

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 811681 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 811681

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C03B 37/025
G02B 5/14

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 01.06.1981

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 01.06.1981

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 03.12.1981

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

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

02.06.1980 US 155,422

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Corning Glass Works, Houghton Park Corning, N.Y., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Blankenship, Michael Gregg, United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Menetelmä ja laite optisen aaltoputken aihion valmistamiseksi jatkuvasti siirrettävän aloitusosan avulla.

Förfarande och anordning för framställning av en rörform för en optisk vågledare medelst en kontinukontinuerligt flyttbar igångsättningsdel.

Menetelmä ja laite optisen aaltoputken aihion valmistamiseksi jatkuvasti siirrettävän aloitusosan avulla

- Tämä keksintö liittyy oleellisesti jatkuvaan menetelmään tuotteen valmistamiseksi, joka soveltuu optisen aaltojohtimen esimuodoksi ja erityisesti menetelmään optisen aaltojohtimen esimuodon muodostamiseksi samalla, kun jatkuvasti poistetaan alkukappale esimuotokappaleesta sitä muodostettaessa.
- 10 Kapasiteetiltaan suuria viestintäjärjestelmiä, joiden toimintataajuus on noin 10^{15} Hz, tarvitaan, jotta voidaan tyydyttää tulevat lisäykset viestiliikenteessä. Järjestelmiin viitataan optisina viestintäjärjestelminä, koska 10^{15} Hz on valon taajuusspektrin sisällä. Optiset aalto-
- 15 johdot, jotka ovat lupaavin väline lähetykseen tällaisilla taajuuksilla, koostuvat normaalisti optisesta kuidusta, jolla on läpinäkyvä sydän, jota ympäröi läpinäkyvä verhous, jolla on taitekerroin, joka on alhaisempi kuin sydämen taitekerroin. Hyvin läpikotainen ja täydellinen esitys kos-
- 20 kien optisten aaltojohtimien toiminnallisia teorioita sisältyy US-patenttijulkaisuun nro 3 157 726, myönnetty Hicks et al.:lle, ja julkaisussa "Cylindrical Dielectric Waveguide Modes", E. Snitzer, Journal of the optical Society of America, Vol. 51 nro 5 sivut 491-498, toukokuu
- 25 1961. Muita erinomaisia informaatiolähteitä koskien optisia aaltojohtoja, ovat "Fiber optics-Principles and Applications" N.S. Kapany, Academic Press, 1967 samoin kuin "Fundamentals of Optical Fiber Communications" toimittanut Michael K. Barnoski, Academic Press 1976.
- 30 Yleisesti optiset aaltojohtimet valmistetaan joko ulko- tai sisäpuolisella höyrystysoksidaatiolla, kuten myöhemmin tarkemmin määritellään. Sisäpuolisessa höyrystysoksidaatioprosessissa käytetään putkenmuotoista alkukappaletta tai akselia ja ennalta määrättyä haluttua lasia oleva
- 35 päällyste kerrostetaan sen sisäpuolelle. Seuraavaksi näin muodostettu rakenne kuunnennetaan, sisäpuolinen reikä luhistetaan ja vedetään pitkänomaiseksi kuiduksi, joka

muodostaa optisen aaltojohdon. Tällaisen prosessin sisäpuolelle kerrostettu päällyste muodostaa aaltojohtimen sydämen samalla kun putkimainen alkukappale muodostaa verhouksen. Ulkopuolisessa höyrystysoksidaatiomenetelmässä alkutankoa tai putkea käytetään alkukappaleena, aihiona tai akselina, jonka ulkopinnalle kerrostetaan vain yksi tai useampia kerroksia sopivaa ainetta. Tavallisesti alkukappale tai akseli poistetaan jättäen kerrostetun rakenteen esimuodoksi tulevalle aaltojohtimelle. Kun käytetään putkea alkukappaleena, se joko jätetään paikoilleen tai poistetaan, on olemassa keskiaukko samalla tavoin kuin jos kiinteä tanko poistettaisiin kerrostetusta aineesta. Keski-
 aukko täytyy tämän jälkeen sulkea ennen vetämistä tai sen aikana ja vetää kiinteäksi pitkänomaiseksi aaltojohdinkuiduksi. Ulkopuolisessa prosessissa joko alkutanko muodostaa lopullisen aaltojohdon sydämen tai ensiksi kerrostetut kerrokset muodostavat lopullisen aaltojohdon sydämen samalla, kun viimeiseksi kerrostetut kerrokset muodostavat sen päällä olevan verhouksen.

Kun käytetään alkukappaletta tai -akselia ja on tarkoitus jättää se rakenteeseen muodostamaan aaltojohtimen lopullinen sydän, oleellinen ulkopinnan valmistus, kuten puhdistus, kiillotus tai vastaava, on tarpeen ennen kuin kerrostaminen sen päälle voidaan suorittaa. Lisäksi, jos alkukappale tai -akseli on tarkoitus säilyttää ja muodostaa aaltojohtimen sydämeksi, sen täytyy olla hyvin puhdasta lasia ja sen optisten ominaisuuksien täytyy olla laadultaan samat kuin aaltojohtimen sydämen esim. piensignaallivaimentuma ja sama taitekerroin. Aina, kun alkukappaletta tai -akselia käytetään, jää se sitten osaksi optisen aaltojohtimen esimuotoa tai se poistetaan, vaaditaan paljon käsittelyä, kuten akselin puhdistus, poisto, syövytys ja vastaava.

Ei tiedetä olevan olemassa tekniikan tasoa, joka suuntautuu optisen aaltojohtimen esimuodon muodostamiseen missä alkukappale, aihio tai akseli jatkuvasti poistetaan esimuodon muodostamisen aikana. Kuitenkin jotkin seuraavasta

tekniikan tasosta sisältävät viittauksia optisen aaltojohdon esimuodon muodostamiseen optisten aaltojohtimien valmistuksen yhteydessä. US-patenttijulkaisu nro 3 884 550, myönnetty Maurer et al.:lle, esittää suuren kiinteän aihion muodostamisen, josta tankojen, joiden on tarkoitus muodostaa alkukappale, sydämet porataan ja sen jälkeen pohjustetaan ja kiillotetaan. Tällaiset tangot ovat hyvin puhdasta ja optisesti korkeatasoista lasia, jos ne on tarkoitus jättää lopullisen optisen aaltojohdon sydänaineksi. Tämä viitejulkaisu esittää myös alkukappaleen, joka on muodostettu normaalilla lasinsulatuksella, mutta johtuen siitä, että tällaisilla kappaleilla voi olla liian korkea epäpuhtaus-taso, ne täytyy poistaa lopullisesta tuotteesta.

Tiukat optiset vaatimukset, jotka asetetaan siirto-
väliaineelle, jota voitaisiin käyttää optisissa viestintä-järjestelmissä, ovat tehneet mahdottomaksi tavanomaisen lasikuituoptiikan käytön, koska vaimentuma niissä johtuen sekä hajonnasta että epäpuhtausabsorbtioista on aivan liian korkea. Koska puhtaalla sulatetulla piillä on alhaisin tunnettu optinen vaimentuma kaikista laseista spektrin punaisella ja lähellä infrapunaista olevalla alueella, missä optinen viestintä näyttää lupaavimmalta, puhdas sulatettu pii ja seostettu sulatettu pii kuuluivat aineisiin, joita ensimmäiseksi harkittiin käytettäväksi optisten aaltojohtimien valmistukseen. Esimerkiksi yksimoodisia optisia aaltojohtimia on muodostettu johtamalla titaanilla seostettu piikuitu piikapillaariin. Putkea kuumennettiin ja se luhistui keskikuidun päälle ja tuloksena saatu ruoko vedettiin aaltojohtimen mittoihin. Tällä tavoin tuotetut aaltojohdot ovat joskus epätyytyttäviä, koska lukuisat pienet ilmakuplat ja hiukkaset muodostuvat sydämen ja verhouksen rajapintaan johtaen valon hajontapisteisiin ja sydämen halkaisijan vaihteluihin johtaen hyvin suureen vaimentumaan.

US-patenttijulkaisu nro 3 737 292, myönnetty D.B. Keck et al.:lle, esittää alkukappaleen muovaamista kaiver-tamalla tai sydänporaamalla kappale kiinteästä aihioista.

