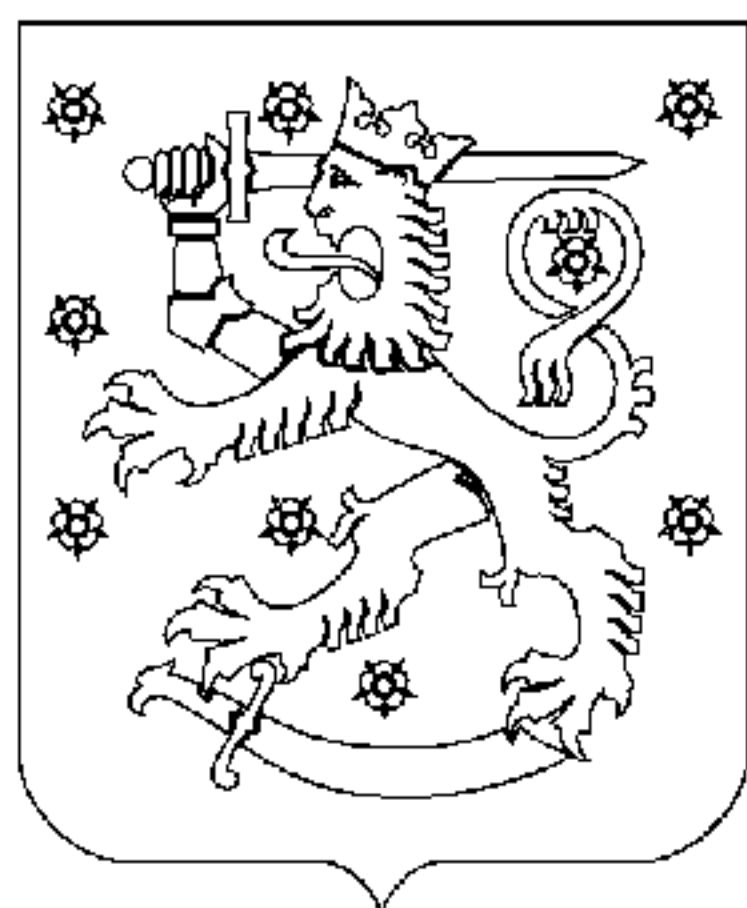


(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 129019 B**  
(12) **PATENTTIJULKAISU**  
**PATENTSKRIFT**  
**PATENT SPECIFICATION**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats - Patent granted **14.05.2021**

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

**B01J 7/02** (2006.01)

**C12M 1/02** (2006.01)

**C12M 1/107** (2006.01)

**C12M 1/113** (2006.01)

**C02F 11/04** (2006.01)

**F28D 7/04** (2006.01)

**F16L 9/18** (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning - Patent application 20195946

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **04.11.2019**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **04.11.2019**

(43) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **05.05.2021**

(73) Haltija - Innehavare - Proprietor  
**1 •BGCNordic Oy**, Puomitie 16, 40800 VAAJAKOSKI, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor  
**1 •VIIRU, Henri**, VAAJAKOSKI, SUOMI - FINLAND, (FI)  
**2 •KOLEHMAINEN, Pasi**, KUOHU, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud - Agent  
**Kespat Oy**, Vasarakatu 1, 40320 JYVÄSKYLÄ

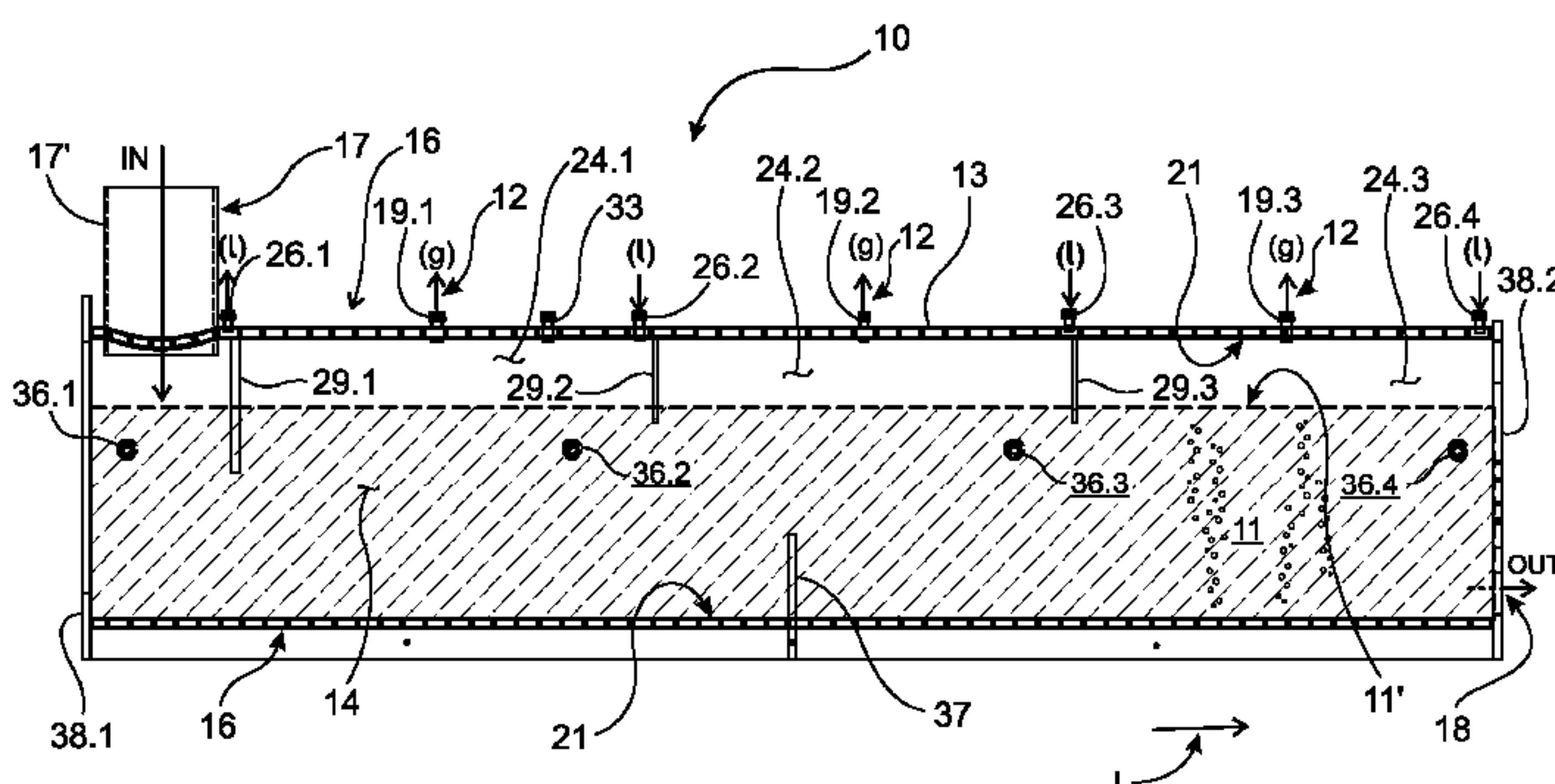
(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention  
**Biokaasureaktori ja menetelmät biokaasun tuottamiseksi ja biokaasureaktorin valmistamiseksi**  
**Biogasreaktor och förfaranden för produktion av biogas och för framställning av en biogasreaktor**  
**Biogas reactor and methods for producing biogas and manufacturing biogas reactor**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer - References cited  
EP 0374708 A1, FI 128098 B, FR 3012346 A1, CN 103881901 A, CN 103016858 B, KR 100780674 B1, WO 9519424 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag - Abstract

Keksintö koskee biokaasureaktoria (10), jossa eloperäisestä aineksesta (11) on sovitettu muodostettavaksi biokaasua (12). Biokaasureaktoriin kuuluu säiliörakenne (13), säiliörakenteeseen sovitettu putkimainen reaktoritila (14), johon on sovitettavissa eloperäistä ainesta biokaasun muodostamiseksi, lämmönsäätelyvälineet (16) reaktoritilaan sovitettavissa olevan eloperäisen aineksen lämpötilaan vaikuttamiseksi, yhteen (17,18) eloperäisen aineksen syöttämiseksi reaktoritilaan ja poistamiseksi reaktoritilasta ja yksi tai useampi yhde (19.1 – 19.3) biokaasun poistamiseksi reaktoritilasta. Lämmönsäätelyvälineillä on sovitettu muodostettavaksi säiliörakenteesta kaksikerrosrakenne, joka on sovitettu muodostamaan pääosan säiliörakenteen kantavasta rakenteesta ja jossa on ontelotila (39) lämmönsiirtoväliainetta varten. Lisäksi keksintö koskee myös menetelmiä biokaasun tuottamiseksi ja biokaasureaktorin valmistamiseksi.

Uppfinningen avser en biogasreaktor (10), där det av organiskt material (11) är anordnat att skapas biogas (12). Biogasreaktorn innefattar en tankkonstruktion (13), ett i tankkonstruktionen anordnat rörformat reaktorutrymme (14), i vilket kan anordnas organiskt material för bildande av biogas, värmeregleringsanordningar (16) för påverkan av temperaturen hos det organiska material som anordnas i reaktorutrymmet, anslutningar (17, 18) för inmatning av organiskt material i reaktorutrymmet och för utmatning ur reaktorutrymmet och en eller flera anslutningar (19.1 – 19.3) för bortförande av biogas ur reaktorutrymmet. Med värmeregleringsanordningarna har anordnats att av tankkonstruktionen bilda en tvåskiktstruktur, vilken är anordnad att utgöra huvuddelen av tankkonstruktionens bärande konstruktion och i vilken det finns ett tomt utrymme (39) för ett värmeöverföringsmedium. Uppfinningen avser dessutom ett förfarande för produktion av biogas och för biogasreaktors framställning.



## **BIOKAASUREAKTORI JA MENETELMÄT BIOKAASUN TUOTTAMISEKSI JA BIOKAASUREAKTORIN VALMISTAMISEKSI**

Keksintö koskee biokaasureaktoria, jossa eloperäisestä ainek-  
 5 sesta on sovitettu muodostettavaksi biokaasua ja johon biokaasureaktoriin kuuluu

- kaksikerrosrakenteinen säiliörakenne,
- säiliörakenteeseen sovitettu putkimainen reaktoritila, johon on sovitettavissa eloperäistä ainesta biokaasun muo-  
 10 dostamiseksi,
- lämmönsäätelyvälineet reaktoritilaan sovitettavissa olevan eloperäisen aineksen lämpötilaan vaikuttamiseksi, joilla on sovitettu muodostettavaksi säiliörakenteesta kantava kaksikerrosrakenne, jossa on ontelotila lämmön-  
 15 siirtoväliainetta varten,
- yhteet eloperäisen aineksen syöttämiseksi reaktoritilaan ja poistamiseksi reaktoritilasta,
- yksi tai useampi yhde biokaasun poistamiseksi reaktori-tilasta.

20 Lisäksi keksintö koskee myös menetelmiä biokaasun tuottamiseksi ja biokaasureaktorin valmistamiseksi.

Biokaasu on hapettomissa olosuhteissa syntynyttä kaasua, jonka mikrobit ovat muodostaneet orgaanisista aineksista. Biokaasu  
 25 sisältää runsaasti metaania, jonkin verran hiilidioksidia ja pieniä määriä rikkiyhdisteitä.

Biokaasuprosessi voidaan käsitellä joko psykrofiilisessä (0 -  
 15 °C), mesofiilisessä (15 - 45 °C) tai termofiilisessä (50 -  
 30 75 °C) lämpötilassa. Näissä kaikissa on erilaiset bakteerikan-  
 nat. Prosessi on sitä kiivaampi, mitä lämpimämpi prosessi on. Yleisin lämpötila on mesofiilinen, koska sillä on hyvä

kaasuntuotanto ja helppo hallittavuus. Kaasu on uusiutuva biopolttoaine, jota tavallisimman hyödynnetään sähkön- ja lämmöntuotannossa. Biokaasua voidaan verrata ominaisuuksiltaan maakaasuun.

5

Biokaasua voidaan tuottaa biokaasureaktoreilla, johon on kehitetty monenlaisia teknisiä ratkaisuja. Reaktorit voidaan jakaa karkeasti kahteen perustyyppiin, joita ovat täyssekoitus- ja tulppavirtausreaktori. Täyssekoitusreaktorit voivat olla esimerkiksi jatkuvatoimisia ja -sekoitteisia. Tällöin materiaalia pumpataan reaktoriin ja samalla sitä otetaan saman verran myös sieltä pois, jolloin massan määrä pysyy vakana. Sen etuja on syötteiden lisäämisen automatisointi ja suhteellisen vakaa kaasuntuotto.

