

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C25C 1/16 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01823017.2

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1293232C

[22] 申请日 2001.2.16 [21] 申请号 01823017.2

[86] 国际申请 PCT/ES2001/000060 2001.2.16

[87] 国际公布 WO2002/066708 西 2002.8.29

[85] 进入国家阶段日期 2003.9.11

[73] 专利权人 技术重组股份有限公司

地址 西班牙马德里

[72] 发明人 D·马丁尚洛伦索

G·迪亚斯诺盖拉

M·A·加西亚里昂

[56] 参考文献

CN1141956A 1997.2.5 C22B3/08

EP0939138A 1999.1.9 C22B19/30

CN1247235A 2000.3.15 C22B3/14

US4378275A 1983.3.29 C25C1/26

US4401531A 1983.8.30 C25C1/16

审查员 李春竹

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 任宗华

权利要求书 7 页 说明书 18 页 附图 2 页

[54] 发明名称

由锌初级和二级原料电解生产超纯锌或锌化
合物的方法

[57] 摘要

本发明工艺包括以下阶段：a) 浸析；b) 固体 - 液体分离；c) 水溶液的中和；d) 富锌溶液的固体 - 液体分离；e) 锌提取；f) 来自提取阶段的有机溶剂的纯化；g) 再次提取承载在有机溶剂中的离子锌；h) 回收包含在来自再次提取的含水酸溶液中的锌。建立以下杂质隔绝方式：温和浸析；碱性浆料处理；对在锌提取(在步骤 e)) 之前和/或之后收集的水溶液的小物流进行处理；溶解锌提取的高选择性；处理承载在有机溶剂中的锌；使用超纯酸溶液对载锌有机溶剂进行清洁处理；汽提有机溶剂的部分泄放和处理；最终产物生产回路的小物流的泄放，然后被再循环至有机回路。

1. 一种由包含可通过湿法冶金处理而提取的锌的原料连续生产超高纯度电解锌或超高纯度锌化合物的方法，特征在于它包括以下阶段：

- a) 如果原料是固体，该原料用含水酸溶液浸析以溶解锌，
- b) 视需要，根据原料的性质，如果浸析残余物具有任何有价值的元素，可在浸析之后包括固体-液体分离，
- c) 中和水溶液或浸析浆料，或载锌溶液，如果含锌原料是液体，
- d) 从固体，其为中和阶段中的惰性残余物和/或沉淀物，对富锌溶液，已知为母液，进行固体-液体分离，
- e) 通过有机酸溶剂提取包含在母液中的锌，
- f) 纯化来自提取步骤的载锌有机溶剂，
- g) 通过含水酸溶液汽提承载在有机溶剂中的离子锌，
- h) 通过电解冶金和/或结晶和/或沉淀回收包含在汽提得到的含水酸溶液中的锌，

和特征在于：

该工艺的不同的阶段在分别包含连续组合的杂质隔绝方式的三个相关的回路中构成，

在第一回路—浸析-中和-溶剂提取和进一步浸析中，第一杂质隔绝方式包括在温和条件下的浸析；第二隔绝方式包括对原料浆料和水溶液，或得自浸析的富锌水溶液进行碱性处理；第三隔绝方式包括对在步骤 e) 通过有机溶剂进行锌提取之前和/或之后收集的小水溶液物流进行泄放和处理；

在第二回路—有机回路内，第四隔绝方式包括水溶液使用所述有机溶剂的高选择性锌提取；第五隔绝方式包括通过物理和化学纯化体系对载锌有机溶剂的处理；第六隔绝方式包括用超纯酸溶液处理以清洁载锌有机溶剂，从超纯有机溶液中汽提锌；第七隔绝方式包括汽提

有机溶剂的部分泄放和处理；

在第三回路内，第八隔绝方式包括最终产物生产回路的小物流的泄放，然后再循环至有机回路。

2. 根据权利要求 1 的方法，特征在于从中提取锌的原料是来自初级或二级材料的固体，且包含 3-80 重量% 锌，可以是氧化物和/或盐和/或金属的化学形式。

3. 根据权利要求 1 的方法，特征在于原料是具有变化量的其它阳离子和阴离子的不纯锌水溶液。

4. 根据权利要求 1 的方法，特征在于在第一回路内，第一杂质隔绝方式包括在温和条件下对原料的浸析，条件涉及温度，酸度和停留时间，用于限制杂质的溶解，将它们保持在固体原料中。

5. 根据权利要求 4 的方法，特征在于浸析条件保持在 pH 0-3.0。

6. 根据权利要求 4 的方法，特征在于浸析在最大等于 95℃ 的温度下进行。

7. 根据权利要求 4 的方法，特征在于浸析以停留时间 0.5-7 小时进行。

8. 根据权利要求 1 的方法，特征在于在第一回路内，第二杂质隔绝方式包括通过在受控 pH 3-5 下中和水溶液，沉淀出与锌共浸析的和/或存在于水溶液中的几种杂质，以选择性沉淀每种杂质，尤其是硅、铁、铝和镉，将它们从溶液中去除。

9. 根据权利要求 8 的方法, 特征在于中和阶段的操作温度的最大值是 95℃。

10. 根据权利要求 8 的方法, 特征在于中和以停留时间 0.5-7 小时进行。

11. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于在第一回路内, 第三杂质隔绝方式包括中和的载锌水溶液和/或在锌提取中得到的排锌水溶液的小物流的泄放以去除水和其它可溶杂质, 尤其是镁、钠、钾、锰、铜、镍、钴、氯化物和氟化物, 因此避免其在回路中的积聚。

12. 根据权利要求 11 的方法, 特征在于得自锌提取阶段 c) 的载锌水溶液和/或得自锌提取阶段 e) 的排锌含水酸溶液的小物流经历受控中和, 随后锌沉淀和随后的固体-液体分离, 从中固体锌沉淀物部分被再循环至在原料浸析中得到的浆料和/或溶液的中和阶段 c), 和液体部分通过受控中和而经历杂质去除阶段。

13. 根据权利要求 11 的方法, 特征在于得自阶段 c) 的中和的载锌水溶液的小物流通过引入金属锌和去除具有金属杂质的固体而经历胶接阶段, 随后是所得水溶液的锌沉淀和随后的固体-液体分离, 从中固体锌沉淀物部分被再循环至得自原料浸析的浆料和/或溶液的中和阶段 c), 和液体部分通过受控中和而经历杂质去除阶段。

14. 根据权利要求 11 的方法, 特征在于在提取阶段 e) 中得到的载锌含水酸溶液的小物流经历中和和/或胶接阶段, 即受控中和酸度和从所得水溶液中随后的锌沉淀和随后固体-液体分离, 从中锌沉淀物的固体部分被再循环至在原料浸析中得到的浆料和/或溶液的中和阶段 c), 和液体部分通过受控中和而经历杂质去除阶段。

15. 根据权利要求 13 或 14 的方法, 特征在于液体部分被送至有机回路内的消耗阶段, 其中存在于含水物流中的锌在消耗阶段通过有机相而提取, 同时在消耗阶段中得到的贫锌水溶液被再循环至中和和/或胶接。

16. 根据权利要求 12 的方法, 特征在于:

将中和的载锌水溶液和/或在提取中得到的排锌含水酸溶液的小物流的一部分送至锌沉淀阶段, 随后固体-液体分离, 然后将锌沉淀物再循环至浆料和/或在原料浸析阶段得到的浸析的溶液的中和阶段 c),

