

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 11/04

C22B 3/26

//C22B15:00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00807555.7

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1142004C

[22] 申请日 2000.5.4 [21] 申请号 00807555.7

[30] 优先权

[32] 1999.5.14 [33] FI [31] 991111

[86] 国际申请 PCT/FI00/00397 2000.5.4

[87] 国际公布 WO00/69538 英 2000.11.23

[85] 进入国家阶段日期 2001.11.14

[71] 专利权人 奥托库姆普联合股份公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 布鲁尔·尼曼

斯蒂格-埃里克·胡尔托尔姆

劳诺·里尔加 埃萨·林戴尔

埃罗·埃克曼 朱哈尼·里拉

雷默·库西斯托 佩蒂·佩卡拉

审查员 马 玉

[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

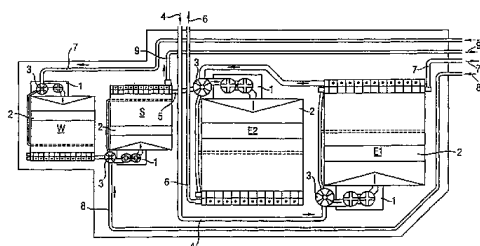
代理人 郑修哲

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 12 页

[54] 发明名称 从水溶液中萃取铜的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种通过提高萃取液的粘度以及通过将水溶液分散成液滴并形成密集的液滴聚集体，从而以液-液溶剂萃取法从具有高含量硫酸盐的水溶液中萃取铜的方法。萃取液的粘度可以或者通过增加萃取液中的实际萃取剂-萃取试剂的容量或者通过使用粘度大于正常使用的稀释剂的高粘度稀释剂而得以提高。通过提高萃取剂的粘度，萃取分散相的混合持久性能够得到增强，并导致萃取液滴减少。其它优点在于相对作为铜来源的水溶液的流速而言，减小了萃取液在萃取过程中的流速，并且减小了所需萃取设备的尺寸。



ISSN 1008-4274

1. 一种通过液-液萃取从具有高含量硫酸盐的水溶液中萃取铜的方法，其特征在于，萃取液的粘度调整在 3-11cP 范围内，而在萃取混合相中的萃取液和水溶液的比例调整在 0.7-1.0 之间，由此水溶液在萃取液中分散成液滴。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过增加萃取剂的含量来提高萃取液的粘度。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，通过将萃取液中萃取剂含量控制在 15-70 体积 % 范围内来提高萃取液的粘度。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，从外部到达萃取级的有机溶液和水溶液之间的比例 (O/A) 被控制在 0.15-1 的范围内。

5. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在处理铜含量最大达到 2g/l 的水溶液时，通过将萃取液中萃取剂的含量调整到 15-25 体积 % 范围内来提高萃取液的粘度。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，对萃取液和水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.2-0.5 的范围内，而对反萃过的铜电解液和萃取水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.08-0.12 的范围内。

7. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在处理铜含量为 2-4g/l 的水溶液时，通过将萃取液中萃取剂的含量调整到 15-30 体积 % 范围内来提高萃取液的粘度。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，对萃取液和水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.3-0.7 的范围内，而对反萃过的铜电解液和萃取水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.15-0.25 的范围内。

9. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在处理铜含量为 4-8g/l 的水溶液时，通过将萃取液中萃取剂的含量调整到 25-50 体积 % 范围内来提高萃取液的粘度。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，对萃取液和水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.4-0.8 的范围内，而对反萃过的铜电

解液和萃取水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.25 - 0.50 的范围内。

11. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 在处理铜含量大于 8g/l 的水溶液时, 通过将萃取液中萃取剂的含量调整到 40 - 70 体积 % 范围内来提高萃取液的粘度。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 对萃取液和水溶液的外部泵送作用比例被调整到 1 - 4 的范围内, 而对反萃过的铜电解液和萃取水溶液的外部泵送作用比例被调整到 0.8 - 3 的范围内。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过使用室温下测量时粘度为 2.7 或 3.2cP 的脂肪烃、煤油作为萃取液中的稀释剂, 来提高萃取液的粘度。

14. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过使用室温下测量时粘度为 3cP 的芳香烃、煤油作为萃取液中的稀释剂, 来提高萃取液的粘度。

15. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过使用室温下测量时粘度至少为 2.7cP 的脂肪烃和芳香烃的混合物、煤油作为萃取液中的稀释剂, 来提高萃取液的粘度。

16. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 用来溶剂萃取的水溶液中的硫酸盐含量至少为 40g/l。

17. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 萃取液基本上同时流过萃取设备的每一级。

18. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 萃取液基本上比实际萃取级更慢地流过萃取设备的洗涤级和反萃级。

从水溶液中萃取铜的方法

技术领域

本发明涉及一种通过提高萃取液的粘度以及通过将水溶液分散成液滴并形成密集的液滴聚集体，从而以液-液溶剂萃取法从含有高含量硫酸盐的水溶液中萃取铜的方法。萃取液的粘度可以通过提高萃取液中的实际萃取剂-萃取试剂的容量或者通过使用粘度大于正常使用的稀释剂的高粘度稀释剂而得以提高。通过提高萃取剂的粘度，萃取分散相的混合持久性能够得到增强，并导致萃取液滴减少。其它优点在于相对作为铜来源的水溶液的流速而言，减弱了萃取液在萃取过程中的流速，并且减小了所需萃取设备的尺寸。

背景技术

当直接浸取（固-液萃取）贫铜矿时会形成稀释的水溶液。这种溶液的铜含量通常在1-4克/公升铜（g/l cu）的数量级。另外，中性盐经常会聚集在溶液中，主要是硫酸铝和硫酸镁。尽管铜的含量并未大于1.5g/l，但是硫酸盐的含量可以大于40g/l，达到40 g/l到120 g/l之间。一些硫酸盐可能源于矿石或者可能对海水的使用。在萃取过程中，水溶液处于萃取和浸取之间的循环中，这样就会逐渐聚集出盐，由此增加了粘度。中性盐很容易地能使粘度增加到对水溶液造成破坏，甚至到达3cP，这样也会扰乱水溶液和萃取液的分散，并导致大量的萃取液滴。特别是当所需要的分散为：有机溶液是连续相而水为液滴状（分散相）时，水溶液粘度的增加能使得实现这种分散变得很困难。在以前，由中性盐所导致的粘度增加以及所带来的缺点一直未加以考虑。

在铜萃取过程中，所使用的混合的有机萃取溶液和水溶液通常为1.0-1.2O/A（有机溶液/水溶液）的比例。现在的铜萃取过程通常采用萃取剂生产商的建议，根据这些建议，在萃取过程中的任何级内，有

机溶液和水溶液的萃取 O/A 比例应当为 1.0 的数量级，而在萃取过程中第一萃取级的流动方向上出现的萃取剂含量增加为每克铜 3.3 - 4.2 体积 % (百分比)。在实践中，这将意味着当水溶液的铜含量为 1.5g/l 时，根据上述建议，萃取剂的含量最大为 6.3 体积 %。通常，当溶液中铜的数量增加时，萃取剂的数量相对减小。萃取剂的类型是一种螯合铜的络合剂，通常为羟肟，这种络合剂与铜形成一种很强的络合物，一个影响铜萃取过程的事实在于相对要萃取的铜数量而言，有多少萃取剂。

通常，蒸馏范围在 190 - 245 摄氏度内的脂肪烃或者芳香烃、煤油用作萃取铜的稀释剂。这些物质的粘度通常在 2cP 以下，对于芳香烃而言，甚至低于 1.5cP。我们也可能将芳香烃和脂肪烃混合物用作稀释剂，这里混合物中的芳香烃的含量约在 20 - 30 体积 %。

