



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**  
**UTLÄGNINGSSKRIFT** 75556

C (45) Patenti myönnetty  
Patent julkaistut 11 07 83

(51) Kv.lk./Int.Cl.<sup>4</sup> C 03 B 37/04 // D 01 D 5/18

## SUOMI-FINLAND

(FI)

**Patenti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patentihakemus - Patentansökning	831145
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	05.04.83
(23) Aikupäivä - Giltighetsdag	05.04.83
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	07.10.83
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.88
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	06.04.82
Ranska-Frankrike(FR) 8205920 Toteennäytetty-Styrkt	

(71) Isover Saint-Gobain, 18 avenue d'Alsace, Courbevoie, Ranska-Frankrike(FR)

(72) Jean Battigelli, Rantigny, Marie-Pierre Barthe, Gouvieux,  
Francois Bouquet, Rantigny, Ranska-Frankrike(FR)

(74) Berggren Oy Ab

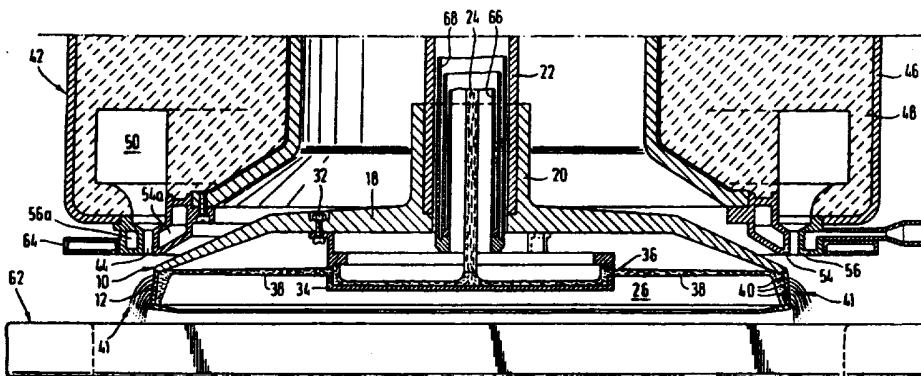
(54) Laite mineraalikuitujen valmistamiseksi lämpöplastisesta aineesta -  
Anordning för framställning av mineralfibrer utgående från ett termoplas-  
tiskt material

### (57) Tiivistelmä

Keksintö koskee kuitujenvalmistusmenetelmiä, joissa kuitu-  
aine lingotaan säikeinä (41) lingosta (10) ja säikeet (41)  
vedetään kaasuvirtauksen avulla.

Keksinnön mukaan käytetään linkoa (10), jonka läpimitta on  
yli 500 mm.

Toimittaessa keksinnön mukaisissa olosuhteissa paranee  
olennaisesti tuotteiden laatua tuotannon määrän su-  
pistumatta.



(57) Sammandrag

Uppfinningen avser ett förfarande för framställning av fibrer, varvid fibermaterial centrifugeras i form av strängar (41) ur en centrifug (10) och strängarna (41) utdrages med hjälp av en gasström.

I enlighet med uppfinningen användes en centrifug (10) med en diameter över 500 mm.

Genom att arbeta under betingelserna i enlighet med uppfinningen förbättras produkternas kvalitet väsentligen utan inskränkning av produktionsmängden.

Laite mineraalikuittujen valmistamiseksi lämpöplastisesta aineesta

Tämä keksintö koskee laitetta mineraalikuittujen valmistamiseksi lämpöplastisesta aineesta, jossa laitteessa on linko, joka pyörii olennaisesti pystysuoran akselin ympäri, laitteet lingon pyörittämiseksi, laitteet vedettävässä tilassa olevan sulan ainevirran ohjaamiseksi linkoon ja sen kuljettamiseksi lingon kehäseinämän sisäpinnalle, suuri määrä reikiä kehäseinämässä, joiden reikien läpi sula aine kulkeutuu muodostaen säikeitä, ja laitteet säikeiden vetämiseksi kuiduiksi, joihin laitteisiin kuuluu poltin, joka puhaltaa renkaanmuotoisen, kehäseinämän ulkopinnan viereen ja alaspäin suuntautuvan kaasusuihkun, jolla on korkea lämpötila ja joka myötävaikuttaa säikeiden pysymiseen vedettävässä tilassa niiden vetämiseen tarvittavan ajan.

Tämäntapaisia kuitujen valmistuslaitteita on käytetty teollisuudessa jo monia vuosia mineraalikuiduista valmistettujen eristystuotteiden valmistamiseen ja merkittävä osa nykyään valmistetuista tämältyyppisistä eristystuotteista tuotetaan juuri tätä tekniikkaa käyttäen. Tämän menetelmän eri suoritustymuotojen yksityiskohtia on kuvattu esimerkiksi US-patenttijulkaisuissa RE 24 708, 2 984 864, 2 991 507, 3 007 196, 3 017 663, 3 020 586, 3 084 381, 3 084 525, 3 254 977, 3 304 164, 3 819 345 ja 4 203 745, sekä SE-patentissa 412 378 ja FI-patenteissa 47 658, 54 097 ja 69 447.

Näissä laitteissa tarvitaan suuri määrä lämpöenergiaa, ensinnäkin lasin sulattamiseen ja toiseksi vetämiskaasusuihkun aikaansaamiseen. Energiansaannin epävarmuus ja korkea hinta ovat synnyttäneet lasikuitua olevien eristystuotteiden kasvavaa kysyntää, samalla kuin samat tekijät ovat aiheuttaneet näiden tuotteiden tuotantokustannusten voimakasta nousua.

Sen vuoksi onkin kaikin tavoin pyritty parantamaan edellä selitetyn kuitujen valmistusmenetelmän tuottoa tai käyttämään muita, korvaavia menetelmiä. Viime vuosina on esimerkiksi kehitetty mineraalikulitujen valmistusmenetelmä, jossa käytetään kuidun vetämistä vain keskipakovaikutuksen avulla, pääasiassa kaasusuihkulla vetämiseen tarvittavan enegiankulutuksen välttämiseksi.

Kuitujen valmistamista edellä yleisesti selitetyllä tavalla linkoamalla ja sen lisäksi kaasusuihkulla vetämällä pidetään kuitenkin ensisijaisena menetelmänä sekä siitä syystä, että tällä tavoin valmistetun kuitumaton laatu on erinomainen, että siitä syystä, että suurella osalla eristysaine-teollisuutta on tällä hetkellä laitteet, joilla tätä menetelmää voidaan käyttää. Siitä syystä jokainen parannus tähän menetelmään on erittäin tärkeä teollisuudelle. Seuraavasta selityksestä käy selville, että tämä keksintö merkitsee selviä parannuksia kuitujen valmistusmenetelmiin, joissa käytetään linkoamista ja kuitujen vetämistä kaasusuihkulla, sekä tuotteen laadun että tuotantomäärän ja -kustannusten osalta.

Koska kuitujen valmistaminen on käytännössä erittäin monimutkainen menetelmä, jolle on tunnusomaista, että siihen sisältyy hyvin paljon muuttuvia parametrejä, ei tässä ole tarpeen käsitellä näiden tunnettujen menetelmien monia yksityiskohtia, viitattakoon vain aikaisemmin tunnettuihin patenttijulkaisuihin. Tarkasteltakoon tässä kuitenkin muutamia aikaisemmin tunnettujen menetelmien aspektoja, erityisesti niitä tekijöitä, joiden osalta tämä keksintö eroaa selvästi aikaisemmin tunnetusta käytännöstä.

