



SUOMI-FINLAND

(FI)

**Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT**

82030

C (15) Patentti myönnetty
Patent beviljat 10 01 1991

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

C 03B 37/012 // C 03B 32/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	870393
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	29.01.87
(24) Alkupäivä - Löpdag	29.01.87
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	31.07.87
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.09.90
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
30.01.86 US 824136 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Corning Glass Works, Corning, N.Y., USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Lane, Kenneth Robert, 7008 Fallen Tree Road, Wilmington, N.C., USA, (US)
2. Prusha, Donald Lee, 140 West Hill Road, Painted Post, N.Y., USA, (US)
3. Siebold, William Emil, 617 Rynolds Drive, Horseheads, N.Y., USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Laite sekä menetelmä huokoisen lasisen esimuotin lujittamiseksi
Anordning och förfarande för förstärkning av en porös förform av glas**

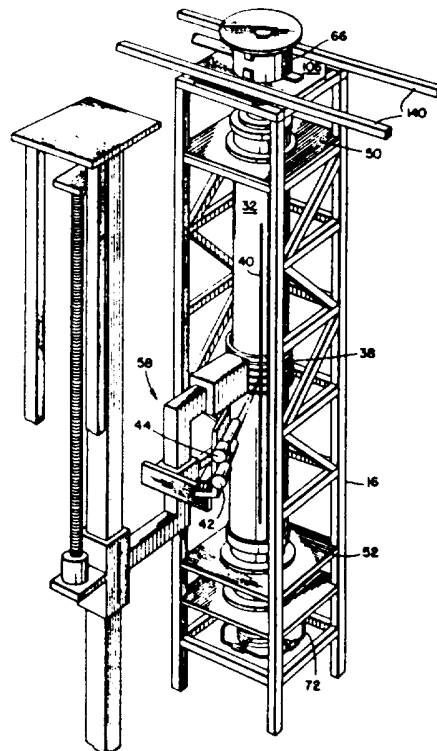
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 76543 (C 03B 37/018), FI C 68605 (C 03B 37/012), EP A 0175067 (C 03B 37/014)
GB A 2121028 (C 03B 37/025), US A 4121920 (C 03B 23/04)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Lämmitysuuni lasimateriaalien käsittely-
seksi, joista valmistetaan optisia aalto-
putkikuituja, joka uuni käsittää:

(a) pitkänomaisen kammion käsitteltävän
lasimateriaalin vastaanottamiseksi; ja
(b) elimet kammion tai sen valittujen osien
lämmittämiseksi, jotka elimet sisältävät
pitkänomaisen vastaanottimen, jonka pitkit-
täisakseli on yhdensuuntainen kammion pit-
kittäisakselin kanssa, induktiolämpökelan
(38), elimet induktiolämpökelan (38) siir-
tämiseksi pitkin tietä, joka on yhdensuun-
tainen vastaanottimen ja kammion pitkit-
täisakseleiden kanssa, ja elimet energian
syöttämiseksi induktiolämpökelaan (38).



Värmeugn för behandling av glasmaterial, av vilka optiska vågrörsfibrer tillverkas, vilken ugn omfattar:

- (a) en långsträckt kammare för att mottaga glasaterialet som skall behandlas; och
- (b) organ för att värma upp kammaren eller en del av den, vilka organ omfattar en långsträckt mottagare, vars längsaxel är parallell med kammarens längsaxel, en induktionsvärmespole (38), organ för att förflytta induktionsvärmespolen (38) längs en väg som är parallell med mottagarens och kammarens längsaxel, och organ för att mata energi till induktionsvärmespolen (38).

Laite sekä menetelmä huokoisen lasisen esimuotin lujittamiseksi - Anordning och förfarande för förstärkning av en porös förform av glas

Keksinnön kohteena ovat optiset aaltoputkikuidut ja erityisesti parannettu lämmitysuuni tällaisten kuitujen esimuotien lujittamiseksi.

Eri tavanomaiset menetelmät optisten aaltoputkikuitujen valmistamiseksi sisältävät lämmitysuunien käytön, jotka pystyvät aikaansaamaan lämpötilan alueella noin 1000-1500°C.

Esimerkiksi ulkopuolisessa höyryn kondensointiprosessissa (OVD) muodostetaan huokoinen esimuotti lasista, jota myös kutsutaan nokiaihioksi, ja tämä sovitetaan lämmitysuuniin kuivumaan ja lujittumaan läpikuultavaksi lasiaihioksi, josta aikaansaadaan optinen aaltoputkikuitu. Kuivaus suoritetaan lämmittämällä esimuotti lämpötilaan noin 1100°C yhden tai useamman kuivauskaasun, kuten heliumin ja kloorin sekoituksen läsnäollessa. Lujittaminen aikaansaadaan lämmittämällä kuivattu esimuotti sintrauslämpötilan yläpuolelle, so. lämpötilaan, joka on suuruusluokkaa 1450°C.

Ennestään on lämmitysuuneissa, joita käytetään kuivaamiseen ja lujittamiseen, ollut kiinteä "lämmin vyöhyke" ja liikkuva aihio. Erityisesti ovat uunit sisältäneet lieriömäisen muhveliuunin, so. alumiinisen muhveliuunin, joka on pituudeltaan n. 3 metriä ja jonka halkaisija on n. 12,7 cm. Muhveliuunin ulko-osa on eristetty esim. alumiinieristeellä lämpöhäviön minimoimiseksi. Lämmityselementti, so. vastuslämmityselementti, on sovitettu muhveliuunin keskiosan ympärille ja se on aikaansaanut keskeisen lämpövyöhykkeen, joka on pituudeltaan 26 cm, ja jota ympäröi jommalla kummalla sivulla viileämmät päätyvyöhykkeet, joiden pituudet ovat n. 84-99 cm.

Kuivus on näissä uuneissa aikaansaatu viemällä noki-esimuotti muhveliuunin yläosaan ja syöttämällä kuivauskaasuja muhveliuuniin. Näissä tapauksissa on nokiaihiota pyöritetty pitkittäisakselinsa ympäri kuivausprosessin aikana. Tyypillisesti on nokiaihiot pidetty muhveliuunin yläosassa noin 3-4 minuuttia ennen lujittamista.

Lujittaminen on suoritettu näissä uuneissa laskemalla nokiaihio lämpövyöhykkeeseen nopeudella noin 5 mm/min. samalla kun lämpövyöhykkeen lämpötila on pidetty lämpötilassa n. 1500°C. Lujittumisen aikana on mahdollisesti nokiaihiota pyöritetty, mikäli näin on toivottu.

Näissä tunnetuissa lämmitysuunissa on ollut eri haittoja, joista rajoittavin on ollut se tosiasia, että uunit ovat olleet kaupallisesti käyttökelpoisia ainoastaan käsiteltäessä lyhyitä aihioita, so. aihioita, joiden pituus on suuruusluokkaa 75 cm.

Jotta sekä keskeinen lämpövyöhyke että ulommat viileämmät vyöhykkeet mahtuisivat, on tunnetun tekniikan mukaisissa uuneissa muhveliuunin oltava pituudeltaan n. 3-4 kertaa pisimmän käsiteltävän aihion pituus uunissa. Täten käsiteltäessä 75 cm pitkää aihiota, on ollut välttämätöntä käyttää noin 3 metriä pitkää muhveliuunia. Koska kaupallisesti ei ole ollut saatavana pitempiä muhveliuunikappaleita kuin 1,8 metriä, on tyypillisesti 3 metrin muhveliuunit valmistettu yhdistämällä kaksi muhveliuunikappaletta, jonka jälkeen liitos on altistettu lämpötiloihin, jotka eivät ylitä 1100°C, so. liitoksia ei ole sisällytetty lämpövyöhykkeeseen.

Mikäli toisaalta käytetään 2 metriä pitkää aihiota 75 cm:n sijasta, tarvitaan täten 6 metriä pitkä muhveliuuni. Vaikkakin on mahdollista valmistaa 6 metriä pitkä muhveliuuni yhdistämällä 3 tai useampia muhveliuunikappaleita, on liitos ja sovitusprosessi vaikea suorittaa erityisesti siksi, että liitosten on oltava kaasutiiviitä siten, että

prosessikaasut pysyvät muhveliuunin sisällä. Virhetoimintamahdollisuuksia esiintyy muhveliuunissa kahdessa tai useammassa liitoksessa siksi, että prosessikaasut ja korkea lämpötila, jota käytetään aihioden kuivauksessa ja lujittamisessa, vaikuttavat niihin.

Muhveliuuniongelmiin lisäksi ovat tunnetun tekniikan mukaiset lämmitysuunit aikaansaaneet myös muita erilaisia ongelmia käsiteltäessä pitkiä aihioita. Esim. on tila, joka tarvitaan tunnetun tekniikan mukaisen uunin sijoitusta varten, joka pystyy käsittelemään pitkiä aihioita, sisältäen muhveliuunin, sen tukirakenteen, ja laitteiston, jota käytetään sovittamaan ja poistamaan aihiot muhveliuunista, nopeasti noussut hyvin suureksi ahiokoon kasvaessa. Täten, 75 cm:n aihion yhteydessä mahtuu uuni ja siihen liittyvä aineisto kaksikerroksiseen rakennuksen. Kahden metrin aihion ollessa kyseessä tarvitaan toisaalta kolmekerroksinen rakennus. Tämä kallistaa huomattavasti uunin rakennetta.

Edelleen, kun uunin ja siihen liittyvän laitteen kokonaispituus nousee, on olennaisesti paljon vaikeampaa valvoa aihion kulkua. On erityisesti vaikeata hallita kolme laitteistokerrosta siten, että kaksimetristä ahiota voidaan sekä pyörittää että siirtää 6 metriä pitkän muhveliuunin keskiviivaa pitkin.

Fyysisten rajoitusten lisäksi omaavat tunnetun tekniikan mukaiset uunit myös käsittelyrajoituksia. Erityisesti, johtuen kiinteästä lämpövyöhykkeestä ja liikkuvasta ahiosta, on näissä uuneissa suoritettu yleensä ainoastaan yksinkertaisia yllä mainittua tyyppiä olevia kuivaus- ja lujittamislämpötilan vaihteluja.

Edellä esitetyn perusteella keksinnön tarkoituksena on aikaansaada parannettu lämmitysuuni, jota käytetään optisten aaltoputkikuitujen valmistamiseksi. Erityisesti on keksinnön tarkoituksena aikaansaada parannettu uuni, jota

voidaan yleisesti käyttää OVD-prosessin osana nokiaihoiden kuivaamiseksi ja lujittamiseksi, jotka ovat pituudeltaan yli 75 cm. Keksinnön tarkoituksena on edelleen aikaansaada parannettu lämmitysuuni, jota voidaan käyttää erilaisten lämpötilavaihtelujen aikaansaamiseksi lasimateriaaliin, josta optiset aaltoputkikuidut tuotetaan.