Tämän sylinterimäisen alkukappaleen ulkopinta on huolellisesti kiillotettu ja puhdistettu pinnan epäsäännöllisyyksien ja saasteiden poistamiseksi, jotka saattaisivat myöhemmin aiheuttaa valon hajontaa. Pinnan kiillotus voidaan
 5 saada aikaan mekaanisella kiillotuksella, polttokiillotuksella, laserjauhannalla tai vastaavalla. Tämä viitejulkaisu esittää erittäin sopivan menetelmän sylinterin ulkopintojen hiomiseksi ensiksi mekaanisesti kiillottamalla ja sen jälkeen polttokiillottamalla mekaanisesti kiillotetut pinnat.
 10 Kaikkien pintojen pesu fluorivetyhapolla suoritetaan ennen ja jälkeen kaikkia kiillotusoperaatioita saasteiden välttämiseksi. Tämä viitejulkaisu esittää, että koska alkukappale lopuksi poistetaan, se tarvitsee muodostaa vain aineesta, jolla on rakenne ja laajenemiskerroin, jotka so-
 15 pivat yhteen sen jälkeen kerrostettavien aaltojohtimen verhouksen ja sydänaineen kanssa. Tämä viitejulkaisu lisäksi esittää, että aine ei tarvitse suurta puhtautta ja että se voidaan muodostaa normaalisti tuotetusta lasista, jolla on tavallinen tai jopa sen ylittävä epäpuhtaustaso tai aineeseen
 20 liittyneiden kuplien määrä, mikä muutoin tekisi sen soveltumattomaksi tehokkaaseen valon heijastamiseen. Vaihtoehtoisesti viitejulkaisu esittää, että alkukappale voidaan muodostaa grafiitista tai vastaavasta.

US-patenttijulkaisu nro 3 775 075, myönnetty D.B.
 25 Keck et al.:lle, esittää alkukappaleen muovattavaksi hyvin samanlaisella tavalla kuin mitä on kuvattu US-patentissa nro 3 737 292, joka on mainittu edellä. Ero tähän yllä mainittuun patenttiin on, että tässä viitejulkaisussa alkukappaletta ei poisteta ja se muodostaa lopullisen
 30 aaltojohtimen sydämen, jolloin aineen puhtaus ja sydänkappaleen pinnan käsittely ovat erityisen merkittäviä.

Poistettavia akseleita tai alkukappaleita esitetään US-patenttijulkaisussa nro 3 806 570, joka on myönnetty Flamenbaum et al.:lle. Tässä viitejulkaisussa alkukappaleen tai akselin esitetään olevan epämetallista tiheää ainetta, jonka lämpölaajenemiskarakteristika on alle
 35 $\alpha_{0-1000} \approx 30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ja sulamispiste noin $1\,400^{\circ}\text{C}$ ylä-

puolella. Tällaisena aineena esitetään grafiitti, sulatettu kvartsi, lasikeramiikka tai mikä tahansa kristallinen heijastava keramiikka, jolla on alhainen laajenemiskarakteristika, kuten Ad_2O_3 , mulliitti, BN, SiC ja vastaavat.

5 Tunnettu menetelmä tavanomaisen optisen kuidun valmistamiseksi on esitetty US-patenttijulkaisussa nro 3 227 032, joka on myönnetty L.O. Uptonille. Tämä menetelmä käsittää lasitangon, jolla on haluttu sydänkarakteristika, sovittamisen lasiputkeen, jolla on halutut verhoukarakteristikat. Tämän yhdistelmän lämpötilaa nostetaan 10 sitten, kunnes aineen viskositeetti on kyllin alhainen vetämisestä varten. Yhdistelmää vedetään sitten, kunnes putki luhistuu ympäriltä ja sulautuu sisäpuoliseen tankoon. Tätä tuloksena olevaa yhdistelmätankoa vedetään sitten, kunnes 15 sen poikkileikkausala alenee haluttuihin mittoihin. Tätä menetelmää käytetään normaalisti tuotettaessa optisia kuituja, joilla on laaja sydän ja ohut ulkoverhous. Esimerkkinä tällaisen kuidun kokonaishalkaisijan suhde sydämen halkaisijaan voi olla 8:7.

20 Jatkuvan optisen kuidun esimuodon valmistusta on kuvattu US-patenttijulkaisussa nro 4 062 665, joka on myönnetty P. Izawa et al.:lle. Tämän patentin menetelmän mukaisesti tulenkestävää alkukappaletta pyöritetään ja siirretään samanaikaisesti eteenpäin pyörimisakselia pitkin. 25 Lasiraaka-aine huokoisen esimuodon sydämen valmistamiseksi ja siihen perustuen optisen kuidun esimuodon valmistamiseksi johdetaan korkeaan lämpötilaan lähellä korkealämpötilaisen sydäntä varten tarkoitettun polttimen suuttimenärkeä, joka on sijoitettu linjaan alkukappaleen yhden pään pyörimiskeskiön suhteen. Sydäntä varten tarkoitettusta 30 suuttimesta puhallettu lasiraaka-aine saadaan korkealämpötilaisen polttimen liekkien vaikutuksesta reagoimaan ja muodostamaan hienoja lasihiukkasia, jotka kerrostuvat alkukappaleen pinnalle sen keskiosaan aksiaalisuunnassa muodostaen huokoisen sydämen. Ainakin yksi suutin lasiraaka- 35 aineen pirsrottamiseksi optisen kuidun esimuodon verhouksen muodostamiseksi on sijoitettu vastapäätä alkukappaleen

loppupäät, mutta hivenen sivuun sen pyörimisakselilta tai vastapäätä huokoisen sydämen ympäryspintaa. Verhouksen lasiraaka-aine pirskotetaan verhoussuuttimesta korkealämpötilaisen polttimen korkealämpötilaisen polttimen korkealämpötilaiseen osaan ja saadaan reagoimaan ja muodostamaan hienoja lasihiukkasia, jotka kerrostetaan alkukappaleen pinnalle huokoisen sydämen ulkopinnalle tai sen ympäryskäpinnalle samanaikaisesti jälkimmäisen muodostamisen kanssa muodostaen huokoisen verhouksen. Täten saatu huokoinen esimuoto siirretään korkealämpötilaiseen uuniin, joka on muodostettu esimuodon siirtotielle lasin kiteyttämiseksi optisen kuidun esimuodoksi. Tässä yhteydessä viitataan myös julkaisuun "Continuous Fabrication of High Silica Fiber Preform", T. Izawa, S. Kovayashi, S. Sudo ja F. Hanawa, 1977 Kansainvälinen integroidun optiikan ja optisen viestinnän konferenssi, 18-20.7.1977 Tokio, Japani, Technical Digest, sivut 375-377. Izawa et al.:n patentti ja julkaisu esittävät jatkuvan valmistusmenetelmän monimoodisen porrasteisen tai asteittaisen taitekertoimen omaavan esimuodon valmistamiseksi aksiaalisella höyrykerrostuksella. Tämä on prosessi, jossa keskiaihiotanko on eliminoitu ja sekä sydän- että verhouslasi kerrostetaan jatkuvasti alkutangon päähän.

Jatkuvaa optisen kuidun valmistamista on esitetty myös G. Cociton GB-patenttihakemuksessa nro 2 009 140, jossa lasitanko kuumennetaan pehmenemispisteeseensä ja vedetään kuiduksi toisesta päästään samalla, kun jauhomaista lasimaista tai lasitettavissa olevaa ainetta jatkuvasti kerrostetaan tangon vedetystä päästä kaukana olevaan päähän. Kerrostettuun aineeseen kohdistetaan ioni-istutusta sitä kerrostettaessa niin, että tuotetaan haluttu radiaalinen ja aksiaalinen heijastuskerroinjakauma tuloksena olevalle kuidulle.

Menetelmä sulatettujen metallioksidiputken muodostamiseksi ja vetämiseksi esitetään US-patenttijulkaisussa nro 3 620 704, joka on myönnetty F.L. Graylle. Tämän patentin menetelmän mukaisesti sulatettu piiputki muodoste-

taan kerrostamalla metallioksidin plastinen lasimainen massa valikoidusti muovatun pystyasennossa kannatellun akselin kerrostusvyöhykkeelle höyryhydrolyysillä, kuumentamalla siten kerrostettu metallioksidi lämpötilaan, joka
 5 on riittävän korkea muodostamaan viskoosin lasisulan pyörittämällä akselia pystyakselinsa ympäri, vetämällä jatkuvasti kiinteää putkimaista rakennetta alaspäin plastisesta oksidimassasta, joka ympäröi akselin alapäätä, ja jäädyttämällä vedetty rakenne lämpötilaan, jonka alapuolella
 10 se tulee kiinteäksi. Akselin alapää on muovattu niin, että estetään plastisen lasimassan valuminen kerrostusvyöhykkeestä ja putki vedetään kasautuneesta massasta tavalla, joka tunnetaan hyvin lasinvetoalalla.