15

Tulppavirtausreaktori on erityisesti kuiville materiaaleille soveltuva reaktortyyppi. Siinä eloperäinen aines järjestetään vaakasuuntaisesti järjestettyyn pitkänomaiseen reaktoritilaan, jossa käsiteltävä massa kulkee syötetyssä järjestyksessä tulppavirtauksena läpi prosessin samalla kaasua muodostaen. Näin saavutetaan lähes vakio massan viipymäaika. Tulppavirtaus saadaan aikaiseksi putkimaisessa reaktorissa, jossa toisesta päästä syötetään ja toisesta päästä puretaan massaa. Uusi massa ei pääse sekoittumaan vanhan kanssa, joten prosessista kerättyä bakteeripitoista nestettä syötetään massan sekaan prosessin nopeuttamiseksi. Kaasu poistetaan esimerkiksi reaktorin yläosasta. Reaktoritilan muodostaa poikkileikkausprofiililtaan esimerkiksi pyörähdyskappaleen muotoinen vaippa, joka on sovitettu reaktorin yleensä esimerkiksi metallia oleviin runkorakenteisiin.

30

Vielä eräs reaktortyyppi on panosreaktori. Sitä täytetään ja tyhjennetään tasaisin väliajoin. Sen etuina on helppohoitoisuus prosessin aikana ja haittana suhteellisen hidas kaasuntuoton käynnistäminen ja se on työläs tyhjentää.

5

Suomessa biokaasua tuotetaan usein kaatopaikoilla ja maati-  
loilla, isoissa biokaasulaitoksissa. Usein raaka-aineena ovat  
orgaaniset jätteet, kuten esimerkiksi elintarviketeollisuu-  
desta peräisin oleva jäte, kotitalouksien biojäte tai lanta.  
10 Kehittyvissä maissa reaktorit ovat sen sijaan tyypillisesti  
pienikokoisia, muutaman kuution kokoisia säiliöitä maan alla.

Biokaasureaktoreiden rakennetoteutus tekee niistä hyvin ras-  
kastekoisen. Lisäksi niiden skaalautuvuus on huono. Raskaste-  
15 koisuutensa takia biokaasureaktorit joudutaan kuljettamaan  
käyttökohteeseensa useissa osissa, josta seuraa myös niiden  
kokoamistyö käyttökohteessaan. Nämä kaikki lisäävät biokaasu-  
reaktorin valmistukseen ja hankintaan liittyviä kustannuksia  
ja lisäävät siten investoinnin takaisinmaksuaikaa.

20

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan biokaasureaktori,  
joka on rakenteensa ansiosta prosessiteknisesti tarkasti hal-  
littavissa ja säädettävissä. Lisäksi keksinnön tarkoituksena  
on saada aikaan menetelmät biokaasun tuottamiseksi ja biokaa-  
25 sureaktorin valmistamiseksi, joiden myötä biokaasua voidaan  
tuottaa kevyin rakennetoteutuksin ja lisäksi parannetulla lo-  
gistiikalla koskien esimerkiksi biokaasureaktorin järjestä-  
mistä biokaasun tuotantopaikalle. Keksinnön mukaisen biokaasu-  
reaktorin ja menetelmien tunnusomaiset piirteet on esitetty  
30 oheisissa patenttivaatimuksissa 1, 12 ja 13.

Keksinnön mukaisessa biokaasureaktorissa lämmönsäätelyvälineet on sovitettu muodostamaan pääosan säiliörakenteen kantavasta rakenteesta. Tätä varten lämmönsäätelyvälineillä on sovitettu muodostettavaksi säiliörakenteesta kaksikerrosrakenne. Lisäksi  
 5 kaksikerrosrakenteessa on ontelotila lämmönsiirtoväliainetta varten. Erityisemmin, lämmönsäätelyvälineet on sovitettu muodostumaan ontosta putkiprofiilista järjestettynä spiraalimaiseen asetelmaan kierrekäämimällä säiliörakenteen muodostamiseksi putkiprofiilista. Säiliörakenteen on sovitettu muodostamaan putkiprofiilista hitsausmenetelmällä sen kierrekäämimisen yhteydessä muodostettu putki. Säiliörakenteen myötä paranee reaktorin prosessiteknen hallittavuus.

Eräs merkittävä spiraalirakenteen etu on se, että säiliörakenteen muodostavaan kaksikerrosrakenteeseen muodostuu keksinnön myötä selkeä määritelty virtauskanava. Virtauskanavassa kiertävä lämmönsiirtoväliaine pakotetaan siten keksinnön myötä kulkemaan läpi koko kaksikerrosrakenteen ja vielä erityisemmin spiraalimaisesti järjestetyn putkiprofiilin muodostaman lämmönsiirtorakenteen. Tällöin lämmönsiirtoväliaine ei pääse esimerkiksi kerrostumaan mihinkään päin kaksikerrosrakennetta, vaan se on pakotettu kiertämään läpi koko kaksikerrosrakenteen muodostaman säiliörakenteen ja sitä kautta vaikuttamaan säiliörakenteeseen kauttaaltaan joka puolelta koko sen suurella  
 20 lämmönsiirtopinta-alalla, joka keksinnön mukaisesti esimerkiksi suorakulmion muotoisella putkiprofiililla siihen muodotetaan.

Eräs toinen merkittävä etu on se, että keksinnön myötä lämmönsiirtoväliaineen syöttö ja/tai virtaussuunta suhteessa reaktoritilaan ja sinne sijoitettavissa olevaan eloperäiseen ainekseen ja prosessin etenemiseen nähden saadaan keksinnön myötä

hyvin huomioitua. Toisin sanoen, keksinnön myötä tulee mahdolliseksi kohdistaa ja ohjata lämpötilavaikutusta reaktorin ja siten prosessivaiheeseen kannalta oikeaan kohtaan. Lämpövaikutuksen voidaan tällöin sanoa olevan reaktorirakenteen ja siten

5 myös prosessivaiheen osalta paikkariippuva, koska lämmönsiirtoväliaine tiettyyn kohtaan säiliörakennetta syötettynä vaikuttaa kohdasta alkaen tiettyyn profiiliputken muodostaman virtauskanavan määrittämään suuntaan reaktorirakenteessa. Tämä on oleellinen etu prosessin säädön ja sen hallittavuuden kannalta.

10

Keksinnön mukainen biokaasureaktori ja erityisemmin, sen säiliörakenne voi olla materiaaliltaan pääosin muovia. Siten sen materiaali voi olla kierrätettyä ja kierrätettävää. Lisäksi se on kevyt, kestävä ja sillä on edullisemmat valmistuskustannukset. Se on korroosiovapaa eli se ei ruostu eikä syövy kemiallisen reaktion seurauksena. Reaktorille ominainen liukas pinta estää myös kerrostumien tarttumista reaktorin pintaan. Reaktorilla on myös erittäin pitkä elinkaari.

15

20 Lisäksi reaktori on keveytensä ansiosta helppo kuljettaa käyttökohteeseensa ja lisäksi nopea ja helppo myös asentaa. Kevyt- ja jäykkä rakenne mahdollistaa reaktorin valmistamisen valmiiksi tuotantotiloissa ja tarvittaessa myös jälkikäteen tehtävän siirtämisen toiseen käyttökohteeseen.

25

Keksinnön myötä paranee myös biokaasureaktorin skaalautuvuus. Keksinnön myötä saavutetaan kustannustehokas tapa niin biokaasureaktorin valmistamisessa kuin sen käytönaikaisissa kuluissa (esimerkiksi omakäyttö). Keksinnön mukaisella biokaasureaktorilla ja menetelmällä saavutetaan kannattava kaasuntuotanto suhteessa investointikuluihin. Muut keksinnölle ominaiset piirteet käyvät ilmi oheisista patenttivaatimuksista ja lisää saavutettavia etuja on lueteltu selitysosassa.

30

Seuraavassa keksintöä, jota ei ole rajoitettu seuraavassa esitettäviin suoritusmuotoihin, selostetaan tarkemmin viittamalla oheisiin kuviin, joissa

5

Kuva 1 esittää periaatekuvana erästä esimerkkiä biokaasureaktorista sivultapäin nähtynä ja halkileikattuna,

Kuva 2 esittää kuvassa 1 esitettyä biokaasureaktoria viistosti sivulta päin nähtynä,

10 Kuva 3 esittää yksinkertaistettua periaatekuvaa biokaasureaktorin säiliörakenteesta sivulta päin ja osittaisena halkileikkauksena,

Kuva 4 esittää esimerkkiä säiliörakenteen seinämärakenteesta osaleikkauksena,

15 Kuva 5 esittää esimerkkiä säiliörakenteen valmistusperiaatteesta,

Kuva 6 esittää esimerkkiä säiliörakenteeseen kaksikerrosrakenteen muodostavan profiiliputken liittymisestä toisiinsa,

20 Kuva 7 esittää periaatteellista esimerkkiä kuvissa 1 ja 2 esitetystä biokaasureaktorista sen reaktoritilan ollessa nyt varusteltuna sekoituksella ja

Kuva 8 esittää karkeana kaaviokuvana esimerkkiä biokaasureaktorin lämmönhallintapiiristä.

25

Kuvassa 1 esitetään periaatekuvana eräs esimerkki biokaasureaktorista 10 sivultapäin nähtynä ja halkileikattuna. Kuva 2 puolestaan esittää kuvan 1 biokaasureaktoria 10 viistosti sivulta päin nähtynä säiliörakenne 13 läpinäkyvänä. Biokaasureaktori 10 on tarkoitettuna biokaasun 12 muodostamiseksi eloperäisestä aineksesta 11. Eloperäisestä aineksesta 11 puhua myös biomassana. Esimerkkeinä näistä voidaan mainita kaikenlaiset

30

orgaaniset jätteet, kuten esimerkiksi lanta, jätevedet ja teollisuuden rejektijakeet.

Biokaasun 12 muodostamista varten biokaasureaktoriin 10 kuuluu reaktoritila 14, johon eloperäinen aines 11 on sovitettavissa biokaasun 12 muodostamiseksi. Reaktoritila 14 on sovitettu muodostumaan säiliörakenteeseen 13. Reaktoritila 14 on nyt vaakasuuntainen pitkänomainen putkimaiseksi muodostettu lieriötila. Reaktoritilaan 14 eloperäistä ainetta 11 syötetään syötteenä sisään (In) ja vastaavasti, josta sitä myös poistetaan (Out). Siten eloperäinen aines 11 samalla myös etenee reaktoritilassa 14, kun siitä muodostetaan siellä biokaasua 12 sinällään tunnetuin prosessein. Biokaasureaktoriin 10 kuuluu siten myös yhteet 17, 18 eloperäisen aineksen 11 syöttämiseksi reaktoritilaan 14 ja eloperäisen aineksen 11 poistamiseksi reaktoritilasta 14. Yksi tai useampi yhteistä, kuten esimerkiksi poistoyhde 18 voidaan toteuttaa myös esimerkiksi pumpun muodossa. Biokaasureaktori 10 on toimintaperiaatteeltaan tulppavirtausreaktori. Syöttö / poisto pyritään toteuttamaan mahdollisimman tasaisena virtana, jotta prosessiolosuhteet pysyvät mahdollisimman tasaisena.

Edelleen, biokaasureaktoriin 10, erityisemmin, sen säiliörakenteeseen 13 kuuluu yksi tai useampia yhteitä 19.1 - 19.3 reaktoritilassa 14 muodostuneen biokaasun 12 poistamiseksi reaktoritilasta 14 ja siten, biokaasureaktorista 10. Yhteiden 19.1 - 19.3 kautta otetaan talteen eloperäisen aineksen 11 anaerobisen hajoamisen tuloksena syntyvä biokaasu 12. Yhteisiin 19.1 - 19.3 on liitetty biokaasun 12 talteenottovälineet (ei esitetty).

