



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102448662 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201080023462. 5 *F28F 21/08* (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 05. 20 *B23K 35/28* (2006. 01)

(30) 优先权数据 *C22C 21/06* (2006. 01)

12/475, 183 2009. 05. 29 US *C22C 21/02* (2006. 01)

C22C 21/08 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/035571 2010. 05. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02010/138378 EN 2010. 12. 02

(71) 申请人 美铝公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 R·J·基尔默 M·P·丹兹

J·F·巴特勒

(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 11038

代理人 李跃龙

(51) Int. Cl.

B23K 35/02 (2006. 01)

B32B 15/01 (2006. 01)

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

具有优良的受控气氛钎焊 (CAB) 钎焊性能的高强度多层钎焊片材结构

(57) 摘要

本发明涉及铝钎焊片材, 该铝钎焊片材在芯材层具有高水平镁并且具有优良的受控气氛钎焊 (CAB) 钎焊性能, 并且适用于任何可商购的钎焊剂包括有或没有铈的钎焊剂。

1. 多层铝钎焊片材,其包含:

第一 AA 3000 系列合金中间层,包含至多约 0.15wt. %的 Mg、至多约 1.8wt. %的 Mn、至多约 1.2wt. %的 Si、至多约 0.9wt. %的 Cu、至多约 0.20wt. %的 Ti、至多约 2.0wt. %的 Zn 和至多约 0.7wt. %的 Fe;

与第一中间层相邻设置的芯材层,该芯材层包含约 1.0wt. % - 约 3.0wt. %的 Mg、至多约 1.5wt. %的 Mn、至多约 0.8wt. %的 Cu、至多约 0.7wt. %的 Si、至多约 0.7wt. %的 Fe、至多约 0.15wt. %的 Zr、至多约 0.25wt. %的 Cr、至多约 0.2wt. %的 Ti 和至多约 0.25wt. %的 Zn;和

与芯材相邻的第二 AA3000 系列合金中间层,包含至多约 0.15wt. %的 Mg、至多约 6.0wt. %的 Zn、至多约 1.8wt. %的 Mn、至多约 1.2wt. %的 Si、至多约 0.9wt. %的 Cu、至多约 0.20wt. %的 Ti 和至多约 0.7wt. %的 Fe;和

与第一中间层相邻设置的 AA4000 系列合金钎焊衬体,使得将第一中间层置于 AA4000 系列合金钎焊衬体和芯材层之间。

2. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中芯材层包含约 0.20- 约 0.70wt. %的 Si。

3. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中多合金铝钎焊片材通过同步多合金铸造方法制造。

4. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中多合金铝钎焊片材通过单向凝固铸造方法制造。

5. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中多合金铝钎焊片材通过熔融铸造方法制造。

6. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中使多层铝钎焊片材成型为具有约 150 微米 - 约 400 微米厚度的管坯。

7. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中第一内衬包含至少 40 微米的厚度。

8. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中第二内衬包含至少 40 微米的厚度。

9. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中芯材层选自 AA 3000 系列和 AA5000 系列铝合金。

10. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,还包含与第二中间层相邻设置的外层,并且其选自 AA1000 系列、AA3000 系列、AA4000 系列和 AA7000 系列铝合金。

11. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中 AA4000 系列合金钎焊衬体包含至多约 0.25wt. %的 Zn。

12. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 1.1wt. % - 约 3.0wt. %的 Mg。

13. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 1.5wt. % - 约 3.0wt. %的 Mg。

14. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 2.0wt. % - 约 3.0wt. %的 Mg。

15. 根据权利要求 1 所述的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 2.5wt. % - 约 3.0wt. %的 Mg。

16. 多层铝合金钎焊片材产品,其包含:

第一中间层,选自 AA1000 系列、AA3000 系列、AA7000 系列和 AA8000 系列铝合金;

置于第一和第二中间层之间的芯材层,该芯材层包含约 1.0wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg、至多约 1.8wt. % 的 Mn、至多约 0.8wt. % 的 Cu、至多约 0.7wt. % 的 Si、至多约 0.7wt. % 的 Fe、至多约 0.25wt. % 的 Zn、至多约 0.15wt. % 的 Zr、至多约 0.25wt. % 的 Cr、至多约 0.2wt. % 的 Ti;

