



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106255771 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(21)申请号 201580022922.5

(74)专利代理机构 北京市联德律师事务所  
11361

(22)申请日 2015.04.23

代理人 黄大正

(30)优先权数据

61/986,249 2014.04.30 US

(51)Int.Cl.

G22C 21/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.10.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/027224 2015.04.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/167916 EN 2015.11.05

(71)申请人 美铝公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72)发明人 严新炎 E·斯密艾利 J·C·林

张文平 J·D·布赖恩特

权利要求书5页 说明书6页

(54)发明名称

改善的7XX铝铸造合金及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了新型7xx铝铸造合金。所述铝铸造合金一般包含3.0至8.0重量%的Zn、1.0至3.0重量%的Mg,其中所述Zn的重量%超过所述Mg的重量%;0.35至1.0重量%的Cu,其中所述Mg的重量%超过所述Cu的重量%;0.05至0.30重量%的V;0.01至1.0重量%的至少一种次要元素(Mn、Cr、Zr、Ti、B以及它们的组合);至多0.50重量%的Fe以及至多0.25重量%的Si,余量为铝和其他元素,其中所述其他元素中的每一种在所述铝铸造合金中的含量不超过0.05重量%,并且其中所述其他元素的总量在所述铝铸造合金中的含量不超过0.15重量%。

1. 一种铝铸造合金,由以下元素组成:
  - (a)3.0至8.0重量%的Zn;
  - (b)1.0至3.0重量%的Mg;其中所述Zn的重量%超过所述Mg的重量%;
  - (c)0.35至1.0重量%的Cu;其中所述Mg的重量%超过所述Cu的重量%;
  - (d)0.05至0.30重量%的V;
  - (e)0.01至1.0重量%的至少一种次要元素,其中所述至少一种次要元素选自Mn、Cr、Zr、Ti、B以及它们的组合;其中,当存在Mn作为次要元素时,所述铝铸造合金包含不超过0.50重量%的Mn;  
其中,当存在Cr作为次要元素时,所述铝铸造合金包含不超过0.40重量%的Cr;  
其中,当存在Zr作为次要元素时,所述铝铸造合金包含不超过0.25重量%的Zr;  
其中,当存在Ti作为次要元素时,所述铝铸造合金包含不超过0.25重量%的Ti;  
其中,当存在B作为次要元素时,所述铝铸造合金包含不超过0.05重量%的B;
  - (f)至多0.50重量%的Fe;
  - (g)至多0.25重量%的Si;以及
  - (h)余量为铝和其他元素,其中所述其他元素中的每一种在所述铝铸造合金中的含量不超过0.05重量%,并且其中所述其他元素的总量在所述铝铸造合金中的含量不超过0.15重量%。
2. 根据权利要求1所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过7.5重量%的Zn。
3. 根据权利要求1所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过7.0重量%的Zn。
4. 根据权利要求1所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过6.5重量%的Zn。
5. 根据权利要求1所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过6.0重量%的Zn。
6. 根据权利要求1所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过5.5重量%的Zn。
7. 根据权利要求1所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过5.0重量%的Zn。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含至少3.25重量%的Zn。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含至少3.5重量%的Zn。
10. 根据权利要求1至7中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含至少3.75重量%的Zn。
11. 根据权利要求1至7中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含至少4.0重量%的Zn。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过2.75重量%的Mg。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过2.5重量%的Mg。
14. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过2.25重量%的Mg。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过2.0重量%的Mg。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过1.8重量%的Mg。

17. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少1.1重量%的Mg。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少1.2重量%的Mg。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少1.3重量%的Mg。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少1.4重量%的Mg。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少0.40重量%的Cu。

22. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少0.45重量%的Cu。

23. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少0.50重量%的Cu。

24. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少0.55重量%的Cu。

25. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含至少0.60重量%的Cu。

26. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.95重量%的Cu。

27. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.90重量%的Cu。

28. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.85重量%的Cu。

29. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.80重量%的Cu。

30. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.35重量%的Fe。

31. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.25重量%的Fe。

32. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.15重量%的Fe。

33. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.10重量%的Fe。

34. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述合金包含不超过0.20重

量%的Si。

35.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过0.15重量%的Si。

36.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过0.10重量%的Si。

37.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过0.05重量%的Si。

38.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含至少0.01重量%的Si和至少0.01重量%的Fe。

39.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Zr,并且其中所述铝铸造合金包含0.05至0.25重量%的Zr。

40.根据权利要求39所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.05至0.20重量%的Zr。

41.根据权利要求39所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.07至0.18重量%的Zr。

42.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Mn,并且其中所述铝铸造合金包含0.01至0.50重量%的Mn。

43.根据权利要求42所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.25重量%的Mn。

44.根据权利要求42所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.15重量%的Mn。

45.根据权利要求42所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.10重量%的Mn。

46.根据权利要求42所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.09重量%的Mn。

47.根据权利要求42所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.08重量%的Mn。

48.根据权利要求42所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.07重量%的Mn。

49.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Cr,并且其中所述铝铸造合金包含0.05至0.40重量%的Cr。

50.根据权利要求49所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.10至0.35重量%的Cr。

51.根据权利要求49所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.15至0.25重量%的Cr。

52.根据权利要求1至48中任一项所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过0.04重量%的Cr。

53.根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Ti,并且其中所述铝铸造合金包含0.01至0.25重量%的Ti。

54. 根据权利要求53所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.15重量%的Ti。

55. 根据权利要求53所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.10重量%的Ti。

56. 根据权利要求53所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.01至0.08重量%的Ti。

57. 根据权利要求53所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.02至0.07重量%的Ti。

58. 根据权利要求53至57中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Ti和B,并且其中所述铝铸造合金包含0.001至0.050重量%的B。

59. 根据权利要求58所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.005至0.040重量%的B。

60. 根据权利要求58所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含0.010至0.030重量%的B。

61. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Zr和Ti。

62. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Zr、Ti和B。

63. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素至少包括Zr、Mn、Ti和B。

64. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述至少一种次要元素包括Zr、Mn、Ti、Cr和B。

65. 根据权利要求63所述的铝铸造合金,其中所述合金包含不超过0.04重量%的Cr。

66. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.25重量%的V。

67. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.20重量%的V。

68. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.18重量%的V。

69. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.16重量%的V。

70. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.15重量%的V。

71. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.14重量%的V。

72. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.13重量%的V。

73. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金,其中所述铝铸造合金包含不超过0.12重量%的V。

74. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述铝铸造合金包含不超过 0.11 重量%的V。

75. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述铝铸造合金包含至少 0.06 重量%的V。

76. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述铝铸造合金包含至少 0.07 重量%的V。

77. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述铝铸造合金包含至少 0.08 重量%的V。

78. 根据前述权利要求中任一项所述的铝铸造合金, 其中所述铝铸造合金包含至少 0.09 重量%的V。

79. 一种由根据权利要求1至78中任一项所述的铝铸造合金制成的成形铸件。

80. 根据权利要求79所述的成形铸件, 其中所述成形铸件为汽车部件。

81. 根据权利要求80所述的成形铸件, 其中所述成形铸件包括在汽车中。

82. 一种由根据权利要求1至78中任一项所述的铝铸造合金制成的锻造铝合金产品。

83. 根据权利要求82所述的锻造铝合金产品, 其中所述锻造铝合金产品为锻制车轮产品。

## 改善的7XX铝铸造合金及其制备方法

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本专利申请要求于2014年4月30日提交的名为“IMPROVED 7XX ALUMINUM CASTING ALLOYS, AND METHODS FOR MAKING THE SAME”(改善的7XX铝铸造合金及其制备方法)的美国临时专利申请第61/986,249号的优先权权益,该文献全文以引用方式并入本文。