Anaerobista hajoamista voidaan kutsua myös eloperäisen aineksen  
 11 mädätykseksi. Se on orgaanisen aineksen hapettomissa olo-  
 suhteissa tapahtuvaa hajoamista. Hajotuksesta vastaavat anae-  
 robiset mikro-organismit. Mädätyksen tuotteena syntyy pääasi-  
 5 assa humusta vastaavaa kiintoainetta, vettä, hiilidioksidia ja  
 metaanikaasua, joka voidaan hyödyntää esimerkiksi energiantuo-  
 tannossa. Mädätysprosessissa syntyvän biokaasun metaanipitoi-  
 suus on 65 - 70 %. Typpiyhdisteet pelkistyvät mädätyksessä  
 ammoniakiksi ja rikkiyhdisteet rikkivedyksi. Mädätysprosessi  
 10 voi käsittää neljä sinällään tunnettua päävaihetta: hydrolysa-  
 tio, happokäyminen, asetogeneesi ja metanogeneesi.

Biokaasureaktoriin 10 kuuluu myös lämmönsäätelyvälineet 16 re-  
 aktoritilan 14 ja vielä erityisemmin, reaktoritilaan 14 sovi-  
 15 tettävissä olevan eloperäisen aineksen 11 lämpötilaan vaikut-  
 tamiseksi. Voidaan puhua myös reaktoritilan 14 järjestämisestä  
 lämpötilasäädelyksi eli reaktorilämmityksestä. Lämmönsäätely-  
 välineet 16 on sovitettu lämmönsiirrollisesti reaktoritilan 14  
 yhteyteen siten, että niillä voidaan joko lämmittää reaktori-  
 20 tilassa 14 olevaa materiaalia ja/tai jäähdyttää sitä. Siten  
 lämmönsäätelyvälineisiin 16 kohdistettu tilamuutos vaikuttaa  
 myös reaktoritilaan 14 ja sinne sovitettuun eloperäiseen ai-  
 neeseen 11, joko sitä lämmittävästi tai jäähdyttävästi. Yleensä  
 lämmityksellä tai jäähdytyksellä, yleisemmin, lämmönsäätelyvä-  
 25 lineillä 16 on tarkoitus ylläpitää reaktoritilan 14 ja siten  
 myös eloperäisen aineksen 11 lämpötila tietyissä kaasunmuodos-  
 tuksen kannalta optimaalisissa rajoissa. Siten itse mädätys-  
 prosessin aikana tapahtuva lämpötilaan vaikuttaminen voidaan  
 ymmärtää lämpötilan ylläpitona.

30

Lämmönsäätelyvälineillä 16, yleisemmin, reaktorilämmityksellä  
 on sovitettu muodostettavaksi biokaasureaktorin 10

säiliörakenteesta 13 kuvassa 1 ja erityisesti kuvassa 3 näkyvä kaksikerrosrakenne. Tällöin lämmönsäätelyvälineillä 16 muodostettu kaksikerrosrakenne on sovitettu muodostamaan pääosan säiliörakenteen 13 kantavasta rakenteesta. Toisin sanoen, lämmönsäätelyvälineet 16 ovat tällöin integroituina eli sisäänrakennettuina biokaasureaktorin 10 säiliörakenteeseen 13. Siten biokaasureaktorin reaktoritila 14 on vapaa lämmönsäätelyvälineistä. Vielä erityisemmin, lämmönsäätelyvälineillä 16 on nyt sovitettu muodostettavaksi säiliörakenteesta 13 pääasiallisen itsekantava.

Säiliörakenteeseen 13 kuuluvat lämmönsäätelyvälineet 16 on sovitettu muodostamaan oleellisen osan biokaasureaktorin 10 rungosta sen jäykistämiseksi ja siten myös muodostamiseksi itsekantavaksi. Tällöin biokaasureaktori 10 ei välttämättä tarvitse lainkaan reaktoritilaa 14 määrittävän ja siten sitä rajaavan säiliörakenteen 13 ympärillä erityistä varta vasten biokaasureaktoria 10 jäykistävää runkorakennetta, vaan kyseinen ominaisuus saadaan aikaan lämmönsäätelyvälineet 16 muodostavalla säiliörakenneratkaisulla. Säiliörakenteeseen 13 integroidut lämmönsäätelyvälineet 16 kantavat suuren osan kuormasta. Keksinön myötä biokaasureaktorin 10 säiliörakenne 13 itsessään toimii lämmönsiirtimenä. Kaksikerrosrakenteella saadaan tasainen ja hyvin hallittava reaktorin 10 lämmitys. Tällöin biokaasureaktori 10 on prosessiteknisesti tarkasti hallittavissa ja säädettävissä (lämmitys / reaktorin kuormitus). Tämä on oleellista, koska pienetkin heilahtelut reaktoritilan 14 lämpötilassa voivat aiheuttaa tunnetulla tavalla epäsuotuisaa vaikutusta kaasunmuodostukseen. Rakenteen ansiosta lämpötila on tasaisempi. Reaktoriin 10 ei muodostu kylmiä / ylikuumia kohtia.

Kuvissa 3 ja 4 esitetään esimerkkiä biokaasureaktorin 10 säiliörakenteesta 13, johon on keksinnön mukaisesti integroitu myös lämmönsäätelyvälineet 16 pääosan säiliön 13 kantavasta rakenteesta muodostamiseksi. Säiliörakenne 13 omaa ontelovaipan ja siten myös kaksikerrosrakenteen. Toisin sanoen, lämmönsäätelyvälineiden 16 säiliörakenteeseen 13 muodostamassa kaksikerrosrakenteessa on ontelotila 39 lämmönsiirtoväliainetta 27 varten. Sen sisälle muodostuneessa ontelossa 39 kierrätetään esimerkiksi nestemäistä lämmönsiirtoväliainetta 27 reaktoritilan 14 ja siten sinne sovitettavissa olevan eloperäisen aineen 11 lämpötilaan vaikuttamiseksi.

Lämmönsäätelyvälineet 16 on sovitettu muodostumaan ontosta putkiprofiilista 20. Tämä putkiprofiili 20 on järjestetty spiraalimaiseen asetelmaan kierrekäämimällä putkiprofiilista 20 pitkänomaista putkea 28 säiliörakenteen 13 muodostamiseksi putkiprofiilista, jonka säiliörakenteen 13 sisällä putkimainen reaktoritila 14 on.

Kuvassa 5 esitetään putken 28 eli säiliörakenteen 13 valmistusta ja kuvassa 6 puolestaan putkiprofiilien 20 liitosta toisiinsa. Kierrekääminnän yhteydessä onttoa putkiprofiilia 20' liitetään sen sivupinnoiltaan 49.1, 49.2 hitsausmenetelmällä jo aiemmin muodostuneeseen putkirakenteeseen 28 ja vastaavalla tavalla liitetyn jatkuvan putkiprofiilin 20 sivupintaan 49.2 itsekantavan säiliörakenteen 13 ja lämmönsiirtoväliainekanavan muodostamiseksi putkiprofiilista 20 biokaasureaktorille 10. Siten putkiprofiilista 20 on muodostettu hitsausmenetelmällä putki 28 sen kierrekääminnän yhteydessä. Valmistusprosessin lopputuote on putkimainen jatkuva pitkänomainen ja tiivis rakenneseinämä pyörähdyskappaleen muodossa, jossa putkiprofiilia 20 on kierrekäämitetty ja siten liitetty nousullisesti eli

spiraalimaisesti toisiinsa niiden sivuseinämiltään 49.1, 49.2 muodostaen säiliörakenteelle 13 kaksikerros-spiraalirakenteen. Putkiprofiili 20 kestää yksin koko eloperäisestä aineksesta 11 biokaasureaktorille 10 aiheutuvan kuormituksen, eikä erillisel-  
 5 selle varsinaiselle rungolle ole tarvetta.

Putkiprofiilia 20' käämitään kuvassa 5 esitetyn mukaisesti ruu-  
 viviivamaisesti hitsausrummulle 43 samanaikaisesti, kun yhteen-  
 hitsattavat profiilipinnat 49.1, 49.2 kuumennetaan esimerkiksi  
 10 kuumalla ilmalla haluttuun lämpötilaan. Tämän jälkeen hitsaus-  
 massaa 41 suulakepuristetaan kuumennetuille profiilipinnoille  
 49.1, 49.2 kahdessa säikeessä 47.1, 47.2 esimerkiksi profiili-  
 pinnan 49.1, 49.2 kutakin reunaa pitkin ja hitsausmassalla  
 päällystetyt putkiprofiiliosat 20', 20 puristetaan yhteen ai-  
 15 nakin yhden puristusruullan 42 avulla. Puristusruullan 42 akseli  
 on suunnattu säteittäin hitsausrummun 43 suhteen niin, että  
 muodostuu kaksoishitsisauma 48 vierekkäisten putkiprofiili-  
 kierroksien väliin. Hitsaus suoritetaan hitsauspäällä 40, joka  
 on kahden yhteenhitsattavan profiilipinnan 49.1, 49.2 välissä.  
 20 Alan ammattilainen ymmärtää, että tämä oli vain eräs esimerkki  
 hitsausmenetelmästä putken 28 valmistamiseksi.

Erään sovellusmuodon mukaan ontto putkiprofiili 20 on kuvien  
 3, 4 ja 6 mukaisesti poikkileikkaukseltaan pääasiallisen suor-  
 25 rakulmion muotoista. Suorakulmion muotoisena putkiprofiilia 20  
 on helppoa liittää sivuseinämiltään 49.1, 49.2 toisiinsa, se  
 on profiililtaan riittävän jäykkää ja lisäksi siitä muodostuu  
 tasainen sisäpinta reaktoritilan 14 puolelle. Lisäksi suora-  
 kulmion muotoiseen putkiprofiiliin 20 on helposti tehtävissä  
 30 aukkoja eri yhteitä varten, joita ovat esimerkiksi yhteet 19.1  
 - 19.3 biokaasun 12 poistamiseksi reaktoritilasta 14 ja/tai  
 yhteet 26.1 - 26.4 lämmönsiirtoväliaineen 27 sisään ja ulos

johtamiseksi putkiprofiiliin 20 muodostamaan ja biokaasureakto-  
 rin 10 pituussuunnassa L ruuvimaisesti etenevään ontelotilaan  
 39. Koska mikrobit ovat herkkiä nopeille lämmönvaihteluille,  
 muovimateriaalin hyvä eristävyys / huono lämmönjohtavuus saa  
 5 aikaan tasaisen lämmönsiirron eloperäiseen ainekseen 11 nyt  
 isolla pinta-alalla. Tällöin mikrobikannat pysyvät mahdolli-  
 simman tasaisessa lämpötilassa ja suotuisissa olosuhteissa.  
 Tämä on oleellista prosessin toimivuuden ja katkottomuuden kan-  
 nalta.

10

Putkiprofiili 20 voidaan käsittää myös reikäprofiilina. Siten  
 se on vaipaltaan suljettu. Toisin sanoen, sitä ei ole esimer-  
 kiksi vaipaltaan pituussuunnassa halkaistu, kuten esimerkiksi  
 on puoliputkiprofiililla. Tällöin putkiprofiilien 20 liittämi-  
 15 nen toisiinsa tapahtuu niiden sivupinnoiltaan 49.1, 49.2.

20

Ontosta putkiprofiilista 20 muodostetun putken 28 ulkosivulla  
 22.2 olevaan profiiliseinämään 25 kuuluu yhteitä 26.1 - 26.4  
 sovitettuna lämmönsiirtoväliaineen 27 johtamiseksi onttoon put-  
 20 kiprofiiliin 20 ja/tai poistamiseksi ontosta putkiprofiilista  
 20. Koska biokaasureaktorin 10 kokoa voidaan skaalata sen pi-  
 tuussuunnassa L, myös lämmitysyhteiden 26.1 - 26.4 määrä voi  
 vaihdella sen mukaan. Lämmitysyhteet 26.1 - 26.4 ovat sovitet-  
 tuina putkiprofiilista 20 muodostetun putken 28 ulkosivulla  
 25 22.2 olevan profiiliseinämän 25 keskelle.

30

Kaasuyhteet 19.1 - 19.3 on voitu sovittaa kuvassa 3 esitetyn  
 mukaisesti putkiprofiilien 20 väliin. Lisäksi ne ulottuvat put-  
 kiprofiiliin 20 muodostaman kaksoisseinämän läpi reaktoritilaan  
 14. Ollessaan profiiliputkien 20 välissä kaasuyhteet 19.1 -  
 19.3 eivät estä lämmönsiirtoväliaineen 27 kiertoa putkiprofii-  
 lien 20 ontelotiloissa 39 eli putkiprofiiliin 20 säiliörakenteen

13 vaipalle muodostamassa spiraalimaaisessa lämmitysväliaine-  
navassa.