Tässä käytettynä höyryoksidaatioon sisältyy "kemiallinen höyrykerrostus" ja muut höyryoksidaatiomenetelmät.
 15 Sanonta "kemiallinen höyrykerrostus" tarkoittaa kerrosten muodostamista kemiallisilla reaktioilla, jotka voivat tapahtua kerrostuspinnalla tai sen lähellä, joka määrittely on esitetty tekstisivulla 3 julkaisussa "Vapor Deposition",
 20 toimittanut C.F. Powell et al., New York, John Wiley & Sons, Inc. 1966, joka julkaisu täten esitetään kokonaisuudessaan viitejulkaisuksi. Mitä tahansa alalla hyvin tunnettuja menettelytapamuunnoksia voidaan käyttää aikaansaamaan sopivan lasipäällysteen kerrostuminen kemiallisella
 25 höyrykerrostusmenetelmällä.

Tehokas tapa päällysteiden syöttämiseen höyryoksidaatiolla on sintrata halutun aineen nokikerros, joka on syötetty liekkihydrolyysiprosessissa, kuten edellä on määritetty, samalla tavoin kuin on kuvattu US-patenttijulkaisussa nro 2 272 342, myönnetty J.F. Hydelle tai US-patenttijulkaisussa nro 2 326 059, myönnetty M.E. Nordbergille,
 30 jotka molemmat patentit esitetään tässä viitejulkaisuina.

Kuten ymmärretään, lasi optisia aaltojohtimia varten muodostetaan yleensä saattamalla höyry kantokaasuun,
 35 joka syötetään kerrostuspolttimeen. Kaasu reagoi kerrosten hienojakoisen aineen noen. Aikaisempi kirjallisuus, kuten Nordbergin ja Hyden patentit, viittaa tähän

kemialliseen prosessiin liekkihydrolyysinä. Viime aikoina alan ammattimiehet ovat kuitenkin havainneet, että kemiallinen prosessi ei ole hydrolyysi, vaan pikemminkin oksidaatio. "Handbook of Chemistry and Physics" kuvaa oksidaatiota prosessina, joka lisää hapen tai hapon osuutta, jotka muodostavat yhdisteen elementit. Toisaalta hydrolyysi määritellään reaktiona, johon liittyy veden hajoamisen ioneihin heikon hapon tai emäksen tai molempien muodostuessa. Oksidaation määritelmä kuvaa paremmin prosessia, joka esiintyy tämäntyyppisessä höyrykerrostusprosessissa. Joka tapauksessa poltinta käytetään tekniikan tason mukaisesti samalla tavoin. Termiä "oksidoituminen" käytetään tässä hydrolysoitumisen sijasta, koska se kuvaa paremmin kyseessä olevaa kemiallista prosessia. Lopputuote on sama huolimatta prosessia kuvaavasta termistä.

"Nokea", osaa, artikkelia, rakennetta tai esimuotoa käytetään tässä määrittelemään nokihiukkasten muodostamaa osaa, artikkelia, rakennetta tai esimuotoa, jossa hiukkaset ovat liimautuneet viereisiin hiukkasiin, mutta eivät ole sintrautuneet tai lujittuneet eli kuvaamaan huokoista lujittumatonta rakennetta.

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä oleellisesti jatkuvan esimuodon muodostamiseksi optiselle kuidulle, itse esimuoto ja tuloksena oleva optinen kuitu.

Tämän keksinnön toinen kohde on muodostaa oleellisesti jatkuva menetelmä optisen aaltojohdon esimuodon muodostamiseksi samalla, kun jatkuvasti poistetaan alkukappale tai aihio esimuodon rungosta, joka menetelmä poistaa edellä mainitut haitat.

Lyhyesti keksinnön kohteena on oleellisesti jatkuva menetelmä ja laite optisen kuidun esimuodon muodostamiseksi, itse esimuoto ja tuloksena oleva optinen kuitu. On varattu alkukappale, akseli tai aihio, jonka ulkopinnalle syötetään hiukkasmaista ainetta päällysteen muodostamiseksi sille. Päällystettä siirretään aksiaalisesti samalla, kun lisää hiukkasmaista ainetta syötetään päällysteeseen, jolloin esimuodon runko saa alkunsa, ja sen jälkeen

esimuodon runkoa siirretään pituussuunnassa poispäin alkukappaleesta. Tällaisessa esimuodon rungon pitkittäisiirroksa alkukappale jatkuvasti poistetaan esimuodon rungosta samalla, kun syötetään lisää hiukkasmaista ainetta, jolloin
 5 pituussuuntainen aukko jää esimuodon runkoon sen muovautuessa. Näin muodostettu artikkeli voidaan sen jälkeen kuumentaa, lujittaa ja vetää optiseksi kuiduksi, jonka sisäosa muodostaa optisen kuidun sydämen ulomman osan muodostaessa sen verhouksen. Polttimien tai muiden sopivien välineiden syöttämän hiukkasmaisen aineen koostumusta voidaan
 10 ohjata ennalta määrätyn halutun esimuodon rungon poikkeileikkaussuuntaisen koostumusvaihtelun mukaisesti.

Nämä ja muut esillä olevan keksinnön kohteet, piirteet ja edut ilmenevät alan ammattimiehelle seuraavasta
 15 yksityiskohtaisesta kuvauksesta ja oheisista piirustuksista, joissa esitetään esimerkinomaisesti vain keksinnön edullisia suoritusmuotoja.

Kuvio 1 on osittaiskuvanto, joka esittää hiukkasmaisen aineen syötön aloittamista jatkuvasti poistettavalle
 20 le alkukappaleelle.

Kuvio 2 on osittaiskuvanto, joka esittää toista menetelmää hiukkasmaisen aineen syötön aloittamiseksi jatkuvasti poistettavalle alkukappaleelle.

Kuvio 3 on osittaiskuvanto, joka kuvaa oleellisesti jatkuvaa artikkelin muovausta, jossa alkukappale jatkuvasti poistetaan.
 25

Kuvio 4 on osittaiskuvanto, joka esittää kuvion 3 artikkelin lujittamista kiinteäksi esimuodoksi.

Kuvio 5 on kaaviokuva välineistä muodostettavan artikkelin kannattamiseksi, pyörittämiseksi ja siirtämiseksi.
 30

Kuvio 6 on osittaiskuvanto, joka esittää hiukkasmaisen aineen syöttöä esillä olevan keksinnön esimuotoon useista polttimista ja sen jälkeen esimuodon lujittamista ja vetämistä optiseksi kuiduksi.

35 Kuvio 7 on osittaiskuvanto toisesta esillä olevan keksinnön suoritusmuodosta.

Kuvio 8 on osittaiskuvanto, joka esittää vielä yhtä esillä olevan keksinnön suoritusmuotoa.

On huomattava, että kuviot kuvaavat esimerkinomaisesti ja symbolisesti esillä olevaa keksintöä eikä ole tarkoitus esittää asteikko tai esitettyjen osien suhteita. Yksinkertaisuuden vuoksi esillä olevaa keksintöä kuvataan oleellisesti jatkuvan optisen aaltojohdon esimuodon muodostuksen ja itse aaltojohtimien yhteydessä vaikka tätä keksintöä ei ole tarkoitus rajoittaa niihin.

Viitaten kuvioon 1, siinä on esitetty alkukappale tai aihio 10. Kuten jäljempänä täydellisemmin kuvataan, alkukappaleen 10 pää 12 on edullisesti kartiomainen. Alkukappale 10 voi olla yhdistetty myös mihin tahansa alalla tunnettuun, ei esitettyyn, välineeseen sen pyörittämiseksi pitkittäisakselinsa ympäri, kuten on esitetty nuolella 14, jos näin halutaan ja kuten seuraavassa tarkemmin kuvataan. Alkukappale 10 voi olla muovattu mistä tahansa sopivasta aineesta, kuten lasi, Pt, Ta, C, tulenkestävä aine, kuten esim. Al_2O_3 , mulliitti, Si_3N_4 tai vastaavat, ja sen täytyy soveltua käytettäväksi seuraavassa kuvattavien perättäisten vaiheiden aikana heikkenemättä. Tavallisesti alkukappale 10 on sylinterimäinen, mutta geometrinen muoto ei kuitenkaan ole kriittinen. Alkukappale voi olla ontto tai siinä voi olla sisäpuolisia kanavia siten, että kaasua voidaan syöttää sen läpi. Alkukappaleessa 10 voi olla rengasmaisen aukko tai rengasmaisen rengas reikiä tai suuttimia kaasun pumppaamiseksi päällysteen 16 syöttö- tai kerrostamisprosessin aikana, kuten seuraavassa kuvataan, hiukkasten kerrostumisen estämiseksi alkukappaleelle 10 sen paikan ulkopuolella, jossa esillä olevan keksinnön tuote tai lopputuote kerrostetaan tai muodostetaan.

