



FI000104053B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 104053 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 15.11.1999

(51) Kv.lk.6 - Int.kl.6

B 01J 8/24, F 23C 11/02

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 915961

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 18.12.1991

(24) Alkupäivä - Löpdag 18.04.1991

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 18.12.1991

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan

PCT/FR91/00325

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

20.04.1990 FR 9005060 P

(73) Haltija - Innehavare

1. Stein Industrie, 19-21, avenue Morane Saulnier, 78140 Velizy-Villacoublay, France, (FR)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Vidal, Jean, 19/21 Chemin Desvallières, 92410 Ville d'Avray, France, (FR)

2. Payen, Philippe, 1, allée de la Grande Terre, 78170 La Celle St Cloud, France, (FR)

3. Semedard, Jean-Claude, 5, rue Georges Saché, 75014 Paris, France, (FR)

4. Morin, Jean-Xavier, 39, rue du Cas rouge Marchandon, 45170 Neuville aux Bois, France, (FR)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab, Iso Roobertinkatu 4-6 A, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Laitte reaktion suorittamiseksi kaasun ja hiukkasmaisen materiaalin välillä suljetussa tilassa

Anordning för utföring av reaktion mellan gas och partikelliknande material i slutet utrymme

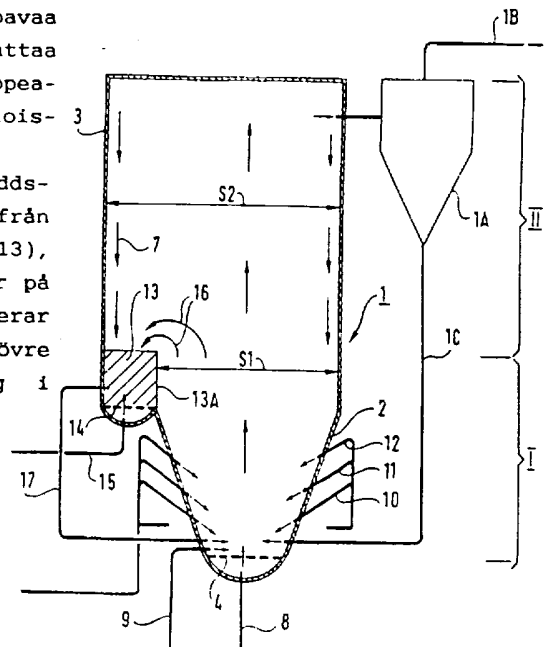
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 85344 (B 01J 8/24), FI C 92249 (F 23C 11/02), SE B 457661 (F 23C 11/02),
US A 4594967 (B 09B 3/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Reaktoriin kuuluu: alempi nopeakiertoinen leijukerrosvyöhyke (I), alemman vyöhykkeen yläosan vieressä oleva ja siitä väliseinällä erotettu tiheäleijukerrosvyöhyke (13), jolloin tämä leijukerros vastaanottaa yläkerrokseensa putoavaa kiinteää materiaalia, samalla kun sen alakerros palauttaa tämän materiaalin alavyöhykkeelle (I), sekä ylempi nopeakiertoinen leijukerrosvyöhyke (II). Käyttö höyrykattiloissa.

Till reaktorn hör: en nedre snabbt cirkulerande flytbäddszon (I), en vid den nedre zonens övre del belägen och från denna med en mellanvägg avskild tät flytbäddszon (13), varvid denna flytbädd mottar fast material som faller på dess övre skikt, samtidigt som dess nedre skikt returnerar detta material till den nedre zonen (I), samt en övre snabbt cirkulerande flytbäddszon (II). Användning i ångpannor.



Laite reaktion suorittamiseksi kaasun ja hiukkasmaisen materiaalin välillä suljetussa tilassa

5 Tämä keksintö koskee laitetta eksotermisen tai endotermisen reaktion suorittamiseksi suljetussa tilassa (jota tämän jälkeen kutsutaan reaktoriksi) ainakin yhden kaasun ja ainakin yhden kiinteän hiukkasmaisen materiaalin välillä, johon laitteeseen kuuluu ainakin yhdet välineet hiukkasmai-
10 sen materiaalin sisäänsyöttämiseksi, ainakin yhdet välineet leijutus- ja reaktiokaasun sisäänsyöttämiseksi, jolloin hiukkasmaisen materiaalin ja leijutuskaasun vastaavat syöttönopeudet ovat sellaiset, että ne mahdollistavat kaasun ja hiukkasmaisen materiaalin nopean ylöspäisen
15 virtauksen synnyttämisen leijukerroksen nopeakiertovyöhykkeillä, välineet reaktorin yläosaan saapuvan reaktiokaasun ja hiukkasmaisen materiaalin seoksen ohjaamiseksi erottimeen, välineet reaktiossa muodostuneen kaasun poistamiseksi, ja välineet hiukkasmaisen materiaalin kierrättämiseksi erottimesta reaktorin pohjalle.
20

Tällaiset tunnetut tekniikat kemiallisten reaktioiden suorittamiseksi leijukerroksessa jakautuvat olennaisesti kahteen eri ryhmään.

25 Ensimmäisessä ryhmässä käytetään tiheää leijukerrosta, jolle on tunnusomaista hiukkaskonsentraation kannalta kahden erilaisen vyöhykkeen läsnäolo suljetussa reaktiotilassa, jolloin tämä hiukkaskonsentraatio on suuri ensimmäisessä vyöhykkeessä, esim. 1000 kg/m^3 polttoleijukerrokse-
30 sa, ja paljon pienempi, alle 1 kg/m^3 toisessa vyöhykkeessä ensimmäisen yläpuolella, ja siitä suhteellisen hyvin määritellyllä pinnalla erotettuna. Kaasujen ja kiinteiden hiukasten välinen nopeusero ei ole suuri. Kun kyseessä ovat
35 polttoreaktorit, polttohyötysuhteet ovat pieniä, esim. 85-95 %, ja rikki- ja typpioksidipäästöt ovat suuria, mikä rajoittaa tämän tekniikan käytön vain pienitehoisiin lai-

toksiin.

Ensimmäisen ryhmän tekniikkaan liittyen on julkaisussa GB-A-1 412 033 ehdotettu tiheään leijukerrospolttoreaktorin
5 jakamista renkaanmuotoisella väliseinällä, jonka alareuna on välin päässä leijuarinasta, tiheäkerroksiseen keskellä olevaan polttoalueeseen ja renkaanmuotoiseen tiheäkerrokseen alueeseen, jolla kiinteät hiukkaset virtaavat alaspäin, jolloin tarkoituksena on pelkästään lämmönvaihdon
10 varmistaminen reaktoria ympäröivän vaipan kanssa. Osa keskellä olevan tiheäkerrosalueen kiinteistä hiukkasista virtaa rengasmaisen väliseinän yläreunan yli ja laskeutuu alas renkaanmuotoiselle tiheäkerrosalueelle palatakseen keskipolttovyöhykkeelle renkaanmuotoisen väliseinän alareunan
15 alta. Tämän tyyppisellä laitteella on edellä mainitut tiheiden leijukerrosreaktorien haitat, ja erityisesti sellaisen reaktiovyöhykkeen olemassaolo tiheän kerroksen yläpuolella, jossa on hyvin pieni hiukkaskonsentraatio. Lisäksi se kierrättää hiukkasmaista materiaalia, joka
20 erotetaan pelkästään tiheän leijuvyöhykkeen yläosasta samalla tavalla kuin tapahtuisi syklonissa, jos se sijoitettaisiin seuraavaksi kuvattavan tyyppisen kiertoleijukerroksen poistoon.

25 Toisessa tunnetun tekniikan ryhmässä käytetään taas "kiertotyyppistä" leijukerrosta, jollaista on kuvattu REH:n artikkelissa julkaisussa Chemical Engineering Progress, helmikuulta 1971. Sitä on hyödynnetty erityisesti FR-patenteissa 2 323 101 ja 2 353 332 (Metallgesellschaft). Se
30 eroaa ensimmäisestä ryhmästä erityisesti siten, että siinä ei ole minkäänlaista kahden vyöhykkeen välistä erottavaa pintaa, ja että reaktiolämpötila on homogeeninen läpi koko reaktorin. Hiukkasmateriaalin konsentraatio muuttuu olennaisen jatkuvalla tavalla reaktorin pohjalta sen yläosaan,
35 ja kaasujen ja kiinteiden hiukkasten nopeuksien ero on paljon suurempi. Polttoreaktoreissa polttohyötysuhteet ovat parempia ja rikki- ja typpioksidipäästöt ovat pienempiä.

Tätä tekniikkaa voidaan soveltaa suurempitehoisissa laitoksissa, mutta silläkin on omat haittansa.

5 Nämä voidaan havaita erityisesti polttoreaktion tapauksessa. Tällöin kiertoleijukerrosreaktori voidaan kuvata seuraavasti:

10 a) ylävyöhyke, joka tilavuudeltaan on suurempi, ja jolla on rajoitettu mutta kuitenkin riittävä muuttuva konsentraatio kiinteitä hiukkasia. Lämmönvaihto suoritetaan tällä ylävyöhykkeellä yleensä käyttäen putkia, jotka on sijoitettu tyhjiin tilaan reaktorissa, tai putkilla vuorattuja sisäseinämiä, joissa reaktorin jäähdytysaine virtaa. Hiukkasten konsentraatio muuttuu tämän vyöhykkeen pohjalta sen
15 yläosaan esim. arvosta 50 kg/m^3 arvoon 10 kg/m^3 , jolloin nämä luvut voivat joskus olla myös pienempiä. Käytännössä ne vastaavat lämmönvaihdon toteutusta seinämien putkien kanssa. Kaasujen nopeus on täydellä kuormituksella yleensä rajoitettu arvoihin 4-6 m/s eroosioriskien välttämiseksi.

