

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 844766 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **844766**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
G01N 23/222

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **18.04.1984**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **04.12.1984**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **04.12.1984**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **18.04.1984** PCT/GB1984/000132
Internationell ansökan - International
application

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

22.04.1983 GB 8310991

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • General Union Mining Corporation, TOWN UNKNOWN, ETELÄ-AFRIKAN TASAVALTA, (ZA)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Clayton, Colin Geoffrey, United Kingdom, ISO-BRITANNIA, (GB)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Leitzinger Oy, High Tech Center, Tammasaarenkatu 1, 00180 Helsinki

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

Malmisäteilyttäjä.

Malmbestrålar.

Malmisäteilyttäjä. - Malmbestrålare.

Tämän keksinnön kohteena on laite valitun aineen olemassaolon havaitsemiseksi malmissa neutroniaktivointianalyysin avulla, jolloin voidaan todeta esimerkiksi kultaa sisältävän malmin kultapitoisuus.

Toimivan kullanalajittelulaitoksen tulee kyetä käsittelemään useita tonneja malmia tunnissa ja sen vuoksi on käytettävä nopeaa analyysitekniikkaa. Sopiva tekniikka on neutroniaktivointianalyysi, jossa käytetään reaktiota $^{197}\text{Au} (n, n'\gamma)$ $^{197\text{m}}\text{Au}$ aktivoimaan malmikappaleessa oleva kulta, jolloin näin saatujen $^{197\text{m}}\text{Au}$ nuklidien puoliintumisaika on noin 7,8 sekuntia, γ -säteilyn energian ollessa 279 keV. Brittiläisissä patenttijulkaisuissa 2 055 465A ja 2 101 304A (US-patentti 4 340 443 ja US-patenttihakemus 383 686, jätetty 27.5.1982), joihin tässä viitataan, on selostettu laite kultaa sisältävän malmin lajitteluksi, jossa laitteessa malmikappaleet aktivoidaan yllä mainitun reaktion avulla, jolloin γ -säteily havaitaan ja analysoidaan malmissa olevan kultapitoisuuden selvittämiseksi.

Oheisen keksinnön mukaisesti on järjestetty säteilyttäjä malmikappaleiden säteilyttämiseksi, jotta havaittaisiin valitun aineen olemassaolo kappaleissa, ja johon säteilyttäjään kuuluu joukko putkia lähekkäin järjestettynä ryhmänä, elimet kunkin putken pyörittämiseksi pitkittäisakselinsa ympäri ja joukko neutronilähteitä, jotka on sijoitettu putkien välisiin tiloihin säteilyttämään putkia siten, että kukin putki on ainakin yhden lähteen vieressä.

Putket on sopivimmin järjestetty olemaan pystysuorassa käytön aikana. Kukin neutronilähde voi käsitellä kohtion, jota pommitetaan suurienergisellä partikkelisäteellä, partikkelisäteiden osuessa kohtioihin suunnassa, joka on yhdensuuntainen putkien pitkittäisakselien kanssa ja partikkelisäteet on varustettu tavanomaisella partikkeli-

kiihdyttimellä.

Eräät putkiasta ovat sopivimmin lähellä useampaa kuin yhtä neutronilähdettä, jotka säteilysyttävät niitä, ja nämä putket voivat olla poikkileikkausaltaan suurempia kuin putket, jotka ovat ainoastaan yhden neutronilähteen vieressä.

Putkien lukumäärä on sopivimmin kuusi ja neutronilähteiden lukumäärä kolme, jolloin putkien pitkittäisakselit voidaan sijoittaa likimain tasasivuisen kolmion kärkiin ja kolmion sivujen keskipisteisiin.

Keksinnön suositeltavassa sovellutusmuodossa kullon havaitsemiseksi kulta sisältävässä malmisssa kuhunkin neutronilähteeseen kuuluu litiumkohtio, joka on järjestetty pommitettavaksi suurienenergissellä protonisuihkulla siten, että saadaan aikaan neutroneja, joiden energia on välillä 0,5 - 3,0 MeV.

