

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 843397 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **843397**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H01B

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **29.08.1984**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **29.08.1984**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **01.03.1985**

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

(32) (33) (31) Etu oikeus - Prioritet - Priority

30.08.1983 FR 8313916

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Societe Anonyme ALSTHOM-ATLANTIQUE, 38 avenue Kleber Pariisi Cedex, France, RANSKA, (FR)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Fevrier, Alain, France, RANSKA, (FR)

2 • Dubots, Patrick, France, RANSKA, (FR)

3 • Hoang, Gia Ky, Cravanche, RANSKA, (FR)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab, Iso Roobertinkatu 4 - 6 A, 00120 Helsinki

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

Teollisuustaa juuksilla käyttökelpoiset suprajohtimet.

Supraledningar användbara vid industrifrekvenser.

Teollisuustaajuuksilla käyttökelpoiset suprajohdotimet -
Supraleddningar användbara vid industri frekvenser

Tämä keksintö kohdistuu monisäikeisiin suprajohdinrakenteisiin, jotka voivat säilyttää suprajohdavan tilansa magneettisen induktion vaihdellaessa aina arvoon 1000 teslaa sekunnissa, ja joita vastaavasti voidaan käyttää teollisilla taajuuksilla.

Suprajohdotimet muodostuvat yleensä useista suprajohdavista säikeistä, jotka on ryhmitelty normaalisti johdavan metallisen stabilointimatriisiin sisään, joka poistaa muodostuneen lämmön ja aikaansaa sähköisen ohituksen suprajohdavien säikeiden niille alueille, jotka ovat menettäneet suprajohdavan tilansa paikallisesta lämpötilan noususta johtuen. Ranskalaisessa patentissa 2 005 492 on esitetty esimerkkejä suprajohdotimista, jotka on valmistettu kuparinikkelimatriisiin upotetusta niobi-titaaniseoksesta.

Tällaisilla suprajohdotimilla esiintyy, kun ne ovat alttiina hitaasti muuttuvalle magneettiselle induktiolle, epästabiilisuuksia, minkä johdosta niitä on käytettävä paljon pienemmillä virrantiheyksillä kuin mitä ne teoreettisesti pystyisivät kestävänsä. Niiden käyttäytymisen parantamiseksi on suprajohdotimien häviöitä vaihtuvassa magneettikentässä ehdotettu vähennettäväksi pienentämällä niiden suprajohdavien säikeiden paksuutta aina 10-50 μm :n luokkaa olevaan arvoon asti ja punomalla sanotut säikeet, samalla kun stabilointimatriisiin tehokkuutta parannetaan käyttämällä siinä kahta komponenttia, toisen sanotuista komponenteista antaessa matriisille suuren poikittaisen resistiivisyyden, jonka tarkoituksena on estää magnetoivien virtojen vuo kuitujen välillä, ja toisen aikaansaadessa hyvän pitkittäisen lämmön- ja sähkönsiirtoisuuden lämmön poistamiseksi tehokkaasti sekä suprajohdavuutensa menettäneiden säikeiden alueiden

tehokkaaksi ohittamiseksi. Edellä mainitussa ranskalaisessa patentissa on annettu esimerkkejä suprajohdinrakenteista, jotka voivat kestää 0,1-10 teslan sekunnissa luokkaa olevia magneettisen induktion vaihteluja, ja joissa suprajohdinsäikeet on joko yksittäisesti päällystetty suuriresistiivisellä kuparinikkeliseoksella ja sen jälkeen upotettu johtokyvyltään hyvään puhdasta kuparia olevaan matriisiin, tai jotka on upotettu suuriresistiivistä kuparinikkeliseosta olevaan matriisiin, jota ympäröi kiinteä kupari-
 5 kerros. Nämä suprajohtavat langat, joiden halkaisija on 0,25 mm:n luokkaa, on päällystetty eristävällä lakalla ja sitten punottu yhteen muodostamaan suprajohtava kaapeli, joka pystyy siirtämään merkittäviä virtoja.
 10

