FI000103019B

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 103019 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 15.04.1999

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

B 01F 3/04

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 945425

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 18.11.1994

(24) Alkupäivä - Löpdag 18.11.1994

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 26.07.1995

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

25.01.1994 FI 940371 P

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(73) Haltija - Innehavare

1. **A. Ahlstrom Corporation**, Noormarkku, PL 18, 48601 Karhula, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. **Manninen, Matti**, Hirventie 3, 48230 Kotka, (FI)
2. **Peltonen, Kari**, Isäntämiehentie 20 D, 48400 Kotka, (FI)
3. **Vesala, Reijo**, Lohniementie 29, 48300 Kotka, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: **A. Ahlstrom Corporation**, PL 18, 48601 Karhula

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

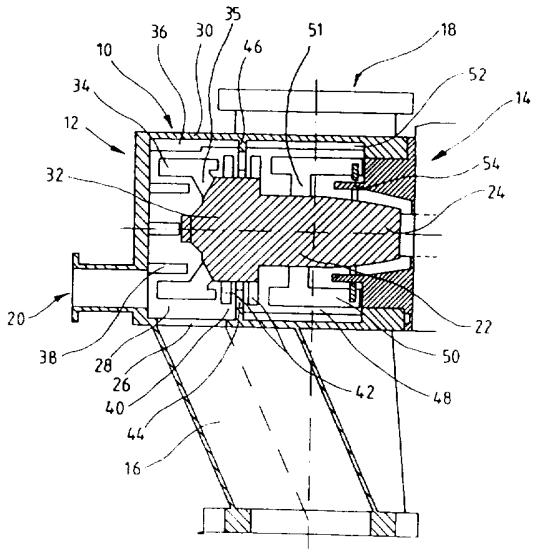
Menetelmä ja laite kaasumaisen kemikaalin sekoittamiseksi kuitususpensioon
Förfarande och anordning för blandande av en gasformig kemikalie i en fibersuspension

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 71962 (D 21C 9/10)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä ja laite suurten kaasumäärien sekoittamiseksi keskisakeaan (8 - 25 %) kuitususpensioon erilaisilla sekoitinelimillä varustettuun sekoitinpesään järjestetyn pyörivän roottorin avulla, joka menetelmä koostuu pääosin seuraavista vaiheista: a) johdetaan mainittu kaasu ja kuitususpensio sekoittimeen, b) sekoitetaan mainittu kaasu fluidisoidussa tilassa olevaan kuitususpensioon samanaikaisesti kuristamalla virtausta niin, että estetään kuitususpension tulovirtauksen ja/tai poistovirtauksen aiheuttamien painevaihteluiden vaikutus sekoitustapahtumaan ja c) poistetaan näin aikaansaatu seos sekoittimesta.



Föreliggande uppfinning hänför sig till ett förfarande och en anordning för inblandning av stora gasmängder i fibersuspensioner av medelkonsistens (8 - 25 %) medelst en med omrörarorgan försedd roterande rotor, anordnad i ett omrörarhus, vilket förfarande huvudsakligen består av följande steg: a) nämnda gas och fibersuspension leds till omröraren, b) nämnda gas inblandas i fibersuspensionen, som befinner sig i ett fluidiserat tillstånd, samtidigt som strömningen stryps så, att tryckvariationerna som förorsakas av fibersuspensionens inloppströmning och/eller utloppsströmning förhindras att inverka på blandningsförloppet och c) den så åstadkomna blandningen avlägsnas från omröraren.

Menetelmä ja laite kaasumaisen kemikaalin sekoittamiseksi kuitususpensioon

Esillä olevan keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannossa kuvattuun käyttöön soveltuva menetelmä ja patenttivaatimuksen 9 johdannossa perusperiaatteiltaan kuvattu laite. Erityisesti keksintö kohdistuu suurten kaasumäärien sekoittamiseen kuitususpensioon. Pyrkimyksenä on ollut kehittää kantokaasun mukana syötettävän otsonin sekoitukseen soveltuva menetelmä ja laite kuitenkaan sulkematta pois myös muitakaan sekoitettavia kemikaaleja. Erityisen hyvin keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta voi soveltaa otsonin sekoittamiseen keskisakeaan (sakeus 8 - 25 %) kuitususpensioon.

Jos halutaan sekoittaa suuria kaasumääriä keskisakeaan kuitususpensioon, mistä nykyaikaisissa valkaisimoissa on yhä useammin kyse, ollaan tilanteessa, jossa kuitususpension sakeus on luokkaa 10 - 15 % ja siihen on pystyttävä sekoittamaan suuri tilavuusosuus kaasua. Toisin sanoen sekoituksen aikana väliaineessa on kuitususpensiota noin 40 - 80 % ja kaasua noin 20 - 60 %, tavallisimmin kaasua kuitenkin on noin 30 - 50 %. Näin suuren kaasumäärän tasainen syöttö ja hyvän sekoitustuloksen saavuttaminen on vaikeaa, koska kaasu erottuu paikallisten paine-erojen vaikutuksesta pienemmän paineen aluelle, jos se suinkin on mahdollista. Tästä seuraa kemikaalihävikin kasvu ja epätasainen valkaisutulos sekä prosessin ajettavuuden huononeminen.

Ennalta tunnetaan jo joukko mm. otsonin sekoitukseen käytettyjä sekoittimia, joista osa on aiemmin suunniteltu nestemäisten kemikaalien sekoitukseen ja joita on voitu käyttää myös kaasumaisten kemikaalien sekoittamiseen sitä menestyksellisemmin mitä pienempi sekoitettava kaasumäärä on ollut. Kyseiset sekoittimet ovat kuitenkin toimineet tyydyttävästi monilla valkaisussa käytettävillä kaasumaisilla kemikaaleilla, jolloin niitä on ensin yritetty sellaisenaan käyttää myös otsonin sekoittamiseen. Pian on kuitenkin huomattu, että, vaikka jokin sekoitin onkin pystynyt tyydyttävästi sekoittamaan muutaman prosentin kaasumääriä kuitususpensioon, ei otsonin ja kantokaasun kymmeniin prosentteihin kohoavan kaasumäärän sekoittaminen massaan enää ole onnistunut. Monia edellä mainittuja sekoittimia onkin yritetty muuntaa sopiviksi suurten kaasumäärien sekoitukseen, mutta lopputuloksena on ollut poikkeuksetta huono, useimmiten täysin epätyydyttävä, sekoi-

tustulos.

Toisen ryhmän tekniikan tason sekoittimista muodostavat nimenomaan suurten kaasumäärien sekoittamiseen otsonivalkaisun kannustamina ja vaatimina viime vuosina suunnitellut laitteet. Niistä monet ovat jo tähän mennessä saavuttaneet kehityskaaressaan sen vaiheen, jossa prototyyppi viedään tehtaalle ja kokeillaan todellisissa käytännön olosuhteissa. Luonnollisesti tulokset ovat lähes poikkeuksetta olleet positiivisempia kuin aiemmilla muunnetuilla sekoittimilla. Kuitenkaan, etenkään niiden mielestä, jotka tuntevat otsonin potentiaaliset mahdollisuudet valkaisussa, nykyisetkään otsonisekoittimet eivät toimi tyydyttävää paremmin tehdasolosuhteissa. On siis saavutettu vaihe, jossa sellutehtaat ovat suhteellisen tyytyväisiä saavutettuun valkaisutulokseen ja sen suhteeseen otsonivalkaisun käyttöönoton vaatimiin investointeihin.

Kuitenkin sekä laite- että prosessipuolella toimivat tuotekehittäjät ovat sitä mieltä, että sekoitustapahtumaa voidaan parantaa vielä huomattavasti. Tutkimuksissa on todettu, että sekoitustapahtuma ei ole useimmissa tapauksissa riittävän tehokas tai että sen tuloksena syntyvä otsonin ja kuitususpension seos ei ole riittävän homogeeninen. Tämä voi ilmetä monella eri tavalla. On mahdollista, että massa tulee valkaistuksi epätasaisesti osan massasta vaurioituessa liian tehokkaasta valkaisusta johtuen, jolloin kyseistä massayksikköä kohti on annosteltu liian paljon otsonia, ja jolloin osa massasta on jäänyt ilman riittävää otsoniannosta jääden siten vain osittain valkaistuksi. On myös mahdollista, että kaasunerotuksessa, joka suoritetaan valkaisureaktion jälkeen, erottuu massasta vielä otsonia, joka käytännössä tarkoittaa, että otsoni ei ole sekoittunut riittävän hyvin massaan tai että otsonilla ei ole ollut riittävästi aikaa reagoida kuitujen kanssa. On myös mahdollista, että otsonin kulutus on kohtuuttoman suuri valkaisun tasoon nähden, jolloin taas syynä on otsonin heikko sekoittuminen kuitususpensioon.

Tutkimuksissa on todettu, että kaikille tekniikan tason mukaisille sekoittimille on ominaista, että niissä kuitususpension tulopaine, tai laajemmin ilmaistuna tuloaukon aiheuttaman painevaikutus, olipa se sitten positiivinen tai negatiivinen, pääsee vaikuttamaan sekoitustapahtumaan. On myös todettu, että kuitususpension poistoaukon painevaikutus pääsee omalta osaltaan vaikuttamaan sekoitustapahtumaan. Edelleen on todettu, että kui-

tususpension tuloaukon aiheuttamat painevaihtelut pääsevät heijastumaan poistoaukolle saakka ja poistoaukon painevaihtelut tuloaukolle saakka. Seurauksena on, että osa kaasusta pääsee kulkemaan sekoittimen läpi hyvin nopeasti, pahimmillaan sekoittimessa voidaan ajatella olevan kanava, jota pitkin osa kaasusta virtaa lähes esteettä. Vastaavasti osa kaasusta joutuu viipymään sekoittimessa kauemmin. Lopputuloksena on kaasun epätasainen annostus kuitususpension eri osiin, josta edelleen seuraa epätasainen massan laatu. Syynä edellä kuvattuun ilmiöön on se, että sekoittimeen järjestetyt fluidisointilaitteet eivät yksin riitä estämään painevaihteluiden heijastumista laitteen läpi.

Seuraavassa käsitellään vielä otsonin tärkeimpiä ominaisuuksia nimenomaan sekoituksen kannalta.

Otsoni on käytetyistä valkaisukemikaaleista luonteeltaan nopeimmin reagoiva. Lisäksi otsoni ei ole vähimmässäkään määrin selektiivinen, vaan se reagoi kaiken tielleen osuvan reagoivan aineen kanssa, myös sellaisten aineiden kanssa, joihin sen ei tulisi vaikuttaa. Voidaan hyvällä syyllä väittää, että otsonia ei edellä mainituista syistä voi verrata mihinkään toiseen valkaisukemikaaliin. Edellä mainituista otsonin ominaisuuksista johtuen otsoni on johdettava lähes kuitutasolle fluidisoidussa seoksessa kunkin kuidun kanssa tekemisiin. Ei voida luottaa, kuten muilla valkaisukemikaaleilla, diffuusioon, jossa riittää, että kemikaali johdetaan kohtuullisen kokoisen kuituflokin läheisyyteen, josta se löytää itse tiensä kuiduille saakka.

Otsonia voidaan valmistaa teollisesti vain suhteellisen laimeina seoksina. Toisin sanoen otsonia valkaisuun syötettävästä kaasusta on vain noin 5 - 14 % lopun ollessa niin sanottua kantokaasua, jona tavallisimmin on happi tai typpi, joskin myös muita inerttejä tai ainakin otsoniin verrattuna inerttejä kaasuja voidaan käyttää. Siten, vaikka suhteellisen pienet otsonimäärät riittäisivätkin valkaisuun on kantokaasua syötettävä ja sekoitettava otsoniin nähden noin 7 - 20-kertainen määrä.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainitut tekniikan tason mukaisille laitteille ja menetelmille ominaiset haittapuolet keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteella, joille tunnusmerkilliset piirteet käyvät ilmi oheisista patenttivaatimuksista.

Seuraavassa keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta selitetään yksityiskohtaisemmin viittaamalla oheisiin kuvioihin, joista

kuvio 1 esittää esillä olevan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 2 esittää esillä olevan keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 3 esittää esillä olevan keksinnön erään kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 4 esittää esillä olevan keksinnön erään neljännen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 5 esittää esillä olevan keksinnön erään viidennen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 6 esittää esillä olevan keksinnön erään kuudennen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 7 esittää esillä olevan keksinnön erään seitsemännen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 8 esittää esillä olevan keksinnön erään kahdeksannen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 9 esittää esillä olevan keksinnön erään yhdeksännen edullisen suoritusmuodon mukaisen laitteen,

kuvio 10 esittää kaavamaisesti, kuinka kaasupitoisessa virtauksessa liikkuvan kappaleen jättöpinnalle kerääntyy kaasua,

kuvio 11 esittää eräitä edullisia poikkileikkausvaihtoehtoja keksinnön mukaisessa laitteessa käytettävän siiven varrelle,

kuvio 12 esittää eräitä edullisia symmetrisiä poikkileikkausvaihtoehtoja keksinnön mukaisessa laitteessa käytettävälle siivelle,

kuvio 13 esittää eräitä edullisia epäsymmetrisiä poikkileikkausvaihtoehtoja keksinnön mukaisessa laitteessa käytettävälle siivelle,

kuviot 14a - 14c esittävät kaavamaisesti kahden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen siiven toimintatapaa,

kuvio 15 esittää keksinnön mukaisen laitteen ja erään tekniikan tason mukaisen laitteen massan kaasusisällöstä johtuvan tehonkulutuksen muutoksen laitteen kierrosnopeuden funktiona, ja

kuviot 16a ja 16b esittävät pari keksinnön mukaista laitetta soveltavaa edullista prosessivaihtoehtoa.

Kuviossa 1 esitetään keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukainen sekoitin, joka koostuu pitkänomaisesta pääosin sylinterinomaisesta sekoitinpesästä 10, kahdesta päädystä 12 ja 14, pesään järjestetyistä yhteistä tulevalle kuitususpensiolle 16, lähtevälle kuitususpensiolle 18 ja sekoitettavalle kaasulle/kaasuseokselle, laajemmin sanoen kemikaalille, 20 sekä pyörivästi toisen päädyn 14 kautta pesän 10 sisälle järjestetystä roottorista 22. Roottori 22 koostuu akselille 24 tai sille järjestetylle navalle sopivalla tavalla, edullisesti varsien 35, 51 välityksellä, kiinnitetyistä siivistä 34, 50 ja sekoituselimistä 42. Roottorin 22 akseli 24 on kytketty tavanomaisiin käyttölaitteisiin (ei esitetty).