如上所述，在铜萃取过程中是很难使具有高含量硫酸盐（最小 40g/l）的水溶液分散（这里，有机相是连续相而水溶液为液滴状的分散相），尽管这对于为了改善萃取性能是很重要的。根据本发明，萃取液的粘度现在提高到 3 - 11cP 的范围内，这一点或者通过提高萃取剂的容量或者通过在萃取液中使用高粘度稀释剂而实现的。除此之外，有机相已经形成连续相，本发明已经证明还具有其它许多的有益效果。

提高萃取液中的粘度很明显会提高萃取分散相的混合持久性。就这一点而言，可持久混合的分散意味着如下一种分散相：在 50m³ 混合体积内混合强度达到最大 0.15Kwh/m³ 时，不会出现小于 0.2mm 的液滴。特定体积的混合力会随混合体积而变化，这样所需的混合力在体积增加时会略微减小。很明显，混合自身同样影响混合持久性。根据本发明，本方法一直使用美国专利 5,185,081 号专利所公开的搅拌器。这些搅拌器具有一个双螺旋，该双螺旋有助于避免剪切（率）力局部增大并导致最终生成小液滴。当已经根据本发明增加了有机相的粘度、将萃取分散相已经制得更重并且该分散相已经在混合区内进行一个平滑、完全均匀并且强度受到控制的混合时，将实现了以下的状态，即均匀分配的混合能量不足以获得形成液滴的紊流。混合程度均匀地减

弱会获得一种分散相，其中液滴尺寸均匀并且由此获得很好的分离性能。因为萃余液滴数量很少，所以很明显萃取效果得到提高。

除了提高萃取液的粘度以外，另一个关键因素在于溶液的混合比例。液滴聚合体越密集，分散相就越重并且同时混合会更持久。当形成如下的分散时，便获得了最有益的效果，即其中萃取液是连续相而水液滴的数量得到提高。当萃取液的粘度提高时，已经发现一种粘度更高的萃取液能更好地保持比正常情况下作为液滴存在于其内部的水溶液更多数量的水溶液。在本发明的方法中，是有可能在不破坏萃取液连续性的前提下将上述 O/A 的比例减小到 0.15-1 的范围内，可以是 0.7-1.0。在实践中，这将意味着能相对含铜料液（水溶液）使萃取液流速减小上述的数量。同时，萃取液的萃取剂含量增大到这样的程度，即萃取液的质流保持不变或者仅提高一点。这样能成功地提高萃取液的粘度。

发明内容

在本发明方法中，相比标准建议来提高萃取剂含量的系数，在 1.2-5 之间变化，最好在 1.5-3 之间。当处理具有铜最大为 2g/l 的很稀的含铜料液时，上述系数经常可以升高 5，也就是说，根据本发明，萃取剂含量将为 7-25 体积 % 的范围内，最好是 15-25 体积 %。当料液中的铜含量在 2-4g/l 时，最佳的萃取剂含量在 15-30 体积 % 的范围内。然而，通常萃取剂的含量不会增加到大于 30 体积 %。在本例中萃取液的粘度增加到 3-7cP 之间，这将足够使其提高到比水溶液粘度更高的水平上。正常情况下，目的是为了将 O/A 粘度比例处于 1.2-3 之间，最好是 1.5-2。根据本发明，当萃取稀释铜溶液时，萃取液中的萃取剂含量目前设定在 7-30 体积 % 的范围内，最好是 15-30 体积 %。

关于铜大于 4g/l 的水溶液而言，甚至在萃取液中的一个正常萃取剂含量都获得一个相当好的结果。对于这些解决方案，使用 1.2-2 倍于所建议方案的萃取剂系数提高了分散相的混合持久性。然而，利用本发明的方法，有可能在水溶液中的铜含量为 4-8g/l 时将萃取液中

的萃取剂含量提高到 25-50 体积%，如果铜含量大于 8g/l 时萃取剂含量甚至能达到 40-70 体积%。萃取液的粘度同样能通过使用稀释剂部分地或者整体地得到提高。通常所使用的稀释剂的蒸馏范围和粘度如上所述非常低。如果使用其它稀释剂，这同样能提高萃取剂的粘度。脂肪烃产品能在 220-275 摄氏度或者 240-270 摄氏度范围的蒸馏范围内进行选择，在 25 摄氏度的温度下进行检测时，这些物质的粘度是 2.7 到 3.2cP。如果需要使用芳香烃，蒸馏范围为 230-290 摄氏度的烃的粘度约为 3cP。同样可能使用脂肪烃和芳香烃的混合物。

当处理铜小于 4g/l 的稀释水溶液时，在本发明中有可能使用在高沸点范围内沸腾的碳氢化合物作为稀释剂。稀释剂通常比实际萃取剂要便宜，因此使用稀释剂来增加粘度是最佳选择。稀释剂在萃取液中的比例能在 30-93% 之间。利用脂肪烃，能在不显著增加萃取液密度的情况下更容易地提高所需的粘度。处于工业卫生考虑，同样推荐使用脂肪烃。

以上已经提到当提高萃取液的粘度时，有可能减小从外部将萃取液泵送到萃取级的外部泵送作用。如果利用萃取液稀释剂来提高粘度，不可能减小上述泵送作用。另一方面，如果利用萃取剂来提高粘度，泵送萃取液的泵送作用相对输送到萃取级的含铜水溶液的数量而言能得到显著减小。如果通过提高萃取剂含量并且利用上述稀释剂来提高粘度，上述泵送作用的减小程度将会与萃取剂含量的增加程度相同。

附图说明

以下将结合所述附图更详细地描述本发明。

图 1 示出使用本发明方法中的装置的示意图；

图 2 示出现有技术中的萃取级的计算，其中进入萃取级的水溶液中的铜含量（PLS=富浸取液）为 1.5g/l，萃取液的萃取剂含量为 5 体积%的 Acorga M 5640，

图 3 示出根据本发明的萃取级的计算，其中 PLS 的铜含量为 1.5g/l，萃取液的萃取剂含量为 15 体积%的 Acorga M 5640，

图 4 示出根据本发明的萃取级的计算，其中 PLS 的铜含量为

1.5g/l, 萃取液的萃取剂含量为 25 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 5 示出现有技术中的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 3g/l, 萃取液的萃取剂含量为 8.5 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 6 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 3.0g/l, 萃取液的萃取剂含量为 15 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 7 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 3.0g/l, 萃取液的萃取剂含量为 25 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 8 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 6.5g/l, 萃取液的萃取剂含量为 22 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 9 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 6.5g/l, 萃取液的萃取剂含量为 30 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 10 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 6.5g/l, 萃取液的萃取剂含量为 40 体积 % 的 Acorga M 5640,

图 11 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 2.5g/l, 萃取液的萃取剂含量为 40 体积 % 的 LIX 984N,

图 12 示出根据本发明的萃取级的计算, 其中 PLS 的铜含量为 32g/l, 萃取液的萃取剂含量为 50 体积 % 的 Acorga M 5640.

