有 K_2SiF_6 、 ZnF_2 、 NaF 和 AlF_3 。这形成一种被焊镀的构件。

焊接是按如下方式进行的：在需焊接的构件上涂覆一种诸如悬浮体形式的熔剂以及一种焊剂。将构件在要求的位置上接合并加热。首先熔化熔剂并净化表面，然后熔化焊剂。接着冷却构件。

US-A5190596 指出：可用熔剂代替金属焊剂，在焊接时，它们与铝形成低共熔混合物。合适的金属是铜、锌和锆，尤其是硅。

添加一定量的某些氟硅酸金属盐则可不使用焊剂金属（参见 EP-A810057 和德国专利申请 19636897.9）。在后一份专利申请中公开了一种氟铝酸钾熔剂和氟硅酸钾的混合物，其中氟硅酸钾的含量为 6-50 重量%，不含焊剂。

在本文开始述及的英国专利说明书 1438955 中阐述了在熔剂中允许有少量的、至多达 5 摩尔%的碱金属氟化锌存在。但是，这种物质的存在

对降低熔点绝对没有好处，相反会有多方面的影响，使熔点提高。Haramaki 的 US-A4645119 公开了一种基于氟铝酸钾的熔剂，含有 3 - 30 重量% ZnF_2 ，尤其是以 KZnF_3 的形式存在。氟化锌在焊接温度下

分解，金属锌覆盖焊接零件或需彼此焊接在一起的构件的整个表面，并使铝具有良好的防腐作用。

本发明的任务是，提供一种新型的使用方法以及一种新型的、为此可使用的熔剂。这些任务是通过本发明的方法、新型助熔剂和新型熔剂解决的。

在复合氟化物基熔剂的存在下，焊接铝和铝合金的本发明方法包括：熔剂含有氟锌酸碱金属盐或由碱金属氟化物和氟化锌助熔剂形成的混合物，并在 420 - 590℃ 的温度下进行焊接，其中碱金属表示钾、铯或铷。

氟锌酸碱金属盐或由碱金属氟化物和氟化锌形成的混合物在这种温度下起熔剂的作用是人们未预料到的。但是，令人惊奇的是，尽管要在远低于所使用的氟锌酸碱金属盐熔点的温度下进行焊接，但是氟锌酸碱金属盐能起熔剂的作用。KZnF₃ 和 K₂ZnF₄ 的熔点例如为 870℃ 和 737℃，在低于 600℃ 的温度下根本不能进行焊接。下面的解释表明：在形成焊剂的组分例如硅的存在下形成一种铝 - 硅低共熔混合物。根据电化学过程，就地产生了一种氟铝酸碱金属盐熔剂；例如认为：KZnF₃ + Al（来自铝 - 硅合金）转变成 KAlF₄ 或 FK 和 AlF₃ 和锌金属。这不过仅说明了可以解释诸如焊接过程和锌形成中存在的现象。

以上事实表明：可用碱金属氟化物（或多种碱金属氟化物）和氟化锌的混合物进行焊接。碱金属氟化物与氟化锌的摩尔比在约 1:1 的范围内，例如 1:1.05 - 1.05:1。但两种组分中的任一组分也可以过量很多，特别是氟化锌。当然优选使用氟锌酸碱金属盐，因为它们能很好地焊接。

本发明中的概念“氟锌酸碱金属盐”包括通式 $(MF)_x \cdot (ZnF_2)_y$ 的化合物，其中 $M = K, Rb, Cs$ ， $0 < x \leq 4$ 以及 $0 < y \leq 4$ 。“碱金属氟化物”包括 K、Rb 和 Cs 的氟化物。

x 和 y 优选是整数，即彼此独立地代表 1、2、3 或 4；但是 x 和 y 彼此间也可以以非整比化学计量的比例存在。x、y 或两者尽管都大于零，但不是整数。在这种情况下，最好 y 大于 x。