Kuvion 1 suoritusmuodossa käsiteltävä kuitususpensio syötetään joko radiaalisesti tai tangentiaalisesti sekoitinpesään 10 järjestetyn yhteen 16 ja pesän seinämässä olevan aukon 26 kautta ensimmäiseen sekoituskammioon 28, ns. esisekoitustilaan tai -vyöhykkeeseen, johon myös sekoitettava kaasu tuodaan kuvion suoritusmuodossa sekoitinpesän 10 päädyssä 12 olevasta yhteestä 20. Tosin kyseinen kaasunsyöttöyhde on myös mahdollista järjestää pesän seinämään 30 (esitetty viitenumeroilla 120 ja 130 mm. kuviossa 2), kuitususpension syöttöyhteeseen 16 tai jopa jonkin verran kauemmas sekoittimesta tulevan massan syöttöputkeen (ei esitetty). On ainoastaan pidettävä huolta siitä, että kaasua ei syötetä niin aikaisin massan joukkoon, että olennainen osa siitä ehtisi kulua reaktioissa ennen sen tehokasta sekoittamista massan joukkoon, jolloin olisi myös luonnollisesti vaarana, että osa kuitususpensiosta tulisi käsitellyksi liian tehokkaasti eli kuidut itsessään ehtisivät vaurioitua.

Sekoittimen roottorin 22 kärki 32 ulottuu edullisesti jonkin matkaa esisekoitustilaan 28, jossa roottorin 22 kärkeen 32 järjestetyt siivet 34 aiheuttavat voimakkaan kuitususpension fluidisoinnin, jolla suuret kuituflokit rikotaan ja syötetty kaasu jaetaan tasaisesti koko esisekoitustilaan 28 pienten flokkien välisiin tiloihin. Edullisesti esisekoitustilan 28 seinämälle on järjestetty ripoja 36, joilla estetään kuitususpension lähteminen liiallisesti pyörimään roottorin 22 siipien 34 mukana. Edullisimmin rivat jatkuvat koko laitteen pituudelle, mahdollisesti vain muuttaen korkeuttaan sekoittimen eri vyöhykkeillä. Pesän 10 pää-

tyyn 12 on myös mahdollista lisätä kiinteitä sekoituselimiä 38, joiden ainoa tarkoitus on lisätä massan turbulenssia esisekoitustilassa 28 ja estää omalta osaltaan massan liiallinen pyöriminen roottorin 22 mukana. Edullisesti pesän 10 päädyn 12 sekoituselimet 38 sijoittuvat säteen suunnassa roottorin siipien 34 sisäpuolelle välimatkan päähän niistä. Sekä roottorin siivet 34 että pesän seinämällä olevat rivat 36 ovat edullisesti olennaisesti aksiaalisia, joskin myös muun suuntaiset fluidisointielimet voivat tulla kyseeseen. Tarvittaessa roottorin 22 siivet 34 voidaan tehdä jonkin verran kuitususpensiota seuraavalle vyöhykkeelle syöttäviksi. Siipien 34 ja ripojen 36 suuntaa huomattavasti tärkeämpi asia on siipien 34 ja ripojen 36 välimatka ja muut niiden mitat, joiden avulla säädetään esisekoitustilan fluidisointitaso sekoitukselle sopivaksi. Tarvittavaan fluidisointitasoon vaikuttavia asioita ovat mm. käsiteltävän kuitususpension määrä (t/h), kuitususpension sakeus, sekoitettavan kaasun määrä, kuitujen alkuperä jne. Koska yllämainitut tekijät aiheuttavat mitä moninaisimpia kombinaatioita, ei mitään yleispäteviä mittoja tai mitoitusperiaatteita voida antaa.

Esisekoitustilaan 28 ulottuva roottorin 22 kärkiosa 32 on esimerkiksi kartiomainen niin, että roottorin 22 pinnan kääntyessä kohti akselin suuntaa siirrytään edellistä voimakkaamman fluidisoinnin vyöhykkeelle ns. homogenointivyöhykkeelle 40, jossa myös kuitususpension virtausnopeus johtuen pienemmästä virtauspinta-alasta on suurimmillaan. Kyseisellä vyöhykkeellä 40 kuitususpension ja kaasun seos fluidisoidaan niin tehokkaasti, että käytännöllisesti katsoen kaikki suspensiossa olevat kuituflokit rikotaan niin pieniksi, enintään vain muutaman kuidun käsittäviksi mikroflokeiksi, että kaasu voidaan jakaa/annostella tasaisesti kautta koko seoksen. Tässä erittäin voimakkaan turbulenssin vyöhykkeessä 40 päästään sekoittamaan kaasu niin tarkoin mikroflokkien pinnalle, että kaasun kulutus vaaleuden muutoksen funktiona voidaan minimoida ja samalla olla varmoja, että kaikki mikroflokit ja niissä olevat kuidut tulevat tasalaatuisesti käsitellyiksi.

Homogenointitilan 40 erittäin voimakas fluidisointi saadaan aikaan roottorin 22 pinnalla olevien edullisesti radiaalisten tappien 42 ja pesän 10 seinämään 30 järjestettyjen hammastusten 44 avulla. Mitä tulee mainittujen ns. tappien 42 muotoon, voivat ne olla pyöreitä ja radiaalisia, mutta myös poikkileikkaukseltaan suorakaiteen tai muun monikulmion muotoiset elimet tai vaikkapa pyramidinomaiset elimet voivat aivan hyvin tulla kysee-

seen. Itse asiassa sekä tapit että ns. hammastukset voivat olla muodoltaan hyvin samanlaiset. Kuviossa 1 on esitetty kaksi roottorin 22 pinnalla kehän suunnassa olevaa tappiriviä 42 ja yksi niiden väliin sijoittuva hammaskehä 44 pesän 10 seinämällä 30. Luonnollisesti sekä tappikehiä 42 että hammaskehiä 44 voi olla kuvatusta poikkeava määrä. Edullisesti viereisten kehien tapit 42 on sijoitettu niin, että ne eivät ole roottorin 22 päädystä katsoen peräkkäin vaan lomittain. Sama koskee myöskin hammastuksia 44, mikäli hammaskehiä on enemmän kuin kuvattu yksi hammaskehä. Edullisesti kukin hammaskehä muodostuu pesän seinämään järjestetystä ehjästä renkaasta 46 ja siitä sisäänpäin kohti akselia ulottuvista hampaista 44. Siten virtausta selvästi kuristetaan hammaskehän 44 kohdalla. Sekä hampaiden 44 että tappien 42 lukumäärä kussakin kehässä vaihtelee laitteen koosta riippuen välillä 2 - 15. Toinen tapa kuristaa virtausta homogenointivyöhykkeellä on luonnollisesti järjestää roottorin tappikehä alkamaan roottorin pinnalle järjestetyn radiaalisesti kohti sekoitinpesän seinämää ojentuvasta rengasmaisesta laipasta.

Juuri edellä kuvatulla virtauksen kuristamisella pystytään estämään tulo- ja poistoaukon painevaihtelujen heijasteleminen toisiinsa saakka. Pakottamalla kuitususpensiovirtaus läpi riittävän pienestä virtauskanavasta varmistetaan se, että sekoitustapahtumasta saadaan homogenointivyöhykkeellä optimaalinen, jolloin kaasu jakautuu ehdottoman tasaisesti koko kuitususpensioon. Kuviossa 1 kuvatun kuristuksen toiminta on seuraava. Pyrittäessä leikkausvoimien maksimointiin suhteessa tilavuuteen on kuvion mukaisessa ratkaisussa roottorille ja pesän seinämälle järjestetty suuri joukko elimiä, joilla pyritään luomaan mahdollisimman täydellinen kolmidimensionaalinen turbulenssitila. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että samalla, kun roottorin tappikehät pyrkivät kierrättämään kuitususpensiota kehän suunnassa, roottorin kuitususpension virtaussuunnassa ensimmäinen tappikehä "heittää" kuitususpension pesän seinämää ja vastaripaa vasten, josta virtauksen edetäkseen aksiaalisuunnassa on kuristusta väistääkseen siirryttävä kohti akselia, josta kuristuksen ohitettuaan kuitususpensio jälleen heitetään toisen tappikehän vaikutuksesta vasten pesän seinämää ja vastaripaa. Mikäli tämän jälkeen on vielä toinen hammaskehä, tämä pakottaa virtauksen keskipakovoimaa vastaan kohti roottorin akselia. Siten tappikehillä ja vastarivoilla kuitususpensio on pakotettu sekä radiaaliseen, aksiaaliseen että kehän suuntaiseen liikkeeseen, jolloin mainittujen elimien aiheuttamien pulssimaisten voimavaikutusten johdosta syntyy kolmidimensionaalinen turbulenssi.

Homogenointivyöhykettä 40 seuraa heikomman turbulenssin vyöhyke ns. ylläpitovyöhyke 48, jota myös reaktiovyöhykkeeksi tai poistovyöhykkeeksi kutsutaan. Roottorin 22 halkaisija on kuvion suoritusmuodossa selvästi pienempi kuin homogenointivyöhykkeellä 40 ja roottori 22 on varustettu esisekoitusvyöhykkeen 28 siipiä 34 vastaavilla siivillä 50. Pesän 10 seinämä 30 ylläpitovyöhykkeellä 48 on edullisesti varustettu rivoilla 52, jotka kuitenkin ovat matalampia kuin esisekoitusvyöhykkeen 28 vastaavat rivat 36. Kuten jo vyöhykkeen nimestä voi päätellä, kyseessä olevan vyöhykkeen 48 tarkoitus on ylläpitää riittävän voimakasta turbulenssia tai fluidisointitasoa kuitususpensiossa, jotta kaasu ei pääsisi erottumaan, vaan voisi jatkaa sitä reaktiota, joka tehtiin mahdolliseksi homogenointivyöhykkeen 40 tasaisella kaasun jakamisella lähestulkoon kuitutasolle saakka. Ylläpitovyöhykkeellä 48 on myös tarkoitus kiihdyttää kuitususpension ja kaasun muodostaman seoksen pyörimisnopeutta niin, että seos voidaan poistaa laitteesta edullisesti tangentiaalisen yhteen 18 kautta. Kuitenkin pyörimisnopeus on pidettävä tasolla, joka ei anna kaasulle mahdollisuutta erottua roottorin 22 ympärille. Tällaista kaasun erottumispyrkimystä voidaan vielä vaikeuttaa järjestämällä pesän 10 päätyyn 14 kiinteät roottorin 22 siipien 50 ja roottorin 22 pinnan välille sijoittuvat edullisesti aksiaalisesti ylläpitovyöhykkeelle 48 ulottuvat siivet 54. Kun roottorin 22 siivillä 50 kuitususpensiolle on annettu sopiva liikenopeus ja kun poistoyhde 18 on muotoiltu virtausopillisesti oikein, saadaan kuitususpensio-kaasuseos poistettua sekoittimesta niin, että kaasu ei pääse erottumaan, vaan jäännöskaasussa oleva valkaisukemikaali voi esteettä jatkaa reaktiota myös poistoputkessa ja/tai sitä seuraavassa varsinaisessa valkaisureaktorissa, mikäli sellainen katsotaan tarpeelliseksi. Kyseistä erillistä valkaisureaktoria ei kuitenkaan nykytietämyksen valossa otsonia valkaisukemikaalina käytettäessä tarvita. Joissakin tapauksissa tämä kylläkin vaatii reaktiovyöhykkeen huomattavaa pidentämistä, josta seuraa ylimääräistä energiankulutusta, jos halutaan koko ajan ylläpitää riittävää turbulenssitasoa kaasun erottumisen eliminoimiseksi.

Ominaista koko edellä kuvatulle rakenteelle on se, että konstruktiossa lähtökohtana on ollut kaasun erottumiselle otollisten kohtien vähentäminen, ja mikäli tällaisia kohtia on ollut pakko laitteeseen jättää, on niiden vaikutus pyritty eliminoimaan estämällä kaasun virtaaminen laitteen akselin suunnassa. Toisin sanoen laitteen rakenteella on pyritty eliminoimaan erottuneen kaasun kanavoitumispyrkimys eli kulkeutuminen jotakin puutteel-

lisesta konstruktiosta pääosin johtuvaa reittiä pitkin kaasun syötöstä tai erottumiskohdasta massan poistoon, tai ainakin pitkän matkaa kaasukuplana kohti kaasun poistoa. Kuviossa 1 esitetyistä mainittuun tarkoitukseen tähtäävistä rakenteellisista ratkaisuista voidaan mainita mm. siivet 34 ja 50, rengas 46 sekä tappien 42 yhteydessä mainittu rengasmainen laippa.

Mainituille siiville 34 ja 50 on ominaista, että niitä ei ole koko aksiaaliselta pituudeltaan kiinnitetty roottoriin, vaan aksiaalisessa suunnassa suhteellisen lyhyen varren 35, 51 välityksellä. Tarkoituksena on estää suuren kaasukuplan muodostuminen siiven ja/tai siiven varren katveeseen. Kuvion ratkaisussa siiven varren taakse pääsee muodostumaan vain aivan pieni kaasukupla. Edelleen, johtuen siipien 34, 50 ja roottorin 22 navan tai roottorirungon välillä olevasta vapaasta tilasta pääsee massavirtaus kiertämään siipeä niin, että siipien 34, 50 takapuolelle ei pääse kerääntymään merkittävästi kaasua. Myöhemmin esitettävissä ratkaisuissa myös tätä kaasun kerääntymispyrkimystä on pyritty pienentämään. Rengas 46 puolestaan estää vastaripojen 36 takapuolelle kerääntyneen kaasun virtaamisen ripaa pitkin massan poistoaukon suuntaan. Rengas 46 pakottaa kaasun kohti roottoria 22, jolloin tappikehien 42 kehittämä voimakas turbulenssi hajottaa kaasukuplat ja sekoittaa ne tasaisesti massan joukkoon. Aivan vastaavalla tavalla roottorin 22 puolelle tappien 42 yhteyteen mahdollisesti järjestetty rengasmainen laippa estää roottorin ympärille mahdollisesti syntyneen kaasukuplan siirtymisen aksiaalisuunnassa massan poistoa kohti pakottamalla sen radiaalisesti ulospäin, jossa voimakas turbulenssi sekoittaa kaasun tasaisesti massan joukkoon.