20 b) alavyöhyke, jonka hiukkaskonsentraatio on paljon suurempi, ja muuttuu sen pohjalta yläosaan esim. arvosta 500 kg/m^3 arvoon 50 kg/m^3 , ts. suhteessa 10:1, joka voi myös olla yli 20:1, jos reaktori toimii puolella kuormalla, ts.
25 leijutuskaasu virtaa puolinopeudella. Juuri tämä alavyöhyke on polttovyöhyke; jolloin osa polttoon tarvittavasta kaasusta, jota yleensä kutsutaan primaarikaasuksi, puhalletaan sisään reaktorin pohjalla sijaitsevan leijutusarinan läpi. Pääosa lopusta polttokaasusta, jota kutsutaan sekundaari-
30 kaasuksi, suihkutetaan eri tasoilta arinan yläpuolella, jolloin näiden tasojen käyttö voi vaihdella reaktorin kuormasta riippuen (osan tasoista ollessa pois toiminnasta osakuormituksen aikana).

35 Polttokaasujen nopeus reaktorin tällä alavyöhykkeellä määräytyy sen muuttuvasta poikkileikkauksesta ja sekundaarikaasun vaiheittaisesta lisäyksestä, ja haluttu nopeus on

käytännössä sama kuin ylävyöhykkeellä. Tämä synnyttää suuren konsentraatiovaihtelun polttovyöhykkeellä, mikä tuo mukanaan useita haittoja, joita ovat:

- 5 - epätäydellinen palaminen: palamattomien hiukkasten ja hiilimonoksidin pitoisuudet voivat tietyillä huonosti palavilla polttoaineilla olla suuria reaktorin poistossa,
- 10 - rikinpoistoteho voi olla liian pieni, mikä vaatii suurien desulfurointiainemäärien suihkuttamisen, ja
- rajoittunut mukautuvaisuus vastaamaan muutoksia reaktorin kuormituksessa, mikä johtuu vaatimuksesta ylläpitää minimikaasunopeutta sopivien leijutusolojen säilyttämiseksi,
- 15 tämän nopeuden ollessa noin 3 m/s.

Lämpötilan ja palamisen tasaisuuden parantamiseksi on siten usein välttämätöntä lisätä hiukkasmateriaalin määrää reaktorissa, mikä samalla kasvattaa leijutukseen tarvittavan energian kulutusta.

20

Näiden haittojen vähentämiseksi käytetään usein sekundaari- kaasun syöttöä eri tasoilla, ja primaarikaasun ja sekundaarikaasun virtausmäärien suhdetta muutetaan reaktorin kuormituksesta riippuen. Näitä tekijöitä voidaan vaihdella kuitenkin vain rajoitetussa määrin, koska muut huomioon- otettavat tekijät rajoittavat niiden muutosmahdollisuuksia, tällaisia ollessa:

25

- 30 - palamisen laatu, joka vaatii primaarikaasun virtausmäärän säilyttämisen minimimäärän yläpuolella,
- tarve ylläpitää pelkistävää atmosfääriä reaktorin polttovyöhykkeen alaosassa typpioksidien tuotannon pitämiseksi
- 35 minimissä, ja
- tarve kasvattaa polttoon tarvitun ylimääräkaasun määrää,

kun reaktorin kuormitus pienenee, jotta välttyttäisiin hiukkaskonsentraation heterogeenisuuden liialliselta kasvamiselta, samalla rajoittaen mahdollisimman suuressa määrin typpioksidien tuotantoa ja välttämällä laitoksen lämpöhyötysuhteen merkittävää pienenemistä.

Konsentraatioiden suuri vaihtelu polttovyöhykkeen muodostavalla alavyöhykkeellä on siten epäkohta, ja eri tasojen välisille konsentraatioille tulisi saada suurempi homogeenisuus, mikä sekä parantaisi polttohyötysuhdetta että myös pienentäisi leijutukseen tarvittavan energian kulutusta.

Kiertoleijukerroksella ei tätä vaatimusta kuitenkaan pystytä toteuttamaan kahdesta erityisongelmasta johtuen:

a) leijutuskaasun nopeus polttovyöhykkeellä on riippuvuussuhteessa siihen, joka on valittu ylävyöhykkeelle, jossa lämmönvaihto tapahtuu, ja

b) kiinteät hiukkaset liikkuvat sekä ylös että alas, kuten kaaviollisessa kuvassa 1 on esitetty, ja monet pienikokoiset kiinteät hiukkaset eivät koskaan kulje alas leijutusarinan läheisyyteen, jolloin reaktorin sisään syntyy korkeussuuntainen granulometrinen kerrostuminen, minkä tuloksena reaktorin alavyöhyke toimii hiukkaskooltaan suuremmilla hiukkasilla. Kiintoainekonsentraatio tulee esim. ensimmäisen metrin matkalla leijutusarinan yläpuolella lähelle tiheän kerroksen vastaavaa, mikä kuluttaa paljon energiaa ja on hyvän palamisen kannalta hyödytöntä.

Tähän tekniikkaan liittyen on useissa patenteissa ehdotettu erilaisia parannuksia kiertoleijukerroksen toimintaan.

US-patentissa 4 594 967 ja EP-patentissa 0332 360 käytetään tiheäleijukerrosjärjestelyä materiaalin talteenottamiseksi kiertoleijukerroksen poistosta, jolloin tällä tavalla

talteenotettu materiaali pienentää sen materiaalin määrää, joka talteenotetaan tavanomaisella syklonilla, joka on sijoitettu alavirtaan paisuntakammioista, joka muodostaa tiheän kerroksen yläpuolelle sijoitetun päästövyöhykkeen.

5

Näissä patenteissa:

10 - tiheäleijukerros on sijoitettu kiertoileijukerroksen poistoon joko sen sivulle (EP 0332 360 vaakaleikkaukseltaan suorakulmaiselle reaktorille ja US 4 594 967) tai suoraan sen päälle (EP 0332 360 vaakaleikkaukseltaan pyöreälle reaktorille),

15 - sykloni on sijoitettu joko suoraan alavirran puolelle paisuntakammioista (EP 0332 360) tai putkimaisen tilan jälkeen, johon on sovitettu lämmönvaihtimia kaasujen lämpötilan pienentämiseksi (US 4 594 967), ja joka siten ei ole osa patentin kiertoileijukerrosta; kaikissa näissä tapauksissa tiheäleijukerroksen ottama osa materiaalista vähentää 20 sykloniin kerättyä materiaalia, eikä muuta kiertoileijukerrokseen kierrätetyn materiaalin maksimimäärää.

25 - näissä kummassakaan patentissa paisuntakammioilla, joka on sijoitettu alavirran puolelle vyöhykkeeltä, jolle tiheäleijukerros on asennettu, ei ole niitä kiertokerroksen perusominaisuuksia (homogeeninen lämpötila, kasvava kaasun nopeus, hiukkaskonsentraatio), jotka mahdollistaisivat tämän vyöhykkeen käyttämisen lämmönsiirtoon kaasu-hiukkaseoksesta seinämiin samalla säilyttäen homogeenisen lämpötilan ja edullisen kaasu-hiukkassekoittumisen kemiallisten 30 reaktioiden ylläpitämiseksi.

35 US-patentissa 4 788 919 on reaktori jaettu kolmeen, kahteen tai yhteen kammioon, jolloin näiden kammioiden väliset rajat on aikaansaatu paisuntakammioilla, jonka leikkaus voi olla, kuten on mainittu, neljä kertaa suurempi kuin reaktorin vastaava, ja jossa kaasun nopeus ei enää ole sama kuin

kiertoleijukerrosreaktorissa. Tämä nopeuden pieneneminen mahdollistaa materiaalin talteenoton tiheäleijukerroksiin, mikä pienentää huomattavasti materiaalin pitoisuutta yläkammiossa tai kahdessa yläkammiossa siten, että kiertoleijukerrostoiminta tapahtuu ainoastaan pohjakammiossa, jolloin kahden muun kammion ja niiden jatkeiden tehtävänä on materiaalin pienien lisämäärien talteenotto ja lisäjähdytyksen aikaansaaminen, mikä johtaa patentin laatijan suosi-
5 maan rakennetta, jossa on vain yksi kammio, palauttaen patentin siten samanlaiseen laitteeseen kuin US-patentissa
10 4 594 967 ja EP-patentissa 0332 360, ts. tiheäleijukerros-
sen järjestämiseen kiertoleijukerrosreaktorin poistoon. Joka tapauksessa rakenteessa, jossa on useita kammioita, niissä säilyy sama kaasun nopeus.

15 Yhteenvetona voidaan todeta, että näissä patenteissa on kehitelty edelleen aikaisemmin tunnettun tyyppistä leijukerrostekniikkaa, jonka haittoja on käsitelty edellä

20 Tähän tekniikkaan verrattuna niille on tunnusomaista syklo-
neiden ja erottimien talteenottaman kiinteän materiaalin määrän pieneneminen, mutta ne eivät muuta aikaisemmin tunnetun kiertoleijukerrostekniikan tunnusomaisia paine- ja konsentraatioprofiileja.

25
: Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada laite reaktion suorittamiseksi suljetussa tilassa kaasun ja hiukkasmaisen materiaalin välillä, johon laitteeseen kuuluu uusi leijukerrosrakenne, joka mahdollistaa kiinteiden hiukkasten
30 konsentraation suuremman homogeenisuuden alavyöhykkeellä sekä kiinteiden hiukkasten kohtuullisen konsentraation tällä vyöhykkeellä, joka mahdollisesti muodostaa polttovyöhykkeen, ja leijutuskaasun suhteellisen suuren nopeuden tällä alavyöhykkeellä.