具体实施方式

图 1 示出用于处理稀释铜溶液的铜萃取方法。该过程包括两个萃取级 E1 和 E2, 一个萃取液洗涤级 W 和一个萃取液反萃级 (extraction solution stripping stage) S。萃取级和洗涤、反萃级都包括一混合部分 1、一个沉降器 2 和一个用于输送分散相的泵 3。混合部分具有至少一个混合器, 该混合器最好设置有如上所述的混合装置。萃取级的原则如国际专利申请公开号第 97/40899、97/40900、97/40901 和 97/41938 所述类型。

通常, 萃取运用逆流原则, 其中水溶液 4 首先进入萃取级 E1, 而萃取液 5 进入级 E2。从最终萃取级 E2 出来的水溶液, 即萃余液 6 被送回矿浸取, 富含铜的萃取液 7 从 E1 被输送到洗涤级 W 和反萃级 S。实践中, 萃取液通过储存罐而循环。贫 (lean) 电解液 8 从电解进入

反萃级，在此，含在有机相中的铜被萃取出。从该级流出的含有硫酸铜的水溶液 9 作为富电解液进行电解沉降，分离后的有机相 5 再循环到萃取级 E2。

图 1 示出当根据本发明使用萃取剂来提高萃取液浓度时，萃取方法中洗涤和反萃级的尺寸是如何相当程度地减小的。事实上，减小程度是直接对萃取液的外部泵送作用成比例的，因为所述的混合器—沉降器的尺寸是直接与各方面的溶液流速、泵送作用、混合以及溶液分离一起设计的。

因此，在萃取剂含量升高到例如 2 倍于正常含量时，萃取液的外部泵送作用相应地减小到正常流速的一半，洗涤级和反萃级中混合器和沉降器的体积被平分。实际萃取级 E1 和 E2 几乎保持原先的尺寸，对萃取液的外部泵送作用经过上述级，但是萃取液能在该级内循环，以便保持萃取液的连续性。萃取液几乎在同时流过萃取设备的每个级。同上所述，可以根据本发明的方法减小溶液的 O/A 混合比例，降低到 1 以下，0.7—1.0 之间的值，萃取级装置的尺寸也能相应地减小。

当评估本发明方法对萃取设备尺寸的作用效果时，应当知道图 1 仅仅是萃取级以及洗涤级和反萃级的相对尺寸的一个例子而已。在萃取车间经常有两个反萃级，在某些情况下也有两个洗涤级。那么通过减小设置尺寸所获得的节约会相当更大。即使萃取剂本身数量变化并不大，萃取车间中萃取液的数量同样也得到减少，这是因为萃取液中已经增加了萃取剂含量。在一些例子中，方便的是甚至提高循环在上述过程中的萃取介质数量，这样就能圆满地实现上述本方法的有益效果。

根据本发明的方法提供了经济地处理例如含氯化物、硝酸盐或锰等铜矿中难处理杂质的机会。特别是，尚未解决的含许多铁的矿石，因为铁会促使上述杂质通过萃取液被传送到电解。这就使得在水溶液的未分离液滴从萃取级 E1 进入洗涤级 W 以及从洗涤级向上到反萃级 S 时，防止上述杂质首先进入萃取液中的这一工作要比以前更为重要。

根据本发明，现在可能使用小于在洗涤级中正常使用的装置，但

是另一方面也已经知道，在洗涤级延长沉降时间（更大的沉降器）会促使杂质分离。现在可能相对于所使用萃取液流速而增大洗涤级，特别是其沉降器部分，例如在现有技术中不会增加成本并能更好地分离杂质的沉降器。在实践中，这将意味着在洗涤级和反萃级中，混合和分离的时间会更长，也就是溶液穿过它们时会比穿过实际萃取级时要慢。利用这种系统，本方法使灵活、个案的尺寸设计成为可能。

当贫铜矿直接进行浸取时，其结果如上所述，水溶液所具有的铜含量在 1—4g/l 之间，另外，中性盐在溶液中聚集。溶液中硫酸盐的含量可以升高到 40—120 g/l 之间，这将导致水溶液中粘度升高，但是另一方面，当在 PH 值在 0.8—2.2 的范围内来萃取铜时，硫酸盐也用作一种 PH 缓冲物。换句话，它促使了萃取铜实现平衡，并使更多的铜进入萃取液。

实施例 1

已经进行了一系列的实验，这些实验表明，当根据本发明在萃取铜的过程中通过增加萃取剂含量来提高有机相的粘度时，会促进有机相和水溶液相互分离。表 1 表示出萃取液成分和所获得的结果。

利用离子交换水、硫酸铜和硫酸制成水溶液。该溶液的铜含量为 2g/l，硫酸含量 52g/l，PH 值为 1.8。通过混合上述表所示的不同比例的萃取剂（市场有售）和作为稀释剂的煤油溶液 D70（市场有售）来制备萃取液。萃取液和硫酸铜溶液（水溶液）的混合接触是在室温下、O/A 相比比例为 1.0 的情况下进行的，由此获得表中溶液的铜含量值。在混合后，收回所有的溶液并存放两周后再进行实际的混合实验。这就确保了萃取液尤其会与实际萃取时所使用的溶液相近，而不会带有新萃取液的缺点。

在本混合实验中使用的是美国专利 5185081 所述的双螺旋搅拌器，直径 152mm，高度 172mm。该混合器本身是一个平坦底部的圆柱体，直径为 214mm，有效溶液深度同样是 214mm。该圆柱体在其框架上设有四个挡板，宽度为 18mm，距离圆柱体内表面的距离为 3.5mm。

混合接触自身是在室温下、O/A 相比比例为 1.0 的情况下进行的，这

样萃取液在所有实验中将是连续相，水溶液成为液滴。在所有实验中，混合器的转速为 220rpm，混合时间为 3 分钟。在所有实验中，萃取液与一批新的水溶液混合。在混合后，溶液利用重力进行分离。在混合后 15 分钟，测量每个分离溶液中的萃取液数量。液滴残留（夹带程度）如表 1 所示，其中 A/O 表示萃取液中的水，O/A 表示水溶液中的有机相。

表 1

实验	萃取液				粘度	铜/萃取液	萃取液滴	
	萃取剂		稀释剂				A/O	O/A
		til.-%		til.-%	cP	g/l	ppm	ppm
1	Acorga M 5640	5	D70	95	2.7	2	500	90
2	Acorga M 5640	8.5	D70	91.5	3	3.5	450	70
3	Acorga M 5640	15	D70	85	3.3	6.2	150	40
4	Acorga M 5640	25	D70	75	4.2	7.4	100	25
5	Acorga M 5640	30	D70	70	4.9	13.7	150	25
6	LIX 984N	40	D70	60	6.1	19.8	50	15
7	Acorga M 5640	50	D70	50	8.2	20.1	50	12

实验表明，通过增加萃取剂（萃取试剂）提高粘度，很明显地降低了澄清溶液中的萃取液滴含量。

实施例 2

将水溶液制备成铜含量为 1.5g/l，硫酸含量 50g/l，PH 值为 1.8。同样制备以下三种萃取液。

1. Acorga M 5640 5.0 体积%
D70 95 体积%
2. Acorga M 5640 15.0 体积%
D70 85 体积%
3. Acorga M 5640 25.0 体积%
D70 75 体积%

上述第一溶液代表了现有技术中的萃取液。

利用该领域专家所使用的方法为上述萃取液和水溶液确定出如图 2、3 和 4 中所示的萃取平衡曲线 EEQ 和反萃平衡曲线 SEQ。图 2 表明现有技术，图 3 和图 4 表明根据本发明的方法。接下来，利用上述平衡数据，对具有两个在逆流原则下操作的萃取级和两个反萃级的铜萃取过程进行萃取计算。该计算基于本领域专业人员所熟知的麦凯布蒂尔法（McCabe-Thiele method）。萃取级和反萃级尽量达到平衡曲线，因为在使用例如上述 WO 公开专利所述的装置时，上述级的效率非常高。

