



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT



F I 000115534B

(10) FI 115534 B

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

31.05.2005

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

C22B 3/00 // C22B 11:00

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20021827

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

15.10.2002

(24) Alkuperä - Löpdag

15.10.2002

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

16.04.2004

(73) Haltija - Innehavare

1 •Outokumpu Oyj, Riihitontuntie 7, 02200 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Hultholm, Stig-Erik, Sitomantie 1, 28360 Pori, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Hyvärinen, Olli, Suoniityntie 18, 28220 Pori, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Outokumpu Oyj, Teollisoikeudet
PL 27, 02201 Espoo

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä metallien talteenottamiseksi kloridiliuotuksen ja uuton avulla
Förfarande för utvinning av metaller med hjälp av kloridupplösning och extraktion

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

BE 815657 A, JP 2057646 A, US 4023964 A, US 3776826 A, US 6007600 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö kohdistuu menetelmään metallien, erityisesti kuparin talteenottamiseksi kupari pitoisesta raaka-aineesta, jolloin materiaali liuotetaan kloridipitoiseen liuokseen. Raaka-aineen liuotus suoritetaan hapettavasti ja riittävän korkeassa redoxpotentiaalissa niin, että liuotuksesta tulevassa kuparikloridiliuoksessa kupari on pääosin kaksiarvoisena. Saatu kloridiliuos, joka sisältää kuparin ja muut mahdolliset arvometallit, johdetaan neste-nesteuuttoon. Uutossa kupari siirretään ensin orgaaniseen faasiin uuton avulla ja takaisin-uutossa sulfaattiliuokseen, joka johdetaan kuparielektrolyysiin.

Uppfinningen avser förfarande för utvinning av metaller, särskilt koppar i kopparhaltigt råmaterial, varvid materialet upplöses i en kloridhaltig lösning. Upplösningen av råmaterialet utförs oxiderande och vid en tillräckligt hög redoxpotential så att kopparn i den från upplösningen kommande kopparkloridlösningen i huvudsak förekommer i tvåvärd form. Den erhållna kloridlösningen innehållande koppar och andra eventuella värdemetaller leds till vätske-vätskeextraktion. Vid extraktionen överförs kopparn först till en organisk fas med hjälp av extraktionen och vid återextraktion till en sulfatlösning, som leds till kopparelektrolys.

MENETELMÄ METALLIEN TALTEENOTTAMISEKSI KLORIDILIUOTUKSEN JA UUTON AVULLA

Menetelmä kohdistuu metallien, erityisesti kuparin talteenottoon kupari-
5 pitoisesta raaka-aineesta, jolloin materiaali liuotetaan kloridipitoiseen
liuokseen. Raaka-aineen liuotus suoritetaan hapettavasti ja riittävän
korkeassa redoxpotentiaalissa niin, että liuotuksesta tulevassa kuparikloridi-
liuoksessa kupari on pääosin kaksiarvoisena. Saatu kloridiliuos, joka
sisältää kuparin ja muut mahdolliset arvometallit, johdetaan neste-
10 nesteuuttoon. Uutossa kupari siirretään ensin orgaaniseen faasiin uuton
avulla ja takaisin uutossa sulfaattiliuokseen, joka johdetaan kupari-
elektrolyysiin.

US-patenttijulkaisussa 6,007,600 on kuvattu menetelmää kuparin valmista-
15 miseksi hydrometallurgisesti kuparia sisältävästä raaka-aineesta kuten
kuparisulfidirikasteesta. Menetelmän mukaisesti raaka-ainetta liuotetaan
vastavirtaliuotuksena voimakkaalla natriumkloridi-kupari(II)kloridiliuoksella
useammassa vaiheessa yksiarvoisen kuparikloridiliuoksen muodostamiseksi.
Liuotuksen yhteydessä rauta ja rikki saostetaan liuoksesta. Puhdistettu
20 kuprokloridiliuos saostetaan sopivien reagenssien avulla kuparioksiduulina ja
oksiduuli pelkistetään edelleen elementtikupariksi.

US-patenttijulkaisussa 6,007,600 kuparirikasteen liuotus suoritetaan
olosuhteissa, joissa rauta saostetaan liuoksesta liuotuksen yhteydessä,
25 mutta olennaista liuotusmenetelmälle on, että mahdollisimman suuri osa
kuparista pyritään saamaan kloridiliuokseen yksiarvoisena.

