

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 763217 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentsökan - Patent application 763217

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC¹)
B03C 0/

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 10.11.1976

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 10.11.1976

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 11.05.1977

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

10.11.1975 US 63044075

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • UNION CARBIDE CORP, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • APLAN FRANK FULTON, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • TODD TIMOTHY MANSFIELD, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja laite malmissa olevien magneettisten hiukkasten erottamiseksi

Förfarande och anordning för att separera i en malm befintliga magnetiska partiklar

Union Carbide Corporation, New York, N.Y., USA

Menetelmä ja laite malmissa olevien
magneettisten hiukkasten erottamiseksi
Förfarande och anordning för att separera
i en malm befintliga magnetiska partiklar

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite magneettisten hiukkasten erottamiseksi malmimateriaalista suprajohtavan magneetin avulla.

Lukuisia erilaisia metallurgisia menetelmiä käytetään arvometallien tai muiden komponenttien erottamiseksi erilaisista materiaaleista. Viimeaikaisen tutkimuksen eräs ala on kohdistettu kesto- ja sähkömagneettisten erottimien, kuten märkärumpu-magneettierottimien käyttöön tätä varten. Laajimman käytön saavuttaneet tämän tyyppiset järjestelmät malmien märkäerottamiseksi kykenevät saavuttamaan vain suhteellisen pieniä magneettisia kenttävoimakkuuksia (eli 1200...2500 Gauss'ia), joten näitä menetelmiä voidaan käyttää ainoastaan voimakkaasti magneettisten materiaalien yhteydessä. Muissa järjestelmissä, joissa käytetään kuiva-magneettierottimia, kuten poikittaishihnaerottimia ja sellaisia erottimia, joissa käytetään indusoituja valsseja, voidaan saavuttaa jopa 18 000 Gauss'in kenttävoimakkuuksia, mutta näiden valmistus on kallista ja niiden käyttö myös kallista niiden pienen käsittelykapasiteetin takia. Vaikka on kehitetty muitakin suuren kenttävoimakkuuden omaavia magneettijärjestelmiä märkäerottamisovellutuksiin, on nämä yleensä todettu sopimattomiksi kaupalliseen käyttöön siinä tapauksessa, että käsitellään niukkapitoisia malmeja, koska näillä järjestelmillä ei voida aikaansaada sitä suurta läpimenevää malmimäärää, joka on tarpeen malmissa olevien arvometallien erotta-

miseksi taloudellisesti. Näiden niukkapitoisten malmien käsittelyyn on tästä syystä käytetty muita erotusmenetelmiä, kuten vaahdotusmenetelmiä.

Erittäin heikosti magneettisten hiukkasten, esim. "ei-magneettisten" (joista myös käytetään nimitystä "heikosti magneettisten") rautamalmien ja heikosti paramagneettisten materiaalien erottamiseksi diamagneettisista materiaaleista tarvitaan järjestelmä, joka kykenee kehittämään erittäin suuria magneettisia kenttävoimakkuuksia. Teollisuudessa esiintyy näin ollen suurta tarvetta menetelmästä, jossa voidaan käyttää erittäin suurta kenttävoimakkuutta, ja joka samalla kykenee jatkuvasti käsittelemään suuria malmimääriä. Tämän keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaansaada tähän tarkoitukseen soveltuva sekä menetelmä että laite.

Keksinnön kohteena on yleisesti menetelmä ja laite arvokkaiden magneettisten metallien tai magneettisten mineraalien erottamiseksi jatkuvasti malmimateriaalista. Lähemmin selitettynä keksinnön kohteena on menetelmä, jonka mukaan malmimateriaalia, joka sopivasti on sekoitettu nestemäiseen tai kaasumaiseen kantimeen, syötetään onton elimen läpi, jossa on vyöhyke, johon kohdistetaan magneettikenttä, joka on kehitetty ympäröivän suprajohtavan solenoidimagneetin avulla, jonka kenttävoimakkuus ja kenttägradientti ovat sellaiset, että malmissa olevat enemmän magneettiset hiukkaset tulevat vedetyksi onton elimen kehälle tämän vyöhykkeen tulo- ja lähtöalueella, kun taas vähemmän magneettiset hiukkaset pääasiallisesti jäävät tämän vyöhykkeen keskustaan. Sekä kenttävoimakkuutta että kenttägradienttia voidaan säätää lisäämättä onttoon elimeen sellaisia komponenttiosia, joita tavallisesti käytetään siinä tapauksessa, että käytetään tavanomaisia rautamagneetteja. Malmin lähdettyä esteettömästä vyöhykkeestä erottaa mekaaninen erotin, joka sijaitsee lähellä tätä magneettisesti suljettua vyöhykettä, esim. sen alapuolella, magneettiset hiukkaset ei-magneettisista hiukkasista, minkä jälkeen molemmat tyypit sitten otetaan talteen sopivalla tavalla. Niukkapitoisten malmien käsittelyssä tarvitaan magneettisia kenttävoimakkuuksia, jotka ovat yli noin 15 000 Gauss'ia ja usein ovat yli 20 000 Gauss'ia. Tällaiset suuret kenttävoimakkuudet ovat helposti saavutettavissa käyttämällä suprajohtavia magneetteja, jotka viime aikoina ovat suuresti kehittyneet teknisessä mielessä. Näiden magneettien sähköinen johtokyky kasvaa äkkiä ja suuresti, kun niiden käyttölämpötila lähestyy absoluuttista nollapistettä, jolloin

