



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110869161 A

(43)申请公布日 2020.03.06

(21)申请号 201880038634.2

(22)申请日 2018.06.12

(30)优先权数据

62/518,719 2017.06.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.12.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/037028 2018.06.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/231779 EN 2018.12.20

(71)申请人 欧瑞康美科(美国)公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 J·维奇奥 J·L·切尼

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 董志勇

(51)Int.Cl.

B23K 35/30(2006.01)

C22C 37/06(2006.01)

C22C 38/36(2006.01)

C22C 38/38(2006.01)

C23C 30/00(2006.01)

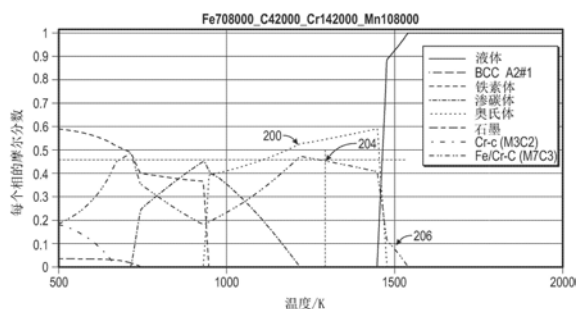
权利要求书6页 说明书14页 附图3页

(54)发明名称

高硬质相分数非磁性合金

(57)摘要

本文公开了非磁性铁基合金的实施方式。该合金可包含提供显著的韧性和耐磨性的高硬质相分数。在一些实施方式中,该合金可具有高奥氏体含量和高韧性。进一步,该合金的实施方式可包括许多大的或极硬的颗粒。



1. 一种配置为形成基体的铁基合金,所述基体包括:
至少90%的奥氏体;
至少15体积%的极硬颗粒;
至少5体积%的大的极硬颗粒;和
等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度。
2. 权利要求1所述的合金,其中所述合金被配置为形成包括1.04 μ 或更低的相对磁导率的材料。
3. 权利要求1-2任一项所述的合金,其中所述合金被配置为形成材料,其包括:
小于1.5克的ASTM G65磨耗量;和
超过6,000次20J冲击的抗冲击性。
4. 权利要求1-3任一项所述的合金,其中所述基体包括大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数。
5. 权利要求1-4任一项所述的合金,其中所述基体包括15摩尔%或更大的总硬质相。
6. 权利要求1-5任一项所述的合金,其中所述基体包括至少95%的奥氏体。
7. 权利要求1-6任一项所述的合金,其中所述合金包括Fe、C、Cr和Mn。
8. 权利要求1-7任一项所述的合金,其中所述合金包括Fe和:
约3至约6wt.%的C;
约12至约21wt.%的Cr;和
约9至约17wt.%的Mn。
9. 权利要求1-8任一项所述的合金,其中所述合金被配置为形成包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%的Mn的涂层,其由包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形成。
10. 权利要求1所述的合金,其中:
所述FCC-BCC转变温度等于或低于950K;
所述基体包括约100%的奥氏体;
所述基体包括至少35体积%的极硬颗粒;
所述基体包括至少25体积%的大的极硬颗粒;和
所述基体包括大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数;和
其中所述合金被配置为形成涂层,其包括:
1.01 μ 或更低的相对磁导率;
小于0.30克的ASTM G65磨耗量;和
超过10,000次20J冲击的抗冲击性。
11. 权利要求1-10任一项所述的合金,其中在1300K下,所述基体的镍和铬当量落在舍弗勒图的奥氏体区。
12. 权利要求1-8、10和11任一项所述的合金,其中所述合金是粉末。
13. 权利要求1-11任一项所述的合金,其中所述合金是一种或多种金属丝。
14. 权利要求1-11任一项所述的合金,其中所述合金是涂层。
15. 一种被配置为形成基体的铁基原料,所述基体包括:
至少90%的奥氏体;

至少15体积%的极硬颗粒；
至少5体积%的大的极硬颗粒；和
等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度。

16. 权利要求15所述的原料，其中所述原料被配置为形成包括1.04 μ 或更低的相对磁导率的材料。

17. 权利要求15-16任一项所述的原料，其中所述原料被配置为形成材料，其包括：
小于1.5克的ASTM G65磨耗量；和
超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

18. 权利要求15-17任一项所述的原料，其中所述原料包括大于或等于2%的过共晶硬质相摩尔分数。

19. 权利要求15-18任一项所述的原料，其中所述基体包括15摩尔%或更大的总硬质相。

20. 权利要求15-19任一项所述的原料，其中所述基体包括至少95%的奥氏体。

21. 权利要求15-20任一项所述的原料，其中所述原料包括Fe、C、Cr和Mn。

22. 权利要求15-21任一项所述的原料，其中所述原料包括Fe和：

约3至约6wt.%的C；
约12至约21wt.%的Cr；和
约9至约17wt.%的Mn。

23. 权利要求15-22任一项所述的原料，其中所述原料被配置为形成包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的C和约10wt.%的Mn的涂层，和原料是包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形式。

24. 权利要求15所述的原料，其中：
所述FCC-BCC转变温度等于或低于950K；
所述基体包括约100%的奥氏体；
所述基体包括至少35体积%的极硬颗粒；
所述基体包括至少25体积%的大的极硬颗粒；和
所述基体包括大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数；和
其中所述原料被配置为形成涂层，其包括：

1.01 μ 或更低的相对磁导率；
小于0.30克的ASTM G65磨耗量；和
超过10,000次20J冲击的抗冲击性。

25. 权利要求15-24任一项所述的原料，其中在1300K下，所述基体的镍和铬当量落在舍弗勒图的奥氏体区。

26. 权利要求15-22、24和25任一项所述的原料，其中所述原料包括金属丝或多种金属丝。

27. 权利要求15-22、24和25所述的原料，其中所述原料包括粉末。

28. 权利要求15-22、24和25所述的原料，其中所述原料包括芯线或多种芯线。

29. 一种由合金形成的铁基耐磨涂层，所述合金包括：

等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度；

至少90%的奥氏体；
至少15体积%的极硬颗粒；
至少5体积%的大的极硬颗粒；
小于1.5克的ASTM G65磨耗量；
1.04 μ 或更低的相对磁导率；和
超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

30. 权利要求29所述的涂层，其中所述合金包括大于或等于2%的过共晶硬质相摩尔分数。

31. 权利要求29-30任一项所述的涂层，其中所述合金包括15摩尔%或更大的总硬质相。

32. 权利要求29-31任一项所述的涂层，其中所述合金包括至少95%的奥氏体。

33. 权利要求29-32任一项所述的涂层，其中所述合金包括Fe、C、Cr和Mn。

34. 权利要求29-33任一项所述的涂层，其中所述合金包括Fe和：

约3至约6wt.%的C；
约12至约21wt.%的Cr；和
约9至约17wt.%的Mn。

35. 权利要求29-34任一项所述的涂层，其中所述合金包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%Mn，其由包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形成。

36. 权利要求29所述的涂层，其中所述合金包括：

等于或低于950K的FCC-BCC转变温度；
约100%的奥氏体；
至少35体积%的极硬颗粒；
至少25体积%的大的极硬颗粒；
大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数；
1.01 μ 或更低的相对磁导率；
小于0.30克的ASTM G65磨耗量；和
超过10,000次20J冲击的抗冲击性。

37. 一种形成铁基耐磨涂层的方法，所述方法包括：

将合金施加到基底以形成涂层，形成所述涂层的所述合金包括：

等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度；
至少90%的奥氏体；
至少15体积%的极硬颗粒；
至少5体积%的大的极硬颗粒；
小于1.5克的ASTM G65磨耗量；
1.04 μ 或更低的相对磁导率；和
超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

38. 权利要求37所述的方法，其中所述合金包括大于或等于2%的过共晶硬质相摩尔分数。

39. 权利要求37-38任一项所述的方法,其中所述合金包括15摩尔%或更大的总硬质相。

40. 权利要求37-39任一项所述的方法,其中所述合金包括至少95%的奥氏体。

41. 权利要求37-40任一项所述的方法,其中所述合金包括Fe、C、Cr和Mn。

42. 权利要求37-41任一项所述的方法,其中所述合金包括Fe和:

约3至约6wt.%的C;