Vielä erään sovellusmuodon mukaan kaasuyhde voidaan tarpeen  
5 mukaan sijoittaa myös putkiprofiilin 20 keskelle ja lämmitys-  
kierron yhde kaasuyhteen molemmille puolille. Tällöin putki-  
profiili 20 tukitaan tarkoituksella ja lämmönsiirtoväliaineena  
27 toimiva neste virtaa eri suuntiin. Tällä tavoin biokaasure-  
aktorin 10 lämmitystä tulee mahdolliseksi hallita vieläkin tar-  
10 kemmin ja optimoida lämpötila oikeaksi esimerkiksi kuhunkin  
mädätyksen vaiheeseen sopivaksi.

Eräs kaupallisesti saatavilla oleva esimerkki tällaisesta on-  
tosta putkiprofiilista 20 valmistetusta putkituotteesta on  
15 Uponor Oy:n Weholite -kauppanimellä markkinoima putki. Eräs  
toinen kaupallisesti saatavilla oleva esimerkki tällaisesta on-  
tosta putkiprofiilista 20 valmistetusta putkituotteesta on Par-  
kanon Muovituote Oy:n Kennorol -kauppanimellä markkinoima  
putki. Niiden käyttö on tunnettua esimerkiksi maanrakennuksesta  
20 erilaisten vesien johtamiseksi. Eräänä esimerkkinä tällaisen  
putkiprofiilin 20 materiaalista voidaan mainita kestopuovi, ku-  
ten esimerkiksi PE-muovi. Se on hyvin helposti ja nopeasti  
työstettävää, joka on valmistustekninen etu. Eräs toinen esi-  
merkki on antistaattinen muovi.

25 Tällaisella menetelmällä valmistetun putken 28 käytön ansiosta  
mahdollistuu biokaasureaktorille 10 hyvä skaalautuvuus. Reak-  
torin 10 koko on helposti skaalattavissa halkaisijasta 0.5 m -  
> 6 metriin asti, halkaisijan lisäksi reaktorin 10 pituus on  
30 helppo muokata kunkin asiakkaan syötteen viipymääjan mu-  
kaiseksi. Siten, keksinnön myötä tulee mahdolliseksi mitoittaa  
ja valmistaa reaktoritiloja 14 niiden koon (halkaisija/pituus)

osalta vastaamaan kunkin loppuasiakkaan tarpeita. Kaupallisesti on tarjolla useita eri putkikokoja, joka mahdollistaa tämän.

Reaktoritilaa 14 määrittävä säiliörakenteen 13 muodostavan putken 28 sisäseinämä 23 on pääasiallisen sileä, vaikka putkiprofiilin 20 spiraalimaisuus siinä silti näkyy enemmän tai vähemmän hitsaussauman 48 muodossa. Erään sovellusmuodon mukaan sisäseinämä 23 voidaan vielä myös pinnoittaa. Tällöin saavutetaan sileämpi pinta ja isompi materiaalivahvuus. Tällöin säiliörakenteeseen 13 voi kuulua pinnoitus 21 sovitettuna reaktoritilan 14 puolelle. Voidaan puhua myös vuorauksesta sovitettuna säiliörakenteen 13 muodostavan putken 28 ja putkimaista reaktoritilaa 14 määrittämään sovitetulle sisäseinämälle 23. Tällöin reaktoritilaa 14 määrittämään sovitettu pinnoitus 21 on järjestetty ontosta putkiprofiilista 20 muodostetun putken 28 sisäseinämää 23 olevaa profiiliseinämää 22.1 vasten. Pinnoituksen 21 materiaalivahvuus voi olla 1 - 20 mm. Pinnoitus 21 voi myös olla materiaaliltaan muovia. Pinnoituksella 21 reaktoritila 14 saadaan seinämiltään täysin sileäksi. Toisin sanoen, tällöin siinä ei näy lainkaan reaktoritilan 14 suuntaan profiiliputket 20 ja niiden välissä olevat hitsaussaumamat 48. Pinnoitus 21 ei ole kuitenkaan mitenkään välttämätön. Varsinkin, jos itse profiiliputkien 20 välinen hitsaussauma 48 saadaan hyvin taiseiseksi, jolloin putken 28 sisäseinämälle 23 ei muodostu hitsaussaumoista 48 johtuvia oleellisia epäjatkuvuuskohtia.

Vuorauksen tai pinnoituksen 21 materiaalivahvuus ja vaikutus on kuitenkin olematon esimerkiksi itse profiiliputken 20 halkaisijaan ja etenkin sen säiliörakennetta 13 jäykistävään ja siten kantavaan luonteeseen, joten sillä ei ole oleellista kokonaisrakennetta jäykistävää vaikutusta eikä siten merkitystä biokaasureaktorille 10 itsekantavan säiliörakenteen 13

muodostamisen kannalta, vaan pääosa siitä muodostetaan nimen-  
 omaan kierrekäämityllä profiiliputkella 20, jota biokaasureak-  
 torissa 10 käytetään myös reaktoritilan 14 ja siten sinne si-  
 joitettavissa olevan eloperäisen aineksen 11 lämpötilasääte-  
 5 lyyn. Biokaasureaktori 10 on eristetty hyvin säiliörakenteen  
 13 ulkopuolelta.

Kuvassa 7 esitetään periaatteellista esimerkkiä eräästä kek-  
 sinnön mukaisesta biokaasureaktori 10 sen reaktoritilan 14  
 10 ollessa varusteltuna nyt myös sekoituksella ja sen lisäksi  
 vielä nyt myös osastoinnilla. Biokaasureaktoriin 10 kuuluu täl-  
 löin reaktoritilaan 14 vaikuttamaan sovitettut sekoitusvälineet  
 15 eloperäisen aineksen 11 sekoittamiseksi reaktoritilassa 14.  
 Sekoitusvälineisiin 15 kuuluu esitetyssä sovellusmuodossa re-  
 15 aktoritilaan 14 sovitettu reaktoritilan 14 pituussuuntainen L  
 pyöritysakseli 30. Pyöritysakseliin 30 on sovitettu reaktori-  
 tilan 14 säteissuuntaisia R lapoja 31, siipiä tai vastaavia  
 elimiä. Sekoitusvälineillä 15 sekoitetaan reaktoritilassa 14  
 olevaa eloperäistä ainesta 11 asetetulla tavalla esimerkiksi  
 20 kaasunmuodostusprosessin ylläpitämiseksi. Tällöin sekoitusvä-  
 lineet 15 esimerkiksi hajottavat mekaanisesti eloperäistä ai-  
 nestä 11, jotta siitä ei pääse muodostumaan suurempia raken-  
 neyksiköitä esimerkiksi reaktoritilan 14 pohjalle. Lisäksi la-  
 vat myös upottavat eloperäisen aineksen 11 pinnassa kelluvaa  
 25 2-kerrosainetta. Toisin sanoen, sekoitusvälineitä 15 käytetään  
 myös aineksen 11 homogenisointiin. Biokaasureaktori 10 voidaan  
 toteuttaa jopa ilman sekoitusvälineitä 15. Näin varsinkin pit-  
 kien reaktoreiden 10 tapauksessa.

30 Erään sovellusmuodon mukaan sekoitusvälineet 15 ovat sekoitta-  
 misen lisäksi sovitettu vielä myös siirtämään reaktoritilaan  
 14 sovitettua eloperäistä ainesta 11 eteenpäin reaktoritilan

14 pituussuunnassa L. Tämän toteuttamiseksi lavoissa 31 voi olla hieman kiertoa esimerkiksi lentokoneiden propellien tapaan. Tällöin ne myös toimivat reaktoritilassa 14 eloperäiselle ainekselle 11 virtausta aikaan saavana ja siten työntävät sitä kohti reaktorin 14 jättöpuolen päätä, jossa on ulosmenoaukko. Erään sovellusmuodon mukaan sekoitus voidaan saada aikaan myös pumppaamalla. Pumppaamisen yhteydessä voidaan esimerkiksi kierättää eloperäistä ainesta 11.

Kuten esimerkiksi kuvista 1, 2 ja 7 nähdään, putkimainen reaktoritila 14 on voitu myös osastoida kahteen tai useampaan kaasukammioon 24.1 - 24.3. Tätä varten putkimainen reaktoritila 14 voi olla esimerkiksi laipioitu osastoinnin ja siten kammioiden toisistaan erottamisen aikaan saamiseksi. Laipioinnin aikaan saavat kaasulaipiot 29.1 - 29.3 on sovitettu reaktoritilan 14 eli myös kammioiden 24.1 - 24.3 yläosaan. Kammioiden 24.1 - 24.3 avulla saadaan mitattua kaasunmuodostuminen prosessin eri vaiheissa ja mitatun datan avulla optimoidaan syötteen läpimenoaika. Tavoitteena on tällöin maksimoida reaktorin 10 kuormitettavuus ja näin pienentää reaktorin fyysistä kokoa. Tutkimalla kaasunmuodostusnopeutta ja kaasun 12 metaanipitoisuutta prosessin edetessä on mahdollista optimoida syötteen eli eloperäisen aineksen 11 läpimenoaika ja optimoida sen perustella mahdollisten lisäaineiden syöttömäärät.

On huomattava, että biokaasureaktori 10 voidaan toteuttaa yhtä lailla myös ilman osastointia. Laipioiden 29.1 - 29.3 tarkoituksena voi olla osastoinnin lisäksi tai sen sijasta myös vahvistaa itse säiliön 13 rakennetta. Näin varsinkin pitkien reaktoreiden kohdalla. Toisaalta, tässä hakemuksessa esitetyn mukainen kaasun 12 muodostuksen ja sen poiston osastointi esimerkiksi laipioin 29.1 - 29.n on mahdollista toteuttaa säiliön

13 rakenneperiaatteeltaan myös muunlaisissa reaktoreissa. Se  
siis toimii itsenäisenä ratkaisuna mihinkään erityiseen säi-  
liörakenteeseen sitomatta. Tällöinkin osastoinnin ansiosta on  
mahdollista tutkia kaasunmuodostumisen nopeutta ja kaasunpi-  
toisuutta. Keksinnön mukaisen säiliörakenteen 13 yhteydessä  
esitetyllä osastoinnilla esimerkiksi laipioin 29.1 - 29.3 saa-  
vutetaan kuitenkin etua siinä mielessä, että reaktoritilan 14  
lämpötilaa voidaan säätää keksinnön mukaisen säiliörakenteen  
ansiosta kammioittain 24.1 - 24.n ja sen ansiosta biokaasun-  
muodostus voidaan suorittaa samassa yhdessä reaktorirakenteessa  
yhtenä ainoana prosessivaiheena tarkasti osastoittain halli-  
tusti. Toisin sanoen, osastointi yhdistettynä kierrekäämitysti  
muodostettuun säiliörakenteeseen 13 sen sovittamiseksi toimi-  
maan reaktoritilan 14 lämpötilaa ylläpitäen halutusti saavute-  
taan yhdessä erityistä etua kaasunmuodostuksen hallinnan  
osalta. Lämpötilat eri osastoilla voivat keksinnön myötä vaih-  
della ja sellaisen aikaansaava rakenne niiden säätämiseksi on  
helppo toteuttaa kierrekäämityillä spiraaliputkella.

Biokaasureaktorissa 10 prosessoitavan eloperäisen aineksen 11  
kuiva-ainepitoisuus on esimerkiksi sellainen, että se on juok-  
sevassa muodossa. Tällöin voidaan puhua myös sakeasta juokse-  
vasta lietteestä tai juoksevasta sakeamassasta. Eloperäinen ai-  
nes 11 on esikäsitelty mahdollisimman hienojakoiseksi. Sen pa-  
lakoko voi olla esimerkiksi maksimissaan 5 cm. Esimerkkinä elo-  
peräisen aineksen 11 kuiva-ainepitoisuudesta on alle 35 %. Täl-  
löin biokaasureaktoria 10 ei ole tarvetta varustaa välinein  
eloperäisen aineksen 11 siirtämiseksi reaktoritilassa 14 eteen-  
päin, vaan sen siirtyminen ja myös reaktoritilasta 14 poistu-  
minen tapahtuu luonnostaan.