US-patenttijulkaisussa 4,023,964 kuvataan menetelmää elektrolyyttikuparin
valmistamiseksi. Menetelmässä kuparisulfidirikaste liuotetaan kupari(II)klo-
30 ridi-natriumkloridiliuokseen. Liuoksen NaCl-pitoisuus on 100-300 g/l ja pH
korkeintaan 1, jolloin rauta liukenee. Saatu liuos jaetaan kahteen osaan,
joista toiselle osalle suoritetaan raudan saostus götiittinä ja saostuksen

yhteydessä muodostunut kuprikloridiliuos johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen. Toinen osa liuksesta johdetaan kontaktiin uuttoliuksen kanssa, ja samalla liukseen johdetaan ilmaa yksiarvoisen kuparin hapettamiseksi kaksiarvoiseksi. Uutossa kupari sitoutuu orgaaniseen faasiin ja kuparista köyhtynyt kloridiliuos johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen. Takaisinuutossa orgaaninen faasi ja siihen sitoutunut kupari saatetaan kontaktiin rikkihapon vesiliuoksen kanssa. Muodostunut kuparisulfaattiliuos johdetaan elementtikuparin valmistukseen ja orgaaninen faasi takaisin uutto-

10

US-patenttijulkaisussa 4,023,964 kuvattu menetelmä on sikäli käyttökelpoinen, että siinä kuparisulfidirikaste liuotetaan kloridina, joka johdetaan nesteuuttoon ja kupari saadaan uutosta talteen kuparisulfaattiliuoksena. Kuparisulfaattiliuoksen jatkokäsittely esimerkiksi elektrolyysissä on hyvin tunnettua tekniikkaa ja tuottaa puhdasta kuparia. Menetelmän heikkoutena on kuitenkin rikasteen liuotus, joka tapahtuu olosuhteissa, missä myös rauta liukenee ja rauta pitää saostaa liuksesta omana vaiheenaan. Samoin liuotuksesta tulevassa kuparikloridiliuoksessa kupari on pääosin yksiarvoisena, jolloin se pitää erikseen hapettaa uuton yhteydessä. Kun hapetus tapahtuu uuton yhteydessä, on olemassa suuri vaara, että myös uuttoaine samalla hapettuu eikä ole enää käyttökelpoinen. Menetelmässä suositetaan uuton suorittamista lämpötilassa 60 °C, joka on käytännössä aivan liian korkea ja aiheuttaa uuttoaineen tuhoutumista.

Nyt on kehitetty menetelmä metallien, erityisesti kuparin talteenottamiseksi rautaa ja rikkiä sisältävästä kuparipitoisesta raaka-aineesta. Menetelmän mukaisesti kuparipitoisen materiaalin kloridipohjainen hapettava liuotus suoritetaan vastavirtaliuotuksena olosuhteissa, joissa sekä rikasteen rauta saostuu että rikki saadaan elementtirikkinä talteen sakkaan. Jos raaka-aine sisältää kultaa ja/tai platinametalreja (PGM), ne saatetaan saostumaan rikin mukana ja otetaan talteen rikkisakasta. Myöhemmin käytettävällä nimityksellä jalometalli tarkoitetaan kultaa ja/tai platinametalreja (PGM).

Liutuksesta saatavassa kuparikloridiliuoksessa kupari on pääosin kaksiarvoisena. Kupari saadaan liukseen kaksiarvoisena liuottamalla kuparipitoista materiaalia riittävän korkeassa redoxpotentiaalissa hapettavan aineen, kaksiarvoisen kuparin ja suolahapon liuoksella, jolloin liuennut kupari jää
5 kaksiarvoiseksi ja voidaan johtaa suoraan uuttoon ilman hapetusvaihetta. Redoxpotentiaali on edullista olla alueella 480 – 500 mV Ag/AgCl-elektrodilla mitattuna. Uutto on edullista suorittaa lämpötilassa korkeintaan 40 °C. Kuparin takaisinuuhto orgaanisesta liuksesta suoritetaan rikkihapon vesiliuokseen, joka johdetaan elektrolyysiin elementtikuparin
10 talteenottamiseksi.

Keksinnön olennaiset tunnusmerkit käyvät esille oheisista vaatimuksista.