本发明中的概念“熔剂”包括那种在焊接时能净化所需表面（特别是除去氧化层）的那种化合物。熔剂可由氟锌酸碱金属盐组成；此外，不含其它熔剂。所述熔剂除了氟锌酸碱金属盐外也可含有其它熔剂。熔剂例如是由氟锌酸碱金属盐和氟铝酸碱金属盐，例如氟铝酸钾和/或氟铝酸铯的混合物制成的。氟锌酸碱金属盐既可以纯的化合物形式存在，也可以氟锌酸碱金属盐混合物的形式存在。例如可使用纯的氟铝酸钾或纯的氟铝酸铯。在这种情况下，包括具有单相或多相的化合物。例如使用纯的 KZnF_3 或 KZnF_3 和 K_2ZnF_4 的混合物。还可使用具有各种碱金属阳离子的相应混合物。

优选的氟锌酸盐是氟铝酸钾和氟铝酸铯。这当然也包括混合物。

如果在熔剂中氟铝酸铯是唯一使用的氟铝酸盐，那么其含量为 5 重量% 或更高。熔剂中氟锌酸碱金属盐的含量优选高于 30 重量%，更优选 50 重量% 或更高。给出的百分数是按所使用的熔剂为 100 重量% 计的。如果不使用纯的氟锌酸碱金属盐熔剂，那么其它的熔剂是按 100 重量% 混合物计的剩余值，尤其是基于氟铝酸钾和/或氟铝酸铯的熔剂。

所述熔剂可以是其它熔剂的几倍，而不使用助剂。例如可用纯熔剂焊接焊镀的薄铝板。除了熔剂外，可使用的组分包括必要时的助剂。熔剂也可含有助剂，例如结合剂、弥散剂、焊剂、焊剂前体、形成焊剂的材料例如金属氟硅酸盐，特别是碱金属氟硅酸盐，或稳定剂。在本发明的方法中，由纯的氟锌酸碱金属盐以及同时含氟铝酸钾和/或助剂的熔剂组成的熔剂是极其适用的。

如果熔剂中含结合剂，那么其适宜含量为 10 - 90 重量%。如果熔剂中含焊剂，那么其适宜含量为 25 - 75 重量%。例如 US5100048 和 5190596 公开了所述熔剂，它们含有混入的形成焊剂的金属例如硅、铜或锗。其含量约为 10 - 80 重量%。也可未超出或超出上述含量范围。通过小量的试验（焊接试验）可以确定起有效作用的最低值或最高值。

焊剂前体也可含有氟硅酸金属盐例如氟硅酸碱金属盐，例如六氟

硅酸钾。如果含有焊剂前体，那么其适宜含量为 5 - 95 重量%。

上述百分数是按所使用的熔剂总量为 100 重量%计的。

正如德国申请 19636897.9 所述的，如果熔剂中含有至少 6 重量% K_2SiF_6 ，那么可进行无焊剂焊接。根据 EP-A810057，这同样适合于含 7 - 15 重量% 氟硅酸金属盐例如 Cs_2SiF_6 、 $CsHSiF_6$ 、或 $CsKSiF_6$ 的熔剂。对此，在含 K_2SiF_6 时，其含量优选为 25 - 50 重量%，甚至达 75 重量%。但是，如果熔剂中还含有少量的金属氟硅酸盐，例如 1 重量% 至低于 6 重量%，那么不仅对熔剂的特性例如需焊接表面的润湿性产生积极的影响，而且也对熔剂的熔点产生积极的影响。

