



六、申請專利範圍

1. 一種鐵-石墨複合物粉末，其包括包含以重量計約2%至約4.5%之碳及約0.05%至約2.5%之矽且具有由嵌入鐵母材中回火碳群聚構成之微結構之鐵-石墨複合物粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
2. 如申請專利範圍第1項之鐵-石墨複合物粉末，其中至少50%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
3. 如申請專利範圍第1項之鐵-石墨複合物粉末，其中至少70%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
4. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其中該碳群聚嵌入一基本肥粒鐵母材中。
5. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其包括以重量計約3%至約4%之碳及約0.3%至約2%之矽。
6. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其粒子大小小於約300微米。
7. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其包括至少一種合金元素。
8. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其包括至少一種錳、鎳、鉬、銅、鉻、硼、磷或其混合物。
9. 如申請專利範圍第8項之鐵-石墨複合物粉末，其中該粉末為包括至少一種錳、鎳、鉬、銅、鉻及磷之合金。
10. 如申請專利範圍第8項之鐵-石墨複合物粉末，其中該粉末為包括至少一種錳、鎳、鉬、銅、鉻、硼及磷之摻合

六、申請專利範圍

物。

11. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約2%之錳。
12. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約1%之錳。
13. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約0.7%之錳。
14. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約0.1%之錳。
15. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約4%之鎳。
16. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約1.5%鎳。
17. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約4%之鉬。
18. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約1.5%之鉬。
19. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約2%之鉻。
20. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約1%之鉻。
21. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約3%之銅。
22. 如申請專利範圍第10項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少

六、申請專利範圍

於約1%之銅。

23. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約0.2%之硼。

24. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約1%之磷。

25. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約0.5%之磷。

26. 如申請專利範圍第9項之鐵-石墨複合物粉末，其包括少於約0.15%之磷。

27. 一種製備鐵-石墨複合物粉末之方法，其中該粉末由包含以重量計約2%至約4.5%之碳及約0.05%至約2.5%之矽且具有由嵌入鐵母材中回火碳群聚構成之微結構之鐵-石墨複合物粉末粒子所組成，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中，該方法包括下列步驟：

(a)霧化液態鐵以形成霧化鐵粉末；

(b)加熱霧化鐵粉末至高於約900°C之溫度；及

(c)由高於約900°C之溫度冷卻粉末至高於約600°C之溫度；

其中，以足以使碳群聚成核於粉末粒子核心內的速率，由約650°C溫度加熱該粉末至高於約900°C的溫度，並且其中冷卻該粉末的速率不快於約10°C/分。

28. 如申請專利範圍第27項之方法，其中該冷卻步驟包括選自下列冷卻及維持步驟之組合：

(i)由高於約900°C之溫度冷卻該粉末至大於約600°C之

六、申請專利範圍

溫度並維持該粉末在該高於600℃之溫度；

(ii)視需要將粉末由該高於600℃之溫度冷卻至另一高於600℃之溫度並維持該粉末在此溫度；及

(iii)視需要重複步驟(ii)。

29. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中至少50%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
30. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中至少70%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
31. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中該霧化粉末加熱至高於1000℃之溫度。
32. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中該粉末冷卻至不低於約700℃之溫度。
33. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其進一步包括維持該霧化鐵粉末在約850℃至高於約900℃之溫度或高於約900℃之溫度一段足以完全分解該鐵粉末中碳化物之時間。
34. 如申請專利範圍第28項之方法，其進一步包括下列步驟：
 - (1)由高於約900℃之溫度冷卻該粉末至低於約600℃之溫度；
 - (2)再加熱該粉末至高於約700℃之溫度；及
 - (3)由高於約700℃之溫度冷卻該粉末至高於600℃之溫度。
35. 如申請專利範圍第34項之方法，其中再加熱該粉末至高

六、申請專利範圍

於800℃並由高於800℃之溫度冷卻至不低於700℃之溫度。

36. 如申請專利範圍第28項之方法，其進一步包括下列步驟：

(1) 由高於約900℃之溫度冷卻該粉末至低於約600℃之溫度；

(2) 再加熱該粉末至高於約700℃之溫度；

(3) 由高於約700℃之溫度冷卻該粉末至高於600℃之溫度；

(4) 維持該粉末在高於約600℃之溫度；及

(5) 視需要重複步驟(ii)及(iii)。

37. 如申請專利範圍第36項之方法，其中再加熱該粉末至高於800℃之溫度並由高於800℃之溫度冷卻至不低於700℃之溫度。

38. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中該方法之步驟在基本上無氧之環境下進行。

39. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該環境為氫、氮、氬、氫或其混合物。

40. 如申請專利範圍第39項之方法，其中該環境含有小於約10%之氫。

41. 如申請專利範圍第38項之方法，其中該環境為真空環境。

42. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中步驟(c)之鐵-石墨複合物粉末為一種鐵-石墨複合物合金粉末且步驟(a)

