

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021 年 7 月 29 日 (29.07.2021)



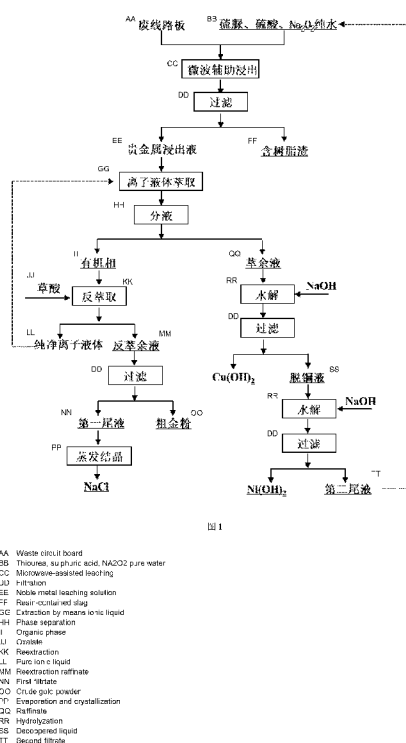
(10) 国际公布号
WO 2021/147342 A1

- (51) 国际专利分类号:
C22B 7/00 (2006.01) *C22B 3/36* (2006.01)
C22B 11/00 (2006.01) *C22B 23/00* (2006.01)
C22B 15/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/114544
- (22) 国际申请日: 2020 年 9 月 10 日 (10.09.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010076130.9 2020 年 1 月 23 日 (23.01.2020) CN
- (71) 申请人: 北京工业大学 (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。

- (72) 发明人: 吴玉锋 (WU, Yufeng); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 焉杰文 (YAN, Jiewen); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 李彬 (LI, Bin); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。
- (74) 代理人: 北京思海天达知识产权代理有限公司 (BEIJING SIHAI TIANDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市朝阳区百子湾西里 403 号楼 1011, Beijing 100124 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) **Title:** ALL-COMPONENT RAPID MICROWAVE DIGESTION AND NOBLE METAL ION LIQUID EXTRACTION METHOD FOR WASTE CIRCUIT BOARD

(54) 发明名称: 废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法



(57) **Abstract:** An all-component rapid microwave digestion and noble metal ion liquid extraction method for a waste circuit board, belonging to the field of hydrometallurgy. As microwave can penetrate a leaching medium and directly heat a circuit board, microwave-assisted leaching can enhance mass transfer and heat transfer in a traditional leaching process, greatly reduce leaching time, and increase leaching efficiency. Before leaching, there is no need to crush a waste circuit board, saving energy and protecting the environment. A temperature rise process and a reaction time can be controlled in a reaction, and the whole process is conducted under a sealed condition, avoiding the loss of heat during a leaching process, providing a high leaching rate and high selectivity of valuable metal, achieving the efficient leaching of valuable metal. A noble metal leaching solution is extracted using an imidazole ionic liquid which has high selectivity for gold, avoiding co-extraction with ions such as nickel and copper. The extraction of a noble metal leaching solution by means of an ionic liquid is a clean and green recovery method, and the overall recovery rate of gold, nickel, and copper can reach more than 99%.

(57) **摘要:** 废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法属于湿法冶金领域。基于微波可以穿透浸出介质,直接加热线路板,所以微波辅助浸出可以强化传统浸出过程中的传质、传热,大幅缩短浸出时间,提高浸出效率。在浸出前无需对废线路板进行破碎处理,节省能源的同时保护环境。反应可以控制其升温过程及反应时间,全过程在密闭条件下进行,避免浸出过程中热量的损失,有价金属浸出率高、选择性强,可实现有价金属的高效浸出。对贵金属浸出液采取咪唑类离子液体进行萃取,其对金选择性强,不存在与镍、铜等离子的共萃现象。通过离子液体萃取贵金属浸出液是一种清洁绿色回收方法,金、镍、铜的整体回收率可达99%以上。