在镀覆使用悬浮体形式的熔剂时，还可含有稳定悬浮体的弥散剂。

按已知的方式将熔剂施加在由铝或铝合金构成的需连接的构件上。根据熔剂具有的良好流化特性，可采用静电喷射工艺进行干燥。另一种方法是将水或有机溶剂悬浮液状或膏状的熔剂施加在需连接的材料上。水或有机溶剂的悬浮体中，熔剂的适宜含量为 15 - 75 重量%。也可使用悬浮在有机液体中的熔剂悬浮液，一般使用下列物质作为有机溶剂：例如醇，尤其是甲醇、乙醇、丙醇或异丙醇以及多元醇。其它的有机液体（“载体”）是醚，例如二甘醇一丁醚、酮，例如丙酮，醇、二元醇或多元醇的酯。膏体用的粘合剂的实例是乙基纤维素。借助于在诸如丙酮类的有机溶剂中可溶解的成膜剂——常规的聚合物，可将必要时含有焊剂或焊剂前体的熔剂施加在工件上，并在蒸发掉溶剂后形成一层牢固的粘附膜。合适的聚合物的实例是（甲基-）丙烯酸酯。然后在焊接时，蒸发掉成膜剂。

在应用时，如果是必需的，那么在熔剂中含有焊剂（作为混入的粉末），焊剂可在镀覆时已经施加在需焊接的构件上或与熔剂同时被施加。

焊接温度取决于所使用的焊剂或形成焊剂的金属或材料。根据软纤焊（= “soldering”）的定义，焊接温度在 450℃ 焊剂 - 液相线温度之下，而硬纤焊（= “brazing”）除外。有一些低熔融的焊剂例如

已经达 390℃ 的锌-铝焊剂或已经达 420℃ 的纯锌焊剂可用于焊接。可使用其它的焊剂在更高的温度下进行焊接。可使用达 [530℃] 或 575℃ 的 Al-Si-[Cu] 焊剂。

一般来说, 焊接温度高达 600℃ 就足够了。优选在 390 - 600℃, 更优选在 420 - 590℃ 的温度下进行焊接。在这种情况下, 在环境压力下进行。正如 JP-A03/099795 公开的, 一种例如在真空中、在熔剂的蒸发下存在的焊剂不在本发明的范围内。可进行火焰焊接或炉焊接, 特别是在惰性气氛 (例如 N₂ 气氛) 中进行。

对于本发明的方法, 可使用已知的熔剂。日本申请 71/293699 公开了具有一定摩尔比由氟锌酸钾组成的熔剂的实例。US-A4645119 公开了一种基于氟铝酸钾的熔剂, 它们含有氟锌酸钾。氟锌酸钾是作为腐蚀改善剂使用的, 而不是作为熔剂使用的。欧洲专利申请 EP-A-0659519 公开了一种焊接铝的熔剂, 它们含有一定量的氟化钾、氟化锌和氟化铝。这里也许含有氟锌酸钾。

下面描述在本发明方法中使用的、同样也是本发明主题的新型熔剂。

本发明的主题是一种可用于焊接铝和铝合金的新型熔剂, 它们含有氟锌酸碱金属盐和焊剂或特别是一种焊剂前体, 以及必要时的氟铝酸碱金属盐和必要时的助剂或由此组成的物质, 其中碱金属为钾、铯和铷。优选的氟锌酸碱金属盐是氟锌酸钾和/或氟锌酸铯; 优选的焊剂前体是硅、铜、锌或锆或氟硅酸金属盐, 优选氟硅酸碱金属盐, 特别是氟硅酸钾和/或氟硅酸铯。视情况而定, 可含有常规的助剂例如粘合剂、载体或稳定剂。已经确定, 至多 2 重量% 的氟锌酸碱金属盐就会对焊接特性产生积极的影响。助剂例如粘合剂的含量按所含的熔剂的总量计为 10 - 90 重量%。根据一种实施方案, 熔剂优选含有 5 - 95 重量% 的氟锌酸碱金属盐 (作为唯一的起熔剂作用的组分) 和 5 - 95 重量% 的焊剂或焊剂前体或由它们组成的物质, 其中碱金属为钾、铯或铷。

