



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 61361

C (45) Patenti myönnetty 10.07.1982
Patent meddelat

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ G 01 N 23/00

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknings	802882
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	15.09.80
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	15.09.80
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	16.03.82
(44) Nähtävöisyys ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	31.03.82
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	

(71) Outokumpu Oy, Outokumpu, FI; Töölönkatu 4, 00100 Helsinki 10,
Suomi-Finland (FI)

(72) Heikki Sipilä, Espoo, Erkki Kiuru, Espoo, Seppo Vaijärvi, Espoo,
Suomi-Finland (FI)

(74) Berggren Oy Ab

(54) Menetelmä ja laite malmin analysoimiseksi gammasäteilyä käyttäen -
Förfarande och anordning för analys av malm med användning av gammastrålning

Esillä oleva keksintö kohdistuu menetelmään ja laitteeseen loh-
kareiden muodossa olevan malmin analysoimiseksi luokittelua
varten, jossa lohkareita säteilytetään yksitellen γ -säteilyllä
ja niiden aiheuttamaa säteilyn sirontaa tutkitaan.

On ennestään tunnettua käyttää γ -säteilyä yksittäisten malmiloh-
kareiden analysointia varten ennen niiden kuljettamista edelleen-
käsiteltäviksi. Lohkareiden koon-, pölyisyyden jne. vaihdelles-
sa on kuitenkin ollut vaikeata saavuttaa riittävä tarkkuus
luokittelussa. Tarkkuuden parantamiseksi on tunnettua käyttää
kaappausgammamenetelmää sekä puolijohdedetektoria, jonka erot-
telukyky on hyvä mutta joka samalla on kallis sekä vaatii eri-
koisjärjestelyjä sen suojaamiseksi vahingoittavalta säteilyltä.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada γ -säteilyyn
perustuva analyysimenetelmä, joka suhteellisen yksinkertaisella
laitteistolla mahdollistaa hyvän ja olosuhteiden vaihteluista
huolimatta luotettavan analyysituloksen. Tämän saavuttamiseksi

on keksinnön mukaiselle menetelmälle tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisessa patenttivaatimuksessa 1, kun taas keksinnön mukaisen laitteen tunnusmerkit selviävät vastaavasti patenttivaatimuksesta 5.

Keksinnössä on siis olennaista kahden eri energiatasoisien säteilylähteen käyttö, millä voidaan yksinkertaisesti eliminoida lohkokareiden vaihtelevien parametrien, kuten koon ja puhtauden vaihtelut samoin kuin taustasäteilyn vaihtelu.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin esimerkin muodossa ja viitaten oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 esittää kaaviomaisesti keksinnön mukaista mittausjärjestelyä sivulta katsottuna,
kuvio 2 esittää samaa järjestelyä päästä katsottuna,
kuvio 3 esittää lohkokaaavion muodossa keksinnön mukaiseen laitteeseen liittyvää elektroniikkayksikköä, ja
kuviot 4 ja 5 esittävät mittauksen suoritukseen liittyviä juoksukaavioita.

Keksinnön mukaisen laitteen geometria on sopivasti kuvion 1 mukainen. Siinä on sijoitettu kulloinkin kaksi eri energiatasot omaavaa γ -säteilylähdettä 1a, 1b vast. 2a, 2b olennaisesti samaan kohtaan eli samaan koloon säteilysuojaan 4. Syynä siihen, että käytetään kahta lähdeparia on se, että tällä tavalla saadaan voimakkaampi ja tasaisempi säteily kohdistumaan ohiputovaan lohkokareeseen 5, joka on analyysin kohde. Säteilylähteen 1a vast. 2a energiataso voi olla esimerkiksi noin 20-150 keV ja säteilylähteen 1b vast. 2b energiataso noin 300-1500 keV. Käytännössä on käytetty säteilylähteitä Am-241 ja Cs-137, joiden intensiteetit ovat noin 60 keV ja noin 600 keV.

Symmetrisesti lähdeparien suhteen on sijoitettu detektori 6, joka tässä tapauksessa on energiadiispersiivisesti toimiva tuikeilmais.

Mittauksen alkukohdan määrittämiseksi on hieman lähde-detektoriyhdistelmän yläpuolelle sijoitettu tavallinen valokenno 3, joka havaitsee saapuvan lohkokareen 5 tämän katkaistessa valolähteen

ja valokennon välisen valonsäteen.

