



FI000123143B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 123143 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.11.2012

(51) Kv.lk. - Int.kl.

C10J 3/84 (2006.01)
C10J 3/66 (2006.01)
C10B 49/06 (2006.01)
C10G 9/02 (2006.01)
C10G 9/38 (2006.01)
C10B 53/02 (2006.01)
C10J 3/44 (2006.01)

SUOMI – FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20095346

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag

31.03.2009

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag

25.05.2007

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

31.03.2009

(73) Haltija - Innehavare

1 • GasEK Oy, Yrityshontie 5, 85900 REISJÄRVI, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • Kangasoja, Eero, Kiiskilampi, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Berggren Oy Ab, Kirkkokatu 9, 90100 Oulu

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Myötävirtakaasutin
Medströmförgasare

(62) Jakamalla erotettu hakemuksesta - Avdelad från ansökan: **20075374**

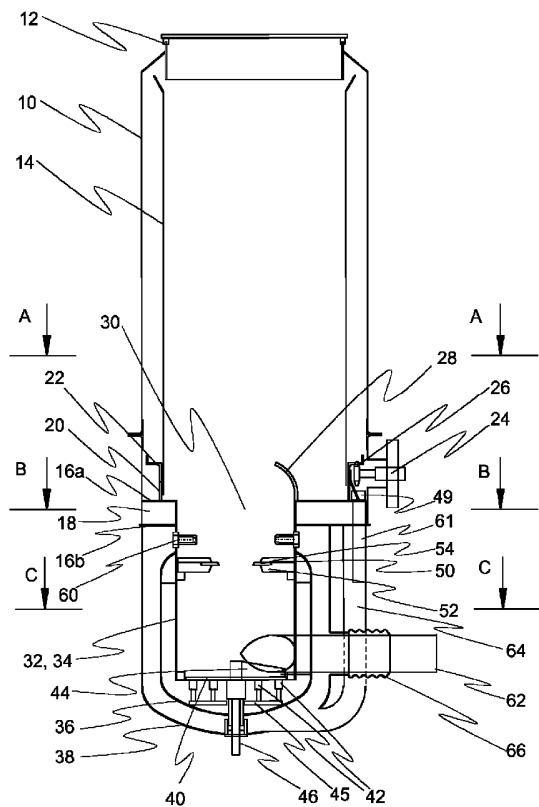
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 4764185 A, US 4583992 A, EP 0839893 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi myötävirtakaasuttimessa, jossa on tulipesä (32), joka menetelmä käsittää pyrolyysivaiheen, jossa polttoaine hajoaa pyrolyysituotteiksi, ja kaasutusvaiheen, jossa pyrolyysituotteet kaasutetaan tuotekaasuksi. Menetelmässä kaasutuksessa muodostuva tuhka poistetaan tulipesästä tuotekaasun mukana myötävirtakaasuttimen tuotekaasuputken (62) kautta. Tuotekaasu saatetaan tulipesässä pyörteiseen virtaukseen, joka nostaa tulipesän pohjalla olevan tuhkan tuotekaasun mukaan. Pyörteisen virtauksen aikaansaamiseksi tuotekaasuputki on kiinnitetty tangentialisesti tulipesään. Tuhka erotetaan tuotekaasusta erillisessä pesurissa kaasuttimen ulkopuolella.

Förfarande för att förgasa ett fast bränsle i en medströmsförgasare, i vilken finns en eldstad (32), vilket förfarande omfattar ett pyrolysskede, i vilket bränslet nedbryts till pyrolysisprodukter, och ett förgasningsskede, i vilket pyrolysisprodukterna förgasas till produktgas. Vid förfarandet avlägsnas aska som frambringas vid förgasning från eldstaden med produktgasen genom produktgasrör (62) av medströmsförgasaren. Produktgas ställs i eldstaden i en virvlande ström, som lyfter askan i botten av eldstaden upp med produktgasen. För att åstadkomma en virvlande ström har produktgasrören fastsätts tangentialt till eldstaden. Askan skiljas från produktgasen i ett separat tvättaggregat utanför förgasaren.



Myötävirtakaasutin

Keksinnön kohteena on myötävirtakaasutin, jossa on hakesiilo kaasutettavaa polttoainetta varten, hakesiilon alapuolelle sijoitettu tulipesä, välineet kaasutusilman johtamiseksi kaasuttimen sisään ja tuotekaasuputki syntyvän tuotekaasun johtamiseksi pois kaasuttimesta ja jossa myötävirtakaasuttimessa tuhkan poistaminen tulipesästä on järjestetty tapahtuvaksi tuotekaasuputken kautta.

Kiinteistä polttoaineista, kuten puuhakkeesta, voidaan valmistaa palavaa tuotekaasua erilaisten kaasutusmenetelmien avulla. Kaasuttimet voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan kiinteäkerroskaasuttimiin, vastavirtakaasuttimiin, ristivirtakaasuttimiin ja myötävirtakaasuttimiin. Myötävirtakaasutuksessa käytettävä kaasutin käsittää pystyasennossa olevan reaktorin, jossa polttoaineen kaasutus tapahtuu. Polttoaine syötetään reaktorin yläosaan, josta se valuu painovoiman vaikutuksesta alaspäin. Kaasutuksessa tarvittava ilma syötetään reaktorin keskiosaan, ja syntyvä tuotekaasu poistuu reaktorin alaosasta.