如果熔剂中除了氟锌酸碱金属盐和焊剂或焊剂前体外, 还含有氟铝酸碱金属盐, 那么氟锌酸碱金属盐的含量优选为 5 - 90 重量%, 焊

剂或焊剂前体的含量为 5-90 重量% 以及氟铝酸碱金属盐的含量为 5-90 重量%。熔剂可由这些组分组成, 或可含有按熔剂的总量计 10-90 重量% 的助剂。根据一个特别优选的实施方案, 熔剂含有氟锌酸碱金属盐、氟铝酸碱金属盐以及至少一种焊剂前体。优选的氟锌酸碱金属盐是氟锌酸钾和氟锌酸铯, 优选的焊剂是硅、锗、锌或铜或氟硅酸碱金属盐, 优选氟硅酸钾或氟硅酸铯。熔剂可由上述组分组成。熔剂中氟锌酸碱金属盐的优选含量为 2-20 重量%, 氟铝酸碱金属盐的含量为 20-80 重量%, 焊剂前体的含量为 10-50 重量%。视情况而定, 可含有常规助剂例如粘合剂、载体或稳定剂(对于悬浮液), 其含量按熔剂的总量计优选为 30-70 重量%。

本发明的再一个主题是熔剂, 它们可用来焊接铝和铝合金, 并含有高于 5 重量%、优选高于 5 摩尔%, 但低于 100 重量% 的氟锌酸铯以及按 100 重量% 计剩余量的氟铝酸钾或氟铝酸铯。这种熔剂含有优选高于 30 重量%、更优选 50 重量% 或更高的氟锌酸铯。这种视情况而定, 可含有常规助剂例如粘合剂、载体或稳定剂的熔剂的优点是也能极好地焊接含镁的铝合金。这是基于铯阳离子进行的。因此, 氟锌酸钾和氟铝酸铯或氟锌酸铯的混合物也是特别适用的。

应用本发明的熔剂可以制备这样的组件, 它是由铝或铝合金制得的零件焊接而成的。

所需氟锌酸碱金属盐的制备可按各种方法进行。例如可将碱金属氟化物例如氟化铯或氟化钾与氟化锌按所需比例熔化制备。另一种方法是在水溶液中进行处理。这样, 借助于水溶液, 可使碱金属氟化物和氟化锌在形成碱金属氟化锌的条件下发生反应, 并根据需要分离出沉淀的碱金属氟化锌。此外, 使根据需要用氧化锌和 HF 水溶液制备的新鲜氟化锌溶液与根据需要用氢氧化钾和 HF 水溶液制备的新鲜氟化钾溶液发生反应。进行处理, 使沉淀的固体与浮在表面的水溶液分离, 然后进行干燥。另一种优选的方法是, 使碱金属二氟化物(即 HF 和碱金属氟化物的加成产物)与氧化锌发生反应。这样借助于 HF 或碱金属二氟化物或二氟化铵在溶液中使碱金属氟化物和/或氟化锌换盐反应

(Umsalzen), 产生另一种碱金属盐或锌盐。

O. Schmidt-Dumont 和 Horst Bornefeld 在《无机普通化学》杂志 (Z. anorg. allgem. Chem.), 第 287 期 (1956), 第 120-137 页中公开了建立在热分析和 X-射线分析基础上的有关相图的信息。D. Babel 在《自然研究》杂志 20a (1965), 第 165 页和第 166 页公开了有关 $\text{Cs}_4\text{Zn}_3\text{F}_{10}$ 的信息。M. K. Chaudhuri, S. K. Ghosh 和 Z. Hiese 在化学协会期刊, 道尔顿会刊 (J. Chem. Soc. Dalton Trans.) (1984), 第 1763-1964 中公开了一种制备氟代金属酸盐的新方法。

现有技术还公开了在焊接铝或焊接诸如镁-铝合金的铝合金时, 在 600°C 和更低的温度下, 氟锌酸碱金属盐适合于用作熔剂。无需在真空下用熔剂蒸气进行处理。残留物不具有腐蚀性并且可被涂覆覆盖。这以出人意料的方式丰富了已知熔剂的种类。

下面的实施例旨在进一步说明本发明, 而不是对本发明范围的限制。

实施例

实施例 1:

制备氟锌酸钾 (JF 009400)