Keksinnössä on siis olennaista se, että kiveä säteilytetään kahdella eri energiaisella γ -lähteellä. Valitaan toisen energiasiten, että Compton vuorovaikutus on hallitseva. Toisen energiasiten, että valosähköinen ilmiö ja Compton-ilmiö kilpailevat keskenään. Valosähköinen vuorovaikutus riippuu voimakkaasti alkuaineen järjestysluvusta, kun taas Compton vuorovaikutus on järjestysluvusta riippumaton. Mittaamalla näiden kahden eri energiasironnan intensiteettien suhde saadaan tulos, joka kuvaa raskaiden aineiden osuutta kivessä. Useissa tapauksissa malmi ja raakkukivet ovat erittäin selvästi erotettavissa toisistaan. Kiven muodolla ja koolla ei ole juuri vaikutusta tulokseen. Säteilyjen energiat voidaan valita siten, että läpikäisy on niin suuri, ettei kiven pinnassa oleva lika vaikuta tulokseen.

Kuviossa 3 on esitetty analysaattorin elektroniikkaosaa lohko-kaavion muodossa. Olennaista järjestelmässä on se, että kummankin lähteen (1a, 2a ja 1b, 2b) osalta mitataan energiadiispersiivisen detektorin avulla sironneen säteilyn intensiteetti I vast. II. Näistä arvoista vähennetään vastaavat taustaintensiteetit I_0 ja II_0 sekä muodostetaan lopuksi erotuksien suhde

$$T = \frac{I - I_0}{II - II_0}$$

jota käytetään suoritettun analyysin tulosarvona. Normaalitapauksessa suure T kuvaa raskaan tai raskaiden alkuaineiden osuutta lohokareessa.

Kuvioissa 4 ja 5 on lopuksi esitetty analysaattorin toimintaan liittyviä juoksukaavioita.

Kuvion 4 kaavio esittää tilannetta, joka alkaa kun uusi kivi tulee mittausalueelle. Yksinkertaisuuden vuoksi on menetelty niin, että jos edellisen kiven mittaus on vielä kesken, uusi kivi lajitellaan malmiksi.

Kuviossa 5 esitetty kellokeskeytys suoritetaan 1 ms:n välein. Analysaattorissa muodostetaan edellä mainittu testisuure T,

joka verrataan muistissa olevaan lajittelukynnykseen T_0 ja joka määrää kiven lajittelun raakuksi tai malmiksi.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä lohkaireiden muodossa olevan malmin analysoimiseksi luokittelua varten, jossa lohkaireita säteilytetään yksitellen γ -säteilyllä ja niiden aiheuttamaa säteilyn sirontaa tutkitaan, t u n n e t t u siitä, että käytetään kahdella eri energiata-solla toimivaa γ -säteilylähdettä ja ainakin yhdellä detektorilla havaitaan lohkaireen aiheuttamaa näiden säteilylähteiden säteilyn sirontaa, jolloin lähteiden energiatasot on valittu niin, että toisella on Compton-vuorovaikutus hallitseva ja toisella kilpai-levat keskenään Compton-vuorovaikutus sekä valosähköinen vuoro-vaikutus, joista ensiksi mainittu on voimakkaasti riippuvainen alkuaineen järjestysluvusta, ja että verrataan toisiinsa maini-tun kahden säteilylähteen aiheuttaman sironnan intensiteettejä lohkaireen sisältämän raskaiden aineiden osuuden selvittämiseksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että luokittelutuloksen kuvaavaksi parametriksi otetaan kahden suureen muodostama suhde (T), joista ensimmäinen suure on ensimmäisen lähteen aiheuttaman sironnan intensiteetti (I) vähennettynä taustasäteilyn intensiteetillä (I_0) ja toinen suure on toisen lähteen aiheuttaman sironnan intensiteetti (II) vähen-nettynä vastaavalla taustasäteilyn intensiteetillä (II_0).
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että detektorina käytetään yhtä energiadispersiivi-sesti toimivaa tuikeilmaisinta.
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että säteilylähteiden energiatasot ovat alueella noin 20-150 keV ja noin 300-1500 keV.
5. Laite patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän suorittami-seksi malminlohkaireen analysoimiseksi γ -säteilyn avulla, t u n n e t t u siitä, että se käsittää kaksi eri energiatasoilla toi-mivaa γ -säteilylähdettä ($1a, 1b; 2a, 2b$), jotka ovat sovitettut kohdistamaan säteilyä lohkaireeseen olennaisesti samanaikaisesti