Toiminnassa olevan myötävirtakaasuttimen reaktorissa voidaan erottaa seuraavat vyöhykkeet: Reaktorin yläosassa on kuivumisvyöhyke, jossa polttoaine lämpenee ja samalla kuivuu. Kuivumisessa tarvittava lämpö saadaan reaktorin kuumasta alaosasta, josta se johtuu ylöspäin reaktorin seinämiä pitkin ja polttoainekerroksen läpi. Koska polttoainekerros on yleensä huonosti lämpöä johtava, kuivumisvyöhyke on melko korkea suhteessa reaktorin kokonaiskorkeuteen. Kuivumisvyöhykkeen alapuolella on pyrolyysivyöhyke, jossa polttoainetta kuumennetaan hapettomissa olosuhteissa. Tällöin polttoaineesta irtoaa haihtuvia primäärisiä tervoja ja pyrolyysikaasuja, ja syntyy kiinteää jäännöshiiltä. Pyrolyysi tapahtuu yleensä 200–500 °C lämpötilassa. Pyrolyysivyöhykkeen alapuolella on palamisvyöhyke, jossa jäännöshiili palaa korkeassa lämpötilassa. Palamista ylläpidetään johtamalla palamisvyöhykkeeseen ilmaa tai happea. Pyrolyysikaasut ja höyrystyneet primääriset tervat kulkevat palamisvyöhykkeen läpi, jolloin tervayhdisteet krakkaantuvat pienemmiksi yhdisteiksi. Palamisvyöhykkeessä jäännöshiili reagoi hiilidioksidin ja vesihöyryn kanssa, jolloin tapahtuu kaasuuntuminen, jossa syntyy hiilidioksidia, hiilimonoksidia, vetyä ja metaania sisältävää tuotekaasua. Kaasuuntuminen tapahtuu yleensä 600–1000 °C:n lämpötilassa. Reaktorin alaosassa on kavennus ja sen alapuolella tulipesä, josta syntynyt tuotekaasu poistetaan. Eräs edellä kuvatulla periaatteella toimiva myötävirtakaasutin on esitetty julkaisussa US 2002/0069798.

Tunnetun tekniikan mukaisiin kaasutusmenetelmiin ja myötävirtakaasuttimiin liittyy useita epäkohtia. Kaasuttimissa käytettävän polttoaineen tulisi olla mahdollisim-

- man kuivaa. Tämä johtuu siitä, että kosteaa polttoainetta käytettäessä kaasutusreaktorissa ei saavuteta riittävän korkeita lämpötiloja primääristen tervojen krakkaamiseksi. Polttoaineen tulee lisäksi olla rakenteeltaan pääosin palamaista, jotta polttoainekerros säilyisi kaasuja läpäisevänä. Kuivan ja palamaisen polttoaineen käytöstä huolimatta tekniikan tason mukaisilla menetelmillä valmistettu tuotekaasu sisältää huomattavan paljon epäpuhtauksia ja tervayhdisteitä, jotka vaikeuttavat tuotekaasun käyttämistä mm. moottoreissa. Tuotekaasun moottorikäyttö edellyttääkin aina jonkintasoista puhdistusta, josta syntyy lisäkustannuksia. Erityisesti tervan poistaminen tuotekaasusta on kuitenkin ongelmallista ja kallista varsinkin pienimittakaavaisessa tuotannossa. Puhdistusongelmien vuoksi tuotekaasua käytetäänkin nykyään lähes yksinomaan lämpöenergian tuottamiseen tuotekaasua polttamalla. Tunnetuissa ratkaisuissa kaasutuksessa syntyvä tuhka poistetaan mekaanisilla laitteilla kaasuttimen tulipesästä. Poistettava tuhka on kuumaa ja voi sisältää hehkuvia hiiliä, minkä vuoksi tuhkanpoistoon sisältyy aina tulipaloriski.
- 15 Keksinnön tavoitteena on tuoda esiin myötävirtakaasutin, jolla voidaan merkittävästi vähentää tunnettuun tekniikkaan liittyviä haittoja ja epäkohtia.

Keksinnön mukaiset tavoitteet saavutetaan myötävirtakaasuttimella, jolle on tunnusomaista, mitä on esitetty itsenäisessä patenttivaatimuksessa. Keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

- 20 Keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa on hakesiilo kaasutettavaa polttoainetta varten ja hakesiilon alapuolelle sijoitettu tulipesä. Kaasuttimessa on lisäksi välineet kaasutusilman johtamiseksi kaasuttimen sisään sekä tuotekaasuputki syntyvän tuotekaasun johtamiseksi pois kaasuttimesta. Kaasuttimen perusajatuksena on, että hakesiilon ja tulipesän välissä on lämmön siirtymistä rajoittava rakenneosaa. Edullisesti tämä rakenneosaa on ilmakehänava, joka on muodostettu siten, että kaasuttimessa on ylempi välipohja, joka muodostaa ilmakehänavan yläpinnan, ja alempi välipohja, joka muodostaa ilmakehänavan alapinnan, jolloin hakesiilo on sijoitettu ylempään välipohjan yläpuolelle ja tulipesä alemman välipohjan alapuolelle.
- 25 Tulipesä käsittää sisävaipan, keskivaipan, ulkovaipan ja arinan. Edullisesti sisävaippa kiinnittyy yläosastaan alempaan välipohjaan ja keskivaippa kiinnittyy yläreunastaan sisävaippaan, etäisyyden päähän alemmasta välipohjasta. Kaasutusilma on järjestetty johdettavaksi tulipesään keskivaipan ja ulkovaipan välisen tilan kautta.
- 30

Keksinnön mukaisen kaasuttimen eräessä toisessa edullisessa suoritusmuodossa tulipesän sisävaipan yläosassa on tulirengas poikkipinta-alan kavennuskohdan muodostamiseksi tulipesän yläosaan.

5 Keksinnön mukaisen kaasuttimen eräs kolmas edullinen suoritusmuoto käsittää ilmasuuttimia, jotka on sijoitettu tulipesän sisävaippaan tulirenkaan yläpuolelle.

10 Keksinnön etuna on, että se ei aseta juurikaan vaatimuksia käytettävän polttoaineen kosteudelle tai koostumukselle. Kaasutusgeneraattorissa voidaan käyttää polttoaineena suhteellisen kosteaa, ilmakeivattua (kosteusprosentti n. 30 painoprosenttia), kuorineen haketettua mäntyä, koivua, kuusta ja muita puulaatuja ja jopa talousjätteitä.

Lisäksi keksinnön etuna on, että kaasutuksessa syntyy erittäin vähän tervaa, mikä vuoksi tuotekaasun puhdistustarve on pieni. Vähäinen tervapitoisuus mahdollistaa myös syntyvän tuotekaasun polttamisen toiminnaltaan herkissä laitteissa, kuten ajoneuvojen moottoreissa.

