



(21)申请号 201280035356.8

C22B 3/24(2006.01)

(22)申请日 2012.06.04

C22B 3/46(2006.01)

(30)优先权数据

61/493,018 2011.06.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.01.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2012/000541 2012.06.04

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/162817 EN 2012.12.06

(73)专利权人 奥贝特科技有限公司

地址 加拿大魁北克省

(72)发明人 理查德·布德罗 约珥·福尼尔

劳里·高蒂尔

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 何文彬

(51)Int.Cl.

C01G 49/00(2006.01)

C01G 49/06(2006.01)

C22B 3/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101842504 A, 2010.09.22, 说明书第2页
第18-20行、第4页倒数第4-6行、实施例1、说明书
附图1.

US 4676838 A, 1987.06.30, 摘要, 权利要求
3-7, 实施例1和4, 第3栏第6-46行, 第4栏第7-14
行.

JP 特開平6-56429 A, 1994.03.01, 摘要, 权
利要求1, 第[0014]、[0019]-[0020]、[0036]-
[0037]段.

CN 101108745 A, 2008.01.23, 全文.

US 4414196 A, 1993.11.08, 摘要, 实施例1,
2, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 20, 21; 表2; 第5栏第6-34
行.

CN 101792185 A, 2010.08.04, 说明书第1页
第18-33行、实施例1.

W0 2007/079532 A1, 2007.07.19, 摘要, 第1
页第1-8行, 第3页第4行至第4页第13行, 第6页第
5-7行, 图1.

审查员 晏轻

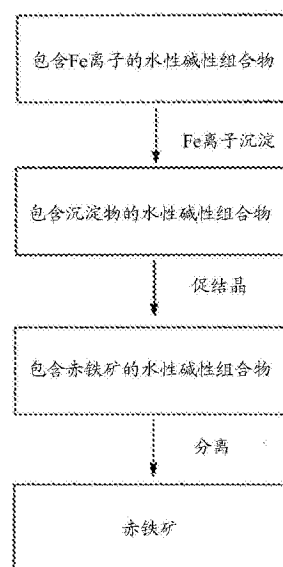
权利要求书7页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

用于制备赤铁矿的方法

(57)摘要

本发明提供用于制备赤铁矿的方法。举例来
说, 所述方法可包括: 使包含铁和铝的碱性水性
组合物与赤铁矿在适于至少部分地将所述铁以
沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件下反应, 由此
获得液体相和固体相; 并从所述固体相分离所述
液体相。



1. 一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

获得所述碱性水性组合物,其包含所述铁离子和所述铝离子,且具有10.5至13的pH以及在50℃至150℃之间的温度;

使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应,以促进、催化和/或增强赤铁矿的形成以及获得包含所述铝离子的液体相和包含所述如此形成之由所述铁离子生成的赤铁矿的固体相;和将所述固体相与所述液体相分离。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为7至11而从所述液体相沉淀所述铝离子。

3. 如权利要求1所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为8至10.5而从所述液体相沉淀所述铝离子。

4. 如权利要求1所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为9至10而从所述液体相沉淀所述铝离子。

5. 如权利要求1所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为9.2至9.8而从所述液体相沉淀所述铝离子。

6. 如权利要求1所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为9.5而从所述液体相沉淀所述铝离子。

7. 如权利要求2~6中任一项所述的方法,其中所述方法进一步包括:添加对于促进所述铝离子沉淀有效的沉淀剂。

8. 如权利要求7所述的方法,其中所述沉淀剂是聚合物。

9. 如权利要求7所述的方法,其中所述沉淀剂是丙烯酰胺聚合物。

10. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有 Fe^{3+} 形式的铁的至少一种沉淀物。

11. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有 Fe^{2+} 形式的铁的至少一种沉淀物。

12. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 或其混合物形式的铁的至少一种沉淀物。

13. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的至少一种沉淀物。

14. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的至少一种沉淀物。

15. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 或其混合物的至少一种沉淀物。

16. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含 Fe^{2+} 形式的铁离子。

17. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含 Fe^{3+} 形式的铁离子。

18. 如权利要求1所述的方法,其中在与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 或其混合物形式的铁离子。

19. 如权利要求1所述的方法,其中所述赤铁矿与所述碱性水性组合物在搅拌下反应。
20. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有50℃至70℃的温度。
21. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有65℃至75℃的温度。
22. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有70℃至80℃的温度。
23. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有70℃至100℃的温度。
24. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有75℃至110℃的温度。
25. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有80℃至100℃的温度。
26. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有85℃至95℃的温度。
27. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有87℃至93℃的温度。
28. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有70℃至120℃的温度。
29. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有10.8至11.8的pH。
30. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有11.0至11.6的pH。
31. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有11.2至11.5的pH。
32. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有10.5至12的pH。
33. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有11.5至12.5的pH。
34. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有11.8至12.2的pH。
35. 如权利要求1所述的方法,其中每升所述碱性水性组合物与0.5g至25g的赤铁矿反应。
36. 如权利要求1所述的方法,其中每升所述碱性水性组合物与1g至20g的赤铁矿反应。
37. 如权利要求1所述的方法,其中每升所述碱性水性组合物与1g至10g的赤铁矿反应。
38. 如权利要求1所述的方法,其中每升所述碱性水性组合物与1.5g至5.5g的赤铁矿反应。
39. 如权利要求1所述的方法,其中每升所述碱性水性组合物与2g至15g的赤铁矿反应。
40. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有0.5g/L至10g/L的Fe浓度。
41. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有1g/L至7g/L的Fe浓度。
42. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有1.5g/L至5.5g/L的Fe浓度。
43. 如权利要求1所述的方法,其中以如下摩尔比添加赤铁矿:赤铁矿/包含于该碱性水性组合物中的铁总量的摩尔比为0.005至0.5。
44. 如权利要求1所述的方法,其中以如下摩尔比添加赤铁矿:赤铁矿/包含于该碱性水性组合物中的铁总量的摩尔比为0.01至0.1。
45. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物通过如下方式获得:
用酸浸取包含铁和铝的含铁材料以获得包含所述铁离子和所述铝离子的浸取液以及固体残余物;
将所述固体残余物与所述浸取液分离;和
使所述浸取液与碱反应。
46. 如权利要求1所述的方法,其中所述碱性水性组合物通过如下方式获得:
用酸浸取包含铁和铝的含铁材料以获得包含所述铁离子和所述铝离子的浸取液以及固体残余物;