ja joiden energiatasot on valittu siten, että säteilyn siroonnassa on toisella energiatasolla Compton-vuorovaikutus hallitseva ja toisella kilpailevat keskenään Compton-vuorovaikutus ja valosähköinen vuorovaikutus, ja että säteilyjen aiheuttaman siroannon ilmaisemiseksi on sovitettu siten sijoitettu detektori (6), että se ottaa vastaan olennaisesti vain lohcareesta (5) siroannutta säteilyä, jolloin detektoriin on edelleen kytketty mittausselimet kahden säteilylähteen aiheuttaman siroannon intensiteettien vertailemiseksi toisiinsa.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että säteilylähteet (1a, 1b; 2a, 2b) on sijoitettu olennaisesti samaan kohtaan.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siinä on kaksi samanlaista säteilylähdeparia (1a, 1b; 2a, 2b), jotka kumpikin käsittävät eri energiatasot omaavat lähteet ja jotka on sijoitettu symmetrisesti detektorin (6) molemmiin puolin.

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että detektorina (6) toimii tuikeilmaisin.

9. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että detektori (6) on kytketty elektroniseen analysointipiiriin, joka käsittää pulssinkorkeusanalysaattorin sekä siihen liittyvän mikroprosessorin (kuvio 3).

Patentkrav

1. Ett förfarande för att analysera malm i blockform för klassificering, där blocken bestrålas ett i sänder med γ -strålning och strålningens spridning förorsakad av blocken utforskas, k ä n n e t e c k n a t därav, att man använder två med olika energinivåer fungerande γ -strålningskällor och att med åtminstone en detektor observeras dessa strålningskällors strålningsspridning förorsakad av blocket, varvid källornas energinivåer har utvalts sålunda, att vid strålningsspridningen Compton-interaktionen är förhärskande vid den ena och Compton-interaktionen samt den fotoelektriska interaktionen, av vilka den sistnämnda är kraftigt beroende av grundämnets ordningstal, tävlar sinsemellan vid den andra, och att spridningarnas intensiteter förorsakade av nämnda två strålningskällor jämförs med varandra, för att klarlägga andelen av tunga ämnen i blocket.
2. Ett förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att som karakteristisk parameter för klassificeringsresultatet används ett förhållande (T) mellan två storheter, av vilka den första storheten utgörs av den första källans spridningsintensitet (I) minskad med bakgrundsstrålningens intensitet (I_0) och den andra storheten utgörs av den andra källans spridningsintensitet (II) minskad med motsvarande bakgrundsintensitet (II_0).
3. Ett förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att som detektor används en energidispersivt fungerande scintillationsdetektor.
4. Ett förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att strålningskällornas energinivåer befinner sig i området ca 20-150 keV och ca 300-1500 keV.
5. En anordning för att utföra analyseringen av ett malm-block med hjälp av γ -strålning med ett förfarande enligt

patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innehåller två på olika energinivåer fungerande γ -strålningskällor (1a, 1b; 2a, 2b); som är anpassade för att rikta strålning mot blocket väsentligen samtidigt och vilkas energinivåer har valts sålunda, att vid den ena energinivån är Compton-interaktionen förhärskande och vid den andra energinivån tävlar Compton-interaktionen och den fotoelektriska interaktionen sinsemellan, och för att iakttaga den av strålningen förorsakade spridningen har en sålunda placerad detektor (6) anpassats, att den emottar endast strålning dispergerad från blocket (5), varvid detektorn är därtill kopplad till mätinstrument, för att jämföra med varandra spridningsintensiteterna förorsakade av de två strålningskällorna.

6. En anordning enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att strålningskällorna (1a, 1b; 2a, 2b) har placerats väsentligen i samma position.