Erään sovellusmuodon mukaan edellä viitattu laipiointi on voitu sovittaa reaktoritilan 14 yläosaan siten, että kammiot 24.1 - 24.3 on sovitettu erotettavaksi toisistaan laipioilla 29.1 - 29.3. Laipioiden 29.1 - 29.3 lisäksi myös reaktoritilaan 14 sovitettavissa olevaa eloperäistä ainesta 11 voidaan käyttää kammioiden 24.1 - 24.3 erottamiseen toisistaan. Tällöin eloperäisen aineksella 11 on sovitettu tiivistettäväksi laipiot 29.1 - 29.3 niiden alaosaan. Tätä varten eloperäisen aineksen 11 pinnankorkeus eli pinta 11' reaktorikammiossa 14 on sovitettavissa siten, että eloperäinen aines 11 tiivistyy laipioiden 29.1 - 29.3 muodostavia pintoja vasten. Tämän ansiosta biokaasulle 12 järjestetyt kammiot 24.1 - 24.3 erotetaan toisistaan vesilukkoperiaatteella. Siten kammioiden 24.1 - 24.3 kaasutiivistys tapahtuu laipioiden 29.1 - 29.3 alareunan ylittävällä eloperäisellä aineksella 11, joka siis aikaan saa kyseisen kaasutiivistyksen. Pinnankorkeuden mittaamista varten reaktoritilassa 14 on anturointi, jolle on säiliörakenteessa 13 ainakin yksi yhde 33.

Erään sovellusmuodon mukaan sekoitusvälineisiin 15 kuuluvia lapoja 31 on sovitettu pyöritysakseliin 30 reaktoritilan 14 ainakin osastoinnin aikaan saavien laipioiden 29.1 - 29.3 kohdalle. Tällöin niiden tarkoitus on aineksen 11 sekoittamisen lisäksi myös laipioiden 29.1 - 29.3 pintojen pitäminen puhtaana kaavariperiaatteella. Lavat 31 viistävät laipioita 29.1 - 29.3 ja siten puhdistavat ne mekaanisesti hankaamalla. Akseli 30 ja/tai lapojen 31 pituus voi olla puolestaan sovitettuna siten, että lavat 31 ulottuvat myös reaktoritilan 14 pohjalle tai ainakin lähelle sitä.

Erään sovellusmuodon mukaan biokaasureaktorin 10 syöttö, sekoitus ja kerrostumien ehkäisy voidaan tehdä jopa samalla

akselilla 30. Tällöin akselin 30 alkupäässä eli biokaasureak-  
torin 10 syöttöpäässä voi olla kuvassa 7 esitetyn mukaisesti  
syöttöruuvi 32. Sillä eloperäistä ainesta 11 siirretään reak-  
toritilaan 14. Tällaisella rakenneratkaisulla on mahdollista  
5 esimerkiksi minimoida biokaasureaktorin 10 omakäyttöenergia.  
Lisäksi vikaherkkyys pienenee ja saavutetaan parempi käyttö-  
varmuus.

Säiliörakenteessa 13 voi olla lisäksi vielä yksi tai useampi  
10 yhde 34.1 - 34.3 eloperäisen aineksen 11 kierrätykselle. Kier-  
rätyksen eräänä tarkoituksena voi olla stabiloida prosessia.  
Näistä yhteistä 34.1 - 34.3 voidaan tehdä myös näytteenotto ja  
mahdollinen lisääaineistus.

15 Kuva 8 esittää karkeana kaaviokuvana erästä esimerkkiä biokaa-  
sureaktorin 10 lämmönhallintapiiristä. Biokaasureaktorin 10 ul-  
kopuolella voi olla esimerkiksi sähkö(kaasu)boileri 45, joka  
on lämmitystukkiin 46 liitettyjen putkilinjojen välityksellä  
liitetty yhteisiin 26.1 - 26.4. Kuvassa 8 näkyy myös nesteiden  
20 virtaussuunnat. Piiri on muodostettu siten, että se on sovi-  
tettu ohjaamaan suurin määrä lämmitysenergiaa biokaasureaktorin  
10 alkupäähän eli syötteen lisäyspäähän (In). Sääto tehdään  
puolestaan muuttamalla lämmönsiirtoväliaineen 27 kiertono-  
peutta. Loppuosa reaktorista 10 pyritään pitämään mahdollisim-  
25 man tasalämpöisenä.

Erään toisen sovellusmuodon mukaan lämmönsiirtopiiri voi olla  
sisäänmeno / ulostuloyhteidensä osalta myös esimerkiksi kuvassa  
1 esitetynlainen. Sisäänmeno on yhteistä 26.2 ja 26.4 ja ulos-  
30 tulo puolestaan 26.1 ja 26.3. Tällöin siis esimerkiksi 26.2  
sisäänviety lämmönsiirtoneste 27 jakaantuu reaktorin 10 tulo  
ja jättöpuolelle ja yhteen 26.3 kautta ulosjohdettu neste on

molemmista suunnista reaktorin 10 pituussuunnassa. Tulppaamalla kahden vierekkäisen yhteen väli esimerkiksi kaasunpoistoyhteellä voidaan lämmönsiirtoväliaineen tulo-/menoyhteet järjestää lähes vierekkäin.

5

Esitetyssä sovellusmuodossa säätö on seuraavanlainen. Yhteestä 26.2 johdetaan kaikki lämmitysneste sisään. Yhteestä 26.1 johdetaan 50% lämmitysnesteestä ulos ja yhteistä 26.3 ja 26.4 puolestaan molemmista 25% lämmitysnesteestä ulos.

10

Biokaasureaktorin 10 lämpötila-anturointi voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavasti. Lämpötila-anturit 51, 52 sovitettuna mittaamaan lämpötilaa on järjestetty lämmityskierto on sen menopuolelle lämmitystukkiin 46 ja erikseen paluupuolelle kokoojatuksiin 50. Tällöin kaikille menoyhteille 26.2 voi olla yhteinen lämpötilamittaus ja paluupuolelle vastaavasti yhteinen mittaus kokoojatukissa 50. Myös sekoitusakselin 30 sisällä on oma lämpötilamittaus 55 ainakin yhdessä kohtaa. Skaalattaessa reaktoria 10 pituussuunnassa L pidemmäksi myös akselin 30 sisällä olevia lämmönmittauspisteitä voi olla useampia. Lämmitysnesteen 27 kiertonopeus on silloin sopiva, kun paluulämpö ja akselin 30 sisältä mitattu lämpötila ovat samat. Siten lämpötiloja vertaillaan. Kierto pidetään niin isolla, että menolämpötila on vain hieman isompi, maksimissaan 4 °C. Kuvan 8 piirissä on piirin oheisvarusteluna esitetty myös sekoitusventtiili 53 ja lämmitysnesteen 27 kiertopumppu 54.

25

Biokaasureaktorin 10 lisäksi keksintö koskee myös menetelmää biokaasun 12 tuottamiseksi. Menetelmässä biokaasua 12 tuotetaan eloperäisestä aineksesta 11 biokaasureaktorilla 10 lämpötilasäädellisesti. Biokaasureaktori 10 on edellä esitetty biokaasureaktori.

30

Vielä lisäksi keksintö koskee myös menetelmää biokaasureaktorin 10 valmistamiseksi. Biokaasureaktori 10 on tarkoitettu biokaasun 12 tuottamiseksi eloperäisestä aineksesta 11 säiliön 13 muodostamassa putkimaisessa reaktoritilassa 14 lämpötilasäädellysti. Biokaasureaktorin 10 säiliö 13 muodostetaan hitsausmenetelmällä valmistetusta putkesta 28, jossa onttoa putkiprofiilia 20 on kierrekäämimällä järjestetty spiraalimaiseen asetelmaan seinämän muodostamiseksi muodostuvalle putkelle 28. To-  
 10 della pitkien reaktorirakenteiden osalta ne voidaan toimittaa käyttökohteeseen osissa ja liittää osat toisiinsa esimerkiksi kuumahitsaamalla tai putkien 28 päihin sovitetuin kierrelit-  
 toksin. Tällöin putkiprofiilin kierteisyys eri osien välillä voi jopa vaihtua.

15

Keksintö koskee myös ontosta putkiprofiilista 20 hitsausmenetelmällä ja spiraalimaiseen asetelmaan kierrekäämimällä valmistetun putken 28 käyttöä biokaasureaktorina 10.

20 Eräänä esimerkkinä säiliörakenteen 13 mitoista voidaan esittää halkaisija 1 m ja pituus 5 m. Eräs esimerkki putkiprofiilista 20 on sen mitoiltaan 70 mm x 40 mm. Putkiprofiilin seinämävahvuus voi olla esimerkiksi 4 - 8 mm.

25 On ymmärrettävä, että edellä oleva selitys ja siihen liittyvät kuvat on tarkoitettu ainoastaan havainnollistamaan esillä olevaa keksintöä. Keksintöä ei siten ole rajattu pelkästään edellä esitettyihin tai patenttivaatimuksissa määriteltyihin sovel-  
 lusmuotoihin, vaan alan ammattimiehelle tulevat olemaan ilmei-  
 30 siä monet erilaiset keksinnön variaatiot ja muunnokset, jotka ovat mahdollisia oheisten patenttivaatimusten määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

## PATENTTIVAATIMUKSET

1. Biokaasureaktori, jossa eloperäisestä aineksesta (11) on sovitettu muodostettavaksi biokaasua (12) ja johon biokaasure-  
5 aktoriin (10) kuuluu

- kaksikerrosrakenteinen säiliörakenne (13),
- säiliörakenteeseen (13) sovitettu putkimainen reaktori-  
tila (14), johon on sovitettavissa eloperäistä ainesta  
(11) biokaasun (12) muodostamiseksi,
- 10 - lämmönsäätelyvälineet (16) reaktoritilaan (14) sovitet-  
tavissa olevan eloperäisen aineksen (11) lämpötilaan vai-  
kuttamiseksi, joilla on sovitettu muodostettavaksi säi-  
liörakenteesta (13) kantava kaksikerrosrakenne, jossa on  
ontelotila (39) lämmönsiirtoväliainetta (27) varten,
- 15 - yhteen (17, 18) eloperäisen aineksen (11) syöttämiseksi  
reaktoritilaan (14) ja poistamiseksi reaktoritilasta (14),
- yksi tai useampi yhde (19.1 - 19.3) biokaasun (12) pois-  
tamiseksi reaktoritilasta (14),

tunnettu siitä, että lämmönsäätelyvälineet (16) on sovitettu  
20 muodostumaan ontosta putkiprofiilista (20) järjestettynä spi-  
raalimaiseen asetelmaan kierrekäämimällä sanotun säiliöraken-  
teen (13) muodostamiseksi putkiprofiilista (20).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen biokaasureaktori, tunnettu  
25 siitä, että säiliörakenteen (13) on sovitettu muodostamaan put-  
kiprofiilista (20) hitsausmenetelmällä sen kierrekääminnän yh-  
teydessä muodostettu putki (28).

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen biokaasureaktori, tun-  
30 nettu siitä, että ontto putkiprofiili (20) on poikkileikkauk-  
seltaan pääasiallisen suorakulmion muotoista.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että säiliöön (13) kuuluu pinnoitus (21) sovitettuna reaktoritilan (14) puolelle, jonka vahvuus on 1 - 20 mm ja joka on materiaaliltaan muovia.

5

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että pinnoitus (21) on järjestetty ontosta putkiprofiilista (20) muodostetun putken (28) sisäseinämää (23) olevaa profiiliseinämää (22.1) vasten.

10

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että putkimainen reaktoritila (14) on laipioitu.

15

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että putkimainen reaktoritila (14) on sanotulla laipioinnilla osastoitu kahteen tai useampaan kammioon (24.1 - 24.3).

20

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että laipiointi on sovitettu reaktoritilan (14) yläosaan siten, että sanotut kammiot (24.1 - 24.3) on sovitettu erotettavaksi toisistaan laipioilla (29.1 - 29.3), joihin eloperäinen aines (11) on sovitettu tiivistettäväksi.

25

9. Jonkin patenttivaatimuksen 2 - 8 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että ontosta putkiprofiilista (20) muodostetun putken (28) ulkosivulla (22.2) olevaan profiiliseinämään (25) kuuluu yhteitä (26.1 - 26.4) sovitettuna lämmönsiirtoväliaineen (27) johtamiseksi onttoon putkiprofiiliin (20) ja/tai poistamiseksi ontosta putkiprofiilista (20).

30

10. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 9 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että reaktoritilaan (14) on sovitettu sekoitusvälineet (15), joihin kuuluu

- reaktoritilaan (14) sovitettu pituussuuntainen (L) pyöritysakseli (30),
- pyöritysakseliin (30) sovitettuja reaktoritilan (14) säteissuuntaisia (R) lapoja (31), jotka ovat sanotun sekoittamisen lisäksi sovitettu siirtämään reaktoritilaan (14) sovitettua eloperäistä ainesta (11) eteenpäin reaktoritilan (14) pituussuunnassa (L).