约12至约21wt.%的Cr;和

约9至约17wt.%的Mn。

43. 权利要求37所述的方法,其中形成所述涂层的所述合金包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%的Mn,和其中所述涂层由包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形成。

44. 权利要求37所述的方法,其中所述合金包括:

等于或低于950K的FCC-BCC转变温度;

约100%的奥氏体;

至少35体积%的极硬颗粒;

至少25体积%的大的极硬颗粒;

大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数;

1.01 μ 或更低的相对磁导率;

小于0.30克的ASTM G65磨耗量;和

超过10,000次20J冲击的抗冲击性。

45. 权利要求37-44任一项所述的方法,其中所述合金通过热喷涂施加。

46. 权利要求37-45任一项所述的方法,其中所述基底是耐磨板。

47. 一种耐磨的奥氏体合金,其包括:

在1300K下,大于或等于1%的总的过共晶硬质相分数;

其中在1300K下所述合金基体的镍和铬当量落在舍弗勒图的奥氏体区。

48. 权利要求47所述的合金,其中所述合金包括Fe和以重量百分比计:

C:3.6;

Cr:13.2;和

Mn:10.0。

49. 权利要求47所述的合金,其中所述合金包括Fe和以重量百分比计:

C:约3至约4;

Cr:约12至约14;和

Mn:约9至约12。

50. 权利要求47-49任一项所述的合金,其包括在1300K下大于或等于1.5%的总的过共晶硬质相分数。

51. 权利要求47-50任一项所述的合金,其包括在1300K下大于或等于2%的总的过共晶硬质相分数。

52. 权利要求47-51任一项所述的合金,其包括等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度。

53. 权利要求47-52任一项所述的合金,其中所述基体包括15摩尔%或更大的总硬质

相。

54. 一种具有基体的耐磨的奥氏体合金,所述基体包括:

大于5%的大的极硬质相体积分数;

其中所述基体为至少90%奥氏体的。

55. 权利要求54所述的合金,其中所述合金包括Fe和以重量百分比计:

C:3.6;

Cr:13.2;和

Mn:10.0。

56. 权利要求54所述的合金,其中所述合金包括Fe和以重量百分比计:

C:约3至约4;

Cr:约12至约14;和

Mn:约9至约12。

57. 权利要求54-56任一项所述的合金,其中所述基体包括大于10%的大的极硬质相体积分数。

58. 权利要求54-57任一项所述的合金,其中所述基体包括大于15%的大的极硬质相体积分数。

59. 权利要求54-58任一项所述的合金,其中所述基体为至少95%奥氏体的。

60. 权利要求54-59任一项所述的合金,其中所述基体为至少99%奥氏体的。

61. 一种耐磨的奥氏体合金,其包括:

配置为承受6,000次20J冲击而不会失效的冲击韧性;和

小于1.5克的ASTM G65A磨耗量。

62. 权利要求61所述的合金,其中所述合金包括Fe和以重量百分比计:

C:3.6;

Cr:13.2;和

Mn:10.0。

63. 权利要求61所述的合金,其中所述合金包括Fe和以重量百分比计:

C:约3至约4;

Cr:约12至约14;和

Mn:约9至约12。

64. 权利要求61-63任一项所述的合金,其中所述合金可承受7,000次20J冲击而不会失效。

65. 权利要求61-64任一项所述的合金,其中所述合金可承受8,000次20J冲击而不会失效。

66. 权利要求61-65任一项所述的合金,其中所述合金具有小于1.25克的ASTM G65A磨耗量。

67. 权利要求61-66任一项所述的合金,其中所述合金具有小于1.1克的ASTM G65A磨耗量。

68. 一种耐磨铁基合金,所述合金包括:

基体,其包括至少90%的奥氏体;

至少15体积%的极硬颗粒；
至少5体积%的大极硬颗粒；
等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度；
至少15摩尔%的所述极硬颗粒；和
大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数；
其中由所述合金形成的涂层包括：
小于1.5克的ASTM G65磨耗量；
1.04 μ 或更低的相对磁导率；和
超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

高硬质相分数非磁性合金

[0001] 通过引用并入任何优先权申请

[0002] 本申请要求于2017年6月13日提交的美国临时申请号62/518,719、标题为“用于耐磨板的高碳化物分数非磁性合金 (High Carbide Fraction Non-Magnetic Alloys for Wear Plate)”的权益,其全部内容通过引用并入本文。

背景技术

技术领域

[0003] 本公开内容的实施方式通常涉及具有高硬质相分数 (high hard phase fraction) 的非磁性铁合金。

[0004] 相关领域描述

[0005] 在涉及沙子、岩石、或其他硬介质磨损表面的应用中,操作者主要关注磨料和腐蚀磨损。预见严重磨损的应用通常利用高硬度的材料以抵抗由于严重磨损造成的材料失效。这些材料通常包含为硬质沉淀物的碳化物和/或硼化物,其耐磨损并增加材料的整体硬度。通过多种焊接方法或直接铸成零件,这些材料经常用作涂层,称为硬面 (hardfacing)。在许多应用中,掉落的岩石或碎片引发的撞击可导致许多耐磨覆盖层的剥落,使它们无效。耐磨性和抗冲击性倾向于是合金的两个相互矛盾的特性,因为当硬质沉淀物体积分数增长时,合金的韧性倾向于降低。

发明内容

[0006] 本公开内容包括但不限于包括粉末、耐磨性材料和涂层的合金及其制造和使用方法的实施方式。

[0007] 本文公开了铁基合金的实施方式,其被配置为形成可包括至少90%的奥氏体、至少15体积%的极硬颗粒、至少5%体积的大的极硬颗粒、和等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度的基体。

[0008] 在一些实施方式中,合金可被配置为形成包括1.04 μ 或更低的相对磁导率的材料。在一些实施方式中,合金可被配置为形成包括小于1.5克的ASTM G65磨耗量、和超过6,000次20J冲击的抗冲击性的材料。

[0009] 在一些实施方式中,基体可包括大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数。在一些实施方式中,基体可包括15摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,基体可包括至少95%的奥氏体。在一些实施方式中,在1300K下,基体的镍和铬当量可落在舍弗勒图中的奥氏体区。

[0010] 在一些实施方式中,合金可包括Fe、C、Cr和Mn。在一些实施方式中,合金可包括Fe和约3至约6wt.%的C、约12至约21wt.%的Cr和约9至约17wt.%的Mn。在一些实施方式中,合金可被配置为形成包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%的Mn的涂层,其由包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约

14.2wt.%的Mn的金属丝形成。

[0011] 在一些实施方式中,FCC-BCC转变温度等于或低于950K,基体包括约100%的奥氏体,基体包括至少35体积%的极硬颗粒,基体包括至少25体积%的大的极硬颗粒,和基体包括大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数,并且其中合金被配置为形成包括1.01 μ 或更低的相对磁导率、小于0.30克的ASTM G65磨耗量、和超过10,000次20J冲击的抗冲击性的涂层。

[0012] 在一些实施方式中,合金可以是粉末。在一些实施方式中,合金可以是一种或多种金属丝。在一些实施方式中,合金可以是涂层。

[0013] 本文进一步公开了铁基原料的实施方式,其被配置为形成包括至少90%的奥氏体、至少15体积%的极硬颗粒、至少5体积%的大的极硬颗粒和等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度的基体。

[0014] 在一些实施方式中,原料可被配置为形成包括1.04 μ 或更低的相对磁导率的材料。在一些实施方式中,原料可被配置为形成小于1.5克的ASTM G65磨耗量和超过6,000次20J冲击的抗冲击性的材料。在一些实施方式中,原料可包括大于或等于2%的过共晶硬质相摩尔分数。在一些实施方式中,基体可包括15摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,基体可包括至少95%的奥氏体。在一些实施方式中,在1300K下,基体的镍和铬当量可落在舍弗勒图中的奥氏体区。

[0015] 在一些实施方式中,原料可包括Fe、C、Cr和Mn。在一些实施方式中,原料可包括Fe和约3至约6wt.%的C、约12至约21wt.%的Cr和约9至约17wt.%的Mn。在一些实施方式中,原料可被配置为形成包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%的Mn的涂层,和该原料是包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形式。