Hiukkasmaisen aineen päällyste 16, joka lopullisesti muodostaa esillä olevan keksinnön tuotteen, kuten esimerkiksi optisen aaltojohdon esimuodon, kerrostetaan sitten yhden tai useamman polttimen 18 avulla alkukappaleen 10 pään 12 pinnalle. Kaikki polttimet, jotka muodostavat hiukkasmaisen aineen virran, joka voidaan suunnata

alkukappaleeseen, ovat soveltuvia esillä olevaan tarkoitukseen. Esimerkkinä sopivasta polttimesta viitataan US-patenttijulkaisuun nro 2 565 345. On myös ymmärrettävää, että termiä "poltin" tai "polttimet", kuten sitä tässä
5 käytetään, ei tule rajoittaa yllä kuvattuihin polttimiin, vaan sen tulee sisältää kaikki välineet, jotka soveltuvat kehittämään ja kerrostamaan hiukkasmaista tai nokimateriaalia ja joihin sisältyvät välineet, joissa ei käytetä polttonestekuumennusta, vaan sähkövastuskuumennusta, plasma-
10 kuumennusta, induktiokuumennusta ja vastaavaa.

Hiukkasmaisen aine 20, joka muodostaa päällysteen 16, voi olla mitä tahansa sopivaa ainetta, kuten esimerkiksi optisen aaltojohdon esimuodon muovauksessa ainetta, joka soveltuu optisen aaltojohdon sydämeiksi ja verhoukseksi.
15 Sopivat välineet sisällön syöttämiseksi polttimeen 18 voivat olla mitkä tahansa alalla tunnetut välineet, joista esimerkkinä voidaan viitata M.A. Aslamin US-patenttijulkaisuun nro 4 212 663 ja US-patenttijulkaisuun nro 3 173 305, myönnetty M.G. Blankenshipille, jotka patenttijulkaisut täten esitetään viitejulkaisuin.
20

On ymmärrettävää, että kuvioissa esitetty ja tässä kuvattu valmistusprosessi ottaa lukuun, että muovattava tuote pidetään pystyasennossa hiukkaskerrostumisen tapahtuessa sen yläpäässä ja siirron tapahtuessa pystysuoraan
25 alaspäin, esillä oleva keksintö kuitenkin ottaa myös lukuun ja sisältää käänteisen tai käännetyin prosessin, missä kerrostus tapahtuu muovattavan tuotteen alapäässä ja sen siirto suoritetaan ylöspäin. Jälkimmäisessä tapauksessa alkukappale tai aihio luonnollisesti käännettäisiin, jolloin sen päätyosaa 12 kannateltaisiin yleisesti ylöspäin.
30

Viitaten lisäksi kuivoon 2, havaitaan että päällysteen 16 kerrostaminen alkukappaleen 10 pään 12 pinnalle voidaan toteuttaa aloitettaessa toisella osalla 22, joka muodostaa suhteellisen leveän kerrostuspinnan 24. Toinen
35 osa 22 voi olla putki tai tanko tulenkestävästä aineesta. Tällä tavoin syötetyn päällysteen 16 syötön alkukappaleelle

10 kerrostumistehokkuus lisääntyy, kun muodostetaan laajempi maali prosessia aloitettaessa. Kun päällysteen 16 kerrostaminen on edennyt riittävästi, toinen osa 22 voidaan poistaa ja kerrostamista jatkaa, kuten seuraavassa täydellisesti kuvataan.

Viitaten lisäksi kuvioon 3, havaitaan, että kun hiukkasmaista ainetta 20 syötetään edelleen, muodostuu esimuodon runko 26. Alkukappale 10 poistetaan jatkuvasti esimuodon rungosta 26 siirtämällä pituussuunnassa esimuodon runkoa 26 samalla, kun lisää hiukkasmaista ainetta syötetään rungon päähän, joka ympäröi alkukappaleen 10 päätä 12. Sen johdosta havaitaan, että kun esimuodon runkoa 26 siirretään pituussuunnassa nuolen 28 suuntaan, se poistetaan jatkuvasti alkukappaleen 10 päästä 12, jolloin päädytään oleellisesti jatkuvaan esimuodon rungon muodostamisprosessiin, jossa rungossa on pitkittäinen aukko 30, joka jää alkukappaleen 10 poiston seurauksena.

Viitaten kuvioon 4, nähdään, että kun esimuodon runkoa 26 muodostetaan jatkuvasti hiukkasmaisen aineen 20 jatkuvalla syötöllä ja sitä siirretään, kuten on esitetty nuolella 28, esimuoto voidaan viedä kuumennusvyöhykkeeseen, jota on kuvattu kuumentimilla 32, jossa hiukkasmainen aine lujitetaan kiinteäksi esimuodoksi 34 ja pitkittäinen aukko 30 suljetaan tai luhistetaan. Myös välineet 25 36 esimuodon kannattamiseksi, pyörittämiseksi ja siirtämiseksi sitä muodostettaessa on kuvattu. On ymmärrettävää, että esimuodon pyöriminen voi tapahtua samaan tai vastakkaiseen suuntaan kuin alkukappaleen 10. Esimerkkiä välineistä 36 voidaan kuvata täydellisemmin kuvion 5 yhteydessä, jossa välineet 38 käsittävät yhden tai useampia, kolmen tai useamman planeettavetopyörän 37 ryhmää, jotka on suunniteltu ja sijoitettu kohdistamaan voima lujitetun esimuodon 34 pituusakselia kohden aikaansaamaan sekä koko esimuodon tai tuotteen tukeminen ja pyöritys. Planeettavetopyöriä käytetään moottorilla 38 ja siihen liittyvällä vaihteistolla. Kallistamalla yhden tai useamman planeettavetopyörän akselia, jolloin sen akseli ei ole yhdensuuntai-

nen esimuodon 34 pituusakselin kanssa, pyörä tai pyörät kohdistavat myös pituussuuntaisen voiman esimuotoon muodostaen siten siirtoliikkeen samoin kuin pyörimisliikkeen. On ymmärrettävää, että kuvion 5 välineet ovat yksinkertaisesti

5 yksi esimerkki välineistä muovattavan tuotteen siirron ja pyöri-
tyksen aikaansaamiseksi, eivätkä ne ole kriittiset esillä olevan keksinnön suhteen, koska kaikkia muita alalla tunnettuja välineitä kannattamiseen, siirtoon ja pyörittämiseen voidaan myös käyttää.

10 Viitaten lisäksi kuvioon 6, jossa esimuoto 26 on optisen aaltojohtimen esimuoto, voi olla toivottavaa syöttää toinen hiukkasmainen päällyste 40 muodostamaan lopullisen aaltojohtimen verhou-
15 sen. On ymmärrettävää, että hiukkasmaisen aineen sopivalla valinnalla voidaan saada aikaan haluttu poikkileikkausrakenteen vaihtelu polttimen tai polttimien 18 avulla heti alussa, kuitenkin haluttaessa hiukkasmaisen lisäpäällyste 40, voidaan syöttää yhdellä tai useammalla toisen vaiheen polttimella 42. Polttimien 18 ja 42 yhteydessä on ymmärrettävää, että tällaisia polttimia
20 voidaan haluttaessa pyörittää tai voidaan käyttää nauha-
poltinta, kuten alalla hyvin tunnetaan.

Kuviossa 6 on lisäksi esitetty ~~13~~ läävaihe oleellisesti jatkuvaan optisen aaltojohtimen 44 muovausmenetelmään, jolloin kiinteä esimuoto 34 voidaan seuraavaksi kuumentaa pitkin sen pituussuuntaista rataa kumentimilla tai uunilla 45, joilla välineillä siihen mennessä muovatun yhdistelmän halutun osan lämpötila kohotetaan sen aineiden vetolämpötilaan ja vedetään optiseksi aaltojohdoksi tai kuiduksi 44 alalla hyvin tunnetulla tavalla. Kuten on ymmärrettävää, tällaisessa jatkuvassa menetelmässä esimuodon
25 rungon 26 kiinteän esimuodon 34 ja optisen aaltojohdon tai kuidun 44 kunkin siirtonopeus on tasoltaan riittävä sallimaan hiukkasmaisen aineen tasainen kerrostuminen alkukappaleen 10 päähän 12. Siirtonopeus pisteeseen, jossa kiinteä
30 esimuoto vedetään optiseksi aaltojohtimeksi tai kuiduksi on yleisesti tasainen, mutta kasvaa sen jälkeen oleellisesti nopeuteen, joka on riittävä sallimaan aaltojohdon

tai kuidun 44 vetäminen. Kuten on ymmärrettävää, kun kiin-
 teä esimuoto 34 vedetään kuiduksi 44 sen pituus oleelli-
 sesti kasvaa, minkä johdosta pituussuuntaista nopeutta täy-
 tyy lisätä mahdollistamaan kuidun 44 esimuotojen 26 ja 34
 5 pituuksia oleellisesti suurempi pituus. Ohjeena hiukkas-
 maisen aineen käytöstä, lujittamisesta ja vetämisestä vii-
 tataan täten R.D. Maurerin ja P.C. Schultzin US-patentti-
 julkaisuun nro 3 659 915, D.B. Keckin ja P.C. Schultzin US-
 patenttijulkaisuun nro 3 711 262, D.B. Keckin, P.C.
 10 Schultzin ja F. Zimarin US-patenttijulkaisuun nro 2 737 292,
 R.D. Maurerin US-patenttijulkaisuun nro 3 737 293, D.B.
 Keckin ja R.C. Maurerin US-patenttijulkaisuun nro 3 775 075,
 J.S. Flamenbaumin, P.C. Schultzin ja F.W. Voorheesin US-
 patenttijulkaisuun nro 3 806 570, P.C. Schulzin US-patent-
 15 tijulkaisuun nro 3 859 073 ja R.D. Maurerin ja P.C.
 Schultzin US-patenttijulkaisuun nro 3 884 550, jotka täten
 esitetään viitejulkaisuinä.

