

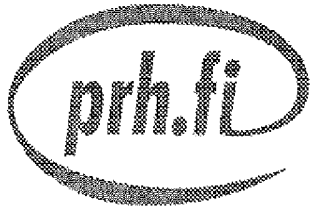


PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

Patentti- ja innovaatiolinja

Patentihakemus

1 KEKSINNÖN NIMITYS			
Nimitys suomeksi:		Menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi ja myötävirtakaasutin	
Nimitys ruotsiksi:			
Nimitys englanniksi:			
2 AIKAISEMPIA TIETOJA			
		Pyydetty alkupäivä	Numero
JAKAMALLA EROTETTU HAKEMUS	Ei	NA	NA
LOHKAISEMALLA EROTETTU HAKEMUS	Ei	NA	NA
EPC-HAKEMUKSEN MUUNTAMINEN KANSALLISEKSI HAKEMUKSEKSI	Ei	NA	NA
3 ETUOIKEUS			
4-1 HAKIJA		Maa tai järjestö	Päivä
			Numero
Nimi:		T:MI EK KAASU	
Yhteyshenkilö:		NA	
Katuosoite:		Reisjärventie 1674	
Postiosoite:		85470, Kiiskilampi	
Maa:		Finland	
Puhelinnumero:		NA	
Telefaksinumero:		NA	
Sähköposti:		NA	
5-1 ASIAMIES			
Nimi:		BERGGREN OY AB	
Katuosoite:		Lentokatu 2	
Postiosoite:		90460, Oulunsalo	
Yhteyshenkilö:		Jorma Vanhala	
Maa:		Finland	
Puhelinnumero:		08 563 9100	
Telefaksinumero:		08 556 6701	
Sähköposti:		oulu@berggren.fi	
6-1 KEKSIJÄT			
Nimi:		KANGASOJA	
Etunimi:		Eero	
Katuosoite:		Reisjärventie 1674	
Postiosoite:		85470, Kiiskilampi	
Maa:		Finland	
7 LIITTEENÄ OLEVAT ASIAKIRJAT JA TIEDOSTOT			
		Sähköinen tiedosto	Tiedot
Selitys		asiaki.pdf	
Piirustukset		piirus.pdf	
8-1 Huomautuksia			
Siirto- ja valtakirja (Jaana Hietanen; Hak.; 25.05.2007)		Siirto- ja valtakirja jätetään myöhemmin.	
9-1 PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUS			
Allekirjoitus		Subject: FI, VANHALA JORMA 130820387 Issuer: FI, Vaestorekisterikeskus CA, VRK Gov. CA for Citizen Qualified Certificates	



Patentihakemuksen vastaanottotodistus

Tällä tositteella Patentti- ja rekisterihallitus ilmoittaa vastaanottaneensa patenttihakemuksenne. Hakemukselle on annettu hakemusnumero ja vastaanottopäivä, jotka kirjataan PRH:n päiväkirjaan saapuneista patenttihakemuksista. Tämä hakemusnumero tulee mainita kaikissa hakemustanne koskevissa yhteydenotoissa Patentti- ja rekisterihallitukseen. Hakemuksenne pitämiseksi vireillä hakemuksesta on maksettava vuosimaksut, jotka eräännyvät maksettaviksi ensimmäisen kerran sen kalenterikuukauden viimeisenä päivänä, jonka aikana on kulunut 2 vuotta hakemuksen tekemisestä. Koska virasto ei anna vuosimaksuja koskevia välipäätöksiä, teidän on itse huolehdittava maksujen maksamisesta ajallaan patenttilain mukaisesti. Patenttihakemuksiin liittyvät maksut perustuvat kauppa- ja teollisuusministeriön asetukseen nro 201/2007 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista. Maksut eivät sisällä arvonnisäveroa.