### 背景技术

[0002] 铝合金可用于各种各样的应用。然而,要改进铝合金的一种特性而不使其另一种特性退化很难实现。例如,要增加铝铸造合金的强度而不影响其他性能(诸如,铸造性、伸长率或应力腐蚀开裂性)比较困难。参见例如美国专利申请公开第2008/0066833号。

### 发明内容

[0003] 广义地讲,本专利申请涉及改善的7xx铝铸造合金及其制备方法。该新型7xx铝铸造合金可例如实现强度、耐腐蚀性、铸造性及抗疲劳失效等等中至少两个的组合的改善。

[0004] 该新型7xx铝铸造合金一般包含(在某些情况下,基本上由以下物质组成,或由以下物质组成)主要合金元素和至少一种次要元素,所述主要合金元素为锌(Zn)、镁(Mg)、铜(Cu)和钒(V),所述至少一种次要元素选自锰(Mn)、铬(Cr)、锆(Zr)、钛(Ti)和硼(B),余量为铝(Al)、铁(Fe)、硅(Si)和其他元素,如下文所定义。

[0005] 就锌而言,该新型7xx铝铸造合金一般包含3.0至8.0重量%的Zn。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过7.5重量%的Zn。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过7.0重量%的Zn。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过6.5重量%的Zn。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过6.0重量%的Zn。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过5.5重量%的Zn。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过5.0重量%的Zn。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少3.25重量%的Zn。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少3.5重量%的Zn。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少3.75重量%的Zn。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少4.0重量%的Zn。

[0006] 该新型7xx铝铸造合金一般包含1.0至3.0重量%范围内的Mg。锌的量超过镁的量。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过2.75重量%的Mg。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过2.5重量%的Mg。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过2.25重量%的Mg。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过2.0重量%的Mg。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过1.8重量%的Mg。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少1.1重量%的Mg。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少1.2重量%的Mg。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少1.3重量%的Mg。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少1.4重量%的Mg。

[0007] 该新型7xx铝铸造合金一般包含0.35至1.0重量%范围内的铜。镁的量超过铜的量。如下文所示,铜可有助于(例如)改善耐腐蚀性和/或强度。在一个实施例中,新型7xx铝铸造

合金包含不超过0.95重量%的Cu。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.90重量%的Cu。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.85重量%的Cu。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.80重量%的Cu。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.40重量%的Cu。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.45重量%的Cu。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.50重量%的Cu。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.55重量%的Cu。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.60重量%的Cu。

[0008] 该新型7xx铝铸造合金一般包含0.05至0.30重量%的V。如下文所示,钒可有助于(例如)改善耐腐蚀性。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.25重量%的V。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.20重量%的V。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.18重量%的V。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.16重量%的V。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.15重量%的V。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.14重量%的V。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.13重量%的V。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.12重量%的V。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.11重量%的V。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.06重量%的V。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.07重量%的V。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.08重量%的V。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.09重量%的V。当疲劳性能较为关键时,应使用不超过0.15重量%的V。

[0009] 该新型7xx铝铸造合金一般包含(总计)0.01至1.0重量%的一种或多种次要元素,其中所述次要元素选自锰、锆、铬、钛、硼以及它们的组合。此类次要元素可至少部分地有助于(例如)获得适当的晶粒结构和尺寸。在一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含(总计)0.10至0.80重量%的次要元素。在另一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含(总计)0.15至0.60重量%的次要元素。在另一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含(总计)0.15至0.45重量%的次要元素。所述一种或多种次要元素可以有助于形成适当晶粒尺寸和结构的任意组合形式包含在该新型7xx铝铸造合金中,只要次要元素的总量在上文所提供的范围内。在一个实施例中,该次要元素至少包括锆。在另一个实施例中,该次要元素至少包括锆和钛。在又一个实施例中,该次要元素至少包括锆、钛和硼。在又一个实施例中,该次要元素至少包括锆、镁、钛和硼。在部分这些实施例中,该新型7xx铝铸造合金基本上不含铬,如下文所定义。在另一个实施例中,该次要元素包括锆、镁、钛、铬和硼中的全部。在其他实施例中,该新型7xx铝铸造合金至少包含铬,但基本上不含镁、锆、钛和硼中的一种或多种,如下文所定义。