Seuraavassa keksintöä selostetaan tarkemmin, mutta ainoastaan esimerkinomaisesti ja viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa:

Kuvio 1 esittää virtauskaaviota kultamalmin lajittelulaitteessa, johon laitteeseen kuuluu keksinnön mukainen säteilyttäjä.

Kuvio 2 esittää kuvion 1 säteilyttäjän poikkileikkausta.

Kuviossa 1 kultamalmin lajittelulaitteeseen kuuluu kivimurskain ja luokittelija 2, johon louhittu malmi syötetään ja jossa malmi murskataan kappaleiksi ja jaetaan kahteen kappalevirtaan, joissa silmäkoot ovat noin 80 mm ja 60 mm, kun taas silmäkooltaan alle noin 35 mm olevat kappaleet hylätään. Molemmat kappalevirrat kulkevat säteilyttäjän lävitse, jota säteilyttäjää kuvataan myöhemmin yksityiskohtaisemmin, ja tämän jälkeen kappaleet syötetään γ -säde-

ilmaisinyksikköön 6, joka on järjestetty havaitsemaan γ -säteet, joiden energia on 279 keV ja jotka syntyvät ^{197m}Au nuklidien hajotessa, jolloin näin havaitaan kullan olemassaolo malmikappaleissa. Kukin malmikappale tarkastetaan erikseen ilmaisinyksikön 6 avulla, jotta saataisiin selville, onko kultapitoisuus tietyn ennalta määrätyn pitoisuuden ala- tai yläpuolella. Kriittinen pitoisuus on tavallisesti välillä 0,5 - 5 ppm ja se voidaan asettaa esimerkiksi arvoon 1 ppm. Kukin malmikappale syötetään tämän jälkeen lajittelijaan 8, joka kaapelin 7 avulla on järjestetty reagoimaan ilmaisinyksiköstä 6 tuleviin signaaleihin ja lajittelemaan kunkin malmikappaleen toiseen kahdesta ulostulovirrasta riippuen, onko kappaleessa oleva kultapitoisuus ennalta määrätyn pitoisuuden ala- tai yläpuolella.

Murskain ja luokittelija 2 ja lajittelija 8 voivat olla tyypiltään alalla hyvin tunnettuja, kun taas ilmaisinyksikkö 6 voi olla yllä mainituissa patenttijulkaisuissa tarkemmin selostetunlainen ja joihin tässä viitataan, koska murskain ja luokittelija 2, lajittelija 8 ja ilmaisinyksikkö 6 eivät ole keksinnön kohteena.

Kuviossa 2 säteilyttäjänsä 4 kuuluu kolmen ulomman putkimaisen terässylinterin 12 ja kolmen sisemmän putkimaisen terässylinterin 14 muodostama lähekkäin oleva ryhmä, pitkittäisakselien ollessa pystysuorassa, kolmen ulomman sylinterin 12 akselien ollessa kuvitellun tasasivuisen kolmion nurkissa ja kolmen sisemmän sylinterin 14 akselien ollessa lähellä kolmion sivujen keskipisteitä. Kunkin sisemmän sylinterin 14 sisähalkaisija on 32 cm ja kunkin ulomman sylinterin 12 sisähalkaisija on 26 cm. Ulommat sylinterit 12 ja sisemmät sylinterit 14, vaikkakin ne on järjestetty lähekkäin, eivät ole kiinni toisissaan ja kukin saatetaan pyörimään pitkittäisakselinsa ympäri myötäpäivään sähkömoottorin (ei esitetty) käyttämänä.

Ulommat sylinterit 12 ja niiden vieressä olevat sisemmät

sylinterit 14 muodostavat väliinsä kolme tilaa 15, joihin vastaavat neutronilähteet 16 on sijoitettu vaakasuoraan tasoon välillä olevaan asentoon pitkin ulompien sylintereiden 12 ja sisempien sylintereiden 14 pituutta. Kuhunkin neutronilähteeseen 16 kuuluu litiumkohtio vastaavan tyhjölentoputken (ei esitetty) päässä, kolmen lentoputken pistäessä esiin sädejakajan (ei esitetty) kautta yksittäisestä protonikiikdyttimestä (ei esitetty) ja kunkin lentoputken päätyosa on yhdensuuntainen sylintereiden 12, 14 akselien kanssa. Lentoputket, sädejakajat ja kiihdyttimet ovat alalla hyvin tunnettuja eikä niitä tässä sen vuoksi esitetä tarkemmin.