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法

技术领域

本发明涉及废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法，特别是涉及微波辅助的废线路板贵金属高效分离及离子液体清洁高效萃取方法。

背景技术

近年来，随着人口的增长，以及经济的快速增长，技术的不断创新，生活水平的提高，电子电器设备寿命的缩短以及消费者态度的改变，需要安全管理的废旧电子废弃物数量显著增加。废弃线路板是电子电器设备的常用组件，也是电子废弃物的核心组件。线路板是由玻璃纤维及环氧树脂构成的绝缘基板，和用于导电通路的铜箔以及在其表面焊接的电子元器件组成。为增加其导电性，通常在触点及特殊位置镀有金、镍等贵金属，形成铜-镍，金-镍合金。由于有害物质的存在，电子废弃物的处理处置是一个世界性的严重问题。废弃线路板中大约含有 40%金属、30%的有机树脂和 30%陶瓷[1]。其中平均 1t 线路板中有 100-270kg 铜，80g-1kg 金[2]，具有丰富的资源价值。同时，大量的重金属和苯类有毒有害物质，处理不当会产生二噁英、呋喃等有害物，严重危害环境和人类健康，造成环境危害。因此，研究清洁，高效的废线路板分离回收技术对于降低环境危害、提升资源回收利用率有非常重要的现实意义。

目前，对于废线路板回收主要分为火法冶金和湿法冶金技术。其中火法冶金技术主要集中为热解技术。将废线路板经过粉碎送入反应釜中热解，使其中的非金属碳化，对固体产物进行破碎分选，回收金属与非金属（CN109252051A）。专利 CN110004299A 公开了一种废线路板热解多金属产物综合回收的方法，将废线路板在一定温度下热解得到的多金属加入到熔炼炉中进行熔炼调配得到合金液，再将其雾化后通过酸液进行溶解，将过滤后

的酸解渣进行稀贵金属的回收。但由于热解工艺对温度控制较为严格以及热解产物呋喃、二噁英等会环境造成污染，使其在应用中存在一定难度。湿法冶金回收废线路板贵金属方法通常为通过机械破碎将废弃线路板破碎为细小颗粒，物理分选出金属与贵金属，选取强氧化性酸、碱（或强氧化剂）将有价浸出转移至溶液中，过滤后再采用电解等技术得到贵金属（如专利号CN104328281A、CN105755289A），其工艺主要存在工艺复杂流程长，消耗试剂量大，易产生较多有毒废液。

由此可见，无论火法或湿法回收废线路板中有价金属都具有其优点或缺点，针对湿法回收线路板工艺流程长、回收效率低等缺点，近年来有研究通过外场辅助手段强化浸出过程弥补湿法冶金过程中的不足。专利CN109609767A针对贵金属在线路板中存在于表面的特性，开发了一种超声辅助贵金属优先分离技术。

发明内容

本发明的目的主要解决废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取问题。基于微波可以穿透浸出介质，直接加热线路板，所以微波辅助浸出可以强化传统浸出过程中的传质、传热，大幅缩短浸出时间，提高浸出效率。在浸出前无需对废线路板进行破碎处理，节省能源的同时保护环境。反应可以控制其升温过程及反应时间，全过程在密闭条件下进行，避免浸出过程中热量的损失，有价浸出浸出率高、选择性强，可实现有价金属的高效浸出。

对贵金属浸出液采取咪唑类离子液体进行萃取，其对金选择性强，不存在与镍、铜等离子的共萃现象。作为一种新型的萃取剂，与传统的有机萃取剂相比，其具有不易挥发、燃点高、液程宽、物理化学性能稳定等优点，通过离子液体萃取贵金属浸出液是一种清洁绿色回收方法。