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen biokaasureaktori, tunnettu siitä, että lapoja (31) on sovitettu pyöritysakseliin (30) ainakin laipioiden (29.1 - 29.3) kohdalle, joilla on sovitettu aikaan saatavaksi reaktoritilan (14) osastointi, laipioiden (29.1 - 29.3) pitämiseksi puhtaana kaavariperiaatteella.

12. Menetelmä biokaasun tuottamiseksi, jossa biokaasua (12) tuotetaan eloperäisestä aineksesta (11) biokaasureaktorilla (10) lämpötilasäädellysti, tunnettu siitä, että biokaasureaktori (10) on yhden tai useamman patenttivaatimuksen 1 - 11 mukainen biokaasureaktori.

13. Menetelmä biokaasureaktorin valmistamiseksi, joka biokaasureaktori (10) on tarkoitettu biokaasun (12) tuottamiseksi eloperäisestä aineksesta (11) säiliörakenteen (13) muodostamassa putkimaisessa reaktoritilassa (14) lämpötilasäädellysti, tunnettu siitä, että muodostetaan sanottu säiliörakenne (13) hitsausmenetelmällä valmistetusta putkesta (28), jossa onttoa putkiprofiilia (20) on kierrekäämimällä järjestetty spiraalimaiseen asetelmaan.

14. Ontosta putkiprofiilista (20) hitsausmenetelmällä ja spiraalimaiseen asetelmaan kierrekäämimällä valmistetun putken (28) käyttö biokaasureaktorina (10).

**PATENTKRAV**

1. Biogasreaktor, där det av organiskt material (11) är anordnat att skapas biogas (12) och vilken biogasreaktor (10) innefattar

- en tankkonstruktion (13) i tvåskiktskonstruktion,
- ett i tankkonstruktionen anordnat rörformat reaktorutrymme (14), i vilket kan anordnas organiskt material (11) för bildande av biogas (12),
- 10 - värmeregleringsanordningar (16) för påverkan av temperaturen hos det organiska material (11) som anordnas i reaktorutrymmet (14), med vilka det har anordnats att av tankkonstruktionen (13) bilda en bärande tvåskiktskonstruktion, i vilken det finns ett tomt utrymme (39) för
- 15 ett värmeöverföringsmedium (27),
- anslutningar (17, 18) för inmatning av organiskt material (11) i reaktorutrymmet (14) och för utmatning ur reaktorutrymmet (14),
- en eller flera anslutningar (19.1 - 19.3) för utmatning
- 20 av biogas (12) ur reaktorutrymmet (14),

kännetecknad av att värmeregleringsanordningarna (16) är anordnade att utgöras av ihåliga rörprofiler (20) anordnade i en spiralformad utformning medelst vridspolning för att bilda den nämnda tankkonstruktionen (13) av rörprofilen (20).

25 2. Biogasreaktor enligt patentkrav 1, kännetecknad av att tankkonstruktionen (13) är anordnad att utgöra det rör (28) som med ett svetsförfarande skapats av rörprofilen (20) i anslutning till vridspolningen.

3. Biogasreaktor enligt patentkrav 1 eller 2, kännetecknad av att den ihåliga rörprofilen (20) i genomskärning i huvudsak har rektangulär form.

5 4. Biogasreaktor enligt något av patentkraven 1 - 3, kännetecknad av att tanken (13) innefattar en ytbeläggning (21) anordnad på reaktorutrymmets (14) sida, vars tjocklek är 1 - 20 mm och är av plastmaterial.

10 5. Biogasreaktor enligt patentkrav 4, kännetecknad av att ytbeläggningen (21) är anordnad mot profilväggen (22.1) på innerväggen (23) av det rör (28) som bildas av den ihåliga rörprofilen (20).

15 6. Biogasreaktor enligt något av patentkraven 1 - 5, kännetecknad av att det rörformade reaktorutrymmet (14) är sektionerat.

7. Biogasreaktor enligt patentkrav 6, kännetecknad av att det rörformade reaktorutrymmet (14) är medelst nämnd sektionering  
20 avdelat i två eller flera kammare (24.1 - 24.3).

8. Biogasreaktor enligt patentkrav 7, kännetecknad av att sektioneringen är anordnad i reaktorutrymmets (14) överdel så att nämnda kammare (24.1 - 24.3) är anordnade att avgränsas från  
25 varandra med skiljeväggar (29.1 - 29.3), till vilka organiskt material (11) är anordnat att packas.

9. Biogasreaktor enligt något av patentkraven 2 - 8, kännetecknad av att den profilvägg (25) som finns på utsidan (22.2) av  
30 det av den ihåliga rörprofilen (20) utformade röret (28) innefattar anslutningar (26.1 - 26.4) anordnade för att leda

värmeöverföringsmediet (27) till den ihåliga rörprofilen (20) och/eller för ledande från den ihåliga rörprofilen (20).

10. Biogasreaktor enligt något av patentkraven 1 - 9, känne-  
5 tecknad av att det i reaktorutrymmet (14) har anordnats blandningsanordningar (15), vilka innefattar

- en i reaktorutrymmet (14) i längdriktningen (L) anordnad rotationsaxel (30) ,

- på rotationsaxeln (30) i reaktorutrymmets (14) radialriktning (R) anordnade skovlar (31), vilka förutom den  
10 nämnda blandningen är anordnade att förflytta det i reaktorutrymmet (14) anordnade organiska materialet (11) framåt i reaktorutrymmets (14) längdriktning (L).

15 11. Biogasreaktor enligt patentkrav 10, kännetecknad av att skovlar (31) är anordnade på rotationsaxeln (30) åtminstone vid skiljeväggarna (29.1 - 29.3), med vilka det är anordnat att åstadkomma att uppdelas reaktorutrymmet (14), där skiljeväggarna (29.1 - 29.3) hålls rena enligt en schaberprincip.

20

12. Förfarande för produktion av biogas, där biogas (12) produceras av organiskt material (11) temperaturreglerat med en biogasreaktor (10), kännetecknat av att biogasreaktorn (10) är en biogasreaktor enligt ett eller flera av patentkraven 1 - 11.

25

13. Förfarande för framställning av en biogasreaktor, där biogasreaktorn (10) är avsedd för produktion av biogas (12) utav organiskt material (11) temperaturreglerat i ett av en tankkonstruktion (13) bildat rörformat reaktorutrymme (14), känne-  
30 tecknat av att den nämnda tankkonstruktionen (13) skapas av med ett svetsningsförfarande framställda rör (28), där den ihåliga

rörprofilen (20) medelst vridspolning har anordnats i en spiralformad utformning.

14. Användning av ett rör (28) som med ett svetsningsförfarande  
5 och i spiralformad utformning medelst vridspolning framställts  
av en ihålig rörprofil (20) som biogasreaktor (10).