Ulommat sylinterit 12, sisemmät sylinterit 14 ja neutronilähteet 16 on sijoitettu sylinterimäiseen kammioon 20, jonka muodostaa betoninen säteilysuoja 22 ja joka on riittävän paksu ollakseen oleellisesti läpäisemätön γ -säteiden ja neutronien suhteen ja riittävän etäällä, jotta se ei aiheuta häiritsevien matalaenergisten neutronien voimakasta kenttää. Tyypillinen etäisyys on 100 cm.

Säteilyttäjän 4 toiminnan aikana malmivirrat murskaimesta ja luokittelijasta 2 (kts. kuvio 1) syötetään ulommaisten sylintereiden 12 ja sisempien sylintereiden 14 lävitse, jolloin suurempien malmikappaleiden virta syötetään sisempien sylintereiden 14 lävitse. Kiihdytin kytketään päälle aikaansaamaan protonisuihkun, jonka energia on 4,5 MeV ja joka pommittaa kutakin litiumkohtiota, jolloin protonisuihkua siirretään kohtion pinnan ympäri paikallisen ylikuumenemisen välttämiseksi. Nopeita neutroneja, joiden energia on välillä noin 0,5 - 2,8 MeV, tuotetaan reaktiolla ${}^7_3\text{Li} (p, n) {}^7_4\text{Be}$, ja malmikappaleita säteilytetään lähellä olevissa ulommaisissa sylintereissä 12 ja sisemmissä sylintereissä 14. Neutronivirta pienenee etäisyyden lähteestä 16 kasvaessa, joten mahdollisimman tasaisen malmikappaleiden säteilyttämisen aikaansaamiseksi ulompia sylintereitä 12 ja sisempiä sylintereitä 14 pyöritetään niiden pitkittäisakselien ympäri siten,

että kukin malmikappale kulkee jonkin lähteen 16 neutronivirran korkean säteilyvyöhykkeen poikki kahdesti malmikappaleen kulkiessa sylinterin 12, 14 lävitse.

Jos malmikappaleessa on läsnä kultaa, se aktivoituu reaktion $^{197}\text{Au} (n, n' \gamma) ^{197m}\text{Au}$ avulla, jonka poikkileikkaus on suurin neutroneille, joiden energia on noin 2,5 MeV. Nopeat neutronit, joiden energia on alle 2,8 MeV, kykenevät aikaansaamaan tämän aktivoitumisen, mutta niiden energia on riittämätön aikaansaamaan aktivoitumisen toisten elementtien, joita on läsnä malmissa, esim. alumiini ja pii, reaktioiden (n, p) avulla.

Säteilyttäjä 4 mahdollistaa suuremman malmimäärän säteilyttämisen kuin edellä mainituissa patenttijulkaisuissa esitetyt säteilyttäjät ja se kykenee myös säteilyttämään suurempia malmikappaleita. Tämä johtuu siitä, että kukin lähteistä 16 kykenee aikaansaamaan kokonaisneutronivirran, jonka suuruus on noin 10^{12} neutronia/sekunti, mikä on noin kymmenen kertaa suurempi arvo kuin yllä mainituissa patenttijulkaisuissa kuvatuista lähteistä saatava neutronivirta, ja siitä, että käytetään kahta lähdettä 16 säteilyttämään kutakin suurempaa, sisempää sylinteriä 14, jolloin saadaan oleellisesti tasainen kaikkien malmikappaleiden säteilytys ja aktivointi kussakin sisemmässä sylinterissä 14 sylintereiden halkaisijan ollessa suurempi kuin yhdellä yksittäisellä neutronilähteellä voitaisiin tyydyttävästi säteilyttää.

Malmikappaleiden säteilyttämisen tasaisuutta kolmessa sisemmässä sylinterissä 14 voidaan edelleen parantaa järjestämällä neljäs neutronilähde kuviossa 2 viittemerkinnällä A merkittyyn kohtaan kolmen sisemmän sylinterin 14 väliin.