六、申請專利範圍

之液態鐵包括至少一種錳、鎳、鉬、銅、鉻、硼及磷。

43. 如申請專利範圍第27或28項之方法，其中該鐵-石墨複合物粉末為鐵-石墨複合物粉末摻合物且步驟(c)中形成之鐵-石墨複合物粉末為與至少一種元素態合金元素、含至少一種選自錳、鎳、鉬、銅、鉻、硼及磷之合金或化合物摻合。
44. 一種煅燒物，其由包括煅燒鐵-石墨複合物粉末之方法製備，其中該粉末包括包含以重量計約2%至約4.5%之碳及約0.05%至約2.5%之矽且具有由嵌入鐵母材中回火碳群聚構成之微結構之鐵-石墨複合物粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
45. 一種基本上完全高密之煅燒物，其在低於約1200℃溫度下由包含煅燒鐵-石墨複合物粉末之方法製備，其中該粉末包括包含以重量計約2%至約4.5%之碳及約0.05%至約2.5%之矽且具有由嵌入鐵母材中回火碳群聚構成之微結構之鐵-石墨複合物粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
46. 如申請專利範圍第44項之煅燒物，該製備之方法進一步包括液相煅燒。
47. 如申請專利範圍第44至46項中任一項之煅燒物，其中該物具有包括肥粒鐵、波來鐵、沃斯肥粒鐵、變韌鐵、麻田散鐵、沃斯田鐵、回火麻田散鐵或其混合物之鐵母材。
48. 如申請專利範圍第44至46項中任一項之煅燒物，其具有

六、申請專利範圍

由嵌入沃斯肥粒鐵母材中碳群聚構成之微結構，由進一步包括下列步驟之方法製備：

- (a)加熱該煅燒物至約825°C至約950°C範圍內之溫度；
- (b)冷卻該物至約150°C至約450°C範圍內之溫度；及
- (c)維持該物在約150°C至約450°C範圍內之溫度約15至約60分鐘。

49. 如申請專利範圍第44至46項中任一項之煅燒物，其包括至少一個錳、鎳、鉬、銅、鉻、硼及磷。

50. 一種鐵-石墨複合物粉末，其包括由以重量計約2%至約4.5%之碳及約0.05%至約2.5%之矽所組成且具有由嵌入鐵母材中回火碳群聚構成之微結構之複合物粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中，該粉末由包括下列步驟之方法製備：

- (a)霧化含碳及含矽之液態鐵以形成霧化鐵粉末；
- (b)加熱該霧化鐵粉末至高於約900°C之溫度；及
- (c)由高於約900°C之溫度冷卻粉末至不低於約700°C之溫度；

其中，以足以使碳群聚成核於粉末粒子核心內的速率，由約650°C溫度加熱該粉末至高於約900°C的溫度，並且其中冷卻該粉末的速率不快於約10°C/分。

51. 如申請專利範圍第50項之鐵-石墨複合物粉末，其中至少50%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。

52. 如申請專利範圍第50項之鐵-石墨複合物粉末，其中至少70%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。

六、申請專利範圍

53. 如申請專利範圍第50至52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其中該碳群聚嵌入一基本肥粒鐵母材。
54. 如申請專利範圍第50至52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其粒子大小小於約300微米。
55. 如申請專利範圍第50至52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其包含以重量計約3%至約4%之碳及約0.3%至約2%之矽。
56. 如申請專利範圍第50至52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其中該粒子由以重量計約3.2%至約3.7%之碳及約0.8%至約1.3%之矽所組成。
57. 如申請專利範圍第50至52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其包括以重量計約3.5%至約3.7%之碳及約0.8%至約1.0%之矽。
58. 如申請專利範圍第50或52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其包括至少一種合金元素。
59. 如申請專利範圍第50或52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其中該液態鐵包括至少一個錳，鎳，鉬，銅，鉻及磷。
60. 如申請專利範圍第50或52項中任一項之鐵-石墨複合物粉末，其中該粉末由進一步包含將冷卻的粉末與至少一種合金粉末摻合之步驟方法製備，該合金包括係選自錳，鎳，鉬，銅，鉻，硼及磷之群組之合金元素。
61. 一種製備鐵-石墨複合物粉末之方法，該粉末包括包含以重量計約3.2%至約3.7%之碳及約0.8%至約1.3%之矽且