15 Myötävirtakaasuttimen erityisenä etuna on, että siinä ei tarvita erillistä tuhkanpoistolaitteistoa, koska tuhka siirtyy lentotuhkana tuotekaasun mukana tulipesästä kaasunpuhdistimeen. Koska kaasuttimen tulipesässä ei ole tuhkanpoistoaukkoa, tulipalon syttymisen riski kaasuttimen ympäristössä vähenee.

20 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti. Selostuksessa viitataan oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 esittää esimerkinomaisesti erästä keksinnön mukaista myötävirtakaasutinta pystyleikkauksena ja

kuvat 2a–2c esittävät esimerkinomaisesti kuvan 1 esittämää myötävirtakaasutinta vaakaleikkauksina.

25 Kuvassa 1 on esitetty esimerkinomaisesti eräs keksinnön mukainen myötävirtakaasutin pystysuuntaisena poikkileikkauskuvana. Kuvat 2a–2c esittävät kuvan 1 esittämää kaasutinta vaakasuuntaisina poikkileikkauskuvina leikkaustasoista A–A, B–B ja C–C kuvattuna. Keksinnön mukainen myötävirtakaasutin on käyttötilanteessa kuvan 1 mukaisessa pystyasennossa. Kaasuttimessa on lieriömäinen ulkokuori 10, jonka ylöspäin osoittavassa päässä on ilmatiivis, avattava kansi 12. Ulkokuoren sisällä on kaksi olennaisesti yhdensuuntaista, etäisyyden päässä toisistaan olevaa välipohjaa, ylempi välipohja 16a ja alempi välipohja 16b, jotka rajaavat

30

väliinsä muodoltaan rengasmaisen ilmakehän 18, jonka kautta polttoaineen kaasuttamisessa tarvittava kaasutusilma johdetaan sisään kaasuttimeen. Kaasuttimen ulkoseinämuodostaa ilmakehän ulkoseinämän ja kaasuttimen tulipesän sisävaippa 34 muodostaa ilmakehän sisäseinämän. Ilmakehän alapuolinen osa muodostaa myötävirtakaasuttimen kaasutusosan, jossa tapahtuu varsinainen polttoaineen kaasuntuminen. Ilmakehän 18 yläpuolisessa osassa on välineet polttoaineen varastoimista ja kaasutusosaan syöttämistä varten. Käyttötilanteessa polttoaineosan ja kaasutusosan välissä oleva ilmakehä 18 toimii rakennenosana, joka vähentää lämmön siirtymistä kaasutusosasta polttoaineosaan.

10 Ylemmän välipohjan 16a yläpinnalla on rengasmaisen tukikaulus 20, joka ohjaa muodoltaan lieriömäistä, molemmista päistä avointa hakesiiloa 14, johon kaasutettava polttoaine annostellaan avattavan kannen 12 kautta. Hakesiilon halkaisija on selvästi pienempi kuin ulkokuoren halkaisija, joten hakesiilon ja ulkokuoren väliin jää rako, joka on leveydeltään edullisesti 50 mm. Hakesiilon pituus kaasuttimen korkeussuunnassa mitattuna on noin 2/3 kaasuttimen koko korkeudesta. Edullisesti hakesiilon pituus on 1100 mm ja halkaisija 500 mm. Hakesiilon alaspäin osoittavan ensimmäisen päässä on rengasmaisen, hammastettu pyörityskehä 22, jonka halkaisija on olennaisesti yhtä suuri kuin tukikauluksen 20 halkaisija. Hakesiilon ensimmäinen pää on sovitettu tukikauluksen sisään siten, että 20 pyörityskehän alaspäin osoittava reuna asettuu tukikauluksen ylöspäin osoittavaa reunaa kohti. Ulkokuoren 10 seinämään on järjestetty hakesiilon pyörityskehä 24, joka käsittää akselin päähän asennetun hammasrattaan 26 ja akselia pyörittävän toimilaitteen (toimilaitetta ei ole esitetty kuvissa). Hammasrattaan piikit on sovitettu asettumaan pyörityskehän 22 hammastuksiin siten, että hammasrattaan pyörittäminen saa aikaan hakesiilon kiertymisen pituusakselinsa ympäri. Pyörityskehä ja hakesiilo on tuettu hammasrattaan 26 varaan siten, että hakesiilon pyöriminen tapahtuu lähes kitkattomasti.

Ylempi ja alempi välipohja 16a, 16b, ulkokuori 10 ja sisävaippa 34 muodostavat rengasmaisen ilmakehän seinämät. Ilmakehän sisällä on välilevy 48 (kuva 30 2b), joka sulkee kanavan yhdestä kohdasta kokonaan. Välilevyn ensimmäisellä puolella alemmassa välipohjassa on tuloaukko 57, jonka kautta kaasutusilma pääsee virtaamaan sisään ilmakehään, ja välilevyn toisella puolella on ilman poistoaikku 58, josta ilma pääsee virtaamaan pois ilmakehävasta. Kaasutusilma kiertää siten ilmakehävassa lähes täyden kierroksen. Ylemmässä ja alemmassa välipohjassa on lisäksi kohdakkain olevat reiät 59, joiden läpi kulkee poistoputki 61. Poistoputken yläpää päättyy ylemmän välipohjan yläpintaan hakesiilon ja ulkokuoren

väliseen tilaan ja sen alapää ulottuu kaasuttimen ulkopuolelle. Poistoputken kautta hakesiilon ja ulkokuoren väliin tiivistyvä kosteus ja muut sinne kertyvät epäpuhtaudet pääsevät poistumaan kaasuttimen ulkopuolelle. Edullisesti pyörivän hakesiilon ulkopintaan on kiinnitetty kaavin 49, jonka reunat kulkevat ylemmän välipohjan pintaa ja ulkokuoren seinämän pintaa pitkin ja ohjaavat siten joka kierroksella hakesiilon ja ulkokuoren välissä olevan veden ja epäpuhtaudet siirtymään poistoputkeen.