35 Keksinnön mukaiselle laitteelle on tunnusomaista se, että reaktori on jaettu kolmeen vyöhykkeeseen, jotka ovat:

a) alempi nopeakiertoinen leijukerrosvyöhyke, jolla leijutuskaasun keskimääräinen ylöspäinen nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 4,8 m/s - 12 m/s, ja jolloin vyöhykkeen korkeus on sellainen, että kaasun viipymäaika tällä alavyöhykkeellä on täydellä kuormituksella alueella 0,25 - 4 sekuntia;

b) ylempi nopeakiertoinen leijukerrosvyöhyke, jonka leikkaus on S_2 , ja jolla leijutuskaasun ylöspäinen nopeus V tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 4 m/s - 10 m/s, ja tämän nopeuden suhde leijutuskaasun nopeuteen alavyöhykkeellä on alueella 1/2 - 1/1,2, vyöhykkeen korkeuden ollessa sellainen, että leijutuskaasun viipymäaika tällä vyöhykkeellä täydellä kuormituksella on alueella 2 - 10 sekuntia, ja konsentraation P reaktorin ylävyöhykkeen yläosassa ollessa ainakin 2 kg/m^3 ; ja

c) tiheäleijukerrosvyöhyke, jolla leijutuskaasun ylöspäinen nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 0,3 m/s - 2,5 m/s, ja joka on sijoitettu alemman nopeakiertoisen leijukerrosvyöhykkeen yläosan viereen ja erotettu siitä väliseinämällä, ja sijoitettu siten, että se vastaanottaa sekä hiukkasmateriaalia, joka laskeutuu alas ylävyöhykkeeltä pitkin ainakin yhtä sen seinämää, että hiukkasmateriaalia, joka tulee sen vieressä olevasta alavyöhykkeen yläosasta;

ja että siihen lisäksi kuuluu ainakin yhdet välineet hiukkasmateriaalin uudelleensuihkuttamiseksi tiheäleijukerrosvyöhykkeeltä alemman nopeakiertoisen leijukerrosvyöhykkeen pohjalle, jolloin hiukkasmateriaalia uudelleensuihkutusmäärä tiheäleijukerrosvyöhykkeeltä on suurempi kuin määrä $q = P \times V \times S_2$.

35

Kuvan 7 käyrä esittää tällaisen laitteen paineprofiilia pitkin kiertoileijukerrosvyöhykkeiden (ylemmän ja alemman

vyöhykkeen) korkeutta. Hiukkaskonsentraatiolla, joka voidaan johtaa profiilin käyrän kaltevuudesta sen joka kohdassa, on epäjatkuvuusalue kummallakin puolella tiheäleijukerrospoistoa, mikä on laitteelle tunnusomaista.

5

Tämän rakenteen avulla saavutetaan:

- tasaisempi lämpötilajakautuma reaktorissa, mikä vähentää kiinteiden hiukkasten agglomeroitumisvaaraa;

10

- kun kyseessä on polttoreaktori, parempi palaminen, mikä johtuu hiilimonoksidin ja palamattomien hiukkasten muodostumisen vähenemisestä varsinkin huonosti palavia polttoaineita kuten köyhiä hiiliä ja antrasiitteja käytettäessä;

15

- reaktorin mukautuvuuden parantuminen, mikä johtuu sallitun minimikuormituksen alenemisesta, jonka tekee mahdolliseksi se suuri suhde, joka on kaasun nopeuden täydellä kuormalla alavyöhykkeellä, ja miniminopeuden, joka tarvitaan ylläpitämään tyydyttäviä leijutusoloja, välillä.

20

Keksintö koskee myös edellä määritellyn laitteen käyttöä hiilipitoisten aineiden polttoon.

25 Tämän jälkeen kuvataan esimerkinomaisesti ja samalla oheisiin kaaviomaisiin piirustuksiin viittaamalla keksinnön mukaisia jauhetun hiilen polttolaitteita. Piirustuksissa:

30 Kuva 1 esittää kaaviomaisesti hiukkasmaisen materiaalin virtausta aikaisemmin tunnetun tyyppisessä kiertoleijukerroreaktorissa.

Kuva 2 esittää keksinnön mukaista laitetta, jossa on kiertoleijukerrokset ja välissä oleva tiheäleijukerros.

35

Kuvat 3A ja 3B esittävät kahtena toisiinsa nähden suorassa kulmassa olevana pystyleikkauksena alavyöhykettä reaktoris-

ta, jossa on kaksi lateraalista tiheäleijukerrosta, jolloin kuva 3B on leikkaus IIIB-III B kuvasta 3A

5 Kuvat 4A ja 4B esittävät kahtena toisiinsa nähden suorassa kulmassa olevana pystyleikkauksena alavyöhykettä reaktoris- ta, jossa on kolme lateraalista tiheäleijukerrosta, jolloin kuva 4B on leikkaus IVB-IV B kuvasta 4A.

10 Kuvat 5A ja 5B esittävät kahtena toisiinsa nähden suorassa kulmassa olevana pystyleikkauksena alavyöhykettä reaktoris- ta, jossa on neljä lateraalista tiheäleijukerrosta, jolloin kuva 5B on leikkaus VB-VB kuvasta 5A.

15 Kuvat 6A, 6B ja 6C esittävät lämmönvaihtopintojen sijoitus- ta reaktorin kahteen tiheäkerrokseen, jolloin kuvat 6B ja 6C ovat kaksi vaihtoehtoa leikkauksesta VIB-VIB kuvasta 6A.

Kuva 7 esittää keksinnön mukaisen laitteen paineprofiilia.

20

Kuvassa 1, joka edustaa leijukerroksen tavanomaista toiminta- ta, reaktoriin 1 kuuluu leikkaukseltaan kasvava alavyöhyke 2 ja suuntaissärmiön muotoinen ylävyöhyke 3. Kiintoaine- hiukkaset nousevat leijuarinan 4 yläpuolelta reaktorin yläosaa kohti, kuten nuolilla 5 on esitetty. Nämä hiukkaset 25 pyrkivät eroamaan seinämiä kohti ja putoamaan jälleen alas. Kuitenkin osa hienommista hiukkasista joutuu jälleen ylös- päisen liikkeen mukaan viitenumerolla 6 esitettyä turbu- lenttina liikkeenä. Muut hiukkaset lähestyvät seinämää ja 30 virtaavat sitä pitkin alas nuolien 7 mukaisest.

Kuvassa 2 esitettyssä keksinnön mukaisessa laitteessa on leijuarinan 4 yläpuolelle leikkaukseltaan kasvavaan ala- vyöhykkeeseen 2 muodostettu nopeakiertoleijukerros. Tämän 35 arinan läpi suihkutetaan putken 8 kautta tulevaa primaaris- ta leijutuskaasua, joka muodostuu ilmasta, johon on mahdol- lisesti sekoitettu polttokaasuja tai happea. Välittömästi

arinan yläpuolelta syötetään myös jauhemaista polttoainetta, esim. hiilen suspensiota ilmassa. Sekundaarista kaasua, joka myös muodostuu ilmasta, jossa mahdollisesti on poltto-
5 kaasuja tai happea, syötetään reaktorin alavyöhykkeelle kolmelta peräkkäiseltä tasolta 10, 11 ja 12. Leijutuskaasun nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella voi vaihdella välillä noin 4,8 m/s - 12 m/s, ja kaasujen viipymäaika täydellä kuormituksella voi olla välillä 0,25 - 4 sekun-
tia.

10

Sekundaarikaasun suihkutetus suoritetaan siten, että alavyöhykkeen 2 pohjalla atmosfääri on pelkistävä.

Tämän alavyöhykkeen yläpuolelle on muodostettu toinen
15 nopeakiertoleijukerros, jolloin leijutuskaasun nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella voi olla alueella 4 - 10 m/s ja sen viipymäaika 2 ja 10 sekunnin välillä

Reaktorin yläpäästä poistetut kiintoainehiukkaspitoiset
20 polttokaasut johdetaan tunnetulla tavalla erotussykloniin 1A, josta pölytön polttokaasu poistetaan putkella 1B ja talteenotetut kiinteät hiukkaset kierrätetään reaktorin pohjan kautta putkella 1C.

25 Lisäksi polttovyöhykkeen, jonka poikkileikkaus yläpäässä on S_1 , lähtöön on muodostettu tiheäleijukerros 13, joka on esitetty vinoviivoin, ja erotettu polttovyöhykkeestä väliseinällä 13A, ja sijoitettu leijuarinan 14 yläpuolelle, jonka läpi suihkutetaan lisäleijutuskaasua putkesta 15.
30 Kaasun nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella tiheäkerroksessa voi olla välillä 0,3 m/s - 2,5 m/s. Mahdollinen jäännöspalaminen tässä tiheäkerroksessa on useimmiten vähäistä, koska se on sijoitettu nopeakiertokerroksen polttovyöhykkeen lähtöön, ja hiukkasten jäännöshiilipitoisuus on jo hyvin pieni. Jos tiheäleijukerroksessa tapahtuisi merkittävää palamista esim. huonolaatuisesta polttoai-
35 neesta johtuen, tämän tiheäkerroksen arinan alla oleviin

suihkusuuttimiin voitaisiin joko suihkuttaa polttokaasua kerroksen happipitoisuuden pienentämiseksi, tai tämän vyöhykkeen happipitoisuutta voitaisiin päinvastoin kasvattaa palamisen parantamiseksi, missä tapauksessa voisi olla
5 tarpeellista käyttää kerroksessa lämmönvaihtoputkia.