Vielä yhtenä kaasun erottumispyrkimystä haittaavana tekijänä voidaan mainita itse roottorin rakenne tai tarkemmin sanoen roottorirungon olemassaolo. On nimittäin tunnettu tosiasia, että siirrettäessä kuitususpensiota pyörivällä roottorilla varustetussa fluidisoivassa laitteessa akselin suunnassa tuloaukosta poistoaukkoa kohti massa pyrkii kiertämään roottorin mukana pitkin laitteen kehää riippumatta siitä, onko kehälle järjestetty kiinteitä ripoja vai ei. Massan kiertoliike puolestaan pyrkii erottamaan kaasua virtauksen keskiöön, jolloin luonnollinen tapa estää kaasun kerääntymistä on järjestää roottorin rakenne sellaiseksi, että se täyttää sen tilan, johon kaasu voisi muutoin erottua. Niinpä kuvioissa esitetyissä suoritusmuodoissa sekä homogenointivyöhykkeellä että ylläpitovyöhykkeellä

roottorirunko on suhteellisen paksu ja jättää vain rajoitetun tilan itsensä ja pesän seinämän väliin. Esisekoitustilassa roottorin keskiö on käytännöllisesti katsoen avoin, koska useimmissa tapauksissa massan pyörimisliike ei ole vielä ehtinyt kiihtyä niin suureksi, että kaasu voisi alkaa erottua. Toisaalta esisekoitustilaan syötetään myös suuret määrät kaasua, jolloin kaasu joka tapauksessa on enemmän tai vähemmän suurissa kuplissa ilman, että se olisi tasaisesti jakautuneena kuitususpension joukkoon. Siten roottorirungon järjestäminen laitteen syöttöpäästä alkaen täyteen mittaansa olisi perusteetonta.

Kuviossa 2 esitetään keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukainen sekoitin. Kuvion mukaisessa ratkaisussa sekoittimen roottorin 122 halkaisijaa ei pienennetä homogenointivyöhykkeen 40 jälkeen, vaan sitä kasvatetaan kartiomaisella välikappaleella 156 niin, että päästään poistoaukon 18 kohdalla suhteellisen suurihalkaisijaiseen roottoriin 122, jonka pinnalla on ripoja 158 turbulenssitason säilyttämiseksi riittävän korkeana kaasun pitämiseksi tasaisesti jakautuneena kautta koko suspension. Kuvion suoritusmuodossa esitetään myös toinen hammaskehä 144, joka sijoittuu kartiomaisen välikappaleen 156 kohdalle ja jonka hampaiden ei siten tarvitse ulottua niin syvälle homogenointitilaan 40. Edelleen kuvion suoritusmuodossa esisekoitusvyöhykkeellä 28 roottorin 122 kärjessä 132 olevat siivet 134 ovat muodoltaan hieman kuvion 1 suoritusmuodosta poikkeavat. Toisin sanoen siipien 134 kiinnityskohdasta homogenointivyöhykettä 40 kohti ojentuvat siipien jatkeet on jätetty pois. Luonnollisesti kuviossa 2 esitettyjä eri variaatioita voidaan soveltaa yksitellen ilman mitään tarvetta käyttää kaikkia juuri nimenomaan kuvion esittämällä tavalla. Kuviossa 2 esitetään lisäksi se, että kaasun tuloyhde 120 voi olla sekoitinpesän seinämässä 130 ja että massan tuloaukko voi olla myös kulma-asemassa poistoaukon 18 suhteen (90° kulma esitetty).

Eräänä kuvioiden 1 ja 2 suoritusmuotojen yhdistelmänä kannattaa mainita ratkaisu, jossa roottori on käytännöllisesti katsoen kuvion 1 mukainen ja pesä osittain kuvion 2 mukainen. Tällöin pesän seinämällä on kaksi hammaskehää, jotka toimivat, kuten edellä jo kerrottiin, eli toinen hammaskehä 144 suuntaa aksiaalista virtausta kohti roottoria, jolloin päädytään tilanteeseen, jossa tuleva virtaus johtuu reaktiovyöhykkeellä roottorin pintaa pitkin laitteen päätyyn saakka, nousee siellä keskipakovoiman vaikutuksesta pesän kehälle ja pääsee vasta siinä vaiheessa poistumaan laitteesta. Tällä toimintamallilla varmiste-

taan se, että käytännöllisesti katsoen mikään osa virtauksesta ei pääse kulkeutumaan suoraan esisekoitusvyöhykkeeltä massan poistoon, toisin sanoen massan kanavoituminen estetään, vaan joutuu kiertämään kierroksen reaktiovyöhykkeellä. Tällä myös lisätään massan viipymäaikaa laitteessa niin, että otsonivalkaisureaktio ehditään toteuttaa itse laitteessa käytännöllisesti katsoen kokonaan.

Kuviossa 3 esitetään keksinnön erään edullisen kolmannen suoritusmuodon mukainen sekoitin, joka voi muulta rakenteeltaan olla joko kuvion 1 tai kuvion 2 (esitetty kuviossa) tai niissä esitettyjen variaatioiden jonkin eri kombinaation mukainen paitsi, että kuitususpension tuloaukko 226 on kuvion 3 ratkaisussa aksiaalinen ja kaasun (kuviossa esitetty) tuloyhde 220 radiaalinen. Toisin sanoen kuitususpension tuloaukko 226 sijoittuu edullisesti pesän päätyyn 12 ja kaasun tuloyhde 220 edullisesti pesän 10 seinämään 30. Eräänä vaihtoehtona kuviossa esitetylle tuloaukolle 226 voidaan mainita ratkaisu, jossa laitteen pääty on kuviota 1 vastaava niin, että massa syötetään kuvion 1 kiinteiden sekoituselimien 38 sisäpuolelta aksiaalisesti laitteeseen.

Kuviossa 4 esitetään vielä eräs vaihtoehto aiemmissa kuvioissa esitetylle roottorin kärkiosalle 32, joka voi kuvion mukaisesti olla varustettu lähes tai jopa akselilinjalle saakka ulottuvilla sekoitinsiivillä 360 aiempien suoritusmuotojen akselin suuntaisten, mutta välimatkan päähän akselista sijoittuvien, siipien 334 lisäksi. Kuviossa on myös esitetty se mahdollisuus, että roottorin 22 halkaisija voi olla käytännöllisesti katsoen vakio koko roottorin 22 pituudelta, siis ainakin homogenointivyöhykkeellä 40 ja ylläpitovyöhykkeellä 48. Olennaista kuvion ratkaisulle on se, että siivet 334 ja 360 ovat radiaaliselta mitaltaan suhteellisen vaatimattomia, jolloin niiden taakse ei pääse muodostumaan merkittävää kaasukerääntymää. Toisaalta siipien muoto myös mahdollistaa massavirtauksen kiertämisen siipien ympäri. On myös huomattu, että, vaikka kaasua pystyisi teoriassa erottumaan siipien 360 sisäpuolelle roottorin avoimeen keskiöön, sitä ei käytännössä tapahdu, koska kuitususpensioon ei ole ehtinyt muodostua kaasun erottumisen vaatimaa keskipakokenttää.

Kuviossa 5 esitetään kuvion 1 tyyppinen rakenneratkaisu, jossa kuitenkin roottorin siipien 134 ja 150 reunat on varustettu joko kolmiomaisille lovilla 168 tai suorakaiteen tai

jonkin muun sopivan muodon omaavilla lovilla 166, joiden tarkoitus on edelleen pienentää siipien taakse kerääntymään pyrkivän kaasukuplan kokoa. Lovet 166 ja 168 voidaan sijoittaa joko ainoastaan siipien 134 ja 150 ulkoreunalle tai myös siipien päihin ja sisäreunalle. Lovet 166 ja 168 synnyttävät ympäristöönsä mikroturbulenssia, joka pyrkii rikkomaan siiven 134, 150 taakse syntynyttä kaasukuplaa. Koska suoritetuissa kokeissa on todettu roottorin ja sen vastinelinten välysten optimoinnin olevan ensiarvoisen tärkeää, on pesän seinämällä olevat vastarivat 136 ja 152 edullisesti varustettu roottorin siipien 134 ja 150 lovien kohdalta olennaisesti roottorin siipien lovien muotoisilla ulokkeilla 178 ja 176. Näin toteutetaan pyrkimys siihen, että roottorin siipi ei saa pyörittää massaa, mutta toisaalta nopeuseroja massan sisälle on synnytettävä mahdollisimman tehokkaasti. Toki on myös mahdollista järjestää ulokkeet siipiin ja vastaavat syvennykset vastinripoihin. Kuviossa on myös esitetty tapa, jolla estetään ja/tai minimoidaan kaasun kerääntyminen vastarivan 136 tai jonkin muun kiinteästi asennetun rivan taakse. Rivan 136 juuriosa eli pesän seinämän ja rivan kiinnityskohta on varustettu rei'illä, aukoilla tai raoilla 180, joista massasuihku pääsee purkautumaan rivan taakse näin pienentäen kaasukuplan kokoa. Laajemmin ajatellen riittää, että ripa itsessään on varustettu jonkinlaisella virtausaukolla, jota kautta kuitususpensio pääsee virtaamaan rivan "takapuolelle", rajoittuisipa mainittu aukko sitten kokonaisuudessaan ripamateriaaliin tai osittain pesän seinämään. Tämä ratkaisu on itse asiassa toiminnallisesti identtinen roottorin siipien ja roottorin navan väliin välimatkan jättävän ratkaisun kanssa.

Kuviossa 6 esitetään kuvion 4 tyyppisen laitteen yhteydessä siipiratkaisu, jossa roottorin esisekoitusvyöhykkeen siivet 334 ja 360 on varustettu aukoilla 362 ja 364, joista ensinmainitut sijoittuvat roottorin ja siipien yhtymäkohtaan ja jälkimmäiset kauemmaksi siipiin. Aukkojen tarkoitus on estää kaasukuplan kerääntyminen siipien katveeseen. Kuviossa on myös esitetty siipi 258, joka on tavallaan kuvion 1 siiven 50 kaltainen siinä mielessä, että siiven 258 pääosan ja roottorin välillä on rako, jota kautta kuitususpensio pääsee virtaamaan siiven ja roottorin välistä ja näin estämään suuren kaasukuplan syntymisen joskin tämän kuvion esittämässä suoritusmuodossa siiven edullisesti aksiaalinen 258 pääosa on kiinnitetty päistään eräänlaisilla varsilla roottorin napaan. Aukkojen 362 ja 364 läpi purkautuva massavirta pienentää muutoin siipien taakse kerääntyvän kaasukuplan erään teorian mukaan lähes olemattoman suuruiseksi. Kuitenkin aukkojen koon mitoitus on tärke-

ää, koska toisaalta pyrkimyksenä on saada aikaan siiven ympäri kiertävä virtaus. Väärin mitoitetun aukon kautta purkautuva massasuihku voi estää kokonaan tällaisen toivotun pyörivän virtauksen syntymisen.

Kuviossa 7 esitetään vielä roottoriratkaisu, jossa siivet 234 ja 250 eivät enää ole akselin suuntaiset, vaan muodostavat kulman akselin kanssa. Kuviossa on myös katkoviivoilla esitetty, kuinka siivessä 234 oleva aukko 364 voi itse asiassa ulottua lähes koko siiven pituudelle siiven juuresta aivan siiven kärkiosaan saakka.

Kuviossa 8 on esitetty aiemmissa kuvioissa esitetyistä ratkaisuista selkeästi erottuva suoritusmuoto. Tämän suoritusmuodon mukaisessa ratkaisussa esitetään ensinnäkin, että keksinnön mukainen sekoitin, itse asiassa myös mikä tahansa aiempien suoritusmuotojen mukaisista sekoittimista, voidaan asentaa pystyasentoon esimerkiksi niin, että käyttömoottori sijoittuu sekoittimen alapuolelle. Toisena ominaisuutena kuvion 8 suoritusmuodossa on se, että massa syötetään joko radiaalisesti tai tangentiaalisesti laitteeseen sekoitinpesän 430 päädyn 14 puoleiseen osaan. Toisin sanoen kohtaan, jossa roottorirunko sulkee roottorin 422 keskiön. Kuvion esittämässä ratkaisussa massa syötetään yhdessä sekoitettavan kemikaalin kanssa yhteestä 416. Edelleen, toisin kuin aiemmissa suoritusmuodoissa, massa poistetaan laitteesta aksiaalisesti lähinnä WO patenttihakemuksessa 93/07961 kuvatulla tavalla. Lyhyesti sanottuna massa, johon kaasu on jaettu tasaisesti homogenointivyöhykkeellä 440, puretaan tasaisesti turbulenssia kautta koko suspension vaimentaen laajenevaan aksiaaliseen poistokanavaan 418. Poistokanavan virtauspinta-alan laajentaminen voidaan tehdä periaatteessa kahdella tavalla. Toisin sanoen, joko antamalla itse virtauskanavan laajentua vaikkapa kartiomaisesti kohti poistoaukkoa tai supistamalla roottorin 422 kärkiosaa 432 joko kartiomaisesti tai edullisesti paraboloidisesti. Luonnollista on myös hoitaa asia mainittujen tapojen yhdistelmällä, kuten kuviossa on esitetty. Edullisesti poistokanava 418 on yhdistetty edelleen laajenevaan virtausputkiston osaan 470 tai aivan tarkoitusta varten suunniteltuun reaktiosäiliöön. Pyrkimyksenä on vaimentaa turbulenssi kuitususpension ja kaasun seoksessa niin, että kaasu ei pääse erottumaan mihinkään osaan virtausta, vaan jää homogeenisesti annosteltuna laminaariseen tulppavirtaukseen.

Mitä tulee laitteen muiden osakokonaisuuksien yksityiskohtiin, on ne esitelty aiemmissa suoritusmuodoissa, joten on selvää, että niistä voidaan koota tarkoitukseen sopiva kombinaatio myös tähän suoritusmuotoon.

Kuviossa 9 esitetään vielä eräs keksinnön edullisen suoritusmuodon mukainen ratkaisu eli ns. jakava sekoitin. Kuvion 6 mukaisen ratkaisun ollessa lähtökohtana on sekoitinpesän 530 reaktiovyöhykkeelle 548 järjestetty tasaisin välimatkoin neljä poistoyhdettä 518, joskin lukumäärä voi luonnollisesti vaihdella. Useampia poistoyhteitä 518 tarvitaan esimerkiksi silloin, kun massa halutaan johtaa toisistaan erillään oleviin kohteisiin, tai, kun halutaan syöttää massa esimerkiksi neljästä happi- tai peroksidivalkaisutornin pohjaan sijoitetusta tuloaukosta torniin massatornin kanalisoitumisen estämiseksi.

Kuviossa 10 esitetään kaavamaisesti, kuinka kaasu pyrkii kerääntymään virtauksessa liikkuvan kappaleen, olipa se sitten pyörivä siipi tai siiven roottoriin kiinnittävä varsi, takapinnan läheisyyteen "pyrstöksi". Nuolella on kuvattu mainitun kappaleen liikesuunta virtauksessa.