可选地从所述浸取液除去至少一部分所述铁离子；
将所述固体残余物与所述浸取液分离；和
使所述浸取液与碱反应。

47. 如权利要求45所述的方法，其中所述含铁材料选自硅质粘土岩、红泥、飞灰及其混合物。

48. 如权利要求45所述的方法，其中所述含铁材料为选自粘土、硅质粘土岩、泥石、绿柱石、冰晶石、石榴石、尖晶石、铝土矿和其混合物的含铝材料。

49. 如权利要求45所述的方法，其中所述含铁材料是硅质粘土岩。

50. 如权利要求45所述的方法，其中所述碱为NaOH。

51. 如权利要求45所述的方法，其中所述碱是KOH。

52. 如权利要求45所述的方法，其中所述碱具有2M至20M的浓度。

53. 如权利要求45所述的方法，其中所述碱具有3M至4M的浓度。

54. 如权利要求45所述的方法，其中所述碱具有30重量%至60重量%的浓度。

55. 如权利要求45所述的方法，其中所述碱具有35重量%至55重量%的浓度。

56. 如权利要求45所述的方法，其中将所述浸取液和所述碱的第一部分同时加入包含所述碱的第二部分的反应器中。

57. 如权利要求1所述的方法，其中通过至少地保持所述碱性水性组合物在所述pH下而使所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应。

58. 如权利要求57所述的方法，其中通过使所述碱性水性组合物与另外量的所述碱反应而至少地保持所述碱性水性组合物在所述pH下。

59. 如权利要求58所述的方法，其中所述碱性水性组合物与所述碱反应使得所述铁离子的至少一部分沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 或其混合物。

60. 如权利要求59所述的方法，其中赤铁矿一经与所述碱性水性组合物反应，所述 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 或其混合物的至少一部分被转化成赤铁矿。

61. 如权利要求1所述的方法，其中通过至少地保持所述碱性水性组合物在所述温度下而使所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应。

62. 如权利要求2所述的方法，其中所述沉淀的铝离子为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的形式。

63. 如权利要求62所述的方法，其进一步包括将 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 转化为 Al_2O_3 。

64. 如权利要求62所述的方法，其进一步包括将 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 转化为 AlCl_3 。

65. 如权利要求64所述的方法，其进一步包括将 AlCl_3 转化为 Al_2O_3 。

66. 如权利要求2所述的方法，其中通过使铝离子与酸反应而从所述液体相沉淀所述铝离子。

67. 如权利要求66所述的方法，其中所述酸为HCl。

68. 如权利要求66所述的方法，其中在40℃至80℃的温度下实施沉淀所述铝离子。

69. 如权利要求66所述的方法，其中在50℃至70℃的温度下实施沉淀所述铝离子。

70. 如权利要求66所述的方法，其中在60℃至70℃的温度下实施沉淀所述铝离子。

71. 如权利要求68所述的方法，其中通过至少地保持所述温度而实施沉淀所述铝离子。

72. 如权利要求1所述的方法，其中所述赤铁矿通过重力倾析而回收。

73. 一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝与铁分离的方法，所述方法包括：

在适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件下,使包含所述铁和所述铝的所述碱性水性组合物与赤铁矿反应,由此获得液体相和固体相,所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:在10.5至13的pH下使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应;和

将所述固体相与所述液体相分离;和

通过调整所述液体相的pH值为7至11而从所述液体相沉淀所述铝离子。

74.如权利要求73所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述铁以溶解的离子、沉淀物或其混合物的形式存在于所述碱性水性组合物中。

75.如权利要求74所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含溶解的 Fe^{3+} 离子。

76.如权利要求74所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含溶解的 Fe^{2+} 离子。

77.如权利要求74所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含溶解的 Fe^{3+} 离子、溶解的 Fe^{2+} 离子或其混合物。

78.如权利要求73至77中任一项所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 形式的沉淀的铁。

79.如权利要求73至77中任一项所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 形式的沉淀的铁。

80.如权利要求73至77中任一项所述的方法,其中在将所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 或其混合物形式的沉淀的铁。

81.如权利要求73所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为8至11而从所述液体相沉淀所述铝离子。

82.如权利要求73所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为8至10.5而从所述液体相沉淀所述铝离子。

83.如权利要求73所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为9至10而从所述液体相沉淀所述铝离子。

84.如权利要求73所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为9.2至9.8而从所述液体相沉淀所述铝离子。

85.如权利要求73所述的方法,其中所述方法进一步包括:通过调整所述液体相的pH值为9.5而从所述液体相沉淀所述铝离子。

86.如权利要求81所述的方法,其中所述方法进一步包括:添加对于促进所述铝离子沉淀有效的沉淀剂。

87.如权利要求86所述的方法,其中所述沉淀剂是聚合物。

88.如权利要求86所述的方法,其中所述沉淀剂是丙烯酰胺聚合物。

89.如权利要求73所述的方法,其中所述赤铁矿与所述碱性水性组合物在搅拌下反应。

90.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在50℃至150℃之间的温度下反应。

91.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转

化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在50℃至70℃的温度下反应。

92.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在65℃至75℃的温度下反应。

93.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在70℃至80℃的温度下反应。

94.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在70℃至100℃的温度下反应。

95.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在75℃至110℃的温度下反应。

96.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在80℃至100℃的温度下反应。

97.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在85℃至95℃的温度下反应。

98.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在87℃至93℃的温度下反应。

99.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在70℃至120℃的温度下反应。

100.如权利要求90所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:在使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应时,至少地保持所述温度。

101.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在10.5至12.5的pH下反应。

102.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在10.8至11.8的pH下反应。

103.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在11.0至11.6的pH下反应。

104.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在11.2至11.5的pH下反应。

105.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在10.5至12的pH下反应。

106.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在11.5至12.5的pH下反应。

107.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:使所述碱性水性组合物与赤铁矿在11.8至12.2的pH下反应。

108.如权利要求101所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:在使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应时,至少地保持所述pH。

109.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:每升所述碱性水性组合物与0.25g至25g的赤铁矿反应。

110.如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:每升所述碱性水性组合物与1g至20g的赤铁矿反应。

111. 如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:每升所述碱性水性组合物与1g至10g的赤铁矿反应。

112. 如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:每升所述碱性水性组合物与1.5g至5.5g的赤铁矿反应。

113. 如权利要求73所述的方法,其中所述适于至少部分地将所述铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件包括:每升所述碱性水性组合物与2g至15g的赤铁矿反应。

114. 如权利要求73所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有0.5g/L至10g/L的Fe浓度。

115. 如权利要求73所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有1g/L至7g/L的Fe浓度。

116. 如权利要求73所述的方法,其中所述碱性水性组合物具有1.5g/L至5.5g/L的Fe浓度。

117. 如权利要求73所述的方法,其中以如下摩尔比添加赤铁矿:赤铁矿/包含于该碱性水性组合物中的铁总量的摩尔比为0.005至0.5。

118. 如权利要求73所述的方法,其中以如下摩尔比添加赤铁矿:赤铁矿/包含于该碱性水性组合物中的铁总量的摩尔比为0.01至0.1。

119. 如权利要求73所述的方法,其中所述碱性水性组合物通过如下方式获得:

用酸浸取包含铁和铝的含铁材料以获得包含铁离子和铝离子的浸取液以及固体残余物;

将所述固体残余物与所述浸取液分离;和

使所述浸取液与碱反应。

120. 如权利要求73所述的方法,其中所述碱性水性组合物通过如下方式获得:

用酸浸取包含铁和铝的含铁材料以获得包含铁离子和铝离子的浸取液以及固体残余物;

可选地从所述浸取液除去至少一部分所述铁离子;

将所述固体残余物与所述浸取液分离;和

使所述浸取液与碱反应。

121. 如权利要求119所述的方法,其中所述含铁材料选自硅质粘土岩、红泥、飞灰及其混合物。

122. 如权利要求119所述的方法,其中所述含铁材料为选自粘土、硅质粘土岩、泥石、绿柱石、冰晶石、石榴石、尖晶石、铝土矿和其混合物的含铝材料。

123. 如权利要求119所述的方法,其中所述含铁材料是硅质粘土岩。

124. 如权利要求119所述的方法,其中所述碱为NaOH。

125. 如权利要求119所述的方法,其中所述碱是KOH。

126. 如权利要求119所述的方法,其中所述碱具有2M至20M的浓度。

127. 如权利要求119所述的方法,其中所述碱具有3M至4M的浓度。

128. 如权利要求119所述的方法,其中所述碱具有30重量%至60重量%的浓度。

129. 如权利要求119所述的方法,其中所述碱具有35重量%至55重量%的浓度。

130. 如权利要求119所述的方法,其中将所述浸取液和所述碱的第一部分同时加入包含所述碱的第二部分的反应器中。

131. 如权利要求119所述的方法, 其中所述浸取液与所述碱反应使得所述铁离子的至少一部分沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 或其混合物。

132. 如权利要求131所述的方法, 其中赤铁矿一经与所述碱性水性组合物反应, 所述 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 或其混合物的至少一部分被转化成赤铁矿。

133. 如权利要求108所述的方法, 其中通过使所述碱性水性组合物与另外量的所述碱反应而至少地被保持所述碱性水性组合物在所述pH下。

用于制备赤铁矿的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2011年6月3日提交的US61/493018的优先权,其通过引用全部并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开内容涉及应用于铁基产品合成的化学领域中的改进。举例来说,这种方法可用于制备赤铁矿。

背景技术

[0004] 赤铁矿作为着色剂已使用了上百年。它是最常见的天然铁氧化物矿物类型。赤铁矿的例子包括:赤铁矿、黄铁矿和磁铁矿,它们分别为红色、黄色和黑色的。赤铁矿通常制备为合成产品,并因此作为具有明艳色调、优异耐久性、廉价且具有低毒性和高稳定性的颜料而用于多种领域。特别地,熟知的合成赤铁矿颜料包括红或红褐色的赤铁矿颗粒粉末(α - Fe_2O_3 或云母铁氧化物(micaceous iron oxide, MIO))、黄或深褐色的磁赤铁矿(γ - Fe_2O_3)颗粒粉末和黑色的磁铁矿(FeO_x - Fe_2O_3 , 其中 $0 < x \leq 1$)。迄今为止提出的多种用于制备这种产品的工艺包括至少一种缺点,例如成本效率不高、环境不友好或复杂。

[0005] 因此,存在这样的需求,即至少提供一种用于制备赤铁矿之现有方案的替代方案。同时,还存在如下需求,即稳定(valorize)特定废弃材料且至少部分地将其转化成赤铁矿。

发明内容

[0006] 根据一个方面,提供一种用于制备赤铁矿的方法。该方法包括:通过使碱性水性组合物与预定量的赤铁矿反应,由此促进、催化和/或增强赤铁矿的形成,从而从所述碱性水性组合物获得赤铁矿,所述碱性水性组合物包含至少一种沉淀的铁离子,具有约10.5至约12的pH,且温度为约70°C至约120°C。

[0007] 根据另一方面,提供一种用于制备赤铁矿的方法。该方法包括:通过使碱性水性组合物与赤铁矿反应,由此促进、催化和/或增强赤铁矿的形成,从而从所述碱性水性组合物获得赤铁矿,所述碱性水性组合物包含至少一种沉淀的铁离子,具有约10.5至约13的pH,且温度为约50°C至约150°C。

[0008] 根据一个方面,提供一种用于制备赤铁矿的方法。该方法包括:通过使碱性水性组合物与预定量的赤铁矿反应,由此促进、催化和/或增强赤铁矿的形成,从而从所述碱性水性组合物获得赤铁矿,所述碱性水性组合物包含至少一种沉淀的铁离子,具有约10.5至约12的pH,且温度为约70°C至约120°C。

[0009] 根据另一方面,提供一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

[0010] 获得碱性水性组合物,其包含铁离子和铝离子,具有约10.5至约12的pH且温度为约70°C至约120°C;

[0011] 使所述组合物与预定量的赤铁矿反应,以促进、催化和/或增强赤铁矿的形成,并获得包含所述铝离子的液体相和包含如此形成之赤铁矿的固体相;和

[0012] 将所述固体相与所述液体相分离。

[0013] 根据另一方面,提供一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

[0014] 获得碱性水性组合物,其包含铁离子和铝离子,具有约10.5至约13的pH且温度为约50℃至约150℃;

[0015] 使所述组合物与赤铁矿反应,以促进、催化和/或增强赤铁矿的形成,并获得包含所述铝离子的液体相和包含如此形成之赤铁矿的固体相;和

[0016] 将所述固体相与所述液体相分离。

[0017] 根据另一方面,提供一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

[0018] 获得碱性水性组合物,其包含铁离子和铝离子,具有约10.5至约13的pH且温度为约50℃至约150℃;

[0019] 使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应,以促进、催化和/或增强赤铁矿的形成,并获得包含所述铝离子的液体相和包含如此形成之赤铁矿(由所述铁离子的至少一部分生成)的固体相;和

[0020] 将所述固体相与所述液体相分离。

[0021] 根据另一方面,提供一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

[0022] 在适于以沉淀物的形式促进、催化和/或增强赤铁矿形成的条件下,使包含铁离子和铝离子的碱性水性组合物与促结晶剂(seeding agent)反应,由此获得液体相和固体相;和

[0023] 将所述固体相与所述液体相分离。

[0024] 根据另一方面,提供一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

[0025] 在适于至少部分地将铁离子以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件下,使包含铁离子和铝离子的碱性水性组合物与促结晶剂反应,由此获得液体相和固体相;和