Keksinnön mukaisesti tällaisen tiheäleijukerroksen korkeus on suositeltavasti suhteellisen pieni, yleensä alle 1,5 m. Sen korkeus voidaan kuitenkin nostaa noin 3-4 metriin, jos
10 siinä halutaan käyttää lämmönvaihdinta.

Tämän tiheäleijukerroksen olennaisena tehtävänä on talteenottaa se kiinteiden hiukkasten osuus, joka putoaa alas tiheäleijukerroksen yläpuolella sijaitsevalta lämmönvaihtovyöhykkeeltä (nuolet 7), ja myös talteenottaa se kiinteiden hiukkasten osuus, joka nousee reaktorin alavyöhykkeeltä, joka on alempana kuin tiheäkerros (nuolet 16). Tämä reaktorin alavyöhykkeeltä tulevien hiukkasten talteenotto perustuu kaasun nopeuden pienenemiseen sen saapuessa reaktorin ylemmälle vyöhykkeelle. On kuitenkin huomattava, että toisin kuin muissa menetelmissä, ja lukuunottamatta tiheäleijukerrostien sisäosaa, kaasun nopeus ei laske missään reaktorin sisäpuolella alle sen arvon, joka vastaa toimintaa kiertoleijukerrosoloissa.
25

Tiheäleijukerrokseen talteenotetut hiukkaset siirretään putkilla 17 reaktorin pohjalle heti arinan 4 yläpuolelle. Näihin putkiin voi kuulua sifoni, jota syötetään pohjalta leijutuskaasulla. Tällä tavalla voidaan reaktorin pohjalle palauttaa suuri määrä pienikokoisia kiinteitä hiukkasia, jonne ne eivät olisi aikaisemmin tunnetuissa laitteissa koskaan päässeet. Näin tämän kokoisten hiukkasten konsentraatio reaktorin polttovyöhykkeellä kasvaa huomattavasti, erityisesti sen yläalueella lähellä tiheäkerroksen tasoa.
30 Lisäksi johtuen jo pelkästään poikkileikkauksen muutoksesta, joka on tuloksena tiheäkerroksen läsnäolosta, kaasun nopeus reaktorin alavyöhykkeellä 2 on suurempi kuin sen
35

nopeus ylävyöhykkeellä 3 tiheäkerroksen tason yläpuolella.

Tällä nopeuden kasvamisella aikaansaadaan luonnollisesti myös parempi kiinteiden hiukkasten konsentraation homogeenisuus reaktorin alavyöhykkeellä, mikä varmistaa paremman polton. Haluttu kaasun nopeuden arvo polttovyöhykkeellä voidaan saada valitsemalla sopivasti poikkileikkaukset S_1 ja S_2 , jolloin S_1 on polttovyöhykkeen poikkileikkaus tiheäleijukerroksen tasolla ja S_2 on reaktorin ylävyöhykkeen poikkileikkaus, ja jolloin tiheäleijukerroksen poikkileikkausalue on siis erotus $S_2 - S_1$. Putkissa 17 kierrätettävä kiinteiden hiukkasten määrä riippuu myös tästä poikkileikkauksien suhteesta, koska mitä suurempi nopeus on polttovyöhykkeellä, sitä suurempi on kiinteiden hiukkasten virtausmäärä tämän vyöhykkeen lähdössä, ja sitä suurempi hiukkasamateriaalin määrä tulee talteenotetuksi tiheäleijukerrokseen, koska niiden hiukkasten määrä, jotka putoavat tiheäkerroksen yläpuolella olevan vyöhykkeen pohjalle, riippuu olennaisesti poikkileikkausalasta S_2 .

20 Tiheäkerrokselle valittu poikkileikkausalala ($S_2 - S_1$) on siten tärkeä tekijä keksinnön mukaisen laitteen reaktorin mitoituksessa. Kasvattamalla kaasun nopeutta ja hiukkasamateriaalin konsentraatiota polttovyöhykkeellä se määrää suureksi osaksi sen parannuksen, joka saavutetaan konsentraatioiden homogeenisuuteen polttovyöhykkeellä verrattuna konsentraatioihin tunnetuissa leijukerroksissa.

30 Käytännössä saadaan erinomaisia tuloksia hiilijauheen polttolaitoksissa valitsemalla poikkileikkauksuhde S_2/S_1 väliltä 1,20 - 2.

Kuvat 3A ja 3B esittävät reaktorin pohjaosaa, johon on sovitettu kaksi tiheäleijukerrosta 14A ja 14B välitasolle, jolloin kerrokset on yhdistetty vastaavasti kierrätysputkilla 17A ja 17B polttovyöhykkeen pohjalle leijuarinan 4

yläpuolelle. 17B on esimerkinomaisesti esitetty kaaviomaisesti hiukkasten uudelleensuihkutusputkena, johon kuuluu sifoni, jota syötetään leijutuskaasulla sifonin pohjalta. Näin voidaan helpommin saavuttaa suuri suhde S_2/S_1 , jolloin erotus ($S_2 - S_1$) on kahden tiheäleijukerroksen poikkileikkausalojen summa. Tähän reaktoriin ei kuulu ensimmäisiin pintoihin nähden kohtisuorien sivupintojen 18 ja 19 vieressä olevia leijukerroksia, kuten kuvaan 3A nähden kohtisuorasta leikkaustasosta (IIIB-IIIB) nähdään.

10

Kuvat 4A ja 4B esittävät reaktorin pohjaosaa, jossa on kolme tiheäleijukerrosta, joista kaksi, 14A ja 14B, on kuvan 4A seinämien 20 ja 21 alla, ja kolmas, 14C, seinämän 22 alla, joka on kohtisuorassa ensimmäisiin seinämiin nähden leikkaustasossa, joka on kohtisuora kuvan 4A tasoon nähden (IVB-IVB tässä kuvassa).

Kuvat 5A ja 5B esittävät reaktorin pohjaosaa, jossa on neljä tiheäleijukerrosta, joista kaksi, 14A ja 14B, on seinämien 20 ja 21 alla, ja toiset kaksi, 14C ja 14D, näihin nähden kohtisuorien seinämien 22 ja 23 alla.

Kuva 6A esittää kaaviomaisesti tiheäleijukerroksissa olevia lämmönvaihtopintoja. Lämmönvaihtoputkia on esitetty kierukoilla 26, 27. Ne ulottuvat lähes koko tiheäleijukerrosten korkeudelta.

Kuva 6B on lämmönvaihtimien eräs vaihtoehtoinen järjestely kuvan 6A tiheäleijukerroksissa, nähtynä leikkauksena VIB-VIB kuvasta 6A, jolloin nämä lämmönvaihtimet ulottuvat lähes tiheäleijukerrosten koko pituudelta.

Kuva 6C on lämmönvaihtimien toinen vaihtoehtoinen järjestely kuvan 6A tiheäleijukerroksissa, nähtynä leikkauksena VIB-VIB tästä kuvasta 6A. Tässä toisessa vaihtoehdossa kumpikin kahdesta tiheäleijukerroksesta on jaettu kolmeen osastoon. Päättyosastot on varustettu lämmönvaihtimilla 26,

28 ja 27, 29, ja keskiosastoissa 30, 31 ei ole lämmönvaihtoputkia.

5 Kaikki osastot 26, 27, 28, 29, 30 ja 31 on yhdistetty uudelleensuihkutusvälineillä 17 reaktorin pohjalle, jolloin joka osastolla on omat suihkutuskäytännöt. Osastojen 30 ja 31 suihkutuskäytännöitä ei ole varustettu virtausmäärän säätöelimillä.

10 Kaikki kuvissa 3-5 esitetyt tiheäleijukerrokset ovat toiminnassa reaktorin täydellä kuormituksella, ja ne osallistuvat reaktorin jäähtymiseen. Välikuormilla voidaan jäähtymistä ohjata monella eri tavalla (moduloimalla leijutusta tai pysäyttämällä se, säätämällä hiukkasten uudelleensuihkutusmäärää alavyöhykkeen pohjalle) siten, että reaktorissa säilyy optimilämpötila lähellä 850°C:ta, mikä varmistaa paremman desulfurointitehon. Kun reaktorin kuormitus pienee, myös reaktorin lämpötila laskee, koska jäähtytyspinnat tulevat liian suuriksi. Moduloimalla lämmönvaihtoa tai
15 kytkemällä se pois joissakin tiheäkerrososastoissa, on mahdollista pienentää reaktorin jäähtymistä, ja mahdollistaa näin optimin polttolämpötilan ylläpitäminen reaktorin laajemmalla kuormitusalueella, mikä pitää rikinpoistosuhteen korkealla tasolla.

25

Erityisesti kuvasta 2 nähdään, kuinka keksinnön laitteella voidaan kahden tekijän vaikutuksesta, hiukkasmateriaalin kierrätys takaisin reaktorin pohjalle ja kasvanut nopeus alavyöhykkeellä, jossa poltto tapahtuu, (toisin kuin tunnetuissa kiertoleijukerrosreaktoreissa) erottaa toisistaan
30 ylävyöhyke, jonka seinämät muodostuvat lämmönvaihtoputkista, ja jolle valitaan optimi kaasun nopeus hyvän lämmönvaihtoa aikaansaamiseksi ilman lämmönvaihtoputkien eroosiota, ja alempi polttovyöhyke, jolle valitaan suurempi kaasun
35 nopeus, ja jolle aikaansaadaan homogeenisempi hiukkasmateriaalin konsentraatio kuin aikaisemmin tunnetuissa kiertoleijukerroksissa. Jos reaktorin ylävyöhykkeelle esim.

halutaan nopeus 6 m/s, sen alavyöhykettä voidaan käyttää nopeudella 7,2 m/s - 12 m/s.