小物流的其它部分被送至中和和/或胶接阶段和, 在小物流来自排锌含水酸溶液的情况下, 在中和之后, 它视需要被送至消耗阶段,

并且得自锌沉淀和/或中和和/或胶接和/或消耗的液体级分被送至利用受控中和的杂质去除阶段。

17. 根据权利要求 15 的方法, 特征在于使用碱/胶接剂与金属锌对酸度进行受控中和处理的 pH 是 2.0-4.0。

18. 根据权利要求 17 的方法, 特征在于中和的载锌水溶液和/或在锌提取中得到的排锌含水酸溶液中的小物流的溶解锌用碱性试剂在 pH 6.0-8.0 下沉淀。

19. 根据一个权利要求 18 的方法, 特征在于中和、胶接和锌沉淀处理的温度是 70℃-90℃。

20. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于通过泄放处理, 对在中和、胶接、消耗和/或锌沉淀中得到的包含杂质的水溶液使用碱性试剂处理, 在 pH 8.0-12.0 下处理以沉淀出被去除的杂质, 同时在分离杂质之后得到的液体被再循环至该工艺。

21. 根据权利要求 20 的方法, 特征在于在提取阶段 e) 中得到的中和的富锌液体和或排锌含水酸溶液的部分占总物流的最多 25 体积%。

22. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于在第一回路和第二回路内, 第四杂质隔绝方式包括通过有机酸溶剂对溶解锌的高选择性提取, 阶段 e) 加入被中和至 pH 2.0-5.0 的含水锌溶液。

23. 根据权利要求 22 的方法, 特征在于包含在中和的富锌水溶液中的锌的提取在酸度范围 0.01-3.0 g/1 当量 H^+ 和在室温至 80℃ 的温度下进行。

24. 根据权利要求 23 的方法, 特征在于包含在中和的富锌水溶液中的锌的提取使用溶解在煤油中的有机酸溶剂进行, 所述酸选自烷基磷酸、烷基胂酸和烷基次胂酸。

25. 根据权利要求 24 的方法, 特征在于有机溶剂和水溶液之间的相比率是 0.1-10。

26. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于第五杂质隔绝方式包括使用双纯化体系, 物理和化学处理对来自提取的载锌有机溶剂进行处理, 用于含水酸溶液去除来自夹杂在有机相中的水相中的杂质, 和与锌共提取的其它杂质。

27. 根据权利要求 26 的方法, 特征在于物理处理包括使用包含 0.01-4.0g/L 当量 H^+ 的酸化水洗涤来自提取的具有锌的有机溶剂, 其中有机/水的体积比率是 5-100。

28. 根据权利要求 26 的方法, 特征在于化学处理使用包含 0.1-5 g/L 当量 H^+ 的再循环酸化溶液进行。

29. 根据权利要求 26 的方法, 特征在于物理和化学纯化逆流地在“q”个物理和/或“r”个化学的连续区中进行, 使得“r”+“q”应该至少等于 2, 用于物理纯化处理区的数目“q”应该是 1-4 和用于化学纯化处理区的数目“r”应该是 1-4。

30. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于仍在第二回路内的第六杂质隔绝方式包括在汽提阶段中使用其中酸度是 0.5-5 g/L 当量 H^+ 的含水酸溶液对承载有机溶剂进行处理。

31. 根据权利要求 30 的方法, 特征在于用于汽提的含水酸溶液包含最大 250 g/l 的溶解锌。

32. 根据权利要求 29 的方法, 特征在于处理温度是 20℃-60℃。

33. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于在该第二回路内, 第七杂质隔绝方式是由汽提有机相的小泄放物流送至再生阶段, 用氢氟酸溶液处理该有机溶液, 和随后再循环该处理有机泄放至回路。

34. 根据权利要求 33 的方法, 特征在于氢氟酸溶液具有酸度 2-10 mol/L。

35. 根据权利要求 33 的方法, 特征在于被送至再生的有机泄放物占物流总体积的最多 20%。

36. 根据权利要求 1 的方法, 特征在于在用于生产最终产物的第三回路内, 第八杂质隔绝方式是来自超纯含水酸溶液的小物流的泄放

物，它被送至清洗/洗涤阶段以纯化载锌有机溶液。

37. 根据权利要求 36 的方法，特征在于超纯含水酸溶液的小物流包含 0.5-5 g/L 当量 H^+ 和 0-250 g/L 锌。

由锌初级和二级原料电解生产超纯锌 或锌化合物的方法

本发明的目的和领域

本发明涉及一种通过湿法冶金工艺，由锌初级和/或二级原料起始，通过引入了杂质隔绝方式(barrier to impurity)的纯化回路的一种新组合，生产全为超纯锌或其化合物的改进方法。

按照本发明的这些隔绝方式包括：限制从原料或从外部生产或传输杂质至产物和/或能够通过连续消耗而对其去除，和/或检查杂质在产物中的存在，和/或防止再污染的处理的组合。

本领域的状态

存在几种有关湿法冶金处理锌初级和/或二级原料的已获专利的工艺。这些通过采用合适的方式而操作的工艺的目标是生产电解锌或锌化合物。这些工艺的最终目标是生产具有最高纯度的锌。

“焙烧、浸析和电解冶金”工艺(RLE)处理初级原料，通常是硫化锌浓缩物。焙烧浓缩物导致生产出不纯的氧化锌(煅烧物)和转化成硫酸的 SO_2 气体。煅烧物随后用再循环自电解冶金(electrowinning)阶段的硫酸溶液浸析。

浸析浆料的分离产生不纯溶液。该不纯溶液通过用锌粉末胶接(cementation)而纯化。该纯化溶液被送至锌电解冶金以生产锌板，然后送至熔化和铸塑阶段。但不能实现足够低以获得极端质量电解冶金的杂质浓度水平。这意味着生产出的锌不是超纯的，除非应用其它困难的和/或昂贵的附加阶段。

其它的一般工艺在第一步骤中利用了原料的酸浸析以溶解锌，然后，在第二步骤中，利用用作提取剂(其中某些具有 pH 控制作用)的有机酸溶剂对存在于溶液中的溶解锌进行选择提取，在第三阶段

中，处理该载锌有机酸以回收水溶液形式的锌并再生出随后被再循环的有机溶剂。

第一工艺(US4401531)公开了对包含在二级材料如锌碱性固体，或在硫酸盐或氯化物介质中的不纯溶液，例如熔炼炉渣，镀锌灰烬，碱性锌渣，不纯氧化锌或氢氧化锌，不纯锌电解质，浸析废液等中的锌的酸湿法冶金处理。该工艺公开了一种方法组合，包括用有机酸溶剂进行酸浸析，导致对存在于溶液中的锌进行溶剂提取。在该工艺中，作为酸溶液回收的在锌提取过程中产生的酸度被再循环至浸析阶段。该工艺具有几个缺陷：考虑用于加料的原料的范围仅局限于二级材料和，尽管存在纯化阶段，对于含水物流和有机物流两者，所得锌的纯度被某些特定的最终使用者认为不足且需要提高。另外，工艺操作条件(如温度，停留时间，酸浓度和锌浓度)范围窄。

另一专利(US4552629)公开了一种类似于上述的工艺，尽管锌在此作为直接电镀锌产物而不是作为从锌电解冶金中沉积的板制成。该湿法冶金工艺用于从原料或二级材料中回收锌的主要目的是使用类似于专利 US4401531 的阶段的组合。浸析酸通过硫酸和氢氯酸的共混而形成。得自浸析的水溶液(富含溶解锌)用一种用作提取介质的有机酸溶剂处理。然后，承载在有机溶液中的锌用酸溶液处理(汽提(stripping))，这样能够新的水相中回收锌离子和再生该有机酸。但由于可能使用所产生的锌，和在锌汽提之前不存在合适的有机洗涤，得自汽提的富锌水溶液不产生高纯度锌。