实现本发明所叙述一种废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法，包括如下步骤：

（1）废线路板预处理：将废线路板剪切成小块，每块重量为0.1~0.2g之

间，得到待浸出废线路板。

- (2) 废线路板贵金属浸提液配置：烧杯中加入纯水、硫脲、硫酸、过氧化钠，快速搅拌至全部溶解，得到浸提液。浸提液的浓度为：硫脲：1.5~4mol/L、硫酸 0.5~2mol/L、过氧化钠 1~3mol/L。
- (3) 废线路板微波辅助浸出：将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温时间 1~1.5h，升温温度 180~200℃，冷却时间 15~30min，冷却至 60℃，得到贵金属浸出液和含树脂废渣。
- (4) 过滤后，将含步骤(3) 贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:1~1:5 加入咪唑离子液体[BMIM][NTF2]，充分搅拌 5~15min，使得油液两相充分混合。将得到的混合相离心、分液后得到有机相和萃余液。
- (5) 步骤(4) 有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:1~1:10 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 1~3mol/L, 进行反萃取。充分搅拌 5~15min，使得油液两相充分混合。将得到的混合相离心、分液后得到反萃余液及纯净离子液体。有机相离子液体循环至步骤(4) 重复萃取。
- (6) 将步骤(5) 反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉。第一尾液进行蒸发结晶回收氯化钠。
- (7) 萃余液贵金属分离：向步骤(4) 萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 6.7~7.0，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入固体氢氧化钠，调节 pH 值为 9.5~10.0，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。
- (8) 第二尾液处理：向步骤(7) 尾液 2 中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使第二尾液中硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足步骤(2) 中浸提液浓度标准，多次循环，硫酸盐达到饱和时，第二尾液不再返回浸出过程。

微波辅助浸出过程可以控制其升温过程及反应时间，全过程在密闭条件

下进行，避免浸出过程中热量的损失，有价浸出浸出率高、选择性强，可实现有价金属的高效浸出。离子液体萃取过程，对金选择性强，不存在与镍、铜等离子的共萃现象。作为一种新型的萃取剂，与传统的有机萃取剂相比，其具有不易挥发、燃点高、液程宽、物理化学性能稳定、萃取能力强等优点。整体回收过程金的回收率高达 98.5%以上，镍高达 99%以上，铜高达 99.5%以上。尾液可循环利用，过程中浸出萃取试剂绿色清洁，无二次污染，对环境友好。

附图说明

图 1 表示废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取技术路线图

具体实施方式

实例 1

将废线路板剪切成小块，每块重量为 0.1g，得到预处理废线路板；在烧杯中配置贵金属浸提溶液，浓度为硫脲：1.5mol/L、硫酸 1.5mol/L、过氧化钠 2mol/L；将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温至 185℃，时间 1h，保温时间 20min，冷却时间 15min，冷却至 60℃，待冷却结束，过滤，得到贵金属浸出液和含树脂废渣；将贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:1 加入咪唑离子液体 [BMIM][NTF2]，充分搅拌 5min，使油液两相充分混合，得到油液混合相。向有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:2 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 1.5mol/L，充分搅拌 10min，使得油液两相充分混合，反萃取得到纯净有机相和反萃余液。将反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉；第一尾液进行蒸发结晶回收氯化钠。向萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 6.7，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 9.6，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。向第二尾液中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足浸提液浓度标准，返回配置贵金属浸出溶液；整体工艺流程金的回收率达到 99%，镍浸出率达到 99.5%，铜浸出率达

到 99.3%。

实例 2

将废线路板剪切成小块，每块重量为 0.15g，得到预处理废线路板；在烧杯中配置贵金属浸提溶液，浓度为硫脲：2mol/L、硫酸 1.8mol/L、过氧化钠 1.5mol/L；将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温至 180℃，时间 1.2h，保温时间 20min，冷却时间 25min，冷却至 60℃，待冷却结束，过滤，得到贵金属浸出液和含树脂废渣；将贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:2 加入咪唑离子液体 [BMIM][NTF2]，充分搅拌 8min，使油液两相充分混合，得到油液混合相。向有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:5 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 2mol/L，充分搅拌 12min，使得油液两相充分混合，反萃取得到纯净有机相和反萃余液。将反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉；第一尾液进行蒸发结晶回收氯化钠。向萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 6.9，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 9.5，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。向第二尾液中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足浸提液浓度标准，返回配置贵金属浸出溶液；整体工艺流程金的回收率达到 99.6%，镍浸出率达到 99.2%，铜浸出率达到 99.5%。

