



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 01805357.2

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1173059C

[22] 申请日 2001.12.14 [21] 申请号 01805357.2

[30] 优先权

[32] 2000.12.21 [33] EP [31] 00128050.2

[86] 国际申请 PCT/EP2001/014797 2001.12.14

[87] 国际公布 WO2002/050325 德 2002.6.27

[85] 进入国家阶段日期 2002.8.20

[71] 专利权人 EADS 德国有限公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 瓦连京·格奥尔季耶夫维奇·达维多夫

尤里·菲拉托夫

布兰卡·伦乔夫斯基

维克托·叶拉金 瓦列里·扎卡洛夫

审查员 葛松生

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 过晓东

权利要求书 1 页 说明书 7 页

[54] 发明名称 作为结构用半成品材料的非时效硬化铝合金

[57] 摘要

本发明涉及一种合金组合物，特别是涉及自然硬化的半成品材料合金的组合物，该组合物以这种形式被用作结构用材料。用作半成品材料的自然硬化的铝合金的制备除了镁、钛、铍、锆、钽、及铈外，还要用锰、铜、锌、以及由铁与硅组成的元素组，其中铁对硅的比例在 1 至 5 的范围。

1. 一种作为结构用半成品材料的自然硬化的铝合金，其特征是除了镁、钛、铍、锆、钪、及铈外，该铝合金还要有锰、铜、锌、以及由铁和硅组成的元素组，下面是其成分的组成，其中铁对硅的比例在 1 至 5 的范围内：

镁	5.0—5.6
钛	0.01—0.05
铍	0.0001—0.005
锆	0.05—0.15
钪	0.18—0.30
铈	0.001—0.004
锰	0.05—0.18
铜	0.05—0.15
锌	0.05—0.15
包含铁和硅 的元素组	0.04—0.24
铝	余量

作为结构用半成品材料的非时效硬化铝合金

技术领域

本发明涉及一种合金组合物，更具体而言是涉及自然硬化的半成品材料合金组合物，该组合物以这种形式被用作结构用材料。

背景技术

自然硬化的铝合金在冶金上被用作结构用半成品材料（见 GOST 标准 4784—74），但主要是以 Amg6 合金的形式被使用，该合金含有以下成分（重量%）：

镁	5.8—6.8
锰	0.5—0.8
钛	0.02—0.1
铍	0.0002—0.005
铝	余量

然而，这种合金没有足够的强度特性，尤其是在冷压成型和热压成型的半成品材料中只有低的 0.2% 屈服强度。

一种被用作结构用半成品材料的自然硬化的铝合金（见专利 RU No.2085607，IPC 分类为 C 21/061）也属于现有技术，其具有如下化学组成的原型：

镁	3.9—4.9
钛	0.01—0.1
铍	0.0001—0.005
锆	0.05—0.15

钪	0.20—0.50
铈	0.001—0.004
铝	余量

这种已知合金没有足够的静力强度和动力强度，而具有制造过程的高加工性、高耐蚀性、良好的焊接性、以及在低温条件下的高运行可能性。

发明内容

本发明的目的是提供一种新的、作为半成品材料的、自然硬化的铝合金，其中除了镁、钛、铍、锆、钪、及铈外，该铝合金还要用锰、铜、锌、以及由铁和硅组成的元素组，下面是其成分的组成，铁对硅的比例在 1 至 5 的范围内：

镁	5.0—5.6
钛	0.01—0.05
铍	0.0001—0.005
锆	0.05—0.15
钪	0.18—0.30
铈	0.001—0.004
锰	0.05—0.18
铜	0.05—0.15
锌	0.05—0.15
包含铁和硅 的元素组	0.04—0.24
铝	余量

具体实施方式

本发明的合金与传统合金的区别之处在于其添加了锰、铜、锌、以及由铁和硅组成的元素组，这些成分的比例如下，其中铁对硅的比例在 1 和 5 的范围内：

镁	5.0—5.6
钛	0.01—0.05
铍	0.0001—0.005
锆	0.05—0.15
钪	0.18—0.30
铈	0.001—0.004
锰	0.05—0.18
铜	0.05—0.15
锌	0.05—0.15
包含铁和硅 的元素组	0.04—0.24
铝	余量

技术效果体现在合金的静力和动力强度性能的提高上，即结构在静力载荷和动力载荷下的使用寿命、使用可靠性、以及重量值的提高，特别体现在包括燃烧低温燃料的飞行器的各种飞机和太空船的结构性能上。