第二内衬,选自 AA1000 系列、AA3000 系列、AA7000 系列和 AA8000 系列铝合金;和

与第一内衬相邻设置的 AA4000 系列铝合金钎焊衬体,其包含至多约 2.5wt. % 的 Zn。

17. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,还包含其中芯材层包含约 0.20- 约 0.70wt. % 的 Si。

18. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中多合金铝钎焊片材通过同步多合金铸造方法制造。

19. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中多合金铝钎焊片材通过单向凝固铸造方法制造。

20. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中多合金铝钎焊片材通过熔融铸造方法制造。

21. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中多层铝钎焊片材产品具有约 150 微米 - 约 400 微米的厚度。

22. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中第一内衬包含至少 40 微米的厚度并且第二内衬包含至少 40 微米的厚度。

23. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中芯材合金选自 AA3000 系列和 AA5000 系列铝合金。

24. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,还包含与第二中间层相邻设置的外层,并且其选自 AA1000 系列、AA3000 系列、AA4000 系列和 AA7000 系列铝合金。

25. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 1.1wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。

26. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 1.5wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。

27. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 2.0wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。

28. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材,其中芯材包含约 2.5wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。

29. 根据权利要求 21 的多层铝钎焊片材产品,其中多层铝钎焊片材产品为 H2X 或 H1X 状态。

30. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中多层铝钎焊片材产品具有约 0.8- 约 1.2mm 的厚度。

31. 根据权利要求 30 的多层铝钎焊片材产品,其中多层铝钎焊片材产品为 O 状态。

32. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中芯材层具有的厚度为约 10- 约 25% 的片材厚度。

33. 根据权利要求 1 的多层铝钎焊片材产品,其中芯材层具有的厚度为约 10- 约 25% 的片材厚度。

34. 根据权利要求 1 的多层铝钎焊片材,其中多层铝钎焊片材的制造方法包括这样的步骤,在该步骤中铸造包含高 Mg 芯材层的多合金层叠的复合铸锭,并且由此多层铝钎焊片材适用于受控气氛钎焊。

35. 根据权利要求 16 的多层铝钎焊片材产品,其中多层铝钎焊片材产品部分通过多合金铸造方法制备,并且由此多层铝钎焊片材产品适用于受控气氛钎焊。

具有优良的受控气氛钎焊 (CAB) 钎焊性能的高强度多层钎焊片材结构

技术领域

[0001] 本发明涉及铝钎焊片材,并且更具体地,本发明涉及在芯材层中具有高水平镁并且具有优良的受控气氛钎焊 (CAB) 的可钎焊性的高强度铝钎焊片材。

背景技术

[0002] 铝钎焊片材广泛用于热交换器制造中,在其中轻重量和高导热率的铝合金比起其它材料例如铜提供了优点。这对于用于重量和尺寸是重要考虑的运输行业中的热交换器是特别真实的。这些热交换器的制造商经常通过减少用于形成这些装置的各种部件的起始原料的厚度并且提高其强度来持续减少这些装置的尺寸和重量。降低规格 (down-gauging) 通常需要伴随提高的钎焊后强度,从而不折中最终产品的完整性。提高钎焊后强度通常意味着增加芯材合金中合金化元素 (Cu、Mn、Si、Mg 等) 的总量。特别地,镁 (Mg) 是一种在铝中非常有潜力的固溶强化元素。此外,当镁以足够高的浓度与硅 (Si) 结合存在时,则其可在时效硬化反应中析出,这可显著地提高材料的强度。

[0003] 虽然对铝来说 Mg 在真空钎焊过程中是可忍受和必要的元素,但是其在受控气氛钎焊 (CAB) 过程中对铝的钎焊性能有非常负面的影响。长期以来认为对于该负面影响的原因是由 Mg 对通常使用的 CAB 焊剂 (如由工业标准 Nocolok® 钎焊剂所示例) 的助熔作用的干扰所致。因此,对于 CAB 钎焊应用通常将钎焊片材的芯材合金中 Mg 的水平限制在 0.25wt. % 或更低,并且甚至其可导致钎焊性能的显著劣化。真空钎焊方法是较老的技术并且继续为较新的 CAB 方法所取代。因此,对 Mg 作为强化元素的限制和现在的铝钎焊片材设计及 CAB 方法在商业上变得更为重要。存在用铈改性的具有适中提高的对 Mg 忍受性的 CAB 焊剂,这些焊剂比标准 Nocolok® 更昂贵并且出于该原因经常是不可接受的。Mg 的较多使用提出一个清晰的机会:用一些现在达到它们对于其它主要合金化元素 (Mn、Si、Cu 和 Cr) 的合理极限的合金来提高强度。然而,Mg 对钎焊性能的已知负面影响是限制上述机会。