Kuviossa 11 esitetään erilaisia siiven varren edullisia poikkileikkausmuotoja. Nuoli poikkileikkauskuvioiden alla näyttää siiven varren liikesuunnan. Vasemmanpuoleinen varsi on poikkileikkaukseltaan joko neliömäinen tai ainakin suorakulmaisen särmiön muotoinen. Se aiheuttaa jättöpinnalleen kuviossa 10 esitetyn suhteellisen suuren kaasukerääntymän, mutta valmistustekniikaltaan kuvattu varsi on edullisin. Keskimmäinen esitetyistä varsista on olennaisesti pyöreä poikkileikkaukseltaan, jolloin varren taakse kerääntyvän kaasukuplan koko on jo huomattavasti edellistä vaihtoehtoa pienempi. Äärimmäisenä oikealla on kuvattu poikkileikkaukseltaan pisaranmuotoinen siiven varsi, joka ei enää oikeastaan ollenkaan salli kaasun erottuvan taakseen, vaan lävistää virtauksen virtaviivaisesti. Kiinnitettäessä siipi tätä pisaramaista vartta käyttäen on vartta mahdollista luonnollisesti kiertää pituusakselinsa ympäri niin, että sen symmetria-akselin suunta osuu täysin siiven ja virtaavan massan nopeuksien resultantin suuntaiseksi.

Kuviossa 12 on esitetty joukko mahdollisia siiven poikkileikkausmuotoja, joiden symmetria-akseli on olennaisesti samansuuntainen siiven liikesuunnan tai sen tangentin kanssa.

Äärimmäisenä vasemmalla oleva poikkileikkaus kuvaa joko neliömäistä tai ainakin suorakulmion muotoista siiven poikkileikkausta. Toisena vasemmalta nähdään yleisesti ottaen kaarevan pinnan ja tasopinnan yhdistelmä, joka tosin voidaan laajentaa myös kahden kaarevan pinnan yhdistelmäksi. Edullisesti kyseessä on kuitenkin sylinteripinnan ja tasopinnan yhdistelmä. Keskimmäinen poikkileikkauksista kuvaa tasakylkisen kolmion muotoista siipeä. Toinen oikealta esittää siipeä, jossa kolmion kyljet ovat pullistuneet ulospäin, jolloin siiven poikkileikkaus muistuttaa luodin kärkeä. On myös mahdollista tehdä kyljet sisäänpäin taivutetuiksi ts. koveriksi, mutta tämä kasvattaisi jonkin verran kaasukuplan kokoa kuvattuun suoritusmuotoon verrattuna. Äärimmäisenä oikealla esitetään ellipsimäinen siiven poikkileikkaus, joskin luonnollisesti myös pyöreä poikkileikkaus ellipsin erikoistapauksena voisi tulla kysymykseen. Tässä vaiheessa on syytä muistaa, että, vaikka edellä kuviossa 11 esitettiin siiven varren yhteydessä rakenteita, joilla pyritään mahdollisimman pieneen kaasukuplan kokoon, eivät vastaavat poikkileikkausmuodot toimi siivellä, koska siipi ei tällöin pystyisi kehittämään sekoituksen vaatimaa riittävää turbulenssia. Siten siiven yhteydessä on aina pystyttävä löytämään kompromissi kaasukuplan koon ja sekoitustehokkuuden välillä. Nyrkkisääntönä voitaneen sanoa molempien kasvavan lähestulkoon samassa suhteessa eli molemmat tekijät ovat suoraan verrannollisia toisiinsa. Niinpä kuvioon 12 onkin piirretty ehjällä viivalla nuoli, joka kuvaa tämän hetken tietämyksen mukaista siiven liikesuuntaa, mutta katkoviivalla on piirretty nuoli, joka saattaa myös olla mahdollinen siiven liikesuunnaksi, kun otetaan kaikki erilaiset käyttökohteet ja kompromissitekijät huomioon.

Kuviossa 13 on esitetty vielä joukko siiven poikkileikkausmuotoja, jotka eivät ole joko ollenkaan symmetrisiä tai ainakin niiden symmetria-akseli ei yhdy sen enempää siiven liikesuuntaan kuin sen tangenttiinkaan. Äärimmäisenä vasemmalla on poikkileikkaukseltaan kolmiomainen, tai siitä hieman muunneltu mahdollisesti kaarevilla sivupinnoilla varustettu, siipi, joka suuntaa taakseen syntyvän kaasukuplan kuvan ratkaisussa jonkin verran siiven pituusakselin alapuolelle. Toisena vasemmalta esitetään poikkileikkaukseltaan puoliympyrämäinen siipi, joka edustaa tason ja kaarevan pinnan tai kahden kaarevan pinnan yhdistelmää. Kuvion siipi jättää jälkeensä suhteellisen pienen kaasuvanan. Toisena oikealta näytetään poikkileikkaukseltaan suorakulmion tai neliön muotoinen siipi, jonka jälkeensä jättämä kaasukupla ei juurikaan eroa symmetrisesti järjestetyn vastaavan kappa-

leen kaasukuplasta. Äärimmäisenä oikealla näytetään poikkileikkaukseltaan edelleen kolmiomainen siipi, joka on asetettu sellaiseen kulma-asemaan, että sen taakseen kokoama kaasuvana kulkee jonkin verran sivussa itse siipeen nähden. Jos esimerkiksi ajatellaan, että roottorin keskiö sijoittuu kuvioissa 13 siiven alapuolelle, kulkee kaasuvana oikeanpuoleisen poikkileikkauksen omaavalla siivellä jonkin verran siiven ulkopuolella. Kun tässä otetaan huomioon kaikissa kuvioissa 1 - 7 esitetyt roottorin siipien kanssa yhdessä toimivat vastarivat, on helppo todeta, että vastaripa pyyhkäisee suuren osan kaasukuplasta pois rikkoen sen ja sekoittaen kaasun tehokkaasti massan joukkoon. Edullisesti tämän tyyppisiä siipiä käytetään esisekoitusvyöhykkeellä. Mikäli vastaavia siipiä käytettäisiin ns. reaktiovyöhykkeellä, olisi vaarana, että siiven takana pyörivä kaasukupla irtoaisi juuri massan poistoaukon kohdalla ja poistuisi massan mukana. Onkin suositeltavampaa käyttää kuvion 13 äärimmäisenä vasemmalla esitetyn suoritusmuodon mukaista poikkileikkausta reaktiovyöhykkeen siivessä, jolloin siipi itse pitää kaasukuplan mahdollisimman kaukana massan poistoaukosta.

Kuviossa 14 esitetään kaavamaisesti siiven reunassa olevien kolojen, siivessä olevien aukkojen tai vastaavien vaikutus siiven takana olevaan kaasukuplaan. Kuvioissa 14a ja 14b esitetään osa jo kuvion 5 yhteydessä kuvatusta siivestä 150, jonka sekoittimen pesän puoleiseen reunaan on koneistettu lovia 166 tietyin välimatkoin. Siiven 150 taakse muodostuu siiven poikkileikkausmuodosta riippuva kaasuvana, joka on käytännöllisesti katsoen tasalevyinen ja vakiopaksuinen koko siiven pituudella. Kuitenkin siiven 150 reunaan koneistetut lovet 166 antavat massan purkautua kauttansa, jolloin lovesta 166 siiven 150 taakse purkautuva massa pyrkii täyttämään kaasukuplan. Seurauksena on taaksepäin laajeneva massasuihku. Lopputuloksena on se, että siiven 150 takana olevan kaasukuplan koko on pienentynyt tilavuudeltaan huomattavasti enemmän kuin mitä lovien 166 pinta-alan suhteesta siiven ehjään pintaan voisi päätellä. Paitsi kuvatussa päälikuvannossa (Fig. 14a) myös sivulta katsoen (Fig. 14b) massasuihku leviää aivan vastaavalla tavalla.

Kuviossa 14c on vielä esitetty vaihtoehtoinen ratkaisu, jossa siiven 334 (esitetty kuvion 6 yhteydessä) reunat on pidetty ehjinä (tosin ne voisivat aivan yhtä hyvin olla lovettujakin, mutta siipi on yksinkertaisuuden ja selkeyden vuoksi esitetty ehjänä) ja siiven keskiosalle on avattu aukko 364, josta massa pääsee purkautumaan siiven 334 takapuolelle.

Massasuihku vaikuttaa aivan kuvion 14a tavoin laajeten kaasukuplaan ja vieden sen tilavuudesta oletettua suuremman osan. Kuitenkin tällä tavalla siipeä rakennettaessa on otettava huomioon se, että siiven läpi purkautuva voimakas massasuihku saattaa estää siiven 334 ympäri ajatellun virtauksen, jolloin saattaakin olla viisaampaa avartaa aukkoa 364 niin paljon, että virtaus lähtee kiertämään aukon 364 kautta kuviossa 14c näytettyjen nuolien mukaisesti.

Esimerkki

Suoritetuissa kokeissa verrattiin erään tunnetun kemikaalisekoittimen suurten kaasumäärien sekoittamiseen modifioitua versiota keksintömme mukaiseen sekoittimeen. Helpoimmaksi tavaksi vertailla mainittuja sekoittimia todettiin sekoittamiseen tarvittavan energian muutoksen seuraaminen kaasu-kuitususpensioseoksen kaasumäärän funktiona. Suorittamissamme kokeissa ja teoreettisissa laskelmissa on nimittäin todettu, että optimaalisessa sekoituksessa sekoitustehon tulisi pienentyä samassa suhteessa kuin kaasua suspensioon lisätään. Toisin sanoen 20 %:n kaasulisäys saisi laskea sekoitustehoa vain noin 20 %:lla.

Kuviossa 15 esitetään tekniikan tason mukaisen modifioidun kemikaalisekoittimen tehonkulutuksen lasku kaasupitoisuuden ja roottorin kierrosnopeuden funktiona. Kuviossa on verrattu 20 % kaasua sisältävän massan sekoittamiseen tarvittavaa tehoa pelkän kaasuttoman massan sekoittamiseen tarvittavaan tehoon. Toisin sanoen 100 %:n viiva kertoo pelkän massan sekoittamiseen tarvittavan tehon ja alemmat käyrät 20 % kaasua sisältävän massan sekoittamiseen tarvittavan tehon määrän verrattuna kaasuttoman massan sekoittamiseen tarvittavaan tehoon. Voidaan nähdä, että esimerkiksi kokeissa käytetyllä kierrosnopeusalueella tekniikan tason mukaisen sekoittimen tehonkulutus vaihteli kaasupitoisella massalla noin 40 % ja 23 %:n välillä kaasuttoman massan sekoittamiseen tarvittavasta tehosta. Keksinnön mukaisella sekoittimella tehonkulutus oli välillä 78 - 82 prosenttia kautta koko kierroslukualueen. Toisin sanoen keksinnön mukaisella sekoittimella tehonkulutus laski vain 18 - 22 prosenttia, kun taas tekniikan tason mukaisella sekoittimella lasku oli 60 - 77 prosenttia.

Siten voidaan todeta, että kuitususpension ja kaasun seosta sekoitetaan teholla P_{tod}, jonka määrä lasketaan kaavasta

$$P_{tod} = 0.9...1.0 * (1 - p_g/100) * P_{teor}, \text{ edullisesti}$$

$$P_{tod} = 0.95...1.0 * (1 - p_g/100) * P_{teor},$$

jossa

p_g = kaasun määrä suspensiossa til.prosentteina, ja

P_{teor} = kaasuttoman massan sekoittamiseen tarvittava teho.

Selitys tekniikan tason sekoittimen tehonkulutuksen valtavaan pienenemiseen on se, että suuri osa sekoittimen sekoittavista elementeistä pyörii "kaasukuplassa", jolloin luonnollisesti tehontarve pienenee lähes olemattomiin. Toisin sanoen tekniikan tason mukainen sekoitin ei ole pystynyt sekoittamaan kaasua juuri ollenkaan, vaan kaasu on päässyt erottumaan sekoitinelimien ympärille. Vastaavasti keksintömme mukaisen sekoittimen pieni tehonkulutuksen väheneminen tarkoittaa sitä, että tehontarve vähenee vain sen määrän, minkä kaasun lisäys pienentää massan tiheyttä, josta voi päätellä, että kaasu on jakautunut tasaisesti kuitususpension joukkoon.

Kuvioissa 16a ja 16b esitetään vielä pari erityisempää käyttökohdetta keksintömme mukaiselle sekoittimelle. Kuviossa 16a näytetään osa otsonivalkaisuprosessista, jossa pumpulla P1 suhteellisen matalaan paineeseen (4 - 8 bar) kohotettu massa johdetaan sekoittimeen S1, johon otsonikaasu yhdessä kantokaasun kanssa johdetaan joko erikseen tai massan kanssa yhdessä massan painetta korkeammassa paineessa (5 - 10 bar). Sekoittimesta S1 massa puretaan kanavaa pitkin olennaisesti sekoittimen läheisyyteen sijoitetulle pumpulle P2, jolla paine kohotetaan, esimerkiksi, arvoon 10 - 20 bar, jolloin kaasutilavuus massassa pienenee ja suorittamiemme kokeiden perusteella valkaisutulos paranee. Pumpulla P2 massa voidaan johtaa joko erityisesti tarkoitusta varten suunniteltuun reaktoriin tai vaikkapa tavanomaista putkilinjaa pitkin seuraavaan käsittelyvaiheeseen.

Kuviossa 16 b esitetään keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukainen prosessi. Tälle prosessille on ominaista, että massan paineistus pumpulla P1 matalaan paineе-

seen ja otsonin sekoitus sekoittimella S1 massan joukkoon tapahtuu aivan kuvion 16a tavoin, mutta sekoitinta S1 ei seuraakaan kuvion 16a tavoin painetta korottavana laitteena pumppu vaan sekoitin SP1, jolla massan paine pystytään kohottamaan 10 - 20 barin luokkaan. Toisen sekoittimen SP1 käytön etuna on se, että, mikäli kaasu ei ole ensimmäisessä sekoittimessa S1 täydellisen tasaisesti jakautunut massan joukkoon, varmistetaan tämä prosessissa heti ensimmäisen sekoittimen S1 jälkeen sijoitetulla painetta kohottavalla sekoittimella SP1.

Luonnollisesti kolmantena prosessivaihtoehtona on käyttää heti ensimmäisessä sekoitusvaiheessa painetta kohottavaa sekoitinta, jolloin prosessin ei voida olettaa olevan yhtä tehokas kuin kuvion 16b mukainen prosessi, mutta kuitenkin useimpiin tarkoituksiin riittävä.