Ylemmässä ja alemmassa välipohjassa on reikä 30, jonka kautta avautuu yhteys hakesiilosta 14 kaasutusosaan. Reiät 30 on sijoitettu ylempään ja alempaan välipohjaan kohdakkain, mutta hakesiilon keskilinjaan nähden epäkeskisesti. Ylemmän yläpohjan yläpinnassa on sieppari 28, joka ohjaa ja siirtää hakesiilossa olevaa polttoainetta välipohjan reikien läpi kaasutusosaan. Sieppari on kaareva, kourumainen metallilevy, joka on kiinnitetty alareunastaan ylempään välipohjaan hitsikiinnityksellä siten, että siepparin yläreuna ulottuu hakesiilon alaosaan. Hakesiilon pyöriessä siepparin yläreuna kaapii alhaaltapäin hakesiilossa olevaa polttoainekerrosta, jolloin irtonainen polttoaine putoaa välipohjien reikien 30 läpi kaasutusosaan. Reiän 30 epäkeskinen sijoitus hakesiilon keskilinjaan nähden saa aikaan sen, että hakesiilon pyöriessä sieppari annostelee polttoainetta kaasutusosaan ylemmän välipohjan päällä olevalta, hakesiilon viileältä alueelta.

Myötävirtakaasuttimen kaasutusosassa on tulipesä 32, jossa on sisävaipan 34, keskivaipan 36 ja ulkovaipan 38 käsittävä kolmikerroksinen seinämärakenne. Kolmikerroksisella seinämällä saadaan aikaan suhteellisen viileä tulipesän ulkopinta ja samalla varmistetaan, ettei tulipesästä pääse karkaamaan kipinöitä ympäristöön. Tulipesän sisimmän seinämäpinnan muodostava sisävaippa on lieriömäinen osa, jonka yläreuna on ylemmän 16a välipohjan tasossa ja joka ulottuu ylemmän ja alemman välipohjan reikien 30 läpi kaasutusosaan. Edullisesti sisävaippa on pituudeltaan n. 480 mm ja halkaisijaltaan n. 320 mm. Sisävaippa on kiinnitetty välipohjien reikien reunoihin hitsikiinnityksillä, jolloin se muodostaa samalla ilmakehän 18 yhden seinämän. Sisävaipan alareunan tasossa on pyöreä arina 40. Arina on tuettu kahteen tukirenkaseen 42, jotka on liitetty tappiliitoksella pyörötankoihin, jotka on puolestaan kiinnitetty tukilaippaan 45. Tukilaippa lepää arinan alle ulottuvan keskivaipan päällä. Tämä rakenne mahdollistaa sekä arinan että sen rakenteiden irrottamisen. Arinan keskiosan läpi kulkee pystysuuntainen akseli 46, jonka ensimmäinen pää ulottuu arinan yläpuolelle ja toinen pää ulottuu tulipesän seinämän läpi kaasuttimen ulkopuolelle. Akselin ensimmäiseen päähän on kiinnitetty siipimäinen tuhkakaavin 44. Akselia voidaan pyörittää toimilaitteella (ei esitet-

ty kuvassa), jolloin tuhkakaavin pyörii arinan pintaa pitkin ja tuhka varisee arinan läpi. Arinan puhdistus tuhkasta voidaan toteuttaa myös siten, että tuhkakaavin järjestetään tulipesään kiinteästi ja arina kiinnitetään pyöritettävän akselin päähän. Tällöin akselin pyörittäminen saa arinan pyörivään liikkeeseen.

- 5 Sisävaipan sisäpinnassa, hieman alemman välipohjan 16b korkeustason alapuolella on vaakasuuntainen, rengasmainen tulirengas 50, joka muodostaa tulipesän yläosaan sen poikkileikkausta pienentävän kavennuksen. Tulirengas on muodoltaan pyöreä, levymainen osa, jonka keskellä on reikä. Edullisesti tulirenkaan reiän halkaisija on 90 mm. Tulirengas on tuettu paikoilleen lämpöliikkumisen mahdollistavalla tavalla kiinnittämällä sisävaipan sisäseinämään alempi tukirengas 52 ja sen päälle ylempi tukirengas 54 ja sovittamalla tulirengas tukirenkaiden väliin jäävään rakoon. Edullisesti tulirengas on vielä jaettu useaan, kuten kolmeen, olennaisesti yhtä suureen osaan kuumuuden aiheuttamien haitallisten muodonmuutosten estämiseksi.
- 15 Sisävaipan ympärillä on keskivaippa 36, joka muodostaa suljetun seinämäpinnan sisävaipan lieriömäisen sivuseinämän ulkopuolelle ja arinan 40 alapuolelle. Keski-
vaippa kaartuu yläreunastaan sisäänpäin ja yhdistyy sisävaippaan hieman tulirenkaan yläpuolella. Edullisesti keskivaippa on valmistettu teräksestä ja kiinnitetty yläreunastaan sisävaippaan hitsikiinnityksellä. Keskivaipan tehtävä on toimia säteilylämmön eristäjä. Keskivaipan ympärillä on ulkovaippa 38, joka muodostaa tulipesän uloimman kuoren. Ulkovaipan ja keskivaipan väliin muodostuu tulipesää ympäröivä tila, joka toimii kaasutusilman esilämmitystilana. Esilämmitystilan yläpinnan muodostaa alempi välipohja 16b. Koska tulipesän ulkovaipan 38 ulkohalkaisija on pienempi kuin alemman välipohjan ulkohalkaisija ja koska tulipesä sijaitsee epäkeskisesti alemman välipohjan alapuolella, osa alemmasta välipohjasta ulottuu ulkovaipan rajaaman alueen ulkopuolelle (kuva 2b). Tällä alemman välipohjan ulkovaipan ulkopuolisella osuudella on poistoaukko 58 (kuva 2b), johon on liitetty ilmaputken 64 ensimmäinen pää. Ilmaputken toinen pää on johdettu ulkovaippaan tehdyn reiän kautta ulkovaipan ja keskivaipan väliseen tilaan arinan alapuolelle. Poistoaukon kautta kaasutusilma pääsee virtaamaan ilmanavasta ilmaputkeen 64 ja ilmaputkea pitkin edelleen esilämmitystilan alaosaan. Alemman välipohjan ja keskivaipan yläreunan välisellä osuudella esilämmitystila rajoittuu sisävaippaan 34. Tälle sisävaippaan rajoittuvalle rengasmaiselle esilämmitystilan seinämäosuudelle on järjestetty ilmasuuttimia 60, joiden kautta kaasutusilma johdetaan esilämmitystilasta tulirenkaan yläpuolelle. Edullisesti ilmasuuttimia on kuusi kappaletta ja niiden ilma-aukkojen halkaisija on 12 mm. Edullisesti kaasutusosan

rakenteet on mitoitettu ja ilmasuuttimet on sijoitettu siten, että ilmasuuttimen keskipisteen etäisyys ylemmän välipohjan yläpinnan tasosta on 105 mm ja etäisyys tulirenkaasta 60 mm. Erityisesti tulirenkaan ja ilmasuuttimien välinen pieni etäisyys on merkittävää, koska vanhan kokemuseräisen tiedon mukaan näin pieni tulirenkaan ja ilmasuuttimien välinen etäisyys lisää tervanmuodostusta. Keksinnön mukaisessa laitteessa näin ei kuitenkaan tapahdu, kuten myöhemmin osoitetaan.