[0016] 在一些实施方式中,其中FCC-BCC转变温度等于或低于950K,基体包括约100%的奥氏体,基体包括至少35体积%的极硬颗粒,基体包括至少25体积%的大的极硬颗粒和基体包括大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数,并且其中原料被配置为形成包括1.01 μ 或更低的相对磁导率、小于0.30克的ASTM G65磨耗量和超过10,000次20J冲击的抗冲击性的涂层。

[0017] 在一些实施方式中,原料可包括金属丝或多种金属丝。在一些实施方式中,原料可包括粉末。在一些实施方式中,原料可包括芯线或多种芯线。

[0018] 本文也公开了由合金形成的铁基耐磨涂层,所述合金可包括等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度、至少90%的奥氏体、至少15体积%的极硬颗粒、至少5体积%的大的极硬颗粒和小于1.5克的ASTM G65磨耗量、1.04 μ 或更低的相对磁导率和超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

[0019] 在一些实施方式中,合金可包括大于或等于2%的过共晶硬质相摩尔分数。在一些实施方式中,合金可包括15摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,合金可包括至少95%的奥氏体。

[0020] 在一些实施方式中,合金可包括Fe、C、Cr和Mn。在一些实施方式中,合金包括Fe和约3至约6wt.%的C、约12至约21wt.%的Cr和约9至约17wt.%的Mn。在一些实施方式中,合金可包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%的Mn,其由包括

约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形成。

[0021] 在一些实施方式中,合金可包括等于或低于950K的FCC-BCC转变温度、约100%的奥氏体、至少35体积%的极硬颗粒、至少25体积%的大的极硬颗粒、大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数、1.01 μ 或更低的相对磁导率、小于0.30克的ASTM G65磨耗量和超过10,000次20J冲击的抗冲击性。

[0022] 本文进一步公开了形成铁基耐磨涂层的方法的实施方式,该方法可包括将合金施加到基底上以形成涂层,形成涂层的合金包括等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度、至少90%的奥氏体、至少15体积%的极硬颗粒、至少5体积%的大的极硬颗粒、小于1.5克的ASTM G65磨耗量、1.04 μ 或更低的相对磁导率和超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

[0023] 在一些实施方式中,合金可包括大于或等于2%的过共晶硬质相摩尔分数。在一些实施方式中,合金可包括15摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,合金可包括至少95%的奥氏体。

[0024] 在一些实施方式中,合金可包括Fe、C、Cr和Mn。在一些实施方式中,合金可包括Fe和约3至约6wt.%的C、约12至约21wt.%的Cr和约9至约17wt.%的Mn。在一些实施方式中,形成涂层的合金可包括约73.2wt.%的Fe、约3.6wt.%的C、约13.2wt.%的Cr和约10wt.%的Mn,和其中涂层由包括约60.2wt.%的Fe、约5.7wt.%的C、约19.9wt.%的Cr和约14.2wt.%的Mn的金属丝形成。

[0025] 在一些实施方式中,合金可包括等于或低于950K的FCC-BCC转变温度、约100%的奥氏体、至少35体积%的极硬颗粒、至少25体积%的大的极硬颗粒、大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数、1.01 μ 或更低的相对磁导率、小于0.30克的ASTM G65磨耗量和超过10,000次20J冲击的抗冲击性。

[0026] 在一些实施方式中,可通过热喷涂施加合金。在一些实施方式中,基底可以是耐磨板。

[0027] 在一些实施方式中,提供耐磨的奥氏体的合金,其包括在1300K下大于或等于1%的总过共晶硬质相分数,其中在1300K下,合金基体的镍和铬当量落在舍弗勒图中的奥氏体区。

[0028] 在一些实施方式中,合金可包括Fe和以重量百分比计:C:3.6、Cr:13.2和Mn:10.0。在一些实施方式中,合金可包括Fe和以重量百分比计:C:约3至约6、Cr:约12至约21、和Mn:约9至约17。

[0029] 在一些实施方式中,合金可包括在1300K下大于或等于1.5%的总过共晶硬质相分数。在一些实施方式中,合金可包括在1300K下大于或等于2%的总过共晶硬质相分数。在一些实施方式中,合金可包括等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度。在一些实施方式中,基体可包括15摩尔%或更大的总硬质相。

[0030] 本文也公开了耐磨的奥氏体的合金,其具有包括大于5%的大的极硬质相体积分数的基体,其中基体是至少90%奥氏体的。

[0031] 在一些实施方式中,合金可包括Fe和以重量百分比计:C:3.6、Cr:13.2和Mn:10.0。在一些实施方式中,合金可包括Fe和以重量百分比计:C:约3至约6、Cr:约12至约21、和Mn:约9至约17。

[0032] 在一些实施方式中,基体可包括大于10%的大的极硬质相体积分数。在一些实施

方式中,基体可包括大于15%的大的极硬质相体积分数。在一些实施方式中,基体可以是至少95%奥氏体的。在一些实施方式中,基体可以是至少99%奥氏体的。

[0033] 本文也公开了耐磨的奥氏体的合金的实施方式,该合金包括配置为承受6,000次20J冲击而不会失效的冲击韧性、和小于1.5克的ASTM G65A磨耗量。

[0034] 在一些实施方式中,合金可包括Fe和以重量百分比计:C:3.6、Cr:13.2和Mn:10.0。在一些实施方式中,合金可包括Fe和以重量百分比计:C:约3至约6、Cr:约12至约21、和Mn:约9至约17。

[0035] 在一些实施方式中,合金可承受7,000次20J冲击而不会失效。在一些实施方式中,合金可承受8,000次20J冲击而不会失效。在一些实施方式中,合金可具有小于1.25克的ASTM G65A磨耗量。在一些实施方式中,合金可具有小于1.1克的ASTM G65A磨耗量。

[0036] 本文也公开了耐磨的铁基合金的实施方式,该合金包括基体,该基体包括至少90%的奥氏体、至少15体积%的极硬颗粒、至少5体积%的大的极硬颗粒、等于或低于1000K的FCC-BCC转变温度、至少15摩尔%的极硬颗粒和大于或等于1%的过共晶硬质相摩尔分数,其中由该合金形成的涂层包括小于1.5克的ASTM G65A磨耗量、1.04 μ 或更低的相对磁导率和超过6,000次20J冲击的抗冲击性。

附图说明

[0037] 图1图解了当绘制基体的镍和铬当量时舍弗勒图的实施方式。

[0038] 图2图解了本公开内容实施方式的相图,其证明了Fe:70.8、C:4.2、Cr:14.2和Mn:10.8wt.%的组合物的热力学准则。

[0039] 图3图解了本公开内容实施方式的SEM显微照片,其证明了Fe:70.8、C:4.2、Cr:14.2和Mn:10.8wt.%的组合物的微结构准则。

具体实施方式

[0040] 本公开内容的实施方式包括但不限于硬面/加硬层(hardbanding)材料、合金、或用于制造这样的硬面/加硬层材料的粉末组合物,形成硬面/加硬层材料的方法,和被这些硬面/加硬层材料并入或保护的部件或基底。

[0041] 如本文公开的,术语合金可指形成本公开的粉末的化学组合物、粉末本身、原料本身、金属丝、包括粉末的金属丝、通过加热和/沉积粉末或其他方法形成的金属部件的组合物、和金属部件。

[0042] 在一些实施方式中,可通过本文的具体化学描述制造为用于焊接或用作另一方法的原料的实心线或芯线(含有粉末的外皮)的合金。例如,金属丝可用于热喷涂。进一步,下文公开的组合物可来自单一金属丝或多种金属丝的组合(例如2、3、4或5种金属丝)。

[0043] Branagan(美国专利公开号20070029295A1)——通过引用以其全部内容并入本文,要求保护“一种组合物,其包括35至65at%的包括铁和锰的基本金属;10至50at%的选自硼、碳、硅或其组合的间隙元素;3至30at%的选自铬、钼、钨或其组合的过渡金属;和1至15at%的铌;其中所述的组合物形成 α -Fe和/或 γ -Fe的韧性基体,其包括复合硼化物、复合碳化物或硼碳化物的相”。根据本公开内容的一些实施方式的合金不需要包含铌,因此一些实施方式不具有铌或基本上不具有铌。在一些实施方式中,在公开的合金中可发现痕量的