Vaikka edellä piirustuksiin viitaten kuvatut välineet reaktion suorittamiseksi kaasun ja hiukkasmateriaalin kanssa koskevatkin laitetta, joka on tarkoitettu hiilipitoisen materiaalin polttoon, jolloin reaktorin jäähdytys suoritetaan sen ylävyöhykkeen seinämiin sijoitetuilla tai vuoratuilla lämmönvaihtoputkilla, on selvää, että keksintöä voidaan soveltaa polton lisäksi myös muihin eksotermisiin reaktioihin, ja myös endotermisiin reaktioihin, kuten esim. alumiinioksidin kalsinointiin, kun halutaan parantaa kiintoaineen konsentraation homogeenisuutta reaktorin alavyöhykkeellä, ja käyttää tällä vyöhykkeellä suuria nopeuksia, jotka eivät sovellu sen ylävyöhykkeelle. Endotermisissä reaktioissa ylävyöhykettä ei tietystikään varusteta hiukasten kanssa suorassa kosketuksessa olevilla lämmönvaihtoputkilla.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä eksotermisen tai endotermisen reaktion suorittamiseksi suljetussa tilassa ainakin yhden kaasun ja
5 ainakin yhden kiinteän hiukkasmaisen materiaalin välillä, johon laitteeseen kuuluu ainakin yhdet välineet (9) hiukkasmaisen materiaalin sisäänsyöttämiseksi, ainakin yhdet välineet (8) leijutus- ja reaktiokaasun sisäänsyöttämiseksi, jolloin hiukkasmaisen materiaalin ja leijutus-
10 kaasun vastaavat syöttönopeudet ovat sellaiset, että ne mahdollistavat kaasun ja hiukkasmaisen materiaalin nopean ylöspäisen virtauksen synnyttämisen reaktorissa, välineet reaktorin yläosaan saapuvan reaktiokaasun ja hiukkasmaisen materiaalin seoksen ohjaamiseksi erottimeen (1A),
15 välineet (1B) reaktiossa muodostuneen kaasun poistamiseksi, ja välineet (1C) hiukkasmaisen materiaalin kierrättämiseksi erottimesta reaktorin pohjalle, jolle menetelmälle on **tunnusomaista** kolme vaihetta:

a) alemmassa vyöhykkeessä (I) ylläpidetään nopean
20 virtauksen leijukerrosta, jossa leijutuskaasun keskimääräinen ylöspäinen nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 4,8 m/s - 12 m/s, ja jolloin vyöhykkeen korkeus on sellainen, että kaasun viipymäaika tällä alavyöhykkeellä on alueella 0,25 - 4 sekuntia;

b) ylemmässä jakson S₂ vyöhykkeessä aikaansaadaan nopeakiertoinen leijukerros, jossa leijutuskaasun ylöspäinen nopeus V tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 4 m/s - 10 m/s, ja tämän nopeuden suhde leijutuskaasun nopeuteen alavyöhykkeellä on alueella 1/2 - 1/1,2,
30 vyöhykkeen korkeuden ollessa sellainen, että leijutuskaasun viipymäaika tällä vyöhykkeellä täydellä kuormituksella on alueella 2 - 10 sekuntia, ja konsentraatio P reaktorin ylävyöhykkeen yläosassa on ainakin 2 kg/m³;

c) vyöhykkeessä (13), joka liittyy alemman vyöhykkeen
35 yläosaan ja on siitä erillinen aikaansaadaan tiheä leijukerros, jossa leijutuskaasun ylöspäinen nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 0,3 m/s - 2,5 m/s, ja

joka on sijoitettu vastaanottamaan sekä alemman vyöhykkeen yläosasta tuleva hienojakoinen materiaali että ylemmästä vyöhykkeestä ainakin sen yhtä seinämää pitkin putoava hienojakoinen materiaali;

5 ja että hienojakoinen materiaali suihkutetaan uudelleen tiheään virtauksen vyöhykkeestä alemman vyöhykkeen pohjalle, joka toimii nopean kierron leijutuskerrosolosuhteissa, jolloin määrä jolla hienojakoista ainesta suhkutetaan uudelleen tiheään virtauksen olosuhteissa
10 toimivasta vyöhykkeestä on suurempi kuin määrä:

$$q = P \times V \times S_2$$

15 2. Laite eksotermisen tai endotermisen reaktion suorittamiseksi suljetussa tilassa ainakin yhden kaasun ja ainakin yhden kiinteän hiukkasmaisen materiaalin välillä, johon laitteeseen kuuluu ainakin yhdet välineet (9) hiukkasmaisen materiaalin sisäänsyöttämiseksi, ainakin yhdet
20 välineet (8) leijutus- ja reaktiokaasun sisäänsyöttämiseksi, jolloin hiukkasmaisen materiaalin ja leijutuskaasun vastaavat syöttönopeudet ovat sellaiset, että ne mahdollistavat kaasun ja hiukkasmaisen materiaalin nopean ylöspäisen virtauksen synnyttämisen reaktorissa, välineet
25 reaktorin yläosaan saapuvan reaktiokaasun ja hiukkasmaisen materiaalin seoksen ohjaamiseksi erottimeen (1A), välineet (1B) reaktiossa muodostuneen kaasun poistamiseksi, ja välineet (1C) hiukkasmaisen materiaalin kierrättämiseksi erottimesta reaktorin pohjalle, tunnettu siitä,
30 että reaktori on jaettu kolmeen vyöhykkeeseen, jotka ovat:

a) alempi nopeakiertoinen leijukerrosvyöhyke (I), jolla leijutuskaasun keskimääräinen ylöspäinen nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 4,8 m/s -
35 12 m/s, ja jolloin vyöhykkeen korkeus on sellainen, että kaasun viipymäaika tällä alavyöhykkeellä on täydellä kuormituksella alueella 0,25 - 4 sekuntia;

b) ylempi nopeakiertoinen leijukerrosvyöhyke, jonka leikkaus on S_2 , ja jolla leijutuskaasun ylöspäinen nopeus V tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 4 m/s - 10 m/s, ja tämän nopeuden suhde leijutuskaasun nopeuteen alavyöhykkeellä on alueella $1/2 - 1/1,2$, vyöhykkeen korkeuden ollessa sellainen, että leijutuskaasun viipymäaika tällä vyöhykkeellä täydellä kuormituksella on alueella 2 - 10 sekuntia, ja konsentraation P reaktorin ylävyöhykkeen yläosassa ollessa ainakin 2 kg/m^3 ; ja

10 c) tiheäleijukerrosvyöhyke (13), jolla leijutuskaasun ylöspäinen nopeus tyhjänä ja täydellä kuormituksella on alueella 0,3 m/s - 2,5 m/s, ja joka on sijoitettu alemman nopeakiertoisen leijukerrosvyöhykkeen yläosan viereen ja erotettu siitä, ja sijoitettu siten, että se vastaanottaa
15 sekä hiukkasmateriaalia, joka laskeutuu alas ylävyöhykkeeltä pitkin ainakin yhtä sen seinämää, että hiukkasmateriaalia, joka tulee sen vieressä olevasta alavyöhykkeen yläosasta;

20 ja että siihen lisäksi kuuluu ainakin yhdet välineet (17) hiukkasmateriaalin uudelleensuihkuttamiseksi tiheäleijukerrosvyöhykkeeltä alemman nopeakiertoisen leijukerrosvyöhykkeen pohjalle, jolloin hiukkasmateriaalia uudelleensuihkutusmäärä tiheäleijukerrosvyöhykkeeltä on suurempi kuin määrä $q = P \times V \times S_2$;

25 ja että ylävyöhykkeen (3) poikkileikkauksen suhde (S_2/S_1) alavyöhykkeen (2) poikkileikkaukseen tiheäleijukerrosvyöhykkeen tasolla on välillä 1,20 - 2.

30 3. Vaatimuksen 2 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siihen kuuluu useita tiheäleijukerrosvyöhykkeitä (14A, 14B, 14C, 14D), jotka on sijoitettu samalle tasolle ja suositeltavasti jaettu kulmittain keskitilan ympärille.

35 4. Jonkin vaatimuksen 2-3 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siihen kuuluu sen tiheäleijukerrosvyöhykkeellä tai -vyöhykkeillä olevat elimet (26, 27, 28, 29) lämmön vaih-

tamiseksi höyrystettävän ja/tai kuumennettavan fluidin kanssa.

5 5. Jonkin vaatimuksen 2-4 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siihen kuuluu välineet säädettävän hiukkasmateriaaliosuuden poistamiseksi tiheäleijukerrosvyöhykkeen tai -vyöhykkeiden yhdestä tai useammasta osastosta.

10 6. Vaatimuksen 4 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siihen kuuluu välineet reaktorin lämpötilan säätämiseksi ohjaamalla ainakin yhden tiheäleijukerroksen ainakin yhden osuuden leijutusta.

15 7. Jonkin vaatimuksen 2-6 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siihen kuuluu ylempään nopeakiertoisen leijukerrosvyöhykkeen seinämässä olevat välineet lämmön vaihtamiseksi höyrystettävän ja/tai kuumennettavan fluidin kanssa.

20 8. Jonkin vaatimuksen 2-7 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siihen kuuluu suuttimet leijutuskaasun suihkuttamiseksi alemman nopeakiertoisen leijukerrosvyöhykkeen alapuolella olevan arinan alta, ja suuttimet tämän kaasun suihkuttamiseksi tämän alavyöhykkeen eri tasoilta (11, 12, 13).