Kuviossa 6 on esitetty myös ylimääräinen poltin 46,
 joka on sijoitettu alaspäin toisen vaiheen polttimesta 42
 20 ja sitä syötetään luonnonkaasulla ja ilmalla suhteellisen
 turbulentin kuumennusvyöhykkeen muodostamiseksi, joka es-
 tää toisen vaiheen polttimen reuna-alueen huonosti liimau-
 tuvien nokihiukkasten kerrostumisen ja esimuodon 26 lämpö-
 shokin sen saapuessa kuumentimien 32 muodostamaan lujitus-
 25 uuniin tai kuumennusvyöhykkeeseen. Kuviossa 6 on esitetty
 myös aukko 47 alkukappaleen 10 sisällä ja radiaalisesti
 sijoitettujen suuttimien 48 rengas. Kuivauskaasua, kuten
 klooria tai vastaavaa, voidaan johtaa aukkojen 47 läpi huo-
 koiseen esimuotoon 26 ja esimuodon 26 huokosten läpi ym-
 30 päröivään ilmaan. Kaasuvirtaus suuttimien 48 läpi, jotka
 voivat olla yhdistetyt ei esitetyillä kanavilla alkukap-
 paleessa 10 sopivaan kaasulähteeseen, muodostaa kaasusuo-
 juksen, joka estää noen kerrostumisen alkukappaleelle suut-
 timien yläpuolelle. On ymmärrettävää, että yllä kuvatut
 35 piirteet sallivat optiselta laadultaan korkeamman esimuo-
 don muodostamisen mahdollistavat paremman valmistusmene-
 telmän ja ovat siten edullisia, mutta ne eivät kuitenkaan
 ole välttämättömiä esillä olevalle keksinnölle.

kuviossa 7 on esitetty keksinnön toinen suoritusmuoto, jossa esimuodon runko 26 on lujitettu kuumentimilla 32 kiinteäksi esimuodoksi 49, jossa on jäljellä pituussuuntainen aukko 30 lujittamisen jälkeen. Tällaisessa suoritusmuodossa kiinteässä esimuodossa 49 voi olla aukko, jos sellaisen käyttöä halutaan tai aukko voidaan sen jälkeen luhistaa muodostamaan kiinteä esimuoto.

Kuviossa 8 on esitetty vielä yksi esillä olevan keksinnön suoritusmuoto, jossa käytetään useita polttimia 50, 51 ja 52 syöttämään hiukasmaisen aineen lisäpäälysteitä esimuodon 26 ulkopinnalle, joka on alunperin muodostettu polttimella 18. Tällainen hiukasmaisen aineen lisäsyöttö voi olla toivottavaa ennalta määrätyn halutun poikkileikkauskoostumuksen vaihtelun aikaansaamiseksi. Polttimia 50, 51 ja 52 voidaan käyttää syöttämään hiukasmaisen aineen samanlainen tai erilainen koostumus tai hiukasmaisten aineiden koostumusten variaatio. Vaikka kuvion 8 esimerkki esittää esimuodon rungon olevan lujitettu kuumentimilla 32 kiinteäksi esimuodoksi 49, jossa on pituussuuntainen aukko, on ymmärrettävää, että sisäpuolinen aukko voidaan sulkea, kuten on esitetty kuvioissa 4 ja 6, ja seuraavaksi vetää, kuten on esitetty kuviossa 6, osana samaa toimenpidettä. On myös ymmärrettävää, että kiinteät esimuodot 34 ja 49, kuten on vastaavasti esitetty kuvioissa 4 ja 8, voidaan jakaa haluttuihin pituuksiin ja jos halutaan, luhistaa seuraavaksi pituussuuntainen aukko, jos se on olemassa, ja vetää esimuoto optiseksi aaltojohdoksi tai kuiduksi.

Tässä kuvatut kuumentimet voivat olla mitä tahansa tunnettuja lämmönlähteitä, kuten uuni, liekki, laser, vastuskuumennin, induktiokuumennin tai vastaava; erityiset kuumenninvälineet eivät ole kriittisiä esillä olevalle keksinnölle.

Esimerkki I

Erityinen esimerkki oleellisesti jatkuvasta menetelmästä tuotteen tai optisen aaltojohdon aihion muodostamiseksi esitetään seuraavassa. Alkukappaleella, joka on

muodostettu Al_2O_3 :sta, on noin 6 mm halkaisija ja kartio-
mainen päätyosa on johdettu suljettuun säädettyyn alueeseen.
Etuosastaan litteä poltin, joka on samanlainen kuin H.J.
Moltzenin US-patenttijulkaisussa nro 3 698 936, on sijoi-
5 tettu noin 13 cm päähän alkukappaleen kartiomaisen pään ul-
kopinnasta noin 90° kulmaan pituusakselin suhteen. Alku-
kappale on kiinnitetty pyörityslaitteeseen, joka tunnetaan
päärunkoistukkana, jonka pyörimisnopeus voi vaihdella vä-
lillä 10 - 1 000 kierrosta minuutissa tyypillisen käyttö-
10 nopeuden ollessa 60 kierrosta minuutissa.

Reaktioaineet syötetään polttimeen syöttöjärjestel-
mästä, jollainen on kuvattu edellä mainitussa Aslamin US-pa-
tentissa 4 212 663. Reaktioaineiden virtauksen parametrit
tässä esimerkissä ovat 1,6 l/min happea, 8 g/min SiCl_4 ,
15 1 g/min POCl_3 , 2 g/min GeCl_4 . Polttimen kokonaisvirtaus
on 3,5 l/min happea ja 4,0 l/min luonnonkaasua. Polttimes-
sa on sisempi ja ulompi happisuojaus, jolloin sisempänä suo-
juksena on 2,0 l/min happivirtaus ja ulompana suojuksena
on 6,0 l/min happivirtaus.

20 Sen jälkeen, kun hienojen nokihiukkasten kerrostu-
minen alkukappaleen kartiomaiselle päälle on alkanut, hie-
nojen nokihiukkasten kerrostumistaso on noin 0,6 g/min.
Sen jälkeen, kun riittävä määrä nokihiukkasia on kerrostu-
nut alkukappaleen kartiomaiselle päälle ja toisen kappaleen
25 tulenkestävän aloitusputken päähän, kuten on esitetty ku-
viossa 2, nokihiukkasista koostuvaa päällystettä siirretään
pituussuunnassa sen pituusakselia pitkin alkukappaleesta
poispäin laitteella, joka tunnetaan siirtimenä ja jota ku-
vataan yleisesti kuvion 5 yhteydessä. Siirrin on mekanis-
30 mi, joka on suunniteltu pyörittämään kerrostettua tuotet-
ta tai osaa samalla nopeudella, jolla päärunkoistukka ja
alkukappale pyörivät ja siirtämään samaan aikaan kerros-
tettua osaa tai tuotetta hitaasti poispäin päärunkoistu-
kasta pitkin sen akselia ohjatulla nopeudella. Siirtonopeus
35 voi vaihdella noin 2-50 mm/min. Mitä nopeampi siirto on,
sitä pienempi on kerrostuneen lasin poikkileikkausala.
Tässä esimerkissä käytetään noin 2,4 mm/min siirtonopeutta

ja kerrostetun osan ulkohalkaisija on maksimiarvoltaan noin 50 mm. Tämä laite pyörittää myös nokihiukkasten päällystettä pituusakselin ympäri noin nopeudella 60 kierrosta minuutissa.