另一湿法冶金工艺(US4572771)具体地回收包含在原料，即包含锌，铁和铅的原料中的锌，它包括氢氯酸浸析阶段。在浸析阶段结束时，浸析的水溶液(清除了浸析残余物的载锌溶液)经历使用回收氯的氧化阶段并随后经历使用氢氧化钙的铁和铅沉淀。载锌水溶液(在铅和铁去除之后得到)随后通过用有机酸溶剂提取而处理。包含提取锌的该有机物用水或酸溶液如由锌电解冶金产生的 HCl 溶液处理并将排出的有机物中的有机溶剂转化后再利用。但在该工艺中，溶剂提取不包括纯化阶段，因此，有机溶剂不能够生产高纯度锌。另外，原料加

料是非常特定的。另外使用氢氯酸浸析溶液和用来自电解冶金的气进行氧化。电解冶金在硫酸盐介质中不是常规工艺，因为它们使用膜或隔膜操作。

在所述文件的基础上可以证实，所提及的不同的工艺不能生产非常纯的锌，或锌化合物，因为它们基本上聚焦于原料且没有充分地致力于纯化阶段。

本发明的第一目的是一种从包含初级和二级来源的锌(固体或液体)和另外包含变化量的硅、铝、铁、钙以及其它杂质，如镁、锰、钠、钾、铜、镍、镉、铋、砷、钴、氯、氟化物和任何其它杂质的原料生产非常纯的锌的湿法冶金工艺。

该工艺的另一目的是能够通过电解冶金生产金属形式或通过结晶工艺生产化学化合物，如锌盐形式的超纯锌，这样在温和条件下能够回收几乎所有的包含在原料中的锌。

另一目的是一种结合三个闭合回路以生产超纯锌的工艺，这在图1中概念化地说明。第一回路(不纯含水回路)结合了原料的酸浸析，如果所考虑的原料是固体，中和，随后使用有机酸溶剂提取溶解锌，并在锌提取过程中在水相中再循环酸至浸析阶段。第二回路是有机回路，将提取的锌通过洗涤阶段传输至汽提阶段并按照相反的方向传输酸。第三回路组合了汽提阶段和最终产物生产，后者可以是电解冶金阶段，其中使用在电解冶金中产生的酸汽提有机相锌，在该工艺中，每个回路配有其自身的纯化隔绝方式。

本发明的另一目的是通过完全控制存在于所述溶液中的杂质的水平而纯化再循环的浸析溶液。

本发明的另一目的是超纯化可被认为是完全没有杂质的载锌有机溶液的在提取阶段中产生的载锌有机物。

本发明的另一目的是避免和/或去除在汽提阶段过程中和/或在生产最终产物时产生的富锌溶液的可能的再污染。

本发明的说明

本发明涉及一种由使用湿法冶金处理而提取的包含在原料中的锌生产超纯电解金属锌或锌化合物的连续生产工艺，包括以下阶段：

- a) 如果原料是固体，该原料用含水酸溶液浸析以溶解锌，
- b) 视需要，根据原料的性质，如果浸析残余物具有任何有价值的元素，可在浸析之后包括固体-液体分离，
- c) 中和水溶液或浸析浆料，或含锌原料(如果它是液体)，
- d) 从固体(中和阶段中的惰性残余物和/或沉淀物)对富锌溶液(母液)进行固体-液体分离，
- e) 通过有机酸溶剂提取包含在母液中的锌，
- f) 纯化来自提取步骤的载锌有机溶剂，
- g) 通过含水酸溶液汽提承载在有机溶剂中的离子锌，
- h) 通过电解冶金和/或结晶和/或沉淀回收包含在汽提得到的含水酸溶液中的锌，

和特征在于：

该工艺的不同的阶段在分别包含连续的杂质隔绝方式的三个相关的回路中组合。

在第一回路—浸析-中和-溶剂提取和进一步浸析内，第一杂质隔绝方式包括温和浸析；第二隔绝方式包括对原料浆料和水溶液，或得自浸析的富锌水溶液进行碱性处理；第三隔绝方式包括对在步骤 e) 通过有机溶剂进行锌提取之前和/或之后收集的小水溶液物流进行泄放(bleeding)和处理；第四隔绝方式包括对溶解锌的高选择性提取。

在第二回路(有机回路)内，第五隔绝方式包括通过物理和化学纯化体系的载锌有机溶剂；第六隔绝方式包括用超纯酸溶液处理以清洁载锌有机溶剂，从超纯有机溶液中汽提锌；第七隔绝方式包括汽提有机溶剂的部分泄放和处理。

在第三回路内，或最终产物生产回路内，第八隔绝方式包括最终产物生产回路的小物流的泄放，然后再循环至有机回路。

在给定的描述中，最终产物生产回路是该工艺的最终、终极步骤，由此超纯锌通过电解冶金制成金属形式和/或通过结晶制成化学

化合物，如锌盐的形式。

附图的简要描述

为了补充前述描述和为了帮助更透彻地理解本发明的特点，一组附图附属于该说明书，构成其不可分割的部分，且其中以下内容使用仅说明性的，非限定性的特征来表示：

图 1 给出了超纯锌金属或锌化合物纯化回路工艺的示意图，其中 A、C、E、F、G、H、K 是主要阶段。

图 2 给出了本发明工艺目标的流程图。

本发明的详细说明

被认为用于在本发明中公开的工艺的原料包含所要提取的锌，且可来自起始原料或来自二级资源如固体或液体。固体如氧化锌矿物、无机碳酸盐、无机硅酸盐、硫酸盐、煅烧物、熔炼炉渣、镀锌残余物、电弧炉灰尘、韦尔茨(Waelz)氧化物、化学沉淀物等，所有的都包含变化量的杂质如硅、铝、铁、钙、镁、锰，钠、钾、铜、镉、砷、钴、镍、镉、氯化物、氟化物和其它元素和化合物。包含在这些不同的固体原料中的锌以重量表示可以是 3% -80%。对于液体原料，锌离子可作为硫酸盐存在，其中不受限制地包括许多和变化量的氯化物，硝酸盐，硅酸盐等(不必是多数)。

固体原料在用作根据本发明的原料之前可细粉碎直至达到合适的颗粒尺寸，最大尺寸 2 毫米。

本发明通过示意地在流程图中表示的描述更好地理解，其中描述了三个包含杂质隔绝方式的相关回路。参见图 1 和 2。

第一回路，(不纯含水回路)包括浸析(在 A)-中和(在 C)-溶剂提取(在 E)和进一步浸析(L_{11} , L_{15} , 在 A)，以及含水部分(L_5 , L_{12})的泄放和这些泄放物的相应处理(在 M 和/或 J)。

不同的杂质隔绝方式用于第一回路。

第一杂质隔绝方式包括通过在温和温度，酸度和压力条件下浸析

而处理(在 A)固体原料(如果是这样), 目的是限制以后与固体一起在固体-液体分离(在 D)之后被去除的伴随锌的杂质, 如铁, 铝或硅的溶解。

根据本发明所述的工艺, 根据步骤(A)的固体原料(S_1)的温和酸浸析应该在浸析区(在 A)在, 至少, 一个搅拌反应器中进行。

用于浸析固体原料的酸溶液可以是来自对应于阶段 e)的锌提取(在 E)的再循环的溶液(L_{11} , L_{15}), 它包含至少一种强酸并补充有回收酸, 可以是酸的共混物。可构成含水浸析溶液的酸或多种酸选自硫酸, 氢氟酸, 硝酸, 氢氟酸, 或其混合物以不同的比例形成的组。在其中浸析溶液包含仅一种酸的特定情况下, 该酸优选为硫酸。

用于浸析包含在原料中的锌的含水浸析溶液(L_{15})是高度酸性的, 包含 0.1-5 摩尔/升酸度(H^+)而与其来源无关, 包括加入酸以补偿原料的碱性。

使用酸溶液的固体原料浸析阶段在浸析区在 pH 范围 0-3, 优选 1.5-约 2.5 内进行, 其中停留时间是 0.5-7 小时, 优选 0.5-2 小时, 和温度低于 95°C, 优选 45°C-65°C。