Edellä mainittujen ja muiden tarkoitusten aikaansaamiseksi muodostuu keksintö laitteesta huokoisen lasisen esimuotin lujittamiseksi, josta valmistetaan optisia aaltoputkikuituja, joka laite käsittää:

- (a) pitkänomaisen stationäärisen kammion olennaisesti huokoisen esimuotin vastaanottamiseksi;
- (b) välineet esimuotin siirtämiseksi kammioon; ja
- (c) lujittamisvälineet, jotka sisältävät lämmityselimet. Laitteen oleelliset tunnusmerkit ilmenevät vaatimuksesta 1. Lämmityselimet voivat käsittää pitkänomaisen vastaanottimen, jonka vastaanottimen pitkittäisakseli on yhdensuuntainen kammion pitkittäisakselin kanssa, induktiolämpökelan, elimet induktiolämpökelan siirtämiseksi pitkin tietä, joka on yhdensuuntainen vastaanottimen pitkittäisakselin ja kammion kanssa, sekä elimet induktiolämpökelan käyttämiseksi.

Keksintö käsittää myös menetelmän huokoisen esimuotin lujittamiseksi. Sen oleelliset tunnusmerkit ilmenevät vaatimuksesta 9.

Keksinnön muut suoritusmuodot ja edut ilmenevät seuraavasta selostuksesta ja/tai patenttivaatimuksista.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin viittaamalla oheisiin kuvioihin, joissa

kuvio 1 on perspektiivikuva lämmitysuunista, joka on valmistettu esillä olevan keksinnön mukaisesti, ja siihen liittyvästä laitteesta huokoisen lasiesimuotin viemiseksi uuniin käsittelyä varten,

kuvio 2 on yksityiskohtaisempi perspektiivikuva kuvion 1 mukaisesta lämmitysuunista,

kuvio 3 on sivupystyleikkauskuva kuvion 1 lämmitysuunista ja siihen liittyvästä laitteesta,

kuvio 4 on etupystyleikkauskuva kuvion 1 mukaisesta lämmitysuunista ja siihen liittyvästä laitteesta, kuvio 5 on leikkauskuva kuvion 1 mukaisesta lämmitysuunista, kuvio 6 esittää kaaviomaisesti prosessikaasujen ja poistokaasujen virtausta kuvion 1 mukaisessa uunissa, kuvio 7 on halkileikkauskuva kuvion 5 viivaa 7-7 pitkin, kuvio 8 on yksityiskohtainen kuva osittain leikattuna, kuvion 1 mukaisen uunin yläosan rakenteesta, kuvio 9 on yksityiskohtainen kuva, osittain leikattuna, kuvion 1 mukaisen uunin alaosan rakenteesta, kuvio 10 on halkileikkauskuva pitkin kuvion 4 viivaa 10-10, kuvio 11 on sivukuva kuviosta 10, kuviot 12-15 esittävät edullista menetelmää eristeaineiden sovittamiseksi, joita käytetään kuvion 1 mukaisen uunin vastaanottimessa, kuvio 16 esittää kaaviomaisesti esillä olevan keksinnön mukaisen uunin käyttöä OVD-prosessissa tuotettujen huokoisten lasiesimuottien kuivaamiseksi ja sintraamiseksi.

Kuten selostettiin yllä, kohdistuu esillä oleva keksintö parannettuun lämmitysuuniin, jota käytetään optisten aaltoputkikuitujen valmistamiseksi. Seuraavassa selostuksessa esitetään uuni OVD-prosessin yhteydessä, jossa se tuottaa optisia aaltoputkikuituja. Tämän prosessin esittely, ja erityisesti huokoisten lasiesimuottien kuivaus- ja lujittamisprosessin selostus löydetään patenttijulkaisuista US-4 453 961 ja US-4 125 388. On ymmärrettävää, että esillä olevan keksinnön selostus on suoritettu ainoastaan esimerkin muodossa, eikä se rajoita keksintöä muiden aaltoputkien muodostamisprosessien osalta, jotka tunnetaan ennestään tai joita kehitetään.

Kuviossa 1 nähdään perspektiivikuva lämmitysuunista 10, joka on valmistettu esillä olevan keksinnön mukaisesti, ja siihen liittyvästä ylhäältäsyöttötornista 12, joka laskee huokoisen lasiesimuotin 14 uuniin 10 ja poistaa sen uunista kun kuivaus ja lujittaminen on suoritettu. Uuni 10 ja

ylhäältäsyöttötorni 12 ovat kumpikin suurinpiirtein yhden kerroksen korkeita, ja uunin tukirakenne 16 sijaitsee ensimmäisessä, alemmassa kerroksessa (ei esitetty), ja ylhäältäsyöttötornin tukirakenne 18 sijaitsee toisessa, ylemmässä kerroksessa 20.

Kuten nähdään kuvion 7 halkileikkauksessa, sijaitsee alaslaskettu esimuotti 14 lieriömäisen muhveliuunin 24 määrittämässä kammiassa 22. Muhveliuuni 24 on edullisesti silikaa, mutta se voi myös olla muuta materiaalia, kuten alumiinia, grafiittia tai muita vastaavia materiaaleja. Lasiesimuottien käsittelemiseksi, joiden pituus on n. kaksi metriä, ja halkaisija n. 12 cm on todettu käytännölliseksi käyttää muhveliuunia, jonka pituus on n. 3,7 m, sisähalkaisija n. 15 cm, ja ulkohalkaisija n. 16,5 cm. Tällaisia yhden kappaleen silikamuhveliuuneja on saatavana kaupallisesti esim. valmistajalta Ver-teq Co., U.S. Quartz Division, 17 Madison Road, Fairfield, NJ 07006.

Muhveliuunia 24 ympäröi grafiittinen vastaanotin 26. Tyypillinen vastaanotin muodostuu grafiitista Airco grade 890 R1 (Airco Speer Co., St. Marys, PA 15857). Asennuksen helpottamiseksi muodostuu vastaanotin 26 edullisesti useita osista, so. neljästä osasta, jotka sijaitsevat toistensa päällä. Kuten ilmenee selostuksesta alla, lämmitetään vastaanotinta induktiivisesti käytön aikana induktio-lämpökelan 38 avulla (ks. esim. kuvio 2).

Kuten nähdään kuviossa 7, ympäröi vastaanotinta 26 sisäeriste 28, ulkoeriste 30, ja ulkokuori 32. Sisäeriste 28 on edullisesti $0,48 \text{ g/cm}^3$ tiheyksistä alumiinia, ulkoeriste 30 on edullisesti $0,24 \text{ g/cm}^3$ tiheyksistä alumiinia, ja ulkokuori 32 on edullisesti silikaa, vaikka myös muita materiaaleja voidaan käyttää näissä komponenteissa. Kuten selostetaan alla, puhdistetaan kaikki ontelot muhveliuunin 24 ja kuoren 32 välissä, sisältäen välin 34 vastaanottimen ja muhveliuunin 24 välissä, ja tilan 36 ulkoeristeen 30 ja kuoren 32 välissä, inertillä kaasulla,

so. argonilla. Puhdistus suoritetaan grafiittisen vastaanottimen suojaamiseksi hapettumiselta lämmitetyssä tilassa.

Sisäeriste 28 ja ulkoeriste 30 ovat konstruoidut siten, että ne aikaansaavat uran 40, jonka avulla vastaanottimen 26 lämpötilaa valvotaan pyrometrien 42 ja 44 avulla (ks. kuvio 2 ja selostus alla). Erityisesti on sisäeriste 28 ja ulkoeriste 30 muodostettu osista, jotka sijaitsevat toistensa päällä, siten, että liitokset sisäeristeen 28 osien välillä on porrastettu ulkoeristeen 30 osien välisistä liitoksista. Kuten ilmenee kuvioista 12 ja 13, muodostuu ulkoeristeen 30 kukin osa yhdestä eristemateriaalikappaleesta, kun toisaalta kukin sisäeristeen 28 osa muodostuu neljästä eristemateriaalikappaleesta.

Kuvioissa 13-15 on sisä- ja ulkoeristekerrokset asennettu, ja ura 40 kohdistettu kohdistustyökalun 46 ja keraamisten tappien 48 avulla. Erityisesti on työkalu 46 sovitettu kannattamaan levyjä 50 ja 52, vastaanottimen 26 alin osa sovitetaan paikoilleen, ja sisä- ja ulkoeristeet sovitetaan vastaanottimen ympärille, kohdistetaan työkalun 46 avulla, ja kiinnitetään paikoilleen keraamisten tappien 48 avulla. Prosessia toistetaan tämän jälkeen kunnes koko vastaanotin ja ympäröivä eriste on asennettu.

Kuten esitetään kuviossa 12, on todettu edulliseksi porrastaa keraamisten tappien 48 sijainnit. Käytännössä osaeristeen käyttö yhdessä osien kiinnityksen kanssa toisiinsa uran 40 alueella on todettu aikaansaavan yleisrakenteen, jossa ura 40 pysyy kooltaan ja sijainniltaan suhteellisen vakiona uunin koko lämpötilanvaihtelun ajan.

Kun eristekerrokset 28 ja 30 on asennettu, poistetaan työkalu 46, ulkokuori 32 sovitetaan ulkoeristeen 30 ulkopuolen ympärille, ja muhveliuuni 24 sovitetaan vastaanottimen 26 sisälle kuvion 7 rakenteen aikaansaamiseksi. Uuni 10 ja ylhäältäsyöttötorni 12 ovat tällöin kohdis-

tettuja toisiinsa. Erityisesti muhveliuuni 24 ja karakäyttö 96, joka pyörittää esimuottia 14 käsittelyn aikana sijaitsevat kohdistettuina toisiinsa siten, että esimuotti sijaitsee muhveliuunin keskiviivaa pitkin. Tämä aikaansaadaan yksinkertaisesti ripustamalla riippuluoti karasta ja säätämällä karan asento suhteessa muhveliuuniin siten, että luoti sijaitsee muhveliuunin keskiviivaa pitkin.

Kuten ilmenee kuvioista 8-11, lämmitetään uunia 10 induktiolämpökelan 38 ja yläpään ja alapään lämmittimien 54 ja 56 avulla. Päätylämmittimet ovat edullisesti grafiittia, ja toimivat vastuslämmittiminä. Näitä käytetään uunin yläpään ja alapään päiden häviöiden kompensoimiseksi.