käytettävät lämpötilat yleensä ovat noin 0,5 K...noin 18 K, ja sopivasti noin 3,0 K...6,0 K.

Suprajohtavia magneetteja on valmistettu kelaamalla lankaa tai nauhaa induktiivisen käämin muotoon. Viimeaikaisten parannusten mukaan tällainen magneetti valmistetaan sijoittamalla päällekkäin vuorotellen kerroksia, jotka sisältävät suprajohtavaa materiaalia ja vuorotellen kerroksia, jotka ovat ei-suprajohtavaa materiaalia. Suprajohtavat kerrokset käsittävät toisiinsa lukittuvasti sitoutuneiden mikroskooppisten hiukkasten muodostaman rakenteen, jolloin toisiinsa sitoutuneiden hiukkasten välinen tila muodostaa suprajohtavia ominaisuuksia omaavan metallimateriaalin jatkuvan rungon. Tämän tyyppisessä suprajohtavassa magneetissa voidaan sopivasti käyttää useita metallimateriaaleja, joista mainittakoon niobi, tina, sirkonium, alumiini, vanadiini ja pii. Välillä sijaitsevat ei-suprajohtavat kerrokset valmistetaan sopivasti normaalista johtavasta materiaalista, kuten kuparista, sekä sähköeristeestä, kuten alumiinioksidista. Koska nämä kerrokset voidaan valmistaa monenlaisina geometrisina muotoina, kuten on selitetty US-patenteissa 3,407.049 ja 3.440.585, joiden nimet ovat vastaavasti "Suprajohtavat tuotteet ja menetelmä niiden valmistamiseksi", ja "Suprajohtavat magneetit", voidaan valmistaa melkein minkä tahansa geometrisen muodon omaava suprajohtava magneetti. Tämän keksinnön tarkoituksiin käytetään sopivasti lieriömäistä solenoidimuotoa.

Keksinnön mukaan käytettävä kanninväliaine malmimateriaalin kuljettamiseksi magneettikentän läpi on sopivasti jotain ei-reaktiivista nestettä tai kaasua, esim. vettä tai ilmaa. Keksinnön mukaan voidaan myös tyydyttävästi käyttää muita inerttejä kaasuja, kuten argonia, typpeä, heliumia, jne. Kanninväliaine on pääasiallisesti tarkoitettu malmimateriaalin kuljettamiseksi niin, että malmi voidaan syöttää painovoiman vaikutuksesta suljetun vyöhykkeen läpi virtana, minkä jälkeen tässä vyöhykkeessä vaikuttava magneettikenttä voi kohdistua malmiin tässä olevien magneettisten hiukkasten erottamiseksi ei-magneettisista hiukkasista. Ei-magneettisilla hiukkasilla tarkoitetaan sellaisia hiukkasia, jotka ovat vähemmän magneettisia kuin ne magneettiset hiukkaset, jotka halutaan erottaa malmista. Sen jälkeen, kun hiukkaset on huomattavassa määrin erotettu magneettisesti toisistaan, jaetaan kanninväliaine mekaanisesti kahteen osaan, joista toinen sisältää magneettisia hiukkasia ja toinen sisältää ei-magneettisia hiukkasia. Tämän jälkeen kanninväliaineen magneettisia hiukkasia