铌,例如杂质。

[0044] 金属合金组合物

[0045] 在一些实施方式中,可通过具体的合金组合物描述合金。表1中显示了本公开内容中合金化学的实施方式。由于在化学组合物中的一些变化,应理解表中列举的所有值是列出的值以及“约为”列出的值。在一些实施方式中,合金可具有Fe、C、Cr和Mn。在一些实施方式中,合金可能仅具有Fe、C、Cr和Mn。在一些实施方式中,X合金是涂层组合物和W合金是原料,例如金属丝/粉末组合物。在一些实施方式中,金属丝可以是实心线或芯线(例如,填充粉末的外皮)。在一些实施方式中,原料可以仅是粉末。

[0046] 表1:硬面和/或原料的合金组合物

合金	Fe	C	Cr	Mn
X12	70.6	3.4	14.0	12.0
X13	71.2	2.8	14.0	12.0
X14	73.2	3.6	13.2	10.0
X15	73.2	2.8	12.0	12.0
X16	71.5	2.5	14.0	12.0
X17	72.0	2.0	14.0	12.0
X18	70.8	4.2	14.2	10.8
W1	62.0	4.9	17.1	16.0
W2	62.9	4.6	18.2	14.3
W3	63.6	4.3	17.1	15.0
W4	61.0	5.0	18.3	15.7
W5	60.7	4.7	18.2	16.4
W6	60.2	5.7	19.9	14.2
W7	58.8	5.2	20.3	15.7

[0049] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计:

[0050] Fe:70.6-73.2 (或约70.6至约73.2)

[0051] C:2-3.6 (或约2至约3.6)

[0052] Cr:12-14 (或约12至约14)

[0053] Mn:10-12 (或约10至约12)。

[0054] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。

[0055] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计:

[0056] Fe:70.6-73.2 (或约70.6至约73.2)

[0057] C:2-4.2 (或约2至约4.2)

[0058] Cr:12-14.2 (或约12至约14.2)

[0059] Mn:10-12 (或约10至约12)。

[0060] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。

[0061] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计:

- [0062] C:3-4 (或约3至约4)
- [0063] Cr:12-14 (或约12至约14)
- [0064] Mn:9-12 (或约9至约12)
- [0065] Fe:余量。
- [0066] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。
- [0067] 在一些实施方式中,合金,以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计:
- [0068] C:3-4.5 (或约3至约4.5)
- [0069] Cr:12-14.5 (或约12至约14.5)
- [0070] Mn:9-12 (或约9至约12)
- [0071] Fe:余量。
- [0072] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。
- [0073] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计,Fe和:
- [0074] C:3-4 (或约3至约4)
- [0075] Cr:12-14 (或约12至约14)
- [0076] Mn:9-12 (或约9至约12)。
- [0077] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。
- [0078] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式或以原料的形式(例如粉末、芯线或实心线),可包括,以wt.%计,Fe和:
- [0079] C:3-6 (或约3至约6)
- [0080] Cr:12-21 (或约12至约21)
- [0081] Mn:9-17 (或约9至约17)。
- [0082] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计:
- [0083] C:3.6 (或约3.6)
- [0084] Cr:13.2 (或约13.2)
- [0085] Mn:10 (或约10)
- [0086] Fe:余量。
- [0087] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。
- [0088] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计:
- [0089] C:4.2 (或约4.2)
- [0090] Cr:14.2 (或约14.2)
- [0091] Mn:10.8 (或约10.8)
- [0092] Fe:余量。
- [0093] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。
- [0094] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计,Fe和:
- [0095] C:3.6 (或约3.6)

[0096] Cr:13.2 (或约13.2)

[0097] Mn:10 (或约10)。

[0098] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。

[0099] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式,可包括,以wt.%计,Fe和:

[0100] C:4.2 (或约4.2)

[0101] Cr:14.2 (或约14.2)

[0102] Mn:10.8 (或约10.8)。

[0103] 在一些实施方式中,上述组合物可以是原料,例如粉末、芯线或实心线。

[0104] 在一些实施方式中,合金,例如以原料的形式(例如粉末、芯线或实心线),可包括,以wt.%计,Fe和:

[0105] C:4.3-5.7 (或约4.3-约5.7)

[0106] Cr:17.1-20.3 (或约17.1-约20.3)

[0107] Mn:14.2-16.4 (或约14.2-约16.4)。

[0108] 在一些实施方式中,上述组合物可以是硬面或其他金属部件的形式。

[0109] 在一些实施方式中,合金,例如以硬面或其他金属部件的形式或以原料的形式(例如粉末、芯线或实心线),可包括,以wt.%计,Fe和:

[0110] C:3-6 (或约3-约6)

[0111] Cr:12-21 (或约12-约21)

[0112] Mn:9-17 (或约9-17)。

[0113] 在一些实施方式中,也可加入其他元素,并且Fe可为余量。在一些实施方式中,合金不包含铌。在一些实施方式中,合金仅含有痕量的铌。

[0114] 在一些实施方式中,公开的组合物可以是金属丝/粉末、涂层或其他金属部件、或两者。

[0115] 公开的合金可并入上述的元素组分至总计100wt.%。在一些实施方式中,合金可以包括上述指定的元素、可以限制于上述指定的元素、或可以基本由上述指定的元素组成。在一些实施方式中,合金可包括2%或更少的杂质,例如铌。由于包括在原料部件中、通过制造方法引入,杂质可理解为可以包括在合金中的元素或组合物。

[0116] 进一步,在上述段落描述的所有组合物中鉴定的Fe含量可以是如上所述组合物的余量,或可选地,组合物的余量可能包括Fe和其他元素。在一些实施方式中,余量可基本上由Fe组成并可包括偶然的杂质。在一些实施方式中,组合物可具有至少60wt.%的Fe(或至少约60wt.%的Fe)。在一些实施方式中,组合物可具有介于60和80wt.%之间的Fe(或介于约60和约80wt.%之间的Fe)。在一些实施方式中,组合物可具有介于60和75wt.%之间的Fe(或介于约60和约75wt.%之间的Fe)。

[0117] 合金添加的描述

[0118] 在本公开内容中,可使用某些具体合金添加以满足下面描述的多种热力学和微结构准则。描述的合金添加旨在是非限制性的并充当实例。

[0119] 添加碳可以有两个主要原因:1) 碳促进奥氏体基体形成;和/或2) 碳可结合过渡金属以形成碳化物,其改善磨损性能。

[0120] 除了碳之后,还可以选择任何一种或多种列出的元素(钒、钛、铌、锆、钨、钽和钨)加入到合金中。在一些实施方式中,不使用铌。这些元素可结合碳以形成MC型碳化物,其形成孤立的形态且极端坚硬(例如,具有大于1000HV的硬度),这产生坚韧耐磨的合金。相反地,其他碳化物例如通过铁和/或铬形成的那些碳化物,不形成孤立的形态且比上述的MC型柔软得多。MC型碳化物也在足够高的温度下(例如,在比基体的形成温度更高的温度下)形成,该温度在宽泛的固化条件下在固化期间控制液体中碳的量是可行的。在一些实施方式中,合金可具有足够低的碳水平以阻止脆化相的形成。这可允许消除脆化硼碳化物相并进一步控制合金的性能。在一些实施方式中,没有硼碳化物形成。

[0121] 在本公开内容的一些实施方式中,与钛、铌、锆、钨、钽和/或钨相比,可优选地使用钒作为碳化物形成元素。这允许改善液体合金在高温下的流动性,因为主要含钒的MC型碳化物倾向在较低温度下形成,这改善粘度。这可允许合金更容易雾化成粉末、在焊接期间改善的珠形态、和更容易铸造。

[0122] 可向合金加入锰以改性FCC-BCC转变温度,以便允许奥氏体的形成并因此增加合金的韧性。例如,锰可以是奥氏体的稳定剂并且可降低FCC-BCC转变温度。

[0123] 硅、锰、铝和/或钛对合金具有脱氧效果,当用于存在氧的多种方法中时,其改善了性能并避免了多孔性。

[0124] 镍、硅、锰、钒、钨、硼、碳和铜全部可通过增加基体的碳当量改善合金的淬透性。

[0125] 热力学准则

[0126] 通过某些平衡热力学准则可充分地描述本公开内容的合金的实施方式。合金可满足所述的热力学准则的一些或全部。

[0127] 第一个热力学准则涉及合金中亚铁基体的FCC-BCC转变温度。FCC-BCC转变温度被定义为当FCC相(奥氏体)的摩尔分数随着温度降低而开始下降,且此刻BCC相(铁素体)的摩尔分数大于0摩尔%时的温度。FCC-BCC转变温度是合金基体的最终相的指标。