Induktiolämpökela 38 sijaitsee liikkuvassa tukirakenteessa 58, joka liikuttaa kela ylöspäin ja alaspäin uunin pituutta pitkin ennalta määrätyllä nopeudella, so. nopeudella 7 mm/min lujituksen aikana, toivotun lämpötilaprofiilin aikaansaamiseksi kammiossa 22. Käytetään vaihtovirtageneraattoria (ei esitetty) syöttämään tehoa telalle 38 muuntajan ja sopivan kondensaattorin (ei esitetty) kautta. Kela, kondensaattori, ja muuntaja valitaan siten, että yhtenäinen tehokuorma esiintyy generaattorilla, ja että kela on resonanssissa generaattorin toimintataajuudella. Kela aikaansaa sähkövirtoja vastaanottimessa 26, jotka lämmittävät vastaanotinta ja täten kammiota 22. Käytännössä on todettu, että tarvittavat lämpötilaprofiilit huokoisen lasiesimuotin kuivaamiseksi ja lujittamiseksi voidaan tuottaa käyttämällä 75 kW:n jähmegeneraattoria, joka toimii taajuudella 10 kHz.

Lämpötilan takaisinkytkentä aikaansaadaan käyttämällä pyrometrejä 42 ja 44 ja termoelementtejä 60 ja 62 (ks. kuviot 8 ja 9). Termoelementit ovat edullisesti platina-rodium-tyyppisiä termoelementtejä, ja pyrometrit ovat edullisesti yhden aaltopituuden optisia lämpötila-ilmaisimia. Pyrometrit on asennettu tukirakenteeseen 58 ja liikkuvat täten yhdessä telan 38 kanssa. Läpikuultavan

ulkokuoren 32 ja uran 40 kautta pyrometrit mittaavat vastaanottimen 26 värin, ja täten lämpötilan. Vaikkakin kuvioissa on esitetty kaksi pyrometria, ja tämä on edullinen määrä järjestelmän redundanssin aikaansaamiseksi, on ymmärrettävää, että järjestelmä toimii myös yhdellä ainoalla pyrometrillä.

Prosessoria (ei esitetty) käytetään kelalle ja päätylämmittimille 54 ja 56 syötettävän tehon määrän ohjaamiseksi. Mikroprosessorille viedään termoelementtien ja pyrometriien ja pyrometriien annot, ja perustuen näihin arvoihin se säättää kelalle ja päätylämmittimille syötettävän tehon siten, että toivottavat lämpötilaprofiilit aikaansaadaan kammiossa 22.

Käytännössä on todettu, että tietyn ajan käytön jälkeen, so. noin kuukauden käytön jälkeen, kalvo pyrkii kerääntymään kuoren 32 sisäpinnalle uran 40 alueella. Tämä kalvo aiheuttaa sen, että pyrometrit lukevat liian pienen arvon, joka puolestaan saa mikroprosessoria lisäämään kelalle ja päätylämmittimille syötettävän tehon määrää. Kuivauksen aikana ei lämpötilan säätäminen yleensä ole yhtä kriittinen kuin sintrauksen aikana, ja täten voidaan yleensä sietää tätä lisälämpöä. Toisaalta sintrauksen aikana, jossa lämpötilansäätö on kriittisempi, on todettu edulliseksi eräissä tapauksissa käyttää suoraa tehon ohjausta, mieluummin kuin pyrometriien kautta tapahtuvaa takaisinkytkettyä ohjausta.

Mikroprosessori ohjaa myös käsittelykaasujen syötön, so. typen, heliumin, hapen ja kloorin syötön kammioon 22. Kuten on esitetty kuviossa 6 kaaviomaisesti, käsittelykaasut 64 tulevat muhveliuunin 24 pohjaan putkijohdon 72 kautta (ks myös kuvio 9) ja poistuvat muhveliuunista poistokehyksen 66 kautta. Prosessikaasut yhdistetään ympäröivään ilmaan 68 poistokehyksessä ennen kuin ne tulevat poistokanavaan 70, joka vie ne poistokaasujen saastekäsittelylaitteeseen (ei esitetty). Prosessikaasuja syötetään kammioon 22 paineella

ja virtausnopeudella, joka on riittävä ylläpitämään kammion paine, joka on korkeampi kuin ympäröivä ilmanpaine.

Kuten myös nähdään kuviossa 6, voi uuni 10 olla varustettu lämpimän ilman poistolaitteella 92, jolla säädetään uunin ympäröivää lämpötilaa. Kuten edelleen nähdään kuviossa 6, syötetään puhdistuskaasut tilaan ulkokuoren 32 ja muhveliuunin 24 välissä, ja poistetaan siitä syöttöputkijohdon 76 ja poistoputkijohdon 78 avulla (ks. myös kuviot 8 ja 9). Kuten käsitellykaasujen yhteydessä, syötetään puhdistuskaasut sopivaan ilman saastekäsittelylaitteeseen, kun ne tulevat uunista.

Kuten on selostettu yllä, on puhdistuskaasu edullisesti argonia, ja sen tarkoituksena on estää grafiittisen vastaanottimen 26 hapettuminen ja myös grafiittisten päätylämmittimien 54 ja 56 hapettuminen. Siksi valvotaan putkijohdosta 78 tulevien kaasujen hiilimonoksidipitoisuutta sen määrittämiseksi, tuleeko happea vastaanottimelle ja päätylämmittimille, jotka eivät kestä puhdistusta. Tällainen tilanne voi esiintyä, esim. mikäli joko muhveliuuni tai ulkokuori 32 särkyy käytön aikana. Hiilimonoksidin valvojan anto viedään mikroprosessorille, joka sulkee uunin, mikäli havaitaan säröjä.

Sen lisäksi, että valvotaan putkijohdosta 78 lähtevien kaasujen hiilimonoksidipitoisuutta, valvotaan myös näiden kaasujen vesipitoisuutta. Tämä suoritetaan sen määrittämiseksi, vuotaako uunin eri tukirakenteisiin syötetty jäähdytysvesi (ks. linjat 80-90 kuvioissa 8 ja 9) uuniin. (Jäähdytysvesi on edullisesti tislattua vettä, ja tukirakenteet ovat edullisesti alumiinia.) Jälleen viedään vesipitoisuuden anto mikroprosessorille, ja uuni suljetaan, jos säröjä havaitaan.

Kuviossa 16 esitetään kaaviomaisesti edullinen toimintosarja huokoisen lasiesimuotin kuivaamiseksi ja lujittamiseksi käyttäen esillä olevan keksinnön mukaista

uunia. Kuviossa 16 esittää pitkä suorakulmainen laatikko uunia 10 ja pieni suorakulmainen laatikko esittää liikkuvaa induktiolämpökela 38.

Kuvion 16 ensimmäisessä kehyksessä esitetty "jouto"-vaihe edustaa uunin tilaa osittaisen tai täydellisen pysäyttämisen aikana. Kelalle ei syötetä tehoa, ja päätylämmittimien teho on säädetty aikaansaamaan lämpötila, joka on esim. n. 1150°C termoelementtien 60 ja 62 läheisyydessä. (Tavallisesti termoelementtien 60 ja 62 lämpötilalle käytetään asetus pistettä noin 1050°C kuviossa 16 esitetyille muille prosessivaiheille.) Kammio 22 ja muhveliuunin 24 ja ulkokuoren 32 välissä oleva tila puhdistetaan argonilla. Vastaavasti syöttölinjat (ei esitetty), joita pitkin tuodaan prosessikaasut, so. kloori, putkijohtoon 72, puhdistetaan typellä. Jäähdytysvettä syötetään uunin tukirakenteisiin linjoja 80-90 pitkin, ja lämpö poistetaan uunin ympäristöstä poistolaitteella 92.

Uunin saamiseksi käsittelylämpötilaan syötetään kelalle 38 tehoa kuvion 16 kehyksessä esitetyn "lämmitys/pysyvä"-vaiheen aikana. Tämän vaiheen aikana liikkuu kela uunin koko pituudella edestakaisin nopeudella, joka on esim. 1250 mm/min, kun se liikkuu ylöspäin, ja esim. nopeudella 2300 mm/min kun se liikkuu alaspäin. Pyrometrien 42 ja 44 asetus piste tämän vaiheen aikana voi olla esim. n. 1100°C. Tässä vaiheessa heliumin ja hapen sekoitus syötetään kammioon 22 putkijohdon 72 kautta, ja poistetaan poistokanavan 66 kautta. Kuten "jouto"-vaiheessa, kuten myös kuvion 16 muissa vaiheissa, syötetään argonia muhveliuunin 24 ja ulkokuoren 32 väliseen tilaan putkijohdon 76 kautta, ja poistetaan putkijohdon 78 kautta, jäähdytysvettä syötetään uunin tukirakenteeseen linjoja 80-90 pitkin, ja lämpö poistetaan uunin ympäriltä poistolaitteella 92. Lämmitys-prosessia jatketaan kunnes uunin toivottu pysyvä lämpötila on saavutettu, so. 1100°C. Tämän jälkeen uuni on valmis kuivaamaan ja lujittamaan lasiesimuotin.

Lämmitysprosessin aikana pitenee muhveliuuni 24 pitkittäis-suunnassa. Järjestelmä, jota käytetään kannattamaan muhveliuunia 24 tämän yläpäässä on sovitettu kompensoimaan tätä laajennusta.

Erityisesti, kuten on esitetty kuviossa 8, kannattaa muhveliuunin kannatinrengasliitin 100 muhveliuunin laippaa 98, joka liitin on sovitettu muhveliuunin laipparenkaaseen 102. Muhveliuunin laipparenkas 102 sisältää nostopultit 94, jotka koskettavat tukilevyä 106. Kuten on esitetty kuviossa 2, on tukilevy 106 kiinnitetty tukielimeen 140, joka toisaalta on kiinnitetty rakennukseen, jossa uuni sijaitsee (ei esitetty). Tällä tavalla on muhveliuunin 24 yläpään tukirakenne olennaisesti termisesti riippumaton uunin loppuosan tukirakenteesta.

Kun muhveliuuni 24 laajenee pois tukilevystä 106, säädetään nostopultit siten, että rengasliitin 100 edelleen kannattaa muhveliuunia. Vastaavasti, kun muhveliuuni jäätyy, säädetään nostopultit siten, että ne kompensoivat muhveliuunin painumista kasaan. Koska tukilevy 106 on kiinnitetty rakennukseen, jossa uuni sijaitsee, eikä uunin tukikehykseen 16, voidaan muhveliuunin laajenemista ja supistumista kompensoida riippumatta tukikehyksen laajenemisesta ja supistumisesta.

Kuten myös nähdään kuviossa 8, sisältää muhveliuunin tukijärjestelmä muhveliuunin laippatuen 112, joka kohdistaa muhveliuunin 24 sivusuunnassa siten, että muhveliuunin keskiviiva yhtyy nokiaihion keskiviivan kanssa, muhveliuunin laipan suojarenkaan 114, joka peittää ja täten suojaa laipan 98 yläpintaa, O-renkaan 110 laipan 98 ja rengasliittimen 100 liitoksessa, ja O-renkaan 108 laipan 98 ja laipparenkaan 102 liitoksessa. Komponentit, jotka muodostavat muhveliuunien tukijärjestelmän, paitsi O-renkaat 108 ja 110, ovat edullisesti alumiinia. O-renkaat ovat edullisesti fluorihiiliseosta, kuten Viton tai vastaava, jolloin ne kestävät muhveliuunin 24 korkeita lämpötiloja.