sisältävä osa otetaan sopivalla tavalla talteen käsiteltäväksi edelleen tavanomaisin keinoin siinä olevien arvometallien ja/tai mineraalien erottamiseksi. Malmia magneettisesti suljetun vyöhykkeen läpi kuljetavan kanninväliaineen nopeus on vaihdeltavissa, ja tämä nopeus riippuu mm. magneettisesti suljetun vyöhykkeen koosta, malmissa olevien magneettisten hiukkasten tiheydestä, käsiteltävien hiukkasten koosta ja käytetyn magneettikentän kenttävoimakkuudesta ja kenttägradientista. Nopeus on yleensä säädettävä sellaiseksi, että magneettikentälle jää riittävästi aikaa magneettisten hiukkasten erottamiseksi pääasiallisesti ei-magneettisista hiukkasista malmipitoisessa kanninväliaineessa, ennen kuin tämä väliaine jaetaan mekaanisesti ja tämän jälkeen otetaan talteen erikseen. On myös mahdollista vaihdella magneettisesti suljetussa vyöhykkeessä olevan mekaanisen jakajalaitteen sijaintia ja kokoa siten, että se soveltuu magneettisten hiukkasten tiheyteen ja kokoon, kanninväliaineen virtausnopeuteen ja magneettikenttään ja -gradienttiin niin, että pääasiallisesti kaikki magneettihiukkaset tulevat vedetyksi vyöhykkeen kehäalueelle, ennen kuin ne joutuvat mekaanisen jakajalaitteen kohdalle.

Käsiteltävän malmin tarkka hiukkaskoko voi vaihdella huomattavasti, koska se riippuu kulloinkin käytetystä kenttävoimakkuudesta, kenttägradientista, virtausnopeudesta, kanninväliaineesta ja käytetyn laitteiston rakenteesta. Vaikka on todettu, että 10 Tyler-Meshin ja tätä pienempi hiukkaskoko on eduksi, käytetään sopivasti hiukkaskokojen ahtaita rajoja. Niinpä 100 Tyler-meshiä suurempien karkeampien hiukkasten kokoa olisi rajoitettava niin, että suurin hiukkanen ei kooltaan ole suurempi kuin noin kolme kertaa pienimmän hiukkasen koko. 100 Tyler-meshiä pienempien hiukkasten koon vaihtelut voivat olla laajoissa rajoissa, vaikka sopivasti käytetään suurimman ja pienimmän hiukkaskoon suhdetta 15:1.

Keksintö selitetään seuraavassa lähemmin oheisten piirustusten perusteella.

Kuvio 1 esittää pystykuviona ja osittain leikkauksena keksinnön soveltamiseksi käytettävää laitetta.

Kuvio 2 esittää kuvion 1 viivan 2-2 kohdalta tehtyä poikkileikkausta.

Kuvio 3 esittää kuvion 1 mukaisen laitteen erästä osaa ja näyttää laitteessa kehittyvän magneettivuokuvion.

Piirustuksissa on näytetty laite 10, johon sisältyy suprajohtava solenoidimagneetti 12, joka ympäröi onttoa putkea 14, jonka yläpäässä on tuloaukko 16, jonka läpi malmipitoista kanninväliainetta 15 syötetään. Putki 14 on kiinnitetty laippalevyyn 18, joka puolestaan on kiinnitetty levyyn 20, ja molemmissa levyissä on samankeskkiset aukot jatkuvan syötön aikaansaamiseksi aukon läpi järjestelmän toimiessa. Toinen putki 22 on kiinnitetty levyyn 20 putken 14 linjalle jatkuvan kuilun 24 muodostamiseksi, jonka läpi magneettista malma sisältävä kanninväliaine pääsee esteettä virtaamaan putken 14 kehäalueella. Levyssä 20 olevat ohuet säteittäistangot 36 ja 38 ja levyssä 18 olevat säteittäistangot 39 ja 40 ovat ainoat esteet kuilun 24 läpi virtaavalle materiaalille. Pienempi lieriömäinen putki 26 on keskiöity kuiluun 24 suprajohtavan solenoidimagneetin pään alle hylsyn 28 avulla, joka painautuu laipan 18 tankoihin 39 ja 40. Tämän putken yläpäässä on aukko 30 ja sen toisessa päässä on lähtöaukko 32, josta putken 14 keskeisellä alueella oleva ei-magneettinen malmipitoinen kanninväliaine pääsee menemään. Kuilun 24 läpi menevä magneettinen malmipitoinen kanninväliaine pääsee menemään. Kuilun 24 läpi menevä magneettinen malmipitoinen kanninväliaine suuntautuu putkisegmentin 22 vaikutuksesta kulmakanavaan 34, josta se sopivalla tavalla poistuu ja otetaan talteen ei näytettyjen sopivien välineiden avulla.

Kuvio 2 havainnollistaa yksityiskohtaisemmin levyn 20 putken 24 ja kanavan 34 sisäistä rakennetta. Hylsy 28 on jäykästi kiinnitetty levyyn 20 kannatustankojen 36 ja 38 avulla. Vaikka hylsy 28 on tässä näytetty kahtena puoliympyrämaisenä segmenttinä, voitaisiin sopivasti käyttää muodoltaan melkein minkäläistä tahansa yksikkörakennetta, kunhan se ei liikaa häiritse magneettisen malmipitoisen kanninväliaineen virtausta.