[0128] 在一些实施方式中,FCC-BCC转变温度可以等于或低于1000K(或等于或低于约1000K)。在一些实施方式中,FCC-BCC转变温度可等于或低于950K(或等于或低于约950K)。在一些实施方式中,FCC-BCC转变温度等于或低于900K(或等于或低于约900K)。

[0129] 第二个热力学准则涉及微结构中极硬颗粒的总浓度。当极硬颗粒摩尔分数增加时,合金的整体硬度增加,因此耐磨性也会增加并因此可期望用于硬面应用。对本公开内容的目的而言,极硬颗粒被定义为展现出1000维氏或更大(或约1000维氏或更大)硬度的相。极硬颗粒的总浓度被定义为满足或超过1000维氏硬度的所有相的总摩尔%,其在1300K下在合金中是热力学稳定的。

[0130] 在一些实施方式中,极硬颗粒分数可以是15摩尔%或更大(或约15摩尔%或更大)。在一些实施方式中,极硬颗粒分数可以是20摩尔%或更大(或约20摩尔%或更大)。在一些实施方式中,极硬颗粒分数可以是25摩尔%或更大(或约25摩尔%或更大)。

[0131] 第三个热力学准则是当如图1标绘基体的镍和铬当量时,舍弗勒图中合金的位置。使用下列等式计算铬当量,该等式每种元素以wt%计: $Cr_{\text{当量}} = Cr + Mo + (1/5 * Si) + (0.5 * Nb)$ 。使用下列等式计算镍当量,该等式每种元素以wt%计: $Ni_{\text{当量}} = Ni + (30 * C) + (0.5 * Mn)$ 。在1300K(或约1300K)下使用基体中每种元素的wt%计算铬和镍当量。

[0132] 在一些实施方式中,当在舍弗勒图上标绘时,在1300K下合金基体的镍和铬当量落

在奥氏体区。因此,合金会落在图1所示的“A”区域。如果合金落在另一区域,例如“A+M”或“A+F”,合金将不会是完全奥氏体的。

[0133] 第四个热力学准则涉及在合金中形成的过共晶硬质相的量。过共晶硬质相是在高于合金的共晶点的温度下开始形成的硬质相(例如碳化物或硼化物)。这些合金的共晶点是奥氏体的(FCC)基体开始形成时的温度。

[0134] 在一些实施方式中,过共晶硬质相的摩尔分数可以大于或等于1%(或大于或等于约1%)。在一些实施方式中,过共晶硬质相的摩尔分数可以大于或等于1.5%(或大于或等于约1.5%)。在一些实施方式中,过共晶硬质相的摩尔分数可以大于或等于2%(或大于或等于约2%)。

[0135] 在一些实施方式中,基体可包括15摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,基体可包括20摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,基体可包括25摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,基体可包括30摩尔%或更大的总硬质相。在一些实施方式中,基体可包括35摩尔%或更大的总硬质相。

[0136] 表2列举了表1的两种合金的热力学准则。

[0137] 表2:热力学准则

[0138]	合金	转变 FCC-BCC	总硬质相分 数	舍弗勒图	过共晶硬质相分 数
	X14	950K	38.2%	奥氏体	2.75%
	X18	900K	45.2%	奥氏体	8.05%

[0139] 图2图解了合金X18的热力学图。如所示的,合金具有完全奥氏体的基体202、约47%摩尔分数的极硬质相204和约10%摩尔分数的大的(下文所限定的)极硬质相206。

[0140] 微结构准则

[0141] 在一些实施方式中,通过微结构准则充分地描述了合金。合金可满足所述微结构准则的一些或全部。

[0142] 第一个微结构准则涉及铁基基体相,其主要是奥氏体的、铁或刚的非磁性形式。铁素体和马氏体是在这个合金空间中基体相的两种最常见和可能的形式。二者都是高度磁性的,并且如果以足够的量存在会阻止硬面合金满足磁性性能需求。进一步,尽管铁素体和马氏体可比奥氏体更硬和更耐磨,但它们经常缺乏延展性和韧性。通过利用完全奥氏体的基体,可使用高体积分数的硬质相以实现在硬面合金中高耐磨性和高韧性的组合。

[0143] 在一些实施方式中,基体可以是至少90%奥氏体的(或至少约90%奥氏体的)。在一些实施方式中,基体可以是至少95%奥氏体的(或至少约95%奥氏体的)。在一些实施方式中,基体可以是至少99%奥氏体的(或至少约99%奥氏体的)。

[0144] 第二个微结构准则涉及极硬颗粒的总测量体积分数。在一些实施方式中,合金可具有至少15体积%(或至少约15体积%)的极硬颗粒。在一些实施方式中,合金可具有20体积%(或至少约20体积%)的极硬颗粒。在一些实施方式中,合金可具有25体积%(或至少约25体积%)的极硬颗粒。

[0145] 第三个微结构准则涉及存在于合金中的极硬颗粒的尺寸。大的极硬颗粒被定义为在任何一个方向大于25 μm (或大于约25 μm)的极硬颗粒。在一些实施方式中,大的极硬质相

的体积分数可以是大于或等于5% (或大于或等于约5%)。在一些实施方式中,大的极硬质相的体积分数可以是大于或等于10% (或大于或等于约10%)。在一些实施方式中,大的极硬质相的体积分数可以是大于或等于15% (或大于或等于约15%)。

[0146] 图3图解了合金X18的实例实施方式的微结构。如所示的,合金具有完全奥氏体的基体302、约40体积%的极硬颗粒304和约10体积%的大的极硬颗粒306。

[0147] Cheney在美国专利公开号2015/0275341中教导——在此通过引用以其全部并入,精细尺寸的硬质相有益于奥氏体合金的性能,而本公开内容论证了更粗糙(例如更大的)硬质相的有用性。

[0148] 粉末制造

[0149] 作为在生产散装产品或在基底上施加涂层的中间步骤,将合金制造成粉末(和在一些实施方式中制造成金属丝)通常是有益的。粉末可经由雾化或其他制造方法制造。对于具体的合金,此方法的可行性通常是合金的固化行为并由此其热力学特性的函数。

[0150] 为了生产用于方法(例如等离子转移弧(PTA)、高速氧燃料喷雾(HVOF)、激光焊接和其他粉末冶金学方法)的粉末,能以高产率制造在上述指定的尺寸范围内的粉末可以是有利的。制造方法可包括形成合金熔体、迫使熔体通过喷嘴以形成材料流、和在生产的熔体流处喷射水或空气以将其固化成粉末形式。随后将粉末过筛以排除不满足指定尺寸需要的任何颗粒。

[0151] 可以以高产率生产本公开合金的实施方式为粉末,以用于这样的方法。另一方面,由于合金的属性(例如它们的热力学属性),许多合金(例如在美国公开号2013/0294962中描述的那些,在此通过引用以其全部内容并入)和其他常见的耐磨材料在雾化成粉末时具有低产率。

[0152] 性能

[0153] 耐磨合金通常通过在实验室测试中它们的性能进行描述。本公开的测试与使用中耐磨部件密切相关。在一些实施方式中,出于性能目的,合金可形成硬面合金层。

[0154] 在一些实施方式中,硬面合金层可具有小于1.5克(或小于约1.5克)的ASTM G65磨耗量。在一些实施方式中,硬面合金层可具有小于1.25克(或小于约1.25克)的ASTM G65磨耗量。在一些实施方式中,硬面合金层可具有小于1.1克(或小于约1.1克)的ASTM G65磨耗量。在一些实施方式中,硬面合金层可具有小于0.5克(或小于约0.5克)的ASTM G65磨耗量。在一些实施方式中,硬面合金层可具有小于0.3克(或小于约0.3克)的ASTM G65磨耗量。