用 HF 水溶液将氧化锌转变成一种氟化锌溶液 (溶液 1)。在搅拌下, 将溶液 1 加入到预先制备好的 $\text{KF} \cdot \text{HF}$ 水溶液 (由 23.3 克 KF 和 16 克 HF 制成的溶液 2) 中。进一步搅拌 1 小时后, 过滤掉沉淀的固体。在 110°C 的循环空气箱中干燥该固体。

产率: 理论值的 95.4%

分析: XRD 证实了纯的 KZnF_3 ; 用参考光谱进行鉴定。

DTA 至 650°C 没有明显的相转变

实施例 2:

制备氟锌酸铯 (JF009403)

用 HF 水溶液将 30 克 CsOH 转变成 $\text{CsF} \cdot \text{HF}$ 溶液。在搅拌下, 向

该溶液中分批地加入 16.3 克氧化锌。按实施例 1 进行处理。

产率：理论值的 52.8 %

分析：33.9 % Cs, 37.9 % Zn

XRD, 没有参考光谱存在。

DTA: 多处开始反应, 特别是在 368.5℃、558.8℃ 和 664.6℃ 时。

实施例 3:

制备氟锌酸铯 (JF009404)

用 HF 水溶液将 60 克 CsOH 转变成 CsF · HF 溶液。在搅拌下, 向该溶液中分批地加入 16 克氧化锌。按实施例 1 进行处理。

产率：理论值的 52.8 %

分析：49.0 % Cs, 27.2 % Zn

XRD, 没有参考光谱存在。

DTA: 499℃ 开始有少量反应, 主峰在 583℃, 开始反应。

实施例 4:

制备氟锌酸铯 (JF 009415)

如实施例 3, 但是, 在约 90℃ 下再搅拌 2.5 小时。按实施例 1 进行处理。

产率：理论值的 67.3 %

分析：58 % Cs 26.1 % Zn

XRD, 没有参考光谱存在。

实施例 5:

制备氟锌酸铯 (JF 009418)

用 HF 水溶液将 45 克 CsOH 转变成 CsF · HF 溶液。在搅拌下向该溶液中分批加入 16.3 克氧化锌, 在约 80℃ 下再搅拌 2 小时。按实施例 1 进行处理。

产率：理论值的 73.5 %

分析: 85.5% Cs 36.2% Zn

XRD, 没有参考光谱存在。

DTA: 在 502.4℃、556.3℃ 和 586.4℃ 开始反应。

实施例 6:

制备氟锌酸钠 (JF 009419)

用 HF 水溶液将 16 克 NaOH 转变成 NaF·HF 溶液。在搅拌下向该溶液中分批加入 32.6 克氧化锌。按实施例 1 进行处理。

产率: 理论值的 95.0%

分析: XRD, 用参考光谱 20 11 82 鉴定。

DTA: 在 648.4℃ 开始反应。

实施例 7:

制备氟锌酸铷 (JF 009420)

用 HF 水溶液将 20.5 克 RbOH 转变成 RbF·HF 溶液。在搅拌下向该溶液中分批加入 16.3 克氧化锌。按实施例 1 进行处理。

产率: 理论值的 93.8%

分析: XRD, 用参考光谱 20 10 16 鉴定。

DTA: 在 638.6℃ 和 683.9℃ 时最大。

焊接试验

一般焊接条件:

在一个具有或没有焊剂或焊镀的铝或 AlMg 试样 (25×25 毫米) 上, 为了使其表面上具有均匀分布的熔剂, 在试样表面上涂抹含 1-2 滴异丙醇的确定量的熔剂。接着在该试样上放上铝角样 [约 45°, 碱液 40 毫米, 高 5 毫米] 并放置, 直到异丙醇蒸发掉。然后将该试样置于充满了受控气氛 [氮气, 露点 -40℃] 和预加热的焊接炉中 [在用 ZnAl 焊剂时约 400℃, 在用 AlSi (Cu) 焊剂时约 520℃] (所谓的 CAB 硬焊料炉), 并在焊接温度下 [将角样与试样焊接, 视焊剂而定, 最高在 600℃ 下] 加热 [所谓的 CAB 硬焊料炉焊法]。Nocolok® 是氟铝酸钾。