Keksintöä sovellettaessa malmimateriaali, joka on sekoitettu kanninväliaineeseen, kuten ilmaan tai veteen, pumputaan ja/tai syötetään painovoiman vaikutuksesta aukon 16 läpi putkeen 14. Samanaikaisesti suprajohtava solenoidimagneetti kytketään virralliseksi ei näytetyin tavanomaisin keinoin magneettikentän kehittämiseksi malmin kulkurataan ja magneettisten kenttägradienttien kehittämiseksi alueilla, jotka sijaitsevat lähellä suprajohtavan solenoidimagneetin 12 päitä, joissa malmi tulee magneettisesti suljettuun vyöhykkeeseen 17 ja lähtee tästä vyöhykkeestä, joka on suprajohtavan solenoidimagneetin 12 ympäröimä. Kenttävoimakkuus ja kenttägradientti säädetään kulloinkin käsiteltävän malmin hiukkaskoon eli kokojautuman mukaan, käytetyn kanninväliaineen

perusteella, ja riippuen erotettavien magneettisten hiukkasten tiheydestä ja siitä virtausnopeudesta, jolla malmipitoinen kanninväliaine syötetään vyöhykkeen läpi. Malmipitoisessa kanninväliaineessa 15 olevat magneettiset hiukkaset 11 vetäytyvät kuilun 24 kehälle kohti putken 14 sisäseinämää pääasiallisesti ainoastaan kohdissa, jotka sijaitsevat suprajohtavan solenoidimagneetin 12 ylä- ja alapäiden luona, kuten seuraavassa selitetään kuvion 3 yhteydessä, kun taas suprajohtavan solenoidimagneetin magneettikenttä ei vaikuta kanninväliaineessa oleviin ei-magneettisiin hiukkasiin 13, joten ne pysyvät pääasiallisesti putken 16 keskustassa. Mekaaninen erottaminen tapahtuu putken 26 vaikutuksesta, joka sijaitsee suprajohtavan solenoidimagneetin 12 lähtöpään alla, ja joka on konstruoitu siten, että se kerää ei-magneettisia hiukkasia sisältävän kanninväliaineen mutta päästää magneettisia hiukkasia sisältävän kanninväliaineen esteettä jatkamaan matkaansa. Riippuen käsiteltävän malmin luonteesta ja suprajohtavan magneetin 12 magneettikentän voimakkuudesta ja muodosta voidaan putken 26 asentoa säätää pystysuunnassa pitkin kuilun 24 pituusakselia, ja/tai voidaan vaihdella tämän putken 26 halkaisijaa, niin että se on optimaalisessa asennossa kuilun keskustassa olevan malmipitoisen kanninväliaineen kokoamiseksi. Täten putken 26 aukko 30 on sijoitettu likimain suprajohtavan magneetin 12 alaosan läheisyyteen siten, että se on asennossa, jossa se voi välittömästi koota erottuneita ei-magneettisia hiukkasia sisältävän kanninväliaineen. Tällä tavoin saadaan hiukkaset nopeasti ja tehokkaasti erotetuiksi.

Kuvion 3 mukaan, joka näyttää kuvion 1 mukaisen laitteen erästä osaa, kehittää suprajohtava solenoidimagneetti 12 solenoidimagneeteille tunnusomaisen vuokuvion, kuten kohdassa 50 on näytetty. Magneettikentän gradienttivoimat suprajohtavan solenoidimagneetin 12 ylä- eli sisäänmeno-osan läheisyydessä on merkitty 52. Suprajohtavan solenoidimagneetin 12 magneettinen kenttävoimakkuus säädetään sopivaan arvoon, esim. 15.000 Gaussiin tai tätä suuremmaksi, ja täten saadaan syntymään voimakas magneettikenttä sekä huomattavan suuri magneettinen kenttägradientti alueella, joka sijaitsee vyöhykettä 17 ympäröivän suprajohtavan solenoidimagneetin 12 sisäänmeno-osan luona. Täten kohdassa 52 näytetyt magneettikentän gradienttivoimat ovat huomattavan suuret, koska ne ovat kenttävoimakkuuden (H) ja magneettisen kenttägradientin $\frac{dH}{dr}$ tulo, jolloin r tarkoittaa etäisyyttä. Näin ollen malmipitoisessa kanninväliaineessa 15 olevat magneettiset hiukkaset 11 suuntautuvat