视需要, 在阶段 b)中, 可以进行固体-液体分离处理, 从可被去除的非浸析的固体残余物中分离富锌溶液。所得的固体残余物可因此通过经历进一步处理而评估, 并可在该阶段从物流中分离而不经历中和。

第二隔绝方式包括对来自浸析(在 A)的含水原料或富锌溶液的碱性处理(在 C)。

暂时, 承载在浸析溶液中的锌作为浆料, 或作为溶液(如果它经历前述固体-液体分离阶段)离开浸析区。作为浆料(S_2)或在单独的阶段中, 和包含溶解杂质的浸析的溶液(L_2)经历第一纯化处理, 包括步骤 c)的受控中和, 其中 pH 设定在可适合由硅、铁、铝、锑和砷构成的每种杂质的沉淀的水平。

中和剂可以是任何典型的碱性试剂, 优选便宜的, 如氢氧化物、碳酸盐、碳酸氢盐, 尤其是碳酸钙或氢氧化钙, 和更尤其是白垩或石

灰。

中和阶段(在 C)在接近在最终浸析步骤所达到的温度,即在低于 95℃,但一般 40℃-60℃的温度下进行。停留时间是与浸析工段处于相同的数量级,即 0.5-7 小时,但优选 1-4 小时。在中和阶段结束时,中和的浸析的溶液的 pH 达到值 3-5,优选 3.5-4.3。

根据原料的特性和设备容量,中和处理可在串联的几个阶段中进行。

如果中和在几个步骤中进行,最终 pH 后中和可以一种受控方式进行直至达到为不同的步骤所设定的值,这样有选择地沉淀杂质。

在结束中和之后,进行固体-液体分离(在 D),使得分离中和的富锌溶液(L₄),同时分离非浸析的固体残余物和/或具有沉淀杂质(S₄)的固体,然后去除。

中和的富锌溶液(L₄)可部分或完全地送至提取阶段(在 E),其中锌使用有机溶剂提取。

离开提取的主流(排锌含水酸溶液或残液(L₁₅))在浸析阶段再循环。

第三杂质隔绝方式包括对由该回路的中和富锌水溶液(L₄)在提取阶段之前产生和/或由称作残液(L₁₂)的排锌含水酸溶液在所述提取之后产生的小物流(L_a)进行泄放和处理。其目的是去除水和防止不同的可溶杂质如钠、钾、氯化物、氟化物、镁、锰、铜、镍、钴、镉和其它杂质的积聚,检查至随后步骤的转移并因此去除溶解杂质。如果该阶段不存在,杂质会因为所用的不同回路工艺而积聚在所述溶液中,这已在本发明中说明。

得自(L₄)的该水溶液泄放物(L₅)或得自(L₁₁)的(L₁₂)按照其特性进行处理,同时中和的富锌溶液(L₄)的大多数(L₆)被送至提取阶段(在 E)。

如果泄放物是中和的载锌水溶液在提取之前的小物流(L₅)的泄放物,该泄放物(L₅, L₁₄)可直接送至锌沉淀阶段(在 J)。在该工艺的另一变型中,该泄放物(L₅, L₇, L₁₃)可事先在胶接阶段(在 M)中处理,

得到金属锌并随后将得自 M 的液体 L_8 稍后送至锌沉淀阶段(在 J)。在每种情况下, 该沉淀之后是固体-液体分离, 其中包含锌沉淀物的固体部分(S_8)被再循环至第一回路中的中和步骤(在 C)。离开 J 的液体部分(L_{31})通过受控中和阶段而经历杂质去除阶段(在 L)。

更确切地说, 在该工艺的第一变型中, 中和的载锌水溶液的小物流经历受控中和以从溶液中沉淀锌(在 J), 随后固体-液体分离, 其中富锌固体部分(S_8)被再循环至得自原料浸析(阶段 A)的浆料和/或水溶液的中和阶段(在 C), 同时液体部分(L_{31})再次通过受控中和而经历杂质去除阶段(S_{10})(在 L)。

在该工艺的第二变型中, 水溶液在提取之前的小物流(L_5)可被送(L_7 , L_{13})至胶接阶段(在 M), 其中它被金属锌处理和其中在该阶段(M)产生的液体物流(L_8)被送至固体-液体分离阶段(其中富锌固体部分(S_8)再循环至第一回路的中和阶段(在 C), 和液体部分(L_{37})通过受控中和而经历杂质去除步骤(在 L))。

在该工艺的第三变型中, 水溶液在提取之前的小物流(L_5 , L_7 , L_{13})可被送至胶接阶段(在 M), 其中金属锌可被引入, 和其中金属锌在浸析阶段(在 A)置换溶解的金属杂质, 同时所得液体部分(L_{25})被送至消耗阶段(在 I)以增加整个工艺的锌回收效率。所述消耗阶段存在于有机回路内。在该消耗阶段(I)中, 有机相提取存在于液体部分(L_{25})中的锌, 这有助于纯化和增加锌回收效率, 同时贫锌水溶液(L_{25})被再循环至中和和/或胶接步骤(在 M)。得自(M)的液体(L_8)被送至锌沉淀阶段(在 J)并进行与该工艺的第二变型相同的处理。

在该工艺的第四变型中, 变型一与前两种的变型之一结合。在这种情况下, 物流(L_{14})的小部分被送至锌沉淀阶段(J), 随后固体-液体分离, 在此之后, 具有锌沉淀物的固体(S_8)被再循环至得自原料浸析的浆料和/或水溶液的中和阶段(C), 同时该小物流的其它部分(L_7 , L_{13})被送至胶接阶段(在 I), 其中它被金属锌处理和, 视需要, 送至消耗阶段(在 E)。得自胶接阶段(M)和, 视需要, 得自消耗阶段(I)和属于锌沉淀阶段(在 J)的含水液体部分(L_{25} , L_8 , L_{31})被送至利用受控

中和的杂质去除阶段(在 L)。

如果泄放通过分离该回路的水溶液(L_{11}) (酸残液)的小物流(L_{12})而进行, 那么该处理通过受控中和溶液(L_{12})酸度, 通过(L_{13}) (在 M)和/或通过(L_7)和(L_{14}) (在 J)而进行, 可能随后是其相应的固体-液体分离。

如此中和的液体部分通过胶接(在 M)进行处理和, 视需要, 经历消耗(在 I)和/或锌沉淀(在 J)。然后, 液体(L_{31})经历最终杂质去除(在 L), 随后是与泄放(L_5)所述的相同的阶段(M、I、J、L)。

公开用于泄放处理(L_5)的所有的工艺变型可用于处理(L_{12}), 以下进行描述。

作为该工艺的第一变型, 将少部分的来自提取(L_{12} , L_7 , L_{14})的水溶液物流经历受控中和, 目的是沉淀(在 J)溶液中的锌, 随后固体-液体分离, 将从中得到的富锌固体部分(S_8)被再循环至得自原料(A)浸析的浆料和/或水溶液的中和(在 C), 同时液体部分(L_{31})在(L)通过受控中和而经历杂质去除阶段(S_{10})。

作为该工艺的第二变型, 提取后水溶液(L_{12} , L_{13})的小物流可被送至中和和/或胶接阶段(在 M), 其中它被金属锌处理并将在阶段(M)得到的液体物流(L_8)被送至锌沉淀阶段(J), 随后送至固体-液体分离阶段, 其中富锌固体部分(S_8)被再循环至第一回路的中和步骤(在 C), 和液体部分(L_{31})通过受控中和而经历杂质去除阶段(在 L)。