Hakemusnumero	20075374	
Saapumispäivä	25. toukokuuta 2007	
Vastaanottava viranomainen	PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS	
Viitteenne	OP101597/JOV	
Hakijan nimi	T:MI EK KAASU	
Maa	FI	
Keksinnön nimitys	Menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi ja myötävirtakaasutin	
Lähetetyt asiakirjat	package-data.xml fi-request.xml haklom.PDF (2 s.) maksut.PDF (1 s.) piirus.pdf (2 s.)	application-body.xml fi-fee-sheet.xml vallog.PDF (1 s.) asiaki.pdf (14 s.) olf-arkisto.zip
Lähetäjä	CN=VANHALA JORMA 130820387,SN=VANHALA,givenName=JORMA,serialNumber=130820387 ,C=FI	
Vastaanottoaika	25. toukokuuta 2007, 12:23 (EEST)	
Lähetyksen sähköinen allekirjoituskoodi	48:83:7A:21:7F:60:18:AÉ:F7:BE:EF:D7:43:3C:DC:A7:2E:EA:E7:E5	

Menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi ja myötävirtakaasutin

Keksinnön kohteena on menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi, joka menetelmä käsittää pyrolyysivaiheen, jossa polttoaine hajoaa pyrolyysituotteiksi, ja kaasutusvaiheen, jossa pyrolyysituotteet kaasutetaan tuotekaasuksi. Keksinnön kohteena on myös menetelmän mukaisesti toimiva myötävirtakaasutin.

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 mahdollisimman 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.

Keksinnön tavoitteena on tuoda esiin uusi kaasutusmenetelmä ja myötävirtakaasutin, joilla voidaan merkittävästi vähentää tunnettuun tekniikkaan liittyviä haittoja ja epäkohtia.

Keksinnön mukaiset tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja myötävirtakaasuttimella, joille on tunnusomaista, mitä on esitetty itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön kohteena on menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi, joka menetelmä käsittää pyrolyysivaiheen, jossa polttoaine hajoaa pyrolyysituotteiksi, sekä kaasutusvaiheen, jossa pyrolyysituotteet kaasutetaan tuotekaasuksi. Menetelmän perusajatuksena on, että siinä hidastetaan polttoaineen lämpötilan nousua ennen pyrolyysivaiheen alkamista. Polttoaineen lämpenemisen estämisellä varmistetaan, että polttoaine ei kuivu hakesiilossa ja että pyrolyysi ei pääse alkamaan polttoaineen ollessa vielä hakesiilossa. Menetelmässä pyrolyysin alkaminen siirretään tarkoituksella mahdollisimman lähelle kaasutusvaihetta ja pyrolyysivaiheesta pyritään tekemään ajallisesti mahdollisimman lyhyt. Keksinnön mukaisessa menetelmässä toimitaan siten täysin päinvastoin kuin tunnetuissa kaasuttimissa, joissa polttoainetta pyritään kuivaamaan sen ollessa hakesiilossa ja joissa polttoaineen pyrolyysi alkaa jo hakesiilossa.

Keksinnön mukaisen menetelmän eräässä edullisessa suoritusmuodossa polttoaineen lämpötilan nousua hidastetaan rajoittamalla kaasutusvaiheessa syntyvän lämmön siirtymistä polttoaineeseen. Edullisesti lämmön siirtymistä polttoaineeseen rajoitetaan siirtämällä lämpöä kaasutusilmaan.

- 5 Keksinnön mukaisen menetelmän eräässä toisessa edullisessa suoritusmuodossa käytetään biopolttoainetta, jonka kosteus on yli 20 painoprosenttia, edullisesti yli 30 painoprosenttia.

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 ilmakeanava, joka on muodostettu siten, että kaasuttimessa on ylempi välipohja, joka muodostaa ilmakeanavan yläpinnan, ja alempi välipohja, joka muodostaa ilmakeanavan alapinnan, jolloin hakesiilo on sijoitettu ylemmän välipohjan yläpuolelle ja tulipesä alemman välipohjan alapuolelle.

Keksinnön mukaisen kaasuttimen eräässä edullisessa suoritusmuodossa 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.

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

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

Keksinnön etuna on, että se ei aseta juurikaan vaatimuksia käytettävän polttoaineen kosteudelle tai koostumukselle. Menetelmässä ja kaasutusgeneraattorissa voidaan käyttää polttoaineena suhteellisen kosteaa, ilmakeuvattua (kosteusprosentti n. 30 painoprosenttia), kuorineen hakettua 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.