kohti putken 14 sisäseinämää suprajohtavan solenoidimagneetin 12 yläpään luona olevalla alueella. Tämän suprajohtavan solenoidimagneetin 12 ympäröimän vyöhykkeen 17 keskeisellä alueella 56 magneettikentän gradientti $\frac{dH}{dr}$ on hyvin pieni, kuten on laita solenoidimagneettien yhteydessä, eikä tällä keskeisellä alueella tapahdu pääasiallisesti mitään magneettisten hiukkasten erottumista, koska magneettinen voima $H \cdot \frac{dH}{dr}$ on hyvin pieni. Suprajohtavansolenoidimagneetin alaosan eli lähtöosan luona olevalla alueella magneettikentän gradienttivoimat 54 ovat huomattavan suuret ja verrattavissa lähtöalueella vaikuttaviin voimiin 52, joten malmipitoisessa kanninväliaineessa 15 jäljellä olevia muita magneettihiukkasia suuntautuu kohti kuilun 24 kehää ja kohti putken 14 sisäseinämää.

Keksinnön mukaan magneettista erottumista tapahtuu näin ollen pääasiallisesti alueilla, joissa malmipitoinen kanninväliaine tulee suprajohtavan solenoidimagneetin 12 ympäröimään suljettuun vyöhykkeeseen 17 ja lähtee tästä vyöhykkeestä.

Keksinnön mukaan voidaan suprajohtavaa solenoidimagneettia 12 käyttämällä saavuttaa hyvin voimakkaita magneettikenttiä, koska sydänmateriaalien magneettinen kyllästymisen ei rajoita suprajohtavia magneetteja, kuten tavanomaisissa sähkömagneeteissa, ja saatujen voimakkaiden magneettikenttien ansiosta voidaan aikaansaada magneettista erottumista suprajohtavan solenoidimagneetin päiden luona olevilla alueilla, joissa kenttägradientit ovat huomattavan suuret. Käyttämällä keksinnön mukaista solenoidijärjestelmää voidaan käsitellä heikosti magneettisia malmeja suurin läpimenevin määrin, koska suprajohtavan solenoidimagneetin ympäröimää vyöhykettä ei ole rajoittamassa mitkään magneettiset tai kokoavat laitteet.

Keksinnön mukainen menetelmä voidaan optimoida asianomaisesti valitsemalla järjestelmän vaihtelevat komponentit. Niinpä voidaan malmihiukkaset saattaa paremmin liikkumaan kanninväliaineessa käyttämällä sellaisia kanninväliaineita, joiden tehollinen viskositeetti on suhteellisen pieni ja/tai erottamalla malmihiukkaset eri kokoihin, ennen kuin niitä käsitellään keksinnön mukaisella tavalla. Tällöin voidaan magneettinen kenttävoimakkuus ja kenttägradientti säätää sopiviksi malmissa kulloinkin esiintyviä hiukkaskokoja varten niin, että magneettiset hiukkaset voidaan erottaa tehokkaasti ja perusteellisesti ei-magneettisista tai vähemmän magneettisista hiukkasista. Sopivaa malmi-

pitoista kanninväliainetta voidaan valmistaa pitämällä malmimateriaalin konsentraatio kanninväliaineessa suhteellisen pienenä, mutta ei kuitenkaan niin pienenä, että tämä vakavasti vaikuttaa malmin läpimenomääriin magneettikentän läpi, jolloin magneettikenttä sopivasti on voimakkaampi kuin noin 25 000 Gaussia. Kenttägradienttia voidaan korostaa ja paikallistaa sijoittamalla järjestelmään Maxwell-pari suprajohtavan magneetin kehittämän kentän moduloimiseksi. Hiukkaset voidaan saada paremmin erottumaan siinä tapauksessa, että putkesta 26 koottu ei-magneettisia hiukkasia sisältävä kanninväliaine kierrätetään ainakin kerran takaisin samaan tai toiseen erottimeen. Tämä voidaan tehdä joko lisäämällä rinnan yhdistettyjä erottimia tai muuntamalla alkuperäistä erotinta lisäämällä siihen takaisinsyöttövälineitä niin, että putkesta 26 tuleva materiaali voidaan syöttää takaisin järjestelmään.