Sisempien sylintereiden 14 ja ulompien sylintereiden 12 halkaisijat voivat erota edellä mainituista arvoista. Kuitenkin, jotta vältettäisiin välienergianeutronien aikaansaamat häiritsevät viritystilat, on kaikkien sylintereiden

halkaisija sopivimmin alle noin 50 cm, jotta samalla varmistettaisiin malmikappaleiden tasainen säteilytys sellaisissa sylintereissä, joiden lähellä on ainoastaan yksi neutronilähde, on halkaisija sopivimmin alle 35 cm. Voidaan myös todeta, että sylintereiden lukumäärän ei tarvitse olla kuusi ja lisäksi ne voidaan sijoittaa eri tavoin lähekkäiseksi ryhmäksi.

Vaikka lähteiden 16 on selostettu sisältävän litiumkohteet, joihin yleisesti pystysuorat protonisäteet kohdistetaan yhteisestä kiihdyttimestä, voidaan kutakin kohtiota pommittaa eri kiihdyttimistä tulevilla partikkelisäteillä, ja jos halutaan, säteet voidaan kohdistaa oleellisesti vaakasuorassa suunnassa vierekkäisten ulompien sylintereiden 12 ja sisempien sylintereiden 14 välisten tilojen lävitse. On myös selvää, että voidaan käyttää muita neutronilähteitä, esim. sellaisia, jotka käyttävät $D(D, n)^3\text{He}$ reaktiota, mikäli aikaansaadut neutronit ovat energialtaan alle noin 3 MeV.

Patenttivaatimukset

1. Säteilyttäjä malmikappaleiden säteilyttämiseksi, jotta havaittaisiin valitun aineen olemassaolo kappaleissa, ja johon säteilyttäjään kuuluu joukko putkia (12, 14) ja elimet kunkin putken pyörittämiseksi pitkittäisakselinsa ympäri, t u n n e t t u siitä, että putket on järjestetty lähekkäin järjestetyksi ryhmäksi siten, että putkien väliin muodostuu tilat (15) ja että joukko neutronilähteitä (16) on sijoitettu putkien välisiin tiloihin säteilyttämään putkia siten, että kukin putki on ainakin yhden lähteen vieressä.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen säteilyttäjä, t u n n e t t u siitä, että putket (12, 14) on järjestetty käytettäväksi pystysuorassa siten, että painovoima aikaansaa kappaleiden liikkumisen alaspäin putkissa.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen säteilyttäjä, t u n n e t t u siitä, että neutronilähteeseen (16) kuuluu kohtio, joka on järjestetty pommitettavaksi suurien energisen partikkelisuihkun avulla.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen säteilyttäjä, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu partikkelikiihdytin ja joukko sädeputkia, jotka ulottuvat oleellisesti yhden-suuntaisesti putkien pitkittäisakseleiden kanssa partikkelisuihkujen siirtämiseksi partikkeligeneraattorista kohtioihin.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen säteilyttäjä, t u n n e t t u siitä, että vähintään jotkut putkista (12, 14) ovat useamman kuin yhden neutronilähteen (16) vieressä ja siten näiden säteilyttäminä.
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen säteilyttäjä, t u n n e t t u siitä, että eräät putkista (14) ovat useamman

kuin yhden lähteen (16) vieressä, toiset putket (12) ovat yhden lähteen (16) vieressä ja edelliset putket (14) ovat poikkileikkausalaltaan suurempia kuin viimeksi mainitut.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen säteilyttäjä, t u n - n e t t u siitä, että putkien lukumäärä on kuusi ja putkien pitkittäisakselit on sijoitettu ainakin likimain tasasivuisen kolmion kärkiin ja kolmion sivujen keskipisteisiin ja säteilyttäjään kuuluu kolme neutronilähdettä.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen säteilyttäjä, t u n - n e t t u siitä, että siihen myös kuuluu säteilysuoja (22), joka ympäröi putkia ja on tietyllä etäisyydellä niistä.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen säteilyttäjä, t u n - n e t t u siitä, että putkien halkaisija on noin 30 cm.