熔剂/涂层	3 克/米 ²	5 克/米 ²	7 克/米 ²	5 克/米 ²	5 克/米 ²	5 克/米 ²	10 克/米 ²	10 克/米 ²	10 克/米 ²	5 克/米 ²
	Al 3003+ Al 角样	Al 3003+ Al 角样	Al 3003+ Al 角样	Al 3003+ 焊剂 +Al 角样	镀 Al 的 m. 4050 + Al 角样	镀 Al 的 m. 4050 + Al 角样	AlMg1+焊剂 +AlMg1 角样	AlMg1+焊剂 +Al 角样	AlMg1+焊剂 +AlMg1 角样	Al+焊剂 +AlMg1 角样
JF009400 KZnF ₃				焊剂 AlSi12 达 100% 焊接	焊接的非常好		Zn 焊剂, 1.5 厘米未被焊接			
JF009403 CsZnF ₃					不均匀的焊缝	满意的焊接, 6 分钟				
JF009404 Cs ₂ ZnF ₄		ZnAl 5/2 达 100% 焊接			焊接的非常好					
JF009415 CsZnF ₃					1.5 厘米未被 焊接	1.5 厘米未被 焊接				
JF009400 JF009400+ Si-粉 2:1	焊接的非常 好, 100 %	焊接的非常 好, 100 %, 焊剂过多			焊接的非常 好, 100 %, 焊剂过多		未被焊接			
JF009400 JF009400+ AlSi12 1:1		焊接的非常 好, 100 %	焊接的非常 好, 100 %		焊接的非常 好, 100 %					
JF009403			未焊接		1.5 厘米未焊					

JF009403 AlSi 12 1:1								接									
JF009404 JF009404+		1.5 厘米未焊接	>90 %焊接					焊接的非常好, 100 %									
AlSi 12 1:1 KF+ZnF ₂ (磨 细)			未焊接					焊接的非常好, 100 %									
JF009404 + JF009404 + K ₂ SiF ₆ 1:2 磨 细			在 15 克/米 ² 时焊接的非常好														
CsAlF ₄ / JF009404									ZnAl 5 焊剂达 100 %, Zn 焊剂 达 100 %						Zn 焊剂, 未焊接		

熔剂/涂层	3 克/米 ² Al 3003+ Al 角样	5 克/米 ² Al 3003+ Al 角样	7 克/米 ² Al 3003+ Al 角样	5 克/米 ² Al 3003+焊剂 +Al 角样	5 克/米 ² 镀 Al 的 m. 4050 + Al 角样	10 克/米 ² 镀 Al 的 m. 4050 + Al 角样	10 克/米 ² AlMg1+焊剂 +AlMg1 角样	10 克/米 ² AlMg1+焊剂+Al 角样	5 克/米 ² Al+焊剂 +AlMg1 角样
JF009404 JF009404/ Nocolok® 1:1 混合物				焊剂 4145 100 % 焊接			未焊接	AlSi12, 达 50 % 被焊接	焊剂 AlSi12, 达 100 % 被焊 接
JF009400 JF009400/ K ₂ SiF ₆ 1:2 磨细		焊接的非常 好, 100 %							
JF009400 JF009400/ Nocolok® 1:1 混合物				焊剂 4145, 达 100 % 焊接					
JF009418				达 100 % 被焊 接	达 100 % 被焊 接				
JF009419						仅有点焊			

JF009420					焊剂 AlSi 12, 达 100 % 被焊接				15 克/米 ² m. 焊剂 AlSi 12, 试样 6063+Al 角样, 100 % 被焊接			
JF009404 JF009404+ Si 粉 2:1					焊接的较好, 60 %							
JF009400 JF009400+ Si1-熔剂 2:1					焊接的较好, 100 %							
JF0094004 JF009404+ Si1-熔剂 2:1					焊接的较好, 60 %							