- 5 Kun nokihiukkasista koostuva päällyste on muodostettu ja saatettu siirtymään pitkin pituusakseliaan, alkukappaletta siirretään käytännössä jatkuvasti pois muovattavasta esimuodon rungosta, jolloin siihen jää pituussuuntainen aukko. Toisin sanoen kun esimuoto muodostetaan pitkit-
- 10 täissuuntaisen siirron aikana, koska aukko esimuodon muovaus aloitettaessa on alkukappaleen kartiomaisessa päässä ja siirtyy siitä etenevästi kauemmaksi muodostuksen aikana alkukappale voidaan katsoa poistetuksi jatkuvasti esimuodon rungosta sitä muodostettaessa. Näin muodostettu huokoinen
- 15 esimuoto siirretään sitten kuumennusvyöhykkeen läpi, jossa hiukkaset lujitetaan muodostamaan kiinteä esimuoto. Kuumennuslaite tai lujitusuuni koostuu vastuskuumennetusta yksiköstä, jossa on korkealämpötilaiset elementit, kuten Super Kanthal, ja suojus lujitusympäristön osittaiseksi sulkemiseksi ja sen sisällön säilyttämiseksi, jossa on tässä esimerkissä 40 l/min heliumia ja 4 l/min hapen kanssa. Lujituslämpötila on noin 1 550°C.

- Muodostetun esimuodon lopullinen poikkileikkausrakenne tämän esimerkin mukaan on noin 7 paino-% P_2O_5 esimuodon keskiviivalla väheten oleellisesti lineaarisesti
- 25 4 paino-%:iin ulkohalkaisijalla, 22 paino-% FeO_2 keskiviivalla väheten oleellisesti tasaisesti 13 paino-%:iin ulkohalkaisijalla, rakenteen tasapainottavan tekijän ollessa SiO_2 esimuodon halkaisijan poikki.

- 30 Kiinteään esimuotoon kohdistetaan sen jälkeen toinen kuumennusvaihe, jossa esimuodon lämpötila kohotetaan sen aineiden vetolämpötilaan noin 1 900°C ja esimuoto vedetään kuiduksi tai säikeeksi. Kuitu päällystetään suhteellisen alhaisen taitekertoimen omaavalla polymeerillä,
- 35 kuten silikonilla, huoneen lämpötilassa vulkanisoituva kumi, jotka lämpö vulkanoinnin jälkeen molemmat suojaavat kuitua hankautumiselta, siten lisäten lujuutta ja toimivat kuidun optisena päällysteenä.

Tuloksena olevan kuidun tai säikeen optiset karakteristikat ovat seuraavat vaimentuma 820 nm:llä 8 dB/km, vaimentuma 1 060 nm:llä 6 dB/km, 3 dB optinen kaistanleveys n. 20 MHz km ja numeerinen aperttuuri n. 0,3.

5 Esimerkki II

Toinen esimerkki oleellisesti jatkuvasta menetelmästä optisen aaltojohdon muodostamiseksi esillä olevan keksinnön mukaisesti on seuraava. Ensimmäistä etureunastaan litteää kerrostuspoltinta, jota on kuvattu edeltävässä esimerkissä käytetään kerrostamaan $\text{GeO}_2 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ sydännokiosa. Toinen etureunastaan litteää poltin on sijoitettu noin 5 cm alemmaksi kuin ensimmäinen poltin siten, että sen liekki ja nokivirta kerrostavat toisen kerroksen nokihiukkasia jo kerrostetulle nokiosalle. Tämän toisen polttimen toimintaolosuhteet ovat samanlaiset kuin ensimmäisellä polttimella paitsi, että käytetään GeCl_3 :ää ja POCl_3 :a.

Tämä toinen poltin kerrostaa pääasiallisesti SiO_2 :ta, taitekertoimeltaan alhaisempaa lasia kuin ensimmäinen poltin, ja toinen lasi muodostaa tuloksena olevan kuidun verhouksen. Kerrostaminen jatkuu, kunnes nokikappaleen ulkohalkaisija on noin 70 mm. Kerrostamisnopeus on noin 0,7 g/min.

Kolmas poltin, jota kutsutaan ylimääräiseksi polttimiksi, on tyypillisesti sijoitettu noin 5 cm alemmaksi kuin toinen poltin ja sitä syötetään luonnonkaasulla ja ilmalla suhteellisen turbulentin kuumennusvyöhykkeen muodostamiseksi, joka estää kiinnittymiskyvyltään alhaisten nokihiukkasten kerrostumisen toisen polttimen reuna-alueelta ja estää nokikappaleen lämpöshokin sen saapuessa lujitusvyöhykkeeseen.

Nokikappaleen lujittaminen suoritetaan uunissa noin $1\ 600^\circ\text{C}$ lämpötilassa. Kaasua syötetään ohjatusti akselin suunnassa alkukappaleen pituussuuntaisen aukon läpi hydroksyyli-ionien poistamiseksi nokikappaleesta ja sitä kuumennetaan lujitusuunissa. Tällainen kuivauskaasu voi olla sekoitus, jossa on $40\ \text{cm}^3/\text{min}$ klooria ja $0,75\ \text{l/min}$ heli-

mia. Lisäksi toinen kaasuvirtaus esim. tyyppä noin 1 l/min syötetään alkukappaleen kanavien läpi, jotka tulevat ulos radiaalisesti rengaskuvioon tai suuttimiin ensimmäisestä polttimesta kerrostetun noen yläreunassa. Tämä kaasuvirtaus
5 varmistaa, että noki ei kerrostu suutinrenkaan yläpuolelle alkukappaleelle. Seuraavaksi nokikappale lujitetaan.

Lujitettu kappale tai esimuoto siirtyy toiseen kuumennusvyöhykkeeseen, joka voi olla lämpötilaltaan korkea vastuskuumennettu grafiittiuuni, induktiokuumennettu zir-
10 koniumuuni, H_2/O_2 kuumennettu liekki tai CO_2 laserkuumennettu vyöhyke, jotka toimivat riittäväillä tehotasoilla nostamaan lujitetun esimuotolasin lämpötilaan 1 700 - 2 100°C. Tässä esimerkissä tyyppillinen uunilämpötila on noin 1 850°C. Käyttämällä alalla tunnettuja piialkutanko- ja kuituveto-
15 tekniikoita, vedetään jatkuva lasiverhouksinen aaltojohdinkuitu. Jälleen käytetään tyyppillisesti muovipääällysteitä suojaamaan lasikuitua käsittelyn aikana, mutta muovipääällysteen optiset ominaisuudet eivät ole oleellisia tämän kuidun toiminnassa optisena kuituna tai aaltojohtona, koska
20 toisen polttimen kerrostama taitekertoimeltaan alhaisempi lasi toimii optisen aaltojohtimen verhouksena.

Tyyppilliset tällä tavoin valmistettujen optisten aaltojohtimien toimintaominaisuudet ovat seuraavat: vaimentuma 820 nm:llä on 5 dB/km, vaimentuma 1 060 nm:llä on
25 3 dB/km, kaistanleveys on 25 MHz·km, numeerinen aperttuuri on noin 0,25 ja sydämen ja ulkohalkaisijan suhde on noin 0,7 tai sydämen halkaisija on 100 μm , kun kuidun ulkohalkaisijaksi on vedetty noin 150 μm .

Esimerkki III

30 Seuraavassa on vielä yksi esimerkki oleellisesti jatkuvasta menetelmästä tuotteen valmistamisesta esillä olevan keksinnön mukaisesti. Viitaten kuvioon 8 polttimia 18, 50, 51 ja 52 käytetään samoissa olosuhteissa, jotka on kuvattu toiselle polttimelle esimerkissä II. Reaktioaineena
35 on $SiCl_4$ ja tuloksena oleva lasi on SiO_2 . Esimuodon keskireikää 30 ei suljeta lujittamisen aikana ja tuloksena oleva tuote on jatkuvasti valmistettu putki.

On ymmärrettävää, että yllä kuvattuja esimerkkejä ei ole täysin sovellettu käytäntöön, mutta kuitenkin oleellinen ja riittävä kokeilu ja keksinnön käyttö ovat varmistaneet merkittävästi useat parametrit ja esitetyt vaiheet.