实例 3

将废线路板剪切成小块，每块重量为 0.18g，得到预处理废线路板；在烧杯中配置贵金属浸提溶液，浓度为硫脲：3.5mol/L、硫酸 2mol/L、过氧化钠 2.5mol/L；将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温至 190℃，时间 1.5h，保温时间 20min，冷却时间 20min，冷却至 60℃，待冷却结束，过滤，得到贵金属浸出液和含树脂废渣；将贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:3 加入咪唑离子液体 [BMIM][NTF2]，充分搅拌 12min，使油液两相充分混合，得到油液混合相。向有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:8 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 2.8mol/L，充分搅拌 12min，使得油液两相充分混合，反萃取得到纯净有机相

和反萃余液。将反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉；第一尾液进行蒸发结晶回收氯化钠。向萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 6.8，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 9.9，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。向第二尾液中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足浸提液浓度标准，返回配置贵金属浸出溶液；整体工艺流程金的回收率达到 99.7%，镍浸出率达到 99.4%，铜浸出率达到 99.6%。

实例 4

将废线路板剪切成小块，每块重量为 0.2g，得到预处理废线路板；在烧杯中配置贵金属浸提溶液，浓度为硫脲：3.8mol/L、硫酸 1.6mol/L、过氧化钠 2.8mol/L；将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温至 195℃，时间 1.2h，保温时间 20min，冷却时间 25min，冷却至 60℃，待冷却结束，过滤，得到贵金属浸出液和含树脂废渣；将贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:4 加入咪唑离子液体 [BMIM][NTF2]，充分搅拌 15min，使油液两相充分混合，得到油液混合相。向有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:10 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 2.5mol/L，充分搅拌 15min，使得油液两相充分混合，反萃取得到纯净有机相和反萃余液。将反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉；第一尾液进行蒸发结晶回收氯化钠。向萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 7.0，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 9.8，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。向第二尾液中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足浸提液浓度标准，返回配置贵金属浸出溶液；整体工艺流程金的回收率达到 99.9%，镍浸出率达到 99.1%，铜浸出率达到 99.5%。

实例 5

将废线路板剪切成小块，每块重量为 0.18g，得到预处理废线路板；在烧杯中配置贵金属浸提溶液，浓度为硫脲：3.2mol/L、硫酸 1.2mol/L、过氧化钠

3.0mol/L；将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温至 200℃，时间 1.3h，保温时间 20min，冷却时间 30min，冷却至 60℃，待冷却结束，过滤，得到贵金属浸出液和含树脂废渣；将贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:5 加入咪唑离子液体 [BMIM][NTF2]，充分搅拌 10min，使油液两相充分混合，得到油液混合相。向有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:8 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 3mol/L，充分搅拌 12min，使得油液两相充分混合，反萃取得到纯净有机相和反萃余液。将反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉；第一尾液进行蒸发结晶回收氯化钠。向萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 6.8，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 10.0，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。向第二尾液中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足浸提液浓度标准，返回配置贵金属浸出溶液；整体工艺流程金的回收率达到 99.5%，镍浸出率达到 99.4%，铜浸出率达到 99.7%。

权 利 要 求 书

1.一种废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法，其特征在于以下步骤：

(1) 废线路板预处理：将废线路板剪切成小块，得到待浸出废线路板；

(2) 废线路板贵金属浸提液配置：烧杯中加入纯水、硫脲、硫酸、过氧化钠，搅拌至全部溶解，得到浸提液；浸提液的浓度为：硫脲：1.5~4mol/L、硫酸 0.5~2mol/L、过氧化钠 1~3mol/L；