例子中所举出的三个级的计算表明铜萃取的产量保持在很好的水平，几乎没变，甚至在减小对萃取液的外部泵送作用的情况下。萃余液中的铜含量在所有情况下为 0.2—0.4g/l。最低含量是通过将萃取剂的含量提高到 15% 时获得的，由此对萃取液的外部泵送作用能减小到 PLS（富浸取液）进给（即含铜水溶液的进给）的 35%。从所述级计算中很明显看到，萃取平衡在萃取液铜含量水平的萃取状态下很好地得以维持（在水溶液的铜含量低于 0.5g/l 时 EEQ 曲线急剧升高），该萃取液铜含量水平是在第二反萃级 S2（虚线 BO，例如图 3 中的 3.0g/l）后的萃取液中设定的。

另一个关键因素是在萃取液的铜含量充分降低的情况下，反萃平衡可允许制成强的铜电解液。这意味着如上所述那样在水溶液中铜含量低于 0.5g/l 时萃取平衡仍然会急剧升高的水平。萃取级的计算揭示了利用根据本发明的方法，可明显地提高电解液中的铜含量进行铜电解。利用两个反萃级，电解液中硫酸铜可以几乎饱和。

在不同的级计算过程中，铜电解液是如下发展的：在普通的铜工艺中（5vol.% 的萃取量），进入洗涤级的“贫”电解液（LEL=贫电解液）的铜含量被保持在尽量在 34g/l 的低值，在“富”电解液（REL=富电解液）中的含量可以升高到 42.5g/l。在本发明中，在使用 15vol.% 含量的萃取剂时，对应的值是 36g/l 和 50g/l，在使用 25vol.% 含量的萃取剂时，对应的值是 36g/l 和 51.5g/l。

在根据本发明的方法中，比通常更小数量的萃取液是相对 PLS 溶

液循环的。同样，电解液的循环也是相应更小的。为了描述在级计算中所包括的数据，例如可以在表 3 的基础上检查溶液的计算。级计算分为两部分：在左边的萃取和在右边的分离。在级和平衡曲线的交叉点可以看见不同级的溶液成分。例如，在萃取级 E1，水溶液的铜含量从 1.5g/l 的 PLS 含量降到 0.6g/l，萃取液的铜含量从 4.2g/l 的 E2 含量升到 6.7g/l。在反萃级 S1，另一方面，当铜电解液的铜含量从 40.4g/l 升到 50.0g/l 时，萃取液从 6.7g/l 的富有机相 (loaded organic) 降到 4.2g/l。萃取液中的铜含量从萃取液运动到进行萃取的萃取级 E2 的位置开始继续在反萃级 S2 降到 3.0 贫有机相 (barren organic) 值。

上述级计算的重要点在于所谓的作业线，该作业线表明溶液在进入或离开第一萃取和反萃级 E1 和 S1 以及最终萃取和反萃级 E2 和 S2 以及在各级之间时相互接触的含量。从级计算的本质来看，它遵循作业线的梯度表明对外部溶液的泵送作用，即 PLS 和萃取液在萃取过程中的流速的比例以及电解液和萃取液在反萃过程中的流速。同样也可能利用本发明的方法从外部泵送作用的比例来计算出相对 PLS 的流速而言减小了多少电解液循环。

本发明的一定数字特性已经总结在表 2 中，在该表中萃取液的萃取剂含量为 15 和 25 体积%，将这些数字与传统铜萃取（萃取剂含量为 5 体积%）过程中的数字进行比较。水溶液（PLS）中的铜含量在所有情况中都是 1.5g/l。萃取剂是 Acorga M5640，稀释剂为煤油 D70。萃取液的温度为 18 摄氏度。

表 2

数量	图 2	图 3	图 4
萃取剂含量, 体积 %	5	15	25
萃取液粘度, Cp	2.7	3.3	4.2
萃余液中的铜含量, g/l	0.3	0.2	0.4
萃取液中增加的铜含量, g/l	1	3.7	4.9
电解液中增加的铜含量, g/l	8.5	14	15.5
富电解液含量, g/l	42.5	50	51.5

在萃取过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	1.2	0.35	0.24
在反萃过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	8.5	3.8	3.2
电解液和 PLS 的流速比	0.14	0.09	0.08

从该表中可清楚地看出本发明的有益效果。处理萃取液的粘度增加并且溶液可清楚地分离外, 已经可能从本质上减小在萃取过程中处理萃取液的装置(例如洗涤和反萃装置)以及其它用于萃取液外部循环的萃取液装置(例如储存罐和用于分离萃余液的后续分离器)的尺寸。相似地, 也减小了处理电解液的装置尺寸, 例如浮选和加压过滤装置等, 任何可能的后续分离器和储存罐。另一个重要因素在于能够提高铜含量, 以便确保铜的质量。

实施例 3

在该实施例中, 根据所提供的级计算, 在图 5 中示出根据现有技术的性能值, 在图 6 和图 7 中示出根据本发明方法的性能值。这些再次表明本发明方法有助于相当地减小装置的尺寸。水溶液中铜含量为 3g/l, 也就是仍然是稀释溶液。该表中首先给出的是正常溶液的萃取剂 8.5 体积%, 随后是根据本发明的 15 和 25 体积%(如上述实施例)。所使用的萃取剂和稀释剂与实施例 2 相同。萃取液的温度为 18 摄氏度。

表 3

数量	图 5	图 6	图 7
萃取剂含量, 体积 %	8.5	15	25
萃取液粘度, Cp	3	3.3	4.2
萃余液中的铜含量, g/l	0.3	0.25	0.35
萃取液中增加的铜含量, g/l	2.4	4.5	6.3
电解液中增加的铜含量, g/l	9.5	14	15.5
富电解液含量, g/l	45.5	50	51.5
在萃取过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	1.13	0.61	0.42
在反萃过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	3.96	3.11	2.46
电解液和 PLS 的流速比	0.29	0.2	0.17

实施例 4

在该实施例中，所使用的水溶液铜含量为 6.5g/l，换句话而言即铜含量比通常直接浸取任何贫矿时要更富足。然而，甚至在处理这种溶液时，本发明的方法也具有明显的有益效果。在下面的表中，使用了图 8、9 和 10 的级计算。萃取液的含量是 22、30 和 40 体积%，萃取剂是 Acorga M5640，稀释剂同样为煤油 D70。萃取液的温度为 18 摄氏度。

表 4

数量	图 8	图 9	图 10
萃取剂含量, 体积 %	22	30	40
萃取液粘度, Cp	3.7	4.9	6.3
萃余液中的铜含量, g/l	0.2	0.3	0.4
萃取液中增加的铜含量, g/l	5.9	9.2	14.5
电解液中增加的铜含量, g/l	16	16	16
富电解液含量, g/l	52	52	52
在萃取过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	1.07	0.67	0.42
在反萃过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	2.71	1.74	1.1
电解液和 PLS 的流速比	0.4	0.39	0.38

实施例 5

该实施例研究了通过显著地将萃取液中萃取剂含量提高到一个相当高的水平，由此来减小萃取液的外部泵送作用的可能性。当基本溶液的 PH 值接近 2 并且相同的水溶液包含硫酸铜时，萃取平衡在水溶液中铜含量非常低的情况下非常有益。在水溶液中铜含量为 2.5g/l 的情况下，PH 值为 1.8，硫酸铜的数量为 50g/l。根据该实施例，本发明方法提高了铜的萃取量。如图 11 中级计算所示，在对萃取液的外部泵送作用降低到 0.15 的同时，能获得非常低的萃余液铜含量 0.15g/l。电解液的外部泵送作用和 PLS 的外部泵送作用的比例同样保持在相同的值 0.15。在该实施例中，所使用的萃取剂为可从市场上获得的 LIX 984N，该萃取剂与前述实施例中所使用的试剂相似，稀释剂同样为煤油 D70。萃取剂的含量为 50 体积%。