[0155] 为了确定具体合金的磁性,使用(例如Severn Gauge或其他类似设备件)进行磁导率测试。

[0156] 在一些实施方式中,硬面合金可具有1.04 μ 或更低(或约1.04 μ 或更低)的相对磁导率。在一些实施方式中,硬面合金可具有1.03 μ 或更低(或约1.03 μ 或更低)的相对磁导率。在一些实施方式中,硬面合金可具有1.02 μ 或更低(或约1.02 μ 或更低)的相对磁导率。在一些实施方式中,硬面合金可具有1.01 μ 或更低(或约1.01 μ 或更低)的相对磁导率。

[0157] 另一个有利的性能特性是合金的抗冲击性。为了测量合金的抗冲击性,用20J的能量反复地冲击6mm焊接样品直到焊接失效。失效被描述为超过1g的焊接从样品上碎裂或剥落时。在这种情况下,抗冲击性被描述为直至所述失效的冲击次数。

[0158] 在一些实施方式中,硬面合金可持续超过6,000次(或超过约6,000次)20J的撞击

直至失效。在一些实施方式中,硬面合金可持续超过7,000次(或超过约7,000次)20J的撞击直至失效。在一些实施方式中,硬面合金可持续超过8,000次(或超过约8,000次)20J的撞击直至失效。在一些实施方式中,硬面合金可持续超过10,000次(或超过约10,000次)20J的撞击直至失效。在一些实施方式中,硬面合金可持续超过13,000次(或超过约13,000次)20J的撞击直至失效。

[0159] 实施例

[0160] 下列实施例旨在是说明性的和而非限制性的。表3中示出了组合物和数据。

[0161] 使用计算冶金技术发现合金A1-A9,并且其满足本文公开的热力学、微结构和性能准则。使用芯线制造方法制造合金以生产药芯焊丝用来作为开弧焊接方法中的原料。根据本公开内容的性能准则表征硬面层和最值得注意的是所有硬面层具有低于($<$) 1.02μ 的磁导率并因此被认为是非磁性的。

[0162] 合金V1-V49可落在本公开内容中描述的化学范围内且可证明本公开内容中描述的一些但不是所有准则。最为显著地,所有这些合金具有大于($>$) 1.03μ 的磁导率并因此被认为是磁性合金。

[0163] 合金M1是可落在本公开内容中描述的化学范围内的市售产品,并且具有低于($<$) 1.02μ 的磁导率并因此被认为是非磁性的。然而,因为测量的ASTM G65A质量损失大于1.5克,该合金不满足本文讨论的性能需求。

[0164] 合金M2是来自ESAB被称为Stoody 103CP的市售产品,并被描述为具有“在奥氏体的基体中主要碳化铬”的合金。尽管这样的描述和化学可落在本公开内容描述的范围,但该合金不教导我们的技术,因为制造商也将其描述为“磁性的”。

[0165] 表3:实施例合金和性能准则

[0166]

合金	B	C	Cr	Mn	Mo	Nb	Ni	Si	V	Ti	W	Fe	G65A 质量 损失	磁导率	抗冲 击性
A1	0	3.9	13	10.6	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0.20g	<1.02μ	10,000
A2	0	3.3	12.8	10	0	0	0	0	0	0	0	73.9	0.41g	<1.02μ	
A3	0	3.6	13.5	10.4	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0.32g	<1.02μ	
A4	0	3.6	13.2	10	0	0	0	0	0	0	0	73.2	0.16g	<1.02μ	13,000
A5	0	3.9	13	10.6	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0.22g	<1.02μ	
A6	0	3.5	12.9	10.4	0	0	0	0	0	0	0	73.2	0.38g	<1.02μ	
A7	0	3.5	12.6	10.2	0	0	0	0	0	0	0	73.7	0.38g	<1.02μ	
A8	0	3.7	14.1	11.4	0	0	0	0	0	0	0	70.8	0.20g	<1.02μ	
A9	0	3.7	14.8	12.3	0	0	0	0	0	0	0	69.2	0.20g	<1.02μ	
V1	0	2.6	28	0	0	3	0	0	0	0	5	61.4		>1.03μ	
V2	0	2	28	0	0	3	0	0	0	0	5	62		>1.03μ	
V3	0	2	28	0	0	1.5	0	0	0	0	5	63.5		>1.03μ	
V4	1	0.5	15	0	0	2	0	0	0	0	5	76.5		>1.03μ	
V5	0.6	0.7	15	0	0	0	0	0	0	0	5	78.7		>1.03μ	
V6	0.8	1	15	0	0	2	0	0	0	0	5	76.2		>1.03μ	
V7	0.7	1	15	0	0	0	0	0	0	0	5	78.3		>1.03μ	
V8	1	1.2	15	0	0	2	0	0	0	0	5	75.8		>1.03μ	
V9	1	1.2	15	0	0	0	0	0	0	0	5	77.8		>1.03μ	
V10	1.5	0.5	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	76.8		>1.03μ	
V11	1.5	1.5	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	75.8		>1.03μ	
V12	1.5	1	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	76.3		>1.03μ	
V13	1.5	1	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	76.3		>1.03μ	
V14	1	0.5	15	0	0	1	0	0	0	0	5	77.5		>1.03μ	
V15	0.5	0.8	15	0	0	0	0	0	0	0	5	78.7		>1.03μ	
V16	2	0.5	5	0	0	2	0	0	0	0	4	86.5		>1.03μ	
V17	1.5	0.5	7	0	0	2	0	0	0	0	4	85		>1.03μ	

[0167]

V18	2.5	0.5	5	0	0	2	0	0	0	0	6	84		>1.03μ	
V19	0	5	1.5	1	1	0	0	4	0	0	32	55.5		>1.03μ	
V20	0	3.5	1.5	1	1	0	0	2	0	0	32	59		>1.03μ	
V21	0	1.5	1.5	1	1	0	0	1	0	0	32	62		>1.03μ	
V22	0	3	1.5	1	1	0	0	3	0	0	36	54.5		>1.03μ	
V23	0	1.5	1.5	1	1	0	0	2	0	0	16	77		>1.03μ	
V24	0	1	1.5	1	1	0	0	1	0	0	26	68.5		>1.03μ	
V25	1.05	1.29	4.76	0	0	4.94	0	0.46	0	0.5	9.94	77.06		>1.03μ	
V26	1.05	1.29	4.76	0	0	4.94	0	0.46	1.6	0.5	9.94	75.46		>1.03μ	
V27	1.05	1.29	4.76	0	0	4.94	0	0.46	3	0.5	9.94	74.06		>1.03μ	
V28	0.8	1	15	0	0	2	0	0	3	0	5	73.2		>1.03μ	
V29	1.9	1.9	15	0	0	0	0	0	0	6	10	65.2		>1.03μ	
V30	1.9	1.9	20	0	0	0	0	0	0	6	2	68.2		>1.03μ	
V31	0.7	1.9	5	0	0	0	0	0	0	6	10	76.4		>1.03μ	
V32	2.6	1.6	20	0	0	0	0	0	0	6	0	69.8		>1.03μ	
V33	2.6	2	10	0	0	0	0	0	0	6	0	79.4		>1.03μ	
V34	3	1.6	10	0	0	0	0	0	0	6	0	79.4		>1.03μ	
V35	2	1.8	5	0	0	0	0	0	0	6	6	79.2		>1.03μ	
V36	1.4	2.6	10	0	0	2	0	0	12	0	0	72		>1.03μ	
V37	1.8	3	10	0	0	2	0	0	10	0	0	73.2		>1.03μ	
V38	2.4	3	10	0	0	2	0	0	12	0	0	70.6		>1.03μ	
V39	1	2.6	10	0	0	2	0	0	11	0	0	73.4		>1.03μ	
V40	1.4	2.8	10	0	0	0	0	0	14	0	0	71.8		>1.03μ	
V41	1.4	2.8	10	0	0	0	0	0	18	0	0	67.8		>1.03μ	
V42	1.4	2.8	10	0	0	1	0	0	18	0	0	66.8		>1.03μ	
V43	0	3	5	0	0	0	0	0	15	0	0	77		>1.03μ	
V44	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.1	12	73.7		>1.03μ	
V45	1	0.9	4.3	2	0	1.6	0	1.2	0.1	5	11.7	72.2		>1.03μ	
V46	1	0.9	4.3	1.9	0	1.6	0	1.2	0.1	6.1	11.6	71.3		>1.03μ	
V47	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.2	12	73.6		>1.03μ	
V48	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.4	11.9	73.5		>1.03μ	
V49	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.6	11.9	73.3		>1.03μ	
M1	0	0.6	4.9	13	0	0	0.5	0.4	0	0	0	80.6	1.74	<1.02μ	
M2	0	5	27	0	0	0	5.5	0	0	0	0	62.5		磁性的	