Vaikka sanotut suprajohdinlangat ovat toimivuudeltaan parempia, ne eivät vielä läheskään pysty kestäämään niitä magneettisen induktion vaihteluja joita esiintyy teollistajuuksisissa käytöissä.
 15

Suprajohtavien johtimien, joita voidaan käyttää teollisilla taajuuksilla ja erityisesti 50/60 Hz:llä ja/tai jotka voivat kestää hyvin nopeita, noin 1000 teslan sekunnissa tai suurempia induktiomuutoksia, valmistaminen vaatii niiden suprajohtavien säikeiden, jotka on upotettu magneettiselta stabiilisuudeltaan erinomaiseen ja hyvin pienihäviöiseen stabilointimatriisiin, rakenteiden tarkkaa määrittystä.
 20

Magneettinen stabiilisuus aikaansaadaan alalla tunnetulla tavalla järjestämällä stabilointimatriisin sisään alue, joka sisältää tavallista metallia, jolla on hyvä sähkön- ja lämmönjohtavuus, ja joka myös suojaa suprajohdinta, kun sitä kääminä käytettäessä tapahtuu muutos normaalitilaan.
 25
 30

Häviöiden pienentäminen on myös aikaansaattava tunnetuilla tavoilla: pienentämällä suprajohtavien säikeiden halkaisi-

jaa, mikä alentaa hystereesihäviöitä, ja punomalla tai siirtämällä suhteellisesti suprajohtavia säikeitä, mikä vähentää indusoituneiden virtojen vuota säikeiden välissä ja vastaavasti häviöitä, joita ne aiheuttavat stabilointimatriisissa.

Näiden toimenpiteiden lisäksi sen alueen, joka aikaansaa magneettisen stabiilisuuden ja suprajohtimien suojauksen muutoksen normaalitilaan tapahtuessa, tavallinen metalli erotetaan sarjaksi pitkittäisiä säikeitä, joita erottaa suuriresistiivinen seos, näin vähentäen sanotulle alueelle indusoituneita virtoja.

Valmistusolosuhteet sitovat säiepunoksen nousun enemmän tai vähemmän suprajohtimen halkaisijaan ja sen pienentämisen vaatii sanotun halkaisijan pienentämistä. Pienen punosnousun saamiseksi on siten valmistettava hyvin pienihalkaisijaisia suprajohtimia, jotka on eristettävä ja punottava yhteen merkittävän virrankuljetuskyvyn omaavan johtimen muodostamiseksi. Silloin säikeiden väliselle eristykselle tulee olemaan tärkeää, ettei se alenna johtimen siirtämää kokonaisvirrantiheyttä.

Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada suprajohdinlan-koja, joilla on ohuempi eristys kuin tavanomaisella emaloidulla eristyskerroksella saatava.

Keksinnön tuloksena saadaan suprajohtimia, jotka käsittävät monisäikeisen alueen, jossa suprajohtavat säikeet on upotettu stabilointimatriisiin, joka on valmistettu suuriresistiivisestä seoksesta, ja toisen alueen, jolla on pitkittäissuunnassa hyvä sähkön- ja lämmönjohtavuus, ja joka käsittää ainakin yhden sähköä hyvin johtavan johtimen, joka on jaettu säikeisiin suuriresistiivisellä suojakerroksella, sanottuihin suprajohtimiin lisäksi kuuluessa kolmas alue, joka käsittää suuriresistiivisen kerroksen.

Keksinnön muut ominaispiirteet ja edut käyvät ilmi seuraavasta sen eräiden ei-rajoittavien suoritustuotoesimerkkien kuvauksesta. Sanottu kuvaus suoritetaan viittaamalla piirustukseen, jonka kuvat 1 ja 2 havainnollistavat keksinnön mukaisten suprajohtimien poikkileikkauksia.