Monista tarkastelun ansaitsevista muuttujista lingon rakenne on erityisen tärkeä, jotta linkoamalla tapahtuva kuitujen valmistaminen voitaisiin suorittaa tyydyttävästi.

Kaasusuihkun lämpötila ja nopeus samoin kuin kaasusuihkun puhaltavien suuttimien järjestely ja suihkun suunta lingon

seinämiin nähden ovat nekin tärkeitä tekijöitä, jotta kuitujen vetäminen tapahtuisi parhaalla mahdollisella tavalla. Lingon käyttöikä on tärkeä tekijä erityisesti kun ajatellaan tämäntyyppisten linkojen suhteellisen lyhyttä käyttöikää ja lingon vaihtamisen erittäin korkeita kustannuksia. Muita tunnusmerkkejä, jotka koskevat tuotteiden laatua, esitetään edempänä keksinnön suoritus-esimerkkejä selitettäessä.

Lingot, joita käytettiin ensimmäisinä kuitujen vetämislaitteina linkoamalla ja kaasusuihkulla, olivat läpimitaltaan noin 200 mm. Myöhemmin todettiin, että tiettyä valmistustyyppiä olevassa ja määrätyn läpimitan omaavassa lingossa ei tuotosta eli sitä määrää minkä se vetää, ja joka normaalisti ilmaistaan tonneina valmiita kuituja päivässä, voitu lisätä ilman että kuidun laatu olisi vastaavasti heikentynyt. Edelleen todettiin, että myös käytäntö asetti rajat virtausmäärälle reikää kohti jotta kuidun laatu olisi pysynyt hyvänä. Kuitenkin taloudellinen välttämättömyys lisätä annetun linjan tuotantoa on tavallisesti aiheuttanut sen, että virtausmäärää on lisätty huolimatta tuotteen laadun heikkenemisestä. "Laatu" tässä yhteydessä tarkoittaa tuotteen painoa pinta-alayksikköä kohti, kun tuotteen lämpöresistanssi ja ominaispaksuus ovat määrättyt. Heikompilaatuinen tuote on näin ollen raskaampaa - vaikka sen eristyskyky on sama - kuin paremmanlaatuinen tuote. Heikompilaatuinen tuote on siis laadultaan heikompi, koska se edellyttää erityisesti suurempaa määrää lasia annettua pinta-alaa kohti ja näin ollen tietysti tämä tuote on kalliimpi valmistaa.

Yritykset virtausmäärän lisäämiseksi ovat suuntautuneet erityisesti lingon läpimitan suurentamiseen ensiksi 300 mm:iin ja aivan vasta 400 mm:iin.

Parannuksia onkin saatu aikaan, mutta läpimitan suurentaminen merkitsee samalla keskipakokiihdytyksen suurentamista. Vaikka suuret keskipakovoimat ovatkin tarpeen sulan aineen virtauksen aikaansaamiseksi lingon rei'istä ja siis esi-

säikeiden muodostamiseksi, suuret keskipakovoimat lyhentävät lingon käyttöikä.

Koska lingon kestoikä muuttuu itse asiassa käänteisesti keskipakokiihdytysvoimiin nähden, joille linko joutuu alttiiksi, on tähän asti katsottu aiheelliseksi olla liiaksi suurentamatta lingon läpimittaa, jotta sen kestoikä saataisiin pidentymään.

Toinen tärkeä tekijä näiden menetelmien kannalta on valmiiden kuitujen hienous (keskiläpimitta). On tunnettua että mitä ohuempia kuidut ovat määrätyllä kuitutiheydellä kuitumaton pinta-alayksikköä kohti, sitä parempi on maton lämpöresistanssi. Eristystuote, joka on tehty ohuemmista kuiduista voi näin ollen olla ohuempi - sen eristyskyvyn pysyessä samana kuin paksumman paksummista kuiduista valmistetun tuotteen. Tai yhtä hyvin ohuemmista kuiduista valmistetun tuotteen tiheys pinta-alayksikköä kohti voi olla pienempi kuin samanpaksuisen paksummista kuiduista valmistetun tuotteen ja sen eristyskyky on silti sama.

Koska eristystuotteita myydään tavallisesti niin että niiden lämmöneristyskyky (arvo R) minimipaksuisena on taattu, kuitujen ohuus on tärkeä tekijä määritettäessä tuotteen tiheyttä pinta-alayksikköä kohti, joka tunnetaan neliömetripainona. Ohuemmista kuiduista valmistetun eristeen neliömetripaino on pienempi ja tästä syystä sen valmistukseen tarvitaan vähemmän lasia, mikä puolestaan merkitsee säästöä tuotantokustannuksissa.

Talouden kannalta katsottuna kuitujen hienous, kuten muutkin tekijät, on kuitenkin tavallisesti kompromissi. Tiedetään nimittäin, että hienompia kuituja saadaan suuremmilla suihkunopeuksilla ja/tai käyttämällä kovempia lasiyhdisteitä toisin sanoen sellaisia, jotka saadaan sopivan juokseviksi matalammissa lämpötiloissa. Kaasusuihkun puhallusnopeuden lisääminen aiheuttaa välittömästi energiaskustannusten nousua ja kovemmille laseille on ominaista, että ne

sisältävät aineksia, jotka ovat kalliita ja lisäksi tavallisesti ympäristöä saastuttavia.

Kuitujen hienous, joka voidaan ilmaista kuitujen läpimittana mikroneina ja joka edustaa mitattujen kuitujen läpimittojen aritmeettista keskiarvoa, ilmaistaan kätevästi myös kuidun hienousindeksillä, jota sanotaan "micronaireksi". Micronaire mitataan seuraavasti. Etukäteen määrätty määrä mitattavaa näytettä, esimerkiksi 5 g kuituja, pannaan tietyn tilavuuden omaavaan kammioon niin että se muodostaa esteen, jonka läpi ilma virtaa tämän kammion kautta määrättyllä paineella. Tutkittavan näytteen läpi virtaavan ilman virtausmäärä riippuu kuidun hienoudesta. Juuri tämä virtausmittarilla saatu mittausarvo on kuidun micronaire (ohuus mikroneissa).

Yleensä mitä hienompia kuidut ovat, sitä suuremman esteen ne asettavat ilman virtaukselle tutkittavassa näytteessä. Tällä tavoin saadaan selville tutkittavan näytteen kuitujen keskimääräinen hienous. Esimerkiksi kuitujen, joiden keskiläpimitta on 4 mikrometriä, micronaire on noin 2,9 5 g:ssa kuituja ja kuitujen, joiden keskiläpimitta on 12 mikrometriä, micronaire on noin 6,6 5 g:ssa kuituja.

Kuitumaton eristysarvo ei riipu yksinomaan kuitujen hienoudesta. Tavalla, jolla kuidut kerrostuvat vastaanottokuljettimelle, ennen kaikkea niiden jakautumisen tasaisuudella, sekä kuitujen suunnalla eristystuotteessa on myös tärkeä merkitys.