[0004] 除了已知的高 Mg 合金 CAB 钎焊问题以外,制造具有高 Mg 层的多层复合钎焊片材合金在商业水平上也是非常有挑战性的。传统上这些产品通过热轧接合 (bonding) 方法制造。高 Mg 层的使用在热轧机中给其带来了来自接合方面的显著问题。含 Mg 层和不含 Mg 的层之间高温流动应力的大差别导致非均匀的金属流动,并且因此导致通过密封方法控制各层厚度的困难。此外,含 Mg 合金在高温下容易产生厚的氧化物层。这些氧化物层可强烈地阻止邻近层之间的接合过程。本发明通过多合金铸造方法中将高含 Mg 芯材合金铸造为多层铸锭的组成部分解决了这些制造问题,在该多合金铸造方法中,将高 Mg 芯材与至少一个不含 Mg 或含非常低 Mg 的内衬 (interliner) 相邻铸造。随后通过热轧和冷轧以及退火在轧机中进一步加工该复合多层铸锭以制造最终产品。

发明内容

[0005] 本发明具体化为权利要求 1-33 并且适用于有或没有添加铈的钎焊剂,例如

NOCOLOK®钎焊剂。

附图说明

- [0006] 图 1 是预想的 (envisioned) 高强度管坯材料 (150-400 微米厚度) ;
- [0007] 图 2a 是预想的“一侧包覆”的高强度侧部支撑体 (side-support) 或罐材料 ($\geq 1\text{mm}$ 厚度) ;
- [0008] 图 2b 是预想的“两侧包覆”的高强度侧部支撑体或集管 (header) 材料 ($\geq 1\text{mm}$ 厚度) ;
- [0009] 图 3 是制造的高强度管坯材料的示意结构 ; 以及
- [0010] 图 4 是示例的钎焊衬体和内衬厚度与芯材 Mg 含量的曲线。

具体实施方式

[0011] 本发明是部分或全部通过多合金铸造方法制造的多层钎焊片材, 通过该多合金铸造方法在钎焊的热交换器中可实现 Mg 对钎焊后强度的有利影响, 同时维持与标准 Nocolok®钎焊剂优异的 CAB 可钎焊性。本发明是复合多层钎焊片材, 其中通过在轧机中制造期间和在钎焊循环期间功能性地充当对于 Mg 的扩散阻挡体的中间层, 将富 Mg 的芯材层有效地与钎焊填料金属分隔。该方法通过制备多层复合铸锭开始, 其中富 Mg 芯材层与基本不含镁的中间层 (至多 0.05wt. %) 相邻或者在其之间。这些中间层的组成和厚度使得在将铸锭加工成形变片材产品并且使其经受所需的成型和钎焊热循环之后, 在钎焊循环期间液体填料金属的 Mg 含量不超过 0.10wt. %, 其中一个实施方案包含低于 0.05wt. % 的 Mg 含量。

[0012] 在本发明中, 至多 3.0wt. % 的芯材 Mg 水平是可能的。高 Mg 芯材的一个实施方案包含约 0.5wt. % - 3.0wt. % 的 Mg。高 Mg 芯材的另一个实施方案包含约 1.0wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。高 Mg 芯材的另一个实施方案包含约 1.1wt. % 的 Mg。高 Mg 芯材的另一个实施方案包含约 1.5wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。高 Mg 芯材的又一个实施方案包含约 2.0wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。高 Mg 芯材的另一个实施方案包含约 2.5wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg。这是显著地偏离于所有先前的钎焊片材复合材料, 并且将导致钎焊后强度的显著提高同时维持优异的 CAB 可钎焊性。当提到任何数值范围时, 理解这样的范围包括在所述范围最小值和最大值之间的每一个数和 / 或分数。例如, 约 0.5-3.0wt. % 的范围清楚地包括 0.6、0.7、0.8、0.9 和 1.0wt. % 的所有中间值, 一直增加到并且包括 2.8、2.9 和 3.0wt. % 的 Mg。这适用于本文给出的每个其它的数字性质、相对厚度和 / 或元素范围。