Kuvassa 1 esitetään eräs keksinnön mukainen suprajohdinrakenne. Sanottuun rakenteeseen kuuluu kolme aluetta seuraavasti:

- ei-suprajohtava sydän 10, jolla on hyvä pitkittäissuuntainen sähkön- ja lämmönjohtavuus ja suuri poikittainen resistiivisyys, sen käsittäessä puhdasta kuparia olevan johtimen, joka on kuparinikkeliseosta olevilla väliseinämällä jaettu 37:ään poikkileikkaukseltaan kuusikulmaiseen säikeeseen 11;
- monisäikeinen alue 13, joka on järjestetty samankeski-
sesti sanotun sydämen ympärille, ja joka käsittää 1 229
844 suprajohtavaa säiettä, jotka on erotettu toisistaan
kuparinikkelisuojaeroksilla, ja jaettu sydänalueen ympärille
poikkileikkauksiltaan kuusikulmaisten 84:n nipun 15
muodossa, joilla on samat mitat kuin sydämen 10 kuparisäi-
keillä 11, kunkin nipun itsessään rakentuessa 121:stä
poikkileikkaukseltaan kuusikulmaisesta ryhmästä, joissa
kussakin on 121 kuparinikkelipäälystettyä suprajohdin-
säiettä;
- ja samankeskinen reuna-alue, joka käsittää oksidijauhetta
olevan eristävän renkaan 16 ja kuparinikkeliseosta olevan
ulkorenkaan 17.

Mainittakoon, että nämä useat suprajohtavat säikeet voivat muodostua niobititaaniseoksesta, jossa on 46% titaania, ja eri kuparinikkeliseosten nikkeliipitoisuus voi olla 30%. Käytetty kupari on suositeltavasti hyvin johtavaan, happi-
vapaata kuparia, jolle käytetään nimitystä OFHC.

Tämä rakenne voidaan aikaansaada seuraavalla tavalla:

Ensimmäisenä vaiheena muodostetaan "vaihe 0", joka käsittää halkaisijaltaan esim. 60 mm:n niobititaanitangon, joka on työnnetty sisähalkaisijaltaan hieman suurempaan kuparinikkeliputkeen, jonka paksuus on 30 mm. Erittäin hienojen säikeiden valmistuksen helpottamiseksi putken ja tangon väliin lisätään muutaman millimetrin kymmenesosan paksuinen kalvo tai putki. Kokonaisuus sijoitetaan vakuumiin ja suljetaan hermeettisesti, sitten ekstruoidaan 500°-650°C:een välillä olevassa lämpötilassa ja kylmävedetään peräkkäisinä jaksoina kunnes 10 mm:n luokkaa oleva kuusikulmainen mitta on aikaansaatu.

Toisena vaiheena muodostetaan "vaihe 1", joka käsittää "vaiheesta 0" olevien 121 kuusikulmaisen tangon muodostaman rakenteen, niiden ollessa sijoitettu mitoiltaan sopivaan kuparinikkeliputkeen. Putken sisäseinämäpintaa pitkin kulkevat raot täytetään kuparinikkelisauvoilla, minkä jälkeen koko rakenne sijoitetaan vakuumiin, suljetaan hermeettisesti, ekstruoidaan 500° - 600°C:een välillä olevassa lämpötilassa ja sitten kylmävedetään peräkkäisinä jaksoina kunnes se saa 10 mm:n luokkaa olevan kuusikulmaisen rakenteen. Tämän vaiheen tuloksena on sauva, joka muodostuu kuparinikkelimatriisiin upotetusta 121 niobititaanisäikeen rakennekokonaisuudesta.

Kolmantena vaiheena muodostetaan "vaihe 2" toistamalla samat toimenpiteet kuin edellisessä vaiheessa, paitsi että käytetään "vaiheen 1" kuusikulmaisia sauvoja. Tällä tavalla muodostetaan sauva, jonka kuusikulmainen mitta on 10 mm:n luokkaa, ja joka sulkee sisäänsä 14641 kuparinikkelillä päällystettyä niobititaanisäiettä, ja josta muodostetaan kuvassa 1 hahmotellun lopullisen johdinrakenteen suprajohtavien säikeiden niput.