Kuparipitoinen materiaali voi olla esimerkiksi kuparisulfidirikaste, joka
15 yleensä sisältää kuparin lisäksi myös muita arvometalleja. Keksinnön selityksessä käytetään nimitystä arvometallit, jolla tarkoitetaan lähinnä nikkeliä, kobolttia ja sinkkiä. Liutuksen yhteydessä myös muut arvometallit liukenevat. Saatu vesiliuos sisältää siis kuparin pääosin kaksiarvoisena kuprikloridina sekä myös muut arvometallit. Koska tunnetut kuparin uuttoa
20 aineet ovat selektiivisiä lähinnä kaksiarvoisen kuparin suhteen, kuprikloridiliuos voidaan johtaa suoraan uuttoon ilman hapetusvaiheita.

Keksinnön mukaista menetelmää kuvataan oheisen kuvan 1 avulla, jossa on virtauskaavio eräästä keksinnön edullisesta suoritusmuodosta.

25

Kuparipitoinen raaka-aine johdetaan liutusvaiheeseen, jossa liutus suoritetaan kuparikloridi-suolahappoliuoksen avulla. Liutus tapahtuu käytännössä yleensä useampivaiheisena, mutta on yksinkertaisuuden vuoksi kuvattu kaavioon yksivaiheisena. Liutuksen redoxpotentiaali säädetään
30 alueelle 480 – 500 mV vs. Ag/AgCl hapettavan aineen syötön avulla. Hapettava aine voi olla happi tai ilma. Liutuksesta saatava liete johdetaan

kiintoaineen ja liuoksen erotukseen. Erotuksesta tuleva kuprikloridiliuos johdetaan uuttoon ja sakka rikin vaahdotukseen.

Uutossa kuprikloridin vesiliuos saatetaan kontaktiin orgaanisen uuttoa-
5 kanssa ja kupari saatetaan siirtymään orgaaniseen faasiin. Uuttovaihe sisältää normaalin sekoitus- ja laskeutusosan, vaikka niitä ei ole tarkemmin kuvattu kaaviossa. Virtauskaaviossa esitetty uutto suoritetaan kahdessa vaiheessa, mutta olosuhteista riippuen uutto voidaan suorittaa myös yksivaiheisena. Kaaviossa vesiliuos on merkitty jatkuvalla viivalla ja orgaaninen liuos katkoviivalla. Uuttovaiheiden lämpötila on korkeintaan 40 °C.

Yksi osa ensimmäisen uuttovaiheen kloridipitoisesta vesiliuoksesta, raffinaa-
tista, joka on köyhtynyt kuparista ja jonka happopitoisuus on noussut, johdetaan takaisin raaka-aineen liuotukseen. Toinen osa vesiliuoksesta, joka
15 johdetaan toiseen uuttovaiheeseen, neutraloidaan ennen tätä vaihetta. Muiden arvometallien talteenotto suoritetaan vesiliuoksesta, joka poistuu toisesta uuttovaiheesta. Uuttovaiheista tuleva orgaaninen liuos johdetaan pesun kautta takaisin uuttoon. Takaisinuuutossa kaksiarvoisen kupari-ionin sisältävä orgaaninen liuos saatetaan kontaktiin rikkihapon vesiliuoksen
20 kanssa ja kupari siirtyy vesifaasiin sulfaattina, josta se otetaan talteen elektrolyysin avulla. Kun kuparin talteenotto tapahtuu kuparielektrolyysissä, voidaan takaisinuuutossa käyttää rikkihappoisena vesiliuoksena elektrolyysin paluuhappoa.

25 Uuttoaineeksi soveltuu mikä tahansa tunnettu kuparin uuttoa-aine kuten oksimit, jotka on laimennettu sopivaan liuottimeen, esimerkiksi kerosiiniin. Kun uutto suoritetaan kahdessa vaiheessa, ensimmäisessä vaiheessa kuparista uutetaan korkeintaan puolet. Ensimmäisestä uuttovaiheesta tulevan raffinaatin kuparipitoisuus on laskenut ja samalla sen
30 suolahappopitoisuus on noussut seuraavan reaktion mukaisesti:



Reaktiossa R tarkoittaa uuttoaineen hiilivetyosaa, joka muodostaa kompleksin kuparin kanssa orgaaniseen liuokseen kun uuttoaineen vetyioniosa muodostaa suolahappoa kloridin kanssa vesiliuokseen.