由于本发明的化学含量和化学组成之间的比例，该合金有一个相当易延展的基体，该基体是由溶解于铝中的镁、锰、铜、和锌的混合晶体组成。

基体的高延展性导致了该合金在循环动力负荷下的特别高的运行可能性。在交变载荷中，发生在合金里的包含铝、钪、锆、钛、和其他过渡金属的精密分布的金属间粒子的二次沉淀提供了合金的

高静力强度和对裂纹扩展的高阻力。铁与硅比例的给定值使初始金属间化合物的形态优化，该金属间化合物是从固化作用得到的，主要由铝、铁、和硅组成，能够改进合金的静力强度，而它的动力强度和塑性保持不变。

实施例

使用铝 A85、锰 MG90、铜 MO、锌 TsO、二元预合金（例如铝-钛、铝-铍、铝-锆、铝-钪、铝-铈、铝-锰、铝-铁、硅铝合金）作为添加剂，在电炉中制成熔体，借助于半连续铸造技术铸造出根据本发明的 165×550 mm 大小的合金平面铸锭（表 1），该铸锭有一最小的（组合物 1）、最佳的（组合物 2）、和最大的（组合物 3）组成比例，包括在本发明限定之上的组成比例（组合物 4 和 5）、以及常规合金（组合物 6）（见表 1）。

表 1

合金	组合物	化学组分 (重量%)											
		镁	钛	铍	锆	钽	铈	锰	铜	锌	铁	硅	铁/硅*)
本发明合金	1	5.0	0.01/	0.0001/	0.05	0.18	0.001	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	1
	2	5.3	0.03	0.003	0.1	0.24	0.02	0.12	0.1	0.1	0.10	0.03	3.33
	3	5.6	0.05	0.005	0.15	0.30	0.004	0.18	0.15	0.15	0.2	0.05	5
元素超限													
	4	4.5	0.005	0.00005	0.01	0.12	0.0005	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.5
	5	6.0	0.1	0.01	0.2	0.36	0.008	0.25	0.25	0.25	0.5	0.08	6.25
已知合金													
	6	4.4	0.05	0.003	0.1	0.3	0.002	-	-	-	-	-	-
													余量-

*)：铁含量对硅含量的比

如果该合金是在冶金生产条件下生产，那么由铝-锰合金制得的废金属可以被用作添加剂。

铸锭被均匀化并加工至 140 毫米的厚度，随后在 400℃ 的温度下热轧至 7 毫米的厚度，再冷轧至 4 毫米的厚度。冷轧板材在电炉中热处理，热处理过的板材被用作测试材料。

从板材上取出的标准横切试样被用来测定静力抗张强度 (R_m , $R_{p0.2}$, A) 和动力强度：

— 测定短期强度 (LCF) 失效的周期数 (N)，其中使用切口系数为 $K_t = 2.5$ 、最大应力为 $\sigma_{\max} = 160 \text{ MPa}$ 的试样；

— 应力强度系数为 $\Delta K = 31.2 \text{ Mpa}^{0.5}$ 范围内的裂纹扩展速度 da/dN ；

— 平面应力状态的临界应力强度因子 K_{Ic} , 试样的宽度为 160 mm (B)

所有的测试都在室温下进行。

表 2 列出测试结果。

表 2 验证了本发明的合金比传统合金具有更高的静力和动力强度。使用依据本发明的合金的结构重量减少 10—15%，为了降低运行费用，对于航天事业这是很重要的。依据本发明的合金具有在静力和动力条件下的高运行可能性、和依据本发明的合金作为一种自然的硬化的合金所具有的高耐蚀性与良好的焊接性，这使该合金能被应用于建造全新的飞机与太空船、海轮、汽车、以及其他构件用焊接相连的交通工具。依据本发明的合金可以被用作焊接构件的原材料以及作为焊接用的焊接填料。

表 2

合金	组合物	热处理板材的特性					
		R_m [MPa]	$R_{po.2}$ [MPa]	A [%]	LCF [周期] ($K_t = 2.5$; $\sigma_{max} = 160$ MPa)	da/dN [mm/周期] ($\Delta K = 31.2$ MPa $\sqrt{m}$)	K _c (MPa $\sqrt{m}$) (B = 160 mm)
本发明合金	1	390	275	17	150×10^3	2.3×10^{-3}	62
	2	400	280	16	140×10^3	2.5×10^{-3}	63
	3	410	290	15	140×10^3	3.3×10^{-3}	62
元素超限	4	370	260	18	130×10^3	3.8×10^{-3}	62
	5	420	315	13	110×10^3	4.0×10^{-3}	60
已知合金	6	380	275	15	130×10^3	3.8×10^{-3}	62