Neljäntenä vaiheena muodostetaan "vaihe 2", joka käsittää halkaisijaltaan esim. 60 mm:n puhtaan OFHC-kuparin tangon

työnnettynä kuparinikkeliputkeen, jonka sisähalkaisija on hieman suurempi ja paksuus 15 mm. Sitten kokonaisuus sijoitetaan vakuumiin, suljetaan hermeettisesti, ekstruoidaan 500° - 600°C:een välillä olevassa lämpötilassa ja kylmävedetään peräkkäisinä jaksoina niin että saadaan 10 mm:n luokkaa olevaa kuusikulmamitta.

Viidentenä vaiheena muodostetaan "vaihe 3", joka käsittää 121:n kuusikulmaisen sauvan rakenteen kuparinikkeliputkeen työnnettynä. Kolmekymmentäseisemän näistä sauvoista valmistetaan kuparinikkelillä päällystetystä kuparista, joka on otettu vaiheesta 2' ja niputettu yhteen keskussydämen muodostamiseksi. Jäljellä olevat kahdeksankymmentäneljä sauvaa valmistetaan kuparinikkelillä päällystetyistä niobititaanisäikeistä, jotka on otettu vaiheesta 2 ja järjestetty edellisten sauvojen kehälle.

Kuparinikkeliputken ja sauvarakenteen väliset raot täytetään kuparinikkelisauvoilla. Sitten kokonaisuus sijoitetaan vakuumiin, suljetaan hermeettisesti ja sitten ekstruoidaan 500° - 600°C:een luokkaa olevassa lämpötilassa.

Kuudentena vaiheena vaiheesta 3 saatu ekstruoitu sauva päällystetään putkella, joka on valmistettu tiiviisti yhdistämällä metallioksidijauhetta, esimerkiksi magnesium- tai alumiinioksidia, ehkä kuparilla tai kupariseoksella kuten pronssilla tai kuparinikkelillä seostettuna, ja kuparinikkeliputki. Seuraavaksi kokonaisuus vedetään yhdessä peräkkäisinä jaksoina kunnes saadaan lanka, jonka halkaisija on alle yhden millimetrin, esimerkiksi 0,8 mm. Langan eristäminen suoritetaan hyvin ohuella kerroksella, paksuudeltaan muutaman mikronin luokkaa, niin että mahdollistetaan korkean kokonaisvirrantiheyden kesto, kun valmistetaan useita satoja lankoja käsittäviä johtimia.

Tässä vaiheessa suprajohtavien säikeiden halkaisija on

0,35 μ m:n luokkaa ja kuparisäikeiden halkaisija 0,06 mm:n luokkaa.

Suprajohtavan langan valmistamisen kuluessa suoritetaan useita lämpökäsittelyjä korkean kriittisen virrantiheyden saamiseksi sanotulle langalle.

Kuvassa 2 on esitetty suprajohdinrakenne, joka eroaa kuvan 1 vastaavasta siinä, että monisäiealue 23, joka käsittää toisistaan kuparinikkelimateriaalilla erotettujen suprajohtavien säikeiden 85 poikkileikkaukseltaan suorakulmaista nippua 25, on sijoitettu langan keskelle, ja ei-suprajohtava alue 20, jolla on hyvä lämmön- ja sähkönjohtavuus, on sijoitettu sanotun monisäiealueen ympärille, jolloin 36 kuparinikkelillä 22 eristettyä ja poikkileikkaukseltaan kuusikulmaista kuparisäiettä 21 on järjestetty jatkuvan renkaan muotoon. Kuten edellisessäkin tapauksessa, kokonaisuus on ympäröity oksidijauhetta olevalla eristävällä renkaalla 26 ja kuparinikkeliä olevalla ulkokerroksella 27.