- 5 Optiset aaltojohdot, jotka on tuotettu esillä olevan keksinnön mukaisesti oleellisesti jatkuvalla menetelmällä optisen aaltojohdon esimuodon muodostamiseksi ja tuloksena oleva optinen aaltojohto ovat sopivia ja soveltuvat yhden tai useamman moodisen energian siirtämiseen. Muut hyvin
- 10 merkittävät ja hyvin tärkeät esillä olevan keksinnön oleellisesti jatkuvan tuotteiden tai optisten aaltojohdinten aihoiden muodostamismenetelmän ja siitä seuraavien optisten aaltojohtimien edut ovat seuraavat. Nokea kerrostavien polttimien lisäämisellä on mahdollista sekä merkittävästi
- 15 lisätä kerrostumis- tai lasin muodostamistasoa, että muodostaa parannettu radiaalisten lasiominaisuuksien sovitus, kuten lähes parabeelinen taitekerroinprofiili optisen aaltojohtimen sydämelle, mikä muodostaa laajakaistaisia tai suuren informaatio siirtokyvyn omaavia aaltojohtimia. Lisäk-
- 20 si tätä jatkuvaa menetelmää voidaan käyttää valmistamaan korkealaatuisia optisia lasiputkia piistä tai erilaisia saostettuja piirakenteita käyttämällä sopivia haloideja tai muita suhteellisen korkean höyrynpaineen omaavia metallisia seoskomponentteja höyrysyöttövaiheessa.
- 25 Keksinnönmukaista menetelmää toteutettaessa on edullista säätää polttimien syöttämän hiukkasmaisen aineen koostumusta muodostamaan ennalta määrätty, haluttu rungon poikkileikkauskoostumuksen vaihtelu. Tällöin rungossa, joka on optinen aaltojohdinrunko, on sydän ja verhous, jonka tai-
- 30 tekerroin on pienempi kuin sydämen. Rungon sisälle muodostuva pituussuuntainen aukko luhistetaan joko samanaikaisesti hiukkasmaisen aineen lujittamisen kanssa tai sitä seuraavassa vaiheessa tai samalla, kun optinen kuitu vedetään.
- Keksinnönmukaiseen laitteeseen kuuluu myös edullises-
- 35 ti välineet, joilla huokoinen tuote kuumennetaan lämpötilaan, joka on riittävä hiukkasmaisen aineen lujittamiseen, ja välineet, joilla säädetään hiukkasmaisen aineen syöttöä

niin, että muodostetaan ennalta määrätty, haluttu huokoisen
tuotteen poikkileikkauskoostumus. Huokoisen tuotteen muodos-
tamiseksi optiseksi kuiduksi kuuluu keksinnön mukaiseen lait-
teeseen välineet sen kuumentamiseksi sen aineen vetolämpö-
5 tilaan ja välineet sen vetämiseksi optiseksi kuiduksi.

Vaikka esillä olevaa keksintöä on kuvattu sen tiet-
tyjen suoritusmuotojen erityisten yksityiskohtien suhteen,
ei ole tarkoitus, että tällaiset yksityiskohdat olisivat
rajoituksia keksinnön piiriin paitsi siinä määrin kuin on
10 esitetty seuraavissa patenttivaatimuksissa.

Patenttivaatimukset:

1. Oleellisesti jatkuva menetelmä tuotteen valmistamiseksi, jolloin hiukasmaista ainetta syötetään alkukappaleen ulkopinnalle päällysteen muodostamiseksi sille, t u n n e t t u siitä, että päällystettä siirretään pituussuunnassa, kun samanaikaisesti syötetään lisää hiukasmaista ainetta päällysteeseen rungon muodostuksen aloittamiseksi, ja että runkoa siirretään pituussuunnassa sitä mukaa kun se muodostuu, niin että runko ja siihen näin muodostunut pituussuuntainen aukko saadaan vapaaksi alkukappaleesta.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että hiukasmaisen aine syötetään vähintään yhdellä polttimella.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että näin muodostettua runkoa kuumennetaan hiukasmaisen aineen lujittamiseksi.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että alkukappaletta pyöritetään samalla, kun hiukasmaista ainetta syötetään.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että runkoa pyöritetään samalla, kun sitä siirretään pituussuunnassa.

6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että runkoa pyöritetään samaan suuntaan tai vastakkaiseen suuntaan kuin alkukappaletta samalla, kun runkoa siirretään pituussuunnassa.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että syötetään toinen hiukasmaista ainetta oleva päällyste rungon ulkopinnalle sitä mukaa kun se muodostuu, jolloin runko käsittää sydämen ja toinen päällyste muodostaa verhouksen, jolla on pienempi taitekerroin kuin sydämellä.

8. Laite oleellisen jatkuvan, huokoisen rungon muodostamiseksi, joka laite käsittää alkukappaleen (10) ja välineet (18) hiukasmaisen aineen syöttämiseksi ainakin alkukappaleen osan ulkopinnalle päällysteen muodostamiseksi sille, t u n n e t t u siitä, että

n e t t u välineistä päällysteen siirtämiseksi samalla, kun hiukasmaista ainetta syöttävät välineet syöttävät lisää hiukasmaista ainetta päällysteeseen/onton huokoisen rungon muodostuksen aloittamiseksi, jolloin siirtovälineet myös
5 siirtävät runkoa sitä mukaa kun se muodostuu, niin että runko ja siihen näin muodostunut pituussuuntainen aukko saadaan vapaaksi alkukappaleesta.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite, t u n -
n e t t u välineistä (37) alkukappaleen pyörittämiseksi
10 samalla, kun hiukasmaista ainetta syötetään.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n -
n e t t u välineistä (36) huokoisen rungon pyörittämiseksi samaan suuntaan tai vastakkaiseen suuntaan kuin alkukappale pyörii.

15 11. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen laite,
t u n n e t t u siitä, että välineet (37) pyörittävät huokoista tuotetta samalla, kun sitä siirretään pituussuunnassa.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 8...11 mukainen laite,
20 t u n n e t t u apukuumentimesta (45), joka on sijoitettu useiden polttimien jälkeen siirtosuunnassa.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 8...12 mukainen laite,
t u n n e t t u siitä, että alkukappaleessa (10) on pituussuuntainen keskiaukko.

25 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että alkukappaleessa on kartiomainen kärkiosa (12).

15. Jonkin patenttivaatimuksen 8...14 mukainen laite,
t u n n e t t u siitä, että alkukappaleeseen on muodostettu
30 useita säteittäisiä suuttimia (48) sen kartiomaiseen kärki-osaan sen päiden väliin.

Fig. 1

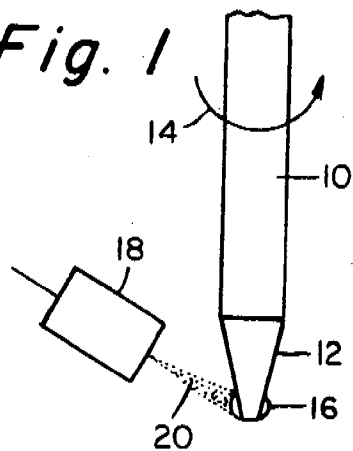


Fig. 2

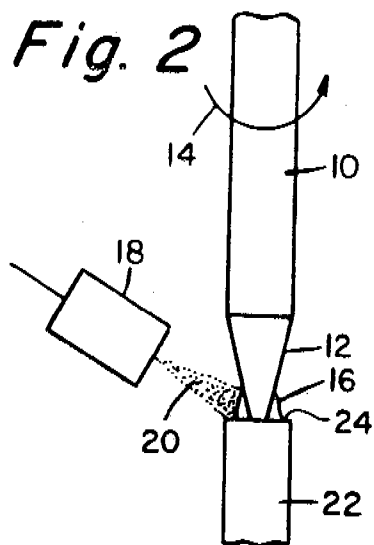


Fig. 3

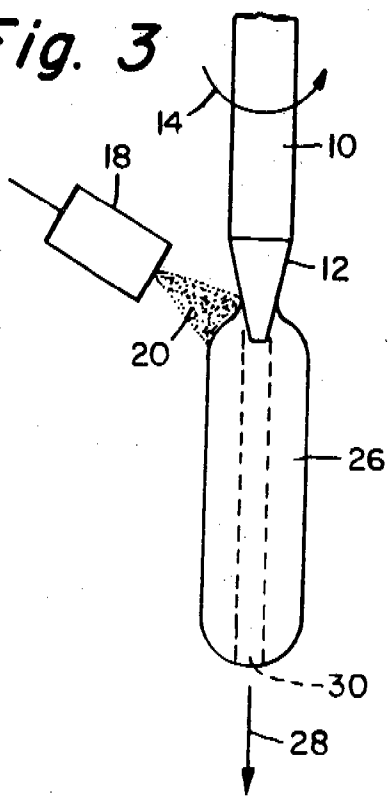
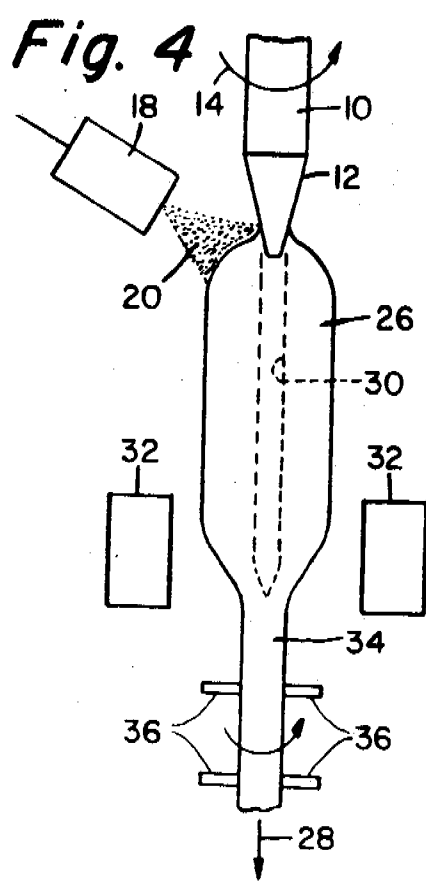