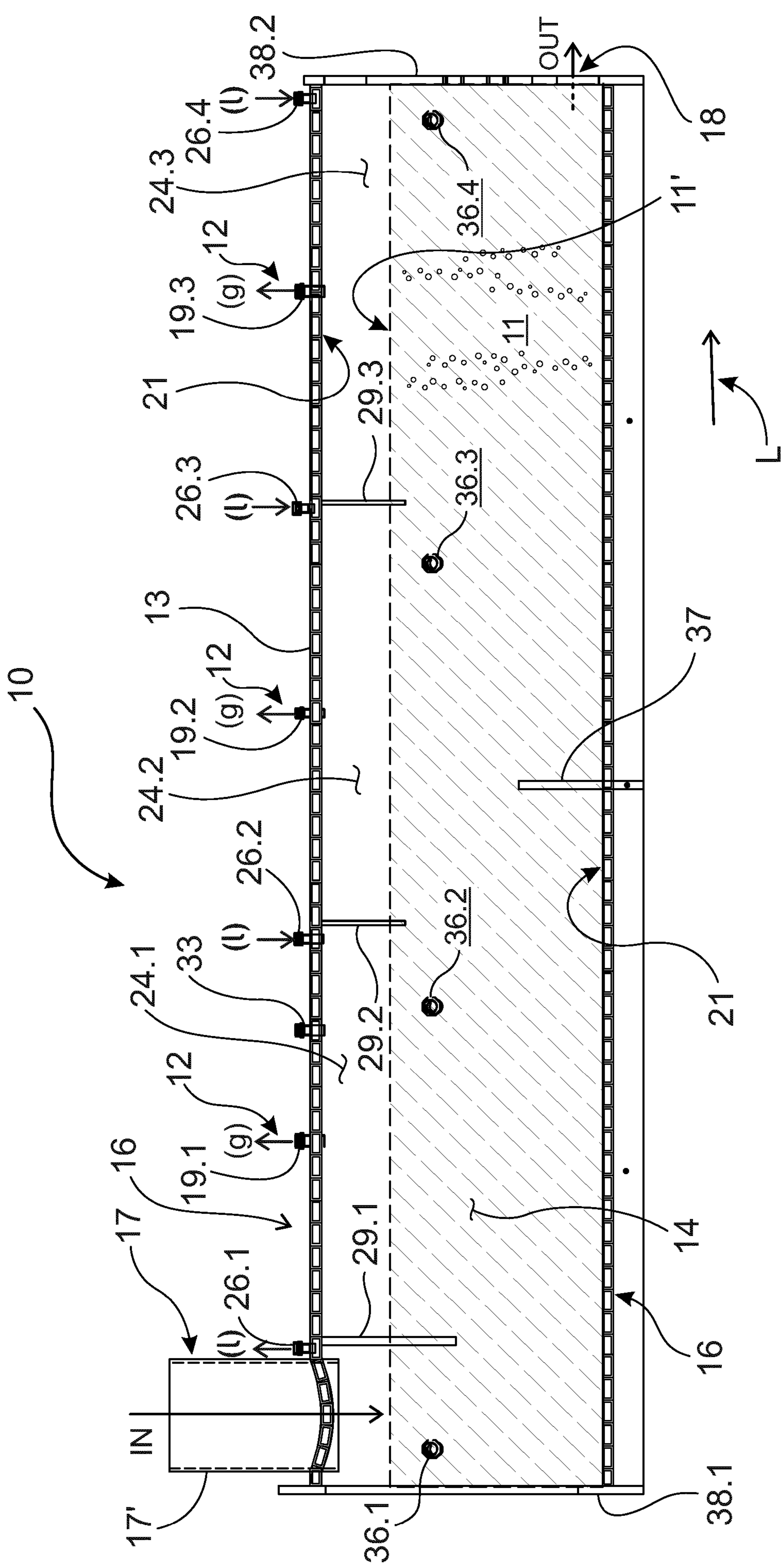


Fig. 1

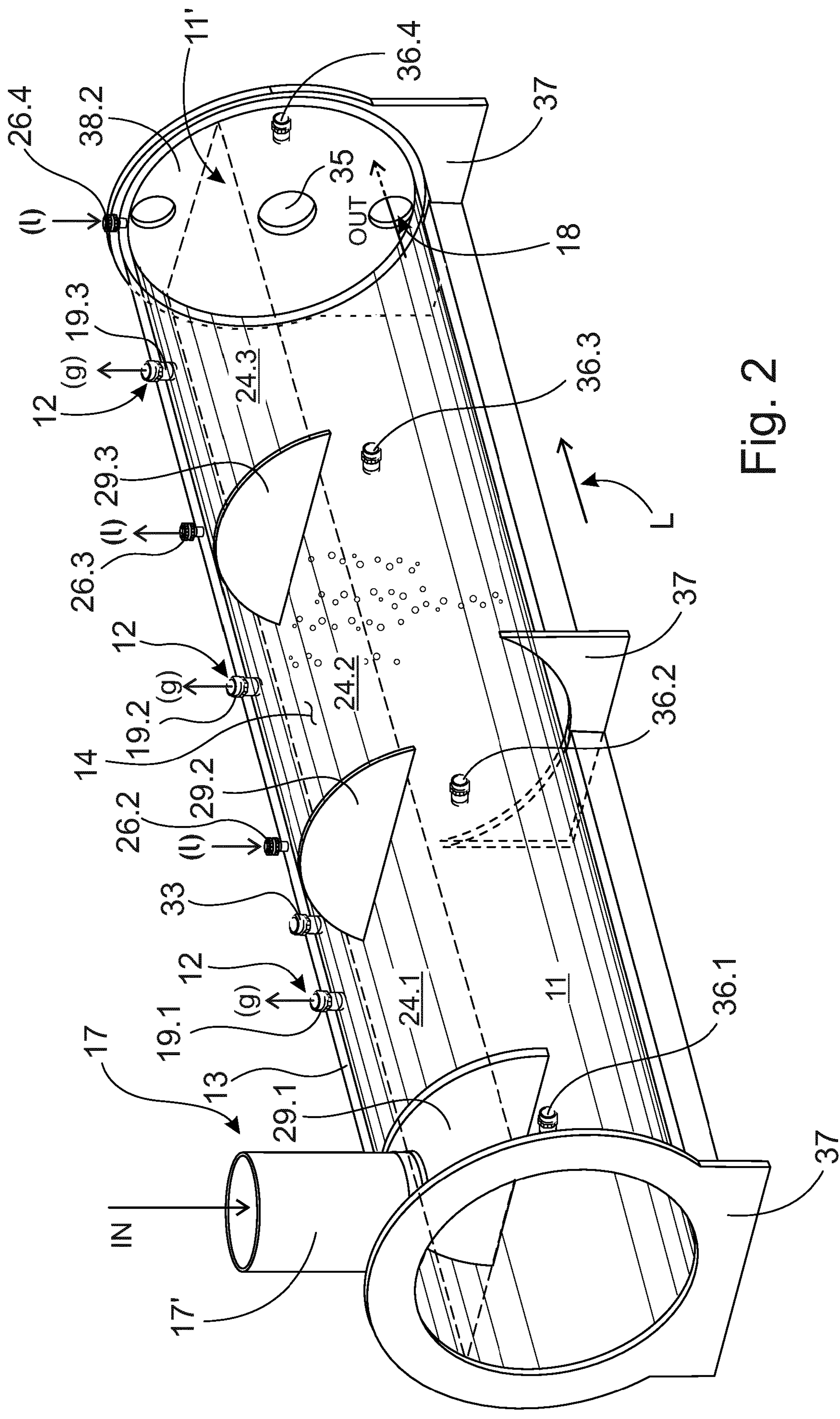


Fig. 2

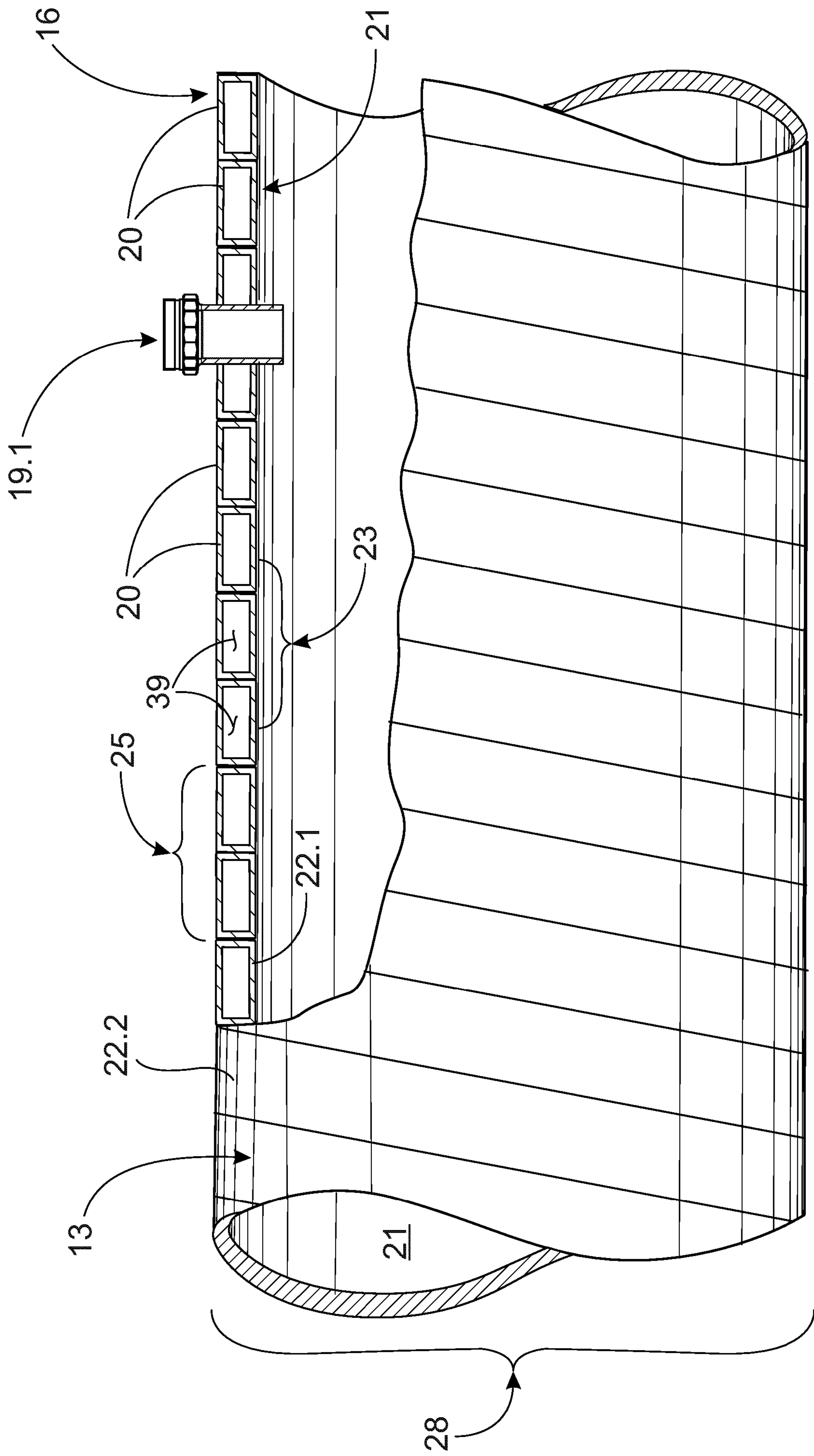


Fig. 3

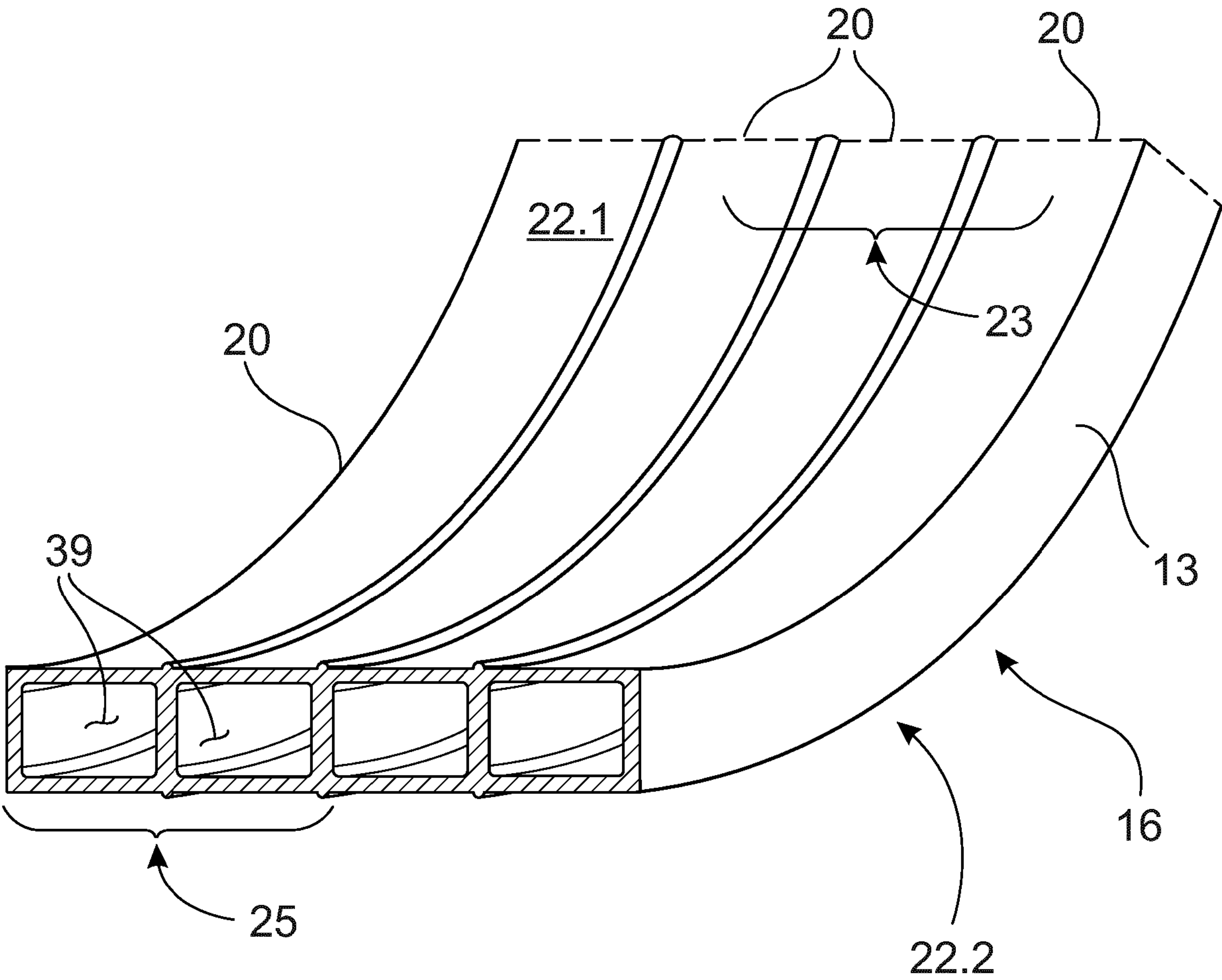


Fig. 4