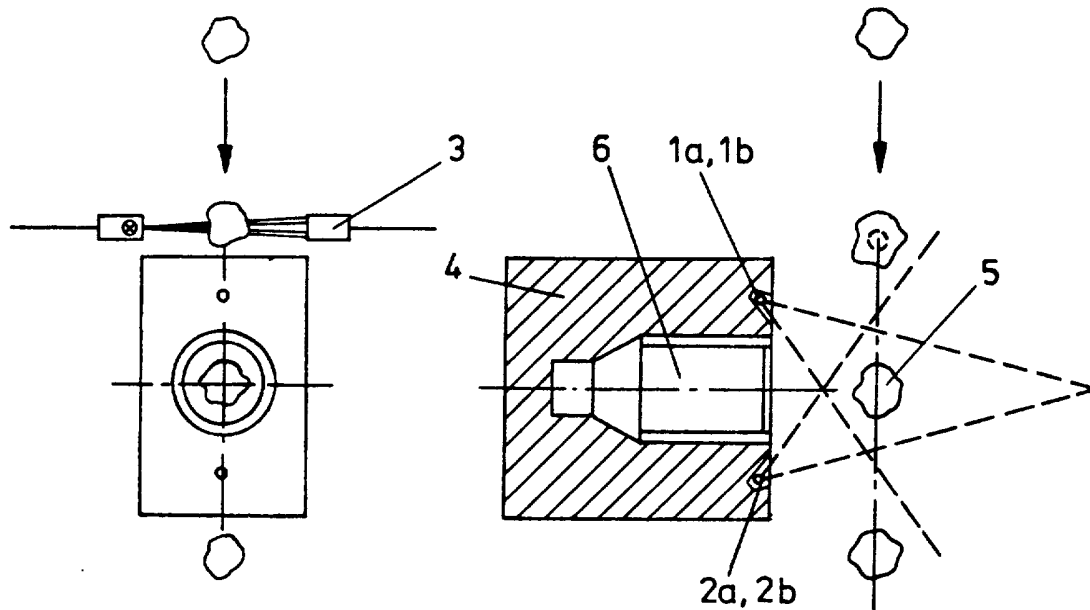
7. En anordning enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innehåller två likadana strålningskällpar (1a, 1b; 2a, 2b), som vardera omfattar källor med olika energinivåer och som har placerats symmetriskt på bägge sidor om detektorn (6).

8. En anordning enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att en scintillationsdetektor fungerar som detektor (6).

9. En anordning enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att detektorn (6) är kopplad till en elektronisk analyskrets, som omfattar en pulshöjdsanalysator samt en därtill ansluten mikroprocessor (figur 3).

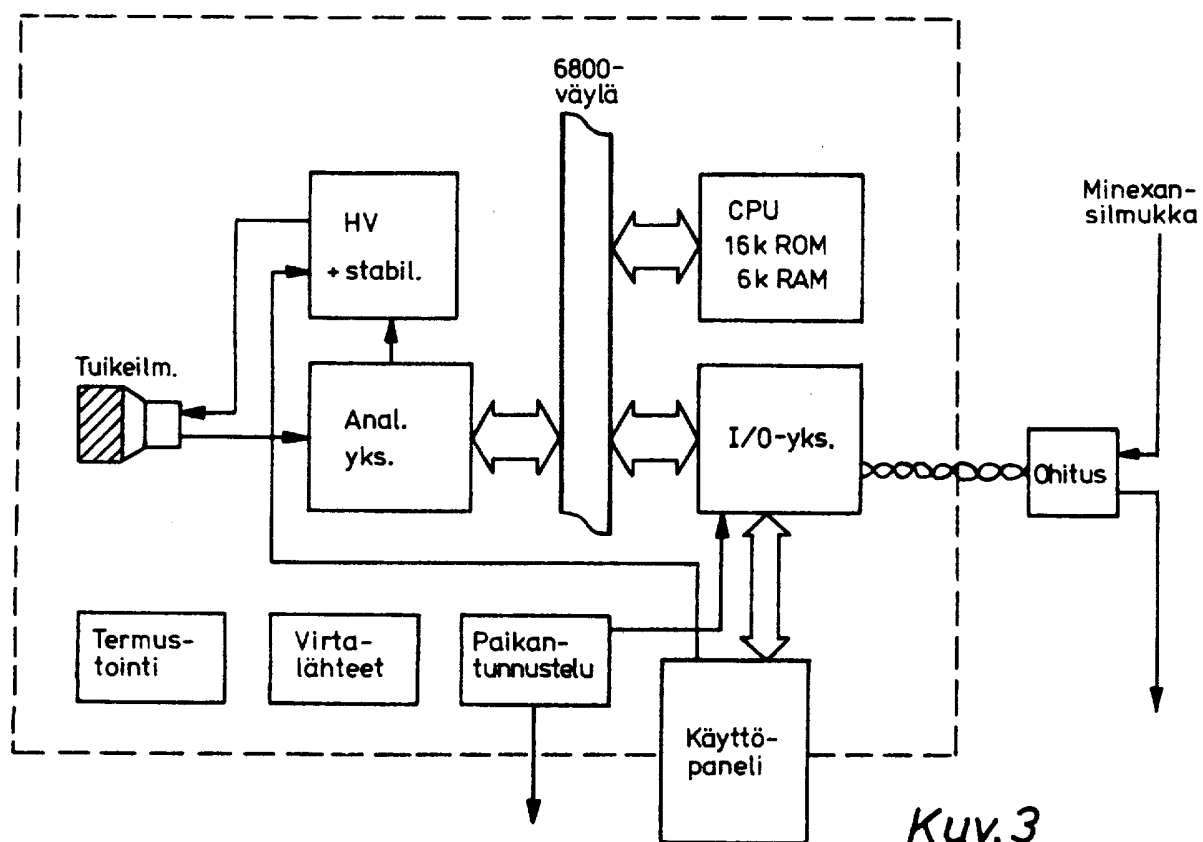
Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Iso-Britannia-Storbritannien(GB) 1 103 562 (G 01 N 23/00), 1 560 408 (G 01 N 23/00). USA(US) 3 404 275 (250-83.3).