Vielä eräänä keksinnön mukaisia erilaisia sekoitusvaihtoehtoja hyödyntävänä rakenteena voidaan mainita kaasupitoista materiaalia pumppaava pumppu. Ongelmanahan kaikilla tunnetuilla keskipakopumpuilla on se, että pumpattavan materiaalin ollessa kaasupitoista pyrkii kaasu erottumaan juoksupyörän eteen johtuen siitä, että juoksupyörä saa imukanavassa olevan materiaalivirtauksen kiertymään spiraalimaiseksi, jolloin syntyvä keskipakovoima edesauttaa kaasun erottumista virtauksen keskiöön. Aiemmin tämä ongelma on pyritty ratkaisemaan imemällä kaasu pumpusta joko juoksupyörän läpi järjestettyjen aukkojen kautta tai sitten imukanavan kautta juoksupyörän eteen johdetun putken kautta. Keksintöömme olennaisena osana kuuluvat kuvioissa 1 - 7 esitetyt erilaiset kaasun sekoittamiseen ja/tai kaasun erottumisen estämiseen tähtäävät roottori/siipi/vastinriparatkaisut sovitettuna keskipakopumpun imupuolelle ns. MC-pumpuista tutun, edullisesti pumpun akselille juoksupyörän eteen kiinnitetyn fluidisoivan roottorin tavoin estävät kaasun erottumisen, jolloin pumppua ei tarvitse varustaa erityisillä kaasun poistolaitteilla, vaan selvitään näitä huomattavasti halvemmilla kaasun erottumisen estävillä laitteilla. Siten kaikki sekä edellä olevassa selitysosassa että oheisissa patenttivaatimuksissa 9 - 39 esitetyt piirteet voidaan soveltaa myöskin keskipakopumppuun, jonka imukanavaa vastaa edellä esitetyssä sekoitinrakenteessa sekoitinpesä. Eräässä suoritetussa kokeessa jopa sekoittimeksi tarkoitetun laitteen on todettu nostavan painetta ainakin noin 5 mH_2O, josta voidaan päätellä laitteen kaasunkäsittelykyvyn olevan täysin hallinnassa, koska kaasun

kerääntyminen ei pääse haittaamaan laitteen toimintaa. Sekoitinkäytössä mainitusta painetta korottavasta ominaisuudesta on hyötyä suuresti, koska esimerkiksi otsonivalkaisulaitoksen mitoituksessa ei tarvitse ottaa huomioon painehäviötä sekoittimessa, vaan sen voidaan jopa ajatella hoitavan ainakin osan massan siirtoon seuraavaan käsittelykohteeseen tarvittavasta työstä.

Kuten edellä esitetystä huomataan, on pystytty kehittämään aiempia prosessiin sovellettuja laitteita huomattavasti luotettavammin toimiva kemikaalisekoitin, jolla pystytään sekoittamaan suuria kaasumääriä keskisakeaan massaan ilman pelkoa kaasun erottumisesta sen enempää kesken sekoitustapahtuman kuin suspensiota sekoittimesta poistettaessa. Vaikka edellä olevissa kuvioissa on kussakin esitetty erilaisia rakenteita, ovat kaikki rakenteet vaihto- ja kombinointikelpoisia, joten on selvää, että eri kuvioissa esitettyjä rakenteita voidaan yhdistellä vapaasti.

Kuten vaatimuksista hyvin käy ilmi keksintöön kuuluu myös sellainen suoritusmuoto, jos-sa sekä esisekoitusvyöhyke että ylläpitovyöhyke on poistettu kuvioissa esitettyyn ratkaisuun nähden. Toisin sanoen homogenointivyöhykkeen uskotaan pystyvän hoitamaan ko-ko sekoitustapahtuman. Ainoa sen yksinomaista käyttöä vastaan oleva seikka on sen vaa-tima suuri teho, jonka minimoimiseksi homogenointivyöhykettä edeltävä ja seuraava vyö-hyke on todettu edulliseksi ja siksi otettu käyttöön.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä suurten kaasumäärien sekoittamiseksi keskisakeaan (8 - 25 %) kuitususpensioon, joka menetelmä koostuu pääosin seuraavista vaiheista: a) johdetaan mainittu kaasu ja kuitususpensio sekoittimeen, b) sekoitetaan mainittu kaasu fluidisoidussa tilassa olevaan kuitususpensioon virtausta samanaikaisesti kuristaen ja c) poistetaan näin aikaansaatu seos sekoittimesta, **tunnettu** siitä, että vaiheessa b) kuristamalla virtausta estetään kuitususpension tulovirtauksen ja/tai poistovirtauksen aiheuttamien painevaihteluiden vaikutus sekoitustapahtumaan ja että vaiheen b) lopussa on ns. ylläpito/reaktiovyöhyke, jossa olennaisesti aksiaalisesti rivoitetulla seinämällä varustettuun sekoitinpesään järjestetyn pyörivän olennaisesti aksiaalisuuntaan ojentuvilla siivillä varustetun roottorin avulla, kaasu-kuitususpensioseoksen fluidisointitaso pidetään riittävän korkeana kaasukuplien muodostumisen ja kaasun erottumisen estämiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaihe b) jakautuu kolmeen osaan;

b1) esisekoitus, jossa kuitususpensio fluidisoidaan flokkitasolle saakka ja kaasu jaetaan tasaisesti kautta koko suspension,

b2) homogenointi, jossa kuitususpensio fluidisoidaan kuitu- tai mikroflokkitasolle saakka ja kaasu johdetaan kosketuksiin kunkin kuidun/mikroflokin kanssa, ja jo mainittu

b3) ylläpito/reaktio.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että roottorin aiheuttamaa kuitususpension kiertoliikettä jarrutetaan koko osavaiheen b2) ajan.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että roottorin aiheuttamaa kuitususpension kiertoliikettä jarrutetaan kaikkien osavaiheiden b1), b2) ja b3) ajan.

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin yhdessä osavaiheista b1) - b3) kaasun sekoittumista kuitususpensioon tehostetaan ja kaasun

erottumista kuitususpensiosta vaikeutetaan saattamalla kuitususpensio kiertoliikkeeseen roottorin siipien ympäri.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että johdetaan osa kuitususpensiovirrasta mainitun rivan ja sekoitinpesän seinämän välistä kaasun erottumisen vaikeuttamiseksi mainitun rivan katveeseen.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin yhdessä vaiheista b1) - b3) kaasun erottumista kaasu-kuitususpensioseoksesta vaikeutetaan rikkomalla roottorin siipien ja/tai sekoitinpesän ripojen pinta niin, että mainittujen siipien ja/tai ripojen taakse ei pääse muodostumaan laajaa katvealuetta, johon kaasu luonteenomaisesti pyrkii erottumaan.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuitususpension ja kaasun seosta sekoitetaan teholla P_{tod}, jonka määrä lasketaan kaavasta

$$P_{tod} = 0.9...1.0 * (1 - p_g/100) * P_{teor},$$

edullisesti

$$P_{tod} = 0.95..1.0 * (1 - p_g/100) * P_{teor},$$

jossa

p_g = kaasun määrä suspensiossa til.prosentteina, ja

P_{teor} = kaasuttoman massan sekoittamiseen tarvittava teho.

9. Laite suurten kaasumäärien sekoittamiseksi keskisakeaan kuitususpensioon, joka laite pääosin koostuu sekoitinpesästä (30), sen kahdesta päädystä (12, 14), mainitussa sekoitinpesässä (30) olevasta ainakin kahdesta yhteestä (16; 18, 416, 518), ts. yhteistä käsiteltävälle kuitususpensiolle ja laitteesta poistettavalle kaasu-kuitususpensioseokselle, sekä pesän (30, 430, 530) sisälle järjestetystä pyörivästä roottorista (22) ja sen akselista (24), **tunnettu** siitä, että sekoitinpesään (30, 430, 530) kuuluu useampia erityyppisiä sekoitusvyöhykkeitä (28, 40, 48) ja että niistä voimakkaimmalla (40) on sekä laitteet (42, 44, 46, 144) virtauksen kuristamiseksi että kaasu-kuitususpensioseoksen homogenoimiseksi.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite **tunnettu** siitä, että mainitut laitteet koostuvat ainakin yhdestä ainakin toiselle mainitusta roottorista (22) ja sekoitinpesästä (30, 430, 530) järjestetystä kuristusrenkaasta (46) ja sen kanssa yhdessä toimivista sekoitinelimistä (42).

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite **tunnettu** siitä, että laitteen pesä (30, 430, 530) on jaettu akselin suunnassa ainakin kahteen seuraavista vyöhykkeistä; esisekoitusvyöhyke (28), homogenointivyöhyke (40) ja ylläpito eli reaktiovyöhyke (48).

12. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite **tunnettu** siitä, että laitteen pesä (30) on jaettu akselin suunnassa kolmeen vyöhykkeeseen: esisekoitusvyöhyke (28), homogenointivyöhyke (40) ja ylläpito eli reaktiovyöhyke (48, 548).

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että esisekoitusvyöhyke (28) on varustettu laitteilla (34, 36, 38, 134, 168, 180, 234, 334, 360, 362, 364) mainitun kuitususpension fluidisoimiseksi flokkitasolle saakka ja mainitun kaasun jakamiseksi tasaisesti kautta koko esisekoitusvyöhykkeen (28).

14. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että homogenointivyöhyke (40, 440) on varustettu laitteilla (42, 44, 46, 144) esisekoitusvyöhykkeellä (28) muodostetun kaasu-kuitususpensioseoksen fluidisoimiseksi kuitu- tai mikroflokkitasolle saakka ja mainitun kaasun johtamiseksi tekemisiin kunkin kuidun/mikroflokin kanssa.

15. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että ylläpito- eli reaktiovyöhyke (48, 548) on varustettu laitteilla (50, 52, 54, 150, 158, 166, 176, 250, 258) homogenointivyöhykkeellä (40, 440) muodostetun homogeenisen kaasu-kuitususpensioseoksen turbulenssitason pitämiseksi riittävän korkeana kaasukuplien muodostumisen estämiseksi ja seoksen pitämiseksi homogeenisena.

16. Patenttivaatimuksen 13, 14 tai 15 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittuihin laitteisiin kuuluu roottori (22), joka tai jonka jokin osa ulottuu laitteen toisesta päädystä (14) läpi koko laitteen sen vastakkaisen toisen päädyn (12) läheisyyteen.

17. Patenttivaatimuksen 13, 14 tai 15 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittuihin laitteisiin kuuluu roottorin (22) pinnalle järjestetyt sekoituselimet (50, 150, 158, 166, 250, 258).

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittuihin laitteisiin kuuluu sekoitinpesän (30, 430, 530) sisäpinnalle järjestetyt roottorin (22) sekoituselinten (50, 150, 158) kanssa yhdessä toimivat sekoituselimet (52, 176).

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittuihin laitteisiin kuuluu sekoitinpesän (30, 430, 530) ainakin toiseen päätyyn (14) järjestetyt roottorin (22) sekoituselinten (50, 150) kanssa yhdessä toimivat sekoituselimet (54).

20. Patenttivaatimuksen 18 tai 19 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut sekoituselimet (52, 54, 176) ovat radiaalisen välimatkan päässä mainituista roottorin (22) sekoituselimistä (50, 150, 158, 166, 250, 258).

21. Patenttivaatimuksen 13, 14 tai 15 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittuihin laitteisiin kuuluvat rivat (36, 52, 136) sekoitinpesän (30) seinämällä sekä radiaalisuunnassa välimatkan päähän mainituista rivoista (36, 52, 136) ulottuvat roottorin (22) siivet (34, 50, 134, 150, 158, 234, 250, 334).

22. Patenttivaatimuksen 13, 14 tai 15 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittuihin laitteisiin kuuluvat roottorin (22) pinnalle järjestetyt tappimaiset elimet (42) ja niiden kanssa yhdessä toimivat sekoitinpesän (30, 430, 530) seinämästä sisälle päin ojentuvat sekoituselimet (44, 46, 144).

23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut tappimaiset elimet (42) on järjestetty ulkonemaan roottorin (22) pinnalle järjestetystä rengasmaisesta kappaleesta.

24. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut

sekoituselimet (44, 144) on järjestetty ulkonemaan sekoitinpesän (30, 430, 530) seinämän sisäpuolelle kiinnitetystä rengasmaisesta kappaleesta (46).

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut rengasmaiset kappaleet (46) muodostavat mainitut laitteet virtauksen kuristamiseksi.

26. Patenttivaatimuksen 24 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut sekoituselimet (44, 144) ovat hammastuksia mainitun renkaan (46) sisäreunalla.

27. Patenttivaatimusten 18 ja 22 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että sekä mainitut tappimaiset elimet (42) että mainitut pesän (30, 430, 530) seinämästä ojentuvat sekoituselimet (44, 144) ovat kehän suuntaisissa riveissä.

28. Patenttivaatimuksen 27 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut tappimaiset elimet (42) ja mainitut pesän (30, 430, 530) seinämästä ojentuvat sekoituselimet (44, 144) ovat aksiaalisuunnassa välimatkan päässä toisistaan.

29. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että homogenointivyöhykkeellä (40, 440) sekoitinpesän (30, 430, 530) ja roottorin (22) välinen virtauspoikkipinta-ala on pienimmillään.

30. Patenttivaatimuksen 22 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainittujen tappimaisten sekoituselimien (42) lukumäärä yhtä tappikehää kohti on 2 - 15.

31. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että kaasu-kuitususpensioseoksen poistoyhde (418) on sekoitinpesän (430) toisessa päädyssä (412).

32. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että roottorin (22) siiven (50, 150, 158, 250, 258) ja roottorin (22) välille on jätetty virtauksen mahdollistava aukko ts. siipi (50, 150, 158, 250, 258) on sijoitettu välimatkan päähän roottorista (22).

33. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut rivat (136)

on varustettu virtausaukoilla, edullisesti rivan (136) ja sekoitinpesän seinämän välisillä aukoilla (180).

34. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut rivat (136, 152) on varustettu ulokkeilla (178, 176) ja mainitut siivet (134, 150) ainakin mainittujen ulokkeiden (178, 176) kanssa yhdessä toimivilla syvennyksillä (168, 166).

35. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut siivet on varustettu ulokkeilla ja mainitut rivat mainittujen ulokkeiden kanssa yhdessä toimivilla syvennyksillä.

36. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainitut siivet (234, 334, 360) on varustettu aukoilla (362, 364) kuitususpensiovirtauksen ohjaamiseksi kulkemaan siiven läpi siiven taakse kerääntymään pyrkivän kaasun sekoittamiseksi takaisin kuitususpensioon.

37. Patenttivaatimuksen 31 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että sekoittimen poistoyhde (418) on virtauspoikkipinta-alaltaan virtaussuuntaan laajeneva.

38. Patenttivaatimuksen 37 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että roottorin (422) kärkiosa (432) on virtaussuuntaan suppeneva.

39. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että sekoitinpesä (530) on varustettu useammalla poistoyhteellä (518).

40. Keskipakopumppu kaasupitoisten nesteiden pumppaamiseksi, johon pumppuun kuuluu imukanavaan sijoitettu roottori sekä juoksupyörä, **tunnettu** siitä, että mainitun pumpun imukanavan (30, 430, 530) voimakkaimmalla sekoitusvyöhykkeellä on sekä laitteet (42, 44, 46, 144) virtauksen kuristamiseksi että kaasu-kuitususpensioseoksen homogenoimiseksi.