表 5

数量	图 11
萃取液粘度, Cp	8
萃余液中的铜含量, g/l	0.15
萃取液中增加的铜含量, g/l	15.7
电解液中增加的铜含量, g/l	16
富电解液含量, g/l	52
在萃取过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	0.15
在反萃过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	1.02
电解液和 PLS 的流速比	0.15

实施例 6

该实施例显示出利用本发明能将 PLS 中的铜含量提高到多高水平。在该实施例中, 在萃取剂是 Acorga M5640 并且稀释剂为煤油 D70 的情况下, PLS 的铜含量提高到 32g/l, 同时萃取液中的萃取剂含量提高到 50 体积%。尽管使用的萃取剂含量达到 40-70 体积%, 但是使用上述双螺旋混合器进行混合仍然是很成功的。在需要减小对萃取液的外部泵送作用时, 进行上述操作是非常有利的。在图 12 中涉及 50 体积%的级计算和表 6 中的总结进一步阐明了这种可能性。

表 6

数量	图 12
萃取液粘度, Cp	8.2
萃余液中的铜含量, g/l	5
萃取液中增加的铜含量, g/l	13
电解液中增加的铜含量, g/l	16.5
富电解液含量, g/l	50.5
在萃取过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	2.07
在反萃过程中萃取液泵送作用的比例, O/A	1.27
电解液和 PLS 的流速比	1.63