[0010] 在存在锰的实施例中,该新型7xx铸合金一般包含0.01至0.50重量%的Mn。在一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.25重量%的Mn。在另一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.15重量%的Mn。在又一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.10重量%的Mn。在另一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.09重量%的Mn。在又一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.08重量%的Mn。在又一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.07重量%的Mn。在一些实施例中,该新型7xx铝铸造合金基本上不含锰,并且在这些实施例中包含小于0.01重量%的Mn。



[0011] 在存在锆的实施例中,该新型7xx铸合金一般包含0.05至0.25重量%的Zr。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.05至0.20重量%的Zr。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.07至0.18重量%的Zr。在一些实施例中,该新型7xx铝铸造合金基本上不含锆,并且在这些实施例中包含小于0.05重量%的Zr,诸如小于0.03重量%的Zr,或小于0.01重量%的Zr。

[0012] 在存在铬的实施例中,该新型7xx铸合金一般包含0.05至0.40重量%的Cr。在一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.10至0.35重量%的Cr。在另一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金包含0.15至0.25重量%的Cr。在一些实施例中,该新型7xx铝铸造合金基本上不含铬,并且在这些实施例中包含小于0.05重量%的Cr,诸如小于0.03重量%的Cr,或小于0.01重量%的Cr。

[0013] 在存在钛的实施例中,该新型7xx铸合金一般包含0.01至0.25重量%的Ti。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.15重量%的Ti。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.10重量%的Ti。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.01至0.08重量%的Ti。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.02至0.07重量%的Ti。在一些实施例中,该新型7xx铝铸造合金基本上不含钛,并且在这些实施例中包含小于0.01重量%的Ti,诸如小于0.005重量%的Ti,或小于0.001重量%的Ti。

[0014] 在存在硼的实施例中,该新型7xx铸合金一般包含0.001至0.050重量%的B。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.005至0.040重量%的B。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含0.010至0.030重量%的B。在一些实施例中,该新型7xx铝铸造合金基本上不含硼,并且在这些实施例中包含小于0.001重量%的B,诸如小于0.0005重量%的B,或小于0.0001重量%的B。

[0015] 该新型7xx铝铸造合金可包含铁,至多0.50重量%的Fe,有时作为杂质。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.35重量%的Fe。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.25重量%的Fe。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.15重量%的Fe。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.10重量%的Fe。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.01重量%的Fe。

[0016] 该新型7xx铝铸造合金可包含硅,至多0.25重量%的Si,有时作为杂质。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.20重量%的Si。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.15重量%的Si。在又一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.10重量%的Si。在另一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含不超过0.05重量%的Si。在一个实施例中,新型7xx铝铸造合金包含至少0.01重量%的Si。

[0017] 该新型7xx铝铸造合金可基本上不含其他元素。如本文所用,“其他元素”是指除上述列出的锌、镁、铜、钒、锰、锆、铬、钛、硼、铁和硅以外周期表中的任意其他元素,如上文所述。在本段的上下文中,短语“基本上不含”是指该新型7xx铝铸造合金包含不超过0.10重量%的其他元素中的任一元素,其中这些其他元素在该新型7xx铝铸造合金中的总组合量不超过0.35重量%。在另一个实施例中,这些其他元素中的每一者在该新型7xx铝铸造合金中都不超过0.05重量%,并且这些其他元素在该新型7xx铝铸造合金中的总组合量不超过0.15重量%。在另一个实施例中,这些其他元素中的每一者在该新型7xx铝铸造合金中都不超过0.03重量%,并且这些其他元素在该新型7xx铝铸造合金中的总组合量不超过0.10重量%。