[0168] 应用

[0169] 本公开内容中描述的合金可以用在多种应用和工业中。使用的应用的一些非限制性的实例包括：

[0170] 露天采矿应用包括下列部件和下列部件的涂层：用于泥浆管道的耐磨套管和/或耐磨硬面，包括泵壳或叶轮或用于泥浆泵部件的硬面的泥浆泵部件，包括陡槽消力墩(chute block)或陡槽消力墩的硬面的矿块进料槽(ore feed chute)部件，包括但不限于旋转破碎筛、香蕉筛和振动筛的分离筛，用于自动碾磨机和半自动碾磨机的衬层，接地工具(ground engaging tool)和接地工具的硬面，用于铲斗和自卸货车衬层的耐磨板，采矿铲上的垫块和用于垫块的硬面，平土机刮土铲和用于平土机刮土铲的硬面，堆取料机(stacker reclaimer)，分级破碎机(sizer crusher)，用于采矿部件和其他粉碎部件的一般性耐磨包装。

[0171] 从前述的描述中，应认识到公开了发明性的非磁性合金和使用方法。尽管以一定程度的具体性描述了数个部件、技术和方面，但明确地在不脱离本公开内容的精神和范围的情况下，可以在本文上述的具体设计、构造和方法中进行许多修改。

[0172] 在本公开内容中在分开实施的背景下描述的某些特征也可在单一实施中组合实施。相反地，在单一实施的背景下描述的多个特征也可分开地在多个实施或任何适合的子

组合中实施。此外,尽管上面可能将特征描述为在某些组合中进行,但在一些情况下,来自要求保护的组合中的一个或多个特征可从组合中删除,并且该组合可作为任何子组合或任何子组合的变化要求保护。

[0173] 此外,尽管可能以具体的顺序在附图中描绘了或在说明书中描述了方法,但不需要以所示的具体顺序或以连续顺序进行这些方法,和不需要进行所有方法来实现期望的结果。未描绘或描述的其他方法可以并入实例方法和过程。例如,可在任何所述方法之前、之后、同时或之间进行一种或多种另外的方法。进一步,方法可在其他实施中重新排列或重新排序。并且,上述实施中的多个系统部件的分离不应理解为在所有实施中需要这样的分离,并且应理解描述的部件和系统通常可集成到单一产品或封装成多个产品。另外,其他实施在本公开内容的范围内。

[0174] 条件语言,例如,“可以”或“可能”,除非另有具体说明,或在如所用的上下文中其他方式理解,否则通常旨在传达某种实施方式包括或不包括某些特征、要素和/或步骤。因此,这样的条件语言通常不旨在暗示特征、要素和/或步骤以一个或多个实施方式要求的任何方式。

[0175] 连接性语言例如短语“X、Y和Z的至少一个”,除非另有具体说明,在如所用的上下文中其他方式理解,否则通常传达主题、术语等可以是X、Y或Z的任一个。因此,这样的连接性语言通常不旨在暗示某些实施方式需要存在至少一个X、至少一个Y和至少一个Z。

[0176] 本文使用的程度语言,例如本文使用的术语“近似”、“约”、“通常”和“基本上”代表接近指定的值、量或特征的值、量或特征,其仍进行期望的功能或实现期望的结果。例如,术语“近似”、“约”、“通常”和“基本上”可指在指定量的小于或等于10%、小于或等于5%、小于或等于1%、小于或等于0.1%和小于或等于0.01%内的量。如果指定量是0(例如没有、不具有),上面陈述的范围可以是具体范围并且不在值的具体%内。例如在指定量的小于或等于10wt./vol.%、小于或等于5wt./vol.%、小于或等于1wt./vol.%、小于或等于0.1wt./vol.%和小于或等于0.01wt./vol.%内。

[0177] 结合附图描述了一些实施方式。这些图是按比例绘制的,但这些比例不应是限制性的,因为可考虑显示之外的尺寸和比例并且它们在本公开发明的范围内。距离、角度等仅是说明性的并且不一定与图示设备的实际尺寸和布局有精确关系。可以加入、去除和/或重新排列部件。进一步,与多个实施方式有关的本文公开内容中的任何具体特征、方面、方法、性质、特性、质量、属性、元素或类似物可在本文阐述的所有其他实施方式中使用。另外,应认识到使用适合进行所述步骤的任何设备可实践本文描述的任何方法。

[0178] 尽管详细地描述了许多实施方式和其变化,但其他修改和使用其的方法对于本领域技术人员是显而易见的。因此,应理解在不脱离本文中独特而富有创造力的公开内容或权利要求的范围的情况下,多种应用、修改、材料和替代可由等价物组成。