25

9. Jonkin vaatimuksen 2-8 mukaisen laitteen käyttö hiilipitoisen materiaalin polttoon.

Patentkrav

1. Förfarande för att genomföra en exoterm eller endoterm reaktion i en reaktor mellan minst en gas och minst ett
5 sönderdelat fast material, innefattande minst ett medel
(9) för införsel av det sönderdelade fasta materialet,
minst ett medel (8) för införsel av gas för fluidisering
och reaktion, varvid de respektive flödena för införseln
10 av det sönderdelade fasta materialet och fluidiseringsgasen är sådana att de gör det möjligt att etablera en uppåtstigande snabb cirkulering av gasen och det sönderdelade fasta materialet i reaktorn, medel för att föra den blandning av reaktionsgas och sönderdelat fast material som kommer upp i reaktorns övre del in i ett separeringsorgan (1A), medel (1B) för att evakuera den gas som produceras av reaktionen, och medel (1C) för att återcirkulera det sönderdelade fasta material som kommer från separeringsorganet in i reaktorns nederdel, **kännetecknat** av att man inrättar i tre steg:

20 a) i det nedre området (I) på reaktorn, en fluidiserad bädd med snabb cirkulering med en uppåtriktad medelhastighet hos fluidiseringsgasen, vid tom reaktor respektive med full last, som ligger mellan 4,8 m/s och 12 m/s, varvid höjden på detta område är sådan att uppehållstiden för denna gas i detta nedre område ligger mellan 0,25 och
25 4 s vid full last;

b) i det övre området med tvärsnittet S_2 , en fluidiserad bädd med snabb cirkulation, vilken har en uppåtriktad hastighet V hos fluidiseringsgasen, vid tom reaktor respektive med full last, som ligger mellan 4 och 10
30 m/s, varvid förhållandet mellan denna hastighet och hastigheten hos fluidiseringsgasen i det nedre området ligger mellan $1/2$ och $1/1,2$, varvid höjden på detta område är sådan att uppehållstiden för fluidiseringsgasen i detta område ligger, vid full last, mellan 2 och 10 s och
35 koncentrationen P vid toppen på reaktorns övre område är minst lika med 2 kg/m^3 ,

c) i det område som gränsar till den övre delen av det nedre området med en fluidiserad bädd med snabb cirkulation, och skild från detta, en tät fluidiserad bädd (13) med uppåtriktad hastighet hos fluidiseringsgasen, vid tom reaktor respektive med full last, som ligger mellan 0,3 m/s och 2,5 m/s, varvid nämnda område samtidigt mottager sönderdelade fasta material som sjunker tillbaka ned från det övre området längs minst en av väggarna, och fasta material som härrör från den intilliggande övre delen av det nedre området,

och man återinsprutar sönderdelade fasta material från området med tät fluidiserad bädd mot nederdelen av det nedre området med fluidiserad bädd med snabb cirkulering, varvid kapaciteten hos återinsprutningen av sönderdelade fasta material härrörande från området med tät fluidiserad bädd är större än en mängd

$$q = P \times V \times S_2.$$

20

2. Anordning för genomförande av en exoterm eller endoterm reaktion i en inneslutning mellan minst en gas och minst ett sönderdelat fast material, innefattande minst ett medel (9) för införsel av det sönderdelade fasta materialet, minst ett medel (8) för införsel av gas för fluidisering och reaktion, varvid de respektive flödena för införseln av sönderdelat fast material och fluidiseringsgas är sådana att de gör det möjligt att etablera en uppåtstigande snabb cirkulering av gas och sönderdelat fast material i reaktorn, medel för att föra den blandning av reaktionsgas och sönderdelat fast material som kommer upp i reaktorns övre del in i ett separeringsorgan (1A), medel (1B) för att evakuera den gas som produceras av reaktionen, och medel (1C) för att återcirkulera det sönderdelade fasta material som härrör från separeringsorganet in i reaktorns nederdel, **kännetecknat** av, att reaktorn är indelad i tre områden:

a) ett nedre område (I) med fluidiserad bädd med snabb cirkulation med en uppåtriktad medelhastighet hos fluidiseringsgasen, vid tom reaktor respektive med full last, som ligger mellan 4,8 m/s och 12 m/s, varvid höjden på detta område är sådan att uppehållstiden för gasen i detta nedre område ligger, vid full last, mellan 0,25 och 4 s;

b) ett övre område med tvärsnittet S_2 med fluidiserad bädd med snabb cirkulation, vilket har en uppåtriktad hastighet V hos fluidiseringsgasen, vid tom reaktor respektive med full last, som ligger mellan 4 och 10 m/s, varvid förhållandet mellan denna hastighet och den hos fluidiseringsgasen i det nedre området ligger mellan $1/2$ och $1/1,2$, varvid höjden på detta område är sådan att uppehållstiden för fluidiseringsgasen i detta område ligger, vid full last, mellan 2 och 10 s och koncentrationen P vid toppen av det övre området i reaktorn är minst lika med 2 kg/m^3 ,

c) ett område med tät fluidiserad bädd (13), med uppåtriktad hastighet hos fluidiseringsgasen, vid tom reaktor respektive med full last, som ligger mellan 0,3 m/s och 2,5 m/s, angränsande till den övre delen av det nedre området med fluidiserad bädd med snabb cirkulering och skilt från detta, anordnat så att det samtidigt mottager sönderdelade fasta material som sjunker tillbaka ned från det övre området längs minst en av dess väggar, och fasta material härrörande från den intilliggande övre delen av det nedre området,

och varvid anordningen innefattar minst ett medel (17) för återinsprutning av sönderdelade fasta material härrörande från området med tät fluidiserad bädd, mot nederdelen av det nedre området med fluidiserad bädd med snabb cirkulation, varvid kapaciteten hos återinsprutningen av sönderdelade fasta material från området med den täta fluidiserade bädden är större än en mängd $q = P \times V \times S_2$,

och förhållande (S_2/S_1) mellan tvärsnitten hos det övre området (3) och det nedre området (2) i höjd med området med den täta fluidiserade bädden ligger mellan 1,20 och 2.

5

3. Anordning enligt krav 2, **kännetecknad** av att den innefattar flera områden med täta fluidiserade bäddar (14A, 14B, 14C, 14D) anordnade huvudsakligen på samma höjd och med fördel vinkelmässigt förskjutna runt ett centralt utrymme.

10

4. Anordning enligt något av kraven 2 eller 3, **kännetecknad** av att den i det eller de områden som har täta fluidiserade bäddar innefattar värmeväxlarorgan (26, 27, 28, 29) med en fluid som förångas och/eller upphettas.

15

5. Anordning enligt något av kraven 2-4, **kännetecknad** av att den innefattar medel för att evakuera en reglerbar andel av de sönderdelade fasta materialen från en eller flera avdelningar i området eller områdena med täta fluidiserade bäddar.

20

6. Anordning enligt krav 4, **kännetecknad** av att den innefattar medel för att reglera temperaturen hos reaktorn genom att styra fluidiseringen hos minst en del av minst en tät fluidiserad bädd.

25

7. Anordning enligt något av kraven 2-6, **kännetecknad** av att den, i väggen hos det övre området med fluidiserad bädd med snabb cirkulering, innefattar värmeväxlarmedel med en fluid som förångas och/eller upphettas.

30

8. Anordning enligt något av kraven 2-7, **kännetecknad** av att den innefattar insprutningsmunstycken för en fluidiseringsgas under en rost belägen under det nedre området med fluidiserad bädd med snabb cirkulering, och insprut-

35

ningsmunstycken för denna gas (11, 12, 13) vid olika nivåer i detta nedre område.

- 5 9. Användning av anordningen enligt något av kraven 2-8 för förbränning av kolhaltiga ämnen.