[0013] 本发明的一个实施方案包括在高 Mg 芯材合金上基本上不含镁 (Mg) 的内衬 (表层), 由此对表层材料的厚度的控制控制着离开芯材的 Mg 扩散。

[0014] 本发明的一个方面是铸造具有如下所述的具有不同合金组合物的不连续层的多合金层复合铸锭。本发明的一个实施方案使用 Kilmer 等人在 US 6,705,384 中公开的同步多合金复合铸造技术 (通过引用并入本文)。本发明的另一个实施方案使用 Kilmer 等人在 US 7,407,713 中公开的同步多合金复合铸造技术 (通过引用并入本文)。本发明的另一个实施方案使用 Men Chu 等人在 US 7,264,038 中公开的单向凝固铸造方法 (通过引用并入本文)。本发明的另一个实施方案使用 Men Chu 等人的 US 7,377,304 中公开的单向

凝固铸造方法（通过引用并入本文）。本发明的另一个实施方案使用 Anderson 等人在 US 7, 472, 740 中公开的用于铸造复合铸锭的“熔融”方法（通过引用并入本文）。本发明不限于所选定的那些多层铸锭铸造方法。可以预想将任何可以制备其中至少一个组合物层为含镁合金的多层铸锭的铸造方法在本发明中实施。通过以受控方式将各种合金层铸造成一个多层铸锭，前述与在热轧机上接合相关的制备问题得到消除。本发明的复合铸锭可部分以常规方法（例如，热轧 / 接合）加工。例如，制造步骤可包括通过多层合金铸造方法来热轧接合多层复合铸锭铸件，其包含在热轧接合方法中由一个或两个基本上不含 Mg 的内衬层到一个或两个 4000 系列钎焊层所附着的高 Mg 芯材层。作为替代，在热轧接合方法中于复合物的相对侧上可将多层复合铸锭接合到一个 4000 系列钎焊衬体和不同层（例如 3000 系列或 7000 系列合金）。AA4000 系列钎焊包覆合金可包含至多约 2.5wt. % 的 Zn。另一个实施方案的 AA4000 系列钎焊包覆合金可包含小于 0.1wt. % 的 Mg。随后以传统方法将那些多层复合物制造成所需规格和状态的最终产品。

[0015] 可存在多种类型的用上述提及的方法制备的最终产品。一个实施方案是用于管坯的钎焊片材，其通常具有约 150- 约 400 微米的厚度并且在 H2X 或 H1X 状态下制备。可使用预定系列的合金和相对的层厚度建造钎焊片材以获得可成型性、可钎焊性、钎焊后强度和耐腐蚀性的所需组合。本发明的另一个实施方案是用于制造较大规格产品，例如用于辐射器侧部支撑体和增强板 (stiffener plate)。较高规格的产品可利用不同系列的合金并且通常以不同的相对层厚度制造从而优化产品的性质。钎焊片材的一个设计考虑是在轧机中制造期间和在钎焊循环期间 Mg 从芯材层向产品表面扩散的距离。作为一个实例，图 4 显示了对于不同芯材 Mg 含量的代表性的钎焊循环保持钎焊衬体中 Mg 平均量低于 0.05wt. % 所需要的内衬的计算厚度。该实例假设具有约 0.8- 约 1.2mm 的名义 1mm 厚度的 O 状态钎焊片材。考虑了两种不同的钎焊衬体厚度。另一个考虑是各个层的熔点（如由合金固相线温度所反映的），因为仅钎焊衬体应该在钎焊循环期间熔化。