10. Patenttivaatimuksen 3 mukainen säteilyttäjä, t u n - n e t t u siitä, että se soveltuu havaitsemaan kultaa sisältävässä malmissa olevan kullan, jolloin kohtio on litiumia ja partikkelisuihku on suurienergisiä protoneja energian ollessa sellainen, että se aikaansaa neutronienergian välillä 0,5 - 3,0 MeV.

11. Malminlajittelulaite, t u n n e t t u siitä, että siihen sisältyy jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen säteilyttäjä.

Patentkrav

1. Bestrålare för bestrålning av malmstycken för att upptäcka närvaron av ett utvalt ämne i styckena, och till vilken bestrålare hör ett antal rör (12, 14) samt organ för att rotera respektive rör omkring sin längdaxel, k ä n n e t e c k n a d därav, att rören anordnats i en tätliggande grupp sålunda, att mellan rören uppstår utrymmen (15) och att ett antal neutronkällor (16) placerats i utrymmena mellan rören för att bestråla rören sålunda, att varje rör befinner sig bredvid åtminstone en källa.
2. Bestrålare enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att rören (12, 14) anordnats lodrätt riktade så, att tyngdkraften åstadkommer att styckena rör sig nedåt i rören.
3. Bestrålare enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att till en neutronkälla (16) hör ett mål, som anordnats att bombarderas med tillhjälp av ett partikelstrålnippe med stor energi.
4. Bestrålare enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att därtill hör en partikelaccelerator och ett antal strålrör, som sträcker sig väsentligen parallellt med rörens längdaxlar för att förflytta partikelstrålnippena från partikelgeneratorn till målen.
5. Bestrålare enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att minst en del av rören (12, 14) befinner sig bredvid flera än en neutronkälla (16) och sålunda bestrålade av dessa.
6. Bestrålare enligt patentkrav 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att en del av rören (14) befinner sig bredvid flera än en källa (16), de andra rören (12) befinner sig bredvid en källa (16) och de föregående rören (14) till tvärsnittsarealen är större än de senare.

7. Bestrålare enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att antalet rör är sex och rörens längdaxlar placerats åtminstone närmelsevis i spetsarna av en liksidig triangel och i mittpunkterna av triangelns sidor och att till bestrålaren hör tre neutronkällor.

8. Bestrålare enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att därtill även hör ett strålningskydd (22), som omger rören och befinner sig på ett visst avstånd från dessa.

9. Bestrålare enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att rörens diameter är ca. 30 cm.

10. Bstrålare enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att den lämpar sig för att upptäcka förekomsten av guld i guldhaltig malm, varvid målet är av litium och partikelstrålknippet utgöres av protoner med så stor energi, att den åstadkommer neutroner med en energi mellan 0,5 - 3,0 MeV.

11. Malmsorteringsanordning, k ä n n e t e c k n a d därav, att den inkluderar en bestrålare enligt något av föregående patentkrav.

Fig. 1.