FIG.1

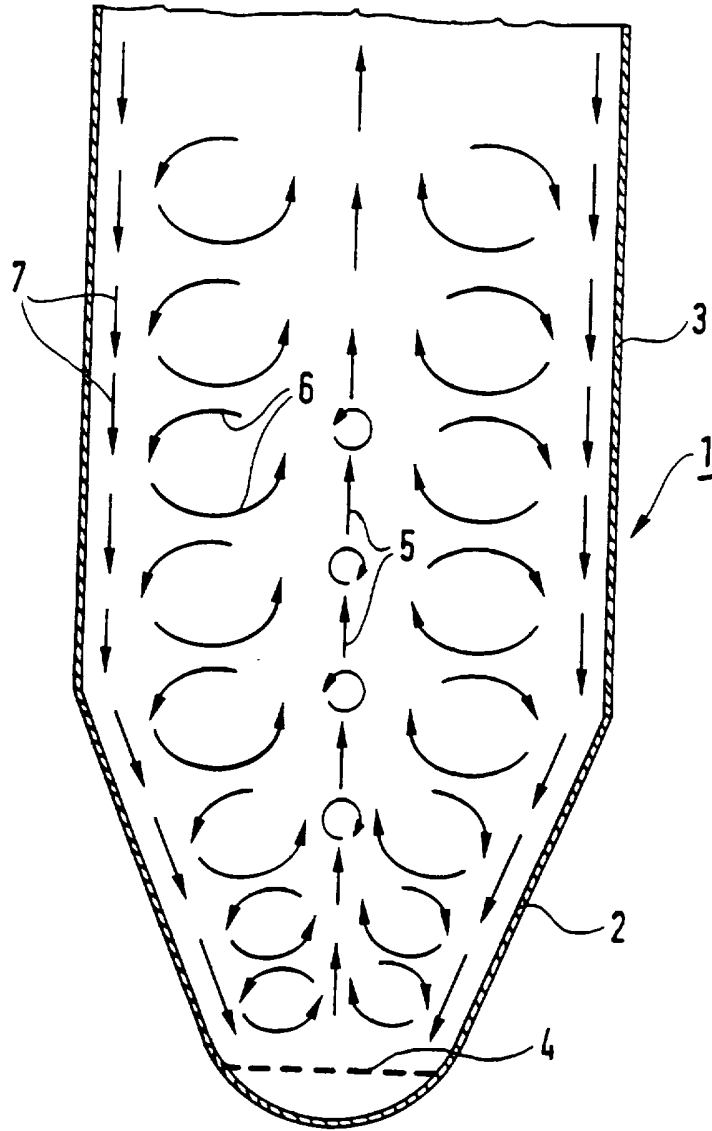


FIG. 2

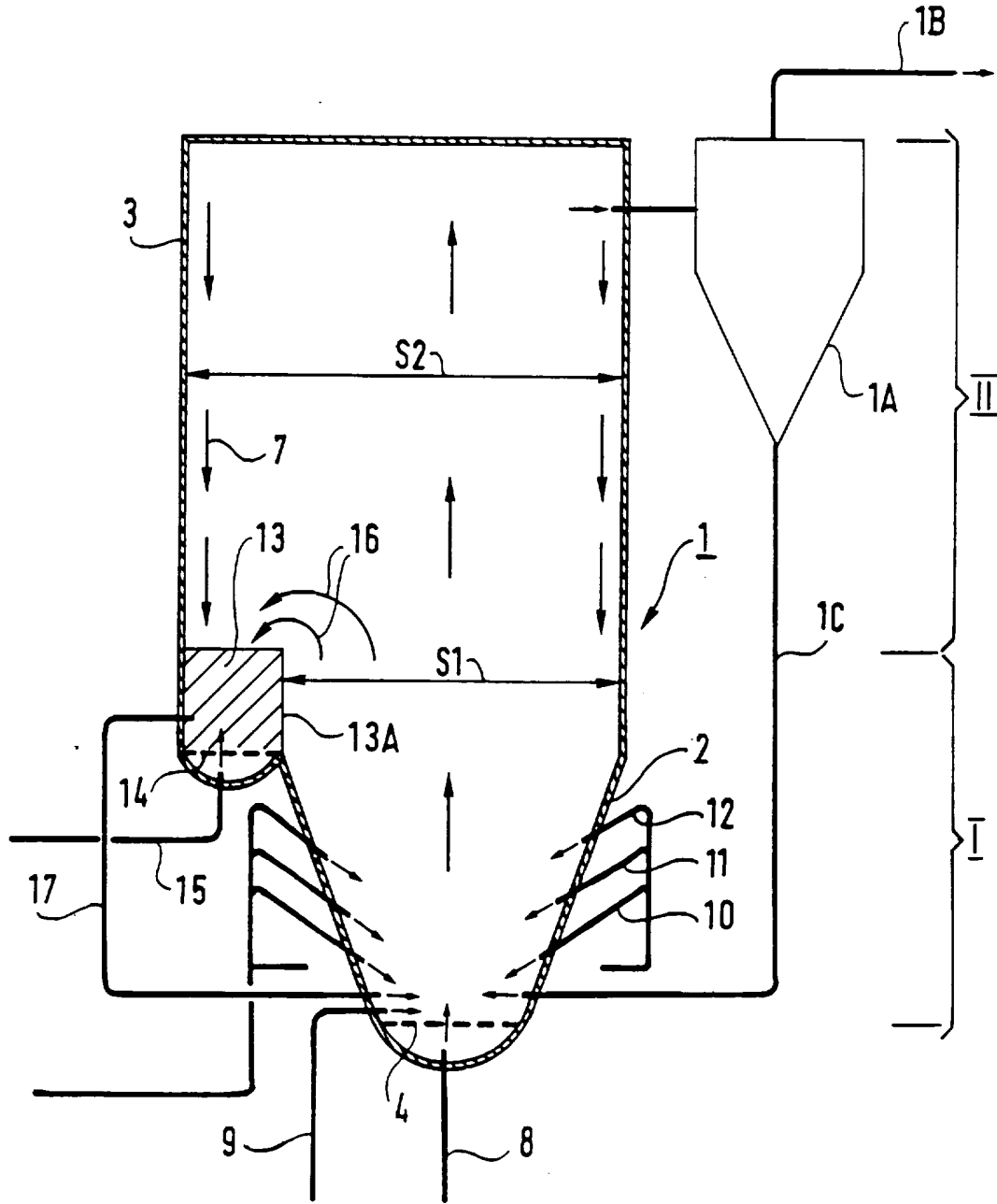


FIG. 3A

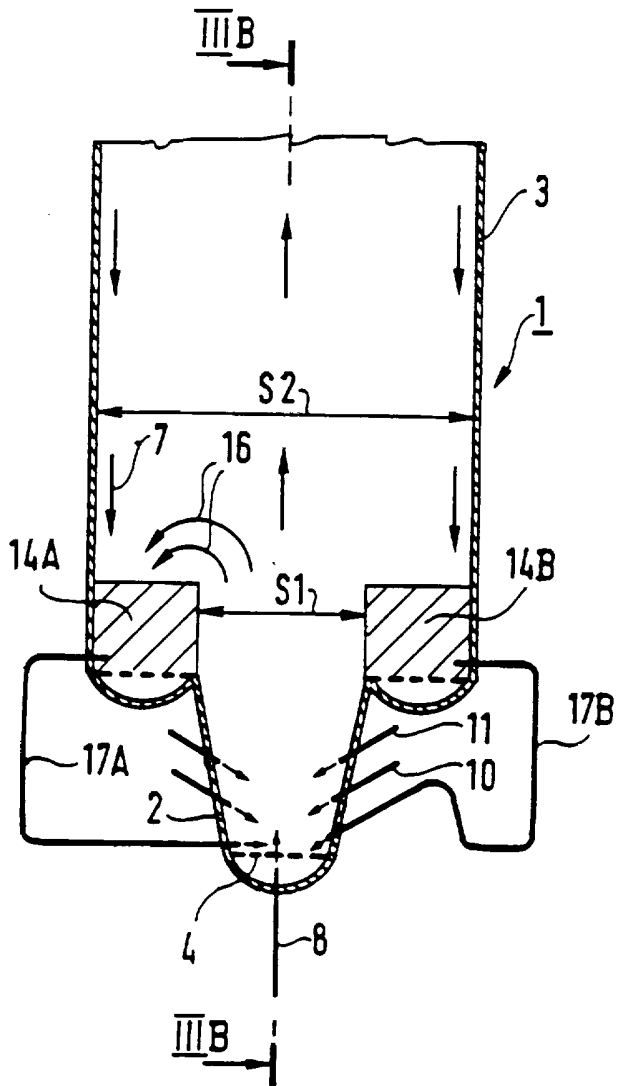


FIG. 3B

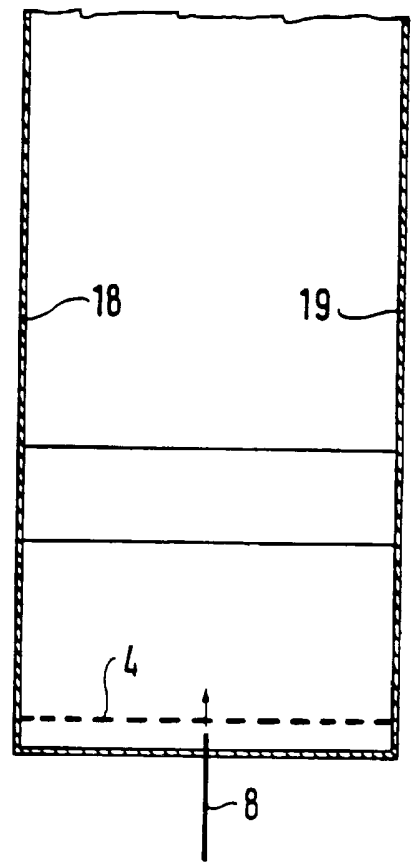


FIG.4A

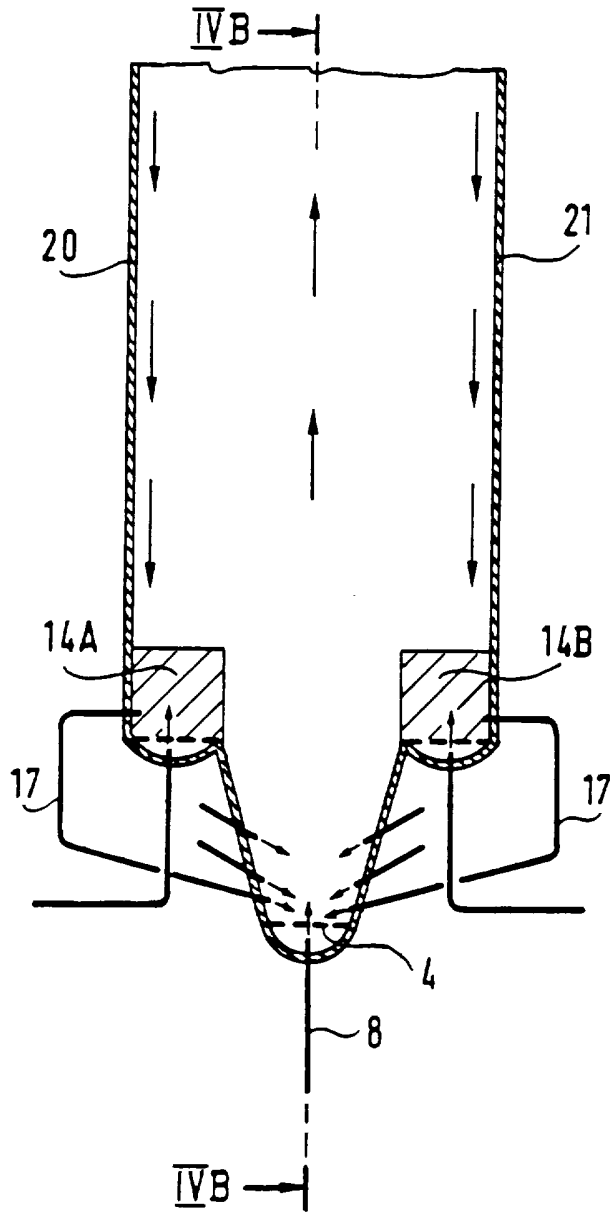


FIG.4B