Käytännössä, mikäli käytetään silikamuhveliuuneja, on todettu edulliseksi välttää, että muhveliuuni jäähtyy alle 600°C lämpötilaan mikäli se on ollut lämpötilassa, joka on yli 1050°C kauan aikaa. Tämä johtuu siitä, että läpikuultava silika hitaasti ja palautumattomasti muuttuu faasiltaan ja tulee β -kristobaliittiseksi lämpötiloissa yli 1050°C. Ks. T. P. Browell ja G. Hetherington, "Vitreous Silica for the Scientific Glassblower," The Journal of the British Society of Scientific Glassblowers, Vol. 3, no 1, (1964), sivut 1-12.

β -kristobaliitilla ja läpikuultavalla silikalla on samaa luokkaa olevat laajenemiskertoimet korkeissa lämpötiloissa, joten lämpöjännityksiä ei esiinny muhveliuunissa niin kauan kun uuni pidetään kuumana. Kun muhveliuuni kylmenee, toisalta β -kristobaliitti muuttuu α -kvartsiksi (lämpötilassa 570°C) ja/tai α -kristobaliitiksi (lämpötilassa 270°C). Kun silika on tässä muodossa, eroaa sen laajenemiskerroin huomattavasti läpikuultavan silikan laajenemiskertoimesta. Täten, johtuen näistä faasisiirtymistä, on todettu, että smuhveliuunit, jotka on lämmitetty lämpötilaan yli 1050°C huomattavan pitkän ajan, yleensä särkyvät jäähtyessään. Kuten on osoitettu yllä, on edullinen ratkaisu tähän ongelmaan pitää silikamuhveliuunit lämpiminä, so. lämpötilassa, joka on yli 600°C tai korkeampi, edullisesti lämpötilassa n. 1100°C, kun ne kerran ovat saavuttaneet tämän lämpötilan.

On todettu, että faasin muuttuminen läpikuultavasta silikasta β -kristobaliitiksi on edullista siksi, että uunia voidaan käyttää lujittamiseen tarpeellisissa korkeissa lämpötiloissa. Erityisesti lujittamisessa käytetty lämpötila 1450°C on β -kristobaliitin sulamispisteen alapuolella mutta on alueella, jossa läpikuultava silika pehmenee. Täten, on todettu, että muhveliuunit, joissa on enemmän β -kristobaliittia sisäpinnallaan muuttavat muotoaan

vähemmän lujittamisen aikana kuin muhveliuunit, joissa on vähemmän β -kristobaliittia.

Myös sen jälkeen, että suhteellisen paljon β -kristobaliittia on muodostunut muhveliuunin sisäpinnalle voi muhveliuunin muodonmuutos esiintyä lujittamiseen käytetyissä lämpötiloissa. Esillä olevan keksinnön mukaisesti ohjataan näitä muodonmuutoksia, kuten myös muodonmuutoksia, jotka voivat esiintyä ennen kuin olennainen lasin kiteytyminen on tapahtunut, käyttämällä yllä selostettua muhveliuunin tukijärjestelmää (so. nostopultteja 94, tukilevyä 106 ja tukielimiä 140), ja säätämällä muhveliuunin ulkopuolella vallitsevaa painetta, so. painetta kuoren 32 ja muhveliuunin 34 välisessä tilassa, siten, että se on täsmälleen sama kuin paine muhveliuunin sisällä. Tämä voidaan erityisesti tehdä siten, että mitataan muhveliuunissa 24 vallitseva paine esimerkiksi sintrausvaiheessa, valvotaan painetta poistoputkijohdossa 78 ja säädetään virtausnopeutta syöttöputkijohdossa 74 siten, että paine poistoputkijohdossa on olennaisesti sama kuin muhveliuunissa mitattu paine. Käytännössä on paine muhveliuunissa 24 sintrauksen aikana suuruusluokkaa 0,5-5 mm vettä normaalin ilmanpaineen yläpuolelle, ja täten asetetaan paine poistoputkijohdossa 78 tälle alueelle.

Viittamalla kuvioon 16 nähdään siinä, että kun "lämmitys/pysyvä"-vaihe on suoritettu, tullaan "lataa"-vaiheeseen, jossa esimuotti 14 sovitetaan varteen 116 ja lasketaan kammioon 22 ylhäältäsyöttötornin 12 avulla. "lataus"-vaiheen aikana toimii uuni 10 edelleen samalla tavalla kuin "lämmitys/pysyvä"-vaiheessa, ja pyrometrien 42 ja 44 asetusasteet ovat esim. n. 1100°C.

Kun lataus on suoritettu, tullaan "Cl₂-huuhtominen"-vaiheeseen, jossa putkijohtoon 72 johtavissa syöttölinjoissa (ei esitetty) oleva typpikaasu korvataan kloorikaasulla. Tämä korvaaminen kestää yleensä noin yhden

minuutin. Tässä vaiheessa pysäytetään hapen virtaus putkijohtoon 72 siten, että vaiheen lopussa prosessikaasut, jotka tulevat kammioon 22, ovat heliumia ja klooria.

"Cl₂-huuhtominen"-vaiheen jälkeen tulee uuni "kuivaus"-vaiheeseen, jonka aikana esimuotin vesipitoisuus vähenetään ennen lujittamista. Tämä vaihe kestää yleensä noin 20 minuuttia. Tässä vaiheessa täytetään kammio 22 helium- ja kloorikaasusekoituksella, esimuottia 14 pyöritetään esim. nopeudella 7 kierrosta minuutissa (rpm) karakäytöllä 96, ja kela 38 liikkuu edestakaisin pitkin uunin koko pituutta, esim. nopeudella 1250 mm/min liikkuessaan ylöspäin ja esim. 2300 mm/min liikkuessaan alaspäin. Uunin lämpötila tässä vaiheessa on esim. 1100°C.

Kun "kuivaus"-vaihe on suoritettu loppuun, tullaan "sintraus"- tai lujittamisvaiheeseen, joka sisältää "lämmitys"-askeleen, "pohjan pidätys"-askeleen, "nosto"-askeleen, "huipun pidätys"-askeleen, ja "lasku"-askeleen (ks. kuvio 16).

Kela 38 sijaitsee uunin pohjalla "lämmitys"-askeleen aikana, ja teho syötetään kelalle kunnes pyrometrit 42 ja 44 mittaavat vastaanottimen lämpötilan, joka on esim. n. 1400°C. "Pohjan pidätys"-askeleen aikana pysyy kela paikallaan ja sintraa esimuotin kärkeä, jolloin uunin pohjan lämpötila saavuttaa arvon noin 1450°C. Seuraavaksi, "nosto"-askeleen aikana, liikkuu kela ylöspäin esim. nopeudella 7 mm/min ja lämmittää progressiivisesti kammion 22 osat esimuotin sintrauslämpötilan yläpuolelle. Tämän jälkeen, "huipun pidätys"-askeleessa sintrataan esimuotin huippu. Lopuksi tulee uuni "lasku"-askeleeseen, jonka aikana kela 38 liikkuu uunin pohjalle esim. nopeudella 2300 mm/min. Tässä askeleessa voi pyrometrien 42 ja 44 asetus-piste olla esim. noin 1100°C. Kaikissa näissä askeleissa täytetään kammio 22 heliumin ja kloorin sekoituksella, ja esimuottia 14 pyöritetään karakäytöllä 96 esim. nopeudella

7 kierrosta minuutissa. Yhteensä kestää kaksi metriä pitkän esimuotin sintrausvaihe noin 5 tuntia.

Kun sintraus on suoritettu, tulee uuni "puhdistus"-vaiheeseen, jonka aikana kela liikkuu edestakaisin uunin alaosassa tämän alueen lämmittämiseksi uudestaan. Kloorikaasun virtaus kammioon 22 katkaistaan, ja kammiopuhdistetaan heliumin ja hapen sekoituksella tietyn ajan, esim. 5 minuuttia. Kun kloorikaasu on puhdistettu, tulee uuni "lopetus"-vaiheeseen, jonka aikana lujitettu esimuotti poistetaan kammioista 22. Kela jatkaa edestakaista liikettään uunin alaosassa tietyn ajan, esim. 15 minuuttia, jona aikana alaosa lämmitetään lämpötilaan noin 1000°C, ja uunin yläosa kylmenee suunnilleen samaan lämpötilaan. Tämän jälkeen uuni palaa "lämmitys/pysyvä"-vaiheeseen odottamaan seuraavan esimuotin kuivausta ja lujittamista.

Vaikkakin yllä on selostettu keksinnön erästä suoritusmuotoa erään esimerkin avulla, on ymmärrettävää, että keksintö ei rajoitu tähän. Esim. esillä olevan keksinnön mukaista lämmitysuunia voidaan käyttää lasiesimuottien kuivaus- ja sintrausmenetelmiin, jotka eroavat yllä selostetusta. Etenkin voidaan uunia, jossa on liikkuva induktiolämpökela ja päätylämmittimet, käyttää hyvin monien erityyppisten lämpöprofiilien aikaansaamiseksi lasimateriaalien käsittelyä varten, joista valmistetaan optisia aaltoputkikuuita.

Patenttivaatimukset

1. Laite huokoisen lasisen esimuotin (14) lujittamiseksi käsittäen

(a) pitkänomaisen stationäärisen kammion (24) olennaisesti huokoisen esimuotin (14) vastaanottamiseksi,
(b) välineet (12) esimuotin siirtämiseksi kammioon (24), ja
(c) lujittamisvälineet (10), jotka sisältävät lämmityselimet (26, 38, 58), tunnettu siitä, että lämmityselimiä käytetään pitkänomaisen kammion (24) valittujen osien jaksottaiseksi kuumentamiseksi lämpötilaan, joka on esimuotin (14) sintraantumislämpötilaa korkeampi, sanottujen osien sijaitessa pitkin kammion (24) pituutta.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, tunnettu siitä, että lämmityselimet (26, 38, 58) sisältävät stationääriseen pitkänomaisen vastaanottimen (26), joka ympäröi ainakin osaa pitkänomaista kammiota (24), vastaanottimen (26) pitkittäisakselin ollessa yhdensuuntainen kammion (24) pitkittäisakselin kanssa, induktiolämpökelan (38), joka ympäröi osaa vastaanottimesta (26), välineet (58) induktiolämpökelan (38) liikuttamiseksi yhdensuuntaisesti pitkin tietä, joka on yhdensuuntainen vastaanottimen (26) ja kammion (24) pitkittäisakselin kanssa, ja välineet energian syöttämiseksi induktiolämpökelaan (38).