Kuitupatjan lämpöresistanssi vaihtelee sen mukaan, missä suunnassa kuidut ovat mitattuun lämpövirtaukseen nähden, resistanssin ollessa suurempi silloin, kun kuitujen suunta on kohtisuora lämpövirtauksen suuntaan nähden. Niinpä jotta eristepatjan lämmönvastus saataisiin mahdollisimman suureksi, kuitujen suunnan pitäisi mahdollisimman hyvin olla samansuuntainen vastaanottokuljettimen ja muodostuvan kuitupatjan tason kanssa. Koska vastaanottokuljettimen yläpuolella

syntyy voimakasta pyörteilyä, kuitujen suunnan valvonta on vaikeaa. Tällä vyöhykkeellä pyritäänkin pääasiassa saamaan kuidut jakautumaan suhteellisen tasaisesti kuljettimen leveys-suunnassa. Jotta kuidut laskeutuisivat samansuuntaisesti kuljettimen kanssa, on kuitenkin edullista, että kuidut ovat pitkiä.

Esimerkiksi edellä mainitussa patentissa FI-69 447 selostetaan sellaisten linkojen käyttöä, joiden halkaisija on 400 mm (tai voi maininnan mukaan olla jopa 500 mm, joskaan tarkempia esimerkkejä tästä ei ole esitetty), jolloin tarkoituksena on nimenomaan tuotannon lisääminen.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on edellä selostetuista vaikeuksista huolimatta parantaa kuitujen ominaisuuksia, erikoisesti kuitumaton lämmöneristystä, sellaisissa oloissa, jotka eivät ole valmistuslaitteiden kestoian kannalta epäedullisia.

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on keksinnölle tunnusomaista se, että lingon läpimitta on välillä 550 ja 1500 mm ja että laitteessa on käyttövälineet, jotka käyttävät linkoa sellaisella nopeudella, että lingon kehä tulee keskipakokiihtyvyyden alaiseksi, joka on välillä 4000 ja 20000 m/s<sup>2</sup>, edullisesti 6 000-16 000 m/s<sup>2</sup>.

Kun siirrytään 400 mm:n läpimittaisesta lingosta 600 mm:n linkoon, pyörintänopeutta vähennetään niin, että lasiin ja lingon seinämään kohdistuvat keskipakokiihdytysvoimat ovat tavanomaisissa rajoissa, jollin kuidutettavan aineen syöttö reikiin ja seinämän rakenteeseen kohdistuvat rasitukset eivät paljонkaan eroa tunnetusta tekniikasta.

Keksinnön mukaan lingon läpimitta on edullisesti 600-1000 mm. Lisäksi on edullista, jos polttimen suutin on sen muotoinen ja -kokoinen, että se puhaltaa kaasusuihkua, jonka lähtöpaine on välillä 100-900 vesipatsasmillimetriä, edullisesti 200-600 vesipatsasmillimetriä.

Seuraavassa on yksityiskohtainen selitys laitteista, joita käytetään suoritusarvojen parantamiseksi sekä selitys eräistä valmiin tuotteen ominaisuuksista.



Vaikka kaikin tavoin on yritetty eritellä pääasialliset tekijät, jotka vaikuttavat suurempiläpimittaisen lingon suoritusarvojen paranemiseen, tähän mennessä ei ole pystytty tekemään täydellisiä ja täsmällisiä johtopäätöksiä.

Tässä selityksessä esitetyt teoreettiset selitykset on katsottava yhdeksi vielä mitä laajimmin kokeellisesti varmistettavaksi yritykseksi selvittää tätä asiaa eivätkä ne rajoita keksintöä.

Kuvio 1 on osittainen pystyleikkauskuva keksinnön mukaisesta lingon ja polttimen muodostamasta kokonaisuudesta.

Kuvio 2 on kaavamainen pystysuora leikkauskuva, joka esittää tavallisen pieniläpimittaisen lingon ja kuidun vastaanotto-  
kuljettimen toimintaa; tämä kuva on pituussuunnasta kuljettimeen nähden ja se osoittaa kuitujen jakautuvan epätasaisesti ja niiden laskeutuvan sattumanvaraisessa suunnassa kuljettimelle, kun kuitujen jakautumista säätelevää järjestelmää ei ole.

Kuvio 3 on samantapainen kuva kuin kuvio 2, mutta se esittää keksinnön mukaisesti toimivaa suurempiläpimittaista linkoa ja osoittaa, että kuidut jakautuvat suhteellisen tasaisesti kuljettimelle.

Kuvio 4 on kaavamainen tasokuva, joka esittää useita linkoja ja niiden sijoittelua kuljettimeen nähden.

Kuvio 5 on kaavamainen sivukuva kuvion 4 mukaisesta laitteesta.

Kuvio 6 on graafinen kaavio, joka osoittaa miten valmiin kuituhuovan tiheys pinta-alayksikköä kohti muuttuu käänteisesti lingon läpimittaan nähden eri hienouksilla.

Kuvio 7 on graafinen kaavio, joka osoittaa energiankulutuksen suhteessa lingon läpimittaan, kun kuidut on valmistettu vakiokeskipakokiihdytyksellä.

Piirustuksissa ja erityisesti kuviossa 1 esitetään keksinnön mukainen kuidutusvyöhyke, joka käsittää lingon 10, jossa on

kehäseinämä 12 ja niskaosa 18. Linko 10 on sovitettu kappa-  
leella 20 pystysuoraan akseliin 22. Pyöritettävää akselia  
22 kannattavat sinänsä tunnetulla tavalla sopivat runkoon  
kiinnitetyt laakerit ja akselin pyörintä määrätyllä nopeu-  
della aikaansaadaan sähkömoottorin ja hihnavedon avulla.  
Akselin kiinnitys ja käyttölaitteet ovat sinänsä tunnetut  
eikä niitä sen vuoksi ole esitetty tässä.

Akseli 22 on ontto, joten sula ainevirta 24 pääsee virtaa-  
maan sen läpi koriin 26, joka on kiinnitetty varren alapään  
alle mutterein 32.

Kori 26 käsittää sylinterimäisen seinämän 34, joka on varus-  
tettu lukuisilla rei'illä 36, joiden läpi sula lasi tunkeu-  
tuu keskipakovoiman vaikutuksesta säikeinä, jotka suuntau-  
tavat lingon kehäseinämän 12 sisäpintaa vasten. Suuri määrä  
lingon kehäseinämässä 12 olevia reikiä 40 muuttaa sulan la-  
sin lukuisiksi säikeiksi 41 sitä mukaa kun sula aine tun-  
keutuu reikien läpi keskipakovoiman vaikutuksesta.

Lingon seinämän yläpuolelle on sovitettu poltin 42, jossa  
palaminen tapahtuu polttimen sisässä, ja se käsittää suutti-  
men 44, joka muodostaa renkaanmuotoisen suihkun lingon ke-  
häseinämän 12 yläpuolelle. Seinämän 12 vieressä oleva ren-  
kaanmuotoinen kaasusuihku tempaa rei'istä 40 tulevat lasi-  
säikeet 41 mukaansa ja venyttää niitä. Poltin 42 käsittää  
metallirungon 46, jonka sisällä on tulenkestävä vaippa 48,  
joka rajaa sisäänsä renkaanmuotoisen polttokammion 50, jo-  
hon johdetaan ilman ja polttoaineen seosta. Suutin 44 on  
yhteydessä polttokammioon 50 ja se muodostuu putken 54  
sisä- ja ulkoreunasta 54 ja 56. Nämä reunat 54 ja 56 käsit-  
tävät sisä- ja vastaavasti ulkojäähdytyskierrot 54a ja 56a,  
joihin syötetään jäähdytysnestettä, kuten esimerkiksi vettä.