[0026] 将所述固体相与所述液体相分离。

[0027] 根据另一方面,提供一种用于将包含于碱性水性组合物中的铝离子与铁离子分离的方法,所述方法包括:

[0028] 在适于至少部分地将铁以沉淀物的形式转化为赤铁矿的条件下,使包含铁和铝的碱性水性组合物与赤铁矿反应,由此获得液体相和固体相;和

[0029] 将所述固体相与所述液体相分离。

附图说明

[0030] 从如下仅以示例而非限制的方式例示的附图,可以看出进一步的特征和优点将会更为明显。

[0031] 图1为根据本文的用于制备赤铁矿的方法的实施例;和

[0032] 图2为根据本文的用于制备赤铁矿的方法的另一实施例。

[0033] 从图1和2可知,本文的方法对于处理包含Fe离子及例如铝离子的其他离子的组合物可以是有效的。本申请实施例1使用类似于图1所示方法的方法而实施,而实施例2和3通过使用类似于图2所示方法的方法而实施。

具体实施方式

[0034] 根据如下仅以示例而非限制的方式举例说明的各实施方式的描述,另外的特征和优点将会更为明显。

[0035] 本文中所使用的术语“赤铁矿”是指,例如,包括 α -Fe₂O₃的化合物。该化合物还可包含 γ -Fe₂O₃、 β -FeO.OH的化合物或其混合物。

[0036] 本文中所使用的表述“铁离子”是指,例如,包括选自所有可能之Fe离子形式的铁离子中至少一种的离子。举例来说,所述至少一种铁离子可以是Fe²⁺、Fe³⁺或其混合物。

[0037] 本文中所使用的表述“铝离子”是指,例如,包含选自所有可能之Al离子形式的铝离子中至少一种的离子。举例来说,所述至少一种铝离子可以是Al³⁺。

[0038] 本文中所使用的表述“至少一种铝离子”是指,例如,选自所有可能之Al离子形式的铝离子中的至少一种。举例来说,所述至少一种铝离子可以是Al³⁺。

[0039] 本文中所使用的表述“至少一种铁离子”是指,例如,选自所有可能之Fe离子形式的铁离子中的至少一种。举例来说,所述至少一种铁离子可以是Fe²⁺、Fe³⁺或其混合物。

[0040] 本文中所使用的表述“至少一种沉淀的铁离子”是指,例如,以固体形式沉淀的选自所有可能之Fe离子形式的铁离子中的至少一种。举例来说,所述以这种沉淀物存在的至少一种铁离子可以是Fe²⁺、Fe³⁺或其混合物。

[0041] 本文中所使用的表述“适于”意指特定条件的选择取决于待实施的具体操作,但该选择完全在本领域技术人员的技能范围内。本文所描述的全部工艺/方法要素将在足以提供期望产品的条件下实施。本领域技术人员能理解可以改变所有的反应条件(包括例如反应溶剂、反应时间、反应温度、反应压力、反应物比例等)以优化期望产品的产率,且这种改变在本领域技术人员的技能范围内。

[0042] 本文中使用的程度术语(例如“约”和“大约”)意指被修饰的术语的合理偏差量,其使得最终结果并未显著改变。如果该偏差不会否定其所修饰之词的意义的话,这些程度术语应解释为包含被修饰术语的至少±5%或至少±10%的偏差。

[0043] 当意指在使碱性水性组合物与赤铁矿反应时所保持的pH值或pH范围时,本文中所使用的表述“至少基本上地被保持”是指,在该反应过程中,保持该pH值或pH范围至少75、80、85、90、95、96、97、98或99%的时间。

[0044] 当意指在使碱性水性组合物与赤铁矿反应时所保持的pH值或pH范围时,本文中所使用的表述“至少基本上地保持”是指,在该反应过程中,保持该pH值或pH范围至少75、80、85、90、95、96、97、98或99%的时间。

[0045] 当意指在使碱性水性组合物与赤铁矿反应时所保持的温度值或温度范围时,本文中所使用的表述“至少基本上地保持”是指,在所述工艺或其一部分的过程中,保持该温度值或温度范围至少75、80、85、90、95、96、97、98或99%的时间。

[0046] 当意指在使碱性水性组合物与赤铁矿反应时所保持的温度值或温度范围时,本文

中所使用的表述“至少基本上地被保持”是指,在所述工艺或其一部分的过程中,保持该温度值或温度范围至少75、80、85、90、95、96、97、98或99%的时间。

[0047] 举例来说,该方法可进一步包括:通过调整液体相的pH值为约7至约11、约8至约10.5、约9至约10、约9.2至约9.8、或约9.5而从所述液体相沉淀铝离子。

[0048] 举例来说,可通过使铝离子与酸反应而从所述液体相沉淀铝离子。使用的酸可为HCl、H₂SO₄、HNO₃或其混合物。

[0049] 举例来说,可在约40℃至约80℃、约50℃至约70℃或约60℃至约70℃的温度下实施沉淀铝离子。举例来说,可通过至少基本上地保持所述温度来实施沉淀铝离子。

[0050] 举例来说,所述方法可进一步包括:添加对于促进铝离子沉淀来说有效的沉淀剂。举例来说,该沉淀剂为聚合物,例如丙烯酰胺聚合物。

[0051] 举例来说,在与赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物可包含含有Fe³⁺、Fe²⁺或其混合物形式的铁的至少一种沉淀物。

[0052] 举例来说,在与赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含含有Fe(OH)₃、Fe(OH)₂或其混合物的至少一种沉淀物。

[0053] 举例来说,在与赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物包含Fe³⁺、Fe²⁺或其混合物形式的铁离子。

[0054] 举例来说,所述赤铁矿可在搅拌下与所述碱性水性组合物反应。

[0055] 举例来说,所述碱性水性组合物可具有约50℃至约70℃、约65℃至约75℃、约70℃至约80℃、约70℃至约100℃、约75℃至约110℃、约80℃至约100℃、约85℃至约95℃、约87℃至约93℃、约70℃至约120℃、约90℃至约100℃、约70℃、约75℃、约80℃、约85℃、约90℃或约95℃的温度。

[0056] 举例来说,可通过至少基本上地保持所述碱性水性组合物在所述温度下而使所述碱性水性组合物与所述赤铁矿反应。

[0057] 举例来说,可通过至少基本上地保持约50℃至约150℃、约50℃至约70℃、约65℃至约75℃、约70℃至约80℃、约70℃至约100℃、约75℃至约110℃、约80℃至约100℃、约85℃至约95℃、约87℃至约93℃、约70℃至约120℃、约90℃至约100℃、约70℃、约75℃、约80℃、约85℃、约90℃或约95℃的温度来实施所述碱性水性组合物与赤铁矿之间的反应。