(3) 废线路板微波辅助浸出：将预处理线路板置于消解罐中，同时将浸提液倒入消解罐，设定微波消解仪升温时间 1~1.5h，升温至 180~200℃，保温时间 20min，冷却时间 15~30min，冷却至 60℃，得到贵金属浸出液和含树脂废渣；

(4) 过滤后，将步骤(3)贵金属浸出液置于萃取罐中，按离子液体与贵金属浸出液体积比 1:1~1:5 加入咪唑离子液体[BMIM][NTF2]，充分搅拌 5~15min，使得油液两相充分混合；将得到的混合相离心、分液后得到有机相和萃余液；

(5) 步骤(4)有机相中按有机相与草酸溶液体积比 1:1~1:10 加入草酸溶液，草酸溶液浓度 1~3mol/L，进行反萃取；充分搅拌 5~15min，使得油液两相充分混合；将得到的混合相离心、分液后得到反萃余液及纯净离子液体；

(6) 将步骤(5)反萃余液过滤，得到第一尾液及粗金粉；

(7) 萃余液贵金属分离：向步骤(4)萃余液中加入氢氧化钠，调节 pH 值为 6.7~7.0，水解沉淀并过滤，得到氢氧化铜沉淀和脱铜液；向脱铜液中加入固体氢氧化钠，调节 pH 值为 9.5~10.0，水解沉淀并过滤，得到氢氧化镍沉淀和第二尾液。

2. 如权利要求 1 所述的一种废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法，其特征在于：步骤(5)将纯净离子液体循环至步骤(4)重复萃取。

3. 如权利要求 1 所述的一种废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法，其特征在于：步骤(6)第一尾液通过蒸发结晶回收氯化钠。

4. 如权利要求 1 所述的一种废线路板全组分微波快速消解与贵金属离子液体萃取方法，其特征在于：步骤（7）得到的第二尾液中加入硫酸、硫脲、过氧化钠，使第二尾液中硫酸、硫脲、过氧化钠，使其浓度满足步骤（2）中浸提液浓度标准，多次循环，硫酸盐达到饱和时，第二尾液不再返回浸出过程。