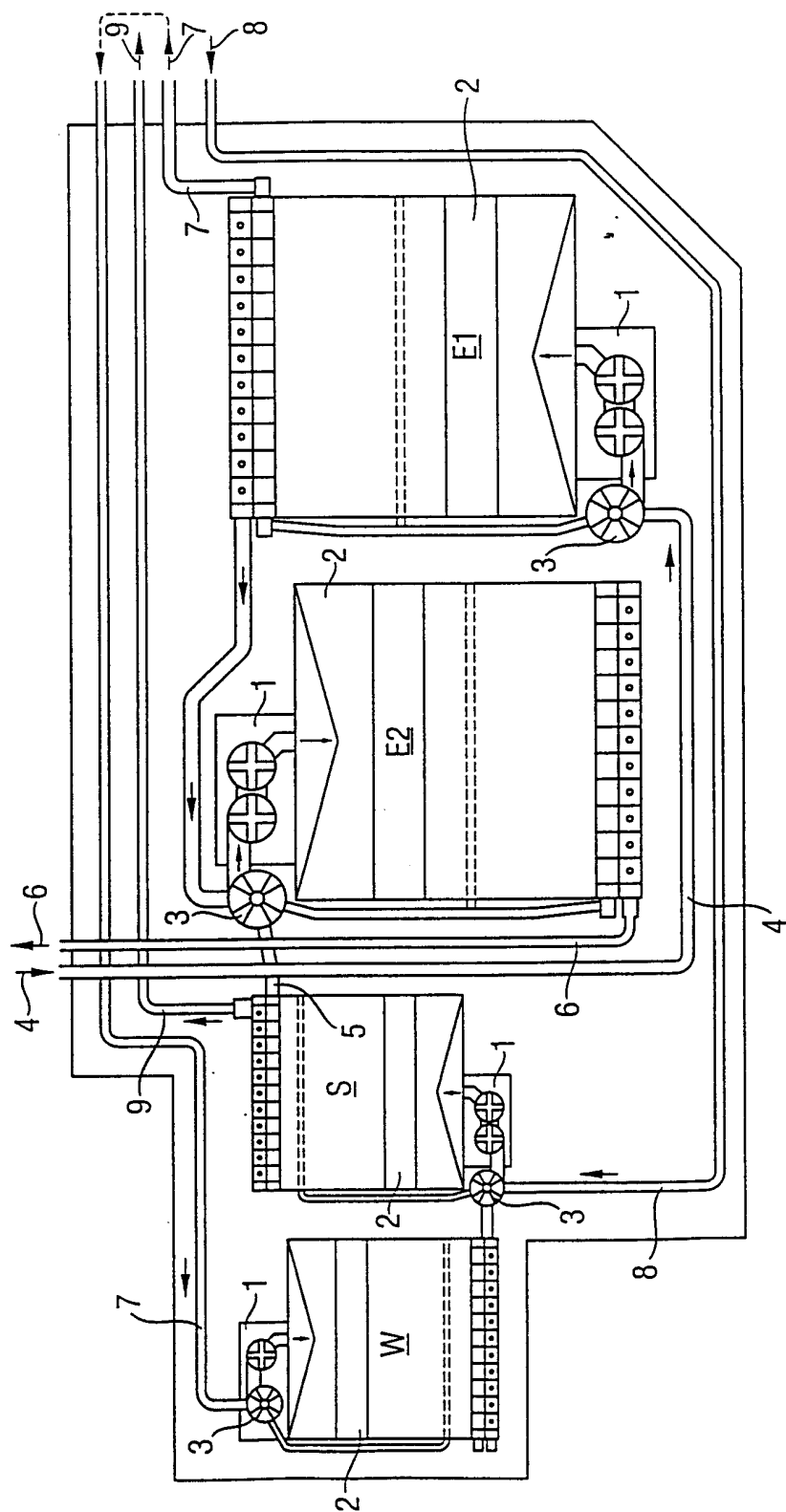
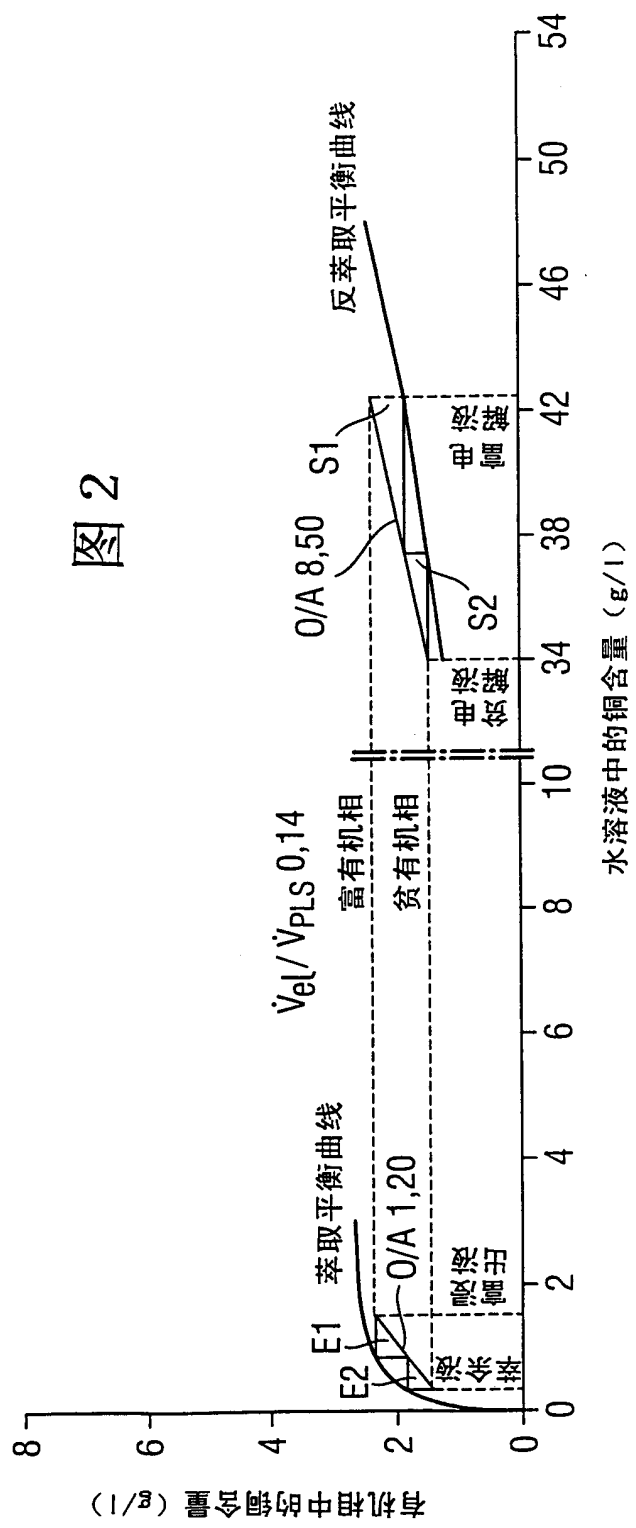
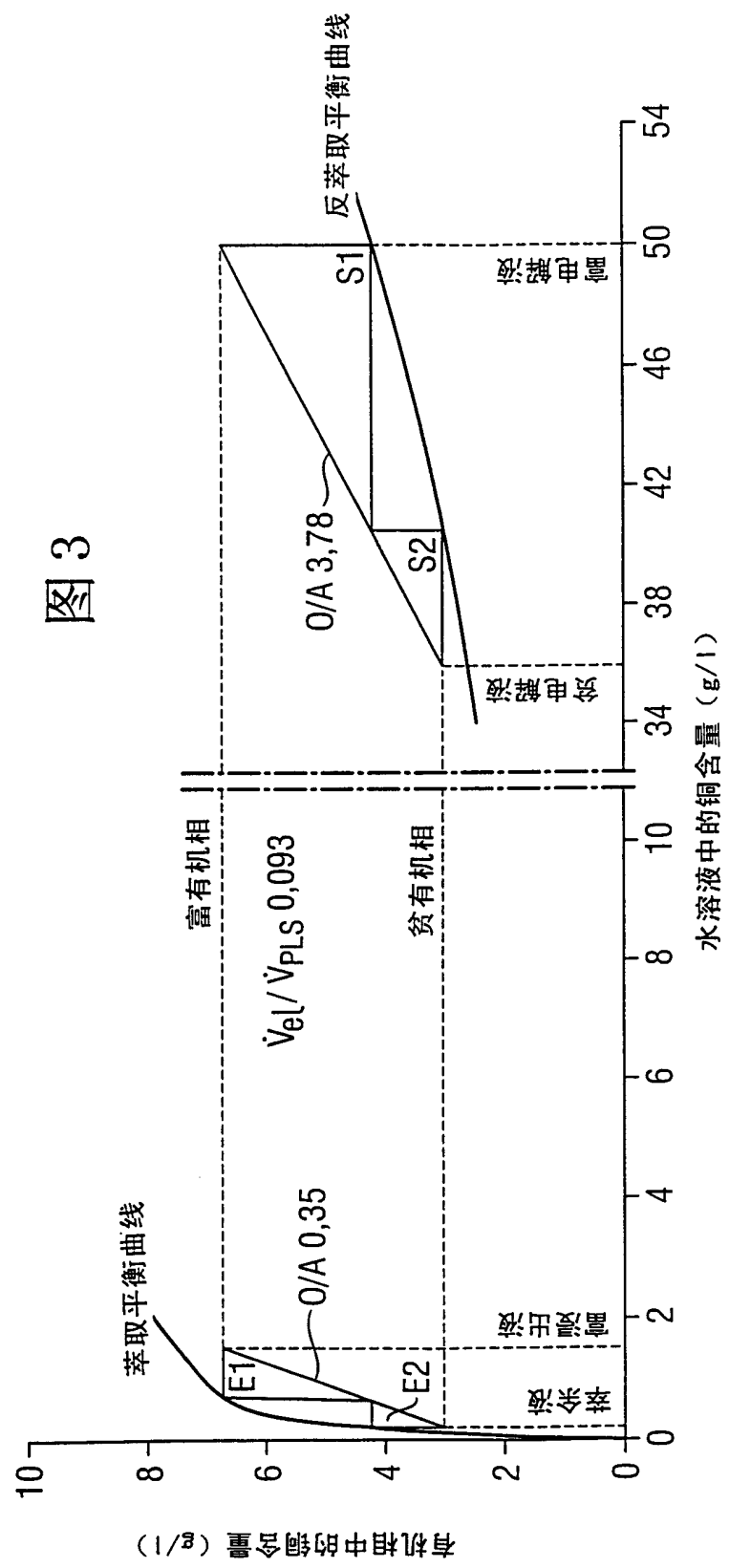