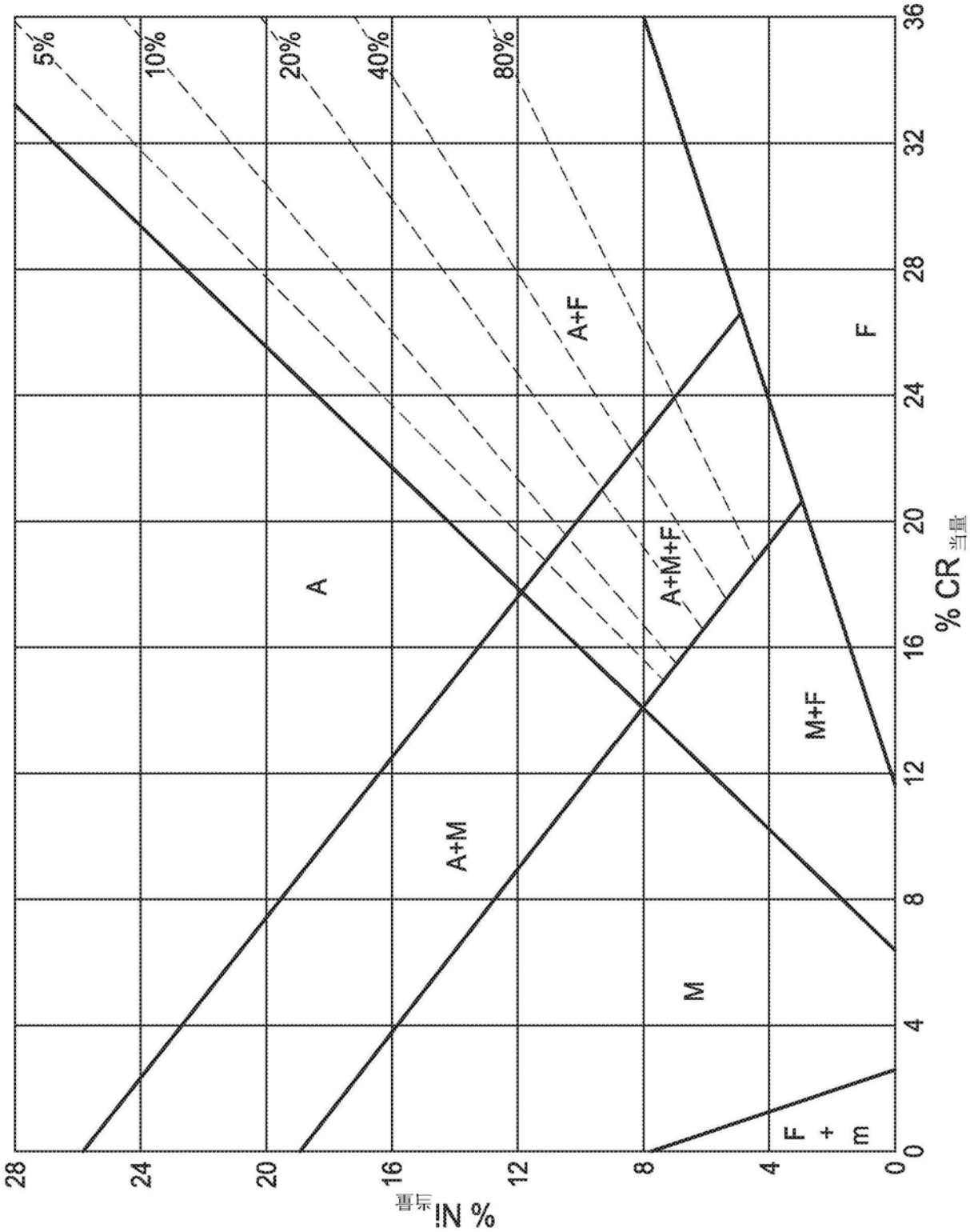


图1

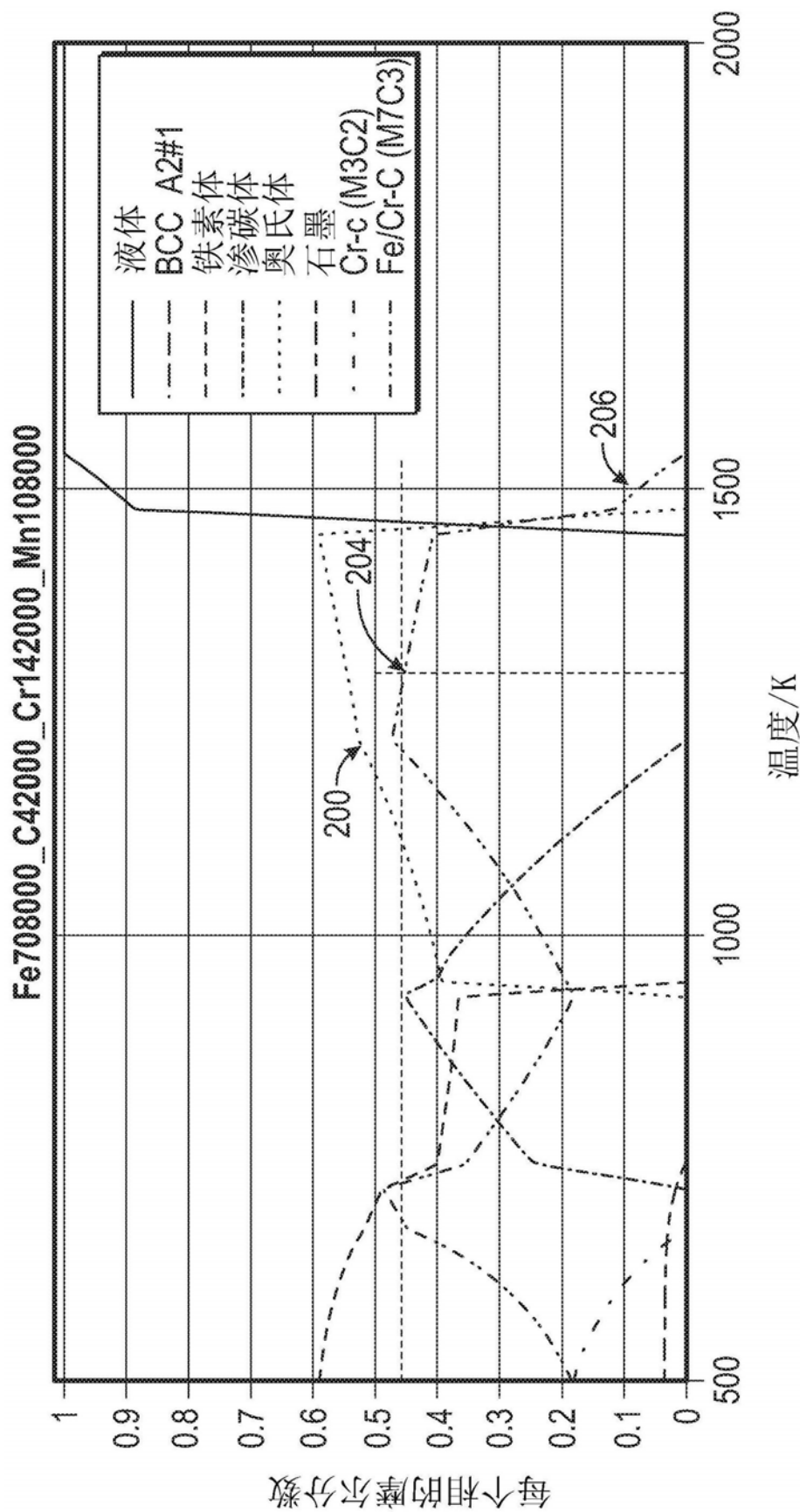


图2

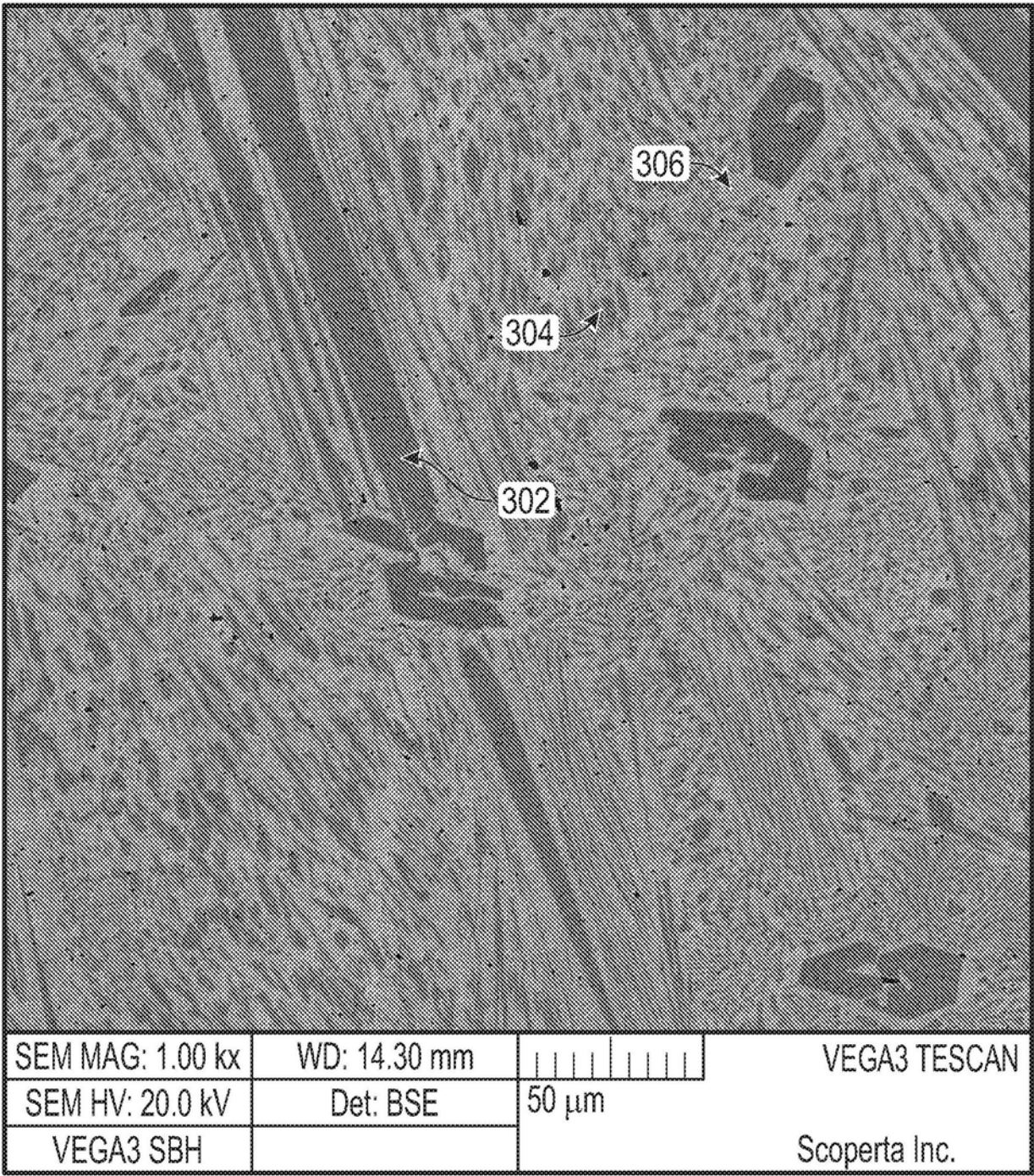


图3