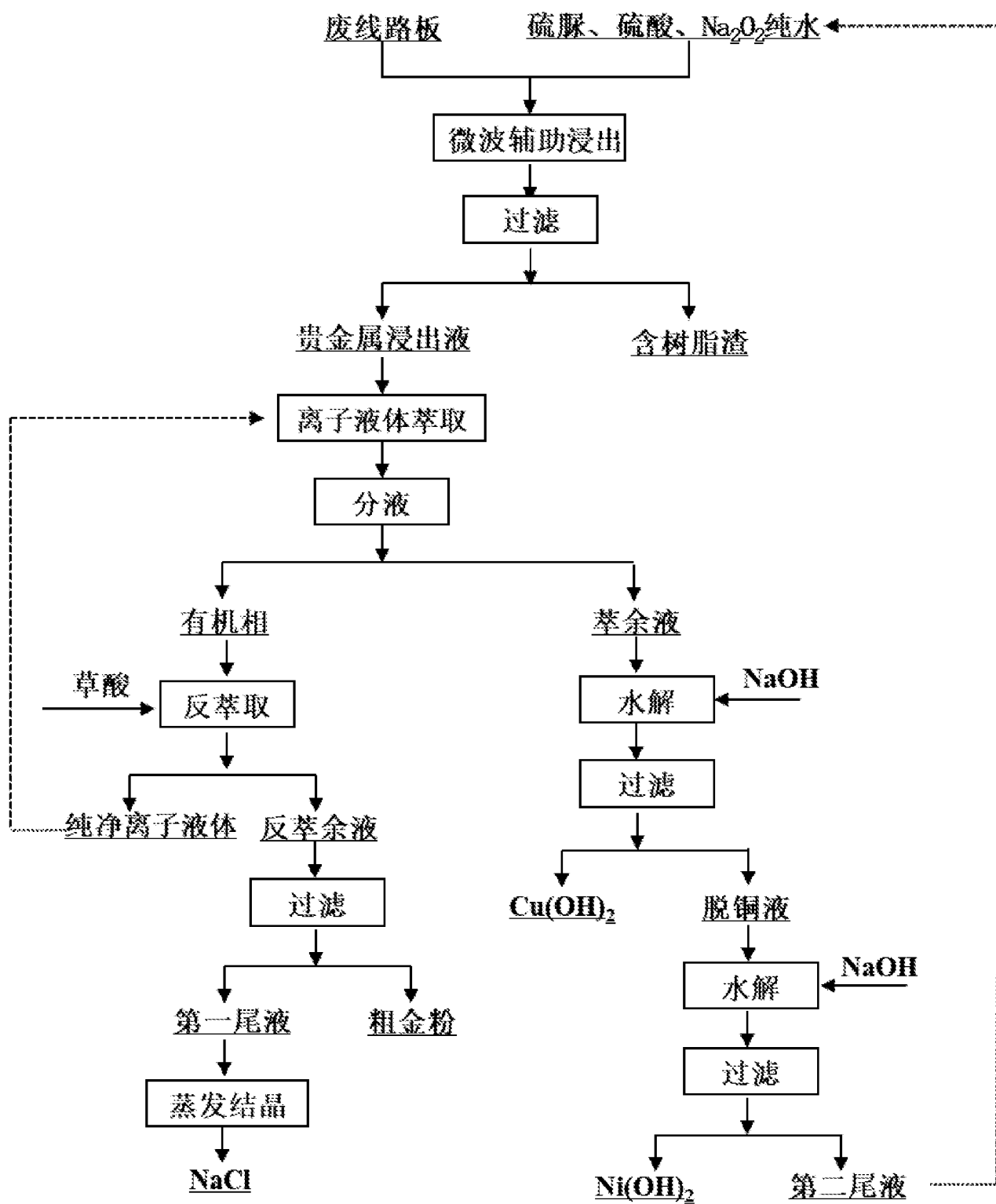


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/114544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B 7/00(2006.01)i; C22B 11/00(2006.01)i; C22B 15/00(2006.01)i; C22B 3/36(2006.01)i; C22B 23/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22B; B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, CJFD, CNKI, 万方, WANFANG, 百度, BAIDU, elsevier science, ISI_Web of Science, 读秀; DUXIU; 北京工业大学, 吴玉峰, 焉杰文, 李彬, 废, 电子, 线路板, 贵金属, 金, Au, 铜, Cu, 镍, Ni, 浸, 硫脲, 过氧化钠, Na₂O₂, 微波, 消解, 离子液体, 咪唑, 选择, 萃取, [BMIM][NTF2], [BMIM][TF2N], 甲基咪唑双三氟甲基磺酰亚胺, BMIM, TF, N(CF₃SO₂)₂, 草酸, 反萃, precious metal, gold, copper, nickel, leach+, thiourea, microwave, ionic liquid, extract+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111172400 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 19 May 2020 (2020-05-19) claims 1-4	1-4
A	CN 109609767 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 April 2019 (2019-04-12) description, paragraphs [0005]-[0026], and figures 1 and 2	1-4
A	白建峰 等 (BAI, Jianfeng et al.). "酸性硫脲浸出废旧手机线路板中金的研究 (Gold Leaching from Printed Circuit Boards of Discarded Mobile Phone by Acidic Thiourea)" <i>矿冶工程 (Mining and Metallurgical Engineering)</i> , Vol. 35, No. 2, 30 April 2015 (2015-04-30), ISSN: 0253-6099, pp. 87-90	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 November 2020