在该工艺的第三变型, 提取后水溶液的小物流(L_{12} , L_{13})可被送至中和-胶接阶段(M), 其中它被碱和金属锌处理并将所得液体(L_{25})送至消耗阶段(在 I)以增加总工艺的锌产率。所述消耗阶段位于有机回路中。得自(M)的液体(L_8)被送至锌沉淀阶段(在 J)并进行与该工艺的以前的变型(第二)相同的处理。

在该工艺的第四变型中, 可以将变型一与前两种的变型中的任何一个结合。在任何情况下, 小物流(L_7 , L_{14})的一部分被送至锌沉淀阶段(J), 随后固体-液体分离, 在此之后, 包含锌沉淀物(S_8)的固体被再循环至得自原料浸析的浆料和/或水溶液的中和阶段(在 C)。该小

物流的另一部分 L_{13} 被送至中和阶段(在 M)其中它被碱和金属锌处理和, 视需要, 该液体被送至消耗阶段(在 I)。得自胶接阶段(在 M)和, 视需要, 得自消耗阶段(在 I)和得自锌沉淀(在 J)的含水液体部分(L_{26} , L_8 和 L_{31})被送至利用受控中和的杂质去除步骤(在 L)。

以上已经提及, 消耗阶段(在 I)可视需要使用, 在两个回路之间进行。它包括通过用排锌有机溶剂(L_{23})处理而从原料到有机回路的水溶液(L_{25})中提取锌, 在其最终处理和去除之前尽可能地消耗包含在该水溶液中的锌, 增加以如此方式被引入有机回路的锌回收率。

两种物流 L_5 和 L_{12} 可单独或组合处理。

泄放处理条件(L_5 和/或 L_{12})如下: 在该泄放物通过受控中和用碱性试剂处理(在 M)的同时, pH 保持在 2.0 和 4.0 之间且它在该 pH 下通过胶接用金属锌粉末处理以触发金属杂质如铜, 镉, 钴, 镍和其它杂质的沉淀。温度是 20℃-90℃。但如上所述, 该泄放物(L_5 和/或 L_{12})完成了另一目的, 即使用 L_8 , 和/或 L_{31} , L_9 从主要的含水溶液回路中去除可溶元素如镁, 钠, 钾, 以及氟化物和氯化物, 并另外实现水平衡。

存在于该泄放物(L_5 和/或 L_{12})中的可溶锌和用于胶接所加的锌(金属)可通过碱性试剂在 pH 6.0-pH 8.0 下在温度 70-90℃下沉淀(在 J)和, 在其固体-液体分离之后, 将所得浆料再循环至中和阶段(在 C)。另外可以在以前描述的有机回路的消耗阶段(在 I)回收该锌。

在两种情况下, 通过消耗阶段(在 I)和/或再循环浆料(在 J), 增加了所回收的总锌。

将胶接剂(包含金属元素 M 的沉淀物的固体材料)从工艺中去除或经历其自身的消除处理。

在该锌回收之后, 水溶液(L_{26} , L_8 和/或 L_{31})离开仍包含溶解杂质的中和和/或胶接/消耗区(在 M 和/或 I)和/或锌沉淀(在 J), 其中它们应该被送至杂质去除区(在 L), 其中它们被碱性试剂在 pH 8.0-12.0 下处理和, 随后, 将固体沉淀物从杂质(S_{10})中在温度 30-90℃下

去除。在泄放处理的该最终阶段中得到的大多数液体应该作为用于制备试剂的基料或作为工艺水而被再循环至该工艺的主要回路。剩余的液体抽空作为最终废液(L₁₀)。

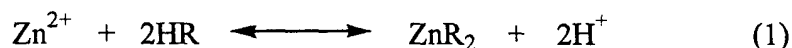
从主流(泄放物)中分离以控制溶解杂质的增长水平的溶液部分(中和的富锌溶液(L₅)和/或排锌含水酸溶液(L₁₂))增加了锌回收和调节水和/或碱性元素平衡, 占总物流的最大 25 体积%, 优选 8-15 体积%。

第四隔绝方式包括用高选择性有机酸溶剂(在 E)对溶解锌的处理, 阶段 e)。该选择性由于在锌提取过程中的酸条件和由于操作条件而急剧增加。

该隔绝方式在两个回路: 浸析-中和-提取回路和有机回路之间的界面上产生。

第二回路称作“有机”回路, 是一种溶剂提取体系, 其优点是水相特性和其与水相的不混溶性。该第二回路结合了锌提取阶段(在 E), 载锌有机溶剂(L₁₆)的纯化(在 F), L₁₈ 锌汽提(在 G), 有机酸溶剂的总(L₁₉)或部分(L₁₉)再生(在 H)和, 视需要, 消耗(在 I)。

中和的富锌溶液(母液)在阶段 d)的大多数或整个物流, (L₆)在阶段 e)与用于锌提取的有机酸(L₂₄)接触。溶液经历下述的离子化学平衡反应:



在该化学反应中, HR 表示所述提取有机酸试剂溶液, 和 ZnR₂ 表示载锌有机溶液。

在提取阶段加料的该母液的 pH 超过 2, 优选 3.5-4.3。在锌提取, 阶段 e)过程中, 水溶液增加其酸度至 0.01-3.0 g/1 当量 H⁺。其发生是因为质子在反应(1)之后始终, 优选在该阶段的 3 或 4 个提取步骤由有机相转移至水相。可以加入碱性试剂(如同在其它工艺中)以稍微增加 pH。

锌提取温度是室温至 80℃, 优选 40℃。

为了实现最佳的选择性提取, 使用酸条件(没有加入碱性试剂),

这样可提取仅对有机溶液具有较大亲和性的那些阳离子，如铁和锌。在这些酸条件下，对其它阳离子杂质的选择性增加。离开提取区(L_{11} - L_{15})的水溶液(酸残液)的酸度相当于提取的锌。该酸度(L_{11} - L_{15})用于浸析阶段(在 A)，因此减少必要的酸加入。

有机酸 HR 通常选自由以下酸形成的组：能够提取锌的烷基磷酸、烷基膦酸和烷基次膦酸，优选选自二-(2-乙基己基)磷酸(D_2EPHA)、二-(2-乙基己基)膦酸和二-(2,4,4-三甲基戊基)次膦酸。

为了在锌提取中使用，HR 溶解在得自油组分，如煤油的有机化合物的混合物中。该有机试剂在煤油中的浓度是 5%-75%，优选 30%-50%。

在阶段 e) 中，其中中和的富锌水溶液(L_{15})在(E)与提取溶剂(L_{24})在所谓的逆流条件下接触，实现锌提取，释放 H^+ 离子(两个 H^+ 离子，每保留一个 Zn^{2+} 离子)。仍包含残余锌和明显量溶解杂质的在提取阶段(在 E)所产生的含水酸溶液(L_{11})可完全地或部分地，但总是主要地，在阶段 a) 作为浸析溶液再循环以浸析固体原料。

在提取阶段(在 E)的有机相和水相之间的比率(O/A 比率)根据工艺条件选择以成功地达到合适的物理和化学行为，一般位于 0.1 和 10，优选 1.0 和 3.0 之间。

载锌有机溶液(L_{16})(ZnR_2)离开提取阶段 e) (在 E)，包含少量的共提取的、夹带的杂质，被送至阶段 f) 用于其超纯化(在 F)。

这些剩余的杂质与有机相中的锌一起应该被完全去除(在 F)，以避免污染由根据本发明的工艺得到的产物，后者必须是非常纯的。因此，载荷有机溶液经历一种可被描述为超纯化阶段(步骤 f) (在 F) 的处理以去除仍存在的所有的痕量剩余的杂质。这是以下杂质隔绝方式(第五)的目的。

在第五杂质隔绝方式的第二有机回路内，包括对在提取阶段 e) (在 E) 产生的载锌有机溶液(L_{16})的处理。该处理(阶段 f) (在 F) 具有双纯化体系：使用含水酸溶液(L_{30} 和水)清洗和洗涤以去除由有机相中的水相夹带的杂质，和与锌一起被有机相共提取的其它杂质如