Jotta lingon ja kuitujen lämpötila saadaan pysymään tasai-  
sena vetämisen aikana, aivan lingon alapuolelle ja saman-  
keskisesti sen kanssa on sovitettu suurtaajuusinduktioläm-

mitin 62. Sen sisäläpimitta on hieman suurempi kuin lingon, jottei se pääse koskettamaan renkaanmuotoisen kaasusuihkun mukanaan kuljettamaa alaspäin tulevaa kuituvirtaa.

Apusuihku saadaan aikaan renkaanmuotoisella puhalluskehällä 64, joka on sovitettu polttimen reunojen ulkopuolelle ja liitetty painekaasulähteeseen kuten ilma-, höyry- tai polttoainelähteeseen.

Ontossa akselissa 22 on useita samankeskisissä kiinteitä putkia. Sisin näistä putkiparista rajaa renkaanmuotoista jäähdytyskanavaa 66, jossa virtaa jäähdytysnestettä, kun taas uloin pari rajaa renkaanmuotoista kanavaa 68, jossa polttoaineseos pääsee kulkemaan ja syttymään korin 26 esilämmittämiseksi ennen lingon käynnistämistä.

Lingon ja kaasusuihkun muodostamat kuidut menevät vastaanottotilaan tai vastaanottokaappiin 70 ja sieltä ne laskeutuvat patjana 71 rei'itetyille kuljettimelle 72, kuten kuvioissa 2, 3 ja 5 on kaavamaisesti osoitettu. Kuljettimen alla oleva imulaatikko 74 ilmee tavanomaiseen tapaan suuren kaasumäärän, joka kulkee kuljettimen läpi.

Kuten kuvioissa 4 ja 5 on esitetty, käytetään useita kuidutuskoneita, joissa kussakin on linko 10, tavanomaiseen tapaan kuitupatjan 71 muodostamiseen ja keksinnön mukaisen edullisen järjestelyn mukaan nämä laitteet on sovitettu riviin pitkin kuljettimen 72 pituusakselia. Teollisuudessa käytetyssä laitteistossa linkoja, jotka ohjaavat kuidut kuljettimelle, on tavallisesti kuusi tai enemmän.

Mitä tulee mainitun laitteiston toimintaan, korin 26 käsittävä linko 10 esilämmitetään tavanomaiseen tapaan käyttämällä hyväksi palamiskaasuja, jotka tulevat kanavan 68 kautta, polttimen 50 lämpöä, lämmityskehää 62 ja samantapaisia mahdollisesti tarvittavia lisälähteitä.

Kun linko pyörii ennalta määrätyllä nopeudella ja poltin on säädetty niin, että se aikaansaa kammioon paineen, joka antaa kaasusuihkulle riittävän nopeuden, jotta se aikaansaa kuitujen halutun venytysasteen ja hienousasteen, sula ainevirta 24 tulee lingon onttoon akseliin 22 esikuumennusahjosta tai mistä tahansa muusta sulan lasin lähteestä, joka on sijoitettu lingon yläpuolelle. Sulan lasivirran tullessa koriin 26 se virtaa korin pohjalle keskipakovoiman vaikutuksesta ja tunkeutuu korin rei'istä 36 lasivirtoina 38, jotka suuntautuvat kohti lingon kehäseinämää 12.

Seinämään 12 kohdistuvan voimakkaamman keskipakovoiman vaikutuksesta lasi tunkeutuu kehäseinämän monista pienistä rei'istä 40 seinämän ulkopuolelle monen monina säikeinä 41, jotka joutuvat välittömästi seinämän ulkopuolelle suunnatun polttimesta, jossa palaminen tapahtuu polttimen sisällä, tulevan kaasusuihkon aikaansaaman venytysvaikutuksen alaiseksi. Lasisäikeet 41 pysyvät venytettävässä tilassa kaasusuihkon korkean lämpötilan ansiosta riittävän kauan, jotta ne saadaan vedetyiksi kuiduiksi. Vedettyjen kuitujen hienous säädetään erityisesti säätämällä kaasusuihkon nopeutta, joka puolestaan riippuu polttimen paineesta. Lisäämällä polttimen painetta ja kaasupuhalluksen nopeutta saadaan aikaan voimakkaampi venytys ja siten hienompia kuituja.

On kuitenkin huomattava, että venytysvoimakkuuden lisääminen ei välttämättä merkitse sitä, että kuiduista valmistettujen tuotteiden laatu paranisi kokonaisvaltaisesti. Kun kaasujen aikaansaama venytys on liian voimakas, kuitujen laatu on tavallisesti heikompi.

Vedettyjen kuitujen virran lisäksi vastaanottotilaan tai -kaappiin 70 ohjataan suuret määrät ilmaa, kuten vastaanottokammion yläosaan merkityt nuolet osoittavat. Ilman johtaminen tähän tilaan ja kuitujen nopeuden nopea hidastuminen vastaanottotilan sisässä aikaansaavat sen, että kuituverho laajenee voimakkaasti ja edempänä yksityiskohtaisem-

min selitetyistä syistä ne aikaansaavat kuitujen paremman jakautumisen valmistuvan tuotteen sisässä ja kuljettimen leveydelle. Lisäksi todetaan pyörteilyn vähenevän kuljetinvyöhykkeessä, minkä ansiosta kuitujen suunta pysyy parempana kuitumaton muodostusvaiheessa, jolloin kuitumaton lämmöneristysominaisuudet ovat paremmat. Sideainetta suihkutetaan vedetyille kuiduille vastaanottotilan yläosasta tavanomaiseen tapaan. Kuvioiden 2-5 yksinkertaistamiseksi niistä on jätetty pois sideaineen levittämiseen tarvittavat laitteet.

Lingon läpimitta on tärkeä tekijä tässä menetelmässä.

Suurimpien linkojen, joita käytetään teollisuudessa menetelmissä, joissa kuidut vedetään lingon ja kaasusuihkun avulla, läpimitat ovat tähän asti olleet 400 mm:n luokkaa. Lingon läpimitan suurentamista ei ole pidettu edullisena erityisesti niiden vaikeuksien vuoksi, joita se saattaisi aiheuttaa ennen kaikkea lingon kestoiän kannalta.

Nyt on todettu, että suurentamalla huomattavasti lingon läpimittaa voidaan valmistaa paremmanlaatuisia eristehuopia ilman että lingon kestoikä siitä merkittävästi alenisi.

Erinomaisiin tuloksiin on päästy käyttäen 600 mm:n linkoa ja läpimitaltaan suurempiakin linkoja voidaan hyvin käyttää. Keksinnön mukaiset edut saadaan lingoilla, joiden läpimitta on yli 500 mm ja noin 550 - 1500 mm. Kaikkein edullisin alue on 600 - 1000 mm.

Kun valitaan lingon pyörimisnopeudeksi sellainen nopeus, joka aikaansaa keskipakokiihtyvyysoimia, jotka eivät liiaksi eroa pienempien linkojen yhteydessä tavallisesti käytetyistä nopeuksista (esimerkiksi 8000 - 14 000 m/s<sup>2</sup>) ei lingon käyttöikä juurikaan muutu.

Tässä keksinnössä tarkastellaan lingon pyörimisnopeutta, joka edellä kuvatun parhaan läpimitta-alueen huomioiden ai-

kaansaa kehäseinämään keskipakokiihtyvyyden, joka sijoittuu alueelle noin 4000 - 20 000 m/s<sup>2</sup>. Keskipakokiihtyvyys sijoittuu mieluiten alueelle noin 6000 - 16 000 m/s<sup>2</sup>.