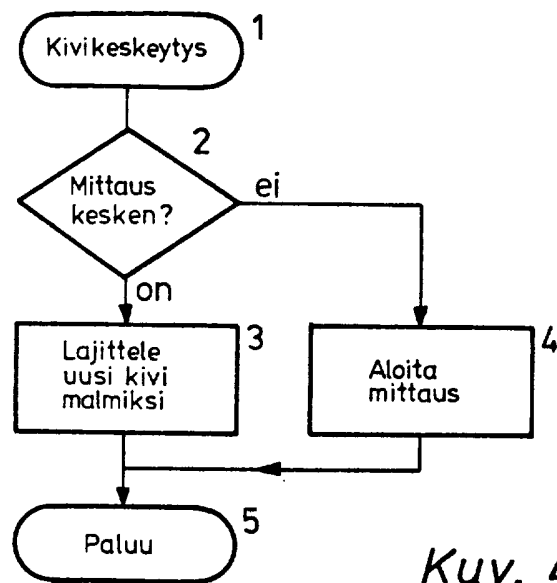


Kuv. 2

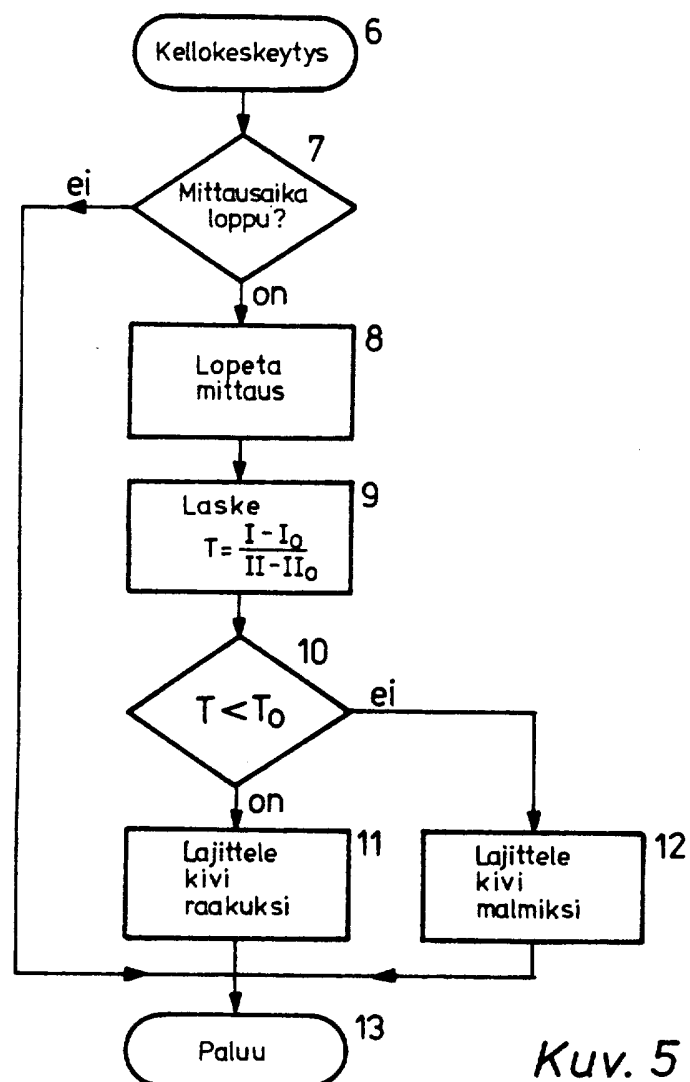
Kuv. 1



Kuv. 3



Kuv. 4



Kuv. 5