钙。

该杂质隔绝方式包括对在阶段 f) 使用的载锌有机溶剂的连续物理和/或化学处理的组合。在此, 去除处于浓度水平 ppm 或 ppb 的可被共提取或夹带在离开提取步骤的载锌有机溶剂中的杂质。

该纯化处理(清洗/洗涤)(在 F)可通过一系列逆流阶段而形成。连续物理区的数目“q”和/或连续化学区的数目“r”与原料的特性有关, (“r”+“q”应该至少等于 2):

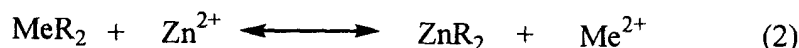
每个物理纯化处理区(清洗)的数目“q”是至少 1, 优选 1-4。

每个化学纯化处理区(洗涤)的数目“r”是至少 1, 优选 1-4。

避免有机相中的含水夹带所需的对有机相的物理处理通过加入酸化的水而实现, 其中酸度范围 0.01 和 4.0g/1 当量 H^+ 之间, 和有机/含水物流在 5 和 100, 优选 15 和 25 之间。

化学处理使用酸化再循环的溶液(主要包含溶解锌)(L_{28} , L_{30} 和水)进行。该溶液具有 10-100 g/1 锌和 0.1-5 g/1 当量 H^+ 。

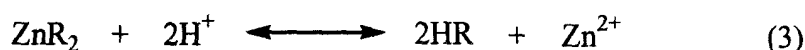
该处理是在有机相(MeR_2)中通过另外的锌提取而将共提取杂质(Me^{n+})转移至水相, 根据平衡反应获得纯锌的有机溶液:



(Me 具有金属杂质的化合价。在这种情况下, 和作为例子, 考虑为二价离子)。

由于使用不同的阶段的组合和选择特殊工艺条件, 承载在有机溶剂(L_{18})中的锌, ZnR_2 , 达到非常高的纯度水平。

仍在第二“有机”回路内的第六杂质隔绝方式包括在特殊条件根据以下化学平衡反应(3), 使用新的含水酸溶液(L_{28} , L_{29})(该溶液应该自身是非常纯的), 处理(在 G)根据阶段 g)(在 G)的清洁的载锌有机溶液(L_{18})。



汽提条件(在 G)应该使得与铁一起提取的杂质如铁和铝不从有机相中提取。

用于锌汽提的超纯锌酸溶液的酸度是 0.5-5.0 g/1 当量 H^+ ,

和包含 0-250 g/l 锌。

该阶段的温度是 20℃-60℃，优选 35℃-40℃。

第二有机回路内的第七杂质隔绝方式是再生步骤(在 H)。

仅非常特殊的阳离子，更具体地 Fe^{3+} 或 Al^{3+} 另外与锌阳离子一起被有机溶液(在 E/I)提取，但这些阳离子不如锌阳离子(在 G)那样容易提取，留在有机溶剂中并因此，它们不污染水溶液。为了防止其积聚，得自阶段 g) 的有机物流的泄放物被送至再生阶段(在 H)。被送至再生的泄放物占物流总体积的最多 20%，优选 1%-5 体积%。

在该再生阶段(H)中，小有机物流(L_{20})用具有酸度 2-10 mol/l，优选 4-8 mol/L 的氢氯酸溶液处理，汽提这些离子和再生有机溶液，在有机溶液中保持合适的质量和纯度水平。已再生的该有机泄放物被再循环至主要有机回路且消耗的氢氯酸可被送至浸析或氢氯酸回收体系。

已从中去除锌的有机酸溶剂(L_{19})在消耗阶段(在 I)和在提取阶段 e) (在 E) 完全或部分地再循环(L_{21})，除了小物流(L_{20})。

包含在再生阶段(L_{22})如此处理的有机部分和汽提有机溶液(L_{21})的混合物的有机物流(L_{23})被送至消耗和提取阶段(在 I/E)。

在该工艺的另一变型中，整个物流 L_{19} 在被再循环至消耗/提取(在 I/E)之前经过再生(在 H)。

溶剂提取体系的最终水溶液：来自提取的酸残液，来自汽提的酸溶液，和来自再生的消耗的氢氯酸经过一个活性炭柱以去除由这些物流夹带的有机内含物，因此尽量减少有机损失。

该处理是另一附加的纯化隔绝方式，一般防止所有的水溶液，尤其是超纯汽提含水酸溶液的有机污染。

在第三回路内，最终产物生产回路(一般是电解冶金回路)与汽提(在 G)和最终产物生产阶段(在 K)结合，第八杂质隔绝方式包括该回路的含水物质的小物流(L_{30})的泄放。该泄放物被送至清洗/洗涤阶段(在 F)，以保持用作纯化体系的该含水物流优异的质量。

这样，它能够将超纯含水酸溶液(完全没有杂质)(L_{27})供给至用于

生产超纯锌的最终产物的清洗/洗涤阶段。

该泄放物是包含 0.5-5 g/L 当量质子和 0-250 g/l 锌的超纯含水酸溶液。

超纯含水酸溶液泄放物(L₃₀)被送至进一步有助于确认所需的非常低杂质水平的清洗/洗涤阶段，其自身用作极端纯化载锌有机溶剂的介质。利用这种其它隔绝方式，保持了含水汽提回路中的总纯度，且它是一种在最终产物生产阶段防止外部污染的方式。

超纯富锌溶液现在是一种实际上纯水溶液。它被加料到根据本发明的工艺的最后阶段。超纯锌根据以下工艺之一回收：电解冶金和/或结晶和/或沉淀和/或用于生产锌化合物的任何其它已知的工艺。在电解冶金的情况下，锌纯度高于 99.995%，得到伦敦金属交易所和以下最大质量标准(ISO-752 特殊高等级(SHG)，ASTM 的 B6-98 5^a，UNE 37-301-88，BSL 的 Zn 1)的最好质量分级。当量纯度定义可应用于其它产品或盐。

实施例

本发明通过对根据本发明的工艺的描述而更好地理解，该工艺在流程图中示意给出，其中该工艺的阶段已用大写字母(A)-(M)表示。参见图 2。

该实施例涉及高纯度金属锌的工序内回收，包括：

- 浸析包含在原料中的锌，通过使用酸的共混物的水溶液而实现，该共混物包含硫酸(占共混物中的 95 重量% 当量 H⁺)，
- 使用有机酸溶剂(D₂EPHA)提取溶解锌，
- 汽提锌，其中使用对承载在有机溶剂中的锌的酸处理。

用作原料(S₁)的固体原料包含 10 重量%的锌。伴随锌的主要杂质是：硅(25 重量%)、铁(2 重量%)、钙(2 重量%)和其它杂质(镁、锰、钾、铜、钴、镍、镉、氯化物、氟化物)，且硫酸盐和其它离子占 100 重量%的余量。

原料(100 t/h)粉碎直至 100% 低于 1.29 毫米，K₈₀ 低于 500 微

米，和制成浆料形式，在浸析点(A)加料。该阶段包含 4 个串联的浸析区。原料在与再循环的浸析含水酸液体/残液(L_{15})相同的时间下引入，后者可以进一步通过加入浓酸溶液而酸化。将浓酸溶液加入残液是为了降低原料的碱性。

平均浸析 pH 在整个侵蚀过程中保持为低于 1.4 的值。

平均侵蚀温度设定为恒定值约 55°C ，且原料达到最终浸析反应器所需的时间是 2 小时。

离开浸析阶段(A)的浆料(S_2)在这种情况下直接加料到(没有固体-液体分离(B))中和(C)。

浸析的浆料(S_2)的载锌水溶液(L_2)在 4 中和反应器(C)中和，同时加入白垩，这样在结束中和时的平均 pH(在 S_3)设定为值 4.2。温度在第一和第四中和反应器之间保持约 53°C 。