Fig. 4



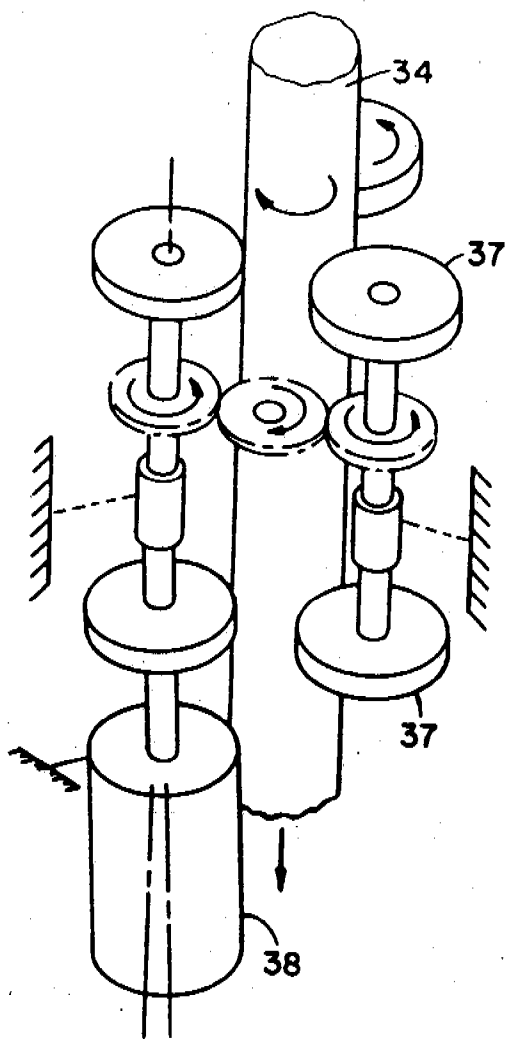


Fig. 5

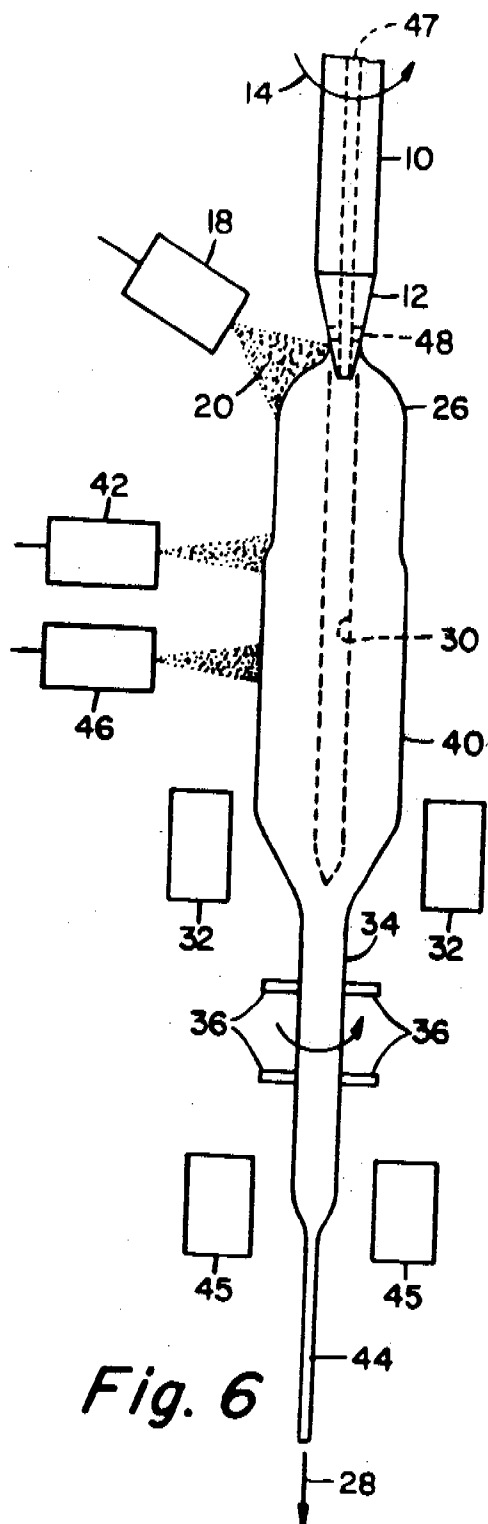


Fig. 6

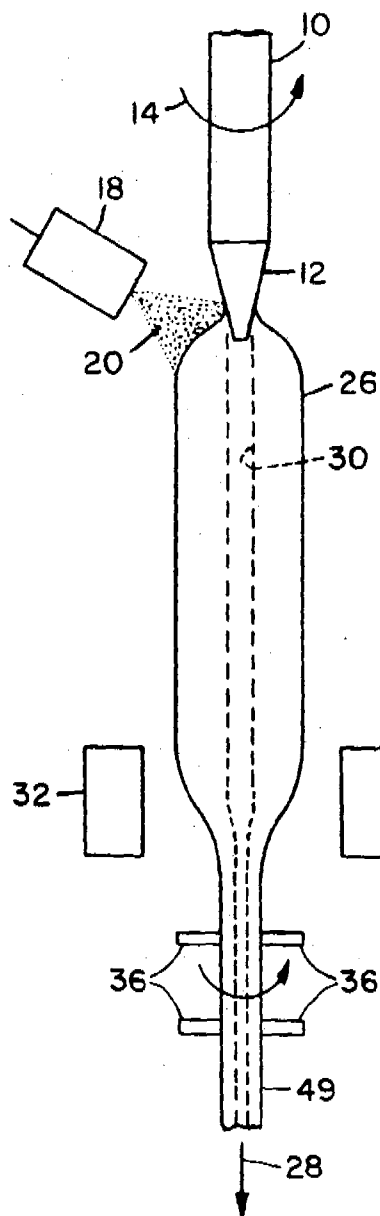


Fig. 7

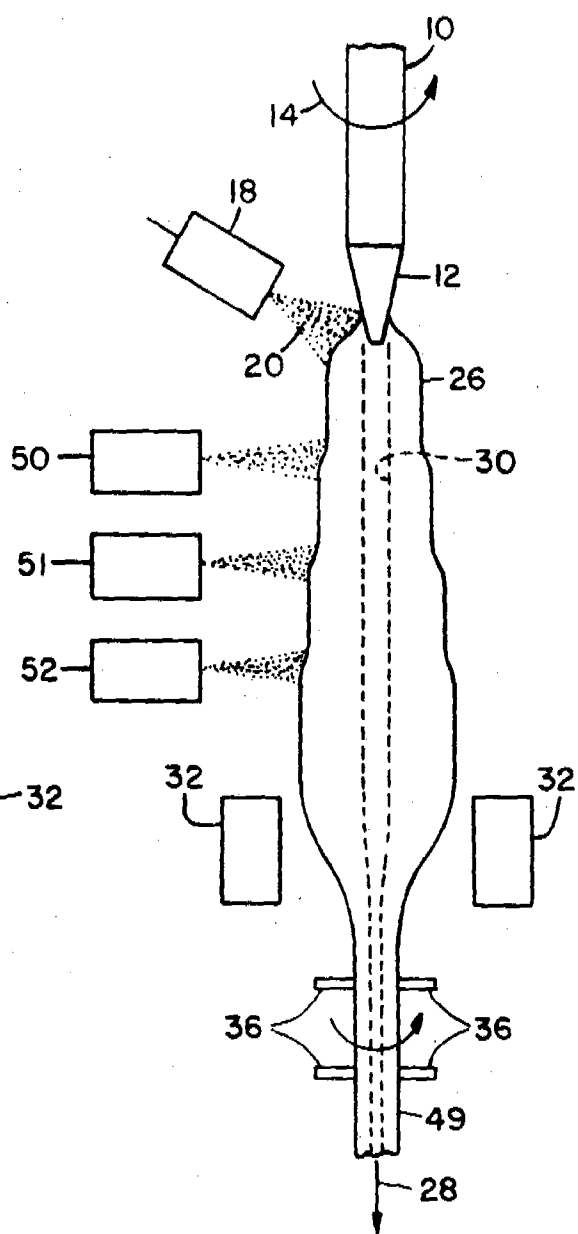


Fig. 8

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 3.620.704 (C03B 17/04), 4.198.223 (C03B 37/02)

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

EP

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Allekirjoitus