六、申請專利範圍

具有由嵌入鐵母材中之回火碳群聚構成之微結構之粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中該方法包括下列步驟：

(a)霧化液態鐵以形成霧化鐵粉末；

(b)加熱該霧化鐵粉末至高於約1000℃之溫度；及

(c)由高於約1000℃之溫度冷卻該粉末至高於約700℃之溫度；

其中由約650℃之溫度以高於約30℃/分之速率加熱至約1000℃，維持在約850℃至高於約1000℃間之溫度或在高於約1000℃之溫度約5分鐘至約16小時且在不比約10℃/分之速率冷卻該粉末。

62. 一種製備鐵-石墨複合物粉末之方法，該粉末包括包含以重量計約3.2%至約3.7%之碳及約0.8%至約1.3%之矽且具有由嵌入鐵母材中回火碳群聚構成之微結構之粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中，該方法包括下列步驟：

(a)霧化液態鐵以形成霧化鐵粉末；

(b)加熱該霧化鐵粉末至高於約1000℃之溫度；及

(c)由高於約1000℃之溫度冷卻該粉末至不低於約700℃之溫度；

其中該冷卻步驟包括選自下列步驟之冷卻及維持步驟之組合：

(i)由高於約1000℃之溫度冷卻該粉末至不低於約700℃之溫度並維持該粉末在不低於約700℃之溫度；

六、申請專利範圍

(ii)視需要由不低於約700℃之溫度冷卻該粉末至另一不低於約700℃之溫度並維持該粉末在該溫度；及

(iii)視需要重覆步驟(ii)；

其中粉末由約650℃之溫度以高於約30℃/分之速率加熱至高於約1000℃，維持在高於約1000℃之溫度約5分鐘至約16小時並在不比約10℃/分之速率冷卻。

63. 如申請專利範圍第61或62項之方法，其中至少50%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。

64. 如申請專利範圍第61或62項之方法，其中至少70%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。

65. 如申請專利範圍第61或62項之方法，其進一步包括下列步驟：

(1)由高於約1000℃之溫度冷卻該粉末至低於約600℃之溫度；

(2)再加熱該粉末至高於約800℃之溫度；及

(3)由高於約800℃之溫度冷卻該粉末至不低於700℃之溫度。

66. 如申請專利範圍第65項之方法，其進一步包括下列步驟：

(1)由高於約1000℃之溫度冷卻該粉末至低於約600℃之溫度；

(2)再加熱該粉末至高於約800℃之溫度；及

(3)由高於約800℃冷卻該粉末至不低於700℃之溫度；

(4)維持該粉末在不低於約700℃之溫度；及

六、申請專利範圍

(5)視需要重複步驟(ii)及(iii)。

67. 如申請專利範圍第61或62項之方法，其中該方法之步驟在基本上無氧之環境下進行。
68. 一種煅燒物，其中包含煅燒如申請專利範圍第61或62項之鐵-石墨複合物粉末之方法製備。
69. 一種鐵-石墨複合物粉末，其包括包含以重量計約3.2%至約3.7%之碳及約0.8%至約1.3%之矽且具有由嵌入鐵母材之回火碳群聚構成之微結構之複合物粉末粒子，其中至少30%的碳群聚完全嵌入鐵母材中，其由包括下列步驟之方法製備：
- (a)霧化一種含碳及含矽之液態鐵以形成一種霧化鐵粉末；
- (b)加熱該霧化鐵粉末至高於約1000°C之溫度；及
- (c)由高於約1000°C之溫度冷卻該粉末至不低於約700°C之溫度；
- 其中該粉末由約650°C之溫度以高於約30°C/分之速率加熱至高於約1000°C，維持在高於約1000°C之溫度約5分鐘至約16小時之後以不比約10°C/分快之速率冷卻。
70. 如申請專利範圍第69項之方法，其中至少50%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
71. 如申請專利範圍第69項之方法，其中至少70%的碳群聚完全嵌入鐵母材中。
72. 如申請專利範圍第69項之鐵-石墨複合物粉末，其包括以重量計約3.5%至約3.7%之碳及約0.8%至約1.0%之矽。