在固体-液体分离和洗涤饼(在 D)之后，去除残余物(S_4)，同时将富锌溶液(L_4)，在这种情况下整个物流(L_6)，送至提取阶段(E)。

构成用于锌提取的溶液的溶液(L_6)在几种提取阶段(E)用有机溶剂(L_{24})(D_2EHPA 溶液)，通过离子交换根据前述等式(1)进行处理。每个提取阶段包括两种不混溶相之间的密切接触，有助于每种水溶液和每种提取有机溶剂之间的锌提取，和用于两种液体提取后的分离区。

在利用有机酸溶剂(有机残液) L_{24} 的该锌提取过程中，水相按照反应(1)酸化且所得水溶液，酸含水残液(L_{11})，在这种情况下分离成两种流动(L_{15})和(L_{12})。大多数物流(L_{15})被送至浸析(A)，且少数或泄放物(L_{12})经过(L_{13})由中和和胶接(M)组成的泄放处理以去除杂质。

载锌有机溶剂(L_{16})被送至包括两个连续纯化区的极端纯化阶段(F)。一个是物理纯化阶段以去除由有机物流夹带的水溶液杂质，且另一是化学纯化，其中，在合适的条件，根据反应(2)，去除与锌一起共提取的杂质。纯化(清洗/洗涤)在合适的条件下通过来自仍包含锌和水的最终产物生产回路的再循环的，超纯含水酸溶液(L_{30})的小流动泄放而实现。在该步骤之后，得到超纯载锌有机溶剂，以物流形式(L_{18})被送至汽提(G)，同时由包含杂质的含水酸溶液构成的(L_{17})被再循环至提取阶段(E)。通过纯化(F)生产的载锌有机溶液(L_{18})是非常纯

且实际上没有杂质残余物。在阶段(G)之后, 将它传输用于锌汽提并根据以上反应(3)释放前述提取有机溶剂。该步骤生产包含 3.4 g/1 游离当量 H^+ 和 50 g/1 锌(贫锌电解质)的再循环的含水酸溶液(L_{29})。

汽提有机物流(L_{19})分成两种流动, 小的一种(L_{20})和主要的一种(L_{21})。

占总量 2% 的汽提有机溶液的小物流(L_{20})被送至再生阶段(H), 其中有机物流中共提取(和没有事先汽提)的铁和铝现使用氢氯酸溶液从所述有机物流中去除。

整个有机酸溶剂物流(有机残液)(L_{23})离开汽提和再生并被再循环至提取阶段, 经过消耗阶段(I)。该消耗阶段是另一提取阶段, 其中包含在泄放物(L_{12})中的锌和溶解在胶接物中的锌被回收, 它们都存在于来自中和和胶接阶段(M)的物流(L_{25})中。存在于水溶液(L_{26})中的最后的剩余的杂质被再循环至中和和/或胶接(在 M)和最后与在于中和(M)所产生的氢氧化物浆料一起被去除。在这种情况下, 如同对于 L_8/L_{31} , 它直接被送至(没有经过锌沉淀阶段(J))最终杂质去除阶段(L)。pH 在该阶段增加以沉淀碱性杂质, 然后在 S_{10} 去除。还形成含水液 L_9 , 它被部分地再循环至工艺 L_{10} 。

在汽提阶段(G)得到的水溶液(L_{27})构成超纯锌溶液, 从中可通过锌电解冶金生产出超纯金属锌(S_{27})。

除了该最终工艺(K)的金属锌产物, 得到一种消耗的, 超纯锌酸溶液(L_{29}), 它被再循环至汽提阶段(G), 因此重新承载以更多的锌。阶段(G)和(K)形成超纯含水回路。仅来自超纯含水酸溶液(L_{30})的小泄放物被送至纯化(清洗/洗涤)(F)以保持溶液在整个该回路中的极端纯度。

起始存在于原料中的所有的杂质如硅、铝、铁、钙、镁、钾、铜、钴、镍和其它杂质按照本发明在不同的工艺阶段被去除。回收的锌具有最低纯度 99.995 重量%。

按照本发明的不同的工艺阶段的数字数据汇总于下表并按照所附的流程图给出(参见图 2)。

表 1: 主流特性

回路	步骤或 隔膜方式	物 流	(S) t/H	(L) m ³ /H	单 位	典型的 Zn/酸和杂质														R ⁺	其它
						Zn	Si	Al	Fe	Ca	Mg	Mn	K	Cu	Co	Ni	Cd	Cl	F		
1	浸析(A)	S1	100		%	10	25	5	2	2	0.5	0.3	0.9	0.1	2E ⁻³	1E ⁻²	2E ⁻²	5E ⁻²	5E ⁻²	-	54
		S2	89.3		%	0.45	27.8	4.6	2.37	2.0	0.59	0.3	0.98	4E ⁻²	5E ⁻⁴	3E ⁻³	6E ⁻³	26E ⁻³	22E ⁻³	-	61
1	1-温和浸析 中性(C) -S/L(D)	A. I. 去除(1)			%	4	99.4	83	94	90	95	90	97	40	30	30	30	50	40	-	-
		S4	103.4		%	0.7	24.2	4.66	1.93	4.8	0.51	0.27	0.85	4E ⁻²	6E ⁻⁴	3E ⁻³	6E ⁻³	24E ⁻³	34E ⁻³	-	62
	2-中性 沉淀物	A. I. 去除(1)			%	7.2	99.93	96.5	99.9	-	95	91	97.5	42	32	31	31	50	70	-	-
		L6	471		g/L	30	4E ⁻²	0.35	5E ⁻³	0.4	0.3	0.32	0.3	0.7	16E ⁻³	82E ⁻³	0.16	0.3	18E ⁻³	-	-
	3-不纯含 水泄放物	L12	84.5		g/L	10	4E ⁻²	0.35	5E ⁻³	0.4	0.3	0.32	0.3	0.7	16E ⁻³	82E ⁻³	0.16	0.3	18E ⁻³	0.6	-
		A. I. 去除(1)			%	15	99.95	97.1	99.9	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
1-2	提取(E) (2) 4-选择性 有机提取	L16	735		g/L	14	2E ⁻⁵	5E ⁻²	0.3	5E ⁻²	3E ⁻⁴	8E ⁻³	2E ⁻⁴	4E ⁻⁴	1E ⁻⁶	5E ⁻⁵	1E ⁻⁴	2E ⁻⁴	1E ⁻⁴	-	-
		A. I. 去除(1)			%	-	100	97.1	99.9	98.2	99.95	98.1	99.98	99.7	98.5	99.6	99.6	99.7	98.5	-	-
2	洗涤(F) 5-有机洗涤	L18	735		g/L	13	ND	5E ⁻²	0.3	1E ⁻³	ND	1E ⁻³	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
		A. I. 去除(1)			%	-	100	97.1	99.9	99.96	99.99	99.8	99.99	100	100	100	100	100	100	-	-
2-3	汽提(G) 6-选择性 有机汽提	L19	735		g/L	0.5	ND	5E ⁻²	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
		A. I. 去除(1)			%	-	100	97.1	99.9	99.96	99.99	99.8	99.99	100	100	100	100	100	100	-	-
2	再生(H) 7-有机再生	L22	16		g/L	0.0	ND	1E ⁻²	0.15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
		A. I. 去除(1)			%	0	100	99.99	100	99.96	99.99	99.8	99.99	100	100	100	100	100	100	-	-
3	超纯泄放物 8-超纯泄 放物	L30	9.4		g/L	50	-	0.1	5E ⁻³	7E ⁻²	2E ⁻²	8E ⁻²	6E ⁻³	-	-	-	-	<5E ⁻²	<5E ⁻²	3.4	-
		A. I. 去除(1)			%	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
3	最终产物	S27	9.3		%	100	ND	<5E ⁻⁴	<2E ⁻⁴	ND	ND	ND	ND	<5E ⁻⁴	ND	ND	<1E ⁻⁴	ND	ND	-	<3E ⁻³