[0058] 举例来说,所述碱性水性组合物可具有约10.8至约11.8、约11至约12、约11.5至约12.5、约11.0至约11.6、约11.2至约11.5、约10.5至约12、约11.5至约12.5、或约11.8至约12.2、约11.0、约11.1、约11.2、约11.3、约11.4、约11.5、约11.6、约11.7、约11.8、约11.9或约12.0的pH。

[0059] 举例来说,可通过至少基本上地保持所述pH来实施所述碱性水性组合物与赤铁矿之间的反应。

[0060] 举例来说,可通过至少基本上地保持约10.5至约13、约10.8至约11.8、约11至约12、约11.5至约12.5、约11.0至约11.6、约11.2至约11.5、约10.5至约12、约11.5至约12.5、约11.8至约12.2、约11.0至约11.1、约11.2、约11.3、约11.4、约11.5、约11.6、约11.7、约11.8、约11.9、或约12.0的pH来实施所述碱性水性组合物与赤铁矿之间的反应。

[0061] 举例来说,每升所述碱性水性组合物可使用约0.25至约25g、约1至约20g、约1至约10g、约1.5至约5.5g、或约2至约15g的赤铁矿。

[0062] 举例来说,所述碱性水性组合物可具有约0.5至约10g/L、约1至约7g/L、或约1.5至约5.5g/L的Fe浓度。

[0063] 举例来说,赤铁矿可在所述碱性水性组合物中。例如,可以如下摩尔比添加赤铁矿:即,赤铁矿/包含于该碱性水性组合物中的铁总量的摩尔比为约0.005至约0.5或约0.01至约0.1。

[0064] 举例来说,所述碱性水性组合物可通过如下方式获得:

[0065] 用酸浸取(leach)包含铁和铝的含铁材料以获得包含铁离子和铝离子的浸取液以及固体残余物;

[0066] 将所述固体残余物与所述浸取液分离;和

[0067] 使所述浸取液与碱反应。

[0068] 举例来说,所述碱性水性组合物可通过如下方式获得:

[0069] 用酸浸取包含铁和铝的含铁材料以获得包含铁离子和铝离子的浸取液以及固体残余物;

[0070] 任选地从所述浸取液除去至少一部分铁离子;

[0071] 将所述固体残余物与所述浸取液分离;和

[0072] 使所述浸取液与碱反应。

[0073] 举例来说,所述碱可为KOH、NaOH、Ca(OH)₂、CaO、MgO、Mg(OH)₂、CaCO₃、Na₂CO₃、NaHCO₃或其混合物。

[0074] 举例来说,所述碱可具有约2至约20M、约2.5M至约10M、或约3至约4M的浓度。

[0075] 举例来说,所述碱可具有约30(重量)%至约60(重量)%、约35(重量)%至约55(重量)%的浓度。

[0076] 举例来说,可同时将所述浸取液和所述碱的第一部分加入包含所述碱之第二部分的反应器中。举例来说,可通过至少基本上地保持所述碱性水性组合物在所述pH下而使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应。举例来说,可通过使碱性水性组合物与另外量的碱反应而至少基本上地保持所述碱性水性组合物在所述pH下。

[0077] 举例来说,使所述浸取液与所述碱反应可使铁离子的至少一部分沉淀为Fe(OH)₃、Fe(OH)₂或其混合物。

[0078] 举例来说,在使赤铁矿与所述碱性水性组合物反应时,Fe(OH)₃、Fe(OH)₂或其混合物的至少一部分可被转化成赤铁矿。

[0079] 举例来说,在将所述碱性水性组合物与赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物中可以存在如下形式的铁:溶解的离子、沉淀物或其混合物。

[0080] 举例来说,在将所述碱性水性组合物与赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物可包含溶解的Fe³⁺离子、溶解的Fe²⁺离子或其混合物。

[0081] 举例来说,在将所述碱性水性组合物与赤铁矿反应之前,所述碱性水性组合物可包含以Fe(OH)₃、Fe(OH)₂或其混合物形式存在的沉淀的铁。

[0082] 举例来说,所述适于至少部分地将铁以沉淀物形式转化为赤铁矿的条件可包括:在约50℃至约150℃、约50℃至约70℃、约65℃至约75℃、约70℃至约80℃、约70℃至约100℃、约75℃至约110℃、约80℃至约100℃、约85℃至约95℃、约87℃至约93℃、约70℃至约120℃、约90℃至约100℃、约70℃、约75℃、约80℃、约85℃、约90℃或约95℃的温度下,使所

述碱性水性组合物与赤铁矿反应。

[0083] 举例来说,所述适于至少部分地将铁以沉淀物形式转化为赤铁矿的条件可包括:在使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应的同时,至少基本上地保持所述温度。

[0084] 举例来说,所述适于至少部分地将铁以沉淀物形式转化为赤铁矿的条件可包括:在约10.5至约13、约10.8至约11.8、约11至约12、约11.5至约12.5、约11.0至约11.6、约11.2至约11.5、约10.5至约12、约11.5至约12.5、约11.8至约12.2、约11.0、约11.1、约11.2、约11.3、约11.4、约11.5、约11.6、约11.7、约11.8、约11.9或约12.0的pH下使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应。

[0085] 举例来说,所述适于至少部分地将铁以沉淀物形式转化为赤铁矿的条件可包括:在使所述碱性水性组合物与赤铁矿反应的同时,至少基本上地保持所述pH。

[0086] 举例来说,所述适于至少部分地将铁以沉淀物形式转化为赤铁矿的条件可包括:每升所述碱性水性组合物与约0.25至约25g、约0.5至约25g、约1至约20g、约1至约10g、约1.5至约5.5g、或约2至约15g的赤铁矿反应。

[0087] 举例来说,所述沉淀的铝离子可为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的形式。

[0088] 举例来说,所述方法可进一步包括:将 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 转化为 Al_2O_3 。该转化可以通过以下方式来实现:例如采用包括W02008/141423中所描述的那些在内的多种方式。

[0089] 举例来说,所述方法可进一步包括:将 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 转化为 AlCl_3 。该转化可例如通过使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 HCl 反应来实现。

[0090] 举例来说,所述方法可进一步包括:将 AlCl_3 转化为 Al_2O_3 。该转化可例如采用包括热分解和煅烧在内的多种方式来实现。举例来说,所述分解/煅烧可在旋转炉中进行。举例来说,其可在可变速度下进行,其中温度自入口处的 300°C 缓慢升高至最高值约 1250°C 。

[0091] 举例来说,所述至少一种沉淀的铁离子可选自 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 及其混合物。

[0092] 举例来说,所述至少一种沉淀的铁离子可以 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 或其混合物的形式。