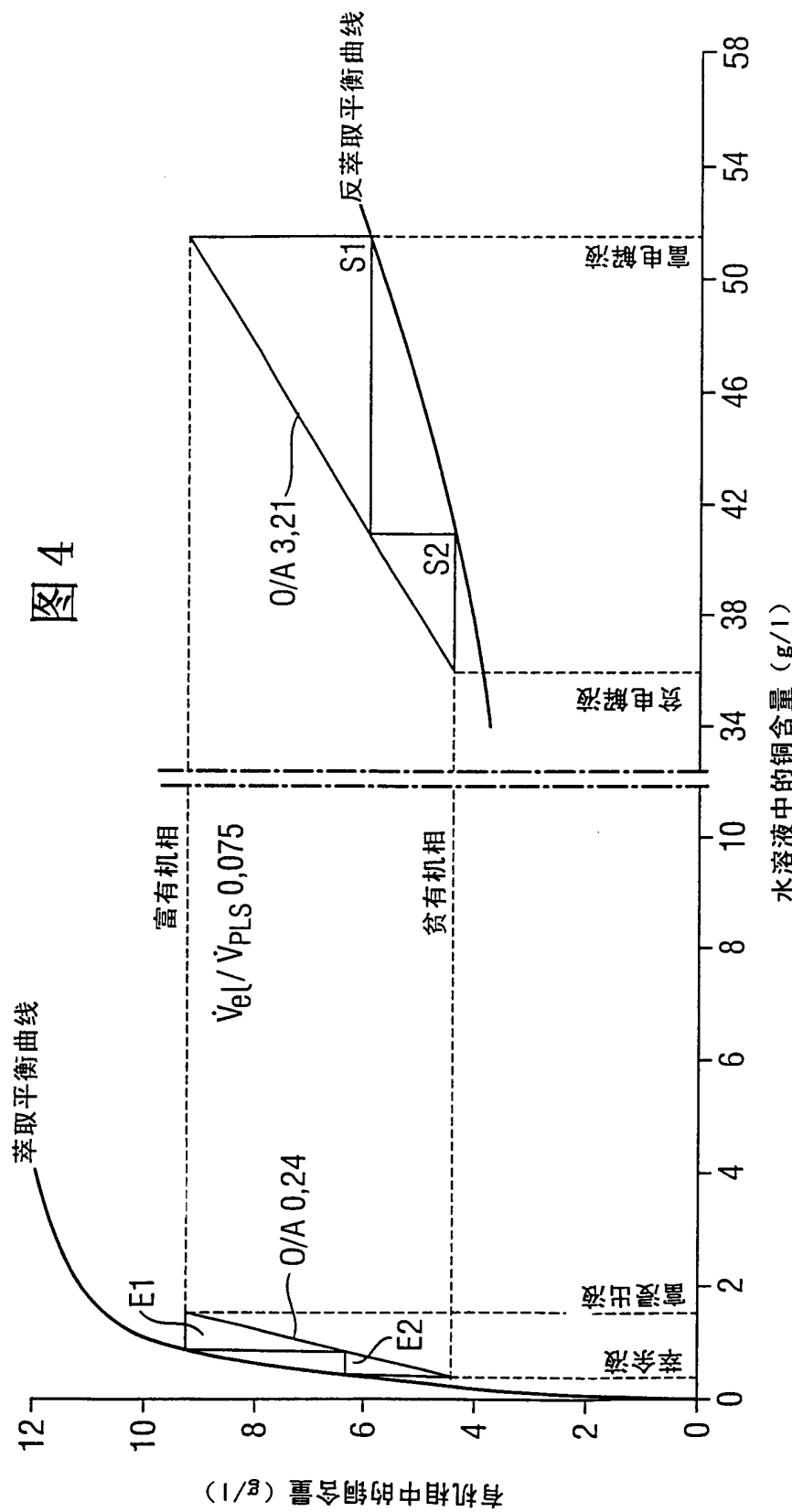
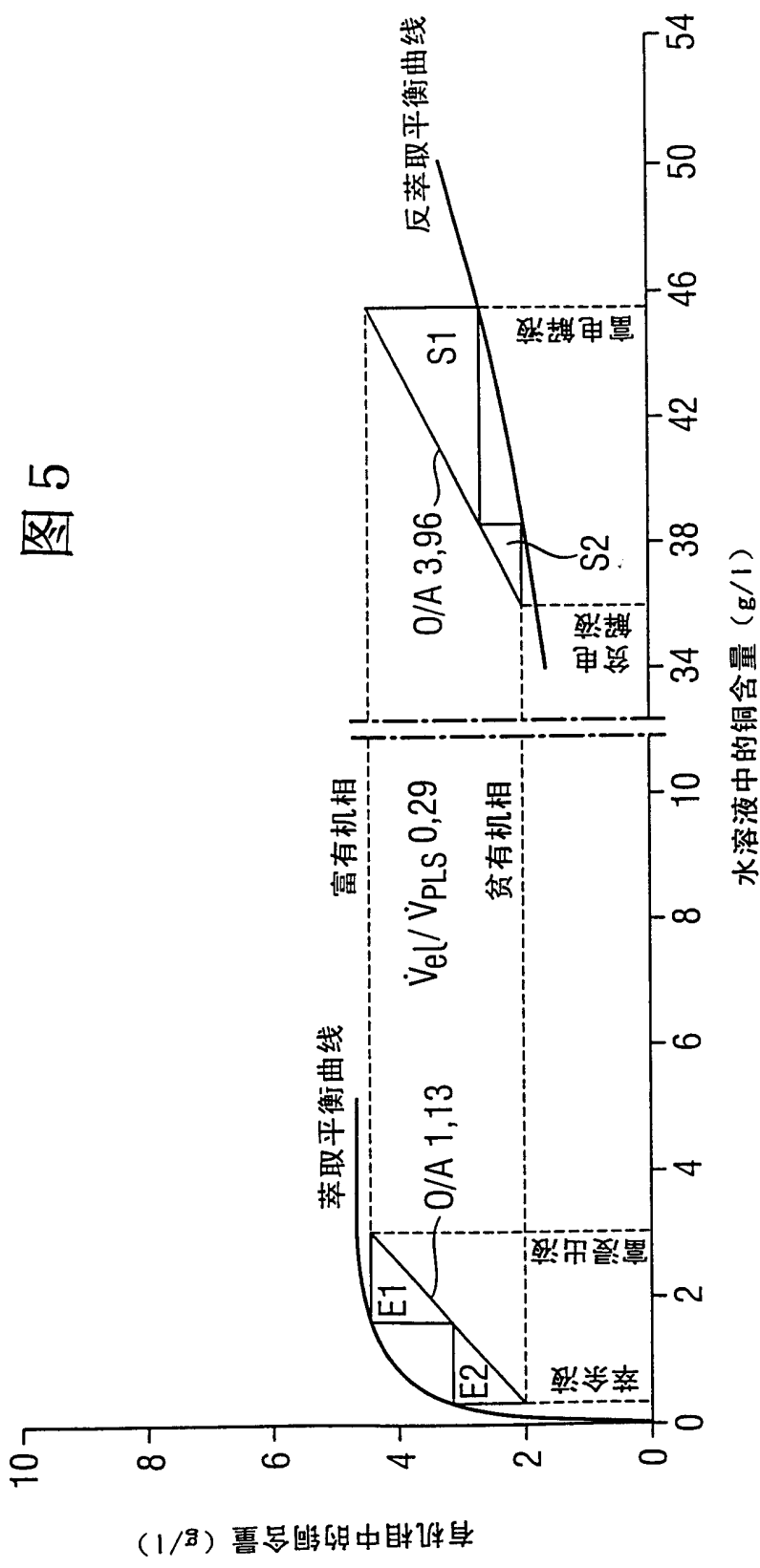