- 5 Myötävirtakaasuttimen erään edullisen suoritusmuodon 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.
- 10 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti. Selostuksessa viitataan oikeisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 esittää esimerkinomaisesti erästä keksinnön mukaista myötävirtakaasutinta pystyleikkauksena ja

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

Kuvassa 1 on esitetty esimerkinomaisesti eräs keksinnön mukainen myötävirtakaasutin pystysuuntaisena poikkileikkauksena. Kuvat 2a–2c esittävät kuvan 1 esittämää kaasutinta vaakasuuntaisina poikkileikkauksina leikkaustasoista A-A, B-B ja C-C kuvattuna. Keksinnön mukainen myötävirtakaasutin on käyttötilanteessa kuvan 1 mukaisessa pystyasennossa. Kaasuttimessa on lieriömäinen ulkokuori 20, 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 väliinsä muodoltaan rengasmaisen ilmakehän 18, jonka kautta polttoaineen kaasuttamisessa tarvittava kaasutusilma johdetaan sisään kaasuttimeen. Kaasuttimen ulkoseinämä muodostaa ilmakehän ulkoseinämän ja kaasuttimen tulipesän sisävaippa 34 muodostaa ilmakehän sisäseinämän. Ilmakehän alapuolinen osa muodostaa myötävirtakaasuttimen kaasutusosan, jossa tapahtuu varsinainen polttoaineen kaasuuntuminen. Ilmakehän 18 yläpuolisessa osassa on välineet polttoaineen varastoimista ja kaasutusosaan syöttämistä varten. Käyttötilanteessa polttoaineosan ja kaasutusosan välissä oleva ilmakehä 18 toimii rakenneosana, joka vähentää lämmön siirtymistä kaasutusosasta polttoaineosaan.

Ylemmän välipohjan 16a yläpinnalla on rengasmaisen tukikaulus 20, joka ohjaa muodoltaan lieriömäistä, molemmista päistä avointa hakesiiloa 14, johon kaasu-

tettava 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.

- 5 Edullisesti hakesiilon pituus on 1100 mm ja halkaisija 500 mm. Hakesiilon alaspäin osoittavan ensimmäisen pään läheisyydessä on rengasmaisen, hammastettu pyörityskehä 22, jonka halkaisija on olennaisesti yhtä suuri kuin tukikauluksen 20 halkaisija. Hakesiilon ensimmäinen pää on sovitettu tukikauluksen sisään siten, että pyörityskehän alaspäin osoittava reuna asettuu tukikauluksen ylöspäin osoit-
- 10 tavaa reunaa kohti. Ulkokuoren 10 seinämään on järjestetty hakesiilon pyöritin 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
- 15 tapahtuu lähes kitkattomasti

- Ylempi ja alempi välipohja 16a, 16b, ulkokuori 10 ja sisävaippa 34 muodostavat rengasmaisen ilmakehän seinämät. Ilmakehän sisällä on välilevy 48 (kuva 2b), joka sulkee kanavan yhdestä kohdasta kokonaan. Välilevyn ensimmäisellä
- 20 puolella alemmassa välipohjassa on tuloaukko 57, jonka kautta kaasutusilma pääsee virtaamaan sisään ilmakehään, ja välilevyn toisella puolella on ilman poistoaukko 58, josta ilma pääsee virtaamaan pois ilmakehävasta. Kaasutusilma kiertää siten ilmakehässä lähes täyden kierroksen. Ylemmässä ja alemmassa välipohjassa on lisäksi kohdakkain olevat reiät 59, joiden läpi kulkee poistoputki
- 25 61. Poistoputken yläpää päättyy ylempään 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
- 30 ylempään 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. Ylempään yläpohjan yläpinnassa on sieppari 28, joka ohjaa ja siirtää hakesiilossa ole-
- 35

vaa 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 ilmakanan 18 yhden seinämän. Sisävaipan alareunan tasossa on pyöreä arina 40. Arina on tuettu kahteen tukirenkaaseen 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 esitetty kuvassa), jolloin tuhkakaavin pyörii arinan pintaa pitkin ja tuhka varisee arina 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.

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 tulirengkaan 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 jää-

vään rakoon. Edullisesti tulirengas on vielä jaettu useaan, kuten kolmeen, olen-
naisesti yhtä suureen osaan kuumuuden aiheuttamien haitallisten muodonmuu-
tosten estämiseksi.