[0016] 本发明的一种最终产品是管坯。管坯是如此的薄以至于高 Mg 芯材合金需要为相对的薄并且位于接近管坯的中间厚度处。例如，用 4000 系列填料合金在外侧上包覆辐射器管坯，并且在所需规格下提供充足的填料金属，对于 4000 系列衬体的包覆比将为约 10- 约 20% 的总厚度。其余 80-90% 的厚度为高 Mg 芯材和在芯材一侧或两侧上的内衬以及可能与钎焊衬体相对的表面上的水侧衬体。管坯的一个实施方案包括内衬和可能的不含 Mg 的水侧衬体以促进特别是在折叠管构造中的优良钎焊。例如，位于填料金属和芯材之间的第一内衬可以为具有包含至多约 0.15wt. % 的 Mg、至多约 1.8wt. % 的 Mn、至多约 1.2wt. % 的 Si、至多约 0.9wt. % 的 Cu、至多约 2.0wt. % 的 Zn、至多约 0.7wt. % 的 Fe 和用于耐腐蚀性的至多约 0.20wt. % Ti 的组合物的 3000 系列合金。如果没有其它层接合到其与芯材相对的表面，因为其将构成管的内表面，考虑在芯材相对侧上的第二内衬为水侧衬体。在该情形下，第二内衬可为包含至多约 1.8wt. % 的 Mn（用于额外强度）、至多约 1.2wt. % 的 Si、至多约 0.9wt. % 的 Cu、至多约 0.15wt. % 的 Mg、用于耐腐蚀性的至多约 0.20wt. % 的 Ti、至多约 0.7wt. % 的 Fe 和至多约 6.0wt. % 的 Zn 的含 Zn 合金。芯材可以为具有至多约 3wt. % Mg 水平的 5000 系列合金并且可包含用于增加的强度的 Mn 和或 Cr，用于通过在钎焊后的 Mg_2Si 析出提供时效硬化潜力的 Si，和用于腐蚀防护可添加的至多约 0.2wt. % 的 Ti。最终产品中两个中间层材料的每个厚度可以为约 40 微米或更厚，优选 50 微米或更厚。然而，其仅需要

为如所需要的厚以确保从芯材扩散到填料金属的 Mg 量将受到限制并且不干扰 CAB 钎焊。

[0017] 内衬合金可以为 1000 系列、3000 系列、7000 系列或 8000 系列合金，以对最终产品提供所需的扩散阻挡功能和耐腐蚀功能。

[0018] 图 1 说明了本发明的一个实施方案，该实施方案为具有约 150 微米-400 微米厚度的高强度 4 层管坯。本发明的另一个实施方案可包含 5 层结构，其中本发明的第二中间层实施方案可包含 5 层结构，其中第二中间层（如图 1 中水侧衬体所示）包含两个层而不是一个层。3000 系列合金层可与芯材相邻，其组成与为如上所述类型的含 Zn 合金的第一层中间层和第二层（例如水侧衬体）相似。对于管的内部表面成为钎焊结合点部分的折叠 (folded) 管应用的情形，则第二内衬和水侧衬体为基本上不含 Mg 的。对于焊接管应用，那些层可包含特意添加的至多 1.0wt. % 的 Mg。对于图 1 所示的 4 层结构所预期的，基于总厚度百分比的层厚度可以为约 15-约 20% 的钎焊衬体、约 30-约 40% 的第一中间层、约 10-25% 的芯材和约 30-约 40% 的水侧衬体。

[0019] 如图 1 所示的芯材层可包含约 0.5wt. % - 约 3.0wt. % 的 Mg、至多约 1.5wt. % 的 Mn、至多约 0.8wt. % 的 Cu、至多约 0.7wt. % 的 Si、至多约 0.7wt. % 的 Fe、至多约 0.15wt. % 的 Zr、至多约 0.25wt. % 的 Cr、至多约 0.2wt. % 的 Ti 和至多约 0.25wt. % 的 Zn。芯材层的另一个实施方案可包含约 0.20wt. % - 约 0.70wt. % 的 Si。芯材层的另一个实施方案可包含至多约 1.8wt. % 的 Mn。

[0020] 图 2A&2B 示意性地说明本发明的另一个最终产品，即用于高强度侧部支撑体或罐材料的钎焊片材，其厚度为约 1mm-4mm，被视为大规格。中间层与芯材合金的相对厚度（与管坯产品中所需的比例相比）可减小，同时仍然维持用于确保优异钎焊性能所需水平的有效 Mg 扩散阻挡。中间层更通常为 5% -20% 的最终产品厚度或约 50-300 微米厚。中间层的厚度允许增加芯材层的 Mg 含量，因而进一步提高钎焊后强度。对于图 2a 所示的 4 层结构所设想的，基于总厚度百分比的层厚度可以为约 5-约 15% 的钎焊衬体、每个约 5-约 20% 的两个 (2) 中间层和约 70-80% 的芯材。对于图 2b 所示的 5 层结构所设想的，基于总厚度百分比的层厚度可以为每个约 5-约 10% 的两个 (2) 钎焊衬体、每个约 5-约 20% 的两个 (2) 中间层和约 65-75% 的芯材。