Kuviossa 6 on esitetty tulokset, jotka saatiin eriläpimittaisilla lingoilla vakiokiihtyvyydellä, joka oli noin 1000 m/s<sup>2</sup>. Huovan laatu, joka tässä ilmaistaan kuitutiheyden käänteisarvona pinta-alayksikköä kohti, micronairen ollessa 2,5, 3,0, 3,5 ja 4,0 (5 g:n näytteessä) paranee selvästi, kun lingon läpimitta on yli 500 mm, kuten graafisessa kaaviossa käyrän jyrkkyyden selvä muutos osoittaa.

Neliömetripainon ero eristyskyvyn pysyessä samana on sitä suurempi suuriläpimittaisilla lingoilla valmistetuissa tuotteissa, mitä hienompia kuidut ovat, toisin sanoen mitä pienempi on micronaire F. Näin siis läpimitaltaan yli 500 mm:n linkojen käyttö on sitä edullisempää, mitä hienompia kuidut ovat.

Kun micronaire on 2,5 5 g:n näytteessä, parannus on erittäin tuntuva. Todetaankin esimerkiksi, että siirryttäessä 400 mm:n lingosta 600 mm:n linkoon saadaan jo 5 %:n pienentymä neliömetripainoon.

Kuvio 6 osoittaa lisäksi, että nämä parannukset eivät olleet ennaltanähtävissä aikaisemmin tunnetuilla lingoilla saatujen tulosten perusteella. Käyrät nimittäin nousevat olennaisesti vasta 400 mm:n jälkeen. Pienempien arvojen kohdalla läpimitan suurenemisesta ei seuraa muutoksia, jotka voitaisiin havaita tai jotka olisivat merkittäviä ottaen huomioon mitausten tarkkuuden.

Ottaen huomioon edellä mainitut edullisimmat läpimitat ja keskipakokiihtyvyydsarvot lingon kehänopeus on mieluiten noin 50-90 m/s. Edullisesti kehänopeus on 55-75 m/s.

Toinen tekijä, jolla on suuri merkitys kuitujen valmistuk-

sessä, on polttimen paine, jonka säätäminen vaikuttaa suoraan kuidun hienouteen ja josta riippuu myös menetelmän vaatiman energian kulutus.

Kun käytetään kuvion 1 mukaista poltinta, polttimen paine on edullisesti alueella noin 100-900 vesipatsasmillimetriä ja mieluiten 200-600 vesipatsasmillimetriä. Nyt on todettu, että syistä, joita ei ole toistaiseksi pystytty täysin selvittämään, polttimen paine, joka tarvitaan määrätyn hienouden omaavan kuidun aikaansaamiseen, pienenee sitä mukaa kuin lingon läpimitta suurenee, vaikka keskipakokiihtyvyys ei kasvaisikaan. Tämä seikka saattaa olla eräs syistä, jotka aikaansaavat kuidun laadun todetun paranemisen suurempiläpimittaisia linkoja käytettäessä. Polttimen pienempi paine itse asiassa pienentää vaaraa, että kuitu katkeaisi vetämiskaasuvirtauksen vaikutuksesta.

Voidaan myös ajatella, että heikommassa kaasuvirtauksessa kuitujen toisiinsatörmäämistä tai liimautumisvaara olisi pienempi. Keksinnön mukaan tällöin saataisiin pitempiä ja säännöllisempiä kuituja.

Kuitujen laadun paraneminen saattaisi siis, kuten edellä mainittiin, johtua siitä, että annetun eristysominaisuuden ja hienouden aikaansaamiseksi tarvitaan pienempi neliömetripaino.

Polttimen paineen alenemisen seurauksena on lisäksi se, että samaa kuitumäärää kohti kuluu vähemmän energiaa.

Tätä asiaa koskevien tutkimusten tulokset, jotka on esitetty kuviossa 7, osoittavat energiankulutuksen supistuvan voimakkaasti, kun lingon läpimitta suurenee. Tässä graafisessa kaaviossa esiintyvä käyrä on saatu olosuhteissa, joissa vakiokiihtyvyys on  $10\ 000\ \text{m/s}^2$ . Näissä kokeissa reikien tiheys linkojen seinämässä, reikien läpimitat, virtaama reikää kohti ja valmiiden kuitujen hienous ovat samat.

Kuvion 7 graafinen kaavio vastaa erittäin hienojen kuitujen (micronaire 3 5 g:n näytteessä) valmistusta. Todetaan erityisesti, että keksinnön mukaisissa olosuhteissa, toisin sanoen käytettäessä linkoja, joiden läpimitta on yli 500 mm, lämmönkulutus on alle 1500 kcal/kg, kun se on esimerkiksi 1750 kcal/kg kuituja, jotka on valmistettu 300 mm:n lingolla.

Huomattakoon, että lämmönkulutus, joka on tarpeen vetämis-kaasusuihkun aikaansaamiseksi, edustaa kuitujen valmistuksessa merkittävintä osaa energiankulutuksesta. Sen osuus on lähes neljä viidesosaa energian kokonaiskulutuksesta. Tämän kulutuksen supistuminen on siis erittäin merkittävä tuotantokustannusten kannalta.

Korostettakoon vielä kerran, että jos samoilla lämmönkulutusarvoilla saadaankin samanlaatuista kuitua, tuotantomäärät eivät kuitenkaan ole samat. Niinpä olosuhteissa, joissa saadaan laadultaan samanarvoisia kuituja, 300 mm:n, 400 mm:n ja 600 mm:n läpimittaiset lingot tuottavat vastavasti 10, 13,5 ja 20 tonnia kuituja päivässä. Energiankulutuksessa tapahtuva säästö tulee siis vielä sen säästö lisäksi, joka saadaan tuotannon lisääntymisestä.

Polttimen suutinaukon 44 leveys on edullisesti noin 5-20 mm ja mieluiten noin 8 mm. Polttimen lämpötila on mieluiten noin 1300-1700°C ja edullisimmin noin 1500°C.

Keksinnön tarkoittamia linkoja käytettäessä on todettu, että niillä voidaan kuidut saada jakautumaan tasaisemmin kuljettimelle ja samoin kuitujen suunta kuitumatossa on parempi näillä lingoilla.

Erilaisia mittauksia suoritettiin tuotteista, jotka on valmistettu aikaisemmin tunnettujen menetelmien mukaan, ja toisaalta tuotteista, jotka on valmistettu tämän keksinnön mukaisella menetelmällä.



Kuitujen jakautumista valmiin tuotteen sisässä voidaan mitata usealla eri tavalla. Eräs yksinkertaisimmista mittaus-tavoista on se, jossa tuote leikataan pieniksi suuntaissärmiöiksi tai "kuutioiksi" (mitoiltaan esimerkiksi 25 x 25 x 45 mm), jotka punnitaan erikseen. Eri painot, jotka voidaan ilmaista paikallisina massatiheyksinä suhteessa kunkin "kuution" painopisteeseen, antavat kolmiulotteisen kuvan kuitujen jakautumisesta. Jotta vertailu kävisi mukavammin, lasketaan jakauman muuttumiskerroin  $C_V$  neliöllisen poikkeaman (neliöjuuri poikkeamien neliöiden keskiarvosta) suhteesta "kuutioiden" painojen keskiarvoon.