Sisävaipan ympärillä on keskivaippa 36, joka muodostaa suljetun seinämöpinnan
5 sisävaipan lieriömäisen sivuseinämän ulkopuolelle ja arinan 40 alapuolelle. Kes-
kivaippa 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
10 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
15 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
20 virtaamaan ilmakehänavasta 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
25 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 etäi-
syys ylemmän välipohjan yläpinnan tasosta on 105 mm ja etäisyys tulirenkaasta
60 mm. Erityisesti tulirenkaan ja ilmasuuttimien välinen pieni etäisyys on
30 merkittävää, koska vanhan kokemukseräisen 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. Tuotekaa-
suptutken ensimmäinen pää kiinnittyy tangentialisesti keskivaippaan 36 (kuva 2c)
35 kulkien keskivaipan seinämän läpi. Tuotekaasuputken toinen pää on johdettu ul-
kovaipan 38 läpi kulkevan reiän kautta kaasuttimen ulkopuolelle. Ulkovaipan lä-

pimenokohdassa 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.

- 5 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.

- 10 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),
 15 jossa tuotekaasu puhdistetaan muistakin epäpuhtauksista. Keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa ei siten tarvita erillistä tuhkanpoistolaitteistoa.

- Keksinnön mukaiseen myötävirtakaasuttimeen kuuluu vielä sytytysmekanismi, jolla kaasufettava polttoaine sytytetään palamaan (sytytysmekanismeja ei ole esitetty kuvissa). Kaasuttimessa voidaan käyttää useita erilaisia tunnetun tekniikan
 20 mukaisia sytytysmekanismeja, joita ei kuvata tässä yhteydessä tarkemmin. Edullisesti sytytysmekanismi on automaattinen, nestekaasutoiminen tai sähkötoiminen mekanismi. Automaattista sytytysmekanismeja tarvitaan käytännössä vain kaasuttimen ylösajovaiheessa, kun tulipesässä ei ole lainkaan kytevää polttoainetta. Tulipesän hyvän lämmöneristyskyvyn ansiosta kaasuttimen käynnistysvalmius
 25 säilyy hyvänä pitkään käytön keskeytyksen jälkeen. On todettu, että uudelleensytytystä ei tarvita, jos kaasuttimen uudelleenkäynnistys tapahtuu alle kahden tunnin kuluttua käytön keskeytyksestä. Tällöin uudelleenkäynnistykseen riittää käynnistysimurin käynnistäminen ja polttoaineen annosteleminen tulipesään.

- Keksinnön mukaisen menetelmän mukaisesti toimiva myötävirtakaasutin toimii
 30 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 täyttömekanis-
 35 milla, jolla polttoainetta syötetään hakesiiloon. Tällöin hakesiilon kantta ei tarvitse avata polttoaineen syötön ajaksi.

Kaasuttimen polttoaineena voidaan käyttää kuorineen haketettua mäntyä, koivua, kuusta, pajua tai muita puulajeja. Puuhake saa olla ilmakeivattua, jolloin sen kosteuspitoisuus 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.

Tuotekaasuputkeen yhdistetty imuri käynnistetään ja tulipesässä oleva polttoaine sytytetään palamaan. Imurin aikaansaaman alipaineen ansiosta kaasutusilmaa virtaa sisään ilmakeivavaan 18 kanavan alkupäässä olevan ulkotuloaukon 57 kautta. Kaasutusilma siirtyy ilmakeivavasta poistoaukon 58 kautta ilmaputkeen 64 ja ilmaputkea pitkin edelleen keskivaipan 36 ja ulkovaipan 38 väliseen esilämmitystilaa, 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 lämpötila on n. 230 °C sen saapuessa ilmasuuttimiin. Kaasutusilman lämmitys toimii siten suunnitellulla tavalla.

Tunnetun tekniikan mukaisissa myötävirtakaasuttimissa tulipesässä syntyvä lämpö siirtyy hakesiilon seinämiä pitkin johtumalla 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 polttoaineesta irtoaa haihtuvia primäärisiä tervoja ja pyrolyysikaasuja ja syntyy kiinteää jäännöshiiltä. Pyrolyysin alkaminen edellyttää yleensä yli 200 °C:n lämpötilaa. Tunnetuissa ratkaisuissa tällainen lämpötila vallitsee verrattain korkealla hakesiilossa, joten pyrolyysikin tapahtuu jo polttoainesiilossa.

Keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa hakesiilon 14 ja tulipesän väliin on järjestetty ilmakeivava 18, jonka tehtävänä on vähentää lämmön johtumista tulipesästä hakesiiloon. Kaasutusilma johdetaan sisään kaasuttimeen ilmakeivavan kautta, jolloin lämpöä siirtyy ilmakeivavan seinämistä kaasutusilmaan, jolloin kaasutusilman lämpötila nousee. Ilmakeivava toimii siten myös kaasutusilman esi-

lämmittimenä. Päinvastoin kuin tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuisa keksinnössä pyritään siten aktiivisesti estämään lämmön siirtyminen tulipesästä hakesiiloon ja polttoaineen lämpeneminen. Mittauksin on todettu, että kaasutusilman lämpötila ilmakehässä on välillä 40–80 °C. Samoin mittauksin on todettu, että
5 polttoaineen lämpötila hakesiilossa siepparin yläreunan tason korkeudella on noin 220 °C. Mittaustulokset vahvistavat, että ilmakehä 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
15 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.
20 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 ratkaisuisa.

Kirjallisuuslähteiden perusteella tiedetään, että polttoainepartikkelin hajoaminen
25 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
30 tuotekaasujen määrä lisääntyy. Edellä mainitut tieteelliset tulokset tukevat näkemystä, että keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa polttoaine muutetaan tuotekaasuksi lähes optimaalisella tavalla ja optimaalisissa olosuhteissa. Erityisesti uskotaan, että keksinnön mukaisella menetelmällä ja myötävirtakaasuttimella
35 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, 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 tuotekaasusta 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 menetelmän ja laitteen edullisia suoritusmuotoja. Keksintö ei rajoitu juuri kuvattuihin ratkaisuihin, vaan keksinnöllistä ajatusta voidaan soveltaa lukuisilla tavoilla patenttivaatimusten asettamissa rajoissa. Keksinnön mukaisella myötävirtakaasuttimella tuotettua tuotekaasua voidaan käyttää lukuisissa erilaissa käyttökohteissa, kuten lämmöntuotannossa, teollisissa prosesseissa, yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä ajoneuvojen moottoreissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi myötävirtakaasuttimella, jossa on hakesiilo (14) kaasutettavaa polttoainetta varten ja tulipesä (32), joka menetelmä käsittää pyrolyysivaiheen, jossa polttoaine hajoaa pyrolyysituotteiksi, ja kaasutusvaiheen, jossa pyrolyysituotteet kaasutetaan tuotekaasuksi, **tunnettu** siitä, että menetelmässä rajoitetaan lämmön siirtymistä tulipesästä hakesiiloon polttoaineen lämpenemisen hidastamiseksi ennen pyrolyysivaiheen alkamista.
- 5 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lämmön siirtymistä polttoaineeseen rajoitetaan siirtämällä lämpöä kaasutusilmaan.
- 10 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä käytetään biopolttoainetta, jonka kosteus on yli 20 painoprosenttia, edullisesti yli 30 painoprosenttia.
- 15 4. Myötävirtakaasutin, jossa on hakesiilo (14) kaasutettavaa polttoainetta varten, hakesiilon alapuolelle sijoitettu tulipesä (32) ja välineet kaasutusilman johtamiseksi kaasuttimen sisään (18, 64, 60), **tunnettu** siitä, että hakesiilon ja tulipesän välissä on ilmakehänava (18) lämmön siirtymisen rajoittamiseksi tulipesästä hakesiiloon.
- 20 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että siinä on ylempi välipohja (16a), joka muodostaa ilmakehänavan (18) yläpinnan, ja alempi välipohja (16b), joka muodostaa ilmakehänavan alapinnan, jolloin hakesiilo (14) on sijoitettu ylempään välipohjan yläpuolelle ja tulipesä (32) alemman välipohjan alapuolelle.
- 25 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että ylempässä ja alemmassa välipohjassa (16a, 16b) on samankeskiset reiät (30) yhteyden muodostamiseksi hakesiilon (14) ja tulipesän (32) välille.
7. Jonkin patenttivaatimuksen 4-6 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että tulipesä (32) käsittää sisävaipan (34), keskivaipan (36), ulkovaipan (38) ja arinan (40).
- 30 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että sisävaippa (34) kiinnittyy yläosastaan alempaan välipohjaan (16b) ja keskivaippa (36) kiinnittyy yläreunastaan sisävaippaan, etäisyyden päähän alemmasta välipohjasta (16b).