注: (1) 累计的杂质去除 (2) 包括含水夹带物 (ND) 未检测到

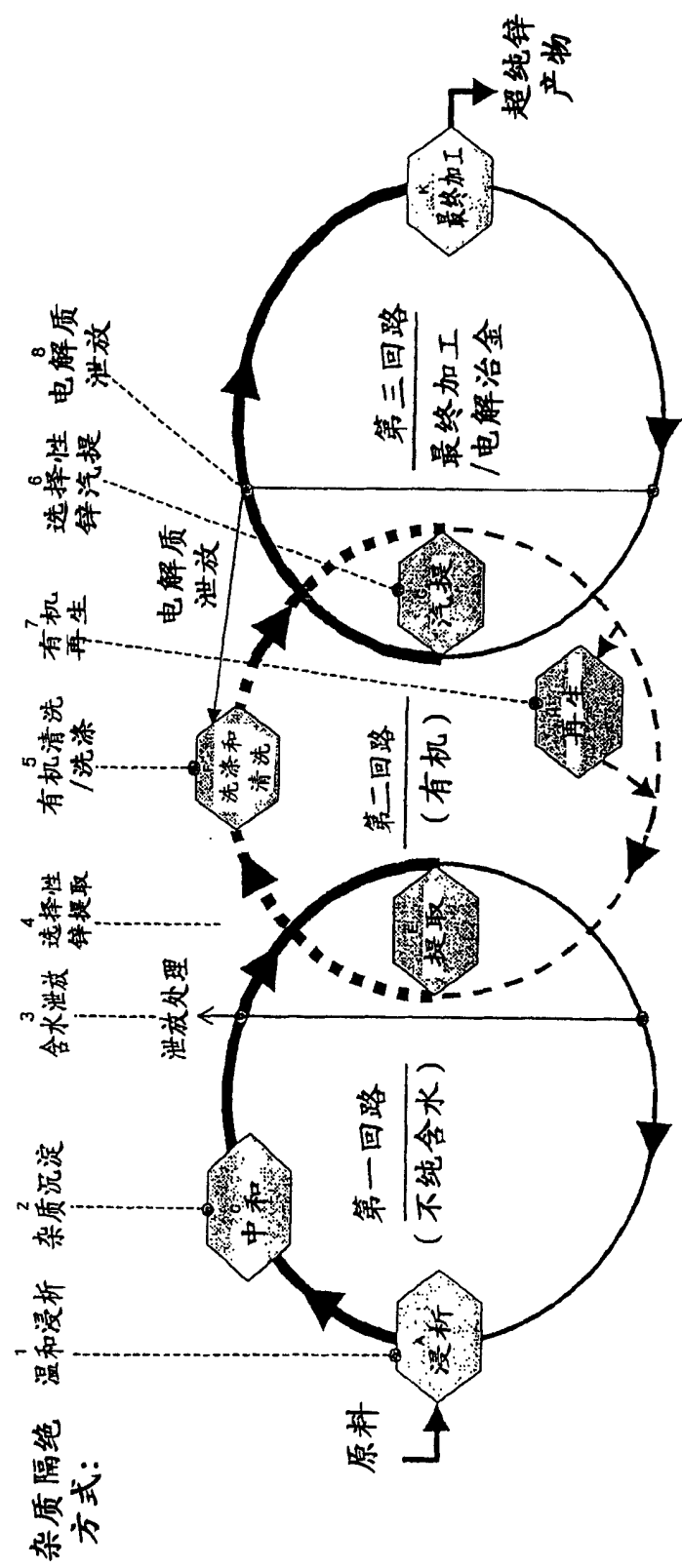
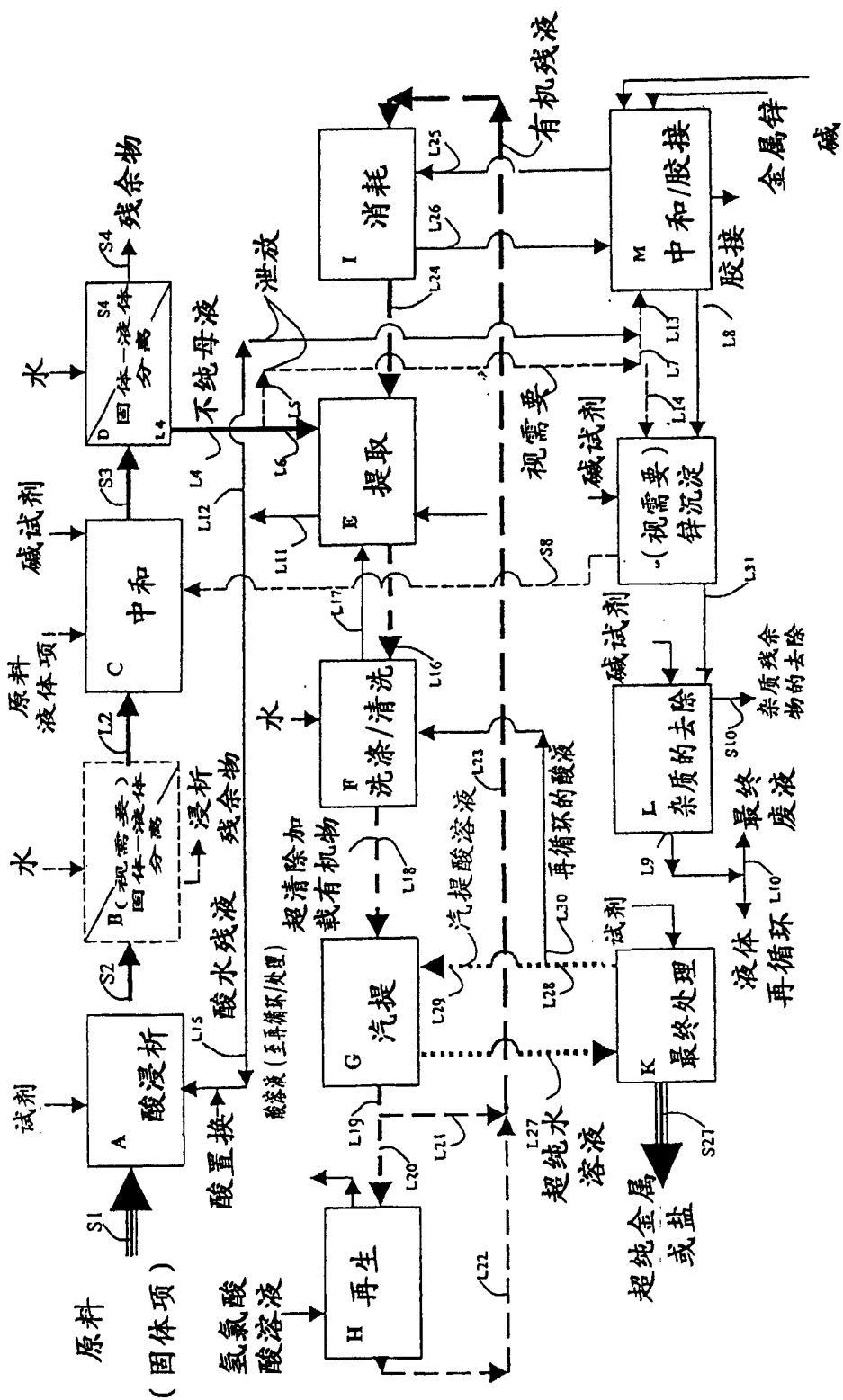


图1



2