图 1









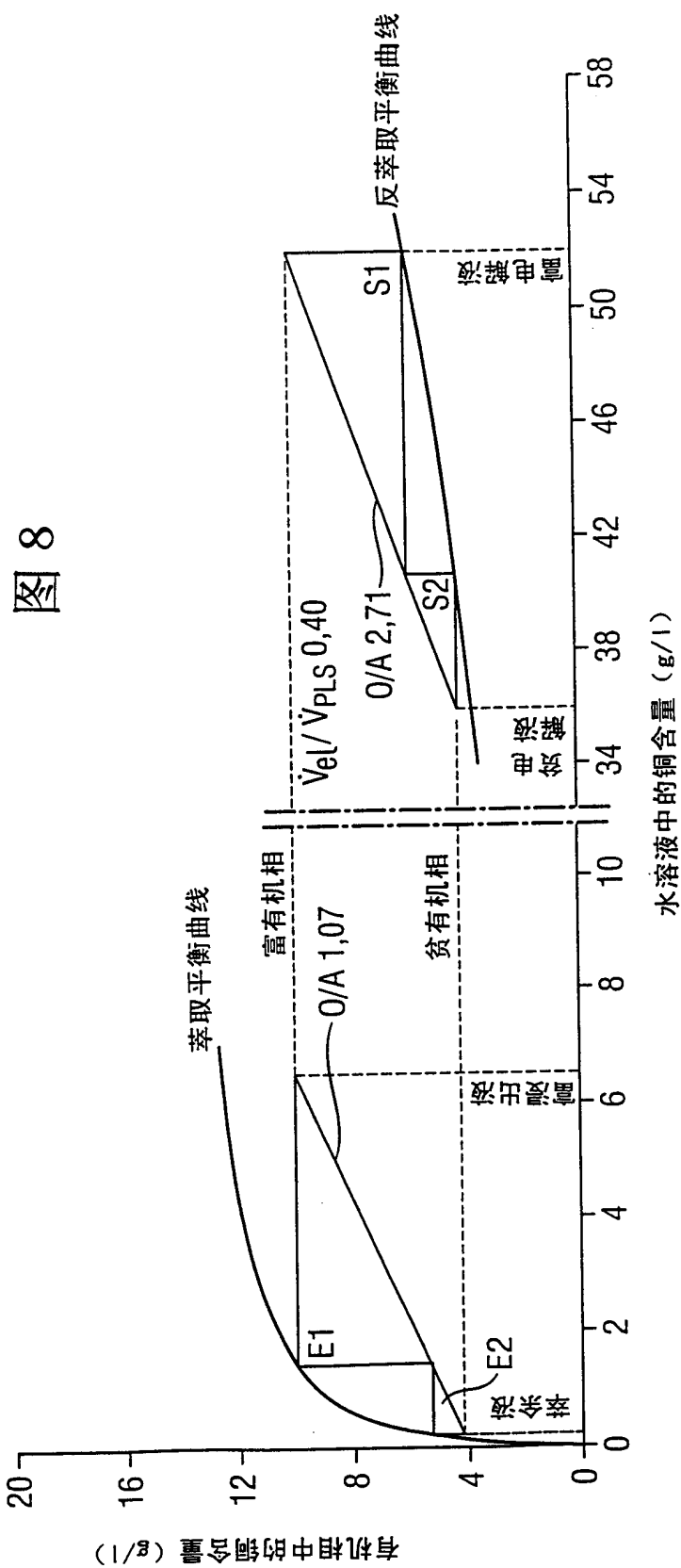


图 8

图 9

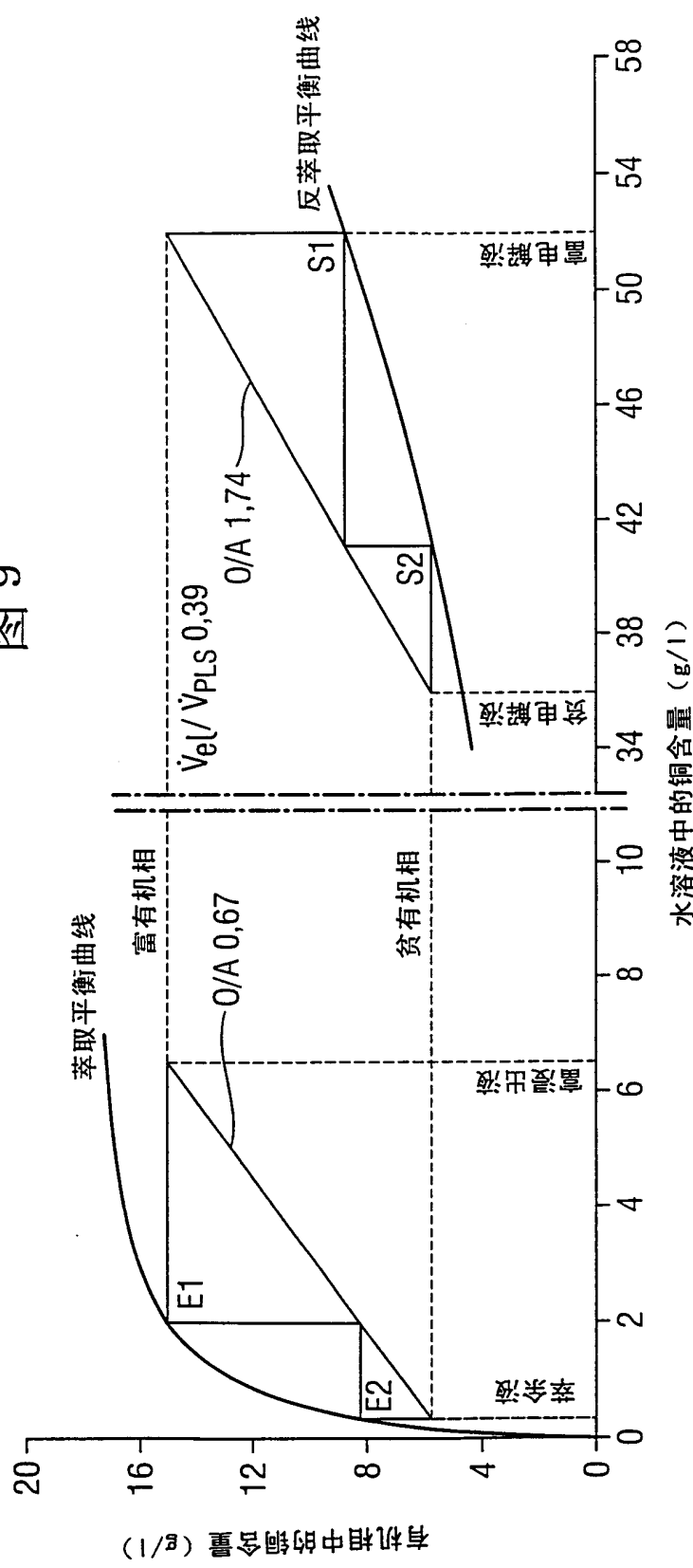


图 10

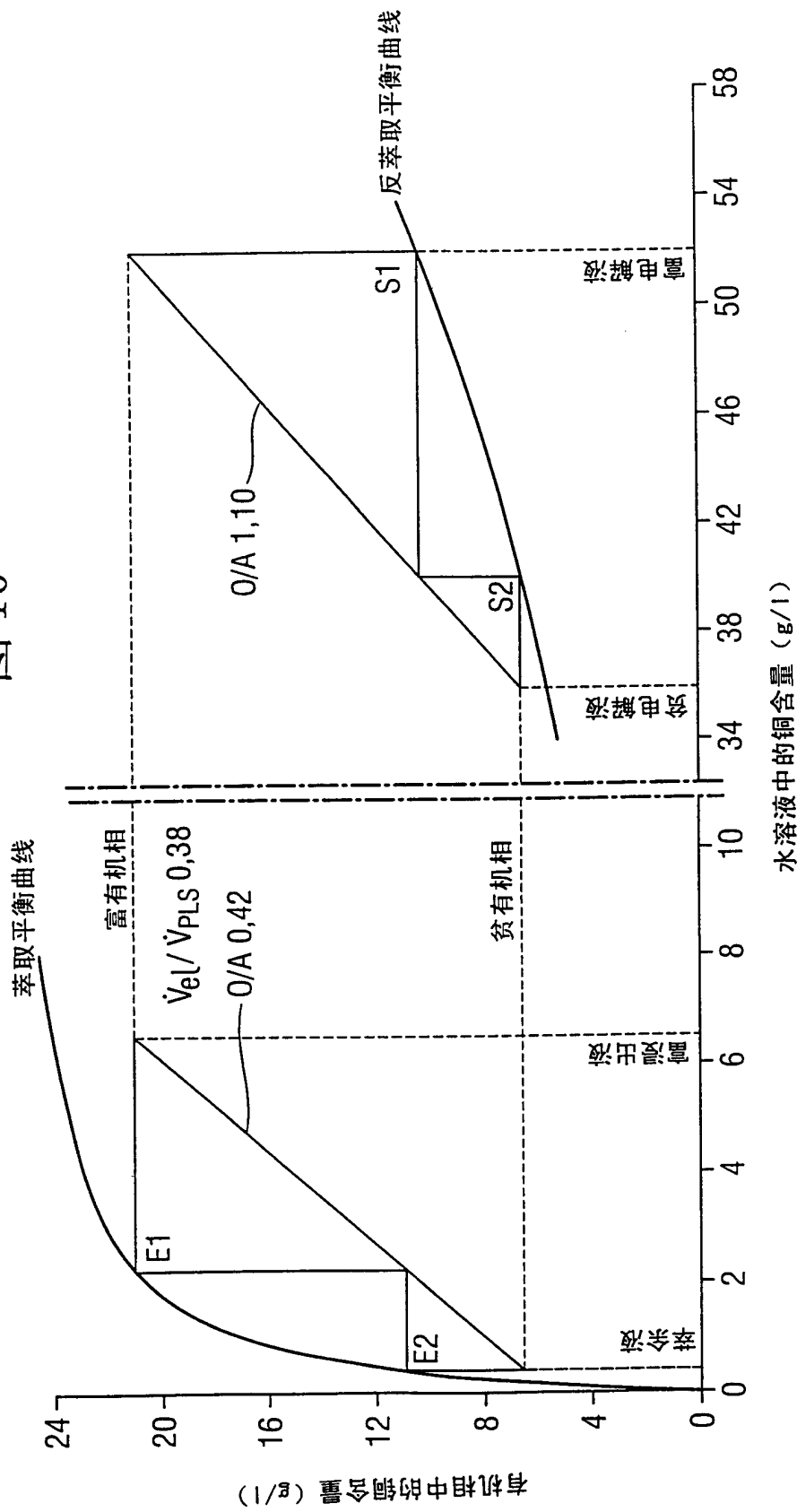


图 11