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että kaasutusilma on järjestetty johdettavaksi tulipesään (32) keskivaipan (36) ja ulkovaipan (38) välisen tilan kautta.
10. Jonkin patenttivaatimuksen 7□9 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että tulipesän (32) sisävaipan (34) yläosassa on tulirengas (50) poikki-pintalan kavennuskohdan muodostamiseksi tulipesän yläosaan.
11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että se käsittää ilmasuuttimia (60), jotka on sijoitettu tulipesän sisävaippaan (34) tulirengaan (50) yläpuolelle.
- 10 12. Jonkin patenttivaatimuksen 4□11 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että siinä on tuotekaasuputki (62) syntyvän tuotekaasun johtamiseksi pois kaasuttimesta ja tuhkanpoisto tulipesästä (32) on järjestetty tapahtuvaksi tuotekaasuputken (62) kautta.
- 15 13. Jonkin patenttivaatimuksen 4□12 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että tulipesä (32) ja hakesiilo (14) on sijoitettu toisiinsa nähden epäkeskisesti.
14. Jonkin patenttivaatimuksen 4□13 mukainen myötävirtakaasutin, **tunnettu** siitä, että hakesiilo (14) on muodostettu pituusakselin ympäri pyöriväksi ja kaasuttimessa on pyöritin (24) hakesiilon pyörittämistä varten.

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä kiinteän polttoaineen kaasuttamiseksi, joka käsittää pyrolyysivaiheen, jossa polttoaine hajoaa pyrolyysituotteiksi, sekä kaasutusvaiheen, jossa pyrolyysituotteet kaasutetaan tuotekaasuksi. Menetelmässä hidastetaan polttoaineen lämpötilan nousua ennen pyrolyysivaiheen alkamista. Tällä varmistetaan, että polttoaine ei kuivu ja pyrolyysia ei tapahdu hakesiilossa. Menetelmässä pyrolyysin alkaminen siirretään tarkoituksella mahdollisimman lähelle kaasutusvaihetta ja pyrolyysivaiheesta pyritään tekemään ajallisesti mahdollisimman lyhyt. Polttoaineen lämpötilan nousua hidastetaan siirtämällä kaasutusvaiheessa syntyvää lämpöä kaasutusilmaan. Menetelmässä voidaan käyttää verrattain kosteaa polttoainetta. Keksinnön mukaisessa myötävirtakaasuttimessa on hakesiilo (14) kaasutettavaa polttoainetta varten ja hakesiilon alapuolelle sijoitettu tulipesä (32). Hakesiilon ja tulipesän välissä on lämmön siirtymistä rajoittava ilmakehä (18), joka toimii samalla kaasutusilman esilämmittimenä. Kaasuttimessa on ylempi välipohja (16a), joka muodostaa ilmakehän yläpinnan, ja alempi välipohja (16b), joka muodostaa ilmakehän alapinnan, jolloin hakesiilo on sijoitettu ylemmän välipohjan yläpuolelle ja tulipesä alemman välipohjan alapuolelle. Kaasuttimen tulipesä käsittää sisävaipan (34), keskivaipan (36), ulkovaipan (38) ja arinan (40). Kaasutusilma on järjestetty johdettavaksi tulipesään keskivaipan ja ulkovaipan välisen tilan kautta.

Kuva 1

(57) Sammandrag

Uppfinningen avser ett förfarande för att förgasa ett fast bränsle, innefattande ett pyrolysskede, i vilket bränslet nedbryts till pyrolyspanprodukter, samt ett förgasningsskede, där pyrolyspanprodukterna förgasas till produktgas. Vid förfarandet fördröjs stegringen av bränslets temperatur innan pyrolysskedet börjar. Sålunda säkerställs att bränslet inte torkar och att ingen pyrolys förekommer i flisbingen. Vid förfarandet förskjuts pyrolysens början avsiktligt så nära förgasningsskedet som möjligt och man eftersträvar att göra pyrolysskedet så kort som möjligt. Stegringen av bränslets temperatur fördröjs genom att överföra värme som uppstår i förgasningsskedet till förgasningsluften. Relativt fuktigt bränsle kan användas vid förfarandet. I medströmsförgasaren enligt uppfinningen finns en flisbinge (14) för bränsle som skall förgasas och en eldstad (32) placerad nedanför flisbingen. Mellan flisbingen och eldstaden finns en luftkanal (18) som begränsar värmeöverföringen, och som samtidigt fungerar som en förvärmare för förgasningsluften. Förgasaren innefattar ett övre mellanbotten (16a), som bildar luftkanalens övre yta, och ett nedre mellanbotten (16b) som bildar luftkanalens nedre yta, varvid flisbingen är placerad ovanför den övre mellanbotten och eldstaden är placerad nedanför den nedre mellanbotten. Förgasarens eldstad innefattar en inre mantel (34), en mellanmantel (36), en yttre mantel (38) och ett eldgaller (40). Förgasningsluften är anordnad att ledas till eldstaden via ett utrymme mellan mellanmanteln och den yttre manteln.