Date of mailing of the international search report

08 December 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Mthobisi Masilela et al. "Extraction of Ag and Au from Chloride Electronic Waste Leach Solutions Using Ionic Liquids" <i>Journal of Environmental Chemical Engineering</i> , Vol. 7, No. 1, 28 February 2019 (2019-02-28), ISSN: 2213-3437, pp. 1-9	1-4
A	Shoichi Katsuta et al. "Extraction of Gold(III) from Hydrochloric Acid into Various Ionic Liquids: Relationship between Extraction Efficiency and Aqueous Solubility of Ionic Liquids" <i>ACS Sustainable Chemistry & Engineering</i> , Vol. 4, No. 2, 30 April 2016 (2016-04-30), ISSN: 2168-0485, pp. 564-571	1-4
A	刘青山 等 (LIU, Qingshan et al.). "离子液体萃取金属离子的研究进展 (Advances in Metal Ion Extraction with Ionic Liquids)" <i>沈阳农业大学学报 (Journal of Shenyang Agricultural University)</i> , Vol. 49, No. 4, 31 August 2018 (2018-08-31), ISSN: 1000-1700, pp. 498-512	1-4
A	何志成主编 (edited by HE, Zhicheng). 《化工原理 (第二版)》 (Non-official translation: <i>Chemical Principles, 2nd Edition</i>), 31 August 2009 (2009-08-31), page 356	1-4
A	高舸主编 (edited by GAO, Ge). 《质谱及其联用技术-在卫生检验中的应用》 (<i>Mass Spectrometry and its Coupling Techniques - Application in Health Inspection</i>), 31 January 2015 (2015-01-31), p. 279	1-4
A	张亚 (ZHANG, Ya). 《离子液体的应用及研究》 (Non-official translation: <i>Application and Research of Ionic Liquids</i>), 31 October 2009 (2009-10-31), pp. 1-4	1-4
A	马荣骏 (MA, Rongjun). 《萃取冶金》 (Non-official translation: <i>Extractive Metallurgy</i>), 31 August 2009 (2009-08-31), pp. 700-702 and 708	1-4
A	CN 106148704 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 23 November 2016 (2016-11-23) entire document	1-4
A	CN 110484724 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 November 2019 (2019-11-22) entire document	1-4
A	CN 104775034 A (SHANGHAI SECOND POLYTECHNIC UNIVERSITY) 15 July 2015 (2015-07-15) entire document	1-4
A	CN 1119554 A (HUANG, Tingguo et al.) 03 April 1996 (1996-04-03) entire document	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/114544

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111172400	A	19 May 2020	None	
CN	109609767	A	12 April 2019	None	
CN	106148704	A	23 November 2016	CN 106148704 B	29 June 2018
CN	110484724	A	22 November 2019	None	
CN	104775034	A	15 July 2015	None	
CN	1119554	A	03 April 1996	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/114544