Tulipesän sisältä johtaa kaasuttimen ulkopuolelle tuotekaasuputki 62. Tuotekaasuputken ensimmäinen pää kiinnittyy tangentiaalisesti keskivaippaan 36 (kuva 2c) kulkien keskivaipan seinämän läpi. Tuotekaasuputken toinen pää on johdettu ulkovaipan 38 läpi kulkevan reiän kautta kaasuttimen ulkopuolelle. Ulkovaipan läpimenokohdassa ja tuotekaasuputken ympärillä on joustava paljettiiviste 66, joka varmistaa läpimenokohdan tiiveyden myös lämpöliikkeiden tapahtuessa. Käyttötilanteessa tuotekaasuputken toiseen päähän järjestetään käynnistysimuri (käynnistysimuria ei ole esitetty kuvissa), jonka avulla kaasutusprosessi käynnistetään. Kun kaasutin on liitetty moottoriin, käynnissä oleva moottori kehittää jatkossa itse tarvittavan tuotekaasun imun. Kun tuotekaasua käytetään polttoaineena muissa käyttökohteissa, tuotekaasuputken päähän järjestetään erillinen imuri tuotekaasun imemistä varten.

Tuotekaasu poistuu tulipesästä arinan 40 läpi sisävaipan ja keskivaipan väliseen tilaan ja sieltä tuotekaasuputkea pitkin edelleen kaasuttimen ulkopuolelle. Tuotekaasuputken tangentiaalinen kiinnitys keskivaippaan saa aikaan pyörteisen tuotekaasun virtauksen arinan alapuolelle, joka nostaa mukaansa tulipesässä syntyvän hienojakoisen lentotuhkan. Lentotuhka poistuu tulipesästä tuotekaasun mukana ja se erotetaan tuotekaasusta erillisessä pesurissa (pesuria ei ole esitetty kuvissa), jossa tuotekaasu puhdistetaan muistakin epäpuhtauksista. Keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa ei siten tarvita erillistä tuhkanpoistolaitteistoa.

Keksinnön mukaiseen myötävirtakaasuttimeen kuuluu vielä sytytysmekanismi, jolla kaasutettava polttoaine sytytetään palamaan (sytytysmekanismia ei ole esitetty kuvissa). Kaasuttimessa voidaan käyttää useita erilaisia tunnetun tekniikan mukaisia sytytysmekanismeja, joita ei kuvata tässä yhteydessä tarkemmin. Edullisesti sytytysmekanismi on automaattinen, nestekaasutoiminen tai sähkötoiminen mekaniismi. Automaattista sytytysmekanismia tarvitaan käytännössä vain kaasuttimen ylösajovaiheessa, kun tulipesässä ei ole lainkaan kytevää polttoainetta. Tulipesän hyvän lämmöneristyskyvyn ansiosta kaasuttimen käynnistysvalmius säilyy hyvänä pitkään käytön keskeytyksen jälkeen. On todettu, että uudelleenasytytystä ei tarvita, jos kaasuttimen uudelleenkäynnistys tapahtuu alle kahden tunnin kuluttua käytön

keskeytyksestä. Tällöin uudelleenkäynnistykseen riittää käynnistysimurin käynnistäminen ja polttoaineen annosteleminen tulipesään.

5 Keksinnön mukainen myötävirtakaasutin toimii seuraavalla tavalla. Hakesiilon 14 kansi 12 avataan ja hakesiiloon annostellaan sopiva määrä polttoainetta, jolloin osa polttoaineesta valuu tulipesään 32. Tämän jälkeen kansi suljetaan ilmatiiviisti. Keksinnön mukainen myötävirtakaasutin voidaan varustaa myös automaattisella, sulkusyöttimen käsittävällä täyttömekanismilla, jolla polttoainetta syötetään hakesiiloon. Tällöin hakesiilon kantta ei tarvitse avata polttoaineen syötön ajaksi.

10 Kaasuttimen polttoaineena voidaan käyttää kuorineen haketettua mäntyä, koivua, kuusta, pajua tai muita puulajeja. Puuhake saa olla ilmakeivattua, jolloin sen kosteusprosentti voi olla jopa 30–40 painoprosenttia. Myös talousjätteen käyttäminen polttoaineen osana on mahdollista. Keksinnössä käytettävälle polttoaineelle asetettavat laatuvaatimukset ovat siten selvästi matalammat kuin tekniikan tason mukaisissa myötävirtakaasuttimissa.

15 Tuotekaasuputkeen yhdistetty imuri käynnistetään ja tulipesässä oleva polttoaine sytytetään palamaan. Imurin aikaansaaman alipaineen ansiosta kaasutusilmaa virtaa sisään ilmakeivastaan 18 kanavan alkupäässä olevan tuloaukon 57 kautta. Kaasutusilma siirtyy ilmakeivasta poistoaukon 58 kautta ilmaputkeen 64 ja ilmaputkea pitkin edelleen keskivaipan 36 ja ulkovaipan 38 väliseen esilämmitystilaan, 20 josta se johdetaan ilmasuuttimien 60 kautta tulirenkaan 50 yläpuolelle tulipesään.

Keksinnön mukainen myötävirtakaasutin saavuttaa normaalin käyttölämpötilansa noin 3–5 minuutin kuluttua sytytyksestä käytettävästä polttoaineesta riippuen. Mittauksin on todettu, että käyttötilanteessa tulipesän sisällä on n. 1050 °C:n lämpötila. Edelleen mittauksin on todettu, että esilämmitystilassa olevan kaasutusilman 25 lämpötila on n. 230 °C sen saapuessa ilmasuuttimiin. Kaasutusilman lämmitys toimii siten suunnitellulla tavalla.