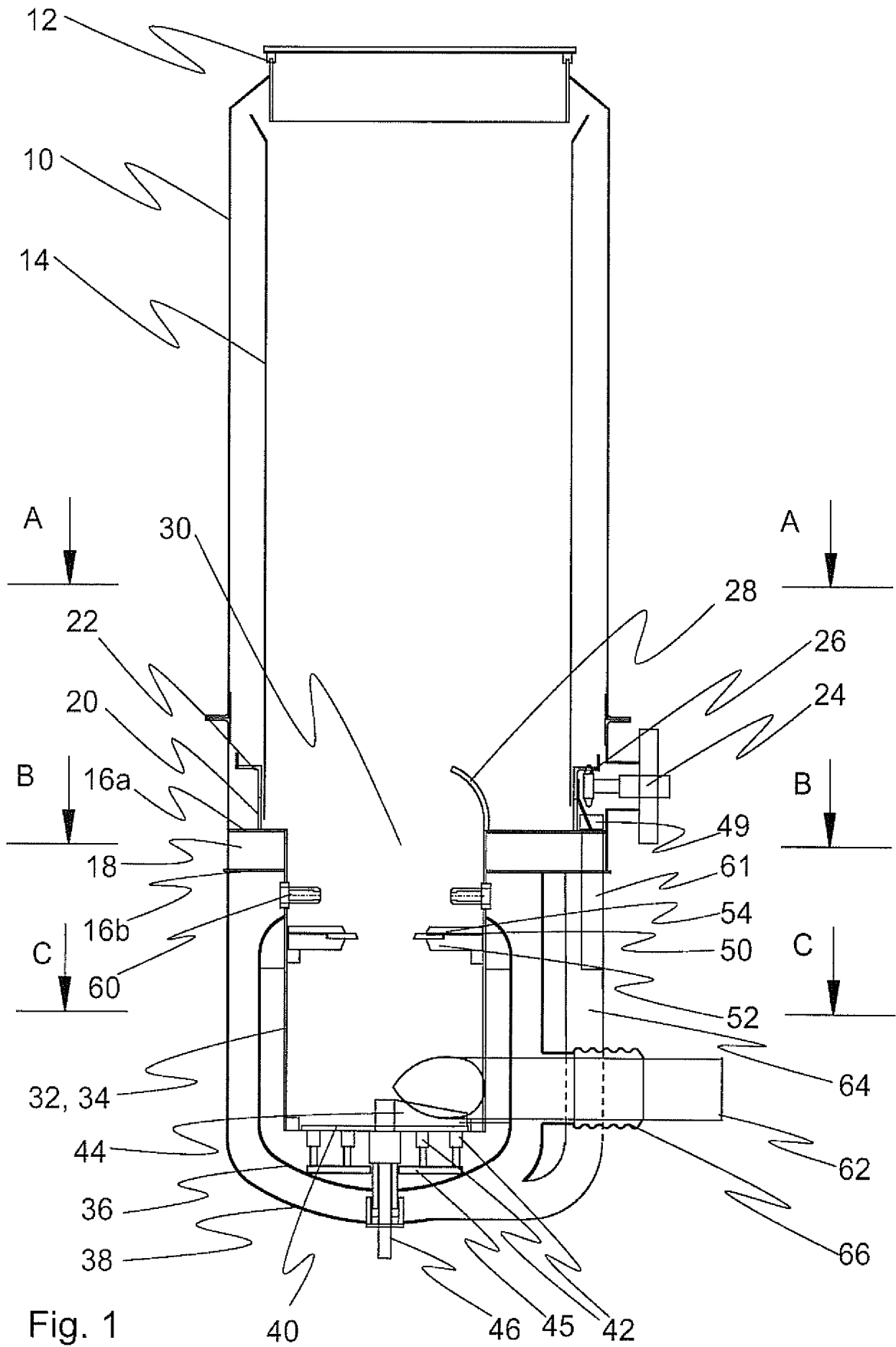


Fig. 1

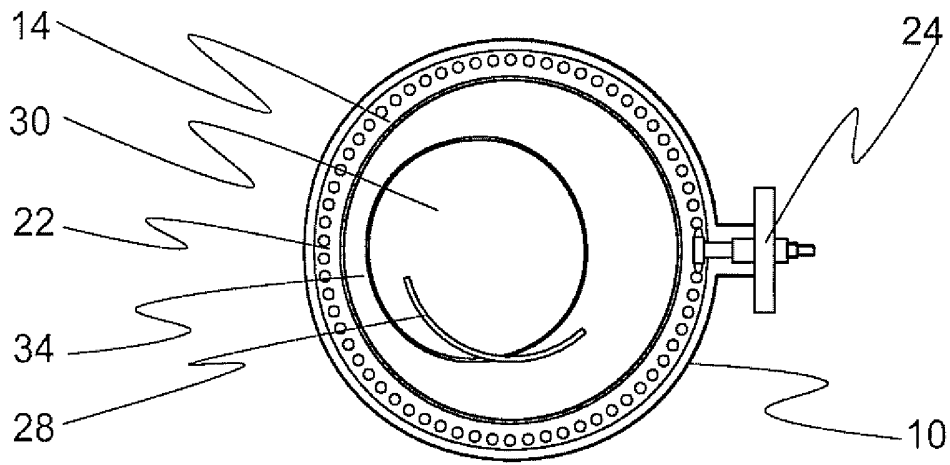


Fig. 2a

Leikkaus A-A