[0093] 举例来说,任选地在搅拌下,可将预定量的赤铁矿加入到所述碱性水性组合物中预定的时间段。

[0094] 举例来说,可在赤铁矿/所述至少一种铁离子的摩尔比为约0.005至约0.5或约0.01至约0.1下添加所述预定量的赤铁矿。

[0095] 举例来说,所述碱性水性组合物可通过如下方式获得:

[0096] 用酸浸取包含所述至少一种铁离子(或包含铁离子)的含铝矿石以获得浸取液和固体残余物;

[0097] 将所述固体残余物与所述浸取液分离;和

[0098] 使所述浸取液与碱反应。

[0099] 举例来说,所述碱性水性组合物可通过如下方式获得:

[0100] 用酸浸取包含所述至少一种铁离子(或包含铁离子)的含铝矿石以获得浸取液和固体残余物;

[0101] 任选地从所述浸取液除去至少一部分铁离子;

[0102] 将所述固体残余物与所述浸取液分离;和

[0103] 使所述浸取液与碱反应。

[0104] 举例来说,用于浸取的酸可为 HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 或其混合物。

[0105] 所述含铁材料可为含铝材料。所述含铝材料可为含铝矿石。例如粘土、硅质粘土岩(argillite)、泥石(mudstone)、绿柱石(beryl)、冰晶石(cryolite)、石榴石(garnet)、尖晶石(spinel)、铝土矿(bauxite)或其混合物可用作起始材料。所述含铝材料也可为循环利用的工业含铝材料,例如矿渣。所述含铝材料也可红泥(red mud)或飞灰(fly ash)。

[0106] 用于浸取含铝矿石的酸可为HCl、H₂SO₄、HNO₃或其混合物。可将多于一种酸用作混合物或单独使用。使用这些酸制成的溶液可在多种浓度下使用。例如可使用浓缩的溶液。例如可使用6M或12M的HCl。例如,可使用高达100(重量)%的H₂SO₄。

[0107] 可在压力下实施所述浸取。举例来说,所述压力可为约10至约300psig、约25至约250psig、约50至约200psig、或约50至约150psig。所述浸取可实施约30分钟至约5小时。其可在约60至约300℃、约75至约275℃或约100至约250℃的温度下实施。

[0108] 在浸取之后,可使用多种碱来提高pH,例如KOH、NaOH、Ca(OH)₂、CaO、MgO、Mg(OH)₂、CaCO₃、Na₂CO₃、NaHCO₃、或其混合物。

[0109] 举例来说,铁离子可被沉淀。当沉淀铁离子时,可通过离子沉淀的方式来沉淀所述铁离子,并且其可以其各种盐、氢氧化物或水合物的形式而沉淀。举例来说,所述铁离子可作为Fe(OH)₃、Fe(OH)₂、赤铁矿、针铁矿(geotite)、黄钾铁矾(jarosite)或其水合物而被沉淀。

[0110] 举例来说,所述铝离子可被沉淀。当沉淀铝离子时,可通过离子沉淀的方式来沉淀所述铝离子,并且其可以其各种盐(例如盐酸盐、硫酸盐)或氢氧化物或水合物的形式而沉淀。举例来说,所述铝离子可作为Al(OH)₃、AlCl₃、Al₂(SO₄)₃或其水合物而被沉淀。

[0111] 本公开内容的方法对于处理各种含铝矿石来说是有效的。举例来说,粘土、硅质粘土岩、泥石、绿柱石、冰晶石、石榴石、尖晶石、铝土矿或其混合物可用作起始材料。

[0112] 所述浸取可以在约0.5至约2.5、约0.5至约1.5、或约1的pH下实施;然后铁可在至少约9.5、10、10.5、11、11.5的pH下沉淀;然后铝可在约7至约11、约7.5至约10.5、或约8至约9的pH下被沉淀。

[0113] 所述浸取可在高压釜中在压力下实施。举例来说,其可在5KPa至约850KPa、50KPa至约800KPa、100KPa至约750KPa、150KPa至约700KPa、200KPa至约600KPa、或250KPa至约500KPa的压力下实施。所述浸取可在至少80℃、至少90℃、或约100℃至约110℃的温度下实施。在特定情况下,其可在更高的温度下实施以提高特定矿石的提取产率。

[0114] 举例来说,所述方法可进一步包括:通过调整pH值为约7至约11或约8至约10.5而从所述液体相沉淀铝离子。所述方法可进一步包括:添加有效促进铝离子沉淀的沉淀剂。举例来说,所述沉淀剂可为聚合物。举例来说,所述沉淀剂可为丙烯酰胺聚合物。

[0115] 举例来说,所述促结晶剂可为赤铁矿。

[0116] 实施例1

[0117] 赤铁矿的制备

[0118] 将赤铁矿(0.5g)加入到温度约90℃的碱性水性组合物(300mL)中。所述碱性水性组合物包含约17(重量)%至约20(重量)%的Fe(OH)₂和Fe(OH)₃形式的铁沉淀物。所述碱性水性组合物在搅拌下在大气压下加热约5分钟至约20小时的时间。在大气压下,在约5分钟至约20小时的时间段内加入赤铁矿。约1小时后,观察到沉淀物颜色改变(从褐色变为砖红色)。红色继续加深直至获得与赤铁矿颜色相同的深的红色。

[0119] 实施上述实施例是为了证实发明构思。实施另外的实施例以从来自酸浸取溶液的碱性水性组合物沉淀赤铁矿。所述酸浸取溶液通过用HCl浸取含铝矿石(例如硅质粘土岩)而得到。

[0120] 实施例2

[0121] 从含铝矿石样品制备赤铁矿

[0122] 可通过磨碎来机械活化含铝矿石(例如硅质粘土岩)。矿物活化会对浸取反应动力学产生积极影响。举例来说,可在空气环境中使用球磨机约2至4小时。硅质粘土岩也可被煅烧。该预处理阶段可在约400℃至约700℃的煅烧温度下经约1至约2小时来完成。这两项操作例如将铝的提取量增加了约25~40%。

[0123] 酸浸取

[0124] 酸浸取可通过在升高的温度下且在压力下经给定的时间段混合经活化的硅质粘土岩与酸溶液(例如HCl)来实现。举例来说,硅质粘土岩/酸的比可为约1:3(重量/体积),浓度约为6M,压力可为约70psi至约80psi,温度可为约150℃至约170℃,且反应时间可为约1小时至约7小时。在这些条件下,除去杂质,提取出超过90%的铝和100%的铁。

[0125] 在提取结束时,可通过倾析或通过过滤以及之后的清洗,从富含铝和铁的液体分离固体(未溶解的部分)。该固体代表了约50%至约60%的硅质粘土岩的初始量。其可被稳定(valorize)以及用作合金组成。