30 Tunnetun tekniikan mukaisissa myötävirtakaasuttimissa tulipesässä syntyvä lämpö siirtyy hakesiilon seinämiä pitkin johtamalla pitkälle hakesiiloon, josta lämpö siirtyy edelleen hakesiilossa olevaan polttoaineeseen. Polttoaineen lämpenemistä pidetään toivottavana ominaisuutena, koska sen ansiota polttoaineesta haihtuu vettä ja polttoaine kuivuu, jolloin sen lämpöarvo paranee. Tunnetuissa myötävirtakaasuttimissa hakesiilon yläosaan syntyykin selvä kuivumisvyöhyke, jossa polttoaineesta poistuu vettä. Kuivumisen jälkeen alkaa polttoaineen pyrolyysi, jossa polttoainesta irtoaa haihtuvia primäärisiä tervoja ja pyrolyysikaasuja ja syntyy kiinteää jään-

nöshiiltä. Pyrolyysin alkaminen edellyttää yleensä yli 200 °C:n lämpötilaa. Tunnetuissa ratkaisuissa tällainen lämpötila vallitsee verrattain korkealla hakesiilossa, joten pyrolyysikin tapahtuu jo polttoainesiilossa.

5 Keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa hakesiilon 14 ja tulipesän väliin on järjestetty ilmakanava 18, jonka tehtävänä on vähentää lämmön johtumista tulipesästä hakesiiloon. Kaasutusilma johdetaan sisään kaasuttimeen ilmakanavan kautta, jolloin lämpöä siirtyy ilmakanavan seinämistä kaasutusilmaan, jolloin kaasutusilman lämpötila nousee. Ilmakanava toimii siten myös kaasutusilman esilämmittimenä. Päinvastoin kuin tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuissa keksinnössä pyritään siten aktiivisesti estämään lämmön siirtyminen tulipesästä hakesiiloon ja polttoaineen lämpeneminen. Mittauksin on todettu, että kaasutusilman lämpötila ilmakanavassa on välillä 40–80 °C. Samoin mittauksin on todettu, että polttoaineen lämpötila hakesiilossa siepparin yläreunan tason korkeudella on noin 220 °C. Mittaustulokset vahvistavat, että ilmakanava toimii käyttötilanteessa suunnitellulla tavalla vähentäen tehokkaasti lämmön siirtymistä tulipesästä hakesiiloon.

Myötävirtakaasuttimen käyttötilanteessa hakesiiloa pyöritetään, jolloin siepparin 28 hakesiilon pohjasta kaapima polttoaine valuu tulipesään. Polttoaine kaasuuntuu tulipesässä korkeassa, n. 1050 °C:n lämpötilassa. Koska polttoaineen lämpötila hakesiilossa on matala, pyrolyysia ei tapahdu käytännössä lainkaan hakesiilossa. Hakesiilossa ei myöskään tapahdu merkittävästi polttoaineen kuivumista, vaan polttoaine on siepparin ohitettuaan likimain alkuperäisessä kosteustilassaan. Pyrolyysi tapahtuu siten erittäin lyhyellä, siepparin kärjen ja tulirenkaan välisellä matkalla. Tällä alueella lämpötila nousee nopeasti n. 220 °C:sta 1050 °C:een. On jopa mahdollista, että pyrolyysi tapahtuu pääosin tai kokonaan tulirenkaan alapuolella tulipesässä. Joka tapauksessa keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa polttoaineen pyrolyysi tapahtuu ainakin pääosin olennaisesti korkeammassa lämpötilassa kuin tunnetun tekniikan mukaisissa myötävirtakaasuttimissa. Lisäksi samanaikaisesti pyrolyysin kanssa kosteasta polttoaineesta haihtuu runsaasti vettä, joten reaktiossa on läsnä paljon vesihöyryä. Erittäin korkean lämpötilan vuoksi pyrolyysi tapahtuu selvästi lyhyemmässä ajassa kuin tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuissa.

35 Kirjallisuuslähteiden perusteella tiedetään, että polttoainepartikkelin hajoaminen pienempiin osiin nopeuttaa pyrolyysiä ja jäännöshiilen palamista. Pyrolyysin aikana partikkelit voivat hajota painevaikutuksen vuoksi, kun syntyvä vesihöyry ja/tai pyrolyysikaasut eivät pääse poistumaan partikkelin sisältä riittävän nopeasti. Myös nopeassa lämpenemisessä syntyvät lämpöjännitykset ja mekaaniset rasitukset

voivat aiheuttaa hiukkasten hajoamisen. Edelleen tiedetään, että kun primääriset tervat reagoivat yli 500 °C:n lämpötilassa, tervojen määrä vähenee ja tuotekaasujen määrä lisääntyy. Edellä mainitut tieteelliset tulokset tukevat näkemystä, että keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa polttoaine muutetaan tuotekaa-
5 suksi lähes optimaalisella tavalla ja optimaalisissa olosuhteissa. Erityisesti uskotaan, että keksinnön mukaisella myötävirtakaasuttimella tuotettu tuotekaasu sisältää merkittävästi vähemmän tuotekaasun käyttöä rajoittavia tervayhdisteitä.

Keksinnön mukaista myötävirtakaasutinta on käytetty koeolosuhteissa, joissa kaasuttimella tuotettua polttoainetta on poltettu liikenteessä olevan ajoneuvon moottorissa. Koelaitteisto on käsittänyt lisäksi yksinkertaisen tuotekaasun vesipesurin,
10 jolla tuotekaasusta on erotettu lentotuhka ja muita epäpuhtauksia. Ajoneuvolla on ajettu n. 100 000 km ilman ongelmia. Yleisesti tiedetään, että merkittävä este tuotekaasun käyttämiseksi moottoreissa ovat tuotekaasun sisältämät tervayhdisteet, jotka tiivistyvät moottorin ja imusarjan pinnoille. Tervayhdisteiden poistaminen tuotekaa-
15 suusta on hankalaa ilman tehokkaita ja kalliita puhdistimia. Keksinnön mukaisella myötävirtakaasuttimella tuotettu tuotekaasu ei selvästikään sisällä merkittäviä määriä tervayhdisteitä, koska moottori on toiminut moitteettomasti ilman puhdistustarvetta koko testiajanjakson.