5 Suurin osa ensimmäisen uuttovaiheen raffinaatista kierrätetään takaisin kuparipitoisen raaka-aineen liuotukseen. Osa kuitenkin johdetaan neutralointiin, jossa siitä alkalihydroksidin avulla neutraloidaan ensimmäisessä uuttovaiheessa syntynyt suolahappo. Alkalihydroksidina voidaan käyttää esimerkiksi natriumhydroksidia, NaOH tai kalkkia, CaCO_3 .

10

Neutraloitu kuprikloridin vesiliuos johdetaan toiseen uuttovaiheeseen, jossa vesiliuoksesta uutetaan sen sisältämä kupari mahdollisimman tarkkaan pois. Orgaaninen liuos johdetaan kumpaankin uuttovaiheeseen takaisinuu-
15 vaiheesta eli vaiheet toimivat orgaanisen liuoksen syötön suhteen rinnankytkennässä. Kun uutto on suoritettu, kummastakin vaiheesta tulevat uuttoliuokset yhdistetään ja johdetaan pesuvaiheen kautta takaisinuu-
Takaisinuu-
20 toon. Takaisinuu-
to suoritetaan sulfaattipitoisella vesiliuoksella kuten kuparielektro-
lyysin paluuhapon avulla.

20 Toisesta uuttovaiheesta tuleva vesiliuos eli toinen raffinaatti johdetaan jatkokäsittelyyn, jossa liuoksesta otetaan talteen raaka-aineen sisältämät muut arvometallit kuten nikkeli, koboltti ja sinkki. Liuoksesta saostetaan arvometallit alkalihydroksidin avulla. Muodostuneesta sakasta otetaan ensin nikkeli talteen pelkistämällä ja sen jälkeen raaka-aineen sisältämät muut
25 metallit. Koboltti ja nikkeli voidaan myös ottaa talteen selektiivisellä neste-
nesteuutolla kupariuuton jälkeen.

Raaka-aineen liuotus suoritetaan korkeassa redoxpotentiaalissa ja pH-
arvossa vähintään 1,5, jolloin raudasta lähes kaikki saostuu. Myös rikki
30 saostuu näissä olosuhteissa. Jos raaka-aine sisältää kultaa ja platina-
metalleja (PGM), myös nämä jäävät sakkaan. Sakalle suoritetaan rikin
vaahdotus, jolloin saadaan rikkirikaste, joka sisältää myös jalometallit (kulta +

PGM). Rikkirikasteesta erotetaan pääosa rikistä tunnetuilla tavoilla ja saadaan jalometallit käsittävä PGM-rikaste. Muodostetun rikasteen PGM-pitoisuus on niin suuri että se voidaan markkinoida platinametallien jalostukseen erikoistuneille tehtaille.

5

Kaksivaiheinen uutto on edullinen erityisesti tapauksessa, jolloin raaka-aine sisältää merkittävän määrän nikkeliä. Jos nikkelin määrä raaka-aineessa on vähäinen, voidaan kupariutto suorittaa yksivaiheisena. Tällöin uutosta tuleva vesiliuos, raffinaatti, pumpataan suoraan takaisin liuotukseen ja vain
10 pienelle tai tarpeen mukaiselle osalle raffinaatista suoritetaan liuoksessa olevien arvoaineiden yhteissaostus esimerkiksi kalkin avulla, kun niiden pitoisuus on noussut niin suureksi että ne alkavat laskea kuparin liukoisuutta. Hydroksidisaostuksen jälkeen kalsiumkloridiliuosta käsitellään rikkihapolla, jolloin saadaan suolahappoa, joka johdetaan takaisin raaka-aineen
15 liuotukseen.

Kehitetty menetelmä soveltuu myös muulle materiaalille kuin kuparisulfidirikasteille. Edellä on kuvattu menetelmän soveltamista rikasteille, joissa on myös jalometalleja, mutta myös kupari-nikkeli-koboltti-rautakiveä, joka
20 sisältää kultaa ja PGM, voidaan edullisesti käsitellä keksinnön mukaisella menetelmällä.

Keksinnön mukaista menetelmää kuvataan vielä oheisen esimerkin avulla.