[0126] 铁的除去

[0127] 可通过选择性地在特定pH值下沉淀铁来除去溶液中所包含的铁。举例来说,可通过在大于约11.2的pH下的碱性介质中沉淀来除去铁。该阶段可通过将包含铝和铁的溶液加入碱性水性组合物(如浓度为6M的NaOH)而实现。也可使用如KOH的其他碱。因此,铁可以例如 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和/或 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 化合物的形式而沉淀。

[0128] 在该处理的后半部分,可添加赤铁矿(也可称作“促结晶赤铁矿”)。添加赤铁矿晶种可增强赤铁矿沉淀反应(例如, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和/或 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 向赤铁矿的转化)。举例来说,任选地在搅拌下,可将10g赤铁矿加入1L碱性水性组合物中。溶液中的Fe浓度为约2.5g/L至约3.0g/L。反应温度可为约80℃至约140℃(例如,碱性水性组合物可在这样的温度下),且反应时间可为约3小时至约72小时。在这样的条件下,约98%至约100%的铁可被沉淀,且这种铁的约70%至100%可沉淀为赤铁矿。任选地,可通过借助中空纤维膜的液液萃取的提纯步骤来回收铁。

[0129] 可通过过滤、倾析或离心将液体部分与固体部分分离,并通过稀释的碱(例如NaOH溶液(例如浓度为1M至2M的NaOH))来清洗固体。在该步骤结束时,可用水清洗所述固体。

[0130] 铝回收

[0131] 该步骤也可以多种方式实施。可以氢氧化铝的形式沉淀铝离子。举例来说,通过在约7至约10.5或约7.5至约10或约9的pH下添加液体酸,可获得水合形式的 $\text{Al}(\text{OH})_3$,温度可为约50℃至约80℃,且反应时间可为约3小时至约24小时。该步骤可通过添加HCl溶液(例如浓度为6M)来实现。也可使用其他的酸。举例来说,90~100%的氢氧化铝可自前述步骤沉淀出来。

[0132] 作为替代地,可通过添加酸性气体来沉淀铝离子。举例来说,在约7至约10.5的pH下通过喷射 CO_2 来形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$,温度可为约50℃至80℃,且反应时间可为约3小时至约24小

时。举例来说,90~100%的氢氧化铝可自前述步骤沉淀出来。

[0133] 可通过添加絮凝剂来实施沉淀铝离子的另一种方式。多种絮凝剂可有助于大薄片(voluminous flake)的形成,该大薄片通过沉降作用而下沉。举例来说,可以约0.1%至约0.3%的浓度使用丙烯酰胺聚合物。絮凝剂/氢氧化铝溶液的比可为约1:300(体积/体积)。温度可为低于30℃,且反应时间可为约5分钟至约20分钟。在这样的条件下,可沉淀超过约97%的铝。

[0134] 实施例3

[0135] 从含铝矿石样品制备赤铁矿

[0136] 在球磨机中、在湿相下磨碎硅质粘土岩。将水和来自于矿井的粗粉碎的硅质粘土岩的混合物进料到研磨机中,在其中矿物被缩减至小于100微米。泥通过重力下行至配备有两个叶轮的混合器中,该混合器确保良好的匀质性。当混合物达到期望的密度时,混合器的内容物被泵至积蓄仓,其起到将泥进料至高压釜的作用。

[0137] 酸

[0138] 进料至浸取步骤的酸来自两个来源。主要部分为循环利用的废酸。该循环利用的酸包含约20(重量)%至约22(重量)%的盐酸(HCl)和约10%至约11%的 $AlCl_3$ 。举例来说,如果需要额外的酸的话,可使用少量新的36%的酸。

[0139] 浸取

[0140] 以化学计量比将硅质粘土岩泥和酸进料至32m³高压釜。然后,将高压釜气密式密封,搅拌均匀并通过与注入蒸汽的护套非直接接触而被加热。随着温度上升,蒸汽压力增加使得反应达到约175℃的温度和约7.5barg的压力。在浸取周期结束时,硅质粘土岩中所含的金属被转换为氯化物。然后,通过与反应器护套中的冷却水非直接接触来冷却混合物。当所述混合物为约70℃至约80℃时,经浸取的泥通过空气压力转移至保持在连通容器中的两个缓冲池中以备进一步的处理和处置,浸取液由此以备进一步的处理。

[0141] 赤铁矿的制备

[0142] 来自浸取的母液(浸取液)以恒定速率经筒式过滤器泵至第一铁沉淀反应器。该池被良好混合且通过加热盘管将温度控制为约65~70℃。持续测定pH,并借助分配泵通过添加50(重量)%的苛性钠将溶液保持在pH为约12。沉淀反应将铁氯化物和其他金属氯化物转化成氢氧化物,其导致逐渐的沉淀和固体晶体的聚集。然后,在也通过添加苛性钠来控制pH并通过加热盘管保持温度时,浸取液被连续进料至两个另外的沉淀反应器。在最后一个反应器的出口处,液体被进料至重力倾析器。

[0143] 倾析和促结晶

[0144] 重力倾析器的目的在于产生赤铁矿最大晶体的增稠的泥。这些晶体用作在第一沉淀反应器中进行促结晶。经观察,这样的技术对于促进更大且更易于过滤的沉淀物(赤铁矿)的形成是有用的。相对于每升溶液来说,使用约1.5g至约5.5g量的赤铁矿用于促结晶。溶液中的Fe浓度为约2.5g/L至约3.0g/L。

[0145] 赤铁矿的过滤

[0146] 借助于两台自动压滤机进行赤铁矿的过滤。然后,将母液送至缓冲池以泵至铝沉淀反应器。

[0147] 赤铁矿的中和

[0148] 将清洗过的赤铁矿送至叶片式搅拌器,在该叶片式搅拌器中测量固体的pH。借助于分配泵通过添加盐酸(HCl)来维持低于约8的pH。

[0149] 铝的沉淀

[0150] 对铝的沉淀而言,通过使母液与HCl反应将母液的pH调整至约9.5。由于经纯化母液除去了所有其他金属,因此所获得沉淀物是白色的且纯度为至少98.5%。

[0151] 母液以恒定速率经保护过滤器(guard filter)泵至第一主要反应器以用于氢氧化铝的沉淀。该池通过叶轮保持为悬浮体且借助于加热盘管将温度控制为65℃。持续测量pH并使用分配泵通过添加HCl将所述溶液保持在pH约9.5。该沉淀反应对于将氯化铝转化成氢氧化铝是有效的,这导致逐渐的沉淀和固体晶体的聚集。然后,将液体持续地送至两个另外的沉淀反应器,在该沉淀反应器中也通过添加酸来控制pH且通过盘管保持温度。在最后一个反应器的出口处,将液体进料至重力倾析器。