Niinpä esimerkiksi havaittiin erittäin merkittävä poikkeama aikaisemmin tunnetuilla menetelmillä valmistettujen tuotteiden ( $C_V = 6,1 \%$ ) ja keksinnön mukaisella menetelmällä valmistettujen tuotteiden välillä ( $C_V = 2,6 \%$ ). Kuitujen jakautuminen tutkituissa näytteissä on siis aivan olennaisesti parempi keksinnön mukaisissa olosuhteissa valmistetuissa tuotteissa.

Mitä tulee kuviossa 3 esitettyyn keksinnön mukaiseen esimerkkiin, lingon suhteellisen suurä lämpimitta aakaansaa kuitukerroksen, joka levittäytyy hyvin ennen joutumistaan kuljettimelle. Kun kuvion esittämässä suoritusmuodossa kuljetin ei ole kovin leveä, kuitukerros peittää kuljettimen koko leveyden. Kerroksen reunalla olevat kuidut törmäävät vastaanottokaapin 70 sivuseinämiin ja ohjautuvat uudelleen sisäänpäin, jolloin saadaan paksuudeltaan suhteellisen tasainen matto 71. Kuidut laskeutuvat vain hyvin pienen pyörteilyn saattamina ja sen seurauksena niiden suunta on suureksi osaksi sama kuin kuljettimen suunta.

Vastakohtana edelliselle kuviossa 2 on esitetty esimerkki aikaisemmin tunnetuista menetelmistä. Muiden olosuhteiden paitsi lingon läpimitan ollessa samat kuitukerros on liian kapea ulottuakseen kaapin seinämiin. Kuidut laskeutuvat suureksi osaksi keskelle kuljetinta. Syntyy matto, joka ei

ole tasainen, vaan paksu keskeltä ja ohut reunoilta. Toisaalta päinvastoin kuin silloin, kun käytetään läpimitaltaan suurta linkoa, kuten kuviossa 3, tässä syntyy voimakasta pyörteilyä kuitukerroksen reunaosissa lähellä kuljettinta; tämän pyörteilyn vaikutuksesta kuidut laskeutuvat kuljettimelle täysin sattumanvaraisesti ja kuitujen suunta on selvästi vähemmän sama kuin kuljettimen, kuin mitä se oli käytettäessä keksinnön mukaista laitetta ja menetelmää.

Edellä mainitut kuitujen jakautumiseen liittyvät vaikeudet ovat tavallisia ja erilaisia menetelmiä onkin aikaisemmin ehdotettu jakautumisen parantamiseksi.

Jos käytetään leveitä kuljettimia, voidaan poikkisuuntaan sovittaa kaksi, kolme ja useampiakin kuidutuslaitteita poikkisuunnassa kuljettimeen nähden, mutta vaikka tämä järjestely teoriassa mahdollistaisikin tasaisen jakautumisen, sen merkittävänä haittapuolena on, että kun yksi yksikkö joudutaan pysäyttämään esimerkiksi lingon vaihtamisen ajaksi, tämän pysäyttämisen synnyttämä epätasaisuus jakautumisessa aiheuttaa sen, että kaikkien muiden yksikköjen tämän toimenpiteen pysäyttämisen aikana valmistama tuote joudutaan kokonaisuudessaan hylkäämään. Sen vuoksi kuidutusyksiköt järjestetään mieluummin yhteen, kuljettimen liikesuunnan kanssa samansuuntaiseen riviin, sillä tällöin yhden yksikön pysähtyminen ei aiheuta merkittäviä muutoksia kuitujen jakautumiseen ja valmistusta voidaan jatkaa keskeytymättä, tuotannon vähentyessä vain yhden pysähtyneen yksikön osalta.

Tällä tavalla järjestettyjen kuidutusyksikköjen yhteydessä käytetään erilaisia apulaitteita, joilla kuitujen jakautumista yritetään saada tasaisemmaksi. Näistä keinoista mainittakoon esimerkiksi vastaanottokaapin sivuille sovitettut puhaltimet (US-patenttijulkaisu 3 030 659), heiluri- tai vuoropuhaltimet tai ilman sisääntuloa säätelevät ohjausventtiilit (US-patenttijulkaisu 3 255 943), heilurinormit kuitu-

harsoa varten (US-patenttijulkaisu 3 830 638) ja kuidutuslaitteen edestakaisin liikerata (US RE 30 192). Vaikka näillä laitteilla saataisiinkin kuidut jakautumaan paremmin, ne synnyttävät tavallisesti suurempaa pyörteilyä vastaanottotilaan, jolloin kuitujen suunta kuitumatossa tulee entistä huonommaksi. Koska kuitujen suunta on äärimmäisen tärkeä kuiduista valmistetussa eristeaineessa, sillä parhaat eristysominaisuudet saadaan, jos kuidut ovat samansuuntaisina kuljettimen liikesuunnan kanssa, on suositeltavaa pidättäytyä mahdollisimman tarkkaan näiden jakautumista parantavien lisälaitteiden käytöstä. Tästä syystä keksinnön mukaan suurempia linkoja käyttämällä saatava laajempi kuituharso on tärkeä tekijä mahdollisimman hyvälaatuisen kuitumaton aikaansaamiseksi. Lisäksi tämän keksinnön avulla voidaan vähentää tai, jos valmistetaan kapeita kuitumattoja, poistaa kokonaan kuitujen jakautumista parantavat lisälaitteet ja säästää näin niiden toimintakustannuksia.

Kuituharson laajuus on kuljettimen tasolla huomattavasti suurempi kuin se laajuus, jonka voisi ajatella aiheutuvan yksinomaan sen lähtötason läpimitan, toisin sanoen lingon läpimitan, suurentumisesta.

Voidaan havaita, että kuituharson muoto on heti lingon alla edullisempi kuviossa 3 kuin kuviossa 2, sillä kuvion 3 harso supistuu kasaan suhteellisen vähän lingon alla, kun sen sijaan kuvion 2 harso on olennaisesti kaventunut tässä vyöhykkeessä.

Seuraavaan taulukkoon on koottu esimerkkejä keksinnön eri suoritusmuodoista. Esimerkki I, joka ei vastaa keksinnön mukaisia olosuhteita, on siinä vertailuesimerkkinä.

	Esimerkki n:o			
	I	II	III	IV
Lingon läpimitta (mm)	400	600	800	1000
Lingon tuotto (t/päivä)	20	20	20	20
Polttimen nokan leveys (mm)	7,7	7,7	7,7	6,5
Polttimen paine (vesipatsasmillimetriä)	430	350	400	420
Polttimen lämpötila (°C)	1500	1500	1500	1500
Hienous (micronaire 5 g:n näytteessä)	4,2	3,5	3,0	2,5
Neliömetripaino $\text{g/m}^2$ kun $R=2 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{K/w}$ $297 \text{ } ^\circ\text{K}$	1180	990	880	720
Ominaispaksuus (mm)	90	90	90	90

Nämä esimerkit osoittavat, että samalla 20 tonnin/päivä tuotoksella keksinnön mukaisesti valmistetut tuotteet ovat olennaisesti parempia.

Vertailtaessa esimerkkejä I ja II todetaan, että kun lämpöresistanssi on sama, neliömetripaino on pienempi keksinnön mukaisesti valmistetuissa tuotteissa, ja myös, että paine ja siten myös energiankulutus ovat nekin pienemmät.

Esimerkki III vastaa samanlaisia olosuhteita kuin esimerkki II, mutta siinä lingon läpimitta on vielä suurempi. Tässä esimerkissä kuidut ovat vielä hienompia ja samanaikaisesti neliömetripaino on edelleen pienempi.