25 Esimerkki 1

Sulfidirikastetta, jonka koostumus oli 12 % Cu, 2,3 % Ni, 23 % Fe ja 25 % S sekä 120 ppm Pd ja 14 ppm Au, käsiteltiin keksinnön mukaisella menetelmällä. Rikastetta liuotettiin lämpötilassa 90 °C ja redoxpotentiaalissa 500 mV vs Ag/AgCl, joka ylläpidettiin happipuhalluksella. Tuloksista nähdään, että
30 nikkeli ja kupari saadaan liuotuksessa erittäin hyvin liuotettua ja ainoastaan pieni osa rikistä hapettuu sulfaatiksi. Jalometallit alkavat liueta vasta silloin kun redoxpotentiaali nousee yli 500 mV vs Ag/AgCl. ReakTIONopeus on suuri

ja reaktioaste on yli 90 % kuparille ja nikkelille jo kuudessa tunnissa. Liuotusjätteen koostumus on: Cu 1,5 %, Ni 0,1 %, Fe 30 %, S 24 %. Syöttöliuoksen Cu-pitoisuus oli 41 g/l, Ni-pitoisuus 26 g/l ja määrä 2,28 l/kg rikastetta. Tämän lisäksi lisättiin 0,59 kg puhdasta suolahappoa/ kg rikastetta
5 eli 25 %:na suolahappona 1,48 l/kg rikastetta. Liuotuksessa tuotettiin liuosta, jonka Cu-pitoisuus oli 59 g/l, Ni-pitoisuus 26 g/l ja määrä 3,76 l/kg rikastetta.

Uutossa uutetaan ensimmäisessä uuttovaiheessa noin 30 % kuparista ilman neutralointia, jonka jälkeen pääosa liuksesta pumpataan takaisin
10 liuotukseen. Ensimmäisen uuttovaiheen jälkeen vesiliuoksen Cu-pitoisuus oli 41 g/l. Pienempi osa ensimmäisen uuttovaiheen jälkeisestä vesiliuksesta, joka osuus määräytyy nikkelpitoisuuden mukaan, eli tässä tapauksessa noin 40 %, johdetaan uuton toiseen vaiheeseen. Liuoksen rikkihappo neutraloidaan lipeällä ja loppukupari uutetaan toisessa uuttovaiheessa.

15 Molemmissa uuttovaiheissa lämpötila pidetään alle 40 °C ja suoraa kontaktia lipeään ja orgaanisen faasin kanssa vältetään. Näin uuttoaineen rasiusta minimoidaan ja sen käyttöikä saadaan pitkäksi.

20 Molempien uuttovaiheiden orgaaniset liuokset yhdistetään ja pestään laimealla rikkihappovedellä poistamaan rauta ja kloridijäämät. Pesuliuos pumpataan liuotukseen. Pesun jälkeen kuparipitoinen orgaaninen liuos johdetaan takaisinuuuttoon, jossa kuparia stripataan orgaanisesta liuksesta kuparielektrolyysin paluuhappoon. Takaisinuuutettu orgaaninen liuos palaa
25 taas uuttovaiheisiin.

Kuparielektrolyysissa tuotetaan huippupuhdasta katodikuparia 120 g/kg rikastetta eli sama määrä kuin uutetaan ja prosessiin syötetään rikasteena. Raffinaatti toisesta uuttovaiheesta, joka sisältää nikkeliä ja kobolttia sekä
30 hieman kuparia, johdetaan hydroksidisaostukseen. Nikkeli, koboltti, kupari ja muut metallikationit saostetaan lipeällä. Tarvittava lipeämäärä on 0,22 kg/ kg rikastetta, josta pääosa käytetään hapon neutralointiin. Hydroksidisakkaa

syntyi 0,06 kg/kg rikastetta. Hydroksidisakan koostumus on Ni 60 %, Cu 0,3 %, Co 2,8 %.

5 Suodatuksen jälkeen suolaliuoksesta poistetaan vielä liuotuksessa syntynyttä sulfaattia kalkin avulla. Tämän jälkeen liuos voidaan johtaa lopulliseen puhdistukseen ennen kloori-alkalielektrolyysia. Kloori-alkalielektrolyysissa syntyvä kloori ja vety poltetaan suolahapoksi ja syötetään liuotukseen. Määrä on 25 %:na suolahappona 1,48 l/kg rikastetta.

10 Liuotuksessa syntyy liuotusjätettä, joka sisältää rikasteen PGM:t ja pääosan sulfidirikistä elementaarisenä rikkinä, raudasta götiittinä tai hematiittina sekä silikaattiset mineraalit lähes muuttumattomina. Vaahdottamalla erotetaan rikki ja PGM:t silikaateista ja rautaoksidoista. Saatu rikkirikaste käsitellään ensiksi erottamalla pääosan rikistä ja edelleen liuottamalla, jolloin liuokset
15 palautetaan prosessin alkupäähän. PGM-rikaste jonka koostumus on: Pd 17 %, Pt 4 %, Au 2 %, Cu 10%, Ni 2 %, Fe 14 %, on helppo myydä jatkojalostukseen tai käsitellä edelleen puhtaiksi metalleiksi. Määrä on 0,7 g/kg rikastetta.