On eduksi ja eräissä tapauksissa jopa välttämätöntä poistaa malmimateriaalista suuren magneettisen johtokyvyn omaavat hiukkaset tavanomaisten magneettisten erottimien avulla, ennen kuin malmimateriaali syötetään keksinnön mukaiseen erottimeen, jotta voimakkaasti magneettiset hiukkaset eivät tarttuisi putken sisäseinämään erotusvyöhykkeessä. Erittäin magneettisten hiukkasten tarttuminen ja kerääntyminen sisäseinämään tulisi hidastamaan ja kuristamaan malmipitoisen kanninväliaineen vapaata virtausta erottimen läpi. Käsiteltäessä sellaista malmipitoista kanninväliainetta, joka sisältää hiukkasia, joilla on suuresti erilaiset magneettiset johtokyvyt, on syytä käyttää järjestelmää, jossa on sarja magneettisia erottimia, joissa jokaisessa vaikuttaa erilainen kenttävoimakkuus ja kenttägradientti niin, että jokainen erotin vetää puoleensa hiukkasia, joilla on erilainen magneettinen johtokyky.

Ontto putki 14 ja jossain määrin myös putki 26 on valmistettava materiaalista, joka ei vaikuta haitallisesti järjestelmän magneettiseen kenttävoimakkuuteen. Sopivasti käytetään esim. messinkiä, kuparia, alumiinia, jne.

Keksintö havainnollistetaan vielä seuraavalla esimerkillä.

Esimerkki

Messinkiputki, jonka pituus oli 68,6 cm ja sisähalkaisija 3,3 cm, sijoitettiin pääasiallisesti lieriömäisen suprajohtavan solenoidimagneetin

keskustaan. Magneetin pituus oli 22,2 cm ja halkaisija 15,2 cm, ja magneetti oli konstruoitu niobi-tinakäämeistä. Magneettiyhdistelmä upotettiin erikoisrakenteisessa kryogeenisessä denar-pullossa olevaan nestemäiseen heliumiin (alle 4,6 K). Toinen messinkiputki, jonka pituus oli 6,4 cm ja sisähalkaisija 2,5 cm, sijoitettiin suurempaan putkeen juuri suprajohtavan magneetin alapään alle. Heikosti magneettista rautamalmia, joka pääasiallisesti oli götiittiä ja kvartsia, murskattiin niin, että hiukkaset läpäisivät 28 Tyler-meshin ja tätä hienomman seulan. Veden ja murskatun rautamalmin lietettä syötettiin painovoiman vaikutuksesta suurempaan messinkiputkeen, jolloin se läpäisi suprajohtavan magneetin kehittämän magneettikentän. Magneetin kenttävoimakkuus säädettiin arvoon noin 15 000 Gaussia tätä malmia varten, ja lietteeseen sisältyvä rautamineraali, götiitti, otettiin helposti talteen menetelmän avulla, kuten edellä selitettiin. Suoritettiin kaksi ajoa erottimen läpi seuraavin tuloksien. Toisen ajon tuloksena saatu magneettisia hiukkasia sisältävä liete, jota sanotaan rikasteeksi, analysoitiin ja todettiin sen sisältävän 41,1% rautaa. Toisen ajon tuloksena saadun ei-magneettisia hiukkasia sisältävän lietteen, jota sanottiin välituotteeksi, todettiin sisältävän 32,6% rautaa, kun taas ensimmäisen ajon tuloksena ei-magneettisia hiukkasia sisältävän lietteen, jota sanottiin rikastusperäksi, todettiin analyysin perusteella sisältävän 14,3% rautaa. Raudan kokonaistalteenotto-rikasteesta ynnä välituotteista oli 83%.

Käyttämällä samaa malmimateriaalia mutta rajoittamalla hiukkaskokoa rajoihin 28 Tyler-meshiä ... 48 Tyler-meshiä ja soveltamalla samaa menetelmää kuin edellä, saatiin rikastetta, jossa analyysin perusteella oli 43,8% rautaa. Väli- ja perätuotteita analysoitaessa todettiin niiden sisältävän rautaa vastaavasti 28,3 ja 4,7%. Käytettäessä tätä ahtaampaa hiukkaskokojen aluetta oli raudan kokonaistalteenotto rikasteesta ynnä välituotteista 93,5%. Raudan talteenottoa voitiin täten parantaa säätämällä hiukkaskokoa.

Rikasteen laatua ja talteenotettua määrää voitaisiin myös parantaa optimoimalla kenttävoimakkuus ja kenttägradientti, ja/tai suorittamalla useita ajoja erottimen läpi.