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, tunnettu siitä, että lujittamisvälineet (10) käsittävät:
(a) tuntoelimet, jotka sisältävät pyrometrin (42), joka liikkuu induktiolämpökelan (38) kanssa vastaanottimen (26) lämpötilan tunnustelemiseksi induktiolämpökelan (38) alueella, ja
(b) eristyksen (28, 30), joka ympäröi vastaanotinta (26), eristyksen sisältäessä uran (40), joka on yhdensuuntainen vastaanottimen (26) pitkittäisakselin kanssa, ja jonka lävitse pyrometri (42) tunnustelee vastaanottimen (26) lämpötilaa.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että liikkumaton pitkänomainen kammio (24) on pystysuuntainen lieriömäinen muhveliuuni (24).

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että lujittamisvälineet (10) käsittävät:
(a) ensimmäiset välineet (94, 100, 102, 106, 140) muhveliuunin (24) yläosan kannattamiseksi, ja
(b) toiset välineet (16) muiden lujittamisvälineiden (10) tukemiseksi, ensimmäisten tukemisvälineiden (94, 100, 102, 106, 140) ollessa olennaisesti lämpöriippumattomat toisista tukemisvälineistä (16).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että lujittamisvälineet (10) on sijoitettu rakenteeseen ja olennainen lämpöriippumattomuus on saavutettu kiinnittämällä ensimmäiset tukemisvälineet (94, 100, 102, 106, 140) rakenteeseen kohdassa, joka on erillään kohdasta, jossa toiset tukivälineet (16) on kiinnitetty rakenteeseen.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että ensimmäiset tukemisvälineet (94, 100, 102, 106, 140) sisältävät välineet (94) muhveliuunin (24) lämpölaajenemisen ja supistumisen kompensoimiseksi.

8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että muhveliuuni (24) on silikamuhveliuuni ja että kun muhveliuunin (24) osa on muuttunut beta-kristobaliitiksi seurauksena kuumentamisesta yli 1050 C:n olennaisen ajan, ylläpidetään muhveliuunin (24) lämpötilaa sen jälkeen 600 C:n yläpuolella, jotta estettäisiin -kristobaliitin muuttuminen -kvartseiksi ja/tai -kristobaliitiksi.

9. Menetelmä huokoisen lasisen esimuotin lujittamiseksi, jossa huokoinen lasinen esimuotti (14) sijoitetaan liikkumattomaan pitkänomaiseen kammioon (24), **tunnettu** siitä, että seuraavaksi lukuisat kammion (24) valitut osat kuumennetaan

jaksottaisesti esimuotin (14) sintraantumislämpötilan yläpuolelle esimuotin (14) lujittamiseksi, mainittujen osien ollessa jakaantuneena pitkin kammion (24) pituutta.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä että lukuisia kammion (24) valittuja osia lämmitetään esimuotin (14) sintraantumislämpötilan yläpuolelle peräkkäisesti alkaen osista, jotka liittyvät kammion (24) toiseen päähän ja edeten pitkin kammion (24) pituutta osiin, jotka sijaitsevat kammion (24) toisessa päässä.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin osaa kammioista (24) ympäröi stationäärinen pitkänomainen vastaanotin (26), jonka pituusakseli on yhdensuuntainen kammion (24) pituusakselin kanssa, ja että useita kammion valittuja osia lämmitetään liikuttamalla induktiolämmityskelaa (38), johon syötetään energiaa ja joka ympäröi osaa vastaanottimesta (26), pitkin tietä, joka on yhdensuuntainen stationäärisen vastaanottimen (26) ja stationäärisen kammion (24) pituusakseleiden kanssa.

Patentkrav

1. Anordning för förstärkning av en porös förform (14) av glas omfattande:

- (a) en långsträckt, stationär kammare (24) för mottagande av en väsentligen porös förform (14),
- (b) organ (12) för förflyttning av förformen till kammaren (24), och
- (c) förstärkningsorgan (12) inkluderande upphettningsorgan (26, 38, 58), **kännetecknad** av att upphettningsorganen används för periodvis upphettning av valda partier av den långsträckt kammaren (24) till en temperatur, som är högre än förformens (14) sintringstemperatur, varvid nämnda partier befinner sig längs kammarens (24) längd.

2. Anordning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att upphettningsorganen (26, 38, 58) inkluderar en stationär, långsträckt mottagare (26) som omger åtminstone en del av den långsträckta kammaren (24), varvid mottagarens (26) längdaxel är parallell med kammarens (24) längdaxel, en induktionsvärmespole (38) som omger en del av mottagaren (26), organ (58) för föreskjutning av induktionsvärmespolen (38) längs en väg som är parallell med mottagarens (26) och kammarens (24) längdaxel, och organ för matning av energi till induktionsvärmespolen (38).

3. Anordning enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att förstärkningsorganen (10) omfattar:
(a) avkänningsorgan inkluderande en pyrometer (42) som rör sig med induktionsvärmespolen (38) för avkänning av mottagarens (26) temperatur på induktionsvärmespolens (38) område, och
(b) en isolering (28, 30) som omger mottagaren (26) vilken isolering omfattar en slits (40), som är parallell med mottagarens (26) längdaxel och genom vilken pyrometern (42) avkänner mottagarens (26) temperatur.

4. Anordning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att den stationära, långsträckta kammaren (24) utgörs av en vertikal, cylindrisk muffelugn (24).

5. Anordning enligt patentkravet 4, **kännetecknad** av att förstärkningsorganen (10) omfattar:
(a) första organ (94, 100, 102, 106, 140) för uppbärande av muffelugnens (24) övre parti, och
(b) andra organ (16) för stödande av övriga förstärkningsorgan (10), varvid de första stödningsorganen (94, 100, 102, 106, 140) är väsentligen termiskt oberoende av de andra stödorganen (16).

6. Anordning enligt patentkravet 5, **kännetecknad** av att förstärkningsorganen (10) är placerade i en byggnad och det väsentliga termiska oberoendet har åstadkommits genom att fästa de första stödorganen (94, 100, 102, 106, 140) till byggnaden på ett ställe som är distanserat från det ställe där de andra stödorganen (16) är fästa till byggnaden.

7. Anordning enligt patentkravet 5, **kännetecknad** av att de första stödorganen (94, 100, 102, 106, 140) inkluderar organ (94) för kompensering av muffelugnens (24) värmeutvidgning och -kontraktion.

8. Anordning enligt patentkravet 4, **kännetecknad** av att muffelugnen (24) är en kiselmuffelugn och att då muffelugnens (24) parti har omvandlats till betakristobalit som följd av upphettning över 1050 °C under en väsentlig tidsperiod, upprätthålles muffelugnens (24) temperatur därefter över 600 °C för att förhindra omvandling av beta kristobalit till alfavarts och/eller alfakristobalit.

9. Förfarande för förstärkning av en porös förform av glas, i vilket den porösa förformen (14) av glas placeras i en stationär, längsträckt kammare (24), **kännetecknat** av att därefter upphetas ett flertal utvalda partier av kammaren (24) periodvis till en temperatur över förformens (14) sintringstemperatur för förstärkning av förformen (14), varvid nämnda partier är fördelade längs kammarens (24) längd.

10. Förfarande enligt patentkravet 9, **kännetecknat** av att ett flertal utvalda partier av kammaren (24) upphetas över förformens (14) sintringstemperatur efter varandra med början från partier som ansluter sig till kammarens (24) ena ända och med förflyttning längs kammarens (24) längd till partier, som befinner sig i den andra ändan av kammaren (24).

11. Förfarande enligt patentkravet 10, **kännetecknat** av att åtminstone en del av kammaren (24) omges av en stationär, längsträckt mottagare (26) vars längdaxel är parallell med kammarens (24) längdaxel, och att ett flertal utvalda partier av kammaren upphettas genom att röra på en induktionsvärmespol (38) vartill matas energi och som omger en del av mottagaren (26), längs en väg som är parallell med längdaxlarna av den stationära mottagaren (26) och den stationära kammaren (24).

82030

FIG. 1.