[0018] 在一个实施例中,该新型7xx铝铸造合金被铸造成7xx成形铸件。就这一点而言,铸造步骤可以是低压压铸、重力永久模铸、半永久模铸、挤压、铸造、砂模铸造和自旋/离心铸造。铸造之后,可对该新型7xx铸造合金进行回火(诸如通过固溶热处理),之后淬火,然后进行自然或人工时效处理。合适的回火包括例如T4、T5、T6和T7回火。

[0019] 该7xx成形铸件可用于任意合适的应用中,诸如汽车、航空、工业或商业运输应用等。在一个实施例中,该7xx成形铸件是汽车部件(例如,白车身(BIW)部件;悬挂部件)。在一个实施例中,该7xx成形铸件包括在汽车中。在一个实施例中,该7xx成形铸件是航空部件。在一个实施例中,该7xx成形铸件包括在航空航天飞行器中。在一个实施例中,该7xx成形铸件是工业部件。在一个实施例中,该7xx成形铸件是商业运输部件。在一个实施例中,该7xx成形铸件包括在商业运输车辆中。

[0020] 虽然该新型7xx合金被描述为成形铸造合金,但可预料的是,本文所述的合金组成也可用于生产锻造产品。例如,可对本文所述的合金进行铸造(例如,作为铸锭或坯锭),之后均质化,然后进行热加工形成中间或最终形式(例如,当热加工产生中间形式时,在热加工之后进行冷加工)。在一个实施例中,该热加工为锻制。在一个实施例中,锻制产生成形产品,诸如车轮产品。在另一个实施例中,该热加工为轧制或挤制。在热加工(以及任意可选的冷加工)之后,可对该新型合金进行回火(诸如通过固溶热处理),之后淬火,然后进行自然或人工时效处理。合适的回火包括例如T4、T5、T6和T7回火。在一个实施例中,根据共同拥有的美国专利申请公开第2006/0000094号中所述的工艺将本文所述的新型合金组成加工成锻制车轮产品,该文献全文以引用方式并入本文。

## 具体实施方式

### 实例1

[0021] 通过定向凝固铸造具有下表1所示的组成的几种7xx铝铸造合金。该定向凝固合金的尺寸近似为25.4mm(1英寸)厚、102mm(4英寸)宽、254mm(10英寸)长。

表1-实例1所述合金的组成(以重量%计)

| 合金 | 实际组成, 重量% |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
|----|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|    | Zn        | Mg   | Cu   | Fe   | Si   | Mn   | Ti   | V     | Zr   | B    |
| A1 | 4.21      | 1.55 | 0.65 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.009 | 0.09 | 0.02 |
| A2 | 4.20      | 1.56 | 0.65 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.057 | 0.09 | 0.02 |
| A3 | 4.35      | 1.62 | 0.63 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.103 | 0.09 | 0.02 |
| A4 | 4.33      | 1.63 | 0.63 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.151 | 0.09 | 0.02 |

合金A2-A4是本发明的合金。

[0022] 铸造之后,通过以下步骤对合金进行固溶热处理:在约2小时内从室温加热至约515.6°C(960°F),保持在约515.6°C(960°F)6小时,然后在沸水中淬火。然后对合金进行自然时效处理约12-24小时,随后通过以下步骤对其进行人工时效处理:在约50分钟内将其加热至约204°C(400°F),保持在约204°C(400°F)约10分钟,在约15分钟内冷却至182°C(360°F),保持在182°C(360°F)约4小时,然后空气冷却至室温。

[0023] 然后根据ASTM G103-97(2011)“Standard Practice for Evaluating Stress-Corrosion Cracking Resistance of Low Copper 7XXX Series Al-Zn-Mg-Cu Alloys in Boiling 6% Sodium Chloride Solution(用于评估低铜7XXX系列Al-Zn-Mg-Cu合金在沸腾

的6%氯化钠溶液中的抗应力腐蚀开裂性的标准操作)”评估合金的抗应力腐蚀开裂性(SCC)。用240MPa的应力水平来评估所有样本。每种合金使用五个重复SCC样本。SCC结果示于下表2中。