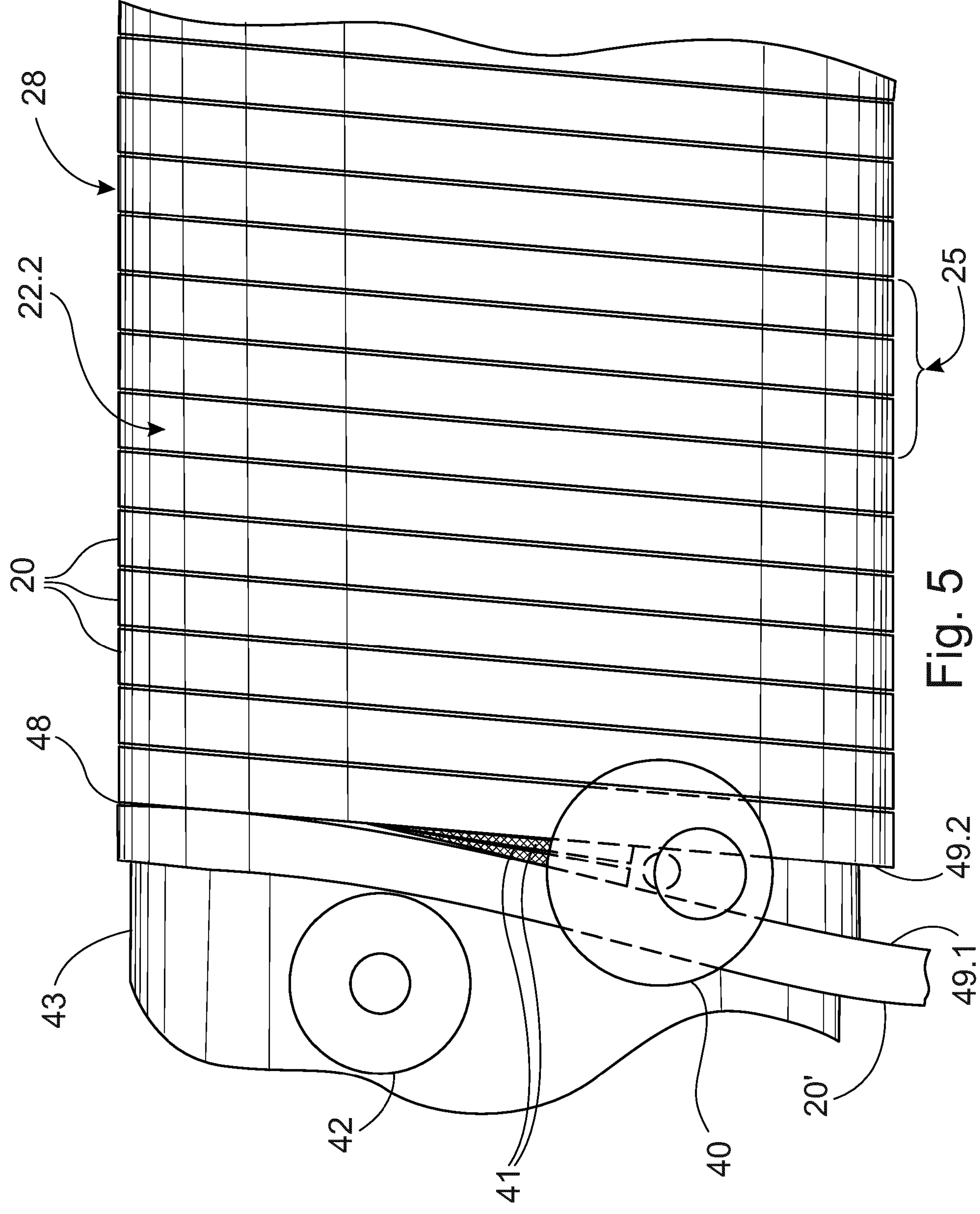


Fig. 5

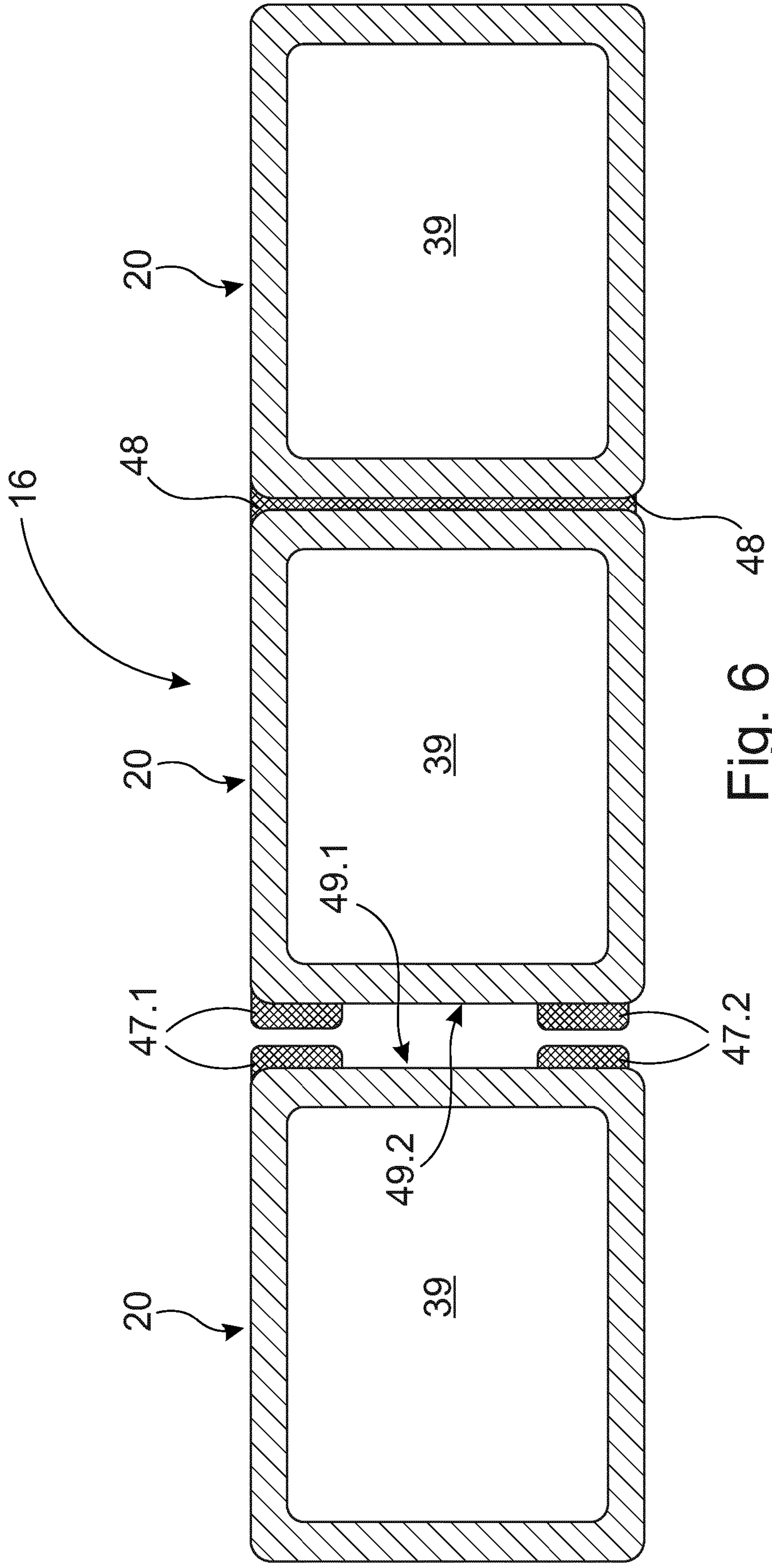


Fig. 6

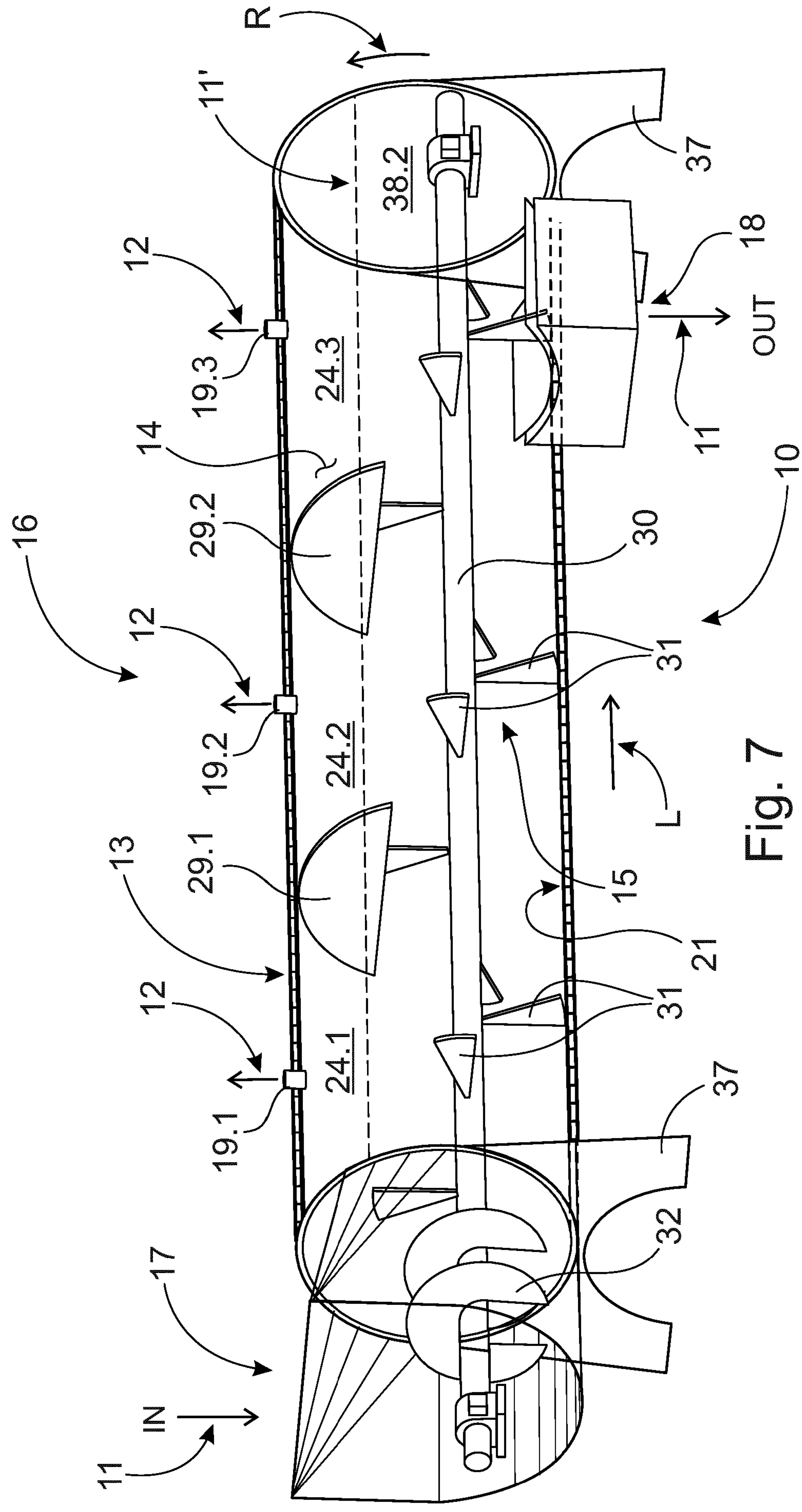


Fig. 7

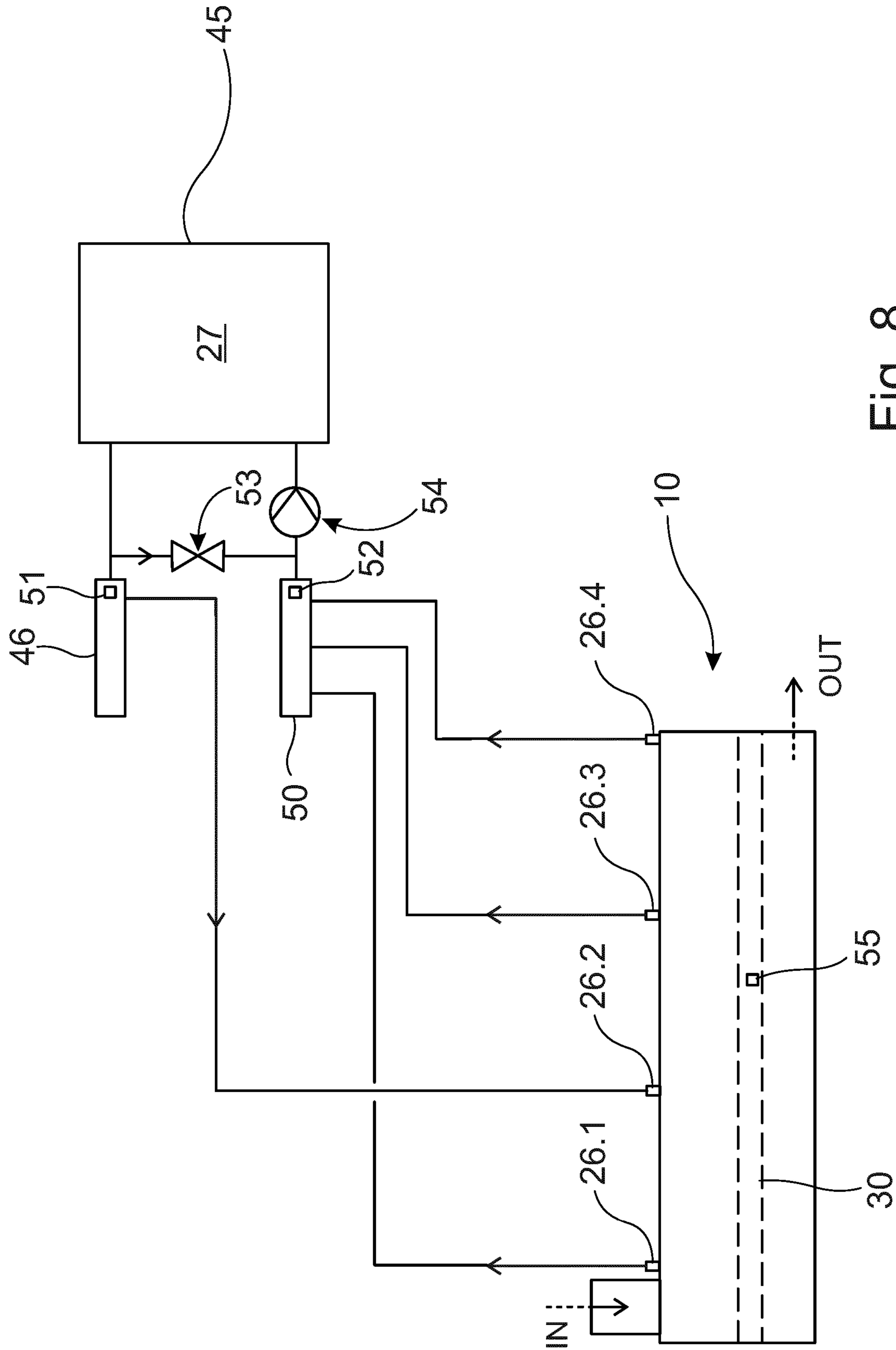


Fig. 8