Edellä on kuvattu eräitä keksinnön mukaisen laitteen edullisia suoritusmuotoja. Keksintö ei rajoitu juuri kuvattuihin ratkaisuihin, vaan keksinnöllistä ajatusta voidaan soveltaa lukuisilla tavoilla patenttivaatimusten asettamissa rajoissa. Keksinnön mukaisella myötävirtakaasuttimella tuotettua tuotekaa-
20 suua voidaan käyttää lukuisissa erilaisissa käyttökohteissa, kuten lämmöntuotannossa, teollisissa prosesseissa, yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä ajoneuvojen moottoreissa.
25 sa.

Patenttivaatimukset

1. Myötävirtakaasutin, jossa on hakesiilo (14) kaasutettavaa polttoainetta varten, hakesiilon alapuolelle sijoitettu tulipesä (32), välineet kaasutusilman johtamiseksi kaasuttimen sisään (18, 64, 60) ja tuotekaasuputki (62) syntyvän tuotekaasun johtamiseksi pois kaasuttimesta, ja jossa myötävirtakaasuttimessa tuhkan poistaminen tulipesästä (32) on järjestetty tapahtuvaksi tuotekaasuputken (62) kautta, **tunnettu** siitä, että tulipesä (32) käsittää sisävaipan (34), keskivaipan (36), ulkovaipan (38) ja arinan (40), jolloin tuotekaasuputken ensimmäinen pää kiinnittyy tangentialisesti keskivaippaan kulkien keskivaipan seinämän läpi.
- 5
- 10 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että tuotekaasuputken (62) toinen pää on johdettu ulkovaipan (38) läpi kulkevan reiän kautta kaasuttimen ulkopuolelle.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että ulkovaipan (38) läpimenokohdassa tuotekaasuputken (62) ympärillä on joustava paljettiiviste (66) läpimenokohdan tiiveyden varmistamiseksi.
- 15
4. Jonkin patenttivaatimuksen 1–3 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että arinan (40) yläpuolella on tuhkaavin (44) tuhkan varistamiseksi arinan läpi.

Patentkrav

1. Medströmsförgasare, vilken har en flisbinge (14) för bränsle som förgasas, en eldstad (32) placerad nedanför flisbingen, redskap (18, 64, 60) för att leda förgasningsluft in i förgasaren och ett produktgasrör (62) för att leda produktgas ut ur
5 förgasaren, och i vilken medströmsförgasaren avlägsning av askan från eldstaden (32) har arrangerats att ske genom produktgasröret (62), **kännetecknad** av att eldstaden (32) innefattar en inre mantel (34), en mellanmantel (36), en yttre mantel (38) och en rost (40), varvid första ändan av produktgasröret fästs tangentialt till mellanmanteln och löper genom väggen av mellanmanteln.
- 10 2. Medströmsförgasare enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att andra ändan av produktgasröret (62) är lett genom en öppning i yttre manteln (38) till utsidan av förgasaren.
3. Medströmsförgasaren enligt patentkrav 2, kännetecknad av att det vid den yttre mantelns (38) genomföringsställe finns en elastisk bälgtätning (66) runt produktgasröret (62) för att säkra genomföringsställets täthet.
15
4. Medströmsförgasaren enligt något av patentkraven 1–3, **kännetecknad** av att det finns en askraka (44) ovanför rosten (40) för att falla aska genom rosten.