Esimerkki IV on toinen esimerkki, jossa lingon läpimitta on vielä suurempi. Tämän esimerkin mukaan valmistettujen tuotteiden hienousluku ja neliömetripaino ovat erityisen pienet, toisin sanoen kuidut ovat erittäin hienoja ja kuitutiheys, joka tarvitaan annetun lämpöresistanssin aikaansaamiseen, on erittäin pieni.

Patenttivaatimukset

1. Laite mineraalikulitujen valmistamiseksi lämpöplastisesta aineesta, jossa laitteessa on linko (10), joka pyörii olennaisesti pystysuoran akselin (22) ympäri, laitteet lingon pyörittämiseksi, laitteet vedettävässä tilassa olevan sulan ainevirran (24) ohjaamiseksi linkoon ja sen kuljettamiseksi lingon kehäseinämän sisäpinnalle, suuri määrä reikiä (40) kehäseinämässä, joiden reikien läpi sula aine kulkeutuu muodostaen säikeitä (41), ja laitteet säikeiden vetämiseksi kuiduksi, joihin laitteisiin kuuluu poltin, joka puhaltaa renkaanmuotoisen, kehäseinämän ulkopinnan viereen ja alaspäin suuntautuvan kaasusuihkun, jolla on korkea lämpötila ja joka myötävaikuttaa säikeiden pysymiseen vedettävässä tilassa niiden vetämiseen tarvittavan ajan, **tunnettu** siitä, että lingon läpimitta on välillä 550 ja 1500 mm ja että laitteessa on käyttövälineet, jotka käyttävät linkoa sellaisella nopeudella, että lingon kehä tulee keskipakokiihtyvyyden alaiseksi, joka on välillä 4000 ja 20000 m/s<sup>2</sup>, edullisesti 6 000-16 000 m/s<sup>2</sup>.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että lingon (10) läpimitta on 600-1000 mm.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että polttimen suutin on senmuotoinen ja -kokoinen, että se puhaltaa kaasusuihkua, jonka lähtöpaine on välillä 100-900 vesipatsasmillimetriä, edullisesti 200-600 vesipatsasmillimetriä.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen laite, **tunnettu** siitä, että polttimen lämmönkulutus sellaisia kuituja valmistettaessa, joiden micronaire-arvo on 3/5 g:n näytteessä, on vähemmän kuin 1500 kcal valmistettua kuitukiloa kohti.

Patentkrav

1. Anordning för framställning av mineralfibrer utgående från ett termoplastiskt material, innefattande en centrifug (10) som roterar runt en väsentligen vertikal axel (22), organ för att försätta centrifugen i rotation, organ för att leda en ström (24) av smält material i dragbart tillstånd till centrifugen och matning av detta till innerytan av periferiväggen hos centrifugen, ett stort antal öppningar (40) genom periferiväggen, genom vilka det smälta materialet passerar och bildar filament (41), och organ för dragning av dessa filament till fibrer, vilka organ innefattar en brännare, som avger en nedåt riktad ringformig gasstråle intill det yttre partiet av periferiväggen, vilken gasstråle har en förhöjd temperatur som bidrar till att bibehålla filamenten i dragbart tillstånd under tillräcklig tid för dragningen, **kännetecknad** av att centrifugens diameter uppgår till mellan 550 och 1500 mm och att anordningen uppvisar drivorgan som driver centrifugen med en sådan hastighet, att centrifugens periferi är utsatt för en centrifugalacceleration uppgående till mellan 4000 och 20 000  $\text{m/s}^2$ , företrädesvis 6 000-16 000  $\text{m/s}^2$ .
2. Anordning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att centrifugen (10) har en diameter om 600-1000 mm.
3. Anordning enligt patentkravet 1 eller 2, **kännetecknad** av att brännarens munstycke är till formen och storleken sådan, att det alstrar en gasstråle vars utgångstryck uppgår till 100-900 millimeter vattenpelare, företrädesvis 200-600 millimeter vattenpelare.
4. Anordning enligt något föregående patentkrav, **kännetecknad** av att brännarens värmeförbrukning för produktion av fibrer, vilkas mikronärvärde är 3 vid 5 g prov, är mindre än 1500 kcal per kg fiberprodukter.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

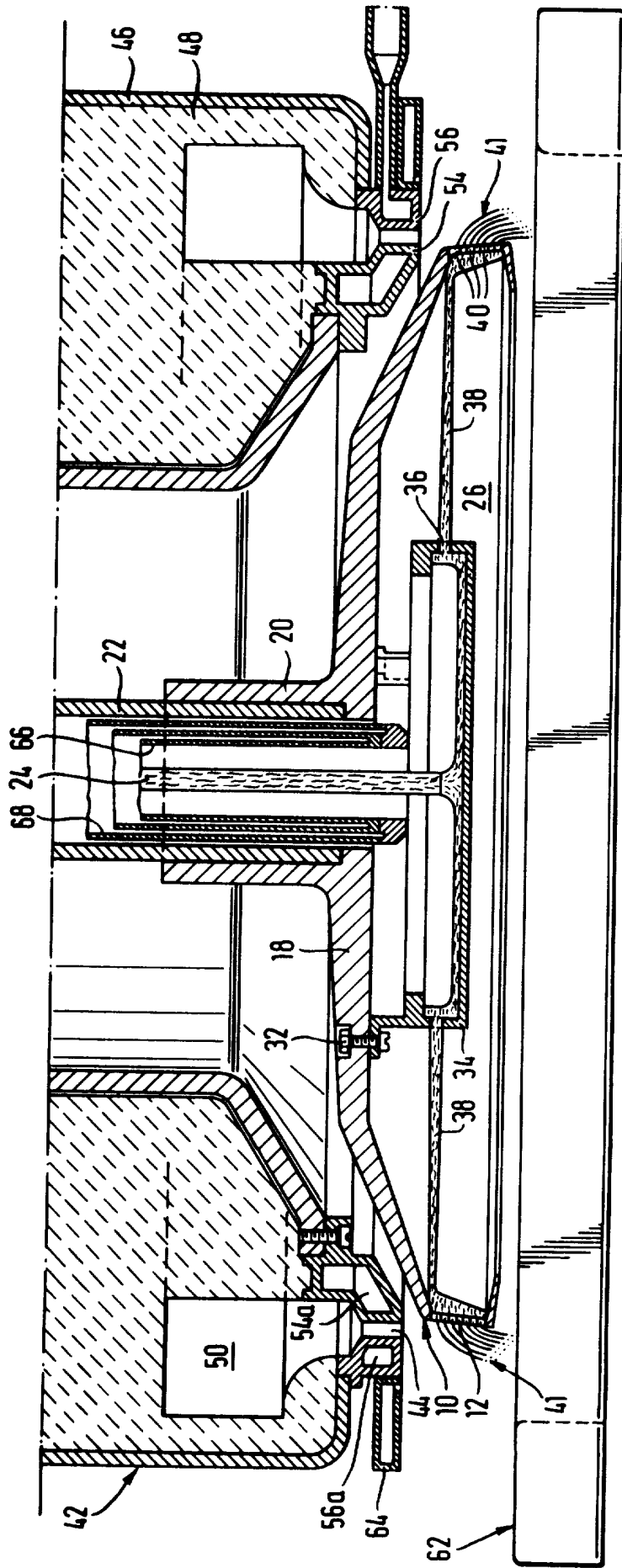
Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar:  
760192, 760193 (C 03 B 37/04).