20

PATENTTIVAATIMUKSET

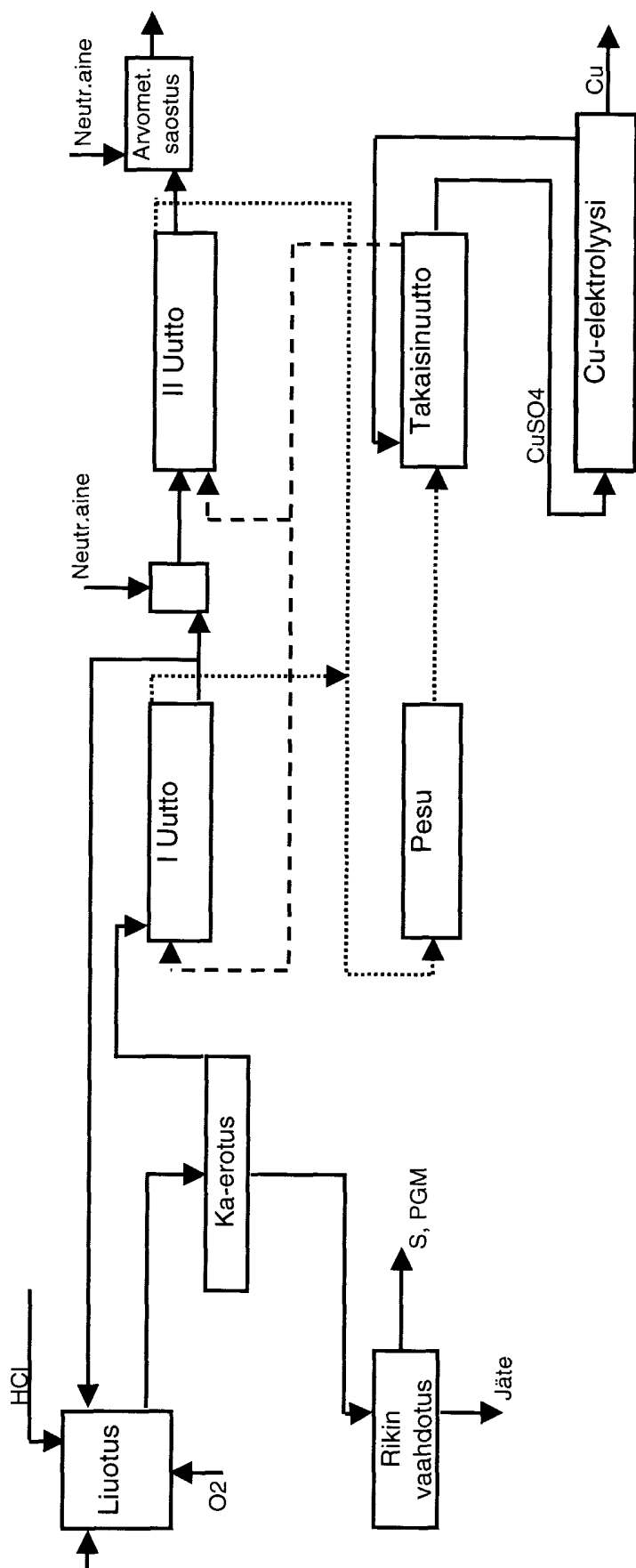
- 5
10
15
1. Menetelmä kuparin ja muiden arvometallien talteenottamiseksi rautaa ja rikkiä sisältävästä raaka-aineesta, jota liuotetaan kuparikloridi-suolahappopitoiseen vesiliuokseen, jolloin rauta ja rikki jäävät liuotuksessa muodostuvaan sakkaan ja syntyvä kuparikloridiliuos johdetaan neste-nesteuuttoon, jonka avulla kupari erotetaan kloridiliuoksesta ja takaisinuurossa siirretään rikkihapon vesiliuokseen, joka vesiliuos johdetaan elektrolyysiin elementtikuparin talteenottamiseksi, **tunnettu** siitä, että raaka-aineen liuotuksessa pH säädetään arvoon vähintään 1,5 ja redoxpotentiaali hapettavan aineen syötön avulla alueelle 480 – 500 mV Ag/AgCl-elektrodin suhteen, jolloin raaka-aineen mahdollisesti sisältämät jalometallit saatetaan saostumaan rikin ja raudan saostuksessa, ja liuotuksessa muodostuvassa kuparikloridiliuoksessa kupari ja muut arvometallit ovat kaksiarvoisena, joka kuprikloridiliuos johdetaan neste-nesteuuttoon, jossa lämpötila on korkeintaan 40 °C.
- 20
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hapettava aine on happi.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hapettava aine on ilma.
- 25
4. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuprikloridiliuoksen uutto suoritetaan kahdessa vaiheessa.
- 30
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että osa ensimmäisestä uuttovaiheesta tulevasta vesiliuoksesta johdetaan takaisin kuparipitoisen raaka-aineen liuotukseen.