A. 主题的分类 C22B 7/00(2006.01)i; C22B 11/00(2006.01)i; C22B 15/00(2006.01)i; C22B 3/36(2006.01)i; C22B 23/00(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C22B; B01D 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, CJFD, CNKI, 万方, 百度, elsevier science, ISI_Web of Science, 读秀; 北京工业大学, 吴玉峰, 焉杰文, 李彬, 废, 电子, 线路板, 贵金属, 金, Au, 铜, Cu, 镍, Ni, 浸, 硫脲, 过氧化钠, Na ₂ O ₂ , 微波, 消解, 离子液体, 咪唑, 选择, 萃取, [BMIM][NTF ₂], [BMIM][TF ₂ N], 甲基咪唑双三氟甲基磺酰亚胺, BMIM, TF, N(CF ₃) ₂ SO ₂ , 草酸, 反萃, precious metal, gold, copper, nickel, leach+, thiourea, microwave, ionic liquid, extract+																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111172400 A (北京工业大学) 2020年 5月 19日 (2020 - 05 - 19) 权利要求1-4</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109609767 A (北京工业大学) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12) 说明书第[0005]-[0026]段及图1-2</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>白建峰等. “酸性硫脲浸出废旧手机线路板中金的研究” 《矿冶工程》, 第35卷, 第2期, 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30), ISSN: 0253-6099, 第87-90页</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Mthobisi Masilela et al. “Extraction of Ag and Au from chloride electronic waste leach solutions using ionic liquids” 《Journal of Environmental Chemical Engineering》, 第7卷, 第1期, 2019年 2月 28日 (2019 - 02 - 28), ISSN: 2213-3437, 第1-9页</td> <td>1-4</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 111172400 A (北京工业大学) 2020年 5月 19日 (2020 - 05 - 19) 权利要求1-4	1-4	A	CN 109609767 A (北京工业大学) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12) 说明书第[0005]-[0026]段及图1-2	1-4	A	白建峰等. “酸性硫脲浸出废旧手机线路板中金的研究” 《矿冶工程》, 第35卷, 第2期, 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30), ISSN: 0253-6099, 第87-90页	1-4	A	Mthobisi Masilela et al. “Extraction of Ag and Au from chloride electronic waste leach solutions using ionic liquids” 《Journal of Environmental Chemical Engineering》, 第7卷, 第1期, 2019年 2月 28日 (2019 - 02 - 28), ISSN: 2213-3437, 第1-9页	1-4
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
PX	CN 111172400 A (北京工业大学) 2020年 5月 19日 (2020 - 05 - 19) 权利要求1-4	1-4															
A	CN 109609767 A (北京工业大学) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12) 说明书第[0005]-[0026]段及图1-2	1-4															
A	白建峰等. “酸性硫脲浸出废旧手机线路板中金的研究” 《矿冶工程》, 第35卷, 第2期, 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30), ISSN: 0253-6099, 第87-90页	1-4															
A	Mthobisi Masilela et al. “Extraction of Ag and Au from chloride electronic waste leach solutions using ionic liquids” 《Journal of Environmental Chemical Engineering》, 第7卷, 第1期, 2019年 2月 28日 (2019 - 02 - 28), ISSN: 2213-3437, 第1-9页	1-4															
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2020年 11月 5日		国际检索报告邮寄日期 2020年 12月 8日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 黄霞 电话号码 86-(20)-28950658															

C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	Shoichi Katsuta et al. "Extraction of Gold(III) from Hydrochloric Acid into Various Ionic Liquids: Relationship between Extraction Efficiency and Aqueous Solubility of Ionic Liquids" 《ACS Sustainable Chemistry & Engineering》, 第4卷, 第2期, 2016年 4月 30日 (2016 - 04 - 30), ISSN: 2168-0485, 第564-571页	1-4
A	刘青山等. "离子液体萃取金属离子的研究进展" 《沈阳农业大学学报》, 第49卷, 第4期, 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31), ISSN: 1000-1700, 第498-512页	1-4
A	何志成主编. 《化工原理(第二版)》, 2009年 8月 31日 (2009 - 08 - 31), 第356页	1-4
A	高舸主编. 《质谱及其联用技术-在卫生检验中的应用》, 2015年 1月 31日 (2015 - 01 - 31), 第279页	1-4
A	张亚. 《离子液体的应用及研究》, 2009年 10月 31日 (2009 - 10 - 31), 第1-4页	1-4
A	马荣骏. 《萃取冶金》, 2009年 8月 31日 (2009 - 08 - 31), 第700-702、708页	1-4
A	CN 106148704 A (华南理工大学) 2016年 11月 23日 (2016 - 11 - 23) 全文	1-4
A	CN 110484724 A (浙江工业大学) 2019年 11月 22日 (2019 - 11 - 22) 全文	1-4
A	CN 104775034 A (上海第二工业大学) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-4
A	CN 1119554 A (黄庭国等) 1996年 4月 3日 (1996 - 04 - 03) 全文	1-4

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/114544

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111172400	A	2020年 5月 19日	无	
CN	109609767	A	2019年 4月 12日	无	
CN	106148704	A	2016年 11月 23日	CN 106148704 B	2018年 6月 29日
CN	110484724	A	2019年 11月 22日	无	
CN	104775034	A	2015年 7月 15日	无	
CN	1119554	A	1996年 4月 3日	无	