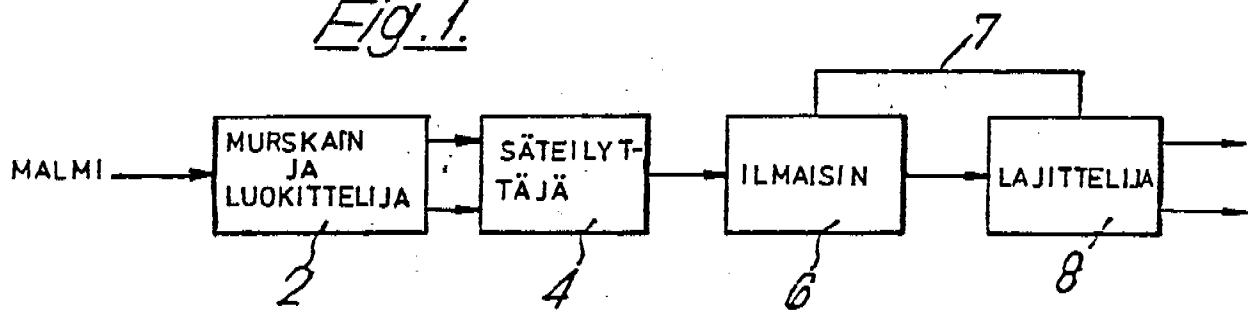
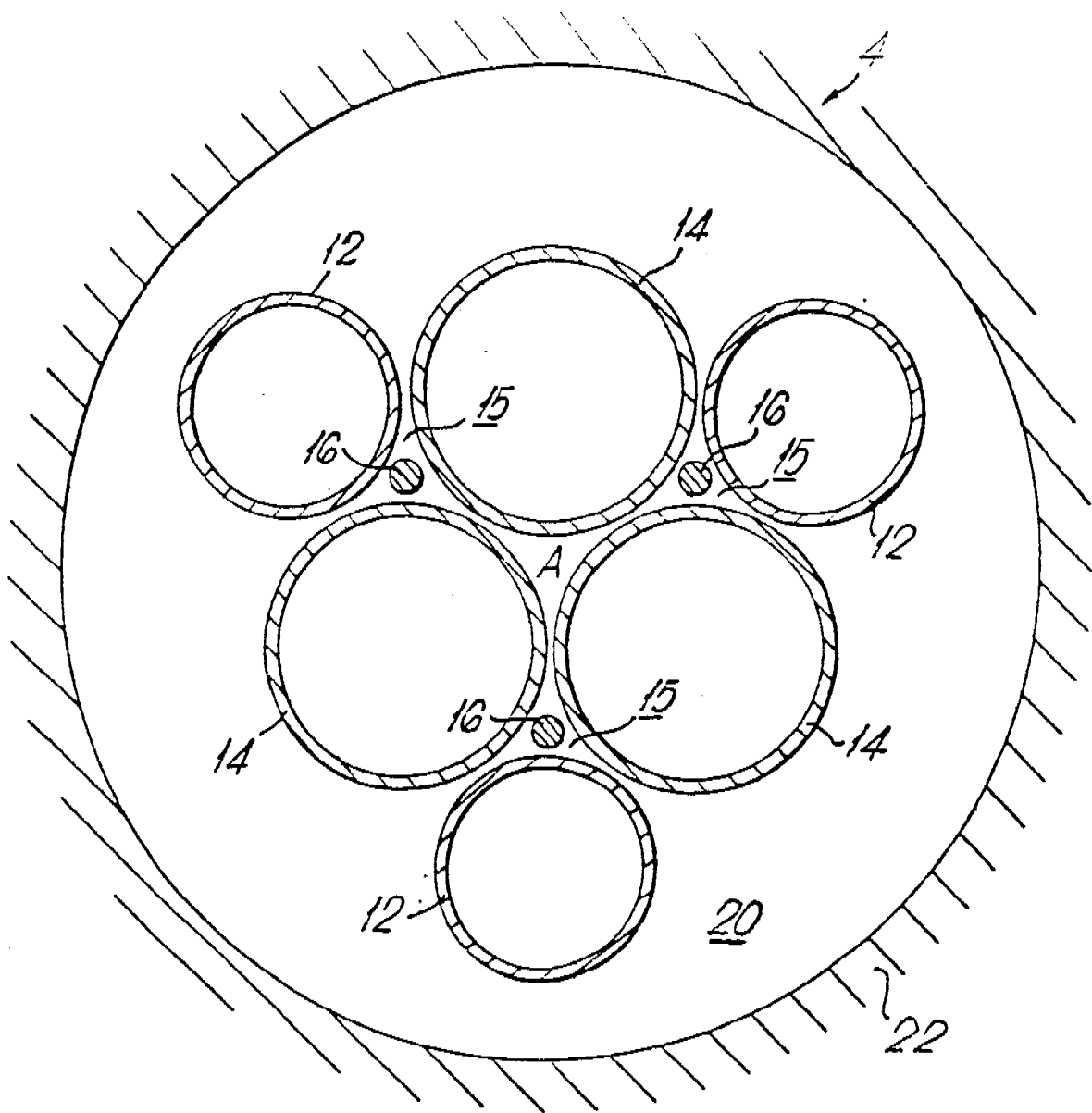


Fig. 2.



Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar

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

FI _____

CH _____

DE _____

DK _____

FR _____

GB _____

NO _____

SE _____

US P 4340 443 (G 21 G 1106)

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

EP

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Aleksi Varpio

Allekirjoitus