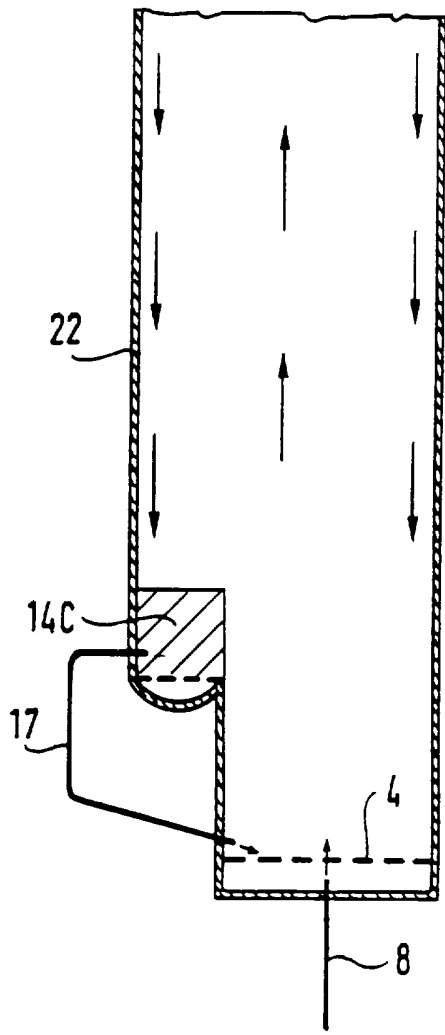


FIG. 5A

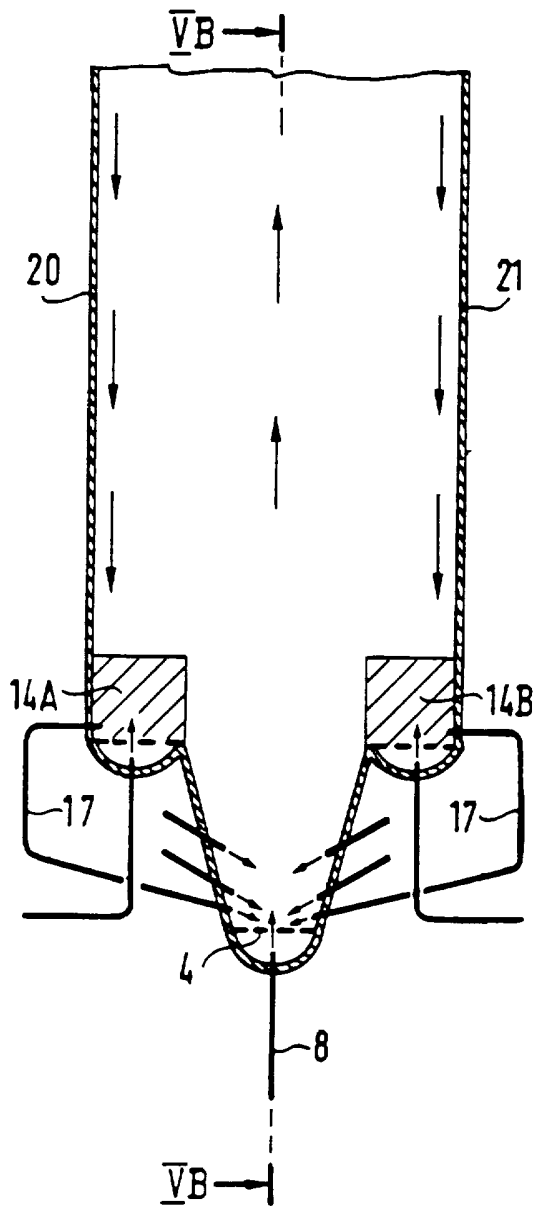


FIG. 5B

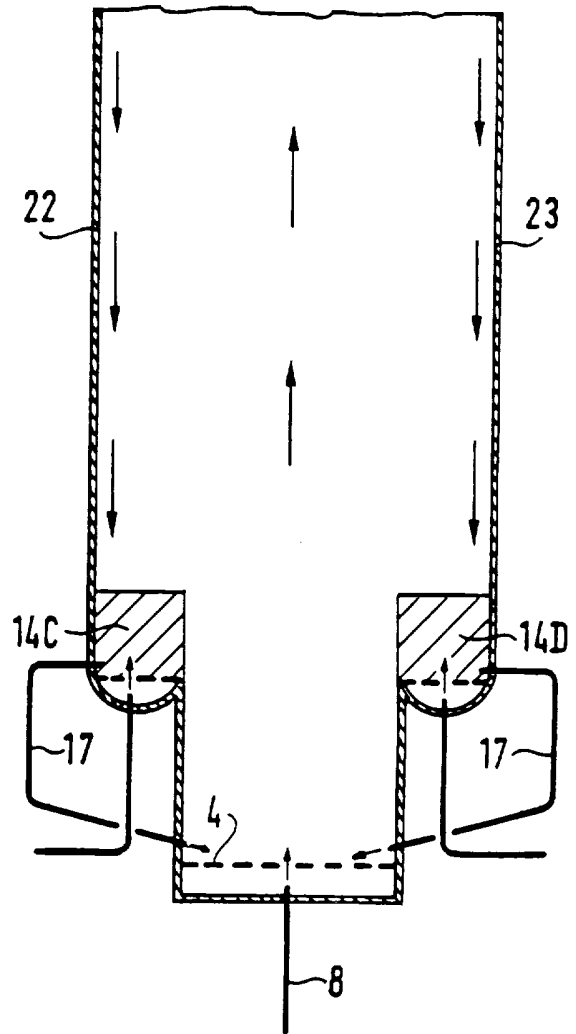


FIG.6A

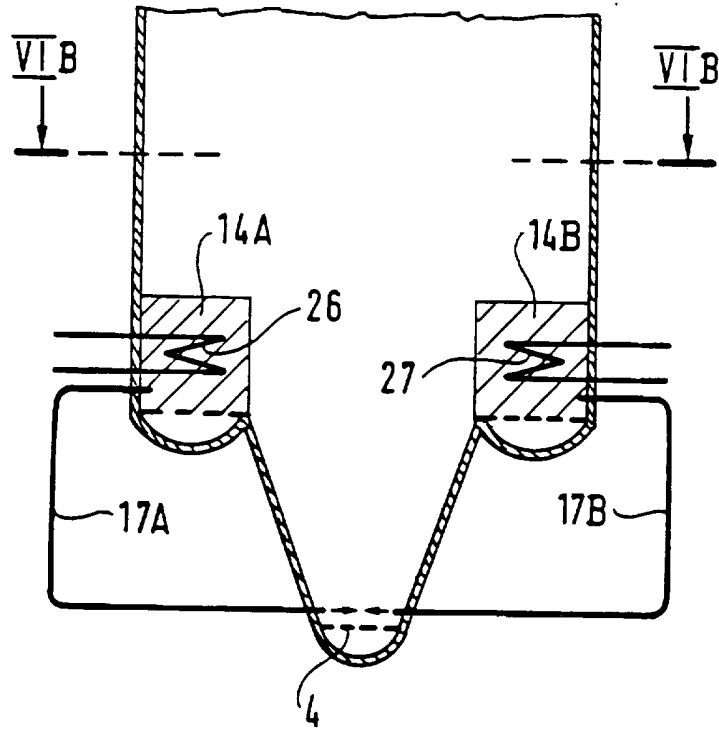


FIG.6B

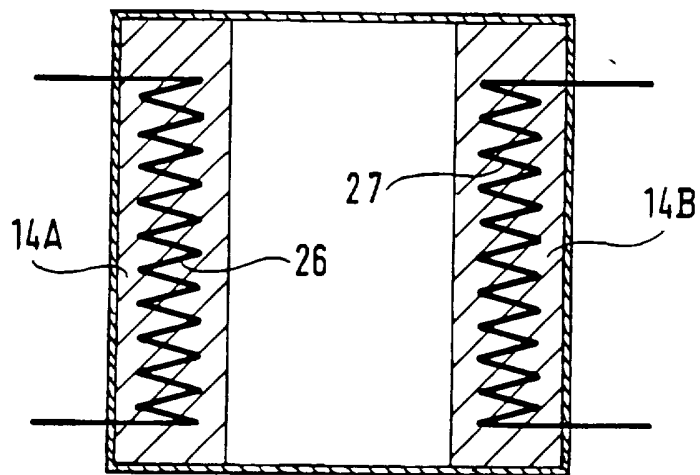


FIG.6C

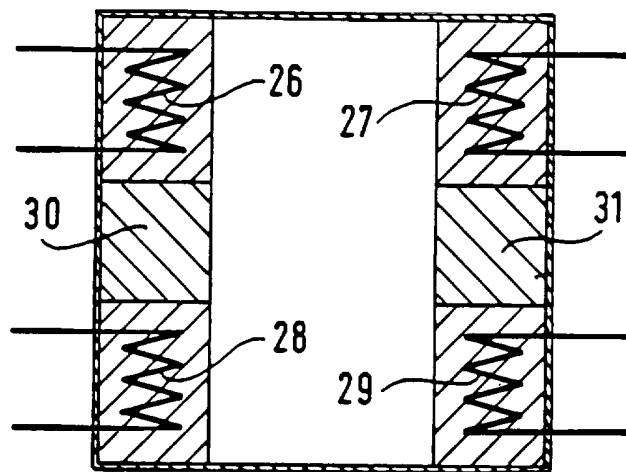


FIG.7