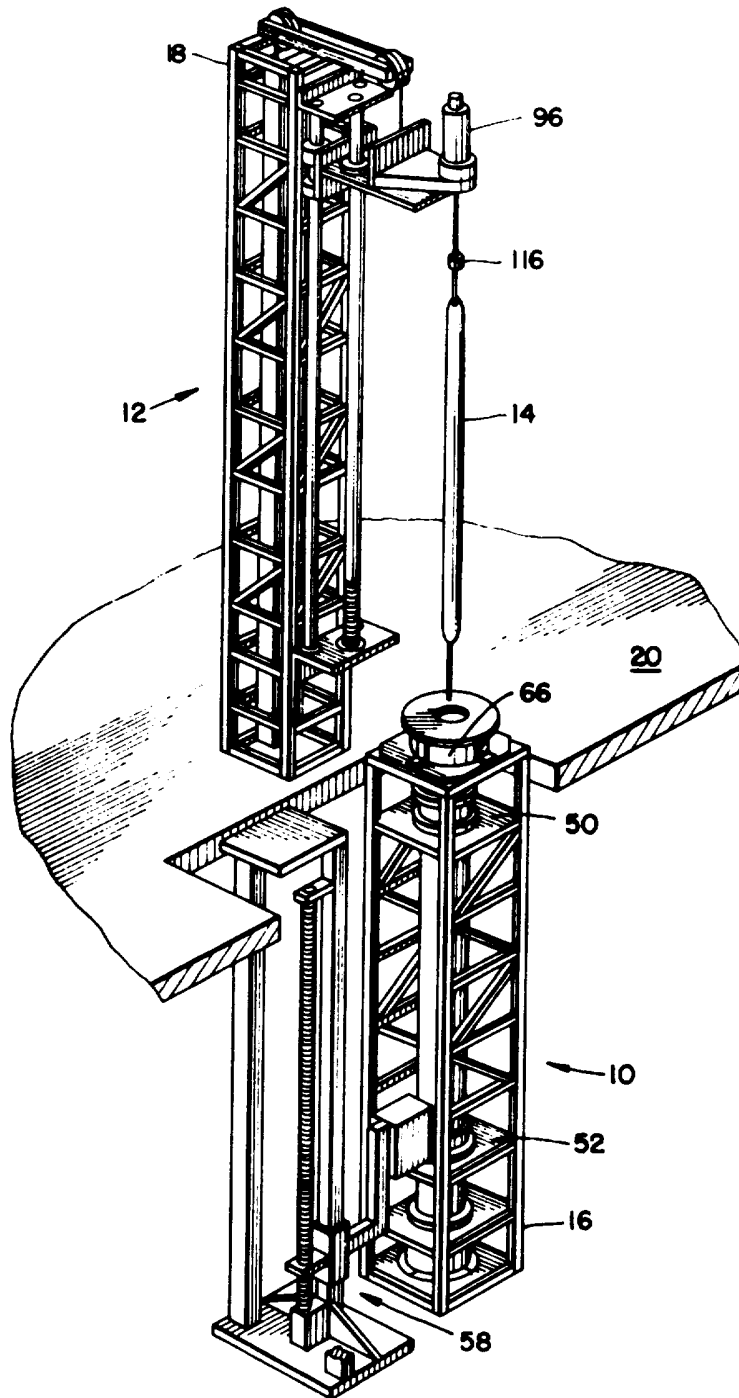


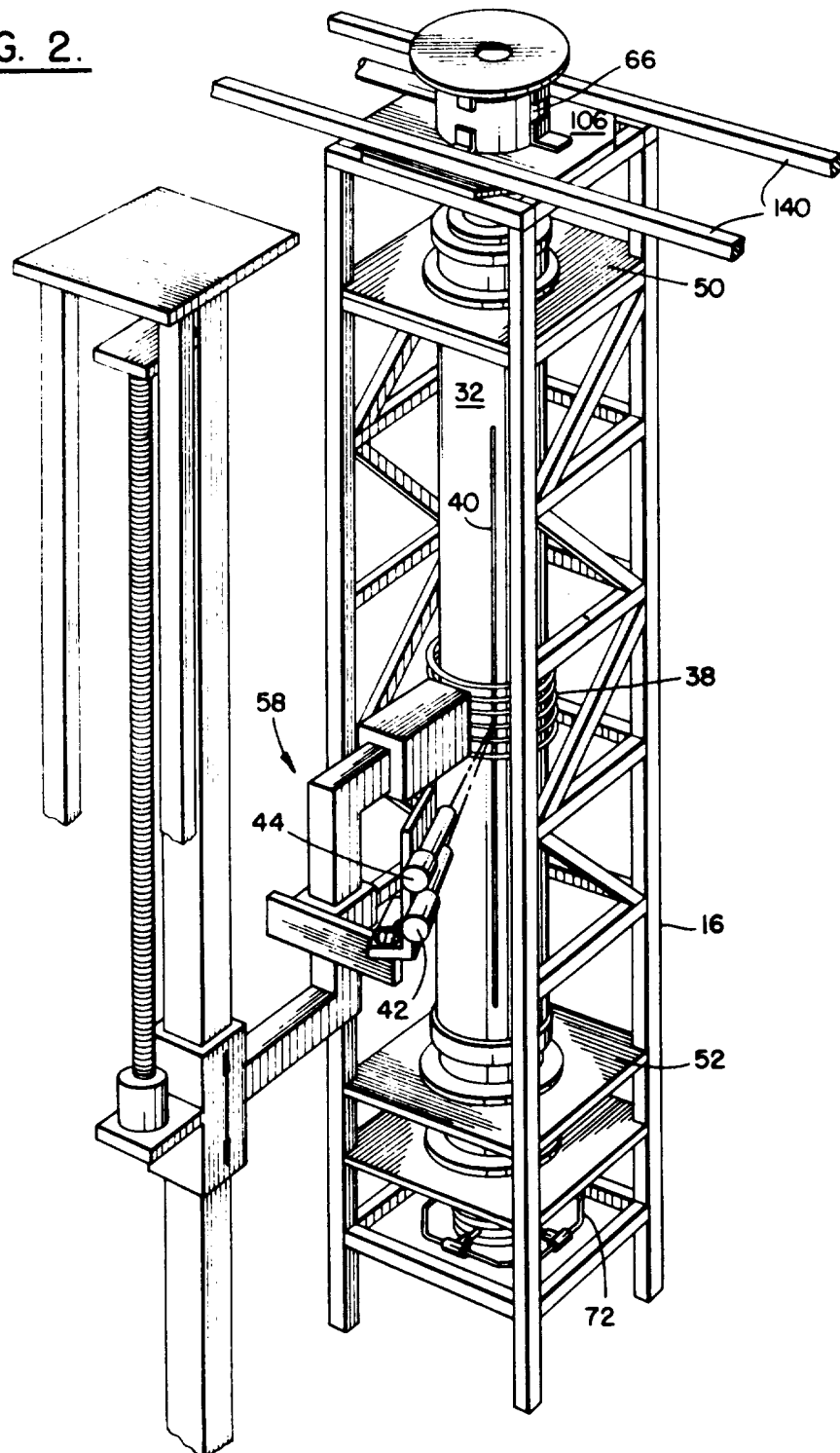
FIG. 2.

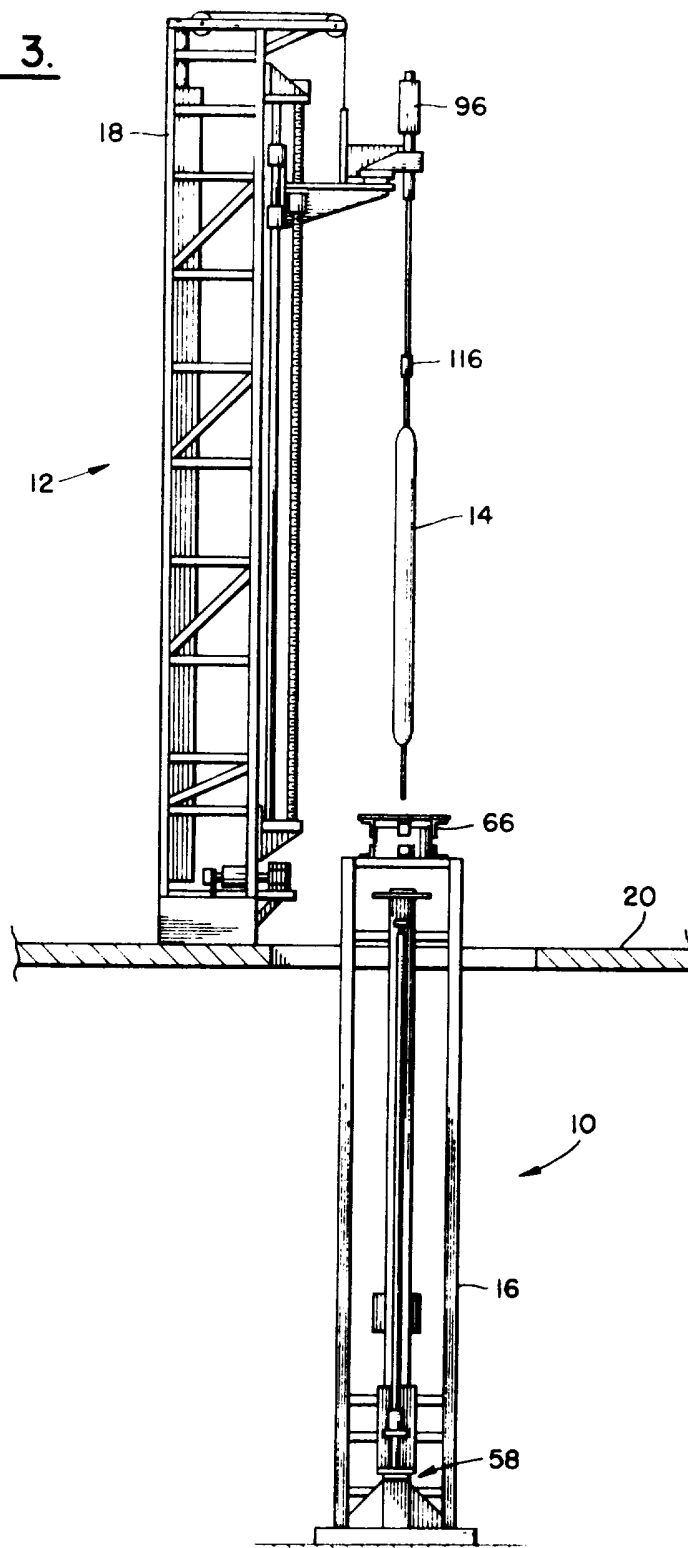
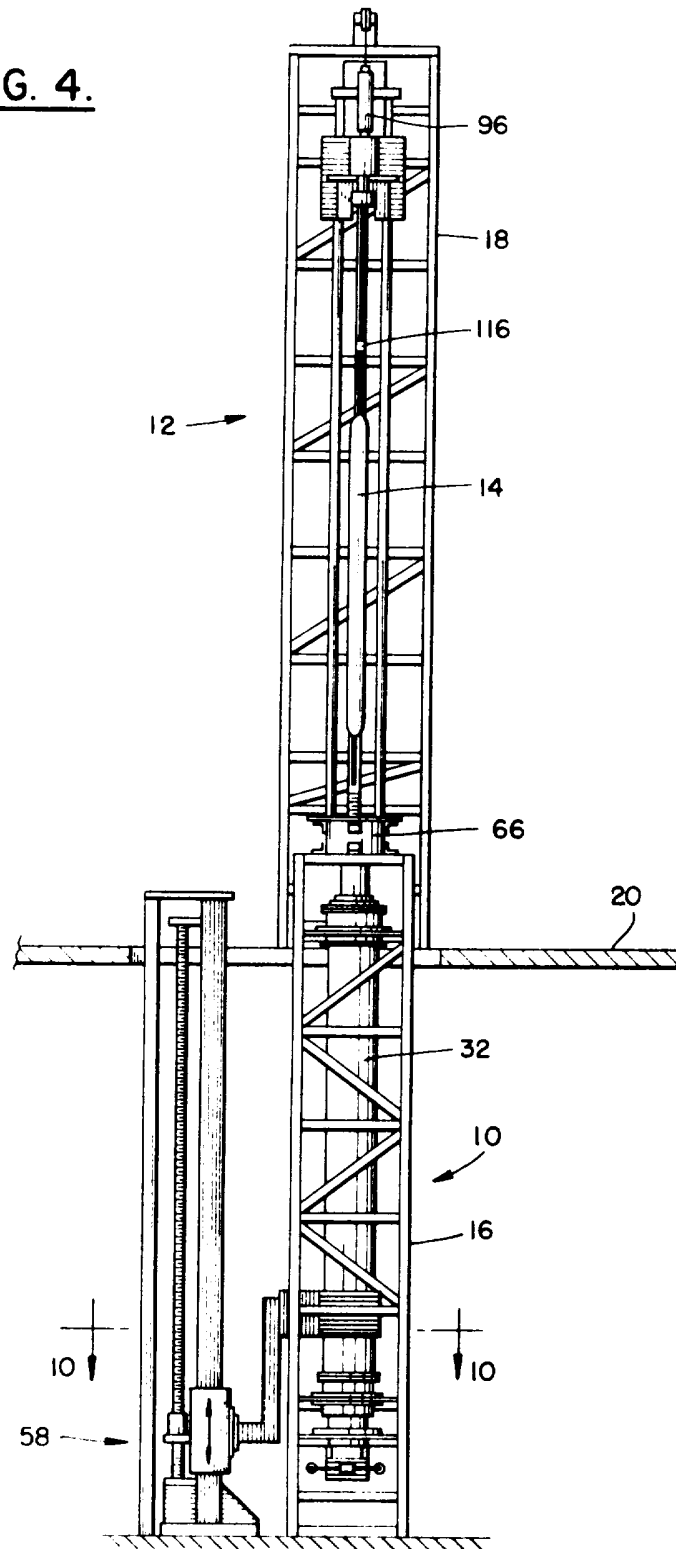
FIG. 3.