Tämä rakenne valmistetaan samalla tavalla kuin edellinen, paitsi että viidennen vaiheen aikana kuparinikkelipäällysteisten kuusikulmaisten kuparisauvojen järjestys suhteessa kuusikulmaisiin monisäiesauvoihin muutetaan siten, että saadaan haluttu rakennemuoto.

Keksinnöllisen ajatuksen puitteissa voidaan rakennemuotoja tietyissä kohdissa muuttaa tai korvata tietyt välineet samanarvoisilla välineillä.

Erityisesti, niobititaani voitaisiin korvata niobitinalla, missä tapauksessa suprajohtimen valmistaminen eroaisi edellä kuvatusta menettelystä seuraavissa kohdissa:

- ensimmäisen vaiheen aikana "vaihe 0" käsittää niobitan-
gon, joka on työnnetty pronssimatriisiin; Cu-Sn-pronssin

tinapitoisuus tulee niin lähelle kuin mahdollista tinan rajaliukoisuutta kupariin;

- toisen, kolmannen ja viidennen vaiheen aikana kuparinikeli korvataan pronssiseoksella;

5 - neljännen vaiheen aikana "vaihe 2" käsittää pronssiputkeen työnnetyn puhtaan OFHC-kuparin tangon; tangon ja putken väliin on lisätty tantaalikalvo tai -putki säilyttämään puhtaan kuparin hyvän sähkönjohtavuuden;

- seitsemännen vaiheen aikana langalle suoritetaan useista
10 tunneista useisiin kymmeniin tunteihin kestävä käsittely Nb_3Sn -suprajohtavan faasin muodostamiseksi.

Näin muodostetut suprajohtinlangat, jotka voivat kestää magneettisen induktion muutoksia aina 1000 teslaan/sekunnissa asti, avaavat kokonaan uusia näköaloja suprajohtimien teollisuuskäyttöille, mukaanlukien vaihtovirtastaattorit, moottorit, muuntajat, jne.

Patenttivaatimukset:

1. Suprajohtimet, joihin kuuluu monisäikeinen alue (13), jossa suprajohtavat säikeet on upotettu suuriresistiivistä seosta olevaan stabilointimatriisiin, ja toinen alue (10),
 5 jolla on hyvä pitkittäis-suuntainen sähkön- ja lämmönjohtavuus, ja joka käsittää ainakin yhden sähköä hyvin johtavan johtimen, joka on jaettu säikeisiin (11) suuriresistiivisillä väliseinillä (12), sanotuille suprajohtimille ollessa t u n n u s o m a i s t a se, että niihin lisäksi kuuluu kolmas alue, jonka muodostaa ulkopuolisen suuriresistiivisen metallikuoren (17, 27) ympäröimä eristävä jauhe-
 10 päällyys (16, 2⁸).
 28)

2. Patenttivaatimuksen 1 mukaiset suprajohtimet, t u n-
 n e t t u siitä, että sanottu eristävä jauhepäällyys (16,
 15 23) on valmistettu magnesiumoksidijauheesta MgO tai alumiinioksidijauheesta Al_2O_3 .

3. Patenttivaatimuksen 1 mukaiset suprajohtimet, t u n-
 n e t t u siitä, että sanottu eristävä jauhepäällyys (16,
 23) on valmistettu magnesiumoksidijauheesta MgO, johon on
 20 seostettu kuparia tai kupariseosta kuten pronssia tai kuparinikkeliä.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukaiset suprajohtimet, t u n-
 n e t t u siitä, että eristävän jauhepäällyksen ulkopinta
 ympäröivä metallikuori (17, 27) on valmistettu kupari-
 25 nikkeli-seoksesta.