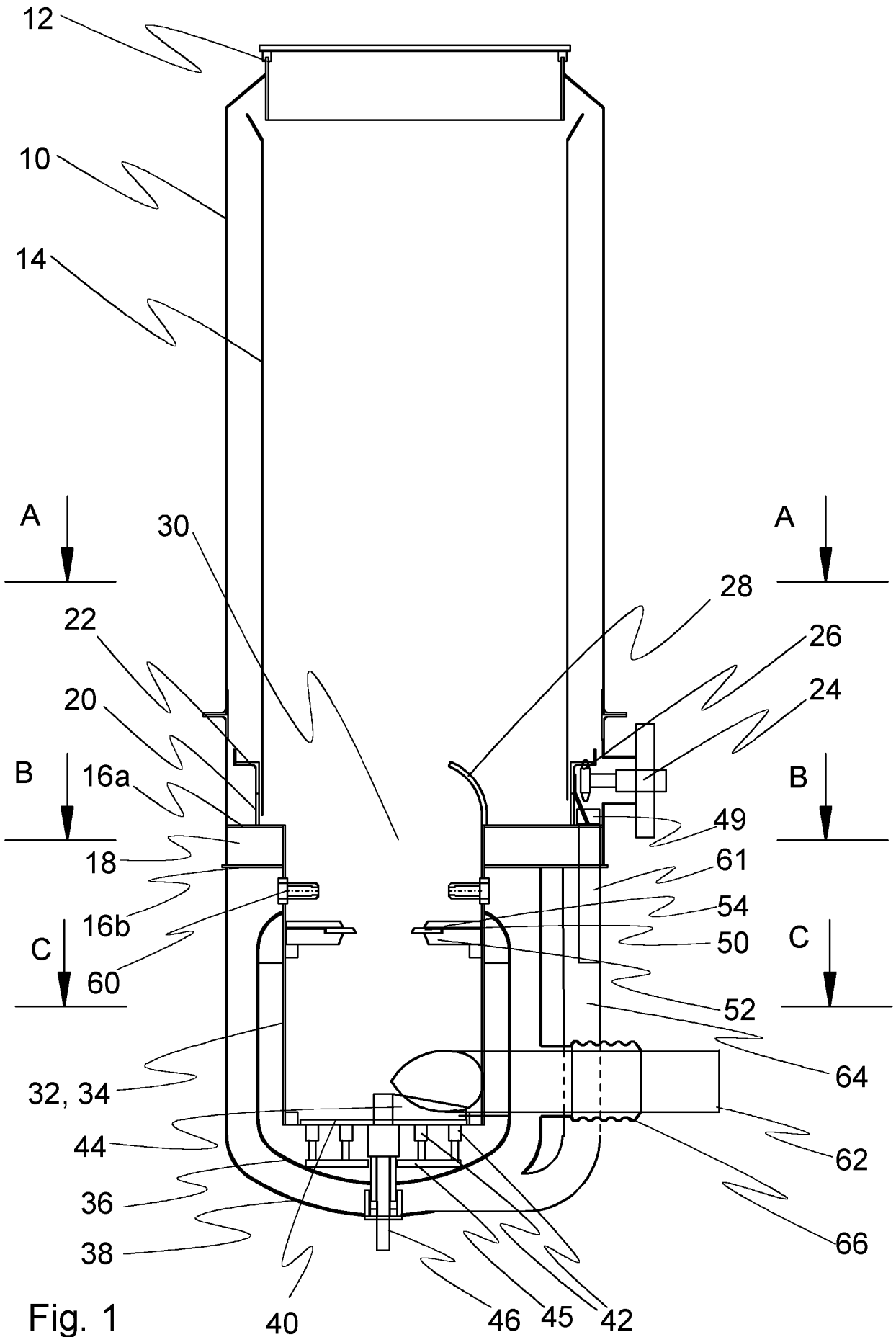


Fig. 1

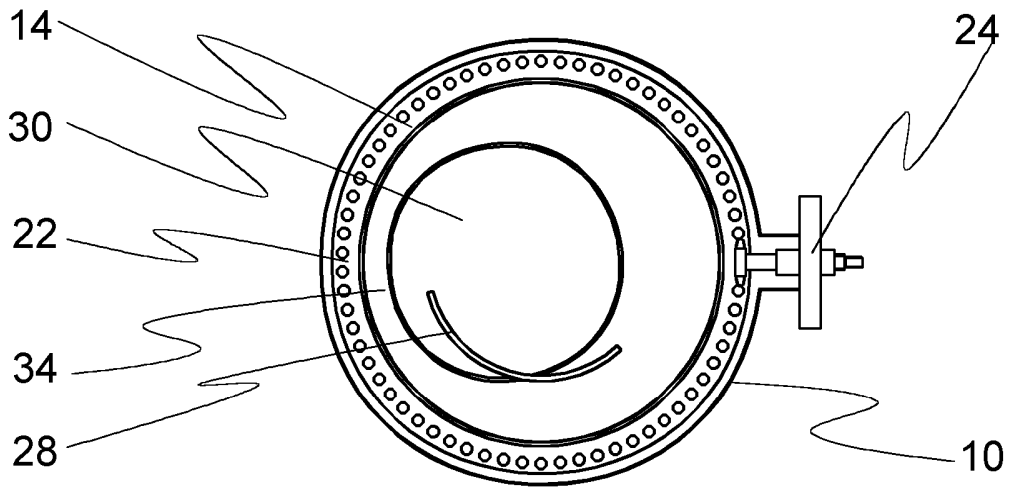


Fig. 2a

Leikkaus A-A

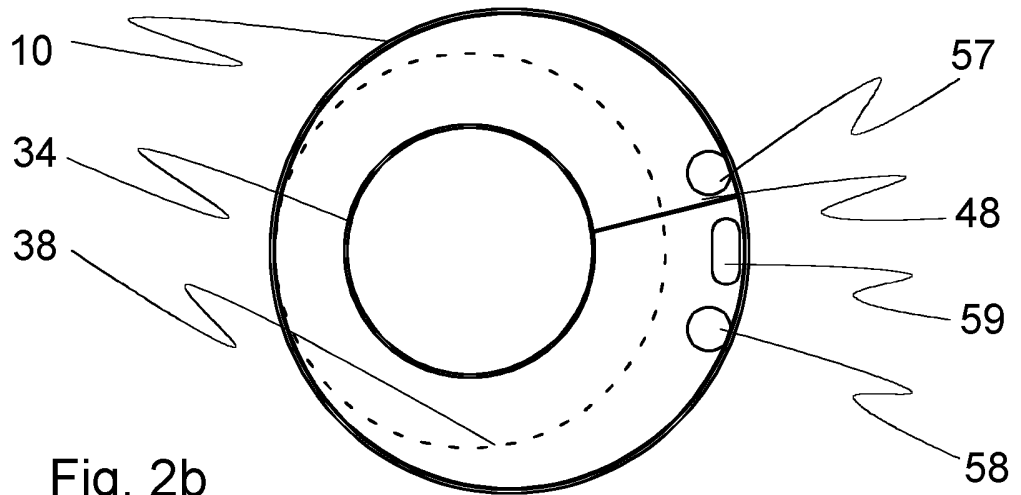


Fig. 2b

Leikkaus B-B

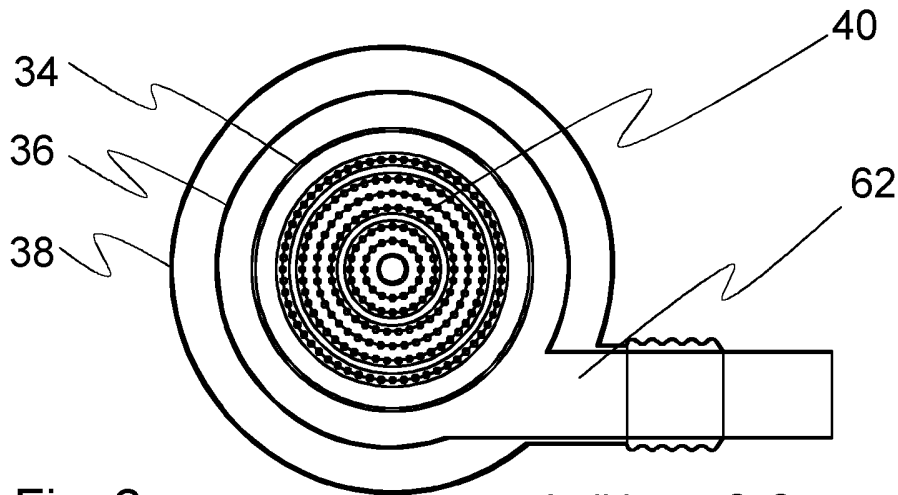


Fig. 2c

Leikkaus C-C