FIG. 4.

82030

FIG. 5.

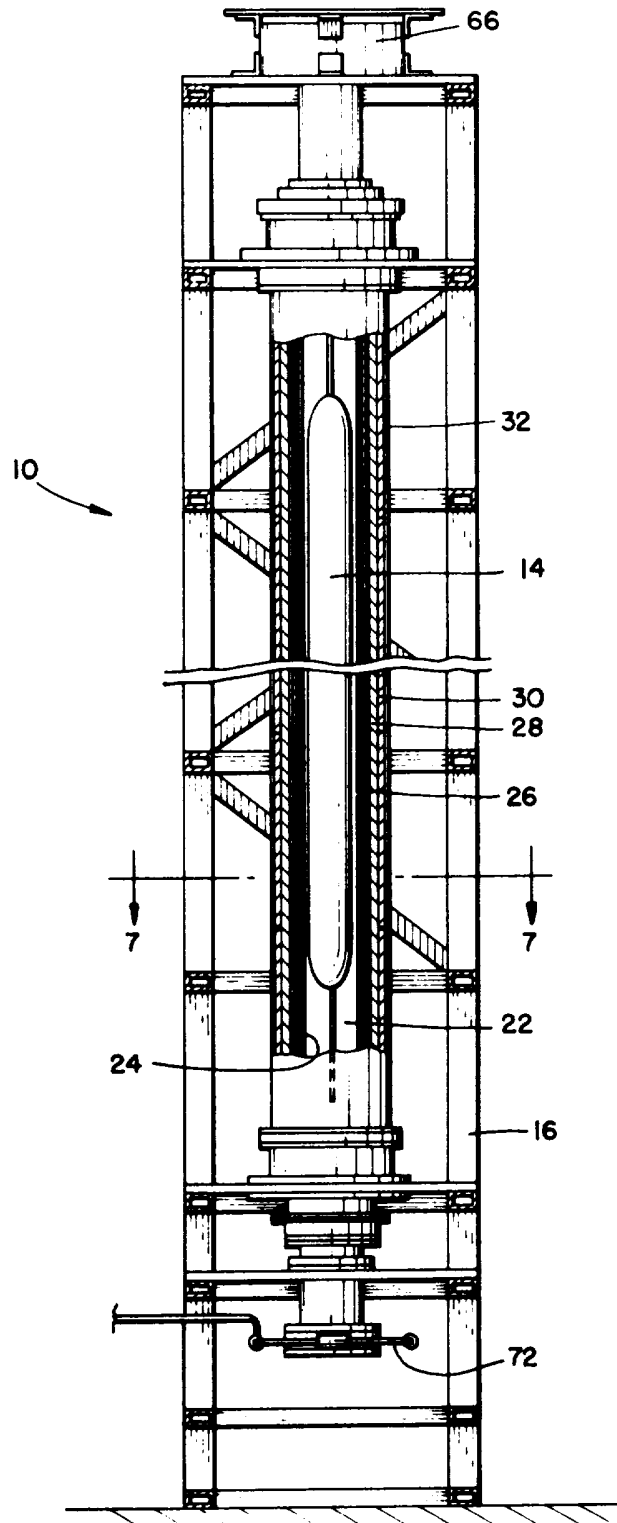


FIG. 6.

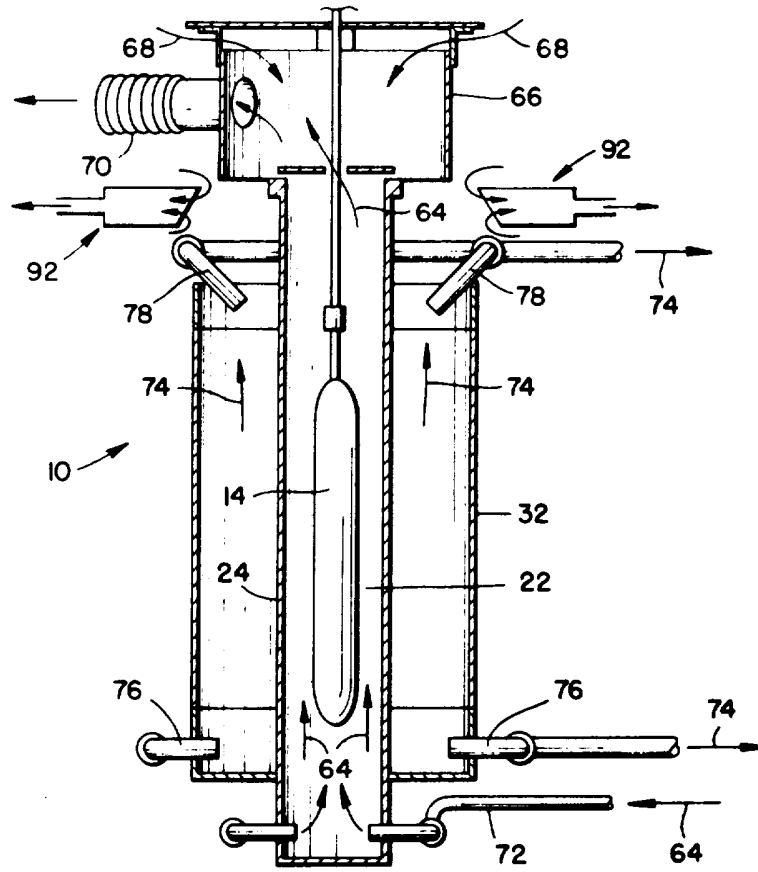


FIG. 7.

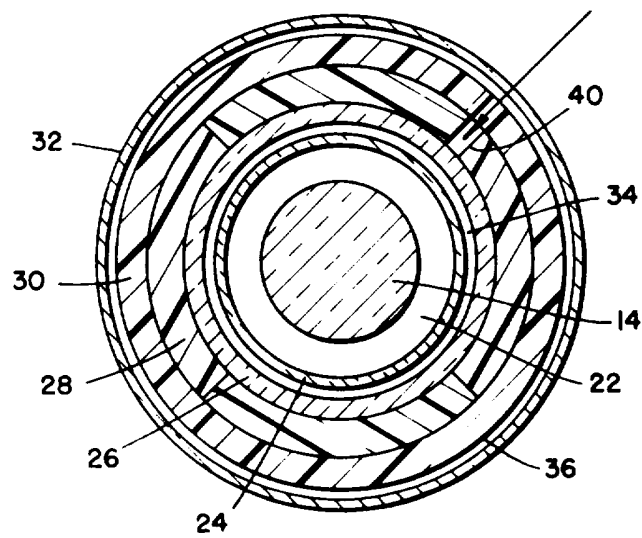


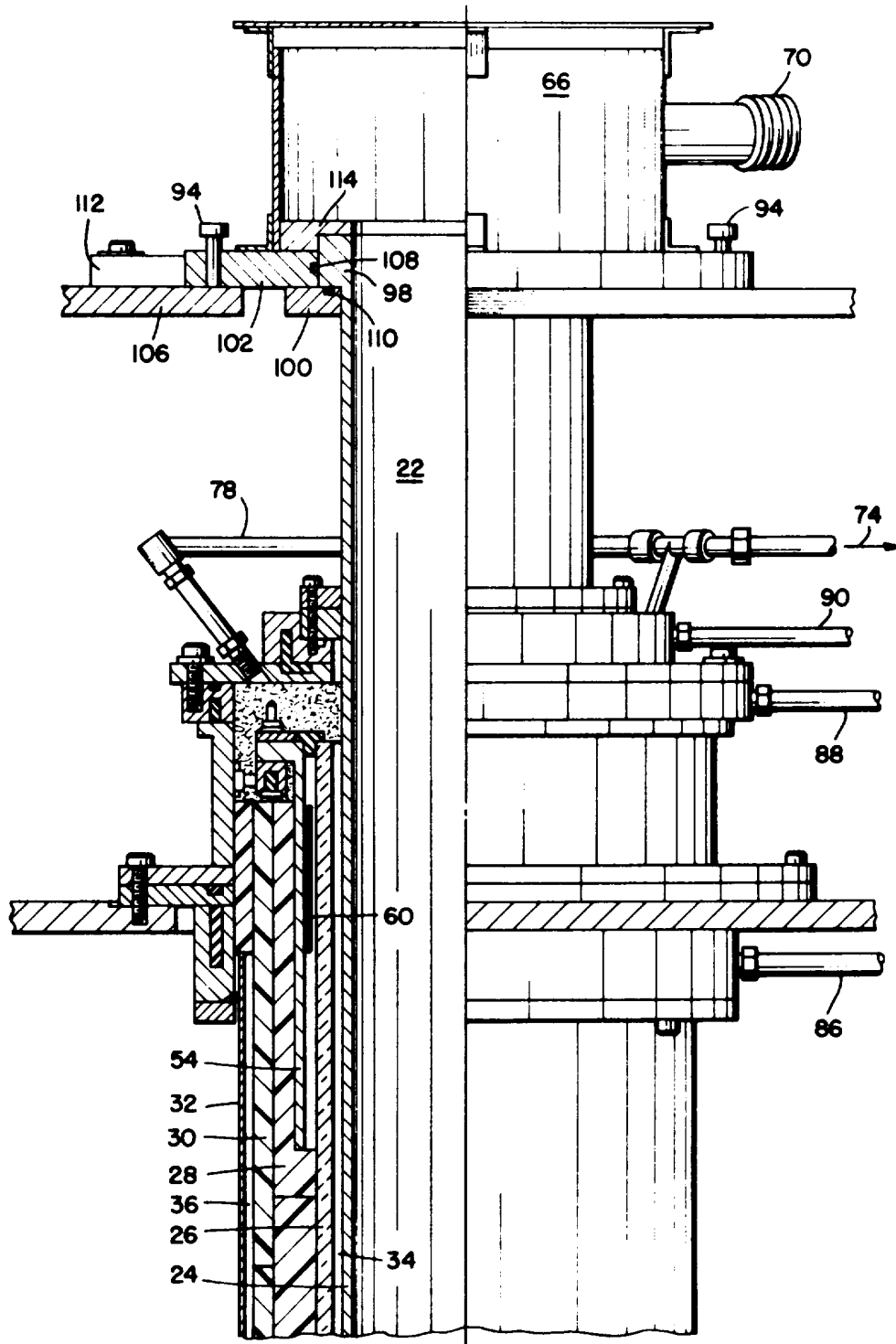
FIG. 8.