[0021] 在图 2a 中芯材合金是具有至多约 3wt. % Mg 的 5000 系列合金。可调整 Mg 水平以适应将在钎焊循环期间经历的预期最高温度。例如，如果预期最高钎焊温度为 610℃，则应该将芯材中 Mg 水平限制到约 2.6wt. % 以避免在钎焊期间芯材的部分熔化。中间层材料可为 3000 系列合金，其具有至多约 1.8wt. % 的 Mn、用于强度的至多约 1.2wt. % 的 Si、可存在于一个或两个内衬中用于强度的至多约 1wt. % 的 Cu，和可存在于一个或两个中间层中用于耐腐蚀性的至多约 0.20wt. % 的 Ti，和可存在于一个或两个中间层中用于调整全厚度腐蚀电位的至多约 6.0wt. % 的 Zn。在一个表面上的钎焊衬体提供需要结合到热交换器的翼片或集管或其它部件的填料金属。作为替代，内衬可选择为 1000 系列或 7000 系列合金以向最终产品提供所需的 Mg 扩散阻挡和耐腐蚀性质。

[0022] 图 2b 说明了例如当在两个表面处均需要填料金属时在中间层的两个外表面上的钎焊衬体。各层的元素含量与关于一侧包覆材料描述的那些类似，不同的是在该情形下第二内衬必须是基本上不含 Mg 的。

[0023] 实施例 1

[0024] 测试在实验室制造的 5 层钎焊片材上进行, 该钎焊片材具有 Al-1.73Mg-0.53Si 芯材合金, 通过热轧机方法在其两个表面上接合于 Al-1.66Mn-0.92Si-0.62Cu-0.14Ti 的中间层。第一中间层的其它表面用 AA4045 钎焊衬体包覆。第二衬体的其它表面用 Al-4.07Zn-0.75Si-0.17Ti 的水侧衬体包覆。图 3 示意说明了制备状态的片材结构的一般方面, 所述片材具有以相对于总片材厚度的百分比计近似的层厚度, 其包含钎焊层 (11-15%)、两个 (2) 中间层 (每个中间层 33-35%)、芯材 (10-15%) 和水侧衬体 (5-9%)。将钎焊片材加工成具有 200 微米和 150 微米最终厚度的 H24 管坯。这两种材料在不同的钎焊经历后的钎焊后强度记录于表 1-3 中。在这些结果中材料的时效硬化响应是明显的, 因为在室温下 14 天和在 90℃ 下 30 天的拉伸性质显著高于钎焊后立即的性质。这些样品显示了在典型的三层 3000 系列管坯材料上强度的显著提高, 所述三层 3000 系列管坯材料具有约 140-150MPa 的钎焊后极限拉伸强度 (UTS)、45-55MPa 的屈服强度 (YS) 并且并不展现任何可测量的钎焊后时效硬化响应。

[0025] 表 1: 钎焊后拉伸性质 (钎焊后立即)

[0026]

材料规格	UTS	YS	e1
200 微米	182 MPa	68.6 MPa	13.2%
150 微米	186 MPa	75.4 MPa	11.8%

[0027] 表 2: 钎焊后拉伸性质 (在室温下 14 天后)

[0028]

材料规格	UTS	YS	e1
200 微米	200 MPa	84.5 MPa	12.8%
150 微米	203 MPa	89.5 MPa	10.8%

[0029] 表 3: 钎焊后拉伸性质 (在 90℃ 下 30 天后)

[0030]

材料规格	UTS	YS	e1
200 微米	234 MPa	121.4 MPa	12.9%
150 微米	235 MPa	126.9 MPa	10.4%

[0031] 如通过简单的钎焊测试 (包括在实验室钎焊炉中将赤裸的翼片钎焊于管坯) 所判断的, 这种多层管坯材料的钎焊性能是非常优良的。

[0032] 实施例 2

[0033] 测试在实验室制造的 O 状态 1mm 规格的 4 层复合材料上进行。该材料由名义上 6% 的钎焊衬体 AA4045、名义上 120 微米厚的合金 I/L 1、名义上 710 微米厚的芯材层合金 C1 和名义上 117 微米厚的第二内衬合金 I/L 2 构成。合金组成描述如下。

[0034]