[0152] 倾析和促结晶

[0153] 也使用重力倾析器产生 $Al(OH)_3$ 最大晶体的增稠的泥。这些晶体自倾析器的底部泵至第一沉淀反应器来为结晶提供晶种。

[0154] 将倾析器剩余的 $Al(OH)_3$ 泥和上清液送至二次浆化池,混合物自该二次浆化池泵至离心分离式的分离器/清洗器。在使用分离器处理之后,将 $Al(OH)_3$ 干燥。

[0155] 尽管特别参考具体实施方式来进行描述,应理解,对于本领域技术人员来说,对其进行的多种修饰是明显的。因此,应将上述说明书和附图视为具体的实例,且没有限制性的含义。

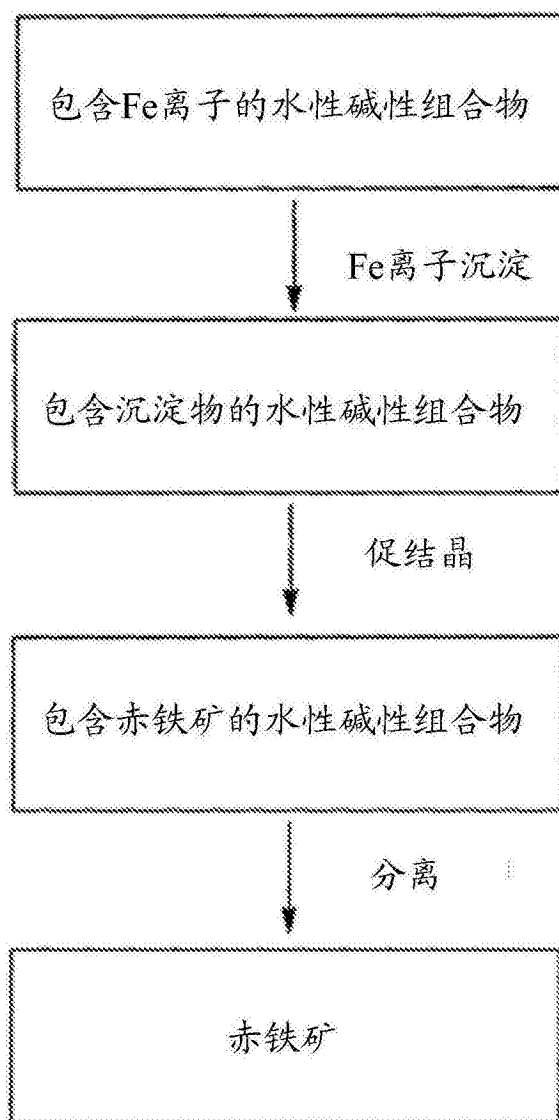


图1

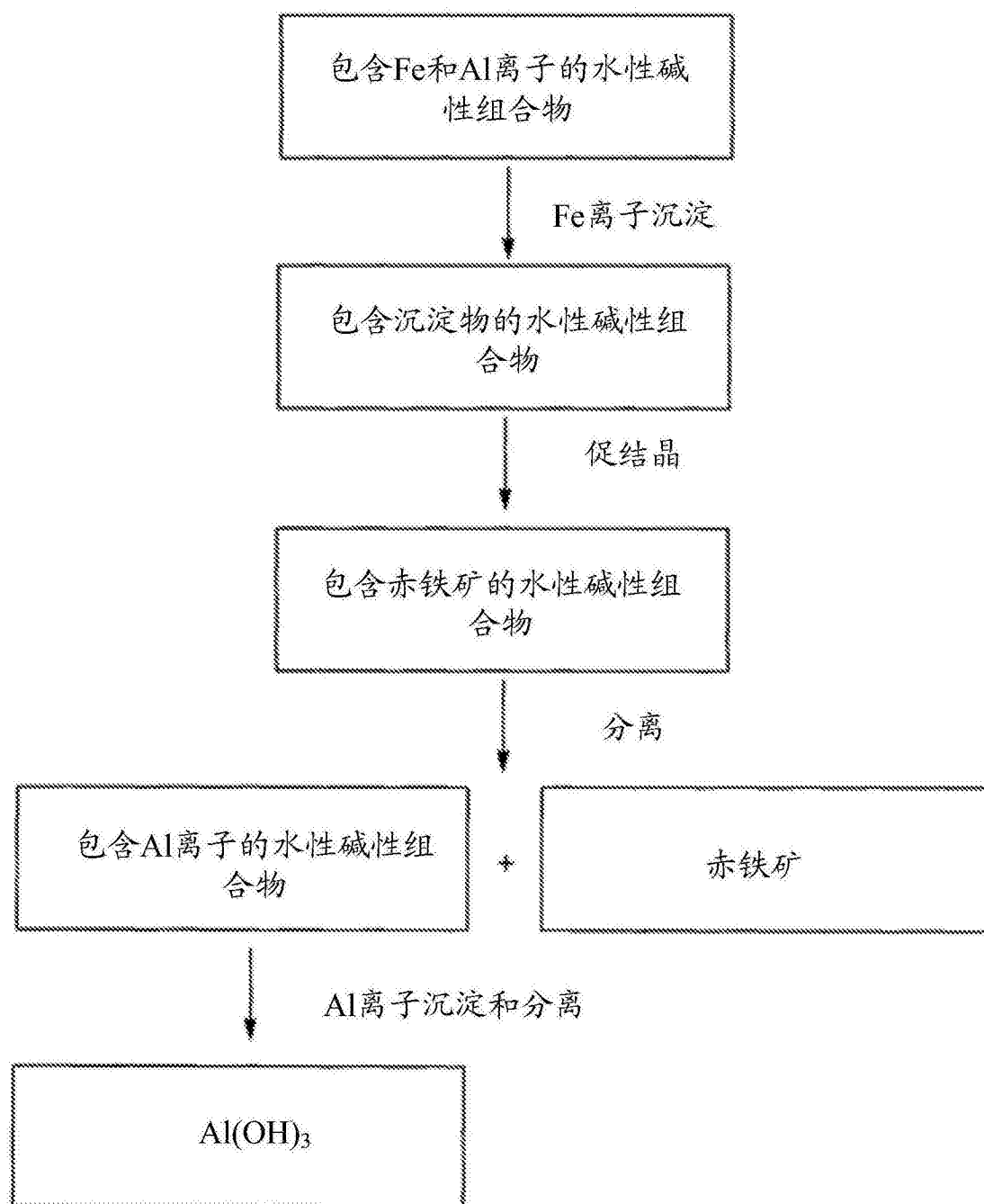


图2