PATENTKRAV

1. Förfarande för inblandning av stora gasmängder i en fibersuspension av mediumkonsistens (8 - 25 %), vilket förfarande består av följande steg:
(a) nämnda gas och fibersuspension införs i en blandare;
(b) nämnda gas inblandas i fibersuspensionen som befinner i ett fluidiserat tillstånd samtidigt som strömningen stryps; och (c) den härigenom åstadkomna blandningen avlägsnas från blandaren, **kännetecknat** därav, att genom att strypa strömningen i steg (b) förhindras inverkan av tryckvariationerna som förorsakas av fibersuspensionens inloppsströmning och/eller utloppsströmning på blandningsförloppet och att i slutet av steg b) finns en s.k. uppehålls-/reaktionszon, där gas- och fibersuspensionsblandningens fluidiseringsnivå upprätthålls tillräckligt hög för att förhindra bildningen av gasbubblor och gasavskiljningen med hjälp av en roterande, med väsentligen i axialriktningen sig sträckande blad försedd rotor anordnad i ett blandarhus försett med en med väsentligen axiellt anordnade lister försedd vägg.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att steg b) är uppdelat i tre delsteg, nämligen:
b1) ett förblandningssteg, i vilket fibersuspensionen fluidiseras till ända flocknivån och gasen fördelas jämnt i hela suspensionen;
b2) ett homogeniseringssteg, i vilket fibersuspensionen fluidiseras vidare till fiber- eller mikroflocksnivån och gasen bringas i kontakt med varje fiber/mikroflock; och
b3) ett uppehålls-/reaktionssteg.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, **kännetecknat** därav, att fibersuspensionens rotationsrörelse som förorsakas av rotorn bromsas utan avbrott i delsteg b2).

4. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att fibersuspensionens rotationsrörelse som förorsakas av rotorn bromsas under förloppet av samtliga delsteg b1), b2) och b3).

5. Förfarande enligt patentkravet 2, **kännetecknat** därav, att inblandningen av gas i

suspensionen intensifieras åtminstone i ett av delstegen b1) - b3) och avskiljningen av gas från fibersuspensionen försvåras genom att bringa fibersuspensionen att rotera kring rotorbladen.

6. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att en del av suspensionsflödet leds mellan nämnda list och blandarhusets vägg i syfte att försvåra gasavskiljningen bakom nämnda list.

7. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att avskiljningen av gas från gas- och fibersuspensionsblandningen försvåras åtminstone i ett av delstegen b1) - b3) genom att krossa ytan av rotorbladen och/eller blandarhusets lister för att förhindra bildningen av ett stort dött utrymme bakom nämnda blad och/eller lister, i vilket gas skulle naturligtvis ha en tendens att avskiljas.

8. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att blandningen av fibersuspension och gas omrörs med effektivitet P_{tod}, vars värde kan kalkyleras såsom följer:

$$P_{tod} = 0.9...1.0*(1-p_g/100)*P_{teor},$$

företrädesvis

$$P_{tod} = 0.95...1.0*(1-p_g/100)*P_{teor},$$

där

P_g = gasmängd i suspensionen som volym-%;

och

P_{teor} = effektivitet som behövs för omrörning av gasfri massa.

9. Anordning för inblandning av stora gasmängder i en fibersuspension av mediumkonsistens, vilken anordning består i huvudsak av ett blandarhus (30), dess två gavlar (12, 14), åtminstone två kanaler (16; 18, 416, 518) i nämnda blandarhus (30), dvs. kanaler för fibersuspensionen som skall behandlas och för gas- och fibersuspensionsblandningen som skall matas ut ur anordningen, samt av en inom blandarhuset (30, 430, 530) roterbart anordnad rotor (22) och dess axel (24), **kännetecknad** därav, att blandarhuset (30, 430, 530) innefattar flera blandningszoner (28, 40, 48) av olika typ och den mest intensiva (40) av dessa är försedd med anordningar (42, 44, 46, 144) både för strypning av strömningen och för

homogenisering av gas- och fibersuspensionsblandningen.

10. Anordning enligt patentkravet 9, **kännetecknad** därav, att nämnda anordningar består åtminstone av en vid den/det ena av nämnda rotor (22) och blandarhus (30, 430, 530) anordnad strypring (46) och av med denna samverkande blandarorgan (42).

11. Anordning enligt patentkravet 9, **kännetecknad** därav, att huset (30, 430, 530) i anordningen är i axelns riktning uppdelat i åtminstone två av följande zoner: förblandningszon (28), homogeniseringszon (40) och uppehålls- dvs. reaktionszon (48).

12. Anordning enligt patentkravet 9, **kännetecknad** därav, att huset (30) i anordningen är i axelns riktning uppdelat i tre zoner: förblandningszon (28), homogeniseringszon (40) och uppehålls- dvs. reaktionszon (48, 548).

13. Anordning enligt patentkravet 11 eller 12, **kännetecknad** därav, att förblandningszonen (28) är försedd med anordningar (34, 36, 38, 134, 168, 180, 234, 334, 360, 362, 364) för fluidisering av nämnda fibersuspension ända till flocknivån och för fördelning av nämnda gas jämnt över hela förblandningszonen (28).

14. Anordning enligt patentkravet 11 eller 12, **kännetecknad** därav, att homogeniseringszonen (40, 440) är försedd med anordningar (42, 44, 46, 144) för fluidisering av den inom förblandningszonen (28) bildade gas- och fibersuspensionsblandningen ända till fiber- eller mikroflocksnivån och för ledning av nämnda gas till kontakt med varje fiber/mikroflock.

15. Anordning enligt patentkravet 11 eller 12, **kännetecknad** därav, att uppehålls- dvs. reaktionszonen (48, 548) är försedd med anordningar (50, 52, 54, 150, 158, 166, 176, 250, 258) för att upprätthålla turbulensnivån i den inom homogeniseringszonen (40, 440) bildade homogena gas- och fibersuspensionsblandningen så hög att den är tillräcklig för att förhindra bildningen av gasbubblor, och för att hålla blandningen homogen.

16. Anordning enligt patentkravet 13, 14 eller 15, **kännetecknad** därav, att nämnda

anordningar innefattar en rotor (22), vilken eller en del av vilken sträcker sig från anordningens ena gavel (14) genom hela anordningen till närheten av den motsatta andra gaveln (12).

17. Anordning enligt patentkravet 13, 14 eller 15, **kännetecknad** därav, att nämnda anordningar innefattar på rotorns (22) yta anordnade blandarorgan (50, 150, 158, 166, 250, 258).

18. Anordning enligt patentkravet 17, **kännetecknad** därav, att nämnda anordningar innefattar på blandarhusets (30, 430, 530) inre yta anordnade, med rotorns (22) blandarorgan (50, 150, 158) samverkande blandarorgan (52, 176).

19. Anordning enligt patentkravet 17, **kännetecknad** därav, att nämnda anordningar innefattar åtminstone vid den ena gaveln (14) av blandarhuset (30, 430, 530) anordnade, med rotorns (22) blandarorgan (50, 150) samverkande blandarorgan (54).

20. Anordning enligt patentkravet 18 eller 19, **kännetecknad** därav, att nämnda blandarorgan (52, 54, 176) ligger på ett radiellt avstånd från rotorns (22) blandarorgan (50, 150, 158, 166, 250, 258).

21. Anordning enligt patentkravet 13, 14 eller 15, **kännetecknad** därav, att nämnda anordningar innefattar lister (36, 52, 136) på blandarhusets (30) vägg samt rotorns (22) blad (34, 50, 134, 150, 158, 234, 250, 334) som sträcker sig i radiell riktning till ett avstånd från nämnda lister (36, 52, 136).

22. Anordning enligt patentkravet 13, 14 eller 15, **kännetecknad** därav, att nämnda anordningar innefattar på rotorns (22) yta anordnade tappformiga organ (42) och med dessa organ (42) samverkande blandarorgan (44, 46, 144) som sträcker sig inåt från blandarhusets (30, 430, 530) vägg.

23. Anordning enligt patentkravet 22, **kännetecknad** därav, att de tappformiga organen (42) är anordnade att utskjuta från ett på rotorn (22) yta anordnat ringformigt organ.

24. Anordning enligt patentkravet 18, **kännetecknad** därav, att nämnda blandarorgan (44, 144) är anordnade att utskjuta från ett ringformigt organ (46) som är fäst vid insidan av blandarhusets (30, 430, 530) vägg.

25. Anordning enligt patentkravet 24, **kännetecknad** därav, att de ringformiga organen (46) utgör nämnda anordningar för strypning av strömningen.

26. Anordning enligt patentkravet 24, **kännetecknad** därav, att nämnda blandarorgan (44, 144) är kuggar i den inre kanten av nämnda ring (46).

27. Anordning enligt patentkraven 18 och 22, **kännetecknad** därav, att både de tappformiga organen (42) och nämnda blandarorgan (44, 144) som sträcker sig utåt från husets (30, 430, 530) vägg står i rader som är parallella med omkretsen.

28. Anordning enligt patentkravet 27, **kännetecknad** därav, att de tappformiga organen (42) och blandarorganen (44, 144) som sträcker sig utåt från nämnda husets (30, 430, 530) vägg står i axiell riktning på ett avstånd från varandra.

29. Anordning enligt patentkravet 11 eller 12, **kännetecknad** därav, att strömningens tvärsnittsyta mellan blandarhuset (30, 430, 530) och rotorn (22) är som minst inom homogeniseringszonen (40, 440).

30. Anordning enligt patentkravet 22, **kännetecknad** därav, att de tappformiga blandarorganens (42) antal per en tappring varierar mellan 2 och 15.

31. Anordning enligt patentkravet 9, **kännetecknad** därav, att utloppskanalen (418) för gas- och fibersuspensionsblandningen befinner sig i blandarhusets (430) ena gavel (412).

32. Anordning enligt patentkravet 21, **kännetecknad** därav, att mellan rotorns (22) blad (50, 150, 158, 250, 258) och rotorn (22) finns en öppning, som möjliggör strömningen, dvs. bladet (50, 150, 158, 250, 258) är placerat på ett avstånd från rotorn (22).

33. Anordning enligt patentkravet 21, **kännetecknad** därav, att nämnda lister (136) är försedda med utströmningsöppningar, företrädesvis med öppningar (180) mellan listen (136) och blandarhusets vägg.

34. Anordning enligt patentkravet 21, **kännetecknad** därav, att nämnda lister (136, 152) är försedda med utsprång (178, 176) och nämnda blad (134, 150) med urtag (168, 166) som samverkar med åtminstone nämnda utsprång (178, 176).

35. Anordning enligt patentkravet 21, **kännetecknad** därav, att nämnda blad är försedda med utsprång och nämnda lister med urtag som samverkar med nämnda utsprång.

36. Anordning enligt patentkravet 21, **kännetecknad** därav, att nämnda blad (234, 334, 360) är försedda med öppningar (362, 364) för ledning av fibersuspensionsströmningen genom bladet i syfte att inblanda gasen som tenderar att ansamlas bakom bladet åter i fibersuspensionen.

37. Anordning enligt patentkravet 31, **kännetecknad** därav, att tvärsnittet av blandarens utloppskanal (418) utvidgas i flödesriktningen.

38. Anordning enligt patentkravet 37, **kännetecknad** därav, att rotorns (422) spetsdel (432) avsmalnar i flödesriktningen.

39. Anordning enligt patentkravet 9, **kännetecknad** därav, att blandarhuset (530) är försett med ett flertal utloppskanaler (518).

40. Centrifugalpump för pumpning av gashaltiga vätskor, vilken pump innefattar en i sugkanalen anordnad rotor samt ett löphjul, **kännetecknad** därav, att inom den mest intensiva blandningszonen av nämnda pumps sugkanal (30, 430, 530) finns anordningar (42, 44, 46, 144) både för strypning av strömningen och för homogenisering av gas- och fibersuspensionsblandningen.