Keksinnön mukaan voidaan käsitellä monenlaisia malmimateriaaleja, kunhan talteenotettavaan metalliin tai mineraaliin voidaan kohdistaa magneettista vaikutusta. Eräinä tyypillisinä esimerkkeinä materiaaleista, jotka voidaan erottaa malmista keksinnön mukaan, mainittakoon

karnotiitti, kromiitti, garnieriitti, götiitti, hematiitti, ilmeniitti, monasiitti, rodokrosiitti, mangano-dolomiitti ja sideriitti, jolloin nämä saadaan erotetuiksi niiden vähemmän magneettisista juonikivihiukkasista, ja edelleen mainittakoon mangaanidioksidimineraalit, molybdeenidioksidimineraalit, vanadiinipitoiset mineraalit, rautamineraalit, niobimineraalit ja volframmineraalit, jotka voidaan erottaa niiden vastaavista malmeista, minkä lisäksi pyriitti voidaan erottaa hiilestä ja ei-mineraalinen kromikarbidi voidaan erottaa kuonasta.

Edellä oleva esimerkki havainnollistaa vain keksinnön erästä suoritusmuotoa, joten monet muunnokset ovat mahdollisia keksinnön ajatuksesta poikkeamatta.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä magneettiselle vaikutukselle herkkien hiukkasten erottamiseksi malmimateriaalista, t u n n e t t u siitä, että

- a) lisätään malmimateriaalia hiukkasmaisena kanninväliaineeseen,
- b) saatetaan malmia sisältävä kanninväliaine menemään suprajohtavan solenoidimagneetin ympäröimän magneettisesti suljetun vyöhykkeen läpi, johon saatetaan vaikuttamaan tämän suprajohtavan solenoidimagneetin kehittämä magneettikenttä siten, että mainitut malmissa olevat magneettiselle vaikutukselle herkäät hiukkaset tulevat vedetyksi vyöhykkeen kehälle pääasiallisesti ainoastaan niillä alueilla, joissa tämä malmi tulee tähän vyöhykkeeseen ja poistuu siitä, kun taas magneettiselle vaikutukselle ei-herkäät hiukkaset pääasiallisesti jäävät vyöhykkeen keskustan läheisyyteen ja
- c) erotetaan malmipitoisessa kanninväliaineessa kehällä olevat magneettiset hiukkaset mekaanisesti tässä kanninväliaineessa keskustassa olevista ei-magneettisista hiukkasista, kun tämä väliaine poistuu tästä vyöhykkeestä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheessa b) kehitetyn magneettikentän voimakkuus on yli noin 15.000 Gaussia.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hienojakoisessa muodossa olevan malmimateriaalin hiukkaskoko

vaiheessa a) on pienempi kuin noin 10 Tyler-meshiä.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että malmimateriaalissa olevien hienojakoisten hiukkasten koko vaiheessa a) on suurempi kuin noin 100 Tyler-meshiä, eivätkä mitkään hiukkaset ole enemmän kuin noin 3 kertaa suurempia kuin pienimmät hiukkaset.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hienojakoisen malmimateriaalin hiukkasten koko vaiheessa a) on pienempi kuin noin 100 Tyler-meshiä.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hienojakoisen malmimateriaalin hiukkaskoko vaiheessa a) on pienempi kuin noin 100 Tyler-meshiä, eivätkä mitkään hiukkaset ole enemmän kuin noin 15 kertaa suurempia kuin pienimmät hiukkaset.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että malmimateriaalista erotettavat magneettiselle vaikutukselle herkäät hiukkaset valitaan ryhmästä, jonka muodostavat karhotiitti, kromiitti, garnieriitti, götiitti, hematitiitti, ilmeniitti, monasiitti, rodokrosiitti, mangano-dolomiitti ja sideriitti, jotka erotetaan niiden vähemmän magneettisista juonikivihiukkasista, samoin kuin mangaanidioksidimineraalit, molybdeenidioksidimineraalit, vanadiinipitoiset mineraalit, rautamineraalit, niobimineraalit ja volframmineraalit niiden vastaavista malmeista, pyriitti hiilestä ja ei-mineraalinen kromikarbidi kuonasta.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kanninväliaine valitaan ryhmästä, jonka muodostavat vesi, ilma, argoni, typpi ja helium.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheessa b) mainittuna suljettuna vyöhykkeenä on lieriömäinen vyöhyke, ja että mainittu malmipitoinen kannin väliaine syötetään painovoiman vaikutuksesta tämän lieriömäisen vyöhykkeen läpi.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheessa b) mainittuna suljettuna vyöhykkeenä on lieriömäinen vyöhyke, ja mainittu malmipitoinen väliaine pumpputaan tämän lieriömäisen vyöhykkeen läpi.