FIG.1

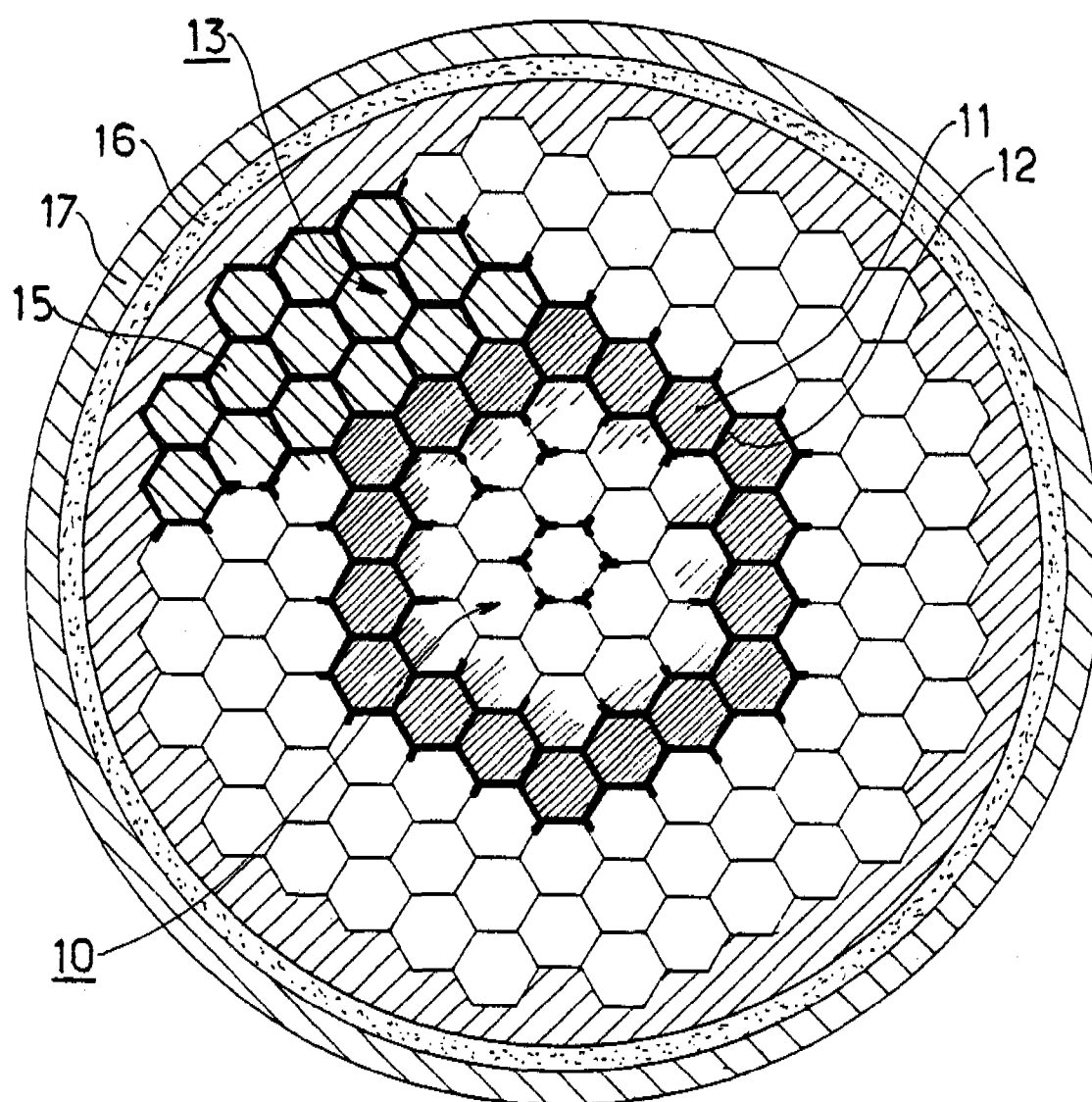
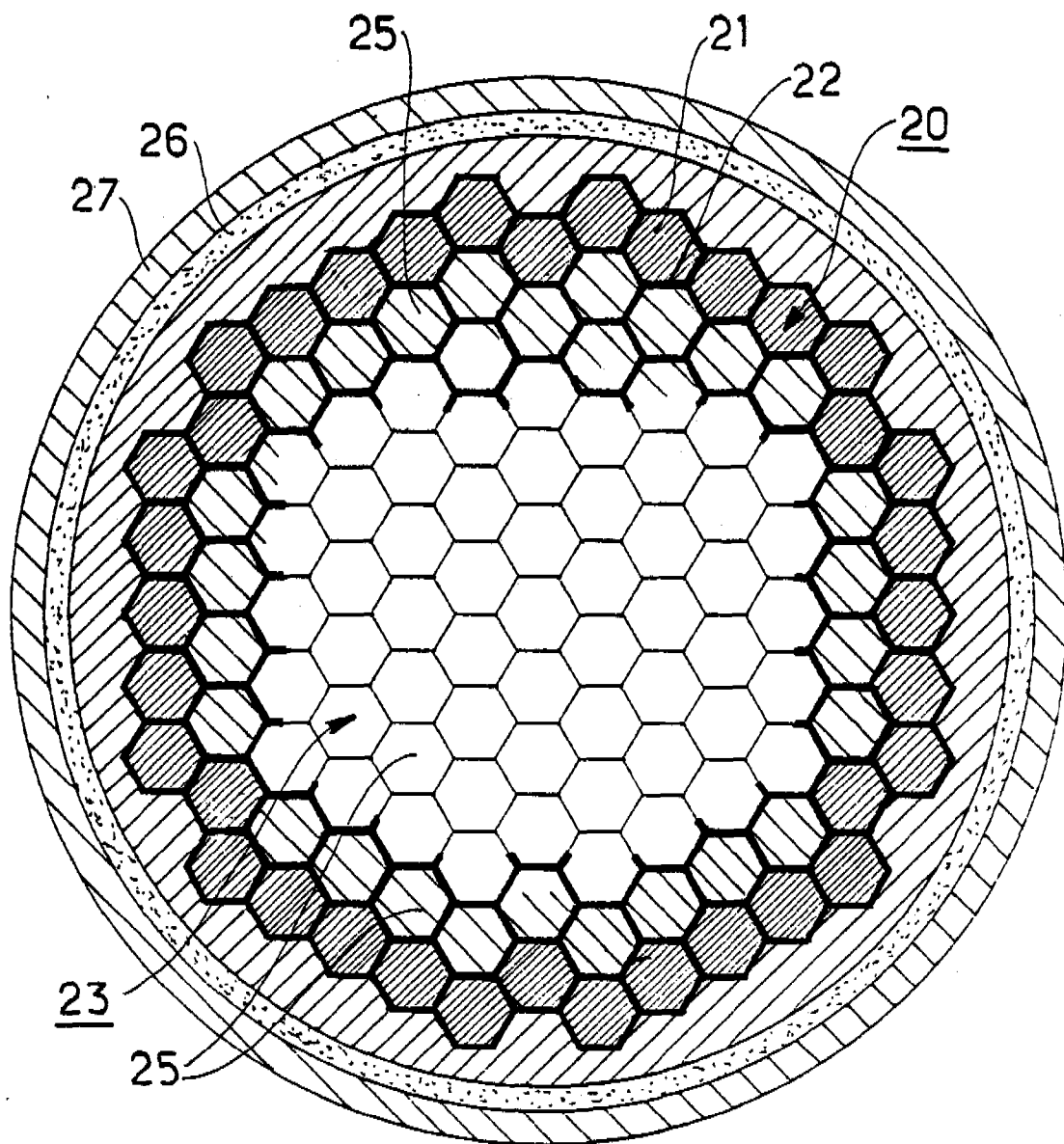


FIG.2



Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

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

FI _____

CH _____

DE _____

DK _____

FR 2305830

GB _____

NO _____

SE _____

US 3618205 (H01V 11/00)

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