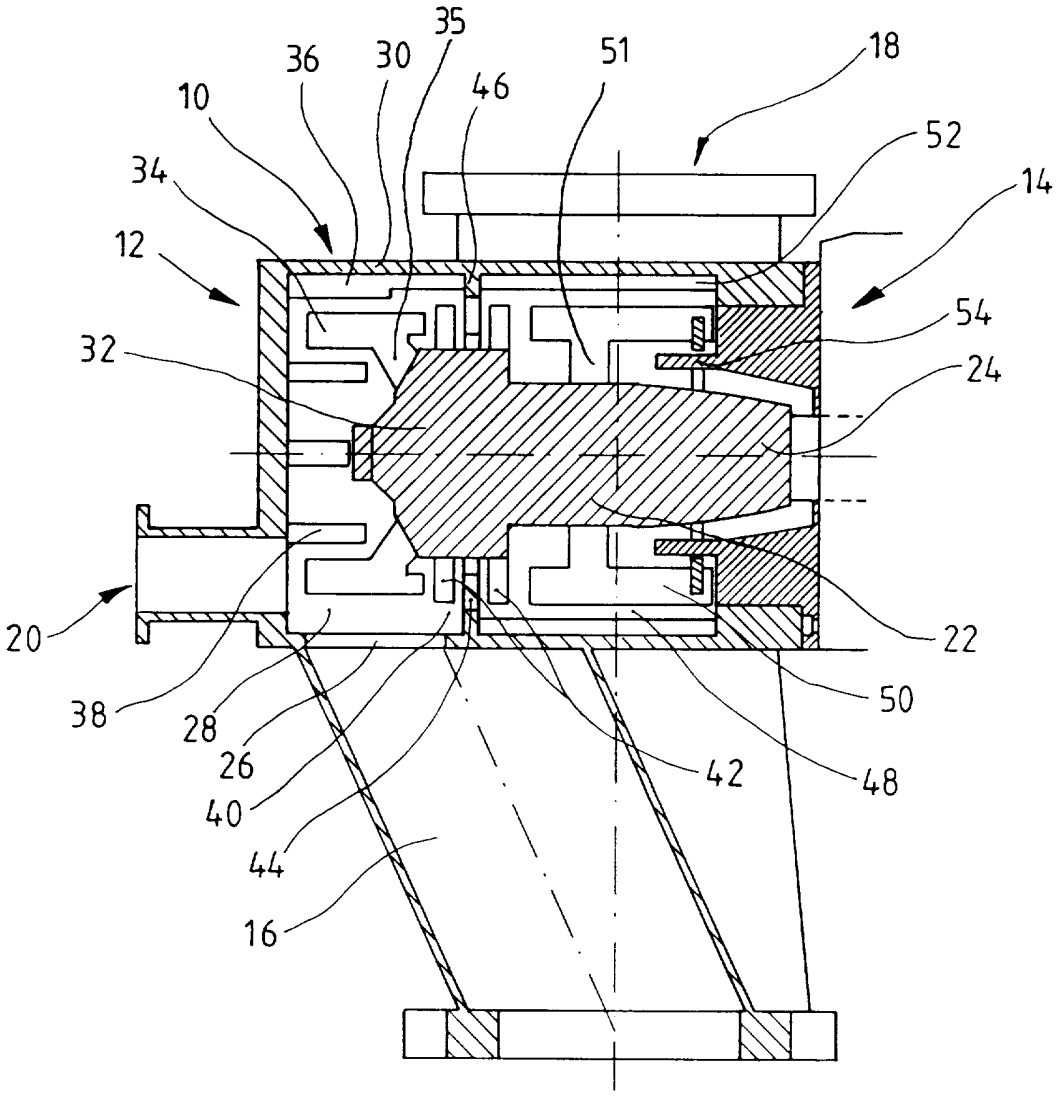

35
36
30
51
18
10
46
52
34
14
12
54
32
24
20
22
38
50
28
26
42
48
40
44
16

FIG. 1

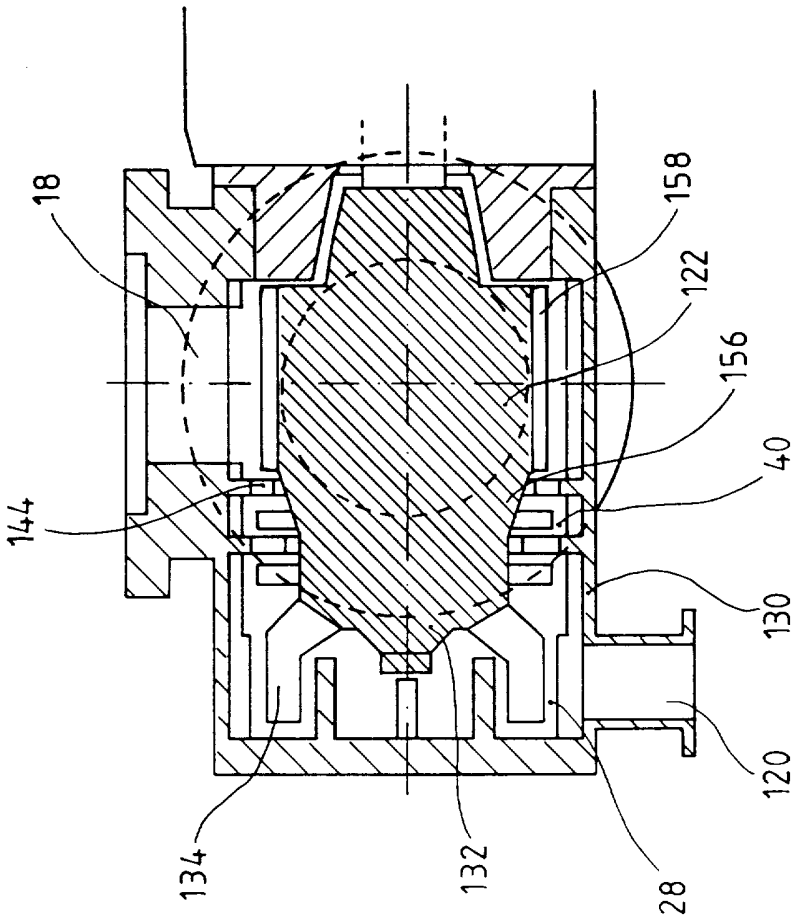


FIG. 2

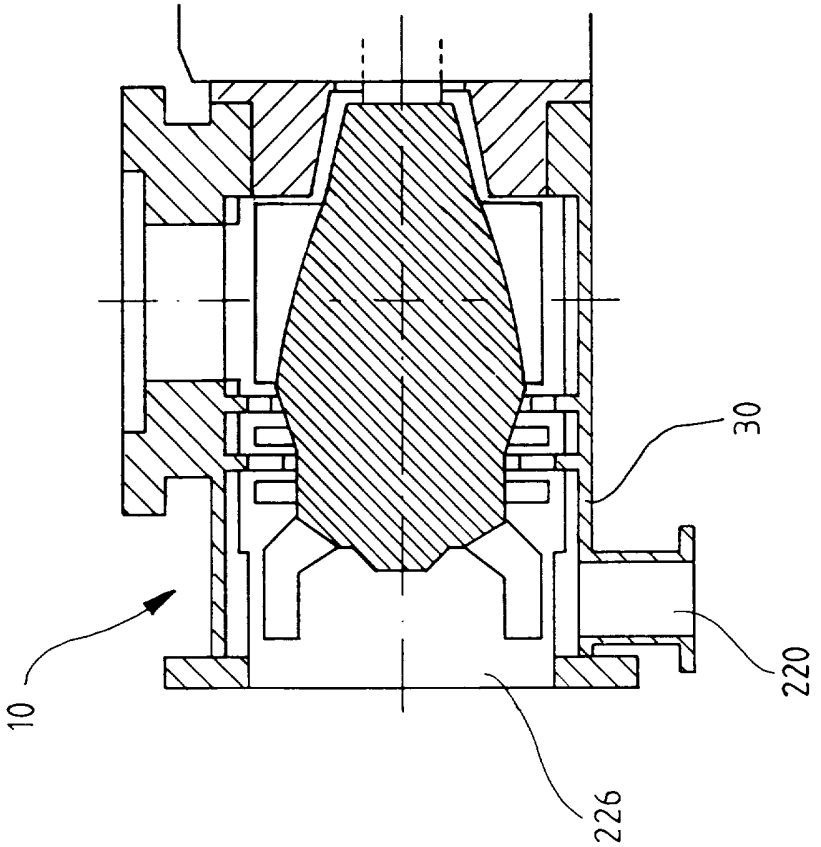


FIG. 3

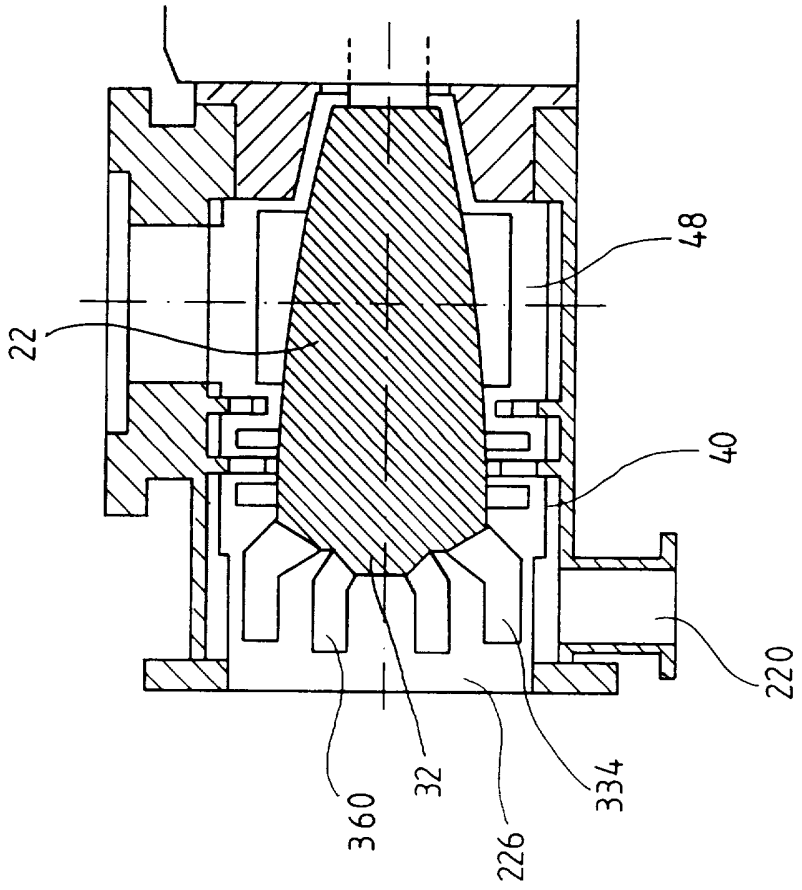


FIG. 4

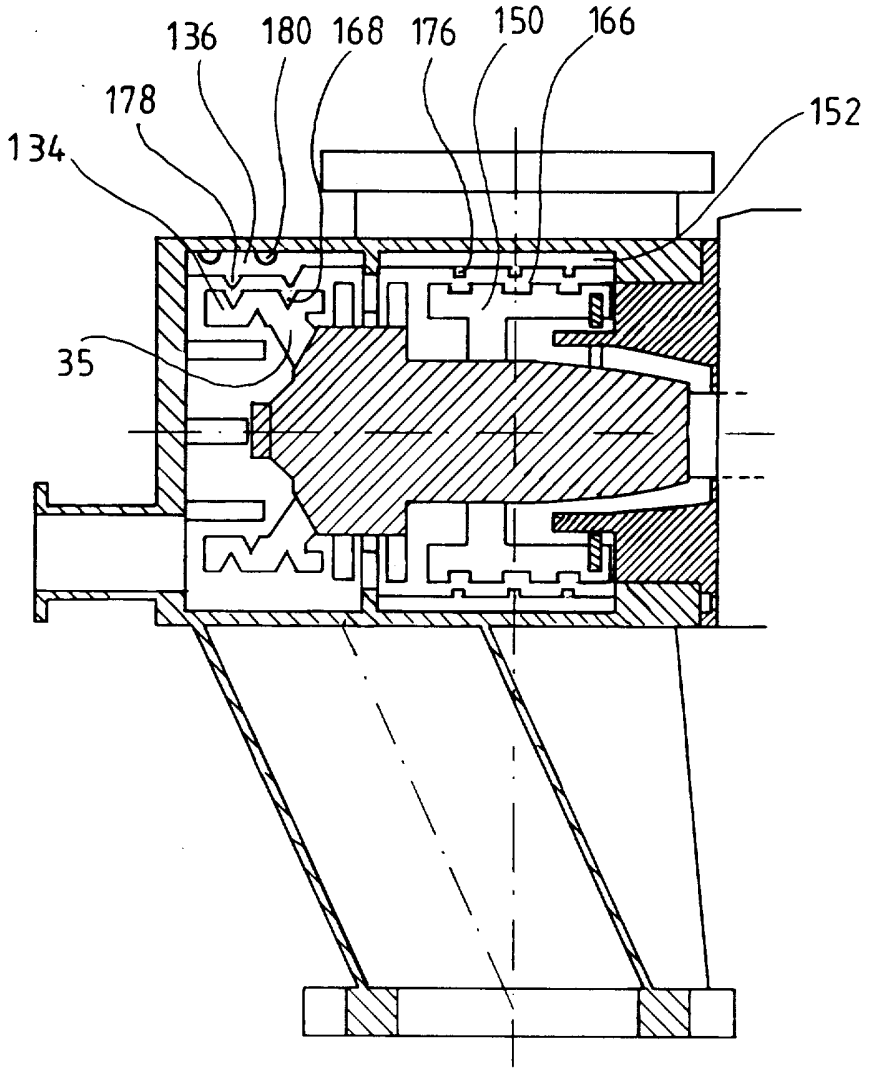


FIG. 5

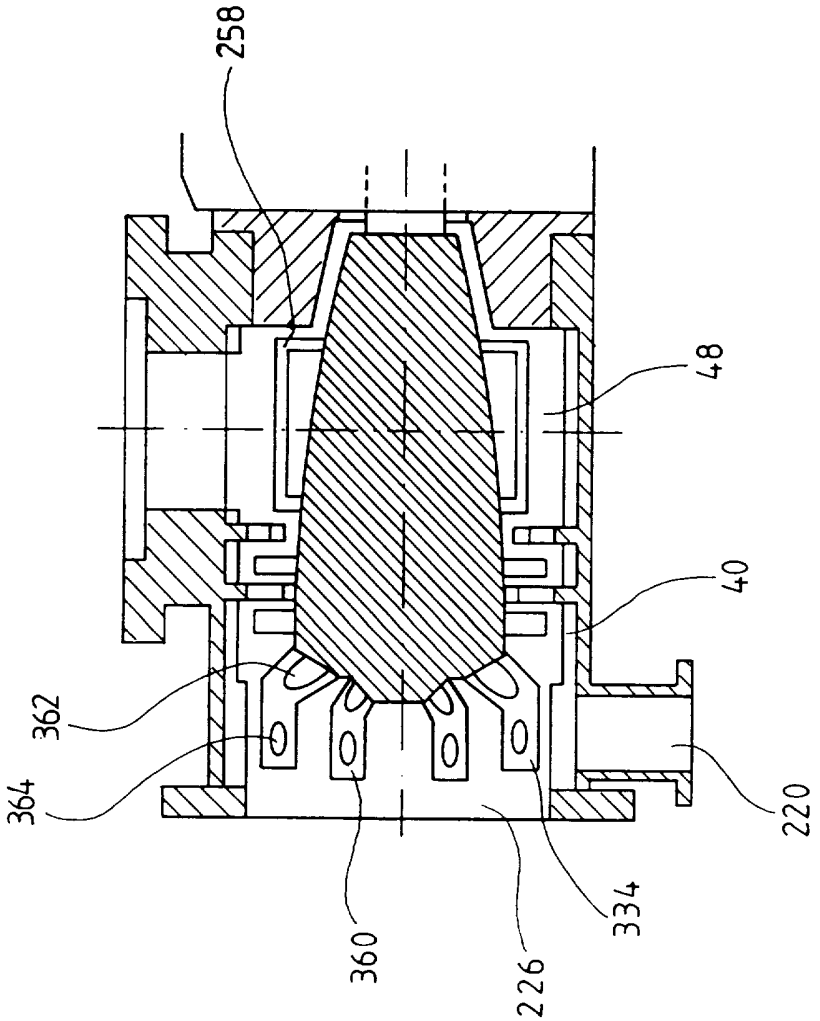


FIG. 6

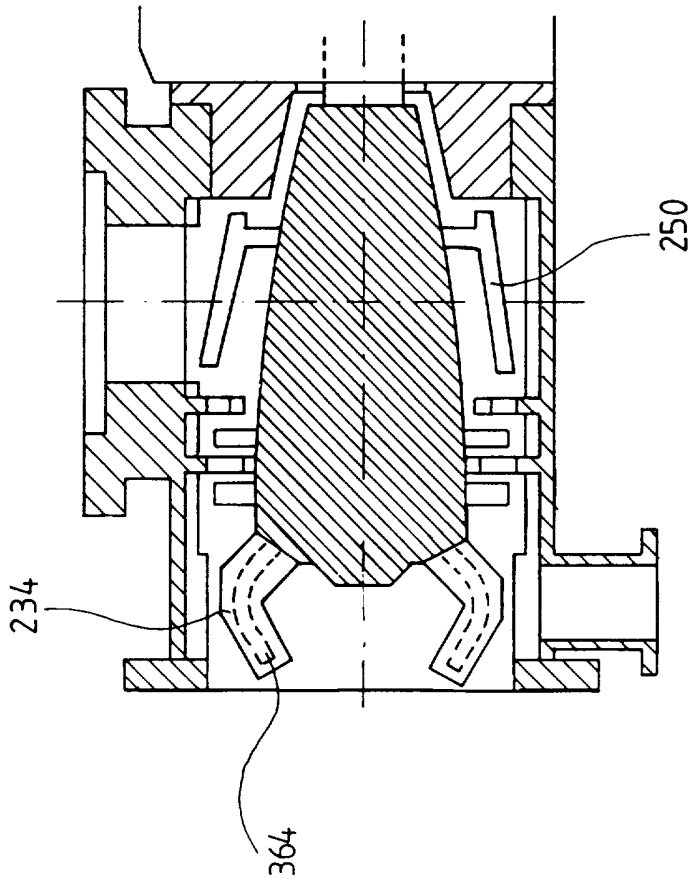


FIG.7

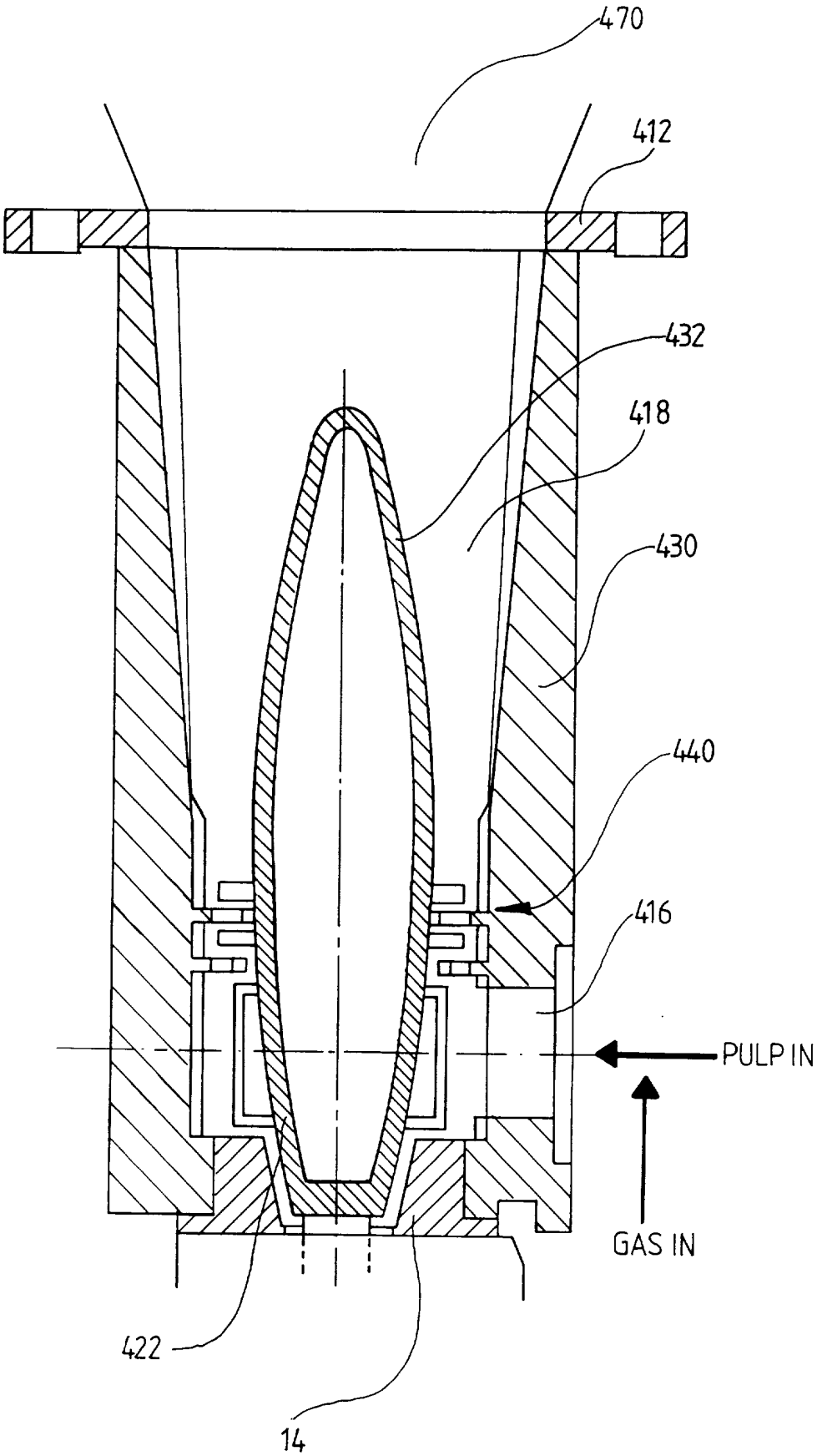


FIG. 8

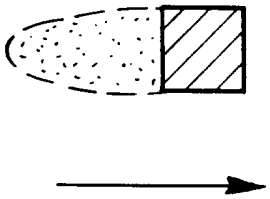