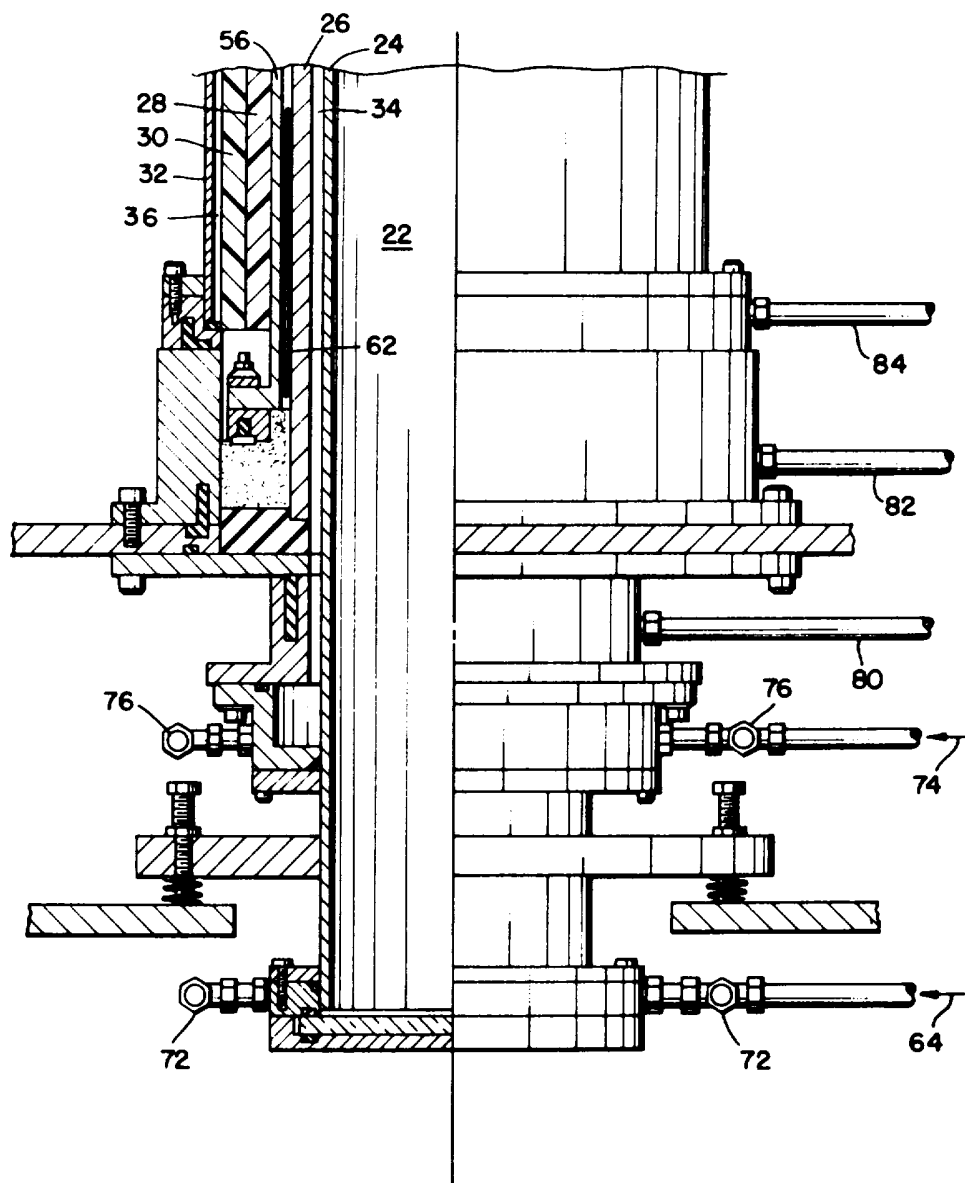
FIG. 9.

FIG. 10.

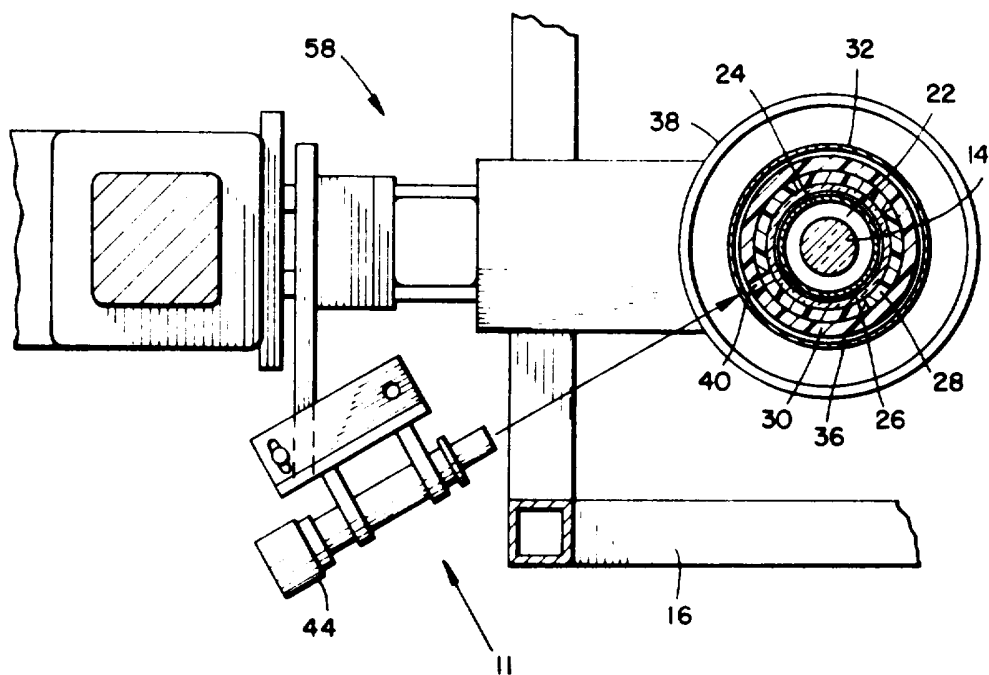


FIG. 11.

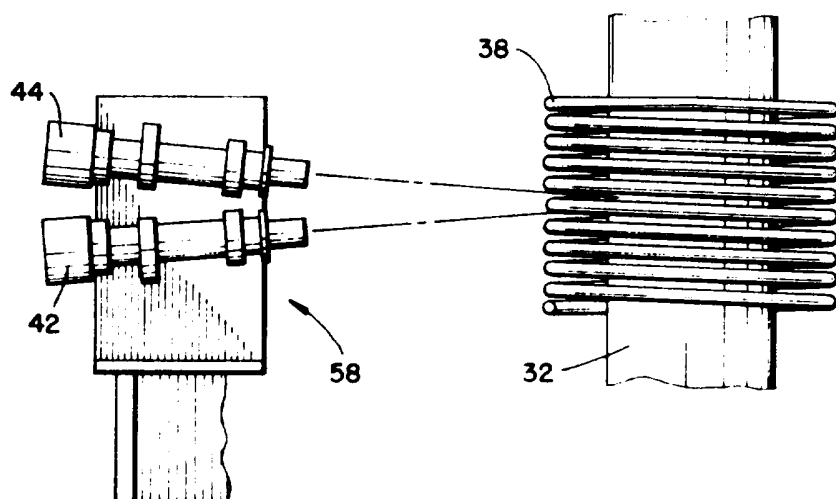


FIG. 12.

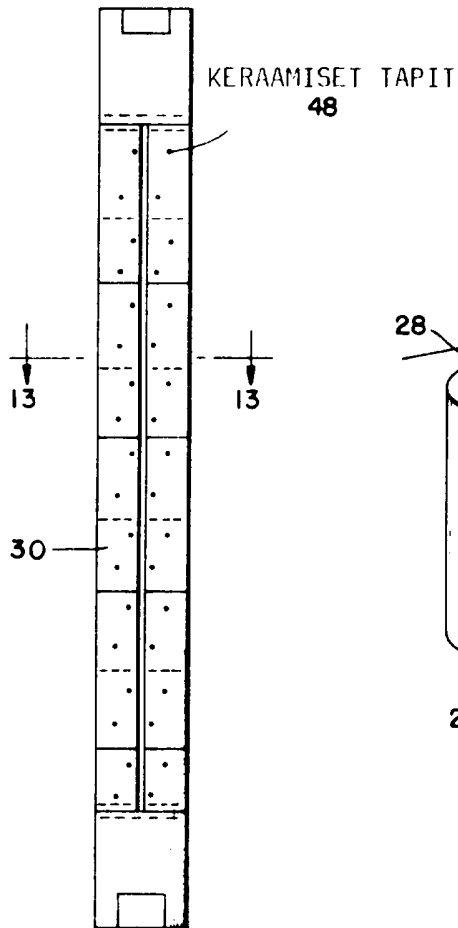


FIG. 15.

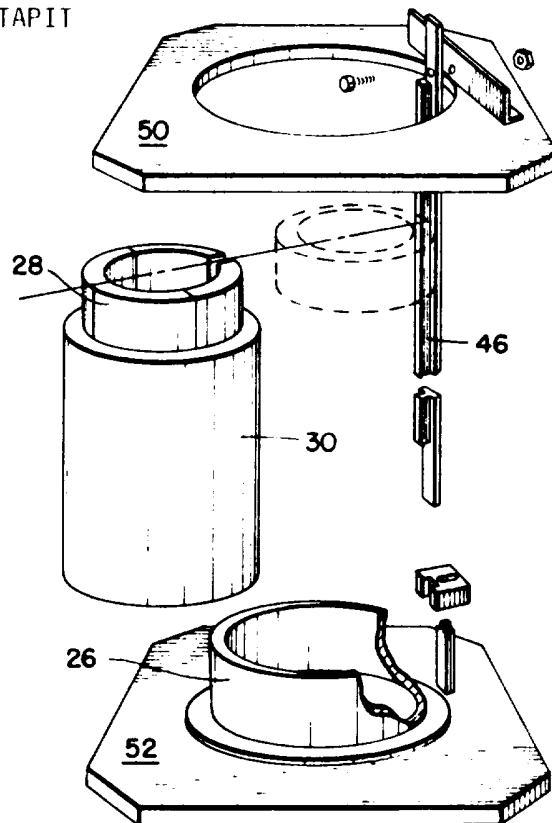


FIG. 13.

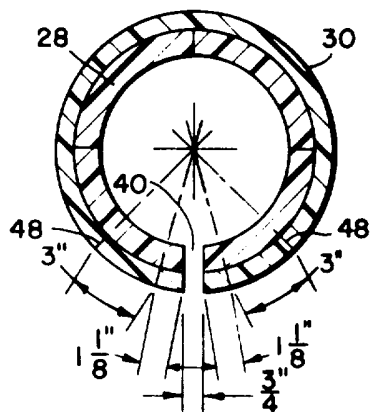


FIG. 14.

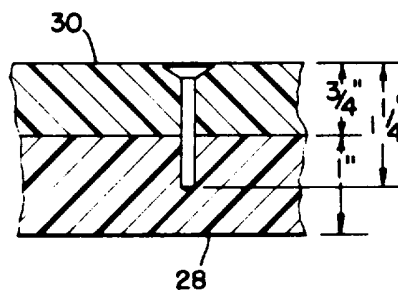


FIG. 16.