表2-实例1所述合金的SCC沸腾盐溶液测试结果

| 合金 | 至失效的天数 |       |       |       |       |
|----|--------|-------|-------|-------|-------|
|    | A1     | 10    | OK 14 | 2.91  | OK 14 |
| A2 | 7.23   | OK 14 | OK 14 | 12.02 | OK 14 |
| A3 | OK 14  | OK 14 | OK 14 | OK 14 | OK 14 |
| A4 | OK 14  | OK 14 | OK 14 | OK 14 | OK 14 |

“OK 14”=通过14天的测试未失效

[0024] 加入钒就改善了Al-Zn-Mg-Cu合金的SCC性能。在沸腾盐溶液测试中,合金A1的两个样本在一周内失效,而含钒合金的样本通过1周的沸腾测试未失效。较大的钒含量改善了SCC性能。合金A2(0.057重量%的V)的两个SCC样本在一至两周内失效,而A3(0.103重量%的V)和A4(0.151重量%的V)的样本通过两周的测试未失效。

[0025] 还根据ASMT B557和E8测试了合金的机械性能,结果示于下表3中。添加钒并没有实质性地影响拉伸或屈服强度,但的确略微降低了伸长率。

表3-实例1所述合金的机械性能

| 合金 | 屈服强度, MPa | 拉伸强度, MPa | 伸长率, % |
|----|-----------|-----------|--------|
| A1 | 320.8     | 376.0     | 11.0   |
| A2 | 305.9     | 365.4     | 10.3   |
| A3 | 323.4     | 376.9     | 9.0    |
| A4 | 321.3     | 375.0     | 9.0    |

## 实例2

[0026] 按照实例1的方法,制备具有下表4所示的组成的几种7xx铝铸造合金。使用实例1中所用的ASTM测试和条件测量SCC和机械性能,结果示于下表5-6中。

表4-实例2所述合金的组成(以重量%计)

| 合金 | 实际组成, 重量% |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|----|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|    | Zn        | Mg   | Cu   | Fe   | Si   | Mn   | Ti   | V    | Zr    | B    |
| B1 | 4.39      | 1.61 | --   | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.093 | 0.02 |
| B2 | 4.38      | 1.61 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.093 | 0.02 |
| B3 | 4.38      | 1.62 | 0.48 | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.091 | 0.02 |
| B4 | 4.39      | 1.61 | 0.78 | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.091 | 0.02 |

合金B3和B4是本发明的合金。

表5-实例2所述合金的SCC沸腾盐溶液测试结果

| 合金 | 至失效的天数 |      |      |      |      |
|----|--------|------|------|------|------|
|    | B1     | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| B2 | 0.08   | 0.75 | 3.74 | 0.75 | 0.92 |
| B3 | OK 7   | OK 7 | OK 7 | OK 7 | OK 7 |
| B4 | OK 7   | OK 7 | OK 7 | 5.77 | OK 7 |

“OK 7”=通过7天的测试未失效

表6-实例2所述合金的机械性能

| 合金 | 屈服强度,MPA | 拉伸强度,MPA | 伸长率,% |
|----|----------|----------|-------|
| B1 | 268.5    | 323.0    | 12.0  |
| B2 | 284.5    | 338.8    | 10.3  |
| B3 | 301.5    | 353.8    | 8.7   |
| B4 | 323.0    | 367.2    | 6.7   |

[0027] 如表5所示,铜对SCC性能有显著影响。所有无铜合金的样本(B1)都在不到2小时(0.08天)内失效。所有含0.48重量%的Cu的合金样本(B3)都在240MPa的应力水平下通过了7天的测试。如表6所示,增加铜一般会增加强度,但会降低伸长率。

[0028] 虽然已详细描述本发明的各种实施例,但这些实施例的修改和调整对于本领域的技术人员而言是显而易见的。然而,应当明确理解,此类修改形式和调整在本公开的精神和范围内。