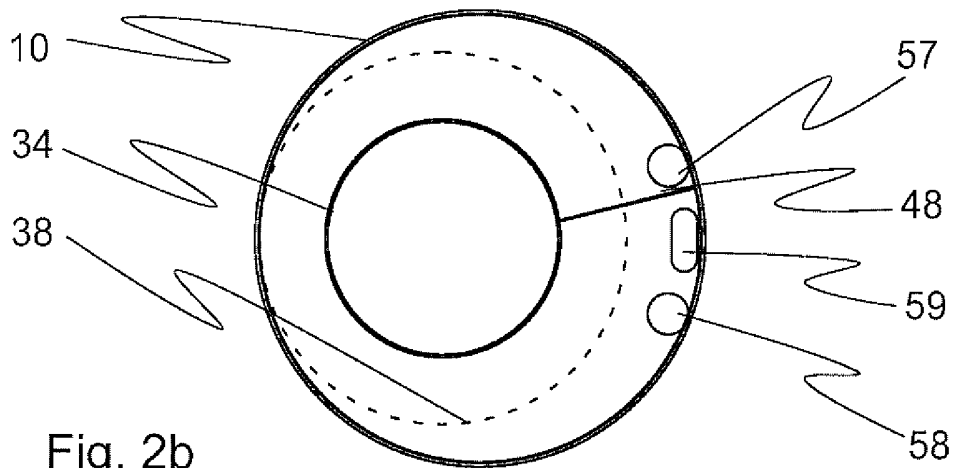


Fig. 2b

Leikkaus B-B

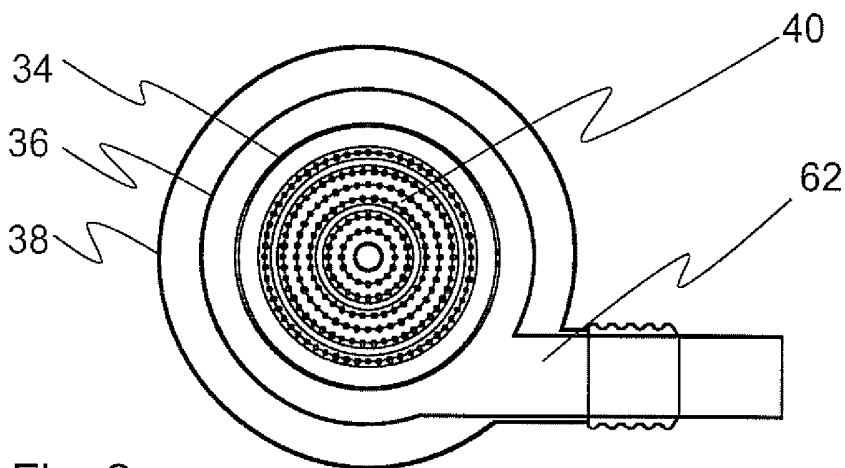


Fig. 2c

Leikkaus C-C