合金	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
I/L 1	0.77	0.5	0.54	1.25	0.01	0	0.02	0.13
C1	0.07	0.24	0	0.03	2.44	0.11	0	0.14
I/L 2	0.28	0.52	0.11	1.1	0.03	0.02	1.45	0.02

[0035] 该材料的钎焊后拉伸强度测量为：在室温下七天后 187MPa 的 UTS、73MPa 的 YS 和 20% 的延伸率。由于该材料中芯材的低 Si 含量，时效硬化响应是低的并且性质在室温下随着时间改变不显著。

[0036] 在对于该材料的钎焊评价中，通常将可钎焊性判断为非常优良。一个例外是当多层材料的剪切或切割边缘需要相对于另一片材钎焊时。在该情形下，高 Mg 芯材中镁具有干扰焊剂作用的很大的不受阻碍的能力，并且在这些例子中钎焊结合点不是如所需要的那么连续或那么大。

[0037] 图 1-3 中所示的层厚度是实例，并不旨在限制所请求的发明。

[0038] 虽然已经详细描述了本发明的各个实施方案，但是对于本领域技术人员来说明显的是，可发生那些技术方案的修改和改变。然而，要清楚地理解这样的修改和改变是落入本发明的精神和范围内的。

钎焊衬体 (例如 AA4045)	AA4XXX(例如4045)
第一内衬 (例如 Al-1.4Mn-0.8Si-0.5Cu)	Al-1.4Mn-0.8Si-0.5Cu-0.2Fe
5XXX芯材(例如 Al-3Mg-1Mn)	Al-(1-3)Mg-1Mn
水侧衬体 (例如 Al-1.5Zn-1.4Mn-0.8Si)	Al-1.4Mn-0.8Si-0.2Fe-(1Zn)

图 2A

图 1

AA4XXX(例如4045)
Al-1.4Mn-0.8Si-0.5Cu-0.2Fe
Al-(1-3)Mg-1Mn
Al-1.4Mn-0.8Si-0.2Fe-(1Zn)
AA4XXX(例如4045)

图 2B

AA 4045
Al-1.66Mn-0.92Si-0.62Cu-0.145Ti
Al-1.73Mg-0.53Si
Al-1.66Mn-0.92Si-0.62Cu-0.145Ti
Al-4.07Zn-0.75Si-0.175Ti

图 3

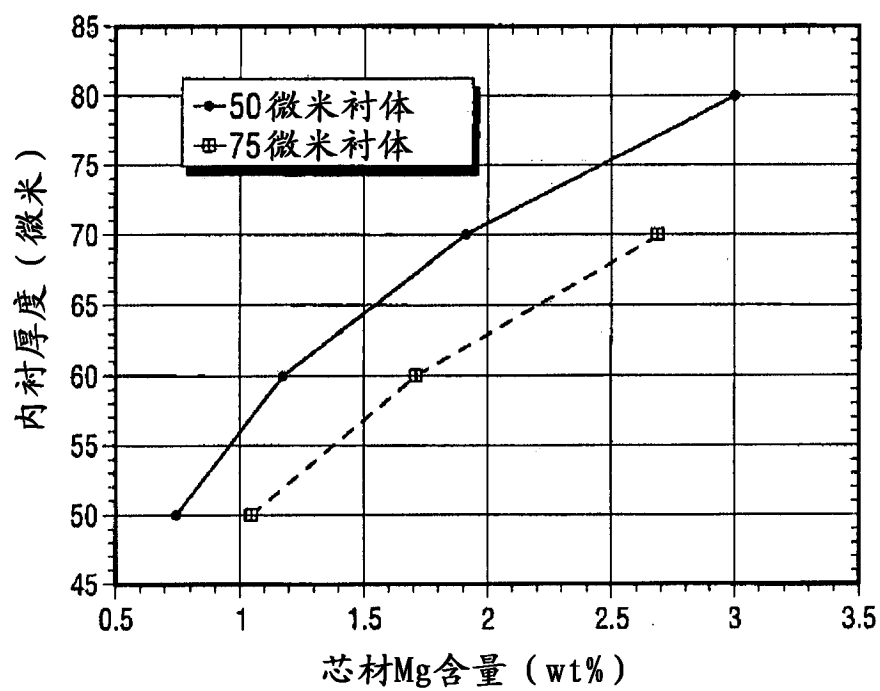


图 4