FIG. 10

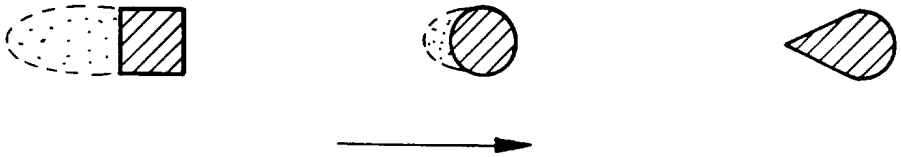


FIG. 11

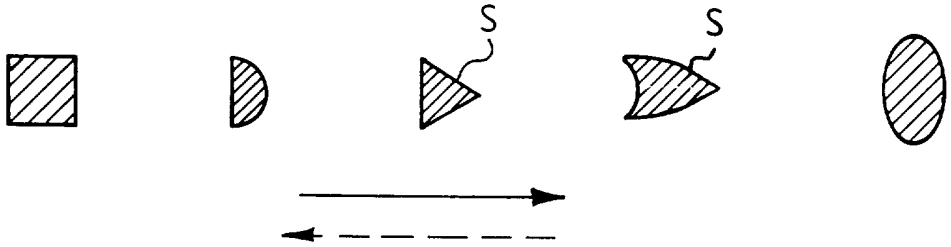


FIG. 12

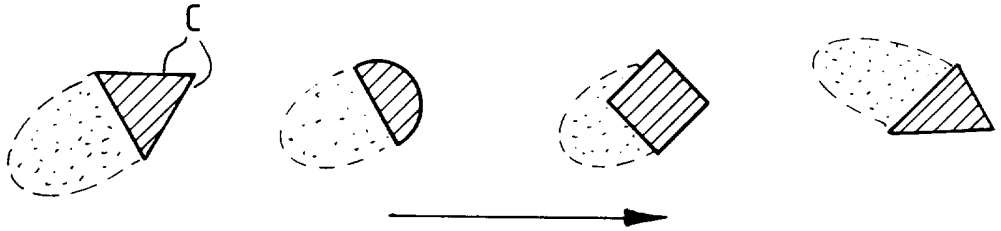


FIG. 13

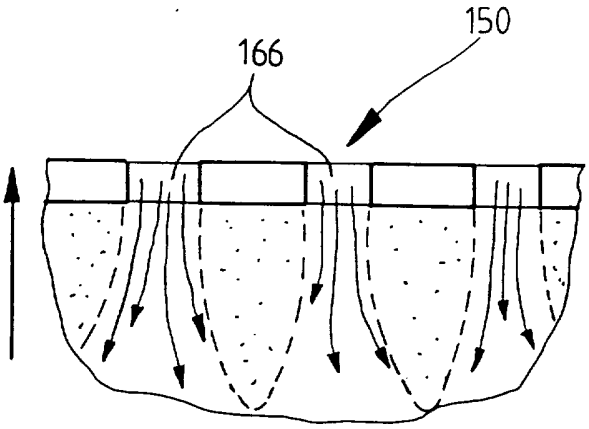


FIG.14a

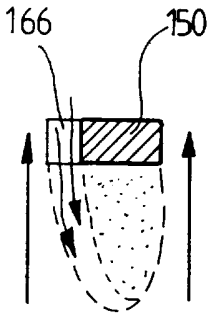


FIG.14b

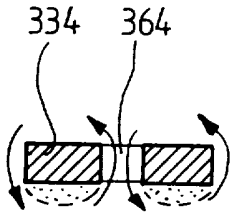


FIG.14c

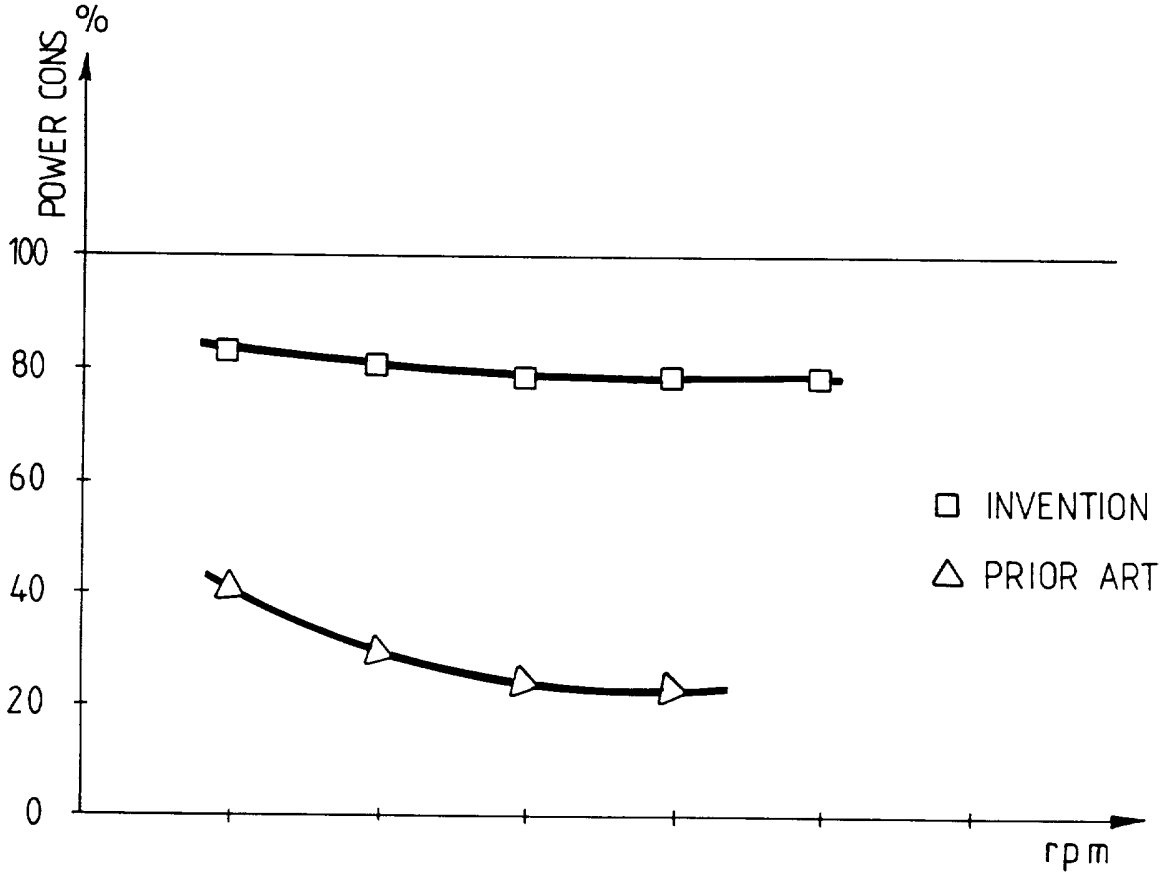


FIG. 15

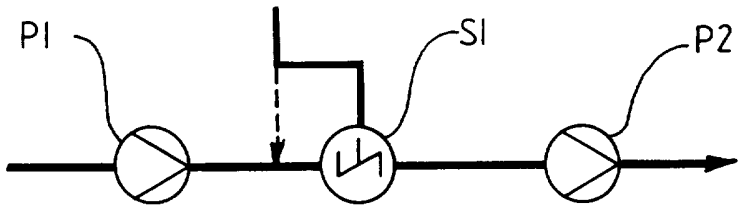


FIG. 16 a

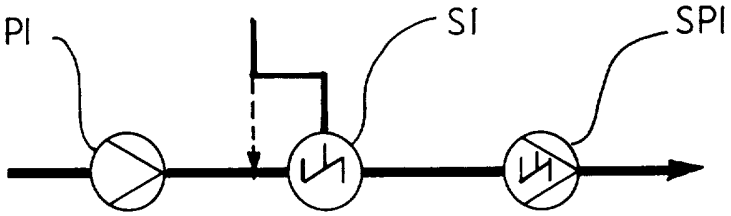


FIG. 16 b

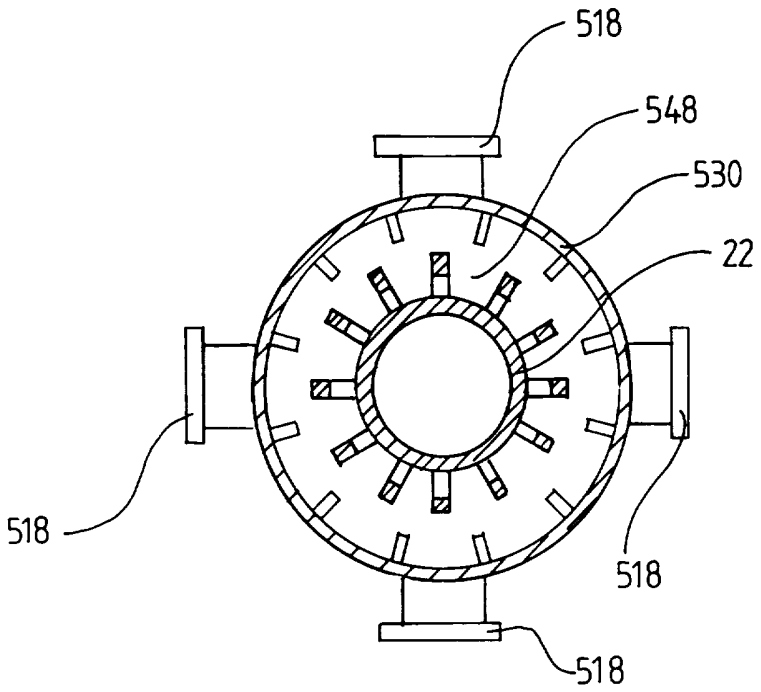


FIG. 9