11. Laite malmimateriaalissa olevien magneettiselle vaikutukselle herkkien hiukkasten erottamiseksi, t u n n e t t u siitä, että siinä on ensimmäinen ontto elin, johon vaikuttaa suprajohtavan magneetin kehittämä magneettikenttä pitkin tämän elimen aksiaalisen pituuden erästä osaa, toinen ontto elin, joka on pienempi kuin ja joka on samankeskisästi sovitettu tähän ensimmäiseen onttoon elimeen aksiaalisesti sijaitsemaan mainitun magneettikentän alapuolella, ja laitteet ensimmäisestä ja toisesta ontosta elimestä tulevan tuotteen suuntaamiseksi eri suuntiin.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainitut ontot elimet ovat lieriömäisiä elimiä.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen on lisätty laitteet toisesta lieriömäisestä elimestä tulevan tuotteen ainakin erään osan poikkeuttamiseksi takaisin ensimmäiseen lieriömäiseen elimeen.

Patentkrav

1. Förfarande för att separera magnetiskt påverkbara partiklar inom ett malmmaterial, k ä n n e t e c k n a t därav, att man
 - a) tillsätter ett malmmaterial i finfördelad form till ett bärande medium,
 - b) bringar det malmhaltiga bärande mediet att passera genom en magnetiskt sluten zon som är omgiven av en supraledande solenoidmagnet och som påverkas av ett magnetiskt fält som alstras av denna supraledande solenoidmagnet, så att de nämnda magnetiskt påverkbara partiklarna inom malmen drages mot zonens periferi, väsentligen endast i de områden, där nämnda malm kommer in i och går ut från denna zon, medan de inte-magnetiskt påverkbara partiklarna väsentligen kvarblir i närheten av zonens mittområde, och
 - c) separerar mekaniskt de perifert belägna magnetiska partiklarna i det malmhaltiga bärande mediet från de centralt belägna inte-magnetiska partiklarna i detta bärande medium, då detta lämnar nämnda zon.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att styrkan hos det magnetiska fältet som alstras i fasen b) är över ca 15.000 Gauss.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att partikelstorleken hos malmmaterialet i finfördelad form i fasen a) är mindre än ca 10 Tyler-mesh.
4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att partikelstorleken hos malmmaterialet i finfördelad form i fasen a) är större än ca 100 Tyler-mesh och har inte några partiklar som är större än ca 3 gånger de minsta partiklarnas storlek.
5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att partikelstorleken hos malmmaterialet i finfördelad form i fasen a) är mindre än ca 100 Tyler-mesh.
6. Förfarande enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a t därav, att partikelstorleken hos malmmaterialet i finfördelad form i fasen a) är mindre än ca 100 Tyler-mesh, och inga partiklar i malmmaterialet är större än ca 15 gånger de minsta partiklarnas storlek.
7. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att de magnetiska påverkbara partiklarna som skall separeras från ett malmmaterial är valda ur gruppen som omfattar carnotit, kromit, garnierit, götit, hematit, ilmenit, monazit, rodokrosit, mangano-dolomit och siderit, som skall separeras från deras mindre magnetiska gångstenspartiklar, ävensom mangandioxid-mineral, molybdenozidmineral, vanadinhaltiga mineral, järnmineral, niobmineral och volframmineral från deras respektive malmer, pyrit från kol och inte-mineralisk kromkarbid från slagg.
8. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det bärande mediet väljes ur gruppen som består av vatten, luft, argon, kväve och helium.
9. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att i fasen b) nämnda slutna zon är en cylindrisk zon, och att nämnda malmhaltiga bärande medium matas genom inverkan av tyngdkraften genom denna cylindriska zon.
10. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att i fasen b) nämnda slutna zon är en cylindrisk zon, och nämnda malmhaltiga bärande medium pumpas genom denna cylindriska zon.

11. Anordning för att separera magnetiskt påverkbara partiklar inom ett malmmaterial, k ä n n e t e c k n a d därav, att i den ingår ett första ihåligt organ som påverkas av ett magnetiskt fält som alstras av en supraledande magnet längs en del av dess axiala längd, ett andra ihåligt organ, som är mindre än och koncentriskt anordnat inom nämnda första ihåliga organ och axialt beläget under nämnda magnetiska fält, och anordningar för att rikta den utgående produkten från första och andra ihåliga organ i olika riktningar.

12. Anordning enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda ihåliga organ är cylindriska organ.

13. Anordning enligt patentkravet 12, k ä n n e t e c k n a d därav, att medel är tillfogade för att avlänka åtminstone en del av produkten från det andra cylindriska organet tillbaka in i det första cylindriska organet.

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

Suomi - Finland _____

Iso-Britannia - Storbritannien _____

Norja - Norge _____

Ranska - Frankrike _____

Ruotsi - Sverige _____

Saksa - BRD - Tyskland 2.157.525 (B 03 C 1/00)

Sveitsi - Schweiz _____

Tanska - Danmark _____

USA _____

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksaal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.