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Ruotsi-Sverige(SE) 412 378  
(C 03 B 37/04).

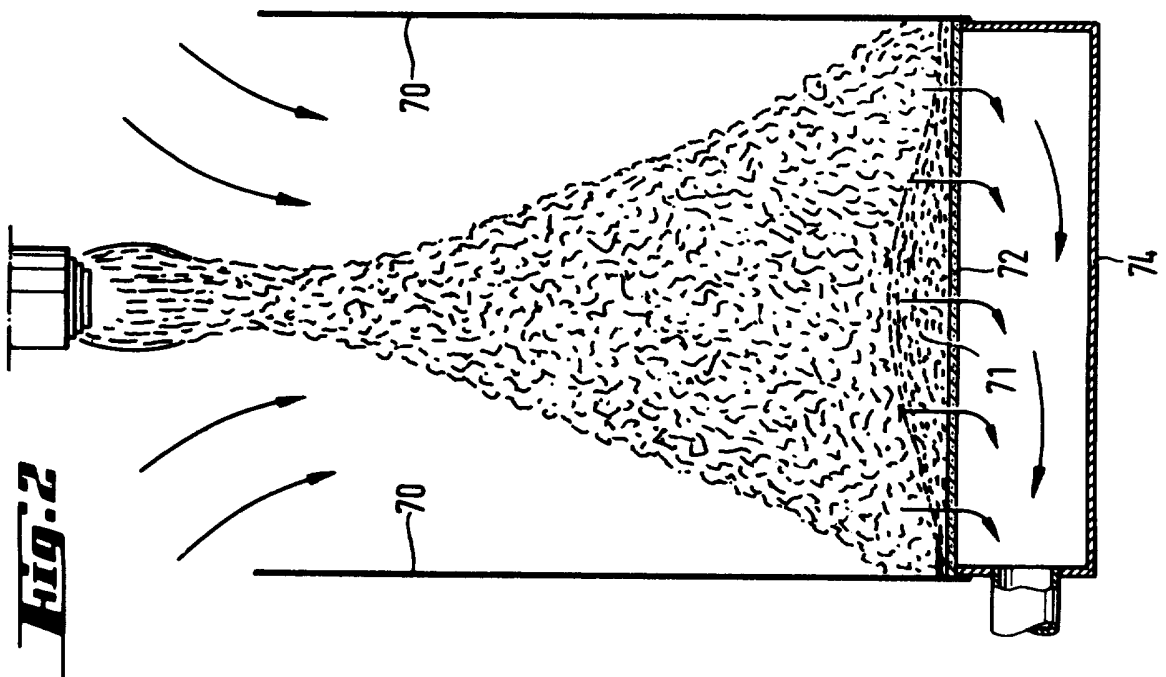
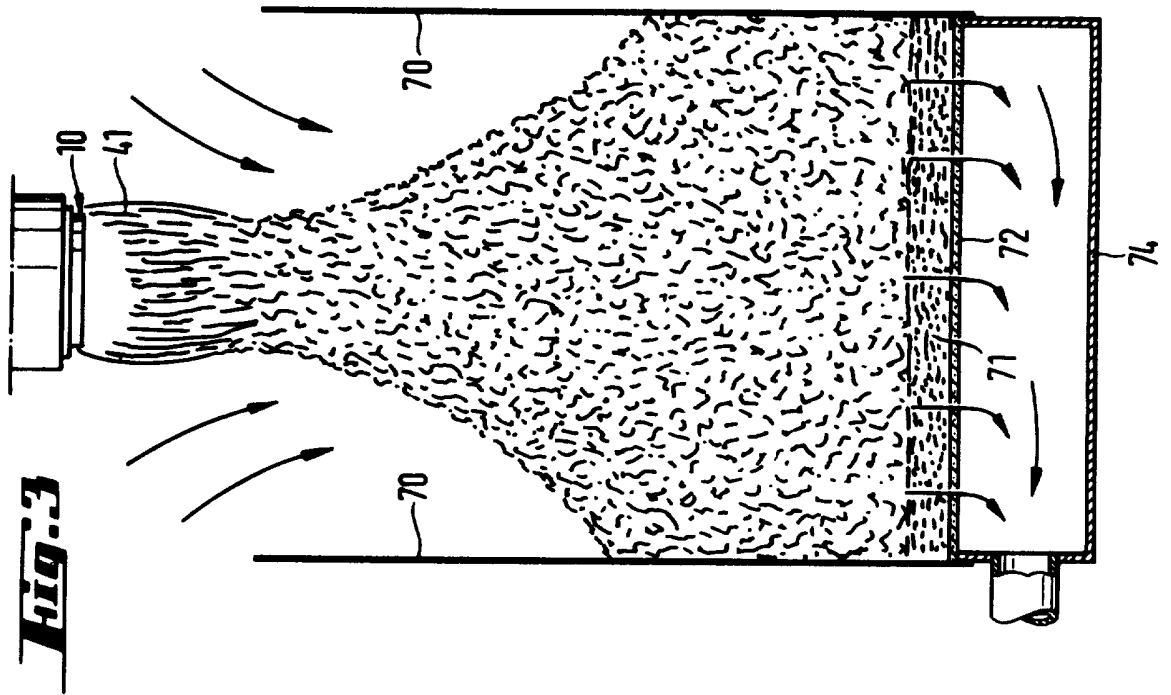
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 326 650 (65-3).

Suomi-Finland(FI) 54 097, 65 983 (C 03 B 37/04), 47 658 (C 03 B 37/04),  
69 447 (C 03 B 37/04).

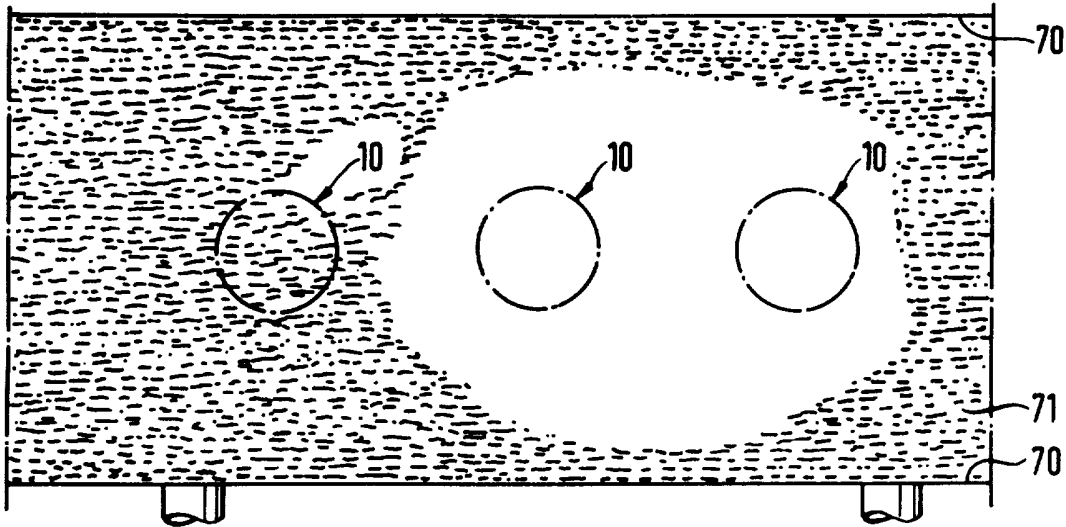
**Fig. 1**







**Fig. 4**



**Fig. 5**