6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että toiseen uuttovaiheeseen johdettava vesiliuoksen osa neutraloidaan ennen sen johtamista tähän uuttovaiheeseen.
- 5 7. Jonkin patenttivaatimuksen 4 – 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että uuttovaiheet toimivat orgaanisen liuoksen suhteen rinnankytkennässä.
8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä,
10 **tunnettu** siitä, että takaisinuuuttovaiheeseen johdettava rikkihapon vesiliuos on kuparielektrolyysin paluuhappo.
9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä,
15 **tunnettu** siitä, että kuparipitoisen raaka-aineen muut arvometallit kuten nikkeli, koboltti ja sinkki saostetaan vesiliuoksesta uuton jälkeen alkalihydroksidisaostuksella.
- 20 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jalometallit kuten kulta ja/tai platinaryhmän metallit (PGM) otetaan rikkiä ja rautaa sisältävästä sakasta talteen rikkivaahdotuksen yhteydessä.

PATENTKRAV

- 5 1. Förfarande för utvinning av koppar och andra värdemetaller ur ett råmaterial innehållande järn och svavel som upplöses i en vattenlösning innehållande kopparkloridsaltsyra, varvid järn och svavel kvarstår i den fällning som bildas vid upplösningen och den bildade kopparkloridlösningen leds till vätske-vätske-extraktion, genom vilken koppar separeras från kloridlösningen och vid återextraktionen överförs till en vattenlösning av svavelsyra, vilken vattenlösning leds till elektrolys för utvinning av elementär koppar, **kännetecknat av** att vid upplösningen av råmaterialet pH regleras till minst 1, 5 och redoxpotentialen med hjälp av tillförsel av ett oxiderande ämne till området 480 - 500 mV i förhållande till Ag/AgCl-elektroden, varvid i råmaterialet eventuellt ingående ädelmetaller bringas att utfalla vid utfällningen av svavel och järn och att koppar och andra värdemetaller i den kopparkloridlösning som bildas vid upplösningen förekommer i tvåvärd form, vilken kuprikloridlösning leds till vätske-vätske-extraktion, där temperaturen är högst 40°C.
- 15
- 20 2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att det oxiderande ämnet är syre.
- 25 3. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att det oxiderande ämnet är luft.
- 30 4. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknat av** att extraktionen av kuprikloridlösningen genomförs i två steg.
5. Förfarande enligt patentkrav 4, **kännetecknat av** att en del av vattenlösningen från det första extraktionssteget leds tillbaka till upplösningen av det kopparhaltiga råmaterialet.

- 5 6. Förfarande enligt patentkrav 4 eller 5, **kännetecknat av** att den del av vattenlösningen som skall ledas till det andra extraktionssteget neutraliseras innan den leds till detta extraktionssteg.
7. Förfarande enligt något av patentkraven 4 – 6, **kännetecknat av** att extraktionsstegen fungerar i parallellkoppling i förhållande till den organiska lösningen.
- 10 8. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknat av** att vattenlösningen av svavelsyra som skall ledas till återextraktionssteget är retursyra från kopparelektrolysen.
- 15 9. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknat av** att de övriga värdemetallerna i det kopparhaltiga råmaterialet såsom nickel, kobolt och zink utfälls ur vattenlösningen efter extraktionen genom alkalihydroxidutfällning.
- 20 10. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att ädelmetallerna såsom guld och/eller metaller (PGM) i platinagruppen utvinns från fällningen innehållande svavel och järn i samband med svavelflotationen.



Kuva 1